

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	PD-C-1 改 16
提出年月日	平成 29 年 6 月 14 日

東海第二発電所

設計基準対象施設について

平成 29 年 6 月
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

目 次

- 4 条 地震による損傷の防止
- 5 条 津波による損傷の防止
- 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止（その他外部事象）
- 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）
- 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）
- 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止（火山）
- 7 条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止
- 8 条 火災による損傷の防止
- 9 条 溢水による損傷の防止等
- 10 条 誤操作の防止
- 11 条 安全避難通路等
- 12 条 安全施設（静的機器の単一故障）
- 14 条 全交流動力電源喪失対策設備
- 16 条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設
- 17 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ
- 23 条 計測制御系統施設（第 16 条に含む）
- 24 条 安全保護回路
- 26 条 原子炉制御室等
- 31 条 監視設備
- 33 条 保安電源設備
- 34 条 緊急時対策所
- 35 条 通信連絡設備

東海第二発電所

火災による損傷の防止

本資料のうち、は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

第8条 火災による損傷の防止

【目次】

1. 基本事項

1.1 要求事項の整理

1.2 追加要求事項に対する適合性

(1) 位置，構造及び設備

(2) 安全設計方針

(3) 適合性説明

1.3 気象等

1.4 設備等（手順書含む）

2. 火災による損傷の防止

（別添資料－1）

東海第二発電所 火災防護について

3. 技術的能力説明資料

（別添資料－2）

火災による損傷の防止

4. 現場確認プロセス

（別添資料-3）

東海第二発電所 火災防護に係る等価火災時間算出プロセスについて

< 概 要 >

1. において、設計基準対処施設の設置許可基準規則、技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する東海第二発電所における適合性を示す。
2. において、設計基準対処施設について、追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備又は運用等について説明する。
3. において、追加要求事項に適合するための技術的能力（手順等）を抽出し、必要となる運用対策等を整理する。
4. において、設計にあたって実施する各評価に必要な入力条件等の設定を行うため、設備等の設置状況を現場にて確認した内容について整理する。

1. 基本事項

1.1 要求事項の整理

火災による損傷の防止について，設置許可基準規則第 8 条及び技術基準規則第 11 条において，追加要求事項を明確化する。（第 1 表）

第 1 表 設置許可基準規則第 8 条及び技術基準規則第 11 条 要求事項

設置許可基準規則第 8 条 (火災による損傷の防止)	技術基準規則第 11 条 (火災による損傷の防止)	備考
<p><u>設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備(以下「火災感知設備」という。)</u>及び<u>消火を行う設備(以下「消火設備」といい、安全施設に属するものに限る。)</u>並びに<u>火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。</u></p>	<p>設計基準対象施設が火災によりその安全性が損なわれないよう、次に掲げる措置を講じなければならない。 一火災の発生を防止するため、次の措置を講ずること。 イ発火性又は引火性物質を内包する系統の漏えい防止その他の措置を講ずること。 ロ安全施設(設置許可基準規則第二条第二項第八号に規定する安全施設をいう。以下同じ。)には、不燃性材料又は難燃材料を使用すること。ただし、次に掲げる場合は、この限りでは無い。 (1) 安全施設に使用する材料が、不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの(以下「代替材料」という。)である場合。 (2) 安全施設の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であつて、安全施設における火災に起因して他の安全施設において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合 ハ避雷設備その他の自然現象による火災発生を防止するための設備を施設すること。 ニ水素の供給設備その他の水素が内部に存在する可能性がある設備にあつては、水素の燃焼が起きた場合においても発電用原子炉施設の安全性を損なわれないよう施設すること。 ホ放射線分解により発生し、蓄積した水素の急速な燃焼によって、発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合には、水素の蓄積を防止する措置を講ずること。 ニ火災の感知及び消火のため、次に掲げるところにより、早期に火災発生を感知する設備(以下「火災感知設備」という。)を施設すること・ イ火災と同時に発生すると想定される自然現象により、その機能が損なわれることがないこと。</p>	<p>追加要求事項</p>
<p><u>2 消火設備(安全施設に属するものに限る。)</u>は、<u>破損、誤作動及び誤操作が起きた場合においても発電用原子炉を安全に停止させるための機能をそこなわれないものでなければならない。</u></p>	<p><u>ロ消火設備にあつては、その損壊、誤作動又は誤操作が起きた場合においても発電用原子炉施設の安全性が損なわれることがないこと。</u></p>	<p>追加要求事項</p>
<p>—</p>	<p>三火災の影響を軽減するため、耐火性能を有する壁の設置その他の延焼を防止するための措置その他の発電用原子炉施設の火災により発電用原子炉を停止する機能が損なわれることがないようにするための措置を講ずること。</p>	<p>変更なし (ただし、防火壁及びその他の措置を明確化)</p>

1.2 追加要求事項に対する適合性

(1) 位置，構造及び設備

ロ 発電用原子炉施設の一般構造

(3) その他の主要な構造

(i) 本発電用原子炉施設は，(1)耐震構造，(2)耐津波構造に加え，以下の基本的方針のもとに安全設計を行う。

a. 設計基準対象施設

(c) 火災による損傷の防止

設計基準対象施設は，火災により発電用原子炉施設の安全性を損なうことのないよう，火災防護対策を講じる設計とする。

火災防護対策を講じる設計を行うに当たり，原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し，維持するための安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する区域を火災区域及び火災区画に，放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器を設置する区域を火災区域に設定する。

設定する火災区域及び火災区画に対して，火災の発生防止，火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1)】

(c-1) 基本事項

(c-1-1) 火災区域及び火災区画の設定

建屋等の火災区域は，耐火壁により囲まれ他の区域と分離されている区域を，(c-1-2)に示す安全機能を有する構築物，系統及び機器の配置も考慮して設定する。

建屋内のうち、火災の影響軽減の対策が必要な、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器並びに放射性物質貯蔵、かつ、閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域は、3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁により他の区域と分離する。

屋外の火災区域は、他の区域と分離して火災防護対策を実施するために、(c-1-2)に示す安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する区域を、火災区域として設定する。また、火災区画は、建屋内で設定した火災区域を系統分離等に応じて分割して設定する。

【別添資料 1-資料 1(2.1)】

(c-1-2)安全機能を有する構築物、系統及び機器

「(c)火災による損傷の防止」において、安全施設は、発電用原子炉施設において火災が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。

その上で、火災防護対象設備は、発電用原子炉施設内において火災が発生した場合においても、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための構築物、系統および機器、および放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器とする。

その他の設計基準対象施設は、設備等に応じた火災防護対策を講じる。

【別添資料 1-資料 1(2.1)】

(c-1-3)火災防護計画

発電用原子炉施設全体を対象とした火災防護対策を実施するため、火災防護計画を策定する。

火災防護計画には、計画を遂行するための体制、責任の所在、責任者の権限、体制の運営管理、必要な要員の確保及び教育訓練、並びに火災防護対策を実施するために必要な手順等について定めるとともに、発電用原子炉施設の安全機能を有する構築物、系統及び機器については、火災の発生防止、火災の早期感知及び消火並びに火災の影響軽減の 3 つの深層防護の概念に基づき、必要な火災防護対策を行うことについて定める。

重大事故等対処施設については、火災の発生防止、並びに火災の早期感知及び消火を行うことについて定める。その他の発電用原子炉施設については、設備等に応じた火災防護対策を行うことについて定める。外部火災については、安全施設を外部火災から防護するための運用等について定める。

【別添資料 1-資料 1(2.1)】

(c-2)火災発生防止

(c-2-1)火災の発生防止対策

火災の発生防止については、発火性又は引火性物質に対して火災の発生防止対策を講じるほか、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉に対する対策、発火源への対策、水素に対する換気及び漏えい検知対策、電気系統の過電流による過熱及び焼損

の防止対策等を講じる設計とする。

なお、放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策は、水素や酸素の濃度が高い状態で滞留及び蓄積することを防止する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1)】

(c-2-2) 不燃性材料又は難燃性材料の使用

安全機能を有する構築物，系統及び機器のうち，主要な構造物材，ケーブル，チャコールフィルタを除く換気設備のフィルタ，保温材及び建屋内装材は，不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とする。また，不燃性材料又は難燃性材料が使用できない場合は，不燃性材料若しくは難燃性材料と同等以上の性能を有するものを使用する設計，又は，当該構築物，系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合は，当該建築物，系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物，系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置を講ずる設計とする。

このうち，安全機能を有する機器に使用するケーブルは，原則，実証試験により自己消火性及び延焼性を確認した難燃ケーブルを使用する設計とするが，核計装ケーブルのように実証試験により延焼性等を確認できないケーブルは，難燃ケーブルと同等以上の性能を有する設計，又は当該ケーブルの火災に起因して他の安全機能を有する構築物，系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置を講ずる

設計とする。また、建屋内の変圧器及び遮断器は、絶縁油等の可燃性物質を内包していないものを使用する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.2)】

(c-2-3) 落雷，地震等の自然現象による火災の発生防止

落雷によって、発電用原子炉施設内の構築物，系統及び機器に火災が発生しないよう，避雷設備を設置する設計とする。

安全機能を有する構築物，系統及び機器は，耐震クラスに応じて十分な支持性能をもつ地盤に設置する設計とするとともに，「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈」に従い，耐震クラスに応じた耐震設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.3)】

(c-3) 火災の感知及び消火

火災の感知及び消火については，安全機能を有する構築物，系統及び機器に対して，火災の影響を限定し，早期の火災感知及び消火を行うための火災感知設備及び消火設備を設置する設計とする。

火災感知設備及び消火設備は，地震等の自然現象によっても，火災感知及び消火の機能，性能が維持され，かつ，安全機能を有する構築物，系統及び機器の耐震クラスに応じて，機能を維持できる設計とする。また，消火設備は，破損，誤作動又は誤操作が起きた場合においても原子炉を安全に停止させるための機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2)】

(c-3-1)火災感知設備

火災感知器は、環境条件や火災の性質を考慮して型式を選定し、固有の信号を発する異なる種類を組み合わせで設置する設計とする。火災感知設備は、外部電源喪失時においても火災の感知が可能なように電源確保を行い、中央制御室で常時監視できる設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(c-3-2)消火設備

安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画で，火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となるところには，自動起動又は中央制御室からの手動操作による固定式消火設備を設置して消火を行う設計とするとともに，固定式の全域ガス消火設備を設置する場合は，作動前に職員等の退出ができるよう警報を発する設計とする。

また，原子炉の安全停止機能を有する構築物，系統及び機器相互の系統分離を行うための消火設備は，選択弁等の動的機器の単一故障も考慮し，系統分離に応じた独立性を備える設計とする。

消火用水供給系は，2時間の最大放水量を確保し，飲料水系と共用する場合は隔離弁を設置し消火を優先する設計並びに水源及び消火ポンプは多重性又は多様性を有する設計とする。また，屋内，屋外の消火範囲を考慮し消火栓を配置する

とともに、移動式消火設備を設備する設計とする。

消火設備の消火剤は、想定される火災の性質に応じた十分な容量を配備し、管理区域で放出された場合に、管理区域外への流出を防止する設計とする。

消火設備は、火災の火災等による直接的な影響、流出流体等による二次的影響を受けず、安全機能を有する構築物、系統及び機器に悪影響を及ぼさないよう設置し、外部電源喪失時の電源確保を図るとともに、中央制御室に故障警報を発する設計とする。

なお、消火設備への移動及び操作を行うため、蓄電池を内蔵する照明器具を設置する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(c-4)火災の影響軽減

火災の影響軽減については、安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響を軽減するため、互いに相違する系列間の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは、3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離する設計、又は水平距離が 6m 以上あり、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する設計、又は 1 時間の耐火能力を有する隔壁等で互いの系列間を分離し、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する設計とする。系統分離を行うために設置する消火設備は、系統分離に応じた独立性を有する設計とする。

ただし、火災の影響軽減のための措置を講じる設計と同等の設計として、中央制御盤に関しては、金属外装ケーブル、操作スイッチの離隔等による分離対策、高感度煙検出設備の設置、常駐する運転員による消火活動等により、上記設計と同等又はそれを上回る設計とする。また、原子炉格納容器内に関しては、ケーブルトレイへの蓋の設置、常駐する運転員及び初期消火要員による初期消火活動により、上記設計と同等又はそれを上回る設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

(c-5)火災影響評価

設備等の設置状況を踏まえた可燃性物質の量等を基に想定される発電用原子炉施設内の火災によって、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できる設計とし、火災影響評価にて確認する。

また、発電用原子炉施設内の火災によって運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生した場合に、それらに対処するために必要な機器の単一故障を考慮しても異常状態を収束できる設計とし、火災影響評価にて確認する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.2)】

(c-6)その他

「(c-2)火災発生防止」から「(c-5)火災の影響評価」のほ

か、安全機能を有する構築物，系統及び機器のそれぞれの特徴を考慮した火災防護対策を講じる設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.2)】

ヌ その他発電用原子炉の附属施設の構造及び設備

(3) その他の主要な構造

(i) 火災防護設備

a. 設計基準対象施設

火災防護設備は、火災区域及び火災区画を考慮し、火災感知及び消火並びに火災の影響軽減の機能を有するものとする。

火災感知設備は、火災区域又は火災区画における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や火災の性質を考慮し、アナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器又は非アナログ式の炎感知器から異なる種類の感知器を組み合わせ設置することを基本とし、非アナログ式の防爆型の煙感知器、非アナログ式の防爆型の熱感知器、高感度煙検出設備の火災感知器及び中央制御室で常時監視可能な火災受信機盤を設置する。

消火設備は、破損、誤作動又は誤操作により、安全機能を有する構築物、系統及び機器(ロ(3)、(i)、a.、(c-1-2)と同じ)の安全機能を損なわない設計とし、火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難である火災区域又は火災区画であるかを考慮し、全域ガス消火設備等を設置する。

火災の影響軽減の機能を有するものとして、安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響を軽減するため、火災耐久試験で確認された3時間以上の耐火能力を有する耐火壁又は1時間以上の耐火能力を有する隔壁等を設置する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1)】

【別添資料 1-資料 1(2. 1. 2)】

【別添資料 1-資料 1(2. 1. 3)】

(2) 安全設計

1.5 火災防護に関する基本方針

1.5.1 設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針

1.5.1.1 基本事項

設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性を損なうことのないよう、火災防護対策を講じる設計とする。

火災防護対策を講じる設計を行うに当たり、原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する区域を火災区域及び火災区画に、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器を設置する区域を火災区域に設定する。

設定する火災区域及び火災区画に対して、火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計とする。

火災防護対策を講じる設計とするための基本事項を、以下の「1.5.1.1(1)火災区域及び火災区画の設定」から「1.5.1.1(5)火災防護計画」に示す。

【別添資料 1-資料 1(2.1)】

(1) 火災区域及び火災区画の設定

原子炉建屋、タービン建屋、廃棄物処理建屋、原子炉複合建屋の火災区域は、耐火壁によって囲まれ、他の区域と分離されている区域を、「(2)安全機能を有する構築物、系統及び機器」において選定する機器等の配置も考慮し、火災区域として設定する。火災の影響軽減の対策が必要な、原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域は、3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁として、3 時間耐火に設計上必要な普通コン

クリート壁厚である 123mm (軽量コンクリート壁厚は 112mm) より厚い 140mm 以上の壁厚を有するコンクリート耐火壁又は火災耐久試験により 3 時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火壁(貫通部シーラ、防火扉、防火ダンパ含む)により他の区域と分離する。屋外の火災区域は、他の区域と分離して火災防護対策を実施するために、「(2)安全機能を有する構築物、系統及び機器」において選定する機器等を設置する区域を、火災区域として設定する。また、火災区画は、建屋内及び屋外で設定した火災区域を系統分離等に応じて分割して設定する。

【別添資料 1-資料 1(2.1), 資料 3】

(2) 安全機能を有する構築物、系統及び機器

安全施設は、発電用原子力施設において火災が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。その上で、火災防護対象設備は、発電用原子力施設内において火災が発生した場合においても、原子力の高温停止及び冷温停止を達成し、維持するための構築物、系統及び機器、および放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器とする。その他の設計基準対象施設は、消防法等に基づき設備等に応じた火災防護対策を講じる。

【別添資料 1-資料 1(2.1)】

(3) 原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器

設計基準対象施設のうち、重要度分類審査指針に基づき、原子炉施設において火災が発生した場合に、原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し、維持するために必要な以下の機能を確保するための構築物、系統及

び機器を「原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し、維持するために必要な構築物，系統及び機器」として選定する。

- ①原子炉冷却材圧力バウンダリ機能
- ②過剰反応度の印加防止機能
- ③炉心形状の維持機能
- ④原子炉の緊急停止機能
- ⑤未臨界維持機能
- ⑥原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能
- ⑦原子炉停止後の除熱機能
- ⑧炉心冷却機能
- ⑨工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能
- ⑩安全上特に重要な関連機能
- ⑪安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能
- ⑫事故時のプラント状態の把握機能
- ⑬制御室外からの安全停止機能

【別添資料 1-資料 1(2.1)，資料 2，資料 3】

- (4) 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器
- 設計基準対象施設のうち，重要度分類審査指針に基づき，発電用原子炉施設において火災が発生した場合に，以下の放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するために必要な構築物，系統及び機器を，「放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器」として選定する。

- ①放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮蔽及び放出低減機能
- ②原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，

放射性物質を貯蔵する機能

③燃料プール水の補給機能

④放射性物質放出の防止機能

⑤放射性物質の貯蔵機能

【別添資料 1-資料 1(2.1)】

(5) 火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブル

発電用原子炉施設において火災が発生した場合に、原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し、維持するために必要な機能、及び放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するために必要な火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルとして選定する。

(6) 火災防護計画

発電用原子炉施設全体を対象とした火災防護対策を実施するため、火災防護計画を策定する。火災防護計画には、計画を遂行するための体制、責任の所在、責任者の権限、体制の運営管理、必要な要員の確保及び教育訓練、火災から防護すべき安全機能を有する構築物、系統及び機器、火災発生防止のための活動、火災防護設備の保守点検及び火災情報の共有等、火災防護を適切に実施するための対策並びに火災発生時の対応等、火災防護対策を実施するために必要な手順等について定めるとともに、発電用原子炉施設の安全機能を有する構築物、系統及び機器については、火災の発生防止、火災の早期感知及び消火並びに火災の影響軽減の3つの深層防護の概念に基づき、必要な火災防護対策を行うことについて定める。

重大事故等対処施設については、火災の発生防止、並びに火災の早期

感知及び消火を行うことについて定める。その他の発電用原子炉施設については、消防法等に基づき設備等に応じた火災防護対策を行うことについて定める。外部火災については、安全施設を外部火災から防護するための運用等について定める。

【別添資料 1-資料 1(2.1)】

1.5.1.2 火災発生防止に係る設計方針

1.5.1.2.1 火災発生防止対策

発電用原子炉施設内の火災の発生防止については、発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域に対する火災の発生防止対策を講じるほか、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉に対する対策、発火源への対策、水素に対する換気及び漏えい検出対策、放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策、並びに電気系統の過電流による過熱及び焼損の防止対策等を講じる設計とする。

具体的には設計を「1.5.1.2.1(1) 発火性又は引火性物質」から「1.5.1.2.1(6) 過電流による過熱防止対策」に示す。安全機能を有する機器に使用するケーブルも含めた不燃性材料又は難燃性材料の使用についての具体的な設計について「1.5.1.2.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用」に、落雷、地震等の自然現象による火災発生防止の具体的な設計について「1.5.1.2.3 自然現象への対策」に示す。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1)】

(1) 発火性又は引火性物質

発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域には、以下の火災の発生防止対策を講じる設計とする。ここでい

う発火性又は引火性物質としては、消防法で定められている危険物のうち「潤滑油」及び「燃料油」、並びに高圧ガス保安法で高圧ガスとして定められている水素、窒素、液化炭酸ガス及び空調用冷媒等のうち可燃性である「水素」を対象とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

a. 漏えいの防止，拡大防止

火災区域に対する漏えいの防止対策，拡大防止対策の設計について以下を考慮した設計とする。

(a) 発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する機器は，溶接構造，シール構造の採用により，漏えいの防止対策を講じるとともに，堰を設置し，漏えいした潤滑油及び燃料油が拡大することを防止する設計とする。

(b) 発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である水素を内包する機器は，溶接構造等による水素の漏えいを防止する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

b. 配置上の考慮

火災区域に対する配置について，以下を考慮した設計とする。

(a) 発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備の火災により、発電用原子炉施設の安全機能を損なわないよう、発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備と発電用原子炉施設の安全機能を有する構築物、系統及び機器は、壁等の設置及び離隔による配置上の考慮を行う設計とする。

(b) 発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である水素を内包する設備の火災により、発電用原子炉施設の安全機能を損なわないよう、発火性又は引火性物質である水素を内包する設備と発電用原子炉施設の安全機能を有する機器は、壁等の設置による配置上の考慮を行う設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

c. 換気

火災区域に対する換気について、以下の設計とする。

(a) 発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備を設置する火災区域を有する建屋等は、火災の発生を防止するために、原子炉建屋及びタービン建屋送風機・排風機等空調機器による機械換気を行う設計とする。

(b) 発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

発火性又は引火性物質である水素を内包する設備である蓄電池、気体廃棄物処理設備、発電機水素ガス供給設備及び水素ガ

スポンベを設置する火災区域は、火災の発生を防止するために、以下に示すとおり、火災防護対象設備を設置する火災区域については非常用電源から供給される送風機及び排風機、それ以外の火災区域については常用電源から供給される送風機及び排風機による機械換気を行う設計とする。

i. 蓄電池

蓄電池を設置する火災区域は、機械換気を行うことによって、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。安全機能を有する蓄電池を設置する火災区域の換気設備は、非常用電源から給電される送風機及び排風機による機械換気を行う設計とする。

それ以外の蓄電池を設置する火災区域の換気設備は、常用電源から給電される送風機及び排風機による機械換気を行う設計とし、異常時に送風機及び排風機が停止した場合は、送風機及び排風機が復帰するまで蓄電池を充電しない運用とする。

ii. 気体廃棄物処理設備

気体廃棄物処理設備は、復水器より抽出された水素と酸素が爆発混合状態にならないよう、排ガス再結合器によって設備内の水素濃度が燃焼限界濃度である 4vol%以下となるよう設計する。

加えて、気体廃棄物処理設備を設置する火災区域は、常用電源から給電されるタービン建屋送風機及び排風機による機械換気を行うことによって、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

iii. 発電機水素ガス冷却設備

発電機水素ガス冷却設備を設置する火災区域は、常用電源から給電されるタービン建屋送風機及び排風機による機械換気を行うことによって、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするように設計する。

iv. 水素ガスボンベ

格納容器内雰囲気モニタ校正用水素ガスボンベを設置する火災区域は、常用電源から給電される原子炉区域・タービン区域送風機及び排風機による機械換気を行うことによって、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

水素内包機器を設置する火災区域は、水素濃度が燃焼限界濃度以下の雰囲気となるよう送風機及び排風機で換気されるが、送風機及び排風機は多重化して設置する設計とするため、動的機器の単一故障を想定しても換気は可能である。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

d. 防爆

火災区域に対する防爆について、以下の設計とする。

(a) 発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備は、「1.5.1.2.1(1)a. 漏えいの防止、拡大防止」で示したように、溶接構造、シール構造の採用により潤滑油及び燃料油の漏えいを防止する設計とするとともに、

万一漏えいした場合を考慮し堰を設置することで、漏えいした潤滑油及び燃料油が拡大することを防止する設計とする。

なお、潤滑油が設備の外部へ漏えいしても、引火点は発火性又は引火性物質である。潤滑油を内包する設備を設置する室内温度よりも十分高く、機器運転時の温度よりも高いため、可燃性蒸気となることはない。

また、燃料油である軽油を内包する設備を設置する火災区域については、軽油が設備の外部へ漏えいしても、非常用電源より供給する耐震Sクラスの換気設備で換気していることから、可燃性蒸気が滞留するおそれはない。

(b) 発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である水素を内包する設備は、「1.5.1.2.1(1)c. 換気」で示す機械換気により水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計するとともに、以下に示す溶接構造等により水素の漏えいを防止する設計とする。

・ 気体廃棄物処理設備

気体廃棄物処理設備の配管等は雰囲気への水素の漏えいを考慮した溶接構造とし、弁グランド部から雰囲気への水素漏えいの可能性のある弁は、雰囲気への水素の漏えいを考慮しベローズ弁等を用いる設計とする。

・ 発電機水素ガス冷却設備

発電機水素ガス冷却設備の配管等は雰囲気への水素の漏えいを考慮した溶接構造とし、弁グランド部から雰囲気への水素漏えいの可能性のある弁は、雰囲気への水素の漏えいを考

慮しベローズ弁等を用いる設計とする。

- ・水素ガスボンベ

「1.5.1.2.1(1)e 貯蔵」に示す格納容器内雰囲気モニタ校正用水素ガスボンベは、ボンベ使用時に作業員がボンベ元弁を開操作し、通常時は元弁を閉とする運用とする。

以上の設計により、「電気設備に関する技術基準を定める省令」第六十九及び「工場電気設備防爆指針」で要求される爆発性雰囲気とならないため、当該火災区域に設置する電気・計装品を防爆型とせず、防爆を目的とした電気設備の接地を必要としない設計とする。なお、電気設備の必要箇所には、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める省令」第十条、第十一条に基づく接地を施す設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

e. 貯蔵

火災区域に設置される貯蔵機器については、以下の設計とする。

貯蔵機器とは供給設備へ補給するために設置する機器のことであり、安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域内の発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油の貯蔵機器としては、非常用ディーゼル発電機の燃料ディタンク及び軽油タンクがある。燃料ディタンクについては、非常用ディーゼル発電機を8時間連続運転するために必要な量を貯蔵することを考慮した設計とする。

軽油貯蔵タンクは、タンクの容量(2基)に対して、非常用ディーゼル発電機2台を7日間連続運転するために必要な量を考慮すると

ともに、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(1台)及び常設代替高圧電源装置(2台)の運転も考慮した必要な量を貯蔵する設計とする。安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域内の発火性又は引火性物質である水素の貯蔵機器としては、格納容器内雰囲気モニタ校正用水素ガスボンベがあり、これらのボンベは、運転上必要な量を考慮し貯蔵する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

(2) 可燃性の蒸気又は微粉への対策

火災区域に対する可燃性の蒸気又は可燃性の微粉への対策については、以下の設計とする。

発火性又は引火物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備は、「1.5.1.2.1(1)d. 防爆」に示すとおり、可燃性の蒸気を発生するおそれはない。また、火災区域において有機溶剤を使用する場合は必要量以上持たない運用とするとともに、可燃性の蒸気が滞留するおそれがある場合は、使用する作業場所において、換気、通風、拡散といった措置を行うとともに、建屋の送風機及び排風機による機械換気により滞留を防止する設計とする。

さらに、火災区域には、「工場電気設備防爆指針」に記載される「可燃性粉じん(石炭のように空気中の酸素と発熱反応を起こし爆発する粉じん)」や「爆発性粉じん(金属粉じんのよう空気中の酸素が少ない雰囲気又は二酸化炭素中でも着火し、浮遊状態では激しい爆発を生じる粉じん)」のような「可燃性の微粉を発生する設備」を設置しない設計とする。以上の設計により、火災区域には可燃性の蒸気又は微粉を高所に排出するための設備を設置する必要はなく、電気・計装品を防爆型とす

る必要はない。一方、火災区域には金属粉や布による研磨機のように静電気が溜まるおそれがある設備を設置しない設計とする。

なお、火災区域にある電気設備の必要な箇所には、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める省令」第十条、第十一条に基づき設置を施しており、静電気が溜まるおそれはない。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

(3) 発火源への対策

発電用原子炉施設には、金属製の本体内に収納する等の対策を行い、設備外部に出た火花が発火源となる設備を設置しない設計とする。また、発電用原子炉施設に高温となる設備があるが、高温部分を保温材で覆うことにより、可燃性物質との接触防止や潤滑油等可燃物の過熱防止を行う設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

(4) 水素対策

火災区域に対する水素対策については、以下の設計とする。

発火性又は引火物質である水素を内包する設備を設置する火災区域は、「1.5.1.2.1(1)a. 漏えいの防止、拡大防止」に示すように、水素内包機器は溶接構造等とすることにより雰囲気への水素の漏えいを防止するとともに、「1.5.1.2.1(1)c. 換気」に示すように、機械換気を行うことにより水素濃度が燃焼限界濃度以下となるように設計する。

蓄電池を設置する火災区域は、充電時において蓄電池から水素が発生するおそれがあることから、当該区域に可燃物を持ち込まないこととする。また、蓄電池室の上部に水素濃度検出器を設置し、水素の燃焼限界

濃度である 4vol%の 1/4 以下の濃度にて中央制御室に警報を発する設計とする。一方，以下の設備については水素濃度検出器とは別の方法にて水素の漏えいを管理している。気体廃棄物処理設備は，設備内の水素濃度が燃焼限界濃度以下となるように設計するが，設備内の水素濃度については中央制御室で常時監視ができる設計とし，水素濃度が上昇した場合には中央制御室に警報を発する設計とする。

発電機水素ガス供給設備は，水素ガス消費量を管理するとともに，発電機内の水素濃度，水素ガス圧力を中央制御室で常時監視できる設計としており，発電機内の水素濃度や水素ガス圧力が低下した場合には中央制御室に警報を発する設計とする。格納容器内雰囲気モニタ校正用水素ガスポンペを設置する火災区域については，通常時は元弁を閉とする運用とし，「1.5.1.2.1(1)c. 換気」に示す機械換気により水素濃度を燃焼限界以下とするよう設計することから，水素濃度検出器は設置しない設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

(5) 放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策

放射線分解により水素が発生する火災区域における，水素の蓄積防止対策としては，社団法人火力原子力発電技術協会「BWR 配管における混合ガス(水素・酸素)蓄積防止に関するガイドライン(平成 17 年 10 月)」等に基づき，原子炉の安全性を損なうおそれがある場合には水素の蓄積を防止する設計とする。

蓄積防止対策の対策箇所については，ガイドラインに基づき選定したものである。蓄電池により発生する水素の蓄積防止対策としては，蓄電池を設置する火災区域は，「1.5.1.2.1(4)水素対策」に示すように，水

素内包機器は溶接構造等とすることにより雰囲気への水素の漏えいを防止するとともに、機械換気を行うことにより水素濃度が燃焼限界濃度以下となるように設計する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

(6) 過電流による過熱防止対策

発電用原子炉施設内の電気系統の過電流による過熱の防止対策は、以下の設計とする。電気系統は、送電線への落雷等外部からの影響や、地絡、短絡等に起因する過電流による過熱や焼損を防止するために、保護継電器、遮断器により故障回路を早期に遮断する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

1.5.1.2.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用

安全機能を有する構築物、系統及び機器に対しては、不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とし、不燃性材料又は難燃性材料が使用できない場合は以下のいずれかの設計とする。

- ・不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの(以下 1. では「代替材料」という。)を使用する設計とする。
- ・構築物、系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難であって、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置を講じる設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.2)】

(1) 主要な構造材に対する不燃性材料の使用

安全機能を有する構築物，系統及び機器のうち，機器，配管，ダクト，トレイ，電線管，盤の筐体及びこれらの支持構造物の主要な構造材は，火災の発生防止及び当該設備の強度確保等を考慮し，ステンレス鋼，低合金鋼，炭素鋼等の金属材料，又はコンクリート等の不燃性材料を使用する設計とする。ただし，配管のパッキン類は，その機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難であるが，金属で覆われた狭隘部に設置し直接火炎にさらされることはなく，これにより他の安全機能を有する構築物，系統及び機器において火災が発生するおそれはないことから不燃性材料又は難燃性材料ではない材料を使用する設計とする。

また，金属に覆われたポンプ及び弁等の駆動部の潤滑油並びに金属に覆われた機器躯体内部に設置される電気配線は，発火した場合でも，他の安全機能を有する構築物，系統及び機器に延焼しないことから，不燃性材料又は難燃性材料でない材料を使用する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.2)】

(2) 変圧器及び遮断器に対する絶縁油等の内包

安全機能を有する構築物，系統及び機器のうち，屋内の変圧器及び遮断器は可燃性物質である絶縁油を内包していないものを使用する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.2)】

(3) 難燃ケーブルの使用

安全機能を有する構築物，系統及び機器に使用するケーブルには，実証試験により自己消火性(UL 垂直燃焼試験)及び延焼性(IEEE383(光ファイバケーブルの場合は IEEE1202)垂直トレイ燃焼試験)を確認した難燃

ケーブルを使用する設計とする。また、一部の非難燃ケーブルについては、難燃ケーブルと同等以上の性能を確認した防火措置を施したケーブルを使用する設計とする。

核計装用ケーブルは、微弱電流又は微弱パルスを扱うため、耐ノイズ性を確保するために高い絶縁抵抗を有する同軸ケーブルを使用する設計とする。

放射線モニタ用ケーブルについても、放射線検出のためには微弱電流又は微弱パルスを扱う必要があり、核計装用ケーブルと同様に耐ノイズ性を確保するため、絶縁体に誘導率の低い架橋ポリエチレンを使用することで高い絶縁抵抗を有する同軸ケーブルを使用する設計とする。これらケーブルは、自己消火性を確認する UL 垂直燃焼試験は満足するが、延焼性を確認する IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の要求を満足することが困難である。このため、核計装用ケーブル及び放射線モニタ用ケーブルは、火災を想定した場合にも延焼が発生しないよう、原子炉格納容器外については以下のとおり対応することによって、IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足するケーブルと同等以上の延焼防止性能を確保する設計とする。

- ・上記ケーブルを専用電線管に収納するとともに、電線管の両端は、電線管外部からの酸素供給防止を目的とした難燃性の耐火性を有するシール材による処置を行う設計とする。これにより、電線管内は外気から容易に酸素が供給されない閉塞した状態となるため、上記ケーブルに火災が発生してもケーブルの燃焼に必要な酸素が不足し、燃焼の維持ができなくなる。このため、すぐに自己消火し、ケーブルは延焼しない。一方、原子炉格納容器内の原子炉圧力容器下部における核計装ケーブルは、周囲環境が極めて狭隘であり電線管に布設すると曲げ半

径を確保できないこと、機器点検時にケーブルを解線して機器を取り外す必要があることから、一部ケーブルを露出する設計とする。しかしながら、以下のとおり対応することによって、原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し、維持するために必要な機能に影響が及ぶおそれはない。

- ・原子炉格納容器内は通常運転中については窒素を封入しており火災発生のおそれがないこと。
- ・原子炉の起動中において、原子炉格納容器内点検前に核計装ケーブルから火災が発生し火災感知器が作動した場合は、速やかな消火活動が可能であること。また、原子炉格納容器内点検終了後から窒素封入（酸素濃度約 1%）までの期間は制御棒全挿入状態とするとともに、その期間は短期間であること。
- ・原子炉の冷温停止中及び起動中において、万一、核計装ケーブルから火災が発生した場合を考慮しても火災が延焼しないように、核計装ケーブルの露出部分の長さは、ケーブルの曲げ半径の確保及び機器点検時の解線作業に影響のない範囲で極力短くし、周囲への火災の延焼を防止する設計とする。
- ・原子炉格納容器に設置する油内包機器としては、主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプがある。これらは、冷温停止中は通常電源を切る運用とし、機器の使用時には監視員を配置して万が一火災が発生しても速やかに消火を行う。
- ・原子炉格納容器に設置する他の機器としては、常用系及び非常系ケーブル、パワーパネル、中継端子箱等があるが、これらは電線管や金属製の筐体に収納することで、原子炉の状態にかかわらず火災の発生を防止する。

- ・冷温停止中及び起動中において火災が発生した場合には異なる種類の火災感知器で感知し，速やかな消火活動が可能であること。
- ・万一起動中に核計装ケーブルから火災が発生した場合でも，核計装ケーブルはチャンネルごとに位置的分散を図って設置しており他のチャンネルのケーブルが同時に延焼する可能性が低く，未臨界監視機能を確保出来ること。
- ・万一起動中に核計装ケーブルから火災が発生し火災感知器の作動した場合は，原子炉起動操作を中止し停止操作を行うこと。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.2)】

(4) 換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用

安全機能を有する構築物，系統及び機器のうち，換気空調設備のフィルタは，チャコールフィルタを除き「JIS L 1091(繊維製品の燃焼性試験方法)又は「JACA No.11A-2003(空気洗浄装置用ろ材燃焼性試験方法指針(公益社団法人 日本空気洗浄協会))」を満足する難燃性材料を使用する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.2)】

(5) 保温材に対する不燃性材料の使用

安全機能を有する構築物，系統及び機器に対する保温材は，ロックウール，ガラス繊維，ケイ酸カルシウム，パーライト，金属等，平成 12 年建設省告示第 1400 号に定められたもの，又は建築基準法で不燃材料として定められたものを使用する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.2)】

(6) 建屋内装材に対する不燃性材料の使用

安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する建屋の内装材は，ケイ酸カルシウム等，建築基準法に基づく不燃性材料を使用する設計とする。また，中央制御室の床のカーペットは，消防法施行規則第四条の三に基づき，第3者機関において防災物品の試験を実施し，防災性能を有することを確認した材料を使用する設計とする。

一方，管理区域の床には耐放射線性及び除染性を確保すること，原子炉格納容器内の床，壁には耐放射線性，除染性及び耐腐食性を確保することを目的として，コーティング剤を塗布する設計とする。

このコーティング剤は，旧建設省告示 1231 号第 2 試験に基づく難燃性が確認された塗料であること，不燃性材料であるコンクリート表面に塗布すること，加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらないこと，原子炉格納容器内を含む建屋内に設置する安全機能を有する構築物，系統及び機器には不燃性又は難燃性の材料を使用し周辺には可燃物がないことから，当該コーティング材が発火した場合においても他の構築物，系統及び機器に火災を生じさせるおそれは小さい。

また，原子炉格納容器内に設置する原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し，維持するために必要な構築物，系統及び機器は不燃性又は難燃性の材料を使用し周辺には可燃物はない。このため，耐放射線性，除染性，耐腐食性を確保するためにコンクリート表面及び原子炉格納容器内の床，壁に塗布するコーティング剤には，旧建設省告示 1231 号 第 2 試験に基づく難燃性が確認された塗料を使用する設計とする。

1.5.1.2.3 自然現象への対策

東海第二発電所の安全を確保する上で設計上考慮すべき自然現象としては，

網羅的に抽出するために、発電所敷地及びその周辺での発生実績の有無に関わらず、国内外の基準や文献等に基づき事象を収集した。これらの事象のうち、発電所及びその周辺での発生可能性、安全施設への影響度、事象進展速度や事象進展に対する時間的余裕の観点から、発電用原子炉施設に影響を与えるおそれがある事象として、地震、津波、風(台風)、竜巻、低温(凍結)、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響及び生物学的事象を抽出した。これらの自然現象のうち、津波、森林火災及び竜巻(風(台風)含む。)及び地滑りについては、それぞれの現象に対して、発電用原子炉施設の安全機能を損なわないように防護することで火災の発生を防止する設計とする。

生物学的事象のうちネズミ等の小動物に対しては、侵入防止対策により影響を受けない設計とする。低温(凍結)、降水、積雪及び生物学的事象のうちクラゲ等の海生生物の影響については、火源が発生する自然現象ではなく、火山の影響についても、火山から発電用原子炉施設に到達するまでに火山灰等が冷却されることを考慮すると、火源が発生する自然現象ではない。したがって、落雷、地震について、これら現象によって火災が発生しないように、以下のとおり火災防護対策を講じる設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.3)】

(1) 落雷による火災の発生防止

発電用原子炉施設内の構築物、系統及び機器は、落雷による火災発生を防止するため、地盤面から高さ 20m を超える建物には、建築基準法に基づき「JIS A4201 建築物等の避雷設備(避雷針)」に準拠した避雷設備を設置する設計とする。なお、これらの避雷設備は、耐震性が S クラス又は Se 機能維持の建屋又は排気筒に設置する設計とする。地震等により損傷した場合は補修を行い、機能回復する。

送電線については、架空地線を設置する設計とするとともに、
「1.5.1.2.1(6)過電流による過熱防止対策」に示すとおり、故障回路を
早期に遮断する設計とする。

【避雷設備設置箇所】

- ・ 原子炉建屋
- ・ タービン建屋
- ・ 排気筒
- ・ 廃棄物処理建屋
- ・ 使用済燃料乾式貯蔵建屋
- ・ 固体廃棄物作業建屋

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.2)】

(2) 地震による火災の発生防止

安全機能を有する構築物、系統及び機器は、耐震クラスに応じて十分な支持性能をもつ地盤に設置するとともに、自らが破壊または倒壊することによる火災の発生を防止する設計とする。なお、耐震については「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」に従い設計する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.2)】

1.5.1.3 火災の感知及び消火に係る設計方針

火災の感知及び消火については、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対して、火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行うための火災感知設備及び消火設備を設置する設計とし、具体的な設計を「1.5.1.3.1 火災感知設備」から「1.5.1.3.4 消火設備の誤作動又は誤操作」に示す。

1.5.1.3.1 火災感知設備

火災感知設備は、安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画の火災を早期に感知するために設置する設計とする。

火災感知器と受信機を含む火災受信機盤等で構成される火災感知設備は、以下を踏まえた設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(1) 火災感知器の環境条件等の考慮

火災感知設備の火災感知器は、火災区域又は火災区画における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や、炎が生じる前に発煙すること等、予想される火災の性質を考慮して火災感知器を設置する設計とする。また、非難燃ケーブルの代替措置としてケーブルトレイを複合体とした内部についても火災感知器を設置する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(2) 固有の信号を発する異なる火災感知器の設置

火災感知設備の火災感知器は、「1.5.1.3.1(1) 火災感知器の環境条件等の考慮」の環境条件等を考慮し、火災感知器を設置する火災区域又は火災区画の安全機能を有する構築物、系統及び機器の種類に応じ、火災を早期に感知できるよう、固有の信号を発するアナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器、又は非アナログ式の炎感知器から異なる種類の感知器を組合わせて設置する設計とする。

炎感知器は非アナログ式であるが、炎が発する赤外線又は紫外線を感

知するため、炎が生じた時点で感知することができ、火災の早期感知に優位性がある。ここで、アナログ式とは「平常時の状況(温度、煙の濃度)を監視し、かつ、火災現象(急激な温度や煙の濃度上昇)を把握することができる」ものと定義する。以下に、上記に示す火災感知器の組合せのうち特徴的なエリアを示す。

a. 原子炉建屋オペレーティングフロア

原子炉建屋オペレーティングフロアは天井が高く大空間となっているため、火災による熱が周囲に拡散することから、熱感知器による感知は困難である。このため、アナログ式の光電分離型煙感知器と非アナログ式の炎感知器を監視範囲に死角がないように設置する設計とする。

b. 原子炉格納容器

原子炉格納容器内には、アナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。運転中の原子炉格納容器は、閉鎖した状態で長期間高温かつ高線量環境となることから、アナログ式の火災感知器が故障する可能性がある。このため、通常運転中、窒素封入により不活性化し火災が発生する可能性がない期間については、原子炉格納容器内に設置する火災感知器は、起動時の窒素封入後に中央制御室内の受信機にて作動信号を除外する運用とする。

c. 非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルトレンチ

非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルトレンチは、屋外地下式の構造であり、これらの設置環境を考慮した火災感知としては、屋外仕様のアナログ式の煙吸引式感知器、及びアナログ式の光ファイバケーブル式熱感知器を設置する設計とする。

一方、以下に示す火災区域又は火災区画)は、環境条件等を考慮

すると、上記とは異なる火災感知器を組合わせて設置する設計とする。屋外エリア(海水ポンプ室)は、エリア全体の火災を感知する必要があるが火災による煙が周囲に拡散し煙感知器による火災感知は困難であること、及び降水等の浸入により火災感知器の故障が想定されることから、アナログ式の屋外仕様の熱感知カメラ、及び非アナログ式の屋外仕様の炎感知器を監視範囲に死角がないように設置する設計とする。

放射線量が高い場所(主蒸気管トンネル室)は、アナログ式の火災感知器を設置する場合、放射線の影響を受けないよう検出部位を当該エリア外に配置するアナログ式の煙吸引式感知器を設置する設計とする。加えて、放射線の影響を考慮した非アナログ式の熱感知器を設置する設計とする。水素等による引火性又は発火性の雰囲気形成するおそれのある場所(蓄電池室、軽油貯蔵タンクエリア：新設設計中、非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリア：新設設計中)は、万が一の水素濃度の上昇、軽油燃料の気化を考慮し、火災を早期に感知できるよう、非アナログ式の防爆型で、かつ、固有の信号を発する異なる種類の防爆型の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。また、これらの非アナログ式の火災感知器は、以下の環境条件等を考慮することにより誤作動を防止する設計とする。

- ・煙感知器は蒸気等が充満する場所に設置しない。
- ・熱感知器は作動温度を周囲温度より高い温度で作動するものを選定する。
- ・炎感知器は平常時より炎の波長の有無を連続監視し、火災現象(急激な環境変化)を把握でき、感知原理に「赤外線3波長式」(物質の

燃焼時に発生する特有な放射エネルギーの波長帯を3つ検知した場合にのみ発報する)を採用するものを選定する。さらに、屋内に設置する場合は外光が当たらず、高温物体が近傍にない箇所に設置することとし、屋外に設置する場合は、屋外仕様を採用する設計とともに、太陽光の影響に対しては視野角への影響を考慮した遮光板を設置で誤作動を防止する設計とする。

- ・非常用ディーゼル発電機ルーフトファンエリア

非常用ディーゼル発電機ルーフトファンエリアは屋外であり、発火源となる可燃物が設置されておらず、可燃物管理により可燃物を持ち込まない運用とし、当該エリア自体が屋外(建屋屋上)環境であることから、火災の影響は受けない。したがって、非常用ディーゼル発電機ルーフトファンエリアには火災感知器を設置しない設計とする。

- ・スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリア

スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリアは、可燃物管理により可燃物を持ち込まない運用とし、当該エリア自体が屋外(建屋屋上)環境であることから、火災の影響を受けない。したがって、スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリアには火災感知器を設置しない設計とする。

- ・炎感知器は平常時より炎の波長の有無を連続監視し、火災現象(急激な環境変化)を把握でき、感知原理に「赤外線3波長式」(物質の燃焼時に発生する特有な放射エネルギーの波長帯を3つ検知した場合のみ発報する)を採用するものを選定する。さらに、屋内に設置する場合は外光が当たらず、高温物体が近傍にない箇所に設置することとし、屋外に設置する場合は屋外仕様を採用する設計とする。

(3) 火災受信機盤

- ・火災感知設備の火災受信機盤は中央制御室に設置し、火災感知設備の作動状況を常時監視できる設計とする。また、受信機盤は、構成されるアナログ式の受信機により以下のとおり、火災発生場所を特定できる設計とする。
- ・アナログ式の火災感知器が接続可能であり、作動した火災感知器を1つずつ特定できる設計とする。
- ・水素の漏えいの可能性が否定できない蓄電池室及び可燃性ガスの発生が想定される軽油貯蔵タンクエリア、非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリアに設置する防爆型の火災感知器を1つずつ特定できる設計とする。
- ・屋外の海水ポンプ室を監視する非アナログ式の炎感知器、アナログ式の熱感知カメラの感知エリアを1つずつ特定できる設計とする。
なお、屋外エリア熱感知カメラ火災受信機盤においては、火災発生場所はカメラ機能による映像監視(熱サーモグラフィ)により可能な設計とする。
- ・原子炉建屋オペレーティングフロアを監視する非アナログ式の炎感知器を1つずつ特定できる設計とする。
- ・非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルトレンチを監視するアナログ式の光ファイバケーブル式熱感知器の感知エリアを1つずつ特定できる機能を有する設計とする。アナログ式の光ファイバケーブル式熱感知器は、中央制御室に設置した受信機においてセンサ用光ファイバケーブルの長手方向に対し約 2m 間隔で火源の特定が可能である。

また、火災感知器は以下のとおり点検を行うことができるものを使用する設計とする。

- ・自動試験機能又は遠隔試験機能を有する火災感知器は、機能に異常がないことを確認するため、定期的に自動試験又は遠隔試験を実施できるものを使用する。
- ・自動試験機能又は遠隔試験機能を持たない火災感知器は、機能に異常がないことを確認するため、消防法施行規則に基づき、煙等の火災を模擬した試験を定期的に実施できるものを使用する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(4) 火災感知設備の電源確保

安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備は、外部電源喪失時においても火災の感知が可能となるよう蓄電池を設け、電源を確保する設計とする。また、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するため必要な構築物、系統及び機器及び放射性物質貯蔵等の構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備に供給する電源は、非常用ディーゼル発電機が接続されている非常用電源より供給する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

1.5.1.3.2 消火設備

消火設備は、以下に示すとおり、安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画の火災を早期に消火する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

- (1) 原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し、維持するために必要な構築物，系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画に設置する消火設備

原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し、維持するために必要な構築物，系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画に設置する消火設備は、当該構築物，系統及び機器の設置場所が、火災発生時の煙の充満及び放射線の影響により消火活動が困難となるかを考慮して設計する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

- a. 火災発生時の煙の充満及び放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画の選定

原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し、維持するために必要な構築物，系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画は、基本的に火災発生時の煙の充満及び放射線の影響により消火活動が困難となるものとして選定する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

- b. 火災発生時の煙の充満及び放射線の影響により消火活動が困難とならない火災区域又は火災区画の選定

原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し、維持するために必要な構築物，系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画のうち、消火活動が困難とならないところを以下に示す。

- (a) 屋外の火災区域(海水ポンプ室，非常用ディーゼル発電機ルーフトファンエリア，スイッチギア室チラーユニット

及びバッテリー室送風機設置エリア)

海水ポンプ室，非常用ディーゼル発電機ルーフベントファンエリア，スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリアについては屋外の火災区域であり，火災が発生しても煙は充満しない。よって煙の充満及び放射線の影響により消火活動が困難とならない火災区域として選定する。

(b) 中央制御室

中央制御室は，常駐する運転員によって火災感知器による早期の火災感知及び消火活動が可能であり，火災が拡大する前に消火可能であること，万一火災によって煙が発生した場合でも建築基準法に準拠した容量の排煙設備によって排煙が可能な設計とすることから，消火活動が困難とならない火災区域又は火災区画として選定する。

(c) 原子炉格納容器

原子炉格納容器内において万一火災が発生した場合でも，原子炉格納容器の空間体積(約 9,800m³)に対してページ用排風機の容量が 16980m³/h であり，排煙が可能な設計とすることから，消火活動が困難とならない火災区域又は火災区画として選定する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

c. 火災発生時の煙の充満及び放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画に設置する消火設備

火災発生時の煙の充満及び放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画は，自動又は中央制御室からの手動操作

による固定式消火設備である全域ガス消火設備を設置し消火を行う設計とする。なお、これらの固定式消火設備に使用するガスは、ハロゲン化物消火剤とする。全域ガス消火設備の自動起動用の煙感知器と熱感知器は、火災防護に係る審査基準「2.2.1(1)②」に基づき設置が要求される「固有の信号を発する異なる種類の感知器」とする。ただし、以下については、上記と異なる消火設備を設置し消火を行う設計とする。

- (a) 非常用ディーゼル発電機室，非常用ディーゼル発電機燃料
 ディタンク室，ケーブル処理室

非常用ディーゼル発電機室及び非常用ディーゼル発電機燃料ディタンク室は、人が常駐する場所ではないことから、ハロゲン化物消火剤を使用する全域ガスハロゲン化物消火設備は設置せず、自動の二酸化炭素消火設備を設置する設計とする。また、自動起動について万一室内に作業員等がいた場合の人身安全を考慮し、煙感知器及び熱感知器の両方の動作をもって消火する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

- (b) 原子炉建屋通路部及びオペレーティングフロア

原子炉建屋通路部及びオペレーティングフロアは、ほとんどの階層で周回できる通路となっており、その床面積は最大で約969m²（原子炉建屋 3 階周回通路）と大きい。さらに、各階層間には開口部（機器ハッチ）が存在するが、これらは水素対策として通常より開口状態となる。原子炉建屋通路部及びオペレーティングフロアは、このようなレイアウトであることに加え、

火災発生時の煙の充満及び放射線の影響により消火活動は困難となる可能性が否定できないことから、通路部などに設置される油内包機器など可燃物となるものに対しては、自動又は中央制御室からの手動操作による固定式消火設備である局所ガス消火設備を設置し消火を行う設計とし、これ以外の可燃物については消火器で消火を行う設計とする。なお、これらの固定式消火設備に使用するガスは、ハロゲン化物消火剤とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

d. 火災発生時の煙の充満及び放射線の影響により消火活動が困難と
ならない火災区域又は火災区画に設置する消火設備

(a) 屋外の火災区域(海水ポンプ室、非常用ディーゼル発電機ルー
フベントファンエリア、スイッチギア室チラーユニット
及びバッテリー室送風機設置エリア)

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とされない屋
外の火災区域については、消火器又は移動式消火設備で消火を
行う設計とする。

(b) 中央制御室

火災発生時の煙の充満及び放射線の影響により消火活動が困
難とされない中央制御室には、全域ガス消火設備、局所ガス消
火設備は設置せず、消火器で消火を行う設計とする。中央制御
盤内の火災については、電気機器への影響がない二酸化炭素消
火器で消火を行う。

(c) 原子炉格納容器

原子炉格納容器内において万一火災が発生した場合でも、原

子炉格納容器の空間体積(約 9,800m³)に対してパージ用排風機の容量が 16980m³/h であることから、煙が充満しないため、消火活動が可能である。よって、原子炉格納容器内の消火については、消火器を用いて行う設計とする。また、消火栓を用いても対応できる設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

- (2) 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めの機器等を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画に設置する消火設備

放射性物質貯蔵等の機器を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画に設置する消火設備は、当該火災区域又は火災区画が、火災発生時の煙の充満及び放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域であるかを考慮して設計する。

・使用済燃料プール

使用済燃料プールは、側面、底面は金属とコンクリートに覆われており、プール内は水で満たされ使用済燃料は火災の影響を受けないことから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

・使用済樹脂貯蔵タンクエリア

使用済樹脂タンクエリアは、金属とコンクリートに覆われており、槽内は水で満たされ、可燃物を置かない設計とするため、消火設備が困難とならない場所として選定する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

- (3) 消火用水供給系の多重性又は多様性の考慮

消火用水供給系の水源は、ろ過水貯蔵タンク(約 1,500m³)、多目的タ

ンク(約 1,500 m^3)を設置し多重性を有する設計とする。消火用水供給系の消火ポンプは、電動機駆動消火ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプを1台ずつ設置し、多様性を有する設計とする。なお、消火ポンプについては外部電源喪失時であっても機能を喪失しないよう、ディーゼル駆動消火ポンプについては起動用の蓄電池を配備する設計とする。

【別添資料1-資料1(2.1.2.1)】

(4) 系統分離に応じた独立性の考慮

火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルの系統分離を行うために設置する二酸化炭素消火設備及び全域ガス消火設備は、以下に示すとおり、系統分離に応じた独立性を備えた設計とする。

- ・ 静的機器である消火配管は、24時間以内の単一故障の想定が不要であり、また、基準地震動で損傷しないよう設計するため、多重化しない設計とする。
- ・ 動的機器である選択弁及び容器弁は、単一故障を想定しても、系統分離を行うために設置する消火設備が同時に機能喪失しない設計とする。具体的には、系統分離された火災防護対象構築物、系統及び機器を設置するそれぞれの火災区域又は火災区画に対して一つの消火設備で消火を行う場合、容器弁及びポンペを必要数より1以上設置する。また、容器弁の作動信号についても動的機器の単一故障により同時に機能を喪失しない設計とする。さらに選択弁を介した一つのラインで系統分離された相互の火災防護対象構築物、系統及び機器を消火する場合は、当該選択弁を多重化する。

(5) 火災に対する二次的影響の考慮

二酸化炭素消火設備及び全域ガス消火設備は、電気絶縁性の高いガスを採用することで、火災が発生している火災区域又は火災区画からの火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線及び爆発等の二次的影響が、火災が発生していない安全機能を有する構築物、系統及び機器に及ぼさない設計とする。また、これらの消火設備のポンペ及び制御盤は、消火対象となる機器が設置されている閉鎖された部屋と別のエリアに設置し、火災による熱の影響を受けても破損及び爆発が発生しないよう、ポンペに接続する安全弁によりポンペの過圧を防止する設計とする。局所ガス消火設備は、電気絶縁性の高いガスを採用するとともに、ケーブルトレイ消火設備及び電気盤・制御盤消火設備については、ケーブルトレイ内又は盤内に消火剤を留めることで、ポンプ用局所ガス消火設備については、消火対象とは別のエリアにポンペ及び制御盤等を設置することで、火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線及び爆発等の二次的影響が、火災が発生していない安全機能を有する構築物、系統及び機器におよばない設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(6) 想定火災の性質に応じた消火剤の容量

油火災(発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備や燃料タンクからの火災)が想定される非常用ディーゼル発電機室及び非常用ディーゼル発電機燃料ディタンク室には、消火性能の高い二酸化炭素消火設備を設置しており、消防法施行規則第十九条に基づき算出される必要量の消火剤を配備する設計とする。その他の火災防護対象機器がある火災区域又は火災区画に設置する全域ガス物消火設備並びに局所ガス消火設備については、消防法施行規則第二十条並びに試験結果に

に基づき、単位体積あたりに必要な消火剤を配備する設計とする。火災区域又は火災区画に設置する消火器については、消防法施行規則第六条～八条に基づき延床面積又は床面積から算出される必要量の消火剤を配備する設計とする。消火剤に水を使用する消火用水の容量は、「1.5.1.3.2(8)消火用水の最大放水量の確保」に示す。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(7) 移動式消火設備の配備

移動式消火設備は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」第八十三条第五号に基づき、恒設の消火設備の代替として消火ホース等の資機材を備え付けている化学消防自動車(消火薬剤 300ℓ/1 台)及び水槽付消防ポンプ車(水槽 2,000ℓ/1 台)を配備する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(8) 消火用水の最大放水量の確保

消火用水供給系の水源の供給先は、屋内、屋外の各消火栓である。屋内、屋外の消火栓については、消防法施行令第十一条(屋内消火栓設備に関する基準)及び消防法施行令第十九条(屋外消火栓設備に関する基準)を満足するよう、2時間の最大放水量(120m³)を確保する設計とする。また、消火用水供給系の水源は、屋内及び屋外の単一の火災が同時に発生し、消火栓による放水を想定した場合に必要となる 120m³ に対して、十分な水量である 1500m³ (タンク 1 基分とする水量) を確保する設計とする。なお、消火水の最大放水量については、屋内消火栓は、消防法施行令第十一条及び火災防護に係る審査基準に基づき算出した容量とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(9) 水消火設備の優先供給

消火用水供給系は，飲料水系等と共用する場合には，隔離弁を設置し通常全閉とすることで消火用水供給系の供給が優先可能な設計とする。
なお，現時点では水道水系とは共用していない。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(10) 消火設備の故障警報

消火用水供給系の消火ポンプ，ガス消火設備は，電源断等の故障警報を中央制御室に吹鳴する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(11) 消火設備の電源確保

消火用水供給系のうち，電動機駆動消火ポンプは常用電源から受電する設計とするが，ディーゼル駆動消火ポンプは，外部電源喪失時でもディーゼル機関を起動できるように蓄電池により電源が確保する設計とし，外部電源喪失時においてもディーゼル機関より消火ポンプへ動力を供給することによって消火用水供給系消火水系の機能を確保することができる設計とする。安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画の二酸化炭素消火設備，全域ガス消火設備，局所ガス消火設備(ケーブルトレイ用の消火設備は除く)は，外部電源喪失時にも消火が可能となるよう，非常用電源から受電するとともに，設備の作動に必要な電源を供給する蓄電池も設ける設計とする。ケーブルトレイ用の局所ガス消火設備は，作動に電源が不要な設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(12) 消火栓の配置

安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画に設置する消火栓は，消防法施行令第十一条(屋内消火栓設備に関する基準)及び第十九条(屋外消火設備に関する基準)に準拠し，屋内は消火栓から半径 25m の範囲を考慮して配置し，屋外は消火栓から半径 40m の範囲における消火活動を考慮して配置することによって，全ての火災区域の消火活動に対処できるように配置する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(13) 固定式消火設備等の職員退避警報

固定式ガス消火設備である全域ガス消火設備，二酸化炭素消火設備は，作動前に職員等の退出ができるように警報または音声警報を吹鳴し，20 秒以上の時間遅れをもってガス又は二酸化炭素を放出する設計とする。また，二酸化炭素消火設備については，人体への影響を考慮し，入退室の管理を行う設計とする。局所ガス消火設備のうち発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備に設置するものについては，消火剤に毒性がないが，消火時に生成されるフッ化水素が周囲に拡散することを踏まえ，設備作動前に退避警報を発する設計とする。また，局所ガス消火設備のうちケーブルトレイ，電源盤，制御盤に設置するものについては，消火剤に毒性がなく，消火時に生成されるフッ化水素は延焼防止シートを設置したケーブルトレイ内，または金属製筐体で構成される盤内に留まり，外部に有意な影響を及ぼさないため，設備作動前に退避警報を発しない設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(14) 管理区域内からの放出消火剤の流出防止

管理区域内で放出した消火水は、放射性物質を含むおそれがあることから、管理区域外への流出を防止するため、管理区域と非管理区域の境界に堰等を設置するとともに、各フロアの建屋内排水系により液体廃棄物処理設備に回収し、処理する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

(15) 消火用非常照明

建屋内の消火栓、消火設備現場盤の設置場所及び設置場所までの経路には、移動及び消火設備の操作を行うため、消防法で要求される消火継続時間 20 分に現場への移動等の時間(最大約 1 時間)も考慮し、12 時間以上の容量の蓄電池を内蔵する照明器具を設置する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

1.5.1.3.3 自然現象

東海第二発電所の安全を確保するうえで設計上考慮すべき自然現象としては、網羅的に抽出するために、発電所敷地及びその周辺での発生実績の有無に関わらず、国内外の基準や文献等に基づき事象を収集した。これらの事象のうち、発電所及びその周辺での発生可能性、安全施設への影響度、事象進展速度や事象進展に対する時間的余裕の観点から、原子炉設備に影響を与えるおそれがある事象として、地震、津波、風(台風)、竜巻、低温(凍結)、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響及び生物学的事象を抽出した。これらの自然現象のうち、落雷については、「1.5.1.2.3(1)落雷による火災の発生防止」に示す対策により、機能を維持する設計とする。低温(凍結)につ

いては、「(1)凍結防止対策」に示す対策により機能を維持する設計とする。風(台風)に対しては、「(2)風水害対策」に示す対策により機能を維持する設計とする。地震については、「(3)地震対策」に示す対策により機能を維持する設計とする。上記以外の津波、竜巻、降水、積雪、地滑り、火山の影響及び生物学的事象については、「(4)想定すべきその他の自然現象に対する対策について」に示す対策により機能を維持する設計とする。また、森林火災についても、「(4) 想定すべきその他の自然現象に対する対策について」に示す対策により機能を維持する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.2)】

(1) 凍結防止対策

屋外に設置する火災感知設備，消火設備は，東海第二発電所において考慮している最低気温 -12.7°C （水戸地方気象台(1897年～2017年)）を踏まえ， -20°C まで気温が低下しても使用可能な火災感知設備，消火設備を設置する設計とする。屋外消火設備の配管は，保温材等により配管内部の水が凍結しない設計とする。屋外消火栓本体はすべて，凍結を防止するため，通常はブロー弁を常時開として消火栓本体の水が排水され，消火栓を使用する場合に屋外消火栓バルブを回転させブロー弁を閉にして放水可能とする双口地上式（不凍式消火栓型）を採用する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.2)】

(2) 風水害対策

消火用水供給系の消火設備を構成するポンプ等の機器は，風水害に対してその性能が著しく阻害されることがないように，火災区域外の防潮壁が設置された建屋内に配置する設計とする。二酸化炭素消火設備，全域

ガス消火設備，局所ガス消火設備についても，風水害に対してその性能が著しく阻害されることがないように，原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋等の建屋内に配置する設計とする。また，電動駆動消火ポンプ，ディーゼル駆動消火ポンプを設置しているポンプ室の壁，扉については，風水害に対してその性能が著しく阻害されることがないように浸水対策を実施する。なお，屋外の火災感知設備は，予備の火災感知器を確保し，風水害の影響を受けた場合にも，早期に取替を行うことにより当該設備の機能及び性能を復旧する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.2)】

(3) 地震対策

a. 地震対策

安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備及び消火設備は，安全機能を有する構築物，系統及び機器の耐震クラスに応じて機能を維持できる設計とする。安全機能を有する構築物，系統及び機器に影響をおよぼす可能性がある火災区域又は火災区画に設置される，油を内包する耐震 B クラス及び耐震 C クラスの機器は，以下のいずれかの設計とすることにより，地震によって耐震 B クラス及び耐震 C クラスの機器が機能喪失しても安全機能を有する構築物，系統及び機器の機能喪失を防止する設計とする。

- ・ 基準地震動により油が漏えいしない。
- ・ 基準地震動によって火災が発生しても，安全機能を有する構築物，系統及び機器に影響を及ぼすことがないように，基準地震動によっても機能維持する固定式消火設備によって速やかに消火する。

- ・基準地震動によって火災が発生しても、安全機能を有する機器の機能に影響をおよぼすことがないように隔壁等により分離する。

b. 地盤変位対策

屋外消火配管は、地上又はトレンチに設置し、地震時における地盤変動に対し、配管の自重や内圧、外的荷重を考慮し地盤沈下による建屋と周辺地盤との相対変位を考慮する設計とする。

地盤変位対策としては、水消火配管のレイアウト、配管支持長さからフレキシビリティを考慮した配置とすることで、地盤変位による変形を配管系統全体で吸収する設計とする。

さらに、万が一、屋外消火配管が破断した場合でも消防車を用いて屋内消火栓へ消火水の供給ができるよう、原子炉建屋の東西（各1ヶ所）に給水接続口を設置する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.2)】

(4) 想定すべきその他の自然現象に対する対策について

上記の自然現象（低温（凍結）及び風（台風）、地震）を除き、東海第二発電所で考慮すべき自然現象については、津波、竜巻、降水、積雪、地滑り、火山の影響及び生物学的事象がある。これらの自然現象及び森林火災により感知及び消火の機能、性能が阻害された場合は、原因の除去又は早期の取替、復旧を図る設計とするが、必要に応じて火災監視員の配置による監視の強化や、代替消火設備の配備等を行い、必要な火災の感知・消火機能、性能を維持することとする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.2)】

1.5.1.3.4 消火設備の誤作動又は誤操作

二酸化炭素は不活性であること、全域ガス消火設備及び局所ガス消火設備で使用するハロゲン化物消火剤は、電気絶縁性が大きく揮発性も高いことから、設備の破損、誤作動又は誤操作により消火剤が放出されても電気及び機械設備に影響を与えないため、火災区域又は火災区画に設置するガス消火設備には、二酸化炭素消火設備、全域ガス消火設備、局所ガス消火設備を選定する設計とする。なお、非常用ディーゼル発電機は、非常用ディーゼル発電機室に設置する二酸化炭素消火設備の破損、誤作動または誤操作によって二酸化炭素が放出されることによる窒息を考慮しても機能が喪失しないよう、**燃焼用空気は外気を直接取り入れ、排気も直接外気に放出する設計であり、火災区画内の空気を用いない設計とする。**消火設備の放水等による溢水等に対しては、「1.7 溢水による損傷の防止等」に基づき、安全機能へ影響がないよう設計する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.3)】

1.5.1.4 火災の影響軽減のための対策

1.5.1.4.1 安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じた火災の影響軽減のための対策

安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し、「1.5.1.4.1(1)原子炉の安全停止に関わる火災区域の分離」から「1.5.1.4.1(9)油タンクに対する火災の影響軽減対策」に示す火災の影響軽減のための対策を講じる設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

(1) 原子炉の高温停止及び冷温停止の達成，維持に関わる火災区域の分離

原子炉の高温停止及び冷温停止の達成し，維持するために必要な構築物，系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画は，3時間以上の耐火能力を有する耐火壁として，3時間耐火に設計上必要な普通コンクリート壁厚である123mm（軽量コンクリート壁厚は112mm）より厚い140mm以上の壁厚を有するコンクリート耐火壁又は火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を有する耐隔壁（貫通部シール，防火扉，防火ダンパ）によって，他の火災区域又は火災区画から分離する設計とする。

なお，火災区域又は火災区画のファンネルには，他の火災区域又は火災区画からの煙の流入防止を目的として，煙等流入防止装置を設置する設計とする。

【別添資料1-資料1(2.1.3.1)】

(2) 火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルの系統分離

火災が発生しても原子炉の高温停止及び冷温停止の達成し，維持するためには，プロセスを監視しながら原子炉を停止し，冷却を行うことが必要であり，このためには，原子炉の高温停止及び冷温停止の達成し，維持するために必要な機能を確保するための手段を，手動操作に期待してでも，少なくとも一つ確保するよう系統分離対策を講じる必要がある。このため，単一火災（任意の一つの火災区域で発生する火災）の発生によって，原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し，維持するために必要な機能を有する多重化されたそれぞれの系統が同時に機能喪失することのないよう，「1.5.1.1(2)原子炉の高温停止及び冷温停止の達成し，維持するために必要な構築物，系統及び機器」にて抽出した原子炉の高温停

止及び冷温停止を達成し、維持するために必要となる火災防護対象機器及び火災防護対象機器の駆動若しくは制御に必要な火災防護対象ケーブルについて以下に示すいずれかの系統分離対策を講じる設計とする。系統分離にあたっては、互いに相違する系列の火災防護対象機器、火災防護対象ケーブル及びこれらに関連する非安全系ケーブルの系統分離を行う設計とする。

a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離

互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを、火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を確認した隔壁等で分離する設計とする。具体的には、安全区分Ⅰに属する火災区域を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁(貫通部シール、防火扉、防火ダンパ)・隔壁等(耐火間仕切り、ケーブルトレイラッピング等耐火ラッピング)で分離する設計とする。

b. 水平距離6m以上の離隔距離の確保及び火災感知設備、自動消火設備の設置

互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを、仮置きするものを含めて可燃性物質のない水平距離6m以上の離隔距離を確保する設計とする。火災感知設備は、自動消火設備を作動させるために設置し、自動消火設備の誤作動防止を考慮した感知器の作動により自動消火設備を作動させる設計とする。

c. 1時間耐火隔壁による分離及び火災感知設備、自動消火設備の設置

互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを、火災耐久試験により1時間以上の耐火能力を確認した隔壁等で分離する設計とする。火災感知設備は、自動消火設備を作動させ

るために設置し、自動消火設備の誤作動防止を考慮した感知器の作動により自動消火設備を作動させる設計とする。なお、中央制御室、原子炉格納容器、軽油貯蔵タンクは、上記と異なる火災の影響軽減のための対策を以下のとおり講じる。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

(3) 中央制御室に対する火災の影響軽減のための対策

中央制御室の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは、運転員の操作性及び視認性向上を目的として近接して設置することから、互いに相違する系列の水平距離を 6m 以上確保することや互いに相違する系列を 1 時間の耐火能力を有する隔壁等で分離することが困難である。このため、中央制御盤内の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは、以下の a. ～c. に示すとおり、実証試験結果に基づく離隔距離等による分離対策、高感度煙検出設備の設置による早期の火災感知及び常駐する運転員による早期の消火活動に加え、火災により中央制御室制御盤の 1 つの区画の安全機能が全て喪失しても、他の区画の制御盤は機能が維持されることを確認することにより、原子炉の安全停止が可能であることを確認し、火災の影響軽減のための対策を講じる設計とする。また、中央制御室床下コンクリートピットの火災防護対象ケーブルは、以下の d. に示すとおり、1 時間以上の耐火能力を有する分離板又は障壁で分離する設計、又は実証試験等において近接する他の構成部品に火災の影響を及ぼすことなく消火できることを確認した設計とすることに加え、固有の信号を発する異なる種類の煙感知設備と熱感知設備を組み合わせで設置するとともに中央制御室からの手動操作により早期の起動が可能な固定式ガス消火設備を設置する

設計にすることにより，火災の影響軽減のための対策を講じる設計とする。

a. 離隔距離による分離

中央制御室の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは，運転員の操作性及び視認性向上を目的として近接して設置することから，中央制御室の制御盤については区分毎に別々の盤で分離する設計とする。一部，一つの制御盤内に複数の安全系区分のケーブルや機器を設置しているものがあるが，これらについては，区分間に金属製の仕切りを設置する。ケーブルについては当該ケーブルに火災が発生しても延焼せず，また，周囲へ火災の影響を与えない金属外装ケーブル，耐熱ビニル電線，難燃仕様のテフゼル電線及び難燃ケーブルを使用し，電線管に布設するとともに，離隔距離等により系統分離する設計とする。これらの分離については，実証試験等において火災により近接する他の構成部品に火災の影響がないことを確認した設計とする。

b. 高感度煙検出設備の設置による早期の火災感知

中央制御室内には，異なる2種類の火災感知器を設置する設計するとともに，火災発生時には常駐する運転員による早期の消火活動によって，異区分への影響を軽減する設計とする。特に，一つの制御盤内に複数の安全系区分のケーブルや機器を設置しているものについては，これに加えて盤内へ高感度煙検出器を設置する設計とする。

c. 常駐する運転員による早期の消火活動

中央制御室制御盤内に自動消火設備は設置しないが，中央制御室制御盤内に火災が発生しても，高感度煙検出設備や中央制御室の火

災感知器からの感知信号により，常駐する運転員が早期に消火活動を行うことで，相違する系列の火災防護対象機器への火災の影響を防止できる設計とする。消火設備は，電気機器へ悪影響を与えない二酸化炭素消火器を使用する設計とし，常駐する運転員による中央制御室内の火災の早期感知及び消火を図るために，消火活動の手順を定めて，訓練を実施する。火災の発生箇所の特定が困難な場合も想定し，サーモグラフィカメラ等，火災の発生箇所を特定できる装置を配備する設計とする。

d. 中央制御室床下コンクリートピットの影響軽減対策

中央制御室の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは，運転員の操作性及び視認性向上を目的として近接して設置することから，中央制御室床下コンクリートピットに布設する火災防護対象ケーブルについても，互いに相違する系列の水平距離を 6m 以上確保することが困難である。このため，中央制御室床下コンクリートピットについては，下記に示す分離対策等を行う設計とする。

(a) コンクリートピット等の分離

中央制御室床下コンクリートピットに布設する安全系区分の異なるケーブルについては，1 時間以上の耐火能力を有する分離板又は障壁で分離する設計，又は実証試験等において近接する他の構成部品に火災の影響を及ぼすことなく消火できることを確認した設計とする。また，ある区分の安全系ケーブルが布設されている箇所に別区分のケーブルを布設する場合は，1 時間以上の耐火能力を有する耐火材で覆った電線管又はトレイに布設する。

(b) 火災感知設備

中央制御室床下コンクリートピットには、固有の信号を発する異なる種類の煙感知設備と熱感知設備を組合わせて設置する設計とする。これらの感知設備は、アナログ式のものとする等、誤作動防止対策を実施する。また、これらの火災感知設備は、外部電源喪失時においても火災の感知が可能となるよう、非常用電源から受電するとともに、火災受信機盤は中央制御室に設置し常時監視できる設計とする。受信機盤は、作動した火災感知器を1つずつ特定できる機能を有する設計とする。さらに、火災の発生箇所の特定が困難な場合も想定し、サーモグラフィカメラ等、火災の発生箇所を特定できる装置を配備する設計とする。

(c) 消火設備

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない中央制御室には、中央制御室に運転員が常駐していることを踏まえ、ハロゲン化物消火設備、局所ガス消火設備は設置せず、粉末消火器または二酸化炭素消火器で消火を行う設計とする。

e. 原子炉の安全停止

火災により、中央制御盤内の一つの制御盤の機能がすべて喪失したと仮定しても、他の制御盤での運転操作や現場での操作により、原子炉の安全停止が可能な設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

(4) 原子炉格納容器内に対する火災の影響軽減のための対策

原子炉格納容器内は、プラント運転中については、窒素が封入され霧

囲気が不活性化されていることから、火災の発生は想定されない。一方で、窒素が封入されていない期間のほとんどは原子炉が冷温停止に到達してある期間であるが、わずかではあるものの原子炉が冷温停止に到達していない期間もあることを踏まえ、以下のとおり火災の影響軽減対策を講じる。

なお、原子炉格納容器内での作業に伴う持込み可燃物について、持込み期間・可燃物量・持込み場所等を管理する。また、原子炉格納容器内の発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備、分電盤については、金属製の筐体やケーシングで構成すること、発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備は溶接構造又はシール構造の採用により潤滑油の漏えい防止対策を講じるとともに、万一の漏えいを考慮し、漏えいした潤滑油が拡大しないよう堰等を設け拡大防止対策を行う設計とすること、及び油を内包する点検用機器は通常電源を切る適用とすることによって、火災発生時においても火災防護対象機器等への火災影響の提言を図る設計とする。

a. 火災防護対象機器等の系統分離

原子炉格納容器内の火災防護対象機器等の系統分離は、火災によっても原子炉の安全停止機能が同時に喪失しないことを目的に行うことから、原子炉格納容器の状態に応じて以下のとおり対策を行う。

(a) 起動中

i. 火災防護対象ケーブルの分離及び対象機器の分散配置

原子炉格納容器内においては、機器やケーブル等が密集しており、干渉物が多く、耐火ラッピング等の 3 時間以上の耐火能力を有する隔壁の設置が困難である。このため、起動中は原子力格納容器内には可燃物を含む持込み物品の

管理を行う。また、火災防護対象機器及びケーブルについては、離隔距離の確保及び金属製の密閉ダクトの使用等により火災の影響軽減対策を行う設計とする。原子炉格納容器内の火災防護対象機器等は、系統分離の観点から区分Ⅰと区分Ⅱ機器等の離隔距離を6m以上確保し、区分Ⅰと区分Ⅱ機器等の間において可燃物が存在することの無いように、異なる区分の機器間にある介在物(ケーブル、電磁弁)については金属製の筐体に収納することで延焼防止対策を行う設計とする。原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは、原子炉格納容器貫通部は区分ごとに離れた場所に設置し、可能な限り位置的分散を図る設計とする。また、火災発生後、消火活動を開始するまでの時間の耐火性能を確認した電線管又は金属製の密閉ダクトに布設することによって、近接する他の機器に影響を及ぼすことなく消火できる設計とする。原子炉圧力容器下部においては、火災防護対象設備である起動領域モニタの核計装ケーブルを一部露出して布設するが、火災の影響軽減の観点から、起動領域モニタはチャンネル毎に位置的分散を図って設置する設計とする。

ii. 火災感知設備

火災感知設備については、アナログ式の異なる2種類の火災感知器(煙感知器及び熱感知器)を設置する設計とする。

iii. 消火設備

原子炉格納容器内の消火については、消火器を使用する設計とする。また、消火栓を用いても対応できる設計とする。なお、原子炉格納容器内点検終了後から窒素置換完了

までの間で原子炉格納容器内の火災が発生した場合には、火災による延焼防止の観点から窒素封入を継続し、一定時間経過後に現場確認を行う。

(b) 冷温停止中

i. 火災防護対象ケーブルの分離及び対象機器の分散配置

原子炉格納容器内においては、機器やケーブル等が密集しており、干渉物が多く、耐火ラッピング等の 3 時間以上の耐火能力を有する隔壁の設置が困難である。このため、冷温停止中は原子炉起動中と同様に、原子炉格納容器内の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは、系統分離の観点から区分Ⅰと区分Ⅱ機器等の離隔距離を 6m 以上確保し、区分Ⅰと区分Ⅱ機器等の間において可燃物が存在することのないように、異なる区分の機器間にある介在物(ケーブル、電磁弁)については金属製の筐体に収納することで延焼防止対策を行う設計とする。原子炉起動中と同様に、原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは、原子炉格納容器貫通部は区分ごとに離れた場所に設置し、可能な限り位置的分散を図る設計とする。また、火災発生後、消火活動を開始するまでの時間の耐火性能を確認した電線管又は金属製の密閉ダクトに布設することによって、近接する他の機器に火災の影響を及ぼすことなく消火できる設計とする。原子炉冷温停止中、電動制御棒駆動機構については燃料交換等で一時的に制御棒を操作する場合以外は中央制御室内の受信機にて作動信号を除外し、作動を防止する設計とする。

ii. 火災感知設備

原子炉起動中と同様に、アナログ式の異なる 2 種類の火災感知器(煙感知器及び熱感知器)を設置する設計とする。

iii. 消火設備

原子炉起動中と同様に、原子炉格納容器内の消火については、消火器を使用する設計とする。また、消火栓を用いても対応できる設計とする。

b. 火災の影響軽減対策への適合について

原子炉格納容器内においては、機器やケーブル等が密集しており、干渉物が多く、耐火ラッピング等の 3 時間以上の耐火能力を有する隔壁の設置が困難である。このため、火災防護対象機器及びケーブルについては、離隔距離の確保及び電線管、金属製の密閉ダクトの使用等により火災の影響軽減対策を行う設計とする。原子炉格納容器内の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは、系統分離の観点から区分Ⅰと区分Ⅱ機器等の離隔距離を 6m 以上確保し、区分Ⅰと区分Ⅱ機器等の間において可燃物が存在することの無いように、異なる区分の機器間にある介在物(ケーブル、電磁弁)については金属製の筐体に収納することで延焼防止対策を行う設計とする。原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは、単一火災によって複数区分が機能喪失することのないように、消火活動を開始するまでの時間の耐火性能を確認した電線管又は金属製の密閉ダクトに布設する設計とする。また、保守的な評価として、火災による原子炉格納容器内の安全機能の全喪失を仮定した評価を行い、原子炉の高温停止及び冷温停止の達成及び維持が、運転員の操作と相まって、可能で

あることを確認した。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

(5) 軽油貯蔵タンク及び非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ

軽油貯蔵タンクは、屋外に埋設して2基設置されているが、これらはそれぞれの区画に分離する設計とする。(第1-31図)

軽油貯蔵タンクには、自動起動の固定式消火設備は設置しないが、軽油貯蔵タンクは、タンクの容量(2基)に対して、非常用ディーゼル発電機2台を7日間連続運転するために必要な量を考慮するとともに、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(1台)及び常設代替高圧電源装置(2台)の運転も考慮した必要な量(5台)を貯蔵する設計であり、火災後も片系のみで機能維持が可能なこと、軽油貯蔵タンクの他に非常用ディーゼル発電機ディタンクが建屋内に3基あり、それぞれ非常用ディーゼル発電機1台に8時間分の燃料を供給できるため、軽油貯蔵タンクでの火災発生から消火までの間も機能維持が可能なことから、単一の火災によっても非常用ディーゼル発電機が機能喪失するおそれはない。

また、燃料移送ポンプが設置される区画については、自動起動の固定式消火設備を設置し、軽油貯蔵タンクの火災に対しても異なる区分のポンプが軽油貯蔵タンクとは分離されていることから、影響軽減がはかられており、単一の火災によって非常用ディーゼル発電機が機能喪失するおそれはない。

なお、軽油貯蔵タンク並びに燃料移送ポンプについては、異なる2種類の感知器を設置する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

(6) 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に関わる火災区域の分離

放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域は，3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁として，3 時間耐火に設計上必要な普通コンクリート壁厚である 123 mm（軽量コンクリート壁厚は 112mm）より厚い 140mm 以上の壁厚を有するコンクリート耐火壁，又は火災耐久試験により 3 時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火隔壁（貫通部シール，防火扉，防火ダンパ）により，他の火災区域と分離する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

(7) 換気設備による火災の影響軽減対策

安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域を設置する火災区域に関連する換気設備には，他の火災区域又は火災区画への火，熱又は煙の影響がおよばないように，他の火災区域又は火災区画からの境界となる箇所に 3 時間耐火性能を有する防火ダンパを設置する設計とする。換気設備のフィルタは，「1.5.1.2.2(4)換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用」に示すとおり，チャコールフィルタを除き難燃性のものを使用する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

(8) 煙に対する火災の影響軽減対策

通常運転員が常駐する火災区域は中央制御室のみであるが，中央制御室の火災発生時の煙を排気するため，建築基準法に準拠した容量の排煙設備を配備する設計とする。なお，排煙設備は中央制御室専用であるため，放射性物質の環境への放出を考慮する必要はない。安全機能を有す

る構築物，系統及び機器を設置する火災区域のうち，電気ケーブルや引火性液体が密集する火災区域(中央制御室床下コンクリートピット，ケーブル処理室，非常用ディーゼル発電機室，非常用ディーゼル発電機燃料ディタンク室)については，二酸化炭素消火設備又は全域ガス消火設備により早期に消火する設計とする。なお，引火性液体が密集する非常用ディーゼル発電機軽油タンクは屋外に設置するため，煙が大気に放出されることから，排煙設備を設置しない設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

(9) 油タンクに対する火災の影響軽減対策

火災区域又は火災区画に設置される油タンクは，換気空調設備による排気，又はベント管により屋外に排気する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

1.5.1.4.2 火災影響評価

火災の影響軽減のための対策を前提とし，設備等の設置状況を踏まえた可燃性物質の量等をもとに想定される発電用原子炉施設内の火災によって，安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には，火災による影響を考慮しても，多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく，原子炉の高温停止及び冷温停止の達成し維持できることを「(1)火災伝搬評価」から「(3)隣接火災区域に火災の影響を与える火災区域に対する火災影響評価」に示す火災影響評価により確認する。

ただし，中央制御室制御盤及び原子炉格納容器に対しては，「1.5.1.4.1(2) 火災防護対象機器等の系統分離」で示すとおり，火災が発生しても，原子炉の高温停止及び冷温停止の達成し維持は可能である。

また、内部火災により原子炉の外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動が要求される事象が発生する可能性があるため、「発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針」（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）に基づき、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対処するための機器に単一故障を想定しても、以下の状況を考慮し、多重性をもったそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉の高温停止、冷温停止を達成することが可能であることを火災影響評価により確認する。

- ・内部火災発生を想定する区域及びその影響範囲のクラスⅠ及びクラスⅡの火災防護対象設備は内部火災により機能喪失するが、それ以外の区域の火災防護対象設備は機能が維持される。
- ・原子炉建屋及びタービン建屋において、内部火災が発生することを仮定し、当該建屋内の火災防護対象設備以外は機能喪失する。
- ・原子炉建屋又はタービン建屋において発生した内部火災は、当該の建屋以外に影響をおよぼさない。
- ・中央制御室における火災については、火災感知器による早期感知や運転員によるプラント停止が期待でき、内部火災による影響波及範囲は限定的である。火災区域の変更や火災区域設定に影響を与える可能性がある工事を実施する場合には、火災防護計画に従い火災影響評価を行い、火災による影響を考慮しても多重性をもったそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し維持できることを確認するとともに、変更管理を行う。なお、「1.5.1.4.2 火災影響評価」では、火災区域又は火災区画を、「火災区域」と記載する。

【別添資料1-資料1(2.1.3.2)】

(1) 火災伝搬評価

当該火災区域の火災発生時に、隣接火災区域に影響を与える場合は、隣接火災区域を含んだ火災影響評価を行う必要があるため、当該火災区域の火災影響評価に先立ち、当該火災区域に火災を想定した場合の隣接火災区域への火災の影響の有無を確認する火災伝搬評価を実施する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.2)】

(2) 隣接火災区域に火災の影響を与える火災区域に対する火災影響評価

火災伝搬評価により隣接火災区域に影響を与えず、かつ当該火災区域に設置される全機器の機能喪失を想定しても、「1.5.1.4.1 安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じた火災の影響軽減のための対策」に基づく火災の影響軽減のための対策の実施により、原子炉の安全停止に必要な成功する方策が少なくとも1つ確保され、原子炉の安全停止が可能であることを確認する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.2)】

(3) 隣接火災区域に火災の影響を与える火災区域に対する火災影響評価

火災伝搬評価により隣接火災区域に影響を与える火災区域は、当該火災区域と隣接火災区域の2区画内の火災防護対象機器等の有無の組合せに応じて、火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、「1.5.1.4.1 安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じた火災の影響軽減のための対策」に基づく火災の影響軽減のための対策の実施により、原子炉の高温停止及び低温停止の達成し維持が可能であることを確認する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.2)】

1.5.1.5 個別の火災区域又は火災区画における留意事項

以下に示す火災区域又は火災区画は、それぞれの特徴を考慮した火災防護対策を実施する。

【別添資料 1-資料 1(2.2)】

(1) ケーブル処理室

ケーブル処理室は全域ガス消火設備により消火する設計とするが、消火活動のため 2 箇所入口を設置する設計とし、ケーブル処理室内においても消火要員による消火活動を可能とする。また、ケーブル処理室の火災の影響軽減のための対策として、安全機能を有する蓋なしの動力ケーブルトレイ間の最小分離距離は、水平方向 0.9m、垂直方向 1.5m とし設計とする。一方、中央制御室床下 **コンクリートピット** は、アナログ式の煙感知器、熱感知器を設置するとともに、全域ガス消火設備を設置する設計とする。また、安全系区分の異なるケーブルについては、1 時間以上の耐火能力を有する分離板又は障壁で分離する設計、又は実証試験において近接する他の構成部品に火災の影響を及ぼすことなく消火できることを確認した設計とする。さらに、火災発生時、火災発生場所を火災感知設備により確認し、床板を外して二酸化炭素消火器を用いた消火活動を行うことも可能である。

【別添資料 1-資料 1(2.2)】

(2) 電気室

電気室は、電源供給のみに使用する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.2)】

(3) 蓄電池室

蓄電池室は以下のとおり設計する。

- ・蓄電池室には蓄電池のみを設置し，直流開閉装置やインバータは設置しない設計とする。
- ・蓄電池室の換気設備は，社団法人電池工業会「蓄電池室に関する設計指針(SBA G 0603-2001)」に基づき，水素ガスの排気に必要な換気量以上となるよう設計することによって，蓄電池室内の水素濃度を2vol%以下の0.8vol%程度に維持する設計とする。
- ・蓄電池室の換気設備が停止した場合には，中央制御室に警報を発報する設計とする。
- ・常用系の蓄電池と非常用系の蓄電池は，常用の蓄電池が非常用の蓄電池に影響を及ぼすことがないように，位置的分散は図られた設計するとともに，電氣的にも2以上の遮断器により切り離される設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.2)】

(4) ポンプ室

安全機能を有するポンプの設置場所のうち，火災発生時の煙の充満により消火困難な場所には，消火活動によらなくても迅速に消火できるよう固定式消火設備を設置する設計とする。また，火災が発生したポンプ室内に設置される安全機能を有する構築物，系統及び機器は火災の影響を受けている可能性があるため，運転操作では当該室に入室せず，当該室外に設置される構築物，系統及び機器を設置する機器等により原子炉停止操作を行う設計とする。なお，固定式消火設備による消火後，鎮火の確認のために運転員や消防隊員がポンプ室に入る場合については，消

火直後に換気してしまうと新鮮な空気が供給され、再発火するおそれがあることから、十分に冷却時間を確保した上で、可搬型の排煙設備を準備し、扉の開放、換気空調系、可搬型排煙装置により換気し、呼吸具の装備及び酸素濃度を測定し安全確認後に入室する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.2)】

(5) 中央制御室等

中央制御室は以下のとおり設計する。

- ・中央制御室を含む火災区域の境界には、防火ダンパを設置する設計とする。
- ・中央制御室のカーペットは、消防法施行令第四条の三の防炎性を満足するカーペットを使用する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.2)】

(6) 使用済燃料貯蔵設備及び新燃料貯蔵設備

使用済燃料貯蔵設備は、水中に設置された設備であり、ラックに燃料を貯蔵することで貯蔵燃料間の距離を確保すること、及びステンレス鋼の中性子吸収効果によって未臨界性が確保される設計とする。新燃料貯蔵設備については、気中に設置している設備（ピット構造上部は蓋で閉鎖）であり通常ドライ環境であるが、消火活動により消火水が噴霧され、水分雰囲気満たされた最適減速状態となっても未臨界性が確保される設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.2)】

(7) 放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備

放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備は、以下のとおり設

計する。

- ・放射性廃棄物処理設備，放射性廃棄物貯蔵設備を設置する火災区域の管理区域用換気設備は，環境への放射性物質の放出を防ぐ目的でフィルタを通して排気筒へ排気する設計とする。また，これらの換気設備は，放射性物質の放出を防ぐために，空調を停止し，風量調整ダンパを閉止し，隔離できるよう設計とする。
- ・放水した消火水の溜まり水は，建屋排水系により液体放射性廃棄物処理設備に回収できる設計とする。
- ・放射性物質を含んだ使用済イオン交換樹脂，濃縮廃液は，固体廃棄物として処理するまでの間は，ドラム缶に収納し保管する設計とする。
- ・放射性物質を含んだチャコールフィルタは，固体廃棄物として処理するまでの間，ドラム缶に収納し保管する設計とする。
- ・放射性物質を含んだ HEPA フィルタは，固体廃棄物として処理するまでの間，不燃シートに包んで保管する設計とする。
- ・放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備において，冷却が必要な崩壊熱が発生し，火災に至るような放射性廃棄物を貯蔵しない設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.2)】

(3) 適合性説明

(火災による損傷の防止)

第八条 設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備(以下「火災感知設備」という。)及び消火を行う設備(以下「消火設備」といい、安全施設に属するものに限る。)並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。

2 消火設備(安全施設に属するものに限る。)は、破損、誤動作又は誤操作が起きた場合においても発電用原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものでなければならない。

1 について

設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性を損なわないよう、火災発生防止、火災感知及び消火並びに火災の影響軽減の措置を講じるものとする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1)(2.1.2)(2.1.3)】

(1) 火災発生防止

潤滑油等の発火性又は引火性物質を内包する機器は、漏えいを防止する設計とする。

万一、潤滑油等が漏えいした場合に、漏えいの拡大を防止する堰等を設ける設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

安全機能を有する構築物、系統及び機器は、不燃性又は難燃性材料と同等以上の性能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合を除き、不燃性又は難燃性材料を使用した設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.2)】

電気系統については、必要に応じて、過電流継電器等の保護装置と遮断器の組み合わせ等により、過電流による過熱、焼損の防止を図るとともに、必要な電気設備に接地を施す。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

落雷や地震により火災が発生する可能性を低減するため、避雷設備を設けるとともに、安全上の重要度に応じた耐震設計を行う。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.3)】

(2) 火災感知及び消火

安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火が行えるように異なる種類の感知器を設置する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

消火設備は、自動消火設備、手動操作による固定式消火設備、水消火設備及び消火器を設置する設計とし、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域又は火災区域並びに放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能

を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域であって、火災発生時に煙の充満、放射線の影響により消火活動が困難なところには、自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器相互の系統分離を行うために設けられた火災区域又は火災区画に設置する消火設備は、系統分離に応じた独立性を備えた設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

火災区域又は火災区画の火災感知設備及び消火設備は、安全機能を有する構築物、系統及び機器の耐震クラスに応じて、機能を維持できる設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.2)】

(3) 火災の影響軽減のための対策

火災防護対象機器等については、以下に示す火災の影響軽減のための対策を講じた設計とする。

原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域については、3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁として、3 時間耐火に設計上必要な普通コンクリート壁厚である 123mm（軽量コンクリート壁厚は 115mm）より厚い 140mm 以上の壁厚を有するコンクリート耐火壁又は火災耐久試験により 3 時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火隔壁によって他の火災区域から分離する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

火災防護対象機器等は、以下に示すいずれかの要件を満たす設計とする。

- a. 互いに相違する系列の火災防護対象機器等について、互いの系統間が3時間以上の耐火能力を有する隔離等で分離されていること。
- b. 互いに相違する系列の火災防護機器等について、互いの系列間の水平距離が6m以上あり、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災又は火災区画に設置されていること。

この場合、水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質が存在しないこと。

- c. 互いに相違する系列の火災防護対象機器等について、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

放射性物質の貯蔵、かつ、閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域については、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離された設計とする。

ただし、放射性物質の貯蔵機能のみを有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域であり、他の火災区域と隣接しない火災区域は、耐火壁による放射性物質の閉じ込め機能に期待しないため、火災区域の境界壁は3時間以上の耐火能力を確保しない設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

2 について

消火設備の破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても、消火設備の消火方法、消火設備の配置設計等を行うことにより、発電用原子炉を安全に停止させるための機能を損なわない設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.3)】

1.3 気象等

該当なし

10.5 火災防護設備

10.5.1 設計基準対象施設

10.5.1.1 概要

原子炉施設内の火災区域及び火災区画に設置される、安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1)(2.1.2)(2.1.3)】

火災の発生防止は、発火性又は引火性物質等に対して火災の発生防止対策を講じるほか、水素に対する換気及び漏えい検知対策、電気系統の過電流による過熱、焼損の防止対策等を行う。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1)】

火災の感知及び消火は、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対して、火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行えるように、火災感知設備及び消火設備を設置する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2)】

火災の影響軽減は、安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響を軽減するため、系統分離等の火災の影響軽減のための対策を行う。

また、火災の影響軽減のための対策を前提とし、設備等の設置状況を踏まえた可燃性物質の量等を基に、原子炉施設内の火災によっても、安全保護

系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを、火災影響評価により確認する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3)】

10.5.1.2 設計方針

原子炉施設内の火災区域及び火災区画に設置される、原子炉の高温停止、低温停止を達成し、維持する機能及び放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、火災発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1)(2.1.2)(2.1.3)】

(1) 火災発生防止

発火性又は引火性物質の漏えい防止の措置や不燃性又は難燃性材料の使用等、火災の発生を防止する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1)】

(2) 火災の感知及び消火

火災感知設備及び消火設備は、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行う。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2)】

(3) 火災の影響軽減

安全機能を有する構築物，系統及び機器の重要度に応じ，それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し，火災の影響軽減対策を行う。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3)】

10.5.1.3 主要設備

10.5.1.3.1 火災発生防止設備

原子炉施設は，「1.6.1 設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針」における「1.6.1.2 火災発生防止」に示すとおり，発火性又は引火性物質の漏えい防止のための堰等の設備を設置する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.1.1)】

10.5.1.3.2 火災感知設備

火災感知設備の火災感知器は，アナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器の組合せを基本として，火災区域又は火災区画における放射線，取付面高さ，温度，湿度，空気流等の環境条件や，火災は炎が生じる前に発煙する等の予想される火災の性質から，アナログ式以外の炎感知器や防爆型の感知器の選択も考慮し，以下のとおり設置する。

(1) 一般エリア

一般エリアは，アナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器又は炎感知器を設置する。

(2) 蓄電池室

水素の発生を考慮する必要がある蓄電池室等は，非アナログ式の防爆型で，かつ，固有の信号を発する異なる種類の防爆型の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

(3) 軽油貯蔵タンク設置エリア

引火性又は発火性のガスの発生を考慮する必要のある燃料油貯蔵タンク（軽油貯蔵タンクエリア，非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリア）エリア等は，非アナログ式の防爆型の煙感知器と防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

(4) 原子炉建屋オペレーティングフロア

天井空間が広く煙の拡散を考慮する必要がある原子炉建屋オペレーティングフロアはアナログ式の光電分離型煙感知器と炎感知器を設置する。

(5) 海水ポンプ室エリア

屋外の設置環境を考慮する必要がある海水ポンプ室エリアはアナログ式の屋外仕様の熱感知カメラ，及び非アナログ式の屋外仕様の炎感知器を設置する。

(6) 原子炉格納容器

原子炉格納容器内には，アナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

10.5.1.3.3 消火設備

消火設備は，原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域又は火災区画並びに放射性物質貯蔵等の機器等を設置する火災区域の火災を早期に消火するために，火災発生時の煙の充満等による消火活動が困難な火災区域又は火災区画であるかを考慮し，以下のとおり設置する。

また，消火設備は，第 10.5.1 表に示す故障警報を，中央制御室に発する設備を設置する。

10.5.1.3.3.1 原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域又は火災
区画に設置する消火設備

(1) 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火
災区画に設置する消火設備

火災発生時の煙の充満により消火活動が困難となる火災区域又は火災
区画には、中央制御室からの手動操作による固定式消火設備であるハロ
ゲン化物消火設備又は自動消火設備であるハロゲン化物自動消火設備を
設置する。

また、系統分離に応じた独立性を考慮したハロゲン化物自動消火設備
の概要図を第 10.5.1 図に示す。

ただし、以下の火災区域又は火災区画は、上記と異なる消火設備を設
置する。

a. 非常用ディーゼル発電機室，非常用ディーゼル発電機燃料ディ
タンク室，ケーブル処理室

非常用ディーゼル発電機室，非常用ディーゼル発電機燃料ディタ
ンク室，ケーブル処理室は、二酸化炭素消火設備を設置する。

b. 原子炉建屋通路部及びオペレーティングフロア

通路部などに設置される油内包機器など可燃物となるものに対
しては、自動又は中央制御室からの手動操作による固定式消火設
備である局所ガス消火設備を設置し消火を行う設計とし、これ以
外の可燃物については消火器で消火を行う設計とする。なお、こ
れらの固定式消火設備に使用するガスは、ハロゲン化物消火剤と
する。

(2) 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域
又は火災区画に設置する消火設備

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域又
は火災区画は、消火器又は消火栓で消火を行う設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

10.5.1.3.3.2 放射性物質貯蔵等の機器等を設置する火災区域に設置する消火 設備

(1) 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域に設
置する消火設備

火災発生時の煙の充満により消火活動が困難となる放射性物質貯蔵等
の機器等を設置する火災区域には、中央制御室からの手動操作による固
定式消火設備であるハロゲン化物消火設備又は自動消火設備であるハロ
ゲン化物自動消火設備を設置する。

(2) 火災発生時の消火活動が困難とならない火災区域に設置する消火設
備

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域又
は火災区画は、消火器又は消火栓で消火を行う設計とする。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

10.5.1.3.4 火災の影響軽減のための対策設備

火災の影響軽減のための対策設備は、安全機能を有する構築物、系統及び
機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及
び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し、火災の
影響軽減のための対策を講じるために、以下のとおり設置する。

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

10.5.1.3.4.1 火災区域の分離を実施する設備

他の火災区域又は火災区画と分離するために、以下の耐火能力を有する耐火壁を設置する。

- (1) 3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁として、3 時間耐火に設計上必要な普通コンクリート壁厚である 123mm（軽量コンクリート壁厚は 115mm）より厚い 140mm 以上の壁厚のコンクリート耐火壁
- (2) 3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

10.5.1.3.4.2 火災防護対象機器等の火災の影響軽減のための対策を実施する設備

火災防護対象機器等を設置する火災区域及び火災区画に対して、火災区域内又は火災区画内の火災の影響軽減のための対策や隣接する火災区域又は火災区画における火災の影響を軽減するための対策を実施するための隔壁等として、以下の設備を設置する。

火災の影響を軽減するための対策を実施するために設置する火災感知設備及び自動消火設備は、「10.5.1.3.2 火災感知設備」及び「10.5.1.3.3 消火設備」の設備を設置する。

- (1) 火災耐久試験により 3 時間以上の耐火能力を確認した隔壁等
- (2) 火災耐久試験により 1 時間以上の耐火能力を確認した隔壁等

【別添資料 1-資料 1(2.1.3.1)】

10.5.1.4 主要仕様

10.5.1.4.1 消火設備

- (1) 消火設備の主な故障警報を第 10.5.1 表に示す。
- (2) 消火設備の概略仕様を第 10.5.2 表に示す。
- (3) ハロゲン化物消火設備概要図を第 10.5.1 図表に示す。
- (4) 系統分離に応じた独立性を考慮した消火設備概要を第 10.5.2 図表に示す。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

第10.5.1表 消火設備の主な故障警報

設 備		主な警報要素
消 火 ポンプ	電動機駆動消火ポンプ	ポンプ自動停止、電動機過負荷 地絡・短絡
	ディーゼル駆動消火ポンプ	ポンプ自動停止、装置異常 (燃料及び冷却水レベルの低下)
消 火 設 備	二酸化炭素消火設備 ハロゲン化物消火設備	設備異常 (電源故障、断線等)
局所ガ ス消火 設備	ハロン1301消火設備	設備異常 (電源故障、断線等)
	FK-5-1-12 [※]	ガス放出

※火災検知は火災区域に設置された感知器または消火設備のガス放出信号により中央制御室に警報を発報する。また、動作原理を含め極めて単純な構造であることから故障は考えにくい。誤動作についてはガス放出信号により確認可能。

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

第 10.5.2 表 消火設備の概略仕様

(1) 電動消火ポンプ

- ・ 台 数 1
- ・ 出 力 約 110kw
- ・ 容 量 約 3.7 m³/min

(2) ディーゼル消火ポンプ

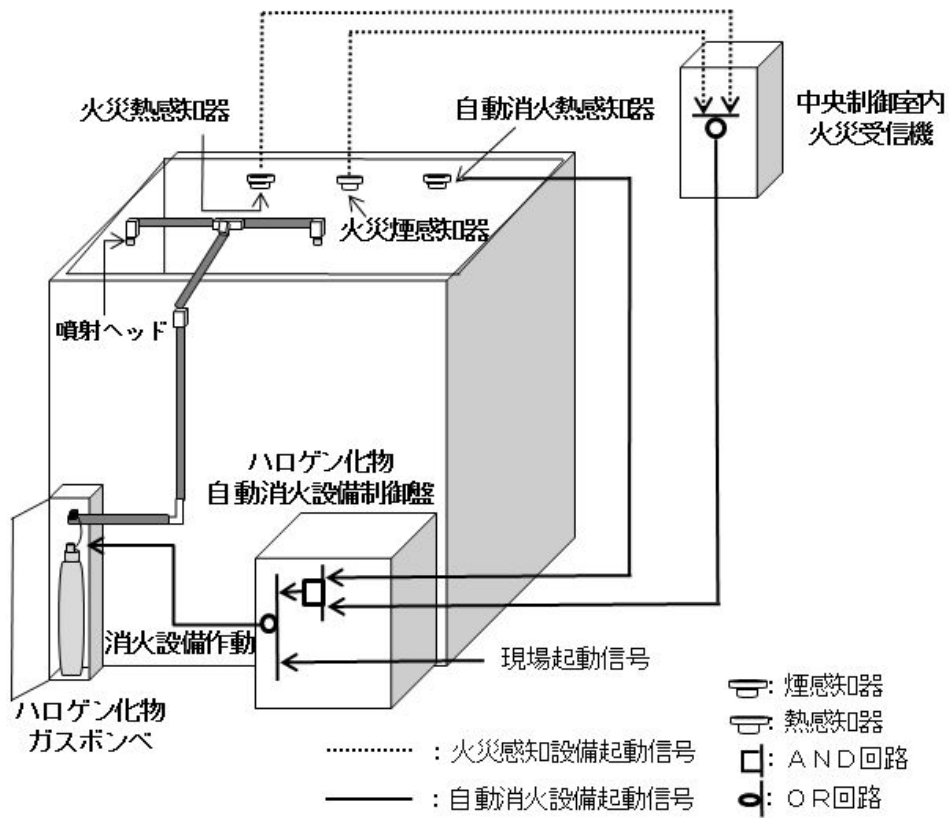
- ・ 台 数 1
- ・ 出 力 約 131kw
- ・ 容 量 約 4.3 m³/min

(3) 二酸化炭素自動消火設備

- ・ 消 火 剤 : 二酸化炭素
- ・ 消火方式 : 全域放出方式
- ・ 設置個所 : ディーゼル発電機室, ケーブル処理室

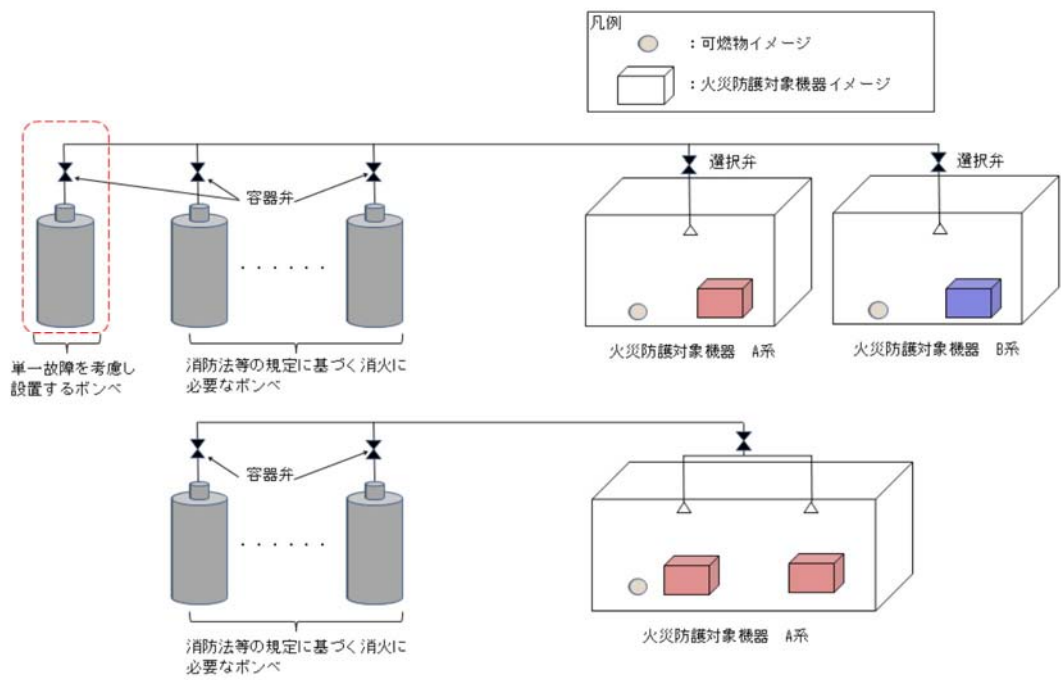
(4) ガス消火設備

- ・ 消火剤 : ハロン 1301 (全域/局所)
: FK-5-1-12 (局所)
- ・ 消火方式 : 全域放出方式 (ハロン)
: 局所放出方式 (FK-5-1-12/ハロン)
- ・ 設置個所 : 火災発生時の煙の充満等による消火活動が困難な火災区域又は火災区画



第10.5.1図 ハロゲン化物消火設備概要図

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】



第10.5.2図 系統分離に応じた独立性を考慮した消火設備概要

【別添資料 1-資料 1(2.1.2.1)】

東海第二発電所の設計基準対象施設における
火災防護に係る基準規則等への適合性について

【目次】

1. 概要
2. 火災防護に係る審査基準の要求事項について
 - 2.1 基本事項
 - 2.1.1 火災発生防止
 - 2.1.1.1 原子炉施設内の火災発生防止
 - 2.1.1.2 不燃性・難燃性材料の使用
 - 2.1.1.3 落雷・地震等の自然現象による火災発生の防止
 - 2.1.2 火災の感知，消火
 - 2.1.2.1 早期の火災感知及び消火
 - 2.1.2.2 地震等の自然現象への対策
 - 2.1.2.3 消火設備の破損，誤作動及び誤操作による安全機能の確保
 - 2.1.3 火災の影響軽減
 - 2.1.3.1 系統分離による影響軽減
 - 2.1.3.2 火災影響評価
 - 2.2 個別の火災区域又は火災区画における留意事項
 - 2.3 火災防護計画について
- 添付資料 1 東海第二発電所における漏えいした潤滑油及び燃料油の拡大防止
対策について
- 添付資料 2 東海第二発電所における難燃ケーブルの使用について
- 添付資料 3 東海第二発電所における不燃性又は難燃性の換気フィルタの使用
状況について
- 添付資料 4 東海第二発電所における保温材の使用状況について
- 添付資料 5 東海第二発電所における建屋内装材の不燃性について

- 添付資料 6 東海第二発電所におけるディーゼル発電機の二酸化炭素消火設備の作動について
- 添付資料 7 東海第二発電所における消火用非常用照明器具の配置図
- 添付資料 8 東海第二発電所における中央制御室の排煙設備について
- 添付資料 9 東海第二発電所における新燃料貯蔵庫未臨界性評価について
-
- 参考資料 1 東海第二発電所における潤滑油及び燃料油の引火点，室内温度及び機器運転時の温度について
- 参考資料 2 東海第二発電所における火災区域又は火災区画に設置するガスボンベについて
- 参考資料 3 東海第二発電所における重要度の特に高い安全機能を有する系統の火災防護
- 参考資料 4 東海第二発電所における水密扉の止水機能に対する火災影響について

東海第二発電所の設計基準対象施設における
火災防護に係る基準規則等への適合性について

1. 概 要

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）第八条では，設計基準対象施設に関する火災による損傷の防止について，以下の要求されている。

(火災による損傷の防止)

第八条 設計基準対象施設では、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備（以下「火災感知設備」）及び消火を行う設備（以下「消火設備」といい、安全施設に属するものに限る。）並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。

2 消火設備（安全施設に属するものに限る。）は、破損、誤動作又は誤操作が起きた場合においても発電用原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものでなければならない。

設置許可基準規則の第八条の解釈には，以下のとおり「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下，「火災防護に係る審査基準」という。）に適合することが要求されている。

第 8 条 （火災による損傷の防止）

1 第 8 条については、設計基準において発生する火災により、発電用原子炉施設の安全性が損なわれないようにするため、設計基準対象施設に対して必要な機能（火災の発生防止、感知及び消火並びに火災による影響の軽減）を有することを求めている。

また、上記の「発電用原子炉施設の安全性が損なわれない」とは、安全施設が安全機能を損なわないことを求めている。

したがって、安全施設の安全機能が損なわれるおそれがある火災に対して、発電用原子炉施設に対して必要な措置が求められている。

2 第 8 条については、別途定める「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（原規技発第 1306195 号（平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会決定））に適合するものであること。

3 第 2 項の規定について、消火設備の破損、誤作動又は誤動作が起きた場合のほか、火災感知設備の破損、誤作動又は誤操作が起きたことにより消火設備が作動した場合においても、発電用原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものであること。

東海第二発電所における設計基準対象施設は、火災により原子炉施設の安全性を損なうことのないよう、火災防護対策を講じる設計とする。火災防護対策を講じる設計を行うに当たり、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持（以下「原子炉の安全停止」という。）するための安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する区域を火災区域及び火災区画に、放射性

物質の貯蔵又は閉じ込め（以下「放射性物質貯蔵等」という。）機能を有する構築物，系統及び機器を設置する区域を火災区域に設定する。設定する火災区域及び火災区画に対して，火災の発生防止，火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計とする。

以下では，原子炉の安全停止機能及び放射性物質貯蔵等の機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域及び火災区画に対して講じる火災防護対策が，火災防護に係る審査基準に適合していることを示す。

なお，原子炉格納容器内の火災防護対策については，資料 8 に示す。

2. 火災防護に係る審査基準の要求事項について

火災防護に係る審査基準では、火災の発生防止、火災の感知及び消火設備の設置並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じることを要求している。

2.1 基本事項

[要求事項]

2. 基本事項

(1) 原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構造物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、以下に示す火災区域及び火災区画の分類に基づいて、火災発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じること。

① 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画

② 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域

(参考)

審査に当たっては、本基準中にある（参考）に示す事項について確認すること。また、上記事項に記載されていないものについては、JEAC4626-2010 及び JEAG4607-2010 を参照すること。

なお、本基準の要求事項の中には、基本設計の段階においてそれが満足されているか否かを確認することができないものもあるが、その点については詳細設計の段階及び運転管理の段階において確認する必要がある。

原子炉施設内の火災区域及び火災区画に設置される安全機能を有する構造物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、以下に示す火災区域の分類に基づき、火災発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる。

なお、火災防護に関する新たな知見が今後得られた場合には、これらの知見も反映した火災防護対策に取り組んでいくこととする。

(1) 安全機能を有する機器等

運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生を防止し、またはこれの拡大を防止するために必要なものである設計基準対象施設のうち、重要度分類指針に基づき、原子炉施設において火災が発生した場合に、原子炉の安全停止のために必要な構築物、系統及び機器、並びに放射性物質貯蔵等の機能を有する構築物、系統及び機器を「安全機能を有する機器等」として選定する。

その他の設計基準対象施設は、消防法等に基づき設備等に応じた火災防護対策を講じる。

(2) 原子炉の安全停止に必要な機器等

設計基準対象施設のうち、重要度分類審査指針に基づき、原子炉施設において火災が発生した場合に、原子炉の安全停止のために必要な以下の機能を確保するための構築物、系統及び機器を「原子炉の安全停止に必要な機器等」として選定する。

- ① 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能
- ② 過剰反応度の印加防止機能
- ③ 炉心形状の維持機能

- ④ 原子炉の緊急停止機能
- ⑤ 未臨界維持機能
- ⑥ 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能
- ⑦ 原子炉停止後の除熱機能
- ⑧ 炉心冷却機能
- ⑨ 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能
- ⑩ 安全上特に重要な関連機能
- ⑪ 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能
- ⑫ 事故時のプラント状態の把握機能
- ⑬ 制御室外からの安全停止機能

(資料 2)

(3) 放射性物質貯蔵等の機器等

設計基準対象施設のうち、重要度分類審査指針に基づき、原子炉施設において火災が発生した場合、放射性物質貯蔵等の機能を確保するための構築物、系統及び機器を「放射性物質貯蔵等の機器等」として選定する。

- ① 放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能
- ② 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能
- ③ 燃料プール水の補給機能
- ④ 放射性物質放出の防止機能
- ⑤ 放射性物質の貯蔵機能

(資料 9)

(4) 火災区域及び火災区画の設定

原子炉建屋，タービン建屋，廃棄物処理建屋，原子炉複合建屋の建屋内

の火災区域は、耐火壁によって囲まれ、他の区域と分離されている建屋内の区域を、「(1)安全機能を有する機器等」において選定する機器等の配置も考慮して火災区域を設定する。

火災の影響軽減対策が必要な安全機能を有する機器等を設置する火災区域は、3時間耐火に設計上必要なコンクリート壁厚である123mmより厚い140mm以上の壁厚を有するコンクリート壁や火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火壁(貫通部シール、防火扉、防火ダンパ)に囲まれ、他の区域と分離する。

屋外の火災区域は、他の区域と分離して火災防護対策を実施するために、「(1)安全機能を有する機器等」において選定する機器等を設置する区域を、火災区域として設定する。

また、火災区画は、建屋内で設定した火災区域を固定式消火設備等に応じて分割して設定する。

(資料3)

(5) 火災防護計画

原子炉施設全体を対象とした火災防護対策を実施するため、火災防護計画を策定する。火災防護計画には、計画を遂行するための体制、責任の所在、責任者の権限、体制の運営管理、必要な要員の確保、教育訓練並びに火災発生防止のための活動、火災防護設備の保守点検及び火災情報の共有等、火災防護を適切に実施するための対策、火災発生時の対応等、火災防護対策を実施するために必要な手順等について定めるとともに、原子炉施設の安全機能を有する機器等については、火災の発生防止、火災の早期感知、消火、火災の影響軽減の3つの深層防護の概念に基づき、必要な火災防護対策を行うことについて定める。重大事故等対処施設は、火災の発生

防止，火災の早期感知，消火の2つの深層防護の概念に基づき必要な火災防護対策を行うことについて定める。その他の原子炉施設については，消防法，建築基準法，日本電気協会電気技術規程・指針に従った火災防護対策を行うことについて定める。

外部火災については，安全施設を外部火災から防護するための運用等について定める。

2.1.1 火災の発生防止

2.1.1.1 原子炉施設の火災の発生防止

[要求事項]

2.1 火災発生防止

2.1.1 原子炉施設は火災の発生を防止するために以下の各号に掲げる火災防護対策を講じた設計であること。

(1) 発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域は、以下の事項を考慮した、火災の発生防止対策を講じること。

① 漏えいの防止，拡大防止

発火性物質又は引火性物質の漏えいの防止対策，拡大防止対策を講じること。

ただし，雰囲気の不活性化等により，火災が発生するおそれがない場合は，この限りでない。

② 配置上の考慮

発火性物質又は引火性物質の火災によって，原子炉施設の安全機能を損なうことがないように配置すること。

③ 換気

換気ができる設計であること。

④ 防爆

防爆型の電気・計装品を使用するとともに，必要な電気設備に接地を施すこと。

⑤ 貯蔵

安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域における発火性物質又は引火性物質の貯蔵は，運転に必要な量にとどめること。

- (2) 可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が滞留するおそれがある火災区域には、滞留する蒸気又は微粉を屋外の高所に排出する設備を設けるとともに、電気・計装品は防爆型とすること。また、着火源となるような静電気が溜まるおそれのある設備を設置する場合には、静電気を除去する装置を設けること。
- (3) 火花を発生する設備や高温の設備等発火源となる設備を設置しないこと。ただし、災害の発生を防止する附帯設備を設けた場合は、この限りでない。
- (4) 火災区域内で水素が漏えいしても、水素濃度が燃焼限界濃度以下となるように、水素を排気できる換気設備を設置すること。また、水素が漏えいするおそれのある場所には、その漏えいを検出して中央制御室にその警報を発すること。
- (5) 放射線分解等により発生し、蓄積した水素の急速な燃焼によって、原子炉の安全性を損なうおそれがある場合には、水素の蓄積を防止する措置を講じること。
- (6) 電気系統は、地絡、短絡等に起因する過電流による過熱防止のため、保護継電器と遮断器の組合せ等により故障回路の早期遮断を行い、過熱、焼損の防止する設計であること。

(参考)

(1) 発火性又は引火性物質について

発火性又は引火性物質としては、例えば、消防法で定められる危険物、高圧ガス保安法で定められる高圧ガスのうち可燃性のものが挙げられ、発火性又は引火性気体、発火性又は引火性液体、発火性又は引火性固体が含まれる。

(5) 放射線分解に伴う水素の対策について

BWR の具体的な水素対策については、社団法人火力原子力発電技術協会「BWR 配管における混合ガス(水素・酸素)蓄積防止に関するガイドライン(平成17年10月)」に基づいたものとなっていること。

原子炉施設の火災発生防止については、発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域に対する火災発生防止対策を講じるとともに、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉に対する対策、発火源に対する対策、水素に対する換気及び漏えい検知対策、放射線分解により発生する水素の蓄積防止対策、並びに電気系統の過電流による過熱及び焼損の防止対策等を講じる設計とする。

(1) 発火性又は引火性物質

発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域には、以下の火災の発生防止対策を講じる。

発火性又は引火性物質としては、消防法で定められている危険物のうち「潤滑油」及び「燃料油」、高圧ガス保安法で高圧ガスとして定められている水素、窒素、液化炭酸ガス及び空調用冷媒等のうち可燃性である「水素」を対象とする。

① 漏えいの防止，拡大防止

本要求は，「発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域」に対して要求していることから，該当する設備を設置する火災区域に対する漏えいの防止対策，拡大防止対策を以下に示す。

○発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

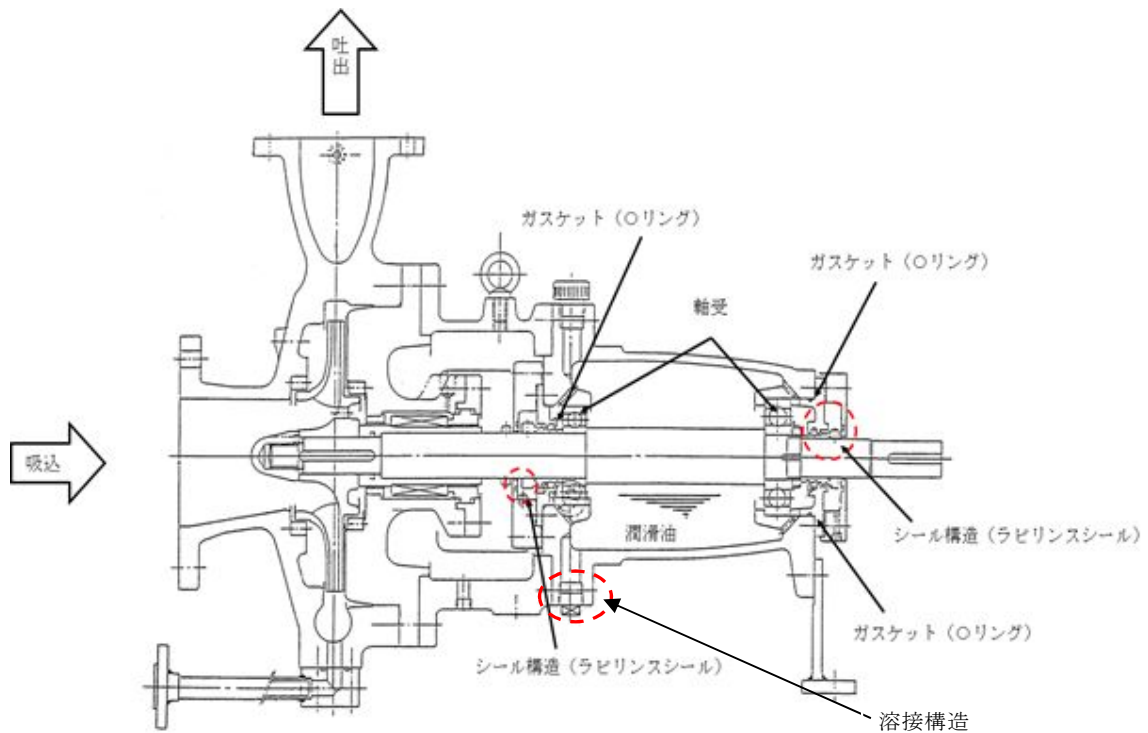
火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する機器（以下「油内包機器」という。）は，溶接構造，シール構造により漏えい防止対策を講じる設計とするとともに，堰を設置し，漏えいした潤滑油及び燃料油が拡大することを防止する設計とする。万一，軸受が損傷した場合には，当該機器が過負荷等によりトリップするため軸受は異常過熱しないこと，オイルシールにより潤滑油はシールされていることから，潤滑油が漏えいして発火するおそれはない。（第 1-1 表，第 1-1 図，第 1-2 図）

油内包機器からの漏えいの有無については，日常の油保有機器の巡視により確認する。火災区域内に設置する油内包機器に対する拡大防止対策を添付資料 1 に示す。

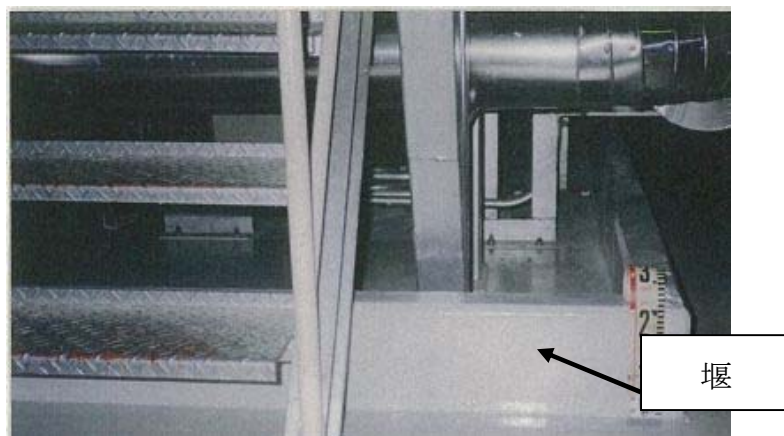
以上より，火災区域内に設置する油内包機器については，漏えい防止を講じているとともに，添付資料 1 に示すとおり拡大防止対策を講じる設計とすることから，火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

第 1-1 表 火災区域内の油内包機器の漏えい防止，拡大防止対策

油内包機器のある火災区域	漏えい防止・拡大防止対策
原子炉建屋	堰
タービン建屋	堰
廃棄物処理建屋	堰
原子炉複合建屋	堰



第 1-1 図 溶接構造，シール構造による漏えいの防止対策概要図



第 1-2 図 堰による拡大防止対策の例

○発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である水素を内包する機器（以下「水素内包機器」という。）は、以下に示す溶接構造等により水素の漏えいを防止する設計とする。

なお、充電時に水素が発生する蓄電池については、機械換気を行うとともに、蓄電池設置場所の扉を閉運用とすることにより、水素の拡大を防止する設計とする。また、これ以外の水素内包設備についても、「③換気」に示すとおり、機械換気を行うことにより水素の拡大を防止する設計とする。

水素内包機器からの漏えいの有無については、日常の水素内包機器の巡視により確認する。

・ 気体廃棄物処理設備

気体廃棄物処理設備の配管等は水素の漏えいを考慮した溶接構造等とし、弁グランド部からの水素の漏えいの可能性のある弁は、水素の漏えいを考慮しベローズ弁等を用いた構造とする。

・ 発電機水素ガス冷却設備

発電機水素ガス冷却設備の配管等は水素の漏えいを考慮した溶接構造等とし、弁グランド部からの水素の漏えいの可能性のある弁は、水素の漏えいを考慮しベローズ弁等を用いた構造とする。

・ 水素ガスボンベ

「(5)貯蔵」に示す格納容器内雰囲気監視系校正用ボンベは、使用時に作業員がボンベの元弁を開操作し、通常時は元弁を閉とする運用

とするよう設計する。

以上より，火災区域に設置する水素内包機器については，漏えい防止対策を講じる設計とするとともに，「③換気」に示すとおり拡大防止対策を講じる設計とすることから，火災防護に係る審査基準に適合しているもの
と考える。

② 配置上の考慮

本要求は、「発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域」に対して要求していることから、該当する油内包機器、水素内包機器を設置する火災区域に対する設備の配置上の考慮について以下に示す。

○発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

火災区域内に設置する油内包機器の火災により、原子炉施設の安全機能を損なわないよう、油内包機器と原子炉施設の安全機能を有する機器等は、壁等の設置及び離隔による配置上の考慮を行う設計とする。油内包機器の配置状況を資料3の添付資料2に示す。

○発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

火災区域内に設置する水素内包機器の火災により、原子炉施設の安全機能を損なわないよう、水素内包機器と原子炉施設の安全機能を有する機器は、壁等の設置による配置上の考慮を行う設計とする。水素内包機器の配置状況を資料3の添付資料2に示す。

以上より、火災区域内に設置する油内包機器及び水素内包機器については、多重化された原子炉施設の安全機能がすべて損なわれないよう配置上の考慮がなされていることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

③ 換気

本要求は、「発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域」に対する要求であることから、該当する設備を設置する火災区域に対する換気について以下に示す。

○発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

油内包機器を設置する火災区域のある建屋等は、火災の発生を防止するために、原子炉棟換気系送風機・排風機等空調機器による機械換気を行う設計とする。各油内包機器に対する換気設備を添付資料 1 に示す。

添付資料 1 において、安全機能を有する機器（詳細は資料 2 参照）は耐震 S クラスで設計すること、かつ 2.1.1.1(1)①「漏えいの防止、拡大防止」に示すように漏えい防止対策を実施するため、基準地震動によっても油が漏えいするおそれがないこと、潤滑油を内包する設備は万が一機器故障により油が漏えいしても潤滑油の引火点が十分高いため火災が発生するおそれは小さいことから、これらの機器を設置する場所の換気設備の耐震性は、基準地震動によっても機能を維持する設計としない。

なお、安全機能を有し、軽油を内包する非常用ディーゼル発電機、非常用ディーゼル発電機燃料ディタンクについては、これら機器を設置する場所の環境温度を維持するため、換気空調設備については非常用電源から給電する設計とするとともに、火災防護対象機器として耐震 S クラスの設計とする。

以上より、火災区域内に設置する油内包機器については、機械換気ができる設計とすること、潤滑油内包機器の換気設備については機能が喪失しても安全機能に影響を及ぼすおそれは小さいこと、軽油内包機器の換気設備については非常用電源より給電するとともに防護対象機器と同等の耐震性を確保することから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

○発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

水素内包機器である蓄電池、気体廃棄物処理設備、発電機水素ガス冷却設備及び水素ガスポンペを設置する火災区域は、火災の発生を防止するために、以下に示すとおり各火災区域の送風機・排風機による機械換気を行う設計とする。(第 1-2 表)

・蓄電池

蓄電池を設置する火災区域は機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。(2.2(3)参照)特に、安全機能を有する蓄電池を設置する火災区域の換気設備は、安全機能を有する蓄電池及び非常用直流電源設備等を設置する場所の環境温度を維持するため、地震等の異常時でも換気できるよう非常用電源から給電する設計とするとともに、耐震 S クラス設計とし、火災防護対象機器としている。それ以外の蓄電池を設置する火災区域の換気設備は、タービン建屋換気系送風機・排風機による機械換気を行う設計とし、異常時に送排風機が停止した場合は、送排風機が復帰するまえでの間は蓄電池に充電しない運用とする。

- ・ 気体廃棄物処理設備

気体廃棄物処理設備は、復水器から抽出された排ガス中の水素ガスと酸素ガスが爆発混合状態にならないように、空気抽出器の駆動蒸気で希釈し、排ガス再結合器によって設備内の水素濃度が燃焼限界濃度である 4vol%以下となるよう設計する。加えて、気体廃棄物処理設備を設置する火災区域は、常用電源から給電されるタービン建屋送風機・排風機による機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

- ・ 発電機水素ガス冷却設備

発電機水素ガス冷却設備を設置する火災区域は、常用電源から給電されるタービン建屋送風機・排風機による機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

- ・ 水素ガスボンベ

格納容器内雰囲気監視系校正用ボンベを設置する火災区域は、原子炉棟送風機・排風機による機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

第 1-2 表 水素を内包する設備のある火災区域の換気設備

水素を内包する設備		換気設備		
設備	耐震クラス	設備	供給電源	耐震クラス
常用蓄電池 (250V)	C	タービン建屋換気系 送風機・排風機	常用	C
非常用蓄電池室 (125V, ±24V, HPCS)	S	バッテリー室換気系 送風機・排風機	非常用	S
増強廃棄物建屋直流 125V 蓄電池 廃棄物処理建屋直流 48V 蓄電池	B	廃棄物処理建屋送風 機・建屋排気系排風 機・主排気系排風機	常用	B
気体廃棄物処理設備	C	タービン建屋換気系 送風機・排風機	常用	C
発電機水素ガス冷却 設備	C			C
格納容器内雰囲気監 視系校正用ボンベ	C	原子炉棟換気系送風 機・排風機	常用	C

水素内包機器を設置する火災区域の送風機，排風機は多重化されており，動的機器の単一故障を想定しても換気は可能であるため，水素濃度が上昇することはない。

気体廃棄物処理設備，発電機水素ガス冷却設備，水素ガスポンベは，
2.1.1. 1(1)①「漏えいの防止，拡大の防止」に示すように水素ガスの漏えい防止，拡大防止対策を実施する。

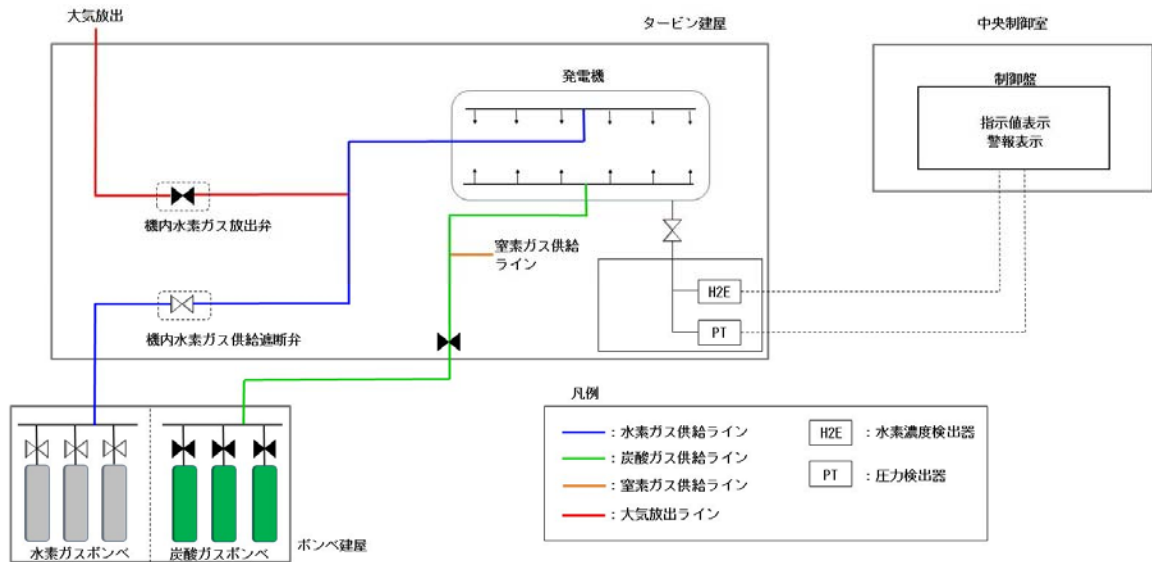
しかしながら，万一，水素ガスが漏えいし，換気設備が機能喪失した場合でも，気体廃棄物処理設備は設備内の水素濃度が燃料限界濃度以下となるように設計する。

発電機水素ガス冷却設備は，「JEAG4607-2010 原子力発電所の火災防護指針」及び「電気設備の技術基準の解釈について(平成20年4月改訂)」に準じて，水素の圧力，純度等の計測及び警報装置の設置，軸封部に窒素ガスを封入できる装置(発電機窒素ガス封入系)及び水素ガスを安全に放出する装置(炭酸ガスポンベ，水素ガス放出弁，水素ガス供給遮断弁)を設置している。さらに，万一水素が漏えいしタービン建屋オペレーティングフロアで爆轟が発生した場合でも，安全機能を有する機器が設置される原子炉建屋の火災区域とは，十分な離隔距離で分離されていることから，安全機能に影響を及ぼすおそれはない。(第1-3図，第1-4図)

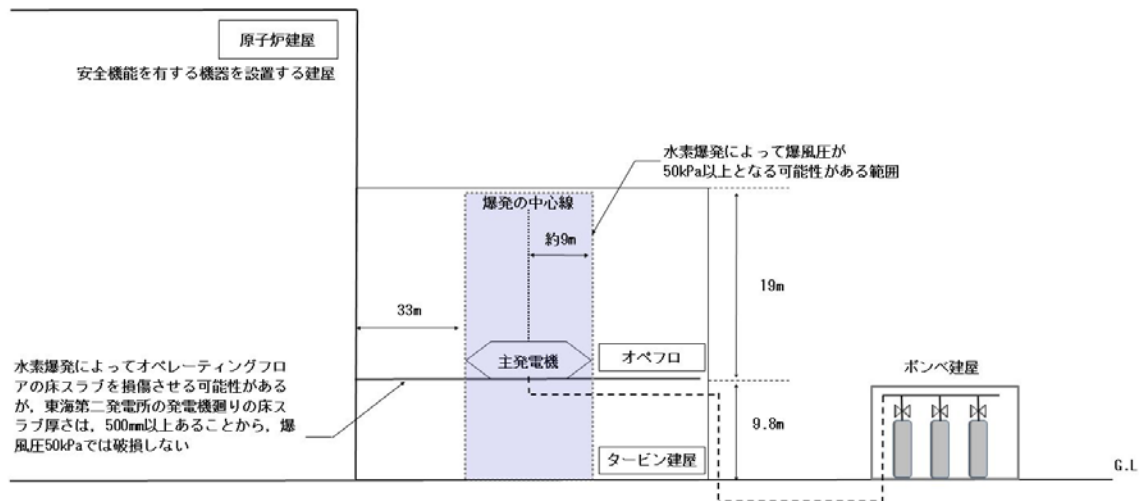
水素ガスポンベについて，格納容器内雰囲気監視系校正用ポンベはポンベ内の水素濃度を燃焼限界濃度である4%程度とする。加えて，通常状態は元弁を閉運用とし で固縛の上保管すること，元弁を開放する時には作業員がいるため，誤って水素を漏えいさせてしまった場合にも速やかに閉操作し漏えいを停止することができるとともに，作業終了時や漏えい確認時は速やか元弁を閉操作することを手順等に定める。

以上より，火災区域に設置する水素内包機器については，機械換気ができる設計とすること，蓄電池室の換気設備については非常用電源より給電するとともに防護対象機器と同等の耐震性を確保する設計とすること，その他の水素内

包設備の換気設備については機能が喪失しても安全機能に影響を及ぼすおそれは小さいことから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。



第 1-3 図 発電機水素ガス漏えい防止設備の概要



○発電機と安全機能を有する機器を設置する建屋との離隔距離
 高压ガス保安法では、爆風圧と距離の関係が下式のように定められる。

$$L = 0.04 \lambda^3 \sqrt{K W_G}$$

L：爆発中心からの距離 (m)

λ：換算距離 (m/kg^{1/3}) ※爆風圧 50kPa では 4.74m/kg^{1/3}

W_G：可燃性ガスの流出量 (t)

K：換算係数 ※水素 2860000

主発電機に内包される水素量は、約 374m³ であり、全てが漏えいしたと仮定すると W_G は 0.034t となり、水素爆発による爆風圧が 50kPa とする爆発中心からの距離 L は約 9m となる。したがって、水素爆発による爆風圧は、安全機能を有する機器が設置される原子炉建屋と十分な離隔距離 (33m 以上) を有することから、爆風圧の影響は及ばない。

第 1-4 図 発電機水素ガス冷却設備の水素ガス爆発時の影響範囲

第 1-3 表 爆風圧の影響

(石油コンビナートの防災アセスメント指針 平成 25 年 3 月消防庁特殊室抜粋)

圧力 (kPa)	影 響
50～55	強化していない厚さ 8～12in※のブロックが剪断や撓みにより破損される

※mm に単位換算した場合、203.2mm～304.8mm である。

東海第二発電所の発電機廻りの床スラブは厚さ 500mm 以上であることから、爆風圧 50kPa では破損しない。

④ 防爆

本要求は、「発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域」に対する要求であることから、爆発性の雰囲気を形成するおそれのある設備を設置する火災区域に対する防爆対策について以下に示す。

○発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

火災区域内に設置する油内包機器は、2.1.1.1(1)①「漏えいの防止、拡大防止」に示したように、溶接構造等、シール構造を採用により、潤滑油及び燃料油の漏えいを防止する設計とするとともに、万一漏えいした場合を考慮し、堰を設置することで潤滑油及び燃料油が拡大することを防止する設計とする。

なお、潤滑油が設備の外部へ漏れたとしても、引火点は油内包機器を設置する室内温度よりも十分高く、機器運転時の温度よりも高いため、可燃性蒸気となることはない。引火点等の確認結果を参考資料1に示す。また、燃料油である軽油を内包する設備について、外部へ漏れいしても軽油を内包する設備を設置する火災区域は、非常用電源より電源を供給する耐震Sクラスの換気設備で換気する設計とすることから、可燃性蒸気が滞留することはない。

したがって、潤滑油及び燃料油が爆発性の雰囲気を形成するおそれはない。

○発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

火災区域内に設置する水素内包機器は、2.1.1.1(1)①「漏えいの防止，拡大防止」で示すように，溶接構造等を採用することにより水素の漏えいを防止する。また，2.1.1.1(1)③「換気」に示す機械換気を行う設計とするとともに，水素ガスボンベは使用時を除き元弁を閉運用とする。

したがって，「電気設備に関する技術基準を定める省令」第六十九条及び「工場電気設備防爆指針」で要求される爆発性雰囲気とならないため，当該火災区域に設置する電気・計装品を防爆型とする必要はなく，防爆を目的とした電気設備の接地も必要としない設計とする。

なお，電気設備の必要な箇所には，「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める省令」第十条，第十一条に基づく接地を施す。

以上より，油内包機器及び水素内包機器を設置する火災区域は，爆発性雰囲気とならず，防爆型の電気・計装品を使用する必要はない。

⑤ 貯蔵

本要求は，「安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域における発火性物質又は引火性物質の貯蔵」に対する要求であることから，該当する火災区域に設置する貯蔵機器について以下に示す。

貯蔵機器とは供給設備へ補給するために設置する機器のことであり，安全機能を有する機器等の設置場所にある，発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油の貯蔵機器としては，非常用ディーゼル発電機の燃

料ディタンク及び軽油貯蔵タンクがある。

燃料ディタンクは、タンクの容量(約 14 m³(HPCS 系は 7 m³))に対し、非常用ディーゼル発電機を 8 時間連続運転するために必要な量(約 11.5 m³(HPCS 系は 6.5 m³))を考慮し、貯蔵量が約 12.1 m³~12.8 m³となるよう管理し、運転上必要な量を貯蔵する設計とする。

軽油貯蔵タンクは、タンクの容量(2 基合計約 800 m³)に対して、非常用ディーゼル発電機 2 台を 7 日間連続運転するために必要な量(約 484 m³)を考慮するとともに、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(1 台)及び常設代替高圧電源装置(2 台)の運転も考慮した必要な量(4 台合計約 756 m³)を貯蔵する設計とする。

安全機能を有する機器等の設置場所にある、発火性、引火性物質の水素の貯蔵機器としては、格納容器内雰囲気監視系校正用ボンベがあり、これらボンベは容器容量(470または 100)のボンベごとに、各々の計器の校正頻度(1 回/約 2 ヶ月)及び計器不具合等の故障対応を想定した上で 1 運転サイクルに必要な量、さらに格納容器内雰囲気監視系モニターについては事故後、ガスボンベを交換せずに一定期間(約 100 日間)連続監視できるように校正に必要な量を貯蔵する。ガスボンベについては参考資料 2 に示す。

以上より、安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域における発火性又は引火性物質を貯蔵する機器は、運転に必要な量を貯蔵することとしていることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

(2) 可燃性蒸気・微粉への対策

本要求は、「可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が滞留するおそれがある火災区域における可燃性の蒸気，可燃性の微粉及び着火源となる静電気」に対して要求していることから，該当する設備を設置する火災区域に対する可燃性の蒸気又は可燃性の微粉の対策を以下に示す。

発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備は，「(1) ④ 防爆」に示すとおり，可燃性の蒸気を発生するおそれはない。

また，火災区域には，「工場電気設備防爆指針」に記載される「可燃性粉じん（石炭のように空気中の酸素と発熱反応を起こし爆発する粉じん）」や「爆発性粉じん（金属粉じんのよう空気中の酸素が少ない雰囲気または二酸化炭素中でも着火し，浮遊状態では激しい爆発を生じる粉じん）」のような「可燃性の微粉を発生する設備」は設置しない設計とする。

さらに，火災区域において有機溶剤を使用する場合は必要量以上持込まない運用とするとともに，可燃性の蒸気が滞留するおそれがある場合には，使用場所において，換気，通風，拡散の措置を行うとともに，建屋の送風機・排風機による機械換気により滞留を防止する設計とする。

したがって，火災区域には可燃性の蒸気または微粉を高所に排出するための設備を設ける必要はなく，電気・計装品を防爆型とする必要はない。

なお，電気設備の必要な箇所には，「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める省令」第十条，第十一条に基づく接地を施す。

一方，火災区域には金属粉や布による研磨機のように静電気が溜まるおそれがある設備を設置しない設計とする。なお，火災区域にある電気設備の必要箇所には，「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を

定める省令」第十条，第十一条に基づく接地を施しており，静電気が溜まるおそれはない。

以上より，可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が滞留するおそれのある設備，着火源となるような静電気が溜まるおそれのある設備を火災区域に設置しないことから，火災防護に係る審査基準の要求事項は適用されないものとする。

(3) 発火源への対策

原子炉施設には金属製の本体内に収納する等の対策を行い，設備外部に出た火花が発火源となる設備は設置しない設計とする。

また，原子炉施設には高温となる設備があるが，設計上の最高使用温度が 60℃を超える系統は保温材で覆うことにより，可燃性物質との接触防止や潤滑油等可燃物の過熱防止を行う設計とする。(第 1-4 表)

以上より，原子炉施設には設備外部に火花を発生する設備を設置しないこと，高温となる設備に対しては発火源とならないような対策を行うことから，火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

第 1-4 表 高温となる設備と接触防止・過熱防止対策

高温となる設備	最高使用温度	過熱防止対策
主蒸気系配管	302℃	保温材設置
圧力容器バウンダリ	302℃	
ほう酸水注入系配管	66℃	
残留熱除去系配管	249℃	
高圧炉心スプレイ系配管	109℃	
原子炉隔離時冷却系配管	302℃	
原子炉冷却材浄化系配管	302℃	
所内蒸気系，所内蒸気系戻り配管	183℃	
原子炉給水系配管	233℃	

(4) 水素対策

本要求は、「水素が漏えいするおそれのある火災区域」に対して要求していることから、該当する設備を設置する火災区域に対する水素対策について以下に示す。

水素内包機器を設置する火災区域は、2.1.1.1(1)①「漏えいの防止，拡大防止」に示すように、水素内包機器は溶接構造等により雰囲気への水素の漏えいを防止するとともに、2.1.1.1(1)③「換気」に示すように機械換気を行うことにより水素濃度が燃焼限界濃度以下となるように設計する。また、水素の漏えいを検知できるように水素濃度検出器等を設置する設計とする。

蓄電池を設置する火災区域は、蓄電池内部の圧力が上昇した場合に作動する制御弁の開放によって水素が放出する可能性を考慮し、当該区域に可燃物を持ち込まないこととする。また、蓄電池室上部に水素濃度検知器を設置し、水素の燃焼限界濃度である 4vol% の 1/4 以下で中央制御室に警報を発する設計とする。(第 1-5 図，第 1-6 図)

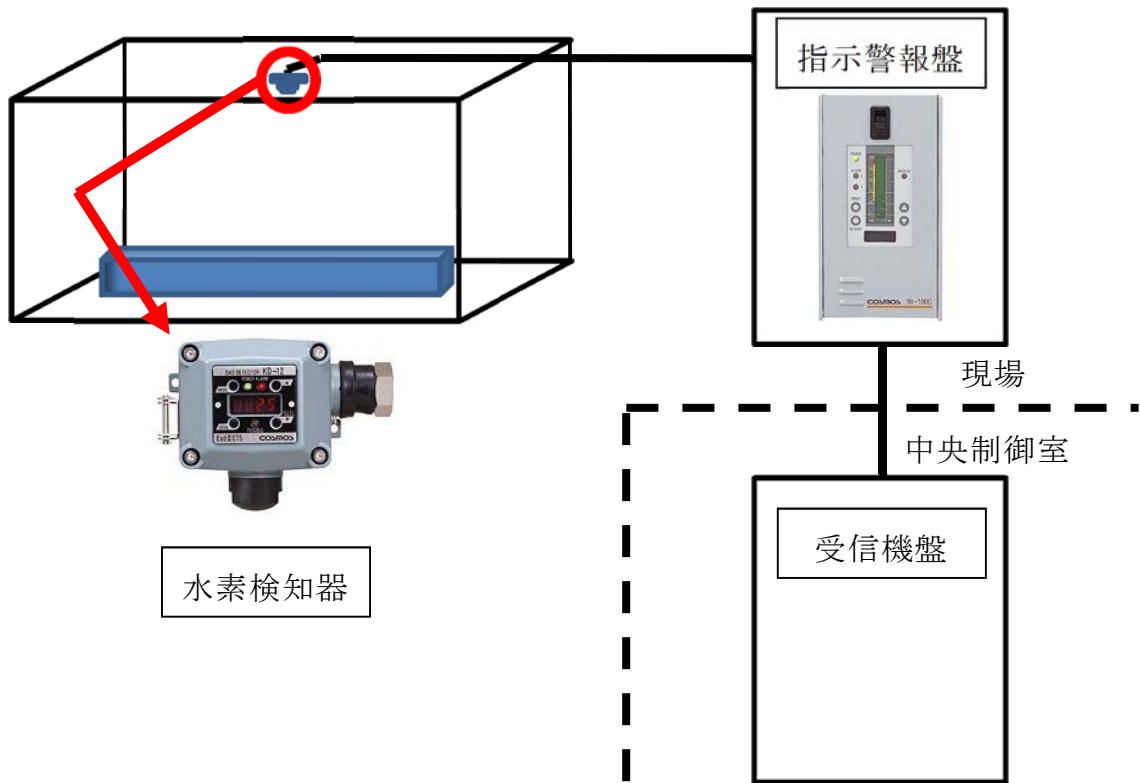
一方、以下の設備については水素濃度検知器とは別の方法で水素の漏えいを管理する。

気体廃棄物処理設備は、設備内の水素濃度を燃焼限界濃度以下にするよう設計するが、設備内の水素濃度については中央制御室で常時監視できる設計で、水素濃度が上昇した場合は中央制御室に警報を発する設計としている。

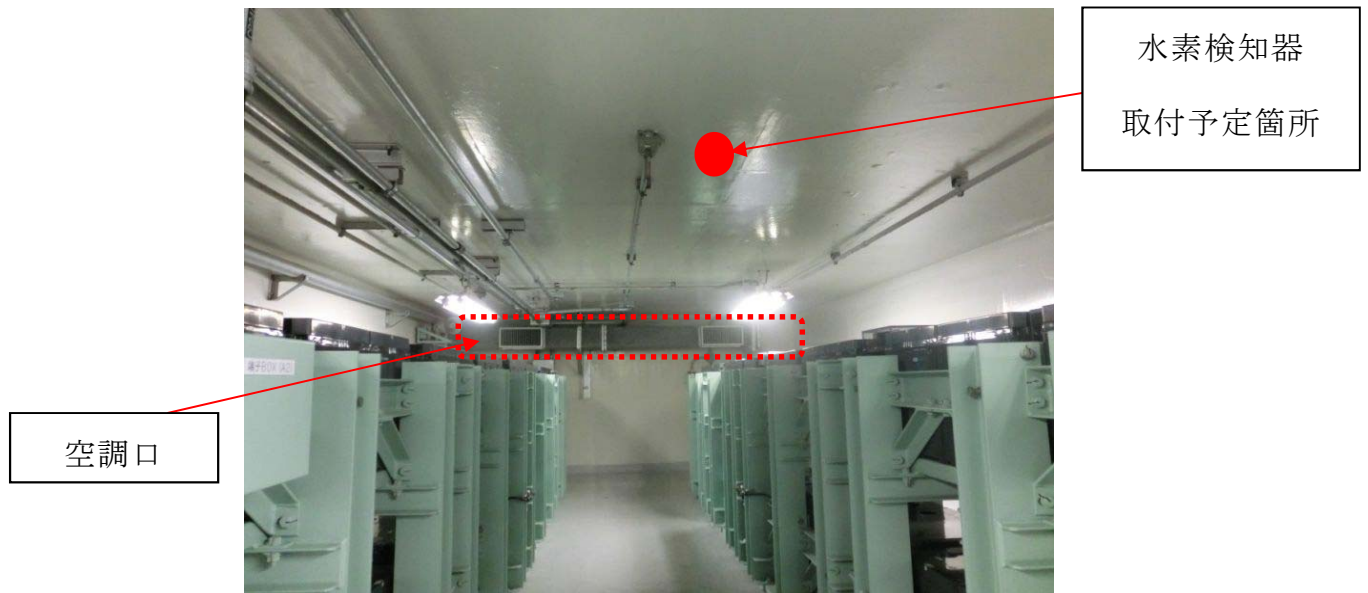
発電機水素ガス冷却設備は、水素ガス消費量を管理するとともに、発電機内の水素濃度、水素ガス圧力を中央制御室で常時監視できる設計であり、発電機内の水素濃度や水素ガス圧力が低下した場合には、中央制御室に警報を発する設計とする。

格納容器内雰囲気監視系校正用ポンペを設置する火災区域については、2.1.1.1(1)①「漏えいの防止、拡大防止」に示すように、通常時はポンペの元弁を「閉」運用とすること、2.1.1.1(1)③「換気」に示すように水素濃度が燃焼限界濃度以下となるよう機械換気を行うことから、水素濃度検知器は設置しない。(第1-5表)

以上より、水素内包設備を設置する火災区域は水素濃度が燃焼限界濃度以下となるように機械換気を行うとともに、水素の漏えいにより水素濃度が燃焼限界濃度以上となる可能性があるものについては、水素の漏えいが発生した場合は中央制御室に警報を発する設計とすることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。



第 1-5 図 水素濃度検知設備の例



第 1-6 図 蓄電池室内 水素検知器設置イメージ

第 1-5 表 水素濃度検出器の設置予定箇所

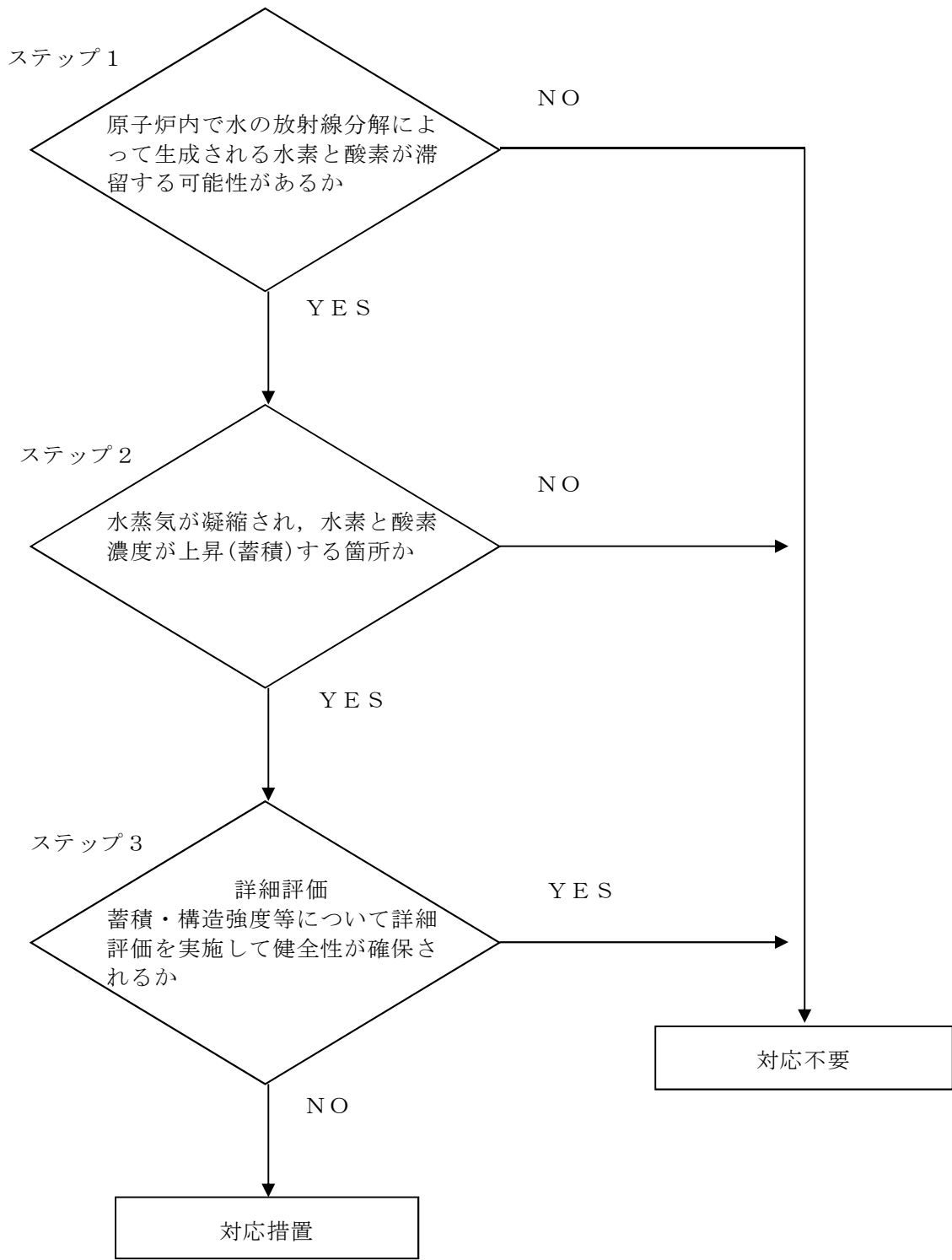
水素を内包する設備を設置する場所	水素検出方法	水素濃度検出器の設置個数
C/S 蓄電池室	水素濃度検出器を設置	1 個以上
T/B 蓄電池室	水素濃度検出器を設置	1 個以上
廃棄物処理建屋 蓄電池室	水素濃度検出器を設置	1 個以上
気体廃棄物処理設備設置箇所	当該系統に水素濃度監視設備を設置	当該系統に水素濃度監視設備を設置
発電機水素ガス冷却設備設置箇所	発電機内に水素ガス圧力計，純度計を設置	発電機内に水素ガス圧力計，純度計を設置
格納容器内雰囲気監視系校正用ボンベ設置箇所	水素濃度検出器は設置しない	水素濃度検出器を設置しない(ボンベ内の全量が漏えいしても設置場所の水素濃度は 0.1% 未満)

(5)放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策

放射性分解により発生する火災区域における、水素の蓄積防止対策としては、社団法人火力原子力発電技術協会「BWR 配管における混合ガス(水素・酸素)蓄積防止に関するガイドライン(平成17年10月)」等に基づき、第1-6表のとおり実施する。蓄積防止対策箇所は、ガイドラインに基づき第1-7図のフローに従い選定する。なお、ガイドライン制定前に経済産業省指示文書「中部電力株式会社浜岡原子力発電所1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について(平成14年5月)」を受け、水素の蓄積のおそれがある箇所に対して対策を実施している。ガイドライン制定以降、対策箇所はフロー上ステップ1の水素滞留のおそれがない場所となり、追加の対策が必要な箇所はガイドラインに基づき抽出・対策を実施している。(第1-6表、第1-7図)

蓄電池から発生する水素の蓄積防止対策は、蓄電池を設置する火災区域は、「(4)水素対策」に示すように、水素内包機器は溶接構造等とすることにより雰囲気への水素の漏えいを防止するとともに、機械換気を行うことにより水素濃度が燃焼限界濃度以下となるように設計する。

以上より、放射線分解等により原子炉の安全性を損なうおそれがある場合は水素の蓄積防止対策を実施していることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。



第 1-7 図 水素対策の対象選定フロー

第 1-6 表 放射線分解による水素蓄積防止対策の実施状況

対策箇所	対策内容	対策実施根拠	実施状況
<ul style="list-style-type: none"> ・ 残留熱除去系蒸気凝縮系配管 ・ 計装配管 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配管撤去及び取替 	<p>経済産業省指示文書</p> <p>「中部電力株式会社浜岡原子力発電所第 1 号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について」(平成 14 年 5 月)</p>	<p>実施済</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉圧力容器頂部スプレイ配管 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ベント配管を設置 	<p>(社)火力原子力発電技術協会</p> <p>「BWR 配管における混合ガス(水素・酸素)蓄積防止に関するガイドライン」(平成 17 年 10 月)</p>	<p>実施済</p>

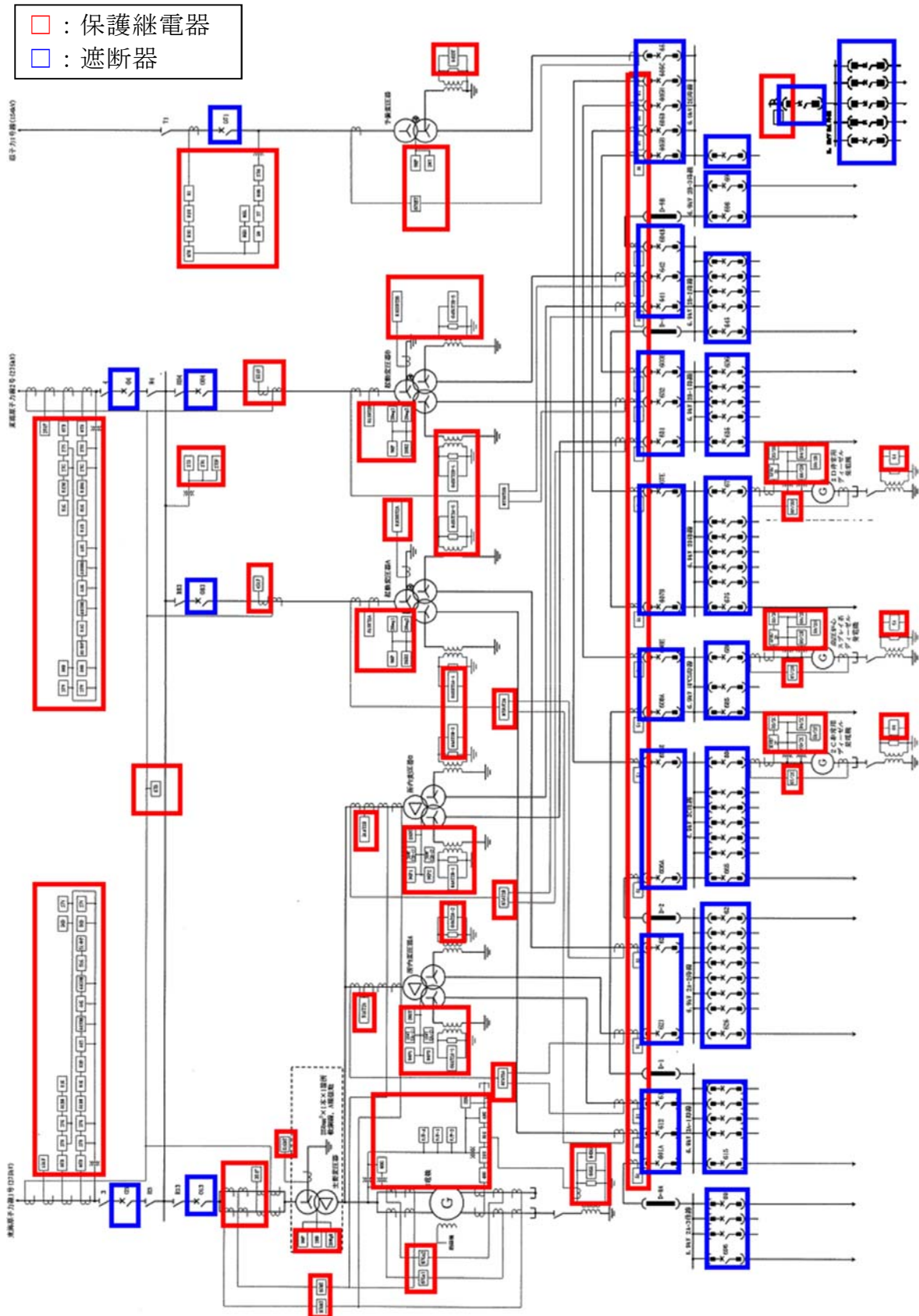
(6) 過電流による過熱防止対策

原子炉施設内の電気系統に対する過電流による過熱防止対策について以下に示す。

電気系統は、送電線への落雷による外部からの影響や、地絡、短絡に起因する過電流による過熱や焼損を防止するために、保護継電器、遮断器により、故障回路を早期に遮断する設計とする。

第 1-8 図に、原子炉施設内の系統及び機器に電源を供給する電気系統として、東海第二発電所の電源系統における保護継電器及び遮断器の設置箇所を示す。

以上より、原子炉施設内の電気系統は過電流による過熱防止対策を実施していることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。



第 1-8 図 電気系統保護継電器及び遮断器の設置箇所

2.1.1.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用

[要求事項]

2.1.2 安全機能を有する構築物，系統及び機器は，以下の各号に掲げるとおり，不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計であること。ただし，当該構築物，系統及び機器の材料が，不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの（以下「代替材料」という。）である場合，もしくは，当該構築物，系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって，当該構築物，系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物，系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合は，この限りではない。

(1) 機器，配管，ダクト，トレイ，電線管，盤の筐体，及びこれらの支持構造物のうち，主要な構造材は不燃性材料を使用すること。

(2) 建屋内の変圧器及び遮断器は，絶縁油等の可燃性物質を内包していないものを使用すること。

(3) ケーブルは難燃ケーブルを使用すること。

(4) 換気設備のフィルタは，不燃性材料又は難燃性材料を使用すること。
ただし，チャコールフィルタについては，この限りでない。

(5) 保温材は金属，ロックウール又はグラスウール等，不燃性のものを使用すること。

(6) 建屋内装材は，不燃性材料を使用すること。

(参考)

「当該構築物，系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって，当該構築物，系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物，系統及び機器において火災が

発生することを防止するための措置が講じられている場合」とは、ポンプ、弁等の駆動部の潤滑油，機器躯体内部に設置される電気配線，不燃材料の表面に塗布されるコーティング剤等，当該材料が発火した場合においても，他の構築物，系統又は機器において火災を生じさせるおそれが小さい場合をいう。

(3) 難燃ケーブルについて

使用するケーブルについて，「火災により着火し難く，著しい燃焼をせず，また，加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質」を有していることが，延焼性及び自己消火性の実証試験により示されていること。

(実証試験の例)

- ・ 自己消火性の実証試験・・・UL 垂直燃焼試験
- ・ 延焼性の実証試験・・・IEEE383 または IEEE1202

安全機能を有する機器等に対する不燃性材料又は難燃性材料の使用について，以下(1)から(6)に示す。

ただし，不燃性材料又は難燃性材料が使用できない場合は以下のいずれかの設計とする。

- ・ 不燃性材料又は難燃性材料と同等の性能を有するもの（以下，「代替材料」という。）を使用する設計とする。
- ・ 構築物，系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって，当該構築物，系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物，系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置を講じる設計とする。

(1) 主要な構造材に対する不燃性材料の使用

安全機能を有する構築物，系統及び機器のうち，機器，配管，ダクト，トレイ，電線管，盤の筐体及びこれらの支持構造物の主要な構造材は，火災の発生防止及び当該設備の強度確保を考慮し，ステンレス鋼，低合金鋼，炭素鋼などの金属材料，またはコンクリートの不燃性材料を使用する設計とする。

ただし，配管のパッキン類は，その機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難であるが，金属で覆われた狭隘部に設置し直接火災にさらされることなく，これにより他の安全機能を有する機器等において火災が発生するおそれはないことから，不燃性材料又は難燃性材料ではない材料を使用する設計とする。また，金属に覆われたポンプ及び弁の駆動部の潤滑油(グリス)，並びに金属に覆われた機器内部の電気配線は，発火した場合でも他の安全機能を有する機器等に延焼しないことから，不燃性材料または難燃性材料ではない材料を使用する設計とする。

なお，ケーブルは後に記載するとおり難燃ケーブルを使用すること並びに難燃ケーブルと同等以上の性能を確認した防火措置を施したケーブルを使用することから，他の安全機能を有する機器に影響を及ぼすおそれはない。

水密扉に使用する止水パッキンについては，自己発火性がないこと，水密扉は常時閉運用であり，パッキン自体は扉本体に押しえられている状態であり，パッキンの大部分は外部に露出しないこと，水密扉周囲には可燃性物質を内包する設備がないこと，当該構成材の量は微量であることから，他の構築物，系統及び機器に火災を生じさせるおそれは小さ

いものの、火災の発生防止の観点から難燃性材料を使用する設計とする。

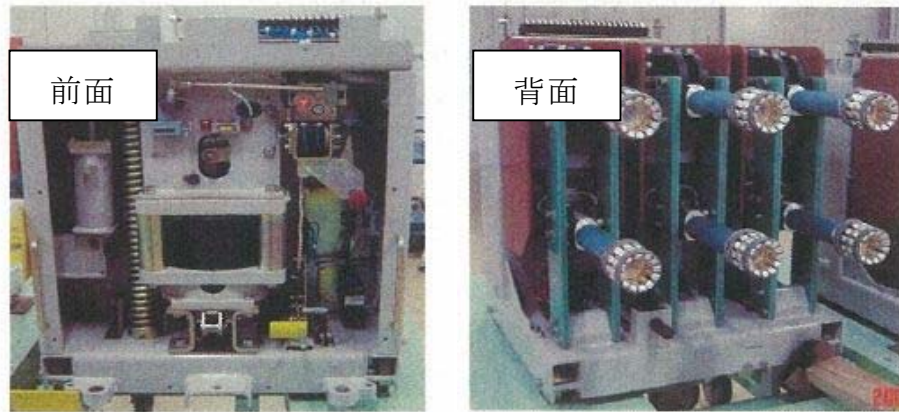
なお、安全機能を有する機器等が設置されている火災区域(区画)に設置される、油を内包する耐震Bクラス、Cクラスの機器は、基準地震動によっても油が漏えいしないように耐震補強する設計とすることから、安全機能を有する機器等が設置されている火災区域(区画)において、地震随伴による火災の発生の可能性は低いと考える。

以上より、安全機能を有する機器等のうち主要な構造材は不燃性材料を使用する設計とすること、これ以外の構築物、系統及び機器は原則、不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とすること、一部配管に用いるパッキン類やポンプ及び弁等の駆動部の潤滑油(グリス)、盤内部に設置された電気配線は不燃性材料又は難燃性材料を使用するものもあるが、万が一発火した場合においても他の安全機能を有する機器等に延焼しないことを確認していることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

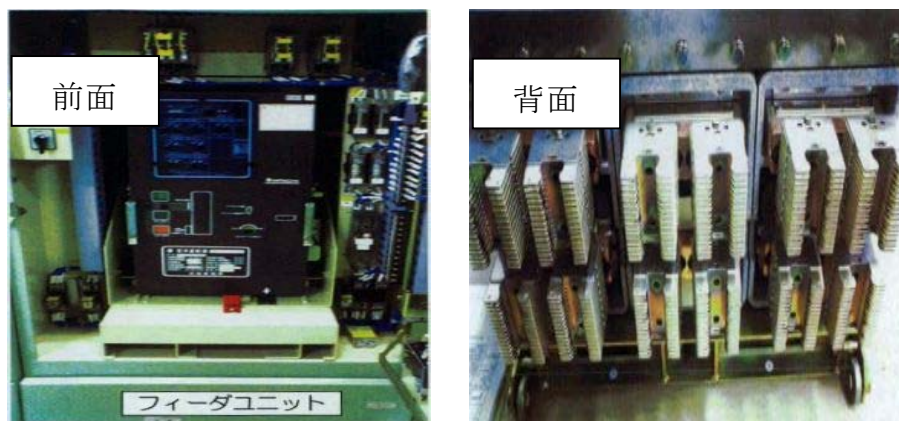
(2) 変圧器及び遮断器に対する絶縁油の内包

安全機能を有する機器等のうち、屋内の変圧器及び遮断器は、可燃性物質である絶縁油を内包していないものを使用する設計とする。(第 1-9, 10 図)

以上より、安全機能を有する屋内の変圧器及び遮断機は、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。



第1-9図 真空遮断器外観



第1-10図 気中遮断器外観

(3) 難燃ケーブルの使用について

安全機能を有する機器に使用するケーブルは、実証試験により自己消火性及び延焼性を確認した難燃ケーブルを使用する設計とする。難燃ケーブルの使用状況を添付資料2に示す。

ただし、一部のケーブルは非難燃ケーブルが使用している。これらは、東海第二発電所で使用する非難燃ケーブルに対し火災の発生防止対策として、ケーブル単体又はケーブル群に対し、防火措置を施すことにより火災により燃焼し難く、著しい燃焼をせず、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質を満足することを実証試験により確認し、難燃ケーブルと同等以上の性能を確認した防火措置を施したケーブルを使用する設計

とする。

また、核計装ケーブル及び放射線モニタ用ケーブルは、微弱電流・微弱パルスを扱うため、耐ノイズ性を確保するために、絶縁体に誘電率の低い架橋ポリエチレンを使用している。このケーブルは、自己消火性を確認する UL 垂直燃焼試験は満足するが、耐延焼性を確認する IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の要求を満足することが困難である。

このため、核計装ケーブル及び放射線モニタ用ケーブルは、火災を想定した場合にも延焼が発生しないよう原子炉格納容器外については以下の対応をすることにより、IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定を満足するケーブルと同等以上の延焼防止性能を確保する設計とする。

- ・上記ケーブルを専用電線管に収納するとともに、電線管両端は電線管外部からの酸素供給防止を目的とした難燃性の耐熱シール材処置をする設計とする。これにより、電線管内は外気から容易に酸素が供給されない閉塞した状態となるため、上記ケーブルに火災が発生してもケーブルの燃焼に必要な酸素が不足し、燃焼の維持ができなくなる。このため、すぐに自己消火しケーブルは延焼しない。

一方、原子炉格納容器内の原子炉圧力容器下部における核計装ケーブルは、周囲環境が極めて狭隘であり、電線管に布設すると曲げ半径を確保できないこと、機器点検時にケーブルを解線して機器を取り外す必要があることから、当該ケーブルを一部露出する設計とする。しかしながら、以下のとおり対応することによって、原子炉の安全停止機能に影響がおよぶおそれはない。

- ・原子炉格納容器内は通常運転中は窒素を充満しており、火災発生のおそれがないこと。

- ・原子炉の冷温停止中及び起動中において、万一、核計装ケーブルから火災が発生した場合を考慮しても、火災が延焼しないように、核計装ケーブルの露出部分の長さは、ケーブルの曲げ半径の確保及び機器点検時の解線作業に影響のない範囲で極力短くし、周囲への火災の延焼を防止する設計とする。
- ・原子炉格納容器に設置する油内包機器としては、主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプがある。これらは、冷温停止中は通常電源を切る運用とし、機器の使用時には監視員を配置して万一火災が発生しても速やかな消火を行う。
- ・原子炉圧力容器下部に設置する常用系及び非常用系のケーブル、作業用分電盤、中継端子箱等は、金属製の筐体に収納することで、火災の発生を防止する設計とする。
- ・冷温停止中及び起動中において火災が発生した場合には異なる種類の火災感知器で感知し、速やかな消火活動が可能であること。
- ・万一起動中に核計装ケーブルから火災が発生した場合でも、核計装ケーブルはチャンネル毎に位置的分散を図って設置しており他のチャンネルのケーブルが同時に延焼する可能性が低く、未臨界監視機能を確保出来ること。
- ・万一起動中に核計装ケーブルから火災が発生し火災感知器の作動した場合は、原子炉起動操作を中止し停止操作を行うこと。

(資料 8)

以上より、安全機能を有する機器等に使用するケーブルについては、火災防護に係る審査基準に適合しているものと考え。一部のケーブルは、非難燃ケーブルを使用するがこれらは防火措置を施し、実証試験により難燃ケーブルと

同等以上の性能があることを確認した上で使用する設計とすることから、十分な保安水準が確保されていると考える。また、一部の核計装ケーブル、放射線モニタ用ケーブルは、実証試験により難燃性が確認できないものがあるが、専用電線管に収納し難燃性の耐熱シール材処置等により、ケーブルの延焼を防止する対策を行う設計とすることから、十分な保安水準が確保されていると考える。

(4) 換気設備のフィルタに対する不燃性材料及び難燃性材料の使用

安全機能を有する機器等のうち、換気空調設備のフィルタは、チャコールフィルタを除き、第 1-7 表に示すとおり、「JACA No. 11A(空気清浄装置用材燃焼性試験方法指針(公益社団法人日本空気清浄協会))」により難燃性(JACA No.11A クラス 3 適合)を満足する難燃性材料を使用する設計とする。難燃性の換気フィルタの使用について添付資料 3 に示す。

また、第 1-7 表のフィルタは金属製の構造物内に内包しており、コンクリート製の室内に設置する設計とする。なお、フィルタ周辺には可燃物はなく、以下の管理を実施するため、火気作業等によりフィルタ火災が発生することはない。

○運用管理の概要

換気設備のフィルタを設置している部屋は以下の運用とする。

- ① 点検資機材の仮置きを禁止エリアとする
- ② 他エリアの機器を当該エリアに持ち込んでの点検を禁止する
- ③ 火気取扱い禁止エリアとする
- ④ 但し、当該部屋又は金属製の構造物の補修等で火気(溶接機)を使用する場合は、当該空調の系統隔離(全停止)し、火気養生を実施した上で火気作業を行う運用とする

換気設備のフィルタの廃棄においては以下の運用とする。

- ① チャコールフィルタは，廃棄物として処理を行うまでの間，ドラム缶で収納し保管する。
- ② HEPA フィルタは，廃棄物として処理するまでの間，不燃シートに包んで保管する。

上記運用については，火災防護計画に定めるとともに，関連する規程，ガイド等に反映する。

以上より，安全機能を有する機器等のうち，チャコールフィルタを除く換気空調設備のフィルタは，難燃性のフィルタを使用する設計とすることから，火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

第1-7表 安全機能を有する機器等のうち，換気空調設備のフィルタ

フィルタの種類 (チャコールフィルタ以外)	材質	性能
プレフィルタ	グラスファイバ	難燃性
HEPA フィルタ	(ガラス繊維)	
給気フィルタ	不織布	

※給気フィルタ：バグフィルタ，中性能粒子フィルタ等，空調内の異物を除去するための総称

(5) 保温材に対する不燃性材料の使用

安全機能を有する機器等に対する保温材は，ロックウール，ガラス繊維，ケイ酸カルシウム，パーライト，金属等，平成12年建設省告示第1400号

に定められたもの、または建築基準法で不燃材料として定められたものを使用する設計とする。保温材の使用について添付資料 4 に示す。

以上より、安全機能を有する機器等に対する保温材には不燃性材料を使用する設計とすることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

(6) 建屋内装材に対する不燃性材料の使用

安全機能を有する機器等を設置する建屋の内装材は、ケイ酸カルシウム等、建築基準法に基づく不燃性材料を使用する設計とする。また、中央制御室の床カーペットは消防法施行規則第四条の三に基づく、第三者機関で防火物品の試験を実施し、防火性能を有することを確認した材料を使用する設計とする。

一方、管理区域床には耐放射線性、除染性及び腐食性を確保すること、原子炉格納容器内の床、壁には耐放射線性、除染性、耐腐食性を確保することを目的としてコーティング剤を塗布する設計とする。

このコーティング剤は、旧建設省告示 1231 号第 2 試験に基づく難燃性が確認された塗料であること、不燃性材料であるコンクリート表面に塗布すること、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらないこと、原子炉格納容器内を含む建屋内に設置する安全機能を有する機器等は不燃性又は難燃性の材料を使用し、周辺には可燃物がないことから、当該コーティング材が発火した場合においても他の構築物、系統及び機器に火災を生じさせる恐れは小さい。また、原子炉格納容器内に設置する原子炉の安全停止に必要な機器は不燃性又は難燃性の材料を使用し周辺に可燃物はない。

このため、耐放射線性、除染性及び腐食性を確保するためにコンクリート表面及び原子炉格納容器内の床、壁に塗布するコーティング剤は、旧建

設省告示 1231 号第 2 試験に基づく難燃性が確認された塗料を使用する設計とする。

建屋内装材の使用を，添付資料 5 に示す。

以上より，安全機能を有する機器等を設置する建屋の内装材は，耐放射線性，除染性を確保するため，一部不燃性でないコーティング剤を使用するが，発火した場合においても他の構築物，系統及び機器において火災を生じさせるおそれは小さいことから，火災防護に係る審査基準に適合しているものと同等と考える。

2.1.1.3 落雷，地震等の自然現象による火災の発生防止

[要求事項]

2.1.3 落雷，地震等の自然現象によって，原子炉施設内の構築物，系統及び機器に火災が発生しないように以下の各号に掲げる火災防護対策を講じた設計であること。

(1) 落雷による火災の発生防止対策として，建屋等に避雷設備を設置すること。

(2) 安全機能を有する構築物，系統及び機器は，十分な支持性能をもつ地盤に設置するとともに，自らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止すること。なお，耐震設計については実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原規技発第 1306193 号（平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会決定））に従うこと。

東海第二発電所の安全を確保する上で設計上考慮すべき自然現象を網羅的に抽出するために，国内外の基準や文献等に基づき事象を収集した。これらの事象のうち，海外での評価手法を参考とした基準から設計上考慮すべき自然現象として，地震，津波，洪水，風(台風)，竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，地滑り，火山の影響，生物学的事象，森林火災及び高潮を選定した。

これらの自然現象のうち，津波，森林火災及び竜巻(風(台風)含む。)は，それぞれの現象に対して，原子炉施設の安全機能を損なわないように，機器をこれらの自然現象から防護することで，火災の発生を防止する設計とする。

凍結，降水，積雪，高潮及び生物学的事象のうちクラゲ等の海生生物の影響については，火源が発生する自然現象ではなく，火山の影響についても，火山から原子炉施設に到達するまでに降下火砕物が冷却されることを考慮すると，

火源が発生する自然現象ではない。

生物学的事象のうちネズミ等の小動物に対しては、侵入防止対策により影響を受けない設計とする。

洪水及び地滑りについては、立地的要因により、原子炉施設の安全機能を有する機器に影響を与える可能性がないため、火災が発生するおそれはない。

したがって、落雷、地震について、これら現象によって火災が発生しないように、以下のとおり火災防護対策を講じる設計とする。

(1) 落雷による火災の発生防止

原子炉施設内の構築物、系統及び機器は、落雷による火災発生を防止するため、地盤面から高さ 20m を超える建物には、建築基準法「JIS A4201 建築物等の避雷設備(避雷針)」に準拠した避雷設備を設置する。地震等により損傷した場合は補修を行い、機能回復する。

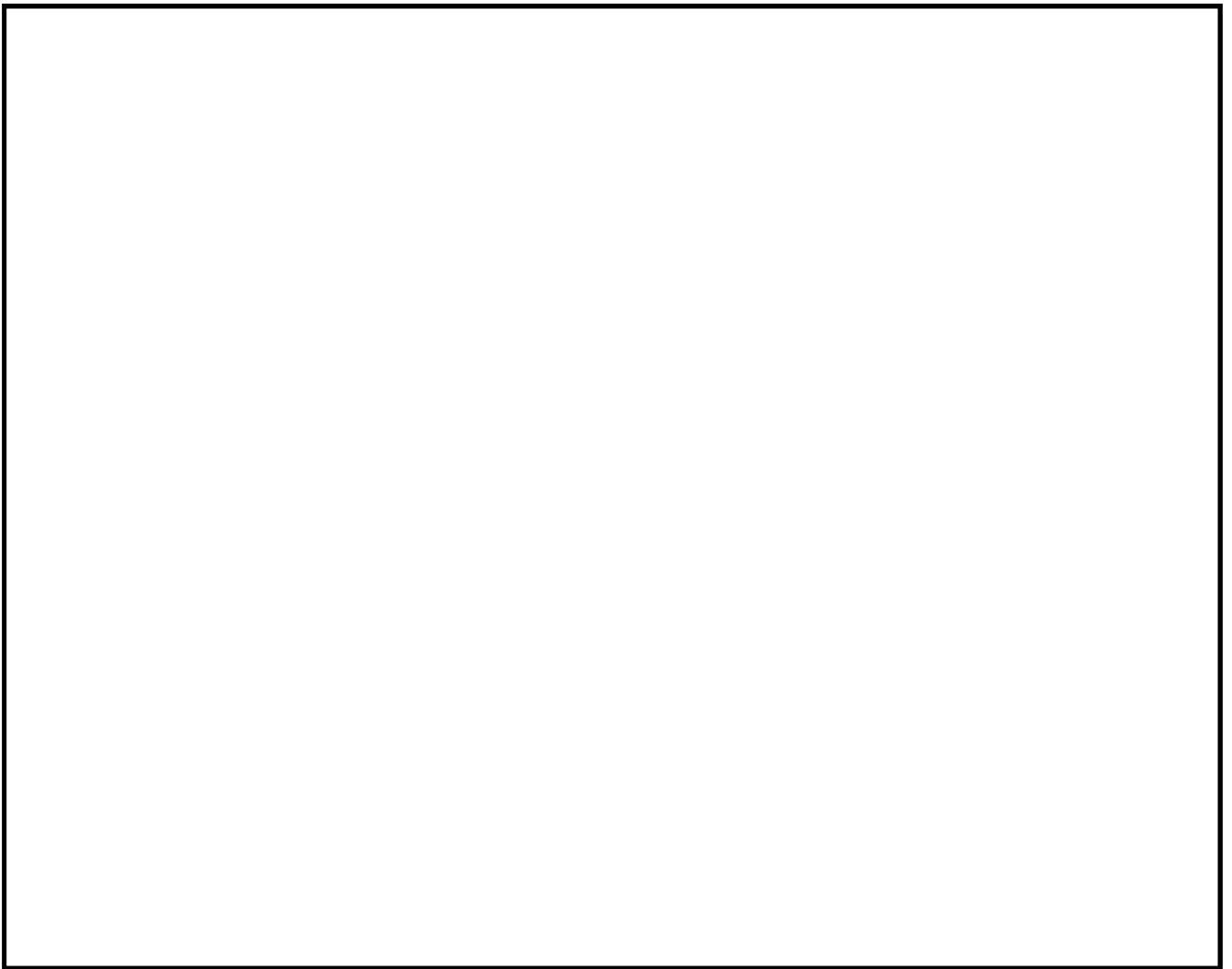
また、送電線については、架空地線を設置する設計とするとともに「2.1.1.1 火災発生防止(6)過電流による過熱防止対策」に示すとおり、故障回路を早期に遮断する設計とする。

避雷設備の設置建屋を第 1-11 図に、排気筒の避雷設備を第 1-12 図に示す。

以上より、原子炉施設内の構築物、系統及び機器は、落雷による火災の発生防止対策を実施する設計としていることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

【避雷設備設置箇所】


- ・ 原子炉建屋
- ・ タービン建屋
- ・ 排気筒
- ・ 廃棄物処理建屋
- ・ 使用済燃料乾式貯蔵建屋
- ・ 固体廃棄物作業建屋



第1-11図 避雷設備の設置建屋



第1-12図 排気筒の避雷設備

 : 避雷設備

(2) 地震による火災の発生防止

安全機能を有する機器等は，耐震クラスに応じて十分な支持性能をもつ地盤に設置するとともに，自らが破壊または倒壊することによる火災の発生を防止する設計とする。

なお，耐震については「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈」に従い設計する。

また，安全機能を有する機器等の設置場所にある油内包の耐震 B クラス，C クラス機器等は，基準地震動により油が漏えいしないよう設計する。

以上より，原子炉施設内の構築物，系統及び機器は，地震による火災の発生防止対策を実施する設計とすることから，火災防汚に係る審査基準に適合しているものとする。

2.1.2 火災の感知，消火

2.1.2.1 早期の火災感知及び消火

[要求事項]

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は，以下の各号に掲げるように，安全機能を有する構築物，系統及び機器に対する火災の影響を限定し，早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

(1) 火災感知設備

- ① 各火災区域における放射線，取付面高さ，温度，湿度，空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し，早期に火災を感知できる場所に設置すること。
- ② 火災を早期に感知できるよう固有の信号を発する異なる種類の感知器又は同等の機能を有する機器を組合せて設置すること。また，その設置にあたっては，感知器等の誤作動を防止するための方策を講じること。
- ③ 外部電源喪失時に機能を失わないように，電源を確保する設計であること。
- ④ 中央制御室等で適切に監視できる設計であること。

(参考)

(1) 火災感知設備について

早期に火災を感知し，かつ，誤作動（火災でないにもかかわらず火災信号を発すること）を防止するための方策がとられていること。

（早期に火災を感知するための方策）

- ・固有の信号を発する異なる種類の感知器としては，例えば，煙感知器と炎感知器のような組み合わせとなっていること。
- ・感知器の設置場所を1つずつ特定することにより火災の発生場所

を特定することができる受信機を用いられていること。

(誤作動を防止するための方策)

- ・ 平常時の状況（温度，煙の濃度）を監視し，かつ，火災現象（急激な温度や煙の濃度の上昇）を把握することができるアナログ式の感知器を用いられていること。

感知器取付面の位置が高いこと等から点検が困難になるおそれがある場合は，自動試験機能又は遠隔試験機能により点検を行うことができる感知器が用いられていること。

炎感知器又は熱感知器に代えて，赤外線感知機能等を備えた監視カメラシステムを用いても差し支えない。この場合，死角となる場所がないように当該システムが適切に設置されていること。

火災の感知及び消火については，安全機能を有する機器等に対して，火災の影響を限定し，早期の火災感知及び消火を行うための火災感知設備及び消火設備を設置する設計とする。

(1) 火災感知設備

火災感知設備は，安全機能を有する機器等を設置する火災区域又は火災区画(以下，「火災区域(区画)」という。)の火災を早期に感知するために設置する設計とする。

(資料5，9)

火災感知器と受信機を含む火災受信機盤等で構成される火災感知設備は，以下①から④を踏まえ設置する設計とする。

① 火災感知器の環境条件を考慮

火災感知設備の火災感知器は、各火災区域(区画)における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や、炎が生じる前に発炎することなど、予想される火災の性質を考慮して火災感知器を設置する設計とする。なお、設計基準対象施設を設置する火災区域(区画)のうち、海水ポンプを設置するエリアは、炎感知器及び赤外線感知機能を備えた熱感知カメラを設置する設計とする。また、非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルトレンチ及び非難燃ケーブルの代替措置としてケーブルトレイを複合体とした内部については、光ファイバケーブル式熱感知器を設置する設計とし、トレンチへは煙吸引式感知器も設置する設計とする。

② 固有の信号を発する異なる火災感知器の設置

火災感知設備の火災感知器は、上記①の環境条件等を考慮し、火災感知器を設置する火災区域(区画)の安全機能を有する機器等の種類を踏まえ、火災を早期に感知できるよう固有の信号を発するアナログ式煙感知器、アナログ式の熱感知器、又は非アナログ式の炎感知器から異なる種類を組合せて設置する設計とする。炎感知器は非アナログ式であるが、炎が発する赤外線又は紫外線を感知するため、炎が生じた時点で感知することができ、火災の早期感知に優位性がある。ここで、アナログ式とは「平常時の状況(温度、煙の濃度)を監視し、かつ、火災現象(急激な温度や煙の濃度の上昇)を把握することができる」ものと定義する。

ただし、以下に示す火災区域(区画)には、上記と異なる火災感知器を設置する設計とする。

○蓄電池室

蓄電池内の圧力が上昇した場合に作動する制御弁によって水素が放出する可能性がある蓄電池室は、万が一の水素濃度の上昇を考慮し火災が早期に感知できるよう、非アナログ式の防爆型で、かつ固有の信号を発生する異なる種類の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

これらの防爆型の感知器は非アナログ式であるが、蓄電池室には蒸気を発生するような設備はなく、換気空調設備により安定した室内環境を維持していることから、蒸気等が充満するおそれはなく、非アナログ式の煙感知器であっても誤作動する可能性は低い。また、換気空調設備により安定した室温を維持していることから、火災感知器の作動値を室温より高めに設定する非アナログ式の熱感知器であっても誤作動する可能性は低い。このため、水素による爆発のリスクを低減する観点から、非アナログ式の防爆型の火災感知器を設置する設計とする。

○軽油貯蔵タンク設置エリア

軽油貯蔵タンク設置エリアは地下構造であり、引火性又は発火性の雰囲気形成をおそれのある場所であるため、万が一の軽油燃料の気化を考慮し、火災を早期に感知できるよう、非アナログ式の防爆型の煙感知器と防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

軽油貯蔵タンク設置エリア内は地下構造であるため、安定した室内環境を維持することから、非アナログ式の煙感知器であっても誤作動する可能性は低い。また、非アナログ式の熱感知器は、軽油の引火点、当該タンクの最高使用温度を考慮した温度を作動値とすることで誤作動を防止する設計とする。

○非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリア

非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリアは、軽油貯蔵タンクと同様に地下構造であり、引火性又は発火性の雰囲気形成のおそれのある場所であるため、万が一の軽油燃料の気化を考慮し、火災を早期に感知できるよう、非アナログ式の防爆型の煙感知器と防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

軽油貯蔵タンク設置エリア内は地下構造であるため、安定した室内環境を維持することから、非アナログ式の煙感知器であっても誤作動する可能性は低い。また、非アナログ式の熱感知器は、軽油の引火点、当該タンクの最高使用温度を考慮した温度を作動値とすることで誤作動を防止する設計とする。

○海水ポンプ室エリア

海水ポンプエリアは屋外であるため、エリア全体の火災を感知する必要があるが、火災による煙や熱が大気に拡散するため、煙感知器及び熱感知器による感知が困難であること、また降水等の浸入により火災感知器の故障が想定されることから、海水ポンプ室エリア全体の火災を感知するために、アナログ式の熱感知カメラ、及び非アナログ式の屋外仕様の炎感知器を監視範囲に死角がないように設置する。これらはそれぞれ誤作動防止対策として以下の機能を有する。

したがって、非アナログ式の防爆型の炎感知器(赤外線)と赤外線による温度監視カメラまたはエリア監視カメラを監視範囲に死角がないように設置する。これらはそれぞれ誤作動防止対策として以下の機能を有する。

- ・炎感知器 : 平常時より炎の波長の有無を連続監視し、火災現象

(急激な環境変化)を把握できることから、アナログ式と同等の機能を有する。また、感知原理に「赤外線3波長式」(物質の燃焼時に発生する特有な放射エネルギーの波長帯を3つ検知した場合にのみ発報する)を採用し誤作動防止を図る。さらに、屋内に設置する場合は外光が当たらず、高温物体が近傍にない箇所に設置することとし、屋外に設置する場合は屋外仕様を採用する設計とする。屋外設置の場合の太陽光の影響については、火災発生時の特有の波長帯のみを感知することで誤作動を防止する設計とする。

- ・熱感知カメラ：外部環境温度を考慮した温度をカメラ設定温度とすることによる誤作動防止機能を有する。また、熱サーモグラフィにより、火源の早期確認・判断誤り防止を図る。なお、熱感知カメラの感知原理は赤外線による熱監視であるが、感知する対象が熱であることから炎感知器とは異なる種類の感知器と考える。

○原子炉建屋オペレーティングフロア

原子炉建屋オペレーティングフロアは天井が高く床面積が広エリアであるため、火災による熱が周囲に拡散することから、熱感知器による感知は困難である。そのため炎感知器とアナログ式の光電式分離型煙感知器を監視範囲に死角がないように設置する設計とする。炎感知器は非アナログ式であるが、平常時より炎の波長の有無を連続監視し、火災現象(急激な環境変化)を把握できることから、アナログ式と同等の機能を有する。また、感知原理に「赤外線3波長式」(物質の燃焼時に発生する特

有な放射エネルギーの波長帯を3つ検知した場合にのみ発報する)を採用し誤作動防止を図る設計とする。

○原子炉格納容器

原子炉格納容器内の火災感知器は、上記①のとおり環境条件や予想される火災の性質を考慮し、原子炉格納容器内には異なる2種類の感知器としてアナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

原子炉格納容器内は通常運転中は窒素が封入され不活性化環境となることから火災が発生するおそれはない。しかしながら、通常運転中の原子炉格納容器内は、閉鎖状態で長期間にわたり、高温、高線量環境となることから、アナログ式の火災感知器が故障するおそれがある。したがって、原子炉格納容器内の火災感知器は、原子炉起動時の窒素封入後に中央制御室内の受信機にて作動信号を除外する運用とし、原子炉停止後に火災感知器を速やかに取り替える設計とする。

冷温停止中における原子炉格納容器内の火災感知器は、起動中と同様、アナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

○主蒸気管トンネル室

主蒸気管トンネル室については、通常運転中は高線量エリアとなることから、放射線の影響により火災感知器の制御回路が故障するおそれがある。さらに、火災感知器が故障した場合の取替えも出来ない。このため、放射線の影響を受けないよう検出器部位を当該室外に配置するアナログ式の煙吸引式感知器を設置する設計とする。加えて、放射線の影響を考慮した非アナログ式の熱感知器を設置する設計とする。

○非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルトレンチ

非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルトレンチは、屋外地下式の構造であり、これらの設置環境を考慮した火災感知としては、屋外仕様のアナログ式の煙吸引式感知器、及びアナログ式の光ファイバケーブル式熱感知器を設置する設計とする。

また、以下に示す火災区域(区画)は、発火源となる可燃物がなく可燃物管理により可燃物を持ち込まない運用とすることから、火災感知器を設置しない設計とする。

・非常用ディーゼル発電機ルーフベントファン室

非常用ディーゼル発電機ルーフベントファン室は、発火源となる可燃物が設置されておらず、可燃物管理により可燃物を持ち込まない運用とし、当該室自体がコンクリートで囲われた部屋であることから、火災の影響を受けない。したがって、非常用ディーゼル発電機ルーフベントファン室には火災感知器を設置しない設計とする。

・スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリア

スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリアは、可燃物管理により可燃物を持ち込まない運用とし、当該エリア自体が屋外(建屋屋上)環境であることから、火災の影響を受けない。したがって、スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリアには火災感知器を設置しない設計とする。

③火災受信機盤

火災感知設備の火災受信機盤は中央制御室に設置し、火災感知設備の作動状況を常時監視できる設計とする。また、受信機盤はアナログ式の受信機により以下のとおり、火災発生場所を特定できる設計とする。

- アナログ式の火災感知器が接続可能であり、作動した火災感知器を1つずつ特定できる設計とする。
- 水素の漏えいの可能性がある蓄電池室及び可燃性ガスの発生が想定される軽油貯蔵タンクエリア、非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリアに設置する防爆型の火災感知器を1つずつ特定できる設計とする。
- 原子炉格納容器内に設置する火災感知設備の火災受信機盤は、中央制御室に設置し常時監視できる設計とする。受信機盤は、アナログ式の煙感知器及び熱感知器をそれぞれ1つずつ特定できる機能を有する設計とする。
- 屋外の海水ポンプ室を監視する非アナログ式の炎感知器、アナログ式の熱感知カメラの感知エリアを1つずつ特定できる設計とする。
なお、屋外エリア熱感知カメラ火災受信機盤においては、火災発生場所の詳細はカメラ機能により映像監視(熱サーモグラフィ)が可能な設計とする。
- 原子炉建屋オペレーティングフロアを監視する非アナログ式の炎感知器を1つずつ特定できる設計とする。
- 非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルトレンチを監視するアナログ式の光ファイバケーブル式熱感知器の感知エリアを1つずつ特定できる機能を有する設計とする。アナログ式の光ファイバケーブル式熱感知器は、中央制御室に設置した受信機においてセンサ用光ファイバケーブルの長手方向に対し約2m間隔で火源の特定

が可能である。

また、火災感知器は以下のとおり点検を行うことができるものを使用する設計とする。

- ・自動試験機能または遠隔試験機能を有する火災感知器は、火災感知の機能に異常がないことを確認するため、定期的に自動試験または遠隔試験を実施する。
- ・自動試験機能または遠隔試験機能を持たない火災感知器は、火災感知器の機能に異常がないことを確認するため、消防法施行規則に基づき、煙等の火災を模擬した試験を定期的実施する。

④火災感知設備の電源確保

原子炉の安全機能を有する機器等を設置する火災区域（区画）の火災感知設備は、外部電源喪失時においても火災感知の機能を失わないように蓄電池を設け、電源を確保する設計とする。

また、原子炉の安全停止に必要な機器等及び放射性物質貯蔵等の機器等を設置する火災区域(区画)の火災感知設備に供給する電源は、非常用ディーゼル発電機が接続する非常用電源より受電とする設計とする。

以上より、安全機能を有する機器等を設置する火災区域(区画)に設置する火災感知器については、火災防護に係る審査基準に準じ、環境条件等を考慮した火災感知器で、異なる種類を組合わせ、非常用電源から受電し、火災受信機盤は中央制御室に設置する。一部アナログ機能を持たない感知器を設置するが、それぞれ誤作動防止対策を実施する。また、受信機盤については、作動した感

知器または感知エリアを1つずつ特定できる機能を有する設計とする。これらにより、火災感知設備については十分な保安水準が確保されているものと考え
る。

(2) 消火設備

[要求事項]

(2) 消火設備

- ① 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持するための安全機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域または火災区画であって，火災時に煙の充満，放射線の影響等により消火活動が困難なところには，自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置すること。
- ② 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域であって，火災時に煙の充満，放射線の影響等により消火活動が困難なところには，自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置すること。
- ③ 消火用水供給系の水源及び消火ポンプ系は，多重性又は多様性を備えた設計であること。
- ④ 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物，系統及び機器相互の系統分離を行うために設けられた火災区域又は火災区画に設置される消火設備は，系統分離に応じた独立性を備えた設計であること。
- ⑤ 消火設備は，火災の火炎，熱による直接的な影響のみならず，煙，流出流体，断線，爆発等による二次的影響が安全機能を有する構築物，系統及び機器に悪影響を及ぼさないように設置すること。
- ⑥ 可燃性物質の性状を踏まえ，想定される火災の性質に応じた十分な容量の消火剤を備えること。
- ⑦ 移動式消火設備を配備すること。
- ⑧ 消火剤に水を使用する消火設備は，2 時間の最大放水量を確保できる

設計であること。

- ⑨ 消火用水供給系をサービス系または水道水系と共用する場合には、隔離弁等を設置して遮断する等の措置により、消火用水の供給を優先する設計であること。
- ⑩ 消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計であること。
- ⑪ 消火設備は、外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。
- ⑫ 消火栓は、全ての火災区域の消火活動に対処できるよう配置すること。
- ⑬ 固定式のガス系消火設備は、作動前に職員等の退出ができるように警報を吹鳴させる設計であること。
- ⑭ 管理区域内で消火設備から消火剤が放出された場合に、放射性物質を含むおそれのある排水が管理区域外へ流出することを防止する設計であること。
- ⑮ 電源を内蔵した消火設備の操作等に必要な照明器具を、必要な火災区域及びその出入通路に設置すること。

(参考)

(2) 消火設備について

- ①-1 手動操作による固定式消火設備を設置する場合は、早期に消火設備の起動が可能となるよう中央制御室から消火設備を起動できるように設計されていること。

上記の対策を講じた上で、中央制御室以外の火災区域又は火災区画に消火設備の起動装置を設置することは差し支えない。

- ①-2 自動消火設備にはスプリンクラー設備、水噴霧消火設備及びガス系消火設備（自動起動の場合に限る。）があり、手動操作による固定式消火設備には、ガス系消火設備等がある。中央制御室のように常時

人がいる場所には、ハロン 1301 を除きガス系消火設備が設けられていないことを確認すること。

- ④ 「系統分離に応じた独立性」とは、原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器が系統分離を行うため複数の火災区域又は火災区画に分離して設置されている場合に、それらの火災区域又は火災区画に設置された消火設備が、消火ポンプ系（その電源を含む。）等の動的機器の単一故障により、同時に機能を喪失することがないことをいう。
- ⑦ 移動式消火設備については、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和 53 年通商産業省令第 77 号）第 85 条の 5」を踏まえて設置されていること。
- ⑧ 消火設備のための必要水量は、要求される放水時間及び必要圧力での最大流量を基に設計されていること。この最大流量は、要求される固定式消火設備及び手動消火設備の最大流量を合計したものであること。

なお、最大放水量の継続時間としての 2 時間は、米国原子力規制委員会(NRC)が定める Regulatory Guide 1.189 で規定されている値である。

上記の条件で設定された防火水槽の必要容量は、Regulatory Guide 1.189 では 1,136,000 リットル (1,136m³) 以上としている。

消火設備は、以下に示すとおり、安全機能を有する機器等を設置する火災区域(区画)の火災を早期に消火するために設置する。

(資料6, 9)

なお、消火設備の故障警報が発報した場合は、中央制御室及び現場制御盤の警報を確認し、消火設備が故障している場合には早期に補修を行う。

消火設備は以下を踏まえて設置する。

① 原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域(区画)に設置する消火設備

原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域(区画)に設置する消火設備は、当該機器等の設置場所が、火災発生時の煙の充満及び放射線の影響(以下、「煙の充満等」という。))により消火活動が困難となるかを考慮して設計する。

(a) 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域(区画)の選定

原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域(区画)は、基本的に火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となるものとして選定する。

(b) 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域(区画)の選定

原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域(区画)のうち、消火活動が困難とならないところを以下に示す。

○屋外の火災区域(海水ポンプ室、非常用ディーゼル発電機ルーベントファンエリア、スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリア)

海水ポンプ室，非常用ディーゼル発電機ルーフベントファンエリア，スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリアについては屋外の火災区域であり，火災が発生しても煙は充満しない。よって煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域として選定する。

○中央制御室

中央制御室は，常駐する運転員によって火災感知器による早期の火災感知並びに消火活動が可能であり，火災の規模が拡大する前に消火が可能であること，万一火災により煙が発生した場合でも建築基準法に準拠した容量の可搬型の排煙設備により排煙が可能な設計とすることから，消火活動が困難とならない火災区域(区画)として選定する。

○原子炉格納容器

原子炉格納容器内において万一火災が発生した場合でも，原子炉格納容器内の空間体積(約9,800m³)に対してページ用排風機の容量が16980m³/hであり，排煙が可能な設計とすることから，消火活動が困難とならない火災区域(区画)として選定する。

(c) 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域(区画)に設置する消火設備

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域(区画)は，自動または中央制御室からの手動操作による固定式消火設備であるハロゲン化物消火設備を設置し消火を行う。なお，これらに使用するガスは，ハロン 1301 とする。

第 1-14 図にハロゲン化物消火設備の概要を示す。本消火設備を自動起動する場合は、単一の感知器の誤作動によって消火設備が誤動作することのないよう、煙感知器又は 2 つの熱感知器の動作をもって消火する設計とする。さらに、中央制御室からの遠隔手動起動又は現場での手動起動によっても消火を行うことができる設計とする。

ハロゲン化物消火設備の自動起動用の煙感知器と熱感知器は、火災防護審査基準「2.2.1(1)②」に基づき設置が要求される「固有の信号を発する異なる種類の感知器」とする。

ただし、以下については、上記と異なる消火設備を設置し消火を行う設計とする。

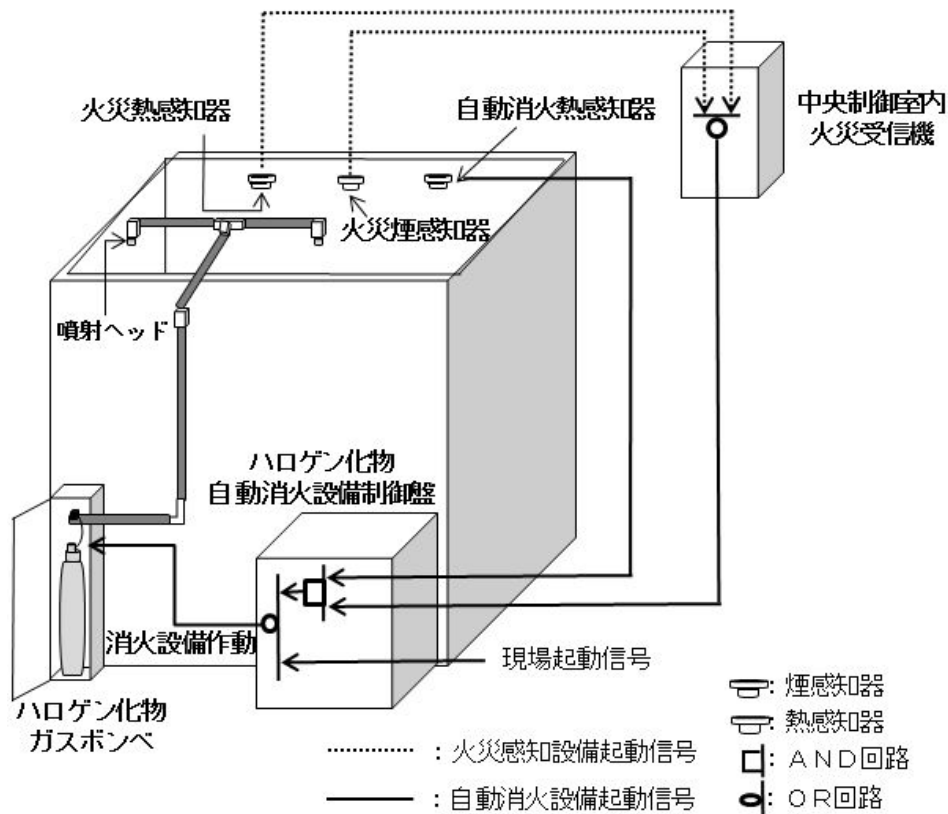
○ 非常用ディーゼル発電機室，非常用ディーゼル発電機燃料ディタンクエリア

非常用ディーゼル発電機室，非常用ディーゼル発電機燃料ディタンクエリアは、人が常駐する場所ではないことから、ハロン 1301 を使用するハロゲン化物消火設備は設置せず、自動の二酸化炭素消火設備を設置する設計とする。また、自動起動について、万が一当該エリアに人がいた場合の人身安全を考慮し、煙感知器及び熱感知器の両方の動作をもって消火する設計とする。(添付資料 6)

○ ケーブル処理室

ケーブル処理室は、非常用ディーゼル発電機室同様、人が常駐する場所ではないことから、ハロン 1301 を使用するハロゲン化物消火設備は設置せず、自動の二酸化炭素消火設備を設置する設

計とする。また、自動起動について、万が一当該エリアに人がいた場合の人身安全を考慮し、煙感知器及び熱感知器の両方の動作をもって消火する設計とする。(添付資料 6)



第1-14図 ハロゲン化物消火設備概要図

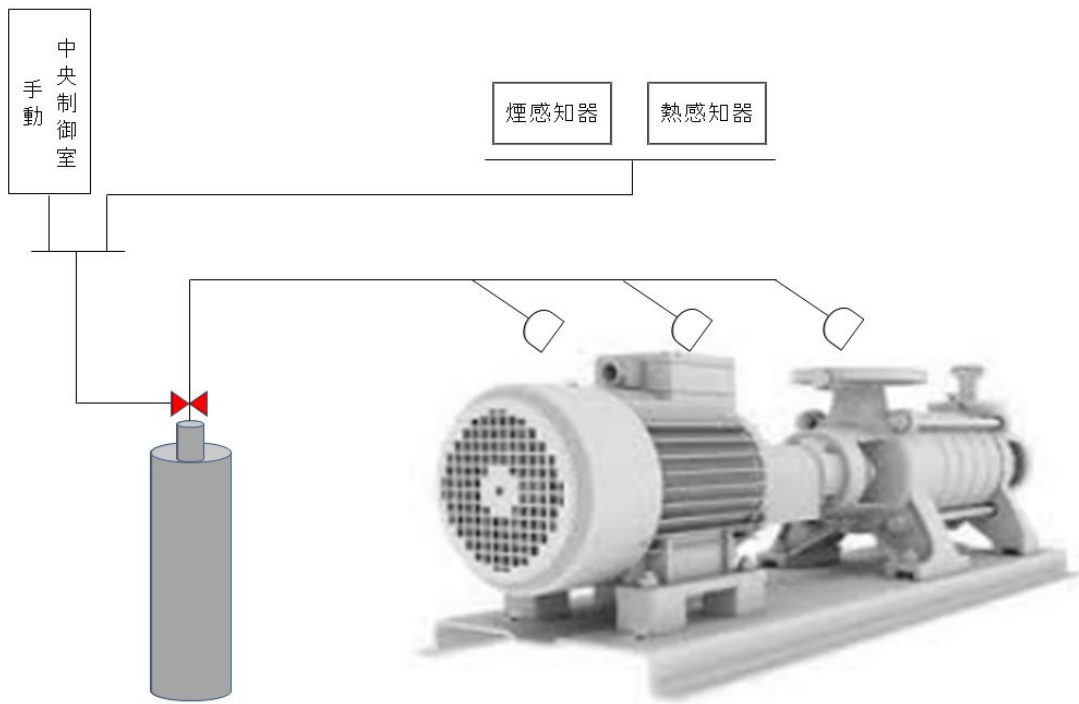
・原子炉建屋通路部及びオペレーティングフロア

原子炉建屋通路部及びオペレーティングフロアは、ほとんどの階層が周回できる通路となっており、その床面積は最大で約969m²(原子炉建屋3階周回通路)と大きい。さらに、各階層間は開口部(機器ハッチ)が存在するが、これらは水素対策により通常より開口状態となる。

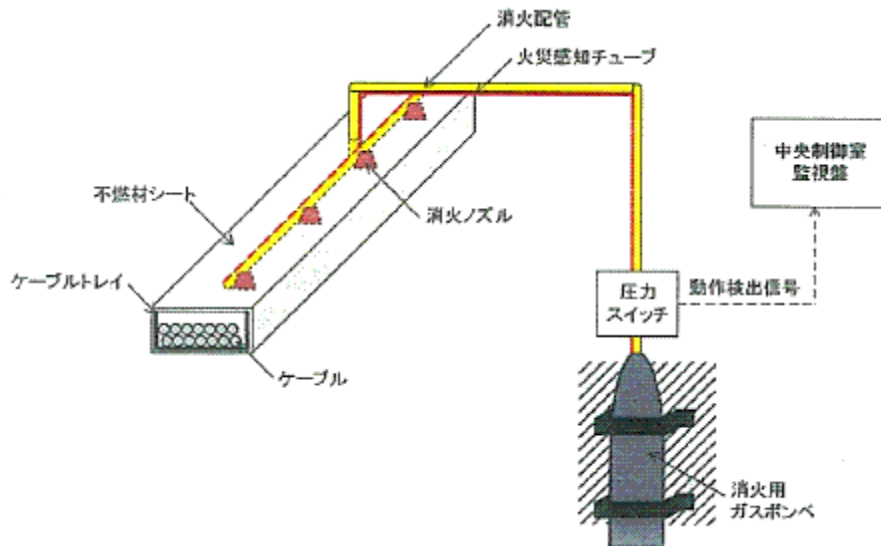
原子炉建屋通路部及びオペレーティングフロアは、このようなレイアウトであることに加え、火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難

となる可能性が否定できないことから、通路部などに設置される油内包機器など可燃物となるものに対しては、自動又は中央制御室からの手動操作による固定式消火設備である局所ガス消火設備を設置し消火を行う設計とし、これ以外の可燃物については消火器で消火を行う設計とする。

なお、これらの固定式消火設備に使用するガスは、ハロン1301またはFK-5-1-12とする。設備の概要図を第1-15図に示し、具体的な設備の詳細は資料6に示す。これら固定式消火設備のうち、ケーブルトレイの消火設備については、実証試験により設計の妥当性を確認する。



油内包機器に対する消火設備の例



電気品消火設備の例（ケーブルトレイを例示）

第1-15図 局所ガス消火設備の概要

(d) 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とはならない火災区域(区画)に設置する消火設備

○中央制御室

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない中央制御室には、中央制御室に運転員が常駐していることを踏まえ、ハロゲン化物消火設備、局所ガス消火設備は設置せず、粉末消火器または二酸化炭素消火器で消火を行う設計とする。

○原子炉格納容器

原子炉格納容器内において万が一火災が発生した場合でも、原子炉格納容器の空間体積(約 9800m³)に対してパーシ用排風機の容量が

16980m³/h であることから、煙が充満する恐れはないと考えられるため、消火活動が可能である。

よって、原子炉格納容器内の消火については、消火器を用いて行う設計とする。また、消火栓を用いても対応できる設計とする。

冷温停止中の原子炉の格納容器内の火災に対して設置する消火器については、消防法施行規則第六、七条に基づき算出される必要量の消火剤を有する消火器を設置する設計とする。設置位置については原子炉格納容器内の各フロアに対して火災防護対象機器並びに火災源から消防法施行規則に定めるところの 20m 以内の距離に配置する。また、原子炉格納容器漏えい率検査及び起動中においては、原子炉格納容器から消火器を移動し、原子炉格納容器入口に消火器を設置する。

原子炉格納容器内の火災発生時には、初期消火要員、自衛消防隊が建屋内の消火器を持って現場に向かうことを定め、定期的に訓練を実施する。

原子炉格納容器内での消火栓による消火活動を考慮し、原子炉格納容器入口に必要な数量の消火ホースを配備する設計とする。

定期検査中において、原子炉格納容器内での点検に関連し、火気作業、危険物取扱作業を実施する場合は、火災防護計画にて定める管理手順に従って消火器を配備する。(資料 8)

○屋外の火災区域(海水ポンプ室、非常用ディーゼル発電機ルーフトファンエリア、スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリア)

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない屋外の火災区域(海水ポンプ室、非常用ディーゼル発電機ルーフトフ

アンエリア、スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリア)については、消火器または移動式消火設備で消火を行う設計とする

② 放射性物質貯蔵等の機器等を設置する火災区域(区画)に設置する消火設備(資料9)

放射性物質貯蔵等の機器等を設置する火災区域(区画)については、火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となるものとして選定し、自動または中央制御室からの手動操作による固定式消火設備であるハロゲン化物消火設備または局所ガス消火設備を設置し消火を行う設計とする。なお、この固定式消火設備に使用するガスは消防法施行規則を踏まえハロン1301又はFK-5-1-12とする。一方、以下については、発火源となるようなものがなく可燃物管理により可燃物を持ち込まない運用とすることから消火設備を設置しない設計とする。

・使用済燃料プール

使用済燃料プールの側面、底面は金属に覆われており、プール内は水で満たされ使用済燃料は火災の影響を受けないことから、消火設備は設置しない設計とする。

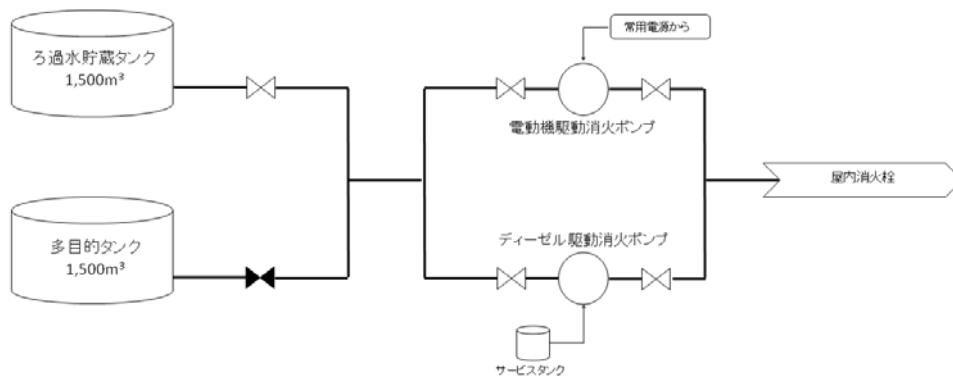
・使用済樹脂貯蔵タンクエリア

使用済樹脂貯蔵タンクエリアについては、コンクリートに覆われており、火災の影響を受けないことから、消火設備は設置しない。

③ 消火用水供給系の多重性又は多様性の考慮

消火用水供給系の水源は、ろ過水貯蔵タンク(約1,500m³)、多目的タンク(約1,500m³)を設置し多重性を有する設計とする。(第1-16図)

消火用水系の消火ポンプは、電動機駆動消火ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプを1台ずつ設置し多様性を有する設計とする。なお、消火ポンプは外部電源喪失時であっても機能を喪失しないようディーゼル駆動消火ポンプについては起動用の蓄電池を配備する設計とする



第1-16図 消火用水供給系の概要

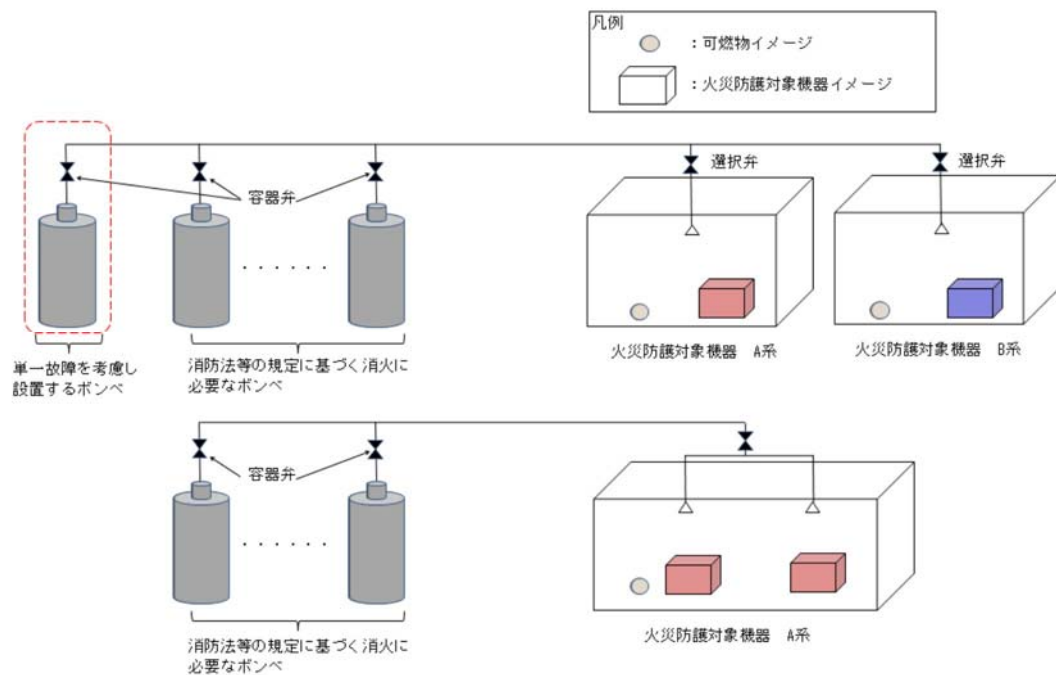
④ 系統分離に応じた独立性の考慮

本要求は、「原子炉の安全停止に必要な機器等の相互の系統分離を行うために設ける火災区域(区画)の消火設備」に対して、「消火ポンプ系(その電源含む。)等の動的機器の単一故障により、同時に機能を喪失することがないこと」を要求していることから、該当する消火設備について以下に示す。

原子炉の安全停止に必要な機器等のうち、火災防護対象機器の系統分離を行うために設けられた火災区域(区画)に設置するハロゲン化物消火設備及び二酸化炭素消火設備は、第1-17図に示すとおり、消火設備の動的機器の単一故障によっても、系統分離された機器等に対する消火設備の消火機能が同時に喪失することがないように設計する。

- a. 静的機器である消火配管は、静的機器であり 24 時間以内の単一故障の想定が不要であり、また、基準地震動で損傷しないよう設計するため、多重化しない設計とする。
- b. ハロゲン化物消火設備及び二酸化炭素消火設備の動的機器である選択弁・容器弁の単一故障を想定しても、系統分離された火災防護対象機器等を設置する火災区域(区画)に設置する消火設備の機能が同時に機能喪失しないよう設計する。

具体的には、系統分離された火災防護対象機器等を設置するそれぞれの火災区域(区画)に対して一つの消火設備で消火を行う場合、容器弁及びポンペを必要数より 1 以上多く設置する。また、容器弁の作動信号についても動的機器の単一故障により同時に機能を喪失しない設計とする。



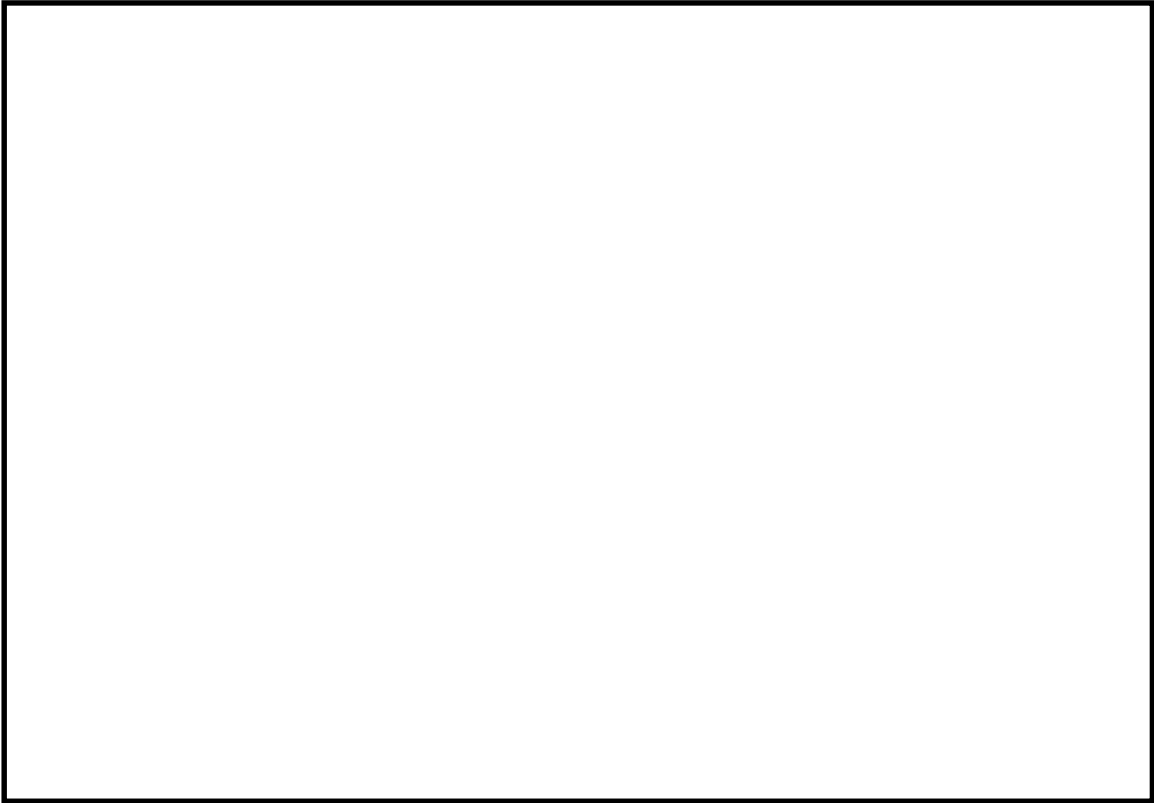
第1-17図 系統分離に応じた独立性を考慮した消火設備概要

⑤ 火災に対する二次的影響を考慮

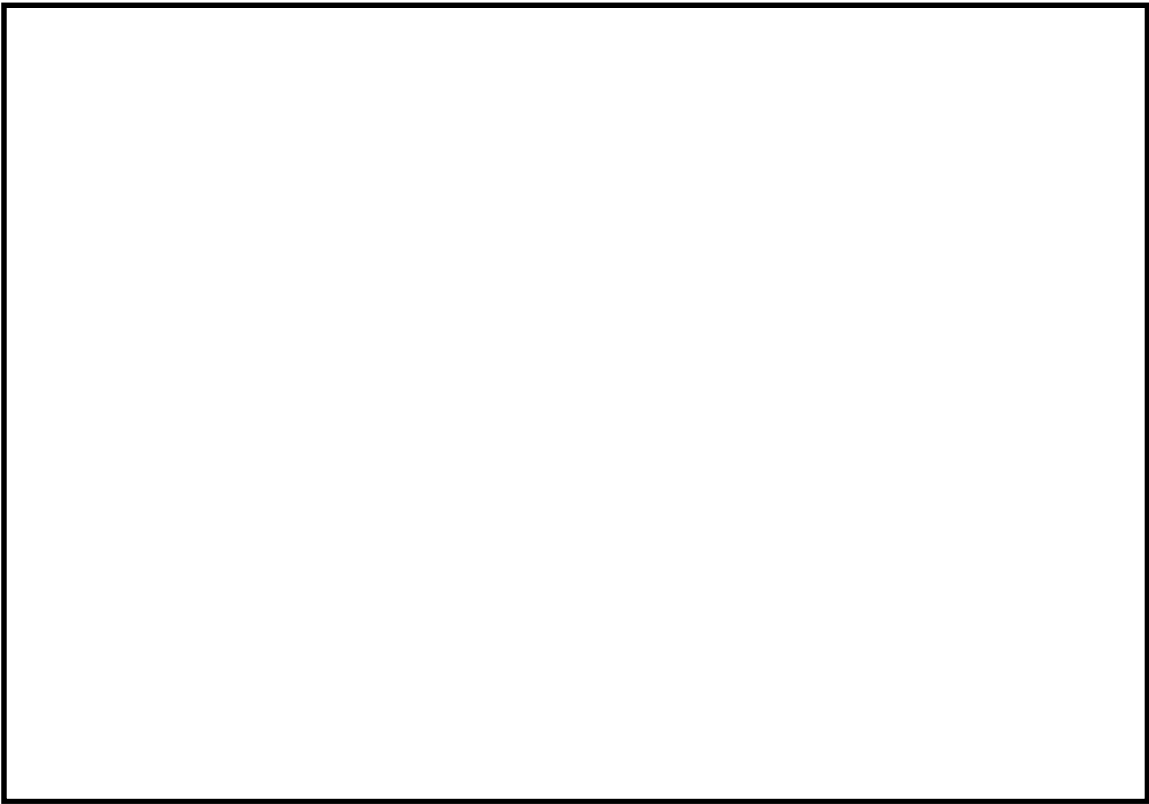
ハロゲン化物消火設備及び二酸化炭素消火設備は、火災が発生している火災区域(区画)からの火災、熱による直接的な影響の他、煙、流出流体、断線及び爆発の二次的影響を受けず、安全機能を有する機器等に悪影響を及ぼさぬよう、消火対象となる火災区域(区画)とは別のエリアにポンペ及び制御盤を設置する設計とする。(第 1-18, 1-19, 1-20 図)

また、これらの消火設備のポンペは、火災による熱の影響を受けても破損及び爆発が発生しないよう、ポンペに接続する安全弁によりポンペの過圧を防止する設計とする。

局所ガス消火設備は、電気絶縁性の高いガスを採用するとともに、ケーブルトレイ消火設備及び電気盤・制御盤消火設備については、ケーブルトレイ内又は盤内に消火剤を留めることで、ポンプ用局所ガス消火設備については、消火対象とは別のエリアにポンペ及び制御盤等を設置することで、火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線及び爆発等の二次的影響が、火災が発生していない安全機能を有する機器等におよばない設計とする。

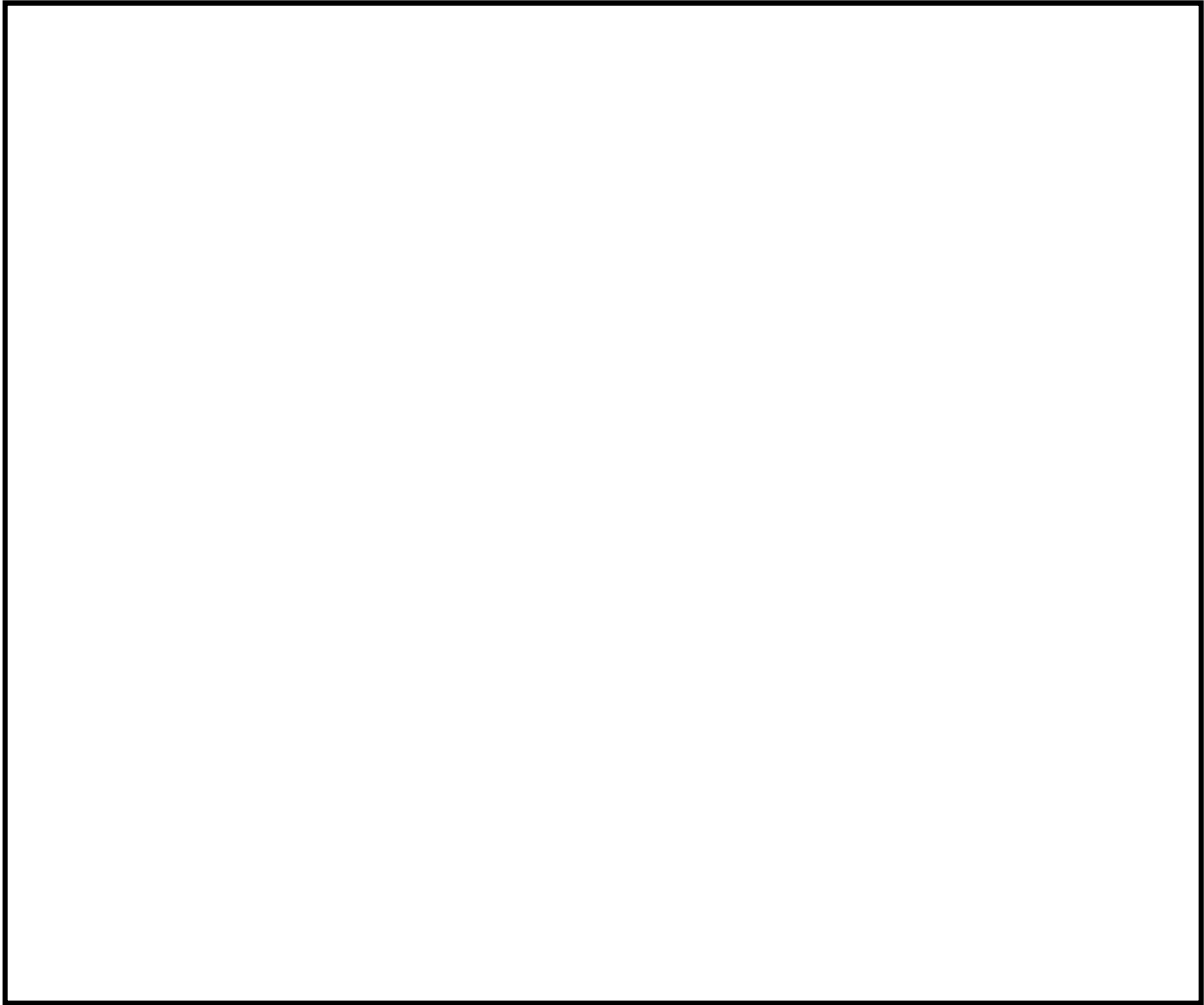


第1-18図 火災に対する二次的影響を考慮したハロゲン化消火設備の例



第1-19図 火災に対する二次的影響を考慮した二酸化炭素消火設備の消火対象

物の例



第1-20図 火災に対する二次的影響を考慮した二酸化炭素消火設備の消火対象

物の例

⑥ 想定される火災の性質に応じた消火剤の容量

火災(油内包機器, ケーブルが密集する場所や燃料タンクからの火災)が想定される非常用ディーゼル発電機室, 及び非常用ディーゼル発電機燃料ディタンク室, ケーブル処理室には, 消火性能の高い二酸化炭素消火設備を設置しており, 消防法施行規則第十九条に基づき算出される必要量の消火剤を配備する設計とする。

その他の火災防護対象機器がある火災区域(区画)に設置するハロゲン化物消火設備については、消防法施行規則第二十条に基づき、単位体積あたりに必要な消火剤を配備する。(第 1-6 表)

二酸化炭素自動消火設備は、消防法施行規則第十九条に基づき算出する必要量の消火剤を配備する設計とする。

また、局所ガス消火設備については消防法施行規則第二十条並びに試験結果に基づき、単位体積あたりに必要な消火剤を配備する設計とする。

火災区域(区画)に設置する消火器については、消防法施行規則第六条～八条に基づき延床面積又は床面積から算出される必要量の消火剤を配備する設計とする。

消火剤に水を使用する消火用水の容量は、「⑧消火用水の最大放水量の確保」に示す。

第 1-6 表 消火剤の容量(残留熱除去系ポンプ(A)室の例)

対 象	容積 (m ³)	消火に必要な 消火剤容量 (kg)	消火用ポンベ容量	
			容量(kg)	本数
残留熱除去系ポンプ(A)室	319	106.9	180kg	3

⑦ 移動式消火設備の配備

移動式消火設備は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」第八十三条第五号に基づき、恒設の消火設備の代替として消火ホースなど資機材を備え付けている化学消防自動車(消火薬剤 300ℓ/1 台)及び水槽付消防ポンプ車(水槽 2,000ℓ/1 台)を配備する設計とする。

(第 1-21, 1-22 図)

自衛消防隊が 24 時間待機している監視所及び移動式消火設備を配置する可搬型設備保管庫は，火災感知器(熱，煙)を設置し，監視所には受信機を設置する設計とすることから，車両に火災が発生しても火災の感知が可能である。また，自衛消防隊が 24 時間待機していることから，速やかな消火活動が可能である。



化学消防自動車



水槽付消防ポンプ車

第1-21図 化学消防自動車及び水槽付消防ポンプ車



第1-22図 移動式消火設備の配置概要

⑧ 消火用水の最大放水量の確保

消火水系の水源の供給先は、屋内、屋外の各消火栓である。屋内、屋外の消火栓については、消防法施行令第十一条(屋内消火栓設備に関する基準)、屋外消火栓は消防法施行令第十九条(屋外消火栓設備に関する基準)を満足するよう、2時間の最大放水量(120m³)を確保する設計とする。

また、消火水系の水源は、屋内及び屋外の単一の火災が同時に発生し、消火栓による放水を想定した場合に必要なとなる120m³に対して、十分な水量である1500m³を確保する設計とする。

なお、消火水の最大放水量については、屋内消火栓は、消防法施行令第十一条及び火災防護に係る審査基準に基づき算出した容量とする

a. 消防法施行令第十一条要求

$$\text{屋内消火栓必要水量} = 2 \text{ 箇所(消火栓)} \times 1300 \text{ l/min} \times 2 \text{ 時間} = 31.2 \text{ m}^3$$

b. 消防法施行令第十九条

$$\text{屋外消火栓必要水量} = 2 \text{ 箇所(消火栓)} \times 3500 \text{ l/min} \times 2 \text{ 時間} = 84.0 \text{ m}^3$$

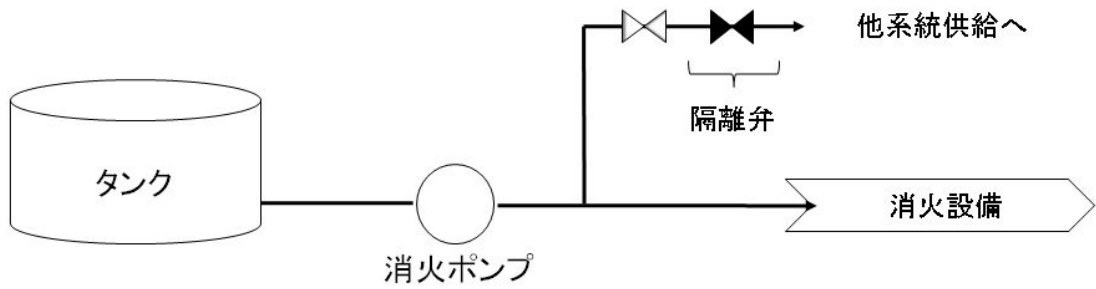
屋内消火栓並びに屋外消火栓について、2時間の放水に必要な水量の総和は以下のとおりである。

$$\text{屋内消火栓 } 31.2 \text{ m}^3 + \text{屋外消火栓 } 84.0 \text{ m}^3 = 115.2 \text{ m}^3 \div 120 \text{ m}^3$$

⑨水消火設備の優先供給

消火水系は，所内用水系や飲料水系等と共用する場合には，隔離弁を設置し通常全閉とすることで消火水系の優先供給が可能な設計とする。

なお，現時点では水道水系とは共用していない。（第 1-23 図）



第1-23図 消火水系の優先供給の概略図

⑩消火設備の故障警報

消火水系の消火ポンプ，固定式消火設備は，第1-7表に示すとおり故障警報を中央制御室に発する設計とする。

消火設備の故障警報が発報した場合には，中央制御室及び必要な現場の制御盤警報を確認し，消火設備が故障している場合には早期に補修を行う。

第1-7表 消火設備の主な故障警報

設 備		主な警報要素
消 火 ポンプ	電動機駆動消火ポンプ	ポンプ自動停止、電動機過負荷 地絡・短絡
	ディーゼル駆動消火ポンプ	ポンプ自動停止、装置異常 (燃料及び冷却水レベルの低下)
消 火 設 備	二酸化炭素消火設備 ハロゲン化物消火設備	設備異常 (電源故障、断線等)
局所ガ ス消火 設備	ハロン1301消火設備	設備異常 (電源故障、断線等)
	FK-5-1-12*	ガス放出

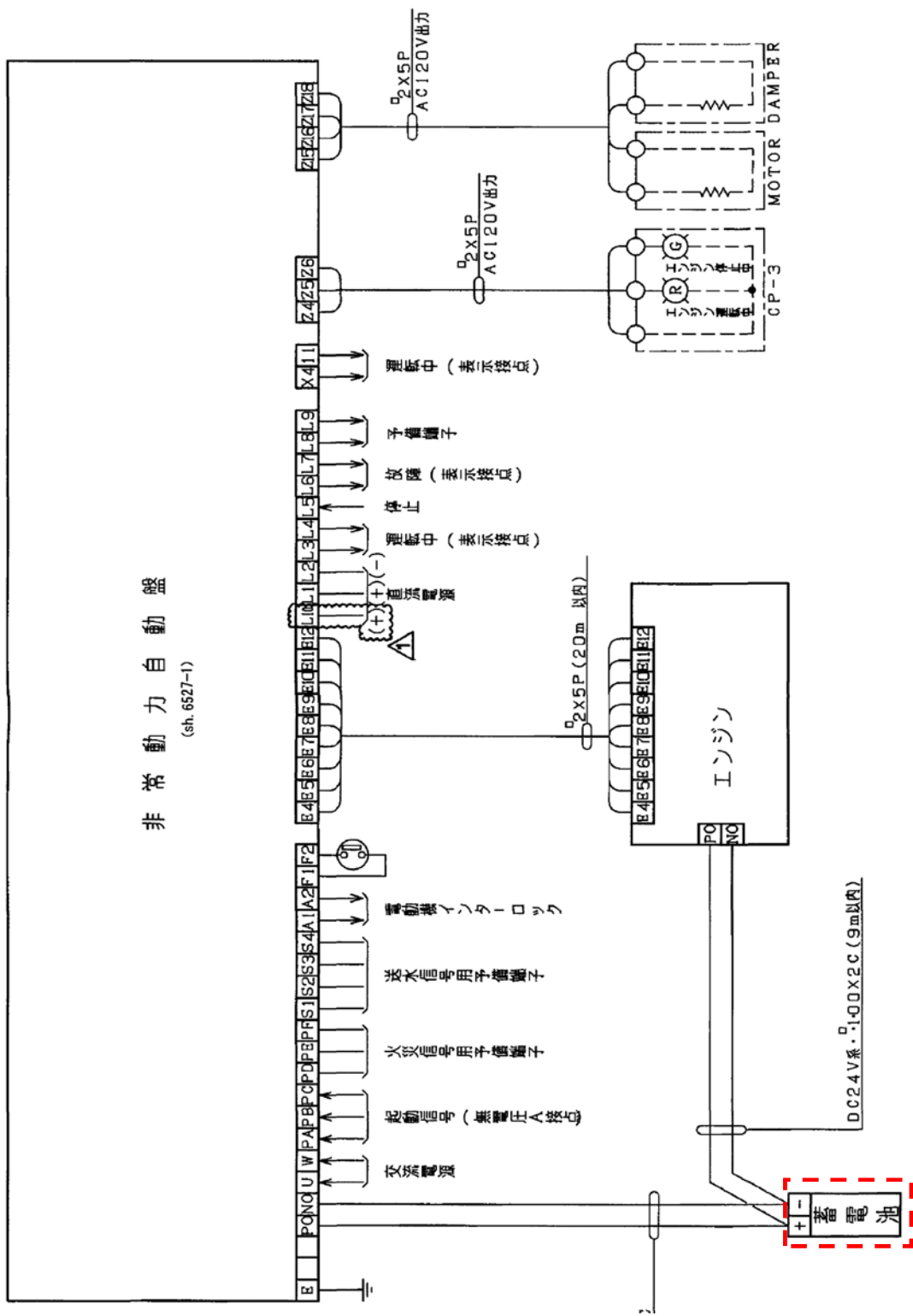
※火災検知は火災区域に設置された感知器または消火設備のガス放出信号により中央制御室に警報を発報する。また，動作原理を含め極めて単純な構造であることから故障は考えにくい，中央制御室での警報と現場状況を確認により誤動作は確認可能。

⑪消火設備の電源確保

消火水系のうち，電動機駆動消火ポンプは常用電源から受電する設計とするが，ディーゼル駆動消火ポンプは，外部電源喪失時でもディーゼル機関を起動できるように，専用の蓄電池により電源が確保する設計とし，外部電源喪失時においてもディーゼル機関より消火ポンプへ動力を供給することにより消火水系の機能を確保ができる設計とする。（第1-24図）

安全機能を有する機器等を設置する火災区域(区画)の二酸化炭素消火設備，ハロゲン自動消火設備，局所ガス消火設備(ケーブルトレイ用，電源盤・制御盤用の消火設備は除く)は，外部電源喪失時においても消火が可能となるよう，非常用電源から受電するとともに，設備の作動に必要な電源を供給する蓄電池を設ける設計とする。（第1-25図）

ケーブルトレイ用の局所ガス消火設備は，作動に電源が不要な設計とする。



非常動力自動盤
(sh. 6527-1)

：専用蓄電池

第 1-24 図 ディーゼル駆動消火ポンプ結線図



：蓄電池

第1-25図 二酸化炭素消火設備制御盤内蓄電池

⑫消火栓の配置

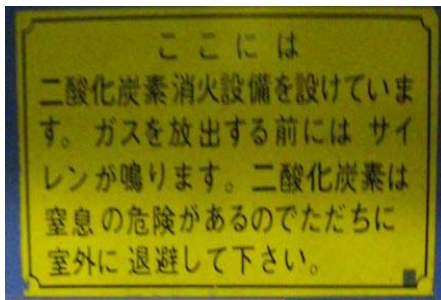
安全機能を有する機器等を設置する火災区域(区画)に設置する消火栓は、消防法施行令第十一条(屋内消火栓設備に関する基準)及び第十九条(屋外消火栓設備に関する基準)に準拠し、屋内は消火栓から半径 25m の範囲、屋外は消火栓から半径 40m の範囲における消火活動に考慮して配置することによって、全ての火災区域の消火活動に対処できるように配置する設計とする。(資料 6 添付資料 9)

⑬固定式ガス消火設備等の職員退避警報

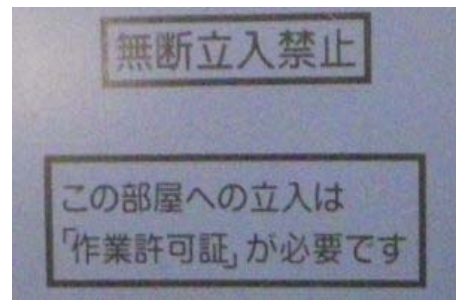
固定式ガス消火設備として設置するハロゲン化物消火設備及び二酸化炭素消火設備は、作動前に職員等の退出ができるように警報又は音声警報を吹鳴し、20 秒以上の時間遅れをもってガス又は二酸化炭素を放出する設計とする。(第 1-26 図)

非常用ディーゼル発電機の二酸化炭素消火設備の作動について、添付資料 6 に示す。

局所ガス消火設備のうち油内包機器に設置するものについては、消火剤に毒性がないが、消火時に生成されるフッ化水素が周囲に拡散することを踏まえ、設備作動時に退避警報を発する設計とする。また、局所ガス消火設備のうち、ケーブルトレイ、電源盤、制御盤に設置するものについては、消火剤に毒性がなく、消火時に生成されるフッ化水素は延焼防止シートを設置したケーブルトレイ内、または金属製筐体で構成される盤内に留まり、外部に有意な影響をおよぼさないため、設備作動時に退避警報を発しない設計とする。



退避用標識



立入禁止表示



退避サイレン用音響装置

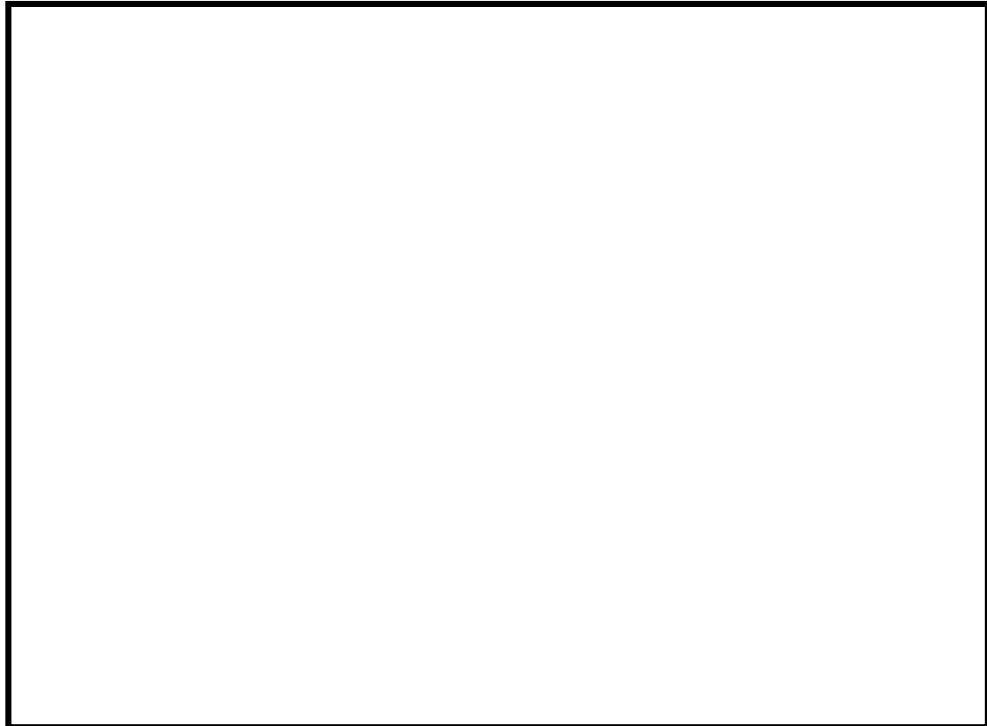


表示灯

第1-26図 二酸化炭素消火設備の退避警報装置の例

⑭ 管理区域内からの放出消火剤の流出防止

管理区域内で放出した消火水は、放射性物質を含むおそれがあることから、管理区域外への流出を防止するため、管理区域と非管理区域の境界に堰等を設置するとともに、各フロアの建屋内排水系により液体廃棄物処理設備に回収し、処理する設計とする。(第 1-27 図)



第1-27図 原子炉棟大物搬入口における堰の設置

⑮ 消火用の照明器具

屋内の消火栓、消火設備現場盤の設置場所及び設置場所までの経路には、移動時間及び消火設備の操作を行うため、現場への移動等の時間(最大約 1 時間程度(中央制御室での受信機盤確認後、建屋内の火災発生場所に到達する時間約 10 分、消火活動準備約 30～40 分))に加え、消防法の消火継続時間 20 分を考慮して、12 時間以上の容量の蓄電池を内蔵する照明器具を設置する設計とする。(第 1-28 図)

消火用の照明器具の配置を添付資料 7 に示す。



第1-28図 蓄電池を内蔵する照明器具の例

以上より，消火設備は火災防護に係る審査基準に則った設計とすることから，火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

2.1.2.2 地震等の自然現象に対する考慮

[要求事項]

2.2.2 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。

(1) 凍結するおそれがある消火設備は、凍結防止対策を講じた設計であること。

(2) 風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されない設計であること。

(3) 消火配管は、地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること。

(参考)

火災防護対象機器等が設置される火災区画には、耐震B・Cクラスの機器が設置されている場合が考えられる。これらの機器が基準地震動により損傷しSクラス機器である原子炉の火災防護対象機器の機能を失わせることがないことが要求される場所であるが、その際、耐震B・Cクラス機器に基準地震動による損傷に伴う火災が発生した場合においても、火災防護対象機器等の機能が維持されることについて確認されていなければならない。

(2) 消火設備を構成するポンプ等の機器が水没等で機能しなくなることをないよう、設計に当たっては配置が考慮されていること。

東海第二発電所の安全を確保する上で設計上考慮すべき自然現象を網羅的に抽出するために、国内外の基準や文献等に基づき事象を収集した。これらの事象のうち、海外での評価手法を参考とした基準から自然現象として、地震、津波、洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮を選定した。

これらの自然現象のうち、落雷については、「2.2.1.3(1)落雷による火災の

発生防止」に示す対策により、機能を維持する設計とする。

凍結については、以下「(1)凍結防止対策」に示す対策により機能を維持する設計とする。竜巻、風(台風)に対しては、「(2)風水害対策」に示す対策により機能を維持する設計とする。地震については、「(3)地震対策」に示す対策により機能を維持する設計とする。

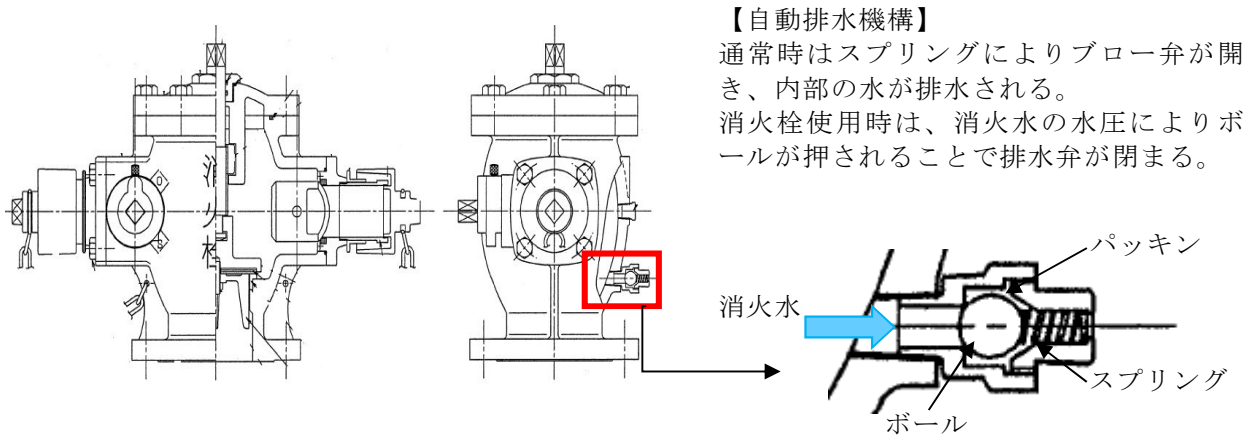
上記以外の津波、洪水、降水、積雪、地滑り、火山の影響、森林火災、高潮については、「(4)想定すべきその他の自然現象に対する対策について」に示す対策により機能を維持する設計とする。

(1) 凍結防止対策

屋外に設置する火災感知設備は、東海第二発電所において考慮している最低気温 -12.7°C を踏まえ、 -20°C まで気温が低下しても使用可能な火災感知設備を設置する設計とする。

屋外消火設備の配管は、保温材により凍結防止対策を実施する。また、屋外消火栓は、消火栓内部に水が溜まらないような構造とし、通常はブロー弁を開で通水状態とし、消火栓使用時はブロー弁を閉にして放水する設計とする。(第 1-29, 30, 31 図)

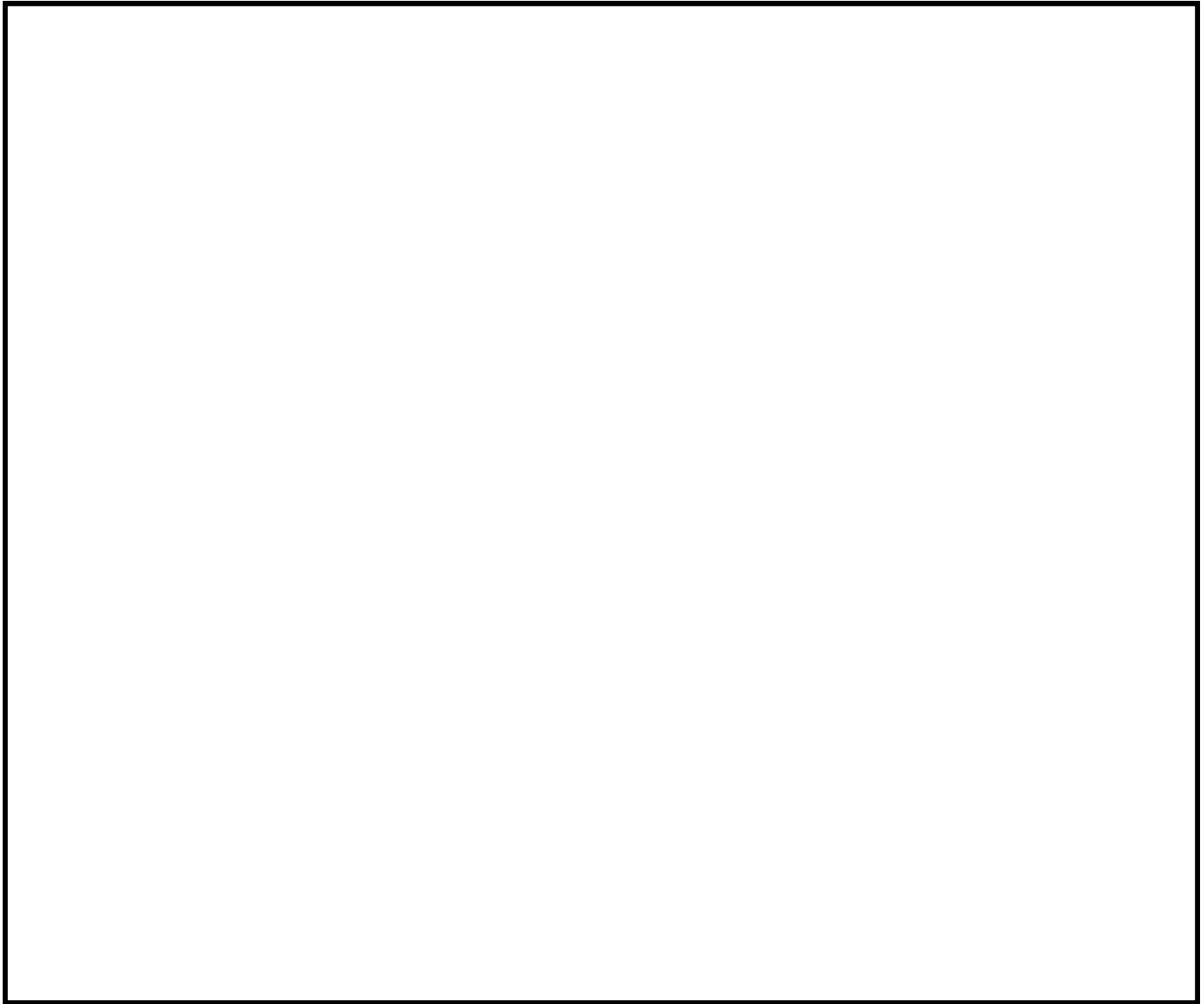
以上より、火災感知設備及び消火設備は、凍結防止対策を実施する設計とすることから、火災防護に係る審査基準に適合するものとする。



第1-29図 屋外消火栓の構造概要



第1-30図 屋外消火配管への保温材設置状況



第1-31図 屋外消火栓配置図

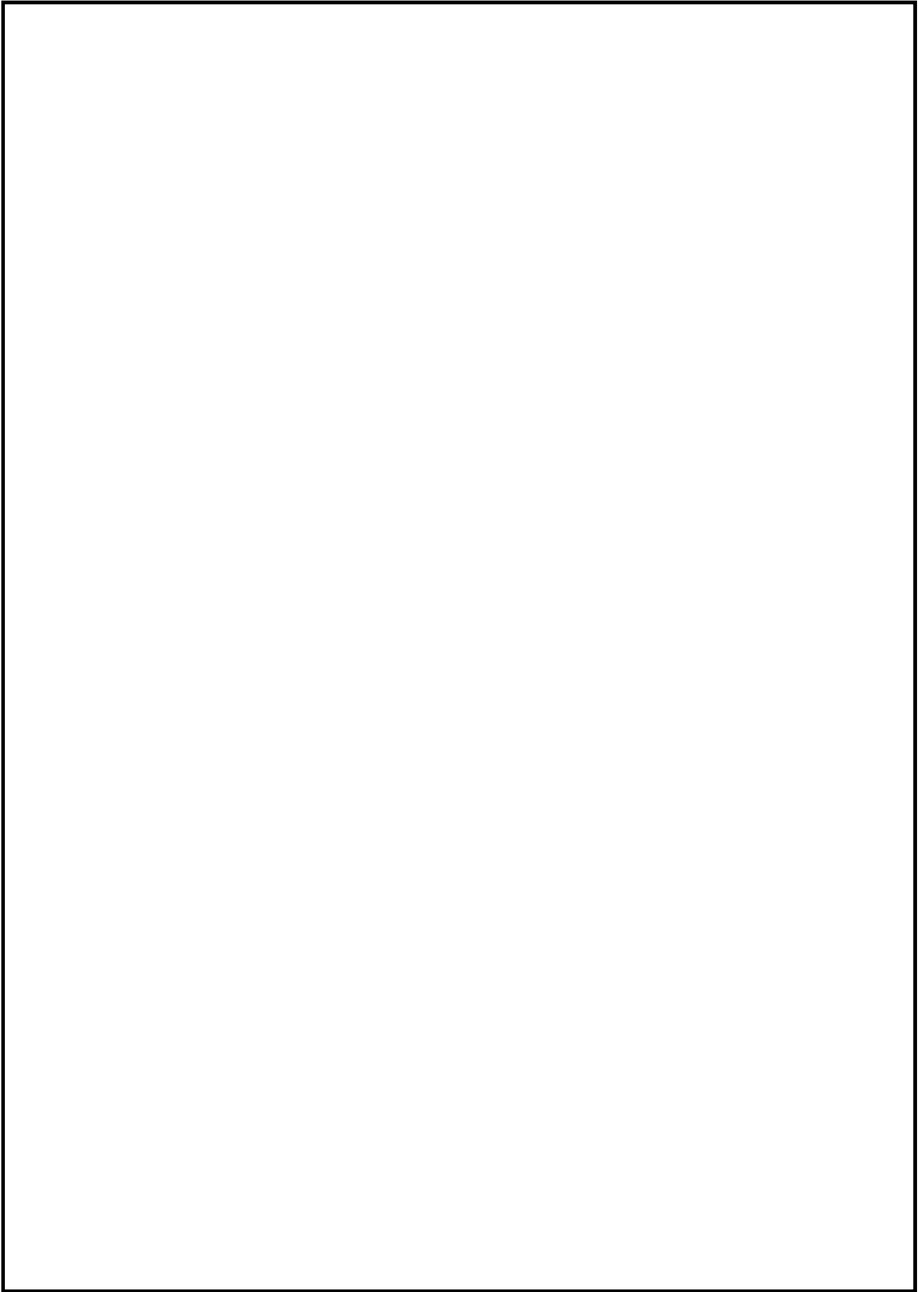
(2) 風水害対策

消火水系の消火設備を構成するポンプ等の機器は、風水害に対してその性能が著しく阻害されることがないように、火災区域外の防潮堤が設置された敷地内の建屋内に配置する設計とする。二酸化炭素消火設備、ハロゲン化物消火設備、局所ガス消火設備についても、風水害に対してその性能が著しく阻害されることがないように、原子炉建屋、タービン建屋等の建屋内に配置する設計とする。(第1-32図)

また、ディーゼル駆動消火ポンプ、電動機駆動消火ポンプを設置しているポンプ室の壁、扉に対してその性能が著しく阻害されることがないように浸水対策を実施する。(第1-33図)

屋外の火災感知設備は、火災感知器予備を確保し、風水害の影響を受けた場合にも、早期に火災感知器の取替を行うことにより、当該設備の機能及び性能を復旧する設計とする。

以上より、火災感知設備及び消火設備は、風水害対策を実施する設計とすることから、火災防護に係る審査基準に適合するものとする。



(3) 地震対策

①地震対策

安全機能を有する機器等を設置する火災区域(区画)の火災感知設備及び消火設備は、安全機能を有する機器等の耐震クラスに応じて機能を維持できる設計とする。

安全機能を有する機器等に影響を及ぼす可能性がある火災区域(区画)に設置される、油を内包する耐震 B クラス及び耐震 C クラスの機器は、以下のいずれかの設計とすることで、地震によって耐震 B クラス及び耐震 C クラスの機器が機能喪失しても安全機能を有する機器等の機能喪失を防止する設計とする。

- ・ 基準地震動により油が漏えいしない。
- ・ 基準地震動によって火災が発生しても、安全機能を有する機器等に影響を及ぼすことがないよう、基準地震動によっても機能を維持する固定式消火設備によって速やかに消火する。
- ・ 基準地震動によって火災が発生しても、安全機能を有する機器の機能に影響を及ぼすことがないよう隔壁等により分離する。

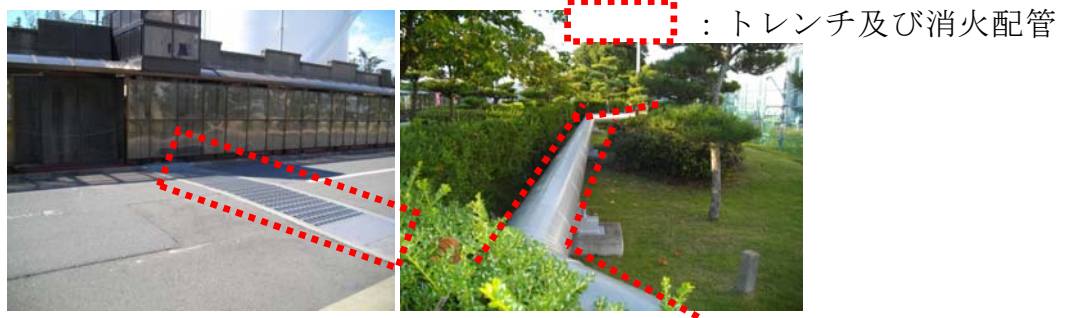
②地盤変位対策

屋外消火配管は、地上又はトレンチに設置し、地震時における地盤変動に対し、配管の自重や内圧、外的荷重を考慮し地盤沈下による建屋と周辺地盤との相対変位を考慮する設計とする。

地盤変位対策としては、水消火配管のレイアウト、配管支持長さからフレキシビリティを考慮した配置とすることで、地盤変位による変形を配管系統全体で吸収する設計とする。(第 1-34 図)

さらに、万が一、屋外消火配管が破断した場合でも消防車を用いて屋内消火栓へ消火水の供給ができるよう、原子炉建屋の東西（各 1 ヶ所）に給水接続口を設置する。

以上より、火災感知設備及び消火設備は、地震対策及び地盤変位対策を実施する設計とすることから、火災防護に係る審査基準に適合するものとする。



第1-34図 消火配管地下トレンチ, 地上化状況

(4) 想定すべきその他の自然現象に対する対策について

上記の自然現象を除き，東海第二発電所で考慮すべき自然現象については，津波，洪水，降水，積雪，地滑り，火山の影響，森林火災，高潮がある。これらの自然現象により感知及び消火の性能，性能が阻害された場合は，原因の除去または早期の取替え，復旧を図る設計とするが，必要に応じて火災監視員の配置や，代替消火設備の配備等を行い，必要な性能を維持することとする。

2.1.2.3 消火設備の破損，誤動作又は誤操作による安全機能への影響

[要求事項]

2.2.3 安全機能を有する構築物，系統及び機器は，消火設備の破損，誤動作又は誤操作によって，安全機能を失わない設計であること。また，消火設備の破損，誤動作又は誤操作による溢水の安全機能への影響について「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」により確認すること。

(参考)

原子力発電所の内部溢水影響評価ガイドでは，発生要因別に分類した以下の溢水を想定することとしている。

- a. 想定する機器の破損等によって生じる漏水による溢水
- b. 発電所内で生じる異常状態（火災を含む。）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水
- c. 地震に起因する機器の破損等により生じる漏水による溢水

このうち，b.に含まれる火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水として，以下が想定されていること。

- ① 火災感知により自動作動するスプリンクラーからの放水
- ② 建屋内の消火活動のために設置される消火栓からの放水
- ⑧ 原子炉格納容器スプレイ系統からの放水による溢水

二酸化炭素は不活性であること，ハロゲン化物消火設備及び局所ガス消火設備で使用するハロゲン化物消火剤は，電気絶縁性が大きく揮発性も高いことから，設備の破損，誤作動または誤操作により消火剤が放出されても電気及び機械設備に影響を与えないため，火災区域(区画)に設置するガス消火設備には，二酸化炭素消火設備，ハロゲン化物消火設備等を選定する設計とする。

なお、非常用ディーゼル発電機は、非常用ディーゼル発電機室に設置する二酸化炭素消火設備の破損、誤作動または誤操作により二酸化炭素が放出されることによる窒息を考慮しても機能が喪失しないよう、外部から給気を取り入れる設計とする。

消火設備の放水による溢水等に対しては、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第九条に基づき、安全機能への影響がないよう設計する。

以上より、固定式ガス消火設備については、設備の破損、誤動作または誤操作によっても電気及び機械設備に影響を与えないこと、消火設備の放水等による溢水等に対しては「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第九条に基づき、安全機能に影響がないことを確認していることから、火災防護に係る審査基準に適合するものとする。

2.1.3 火災の影響軽減

2.1.3.1 系統分離による影響軽減

【要求事項】

2.3 火災の影響軽減

2.3.1 安全機能を有する構築物，系統及び機器の重要度に応じ，それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し，以下の各号に掲げる火災の影響軽減のための対策を講じた設計であること。

(1) 原子炉の高温停止及び低温停止に係わる安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域については，3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離すること。

(2) 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物，系統及び機器は，その相互の系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離を行うために，火災区画内または隣接火災区画間の延焼を防止する設計であること。

具体的には，火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが次に掲げるいずれかの要件を満たしていること。

a. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて互いの系列間が3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離されていること。

b. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて，互いの系列間の水平距離が6m以上あり，かつ，火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。この場合，水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質が存在しないこと。

c. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルに

ついて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。

(3) 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域については、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離されていること。

(4) 換気設備は、他の火災区域の火、熱、又は煙が安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域に悪影響を及ぼさないように設計すること。また、フィルタの延焼を防護する対策を講じた設計であること。

(5) 電気ケーブルや引火性液体が密集する火災区域及び中央制御室のような通常運転員が駐在する火災区域では、火災発生時の煙を排気できるように排煙設備を設置すること。なお、排気に伴い放射性物質の環境への放出を抑制する必要がある場合には、排気を停止できる設計であること。

(6) 油タンクには排気ファン又はベント管を設け、屋外に排気できるように設計されていること。

(参考)

(1) 耐火壁の設計の妥当性が、火災耐久試験によって確認されていること。

(2)-1 隔壁等の設計の妥当性が、火災耐久試験によって確認されていること。

(2)-2 系統分離をb. (6m 離隔+火災感知・自動消火) またはc. (1時間の耐火能力を有する隔壁等+火災感知・自動消火) に示す方法により行う場合には、各々の方法により得られる火災防護上の効果が、a. (3時間以上の耐火能力を有する隔壁等) に示す方法によって得られる効果と同等であることが示されていること。

安全機能を有する機器等の重要度に応じ、それらを設置する火災区域(区画)内の火災及び隣接する火災区域(区画)の火災における火災による影響に対し、火災の影響軽減のための対策を講じる設計とする。

(資料7)

(1)原子炉の安全停止に関わる火災区域の分離

原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域(区画)は、3時間耐火に設計上必要なコンクリート壁厚である123mmより厚い140mm以上の壁厚を有するコンクリート壁又は火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火壁(貫通部シール、防火扉、防火ダンパ)によって、他の火災区域から分離する設計とする。

なお、火災区域のファンネルには、他の火災区域(区画)からの煙の流入防止を目的として、煙等流入防止対策をする設計とする。

原子炉格納容器は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁により他の火災区域と分離する。

以上より、原子炉の安全停止に関わる火災区域は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域と分離する設計であることから、火災防護に係る審査基準に適合するものとする。

(2)火災防護対象機器等の系統分離

火災が発生しても原子炉を安全停止するためには、プロセスを監視しながら原子炉を停止し、冷却を行うことが必要であり、このためには、手動操作に期待してでも原子炉を安全停止するために必要な機能を確保するよう系統分離対策を講じる必要がある。

このため、単一の火災(任意の一つの火災)の発生によって、多重化された原子炉の安全停止機能がすべて喪失することのないよう、原子炉の安全停止に必要となる火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて以下に示すいずれかの系統分離対策を講じる設計とする。系統分離にあたっては、互いに相違する系列の火災防護対象機器、火災防護対象ケーブル及びこれらに関連する非安全系ケーブルの系統分離を行う設計とする。

a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離

互いに相違する系統の火災防護対象機器等を、火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を確認した隔壁等で分離する設計とする。具体的には、安全区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲそれぞれの境界を必要に応じて3時間以上の耐火能力を有する耐火壁(貫通部シール、防火扉、防火ダンパ)・隔壁等(耐火間仕切り、ケーブルトレイラッピング等耐火ラッピング)で分離する設計とする。(第1-8表)

第1-8表 3時間の耐火能力を有する隔壁等による系統分離の概要

安全区分	安全区分Ⅰ	安全区分Ⅱ	安全区分Ⅲ
高温停止	原子炉隔離時冷却系 自動減圧系(A) 残留熱除去系(A)(低圧注水)	自動減圧系(B) 残留熱除去系(B)(低圧注水系)	高圧炉心スプレイ系
低温停止	残留熱除去系(A)(停止時冷却)	残留熱除去系(B)(停止時冷却)	—
動力電源	非常用所内電源系(2C) 直流電源(Ⅰ) 非常用ディーゼル発電機(2C)	非常用所内電源系(2D) 直流電源(Ⅱ) 非常用ディーゼル発電機(2D)	非常用所内電源系(HPCS) 直流電源(Ⅲ) 非常用ディーゼル発電機(HPCS)

安全区分Ⅰ，Ⅱ，Ⅲの境界を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等で分離
 単一火災によっても区分Ⅰ・Ⅱ・Ⅲが同時に機能喪失することを回避し，高温停止・
 低温停止を達成

- b. 水平距離6m以上の離隔距離の確保及び火災感知設備，自動消火設備の設置

互いに相違する系列の火災防護対象機器等を，仮置きするものを含めて可燃性物質のない水平距離6m以上の離隔距離を確保する設計とする。

火災感知設備は，自動消火設備を作動させるために設置し，自動消火設備の誤作動防止を考慮した感知器の作動により自動消火設備を作動させる設計とする。

- c. 1時間耐火隔壁による分離及び火災感知設備，自動消火設備の設置

互いに相違する系列の火災防護対象機器等を，火災耐久試験により1時間以上の耐火能力を確認した隔壁等で分離する設計とする。

火災感知設備は，自動消火設備を作動させるために設置し，自動消

火設備の誤作動防止を考慮した感知器の作動により自動消火設備を作動させる設計とする。

なお、中央制御室、原子炉格納容器、軽油貯蔵タンクは、上記と異なる火災の影響軽減のための対策を講じる。

① 中央制御室の系統分離

中央制御盤の火災防護対象機器等は、運転員の操作性及び視認性向上を目的として近接して設置することから、互いに相違する系列の水平距離を6m以上確保することや互いに相違する系列を1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離することが困難である。

このため、中央制御盤内の火災防護対象機器等は、以下に示すとおり、実証試験結果に基づく離隔距離等による分離対策、高感度煙感知器等の設置による早期の火災感知及び常駐する運転員による早期の消火活動に加え、火災により中央制御盤の1つの区画の安全機能が全て喪失しても、他の区画の制御盤は機能が維持されることを確認することにより、原子炉の安全停止が可能であることを確認し、火災の影響軽減対策のための対策を講じる設計とする。

(i) 離隔距離等による系統分離

中央制御室の火災防護対象機器等は、運転員の操作性及び視認性向上を目的として近接して設置することから、中央制御室の制御盤については区分毎に別々の盤で分離する設計とする。一部、一つの制御盤内に複数の安全系区分のケーブルや機器を設置しているものがあるが、これらについては、区分間に金属製の仕切りを設置するケーブルについては当該ケーブルに火災が発生しても延焼せず、また、周囲へ火災の影響を与えない金属外装ケーブル、耐熱ビニル電線、難燃仕様テフゼル電線及び難燃ケーブルを使用し、電線管に布設するとともに、離隔距離等により系統分離する設計とする。これらの分離については、実証試験等において火災により近接する他の構成部品に火災の影響がないことを確認した設計とする。

(ii) 高感度煙感知器の設置による早期の火災感知

中央制御室内には、異なる2種類の感知器を設置する設計とするとともに、火災発生時には常駐する運転員による早期の消火活動によって、異区分への影響を軽減する設計とする。特に、一つの制御盤内に複数の安全系区分のケーブルや機器を設置しているものについては、これに加えて盤内へ高感度煙感知器を設置する設計とする。

(iii) 常駐する運転員による早期の消火活動

中央制御盤内に自動消火設備は設置しないが、中央制御盤内に火災が発生しても、高感度煙感知器や中央制御室の火災感知器からの感知信号により、常駐する運転員が早期に消火活動を行うことで、相違する系列の火災防護対象機器への火災の影響を防止できる設計とする。

中央制御室の制御盤内に設置する高感度煙感知器については、資料5添付資料3に示す。

消火設備は、電気機器へ悪影響を与えない二酸化炭素消火器を使用する設計とし、常駐する運転員による中央制御室内の火災の早期感知及び消火を図るために、消火活動の手順を定めて訓練を実施する。

火災の発生箇所の特정이困難な場合も想定し、サーモグラフィカメラ等、火災の発生箇所を特定できる機器を配備する設計とする。

(iv) 中央制御室床下コンクリートピットの影響軽減対策

中央制御室の火災防護対象機器等は、運転員の操作性及び視認性向上を目的として近接して設置することから、中央制御室床下コンクリートピットに布設する火災防護対象ケーブルについても、互いに相違する系列の水平距離を6m以上確保することや互いに相違する系列を1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離することが困難である。このため、中央制御室床下コンクリートピットについては、以下に示す分離対策等を行うことにより、十分な保安水準を確保する設計とする。

a. ケーブルピット等による分離

中央制御室床下に布設する安全系区分の異なるケーブルについては、区分毎に分けられたコンクリート製のケーブルピット又は電線管等に布設し分離する設計とする。

b. 火災感知設備

中央制御室床下コンクリートピットには、固有の信号を発する異なる種類の煙感知設備と熱感知設備を組合わせて設置する設計とする。これ

らの感知設備は、アナログ式のものとする等、誤作動防止対策を実施する。

また、これらの火災感知設備は、外部電源喪失時においても火災の感知が可能となるよう、非常用電源から受電するとともに、火災受信機盤は中央制御室に設置し常時監視できる設計とする。受信機盤は、作動した火災感知器を1つずつ特定できる機能を有する設計とする。

c. 消火設備

中央制御室は、常駐する運転員によって火災感知器による早期の火災感知及び消火活動が可能であり、火災が拡大する前に消火可能であること、万一火災によって煙が発生した場合でも建築基準法に準拠した容量の排煙設備によって排煙が可能な設計とすることから、消火活動が困難とならない火災区域(区画)として選定する。

(V)原子炉の安全停止

火災により、中央制御室内の一つの制御盤の機能がすべて喪失したと仮定しても、他の制御盤での運転操作により、原子炉の安全停止が可能であることを確認する。(資料7添付資料5)

なお、万が一中央制御室で火災が発生し、原子炉停止操作後、当該火災が延焼して安全系異区分の機器等を同時に損傷させる可能性があるかと判断される場合は、制御室外原子炉停止装置により原子炉の安全停止を行う。(第1-9表)

(資料2, 7)

第1-9表 制御室外原子炉停止装置による監視・操作機能

設置場所	
監視計器	原子炉水位計 原子炉圧力計 サブプレッションプール水位計 サブプレッションプール温度計 ドライウェル圧力計
原子炉減圧系	主蒸気逃がし弁3弁
高圧炉心注水系	原子炉隔離時冷却系
残留熱除去系	残留熱除去系(A)
低圧注水系	残留熱除去系(A)
残留熱除去系海水系	残留熱除去系海水系ポンプ(A), (C)
電源設備	非常用交流電源(2C系)

② 原子炉格納容器内の系統分離(別紙1資料8)

原子炉格納容器内は、プラント運転中については、窒素が封入され雰囲気の不活性化されていることから、火災の発生は想定されない。一方で、窒素が封入されていない期間のほとんどは原子炉が低温停止に到達してある期間であるが、わずかではあるものの原子炉が低温停止に到達していない期間もあることを踏まえ、以下のとおり火災の影響軽減対策を講じる。

なお、原子炉格納容器内での作業に伴う持込み可燃物について、持込み期間・可燃物量・持込み場所等を管理する。また、原子炉格納容器内の油内包機器、分電盤等については、金属製の筐体やケーシングで構成すること、油を内包する点検用機器は通常電源を切る運用とすることに

よって、火災発生時においても火災防護対象機器等への火災影響の低減を図る設計とする。

(i) 火災防護対象機器等の系統分離

原子炉格納容器内の火災防護対象機器等の系統分離は、火災によっても原子炉の安全停止機能が同時に喪失しないことを目的に行うことから、原子炉格納容器の状態に応じて以下のとおり対策を行う。

a. 起動中

a) 火災防護対象ケーブルの分離及び対象機器の分散配置

原子炉格納容器内においては、機器やケーブルが密集し、干渉物などが多く設置されていることから、耐火ラッピング等の3時間以上の耐火能力を有する隔壁の設置が困難である。このため、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについては、離隔距離の確保及び金属製の電線管の使用等により火災の影響軽減対策を行う設計とする。

原子炉格納容器内の火災防護対象機器等は、系統分離の観点から区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔距離を6m以上確保し、区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔間において可燃物が存在することのないように、離隔間にある介在物(ケーブル、電磁弁)については、金属製の筐体、電線管に収納することで延焼防止対策を行う。

原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは、原子炉格納容器外から原子炉格納容器貫通部をとおり原子炉格納容器内に布設しているが、原子炉格納容器貫通部は区分毎に離れた場所に設置し、可能な限り距離的分散を図る設計とする。また、単一火災により複数の区分が機能喪失することないように、消火活動を開始するまでの時間の耐火性能

を確認した電線管に布設する。

原子炉格納容器下部においては、火災防護対象設備である起動領域モニタの核計装ケーブルを一部露出して布設するが、火災の影響軽減の観点から、起動領域モニタはチャンネル毎に位置的分散を図って設置する設計とする。

b) 火災感知設備

火災感知設備について、アナログ式の異なる2種類の火災感知器(煙感知器, 熱感知器)を設置する設計とする。

c) 消火設備

原子炉の格納容器内の消火は、消火器を使用する設計とする。また、消火栓を用いても対応できる設計とする。さらに、火災の早期感知及び消火を図るために、原子炉格納容器内における自衛消防隊(運転員及び消防隊)の消火活動の手順を定め訓練を実施する。

なお、原子炉格納容器内点検終了後から窒素置換完了までの間で原子炉格納容器内の火災が発生した場合には、火災による延焼防止の観点から窒素封入作業を継続し、一定時間経過後に現場確認を行う。

b. 冷温停止中

a) 火災防護対象ケーブルの分離及び対象機器の分散配置

原子炉起動中と同様に、原子炉格納容器内の火災防護対象機器は、系統分離の観点から区分Ⅰと区分Ⅱ機器等の離隔距離を6m以上確保し、区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔間において可燃物が存在することのないように、離隔間にある介在物(ケーブル, 電磁弁)については、金属製の

筐体，電線管に収納することで延焼防止対策を行う。

原子炉起動中と同様に，原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは，原子炉格納容器外から原子炉格納容器貫通部をとおり原子炉格納容器内に布設しているが，原子炉格納容器貫通部は区分毎に離れた場所に設置し，可能な限り距離的分散を図る設計とする。また，単一火災により複数の区分が機能喪失することないように，消火活動を開始するまでの時間の耐火性能を確認した電線管に布設する。

原子炉冷温停止中は，制御棒駆動機構は燃料交換等で一時的に制御棒を操作する場合以外は，中央制御室の受信機にて作動信号を除外する運用として誤作動を防止することから，原子炉格納容器内の火災によっても原子炉の停止機能，未臨界機能の喪失は想定されない。

b) 火災感知設備

原子炉起動中と同様に，アナログ式の異なる2種類の火災感知器(煙感知器，熱感知器)を設置する設計とする。

c) 消火設備

原子炉起動中と同様に，原子炉格納容器内の消火については，消火器を使用する設計とする。また，消火栓を用いても対応できる設計とする。さらに，火災の早期感知及び消火を図るために，原子炉格納容器内における自衛消防隊(運転員及び消防隊)の消火活動の手順を定め訓練を実施する。

(ii) 火災の影響軽減対策への適合について

原子炉格納容器内においては，機器やケーブルが密集し，耐火ラッピ

ング等の3時間以上の耐火能力を有する隔壁の設置が困難である。このため、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについては、離隔距離の確保及び金属製の電線管の使用等により火災の影響軽減対策を行う設計とする

原子炉格納容器内の火災防護対象機器は、系統分離の観点から区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔距離を6m以上確保し、区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔間において可燃物が存在することのないように、離隔間にある介在物(ケーブル、電磁弁)については、金属製の筐体、電線管に収納することで延焼防止対策を行う設計とする。

原子炉格納容器内のケーブルは、単一の火災によって複数の区分が機能喪失することのないように、消火活動を開始するまでの時間の耐火性能を確認した電線管に布設する。

しかしながら、火災防護審査基準に示される「2.3火災の影響軽減」で要求される、「1時間の耐火性能を有する隔壁等(6m以上の離隔距離確保)」と「自動消火設備」の要求そのものには合致するものとは言い難い。

一方、火災防護審査基準の「2.基本事項」※に示されているように、火災の影響軽減対策の本来の目的は、「火災が発生しても原子炉の高温停止、低温停止を達成し、維持する。」ことである。

※ 2. 基本事項

安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画に対して、火災の発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減対

策を講じること。

このため、原子炉格納容器内の火災に対し、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持が可能であることを示すことができれば、火災防護審査基準の「2.3火災の影響軽減」の要求に適合していることと同等であると判断できる。そこで、保守的な評価として、火災による原子炉格納容器内の安全機能の全喪失を仮定した評価を行い、原子炉の高温停止及び低温停止達成及び維持が、運転員の操作と相まって、可能であることを確認した。(資料8別紙3)

以上より、原子炉格納容器内は火災防護審査基準の「2.3火災の影響軽減」の要求については十分な保安水準が確保されていると考える。

③ 軽油貯蔵タンク及び燃料移送ポンプ

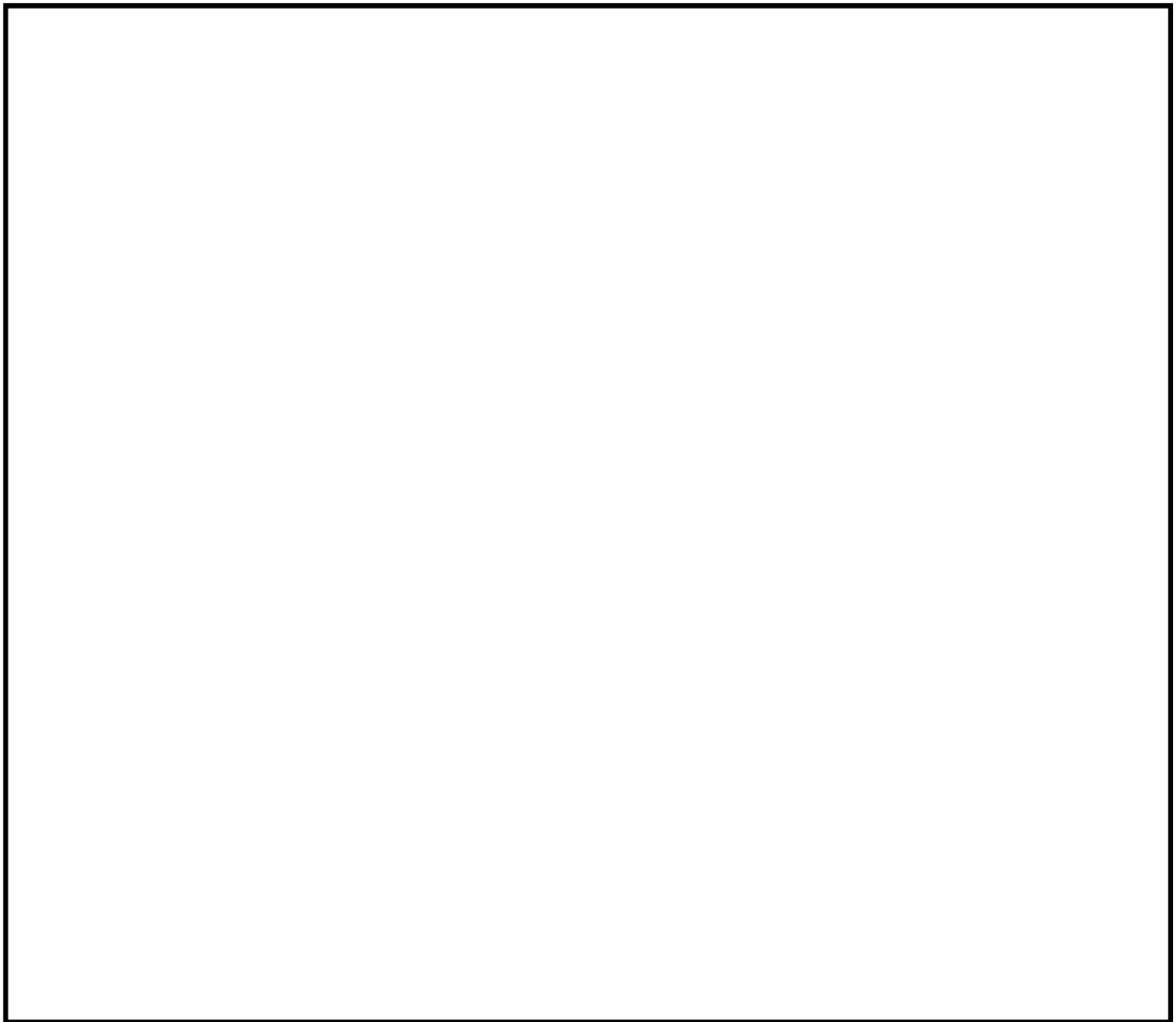
軽油貯蔵タンクは、屋外に埋設して2基設置されているが、これらはそれぞれの区画に分離する設計とする。(第1-35図)

軽油貯蔵タンクには、自動起動の固定式消火設備は設置しないが、軽油貯蔵タンクは、タンクの容量(2基)に対して、非常用ディーゼル発電機2台を7日間連続運転するために必要な量を考慮するとともに、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(1台)及び常設代替高圧電源装置(2台)の運転も考慮した必要な量(4台)を貯蔵する設計であり、火災後も片系のみで機能維持が可能なこと、軽油貯蔵タンクの他に非常用ディーゼル発電機ディタンクが建屋内に3基あり、それぞれ非常用ディーゼル発電機1台に8時間分の燃料を供給できるため、軽油貯蔵タンクでの火災発生から消火までの間も機能維持が可能なことから、単一の火災によ

っても非常用ディーゼル発電機が機能喪失するおそれはない。

また、燃料移送ポンプが設置される区画については、自動起動の固定式消火設備を設置し、軽油貯蔵タンクの火災に対しても異なる区分のポンプが軽油貯蔵タンクとは分離されていることから、影響軽減がはかられており、単一の火災によって非常用ディーゼル発電機が機能喪失するおそれはない。

なお、軽油貯蔵タンク並びに燃料移送ポンプについては、異なる2種類の感知器を設置する設計とする。



以上より、火災防護対象機器については、火災防護に係る審査基準に準じ、

多重化された原子炉の安全停止機能がすべて喪失することのないよう、安全区分Ⅰ，Ⅱ，Ⅲそれぞれの境界を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等で分離する設計とすること、中央制御室については実証試験等により確認された離隔距離等による分離、常駐する運転員による速やかな感知・消火を行うこととしていることから、十分な保安水準が確保されているものと考ええる。

原子炉格納容器については、原子炉格納容器内の油内包機器の油保有量が少なく、冷温停止中は、火災の発生防止、感知・消火の対策により火災の影響が安全機能に影響をおよぼすことはないこと、原子炉格納容器内点検終了後から窒素封入前までの期間は、原子炉格納容器内の火災発生時に発生する可能性のある機器故障警報によって中央制御室にて異常を確認した場合には、速やかにプラントを停止し、消火活動により消火を行う手順とすることから、十分な保安水準が確保されているものと考ええる。

軽油貯蔵タンクは自動起動の固定式消火設備は設置されていないが、単一の火災によっても非常用ディーゼル発電機の機能が喪失するおそれはないことから、十分な保安水準が確保されているものと考ええる。

(3) 放射性物質の貯蔵等の機能に関わる火災区域の分離

放射性物質貯蔵等の機器等を設置する火災区域は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁として、3時間耐火に設計上必要なコンクリート壁厚である123mmより厚い140mm以上の壁厚を有するコンクリート壁又は火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火壁（貫通部シール，防火扉，防火ダンパ）により他の火災区域と分離する設計とする。

以上より、放射性物質貯蔵等の機器等を設置する火災区域は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域と分離する設計であることから、火災防護に係る審査基準に適合するものとする。

(資料9)

(4) 換気設備に対する火災の影響軽減対策

安全機能を有する機器等を設置する火災区域に関連する換気設備には、他の火災区域への火、熱又は煙による影響がおよばないように、火災区域(区画)の境界となる箇所に3時間耐火性能を有する防火ダンパを設置する設計とする。

換気設備のフィルタは、「2.1.1.2 不燃性材料または難燃性材料の使用(4) 換気設備のフィルタに対する不燃性材料及び難燃性材料の使用」に示すとおり、チャコールフィルタを除き、難燃性のフィルタを使用する設計とする。

以上より、安全機能を有する機器等を設置する火災区域に関連する換気設備は、防火ダンパの設置により他の火災区域から影響(熱、煙)を防止する設計であること、フィルタの延焼を防止する設計であることから、火災防護に係る審査基準に適合するものとする。

(5) 煙に対する火災の影響軽減対策

運転員が常駐している火災区域は中央制御室のみであるが、中央制御室の火災発生時の煙を排気するため、建築基準法により要求される容量の可搬型の排煙設備を配備する設計とする。添付資料8に排煙設備の容量等を示す。排煙設備は中央制御室専用であるため、放射性物質の環境

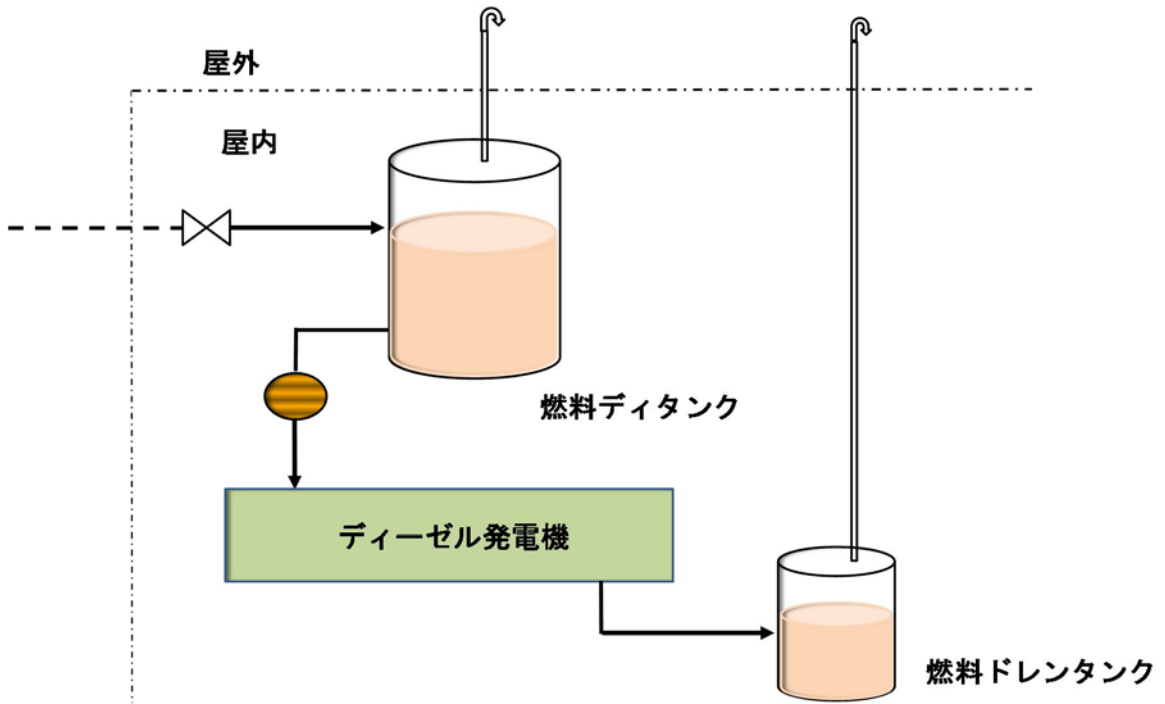
への放出を考慮する必要はない。

安全機能を有する機器等を設置する火災区域のうち、電気ケーブルや引火性液体が密集する火災区域(ケーブル処理室、非常用ディーゼル発電機室)は、二酸化炭素消火設備またはハロゲン化物消火設備により速やかに消火する設計とする。

以上より、電気ケーブルや引火性液体が密集する火災区域については、固定式消火設備により速やかに消火する設計であること、通常運転員が常駐する中央制御室では可搬型の排煙設備を設置する設計であること、中央制御室の排煙設備は中央制御室専用であり、放射性物質の環境への放出を考慮する必要はないことから、火災防護に係る審査基準に適合するものとする。

(6) 油タンクに対する火災の影響軽減対策

火災区域(区画)に設置される油タンクは、換気空調設備による排気又はベント管により屋外に排気する設計としており、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。(第1-36図)



第1-36図 油タンクのベント管設置の例

2.1.3.2 火災影響評価

[要求事項]

2.3.2 原子炉施設内のいかなる火災によっても、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であること。

また、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを、火災影響評価により確認すること。（火災影響評価の具体的手法は「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」による。）

(参考)

「高温停止及び低温停止できる」とは、想定される火災の原子炉への影響を考慮して、高温停止状態及び低温停止状態の達成、維持に必要な系統及び機器がその機能を果たすことができることをいう。

設備等の設置状況を踏まえた可燃性物質の量等を基に想定される原子炉施設内の火災により、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を安全停止できる設計とし、火災影響評価にて確認する。

また、発電用原子炉施設内の火災により運転時の異常な過渡変化または設計基準事故が発生した場合に、それらに対処するために必要な機器の単一故障を考慮しても異常状態を収束できる設計とし、火災影響評価にて確認する。（資料10）

ただし、中央制御盤及び原子炉格納容器に対しては、「火災防護対象機器

等の系統分離」で示すとおり、火災が発生しても、原子炉の安全停止は可能である。

また、内部火災により原子炉に外乱がおよび、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動が要求される事象が発生する可能性があるため、「発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針」（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）に基づき、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対処するための機器に単一故障を想定しても、以下の状況を考慮し、多重性を持ったそれぞれの系統が同時に機能喪失することなく、原子炉の高温停止、低温停止を達成することが可能であることを火災影響評価により確認する。

- ・内部火災を想定する区域及びその影響範囲のクラスⅠ及びクラスⅡの火災防護対象設備は内部火災により機能喪失するが、それ以外の区域の火災防護対象設備は維持される。
- ・原子炉建屋またはタービン建屋において、内部火災が発生することを仮定し、当該建屋内の火災防護対象設備以外は機能喪失する。
- ・原子炉建屋またはタービン建屋において発生した内部火災は、当該の建屋以外に影響をおよぼさない。
- ・中央制御室における火災については、火災感知器による早期感知や運転員によるプラント停止が期待でき、内部火災による影響波及の範囲は限定的である。

火災区域の変更や火災区域設定に影響を与える可能性がある工事を実施する場合には、火災防護計画に従い火災影響評価を行い、火災による影響を考慮しても多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失いことなく、原子炉を安全停止できることを確認するとともに、変更の管理を行う。

なお、「2.1.3.2 火災の影響評価」では、火災区域または火災区画を、

「火災区域」と記載する。

(1)火災伝搬評価

当該火災区域の火災発生時に、隣接火災区域に火災の影響を与える場合は、隣接火災区域を含んだ火災影響評価を行う必要があるため、当該火災区域の火災伝播評価に先立ち、当該火災区域に火災を想定した場合の隣接火災区域への火災の影響の有無を確認する火災伝播評価を実施する。

(2)隣接火災区域に影響を与えない火災区域に対する火災伝播評価

火災伝搬評価により隣接火災区域に火災の影響を与えず、かつ当該火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、「2.1.3.1 系統分離による影響軽減」に基づく火災の影響軽減のための対策の実施により、原子炉の安全停止に必要な安全停止パスが少なくとも一つ確保され、原子炉の安全停止が可能であることを確認する。

(3)隣接火災区域に火災の影響を与える火災区域に対する火災影響評価

火災伝搬評価により隣接火災区域に火災の影響を与える火災区域は、当該火災区域と隣接火災区域の2区画内の火災防護対象機器等の有無の組合せに応じて、火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、「2.1.3.1 系統分離による影響軽減」に基づく火災の影響軽減のための対策の実施により、原子炉の安全停止に必要な安全停止パスが少なくとも一つ確保され、原子炉の安全停止が可能であることを確認する。

2.2 個別留意事項

[要求事項]

3. 個別の火災区域又は火災区画における留意事項

火災防護対策の設計においては，2. に定める基本事項のほか，安全機能を有する構築物，系統及び機器のそれぞれの特徴を考慮した火災防護対策を講じること。

(参考)

安全機能を有する構築物，系統及び機器の特徴を考慮した火災防護対策として，NRC が定めるRegulatory Guide 1.189 には，以下のものが示されている。

(1) ケーブル処理室

- ① 消防隊員のアクセスのために，少なくとも二箇所の入口を設けること。
- ② ケーブルトレイ間は，少なくとも幅0.9m，高さ1.5m 分離すること。

(2) 電気室

電気室を他の目的で使用しないこと。

(3) 蓄電池室

- ① 蓄電池室には，直流開閉装置やインバーターを収容しないこと。
- ② 蓄電池室の換気設備が，2%を十分下回る水素濃度に維持できるようにすること。
- ③ 換気機能の喪失時には制御室に警報を発する設計であること。

(4) ポンプ室

煙を排気する対策を講じること。

(5) 中央制御室等

- ① 周辺の部屋との間の換気設備には，火災時に閉じる防火ダンパを設

置すること。

- ② カーペットを敷かないこと。ただし、防炎性を有するものはこの限りではない。

なお、防炎性については、消防法施行令第4条の3によること。

(6) 使用済燃料貯蔵設備，新燃料貯蔵設備

消火中に臨界が生じないように，臨界防止を考慮した対策を講じること。

(7) 放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備

- ① 換気設備は，他の火災区域や環境への放射性物質の放出を防ぐために，隔離できる設計であること。

- ② 放水した消火水の溜り水は汚染のおそれがあるため，液体放射性廃棄物処理設備に回収できる設計であること。

- ③ 放射性物質を含んだ使用済イオン交換樹脂，チャコールフィルタ及びHEPA フィルタなどは，密閉した金属製のタンクまたは容器内に貯蔵すること。

- ④ 放射性物質の崩壊熱による火災の発生を考慮した対策を講じること。

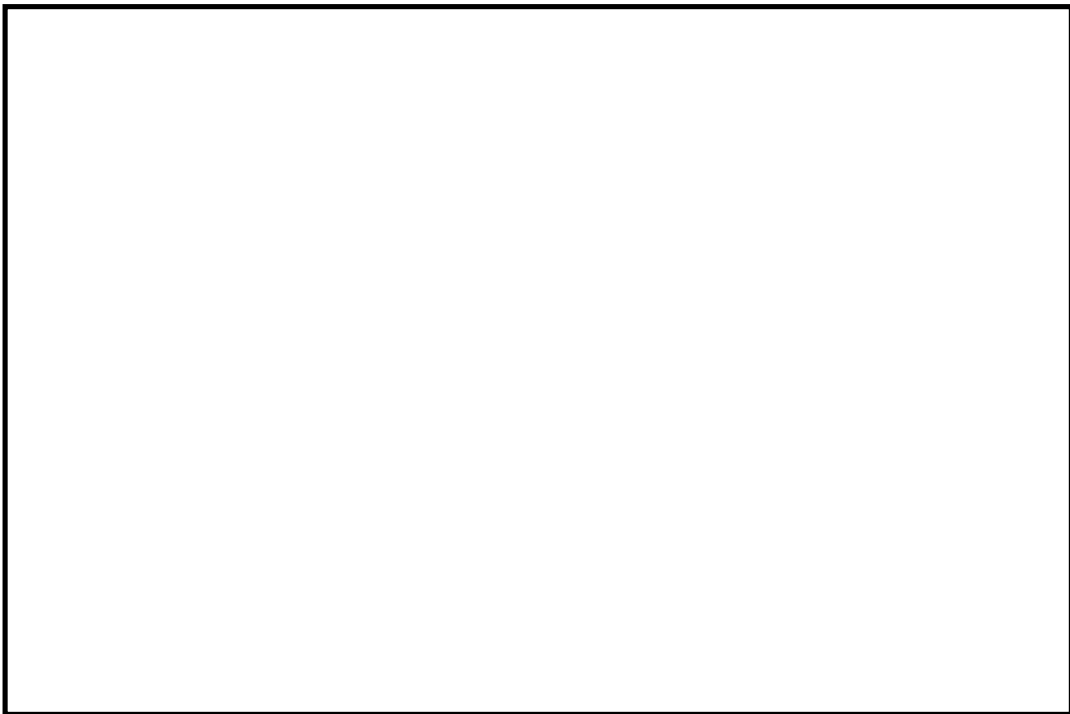
以下に示す火災区域(区画)は，それぞれの特徴を考慮した火災防護対策を実施する。

(1) ケーブル処理室

ケーブル処理室は、二酸化炭素消火設備により消火する設計とするが、消火活動のため 2 箇所の入口を設置する設計とし、ケーブル処理室内においても消火要員による消火活動を可能とする。(第 1-37 図)

また、ケーブル処理室の火災の影響軽減のための対策として、安全機能を有するケーブルトレイ間は、水平方向 0.9m、垂直方向 1.5m 分離する設計とする。

一方、中央制御室床下コンクリートピットは、アナログ式の煙感知器、熱感知器を設置するとともに、ハロゲン化物消火設備を設置する設計とする。また、安全系ケーブルが布設されている箇所に別区分のケーブルを布設する場合は、1 時間以上の耐火能力を有する耐火材で覆った電線管に布設する設計とする。さらに、火災発生時、火災発生場所を火災感知設備により確認し、床板を外して二酸化炭素消火器を用いた消火活動を行うことも可能である。



第 1-37 図 ケーブル処理室の入口状況

(2) 電気室

電気室は、電源供給のみに使用する設計とする。

(3) 蓄電池室

蓄電池室は、以下のとおりとする。

- ①蓄電池室には、蓄電池のみを設置し、直流開閉装置やインバーターは設置しない。(第 1-38 図)
- ① 電池室の換気設備は、社団法人電池工業会「蓄電池室に関する設計指針」(SBA G 0603-2001)に基づき、水素ガスの排気に必要な換気量以上となるよう設計することによって、蓄電池室内の水素濃度を2vol%以下の0.8vol%程度に維持する設計とする。(第 1-10 表)
- ② 電池室の換気設備が停止した場合には、中央制御室に警報を発する設計とする。
- ③ 常用系の蓄電池と非常用系の蓄電池は、常用の蓄電池が非常用の蓄電池に影響をおよぼすことがないように位置的分散が図られた設計とするとともに、電氣的にも 2 以上の遮断器により切り離される設計とする。(第 1-6 図, 資料 3)



第 1-38 図 蓄電池の設置状況

第 1-10 表蓄電池室の換気風量

蓄電池	必要換気量[m ³ /h]	空調換気風量[m ³ /h]
DC250V	1024	3740 [*]
DC125V (2A)	1024	3740
DC125V (2B)	1024	
DC125V (HPCS)	128	
±24V (2A-1, 2A-2)	16	
±24V (2B-1, 2B-2)	16	
NR/W48V ページング用蓄電池	29	2000
NR/W DC125 蓄電池	265	

※改造のため変更有

(4) ポンプ室

安全機能を有するポンプの設置場所のうち、火災発生時の煙の充満により消火困難な場所には、消火活動によらなくても迅速に消火できるよう固定式消火設備を設置する設計とする。

また、火災が発生したポンプ室内に設置される安全機能を有する機器等は火災の影響を受けている可能性があるため、運転操作では当該室に入室せず、当該室外の機器等により原子炉停止操作を行う。

なお、固定式消火設備による消火後、鎮火確認のために運転員や消防隊員がポンプ室に入室する場合は、消火直後に換気をするると新鮮な空気が供給され、再発火のおそれがあることから、十分に冷却時間を確保した上で、可搬型の排煙装置を準備し、扉の開放、換気空調系、可搬型排煙装置により換気し、呼吸具の装備及び酸素濃度を測定し安全確認後に入室する。

(5) 中央制御室等

中央制御室は、以下のとおり設計する。

- ① 中央制御室を含む火災区域の境界には、防火ダンパを設置する設計とする。
- ② 中央制御室のカーペットは、消防法施行令第四条の三の防火性を満足するカーペットを使用する設計とする。

(6) 使用済燃料貯蔵設備，新燃料貯蔵設備

使用済燃料貯蔵設備は、水中に設置された設備であり、ラックに燃料を貯蔵することで貯蔵する燃料管の距離を確保すること、及びステンレス鋼の中性子吸収効果により未臨界性が確保される設計とする。

新燃料貯蔵設備は、添付資料 9 のとおり、ピット構造で気中に設置し、

通常はピット上部を蓋で閉鎖し、ドライ環境であるが、新燃料に消火水が噴霧され、水分で満たされた最適減速状態となっても未臨界性が確保される設計とする。

使用済燃料乾式貯蔵設備は、使用済燃料を乾式で貯蔵する密封機能を有する容器であり、使用済燃料を収納後、内部を乾燥させ、不活性ガスを封入し貯蔵する設計であり、消火水が噴霧されても容器内部に浸入することはない。

(7) 放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備

放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備は、以下のとおり設計する。

- ・放射性廃棄物処理設備、放射性廃棄物貯蔵設備を設置する火災区域管理区域用換気設備は、環境への放射性物質の放出を防ぐ目的でフィルタを通して排気筒へ排気する設計とする。また、これらの換気設備は放射性物質の放出を防ぐために、空調を停止し隔離ダンパを閉止し隔離できるよう設計とする。
- ・放水した消火水の溜まり水は、建屋排水系により液体放射性廃棄物処理設備に回収できる設計とする。
- ・放射性物質を含んだ使用済イオン交換樹脂、濃縮廃液は、固体廃棄物として処理するまでの間は、金属製の容器・タンクで保管する設計とする。
- ・放射性物質を含んだチャコールフィルタは、固体廃棄物として処理するまでの間、ドラム缶に収納し保管する設計とする。
- ・放射性物質を含んだ HEPA フィルタは、固体廃棄物として処理するまでの間、不燃シートで養生し保管する設計とする。

- ・放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備において，冷却が必要な崩壊熱が発生し，火災に至るような放射性廃棄物を貯蔵しない設計とする。

2.3 火災防護計画

[要求事項]

2. 基本事項

- (2) 火災防護対策並びに火災防護対策を実施するために必要な手順，機器及び職員の体制を含めた火災防護計画を策定すること。

火災防護計画について

1. 原子炉施設設置者が，火災防護対策を適切に実施するための火災防護計画を策定していること。
2. 同計画に，各原子炉施設の安全機能を有する構築物，系統及び機器の防護を目的として実施される火災防護対策及び計画を実施するために必要な手順，機器，組織体制が定められていること。なお，ここでいう組織体制は下記に関する内容を含む。
 - ① 事業者の組織内における責任の所在。
 - ② 同計画を遂行する各責任者に委任された権限。
 - ③ 同計画を遂行するための運営管理及び要員の確保。
3. 同計画に，安全機能を有する構築物，系統及び機器を火災から防護するため，以下の3つの深層防護の概念に基づいて火災区域及び火災区画を考慮した適切な火災防護対策が含まれていること。
 - ① 火災の発生を防止する。
 - ② 火災を早期に感知して速やかに消火する。
 - ③ 消火活動により，速やかに鎮火しない事態においても，原子炉の高温停止及び低温停止の機能が確保されるように，当該安全機能を有する構築物，系統及び機器を防護する。
4. 同計画が以下に示すとおりとなっていることを確認すること。

- ① 原子炉施設全体を対象とする計画になっていること。
- ② 原子炉を高温停止及び低温停止する機能の確保を目的とした火災の発生防止，火災の感知及び消火，火災による影響の軽減の各対策の概要が記載されていること。

原子炉施設全体を対象とした火災防護対策を実施するため，火災防護計画を策定する。火災防護計画には，計画を遂行するための体制，責任の所在，責任者の権限，体制の運営管理，必要な要員の確保及び教育訓練並びに火災防護対策を実施するために必要な手順等について定めるとともに，原子炉施設の安全機能を有する機器等については，火災の発生防止，火災の早期感知・消火並びに，火災の影響軽減の3つの深層防護の概念に基づき，必要な火災防護対策を行うことについて定める。重大事故等対処施設については，火災の発生防止並びに，火災の早期感知・消火の2つの深層防護の概念に基づき必要な火災防護対策を行うことについて定める。その他の原子炉施設については，消防法，建築基準法，日本電気協会電気技術規程・指針に従った火災防護対策を行うことについて定める。

外部火災については，安全施設を外部火災から防護するための運用等について定める。

(1)火災防護計画の策定

火災防護計画は，以下の項目を含めて策定する。

- ① 火災防護に係る責任及び権限
- ② 火災防護に係る体制
- ③ 火災防護に係る運営管理(要員の確保を含む)
- ④ 火災発生時の消火活動に係る手順

- ⑤ 火災防護に係る教育訓練・力量管理
- ⑥ 火災防護に係る品質保証

火災防護計画は、東海第二発電所保安規定も基づく社内規程として定める。火災防護活動に係る具体的な要領、手順については、火災防護計画及び関連文書として定める他、関連する規程に必要事項を定め、適切に管理する。

(2) 責任と権限

管理職は火災防護について十分に認識し、発電所職員が火災防護計画の記載事項を理解し遵守できるよう、教育等を実施する責任を有する。

東海第二発電所の作業に従事する全ての職員は、以下の責任を有する。

- ・ 火災発生時における対応手順を把握する。
- ・ 作業区域においては火災の危険性を最小限に留めるような方法で作業する。
- ・ 火災発見時、速やかな報告を行うとともに、初期消火に努める。
- ・ 火災発生への恐れに対する修正処置を行う。また、火災発生への恐れに対する修正措置ができない場合は、状況を報告する。
- ・ 火災防護設備の不適切な使用、損傷及び欠損などを発見した場合は、報告する。
- ・ 作業区域における非常口や消火設備(固定式消火設備、消火器、消火栓)の位置を把握する。

(3) 文書・記録の保管期間

火災防護計画に係る業務における文書・記録の管理について、保管責任者、保管場所、保管期間を火災防護計画に定める。

(4) 消防計画の作成

防火・防災管理者は、消防法に基づき防火・防災管理業務について必要な事項を定め、火災の予防及び火災・大規模地震・その他の災害による人命の安全、被害の軽減、二次的な災害の発生防止を目的とした消防計画を作成し、公設消防に届出る。

(5) 自衛消防隊の編成及び役割

東海第二発電所では、火災及び地震等の災害発生に備えて、被害を最小限に留めるために、自衛消防隊を編成し、火災防護計画にその役割を定める。なお、要員変更があった場合はその都度更新する。

(6) 消火活動の体制

① 初期消火要員の配備

- a. 安全・防災グループマネージャーは、初期消火要員の役割に応じた体制構築し、11名以上の要員を常駐させる。なお、消火活動にあたる人員は、火災の規模や場所(例えば管理区域内)により適切に対応できる人数で対応する。
- b. 安全・防災グループマネージャーは、火災発生時の初期消火要員の火災現場への参集について、通報連絡体制を定める。

② 消火活動に必要な資機材

安全・防災グループマネージャーは、消火活動に必要な資機材を配備する。

- a. 化学消防自動車の配備

化学消防自動車は、監視所付近に常時 1 台配備する。施設防護グループマネージャーは、化学消防自動車について必要な点検を実施する。

b. 水槽付消防ポンプ自動車の配備

水槽付消防ポンプ自動車は、監視所付近に常時 1 台配備する。施設防護グループマネージャーは、水槽付消防ポンプ自動車について必要な点検を実施する。

c. 泡消火薬剤の配備

1 時間の泡放射(4000毎分を同時に 2 口)が可能な泡消火薬剤(1,5000以上)を常時配備し、維持・管理する。訓練を実施する場合は、1,5000を下回らないよう予め泡消火薬剤を配備する。また、消火活動で使用した場合は遅滞なく補給する。

d. その他の資機材の配備

消火活動に必要な化学消防自動車及び泡消火薬剤以外のその他資機材を配備し、維持・管理する。

(7) 火災発生時の対応

① 火災対応手順について

a. 防火・防災管理者は、発電所構内での火災発生に備え、火災対応手順及び消火戦略を定め、維持・管理を行う。

○火災対応手順には、以下を含める。

- ・ 役割と権限
- ・ 消火体制と連絡先
- ・ 複数同時火災発生時の対策

○消火戦略には、以下を含める。

- ・ 消防隊員の入室経路と退室経路

- ・ 消防隊員の配置(指揮者の位置, 確認位置等)
- ・ 安全上重要な構築物, 系統, 機器の設置場所
- ・ 火災荷重
- ・ 放射線, 有害物質, 高電圧等の特別な危険性(爆発の可能性含む)
- ・ 使用可能な火災防護設備(例:固定式消火設備, 消火器, 消火栓等)
- ・ 臨界その他の特別な懸念のための, 特定の消火剤に対する使用制限と代替手段
- ・ 熱や煙に感度の高い安全上重要な設備や機器の配置
- ・ 固定式消火設備, 消火器, 消火栓の配置
- ・ 手動消火活動のための給水
- ・ 消火要員が使用する通信連絡システム
- ・ 個別の火災区域の消火対応手順
- ・ 大規模損壊時の火災対応
- ・ 外部火災(軽油貯蔵タンク, 変圧器, 森林火災等)の対応

② 火災発生時の注意事項

防火・防災管理者は, 火災発生時の注意事項として以下の項目を定める。

- a. 通報連絡
- b. 火災現場での活動に向けた準備
- c. 消火活動
 - ・ 初期消火活動
 - ・ 自衛消防隊到着以降の消火活動
- d. 公設消防への対応
 - ・ 公設消防への報告

- ・公設消防の装備(管理区域での汚染区分に応じた装備を予め定める)
- ・火災現場及び現場指揮本部での指揮命令系統の統一
- ・公設消防の汚染検査
- ・負傷者対応

e. 避難活動

- ・避難周知
- ・作業員等の把握
- ・避難誘導

f. 自衛消防隊の招集

- ・平日勤務時間
- ・平日夜間・休祭日

③ 中央制御盤内の消火活動に関する注意事項

中央制御室盤内で火災が発生した場合の消火活動は、常駐する運転員初期の消火を実施するものの、自衛消防隊が出動して消火活動にあたることとする。具体的な消火手順については、消火戦略に以下の事項を定める。

a. 消火設備

中央制御盤内の火災については、電気機器への影響がない二酸化炭素消火器を使用して、消火を行う。

b. 消火手順

- ・火災が発生した場合、運転員は受信機盤により、火災が発生している区域・部屋を特定すると共にプラント運転状況を監視する。
- ・消火活動は2名で行い、1名は直ちに至近の二酸化炭素消火器を準備し、

火災発生箇所に対して、消火活動を行う。もう 1 名は、予備の二酸化炭素消火器の準備等を行う。

- ・制御盤内での消火活動を行う場合は、セルフエアセットを装着して消火活動を行う。
- ・中央制御室主盤及び中央制御室裏盤エリアへの移動は、距離が短いことから、短時間で移動して、速やかに消火活動を実施する。

④ 火災鎮火後の処置

発電長は、公設消防からの鎮火確認を受けたのち、設備状態の確認を行い、設備担当箇所に点検依頼を行う。設備担当箇所は、火災後に設備の健全性確認を行う。

(8) 原子炉格納容器内の火災防護対策

原子炉格納容器内は、プラント運転中は窒素が封入され不活性された環境となるから、火災の発生は想定されない。

窒素が封入されていない期間のほとんどは原子炉が冷温停止となる期間であるが、わずかではあるものの原子炉が冷温停止に到達していない期間もあることを踏まえ、「2.1.3.1②原子炉格納容器内の系統分離」及び資料 8 に示す火災防護対策及び以下の運用を行うことについて火災防護計画に定める。

- ・原子炉格納容器内での作業に伴い持込み可燃物が発生する場合、持込み期間・可燃物量・持込み場所等を管理する。また、原子炉格納容器内への持込み可燃物の仮置きは禁止する。やむを得ず仮置きが発生する場合は、不燃シートで覆うまたは金属箱の中に収納するとともに、その近傍に消火器を準備する。
- ・原子炉格納容器内で火気作業を実施する場合は、火災防護計画にて定める

管理手順に従って実施する。

- ・原子炉格納容器内での火災発生に対し，原子炉格納容器内への入退域箇所や，原子炉格納容器内外の消火器・近傍の消火栓・通信設備の位置，原子炉格納容器内の安全系設備やハザードの位置を明記した消火戦略を作成する。

(9) 重大事故等対処施設並びにこれらが設置される火災区域に対する火災防護対策

① 重大事故等対処施設並びにこれらが設置される火災区域

重大事故等対処施設並びにこれらが設置される火災区域は，重大事故等に対処するために必要な機能を有する構築物，系統及び機器を火災から防護することを目的として，適切に火災区域を設定し，火災の発生防止，火災の感知・消火，それぞれを考慮した火災防護対策を実施する。

特に，火災防護対策以下の事項を火災防護計画に定め，実施する。

- ・建屋内に設置される重大事故等対処施設である常設重大事故防止設備，常設重大事故緩和設備は，火災により重大事故等に対処する機能が同時に喪失することがないように，設計基準対象設備の配置を考慮して火災区域に設置する。
- ・屋外の重大事故等対処施設については，火災により重大事故等に対処する機能が同時に喪失しないよう配置上の考慮を行う。
- ・屋外の常設重大事故等対処施設及び可搬型重大事故等対処設備は，発電所敷地外からの火災による延焼を防止するため，発電所敷地内に設定した防火帯で囲んだ範囲の内側に防火帯と重複しないように配置する。
- ・屋外の重大事故等対処施設を設置するエリアについて，附属設備を含め

て火災区域に設定する。ただし、壁やフェンス等で明確に区域が設定できない重大事故等対処施設を設置するエリアについては、重大事故等対処設備自体に可燃物を含むことから、火災区域の設定にあたっては「危険物の規制に関する政令」第九条第一項第二号で要求される「製造所」の基準を参考として、3m以上の幅の空地を確保した範囲を火災区域として設定する。

- ・常設代替交流電源設備設置エリアは、附属設備を含めて火災区域を設定する。常設代替交流電源設備を構成する主要機器である、地下タンクに対して消防法等から空地の確保は要求されないが、危険物である燃料油や可燃物があることから、その保管場所については、「危険物の規制に関する政令」第九条第一項第二号で示される「製造所」の指定数量の倍数が十以下の空地の幅を参考にして、燃料タンクは3m以上の幅の空地を確保した範囲を火災区域として設定する。
- ・常設代替交流電源設備ケーブル布設エリアについては、その内部を火災区域として設定する。
- ・上記で設定した火災区域の境界付近は、可燃物を置かない管理を実施するとともに、周辺施設または植生との離隔、周辺の植生区域の除草等の管理を実施する。
- ・上記で設定した火災区域は、点検に係る資機材等の可燃物の仮置きを禁止する。
- ・常設代替交流電源設備設置エリアの火災区域は、区域全体の火災を感知するために、炎感知器及び熱感知カメラを設置する。
- ・重大事故等対処施設(屋外に設定した火災区域、緊急時対策所含む)への屋外アクセスルートを決める。
- ・屋外アクセスルート及びその周辺は、地震発生に伴う火災の発生防止対

策(変圧器等火災対策, 可燃物・危険物管理等)及び火災の延焼防止対策(消火配管の地上化, 防油堤設置等)を行う。

- ・屋外アクセスルート近傍で設備工事, 補修工事を実施する場合は, 火災発生の影響を考慮すること, 必要な評価(内部火災影響評価, 外部火災影響評価)を実施することを火災防護計画に定める。
- ・屋外の火災区域での火災発生に対し, 火災発生区域への入退域箇所やアクセスルート, 敷地内の消火栓, 消火器, 防火水槽等の位置を明記した消火手順を作成する。

② 可搬型重大事故等対処設備及びその保管場所の火災防護対策

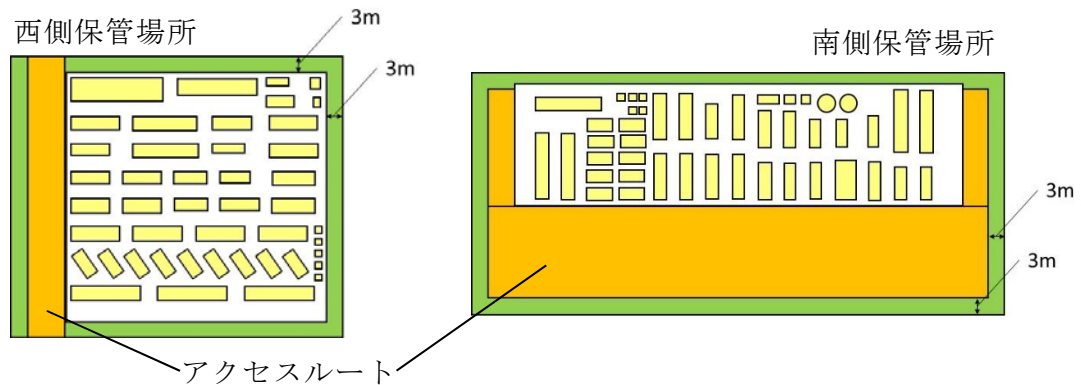
可搬型重大事故等対処施設は, 建屋内及び屋外に保管されており, 建屋内については, 基準規則第 8 条, 第 41 条に基づき設定した火災区域に保管する。

特に屋外の可搬型重大事故等対処設備及びその保管場所の火災防護対策として以下の事項を火災防護計画に定め, 実施する。

- ・屋外の可搬型重大事故等対処設備の保管場所は, 火災区域として設定する。
- ・可搬型重大事故等対処設備には危険物である燃料油や可燃物があることから, その保管場所については, 「危険物の規制に関する政令」第九条第一項第二号で示される「製造所」の指定数量の倍数が十以下の空地の幅を参考にして, 保管場所の敷地境界から 3m 以上の幅の空地を確保する。(第 1-38 図)
- ・分散配置が可能な可搬型重大事故等対処設備は, 火災によって重大事故等に対処する機能が同時に喪失しないよう, 分散配置して保管する。
- ・可搬型重大事故等対象設備は, 設計基準対象設備及び常設重大事故対

処施設に対して、可搬型重大事故等対処設備からの火災または設計基準対象設備若しくは常設重大事故等対処施設からの火災により、必要な機能が同時に喪失しないよう、十分な離隔を取った高所に保管する。

- 可搬型重大事故等対処設備は、設備間に適切な離隔距離を取って保管する。
- 可搬型重大事故等対処設備は、竜巻(台風含む)による火災においても、重大事故等に対処する機能が喪失しないよう、配置上の考慮を行う。
- 可搬型重大事故等対処設備の保管場所については、火災の発生防止の観点から巡視点検を行うこと、巡視点検により潤滑油、燃料油が漏えいを発見した場合には、吸着マット、土嚢等を使用し漏えいした油の拡大防止対策を図ることを、火災防護計画の関連文書に定める。
- 可搬型重大事故等対処設備の保管場所の境界付近には、可燃物を置かない管理を実施するとともに、保管場所内の潤滑油及び燃料油を内包する機器は、可燃物に隣接する場所に配置しない等の保管場所外への延焼防止を考慮する。
- 可搬型重大事故等対処設備は、点検に係る資機材等の可燃物の仮置きを禁止する。
- 可搬型重大事故等対処設備の保管場所とした火災区域には、火災区域全体の火災を感知するために、炎感知器及び熱感知カメラを設置する。
- 可搬型重大事故等対処設備の保管場所での火災発生に対し、火災発生場所への入退域箇所やアクセスルート、敷地内の消火栓、消火器、防火水槽の位置等を明記した消火手順を作成する。



第 1-38 図 可搬型重大事故等対処設備の火災区域設定

(10) 消防法に基づく危険物施設予防管理・活動業務

防火・防災管理者は、消防法に基づき危険物施設予防規程を作成し、市町村長へ届出する。防火・防災管理者は、危険物保安監督者に対し、危険物災害予防規程に基づき、危険物施設の保安業務の実施を指導する。

危険物施設予防規程には、危険物施設の保安業務を以下のとおり定める。

- ・ 危険物施設の保安関係者に対する教育
- ・ 危険物施設における訓練
- ・ 巡視点検
- ・ 運転操作
- ・ 危険物の取扱い作業及び貯蔵
- ・ 危険物施設の補修
- ・ 非常時の措置
- ・ 油漏えい時の対応方法
- ・ 公設消防との連絡
- ・ 立入検査

(11) 内部火災影響評価

防火・防災管理者は、内部火災影響評価の手順及び実施頻度を定め、内部火災影響評価を定期的実施し原子炉の高温停止及び低温停止ができることを確認する。

(12) 外部火災影響評価

防火・防災管理者は、外部火災影響評価条件を定期的確認する。評価結果に影響がある場合は、発電所敷地内外で発生する火災が安全施設へ影響を与えないこと、及び火災の二次的影響に対する適切な防護対策が実施されていることを確認するために、外部火災影響評価の再評価を実施する。

(13) 防火管理

① 防火監視

防火・防災管理者は、可燃物の持込み状況、防火扉の状態、火災の原因となり得る過熱や引火性液体の漏えい等を監視するための監視手順を定め、防火監視を実施する。防火監視の結果、過熱や引火性液体の漏えい等が確認された場合には、改善を指示する。

② 持込み可燃物の管理

防火・防災管理者は、火災の発生防止及び火災発生時の火災規模の最小化、影響軽減を目的とした、持込み可燃物の運用管理手順を定め、その管理状況を定期的確認する。持込み可燃物の運用管理手順には、発電所の運転に係る可燃物、設備の保守点検のために一時的に持ち込まれる可燃物の管理を実施する。

持込み可燃物管理における、火災の発生防止、延焼防止に関する遵守事項は以下のとおりである。

- ・ケーブルトレイ直下への可燃物の仮置きを禁止する。
- ・火災区域(区画)で周囲に火災防護対象機器がない場所に可燃物を仮置きする場合には、不燃シートで覆うまたは金属箱の中に収納するとともに、その近傍に消火器を準備する。
- ・火災区域(区画)での作業により、火災防護対象機器近傍に可燃物を持ち込む場合には、作業員が目視確認できる範囲内とし、休憩・作業終了後は、火災防護対象機器近傍から移動する。
- ・火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域(区画)は、可燃物の仮置きを禁止する。

なお、定期検査中に持ち込まれる可燃物の仮設資材(分電盤他)については、防止監視の強化を図るとともに、仮設資材近傍での火気作業禁止といった措置を実施し、火災の発生防止、延焼防止に努めることを可燃物の運用管理手順に定める。

③ 火気作業管理

防火・防災管理者は、火気作業における火災発生防止及び火災発生時の火災規模の最小化、影響軽減を目的とした火災作業管理手順について定め、発電所内における火気作業管理状況を定期的に確認する。火気作業管理手順には、以下を含める。

- ・火気作業における作業体制
- ・火気作業中の確認事項
- ・火気作業中の留意事項(火気作業時の養生、消火器等の配備、監視人の配置等)
- ・火気作業後の確認事項(火気作業終了後 30 分後における残り火確認)

- ・安全上重要と判断された区域における火気作業の管理
- ・火気作業養生材に関する事項
- ・仮設ケーブルの使用制限
- ・火気作業に関する教育
- ・作業以外の火気取扱について(喫煙等)

火気使用時の養生は、不燃シート・不燃テープを用いて養生することを定める。なお、屋内の火気作業を除く全ての作業で使用する養生シート及び汚染防止用シートには、難燃シート及び難燃テープを使用することを定める。

④ 危険物の保管及び危険物取扱作業の管理

防火・防災管理者は、危険物に起因する火災発生の防止を目的として、発電所の運転に係る危険物の保管や取扱、保守点検における危険物の保管及び取扱作業管理について手順を定めるとともに、発電所内における危険物の管理状況を定期的に確認する。

危険物の管理手順には以下を含める。

- ・危険物の保管及び取扱に関する運用管理
- ・危険物作業における作業体制
- ・危険物取扱作業前の確認事項
- ・危険物取扱作業中の留意事項
- ・危険物取扱作業後の確認事項
- ・安全上重要と判断された区域における危険物の保管及び取扱作業の管理
- ・危険物取扱に関する教育

⑤ 有機溶剤の取扱い

火災区域において有機溶剤を使用する場合は、火災発生防止の観点から滞留を防止するため、建屋の機械換気に加え作業場所の通気・換気を行うことを定める。

⑥防火管理の適用除外項目

防火管理で要求される事項を作業環境・物理的条件から満足できない場合、火災防護設備が作業により機能低下または喪失する場合には、作業者及び当社は、その作業内容及び防火措置の必要性について検討・確認し、予め防火措置を定め必要な申請書を作成し、防火・防災管理者の承認を得た後、工事を実施できるものとする。

⑦火災防護設備に関する要求の適用除外

火災防護計画には、火災防護設備に関する要求の適用除外に関する事項を定める。

⑧火災防護設備の損傷に対する代替措置

火災防護計画には、火災防護設備が損傷した場合の代替措置に関する事項を定める。

(14)火災防護設備の維持管理

①火災区域の維持管理

- ・屋内の火災区域を構成する耐火壁，貫通部等の火災防護設備の管理は社内規程に則り管理する。
- ・屋外の火災区域(常設代替交流電源設備，可搬型重大事故等対処設備保管庫)は，資機材管理，火気作業管理，危険物管理，可燃物管理，巡視

を行うとともに、火災区域周辺の除草を行う。

- ・火災区域の変更や設定した火災区域に影響を与える可能性がある工事を実施する場合には、火災影響評価を行い、火災による影響を考慮しても多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を安全停止できることを確認するとともに、変更管理を行う。
- ・可燃物が少ないエリアにおいて、可燃物となる設備(油内包機器、電源盤、ケーブル等)を追加設置する場合は、可燃物の仮置き禁止を前提に管理対象としている可燃物と合算して可燃物量 1000MJ、等価火災時間 0.1 時間のいずれも超えないように管理する。

② 火災防護設備の維持管理

火災防護設備の維持管理は「2.3(20)火災防護設備の保守管理」に示すとおり、社内規程に則り維持管理を行う。

③ 防火帯の維持管理

防火・防災管理者は、森林火災が発生した場合の延焼を防止する防火帯の管理については、以下のとおり実施する。

a. 防火帯上の駐車禁止等の措置

防火帯上に駐車場を設定しない。また、可燃物を有する設備を設置しない。

b. 防火帯の巡視点検

防火帯上に可燃物等がないこと等、防火帯に異常がないことを確認するため、防火帯の日常点検を実施する。日常点検において、防火帯の損傷等の異常を確認した場合は、速やかに補修作業を実施する。

(15) 森林火災等の敷地外火災発生時の延焼防止対策

森林火災の延焼を防止するために、防火帯を設置する。防火帯は、火災防護対象機器を原則防護するよう設定する（防火帯の外側となる設備は、送電線、通信線、気象観測装置及び放射能監視設備）。防火帯は、発電所設備及び駐車場の配置状況を考慮し、干渉しないように設定する。防火帯の設定にあたっては、モルタル吹付け等を行い、可燃性物質が無い状態を維持管理する。

万が一、敷地外の森林から出火し、敷地内の植生に延焼するおそれがある場合は、統括管理者の指示により自衛消防隊が出動し、予防散水等の延焼防止措置を行う。敷地内の植生に延焼した場合は、消火活動を行う。予防散水を含む森林火災の対応手順は消火戦略に定める。なお、敷地内の植生に延焼した場合であっても、適切な防火帯幅を確保しており、原子炉建屋などの重要施設に延焼せず、安全機能が損なわれないことを外部火災影響評価にて確認している。

(16) 航空機落下等による発電所施設の大規模損壊に伴う火災対策

原子炉建屋周辺に航空機が落下し、燃料火災が発生した場合、直ちに公設消防に連絡するとともに、統括管理者の指示により自衛消防隊が出動し、高所放水車等による泡消火により消火活動を行う。また、発電所対策本部本部長(所長)が、事故対応を実施及び継続するために、放水砲等による泡消火の実施が必要と判断した場合は、緊急時対策要員を火災対応の指揮命令系統の下で消火活動に従事させる。

(17) 教育・訓練

① 防火・防災教育の実施

防火・防災管理者及びその代行者等は、消防機関が行う講習会及び研修会に参加するとともに、自衛消防組織に配備される要員をはじめとする職員に対し、防火・防災に関する教育を計画的に実施し、記録及び報告書を総務グ

グループマネージャーが保管する。

② 消防訓練の実施

防火・防災管理者は、消火対応の力量を維持するために、各種訓練を計画的に実施する。防火・防災管理者は、火災防護活動に係る訓練の年間計画を作成する。

③ 初期消火要員に対する訓練

- a. 安全・防災グループマネージャーは、初期消火要員としての力量が確保されていることを確認するために、社内規程に基づき作成する当該年度の運転員の教育・訓練の実施結果を年1回確認する。
- b. 中央制御室の制御盤内での火災を想定し、二酸化炭素消火器の取扱いに関する教育及び訓練を実施するとともに、制御盤内で消火活動を行う場合は、セルフエアセットを装着することから、セルフエアセットの取扱いに関する訓練も行う。
- c. 原子炉格納容器内での消火活動を迅速に行うため、原子炉格納容器内火災に対する消火戦略を作成し、速やかに消火活動ができるように訓練する。

④ 初期消火要員に対する訓練(委託員)

- a. 施設防護グループマネージャーは、委託消防員の業務に係る仕様書において、調達要求事項が社内規程に従って記載されていることを確認する。
- b. 安全・防災グループマネージャーは、初期消火要員として委託員の力量が確保されていることを確認するために、委託先の教育・訓練の実施報

告書を半期ごとに確認する。

⑤ 一般職員に対する教育

防火・防災管理者は、一般職員に対し以下に関する教育を必要に応じ計画的に実施する。

- ・ 火災防護関連法令、規程類
- ・ 火災発生時における対応手順
- ・ 可燃物及び火気作業に関する運営管理
- ・ 危険物(液体, 気体)の漏えい, 流出時の措置

⑥ 協力会社に対する教育

防火・防災管理者は、協力会社に対して以下に関する教育を実施するよう指導する。

- ・ 火災発生時における対応手順
- ・ 可燃物及び火気作業に関する運営管理
- ・ 危険物(液体, 気体)の漏えい, 流出時の措置

⑦ 定期的な評価

- a. 安全・防災グループマネージャーは、消火活動に必要な体制について、総合的な訓練と実際の消火活動の結果を年1回以上評価して、より適切な体制となるように見直しを行う。
- b. 前項の評価の際には、社内の講評、消防機関等の外部機関からの指導事項などを踏まえて行う。

(18) 火災防護設備の保守管理

火災防護設備の性能及び信頼性は、当該設備の検査、試験及び保守点検が重要であることを認識した上で、消火器具など消防設備も含めて、すべての火災防護設備が機能するように維持する必要がある。

したがって、防火・防災管理者は、設備を適切に維持するために設備担当箇所のグループマネージャーに対し、指導・監督する。

設備担当箇所のグループマネージャーは、火災防護設備の検査や試験及び保守点検について、社内規程に従い、保守管理を行う。保守管理にあたっては、社内規程に基づき適切に保全重要度を設定する。

設備担当箇所のグループマネージャーは、社内規程に基づき保全の重要度に応じた保全計画を策定する。なお、火災防護設備の補修、取替え等の火災防護設備の保全工事等の計画及び実施に当たっては、社内規程に基づき、必要に応じて設計計画をし、権限者の承認を得る。

火災防護設備の保全工事等の計画及び実施に当たっては、社内規程に基づき、発注先に対しての要求事項の明確化等、保全工事等の計画を具体化し、計画に従い実施する。

火災防護設備は、社内規程に基づき点検・補修等の結果を確認し、機器の機能を満足することを評価する。火災防護設備の点検・補修で不適合が生じた場合には、社内規程に基づき、前述の確認結果及び評価結果を踏まえて実施すべき点検の方法、実施頻度及び是正処置並びに予防処置を講じる。

火災防護設備の保全の有効性評価及びフォローアップについては、社内規程に基づき、火災防護設備に対する点検の妥当性、保全計画の妥当性を確認する。また、評価結果により改善が必要なものとされた場合は、点検、保全計画について改善する。

火災防護設備については、社内規程に基づき、火災防護設備に対する保守管理の妥当性を評価する。また、評価結果に基づき、必要に応じて保守管理の改善案を作成する。

(19) 固定式消火設備に係わる運用

固定式消火設備に係わる運用について、以下のとおり定める。

防火・防災管理者は、この運用を作業員に周知するとともに、現場に掲示する。固定式消火設備の操作は、基本的に初期消火要員(運転員)が行う。

① ハロゲン化物消火設備及び局所ガス消火設備

ハロゲン化物消火設備で使用するガスはハロン 1301 であり、設備の作動に伴う人体への影響はないが、ハロゲン化物消火設備の作動時には、発電長は当該室内の職員、作業員を退避させる

ハロゲン化物消火設備の設置区域は、起動時に扉が解放していると消火剤が流出するため、当該設置区域の扉は閉運用であること、ハロゲン化物消火設備が設置されていることを現場に掲示する。

局所ガス消火設備は、原子炉建屋通路部に設置されている CRD ポンプ、SLC ポンプといった油内包機器、ケーブルトレイを対象に設置することから、消火対象物の識別、設置場所の明示を行う。

局所ガス消火設備で使用するガスは、ハロン 1301 または FK-5-1-12 であり、設備作動に伴う人体への影響はないが、局所ガス消火設備の作動時には、発電長は作動エリアの作業員等を退避させる。

② 二酸化炭素消火設備

油火災が想定される非常用ディーゼル発電機室に対する二酸化炭素消火設備は、通常の起動方式を自動で運用する。当該室への入室時の人身安全の確保の観点から、DG室入口扉は施錠管理する設計とし、さらに起動方式を自動から手動に切替ないと、施錠した鍵が開錠しない設計とする。また、二酸化炭素消火設備の起動方式を手動状態としている時には、中央制御室盤及び現場入口扉の表示を点滅させる設計とするため、退室時の手動から起動に切替ることが抜けてしまうことのないような設計とする。

加えて、作業等が入室している際には設備が自動で起動しない運用を徹底するため、以下のとおり入退室管理を行う。また、この入退室手順については文書に定めるとともに、現場に掲示する。

a. 入室管理

- ・ DG室に入室する際は、中央制御室に連絡しDG室入口付近の二酸化炭素消火設備の現場操作盤で起動方式を自動から手動に切り替える。
- ・ 中央制御室では、起動方式が自動から手動に切り替わったことを中央制御室内の表示で確認する。
- ・ DG室に入室することを中央制御室に連絡した後、中央制御室が管理する鍵を用いて開錠し、DG室に入室する。

b. 退室管理

- ・ DG室から退室する際には、DG室内に人がいないことを確認した上で、DG室入口の現場操作盤起動方式を手動から自動に切り替える。
- ・ 中央制御室では、DG室の起動方式が手動から自動に切り替わったことを中央制御室内の表示で確認する。
- ・ DG室から退室後、入口扉の鍵を閉め、DG室での作業が完了したことを

中央制御室に連絡する。

c. 入室時に火災が発生した場合の対応

- ・ DG 入室時に当該室で火災が発生した場合，発見者は火災の状況を確認し，中央制御室に連絡するとともに消火器による初期消火を実施する。
- ・ 初期消火要員が現場に急行し，初期消火活動を行い消火器による消火が難しいと判断した場合は，二酸化炭素消火設備を作動させて消火を行う。
- ・ 二酸化炭素消火設備を起動させる際は，DG 室内の人員を退避させるとともに，DG 室の扉を閉じ，現場操作盤の切替スイッチが手動位置であることを確認した上で，起動スイッチを操作する。（操作後，警報鳴動，25 秒後に二酸化炭素が放出される。）

(20) 火災防護に係る品質保証

火災防護に関する品質保証は，社内規程に従い実施する。発電所の品質保証を統括するグループは，火災防護に対する品質保証活動を定期的に監査する。

(21) 火災防護計画の継続的改善

防火・防災管理者は，火災防護計画の継続的改善を図るため，火災防護活動を定期的に評価し，火災防護計画が有効に機能していることを確認するとともに，結果に応じて必要な措置を講じる。

添付資料 1

東海第二発電所における
漏えいした潤滑油及び燃料油の
拡大防止対策について

東海第二発電所における漏えいした潤滑油及び燃料油の拡大防止対策について

1. はじめに

東海第二発電所でのポンプ等の油内包機器から漏えいした潤滑油及び燃料油の拡大防止対策について示す。

2. 要求事項

漏えいした油の拡大防止措置は、「発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）の「2.1 火災発生防止」の 2.1.1 に基づき実施することが要求されている。

火災防護に係る審査基準の記載を以下に示す。

2.1 火災発生防止

2.1.1 原子炉施設は火災の発生を防止するために以下の各号に掲げる火災防護対策を講じた設計であること。

(1) 発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域は、以下の事項を考慮した、火災の発生防止対策を講じること。

①漏えいの防止、拡大防止

発火性物質又は引火性物質の漏えいの防止対策、拡大防止対策を講じること。ただし、雰囲気の不活性化等により、火災が発生するおそれがない場合は、この限りでない。

3. 漏えい拡大防止対策

安全機能を有する機器等の設置場所にあるポンプ等の油内包機器のうち、耐震 S クラスの機器は、基準地震動により損壊しないよう耐震性を確保できている。また、耐震 B, C クラスの機器については、基準地震動により損壊しないよう耐震性を確保する設計とする。

さらに、安全機能を有する機器等を設置する火災区域にあるポンプ等の油内包機器から機器の故障等により油が漏えいした場合には、機器の周囲に設置する堰、または機器周辺のファンネルをとおしてドレンサンプに回収し、漏えいした油の拡大を防止する対策を講じる。東海第二発電所の火災区域にあるポンプ等の油内包機器の油保有量と堰の容量を第 1 表に示す。

第 1 表 火災区域内の油内包機器と堰の容量

※1 原子炉の安全停止に必要な機器，放射性物質貯蔵等の機能を有する機器，重大事故等対処設備のうち，火災防護対策が必要な機器であり，耐震 S クラスまたは Ss 機能維持設計

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	油内包機器		内包量 (L)	堰容量 (L)	換気設備	
			名称	耐震クラス			名称	耐震クラス
R-B2-6	HPCS ポンプ室	有	HPCS レグシールポンプ	S	1.65	14,000	HPCS 空調機	C
			HPCS ポンプ	S	286			
			HPCS ポンプ電動機	S	309			
		有	LPCS レグシールポンプ	S	1.65	11,000	LPCS 空調機	C
			LPCS ポンプ	S	286			
			LPCS ポンプ電動機	S	545			
R-B2-3	RCIC ポンプ室	有	RCIC レグシールポンプ	S	1.65	18,000	RCIC 室空調機	C
			RCIC ポンプ	S	110			
			RCIC タービン	S				
R-B2-11	RHR ポンプ A 室	有	RHR ポンプ (A)	S	286	5,400	RHR 空調機	C
			RHR ポンプ電動機 (A)	S	260			
R-B2-9	RHR ポンプ B 室	有	RHR ポンプ (B)	S	286	5,100	RHR 空調機	C
			RHR ポンプ電動機 (B)	S	260			
R-B2-10	RHR ポンプ C 室	有	RHR ポンプ (C)	S	286	7,400	RHR 空調機	C
			RHR ポンプ電動機 (C)	S	260			
			RHR レグシールポンプ	S	1.65	7,100		
R-B1-2	CRD ポンプエリア	有	CRD 水圧ポンプ (A)	B	170	10,000	原子炉建屋給気ファン	C
		有	CRD 水圧ポンプ (B)	B	170			

部屋番号	部屋名称	火災防護 対策が必 要な機器 の有無※1	油内包機器		内包量 (L)	堰容量 (L)	換気設備	
			名称	耐震クラス			名称	耐震クラス
R-2-6	CUW ポンプ室 (A)	有	CUW 循環ポンプ (A)	B	10	1,700	原子炉建屋給 気ファン	C
R-2-4	CUW ポンプ室 (B)	有	CUW 循環ポンプ (B)	B	10	3,600		
R-3-1	MSIV-LCS マニホ ールト室	有	MSIV-LCS フロー (A)	S	12.5	—※	原子炉建屋給 気ファン	C
			MSIV-LCS フロー (B)	S	12.5			
R-4-5	CUW 逆洗水移 送ポンプ室	有	CUW 逆洗水移送ポ ンプ	B	0.55	11,000	原子炉建屋給 気ファン	C
R-4-6	FPC 循環ポン プ室	有	FPC 循環ポンプ (A)	B	2.2	5,700	原子炉建屋給 気ファン	C
			FPC 循環ポンプ (B)	B	2.2			
R-4-7	FPC 逆洗水移 送ポンプ室	有	FPC 逆洗水移送ポ ンプ	B	0.55	1,400	原子炉建屋給 気ファン	C
R-5-3	非常用ガス処 理設備エリア	有	FRVS ファン(A)	S	5	—※	原子炉建屋給 気ファン	C
			FRVS ファン(B)	S	5			
R-5-13	FPC F/D プリ コト室	有	FPC F/D プリコト ポンプ	B	0.85	3,600	原子炉建屋給 気ファン	C
R-5-7	SLC ポンプエ リア	有	SLC ポンプ (A)	S	45	6,825	原子炉建屋給 気ファン	C
			SLC ポンプ (B)	S	45			
R-5-4	DHC 冷凍機エ リア	無	DHC 冷水ポンプ	C	1.5	—※	原子炉建屋給 気ファン	C
			DHC 冷凍機	C	130	3,700		
R-5-9	CUW F/D プリ コト室	有	CUW F/D プリコト ポンプ	B	0.85	4,800	原子炉建屋給 気ファン	C
T-B1-2	空気圧縮機エ リア	無	所内用空気圧縮 機 (A)	B	49	—※	タービン建屋給 気ファン	C
			所内用空気圧縮 機 (B)	B	49			
		無	計装用空気圧縮 機 (A)	B	37	—※		

※：建屋通路部等に設置されているため、内包量以上の堰を設置する。

部屋番号	部屋名称	火災防護 対策が必要 な機器の 有無※1	油内包機器		内包量 (L)	堰容量 (L)	換気設備	
			名称	耐震クラス			名称	耐震クラス
						計装用空気圧縮機(B)		
	高圧復水ポンプエリア	無	HPCPポンプ(A)	B	210	40,882		
			HPCPポンプ(B)	B	210			
			HPCPポンプ(C)	B	210			
T-B1-2	復水脱塩装置ポンプエリア	無	CSTポンプ(A)	B	17.3	—※	タービン建屋給気ファン	C
			CSTポンプ(B)	B	17.3			
T-B1-4	低圧復水ポンプ室	無	低圧復水ポンプ(A)	B	110	104.853	タービン建屋給気ファン	C
			低圧復水ポンプ(B)	B	110			
			低圧復水ポンプ(C)	B	110			
			低圧復水ポンプ電動機(A)	B	110			
			低圧復水ポンプ電動機(B)	B	110			
			低圧復水ポンプ電動機(C)	B	110			
T-1-5	復水器真空ポンプ室	無	復水器真空ポンプ	B	59	—※	タービン建屋給気ファン	C
T-1-4	発電機水素密封油装置エリア	無	密封油真空ポンプ(A)	B	6.5	9354	タービン建屋給気ファン	C
			密封油真空ポンプ(B)	B	6.5			
			非常用密封油ポンプ	B	2000			
			密封油循環ポンプ	B				
			主密封油ポンプ	B				
		発電機固定子冷却設備エリア	無	発電機固定子冷却水ポンプ(A)	B	10	750	
	発電機固定子冷却水ポンプ(B)			B	10			

部屋番号	部屋名称	火災防護 対策が必 要な機器 の有無※1	油内包機器		内包量 (L)	堰容量 (L)	換気設備	
			名称	耐震クラス			名称	耐震クラス
T-1-4	復水器水室 プライミングポン プエリア脇	無	コンデミ用空気圧縮 機	B	4.0	—※	タービン建屋給 気ファン	C
T-1-11	MD-RFP (B) エリア	無	MD-RFP シールインジ ェクションポンプ (A)	B	10	—※	タービン建屋給 気ファン	C
			MD-RFP シールインジ ェクションポンプ (B)	B	10			
			MD 原子炉給水ポン プ (A)	B	1,052	7113.4		
			MD 原子炉給水ポン プ (B)	B	1,052	7113.4		
T-1-11	RCW/TCW ポン プエリア	無	TCW ポンプ (A)	B	8.1	—※	タービン建屋給 気ファン	C
			TCW ポンプ (B)	B	8.1			
			TCW ポンプ (C)	B	8.1			
		有	RCW ポンプ (A)	B	3.5	—※		
			RCW ポンプ (B)	B	3.5			
			RCW ポンプ (C)	B	3.5			
T-2-5	RCW 薬注エリア	無	RCW 薬注ポンプ	B	4.3	1,350	タービン建屋給 気ファン	C
T-2-17	TD 原子炉給 水ポンプ (A) 室	無	TD 原子炉給水ポン プ (A)	B	7,500	16,300	タービン建屋給 気ファン	C
T-2-18	TD 原子炉給 水ポンプ (B) 室	無	TD 原子炉給水ポン プ (B)	B	7,500	18,900	タービン建屋給 気ファン	C
T-2-10	R/W 排気ファン 室 (A)	無	ラトウエスト建屋排気 ファン (A)	C	6	—※	ラトウエスト建屋 給気ファン	C
T-2-9	R/W 排気ファン 室 (B)	無	ラトウエスト建屋排気 ファン (B)	C	6			
T-2-8	T/B 排気ファン 室	無	タービン建屋排気ファ ン (A)	C	6	—※	ラトウエスト建屋 給気ファン	C
			タービン建屋排気ファ ン (B)	C	6			
			タービン建屋排気ファ ン (C)	C	6	—※		

部屋番号	部屋名称	火災防護 対策が必 要な機器 の有無※1	油内包機器		内包量 (L)	堰容量 (L)	換気設備	
			名称	耐震クラス			名称	耐震クラス
T-2-11	R/B 排気ファン 室	無	原子炉建屋排気フ ァン(A)	C	6	—※	ヲトウエスト建屋 給気ファン	C
			原子炉建屋排気フ ァン(B)	C	6			
T-2-14	R/B 給気ファン 室	無	原子炉建屋給気フ ァン(A)	C	6	—※	ヲトウエスト建屋 給気ファン	C
			原子炉建屋給気フ ァン(B)	C	6			
RW-B1- 10	濃縮廃液タンク 室北側ポンプ エリア	無	濃縮廃液ポンプ (A)	B	1	5,704	ヲトウエスト建屋 給気ファン	C
			濃縮廃液ポンプ (B)	B	1			
			濃縮廃液ポンプ (C)	B	1			
RW-B1- 6	廃液中和タンク 室西側ポンプ エリア	無	所内ホ ーイー復水収 集ポンプ (A)	C	0.36	2,176	ヲトウエスト建屋 給気ファン	C
			所内ホ ーイー復水収 集ポンプ (B)	C	0.36			
	廃液中和タンク 室北側ポンプ エリア	無	コンセントレーター供給ホ ンプ (A)	B	0.46	4,176		
			コンセントレーター供給ホ ンプ (B)	B	0.46			
Rw-B1- 8	スラッジタンク室 脇南側ポンプ エリア	無	床トレンスラッジテカ ントポンプ	B	0.23	3,698	ヲトウエスト建屋 給気ファン	C
			床トレンスラッジポン プ	B	1			
	スラッジタンク室 脇北側ポンプ エリア	無	廃液スラッジテカ ントポンプ (A)	B	0.8			
			廃液スラッジポン プ (A)	B	1			
			廃液スラッジテカ ントポンプ (B)	B	0.8	2,429	ヲトウエスト建屋 給気ファン	C

部屋番号	部屋名称	火災防護 対策が必 要な機器 の有無※1	油内包機器		内包量 (L)	堰容量 (L)	換気設備	
			名称	耐震クラス			名称	耐震クラス
Rw-B1-8	スラッジタンク室 脇北側ポンプ エリア	無	廃液スラッジポンプ (B)	B	1	3,102	ヲトウエスト建屋 給気ファン	C
			床ドレンフィルター逆洗 水ポンプ	B	0.8			
			廃液収集フィルター逆 洗水ポンプ (A)	B	0.8			
			廃液収集フィルター逆 洗水ポンプ (B)	B	0.8			
RW-B1-3	廃液収集タンク 室脇ポンプエリ ア	無	サージポンプ (A)	B	1.4	4,110	ヲトウエスト建屋 給気ファン	C
			サージポンプ (B)	B	1.4			
			床ドレン収集ポンプ	B	1.4			
			廃液収集ポンプ	B	1.4			
	洗濯廃液ポン プエリア	無	洗濯廃液ドレンポン プ (A)	B	0.62	3,378		
			洗濯廃液ドレンポン プ (B)	B	0.62			
RW-B1-2	使用済粉末& 樹脂ポンプ室	無	使用済樹脂ポンプ	B	1	8,082	ヲトウエスト建屋 給気ファン	C
			使用済粉末ポンプ	B	1			
			使用済粉末テカント ポンプ (A)	B	0.8			
			使用済粉末テカント ポンプ (B)	B	0.8			
	サンプルポンプエ リア	無	凝縮水サンプルポン プ	B	0.5	1,953		
			床ドレンサンプルポン プ (A)	B	0.5			
			床ドレンサンプルポン プ (A)	B	0.5			
			廃液サンプルポン プ (A)	B	1.2	2,667		
			廃液サンプルポン プ (B)	B	1.2			

部屋番号	部屋名称	火災防護 対策が必 要な機器 の有無 ^{※1}	油内包機器		内包量 (L)	堰容量 (L)	換気設備	
			名称	耐震クラス			名称	耐震クラス
RW-1-7	薬品注入設 備エリア	無	中和苛性ポンプ	C	6	1,227	ラトウエスト建屋 給気ファン	C
			中和硫酸ポンプ	C	6			
			リン酸ソーダポンプ	C	23			
	フリコト設備エ リア下部	無	フリコトポンプ (A)	C	2.1	875		
			フリコトポンプ (B)	C	2.1			
RW-1-7	フィルター保持ポ ンプエリア	無	廃液フィルター保持ポ ンプ (A)	B	0.36	4.1	ラトウエスト建屋 給気ファン	C
			廃液フィルター保持ポ ンプ (B)	B	0.36	3.7		
RW-2-12	凝縮水収集 ポンプエリア	無	凝縮水収集ポンプ	B	1.7	3,248	ラトウエスト建屋 給気ファン	C
RW-2-2	クラリファイヤ 供給ポンプ室	無	クラリファイヤ供給 ポンプ	B	0.36	3,859	ラトウエスト建屋 給気ファン	C
RW-4-	コンセントレータ 真空ポンプ室	無	コンセントレータ消 泡ポンプ	B	6	1,658	ラトウエスト建屋 給気ファン	C
	スパーキングブ ロー室		スパーキングブロー	C	13.2	2,209		

添付資料 2

東海第二発電所における難燃ケーブルの
使用について

東海第二発電所における難燃ケーブルの使用について

1. はじめに

東海第二発電所において、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）の要求に基づき、「安全機能を有する機器等」に使用するケーブルについて、調査結果を以下に示す。

なお、東海第二発電所における非難燃ケーブルは、非難燃ケーブルに防火措置を施すことにより十分な保安水準を確保することについては、設置許可基準規則、火災防護に係る審査基準への適合性を別資料にて説明する。

2. 難燃ケーブルの要求事項

「火災防護に係る審査基準」における難燃ケーブルの要求事項を以下に示す。

2.1 火災発生防止

2.1.2 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、以下の各号に掲げるとおり、不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計であること。ただし、当該構築物、系統及び機器の材料が、不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの(以下「代替材料」という。)である場合、もしくは、当該構築物、系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であつて、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合はこの限りではない。

(3) ケーブルは難燃ケーブルを使用すること。

(参考)

「当該構築物、系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合」とは、ポンプ、弁等の駆動部の潤滑油、機器躯体内部に設置される電気配線、不燃材料の表面に塗布されるコーティング剤等、当該材料が発火した場合においても、他の構築物、系統又は機器において火災を生じさせるおそれが小さい場合をいう。

(3) 難燃ケーブルについて

使用するケーブルについて、「火災により着火し難く、著しい燃焼をせず、また、加熱減を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質」を有していることが、延焼性及び自己消火性の実証試験により示されていること。

(実証試験の例)

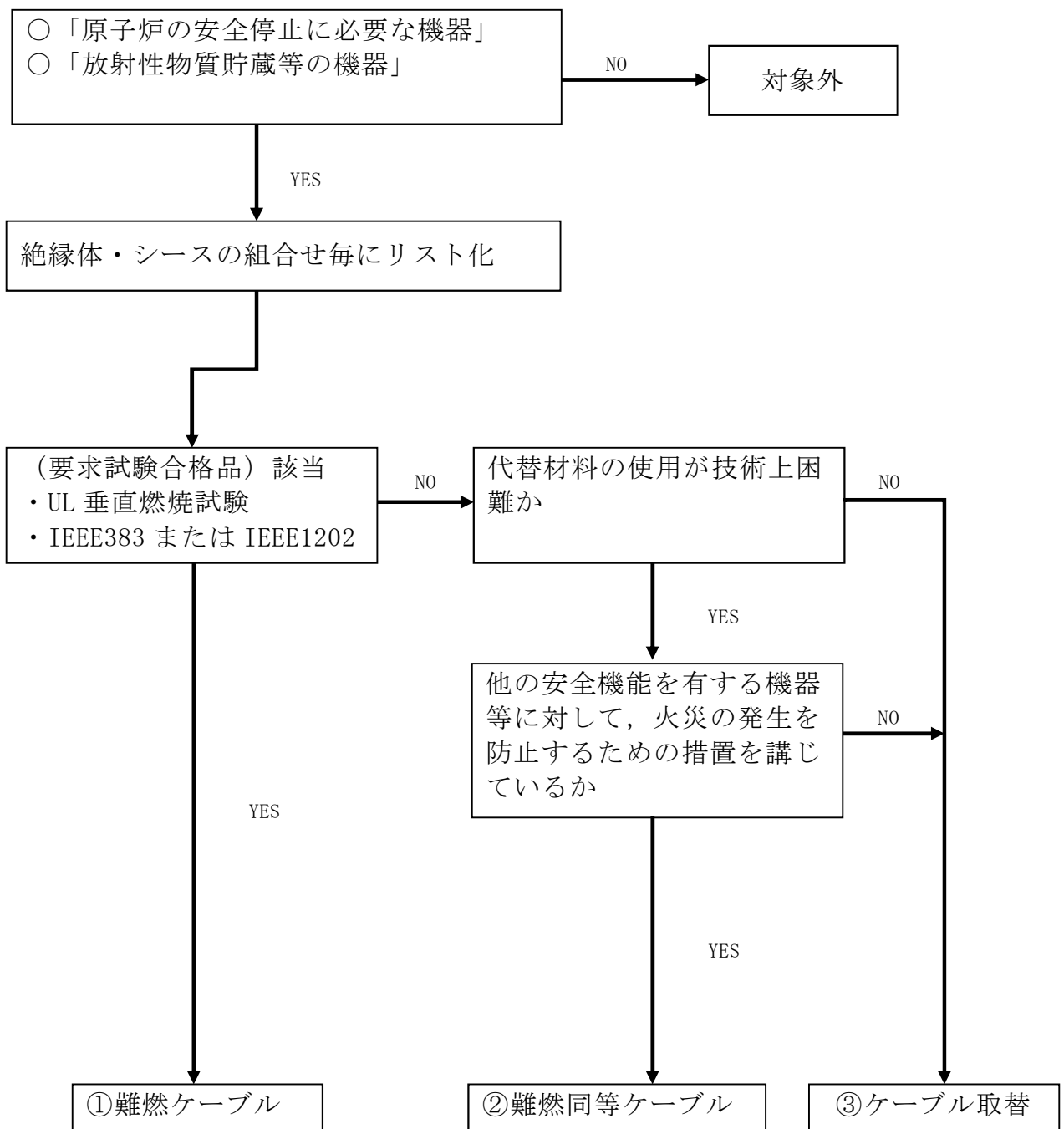
- ・ 自己消火性の実証試験・・・UL 垂直燃焼試験
- ・ 延焼性の実証試験・・・IEEE383 または IEEE1202

3. 難燃ケーブルの使用対象箇所及び確認方法

従来、東海第二発電所における安全機能を有する機器等に使用するケーブルは、非難燃ケーブルに防火措置を施したケーブルを使用しており、合わせて経年劣化による機器の取替えや、新設に伴い布設するケーブルは、実用上可能な限り難燃ケーブルの使用を要求している。

「火災防護に係る審査基準」では、難燃ケーブルの使用にあたり、自己消火性の実証試験(UL 垂直燃焼試験)等による確認が追加されたため、以下のフローに基づき対象箇所を選定し、ケーブル使用状況及び試験状況について調査、確認を行った。

なお、ケーブルの試験方法及び試験結果については、資料4「安全機能を有する機器に使用するケーブルの難燃性について」に示す。



第 1 図 確認フロー

4. ケーブルの難燃性適合状況

安全機能を有する機器等に使用するケーブルについて、絶縁体とシースの組合せ毎にリスト化を行い、確認を行った。第1表にケーブルの難燃性確認結果を示す。

第1表 ケーブルの難燃性確認結果

区分	No.	絶縁体	シース	UL 垂直 燃焼試験	IEEE383 or IEEE1202	フロー 結果
高圧 ケーブル	1	架橋 ポリエチレン	難燃ビニル	○	○	①
	2	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	○	○	①
低圧 ケーブル	3	難燃架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	○	○	①
	4	難燃架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	○	○	①
	5	難燃架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	○	○	①
	6	難燃 EP ゴム	難燃クロロ プレングム	○	○	①
	7	シリコンゴム	ガラス編組	○	○	①
	8	ETFE※1	難燃特殊 耐熱ビニル	○	○	①
	9	ETFE※1	難燃クロロ プレングム	○	○	①
同軸 ケーブル	10	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	○	—	②
	11	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	○	—	②
	12	静電遮蔽付 架橋ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	○	○	①
	13	耐放射線性架橋 発泡ポリエチレン	ノンハロゲン難燃 架橋ポリエチレン	○	○	①
	14	架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	○	○	①
	15	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	○	○	①

※1 四フッ化エチレン・エチレン共重合樹脂

添付資料 3

東海第二発電所における
不燃性又は難燃性の換気フィルタの
使用状況について

東海第二発電所における不燃性又は難燃性の換気フィルタの使用状況について

1. 不燃性又は難燃性の換気フィルタの使用状況

換気空調設備	フィルタ種類 (チャコールフィルタ以外)	材質	性能
非常用ガス処理系	プレフィルタ	ガラス繊維	難燃性
	へパフィルタ	ガラス繊維	難燃性
電気室送風機	バグフィルタ	ガラス繊維	難燃性
蓄電池室送排風機	バグフィルタ	ガラス繊維	難燃性
中央制御室再循環系	プレフィルタ	ガラス繊維	難燃性
	へパフィルタ	ガラス繊維	難燃性

「-」表示：フィルタなし構造の空調機

2. JACA No.11A-2003 の試験概要

JACA No.11A-2003 の難燃性確認試験は、第 1 図の試験装置にて、60 秒間試験体フィルタの端部を規定の条件の炎にさらし、燃焼速度、残炎、残じん時間、溶融滴下した物からの発火の有無、燃焼距離を測定し、難燃性に対する評価を行うものである。



添付資料 4

東海第二発電所における
保温材の使用状況について

東海第二発電所における保温材の使用状況について

1. 概 要

東海第二発電所において、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）にて要求される、「安全機能を有する機器等」に使用する保温材について、不燃性材料または難燃性材料の使用状況を確認した結果を示す。

2. 要求事項

保温材は、「火災防護に係る審査基準 2.1.2 火災発生防止」の2.1.2に基づき実施することが要求されている。保温材の要求事項を以下に示す。

2.1.2 安全機能を有する構築物, 系統及び機器は, 以下の各号に掲げるとおり, 不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計であること。ただし, 当該構築物, 系統及び機器の材料が, 不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの（以下「代替材料」という。）である場合, もしくは, 当該構築物, 系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって, 当該構築物, 系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物, 系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合は, この限りではない。

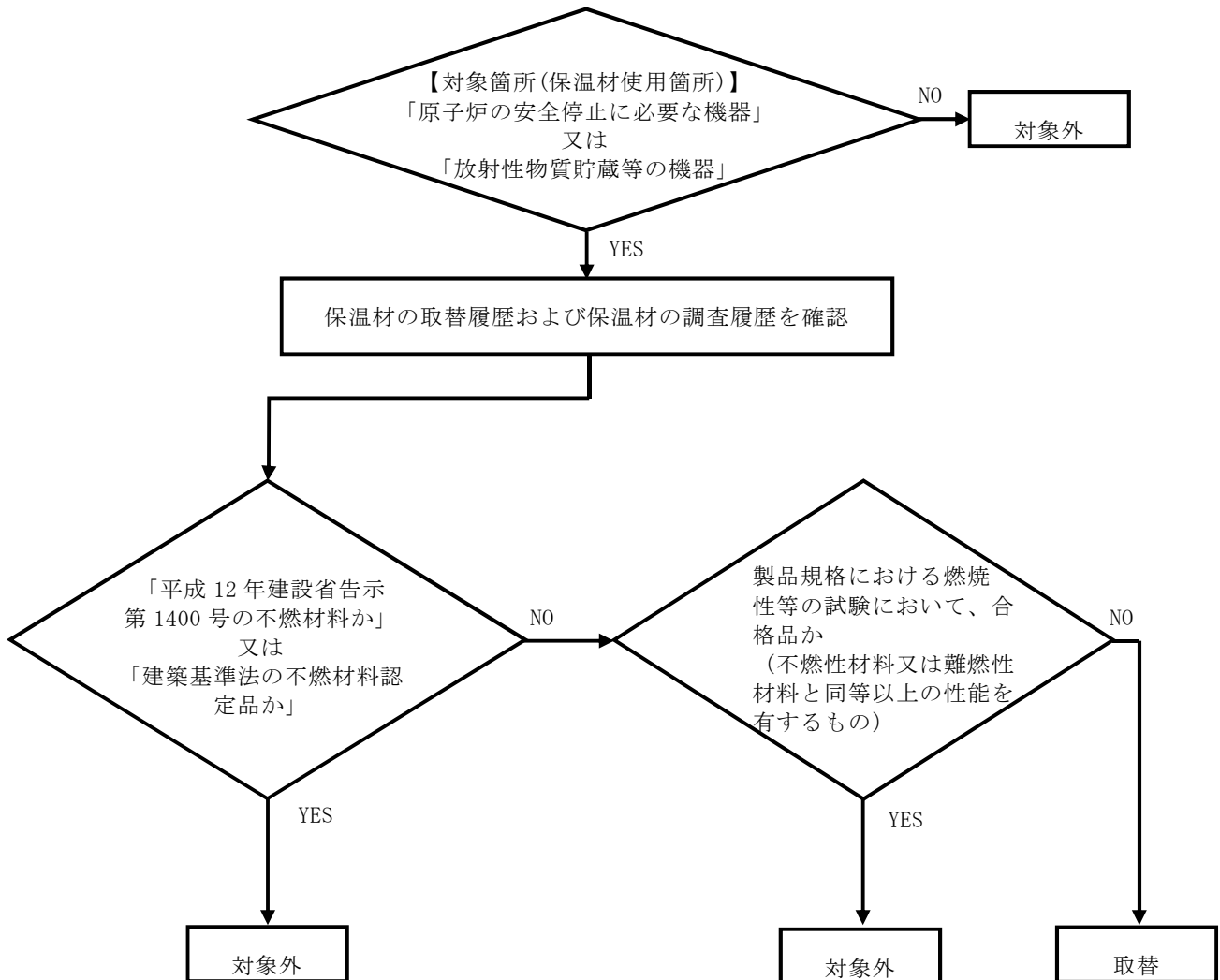
(5) 保温材は金属, ロックウール又はグラスウール等, 不燃性のものを使用すること。

(参考)

「当該構築物，系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって，当該構築物，系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物，系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合」とは，ポンプ，弁等の駆動部の潤滑油，機器躯体内部に設置される電気配線，不燃材料の表面に塗布されるコーティング剤等，当該材料が発火した場合においても，他の構築物，系統又は機器において火災を生じさせるおそれが小さい場合をいう。

3. 保温材の使用状況確認

安全機能を有する構築物，系統及び機器に使用する保温材の使用状況について確認するとともに，保温材の不燃性材料又は難燃性材料であるかを以下のフローに基づき確認した。



第1図 保温材の確認フロー

4. 保温材の確認結果

保温材の調査フローに基づき調査した結果，使用する保温材は，何れも不燃材料又は難燃材料であることを確認した。調査結果を第1表に示す。

第1表 保温材の不燃性適合状況調査結果

保温材種類	使用部位				フロー結果	備考
	配管	弁, ファンジ, ホット	機器類 (タンク, ポンプ等)	原子炉格納容器の機器等		
ロックウール	○	○	○	○	対象外	仕様規定※ ¹
けい酸カルシウム	○	—	—	○	対象外	仕様規定※ ¹
金属	—	—	—	○	対象外	仕様規定※ ¹
グラスウール	○	○	—	○	対象外	仕様規定※ ¹
ガラスクロス	○	○	—	○	対象外	仕様規定※ ¹
ポリイミド樹脂	○	—	○	—	対象外	製品規格※ ²
シリカクロス	—	—	○	—	対象外	製品規格※ ²
ウレタンフォーム	—	—	—	○	対象外	製品規格※ ²

※1：＜平成12年建設省告示第1400号（不燃材料を定める件）＞

- ・建築基準法（昭和25年法律第201号）第2条第九号の規定に基づき、不燃材料を次のように定める。
- ・建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第108条の2各号（建築物の外部の仕上げに用いるものにあつては、同条第一号及び第二号）に掲げる要件を満たしている建築材料は、次に定めるものとする。
 - 一 コンクリート
 - 二 れんが
 - 三 瓦
 - 四 陶磁器質タイル
 - 五 繊維強化セメント板
 - 六 厚さが3mm以上のガラス繊維混入セメント板

七 厚さが 5mm 以上の繊維混入ケイ酸カルシウム板

八 鉄鋼

九 アルミニウム

十 金属板

十一 ガラス

十二 モルタル

十三 しっくい

十四 石

十五 厚さが 12mm 以上のせっこうボード

(ボード用原紙の厚さが 0.6mm 以下のものに限る。)

十六 ロックウール

十七 グラスウール板

※2: 製品規格 (JIS 等) で要求される燃焼性等の試験において, 合格品のもの。

添付資料 5

東海第二発電所における
建屋内装材の不燃性について

東海第二発電所における建屋内装材の不燃性について

1. 概 要

東海第二発電所において、安全機能を有する機器等を設置する建屋の内装材に対する不燃性材料の使用について示す。

2. 要求事項

建屋内装材への不燃性材料の使用は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）の「2.1 火災発生防止」の2.1.2に基づき実施することが要求されている。

火災防護に係る審査基準の記載を示す。

2.1.2 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、以下の各号に掲げるとおり、不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計であること。ただし、当該構築物、系統及び機器の材料が、不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの（以下「代替材料」という。）である場合、もしくは、当該構築物、系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合は、この限りではない。

(6) 建屋内装材は、不燃性材料を使用すること。

(参考)

「当該構築物、系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生すること

を防止するための措置が講じられている場合」とは、ポンプ、弁等の駆動部の潤滑油，機器躯体内部に設置される電気配線，不燃材料の表面に塗布されるコーティング剤等，当該材料が発火した場合においても，他の構築物，系統又は機器において火災を生じさせるおそれが小さい場合をいう。

3. 建屋内装材の国内規制

建物の天井，壁，床に使用される内装材には，出火時の急速な火災拡大を防止するための防火規制が定められている。

火災拡大には天井材及び壁材の寄与が大きく，床材の寄与は小さいことから「天井材及び壁材」と「床材」で規制内容が異なる。

以下のとおり，天井材及び壁材については建築基準法により，また，床材については消防法により規制されている。

第1表 規制内容比較

	建築基準法（第三十五条の二）	消防法（第八条の三）
規制の種類	内装制限	防災規制
規制の対象	天井材，壁材	床材（じゅうたん等）
規制適合品の分類	不燃材料，準不燃材料，難燃材料	防災物品
認定（確認）の方法	・試験による大臣認定 ・仕様規定	試験による認定

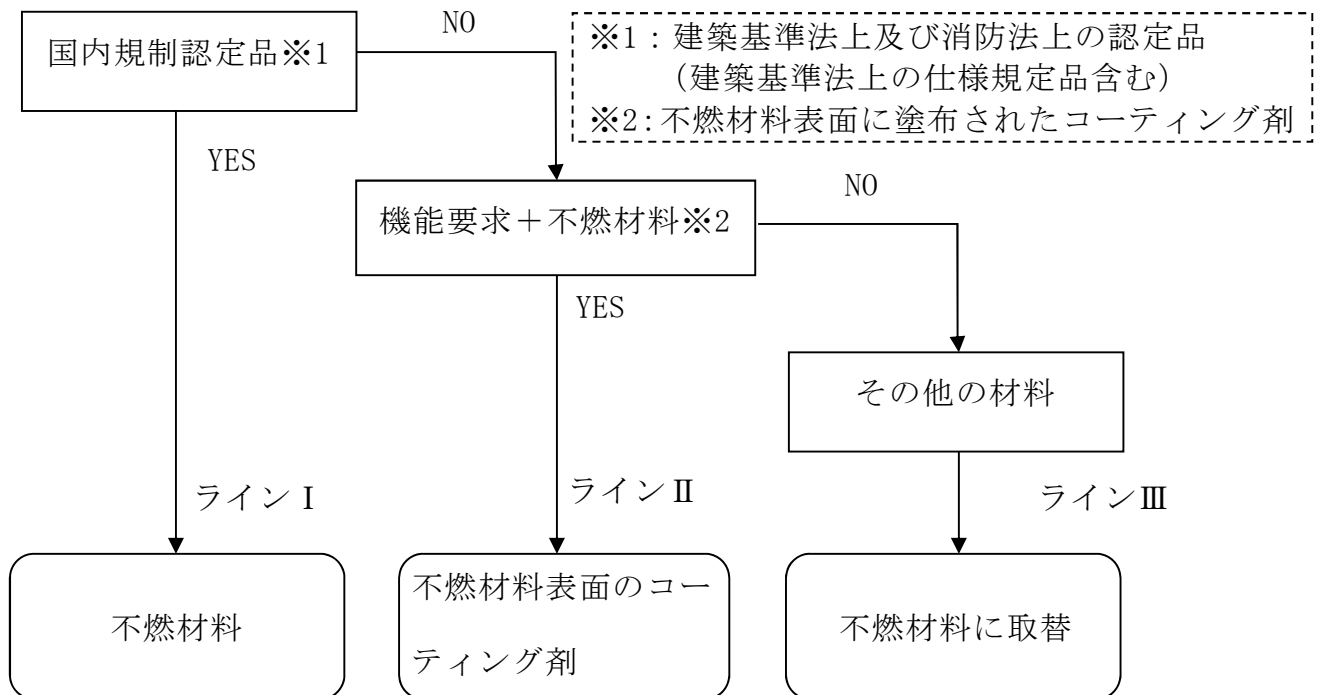
4. 建屋内装材の不燃性について

上記「3. 建屋内装材の国内規制」を踏まえ，建築基準法における不燃材料，準不燃性材料並びに消防法における防災物品として防火性能を確認した材料を「不燃性材料」とする。

なお、耐放射線性等の機能要求があり、代替材料の使用が技術上困難な場合で、不燃材料の表面に塗布するコーティング剤は、不燃性材料の適用外とする。

(火災防護に係る審査基準 2.1.2(参考)を参照)

以下に、内装材の不燃性を第1図の確認フローに基づき確認する。



第1図 内装材の不燃性確認フロー

5. 内装材の認定、仕様規定の確認 (ライン I)

設計図書及び現場確認により、内装材における防火規制上の認定及び仕様規定への適合状況を確認した。

なお、中央制御室のタイルカーペットは、消防法施行規則第四条のⅢに基づき、第三者機関において防災物品の防災性能試験を実施し、性能を満足したものであり国が登録したものを使用している。

6. 内装材の仕様確認（ラインⅡ）

管理区域内で使用されるエポキシ樹脂塗料等は、旧建設省告示第 1231 号第 2 試験に基づく難燃性が確認された塗料であることに加え、不燃性材料であるコンクリート表面に塗布することから、火災防護に係る審査基準 2.1.2（参考）の「不燃材料の表面に塗布されるコーティング剤等、当該材料が発火した場合においても、他の構築物、系統又は機器において火災を生じさせるおそれが小さい」とされていることより、不燃性材料と同等である。

7. 内装材の不燃性確認結果

上記、「5. 内装材の認定、仕様規定の確認」、「6. 内装材の仕様確認」により、建屋内装材を確認した。結果、原子炉建屋 6 階燃料交換台車操作室床、中央制御室コンピューター室床、換気空調機械室床に不燃材料でない内装仕様があることを確認した。これらについては、不燃材料に取り替えることとする。以下、第 2 表に内装材使用状況を示す。

第2表 内装材使用状況

場 所	使用箇所	内装仕様	備 考
発電所全般	管理区域内全域 (天井, 床, 壁)	エポキシ樹脂塗料	
中央制御室, 過渡時データ収集装置室 (NATRAS室), タービン建屋2階, 換気空調機械室,	壁	合成樹脂エマルジョン系塗料	
原子炉建屋6階燃料交換台車操作室	鉄部		
タービン建屋2階	鉄部	合成樹脂系塗料	
中央制御室, 過渡時データ収集装置室 (NATRAS室), 中央制御室コンピューター室, 換気空調機械室	天井	岩綿吸音板	
中央制御室コンピューター室, 原子炉建屋6階燃料交換台車操作室	壁	スチールパーテーション	
原子炉建屋6階燃料交換台車操作室	床	長尺シート	取替え※3
中央制御室コンピューター室, 換気空調機械室		ビニル系床シート	取替え※3
中央制御室		タイルカーペット	
キャスクピット除染室, キャスクピット	壁, 床	ステンレスライニング	

※3：不燃材料に取替えを行う。

添付資料 6

東海第二発電所における非常用ディーゼル
発電機室等の二酸化炭素消火装置の作動
について

東海第二発電所における非常用ディーゼル発電機の
二酸化炭素消火装置の作動について

1. 概 要

東海第二発電所の非常用ディーゼル発電機室等（以下「DG 室等」という。）の二酸化炭素消火設備（以下「CO₂ 消火設備」という。）は、作業者が入室中に作動しない運用であること、実際に火災が発生した場合は迅速に消火が可能であることを以下のとおり確認した。

2. DG 室の CO₂ 消火設備の作動について

CO₂ 消火設備の自動、手動の状態は、中央制御室で確認可能な設計とする。

DG 室は、通常起動方式を自動で運用する。また、入室時の人身安全の確保の観点から DG 室等の入口扉は施錠管理する設計とし、さらに起動方式を自動から手動に切替えないと、施錠した鍵が開錠しない設計とする。また、二酸化炭素消火設備の起動方式を手動状態としている時には、中央制御室盤及び現場入口扉の表示を点滅させる設計とするため、退室時の手動から起動に切替することが抜けてしまうことのないような設計とする。

CO₂ 消火設備の作動は、消防法により音響警報後の放出までに 20 秒以上の遅延装置(タイマー)を設置することが要求されており、DG 室等においては、CO₂ 消火設備の現場操作盤の自動・手動切替スイッチで自動位置の場合、火災検出後、25 秒後に二酸化炭素が放出される。

(1) 入室管理

- ・ DG 室に入室する際は，中央制御室に連絡し DG 室入口付近の CO₂ 消火設備の現場操作盤で起動方式を自動から手動に切り替える。
- ・ 中央制御室では，起動方式が自動から手動に切り替わったことを中央制御室内の表示で確認する。
- ・ DG 室に入室することを中央制御室に連絡した後，中央制御室が管理する鍵を用いて開錠し，DG 室に入室する。

(2) 退室管理

- ・ DG 室から退室する際には，DG 室内に人がいないことを確認した上で，DG 室入口の現場操作盤起動方式を手動から自動に切り替える。
- ・ 中央制御室では，DG 室の起動方式が手動から自動に切り替わったことを中央制御室内の表示で確認する。
- ・ DG 室から退室後，入口扉の鍵を閉め，DG 室での作業が完了したことを中央制御室に連絡する。

(3) DG 室に作業者が入室している場合

- ・ DG 入室時に当該室で火災が発生した場合，発見者は火災の状況を確認し，中央制御室に連絡するとともに消火器による初期消火を実施する。
- ・ 初期消火要員が現場に急行し，初期消火活動を行い消火器による消火が難しいと判断した場合は，CO₂ 消火設備を作動させて消火を行う。
- ・ CO₂ 消火設備を起動させる際は，DG 室内の人員を退避させるとともに，DG 室の扉を閉じ，現場操作盤の切替スイッチが手動位置であることを確認した上で，起動スイッチを操作する。（操作後，警報鳴動，25 秒後に二酸化炭素が放出される。）

3. DG 室等における火災感知器作動後の対応について

上記のとおり DG 室等は入室管理を行っているが、それでも万が一室内に作業員等がいた場合の人身安全を考慮し、CO₂ 消火設備の自動起動は煙感知器及び熱感知器の両方の動作をもって消火する設計とする。なお、CO₂ 消火設備の作動は、消防法に基づき、音響警報後の放出までに 20 秒以上の遅延装置(タイマー)を設置することが要求されており、DG 室等においては、CO₂ 消火設備現場制御盤の自動・手動切替スイッチで自動位置の場合、火災検出後、25 秒後に二酸化炭素が放出される。

一方で、実際に火災が発生した場合には人身安全を考慮した上で、速やかに消火を行うことが必要であるため、実際の運用としては、DG 室等内で煙感知器または熱感知器のいずれか一方が動作した場合は、中央制御室の運転員が速やかに現場に移動し、状況確認を行う。万が一、実際に火災が発生しているものの、煙感知器・熱感知器の両方が作動していないこと等により CO₂ 消火設備が作動していない場合には、CO₂ 消火設備の現場操作盤の自動・手動切替スイッチを手動位置にし、CO₂ 消火設備を起動する。

なお、中央制御室から DG 室等に移動し、CO₂ 消火設備を起動するまでに要する時間について、中央制御室から最も離れている DG(2C)室(第 1 表)に対して実際に測定したところ 5 分程度であり、これで CO₂ 消火設備を起動可能であることを確認した。また、速やかな消火活動を可能にするため、DG 室等の消火活動手順を作成し、消火活動訓練を実施する。

第 1 表 DG(2C)室までのアクセスルート

順路	ルート図	補足

順路	ルート図	補足

順路	ルート図	補足

順路	ルート図	補足

添付資料 7

東海第二発電所における

消火用非常照明器具の配置図

東海第二発電所における消火用非常照明器具の配置図

1. 概 要

屋内の消火栓，消火設備現場操作盤の設置場所及びこれら設備までの経路には，移動及び消火設備の操作を行うため，現場への移動時間並びに消火継続時間 20 分を考慮して，1 時間以上の容量の蓄電池を内蔵する非常用照明器具を設置する。

また，火災以外の非常時も考慮し 12 時間点灯できる容量のものとしている。

なお，今後の詳細設計により追加設置等も考慮する。

第 1 表 蓄電池内蔵型照明仕様

出力電圧	DC12V
出力電流	DC5A
保護回路	NFB (5A) にて保護
内蔵電池	小型制御弁式鉛蓄電池 (消防法蓄電池設備型式認定品)
非常照明動作時間	付属 LED 照明を 12 時間以上点灯可能
照明仕様	LED 消費電力 15W LED 輝度 1150lm
入力電圧	AC100V±10V
内蔵蓄電池充電方式	定電圧一定電流充電式
充電電圧	DC13.3V±2%
充電電流	DC4.0A±0.5A

添付資料 8

東海第二発電所における
中央制御室の排煙設備について

東海第二発電所における中央制御室の排煙設備について

1. 概 要

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）では，中央制御室のような通常運転員が駐在する火災区域には，火災発生時の煙を排気できるようにするため，排煙設備を設置することが要求されていることから，以下のとおり排煙設備を設置する。

2. 要求事項

排煙設備は，火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」2.3.1に基づき実施することが要求される。

火災防護に係る審査基準の記載を以下に示す。

2.3 火災の影響軽減

2.3.1 安全機能を有する構築物，系統及び機器の重要度に応じ，それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し，以下の各号に掲げる火災の影響軽減のための対策を講じた設計であること。

3. 排煙設備

中央制御室の煙を排気するため、関係法令に準じて排煙設備を設置する。以下に排煙設備の仕様を示す。

(1) 必要排煙能力

中央制御室の排煙設備に必要な排煙能力は、建築基準法におけるものとし、損失等を考慮の上、 $1176 \text{ m}^3/\text{min}^*$ の排出が可能となるよう選定する。

※必要な排煙能力は、建築基準法に基づき以下のとおりとする。なお、今後、排煙ダクト等の詳細設計により排煙容量については変更する可能性がある。

【建築基準法の要求排煙容量】

- ・ $120 \text{ m}^3/\text{min}$ 以上で、かつ、床面積 1 m^2 につき $1 \text{ m}^3/\text{min}$ 以上 (2 以上の防煙区画部分に関わる排煙機にあっては、当該防煙区分のうち床面積の最大のものの床面積 1 m^2 につき 2 m^3)
- ・ 中央制御室床面積： 588 m^2

(2) 排煙設備の使用材料

排煙設備の排煙機及びダクトは、火災時における煙の排気を考慮し以下の材料とする。

- ・ 排煙機：金属製
- ・ ダクト：耐火性・耐熱性を有する伸縮ダクト

(3) 電源

排煙設備の電源は、外部電源喪失を考慮し、非常用電源より供給する。

(4) 運用

排煙設備は、煙を効果的に排煙すること等、運用性を考慮し中央制御室近傍に配備する。

添付資料 9

東海第二発電所における

新燃料貯蔵庫の未臨界性評価について

東海第二発電所における新燃料貯蔵庫の未臨界性評価について

1. 燃料貯蔵上の基準

新燃料貯蔵庫内に燃料を貯蔵する場合、燃料貯蔵上の未臨界性は貯蔵間の燃料を確保すること、ステンレス鋼の中性子吸収効果により保たれる。

新燃料貯蔵庫内は臨界未満であることが基準である。

ここでは設計上の基準として、異常状態（想定される厳しい状態）において実効増倍率(k_{eff})は、0.95 以下とする。異常状態とは、新燃料貯蔵ラックは、通常は乾燥状態であるが、評価上冠水を仮定した状態である。なお、現実には起こり得ない最適減速状態（霧状の水分雰囲気の新燃料が満たされる状態）において未臨界であることも確認している。

新燃料貯蔵ラックにおいて想定される異常状態は以下とする。

	異常状態
新燃料貯蔵ラック	<ul style="list-style-type: none"> ・ 冠水（水温 65℃） ・ 燃料要素がラック内で接近した状態

2. 解析方法

新燃料貯蔵庫に対する未臨界性の評価方法は、燃料要素及び新燃料貯蔵ラックを第 1 図に示す二次元計算セルで代表させ、二次元 3 群拡散コード（PDQ 相当）を用いて無限増倍率 k_{∞} 及び中性子移動面積 M^2 を求めている。解析では、貯蔵燃料間の距離とステンレス鋼の中性子吸収の効果が考慮されている。

解析に使用した新燃料貯蔵庫のラック仕様を第 1 表に示す。

第1表 未臨界性評価上のラック仕様

ラック間隔 ^注 (mm×mm)	ラック厚さ (mm)	材料

注：ラックの中心間隔を示す

次に、新燃料貯蔵庫全体の実効増倍率 k_{eff} は、貯蔵庫の形状から幾何学的バックリング $B g^2$ を求め、次式により計算する。

$$k_{eff} = \frac{k_{\infty}}{1 + M^2 B g^2}$$

なお、二次元3群拡散コードに使用する燃料要素、冷却材、構造等の核定数は、核定数計算コード (GAM, THERMOS 相当) より求まる高速、中速、熱群の中性子スペクトラムを基に計算する。

また、計算に用いる未燃焼の燃料集合体 (新燃料) の無限増倍率を、保守的に 1.15 と仮定する。

3. 評価結果

計算結果は第2表のとおりである。

第2表 未臨界性評価結果

	冠水状態における 実効増倍率	最適減速状態における 実効増倍率
新燃料貯蔵ラック	0.77	0.96

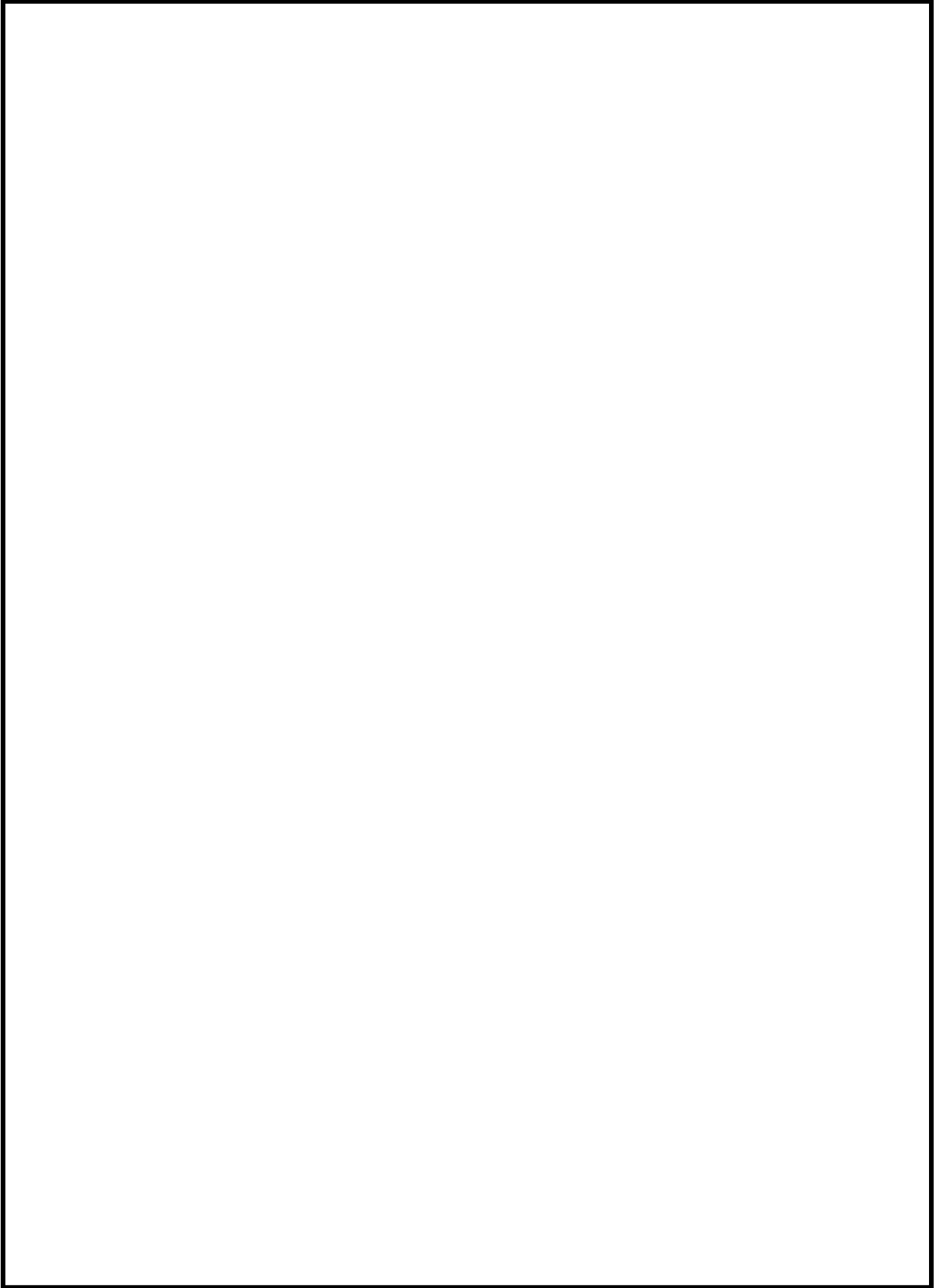
以上の計算は実際の条件よりも厳しい条件のものである。

すなわち、新燃料の無限増倍率は 1.15 と仮定しているが、実際の燃料は 1.15 以下である。

なお、新燃料貯蔵庫には、ドレン抜きが設けられており、実際に水がたまることはない。

4. 結論

新燃料貯蔵ラックは上記の結果を維持できる頑丈な構造となっており、安全側の仮定で行った計算結果と合わせて考えると、未臨界性に対して十分な余裕があると考えられる。



第1図 新燃料貯蔵庫の計算体系

参考資料 1

東海第二発電所における

潤滑油及び燃料油の引火点，室内温度及び

機器運転時の温度について

東海第二発電所における

潤滑油及び燃料油の引火点，室内温度及び機器運転時の温度について

1. 概 要

火災区域に設置する油内包設備に使用している潤滑油及び燃料油は，その引火点が油内包機器を設置する室内温度よりも十分高く，機器運転時の温度よりも高いため，可燃性蒸気とならないことを以下のとおり確認した。

2. 潤滑油の引火点，室内温度，機器運転時の温度

火災区域に設置する油内包設備に使用している潤滑油の引火点は，約 226℃～270℃であり，各火災区域の温度(空調設計上の上限値である室内設計温度：約 10℃～40℃)及び機器運転時の潤滑油温度(運転時最高使用温度：約 80℃～95℃)に対し高いことを確認した。

第 1 表に主要な潤滑油内包機器に使用している潤滑油の引火点，室内温度及び機器運転時の温度を示す。

第 1 表 主要な潤滑油の引火点，室内温度及び機器運転時の温度

潤滑油品種	潤滑油内包機器	引火点 [℃]	室内 温度 [℃]	機器運転時 潤滑油温度 [℃]
FBK タービン 56	低圧炉心スプレイ系ポンプ	260	40	85
DTE オイルライト	原子炉隔離時冷却系ポンプ	226	40	80
モービル DTE24	制御棒駆動水ポンプ	220	40	85
FBK タービン 68	残留熱除去系ポンプ	270	40	95

3. 燃料油の引火点，室内温度，機器運転時の温度

火災区域内に設置する燃料油は，非常用ディーゼル発電機（以下，「D/G」という。）に使用する軽油である。

軽油の引火点は約 45℃であり，プラント通常運転時の D/G 室の室内設計温度である 40℃に対し高いことを確認した。なお，D/G 起動時は，D/G 室専用の換気ファンが起動し，D/G 室内の換気を行うよう設計されている。

参考資料 2

東海第二発電所における
火災区域又は火災区画に設置する
ガスボンベについて

東海第二発電所における火災区域又は火災区画に設置する
ガスボンベについて

発火性又は引火性の気体であるガスボンベの使用状況を確認するために、火災区域に設置するガスボンベを抽出した。以下に設置状況を示す。

第 1 表 火災区域に設置するガスボンベ

火災区域	ボンベ種類	容量(L/本)	本数	用途
原子炉建屋	水素ボンベ	47	2	PCV 雰囲気監視系校正ラック

火災区域に設置するガスボンベとしては、空気、窒素、水素、酸素、二酸化炭素ガスボンベ等であるが、発火性又は引火性の気体としては、水素ガスのみであることを確認した。

参考資料 3

東海第二発電所における重要度の特に高い
安全機能を有する系統の火災防護

東海第二発電所における
重要度の特に高い安全機能を有する系統の火災防護

1. 概要

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）第十二条第2項において、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものに対し、独立性の確保を要求している。

東海第二発電所の安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものが火災に対して独立性を有していることを以下に示す。

1.1 基本事項

(要求事項)

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則

(安全施設)

第十二条

2 安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものは、当該系統を構成する機械又は器具の単一故障(単一の原因によって一つの機械又は器具が所定の安全機能を失うこと(従属要因による多重故障を含む。))をいう。以下同じ。)が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成す

る機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保するものでなければならない。

火災を機械又は器具等の単一故障の一つの事象とみなし、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものを火災から防護することを目的として、火災の発生防止対策を行うとともに、火災の感知及び消火、並びに火災の影響軽減を適切に組み合わせた、火災防護対策を講じる。

(1)安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの

設置許可基準規則の解釈において、「発電用原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」に基づき、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものの機能が示されており、当該機能を有する構築物、系統及び機器を「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針 JEAG 4612-2010」より抽出し、その結果について第1表に示す。

第1表 重要度が特に高い安全機能を有するもの（1／2）

実用発電用原子炉及びその付属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈		重要度が特に高い安全機能を有するもの JEAG 4612 2010	原子炉の安全停止機能	放射性物質貯蔵等の機能	防護対策必要機器
原子炉の緊急停止機能		制御棒、制御棒案内管 制御棒駆動機構 水圧制御ユニット	○	—	×
未臨界維持機能		制御棒 制御棒カップリング 制御棒駆動機構カップリング 制御棒駆動機構ラッチ機構 制御棒駆動機構 制御棒駆動機構ハウジング	○	—	×
		ほう酸水注入系	○	—	×
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能		逃がし安全弁(安全弁開機能)	○	—	×
原子炉停止後における除熱のための	崩壊熱除去機能	残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)	○	—	○
	原子炉が隔離された場合の注水機能	原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系	○	—	○
	原子炉が隔離された場合の圧力逃がし機能	逃がし安全弁(手動逃がし機能)、自動減圧系(手動逃がし機能)	○	—	○
事故時の原子炉の状態に応じた炉心冷却のための	原子炉内高圧時における注水機能	原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系	○	—	○
	原子炉内低圧時における注水機能	残留熱除去系(低圧注水モード)、低圧炉心スプレイ系	○	—	○
	原子炉内高圧時における減圧系を作動させる機能	自動減圧系(逃がし安全弁)	○	—	○
格納容器内又は放射性物質が格納容器内から漏れ出た場所の雰囲気中の放射性物質の濃度低減機能		非常用ガス処理系	—	○	○※1
格納容器の冷却機能		残留熱除去系(原子炉格納容器スプレイ冷却モード)	—	○	×
格納容器内の可燃性ガス制御機能		可燃性ガス濃度制御系	—	○	×
		残留熱除去系の一部	—	○	○
非常用交流電源から非常用の負荷に対し電力を供給する機能		非常用所内電源系(非常用ディーゼル発電機含む)	○	—	○
非常用直流電源から非常用の負荷に対し電力を供給する機能		直流電源系	○	—	○
非常用の交流電源機能		非常用所内電源系(非常用ディーゼル発電機含む)	○	—	○
非常用の直流電源機能		直流電源系	○	—	○
非常用の計測制御用直流電源機能		計測制御系	○	—	○
補機冷却機能		原子炉補機冷却水系	—	—	×
冷却用海水供給機能		残留熱除去系海水系、非常用ディーゼル発電機海水系	○	—	○
原子炉制御室非常用換気空調機能		非常用換気空調系(中央制御室換気空調系含む)	○	—	○

第1表 重要度が特に高い安全機能を有するもの（2／2）

実用発電用原子炉及びその付属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈	重要度が特に高い安全機能を有するもの JEAG 4612 2010	原子炉の安全停止機能	放射性物質貯蔵等の機能	防護対策必要機器
圧縮空気供給機能	逃がし安全弁（駆動用窒素源）	○	—	×
	自動減圧系（駆動用窒素源）	○	—	×
	主蒸気隔離弁駆動用窒素源	—	—	×
原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の隔離機能	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器（隔離弁）	○	—	○
原子炉格納容器バウンダリを構成する配管の隔離機能	原子炉格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管	—	○	×
原子炉停止系に対する作動信号（常用系として作動させるものを除く）の発生機能	原子炉緊急停止の安全保護回路	○	—	○ ^{※2}
工学的安全施設に分類される機器若しくは系統に対する作動信号の発生機能	非常用炉心冷却系の安全保護回路	○	—	○ ^{※2}
	主蒸気隔離の安全保護回路 原子炉格納容器隔離の安全保護回路	—	○	×
	原子炉建屋ガス処理系作動の安全保護回路	—	○	○ ^{※1,2}
事故時の原子炉の停止状態の把握機能	中性子束（起動領域モータ）	○	—	○
	原子炉スクラム用電磁弁接触器の状態、制御棒の位置	○	—	×
事故時の炉心冷却状態の把握機能	原子炉水位（広帯域、燃料域） 原子炉圧力	○	—	○
事故時の放射能閉じ込め状態の把握機能	原子炉格納容器圧、 サブプレッションプール水温度 原子炉格納容器エア放射線量率	○	—	○
事故時のプラント操作のための情報の把握機能	[低温停止へ移行] 原子炉圧力、原子炉水位（広帯域） [トライウェルズプレイ] 原子炉水位（広帯域、燃料域）、原子炉格納容器圧力 [サブプレッションプール冷却] 原子炉水位（広帯域、燃料域）、サブプレッションプール水温度 [可燃性ガス濃度制御系] 原子炉格納容器水素濃度 原子炉格納容器酸素濃度	○	—	○
	放射能監視設備	—	○	×

○：火災防護対象機器として防護対策が必要な機器

×：火災防護対象系統の機器ではあるが、火災によっても原子炉の安全停止機能に影響をおよぼさないため追加の防護対策が不要な機器

※1：放射性物質貯蔵等の機能を有する火災防護対象機器のため、火災の影響軽減として区分分離を実施していないもの

※2：機能要求時に火災によって機能喪失させないように火災防護及び火災区域の分離を実施しているもの

(2) 各設備の火災防護に関する独立性

第1表に示す対象機器のうち火災防護対象としているものは、資料1から資料9に示すとおり、火災防護に係る審査基準に適合するように、火災の発生防止対策、火災の感知及び消火対策、火災の影響軽減対策のそれぞれの対策を講じる。

ここでは、資料2及び資料9にて個別評価した結果、追加の火災防護対策が不要ない構造物、系統及び機器、及び火災防護対象機器として追加の火災防護対策が必要としているものの当該系統について火災防護上の区分分離を行っていないもの等に対する火災防護対策を以下に説明する。

①原子炉の緊急停止機能

原子炉の緊急停止機能に該当する系統は、「制御棒、制御棒案内管、制御棒駆動機構、水圧制御ユニット」である。

制御棒、制御棒駆動機構は185体、制御棒を動作させる水圧制御ユニットは、1本の制御棒に対し1基ずつ設置されている。

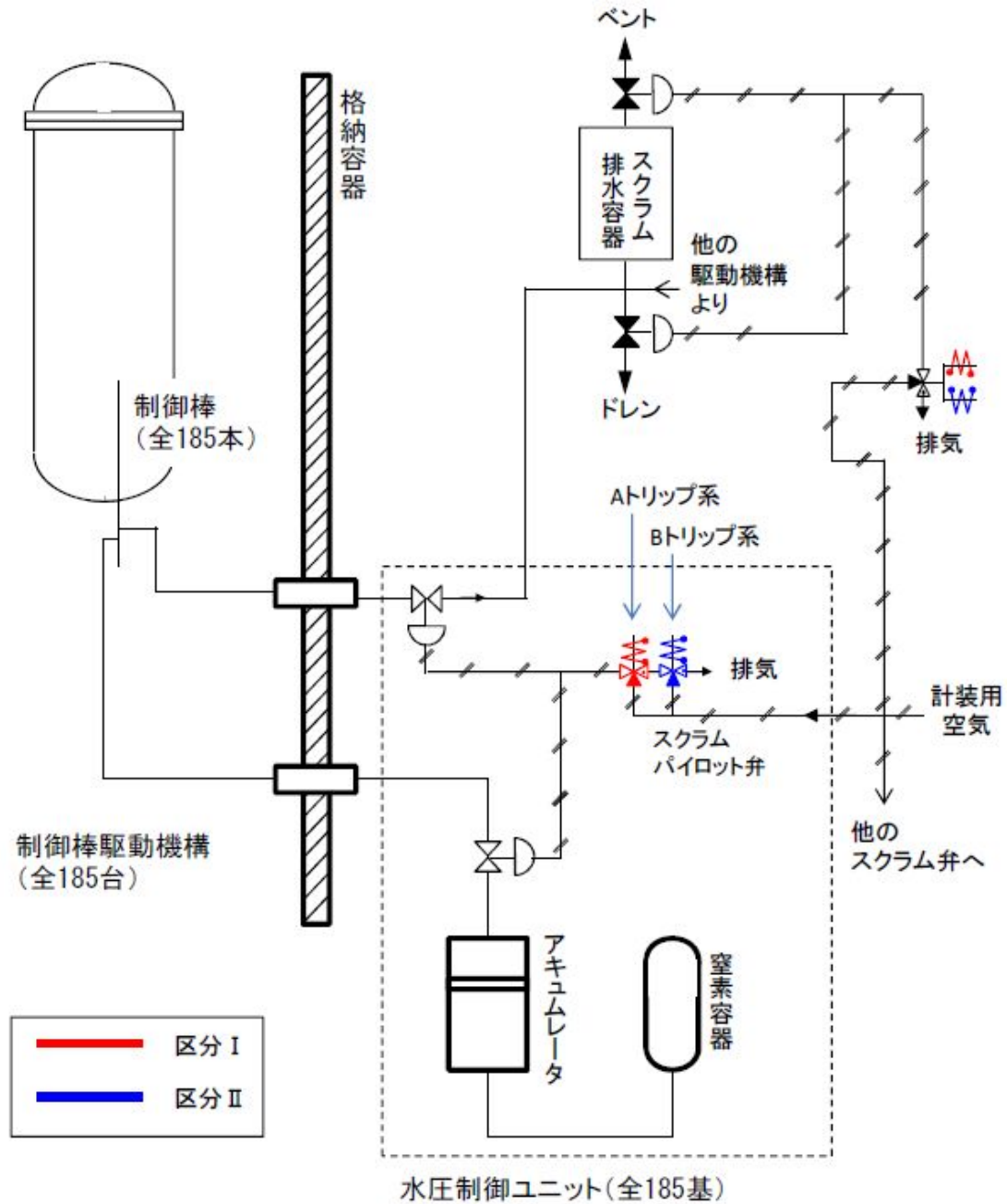
水圧制御ユニットは動作させる制御棒とのみ接続し、ユニット毎に分離している。

制御棒駆動機構は1本の制御棒に対し1体ずつ設けられており、他の制御棒駆動機構との接続はない。さらに、水圧制御ユニットは、フェイルセーフ設計となっており、火災によって電磁弁のケーブルが損傷した場合、仮にすべての電磁弁が無励磁とならないとしても、電磁弁の電源を切ることによりスクラム弁を開動作させスクラムさせることが可能である。或いはスクラム弁やスクラムパイロット弁のダイヤフラムが機能喪失した場合でも、スクラム弁が開動作しスクラムするため、火災によって本機能に影響がおよぶおそれはない。

また、スクラム動作を行うためのスクラム弁、スクラムパイロット弁は、各ユニット毎に個別に設けている。(第1図)

なお、原子炉の緊急停止機能を有する機器のうち、制御棒、制御棒案内管は原子炉内に設置され、不燃性材料で構成されていることから、火災により本機能に影響がおよびおそれはない。

以上のことから本機能は火災により影響を受けないことから、火災が発生した場合でも、独立した複数個の機能を有している。



第1図 原子炉の緊急停止機能の概要

②未臨界維持機能

未臨界維持機能は、「制御棒、制御棒駆動系、ほう酸水注入系」である。

制御棒(185体)は、ボロンカーバイトが充填され中性子を吸収する構造である。原子炉スクラムにより炉心に挿入された制御棒は、ラッチ機構により機械的に全挿入位置に保持される。

ほう酸水注入系は、制御棒の後備装置であり、炉心に中性子吸収材(五ほう酸ナトリウム)を注入し、中性子を吸収する構造である。(第2図)

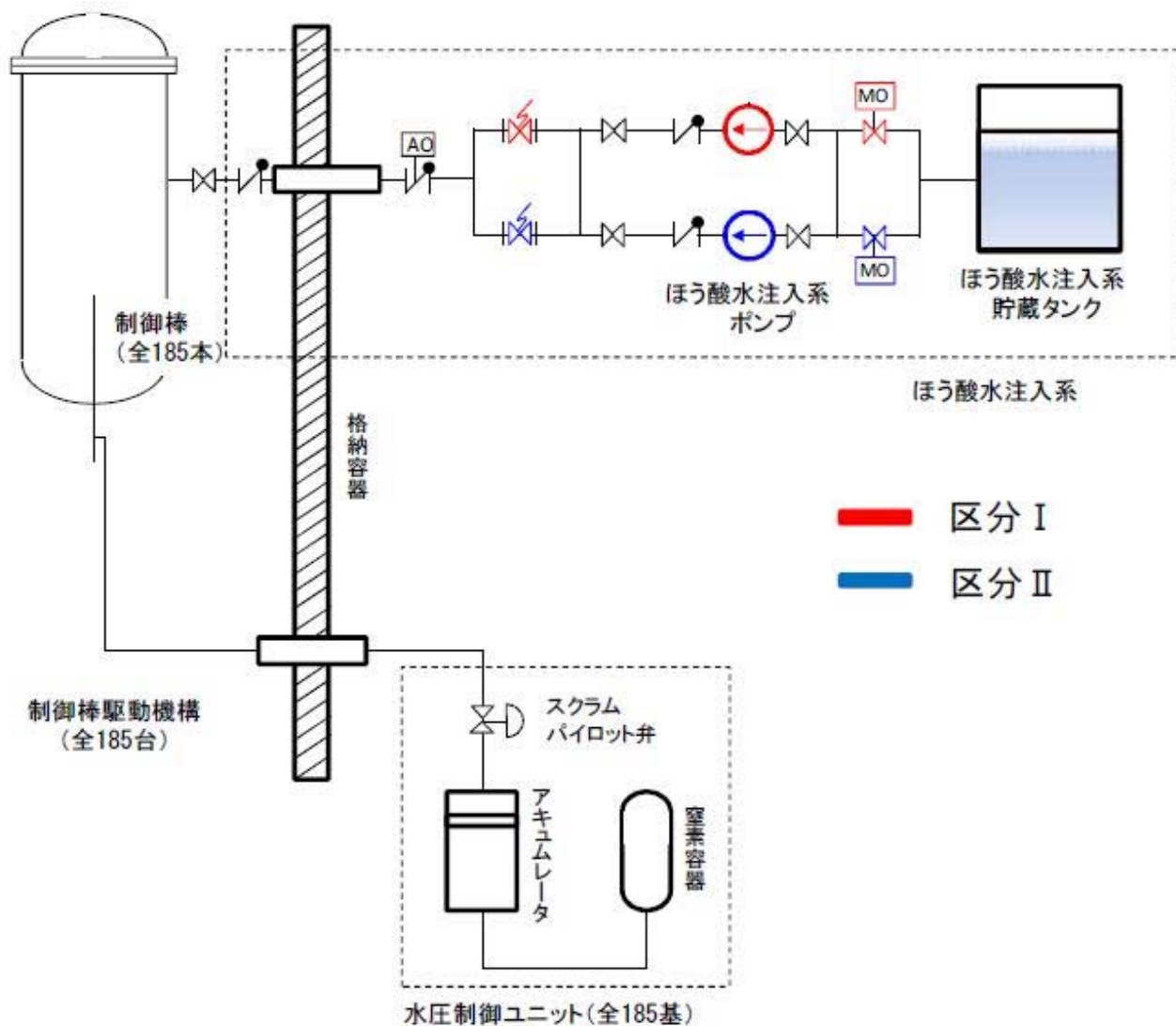
未臨界維持機能を有する機器のうち、制御棒及び制御棒駆動機構等は、「①原子炉の緊急停止機能」で説明のとおり、原子炉内又は原子炉格納容器内に設置しており、不燃性材料で構成している。したがって、火災によって本機能に影響がおよぶおそれはない。

ほう酸水注入系は原子炉建屋5階に設置されており、未臨界維持機能として同等の機能を有する制御棒駆動機構(水圧制御ユニットは原子炉建屋3階、制御棒駆動機構は原子炉格納容器内に設置)と位置的分散を図り、火災に対する影響軽減対策を実施している。(第3図)

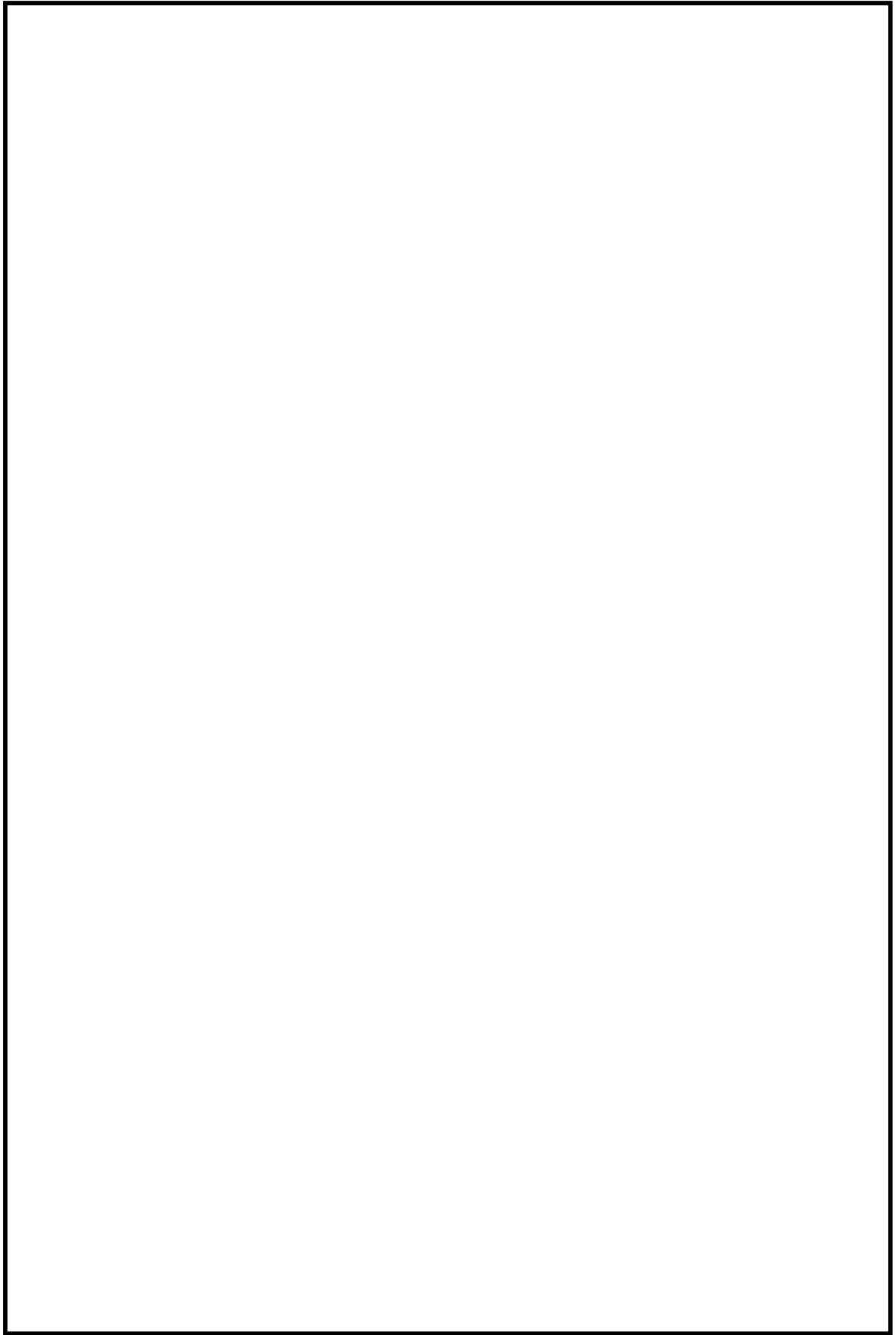
加えて、「原子力発電所の火災防護規程 JEAC4626-2010」に基づき、火災発生防止対策として過電流による過熱防止対策を講じているとともに、感知・消火対策として、異なる2種類の感知器、局所ガス消火設備を設置する。

さらに、異なる区分のケーブル等については、IEEE384に準じて、離隔、バリア又はケーブルトレイあるいは電線管の使用等により分離している。

以上のことから、火災が発生した場合でも、「制御棒及び制御棒駆動系等」及び「ほう酸水注入系」の独立した2種類の系統の機能が同時に喪失することはないため、本機能は独立性を有していると考えられる。



第2図 未臨界維持機能の概要



第3図 ほう酸水注入系と水圧制御ユニットの配置

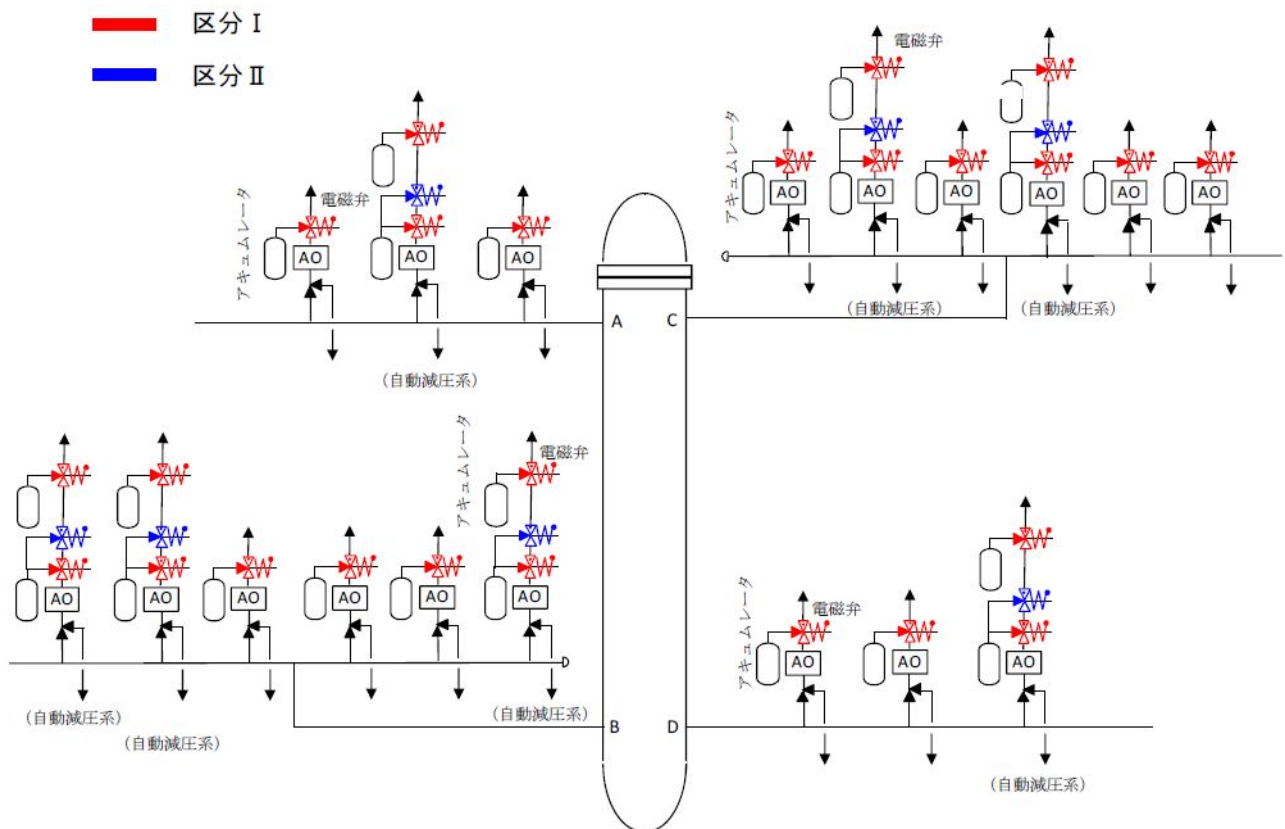
③原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能

原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能は、「逃がし安全弁（安全弁開機能）」である。

逃がし安全弁は18台設置しており、安全弁機能は各弁に個別に備わっている。

逃がし安全弁は格納容器内に設置しており、不燃性材料で構成されている。したがって、火災によって本機能に影響がおよぶおそれはない。

以上のことから、火災が発生した場合でも、独立した複数の機能を有している。



第4図 逃がし安全弁系統概略図

④格納容器内又は放射性物質が格納容器内から漏れ出た場所の雰囲気中の放射性物質の濃度低減機能

格納容器内又は放射性物質が格納容器内から漏れ出た場所の雰囲気中の放射性物質の濃度低減機能は、「原子炉建屋ガス処理系」である。(第5図)

原子炉建屋ガス処理系の機器等は、同一機能を有する2系統に対し、火災防護審査基準に基づき、火災発生防止対策として過電流による過熱防止対策、主要な構造材の不燃性材料の使用、ケーブルは殆どが電線管に布設されていることから、火災が発生するおそれは小さい。また、感知・消火対策として異なる2種類の感知器及び固定式消火設備を設置する設計とすることから、これらの機器を設置する場所で火災が発生しても影響がおよぶおそれは小さい。

さらに、一方の区分で火災が発生した場合でも、火災を感知し消火するまでもう一方の区分に影響をおよぼさないよう、3時間以上の耐火性能を有する隔壁等で隔離する。

隔壁についてはSs機能維持を図るものとし、干渉物により設置不可能な部分を除き設備を最大限分離するよう設置する設計とする。

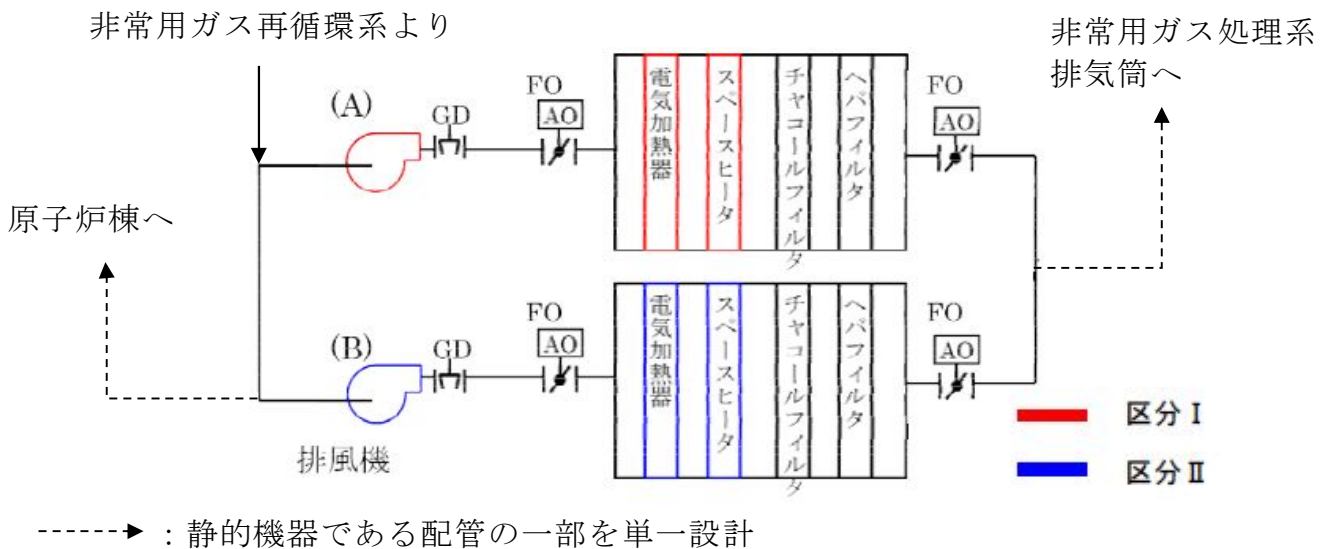
一方、原子炉建屋ガス処理系のケーブルは、当該火災区域内で異なる区分毎に電線管に布設しており、他の区分のケーブルと分離している。空気作動弁は、金属に覆われていることから、発火した場合においても他の構築物、系統または機器において火災を生じさせるおそれは小さいが、空気作動弁はフェイルセーフ設計であり、火災により空気作動弁の電磁弁のケーブルが損傷した場合、空気作動弁が開動作することから、火災により原子炉建屋ガス処理系の機能に影響がおよぶおそれはない。万が一、火災によりケーブルが損傷し、電磁弁が無励磁とならない場合は、電磁弁の電源を切ることにより空気作動弁開動作させることが可能である。

また、静的機器である配管の一部は不燃性材料で構成されているため、火災が

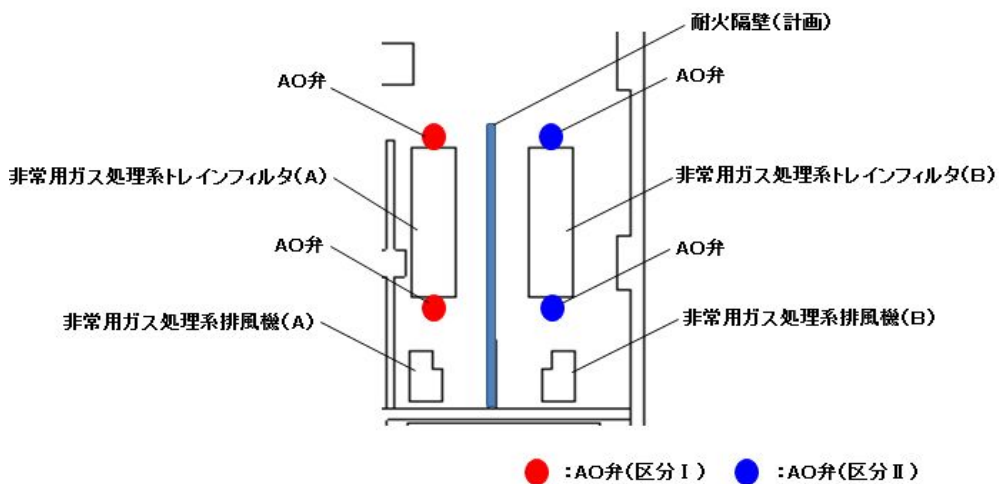
発生するおそれはない。

なお、フィルタは通常温度監視しており、発火点より十分低い温度で維持していることを確認可能であることから、火災によって本機能に影響がおよぶおそれはない。

以上より、火災により原子炉建屋ガス処理系は機能喪失することはない。



第 5 図 原子炉建屋ガス処理系 概要図



第 6 図 原子炉建屋ガス処理系の配置

⑤格納容器の冷却機能

格納容器の冷却機能は、「残留熱除去系(原子炉格納容器スプレイ冷却モード)」である。

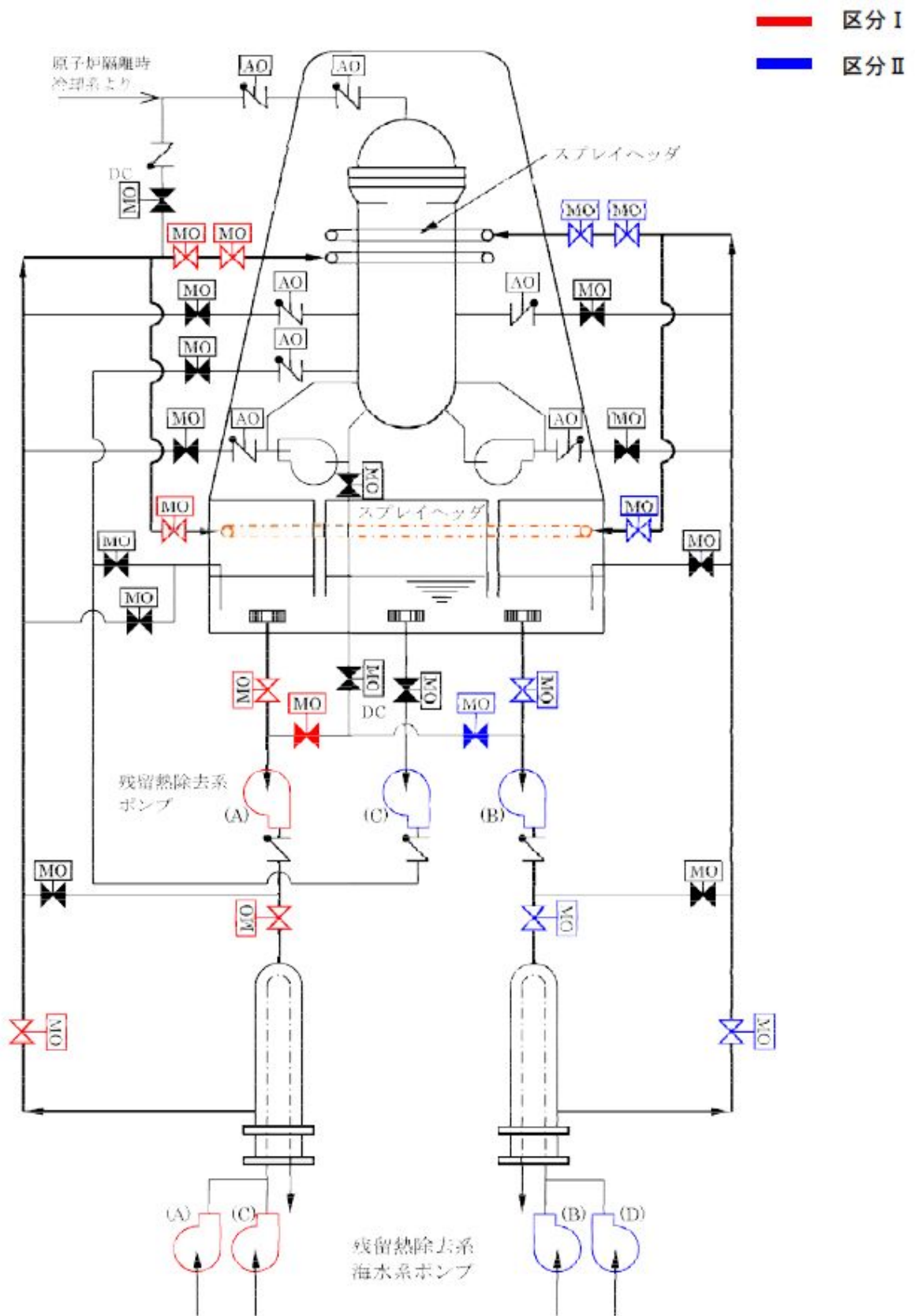
原子炉格納容器スプレイ冷却モードは 2 系統ある設計としている。静的機器の一部であるスプレイヘッド(サブプレッション・チェンバ側)は単一設計としているが、単一故障の発生の可能性は小さい。(第7図)

格納容器の冷却機能を有する機器等は、同一の機能を有する2系統に対し、火災防護審査基準に基づき、火災発生防止対策として潤滑油の漏えい・拡大防止対策、過電流による過熱防止対策、主要な構造材に対する不燃性材料の使用等、対策を施す設計であるため、これらの機器から火災が発生するおそれは小さい。感知・消火対策としては、異なる2種類の感知器、固定式ガス消火設備を設置する設計とすることから、これらの機器を設置する場所で火災が発生しても影響がおよぶおそれは小さい。

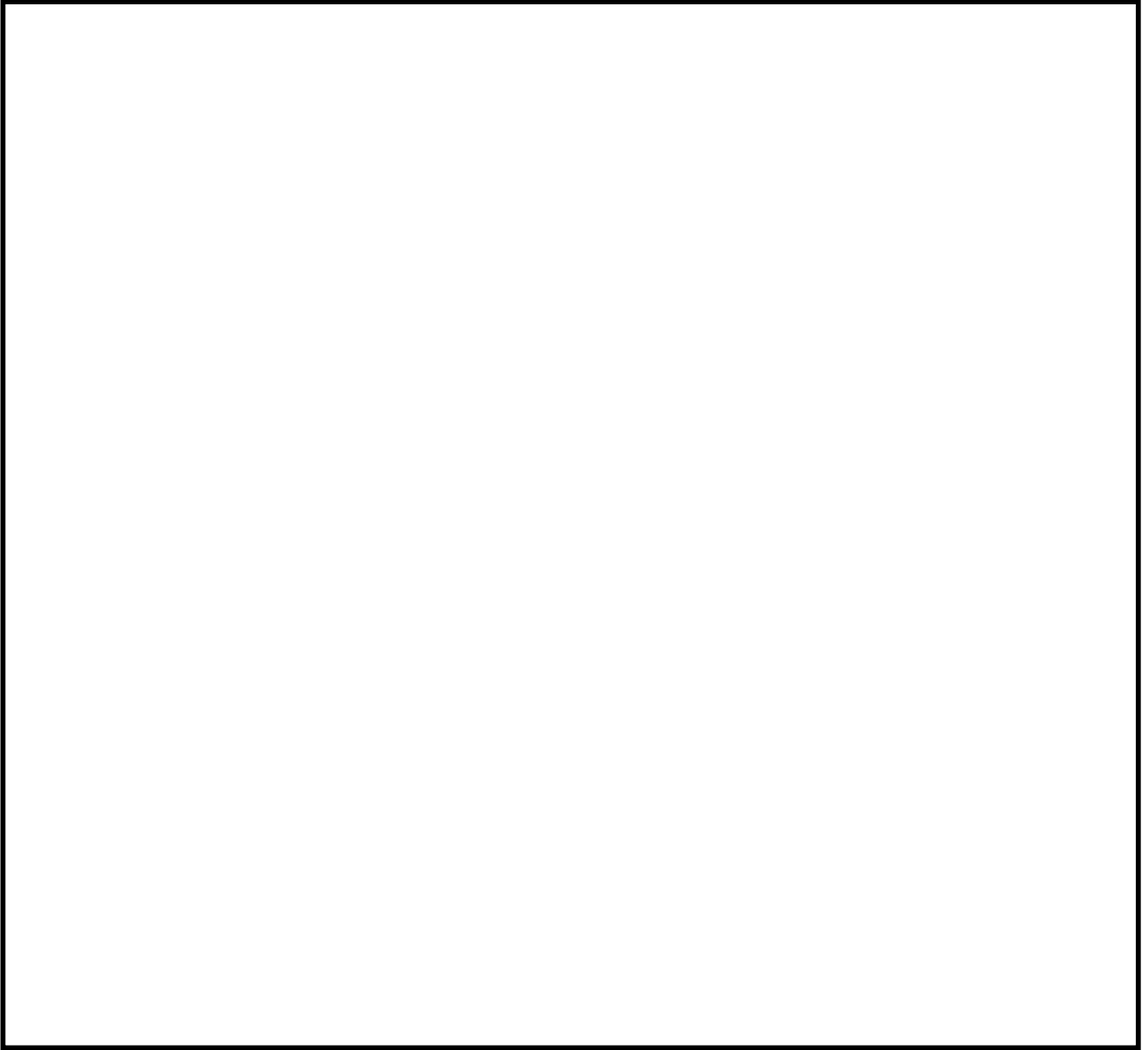
さらに、残留熱除去系(原子炉格納容器スプレイ冷却モードの2系統は、それぞれの別の部屋に設置し位置的分散を図る。(第8図)

単一設計としているスプレイヘッドは、原子炉格納容器内に設置しており、不燃性材料で構成されていることから、火災により当該スプレイヘッドの機能に影響がおよぶおそれはない。

以上のことから、火災が発生した場合でも、当該機能の 2 系統が同時に喪失することはないため独立性を有していると考ええる。



第7図 残留熱除去系(原子炉格納容器スプレイ冷却モード)概要図



第 8 図 原子炉格納容器スプレイ冷却モードの配置

⑥格納容器内の可燃性ガス制御機能

格納容器内の可燃性ガス制御機能は「可燃性ガス濃度制御系，残留熱除去系の一部（再結合装置への冷却水供給をする部分）」である。

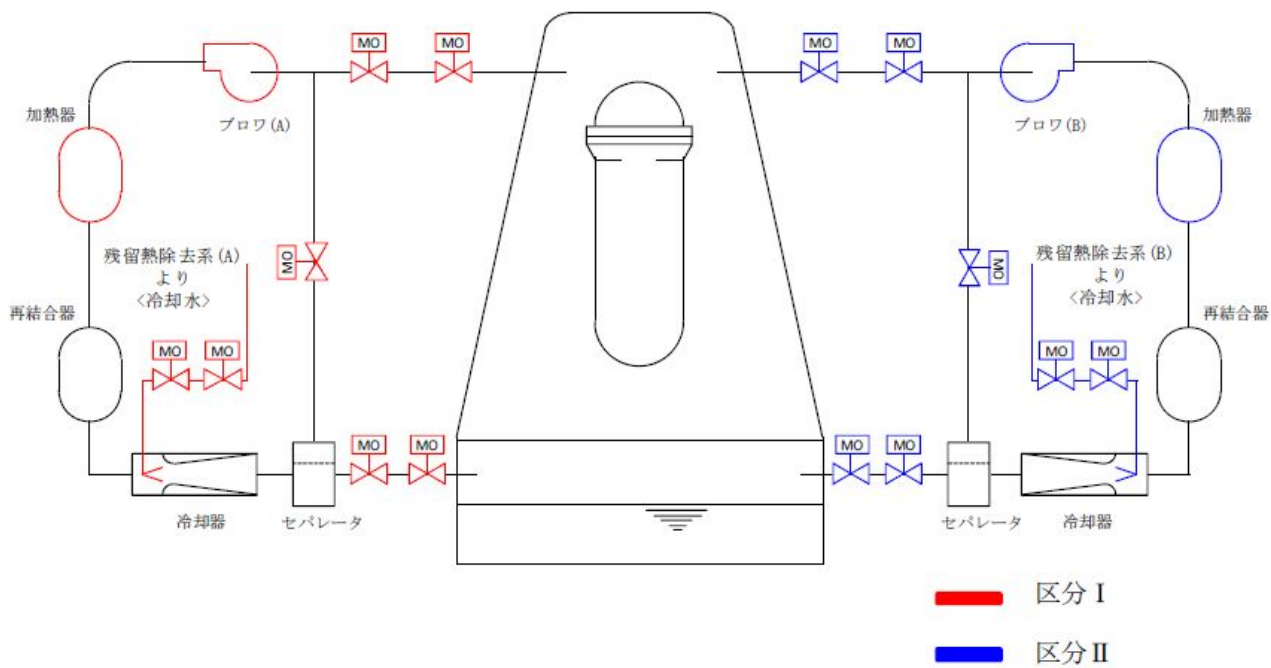
可燃性ガス濃度制御系及び残留熱除去系の一部（再結合装置への冷却水を供給する部分）は2系統あり，格納容器内の可燃性ガス制御が可能である。（第9図）

格納容器内の可燃性ガス制御機能を有する機器等は，火災防護審査基準に基づく火災の影響軽減対策として3時間以上の耐火能力を有する隔壁等により分離する設計としている。（第10図）

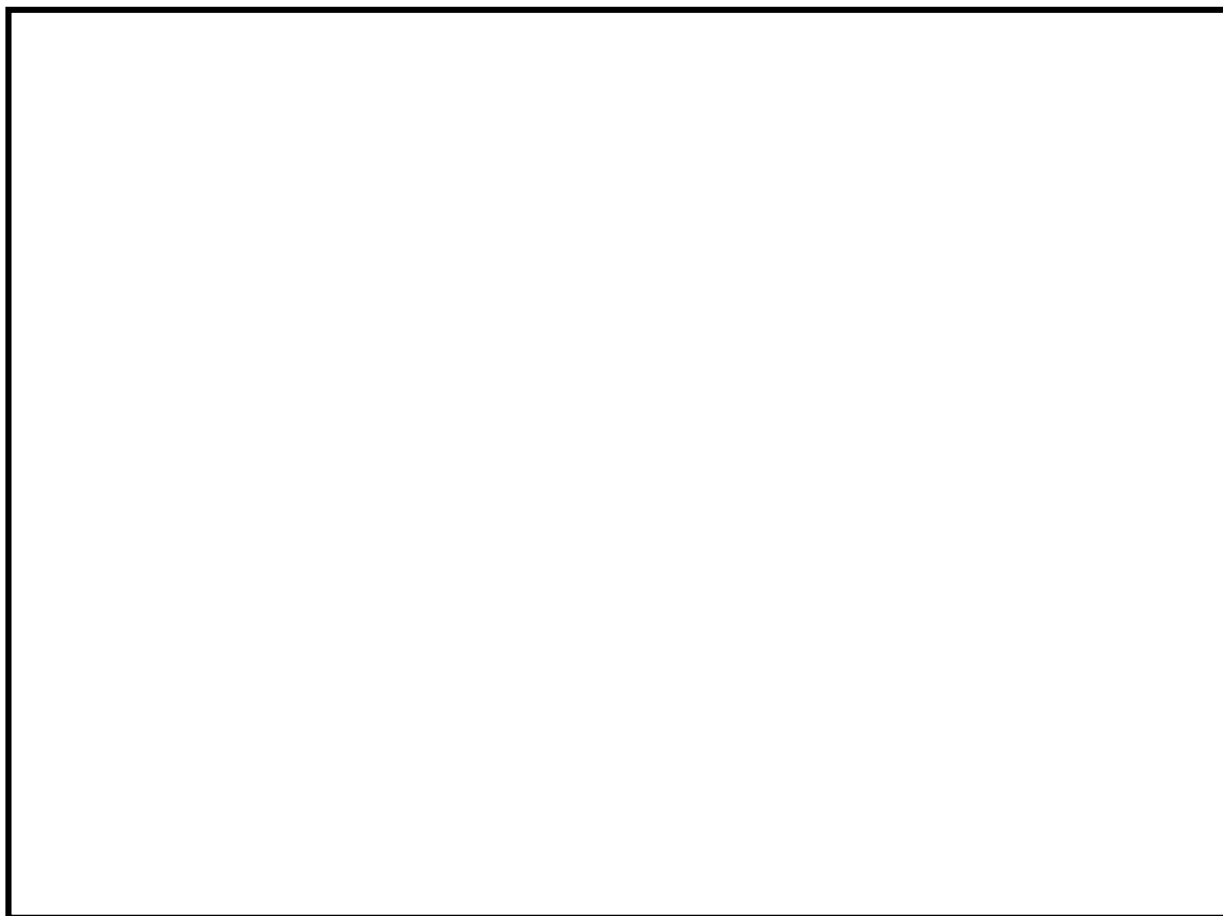
また，火災防護審査基準に基づき，火災発生防止対策として過電流に過熱防止対策，主要な構造材に対する不燃性材料の使用等の対策を講じており，感知・消火対策としては，異なる2種類の感知器及び局所ガス消火設備を設置する設計としており，これらの機器を設置する場所で火災が発生しても影響がおよばない。

一方，可燃性濃度制御系のケーブルは，可燃性濃度制御系設置エリアで異なる区分毎に電線管に布設しており，他の区分のケーブルと分離している。また，電動弁については，駆動部の潤滑油（グリス）等は金属に覆われていることから，発火した場合においても他の構築物，系統または機器において火災を生じさせるおそれは小さいが，万が一，火災により電動駆動機能が喪失したとしても，当該弁を手動操作することにより可燃性ガス濃度制御系の機能が維持することが可能である。

以上のことから，火災が発生した場合でも，当該機能の2系統が同時に喪失することはないため独立性を有していると考ええる。



第 9 図 可燃性ガス濃度制御系概要図



第 10 図 可燃性濃度制御系の配置

⑦原子炉制御室非常用換気空調機能

原子炉制御室非常用換気空調機能は「非常用換気空調系(中央制御室換気系)」である。

中央制御室換気系は、同一機能を有する 2 系統のフィルタユニット、空気調和機等に対して、火災防護に係る審査基準に基づき発生防止対策として、過電流による過熱防止対策、主要な構造材への不燃性材料の使用等の対策を講じていることから、これらの機器から火災が発生するおそれは小さい。

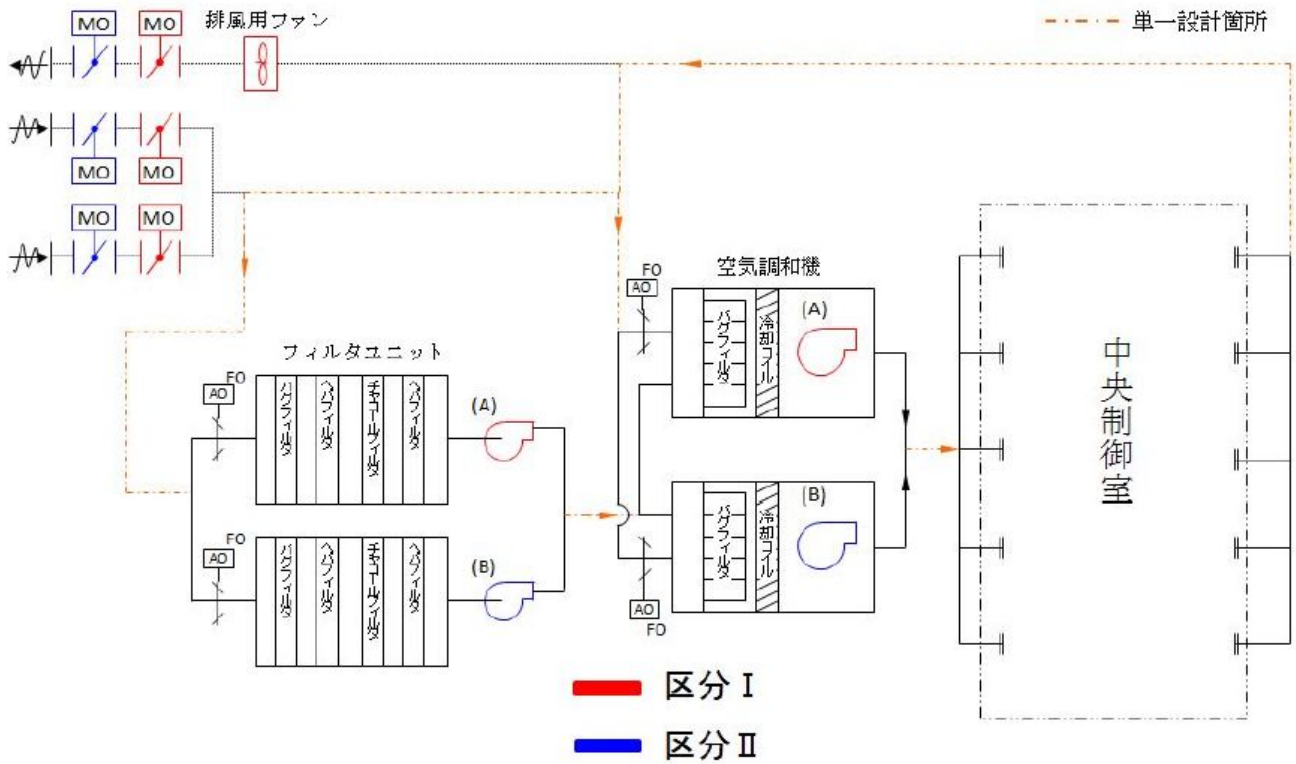
また、感知・消火対策として異なる 2 種類の感知器及び固定式消火設備を設置する設計とすることから、これらの機器を設置する場所で火災が発生しても影響がおよぶおそれは小さい。

さらに、フィルタユニット、空気調和機等については、一方の区分で火災が発生した場合でも、火災を感知し消火するまでもう一方の区分に影響をおよぼさないように、フィルタユニット、空気調和機等を 3 時間以上の耐火性能を有する隔壁等で分離する設計とする。隔壁については、Ss 機能維持を図るものとし、干渉物等により設置不可能な部分を除き対象となる設備を最大限分離するように設置する設計とする。

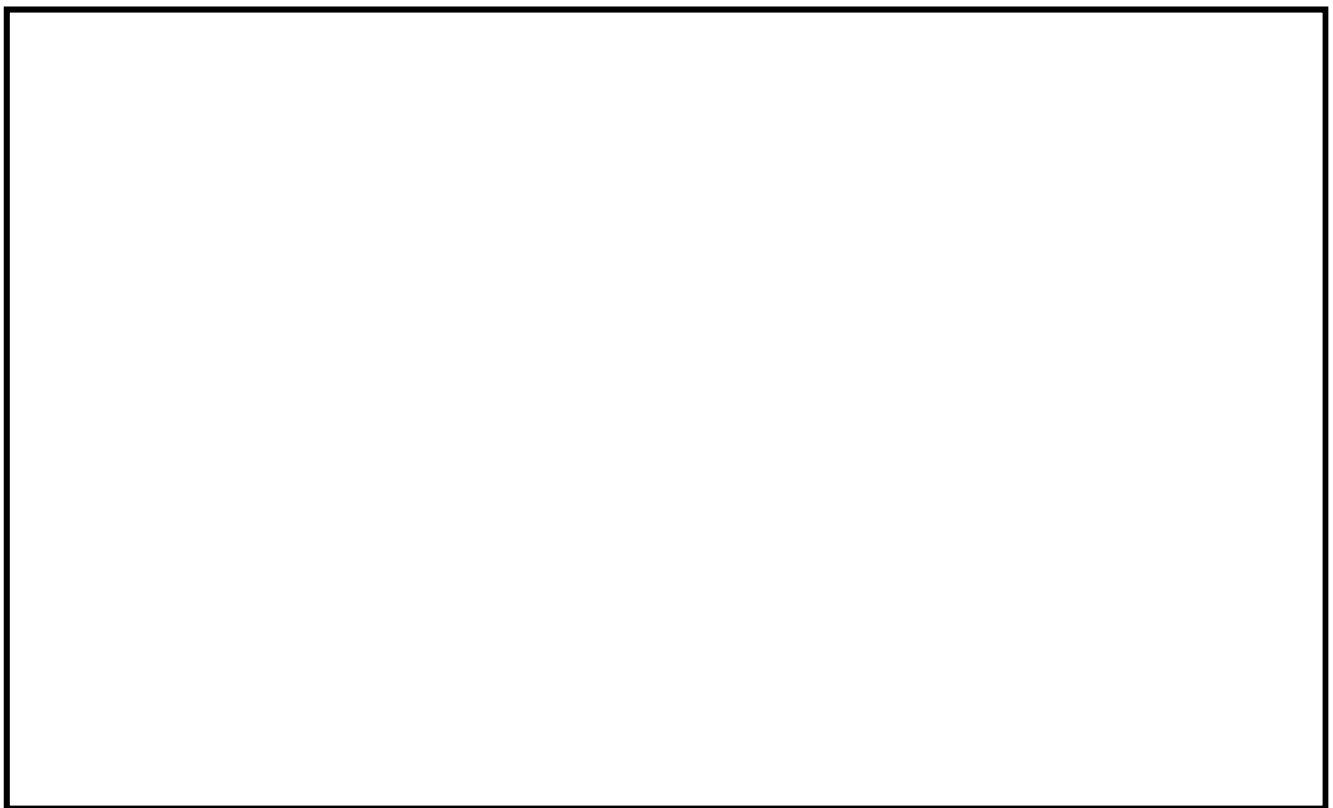
一方、中央制御室換気系のケーブルについては、当該火災区域内で異なる区分毎に電線管に布設しており、他の区分のケーブルと分離している。また、電動弁については、駆動部の潤滑油(グリス)等は金属に覆われていることから、発火した場合においても、他の構築物、系統または機器において火災を生じさせるおそれは小さいが、万一、火災により電動駆動機能が喪失した場合は、当該弁を手動操作することにより中央制御室換気系の機能が維持することが可能である。

なお、静的機器の一部(ダクト)は単一設計としているが、ダクトについては不燃性材料で構成されており、中央制御室内の空気が通気するもので発火する要素がないことから、火災による影響がおよぶおそれはない。

したがって、火災により中央制御室換気系の機能が同時に喪失することはないため独立性を有していると考ええる。



第 11 図 非常用換気空調系(中央制御室換気系)概要図



第 12 図 非常用換気空調系(中央制御室換気系)の配置

⑧圧縮空気供給機能

圧縮空気供給機能は「駆動用窒素源(逃がし安全弁, 自動減圧系, 主蒸気隔離弁)」である。

駆動用窒素源(アキュムレータ)は各々の逃がし安全弁, 主蒸気隔離弁に個別に設置されている。(第 13 図)

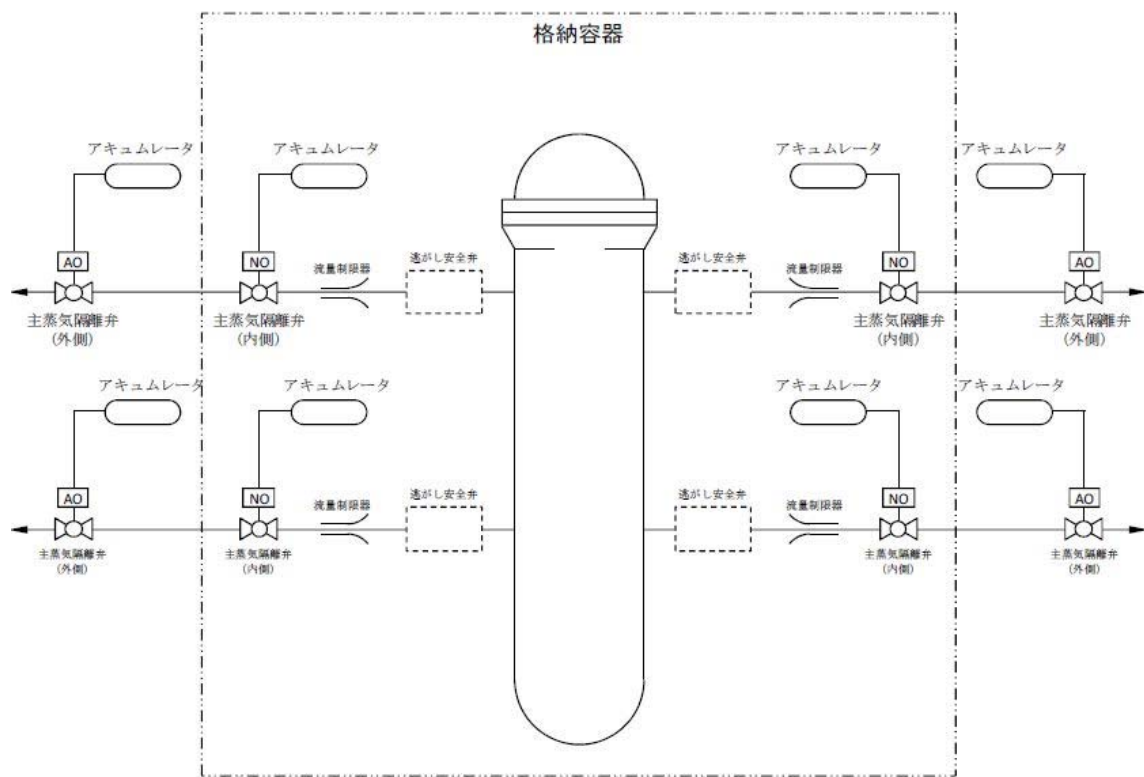
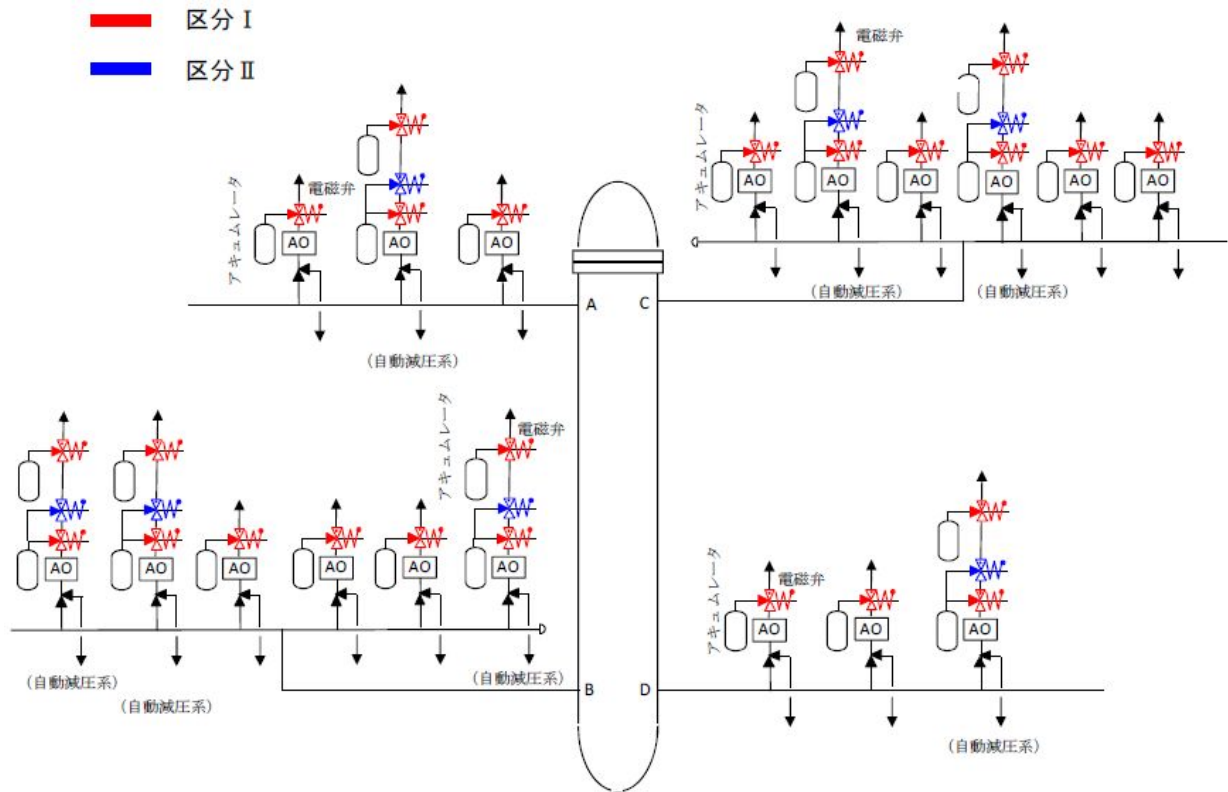
圧縮空気供給機能を有する機器等のうち, 逃がし安全弁用の駆動用窒素源は格納容器内に設置され, 不燃性材料で構成されているため, 火災によって本機能に影響がおよぶおそれはない。

主蒸気隔離弁の駆動用窒素源のうち内側隔離弁は, 格納容器内に設置され, 不燃性材料で構成されているため, 火災により圧縮空気供給機能に影響がおよぶおそれはない。

主蒸気隔離弁の駆動用窒素源のうち外側隔離弁は, フェイル・クローズ設計となっており, 火災により当該弁が機能喪失すると自動で閉止する設計となっている。

また, 万が一の不動作を想定しても, 格納容器内側に設置する内側隔離弁で主蒸気隔離が達成されるため, 主蒸気隔離機能が喪失することはない。

以上のことから, 本機能は火災により同時に機能が喪失しないことから, 独立した複数の機能を有していると考ええる。



第 13 図 圧縮空気供給機能の概要

⑨原子炉格納容器バウンダリを構成する配管の隔離機能

原子炉格納容器バウンダリを構成する配管の隔離機能は「原子炉格納容器バウンダリ隔離弁」である。

原子炉格納容器バウンダリ隔離弁は、JEAC4602-2004「原子炉冷却材圧力バウンダリ、原子炉格納容器バウンダリの範囲を定める規程」に基づき設置している。また、設置許可基準規則第32条に対する適合性を有している。(第14図)

これら原子炉格納容器バウンダリ隔離弁は、以下の何れかの方針に基づき設置しており、独立性を有していると考えられる。

a. 原子炉格納容器内外に異なる区分の電動弁又は空気作動弁を2弁設置

電動弁は原子炉格納容器内外で位置的分散をしており、異なる区分のケーブルについては、IEEE384に準じて、離隔、バリアまたはケーブルトレイあるいは電線管の使用により分離していること、空気作動弁については原子炉格納容器隔離機能を確認するため、フェイル・クローズ設計であり、火災により当該弁が機能喪失すると自動で閉止する設計となっていることから、火災により原子炉格納容器内外の両方の弁が同時に機能喪失することはない。

したがって、火災により原子炉格納容器内外の電動弁が同時に機能喪失することはない。

b. 原子炉格納容器内外側に異なる区分の電動弁、空気作動弁または電磁弁を2弁設置

原子炉格納容器外に設置している異なる区分の2つの電動弁、空気作動弁または電磁弁は、空気作動弁及び電磁弁は、原子炉格納容器隔離機能を確認するため、フェイル・クローズ設計であり、火災により当該弁が機能喪失すると自動で閉止する設計となっている。これらのケーブルは、IEEE384に準じて、離隔、バリアまたはケーブルトレイあるいは電線管の使用により分離していること、電磁弁の

電源を切ることによって隔離弁を閉止させることができる。電動弁についても、IEEE384に準じて、離隔、バリアまたはケーブルトレイあるいは電線管の使用により分離していること。

したがって、火災により空気作動弁又は電磁弁が両方とも開となるおそれは小さく、火災によっても本機能は維持される。

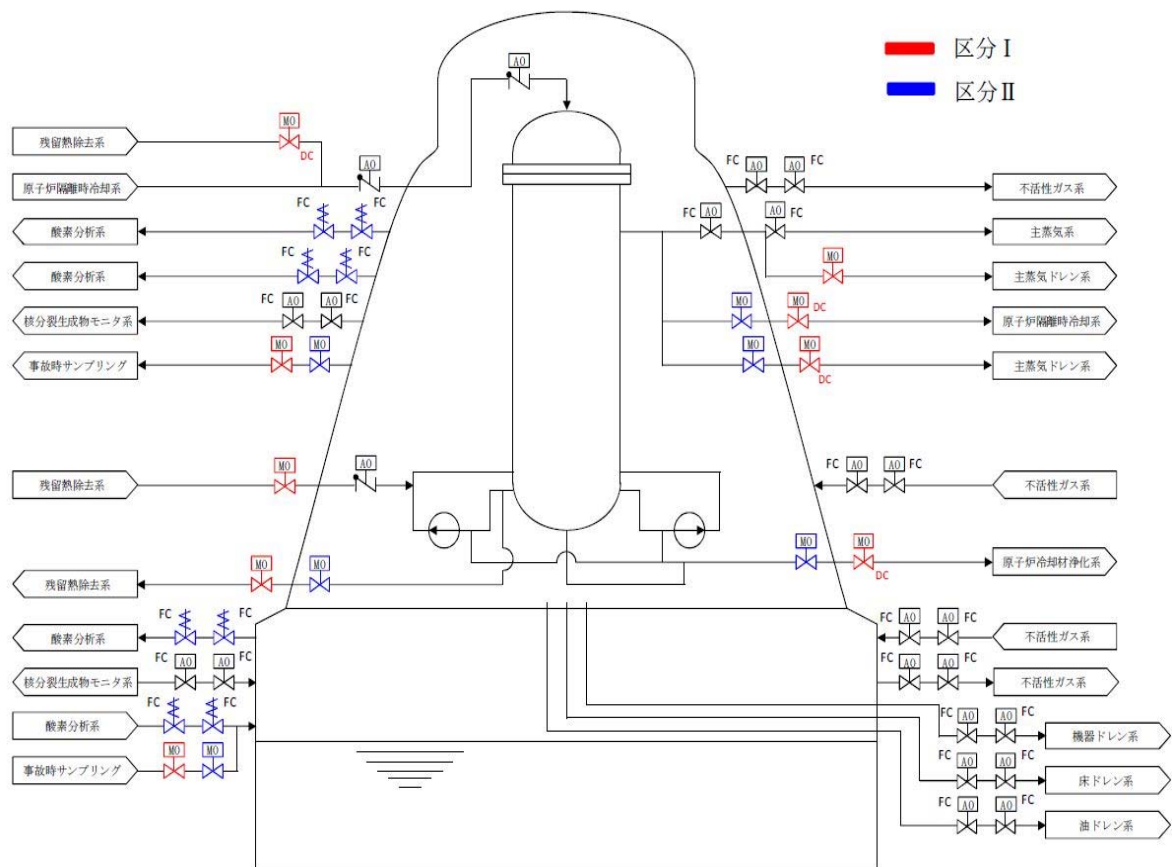
c. 原子炉格納容器内又は外に逆止弁を設置

逆止弁は不燃性材料で構成されている。したがって、火災により逆止弁の機能に影響がおよぶおそれはなく、火災により原子炉格納容器隔離機能に影響がおよぶおそれはない。

e. 原子炉格納容器外で閉ループを構成する系統

原子炉格納容器外で閉ループを構成する系統は、配管等が不燃性材料で構成されている。したがって、火災により原子炉格納容器隔離機能に影響がおよぶおそれはない。

以上により、火災により各ラインの配管、隔離弁が全て機能喪失することはなく、本機能は独立した機能を有している。



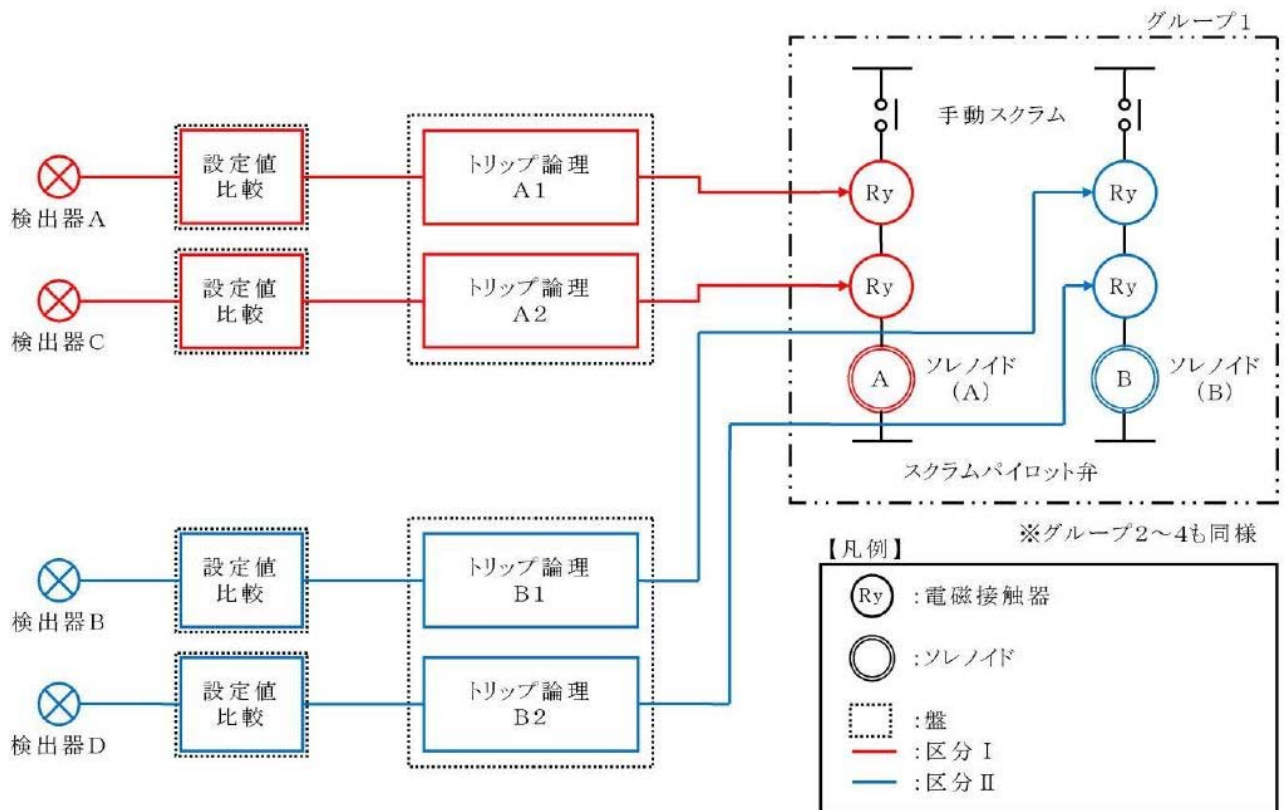
第 14 図 原子炉格納容器バウンダリ隔離弁 系統概略図

⑩原子炉停止系に対する作動信号(常用系として作動させるものを除く)の発生機能

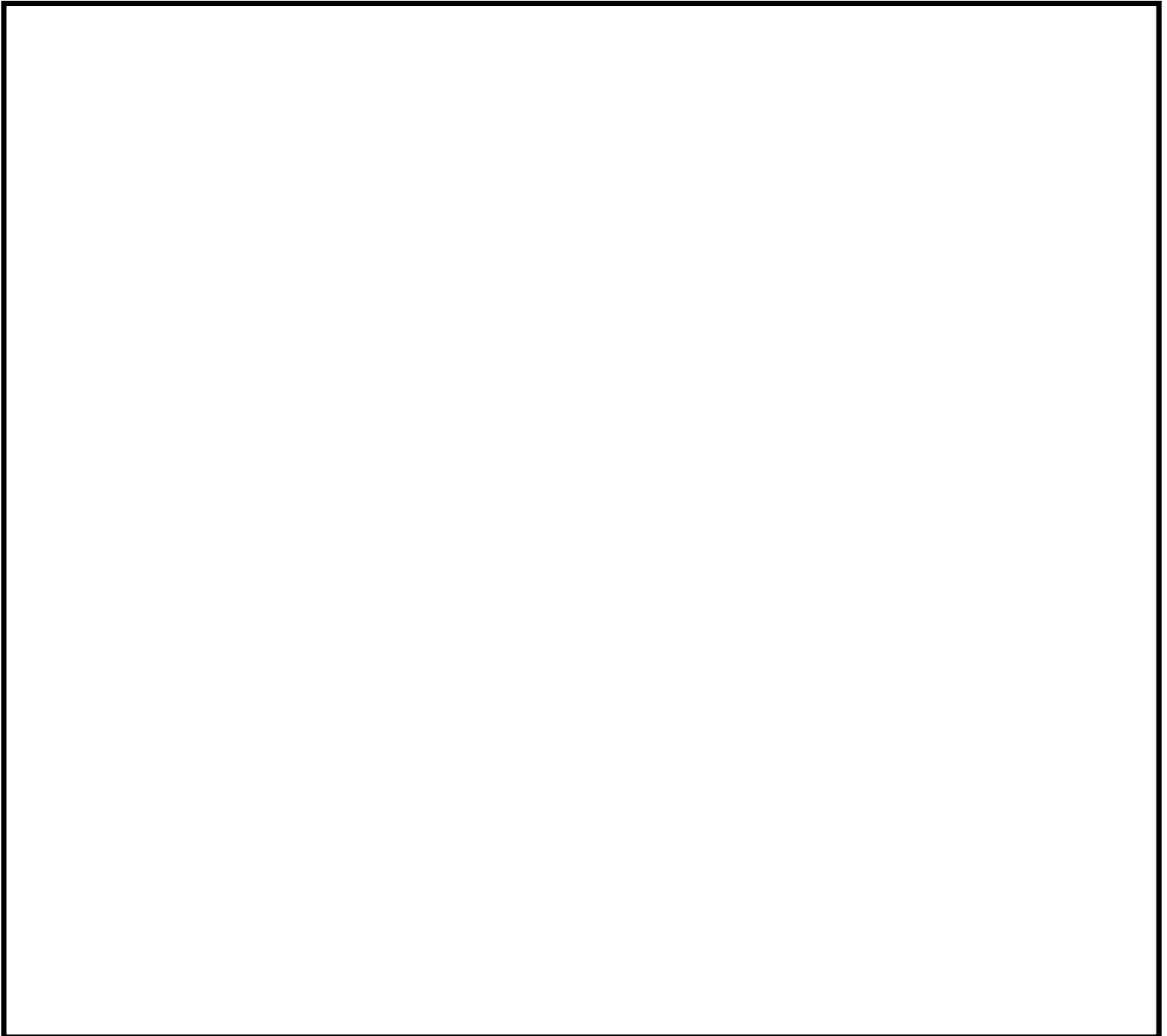
原子炉停止系に対する作動信号(常用系として作動させるものを除く)の発生機能は「原子炉緊急停止の保護回路」である。(第 15 図)

原子炉停止系の安全保護回路は、火災審査基準に基づき火災発生防止対策としてケーブルは電線管に布設する対策を講じており、感知・消火対策は、異なる 2 種類の感知器(中央制御室においては中央制御盤内に高感度煙感知器を設置)及び消火器を設置する設計とする。さらに、安全保護回路はフェイルセーフ設計としており、火災によって損傷した場合はトリップ信号が発生すること、万が一の誤動作については、安全保護回路は、区分毎に離隔バリア又はケーブルトレイ、或いは電線管の使用等により分離して配置していること、中央制御室に設置するトリップ論理回路については、区分ごとに別の制御盤に設置することから、他区分で故障があった場合の影響がないように電氣的に分離していることから、火災によって複数の区分が同時に誤動作する可能性はきわめて小さい。(第 16 図)

したがって、火災により原子炉停止系に対する作動信号の発生機能が同時に機能喪失しないことから、火災が発生した場合においても複数の機能を有すると考える。



第 15 図 原子炉緊急停止系の安全保護回路概要図



第 16 図 原子炉緊急停止系の安全保護回路に係る制御盤の配置

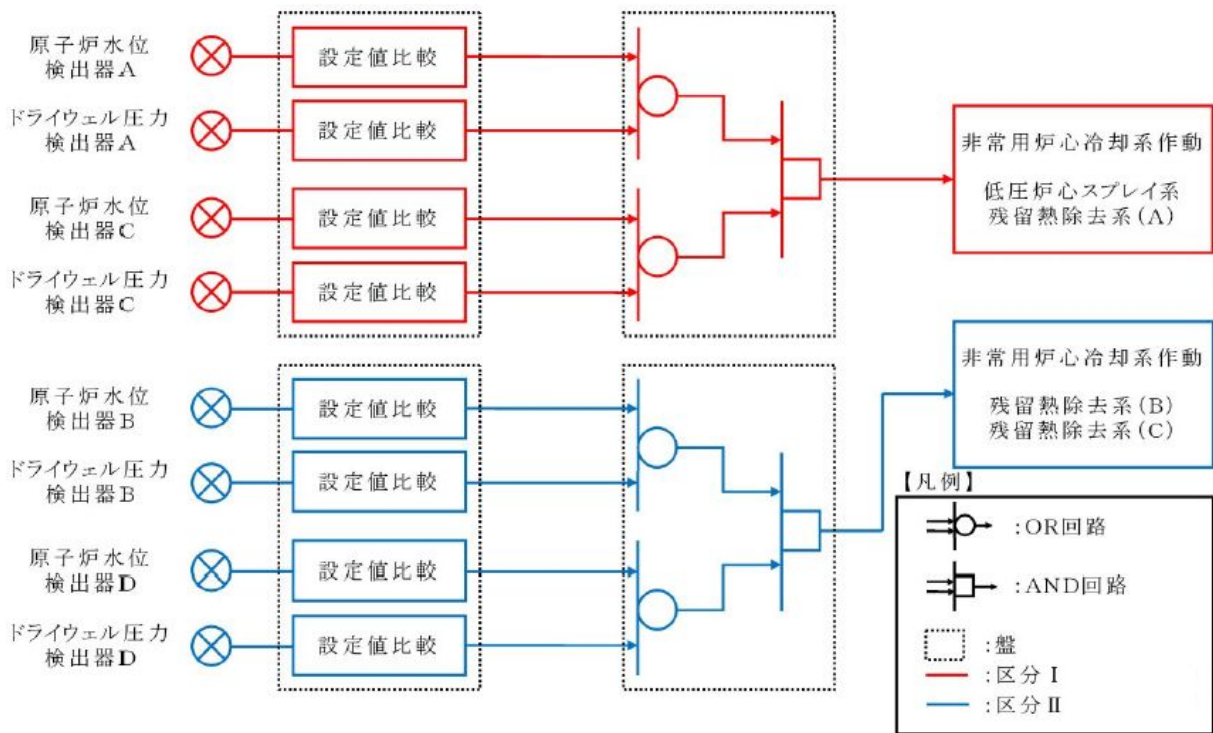
⑩工学的安全施設に分類される機器若しくは系統に対する作動信号の発生機能

工学的安全施設に分類される機器若しくは系統に対する作動信号の発生機能は、「非常用炉心冷却系の安全保護回路」「主蒸気隔離の安全保護回路」「原子炉格納容器隔離の安全保護回路」「原子炉建屋ガス処理系の安全保護回路」である。(第 17～第 21 図)

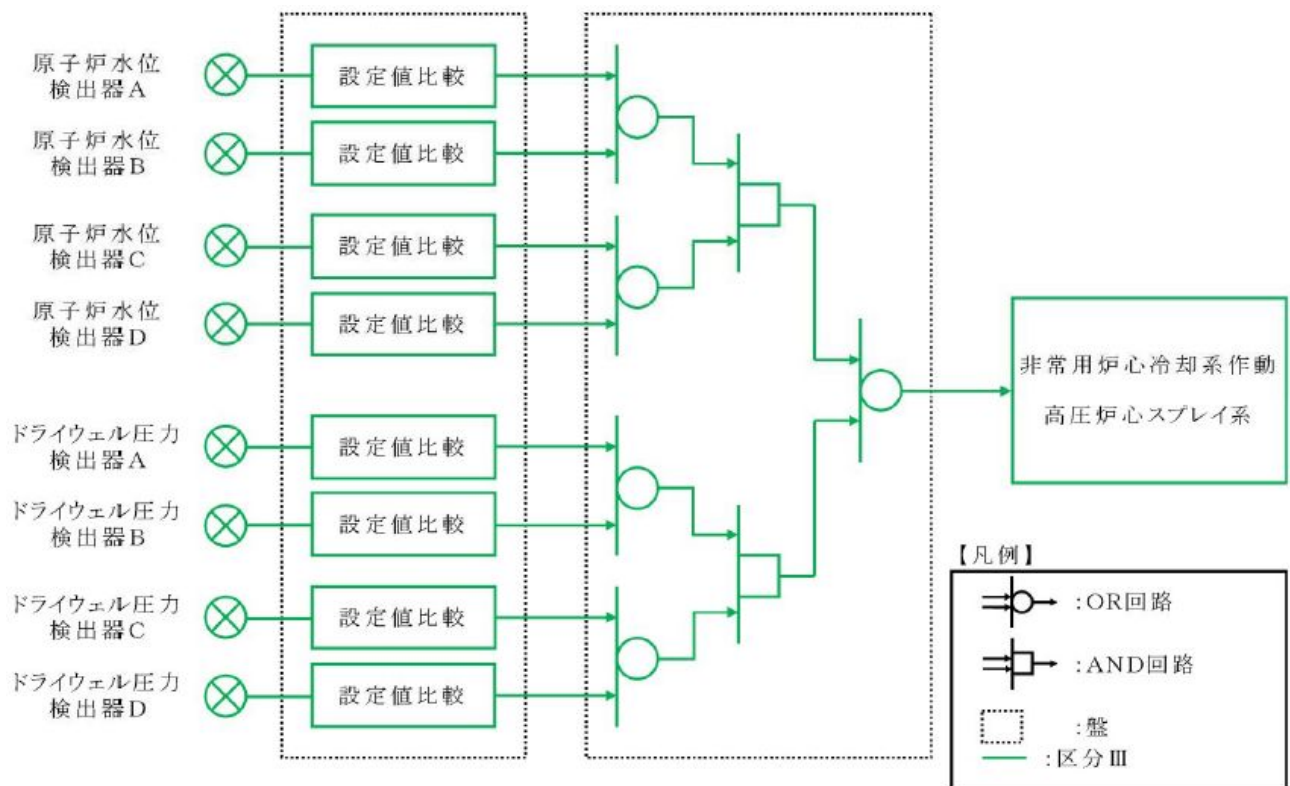
主蒸気隔離の安全保護回路は、火災防護に係る審査基準に基づき火災審査基準に基づき火災発生防止対策としてケーブルは電線管に布設する対策を講じており、感知・消火対策として異なる 2 種類の感知器(中央制御室においては中央制御盤内に高感度煙感知器を設置)及び消火器を設置する設計とする。さらに、安全保護回路はフェイルセーフ設計としており、火災によって損傷した場合はトリップ信号が発生すること、万が一の誤動作については、安全保護回路は、区分毎に離隔バリア又はケーブルトレイ、あるいは電線管の使用等により分離して配置していること、他区分で故障があった場合の影響がないように電氣的に分離していることから、火災によって複数の区分が同時に誤動作する可能性はきわめて小さい。(第 19 図)

非常用炉心冷却系の安全保護回路、原子炉格納容器隔離の安全保護回路、非常用ガス処理系の安全保護回路は、火災防護に係る審査基準に基づき火災発生防止対策ケーブルは電線管に布設する対策を講じているとともに、感知・消火対策として異なる 2 種類の感知器(中央制御室においては中央制御盤内に高感度煙感知器を設置)及び消火器を設置している。さらに、安全保護回路は、区分毎に離隔バリア又はケーブルトレイ、あるいは電線管の使用等により分離して配置していること、他区分で故障があった場合の影響がないように信電氣的に分離していることから、火災により 2 区分(非常用炉心冷却系の一部は 3 区分のうち 1 区分以上)のうち 1 区分以上が機能を維持される。

したがって、本機能は火災により同時に全機能喪失しないことから、火災が発生した場合でも独立した機能を有すると考える。

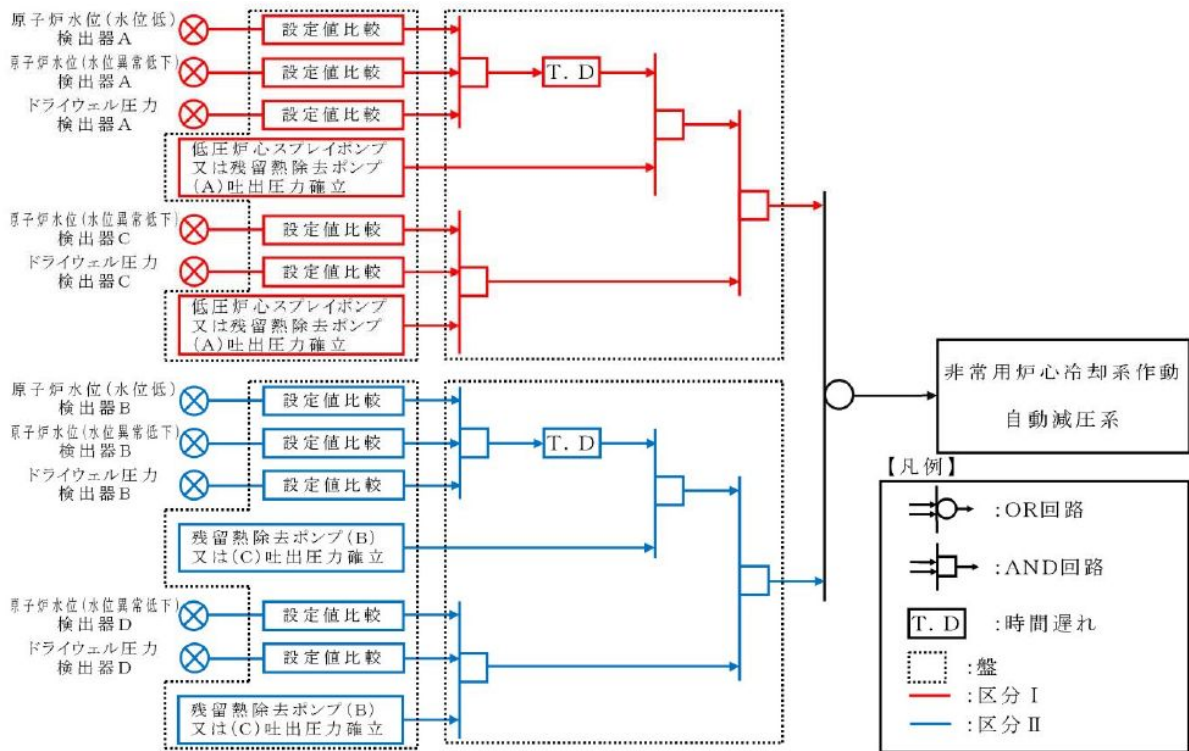


非常用炉心冷却系の安全保護回路(低圧炉心スプレイ系, 残留熱除去系)



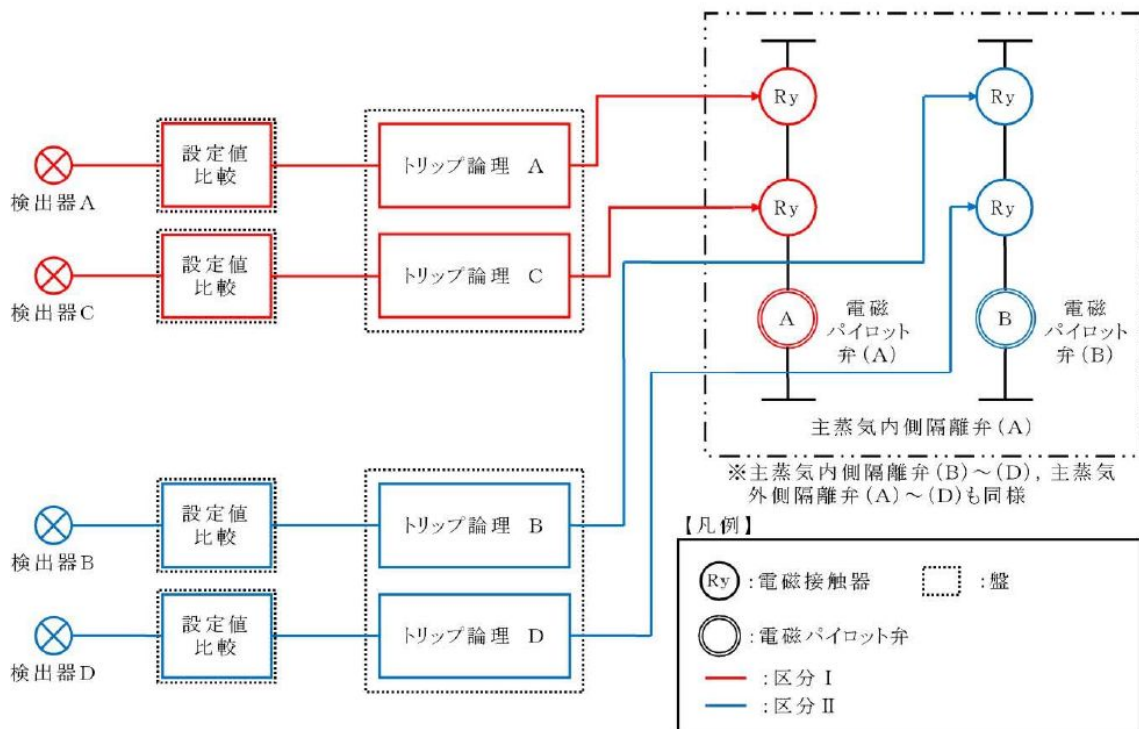
非常用炉心冷却系の安全保護回路(高圧炉心スプレイ系)

第 17 図 非常用炉心冷却系の安全保護回路 系統概略図

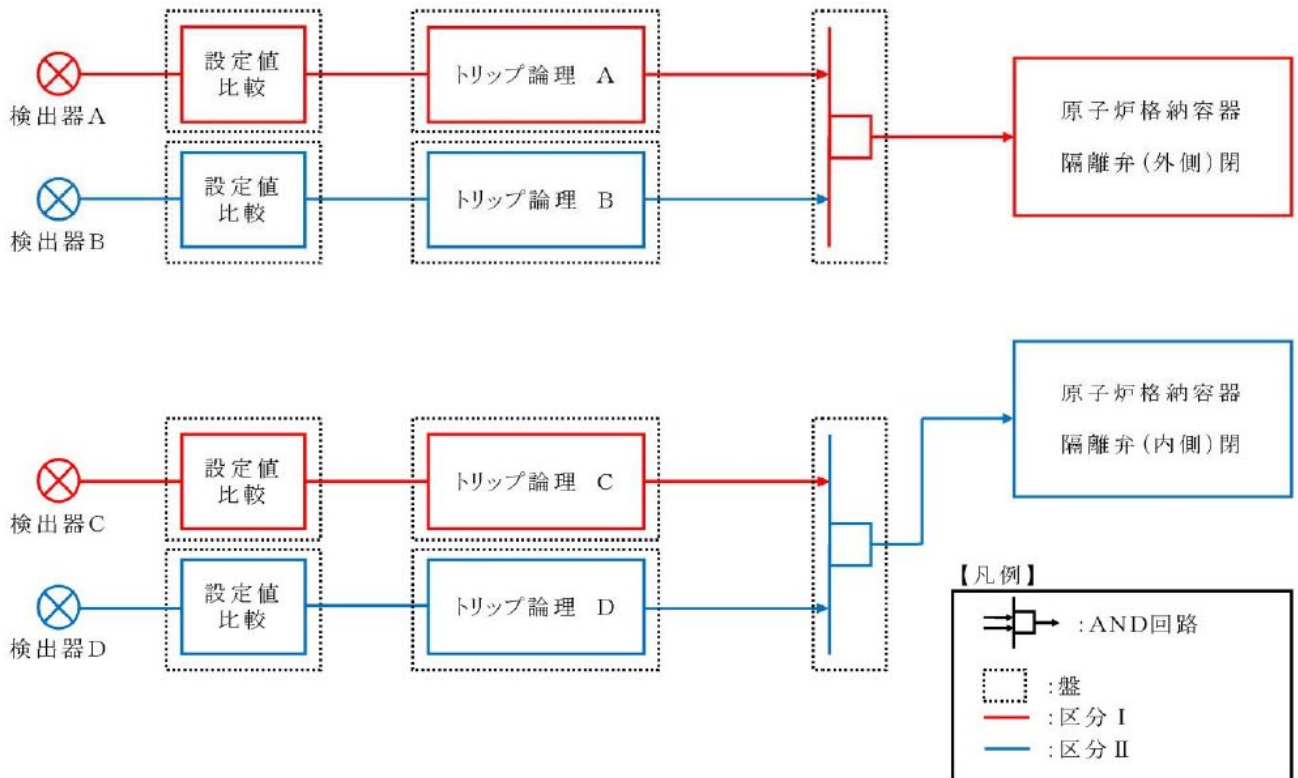


非常用炉心冷却系の安全保護回路(自動減圧系)

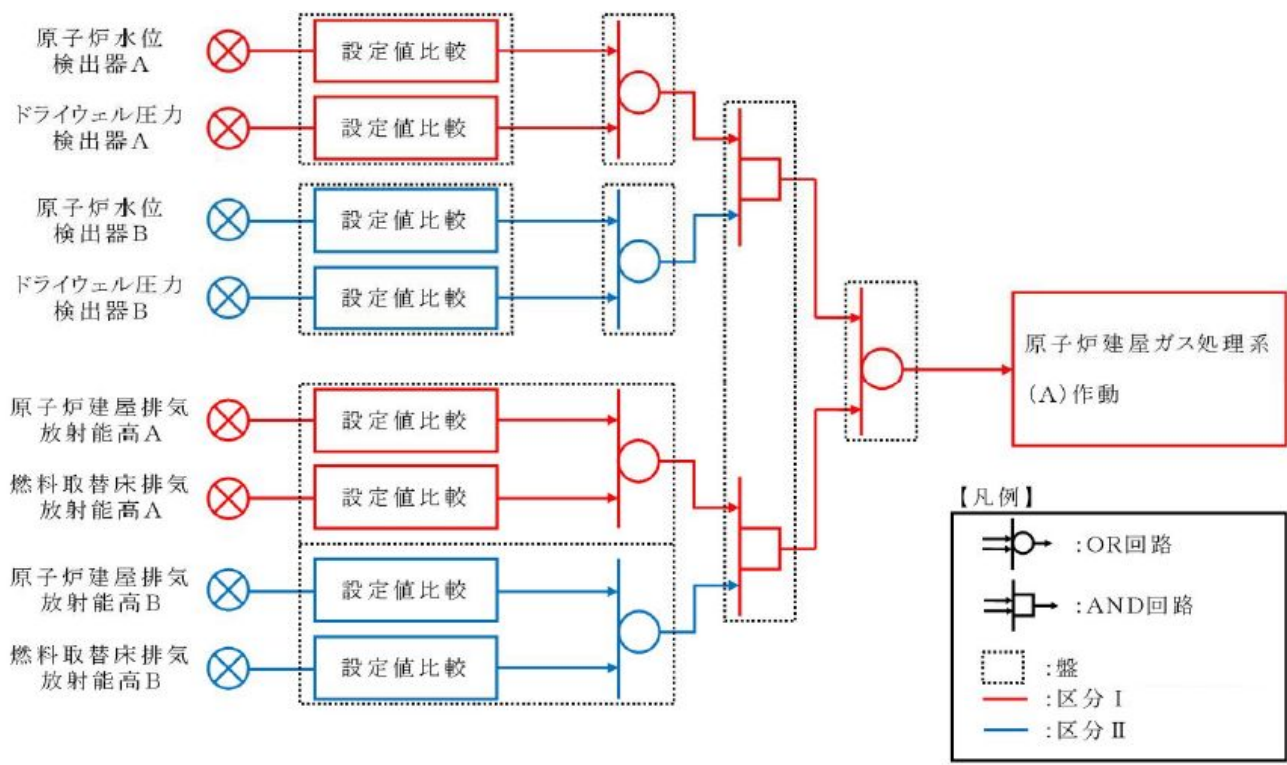
第 18 図 非常用炉心冷却系の安全保護回路 系統概略図



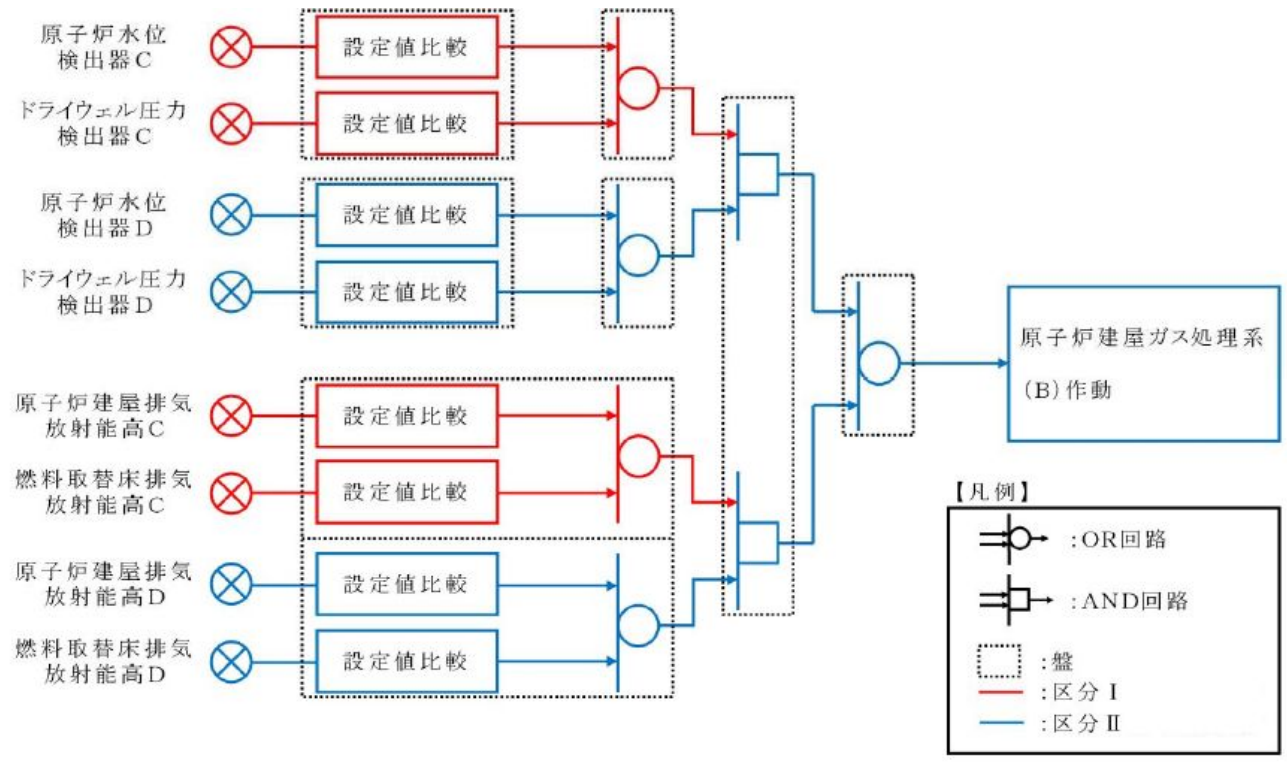
第 19 図 主蒸気隔離の安全保護回路 系統概略図



第 20 図 原子炉格納容器隔離の安全保護回路 系統概略図

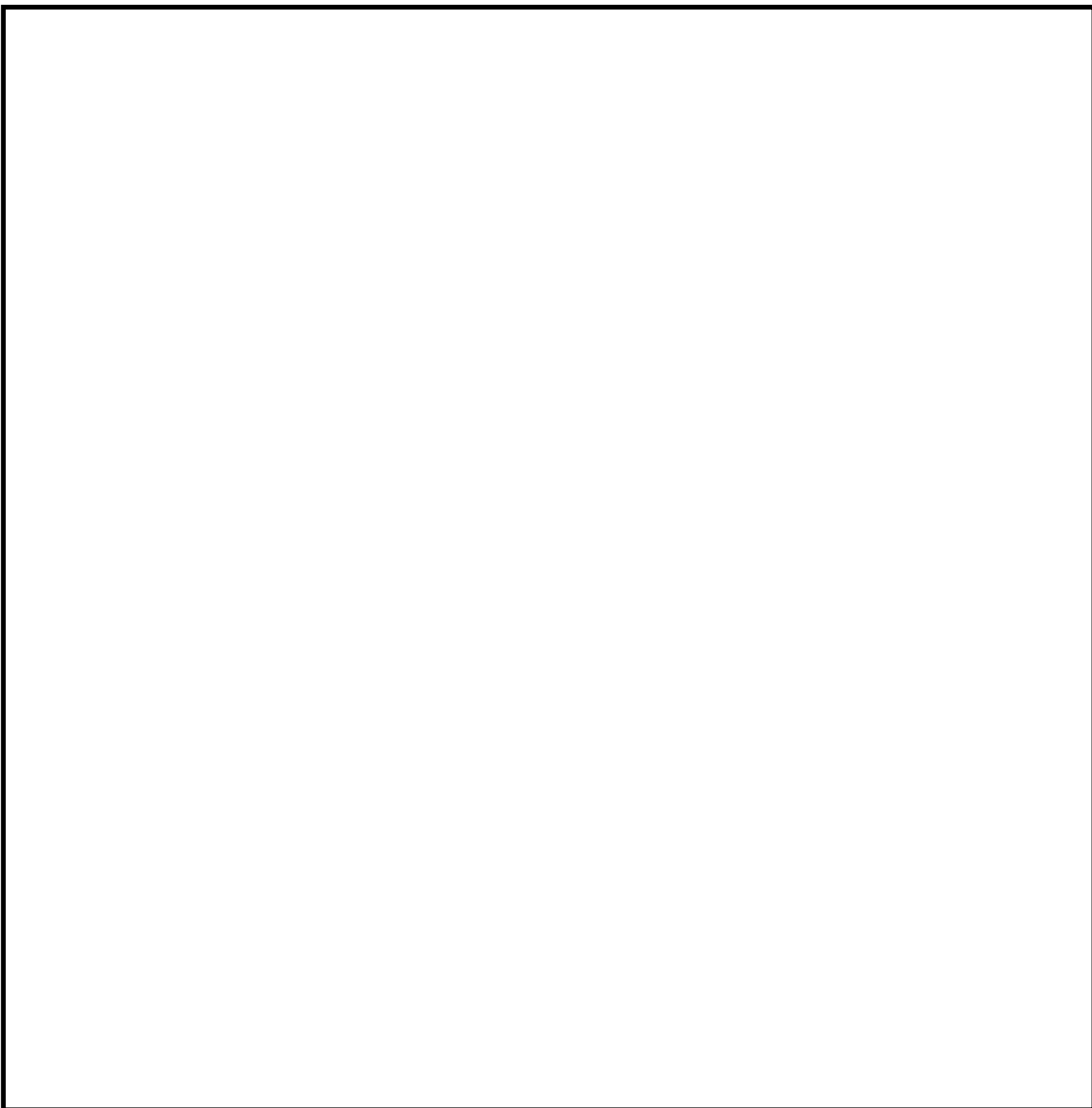


原子炉建屋ガス処理系 (A) 作動の安全保護回路



原子炉建屋ガス処理系 (B) 作動の安全保護回路

第 21 図 原子炉建屋ガス処理系の安全保護回路 系統概略図



第 22 図 工学的安全施設に分類される機器若しくは系統に対する作動信号の発生機能に係る制御盤の配置

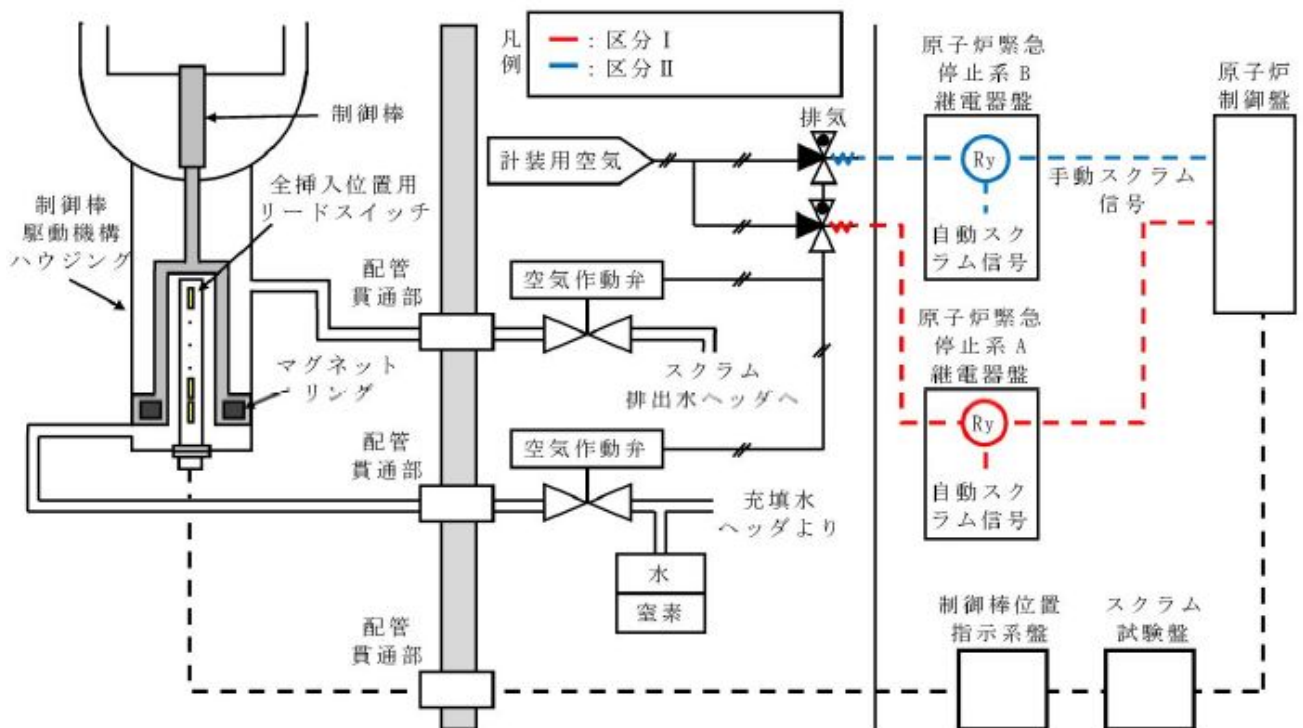
⑫事故時の原子炉の停止状態の把握機能

事故時の原子炉の停止状態の把握機能は、「中性子束(起動領域モニタ), 原子炉スクラム用電磁弁接触器の状態, 制御棒の位置」である。(第 23 図)

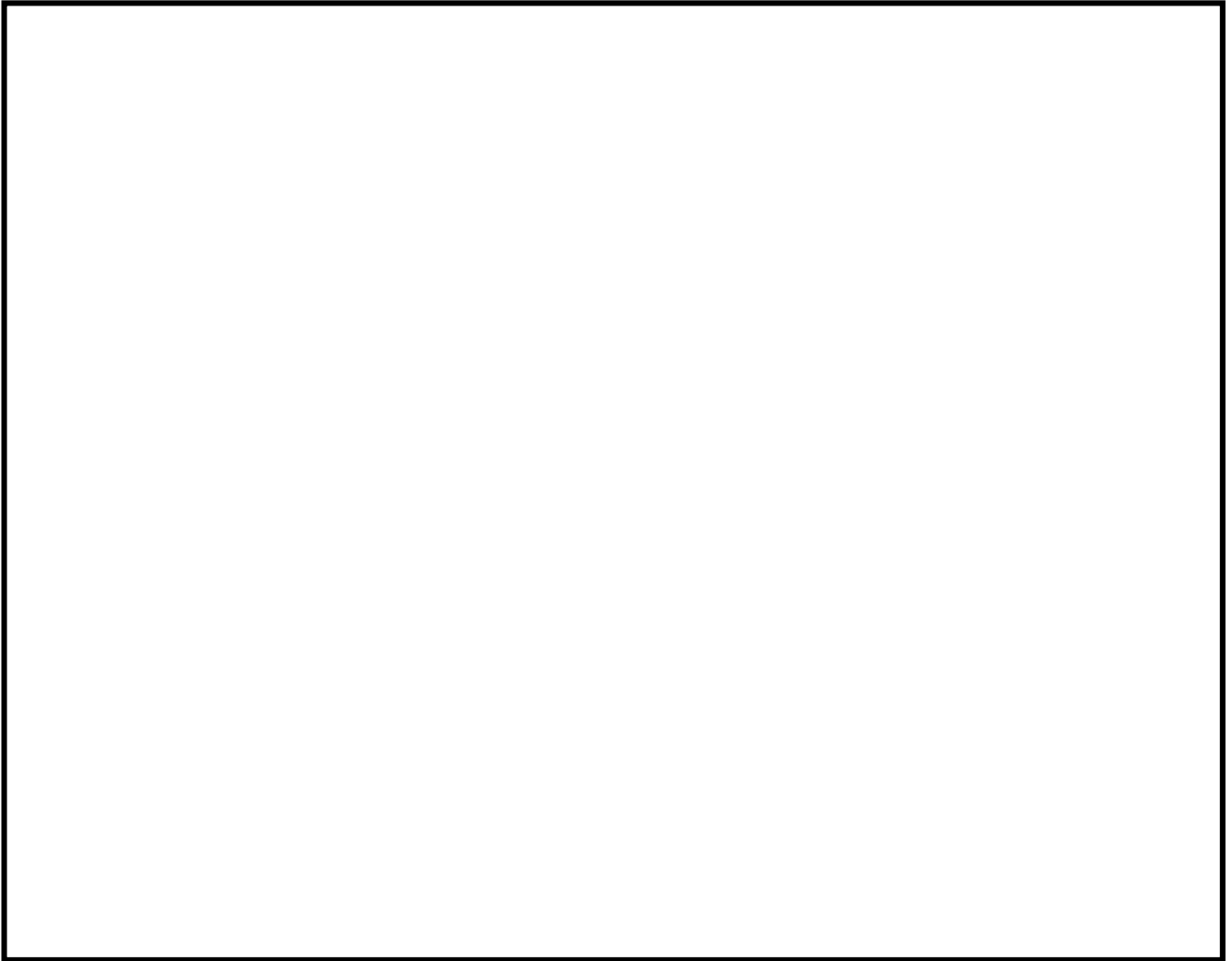
これらの監視計器のうち, 中性子束(起動領域モニタ)は, 火災防護対象機器等として火災防護に係る審査基準に基づき発生防止対策, 感知・消火対策, 火災の影響軽減対策をそれぞれ実施する設計とする。

原子炉スクラム用電磁弁接触器の状態は, 盤の筐体内に区分毎に収納し, 物理的分離を行っているとともに, ケーブルについても区分毎に IEEE384 に準じて位置的に分離して配置していることから, 火災により複数の区分が同時に機能喪失する可能性はきわめて小さい。また, 制御棒の位置と原子炉スクラム用電磁弁接触器の状態を監視するために必要な設備とは, 物理的分離を行っている。(第 24 図)さらに, 原子炉スクラム用電磁弁接触器の状態, 制御棒の位置は, 火災防護に係る審査基準に基づき発生防止対策としてケーブルは電線管に布設する対策を講じているとともに, 感知・消火対策として消防法に基づき感知器, 消火器等を設置している。

したがって, 事故時の原子炉の停止状態の把握機能は火災により同時に全機能が喪失しないことから, 火災が発生した場合でも独立した複数の機能を有していると考ええる。



第 23 図 原子炉スクラム用電磁接触器の状態及び制御棒の位置の概要図



第 24 図 原子炉スクラム用電磁接触器の状態及び制御棒の位置の配置

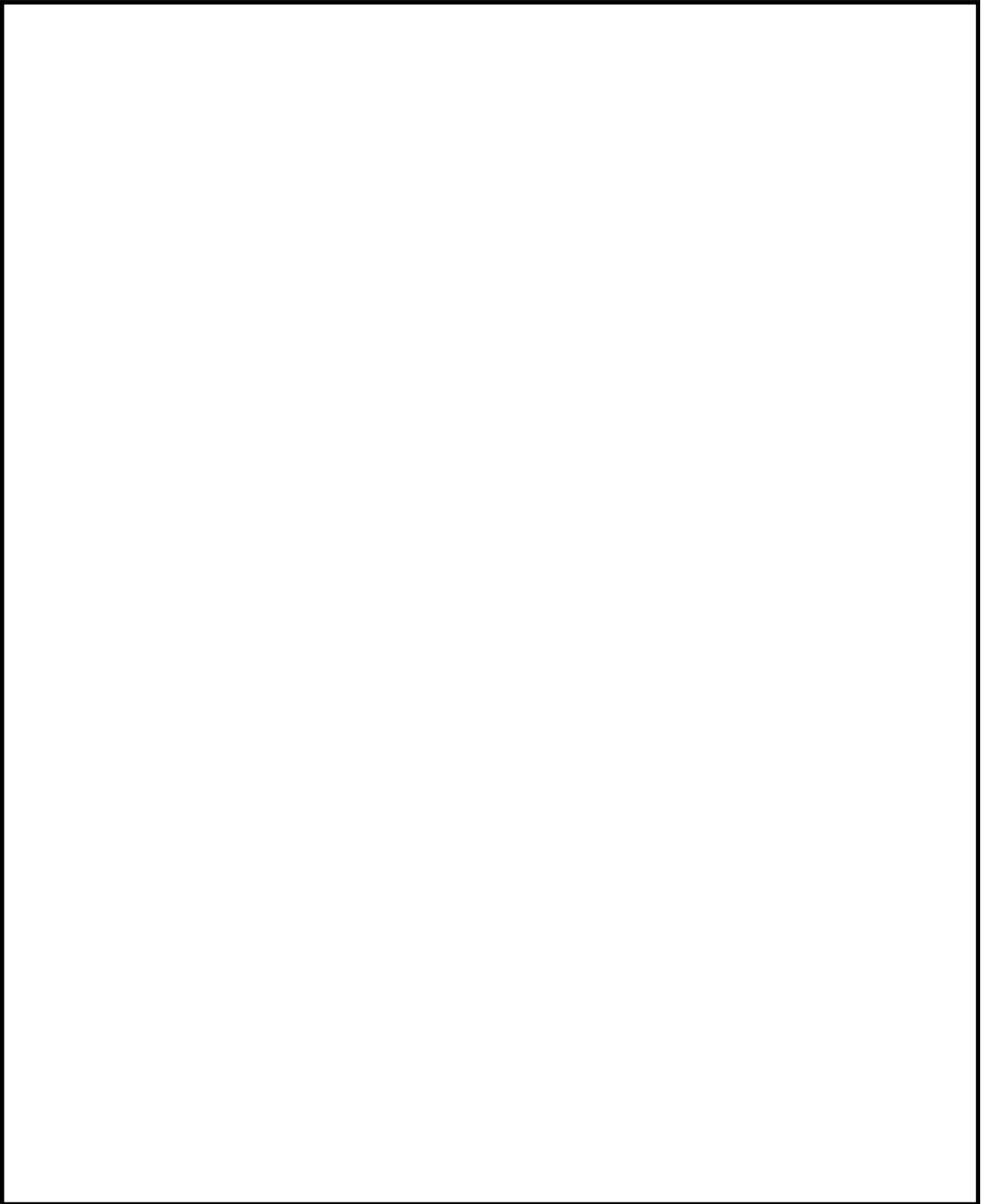
⑬事故時のプラント操作のための情報の把握機能

事故時のプラント操作のための情報の把握機能は「事故時監視計器の一部(原子炉圧力, 原子炉水位(広帯域, 燃料域), 原子炉格納容器圧力, サプレッション・プール水温度, 原子炉格納容器水素濃度, 原子炉格納容器酸素濃度, 放射能監視設備)」である。

こられ監視計器のうち, 放原子炉圧力, 原子炉水位(広帯域, 燃料域), 原子炉格納容器圧力, サプレッション・プール水温度, 原子炉格納容器水素濃度については, 火災防護対象機器等として火災防護に係る審査基準に基づき火災発生防止対策, 感知・消火対策, 火災の影響軽減対策をそれぞれ実施する。

原子炉格納容器酸素濃度, 放射能監視設備(主排気筒放射線モニタ)は, 検出器を多重化し位置的分散を図る設計とする。また, 電路についても IEEE384 に準じて電線管の使用等により分離して配置する設計とすることから, 火災により複数の区分が同時に機能喪失する可能性はきわめて小さい。(第 25 図)さらに, 火災防護に係る審査基準に基づき火災発生防止対策として難燃ケーブルの使用等の対策を講じる設計とする。

したがって, 火災により複数の区分が同時に機能を喪失することはなく, 火災が発生した場合においても, 独立した複数の機能を有していると考ええる。



第 25 図原子炉格納容器酸素濃度の設置位置

参考資料 4

東海第二発電所における水密扉の止水機能
に対する火災影響について

東海第二発電所における 水密扉の止水機能に対する火災影響について

1. 概要

水密扉は、溢水発生時に安全機能を有する機器を防護することを目的とし設置している。一方、水密扉のパッキンは難燃性であるため、火災時に止水機能が低下するおそれがある。これについて、「火災防護に係る審査基準 2.2.3」の(参考)においては、建屋内の消火活動のために設置される消火栓から放水される溢水に対して安全機能が確保されていることが必要となる。火災は、単一火災と地震随伴火災が想定されることを踏まえ、水密扉が設置された箇所を整理し、安全機能への影響を評価する。

2. 水密扉の設置箇所と火災発生時の影響

火災防護の観点から、水密扉の設置箇所を確認した結果、以下の区域の境界に設置されている。

- ①固定式消火設備を設置する安全機能を有する火災区域
- ②現場確認により固定式消火設備の対象から除いた安全機能を有する火災区域
- ③安全機能を有しない火災区域

2.1 単一火災

単一火災は、上記 2. ①②③のいずれの区域においても火災の発生が想定される。一方、消火活動における消火水系からの放水による溢水に関し、内部溢水影響評価ガイドでは、消火栓による消火活動は想定される場合は、溢水を想定することとしている。

①固定式消火設備を設置した火災区域の境界は、速やかに固定式消火設備により消火を実施するため、消火栓による消火活動は想定されない。また、②現場確認により固定式消火設備の対象から除いた安全機能を有する火災区域の境界は、可燃物量が少なく、いずれも金属製の管体や電線管に覆われ、火災により煙が大量に発生するようなことは考えにくいことから、十分な量の消火器による消火活動を行う設計であるため、消火栓による消火活動は想定されない。したがって、火災時に消火水による溢水は想定されず、溢水防護への影響は生じない。しかしながら、③安全機能を有しない火災区域の境界については、消火栓による消火活動が想定されることから、火災発生区域の水密扉を含めた止水機能が喪失した状態で消火活動に伴う放水による溢水により安全機能への影響の有無を評価した。評価の結果、水密扉からの消火水の溢水により安全機能へ影響をおよぼす区域はないことを確認している。

したがって、単一火災において消火活動の消火水による溢水に対し水密扉の機能が要求されるものはない。

2.2 地震随伴火災

地震随伴による火災は、耐震B、Cクラス機器の破損による火災が想定される。出火源となる耐震B、Cクラス機器については安全機能を有する火災区域に設置されたものの他に、安全機能を有していない火災区域に設置されたものを含めて、隣接する火災区域への温度影響を評価した上で、安全機能を有する火災区域に対して影響をおよぼすものは耐震性を確保する設計とする。これにより、火災の発生と隣接区域への影響を防止するとともに安全機能を有する火災区域で、万が一、耐震B、Cクラス機器の破損によって火災が発生した場合であっても、固定式消火設備が設置された火災は速やかに消火を実施すること、固定式消火設備を設置する対象から除いた安全機能

を有する火災区域に設置された耐震B，Cクラス機器は，可燃物量が少なく，消火器により速やかに消火することから，地震随伴による火災により①，②の安全機能を有する火災区域で水密扉の機能が喪失することはない。

3. 消火設備の破損，誤動作又は誤操作について

「火災防護に係る審査基準 2.2.3」の(参考)においては，消火活動時の消火水の溢水の他に，消火設備の破損，誤動作又は誤操作を踏まえ内部溢水影響評価ガイドにより確認することが求められている。内部溢水影響評価ガイドでは，想定破損に対し他設備の健全性を仮定していること，誤動作，誤操作は消火栓の元弁が手動弁であることから，現場での意図した操作を除き，原因や状況が特定されない事象であると考えられ，これらも想定破損の同様な考え方といえることから，水密扉により溢水から安全機能を防護可能である。なお，消火設備の破損については地震による破損も考えられるが，2.2「地震随伴火災」に記載したとおり，安全機能を有する火災区域に影響が考えられる耐震B，Cクラス機器については耐震性を確保することにより，発生防止を図っていることから，水密扉の機能は確保され，配管破損に伴う溢水により安全機能への影響は生じない。

4. まとめ

火災区域毎の境界の水密扉と，各火災並びに溢水について，安全機能への影響の有無を以下の第1表に整理する。

水密扉については，単一火災並びに地震随伴火災による火災とその際の消火活動に対する溢水に対して，安全機能を損なうものではない。

第1表 水密扉と設置状況と各火災並びに溢水に対する影響一覧

水密扉の設置箇所		単一火災		地震随伴火災	消火設備の破損，誤動作 または誤操作による安全 機能への影響
		消火水の溢水 想定	水密扉の機能喪 失による安全機 能への影響	水密扉の機能並びに 安全機能への影響	
安全機能を有 する火災区域 の境界	固定式消火設 備有	—	溢水が想定され ないことから影 響なし	低耐震クラス機器の 火災発生防止による 機能確保	水密扉により防護
	固定式消火設 備無（消火器 による対応）	—	溢水が想定され ないことから影 響なし	低耐震クラス機器の 火災発生防止による 機能確保	水密扉により防護
安全機能を有 しない火災区 域の境界	固定式消火設 備無	有	溢水評価の結果 影響なし	低耐震クラス機器の 火災発生防止による 機能確保	水密扉により防護

東海第二発電所における
原子炉の安全停止に必要な機器の選定について

【目次】

1. 概要
2. 原子炉の安全停止に必要な機能，系統及び機器の確認
 - 2.1 運転状態の整理
 - 2.2 原子炉の安全停止に必要な機能の特定
 - 2.3 原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統及び機器
3. 原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統の境界を構成する電動弁等
4. 原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための多重化された系統間を接続する電動弁等
5. 原子炉の安全停止に必要な機器の特定
 - 5.1 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能
 - 5.2 過剰反応度の印加防止機能
 - 5.3 炉心形状の維持機能
 - 5.4 原子炉の緊急停止機能
 - 5.5 未臨界維持機能
 - 5.6 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能
 - 5.7 原子炉停止後の除熱機能
 - 5.8 炉心冷却機能
 - 5.9 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能
 - 5.10 安全上特に重要な関連機能
 - 5.11 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能
 - 5.12 事故時のプラント状態の把握機能
 - 5.13 制御室外からの安全停止機能

- 添付資料 1 東海第二発電所における「重要度分類審査指針」に基づく原子炉の安全停止に必要な機能及び系統の抽出について
- 添付資料 2 東海第二発電所における原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統
- 添付資料 3 東海第二発電所における換気空調設備の「原子炉の安全停止に必要な機器」への抽出について
- 添付資料 4 東海第二発電所 非常用母線における影響について
- 添付資料 5 東海第二発電所における原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための機器リスト
- 添付資料 6 東海第二発電所における火災防護と溢水防護における防護対象の比較について

東海第二発電所における原子炉の安全停止に必要な機器の選定について

1. 概要

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」の「2. 基本事項」では、「原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構造物，系統及び機器」を火災から防護することを目的とし、「原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持（以下「原子炉の安全停止」という。）するための安全機能を有する構造物，系統及び機器」が設置される火災区域及び火災区画の分類に基づき，火災防護対策を実施することを要求している。また，「1.2 用語の定義」には，安全機能の一つとして，「原子炉の停止，冷却するための機能」が記載されている。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」の「第十二条」は，「安全施設は，その安全機能の重要度に応じて，安全機能が確保されたものでなければならない」と要求し，その解釈には，「安全機能の重要度に応じて，安全機能が確保されたもの」については，「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」によることを要求している。

さらに，原子炉施設内の単一の内部火災によって，安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には，火災による影響を考慮しても，多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく原子炉を高温停止及び低温停止できることが要求されている。

以上より、本資料では、「原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構造物、系統及び機器」として、東海第二発電所における単一の内部火災の発生を想定した場合に、重要度分類審査指針を参考に、原子炉の安全停止に必要な構造物、系統及び機器（以下「原子炉の安全停止に必要な機器等」という。）を選定する。

なお、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構造物、系統及び機器については資料9に示す。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（抜粋）

1. まえがき

1.2 用語の定義

(15) 「安全機能」 原子炉の停止，冷却，環境への放射性物質の放出抑制を確保するための機能をいう。

2. 基本事項

(1) 原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構造物，系統及び機器を火災から防護することを目的として，以下に示す火災区域及び火災区画の分類に基づいて，火災発生防止，火災の感知及び消火，火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じること。

① 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持するための安全機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画

② 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域

2.3.2 原子炉施設内のいかなる火災によっても，安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には，火災による影響を考慮しても，多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく，原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であること。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」（抜粋）

第十二条 安全施設は，その安全機能の重要度に応じて，安全機能が確保されたものでなければならない。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（抜粋）

第 12 条（安全施設）

- 1 第 1 項に規定する「安全機能の重要度に応じて，安全機能が確保されたもの」については，「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」による。ここで，当該指針における「安全機能を有する構築物，系統及び機器」は本規定の「安全施設」に読み替える。

2. 原子炉の安全停止に必要な機能，系統及び機器の確認

2.1 運転状態の整理

火災防護に係る審査基準では，原子炉施設内のいかなる単一の内部火災によっても，安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には，火災による影響を考慮しても，多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく，原子炉を安全停止することを求めている。

東海第二発電所の原子炉の安全停止に必要な機能，系統及び機器の選定に際しては，原子炉の状態が，運転，起動，高温停止，冷温停止及び燃料交換（全燃料取り出し期間は除く）において，原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し，維持するために必要な系統及び機器を網羅的に抽出する。

2. 2 原子炉の安全停止に必要な機能の特定

原子炉の安全停止に必要な機能について、重要度分類審査指針より以下のとおり抽出した。（添付資料 1）

抽出においては、原子炉の安全停止に直接必要な機能、及び当該機能が喪失すると炉心の著しい損傷又は燃料の大量破損を引き起こす可能性があり、その結果原子炉の安全停止に影響をおよぼすおそれがある機能を抽出した。

- (1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能
- (2) 過剰反応度の印加防止機能
- (3) 炉心形状の維持機能
- (4) 原子炉の緊急停止機能
- (5) 未臨界維持機能
- (6) 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能
- (7) 原子炉停止後の除熱機能
- (8) 炉心冷却機能
- (9) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能
- (10) 安全上特に重要な関連機能
- (11) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能
- (12) 事故時のプラント状態の把握機能
- (13) 制御室外からの安全停止機能

2. 3 原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統及び機器

2.2(1)から(13)で示した「原子炉の安全停止に必要な機能」に対し、火災によって機能に影響をおよぼす系統を、重要度分類審査指針を参考に抽出する。

原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統を、重要度分類指針を参考に抽出すると下表のとおりである。(第2-1表)

第2-1表 原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統

原子炉の安全停止に必要な機能	機能を達成するための系統
(1)原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系
(2)過剰反応度の印加防止機能	制御棒カップリング
(3)炉心形状の維持機能	炉心支持構造物，燃料集合体（燃料を除く。）
(4)原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系の制御棒による系，（制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能））
(5)未臨界維持機能	原子炉停止系（制御棒による系，ほう酸水注入系）
(6)原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁（安全弁としての開機能）
(7)原子炉停止後の除熱機能	残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード） 原子炉隔離時冷却系 高圧炉心スプレイ系 逃がし安全弁（手動逃がし機能） 自動減圧系（手動逃がし機能）
(8)炉心冷却機能	非常用炉心冷却系（低圧炉心スプレイ系，低圧注水系，高圧炉心スプレイ系，自動減圧系）
(9)工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系（原子炉緊急停止の安全保護回路，非常用炉心冷却系作動の安全保護回路，原子炉格納容器隔離の安全保護回路，原子炉建屋ガス処理系の安全保護回路，主蒸気隔離の安全保護回路）
(10)安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系 制御室及びその遮蔽・非常用換気空調系 非常用補機冷却水系 直流電源系
(11)安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）
(12)事故時のプラント状態の把握機能	事故時監視計器の一部
(13)制御室外からの安全停止機能	制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）

上記整理の結果，火災が発生した場合に「原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統」として，火災防護対象とする系統は，それぞれの系統の操作と監視に必要な計測制御系も含めると以下のとおりである。それぞれの系統図（制御棒カップリング，炉心支持構造物，燃料集合体，制御室外原子炉停

止装置，計測制御系を除く)を添付資料2に示す。

- (1)原子炉圧力冷却材バウンダリ
- (2)制御棒カップリング
- (3)炉心支持構造物
- (4)燃料集合体(燃料を除く)
- (5)原子炉停止系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))
- (6)ほう酸水注入系
- (7)逃がし安全弁
- (8)自動減圧系
- (9)原子炉隔離時冷却系
- (10)残留熱除去系
- (11)低圧炉心スプレイ系
- (12)高圧炉心スプレイ系
- (13)非常用換気空調系(中央制御室換気空調系含む)
- (14)残留熱除去系海水系
- (15)非常用ディーゼル発電機海水系
- (16)非常用所内電源系(非常用ディーゼル発電機，非常用交流電源系を含む)
- (17)直流電源系
- (18)制御室外原子炉停止装置
- (19)事故時監視計器の一部(計測制御系)
- (20)安全保護系

3. 原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統の境界を構成する電動弁等

2.3「原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統及び機器」で示した系統には、「原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統以外の系統(以下「他系統」という。)」と境界を構成する「電動弁」及び「空気作動弁」により接続されている系統があり、これらの弁が火災により安全停止に必要な系統機能に影響を及ぼす可能性があることから、以下に示すとおり、「原子炉の安全停止に必要な機器」となる可能性があるものとし、網羅的に抽出する。

(1) 原子炉圧力冷却材バウンダリ

原子炉冷却材圧力バウンダリには、他系統と境界を構成する電動弁、空気作動弁、窒素作動弁として、以下の弁が設置されている。(添付資料2の第1図参照)

- ・ 主蒸気内側隔離弁 (B22-N0-F022A, B, C, D)
- ・ 主蒸気外側隔離弁 (B22-A0-F028A, B, C, D)
- ・ 主蒸気ドレンライン内側隔離弁 (B22-M0-F016)
- ・ 主蒸気ドレンライン外側隔離弁 (B22-M0-F019)
- ・ CUW 吸込ライン内側隔離弁 (G33-M0-F001)
- ・ CUW 吸込ライン外側隔離弁 (G33-M0-F004)

(2) 制御棒カップリング

制御棒カップリングには、電動弁、空気作動弁は設置されていない。

(3) 炉心支持構造物

炉心支持構造物には、電動弁、空気作動弁は設置されていない。

(4) 燃料集合体(燃料を除く)

燃料集合体(燃料を除く)には、電動弁、空気作動弁は設置されていない。

(5) 原子炉停止系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))

原子炉停止系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))には、他系統と境界を構成する電動弁、空気作動弁は設置されていない。

(6) ほう酸水注入系

ほう酸水注入系は、他系統と境界を構成する電動弁、空気作動弁は設置されていない。(添付資料2の第2図参照)

(7) 逃がし安全弁

逃がし安全弁には、他系統と境界を構成する電動弁、空気作動弁は設置されていない。(添付資料2の第3図参照)

(8) 自動減圧系

自動減圧系には、他系統と境界を構成する電動弁、空気作動弁は設置されていない。(添付資料2の第3図参照)

(9) 原子炉隔離時冷却系

原子炉隔離時冷却系には、他系統と境界を構成する電動弁、空気作動弁、窒素作動弁として、以下の弁が設置されている。(添付資料2の第4図参照)

- ・ RCIC 試験用調節弁 (E51-M0-F022)
- ・ RCIC タービン入口ドレンライン第一止め弁 (E51-A0-F025)
- ・ RCIC 復水ポンプ出口ドレンライン第一止め弁 (E51-A0-F004)

(10) 残留熱除去系

残留熱除去系には、他系統と境界を構成する電動弁、空気作動弁、窒素作動弁として、以下の弁が設置されている。(添付資料 2 の第 5 図参照)

- ・ RHR 注入隔離弁 (A) (E12-M0-F042A)
- ・ RHR 注入隔離弁 (B) (E12-M0-F042B)
- ・ RHR 注入隔離弁 (C) (E12-M0-F042C)
- ・ RHR 試験用調節弁 (A) (E12-M0-F024A)
- ・ RHR 試験用調節弁 (B) (E12-M0-F024B)
- ・ RHR 試験用調節弁 (C) (E12-M0-F021)
- ・ RHR (A) 停止時冷却戻り外側隔離弁 (E12-M0-F053A)
- ・ RHR (B) 停止時冷却戻り外側隔離弁 (E12-M0-F053B)
- ・ RHR 熱交換器バイパス弁 (A) (E12-M0-F048A)
- ・ RHR 熱交換器バイパス弁 (B) (E12-M0-F048B)
- ・ RHR D/W スプレー第一隔離弁 (A) (E12-M0-F016A)
- ・ RHR D/W スプレー第一隔離弁 (B) (E12-M0-F016B)
- ・ RHR S/C スプレー隔離弁 (A) (E12-M0-F027A)
- ・ RHR S/C スプレー隔離弁 (B) (E12-M0-F027B)
- ・ RHR 暖気ライン止め弁 (A) (E12-M0-F011A)
- ・ RHR 暖気ライン止め弁 (B) (E12-M0-F011B)
- ・ RHR サンプル第一止め弁 (A) (E12-A0-F060A)
- ・ RHR サンプル第一止め弁 (B) (E12-A0-F060B)

- ・ RHR ヘッドスプレイライン止め弁 (E12-M0-F023)
- ・ RHR 廃棄物処理系移送ライン第一止め弁 (E12-M0-F049)
- ・ RHR FCS 冷却水ライン止め弁 (A) (E12-M0-FF104A)
- ・ RHR FCS 冷却水ライン止め弁 (B) (E12-M0-FF104B)
- ・ 事故時サンプリングライン第一止め弁 (M0-V25-1003)

(11) 低圧炉心スプレイ系

低圧炉心スプレイ系は，テストラインがサブプレッションチェンバに接続されており，その境界には，以下の弁が設置されている。（添付資料 2 の第 6 図参照）

- ・ LPCS 試験用調節弁 (E21-M0-F012)

(12) 高圧炉心スプレイ系

高圧炉心スプレイ系は，テストラインが復水貯蔵タンクに接続されており，その境界には，以下の弁が設置されている。（添付資料 2 の第 7 図参照）

- ・ HPCS CST 側第一試験用調節弁 (E22-M0-F010)
- ・ HPCS S/P 側試験用調節弁 (E22-M0-F023)

(13) 非常用換気空調系(中央制御室換気空調系含む)

非常用換気空調系(中央制御室換気空調系含む)には，他系統と境界を構成する電動弁，空気作動弁は設置されていない。（添付資料 2 の第 8，9 図参照）

(14) 残留熱除去系海水系

残留熱除去系海水系には，他系統と境界を構成する電動弁，空気作動弁は設置されていない。（添付資料2の第10図参照）

(15) 非常用ディーゼル発電機海水系

非常用ディーゼル発電機海水系には，他系統と境界を構成する電動弁，空気作動弁は設置されていない。（添付資料2の第11図参照）

(16) 非常用所内電源系（非常用ディーゼル発電機，非常用交流電源系を含む）

非常用交流電源（非常用ディーゼル発電機を含む）には，他系統と境界を構成する電動弁，空気作動弁は設置されていない。（添付資料2の第12図参照）

(17) 直流電源系

直流電源設備には，電動弁，空気作動弁は設置されていない。（添付資料2の第13図参照）

(18) 制御室外原子炉停止装置

中央制御室外原子炉停止制御盤には，他系統と境界を構成する電動弁，空気作動弁は設置されていない。

(19) 事故時監視計器の一部（計測制御系）

計測制御系（事故時監視計器の一部）には，他系統と境界を構成する電動弁，空気作動弁は設置されていない。

(20) 安全保護系

安全保護系には、他系統と境界を構成する電動弁、空気作動弁は設置されていない。

4. 原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統の多重化された系統間を接続する電動弁等

2.3「原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統及び機器」で示した系統には、多重化された系統間が「電動弁」及び「空気作動弁」により接続されている系統があり、これらの弁が火災により安全停止に必要な系統機能に影響を及ぼす可能性があることから、以下に示すとおり、「原子炉の安全停止に必要な機器」となる可能性のあるものとして抽出する。

(1) 原子炉圧力冷却材バウンダリ

原子炉冷却材圧力バウンダリには、多重化された系統間が電動弁及び空気作動弁により接続されていない。(添付資料2)

(2) 制御棒カップリング

制御棒カップリングは、多重化された系統ではない。

(3) 炉心支持構造物

炉心支持構造物は、多重化された系統ではない。

(4) 燃料集合体(燃料を除く)

燃料集合体(燃料を除く)は、多重化された系統ではない。

(5)原子炉停止系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))

原子炉停止系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))には、多重化された系統間が、電動弁、空気作動弁によって接続されていない。

(6)ほう酸水注入系

ほう酸水注入系には、多重化された系統間が、電動弁、空気作動弁によって接続されていない。(添付資料2)

(7)逃がし安全弁

逃がし安全弁には、多重化された系統間が、電動弁、空気作動弁によって接続されていない。(添付資料2)

(8)自動減圧系

自動減圧系には、多重化された系統間が、電動弁、空気作動弁によって接続されていない。(添付資料2)

(9)原子炉隔離時冷却系

原子炉隔離時冷却系は、多重化されていない。(添付資料2)

(10)残留熱除去系

残留熱除去系(全てのモード)には、多重化された系統間を接続する電動弁として、以下の弁が設置されている。(添付資料2)

- ・RHR(A)停止時冷却ポンプ吸込弁(E12-M0-F006A)
- ・RHR(B)停止時冷却ポンプ吸込弁(E12-M0-F006B)

(11) 低圧炉心スプレイ系

低圧炉心スプレイ系は，多重化されていない。(添付資料2)

(12) 高圧炉心スプレイ系

高圧炉心スプレイ系は，多重化されていない。(添付資料2)

(13) 非常用換気空調系(中央制御室換気空調系含む)

非常用換気空調系(中央制御室換気空調系含む) は，多重化された系統間が電動弁及び空気作動弁により接続されていない。(添付資料2)

(14) 残留熱除去系海水系

残留熱除去系海水系には，多重化された系統間が電動弁及び空気作動弁により接続されていない。(添付資料2)

(15) 非常用ディーゼル発電機海水系

非常用ディーゼル発電機海水系には，多重化された系統間が電動弁及び空気作動弁により接続されていない。(添付資料2)

(16) 非常用所内電源系(非常用ディーゼル発電機，非常用交流電源系を含む)

非常用交流電源(非常用ディーゼル発電機を含む)には，電動弁，空気作動弁は設置されていない。

なお，非常用母線における火災影響について評価を行った。結果を添付資料4に示す。

(17) 直流電源系

直流電源設備には，電動弁，空気作動弁は設置されていない。

なお，直流電源系における火災影響について評価を行った。結果を添付資料 4 に示す。

(18) 制御室外原子炉停止装置

中央制御室外原子炉停止制御盤には，電動弁，空気作動弁は設置されていない。

(19) 事故時監視計器の一部（計測制御系）

計測制御系（事故時監視計器の一部）には，電動弁，空気作動弁は設置されていない。

(20) 安全保護系

安全保護系には，電動弁，空気作動弁は設置されていない。

5. 原子炉の安全停止に必要な機器の特定

前記2. ～4. の検討結果を踏まえ、2.3(1)～(20)の系統に対する火災防護対象として原子炉の安全停止に必要な機器を特定した。

特定においては、上記の系統から、火災により原子炉の安全停止に必要な機能に影響をおよぼす系統を抽出した。次に、抽出された系統も含め、系統図・単線結線図・展開接続図より原子炉の安全停止に必要なポンプ・電動機・弁・計器等、およびこれらに関連する電源盤・制御盤・ケーブル等を抽出し、抽出された各機器に対して、火災による原子炉の安全停止に必要な機能への影響を考慮し、火災防護対策の要否を評価した。

5.1 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能

原子炉冷却材圧力バウンダリ機能に該当する系統は「原子炉冷却材バウンダリを構成する機器・配管系(原子炉圧力容器、原子炉再循環ポンプ、配管、弁、隔離弁、制御棒駆動機構ハウジング、中性子束計装ハウジング。

(計装等の小口径配管・機器は除く。)」である。原子炉冷却材圧力バウンダリの系統図を添付資料2の第1図に示す。

これらのうち、原子炉格納容器に設置される機器、配管、弁等は、環境条件から火災により機能に影響をおよぼおそれはない^{*1}。また、原子炉格納容器外に設置される配管は、金属等の不燃性材料で構成され、火災により機能喪失は考えにくく、火災発生のおそれはない^{*2}。

原子炉冷却材バウンダリを構成する隔離弁のうち、原子炉格納容器外側の電動弁の一部は、火災によって原子炉冷却材圧力バウンダリ機能に影響がおよぶ可能性がある。

したがって、原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統として、「原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する隔離弁」を抽出する。

5.2 過剰反応度の印加防止機能

過剰反応度の印加防止機能に該当する系統は「制御棒カップリング(制御棒カップリング, 制御棒駆動機構カップリング)」である。

制御棒カップリング等は, 原子炉格納容器内に設置されており, 環境条件から火災が発生するおそれがなく, 火災により過剰反応度の印加防止機能に影響をおよぼすおそれはない^{*1}。

火災により影響をおよぼす系統はない。

したがって, 火災により過剰反応度の印加防止機能に影響をおよぼす系統はない。

5.3 炉心形状の維持機能

炉心形状の維持機能に該当する系統は「炉心支持構造物, 燃料集合体(燃料を除く)」である。

炉心支持構造物, 燃料集合体は, 原子炉圧力容器に設置されており, 環境条件から火災により炉心形状の維持機能影響をおよぼすおそれはない^{*1}。

したがって, 火災により炉心形状の維持機能に影響をおよぼす系統はない。

5.4 原子炉の緊急停止機能

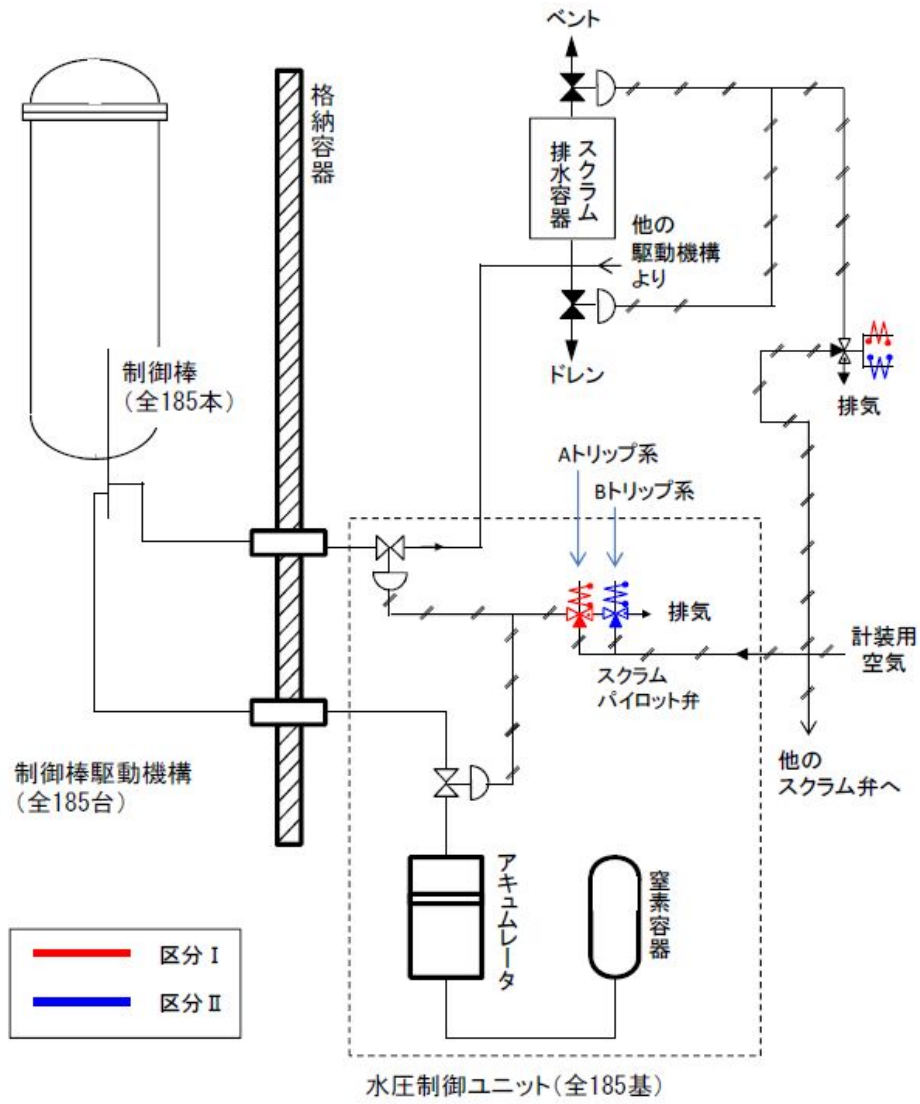
原子炉の緊急停止機能に該当する系統は「原子炉停止系の制御棒による系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))」である。第2-1図に制御棒及び制御棒駆動系(水圧制御ユニット)の系統概略図を示す。

これらのうち, 制御棒及び制御棒案内管は, 原子炉格納容器内に設置されており, 環境条件から火災により原子炉の緊急停止機能に影響がおよぶおそ

れない^{*1}。制御棒駆動機構は、不燃性材料で構成されており、火災により原子炉の緊急停止機能に影響がおよぶおそれはない^{*2}。

スクラム機能が要求される水圧制御ユニットは、ユニットを構成するアキュムレータ、窒素容器、配管が金属等の不燃性材料で構成されており、火災による機能喪失は考えにくい^{*2}。また、スクラム弁、スクラムパイロット弁は、金属部品とケーブル、ダイヤフラムなどの非金属で構成されるが、金属部品より融点が高い非金属を評価する。ケーブルが火災により機能喪失した場合、スクラム弁、スクラムパイロット弁の作動用電磁弁が無励磁となるため、自動的に制御棒が原子炉に挿入される設計である。万が一、火災によりケーブルが損傷し、全ての電磁弁が無励磁とならない場合が発生した場合は、電磁弁の電源を切ることによりスクラム弁を「開」動作し、制御棒を挿入させることも可能である。また、火災によりスクラム弁、スクラムパイロット弁のダイヤフラムが火災により機能喪失した場合は、自動的に制御棒が挿入される構造となっている。以上により水圧制御ユニットは火災によりスクラム機能に影響をおよぼすおそれはない。

したがって、火災により原子炉の緊急停止機能に影響をおよぼす系統はない。



第 2-1 図 制御棒及び制御棒駆動系(水圧制御ユニット)系統概略図

5.5 未臨界維持機能

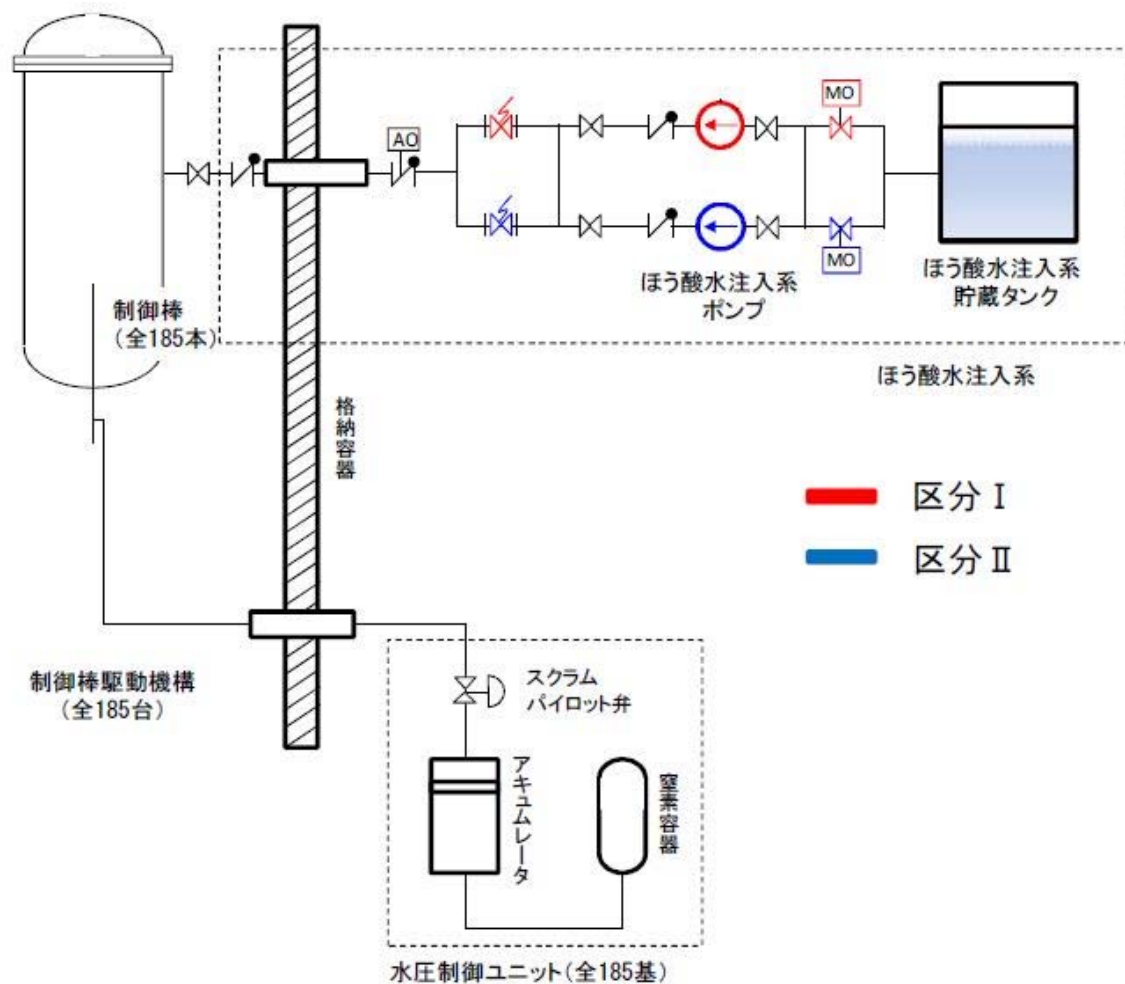
未臨界維持機能に該当する系統は「原子炉停止系（制御棒による系，ほう酸水注入系）」である。

制御棒による系は，5.4 に記載のとおり火災により未臨界維持機能に影響がおよぶおそれはない。

ほう酸水注入系の系統概略を第 2-2 図に示す。本系統は，ほう酸水注入系貯蔵タンク，配管，弁等は，金属の不燃性材料で構成しており，火災により機能喪失は考えにくい^{*2}。電動弁，ポンプについては，火災により電源ケーブル等が機能喪失した場合，当該電動弁，ポンプも機能喪失し，火災によりほう酸水注入系が機能喪失するおそれがある。

したがって，原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統として，未臨界維持機能に要求される「ほう酸水注入系」を抽出する。

なお，「ほう酸水注入系」が機能喪失したとしても，未臨界維持機能としては「制御棒による系」があり，当該系統については火災が発生しても機能に影響がおよぶおそれはないため，火災により未臨界維持機能に影響がおよぶおそれはない。



第2-2図 ほう酸水注入系及び制御棒による系 系統概略図

5.6 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能

原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能に該当する系統は「逃がし安全弁（安全弁としての開機能）」である。

逃がし安全弁(安全弁としての開機能)は、原子炉格納容器に設置されており、環境条件から火災により原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能に影響がおよぶおそれはない^{*1}。

したがって、火災により原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能に影響がおよぶ系統はない。

5.7 原子炉停止後の除熱機能

原子炉停止後の除熱に該当する系統は「残留熱を除去する系統（残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）、高圧炉心スプレイ系、逃がし安全弁（手動逃がし機能）、自動減圧系（手動逃がし機能）」である。

これらの系統を構成する機器等のうち、ポンプ、電動弁、電磁弁等は、火災により電源ケーブル等が機能喪失した場合、当該ポンプ、電動弁、電磁弁も機能喪失し、火災により原子炉停止後の除熱機能が喪失するおそれがある。

したがって、原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統として、残留熱を除去する系統（残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）、高圧炉心スプレイ系、逃がし安全弁（手動逃がし機能）、自動減圧系（手動逃がし機能）を抽出する。

なお、逃がし安全弁（手動逃がし機能）が喪失しても、手動逃がし機能としては、自動減圧系（手動逃がし機能）があり、当該系統を火災防護対象にすることにより原子炉停止後の除熱機能が確保する。したがって、逃がし安全弁（手動逃がし機能）の火災により、原子炉停止後の除熱機能に影響がお

よぶおそれはない。

5.8 炉心冷却機能

炉心冷却機能に該当する系統は「非常用炉心冷却系（低圧炉心スプレイ系，低圧注水系，高圧炉心スプレイ系，自動減圧系）」である。

これらの系統を構成する機器等のうち，ポンプ，電動弁，電磁弁等は，火災により電源ケーブル等が機能喪失した場合，当該ポンプ，電動弁，電磁弁も機能喪失し，火災により炉心機能が喪失するおそれがある。

したがって，原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統として，非常用炉心冷却系（低圧炉心スプレイ系，低圧注水系，高圧炉心スプレイ系，自動減圧系）を抽出する。

5.9 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能

工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能に該当する系統は「安全保護系(原子炉緊急停止の安全保護回路，非常用炉心冷却系作動の安全保護回路，主蒸気隔離の安全保護回路，原子炉格納容器隔離の安全保護回路，原子炉建屋ガス処理系作動の安全保護回路)」である。これらは，火災による機能への影響について個別に評価が必要である。

したがって，原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統として安全保護系を抽出する。

5.10 安全上特に重要な関連機能

安全上特に重要な関連機能に該当する系統は「非常用所内電源系，制御室及びその遮蔽・非常用換気空調系，非常用補機冷却水系，直流電源系」である。

これらの系統を構成する機器等のうち、ポンプ、電動弁、等は、火災により電源ケーブル等が機能喪失した場合、当該ポンプ、電動弁が機能喪失することとなる。また、電源盤、制御盤についても当該盤から火災の発生の可能性を否定できない。

したがって、原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統として、非常用ディーゼル発電機、非常用所内電源系、直流電源系、計装制御電源系、残留熱除去系海水系、ディーゼル発電機海水系、中央制御室換気空調系を抽出する。なお、原子炉の安全停止に必要な換気設備について、添付資料3に示す。

5.11 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能

安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能に該当する系統は、逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）である。

逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）は、原子炉格納容器に設置されており、環境条件から火災により本機能に影響がおよぶおそれはない※¹。したがって、火災により安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能に影響をおよぼす系統はない。

5.12 事故時プラント状態の把握機能

事故時のプラント状態の把握機能に該当する系統は「事故時監視計器の一部」である。

これらの系統を構成する機器等は、火災により制御ケーブル等が機能喪失した場合、計器も機能喪失し、事故時のプラント状態の把握機能を喪失するおそれがある。

したがって、原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統として、

事故時監視計器の一部から「安全機能を有する計測制御装置の設計指針 (JEAG4611-2009)」を参考に必要な計測制御装置を抽出する。

5.13 制御室外からの安全停止機能

制御室外からの安全停止機能に該当する系統は「制御室外原子炉停止装置 (安全停止に関連するもの)」である。

制御室外原子炉停止装置の制御盤等は、当該盤から火災の発生の可能性がある。したがって、原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統として、制御室外原子炉停止装置 (安全停止に関連するもの) を抽出する。

※1 環境条件から火災が発生するおそれがないもの

原子炉圧力容器は、原子炉の状態が運転・起動・高温停止・冷温停止の状態にあつては、原子炉冷却材を含む閉じた設備であり、原子炉圧力容器内で火災が発生するおそれはない。

原子炉格納容器は、通常運転中は窒素置換され原子炉格納容器内の雰囲気の不活性化されていること、窒素置換されていない期間は、資料8に示すとおり、火災の発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減対策を実施するため、原子炉格納容器内での火災が機能に影響をおよぼすおそれはない。

使用済燃料プール等のように水で満たされる設備の内部も火災が発生するおそれはない。

したがって、環境条件から火災が発生するおそれがないと評価できる系統は、火災により原子炉の安全機能に影響をおよぼすおそれはないものとする。

※2 火災の影響で機能喪失するおそれがないもの

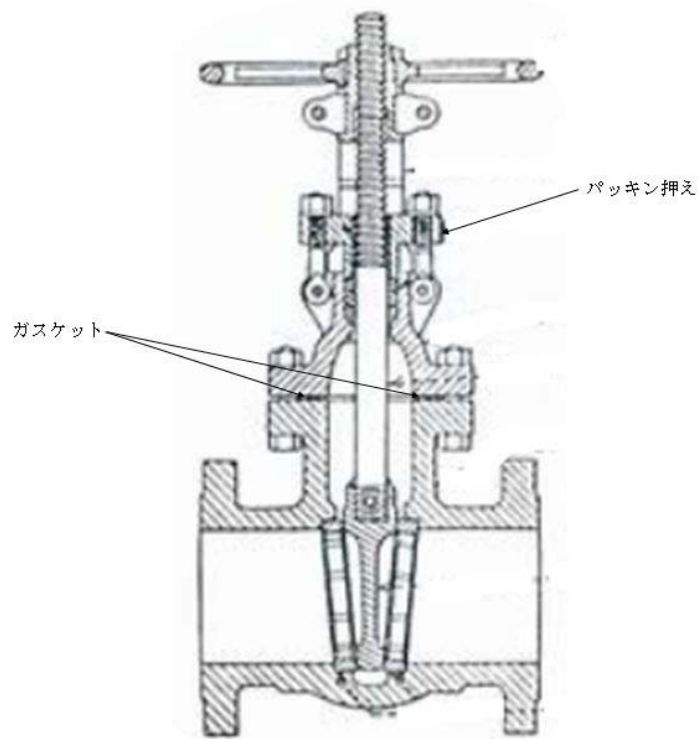
金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁及びコンクリート製の構造物は、不燃性材料で構成されている。これらの機器等のうち、配管、タンク、弁類には、内包する流体の漏れ、外部からの異物の進入を防止するために不燃性でないパッキン類を使用しているが、パッキン類はこれ

らの機器内部に取付られる設計であり、機器等の外からの火炎により直接加熱されることはない。

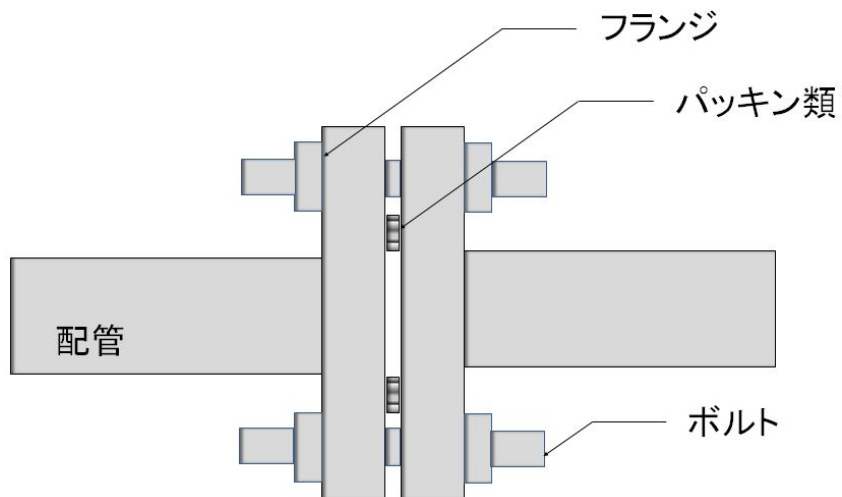
また、仮に機器が直接的に火炎に晒されればパッキン類が温度上昇するが、長時間高温になってシート性能が低下したとしても、シート部からの漏えいが発生する程度で、弁、配管等の機能が失われることはなく、他の機器等への影響もない。(第2-3図)

したがって、不燃材料のうち、金属製配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物で構成される系統は、火災により原子炉の安全機能に影響をおよぼさないものとする。

弁



配管フランジ(タンクも同様)



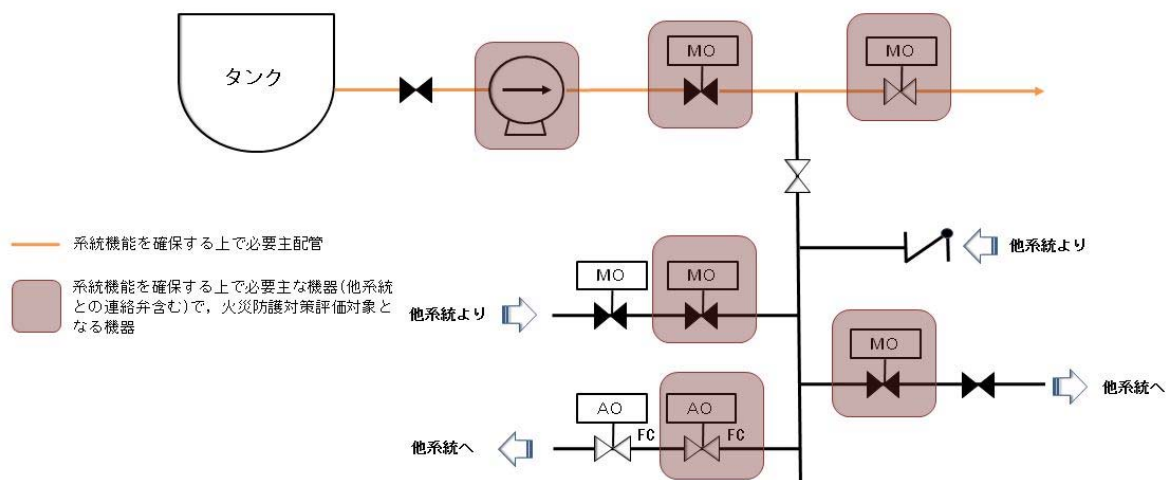
第2-3図 弁，配管等に使用されているパッキン類の概要

前記で抽出された系統も含め、系統図、単線結線図、展開接続図から原子炉の安全停止に必要な機器及び盤等（ポンプ、電動機、弁等及びこれらに関連する電源盤、制御盤等）を抽出し、抽出された各機器に対し、火災による原子炉の安全停止に必要な機能への影響を考慮し、火災防護対策の要否を評価した。その結果を添付資料5に示す。

なお、火災防護対策の評価対象となる各機器は以下の考え方にに基づき抽出した。

a. 機器の抽出

系統機能を確保するために必要な主配管上の機器（ポンプ、ファン、電動機、電動弁、空気作動弁、容器等）は全て抽出する。ただし、手動弁、逆止弁は火災により必要な機能を喪失するおそれがないことから、抽出対象には含めていない。また、主配管上に設置されていない他系統と接続されるバウンダリ弁（電動弁、空気作動弁）についても誤作動を考慮し抽出する。ただし、二次弁の火災による誤動作が想定されない逆止弁や手動弁の止め弁がある場合については、一次弁までを抽出範囲とする。



第2-4図 機器の抽出の考え方

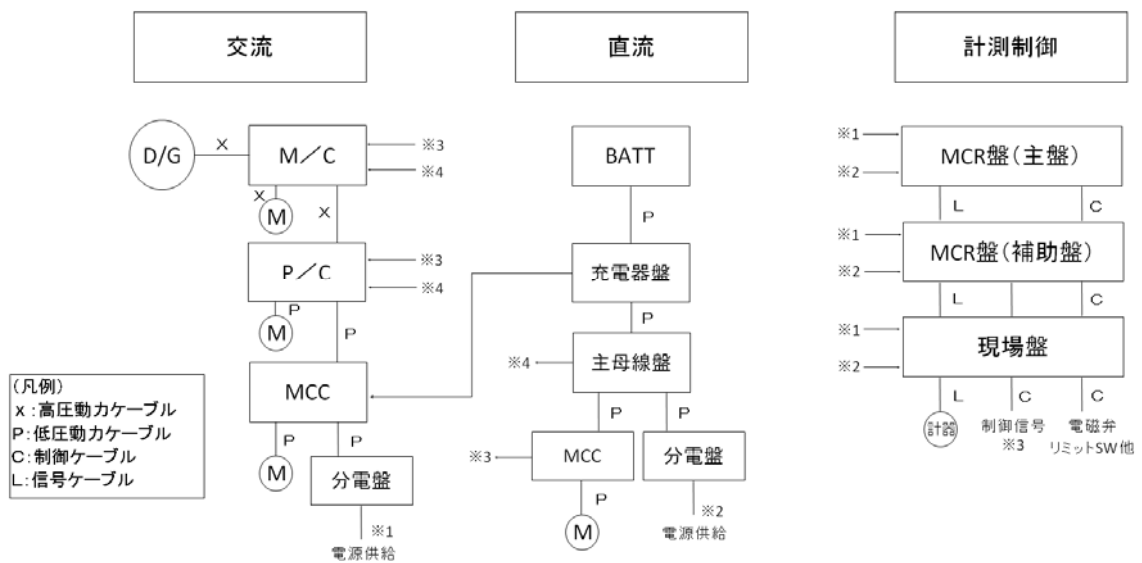
b. 計器類の抽出

計器類は、系統機能が満足することを監視するために必要な計器について、JEAC4611-2009「安全機能を有する計測制御装置の設計指針」の分類を参考に、各々の監視パラメータに対応する指示計、記録計を順次抽出する。

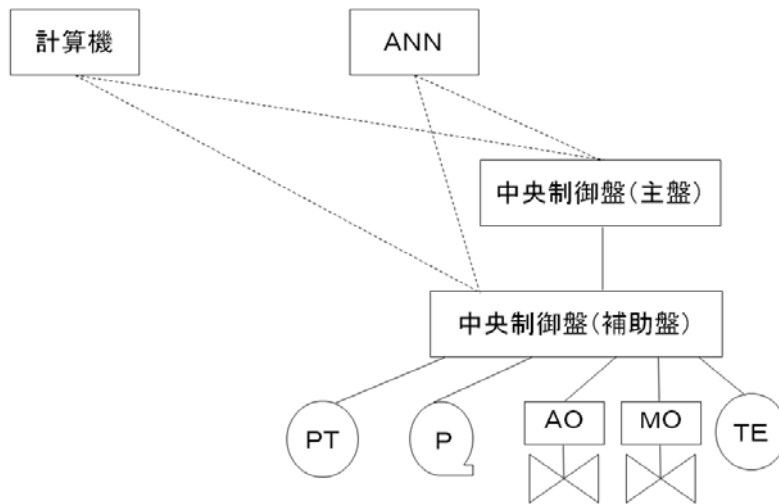
c. 火災防護対策が必要なケーブル

前記の機器や計器類を抽出後、これらに必要な火災防護対象ケーブルを展開接続図(CWD)で順次特定する。次に、配線表やケーブルトレイ配置図を用いてケーブルルートを調査し順次特定する。

ケーブルルートの調査範囲は、交流、直流、計測制御のそれぞれの電源盤、制御盤から末端の機器に至る全ての範囲、ケーブル種別においては、高圧動力ケーブル、低圧動力ケーブル、制御ケーブル、信号ケーブルを含む全ての範囲とする。(第2-5図)



第2-5図 火災防護対象ケーブルの調査範囲



第2-6図 制御ケーブルの抽出対象範囲

また、機器(ポンプ，弁など)に接続する動力ケーブルとポンプの起動停止信号や弁の開閉信号など，機器の動作に係るケーブル及び制御回路のケーブルを順次抽出する。インターロック信号に係る機器は，誤作動により運転継続が不能となるかを確認し抽出する。抽出した機器は，中央制御室からの遠隔操作が不能となるものは，火災により安全区分Ⅰ，Ⅱが同時に機能喪失し誤信号が発生することのないよう，信号ケーブルの布設ルート等を設定する。

添付資料 1

東海第二発電所における「重要度分類審査指針」
に基づく原子炉の安全停止に必要な機能及び
系統の抽出について

東海第二発電所における「重要度分類審査指針」に基づく
原子炉の安全停止に必要な機能及び系統の抽出について

分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器	安全停止に 必用	火災防 護の 対象
PS-1	その損傷又は故障により発生する事象によって, (a) 炉心の著しい損傷, 又は (b) 燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物, 系統及び機器	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器	○	—
			原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管・弁	○	—
			原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する隔離弁	○	○
		2) 過剰反応度の印加防止機能	制御棒カップリング	○	—
		3) 炉心形状の維持機能	炉心支持構造物, 燃料集合体 (燃料を除く。)	○	—
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し, 残留熱を除去し, 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し, 敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物, 系統及び機器	1) 原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系の制御棒による系 (制御棒, 制御棒案内管, 制御棒駆動機構)	○	—
			原子炉停止系の制御棒による系 (水圧制御ユニット)	○	—
		2) 未臨界維持機能	原子炉停止系 (制御棒による系)	○	—
			原子炉停止系 (ほう酸水注入系)	○	○
		3) 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁 (安全弁としての開機能)	○	—
		4) 原子炉停止後の除熱機能	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード) 原子炉隔離時冷却系 高圧炉心スプレイ系 自動減圧系 (手動逃がし機能) 逃がし安全弁 (手動逃がし機能)	○	○
		5) 炉心冷却機能	残留熱除去系 (低圧注水モード) 低圧炉心スプレイ系 高圧炉心スプレイ系 自動減圧系	○	○
		6) 放射性物質の閉じ込め機能, 放射線の遮へい及び放出低減機能	原子炉格納容器	—	—
			原子炉格納容器隔離弁	—	—
			原子炉建屋	—	—
			残留熱除去系 (格納容器スプレイ冷却モード)	—	—
			原子炉建屋ガス処理系	—	—
		可燃性ガス濃度制御系	—	—	

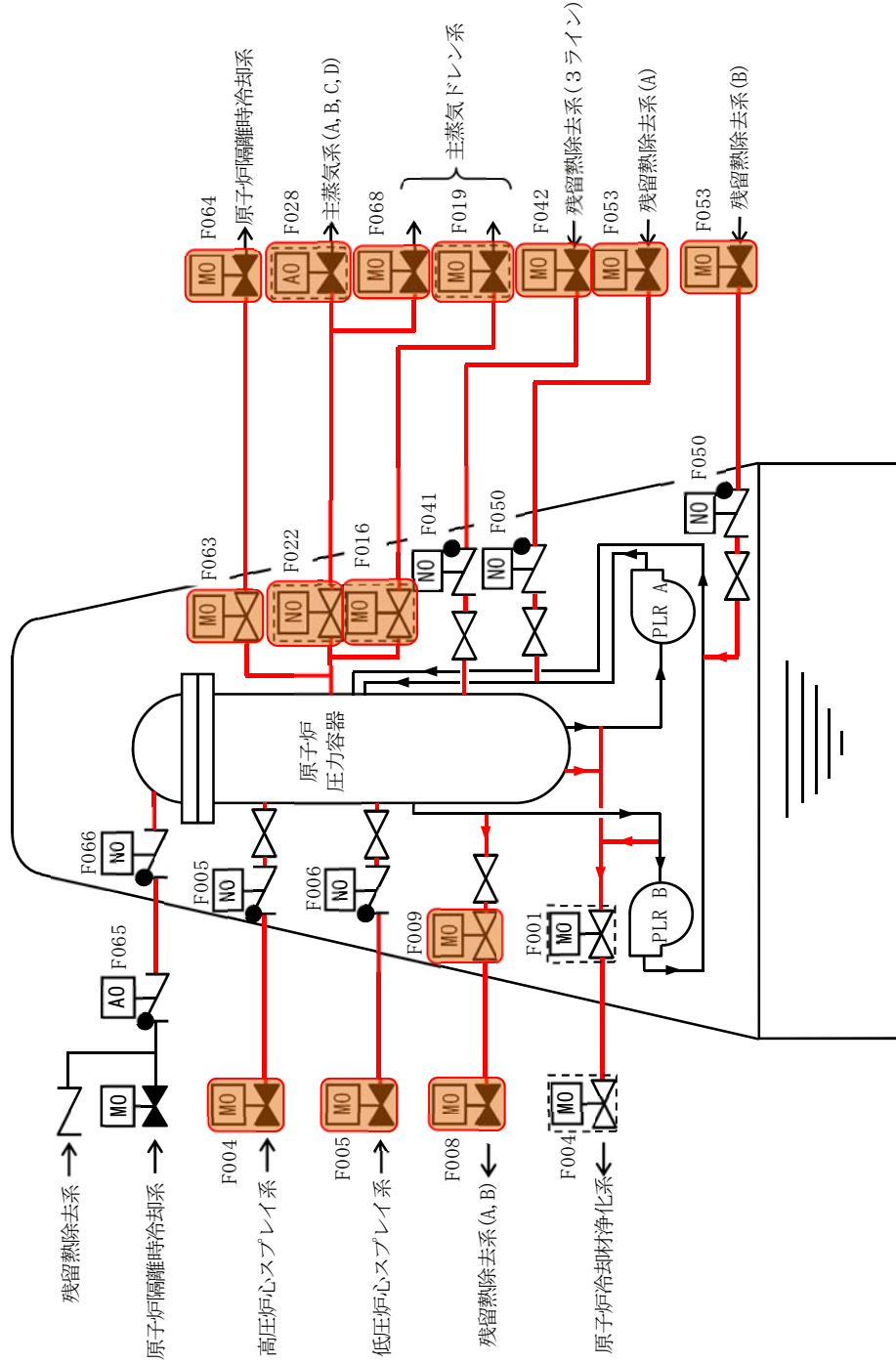
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	安全停止に必用	火災防護の対象
MS-1	2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系(以下の安全保護回路, 原子炉緊急停止, 非常用炉心冷却系作動, 原子炉格納容器隔離, 原子炉建屋ガス処理系作動, 主蒸気隔離)	○	○
		2) 安全上特に重要な関連機能	非常用電源系(非常用ディーゼル発電機, 非常用交流電源系含む) 非常用換気空調系(中央制御室換気空調系含む) 残留熱除去系海水系 非常用ディーゼル発電機海水系 直流電源系	○	○
PS-2	1) その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器	1) 原子炉冷却材を内蔵する機能	主蒸気系 原子炉冷却材浄化系(いずれも、格納容器隔離弁の外側のみ) 原子炉隔離時冷却系タービン蒸気供給ライン	—	—
		2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能	放射性廃棄物処理施設(放射能インベントリの大きいもの)	—	—
			使用済燃料プール(使用済燃料貯蔵ラック含む) 新燃料貯蔵庫(使用済燃料貯蔵ラック)	—	—
			使用済燃料乾式貯蔵容器	—	—
	3) 燃料を安全に取り扱う機能	燃料取扱設備	—	—	
2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって、その故障により、炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物、系統及び機器	1) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	逃がし安全弁(吹き止まり機能に関連する部分)	○	—	
MS-2	1) PS-2の構築物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器	1) 燃料プール水の補給機能	非常用補給水系(残留熱除去系(ポンプ, サプレッション・プール, サプレッション・プールから燃料プールまでの配管, 弁))	—	—
		2) 放射性物質放出の防止機能	放射性気体廃棄物処理系の隔離弁	—	—
			排気筒(非常用ガス処理系排気管の支持機能以外) 燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系(原子炉建屋, 非常用ガス処理系)	—	—
	2) 異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器	1) 事故時のプラント状態の把握機能	事故時監視計器の一部(原子炉停止, 炉心冷却, 放射性物質閉じ込め機能を監視するのに最小限必要なもの(原子炉の停止状態, 炉心冷却の状態, 放射性閉じ込め機能の状態), 重要な手動操作の判断を行う上で最小限必要なもの(低温停止への移行, サプレッション・プール冷却))	○	○
		2) 制御室外からの安全停止機能	制御室外原子炉停止装置(安全停止に関連するもの)	○	○

分類	定義	機能	構築物, 系統又は機器	安全停止に必用	火災防護の対象	
PS-3	1) 異常状態の起因事象となるものであって, PS-1及びPS-2以外の構築物, 系統及び機器	1) 原子炉冷却材保持機能 (PS-1, PS-2以外のもの)	計装配管, 試料採取管	—	—	
		2) 原子炉冷却材の循環機能	原子炉冷却材再循環系	—	—	
		3) 放射性物質の貯蔵機能	復水貯蔵タンク 液体廃棄物処理系 固体廃棄物処理系 新燃料貯蔵庫(新燃料貯蔵ラック), 給水加熱器保管庫 セメント混練固化装置及び雑固体減容処理設備	—	—	
		4) 電源供給機能 (非常用を除く。)	蒸気タービン 発電機及びその励磁装置 復水系 (復水器を含む。) 給水系 循環水系 送電線 変圧器 開閉所	—	—	
		5) プラント計測・制御機能 (安全保護機能を除く。)	1. 原子炉制御系 (制御棒価値ミニマイザを含む。) 2. 原子炉核計装 3. 原子炉プラントプロセス計装	—	—	
		6) プラント運転補助機能	補助ボイラ設備 計装用圧縮空気設備	—	—	
	2) 原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構築物, 系統及び機器	1) 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能	燃料被覆管	—	—	
		2) 原子炉冷却材の浄化機能	原子炉冷却材浄化系 復水浄化系	—	—	
	MS-3	1) 運転時の異常な過渡変化があっても, MS-1, MS-2とあいまって, 事象を和する構築物, 系統及び機器	1) 原子炉圧力の上昇の緩和機能	逃がし安全弁 (逃がし弁機能) タービンバイパス弁	—	—
			2) 出力上昇の抑制機能	原子炉冷却材再循環系 (再循環ポンプトリップ機能) 制御棒引抜監視装置	—	—
3) 原子炉冷却材の補給機能			制御棒駆動水圧系	—	—	
			原子炉隔離時冷却系	—	—	
4) 原子炉冷却材の再循環流量低下の緩和機能			1. 原子炉再循環ポンプ MG セット	—	—	
2) 異常状態への対応上必要な構築物, 系統及び機器		1) 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	緊急時対策所 試料採取系 通信連絡設備 放射線監視設備 事故時監視計器の一部 消火系 安全避難通路 非常用照明	—	—	

添付資料 2

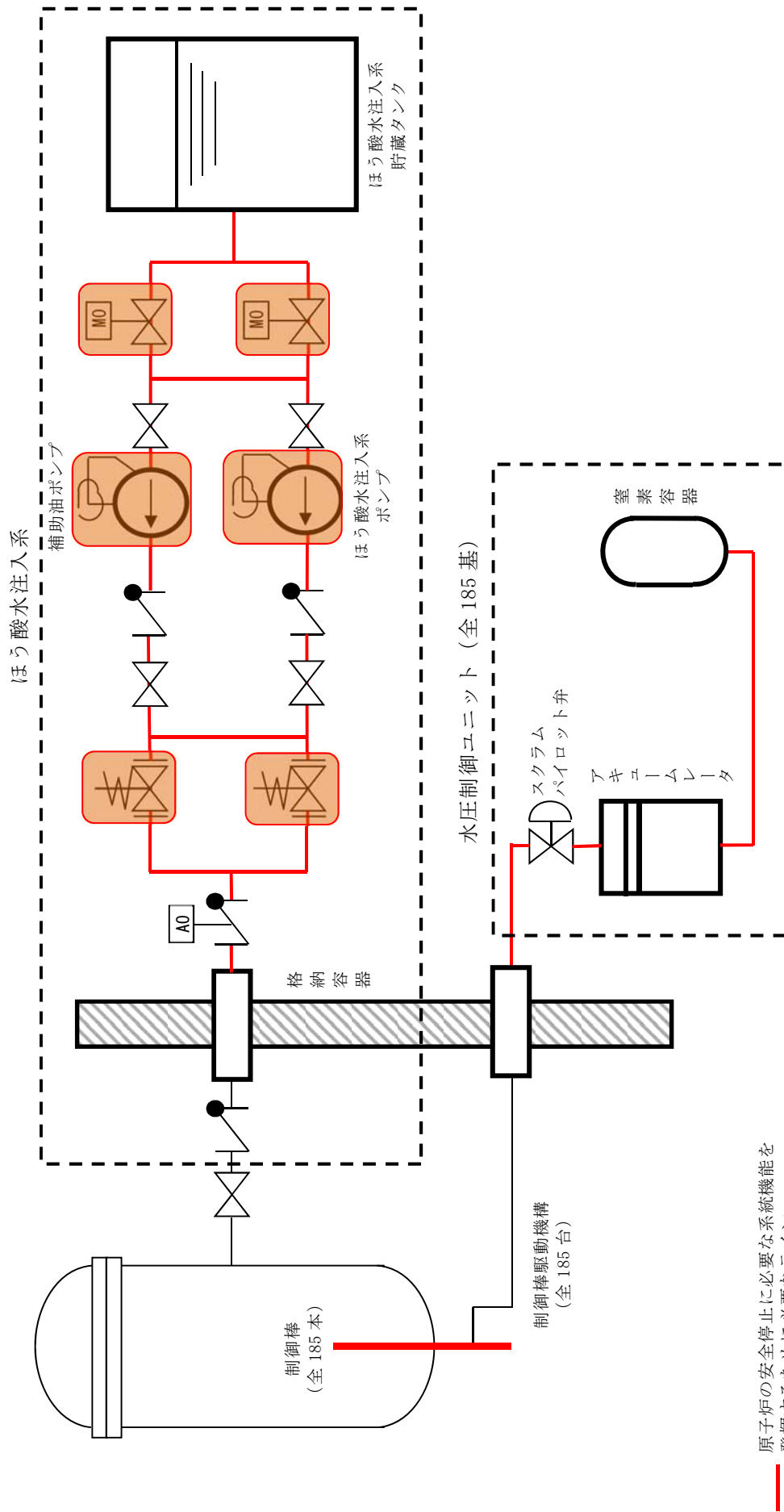
東海第二発電所における原子炉の安全停止
に必要な機能を達成するための系統

HO 油圧作動弁
 MO 電動弁
 AO 空気作動弁
 NO 窒素作動弁



第1図 原子炉冷却材圧力バウンダリ

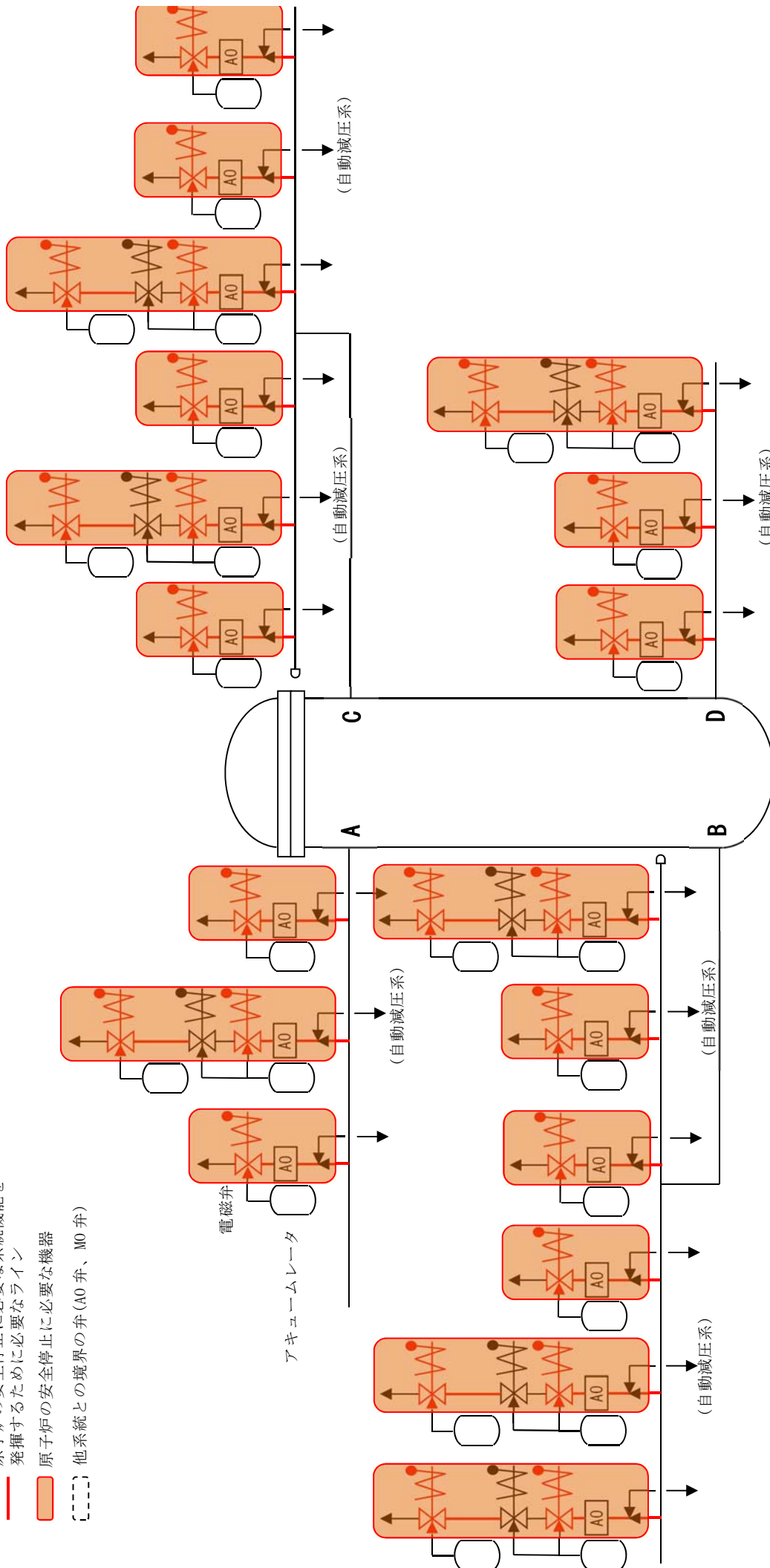
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するための必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(AO弁、MO弁)



第2図 ほう酸水注入系

- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- - - 他系統との境界の弁 (A0弁、MO弁)

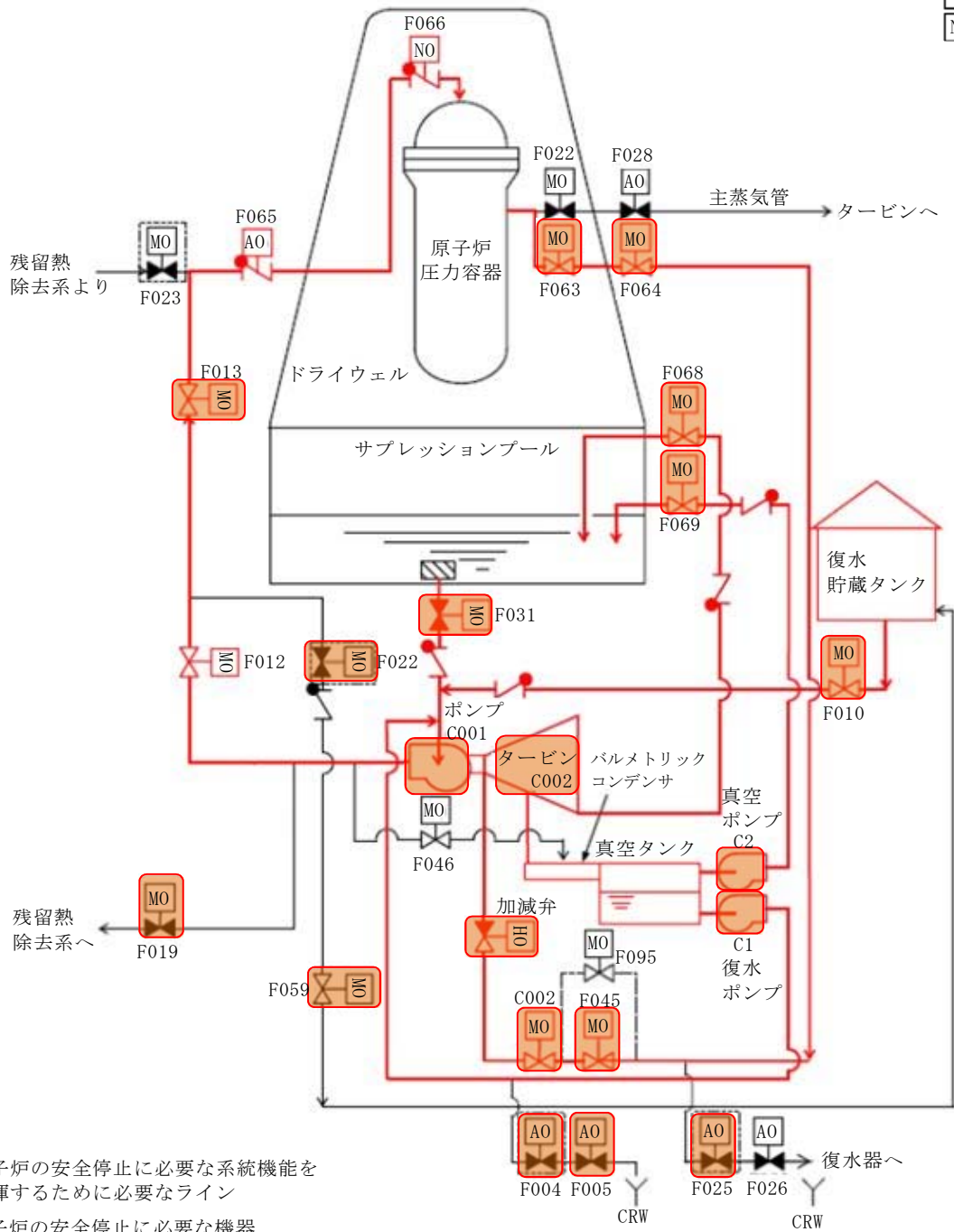
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するための必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- ⋯ 他系統との境界の弁(A0弁、M0弁)



3 図 自動減圧系

炉心冷却機能（原子炉隔離時冷却系）（区分Ⅰ）

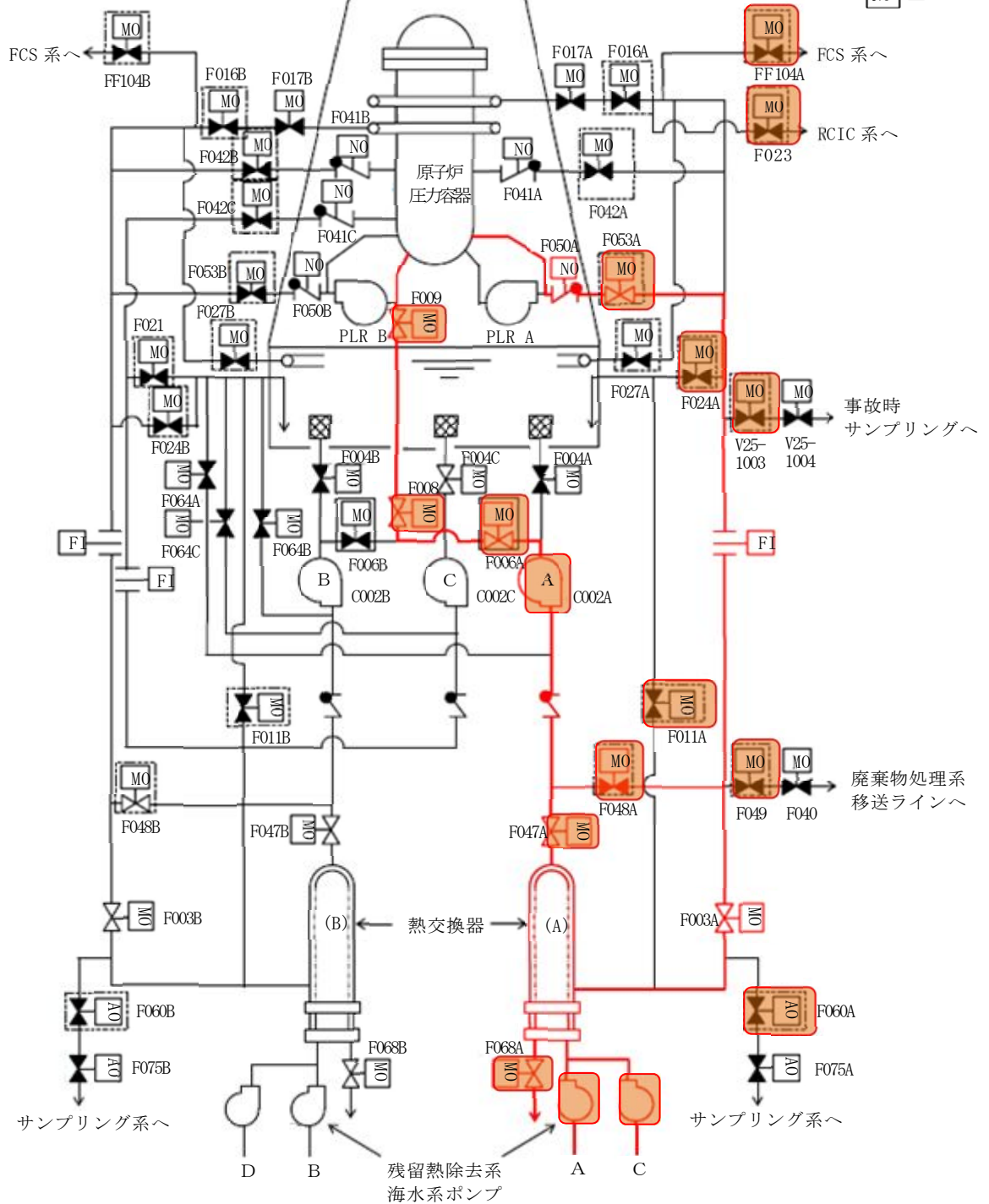
HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



第 4 図 原子炉隔離時冷却系

原子炉停止の除去機能
 (残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード))(区分 I)

HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



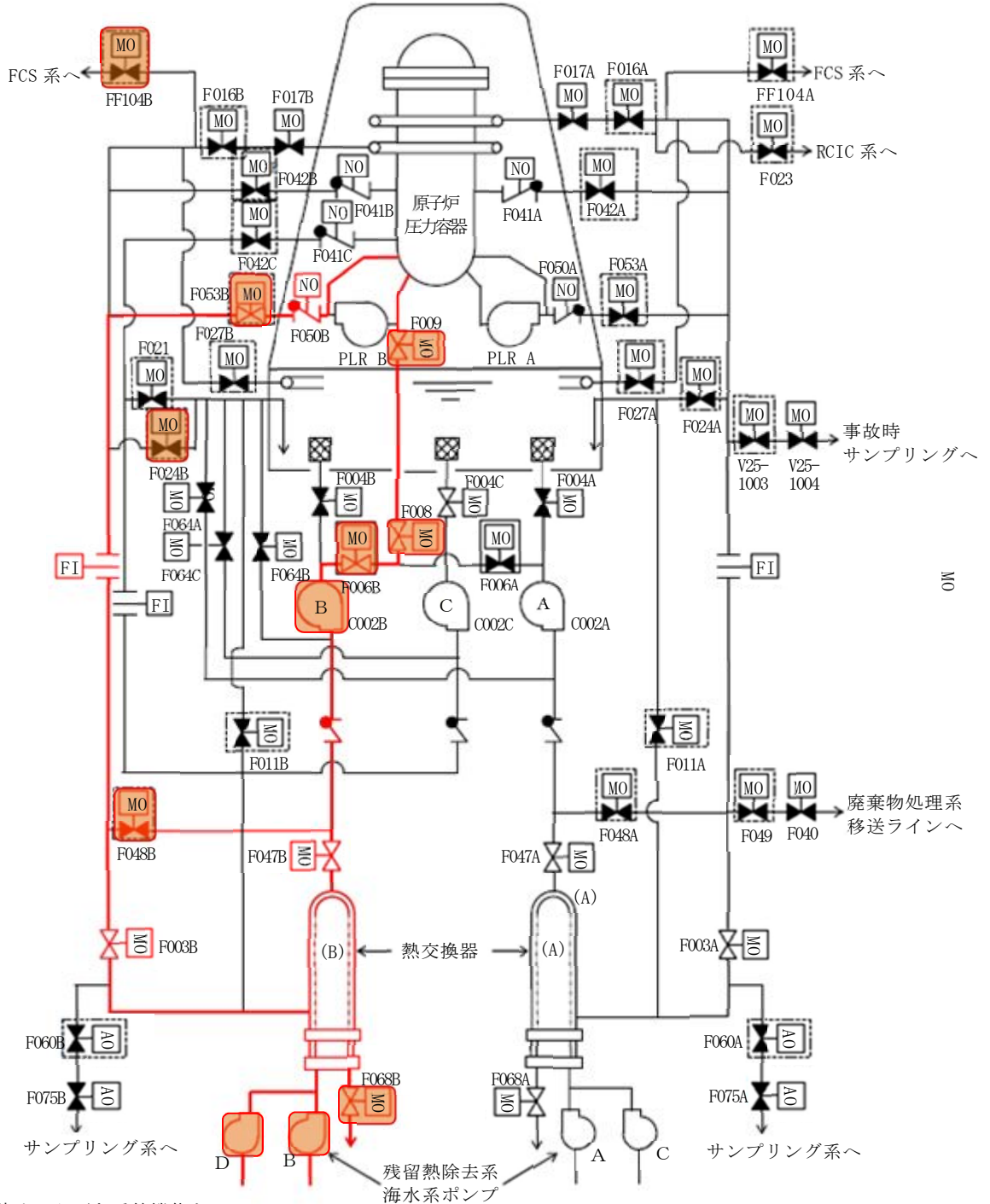
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁(AO弁、MO弁)

第5図 残留熱除去系(その1)

原子炉停止の除去機能

(残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)) (区分Ⅱ)

HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



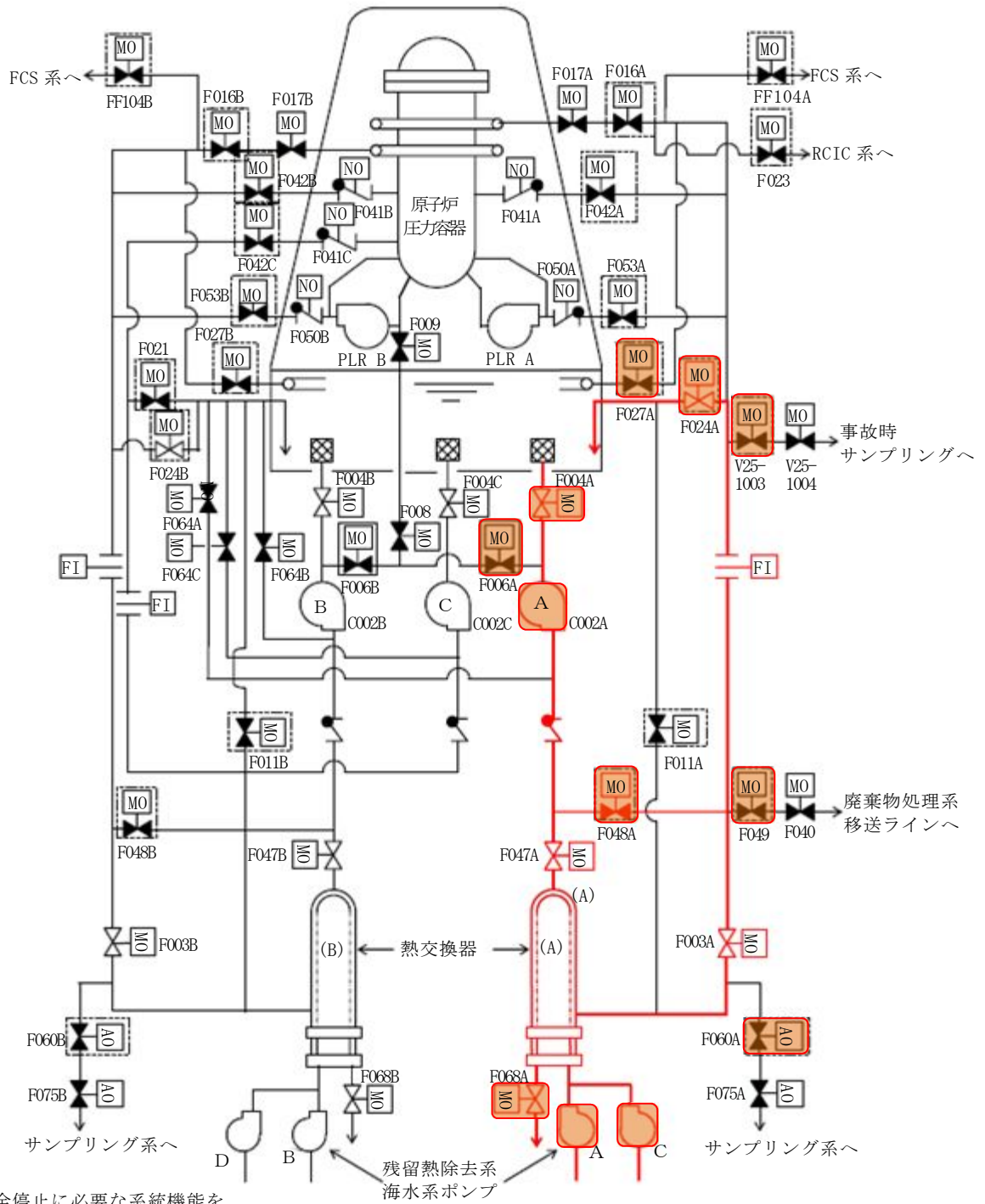
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(AO弁、MO弁)

第5図 残留熱除去系 (その2)

炉心冷却機能

(残留熱除去系(サブプレシヨンプル冷却モード))(区分 I)

HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



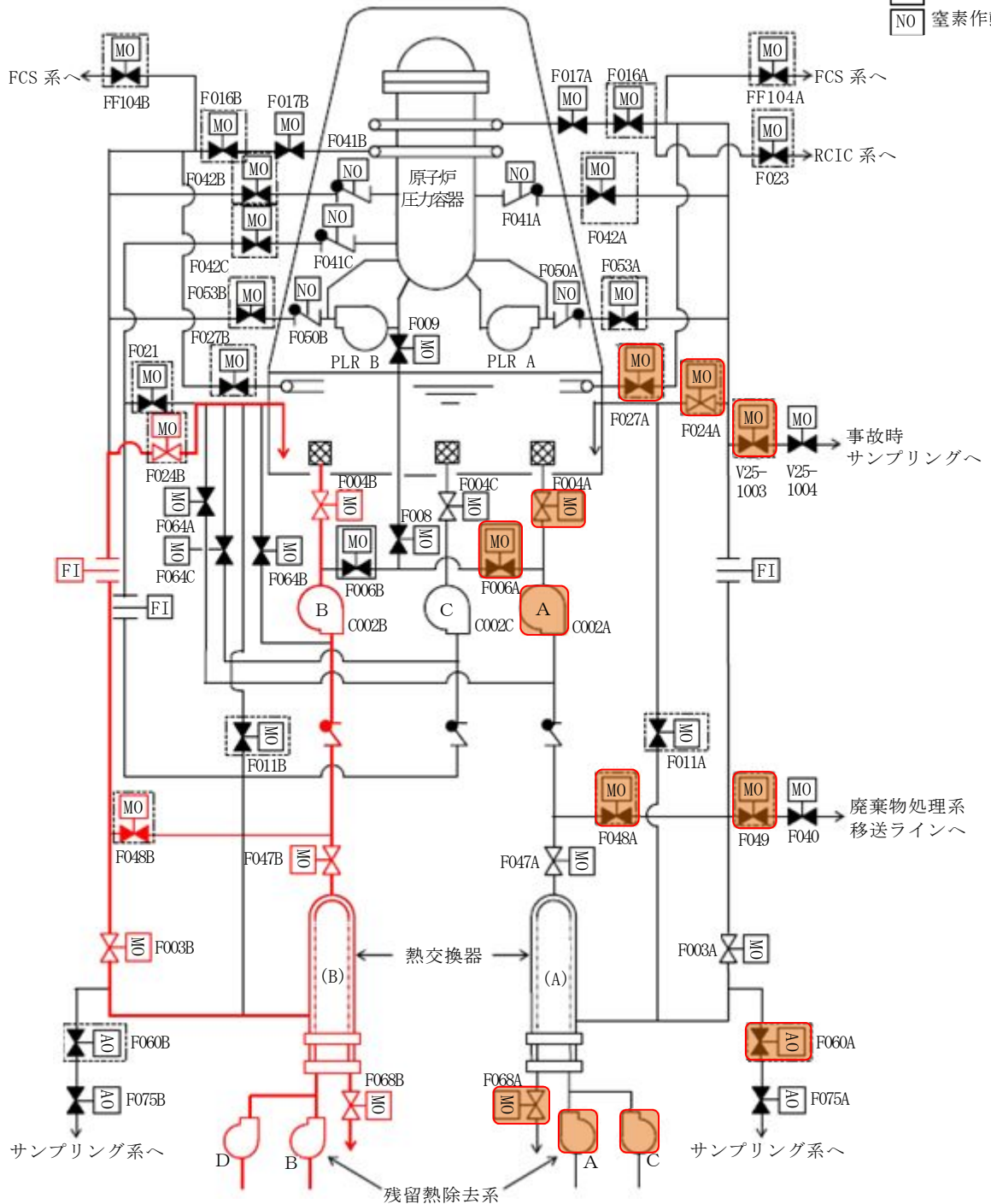
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(AO弁、MO弁)

第 5 図 残留熱除去系 (その 3)

炉心冷却機能

(残留熱除去系(サプレションプール冷却モード))(区分Ⅱ)

- HO 油圧作動弁
- MO 電動弁
- AO 空気作動弁
- NO 窒素作動弁



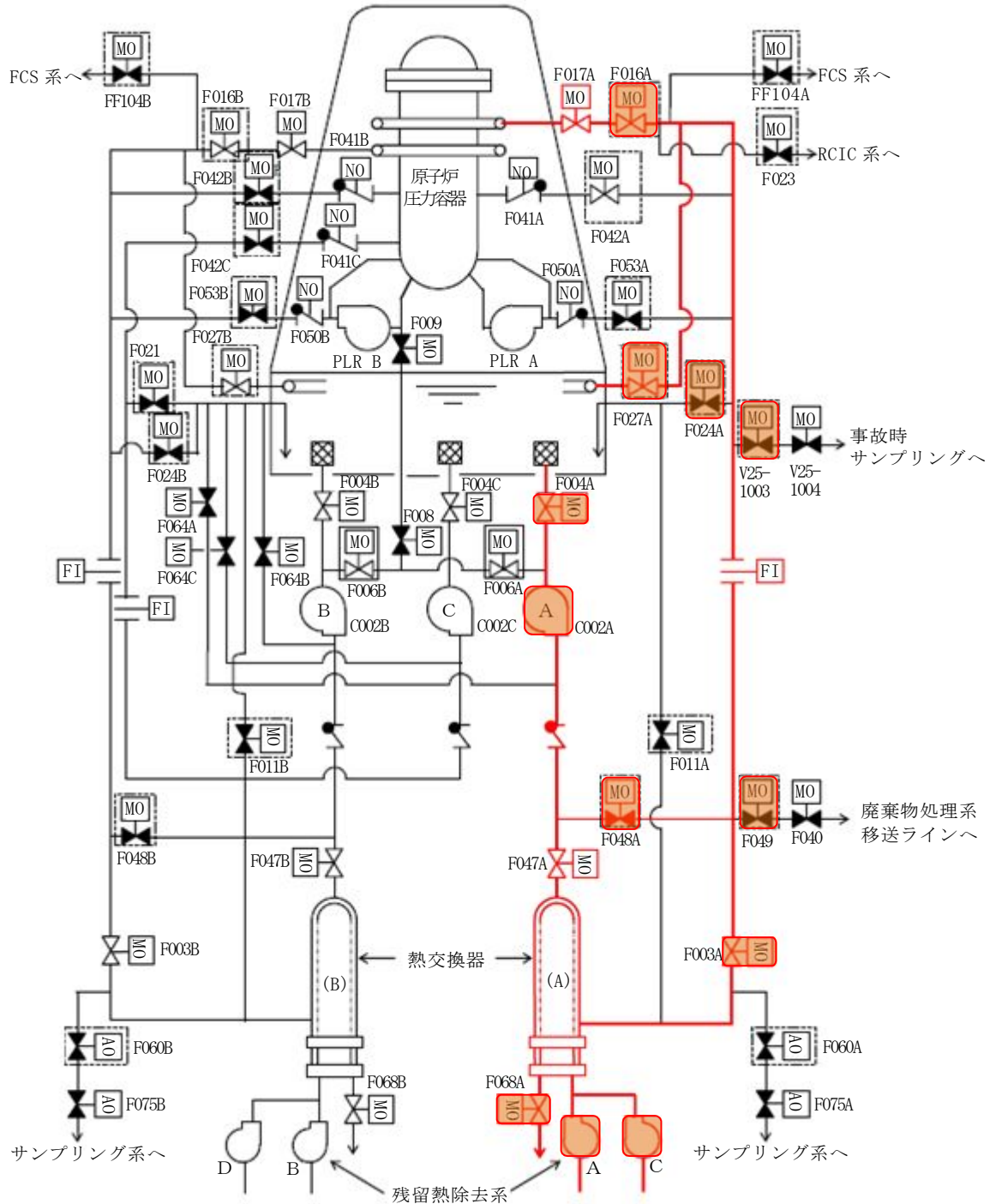
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁 (AO 弁、MO 弁)

第5図 残留熱除去系 (その4)

炉心冷却機能

(残留熱除去系(格納容器スプレイモード))(区分 I)

HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



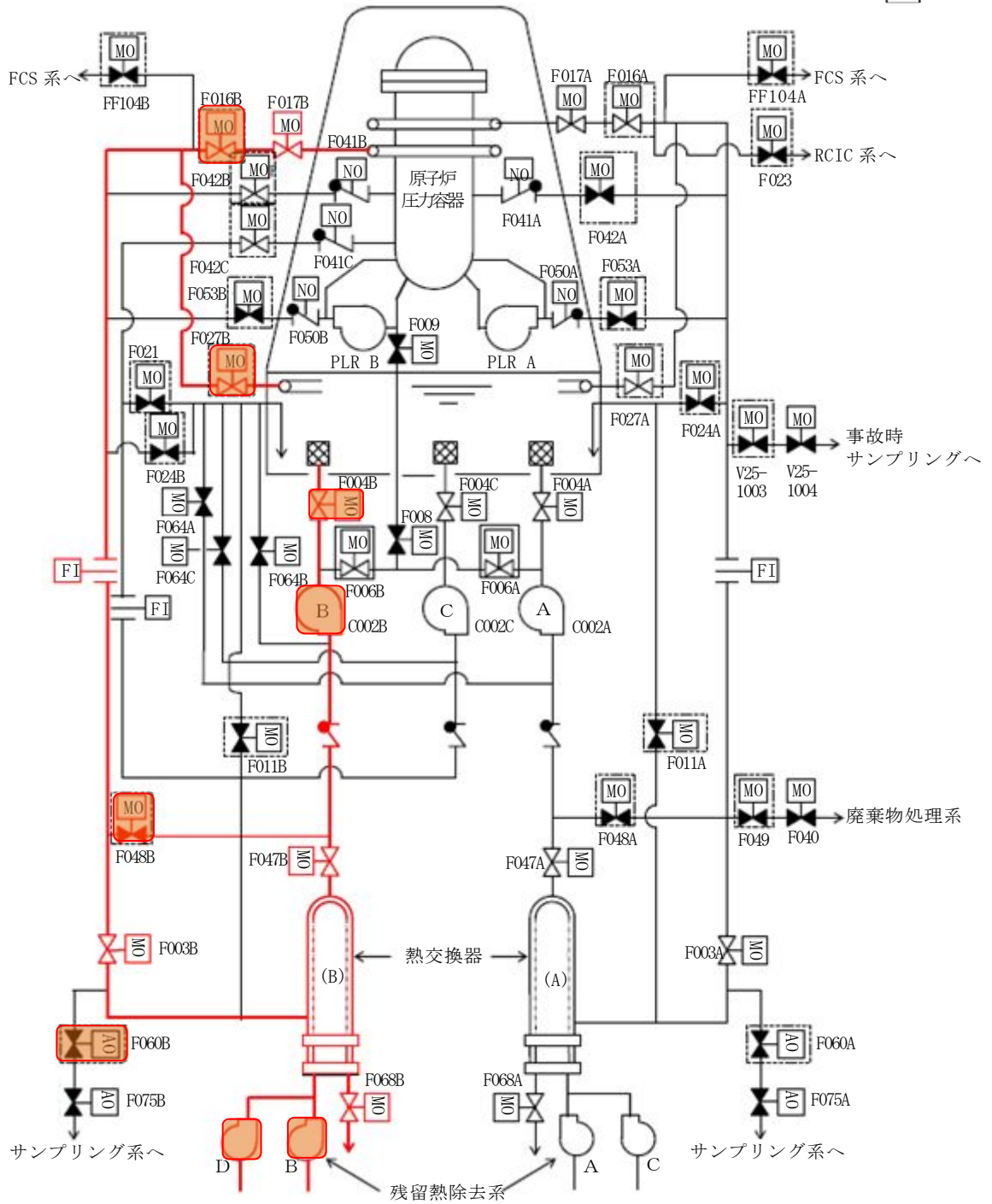
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(AO弁、MO弁)

第 5 図 残留熱除去系 (その 5)

炉心冷却機能

(残留熱除去系(格納容器スプレイモード))(区分Ⅱ)

HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



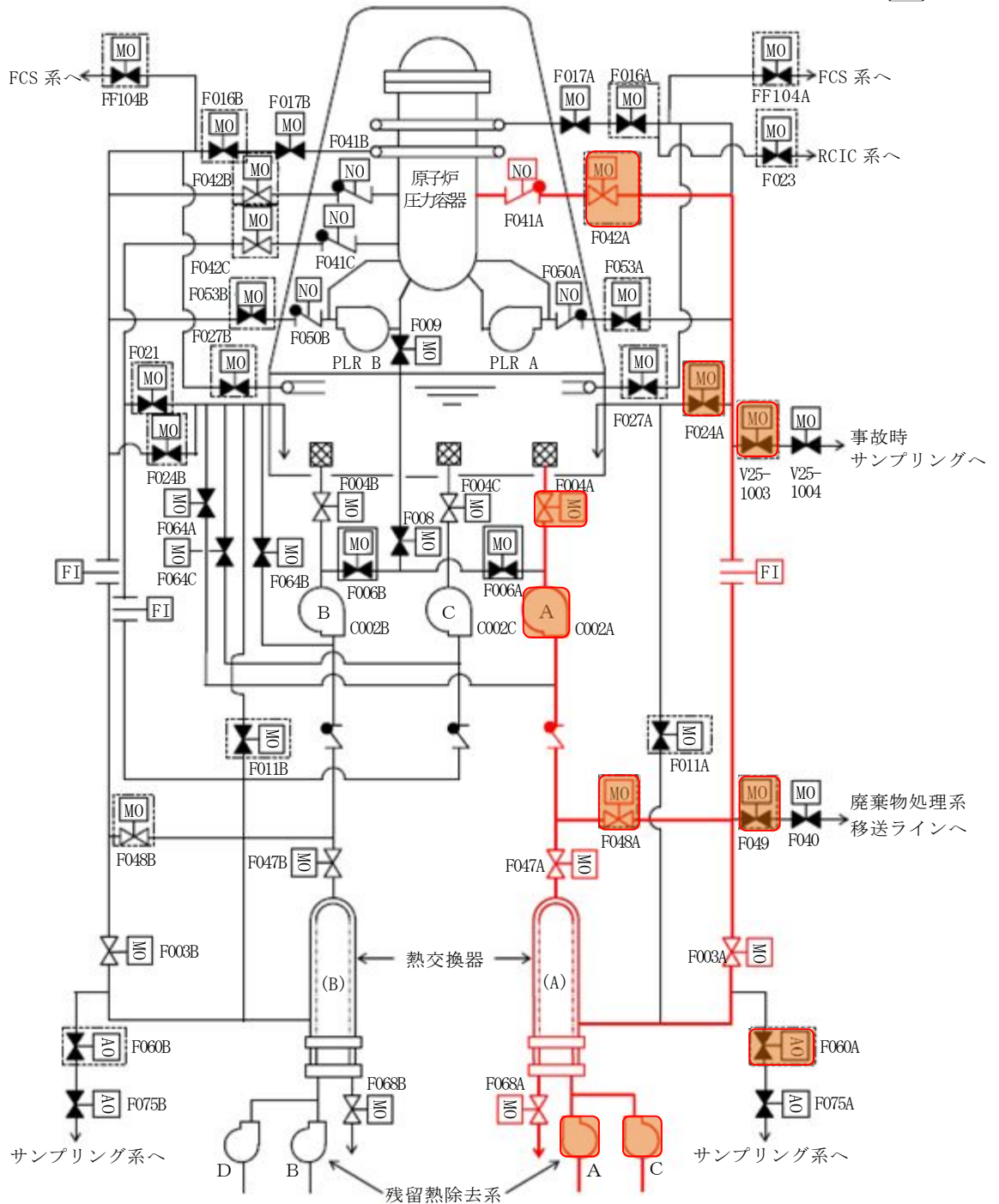
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(AO弁、MO弁)

第5図 残留熱除去系(その6)

炉心冷却機能

(残留熱除去系(低圧注水モード))(区分 I)

- HO 油圧作動弁
- MO 電動弁
- AO 空気作動弁
- NO 窒素作動弁



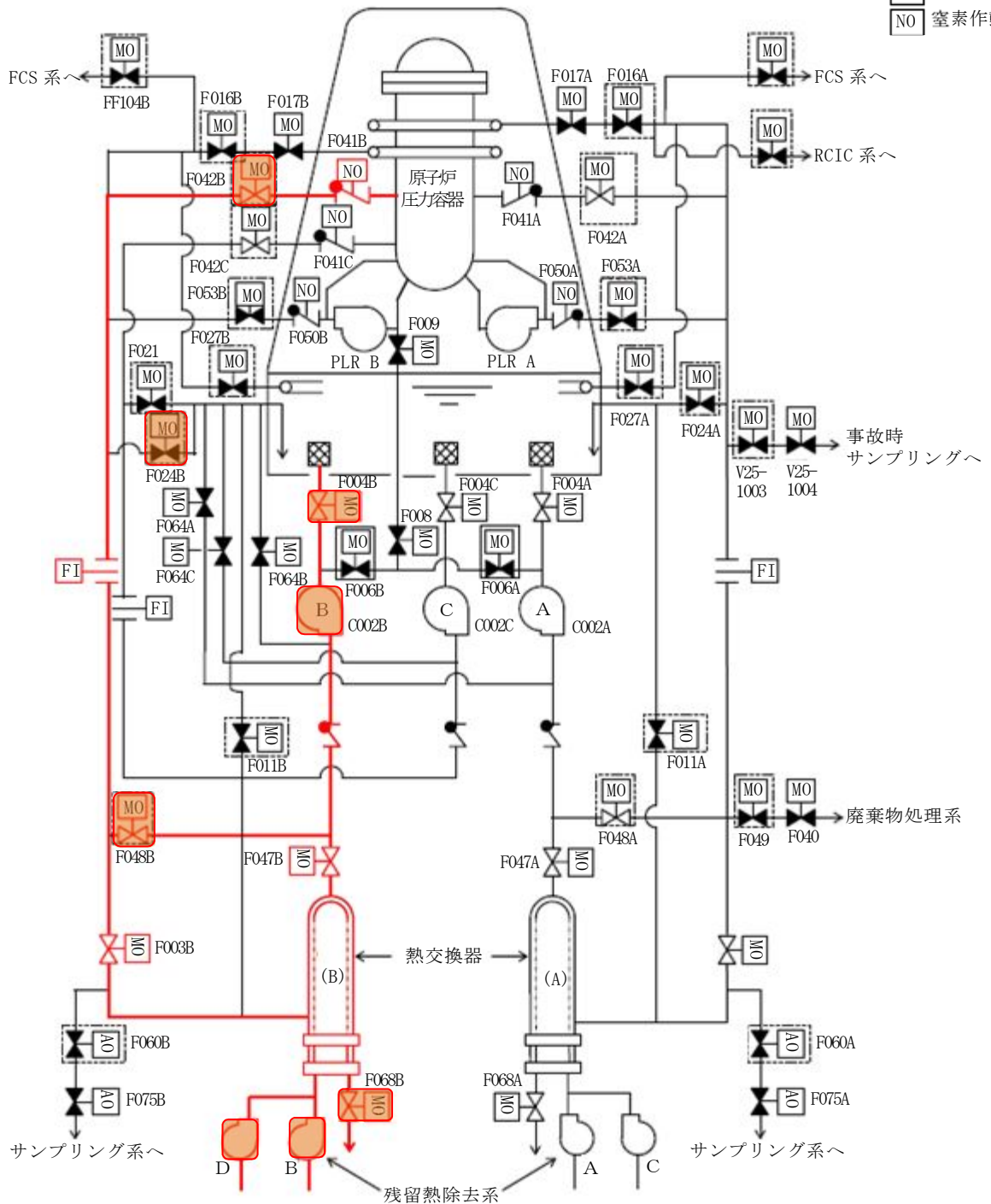
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(AO弁、MO弁)

第5図 残留熱除去系(その7)

炉心冷却機能

(残留熱除去系(低圧注水モード))(区分Ⅱ)

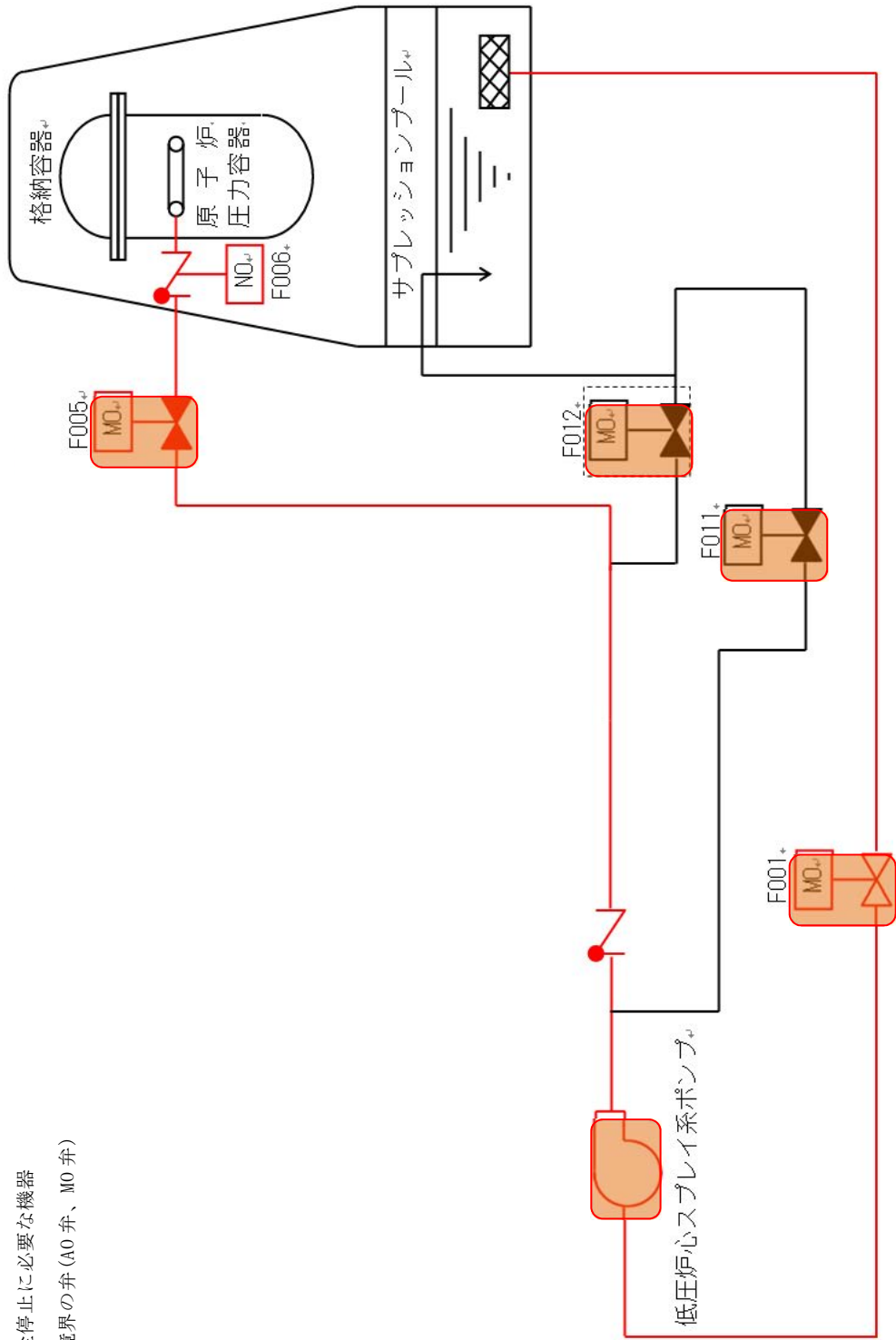
- [HO] 油圧作動弁
- [MO] 電動弁
- [AO] 空気作動弁
- [NO] 窒素作動弁



- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁(AO弁、MO弁)

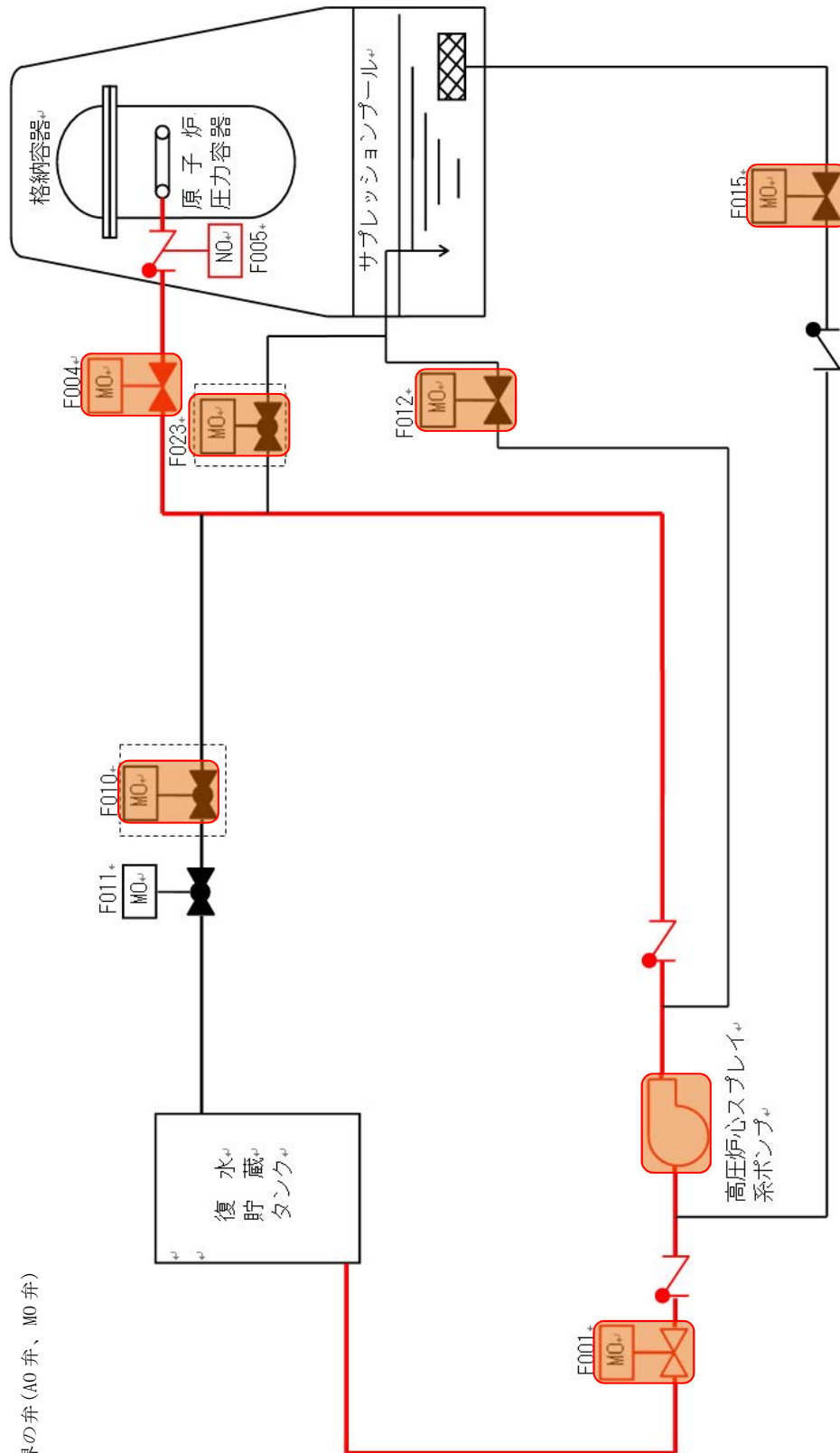
第5図 残留熱除去系(その8)

- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- ⋯ 他系統との境界の弁 (A0 弁、M0 弁)

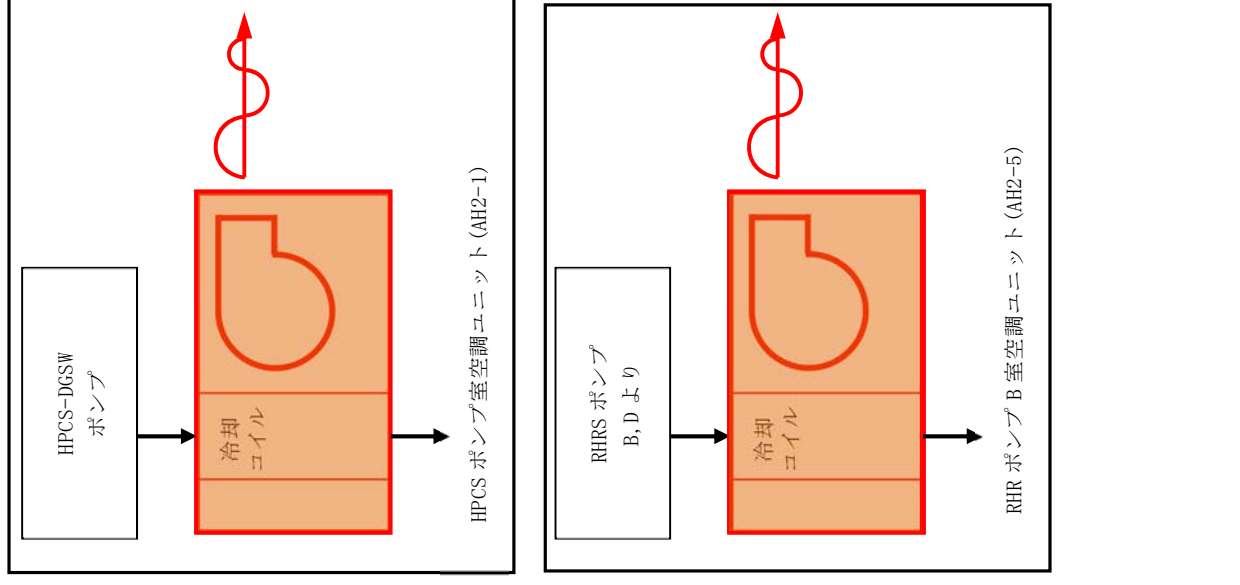
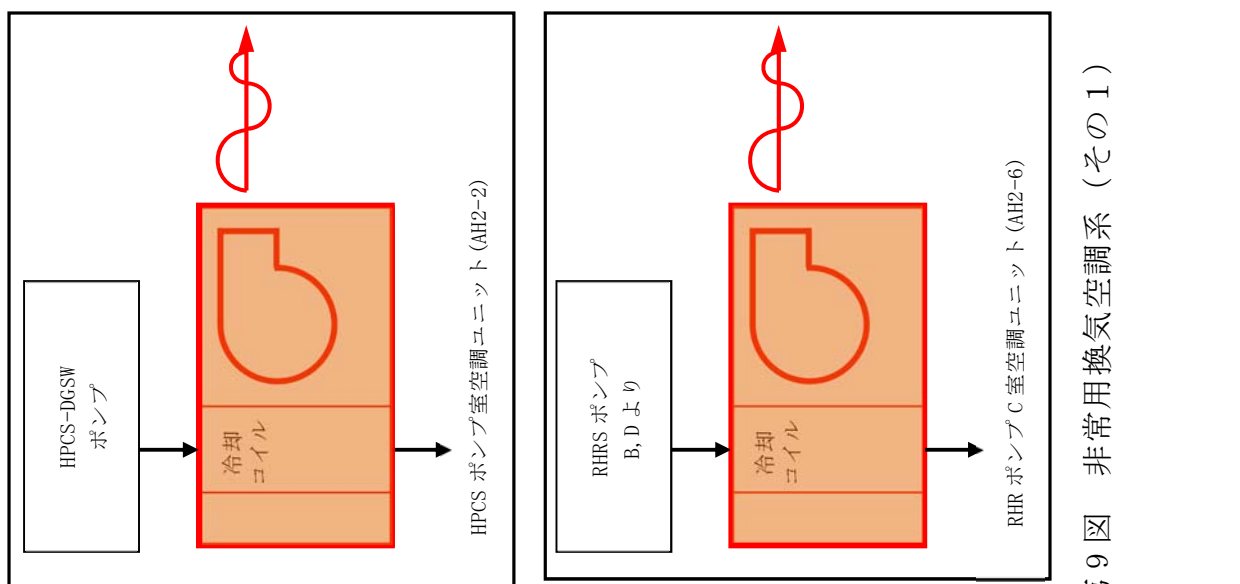
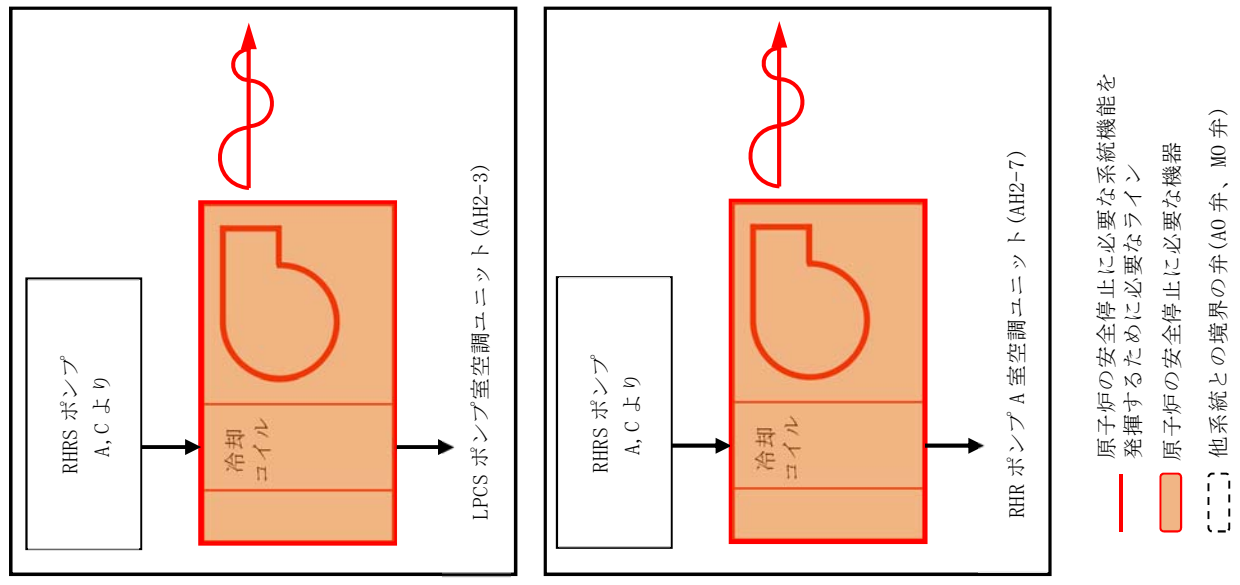


第6図 低圧炉心スプレイ系

- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するための必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [- - -] 他系統との境界の弁(A0弁、M0弁)

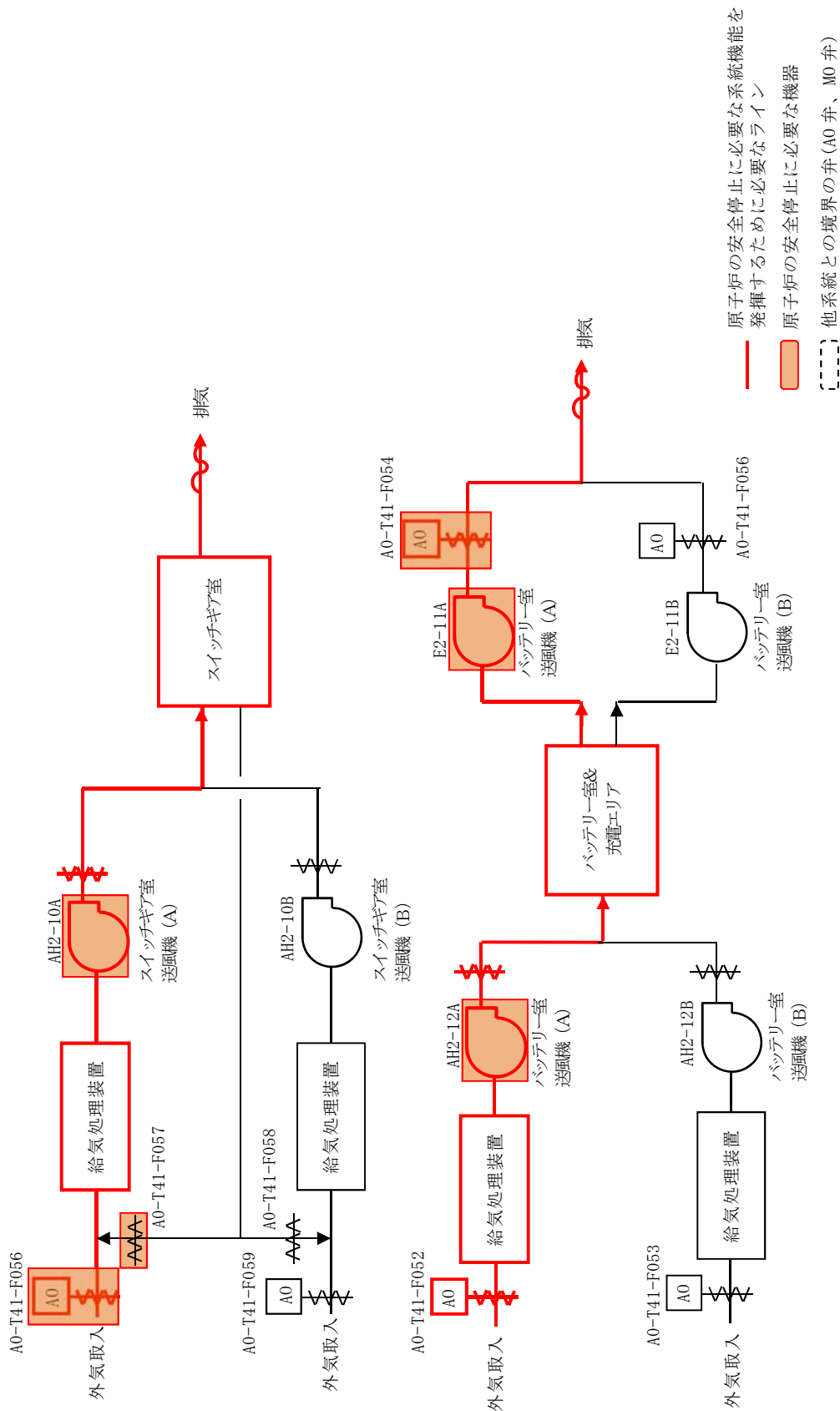


第7図 高圧炉心スプレー系

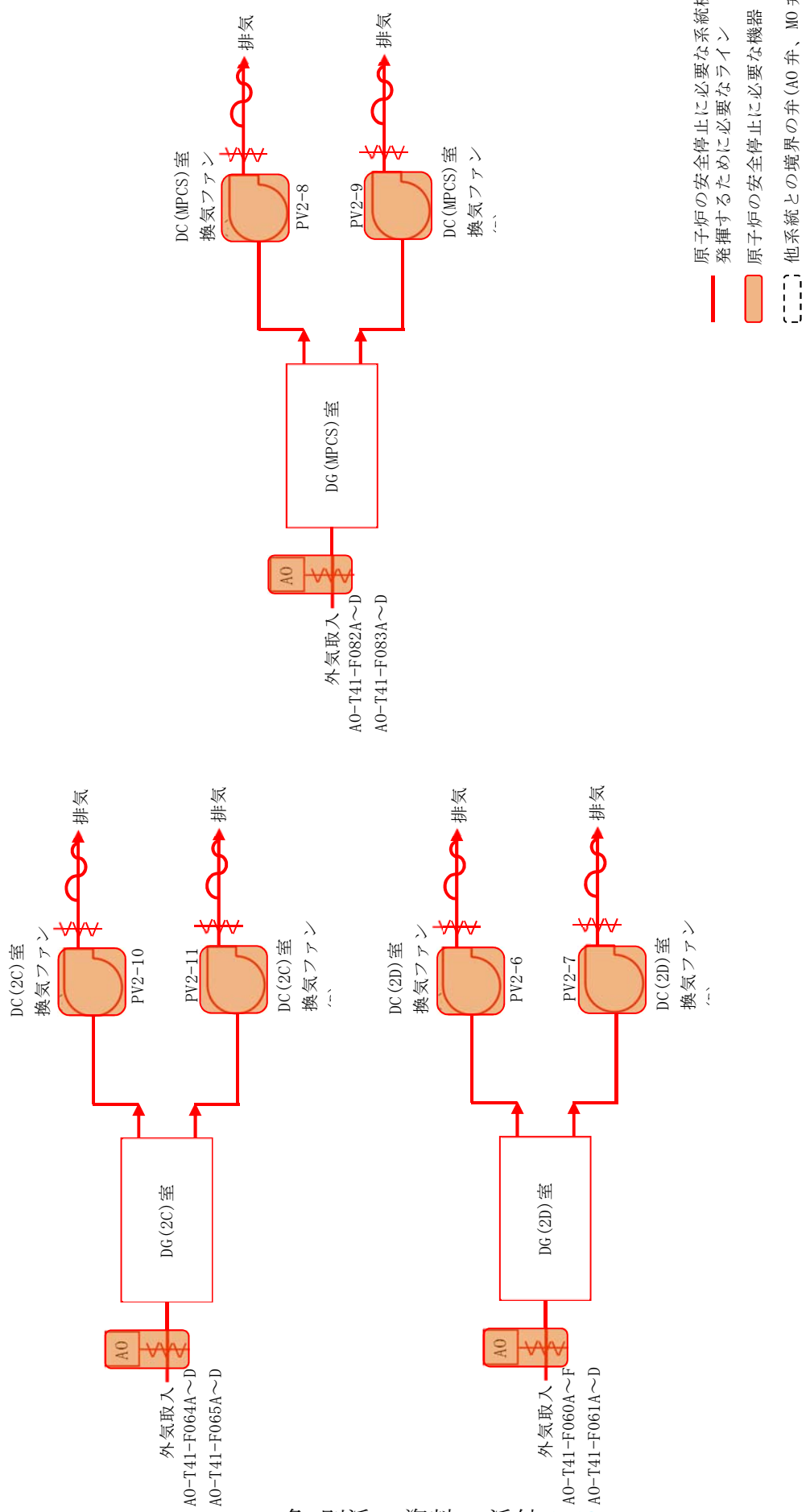


- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- ⋯ 他系統との境界の弁 (A0 弁、M0 弁)

第9図 非常用換気空調系 (その1)

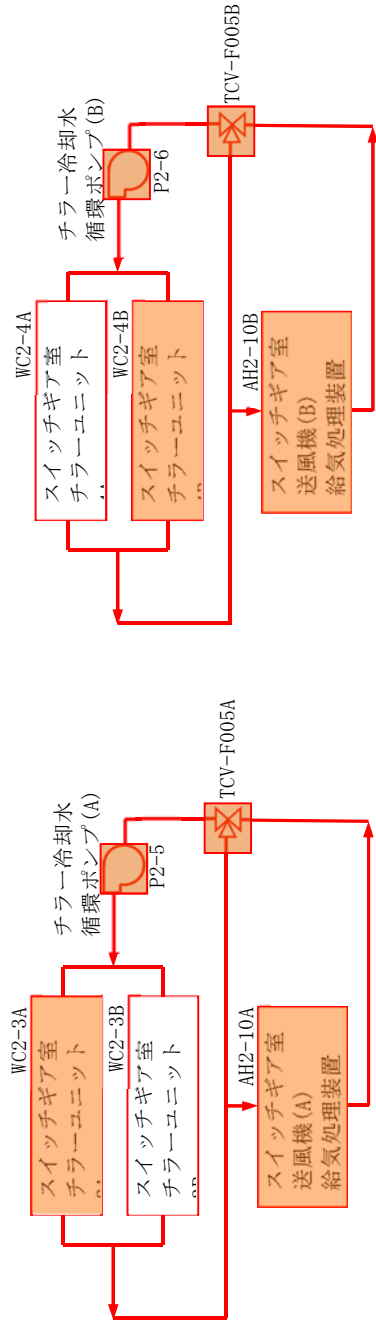


第9図 非常用換気空調系 (その2)

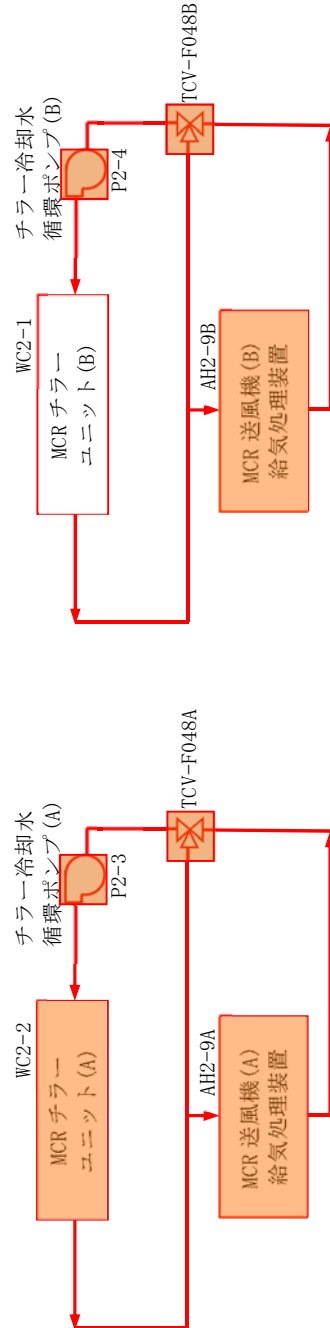


- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するための必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(A0弁、M0弁)

第9図 非常用換気空調系 (その3)



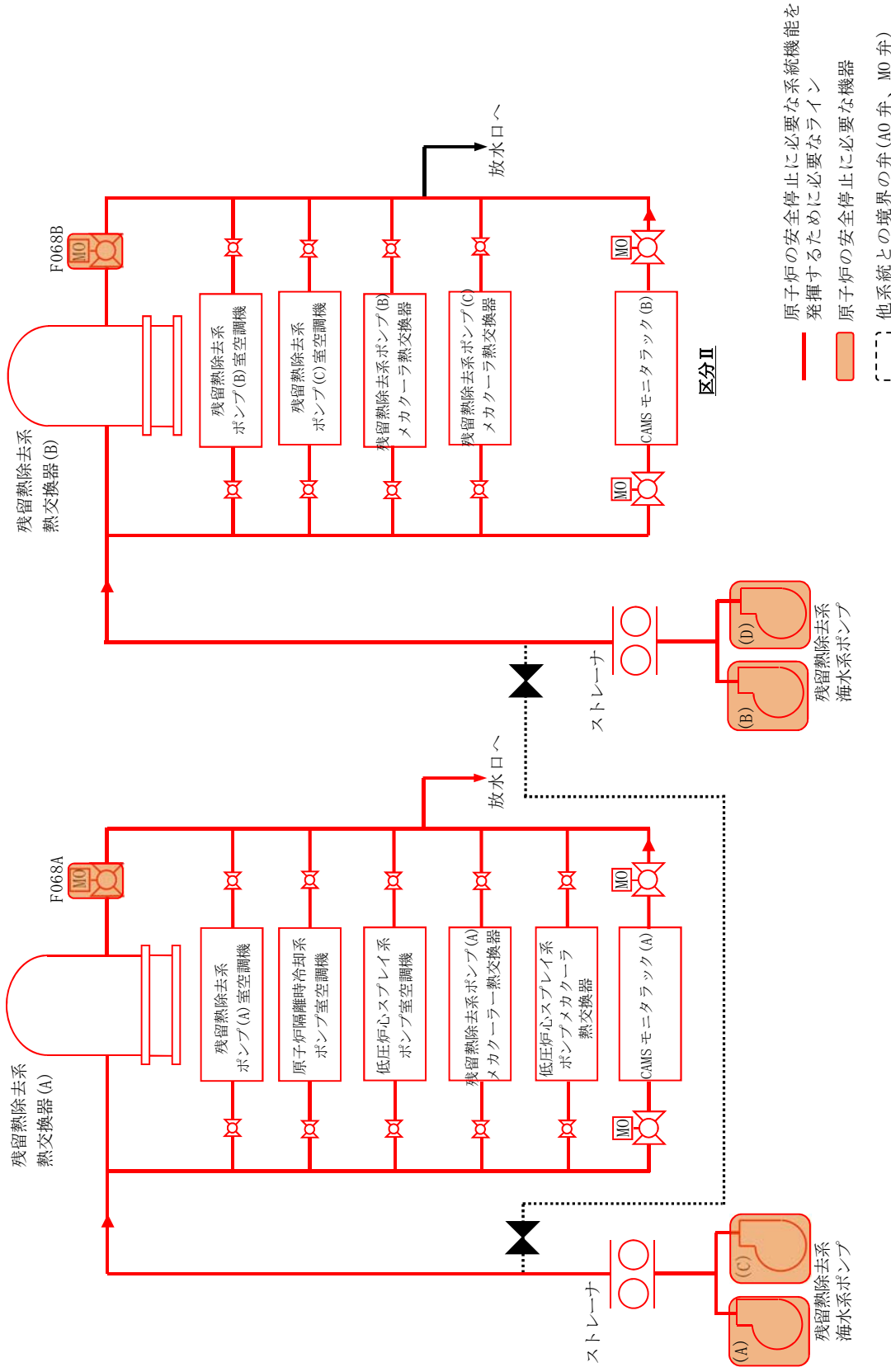
区分Ⅱ



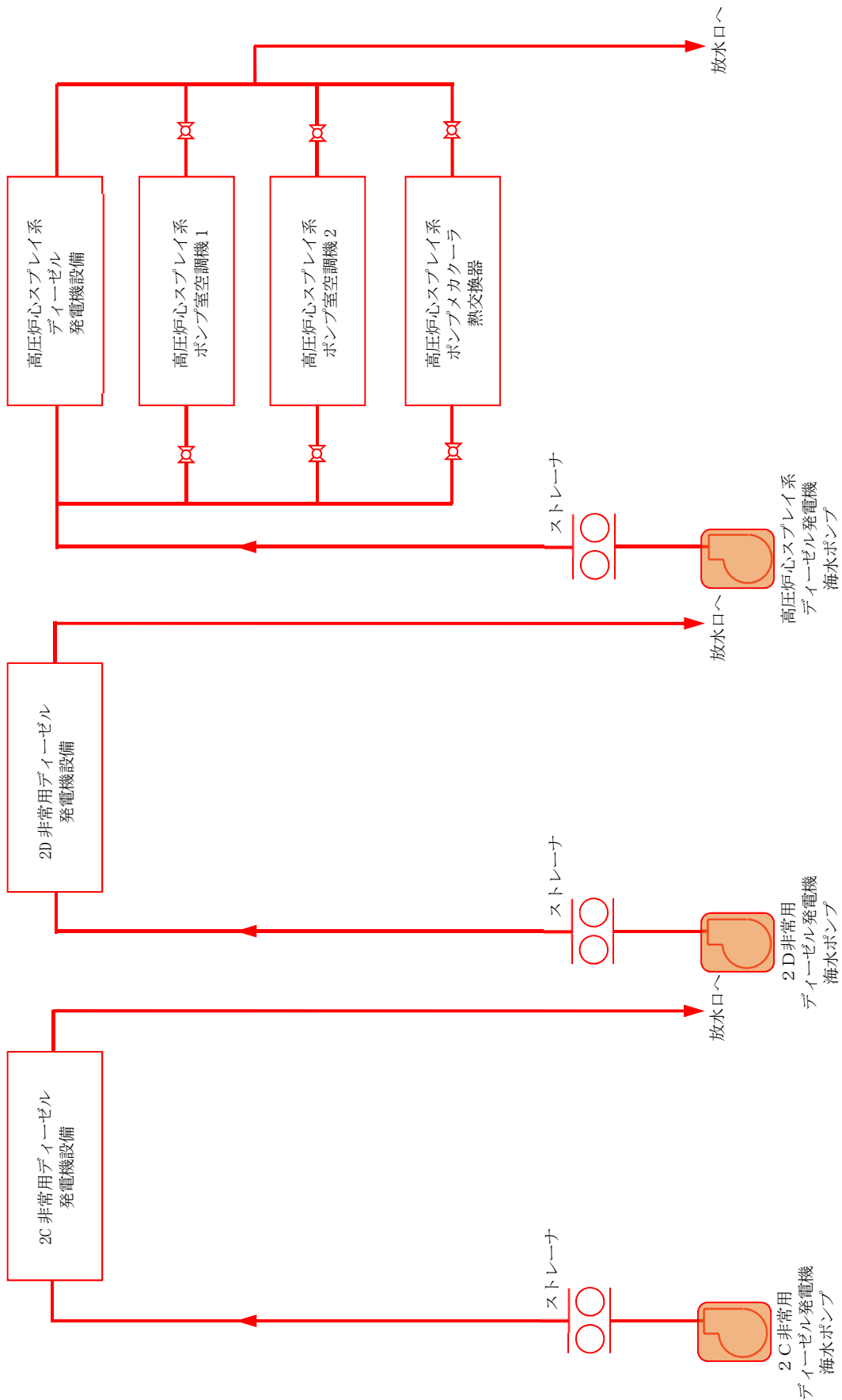
区分Ⅱ

第9図 非常用換気空調系（その4）

- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するための必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- (---) 他系統との境界の弁(A0弁、M0弁)



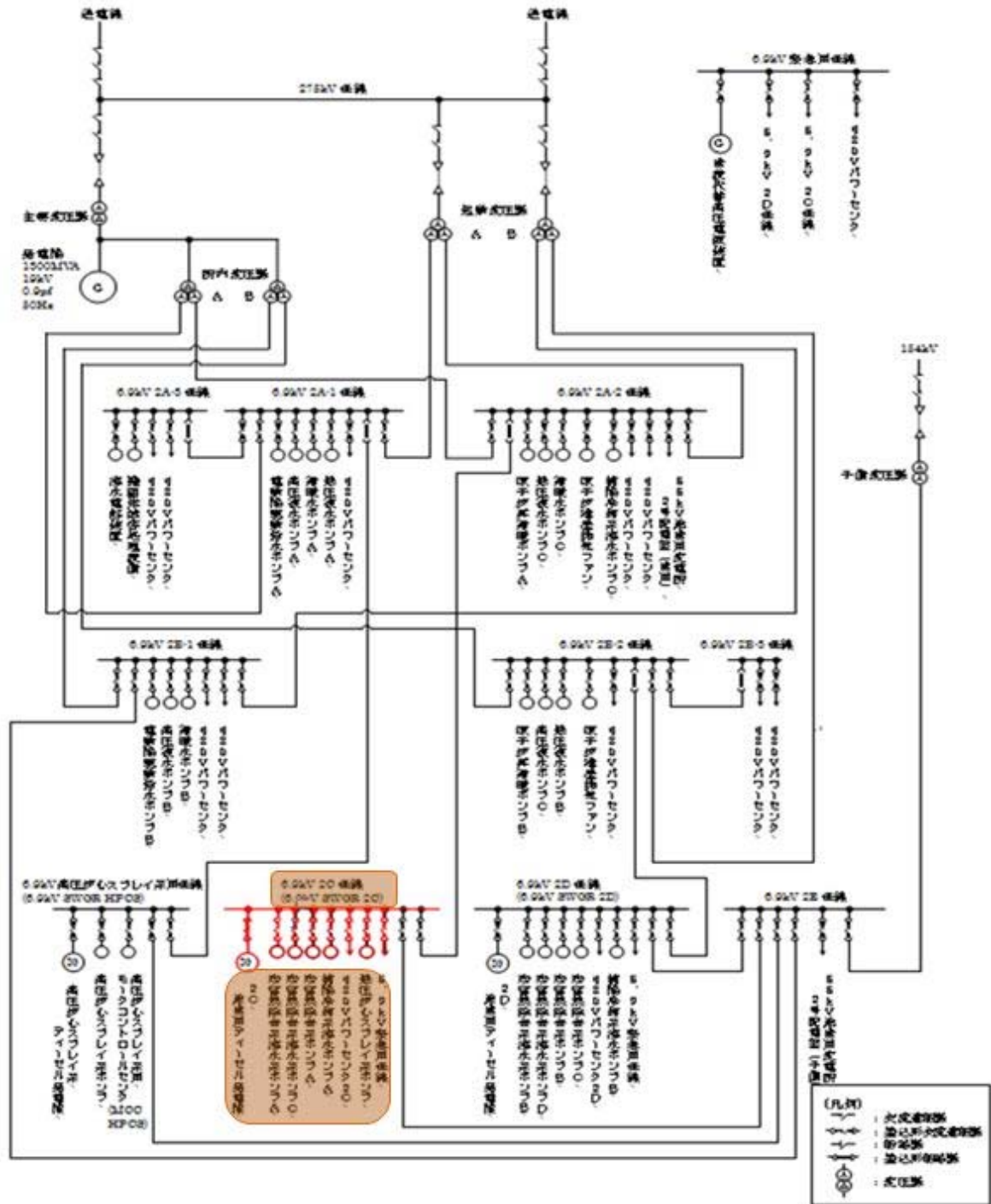
第 10 図 残留熱除去海水系



- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁(A0弁、M0弁)

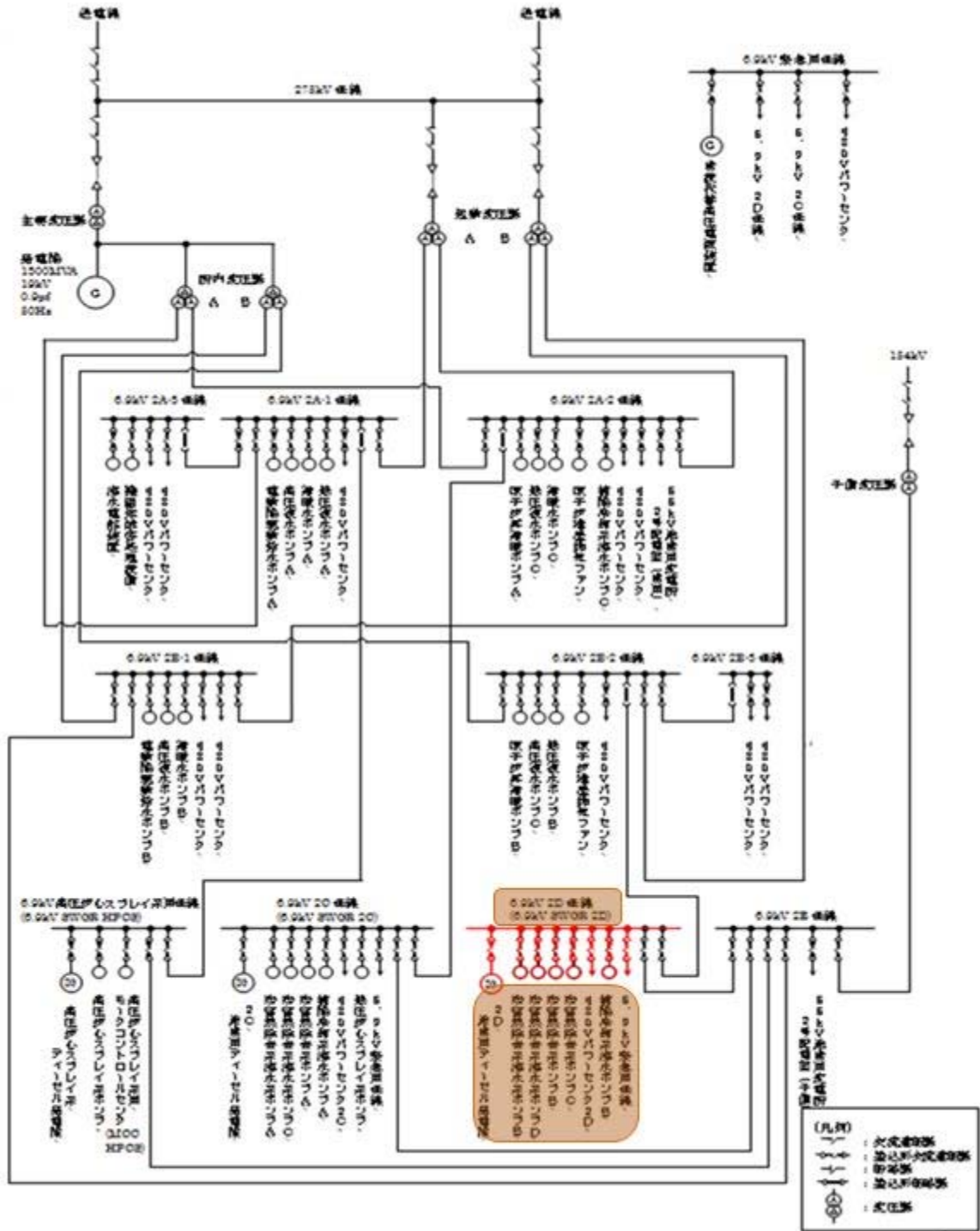
第11図 非常用ディーゼル発電機海水系

- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁(A0弁、M0弁)



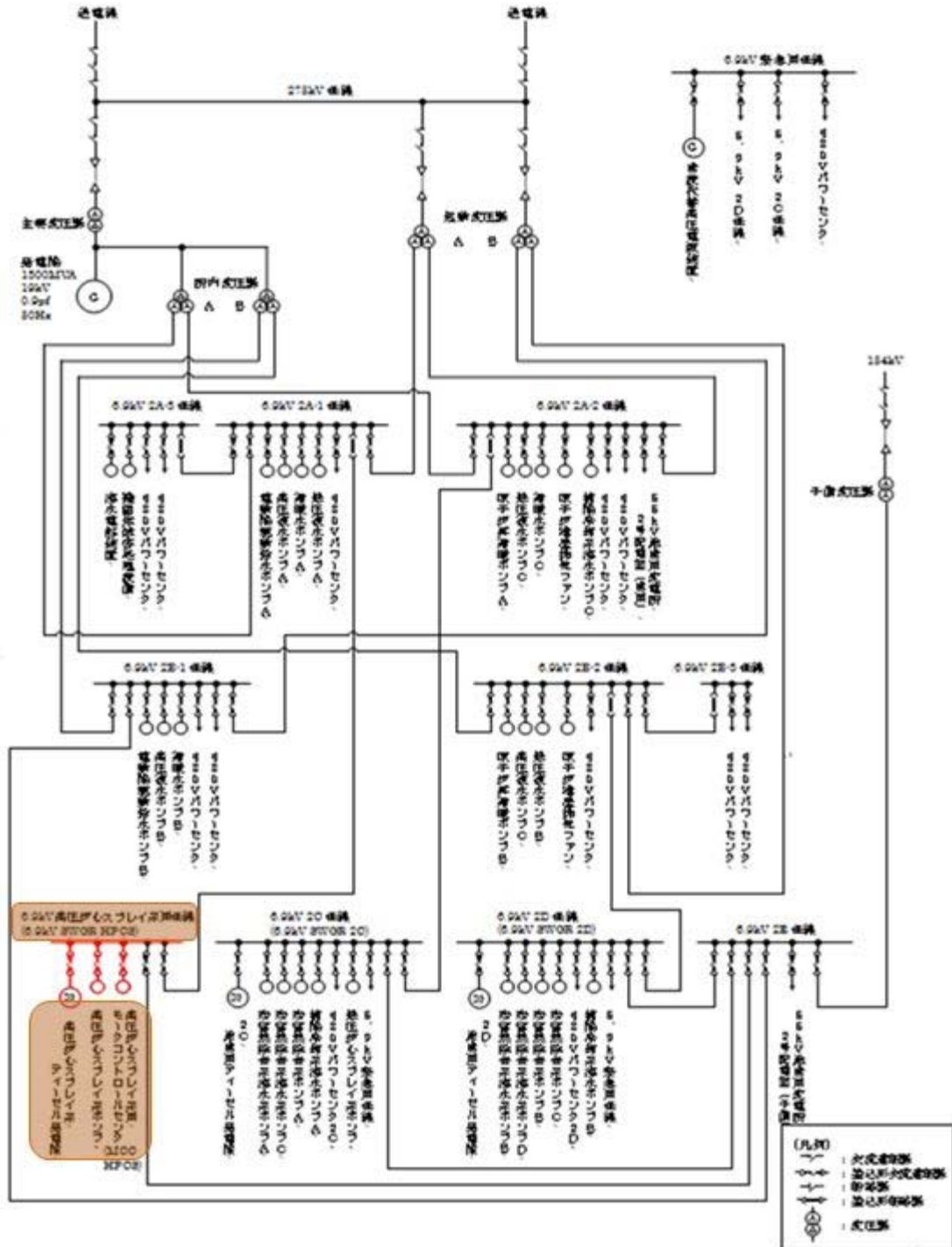
第 12 図 非常用電源系 (SWGR, P/C(2C))

- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(AO弁、MO弁)



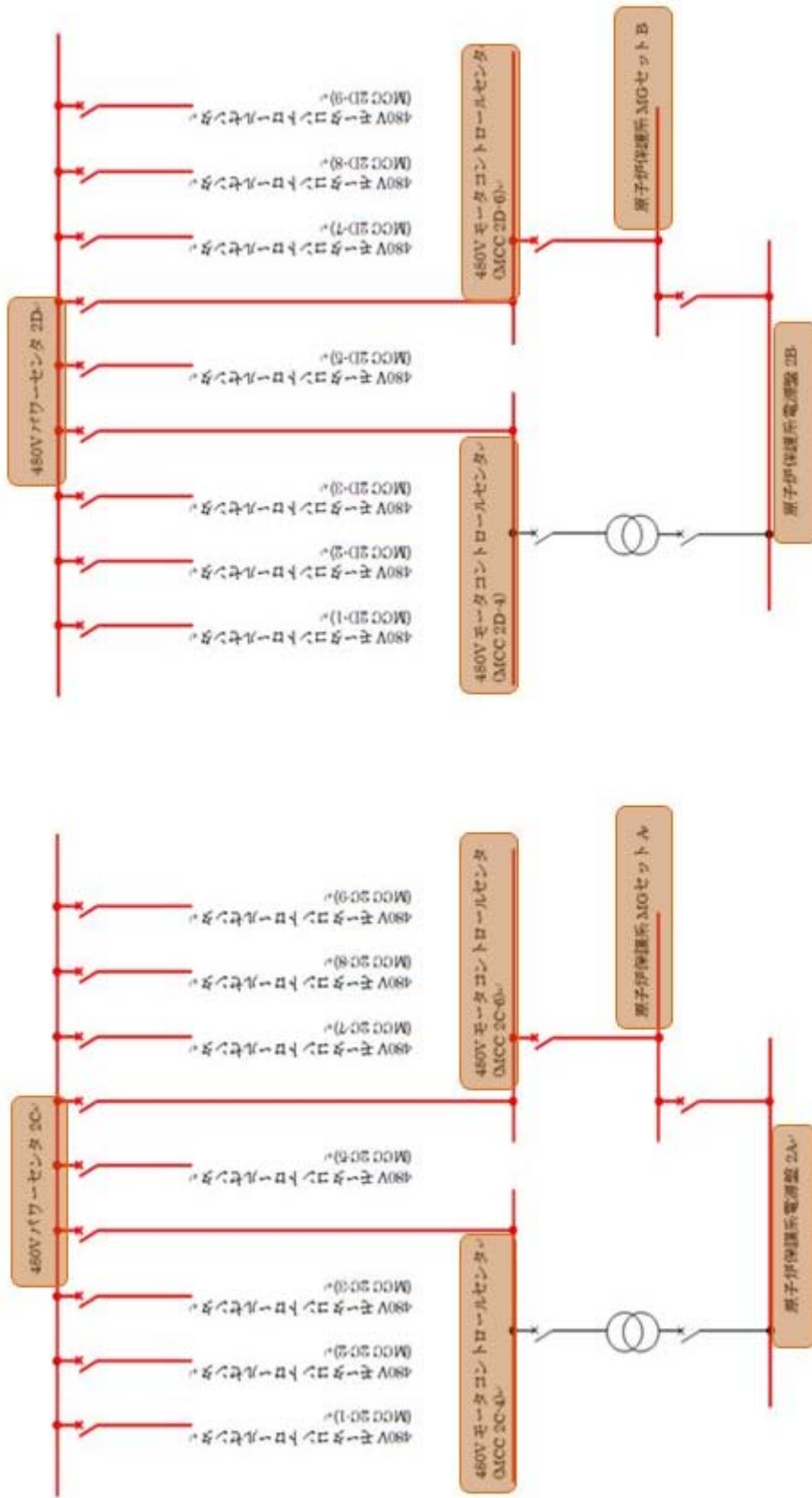
第 12 図 非常用電源系 (SWGR, P/C(2D))

- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(A0弁、M0弁)

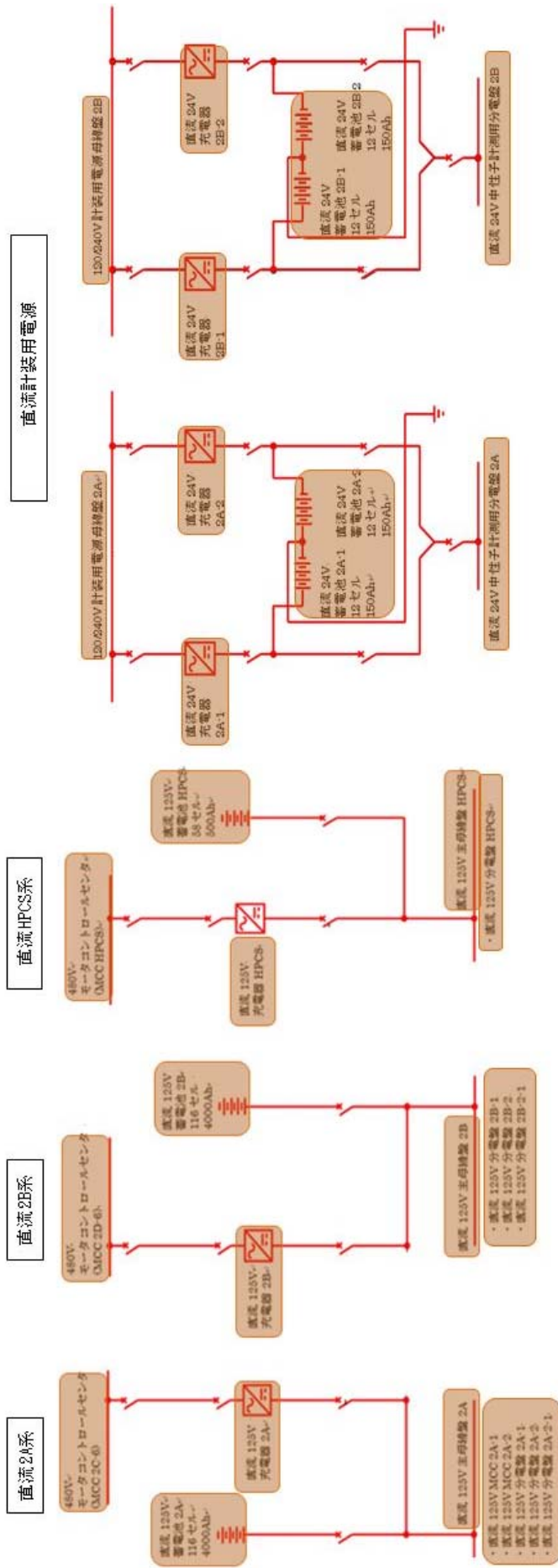


第 12 図 非常用電源系 (SWGR, P/C(HPCS))

- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するために必要なライン
- ▭ 原子炉の安全停止に必要な機器
- (---) 他系統との境界の弁(A0弁、M0弁)



第12図 非常用電源系(MCC(2C, 2D))



- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するための必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- ⋯⋯ 他系統との境界の弁(A0弁、M0弁)

第13図 非常用電源系(直流電源系)

添付資料 3

東海第二発電所における換気空調設備の
「原子炉の安全停止に必要な機器」への
抽出について

東海第二発電所における換気空調設備の
「原子炉の安全停止に必要な機器」への抽出について

1. はじめに

東海第二発電所において、原子炉の安全停止に必要な機器の設置場所は、その室温が機器の設計温度以下となるように換気空調設備による除熱を実施している。

単一の火災を想定し換気空調設備が停止した場合、室温が機器の最高使用温度を超え、原子炉の安全停止に必要な機器の機能喪失が考えられる。

本資料では、原子炉隔離時冷却系ポンプ室を対象に換気空調設備が停止した場合における室温の評価を実施し、換気空調設備が原子炉の安全停止に必要な機器になり得るかの評価結果を示す。

2. 評価対象とする換気空調設備

原子炉隔離時冷却系ポンプ室は、第 1 表に示す換気空調設備により除熱をしている。

第 1 表

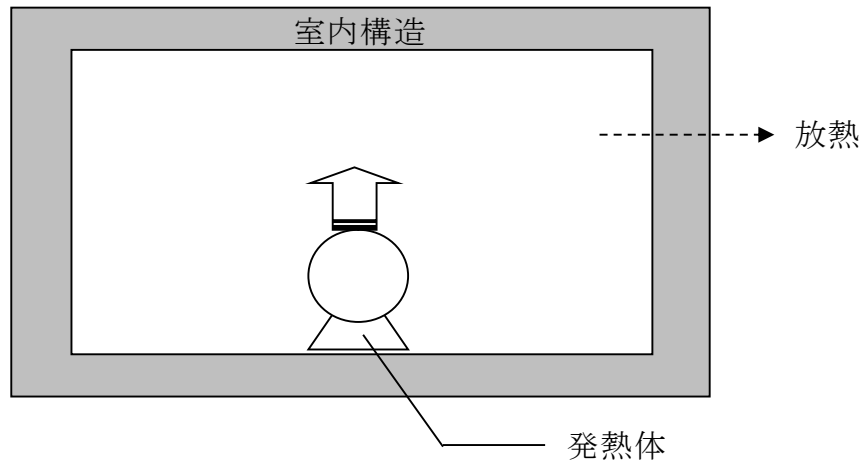
原子炉の安全停止に必要な機器	換気空調設備
原子炉隔離時冷却系(ポンプ他)	原子炉隔離時冷却系ポンプ・タービン室空調機(AH2-4)

3. 換気空調設備停止時における室温評価

3.1 室温評価方法

換気空調設備停止により、室内除熱効果が喪失するため室内温度が上がり始め、最終的には、室内発熱量と室外への放出熱量が平衡状態となるまで室温が上昇する。

室温評価では、室内の構造体、室内温度、室内発熱量、室外温度などに基づき、室内熱不可と躯体放熱バランスから、一定時間後の室内温度を確認する。



$$TR' = TR + \frac{t \times (q - qi)}{60 \times (\text{室内熱容量})}$$

$$qi = \sum K \times A \times (TR - T_o)$$

TR' : 単位時間経過後の室温(°C)
TR : 初期室温(°C)
t : 経過時間(分)
q : 室内発熱量(W)
qi : 室外への放熱量(W)
K : 構造体境界壁の熱透過率(W/m²°C)
A : 構造体境界壁の表面積(m²)
T_o : 室外温度(°C)

3.2 室温評価条件

3.2.1 室内の熱容量

機器・配管等の質量及び保有水量及び空気(室容積)を考慮した。

3.2.2 初期室温、室外温度

夏季通常運転中の設計室温とした。

3.2.3 室内発熱量

当該室に設置された機器本体及び配管からの発熱量を考慮した。

3.2.4 換気条件

換気系停止のため、風による除熱は見込まない。但し、RCIC室は躯体貫通部の気流による除熱があるためこれを考慮する。

3.3 評価結果

原子炉隔離時冷却系ポンプ室は、単一の火災後24時間まで換気空調設備の運転が実施されなかった場合の室温と機器の最高使用温度を第2表に示す。

第2表

原子炉の安全停止に必要な機器	換気空調設備	対象場所	初期室内温度(℃)	温度制限(℃)	評価温度(℃)	評価
原子炉隔離時冷却材ポンプ	原子炉隔離時冷却系ポンプ・タービン室空調機(AH2-4)	原子炉隔離時冷却系ポンプ室	40	66	63.5	○

4. 結論

3.3 評価結果より、原子炉隔離時冷却系ポンプ室の換気空調機の停止により、原子炉の安全停止に必要な機器の機能喪失は起こらない。したがって、原子炉隔離時冷却系ポンプ・タービン室空調機は原子炉の安全停止に必要な機器ではない。

なお、その他の非常用炉心冷却系ポンプに係る換気空調機は、原子炉の安全停止に必要な機器として抽出する。

添付資料 4

東海第二発電所

非常用母線における影響について

東海第二発電所 非常用母線における影響について

1. はじめに

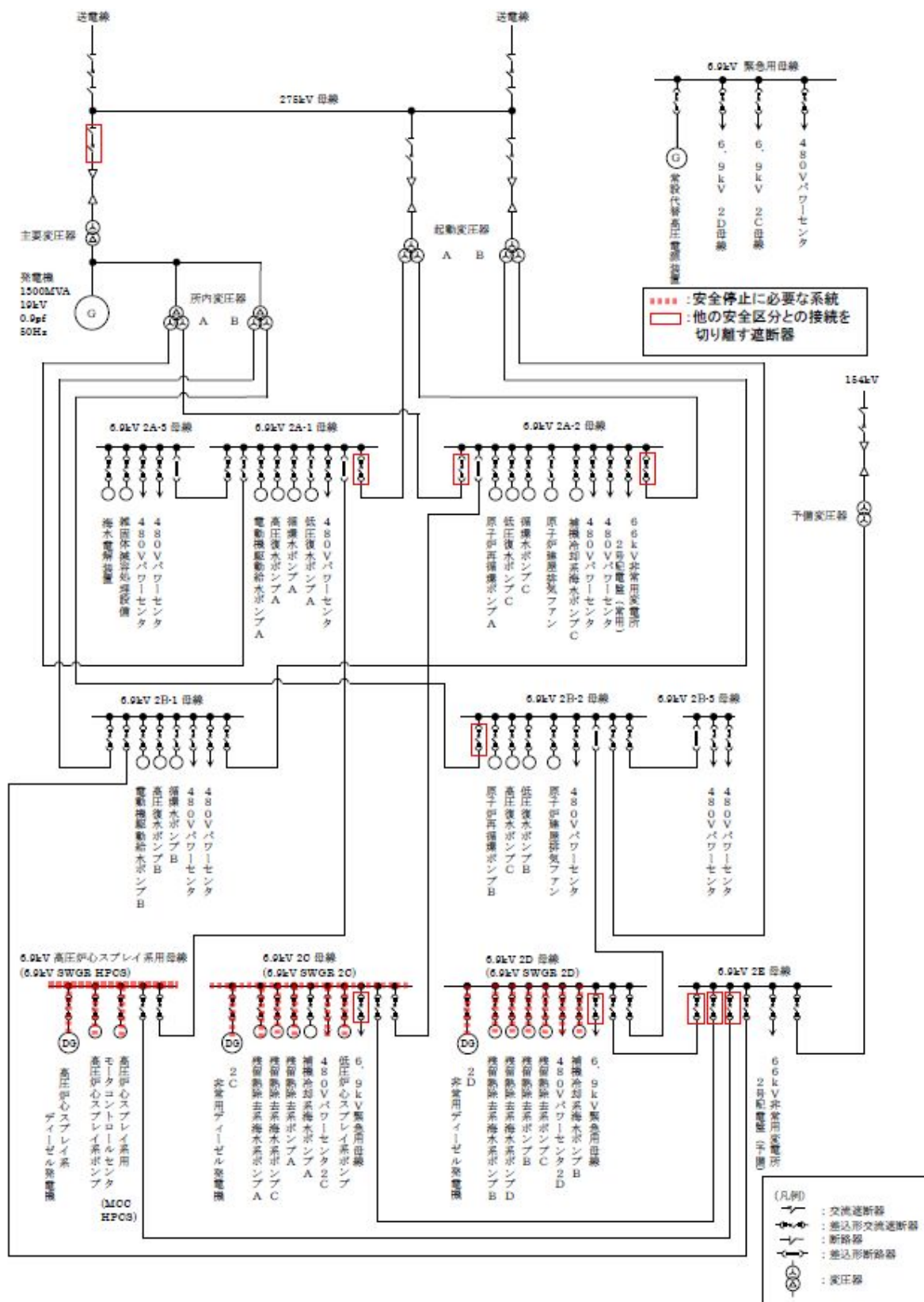
東海第二発電所における，原子炉の安全停止に必要な機器の非常用電源系統に単一の内部火災を想定した場合においても，火災が発生していない区域の非常用母線が，影響を受けないことを以下に示す。

2. 非常用母線における火災発生時の影響について

東海第二発電所の非常用母線は，常用母線を介して予備電源等と接続されている。しかし，原子炉の安全停止に必要な電源系統は，予備電源等と切り離す遮断器が設置されていることから，分離は可能である。

非常用母線，又は直流母線に単一の火災が発生しても，火災が発生していない区域の非常用母線，又は直流母線は影響を受けないことを以下に示す。

東海第二発電所の非常用母線のいずれかで火災が発生した場合にも，以下のとおり系統は分離されており，機能は喪失しない。



第1図 非常用母線の接続状況

3. 非常用母線における火災発生時の影響について

東海第二発電所における「原子炉の安全停止に必要な機器の非常用母線（以下、「非常用母線」という。）」に単一の内部火災を想定した場合においても、以下のとおり系統は分離する計画であり、機能喪失しない。

3.1 耐火壁による分離

安全区分Ⅰ（2C系）、Ⅱ（2D系）、Ⅲ（HPCS系）の各安全区分に給電する遮断器は、それぞれ3時間の耐火能力を有する耐火壁により囲まれた火災区域として耐火壁を追設する設計であるため、火災の影響を受けることはない。

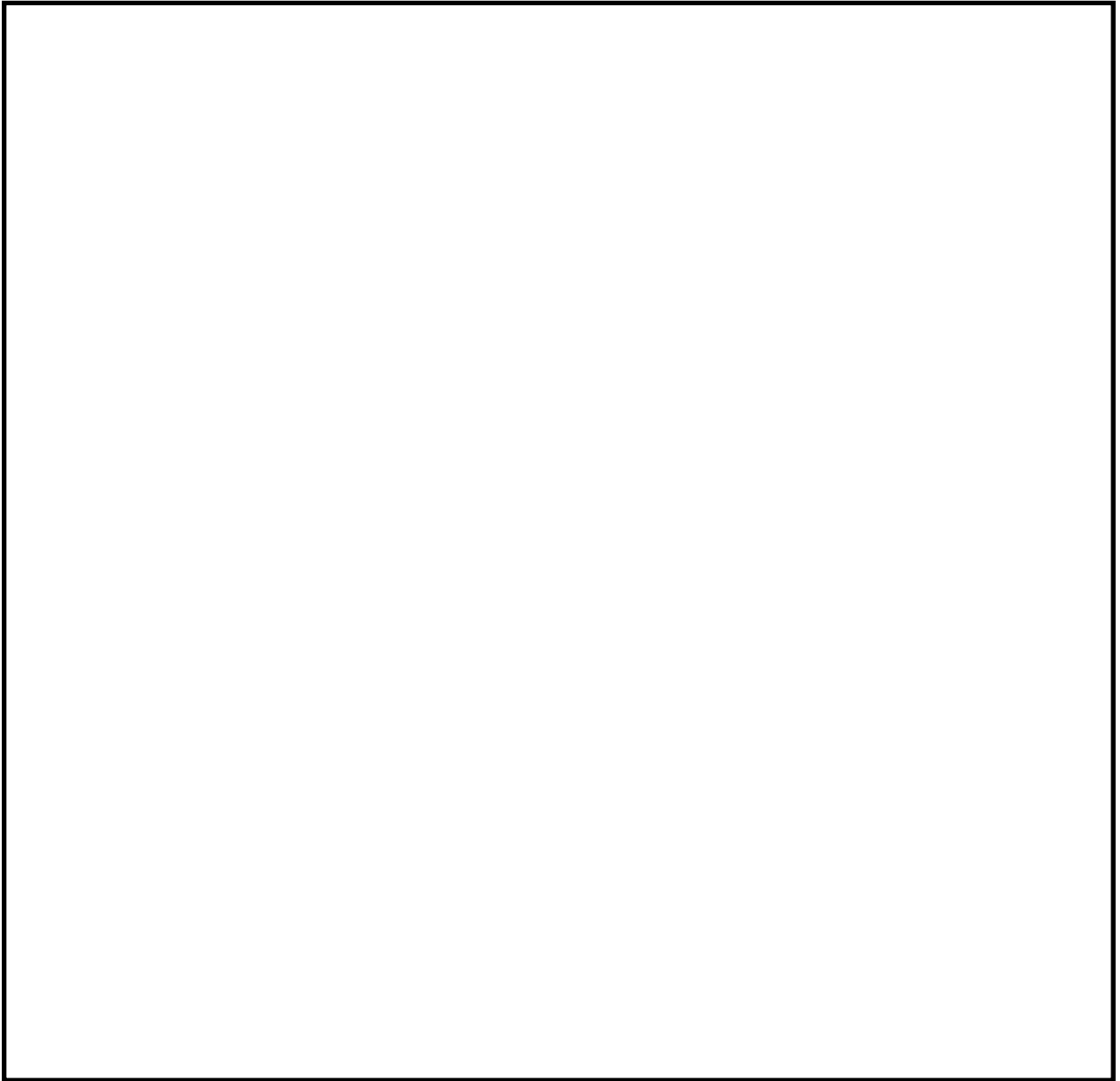
非常用母線の火災区域による分離を第2図に示す。

3.2 電気回路による分離

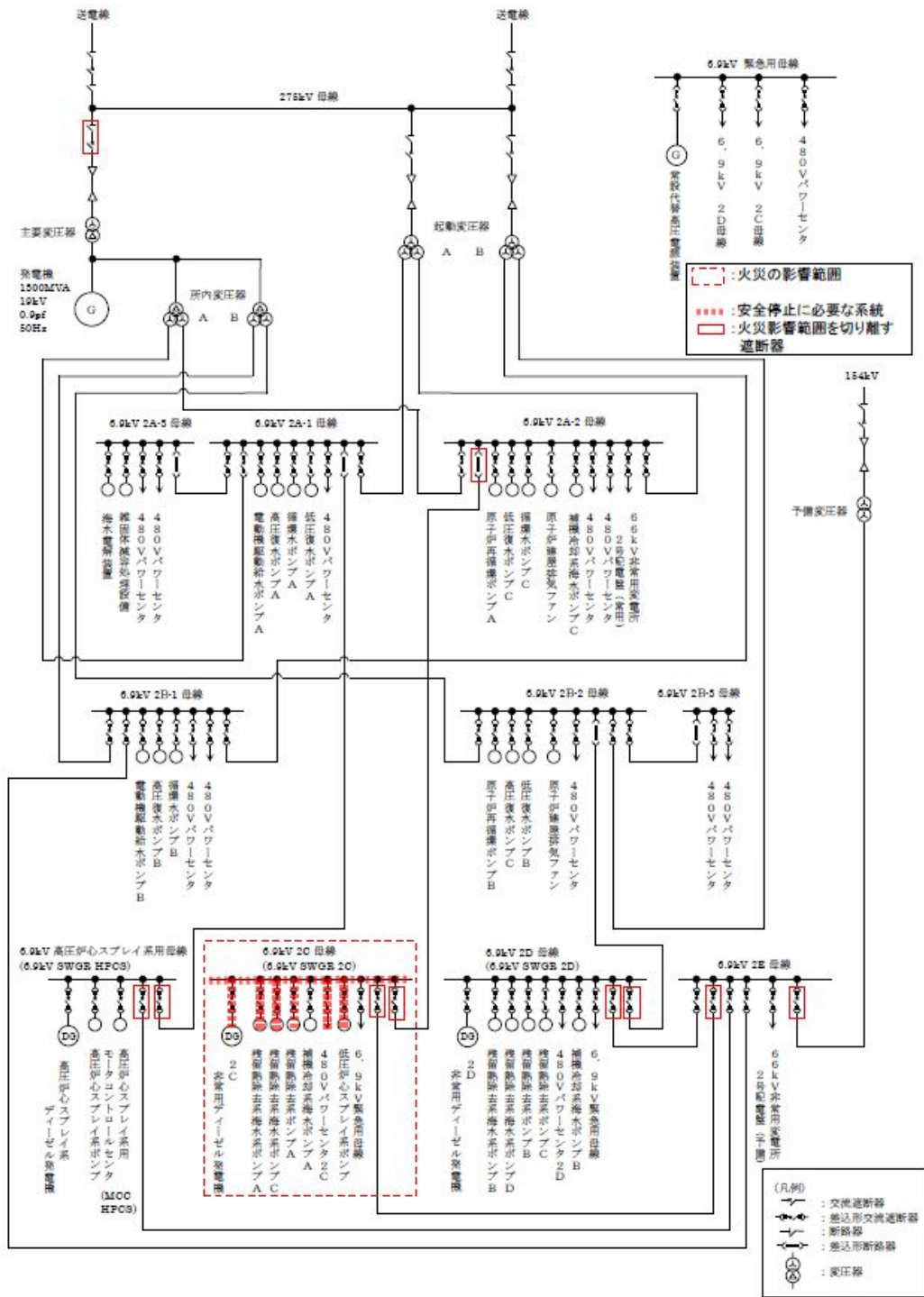
東海第二発電所の安全区分Ⅰ（2C系）、Ⅱ（2D系）、Ⅲ（HPCS系）の非常用母線には、常用母線からの受電ラインに遮断器が設置され、過電流による過熱防止用の遮断器が設置されている。

よって、1つの区分の非常用母線に火災が発生し短絡等の異常が発生し、短絡等の異常が発生した場合には、遮断器により電氣的に分離され、非常用ディーゼル発電機に電源供給が切り替わることから、その他の非常用母線は火災の影響を受けない。

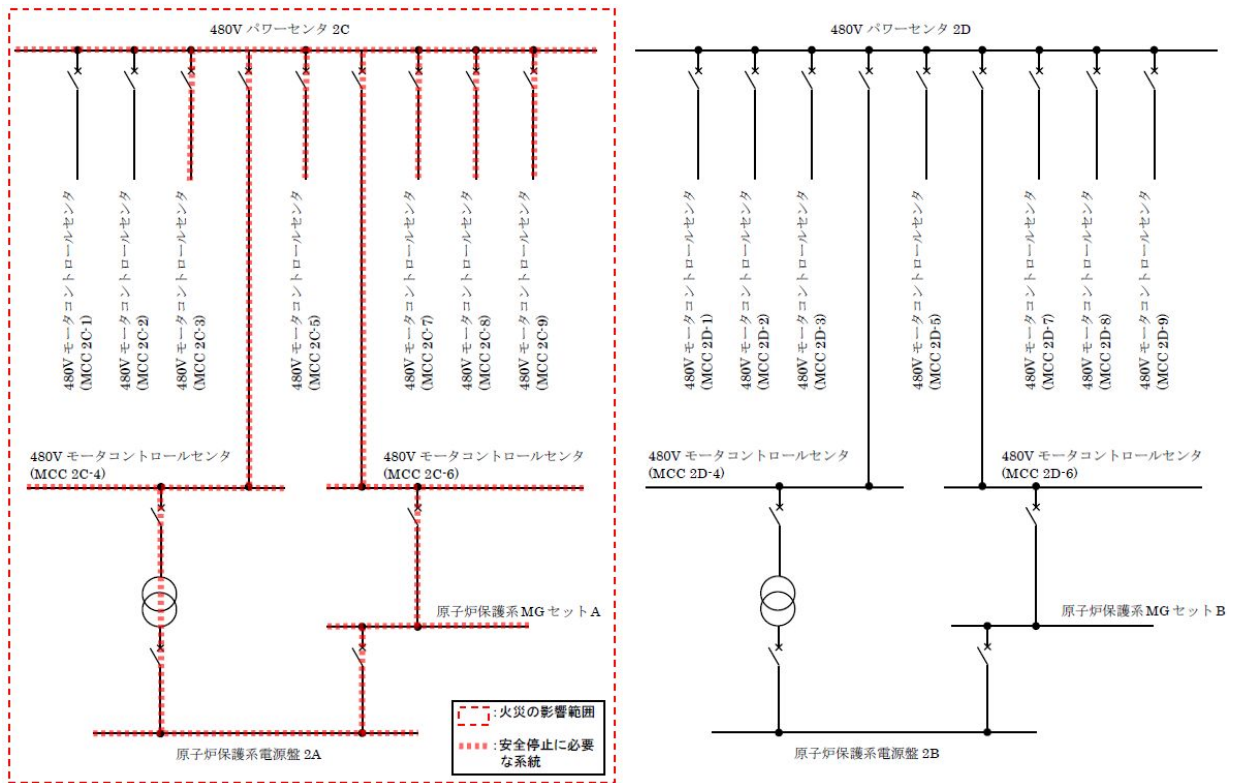
非常用母線の電気回路による分離を第3、4図に示す。



第 2 図 非常用母線の耐火壁による分離



第3図 非常用母線の区分分離（区分2Cの例）



第4図 パワーセンタ及びモータコントロールセンタの区分分離
(区分2Cの例)

東海第二発電所の直流母線における火災発生時の影響について

1. はじめに

東海第二発電所における非常用の直流母線は、充電器と蓄電池に接続している(以下、「直流電源設備」という。)。直流電源設備に単一の内部火災を想定した場合においても、火災が発生していない区域の直流電源設備が、影響を受けないことを以下に示す。

2. 直流電源設備における火災発生時の影響について

東海第二発電所における非常用の直流電源設備のいずれかで火災が発生した場合にも、以下のとおり、系統は分離され機能が喪失しない。

2.1 区域による分離

3系統の直流電源設備は、1系統の故障が他系統に影響しないよう、直流電源設備の各区分の機器を耐火壁の追設により分離して配置する計画である。直流電源設備の区域による分離を第5図に示す。

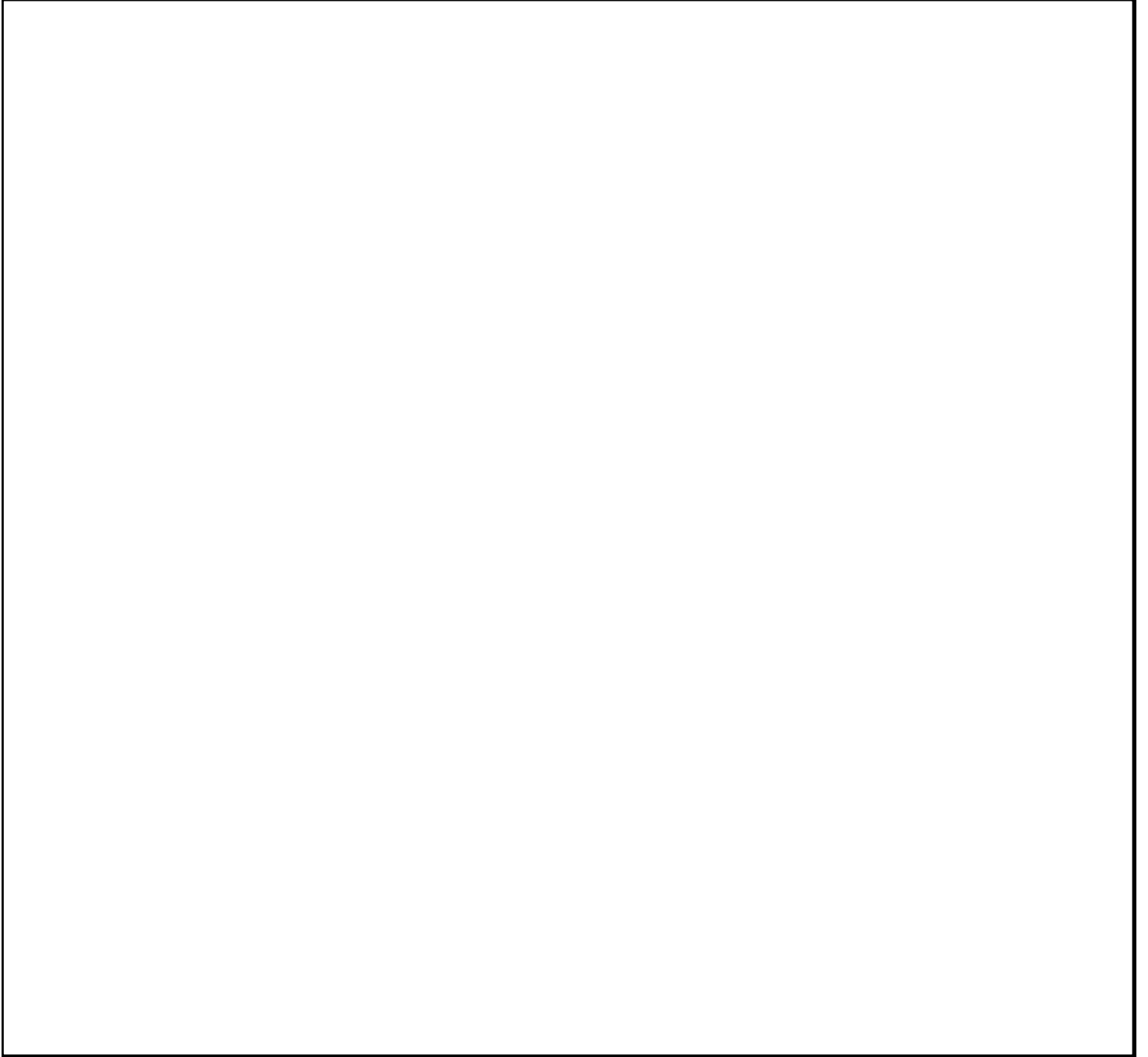
2.2 遮断器による電气的分離

異区分の非常用電源設備を接続する場合、充電器に遮断器を設け、電気事故が発生した場合、故障箇所を隔離し、他の系統へ影響をおよぼさない設計とする。遮断器による電气的分離を第6図に示す。

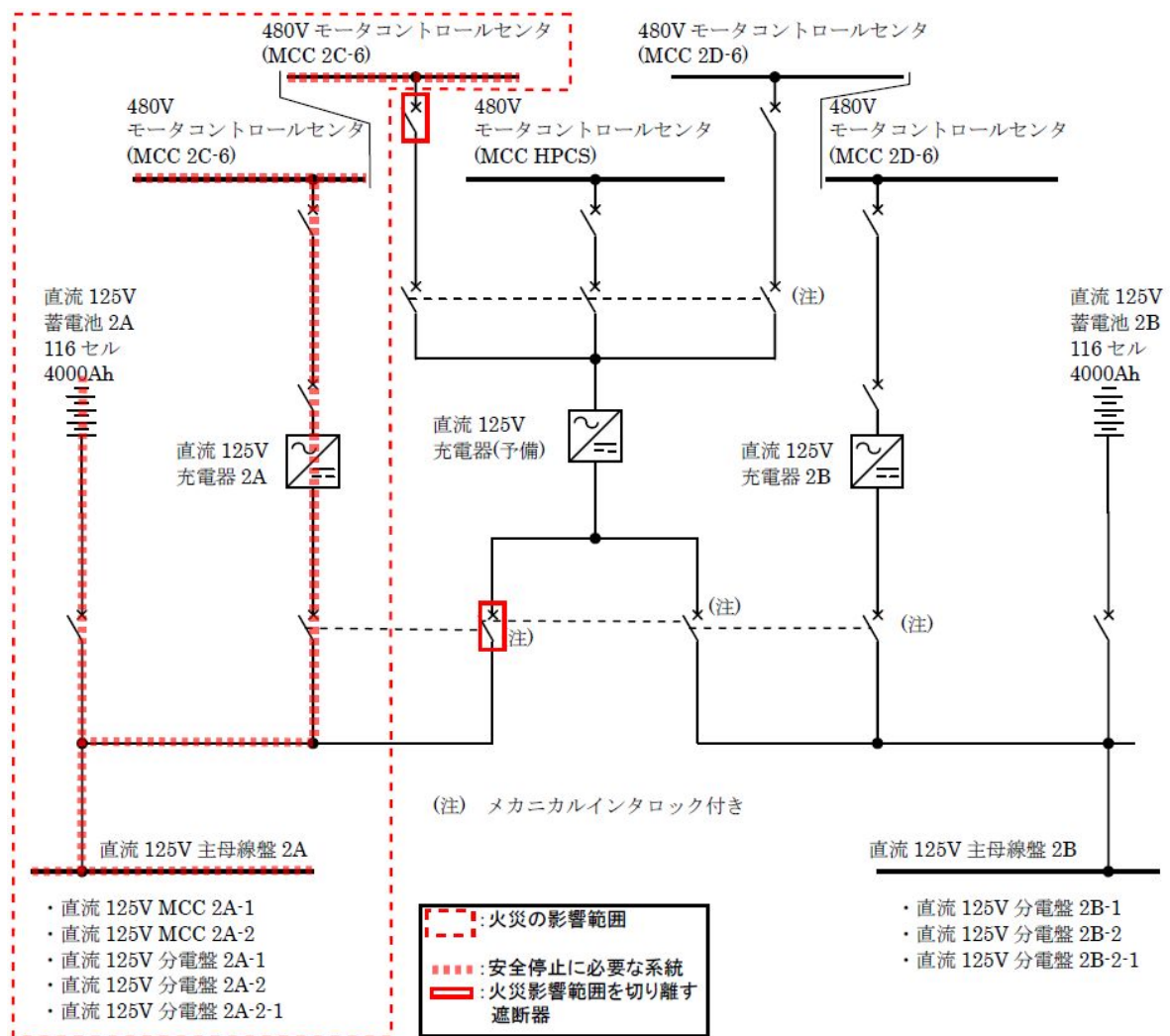
2.3 メカニカルインターロックによる物理的分離

区分Ⅰ，Ⅱ，Ⅲは，予備充電器のラインを介してそれぞれに給電できる設計であるが，区分Ⅰ，Ⅱ，Ⅲが電氣的に接続状態とならないように，メカニカルインターロックを設置することにより，物理的に分離している。

メカニカルインターロックによる物理的分離を第6図に示す。



第5図 直流電源設備の区域による分離



第 6 図 直流電源設備の分離（区分 I の例）

添付資料 5

東海第二発電所における

原子炉の安全停止に必要な機能を達成する

ための機器リスト

機能	機器番号	機器名称	種類	対策	備考		
原子炉圧力 容器バウン ダリ機能		主蒸気内側隔離弁(A)	空気作動弁	否	当該弁は通常開、機能要求時閉の弁である。火災により影響を受け、機能喪失した場合は、フェイル・クローズ設計であり、機能要求を満たす。万が一当該弁が誤動作した場合、同ラインの下流の格納容器外側に隔離弁があり二重化されている。したがって、火災の影響により系統機能に影響をおよぼすものではない。		
		主蒸気内側隔離弁(B)	空気作動弁	否	"		
		主蒸気内側隔離弁(C)	空気作動弁	否	"		
		主蒸気内側隔離弁(D)	空気作動弁	否	"		
		主蒸気外側隔離弁(A)	空気作動弁	否	当該弁は通常開、機能要求時閉の弁である。火災により影響を受け、機能喪失した場合は、フェイル・クローズ設計であり、機能要求を満たす。万が一当該弁が不動作を考慮しても、異なる電源区分から電源供給し多重化しており、同系統上流側の内側隔離弁があり二重化している。したがって、火災の影響により系統機能に影響をおよぼすものではない。		
		主蒸気外側隔離弁(B)	空気作動弁	否	"		
		主蒸気外側隔離弁(C)	空気作動弁	否	"		
		主蒸気外側隔離弁(D)	空気作動弁	否	"		
		主蒸気ドレンライン内側隔離弁	電動弁	要			
		主蒸気ドレンライン外側隔離弁	電動弁	要			
		CW吸込ライン内側隔離弁	電動弁	否	当該弁は通常時閉、機能要求時閉の弁である。当該弁が火災により影響を受けた場合、同系統の下流に隔離弁があり弁が二重化されていることから、火災の影響により系統機能に影響をおよぼすものではない。また、CW系は閉じた系となっている。		
		CW吸込ライン外側隔離弁	電動弁	否	当該弁は通常時閉、機能要求時閉の弁である。当該弁が火災により影響を受けた場合、同系統の上流に隔離弁があり弁が二重化されていることから、火災の影響により系統機能に影響をおよぼすものではない。また、CW系は閉じた系となっている。		
		過剰反応度の印加防止		制御棒カップリング	カップリング	否	不燃材で構成されていること、原子炉格納容器内に設置されることにより、火災が発生するおそれはない。
				制御棒駆動機構カップリング	カップリング	否	不燃材で構成されていること、原子炉格納容器内に設置されることにより、火災が発生するおそれはない。

機能	機器番号	機器名称	種類	対策	備考
過剰反応度の印加防止		制御棒駆動機構ラッチ機構	ラッチ機構	否	不燃材で構成されていること、原子炉格納容器内に設置されることにより、火災が発生するおそれはない。
炉心形状の維持		炉心支持構造物	支持構造物	否	不燃材で構成されていること、原子炉圧力容器内に設置されることにより、火災が発生するおそれはない。
原子炉緊急停止未臨界維持		燃料集合体(燃料除く)	燃料集合体	否	不燃材で構成されていること、原子炉圧力容器内に設置されることにより、火災が発生するおそれはない。
		水圧制御ユニット(スクラム弁含む)	電磁弁、容器	否	火災によって電磁弁が機能喪失するとスクラム動作し、万が一、電磁弁が不動作の場合は電源を切ることでスクラム動作させることが可能であるため、系統機能に影響をおよぼすものではない。また、容器(窒素容器、アキュムレータ)は不燃材で構成されるため、火災の影響を受けない。
		ほう酸水貯蔵タンク	タンク	否	ほう酸水注入系が機能喪失しても、未臨界維持機能としては、制御棒による系があるため、当該機能は火災が発生しても機能に影響がおよぼおそれはない。
		ほう酸水注入ポンプ(A)	ポンプ	否	
		ほう酸水注入ポンプ(B)	ポンプ	否	
		SLOC貯蔵タンク出口弁(A)	電導弁	否	
		SLOC貯蔵タンク出口弁(B)	電導弁	否	
		SLOC爆破弁(A)	コネクタ	否	
SLOC爆破弁(B)		コネクタ	否		
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止/安全弁及び逃がし弁の吹き止まり		主蒸気逃がし安全弁(安全弁機能)	安全弁	否	
原子炉停止後の除熱機能		逃がし安全弁(A)	空気作動弁	否	格納容器内に設置され、火災が発生するおそれはない。逃がし安全弁は火災防護対象としているADS機能付き用電磁弁により、安全停止に必要な機能を確保する
		逃がし安全弁(B) ※ADS	空気作動弁	要	
		逃がし安全弁(C) ※ADS	空気作動弁	要	
		逃がし安全弁(D)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(E)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(F) ※ADS	空気作動弁	要	
		逃がし安全弁(G)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(H) ※ADS	空気作動弁	要	
		逃がし安全弁(J)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(K) ※ADS	空気作動弁	要	
		逃がし安全弁(L) ※ADS	空気作動弁	要	
	逃がし安全弁(M)	空気作動弁	否		
	逃がし安全弁(N)	空気作動弁	否		
	逃がし安全弁(P)	空気作動弁	否		
	逃がし安全弁(R) ※ADS	空気作動弁	要		

機能	機器番号	機器名称	種類	対策	備考		
原子炉停止後の除熱機能		逃がし安全弁(S)	空気作動弁	否	逃がし安全弁は火災防護対象としているADS機能付き用電磁弁により、安全停止に必要な機能を確保する		
		逃がし安全弁(U)	空気作動弁	否			
		逃がし安全弁(V)	空気作動弁	否			
		RCICポンプ	ポンプ	要			
		RCICタービン	タービン	要			
		RCIC CST側吸込弁	電動弁	要			
		RCIC S/P側吸込隔離弁	電動弁	要			
		RCIC注入弁	電動弁	要			
		RCIC最小流量バイパス弁	電動弁	要			
		RCIC冷却水ライン止め弁	電動弁	要			
		RCICタービン止め弁	電動弁	要			
		RCICタービントリップ弁	電動弁	要			
		RCIC蒸気加減弁	油圧作動弁	要			
		RCIC蒸気ライン内側隔離弁	電動弁	要			
		RCIC蒸気ライン外側隔離弁	電動弁	要			
		RCICタービン排気ライン隔離弁	電動弁	要			
		RCIC真空ポンプ吐出ライン隔離弁	電動弁	要			
		RCIC復水ポンプ	ポンプ	要			
		RCIC真空ポンプ	ポンプ	要			
				RCIC試験用調節弁	電動弁	否	当該弁は系統試運転用の弁であり、通常閉、機能要求時も閉である。火災影響により機能喪失した場合も通常時と機能要求時で状態が変わらないこと、万が一、誤作動した場合であっても二重化されていることから、火災により系統機能に影響をおよぼすものではない。
		RCICタービン入口ドレンライン第一止め弁	空気作動弁	要			
		RCIC復水ポンプ出口ドレンライン第一止め弁	空気作動弁	要			
		RCIC復水ポンプ出口ドレンライン第二止め弁	空気作動弁	要			
原子炉停止後の除熱機能/炉心冷却機能		RHRポンプ(A)	ポンプ	要			
		RHRポンプ(B)	ポンプ	要			
		RHRポンプ(C)	ポンプ	要			
		RHRポンプ吸込隔離弁(A)	電動弁	要			
		RHRポンプ吸込隔離弁(B)	電動弁	要			
		RHRポンプ吸込隔離弁(C)	電動弁	要			
		RHR注入隔離弁(A)	電動弁	要			
		RHR注入隔離弁(B)	電動弁	要			
		RHR注入隔離弁(C)	電動弁	要			
		RHR最小流量バイパス弁(A)	電動弁	要			
		RHR最小流量バイパス弁(B)	電動弁	要			
		RHR最小流量バイパス弁(C)	電動弁	要			
				RHR系熱交換器(A)	熱交換器	否	不燃材で構成され、火災による影響を受けない

機能	機器番号	機器名称	種類	対策	備考
原子炉停止後の除熱機能/炉心冷却機能 ※サブプレッションプール冷却モードにて使用 ※操作に時間的余裕があり消火後に現場操作が可能であるため、影響軽減対策は実施しない。		RHR系熱交換器(B)	熱交換器	否	"
		RHR試験用調節弁(A)*	電動弁	要	
		RHR試験用調節弁(B)*	電動弁	要	
		RHR試験用調節弁(C)*	電動弁	要	
		RHR停止時冷却内側隔離弁	電動弁	要	
		RHR停止時冷却外側隔離弁*	電動弁	要	
		RHR(A)停止時冷却ポンプ吸込弁	電動弁	要	
		RHR(B)停止時冷却ポンプ吸込弁	電動弁	要	
		RHR(A)停止時冷却戻り外側隔離弁*	電動弁	要	
		RHR(B)停止時冷却戻り外側隔離弁*	電動弁	要	
		RHR熱交換器バイパス弁(A)	電動弁	要	
		RHR熱交換器バイパス弁(B)	電動弁	要	
		RHR D/Wスプレイ第一隔離弁(A)	電動弁	否	格納容器スプレイ機能時に使用するものであり、火災により機能要求されるものではない。
		RHR D/Wスプレイ第一隔離弁(B)	電動弁	否	"
		RHR S/Cスプレイ隔離弁(A)	電動弁	否	"
		RHR S/Cスプレイ隔離弁(B)	電動弁	否	"
		RHR暖気ライン止め弁(A)	電動弁	否	当該弁は他系統と連絡する弁だが、通常時閉で機能要求時も閉である。仮に火災により影響を受けたとしても、通常時と機能要求時の状態は変わらず、万が一の誤動作を考慮しても、弁は異なる電源区分から供給され二重化されているため、火災により系統機能に影響をおよぼすものではない。
		RHR暖気ライン止め弁(B)	電動弁	否	"
		RHRサンプリング第一止め弁(A)	空気作動弁	否	"
		RHRサンプリング第一止め弁(B)	空気作動弁	否	"
		RHRヘッドスプレイライン止め弁	電動弁	否	格納容器スプレイ機能時に使用するものであり、火災により機能要求されるものではない。
		RHR廃棄物処理系移送ライン第一止め弁	電動弁	否	当該弁は他系統と連絡する弁だが、通常時閉で機能要求時も閉である。仮に火災により影響を受けたとしても、通常時と機能要求時の状態は変わらず、万が一の誤動作を考慮しても、弁は異なる電源区分から供給され二重化されているため、火災により系統機能に影響をおよぼすものではない。
		RHR FCS冷却水ライン止め弁(A)	電動弁	否	"
RHR FCS冷却水ライン止め弁(B)	電動弁	否	"		
事故時サンプリングライン第一止め弁	電動弁	否	"		
HPCSポンプ	ポンプ	要			
HPCS CST側吸込弁	電動弁	要			

機能	機器番号	機器名称	種類	対策	備考		
炉心冷却機能		HPCS S/P側吸込隔離弁	電動弁	要			
		HPCS注入隔離弁	電動弁	要			
		HPCS最小流量バイパス弁	電動弁	要			
		HPCS CST側第一試験用調節弁	電動弁	否	当該弁は系統試験用であり、通常閉、機能要求時閉である。火災の影響で機能喪失した場合、通常時と機能要求時で状態が変わらず、万が一誤作動した場合でも二重化されていることから、火災により系統機能に影響をおよぼすものではない。		
		HPCS S/P側試験用調節弁	電動弁	否	”		
		復水貯蔵タンク	タンク	否	不燃材で構成され、火災による影響を受けない		
		LPCSポンプ	ポンプ	要			
		LPCSポンプ吸込隔離弁	電動弁	要			
		LPCS注入隔離弁	電動弁	要			
		LPCS最小流量バイパス弁	電動弁	要			
		LPCS試験用調節弁	電動弁	否	当該弁は系統試験用であり、通常閉、機能要求時閉である。火災の影響で機能喪失した場合、通常時と機能要求時で状態が変わらず、万が一誤作動した場合でも二重化されていることから、火災により系統機能に影響をおよぼすものではない。		
		サポート系 (制御設備)		非常用炉心冷却制御盤	盤	要	
				原子炉制御盤	盤	要	
				原子炉保護系(A)継電器盤	盤	要	
原子炉保護系(B)継電器盤	盤			要			
プロセス計装盤	盤			要			
原子炉廻り温度記録計盤	盤			要			
プロセス計装盤	盤			要			
RHR(B)(C)盤(区分Ⅱ)	盤			要			
RCIC盤	盤			要			
INBOARDリレー盤(区分Ⅱ)	盤			要			
OUTBOARDリレー盤(区分Ⅰ)	盤			要			
HPCS盤	盤			要			
ADS盤(A)	盤			要			
LPCS、RHR(A)盤(区分Ⅰ)	盤			要			
ADS(B)盤	盤			要			
LDS盤(区分Ⅰ)	盤			要			
RADIATION MON(A)盤	盤			要			
RADIATION MON(B)盤	盤			要			
LDS(区分Ⅱ)盤	盤			要			
サプレッションプール水温度監視盤	盤			要			
ATS RPS CH(A)盤	盤			要			
ATS RPS CH(B)盤	盤			要			

機能	機器番号	機器名称	種類	対策	備考
サポート系 (制御設備)		ATS RPS CH(C)盤	盤	要	
		ATS RPS CH(D)盤	盤	要	
		ECCS(区分Ⅰ)トリップユニット盤	盤	要	
		ECCS(区分Ⅱ)トリップユニット盤	盤	要	
		ECCS(区分Ⅲ)トリップユニット盤	盤	要	
		所内電源制御盤	盤	要	
		タービン補機制御盤	盤	要	
		換気制御盤	盤	要	
		SGTS & FRVS(A)制御盤	盤	要	
		SGTS & FRVS(B)制御盤	盤	要	
		タービン補機補助継電器盤	盤	要	
		タービン補機盤	盤	要	
		2C非常用ディーゼル発電機制御盤	盤	要	
		2D非常用ディーゼル発電機制御盤	盤	要	
		HPCS非常用ディーゼル発電機制御盤	盤	要	
		RCIC TURBINE CONTROL BOX	盤	要	
		中央制御室外原子炉停止制御盤	盤	要	
サポート系 (非常用 ディーゼル 発電設備(燃 料移送系を 含む))		非常用ディーゼル発電設備(2C)	その他	要	DG構成機器については、設備一 式として選定
		非常用ディーゼル発電設備(2D)	その他	要	"
		非常用ディーゼル発電設備(HPCS)	その他	要	"
		燃料ディタンク(2C)	タンク	要	
		燃料ディタンク(2D)	タンク	要	
		燃料ディタンク(HPCS)	タンク	要	
サポート系 (非常用 ディーゼル 発電設備(燃 料移送系を 含む))		軽油貯蔵タンク	タンク	要	
		燃料移送ポンプ(A)	ポンプ	要	
		燃料移送ポンプ(B)	ポンプ	要	
		燃料移送ポンプ(C)	ポンプ	要	
サポート系 (非常用交流 電源設備)		6.9kV SWGR 2C	電気設備	要	
		6.9kV SWGR 2D	電気設備	要	
		6.9kV SWGR HPCS	電気設備	要	
		480Vパワーセンタ2C	電気設備	要	
		480Vパワーセンタ2D	電気設備	要	
		400 2C-3	電気設備	要	
		400 2C-4	電気設備	要	
		400 2C-5	電気設備	要	
		400 2C-6	電気設備	要	
		400 2C-7	電気設備	要	
400 2C-8	電気設備	要			
400 2C-9	電気設備	要			

機能	機器番号	機器名称	種類	対策	備考
サボ一ト系 (非常用交流 電源設備)		MCC 2D-3	電気設備	要	
		MCC 2D-4	電気設備	要	
		MCC 2D-5	電気設備	要	
		MCC 2D-8	電気設備	要	
		MCC 2D-7	電気設備	要	
		MCC 2D-8	電気設備	要	
		MCC 2D-9	電気設備	要	
		MCC HPCS	電気設備	要	
		120/240V計装用電源母線盤(2A)	電気設備	要	
		120/240V計装用電源母線盤(2B)	電気設備	要	
		120/240V計装用電源母線盤	電気設備	要	
		原子炉保護系電源盤2A	電気設備	要	
		原子炉保護系電源盤2B	電気設備	要	
サボ一ト系 (直流電源設備)		直流125V主母線盤2A	電気設備	要	
		直流125V主母線盤2B	電気設備	要	
		直流125V主母線盤HPCS	電気設備	要	
		直流125V MCC 2A-1	電気設備	要	
		直流125V MCC 2A-2	電気設備	要	
		直流125V分電盤2A-1	電気設備	要	
		直流125V分電盤2A-2	電気設備	要	
		直流125V分電盤2B-1	電気設備	要	
		直流125V分電盤2B-2	電気設備	要	
		直流125V分電盤2A-2-1	電気設備	要	
		直流125V分電盤2B-2-1	電気設備	要	
		直流125V分電盤HPCS	電気設備	要	
		直流24V蓄電池2A-1	電気設備	要	
		直流24V蓄電池2A-2	電気設備	要	
		直流24V蓄電池2B-1	電気設備	要	
		直流24V蓄電池2B-2	電気設備	要	
		直流24V充電器2A-1	電気設備	要	
		直流24V充電器2A-2	電気設備	要	
		直流24V充電器2B-1	電気設備	要	

機能	機器番号	機器名称	種類	対策	備考
サポート系 (直流電源設備)		直流24V充電器2B-2	電気設備	要	
		直流24V中性子計測用分電盤2A	電気設備	要	
		直流24V中性子計測用分電盤2B	電気設備	要	
サポート系 (非常用補機冷却系)		RHRSポンプ(A)	ポンプ	要	
		RHRSポンプ(B)	ポンプ	要	
		RHRSポンプ(C)	ポンプ	要	
		RHRSポンプ(D)	ポンプ	要	
		RHR熱交換器(A)出口弁	電動弁	要	
		RHR熱交換器(B)出口弁	電動弁	要	
		DGSWポンプ 2C	ポンプ	要	
		DGSWポンプ 2D	ポンプ	要	
		DGSWポンプ HPCS	ポンプ	要	
		MCR送風機(A)	ファン	要	
MCR送風機(B)	ファン	要			
MCR排風機	ファン	要			
MCR給気隔離弁(A)	電動弁	要			
MCR給気隔離弁(B)	電動弁	要			
MCR給気隔離弁(A)	電動弁	要			
MCR給気隔離弁(B)	電動弁	要			
MCR排気隔離弁(A)	電動弁	要			
MCR排気隔離弁(B)	電動弁	要			
MCR給気処理装置(A)入口ダンパ	空気作動弁	要			
MCR給気処理装置(B)入口ダンパ	空気作動弁	要			
MCRチラー冷却水循環ポンプ(A)	ポンプ	要			
MCRチラー冷却水循環ポンプ(B)	ポンプ	要			
MCRチラーユニット(A)	冷凍機	否	屋外に設置され不燃性で構成されているため、火災による影響を受けない		
MCRチラーユニット(B)	冷凍機	否	"		
MCR送風機出口温度調節弁(A)	空気作動弁	要			
MCR送風機出口温度調節弁(B)	空気作動弁	要			
DG(2C)室換気ファン(A)	ファン	否	屋外に設置され不燃性で構成されているため、火災による影響を受けない		
DG(2C)室換気ファン(B)	ファン	否	"		
DG(2D)室換気ファン(A)	ファン	否	"		
DG(2D)室換気ファン(B)	ファン	否	"		
DG(HPCS)室換気ファン(A)	ファン	否	"		
DG(HPCS)室換気ファン(B)	ファン	否	"		
DG(2D)室外気入口ダンパ	空気作動弁	否	内部に発火源が無く不燃性で構成されているため火災による影響を受けない		
DG(2D)室外気入口ダンパ	空気作動弁	否	"		
DG(HPCS)室外気入口ダンパ	空気作動弁	否	"		
DG(HPCS)室外気入口ダンパ	空気作動弁	否	"		

機能	機器番号	機器名称	種類	対策	備考		
サポート系 (非常用換気 空調系)		DG(2C)室外気入口ダンパ	空気作動弁	否	〃		
		DG(2C)室外気入口ダンパ	空気作動弁	否	〃		
		スイッチギア室送風機(A)	ファン	要			
		スイッチギア室送風機(B)	ファン	要			
		スイッチギア室給気処理装置(A)外気入口ダンパ	空気作動弁	要			
		スイッチギア室給気処理装置(B)外気入口ダンパ	空気作動弁	要			
		スイッチギア室給気処理装置(A)再循環入口ダンパ	空気作動弁	要			
		スイッチギア室給気処理装置(B)再循環入口ダンパ	空気作動弁	要			
		スイッチギア室チラー冷却水循環ポンプ(A)	ポンプ	要			
		スイッチギア室チラー冷却水循環ポンプ(B)	ポンプ	要			
		スイッチギア室チラーユニット3A	冷凍機	否	屋外に設置され不燃性で構成されているため、火災による影響を受けない		
		スイッチギア室チラーユニット3B	冷凍機	否	〃		
		スイッチギア室チラーユニット4A	冷凍機	否	〃		
		スイッチギア室チラーユニット4B	冷凍機	否	〃		
		スイッチギア室送風機出口温度調節弁(A)	空気作動弁	要			
		スイッチギア室送風機出口温度調節弁(B)	空気作動弁	要			
		バッテリー室送風機(A)	ファン	否	屋外に設置され不燃性で構成されているため、火災による影響を受けない		
		バッテリー室送風機(B)	ファン	否	〃		
		バッテリー室排風機(A)	ファン	要			
		バッテリー室排風機(B)	ファン	要			
		バッテリー室排風機(A)出口ダンパ	空気作動弁	要			
		バッテリー室排風機(B)出口ダンパ	空気作動弁	要			
		HPCS室空調機	ファン	要			
		HPCS室空調機	ファン	要			
		LPCS室空調機	ファン	要			
		RHR(B)室空調機	ファン	要			
		RHR(C)室空調機	ファン	要			
		RHR(A)室空調機	ファン	要			
		プロセス監視		中性子束(A)	中性子束計測設備	要	
				中性子束(B)	中性子束計測設備	要	
中性子束(C)	中性子束計測設備			要			
中性子束(D)	中性子束計測設備			要			
中性子束(E)	中性子束計測設備			要			
中性子束(F)	中性子束計測設備			要			
中性子束(G)	中性子束計測設備			要			
中性子束(H)	中性子束計測設備			要			
原子炉圧力	圧力計測設備			要			
原子炉圧力	圧力計測設備			要			
原子炉水位	水位計測設備			要			

機能	機器番号	機器名称	種類	対策	備考
プロセス監視		原子炉水位	水位計測設備	要	
		原子炉水位	水位計測設備	要	
		原子炉水位	水位計測設備	要	
		格納容器圧力(D/W)	圧力計測設備	要	
		格納容器圧力(S/C)	圧力計測設備	要	
		サブレーションプール水位	水位計測設備	要	
		サブレーションプール水位	水位計測設備	要	
		復水貯蔵タンク水位	水位計測設備	要	
		サブレーションプール水温度	水位計測設備	要	
		残留熱除去系系統流量(A)	流量計測設備	要	
		残留熱除去系系統流量(B)	流量計測設備	要	
		残留熱除去系系統流量(C)	流量計測設備	要	
		高圧炉心スプレイ系系統流量	流量計測設備	要	
		低圧炉心スプレイ系流量	流量計測設備	要	
		原子炉隔離時冷却系系統流量	流量計測設備	要	
		残留熱除去海水系系統(A)流量	流量計測設備	要	
		残留熱除去海水系系統(B)流量	流量計測設備	要	
		ディーゼル発電機海水ポンプ(A)出口圧力	圧力計測設備	要	
		ディーゼル発電機海水ポンプ(B)出口圧力	圧力計測設備	要	
		ディーゼル発電機海水ポンプ(H)出口圧力	圧力計測設備	要	
		非常用母線電圧	電圧計測設備	要	
		非常用母線電圧	電圧計測設備	要	
		非常用母線電圧	電圧計測設備	要	
		安全系直流母線電圧	電圧計測設備	要	
		安全系直流母線電圧	電圧計測設備	要	
		安全系直流母線電圧	電圧計測設備	要	
		格納容器雰囲気放射線モニタ(D/W)	放射線計測設備	要	
		格納容器雰囲気放射線モニタ(D/W)	放射線計測設備	要	
		格納容器雰囲気放射線モニタ(S/C)	放射線計測設備	要	
		格納容器雰囲気放射線モニタ(S/C)	放射線計測設備	要	
		格納容器内水素濃度(A)	水素計測設備	要	
		格納容器内水素濃度(B)	水素計測設備	要	

添付資料 6

東海第二発電所における火災防護と溢水防護における防護対象の比較について

東海第二発電所における火災防護と溢水防護における
防護対象の比較について

1. はじめに

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」（以下，設置許可基準規則という。）第八条（火災防護）及び同第九条（溢水防護）において，それぞれの事象に対し，「原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持する機能」及び「放射性物質の貯蔵，閉じ込め機能」を損なわないことを要求している。

以下に火災防護及び溢水防護のそれぞれにおける防護対象について整理した。

2. 要求内容と選定の考え方

火災防護及び溢水防護に対する要求内容と防護対象設備の選定の考え方について，第1表に整理する。

第1表 要求内容と設備選定の考え方

	審査基準及び設置許可基準の解釈(ガイド含む)における要求内容	防護対象設備の選定の考え方
火災	<p>【審査基準】</p> 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持するための安全機能を有する構築物，系統及び機器並びに放射性物質の貯蔵及び閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画に火災防護対策を講じること。	火災を想定した場合に，原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持するために必要な機能並びに放射性物質の貯蔵及び閉じ込め機能を特定し，その機能を達成するために必要な設備を選定する。
溢水	<p>【設置許可基準の解釈】</p> 想定される溢水に対し，原子炉を高温停止でき，引続き低温停止，及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できること，また，停止状態にある場合は引き続きその状態を維持できること。 <p>【ガイド】</p> 溢水から防護すべき対象設備は，重要度の特に高い安全機能を有する系統が，その安全機能を適切に維持するために必要な設備	ガイドに記載される「重要度の特に高い安全機能を有するもの」として，設置許可基準第十二条の解釈に記載される機能を有する設備を選定する。

3. 火災防護及び溢水防護における対象設備の比較

溢水防護では、「設置許可基準規則第十二条の解釈に記載される機能」を有する系統を構成する設備を選定し、防護する。(第2表)

一方で、火災防護において「設置許可基準規則第十二条の解釈に記載される機能」を有する対象系統を設置する火災区域又は火災区画に対し、「火災の発生防止」、「火災の早期感知」、「火災の早期消火」を実施するかどうかを第2表に整理した。

結果、火災発生時に機能要求のない系統又は火災の影響を受けない系統を除く系統に対しては、「火災の発生防止」、「火災の早期感知」、「火災の早期消火」を実施することを確認した。

第2表 火災防護及び溢水防護対象として選定した系統

その機能を有する系統の多重性又は多様性を要求する安全機器	対象系統	内部火災	内部溢水
原子炉の緊急停止機能	制御棒, 制御棒駆動系	-	○
未臨界維持機能	制御棒	-	○
	ほう酸水注入系	-	○
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁	-	○
原子炉停止後における除熱のための			
崩壊熱除去機能	残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)	○	○
原子炉が隔離された場合の注水機能	原子炉隔離時冷却系 高圧炉心スプレイ系	○	○
原子炉が隔離された場合の圧力逃がし機能	逃がし安全弁 自動減圧系	○	○
事故時の原子炉の状態に応じた炉心冷却のための			
原子炉内高圧時における注水機能	原子炉隔離時冷却系 高圧炉心スプレイ系	○	○
原子炉内低圧時における注水機能	残留熱除去系(低圧注水モード) 低圧炉心スプレイ系	○	○
原子炉内高圧時における減圧系を作動させる機能	自動減圧系	○	○
格納容器内又は放射性物質が格納容器から漏れ出た場所の雰囲気中の放射性物質の濃度低減機能	非常用ガス処理系	○	○
格納容器の冷却機能	残留熱除去系(原子炉格納容器スプレイ冷却モード)	-	○

その機能を有する系統の多重性又は多様性を要求する安全機器	対象系統	内部火災	内部溢水
格納容器内の可燃性ガス制御機能	可燃性ガス濃度制御系	—	○
非常用交流電源から非常用の負荷に対し電力を供給する機能	非常用電源系	○	○
非常用直流電源から非常用の負荷に対し電力を供給する機能	直流電源系	○	○
非常用の交流電源機能	非常用ディーゼル発電機	○	○
非常用の直流電源機能	直流電源系	○	○
非常用の計測制御用直流電源機能	計測制御電源系	○	○
補機冷却機能	原子炉補機冷却水系	—	○
冷却用海水供給機能	残留熱除去系海水系, 非常用ディーゼル発電機海水系	○	○
原子炉制御室非常用換気空調機能	非常用換気空調系 (中央制御室換気空調系含)	○	○
圧縮空気供給機能	駆動用窒素源	—	○
原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の隔離機能	原子炉圧力容器バウンダリ 隔離弁	○	○
原子炉格納容器バウンダリを構成する配管の隔離機能	原子炉格納容器バウンダリ 隔離弁	—	○
原子炉停止系に対する作動信号(常用系として作動させるものを除く)の発生機能	安全保護系	○	○

その機能を有する系統の多重性又は多様性を要求する安全機器	対象系統	内部火災	内部溢水
工学的安全施設に分類される機器若しくは系統に対する作動信号の発生機能	安全保護系	○	○
事故時の原子炉の停止状態の把握機能	計測制御機能	○	○
事故時の炉心冷却状態の把握機能	計測制御機能	○	○
事故時の放射能閉じ込め状態の把握機能	放射線監視機能	○	○
事故時のプラント操作のための情報の把握機能	計測制御機能	○	○

東海第二発電所における火災区域，区画の設定
について

【目次】

1. 概要
 2. 要求事項
 - 2.1 火災区域
 - 2.2 火災区画
 3. 火災区域(区画)の設定要領
 4. 火災区域(区画)の設定及び安全停止に必要な機器の配置
 5. ファンネルを介した他区域(区画)への煙等の影響について
-
- 添付資料 1 「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」
及び「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」(抜粋)
 - 添付資料 2 東海第二発電所における原子炉の安全停止に必要な機器の配置
を明示した図面
 - 添付資料 3 東海第二発電所におけるファンネルを介した火災発生区域からの
煙等の流入防止対策について

東海第二発電所における火災区域，区画の設定について

1. 概要

東海第二発電所の火災防護対策を実施するために，安全機能を有する構築物，系統及び機器のうち，原子炉の高温停止及び低温停止に必要な機能を有する構築物，系統及び機器(以下「原子炉の安全停止に必要な機器等」という。)が設置される区域に対し，火災区域及び火災区画(以下「火災区域(区画)という。’)の設定を行う。

2. 要求事項

火災区域(区画)の要求事項については，「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(以下「火災防護に係る審査基準」という。)及び「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」(以下「火災影響評価ガイド」という。)から以下のとおり整理した。

添付資料1に火災防護に係る審査基準及び火災影響評価ガイドの抜粋を示す。

2.1 火災区域

建屋内の火災区域は，耐火壁によって囲まれ，他の区域と分離されている建屋内の区域(部屋)であり，以下により設定する。

- (1) 建屋毎に耐火壁(床，壁，天井，扉等耐火構造物の一部であって，必要な耐火能力を有するもの)により囲われた区域を火災区域として設定する。

(2) 系統分離されて配置されている場合には、それを考慮して火災区域を設定する。

(3) 火災の影響軽減を考慮する場合には、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離するように設定する。

屋外の火災区域は、他の区域と分離して火災防護対策を実施するために、原子炉の安全停止のために必要な構築物、系統及び機器、並びに放射性物質貯蔵等の機能を有する構築物、系統及び機器(以下「安全機能を有する機器等」という。)を設置する区域を、火災区域として設定する。

2.2火災区画

「火災区域」を細分化したものであって、耐火壁、離隔距離、固定式消火設備等により分離された火災防護上の区画であり、以下により設定する。

(1) 火災区画は全周囲を耐火壁で囲まれている必要は必ずしもなく、隔壁や扉の配置状況等を目安に火災防護の観点から設定する。

(2) 火災区画の範囲は、原子炉の安全停止に必要な機器等の系統分離等に応じて設定する。

3. 火災区域(区画)の設定要領

原子炉の安全停止に必要な機器(具体的には、機器、配管、弁、ダクト、ケーブル、トレイ、電線管、盤等)が設置される火災区域(区画)の

設置にあたっては、原子炉の安全停止に必要な機器の設置個所、建屋の間取り、機器やケーブル等の配置、耐火壁の能力、系統分離基準等を総合的に勘案し設定する設計とし、具体的な設定要領を以下に示す。

なお、系統分離については資料7に示す。

(1) 火災区域の設定

資料2「東海第二発電所における原子炉の安全停止に必要な機器の選定について」で選定された機器が設置されている建屋内の区域について、以下のように火災区域を設定する。

- a. 原子炉の安全停止に必要な機器等が設置されている建屋について、火災区域として設定する。また、放射性物質の貯蔵等における建屋についても火災区域として設定する。
- b. 原子炉の安全停止に必要な機器等について、系統分離されて配置されている場合には、それを考慮して火災区域を設定する。特に、単一の火災（任意の一つの火災区域で発生する火災）によって、多重化された原子炉の安全停止機能が喪失することのないよう、安全区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲに属するそれぞれの機器等を、3時間耐火に設計上必要なコンクリート壁厚である150mm以上の壁厚を有することを確認した（貫通部シール、防火扉、防火ダンパ）により分離するよう、火災区域を設定する。
- c. 原子炉格納容器は、安全停止に必要な機器が設置されており、安全区分Ⅰに属する機器等と、安全区分Ⅱに属する機器等が存在するが、設置許可基準規則第8条に基づき原子炉格納容器の特性を考慮した火災防護対策を行うことから、火災区域として設定する。

d. 屋外の火災区域である軽油貯蔵タンク，非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプを設置するエリアは，他の区域と分離して火災防護対策を実施するために，地下式として安全機能を有する機器等を設置する区域を火災区域として設定する。

(2) 火災区画の設定

(1)で設定した火災区域について，間取り，機器の配置等の確認を行い，系統分離等の観点から総合的に勘案し，更に細分化し，火災区画として設定する。

(3) 火災区域（区画）の再設定

火災区域（区画）への機器等の新設等，必要な場合は火災区域（区画）の再設定を行う。

4. 火災区域（区画）の設定及び安全停止に必要な機器の配置

「3. 火災区域（区画）の設定要領」により設定した火災区域（区画）及び原子炉の安全停止に必要な機器等の配置は添付資料2に示す。

5. ファンネルを介した他区域（区画）への煙等の影響について

ファンネルに関しては，煙等の影響がファンネルから排水管を介して，他の火災区域（区画）へおよばないことを確認したが，火災区域は，火災の影響を他の火災区域（区画）におよぼさない程度の密閉性を求められていることから，煙等流入防止対策をし，他の火災区域（区画）からの煙等の流入防止対策を行う。

(添付資料3)

添付資料 1

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火
災防護に係る審査基準」及び

「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」

(抜粋)

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(抜粋)

1. まえがき

1.2 用語の定義

本基準において、次の各号に掲げる用語の定義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

(11) 「火災区域」 耐火壁によって囲まれ、他の区域と分離されている建屋内の区域をいう。

(12) 「火災区画」 火災区域を細分化したものであって、耐火壁、離隔距離、固定式消火設備等により分離された火災防護上の区画をいう。

2.3 火災の影響軽減

2.3.1安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し、以下の各号に掲げる火災の影響軽減のための対策を講じた設計であること。

(1) 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域については、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離すること。

(2) 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その相互に系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離を行うために、火災区画内又は隣接火災区画間の延焼を防止する設計であること。

具体的には、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが次に掲げるいずれかの要件を満たしていること。

5. 火災影響評価の手順

火災影響評価は、図5.1に示すような、「火災区域／火災区画の設定」、「情報及びデータの収集、整理」、「スクリーニング」、「火災伝播評価」というステップで実施する。各ステップの概要を以下に述べる。

「火災区域／火災区画の設定」では、火災影響評価の対象となる建屋を、火災区域に分割し、さらに必要に応じて火災区画に細分化する。火災区域は、耐火壁によって囲まれ、他の区域と分離されている建屋内の区域(部屋)である。

火災区画は、全周囲を耐火壁で囲まれている必要は必ずしもなく、隔壁や扉の配置状況を目安に設定する。

6.1.1 火災区画の設定

火災による影響評価を効率的に実施するため、建屋内を火災区域に分割する。火災区域は、耐火壁によって囲まれ、他の区分と分離されている建屋内の区域であり、下記により設定する。

- ① 建屋ごとに、耐火壁(耐火性能を持つコンクリート壁、貫通部シール、防火扉、防火ダンパなど)により囲われた区域を火災区域として設定する。
ただし、屋外に設置される設備に対しては、附属設備を含めて火災区域とみなす。
- ② 系統分離されて配置されている場合には、それを考慮して火災区域を設定する。

6.1.2 火災区画の設定

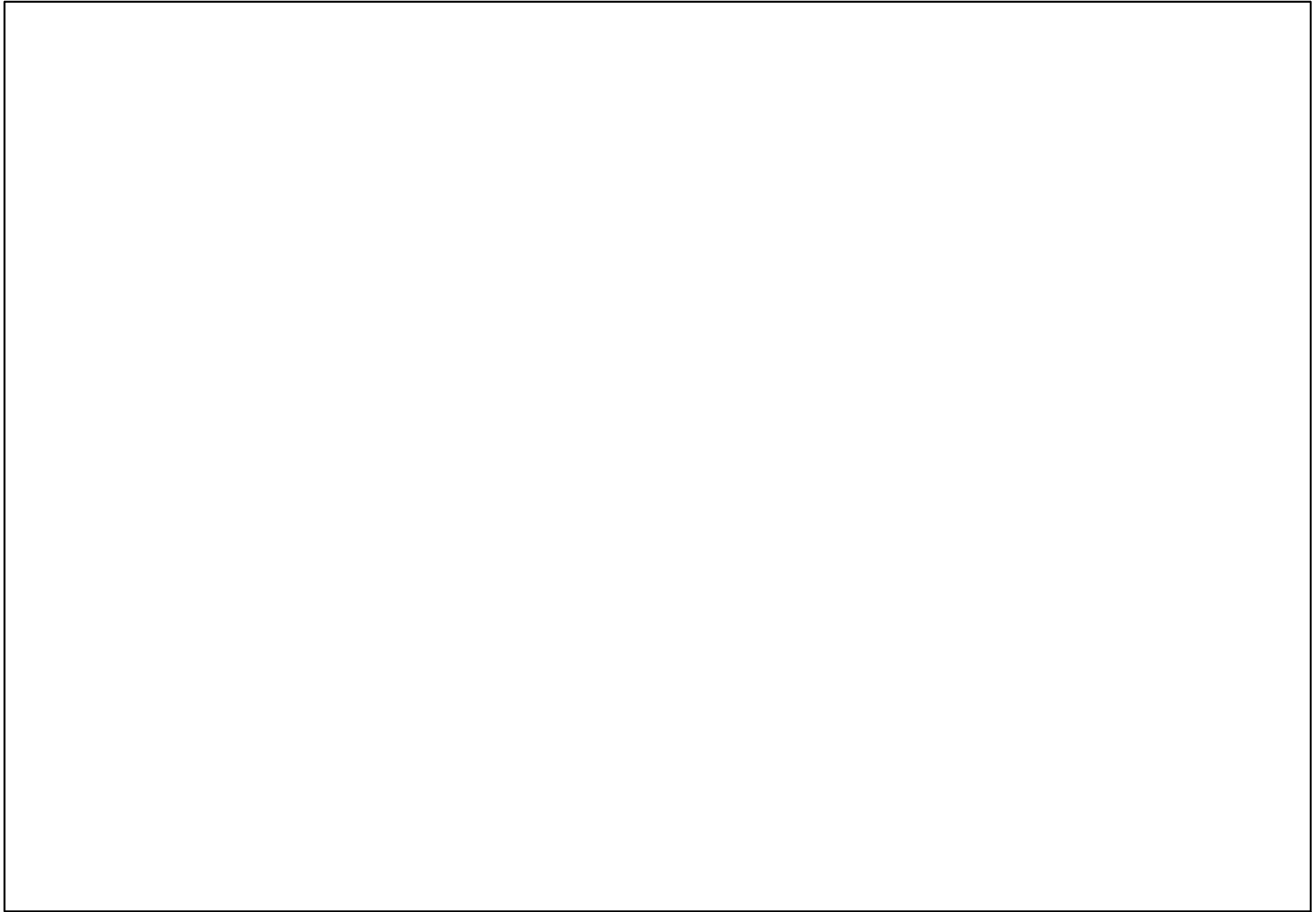
火災区域を分割し、火災区画を設定する。火災区画の範囲は、原子炉の安全停止に係る系統分離等に応じて設定する。図 6.4 に概念を示す。

添付資料 2

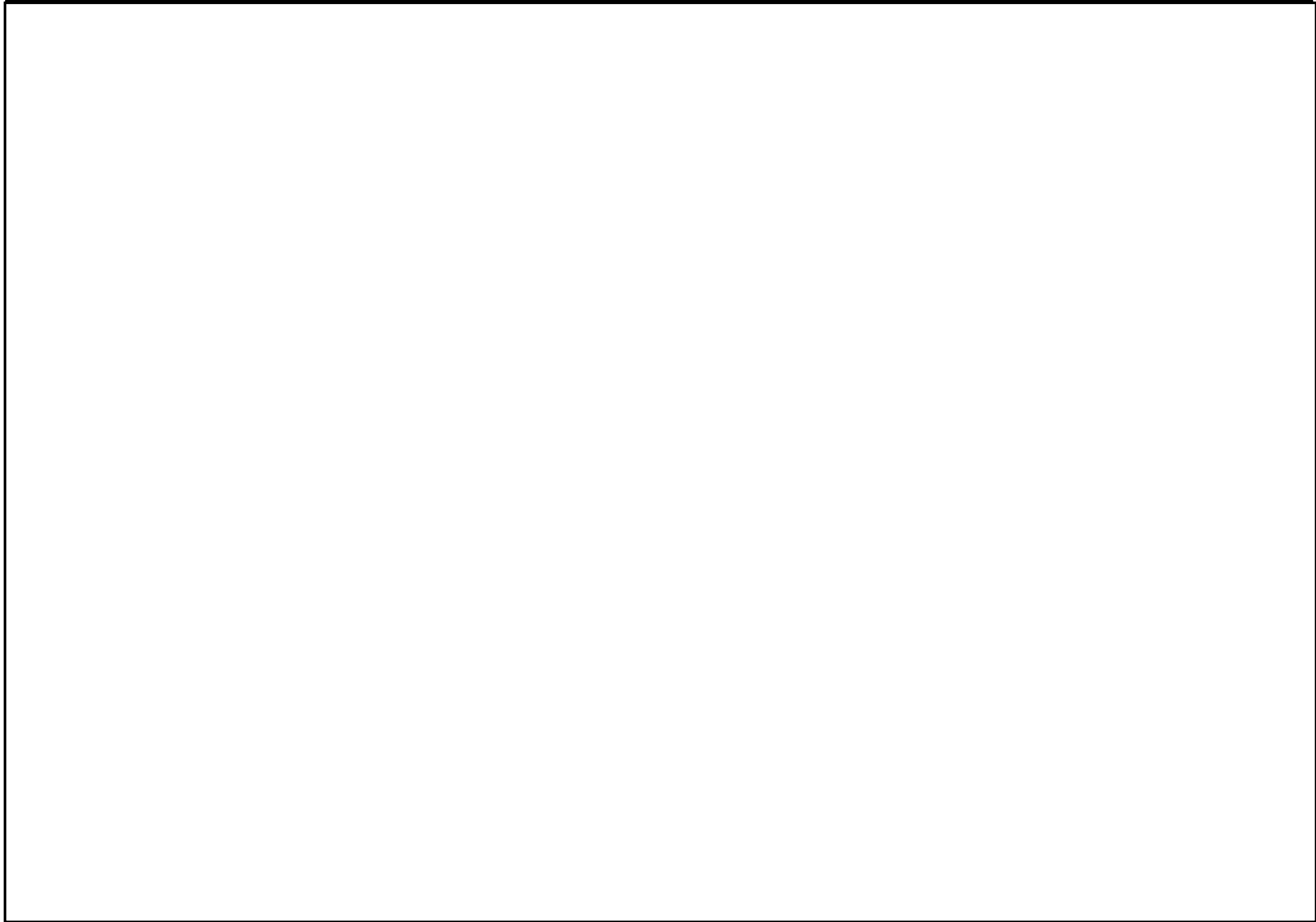
東海第二発電所における

原子炉の安全停止に必要な機器の配置を

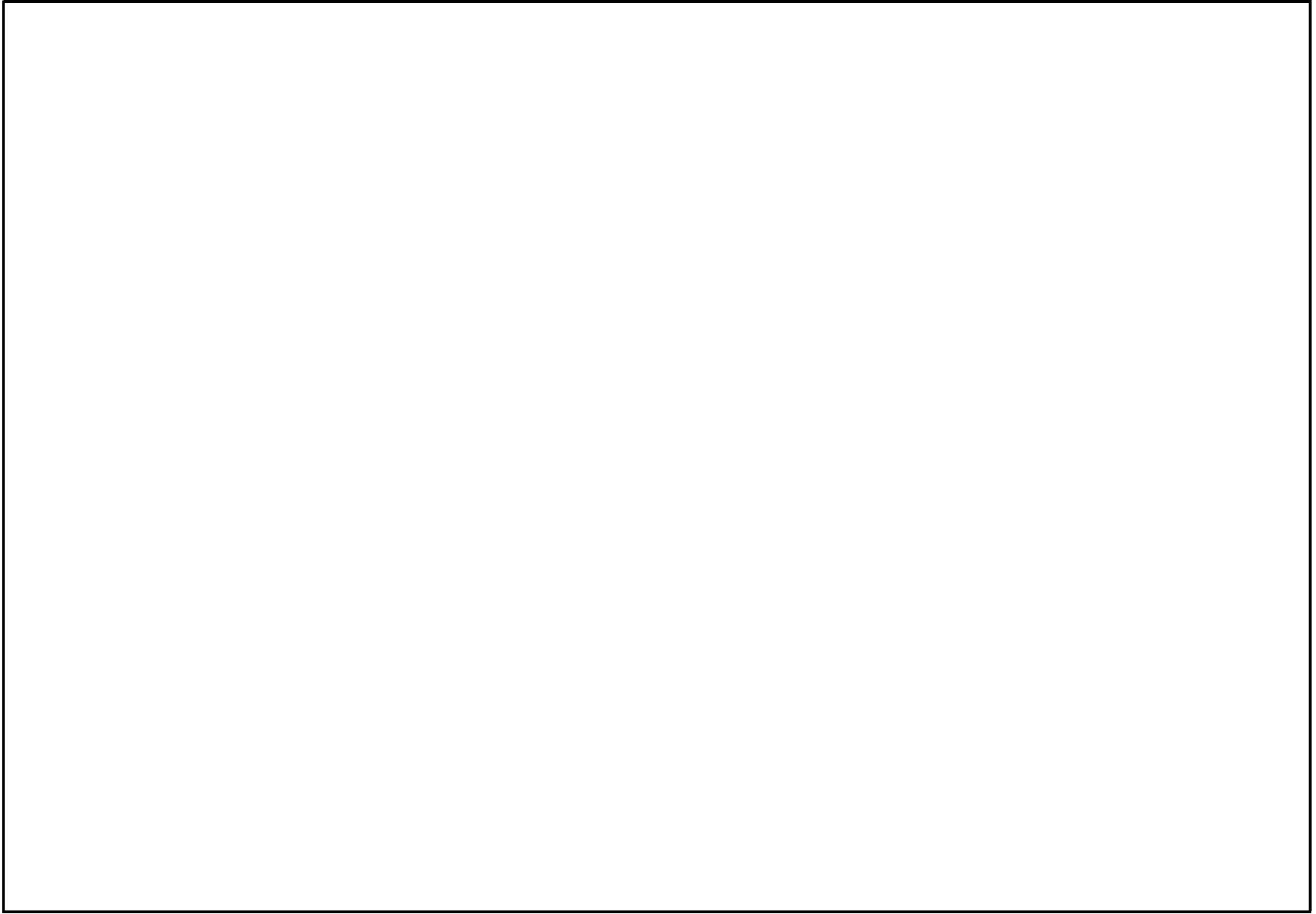
明示した図面



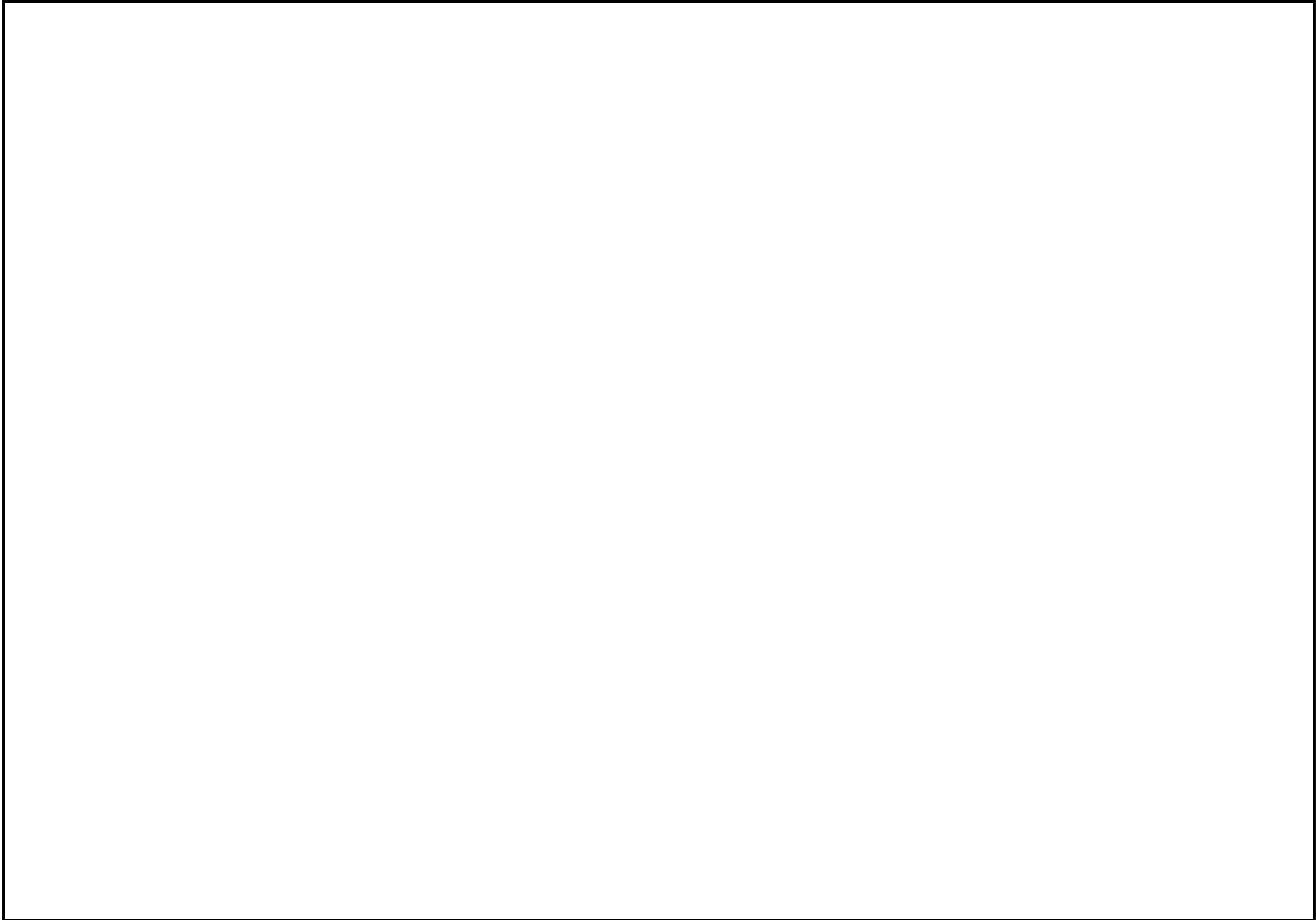
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その1）
日本原子力発電株式会社	



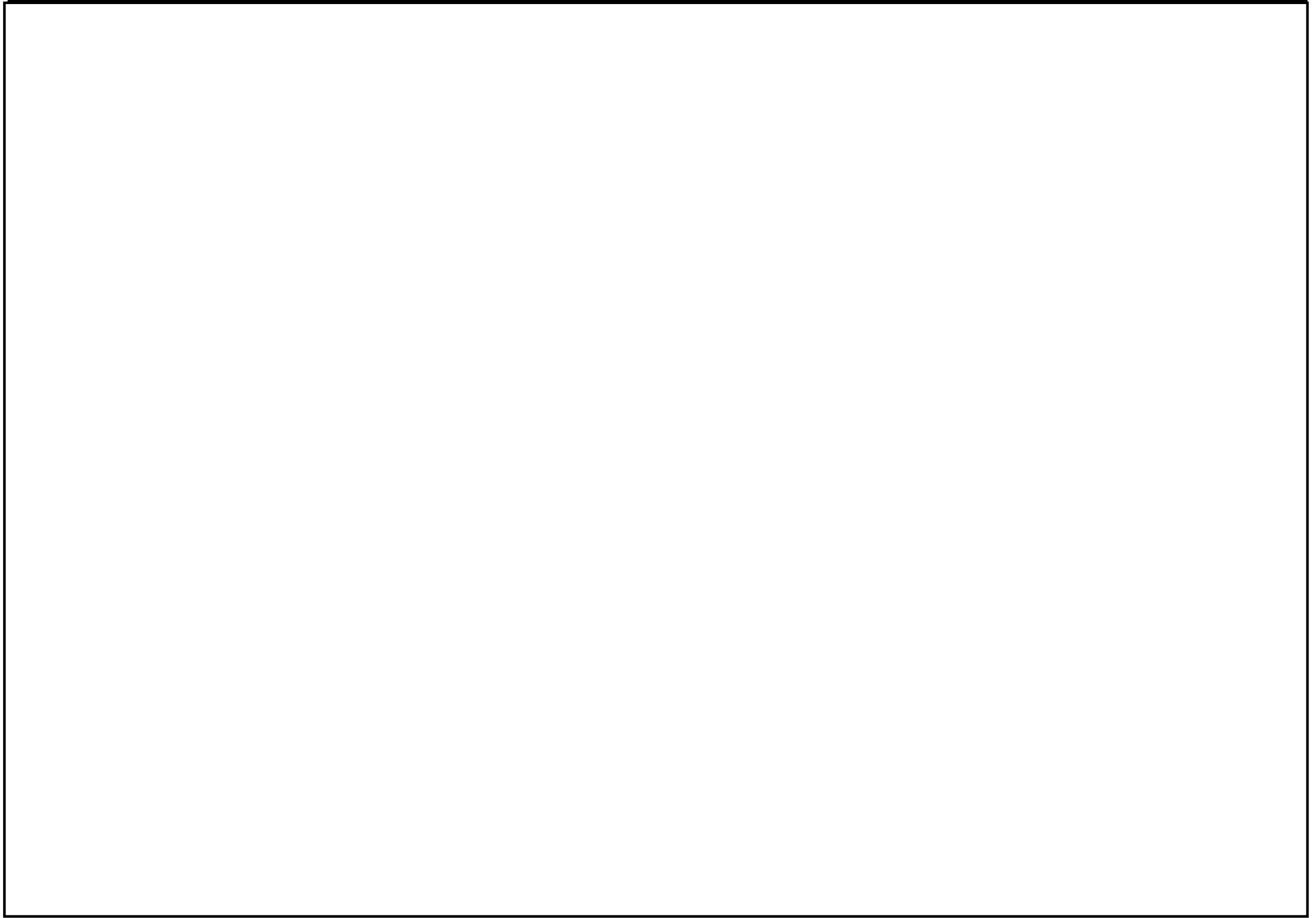
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その2）
日本原子力発電株式会社	



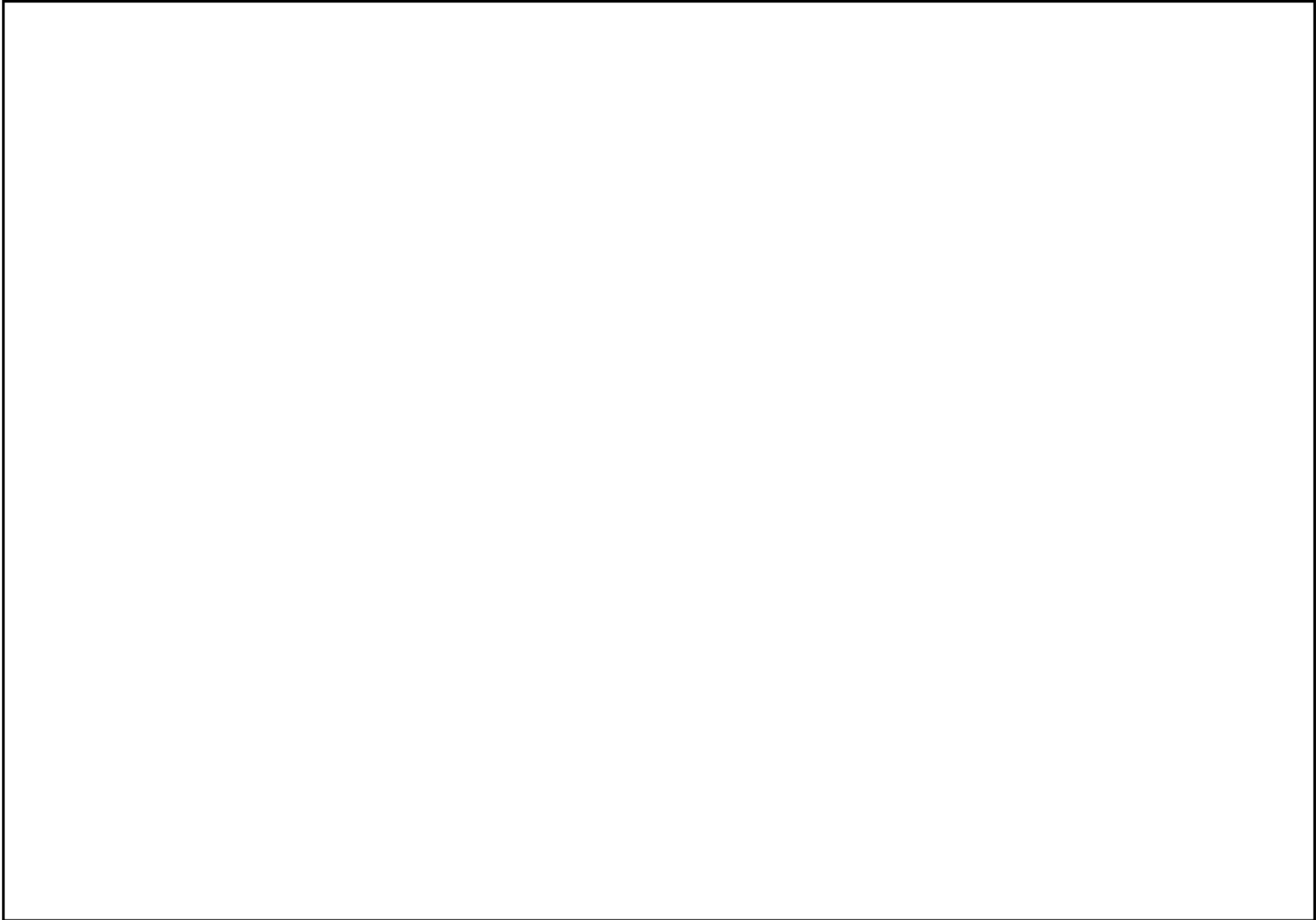
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その3）
日本原子力発電株式会社	



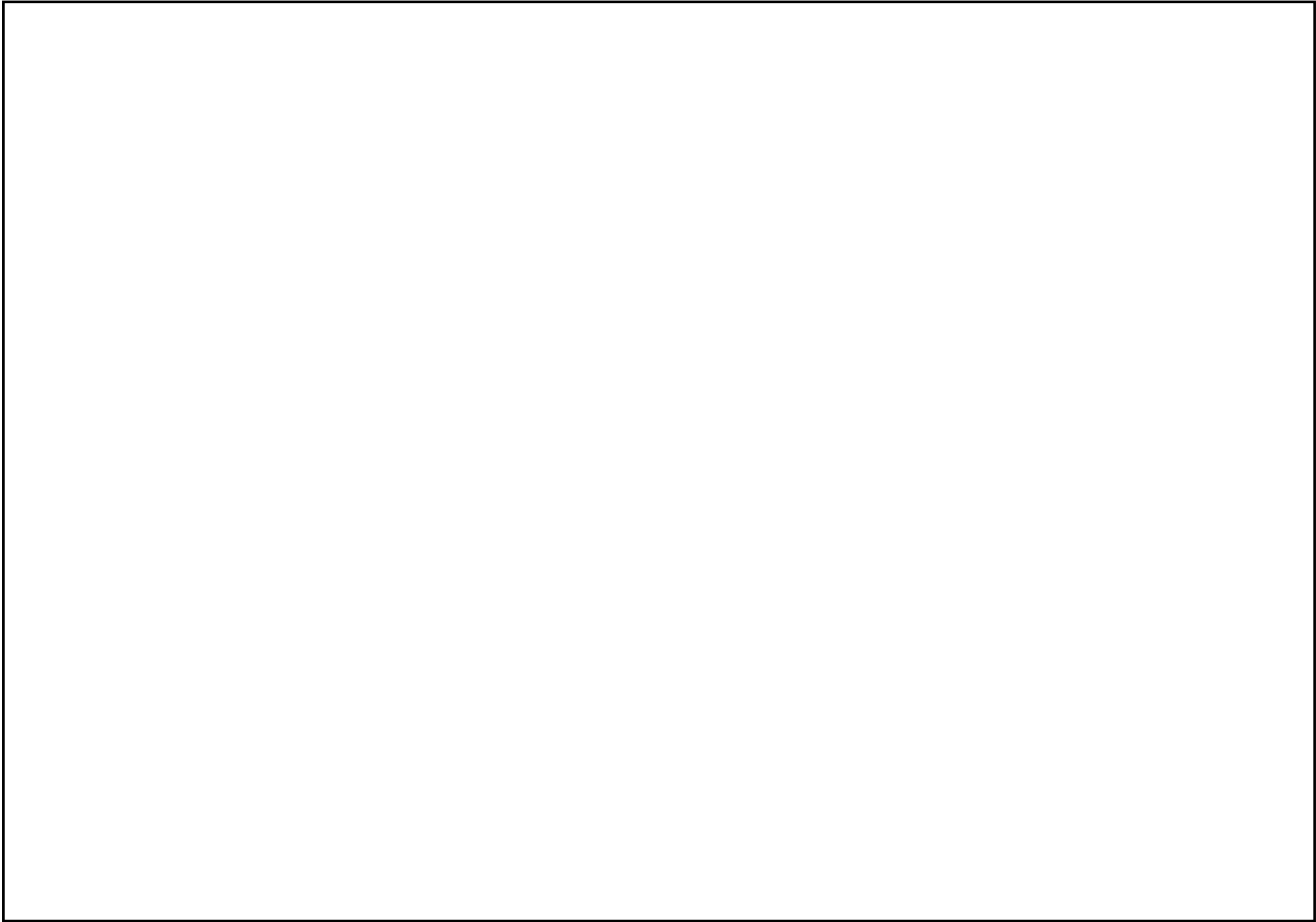
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その4）
日本原子力発電株式会社	



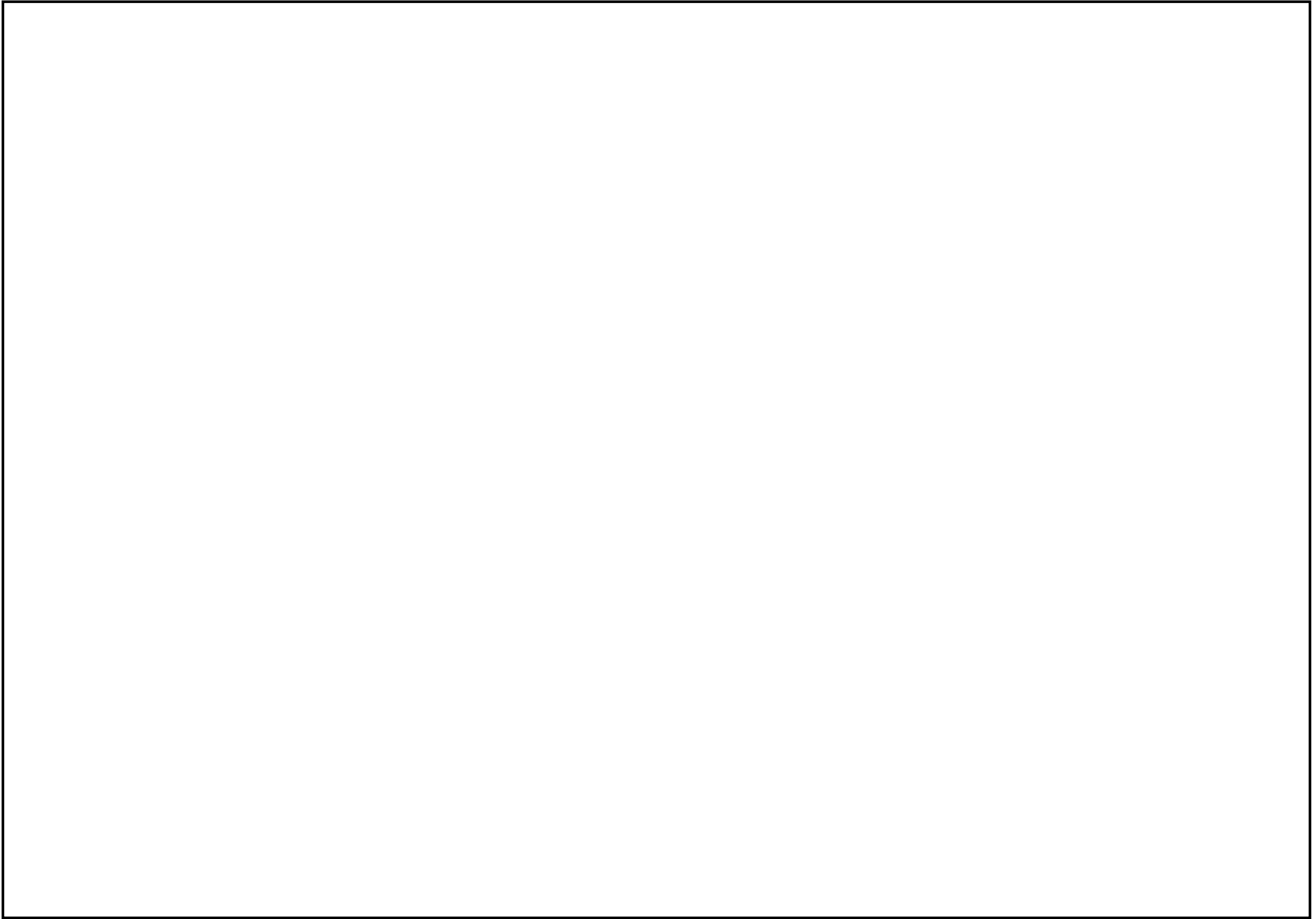
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その5）
日本原子力発電株式会社	



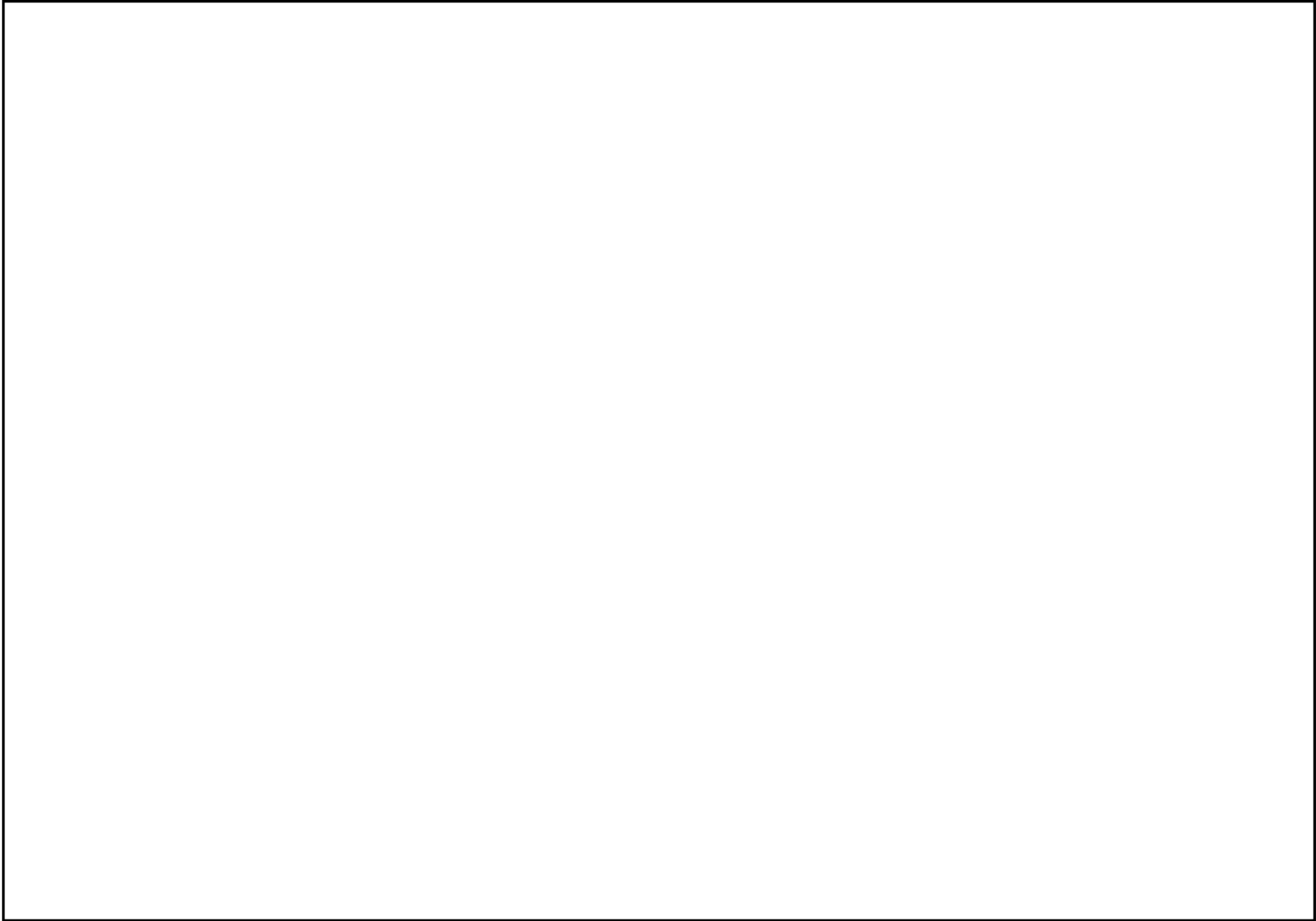
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その6）
日本原子力発電株式会社	



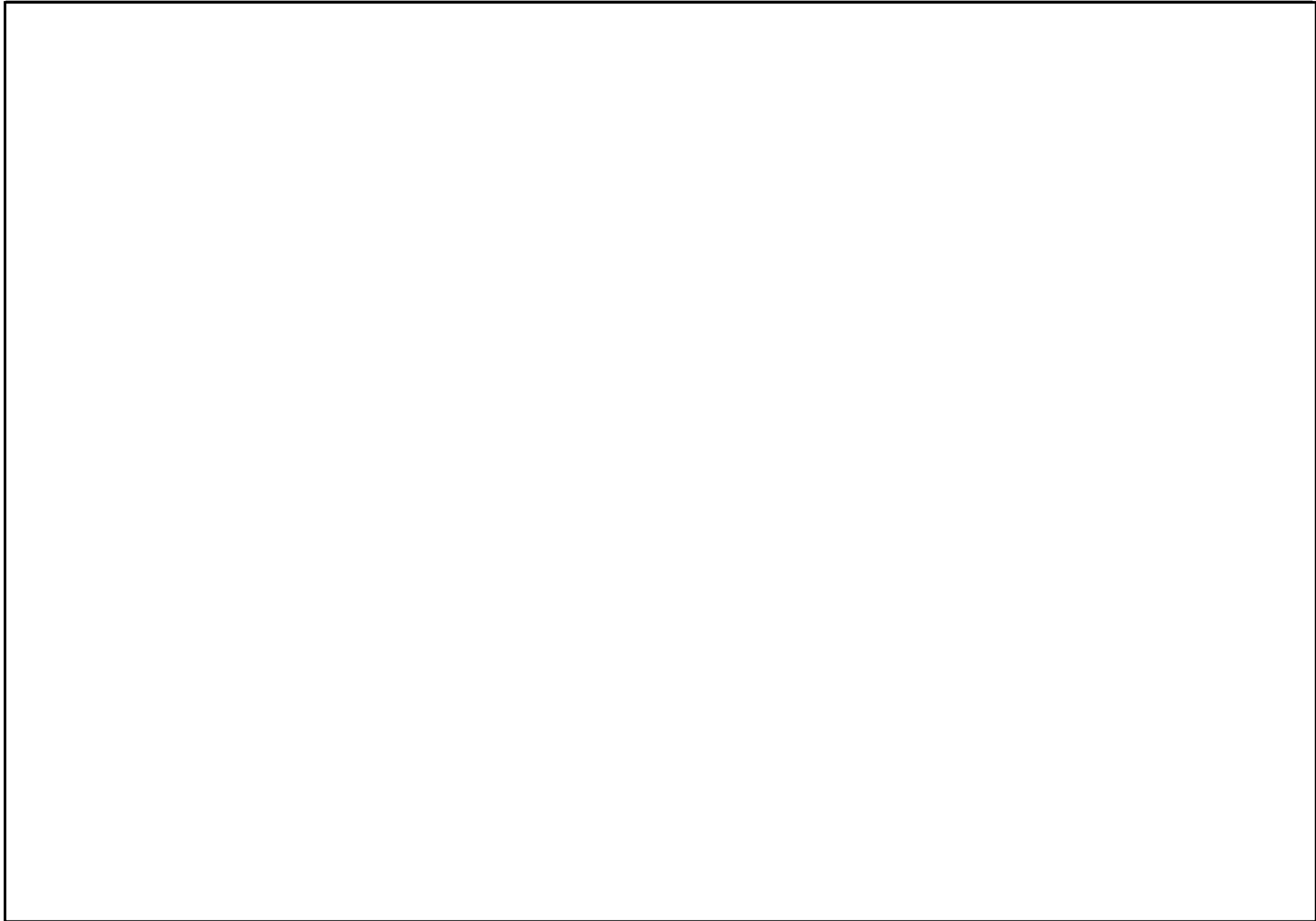
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その7）
日本原子力発電株式会社	



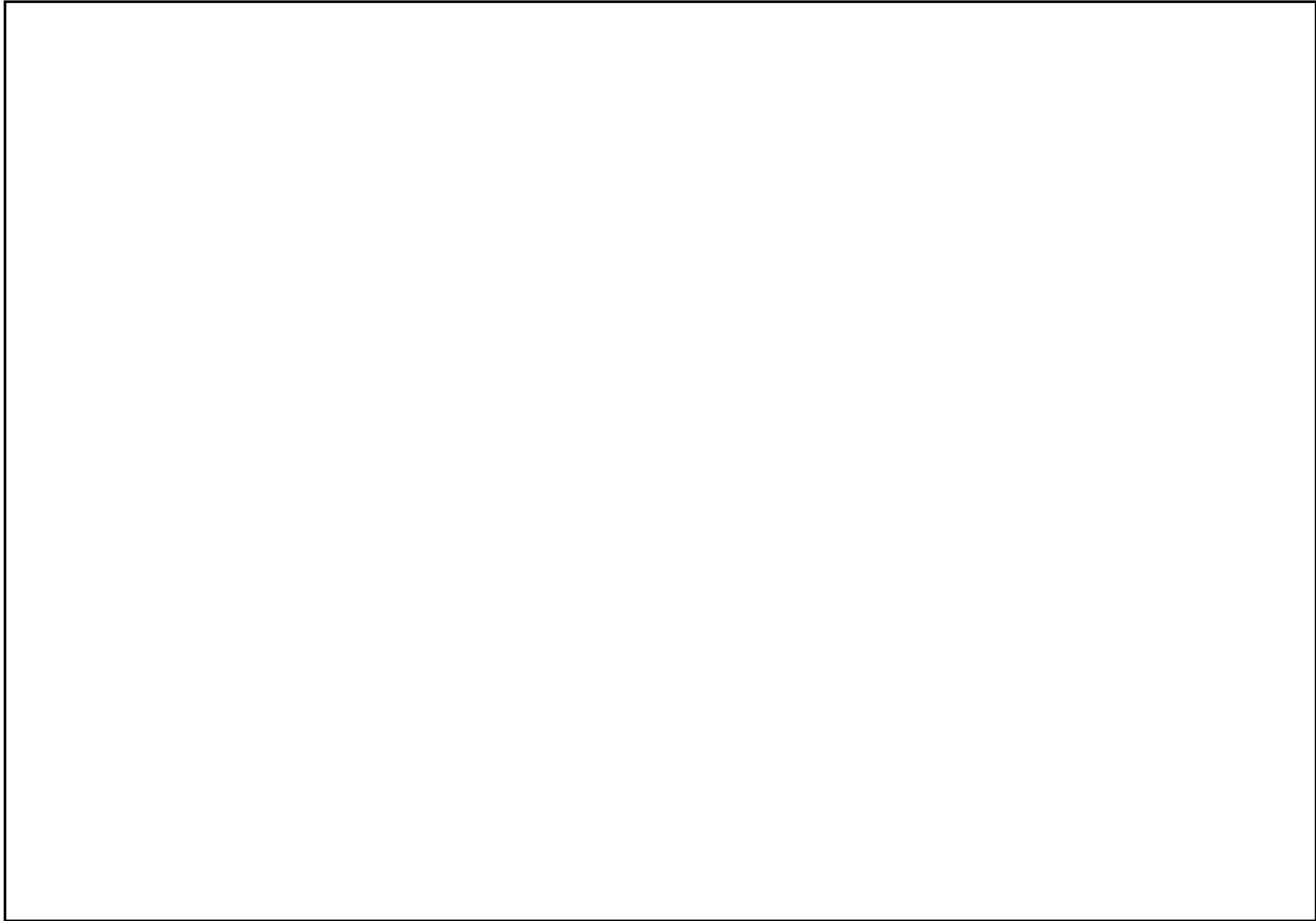
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その8）
日本原子力発電株式会社	



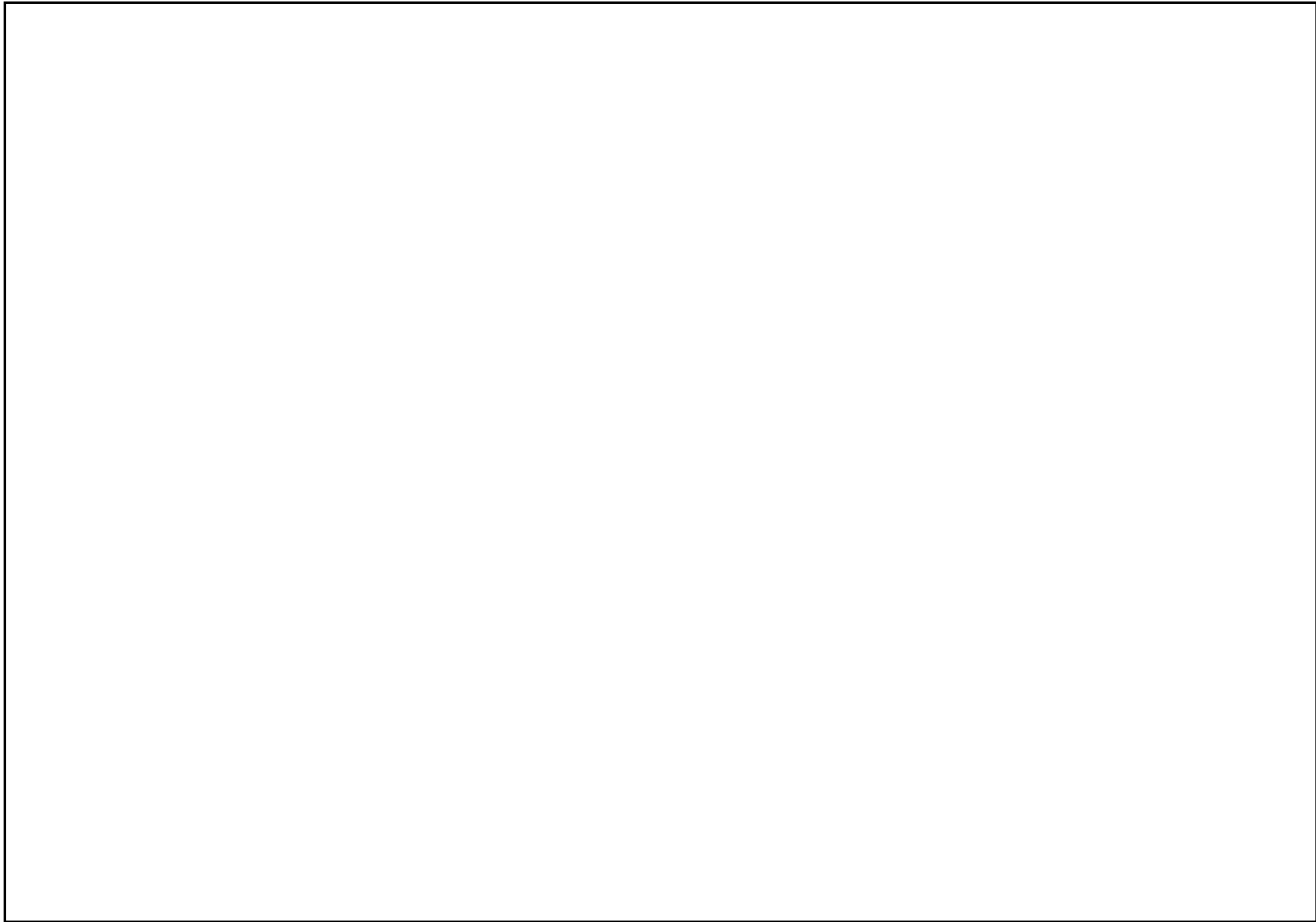
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その9）
日本原子力発電株式会社	



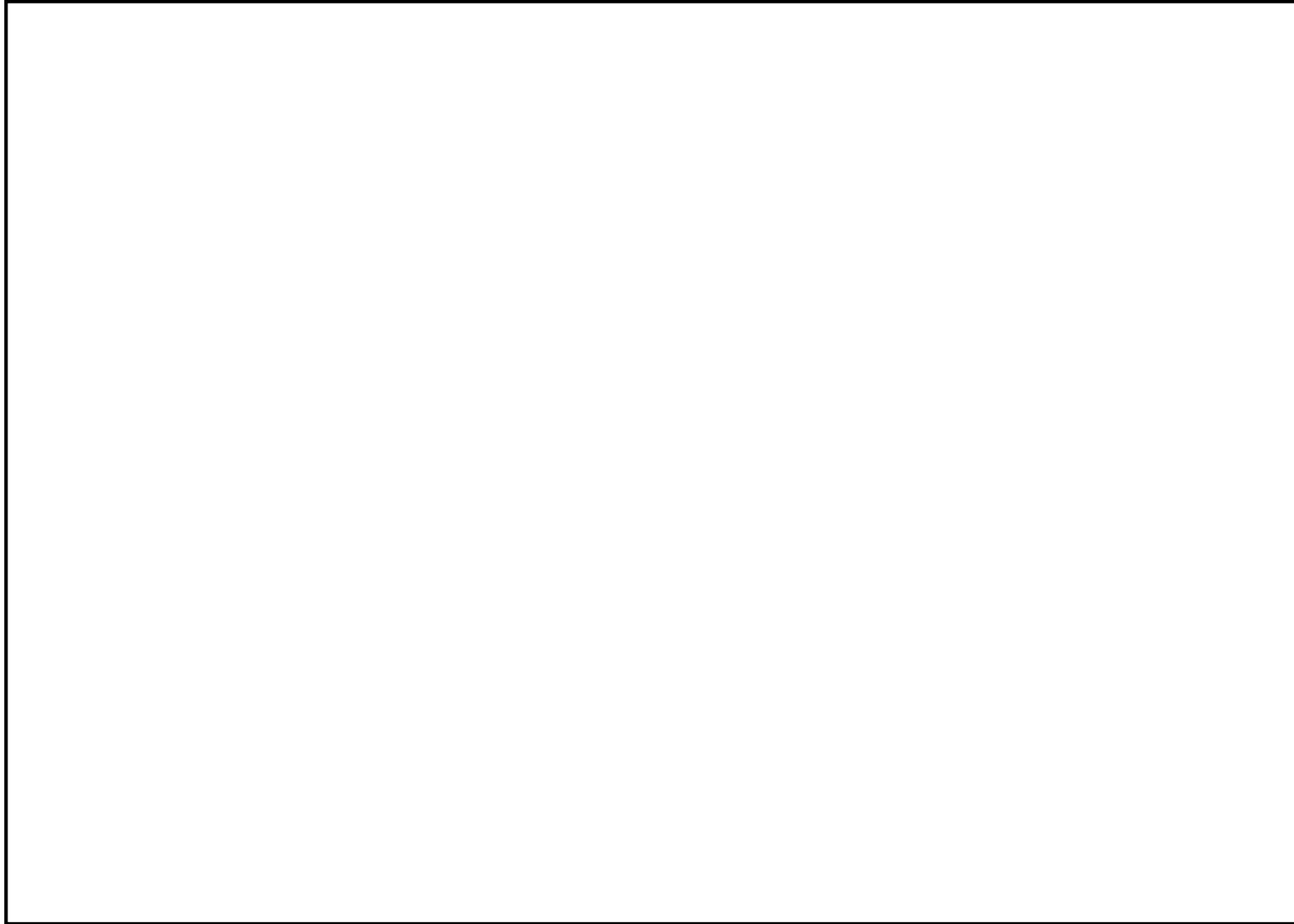
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面(その10)
日本原子力発電株式会社	



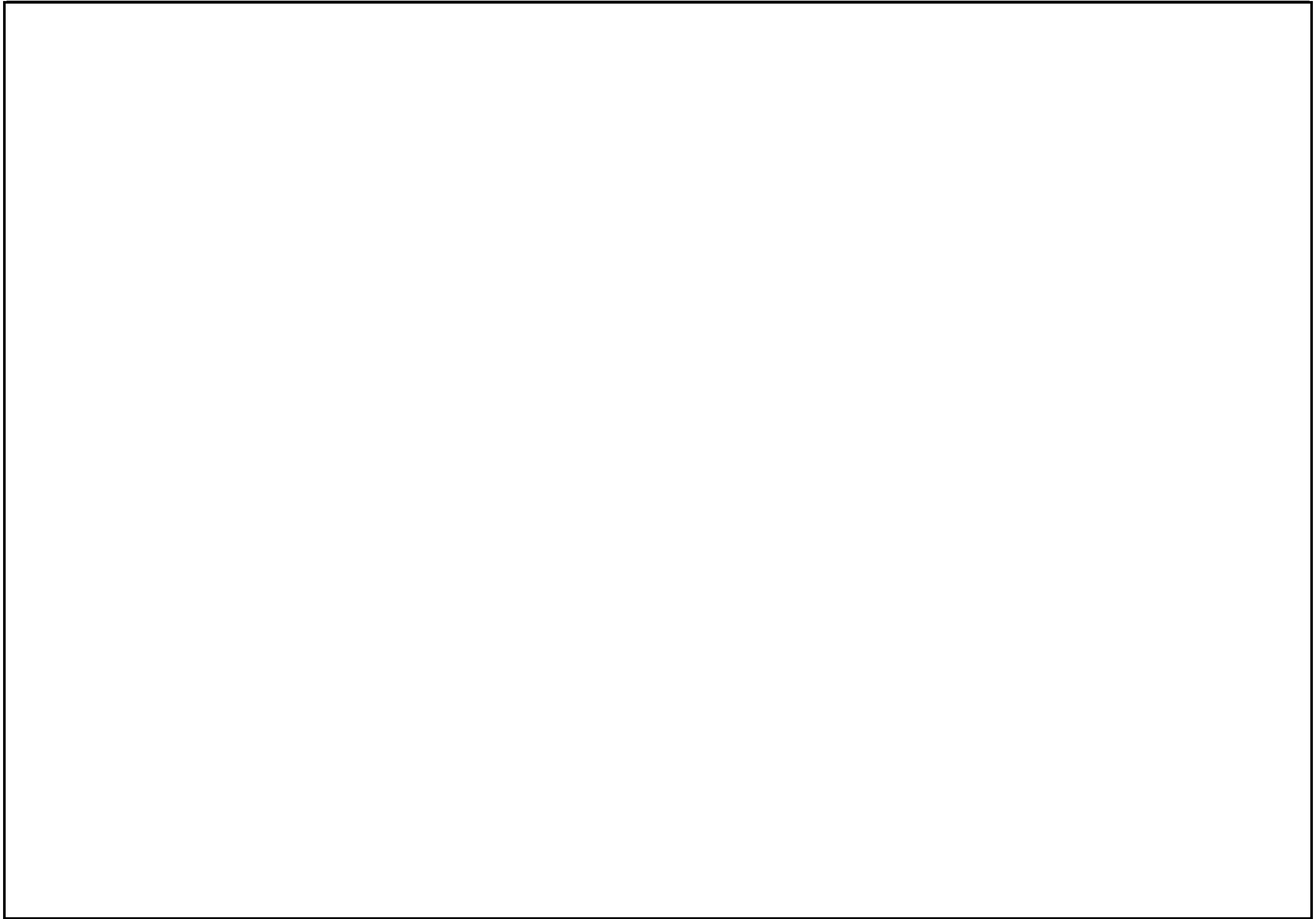
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その11）
日本原子力発電株式会社	



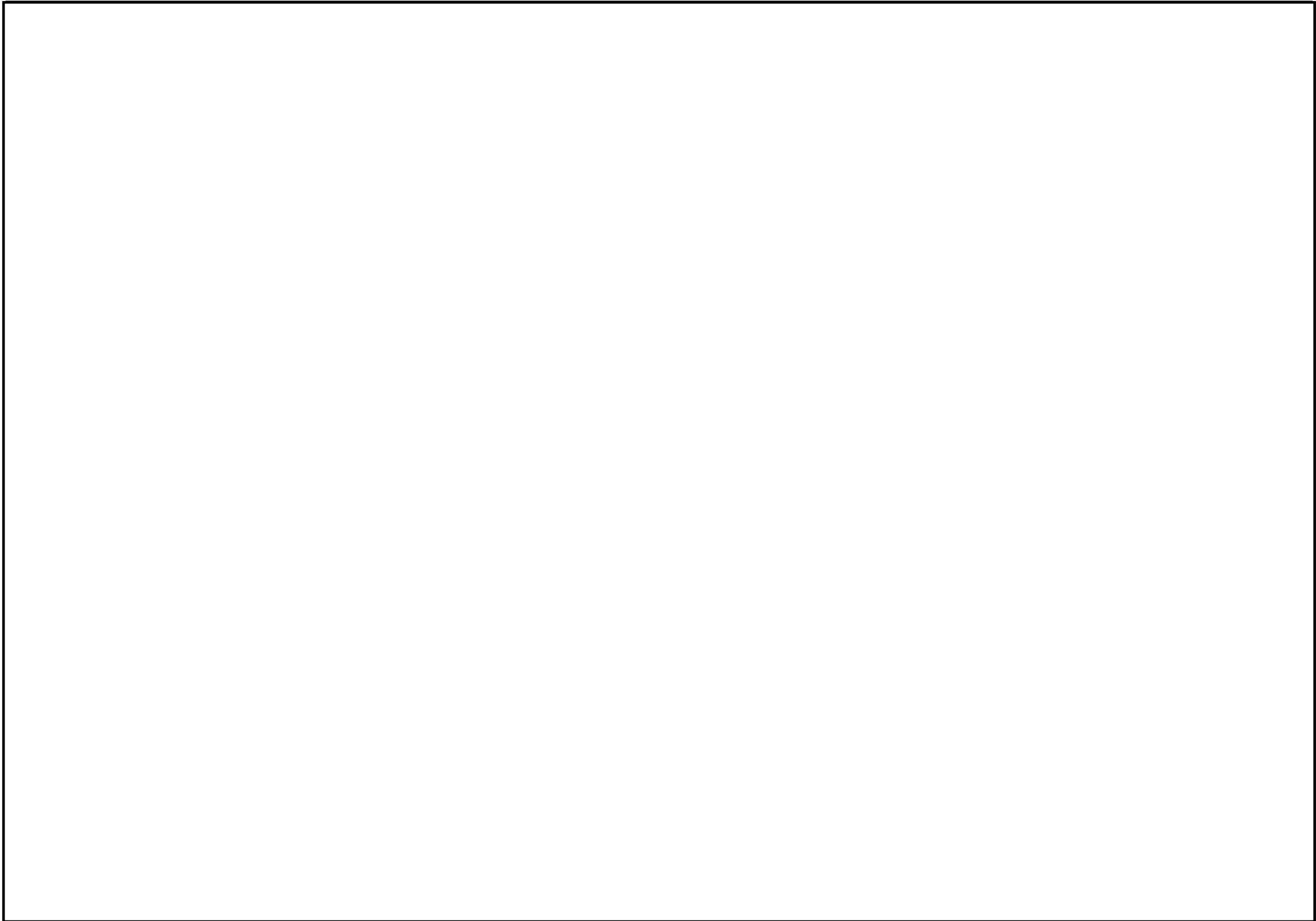
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その12）
日本原子力発電株式会社	



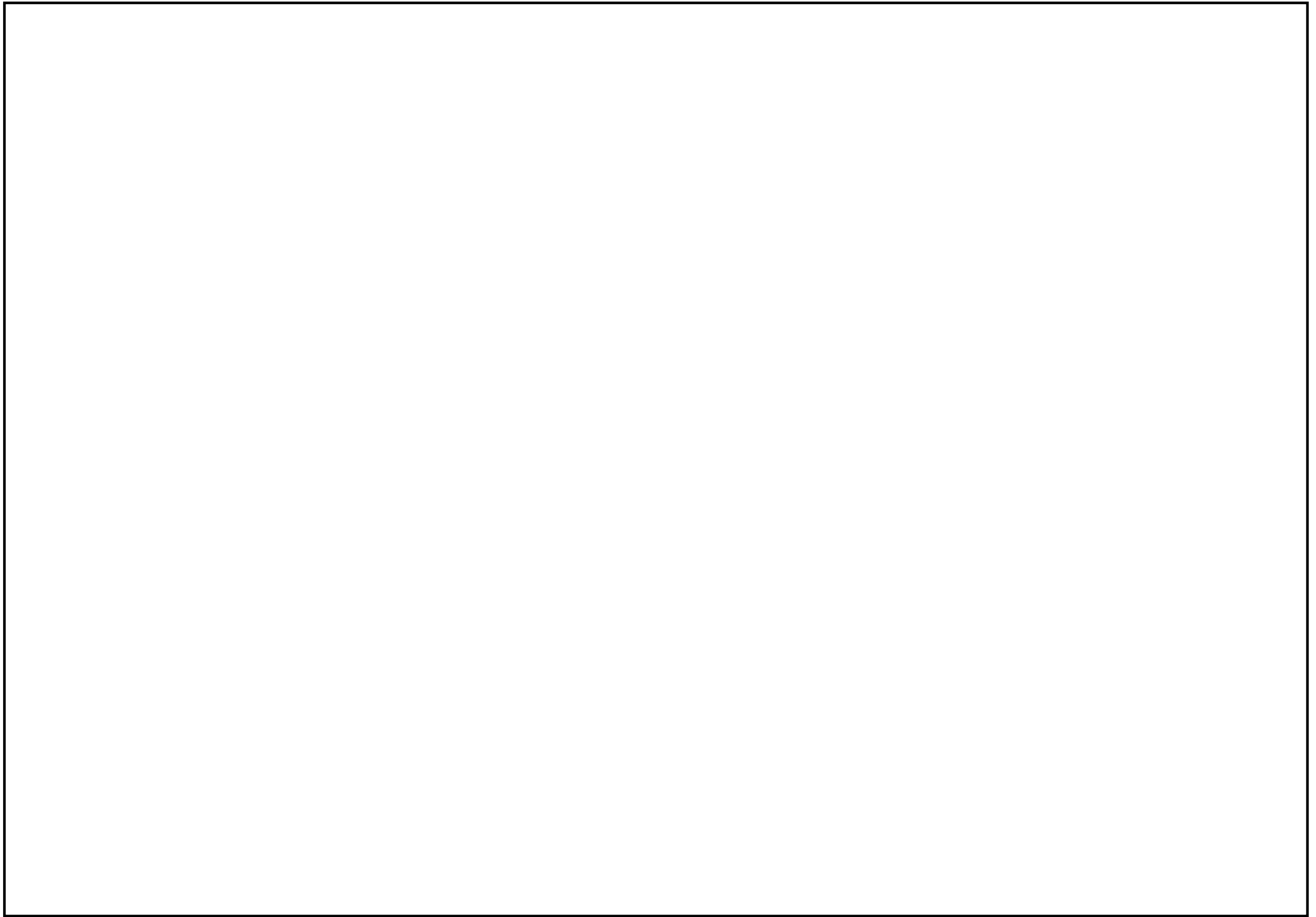
東 海 第 二 発 電 所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その13）
日本原子力発電株式会社	



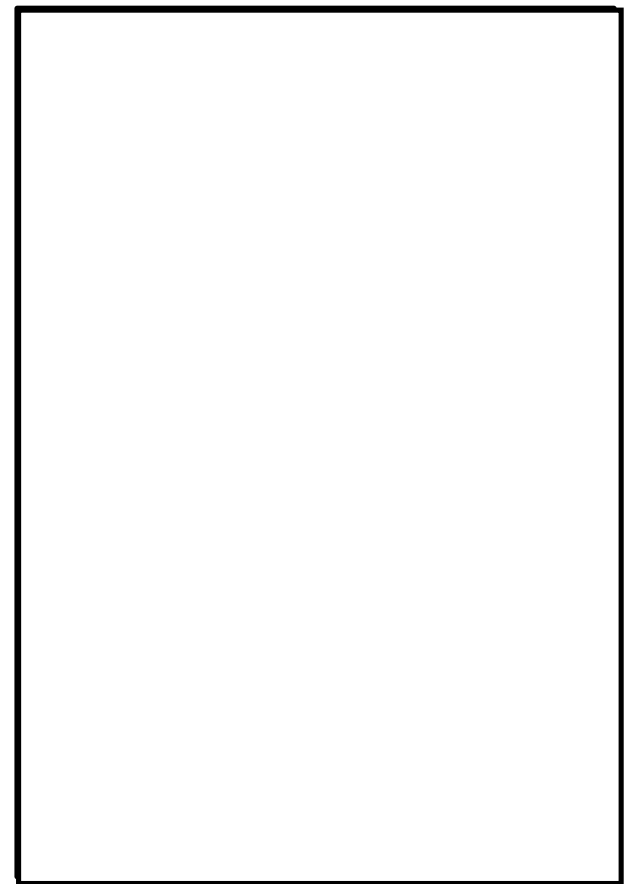
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その14）
日本原子力発電株式会社	



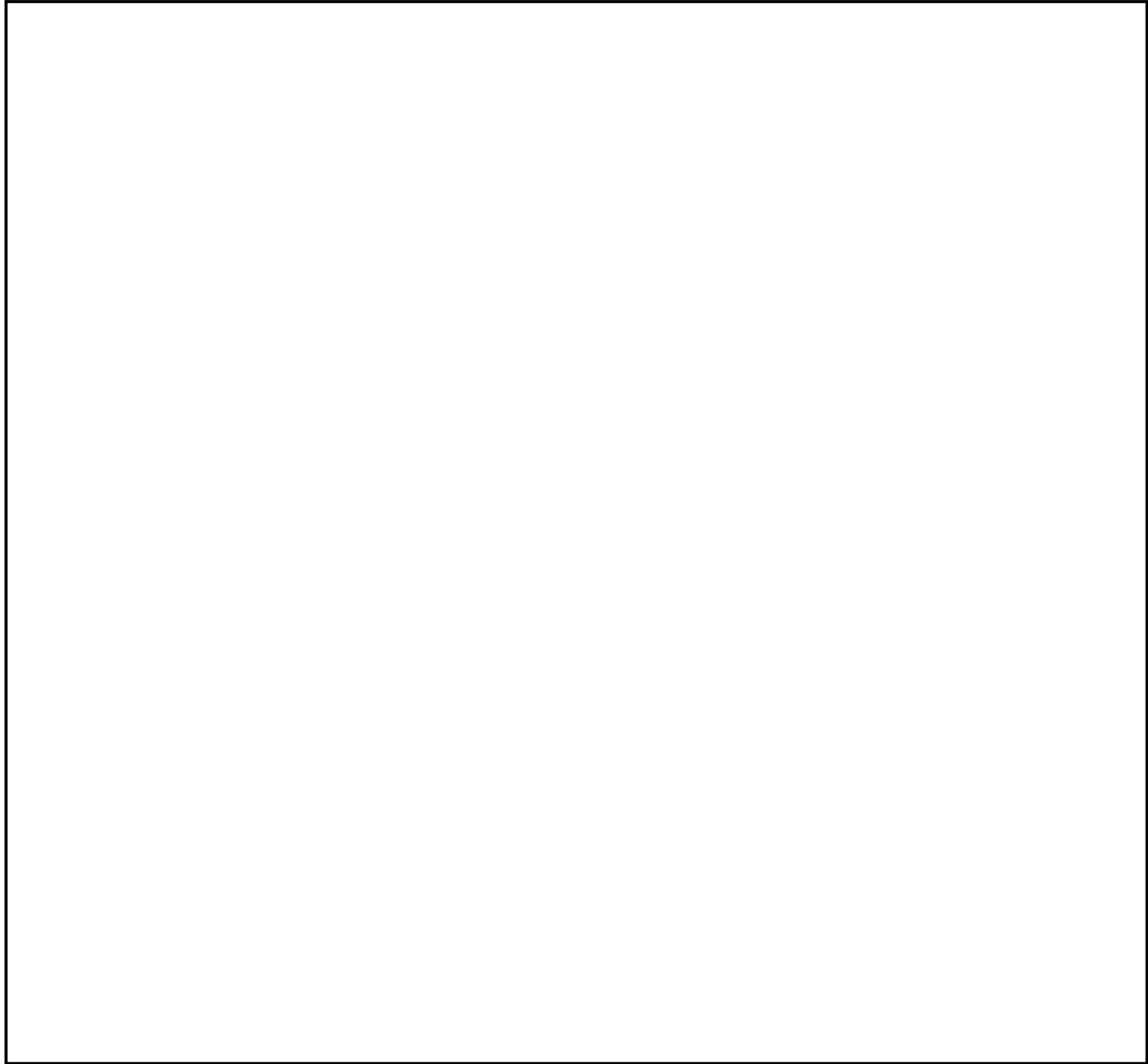
東 海 第 二 発 電 所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その15）
日本原子力発電株式会社	



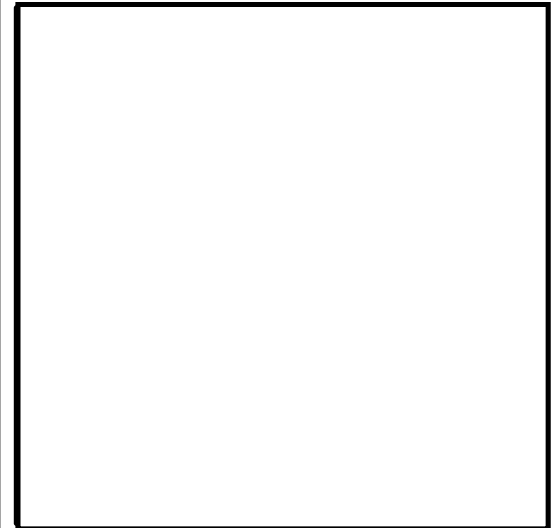
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その16）
日本原子力発電株式会社	



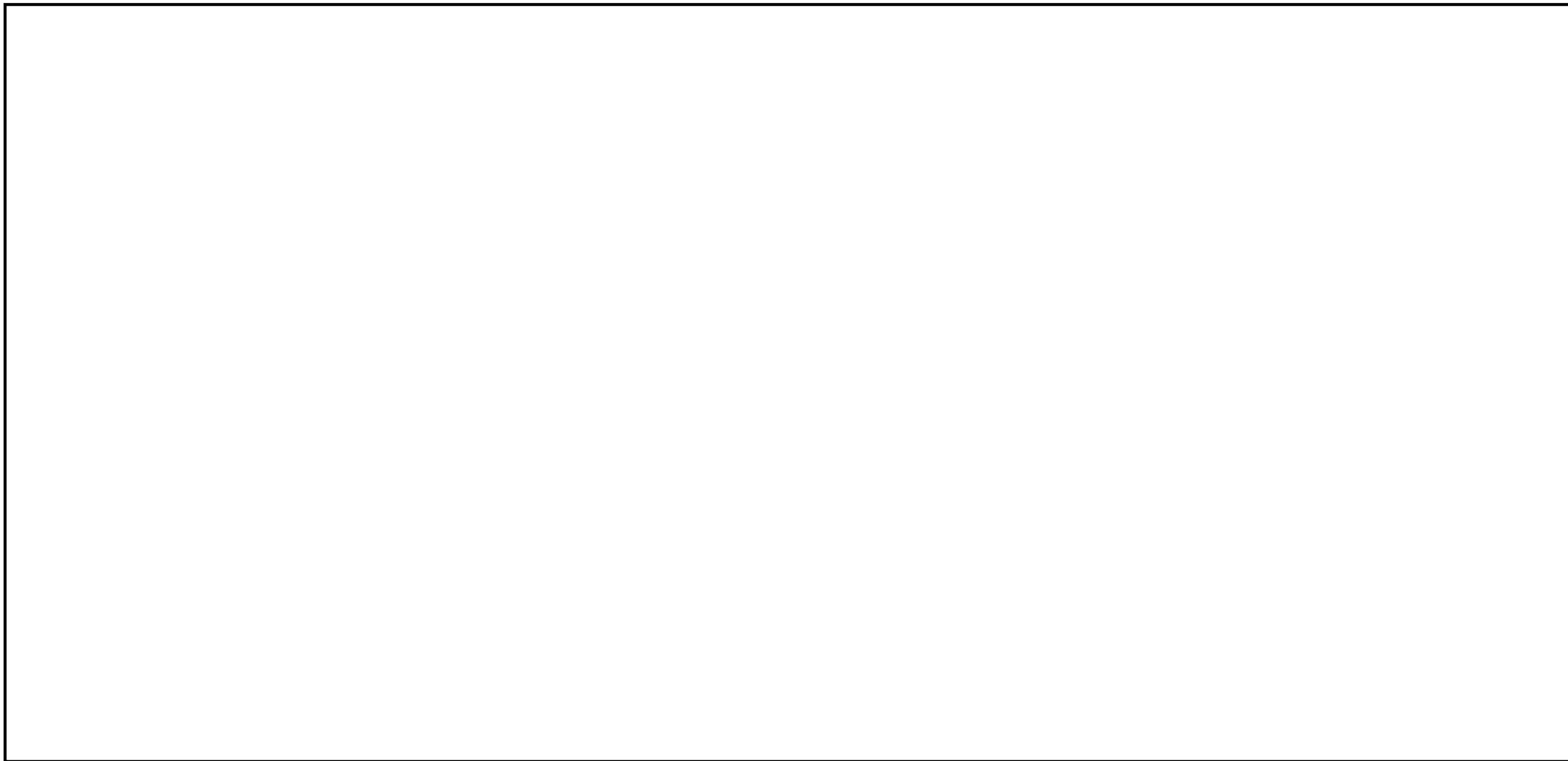
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その17）
日本原子力発電株式会社	



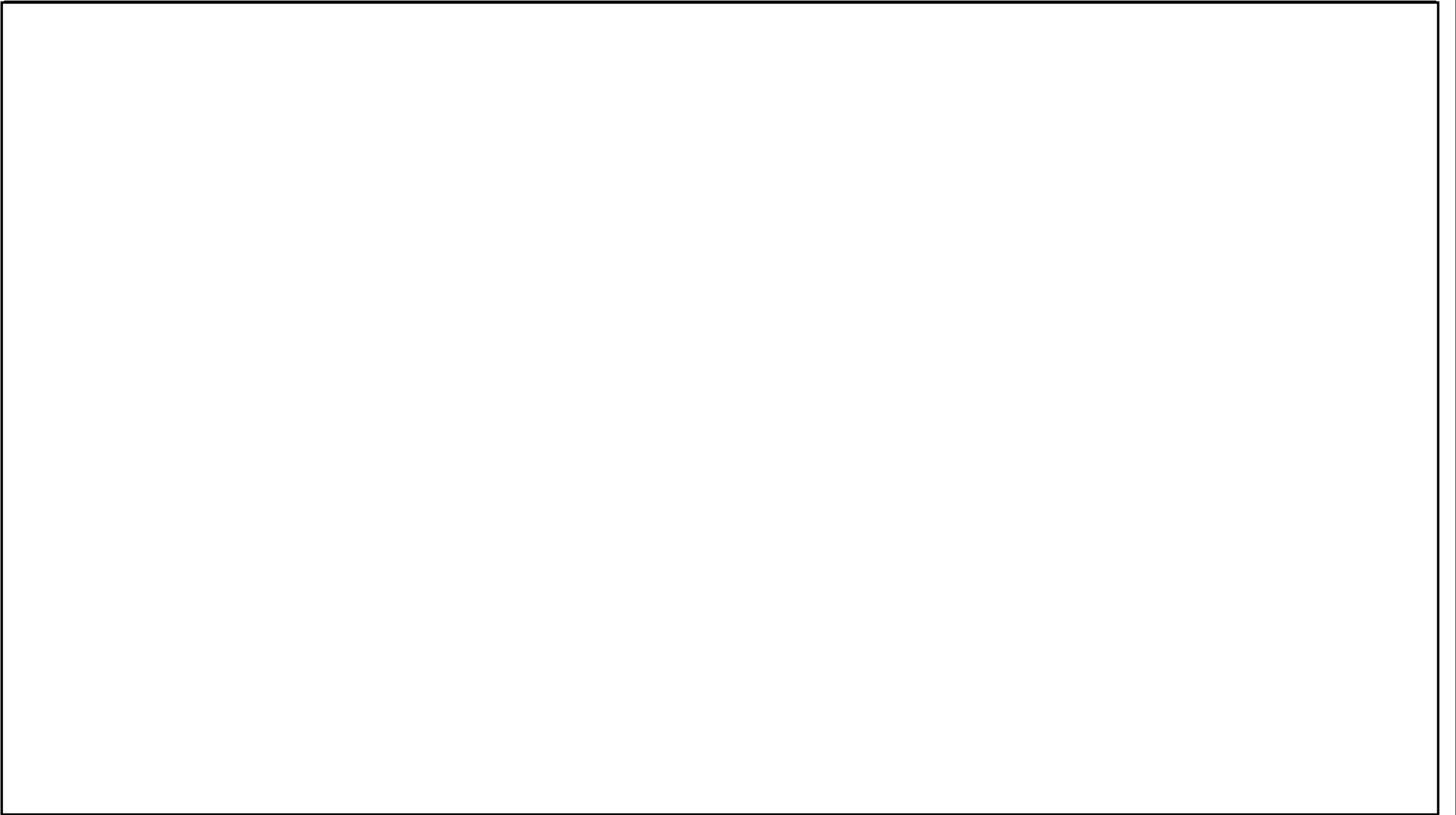
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その18）
日本原子力発電株式会社	



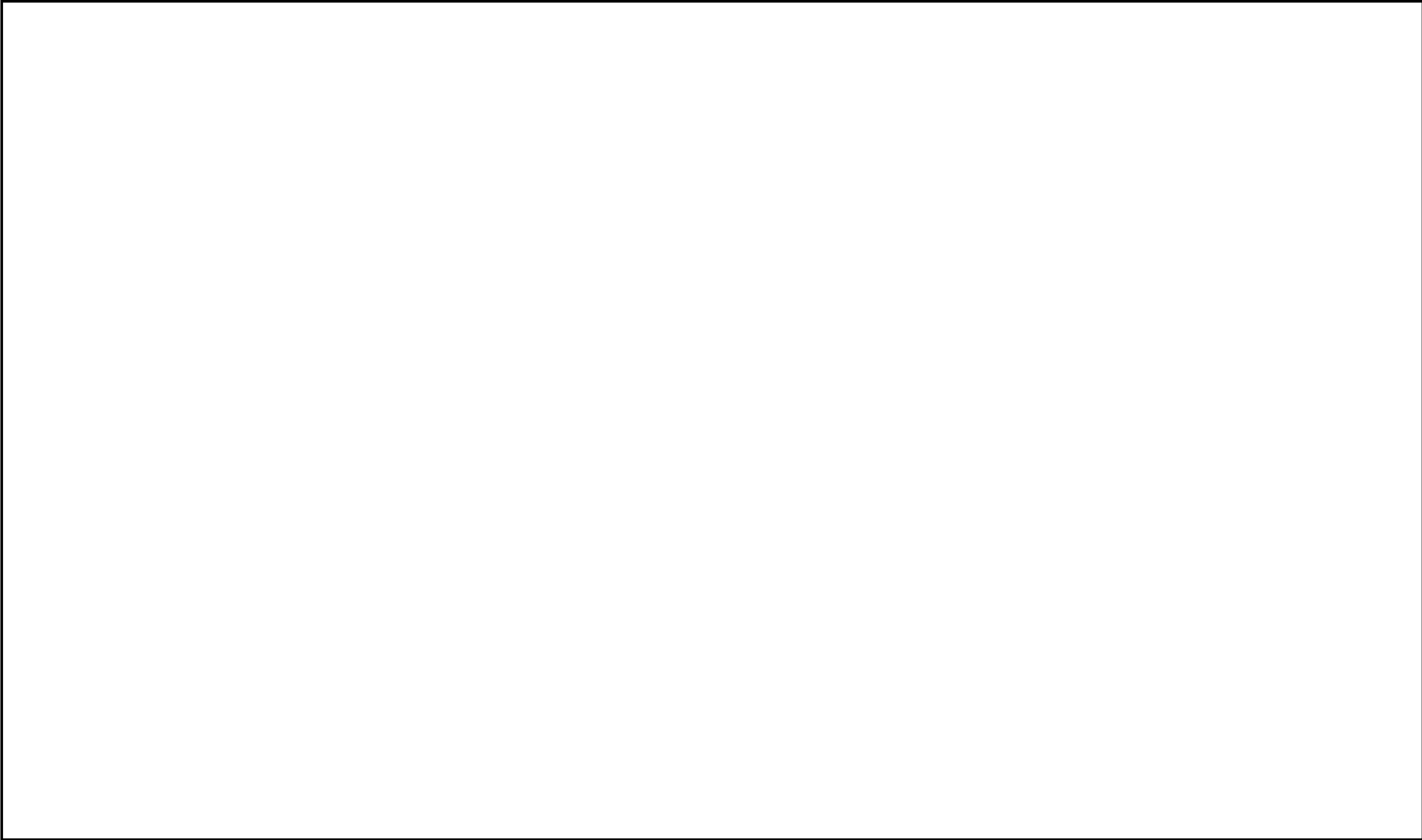
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その19）
日本原子力発電株式会社	



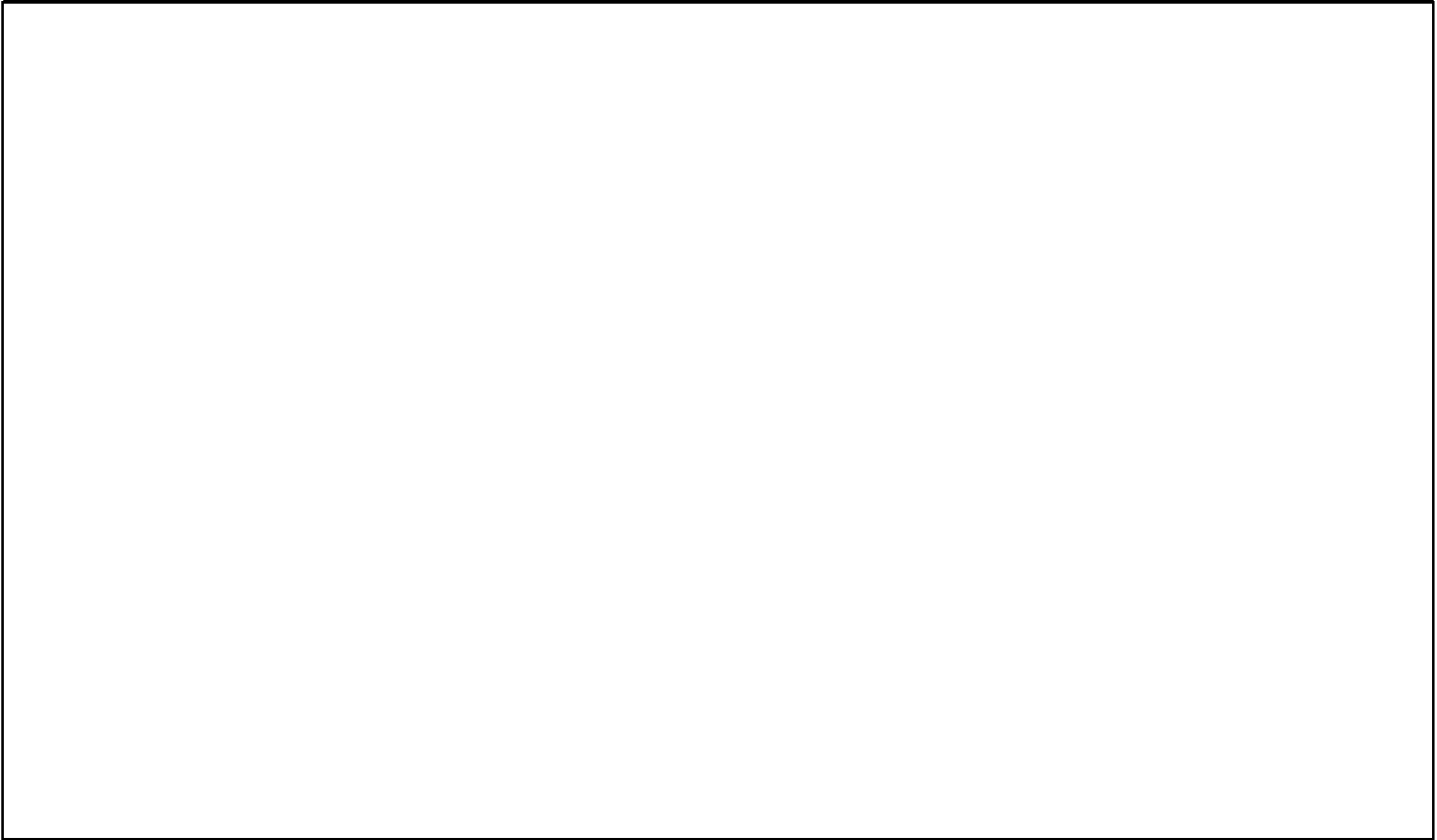
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その20）
日本原子力発電株式会社	



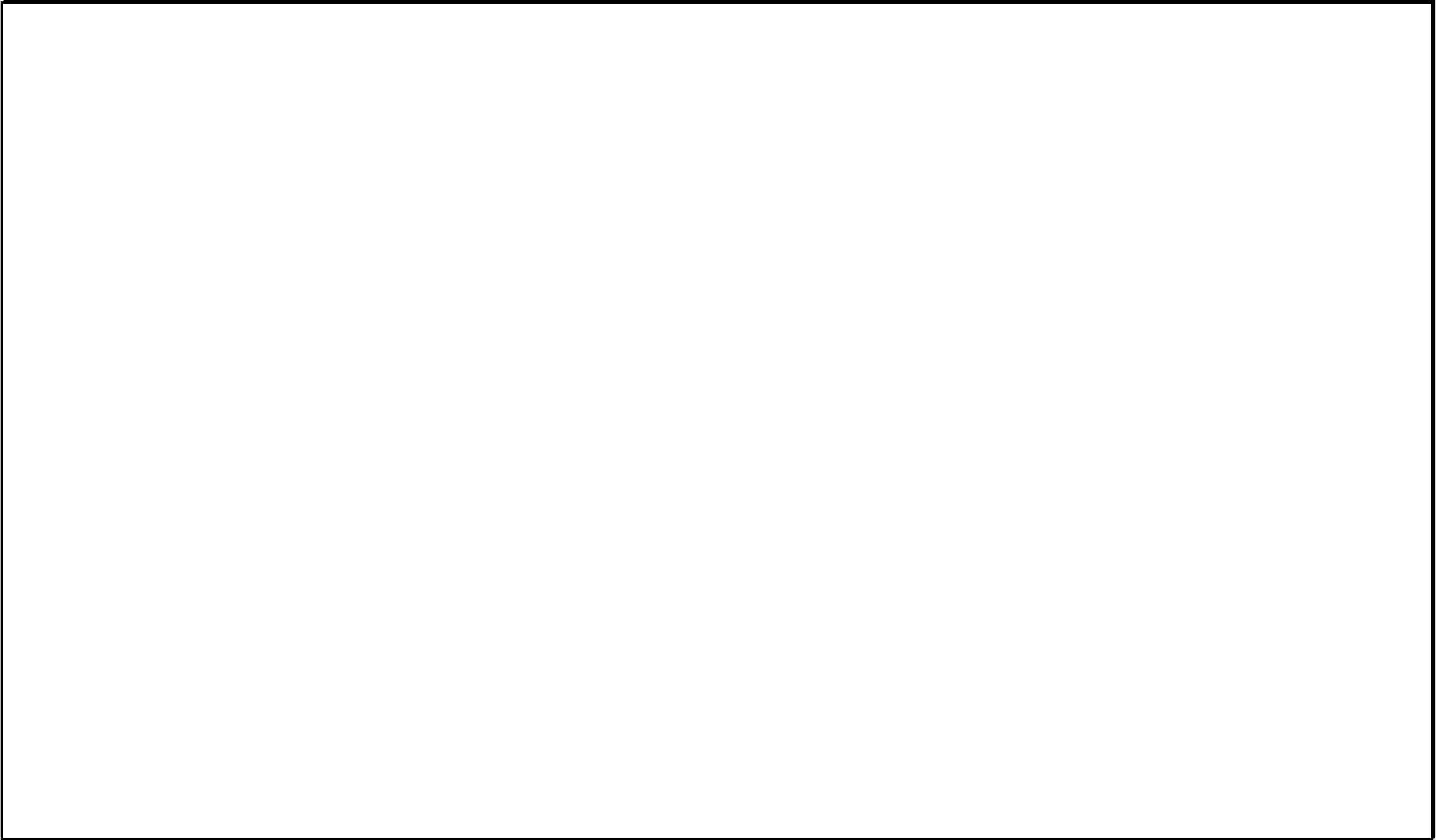
東 海 第 二 発 電 所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その21）
日本原子力発電株式会社	



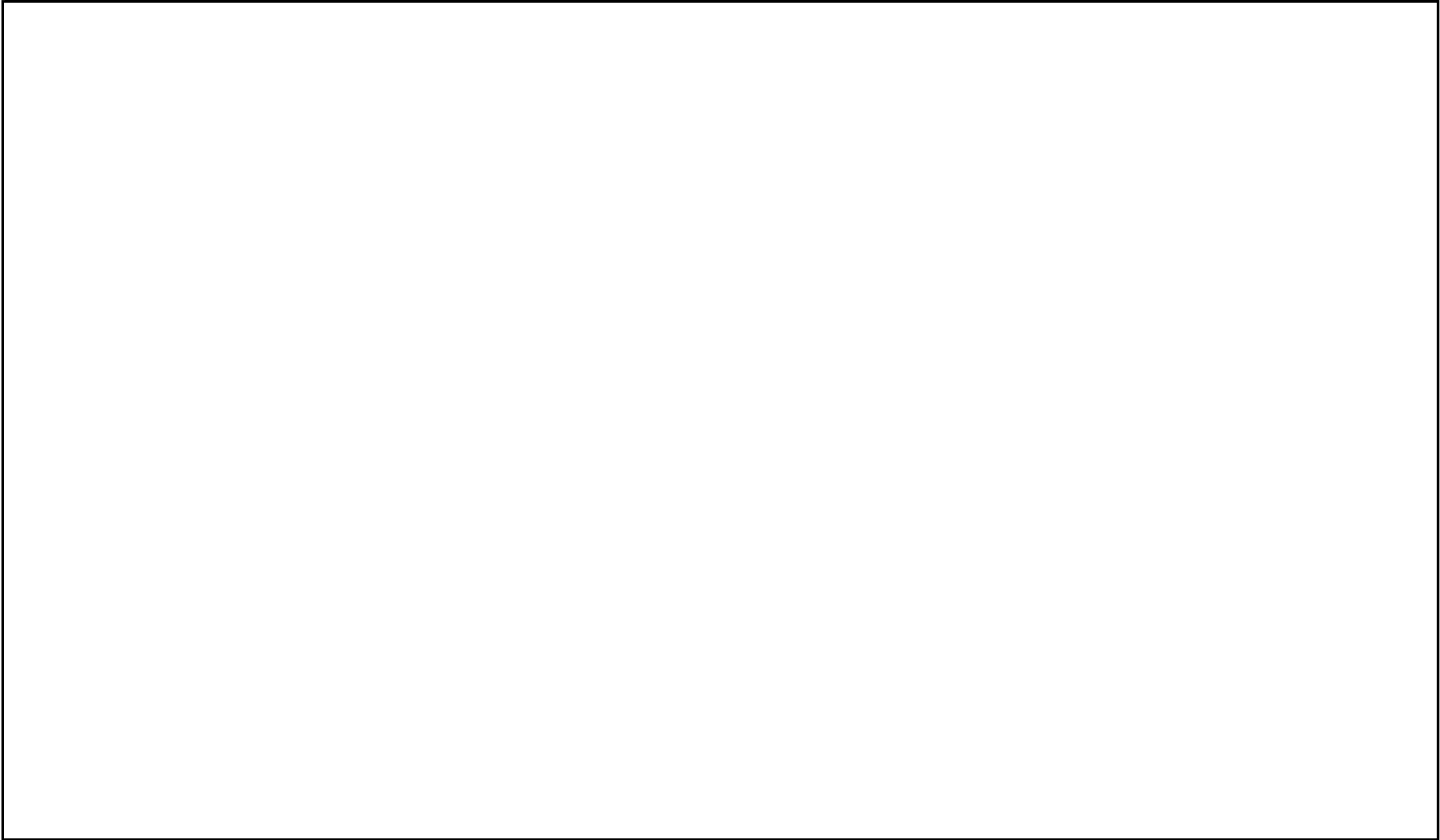
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その22）
日本原子力発電株式会社	



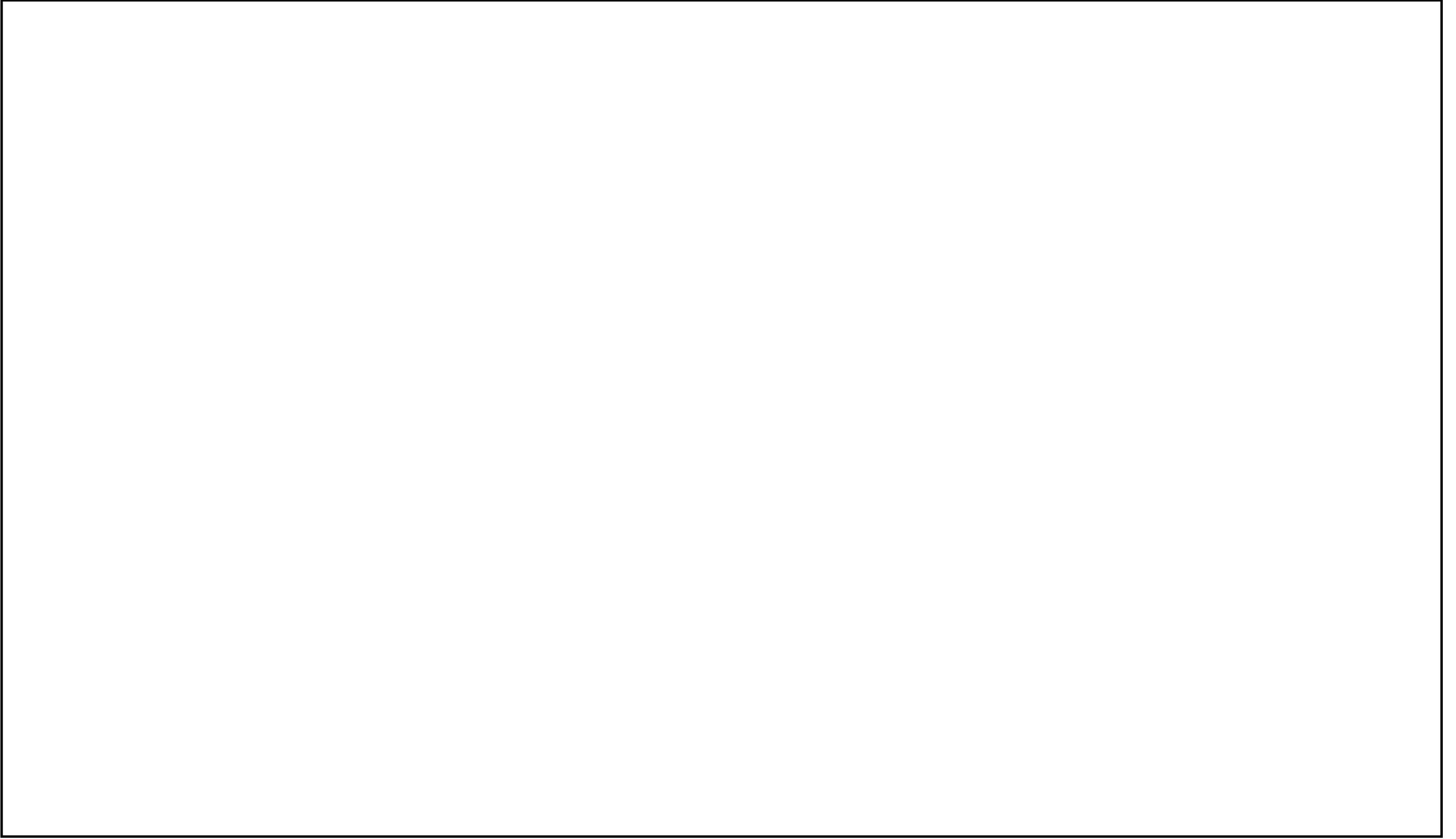
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その23）
日本原子力発電株式会社	



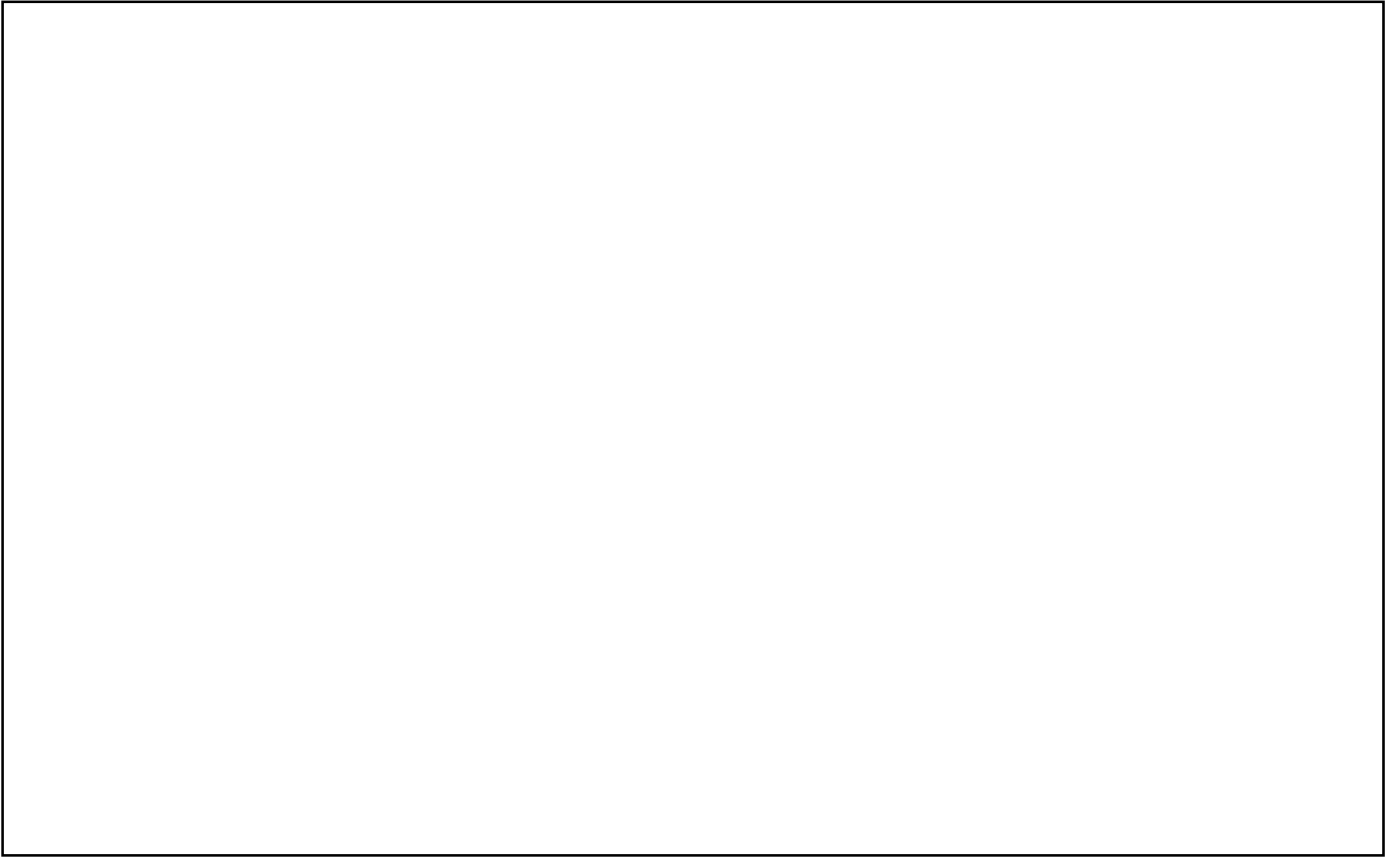
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その24）
日本原子力発電株式会社	



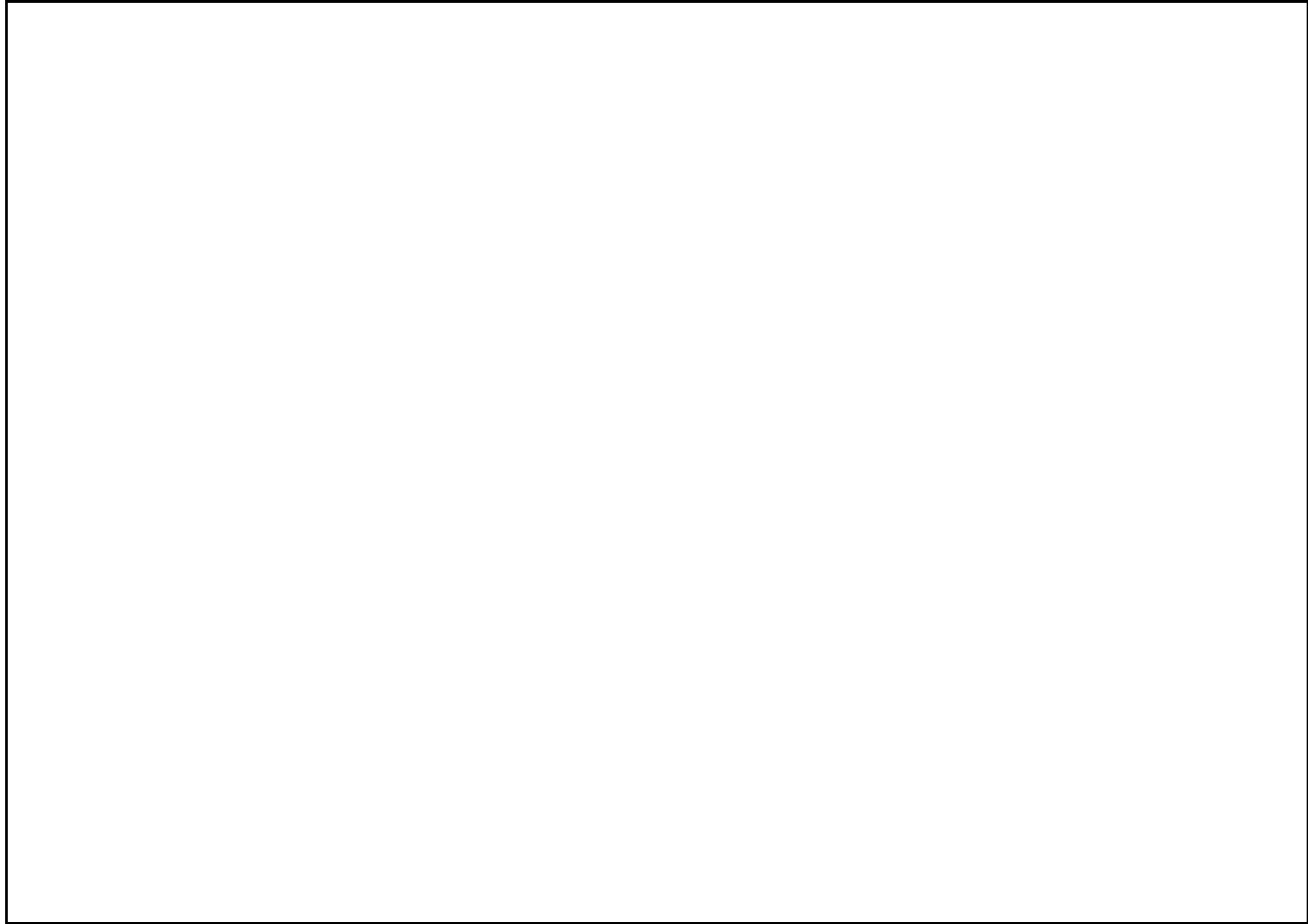
東 海 第 二 発 電 所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その25）
日本原子力発電株式会社	



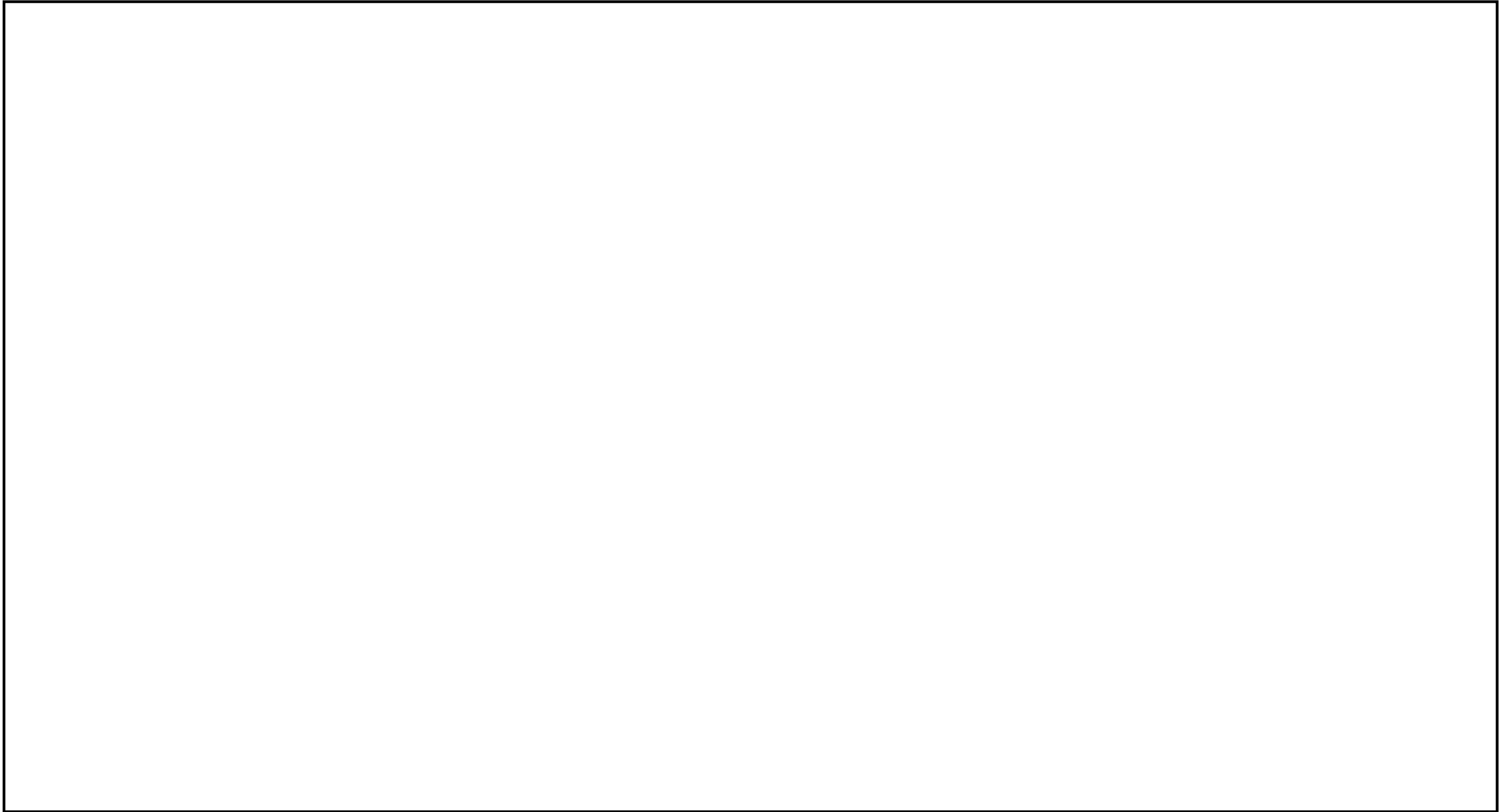
東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その26）
日本原子力発電株式会社	



東 海 第 二 発 電 所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その27）
日本原子力発電株式会社	



東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その28）
日本原子力発電株式会社	



東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その29）
日本原子力発電株式会社	

添付資料 3

東海第二発電所におけるファンネルを
介した火災発生区域からの
煙等の流入防止対策について

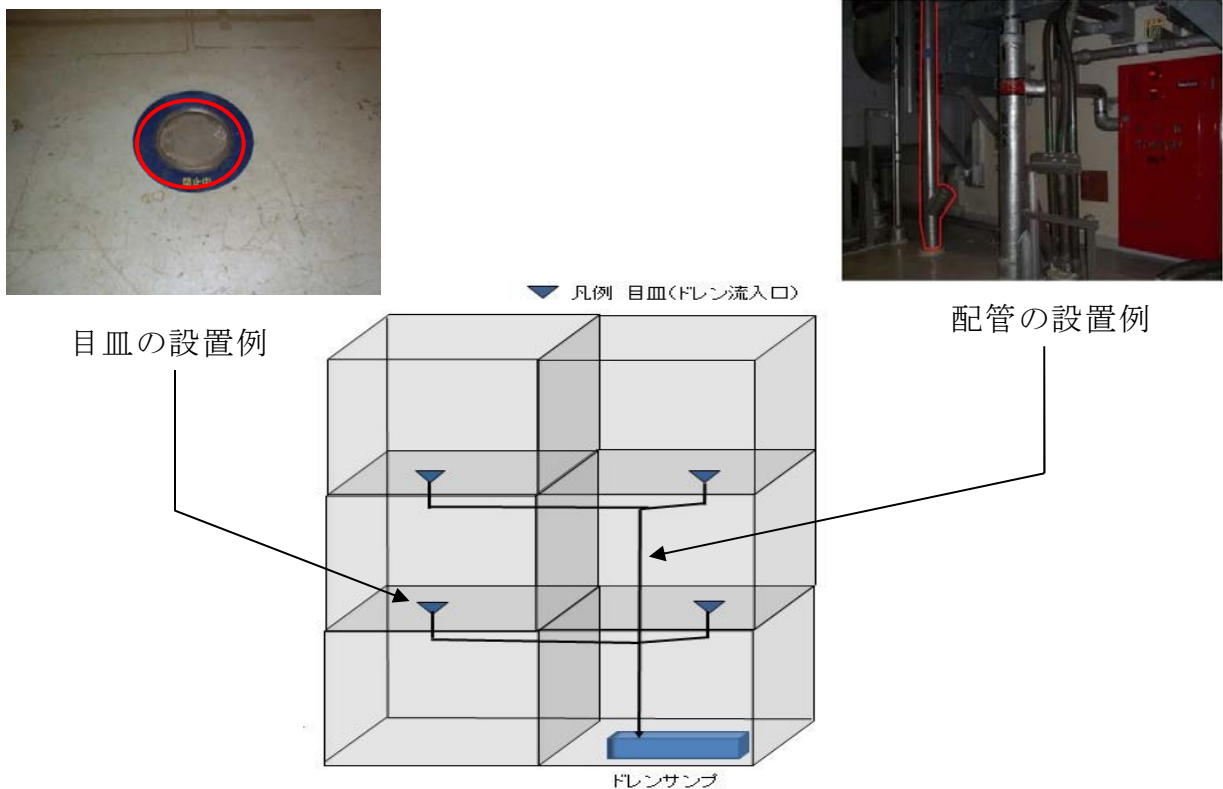
東海第二発電所におけるファンネルを介した火災発生区域からの
煙等の流入防止対策について

1. はじめに

東海第二発電所において、火災区域の位置づけを考慮し、以下のとおり排水用のファンネルに対して煙流入を防止する措置を行う設計とする。

2. 建屋内排水系統について

東海第二発電所の原子炉建屋等の各火災区域には、管理区域外への放射性液体廃棄物の流出防止等を目的として、ファンネル、配管及びサンプで構成される「建屋内排水系統」を設置している。第1図に建屋内排水系統概要を示す。



第1図 建屋内排水系統概要

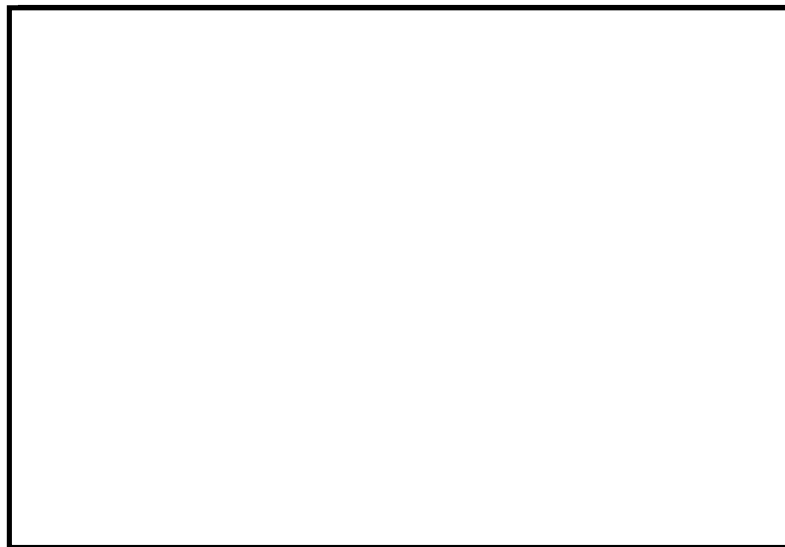
3. 煙等の流入防止対策

火災区域は，その位置付けを考慮すると，火災が発生した他の火災区域(区画)から，影響を受けないことが必要である。

このため，ファンネルに対して，流入防止対策は，ファンネルに対し止水措置を実施する。第2図に煙の流入防止対策例を示す。また，溢水等により排水を必要とする箇所のファンネルには，流入防止対策を行う設計とする。



ファンネル閉鎖例



第2図 煙の流入防止対策例

東海第二発電所における安全機能を有する
機器に使用するケーブルの難燃性について

【目次】

1. 概要

2. 要求事項

3. 使用ケーブルの難燃性について

添付資料 1 東海第二発電所におけるケーブルの損傷距離の判定方法について

添付資料 2 東海第二発電所における一部の同軸ケーブルの延焼防止性について

参考資料 1 東海第二発電所におけるケーブルの延焼性に関する IEEE383 の適用年版について

参考資料 2 東海第二発電所における IEEE383 垂直トレイ燃焼試験における残炎時間の取扱いについて

東海第二発電所における安全機能を有する機器に使用する
ケーブルの難燃性について

1. 概要

東海第二発電所における安全機能を有する構築物，系統及び機器（以下「安全機能を有する機器等」という。）に使用するケーブルが難燃ケーブルであることを以下に示す。

ただし，一部のケーブルは非難燃ケーブルが使用している。これらは，東海第二発電所で使用する非難燃ケーブルに火災の発生防止対策として，防火措置を施すことにより火災により燃焼し難く，著しい燃焼をせず，加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質を満足することを実証試験により実証し，以ては難燃ケーブルの性質と同等以上の性能があることを確認し，その適合性を別資料にて説明する。

2. 要求事項

東海第二発電所の安全機能を有する機器等のケーブルは，「実用発電用原子炉及び附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）の，2.1 火災発生防止に基づき，難燃ケーブルを使用することが要求されている。

火災防護に係る審査基準の抜粋を以下に示す。

「実用発電用原子炉及び附属施設の火災防護に係る審査基準」

2.1 火災発生防止

2.1.2 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、以下の各号に掲げるとおり、不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計であること。ただし、当該構築物、系統及び機器の材料が、不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの（以下「代替材料」という。）である場合、もしくは、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合は、この限りではない。

(3) ケーブルは難燃ケーブルを使用すること。

(参考)

「当該構築物、系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難であって、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合」とは、ポンプ、弁等の駆動部の潤滑油、機器躯体内部に設置される電気配線、不燃材料の表面に塗布されるコーティング剤等、当該材料が発火した場合においても、他の構築物、系統又は機器において火災を生じさせるおそれが小さい場合をいう。

(3) 難燃ケーブルについて

使用するケーブルについて、「火災により着火し難く、著しい燃焼をせず、また、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質」を有していることが、延焼性及び自己消火性の実証試験により示されていること。

(実証試験の例)

- ・ 自己消火性の実証試験・・・UL 垂直燃焼試験
- ・ 延焼性の実証試験・・・IEEE383 または IEEE1202

3. 使用ケーブルの難燃性について

東海第二発電所における安全機能を有するケーブルについては、以下のとおり、難燃性の確認試験に合格するものを使用する設計とする。

自己消火性の実証試験として、UL 垂直燃焼試験にて確認する。

延焼性の実証試験として、IEEE383 std 1974*又はこれを基礎とした「電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号 原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」の垂直トレイ燃焼試験にて確認する。ケーブルの損傷距離の判定方法は、添付資料1に示す。

一部の同軸ケーブルは実証試験に不合格であるが、添付資料2に示すとおり、ケーブルを布設する電線管の端部をコーキング材でシール処理し、窒息効果を持たせた延焼防止対策を行うことにより、十分な保安水準を確保しているものとする。

※IEEE383 Std 1974年版の適用は、参考資料1に示す。また、残炎時間の取扱いは参考資料2に示す。

表 4-1 表 自己消火性の実証試験結果 (UL 垂直燃焼試験)

区分	No.	絶縁体	シース	UL 垂直燃焼試験				試験日
				最大残炎時間 (秒)	表示旗の損傷 (%)	綿の損傷	合格	
高圧ケーブル	1	架橋 ポリエチレン	難燃ビニル	1	0	無	合格	2013. 8. 30
	2	架橋 ポリエチレン	難燃特殊耐熱ビニル	0	0	無	合格	2013. 6. 26
低圧ケーブル	3	難燃架橋 ポリエチレン	難燃特殊耐熱ビニル	1	0	無	合格	2013. 7. 18
	4	難燃架橋 ポリエチレン	難燃特殊耐熱ビニル	1	0	無	合格	2017. 3. 9
	5	難燃架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1	0	無	合格	2013. 8. 30
	6	難燃 EP ゴム	難燃クロロ ブレンゴム	2	0	無	合格	2013. 7. 3
	7	シリコンゴム	ガラス編組	0	0	無	合格	2013. 8. 30
	8	ETFE ^{※1}	難燃特殊耐熱ビニル	3	0	無	合格	2014. 5. 23
	9	ETFE ^{※1}	難燃クロロ ブレンゴム	1	0	無	合格	2014. 6. 26
同軸ケーブル	10	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1	0	無	合格	2013. 7. 18
	11	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃特殊耐熱ビニル	2	0	無	合格	2013. 9. 20
	12	静電遮蔽付 架橋ポリエチレン	難燃特殊耐熱ビニル	1	0	無	合格	2017. 3. 9
	13	耐放射線性架橋 発泡ポリエチレン	ノンハロゲン難燃 架橋ポリエチレン	0	0	無	合格	2013. 7. 18
	14	架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	4	0	無	合格	2013. 6. 20
	15	架橋 ポリエチレン	難燃特殊耐熱ビニル	0	0	無	合格	2013. 6. 26

※1 四フッ化エチレン・エチレン共重合樹脂

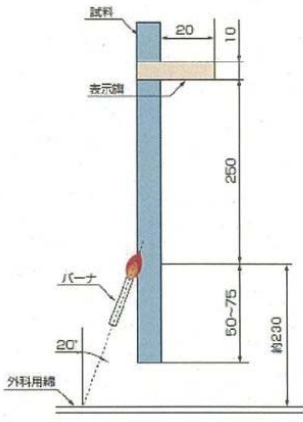
表 4-2 延焼性の実証試験結果 (IEEE 383 Std 1974 垂直トレイ燃焼試験)

区分	No.	絶縁体	シース	耐延焼性試験		試験日
				シース 損傷距離 (mm)	(参考) 残炎時間 (秒)	
高圧 ケーブル	1	架橋 ポリエチレン	難燃ビニル	1,150	465	1999. 9. 23
	2	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	650	265	1979. 2. 20
低圧 ケーブル	3	難燃架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1,120	0	1984. 9. 19
	4	難燃架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	960	0	2010. 6. 1
	5	難燃架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	810	0	1982. 5. 24
	6	難燃 EP ゴム	難燃クロロ プレンゴム	850	0	1979. 3. 16
	7	シリコンゴム	ガラス編組	300	0	1982. 4. 22
	8	ETFE※2	難燃特殊 耐熱ビニル	330	0	1982. 4. 28
	9	ETFE※2	難燃クロロ プレンゴム	440	0	1982. 5. 12
同軸 ケーブル ※1	10	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1,800mm 以上	—	2013. 9. 20
	11	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1,800mm 以上	—	2013. 9. 20
	12	静電遮蔽付 架橋ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	850	0	1979. 3. 15
	13	耐放射線性架橋 発泡ポリエチレン	ノンハロゲン難燃 架橋ポリエチレン	1,300	120	2013. 9. 20
	14	架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1,070	0	2014. 7. 9
	15	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1,730	0	2014. 7. 15

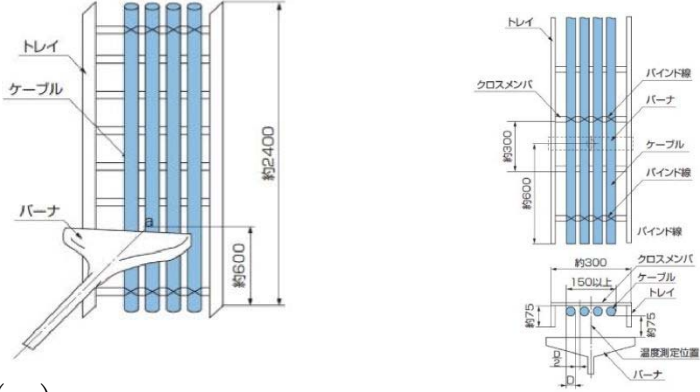
※1 同軸ケーブルは、扱う信号（微弱パルス、または微弱電流）の特性上、ノイズ等の軽減を目的とした不燃性（金属）の電線管に布設している。これらのうち、IEEE383 std 1974 垂直トレイ燃焼試験に合格していないケーブルについては、電線管の両端を耐火性のコーキング材で埋めることで、延焼防止を図る。

※2 四フッ化エチレン・エチレン共重合樹脂

第 4-3 表 ケーブルの UL 垂直燃焼試験の概要

試験	UL垂直燃焼試験
試験装置	 <p style="text-align: right;">単位 (mm)</p>
試験内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 試料を垂直に保持し，20 度の角度でバーナの炎をあてる。 ・ 15 秒着火，15 秒休止を 5 回繰り返す，試料の燃焼の程度を確認する。
燃 焼 源	<ul style="list-style-type: none"> ・ チリルバーナ
使用燃料	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工業用メタンガス
バーナ熱量	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2.13MJ/h
判定基準	<ol style="list-style-type: none"> ① 残炎による燃焼が 60 秒を超えない。 ② 表示旗が 25%以上焼損しない。 ③ 落下物によって下に設置した外科用綿が燃焼しない。

第 4-4 表 IEEE383 std 1974 垂直トレイ燃焼試験

<p>試験装置</p>	<ul style="list-style-type: none"> ケーブル外径の1/2の間隔で布設幅が150mmとなる本数分を、はしご状の垂直に設置されたトレイに布設し、トレイの下方に規定のリボンバーナを設置する。  <p>単位 (mm)</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> バーナを点火し、20分経過後、バーナの燃焼を停止しそのまま放置してケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
<p>燃 焼 源</p>	<ul style="list-style-type: none"> リボンバーナ
<p>バーナ熱量</p>	<ul style="list-style-type: none"> 70,000BTU/h (約 73.3MJ/h)
<p>使用燃料</p>	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガスもしくはプロパンガス
<p>判定基準</p>	<ol style="list-style-type: none"> バーナを消火後、自己消火した時のケーブルに塗布した防火塗料の最大損傷距離[*]が 1800mm 未満であること。 3回の試験いずれにおいても、上記を満たすこと。

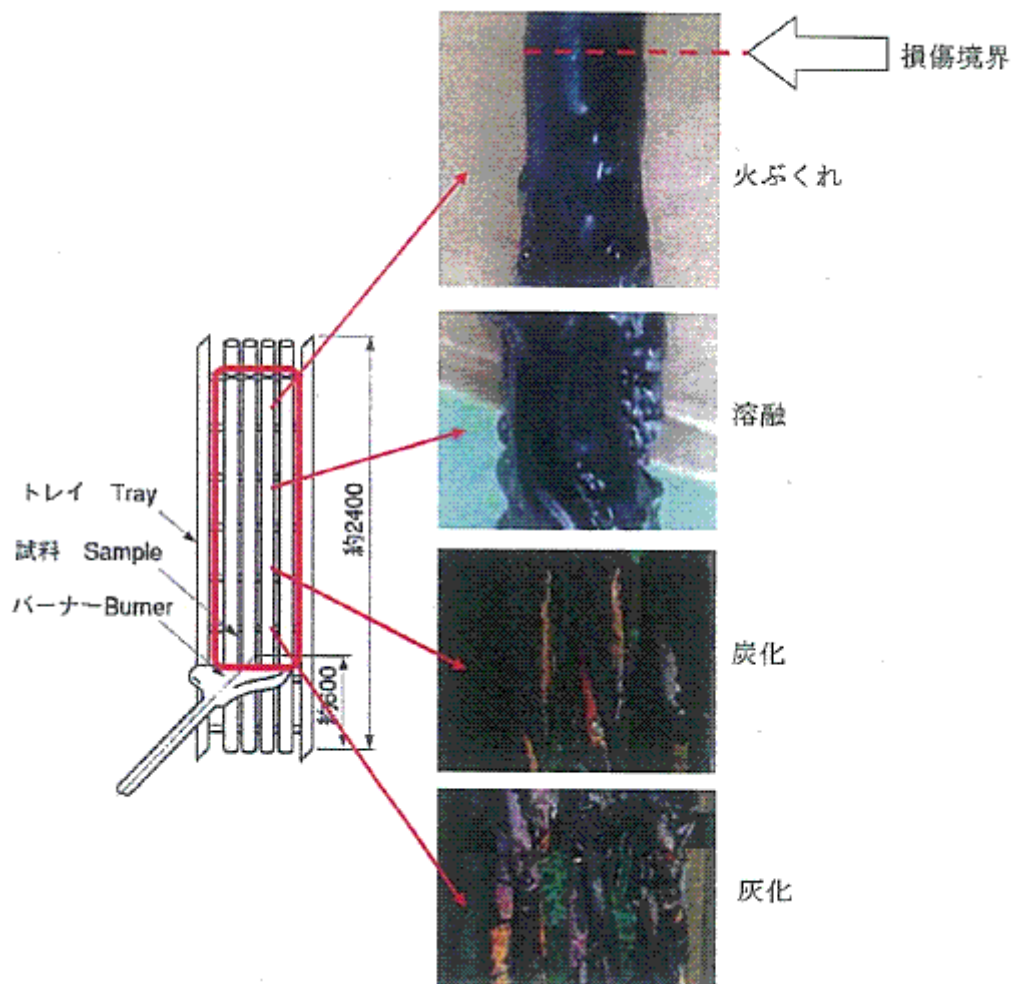
添付資料 1

東海第二発電所における

ケーブルの損傷距離の判定方法について

東海第二発電所におけるケーブルの損傷距離の判定方法について

垂直トレイ燃焼試験では，第 1 図の損傷距離の境界を確認し，シースの最大損傷距離を測定する。



第 1 図 垂直トレイ燃焼試験のケーブル損傷

添付資料 2

東海第二発電所における一部の同軸ケーブル
の延焼防止性について

東海第二発電所における一部の同軸ケーブルの延焼防止性について

1. はじめに

安全機能を有する機器に使用している核計装ケーブルや放射線モニタ用ケーブルは、微弱電流、微弱パルスを扱うために、耐ノイズ性を確保することを目的に不燃性の金属の電線管に布設するとともに、絶縁体に誘電率の低い架橋ポリエチレンを有する同軸ケーブルを使用している。このうち、一部のケーブルが自己消火性を確認する UL 垂直燃焼試験は満足するが、耐延焼性を確認する IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しない。

したがって、IEEE383 垂直トレイ燃焼試験を満足しない同軸ケーブルは、他のケーブルからの火災による延焼や、他のケーブルへの延焼が発生しないよう、電線管の両端部を耐火性のコーキング材(SF エコシール)を充填することで、酸素不足による燃焼の継続を防止する。(第 1 図)

コーキング材(SF エコシール)の火災防護上の有効性を以下に示す。

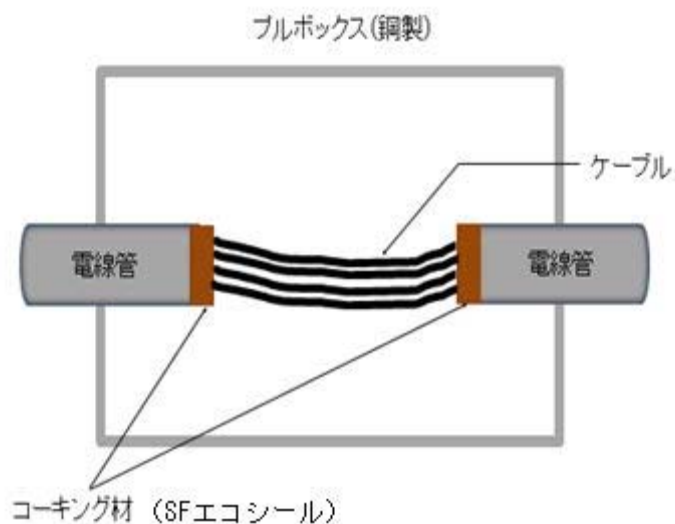
2. 電線管布設による火災発生防止対策

2.1 酸素不足による燃焼継続の防止

安全機能を有する機器に使用している核計装ケーブルや放射線モニタ用ケーブルは、耐ノイズ性を確保するため、ケーブルを電線管内に布設している。電線管内に布設することにより、IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しないケーブルが電線管内で火災になったとしても、電線管の両端を耐火性のコーキング材で密閉することにより、外気からの酸素の供給を遮断し、電線管内の酸素のみでは燃焼が維持できず、ケーブルの延焼は継続できない。

IEEE383 垂直トレイ 燃焼試験の判定基準を満足していないケーブル 1m あたりを完全燃焼させるために必要な空気量は約 0.13m³ であり，この 0.13m³ が存在する電線管長さが約 14m である(別紙 1)ことを考慮すると，最大長さが 50m である電線管は，約 3.4m だけ燃焼した後は酸素不足となり，延焼継続は起こらないと判断される。

プルボックス内の火災についても，プルボックスの材料が鋼製であり，さらに，プルボックス内の電線管に耐火性のコーキング材(SF エコシール)を電線管に充填する設計とすることで延焼を防止する。したがって，ケーブルの延焼はプルボックス内から広がらないと判断する。



第 1 図 プルボックス内の延焼防止対策の例

2.2 コーキング材(SF エコシール)について

コーキング材(SF エコシール)は、火災区域を貫通する電線管のシール材として火災耐久試験を実施し、3時間耐火性能が確認されたものである。

コーキング材(SF エコシール)は、常温では硬化しにくく、長時間にわたって適切な柔軟性を維持し、以下の特性を有する。

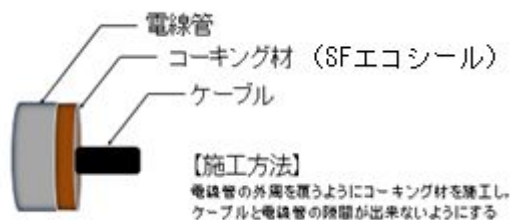
(1) 主成分

有機質バインダー、難燃材、有機繊維 他

(2) シール性

コーキング材(SF エコシール)は、常温で硬化しにくく、長時間にわたり適切な柔軟性を有する性質であり、難燃性及び耐熱性に優れたノンハロゲン非硬化型非発泡性防災パテ材である。耐熱試験では高温 180℃の影響評価を実施し、シール材の基本性能に影響がないことを確認しており、さらに、電路貫通部の火災耐久試験にて、3時間耐火性能を有することを確認しているものである。したがって、このコーキング材を第2図に示すとおり隙間なく施工する設計であるため、シール性を有していると考ええる。

電線管内で火災が発生した場合には、電線管内の温度が上昇するため、電線管内の圧力が電線管の外よりも高くなり、電線管の外から燃焼が継続できる酸素の供給はないと考えられる。



第2図 コーキング材(SF エコシール)の施工方法例

(3) 保全

コーキング材(SF エコシール)の保全については、コーキング材の耐久性が製品メーカーにおける熱加速試験に基づき、常温 40℃の環境下で約 28 年以上の耐久性を確認していること(別紙 2)、コーキング材(SF エコシール)の特性を踏まえ、設備の点検計画を定めている保全計画に定める。

同軸ケーブル燃焼に必要な空気量について

1. 同軸ケーブル燃焼評価について

同軸ケーブル燃焼評価の例は、最も保守的な条件についてのみ掲載することとし、他の条件の計算結果は第 1 表の同軸ケーブル燃焼評価結果に示す。

閉ざされた電線管内に布設された同軸ケーブルが燃焼する場合、最もケーブルが長く燃焼する条件は、燃焼に必要な空気量が最も多く存在し、かつ単位長さあたりの燃焼に必要な空気量が最も少ない組合せである。以下にこの組合せの燃焼評価を示す。

2. 同軸ケーブルにおけるポリエチレン

同軸ケーブルの材料のうち燃焼するものは、ポリエチレンである。また、単位長さの燃焼に消費する空気量が最も少ないものは、燃焼するポリエチレンの量が少ない同軸ケーブルとなる。

資料 4 第 4-2 表のケーブルNo.11, 12 の線種で最もポリエチレンの量が少ないケーブルはNo.12 であり、その含有量は 1m 当たり 9.63g である。

絶縁体：(架橋)ポリエチレン 9.63g/m

シース：(架橋)ポリエチレン 0.00g/m

3. 燃焼に必要な空気量

ポリエチレンの燃焼を示す以下の式により、エチレン 1mol の燃焼には $3n$ mol の酸素が必要となる。(分子量：エチレン； $28n$ (n は重合数)), 酸素；32)



ポリエチレン 1g ($1/28n$ mol) に必要な酸素 ($3n/28n$ mol) を含む空気の体積は、標準状態 (0°C , 1 気圧) での 1mol の体積を 0.0224m^3 とすると、常温状態 (40°C , 1 気圧) での体積は 0.0257m^3 となる。

$$\frac{(273+40)}{(273+0)} \times 22.4 = 0.0257\text{m}^3$$

1mol の体積 $0.0257\text{m}^3/\text{mol}$ から算出すると、以下より 0.0028m^3 である。

$$\frac{1}{28n} \text{mol} \times 3n \times 0.0257 \frac{\text{m}^3}{\text{mol}} = 0.0028\text{m}^3$$

空気中の酸素濃度を 21% とすると、ポリエチレン 1g に必要な空気量は、以下より 0.0133m^3 となる。

$$0.0028\text{m}^3 \times \frac{100}{21} = 0.0133\text{m}^3$$

同軸ケーブル 1m 当たりのポリエチレンの重量は、9.63g であるため、同軸ケーブル 1m の燃焼に必要な空気の体積は、以下により約 0.13m^3 となる。

$$0.0013 \frac{\text{m}^3}{\text{g}} \times 9.6\text{g} = 0.1277\text{m}^3$$

4. 空気量(0.13m³)を保有する電線管長さ

同軸ケーブルを布設している電線管で最も空気量を保有している電線管は、厚鋼電線管 G104(内径 106.4mm)である。

内径 106.4mm の電線管において、0.13m³の空気を保有する電線管長さは以下より約 14m となる。

$$l = \frac{\text{空気量 m}^3}{\text{断面積 m}^2} = \frac{0.13\text{m}^3}{\frac{(106.4 \times 10^{-3})^2 \times \pi}{4} \text{ m}^2} = 14.62\text{m}$$

第 1 表 同軸ケーブル燃焼評価結果

経路 No.	絶縁体		シース		ポリエチレン含量 (g/m)	1m燃焼に必要な空気量 (m ³)	1m燃焼に必要な酸素を内包する電線管長さ (m)			電線管内で燃焼する同軸ケーブル距離 (m)		
	材料	ポリエチレン含有量 (g/m)	材料	ポリエチレン含有量 (g/m)			電線管サイズ			電線管サイズ		
							φ22	φ64	φ106	φ22	φ64	φ106
11	耐放射線性架橋ポリエチレン	9.63	難燃架橋ポリエチレン	16.68	26.31	0.35	929.16	152.82	38.25	0.05	0.33	1.27
12	耐放射線性架橋ポリエチレン	9.63	難燃特殊耐熱ビニル	0.00	9.63	0.13	345.12	56.76	14.62	0.14	0.88	3.42
13	耐放射線性架橋架橋ポリエチレン	21.37	難燃架橋ポリエチレン (第1シース)	14.08	63.97	0.85	2256.53	371.14	95.60	0.02	0.13	0.52
			難燃架橋ポリエチレン (第2シース)	28.42								

コーキング材(SF エコシール)の耐久性について

1. はじめに

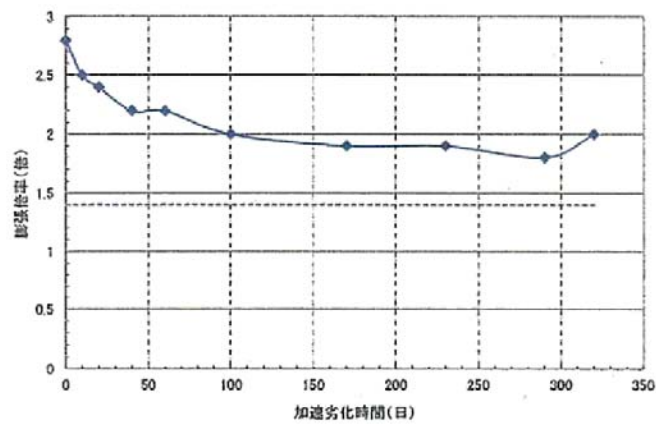
コーキング材(SF エコシール)は、以下第 2 表に示す試験を実施し、耐久性があることを確認している。

第 2 表 コーキング材(SF エコシール)の耐久性に係る試験

No.	試験項目	判定基準	試験概要
1	加熱減量	加熱減量が 0.6%以下のこと	JIS A 5752 により、温度 105～110℃の恒温器で 3 時間加熱後、室温になるまで冷却し、質量比を求める
2	耐水性	使用上有害なひび、割れ、形くずれのないこと	水道水中に 30 日間浸漬させる
3	耐塩水性	使用上有害なひび、割れ、形くずれのないこと	3%食塩水中に 30 日間浸漬させる
4	耐油性	使用上有害なひび、割れ、形くずれのないこと	電気絶縁油中に 30 日間浸漬させる
5	耐薬品性	使用上有害なひび、割れ、形くずれのないこと	薬品水溶液中に常温で 7 日間浸漬させる
6	気密性	気密漏えいがいこと	内外差圧 6,300Pa の容器内に N2 ガスを充填し、24 時間後の漏えい量を測定する
7	耐火性	① 非加熱側へ 10 秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと ② 非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎がないこと ③ 火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	コンクリートを貫通させたケーブルトレイ貫通部及び電線管両端にシール材を充填し、IS0834-1 の加熱曲線を用いて 3 時間加熱する
8	耐熱性	シール材内部の針入度がメーカーカタログ値の半減値を超えること	JIS A 5752 により、温度 180℃の恒温器で 3 時間加熱後、常温及び加熱後の針入度を求める
9	耐放射線性	① シール材内部の針入度がメーカーカタログ値の半減値を超えること ② 酸素指数がメーカーカタログ値と同等であること	放射線量 700kGy で照射し、さらに温度 180℃の恒温器で 3 時間加熱後、常温、放射線照射後及び加熱後の針入度を求める。併せて JIS K 6269 に準拠し、酸素指数を測定する

2. 試験概要

- (1) 供試体を 90℃に加熱した電気炉に入れ，劣化を促進させる。所定時間経過後，電気炉から供試体を取り出し，膨張倍率の測定を行う。
- (2) 膨張倍率試験は，供試体を 350℃に加熱した電気炉に入れ，15分加熱し供試体を膨張させる。
- (3) 試験後，電気炉から供試体を取り出し，膨張試験前後の体積の比から膨張倍率を求める。



第3図 膨張倍率に着目した加速劣化試験の結果

- (4) 上記試験について，アレニウス則により寿命評価した結果，の寿命は，常温 40℃で約 28 年以上との結果を得た。(第3図)

参考資料 1

東海第二発電所における
ケーブルの延焼性に関する IEEE383 の
適用年版について

東海第二発電所におけるケーブルの延焼性に関する

IEEE383 の適用年版について

ケーブルの延焼性は、IEEE383 std 1974 又はこれを基礎とした「電気学会技術報告(Ⅱ部)第 139 号 原子力発電用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」の垂直トレイ燃焼試験によって確認しており、この IEEE383 の適用年版について、以下に整理する。

1. 要求事項

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(以下、「火災防護に係る審査基準」という。)の 2.1 火災発生防止の参考には、延焼性の実証試験は以下のとおり実証試験により示されていることを要求している。

火災防護に係る審査基準(抜粋)

(参考)

(3) 難燃ケーブルについて

使用するケーブルについて、「火災により着火し難く、著しい燃焼をせず、また、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質」を有していることが、延焼性及び自己消火性の実証試験により示されていること。

(実証試験の例)

- ・ 自己消火性の実証試験・・・UL 垂直燃焼試験
- ・ 延焼性の実証試験・・・IEEE383 または IEEE1202

また、審査基準「2. 基本事項」の参考には、審査基準に記載されていないものは、以下の要求となっている。

(参考)

上記事項に記載されていないものについては、JEAC 4626-2010 及び JEAG4607-2010 を参照すること。

2. IEEE383 の適用年版

上記までのとおり、火災防護に係る審査基準に記載されていないものについては、以下に示す JEAC4626-2010 に記載の IEEE383-1974 年版を適用した。

JEAC4626-2010(抜粋)

【解説 2-1】「難燃性ケーブル」

難燃性ケーブルとは、米国電気電子工学学会(IEEE)規格 383(1974 年版)(原子力発電所用ケーブル等の型式試験)(国内では IEEE383 の国内版である電気学会技術報告(Ⅱ部)第 139 号)の垂直トレイ試験に合格したものをいう。

参考資料 2

東海第二発電所における

IEEE383 垂直トレイ燃焼試験における残炎

時間の取扱いについて

東海第二発電所における

IEEE383 垂直トレイ燃焼試験における残炎時間の取扱いについて

1. はじめに

難燃ケーブルは、ケーブルの延焼性を確認する垂直トレイ燃焼試験について規定化された IEEE383 及び電気学会技術報告において、残炎時間を参考に測定している。

ケーブルの残炎時間は、垂直トレイ燃焼試験の判定基準として使用されておらず、試験の判定に影響を与えないことを示す。

2. 規格の記載事項

垂直トレイ燃焼試験における評価に関する IEEE383 の記載を以下に示す。

(1) IEEE383 (抜粋)

2.5.5 Evaluation. Cables which propagate the flame and burn the total height of the tray above the flame source fail the test. Cables which self-extinguish when the flame source is removed or burn out pass the test. Cables which continue to burn after the flame source is shut off or burns out should be allowed to burn in order to determine the extent.

(2) IEEE383 (和訳)

2.5.5 評価

炎の広がり,バーナー-の上のトレイ全長が燃えるケーブルは不合格である。バーナーを外すと自己消火するケーブルは合格である。バーナー消火後も燃え続ける,あるいは燃え尽きるケーブルは,延焼範囲を決定するため,そのまま燃え続けさせるべきである。

(3) 電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号 原子力発電用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案(抜粋)

IEEE383を基礎とした「電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号 原子力発電用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」の垂直トレイ燃焼試験の判定基準の記載は以下のとおりである。

3.7 判定

3回の試験のいずれにおいても,ケーブルはバーナー消火後自動消火し,かつケーブルのシースおよび絶縁体の最大損傷長が1,800mm未満である場合には,そのケーブルは合格とする。

ケーブルの延焼性を確認する試験では,残炎時間は上記のとおり判定基準として記載されていない。

東海第二発電所における
原子炉の安全停止に必要な構築物，系統及び
機器が設置される火災区域又は火災区画の
感知設備について

【目次】

1. 概要
2. 要求事項
3. 火災感知設備の概要
 - 3.1 火災感知設備の火災感知器について
 - 3.2 火災感知設備の受信機について
 - 3.3 火災感知設備の電源について
 - 3.4 火災感知設備の中央制御室での監視について
 - 3.5 火災感知設備の耐震設計について
 - 3.6 火災感知設備に対する試験検査について

- 添付資料 1 実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準
(抜粋)

- 添付資料 2 東海第二発電所における防爆型火災感知器について

- 添付資料 3 東海第二発電所における火災感知器の型式ごとの特徴等について

- 添付資料 4 東海第二発電所における火災感知器の配置を明示した図面

原子炉の安全停止に必要な構築物，系統及び機器が設置される
火災区域又は火災区画の火災感知設備について

1. 概要

東海第二発電所の安全機能のうち，原子炉の安全停止に必要な構築物，系統及び機器(以下「原子炉の安全停止に必要な機器等」という。)への火災の影響を限定し，早期に火災を感知するための火災感知設備について以下に示す。

なお，放射性物質貯蔵等の機器等の設置場所に対する火災感知設備は，資料 9 に示す。

2. 要求事項

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(以下「火災防護に係る審査基準」という。)における火災感知設備の要求事項は以下のとおりである。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(抜粋)

2. 基本事項

(1)原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構築物，系統及び機器を火災から防護することを目的として，以下に示す火災区域及び火災区画の分類に基づいて，火災発生防止，火災の感知及び消火，火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じること。

①原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持するための安全機能を有

する構築物，系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画

- ②放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域

2.2 火災の感知，消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は，以下の各号に掲げるように，安全機能を有する構築物，系統及び機器に対する火災の影響を限定し，早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

(1) 火災感知設備

- ①各火災区域における放射線，取付面高さ，温度，湿度，空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し，早期に火災を感知できる場所に設置すること。
- ②火災を早期に感知できるよう固有の信号を発する異なる種類の感知器又は同等の機能を有する機器を組合せて設置すること。また，その設置にあたっては，感知器等の誤作動を防止するための方策を講じること。
- ③外部電源喪失時に機能を失わないように，電源を確保する設計であること。
- ④中央制御室等で適切に監視できる設計であること。

2.2.2 火災感知設備及び消火設備は，以下の各号に示すように，地震等の自然現象によっても，火災感知及び消火の機能，性能が維持される設計であること。

- (1) 凍結するおそれがある消火設備は，凍結防止対策を講じた設計であること。

- (2) 風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されない設計であること。

(3) 消火配管は、地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること。

なお、「2.2.1 (1)火災感知設備」の要求事項を添付資料1に示す。

本資料では、基本事項の中に記載される「①原子炉の安全停止に必要な構築物、系統及び機器を設置する火災区域及び火災区画」への火災感知設備の設置方針を示す。

3. 火災感知設備の概要

東海第二発電所において火災が発生した場合に、原子炉の安全停止に必要な機器等が設置された火災区域又は火災区画(以下「火災区域(区画)」という。)の火災を早期に感知し、原子炉の安全停止に必要な機器等に対する火災の影響を限定するために、要求事項に応じた「火災感知設備」を設置する。

「火災感知設備」は、周囲の環境条件を考慮して設置する「火災感知器」と、中央制御室での火災の監視等の機能を有する「受信機」を含む火災受信機盤等により構成される。東海第二発電所に設置する「火災感知器」及び「受信機」について以下に示す。

3.1 火災感知設備の火災感知器について

火災感知器は、早期に火災を感知するため、火災感知器の取付面高さ、火災感知器を設置する周囲の温度、湿度及び空気流等の環境条件を考慮して設置する。

東海第二発電所内で発生する火災としては、ポンプに内包する油やケーブル

ルの火災であり、原子力発電所特有の火災条件が想定される箇所はなく、一般施設に使用されている火災感知器を消防法に準じて設置することにより、十分に火災を感知することが可能である。

原子炉の安全停止に必要な機器等が設置される箇所は、火災時に炎が生じる前の発煙段階から感知できる煙感知器を設置し、その他は、蒸気及びガスの発生により煙感知器が誤作動する可能性のある箇所には、熱感知器を設置する。

さらに、「固有の信号を発する異なる種類の火災感知器」の設置要求を満足するため、既存の火災感知器に加えて熱感知器又は煙感知器を組み合わせで設置する。設置にあたっては、消防法に準じた設置条件で設置する。

これら組合せは、平常時の状況（温度、煙の濃度）を監視し、かつ、火災現象（急激な温度や煙の濃度の上昇）を把握することができるアナログ式とする。

周囲の環境条件により、アナログ式の熱感知器又は煙感知器を設置することが適さない箇所の火災感知器等の選定方法を以下に示す。なお、設計基準対象施設を設置する火災区域(区画)のうち、海水ポンプを設置する屋外エリアについては、非アナログ式の屋外仕様の炎感知器及び赤外線感知機能を備えたアナログ式の熱感知カメラを設置する設計とする。これらは火災を感知した個々の感知器を特定せずエリア毎の警報を発報するが、監視対象エリアは屋外の大空間であり、警報確認後の現場確認において火災源の特定が可能であることから適用可能とする。また、非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルを布設するトレンチについては、アナログ式の光ファイバケーブル式熱感知器を設置する。光ファイバケーブル式熱感知器はエリア毎の警報を発報するが、中央制御室に設置した火災受信機において、センサ用光ファイバケーブルの長手方向に対して約2m間隔で火源の特定が可能であり、早期の

火災感知を行うことができることから適用可能とする。光ファイバケーブル式熱感知器の動作原理を添付資料3別紙1に示す。

○蓄電池室の火災感知器

蓄電池室は、蓄電池内の圧力が上昇した場合に作動する制御弁によって水素が放出する可能性があることから、換気空調設備を設置しており、安定した室内環境を維持している。

一方で、万が一の水素濃度の上昇^{※1}を考慮し、防爆型の感知器の採用を検討した。蓄電池室内の環境を鑑みると、換気空調設備により安定した室内環境(室温最大40℃)を維持していることから、火災感知器の作動値を室温より高めに設定する非アナログ式のもであっても誤作動する可能性は低いと考えられる。

したがって、万が一の水素濃度の上昇を考慮すると、水素による爆発リスクを低減する観点から、防爆型の「熱感知器」及び防爆型の「煙感知器」を採用する。

防爆型の熱感知器及び煙感知器の概要を添付資料2に示す。

※1 蓄電池室は、換気空調設備の機械換気により水素濃度の上昇を防止する設計である。

○軽油貯蔵タンク設置エリア

軽油貯蔵タンクエリアは軽油燃料が気化し引火性又は発火性の雰囲気を形成する可能性があるが、軽油貯蔵タンクエリアは地下構造としており安定した室内環境を維持する。

一方で、万が一の燃料気化を考慮し、防爆型の感知器の採用を検討した。軽油貯蔵タンクエリアの環境を鑑みると、地下構造としており、安定した室内環境を維持していることから、火災感知器の作動値を室温より高

めに設定する非アナログ式のものであっても誤作動する可能性は低いと考えられる。したがって、万が一の燃料気化を考慮すると、軽油の気化による爆発リスクを低減する観点から、防爆型の「熱感知器」及び防爆型の「煙感知器」を採用する。

○非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリア

非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリアは、軽油貯蔵タンクエリアと同様に、軽油燃料が気化し引火性又は発火性の雰囲気形成する可能性があるが、軽油貯蔵タンクエリアは地下構造としており安定した室内環境を維持する。

一方で、万が一の燃料気化を考慮し、防爆型の感知器の採用を検討した。軽油貯蔵タンクエリアの環境を鑑みると、地下構造としており、安定した室内環境を維持していることから、火災感知器の作動値を室温より高めに設定する非アナログ式のものであっても誤作動する可能性は低いと考えられる。したがって、万が一の燃料気化を考慮すると、軽油の気化による爆発リスクを低減する観点から、防爆型の「熱感知器」及び防爆型の「煙感知器」を採用する。

○原子炉格納容器

起動中における原子炉格納容器内の火災感知器は、環境条件や予想される火災の性質を考慮し、原子炉格納容器内には異なる2種類の感知器としてアナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。原子炉格納容器内は、通常運転中、窒素封入により不活性化しており、火災が発生する可能性がない。しかしながら、運転中の原子炉格納容器は、閉鎖した状態で長期間高温かつ高線量環境となることから、火災感知器が故障する可

能性がある。このため、原子炉格納容器内の火災感知器は、起動時の窒素封入後に中央制御室内の受信機にて作動信号を除外する運用とし、プラント停止後に速やかに取り替える設計とする。冷温停止中における原子炉格納容器内の火災感知器は、起動中と同様にアナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

○海水ポンプエリア

海水ポンプエリアは屋外であるため、火災による煙は周囲に拡散し、煙感知器による火災感知は困難である。

このため、海水ポンプエリア全体の火災を感知するために、非アナログ式の屋外仕様の炎感知器及びアナログ式の熱感知カメラを設置する。これらはそれぞれ誤作動防止対策として以下の機能を有する。したがって、防爆型の炎感知器(赤外線)と赤外線による温度監視カメラまたはエリア監視カメラを監視範囲に死角がないように設置する。

炎感知器は、炎から発する放射エネルギーを連続監視し、この放射エネルギーから発せられる3つの波長帯を検知した場合にのみ検知するもので誤作動防止を図る設計とする。

温度監視カメラ又はエリア監視カメラは、屋外の温度環境を踏まえてカメラの温度を設定し、熱サーモグラフィによる確認に加えエリア監視カメラを採用することで、現場状況の早期確認・誤った判断をすることを防止する設計とする。

- ・炎感知器 : 平常時より炎の波長の有無を連続監視し、火災現象(急激な環境変化)を把握できることから、アナログ式と同等の機能を有する。また、感知原理に「赤外線3波

長式」(物質の燃焼時に発生する特有な放射エネルギーの波長帯を3つ検知した場合にのみ発報する)を採用し誤作動防止を図る。さらに、降水等の浸入により火災感知器の故障が想定されるため屋外仕様を採用する設計とする。なお、太陽光の影響については、火災発生時の特有な波長帯のみを感知することで誤作動を防止する設計とする。

- ・熱感知カメラ：アナログ式の熱感知カメラを使用することによって、誤作動防止を図る。また、熱サーモグラフィにより、火源の早期確認・判断誤り防止を図る。さらに、屋外に設置することから、降水等の浸入により火災感知器の故障が想定されるため屋外仕様を採用する設計とする。なお、熱感知カメラの感知原理は赤外線による熱監視であるが、感知する対象が熱であることから炎感知器とは異なる種類の感知器と考える。

○原子炉建屋オペレーティングフロア

原子炉建屋オペレーティングフロアは、天井が高く大空間となっているため、火災による熱が周囲に拡散することから、熱感知器による感知は困難である。そのため、非アナログ式の炎感知器とアナログ式の光電分離型煙感知器を監視範囲に死角がないように設置する設計とする。炎感知器は非アナログ式であるが、平常時より炎の波長の有無を連続監視し、火災現象(急激な環境変化)を把握できることから、アナログ式と同等の機能を有する。また、外光が当たらず、高温物体が近傍にない箇所に設置することにより、誤作動防止を図る設計とする。

さらに、感知原理に「赤外線3波長式」（物質の燃焼時に発生する特有な放射エネルギーの波長帯を3つ検知した場合にのみ発報する）を採用し誤作動防止を図る設計とする。

○主蒸気管トンネル室

主蒸気管トンネル室内の火災感知器は、通常運転中は高線量エリアとなるため、放射線の影響により火災感知器の制御回路が故障するおそれがあり、火災感知器が故障した場合の取替えも出来ない。したがって、放射線の影響を受けにくい非アナログ式の熱感知器を設置する。非アナログ式の熱感知器は、主蒸気管トンネル室の環境温度を考慮した設定温度とすることで誤作動防止を図る設計とする。

加えて、放射線の影響を受けないよう検出部位を当該エリア外に配置するアナログ式の煙吸引式感知器を設置する設計とする。

○非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルトレンチ

非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルトレンチは、トレンチ内へ雨水の浸入により湿気環境になりやすく、一般的に用いるアナログ式の煙感知器は適さない。したがって、異なる2種類の感知器として、湿気の影響を受けにくいアナログ式の光ファイバケーブル式の熱感知器、及び防湿対策を施した煙吸引式のアナログ式煙感知器を設置する設計とする。

火災感知器の型式毎の特徴を添付資料3に示す。また、火災感知器の配置を添付資料4に示す。なお、火災感知器の配置図は、火災防護に係る審査基準に基づき設計基準対象施設に対して設置する感知器に加え、重大事故等対処施設に対して設置する感知器も記載している。

3.2 火災感知設備の受信機について

火災感知設備の受信機は，以下の機能を有するアナログ式の受信機を設置する。

- アナログ式の火災感知器が接続可能であり，作動した火災感知器を1つずつ特定できる設計とする。
- 水素の漏えいの可能性が否定できない蓄電池室及び可燃性ガスの発生が想定される軽油貯蔵タンクエリア，非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリアに設置する防爆型の火災感知器を1つずつ特定できる設計とする。
- 原子炉格納容器内の火災感知設備の火災受信機盤は，中央制御室に設置し常時監視できる設計とする。また，受信機盤は，アナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を1つずつ特定できる機能を有するよう設計する。ただし，誤作動防止として起動時の窒素封入後に中央制御室の受信機にて作動信号を除外する運用とする。
- 屋外の海水ポンプ室を監視する非アナログ式の炎感知器，アナログ式の熱感知カメラの感知エリアを1つずつ特定できる設計とする。なお，屋外エリア熱感知カメラ火災受信機盤においては，火災発生場所の詳細はカメラ機能により映像監視(熱サーモグラフィ)が可能な設計とする。
- 原子炉建屋オペレーティングフロアを監視する非アナログ式の炎感知器を1つずつ特定できる設計とする。
- 非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルトレンチを監視するアナログ式の光ファイバケーブル式熱感知器の感知エリアを1つずつ特定できる機能を有する設計とする。アナログ式の光ファイバケーブル式熱感知器は，中央制御室に設置した受信機においてセンサ用光ファイバケーブルの長手方向に対し約2m間隔で火源の特定が可能である。

3.3火災感知設備の電源について

原子炉の安全停止に必要な機器等を設置火災区域(区画)の火災感知設備の受信機は、外部電源喪失時においても火災の感知が可能となるよう、非常用電源から受電する。さらに、外部電源喪失時に非常用ディーゼル発電機から電力が供給されるまでの間も火災の感知が可能となるように、蓄電池を内蔵し70分間*電源供給が可能である。

※消防法施行規則第二十四条で要求している蓄電池容量

3.4火災感知設備の中央制御室での監視について

原子炉の安全停止に必要な機器に発生した火災は、中央制御室に設置されている火災感知設備の受信機で監視できる設計とする。

なお、火災が発生していない平常時には、中央制御室内の巡視点検によって、火災が発生していないこと及び火災感知設備に異常がないことを火災受信機盤で確認する。

原子炉の安全停止に必要な機器等の設置する火災区域(区画)の火災感知設備の火災受信機盤には、以下の2つがある。

火災受信機	配置場所	電源供給	監視エリア	作動した火災感知器を1つずつ特定できる機能
防災監視盤・受信機	中央制御室	非常用電源から受電する。さらに、外部電源喪失時に非常用ディーゼル発電機から電力が供給されるまでの間も火災の感知が可能となるよう、約70分間電力を供給できる容量を有した蓄電池を設ける。	○建屋内 (原子炉建屋, タービン建屋, 廃棄物処理建屋)	有り
			○海水ポンプエリア ○非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルトレンチ	無し 炎感知器及び煙吸引式感知器はエリア毎の警報を発するが、監視エリアが大空間であることから、現場確認により火源を特定可能。光ファイバケーブル式熱感知器はエリア毎の警報を発するが受信機にて約2m間隔で火源を特定可能
屋外熱感知カメラ火災受信機盤	中央制御室	非常用電源から受電する。さらに、外部電源喪失時に非常用ディーゼル発電機から電力が供給されるまでの間も火災の感知が可能となるよう、約70分間電力を供給できる容量を有した蓄電池を設ける。	海水ポンプエリア、非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリア	無し 熱感知カメラはエリア毎の警報を発するが監視エリアが大空間であることから現場確認により火源の特定が可能

3.5 火災感知設備の耐震設計について

原子炉の安全停止に必要な機器等を防護するために設置する火災感知設備は、原子炉の安全停止に必要な機器等の耐震クラスに応じて、機能を維持できる設計とする。(第5-1表)

また、耐震設計を確認するための対応は、第5-2表のとおりである。

第5-1表 火災感知設備の耐震設計

原子炉の安全停止に必要な主要な機器	火災感知設備の耐震設計
非常用ディーゼル発電機	Ss機能維持
非常用蓄電池	Ss機能維持
非常用炉心冷却系ポンプ	Ss機能維持

第5-2表 Ss機能維持を確認するための対応

火災感知設備	耐震設計の確認方法
受信機	加振試験
感知器	加振試験

3.6 火災感知設備に対する試験検査について

アナログ式の火災感知器を含めた火災感知設備は、機能に異常が無いことを確認するために、自動試験を実施する。

なお、試験機能のない火災感知器は、機能に異常が無いことを確認するために、消防法施行規則第三十一の六に基づき、6ヵ月に1度の機器点検及び1年に1回の総合点検時に、煙等の火災を模擬した試験を実施する。

以上より、安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域(区画)に設置する火災感知器は、火災防護に係る審査基準により、環境条件を考慮した火災感知器の設置、異なる種類を組合わせた火災感知器の設置、非常用電からの受電、火災受信機盤を中央制御室に設置を行う設計とする。一部非アナログ式の感知器を設置するが、それぞれ誤作動防止対策を実施する。また、非アナログ式の炎感知器及びアナログ式の熱感知カメラは、作動した火災感知器を1つずつ特定できる機能はないが、火災発生場所をエリア毎に特定できる機能を有しており、火災感知後、現場確認にて火災源の特定が可能である。また、アナログ式の光ファイバケーブル式熱感知器はエリア毎の警報を発するが、中央制御室に設置する火災受信機にてセンサ用光ファイバケーブルの長手方向に対して約2m間隔で火源の特定が可能である。したがって、火災感知設備は十分な保安水準を確保するものとする。

添付資料 1

実用発電用原子炉及びその附属施設の
火災防護に係る審査基準

(抜粋)

実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準(抜粋)

2.2 火災の感知、消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

(1) 火災感知設備

- ①各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できる場所に設置すること。
- ②火災を早期に感知できるよう固有の信号を発する異なる種類の感知器又は同等の機能を有する機器を組合せて設置すること。また、その設置にあたっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講じること。
- ③外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。
- ④中央制御室等で適切に監視できる設計であること。

(参考)

(1) 火災感知設備について

早期に火災を感知し、かつ、誤作動(火災でないにもかかわらず火災信号を発すること)を防止するための方策がとられていること。

(早期に火災を感知するための方策)

- ・固有の信号を発する異なる種類の感知器としては、例えば、煙感知器と炎感知器のような組み合わせとなっていること。
- ・感知器の場所を1つずつ特定することにより火災の発生場所を特定するこ

とができる受信機を用いられていること。

(誤作動を防止するための方策)

- ・ 平常時の状況(温度、煙の濃度)を監視し、かつ、火災現象(急激な温度や煙の濃度の上昇)を把握することができるアナログ式の感知器を用いられていること。

感知器取付面の位置が高いこと等から点検が困難になるおそれがある場合は、自動試験機能又は遠隔試験機能により点検を行うことができる感知器が用いられていること。

炎感知器又は熱感知器に代えて、赤外線感知機能等を備えた監視カメラシステムを用いても差し支えない。この場合、死角となる場所がないように当該システムが適切に設置されていること。

2.2.2 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。

- (1) 凍結するおそれがある消火設備は、凍結防止対策を講じた設計であること。
- (2) 風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されない設計であること。
- (3) 消火配管は、地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること。

(参考)

火災防護対象機器等が設置される火災区画には、耐震B、Cクラスの機器が設置されている場合が考えられる。これらの機器が基準地震動により損傷しSクラス機器である原子炉の火災防護対象機器の機能を失わせることがないこ

とが要求されるところであるが、その際、耐震B、Cクラス機器に基準地震動による損傷に伴う火災が発生した場合においても、火災防護対象機器等の機能が維持されることについて確認されていなければならない。

(2) 消火設備を構成するポンプ等の機器が水没等で機能しなくなるものがないよう、設計に当たっては配置が考慮されていること。

添付資料 2

東海第二発電所における
防爆型火災感知器について

東海第二発電所における防爆型火災感知器について

1. はじめに

蓄電池室などに設置する防爆型火災感知器は、熱感知器と煙感知器であるが、これらの感知器の防爆性能について以下に示す。

なお、炎感知器は、一般産業における需要が少ないことから、消防検定を有する防爆型の感知器は存在しない。

2. 防爆型熱感知器

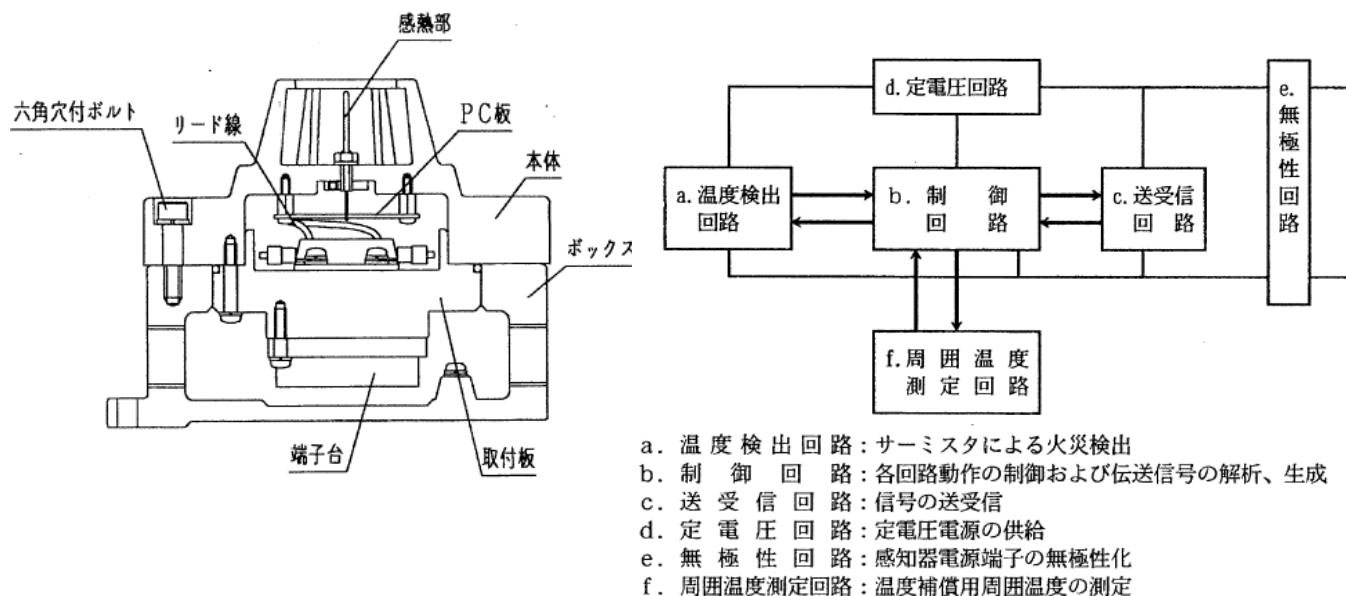
防爆型熱感知器は、感熱素子サーミスタを用いて熱を検出し、周囲温度が一定値以上になったときに受信機に火災信号を発する。サーミスタは温度変化により抵抗値が変化する素子で、一定周期で電流を流してサーミスタの両端にかかる電圧を測定し、温度検出回路にて変換した電圧値を内部制御回路に送り、制御回路にて一定時間内での温度上昇値を測定し、温度上昇率が設定値を超えた場合に火災と判断し、受信機に火災信号を発する。（第1図）

防爆型熱感知器は、内部の電気回路に可燃性ガスなどが侵入し、爆発が生じても、爆発による可燃物が外部の可燃性ガス等に点火しないよう、全閉の構造となっていることから、防爆性能(耐压防爆構造^{*1})を有する。

※1 耐压防爆構造(「電気機器器具防爆構造規格」労働省告示第16条)

全閉構造であって、可燃性ガス(以下「ガス」という。)又は引火性の蒸気(以下「蒸気」という。)が容器内部に侵入して爆発を生じた場合に、当該容器が爆

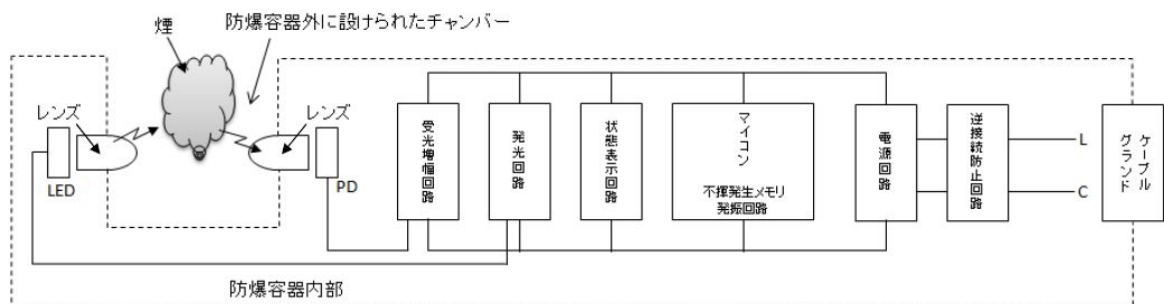
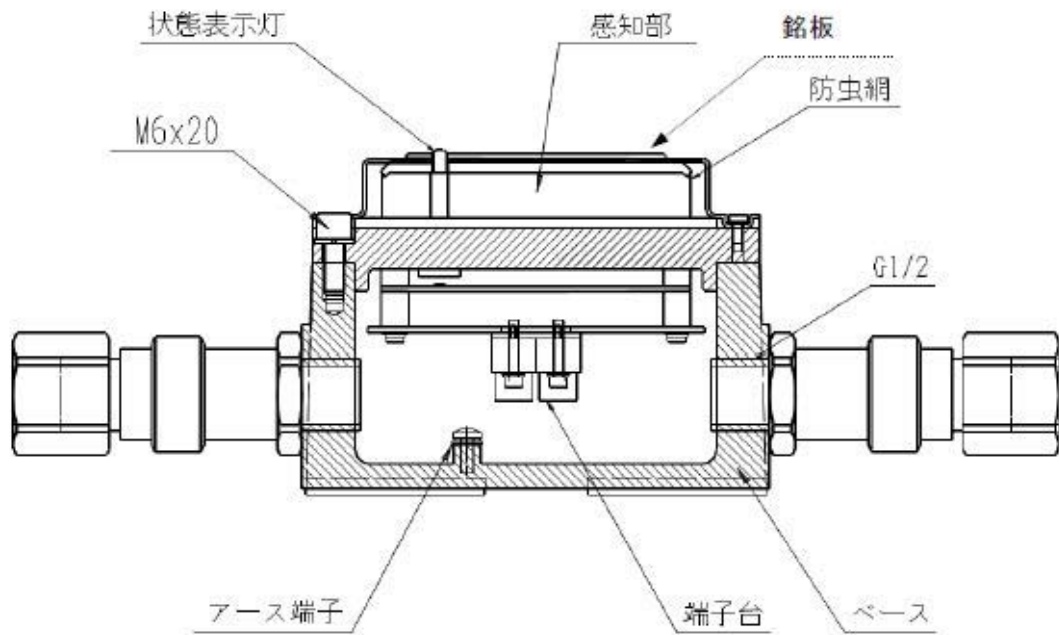
発圧力に耐え、かつ、爆発による火災が当該容器の外部のガス又は蒸気に点火しないようにしたものをいう。



第1図 防爆型熱感知器概要

3. 防爆型煙感知器

防爆型煙感知器(耐压防爆型光電式スポット型煙感知器)を第2図に示す。動作原理は、発光回路で一定時間毎にLED(発光素子)に対して電流を流し発光させ、発光した光は、レンズを通して防爆容器外部へ照射される。その光を、煙がチャンバー内に流入すると、煙に反射して散乱光を生じる。この散乱光を、レンズを通してPD(受光素子)が検知し、電気信号に変換し、受光回路でこれを検出する。受光回路で検出した信号は、マイコンで測定され、一定のレベルを越えると火災信号をL-C線(P型受信機、中継器等)を通じ、受信機へ送信する。



第2図 耐圧防爆型光電式スポット型煙感知器の概要

4. 感知器の感知方式と発報箇所の特長

誤作動防止の観点より、平常時の状況を監視し、かつ、火災現象を把握することができるアナログ式の感知器の採用を基本としているが、防爆型火災感知器を設置する蓄電池室は換気空調設備により室内環境が安定しており誤作動は起きにくい。そのため、蓄電池内の圧力が上昇した場合に作動する制御弁によって水素が放出することを考慮し、水素による爆発リスクを低減する観点から、防爆型の非アナログ式の火災感知器を設置する。また、軽油貯蔵タンクエリア、非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリアについても、地下構造としており、

安定した室内環境を維持することから、誤作動は起きにくいため、万が一の燃料気化を考慮すると、軽油の気化による爆発リスクを低減する観点から、防爆型の非アナログ式の火災感知器を設置する。

なお、防爆型火災感知器の動作状況は、蓄電池室、軽油貯蔵タンクエリア、非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリアでの火災感知の有無を受信機盤によりエリア単位で特定することができる。

添付資料 3

東海第二発電所における

火災感知器の型式ごとの特徴について

東海第二発電所における火災感知器の型式ごとの特徴について

1. はじめに

東海第二発電所において安全機能を有する機器等設置する建屋の火災感知器について示す。

2. 要求事項

火災感知設備は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」の「2.2 火災の感知、消火」の2.2.1に基づき実施することが要求されている。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」の記載を以下に示す。

2.2 火災の感知、消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

(1) 火災感知設備

- ①各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できる場所に設置すること。
- ②火災を早期に感知できるよう固有の信号を発する異なる種類の感知器又は同等の機能を有する機器を組合せて設置すること。また、その設置にあたっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講じること。
- ③外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であるこ

と。

④中央制御室等で適切に監視できる設計であること。

(参考)

(1) 火災感知設備について

早期に火災を感知し、かつ、誤作動(火災でないにもかかわらず火災信号を発すること)を防止するための方策がとられていること。

(早期に火災を感知するための方策)

- ・固有の信号を発する異なる種類の感知器としては、例えば、煙感知器と炎感知器のような組み合わせとなっていること。
- ・感知器の場所を1つずつ特定することにより火災の発生場所を特定することができる受信機を用いられていること。

(誤作動を防止するための方策)

- ・平常時の状況(温度、煙の濃度)を監視し、かつ、火災現象(急激な温度や煙の濃度の上昇)を把握することができるアナログ式の感知器を用いられていること。

感知器取付面の位置が高いこと等から点検が困難になるおそれがある場合は、自動試験機能又は遠隔試験機能により点検を行うことができる感知器が用いられていること。

炎感知器又は熱感知器に代えて、赤外線感知機能等を備えた監視カメラシステムを用いても差し支えない。この場合、死角となる場所がないように当該システムが適切に設置されていること。

3. 火災感知器の型式毎の特徴

第 1 表 火災感知器ごとの特徴

型 式	特 徴	適 用 箇 所
煙感知器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 感知器内に煙を取り込むことで感知 ・ 炎が発生する前の発煙段階からの早期感知が可能 ・ 防爆型の検定品あり 【適用高さ例】 20m 以下 【設置範囲例】 75m ² 又は 150m ² あたり 1 個	適切な場所 ・ 大空間(通路等) ・ 小空間(室内) 不適切な場所 ・ ガス, 蒸気が恒常的に発生する場所 ・ 湿気, 結露が多い場所
熱感知器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 感知器周辺の雰囲気温度を感知 ・ 炎が生じ, 感知器周辺の温度が上昇した場合に感知 ・ 防爆型の検定品なし 【適用高さ例】 8m 以下 【設置範囲例】 15m ² ~70m ² あたり 1 個	適切な場所 ・ 小空間(天井高さ 8m 未満) 不適切な場所 ・ ガスが多量に滞留する場所 ・ 常時高温な場所 ・ 天井が高いことにより火災源と感知器の距離が離れ, 温度上昇が遅い場所
炎感知器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 炎の紫外線や赤外線を感知 ・ 炎が生じた時点で感知 ・ 防爆型の検定品なし 【適用高さ例】 20m 以上	適切な場所 ・ 大空間 ・ 小空間 不適切な場所 ・ 構築物が多く, 死角が多い場所 ・ 天井が低く, 監視空間が小さい場所
熱感知カメラ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱エネルギー(赤外線)を感知 ・ 熱が発生した時点で感知 ・ 防塵, 防止構造のハウジングに入れることで, 屋外でも使用可能 	適切な場所 ・ 大空間(広範囲) ・ 小空間 不適切な場所 ・ 構築物が多い場所
光ファイバケーブル式熱感知器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 光ファイバケーブル周辺の雰囲気温度を感知 ・ 炎が生じた段階で, かつ, 温度上昇した場合に感知 	適切な場所 ・ 火災源近傍(火災源直上等) 不適切な場所 ・ 火災源から距離が離れ, 温度上昇が遅いと考えられる場所

※ 消防法施行規則第 23 条で定める設置範囲

4. 火災感知器の組合せ

火災感知器の設置場所	火災感知器の型式	
一般エリア 「異なる 2 種類の火災感知器」の設置要求を満足するため、火災感知器を設置	煙感知器 (感度:煙濃度 10%)	熱感知器 (感度:温度 60~75℃)
	火災時に炎が生じる前の発煙段階から感知できる煙感知器を設置	火災時に生じる熱を感知できる熱感知を設置
蓄電池室 蓄電池室は万が一の水素濃度上昇を考慮 軽油貯蔵タンクエリア, 非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリア 万が一の燃料気化によるし引火性又は発火性の雰囲気形成する可能性を考慮	防爆型煙感知器 (感度:煙濃度 10%)	防爆型熱感知器 (感度:65℃)
	防爆機能を有する火災感知器として煙感知器を設置	防爆機能を有する火災感知器として煙感知器を設置
中央制御盤内 複数の区分の安全系機能を有する制御盤内でのケーブル延焼火災に対する早期消火活動を行うことを考慮	高感度煙感知器 (感度:煙濃度 0.1~0.5%)	超高感度煙センサ (感度:煙濃度 0.01~20%)
	<p>盤内のケーブル延焼火災を初期段階から検知するため、制御装置や電源盤用に開発された高感度煙感知器, 超高感度煙センサを設置</p> <p>盤内天井に間仕切りがある場合は、感知器までの煙の伝搬が遅れる可能性を考慮し、盤内伝上の間仕切り毎に感知器を設置する。また、動作感度を一般エリアの煙濃度 10%に対し煙濃度 0.1~0.5%と設定することにより、高感度感知を可能としている。 なお、動作感度は、誤作動の可能性を考慮し、盤内の設置環境に応じて適切に設置する。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>煙の動線構造を垂直にし、電子部品の発熱による気流の煙突効果を促すことにより、異常時に生じた煙をより早く確実に捉える。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>なお、操作員の目の前の制御盤(資料 3 添付 2 参照)は、盤面にガラリがあるため、煙発生等の火災を捜査員が早期に発見できることから設置しない。</p>	

火災感知器の設置場所	火災感知器の型式	
原子炉建屋オペレーティングフロア	煙感知器	炎感知器 (炎の赤外線波長を感知)
	天井が高く大空間であるため、煙の拡散を考慮し光電式分離型煙感知器を設置	炎から発生する赤外線の波長を感知する炎感知器を設置
屋外エリア(海水ポンプエリア)	炎感知器 (炎の赤外線波長を感知)	熱感知カメラ (感度：温度 80℃)
	炎感知器(赤外線)を設置。なお、炎感知器(紫外線)は太陽光による誤動作の頻度が高いため設置しない	屋外であり煙による火災感知が困難であるため、炎から放射される赤外線エネルギーを感知する熱感知カメラを設置
非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルトレンチエリア	煙感知器 (煙濃度 10%)	光ファイバケーブル式熱感知器 (測定範囲-20℃~150℃)
	火災時に炎が生じる前の発煙段階から感知できる煙感知器を設置 なお、湿気の影響を防止するためフィルタ付煙吸引式の煙感知器とする	トレンチ内への雨水の浸入により湿気の影響を受けにくい光ファイバケーブル式熱感知器を設置
原子炉格納容器内	煙感知器	熱感知器 (感度：温度 70~80℃)
	火災時に炎が生じる前の発煙段階から感知できる煙感知器を設置	火災時に生じる熱を感知できる熱感知を設置
高線量エリア(主蒸気管トンネル室)	煙感知器	熱感知器 (感度：温度 70℃~93℃)
	検出器部分を高線量エリア外に設置可能な煙吸引式感知器を設置	放射線の影響を受けにくい非アナログ式の熱感知器を設置

光ファイバケーブル式熱感知器の仕様及び動作原理について

1. はじめに

東海第二発電所の非常用ディーゼル発電機燃料移送系ケーブルトレンチにおいては、周囲の環境条件等を考慮し、火災を早期に感知するために光ファイバ式熱感知器を設置する。光ファイバケーブル式熱感知器の仕様及び動作原理を以下に示す。

2. 光ファイバ式熱感知器の仕様

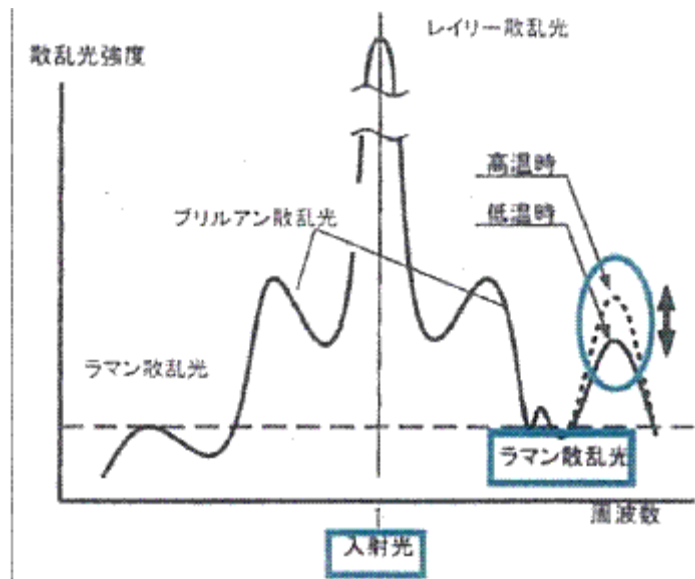
	仕様	概要図
光ファイバケーブル	<ul style="list-style-type: none"> 外被材料：SUS316L (被覆：FRPE(難燃架橋ポリエチレン)) 外径：2.0mm (被覆：3.0mm) 光ファイバ芯線数：1 芯 光ファイバ材質：石英 適用温度範囲：-20℃～150℃ 	
光ファイバ温度監視装置	<ul style="list-style-type: none"> 光ファイバ布設方向に対し 2m 以下の分解能 温度表示範囲：-200℃～320℃ 非常用電源から給電し、無停電電源装置も設置 	<p>温度監視装置</p>
監視状況	<ul style="list-style-type: none"> ケーブル布設エリア毎に 0.1℃ 刻みで温度表示 温度測定値が設定値 (60℃) を超えた場合に警報を発報 	
光ファイバケーブル設置状況	監視対象物近傍の上部等にセンサ用光ファイバケーブルを布設し、火災の早期感知を図る	

3. 温度測定及び位置特定の原理

(1) 温度測定の原理

入射光は、光ファイバケーブル内の分子によって散乱され、一部の散乱光は波長(周波数)がシフトする。このうち、ラマン散乱光と呼ばれる散乱光は温度依存性を有している。

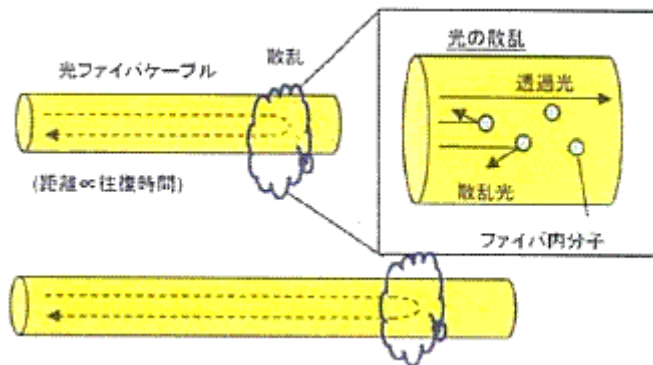
したがって、ラマン散乱光の強度を測定することにより、光ファイバケーブルの温度を測定することができる。(第1図)



第1図 温度測定の原理

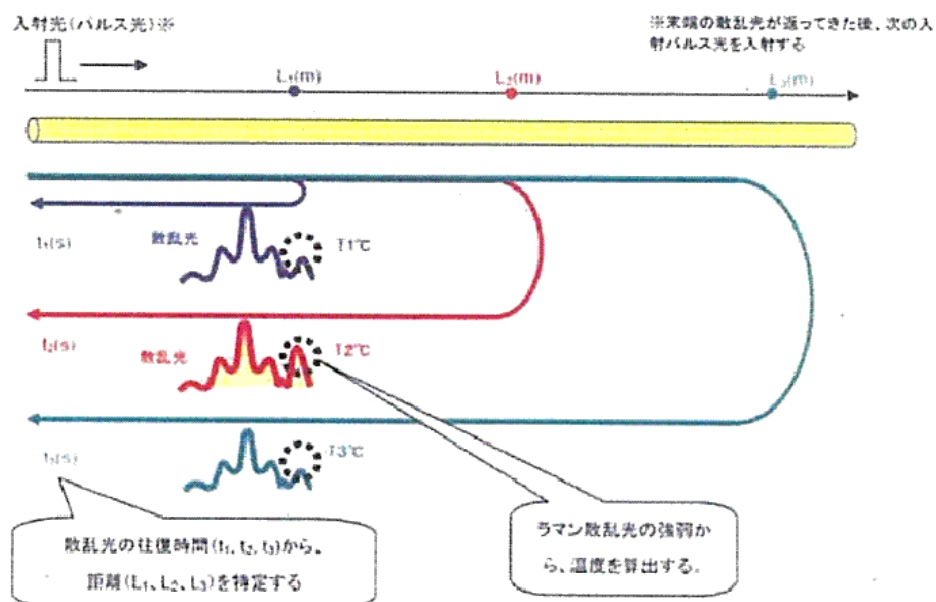
(2) 位置特定の原理

光ファイバケーブル内にパルス光を入射してから、ラマン散乱光が入射端に戻ってくるまでの往復時間を測定することで、散乱光が発生した地点を特定することができる。(第2図)



第2図 位置特定の原理 (その1)

入射光(パルス光)の往復時間(入射～受光)を測定することにより、入射点からの距離を特定できる。(第3図)



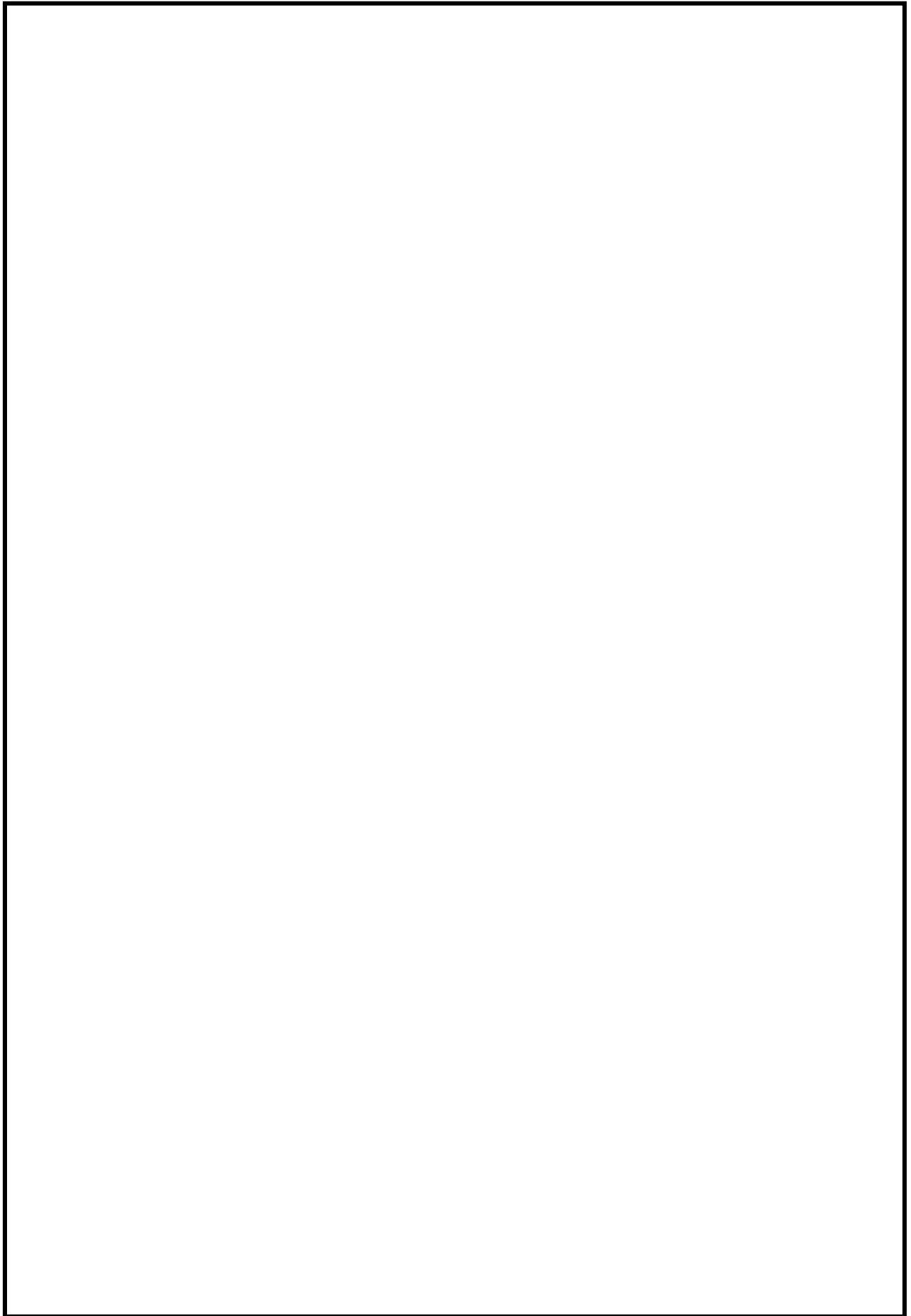
第3図 位置特定の原理 (その2)

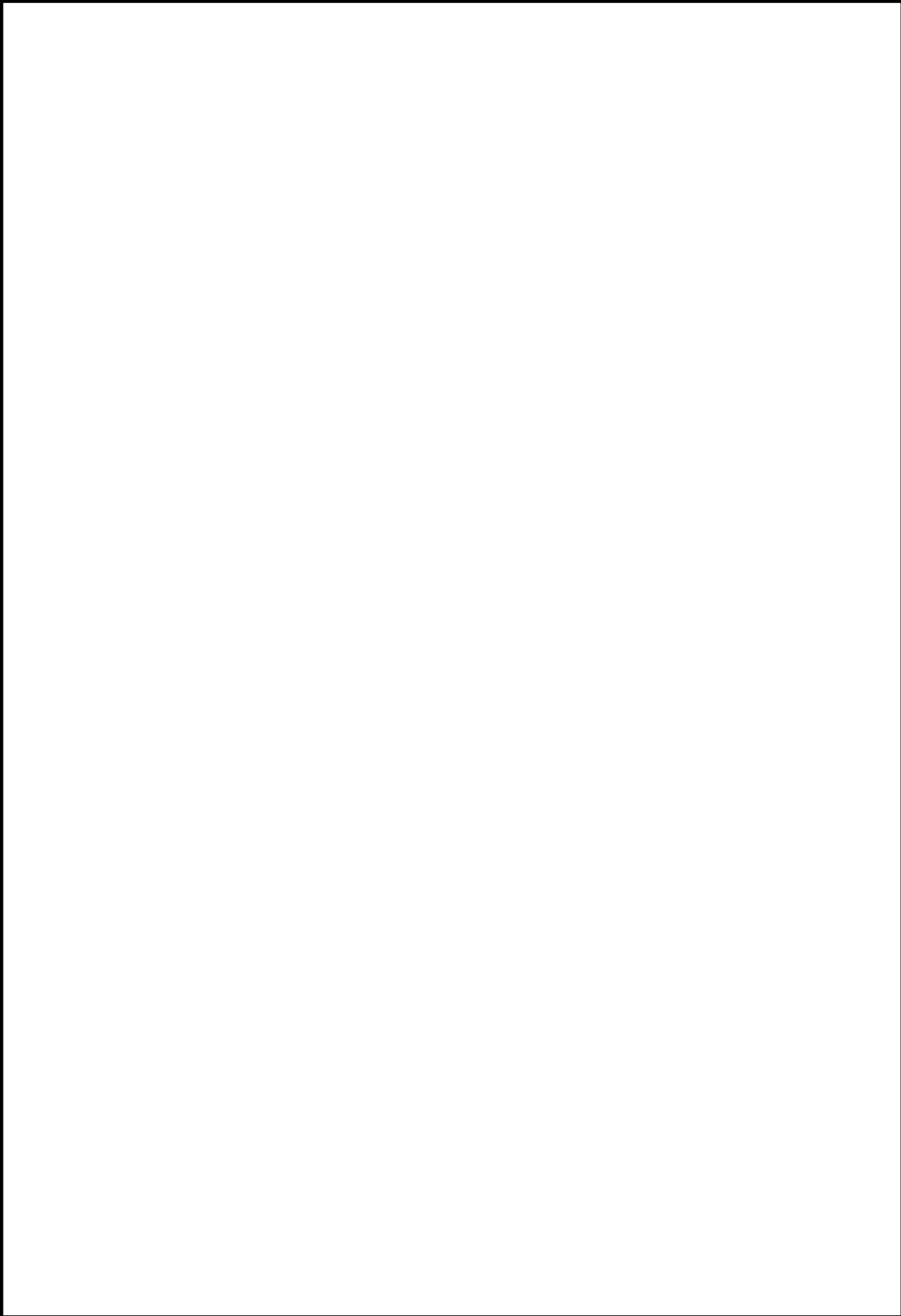
添付資料 4

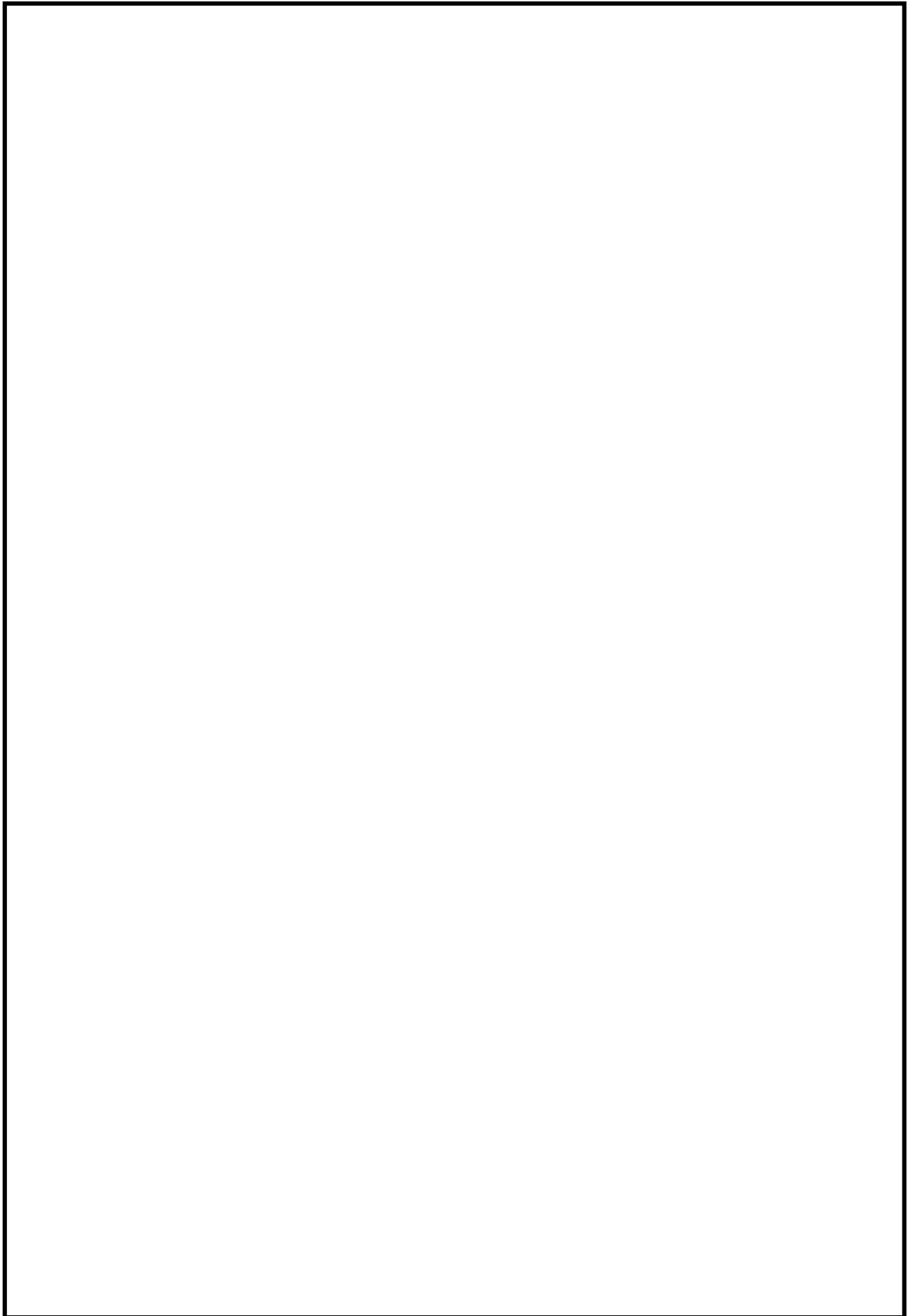
東海第二発電所における

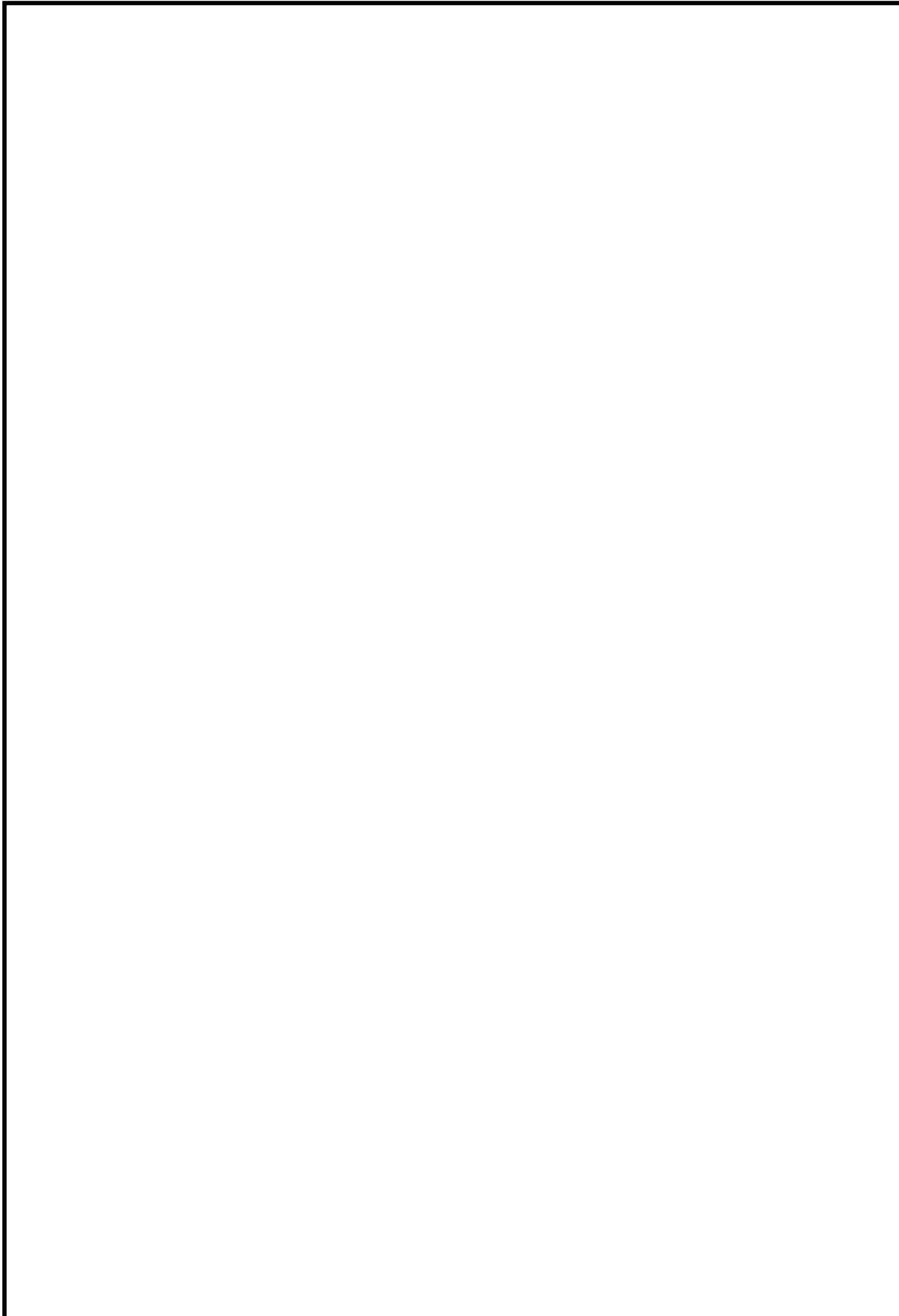
火災感知器の配置を明示した図面

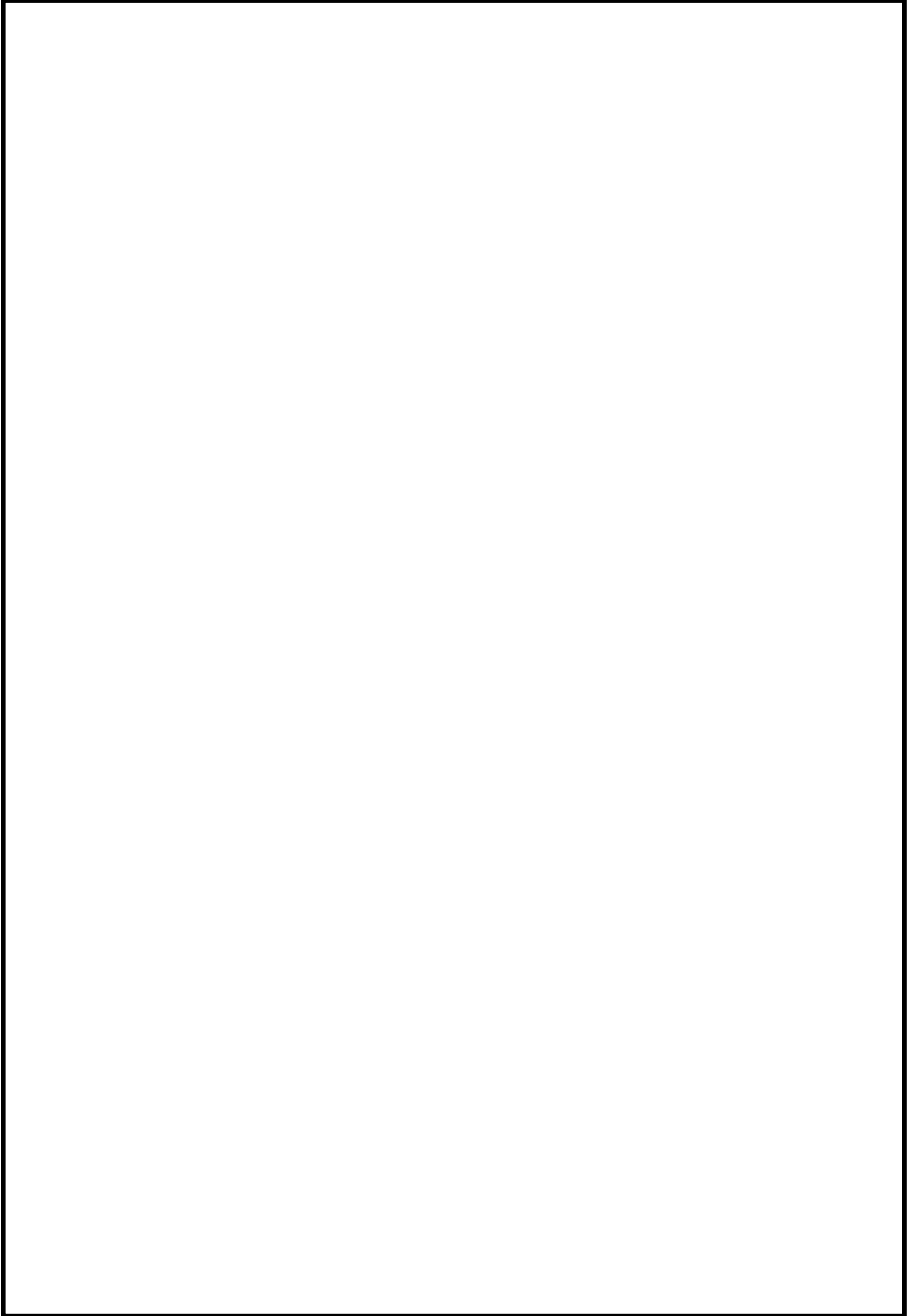


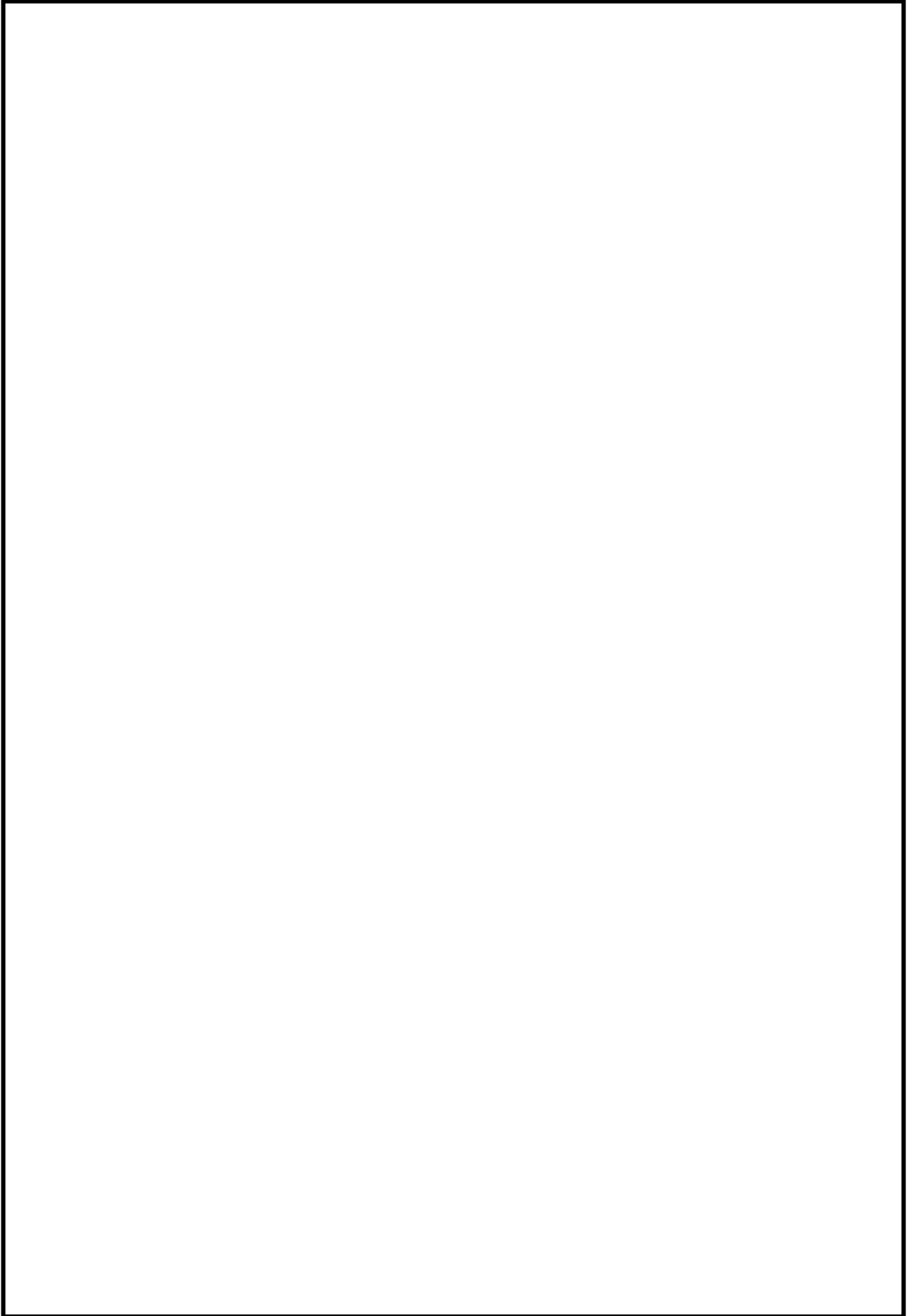


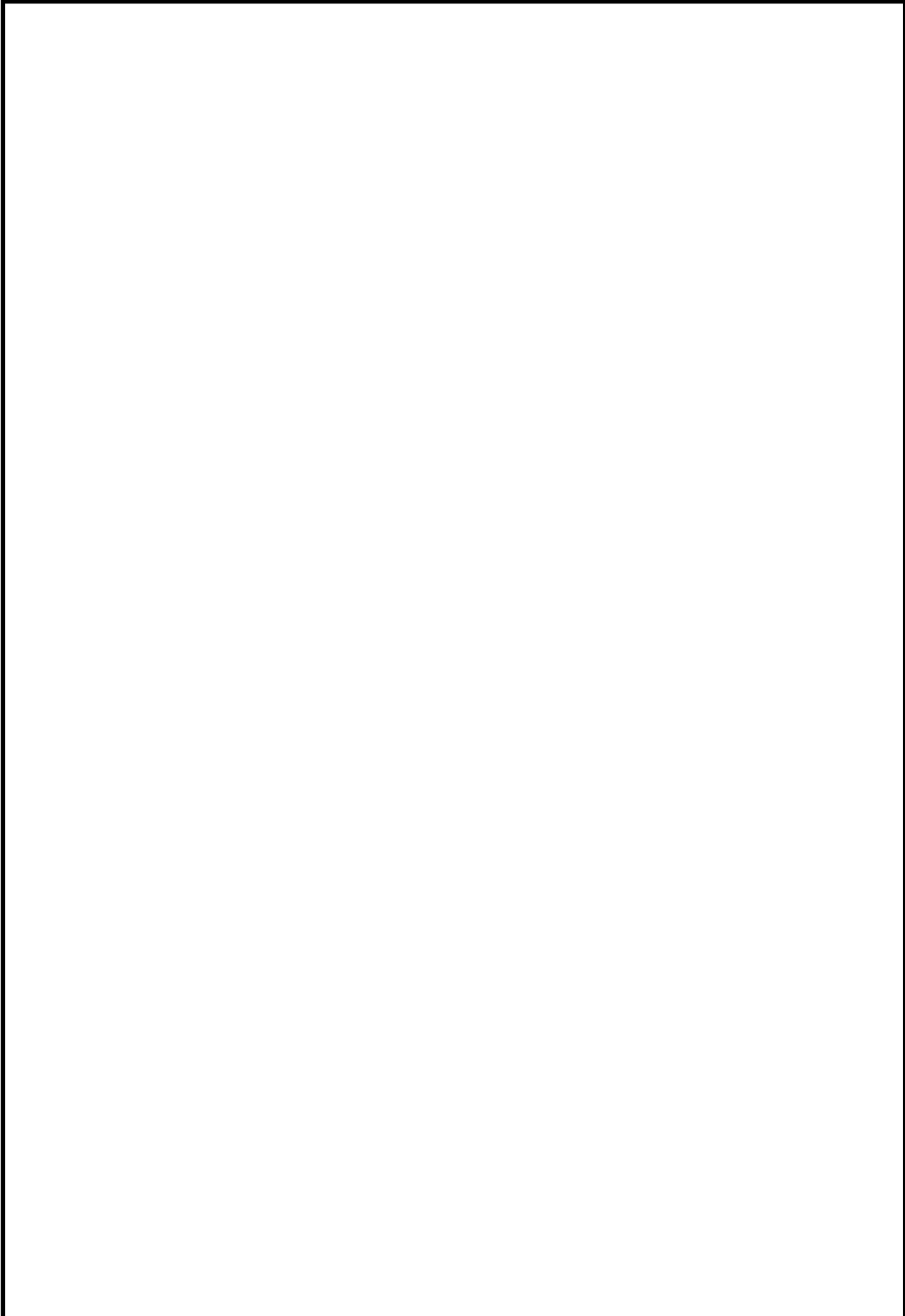


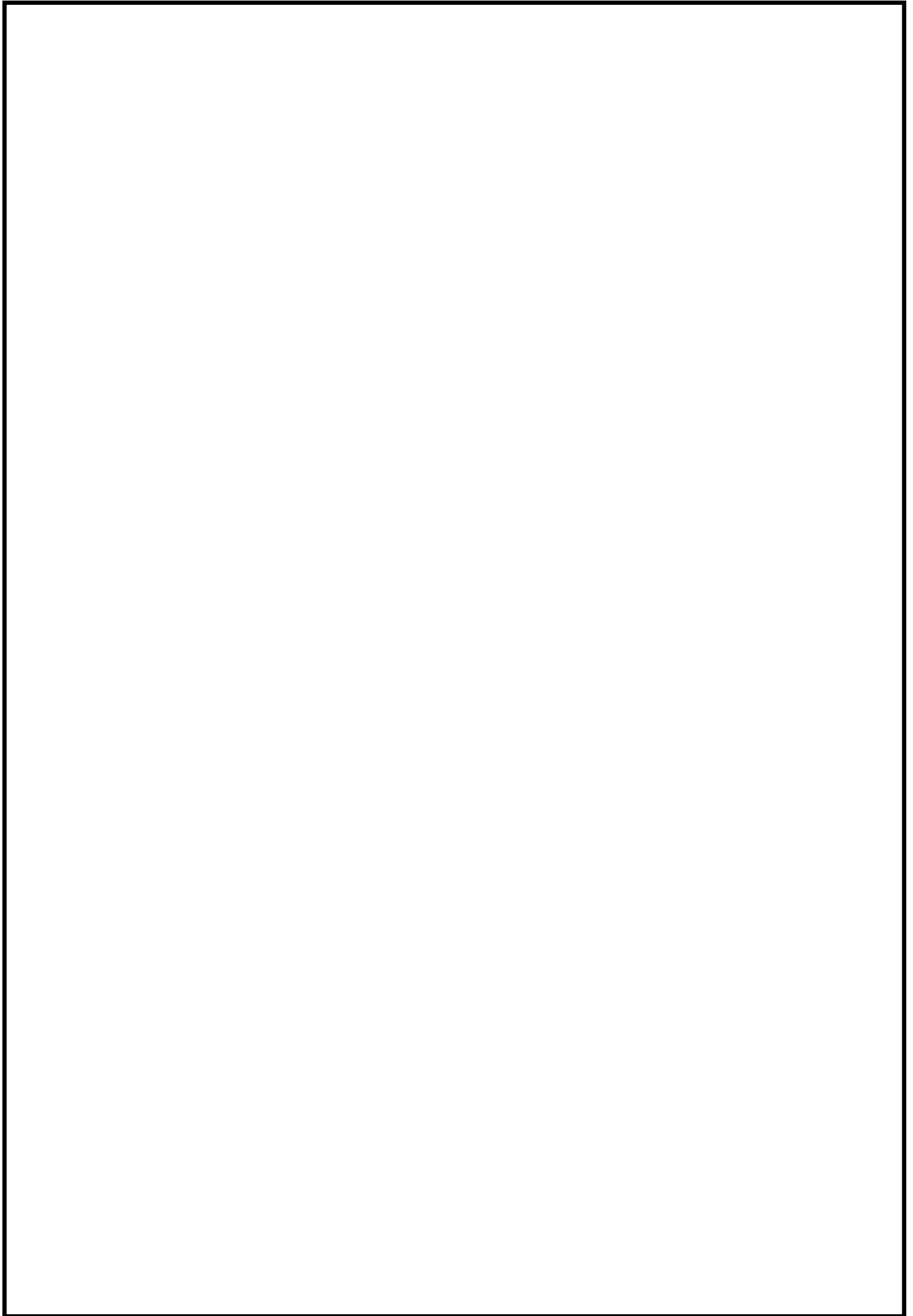


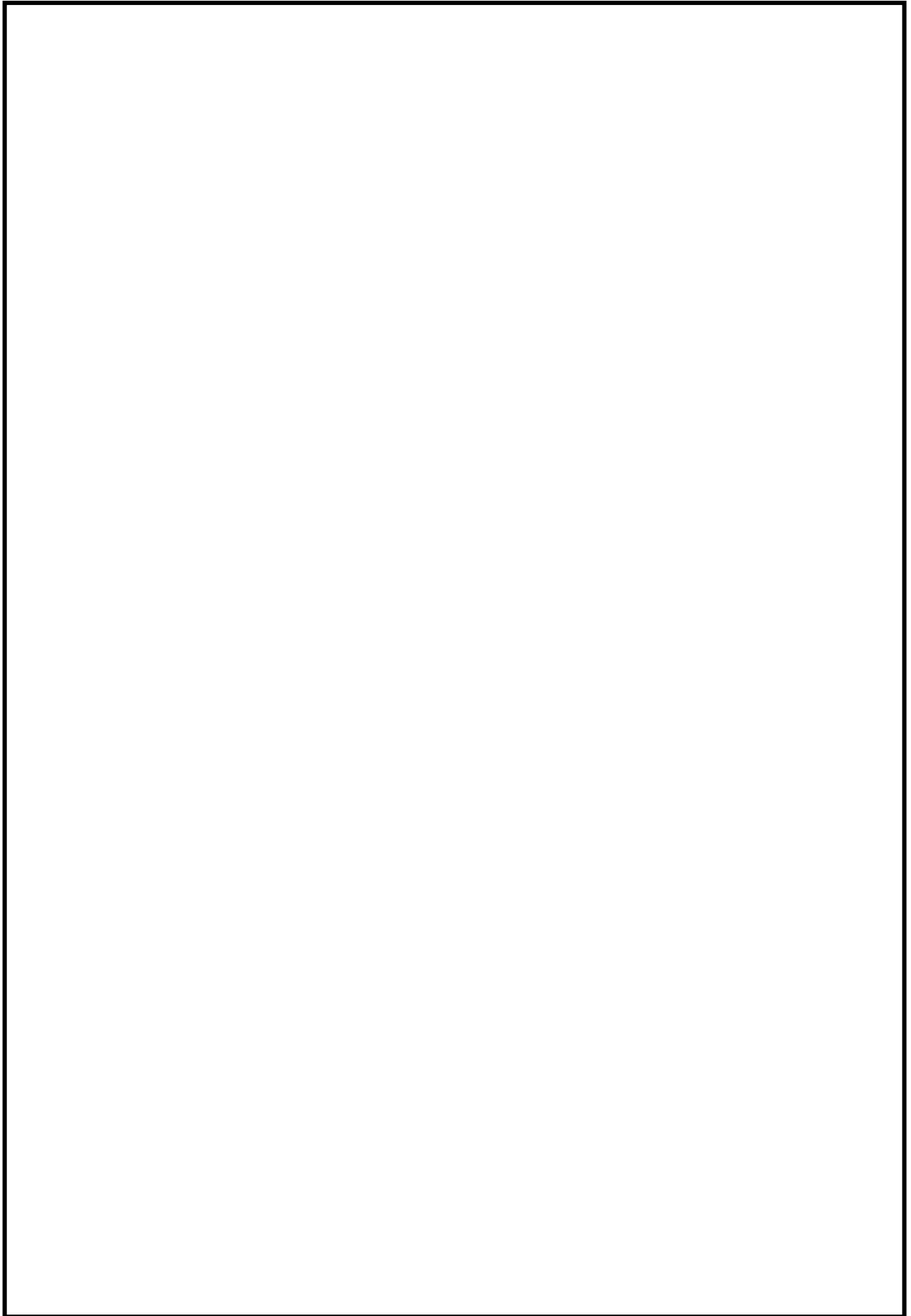




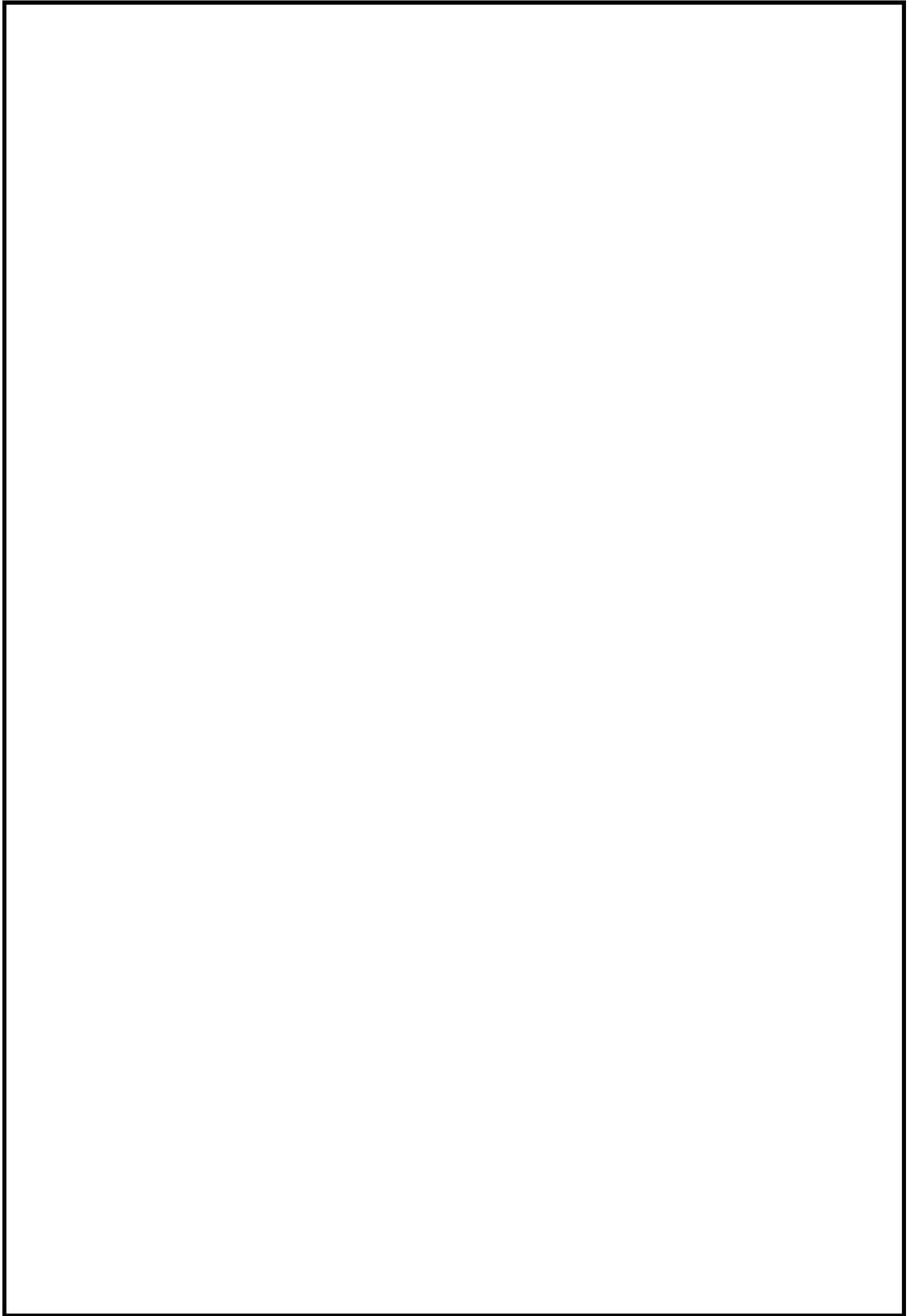


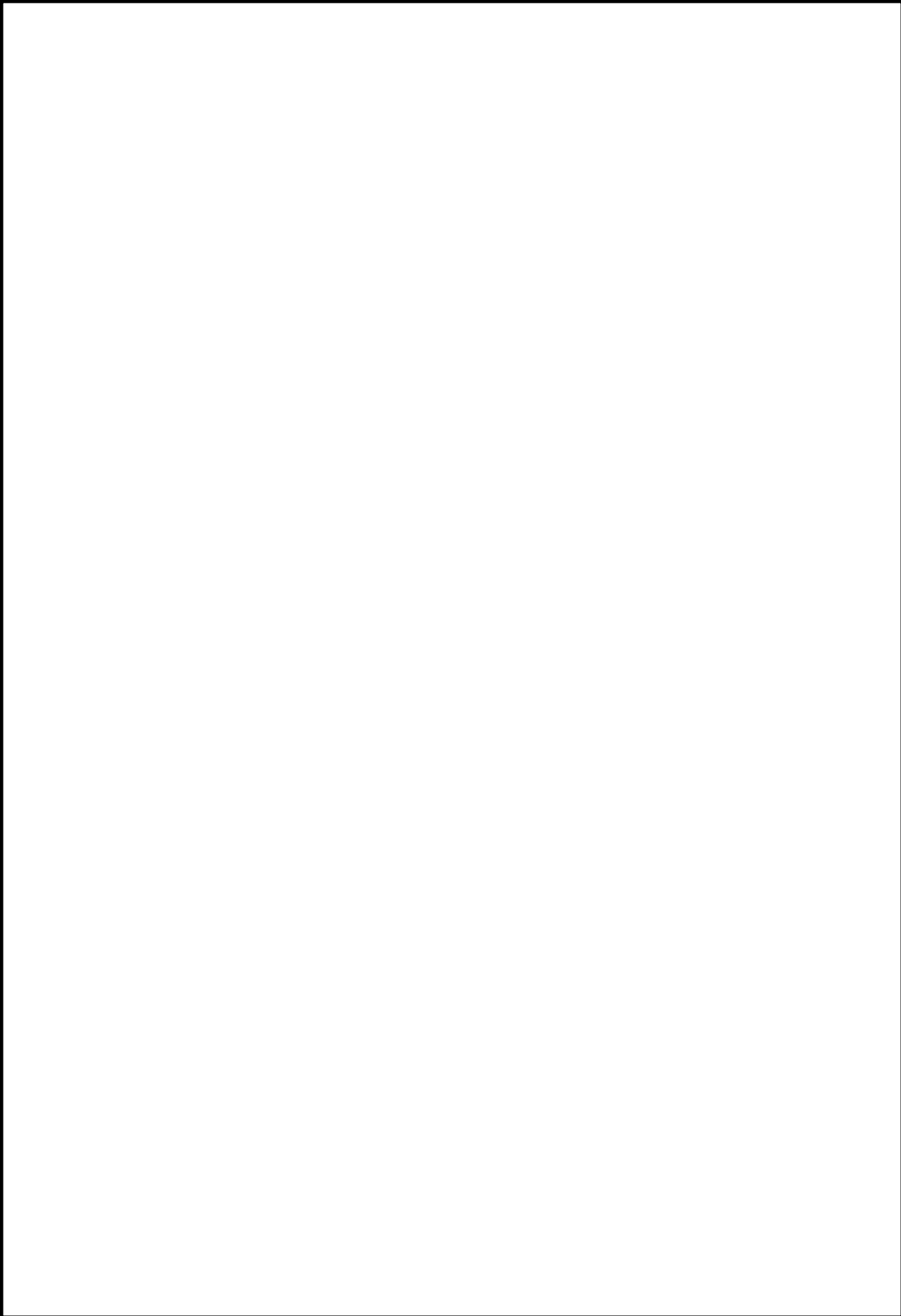


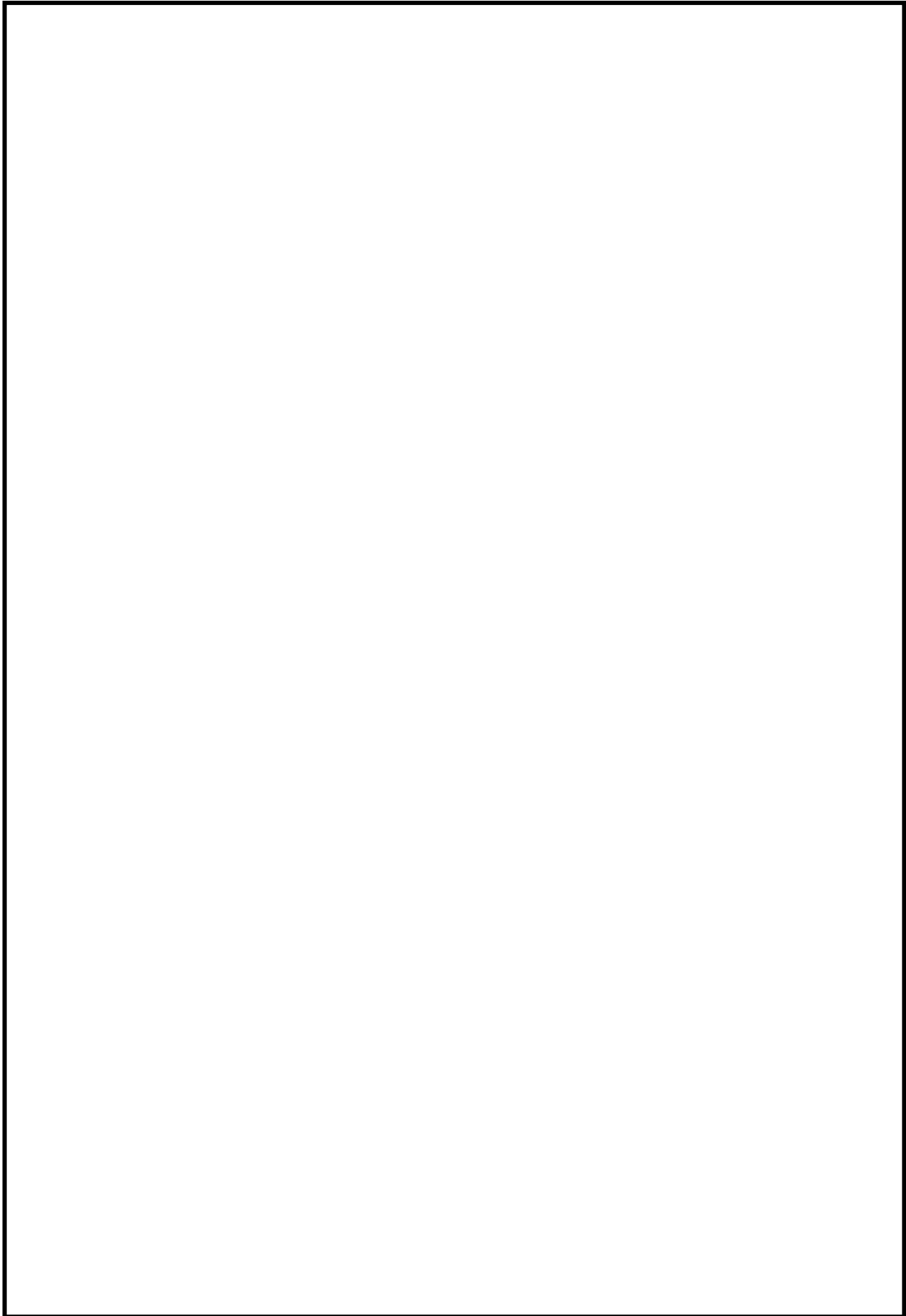


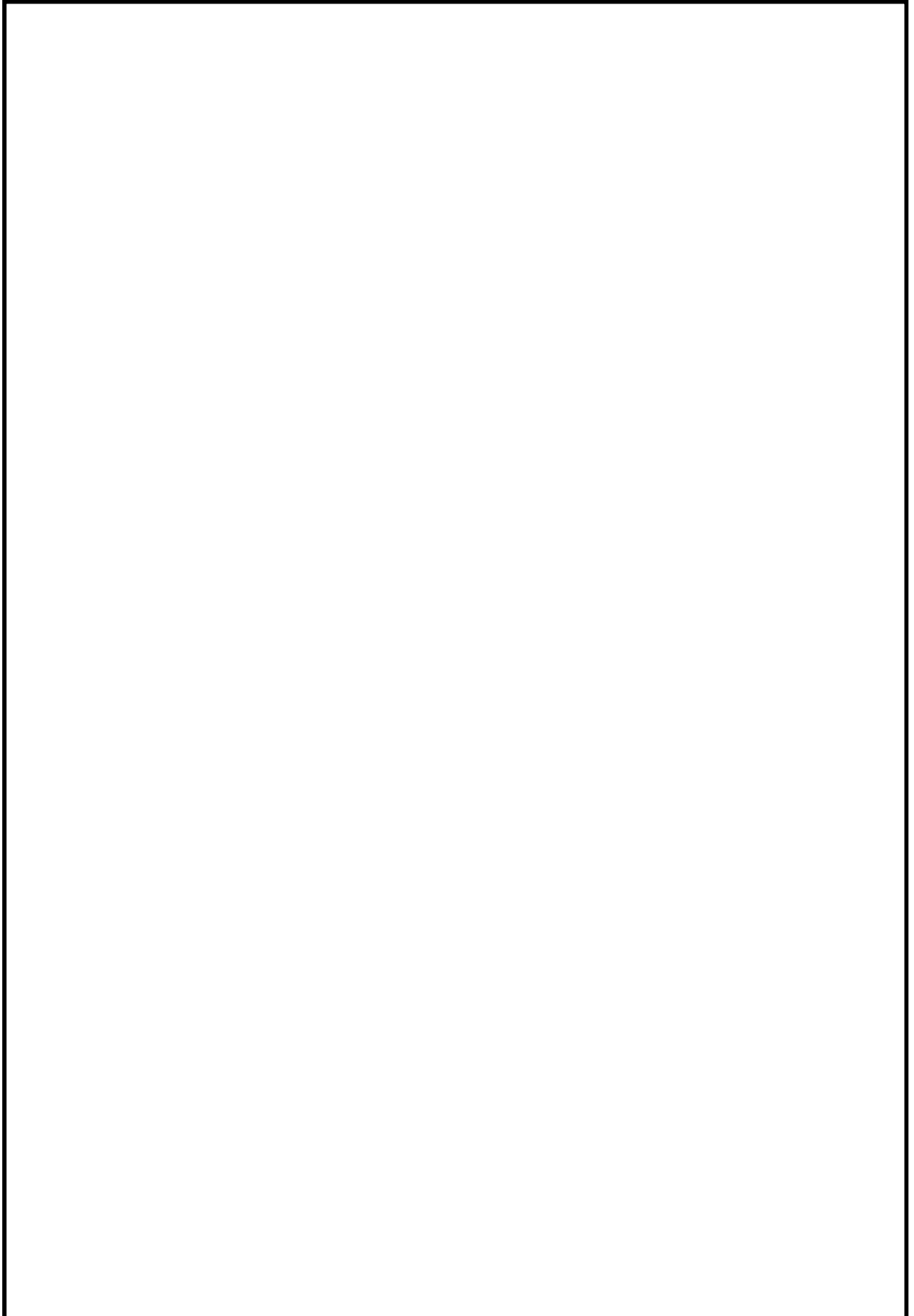


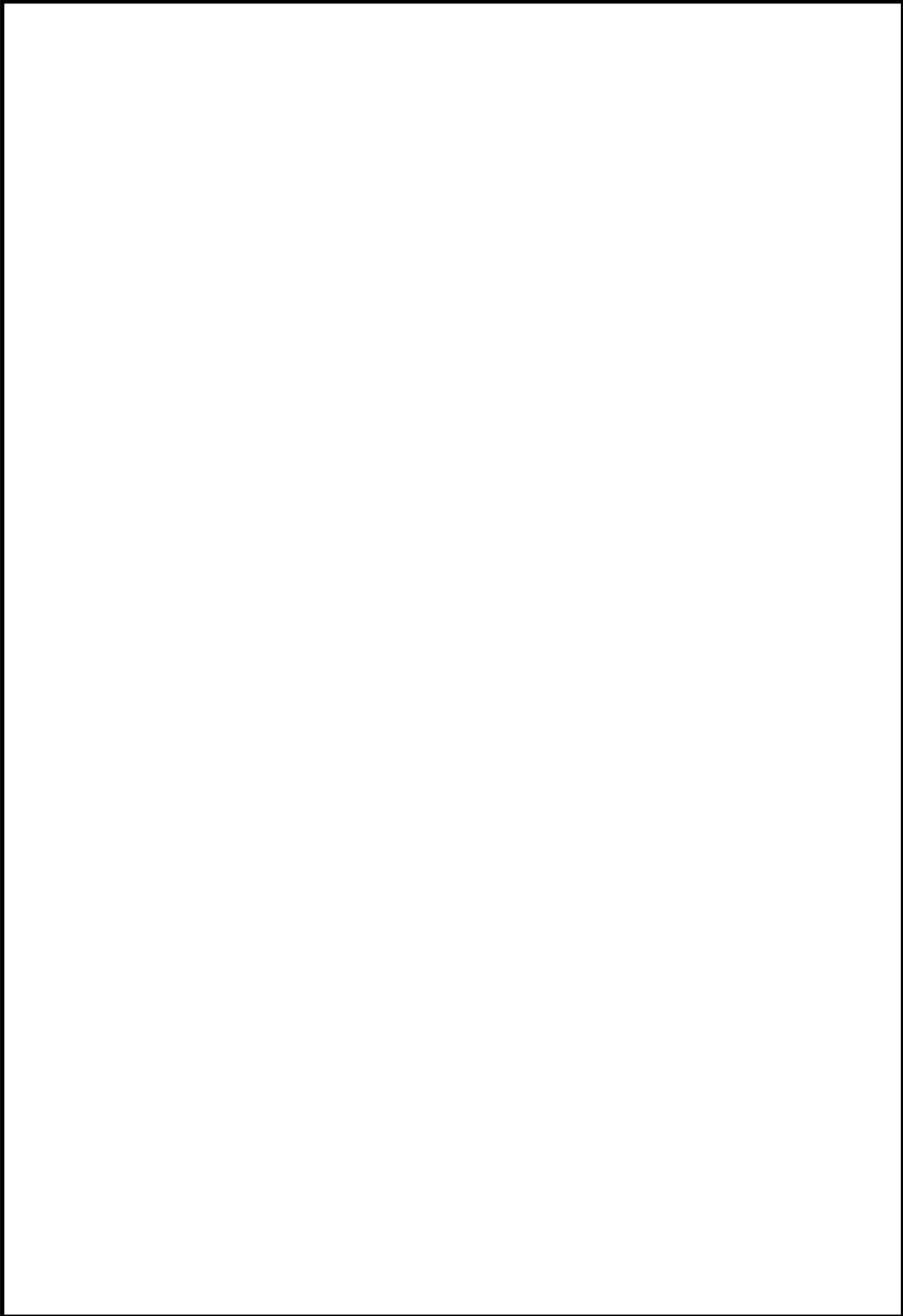


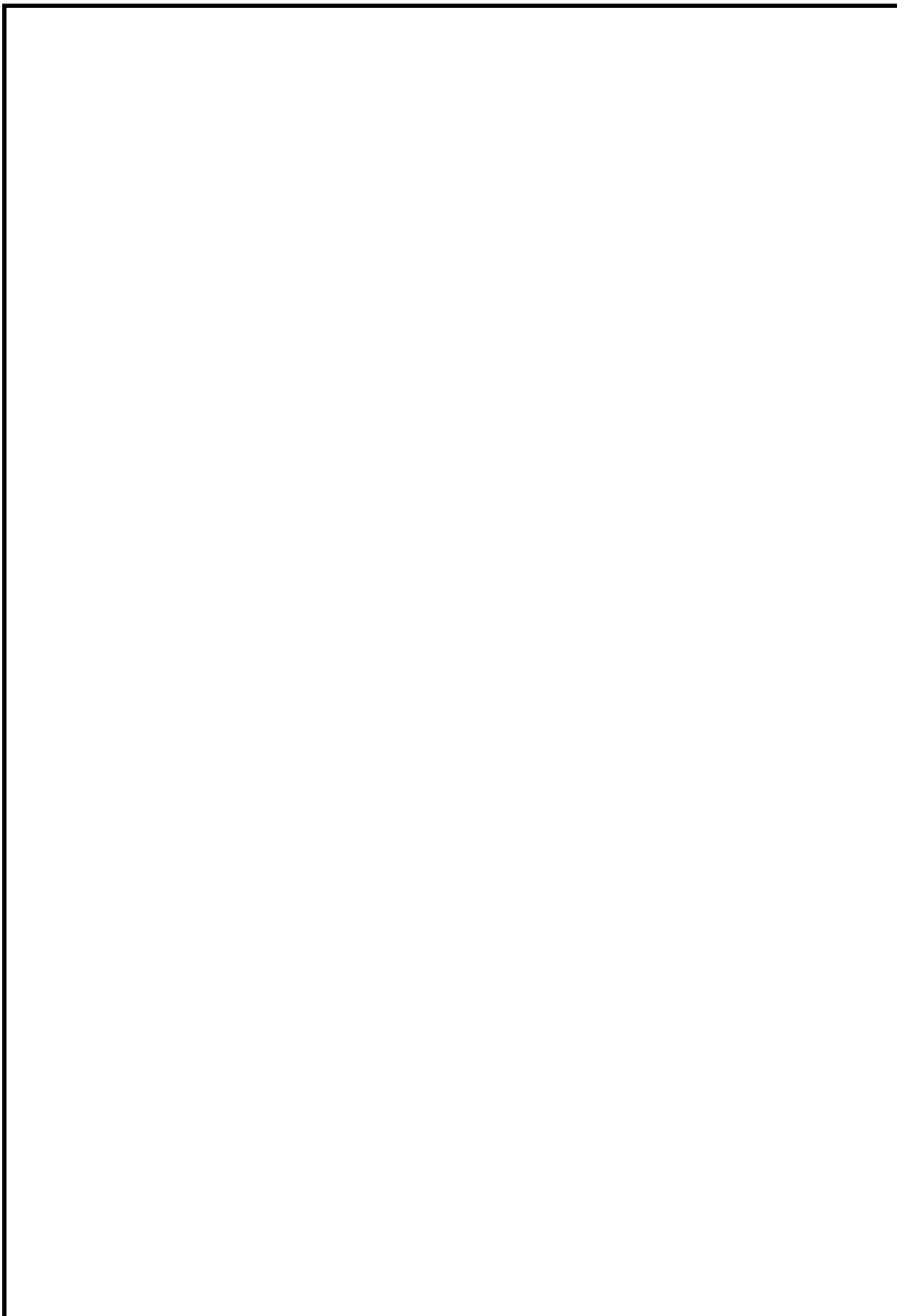


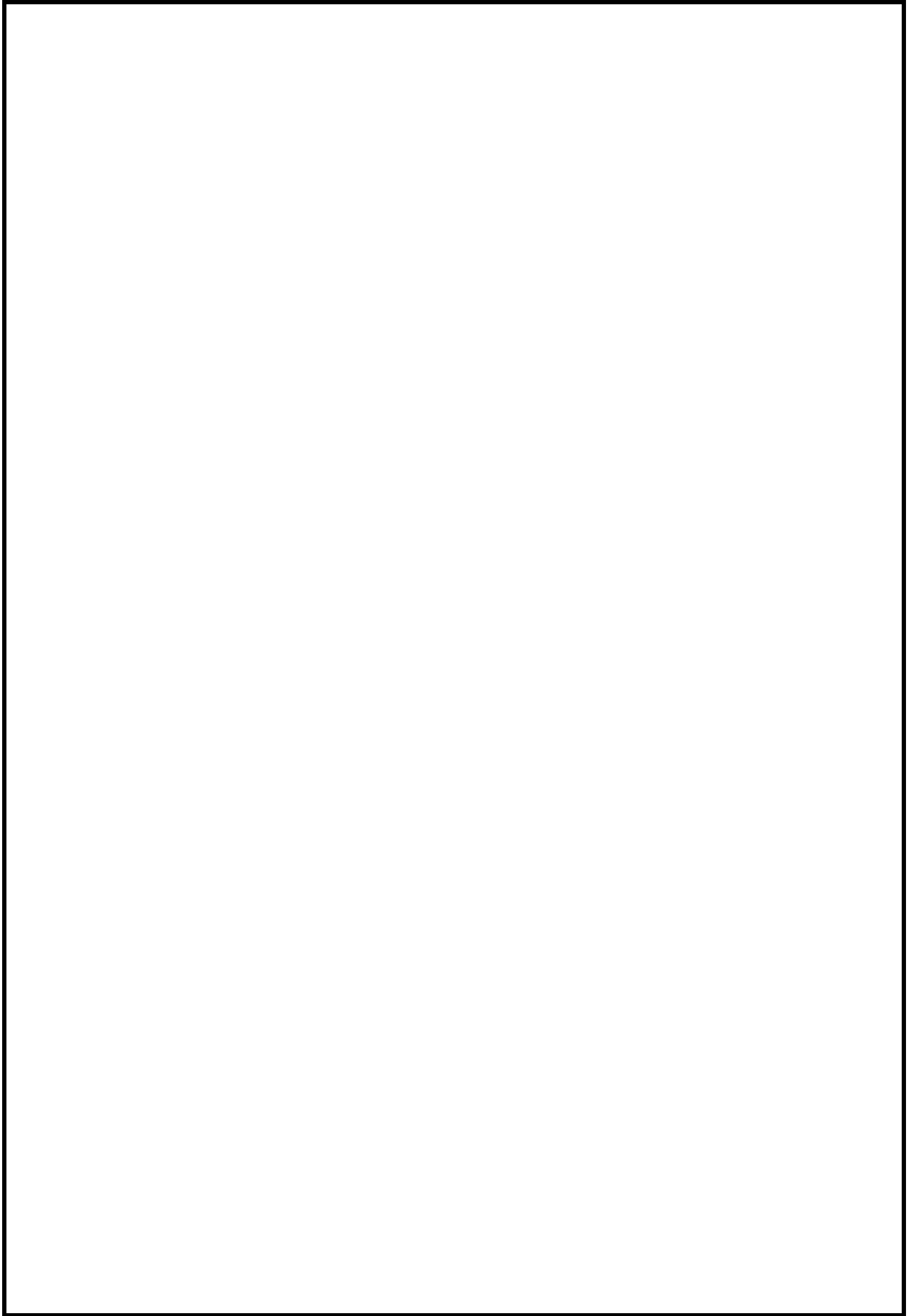


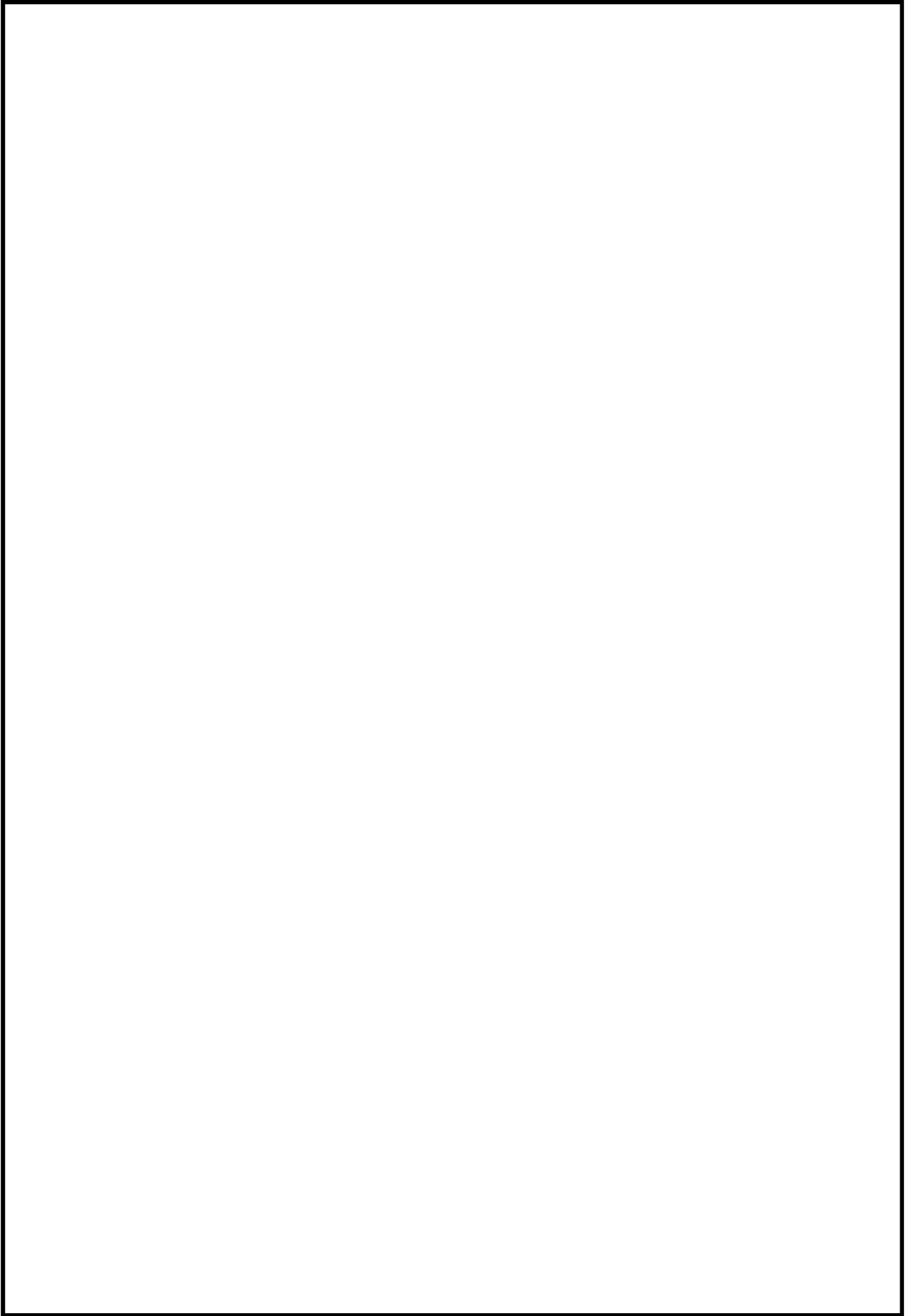


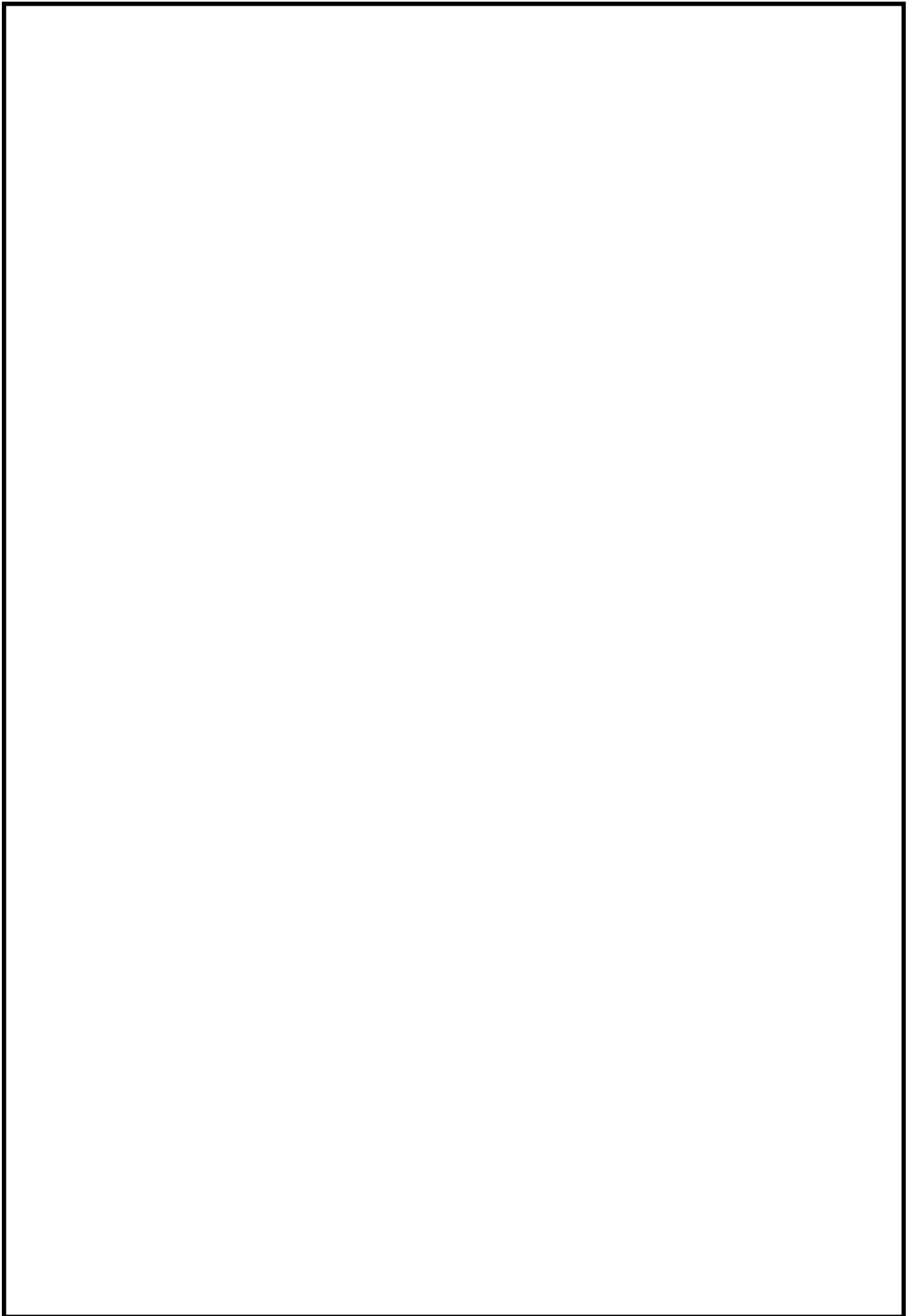












東海第二発電所における火災感知器及び消火設備の部屋別設置状況について

※1 原子炉の安全停止に必要な機器・放射性物質貯蔵等の機能を有する機器・重大事故等対処設備のうち、火災防護対策が必要な機器であり、耐震SクラスまたはSs機能維持設計

※2 ハロゲン化物消火設備とは、全域消火を示し、局所ガス消火設備で使用するガスはハロゲン化物を示す。

今後の詳細設計で変更する可能性があります

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無 ※1	火災感知器 (消防法要求の感知器は除く)	消火設備 ※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
R-B2-1	RHR 熱交換器 A 室	有	煙感知器 熱感知器	局所ガス 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	SA
R-B2-2	B2 階通路	有	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	可燃物が殆どない ため消火活動が困難 とならない
R-B2-3	RCIC ポンプ室	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化 物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B2-4	サンプポンプ室(東)	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-B2-5	LPCS ポンプ室	有	煙感知器 熱感知器	局所ガス 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	SA
R-B2-6	HPCS ポンプ室	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化 物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B2-7	サンプポンプ室(東)	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-B2-8	RHR 熱交換器 B 室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-B2-9	RHR ポンプ B 室	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化 物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B2-10	RHR ポンプ C 室	有	煙感知器 熱感知器	局所ガス 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B2-11	RHR ポンプ A 室	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化 物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B2-12	非常用ディーゼル (2C)室	有	煙感知器 熱感知器	二酸化炭素 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B2-13	非常用ディーゼル (HPCS)室	有	煙感知器 熱感知器	二酸化炭素 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B2-14	非常用ディーゼル (2D)室	有	煙感知器 熱感知器	二酸化炭素 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B2-15(1)	A 系スイッチギア室	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化 物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B2-15(2)	HPCS 系スイッチギア	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化 物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B1-1	RHR 熱交換器 A 室	有	煙感知器 熱感知器	局所ガス 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	消火設備※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
R-B1-2(1)	B1 階通路	有	煙感知器 熱感知器	局所ガス 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B1-2(2)	B1 階通路	有	煙感知器 熱感知器	局所ガス 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B1-3	RHR 熱交換器 B 室	有	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	不燃材, 難燃材で構成, 火災荷重を低く抑え, 消火活動を行う
R-B1-4	非常用ディーゼル(2C)室	有	煙感知器 熱感知器	二酸化炭素 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B1-5	非常用ディーゼル(HPCS)室	有	煙感知器 熱感知器	二酸化炭素 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B1-6	非常用ディーゼル(2D)室	有	煙感知器 熱感知器	二酸化炭素 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B1-7(1)	B 系スイッチギア室	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化 物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B1-7(2)	B 系スイッチギア室	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化 物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B1-8	D/G-2D ディタンク室	有	煙感知器 熱感知器	二酸化炭素 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B1-9	D/G-HPCS ディタンク室	有	煙感知器 熱感知器	二酸化炭素 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-B1-10	D/G-2C ディタンク室	有	煙感知器 熱感知器	二酸化炭素 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-1-1	RHR 熱交換器 A 室	有	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	不燃材, 難燃材で構成, 火災荷重を低く抑え, 消火活動を行う
R-1-2(1)	1 階通路	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	不燃材, 難燃材で構成, 火災荷重を低く抑え, 消火活動を行う
R-1-2(2)	1 階通路	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	不燃材, 難燃材で構成, 火災荷重を低く抑え, 消火活動を行う
R-1-3	RHR 熱交換器 B 室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	不燃材, 難燃材で構成, 火災荷重を低く抑え, 消火活動を行う
R-1-4	125V バッテリー室(2B)	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化 物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-1-5(1)	125V バッテリー室(2A)	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化 物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-1-5(2)	125V バッテリー室(2A)	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化 物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	消火設備 ※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
R-1-6(1)	充電器室	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-1-6(2)	充電器室	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-1-6(3)	充電器室	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-1-7(1)	直流 125V 蓄電池 2A 室	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-1-7(2)	直流 125V 蓄電池 HPCS 室	有	煙感知器 熱感知器	ハロゲン化物消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
R-1-8	2C-DG 屋上エリア	有	—	消火器又は 移動式 消火設備	手動	固縛	屋外であり煙充満により消火困難にならない
R-1-9	HPCS-DG 屋上エリア	有	—	消火器又は 移動式 消火設備	手動	固縛	屋外であり煙充満により消火困難にならない
R-1-10	2D-DG 屋上エリア	有	—	消火器又は 移動式 消火設備	手動	固縛	屋外であり煙充満により消火困難にならない
R-2-1	エレベータマシン室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-2-2	TIP ドライブメカニズム室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-2-3(1)	2 階通路	有	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	不燃材、難燃材で構成、火災荷重を低く抑え、消火活動を行う
R-2-3(2)	2 階通路	有	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	不燃材、難燃材で構成、火災荷重を低く抑え、消火活動を行う
R-2-4	CUW ポンプ B 室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-2-5	CUW 配管室	有	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	可燃物が殆どないため消火活動が困難とならない
R-2-6	CUW ポンプ A 室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-2-7	MS トンネル室	有	煙感知器 温度検出器	消火器	手動	固縛 (消火器)	不燃材、難燃材で構成、火災荷重を低く抑え、消火活動を行う
R-2-8	ケーブル処理室	有	煙感知器 熱感知器	二酸化炭素 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
C-2-1	コンピュータ室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
C-2-2	中央制御室	有	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	運転員が常駐していることから早期に感知し消火活動による消火が可能

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	消火設備※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
R-3-1(1)	3階通路	有	煙感知器 熱感知器	局所ガス 消火設備	自動	C (Ss機能維持)	
R-3-1(2)	3階通路	有	煙感知器 熱感知器	局所ガス消 火設備	自動	C (Ss機能維持)	
R-3-3	換気空調系機械室	有	煙感知器 熱感知器 炎感知器	ハロゲン化 物消火設備	自動	C (Ss機能維持)	
R-4-1	汚染機器貯蔵室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-4-2	制御棒補修室	無	煙感知器 熱感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-4-3(1)	4階通路	有	煙感知器 炎感知器	局所ガス消 火設備	自動	C (Ss機能維持)	
R-4-3(2)	4階通路	有	煙感知器 炎感知器	局所ガス消 火設備	自動	C (Ss機能維持)	
R-4-4	CUW熱交換器室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-4-5	CUW逆洗タンク/ポン プ室	無	煙感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-4-6	FPCポンプ室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-4-7	FPC熱交換器室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-4-8	FPC輸送ポンプ室	無	煙感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-4-9	FPC保持ポンプ室(A)	無	煙感知器 熱感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-4-10	FPC逆洗受けタンク 室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-4-11	FPC保持ポンプ室(B)	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-4-12	C/B屋上エリア	有	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	屋外であり煙充満 により消火困難に ならない
R-5-1	5階通路(エレベータ 側)	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-5-2	キャスクピット除染 室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-5-3	FRVS/SGTS室	有	煙感知器 熱感知器	局所ガス 消火設備	自動	C (Ss機能維持)	
R-5-4	5階通路(SLCポンプ 室側)	有	煙感知器 熱感知器	局所ガス 消火設備	自動	C (Ss機能維持)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	消火設備※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
R-5-5	CUW F/D(A)室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-5-6	CUW F/D(B)室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-5-7	CUW 保持ポンプ 3A 室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-5-8	CUW 保持ポンプ 3B 室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-5-9	CUW プリコートポンプ室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-5-10	新燃料貯蔵庫	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-5-11	FPC F/D(A, B)室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-5-12	キャスクピット	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-5-13	FPC プリコートポンプ室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
R-6-1	オペフロ	有	光電分離式 煙感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
PCV	PCV 全域	有	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-B1-1	復水脱塩塔室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-B1-2	B1 階通路	無	煙感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-B1-3	ACID/CAUSTIC ポンプ室	無	煙感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-B1-4	低圧復水ポンプ室	無	煙感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-B1-5	樹脂再生塔室	無	煙感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-B1-6	バッチオイルタンク室	無	煙感知器 炎感知器	二酸化炭素 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
T-B1-7	EHC 制御油圧装置室	無	煙感知器 炎感知器	二酸化炭素 消火設備	自動	C (Ss 機能維持)	
T-B1-9	B1 復水器室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-1-1	ディーゼル消火ポンプ室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	消火設備※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
T-1-2	タービン電気室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-1-3	所内ボイラー室	無	煙感知器 炎感知器	ハロゲン化物消火設備	手動	Cクラス	
T-1-4	1階通路	無	煙感知器 熱感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-1-5	真空ポンプ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-1-6	グランドコンデンサー室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-1-7	空気抽出器室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-1-8	排ガスコンデンサ B室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-1-16	OG再結合器 A室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-1-17	1階階段室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-1-18	T/B1FL 機械工作室	無	煙感知器 熱感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-2-1	タービン建屋給気ファン室(2A/2B)	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-2-2	メンテナンス室	無	煙感知器 熱感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-2-3	HVAC 制御室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-2-4	タービン建屋給気ファン室(1A/1B)	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-2-5	タービンオペフロ	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-2-6 T-2-7	RW 建屋給気ファン室(A/B)	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-2-8	タービン建屋排気ファン室(A/B/C)	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-2-9	RW 建屋排気ファン室(3B)	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-2-10	RW 建屋排気ファン室(3A)	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-2-11	原子炉建屋排気ファン室(2A/2B)	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	消火設備※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
T-2-12	NATRAS 室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-2-13	エレベータマシン室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-2-14	原子炉建屋給気ファン室(3A/3B)	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
T-2-15	サンプルラック室	無	無	—	消火器	手動	
T-2-16	オフガス室	無	無	—	消火器	手動	
T-2-17	TDRFP(A)室	無	無	—	消火器	手動	
T-2-18	TDRFP(B)室	無	無	—	消火器	手動	
RW-B1-1	使用済樹脂タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-B1-2	B1 階北側ポンプエリア	無	熱感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-B1-3	B1 階北側通路	有	煙感知器 炎感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	可燃物が殆どないため消火活動が困難とならない
RW-B1-11	南側階段	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-B1-12	南側中地下 1 階ポンプエリア	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-B1-13	北側中地下 1 階ポンプエリア	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-B1-14	北側階段	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-1-1	廃液サンプルタンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-1-2	オフガスサンプルラック室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-1-3	1 階北側通路	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-1-4	オフガス弁室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-1-5	オフガスプロワ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-1-6	RW 制御室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無 ※1	火災感知器 (消防法要求の感知器は除く)	消火設備 ※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
RW-1-7	1階中央通路	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-1-8	ドラムストレージエリア	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-1-9	ドラムストレージエリア入口	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-1-10	1階南側通路	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-1	オフガスハッチエリア	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-2	クラリファイヤーポンプエリア	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-3	2階東側通路	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-4	サンプルタンク室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-5	クラリファイヤータンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-6	ディストレートコレクターポンプエリア	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-7	ディストレートコレクタータンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-8	2階東側階段	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-9	ホッパー室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-10	廃液濃縮器ポンプ室入口	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-11	コンセントレータポンプ(B)室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-12	コンセントレータポンプ(A)室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-13	レシービングタンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-2-10	廃液濃縮器ポンプ室入口	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-3-1	遠心分離器 B 室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-3-2	遠心分離器 A 室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	消火設備※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
RW-3-3	3階通路	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-3-4	廃液濃縮器A室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-3-5	廃液濃縮器B室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-4-1	真空ポンプ室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-4-2	コンプレッサー室	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-4-3	AUXタンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
RW-4-4	メンテナンスエリア	無	煙感知器 熱感知器	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-1	クレーンA給電用ケーブルリール室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-2	セメント混練固化装置室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-3	減容固化系移送ポンプ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-4	減容固化系溶解タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-5	高電導度ドレンサンプリングポンプ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-6	減容固化系溶解ポンプ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-7	階段室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-8	通路	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-9	洗濯廃液受タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-10	電磁ろ過器供給ポンプ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-11	クラッドスラリ上澄水受タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-12	シール水ポンプ・タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-13	ポンプ保守室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無 ※1	火災感知器 (消防法要求の感知器は除く)	消火設備 ※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
NRW-B3-14	階段室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-15	予備室C	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-16	機器ドレン処理水ポンプ・凝縮水収集ポンプ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-17	機器ドレンサンプリングポンプ・床ドレンサンプリングポンプ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-18	除染シンク室廊下	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-19	除染シンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-20	エレベーター	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-21	濃縮廃液貯蔵タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B3-22	洗濯廃液供給ポンプ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-1	減容固化体移送装置室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-2	減容固化系キャッピング装置室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-3	減容固化系ペレット充填装置室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-4	減容固化系容器移送装置室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-5	減容固化体空容器置場	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-6	空気圧縮機室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-7	予備室E	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-8	所内蒸気復水ポンプ・タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-9	配管ダクト室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-10	使用済樹脂貯蔵タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-11	ろ過水ポンプ・タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	消火設備※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
NRW-B2-12	電磁ろ過器供給タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-13	前置ろ過器室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-14	廃活性炭吸引装置室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-15	通路	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-16	濃縮廃液受けタンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-17	機器ドレン処理水タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B2-18	凝縮水収集タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B1-1	パワーセンタ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B1-2	減容固化系硫酸ソーダ添加タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B1-3	バルブ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B1-4	固化剤供給タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B1-5	減容固化系ペレットホッパ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B1-6	排気ブロウ・排気フィルタ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B1-7	廃油供給ポンプ・タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B1-8	焼却炉灰取出ボックス室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B1-9	熔融炉2次燃焼器燃焼室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B1-10	熔融電源室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B1-11	I R 室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B1-12	タンク保守室B	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-B1-13	チェス室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	消火設備※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
NRW-B1-14	クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-B1-15	サンプリングシンク室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-B1-16	集中清掃機器室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-B1-17	バッテリー室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-B1-18	電気室空調器	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-B1-19	通路	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-B1-20	バルブエリア室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-B1-21	クラッドスラリ濃縮器室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-B1-22	クラッドスラリ濃縮器加熱器室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-1	連絡通路	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-2	チェス室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-3	バイブチェス室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-4	減容固化系造粒機室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-5	減容固化系放射線モニタサンプルラック室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-6	ドラム挿入室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-7	エレベーター	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-8	焼却炉室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-9	セラミックフィルタ灰取出コンベア室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-10	通路	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-11	階段室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	消火設備※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
NRW-1-12	機器搬出入用トラックエリア室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-13	ポンプメンテナンス除染パン室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-14	超ろ過器供給ポンプ室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-15	チェス室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-16	電磁ろ過器バルブ室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-17	電磁ろ過器循環供給ポンプ・スポンジボール移送ポンプ室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-18	予備室A	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-19	階段	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-20	サイトバンカトラックエリア室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-21	階段室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-22	クラッドスラリ濃縮器室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-23	キャスク除染ピット室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-24	スキマサージタンク室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-25	電磁ろ過器A室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-1-26	電磁ろ過器B室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-2-1	連絡配管路室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-2-2	減容固化系電気ヒーター室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-2-3	減容固化系乾燥機室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-2-4	階段室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-2-5	2次セラミックフィルタ室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	消火設備※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
NRW-2-7	階段室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-8	操作室中3階	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-9	操作室2階	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-10	超ろ過器供給タンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-11	チェス室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-12	電磁ろ過器保守室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-13	パイプチェス室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-14	超ろ過器室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-15	サイドパンカ更衣室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-16	使用済燃料用キャスク保管スペース室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-17	階段室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-18	階段室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-19	減容固化系粒子プロワ	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-20	チェス室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-21	サンプリングシンク室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-2-22	チェス室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-3-1	冷凍機室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-3-2	補機冷却水機器室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-3-3	減容固化系ミストセパレータ室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	
NRW-3-4	チェス室	無	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	消火設備※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
NRW-3-5	減容固化系供給ポンプ室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-6	階段室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-7	雑固体切断機室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-8	雑固体前処理室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-9	投入室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-10	通路	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-11	排ガス処理室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-12	排ガス処理室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-13	チェス室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-14	送風機C室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-15	給気加熱コイルC室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-16	送風機B室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-17	給気加熱コイルB室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-18	送風機A室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-19	給気加熱コイルA室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-20	階段室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-21	減容固化系循環ポンプ室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-22	サンプリングシンク室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-23	減容固化系供給タンク	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-3-24	減容固化系乾燥機室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	消火設備※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
NRW-4-1	減容固化系乾燥機排気ブロワ	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-2	減容固化系乾燥機復水器室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-3	計器保守室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-4	排ガスフィルタ室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-5	タンクベント室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-6	エレベータ機械室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-7	サンプルラック室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-8	建屋排気系フィルタユニット室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-9	通路	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-10	主排気系排風機	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-11	階段室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-12	補機冷却水サージタンク・冷水膨張タンク室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-13	階段	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-14	チェンジングスペース室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
NRW-4-15	階段室	無	—	消火器	手動	固縛(消火器)	
0-1	CST エリア	有	—	消火器	手動	固縛(消火器)	可燃物が殆どないため消火活動が困難とならない
0-2	海水ポンプ室北側	有	炎感知器熱感知カメラ	消火器又は移動式消火設備	手動	固縛(消火器)	屋外であり煙充満により消火困難にならない
0-3	海水ポンプ室南側	有	炎感知器熱感知カメラ	消火器又は移動式消火設備	手動	固縛(消火器)	屋外であり煙充満により消火困難にならない
0-4	DG-2C ルーフベントファン室	有	—	消火器	手動	固縛(消火器)	可燃物が殆どないため消火活動が困難とならない
0-5	DG-2C ルーフベントファン室	有	—	消火器	手動	固縛(消火器)	可燃物が殆どないため消火活動が困難とならない

※追而(新設設備エリアについて評価中)

部屋番号	部屋名称	火災防護対策が必要な機器の有無 ※1	火災感知器 (消防法要求の感知器は除く)	消火設備 ※2	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
0-6	DG-HPCS ルーフベントファン室	有	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	可燃物が殆どないため消火活動が困難にならない
0-7	C/S 屋上	有	—	消火器	手動	固縛 (消火器)	屋外であり煙充満により消火困難にならない

東海第二発電所における
原子炉の安全停止に必要な構築物，系統及び
機器が設置される火災区域又は火災区画の
消火設備について

【目次】

1. 概要
 2. 要求事項
 3. 消火設備について
 - 3.1 消火設備の設置必要箇所の選定
 - 3.2 消火設備の概要
 - 3.2.1 ハロゲン化物消火設備(新設)
 - 3.2.2 二酸化炭素消火設備(既設)
 - 3.2.3 局所ガス消火設備(新設)
 - 3.2.4 消火器及び水消火設備(既設)
 - 3.2.5 移動式消火設備について(既設)
 4. 消火活動が困難となる火災区域(区画)の考え方
 5. まとめ
-
- 添付資料 1 実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準
(抜粋)
 - 添付資料 2 東海第二発電所におけるガス消火設備について
 - 添付資料 3 東海第二発電所におけるガス消火設備等の耐震設計について
 - 添付資料 4 東海第二発電所におけるガス消火設備等の作動に伴う機器等への
影響について
 - 添付資料 5 東海第二発電所における狭隘な場所へのハロン系消火剤の有効性
について
 - 添付資料 6 東海第二発電所におけるガス消火設備等の消火能力について

- 添付資料 7 東海第二発電所における二酸化炭素消火設備(非常用ディーゼル発電機室用, ケーブル処理室用)について
- 添付資料 8 東海第二発電所における消火設備の必要容量について
- 添付資料 9 東海第二発電所における消火栓配置図並びに手動消火の対象となる低耐震クラス機器リスト
- 添付資料 10 東海第二発電所における移動式消火設備について
- 添付資料 11 東海第二発電所における原子炉建屋通路部の消火方針について
- 添付資料 12 東海第二発電所における安全機能を有する構築物, 系統及び機器周辺の可燃物等の状況について

東海第二発電所における原子炉の安全停止に必要な構築物，系統及び機器が設置される火災区域又は火災区画の消火設備について

1. 概要

東海第二発電所における安全機能のうち，原子炉の安全停止に必要な構築物，系統及び機器（以下「原子炉の安全停止に必要な機器等」という。）への火災を早期に消火するための消火設備について以下に示す。

なお，放射性物質貯蔵等の機器等の設置場所に対する消火設備については，資料 9 に示す。

2. 要求事項

「発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）における消火設備の要求事項は以下のとおりである。

「発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（抜粋）

2. 基本事項

(1) 原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構築物，系統及び機器を火災から防護することを目的として，以下に示す火災区域及び火災区画の分類に基づいて，火災発生防止，火災の感知及び消火，火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じること。

① 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持するための安全機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画

② 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域

2.2 火災の感知，消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は，以下の各号に掲げるように，安全機能を有する構築物，系統及び機器に対する火災の影響を限定し，早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

2.2.2 火災感知設備及び消火設備は，以下の各号に示すように，地震等の自然現象によっても，火災感知及び消火の機能，性能が維持される設計であること。

(1)凍結するおそれがある消火設備は，凍結防止対策を講じた設計であること。

(2)風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されない設計であること。

(3)消火配管は，地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること。

なお，「2.2.1 (2) 消火設備」の要求事項を添付資料1に示す。

3. 消火設備について

東海第二発電所において、原子炉の安全停止に必要な機器等に火災が発生した場合に、火災を早期に消火するため、火災防護に係る審査基準の「2.2 火災の感知、消火」に基づき、消火設備を設置する。

3.1 消火設備の設置必要箇所を選定

火災防護に係る審査基準の「2.2 火災の感知、消火」では、火災時の煙の充満により消火活動が困難となる場所に対する固定式消火設備の設置及び「2.3 火災の影響軽減」に基づく系統分離が必要な場所に対する自動消火設備を要求している。

このことから、消火活動が困難となる箇所及び系統分離に必要となる箇所への消火設備の設置要否を検討することとする。

原子炉の安全停止に必要な機器が設置されている区域(区画)については原則煙の充満により消火活動が困難となる場所として選定し、煙の影響が考えにくい火災区域については、「4. 消火活動が困難となる火災区域(区画)の考え方」にて個別に検討する。中央制御室床下ケーブルピットに関しては、コンクリート構造のピットであり区分ごとに系統分離されている。また、中央制御室は、消火困難とならない場所であるが、速やかな火災発生場所の特定を行うことから、固有の信号を発する異なる種類の火災感知設備(煙感知器と熱感知器)を設置する。

3.2消火設備の概要

3.2.1 ハロゲン化物消火設備（新設）

ハロゲン化物自動消火設備(添付資料1)は、火災防護に係る審査基準「2.2 火災の感知，消火」に基づき、火災時の煙の充満等により消火が困難となる可能性も考慮し、原子炉の安全停止に必要な機器を設置する火災区域又は火災区画(以下「火災区域(区画)」という。)の早期の消火を目的として設置する。

具体的には、原子炉の安全停止に必要な機器等の設置場所であって、火災時に煙の充満等により消火が困難となるところに対しては、火災防護に係る審査基準の「2.2 火災の感知，消火」に基づき、自動又は中央制御室からの手動操作により起動する「ハロゲン化物消火設備」を設置する。ハロゲン化物消火設備の概要を添付資料2に、ハロゲン化物消火設備の耐震設計を添付資料3に示す。設置においては火災の直接影響のみならず二次的影響が安全機能を有する機器等に悪影響をおよぼさぬように設計し、設置した火災区域に応じて、動的機器の単一故障により機能を喪失することがないように系統分離に応じた独立性を備える設計とする。また、建屋内の設備となることから、低温（凍結）、風水害(風(台風))による影響は考えにくく、地震に対しては添付資料3に示すとおり耐震性を確保する設計とする。その他の津波、洪水、竜巻、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮についても建屋内に設置しており影響は考えにくいですが、機能が阻害される場合は原因の除去または早期取替、復旧を図る設計とする。

ハロゲン化物消火設備は、機能に異常がないことを確認するため、消火設備の作動確認を実施する。

また、ハロゲン化物消火設備の設置に当たっては、消火能力を維持するために、自動ダンパの設置または空調設備の手動停止による消火剤の流出防

止，安全対策のための警報装置を設置する。さらに，ハロゲン化物消火設備起動時に扉が開状態では消火剤が流出することから，扉を閉運用とするよう手順等に定める。また，消火設備起動後には発電所内に設置している避難誘導灯及び安全避難通路等により屋外等の安全な避難場所へ避難することが可能である。

原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域(区画)のハロゲン化物消火設備は，外部電源喪失時においても電源が確保できるよう，非常用電源から受電する。また，消防法に準拠し，外部電源喪失時に非常用ディーゼル発電機による非常用電源の供給が開始されるまでの時間を考慮して70分*設備の作動に必要な内蔵型の蓄電池を設置する。

※消防法施行規則第二十四条で要求している蓄電池容量

ハロゲン化物消火設備の動作に伴う人体及び機器への影響を添付資料4に，狭隘な場所への消火剤（ハロン1301）の有効性を添付資料5に，ハロゲン化物消火設備の消火能力を添付資料6に示す。

なお，添付資料4に示すとおりハロゲン化物消火設備の動作に伴う人体への影響はないが，人身安全を考慮しハロゲン化物消火設備の動作時に退避警報を発する設計とする。

3.2.2 二酸化炭素消火設備（既設）

油火災が想定される非常用ディーゼル発電機室，非常用ディーゼル発電機燃料ディタンク室及びケーブルが密集するケーブル処理室には，全域自動放出方式の二酸化炭素消火設備を設置し，当該室に必要な消火剤（約2469kg（代表として非常用ディーゼル発電機室2C室を記載）に対して十分な消火剤（約2475kg(代表として非常用ディーゼル発電機室2C室を記載)）を有する設

計とする。二酸化炭素消火設備の概要を添付資料7に示し、二酸化炭素消火設備の耐震設計を添付資料3に示す。

二酸化炭素消火設備は、機能に異常がないことを確認するため、消火設備の作動確認を実施する。

また、二酸化炭素消火設備に用いるに二酸化炭素は不活性であり、機器への影響はないが、人体に対する影響があるため、二酸化炭素消火設備が作動する前に人員の退避が重要であることから、警報を発する設計とする。さらに、二酸化炭素消火設備起動時に扉が開状態では消火剤が流出することから、扉を閉運用とするよう手順等に定める。

なお、二酸化炭素消火設備は、消防法施行規則第十九条「不活性ガス消火設備に関する基準」に基づき設置する。

3.2.3局所ガス消火設備（新設）

局所ガス消火設備は、火災防護に係る審査基準の「2.2火災の感知、消火」に基づき、火災時の煙の充満等により消火が困難となる可能性も考慮し、原子炉の安全停止に必要な機器等が設置される原子炉建屋通路部の早期の消火を目的として設置する。（添付資料11）

具体的には、原子炉の安全停止に必要な機器等が設置される原子炉建屋通路部の油内包機器、ケーブルトレイ、電源盤、制御盤等のうち、火災時に煙の充満等により消火が困難となる可能性があるものに対しては、火災防護に係る審査基準の「2.2火災の感知、消火」に基づき、自動又は中央制御室からの手動操作により起動する局所ガス消火設備を設置する。局所ガス消火設備の概要を添付資料2に、局所ガス消火設備の耐震設計を添付資料3に示す。設置においては、火災の直接影響のみならず二次的影響が安全機能を有する機器等に悪影響をおよぼさないような設計とする。また、建屋内の設備とな

ることから、凍結、風水害からの影響は考えにくく、地震に対しては添付資料3に示すと通りの耐震性を確保する設計とする。その他津波、洪水、竜巻、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮についても建屋内に設置することから影響は考えにくいですが、機能が阻害される場合は原因の除去または早期取替、復旧を図る設計とする。

局所ガス消火設備は、機能に異常がないことを確認するため、消火設備の作動確認を実施する。

また、局所ガス消火設備の対象に応じて周囲にガスの影響がおよぶ場合は、安全対策のための警報装置を設置する。また、外部電源喪失時にも固定式消火設備が動作できるように、非常用電源からの受電または電源不要の構成とする。さらに、動作に電源必要な場合は消防法に準拠するとともに、外部電源喪失時に非常用ディーゼル発電機による非常用電源の供給が開始されるまでの時間を考慮して70分*以上の設備の作動に必要な容量を有する内蔵型の蓄電池を設置する。

※消防法施行規則第二十四条で要求している蓄電池容量

局所ガス消火設備の動作に伴う人体及び機器への影響を添付資料4に、狭隘な場所への消火剤(ハロン1301またはFK-5-1-12)の有効性を添付資料5に、局所ガス消火設備の消火能力を添付資料6に示す。

東海第二発電所における各固定式消火設備の消火剤の必要容量を添付資料8に示す。

以上より、消火活動が困難となるおそれがある火災区域等に対して自動又は中央制御室からの手動操作により起動する固定式消火設備を設置し、必要な消火剤の容量を確保すること、系統分離に応じた独立性を有する設計とす

ること、火災の二次的影響を考慮した設計とすること、外部電源喪失時にも機能を失わないような設計とすること、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計とすること、作動前に警報を吹鳴させる設計とすること、屋内設置により凍結、風水害等に対して消火設備の性能が著しく阻害されるものではないこと、安全機能を有する機器等の耐震クラスに応じて耐震性を確保すること、消火剤の種類は誤動作時の安全機能への影響を考慮して選定していることから、火災防護に係る審査基準に適合するものとする。

3.2.4 消火器及び水消火設備について(既設)

火災時にすべての火災区域(区画)の消火が早期に行えるよう、消火器、消火栓を配置する。優先的な水消火設備の使用が想定される火災区域にあつては、消火水による安全機能への影響を考慮し、必要な対策を講じる設計とする。

水消火設備のうち、水源のろ過水貯蔵タンク及び多目的タンクは、供給先である屋内消火栓及び屋外消火栓に関し2時間以上の放水に必要な量(120m³)に対して十分な水量(ろ過水貯蔵タンク約1,500m³、多目的タンク約1,500m³)を確保している。これは、屋内及び屋外の単一の火災が同時に発生し、消火栓による放水を想定した場合に必要な120m³に対して、十分な容量である。なお、水消火設備に必要な消火水の容量について、屋内消火栓は消防法施行令第十一条、屋外消火栓は消防法施行令第十九条に基づき算出した容量とする。また、消火ポンプについては、電動機駆動消火ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプ(227m³/h)を1台ずつ有し、多様性を備える。ポンプ容量については消防法施行令にて要求される屋内消火栓並びに屋外消火栓の必要流量(120ℓ/min×2台+350ℓ/min×2台=940ℓ/min)に対して十分な容量を有しており、設置場所についても風水害に対

して性能を著しく阻害されないよう止水対策を施した建屋に設置する。

a. 消防法施行令第十一条要求

$$\text{屋内消火栓必要水量} = 2 \text{ 箇所 (消火栓)} \times 1300 \text{ l/min} \times 2 \text{ 時間} = 31.2 \text{ m}^3$$

b. 消防法施行令第十九条

$$\text{屋外消火栓必要水量} = 2 \text{ 箇所 (消火栓)} \times 3500 \text{ l/min} \times 2 \text{ 時間} = 84.0 \text{ m}^3$$

屋内消火栓並びに屋外消火栓について、2時間の放水に必要な水量の総和は以下のとおりである。

$$\text{屋内消火栓 } 31.2 \text{ m}^3 + \text{屋外消火栓 } 84.0 \text{ m}^3 = 115.2 \text{ m}^3 \div 120 \text{ m}^3$$

また、水消火設備の耐震クラスは、これまで耐震Cクラスとして整理されているが、火災防護に係る審査基準において消火設備に対して地震等の自然現象によっても消火の機能、性能が維持される設計であることが求められる。消火設備については安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、それが設置される火災区域に基づき対策を講じるものであることから、安全機能を有する火災区域内において防護対象機器の耐震クラスに応じた消火設備の耐震性が確保されているか確認し、水消火設備の耐震クラスを以下のとおり設定する。

資料2並びに資料9にて選定した安全機能を有する火災防護対象機器が設置される火災区域については、Ss機能維持された固定式消火設備を設置することから、耐震Sクラスの防護対象機器に対して耐震クラスに応じた消火機能が確保され、地震後に火災区域内の消火機能が失われることはない。一部の火災区域(区画)については内包する可燃物量(火災の発生・延焼が考えにくい弁のグリッド・計装ラック、金属筐体に覆われた分電盤等を除く)について1000MJ、等価火災時間0.1時間を基準として設け、現場の詳細な調査の上、いずれの可燃物についても金属製筐体に覆われ、煙が充満しにくく、可燃物間の相互の延焼防止が図られ大規模な火災や煙が発生し

にくい環境であることを確認し、手動消火活動が可能な火災区域(区画)と整理し固定式消火設備を設けない設計とする。しかしながら、内包する可燃物に対して十分な消火機能を有する消火器を設置すること、これらの消火器については基準地震動に対して転倒、破損等しないよう固縛を行うとともに地震により機能が失われないことを加振試験により確認する。したがって、これらの火災区域においても、地震後も消火器により消火可能であることから耐震クラスに応じた消火機能が確保される。

なお、地震後の手動消火活動への影響を考慮すると、低耐震クラスの油内包機器からの油漏えい火災または電源盤からの火災発生が考えられる。安全機能を有する火災区域*のうち、固定式消火設備を設けない火災区域とそれらの火災区域に設置された低耐震クラス機器について添付資料9に示す。添付資料9に示すとおり低耐震クラス機器については、以下のとおり分類され、火災による安全機能への影響を考慮し、耐震性の確保を行うことから消火器による手動消火に影響を与えないと考える。

※リスト上は重大事故等対処設備を有する火災区域を含む

- ①可燃物量が特に大きく、通常時に発火の可能性が否定できないことからSs機能維持された局所ガス消火設備の設置対象としている機器
- ②金属筐体に覆われ、外部への影響が考えにくく、可燃物量が少ない機器であることから消火器による手動消火が可能な機器
- ③使用時のみ電源を入れ、使用中の発火の際は周囲の作業員により初期消火活動が可能な機器

よって、固定式消火設備を設置しない火災区域について、地震後も消火器による手動消火活動が可能と考えることから消火機能が維持される。また、屋外の軽油貯蔵タンクに対しては地下型でサンドに埋め込む設計とす

ることから、消火機能が維持される。

以上より地震後も固定式消火設備、消火器、移動式消火設備により安全機能を有する各火災区域の消火の機能が維持され(第6-1図)、安全機能を有する構築物、系統及び機器に影響を与えることはないことを確認した。よって、水消火設備について水源・ポンプも含めて耐震Cクラス設計とする。ただし、消火配管は、地震時に地盤変位対策として、消火配管は、地震時における地盤変位対策として、消火配管の建屋接続部には機械式継手を採用しないこととし、消火配管の地上化、トレンチ内設置、給水接続口の設置を踏まえた設計とし、原子炉建屋内では消火配管の破断等が生じない設計とする。また、消火配管が屋外に設置されることも踏まえ、保温材の取付けや、消火栓内部に水が溜まらないような自動排水機構を有する消火栓の採用といった凍結防止を図る設計とする。

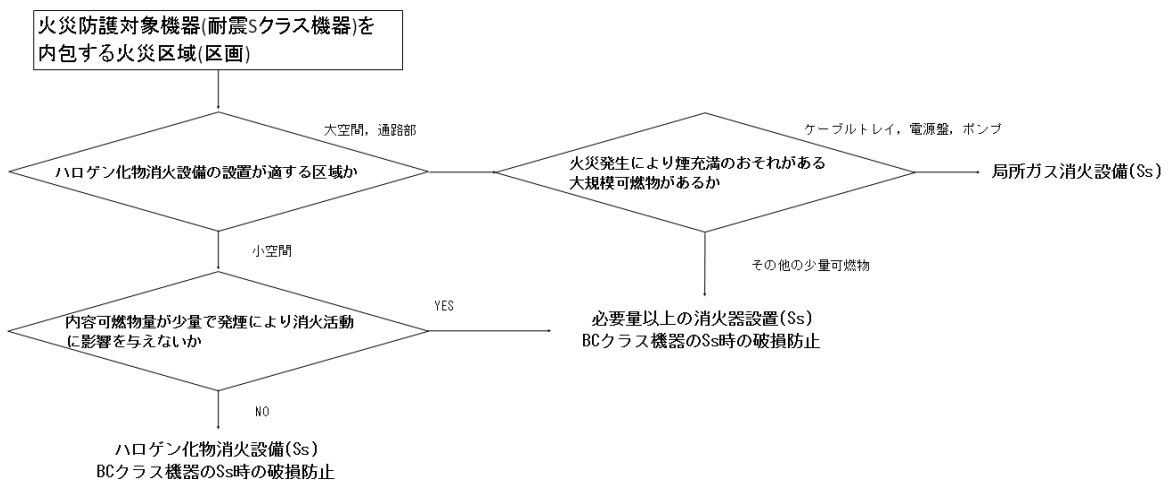
屋外に設置された水消火設備の機器がその他津波、洪水、竜巻、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮といった自然現象によって機能を阻害される場合は、原因の除去または早期の取替、復旧を図る設計とする。

消火水系は、他系統と共用する場合には、隔離弁を設置し通常全閉とすることで消火系の供給を優先する設計とする。なお、現時点では水道水系とは共用していない。

なお、消火栓は消防法施行令第十一条(屋内消火栓設備に関する基準)、消防法施行令第十九条(屋外消火栓設備に関する基準)に基づき、すべての火災区域(区画)を消火できるように設置する。火災区域(区画)の消火栓の配置を添付資料9に示す。消火器は、消防法施行規則第六条「大型消火器

以外の消火器具の設置」及び消防法施行規則第七条「大型消火器の設置」に基づき設置する。

以上により、消火用水供給系について水源の多重化、ポンプの多様化を図ること、消防法施行令に基づき必要な水量、ポンプ容量を備える設計とすること、また東海発電所との共用に対し十分な容量を有していること、地震時の地盤変位や風水害、凍結等を考慮した設計とすることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。また、消火栓に関して、全ての火災区域及び火災区画を消火できるように設置すること、消防法施行令に基づき必要な容量を確保することから火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。



第6-1図 安全機能を有する火災区域における消火設備の耐震性について

3.2.5 移動式消火設備について(既設)

移動式消火設備については、化学消防自動車1台及び水槽付消防ポンプ車を1台配備し、消火ホース等の資機材を備える。添付資料10に移動式消火設備を示す。また、消火用水のバックアップラインとして屋外に設置された連結送水口に移動式消火設備を接続することで、建屋内の屋内消火栓に対しても給水は可能である。移動式消火設備については、固縛することで地震により転倒しない設計とする

なお、移動式消火設備の操作については、発電所構内の監視所に24時間体制で配置している専属消防隊にて実施する。

以上より、移動式消火設備を配備していることから火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

4. 消火活動が困難となる火災区域(区画)の考え方

火災防護に係る審査基準の「2.2.1(2) 消火設備」では、安全機能を有する機器等を設置する火災区域(区画)であって、火災時に煙の充満等により消火活動が困難なところには、自動消火又は手動操作による固定式消火設備の設置が要求されている。以下に「火災時に煙の充満等により消火活動が困難なところ」の選定方針について示す。

東海第二発電所では、資料2「原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための機器リスト」に記載されている機器等の設置場所は、基本的に「火災時に煙の充満等により消火活動が困難なところ」として設定する。

ただし、火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならないところとして以下を選定する。これらの火災区域(区画)については、消火活動により消火を行う設計とする。

(1) 中央制御室

中央制御室は、常駐する運転員によって、火災感知器による早期の火災感知及び消火活動が可能であり、火災時は煙が充満する前に消火可能であること、万が一火災により煙が発生した場合でも建築基準法に準拠した容量の排煙設備によって排煙が可能であることから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

このため、中央制御室の消火は、消火器で行う設計とする。

なお、中央制御室の床下コンクリートピット内は、粉末消火器又は二酸化炭素消火器を使用し、運転員による消火を行う設計とする。

(2)屋外の火災区域(海水ポンプエリア，非常用ディーゼル発電機ルーフベントファンエリア，スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリア)

海水ポンプエリア，非常用ディーゼル発電機ルーフベントファンエリア，スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリアについては屋外の火災区域であり，火災が発生しても煙は充満しない。よって，煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域として選定する。

(3)軽油貯蔵タンクエリア及び非常用ディーゼル発電機燃料移送系ポンプエリア

軽油貯蔵タンクエリア及び非常用ディーゼル発電機燃料移送系ポンプエリアは屋外の火災区域であり，火災が発生しても煙は充満しないことから煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域として選定する。

よって，軽油貯蔵タンクエリア及び非常用ディーゼル発電機燃料移送系ポンプエリアは消火器または移動式消火設備で消火を行う設計とする。

5.まとめ

東海第二発電所における安全機能を有する機器等の火災を早期に消火するための消火設備を第6-1表に示す。

第6-1表 東海第二発電所 安全機能を有する機器等を設置する火災区域(区画)

の消火設備

消火設備	消火剤	必要消火剤量	主な消火対象
ハロゲン化物消火設備	ハロン1301	1m ³ あたり0.32kg	煙の充満等により消火活動が困難な火災区域(区画)
二酸化炭素消火設備	二酸化炭素	1m ³ あたり0.8~0.9kg以下	非常用ディーゼル発電機室
局所ガス消火設備	ハロン1301	1m ³ あたり5.0kg以下	原子炉建屋通路部の油内包機器
	FK-5-1-12	1m ³ あたり0.84~1.46kgに開口補償を含む	原子炉建屋通路部のケーブルトレイ, 電源盤, 制御盤
水消火設備(消火栓)	水	屋内: 150ℓ/min以上 屋外: 350ℓ/min以上	火災区域(区画)
消火器	粉末他	消防法施行規則第六, 七条に基づく必要数に裕度を見込む	煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域(区画)

添付資料 1

実用発電用原子炉及びその附属施設の 火災防護に係る審査基準

(抜粋)

実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準(抜粋)

2. 基本事項

(1)原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構造物，系統及び機器を火災から防護することを目的として，以下に示す火災区域及び火災区画の分類に基づいて，火災発生防止，火災の感知及び消火，火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じること。

①原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持するための安全機能を有する構造物，系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画

②放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構造物，系統及び機器が設置される火災区域

2.2 火災の感知，消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は，以下の各号に掲げるように，安全機能を有する構造物，系統及び機器に対する火災の影響を限定し，早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

(2)消火設備

①原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持するための安全機能を有する構造物，系統及び機器が設置される火災区域または火災区画であって，火災時に煙の充満，放射線の影響等により消火活動が困難なところには，自動消火設備又は固定式消火設備を設置すること。

②放射性物質の貯蔵閉じ込め機能を有する構造物，系統及び機器が設置される火災区域であって，火災時に煙の充満，放射線の影響等により消火活動が困難なところには，自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置すること。

- ③消火用水供給系の水源及び消火ポンプ系は、多重性又は多様性を備えた設計であること。
- ④原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器相互の系統分離を行うために設けられた火災区域又は火災区画に設置される消火設備は、系統分離に応じた独立性を備えた設計であること。
- ⑤消火設備は、火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線、爆発等による二次的影響が安全機能を有する構築物、系統及び機器に悪影響を及ぼさないように設置すること。
- ⑥可燃性物質の性状を踏まえ、想定される火災の性質に応じた十分な容量の消火剤を備えること。
- ⑦移動式消火設備を配備すること。
- ⑧消火剤に水を使用する消火設備は、2時間の最大放水量を確保できる設計であること。
- ⑨消火用水供給系をサービス系または水道水系と共用する場合には、隔離弁等を設置して遮断する等の措置により、消火用水の供給を優先する設計であること。
- ⑩消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計であること。
- ⑪消火設備は、外部電源喪失に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。
- ⑫消火栓は、全ての火災区域の消火活動に対処できるよう配置すること。
- ⑬固定式のガス系消火設備は、作動前に職員等の退出ができるように警報を吹鳴させる設計であること。
- ⑭管理区域内で消火設備から消火剤が放出された場合に、放射性物質を含むおそれのある排水が管理区域外へ放出することを防止する設計であること。
- ⑮電源を内蔵した消火設備の操作等に必要な照明器具を、必要な火災区域及

びその出入通路に設置すること。

(参考)

(2) 消火設備について

①-1 手動操作による固定式消火設備を設置する場合は、早期に消火設備の起動が可能となるよう中央性制御室から消火設備を起動できるように設計されていること。

上記対策を講じた上で、中央制御室以外の火災区域又は火災区画に消火設備の起動装置を設置することは差し支えない。

①-2 自動消火設備にはスプリンクラー設備、水噴霧消火設備及びガス系消火設備(自動起動の場合に限る。)があり、手動操作による固定式消火設備には、ガス系消火設備等がある。中央制御室のように常時人がいる場所には、ハロン1301を除きガス系消火設備が設けられていないことを確認すること。

④ 「系統分離に応じた独立性」とは、原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器が系統分離を行うため複数の火災区域又は火災区画に分離して設置されている場合に、それらの火災区域又は火災区画に設置された消火設備が、消火ポンプ系(その電源を含む。)等の動的機器の単一故障により、同時に機能を喪失することがないことをいう。

⑦ 移動式消火設備については、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則(昭和53年通商産業省令第77号)第85条の5」を踏まえて設置されていること。

⑧ 消火設備のための必要水量は、要求される放水時間及び必要圧力での最大流量を基に設計されていること。この最大流量は、要求される固定式消火設備及び手動消火設備の最大流量を合計したものであ

ること。なお、最大放水量の継続時間としての2時間は、米国原子力規制委員会(NRC)が定めるRegulatory Guide 1.189で規定されている値である。

上記の条件で設定された防火水槽の必要容量は、Regulatory Guide 1.189では、1,136,000リットル(1,136m³)以上としている。

2.2.2 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。

- (1)凍結するおそれがある消火設備は、凍結防止対策を講じた設計であること。
- (2)風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されない設計であること。
- (3)消火配管は、地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること。

(参考)

火災防護対象機器等が設置される火災区画には、耐震B・Cクラスの機器が設置されている場合が考えられる。これらの機器が基準地震動により損傷しSクラス機器である原子炉の火災防護対象機器の失わせることがないことが要求される場所であるが、その際、耐震B・Cクラス機器に基準地震動による損傷に伴う火災が発生した場合においても、火災防護対象機器等の機能が維持されることについて確認されていなければならない。

- (2)消火設備を構成するポンプ等の機器が水没等で機能しなくなることをのたないように、設計に当たっては配置が考慮されていること。

添付資料 2

東海第二発電所におけるガス消火設備 について

東海第二発電所におけるガス消火設備について

1. 設備構成及び系統構成

火災時に煙の充満により消火が困難となる可能性のある火災区域(区画)に必要なとなる固定式消火設備は、人体、設備に対する影響を考慮し、「ハロゲン化物消火設備並びに局所ガス消火設備」を設置する。(非常用ディーゼル発電機室を除く)

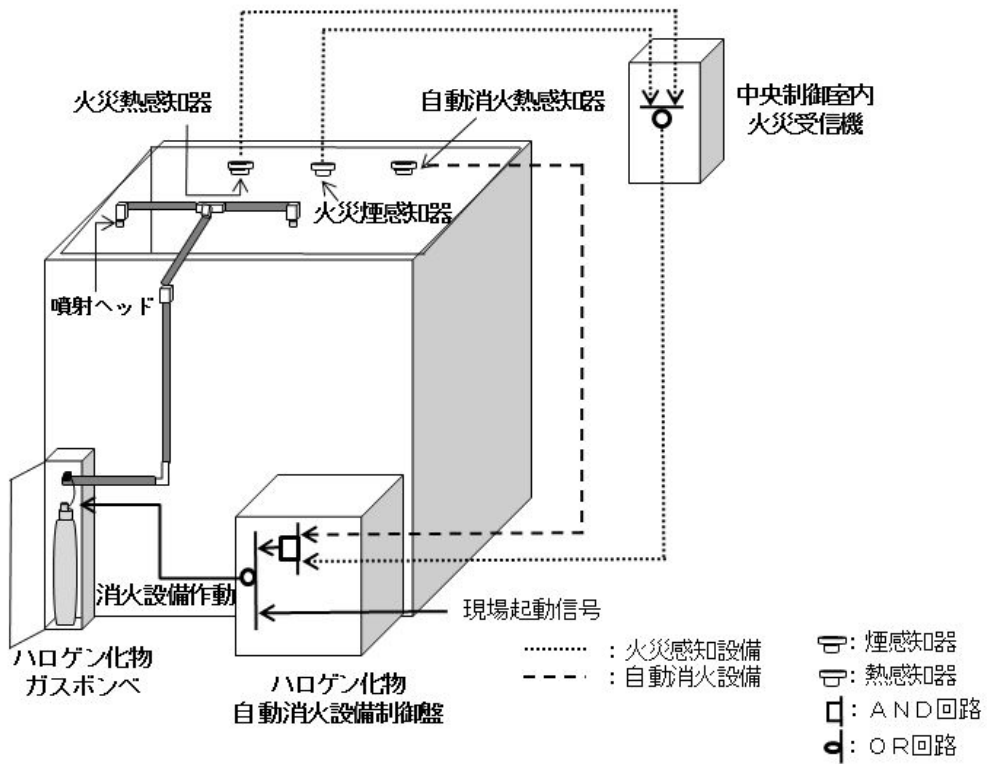
ガス消火設備の仕様概要を第1表に示す。また、単一の部屋に対し使用する専用のハロゲン化物消火設備を第1図に示す。また、油内包機器に使用する局所ガス消火設備を第2図に示す。ケーブルトレイ並びに盤に使用する局所ガス消火設備を第3図、第4図に示す。

なお、ハロゲン化物消火設備の耐震設計については、添付資料4に示す。

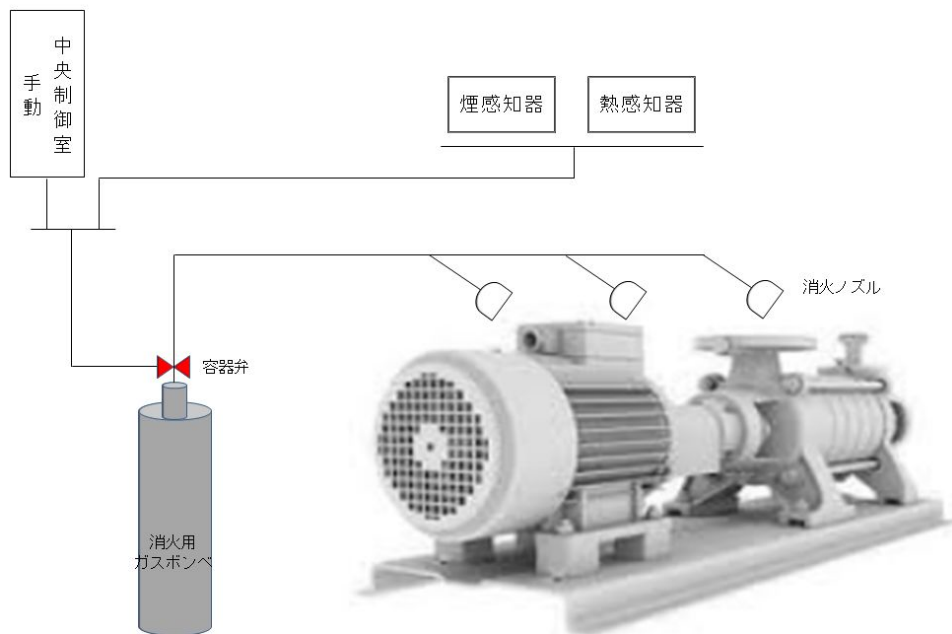
第1表 ガス消火設備の仕様概要

		項目	仕様
ハロゲン化物	消火剤	消火剤	ハロン 1301
		消火剤の特徴	設備及び人体に対して無害
		消火原理	燃焼連鎖反応抑制(負触媒効果)
	消火設備	適用規格	消防法その他関係法令
		火災感知	複数の火災感知器のうち2系統の動作信号
		放出方式	自動起動及び現場での手動起動
		消火方式	全域放出方式
電源	非常用電源及び蓄電池を消火設備制御盤内に設置		
局所*	消火剤	消火剤	FK-5-1-12
		消火剤の特徴	設備及び人体に対して無害
		消火原理	燃焼連鎖反応抑制(負触媒効果)
	消火設備	適用規格	消防法その他関係法令
		火災感知	センサーチューブ方式
		放出方式	自動起動
		消火方式	局所放出方式
電源	電源不要		

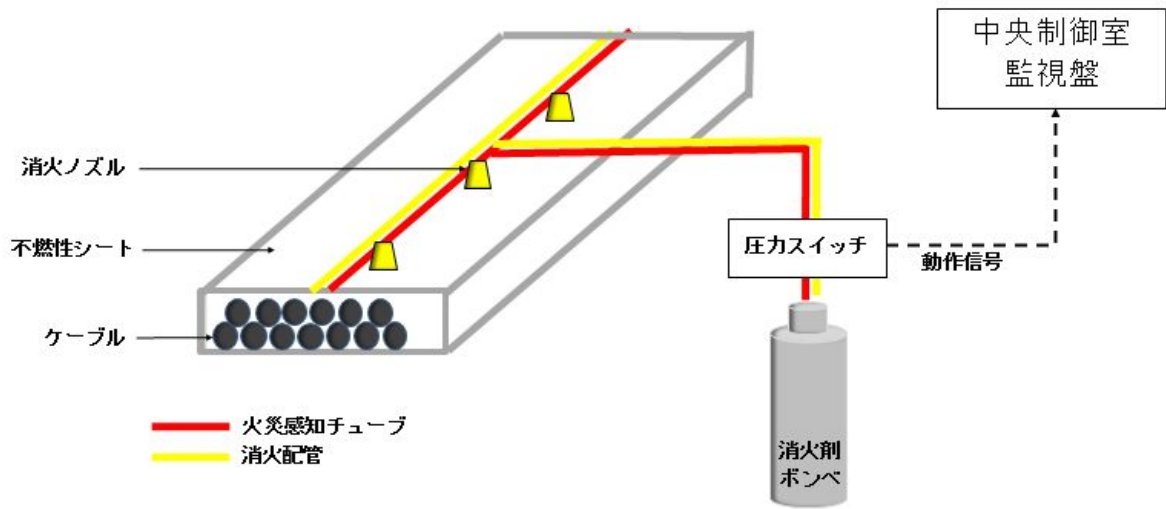
※ハロン 1301 の局所ガス消火設備はハロゲン化物消火設備と同様の仕様



第1図 ハロゲン化物消火設備動作概要

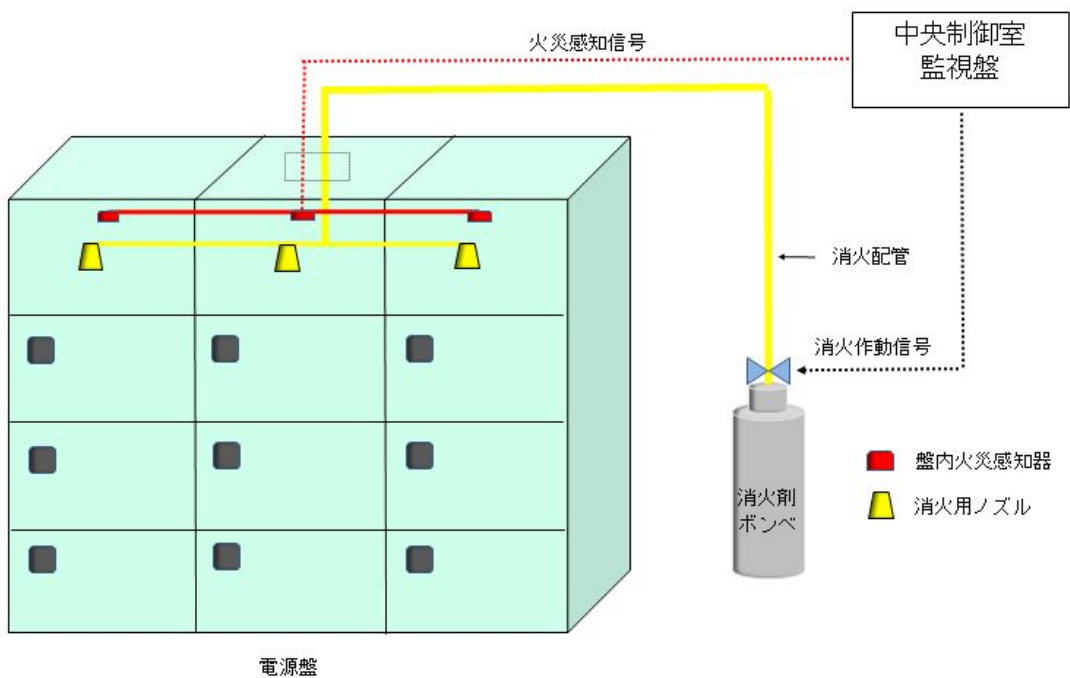


第2図 局所ガス消火設備概要図(油内包機器)



ケーブルトレイ

第3図 局所ガス消火設備概要図(ケーブルトレイ並びに盤)



盤(自動又は中央制御室からの遠隔手動消火設備)

第4図 局所ガス消火設備概要図(ケーブルトレイ並びに盤)

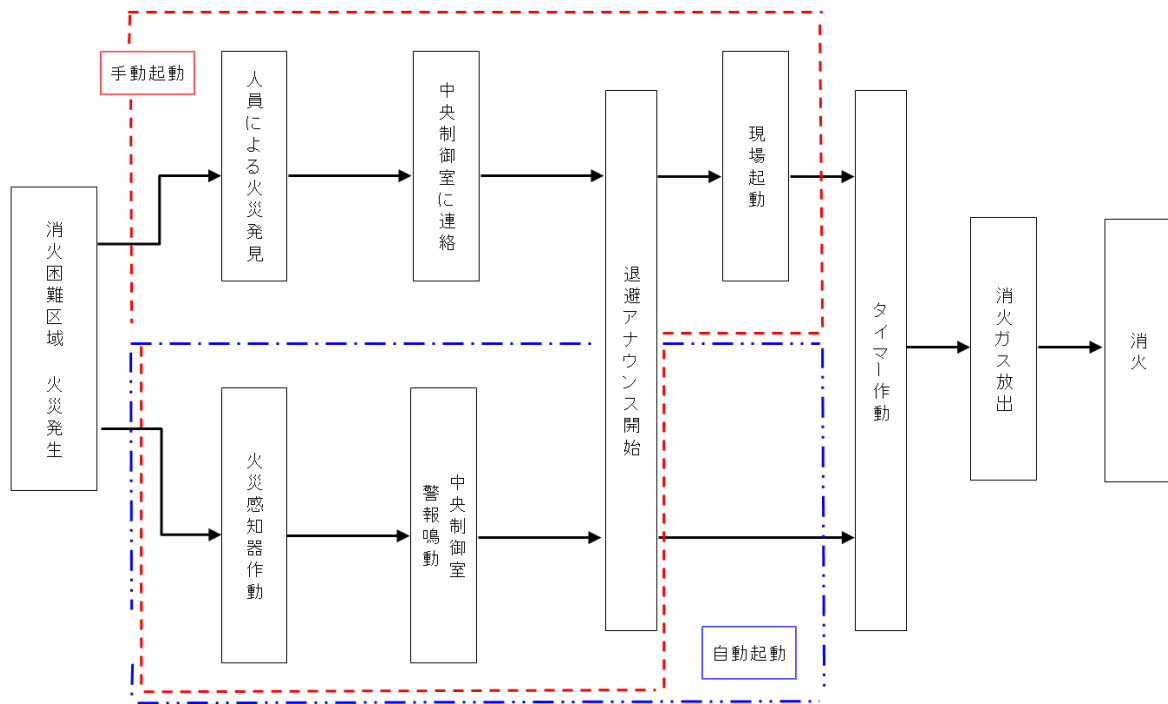
2. ハロゲン化物消火設備の作動回路

2.1 作動回路の概要

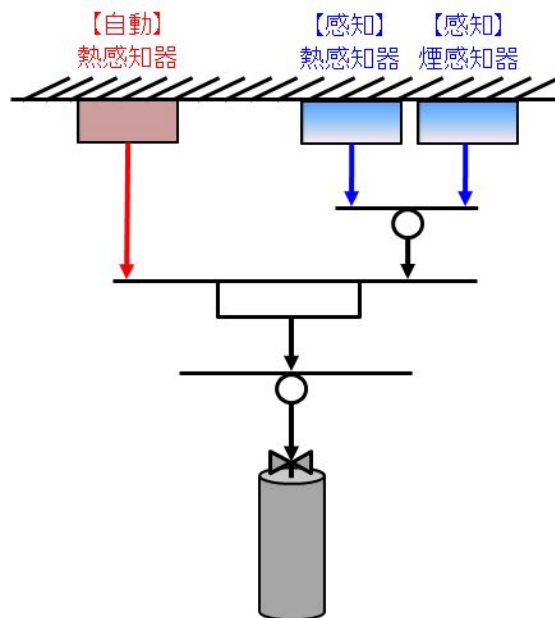
消火活動が困難な火災区域(区画)の火災発生時におけるハロゲン化物設備作動までの信号の流れを第5図に示す。

自動待機状態では複数の感知器が動作した場合に自動起動する。起動条件としては、火災感知用の「煙感知器」及び「熱感知器」、自動消火設備用の「熱感知器」が感知した場合、ハロゲン化物消火設備が自動起動する設計とし、誤作動防止を図っている。(第6図)

中央制御室における遠隔起動、現地(火災エリア外)での手動操作による消火設備の起動(ガス噴出)も可能な設計としており、現場での火災発見時における早期消火が対応可能な設計とする。また、火災感知用感知器(熱感知器)又は自動消火用感知器(熱感知器、煙感知器)のうち、一方の誤不動作により自動起動しない場合であっても、いずれか一方の感知器の動作により中央制御室に警報を発するため、運転員が火災の発生を確認した場合は、中央制御室または現場での手動起動により早期消火が対応可能な可能である。



第5図 ハロゲン化物消火設備の作動までの流れ

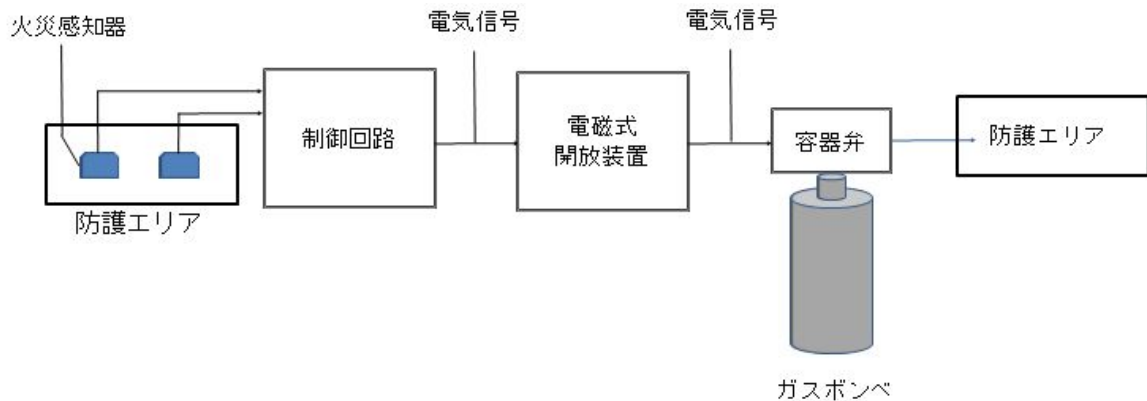


第6図 ハロゲン化物自動消火設備起動ロジック

2.2 ハロゲン化物消火設備の系統構成

火災感知器からの信号を制御回路が受信した後、一定時間後に、電磁式開放装置に起動信号(電気)が入力され、電磁式開放装置からの放出電気信号が容器弁に発信し、ハロゲンガスを放出する。

第7図にハロゲン化物自動消火設備の系統構成を示す。



第7図 ハロゲン化物消火設備の系統構成

3. 局所ガス消火設備の作動回路

3.1 作動回路の概要

通路部において消火活動が困難となるおそれがある油内包機器，盤に対して設置する局所ガス消火設備作動までの信号の流れはハロゲン化物消火設備と同様であり，第5図に示す。

自動待機状態では，複数の感知器が動作した場合に自動起動する。起動条件としては，火災感知用の「煙感知器」及び「熱感知器」，自動消火設備用の「熱感知器」が感知した場合，ハロゲン化物消火設備が自動起動する設計とし，誤作動防止を図っている。また，火災感知用感知器(熱感知器)又は自動消火用感知器(熱感知器，煙感知器)のうち，一方の誤不動作により自動起動しない場合であっても，いずれか一方の感知器の動作により中央制御室に警報を発するた

め、運転員が火災の発生を確認した場合は、中央制御室または現場での手動起動により早期消火が対応可能な設計とする。

また、ケーブルトレイの局所ガス消火設備は、火災区域(区画)に設置する感知器とは別に、狭隘なケーブルトレイでも設置可能なセンサーチューブ式の火災感知器を設置し、局所ガス消火設備が作動する設計とする。起動条件は、火災近傍のセンサーチューブが火炎の熱で破裂することでセンサーチューブの圧力が変化による火災感知信号を発信し、消火ガスの放出を行う。本設備は簡略化された単純な構造であることから誤動作の可能性は小さく、万が一誤動作が発生した場合でも機器・人体に影響をおよぼさない。センサーチューブ式の局所ガス消火設備のケーブルトレイへの適用について、消火性能が確保されていることを別紙1に示す。

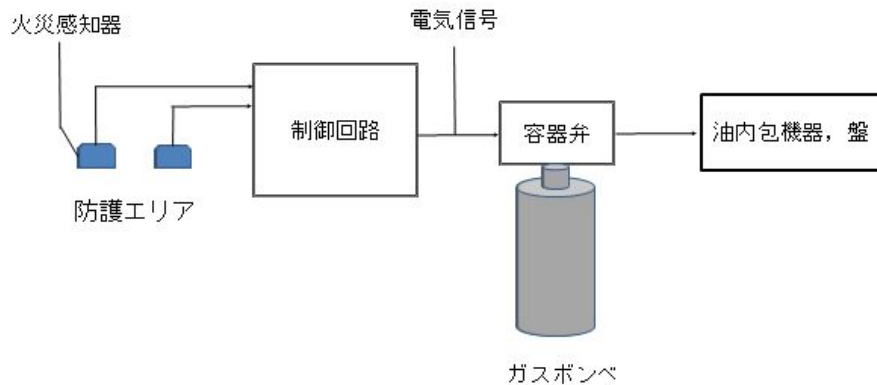
中央制御室では消火ガスの放出信号を検知する設計であり、人による火災発見時においても、現場での手動起動が可能な設計とする。また、誤不動作で消火設備が起動しない場合があっても、火災区域(区画)の感知器の動作により中央制御室に警報が発報するため、運転員が火災の発生を確認した場合は、現場で手動起動することにより消火対応可能な設計とする。

3.2 局所ガス消火設備の系統構成

(1) 局所ガス消火設備(油内包機器, 盤)

油内包機器, 盤に対する局所ガス消火設備は、火災感知器からの信号を制御回路部が受信した後、一定時間後に制御回路部から容器弁に対して放出信号を発信して、消火ガスが放出される。

局所ガス消火設備(油内包機器, 盤)の系統構成を第8図に示す。

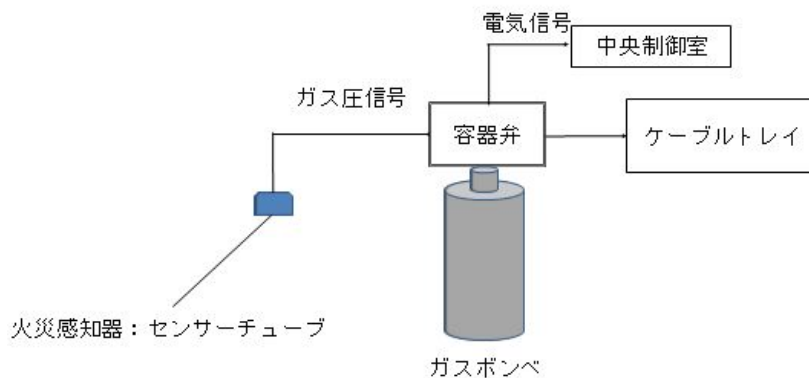


第 8 図 局所ガス消火設備(油内包機器, 盤)起動ロジック

(2)局所ガス消火設備(ケーブルトレイ)

ケーブルトレイに設置する火災感知器(センサーチューブ)が火災により火炎の熱で破裂するとチューブ内部のガス圧が低下し、容器弁へ圧力信号が発せられる。圧力制御された容器弁が圧力信号により開放し、消火ガスが放出される。なお、圧力信号を電気信号に変換し、消火ガスが放出される。なお、圧力信号を電気信号に変換し、消火ガスを放出されたことを中央制御室に警報として発報する。

局所ガス消火設備(ケーブルトレイ)の系統構成を第 9 図に示す。



第 9 図 局所ガス消火設備(ケーブルトレイ)の系統構成

ケーブルトレイ局所ガス消火設備の消火性能について

1. はじめに

原子炉建屋通路部においては、ケーブル火災が発生した場合、煙の充満により消火活動が困難となる可能性があるため、ケーブルトレイにチューブ式の局所ガス消火設備を設置する設計とする。

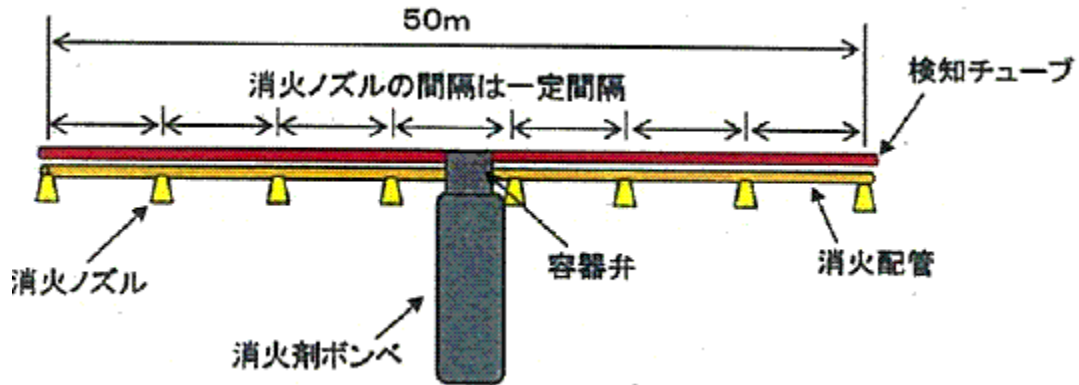
以降では、実証試験によりチューブ式の局所ガス消火設備がケーブルトレイの火災に対し有効であることを示す。

2. チューブ式局所ガス消火設備の仕様

チューブ式局所ガス消火設備の概要を第 1 図に示す。チューブ式局所ガス消火設備は、ケーブルトレイ内の火災の炎を検知し自動的に消火剤を放出し有効に消火すること等を目的とし、防災メーカーにおいて取扱われている。また、一部製品については第 1 表に示す仕様でケーブルトレイ火災を有効に少雨化するものであることを日本消防設備安全センターから性能評定^{*}を受けている。

東海第二発電所の原子炉建屋通路部のおケーブルトレイに適用するチューブ式局所ガス消火設備についても、上記仕様と同等以上の設計とし、消火性能を確保する。

※出典元：「消火設備(電気設備用自動消火装置)性能評定書 型式記号：IHP-14.5」，15-046号，(一財)日本消防設備安全センター 平成23年9月)



第1図 チューブ式局所ガス消火設備の概要図

第1表 チューブ式局所ガス消火設備の仕様

構成部品		仕様
検知チューブ	消火剤	FK-5-1-12
	材質	ポリアミド系樹脂
	使用環境温度	-20℃~50℃
	探知温度	約180℃
	内圧	1.8MPa
消火配管		軟銅管
消火ノズル個数		最大8個/セット
消火剤ポンペ本数		1本/セット

3. 電力中央研究所におけるケーブルトレイ消火実証試験

電力中央研究所の研究報告^{*}において、原子力発電所への適用を目的として第1表に示す仕様のチューブ式局所ガス消火設備を用いたケーブルトレイ消火実証試験を実施、その結果が有効であったことが示されている。

※出典元：「チューブ式自動消火設備のケーブルトレイ火災への適用性評価」，N14008，電力中央研究所 平成26年11月

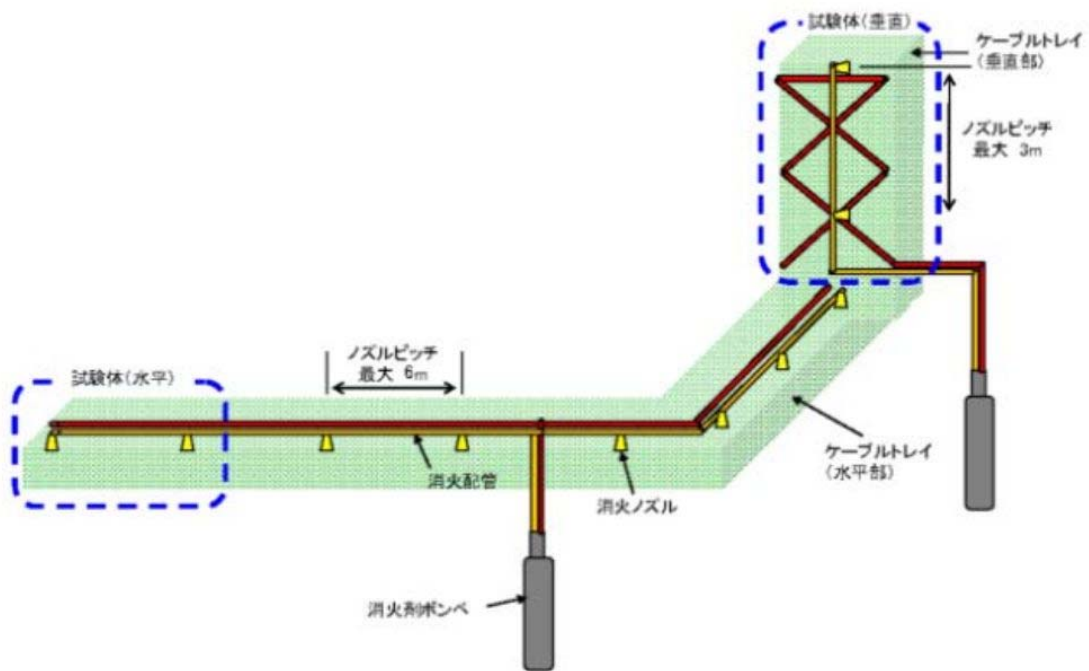
以降では、電力中央研究所にて行われた実証試験の概要を示し、東海第二発電所の原子炉建屋通路部のケーブルトレイ消火に有効となることを示す。

3.1 実証試験装置の仕様

実証試験装置の概要を第2図に、試験条件を第2表に示す。実証試験では、実機状態を模擬するため、ケーブルトレイは水平と垂直の2種類としている。垂直の場合は、火災による熱が垂直上方に伝搬することを考慮し、ケーブル布設方向(鉛直方向)に対し、検知チューブが直交するよう一定間隔で交差するよう検知チューブを配置している。また、実機状態では、ケーブルトレイ内に布設されるケーブルが少ない箇所と複数ある箇所があるため、試験においては、その双方を模擬している。(試験 H1, V1: ケーブルトレイ内1本, 試験 H2, V2: ケーブルトレイ内複数本)着火方法は過電流を用い、電流の大きさはケーブルの許容電流の6倍の2000Aで実施されている。

なお、電力中央研究所での実証試験では、チューブ式ガス消火設備を火災防護対策のうち火災の影響軽減対策に適用することが考慮されていたため、ケーブルトレイは金属蓋とし、さらにその周囲を耐火シートで巻いた試験体であった。(第3図)東海第二発電所においては、チューブ式ガス消火設備に影響軽減

対策には適用しないことから,実機施工においては必ずしも金属蓋付とはせず,消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイの外部に漏れないように延焼防止シートで覆う設計とする。延焼防止シートの耐久性を別紙 2, 延焼防止シートを施工することによるケーブルの許容電流低減率への影響を別紙 3, 延焼防止シートのケーブルトレイへの取付方法を別紙 4 にそれぞれ示す。



第 2 図 実証試験装置の概要

第2表 実証試験の試験条件

試験名	電流	トレイ姿勢	着火管理位置 ^{※1}	可燃物	ケーブルトレイ寸法
H1	2000A	水平	ケーブルトレイ端部から4m	6600V CV 3C 150sq 1本	幅 1.8m ^{※2} × 長さ 9.6m × 高さ 0.15m
H2				6600V CV 3C 150sq 3本 6600V CV 3C 150sq 27本	
V1		垂直	ケーブルトレイ上端部から4m	6600V CV 3C 150sq 1本	幅 1.8m ^{※2} × 長さ 6.0m × 高さ 0.25m
V2				6600V CV 3C 150sq 3本 6600V CV 3C 150sq 14本	

※1 過電流による着火位置を管理するため、ケーブルに切り込みを入れている。

※2 東海第二発電所の原子炉建屋通路部に設置するケーブルトレイは最大幅が約0.6mであるため、実機設計よりも試験条件の方がケーブルトレイ内の空間が広がっている。したがって、実機設計よりも火災感知及び消火されにくい条件であり、保守的な試験であると考えられる。

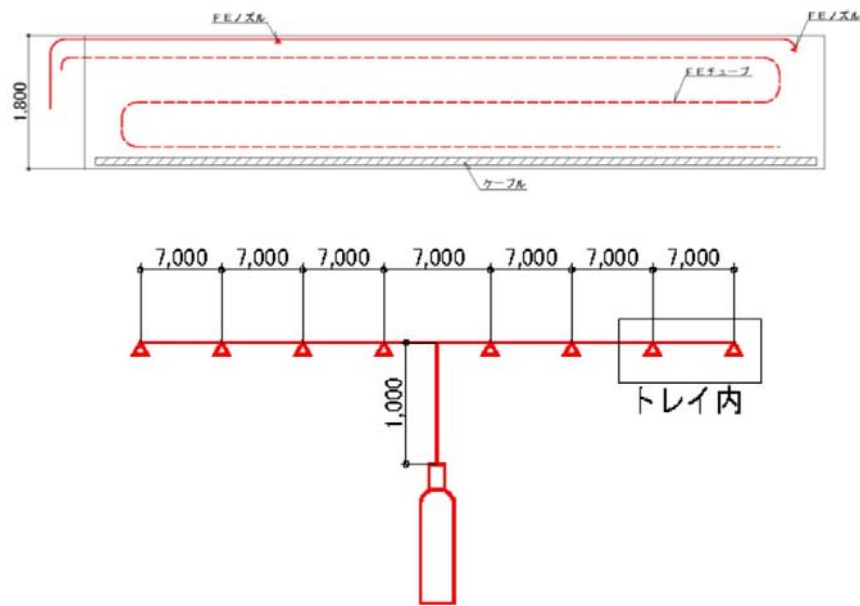


第3図 実証試験用のケーブルトレイ

3.2 実証試験の結果

3.2.1 試験 H1 結果

第4図に示す配置でケーブルトレイに過電流を通電したところ、通電開始後30分35秒着火し、着火から16秒後(通電開始後30分51秒)でチューブ式局所ガス消火設備(報告ではFE装置)が作動し、消火されることが確認された。(第5図)



第4図 試験 H1 の概要



(着火時)



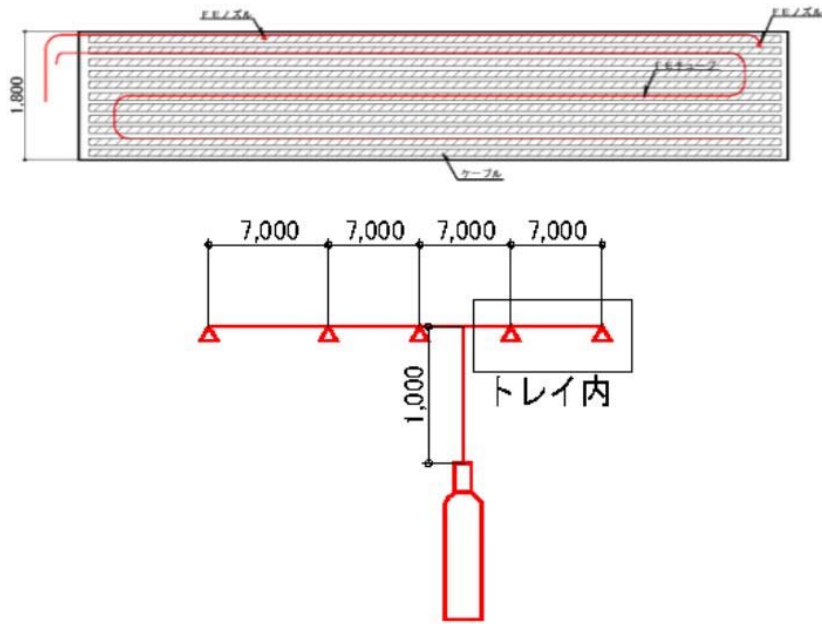
(FE 作動時)



第5図 試験 H1 発火・消火・試験後の状態

3.2.2 試験 H2 結果

第 6 図に示す配置でケーブルトレイに過電流を通電したところ、通電開始後 32 分 29 秒着火し、着火から 15 秒後(通電開始後 32 分 44 秒)でチューブ式局所ガス消火設備(報告では FE 装置)が作動し、消火されることが確認された。(第 7 図)



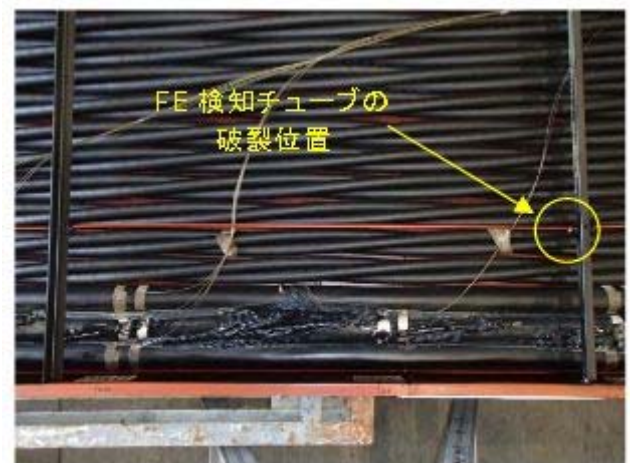
第 6 図 試験 H2 の概要



(着火時)



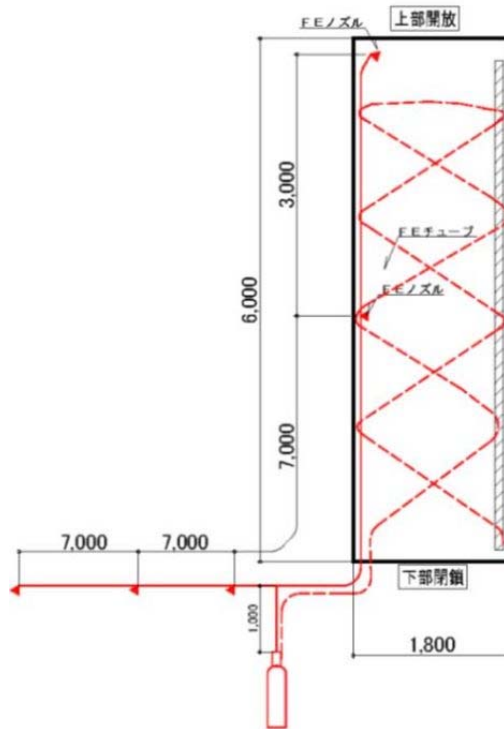
(FE 作動時)



第 7 図 試験 H2 発火・消火・試験後の状態

3.2.3 試験 V1 結果

第 8 図に示す配置でケーブルトレイに過電流を通電したところ、通電開始後 17 分 6 秒着火し、着火から 1 分 39 秒後(通電開始後 18 分 45 秒)でチューブ式局所ガス消火設備(報告では FE 装置)が作動し、消火されることが確認された。(第 9 図)



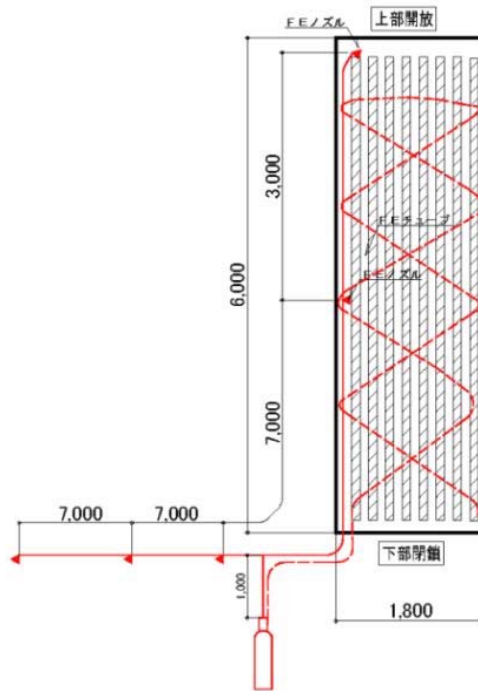
第 8 図 試験 V1 の概要



第 9 図 試験 H2 発火・消火・試験後の状態

3.2.4 試験 V2 結果

第 10 図に示す配置でケーブルトレイに過電流を通電したところ、通電開始後 17 分 6 秒着火し、着火から 1 分 39 秒後(通電開始後 18 分 45 秒)でチューブ式局所ガス消火設備(報告では FE 装置)が作動し、消火されることが確認された。(第 11 図)



第 10 図 試験 V2 の概要



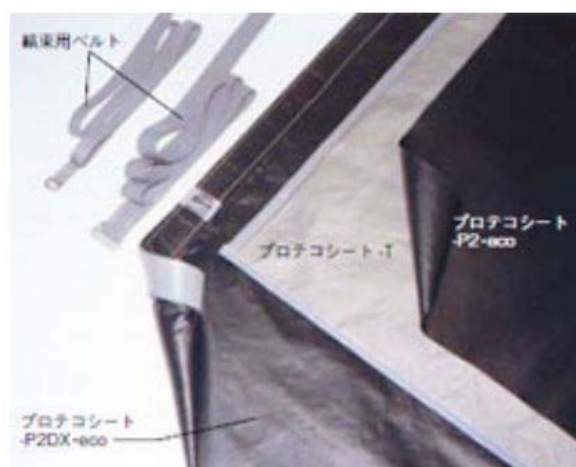
第 11 図 試験 V2 発火・消火・試験後の状態

以上より、実機を模擬したケーブルトレイの火災について、チューブ式局所ガス消火設備が有効に機能することを確認した。

ケーブルトレイ局所ガス消火設備に使用するケーブルトレイカバーについて

東海第二発電所のケーブルトレイ局所ガス消火設備では、消火設備の作動時に消火剤がケーブルトレイの外部に漏れないようにするため、ケーブルトレイを延焼防止シートで覆う設計とする。(第1図)ケーブルトレイを覆う延焼防止シートは酸素指数 60 以上であり、消防法上、難燃性または不燃性を有する材料(酸素指数 26 以上)に指定される*。

※出典元：「消防法施行令の一部改正に伴う運用について(合成樹脂類の範囲)(指定数量)」，消防予第 184 号，消防庁予防救急課，昭和 54 年 10 月

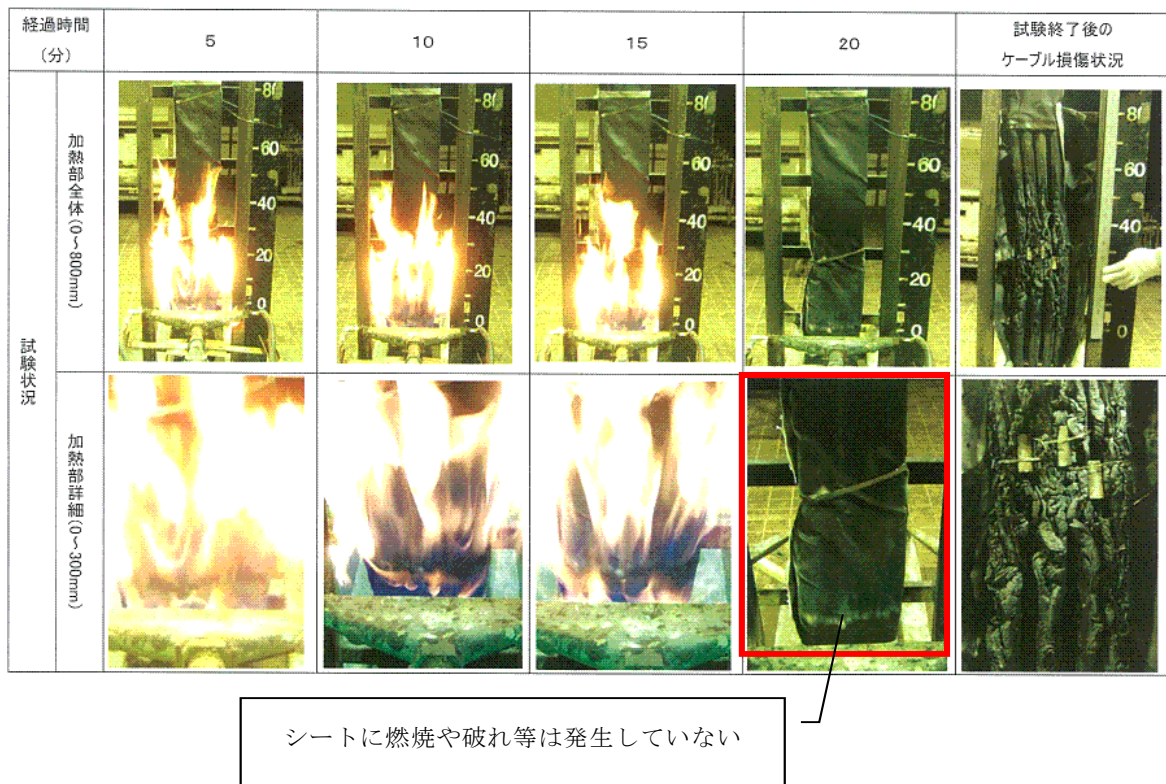


第 1 図 延焼防止シートの概要

また、延焼防止シートは、ケーブルトレイに巻き付けた状態で IEEE383 std1974 に基づく垂直トレイ燃焼試験(20 分間のバーナ加熱)を実施しても、第 2 図に示すように接炎による破れ等がないことを確認している*。

したがって、ケーブル火災等により延焼防止シートが接炎する状態となっても、燃焼や破れ等の生じるおそれはなく、局所ガス消火設備作動後に消火剤が外部に漏えいすることがないため、局所ガス消火設備の消火性能は維持される。

※出典元：「延焼防止シート「プロテコエコシート-P2・eco」電力ケーブルによる延焼防止性確認試験報告書」，FT-技一第 71338 号，古河電気工業(株)・(株)古河テクノマテリアル，平成 18 年 10 月



第 2 図 延焼防止シートの IEEE383 垂直トレイ燃焼試験実施後の状態

延焼防止シート施工に伴うケーブルの許容電流低減率の評価について

東海第二発電所のケーブルトレイ局所ガス消火設備では、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイの外部に漏えいしないように、ケーブルトレイを延焼防止シートで覆う設計とする。延焼防止シートを施工することにより、ケーブルの許容電流が低下する可能性が考えられることから、許容電流低減率の評価を実施した。

1. ケーブルトレイ許容電流の評価式

ケーブルの許容電流は、ケーブルの導体抵抗、誘電体損失、熱的定数及び周囲条件に影響を受ける。ケーブルの許容電流を I とすると、日本電線工業会規格 (JCS0168-1) に定められるように式 (1) で表すことができる。

$$I = \sqrt{\frac{T_1 - T_2 - T_d}{nrR_{th}}} \quad (\text{A}) \quad (1)$$

R_{th} : 全熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

T_1 : 常時許容温度 ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 : 基底温度 ($^{\circ}\text{C}$)

T_d : 誘電体損失による温度上昇* ($^{\circ}\text{C}$)

n : ケーブル線心数

r : 交流導体抵抗 (Ω)

*11kV 以下のケーブルでは無視できる

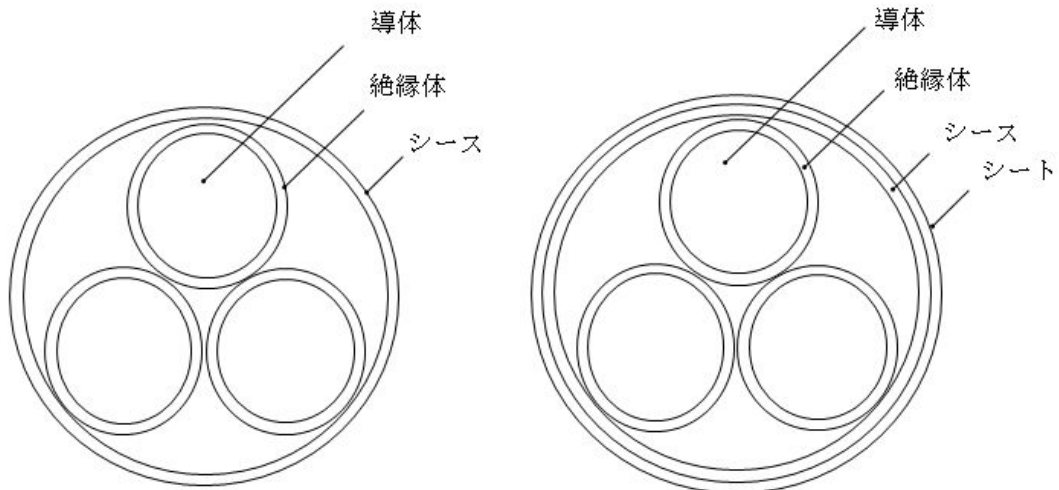
東海第二発電所においてケーブルトレイ局所ガス消火設備の消火対象となるケーブルは全て 11kV 以下の仕様であることから、誘電体損失による温度上昇 T_d は無視することができるため、許容電流 I は式 (2) で表される。

$$I = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th}}} \quad (\text{A}) \quad (2)$$

2. 延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率の評価

東海第二発電所で使用する代表的なケーブルは(600V-CV-3C-5.5)について、延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率を評価する。

第1図(a)(b)に示すように、ケーブルに延焼防止シートを施工する前、施工した後の許容電流 I_1 、 I_2 は式(3)(4)で表される。



(a) 延焼防止シート施工前

(a) 延焼防止シート施工後

第1図 延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率の評価モデル

$$I_1 = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th1}}} \quad (A) \quad (3)$$

R_{th1} : 延焼防止シート施工前の全熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

ここで、 $R_{th1} = R_1 + R_2 + R_3 = 16.7 + 9.9 + 48.6 = 75.2$

R_1 : 絶縁体の熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

R_2 : シースの熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

R_3 : シースの表面放散熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

$$I_2 = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th2}}} \quad (A) \quad (4)$$

R_{th2} : 延焼防止シート施工後の全熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

ここで、 $R_{th2} = R_1 + R_2 + R_4 + R_5 = 16.7 + 9.9 + 0.6 + 47.9 = 75.1$

R_4 : シートの熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

R_5 : シートの表面放散熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

延焼防止シート施工に伴う許容低減率を η とすると式(5)で表される。

$$\eta = \left(1 - \frac{I_2}{I_1} \right) \times 100 = \left(1 - \sqrt{\frac{R_{th1}}{R_{th2}}} \right) \times 100 \text{ (\%)} \quad (5)$$

ここで、 R_{th1} と R_{th2} がそれぞれ $75.2 (\text{°C} \cdot \text{cm/W})$ 、 $75.1 (\text{°C} \cdot \text{cm/W})$ であり、式(6)に示すように、延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率はほぼゼロである。

$$\eta = \left(1 - \sqrt{\frac{75.2}{75.1}} \right) \times 100 \cong 0 \text{ (\%)} \quad (6)$$

上記の許容電流低減率の評価は、ケーブルに延焼防止シートを直接巻いた場合を想定したものであるが、ケーブルトレイに延焼防止シートを巻いた場合においても、延焼防止シートの熱抵抗は変わらないことから、許容電流低減率に大きな差異は生じないと考えられる。

以上より、延焼防止シートを施工してもケーブルの許容電流に影響が生じないことを確認した。

ケーブルトレイへの延焼防止シートの取付方法について

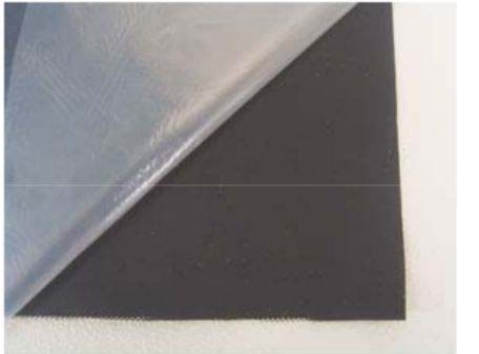

東海第二発電所のケーブルトレイ局所ガス消火設備では、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイの外部に漏えいしないように、ケーブルトレイを延焼防止シートで覆う設計とする。延焼防止シートは、遮炎性を確保するために、シート端部に重ね代を取る等、製造メーカーにより標準的な施工方法(取付方法)が定められている^{※1}。ケーブルトレイ局所ガス消火設備への適用にあたっては、製造メーカーの標準施工を施した試験体を用いて消火性能の実証試験を行い、取付方法の妥当性確認を行うこととする。延焼防止シートについて、製造メーカー標準的なケーブルトレイへの取付方法は以下のとおりである。

※1 出典元：「延焼防止シート「プロテコエコシート P2・eco」「プロテコエコシート P2DX・eco」シート固定用「結束用ベルト」技術資料・施工要領書」，FT-資料-第 0843 号，古河電気工業(株)・(株)古河テクノマテリアル

1. 材料の仕様

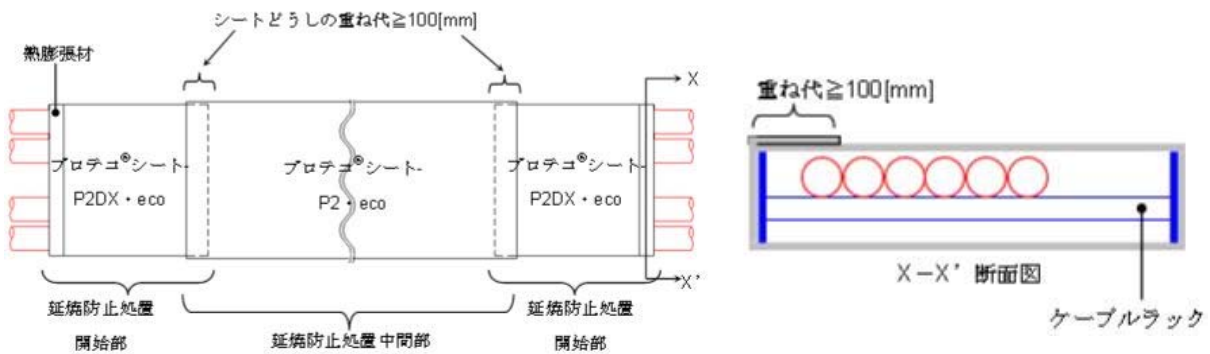
ケーブルトレイへの延焼防止シート取付けで使用する材料の仕様を第 1 表に示す。

第 1 表 材料仕様(※1 資料抜粋)

名称	仕様	外観
プロテコシートー P2・eco	基材のガラスクロス両面に難燃化ゴムがコーティングされた構造。 厚さ 0.4mm	
プロテコシートーP2DX・eco	プロテコ®シート-P2・eco の片端に、熱に反応して膨張する幅 50mm×厚さ 3mm の熱膨張材が縫製された構造	
結束用ベルト	シリコンコートガラスクロス製ベルトの片端に鋼製バックルが縫い付けられた構造	

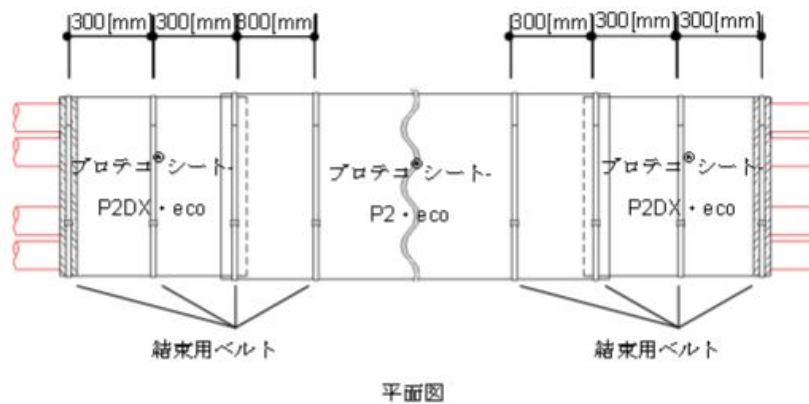
2. 標準的な延焼防止シートの取付方法

以下第1図のとおりケーブルトレイには、熱膨張材を取付けたプロテコシート-P2DX・ecoを以下第1図断面図のように、シートを100mm以上重ね合わせて巻き付ける。延焼防止措置の中間部においては、プロテコシート-P2・ecoを延焼防止措置開始部に対し、シートを100mm以上重ね合わせて巻き付ける。



第1図 延焼防止シートの標準的な巻き付け方法(※1資料抜粋)

また、第1図のとおり延焼防止シートを巻き付け後に、以下第2図のとおり結束用ベルトを用いて300mm間隔で取り付ける。なお、結束用ベルトは、シートの重ね部にも取り付ける。



第2図 結束用ベルトの標準的な取付方法(※1資料抜粋)

添付資料 3

東海第二発電所におけるガス消火設備等の
耐震設計について

東海第二発電所におけるガス消火設備等の耐震設計について

1. はじめに

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準という。」）における，地震等の災害に対する要求事項は以下のとおりである。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（抜粋）

2.2.2 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。

東海第二発電所における，本要求を満足するための耐震上の設計について以下に示す。

2. 消火設備の耐震設計

原子炉の安全停止に必要な構築物，系統及び機器（以下「原子炉の安全停止に必要な機器等」という。）を防護するために設置するハロゲン化物消火設備，二酸化炭素消火設備，局所ガス消火設備は，原子炉の安全停止に必要な機器等の耐震クラスに応じて，機能を維持できる設計とする。具体的な耐震設計は第1表のとおりである。

また，耐震Sクラスの機器等を防護するハロゲン化物消火設備等に対する耐震設計方針を第2表に示す。

第1表 火災感知設備及び消火設備の耐震設計

主な原子炉の安全停止に必要な機器 等	感知・消火設備の耐震設計
非常用ディーゼル発電機※	Ss機能維持
蓄電池	Ss機能維持
非常用炉心冷却系ポンプ	Ss機能維持
残留熱除去海水系ポンプ	Ss機能維持
非常用ディーゼル発電機海水系	Ss機能維持

※二酸化炭素消火設備を設置

第2表 ハロゲン化物消火設備等の耐震設計方針

消火設備の機器	Ss 機能維持するための対応
制御盤・受信機 感知器 電磁式開放装置 ガス圧開放装置	加振試験による確認
ボンベラック ガス供給配管 電路	耐震解析による確認

3. 複数同時火災の可能性について

原子炉の安全停止に必要な機器等が設置する区画にある耐震 B, C クラスの油内包機器は、漏えい防止対策を行うとともに、主要構造を不燃性とする。また、使用する潤滑油も引火点の高い(約 220～270℃)ため、容易に着火しないものとする。(資料 1 参照)

さらに、ハロゲン化物消火設備、局所ガス消火設備は防護対象である原子炉の安全停止に必要な機器等の耐震クラスに応じて、機能維持する設計であることから、地震により消火設備の機能が失うことはない。

以上のことから、複数同時火災の可能性はないと判断する。

添付資料 4

東海第二発電所におけるガス消火設備等の
作動に伴う機器等への影響について

東海第二発電所におけるガス消火設備等の作動に伴う機器等への影響について

1. はじめに

東海第二発電所は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」に基づき設置する消火設備として、ガス消火設備を設置する。

ガス消火設備の消火後及び誤作動時における人体や設備への影響について確認した。

2. 使用するハロゲンガスの種類

ガス消火設備にハロゲンガスの種類は以下のとおり。

(1) ハロン 1301 (一臭化三フッ化メタン : CF_3Br)

(2) FK-5-1-12 (ドデカフロオロ-2-メチルペンタン-3-オン : $\text{CF}_3\text{-CF}_3\text{-C(=O)-CF(CF}_3)_2$)

3. ハロゲンガスの影響について

3.1 消火後の影響

3.1.1 人体への影響

消火後に発生するガスは、フッ化水素 (HF) 及びフッ化カルボニル (COF_2), 臭化水素 (HBr) 等の有毒ガスが生成されるが、ハロンゲンガス消火後に入室する場合は、ガス濃度の確認及び防護服を着用するため、人体への影響はない。

また、通路部は空間容積が大きく、拡散によるガス濃度の低下が想定されることや消火後の再入域時はガス濃度の確認及び防護服を着用するため、人体への影響はない。

3.1.2 設備への影響

ガス消火設備の消火剤が消火後に発生するガスは、電気絶縁性が大きいことから、金属への直接的な影響は小さい。

また、沸点が低く揮発性が高いため、腐食性物質であるフッ素等の機器等への残留は少ないことから、機器への影響も小さい。

仮に、機器等の表面に水分が存在している場合は、腐食性のあるフッ化水素酸を生成することが想定されることから、必要に応じ、ハロンガスが放射した機器の不純物検査及び機器の洗浄を行い、不純物による機器への影響がないことを確認する。

3.2 誤作動による影響

3.2.1 人体への影響

- ・ハロン 1301 が誤作動した場合の濃度は、約 5%であり、これは、ハロン 1301 の無毒性最高濃度(NOREL)^{※1}と同等の濃度である。

また、ハロン 1301 が誤作動した場合の濃度(約 5%)は、雰囲気中の酸素濃度を低下させる濃度(酸素濃度は 20%)ではないことから酸欠にもならない。

- ・沸点が -58°C と低いため、直接接触すると凍傷にかかるおそれがあるが、ハロン 1301 の放射ノズルの設置箇所は、高所であり、直接接触の可能性は小さい。

- ・局所ガス消火設備のハロン 1301 が誤動作した場合の濃度は、油内包機器設置エリア周辺の通路部の容積に対して、約 4~5%程度でハロン 1301 の

無毒性最高濃度(NOREL)と同等の濃度である。また、ハロン 1301 が誤動作した倍の濃度(5%程度)は、雰囲気中の酸素濃度を低下させる濃度ではない(誤動作後の酸素濃度は 20%)ことから、酸欠にもならない。

※1 人が消火剤にさらされた時、何の変化も観察できない濃度

・FK-5-1-12 が誤動作した場合については、ケーブルトレイや盤内への噴射となるため、ケーブルトレイについては上部の開口を閉鎖する。したがって、消火ガスはケーブルトレイや盤内に残留するため、人体への影響はない。

以上のことから、ハロン 1301, FK-5-1-12 を消火剤とするガス消火設備が誤作動しても、人体への影響はない。

3.2.2 設備への影響

ガス消火設備の消火剤であるハロン 1301, FK-5-1-12 は、電気絶縁性があり電気品への影響は小さい。

また、沸点が低く揮発性が高いため、腐食性物質であるフッ素等への機器等への残留は少ないことから、機器への影響は小さい。

添付資料 5

東海第二発電所における狭隘な場所への
ハロン系消火剤の有効性について

東海第二発電所における

狭隘な場所へのハロゲン化物消火剤の有効性について

1. はじめに

火災区域又は火災区画に対し、ハロゲン化物消火設備による消火を実施した場合、ケーブルトレイなどケーブルを多条に布設する等、狭隘な場所が燃焼する場合でも有効であることを示す。

2. ハロゲン化物消火剤の有効性

燃焼とは「ある物質が酸素、または酸素を含む物質と激しく化合して化学反応を起こし、その結果、多量の熱と光を出す現象」とされている。

燃焼には以下の3つの要素が必要である。

- ・可燃物があること。
- ・火源(熱エネルギー)があること。
- ・酸素供給源があること。

また、燃焼を継続するためには連鎖反応が必要である。

なお、ケーブルトレイ等ケーブルを多条に布設する狭隘な場所で火災が発生し、ハロゲン化物消火設備が作動した状況を想定する。

燃焼するケーブルは、燃焼を継続するために酸素を取り込もうとするが、火災区域(区画)に一定の圧力、消炎濃度で放出されたハロン消火剤も酸素とともに取り込まれることから、ケーブルは消火される。

また、ハロン消火剤とともに酸素も取り込まない場合は、ケーブルの燃焼は継続しない。

ハロゲン化物消火設備は、他のガス系消火設備(窒素、二酸化炭素)のように窒息により消火・消炎するものではなく、化学的に燃焼反応を中断・抑止することで消火する原理である。したがって、ハロゲン化物消火設備は、狭隘部に消火ガスが到達するより、火炎まわりに消火ガスが存在すれば消火の効果が得られることになる。

局所ガス消火設備によるケーブルトレイ、盤内消火についても同様に布設された内側のケーブルまで周囲の酸素を取り込まれる場合は消火ガスの効果が期待され、消火ガスが到達しない場合、ケーブルは燃焼が継続しないことから、狭隘部においても有効に作用するものとする。

添付資料 6

東海第二発電所におけるガス消火設備等の
消火能力について

東海第二発電所におけるガス消火設備の消火能力について

1. はじめに

東海第二発電所は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」に基づき設置する消火設備として、ハロン系の消火剤を用いたハロゲン化物消火設備及び局所ガス消火設備を設置する。

ガス消火設備の消火能力及びガス量の妥当性について以下のとおり確認した。

2. ハロン 1301 のガス濃度について

2.1 消防法で定められたハロゲンガス濃度

消防法施行規則第二十条第三号(別紙 1)では、全域放出方式のハロン消火設備の防護区画体積 1m^3 当たりの消火剤の量は、 0.32kg 以上と定められている。

上記消火剤を濃度に換算すると、ハロン 1301 は約 5% である。(消火剤量 $0.55\text{kg}/\text{m}^3$ の場合)

また、ハロン 1301 のガスの最高濃度を 10% 以下とする必要がある^{※1}ため、ハロンの設計濃度は 5~10% で設計する。

なお、ハロゲン化物消火設備の防護区画に開口部があり、開口部に自動閉鎖装置を設けない場合は、消防法施行規則に基づき、開口部面積 1m^2 当たりハロン 1301 を 2.4kg 加算する。

※1 昭和 51 年 5 月 22 日 消防予第 6 号「ハロン 1301 を使用するハロゲン化物消火設備の取扱いについて」

2.2 ハロン 1301 の消火能力

消火に必要なハロン濃度は 3.4%^{*}であり，消防法による設計濃度は 5% であることから十分に消火可能である。

※ n-ヘプタンを用いたカップバーナー法により算出された消炎濃度

(平成 12 年 3 月 消防庁 日本消防検定協会ハロン代替消火剤の安全基準の確立に係る調査検討報告書)

3. 局所ガス消火設備におけるハロン 1301 及び FK-5-1-12 のガス濃度について

3.1 消防法で定められたハロン系ガスの濃度について

消防法施行規則第二十条 3 号において，ハロン 1301 の局所ガス消火設備における消火剤の必要量について，防護対象物の空間体積に対し周辺の壁の設置状況に応じた係数を乗じた量を定めている。したがって，ハロン 1301 の局所ガス消火設備は，消防法に定められた必要量を満足するものとする。

ケーブルトレイ火災に適用する FK-5-1-12 の局所ガス消火設備は，トレイの上面は閉鎖するが，トレイの両端部にトレイの構造上開口となる。消防法施行規則第二十条 3 号においては，FK-5-1-12 の必要ガス量は $0.84 \sim 1.46 \text{kg/cm}^3$ と定められている。一方で，開口補償係数は定められていない。開口補償係数に関しては，電力中央研究所報告「チューブ式自動消火設備のケーブルトレイ火災への適用性評価」(N14008)にて消防法の必要ガス量に加えて， 6.3kg/cm^3 の開口補償係数を設定することで，消火性能が確保されることを試験にて確認していることから，上記量を満足するよう設計する。

3. 東海第二発電所に対する適用性について

東海第二発電所で想定される火災として、油内包機器の漏えい油、電気盤及びケーブルなどの火災を想定するが、これらの機器は、火力発電所、工場等の一般産業施設にも設置されているものであり、原子力発電所特有の消火困難な可燃物ではない。

したがって、消防法に基づいた上記設計濃度で十分に消火可能である。

添付資料 7

東海第二発電所における

二酸化炭素消火設備

(非常用ディーゼル発電機室用，ケーブル
処理室用)について

東海第二発電所における
二酸化炭素消火設備(非常用ディーゼル発電機室用, ケーブル処理室用)
について

1. 設備概要及び系統構成

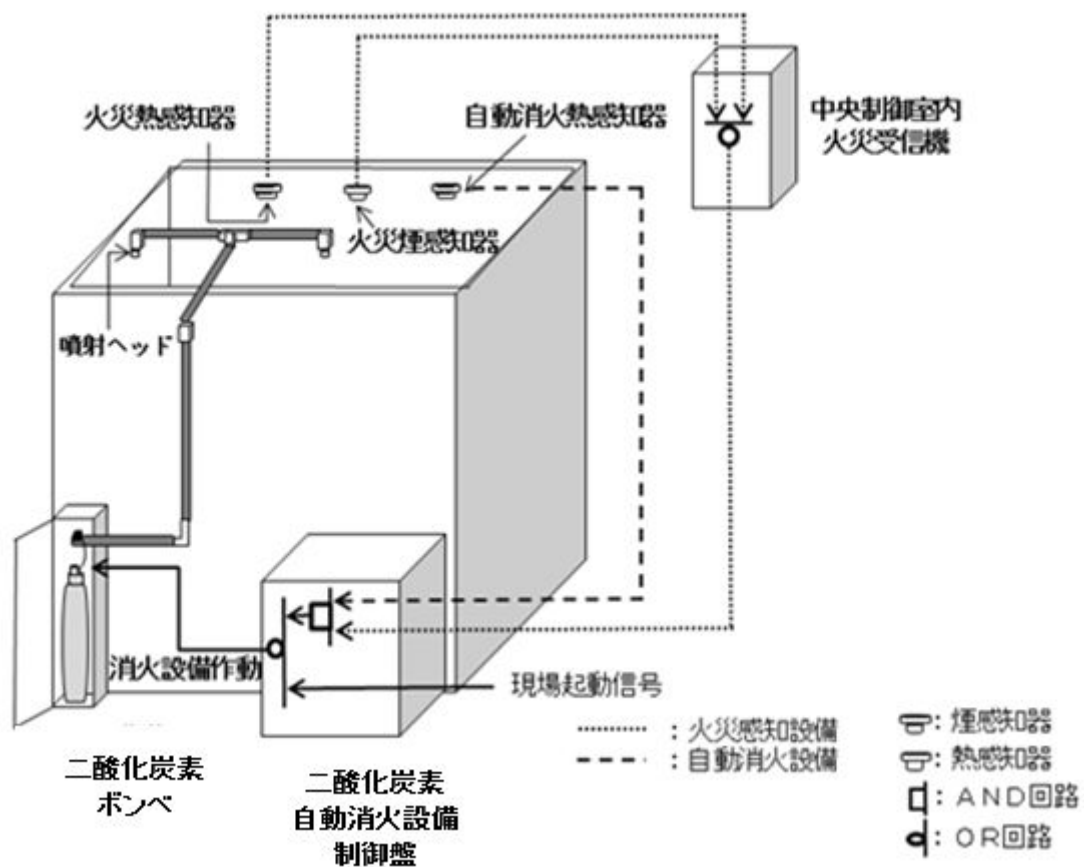
火災時に煙の充満により消火が困難となる非常用ディーゼル発電機室, ケーブル処理室には, 二酸化炭素消火設備を設置する。

二酸化炭素消火設備の仕様第 1 表に, 概要を第 1 図に示す。

なお, 二酸化炭素消火設備の耐震設計は, 添付資料 3 に示す。

第 1 表 二酸化炭素消火設備の仕様

項目		仕様
消火剤	消火薬剤	二酸化炭素
	消火原理	窒息消火
	消火剤の特徴	設備に対して無害
消火設備	適用規格	消防法その他関係法令
	火災感知	複数の火災感知器のうち 2 系統の動作信号
	放出方式	自動(現場での手動起動も可能な設計とする)
	消火方式	全域放出方式
	電源	非常用電源として蓄電池を設置



第1図 二酸化炭素消火設備の概要

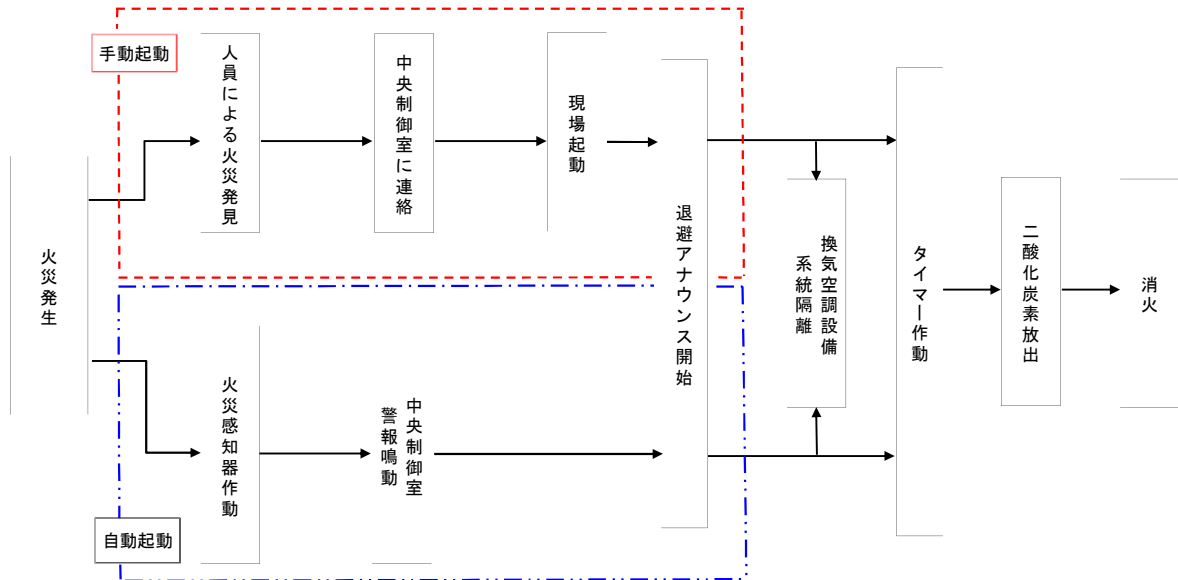
2. 二酸化炭素消火設備の作動回路

2.1 作動回路の概要

火災発生時における二酸化炭素消火設備作動時までの信号の流れを第2図に示す。

通常時は自動待機状態であり、複数の感知器が動作した場合に自動起動する。起動条件としては、火災感知用の「煙感知器」及び「熱感知器」、自動消火設備用の「熱感知器」が感知した場合、二酸化炭素消火設備が自動起動する設計とし、誤作動防止を図っている。

また、現地(火災エリア外)での手動操作による消火設備の起動(ガス噴出)も可能な設計としており、現場での火災発見時における早期消火が対応可能な設計とする。

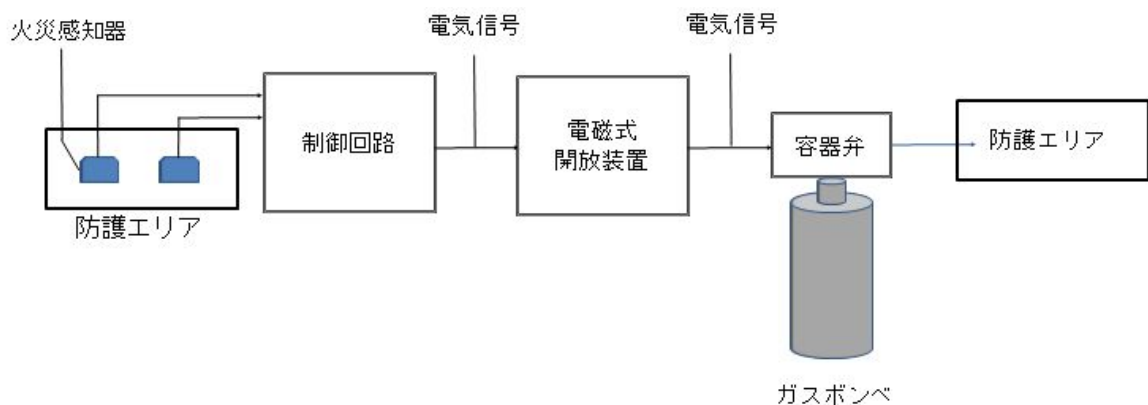


第2図 二酸化炭素消火設備 火災時の信号の流れ

2.2 二酸化炭素消火設備の系統構成

火災感知器からの信号を制御回路が受信した後、一定時間後に、電磁式開放装置に起動信号(電気)が入力され、電磁式開放装置からの放出電気信号が容器弁に発信し、二酸化炭素を放出する。

第3図に二酸化炭素消火設備の系統構成を示す。



第3図 二酸化炭素消火設備の系統構成

添付資料 8

東海第二発電所における消火設備の
必要容量について

第1表 消火設備の必要容量

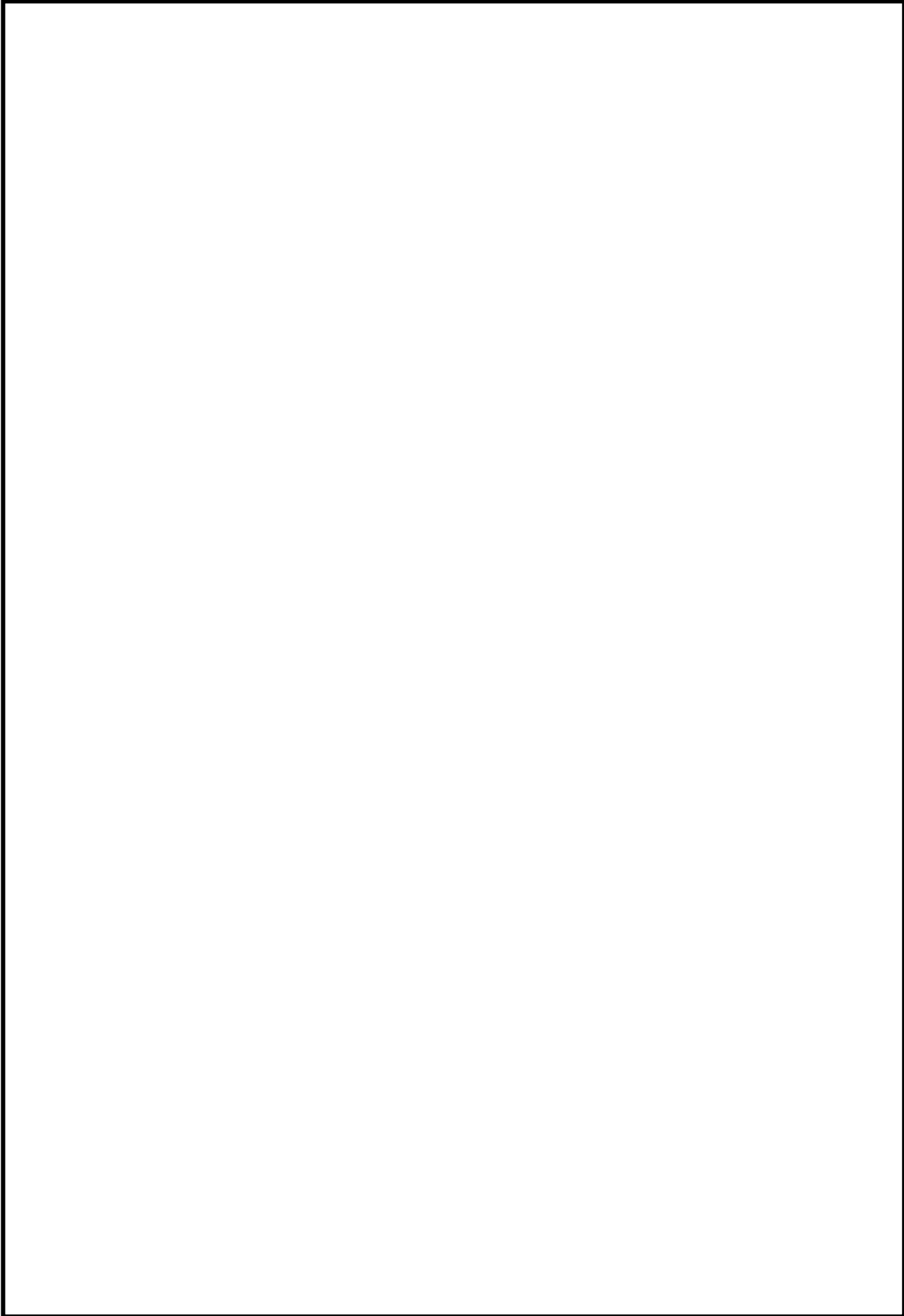
消火対象	消火設備種類	消火剤必要量 (消火剤設置量)	消火剤必要量算出式	消防法施行 規則関係条項
非常用ディーゼル発電機室 (2C)	二酸化炭素	2,469kg (2,475kg)	火災区域(区画)の体積×0.75kg/cm ³ 火災区域(区画)の体積×0.8kg/cm ³	第十九条
非常用ディーゼル発電機室 (2D)	二酸化炭素	2,484kg (2,520kg)	火災区域(区画)の体積×0.75kg/cm ³ 火災区域(区画)の体積×0.8kg/cm ³ 火災区域(区画)の体積×0.9kg/cm ³	第十九条
非常用ディーゼル発電機室 (HPCS)	二酸化炭素	2,393kg (2,430kg)	火災区域(区画)の体積×0.75kg/cm ³ 火災区域(区画)の体積×0.8kg/cm ³ 火災区域(区画)の体積×0.9kg/cm ³	第十九条
ケーブル処理室	二酸化炭素	3,233kg (3,240kg)	火災区域(区画)の体積×1.2kg/cm ³	第十九条
原子炉の安全停止に必要な機器等	ハロン 1301	対象箇所の体積に応じ実施	火災区域(区画)の体積×0.32kg/cm ³	第二十条
原子炉の安全停止に必要な機器等(局所)	ハロン 1301	対象箇所の体積に応じ実施	対象機器の空間体積×対象機器の周辺状況による係数×1.25	第二十条
	FK-5-1-12		対象機器の空間体積×0.84kg/cm ³ 以上, 1.46kg/cm ³ 以下に開口補償見込む	

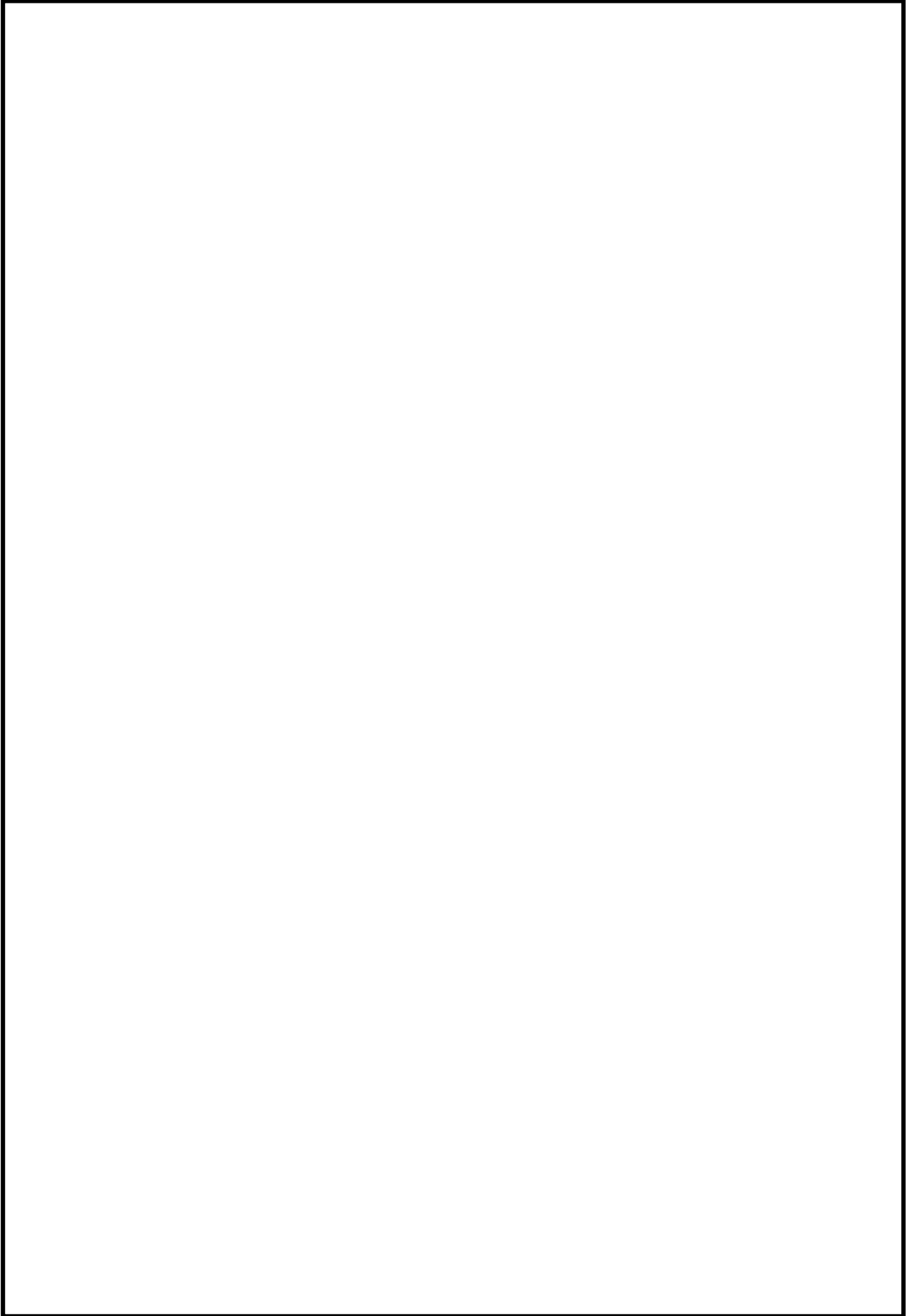
添付資料 9

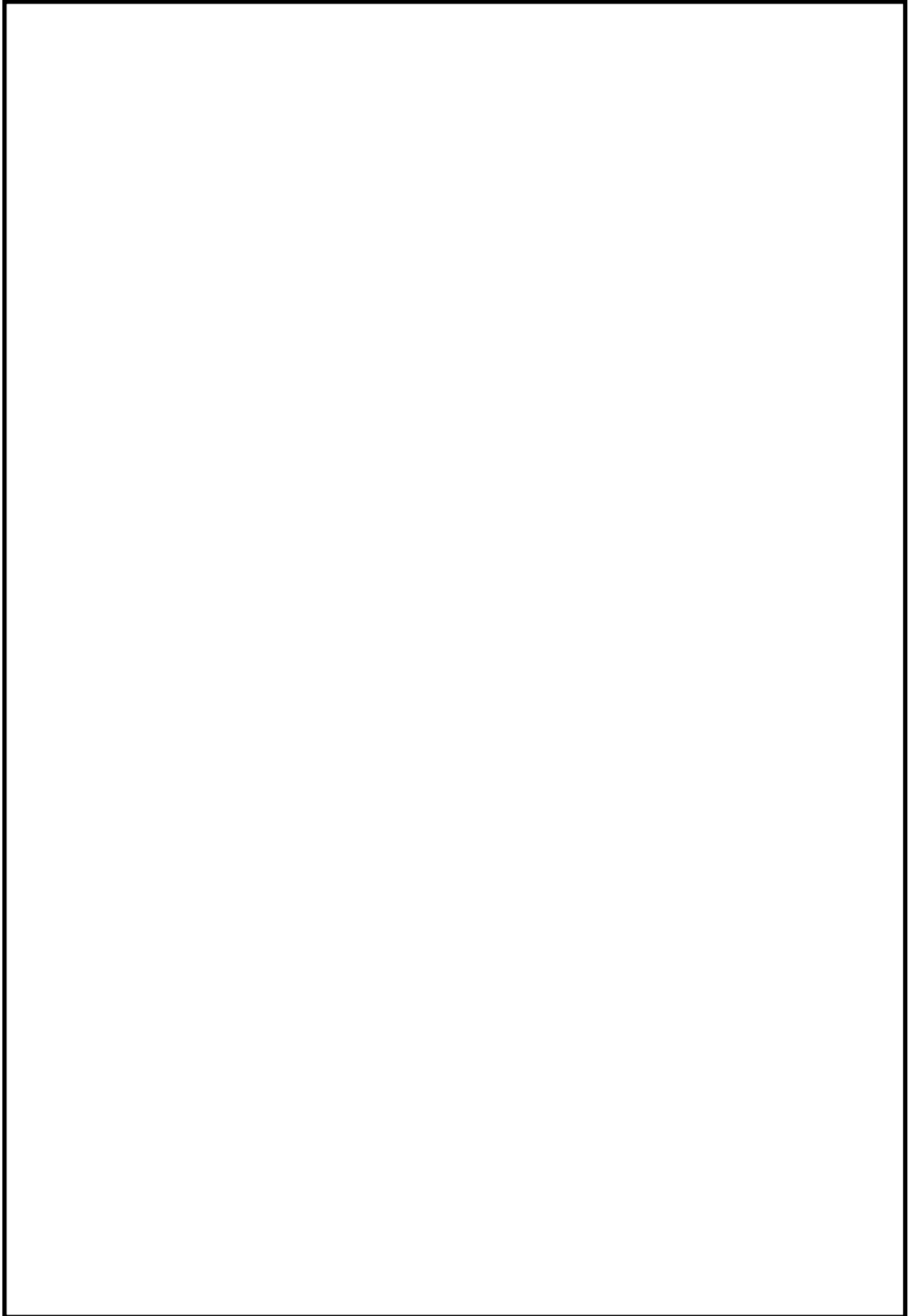
東海第二発電所における

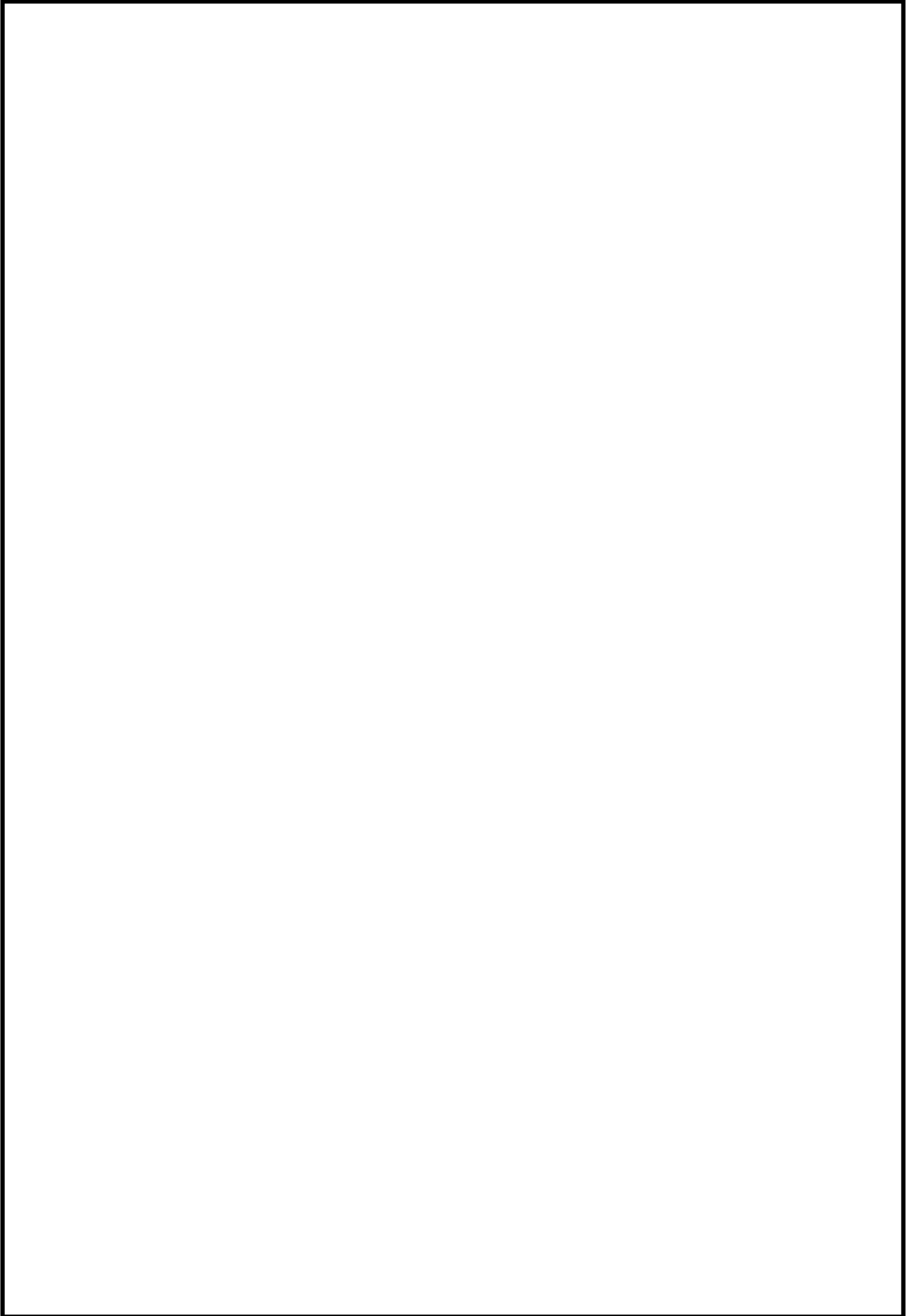
消火栓配置図並びに手動消火の対象となる

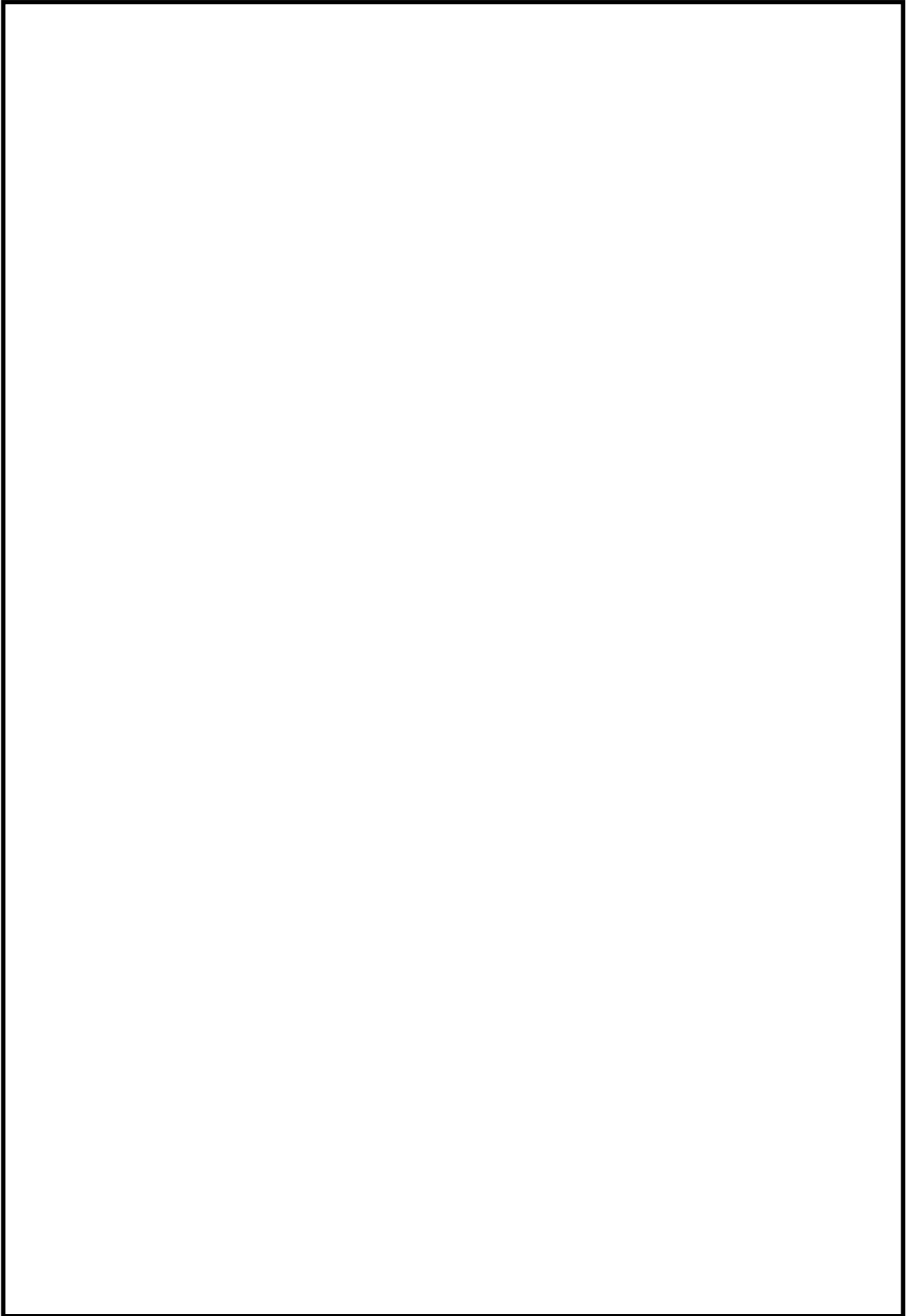
低耐震クラス機器リスト

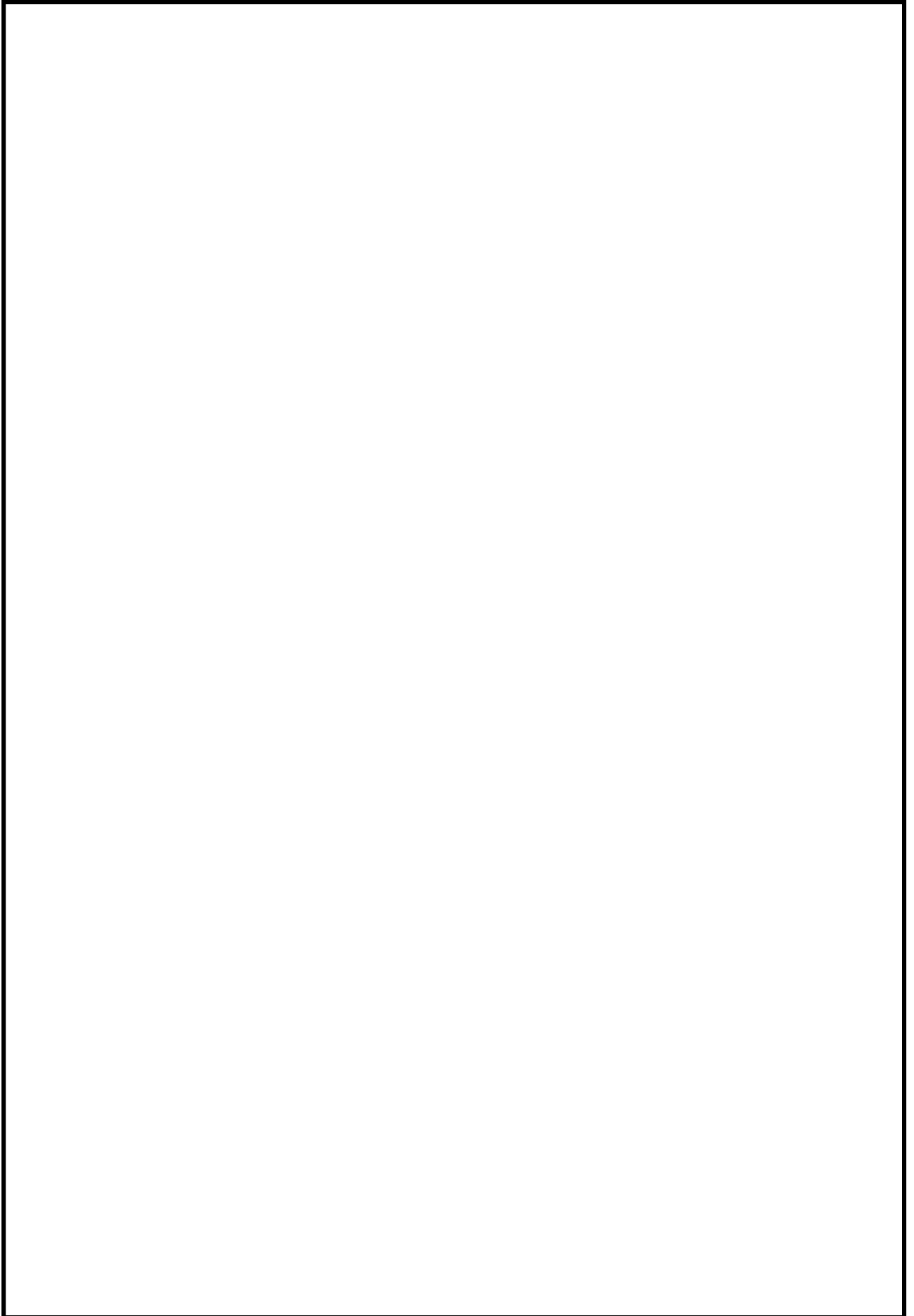


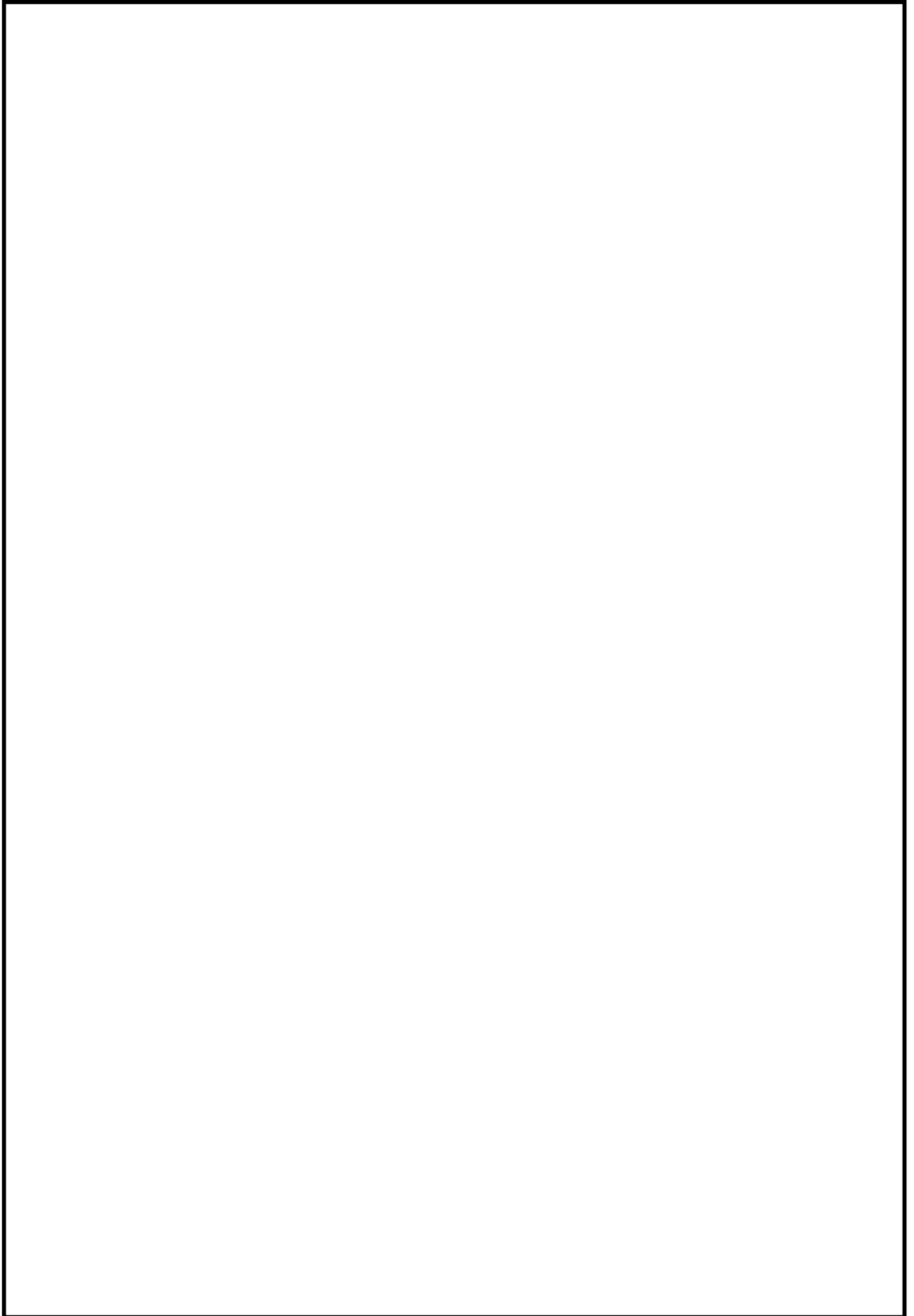


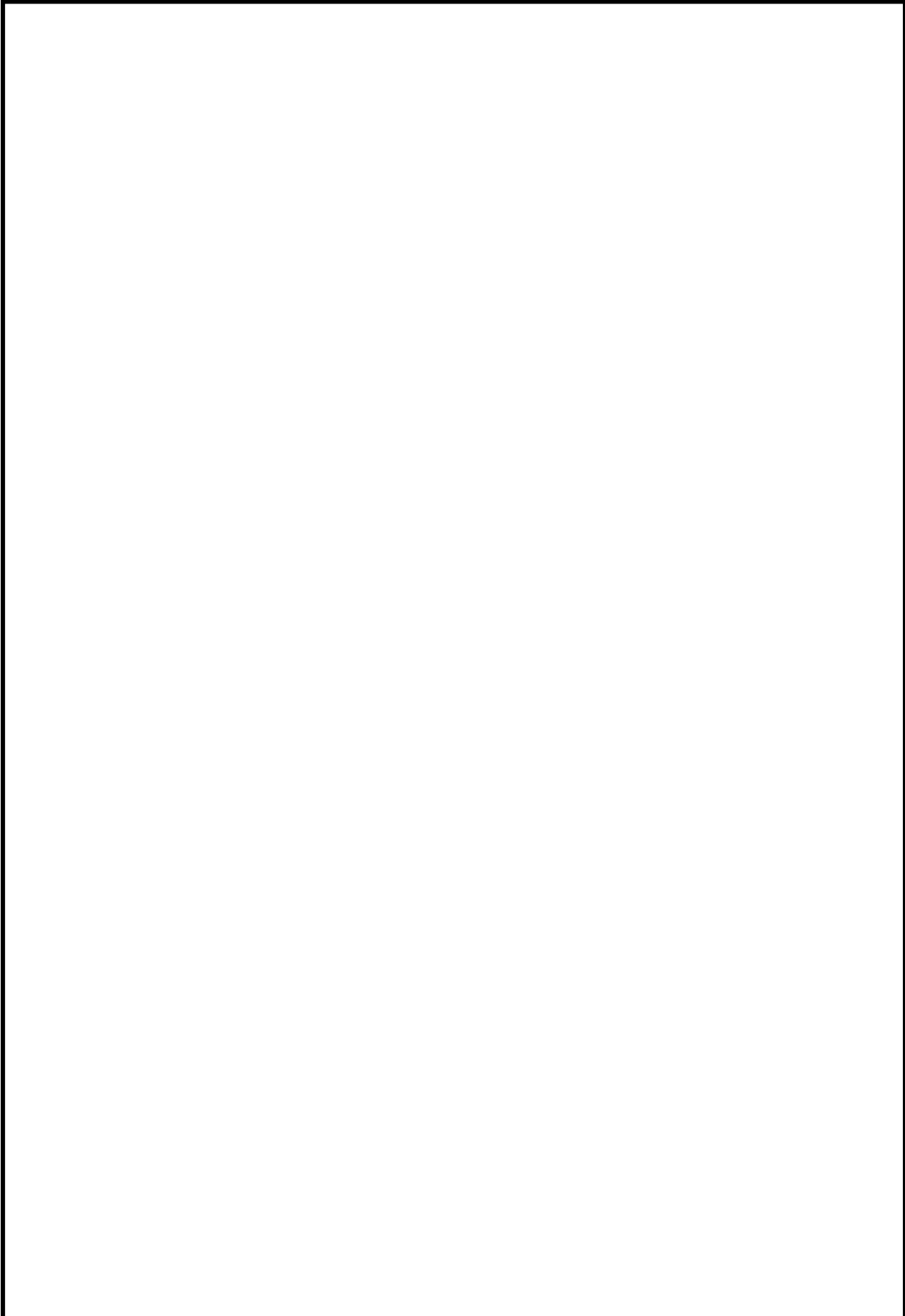


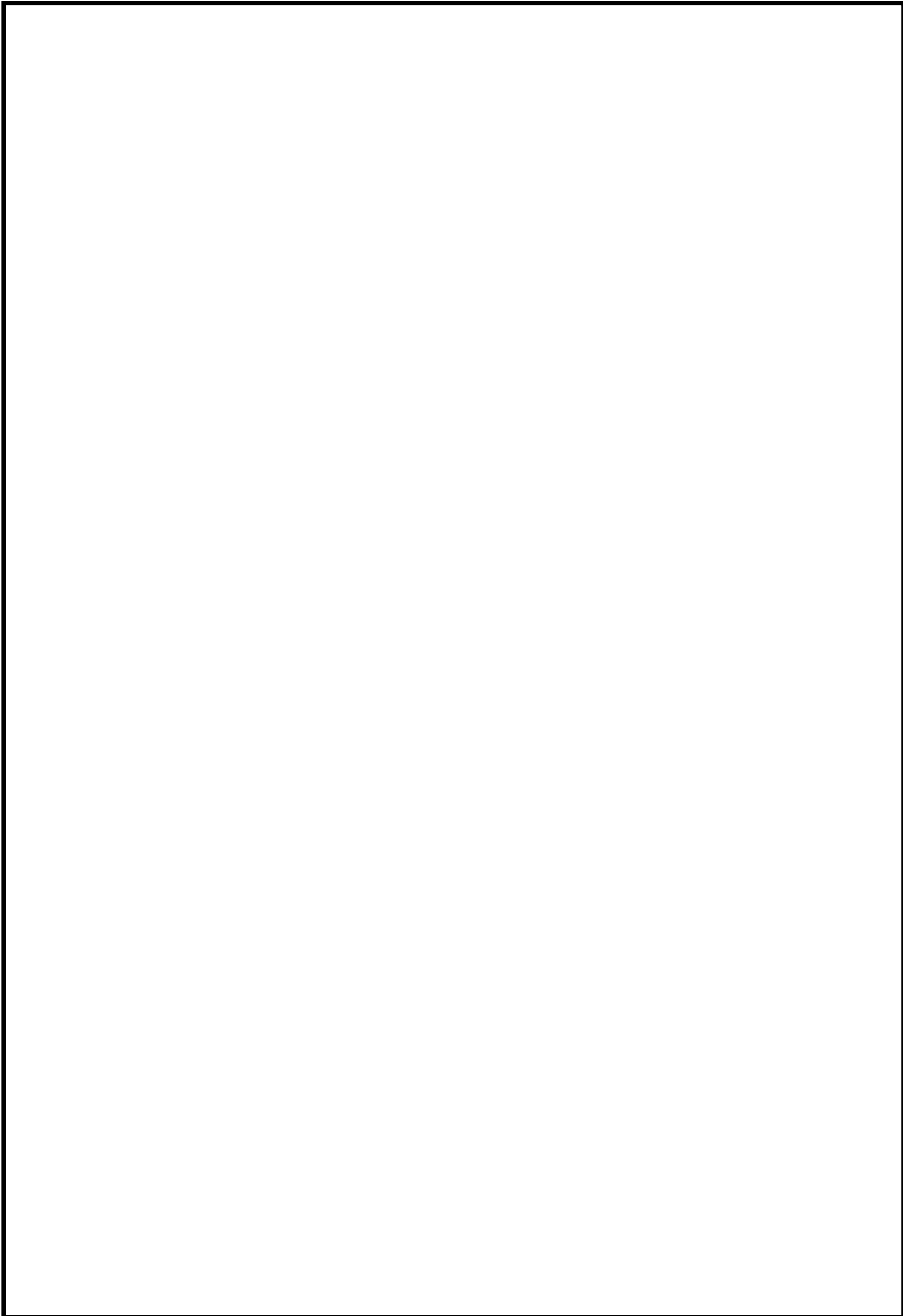


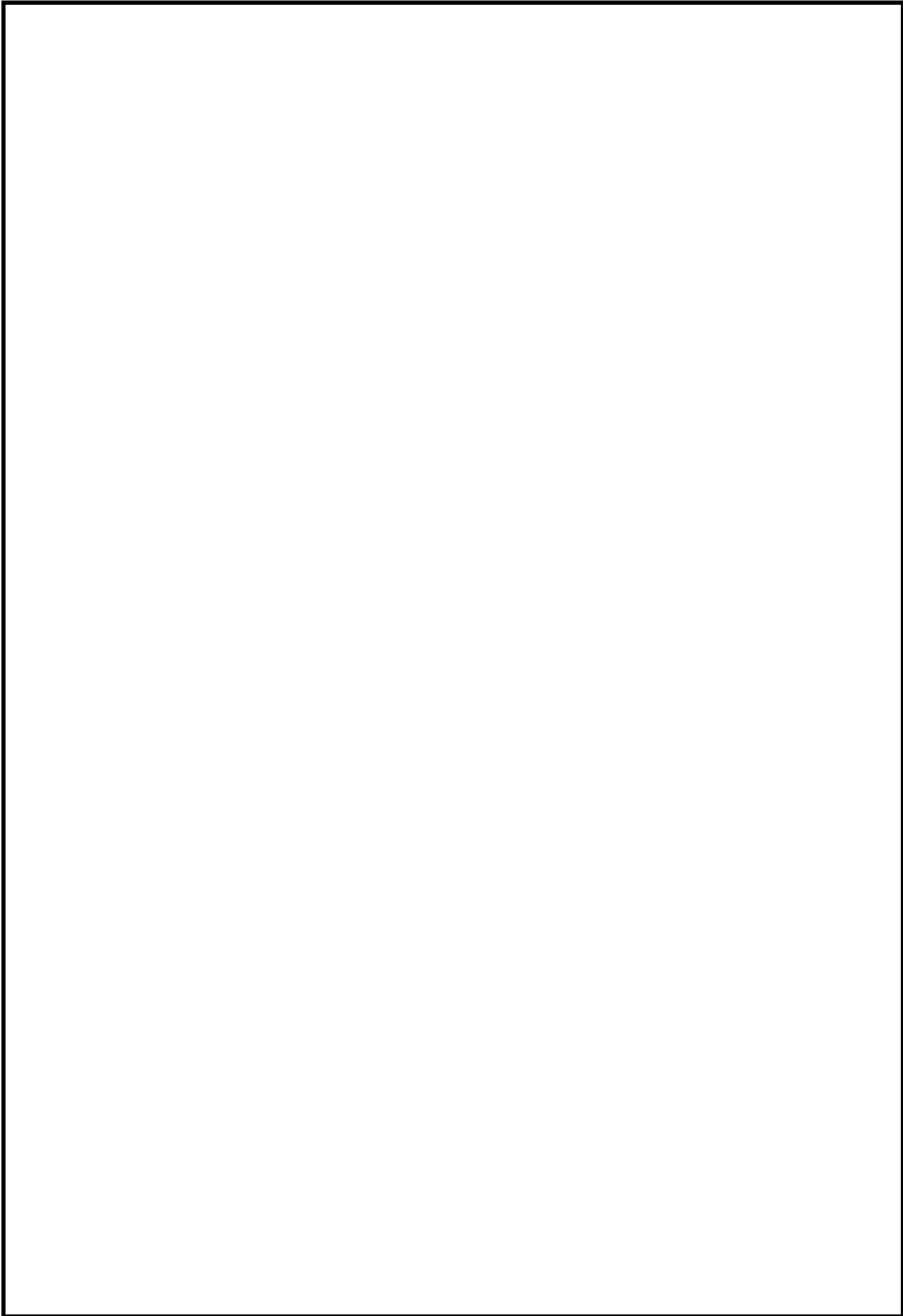


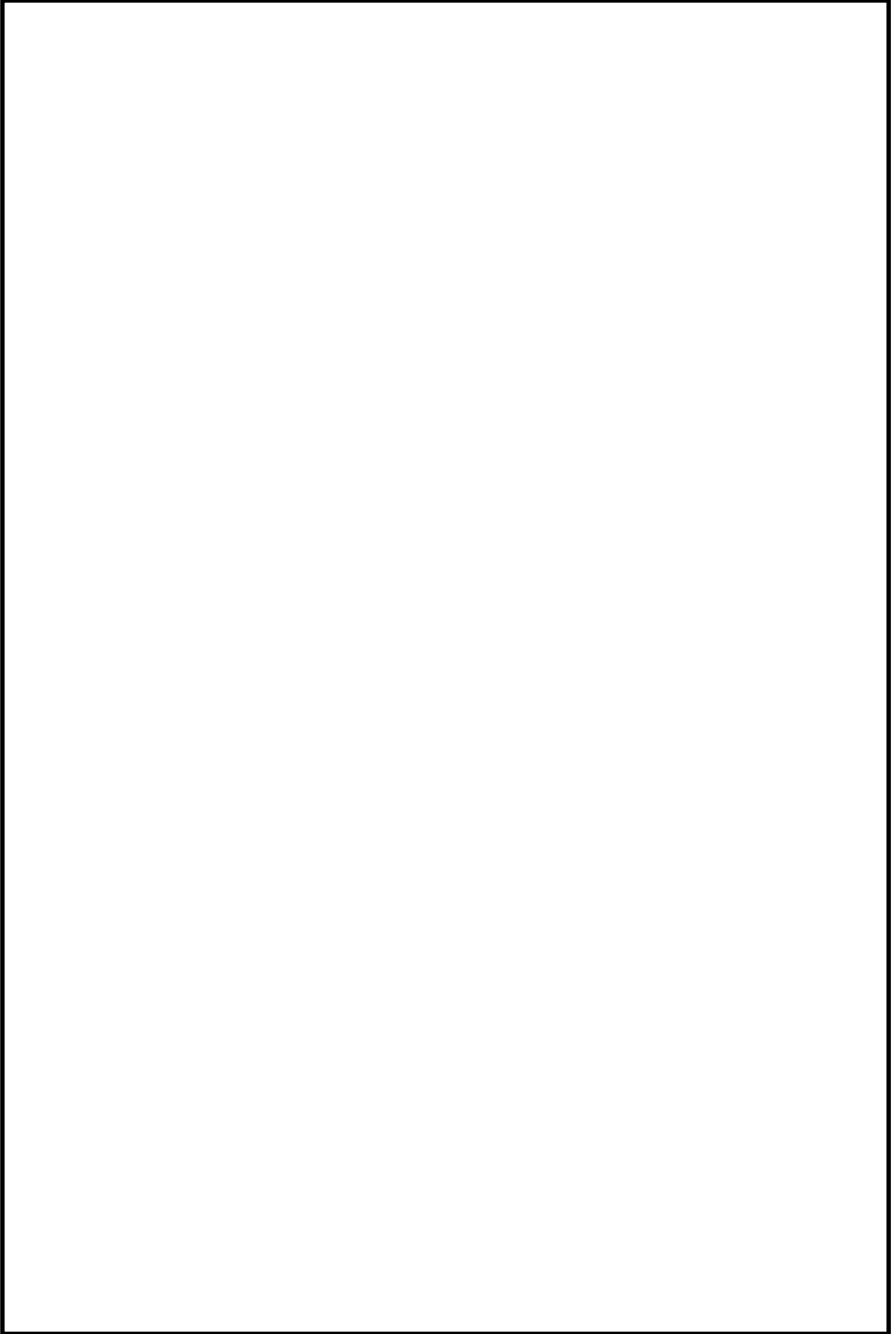












第1表 手動消火対象となる低耐震クラスの油内包器及び電源盤について

部屋番号	部屋名称	消火設備の耐震クラス	耐震 BC クラスの油内包機器及び電源盤	備考
R-B2-2	B 2 階通路	固縛(消火器)	—	不燃材，難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
R-B1-2(1)	B 1 階通路	局所固定式消火設備 (Ss 機能維持) 固縛(消火器)	MCC2C-3 MCC2C-5 直流 125V MCC2A-1	電源盤に対して Ss 機能維持された固定式消火設備を設置
R-B1-2(2)	B 1 階通路	局所固定式消火設備 (Ss 機能維持) 固縛(消火器)	CRD ポンプ (耐震評価対象) MCC2D-3 MCC2D-5	Ss 機能維持された局所固定式消火設備を設置。機器自体についても耐震評価を実施 電源盤に対して Ss 機能維持された固定式消火設備を設置
R-B1-3	R H R 熱交換器 B 室	固縛(消火器)	—	不燃材，難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
R-1-2(1)	1 階通路	固縛(消火器)	—	不燃材，難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
R-1-2(2)	1 階通路	固縛(消火器)	—	不燃材，難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
屋上	DG 室屋上	移動式消火設備 (転倒評価)	—	不燃材，難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 地震時には移動式消火設備にて対応とし，車両については地震に対しては転倒しないよう評価・対策を図る。
R-2-3(1)	2 階通路	固縛(消火器)	—	不燃材，難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
R-2-3(2)	2 階通路	固縛(消火器)	—	不燃材，難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
R-2-4	C U W ポンプ B 室	固縛(消火器)	C U W ポンプ B (耐震評価対象)	不燃材，難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
R-2-5	C U W 配管室	固縛(消火器)	—	不燃材，難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
R-2-7	M S トンネル室	固縛(消火器)	—	不燃材，難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
C-2-2	中央制御室	固縛(消火器)	—	運転員が常駐していることから消火活動による消火が可能
R-3-1(1)	3 階通路	局所固定式消火設備 (Ss 機能維持) 固縛(消火器)	PLR-HPU(B) (設計上耐震 S クラス) MCC2C-7 MCC2C-8	Ss 機能維持された局所固定式消火設備を設置 機器の耐震性は確認済 電源盤に対して Ss 機能維持された固定式消火設備を設置
R-3-2(2)	3 階通路	局所固定式消火設備 (Ss 機能維持) 固縛(消火器)	PLR-HPU(A) (設計上耐震 S クラス) MCC2D-7 MCC2D-8	Ss 機能維持された局所固定式消火設備を設置 機器の耐震性は確認済

部屋番号	部屋名称	消火設備の耐震クラス	耐震 BC クラスの油内包機器及び電源盤	備考
R-4-3(1)	4階通路	局所固定式消火設備 (Ss機能維持) 固縛(消火器)	直流 125V MCC2A-2 MCC2C-9	電源盤に対して Ss 機能維持された固定式消火設備を設置
R-4-3(2)	4階通路	局所固定式消火設備 (Ss機能維持) 固縛(消火器)	MCC2D-9	電源盤に対して Ss 機能維持された固定式消火設備を設置
屋上	C/B 屋上エリア	固縛(消火器)	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
R-5-4	5階通路 (SLCポンプ側)	局所固定式消火設備 (Ss機能維持) 固縛(消火器)	SLC ポンプ (設計上耐震 S クラス)	Ss 機能維持された局所固定式消火設備を設置 機器の耐震性は確認済
R-6-1	オペレーティングフロア	固縛(消火器)	原子炉建屋クレーン (耐震評価対象) 燃料取替機 (耐震評価対象)	耐震評価実施 なお, 当該機器は通常時電源切のため火災の発生は考えにくく, 使用時は作業員が常駐することから, 消火器による初期消火活動が可能
RW-B1-3	B1 階北側通路	固縛(消火器)	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
RW-B1-4	B1 階中央通路	固縛(消火器)	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
0-1	CST エリア	固縛(消火器)	CST サンプポンプ	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
0-2	海水ポンプ室北側	移動式消火設備 (転倒評価))	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 地震時には移動式消火設備にて対応とし, 車両については地震に対しては転倒しないよう評価・対策を図る。
0-3	海水ポンプ室南側	移動式消火設備 (転倒評価))	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 地震時には移動式消火設備にて対応とし, 車両については地震に対しては転倒しないよう評価・対策を図る。
0-4	DG-2C ルーフベントファン室	固縛(消火器)	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
0-5	DG-2D ルーフベントファン室	固縛(消火器)	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
0-6	DG-HPCS ルーフベントファン室	固縛(消火器)	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能
0-7	C/S 屋上	固縛(消火器)	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能

添付資料 10

東海第二発電所における
移動式消火設備について

東海第二発電所における移動式消火設備について

1. 設計概要

発電所内の火災時の初期消火として、化学消防車 1 台、水槽付消防ポンプ車 1 台を配備している。移動式消火設備の仕様、配備台数及び配備場所を第 1 表に示す。

化学消防自動車(第 1 図)は、水または水と泡消火薬剤とを混合希釈した泡消火も可能とする。

また、水槽付消防ポンプ車(第 1 図)は、2000 リットル容量の水槽を有していることから、消火用水の確保が厳しい状況での消火活動に有効である。

これらの移動式消火設備には、消火栓や防火水槽等から給水し、車両に積載しているホースにより、約 400m の範囲の消火が可能である。

なお、移動式消火設備の操作については、発電所構内に配置している専属消防チームにて実施する。



化学消防自動車



水槽付消防ポンプ車

第 1 図 化学消防自動車及び水槽付消防ポンプ車

第1表 移動式消火設備の仕様、配備台数及び配備場所

項目		仕様	
車種		化学消防自動車 I 型	水槽付消防ポンプ自動車
消火剤	消火剤	水又は泡水溶液	水
	水槽 薬槽容量	水槽：1500リットル 薬槽：300リットル	2000リットル
	消火原理	冷却及び窒息及び連鎖反応	冷却
	薬液濃度	3%	—
	消火剤の特徴	水：消火剤の確保が容易 泡：油火災に有効	消火剤の確保が容易
消火設備	適用規格	消防法その他関係法令	消防法その他関係法令
	放水能力	水：2.8m ³ /min 以上 (泡消火について、薬液濃度維持のため0.8m ³ /min)	2.8m ³ /min 以上
	放水圧力	0.85MPa	0.7MPa
	ホース長	20m×20 本	20m×22 本
	水槽への給水	消火栓 防火水槽 ろ過水貯蔵タンク 多目的タンク	消火栓 防火水槽 ろ過水貯蔵タンク 多目的タンク
配備台数		1 台	1 台
配備場所		可搬型保管庫	監視所前

添付資料 11

東海第二発電所における

原子炉建屋通路部の消火方針について

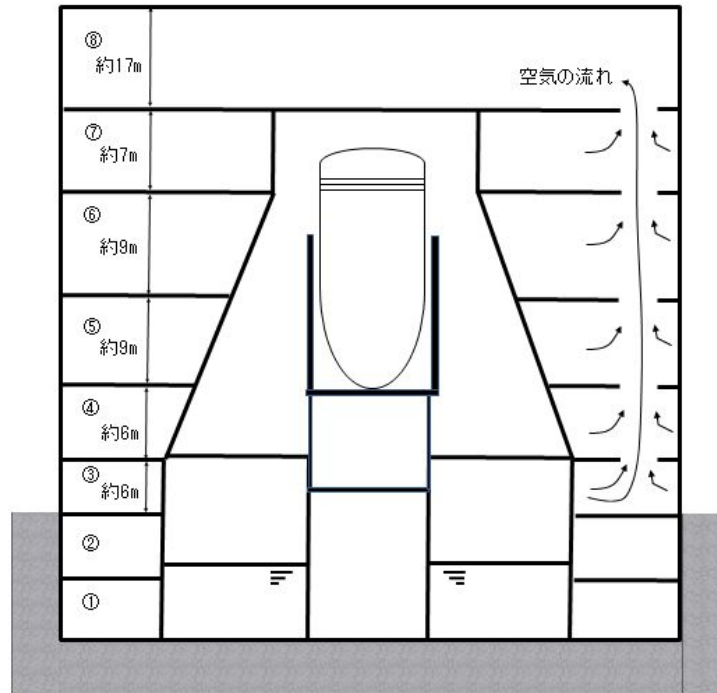
東海第二発電所における原子炉建屋通路部の消火方針について

1. 概要

東海第二発電所の原子炉建屋通路部について、建屋内のレイアウトの特徴と、火災発生時の対応方針について以下に示す。

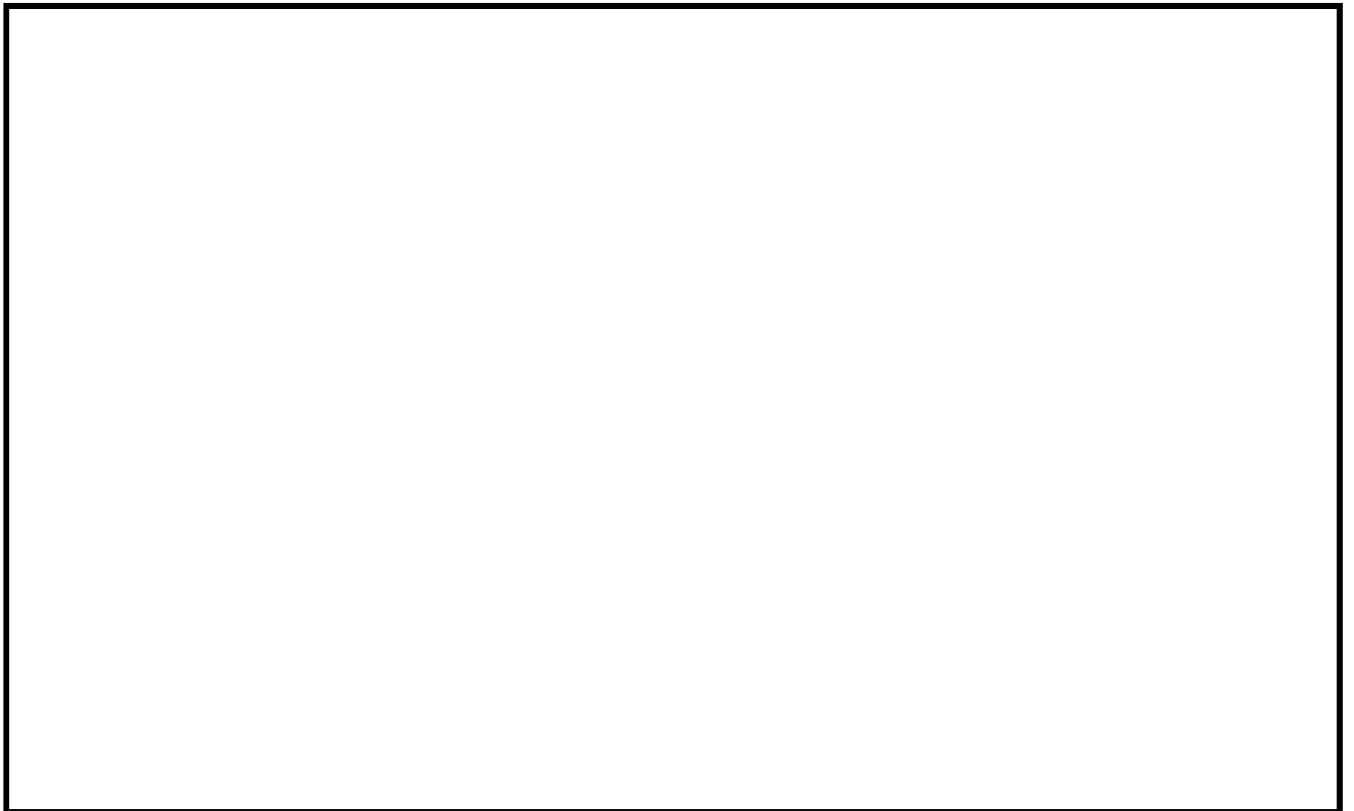
2. 原子炉建屋内のレイアウト

東海第二発電所における原子炉建屋通路部の特徴についてレイアウトを踏まえ第1図に原子炉建屋の断面図を、第2図に原子炉建屋通路部の特徴を示す。



第1図 原子炉建屋断面図)

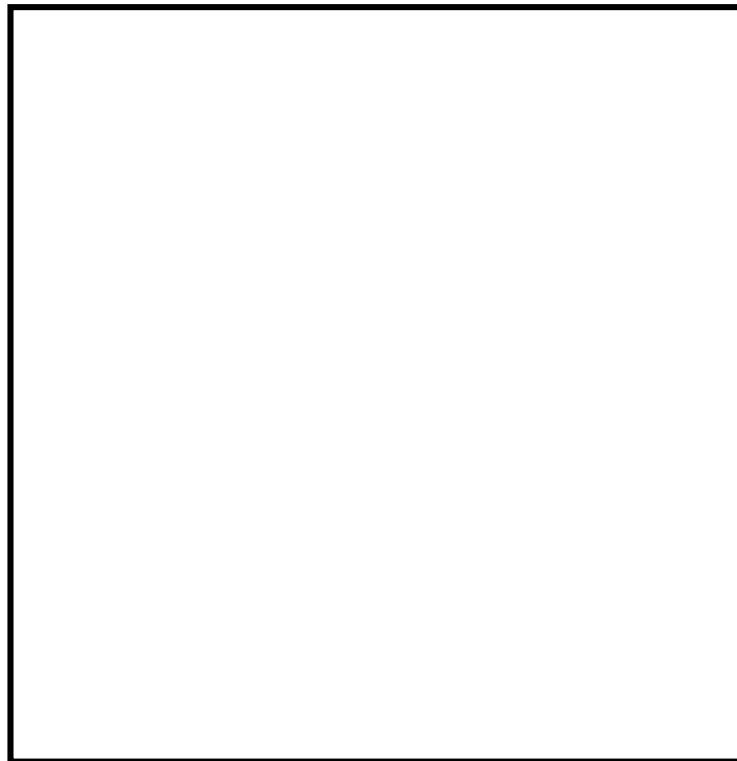
①原子炉建屋地下2階，②原子炉建屋地下1階



第1図 原子炉建屋通路部の特徴(その1)

- 対象エリア (通路部)
- 機器ハッチ (開口部)

③原子炉建屋1階



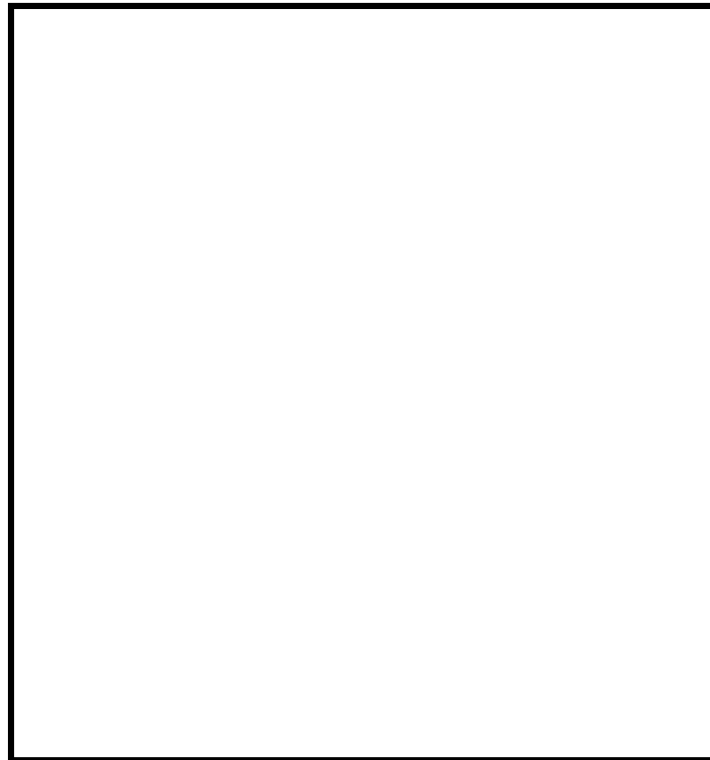
対象エリア (通路部)
機器ハッチ (開口部)



1階機器ハッチ開口状況

第1図 原子炉建屋通路部の特徴(その2)

④原子炉建屋2階



対象エリア (通路部)
機器ハッチ (開口部)





1階から2階機器ハッチ開口状況

第1図 原子炉建屋通路部の特徴(その3)

⑤原子炉建屋3階



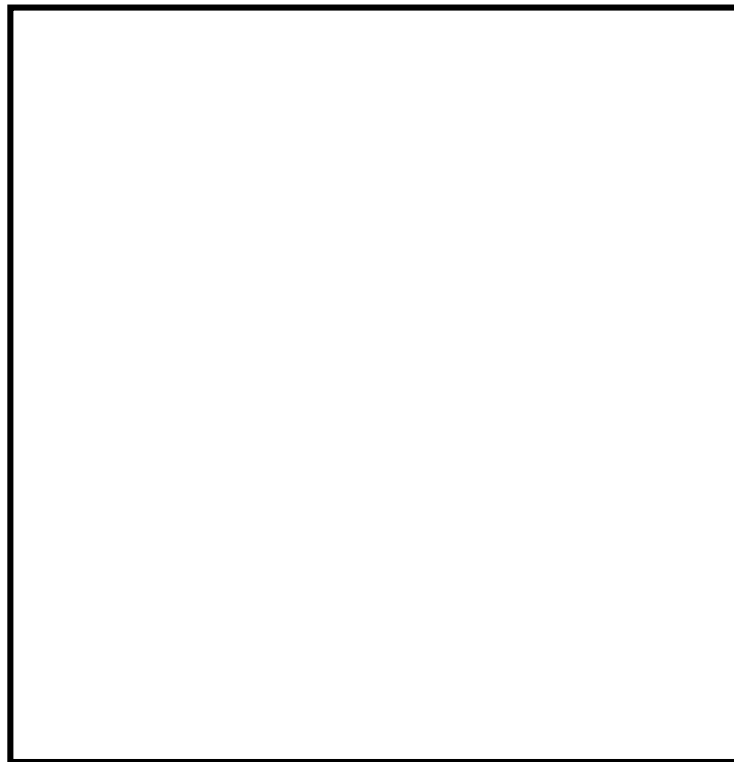
 対象エリア (通路部)
 機器ハッチ (開口部)





2階から3階機器ハッチ開口状況

第1図 原子炉建屋通路部の特徴(その4)

⑥原子炉建屋4階



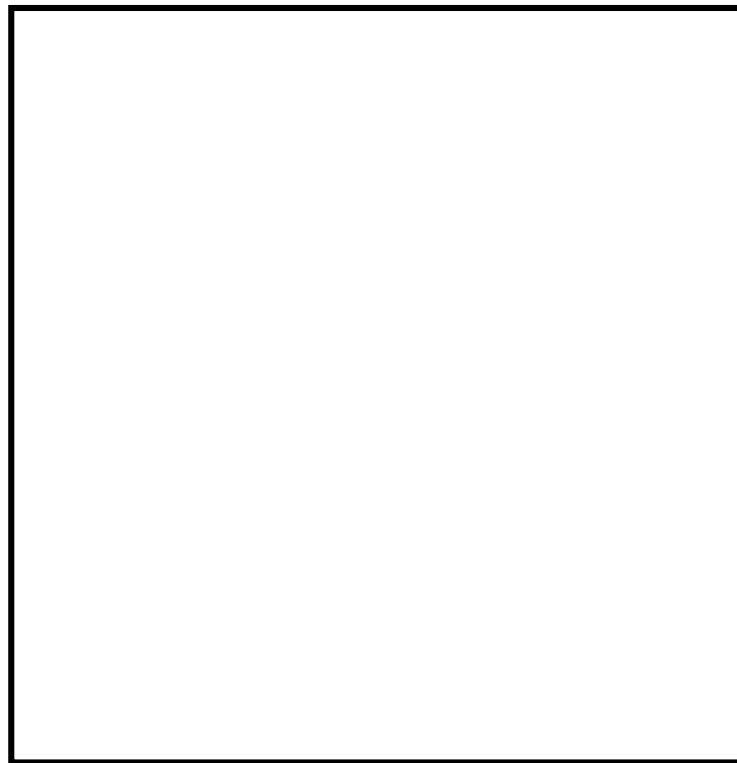
 対象エリア (通路部)
 機器ハッチ (開口部)



3階から4階機器ハッチ開口状況

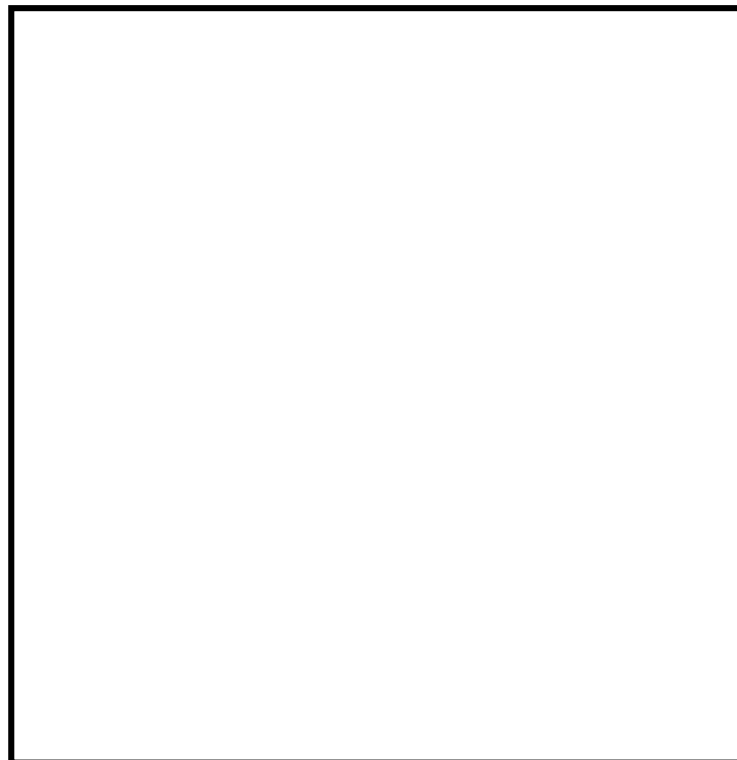
第1図 原子炉建屋通路部の特徴(その5)

⑦原子炉建屋5階



対象エリア (通路部)
機器ハッチ (開口部)

⑧原子炉建屋6階



対象エリア (通路部)
機器ハッチ (開口部)

第1図 原子炉建屋通路部の特徴(その6)

3. 原子炉建屋内の通路部における火災発生時の対応方針

3.1 原子炉建屋内通路部の特徴

2. 原子炉建屋内のレイアウトで示したとおり，東海第二発電所の原子炉建屋通路部は，大部分の階層で周回できる通路となっている。また，その床面積は原子炉建屋6階で最大で1319㎡と大きい。さらに階層間は機器ハッチで開口部が存在し，水素対策として通常から開状態となる。

3.2 原子炉建屋内通路部への全域消火による消火設備の設置検討

原子炉建屋通路部に対する消火方法として，全域消火方式となる全域ガス消火設備及びスプリンクラー設備について設置を検討した。

(1) 原子炉建屋通路部における全域ガス消火設備の評価

全域ガス消火設備は，不活性ガス消火設備，ハロゲン化物消火設備に大別される。またそれぞれに使用する主な薬剤は，第1表のとおりある。

第1表 全域ガス消火設備と消火ガスの種類

消火設備	不活性ガス消火設備				ハロゲン化物消火設備			
消火ガスの種類	二酸化炭素	IG-541	IG-55	窒素	ハロン1301	HFC-227ea	HFC-23	FK-5-1-12

第1表に示す消火ガスを使用する全域ガス消火設備は，火災防護に係る審査基準の要求2.2.1(2)①のとおり，原子炉建屋通路部が煙の充満等により消火活動が困難となっても消火が可能な設備である。

また，火災防護に係る審査基準の要求2.2.1(2)⑤では，消火設備は，火災の炎，熱による直接的な影響のみならず，煙，流出流体，断線，爆発等による二次的影響が安全機能を有する構築物，系統または機器に悪影響をおよぼ

さないように設置することが要求される。第1表の消火ガスは機器に対し悪影響をおよぼさないことを確認している。さらに、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑩、⑪の要求では、全域ガス消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計とするとともに、外部電源喪失時に機能を失わないよう電源を確保することが必要となる。

一方で、全域ガス消火設備の消防法施行規則上の要求事項を第2表に整理する。

第2表 消防法施行規則上の要求事項の整理

消火設備	消火ガスの種類	消防法施行規則の要求事項
不活性ガス消火設備	二酸化炭素	【19条第5項第4号イ(ロ)】 階高の2/3以下にある開口部は消火剤放射前に閉鎖できる自動閉鎖装置を設ける
	IG-541 IG-55 窒素	【19条第5項第4号ロ】 消火剤放射前に閉鎖できる自動閉鎖装置を設ける
ハロゲン化物消火設備	ハロン1301	【20条第3項第一号イ(ロ)】 階高の2/3以下にある開口部は消火剤放射前に閉鎖できる自動閉鎖装置を設ける
	HFC-227ea HFC-23 FK-5-1-12	【20条第4項第2の2号】 防護区画の面積が1000㎡以上には適用不可 【20条第4項第2の4号ロ】 消火剤放射前に閉鎖できる自動閉鎖装置を設ける

原子炉建屋通路部には床面積1000㎡を超える階層があり、ハロゲン化物消火設備のうちHFC-227ea、HFC-23、FK-5-1-12は、第2表のとおり適用不可である。

また、不活性ガス消火設備である二酸化炭素、窒素は、消火設備作動時及び万が一の誤作動時に消火ガスが原子炉建屋通路部に侵入し窒息という人身安全上の問題がある。ハロン1301についても火災発生時に消火ガスを原子炉建屋通路部に放出することを想定すると、比重の重い気体であるため、フロアレベルに滞留し人身に対し安全上の懸念が否定できない

以上より、全域ガス消火設備の採用は優先順位として低いと評価する。

(2) 原子炉建屋通路部におけるスプリンクラー設備の評価

スプリンクラー設備は、火災発生時に火災発生場所及びその周辺に消火水を噴霧し冷却することにより消火を行うものである。

原子炉建屋通路部の上部にはケーブルトレイが布設されているため、スプリンクラー設備はこれを網羅するよう原子炉建屋通路部全域に設置することとなる。

スプリンクラー設備は、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)①の要求にあるとおり、原子炉建屋通路部がけむの充満等により消火活動が困難となっても消火が可能な設備である。

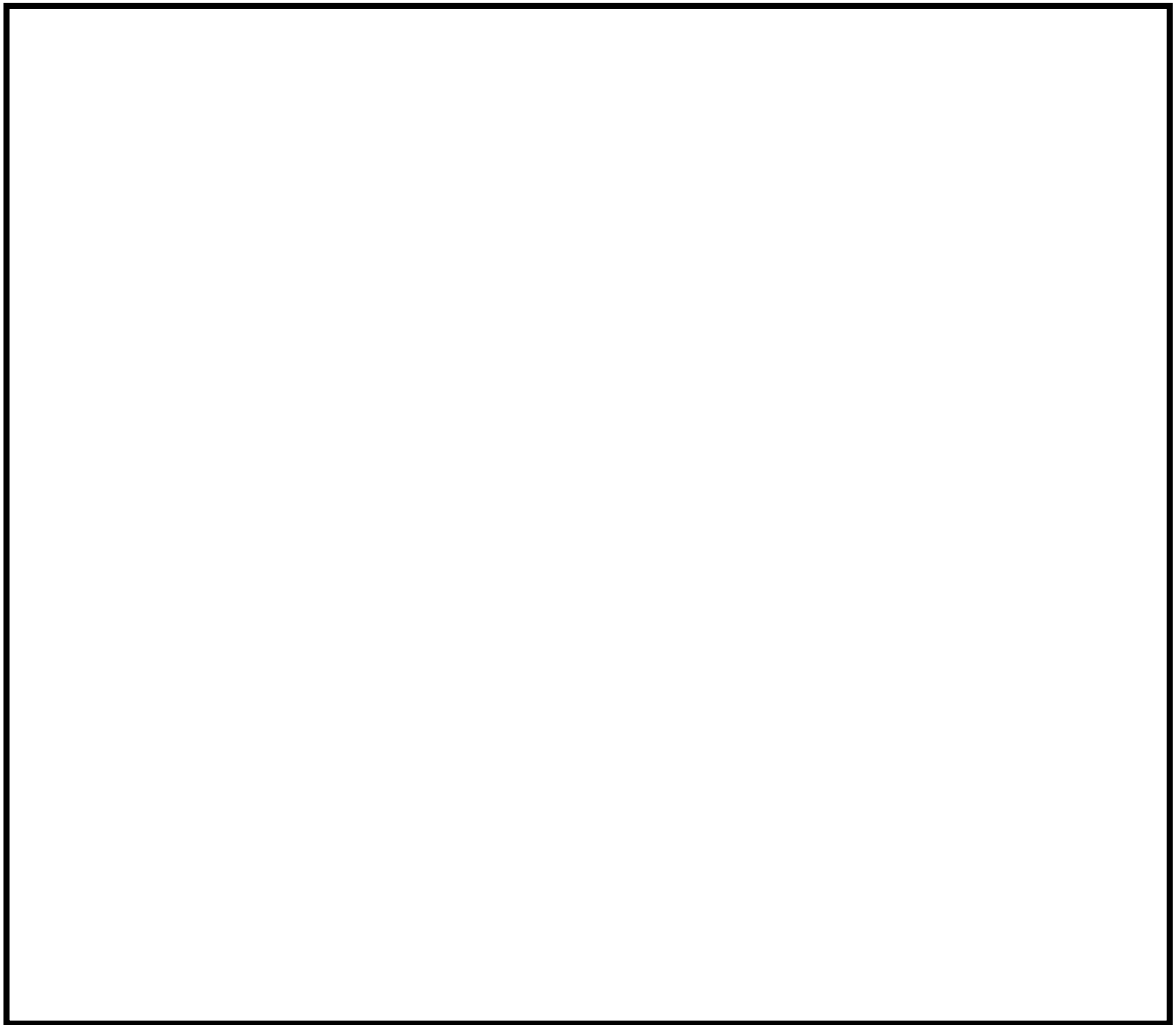
また、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑤では、消火設備は火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線、爆発等による二次的影響が安全機能を有する構築物、系統または機器に悪影響をおよぼさないように設置することが要求されている。したがって、スプリンクラー設備では作動時に発生する水について内部溢水への影響を評価し問題ないことを確認するとともに、スプリンクラー設備の作動により安全機能を有する機器等が被水する場合には、被水による影響を防止するための対策を講じることが必要となる。さらに、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑩、⑪の要求のとおり、スプリンクラー設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計にするとともに、外部電源喪失時に機能を失わないよう電源を確保することが必要となる。

一方で、原子炉建屋通路部にはケーブルトレイや安全機能を有する電源盤が設置されている(第2図)。万が一、ケーブルトレイや盤で火災が発生しスプリンクラー設備が作動、水噴霧をした場合、噴霧による滞留した水を伝って作業員等が感電する可能性がある。また、原子炉建屋通路部の安全機能を有する機器等の被水対策により、当該機器の監視、操作性等に影響をおよぼ

す可能性が否定できない。

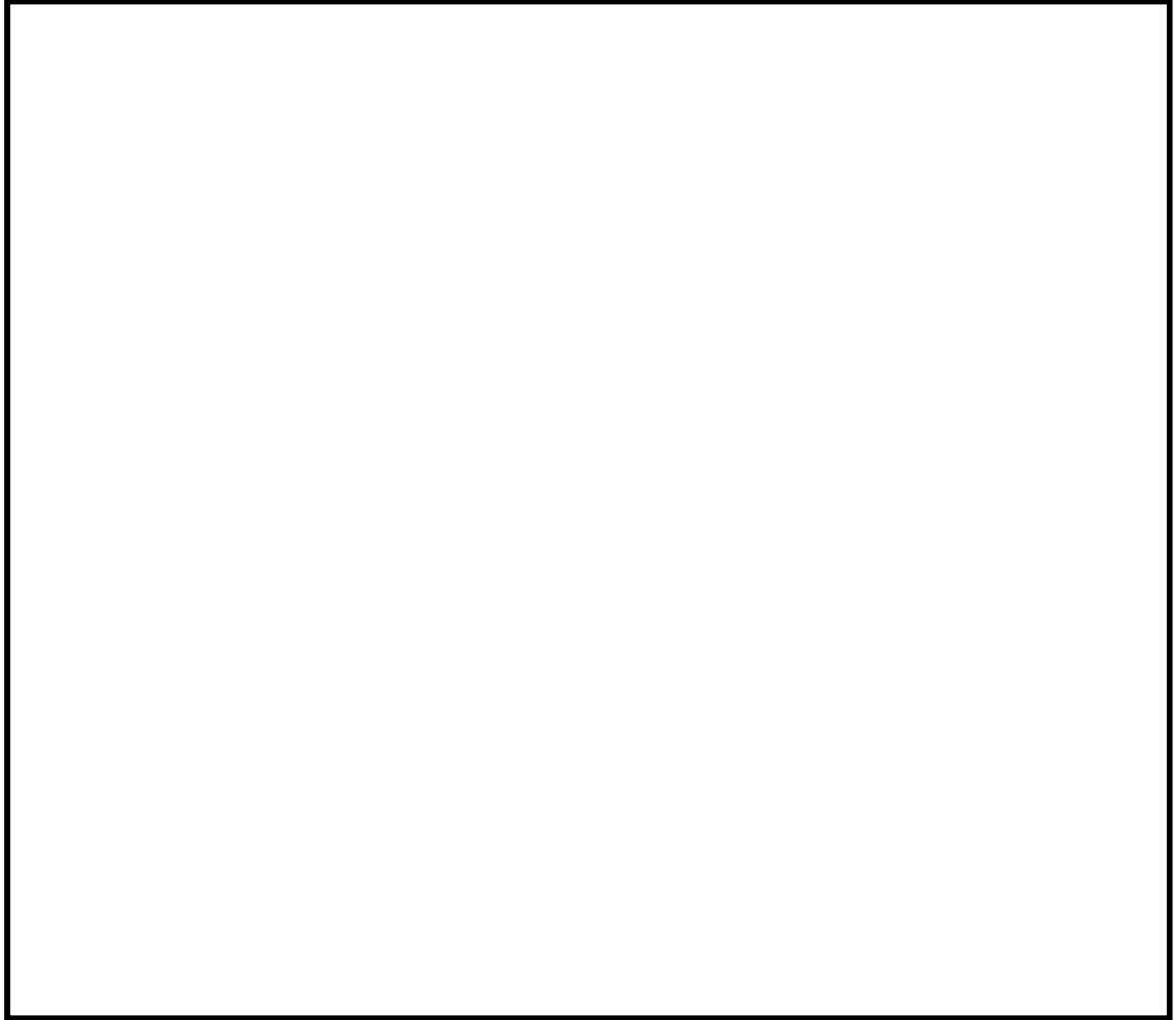
以上のことから、スプリンクラー設備の採用は優先順位として低いと評価する。

①原子炉建屋地下2階



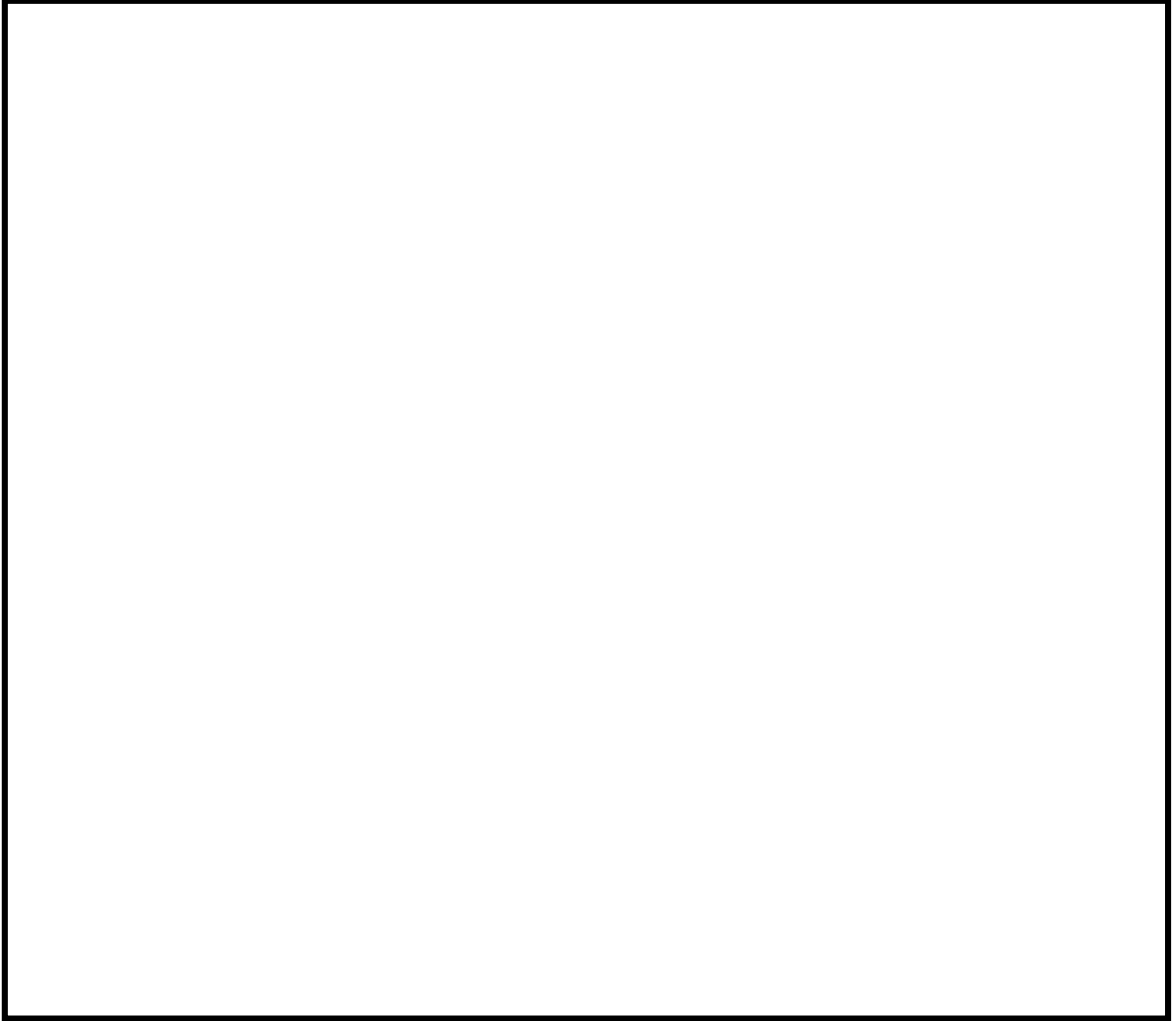
第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・電源盤の配置(その1)

②原子炉建屋地下1階



第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・電源盤の配置(その2)

③原子炉建屋1階



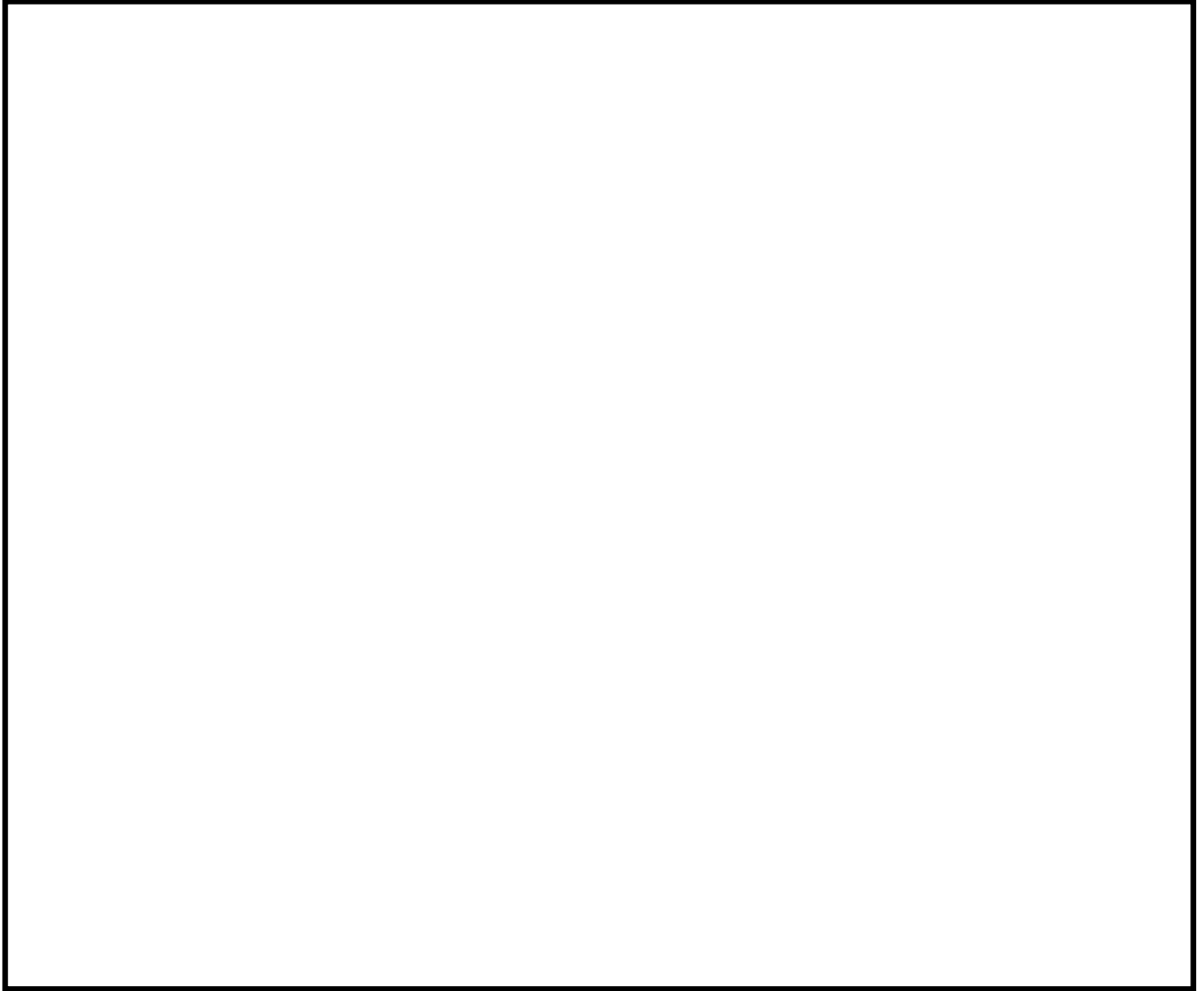
第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・電源盤の配置(その3)

④原子炉建屋2階



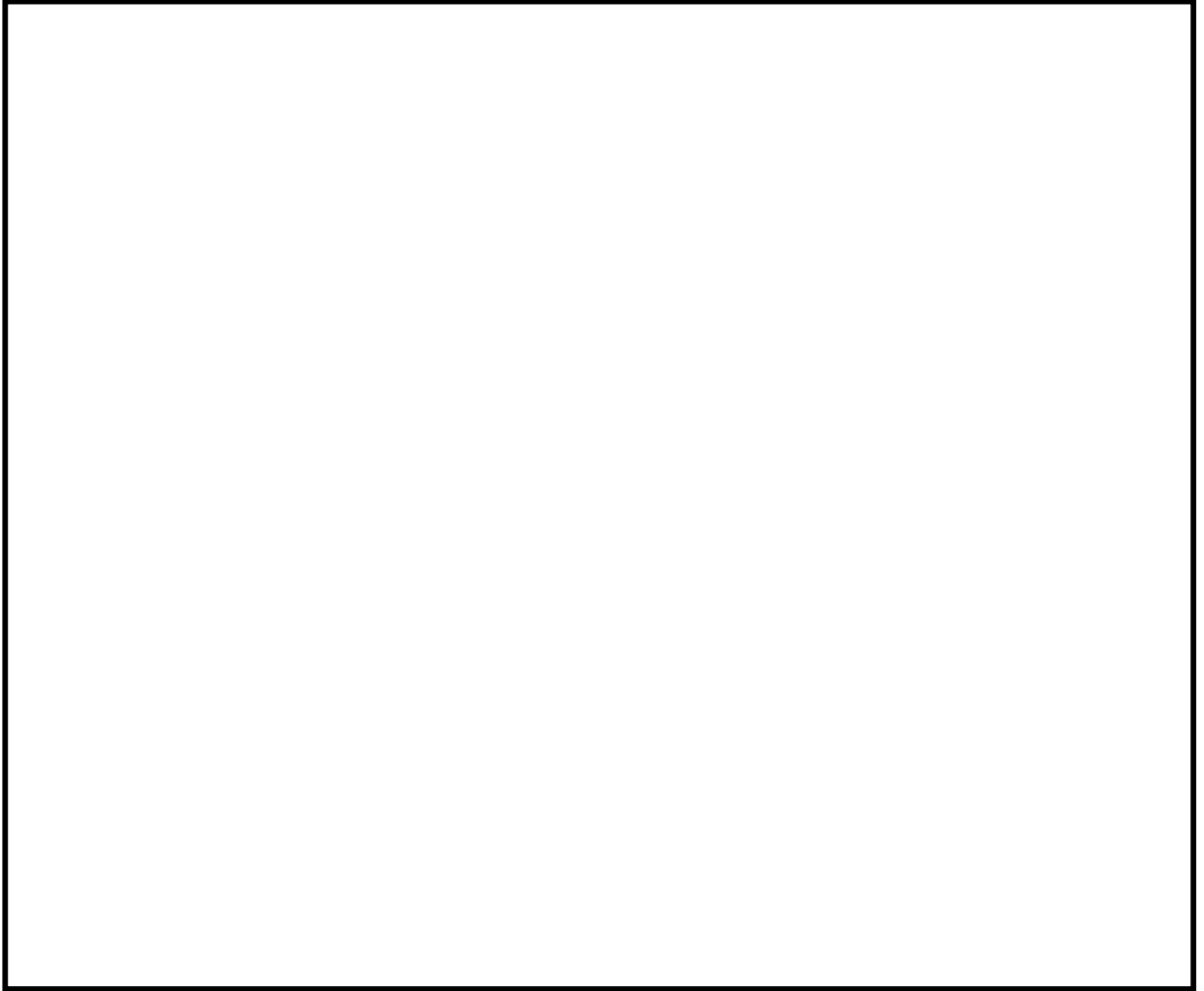
第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・電源盤の配置(その4)

⑤原子炉建屋3階



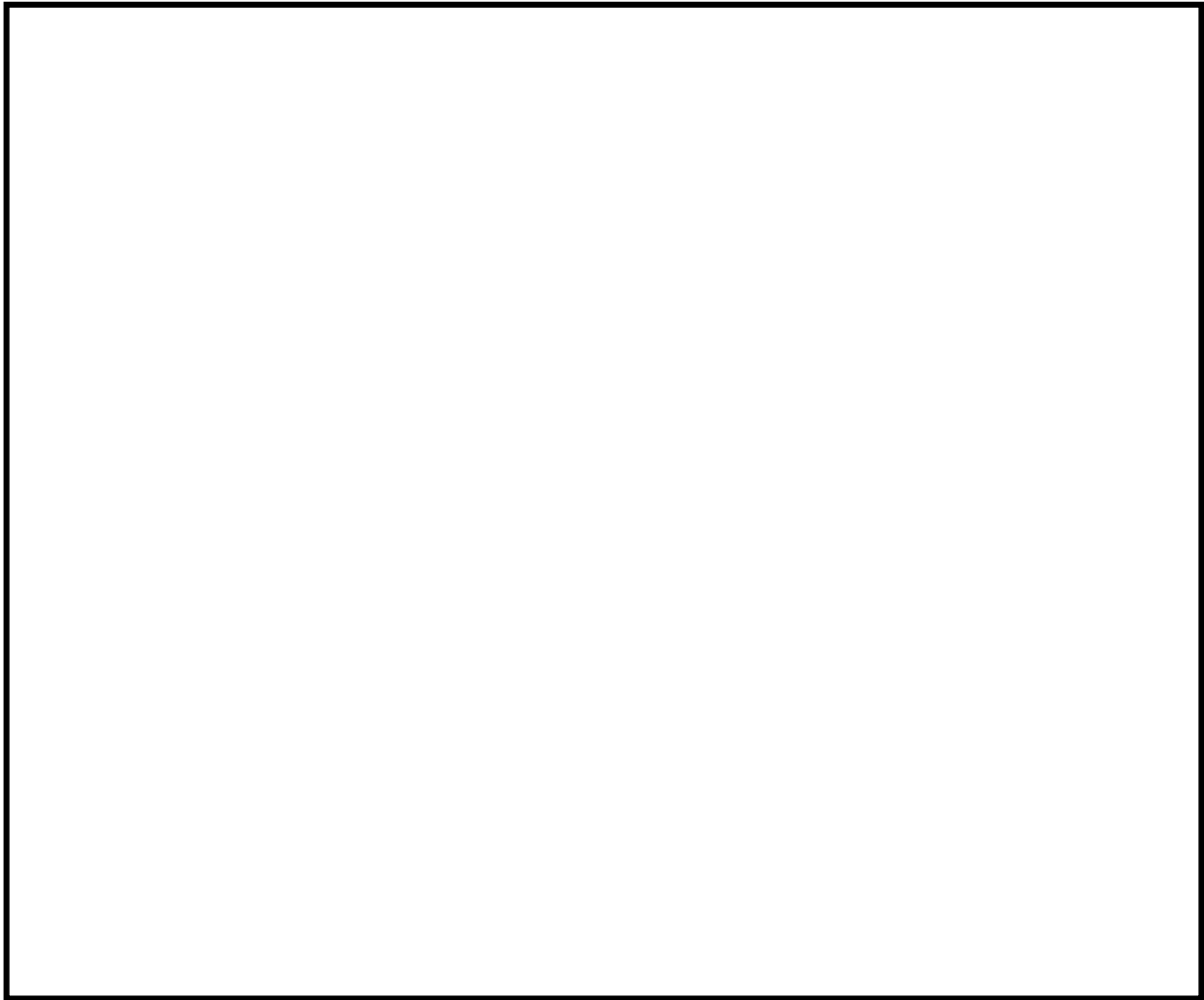
第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・安全系盤の配置(その5)

⑥原子炉建屋4階



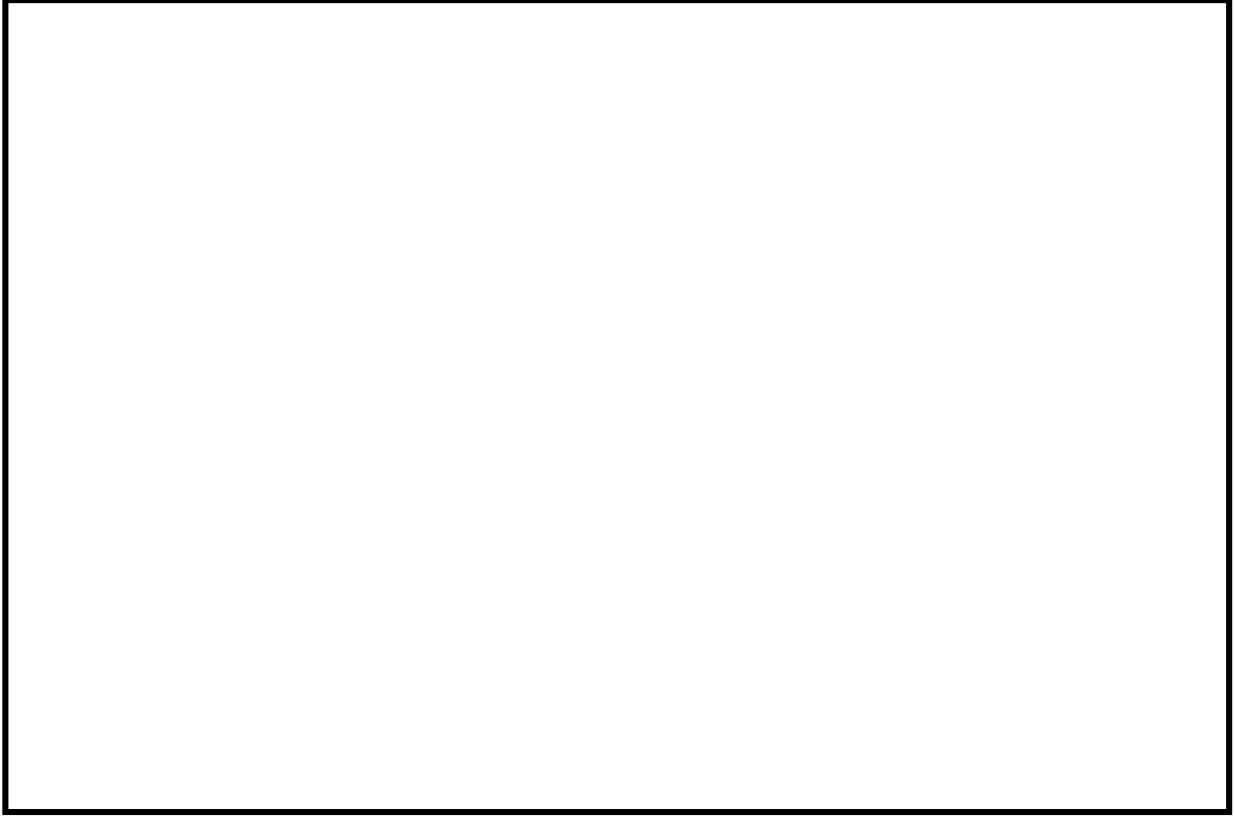
第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・安全系盤の配置(その6)

⑦原子炉建屋5階



第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・安全系盤の配置(その7)

⑧原子炉建屋6階



第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・安全系盤の配置(その8)

3.3原子炉建屋通路部における局所消火の検討

3.1, 3.2において原子炉建屋通路部に対し全域ガス消火設備及びスプリンクラー設備の採用は優先順位として低いと評価したことから、原子炉建屋通路部における局所消火の採用について検討する。

(1)原子炉建屋通路部における油内包機器に対する局所消火の検討

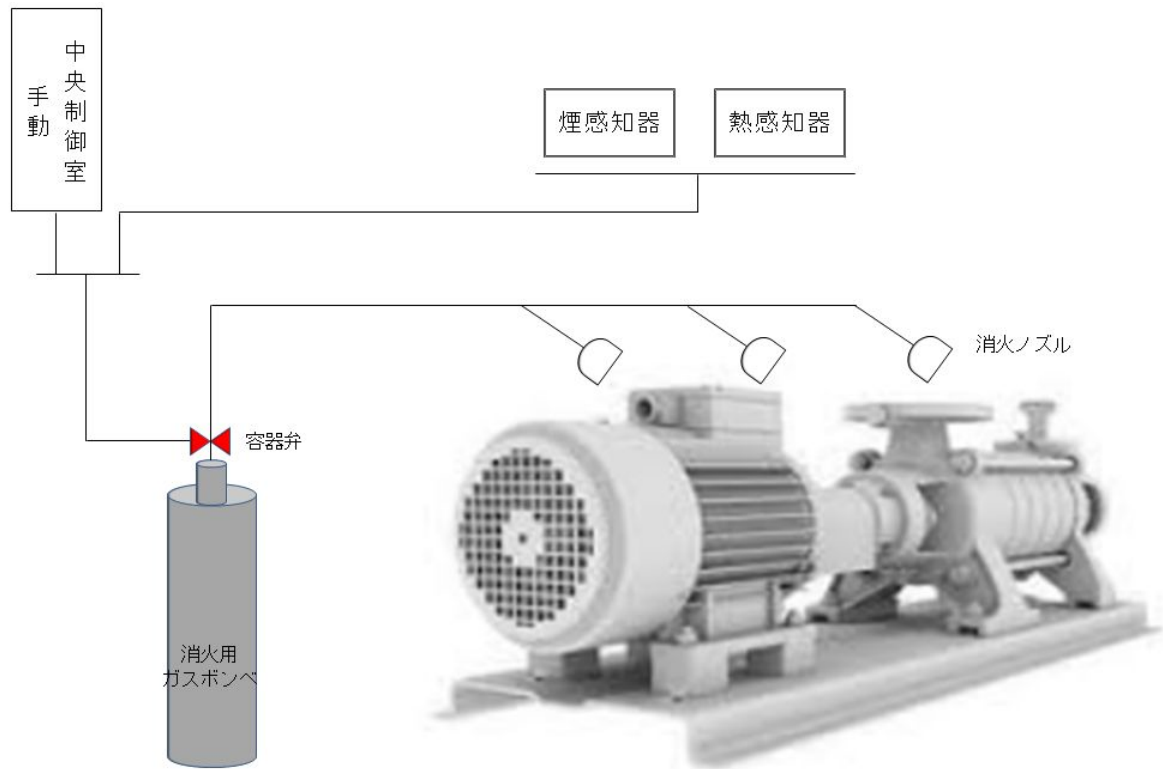
原子炉建屋通路部にある油内包機器は、主なものとしてCRDポンプ、制御油発生装置(HPU)、冷凍機、PLR-MGセット(低速度用電源装置)、SLCポンプがある。これらのポンプに内包する潤滑油が燃焼した場合は煙が発生する可能性がある。

したがって、油内包機器には迅速な消火が必要であり、固定式の局所消火設備の消火剤のうち、ガス消火剤は他の機器に対し悪影響をおよぼすおそれ小さいことから、油内包機器には固定式の局所ガス消火設備を設置する。

固定式の局所ガス消火設備は、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)①の要求にあるとおり、原子炉建屋通路部が煙の充満等により消火活動が困難となっても、自動又は中央制御室からの遠隔手動によって消火が可能な設備とする。

また、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑤の要求では、消火設備は火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線、爆発等による二次的影響が安全機能を有する構築物、系統または機器に悪影響をおよぼさないように設置することとされている。固定式の局所ガス消火設備は、消火剤としてハロン1301を使用し、ハロン1301が機器に悪影響をおよぼさないことを確認している。さらに、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑩、⑪の要求にあるとおり、固定式の局所ガス消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計とし、外部電源喪失時に機能を失わないよう電源を確保することが必要となる。

油内包機器に対する固定式の局所ガス消火設備の概要を第3図に示す。



第3図 固定式のガス消火設備の概要

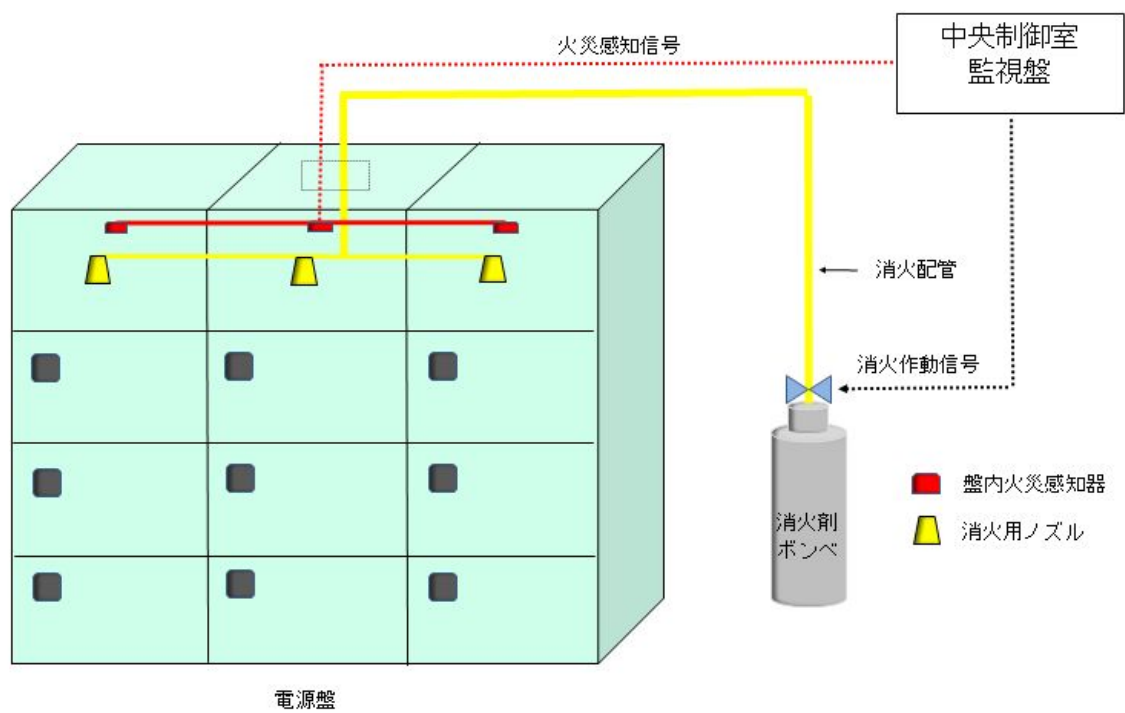
(2) 原子炉建屋通路部における電源盤に対する局所消火の検討

原子炉建屋通路部に設置される電源盤は、過電流保護装置が設置され、当該電源盤で過電流が継続し火災が発生するおそれはない。しかしながら、万一、電源盤で火災が発生した場合に速やかな消火が可能となるように、固定式の局所ガス消火設備を設置する。

電源盤に対する固定式の局所ガス消火設備は、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)①の要求にあるとおり、原子炉建屋通路部が煙の充満等により消火活動が困難となっても、自動又は中央制御室からの遠隔手動により消火が可能な設備とする。

また、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑤では、消火設備は火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線、爆発等による二次的影響が安全機能を有する構築物、系統または機器に悪影響をおよぼさないように設置することとされている。電源盤に対する固定式の局所ガス消火設備は、ハロン1301またはFK-5-1-12を使用し、ハロン1301またはFK-5-1-12が機器に悪影響をおよぼさないことを確認している。さらに、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑩、⑪の要求にあるとおり、電源盤に対する固定式の局所ガス消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計とし、外部電源喪失時に機能を失わないよう電源を確保することが必要となる。

電源盤に対する固定式の局所ガス消火設備の概要を第4図に示す。



第4図 電源盤に対する固定式の局所ガス消火設備の概要

(3) 原子炉建屋通路部におけるケーブルトレイに対する局所消火の検討

原子炉建屋通路部に設置されるケーブルは、可燃物量として大きく、ケーブルにて火災が発生した場合は速やかな消火が必要である。ケーブルを布設するケーブルトレイに対する局所の消火方法としては、固定式の泡消火設備、固定式の高圧ガス消火設備、消火活動による消火がある。

ケーブルトレイに対する固定式消火設備は、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)①の要求にあるとおり、原子炉建屋通路部が煙の充満等により消火活動が困難となっても、自動又は中央制御室からの遠隔手動により消火が可能な設備とする。

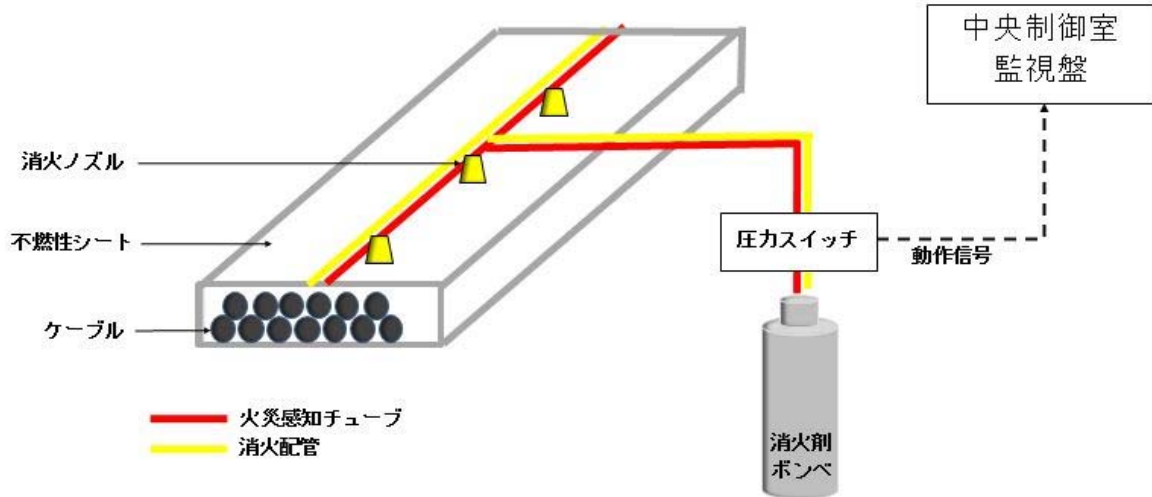
また、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑤では、消火設備は火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線、爆発等による二次的影響が安全機能を有する構築物、系統または機器に悪影響をおよぼさないように設置することとされている。

ケーブルトレイに対する局所消火設備としては、ガス消火剤の場合FK-5-1-12があり、本消火剤は機器に対し悪影響がないことを確認している。

泡消火設備の消火剤となる泡水溶液は、泡消火設備の作動時に発生する水量について内部溢水への影響を評価し問題ないことを確認するとともに、泡消火設備の作動により安全機能を有する機器等が被水する場合には、被水による影響を防止するための対策を講じることが必要となる。さらに、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑩、⑪の要求のとおり、泡消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計にするとともに、外部電源喪失時に機能を失わないよう電源を確保することが必要となる。

以上のことから、原子炉建屋通路部におけるケーブルトレイは、安全機能を有する機器に対する悪影響を考慮し、FK-5-1-12を消火剤とする固定式の局所ガス消火設備を設置する。

ケーブルトレイに対する局所ガス消火設備の概要を第5図に示す。



第5図 ケーブルトレイに対する局所ガス消火設備の概要

(4) その他の可燃物に対する消火方針の検討

原子炉建屋通路部に設置される上記(1)～(3)以外の可燃物は、可燃物が少ないこと、金属筐体・金属被覆の可とう電線管に収納されていることにより、万が一、当該機器及びケーブルで火災が発生したとしても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としていること、又は使用时以外は通電せずに発火源とならないような設計とする。したがって、火災が発生するおそれはなく、万が一火災が発生したとしても煙の発生を抑えることから、消火活動が困難とならない。(別紙1)

なお、これらのものに対しては、火災発生時に備え東海第二発電所に常駐する初期消火要員にて消火器等を使用し消火活動を行うものとする。

(5) 原子炉建屋通路部の持込み可燃物管理

原子炉建屋通路部については、持込み可燃物管理を実施する。持込み可燃物管理における火災の発生防止、延焼防止に関する遵守事項は以下のとおり。

- ・ ケーブルトレイ直下への可燃物の仮置きを禁止する。
- ・ 火災区域(区画)において、周囲に火災防護対象機器がない場所に可燃物を仮置きする場合には、不燃シートで覆うまたは金属箱の中に収納するとともに、その近傍には消火器を準備する。
- ・ 火災区域(区画)での作業に伴い、火災防護対象機器近傍に作業場必要な可燃物を持ち込む際には、作業員の近くに置くとともに、休憩時及び作業終了時には火災防護対象機器近傍から移動する。
- ・ 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域(区画)は、可燃物の仮置きを禁止する。

なお、原子炉建屋通路部において定期検査中の放射線管理資機材等の設置、仮設分電盤の設置、工事用ケーブル・ホース類等の仮設資機材となる可燃物を設置する場合は、防火監視の強化、可燃性の資機材から6m(火災防護に係る審査基準2.3.1項(2)bで示される水平距離を参考に設定)以内での火気作業禁止といった措置を行い、火災の発生防止、延焼防止も努めることを持込み可燃物の運用管理手順に定める。

(6)まとめ

原子炉建屋通路部には資料5で示すとおり異なる2種類の感知器を設置し、主な可燃物に対しては、局所消火方式による固定式消火設備を設置する設計とすることにより、火災発生時に速やかに火災を感知し消火する。その他の可燃物に対しては、煙の発生を抑えるため消火活動が困難とならない。

原子炉建屋通路部において消火活動が困難とならない機器について

○原子炉建屋地下2階 EV前通路

原子炉建屋地下2階 EV前通路に設置されている機器は、地震加速度検出器、通路上部の電動弁等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

エリアレイアウト



設置されている機器

地震加速度検出器



電動弁



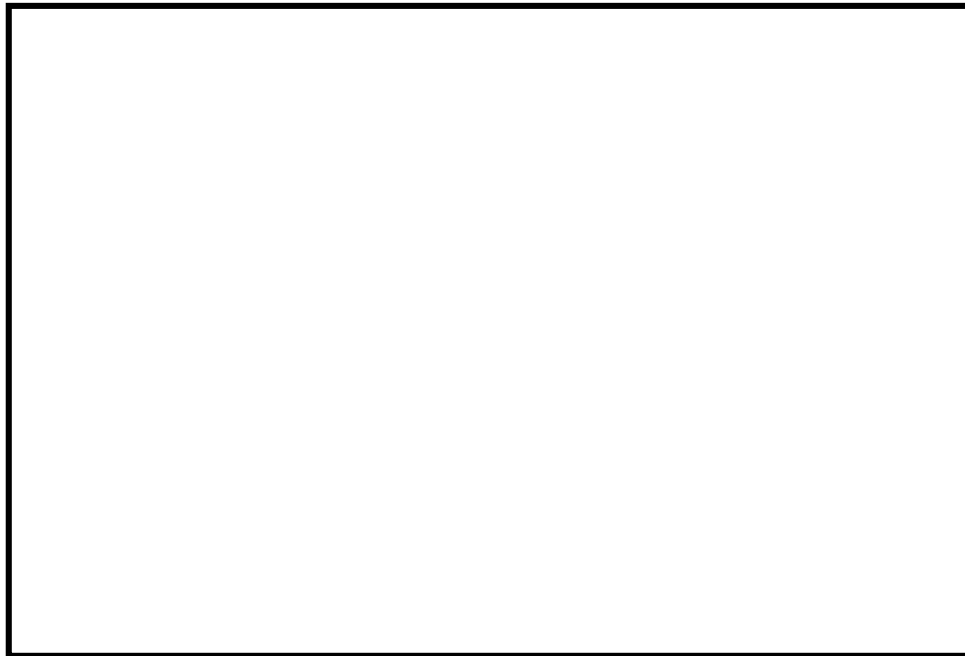
○原子炉建屋地下2階 RCICポンプ前通路

原子炉建屋地下2階 RCICポンプ前通路に設置されている機器は、RCICポンプ、RCICタービン、空調機、電動弁、計器、計器収納箱である。

当該エリアは、固定式消火設備を設置する設計とする。

したがって、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する防止する設計としている。

エリアレイアウト



設置されている機器

空調機



計器



計器収納箱



○原子炉建屋地下2階 東側サンプポンプ前通路

原子炉建屋地下2階 東側サンプポンプ前通路に設置されている機器は、サンプポンプである。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

サンプポンプ設置状況



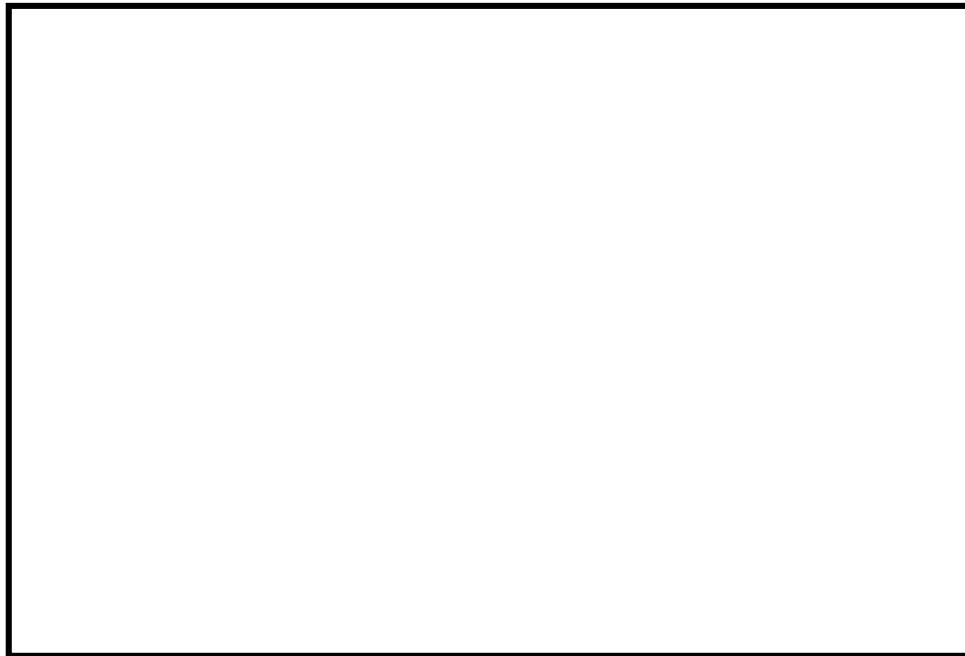
○原子炉建屋地下2階 LPCSポンプ前通路

原子炉建屋地下2階 LPCSポンプ前通路に設置されている機器は、LPCSポンプ、空調機、電動弁、計器である。

当該エリアは、固定式消火設備を設置する設計とする。

したがって、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する防止する設計としている。

エリアレイアウト



設置されている機器

空調機



電動弁



計器



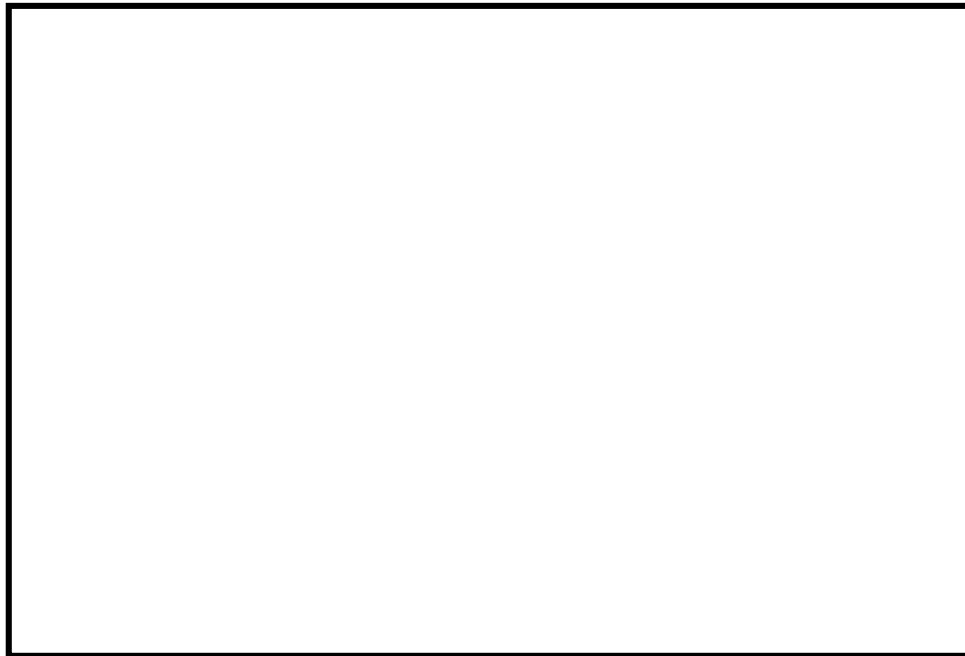
○原子炉建屋地下2階 HPCSポンプ前通路

原子炉建屋地下2階 HPCSポンプ前通路に設置されている機器は、HPCSポンプ、空調機、電動弁である。

当該エリアは、固定式消火設備を設置する設計とする。

したがって、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する防止する設計としている。

エリアレイアウト

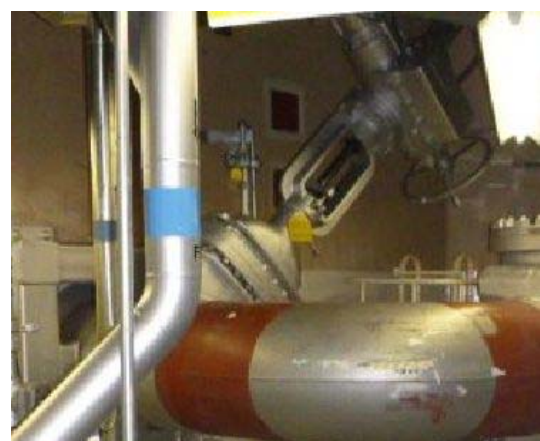


設置されている機器

空調機



電動弁



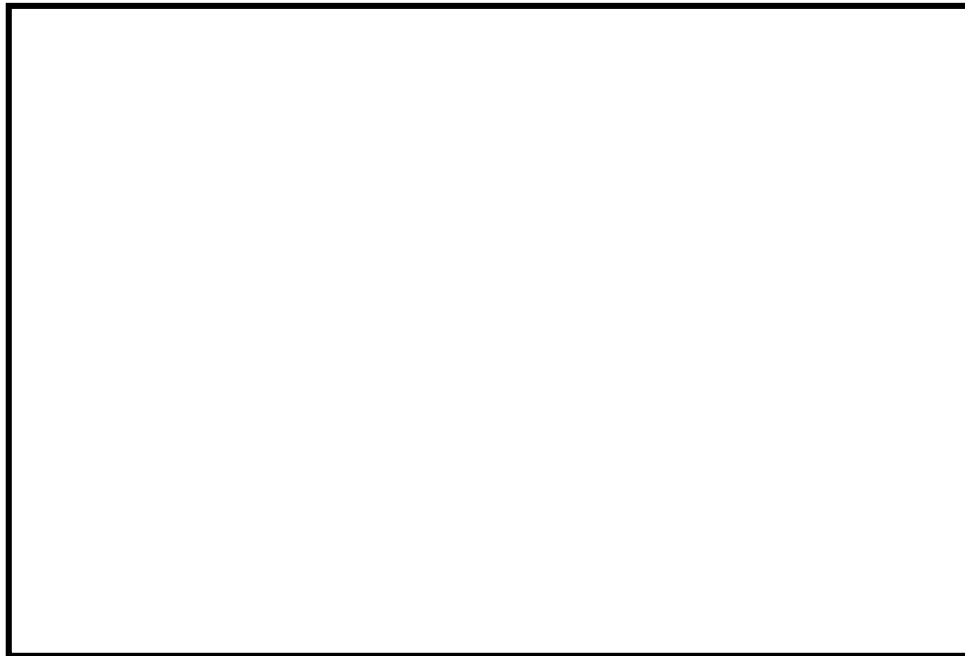
○原子炉建屋地下2階 RHRポンプ(B)前通路

原子炉建屋地下2階 RHRポンプ(B)前通路に設置されている機器は、RHRポンプ(B)、空調機、電動弁、地震加速度検出器である。

当該エリアは、固定式消火設備を設置する設計とする。

したがって、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

エリアレイアウト



設置されている機器

空調機



電動弁(遮蔽内に設置)



地震加速度検出器



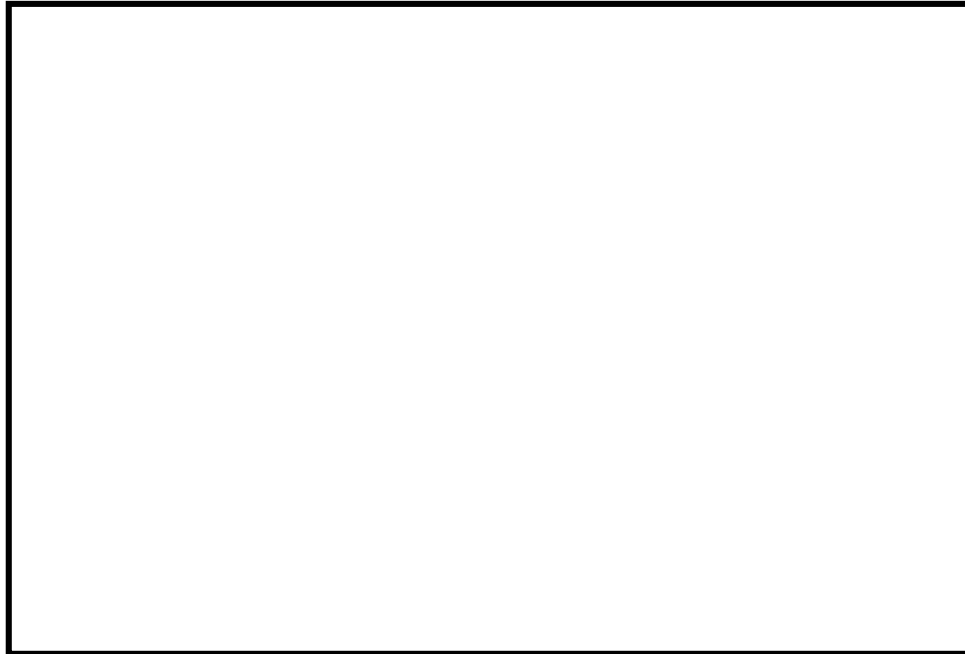
○原子炉建屋地下2階 RHRポンプ(C)前通路

原子炉建屋地下2階 RHRポンプ(C)前通路に設置されている機器は、RHRポンプ(C)、空調機、計器、電動弁である。

当該エリアは、固定式消火設備を設置する設計とする。

したがって、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

エリアレイアウト



設置されている機器

空調機



計器



電動弁



○原子炉建屋地下2階 西側サンプポンプ前通路

原子炉建屋地下2階 西側サンプポンプ室に設置されている機器は，サンプポンプである。これらは，筐体，金属被覆の可とう電線管に収納していること等により，万が一，当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても，他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また，可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから，煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお，通路上部にあるケーブルトレイには，局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

サンプポンプ設置状況



○原子炉建屋地下1階 北側通路

原子炉建屋地下1階 北側通路に設置されている機器は、電動弁である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器



○原子炉建屋地下1階 南側通路

原子炉建屋地下1階 南側通路に設置されている機器は、電動弁、計器ラック等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上にある電源盤及び通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

電動弁



計器ラック



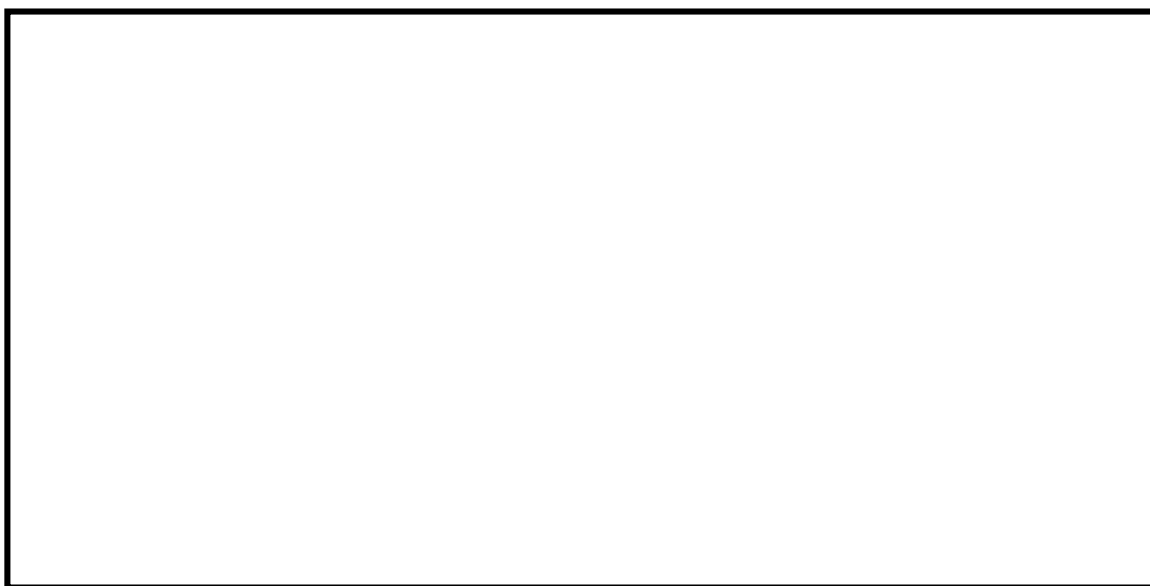
○原子炉建屋地下1階 東側通路

原子炉建屋地下1階に設置されている機器は、通路上部の電動弁、計器ラック等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上にある電源盤及び通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

電動弁



計器ラック



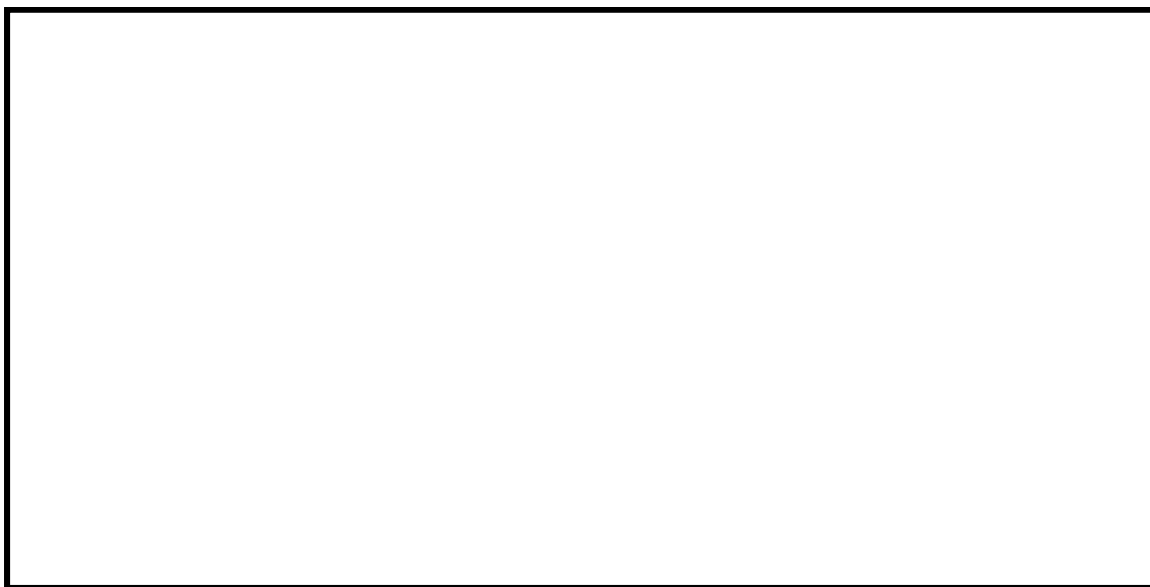
○原子炉建屋地下1階 西側通路

原子炉建屋地下1階 西側通路に設置されている機器は、通路上部の空気作動弁、電動弁、計器ラック等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上にある油内包機器のCRDポンプ及び通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

空気作動弁



電動弁



計器ラック



○原子炉建屋1階 北側通路

原子炉建屋1階 北側通路に設置されている機器は、計器、エリアモニタ等である。これらは筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としているとともに、クレーンは、通常は通電されておらず発火源がないこと、使用時のみ電源を投入し、使用時は近傍に作業員が居るため、万が一火災が発生してもすぐに消火が可能であることから、火災が発生するおそれはない。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計器



エリアモニタ



○原子炉建屋1階 南側通路

原子炉建屋1階 北側通路に設置されている機器は、電動弁、現場盤等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

電動弁



現場盤



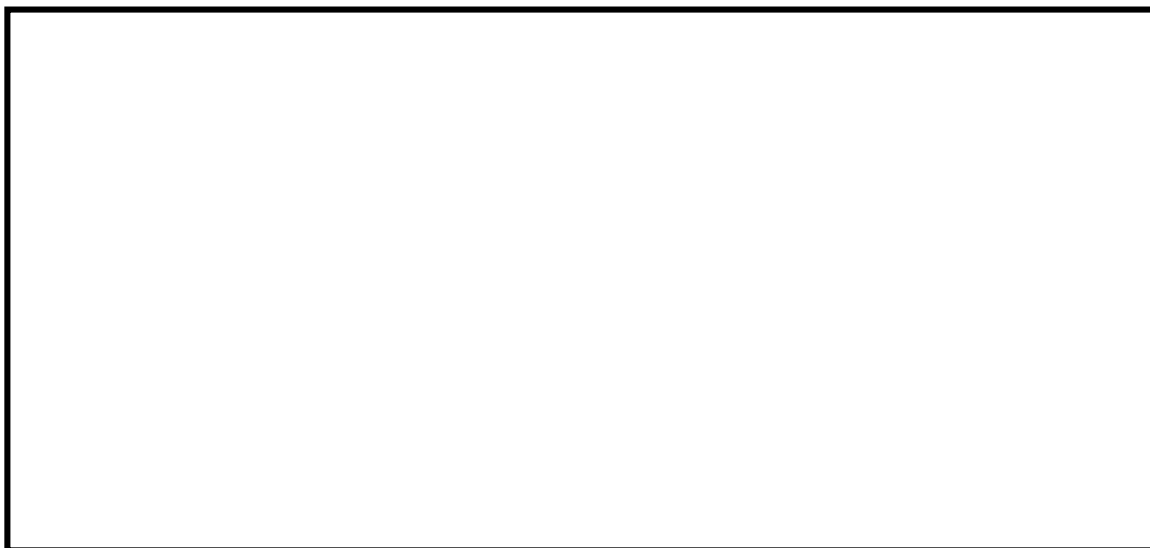
○原子炉建屋1階 東側通路

原子炉建屋1階 東側通路に設置されている機器は、計器ラック、電動弁、空気作動弁等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計器ラック



電動弁



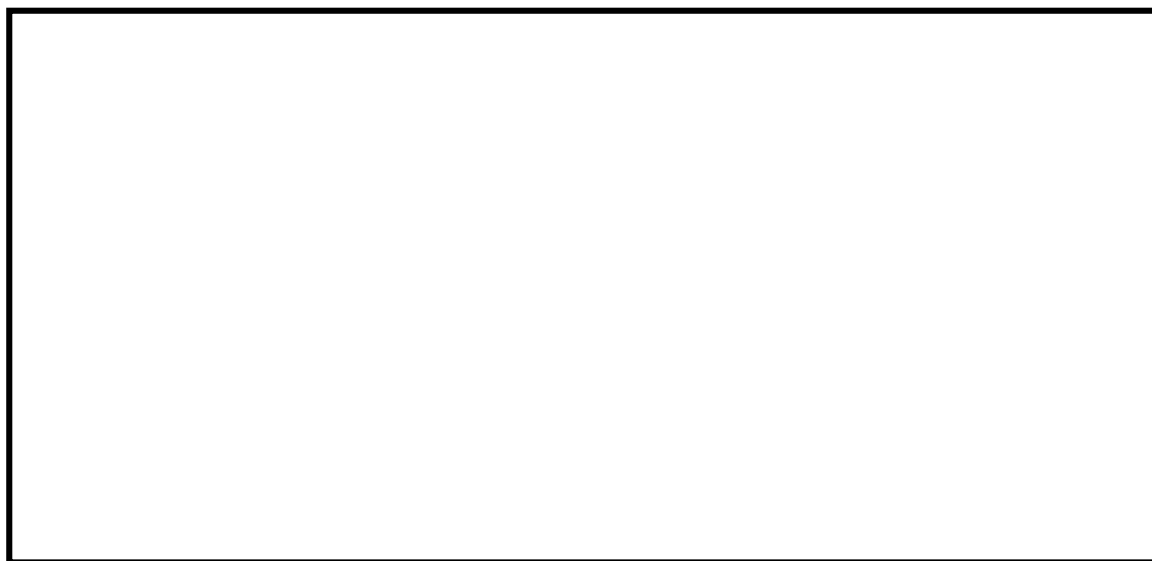
○原子炉建屋1階 西側通路

原子炉建屋1階 東側通路に設置されている機器は、電動弁、サンプルラック、電磁弁等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

電磁弁



電動弁



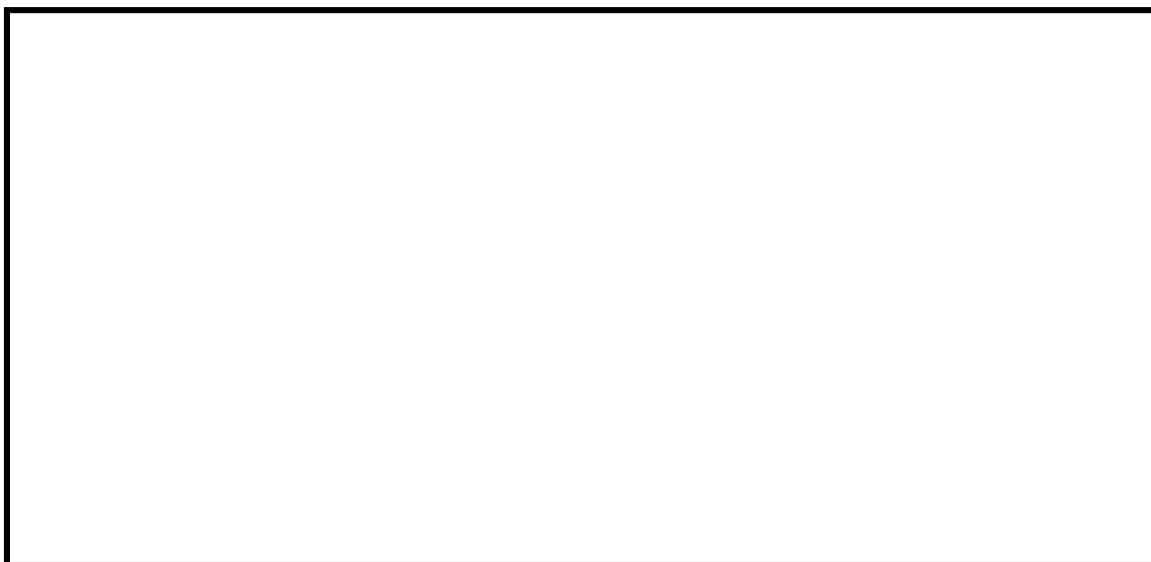
○原子炉建屋2階 東側通路

原子炉建屋2階 東側通路に設置されている機器は、計器ラック、通路上部の電動弁等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計器ラック



電動弁



○原子炉建屋2階 南側通路

原子炉建屋2階 南側通路に設置されている機器は、空気作動弁、作業用台車、現場盤等である。これらは筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

空気作動弁



作業用台車



現場盤



○原子炉建屋2階 西側通路

原子炉建屋2階 西側通路に設置されている機器は、現場盤、エリアモニタ等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

現場盤



エリアモニタ



○原子炉建屋3階 北側通路

原子炉建屋3階 北側通路に設置されている機器は、電動弁、検出器等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

電動弁



検出器



○原子炉建屋3階 東側通路

原子炉建屋3階 東側通路に設置されている機器は、通路上部の電動弁、計器、制御盤、水圧制御ユニット(HCU)等である。これらは、筐体、金属容器、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上にある電源盤、通路上部のケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

電動弁



計器



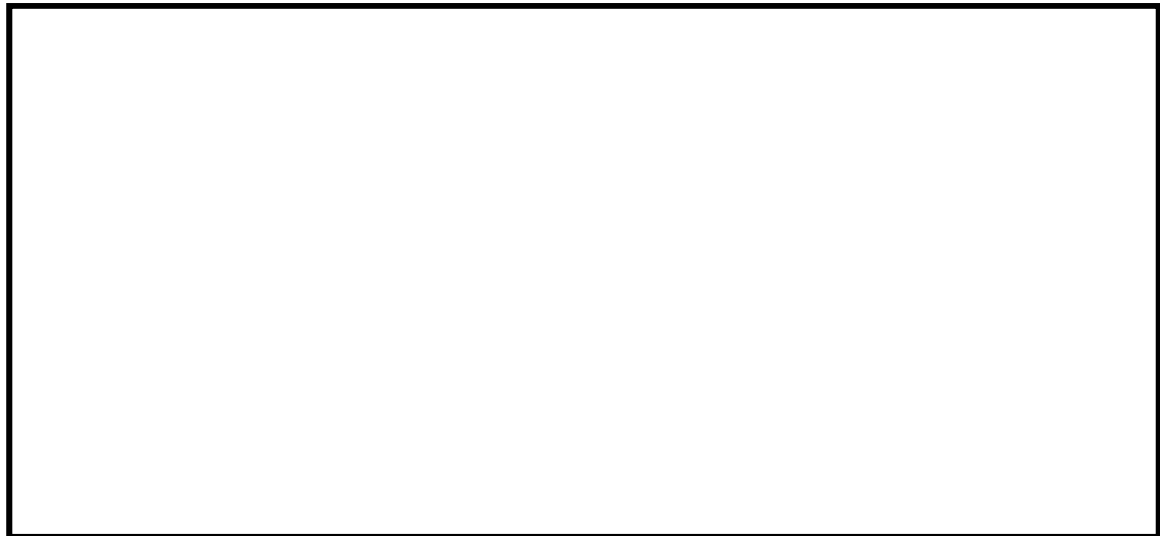
○原子炉建屋3階 西側通路

原子炉建屋3階 西側通路に設置されている機器は、東側同様に水圧制御ユニット (HCU) が設置されており、この他計器や通路上部に電動弁などがある。である。これらは、筐体、金属容器、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上に設置されるHPU(制御油発生装置)、電源盤、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計器



電動弁



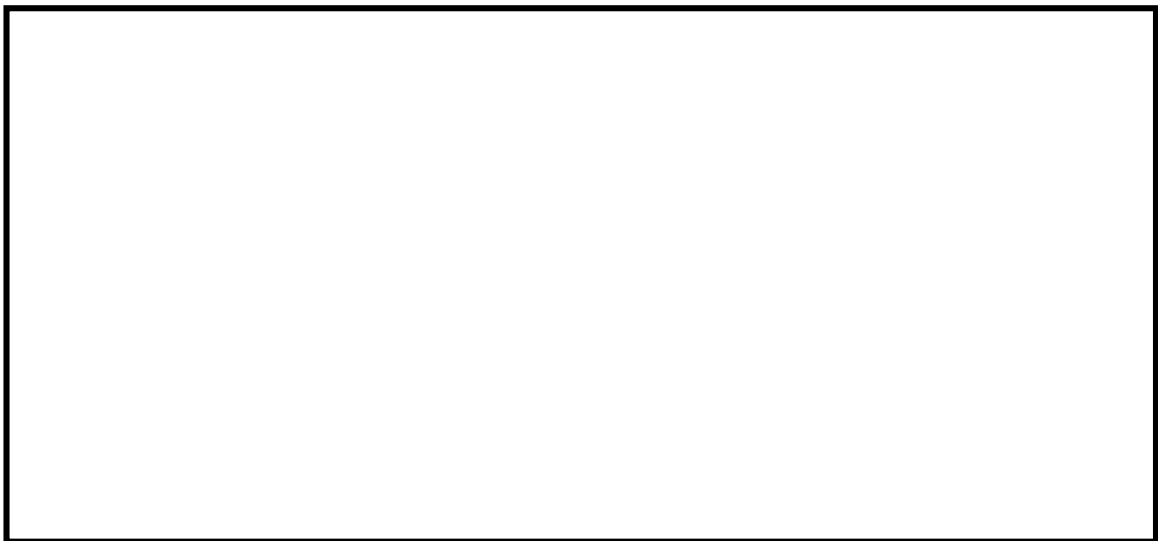
○原子炉建屋3階 南側通路

原子炉建屋3階 南側通路に設置されている機器は、FCSユニット、空気作動弁、計器等である。これらは、不燃性の鋼製容器で覆われていること、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上に設置されるHPU(制御油発生装置)、電源盤、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

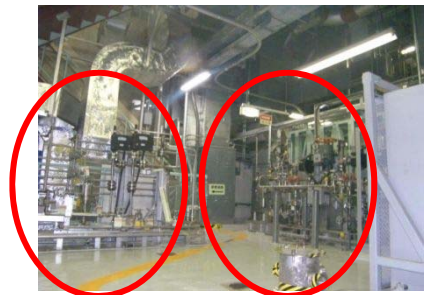
FCSユニット



空気作動弁



計器



○原子炉建屋4階 北側通路

原子炉建屋4階 北側通路に設置されている機器は、エリアモニタ、現場盤等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上の電源盤、通路上部にある一部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

エリアモニタ



現場盤



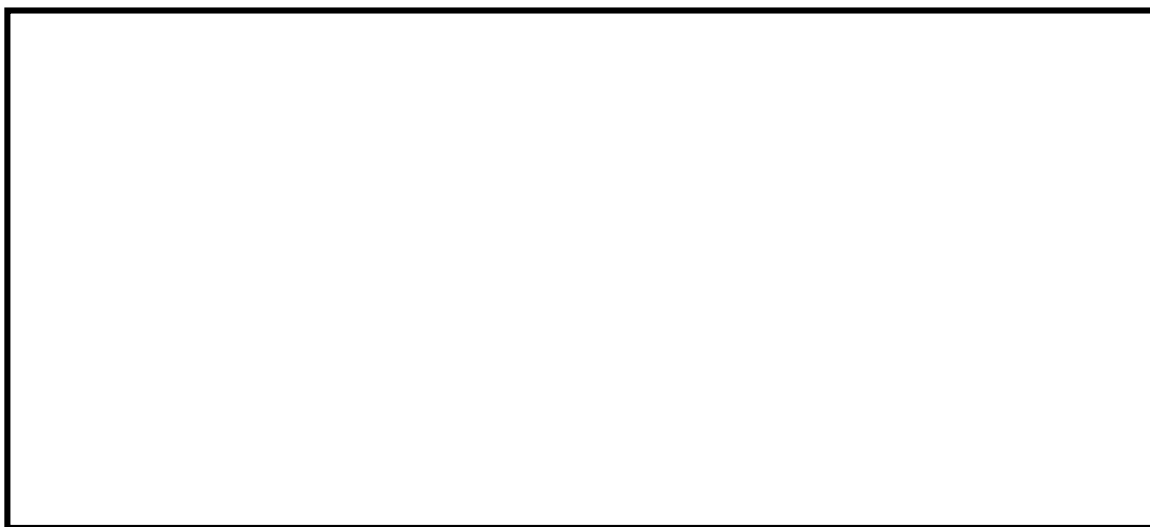
○原子炉建屋4階 南側通路

原子炉建屋4階 南側通路に設置されている機器は、現場盤、計器等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上に設置される油内包機器のPLR-MGセット(低速度用電源装置)、冷凍機、電源盤、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

現場盤



計器



○原子炉建屋4階 東側通路

原子炉建屋4階 東側通路に設置されている機器は、計器や手動弁、電動弁等である。これらは、不燃材の金属、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としているとともに、クレーンは通常は通電されておらず発火源がないこと、使用時のみ電源を投入し、使用時は近傍に作業員が居るため、万が一火災が発生してもすぐに消火が可能であることから、火災が発生するおそれはない。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

エリアレイアウト



設置されている機器

計器



電動弁



○原子炉建屋4階 西側通路

原子炉建屋4階 西側通路に設置されている機器は、計器ラックや現場盤等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上に設置される油内包機器のPLR-MGセット(低速度用電源装置)、冷凍機、電源盤、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計器ラック



現場盤



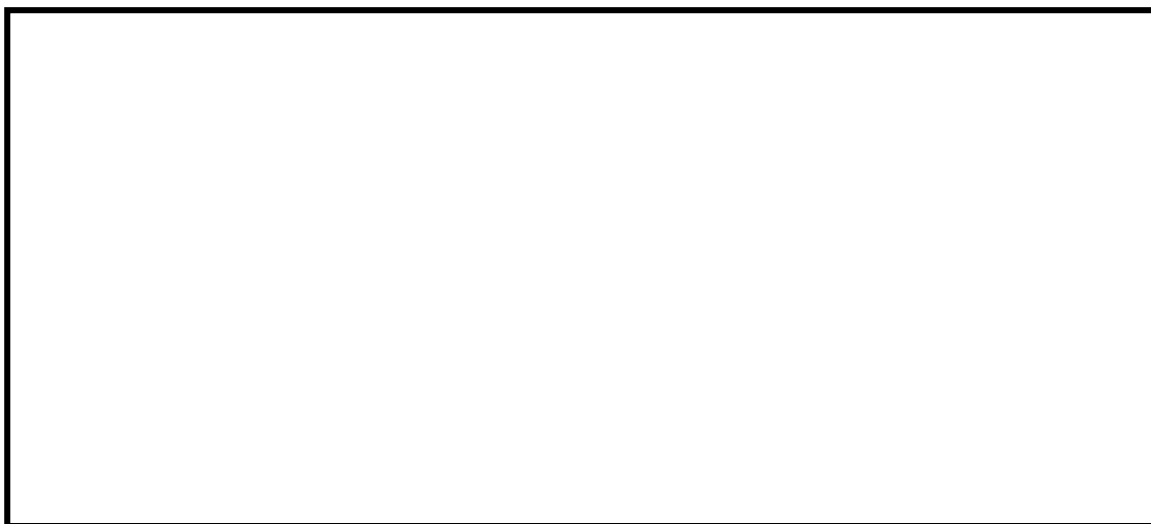
○原子炉建屋5階 東側通路

原子炉建屋5階 東側通路に設置されている機器は、計装ラック、現場盤等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上部にある一部のケーブルトレイ及び原子炉建屋ガス処理系の設備には局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計装ラック



現場盤



○原子炉建屋5階 西側通路

原子炉建屋5階 西側通路に設置されている機器は、計装ラック、制御盤等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

なお、通路上にある油内包機器のSLCポンプ及びケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計装ラック



現場盤



○原子炉建屋6階 オペレーティングフロア

原子炉建屋6階 オペレーティングフロアに設置している機器は、エリアモニタ、クレーン等である。これらは管体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としていること、また、クレーンは通常で通電されておらず発火源がないこと、使用時のみ電源を投入し、使用の際は近傍に作業員がいるため、万が一、火災が発生しても初期消火活動が可能であることから、火災が発生するおそれはない。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならない。

エリアレイアウト



設置されている機器

エリアモニタ



クレーン



添付資料 12

東海第二発電所における安全機能を有する
構築物，系統及び機器周辺の可燃物等の
状況について

東海第二発電所における安全機能を有する構築物，系統及び機器周辺の
可燃物等の状況について

1. 目的

安全機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域又は火災区画（以下，「火災区域（区画）」という。）は，基本的に火災発生時の煙の充満により消火活動が困難となるものとして選定するが，屋外のように火災が発生しても煙が大気へ排気される火災区域（区画），煙の充満のおそれがある可燃物に対して局所ガス消火設備を設置する設計とする通路部に加え，可燃物が少ない火災区域（区画）は，火災発生時に煙の充満により消火活動が困難とならないことから，消火器及び消火栓による消火が可能である。

したがって，安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域（区画）の現場の状況を確認し，火災発生時の煙の充満により消火活動が困難とならない火災区域（区画）を選定する。

2. 火災発生時の煙の充満により消火活動が困難とならない火災区域（区画）の
可燃物状況について

安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域（区画）のうち，火災発生時の煙の充満により消火活動が困難とならない火災区域（区画）の現場状況を以下に示す。なお，これらの火災区域（区画）は，発火源となる高温の熱源がないことや，火災源となる可燃物がほとんどないことに加え，持込み可燃物管理により火災荷重を低く抑える。具体的には，危険物の仮置き禁止，火災区域（区画）に仮置きされる可燃物の種類，量の確認と，火災荷重の評価を行

う。火災区域(区画)内の仮置きについても、安全機能を有する構築物、系統及び機器の周辺には仮置きしないよう管理する。以上の持込み可燃物管理に係る要領については、火災防護計画に定める。

(1) R/B B2階 通路

R/B B2 階通路に設置している機器は、通路上部に電動弁があり、ケーブルは電線管又は可とう式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置していない。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路部に一部布設されるケーブルトレイについては、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

通路部



通路部上部の電動弁，電線管他



(2)R/B B1 階 東側通路

R/B B1階東側通路に設置している機器は、計器ラックや通路上部に電動弁があり、ケーブルは電線管又は可とう式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置されていない。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路部に設置される電源盤や、通路上部に設置されるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

通路上部の電動弁，電線管他



計器ラック



(3)R/B B1階 西側通路

R/B B1階 西側通路に設置している機器は、計器ラックや電動弁があり、ケーブルは電線管又は可とう式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置されていない。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路部に設置されるCRDポンプや電源盤、通路上部に設置されるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

電動弁



計器ラック



(4) R/B B1 階 RHR 熱交換器 B 室

R/B B1 階 RHR 熱交換器 B 室に設置している機器は、熱交換器や電動弁等があり、ケーブルは電線管又は可とう式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置していない。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器または消火栓による消火が可能である。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

熱交換器



電動弁他



(5) R/B 1階 東側通路

R/B 1階 東側通路に設置している機器は、計器ラックや電動弁などがあり、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置していない。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路上部布設にされるケーブルトレイについては、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

計器ラック



電動弁



(6) R/B 1 階 西側通路

R/B1 階 西側通路に設置している機器は、配管や配管サポート、電動弁などがある。ケーブルは電線管または可倒式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置していない。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路上部に布設されるケーブルトレイについては、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

通路上の機器設置状況



電動弁及び電線管他



(7) R/B 2階 MS トンネル室

MS トンネル室に設置している機器は、主蒸気隔離弁、電動弁、主蒸気管トンネル冷却ファンが設置されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物としては駆動部に潤滑油を使用している。駆動部は不燃材である金属で覆われており、設備外部に燃え広がることはない。その他に可燃物は設置しておらず、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器または消火栓による消火が可能である。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

主蒸気隔離弁



電動弁



冷却ファン

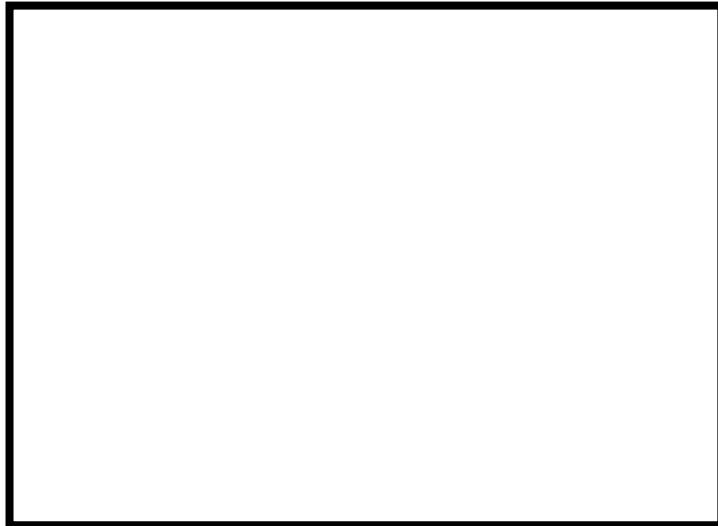


(8) R/B 2階 CUW 弁操作室

CUW 弁操作室に設置している機器は、電動弁や配管などが設置されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器または消火栓による消火が可能である。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

電動弁他



可とう式電線管他



(9) R/B 2階 東側通路

R/B 2階 東側通路に設置している機器は、計器ラックや通路上部の電動弁、作業用台車などがあり、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置していない。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路上部に布設されるケーブルトレイについては、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

計器ラック



通路上部の電動弁



作業用台車他



(10) R/B 2階 西側通路

R/B 2階 西側通路に設置している機器は、空気作動弁、作業用台車、制御盤等などがある。これらは不燃材、難燃材で構成されており、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。制御盤は不燃材である金属で覆われており、設備外部に燃え広がることはない。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路上部に布設されるケーブルトレイについては、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

空気作動弁



作業用台車



制御盤等



(11) R/B 3 階 東側通路

R/B3 階東側通路に設置している機器は、電動弁、計器、制御盤、水圧制御ユニット(HCU)等などがある。これらは不燃材、難燃材で構成されており、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路上に設置される HPU(制御油発生装置)、電源盤、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

電動弁



HCU 上部



HCU



(12) R/B 3階 西側通路

R/B3 階西側通路に設置している機器は，東側同様に水圧制御ユニット (HCU) が設置されており，その他計器や通路上部に電動弁などがある。これらは不燃材，難燃材で構成されており，ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また，可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから，煙の充満により消火活動が困難とならないため，消火器または消火栓による消火が可能である。

なお，通路上に設置される制御油発生装置 (HPU)，電源盤，通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

計器



通路上部の電動弁



(13) R/B 4階 東側通路

R/B 4階東側通路に設置している機器は、計器や手動弁、電動弁、クレーンなどがある。これらは不燃材、難燃材で構成されており、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路上に設置される電源盤、通路上部の一部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

計器



電動弁



(14) R/B 4階 西側通路

R/B 4階東側通路に設置している機器は、計器ラックやモニタ盤などがある。モニタ盤は不燃性の筐体で覆われており、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器による消火が可能である。

なお、通路上に設置される油内包機器のPLR-MGセット(低速度用電源装置)、冷凍機、電源盤、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

計器ラック，モニタ盤等



(15) R/B 5階 西側通路

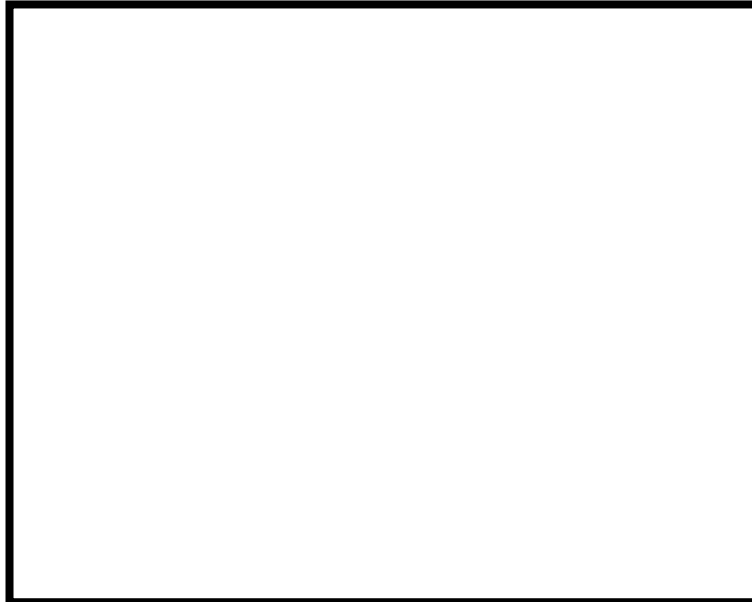
R/B5 階西側通路に設置している機器は、計器ラック、制御盤などがある。

ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器による消火が可能である。

なお、通路上に設置される油内包機器の SLC ポンプ、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

計器，計器ラック等



東海第二発電所における
火災防護対象機器等の系統分離について

【目次】

1. 概要
 2. 要求事項
 3. 火災防護対象機器等の選定
 4. 相互の系統分離の考え方
 5. 火災の影響軽減対策
 - 5.1 火災区域を構成する耐火壁
 - 5.2 互いに相違する系列の火災防護対象機器等を分離する耐火壁等
 6. 中央制御盤の火災の影響軽減対策
 - 6.1 中央制御盤内の分離対策
 - 6.2 中央制御室床下の分離対策
 - 6.3 中央制御室火災時の原子炉の安全停止に係る影響評価
- 添付資料 1 東海第二発電所における火災の影響軽減のための系統分離対策について
- 添付資料 2 東海第二発電所における系統分離に使用する障壁等の耐火性能について
- 添付資料 3 東海第二発電所における中央制御盤内の分離について
- 添付資料 4 東海第二発電所における中央制御室のケーブルの分離状況
- 添付資料 5 東海第二発電所における中央制御室の制御盤の火災を想定した場合の対応について

東海第二発電所における火災防護対象機器等の系統分離について

1. 概要

東海第二発電所では、以下の要求事項を考慮し、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブル(以下「火災防護対象機器等」という。)の重要度に応じ、それらを設置する火災区域(区画)内の火災及び隣接する火災区域(区画)における火災による影響に対して、火災の影響を軽減するための対策を行う。

2. 要求事項

火災防護対象機器等の系統分離は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(以下「火災防護に係る審査基準」という。)の「2.3 火災の影響軽減」に基づき実施することが要求されている。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(抜粋)

2.3 火災の影響軽減

2.3.1 安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し、以下の各号に掲げる火災の影響軽減のための対策を講じた設計であること。

- (1) 原子炉の高温停止及び低温停止に係わる安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域については、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離すること。

(2) 原子炉の高温停止及び低温停止に係わる安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その相互の系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離を行うために、火災区画内又は隣接火災区画間の延焼を防止する設計であること。

具体的には、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが次に掲げるいずれかの要件を満たしていること。

a. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて互いの系列間が3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離されていること。

b. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間の水平距離が6m以上あり、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。この場合、水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質が存在しないこと。

c. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する障壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。

3. 火災防護対象機器等の選定

火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」では、原子炉施設のいかなる火災によっても、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を高温停止及び冷温停止できることを求め、また、原子炉の高温停止及び冷温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じて、「その相互の系統分離」を要求している。

火災が発生しても、原子炉を高温停止及び冷温停止するためには、プロセスを監視しながら原子炉を停止し、冷却を行うことが必要であり、このためには手動操作に期待してでも、以下の機能を達成するための機器を少なくとも一系統確保することが必要である。

[原子炉の安全停止に必要な機能]

- (1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能
- (2) 過剰反応度の印加防止機能
- (3) 炉心形状の維持機能
- (4) 原子炉の緊急停止機能
- (5) 未臨界維持機能
- (6) 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能
- (7) 原子炉停止後の除熱機能
- (8) 炉心冷却機能
- (9) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能
- (10) 安全上特に重要な関連機能
- (11) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能
- (12) 事故時のプラント状態の把握機能
- (13) 制御室外からの安全停止機能

このため、原子炉の安全停止に必要な機能について、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」より抽出し、これらの機能に対し、火災によってこれらの機能に影響をおよぼす系統、及びこれらの系統に対する原子炉の安全停止に必要な機器を、資料 2「東海第二発電所における原子炉の安全停止に必要な機器の選定について」で選定する。

なお、上記で選定された機器は、火災が発生した場合に原子炉の安全停止に影響をおよぼす機器であることから、これらを「火災防護対象機器」とし、火災防護対象機器を動作または制御するケーブル(電源盤、制御盤を含む)を「火災防護対象ケーブル」とする。

4. 相互の系統分離の考え方

原子炉の高温停止及び冷温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器における「その相互の系統分離」を行う際には、単一火災(任意の一つの火災区域で発生する火災)の発生により、相互に分離された安全系区分のすべての安全機能が喪失することのないよう、安全区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲそれぞれの境界を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等で分離する。(第7-1図)

	安全区分Ⅰ	安全区分Ⅱ	安全区分Ⅲ
高温停止	原子炉隔離時冷却系 自動減圧系(A) 低圧注水(A) 低圧炉心スプレイ (LPCS)系	自動減圧系(B) 低圧注水系(B) 低圧注水系(C)	高圧炉心スプレイ (HPCS)系
冷温停止	残留熱除去系(A) 残留熱除去系海水系(A)	残留熱除去系(B) 残留熱除去系海水系(B)	—
電源	非常用ディーゼル発電 機(C)系 直流電源(A)系	非常用ディーゼル発電 機(D)系 直流電源(B)系	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機 (HPCS)系 直流電源(HPCS)系

安全区分ⅠとⅡ、Ⅲの境界を3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離

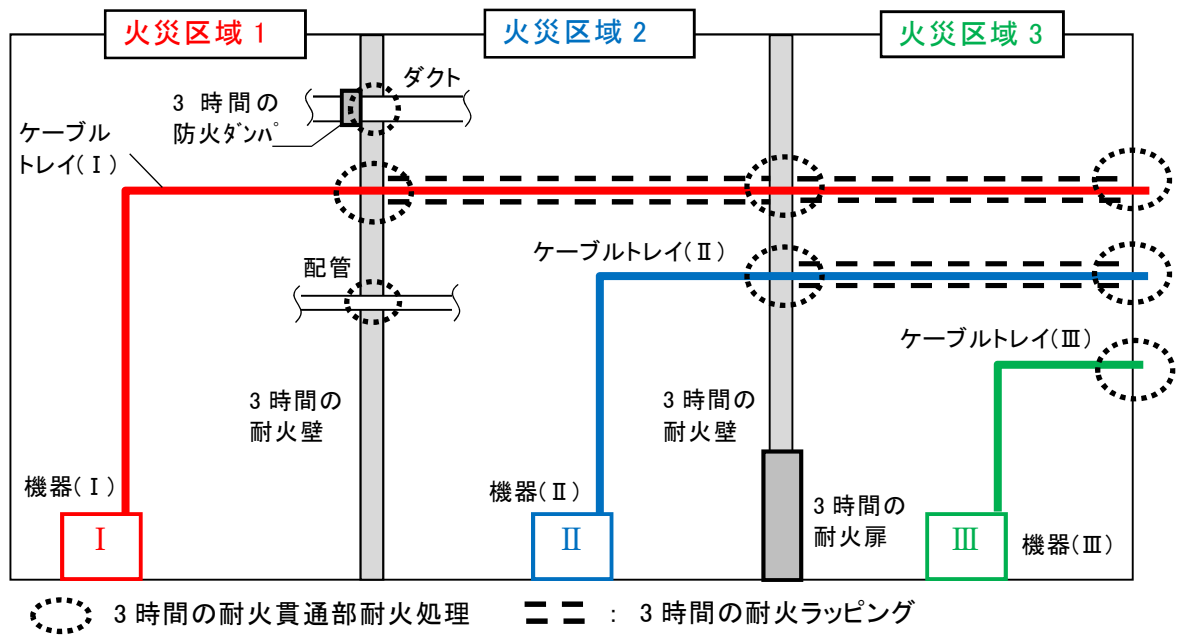
第7-1図 3時間耐火能力を有する隔壁等による系統分離の概要

5. 火災の影響軽減対策

火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」(1)及び(2)a.では、「原子炉の高温停止及び冷温停止に関わる安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域」及び「互いに相違する系列の火災防護対象機器等の系列間」を、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁または隔壁等により分離することが要求されている。

東海第二発電所では、相互の系統分離が必要な箇所については、「3時間以上の耐火壁又は隔壁」によって分離することとしている。東海第二発電所で実施する「3時間以上の耐火壁又は隔壁」を以下に示す。(第7-2図)

なお、以下に示す以外の耐火壁及び隔壁等についても、火災耐久試験により3時間以上の耐火性能が確認できたものは、「3時間以上の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁等」として使用する設計とする。(添付資料1)



第 7-2 図 火災の影響軽減対策のイメージ

5.1 火災区域を構成する耐火壁

火災区域は、3時間以上の耐火性能を有する耐火壁(壁，貫通部シール，扉及びダンパ)・隔壁等(耐火間仕切り，ケーブルトレイ等耐火ラッピング)(添付資料2)で分離する設計とする。

耐火壁のうち，コンクリート壁は，建築基準法を参考に国内の既往文献にて確認した結果，3時間耐火に必要な最少壁厚以上の壁厚が確保されていること確認した。コンクリート壁以外の耐火壁・障壁等については，火災耐久試験により3時間以上の耐火性能を確認したものを使用する。耐火壁等の設置に係る現場施工では，火災耐久試験の試験仕様に基づき，耐火性能を確保するために必要な施工方法及び検査項目を定める。

また，屋外に設置している以下の火災防護対象機器等については，「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」に基づき，火災区域を設定する。

○軽油貯蔵タンクエリア

○非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリア

5.2 互いに相違する系列の火災防護対象機器等を分離する耐火壁等

互いに相違する系列の火災防護対象機器等は，火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を確認した隔壁等(ラッピング材等。添付資料2)で系統分離する。

6. 中央制御盤の火災の影響軽減対策

6.1 中央制御盤内の分離対策

中央制御室の火災防護対象機器等は，運転員の操作性及び視認性向上をもくめるとして近接して設置することから，互いに相違する系列の水平距離を6m以上確保することや互いに相違する系列を1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離することが困難である。

したがって，中央制御盤内の火災防護対象機器等は，以下に示す実証試験結果に基づく離隔距離等による分離対策，高感度煙感知器の設置による早期の火災感知及び常駐する運転員による早期の消火活動を行う設計とする。

a. 離隔距離による分離

中央制御室の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルである操作スイッチ及びケーブルは，IEEE384-1992に基づく分離対策を実施するとともに，火災を発生させて近接する他の構成部品に火災の影響がないことを確認した実証試験^{※1}に基づき，以下の分離対策を講じる。(添付資料3)

※1 出典：「ケーブル，制御盤及び電源盤火災の実証試験」，TLR-088，(株)東芝 H25年3月

(a) 制御盤は厚さ3.2mm以上の金属製筐体で覆う設計とする。

(b)安全系異区分が混在する制御盤内では、区分間に厚さ 3.2mm 以上の金属製バリアを設置するとともに盤内配線ダクトの離隔距離を 3cm 以上確保する設計とする。

(c)安全系異区分が混在する制御盤内にある操作スイッチは、厚さ 1.6mm 以上の金属製筐体で覆う設計とする。

(d)安全系異区分が混在する制御盤内にある配線は、金属製バリアにより覆う設計とする。

(e)当該ケーブルに火災が発生しても延焼せず、また、周囲への火災の影響を与えない金属外装ケーブル、ビニル電線、テフゼル電線及び難燃ケーブルを使用する設計とする。

厚さ 1.6mm の金属製筐体の例



金属製筐体：厚さ 1.6mm 以上
(約 3.2mm)

厚さ 3.2mm の金属バリアと 3cm 以上の離隔距離の例



金属製バリア：厚さ 3.2mm 以上
(約 4mm)

離隔距離：3cm 以上
(約 3cm 以上)

() : 実機計測値

第 7-2 図 中央制御盤内のバリア状況

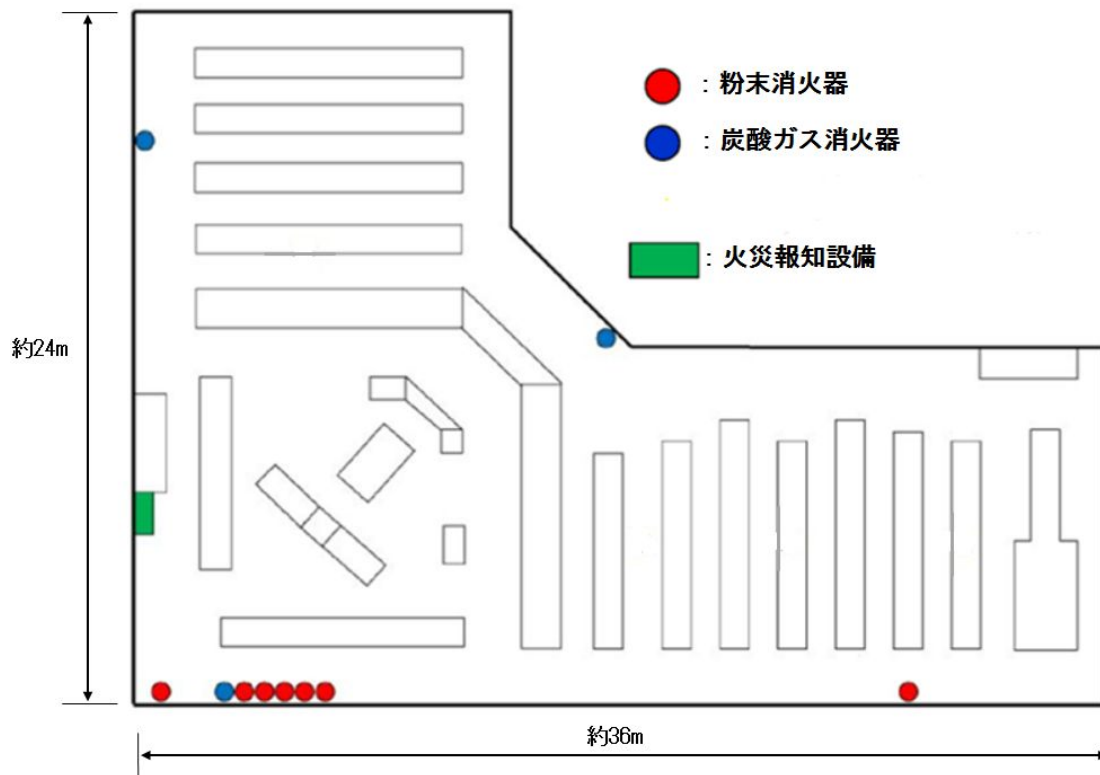
b. 火災感知設備

中央制御室の制御盤のうち、一つの制御盤内に複数の安全区分のケーブルや機器が設置されているものや、中央制御室のみで監視可能な火災防護対象機器が設置されているものの盤には、制御盤内の火災の早期感知のため、高

感度の煙感知器を設置する設計とする。(資料5 添付3)

c. 消火設備

中央制御盤の制御盤内の火災は、電気機器に影響がない二酸化炭素消火器を使用し、運転員による消火を行う設計とする。中央制御室のエリア概要を第7-3図に示す。また、運転員による制御盤内の火災に対する二酸化炭素消火器による消火の概要を第7-4図に示す。さらに、火災の発生箇所の特が困難な場合も想定し、サーモグラフィカメラ等、火災の発生箇所を特定できる装置を配備する設計とする。



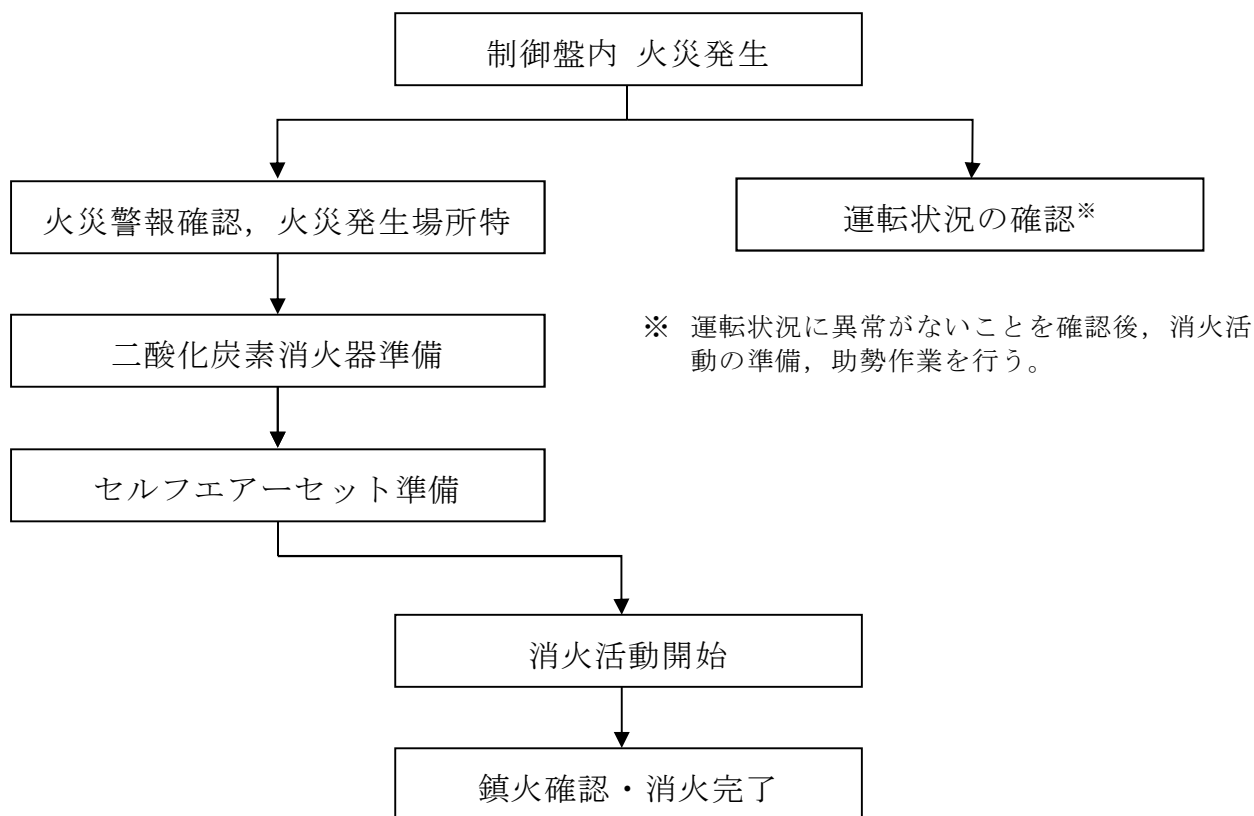
第7-3図 中央制御室について

火災が発生した場合、運転員は受信機盤により、火災が発生している区画
8条-別添1-資料7-9

を特定する。消火活動は2名で行い、1名は直ちに至近の二酸化炭素消火器を準備し、火災発生箇所に対し消火活動を行う。もう1名は、予備の二酸化炭素消火器の準備等を行う。

制御盤内での消火活動を行う場合は、セルフエアーセットを装着し消火活動を行う。

なお、中央制御室内での移動は、距離が短いことから短時間で移動して、速やかな消火活動を実施する。



第7-4図 運転員による制御盤内の消火活動概要

二酸化炭素消火器を閉鎖された空間で使用する場合は、二酸化炭素濃度が上昇し酸素濃度を低下するおそれがあることから、運転員に対して二酸化炭素消火器の取扱いに関する教育・訓練を行うとともに、制御盤内で消火活動を行う場合は、セルフエアーセットを装着する等消火手順を定める。

6.2 中央制御室床下の分離対策

中央制御室の床下は，以下の分離対策を実施する。

a. 分離板等による分離

中央制御室床下に布設する安全系区分の異なるケーブルは，1 時間以上の耐火能力を有する分離板または障壁で分離する設計，または実証試験等において火災により近接する他の構成部品に火災の影響がないことを確認した設計とする。(第 7-5 図)また，ある区分の安全系ケーブルが布設されている箇所に別区分のケーブルを布設する場合は，1 時間以上の耐火能力を有する耐火材で覆った電線管に布設する設計とする。(添付資料 4)

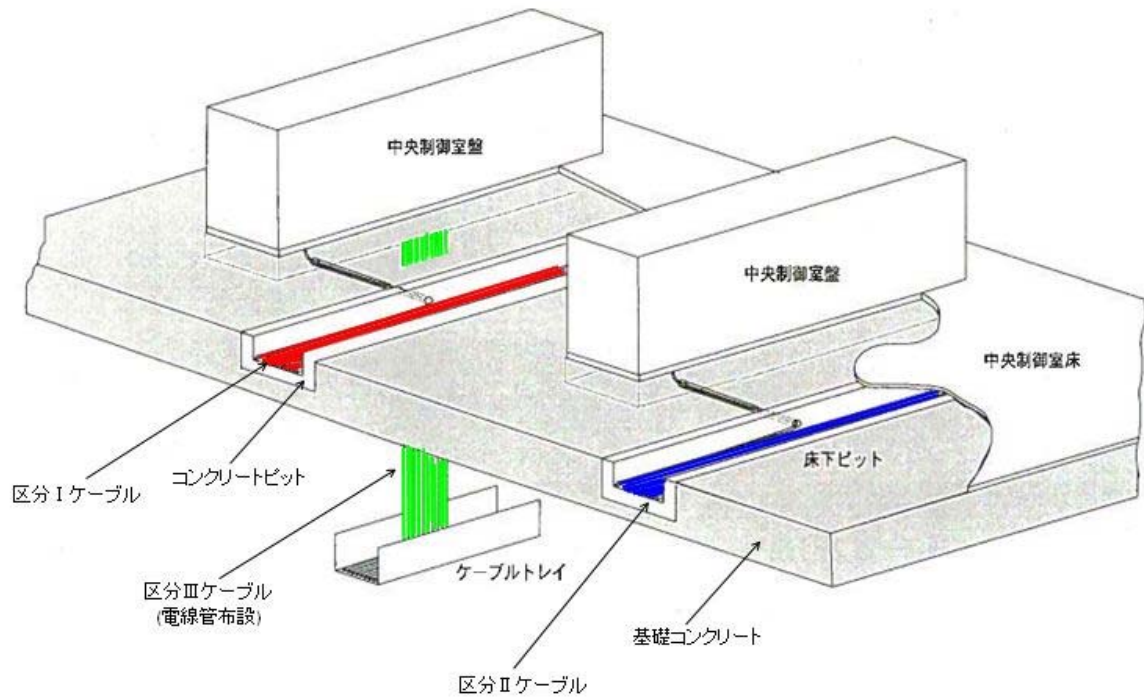
b. 火災感知設備

中央制御室床下には，固有の信号を発する異なる 2 種類の煙感知器，熱感知器を組合わせて設置する設計とする。これらの火災感知設備は，アナログ機能を有するものとする等，誤作動を防止する設計とする。また，感知設備は，外部電源喪失時においても火災の感知が可能となるよう，非常用電源から受電するとともに，火災受信機盤は中央制御室に設置し，常時監視できる設計とする。受信機盤は，作動した火災感知器を 1 つずつ特定できる機能を有する設計とする。

c. 消火設備

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない中央制御室には，ハロゲン化物消火設備，局所ガス消火設備は設置せず，粉末消火器または二酸化炭素消火器で消火を行う設計とする。中央制御室の床下コンクリートピット内は，粉末消火器または二酸化炭素消火器を使用し，運転員による消火を行う設計とする。

さらに、火災の早期消火を図るために、中央制御室床下の消火活動の手順を定めて、訓練を実施する。



第 7-5 図 中央制御室床下の構造図

6.3 中央制御室火災時の原子炉の安全停止に係る影響評価

中央制御室の火災により、中央制御室内の一つの制御盤の機能がすべて喪失したと仮定しても、他の制御盤での運転操作により、原子炉の安全停止が可能であることを確認した。その結果を添付資料 5 に示す。

さらに、中央制御室については、当該制御室を 3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等で囲うことにより、中央制御室内で火災が発生し原子炉緊急停止後、中央制御室が万が一機能喪失しても、制御室外原子炉停止装置からの操作により、原子炉の安全停止を達成することが可能な設計とする。

一方、制御室外原子炉停止装置についても、当該装置を 3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等で囲うことにより、火災で当該装置が万が一機能喪失し

ても、中央制御室からの操作により原子炉の安全停止を達成することが可能な設計とする。制御室外原子炉停止装置による操作機能、及び中央制御室のみで操作が可能な機能を第7-1表に示す。

第7-1表 制御室外原子炉停止装置と中央制御室による操作機能

	制御室外原子炉停止装置で 監視・操作可能	中央制御室のみ 監視・操作可能
設置場所		C/S 3階
原子炉減圧系	主蒸気逃がし弁3弁	自動減圧系
高圧炉心注水系	原子炉隔離時冷却系	高圧炉心スプレイ系
残留熱除去系	残留熱除去系(A)	残留熱除去系(B)
低圧注水系	残留熱除去系(A)	残留熱除去系(B)
残留熱除去系海水系	残留熱除去系海水系ポンプ (A), (C)	残留熱除去系海水系ポンプ (B), (D)
非常用交流電源系	非常用高圧母線(2C)	非常用高圧母線(2D, HPCS)
非常用直流電源系	非常用直流電源(2A)	非常用直流電源(2B, HPCS)
監視計器	原子炉水位・圧力 サプレッションプール水位・ 温度 ドライウエル温度・圧力 残留熱除去系流量 原子炉隔離時冷却系流量 復水貯蔵タンク水位 残留熱除去海水系流量	左記パラメータは監視可能

上記のとおり、中央制御室を3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で囲うことにより、中央制御室内で火災が発生し、原子炉緊急停止後、中央制御室が万が一機能喪失しても、制御室外原子炉停止装置からの操作により、原子炉の安全停止を達成することが可能である。

添付資料 1

東海第二発電所における火災の影響軽減の
ための系統分離対策について

東海第二発電所における火災の影響軽減のための系統分離対策について

1. 系統分離の基本的な考え方

原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器における「その相互の系統分離」をする際には、単一の火災(任意の一つの火災区域で発生する火災)の発生によって、相互に分離された安全系区分の全ての安全機能が喪失することがないように、安全区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲそれぞれの境界を火災区域の境界として3時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等で分離する。

	安全区分Ⅰ	安全区分Ⅱ	安全区分Ⅲ
高温停止	原子炉隔離時冷却系 自動減圧系(A) 低圧注水(A) 低圧炉心スプレイ (LPCS)系	自動減圧系(B) 低圧注水系(B) 低圧注水系(C)	高圧炉心スプレイ (HPCS)系
低温停止	残留熱除去系(A) 残留熱除去系海水系 (A)	残留熱除去系(B) 残留熱除去系海水系 (B)	—
電源	非常用ディーゼル発電 機(C)系 直流電源(A)系	非常用ディーゼル発電 機(D)系 直流電源(B)系	高圧炉心スプレイ系デ ィーゼル発電機(HPCS) 系 直流電源(HPCS)系

安全区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの境界を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等で分離

第1図 系統分離の概要

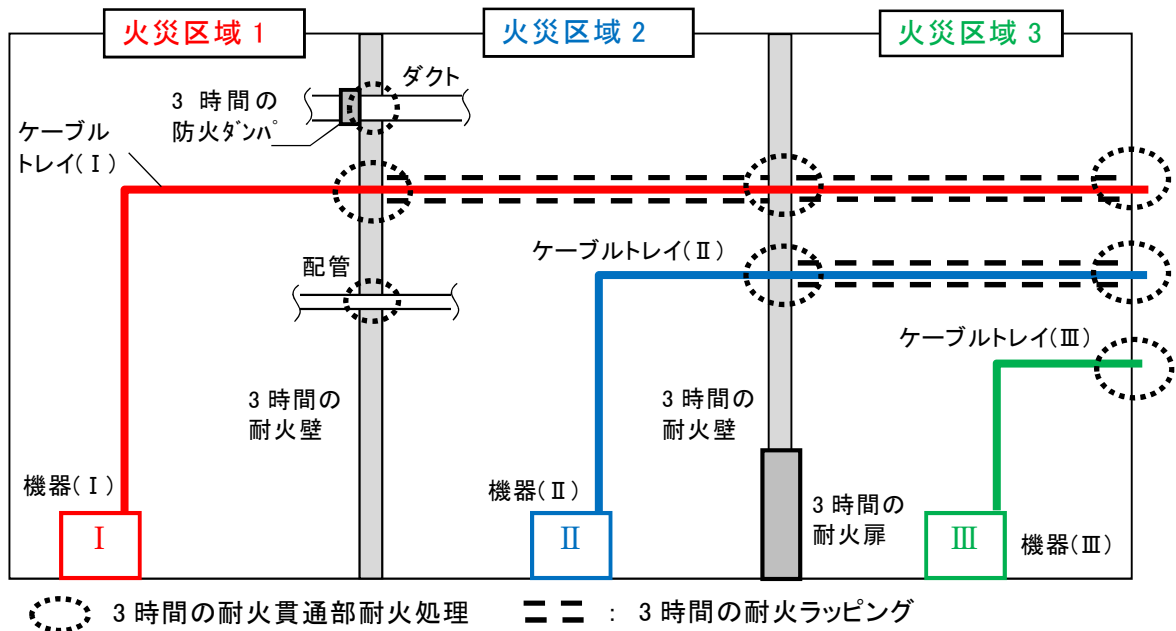
2. 系統分離のための具体的対策

2.1 火災区域内の系統分離対策

(1) ケーブルラッピング

火災防護対象機器に使用する安全系のケーブルが、異なる区分の区域に布設している場合、当該ケーブルが異なる区分の区域における単一の火災により機能喪失しないように、当該ケーブルが布設されたケーブルトレイ等を3時間以上の耐火性能を有する耐火ラッピング材で囲うこととする。

(第2図)



第7-2図 ケーブルラッピングによる系統分離概要

(2) 耐火間仕切り

火災防護対象機器である電動弁，制御盤等が異なる区分の区域に設置されている場合，当該電動弁，制御盤等が，異なる区分の区域での単一火災によって機能喪失することのないよう，原則として当該電動弁，制御盤等を3時間以上の耐火性能を有する間仕切りで囲うこととする。(第1表)

ただし，火災発生後に機能要求まで時間余裕があり，消火活動後に電動弁の手動操作によって機能を復旧できる電動弁については，耐火間仕切りの設置を必要としない。

第1表 異なる区分の区域に設置されている電動弁・制御盤等と分離対策

異なる区分の区域に設置されている機器等	系統分離対策(隔壁等)
RHR 最小流量バイパス弁	耐火間仕切り設置
RHR 停止時冷却外側隔離弁	RHR 停止時冷却系は原子炉の安全停止時における機能要求まで時間的余裕があることから，消火活動後に当該電動弁の手動操作にて機能を確保する
RCIC TURBINE CONTROL BOX(LCP-105)	耐火間仕切り設置
HPCS CST 側吸込弁	
HPCS 注入隔離弁	
HPCS S/P 側試験用調節弁	
RHR 注入隔離弁	
中央制御室外原子炉停止装置	

添付資料 2

東海第二発電所における系統分離に使用する障壁等の耐火性能について

東海第二発電所における系統分離に使用する障壁等の耐火性能について

1. はじめに

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」には、耐火壁、隔壁等の設計の妥当性が火災耐久試験によって確認されることが要求されている。

火災区域を構成する壁，貫通部シール，防火扉及び防火ダンパについて，3時間耐火の耐火性能の確認結果を以下に示す。

2. コンクリート壁の耐火性能について

東海第二発電所におけるコンクリート壁の3時間耐火性能に必要な最小壁厚について，国内の既往の文献より確認した結果を以下に示す。

3. 建築基準法による壁厚

火災強度2時間を超えた場合，建築基準法により指定された耐火構造壁はないが，建設省告示^{※1}の講習会テキストによりコンクリート壁の屋内火災保有耐火時間の算定方法が以下の式のとおり示されている。これにより壁の最少壁厚を算出することが可能である。

※1 「2001年版耐火性能検証法の解説及び計算例とその解説」（「建設省告示第1433号 耐火性能検証法に関する算出方式等を定める件」講習会テキスト(国土交通省住宅局建築指導課)）

$$t = \left[\frac{460}{\alpha} \right]^{3/2} 0.012 C_D D^2$$

t : 保有耐火時間(分)

α : 火災温度上昇係数(標準加熱曲線:460)^{※2}

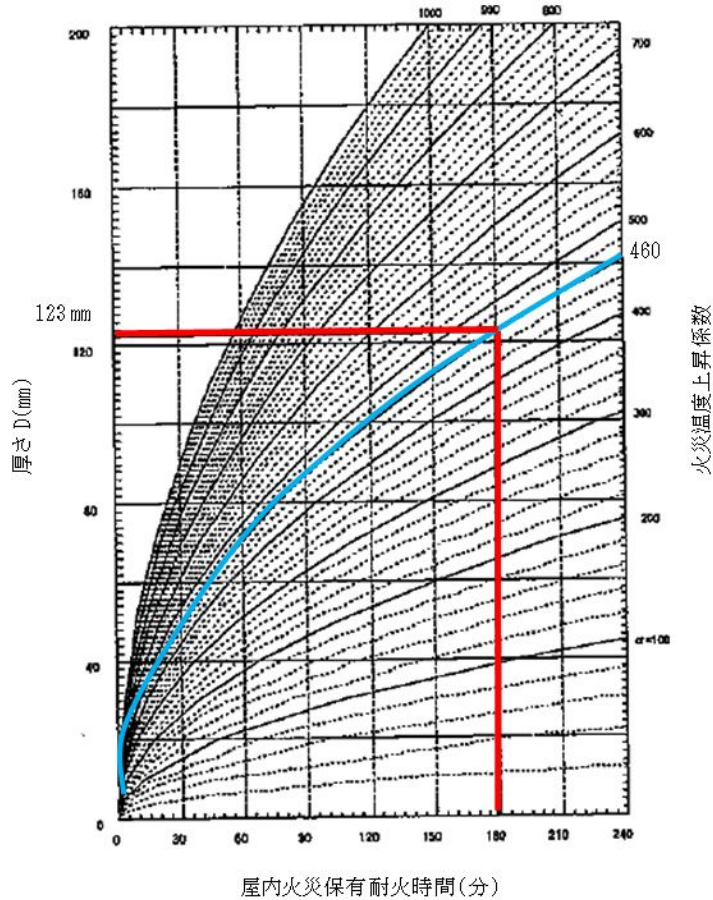
C_D : 遮熱特性係数

D : コンクリート壁の厚さ(mm)

※2 建築基準法の防火規定は2000年に国際的な調和を図るため，国際標準のISO方式が導入され，標準加熱曲線はISO834となり，火災温度係数 α は460となる

ここで、建築基準法の構造形式や認定耐火構造は、IS0834の標準加熱温度曲線に従って加熱され、非損傷性、遮熱性、遮煙性等について確認したものであり、標準加熱温度曲線の火災温度上昇係数 α は460となる。

遮熱特性係数は、普通コンクリートで1.0、軽量コンクリートで1.2であり、ここでは、普通コンクリートの1.0となる。



第1図 普通コンクリート壁の屋内火災保有耐火時間(遮熱性)の算定図

(「建設省告示第1433号 耐火性能検証法に関する算出方式等を定める件」講習会テキストに加筆)

上記式より、屋内火災保有耐火時間が180分(3時間)の場合に必要なコンクリート壁の厚さは、123mmと算出できる。また、第7-1図のとおり、屋内火災保有耐火時間240分(4時間)までの算定図が示されている。

なお、東海第二発電所における火災区域境界の最小壁厚は、普通コンクリートで150mmあることから、3時間耐火性能を有している。

4. 耐火障壁の耐火性能について

東海第二発電所における火災区域のうち、中央制御室非常用換気空調系、原子炉建屋ガス処理系を設置する火災区域に対し、当該火災区域内で互いに相違する系列の火災防護対象機器等の系列間を、3時間又は1時間以上の耐火能力を有する障壁等によって分離する。耐火隔壁としては、現地の施工性等を考慮し、鉄板＋発泡性耐火被覆を選定する。

選定した3時間及び1時間耐火障壁に対し、耐火障壁の基本設計の妥当性を確認するため、火災防護対象機器等を設置する場所で想定される火災を模擬した火災耐久試験等を実施する。火災耐久試験等の結果より、機器間に施工する3時間又は1時間耐火障壁としての実現性を評価する。

4.1 試験概要

4.1.1 耐火障壁の試験体・判定基準

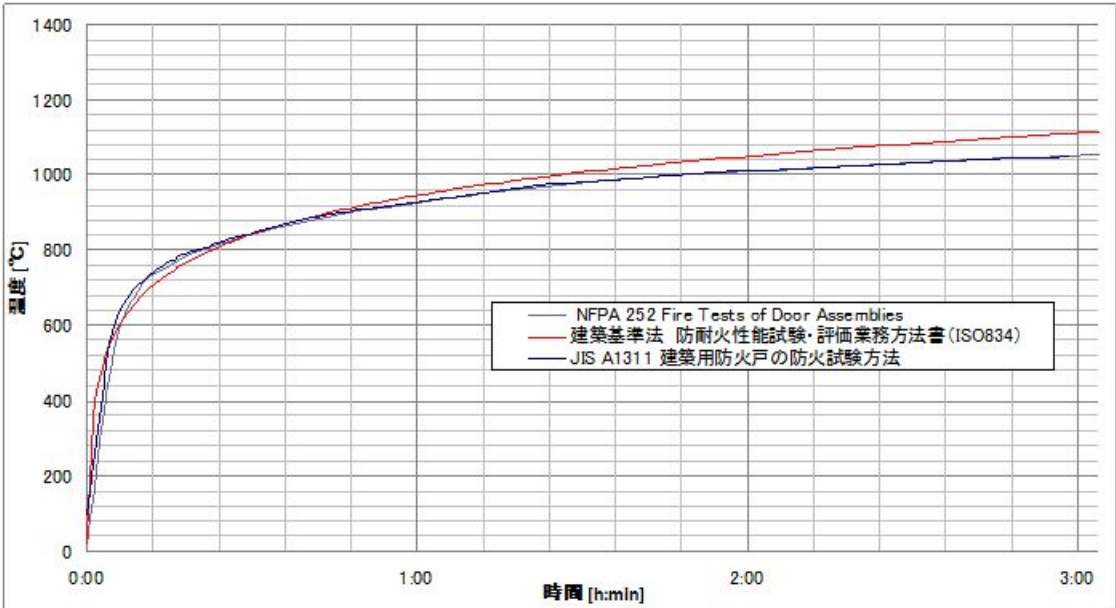
耐火試験は、鋼板に耐火被覆材を加工した試験体に対し、加熱温度が温度が最も厳しい建築基準法(IS0834)の加熱曲線を用いて加熱し、判定基準を満足するかを確認する。判定基準を第1表に、試験体仕様を第2表に、加熱曲線の比較を第2図に示す。

第1表 判定基準

確認項目	遮炎性の確認
判定基準	<ul style="list-style-type: none">・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと。



第 2 表 試験体仕様



第 2 図 加熱曲線の比較

4.1.2 試験結果

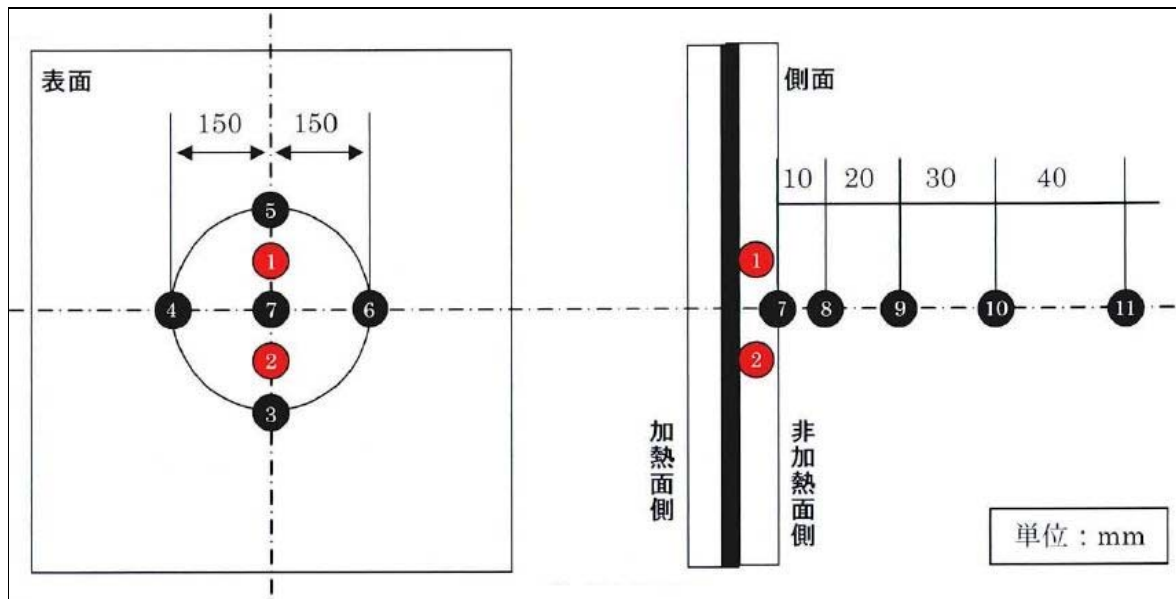
機器の分離を模擬した試験体による試験結果を第3表に示す。試験結果は、いずれの試験体においても非加熱面側への発炎、火炎の噴出、火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく、建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって、耐火障壁は3時間又は1時間の耐火性能を有している。試験前後の写真等を別紙1に示す。

第3表 耐火被覆材による耐火障壁の火災耐久試験結果

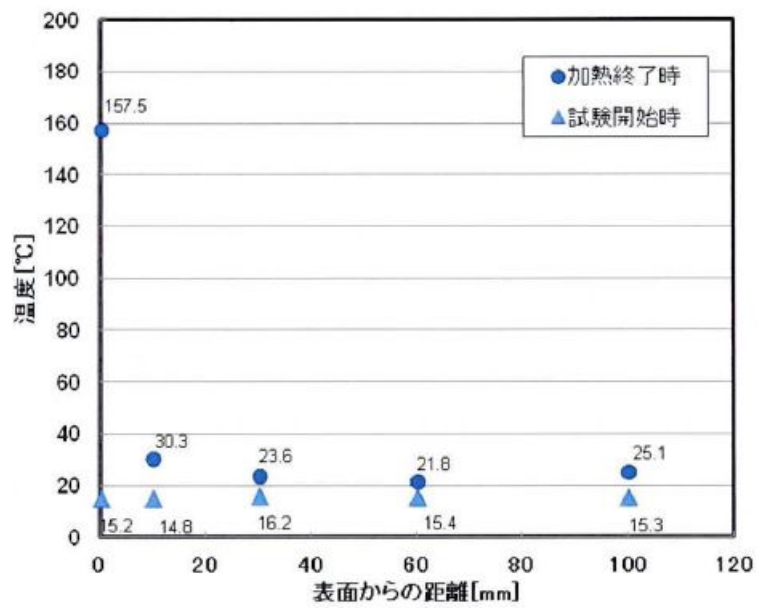
試験体	判定基準			試験結果
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	
試験体①	良	良	良	合格
試験体②	良	良	良	合格

試験体①については、10mm 離れていれば 30.3℃までしか上昇しないことを確認した。試験体②については、10 mm離れていれば 44.5℃までしか上昇しないことを確認した。第3図に非加熱面側の表面温度及び空間温度の測定位置を示す。また、非加熱面側の表面からの距離と温度変化を第4図に示す。

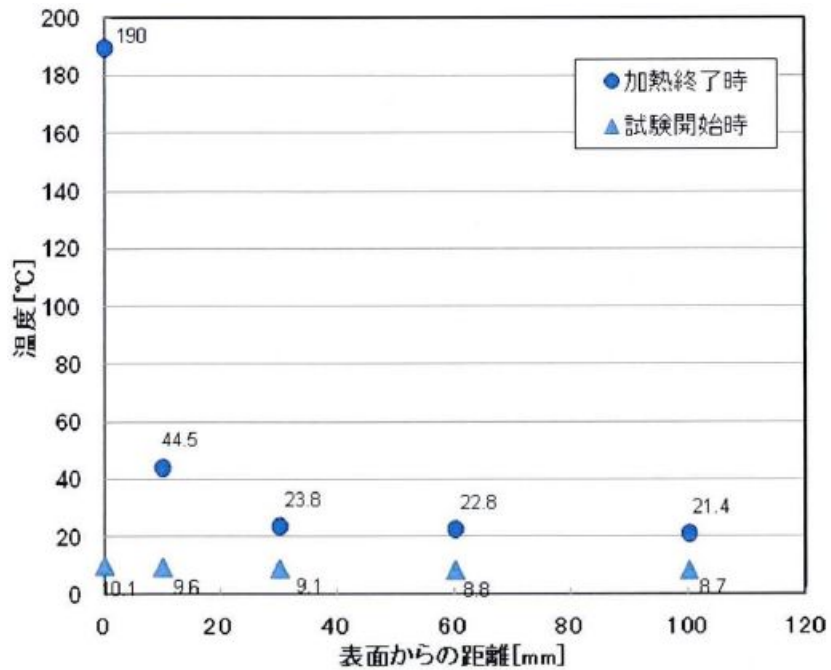
以上のことから、耐火被覆材による耐火障壁の施工については、耐火障壁表面から機器等までの最低離隔距離を10mm以上確保する設計とする。



第 3 図 非加熱面側の表面温度及び空間温度の測定位置



第 4 図 非加熱面側の表面からの距離と温度（試験体①）



第4図 非加熱面側の表面からの距離と温度（試験体②）

火災防護に係る審査基準 2.3.1 に基づいて設置する耐火障壁は、3 時間又は 1 時間耐火障壁として有効に機能するような設計が必要であるため、火災影響範囲の評価結果に基づき施工範囲を定める。評価は火災防護に係る審査基準 2.3.2 に規定される「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」に基づき実施し、「高温ガス」、「火炎・プルーム」及び「輻射」の観点で、互いに相違する系列の火災防護対象機器の系列間に火災影響が同時におよぶかを確認し、その影響範囲について耐火隔壁による分離がなされるよう施工を行う。

4.2.1 高温ガス

高温ガスによる火災防護対象機器の損傷の有無を評価するため、内部火災影響評価ガイドに基づき、高温ガスの温度を算出し、火災防護対象機器の損傷温度を超えないことを確認する。

4.2.2 火炎・プルーム

内部火災影響評価ガイドに基づき、火炎高さ、プルーム高さを算出する。
火炎・プルームの影響範囲に異なる系列の防護対象が同時に影響範囲に含まれないことを確認するとともに耐火隔壁の高さを火炎高さ以上とする。

4.2.3 輻射

輻射は、火炎による熱源を中心とし、放射状に輻射熱による影響をおよぼす。耐火隔壁によって輻射熱の影響を緩和するため、耐火隔壁の幅については、防護対象機器の幅に内部火災影響評価ガイドに基づき算出した輻射影響範囲の距離を加えたものとする。

5. 貫通部シール，防火扉及び防火ダンパなどの耐火性能について

東海第二発電所における火災区域を構成する貫通部シール，防火扉及び防火ダンパについて「3 時間耐火性能」を有していることを火災耐久試験により確認した結果を以下に示す。

なお，以下に示す以外の貫通部シール，防火扉及び防火ダンパについても，火災耐久試験により 3 時間以上の耐火性能を確認できたものは，火災区域を構成する貫通部シール，防火扉及び防火ダンパとして適用する。

5.1 試験概要

貫通部シール，防火扉及び防火ダンパの試験は，建築基準法，JIS 及び NFPA があるが，加熱温度が最も厳しい建築基準法にて試験を実施した。

5.1.1 加熱温度

第2図に示すとおり、建築基準法(IS0834)の加熱曲線は、他の試験法に比べて厳しい温度設定となっていることから、火災耐久試験は建築基準法の加熱曲線にしたがい加熱する。

5.1.2 判定基準について

第3図の建築基準法の規定に基づく加熱曲線で3時間加熱した際に、第1表の防火設備性能試験の判定基準を満足するか確認する。

第4表 遮炎性の判定基準

試験項目	遮炎性の確認
判定基準	<ul style="list-style-type: none">・ 火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと・ 非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと・ 非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと

5.2 貫通部シールの耐火性能

東海第二発電所における火災区域を構成する貫通部シールについて「3時間の耐火性能」を有していることを、火災耐久試験にて確認した結果を以下に示す。

なお、今後の火災耐久試験により3時間以上の耐火性能を有することが確認された貫通部シールについても、火災区域を構成する貫通部シールに使用する。

5.2.1 配管貫通部の火災耐久試験

5.2.1.1 試験体の選定

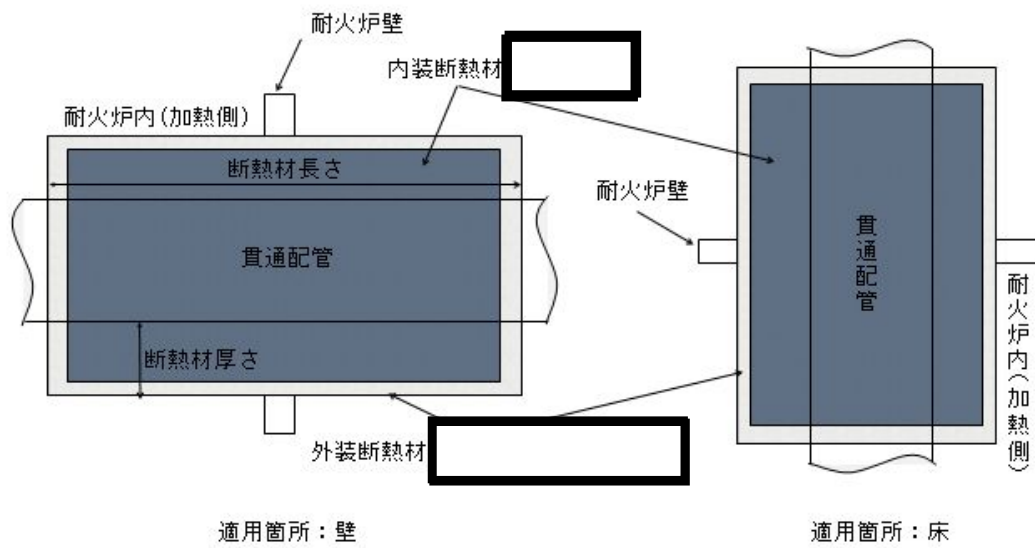
配管貫通部の試験体仕様は、東海第二発電所の火災区域の境界を構成する配管貫通部の仕様を考慮し、第5表に示す配管貫通部を選定する。

第5表 試験体の配管貫通部の仕様

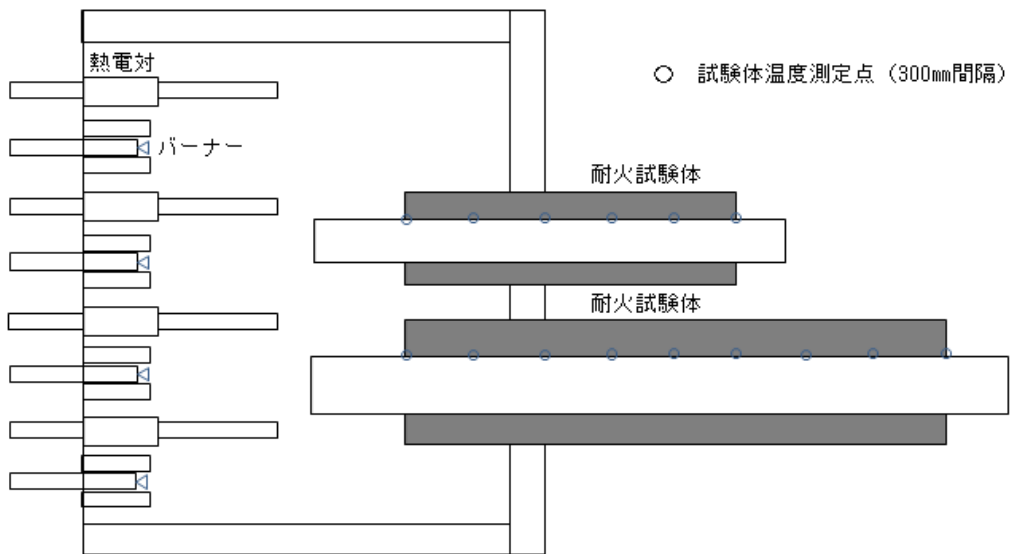
試験体	配管径	適用箇所	貫通部シール
配管貫通部①	50A	壁	
配管貫通部②	100A		
配管貫通部③	150A		
配管貫通部④	250A		
配管貫通部⑤	300A		
配管貫通部⑥	350A		
配管貫通部⑦	450A		
配管貫通部⑧	550A		
配管貫通部⑨	600A		
配管貫通部⑩	50A		
配管貫通部⑪	100A	床	
配管貫通部⑫	150A		
配管貫通部⑬	250A		
配管貫通部⑭	600A		
配管貫通部⑮	900A		
配管貫通部⑯	50A		
配管貫通部⑰	250A		

試験体は、貫通壁を断熱材の一部として模擬し、断熱材のみの構成とした。本試験体は、コンクリート壁は吸熱効果により貫通配管の温度伝達を考慮すると、断熱材よりも大きく、コンクリート壁を断熱材に置き換えることにより保守的モデルとした。

試験体概要を第5図に、耐火試験炉の概要を第6図に示す。



第5図 断熱材取付部の耐火試験体



第6図 耐火試験炉の概要

5.2.1.2 試験方法・判定基準

第4図の建築基準法の規定に基づく加熱曲線を用い、第5図、第6図に示す耐火試験体の耐火炉内側から加熱し、非加熱面が第4表に示す判定基準を満足することを確認する。

5.2.1.3 試験結果

第6表に試験結果を示す。試験結果は、いずれの試験体においても非加熱面側への発炎、火炎の噴出、火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく、建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって、配管貫通部シールは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真等を別紙1に示す。

第 6 表 配管貫通部の火災耐久試験結果

試験体	判定基準			試験結果
	非加熱面側に 10 秒を超えて発炎を生じないこと	非加熱面側に 10 秒を超えて火炎が噴出ししないこと	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	
配管貫通部①	良	良	良	合格
配管貫通部②	良	良	良	合格
配管貫通部③	良	良	良	合格
配管貫通部④	良	良	良	合格
配管貫通部⑤	良	良	良	合格
配管貫通部⑥	良	良	良	合格
配管貫通部⑦	良	良	良	合格
配管貫通部⑧	良	良	良	合格
配管貫通部⑨	良	良	良	合格
配管貫通部⑩	良	良	良	合格
配管貫通部⑪	良	良	良	合格
配管貫通部⑫	良	良	良	合格
配管貫通部⑬	良	良	良	合格
配管貫通部⑭	良	良	良	合格
配管貫通部⑮	良	良	良	合格
配管貫通部⑯	良	良	良	合格
配管貫通部⑰	良	良	良	合格

5.2.1.4 配管貫通部のシール施工

配管貫通部の施工にあたり，断熱材料は，耐火試験に用いた材料と同じロスリム及びファイフレックスを組合わせて使用することとし，ロスリムを内装断熱材に，ファイフレックスを外装断熱材として設置する。

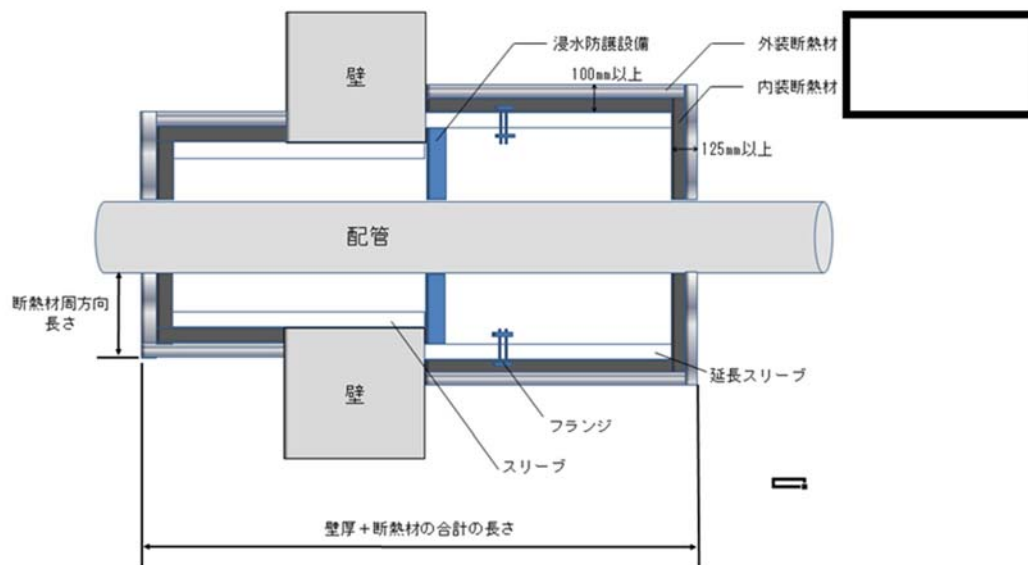
また，遮熱性の観点から貫通口の口径が大きくなるほど管を伝わる熱量が大きくなり，熱を遮断するための耐熱量が多くなる。したがって，耐火試験では火災区域を構成する配管貫通部の最大となる配管口径以下の代表口径を定めて，口径に応じて遮熱性を有するよう断熱材寸法を定めて耐火試験を実施した。

なお，配管に設置する断熱材は，耐火試験にて確認された当該配管口径を上回る寸法以上となるように設置し，耐火試験より保守的な設計とする。

断熱材設置にあたっては，現場の干渉物(サポート材等)により断熱材寸法が耐火試験の設計とおりに設置することが困難な場合が想定される。この場合は，干渉物も含めて断熱材の内部に入り，断熱材形状全体が耐火試験の結果を上回るように設置する。施工方法の例としては，貫通部に延長スリーブを設置し，その外側に断熱材を設置する設計とするもので，この場合，延長スリーブ外面に貫通配管の耐火試験の結果から遮炎性，遮熱性に影響のないよう断熱材を設置する。断熱材設置時の施工管理は，据付時の寸法記録により耐火試験の断熱材寸法を上回ることと，外観検査により隙間，変形等がないことを確認する。断熱材の固定方法は耐火試験と同様の固縛方法により固定して設置する。なお，延長スリーブを設置する場合には内包する設備の点検が可能となるよう，フランジを設けスリーブが取外し可能となる設計とする。

断熱材としてモルタル充填を行う貫通部については，スリーブ内に充填するモルタルの厚さ(壁厚)により耐火性を確保するため，耐火試験にて発電所内火災区域を構成する壁厚が最も薄い寸法モデルを代表として試験を実施し，耐火性を確認している。モルタル充填の施工においては，耐火試験と同様のモルタ

ル材料を用い、施工時のお貫通部外面に設置するシールプレート上端に設けるベント部から充填したモルタルが漏出するまで充填し、スリーブと配管の隙間へ壁厚にわたり十分に充填されることを確認する。また施工後の外観検査でモルタル充填部に隙間等のないことを確認することで、耐火試験と同等の耐火性を確保する。



第7図 干渉物がある場合の断熱材施工例

5.2.1.5 消火水の溢水による安全機能への影響について

「火災防護に係る審査基準 2.2.3(参考)」並びに「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」では、火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水を想定することが求められている。安全機能を有する火災区域には貫通部の耐火処理と合わせて溢水防護を行うための浸水防護設備が設置される場合がある。浸水防護設備はその特性上、熱に対する耐性が乏しく火災時に浸水防護設備が機能喪失するケースが想定される。

これに対し、東海第二発電所は、火災によって浸水防護設備の機能喪失するようなおそれがある箇所は、設置許可基準規則第九条「溢水による損傷の防止等」のうち、「内部溢水影響評価ガイド」（以下「溢水評価ガイド」とい

う。)2.1.2(1)b. で要求される「建屋内の消火活動のために設置される消火栓からの放水」(消火装置が作動する時間を保守的に 3 時間と想定して溢水量を算出)を評価し,浸水防護設備の機能喪失する箇所には,耐火材の追設設置を行い,消火までの間,止水機能を維持し安全機能を有する設備に影響をおよぼすことがない設計とする。

5.2.2 ケーブルトレイ及び電線管貫通部の火災耐久試験

5.2.2.1 ケーブルトレイ貫通部の試験体選定

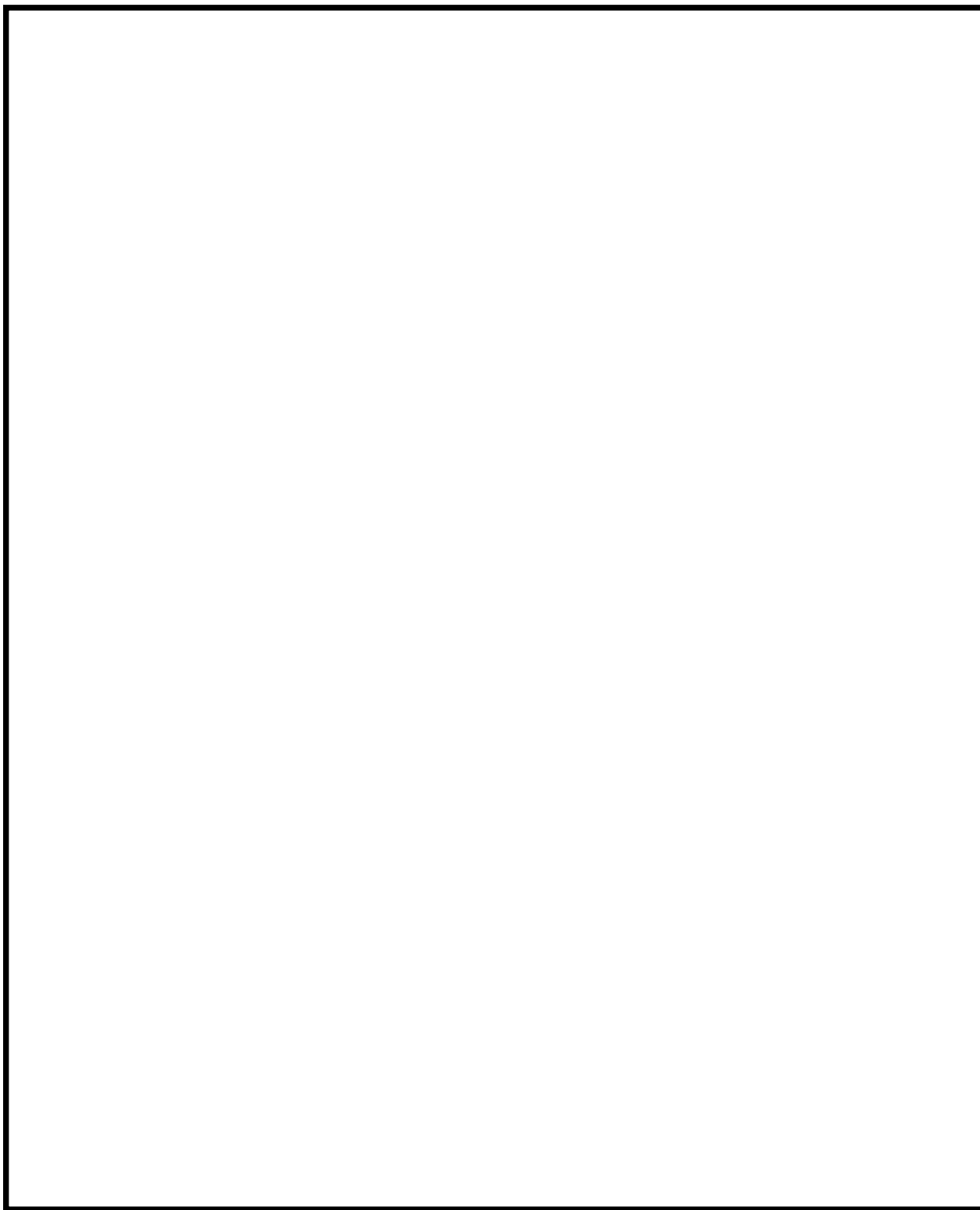
ケーブルトレイ貫通部の試験体の仕様は、東海第二発電所のケーブルトレイ貫通部の仕様を考慮し選定しており、第7表に示すケーブルトレイを選定している。試験体の概要を第8図に示す。

第7表 試験体となるケーブルトレイの仕様

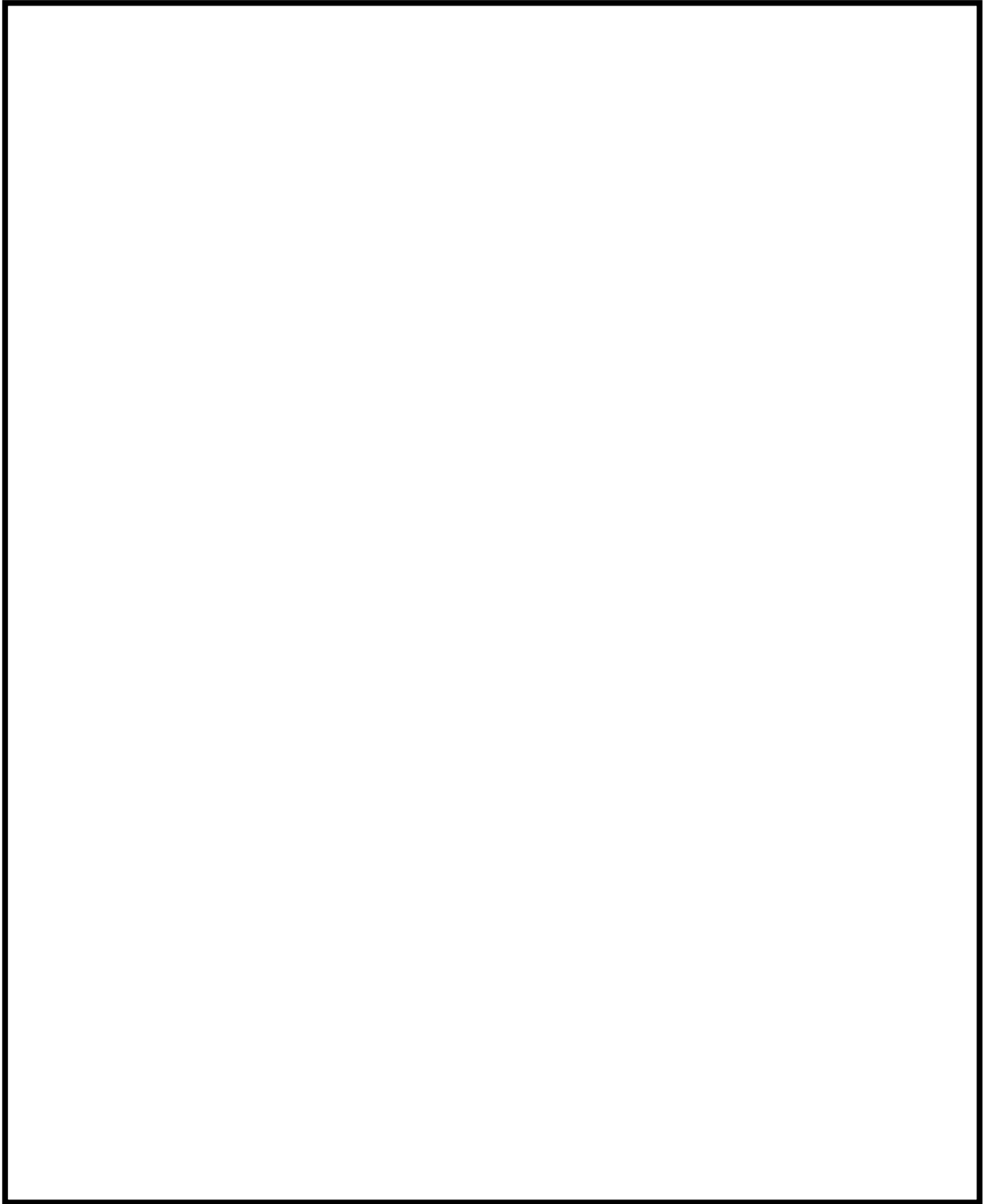
項目	ケーブルトレイ			
	(1)	(2)	(3)	(4)
開口部 寸法				
貫通部 シール材				
ケーブル 占積率				

5.2.2.2 ケーブルトレイ貫通部の試験方法・判定基準

第4図で示す加熱曲線で片面を加熱し、非加熱面側が第4表に示す判定基準を満足することを確認する。



第8図 ケーブルトレイ貫通部の耐火試験体（1 / 2）



第8図 ケーブルトレイ貫通部の耐火試験体（2 / 2）

5.2.2.3 ケーブルトレイ貫通部の試験結果

第8表に試験結果を示す。いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって，配管貫通部シールは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1 に示す。

第8表 ケーブルトレイ貫通部における火災耐久試験結果

試験体		ケーブルトレイ貫通部			
		(1)	(2)	(3)	(4)
判定基準	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと	良	良	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと	良	良	良	良
	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	良	良	良	良
試験結果		合格	合格	合格	合格

5.2.2.4電線管貫通部の試験体の選定

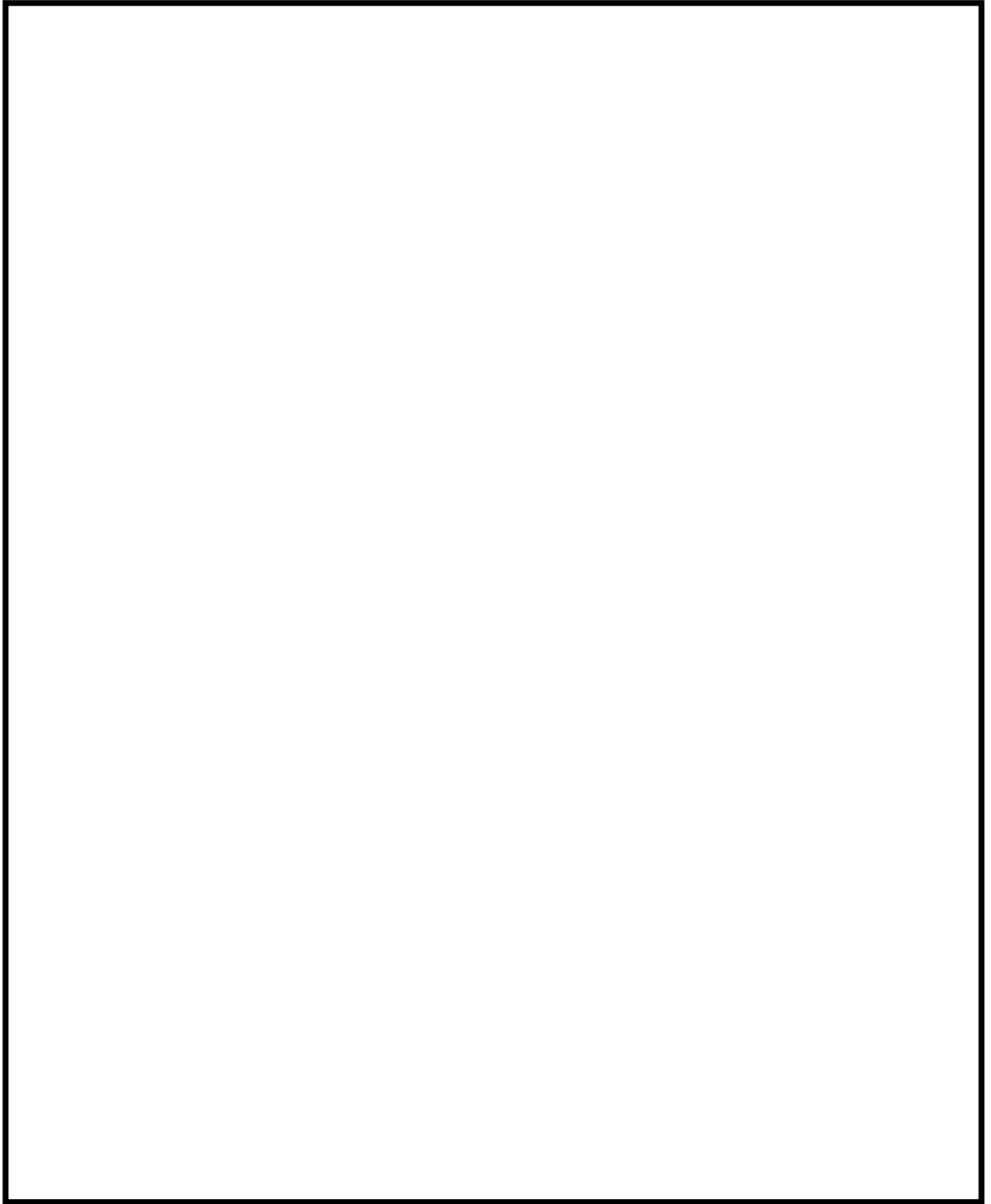
電線管貫通部の試験体の仕様は，東海第二発電所の電線管貫通部の仕様を考慮し選定しており，第9表に示す電線管を選定している。試験体の概要を第9図に示す。

第9表 試験体となる電線管の仕様

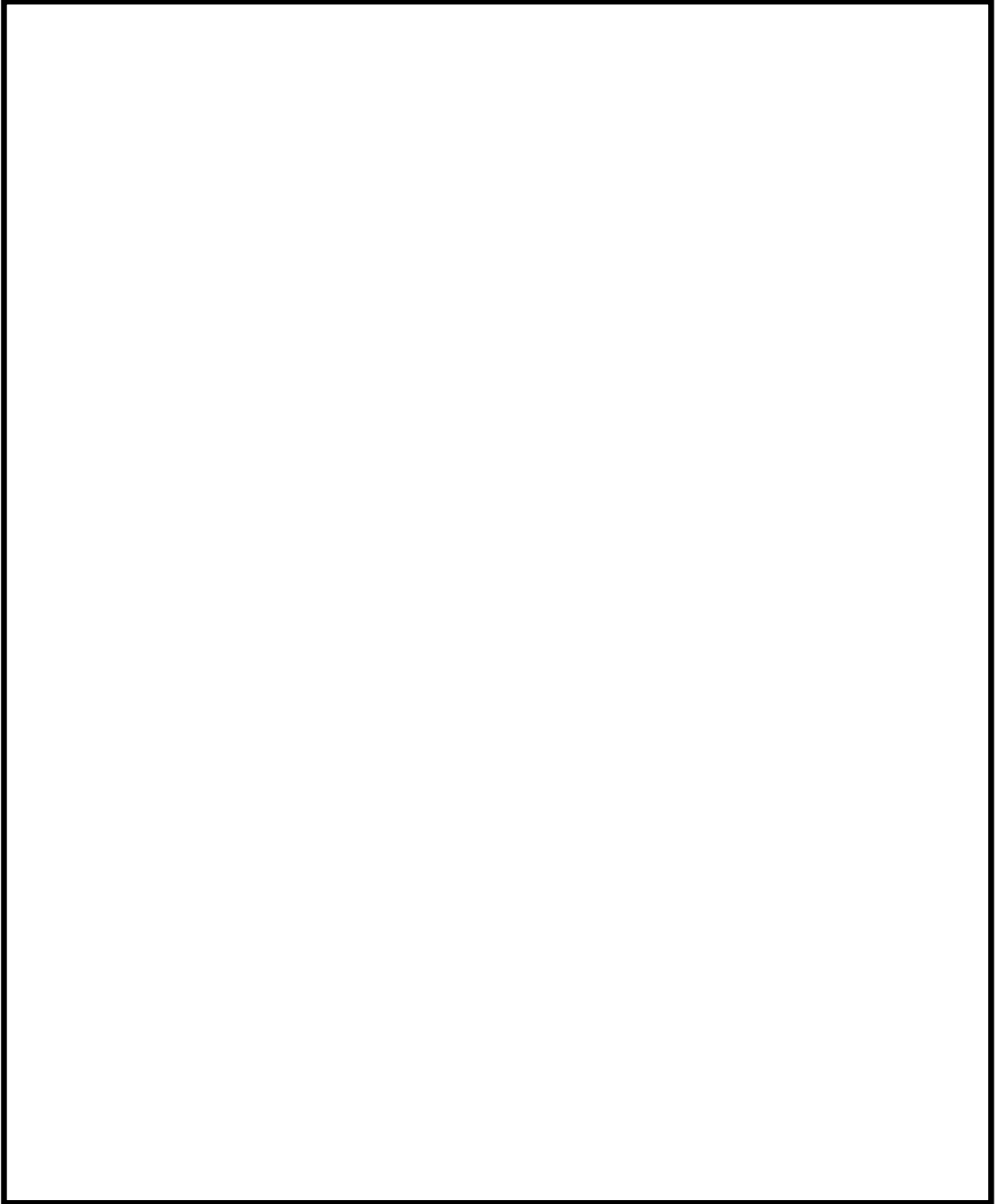
項目	電線管			
	(1)	(2)	(3)	(4)
開口部				
寸法				
貫通部				
シール材				
ケーブル				
占積率				

5.2.2.5電線管貫通部の試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で片面を加熱し，非加熱面側が第4表に示す判定基準を満足することを確認する。



第9図 電線管貫通部の耐火試験体（1 / 2）



第9図 電線管貫通部の耐火試験体（2 / 2）

5.2.2.6電線管貫通部の試験結果

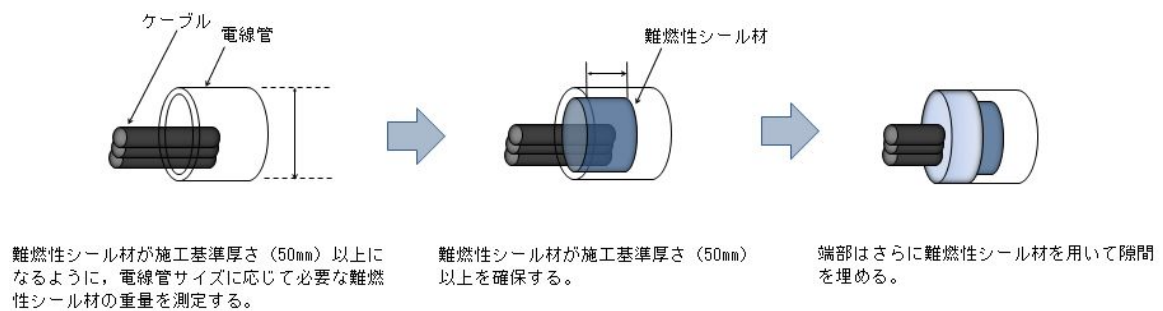
第10表に試験結果を示す。いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって，配管貫通部シールは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第10表 電線管貫通部における火災耐久試験結果

試験体		ケーブルトレイ貫通部			
		(1)	(2)	(3)	(4)
判定基準	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと	良	良	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと	良	良	良	良
	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	良	良	良	良
試験結果		合格	合格	合格	合格

5.2.2.7 ケーブルトレイ及び電線管貫通部のシール施工

ケーブルトレイ及び電線管貫通部のシール施工にあたり、耐火性能を維持するため耐火試験体と同厚さ以上の耐火材(ロックウール、ケイ酸カルシウム板、難燃性パテ(SFエコシール、ペネシール)等)を設置するよう管理を行う。電線管内部の目視確認が困難となることから、ケーブルトレイ・電線管のサイズに応じて封入量の重量管理を行う。電線管の貫通部処理における難燃性パテの封入量の管理方法を第10図に示す。



第10図 電線管貫通部処理時の管理方法

5.3 防火扉の耐火性能について

東海第二発電所における火災区域を構成する防火扉について「3時間の耐火性能」を有していることを、火災耐久試験にて確認した結果を以下に示す。

なお、今後の火災耐久試験により3時間以上の耐火性能を有することが確認された防火扉についても、火災区域を構成する防火扉に使用する。

5.3.1 試験体の選定

試験体の仕様は、東海第二発電所の火災区域境界に用いられる防火扉の仕様を考慮し、第11表に示す防火扉を選定する。

第11表 試験体となる防火扉の仕様

扉種別	両開き
扉寸法	
板厚	
扉姿図	

5.3.2 試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で片面を加熱し，非加熱面側が第4表に示す判定基準を満足することを確認する。

5.3.3 試験結果

第12表に試験結果を示す。3時間耐火性能を有することが確認された。なお，ドアクローザーは，不燃又は難燃品に変更する。試験前後の写真を別紙1に示す。よって，防火扉は3時間の耐火性能を有している。

第12表 防火扉における火災耐久試験結果

試験体		防火扉
		両開き
判定基準	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと	良 ^{※1}
	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	良
試験結果		合格

※1 ドアクローザー部を除く

5.4 防火ダンパの耐火試験について

東海第二発電所における火災区域を構成する防火ダンパについて「3時間の耐火性能」を有していることを、火災耐久試験にて確認した結果を以下に示す。

なお、今後の火災耐久試験により3時間以上の耐火性能を有することが確認された防火ダンパについても、火災区域を構成する防火ダンパに使用する。

5.4.1 試験体の選定

試験体の仕様は、東海第二発電所に設置される防火ダンパの仕様を考慮し、第13表に示す防火ダンパを選定する。

第13表 試験体となる防火ダンパの仕様

試験体	ダンパ①	ダンパ②	備考
板厚			
羽根長さ			
ダンパサイズ			

5.4.2 試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で片面を加熱し、非加熱面側が第4表に示す判定基準を満足することを確認する。

5.4.3 試験結果

第14表に試験結果を示す。いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって，防火ダンパは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第14表 防火ダンパにおける火災耐久試験結果

試験体		防火ダンパ①	防火ダンパ②
判定基準	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと	良	良
	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	良	良
試験結果		合格	合格

5.5 耐火間仕切りの火災耐久試験

5.5.1 試験体の選定

耐火間仕切りは，東海第二発電所の火災防護対象設備に応じて適するもの選定し，第15表に示す仕様としている。試験体の概要を第11図に示す。

第15表 試験体となる耐火間仕切りの仕様

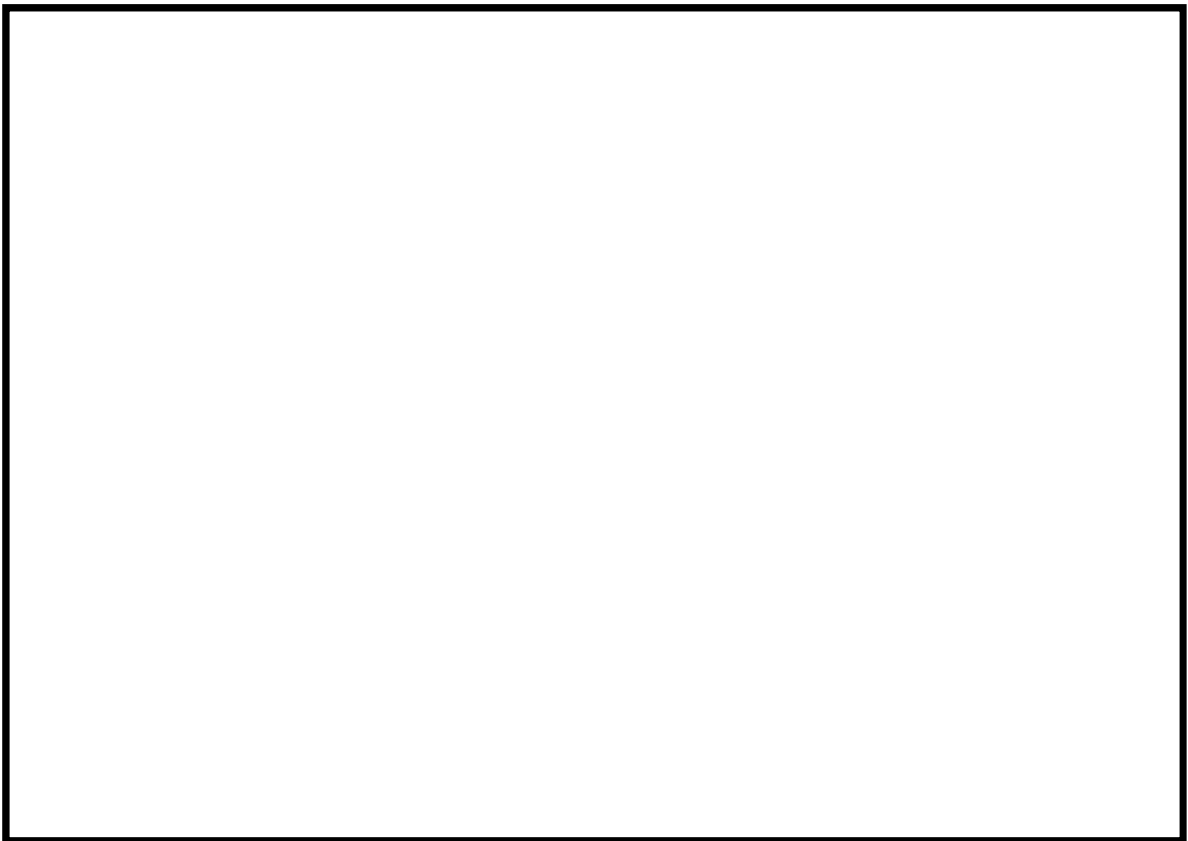
項目	耐火間仕切り		
試験体	①	②	③
主な使用用途	電動弁・電気ペネトレーション	計装品（現場制御盤，計装ラック）・電気ペネトレーション	計装品（現場制御盤，計装ラック）
形状	箱形		
材料			

5.5.2耐火間仕切りの試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で片面を加熱し，非加熱面側が第4表に示す判定基準を満足することを確認する。

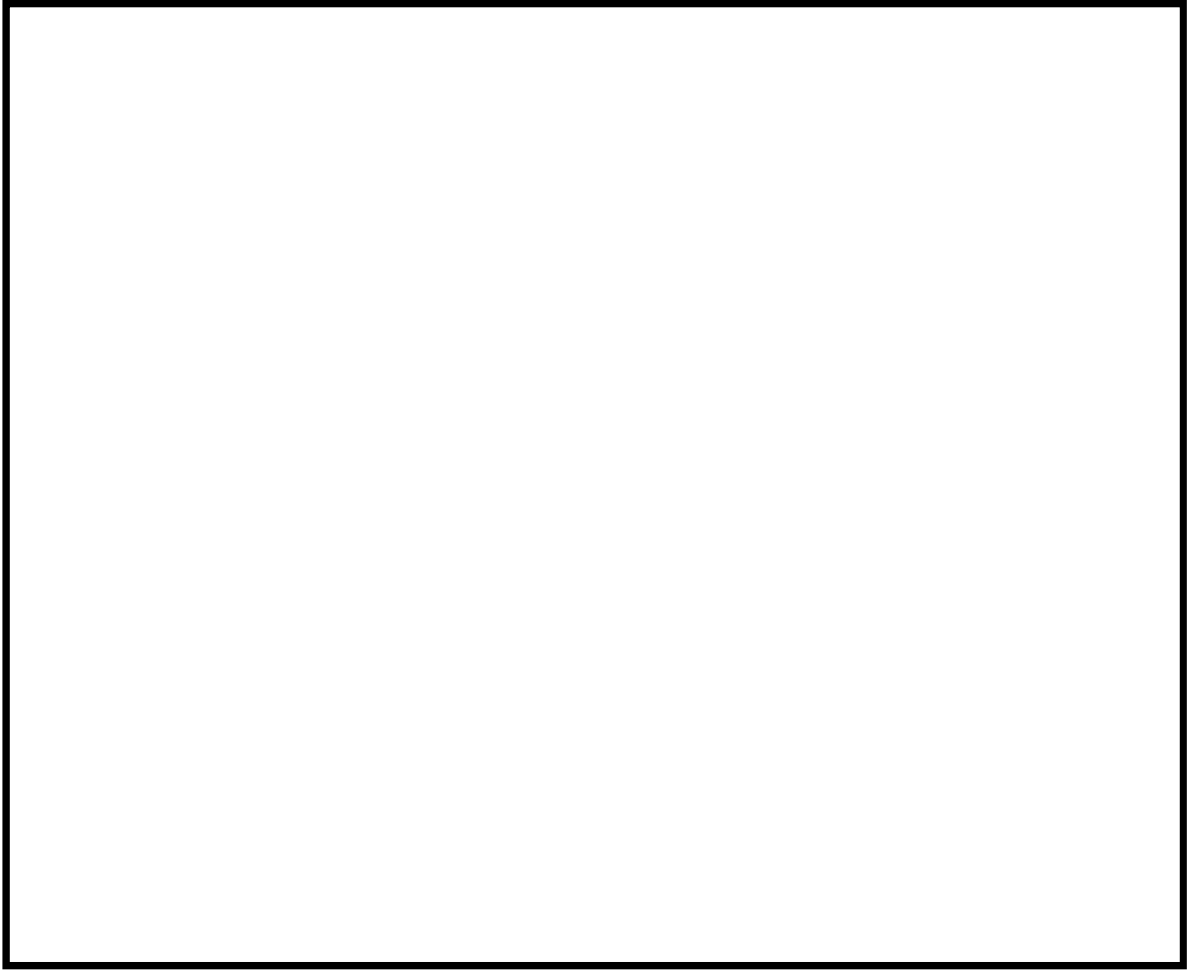


耐火間仕切り①



耐火間仕切り②

第11図 耐火間仕切りの試験体(1 / 2)



耐火間仕切り③

第11図 耐火間仕切りの試験体（2 / 2）

5.5.3 試験結果

第16表に試験結果を示す。いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって，耐火間仕切りは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第16表 耐火間仕切りにおける火災耐久試験結果

試験体		①	②	③
判定基準	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと	良	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと	良	良	良
	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	良	良	良
試験結果		合格	合格	合格

※1 耐火間仕切りの試験体においては，試験後の耐火間仕切り内部の損傷状態，煤等の付着が無いことを確認し試験結果良と判定した。

5.6 ケーブルトレイ耐火ラッピングの火災耐久試験

東海第二発電所におけるケーブルトレイ等を系統分離するために用いるケーブルラッピングが3時間又は1時間の耐火性能を有していることを、火災耐久試験にて確認した結果を以下に示す。

なお、今後の火災耐久試験により3時間又は1時間以上の耐火性能を有することが確認されたケーブルラッピングについても、系統分離に使用する。

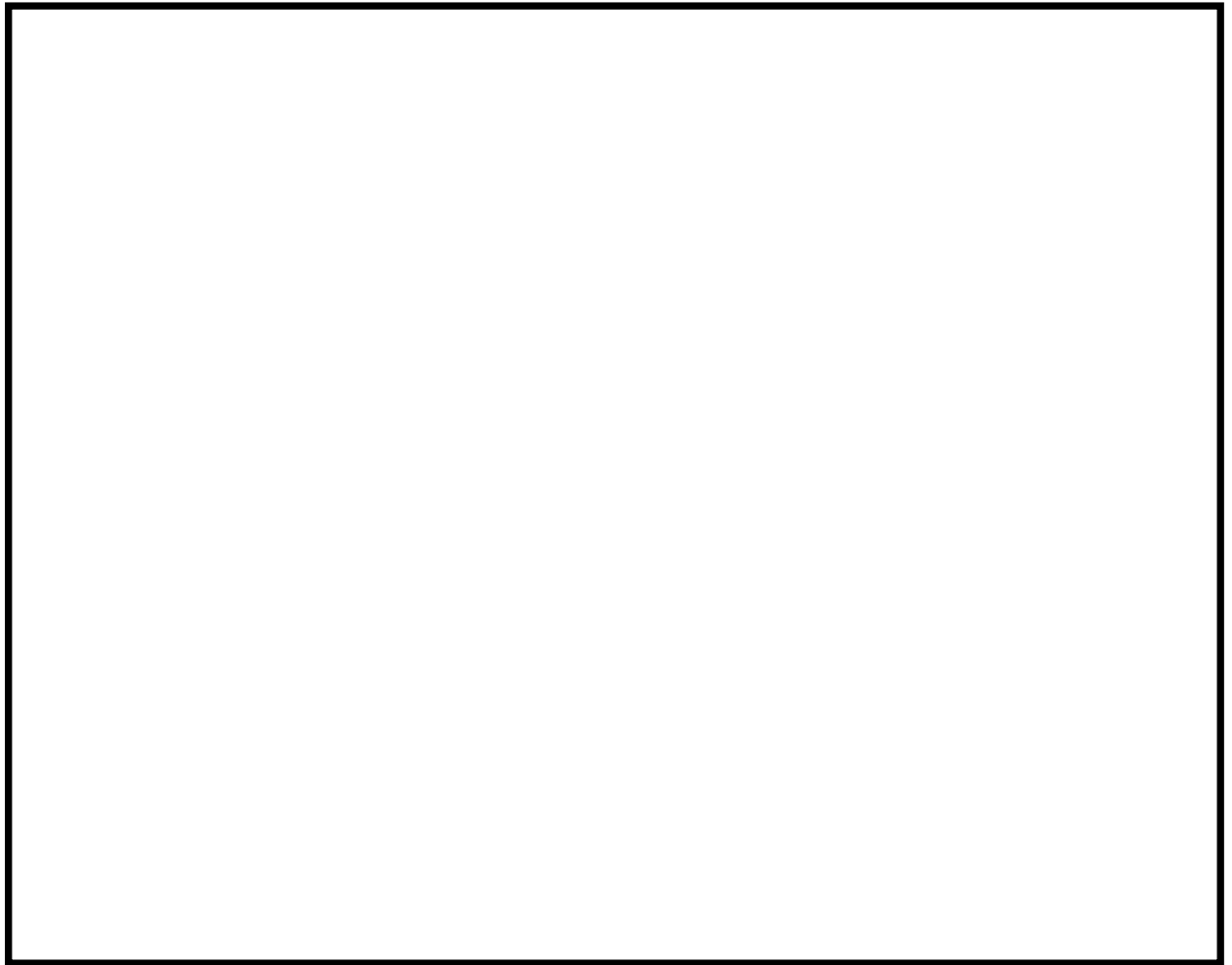
5.6.1 試験体の選定

5.6.1.1 耐火ラッピングタイプ（3時間耐火）

3時間耐火ラッピングタイプは、ケーブルトレイに直接巻き付けるタイプの耐火方法である。東海第二発電所で使用しているケーブルトレイの仕様を考慮し、以下のケーブルトレイを選定した。第17表に仕様、試験体の概要を第12図に示す。

第17表 試験体となるラッピングタイプの仕様

型式	ケーブルトレイ	構成材料
3時間耐火ラッピング		



第12図 ラッピングタイプの試験体概要

5.6.1.5試験方法・判定基準

試験方法は加熱温度が最も厳しい建築基準法 (IS0834) の加熱曲線を採用し、判定基準を満足することを確認する。

判定基準は、外観、電気特性(導通、絶縁抵抗)確認を行い、判定基準を満足するかを確認する。(第18表)

第18表 判定基準

項目	確認内容	判定基準
外観確認	耐火試験中，ケーブルラッピングの著しい変化，破壊，脱落等の変化がないことを目視で確認する。	著しい変化が生じないこと
	耐火試験後，ケーブル表面及びケーブルトレイ表面に延焼の痕跡がないことを目視で確認する。	延焼の痕跡がないこと
	放水試験後，ケーブルラッピングにケーブル及びケーブルトレイが見える貫通口が生じないことを目視確認する。	貫通口が生じないこと。
電気特性 確認	耐火試験後にケーブルの導通を確認する。	導通があること
	耐火試験前後にケーブルの導体－大地間の絶縁抵抗測定する。	試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと(10MΩ以上)

5.6.1.6試験結果

第19表に試験結果を示す。本試験においてケーブルラッピングは，著しい変化が生じず，ケーブル及びケーブルトレイに延焼の痕跡もなかった。また，試験後，導通，絶縁抵抗を満足している。なお，耐火試験後，放水試験を行い，ケーブルラッピングにケーブル及びケーブルトレイが見える貫通口が生じないことを確認した。

したがって判定基準を満足しているため，3時間耐火ラッピングは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第19表 3時間耐火ラッピングにおける火災耐久試験結果

判定基準		判定	備考
外観確認	著しい変化が生じないこと	良	
	延焼の痕跡がないこと	良	
	貫通口が生じないこと。	良	
電気特性 確認	導通があること	良	
	試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと(10MΩ以上)	良	
試験結果		合格	

5.6.1.7耐火ラッピングタイプ（1時間耐火）

1時間耐火ラッピングタイプは、ケーブルトレイに直接巻き付けるタイプの耐火方法である。東海第二発電所で使用しているケーブルトレイの仕様を考慮し、以下のケーブルトレイを選定した。第20表に仕様に示す。

第20表 試験体となるラッピングタイプの仕様

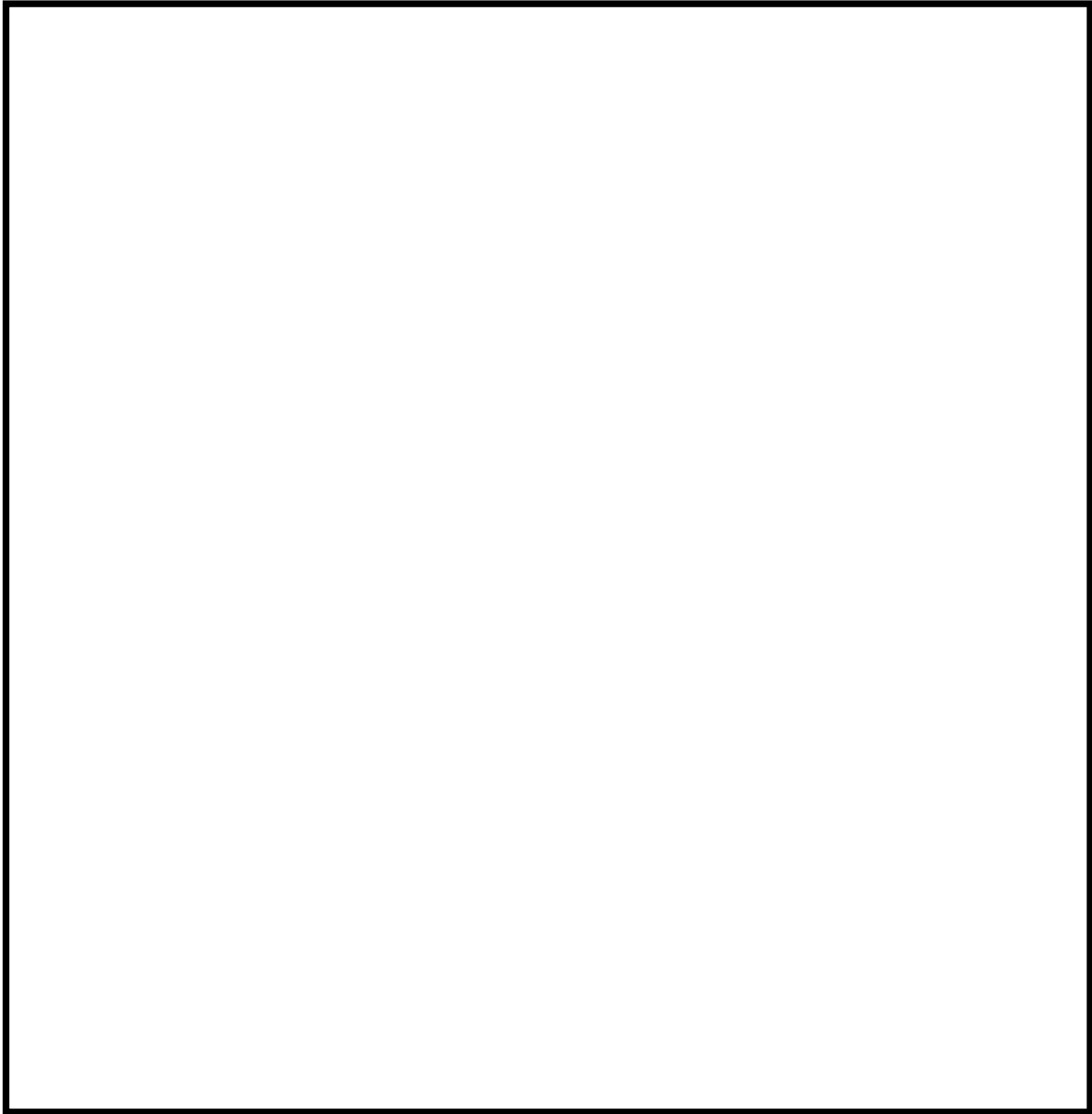
型式	ケーブルトレイ	構成材料
1時間耐火ラッピング		

5.6.1.8試験方法・判定基準

試験方法は、①火災防護対象ケーブルの延焼による異区分のケーブルへの影響と、②異区分のケーブル延焼による火災防護対象ケーブルへの影響を考慮し、試験を実施した。試験体概要を第13図に示す。

判定基準は、水平及び垂直方向に分離された電路内の評価対象ケーブルにつ

いて、電気特性（導通、絶縁抵抗）を確認し、判定基準を満足するかを確認する。（第20表）



第13図 試験体概要

第21表 判定基準

試験項目	確認内容	判定基準
導通試験	テスタを用いて、ケーブルの導通を確認する	導通があること
絶縁抵抗試験	絶縁抵抗計を用いて、導体相互間、及び導体と大地間の絶縁抵抗を測定する	10MΩ以上であること

5.6.1.9試験結果

第22表に試験結果を示す。1時間耐火試験後の水平及び垂直方向に分離された電路内の評価対象ケーブルについて、導通、絶縁抵抗を満足していることを確認した。したがって判定基準を満足しているため、1時間耐火ラッピングは1時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第22表 1時間耐火ラッピングにおける火災耐久試験結果

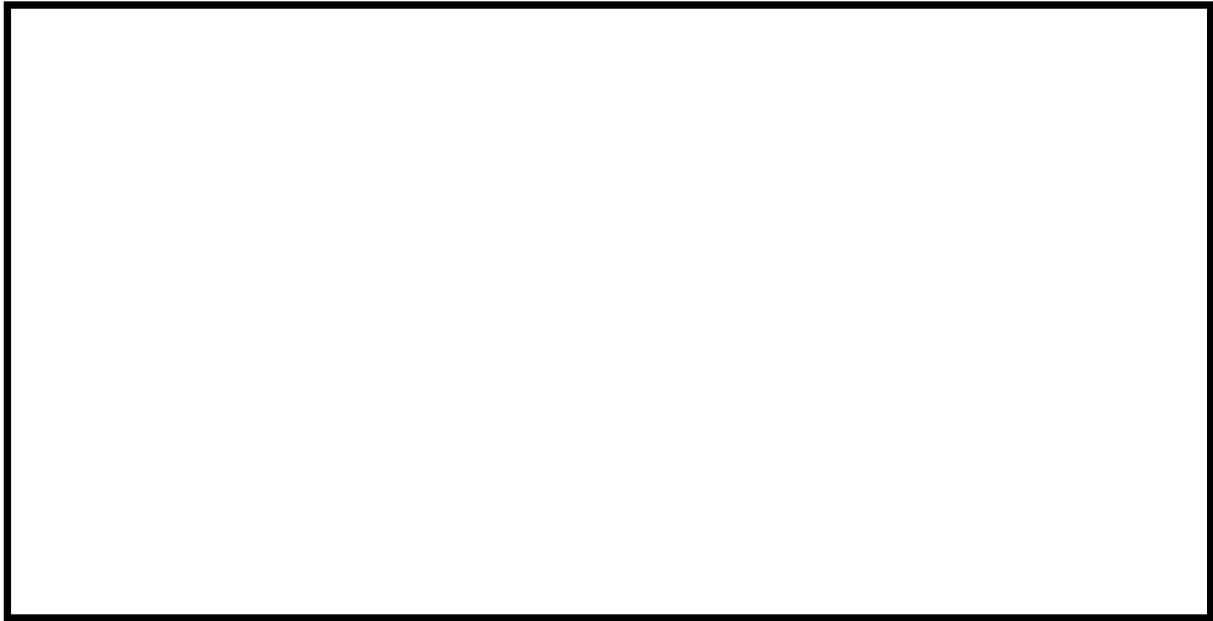
判定基準	判定	備考
導通があること	良	
10MΩ以上あること	良	
試験結果	合格	

5.6.1.10電線管ケーブルラッピング（3時間耐火）

電線管ケーブルラッピングは、電線管に直接巻き付けるタイプの耐火方法である。また、東海第二発電所で使用している電線管の仕様を考慮し、以下の電線管を選定した。第22表に仕様、試験体の概要を第14図に示す。

第22表 試験体となる電線管ケーブルラッピングの仕様

型式	電線管	構成材料
3時間耐火ラッピング		



第14図 電線管ケーブルラッピングの試験体概要

5.6.1.11試験方法・判定基準

試験方法はケーブルトレイラッピングと同じく、加熱温度が最も厳しい建築基準法 (IS0834) の加熱曲線を採用し、判定基準を満足することを確認する。

判定基準もケーブルトレイラッピングと同様に、外観、電気特性 (導通、絶縁抵抗) 確認を行い、判定基準を満足するかを確認する。(第23表)

第23表 判定基準

項目	確認内容	判定基準
外観確認	耐火試験中、ケーブルラッピングの著しい変化、破壊、脱落等の変化がないことを目視で確認する。	著しい変化が生じないこと
	耐火試験後、ケーブル表面及びケーブルトレイ表面に延焼の痕跡がないことを目視で確認する。	延焼の痕跡がないこと
	放水試験後、ケーブルラッピングに電線管が見える貫通口が生じないことを目視確認する。	貫通口が生じないこと。
電気特性 確認	耐火試験後にケーブルの導通を確認する。	導通があること
	耐火試験前後にケーブルの導体-大地間の絶縁抵抗測定をする。	試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと (10MΩ 以上)

5.6.1.12試験結果

第24表に試験結果を示す。本試験において電線管ケーブルラッピングは、著しい変化が生じず、ケーブルに延焼の痕跡もなかった。また、試験後、導通、絶縁抵抗を満足している。なお、耐火試験後、放水試験を行い、電線管が見える貫通口が生じないことを確認した。

したがって判定基準を満足しているため、3時間耐火電線管ケーブルラッピングは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第24表 3時間耐火電線管ケーブルラッピングにおける火災耐久試験結果

判定基準		判定	備考
外観確認	著しい変化が生じないこと	良	
	延焼の痕跡がないこと	良	
	貫通口が生じないこと。	良	
電気特性 確認	導通があること	良	
	試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと(10MΩ以上)	良	
試験結果		合格	

5.6.1.13電線管ケーブルラッピング（1時間耐火）

1時間耐火ラッピングタイプは、電線管に直接巻き付けるタイプの耐火方法である。東海第二発電所で使用している電線管の仕様を考慮し、以下の電線管を選定した。第25表に仕様に示す。

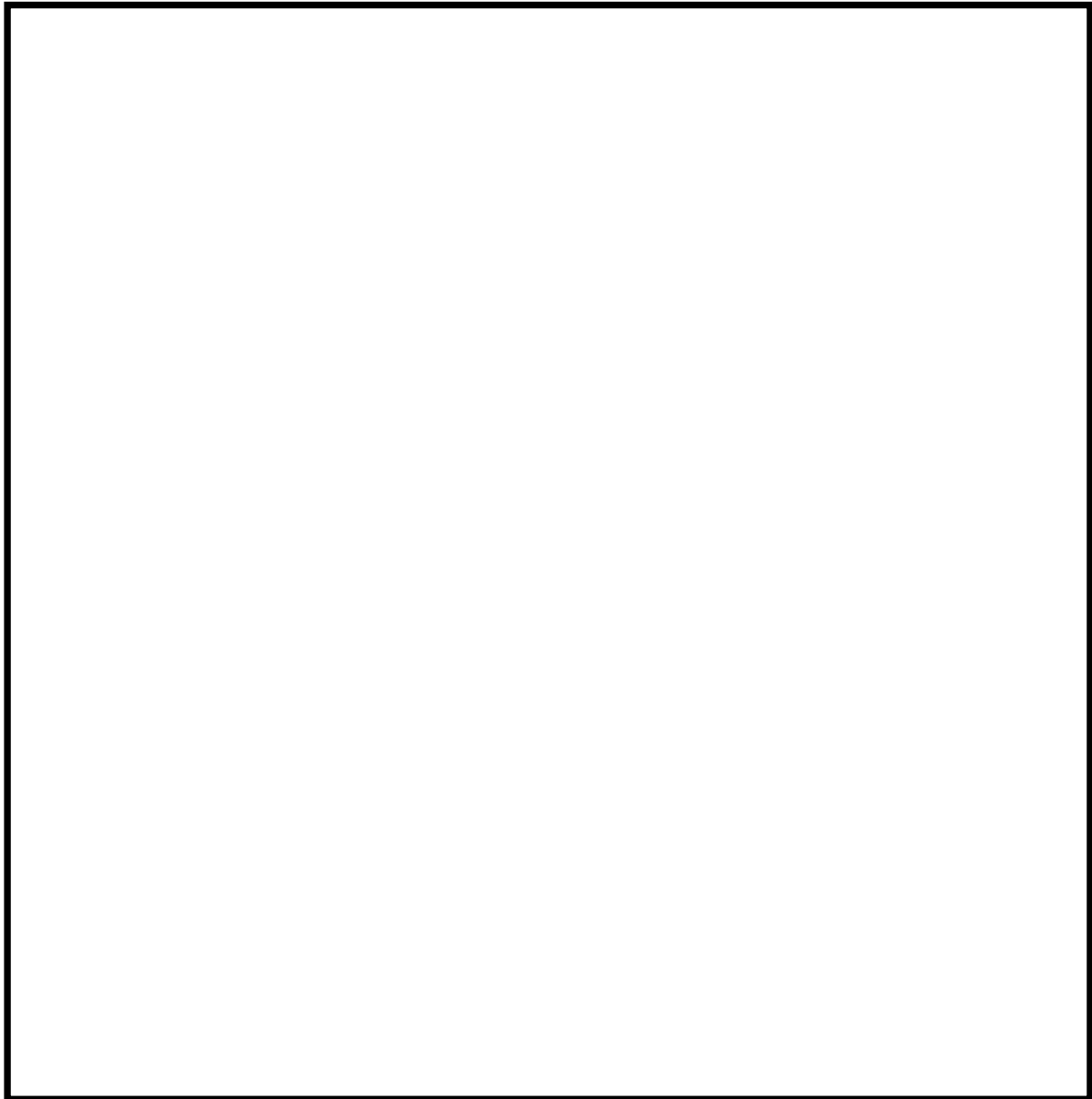
第25表 試験体となるラッピングタイプの仕様

型式	電線管	構成材料
1時間耐火ラッピング		

5.6.1.14試験方法・判定基準

試験方法は、ケーブルトレイ1時間耐火ラッピングと同様に①火災防護対象ケーブルの延焼による異区分のケーブルへの影響と、②異区分のケーブル延焼による火災防護対象ケーブルへの影響を考慮し、試験を実施した。試験体概要を第15図に示す。

判定基準も、ケーブルトレイ1時間耐火ラッピングと同様に水平及び垂直方向に分離された電路内の評価対象ケーブルについて、電気特性（導通、絶縁抵抗）を確認し、判定基準を満足するかを確認する。（第25表）



第15図 試験体概要

第25表 判定基準

試験項目	確認内容	判定基準
導通試験	テスタを用いて、ケーブルの導通を確認する	導通があること
絶縁抵抗試験	絶縁抵抗計を用いて、導体相互間、及び導体と大地間の絶縁抵抗を測定する	10MΩ以上であること

5.6.1.15試験結果

第26表に試験結果を示す。1時間耐火試験後の水平及び垂直方向に分離された電路内の評価対象ケーブルについて、導通、絶縁抵抗を満足していることを確認した。したがって判定基準を満足しているため、1時間耐火ラッピングは1時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第26表 1時間耐火ラッピングにおける火災耐久試験結果

判定基準	判定	備考
導通があること	良	
10MΩ以上あること	良	
試験結果	合格	

6. ケーブルラッピングに伴う許容電流低減率の評価について

東海第二発電所では、ケーブルラッピング施工による異常過熱等の発生を防止するために、ケーブルに通電可能な最大電流(以下「許容電流」という。)を踏まえ、管理基準を設定する。

5.6.2.1 許容電流率の評価

東海第二発電所で使用するケーブルラッピングについては、IEEE848-1996に定められる許容電流低減率(ADF)を踏まえ設計する。許容電流低減率(ADF)は、IEEE848-1996において以下のように定義される。

出典：IEEE848-1996「IEEE Standard Procedure for the Determination of the Ampacity Derating of Fire-Protected Cables」

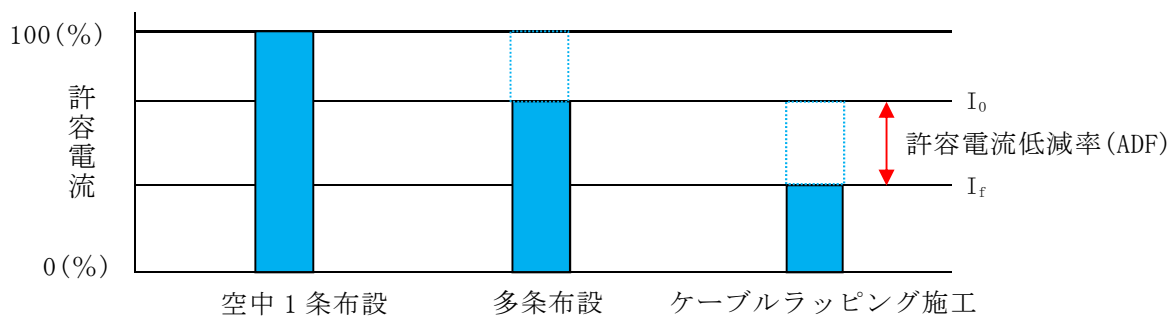
【許容電流低減率(ADF)】

$$ADF = \frac{I_0 - I_f}{I_0} \times 100 (\%)$$

I_0 ：導体温度が90℃まで到達するのに必要な電流(ケーブルラッピング前)

I_f ：導体温度が90℃まで到達するのに必要な電流(ケーブルラッピング後)

以下、第16図に示すとおり、ケーブルの設計値としての許容電流は、空中一条布設時の許容電流に相当し、ケーブルの多条布設やケーブルラッピング施工により影響を受け、低減される。ケーブルラッピング施工により生じる許容電流低減率(ADF)が大きいほど、ケーブルの許容電流は小さくなる。



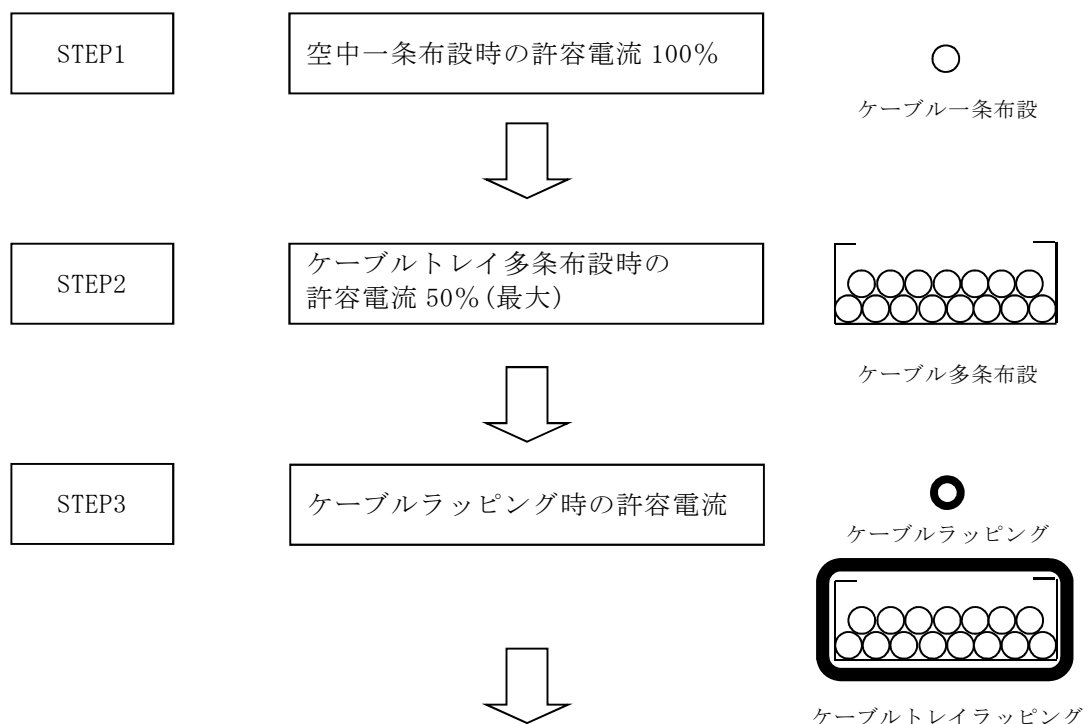
第16図 ケーブルの許容電流と許容電流低減率(ADF)

6.1 許容電流の管理基準

次に、東海第二発電所ではケーブルを多条布設する場合には、ケーブル通電時に発生する熱の影響によって異常過熱等が発生しないよう、空中一条布設時の許容電流(100%)に対して、通電可能な電流の上限値を□に制限している。



上記までのケーブル、ケーブルトレイにおける管理基準を踏まえ、東海第二発電所におけるケーブルラッピングのケーブル許容電流の管理基準は以下のフローに基づき決定する。(第17図)



ケーブルラッピングにおけるケーブル許容電流の管理基準

第17図 ケーブルラッピングにおけるケーブル許容電流の管理基準の概要

6.2 ケーブルラッピングにおける許容電流低減率の評価

ケーブルラッピング時におけるケーブルの許容電流の低減率を確認し管理基準を定めるために、模擬試験体を用いた許容電流評価試験を行う。

6.3 許容電流評価試験

許容電流評価試験は、IEEE848-1996「IEEE Standard Procedure for the Determination of the Ampacity Derating of Fire-Protected Cables」を参考に、ケーブル1条及びケーブルトレイに対してケーブルラッピングを施工し、許容電流の評価を実施した。

6.4 試験方法

ケーブル1条及びケーブルトレイに対してケーブルラッピングを施工し、その施工の前後において、導体の温度が約90℃となるように通電する。その時の通電電流 I' は下式(1)により求めることができる。また、この時の周囲温度及び導体温度を測定し、導体温度90℃、周囲温度25℃における許容電流を下式(2)により算出し、許容電流低減率を確認する。

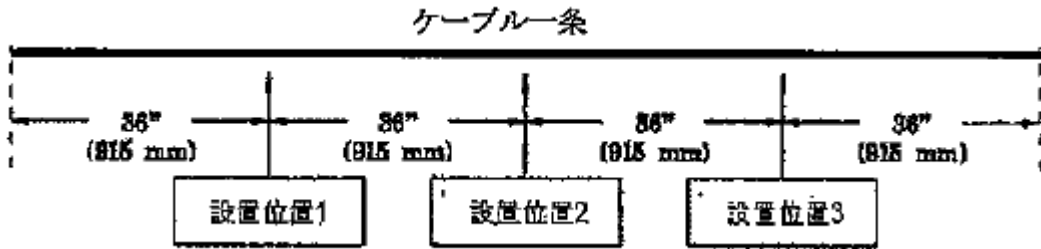
試験体概要図を第18図に示す。

$$I' = I \times \sqrt{\frac{T_1' - T_2'}{T_1 - T_2}} \quad (1)$$

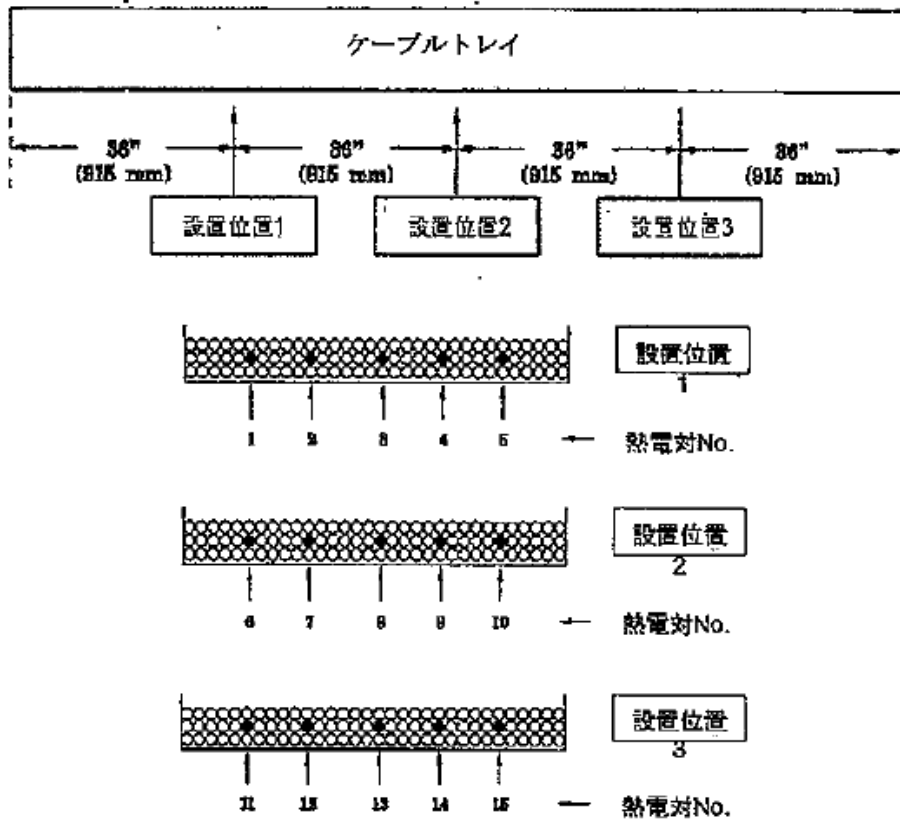
I : 試験時の通電電流 (A) I' : 試験時の通電電流 (A)
 T_1 : 試験時の導体温度 (°C) T_2 : 試験時の周囲温度 (°C)
 T_1' : 試験体の導体温度 (90°C) T_2' : 試験時の周囲温度 (25°C)

$$\text{許容電流低減率 } ADF = \frac{I_0 - I_f}{I_0} \times 100 (\%) \quad (2)$$

I_0 : 導体温度が 90℃まで到達するのに必要な電流(ケーブルラッピング前)
 I_f : 導体温度が 90℃まで到達するのに必要な電流(ケーブルラッピング後)



許容電流評価試験：ケーブル1条



許容電流評価試験：ケーブルトレイ

第18図 試験体概要図

6.5 試験結果

(1) ケーブル1条

ケーブルラッピングの有無	通電電流 (A)	周囲温度 (°C)	導体温度 (°C)
無	1500	31.34	91.00
有	1000	25.67	91.87

① ラッピング施工前 許容電流(補正後)

$$I_0 = 1566 \text{ (A)}$$

② ラッピング施工後 許容電流(補正後)

$$I_r = 991 \text{ (A)}$$

③ 許容電流低減率

$$\text{許容電流低減率 } ADF = \frac{1566 - 991}{1566} \times 100 = 36.7\%$$

(2) ケーブルトレイ

ケーブルラッピングの有無	通電電流 (A)	周囲温度 (°C)	導体温度 (°C)
無	29.20	38.63	90.20
有	14.20	27.48	89.75

① ラッピング施工前 許容電流(補正後)

$$I_0 = 32.8 \text{ (A)}$$

② ラッピング施工後 許容電流(補正後)

$$I_r = 14.5 \text{ (A)}$$

③ 許容電流低減率

$$\text{許容電流低減率 } ADF = \frac{32.8 - 14.5}{32.8} \times 100 = 55.8\%$$

以上より、ケーブルラッピングに伴う許容電流の評価は、許容電流低減率の大きい55.8%を適用し、ケーブルラッピングに伴い、許容電流を満足できない場合は、ケーブルのサイズアップまたはケーブルルートのリルートを行う。

試験の実施状況を別紙1に示す。

7. ケーブルトレイ等ケーブルラッピング施工時の耐震性について

東海第二発電所では、ケーブルトレイ等へケーブルラッピングを施工する場合は、以下の観点から耐震性の評価を行い、基準地震動発生後に機能を維持できる設計とする。

7.1 耐火ラッピング施工による耐震性評価

耐火ラッピング施工については、耐火ラッピングを施工することにより重量が増加することから、耐火ラッピングを施工した場合には、耐火ラッピング施工後の状態において、基準値震動が発生しても、機能を維持できるよう、個別に耐震性を評価し、必要に応じサポートを行う。

8. 放水活動時の被水による影響についての考慮

東海第二発電所で使用するケーブルラッピング材のFFブランケット等は吸水性があることから、放水活動時にFFブランケット等が直接被水すると耐火ラッピング材の重量が増加し、ケーブルトレイ及び耐火ラッピング材の耐震性に影響を及ぼすことが考えられる。

一方、東海第二発電所においては、耐火ラッピングを施工する火災区域(区画)の消火設備として、ハロゲン化物消火設備、二酸化炭素消火設備、局所ガス消火設備、消火器を設置する設計としており、火災時の消火手段として優先的に使用することにより、放水活動時の被水の影響を考慮している。




9. ケーブルトレイラッピングの耐環境性について

東海第二発電所で使用する耐火ラッピング材について、第23表に示す。





第23表 ケーブルトレイラッピングの構成材料

構成材料	耐環境性の 考慮要否	確認結果
	否	無機材料であり、熱・放射線の影響はない。
鉄板, 番線, アルミシート, アルミテープ	否	金属材料であり、熱・放射線の影響は受けない。



火災耐久試験状況(耐火被覆材による耐火障壁)

項目	試験状況写真		
	耐火被覆材による耐火障壁		
	1時間耐火	3時間耐火	
試験開始前			
試験終了後			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しな	良	良
試験結果	合格	合格	



火災耐久試験状況(配管貫通部)

項目	試験状況写真		
	断熱材取付け	モルタル充填	
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	・非加熱側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	・非加熱側に10秒を超えて火炎が噴出しな	良	良
試験結果	合格	合格	




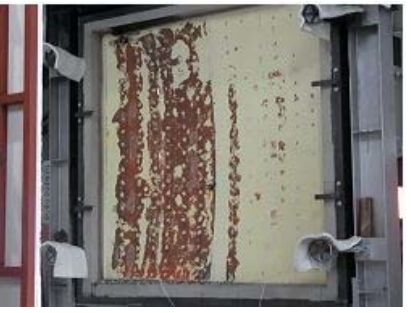
火災耐久試験状況(ケーブルトレイ貫通部)

項目		試験状況写真	
		ケーブルトレイ	
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しなないこと。	良	
試験結果		合格	

火災耐久試験状況(電線管貫通部)




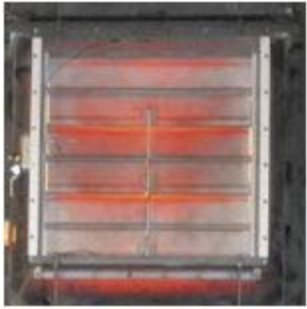
項目		試験状況写真
		電線管
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないうこと。	良
試験結果		合格

火災耐久試験状況(防火扉)



項目	試験状況写真		
	室内加熱	室外加熱	
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良 ^{※1}
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良	良
試験結果	合格	合格	

※1 ドアクローザー一部除く

火災耐久試験状況(防火ダンパ)



項目		試験状況写真	
		防火ダンパ①	防火ダンパ②
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良	良
試験結果		合格	合格

火災耐久試験状況(耐火間仕切り)

項目	試験状況写真	
	耐火間仕切り①	
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良 ^{※1}
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良 ^{※1}
試験結果	合格	



※1 耐火間仕切りの試験体においては、試験後の耐火間仕切り内部の損傷状態、媒等の付着がないことを確認し、試験結果良と判定した。

火災耐久試験状況(耐火間仕切り)

項目	試験状況写真	
	耐火間仕切り②	
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良 ^{※1}
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良 ^{※1}
試験結果	合格	





※1 耐火間仕切りの試験体においては、試験後の耐火間仕切り内部の損傷状態、媒等の付着がないことを確認し、試験結果良と判定した。

火災耐久試験状況(耐火間仕切り)





項目		試験状況写真
		耐火間仕切り③
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良 ^{※1}
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良 ^{※1}
試験結果		合格

※1 耐火間仕切りの試験体においては、試験後の耐火間仕切り内部の損傷状態、媒等の付着がないことを確認し、試験結果良と判定した。





火災耐久試験状況(3時間耐火ケーブルトレイラッピング)

項目		試験状況写真	
		耐火ラッピング (外観, ケーブル)	
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良	
試験結果		合格	




火災耐久試験状況(1時間耐火ケーブルトレイラッピング)

項目	試験状況写真	
試験開始前 (試験体全体)		
試験終了後 (1時間後)	<p>火災防護対象ケーブルの延焼による異区分のケーブルへの影響</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="639 882 999 1144">  <p style="text-align: center;">垂直方向外観</p> </div> <div data-bbox="1031 882 1390 1144">  <p style="text-align: center;">水平方向外観</p> </div> </div>	
	<p>異区分のケーブル延焼による火災防護対象ケーブルへの影響</p> <div style="text-align: center;">  <p>奥：水平 手前：垂直</p> </div>	
判定基準	導通があること。	良
	10MΩ以上であること。	良
試験結果		合格



火災耐久試験状況(3時間耐火電線管ラッピング)

項目		試験状況写真	
		電線管	
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良	
試験結果		合格	

火災耐久試験状況(1時間耐火電線管ラッピング)

項目	試験状況写真	
<p>試験開始前 (試験体全体)</p>		
<p>試験終了後 (1時間後)</p>	<p>火災防護対象ケーブルの延焼による異区分のケーブルへの影響</p>  <p>奥：水平 手前：垂直</p>	<p>異区分のケーブル延焼による火災防護対象ケーブルへの影響</p>  <p>奥：水平 手前：垂直</p>
	<p>判定基準</p>	<p>導通があること。</p>
	<p>10MΩ以上であること。</p>	<p>良</p>
<p>試験結果</p>	<p>合格</p>	

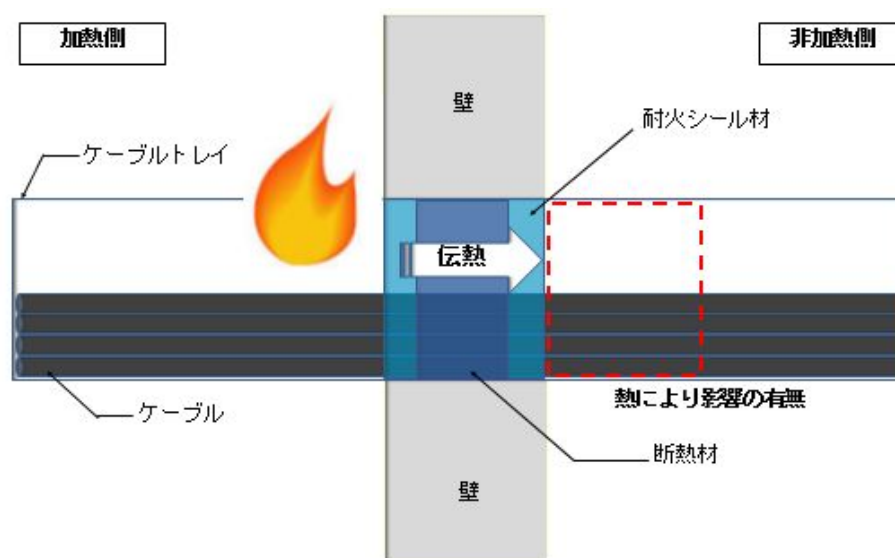
火災耐久試験状況（放水試験）について

項目	試験状況写真
	放水試験
<p>試験開始前 (3時間耐火試験 後)</p>	
<p>試験後</p>	

ケーブルトレイ貫通部における非加熱面側の機器への影響

1. はじめに

火災区域(区画)を形成する3時間耐火処理を施したケーブルトレイ貫通部では、火災が発生した区域(加熱側)の隣接区域(非加熱側)に炎の噴出等は発生しない。しかしながら、第1図のとおり、火災が発生した区域から、ケーブル及び断熱材を介し隣接区域(非加熱側)に伝搬する熱量が大きい場合には、非加熱側でケーブルが発火し、隣接区域に延焼する可能性が考えられる。したがって、東海第二発電所で3時間耐火処理を施すケーブルトレイ貫通部においては、隣接区域(非加熱側)に火災の影響が生じないことを確認している。



第1図 非加熱面側のケーブルトレイ貫通部周囲への熱影響

2. ケーブルトレイ貫通部3時間火災耐久試験の適合判定条件

東海第二発電所のケーブルトレイ貫通部の3時間耐火処理における標準施工方法は、第1図に示すものである。これらの3時間耐火試験における判定基準は、建築基準法施行令第129条の2の5第1項第七号ハに基づく認定に係る性能を評価する「防火区画等を貫通する管の性能試験・評価業務方法書」に基づき、以下(1)から(3)としている。東海第二発電所の標準施工方法については、5.2.2.3第5表示すとおり、以下、(1)から(3)の項目を全て満足し合格することを確認している。

加熱試験の結果、各試験体が次の基準を満足する場合に合格とする。

- (1)非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。
- (2)非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。
- (3)火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。

さらに、非加熱面側のへの熱影響を考慮し、東海第二発電所のケーブルトレイ貫通部の3時間耐火試験の判定基準としては、「防耐火性能試験・評価業務方法書」に基づき、耐火壁に対する判定基準を準用し、非加熱面側温度上昇が180K(°C)を超えないことを規定する。東海第二発電所においてケーブルトレイ貫通部を施工するエリアの設計環境温度が最大40°Cであることを踏まえると、上記判定基準を満足すれば、非加熱側の最大温度は220°C(40°C+180K)となるが、難燃ケーブルが自然発火する温度は概ね300°C以上であることから、非加熱面側でケーブルは発火せず、隣接区域に火災の影響は生じない。

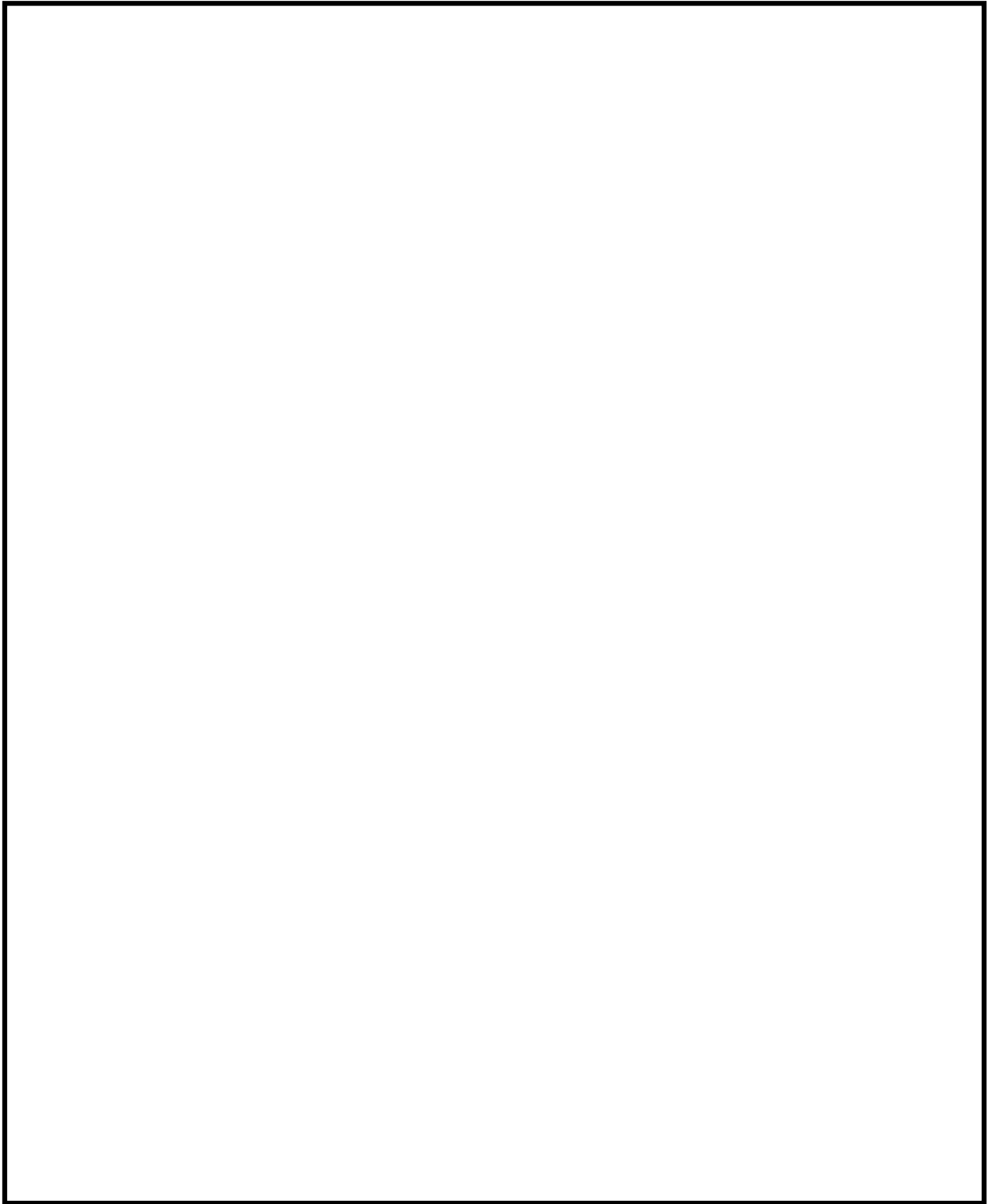
以下、東海第二発電所のケーブルトレイ貫通部の標準施工方法について 3 時間耐火試験を行った際の非加熱側の温度の測定結果を示す。

3. ケーブルトレイ貫通部 3 時間耐火試験における非加熱側温度

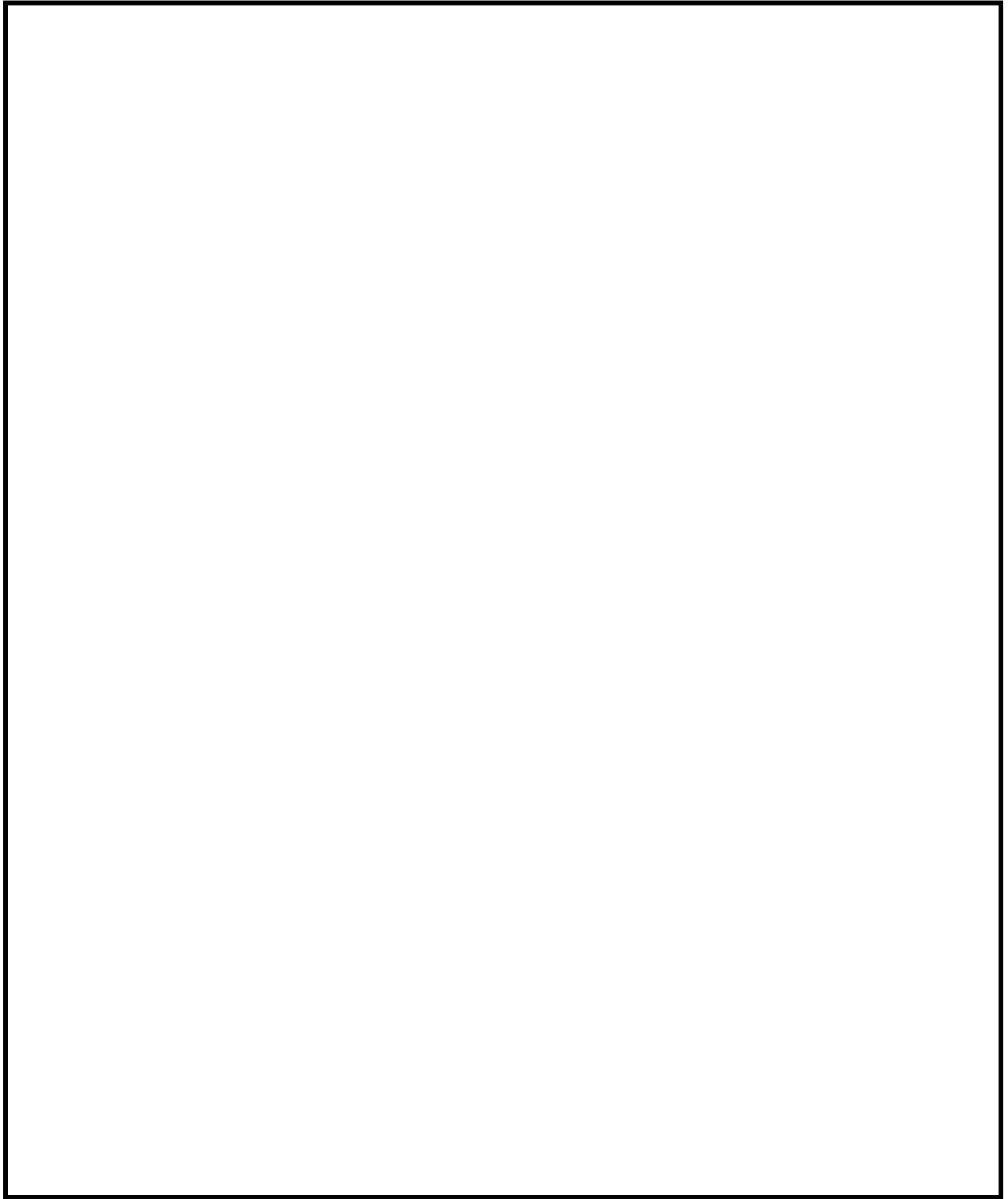
施工方法(1)から(4)のいずれの場合においても、非加熱側でケーブルが外部に剥き出しとなる点（図中、赤色×で表記）においては、温度上昇が 180K を下回っており、ケーブルが発火することはない。

一方、近接しているケーブル同士の隙間においては、高温によりケーブルシース同士が相互に融着する現象が観測されており、当該箇所において最大 241K の温度上昇が見られた。しかしながら、3 時間耐火試験中の非加熱側のケーブルは発火していないことから、ケーブル同士の隙間にケーブル以外の可燃物がなければ延焼は生じないと考える。

東海第二発電所の実機におけるケーブルトレイ貫通部の 3 時間耐火施工箇所においては、ケーブル同士の隙間にケーブル以外の可燃物が存在しない設計とすることから、火災が発生する区域の熱が 3 時間耐火処理を施したケーブルトレイ貫通部を通じて隣接区域に影響を及ぼすおそれはないと考える。



第 2 図 ケーブルトレイ貫通部 3 時間耐火試験における非加熱側温度(その 1)



第 2 図 ケーブルトレイ貫通部 3 時間耐火試験における非加熱側温度(その 2)

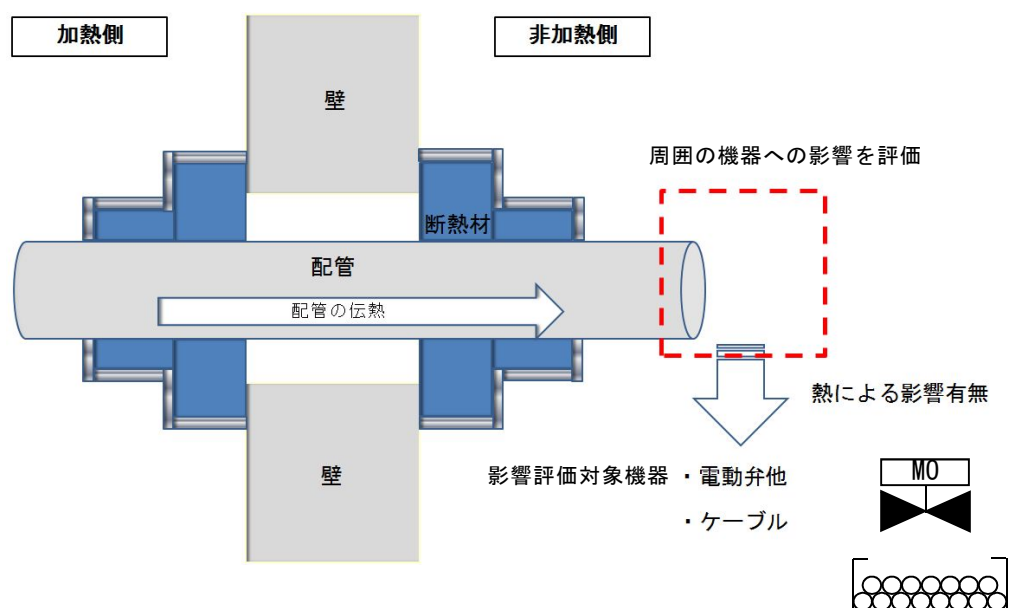
東海第二発電所 配管貫通部における非加熱側の機器への影響について

1. はじめに

火災区域(区画)を構成する配管貫通部が火災時に配管が加熱されると、配管の伝熱により非加熱面側配管の温度・圧力が上昇し、当該配管の周囲に設置される機器及び配管に直接取付けられている機器に影響をおよぼす可能性がある。したがって、非加熱側の機器への影響について配管の設置状態に応じ評価を行う設計とする。

2. 非加熱面側の貫通配管周囲の機器への影響

非加熱面側の貫通配管周囲の機器(第1図)への影響は、貫通している配管の断熱材からの先の状態(保温材の設置有無、配管の種類(液体を内包する配管、気体を内包する配管))により影響が異なるため、以下のとおり評価を実施する設計とする。また、評価は最も周辺機器への影響が大きいと考えられる気体を内包する配管を代表として詳細な評価を行う設計とする。



第1図 非加熱面側の貫通配管周囲の機器への伝熱影響

2.1 保温材付配管

保温材付配管は、配管に設置した保温材の厚さを配管口径によって変化させ、口径に係らず配管からの放熱が一定値以下に抑制されるよう設計している。したがって、火災時においても加熱面側からの加熱及び非加熱面側の放熱が保温材によって抑制され、周囲のケーブルトレイや電動弁などへの輻射熱の影響が抑制される。

したがって、保温材配管については非加熱面側の貫通配管周囲に設置する機器への影響は考えにくい。

2.2 液体を内包する配管

液体を内包する配管は、水配管と燃料(軽油)移送配管がある。

水配管は、火災により加熱されても、配管を構成する鋼材に比べて10倍近い熱容量を持つ配管径全体の保有水により、熱が吸収され温度上昇が大きく抑制される。したがって、非加熱面側の貫通配管周囲に設置する機器への影響は考えにくい。

燃料(軽油)移送配管についても同様で、軽油は、配管を構成する鋼材に比べて4倍近い熱容量を有しており、火災により加熱された場合でも配管径全体の軽油により熱が吸収され、温度上昇が大きく抑制される。

したがって、非加熱面側の貫通配管周囲に設置する機器への影響は考えにくい。

2.3 気体を内包する配管

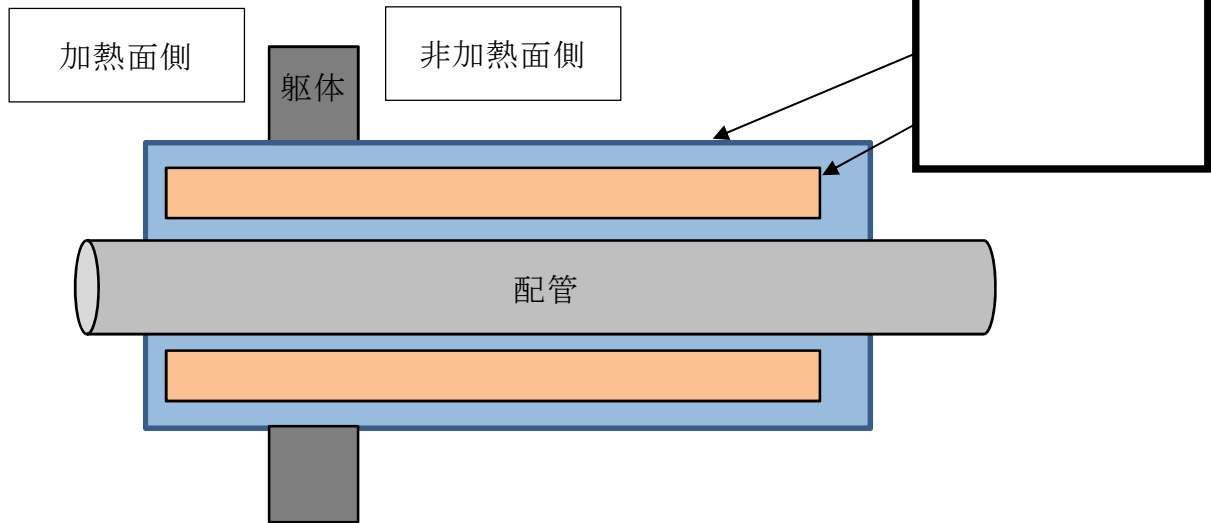
気体を内包する配管は、配管内部が気体であることから、液体を内包する配管に比べ配管自体の熱容量が小さく、非加熱面側の貫通配管の温度が上昇することが想定されるため、非加熱面側の周辺機器への影響軽減を目的として、基準値以上の温度範囲については断熱材で覆う設計とする。

また、このための確認として、IS0834の加熱曲線により3時間加熱した火災耐久試験を実施し、気体を内包する貫通配管表面の温度を測定した。試験体概要を第2図、温度測定点を第3図に示す。周辺機器へ影響をおよぼす温度の基準として、非加熱面側の配管表面について最高温度173℃^{*1}を定め、試験結果から、非加熱面側にて当該の温度を満たすための断熱材の寸法を確認した。配管径ごとに必要となる断熱材長さの確認結果を第4図に示す。

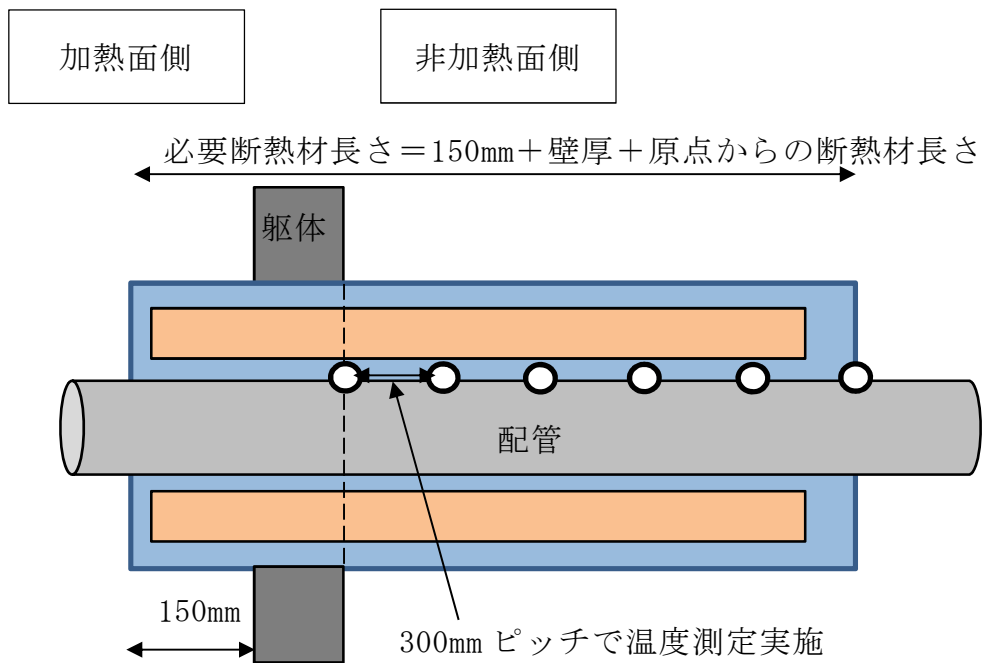
なお、ケーブルについては、「内部火災影響評価ガイド」表8.2「ケーブルの損傷基準」のとおり、いずれのケーブルタイプもケーブルの損傷基準温度が示されており、200℃を上回っていることから、配管貫通部の非加熱側の最高温度である173℃の温度環境となった場合においても損傷に至ることはない。

※1 米国Regulatory Guide 1.189では、配管貫通部非加熱面側の温度が周囲の機器等に影響をおよぼさぬよう、周囲の環境温度に対して最高点で163℃若しくは平均121℃を超えて上昇しないことが求められている。非加熱面側の周囲の環境温度は、通常雰囲気は換気空調系の設計温度10℃～40℃であるため、最高点の温度上昇は173℃～203℃以下、エリア平均では、131℃～161℃以下であることが求められる。

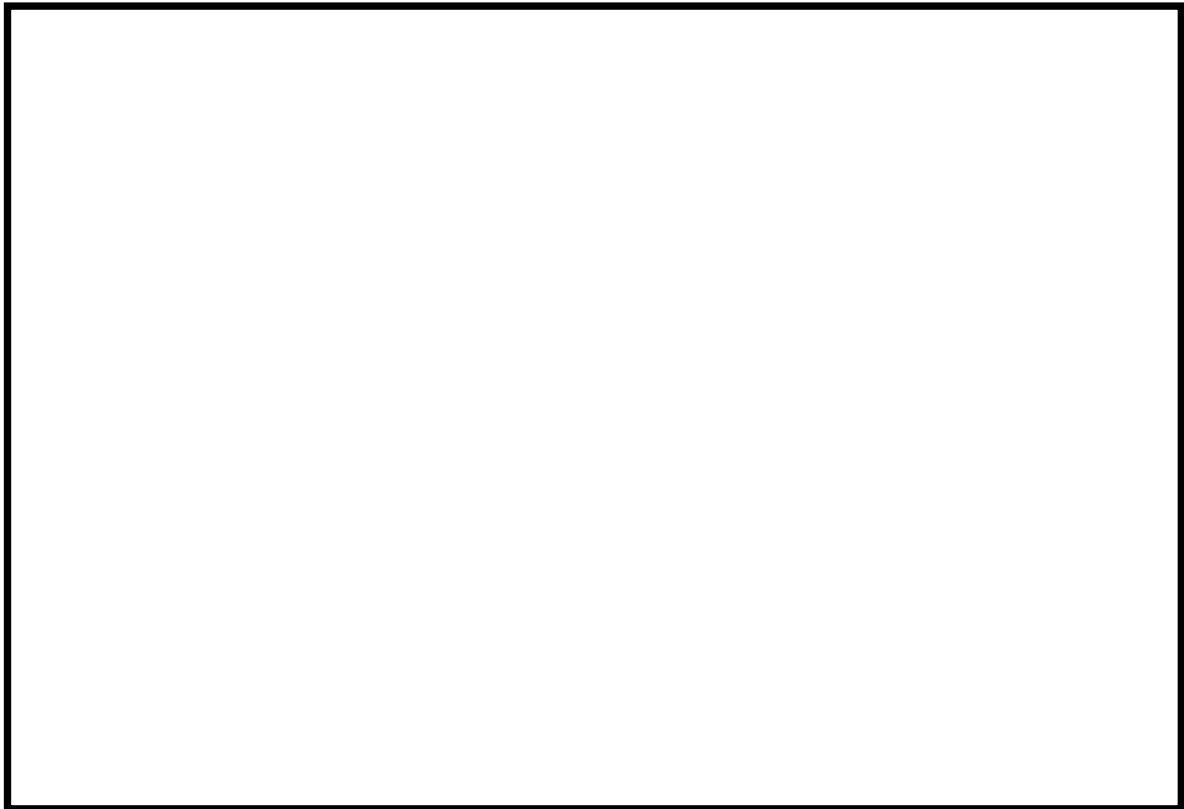
したがって、これらの範囲のうち保守的な条件として、非加熱面側の最高点の温度は173℃以下、エリア平均の温度は131℃以下を基準値とする。



第2図 試験体概要

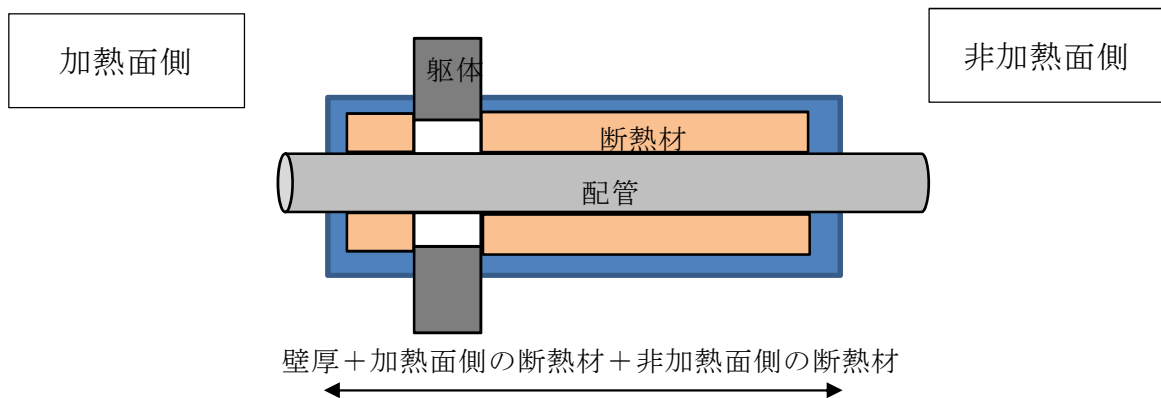


第3図 温度測定点



第4図 口径毎の温度基準値（最高点温度）を満たす耐火材長さ

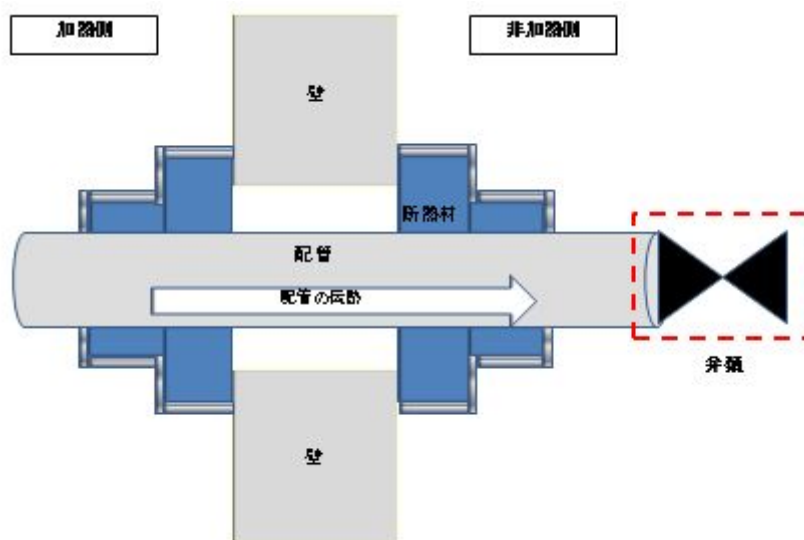
第4図に示す配管口径毎の必要な断熱材長さの確認結果を踏まえ、ハイ貫通部に対して、壁厚+加熱面側の断熱材+非加熱面側の断熱材の合計長さが、基準温度以下となる断熱材長さ以上とするように断熱材を設置することで、非加熱面側に露出する配管の温度を基準値以下とし、貫通配管周辺の機器への影響が生じない設計とする。対策イメージを第5図に示す。



第5図 耐火対策イメージ

3. 非加熱面側の貫通配管に接続される機器への影響

配管貫通部の非加熱面側の貫通配管に接続される機器への影響（第6図）は、貫通している配管（保温材の設置有無、液体を内包する配管、気体を内包する配管）により影響が異なるため、以下のとおり評価を実施する。



第6図 非加熱面側の貫通配管に直接取り付く機器への影響

3.1 保温材付配管

保温材付配管は、2.1項に示すとおり、保温材により加熱面側における加熱が抑えられること、また、保温材付配管は直接取り付く機器の耐熱温度も耐火設計となっている。

したがって、非加熱面側の貫通配管に直接取り付く機器に熱影響を与えることはない。

3.2 液体を内包する配管

液体を内包する配管は、2.2 液体を内包する配管にて評価したとおり、内部流体の熱吸収により非加熱面側の温度上昇を抑えることができ、これにより内部流体の圧力上昇も低減されることから、非加熱面側の貫通配管に直接取り付く機器への影響は考えにくい。

3.3 気体を内包する配管

気体を内包する配管は、配管内部の熱容量が小さく、非加熱面側の貫通配管の温度が上昇されることが想定される。東海第二発電所にて3時間耐火による貫通部処理を行う気体を内包する配管は、以下のとおりである。

- 非常用ガス処理系
- 不活性ガス系
- 非常用ディーゼル発電機始動空気及び給気系
- 計装用圧縮空気系
- 所内用圧縮空気系
- 高圧窒素ガス供給系

気体を内包する配管の貫通部近傍に直接設置機器として、弁類(手動弁, 電動弁, 空気作動弁), 計測器がある。これらの機器については以下の点から熱による影響は考えにくい。

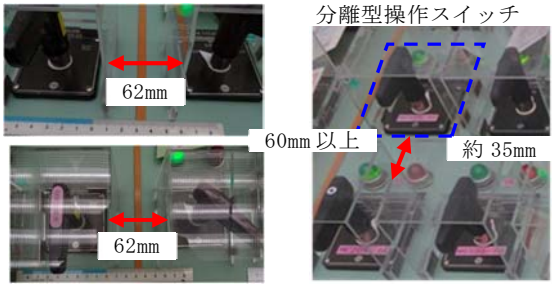
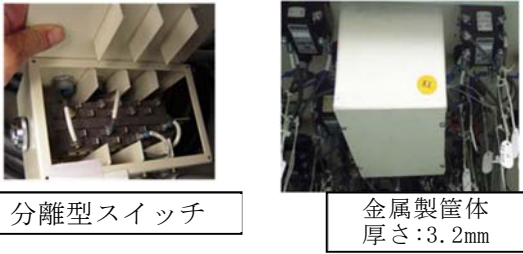
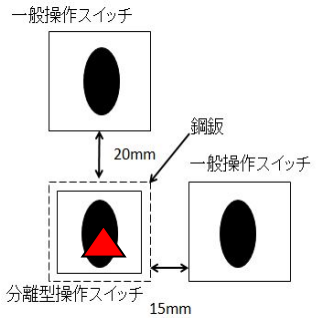
- ・断熱材以降の非加熱側の配管露出部は、173℃以下となる設計である。
- ・断熱材以降の非加熱側の配管露出部においては、173℃を下回る設計であるが、系統の設計温度を超える。弁については、設置位置における温度に対して、いずれもJSMEに規定される弁自体の設計温度を超えないこと、及びJIS等規格品の同型機器がプラント内で200℃以上の高温部に使用され、十分に機能している実績から、173℃以下の環境において熱影響による機器への影響はない。また、電動弁、空気作動弁の駆動部については、配管部より更に離れて設置されており、伝熱による影響を受けにくく、温度上昇も小さいことから、機能への影響は考えにくい。よって、気体を内包する配管の非加熱面側に直接接続された機器が熱影響を受けることは考えにくい。

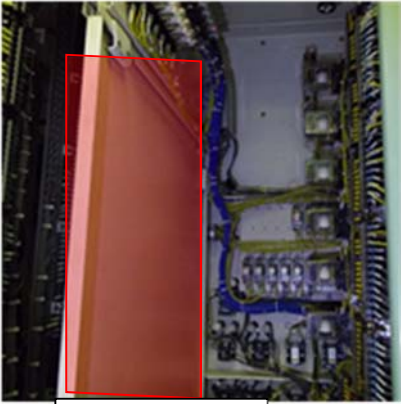
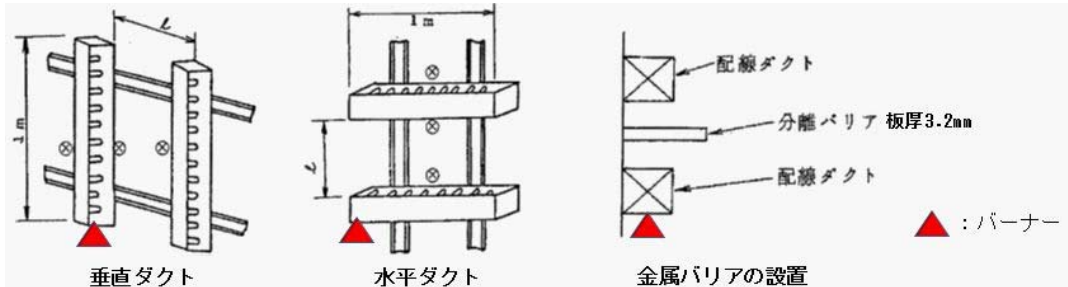
添付資料 3

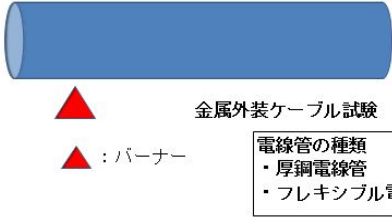
東海第二発電所における
中央制御盤内の分離について

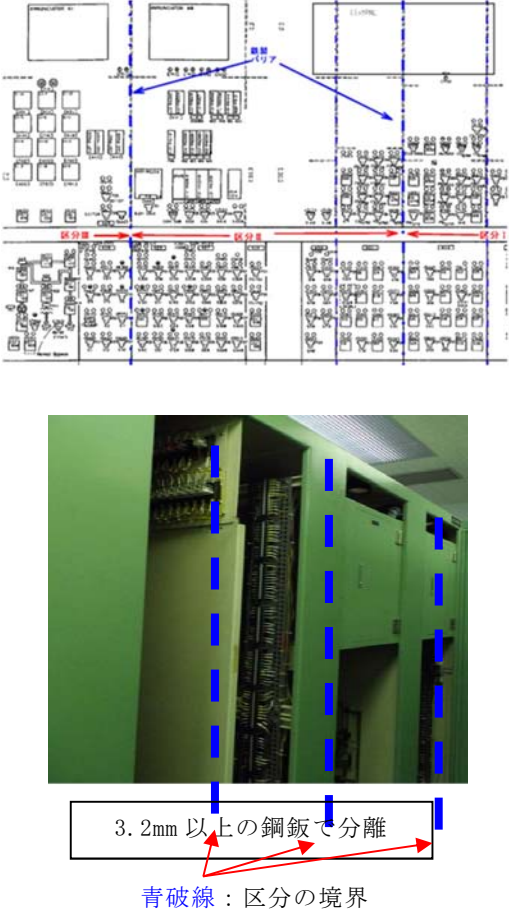
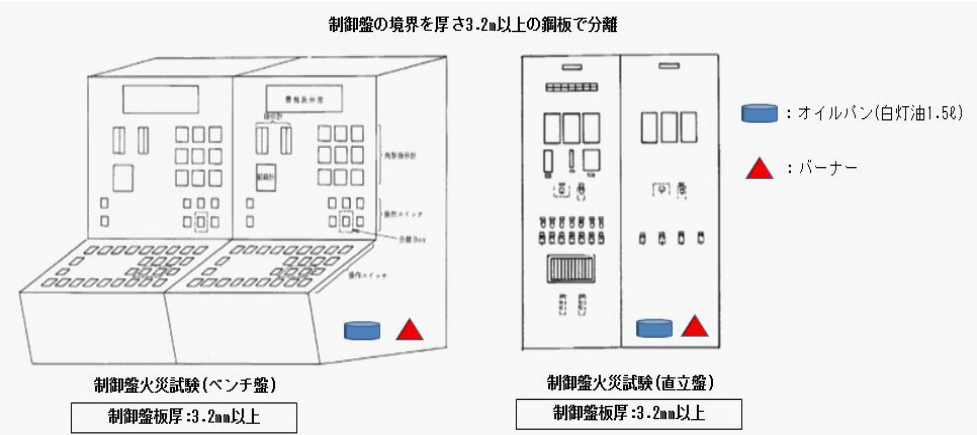
中央制御室制御盤内の分離について

中央制御室の制御盤のスイッチ、配線などの構成部品に単一火災を構成しても、近接する他構成部品に影響がおよばないことを確認した実証試験の知見を踏まえ十分な分離を行う設計とする。以下に実証試験概要を示す。

対象	盤内状況の例	実証試験概要
<p>操作 スイ ッチ</p>	<p>【操作スイッチ表面】</p>  <p>62mm</p> <p>60mm 以上</p> <p>約 35mm</p> <p>62mm</p> <p>【操作スイッチ裏面】</p>  <p>分離型スイッチ</p> <p>金属製管体 厚さ:3.2mm</p> <p style="text-align: center;">上記は全て実機計測値</p>	<p>1. 目的 鋼板で覆った操作スイッチに火災が発生しても、適切な分離距離を確保している場合は、近接する操作スイッチに火災の影響がおよばないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容</p> <p>(1) 過電流による火災（内部火災） 鋼板で覆われた分離型操作スイッチに過電流を通电することで、分離型操作スイッチ内の内部火災を模擬し、隣接する一般操作スイッチへの影響を確認した。 【判定基準】 隣接する一般操作スイッチへの延焼性(目視による確認)</p> <p>(2) バーナー着火による火災（外部火災） 鋼板で覆われた分離型操作スイッチの外側からバーナーで着火することで、制御盤内での火災を模擬し、分離型操作スイッチへの影響を確認した。 【判定基準】 a. 絶縁抵抗測定 b. 通电確認(ランプ点灯にて確認) c. 操作性の確認</p> <div style="text-align: center;">  <p>一般操作スイッチ</p> <p>鋼板</p> <p>20mm</p> <p>一般操作スイッチ</p> <p>15mm</p> <p>分離型操作スイッチ</p> <p>▲ :バーナー</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>スイッチ分離距離 上下方向：20mm 水平方向：15mm</p> </div> </div> <p>2. 試験結果 鋼板で覆った分離型操作スイッチに火災が発生しても、適切な分離距離を確保している場合は、近接する一般操作スイッチに火災の影響がないことを確認した。また、制御盤内の火災が発生しても、鋼板で覆われた分離型操作スイッチには、火災の影響が及ばないことを確認した。</p>

対象	盤内状況の例	実証試験概要
<p style="text-align: center;">盤内配線ダクト</p>	<div style="text-align: center;">  <p>鋼鈹による分離</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>金属バリア：厚さ 4mm 分離距離：3cm 以上</p> </div> <p style="text-align: right;">上記は全て実機計測値</p>	<p>1. 目的 金属バリア又は盤内配線ダクト内に設置している区分の配線に火災が発生しても、異区分の配線に火災の影響がおよばないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容</p> <p>(1)空間距離 配線を収納したダクトを並べ、ダクトの距離を自由に変えるようにし、片側のダクトの配線にバーナーで着火し、もう一方のダクトへの影響を確認した。 【判定基準】隣接する盤内配線ダクトの影響度（目視確認（変色，変形等））</p> <p>(2)電線管バリア 配線を収納したダクトを並べ、ダクトの距離を自由に変えられるようにし、ダクトの間に板厚 3.2mm の金属バリアを設置し、片側のダクトの配線にバーナーで着火し、金属バリアがある場合のもう一方のダクトへの影響を確認した。 【判定基準】隣接する盤内配線ダクトの影響度（目視確認（変色，変形等））</p> <div style="text-align: center;">  <p>垂直ダクト 水平ダクト 金属バリアの設置</p> </div> <p>2. 試験結果 金属バリアがない場合は、垂直ダクト間で 5cm 以上、水平ダクト間では 10cm 以上距離があれば、もう一方へのダクトへの影響がないことを確認した。 金属バリアがある場合は、3 cm の距離があっても、もう一方へのダクトへの影響がないことを確認した。なお、塩化ビニル電線と難燃性電線の相違はなかった。</p>

対象	実証試験概要
<p>金属外装ケーブル</p>	<p>1. 目的 制御盤内に設置している金属外装ケーブルが制御盤内の火災により影響を受けないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 (1) 金属外装ケーブル ケーブルを収納した電線管及びフレキシブル電線管を外部からバーナーで着火し、電線管及びフレキシブル電線管内のケーブルへの影響を確認した。 【判定基準】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 絶縁抵抗測定 ・ 絶縁被覆の形状（熔融等の有無） <div data-bbox="1003 587 1464 852" style="text-align: center;"> <p>電線管内部に塩化ビニル線，難燃性電線配線を布設</p>  <p>金属外装ケーブル試験</p> <p>▲ : バーナー</p> <p>電線管の種類 ・ 厚鋼電線管 ・ フレキシブル電線管</p> </div> <p>3. 試験結果 電線管において，塩化ビニル電線の被覆は，一部表面が溶着するが，難燃性電線には変化が見られなかった。フレキシブル電線管も塩化ビニル電線の被覆は，一部表面が溶着するが，難燃性電線には変化が見られなかった。 電線管及びフレキシブル電線管の塩化ビニル電線，難燃性電線の絶縁抵抗は，試験前後に変化はなく，電線管及びフレキシブル電線管に収納することで分離機能を有することが確認できた。</p>

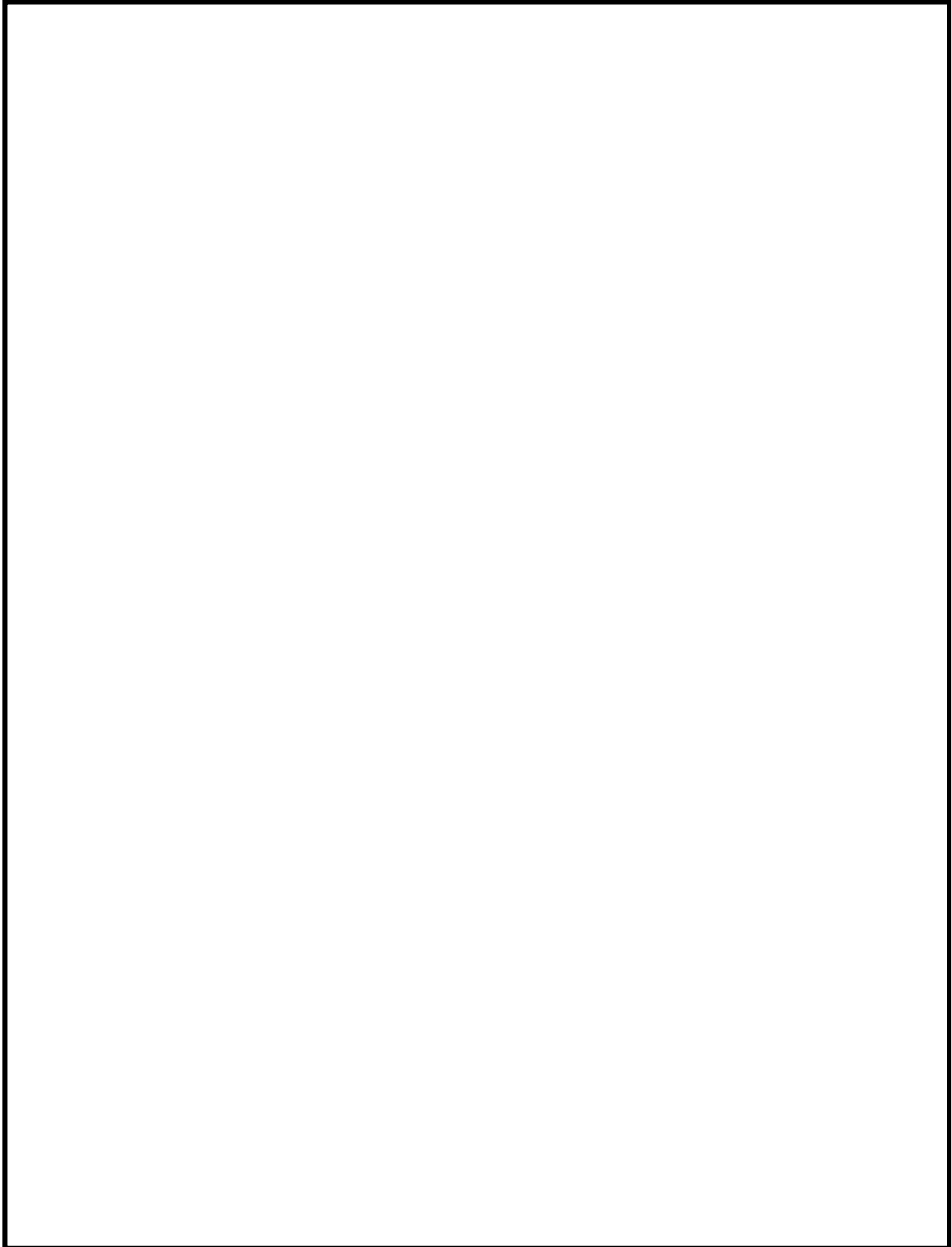
対象	盤内状況	実証試験概要
<p>制御盤</p>		<p>1. 目的 中央制御室に設置している制御盤に火災が発生しても、隣接する制御盤に火災の影響がおよぼんしことを確認する。制御盤は、ベンチ盤、直立盤の2種類で確認する。</p> <p>2. 試験内容</p> <p>(1) 制御盤バーナー着火試験 制御盤内の外部ケーブルの立ち上がり部をバーナーにより強制着火し、隣接制御盤への火災の影響を確認した。なお、隣接盤への影響は、以下の判定基準にて確認した。</p> <p>(2) 制御盤油点火試験管 制御盤内にオイルパンを設置し、白灯油1.5ℓに強制着火させ、制御盤内の全面火災による隣接制御盤の火災の影響を確認した。隣接制御盤への影響は、以下の判定基準にて確認した。</p> <p>(3) 判定基準</p> <ul style="list-style-type: none"> ・隣接制御盤の変色、変形の有無 ・隣接制御盤の通電性の確認(ランプ点灯にて確認) ・火災鎮火後の隣接制御盤の操作性のお確認 ・火災鎮火後の隣接制御盤の絶縁抵抗測定  <p>2. 試験結果 金属で覆われ、分離している制御盤内に火災が発生しても、火災の影響は火災源の制御盤内に留まることを確認した。したがって、隣接制御盤に火災の影響はなく、分離性が確保されることを確認した。</p>

対象	実証試験概要
盤内絶縁電線	<p>1. 目的 中央制御室の制御盤内に設置している絶縁電線が短絡事故等を想定した過電流により発火せず、同一制御盤内の他機器に火災の影響がおよばないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 (1) 空中一条布設過電流試験 盤内絶縁電線に許容電流の4倍～5倍の過電流を通電し、発火有無の状態を確認した。 絶縁電線の種類は、以下の4種類とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○600V NC-HIV 2mm² 低塩酸ビニル電線 ○600V HIV 2mm² 耐熱ビニル電線 ○600V IV 2mm² ビニル電線 ○600V FH 2mm² テフゼル電線 <p>【判定基準】 過電流によって発火しないこと</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">空中一条布設過電流試験の装置</p> </div> <p>3. 試験結果 盤内絶縁電線は4種類とも過電流によって発火する前に導体が溶断し、発火しないことを確認した。したがって、同一制御盤内の他機器へ火災の影響はなく、分離性が確保されることを確認した。</p>

添付資料 4

東海第二発電所における中央制御室の
ケーブルの分離状況について

東海第二発電所における中央制御室のケーブルの分離状況について



添付資料 5

東海第二発電所における中央制御室の
制御盤の火災を想定した場合の対応
について

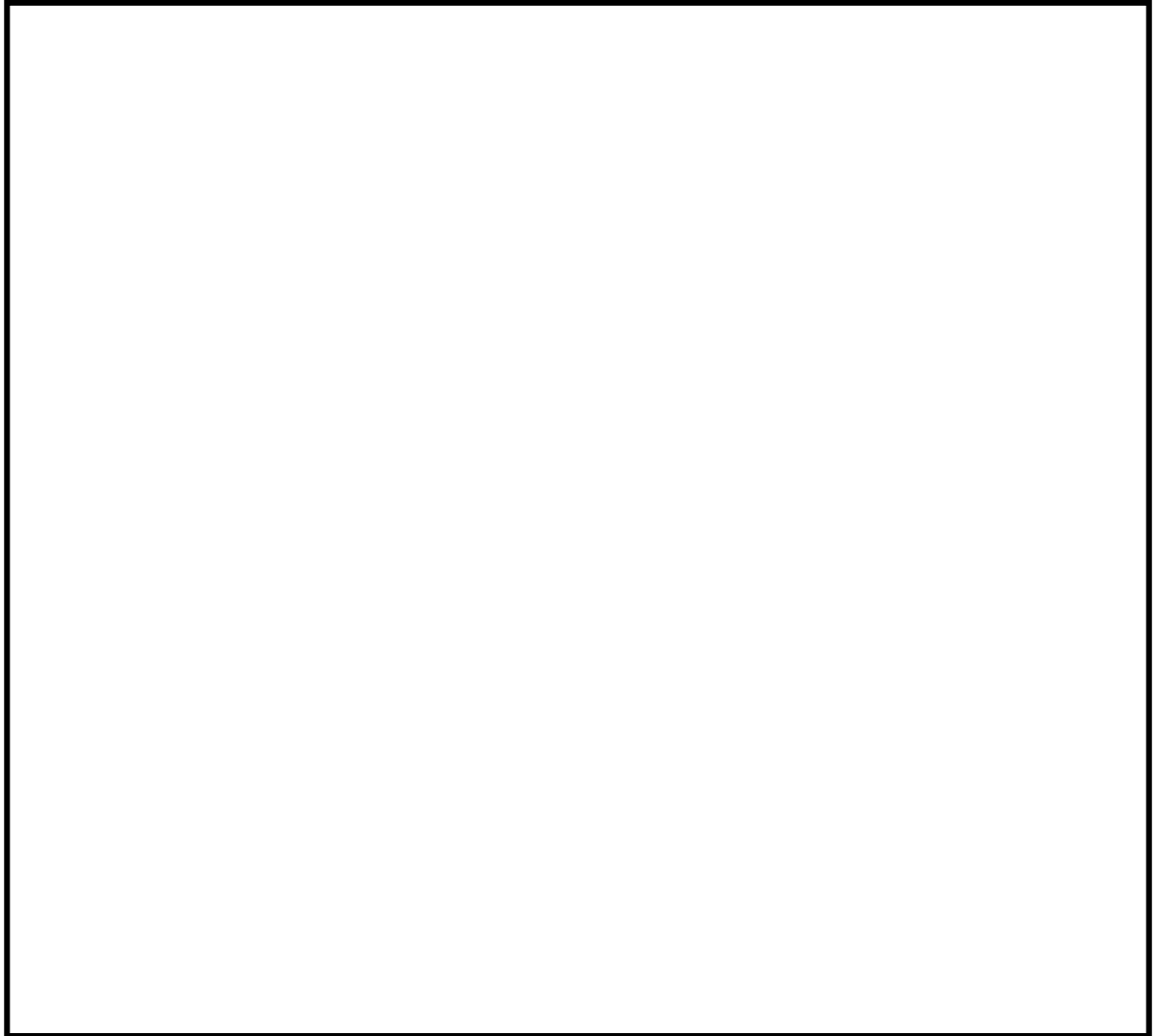
東海第二発電所における中央制御室の制御盤の火災を想定した場合の
対応について

1. 目的

火災により、中央制御室の制御盤 1 面の安全機能が喪失したとしても、他の制御盤により、原子炉の高温停止及び低温停止・維持ができることを確認する。

2. 中央制御室の制御盤の配置

中央制御室には、第 1 図のとおり制御盤を配置しており、区分毎または系統毎に分離した設計としている。



第 1 図 東海第二発電所 中央制御室

3. 中央制御室の制御盤の火災による影響の想定

中央制御室には運転員が常駐していることから火災の早期感知・消火が可能であるため、制御盤にて火災が発生した場合であっても、火災による影響は限定的である。しかしながら、ここでは中央制御室の制御盤で発生する火災とその影響を以下のとおり想定する。

- ・ 保守的に当該制御盤に関連する機能は火災により全喪失する。
- ・ 隣接する制御盤とは金属の筐体により分離されていること、早期感知・消火が可能であることから隣接盤へ延焼する可能性は低い。
- ・ 異区分が同居する制御盤については、制御盤内部の影響軽減対策を行うことから同居する区分の機能が火災により同時に喪失する可能性は低いが、保守的に全て機能喪失する。
- ・ 制御盤に接続するケーブルは、難燃ケーブルを使用する設計とすること、1 時間以上の耐火能力を有する耐火措置がなされた電線管又はトレイに布設する設計とすることから、中央制御室床下には延焼する可能性は低い。

4. 中央制御室の制御盤の火災発生に対する評価結果

中央制御室の制御盤の火災により、制御盤 1 面の機能が全喪失した場合を想定した評価について、結果を第 1 表に示す。

例えば、中央制御盤において、安全区分毎に分離・独立している制御盤では、区分 I の制御盤の火災による機能喪失を想定しても、他の安全区分の制御盤と分離・独立していることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

一方、複数の安全区分の機器・ケーブル等が一つの盤内に設置設置されている制御盤については、複数の安全区分の安全機能が同時に喪失する可能性がある。しかしながら、これらの制御盤については、運転員の目の前に設置されていること、高感度煙感知器を設置する設計としており、火災の早期感知と運転員による早期消火が可能なことから、複数区分の監視機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

なお、万一複数の安全区分の機器・ケーブル等が設置されている制御盤の機能が全て喪失しても、制御室外原子炉停止装置からの操作により、原子炉の安全停止が達成可能である設計とする。

第 1 表 中央制御室の制御盤における火災影響で喪失する機能

位 置	盤番号	盤名称	安全機能 (○：機能有り)					備考
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
1	H13-P615A	制御棒位置指示系盤 A						
2	P625	HPCS RELAY CAB			○	○	○	
3	H13-P615B	制御棒位置指示系盤 B						
4	H13-P615C	制御棒位置指示系盤 C						
5	H13-P616	制御棒操作補助盤						
6	H13-P613	PROCESS INST CAB					○	
7	H13-P634A	再循環流量制御系制御盤						
8	H13-P634B	同上						
9	H13-P929	ATS ECCS DIV-III CAB			○	○	○	
10	H13-P617	PROCESS INST CAB					○	
11	H13-P634	PLR-FCV HPU CONT CAB						
12	H13-P612	FEEDWATER CAB (1) & (2)						
13	H13-P609	原子炉保護系“A”継電器盤	○	○	○	○	○	
14	H13-P610	スクラム試験盤						
15	H13-P611	原子炉保護系“B”継電器盤	○	○	○	○	○	
16	CP-35	DUST MONITOR CAB						
17	H13-P614	NSSS TEMP RECORDER CAB						
18	H13-P608	出力領域モニタ盤						
19	H13-P636	RADIATION MON “B” CAB						
20	D21-P600	AREA RAD MONITOR CAB						
21	H13-P600	PROCESS RAD RECORDER CAB					○	
22	H13-P604	PROCESS RAD MONITOR CAB						
23	H13-P607	TIP 制御盤						
24	H13-P619	ジェットポンプ計装盤						
25	H13-P635	RADIATION MON “A” CAB					○	
26	H13-P601	REACTOR CORE COOLING		○	○	○	○	
27	H13-P602	CUW & PLR CONTROL						
28	H13-P603	REACTOR CONTROL	○				○	
29	CP-3	タービン補機制御盤						
30	CP-2	タービン・発電機制御盤						
31	CP-1	所内電源制御盤		○	○	○	○	

位 置	盤番号	盤名称	安全機能 (○：機能有り)					備考
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
32	NR91-P052	廃棄物処理設備監視盤						
33	CP-50	現場設備監視盤						
34	CP-37	火災受信盤						
35	CP-33	環境監視盤						
36	CP-30	送・受電系統制御盤						
37	CP-9	AUX RELAY CAB						
38	CP-8	T-G RECORDER CAB						
39	CP-7	T-G TEST & CEECK CAB						
40	CP-10A	GENETOR&MAIN TRANSF						
41	CP-10B	GENETOR&UNIT AUX TRANSF						
42	CP-10C	STANDBY TRANSF						
43	CP-11	タービン補機盤						
44	CP-4	タービン試験盤						
45	CP-25	スチームシール系制御盤						
46	CP-39	タービン振動監視盤						
47	CP-21	タービン監視補助盤						
48	CP-20F	EHC 制御盤(インターロック)						
49	CP-20E	EHC 制御盤(共通Ⅱ)						
50	CP-20D	EHC 制御盤(共通Ⅰ)						
51	CP-20C	EHC 制御盤(システムⅢ)						
52	CP-20B	EHC 制御盤(システムⅡ)						
53	CP-20A	EHC 制御盤(システムⅠ)						
54	CP-31	OFF-GAS CONTROL CAB						
55	CP-5	VENT&DRY WELL INERTING CAB			○	○	○	
56	H13-P926	ATS ECCS DIV-Ⅱ CAB			○	○	○	
57	H13-P642	LEAK DETECTION DIV-Ⅱ CAB						
58	H13-P618	RHR “B” & “C” RELAY DIV-Ⅱ CAB			○	○		
59	H13-P925	ATS ECCS DIV-Ⅰ CAB			○	○	○	
60	H13-P927	同 上			○	○	○	
61	CP-34A	RFP-T(A) 制御盤						
62	CP-34B	RFP-T(B) 制御盤						

位 置	盤番号	盤名称	安全機能 (○:機能有り)					備考
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
63	H13-P640	TRANSIEMNT TEST PANEL						
64	H13-P621	RCIC RELAY CAB			○	○		
65	H13-P632	LEAK DETECTION DIV- I CAB						
66	H13-P629	LPCS&RHR "A" RELAY DIV- I CAB			○	○	○	
67	H13-P924	ATS RPS "D" CAB	○					
68	H13-P922	ATS RPS "B" CAB	○					
69	H13-P622	INBOARD VALVE NS4 DIV-II CAB						
70	H13-P631	ADS "B" RELAY CAB						
71	H13-P690	S/P TEMP MON" B" CAB						
72	CP-16	FCS" B" CAB						
73	H13-P639	CAMS" B" CAB						
74	CP-14	MSIV-LCS" B" CAB		○				
75	CP-6B	SGTS&FRVS "B" CAB		○			○	
76	CP-41	STATION AUX POWER CAB						
77	H13-P623	INBOARD VALVE NS4 DIV- I CAB						
78	H13-P628	ADS" A" RELAY CAB						
79	H13-P689	S/P TEMP MON "A" CAB						
80	CP-15	FCS" A" CAB						
81	H13-P638	CAMS" A" CAB						
82	CP-13	MSIV-LCS" A" CAB						
83	CP-6A	SGTS&FRVS "A" CAB		○			○	
84	H13-P921	ATS RPS "A" CAB	○					
85	H13-P923	ATS RPS "C" CAB	○					
86	CP-42A	PSVR 盤 (1)						
87	CP-42B	PSVR 盤 (2)						
88	CP-32	開閉所保護盤						
89	CP-36	保守用						
90	CP-40	275KV 系統						
91	CP-43	潮位記録計						
92	H13-P660	スクラムタイミンクレコーダ盤						
93	H13-P650	アクションマネージメント盤						

東海第二発電所における
原子炉格納容器内の火災防護について

【目次】

1. はじめに
2. 原子炉格納容器内の状態について
3. 原子炉格納容器内の火災防護対策
 - 3.1 火災区域の設定
 - 3.2 火災の発生防止対策
 - 3.3 火災の感知及び消火
 - 3.4 火災の影響軽減対策

東海第二発電所における原子炉格納容器内の火災防護について

1. はじめに

東海第二発電所の原子炉格納容器内は、プラント運転中については窒素が封入され雰囲気の不活性化となることから、火災の発生は想定されない。

しかしながら、窒素が封入されていない期間のほとんどは、原子炉が冷温停止に到達している機関であるが、わずかではあるものの原子炉が冷温停止に到達していない期間もあることを踏まえ、以下のとおり火災防護対策を行う。

2. 原子炉格納容器内の状態について

原子炉格納容器内の窒素置換(窒素封入・排出)は、プラント起動時及びプラント停止時において以下のとおり実施される。

(プラント起動時)

- ・制御棒引抜き(原子炉の高温・冷温停止状態の外へ移行)
- ・出力上昇・起動試験・出力低下・制御棒全挿入(原子炉の高温停止状態へ移行)
- ・原子炉格納容器内点検
- ・窒素封入
- ・制御棒引抜き・出力上昇(原子炉の高温・冷温停止状態の外へ移行)

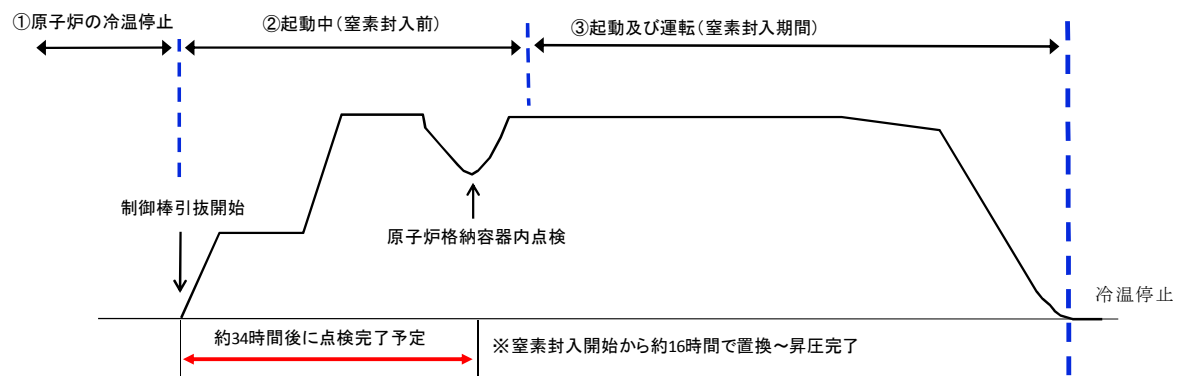
(プラント停止時)

- ・制御棒挿入・出力低下
- ・高温停止状態へ移行
- ・冷温停止状態へ移行

・窒素排出

なお、起動時のプラント状態について、火災防護の観点から以下のように分類する。

- ①原子炉の冷温停止（制御棒引抜きまで）
- ②起動中（窒素封入前）（制御棒引抜きから窒素封入前まで）
- ③起動及び運転（窒素封入以降）



火災の発生リスクを低減するためには、原子炉の起動時において窒素置換されない期間をできるだけ少なくすることが有効である。

3. 原子炉格納容器内の火災防護対策

3.1 火災区域の設定

原子炉格納容器は、3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁により他の火災区域と分離する。

原子炉格納容器内の火災防護対象設備を別紙 1 に示す。

火災防護に係る審査基準では、火災防護の目的として「原子炉の高温停止及び冷温停止」の達成、維持を挙げていることを踏まえ、2.に示す①原子炉の冷温停止、②起動中(窒素封入前)、③起動及び運転(窒素封入期間)のそれぞれの状態に応じて、以下のとおり原子炉格納容器の特性を考慮した火災防護対策(火災の発生防止、火災の感知・消火、火災の影響軽減)を講じる。

ただし、③起動及び運転(窒素封入期間)については、窒素が封入され雰囲気の不活性化されていることから、火災の発生は想定されず、個別の火災防護対策は不要である。

3.2 火災の発生防止対策

(1) 原子炉格納容器の状態に応じた対策

原子炉格納容器内の火災発生防止対策について原子炉格納容器の状態に応じて実施する項目は以下のとおり。

○原子炉の冷温停止時及び起動中(窒素封入前)に実施する発生防止対策

- ・ 発火性又は引火性物質に対する火災の発生防止
- ・ 可燃性の蒸気・微粉への対策
- ・ 火花を発生する設備や高温の設備等の使用
- ・ 発火源の対策
- ・ 放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策
- ・ 過電流による過熱防止対策
- ・ 不燃性材料または難燃性材料の使用
- ・ 地震等の自然現象による火災発生の防止

(2) 発火性又は引火性物質に対する火災の発生防止

①漏えいの防止，拡大防止

原子炉格納容器内にあるポンプ等の油内包機器の油保有量と堰の容量を第 8-1 表に示す。また，潤滑油を内包する機器の設置状況を第 8-1 図に示す。

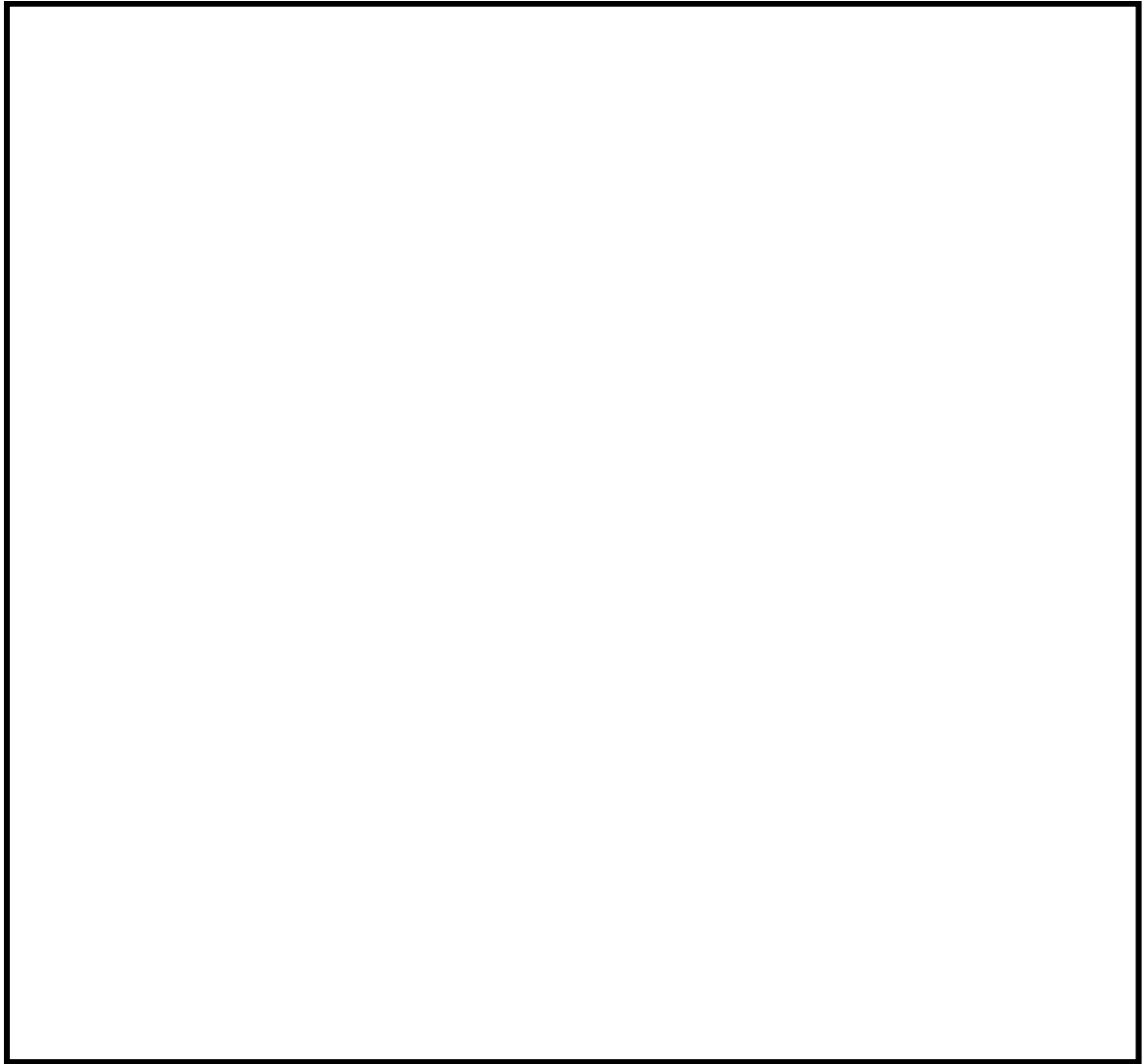
これらの機器は，溶接構造またはシール構造の採用により潤滑油の漏えい防止対策を講じるとともに，万が一の漏えいを考慮し，漏えいした潤滑油が拡大しないよう堰等を設け拡大防止対策を行う設計とする。

また，主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁，原子炉再循環ポンプの潤滑油は，漏えいしても可燃性ガスを発生しないよう，機器の最高使用温度及び原子炉格納容器内の設計温度よりも引火点が十分高い潤滑油を使用する設計とする。

なお，原子炉格納容器内には，上記の潤滑油以外の発火性又は引火性物質(水素含む)はない。

第 8-1 表 原子炉格納容器内の油内包機器と堰容量

機器名称	潤滑油種類	漏えい防止・拡大防止対策	潤滑油等引火点	格納容器内設計最高温度	最高使用温度	格納容器内設計最高温度	内包量(L)	堰容量(L)
原子炉再循環ポンプ	タービン油	オイル・レンサフ ^o	250℃	約 66℃	171℃	約 66℃	約 1240	約 1600
原子炉再循環系流量制御弁	ファイヤクエル EHC	堰	254℃				約 900	約 1770
主蒸気内側隔離弁	GE SILICON 462HA500	オイル・レンサフ ^o	204℃				約 36	約 1600



第 8-1 図 原子炉格納容器内の潤滑油使用の配置

②配置上の考慮

原子炉格納容器内の油内包機器である主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁，原子炉再循環ポンプは，付近に可燃物を置かないよう配置上の考慮を行う設計とする。

③換気

原子炉格納容器内は，原子炉の冷温停止期間中には機械換気が可能な設計とする。起動中は，原子炉格納容器内の換気は行わないが，起動中における火災発生のおそれがないよう原子炉格納容器内の発火性又は引火性物質である潤滑油は，起動中の格納容器温度より引火点が十分高いものを使用する設計とする。（第 8-1 表）

④防爆

火災区域内に設置する油内包機器は，①漏えい防止，拡大防止で示したように，溶接構造，シール構造の採用により潤滑油の漏えいを防止する設計とするとともに，万が一漏えいした場合を考慮し堰を設置することで，漏えいした潤滑油が拡大することを防止する設計とする。

なお，潤滑油が設備の外部へ漏えいしても，引火点は油内包機器を設置する室内温度よりも十分高く，機器運転時の温度よりも高いため，可燃性蒸気となることはない。

⑤貯蔵

原子炉格納容器には，発火性又は引火性物質を貯蔵する容器は設置しない設計とする。

(3) 可燃性の蒸気・微粉への対策

原子炉格納容器内には、発火性又は引火性物質である潤滑油を内包する設備は(2)に示すとおり、可燃性の蒸気を発生するおそれはない。

また、火災区域には、「工場電気設備防爆指針」に記載される「可燃性粉じん(石炭のように空気中の酸素と発熱反応を起こし爆発する粉じん)」や「爆発性粉じん(金属粉じんのよう空気中の酸素が少ない雰囲気又は二酸化炭素中でも着火し、浮遊状態では激しい爆発を生じる粉じん)」のような「可燃性の微粉を発生する設備」を設置しない設計とする。

以上より、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が滞留するおそれのある設備、及び着火源となるような静電気が溜まるおそれのある設備を火災区域に設置しないことから、火災防護に係る審査基準の要求事項は適用されないものとする。

(4) 発火源への対策

原子炉格納容器内の機器等は、金属製の筐体内に収納する等の対策を行い、設備外部に出た火花が発火源となる設備を設置しない設計とする。

また、原子炉格納容器内には高温となる設備があるが、通常運転時の温度が 60℃を超える系統については保温材で覆うことにより、可燃性の物質との接触防止や潤滑油等可燃物の過熱防止を行う設計とする。(第 8-2 表)

第 8-2 表 高温となる設備と接触防止・過熱防止対策

高温となる設備	最高使用温度	過熱防止対策
主蒸気系配管	302℃	保温材設置
ほう酸水注入系配管		
残留熱除去系配管		
高圧注水系配管		
低圧注水系配管		
原子炉隔離時冷却系配管		
原子炉冷却材浄化系配管		
原子炉給水系配管		

以上より，原子炉格納容器内には設備外部に火花を発生する設備を設置しないこと，高温となる設備に対しては発火源とならないよう対策を行うことから，火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

(5) 水素対策

原子炉格納容器内には水素を内包する設備を設置しない設計とすることから，火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

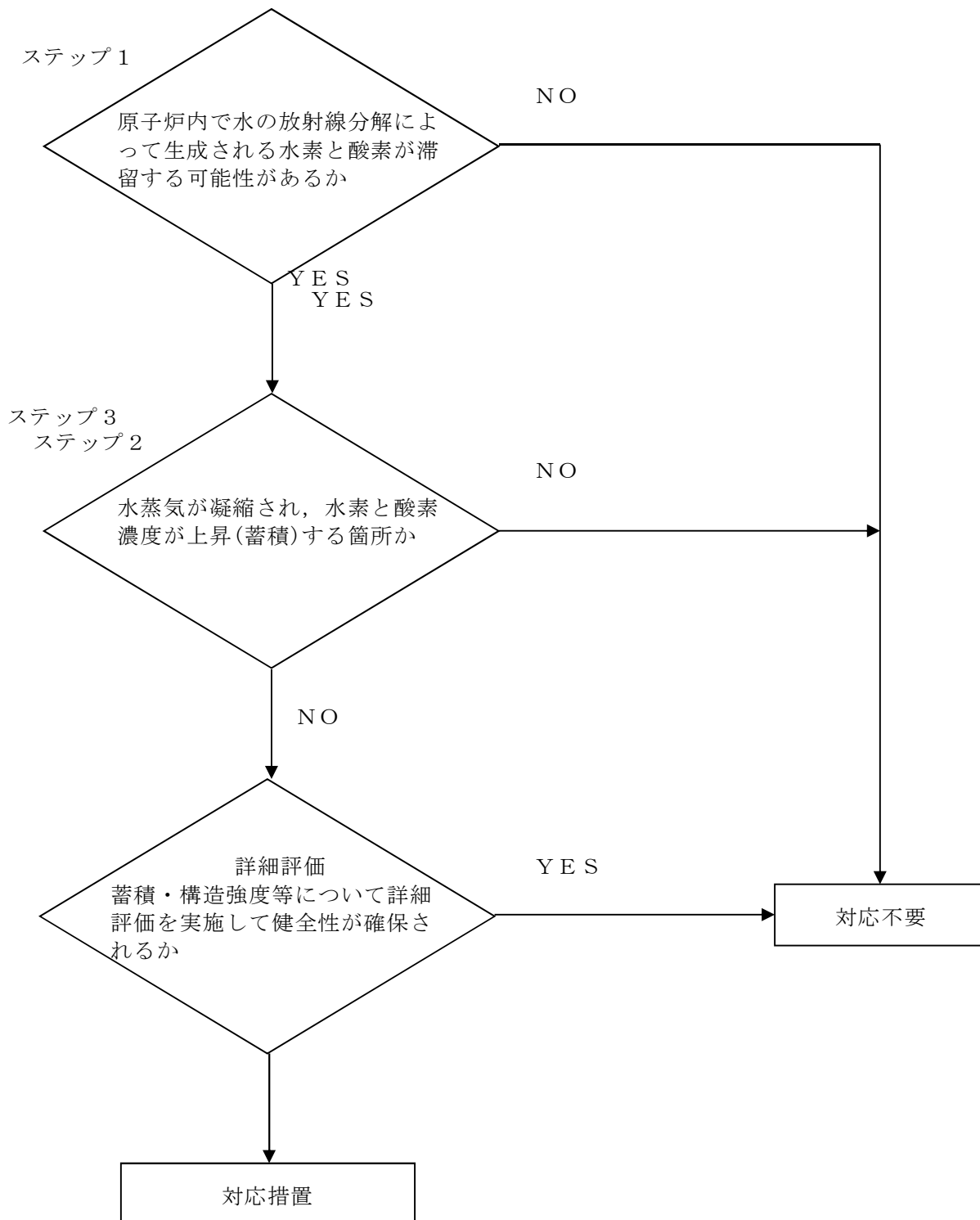
(6)放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策

放射線分解により水素が発生する火災区域における、水素の蓄積防止対策としては、経済産業省指示文書「中部電力株式会社浜岡原子力発電所1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について(平成14年5月)」を受け、水素の蓄積のおそれがある箇所に対して対策を実施している。また、社団法人火力原子力発電技術協会「BWR配管における混合ガス(水素・酸素)蓄積防止に関するガイドライン(平成17年10月)」に基づき実施しており、その実施状況を第8-3表に示す。蓄積防止対策箇所は、ガイドラインに基づき第8-2図のフローに従い選定し対策している。

第8-3表放射線分解による水素蓄積防止対策の実施状況

対策箇所	対策内容	対策実施根拠	実施状況
<ul style="list-style-type: none"> ・残留熱除去系蒸気凝縮系配管 ・計装配管 	<ul style="list-style-type: none"> ・配管撤去及び取替 	経済産業省指示文書 「中部電力株式会社浜岡原子力発電所第1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について」(平成14年5月)	実施済
<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉圧力容器頂部スプレイ配管 	<ul style="list-style-type: none"> ・ベント配管を設置 	(社)火力原子力発電技術協会 「BWR配管における混合ガス(水素・酸素)蓄積防止に関するガイドライン」(平成17年10月)	実施済

以上より、放射線分解等により発生した水素の蓄積、燃焼により原子炉の安全性を損なうおそれがある場合は、蓄積防止対策を実施していることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。



第 8-2 図 水素対策の対象選定フロー

(7) 過電流による過熱防止対策

原子炉施設内の電気系統は、送電線への落雷等外部からの影響や、地絡、短絡等に起因する過電流による過熱や焼損を防止するために、保護継電器、遮断器により故障回路を早期に遮断する設計とする。

以上より、原子炉格納容器内の電気系統は過電流による過熱防止対策を実施していることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

(8) 不燃性材料又は難燃性材料の使用

原子炉格納容器内の安全機能を有する構築物、系統及び機器は、以下に示すとおり、不燃性材料及び難燃性材料を使用する設計とする。

ただし、不燃性材料及び難燃性材料を使用できない場合は、不燃性材料及び難燃性材料と同等以上の性能を有するものを使用する。または、不燃性材料及び難燃性材料を使用できない場合であって、機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合は、当該材料の火災に起因して、安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置を講じる設計とする。

a. 主要な構造材に対する不燃性材料の使用

原子炉格納容器内にある、機器、配管、ダクト、電線管、盤の筐体及びこれらの支持構造物の主要な構造材は、火災の発生防止及び当該設備の強度確保等を考慮し、金属材料等の不燃性材料を使用する設計とする。

ただし、配管等のパッキン類は、シール機能を確保する上で不燃性材料の使用が困難であり、配管フランジ部等の狭隘部に設置するため、当該パッキン類が発火しても、延焼することがなく、他の安全機能を有する構築

物、系統及び機器に火災を生じさせることはないことから、不燃性材料の適用外とする。

ポンプ及び弁等の駆動部の潤滑油(グリス)は、金属材料であるケーシング内部に保有されており、発火した場合でも他の安全機能を有する機器等に延焼しない。

b. 変圧器及び遮断器に対する絶縁油等の内包

原子炉格納容器内に設置する配線用遮断器は、可燃性物質である絶縁油を内包していないものを使用する設計とする。

c. 難燃ケーブルの使用

原子炉格納容器内のケーブルは、実証試験により自己消火性及び延焼性を確認した難燃ケーブルを使用する設計とするとともに、ケーブル火災が発生しても他の機器に延焼することを防止するため、第 8-3 図に示すとおり、金属製の電線管、可とう電線管に布設する設計とする。

核計装ケーブルは、微弱電流・微弱パルスを扱うため、耐ノイズ性の高い絶縁抵抗を有する同軸ケーブルを使用している。このケーブルは、自己消火性を確認する UL 垂直燃焼試験は満足するが、耐延焼性を確認する IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の要求事項を満足するのは困難であることから、不燃性である電線管に布設する設計とする。ただし、原子炉圧力容器下部における核計装ケーブルは第 8-3 図に示すとおり、周囲の環境が極めて狭隘であり電線管に布設すると曲げ半径を確保できないこと、機器点検時にケーブルを解線して機器を取り外す必要があることから、一部ケーブルを露出する設計とする。

核計装ケーブルに通常流れる電流は数 mA の微弱電流であり、万が一過電流が流れた場合には、上流の電源装置の保護機能(電流制限機能)により、電流値は設定値上限(数 10mA)に抑えられることから、過電流過熱によるケーブル火災の発生の可能性は低い。

しかしながら、万が一、核計装ケーブルから火災が発生した場合を考慮しても、火災が延焼しないように、核計装ケーブルの露出部分の長さは、ケーブルの曲げ半径の確保及び機器点検時の解線作業に影響のない範囲で極力短くしている。また、第 8-4 図に示すとおり、核計装ケーブルの周囲に布設するケーブルは、自己消火性及び耐延焼性が実証されたケーブルを採用する。原子炉圧力容器下部の核計装ケーブルは、囲うように布設していることから、核計装ケーブルの火災が拡大するおそれは小さい。

制御棒引抜きから原子炉格納容器への窒素封入までの期間は約 11 時間と短時間であり、万が一、この期間に火災が発生した場合においても、原子炉格納容器内に設置した火災感知器(アナログ機能を有する煙感知器及び熱感知器)による早期の火災感知を行うことに加え、核計装ケーブルが火災によって断線、地絡が生じた場合には中央制御室に異常を知らせる警報(SRNM 下限, LPRM 下限等)が発報されることから、速やかに原子炉の停止操作を実施し、消火活動を行うことが可能である。

原子炉格納容器に設置する油内包機器としては、主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプがある。これらは、冷温停止中は通常電源を切る運用とし、機器の使用時には監視員を配置して万が一火災が発生しても速やかに消火を行う。

さらに、第 8-4 表に示すように、原子炉格納容器に設置する他の機器としては、常用系及び非常系ケーブル、パワーパネル、中継端子箱等が

あるが、これらは電線管や金属製の筐体に収納することで、原子炉の状態にかかわらず火災の発生を防止する。

第 8-4 表 原子炉格納容器内に設置する機器等の火災発生防止対策

種別	具体的設備	火災発生防止の対策方法
ケーブル	常用系及び非常系ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> 電線管に布設する。 (核計装ケーブルは原子炉圧力容器下部に一部露出)
分電盤	パワーパネル 照明用分電盤	<ul style="list-style-type: none"> 金属製の筐体に収納する
油内包機器	主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁，原子炉再循環ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 潤滑油は機器の最高使用温度及び原子炉格納容器内の雰囲気温度よりも十分に引火点の高いものを使用する。潤滑油を内包する軸受部は溶接構造，シール構造として漏えい防止を図るとともに，堰等を設置して拡大防止を図る。
その他	中継端子箱	<ul style="list-style-type: none"> 金属製の筐体に収納する



機器へのケーブル取合状況
(格納容器貫通部と電線管との取合)



電線管



機器へのケーブル取合状況
(主蒸気内側隔離弁との取合)

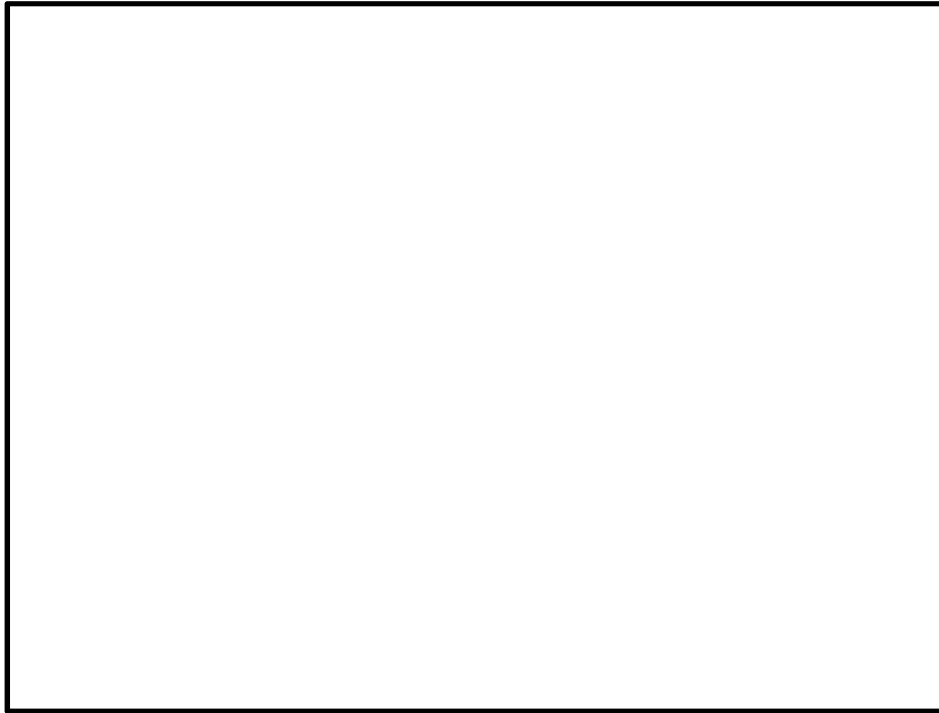


機器へのケーブル取合状況
(PLR との取合)

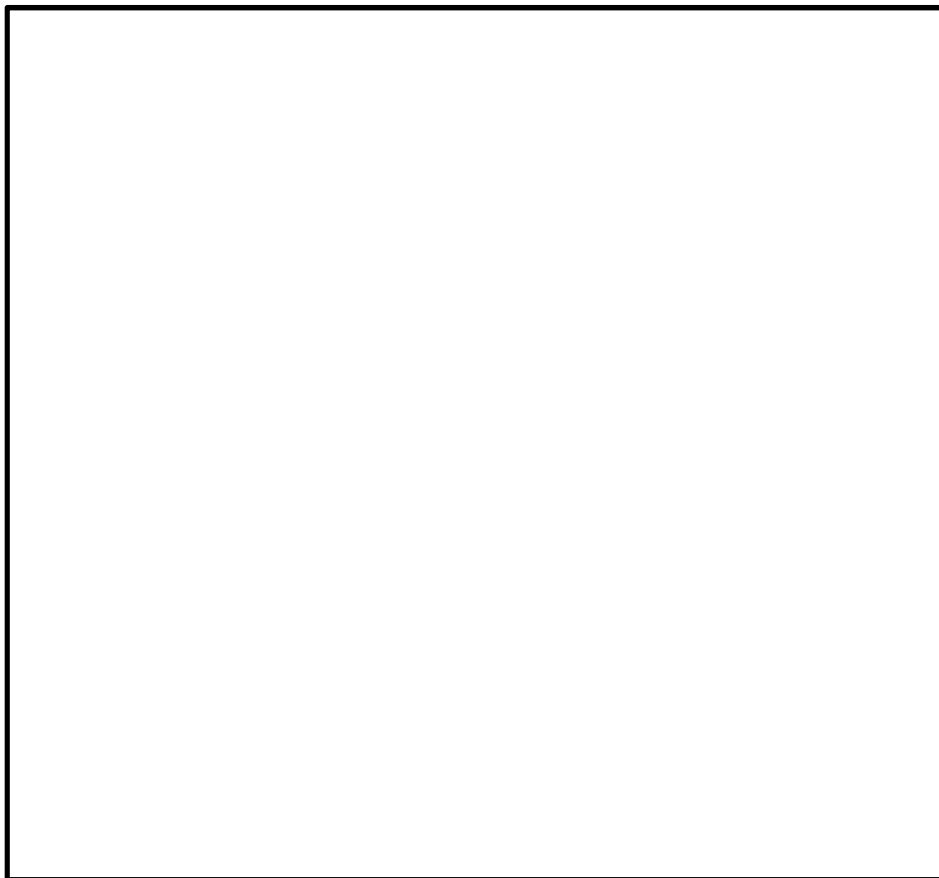


機器へのケーブル取合状況
(電動弁との取合)

第 8-3 図 原子炉格納容器内の電線管の布設状況



第 8-4 図 原子炉圧力容器下部における核計装ケーブルの一部の露出状況



第 8-5 図 中性子計装系炉心配置図

d. 換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用

原子炉格納容器内のドライウェル冷却用送風機に取付ける仮設フィルタについては、「JACA No.11A-2003(空気洗浄装置用ろ材の燃焼性試験方法)」を満足する難燃性のものを使用する。

e. 保温材に対する不燃性材料の使用

原子炉格納容器内の保温材は、金属等の「平成 12 年建設省告示第 1400 号(不燃材料を定める件)」に定められたもの、又は建築基準法で不燃材料として定められたものを使用する設計とする。

f. 原子炉格納容器に対する不燃性材料の使用

原子炉格納容器内の床、壁には、耐腐食性、耐放射線性、除染性の確保を目的としてコーティング剤を塗布する設計とする。コーティング剤は、不燃性材料ではないが、旧建設省告示第 1231 号第 2 試験に基づく難燃性が確認された塗料であることに加え、不燃性材料である金属表面に塗布することから、当該コーティング剤が発火した場合においても、他の構築物、系統及び機器において火災を生じさせるおそれはないため、不燃性材料の適用外とする。

(9) 落雷・地震等の自然現象による火災発生の防止

東海第二発電所の安全を確保する上で設計上考慮すべき自然現象を網羅的に抽出するために、国内外の基準や文献等に基づき事象を収集した。これらの事象のうち、海外での評価手法を参考とした基準から設計上考慮すべき自然現象として、地震、津波、洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮を選定した。

これらの自然現象のうち、地震以外の事象については、原子炉施設内の対策に包絡される。このため原子炉格納容器については、地震による火災防護対策を以下のとおり講じる設計とする。

安全機能を有する機器等は、耐震クラスに応じて十分な支持性能を持つ地盤に設置するとともに、自らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止する設計とする。

なお、耐震については、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」に従い設計する。

また、油内包機器である主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプは、使用時以外は電源を遮断し、使用時は現場に監視員を配置する運用とすることで火災の発生防止を図る。

3.3 火災の感知及び消火

火災の感知・消火については、原子炉格納容器の状態に応じて以下のとおり実施する。

(1) 火災感知設備

① 火災感知器の環境条件等の考慮

a. 起動中

起動時における原子炉格納容器内の火災感知器は、放射線及び温度、取付面高さ等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して、アナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。なお、火災感知器の設置箇所については、消防法施行規則第 23 条に基づく設置範囲にしたがって設置する設計とする。

b. 冷温停止中

冷温停止中は、上記①a. と同様、アナログ機能を有する煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

② 固有の信号を発する異なる種類の感知器の設置

a. 起動中

起動中における原子炉格納容器内の火災感知器は、上記①a. のとおり環境条件や予想される火災の性質を考慮し、原子炉格納容器内には異なる 2 種類の感知器としてアナログ機能を有する煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

原子炉格納容器内は、通常運転中、窒素封入により不活性化しており、火災が発生する可能性がない。しかしながら、運転中の原子炉格納容器は、閉鎖した状態で長期間にわたり高温、高線量の環境となることから、

火災感知器が故障するおそれがある。このため、原子炉格納容器内の火災感知器は、起動時の窒素封入後に中央制御室の受信機にて作動信号を除外する運用とし、プラント停止後に速やかに取り替える設計とする。

b. 冷温停止中

冷温停止中における原子炉格納容器内の火災感知器は、上記②a.と同様、アナログ機能を有する煙感知器と熱感知器を設置する設計とする。

原子炉格納容器内に設置する火災感知器の仕様及び誤作動防止方法について、第 8-5 表に示す。

第 8-5 表 原子炉格納容器内に設置する火災感知器の特徴と誤作動防止方法

型式	特徴	誤作動防止方法
煙感知器	<ul style="list-style-type: none"> ・感知器内に煙が入ることで感知 ・炎が生じる前の発煙段階からの煙の早期感知が可能 【適応高さの例】 20m 以下 【設置範囲の例】^{※1} 75m² 又は 150m² あたり 1 個 	<ul style="list-style-type: none"> ・アナログ機能を有するものを選定し誤作動防止を図る。なお、原子炉格納容器内の温度及び放射線の影響による故障の可能性^{※2}があるため、起動時の窒素封入後に電源を切る運用とし、プラント停止後に速やかに取り替える。
熱感知器	<ul style="list-style-type: none"> ・感知器周辺の雰囲気温度を感知 (公称 60℃以上) ・炎が生じ、温度上昇した場合に感知 ・防爆型の検定品有り 【適応高さの例】 8m 以下 【設置範囲の例】^{※1} 15m² 又は 70m² あたり 1 個 	<ul style="list-style-type: none"> ・アナログ機能を有するものを選定し誤作動防止を図る。なお、原子炉格納容器内の温度及び放射線の影響による故障の可能性^{※2}があるため、起動時の窒素封入後に電源を切る運用とし、プラント停止後に速やかに取り替える。

※1 消防法施行規則第 23 条で定める設置範囲による

※2 アナログ式火災感知器は電子部品を内蔵していることから、約 100Gy の積算照射線量にて故障する可能性がある。

出典：「半導体部品を使用した火災感知器の耐放射線性能について」、TR10241、能美防災㈱

平成 11 年 2 月

③火災感知設備の電源確保

原子炉格納容器内の火災感知設備は、外部電源喪失時においても火災の感知が可能となるよう、蓄電池を設け、電源を確保する設計とするとともに、非常用電源から受電する設計とする。

④火災受信機盤

火災感知設備の火災受信機盤は、中央制御室に設置し常時監視できる設計とする。また、受信機盤は、アナログ機能を有する煙感知器及び熱感知器をそれぞれ1つずつ特定できる機能を有するよう設計する。

⑤火災感知設備に対する試験検査

火災感知設備は、原子炉格納容器に設置する前に、消防法施行規則第三十一条の六に準じて、試験により機能に異常がないことを確認する。その後、プラント停止後の取外しまでの間、定期的に点検を行う設計とする。

(2)消火設備

原子炉格納容器内において万が一火災が発生した場合でも、原子炉格納容器の空間体積(約9800m³)に対して、16980m³/hであることから、煙が充満しないため、消火活動が可能である。

したがって、原子炉格納容器内の消火は、消火器を用いて行う設計とする。また、消火栓を用いても対応できる設計とする。

①消火器

原子炉格納容器内の火災に対して設置する消火器は、消防法施行規則第六、七条に基づき算出される必要量の消火剤を配備する設計とする。

消火剤の必要量の算出にあたっては、防火対象物である原子炉格納容器の用途区分について、消防法施行令別表第一(十五)項(前各項に該当しない事業場)を適用する。原子炉格納容器の主要構造部が耐火構造であり、壁及び天井のコーティング剤が旧建設省告示第1231号第2試験に基づく難燃性が確認された塗料であることから、消火器の能力単位の算定基準^{*}は、消火能力 \geq (延面積又は床面積)/400m²を適用する。

また、原子炉格納容器内には電気設備であることから、上記消火能力を有する消火器に加え、消防法施行規則第六条第四項^{*}に従い、電気火災に適応する消火器を床面積100m²以下毎に1個設置する。

※消防法施行規則抜粋

(大型消火器以外の消火器具の設置)

第六条 令第十条第一項 各号に掲げる防火対象物(第五条第八項第二号に掲げる車両を除く。

以下この条から第八条までにおいて同じ。)又はその部分には、令別表第二において建築物その他の工作物の消火に適応するものとされる消+火器具(大型消火器及び住宅用消火器を除く。以下大型消火器にあつてはこの条から第八条までに、住宅用消火器にあつてはこの条から第十条までにおいて同じ。)を、その能力単位の数値(消火器にあつては消火器の技術上の規格を定める省令(昭和三十九年自治省令第二十七号)第三条 又は第四条 に定める方法により測定した能力単位の数値、水バケツにあつては容量八リットル以上のもの三個を一単位として算定した消火能力を示す数値、水槽にあつては容量八リットル以上の消火専用バケツ三個以上を有する容量八十リットル以上のもの一個を一・五単位又は容量八リットル以上の消火専用バケツ六個以上を有する容量百九十リットル以上のもの一個を二・五単位として算定した消火能力を示す数値、乾燥砂にあつてはスコップ

を有する五十リットル以上のもの一塊を〇・五単位として算定した消火能力を示す数値、膨張ひる石又は膨張真珠岩にあつてはスコップを有する百六十リットル以上のもの一塊を一単位として算定した消火能力を示す数値をいう。以下同じ。)の合計数が、当該防火対象物又はその部分の延べ面積

又は床面積を次の表に定める面積で除して得た数(第五条第八項第一号に掲げる舟にあつては、
一)以上の数値となるように設けなければならない。

防火対象物の区分	面積
令別表第一(一)項イ、(二)項、(十六の二)項、(十六の三)項及び(十七)項に掲げる防火対象物	五十平方メートル
令別表第一(一)項ロ、(三)項から(六)項まで、(九)項及び(十二)項から(十四)項までに掲げる防火対象物	百平方メートル
令別表第一(七)項、(八)項、(十)項、(十一)項及び(十五)項に掲げる防火対象物	二百平方メートル

2 前項の規定の適用については、同項の表中の面積の数値は、主要構造部を耐火構造とし、かつ、壁及び天井(天井のない場合にあつては、屋根)の室内に面する部分(回り縁、窓台その他これらに類する部分を除く。)の仕上げを難燃材料(建築基準法施行令第一条第六号に規定する難燃材料をいう。以下同じ。)とした防火対象物にあつては、当該数値の二倍の数値とする。

4 第一項の防火対象物又はその部分に変圧器、配電盤その他これらに類する電気設備があるときは、前三項の規定によるほか、令別表第二において電気設備の消火に適応するものとされる消火器を、当該電気設備がある場所の床面積百平方メートル以下ごとに一個設けなければならない。

以上から、原子炉格納容器内の火災対応として算出される消火能力と消火器の本数を第8-6表に示す。なお、消火器の本数については、原子炉格納容器内に設計基準対処設備とその機能を代替する常設重大事故防止設備が設置されることから、消火設備の独立性を確保するため、必要本数に別途1本を追加し、単一故障により必要量を下回らない設計とする。

第 8-6 表 原子炉格納容器内で必要とされる消火剤容量

	床面積 (m ²)	必要な消火器の 能力単位	電気火災に適 応する消火器	重大事故等対処 設備の独立性確 保のための本数	合 計	消火器設置場所
原子炉格納 容器	527	(10 型粉末消火 器 1 本相当)	6	1	8	所員用エアロック 機器搬入ハッチ

消火器の消火能力については、消火器の技術上の規格を定める省令により、各火災源に対する消火試験にて定められる、一般的な 10 型粉末消火器(普通火災の消火能力単位：3，油火災の消火能力単位：7)について、消火能力単位の測定試験時に用いられるガソリン火源(油火災の消火能力単位が 7 の場合、燃焼表面積 1.4m²，体積 42L)の発熱速度は、FDT^{S※1}により算出すると、3100kW となる。また、この発熱量に相当する潤滑油の漏えい量は、NUREG/CR-6850※2 の考え方に則り燃焼する油量を内包油量の 10%と仮定して算出すると 1.8L となる。したがって、漏えい火災が想定される潤滑油を内包する機器でその油量が 1.8L を超えるものは、当該機器設置エリアに複数の消火器を設置することで消火能力を確保する設計とする。

盤については、NUREG/CR-6850※2 表 G-1 に示された発熱速度(98%信頼上限値で最大 1002kW)を包絡していることを確認した。ケーブルについては、難燃ケーブルを使用していること、過電流防止装置により過電流が発生するおそれがないことから、自己発火のおそれは小さい。さらに、金属製の電線管に布設する設計であることから、他の機器・ケーブルからの延焼するおそれがない。

※1 “Fire Dynamics Tools (FDTs):Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program” , NUREG-1805

※2 EPRI/NRC-RES Fire PRA Methodology for Nuclear Power Facilities, Final Report, (NUREG/CR-6850, EPRI 1011989)

a. 起動中

原子炉の起動中は原子炉格納容器内の環境が高温となり，消火器の使用温度(-30℃～40℃)を超える可能性があることから，原子炉起動前に原子炉格納容器内に設置した消火器を撤去し，原子炉格納容器の窒素置換作業が完了するまでの間は，消火器を所員用エアロック近傍（格納容器外）に設置する。

また，起動中に原子炉格納容器内の火災感知器が作動した場合は，初期消火要員，自衛消防隊員が所員用エアロック近傍（格納容器外）に設置する消火器を用いて消火活動を実施する。

b. 冷温停止中

冷温停止中の原子炉格納容器内に設置する消火器は，第 8-6 表に示す消火能力を満足する消火器を配備する。設置位置は，原子炉格納容器内に対して，火災防護対象機器並びに火災源から消防法施行規則に定めるところの 20m 以内の距離に配置する。

定期検査期間中において，原子炉格納容器内での点検において，火気作業，危険物取扱作業を実施する場合は，火災防護計画にて定める管理手順にしたがって消火器を配備する。（別紙 2）

一方，原子炉格納容器全体漏えい率検査時は原子炉格納容器を窒素で加圧するため，消火器が破損する可能性があることから，検査前に原子炉格納容器内の消火器を所員用エアロック近傍に移動し，検査終了後に必要に応じて原子炉格納容器内に再度設置する。

②消火栓

起動中及び冷温停止中の原子炉格納容器内の火災に対しては、原子炉格納容器入口近傍の消火栓の使用を考慮し、原子炉格納容器の入口となる所員用エアロック及び機器ハッチから最も遠い位置にある火災源まで届く消火ホースを配備する。消火ホースは、消火栓内に保管するものの他、所員用エアロック及び機器ハッチ近傍にそれぞれ配備し、消火活動を可能とする。

(別紙 2)

③消火活動

a. 起動中

起動中に原子炉格納容器内の火災感知器が作動した場合には、原子炉の状態に合わせ、以下のとおりとする。

(a) 制御棒引抜きから原子炉格納容器内点検開始前

制御棒引抜きから原子炉格納容器内点検開始前の間(約 26 時間)で、原子炉格納容器内の火災感知器が作動した場合には、原子炉起動操作を中止し、停止(出力降下)操作を行い、原子炉出力が SRNM レジ³ 3 以下を確認した後に所員用エアロックを開放し、現場確認及び消火活動を行う。

(b) 原子炉格納容器内点検終了後から窒素置換完了まで

原子炉格納容器内点検終了後から窒素置換完了までの間で、原子炉格納容器内の火災感知器が作動した場合、火災による延焼防止の観点から酸素濃度が 1%程度となるまで窒素封入作業を継続する。なお、窒素封入開始から酸素濃度 4%程度となるまでの時間は、これまでに実績から約 5 時間である(格納容器の酸素濃度原子炉の状態が運転になってから

24 時間以内に 4%以下とすることを保安規定に定めている)。

その後、原子炉格納容器内の可燃物量から算出される等価時間を経過した後に、火災発生の原因調査のために所員用エアロックを開放し現場確認を行う。

これらの運用については、火災防護計画の関連図書に定める。

b. 冷温停止中

冷温停止中において、原子炉格納容器内の火災感知器が作動した場合は、初期消火要員、自衛消防隊員が建屋内の消火器を持って現場に向かうことを火災防護計画の関連文書に定め、定期的に訓練を実施する。

(3) 地震等の自然現象への対策

東海第二発電所の安全を確保する上で設計上考慮すべき自然現象を網羅的に抽出するために、国内外の基準や文献等に基づき事象を収集した。これらの事象のうち、海外での評価手法を参考とした基準から設計上考慮すべき自然現象として、地震、津波、洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮を選定した。

これらの自然現象のうち、地震以外の事象については、原子炉施設内の対策に包絡される。このため原子炉格納容器については、地震による火災防護対策を以下のとおり講じる設計とする。

安全機能を有する機器等を設置する火災区域(区画)の火災感知設備及び消火設備は、安全機能を有する機器等の耐震クラスに応じて機能を維持できる設計としており、原子炉格納容器内の火災防護対象機器には、耐震 S クラス機器があるため、原子炉格納容器内の火災感知設備は、火災防護対象機器の

耐震クラスに応じて機能維持できる設計とする。

3.4 火災の影響軽減対策

東海第二発電所の原子炉格納容器内は、プラント運転中については、窒素が封入され雰囲気の不活性化されていることから、火災の発生は想定されない。

一方で、窒素が封入されていない期間のほとんどは原子炉が冷温停止に到達している期間があるが、わずかではあるものの原子炉が冷温停止に到達していない期間もあることを踏まえ、以下のとおり火災防護対策を講じる。

(1) 持込み可燃物等の運用管理

原子炉格納容器内での作業に伴う持込み可燃物について、持込み期間・可燃物量・持込み場所等を管理する。原子炉格納容器内への持込み可燃物の仮置きは禁止とするが、やむを得ず仮置きする場合には、不燃シートで覆うまたは金属箱の中に収納するとともに、その近傍に消火器を準備する。

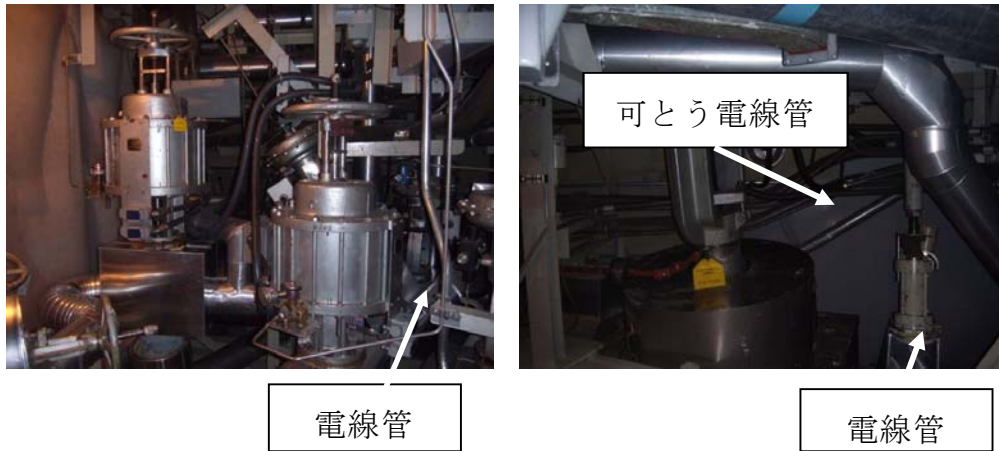
(2) 原子炉の安全停止に係る火災区域の分離

原子炉格納容器は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁により他の火災区域と分離する。

(3) 火災防護対象機器等の系統分離

火災防護対象機器等の系統分離は、火災によっても多重化された安全停止機能が同時に喪失しないことを目的に行うことから、原子炉格納容器内の状態に応じて以下のとおり行う。原子炉格納容器内は、第8-7図に示すように機器やケーブル等が密集しており、干渉物が多く、耐火ラッピング等の3時間以上の耐火能力を有する隔壁の設置が困難である。このため、火災防護対

象機器及びケーブルについては、金属製の電線管の使用等により火災の影響軽減を行う設計とする。



第 8-7 図 原子炉格納容器内の機器等の設置状況

a. 起動中

(a) 火災防護対象ケーブルの分離及び対象機器の分散配置

原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは、原子炉格納容器外から原子炉格納容器貫通部を経て原子炉格納容器内へ布設されており、原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは全て電線管に布設する設計とする。電線管は、第 8-7 表に示すとおり、実証試験の結果から 20 分以上の耐火障壁としての性能を有することを確認している*。なお、電線管に布設された異なる区分のケーブル間にある機器は、電線管に布設されたケーブル。金属筐体に布設された電磁弁であり、火災発生防止対策が取られている。これに対して、原子炉格納容器内で火災が発生した際に消火活動を開始するまでの時間は、別紙 2 に示すとおり、20 分以内であることから、単一の火災によって複数の区分の火災防護対象ケーブルが、火災により同時に機能を喪失することはない。

*出典：「ケーブル、制御盤および電源盤火災の実証試験」TLR-088 (株)東芝

H25 年 3 月

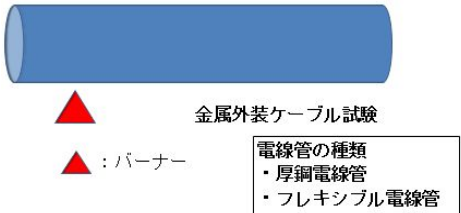
原子炉圧力容器下部においては、火災防護対象設備である起動領域モニタ (SRNM) の核計装ケーブルを一部露出して布設するが、火災の影響軽減の観点から、起動領域モニタ (SRNM) はチャンネル毎に位置的分散を図って設置する設計とする。起動領域モニタ (SRNM) は、合計 8 チャンネルを有しているが、原子炉の未臨界監視機能は、最低 4 チャンネルが健全であれば達成可能である。各チャンネル毎の離隔間においては、介在物として、起動領域モニタ (SRNM) 及び出力領域モニタ (LPRM) の核計装ケーブルがある。核計装ケーブルは自己消火性を有していることから、万が一、過電流等により火源になったとしても、火災が継続するおそれは小さい。

また、核計装ケーブルは耐延焼性を有していないが、1 チャンネルの起動領域モニタ (SRNM) のケーブルが火源となった場合においても、他のチャンネルのケーブルが同時に延焼する可能性は低く、未臨界性機能を確保できるものと考えられる。

原子炉格納容器内の火災防護対象機器は、系統分離の観点から区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔距離を 6m 以上確保する。区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔間において可燃物が存在することのないように、離隔間にある介在物(ケーブル、電磁弁)については、第 8-7 表に示すとおり、それぞれ延焼防止対策を行う設計とする。

原子炉格納容器内の火災防護対象機器及びその配置を別紙 1 に示す。

第 8-7 表 電線管の耐火性能について

項目	実証試験概要
電線管	<p>1. 目的 電線管(可とう電線管を含む)が火災により影響を受けないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 (1)金属外装ケーブル ケーブルを収納した電線管及び可とう電線管を外部からバーナーで着火し、電線管内のケーブルへの影響を確認した。 ・加熱装置 ブンゼンバーナー ・30 分間</p> <p>【判定基準】 ・絶縁抵抗測定 ・絶縁被覆の形状 (熔融等の有無)</p> <div style="text-align: center;"> <p>電線管内部に塩化ビニル線, 難燃性電線配線を布設</p>  <p>金属外装ケーブル試験</p> <p>:バーナー</p> <p>電線管の種類 ・厚鋼電線管 ・フレキシブル電線管</p> </div> <p>3. 試験結果 電線管において、塩化ビニル電線の被覆は、一部表面が溶着するが、難燃性電線には変化が見られなかった。 可とう電線管も塩化ビニル電線の被覆は、一部表面が溶着するが、難燃性電線には変化が見られなかった。 電線管及び可とう電線管の塩化ビニル電線、難燃性電線の絶縁抵抗は、試験前後に変化はなく、電線管または可とう電線管が 30 分間の耐火性能を有することを確認した。。</p>

第 8-8 表 火災防護対象機器の影響軽減としての機器等の延焼防止対策

種別	具体的設備	火災発生防止の対策方法
ケーブル	常用系及び非常系ケーブル※	<ul style="list-style-type: none"> 電線管に布設する。 (核計装ケーブルは原子炉圧力容器下部に一部露出)
分電盤	作業用分電盤 照明用分電盤	<ul style="list-style-type: none"> 金属製の筐体に収納する
油内包機器	主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁，原子炉再循環ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 潤滑油は機器の最高使用温度及び原子炉格納容器内の雰囲気温度よりも十分に引火点の高いものを使用する。潤滑油を内包する軸受部は溶接構造，シール構造として漏えい防止を図るとともに，堰等を設置して拡大防止を図る。
その他	電動弁，電磁弁※	<ul style="list-style-type: none"> 金属製の筐体に収納する

※区分Ⅰと区分Ⅱ機器の間に介在する機器等

(b) 火災感知設備

火災感知設備は，「3.3(1)火災感知設備」に示すとおり，アナログ式の異なる2種類の火災感知器(煙感知器及び熱感知器)を設置する設計とする。

(c) 消火設備

原子炉格納容器内の消火については、「3.3(2) 消火設備」に示すとおり、消火器を使用する設計とする。また、消火栓を用いても対応できる設計とする。火災の早期消火を図るために、原子炉格納容器内の消火活動の手順を定めて、自衛消防隊(運転員、消防隊)の訓練を実施する。

b. 冷温停止中

a) 火災防護対象ケーブルの分離及び対象機器の分散配置

原子炉起動中と同様に、原子炉格納容器内の火災防護対象機器等は、系統分離の観点から区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔距離を6m以上確保し、区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔間において可燃物が存在することのないように、離隔間にある介在物(ケーブル、電磁弁)については、電線管に布設することや金属製の筐体に収納することで延焼防止対策を行う。

原子炉起動中と同様に、原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは、原子炉格納容器外から原子炉格納容器貫通部を経て原子炉格納容器内に布設されており、可能な限り距離的分散を図る設計とする。また、単一の火災によって複数区分が機能喪失することがないように、消火活動を開始するまでの時間(20分間)の耐火性能を確認した電線管に布設する。

冷温停止中は、原子炉の安全停止が達成・維持された状態であること、制御棒は金属等の不燃性材料で構成された機械品であること、制御棒駆動機構については、燃料交換等で一時的に制御棒を操作する時以外は電源を切る運用とし誤作動を防止することから、原子炉格納容器内の火災によっても、原子炉の停止機能及び未臨界機能の喪失は想定されない。

b) 火災感知設備

原子炉起動中と同様に，アナログ式の異なる 2 種類の火災感知器(煙感知器及び熱感知器)を設置する設計とする。

c) 消火設備

原子炉起動中と同様に，原子炉格納容器内の消火については，消火器を使用する設計とする。また，消火栓を用いても対応できる設計とする。火災の早期消火を図るために，原子炉格納容器内の消火活動の手順を定めて，自衛消防隊(運転員，消防隊)訓練を実施する。

(3) 火災の影響軽減対策への適合について

原子炉格納容器内においては，機器やケーブル等が密集しており，干渉物が多く，耐火ラッピング等の 3 時間以上の耐火能力を有する障壁の設置が困難である。このため，火災防護対象機器及びケーブルについては，離隔距離の確保及び電線管の使用等により火災の影響軽減対策を行う設計とする。

原子炉格納容器内の火災防護対象機器は，系統分離の観点から区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔距離を 6m 以上確保し，区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔間において可燃物が存在することのないよう，離隔間にある介在物(ケーブル，電磁弁)については，電線管に布設することや，金属製の筐体に収納することで延焼防止対策を行う。

原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは，単一火災によって複数区分の機能が喪失することのないように，消火活動を開始するまでの間(20 分間)の耐火性能を確認した電線管に布設する。

しかしながら，火災防護審査基準に示される「2.3 火災の影響軽減」の要求のうち，「6m 離隔+火災感知・自動消火)」の要求そのものには合致しているとは言にくい。

一方、火災防護審査基準の「2. 基本事項^{*}」に示されているように、火災の影響軽減対策の本来の目的は、「火災が発生しても原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持する」ことである。

※ 2. 基本事項

安全機能を有する構築物，系統及び機器を火災から防護することを目的とし、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域及び区画に対して、火災の発生防止、感知・消火及び影響軽減対策を講じること。

このため、原子炉格納容器内の火災に対し、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持が可能であることを示すことができれば、火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減」の要求に適合していることと同等であると判断できる。そこで、保守的な評価として、火災による原子炉格納容器内の安全機能の全喪失を仮定した評価を行い、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持が、運転員の操作と相まって、可能であることを確認した。

(別紙 3)

原子炉圧力容器下部においては、火災防護対象設備である起動領域モニタ (SRNM) の核計装ケーブルを一部露出して布設するが、火災の影響軽減の観点から、起動領域モニタ (SRNM) は、チャンネル毎に位置的分散を図って設置する設計としている。(第 8-7 図) 起動領域モニタ (SRNM) は、合計 8 チャンネルを有しているが、原子炉の未臨界監視機能は、最低 4 チャンネルが健全であれば達成可能である。各チャンネルの離隔間においては、介在物として起動領域モニタ (SRNM) 及び出力領域モニタ (LPRM) の核計装ケーブルがあるが、核計装ケーブルは自己消火性を有しており、万が一、過電流等により火源に

なったとしても火災が継続するおそれは小さい。

しかしながら、火災防護審査基準に示される「2.3 火災の影響軽減」の要求のうち、「6m 離隔＋火災感知・自動消火）」の要求そのものには合致しているとは言にくい。

一方、火災防護審査基準の「2. 基本事項^{*}」に示されているように、火災の影響軽減対策の本来の目的は、「火災が発生しても原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し、維持する」ことである。

このため、原子炉格納容器内の火災に対し、原子炉の高温停止及び冷温停止の達成及び維持が可能であることを示すことができれば、火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減」の要求に適合していることと同等であると判断できる。

万が一、原子炉圧力容器下部で火災が発生した場合においても、原子炉格納容器内に設置した火災感知器(アナログ機能を有する煙感知器及び熱感知器)による早期の火災感知を行うことに加え、核計装ケーブルが火災によって断線、地絡が生じた場合には中央制御室に異常を知らせる警報(SRNM 下限、LPRM 下限等)が発報されることから、速やかに原子炉の停止操作を実施し、原子炉の高温停止・冷温停止を達成することが可能である。

以上より、原子炉格納容器内は火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減」の要求については、十分な保安水準が確保されていると考える。

東海第二発電所における原子炉格納容器内の
火災防護対象機器について

機能	機器番号	機器名称	種類	対策	備考
原子炉圧力容器 バウンダリ機能	B22-N0-F022A	主蒸気内側隔離弁(A)	空気作動弁	否	当該弁は通常開、機能要求時閉である。火災影響を受け機能喪失した場合はフェイル・クローズ設計のため機能要求を満足する。万が一、不動作を想定しても異なる電源区分の電磁弁が多重化されていること、下流の格納用容器外側に隔離弁があり二重化されていることから、系統機能に影響をおよぼすものではない。
	B22-N0-F022B	主蒸気内側隔離弁(B)	空気作動弁	否	同上
	B22-N0-F022C	主蒸気内側隔離弁(C)	空気作動弁	否	同上
	B22-N0-F022D	主蒸気内側隔離弁(D)	空気作動弁	否	同上
	B22-M0-F016	主蒸気ドレンライン 内側隔離弁	電動弁	要	冷温停止時は機能要求なし
	G33-M0-F001	CUW 吸込ライン内側 隔離弁	電動弁	否	当該弁は通常開、機能要求時閉である。火災影響を受け機能喪失した場合でも下流に隔離弁があり二重化されていること、また、CUW 系は閉じた系であることから、系統機能に影響をおよぼすものではない。
原子炉停止後の 除熱機能	B22-A0-F013A	逃がし安全弁(A)	空気作動弁	否	逃がし安全弁はADS機能付電磁弁により、安全停止に必要な機能を確保する。なお、当該電磁弁は冷温停止時に機能要求がなく、逃がし安全弁自体は不燃材で構成されているため、火災によって影響を受けない。
	B22-A0-F013B	逃がし安全弁(B)※	空気作動弁	要	
	B22-A0-F013C	逃がし安全弁(C)※	空気作動弁	要	
	B22-A0-F013D	逃がし安全弁(D)	空気作動弁	否	
	B22-A0-F013E	逃がし安全弁(E)	空気作動弁	否	
	B22-A0-F013F	逃がし安全弁(F)※	空気作動弁	要	
	B22-A0-F013G	逃がし安全弁(G)	空気作動弁	否	
	B22-A0-F013H	逃がし安全弁(H)※	空気作動弁	要	
	B22-A0-F013J	逃がし安全弁(J)	空気作動弁	否	
	B22-A0-F013K	逃がし安全弁(K)※	空気作動弁	要	
	B22-A0-F013L	逃がし安全弁(L)※	空気作動弁	要	
	B22-A0-F013M	逃がし安全弁(M)	空気作動弁	否	

※ ADS機能付

機能	機器番号	機器名称	種類	対策	備考
原子炉停止後の除熱機能	B22-A0-F013N	逃がし安全弁(N)	空気作動弁	否	逃がし安全弁はADS機能付電磁弁により、安全停止に必要な機能を確保する。なお、当該電磁弁は冷温停止時に機能要求がなく、逃がし安全弁自体は不燃材で構成されているため、火災によって影響を受けない。
	B22-A0-F013P	逃がし安全弁(P)	空気作動弁	否	
	B22-A0-F013R	逃がし安全弁(R※)	空気作動弁	要	
	B22-A0-F013S	逃がし安全弁(S)	空気作動弁	否	
	B22-A0-F013U	逃がし安全弁(U)	空気作動弁	否	
	B22-A0-F013V	逃がし安全弁(V)	空気作動弁	否	
	E51-M0-F063	RCIC 蒸気ライン内側隔離弁	電動弁	要	
原子炉停止後の除熱機能／炉心冷却機能	E12-M0-F009	RHR停止時冷却内側隔離弁	電動弁	要	
プロセス監視	C51-N002A	起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
	C51-N002B	起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
	C51-N002C	起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
	C51-N002D	起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
	C51-N002E	起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
	C51-N002F	起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
	C51-N002G	起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
	C51-N002H	起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
	LT-B22-N091A	原子炉水位(広帯域)	水位計装設備	要	冷温停止時は機能要求なし
	LT-B22-N091B	原子炉水位(広帯域)	水位計装設備	要	冷温停止時は機能要求なし
	LT-B22-N044A	原子炉水位(燃料域)	水位計装設備	要	冷温停止時は機能要求なし
	LT-B22-N044B	原子炉水位(燃料域)	水位計装設備	要	冷温停止時は機能要求なし
	LT-B22-N051A	原子炉圧力	水位計装設備	要	冷温停止時は機能要求なし

※ ADS機能付

機能	機器番号	機器名称	種類	対策	備考
プロセス監視	LT-B22-N051B	原子炉圧力	水位計装 設備	要	冷温停止時は機能要求なし
	TE-T23-N001A ～N006A	サブプレッション・ プール水温度	温度計装 設備	要	
	TE-T23-N001B ～N006B	サブプレッション・ プール水温度	温度計装 設備	要	
	TE-T23-N001C ～N006C	サブプレッション・ プール水温度	温度計装 設備	要	
	TE-T23- N007, N009, N011～N015, N017, N019～ N022	サブプレッション・ プール水温度	温度計装 設備	要	

東海第二発電所における原子炉格納容器内の
消火活動の概要について

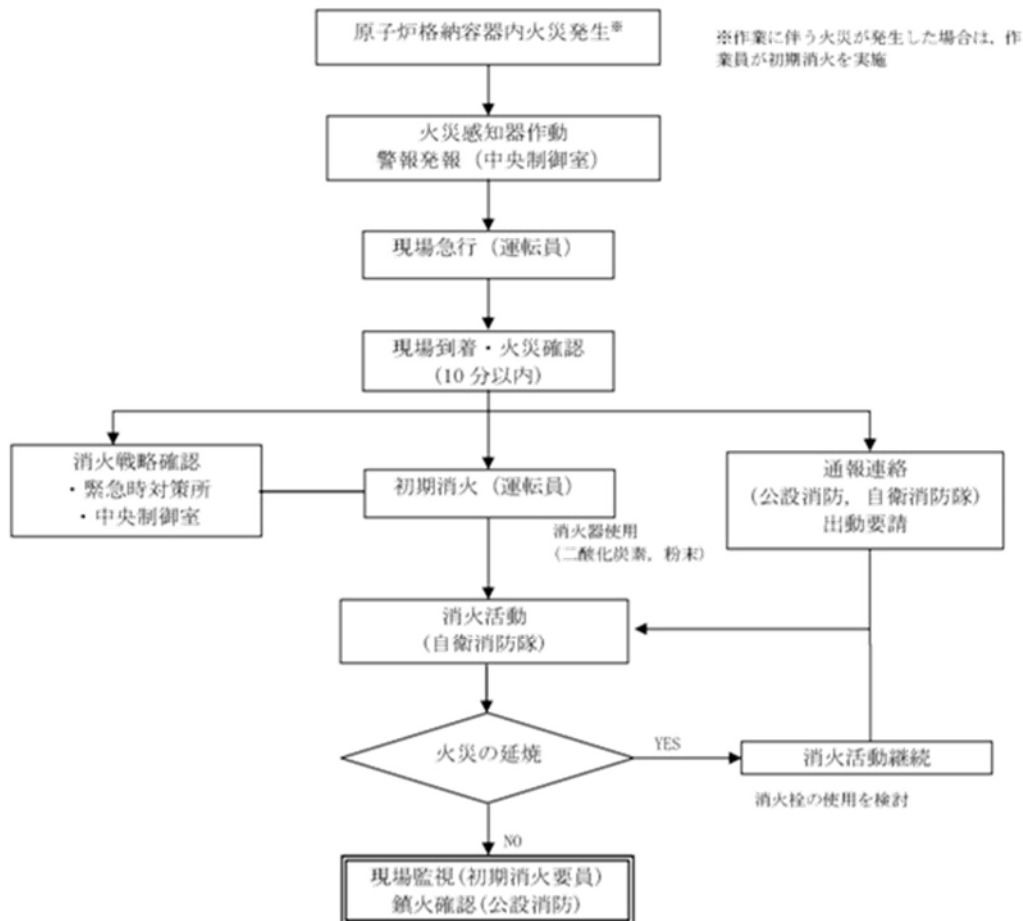
1. はじめに

原子炉格納容器内において、火災が発生した場合における消火活動の概要を示す。

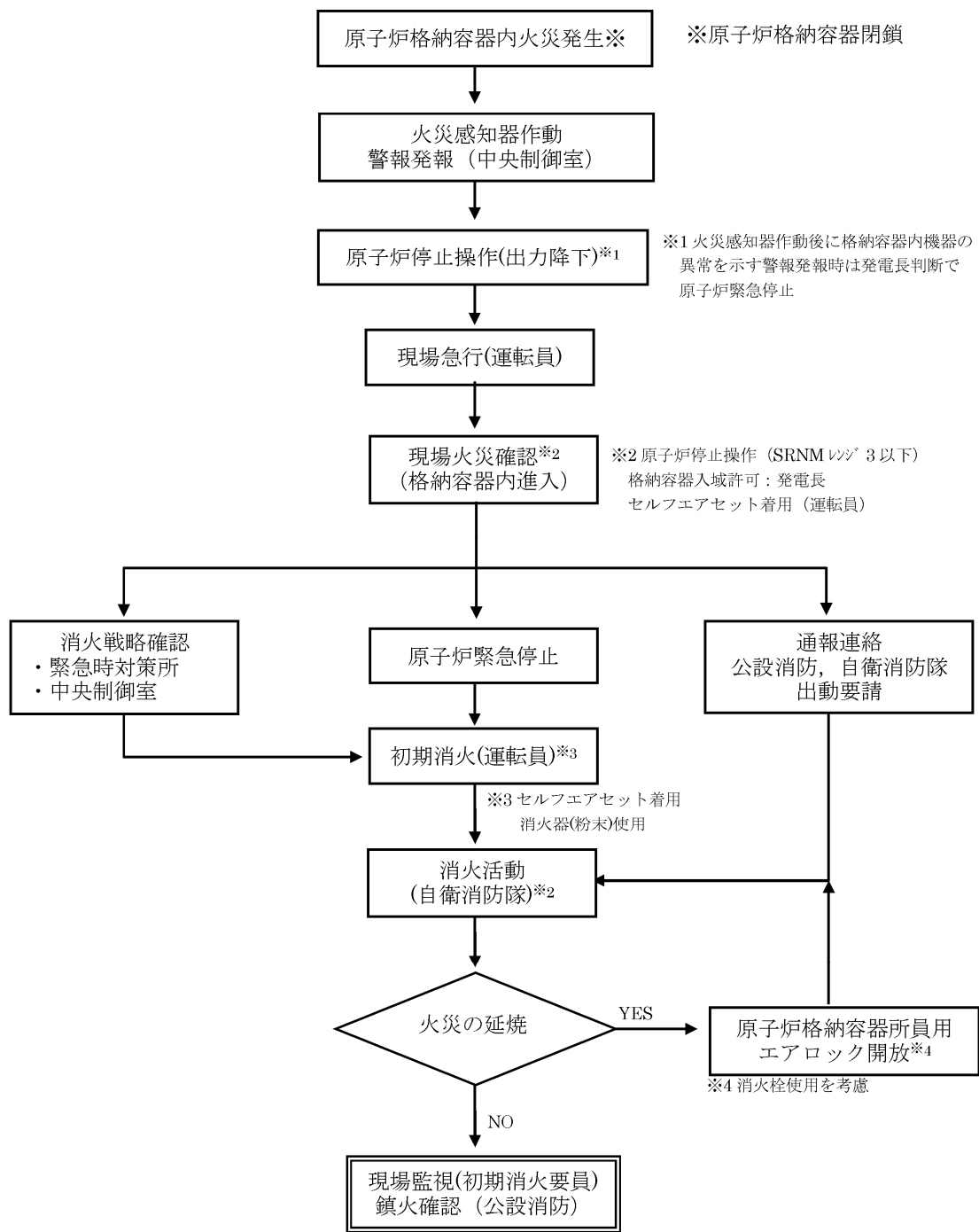
2. 原子炉格納容器の消火活動について

(1) 原子炉格納容器内における火災発生時の対応フロー

原子炉格納容器内において、冷温停止中及び起動中に火災が発生した場合の対応フローを第1図から第3図に示す。

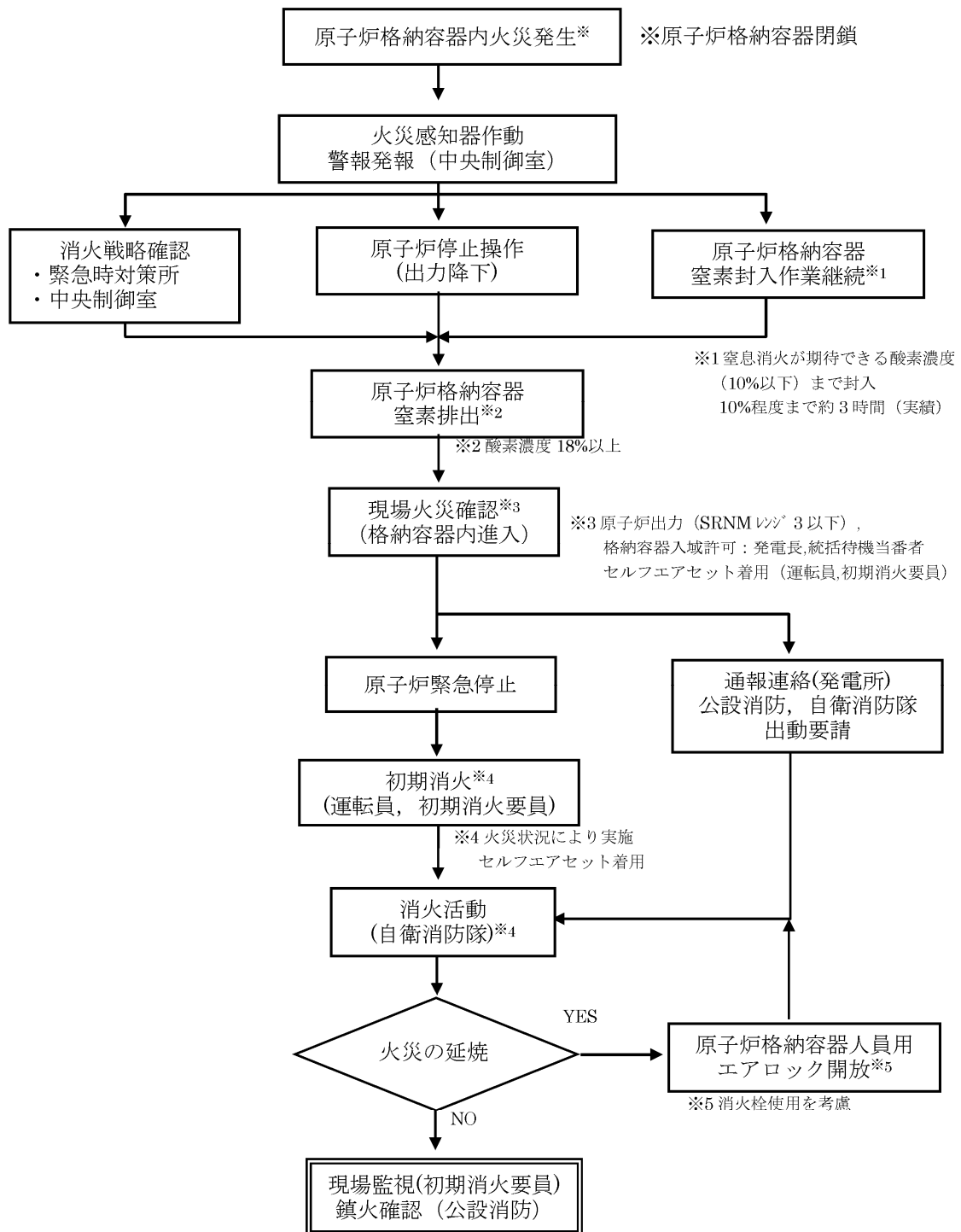


第1図 原子炉格納容器内での火災発生に対する対応フロー(冷温停止中)



第 2 図 原子炉格納容器内での火災発生に対する対応フロー

(起動中：制御棒引抜き～原子炉格納容器内点検まで)



第3図 原子炉格納容器内での火災発生に対する対応フロー
(起動中：原子炉格納容器内点検～窒素置換完了まで)

3. 資機材

(1) 消火器

冷温停止中の原子炉格納容器の火災に対して設置する消火器については、消防法施行規則第六，七条に基づき算出される必要量の消火剤を配備する設計とする。

配備箇所については、原子炉格納容器内の各フロアに対して火災防護対象機器並びに火災源から消防法施行規則に定めるところの 20m 以内の距離に配備する。

起動中については、原子炉格納容器内点検までの間は、所員用エアロック室に消火器を配備する。

一方、原子炉格納容器内部点検以降は、原子炉運転中も含め所員用エアロック室近傍（格納容器外）に消火器を配備する。

(2) 消火ホース

原子炉格納容器内の火災に対しては、原子炉格納容器入口近傍の消火栓の使用を考慮し、原子炉格納容器の入口となる所員用エアロック及び機器ハッチから最も遠い位置にある火災源まで届く消火ホースを配備する。消火ホースは、消火栓内に保管するものの他、所員用エアロック及び機器ハッチ近傍にそれぞれ配備し、消火活動を可能とする。

4. 所要時間

原子炉格納容器内における消火活動の成立性について、中央制御室から最も遠い距離にある原子炉格納容器内の油を内包する火災源で火災発生を想定した消火活動の確認を行う。消火活動において確認する概要を第 1 表に、現場のホース布設状況を第 4 図に示す。

第1表 消火活動確認概要（格納容器内空気雰囲気の場合）

（中央制御室から最も遠い距離にある原子炉格納容器内の油内包機器で火災を想定する）

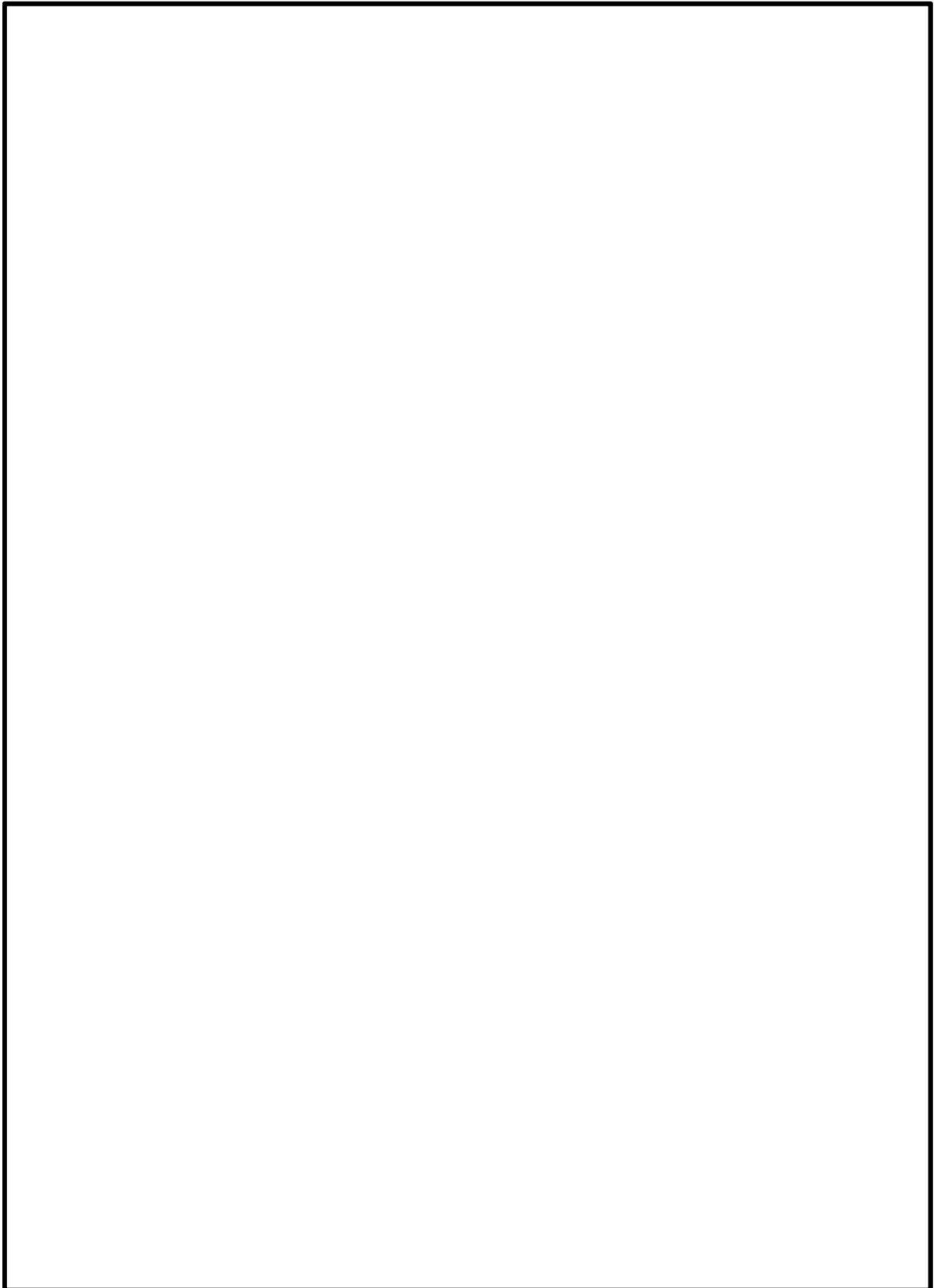
No.	消火活動（模擬）	確認事項
1	原子炉格納容器内の火災感知器作動	起点
2	中央制御室の受信機にて原子炉格納容器内の火災発生場所を確認	—
3	中央制御室の運転員（初期消火要員）が現場に急行	15分以内に現場到着（現場確認）が可能
4	火災発生確認（中央制御室へ連絡）及び初期消火活動（消火器）を実施	現場確認後、直ちに消火器による消火活動が開始
5	後続（応援）の消火要員（自衛消防隊）が現場到着	所要時間：出動要請から現場到着約15分
6	消火栓から格納容器入口（機器ハッチ等）までホース布設を実施	所要時間：約2分
7	機器ハッチから消火対象までホース布設～放水開始	所要時間：約2分
8	自衛消防隊による消火活動（消火栓）開始	所要時間：現場到着後約5分

この消火活動の確認においては、初期消火要員（運転員）は原子炉格納容器機器ハッチ（入口）まで、消火器を確保しても15分以内に到着可能であることを確認した。さらに、自衛消防隊が原子炉格納容器機器ハッチ（入口）到着後、消火栓からの消火ホース布設開始から5分程度で消火栓による消火が可能であ

ることを確認した。したがって、原子炉格納容器の機器ハッチが開放された状態において、原子炉格納容器内の油内包機器で火災が発生しても、15分以内に消火器による消火活動が開始可能であり、さらに自衛消防隊は出動要請から25分以内に消火栓による消火活動が開始可能である。

一方、原子炉起動中の原子炉格納容器内で火災が発生した場合には、上記確認の所要時間に加え、セルフエアセット着用(5分)、所員用エアロックの開放(約40分)が追加となるが、所員用エアロックを開放している間にセルフエアセットを着用することが可能であることから、40分以内に消火活動が開始可能である。また、原子炉格納容器下部の火災に対する確認について、第3図に示す。初期消火要員が消火器を確保して、原子炉格納容器内の所員用エアロックまで15分以内に到着し、セルフエアセットを着用しても約20分以内に消火活動が可能であることを確認したことから、原子炉格納容器下部に布設された露出ケーブルで火災が発生した場合でも、火災発生から20分以内に消火器による消火活動が可能である。さらに、原子炉格納容器所員用エアロックを開放することにより、消火栓により消火活動が可能である。

原子炉格納容器内での火災に対し、迅速な消火活動を行うため、以上に示した火災発生時の対応フロー、資機材の配備、所要時間を基に、今後も原子炉格納容器内の火災を想定した消火活動訓練を行う。



第 4 図 原子炉格納容器の消火活動の確認状況

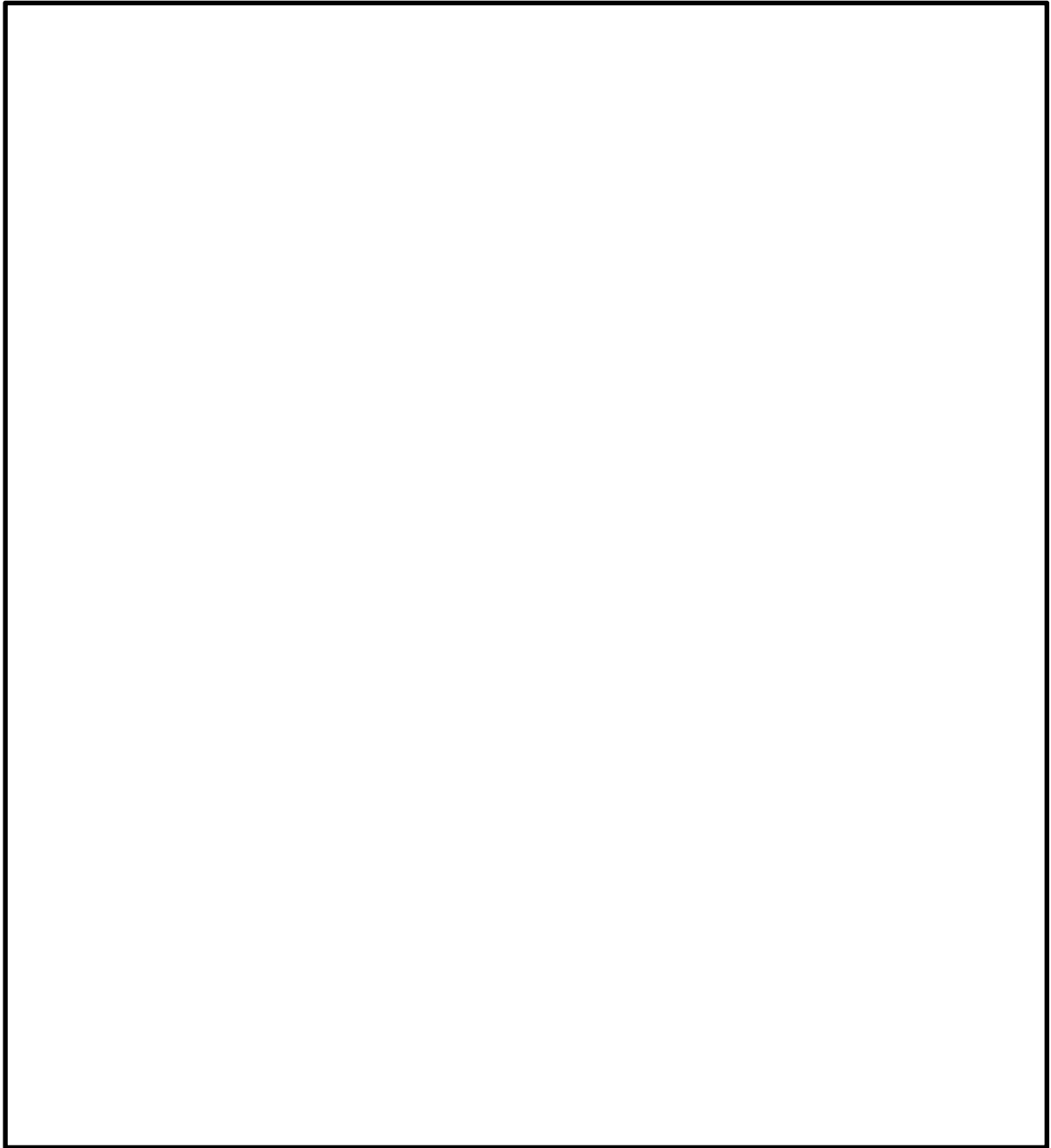
5. 原子炉格納容器内の消火器設置位置及び消火ホースの布設

冷温停止時及び起動中における原子炉格納容器内の火災対応として設置する消火器の設置位置については、消防法施行規則に従い防火対象物である火災防護対象機器及び火災源から 20m 以内に設置する。


原子炉格納容器内の火災防護対象機器及び火災源に対し、前項の現場確認結果を基に原子炉格納容器外の消火栓から消火ホースが確実に届くことを確認した。

消火器の配置及び消火栓の布設確認結果を第 5 図に示す。

格納容器内消火活動時のホース敷設図 (R/B 西消火栓~機器ハッチルート)



 : R/B 2 階 (PCV 内 EL.14M) ホース敷設

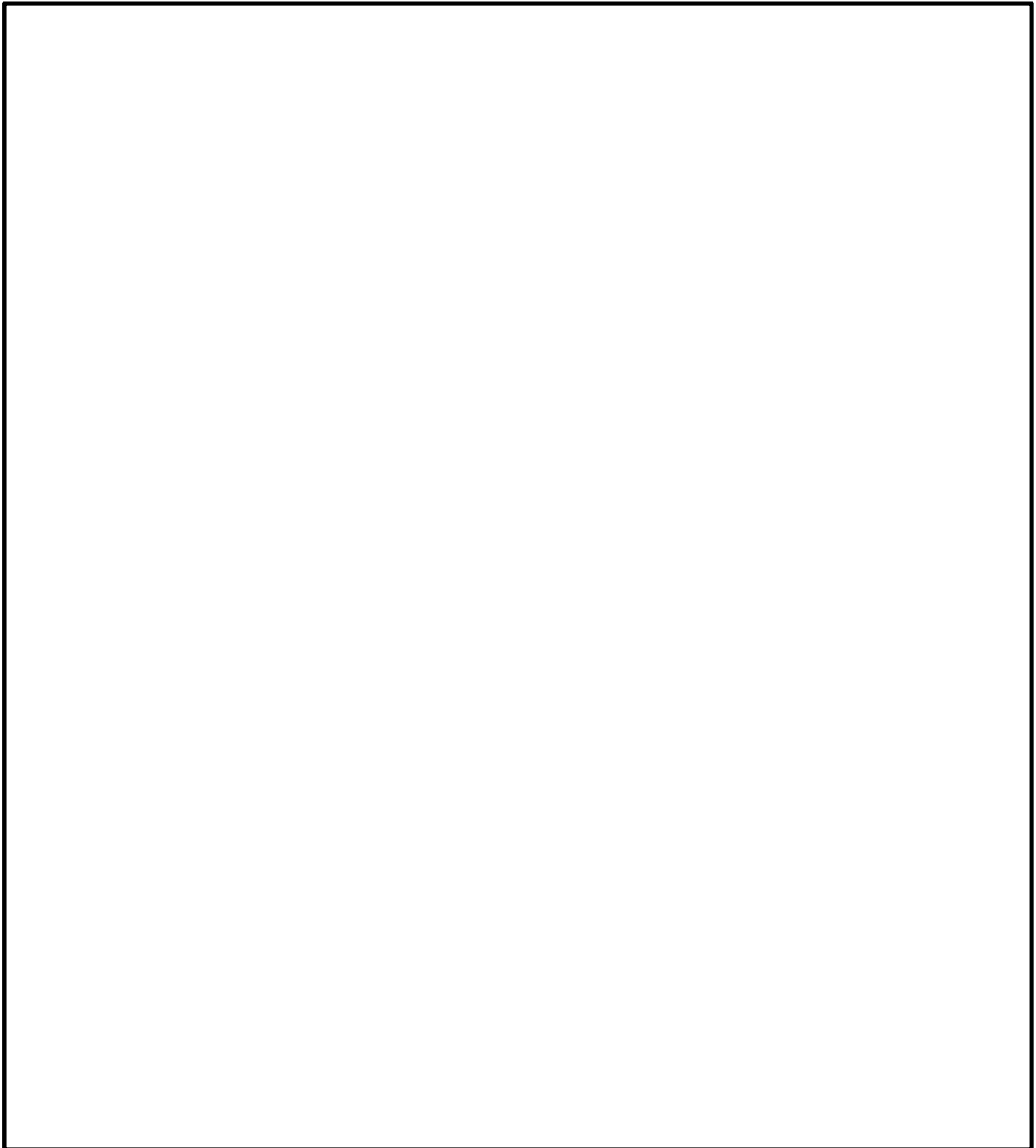
 : PCV 内 EL.17M ホース敷設

ホース敷設距離


- ①消火栓 (NO.9) ~FCV(A)消火位置まで「4 1 m」
- ②消火栓 (NO.9) ~PLR(A)モーター消火位置まで「3 2 m」
- ③消火栓 (NO.9) ~FCV(B), PLR(B)モーター消火位置まで「3 2 m」

④消火栓（NO.9）～MS I V消火位置まで「4.7 m」

格納容器内消火活動時のホース敷設図 (R/B 東消火栓~所員用エアロックルート)



 : R/B 2 階 (PCV 内 EL.14M) ホース敷設

 : PCV 内 EL.17 M ホース敷設

ホース敷設距離

①消火栓 (NO.10) ~MS I V消火位置まで「47 m」

②消火栓（NO.10）～PLR(A)ター消火位置まで「7 1 m」

③消火栓（NO.10）～FCV(B), PLR(B)ター消火位置まで「7 1 m」

東海第二発電所における原子炉格納容器内火
災時の想定事象と対応について

1. はじめに

原子炉起動中の窒素置換(原子炉格納容器内酸素濃度 1%以下)が完了していない時期において、原子炉格納容器内で発生する火災により、保守的に原子炉の安全機能が全喪失した場合において、原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し、維持することが可能か否か確認する。

2. 原子炉格納容器内火災による影響の想定

起動中の原子炉格納容器内の火災による影響を以下のとおり想定する。

- (1) 火災発生は、原子炉起動中において窒素置換されていない期間である「制御棒引抜き」から「原子炉格納容器内点検終了」(以下「起動～原子炉格納容器内点検終了」という。)及び「点検完了後」から「窒素置換完了」(以下「原子炉格納容器点検終了～窒素置換完了」という。)までの期間に発生すると想定する。
- (2) 火災源は、油内包機器である主蒸気隔離弁 4 台のうち、いずれかの弁の単一火災を想定する。
- (3) 油内包機器である、については、
- (4) 油内包機器である、原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプについては、原子炉起動中も含め使用していない時は電源を遮断することから、原子炉起動中の火災発生を想定しない。
- (5) 原子炉格納容器内に設置している逃がし安全弁などの主要な材料は金属製であること、及び原子炉格納容器内に布設しているケーブルは、実証

試験により自己消火性，延焼性を確認した難燃ケーブルを使用していることから，火災の進展は時間の経過とともに，徐々に原子炉格納容器全域におよぶものとする。

(6) 空気作動弁は，電磁弁に接続される制御ケーブルが火災により断線，フェイル動作するものとする。

(7) 電動弁は，火災の影響により接続するケーブルが断線し，作動させることができないが，火災発生時の開度を維持するものとする。

(8) 原子炉格納容器内の監視計器は，「同一パラメータを監視する複数の計器が配置上分離されて配置されていること」，及び「火災が時間経過とともに進展すること」を考慮し，火災発生直後は，全監視計器が同時に機能喪失するとは想定しないが，火災の進展に伴い監視計器が全て機能喪失するものとする。

3. 原子炉の高温停止及び冷温停止の達成，維持について

3.1 起動～原子炉格納容器点検終了

(1) 高温停止の達成

原子炉起動中において窒素置換されていない期間である「起動～原子炉格納容器内点検終了」までの期間については，主蒸気内側隔離弁は“開”状態(第1図)となっているが，主蒸気内側隔離弁の閉止が想定されることから，原子炉停止系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))による緊急停止操作が要求される。このうち，制御棒駆動機構は金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため，火災による機能喪失は考えにくく，火災に

よって原子炉の緊急停止機能に影響がおよぶおそれはない。

スクラム機能が要求される制御棒駆動水圧系水圧制御ユニットについては、当該ユニットのアクュームレータ、窒素容器、スクラム弁・スクラムパイロット弁は、原子炉格納容器とは別の火災区域に設置されているため、主蒸気内側隔離弁の火災の影響はない。当該ユニットの原子炉格納容器内の配管は金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため、火災による機能喪失は考えにくい。(第2図)

以上より、主蒸気内側隔離弁の火災を想定しても原子炉の高温停止を達成することは可能である。

(2) 冷温停止の達成，維持

冷温停止の達成，維持については、原子炉停止後の除熱機能に該当する系統として、残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)(第3図)、高圧炉心スプレイ系(第4図)、原子炉隔離時冷却系(第5図)、逃がし安全弁(手動逃がし機能)、自動減圧系(手動逃がし機能)(第6図)が必要となる。これらの系統のうち、ポンプについては、電源ケーブルを含め原子炉格納容器とは別の火災区域に設置されているため、主蒸気内側隔離弁の火災の影響はないが、原子炉格納容器内に設置されている電動弁、電磁弁については、電源ケーブル、制御ケーブルが火災により機能喪失すると、電動弁、電磁弁等も機能喪失することとなる。

しかしながら、起動～原子炉格納容器点検終了までの間は、原子炉格納容器内には窒素が封入されていないことから、火災発生を確認した時点で緊急停止操作を行うとともに、初期消火要員が現場に急行(10分以内)し、火災影響がおよんでいないか起動領域モニタ(SRNM)で未臨界状態を確認した後に、所員用エアロックを開放(10分以内)し、原子炉格納容器内に入

り消火活動を行うことが可能である。

したがって、原子炉格納容器内の電動弁及び電磁弁について、主蒸気内側隔離弁の火災影響により全て機能喪失したとしても、原子炉格納容器内に設置された残留熱除去系停止時冷却内側隔離弁(E12-M0-F009：通常閉)にアクセスし、手動開操作を行うことが可能であることから、残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)による原子炉の冷温停止の達成、維持は可能である。

3.2 原子炉格納容器内点検終了～窒素置換完了

原子炉起動中から窒素置換を行っている期間(原子炉格納容器内の酸素濃度 1%まで)である「原子炉格納容器内点検終了～窒素置換完了」についても、主蒸気内側隔離弁は“開”状態となっており、主蒸気内側隔離弁の火災により閉止することが想定されることから、原子炉停止系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))による緊急停止操作が要求される。しかしながら、原子炉の起動工程において窒素置換を優先し、原子炉格納容器内点検時からのプラント停止状態を維持する。

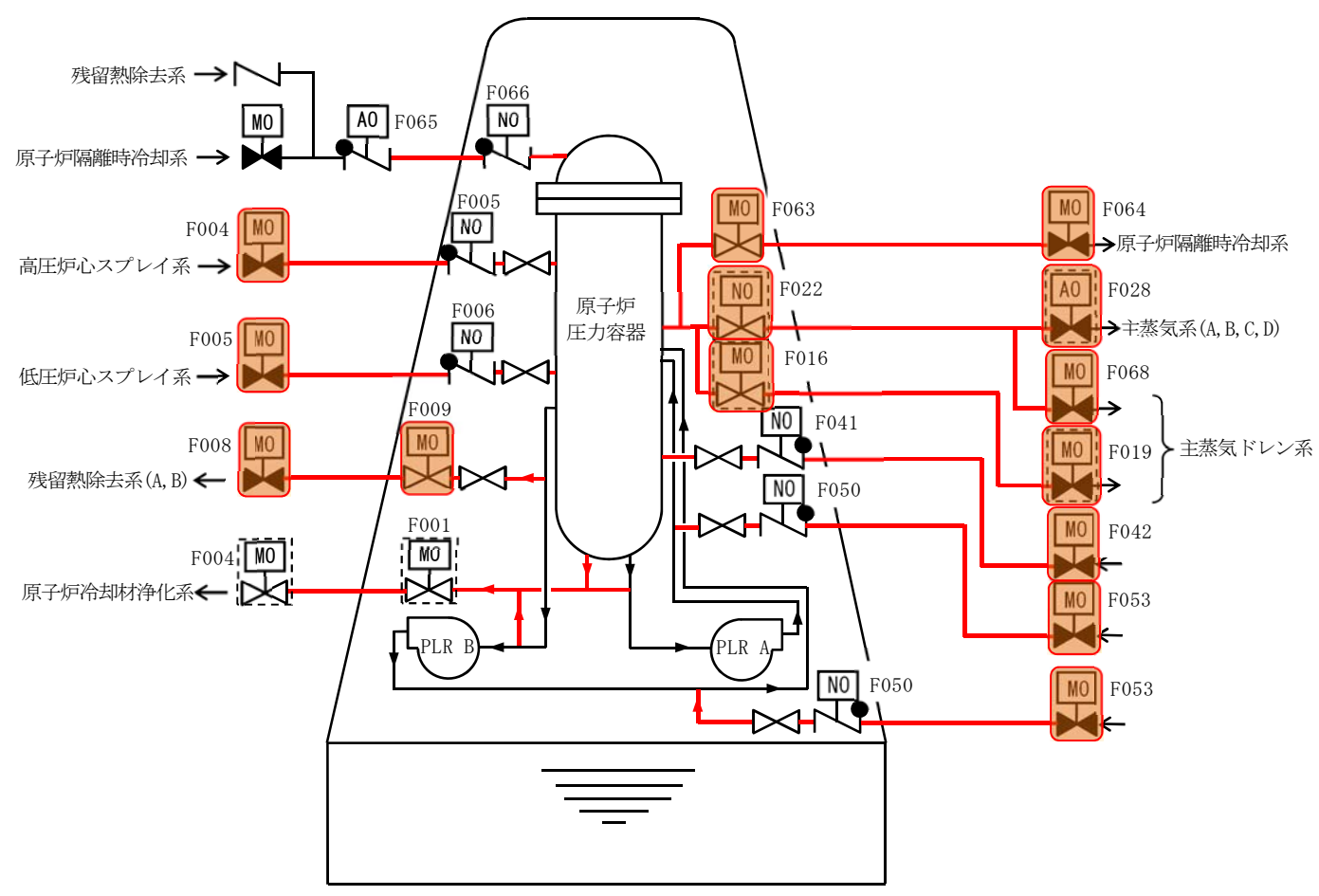
この状態で、主蒸気内側隔離弁で火災が発生した場合には、原子炉格納容器の窒素封入作業については、原子炉格納容器内酸素濃度 1%になる時点まで継続し、その後窒素排出作業を行うことで、原子炉格納容器の開放及び内部での消火活動を行うことが可能である。

したがって、原子炉格納容器内の電動弁及び電磁弁について、主蒸気内側隔離弁の火災影響により全て機能喪失したとしても、原子炉格納容器内に設置された残留熱除去系停止時冷却内側隔離弁(E12-M0-F009：通常閉)にアクセスし、手動開操作を行うことが可能であることから、残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)による原子炉の冷温停止の達成、維持は可能である。

4. まとめ

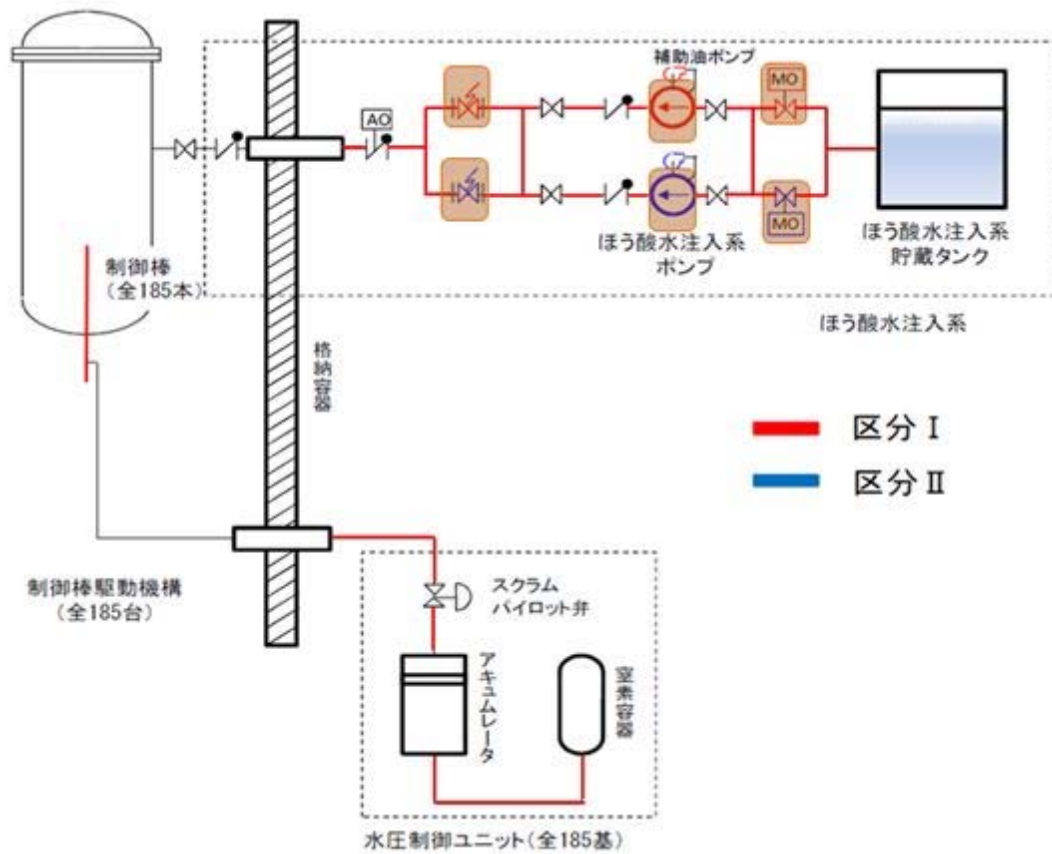
保守的に、起動中の原子炉格納容器内の火災発生により、原子炉の安全機能が全喪失したと想定しても、運転操作、現場操作により原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し維持することが可能であることを確認した。

- [HO] 油圧作動弁
- [MO] 電動弁
- [AO] 空気作動弁
- [NO] 窒素作動弁



- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁 (AO 弁、MO 弁)

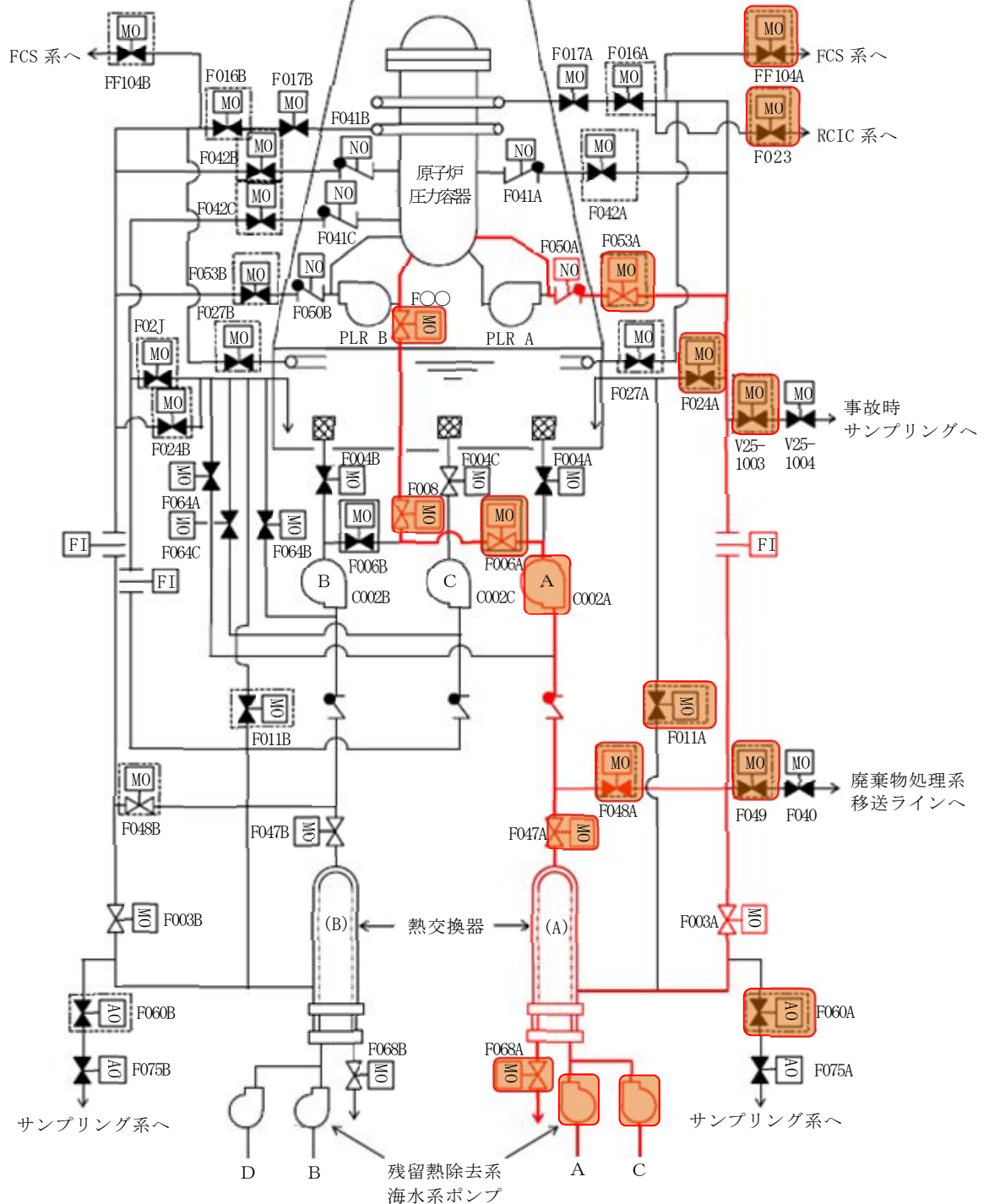
第 1 図 原子炉冷却材圧力バウンダリ



- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁 (AO 弁、MO 弁)

第 2 図 ほう酸水注入系及び制御棒による系の概要

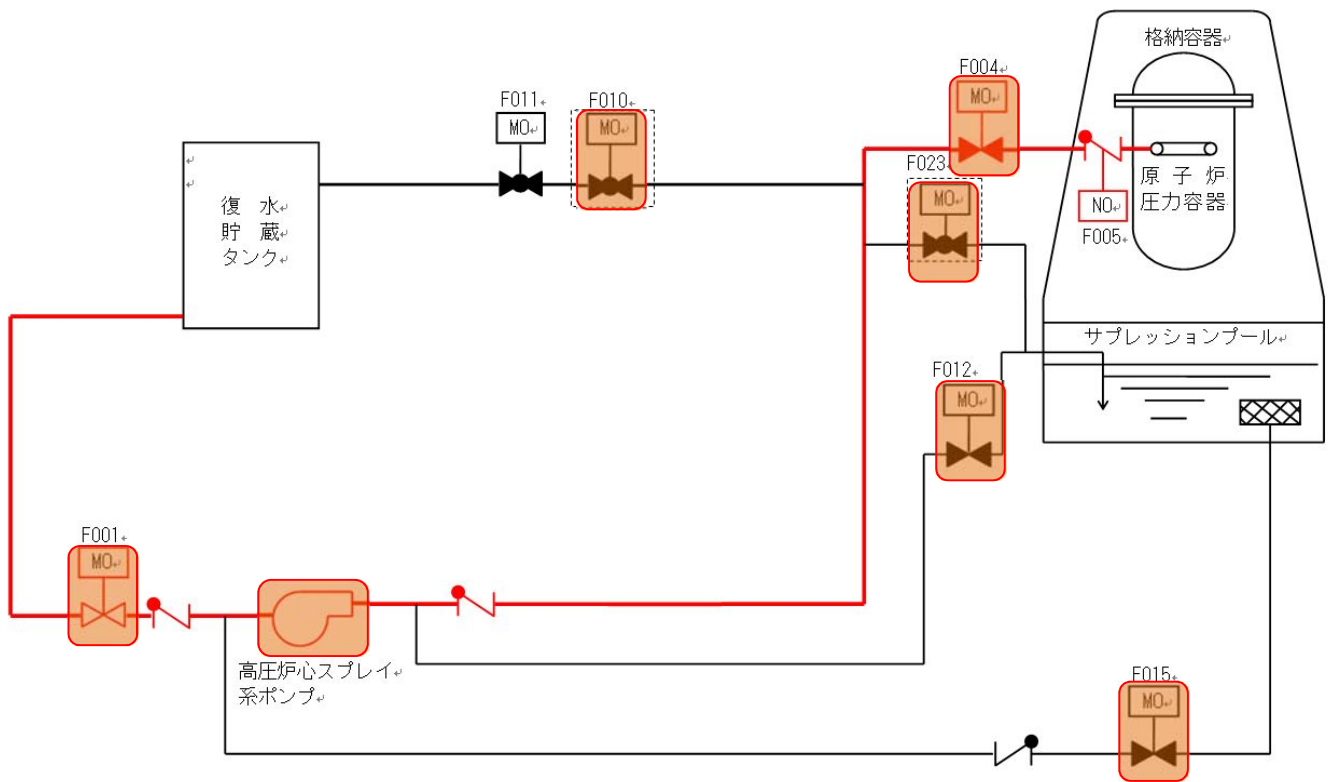
- HO 油圧作動弁
- MO 電動弁
- AO 空気作動弁
- NO 窒素作動弁



第3図 残留熱除去系

- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(AO弁、MO弁)

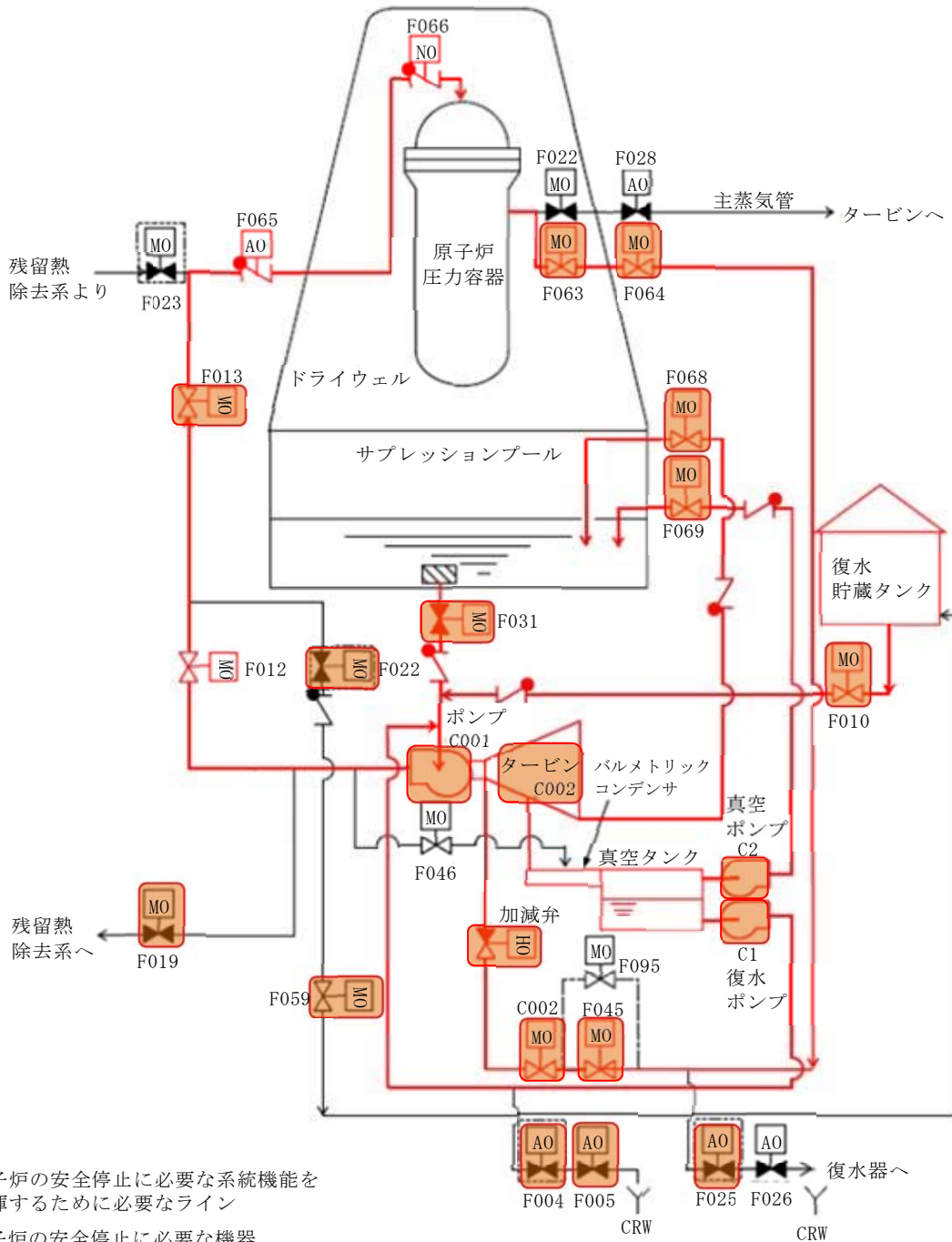
HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



第4図 高圧炉心スプレイ系

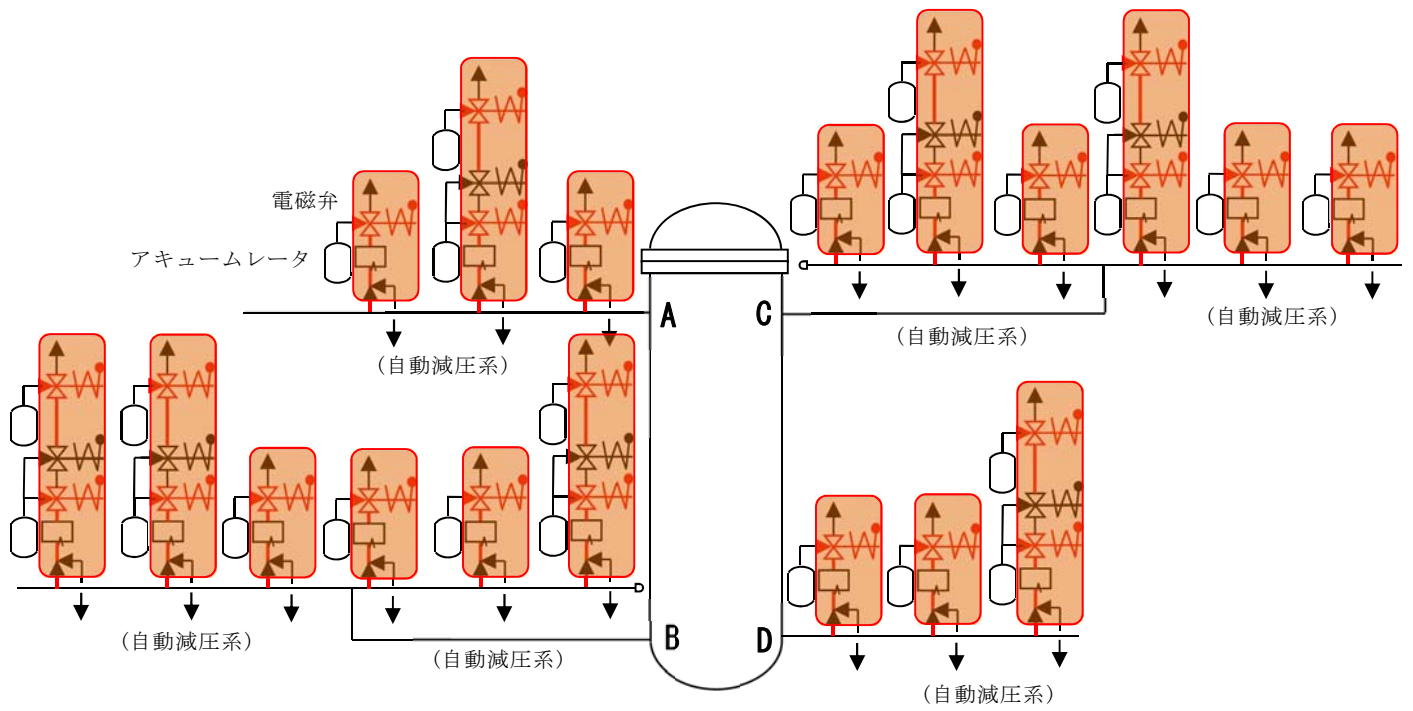
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁(AO弁、MO弁)

HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁 (AO 弁、MO 弁)

第 5 図 原子炉隔離時冷却系



第 6 図 逃がし安全弁(手動逃がし機能), 自動減圧系(手動逃がし機能)

- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器

東海第二発電所における
放射性物質貯蔵等の機器等の火災防護対策
について

【目次】

1. 概要
 2. 要求事項
 3. 放射性物質貯蔵等の機器等の選定について
 - 3.1 重要度分類指針における放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能の特定
 - 3.2 火災時に放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成するための系統の確認
 - 3.2.1 放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮蔽及び放出低減機能
 - 3.2.2 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能
 - 3.2.3 燃料プール水の補給機能
 - 3.2.4 放射性物質放出の防止機能
 - 3.2.5 放射性物質の貯蔵機能
 - 3.3 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機器等の特定
 4. 放射性物質貯蔵等の機器等の火災区域設定
 5. 火災感知設備の設置
 6. 消火設備の設置
- 添付資料 1 東海第二発電所における安全上の機能別重要度分類に係る定義及び機能
- 添付資料 2 東海第二発電所における重要度分類指針に基づく放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する設備並びに火災防護対象機器リスト
- 添付資料 3 実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準（抜粋）

放射性物質貯蔵等の機器等の火災防護対策について

1. 概要

東海第二発電所において、単一の内部火災が発生した場合にも、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するために必要な「放射性物質貯蔵等の機器等」を抽出し、その抽出された機器等に対して火災防護対策を実施する。

2. 要求事項

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下、「火災防護に係る審査基準」という。）における放射性物質貯蔵等の機器への要求事項を以下に示す。

実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準(抜粋)

2. 基本事項

(1) 原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構造物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、以下に示す火災区域及び火災区画の分類に基づいて、火災発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じること。

- ① 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画
- ② 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域

3. 放射性物質貯蔵等の機器等の選定について

設計基準対象施設のうち、単一の内部火災が発生しても、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するために必要な機器である「放射性物質貯蔵等の機器」の選定は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（以下「重要度分類審査指針」という。）に基づき、原子炉の状態が運転、起動、高温停止、冷温停止及び燃料交換（ただし、全燃料全取出の期間は除く。）のそれぞれにおいて、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器について、以下のとおり実施する。

3.1 重要度分類指針における放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能の特定

放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能について、「重要度分類審査指針」に基づき、以下のとおり抽出した。（添付資料1）

- (1) 放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能
- (2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能
- (3) 燃料プール水の補給機能
- (4) 放射性物質放出の防止機能
- (5) 放射性物質の貯蔵機能

3.2 火災時に放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成するための系統の確認

3.1 項で示した「放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能」に対し、火災によってこれらの機能に影響をおよぼす系統を、以下のとおり「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針」(JEAG4612-2010)(以下、「重要度分類指針」という。)より抽出する。

放射性物質貯蔵等の機能を達成するための系統を、重要度分類指針を参考に抽出すると、第9-1表のとおりとなる。

第9-1表 放射性物質貯蔵等の機能を達成するための系統

放射性物質貯蔵等の機能	機能を達成するための系統
放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮蔽及び放出低減機能	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器 ・原子炉格納容器隔離弁 ・原子炉格納容器スプレイ冷却系 ・原子炉建屋 ・非常用ガス処理系 ・非常用再循環ガス処理系 ・可燃性ガス濃度制御系
原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能	<ul style="list-style-type: none"> ・放射性廃棄物処理施設(放射能インベントリの大きいもの) ・使用済燃料プール(使用済燃料貯蔵ラック含む)
燃料プール水の補給機能	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用補給水系
放射性物質放出の防止機能	<ul style="list-style-type: none"> ・放射性気体廃棄物処理系の隔離弁 ・排気筒(非常用ガス処理系排気管の支持機能以外) ・燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系
放射性物質の貯蔵機能	<ul style="list-style-type: none"> ・サプレッション・プール水排水系 ・復水貯蔵タンク ・放射性廃棄物処理施設(放射能インベントリが小さいもの)

次に、上記の系統から、火災による放射性物質貯蔵等の機能への影響を考慮

し、火災防護対策の要否を評価した。

3.2.1 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮蔽及び放出低減機能

重要度分類指針では、放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能に該当する系統は「原子炉格納容器、原子炉格納容器隔離弁、原子炉格納容器スプレイ冷却系、原子炉建屋、非常用ガス処理系、非常用再循環ガス処理系、可燃性ガス濃度制御系」である。

このうち、原子炉格納容器及び原子炉建屋はコンクリート・金属等の不燃性材料で構成する建築物・構造物であるため、火災による機能喪失は考えにくく、資料2で示した火災により影響をおよぼさないものに該当すると考えられることから、火災によって放射性物質貯蔵等の機能に影響が及ぶおそれはない※。

また、一次系配管、主蒸気管等は金属等の不燃性材料で構成されており火災による機能喪失は考えにくいこと、資料10の8.で記載のとおり、火災により想定される事象が発生しても原子炉の安全停止が可能であり、放射性物質が放出されるおそれはないことから、原子炉格納容器隔離弁、原子炉格納容器スプレイ冷却系、非常用ガス処理系、非常用再循環ガス処理系及び可燃性ガス濃度制御系は火災発生時には要求されない。さらに、資料1の参考資料3に示すように、これらの系統については火災に対する独立性を有している。

したがって、火災によって放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能に影響を及ぼす系統はない。

ただし、非常用ガス処理系は、原子炉棟換気系送風機・排風機とともに、原子炉建屋を負圧にする機能を有しており、火災発生時に原子炉建屋の換気空調設備が機能喪失した場合でも、非常用ガス処理系が使用可能であれば原子炉建屋を負圧維持することができる。このため、原子炉建屋の負圧を維持する観点

から、非常用ガス処理系については、火災の発生防止対策、火災の感知・消火対策及び火災の影響軽減対策を実施することとする。

合わせて、非常用ガス処理系の機能確保のため、原子炉建屋給排気隔離弁の閉操作が必要となるが、原子炉建屋給排気隔離弁はフェイルセーフ設計であり、火災によって隔離弁の電磁弁のケーブルが損傷した場合、隔離弁が「閉」動作すること、万が一の不動作でも多重化されていることから、非常用ガス処理系の機能に影響しない。

3.2.2原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能

重要度分類指針では、原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能に該当する系統は「放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの）、使用済燃料プール（使用済燃料ラックを含む）」である。

放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの）である放射性気体廃棄物処理系の系統概略図を第9-1図に示す。

気体廃棄物処理系のうち、配管、手動弁、排ガス予熱器、排ガス再結合器、排ガス復水器、排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、排ガス後置除湿器再生装置、メッシュフィルタは金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため、火災による機能喪失は考えにくい*。

万が一、排ガス系弁が誤動作した場合であっても、下流側に設置された排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、活性炭ベッドによって放射性物質が除去されることから、単一の火災によって放射性物質が放出されることはない。

上記の弁以外の空気作動弁については、火災による弁駆動部の機能喪失によって当該弁が開閉動作をしても、弁本体は金属等の不燃性材料で構成されてお

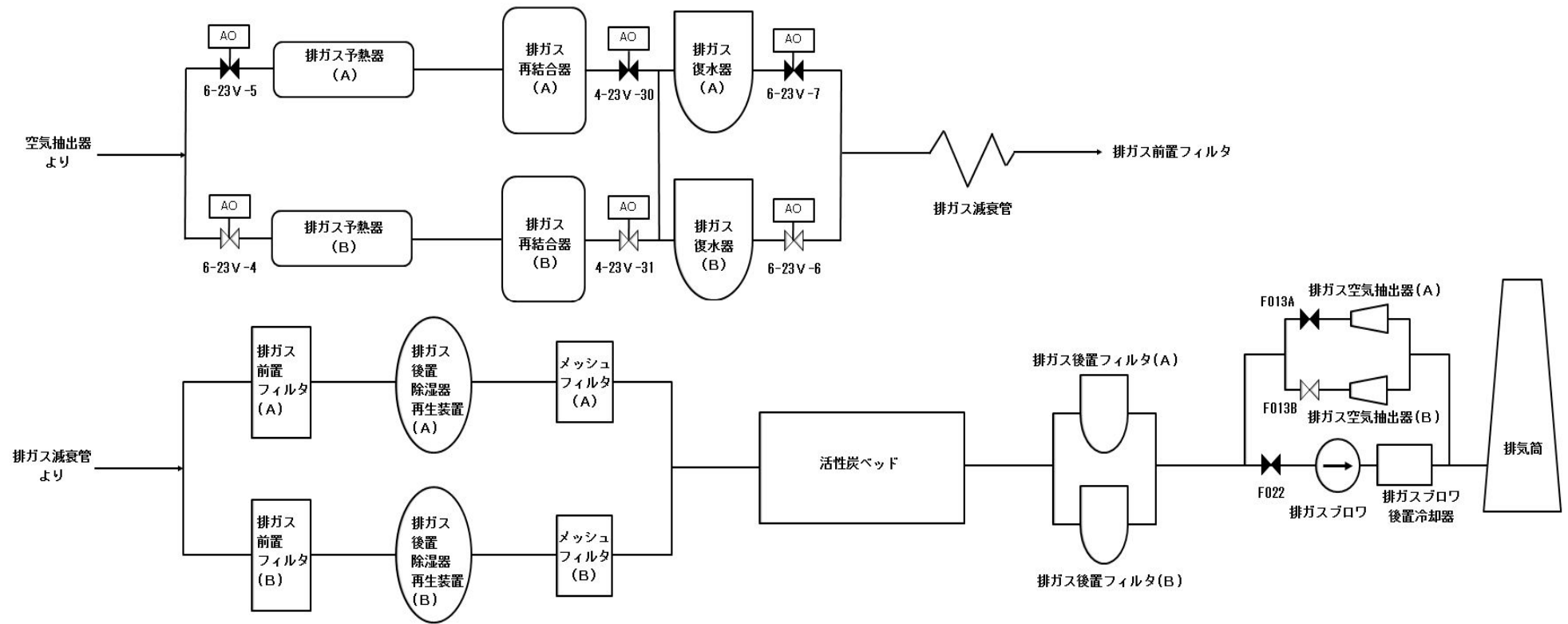
り、火災による機能喪失は考えにくく、放射性物質が外部へ漏えいするおそれはない*。

以上より、気体廃棄物処理系は火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響がおよぶおそれはない。

また、使用済燃料プール（使用済燃料ラックを含む）はコンクリート・金属等の不燃性材料で構成する構造物であるため、火災による機能喪失は考えにくいことから、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響がおよぶおそれはない*。

さらに、使用済燃料プールの間接関連系である燃料プール冷却浄化系については、火災により当該機能が喪失しても、使用済燃料プールの水位が遮へい水位に低下するまで時間的余裕があり、その間に残留熱除去系（使用済燃料プールへの補給ライン）の弁の手動操作等によって機能を復旧することができることから、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響がおよぶおそれはない。

したがって、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を及ぼす系統はない。



第9-1図 放射性気体廃棄物処理系の系統概略図

3.2.3燃料プール水の補給機能

重要度分類指針では、燃料プール水の補給機能に該当する系統は「非常用補給水系」である。

非常用補給水系である残留熱除去系が火災により機能喪失しても、使用済燃料プールの水位が遮へい水位まで低下するまでに時間的余裕があり、その間に電動弁の手動操作等によって機能を復旧することができることから、火災によって燃料プール水の補給機能に影響が及ぶおそれはない。

したがって、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を及ぼす系統はない。

3.2.4放射性物質放出の防止機能

重要度分類指針では、放射性物質放出の防止機能に該当する系統は「放射性気体廃棄物処理系の隔離弁、排気筒（非常用ガス処理系排気管の支持機能以外）、燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系」である。

放射性気体廃棄物処理系の排ガス予熱器入口、排ガス再結合器出口、排ガス復水器出口の空気作動弁は、3.2.2のとおりであり、火災によって放射性物質が放出されるおそれはない。

また、排気筒は金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため、火災による機能喪失は考えにくい*。

さらに、燃料集合体の落下事故は、燃料集合体移動時は燃料取替機に燃料集合体を機械的にラッチさせて吊り上げること、ラッチ部は不燃性材料で構成され火災による影響は受けないことから、火災により燃料集合体の落下事故は発生しない。したがって、使用済燃料の落下事故時に要求される機能については、火災発生時には要求されないことから、燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系としての原子炉建屋等については、火災発生時には機能要求がない。

したがって、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を及ぼす系統はない。

3.2.5放射性物質の貯蔵機能

重要度分類指針では、放射性物質の貯蔵機能に該当する系統は「サプレッション・プール・排水系、復水貯蔵タンク、放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）」である。これらの系統は以下のとおり整理する。

・サプレッション・プール排水系

サプレッション・プール排水系の系統概要図を第9-2図に示す。

サプレッション・プール排水系は、残留熱除去系の一部を介し液体廃棄物処理系（機器ドレン系及び床ドレン系）と接続されているが、残留熱除去系(A)系はサプレッション・プール排水ラインに電動弁(E12-M0-F049)があり、通常閉かつ残留熱除去系の機能要求時も閉であること、火災影響を受けて当該弁が機能喪失した場合でも閉状態が維持されること、万が一当該弁が誤動作した場合であっても、電源区分の異なる弁(E12-M0-F040)で二重化されていることから、火災によって放射性物質が放出されることはない。残留熱除去系(B, C)系は、サプレッション・プール排水ラインに手動弁を二重化(F072, F070)としている。手動弁は金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため、火災による機能喪失は考えにくい[※]。

以上より、サプレッション・プール排水系は、単一の火災によって放射性物質が放出されることはない。

・復水貯蔵タンク

復水貯蔵タンクについては、金属等の不燃性材料で構成するタンクであるため、火災による機能喪失は考えにくいと考えられることから、火災によって放射性物質の貯蔵機能に影響がおよぶおそれはない[※]。

- ・放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）

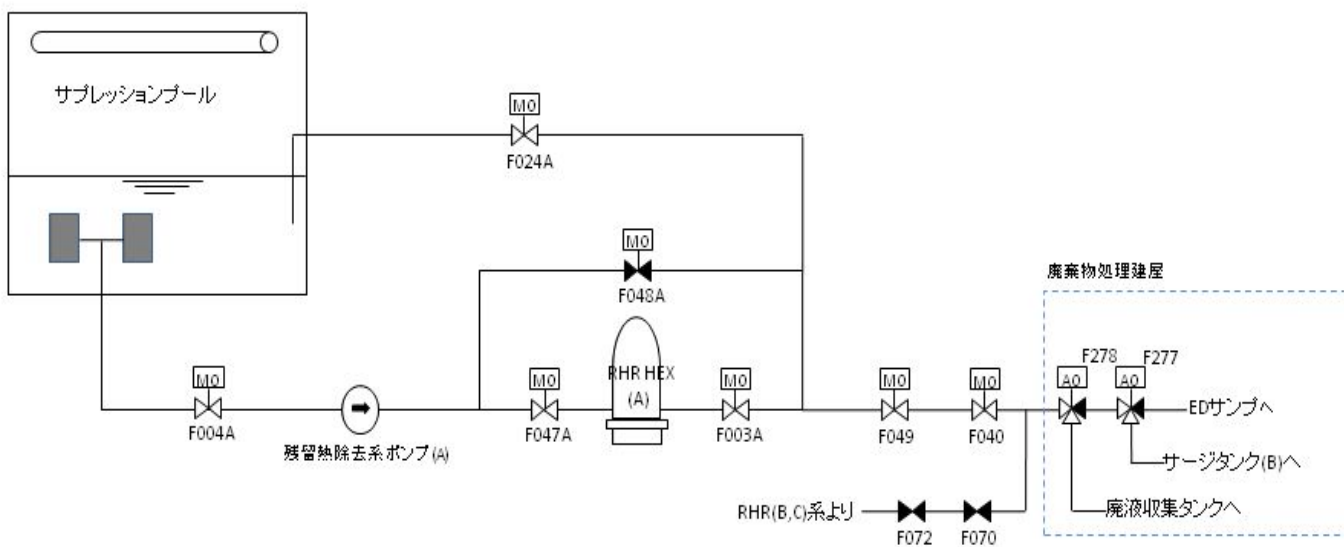
放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）である液体廃棄物処理系，固体廃棄物処理系，関連する系統も含めて，系統概要図を第9-4図～第9-9図に示す。

液体廃棄物処理系（機器ドレン，床ドレン，高電導ドレン）のうち，配管，手動弁，復水器，加熱器，脱塩器，濃縮器，タンクは金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため，火災による機能喪失は考えにくい*。

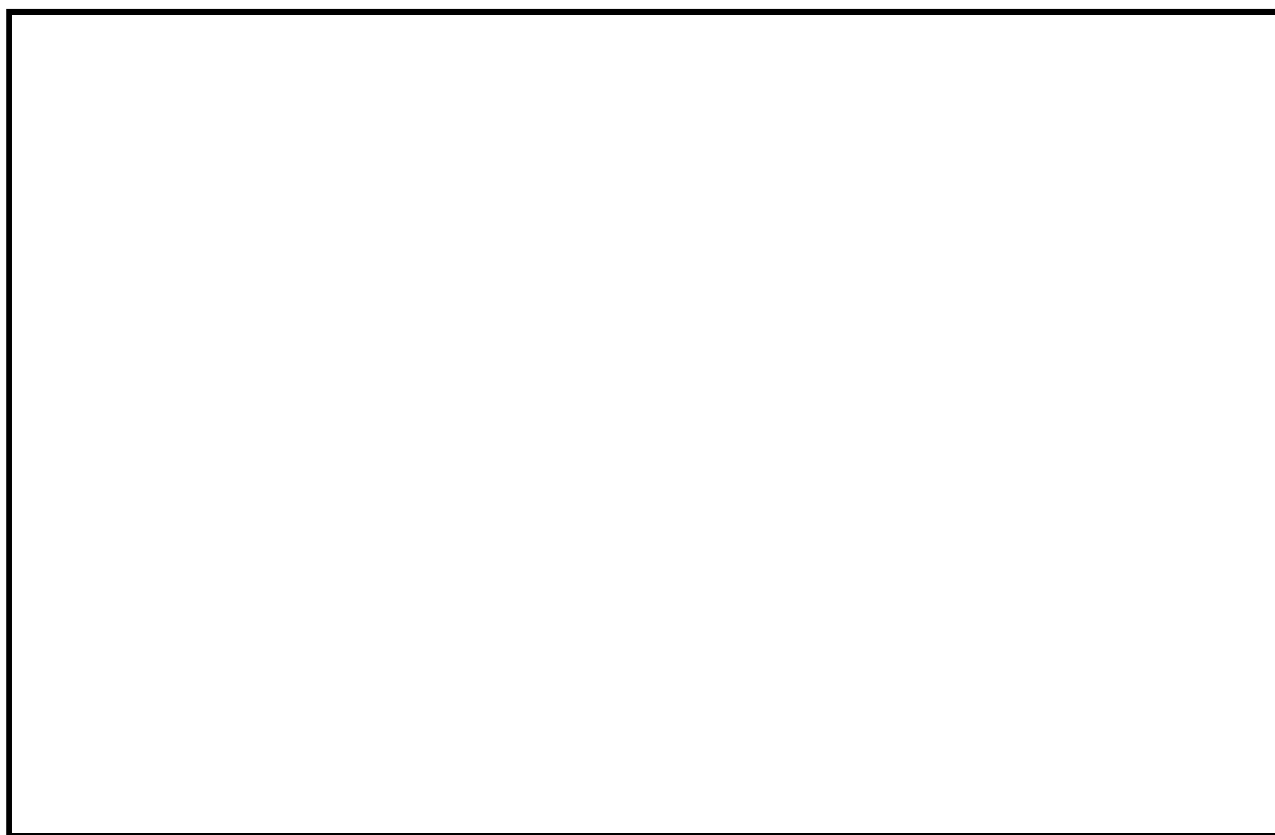
また，各空気作動弁はフェイル・クローズ設計であり，火災によって当該弁の電磁弁のケーブルが機能喪失すると電磁弁が無励磁となり当該弁が自動的に閉止する。機器ドレン系，床ドレン系については，廃液サンプルポンプ出口及び床ドレンサンプルポンプ出口に空気作動弁（A0-F462A, B , A0-F468A, B）を設置しており，カナル放出ラインにも（A0-F465A, B）空気作動弁を設置している。これらの空気作動弁は単一の弁の誤動作では放射性物質が放出されない設計としている。仮に空気作動弁が誤動作により開となっても，廃液サンプルポンプ及び床ドレンサンプルポンプの誤起動が空気作動弁の誤動作と同時に発生しない限り放射性物質が放出されることはない。（第9-4図, 第9-5図）高電導度ドレン系については，万一，空気作動弁が誤動作した場合であっても，移送先が濃縮廃液タンク及び凝縮水収集タンクであることから放射性物質が放出されることはない。（第9-6図）

したがって，火災によって上記の弁が閉止すると液体廃棄物処理系の放射性液体廃棄物は系統内に隔離されることとなり，系統外へ放射性物質が放出されない。

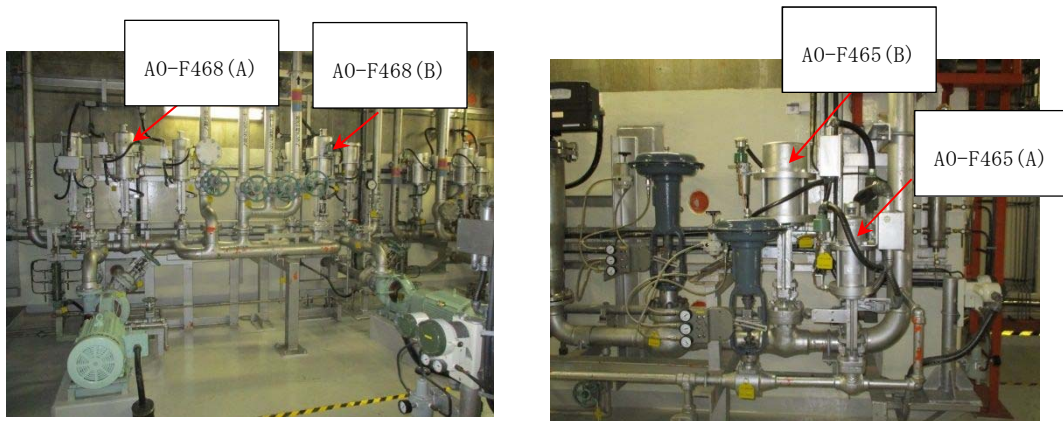
以上より，液体廃棄物処理系は火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響がおよぶおそれはない。



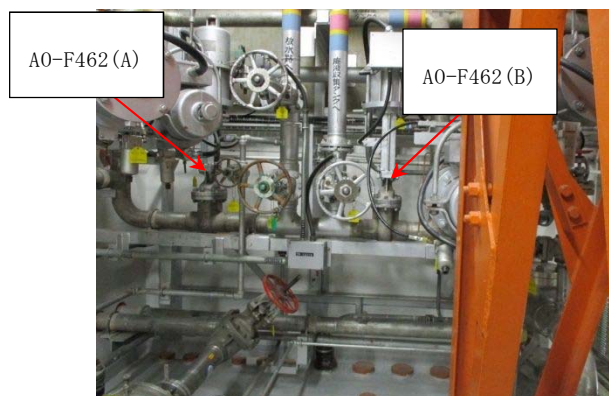
第9-2図 サプレッション・プール排水系の系統概略図



第9-3図 放射性廃棄物処理系(機器ドレン系, 床ドレン系)機器配置



床ドレンサンプルポンプエリアのバルブの配置



廃液サンプルポンプエリアのバルブの配置

第9-4図 放射性廃棄物処理系(機器ドレン系, 床ドレン系)の弁配置状況

放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）である固体廃棄物貯蔵庫（ドラム缶）は、金属等の不燃性材料で構成される。ドラム缶に収め貯蔵するもののうち、雑固廃棄物については、第9-5図に示すフローに従い分別し、「可燃」「難燃」については、焼却炉で焼却した後に「不燃」の焼却灰の状態でドラム缶に保管することから、ドラム缶内部での火災によって放射性物質貯蔵等の機能の喪失は考えにくい。

一方、「不燃」には、金属等の不燃性材料をドラム缶に収納する際に収納するポリエチレン製の袋や識別用シールといった可燃物を含むものの、収納物は不燃物であること、ポリエチレンの発火点は400℃より高いこと、固体廃棄物貯蔵庫(ドラム缶)内には高温となる設備はないことから、ドラム缶内部での火

災発生は考えにくく、火災によって放射性物質貯蔵等の機能の喪失は考えにくい。また、固体廃棄物貯蔵庫における放射性固体廃棄物の保管状況を確認するために、固体廃棄物貯蔵庫を1週間に1階巡視するとともに、3ヵ月に1階保管量を確認する。

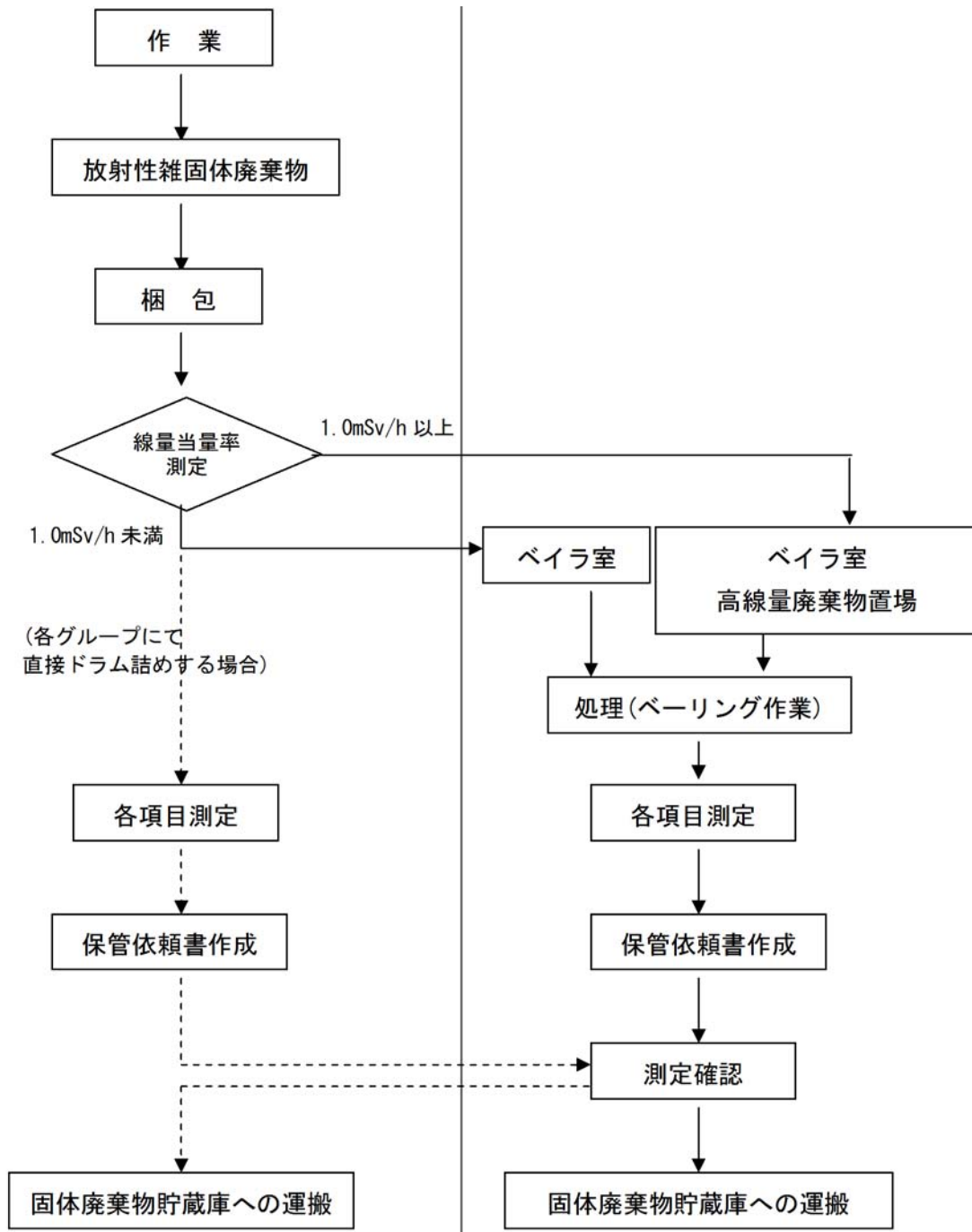
さらに、固体廃棄物貯蔵庫はコンクリートで構築された建屋内に設置されている。

したがって、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を及ぼす系統はない。

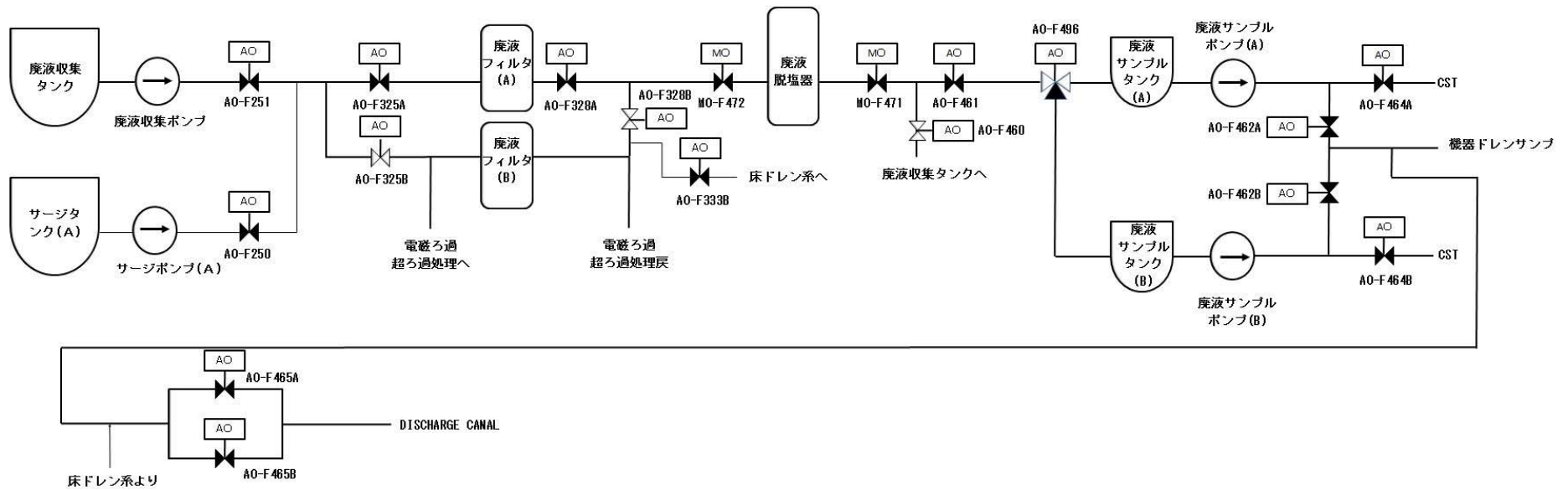
※火災の影響で機能喪失のおそれがないもの

金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等は、不燃性材料で構成されている。また、配管、タンク、手動弁、電動弁等(フランジ部等を含む)には内部の液体の漏えいを防止するため、不燃性ではないパッキン類が装着されているが、これらは、弁、フランジ等の内部に取り付けており、機器外の火災によってシート面が直接加熱されることはない。機器自体が外部から炎に晒されて加熱されると、パッキンの温度も上昇するが、フランジへの取付を模擬した耐火試験にて接液したパッキン類のシート面に、機能喪失に至るような大幅な温度上昇が生じないことを確認している。仮に、万が一、パッキン類が長時間高温になってシート性能が低下したとしても、シート部からの漏えいが発生する程度で、弁、配管等の機能が失われることはなく、他の機器等への影響もない。

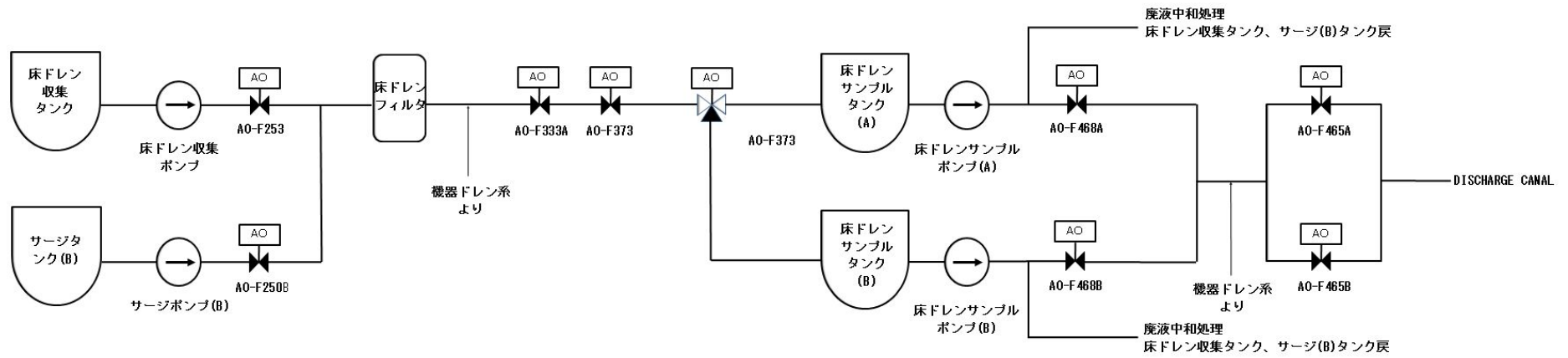
以上より、不燃性材料のうち、金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等で構成されている系統については、火災によっても放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響をおよぼす系統はない。



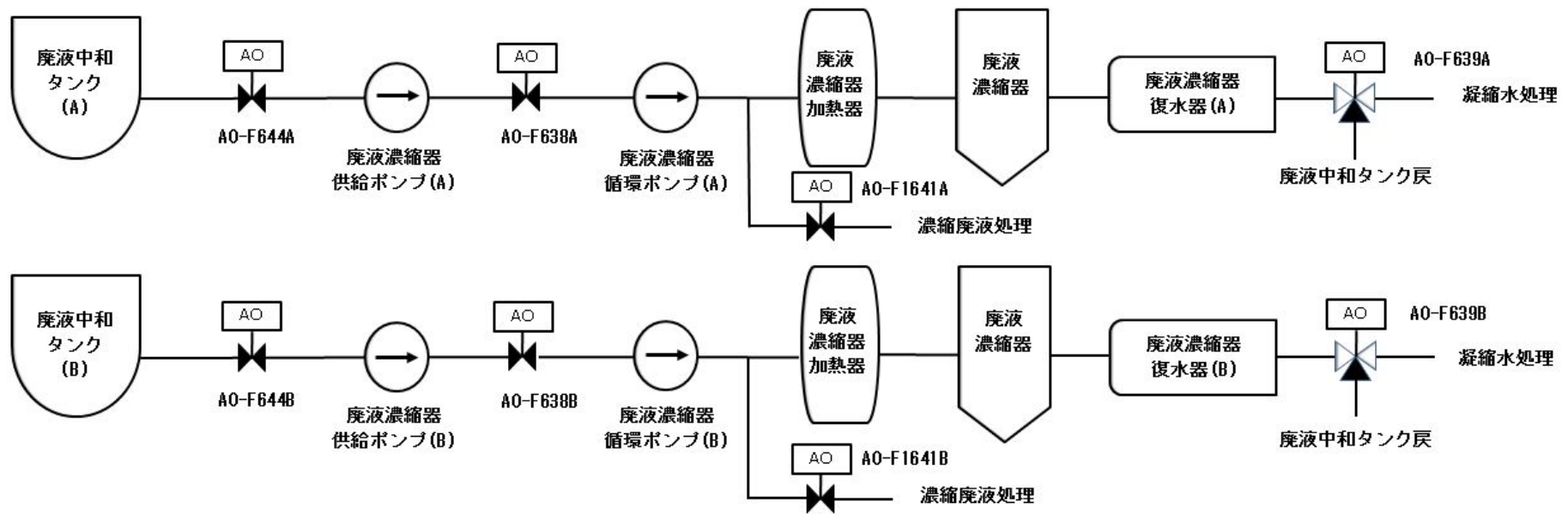
固体廃棄物処理フローチャート



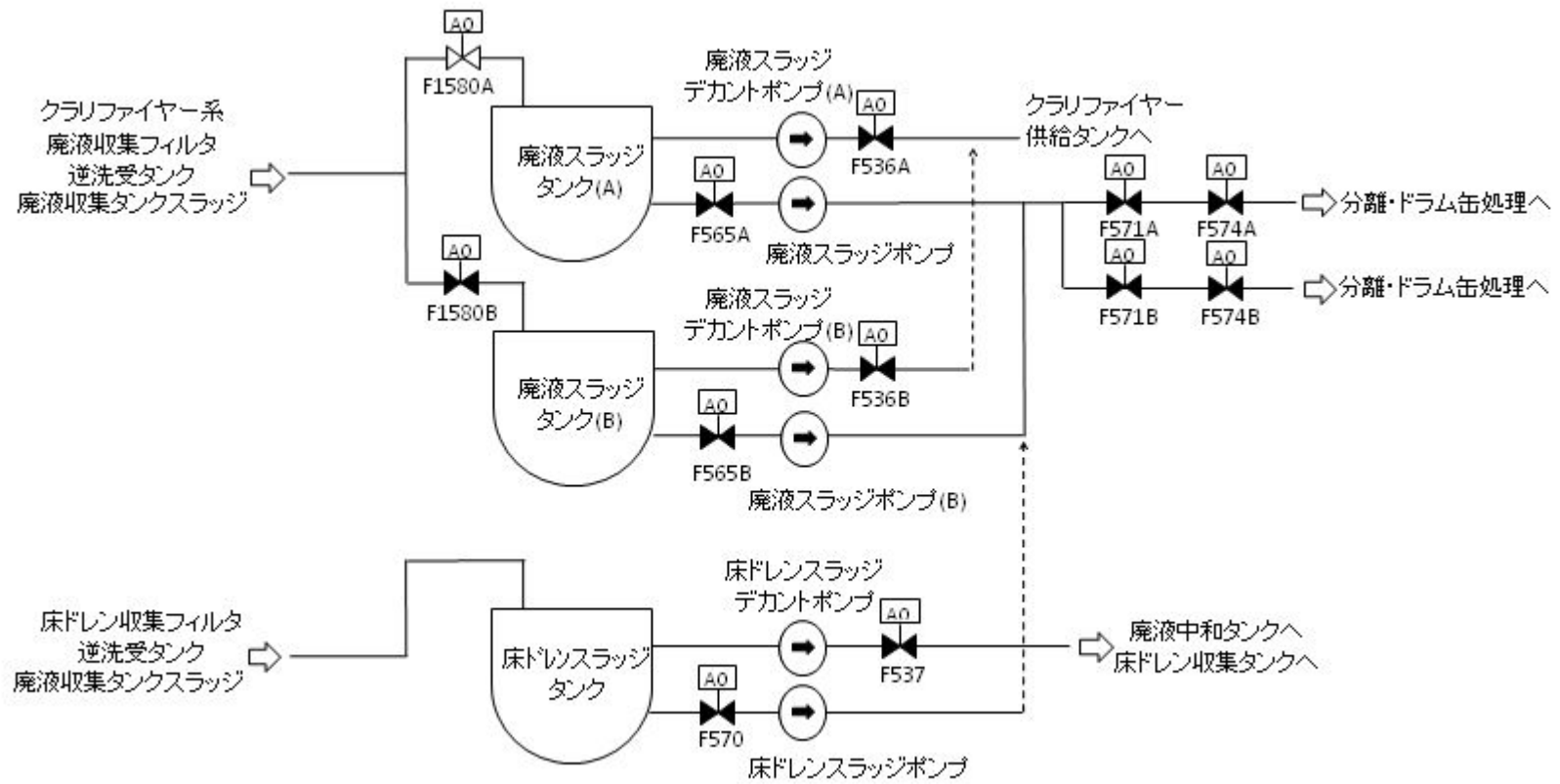
第9-4図 液体廃棄物処理系(機器ドレン系)系統概略図



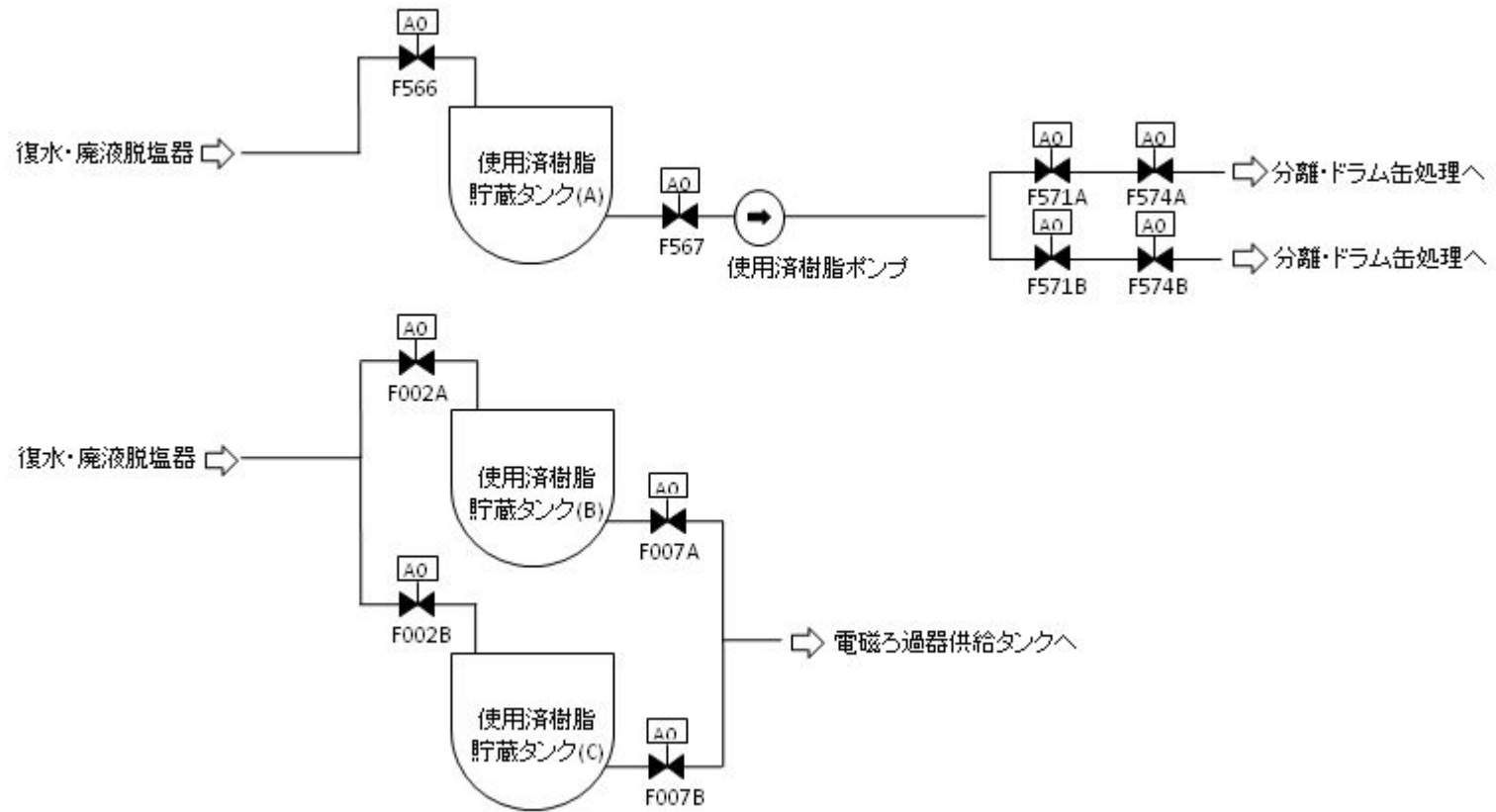
第9-5図 液体廃棄物処理系(床ドレン系)系統概略図



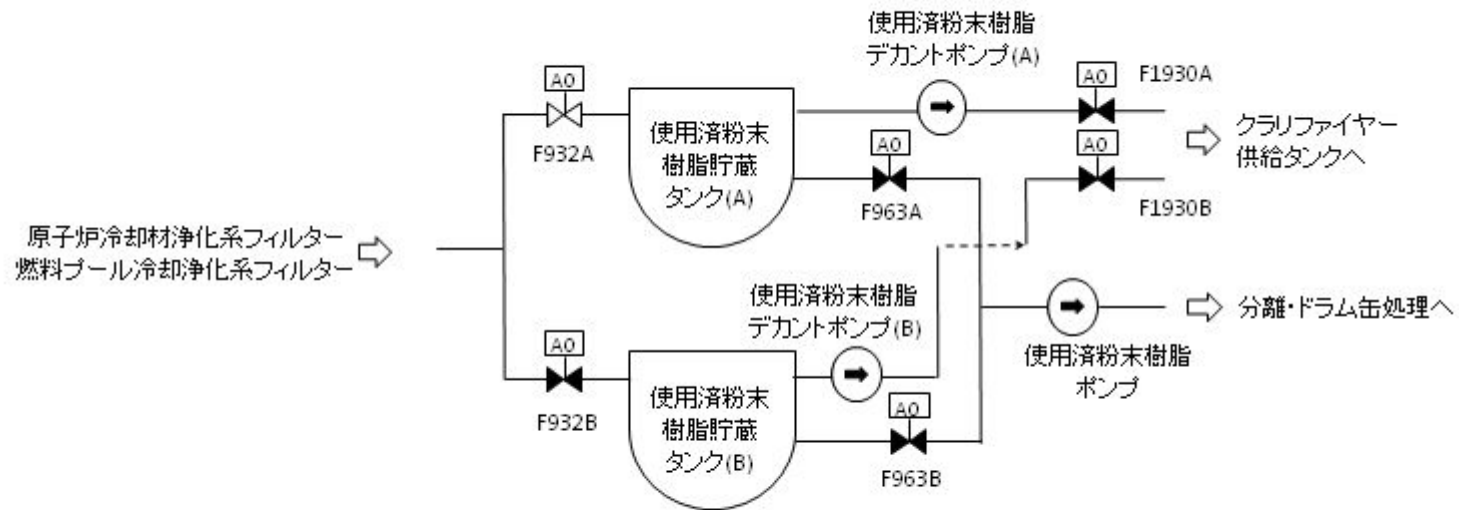
第9-6図 液体廃棄物処理系(高電導度ドレン系)系統概略図



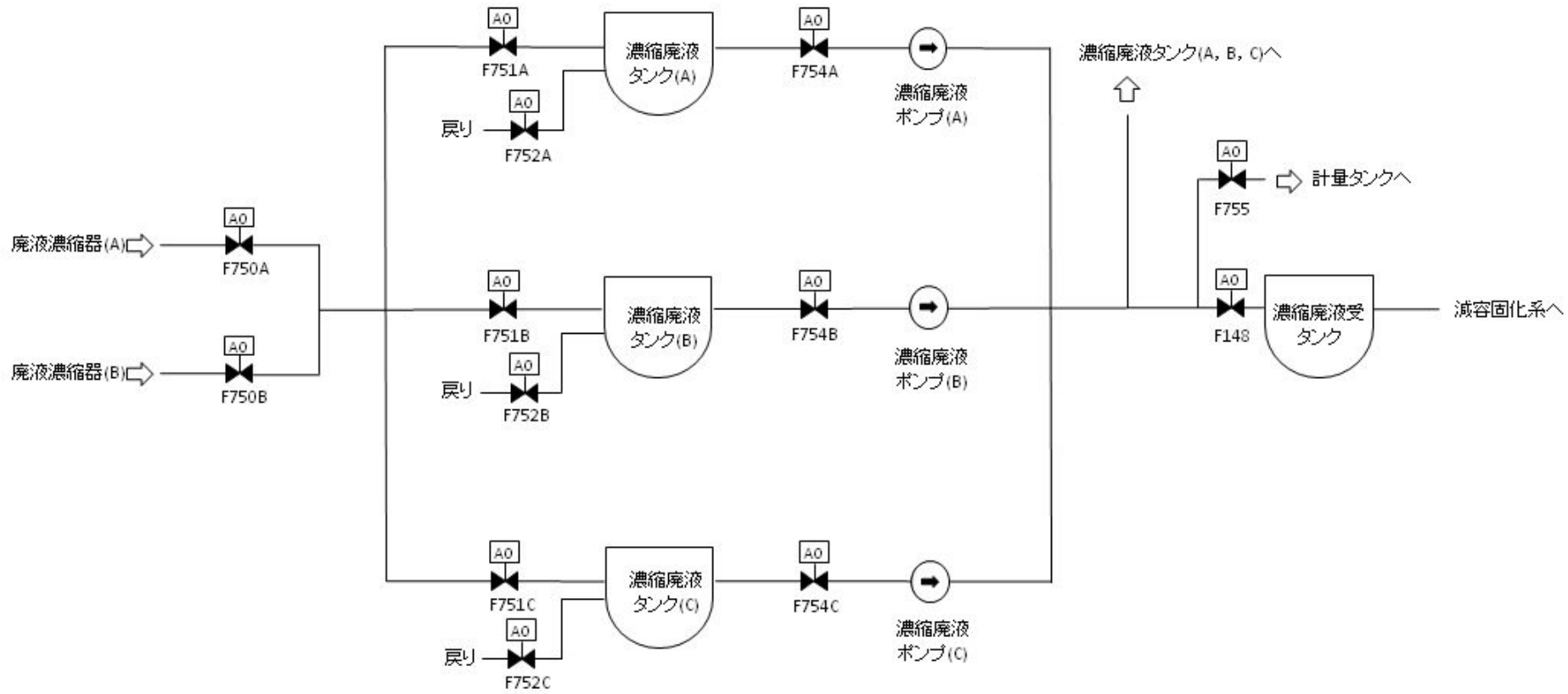
第9-7図 廃液スラッジ系 系統概略図



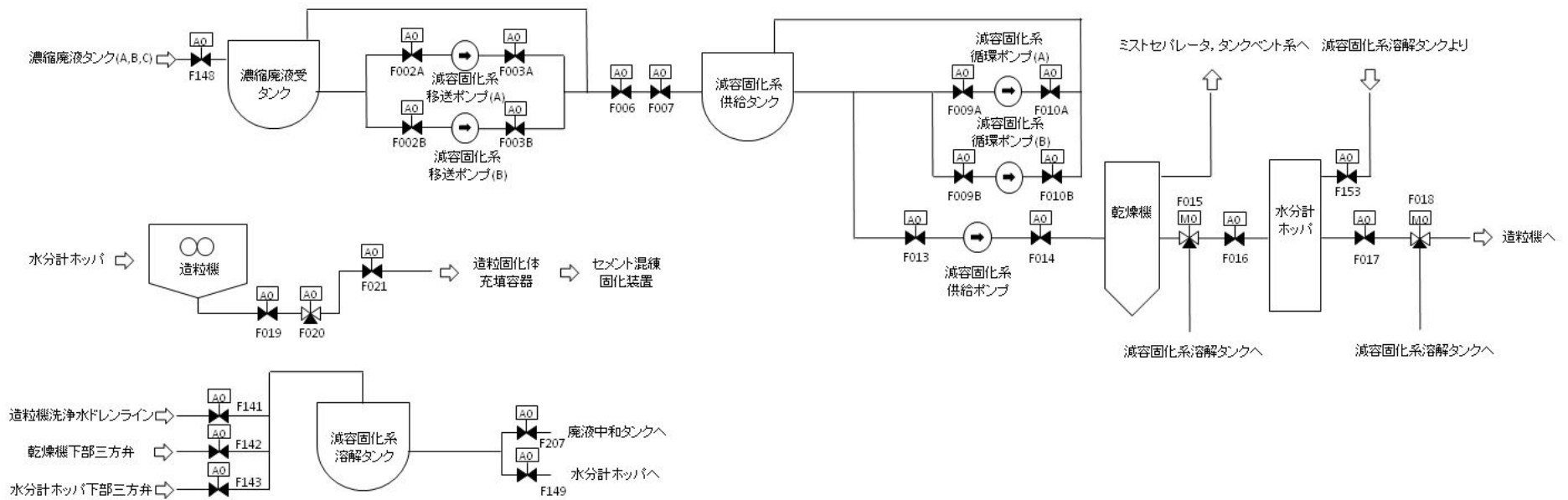
第9-8図 廃液スラッジ系（使用済樹脂系）系統概略図



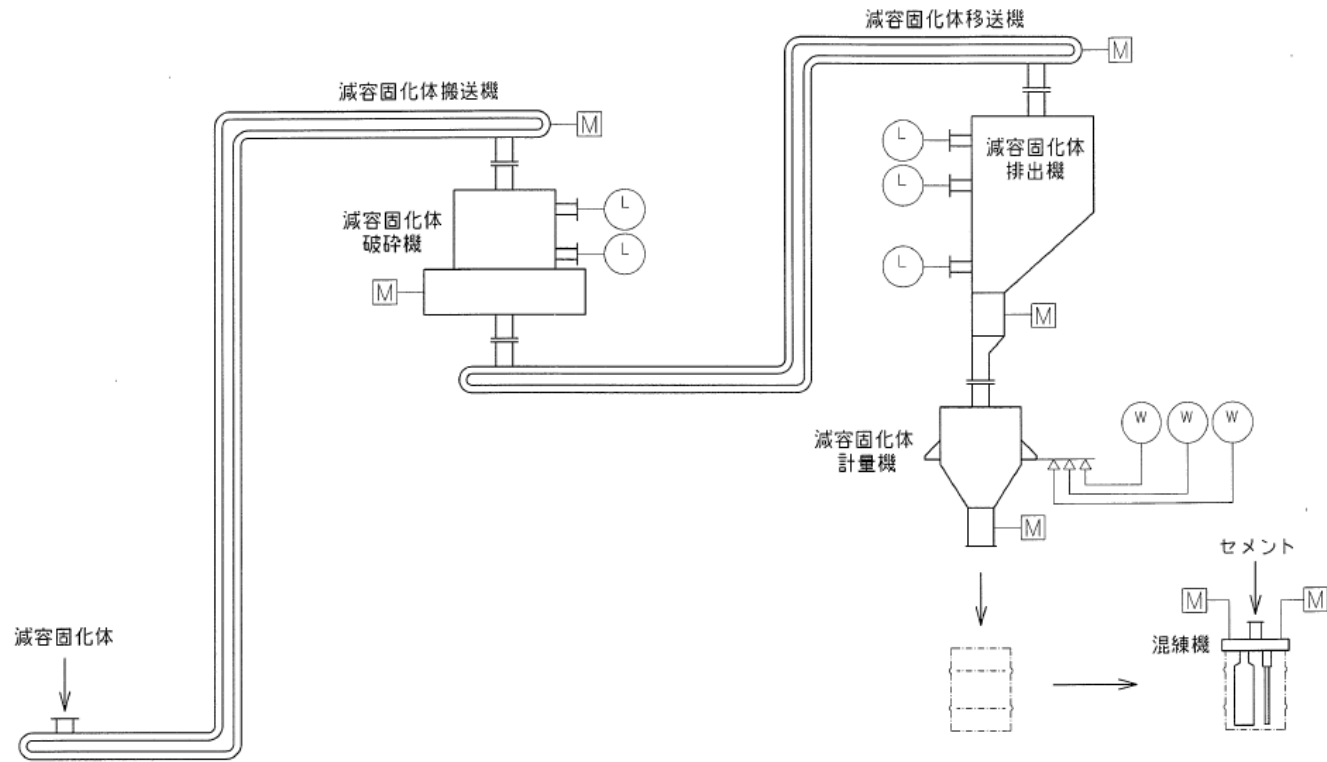
第9-9図 廃液スラッジ系(使用済粉末樹脂系) 系統概略図



第9-10図 濃縮廃液系 系統概略図



第9-11図 雑固体減容処理設備(減容固化系) 系統概略図



第9-12図 雑固体減容処理設備(セメント混練固化装置) 系統概略図

3.3放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機器等の特定

3.2での検討の結果、火災時に「放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能」が喪失する系統はないことから、火災防護対象として放射性物質の貯蔵等に必要な機器等に該当するものはない。

ただし、火災時における原子炉建屋の負圧維持の観点から、原子炉建屋ガス処理系に対しては、「火災防護に係る審査基準」に基づく火災防護対策を実施する。

4. 放射性物質貯蔵等の機器等の火災区域設定

火災時に「放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能」が喪失する系統はないが、原子炉建屋の負圧維持の観点から、原子炉建屋ガス処理系について火災防護対策を実施する。

原子炉建屋ガス処理系を設置する建屋について火災区域として設定するとともに、原子炉建屋ガス処理系設置区域に対して、以下の要求事項にしたがって3時間以上の耐火性能を有する耐火壁で囲うことにより、火災区域を設定する。また、原子炉建屋給排気隔離弁についてはフェイルセーフ設計であり、火災により隔離弁の電磁弁のケーブルが損傷した場合、隔離弁が閉動作すること、万が一の不動作の場合も多重化されていることから、原子炉建屋ガス処理系の機能に影響しない。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（抜粋）

1.2 用語の定義

(11) 「火災区域」 耐火壁によって囲まれ、他の区域と分離されている建屋内の区域をいう。

2.3 火災の影響軽減

2.3.1 安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し、以下の各号に掲げる火災の影響軽減のための対策を講じた設計であること。

(3) 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域については、3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離されていること。

5. 火災感知設備の設置

火災時に「放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能」が喪失する系統はないが、原子炉建屋の負圧維持の観点から、原子炉建屋ガス処理系を設置する火災区域に対しては、以下の要求事項に基づく火災感知設備を設置する。設置する火災感知設備については、資料5に記載のものと同等とする。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（抜粋）

2.2 火災の感知，消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

(1) 火災感知設備

- ① 各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できる場所に設置すること。
- ② 火災を早期に感知できるよう固有の信号を発する異なる種類の感知器又は同等の機能を有する機器を組合せて設置すること。また、その設置にあたっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講じること。
- ③ 外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。
- ④ 中央制御室等で適切に監視できる設計であること。

6. 消火設備の設置

火災時に「放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能」が喪失する系統はないが、原子炉建屋の負圧維持の観点から、原子炉建屋ガス処理系を設置する火災区域に対しては、以下の要求事項に基づく局所ガス消火設備を設置する。設置する局所ガス消火設備については、資料6に記載のものと同等とする。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（抜粋）

2.2 火災の感知，消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

なお、「2.2.1 (2) 消火設備」の要求事項を添付資料3に示す。

東海第二発電所における 内部火災影響評価について

【目次】

1. 概要
2. 要求事項
3. 内部火災影響評価手順の概要
4. 火災区域特性表の作成(情報及びデータの収集・整理)
 - 4.1 火災区域の特定
 - 4.2 火災区域の火災ハザードの特定
 - 4.3 火災区域の防火設備
 - 4.4 隣接火災区域への火災伝搬経路
 - 4.5 火災により影響を受ける火災防護対象機器の特定
 - 4.6 火災により影響を受ける火災防護対象ケーブルの特定
 - 4.7 火災シナリオの設定
5. 一次スクリーニング
 - 5.1 隣接火災区域との境界の開口の確認
 - 5.2 等価時間と障壁の耐火性能の確認
6. 二次スクリーニング
 - 6.1 隣接火災区域に影響を与えない火災区域の火災影響評価
 - 6.1.1 安全停止パスの確認
 - 6.1.2 スクリーンアウトされる火災区域
 - 6.1.3 スクリーンアウトされない火災区域
 - 6.2 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価
 - 6.2.1 当該火災区域のターゲットの確認
 - 6.2.2 隣接火災区域のターゲットの確認
 - 6.2.3 安全停止パスの確認

6.2.4 スクリーンアウトされる火災区域

6.2.5 スクリーンアウトされない火災区域

7. 内部火災影響評価結果

7.1 一次スクリーニング(隣接火災区域への火災伝搬評価)

7.2 二次スクリーニング

7.2.1 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価

7.2.2 隣接火災区域に影響を与えない火災区域に対する火災影響評価

8. 火災により想定される事象の確認結果

添付資料 1 東海第二発電所における火災区域番号について

添付資料 2 東海第二発電所の内部火災影響評価に係る安全停止パスに必要な系統について

添付資料 3 東海第二発電所の火災区域特性表の例

添付資料 4 東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝搬評価結果

添付資料 5 東海第二発電所 隣接火災区域に影響を与える火災区域

添付資料 6 東海第二発電所における火災区域内の影響評価結果

添付資料 7 東海第二発電所における火災区域の詳細な火災影響評価について

参考資料 1 東海第二発電所における火災により想定される事象の確認結果

東海第二発電所における内部火災影響評価について

1. 概要

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下、「火災防護審査基準」という。）は、原子炉施設が火災によりその安全性が損なわれないよう、必要な火災防護対策を要求しており、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」では、これら要求に基づく火災防護対策により、原子炉施設内で火災が発生しても、原子炉の安全停止に係る安全機能が確保されることを確認するために実施する内部火災影響評価の手順の一例が示されている。

本資料で、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」を参照し、内部火災影響を行い、原子炉の安全停止が可能であることを確認する。

2. 要求事項

内部火災影響評価は、「火災防護審査基準」の「2.3 火災の影響軽減

2.3.2」

に基づき実施することが要求されている。

2.3.2 原子炉施設内のいかなる火災によっても、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であること。

また、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを、火災影響評価により確認すること。（火災影響評価の具体的手法は「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」による。）

(参考)

「高温停止及び低温停止できる」とは、想定される火災の原子炉への影響を考慮して、高温停止状態及び低温停止状態の達成、維持に必要な系統及び機器がその機能を果たすことができることをいう。

また、いかなる火災によっても原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であることを確認する際、原子炉の安全確保の観点により、内部火災影響評価ガイドにおいて要求される以下の事項を考慮する。

4. 火災時の原子炉の安全確保

3. に想定する火災に対して、

- ・ 原子炉の安全停止に必要な機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと
(信頼性要求に基づき独立性が確保され、多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと)。

内部火災により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その影響(火災)を考慮し、安全評価指針に基づき安全解析を行う必要がある。

なお、「発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針」(以下、火災防護審査指針)では下記のとおり要求されている。

3-2 原子炉施設内のいかなる場所の想定される火災に対しても、この火災により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、単一故障を仮定しても、原子炉を高温停止できる設計であること。

低温停止に必要な系統は、原子炉施設内のいかなる場所の想定される火災によっても、その機能を失わない設計であること。

(解説)

- (1) 3-2の要求事項は、安全設計審査指針の指針9. に定める原子炉施設一般の要求事項である信頼性に関する設計上の考慮における考え方を、火災による外乱発生時にも適用したものである。「単一故障を仮定」とは、想定される火災により出力運転中の原子炉に外乱が及び、原子炉を速やかに停止し、かつ、停止状態を維持する必要性が生じた場合、高温停止のため新たに作動が要求される安全保護系、原子炉停止系の機器に単一故障（原子炉又は蒸気発生器に給水する系統の機器の新たな作動が要求される場合には、その系統の機器に単一故障）を仮定することを要求するものである。大規模な地震等の苛酷な自然現象の発生により火災が発生する可能性が1-3の措置を講じることにより十分低減されている構築物、系統及び機器で火災が発生し、又は当該自然現象と無関係に火災が発生する場合については、当該火災と無関係な故障まで考慮する必要はない。
- (2) 「高温停止できる」とは、想定される火災の原子炉への影響を考慮して、高温停止状態の達成に必要な系統及び機器がその機能を果たすことができることをいう。
- (3) 「その機能を失わない設計であること」とは、低温状態に移行する場合にあっては低温停止に必要な系統のうち少なくとも一つは機能すること、低温状態を維持する場合にあっては低温停止状態が維持されることをいう。

3. 内部火災影響評価手順の概要

「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」を参照して実施した東海第二発電所の内部火災影響評価の手順の概要（第10-1図）を示す。

火災区域は、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが設置されている建屋に、これら設備の設置状況を考慮し、火災区域を設定する。（資料3）

設定した各火災区域について、「情報及びデータ収集、整理」として、各火災区域内の可燃性物質、機器、ケーブル、隣接区域との関係等を調査し、各火災区域の特徴を示す「火災区域特性表」を作成する。

一次スクリーニングとして、当該火災区域の火災影響評価を実施する前に、隣接火災区域への火災伝播評価を実施し、隣接火災区域への影響の有無を確認する。

一次スクリーニングの結果、隣接火災区域に影響を与えない火災区域については、二次スクリーニングとして、当該火災区域内の全可燃性物質の燃焼、全機器の機能喪失を想定し、原子炉の安全停止に必要な安全停止パス（以下「安全停止パス」という。）の有無を確認する。安全停止が少なくとも1つ確保され、原子炉の安全停止が可能であれば、当該火災区域はスクリーンアウトする。

スクリーンアウトされない火災区域については、当該火災区域に設置されたターゲットが「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の対象か否かを確認する。火災防護対策の対象となっていないターゲットが存在する場合には、詳細な火災影響評価を行い、原子炉の安全停止機能への影響の有無を確認する。詳細評価により原子炉の安全停止に影響を与える場合には、火災防護対策を実施する。

一方、一次スクリーニングの結果、隣接火災区域に影響を与える火災区域については、二次スクリーニングとして、当該火災区域と隣接火災区域内のター

ゲットの有無を確認する。当該火災区域内及び隣接火災区域内の全可燃物の燃焼，全機器の機能喪失を想定しても，安全停止パスが少なくとも1つ確保され，原子炉の安全停止が可能であれば，当該火災区域はスクリーンアウトする。

スクリーンアウトされない火災区域については，「隣接火災区域に影響を与える火災区域」と同様に，当該火災区域の火ターゲットが，「火災防護に係る審査基準」の「2.3火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の対象か否かを確認し，対象でない場合は，詳細な火災影響評価を実施し，原子炉の安全停止機能への影響の有無を確認する。

火災区域特性表の作成，一次スクリーニング，二次スクリーニングについて以降に示す。

4. 火災区域特性表の作成(情報及びデータ収集, 整理)

火災影響評価では, 各火災区域に設置される機器等の情報を使用して評価を実施することから, これらの評価の前に, 以下のとおり火災区域特性表を作成する。なお, 火災区域特性表の代表例を添付資料3に示す。

4.1 火災区域の特定

資料3にて設定した火災区域に対して, 以下の情報を調査し, 火災区域特性表に記載する。

- (1) プラント名
- (2) 建屋
- (3) 火災区域番号(添付資料1)

4.2 火災区域の火災ハザードの特定

各火災区域内に存在する火災ハザード調査として, 以下の情報を整理し, 火災区域特性表に記載する。

- (1) 火災区域内の部屋番号, 名称
- (2) 床面積
- (3) 発熱量
- (4) 火災荷重
- (5) 等価時間^(注)

注：等価時間＝火災荷重(単位面積当たりの発熱量)／燃焼率(単位時間単位面積当たりの発熱量)

4.3 火災区域の防火設備

各火災区域内の防火設備について、以下の情報を調査し、火災区域特性表に記載する。

- (1) 火災感知器
- (2) 主要消火設備
- (3) 消火方法
- (4) 消火設備のバックアップ
- (5) 障壁耐火時間（他の火災区域との境界の耐火時間）

4.4 隣接火災区域への火災伝播経路

各火災区域から隣接する火災区域（火災区域を構成する各部屋）への火災伝播経路を調査し、火災区域特性表に記載する。なお、隣接する火災区域は、火災を想定する当該火災区域の上下、左右、前後の6面のうち、一部でも隣接している火災区域（火災区域を構成する各部屋）を選定する。

- (1) 隣接火災区域番号
- (2) 隣接火災区域内の部屋番号、名称
- (3) 火災伝播経路
- (4) 障壁の耐火能力
- (5) 隣接部屋の消火形式
- (6) 伝播の可能性

4.5 火災により影響を受ける火災防護対象機器の特定

資料2 「東海第二発電所における原子炉の安全停止に必要な機器の選定について」により選定した火災防護対象機器が、当該火災区域の火災により影響を受けるものとして、火災区域特性表に記載する。

4.6 火災により影響を受ける火災防護対象ケーブルの特定

4.5で特定した「火災防護対象機器」の電源，制御，計測ケーブルである「火災防護対象ケーブル」を火災区域特性表に記載する。

火災影響評価では，安全停止パスが少なくとも1つ確保されるか否かを確認するが，その際には，ポンプや弁等の火災防護対象機器の機能喪失に加え，火災防護対象ケーブルの断線等も想定して，火災影響評価を行うことから，火災防護対象ケーブルが敷設されている火災区域を調査し，火災区域特性表に記載する。

4.7 火災シナリオの設定

火災区域内の火災源及び火災防護対象機器の設置状況を踏まえ，火災影響評価及び火災伝搬評価における火災シナリオを設定し，火災区域特性表に記載する。

5. 一次スクリーニング

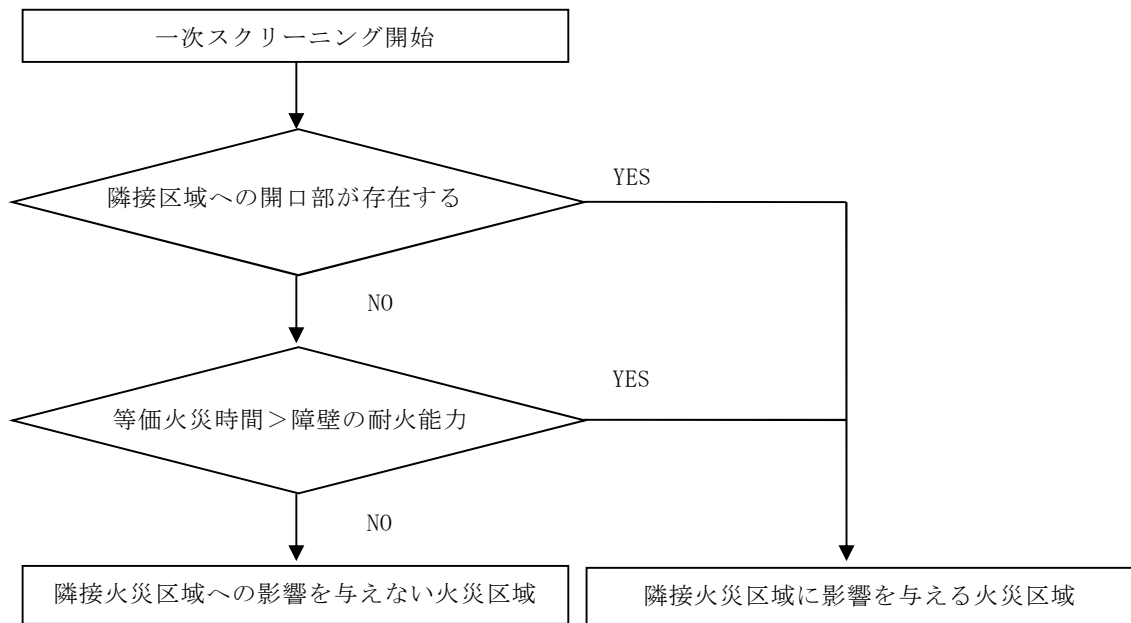
当該火災区域に火災発生時に，隣接火災区域に影響を与える場合は，隣接火災区域も含んだ火災影響評価を行う必要があることから，当該火災区域の火災影響評価を実施する前に，隣接火災区域への火災伝搬評価を実施する。（第10-2図）

5.1 隣接火災区域との境界の開口的確認

隣接火災区域との境界の障壁に開口がない場合は，火災が直接，隣接火災区域に影響を与える可能性はないことから，火災区域特性表により，隣接火災区域との境界の障壁について開口の有無を確認し，隣接火災区域への火災伝播の可能性を確認する。

5.2等価時間と障壁の耐火性能の確認

当該火災区域の等価時間が、火災区域を構成する障壁の耐火能力より小さければ、隣接火災区域への影響はないことから、火災区域特性表により、火災区域の等価時間と火災区域を構成する障壁の耐火能力を比較し、隣接火災区域への火災伝播の可能性を確認する。



第10-2図 一次スクリーニングの概要フロー

6. 二次スクリーニング

6.1 隣接火災区域に影響を与えない火災区域の火災影響評価

隣接火災区域に影響を与えない火災区域について、当該火災区域内の全機器の機能喪失を想定しても、安全停止パスが少なくとも1つ確保される場合には、当該火災区域の火災を想定しても、原子炉の安全停止に影響を与えない。

一方、安全停止パスを1つも確保できない場合は、「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況を確認する。火災防護対策の対象となっていないターゲットが存在する場合は、詳細な火災影響評価を行い、原子炉の安全停止への影響の有無を確認する。火災により原子炉の安全停止に影響を与える評価結果となった場合には、火災防護対策を実施する。

原子炉の安全停止への影響については、以下の手順にしたがって評価する。（第10-3図）

6.1.1 安全停止パスの確認

当該火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、原子炉の安全停止パスを少なくとも1つ確保されるか否かを、以下のとおり確認する。

(1) 安全停止パスの確保に必要な系統、機器の組合せ

安全停止パスの有無の確認にあたって、系統の多重性及び多様性を踏まえて安全停止パスの確保に必要な系統、機器の組合せを整理した。（添付資料

2)

(2) 安全停止パスの確認

4.5項で選定した火災防護対象機器について、当該火災区域の火災による影響の可否を基に、添付資料2により火災の影響を直接受ける緩和系を確認し、その結果を火災区域特性表に記載する。(添付資料3)

火災の直接影響あるいは間接影響によっても各々の緩和系のいずれかが確保される場合、安全停止パスが確保されることになる。

なお、火災により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求されることが否定できない場合には、内部火災影響評価ガイドに基づき、高温停止の成功パスの確認において単一故障を考慮する。

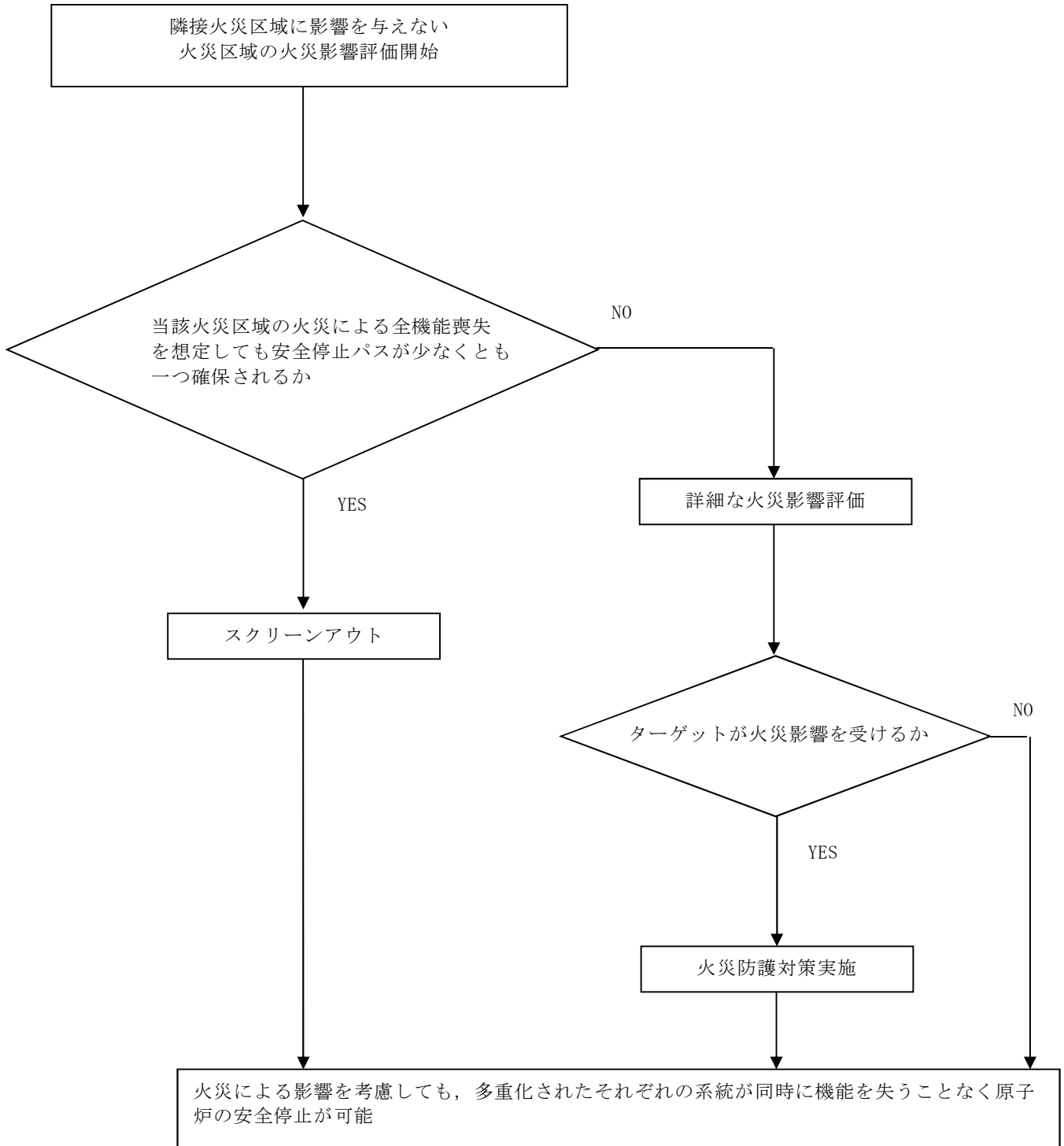
6.1.2スクリーンアウトされる火災区域

安全停止パスを少なくとも1つ確保できる当該火災区域は、当該火災区域に火災を想定しても原子炉の安全停止に影響を与えないことから、スクリーンアウトする。

6.1.3スクリーンアウトされない火災区域

安全停止パスを1つも確保できない火災区域は、当該火災区域に火災を想定した場合、原子炉の安全停止に影響を与える可能性がある。

この場合、当該火災区域で火災の影響により安全停止パスが確保できない主要因となった部屋に対し、「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況を確認する。火災防護対策の実施対象となっていないターゲットについては詳細な火災影響評価を行い、安全停止パス確保可能か否か確認する。詳細な火災影響評価の結果、火災の影響を受けて安全停止パスが確保できないと評価された場合は火災防護対策を行い、原子炉の安全停止パスを少なくとも一つ確保する。



第10-3図 隣接火災区域に影響を与えない火災区域の火災区域の火災影響評価手順の概要フロー

6.2隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価

隣接火災区域に影響を与える火災区域については、当該火災区域と隣接火災区域それぞれにおいてターゲットの有無を確認する。当該火災区域内及び隣接火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、安全停止パスを少なくとも1つ確保される場合には、当該火災区域及び隣接火災区域の火災による原子炉の安全停止に影響はない。

しかし、安全停止パスを1つも確保できない場合は、「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況を確認する。火災により原子炉の安全停止に影響を与える評価結果となった場合には、火災防護対策を実施する。

原子炉の安全停止への影響は、以下の手順にしたがって評価する。（第10-4図）

6.2.1当該火災区域のターゲットの確認

当該火災区域のターゲットの有無を確認する。当該火災区域にターゲットが存在しない場合は、隣接火災区域の火災による安全停止パスの確保の可否を確認する。

6.2.2隣接火災区域のターゲットの確認

当該火災区域にターゲットが存在する場合には、改めて隣接火災区域のターゲットの有無を確認する。隣接火災区域にターゲットが存在しない場合、当該火災区域から隣接区域への延焼を想定しても、原子炉の安全停止に影響を与えないことから、当該火災区域の火災による安全停止パスの確保の可否を確認する。

6.2.3安全停止パスの確認

当該火災区域及び隣接火災区域のターゲットの有無の組合せに応じて、安全停止パスが少なくとも1つ確保されるか否かを確認する。確認は、6.1.1安全停止パスの確認と同様に行う。

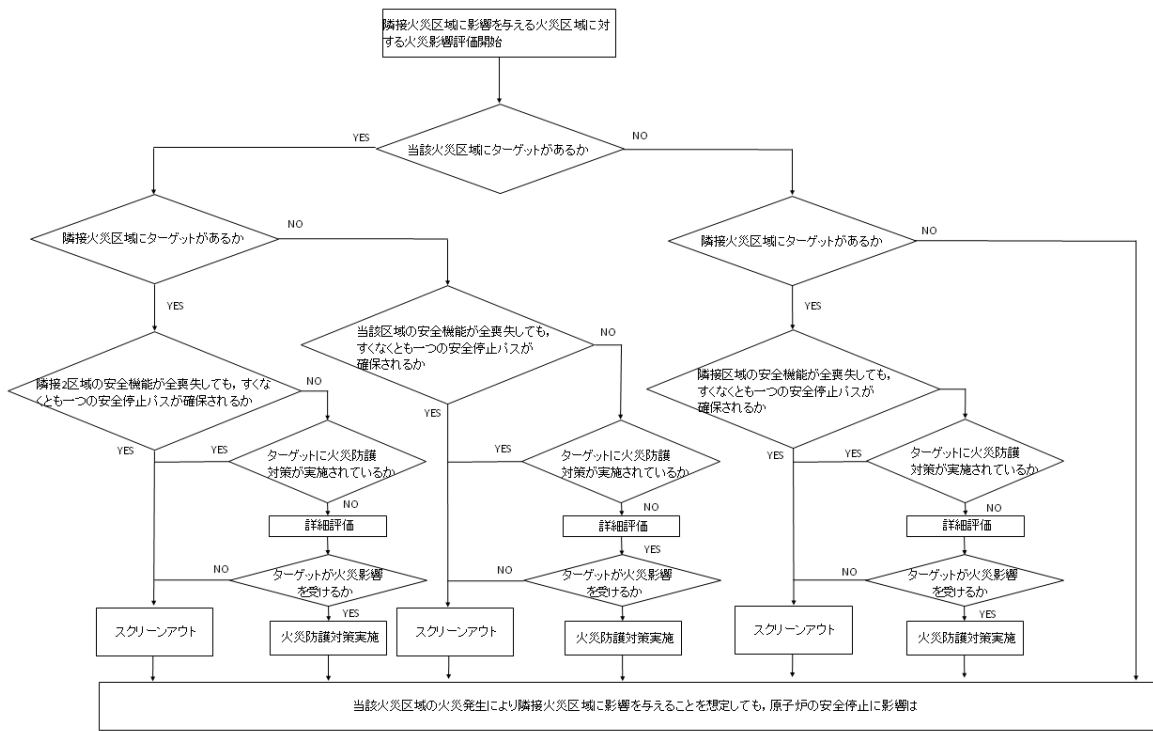
6.2.4スクリーンアウトされる火災区域

原子炉の安全停止に必要な安全停止パスを少なくとも一つ確保できる当該火災区域は、当該火災区域に火災を想定しても、原子炉の安全停止に影響はない。

6.2.5スクリーンアウトされない火災区域

安全停止パスが一つも確保できない火災区域は、その火災区域に火災を想定した場合、原子炉の安全停止に影響を与える可能性がある。

この場合、当該火災区域及び隣接火災区域のターゲットの有無の組合せに応じて、火災の影響により安全停止パスが確保できない主原因となった部屋に対して、「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況を確認する。火災防護対策の実施対象となっていないターゲットについては詳細な火災影響評価を行い、安全停止パスが確保可能か否か確認する。詳細な火災影響評価の結果、火災の影響を受けて安全停止パスが確保できないと評価された場合は、火災防護対策を行い、原子炉の安全停止パスを少なくとも一つ確保する。



第 10-4 図 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価

7. 内部火災影響評価結果

7.1 一次スクリーニング（隣接火災区域への火災伝播評価）

5.に基づき、当該火災区域に火災を想定した場合の隣接火災区域への影響の有無を評価した。その結果、火災防護対象設備が設置された隣接火災区域に影響を与える火災区域が存在することを確認した。（添付資料4）

7.2 二次スクリーニング

一次スクリーニングの結果を基に、二次スクリーニングとして、以下の火災影響評価を行った。

- (1) 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価
- (2) 隣接火災区域に影響を与えない火災区域に対する火災影響評価

7.2.1 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価

隣接火災区域に影響を与える火災区域について、第10-4図に基づき評価を行った結果、火災防護対策により安全停止パスを少なくとも1つ確保可能であることを確認したことから、原子炉の安全停止に影響はない。（添付資料5, 6）

7.2.2 隣接火災区域に影響を与えない火災区域に対する火災影響評価

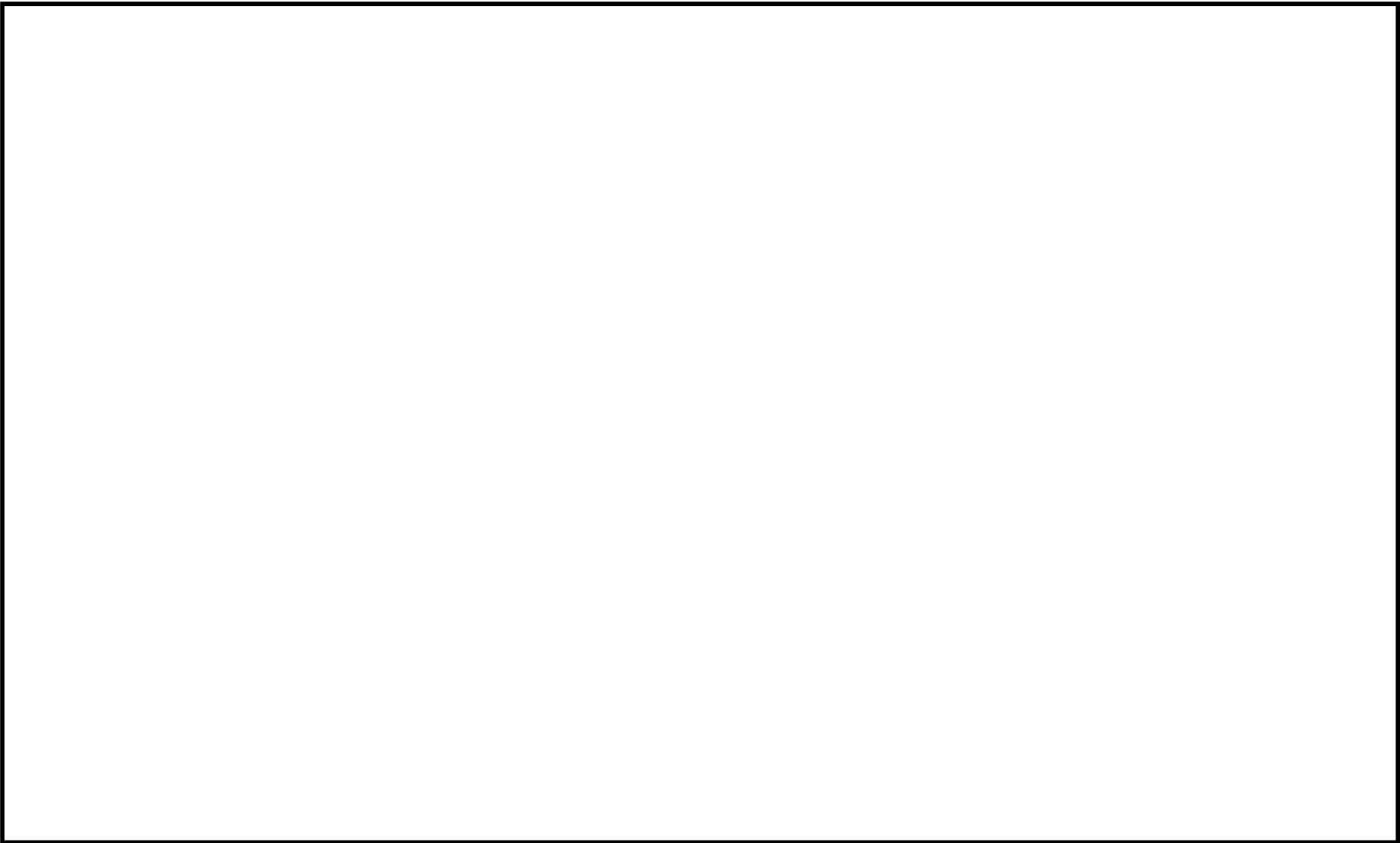
隣接火災区域に影響を与えない火災区域について、第10-3図に示すフローに基づき評価を行った結果、火災防護対策により安全停止パスを少なくとも1つ確保可能であることを確認したことから、原子炉の安全停止に影響はない。（添付資料5, 7）

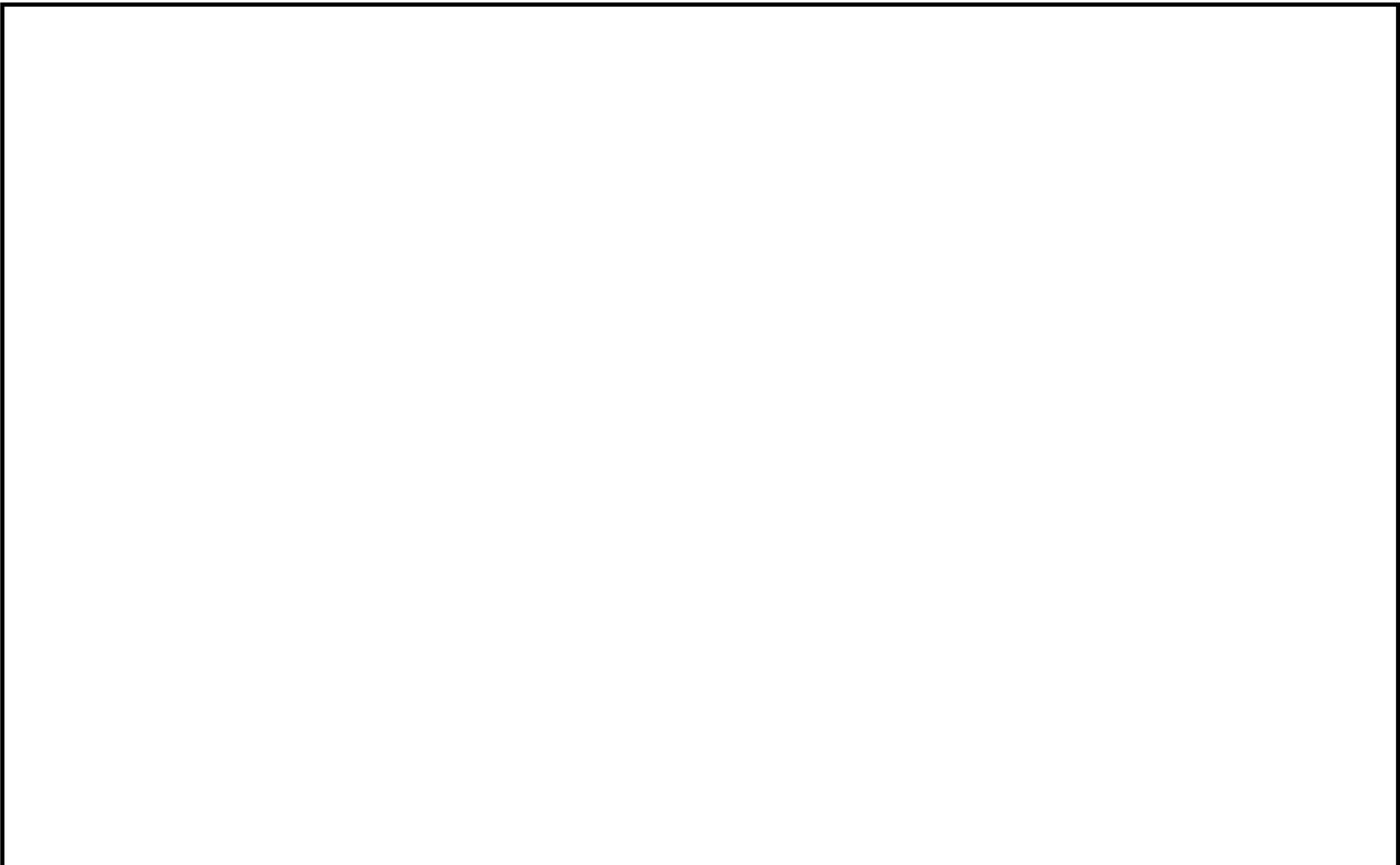
8. 火災により想定される事象の確認結果

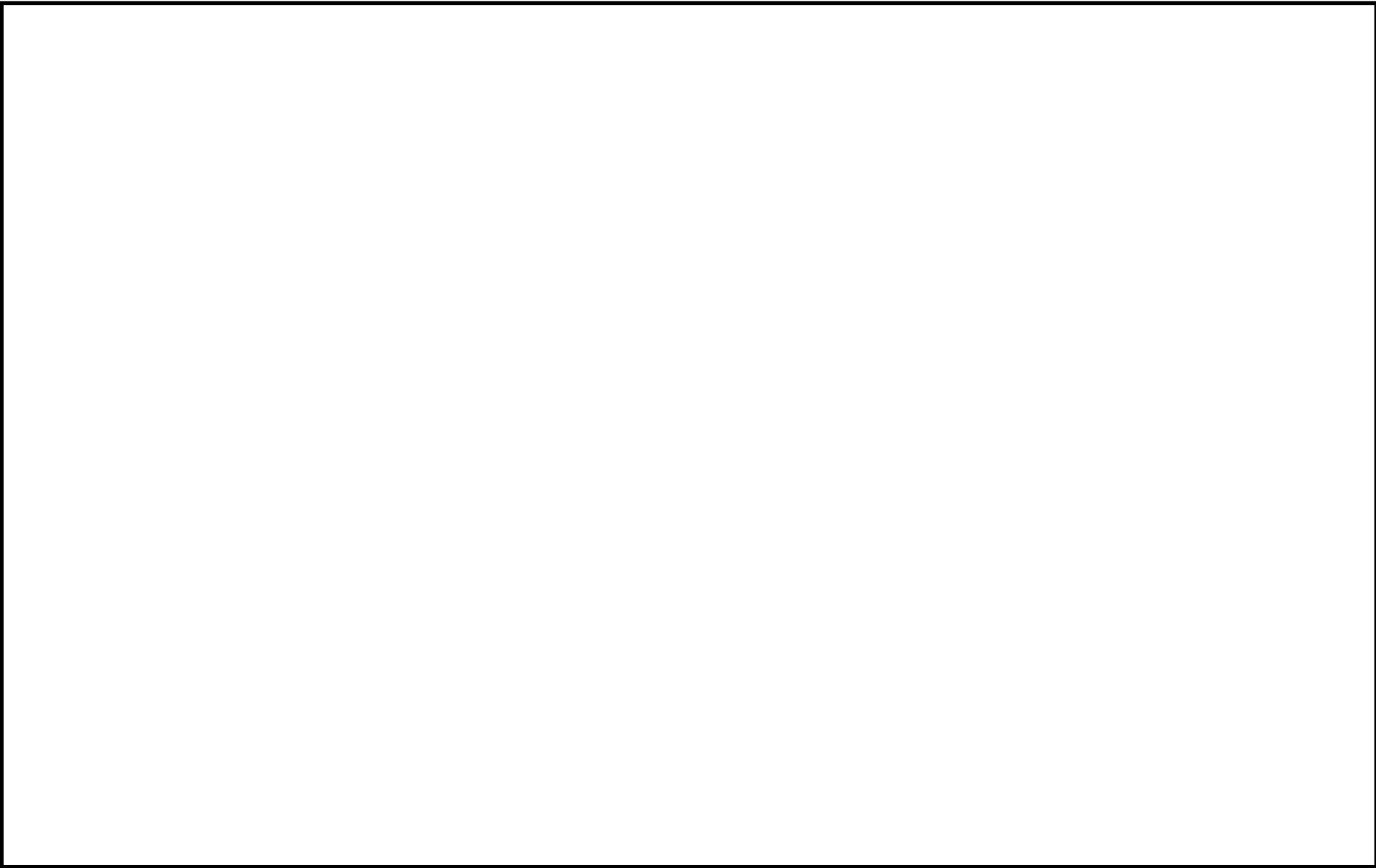
「7. 内部火災影響評価結果」に示したとおり，各火災区域で火災発生を想定した場合において，安全停止が可能であることを確認した。

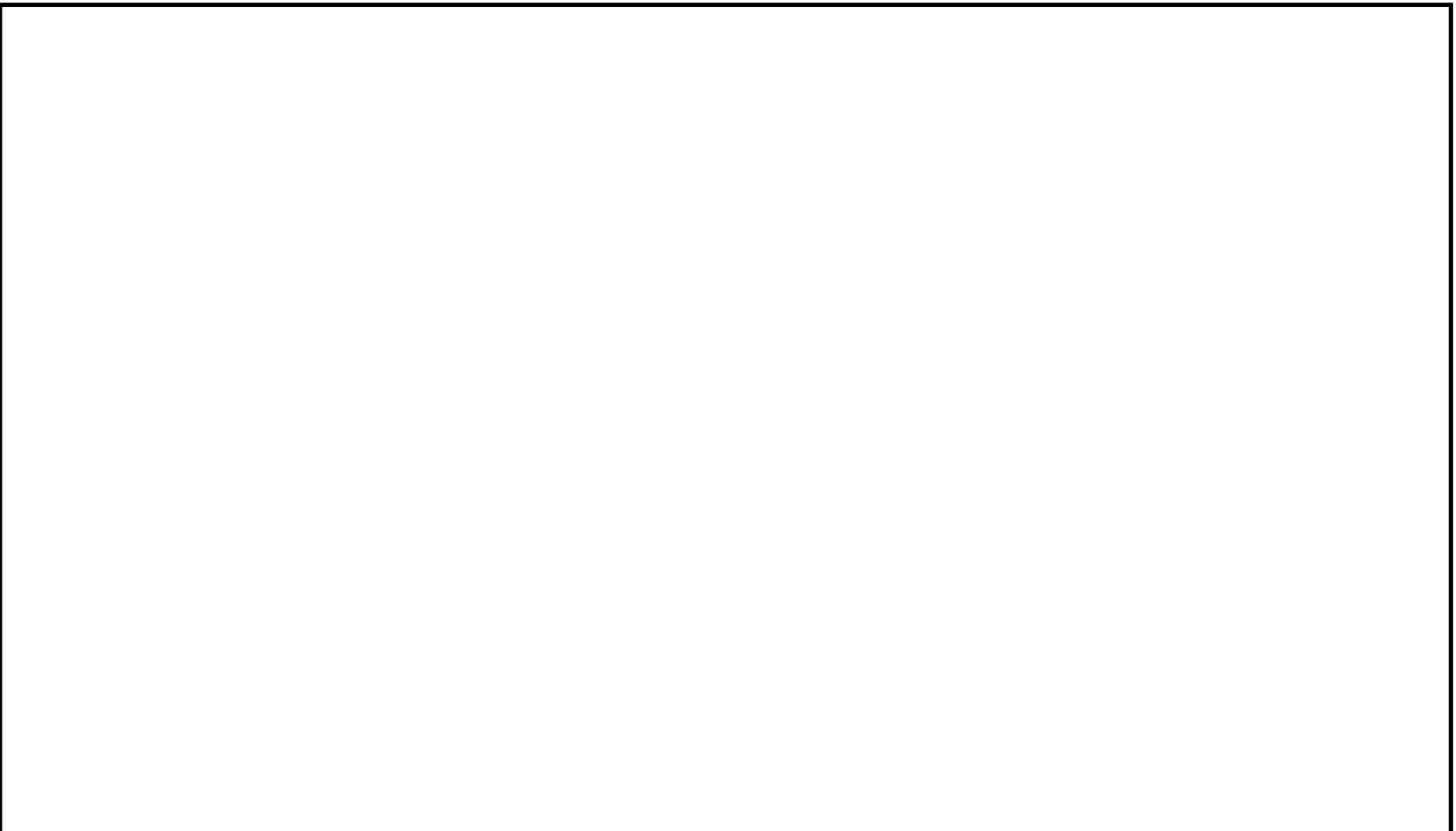
添付資料 1

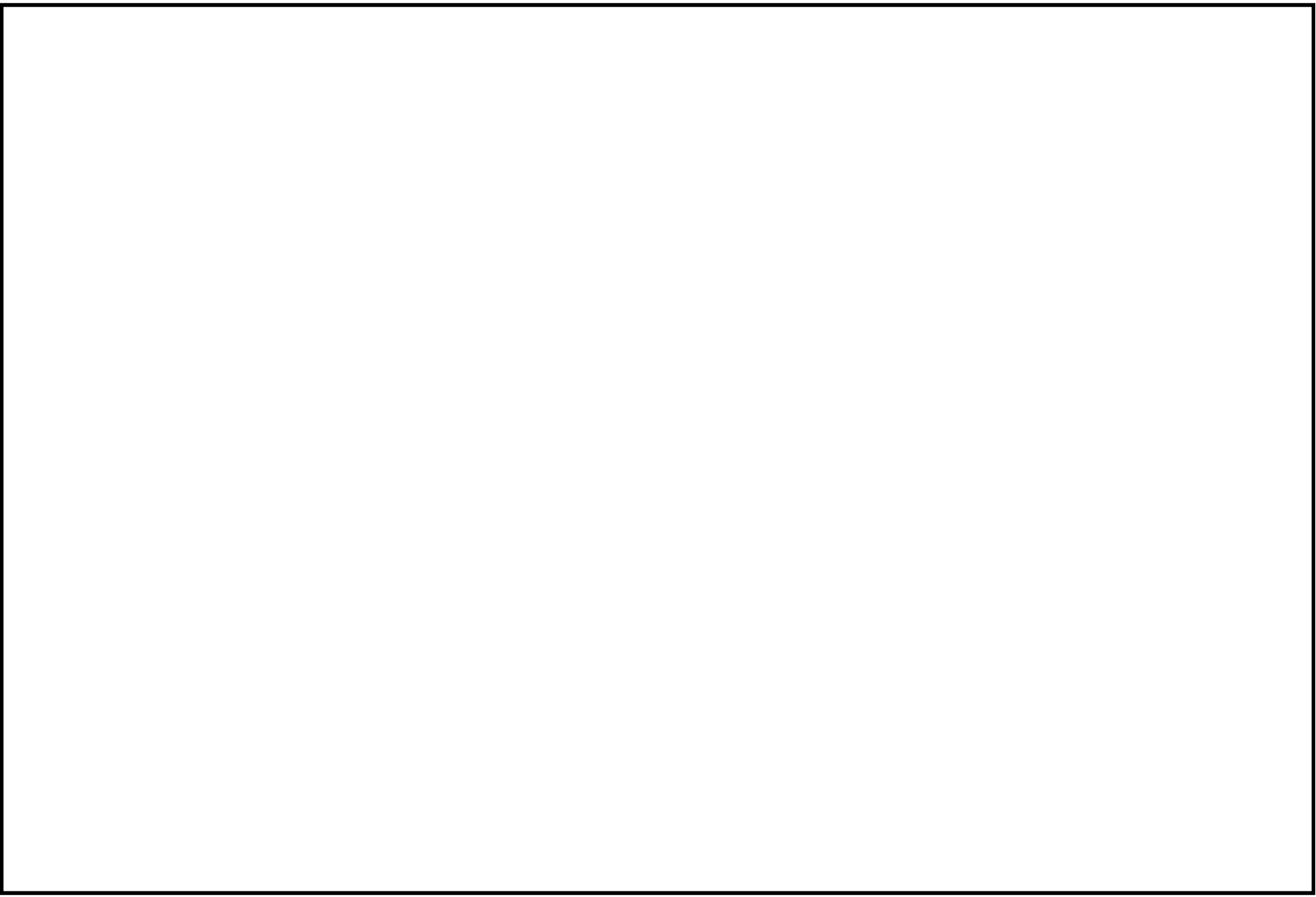
東海第二発電所における火災区域番号
について

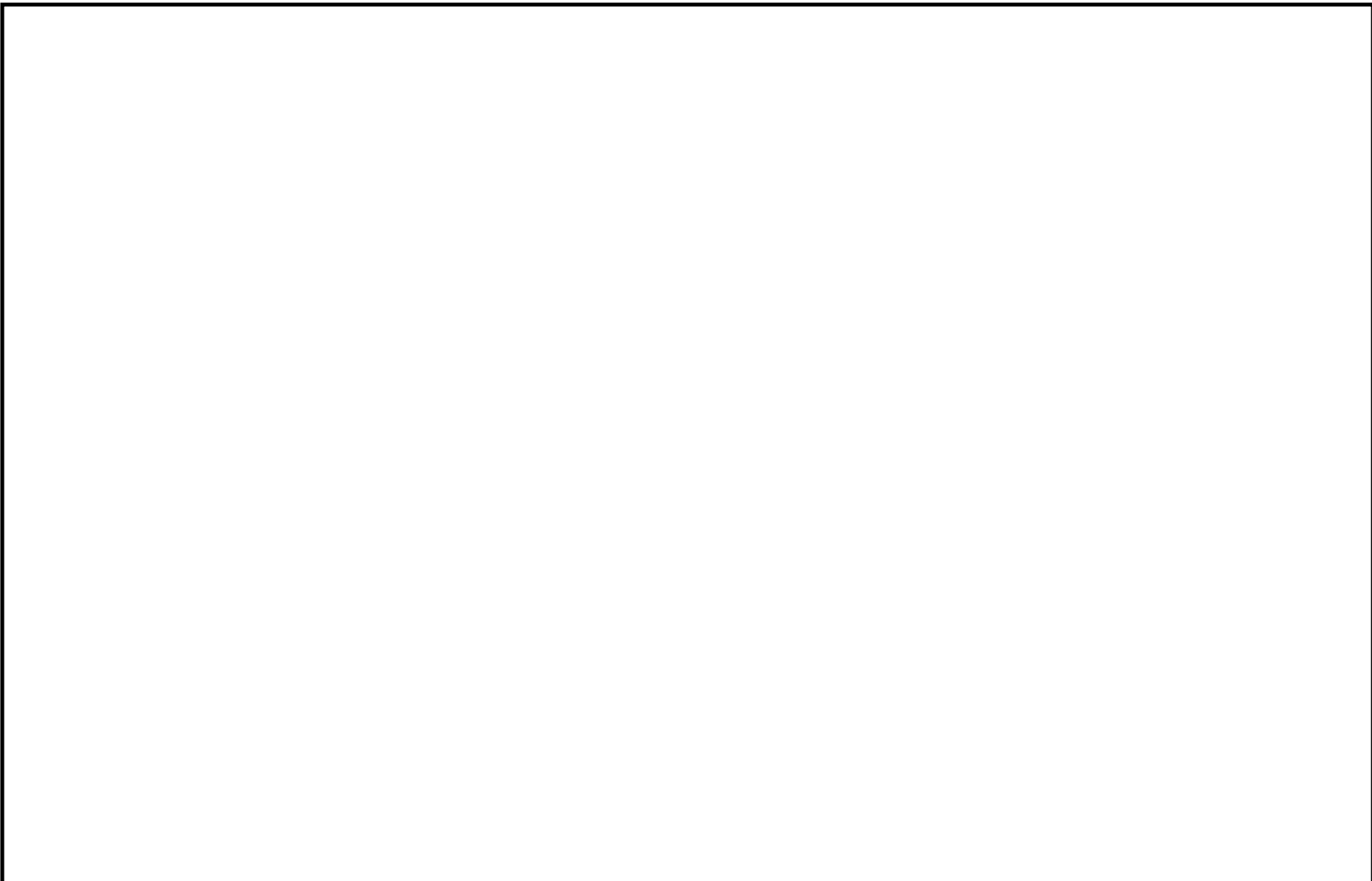


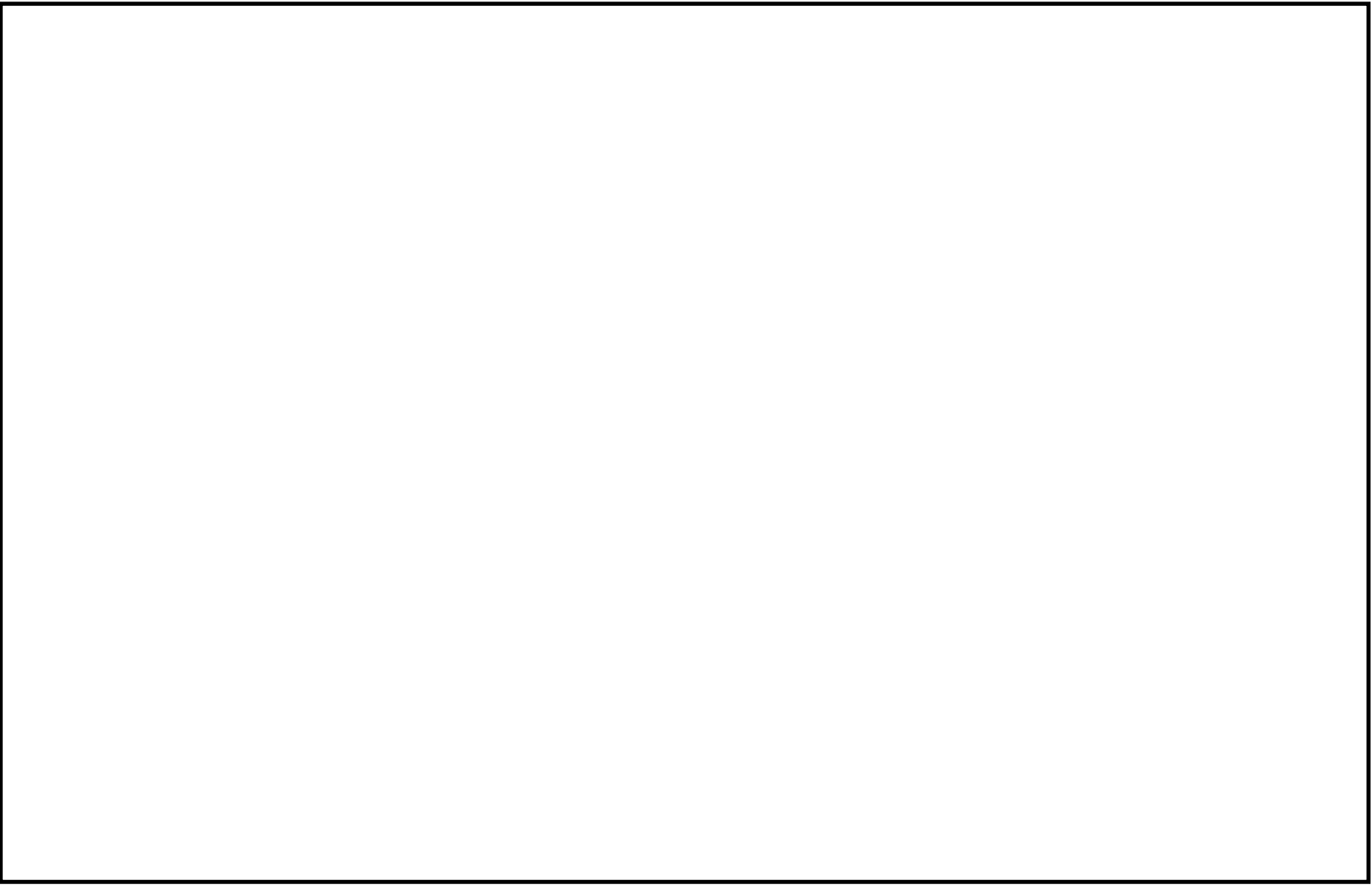


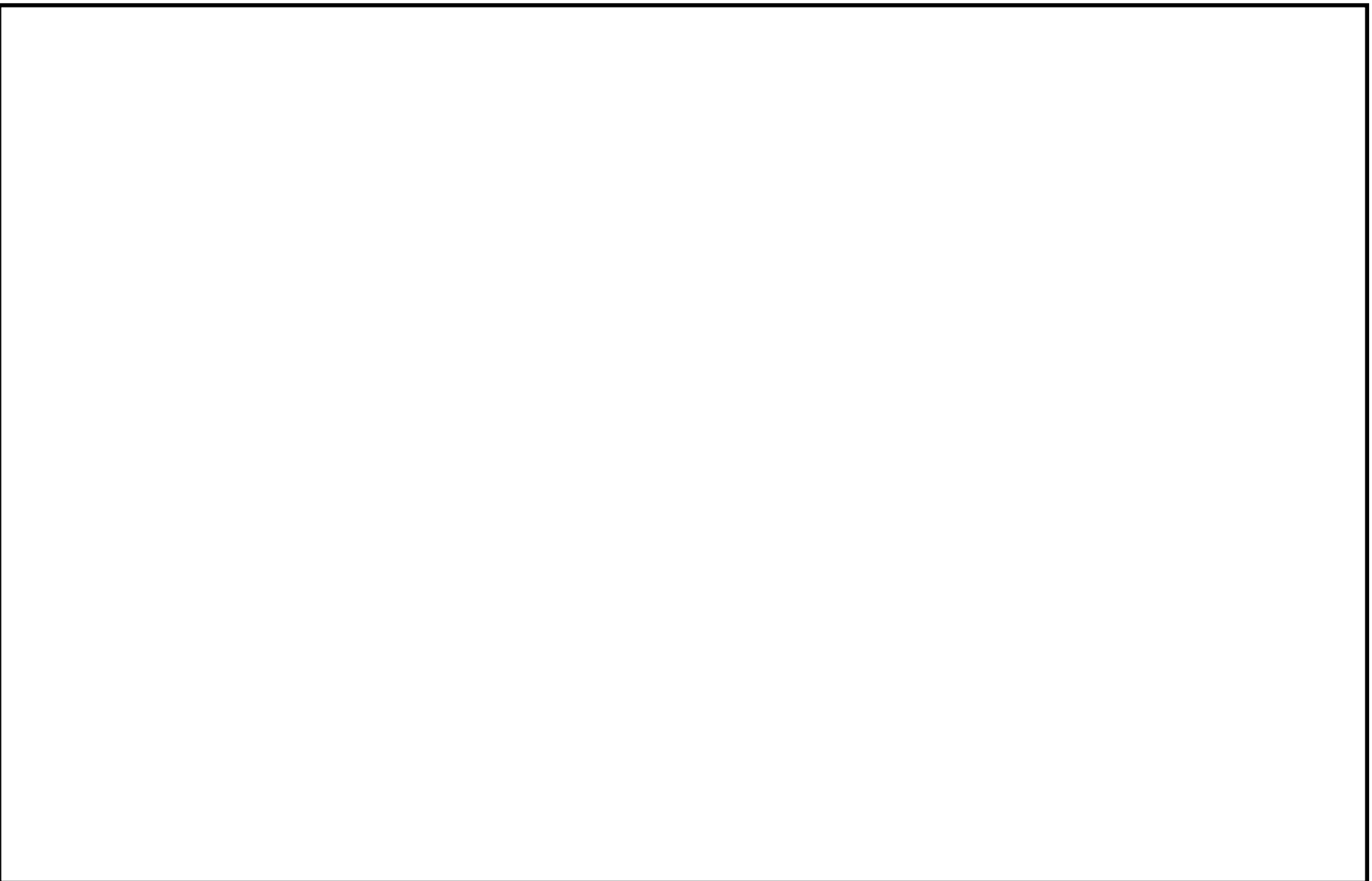




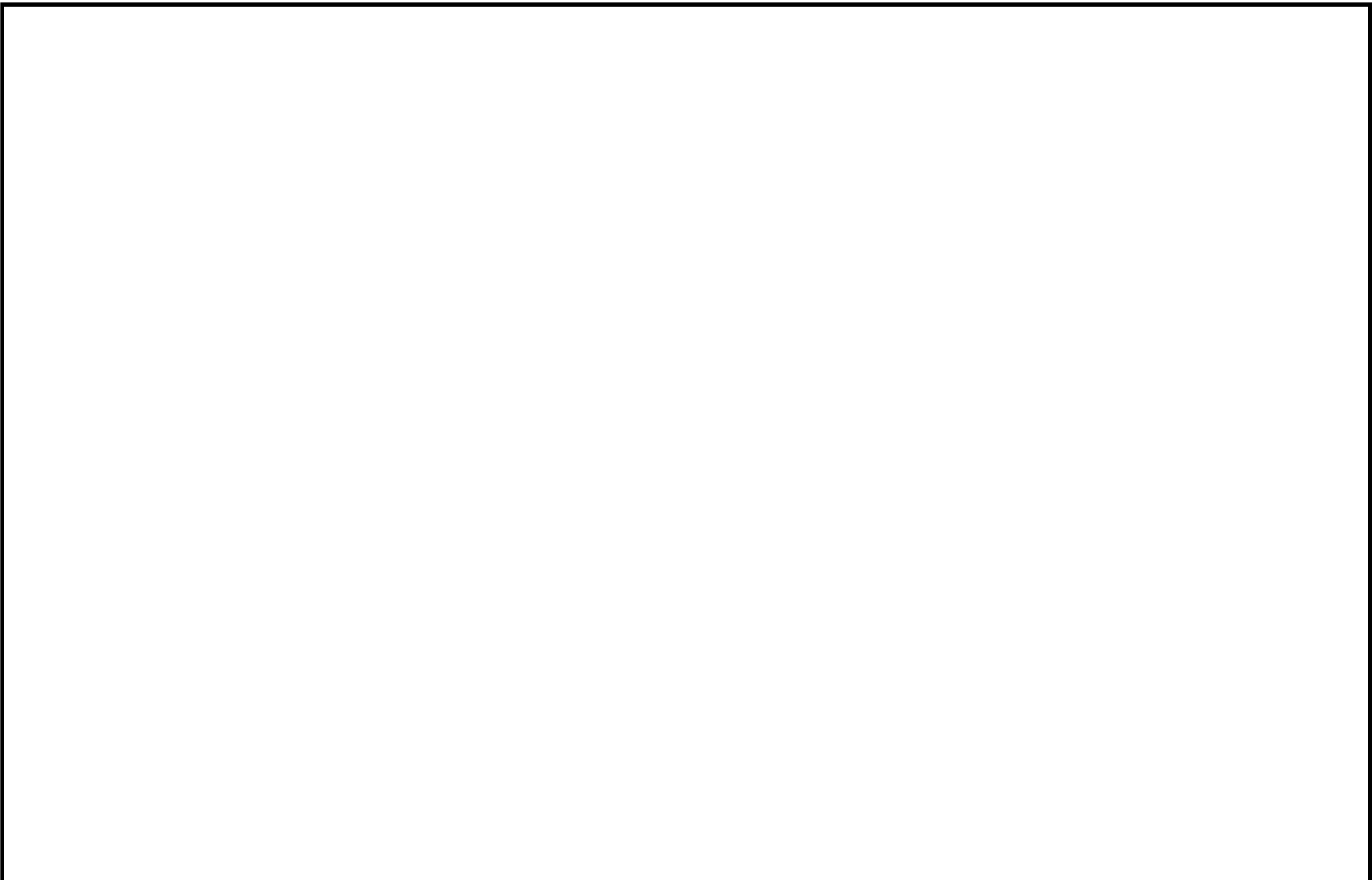


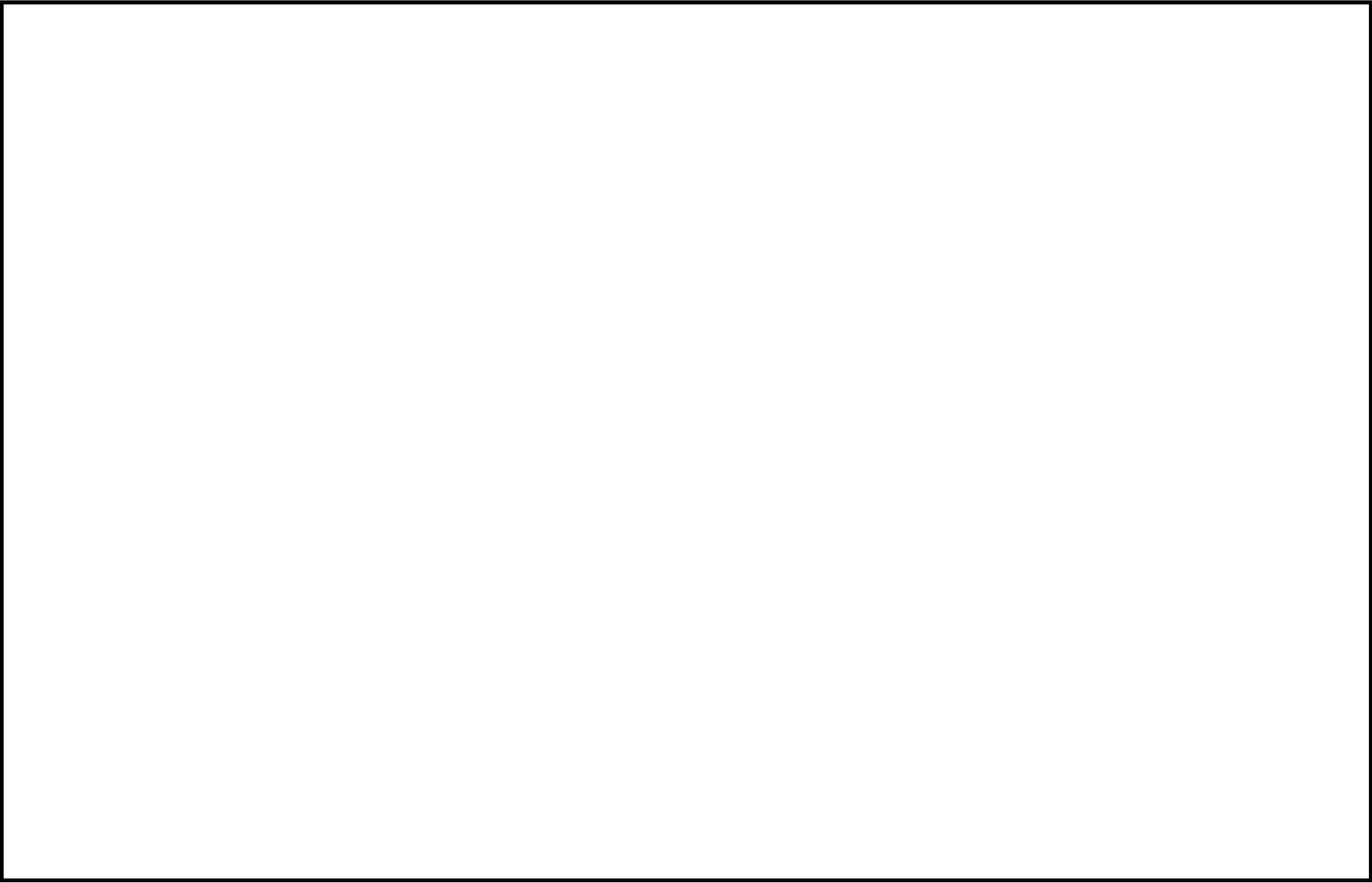


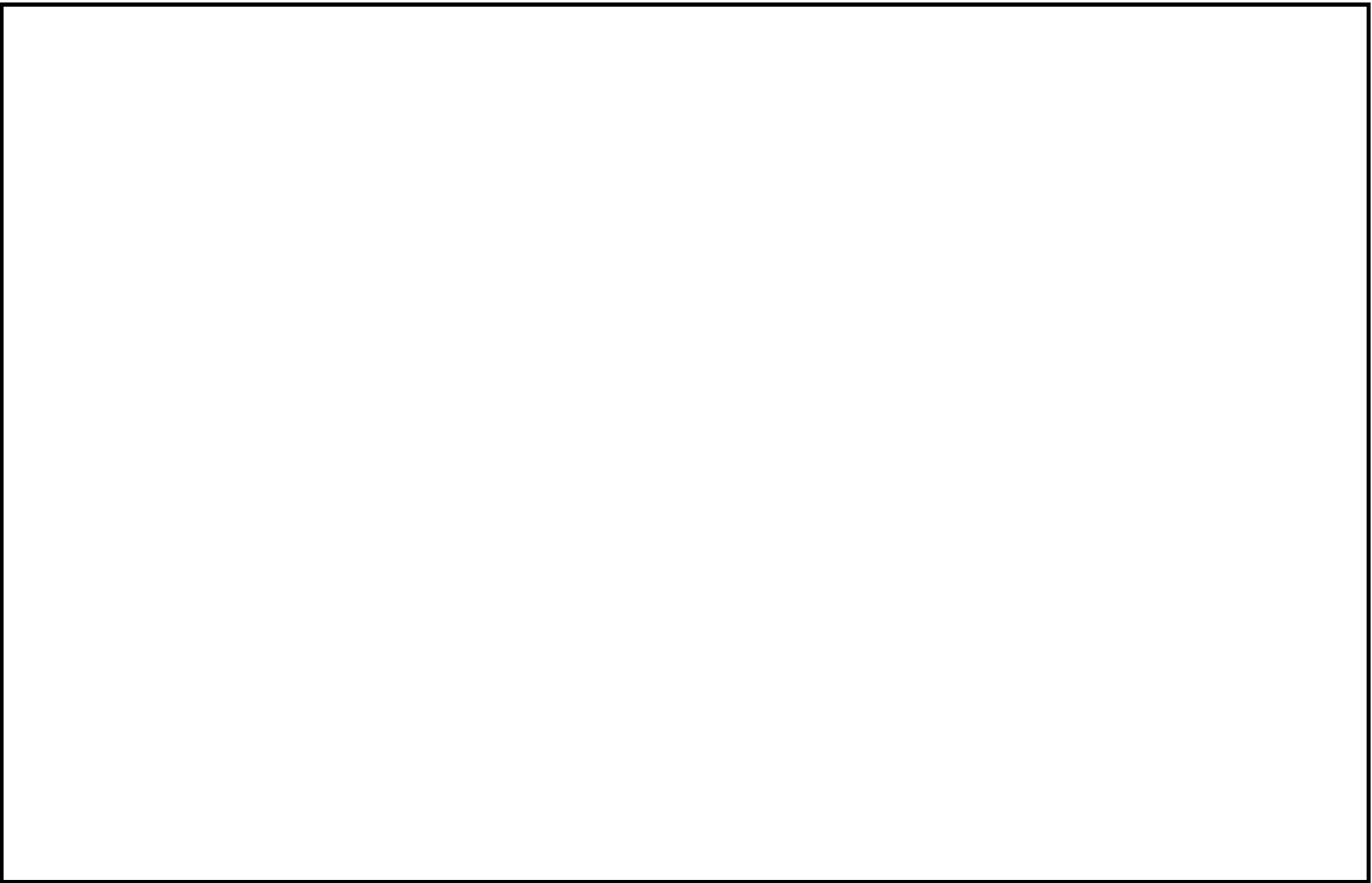












添付資料 2

東海第二発電所の内部火災影響評価に係る
安全停止パスに必要な系統について

東海第二発電所の内部火災影響評価に係る安全停止パスに必要な系統について

1. 概要

火災防護対象機器には、多重性を有する安全上重要な以下の設備等がある。

- a. 安全保護系
- b. 原子炉停止系
- c. 工学的安全施設
- d. 非常用所内電源系
- e. 事故時監視計器
- f. 残留熱除去系
- g. 最終的な熱の逃がし場へ熱を輸送する設備
- h. 上記設備の補助設備（非常用換気空調系等）

これら設備等について、東海第二発電所において原子炉の安全停止パスを確保するために必要な系統を整理した。

火災影響評価において、当該火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、安全停止パスが少なくとも1つ確保される場合には、当該火災区域の火災発生を想定しても、原子炉の安全停止に影響はない。

一方、安全停止パスを1つも確保できない場合は、「火災防護審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況確認や詳細な火災影響評価を行い、原子炉の安全停止パスが少なくとも1つ確保されるか確認する。

第1表 安全停止パスを構成する系統

緩和系	区分Ⅰ	区分Ⅱ	区分Ⅲ
a. 安全保護系	原子炉緊急停止系		
	工学的安全施設の作動回路		
b. 原子炉停止系	スクラム		
	SLC (A)	SLC (B)	-
c. 工学的安全施設 (原子炉補給水機能をもつ系統)	RCIC	-	HPCS
	ADS (A)	ADS (B)	-
	RHR (LPCI) (A)	RHR (LPCI) (B)	-
	LPCS	RHR (LPCI) (C)	-
d. 非常用所内電源系	D/G (2C)	D/G (2D)	D/G (HPCS)
	非常用交流電源 (2C)	非常用交流電源 (2D)	非常用交流電源 (HPCS)
	直流電源 (Ⅰ)	直流電源 (Ⅱ)	直流電源 (Ⅲ)
e. 事故時監視計器	中性子束 (Ⅰ)	中性子束 (Ⅱ)	-
	原子炉水位 (Ⅰ)	原子炉水位 (Ⅱ)	-
	原子炉圧力 (Ⅰ)	原子炉圧力 (Ⅱ)	-
	S/C 水温 (Ⅰ)	S/C 水温 (Ⅱ)	-
f. 残留熱除去系	RHR (A)	RHR (B)	-
g. 最終的な熱の逃がし場へ熱を輸送する系統	RHRS (A)	RHRS (B)	-
	-	-	-
h. 補助設備	DG (2C) HVAC	DG (2D) HVAC	DG (HPCS) HVAC
	スイッチギア室 HVAC (A)	スイッチギア室 HVAC (B)	-
	バッテリー室 HVAC (A)	バッテリー室 HVAC (B)	-
	MCR-HVAC (A)	MCR-HVAC (B)	-
	RHR (A) /LPCS ポンプ室 HVH	RHR (B) / (C) ポンプ室 HVH	HPCS ポンプ室 HVH
	DGSW (2C)	DGSW (2D)	DGSW (HPCS)

添付資料 3

東海第二発電所の火災区域特性表の例

東海第二発電所の火災区域特性表の例

東海第二発電所の火災区域特性表の内部火災影響評価では、資料 3 にて設定した火災区域の情報(部屋番号, 床面積, 等価時間, 隣接火災区域等)を火災区域特性表に記載し, 整理する。

火災区域特性表においては, 当該火災区域に設置される原子炉の安全停止に係る機器等(ケーブル含む)を明確にする。その上で, 当該火災区域にて最も厳しい単一火災を想定し, 火災区域内の安全停止に係る機器全てを機能喪失したと仮定した場合に受ける緩和系を明確にし, 残る緩和系において安全停止パスが少なくとも一つ確保されるか否かについて評価を行い, その結果について火災区域特性表として整理する。

ここで, 東海第二発電所における火災区域の代表例として「R-1(RCIC ポンプ室他)」の火災区域特性表を以下のとおり示す。(ただし, 火災区域特性表添付のケーブルリストや可燃物リスト(データシート)については省略する。)

なお, その他火災区域も含めた火災区域特性表における評価結果の要約については添付資料 6 にて示す。

火災区域特性表 I

火災区域特性表のまとめ						1/1
プラント	NT-2	建屋	原子炉建屋	火災区域番号	R-1	

火災区域特性表Ⅱ

火災区域内の火災源及び防火設備										1/1	
プラント		NT-2				火災区域番号		R-1			
No.	火災区域内の部屋番号		火災源				防火設備				
	火災区域内の部屋名称		床面積 (m ²)	発熱量 (MJ)	火災荷重 (MJ/m ²)	等価時間 (h)	火災検知器	主要消火設備	消火方法	消火設備の バックアップ	障壁耐火時間 (h)(+1)

火災区域特性表Ⅲ

火災区域に隣接する火災区域(部屋)と伝播経路						1/1
プラント		NT-2	火災区域番号		R-1	
No.	隣接火災区域番号	隣接火災区域内の部屋番号	火災伝播経路	障壁の耐火能力 (h)(+1)	隣接部屋の 消火形式	伝播の可能性
		隣接火災区域内の部屋名称				

火災区域特性表IV

火災により影響を受ける設備						1/1
プラント		NT-2		火災区域番号	R-1	
No	火災区域内の部屋番号	系統名	機器番号	機器名称	安全区分	影響を受ける 線路系

添付資料 4

東海第二発電所 隣接火災区域に影響を与
える火災区域に対する火災影響評価
について

東海第二発電所における隣接火災区域への火災伝搬評価結果

1. 概要

全ての火災区域について、隣接火災区域への火災影響の有無を確認するため火災伝搬評価を実施した。

2. 前提条件

火災伝搬評価においては、火災の影響軽減対策(3時間以上の耐火能力を有する耐火壁または隔壁等による分離)の実施を前提として、火災の伝搬の有無を評価する。(8条-別添1-資料7参照)

3. 評価

全ての火災区域について、隣接する火災区域を抽出し、一次スクリーニングの概要フローに従い、火災伝搬評価を実施した。

火災伝搬“無”となった火災区域については、二次スクリーニングで「隣接火災区域に影響を与えない火災区域の火災影響評価」を実施し、火災伝搬

“有”となった隣接火災区域については、二次スクリーニングで「隣接火災区域に影響を与える火災区域の火災影響評価」を実施する。

東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝搬評価結果

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価火災 時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝搬の可能性	備考

黒字&赤字：委託仕様範囲

青字：新規火災区域設定を必要とするエリア（委託外の検討結果）

東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝搬評価結果

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価火災 時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝搬の可能性	備考

東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝搬評価結果

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価火災 時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝搬の可能性	備考

添付資料 5

東海第二発電所における隣接火災区域に
影響を与える火災区域の火災影響評価
について

東海第二発電所 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価

当該火災区域			隣接火災区域			安全停止パス		評価
火災区域 番号	火災区域内の 主な部屋名称	ターゲット	火災区域 番号	火災区域内の 主な部屋名称	ターゲット	2 火災区域機能喪 失想定	安全区分	

添付資料 6

東海第二発電所における

火災区域内の火災影響評価結果

火災区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

○ : 火災影響なし (成功パスあり)、 — : 火災影響あり (成功パスなし)

火災区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

○：火災影響なし（成功パスあり）、 —：火災影響あり（成功パスなし）

火災区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

○：火災影響なし（成功パスあり）、 —：火災影響あり（成功パスなし）

火災区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

○ : 火災影響なし (成功パスあり)、 — : 火災影響あり (成功パスなし)

火災区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

○：火災影響なし（成功パスあり）、 —：火災影響あり（成功パスなし）

火災区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

○：火災影響なし（成功パスあり）、 —：火災影響あり（成功パスなし）

火災区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

○：火災影響なし（成功パスあり）、 —：火災影響あり（成功パスなし）

火災区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

○：火災影響なし（成功パスあり）、 —：火災影響あり（成功パスなし）

添付資料 7

東海第二発電所における火災区域の詳細な
火災影響評価について

東海第二発電所における火災区域の詳細な火災影響評価について

1. 概要

隣接火災区域に影響を与えない火災区域において、当該火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定し、安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認した結果、火災区域 については、単一火災及び単一故障を想定した場合、安全停止パスが確保できないことが確認された。

そこで、当該火災区域については、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく原子炉の安全停止が可能なように火災防護対策を実施する。

2. 安全停止パスが確保できない火災区域の確認結果

安全停止パスが確保できない火災区域の確認結果を第 1 表に示す。安全停止パスが確保できない火災区域については、火災により影響を受ける設備を抽出し火災防護対策を実施する設計とする。火災により影響を受ける設備及びそれらに対する火災防護対策は以下のとおりである。

第1表 安全停止パスが確保できない火災区域の確認結果

--

凡例 ○火災影響なし △間接的(電源喪失)な火災影響あり ×直接の火災影響あり

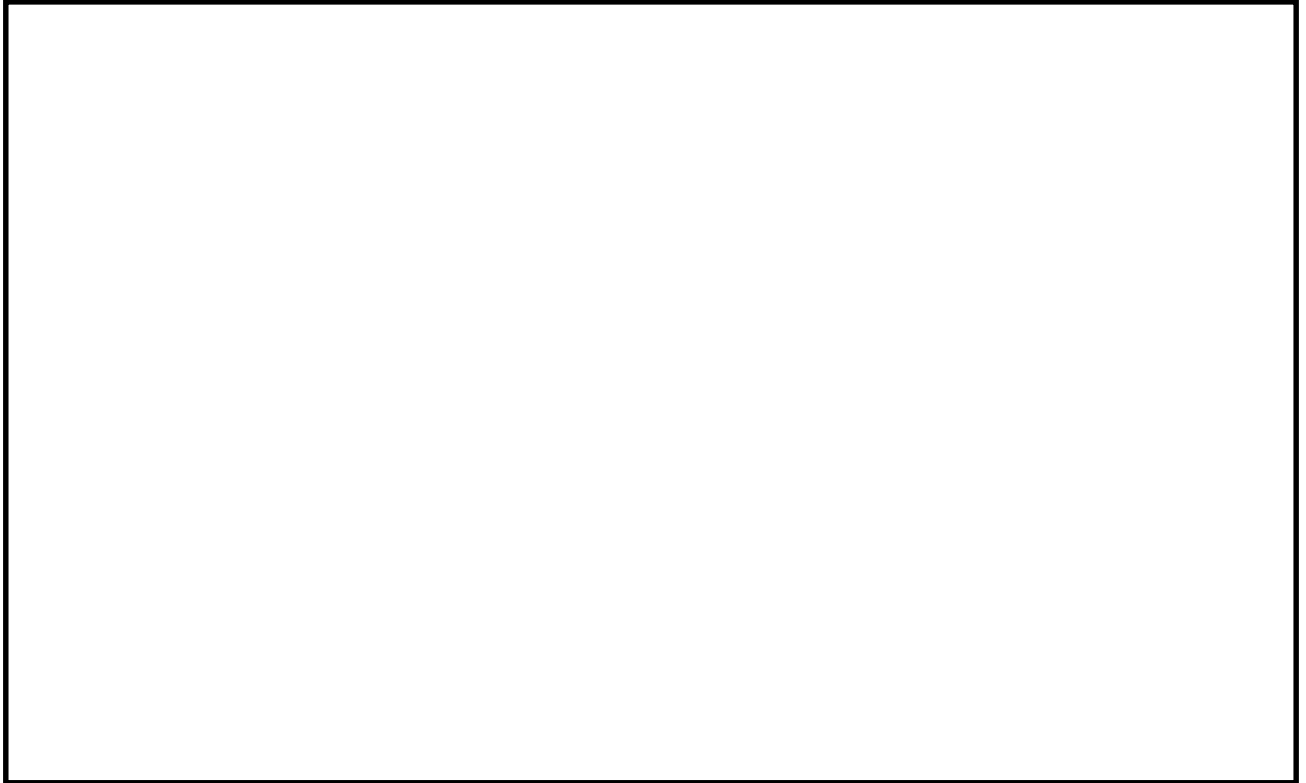
第1表 安全停止パスが確保できない火災区域の確認結果

--

(1)火災により影響を受ける設備及びそれらに対する火災防護対策

a. 火災区域 R-3

安全区分Ⅱの設備がメインとなるため，安全区分Ⅰ及び安全区分Ⅲの設備を火災防護対策することにより，安全停止パスを確保する。



以上の対策を実施することにより，高温停止として「RCIC」「ADS(A)+LPCI(A)」「ADS(A)+LPCS」での高温停止が可能となり，単一故障を考慮しても安全停止パスが確保可能である。また，「RHR(A)」による低温停止も可能である。なお，RHR停止時冷却内側隔離弁の電源区分Ⅱであり，非常用交流電源(2D)の機能喪失により当該弁も機能喪失し，停止時冷却モードは使用できなくなるが，この場合，「ADS(A)+RHR(A)S/C冷却モード」により低温停止を達成する。

また、個別設備については、原則、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁または隔壁により系統分離する設計とし、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことのない設計とする。

b. 火災区域 R-9

当該区域は安全区分Ⅰの設備がメインであるが、高温停止に係る安全区分Ⅱの設備があり、当該設備に対する火災影響及び単一故障を考慮すると高温停止の安全停止パスが確保できなるため、当該設備に以下の火災防護対策を行う設計とし、安全停止パスを確保する。

火災により影響を受ける設備	想定する機能喪失	火災防護対策	備考

以上の対策を実施することにより、高温停止として「HPCS」「ADS(B)+LPCI(B)」「ADS(B)+LPCI(B)」での高温停止が可能となり、単一故障を考慮しても安全停止パスが確保可能である。

3. 火災区域の詳細な火災影響評価結果

上記2.にて火災による影響を受ける設備に対する火災防護対策を実施すれば、安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認した。したがって、原子炉の安全停止に影響はない。評価結果を第2表に示す。

第2表 東海第二発電所 火災影響評価

火災区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

第2表 東海第二発電所 火災影響評価

火災区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

参考資料 1

東海第二発電所における火災により想定される事象の確認結果

内部火災により想定される事象の確認結果

内部火災により原子炉に外乱が及ぶ場合にどのような事象が起こる可能性があるかについて、重畳事象を含めて分析し、発生する可能性のある事象に対して単一故障を想定した場合においても収束が可能であるか否か、また、安全停止が可能であるかについて解析的に確認を行った。

以下に、事象の抽出プロセス、解析前提条件及び解析結果を示す。

1. 想定される事象の評価プロセス

1.1 評価前提

次の事項を前提とし、評価を行うこととする。

- ・内部火災発生を想定する区画及びその影響範囲の防護対象設備は内部火災発生により機能が喪失するが、それ以外の区画の防護対象設備は機能が維持される。
- ・原子炉建屋又はタービン建屋において内部火災が発生することを仮定し、当該建屋内の防護対象設備以外のものは火災影響を仮定する（火災により機能を喪失する設備は機能喪失を仮定する）。
- ・原子炉建屋又はタービン建屋において発生した内部火災は、当該建屋以外に影響は及ばない。

1.2 抽出プロセスの考え方

内部火災に起因して様々な機器の故障や誤動作に伴う外乱の発生が想定され、また、いくつかの外乱が同時に発生することも考えられる。

発生する事象の抽出に当たっては、ある火災区画において火災が発生した

場合に火災影響を受ける設備を抽出し、どのような外乱が発生し得るのか、外乱発生後に事象がどのように進展するののかについて、安全停止パスの確認と同様に全ての火災区画について評価することが考えられる。そのためには、常用系設備等の防護対象設備に該当しない設備に対してそれらの配置を網羅的に整理し、火災区画毎に火災影響を詳細に分析することが必要である。しかしながら、このような詳細な分析を実施することは現実的で無いことから、防護対象設備に該当しない常用系設備等は、設置された火災区画によらず火災影響を受ける可能性があるという保守的な仮定を用いた代替の評価手法により評価することとする。以上を踏まえ、原子炉建屋及びタービン建屋で内部火災により発生すると考えられる外乱の抽出を行い、内部火災により誘発される過渡事象等の起因事象（以下「代表事象」という）を特定する。さらに代表事象が重畳することも考慮する。

また、代表事象の重畳の組合せの評価については、代表事象の事象進展の特徴から重畳した場合の事象進展を定性的に推定することにより、より厳しい評価結果となり得る組合せを選定し、選定した重畳事象の収束が可能であるかについて解析的に確認を行う。

以下に、内部火災により想定される事象の抽出から解析評価までのプロセス及びプロセスの各ステップの概要を示す。（第1図）

【ステップ1】

評価事象を網羅的に抽出するため、『発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針』（以下「安全評価審査指針」という。）の評価事象の選定方法に従い、原子炉に有意な影響を与える要因を抽出する。（第2図参照）

【ステップ 2】

原子炉に有意な影響を与える要因を誘発する故障を抽出する。（第 2 図参照）

【ステップ 3】

ステップ 2 で抽出した故障が発生し得る火災区画を分析する。ここでは、常用系設備等の防護対象設備に該当しない設備は、設置された火災区画によらず、火災影響を受ける可能性があるとして仮定する。その際、原子炉建屋及びタービン建屋の一方の建屋における火災の影響は他方の建屋に及ばないとする。（第 2 図参照）

【ステップ 4】

ステップ 2 及びステップ 3 での分析を踏まえ、各建屋で発生する代表事象として扱う事象を特定する。代表事象の特定に当たっては、火災影響により発生する可能性のある事象の中から最も厳しい事象を想定する。（例えば、再循環ポンプのトリップについては、火災の規模により 1 台トリップ又は 2 台トリップが考えられるが、最も厳しくなる 2 台トリップを想定する。）
（第 2 図参照）

【ステップ 5】

各建屋で発生する代表事象の解析結果等を踏まえ、代表事象の組合せ毎に、重畳を考慮した場合にプラントに与える影響が厳しくなるか否かの分析を行い、解析の要否を整理する。

【ステップ 6】

各建屋での内部火災の発生を想定した場合においても動作を期待できる緩和系を確認する。

【ステップ 7】

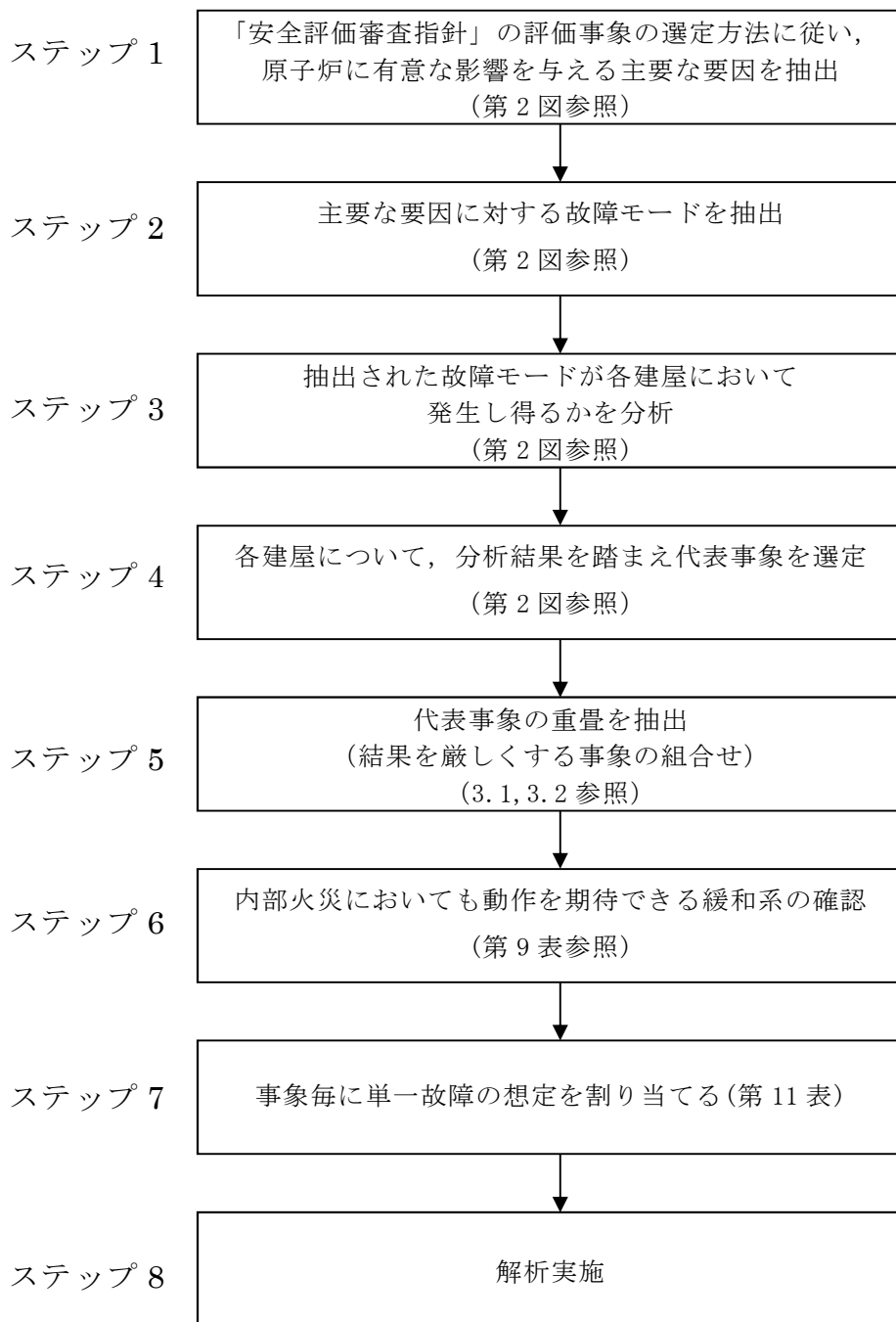
原子炉停止機能及び炉心冷却機能に単一故障を想定する。

なお、ここでは、内部火災により火災影響を受ける設備※が機能喪失していることを前提に、火災影響を受けない火災区画にある設備に単一故障を更に重ねる。

※：本資料「東海第二発電所 内部火災の影響評価について」にて評価されている設備の機能喪失が発生することを前提としている。

【ステップ8】

ステップ7までの分析結果等を踏まえ、抽出した事象の解析を実施し、事象収束できることを確認する。



第1図 評価プロセス

2. 代表事象の抽出

安全評価審査指針の評価事象の選定方法に従い、原子炉に有意な影響を与える主要な要因及びその要因に対する故障の抽出結果を第2図に示す。また、同図において、抽出した故障が、原子炉建屋及びタービン建屋において発生し得るかを分析し、各建屋において抽出した代表事象を示す。

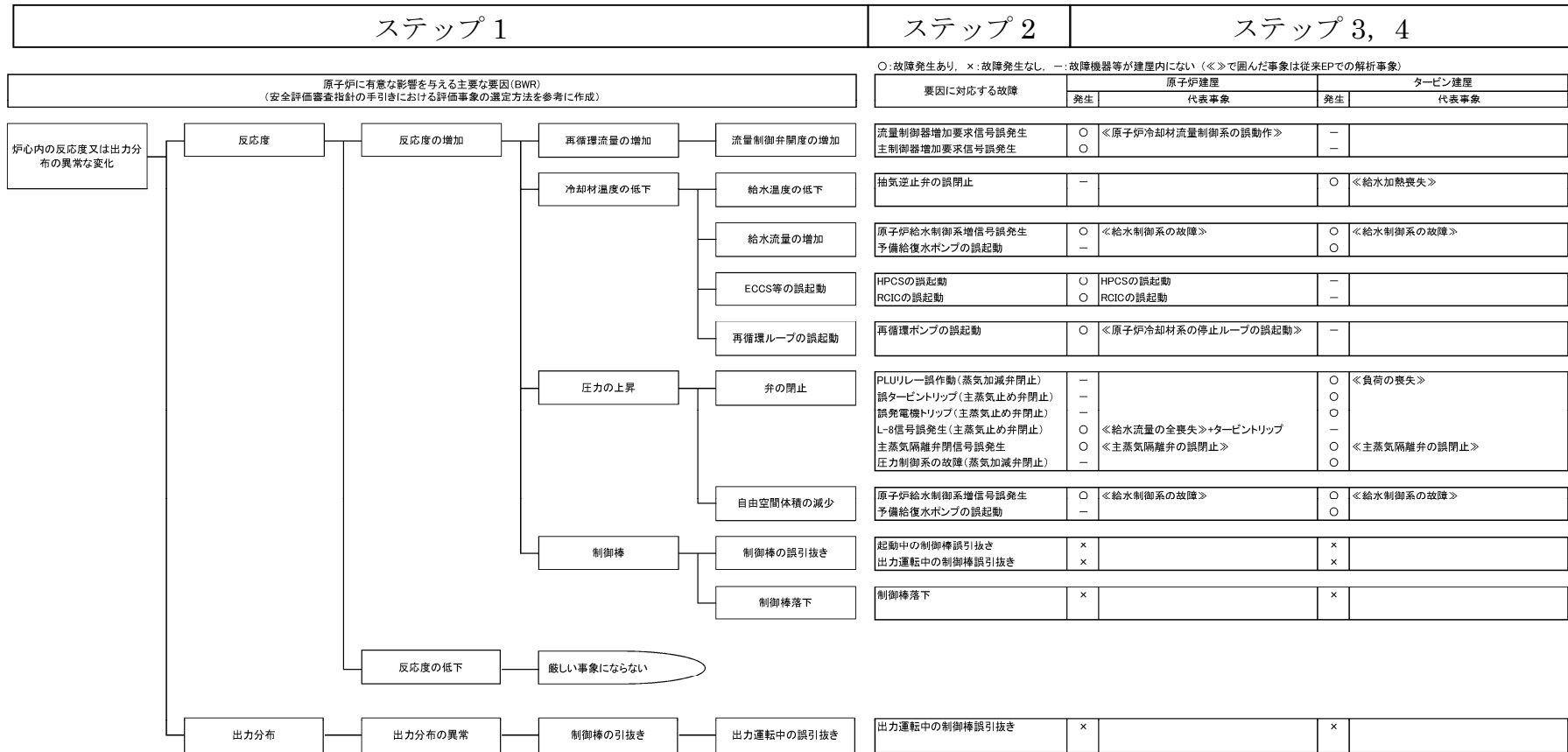
第2図において抽出された、原子炉建屋及びタービン建屋における内部火災により発生する可能性のある代表事象を第1表に示す。

第1表 抽出された代表事象

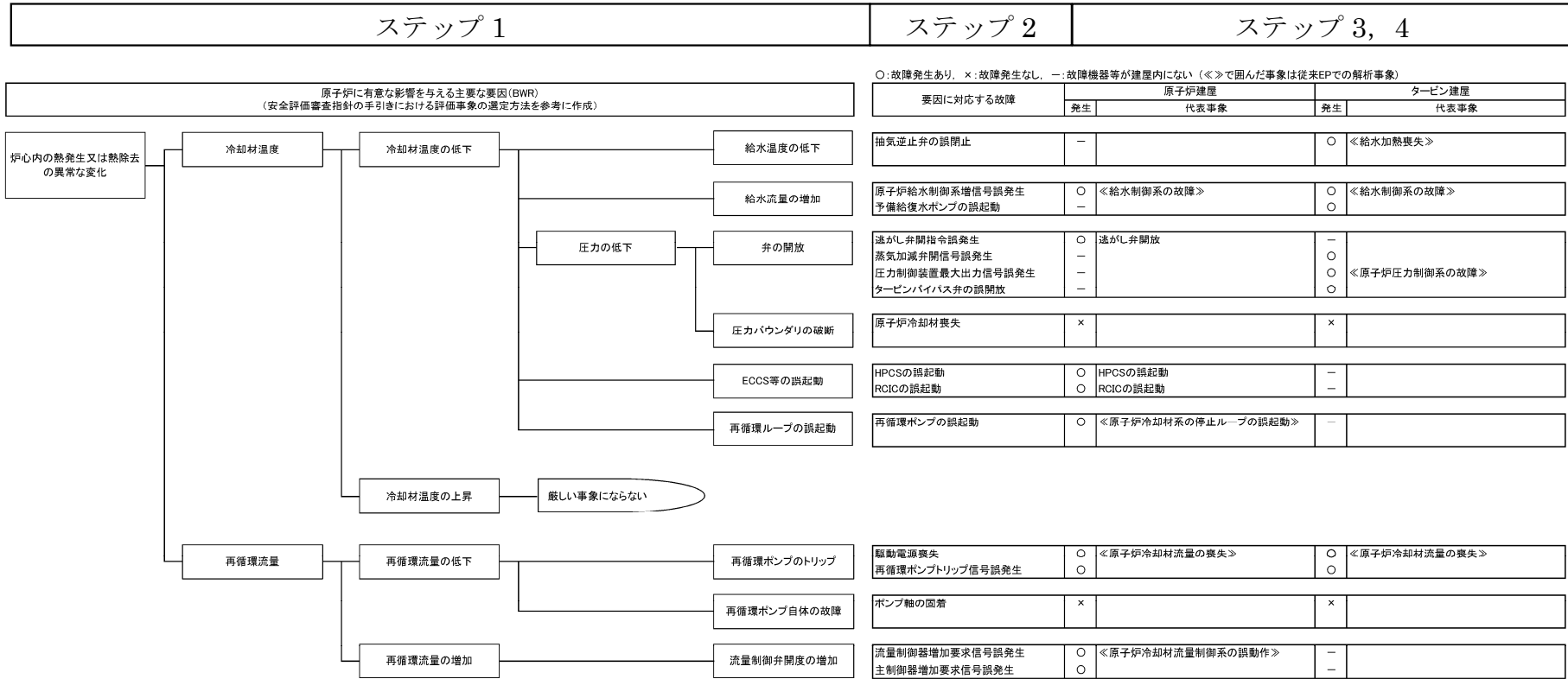
抽出された代表事象	原子炉建屋	タービン建屋
原子炉冷却材の停止ループの誤起動	○	—
原子炉冷却材流量の喪失	○	○
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	○	—
給水流量の全喪失+タービントリップ	○	—
主蒸気隔離弁の誤閉止	○	○
逃がし弁開放	○	—
給水制御系の故障（流量減少）	○	—※1
給水制御系の故障※2	○	○
HPCS の誤起動	○	—
RCIC の誤起動	○	—
給水加熱喪失	—	○
負荷の喪失	—	○
原子炉圧力制御系の故障	—	○
給水流量の全喪失	—	○

※1：タービン建屋ではより厳しい給水流量の全喪失を想定

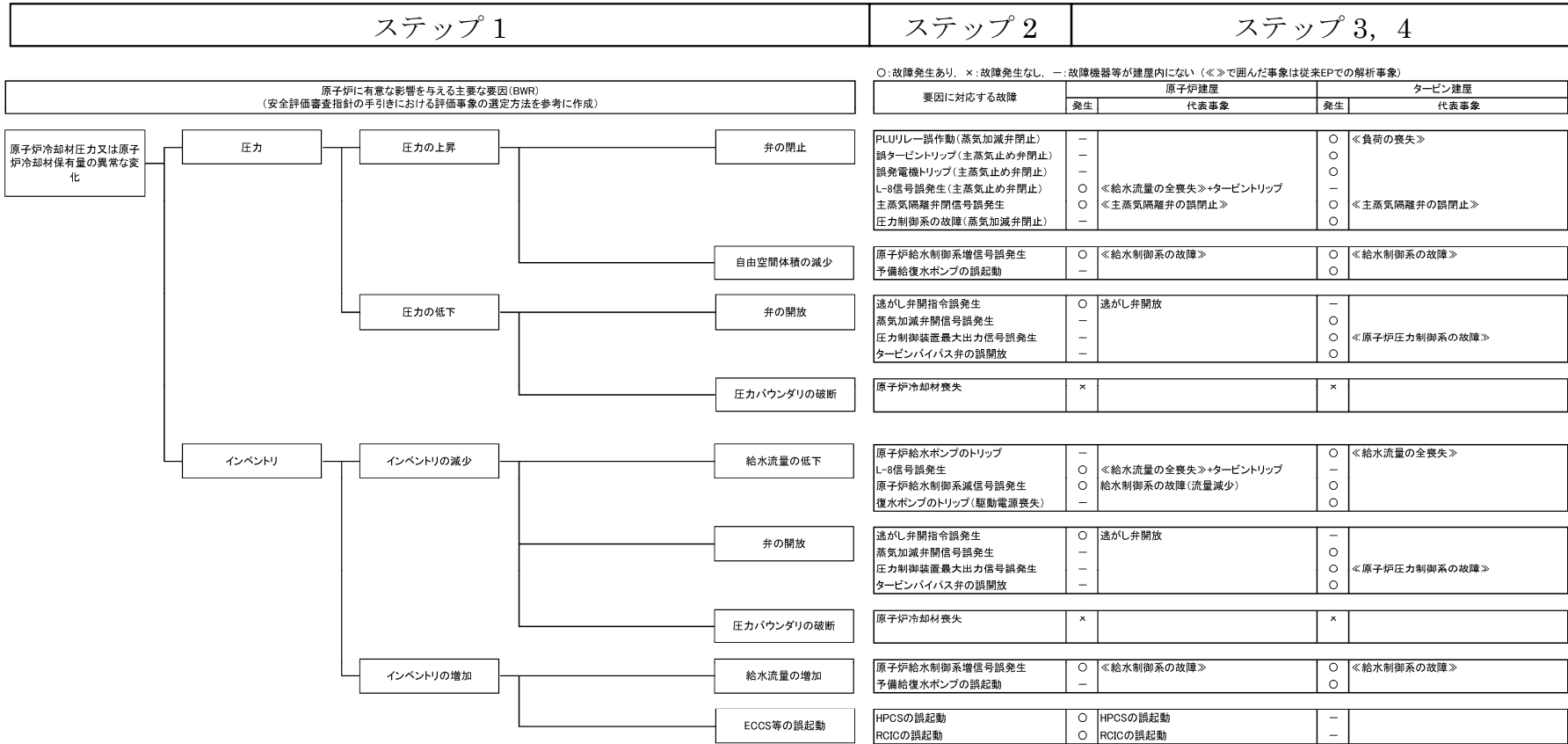
※2：原子炉給水制御系の誤信号等により、給水流量が増加する事象は、原子炉設置変更許可申請書に倣い、単に「給水制御系の故障」という。



第 2 図 外乱分析図 (1/3)



第 2 図 外乱分析図 (2/3)



第 2 図 外乱分析図 (3/3)

3. 重畳を考慮した内部火災影響評価事象の抽出【ステップ5】

3.1 重畳を考慮すべき事象の分析

2.にて抽出した原子炉建屋及びタービン建屋における内部火災により発生する可能性のある代表事象について、重畳を考慮した場合に、事象を厳しくする可能性について検討した。結果を第2表及び第3表に示す。

重畳を考慮すべき事象として抽出された代表事象の概要を第4表に示す。

第2表 原子炉建屋における抽出事象及び重畳考慮の要否

抽出された事象		重畳	重畳を考慮しない理由*
I	原子炉冷却材の停止ループの誤起動	—	部分出力状態での発生事象であり重畳による影響が小さい
II	原子炉冷却材流量の喪失	—	①
III	原子炉冷却材流量制御系の誤動作	考慮	—
IV	給水流量の全喪失+タービントリップ	考慮	—
V	主蒸気隔離弁の誤閉止	考慮	—
VI	逃がし弁開放	—	②
VII	給水制御系の故障（流量減少）	—	③
VIII	給水制御系の故障	考慮	—
IX	HPCSの誤起動	—	②（上部プレナムへの注水で蒸気が凝縮し圧力が低下する）
X	RCICの誤起動	—	②（ドーム部への注水で蒸気が凝縮し圧力が低下する）

第3表 タービン建屋における抽出事象及び重畳考慮の要否

代表事象		重畳	重畳を考慮しない理由*
I	給水加熱喪失	考慮	—
II	原子炉冷却材流量の喪失	—	①
III	負荷の喪失	考慮	—
IV	主蒸気隔離弁の誤閉止	考慮	—
V	原子炉圧力制御系の故障	—	②
VI	給水流量の全喪失	—	③
VII	給水制御系の故障	考慮	—

※ 重畳を考慮しない理由

- ① 再循環流量が減少する事象は、BWR-5の再循環ポンプは慣性が大きく、炉心流量の減少による炉心の冷却能力低下に対し、原子炉出力の減少が早めに作用するため、重畳を考慮しても結果を厳しくしない。
- ② 圧力が低下する事象は重畳を考慮しても結果を厳しくしない。
- ③ 再循環流量の減少を伴わず、出力が低下する事象は重畳を考慮しても結果を厳しくしない。

第4表 抽出された代表事象の概要

抽出事象	概要
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	原子炉の出力運転中に、再循環流量制御系の誤動作により再循環流量が増加し、原子炉出力が上昇する事象。
給水流量の全喪失 +タービントリップ	原子炉の出力運転中に、原子炉水位高信号の誤発生により、タービンがトリップするとともに、原子炉給水ポンプがトリップする事象。
主蒸気隔離弁の誤閉止	原子炉の出力運転中に、主蒸気隔離弁が閉止し、原子炉圧力が上昇する事象。
給水制御系の故障	原子炉の出力運転中に、給水制御器の誤動作等により、給水流量が急激に増加し、炉心入口サブクーリングが増加して、原子炉出力が上昇する事象。
給水加熱喪失	原子炉の出力運転中に、給水加熱器への蒸気流量が喪失して、給水温度が徐々に低下し、炉心入口サブクーリングが増加して、原子炉出力が上昇する事象。
負荷の喪失	原子炉の出力運転中に、電力系統事故等により、発電機負荷遮断が生じ、蒸気加減弁が急速に閉止し、原子炉圧力が上昇する事象。

3.2 抽出事象に対する重畳の分析結果

3.1 で抽出された重畳を考慮した場合に事象を厳しくする可能性のある事象について、スクラムのタイミング等のプラント挙動について整理し、これらの観点から、重畳の組合せを考慮した場合に事象を厳しくする可能性があるかについて、更なる検討を行う。

この検討においては、2つの事象の組合せについて、重畳を考慮したとしてもどちらか1つの事象に包絡される、重畳を考慮した場合には厳しい評価となる可能性がある、又は、重畳を考慮しない（単独の事象）方が厳しい評価となるかについて、定性的に評価を行う。

なお、重畳を考慮した場合に厳しくなる事象の組合せが複数同定される場合には、更なる重畳を検討することが必要となるが、次に示すとおり、厳しくなる組合せが2つ以上はなかったことから、3つ以上の事象の重畳についても2つの事象の重畳に包含されることを確認した。

3.2.1 原子炉建屋における代表事象の重畳

第2表にて抽出された事象について、スクラムのタイミング等のプラント挙動について整理した結果を、第5表に示す。これを踏まえ、重畳を考慮した場合について検討した結果を第7表に示す。

第2表に示すとおり、原子炉建屋における内部火災を想定した場合、10の事象が想定されるが、検討の結果、「給水制御系の故障」の解析を行うこととする。

3.2.2 タービン建屋における代表事象の重畳

第3表にて抽出された事象について、スクラムのタイミング等のプラント挙動について整理した結果を、第6表に示す。これを踏まえ、重畳を考慮した場合について検討した結果を第8表に示す。

第3表に示すとおり、タービン建屋における内部火災を想定した場合、7つの事象が想定されるが、検討の結果、「給水制御系の故障+給水加熱喪失」の解析を行うこととする。

第 5 表 解析結果（原子炉建屋）

	スクラム	事象発生時の影響		事象発生時の出力／ 圧力のピーク値	備考
		出力	炉心流量		
Ⅲ 原子炉冷却材流量制御系の誤動作	中性子束高 (約 1.5 秒後)	炉心流量増加に伴う ボイド率減少により 出力増加	増加	出力：約 172% 圧力：約 6.66MPa [gage]	初期条件：定格出力 の 59%，定格炉心流量 の 41%での解析
Ⅳ 給水流量の全喪失＋タービントリップ (原子炉水位高（レベル 8）誤信号）*	主蒸気止め弁閉 (約 0.075 秒)	原子炉圧力上昇に伴う ボイド率減少により 出力増加	再循環ポンプトリップにより低下	出力：約 157% 圧力：約 7.87MPa [gage]	タービンバイパス弁 不作動時は出力約 232%，圧力約 8.04MPa [gage]
Ⅴ 主蒸気隔離弁の誤閉止	主蒸気隔離弁閉 (約 0.3 秒)	原子炉圧力上昇に伴う ボイド率減少により 出力増加	－	出力：約 220% 圧力：約 7.99MPa [gage]	
Ⅷ 給水制御系の故障	主蒸気止め弁閉 (約 9 秒後) (原子炉水位高→タービントリップ→)	炉心入口サブクール 増大より出力増加	－ (タービントリップに伴う再循環ポンプトリップにより低下)	出力：約 207% 圧力：約 7.91MPa [gage]	

※：給水流量の全喪失は、事象発生後約 6.3 秒で原子炉水位低スクラムに至る事象進展がタービントリップに比べ緩やかな事象であることから、タービントリップの評価で代表できる（出力／圧力ピーク値の記載はタービントリップとほぼ同等の負荷の喪失での解析結果）。

第 6 表 解析結果（タービン建屋）

	スクラム	事象発生時の影響		事象発生時の出力／圧力のピーク値	備考
		出力	炉心流量		
I 給水加熱喪失※	中性子束高（熱流束相当） （約 96 秒）	炉心入口サブクール増大により出力増加	—	出力：約 122% 圧力：約 7.11MPa [gage]	
III 負荷の喪失	蒸気加減弁急閉 （約 0.075 秒）	原子炉圧力上昇に伴うボイド率減少により出力増加	再循環ポンプトリップにより低下	出力：約 157% 圧力：約 7.87MPa [gage]	タービンバイパス弁不作動時は出力約 232 % ， 圧力約 8.04MPa [gage]
IV 主蒸気隔離弁の誤閉止	主蒸気隔離弁閉 （約 0.3 秒）	原子炉圧力上昇に伴うボイド率減少により出力増加	—	出力：約 220% 圧力：約 7.99MPa [gage]	
VII 給水制御系の故障	主蒸気止め弁閉 （約 9 秒後） 原子炉水位高→タービントリップ→	炉心入口サブクール増大により出力増加	— （タービントリップに伴う再循環ポンプトリップにより低下）	出力：約 207% 圧力：約 7.91MPa [gage]	

※：給水加熱器 1 段の機能喪失時の解析結果。複数段の機能喪失時には、炉心入口サブクールの増加量が大きくなり、スクラム時刻は早くなるが、スクラムする出力点は変わらず、スクラム後の事象進展は同様となると考えられる。

第7表 重畳を考慮した場合の事象進展の分析（原子炉建屋）

	IV 給水流量の全喪失 +タービントリップ	V 主蒸気隔離弁の誤閉止	VIII 給水制御系の故障
III 原子炉冷却材流量 制御系の誤動作	×	×	×
	事象発生直後にスクラムに至るIVに 包絡される。	事象発生直後にスクラムに至るVに 包絡される。	炉心流量の増加及び給水流量の増加 に伴う炉心入口サブクールの増加に より、原子炉出力は増加する。IIIの 要因については早期にスクラムに至 るため、VIIIの単独事象の方が厳しい 結果となると考えられる。
IV 給水流量の全喪失 +タービントリップ	—	×	—
		どちらも弁閉止による圧力増加事象 である。より急速な圧力上昇をもた らすIVに包絡される。	（給水流量の全喪失と給水制御系の 故障（流量増加）は相反する事象の ため、重畳しない。）
V 主蒸気隔離弁の誤 閉止	—	—	×
			事象発生直後にスクラムに至るVに 包絡される。

○：重畳事象が厳しい ×：単独事象に包絡されるまたは単独事象が厳しい —：重畳の考慮不要

第8表 重畳を考慮した場合の事象進展の分析（タービン建屋）

	Ⅲ 負荷の喪失	Ⅳ 主蒸気隔離弁の誤閉止	Ⅶ 給水制御系の故障
Ⅰ 給水加熱喪失	×	×	○
	事象発生直後にスクラムに至るⅢに包絡される。	事象発生直後にスクラムに至るⅣに包絡される。	Ⅰの要因でのスクラムまでに、Ⅶの炉心入口サブクールの増加による出力上昇の影響で結果を厳しくする可能性あり。
Ⅲ 負荷の喪失	—	×	×
		どちらも弁閉止による圧力上昇事象である。より急速な圧力上昇をもたらすⅢに包絡される。	事象発生直後にスクラムに至るⅢに包絡される。
Ⅳ 主蒸気隔離弁の誤閉止	—	—	×
			事象発生直後にスクラムに至るⅣに包絡される。

○：重畳事象が厳しい ×：単独事象に包絡されるまたは単独事象が厳しい —：重畳の考慮不要

4. 内部火災発生時に期待できる緩和系の整理【ステップ6】

原子炉建屋又はタービン建屋における内部火災において、動作を期待できる緩和機能を第9表に示す。

第9表 内部火災発生時に期待できる緩和系

緩和機能	火災発生建屋	
	原子炉建屋	タービン建屋
原子炉停止機能	原子炉保護系 (中性子束高等のスクラム機能は多重化され、かつ2区分機能維持できる設計)	原子炉保護系 (原子炉建屋側 RPS)
炉心冷却機能	原子炉隔離時冷却系等*	原子炉隔離時冷却系等*
その他機能	主蒸気隔離弁	主蒸気隔離弁
	逃がし安全弁 (安全弁機能)	逃がし安全弁 (安全弁機能)
	タービンバイパス弁	逃がし安全弁 (逃がし弁機能)

※：本資料「東海第二発電所 内部火災の影響評価について」にて評価されている設備の機能喪失が発生することを前提としている。

5. 解析における機能喪失の仮定

5.1 内部火災影響による機能喪失の仮定

原子炉建屋又はタービン建屋における内部火災により機能喪失を仮定する緩和機能を第 10 表に示す。

MS-3 機能については、内部火災が発生する建屋毎に機能喪失を仮定する。タービン系の原子炉保護系（RPS）（主蒸気止め弁閉スクラム・加減弁急閉スクラム）については、タービン建屋における内部火災に対して機能喪失すると仮定する。

第 10 表 機能喪失を仮定する緩和機能

緩和機能	火災発生建屋	
	原子炉建屋	タービン建屋
再循環ポンプトリップ	喪失を仮定	喪失を仮定
逃がし安全弁 (逃がし弁機能)	喪失を仮定	—
タービンバイパス弁	—	喪失を仮定
タービン系(RPS)	—	喪失を仮定

5.2 単一故障の仮定【ステップ 7】

解析を行うに際し、安全評価審査指針に従い、想定した事象に加え、原子炉停止機能及び炉心冷却機能に対し、解析の結果を厳しくする機器の単一故障を仮定する。具体的な単一故障の想定と解析への影響を第 11 表に示す。なお、原子炉建屋及びタービン建屋での解析を実施する事象発生時に期待する緩和系は第 9 表のとおりである。

第 11 表 単一故障の仮定と解析への影響

単一故障を 仮定する機能	解析への影響
原子炉停止機能	<ul style="list-style-type: none"> ・安全保護系に単一故障を仮定する。 ・安全保護系は多重化されているため影響はない。
炉心冷却機能	<ul style="list-style-type: none"> ・内部火災影響及び更に単一故障により炉心冷却機能が喪失したとしても、残りの区分により炉心冷却が可能であるため解析には影響しない。

6. 解析の実施【ステップ8】

6.1 使用する解析コード

解析に当たっては、第12表に示すとおり、設置許可申請解析において使用しているプラント動特性解析コード（REDY）及び単チャンネル熱水力解析コード（SCAT）を使用している。

第12表 解析コード

解析項目	コード名
プラント動特性挙動 ・中性子束 ・原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力	REDY
単チャンネル熱水力挙動 ・燃料被覆管温度	SCAT

6.2 解析条件

プラントの初期状態などについて、設計基準事象である過渡事象における前提条件を踏襲する。主要な解析条件を第13表に示す。

第13表 主要な解析条件

項目	解析条件
原子炉出力	3,440 MW
炉心入口流量	41.06×10^3 t/h
原子炉圧力	7.03 MPa[gage]
原子炉水位	通常水位
外部電源	あり

6.3 判断基準

内部火災を起因として発生する代表事象に対して、単一故障を想定しても、影響緩和系により事象は収束することを確認する。

6.4 解析結果

解析を実施する事象について、解析結果を第 14 表及び第 15 表、第 3 図及び第 5 図に、事象推移のフローチャートを第 4 図及び第 6 図に示す。

6.4.1 原子炉建屋での内部火災に起因する事象

原子炉建屋での内部火災に起因する事象の解析結果について以下に示す。

(1) 給水制御系の故障

(a) 原子炉停止状態

給水制御系故障による炉心入口サブクールの増加により、原子炉出力が上昇する。原子炉水位が上昇し、原子炉水位高（レベル 8）に達するとタービントリップし、主蒸気止め弁閉信号が発生する。主蒸気止め弁の閉信号により、原子炉はスクラムする。

(b) 炉心冷却状態

原子炉水位高（レベル 8）到達により給水ポンプがトリップするため、原子炉水位は徐々に低下するが、原子炉隔離時冷却系等により注水は維持される。また、タービントリップに伴う主蒸気止め弁閉止とともに原子炉圧力は増加するが、逃がし安全弁（安全弁機能）の作動により、原子炉圧力の抑制を図ることが可能である。

(c) 安全停止状態

原子炉スクラム及び原子炉冷却により原子炉の安全停止の維持は可能である。

6.4.2 タービン建屋での内部火災に起因する事象

タービン建屋での内部火災に起因する事象の解析結果について以下に示す。

(1) 給水制御系の故障+給水加熱喪失

(a) 原子炉停止状態

給水制御系故障と給水加熱喪失による炉心入口サブクールの増加によって、原子炉出力が上昇する。原子炉水位が上昇し、原子炉水位高（レベル8）に達するとタービントリップし、主蒸気止め弁が閉止する。主蒸気止め弁閉信号によるスクラム機能は喪失を仮定しているため、主蒸気止め弁閉ではスクラムに至らない。ただし、主蒸気止め弁の閉止により原子炉圧力が上昇するため中性子束が上昇して中性子束高スクラムに至る。

(b) 炉心冷却状態

原子炉水位高（レベル8）到達により、給水ポンプがトリップするため、原子炉水位は徐々に低下するが、原子炉隔離時冷却系等により注水は維持される。また、タービントリップに伴う主蒸気止め弁閉止とともに原子炉圧力は増加するが、逃がし安全弁（逃がし弁機能）の作動により、原子炉圧力の抑制を図ることが可能である。

(c) 安全停止状態

原子炉スクラム及び原子炉冷却により原子炉の安全停止の維持は可能である。

以上より、内部火災を起因として発生する過渡的な事象に対して、単一故障を想定しても、影響緩和系により事象は収束し、原子炉が安全停止を維持できることを確認した。

第 14 表 解析結果まとめ表

重畳事象	項目	解析結果 ()内は判断目安
給水制御系の故障 (主蒸気止め弁閉 スクラム)	中性子束 (%)	262 (—)
	原子炉冷却材圧力バウンダリ 圧力 (MPa [gage])	8.66 (10.34)
	燃料被覆管温度 (°C)	約 632 (1200)

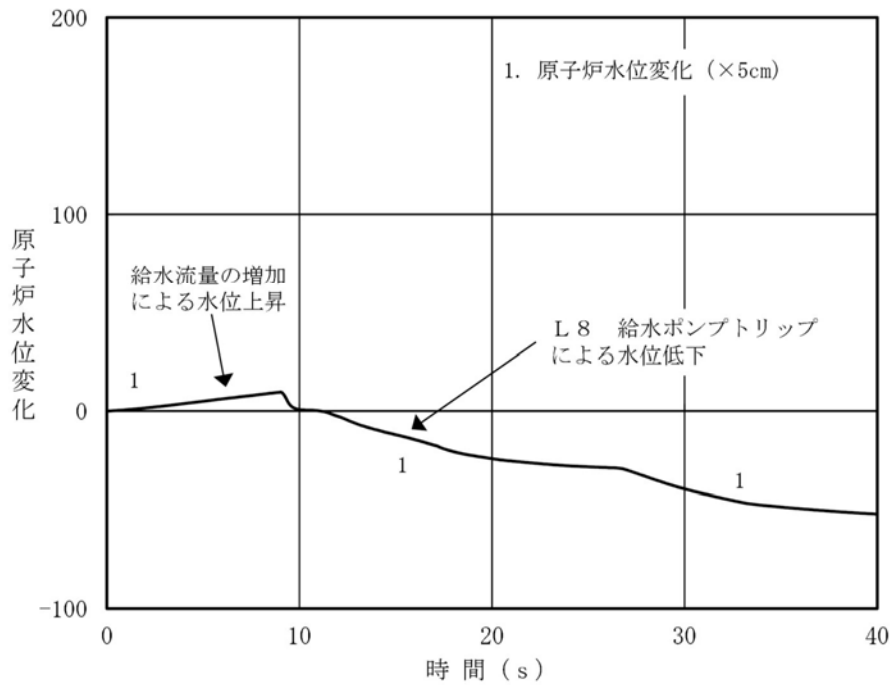
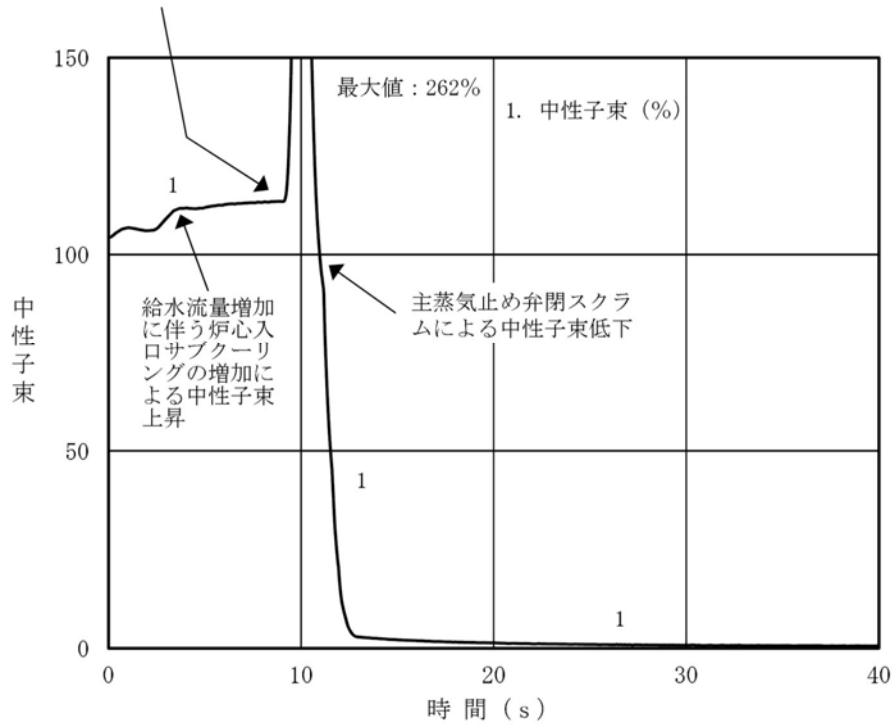
発生事象	時刻 (秒)
給水制御系故障発生	0
原子炉スクラム (主蒸気止め弁閉)	8.9
安全弁開開始	10.7

第 15 表 解析結果まとめ表

重畳事象	項目	解析結果 ()内は判断目安
給水制御系の故障 + 給水加熱喪失 (中性子束高スク ラム)	中性子束 (%)	443 (—)
	原子炉冷却材圧力バウンダリ 圧力 (MPa [gage])	8.45 (10.34)
	燃料被覆管温度 (°C)	約 662 (1200)

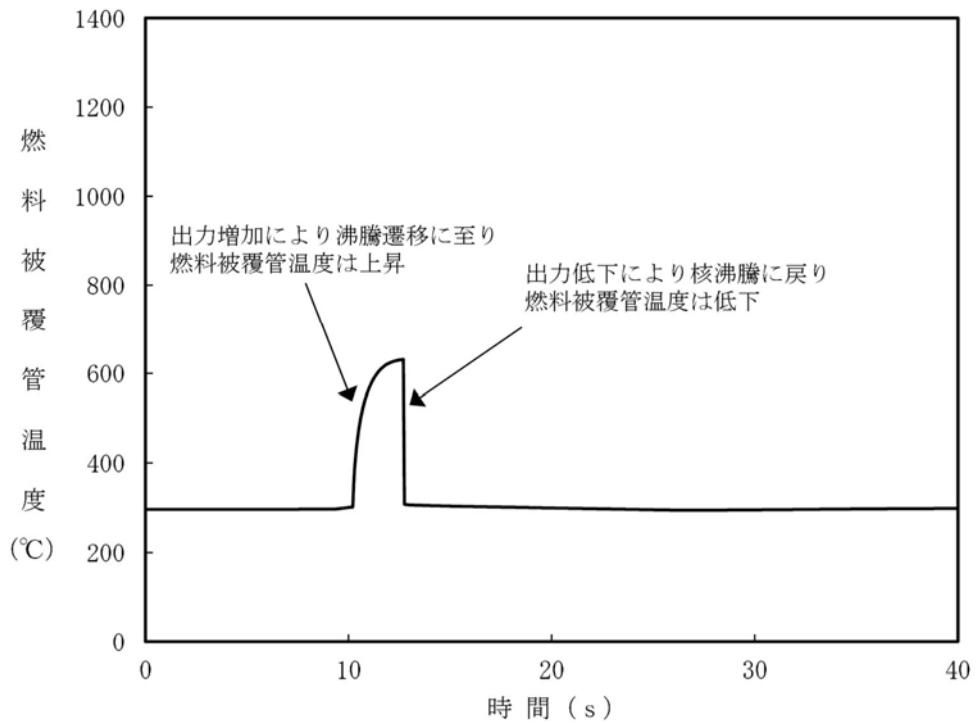
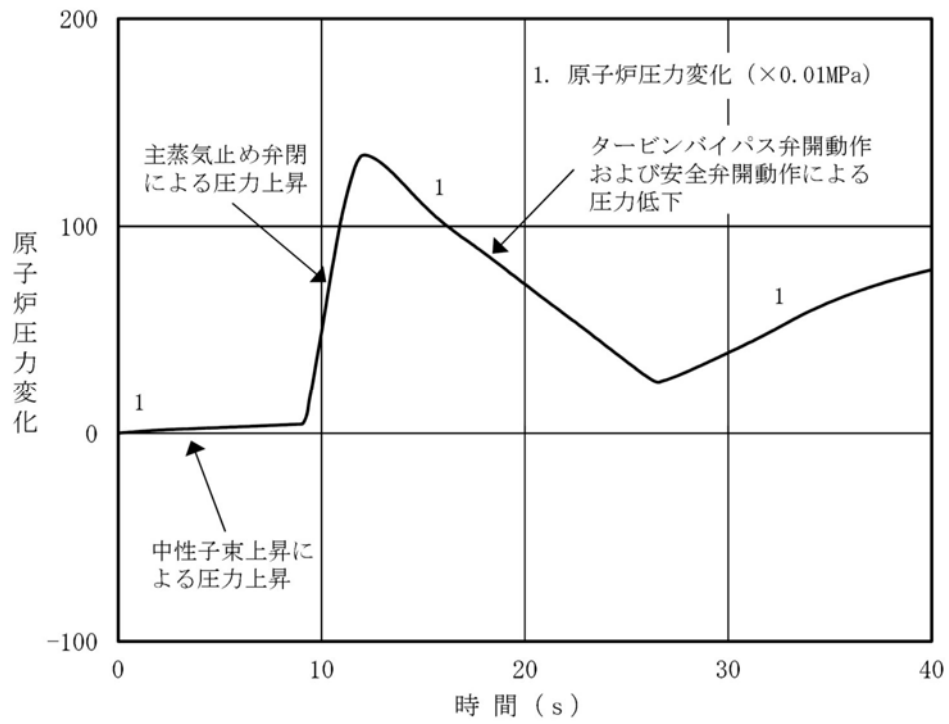
発生事象	時刻 (秒)
給水制御系故障 + 給水加熱喪失発生	0
原子炉水位 L8 (給水ポンプトリップ)	9.0
原子炉スクラム (中性子束高)	9.4
逃がし弁開開始	9.9

主蒸気止め弁閉に伴う圧力上昇
による中性子束上昇

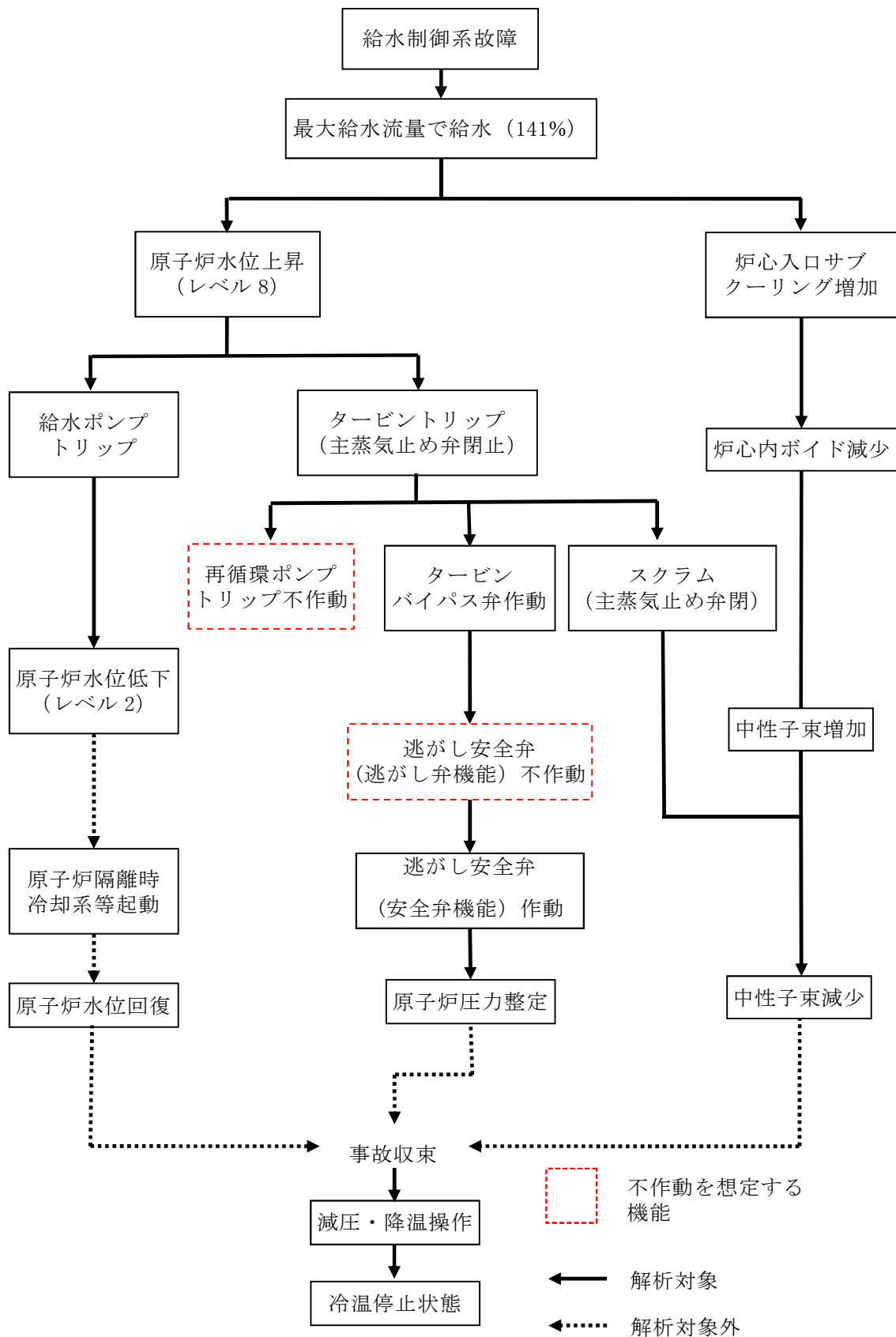


第3図 給水制御系の故障解析結果 (原子炉建屋起因)

(1/2)

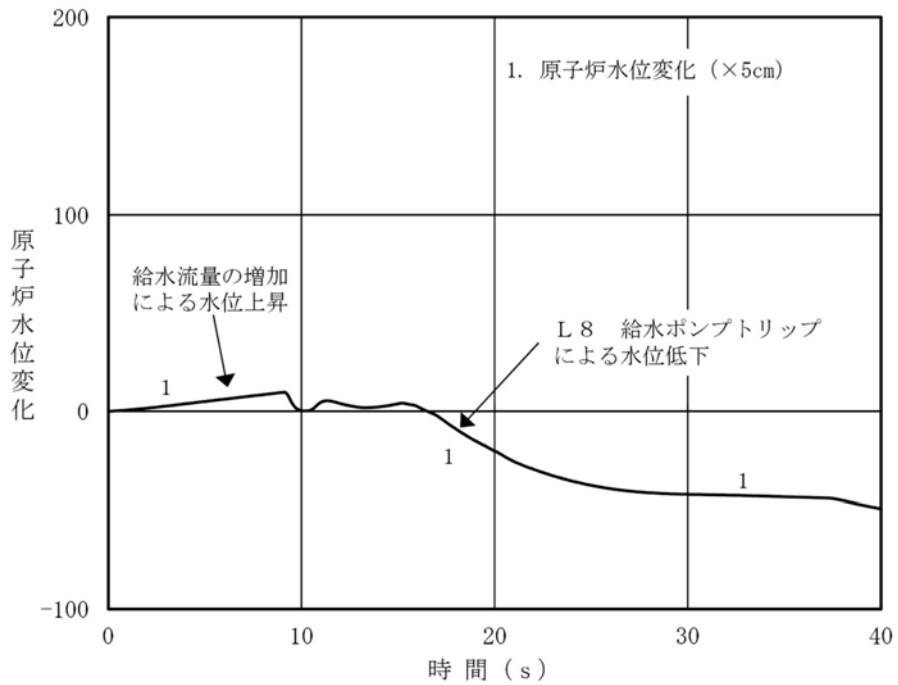
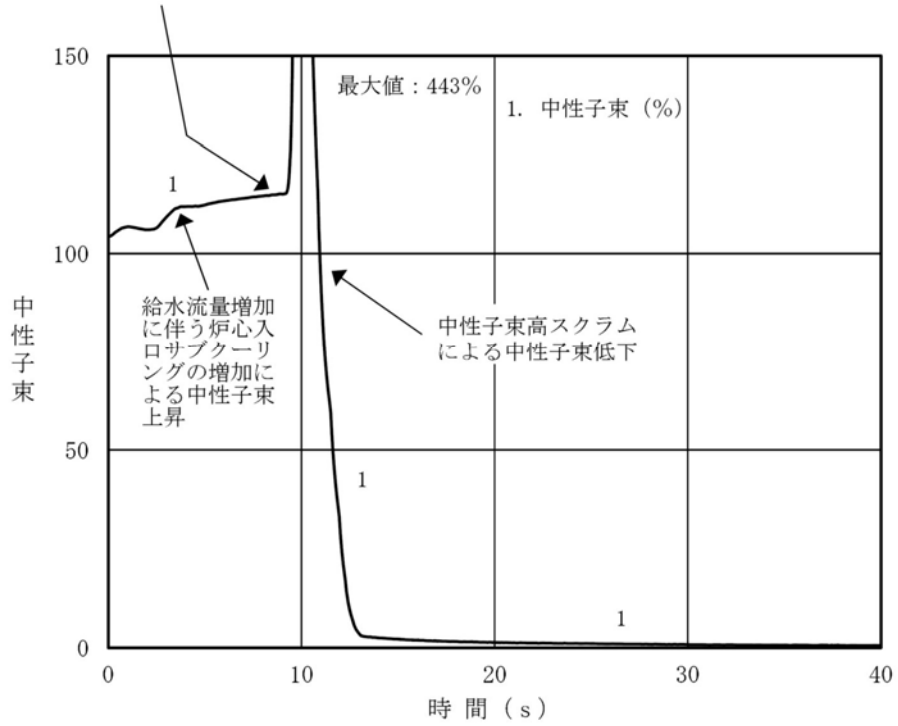


第3図 給水制御系の故障解析結果 (原子炉建屋起因)



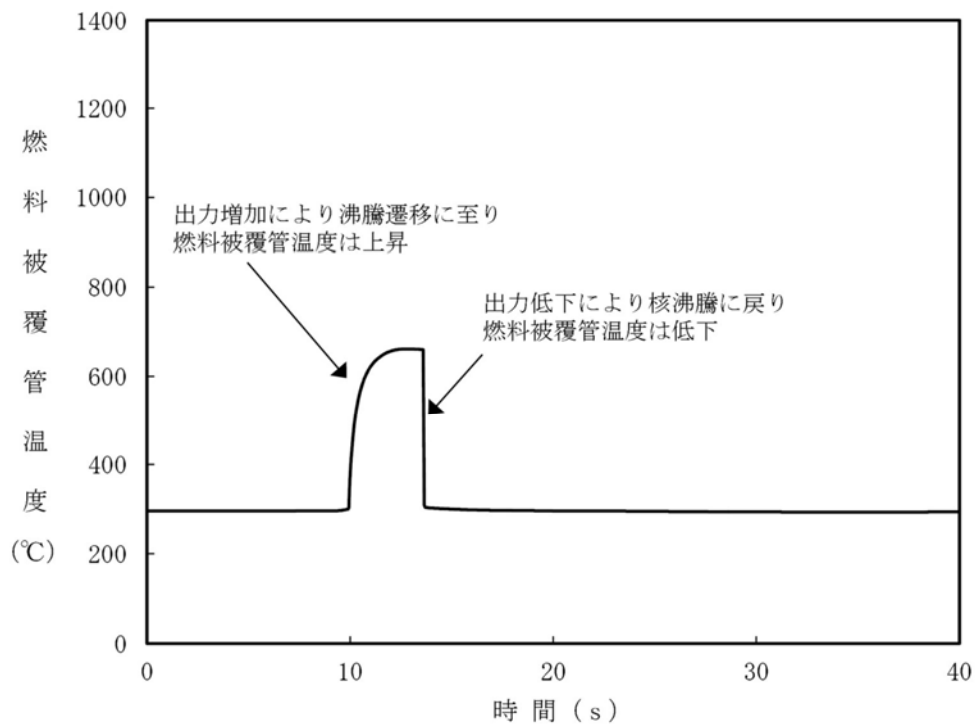
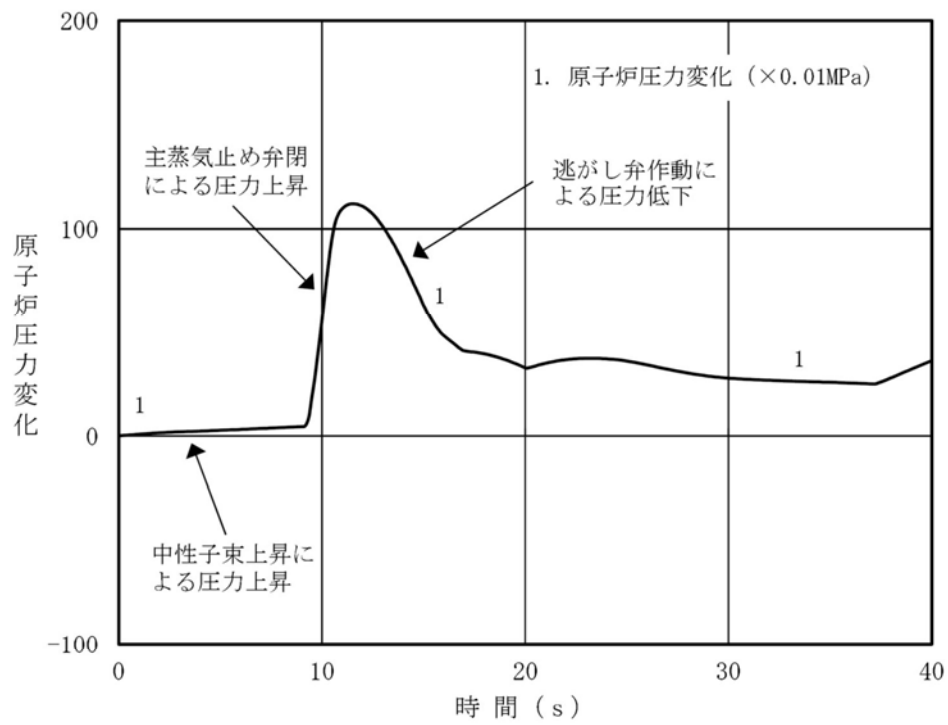
第 4 図 給水制御系の故障事象進展フロー（原子炉建屋起因）

主蒸気止め弁閉に伴う圧力上昇
による中性子束上昇



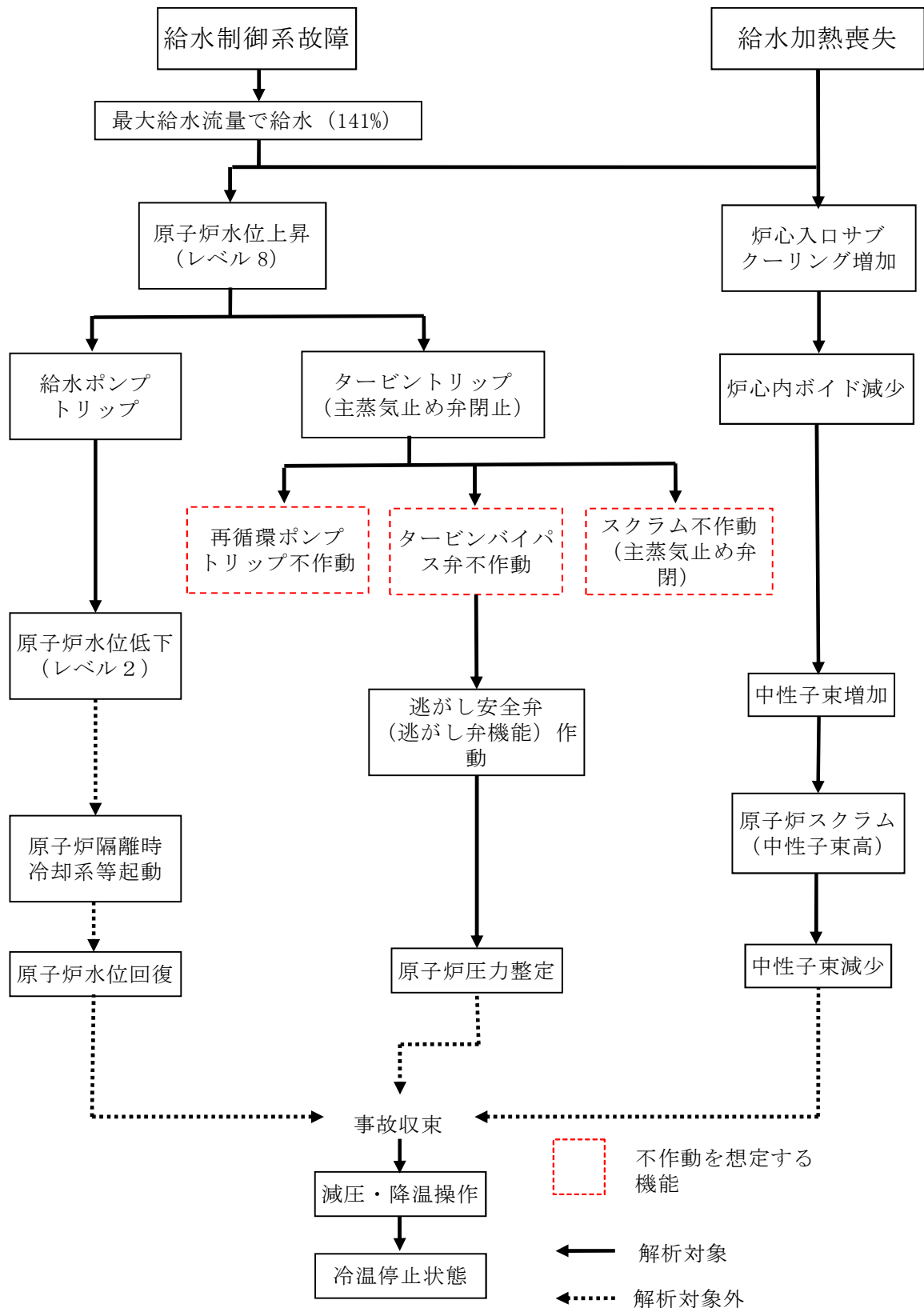
第5図 給水制御系の故障+給水加熱喪失解析結果 (タービン建屋起因)

(1/2)



第5図 給水制御系の故障+給水加熱喪失解析結果 (タービン建屋起因)

(2/2)



第6図 給水制御系の故障+給水加熱喪失事象進展フロー
(タービン建屋起因)