

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-300 改0

工事計画に係る補足説明資料

補足-300 【発電用原子炉施設の火災防護に関する補足説明資料
火災防護について】

平成 30 年 10 月

日本原子力発電株式会社

添付書類に係る補足説明資料

「火災防護設備」に係る添付書類（共通書類は除く）の記載内容を補足するための説明資料を以下に示す。

工認添付資料	補足説明資料
V-1-1-7 発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	補足-300-1 発電用原子炉施設の火災防護に関する補足説明資料火災防護について

工認添付資料と設置許可まとめ資料との関係【火災防護設備】

工認添付資料		設置許可まとめ資料			引用内容
V-1-1-7	発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	DB	第8条	火災による損傷の防止	資料そのものを概ね引用
		SA	41-1	重大事故等対処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	資料そのものを概ね引用
		SA	41-2	火災による損傷の防止を行う重大事故等対処施設の種類について	資料そのものを概ね引用
		SA	41-3	火災による損傷の防止を行う重大事故等対処施設に係る火災区域又は火災区画の設定について	資料そのものを概ね引用
		SA	41-4	重大事故等対処施設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	資料そのものを概ね引用
		SA	41-5	重大事故等対処施設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	資料そのものを概ね引用
		SA	41-6	重大事故等対処施設が設置される火災区域・火災区画の火災防護対策について	資料そのものを概ね引用

補足-300-1 【発電用原子炉施設の火災防護に関する補足説明資料火災防護について】

補足説明資料目次

1. 基本事項に係るもの
 - 1-1 原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統
 - 1-2 火災区域の配置を明示した図面
 - 1-3 内部火災に関する工事計画変更認可後の変更申請対象項目の抽出について

2. 火災の発生防止に係るもの
 - 2-1 潤滑油又は燃料油の引火点、室内温度及び機器運転時の温度について
 - 2-2 保温材の使用状況について
 - 2-3 建屋内装材の不燃性について
 - 2-4 難燃ケーブルの使用について
 - 2-5 屋外の重大事故等対処施設の竜巻による火災の発生防止対策について
 - 2-6 水素の蓄積防止対策について

3. 火災の感知及び消火に係るもの
 - 3-1 ガス消火設備について
 - 3-2 二酸化炭素自動消火設備（全域）について
 - 3-3 消火用の照明器具の配置図
 - 3-4 常設代替高圧電源装置を設置する火災区域の消火設備について
 - 3-5 電動機駆動消火ポンプ、構内消火用ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの構造図
 - 3-6 電動機駆動消火ポンプ、構内消火用ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプのQHカーブ
 - 3-7 ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの内燃機関の発電用火力設備に関する技術基準を定める省令への適合性について
 - 3-8 消火栓及びガス系消火設備の必要容量について
 - 3-9 可燃物管理により火災荷重を低く管理することで、煙の発生を抑える火災区域又は火災区画についての管理基準
 - 3-10 新燃料貯蔵庫の未臨界性評価について
 - 3-11 火災感知器の種類及び配置を明示した図面
 - 3-12 重大事故等対処施設及び設計基準事故対処設備の消火設備の位置的分散に応じた独立性を備えた設計について
 - 3-13 火災感知設備の電源確保について

4. 火災の影響軽減に係るもの

- 4-1 火災の影響軽減のための系統分離対策について
- 4-2 ケーブルトレイに適用する1時間耐火隔壁の火災耐久試験の条件について
- 4-3 中央制御室制御盤内の分離について
- 4-4 中央制御室の火災の影響軽減対策について
- 4-5 火災区域（区画）特性表について
- 4-6 火災を起因とした「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」発生時の単一故障を考慮した原子炉停止について
- 4-7 中央制御室制御盤の火災を想定した場合の対応について
- 4-8 原子炉格納容器内火災時の想定事象と対応について
- 4-9 影響軽減対策における火災耐久試験結果の詳細について

5. 非難燃ケーブル対応に係るもの

- 5-1 防火シートの基本性能について
- 5-2 防火シート及び結束ベルトの標準施工方法
- 5-3 ファイアストップの施工方法
- 5-4 耐火シールの性能について
- 5-5 発電所で使用する非難燃ケーブルの種類
- 5-6 発電所で使用する非難燃ケーブルの詳細
- 5-7 ケーブルの燃焼メカニズム
- 5-8 ケーブルの使用期間による経年変化
- 5-9 発電所を代表する非難燃ケーブルの抽出結果のまとめ
- 5-10 試験対象ケーブルの詳細
- 5-11 ケーブル種類毎の性能確認方法と確認結果
- 5-12 供試体の仕様と試験条件設定の考え方
- 5-13 実機火災荷重を考慮した防火シートの限界性能試験
- 5-14 防火シート重ね部の遮炎性試験
- 5-15 耐延焼性実証試験条件
- 5-16 損傷長の判定方法
- 5-17 複合体の構成品の組合せによる耐延焼性の確認
- 5-18 加熱熱量の違いによる性能比較評価の確認方法
- 5-19 バーナ加熱熱量を変化させた垂直トレイ燃焼試験
- 5-20 過電流によるケーブルの燃焼プロセス
- 5-21 複合体内部ケーブルの自己消火性の実証試験
- 5-22 トレイの設置方向による延焼性の確認結果

- 5-23 延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応の実証試験
 - 5-24 過電流模擬試験による防火シート健全性評価
 - 5-25 複合体が不完全な場合の難燃性能の確認
 - 5-26 複合体による影響の確認
 - 5-27 複合体の性能確保の考え方
 - 5-28 非難燃ケーブル対応に関する設置許可から維持管理に至る各段階での実施内容について
 - 5-29 非難燃ケーブルへの防火措置に関する工事計画変更認可後の変更申請対象項目の抽出について
 - 5-30 難燃ケーブルへの取替対象及び複合体の対象について
6. 火災防護計画に係るもの
- 6-1 火災防護に関する説明書に記載する火災防護計画に定め管理する事項について

1. 基本事項に係るもの

補足説明資料 1-1

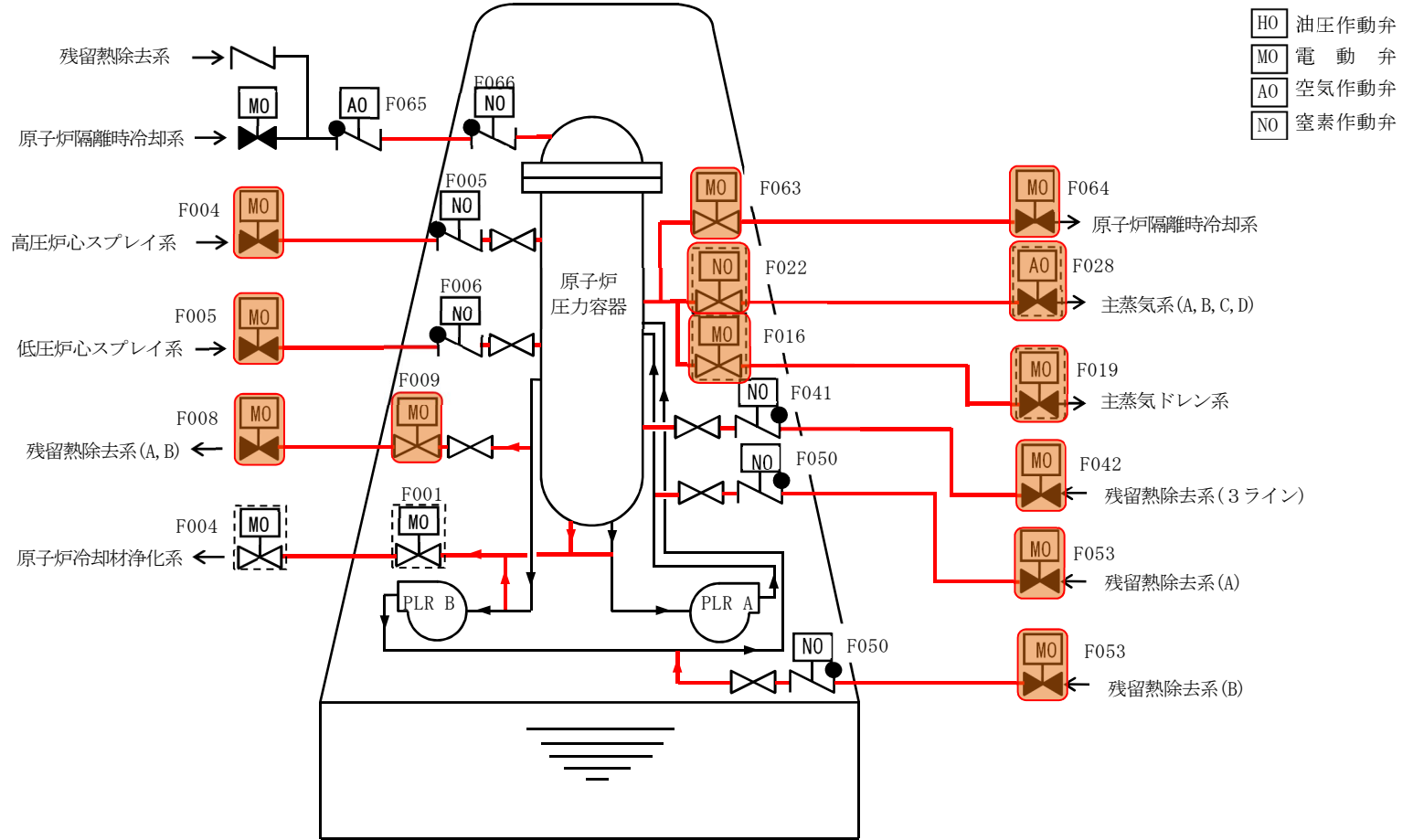
原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書3.1(1)a.(a)項に示す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示すために、補足資料として添付するものである。

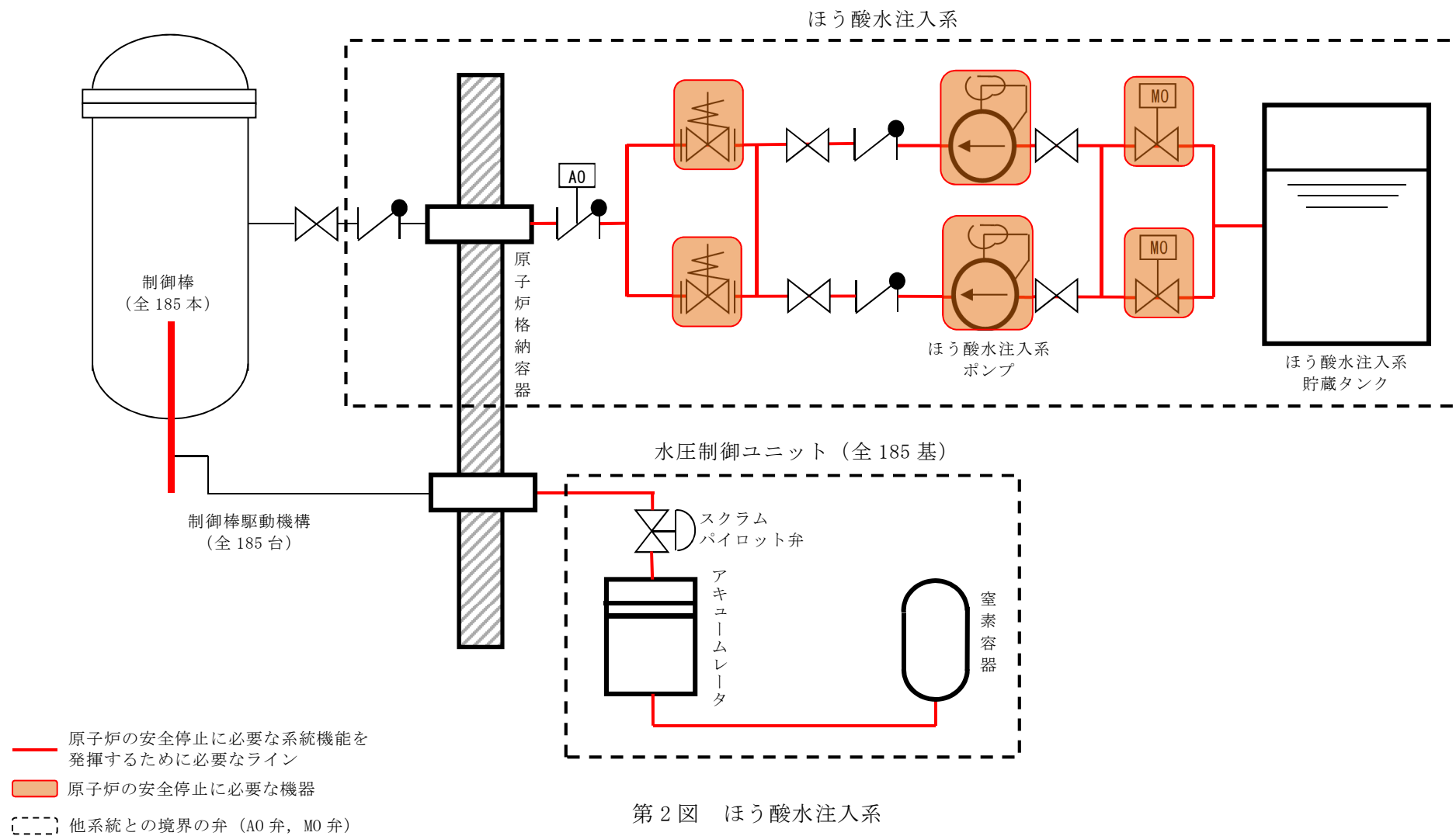
2. 内容

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次頁以降の図に示す。



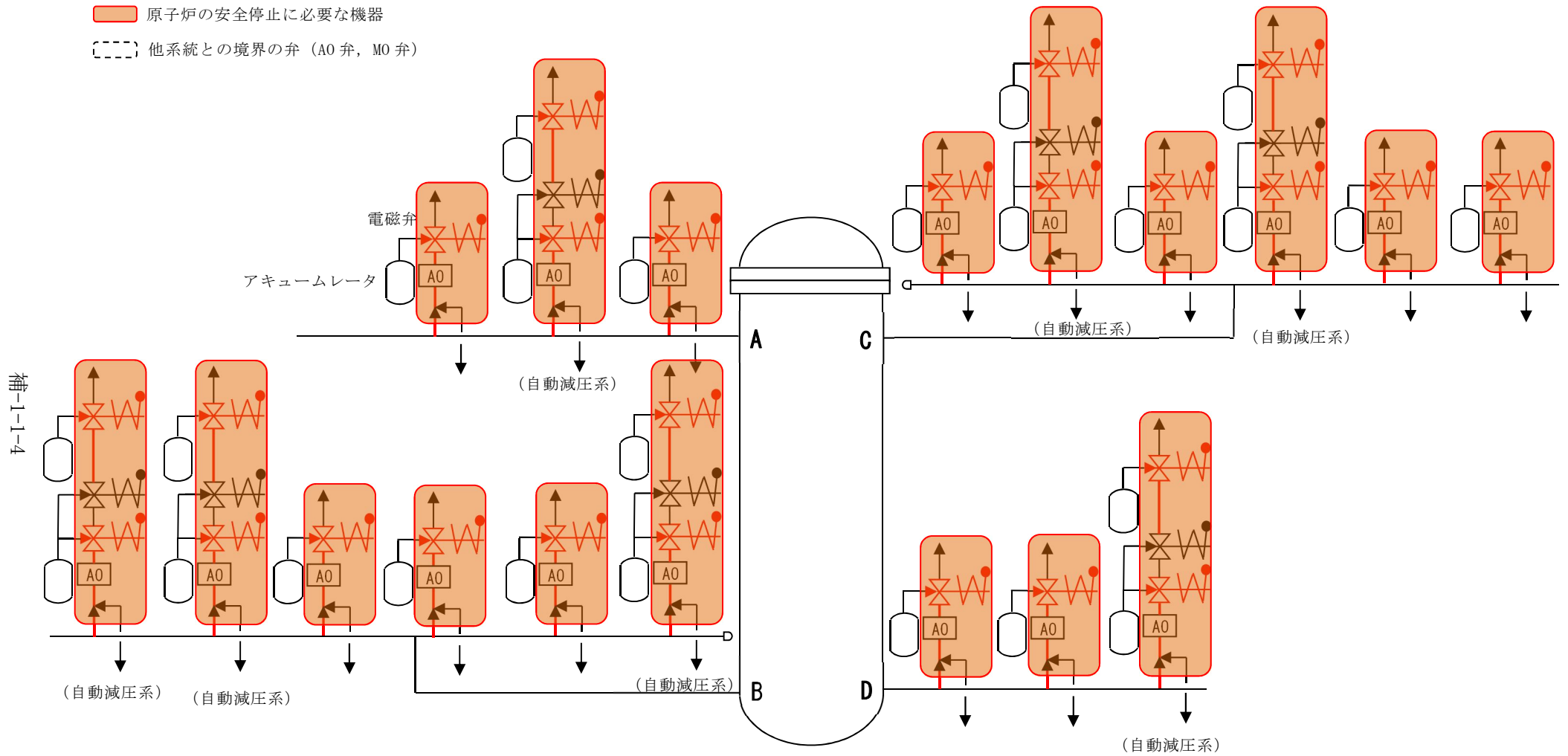
— 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
MO 原子炉の安全停止に必要な機器
MO 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)

第 1 図 原子炉冷却材圧力バウンダリ



第 2 図 ほう酸水注入系

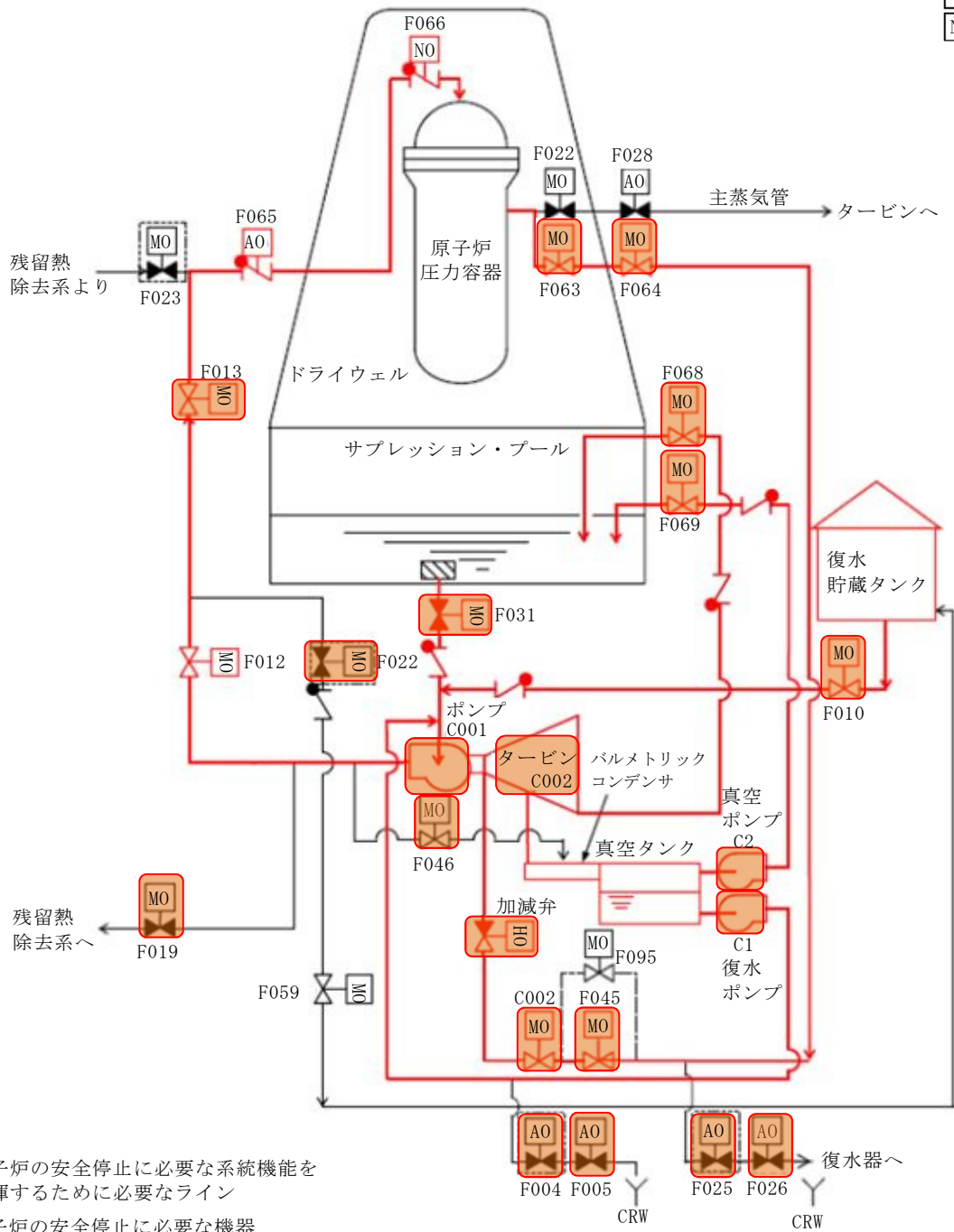
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁 (A0 弁, M0 弁)



第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

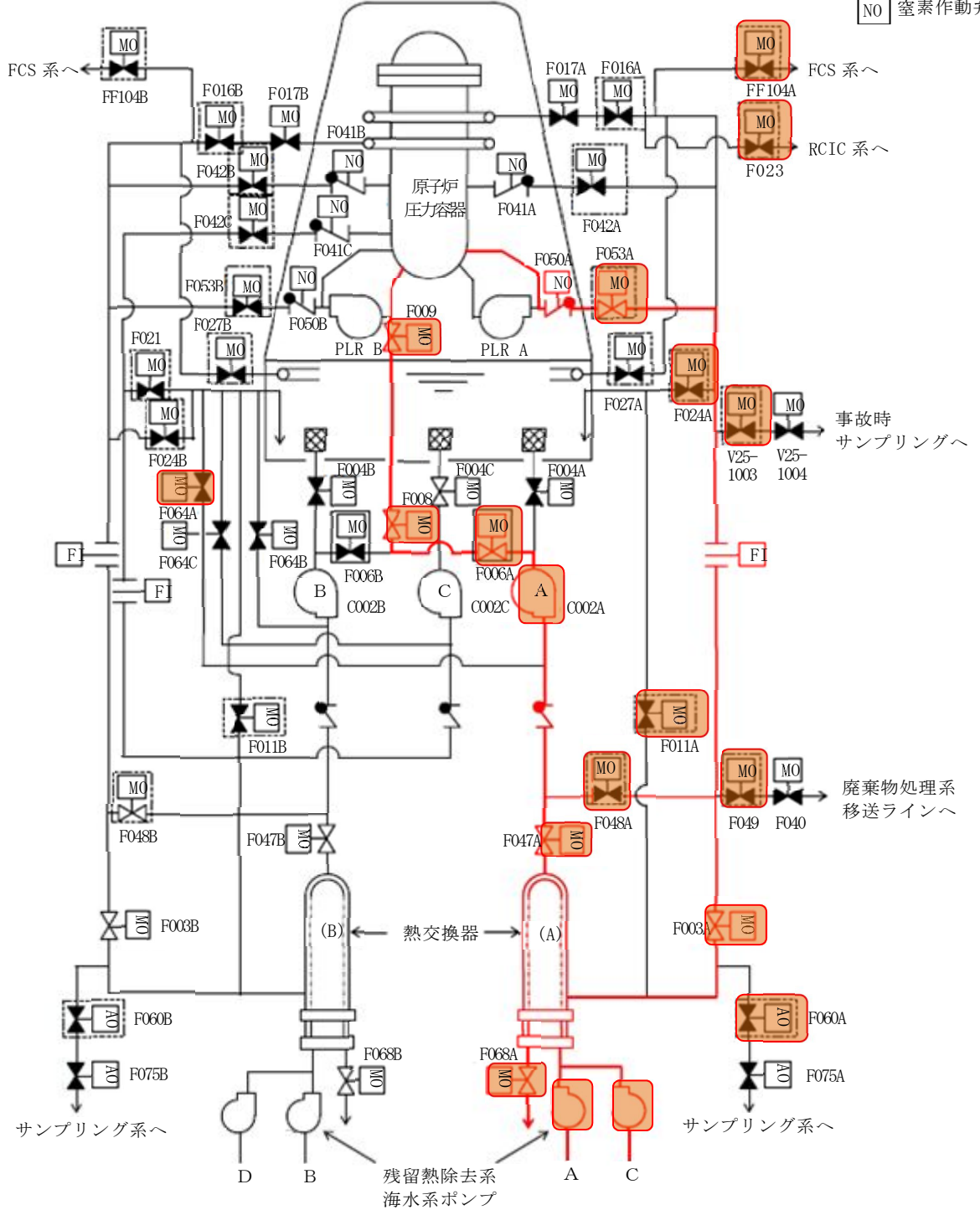


第4図 原子炉隔離時冷却系

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



— 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

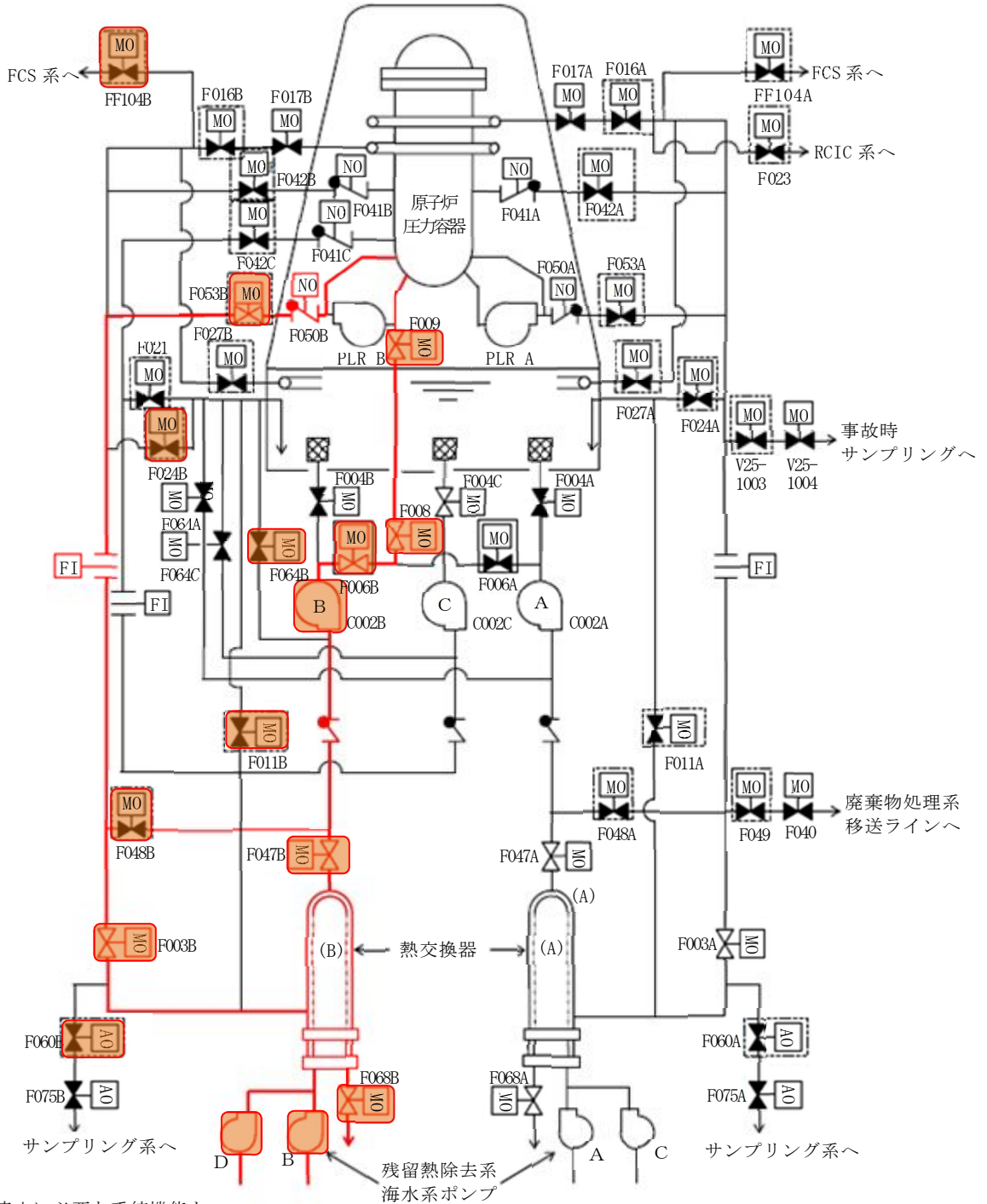
--- 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)

第 5 図 残留熱除去系 (その 1)

原子炉停止の除去機能

(残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系)) (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



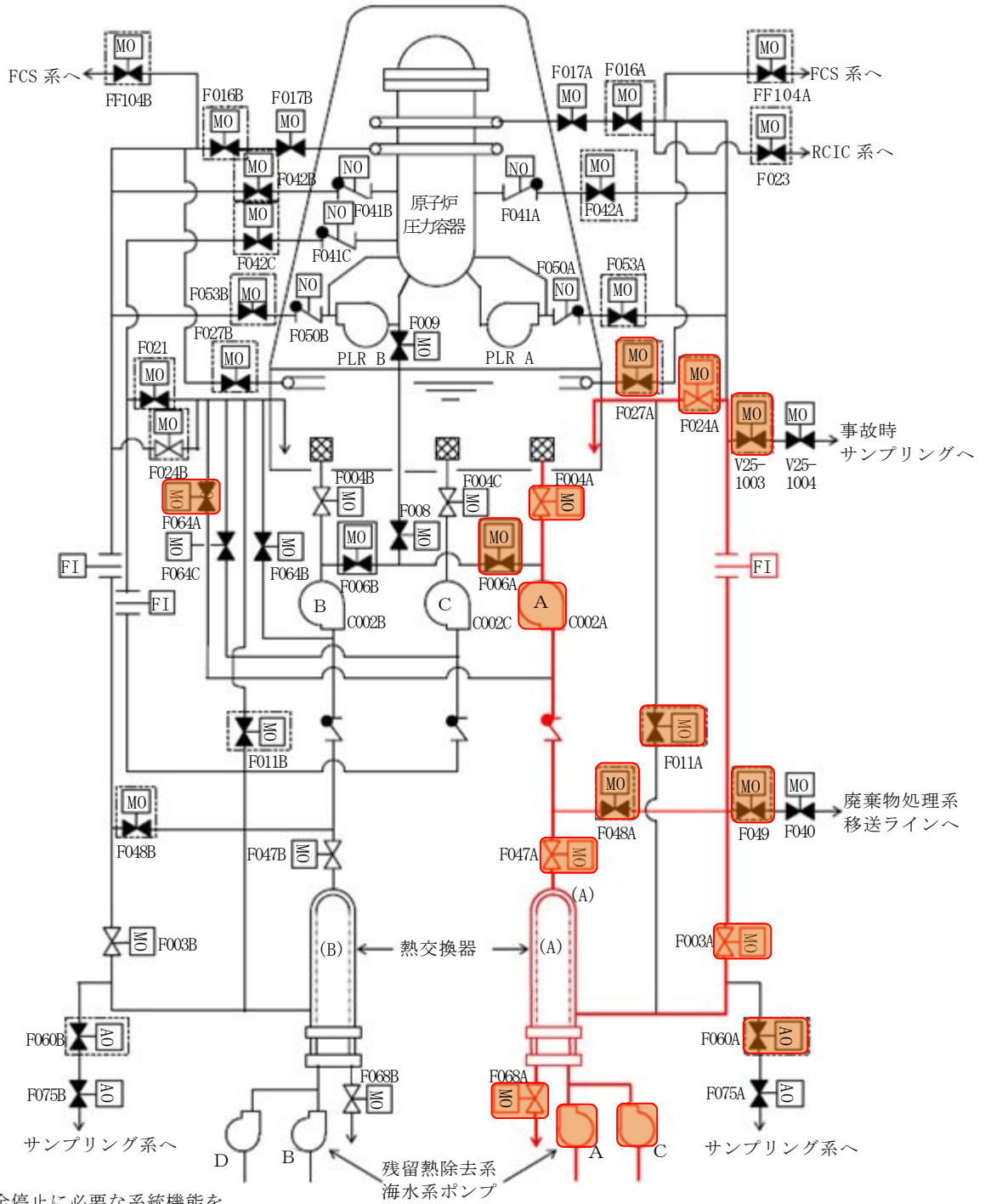
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)

第 5 図 残留熱除去系 (その 2)

炉心冷却機能

(残留熱除去系 (サプレッション・プール冷却系)) (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



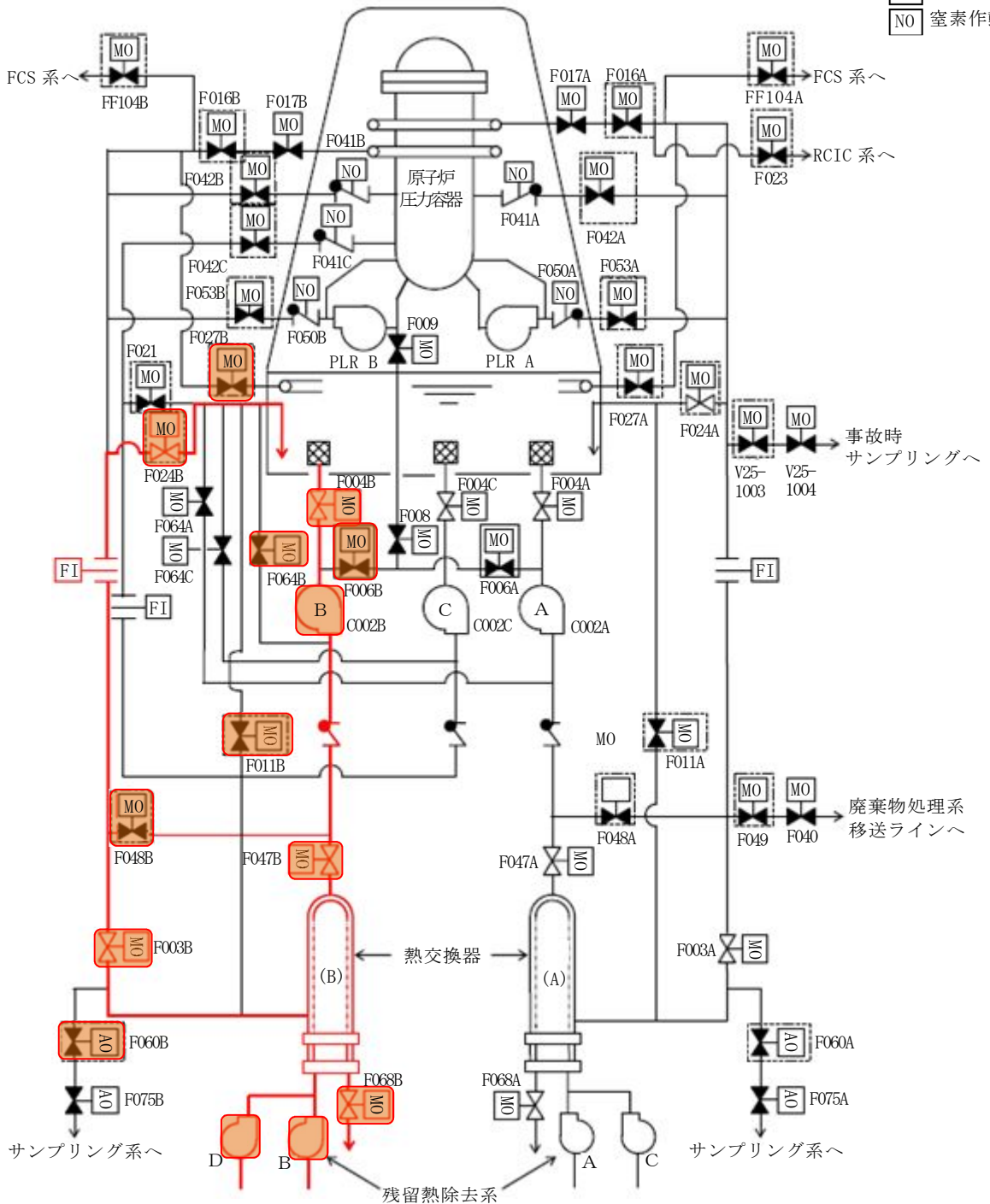
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)

第 5 図 残留熱除去系 (その 3)

炉心冷却機能

(残留熱除去系 (サプレッション・プール冷却系)) (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



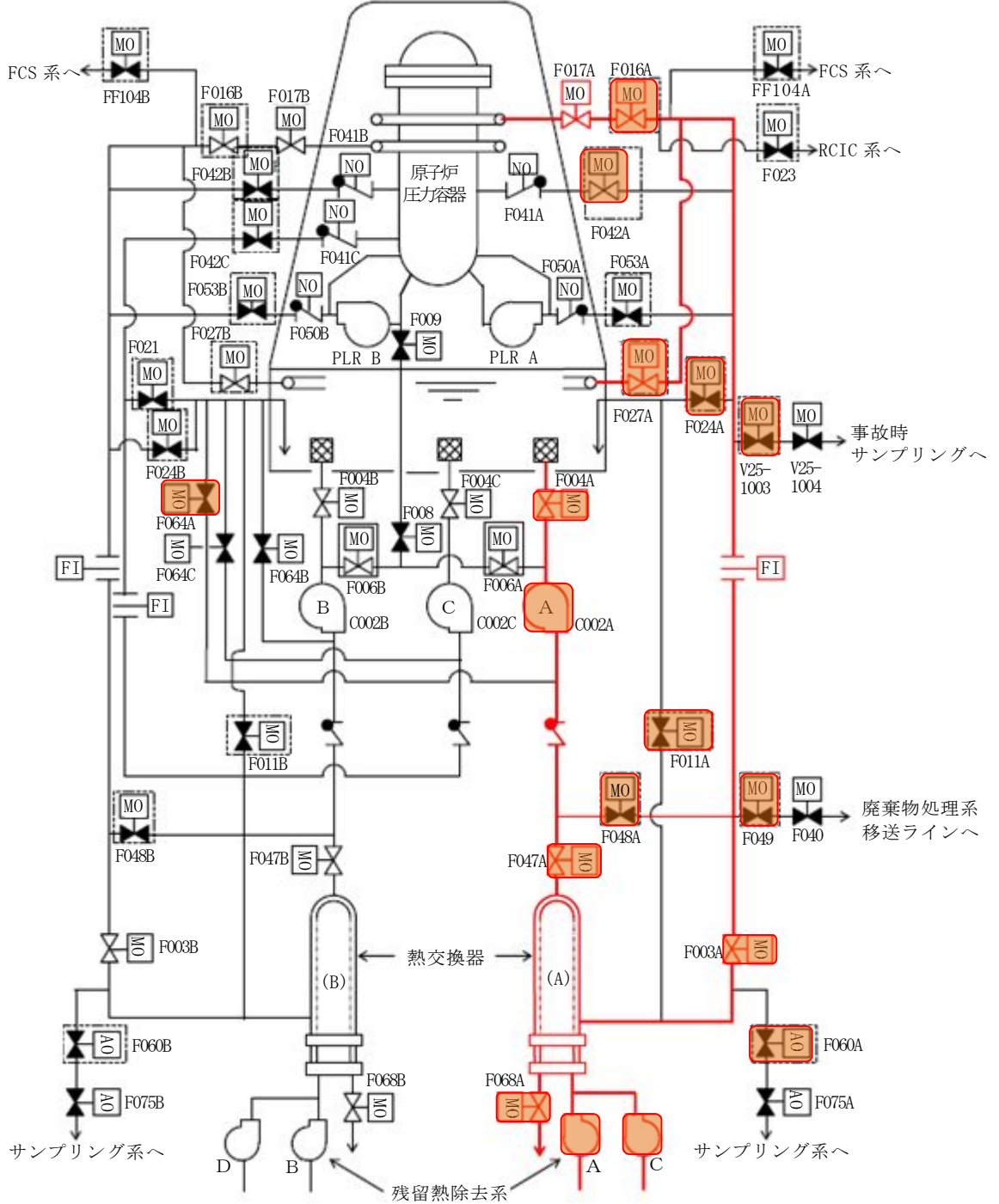
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するために必要なライン
- MO 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)

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



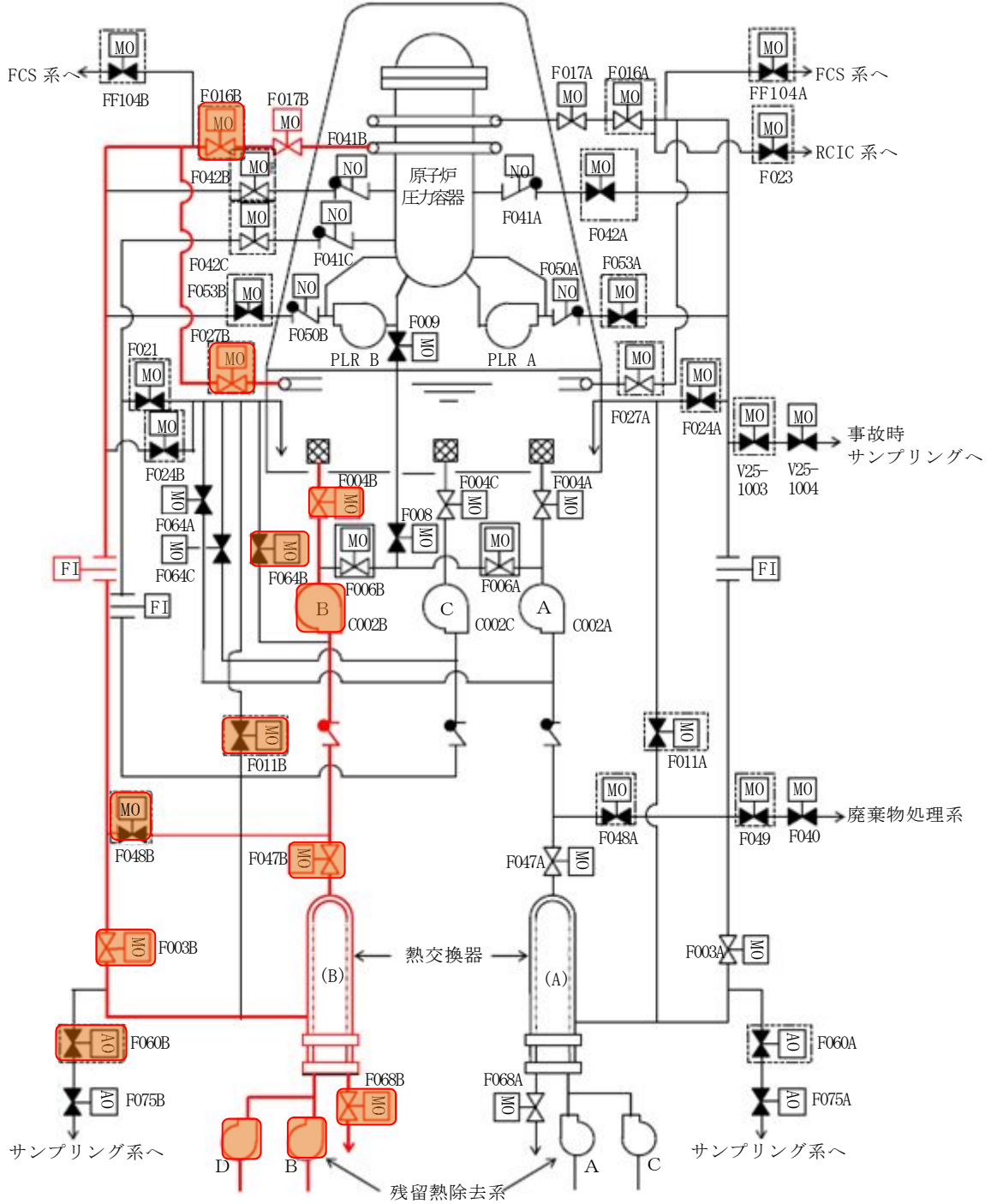
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)

第 5 図 残留熱除去系 (その 5)

炉心冷却機能

(残留熱除去系 (格納容器スプレイ冷却系)) (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



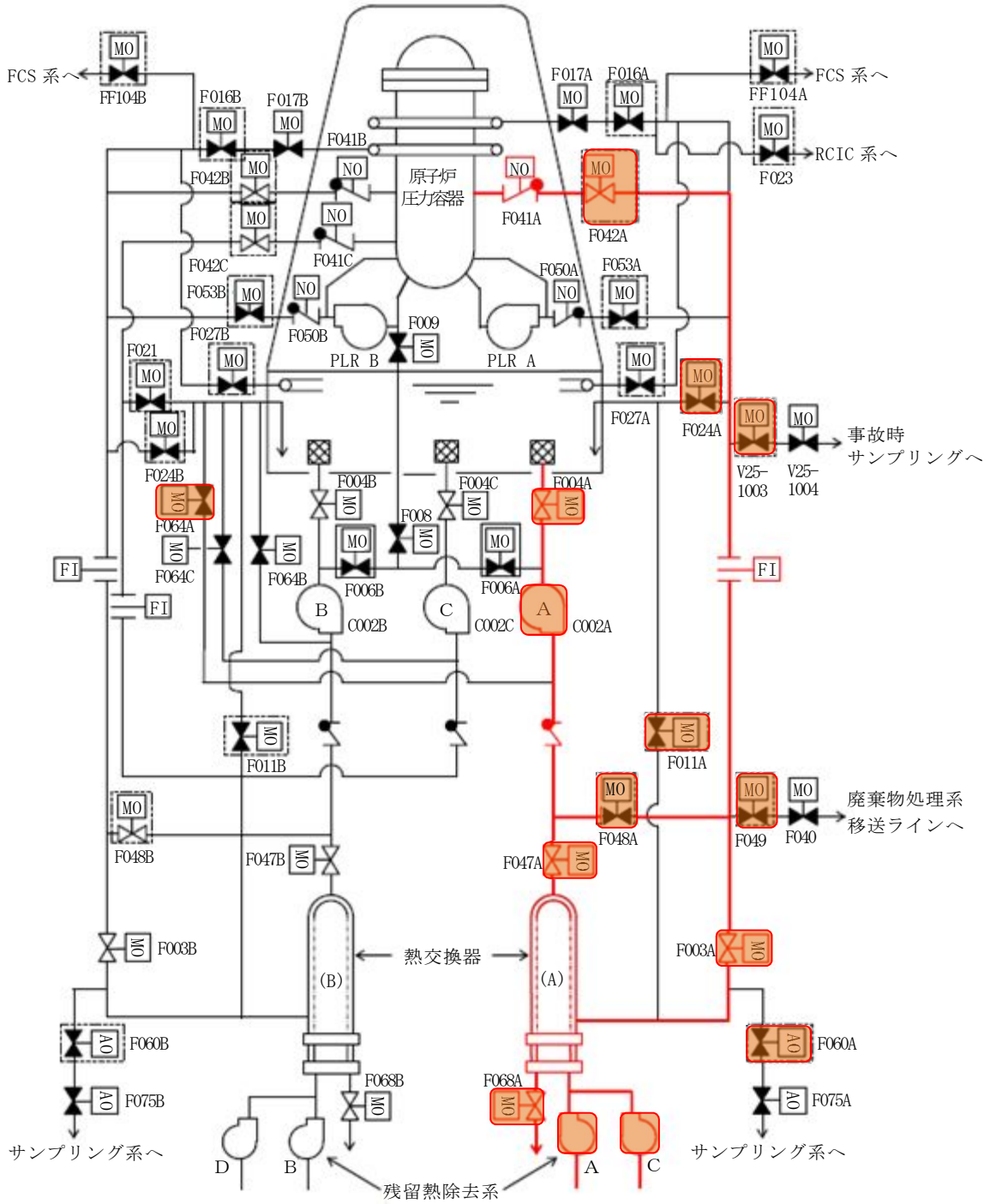
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)

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



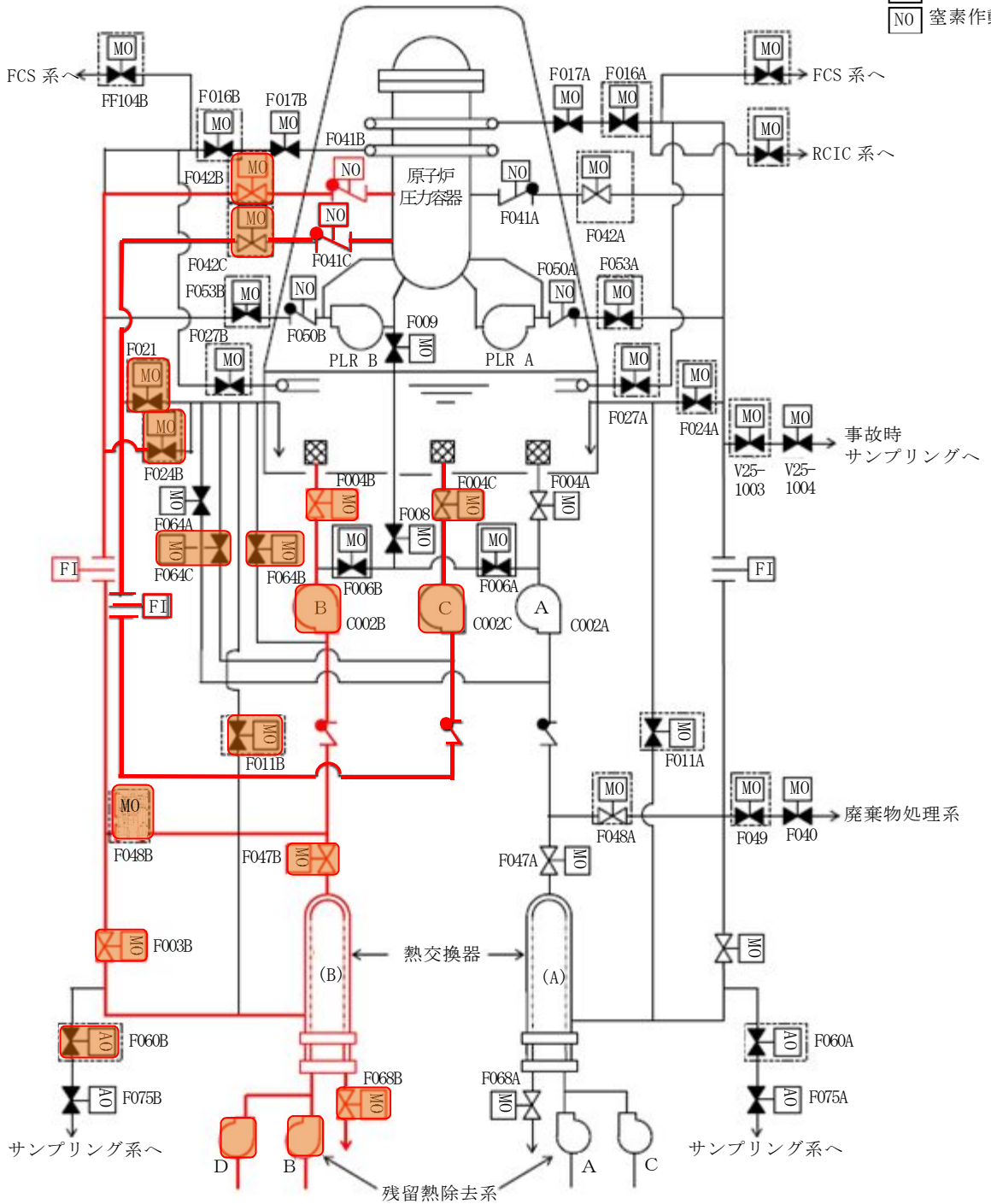
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)

第 5 図 残留熱除去系 (その 7)

炉心冷却機能

(残留熱除去系 (低圧注水系)) (区分Ⅱ)

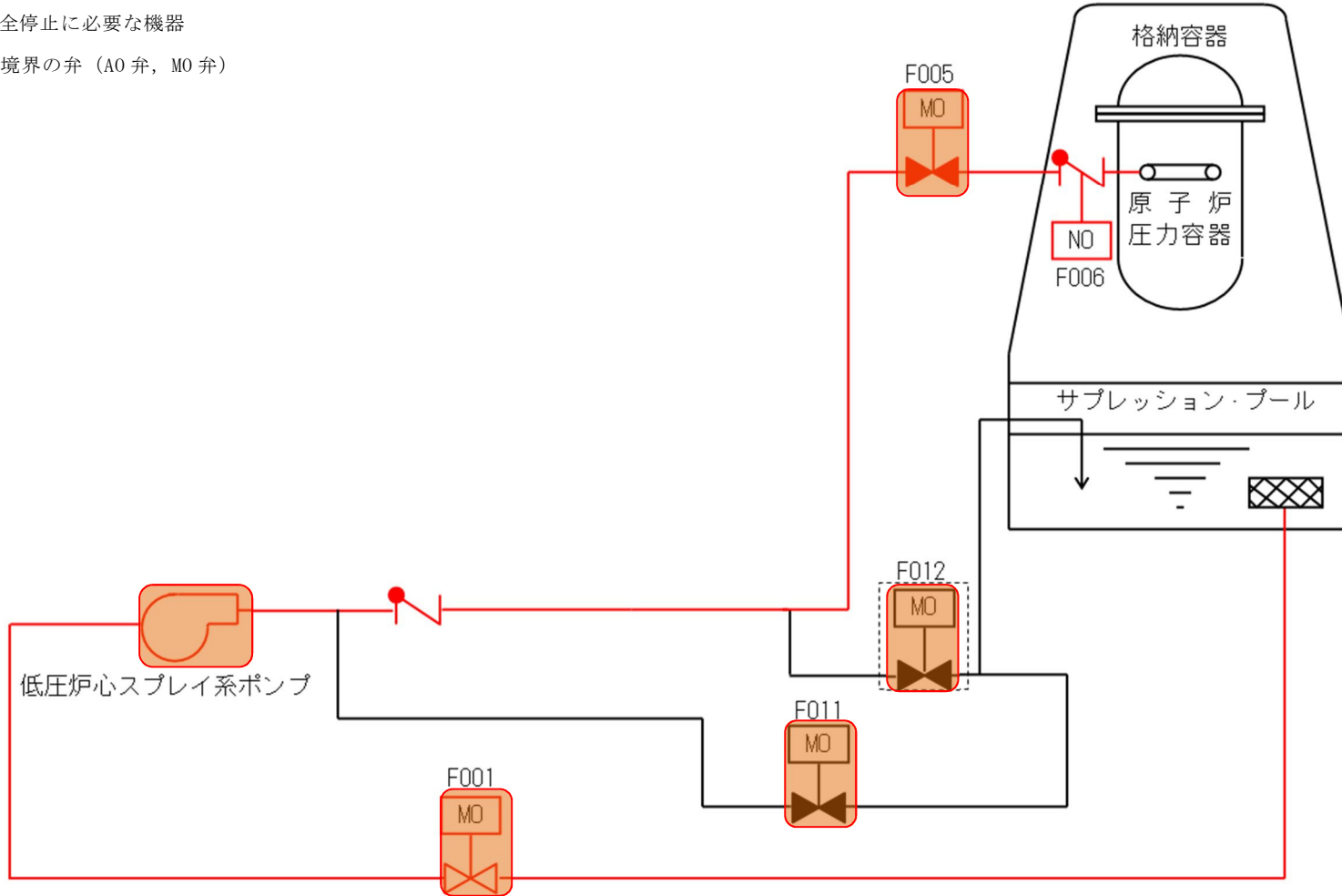
- [HO] 油圧作動弁
- [MO] 電動弁
- [AO] 空気作動弁
- [NO] 窒素作動弁



- 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)

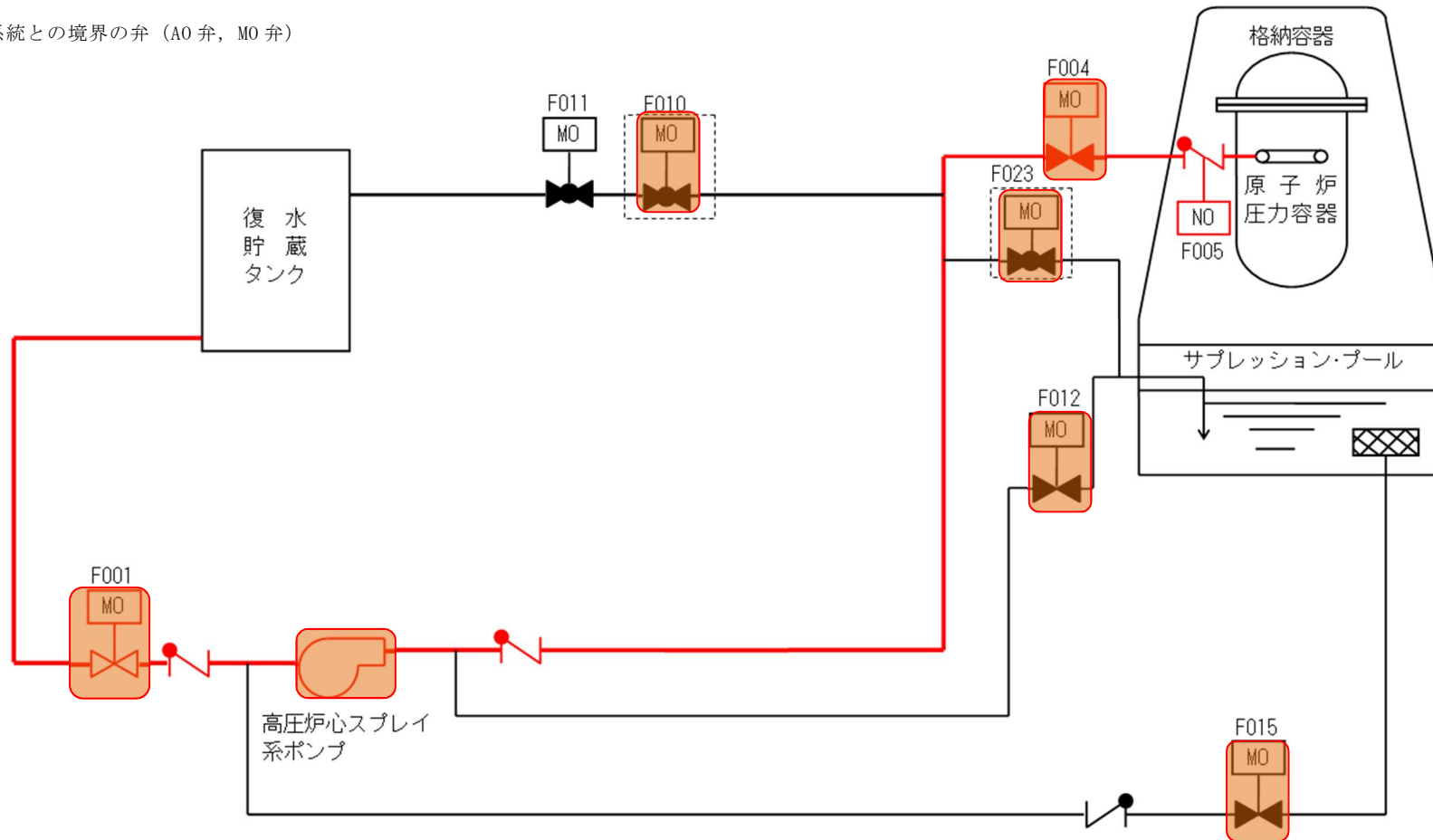
第 5 図 残留熱除去系 (その 8)

- 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)

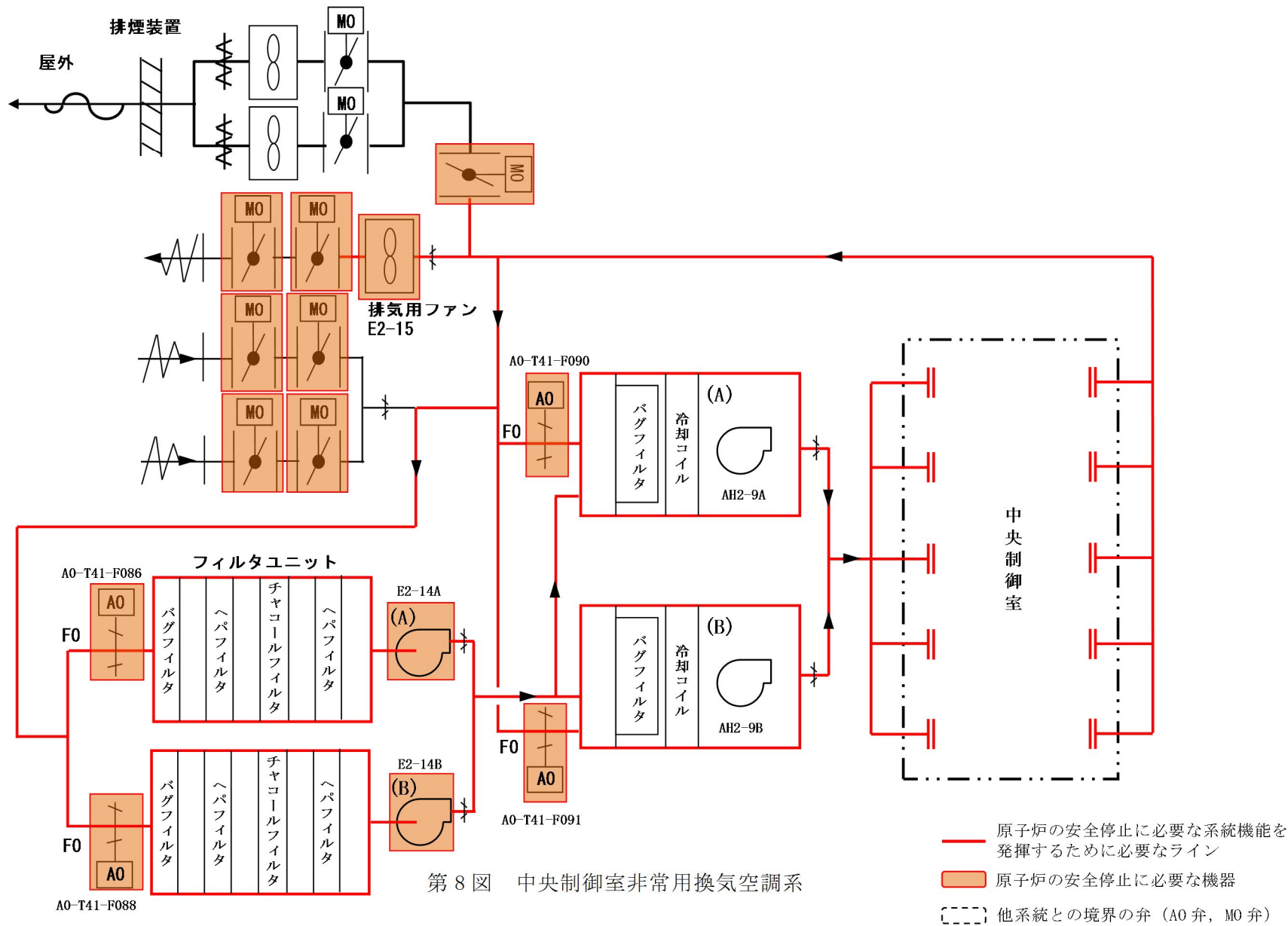


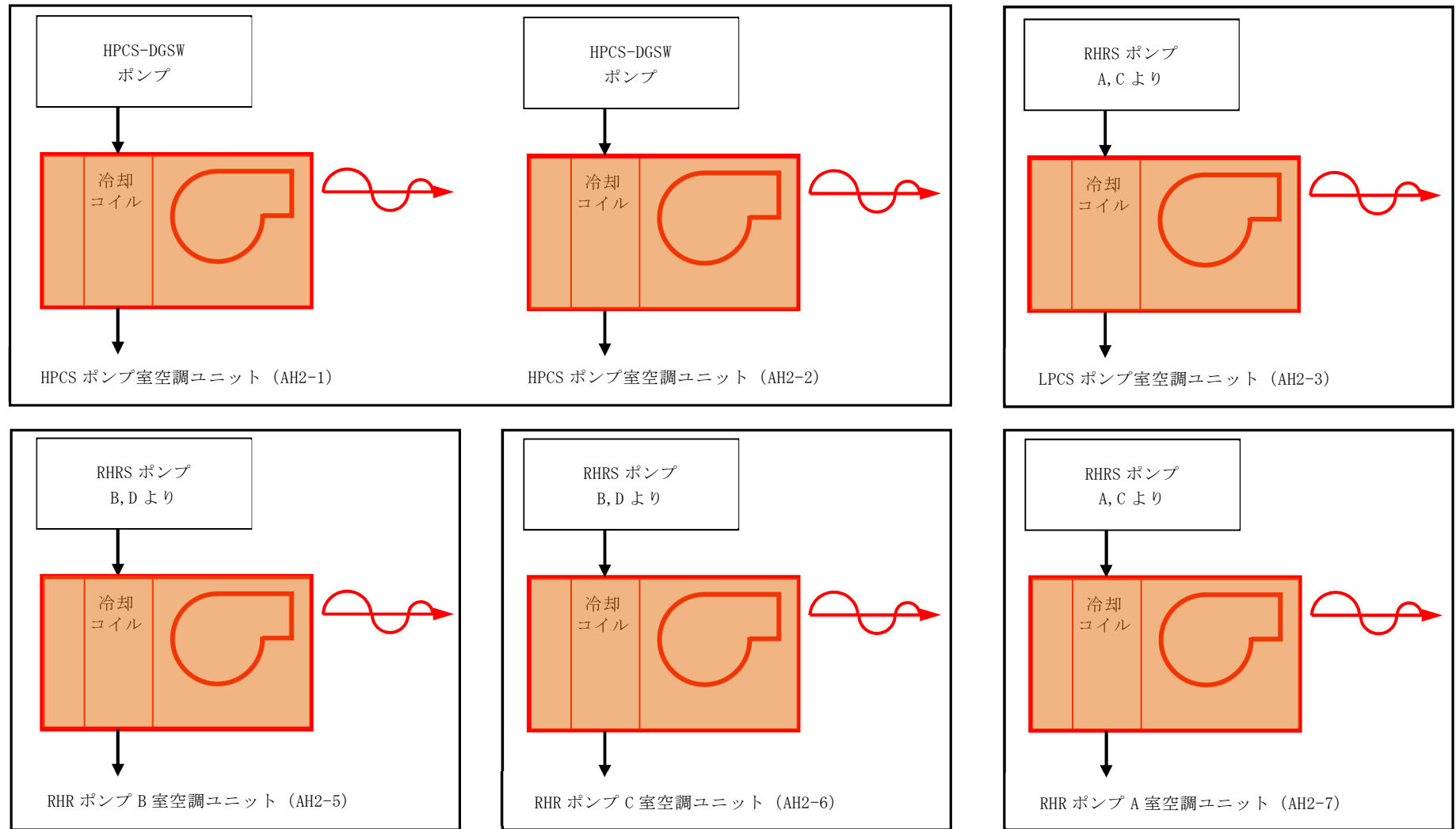
第 6 図 低圧炉心スプレイ系

- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- MO 原子炉の安全停止に必要な機器
- MO 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)



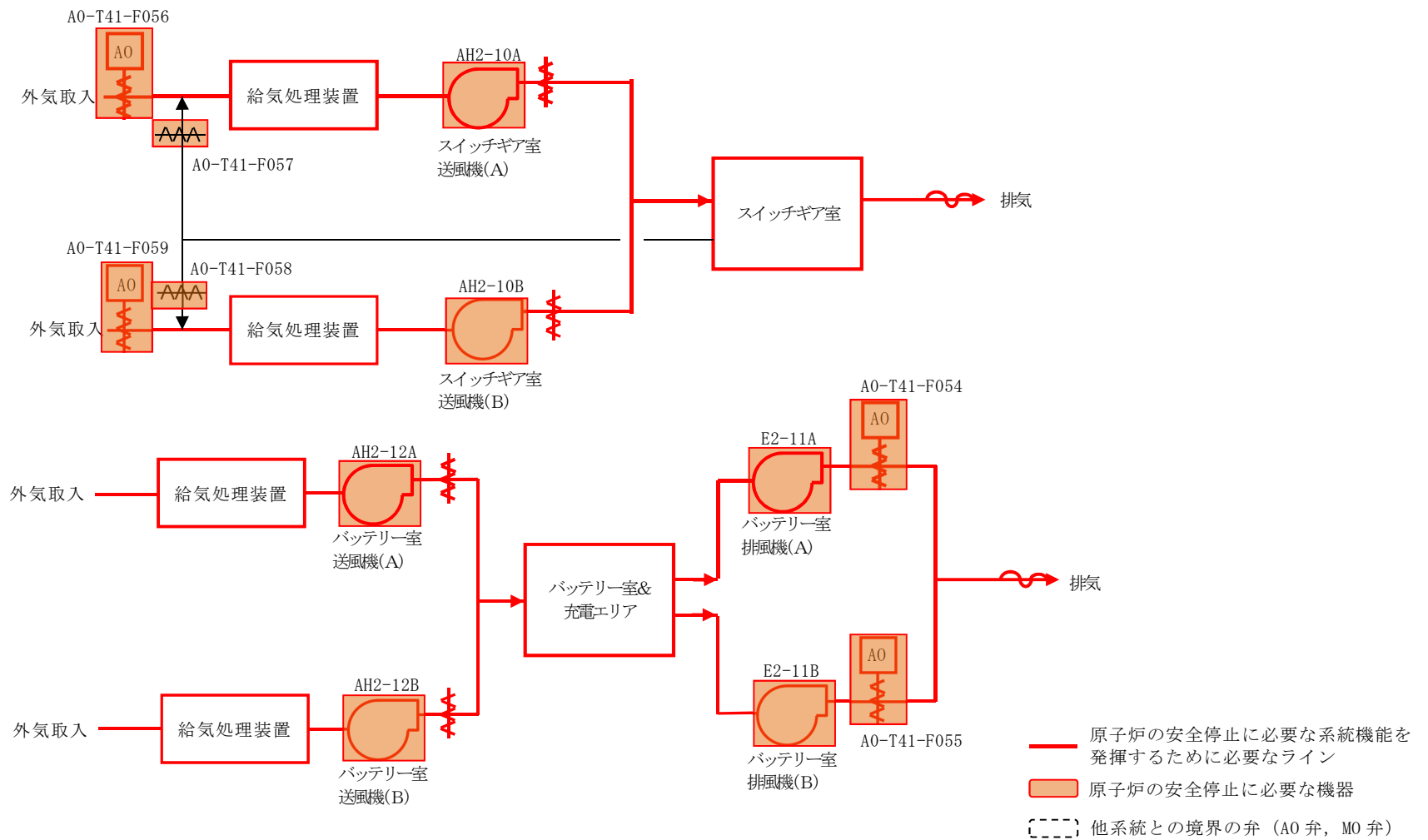
第 7 図 高圧炉心スプレイ系



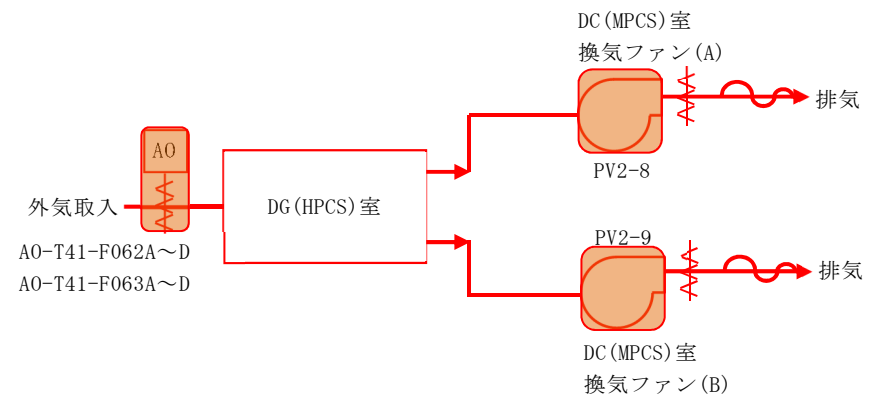
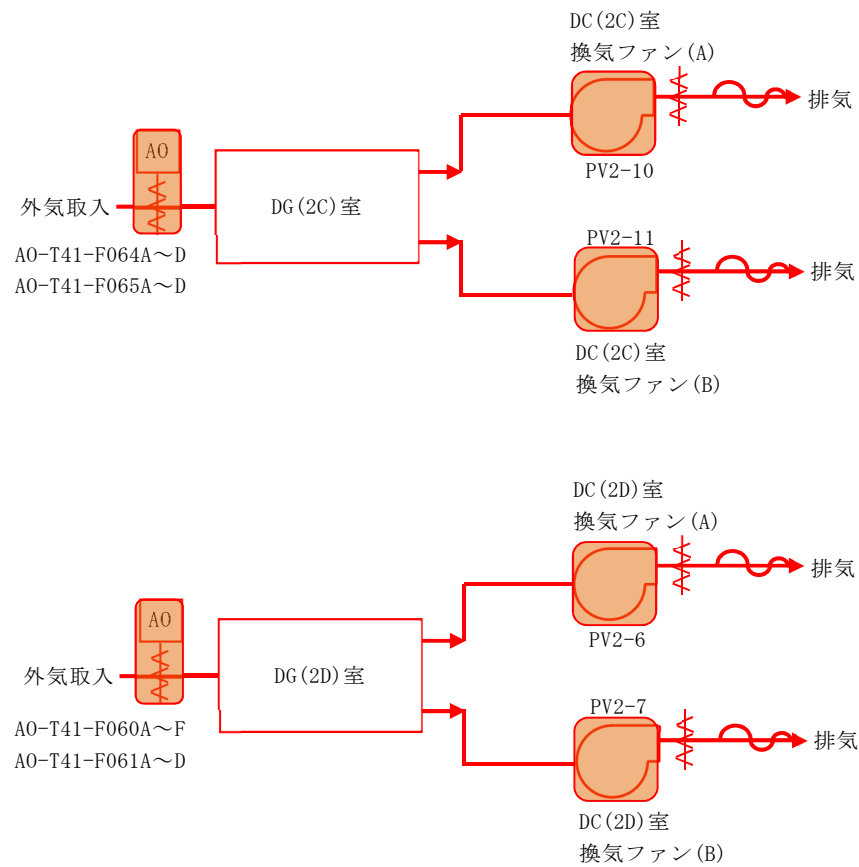


第9図 非常用換気空調系 (その1)

- 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)

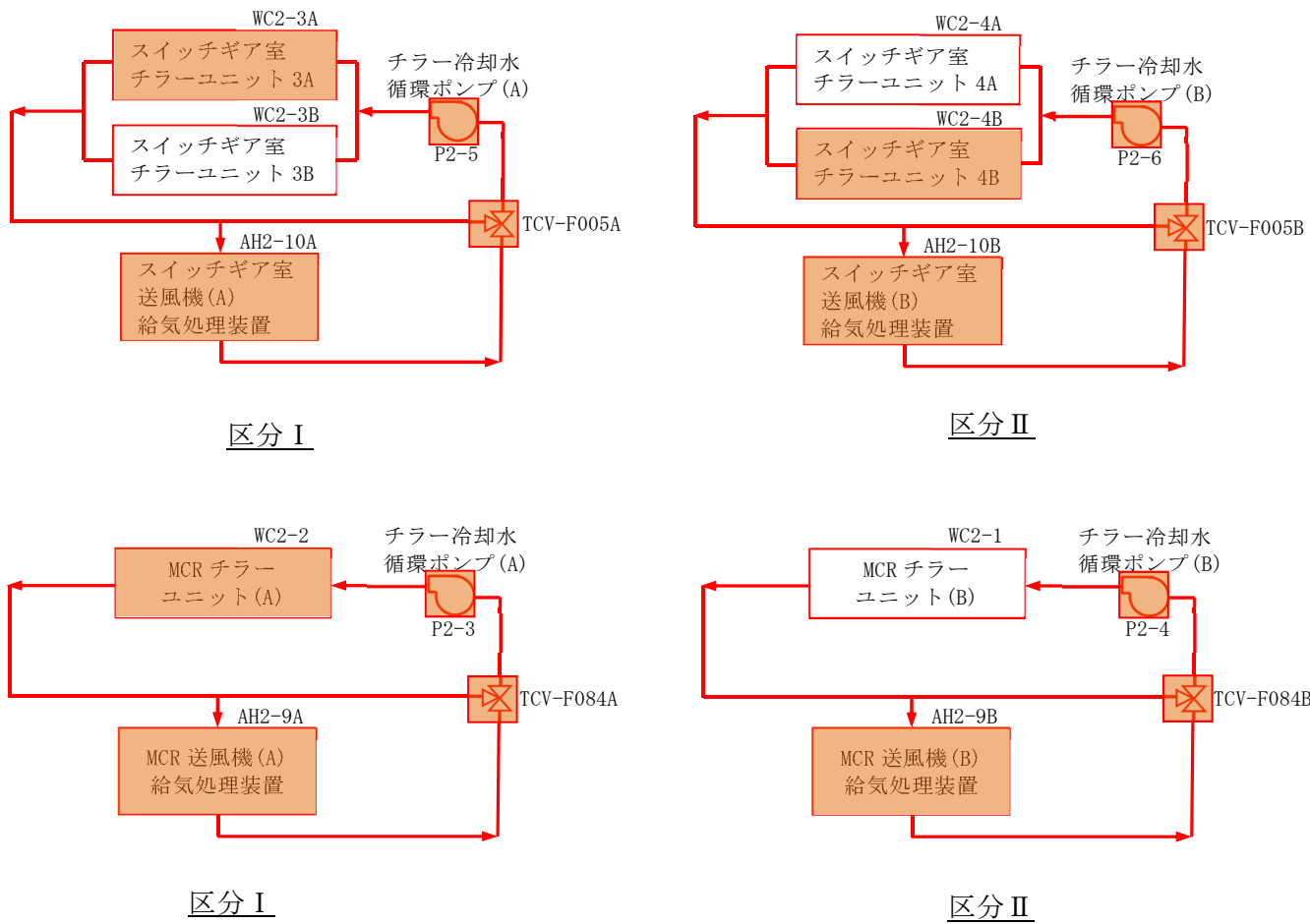


第 9 図 非常用換気空調系 (その 2)



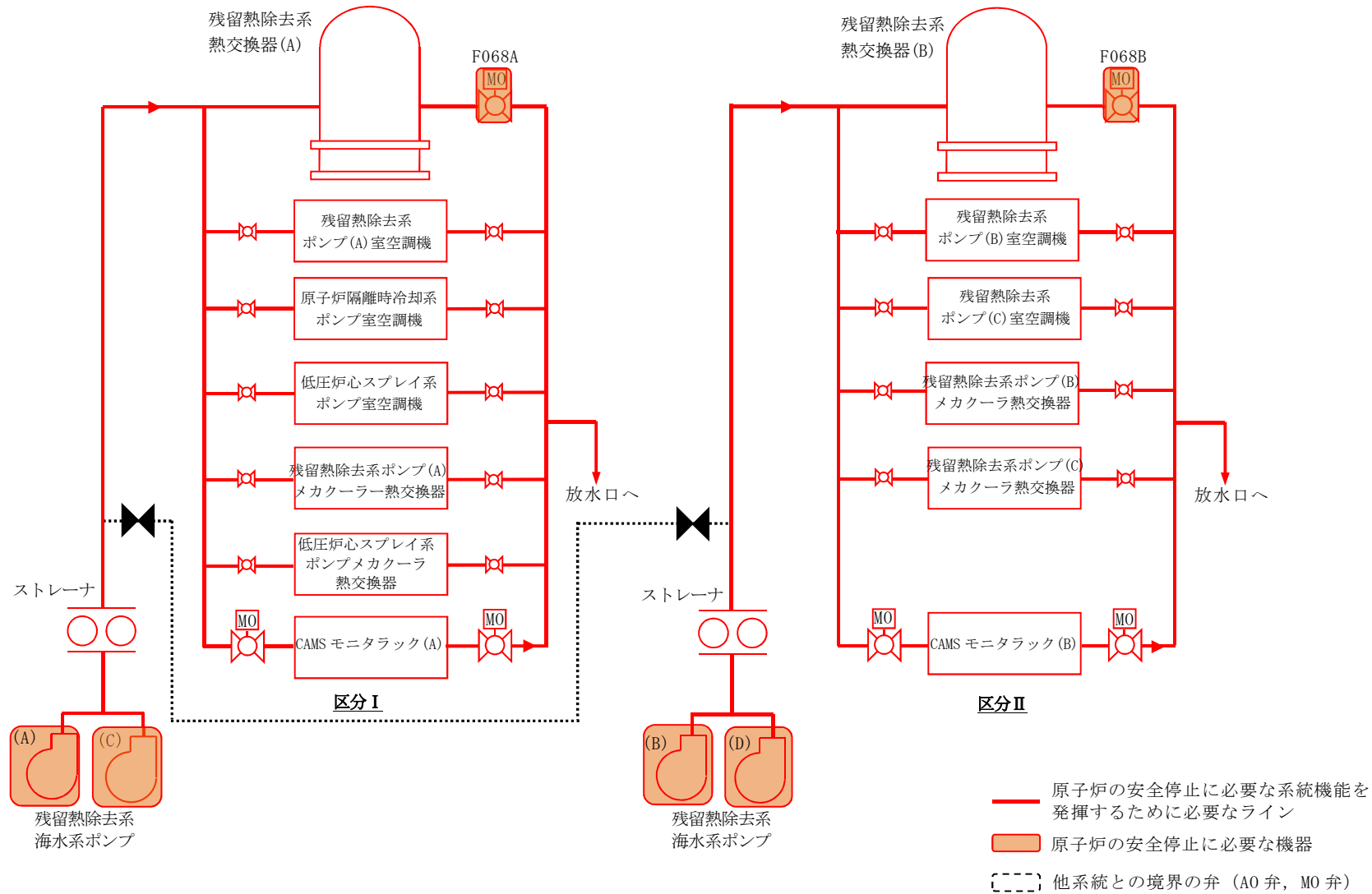
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)

第 9 図 非常用換気空調系 (その 3)

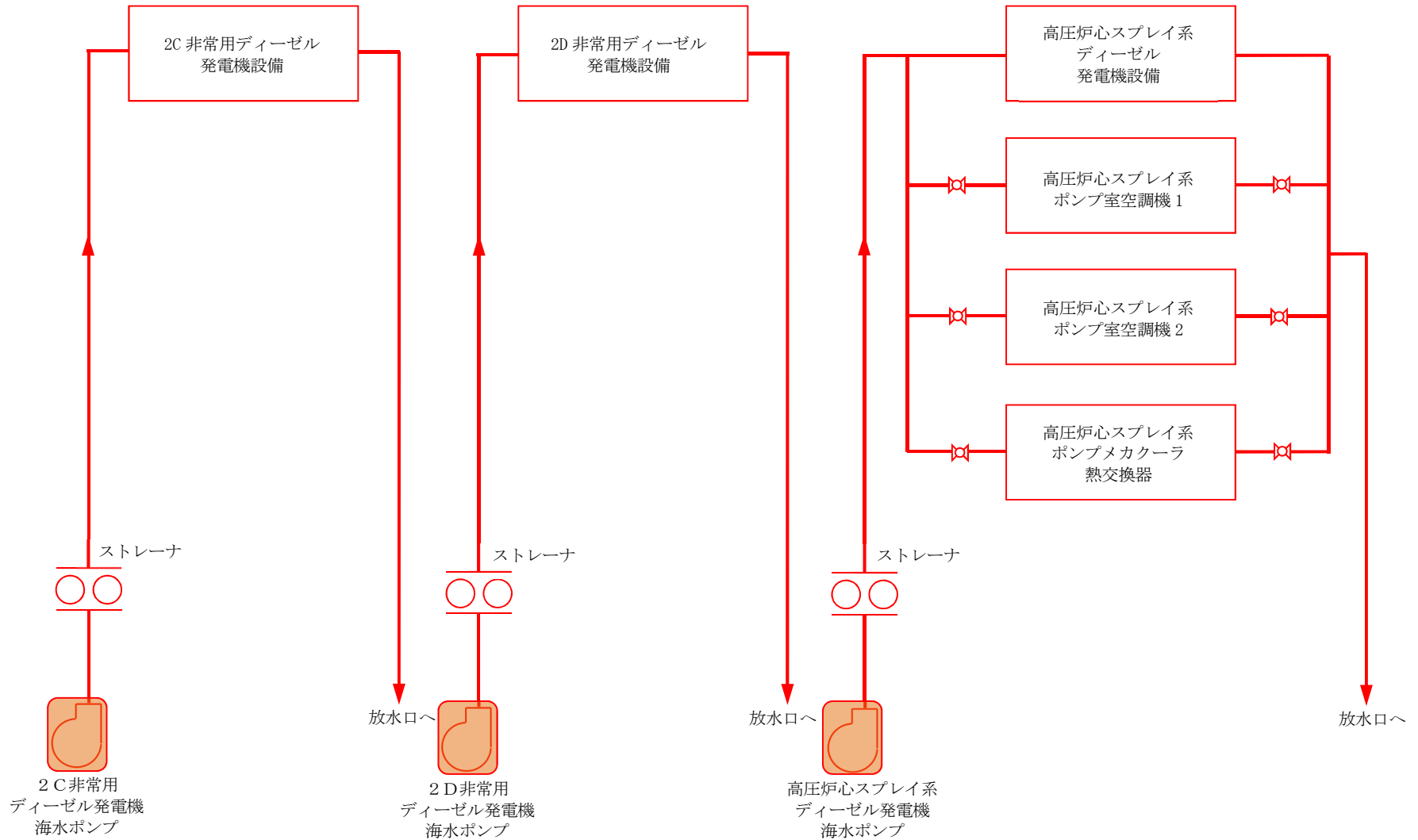


第 9 図 非常用換気空調系 (その 4)

- 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 10 図 残留熱除去海水系



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)

補足説明資料 1-2

火災区域の配置を明示した図面

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 3.2(1)項に示す火災区域の配置を示すために、補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

火災区域の配置を次頁以降の図に示す。

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33)

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35)

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37)

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39）

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40)

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41)

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44)

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45）

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46)

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47)

日本原子力発電株式会社

補足説明資料 1-3

内部火災に関する工事計画変更認可後の
変更申請対象項目の抽出について

1. 目的

本資料は、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く、火災防護に関する設計のための評価及び試験に関して、工事計画変更認可後の変更手続きの可否を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

工事計画変更認可後の変更手続きの可否に着目して整理した工認記載ポイントを次頁以降に示す。

表 内部火災に関する工事計画変更認可後の変更申請対象項目の抽出について

内部火災に関する評価及び試験	評価の考え方	工認変更 (下記の条件となった場合に工認変更手続きが必要)		工認記載ポイント		評価頻度
				本文(基本設計方針)	説明書	
建屋内装材の不燃性材料確認試験	不燃性材料と同等の性能であることを試験により確認する。	不燃性材料の要件(建築基準法, 消防法に基づく材料, 同等の性能を試験により確認した材料)を変更する場合	不燃性材料の要件を定める。要件を満足する材料を使用する場合の設備変更にあたって, 方針に従い試験を満足する材料を使用する場合は工認の変更不要	建築基準法に基づく不燃材料又は準不燃材料若しくはこれと同等の性能を有することを試験により確認した不燃性材料, 又は消防法に基づく防災物品若しくはこれと同等の性能を有することを試験により確認した材料	具体的な要件, 試験方法及び試験結果の例を記載	・設備改造時に必要に応じて試験を実施する。
難燃ケーブルの試験	難燃ケーブルの性能を試験により確認する。	難燃ケーブルの性能を確認するための試験方法(適用規格)を変更する場合	難燃ケーブルの性能を確認するための試験を定める。試験を満足する材料を使用する場合は工認の変更不要	ケーブルは自己消火性を確認するUL垂直燃焼試験並びに延焼性を確認するIEEE垂直トレイ燃焼試験によって, 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	具体的な試験方法及び試験結果の例を記載	・設備改造時に必要に応じて試験を実施する。
耐火能力を確認する火災耐久試験(3時間)	耐火壁(貫通部シール, 防火扉, 防火ダンパ含む)が3時間以上の耐火能力を有することを確認する。	耐火能力の確認方法を変更する場合(火災耐久試験以外の試験で確認する隔壁等とする場合)	火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を確認することを定める。火災耐久試験により確認する隔壁の修繕, 防火扉の取替等は工認の変更不要	・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, 防火ダンパを含む)により他の区域と分離する。 ・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によって, 互いに相違する系列間の系統分離を行う設計とする。	火災区域の分離及び系統分離の具体策, それぞれの火災耐久試験の方法・結果を記載	・設備改造時に必要に応じて試験を実施する。
耐火能力を確認する火災耐久試験(1時間)	耐火壁が1時間以上の耐火能力を有することを確認する。	耐火能力の確認方法を変更する場合(火災耐久試験以外の試験で確認する隔壁等とする場合)	火災耐久試験により1時間以上の耐火能力を確認することを定める。火災耐久試験により確認する鉄板の取替等は工認の変更不要	火災耐久試験により1時間の耐火能力を有する隔壁等の設置によって, 互いに相違する系列間の系統分離を行う設計とする。	・系統分離の具体策 ・火災耐久試験の方法・結果を記載 ・ケーブルトレイ上部の1時間耐火能力の設計の妥当性評価を記載	・設備改造時に必要に応じて試験を実施する。
火災の影響評価	火災の伝播評価を実施し, 原子炉の安全停止に関わる安全機能が確保されることを確認する。	火災の影響評価結果が変更となる場合	原子炉の安全停止に関わる安全機能が確保されることを確認する評価であり, 火災荷重変動や設備変更等は工認の変更不要	当該火災区域等の火災が隣接する火災区域等に影響を与えるか否かを評価する火災伝播評価の結果に応じ, 火災影響評価によって確認する。火災影響の概要を記載する。	原子力発電所の内部火災影響評価ガイドに基づく火災伝播評価, 火災影響評価の条件, 方法, 結果	・設備改造時に必要に応じて評価。 ・火災荷重が上限を超えないように管理する。(火災防護計画に規定)

2. 火災の発生防止に係るもの

補足説明資料 2-1

潤滑油又は燃料油の引火点，室内温度及び
機器運転時の温度について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 4.1(1)a.(c)項に示す火災区域又は火災区画内に設置する油内包設備に使用している潤滑油又は燃料油は、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説明するため、補足資料として添付するものである。

2. 内容

潤滑油の引火点、室内温度及び機器運転時の温度について、次頁以降に示す。

3. はじめに

火災区域内に設置する油内包設備に使用している潤滑油又は燃料油は、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。

4. 潤滑油の引火点，室内温度，機器運転時の温度

火災区域内に設置する油内包設備に使用している潤滑油の引火点は、約 226 °C～270 °C であり、各火災区域の室内温度（空調設計上の上限値である室内設計温度：約 10 °C～40 °C）及び機器運転時の潤滑油温度（運転時最高使用温度：約 80 °C～95 °C）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 [°C]	室内 温度 [°C]	機器運転時潤滑油 温度 [°C]
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

5. 燃料油の引火点，室内温度，機器運転時の温度

屋内の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 °C 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 °C 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。

補足説明資料 2-2

保温材の使用状況について

1. 目的

本資料は、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用する保温材が不燃性材料であることを、火災防護に関する説明書 4.2(1)b. 項、4.2(2)a. 項に基づき確認した結果を示すために、補足資料として添付するものである。

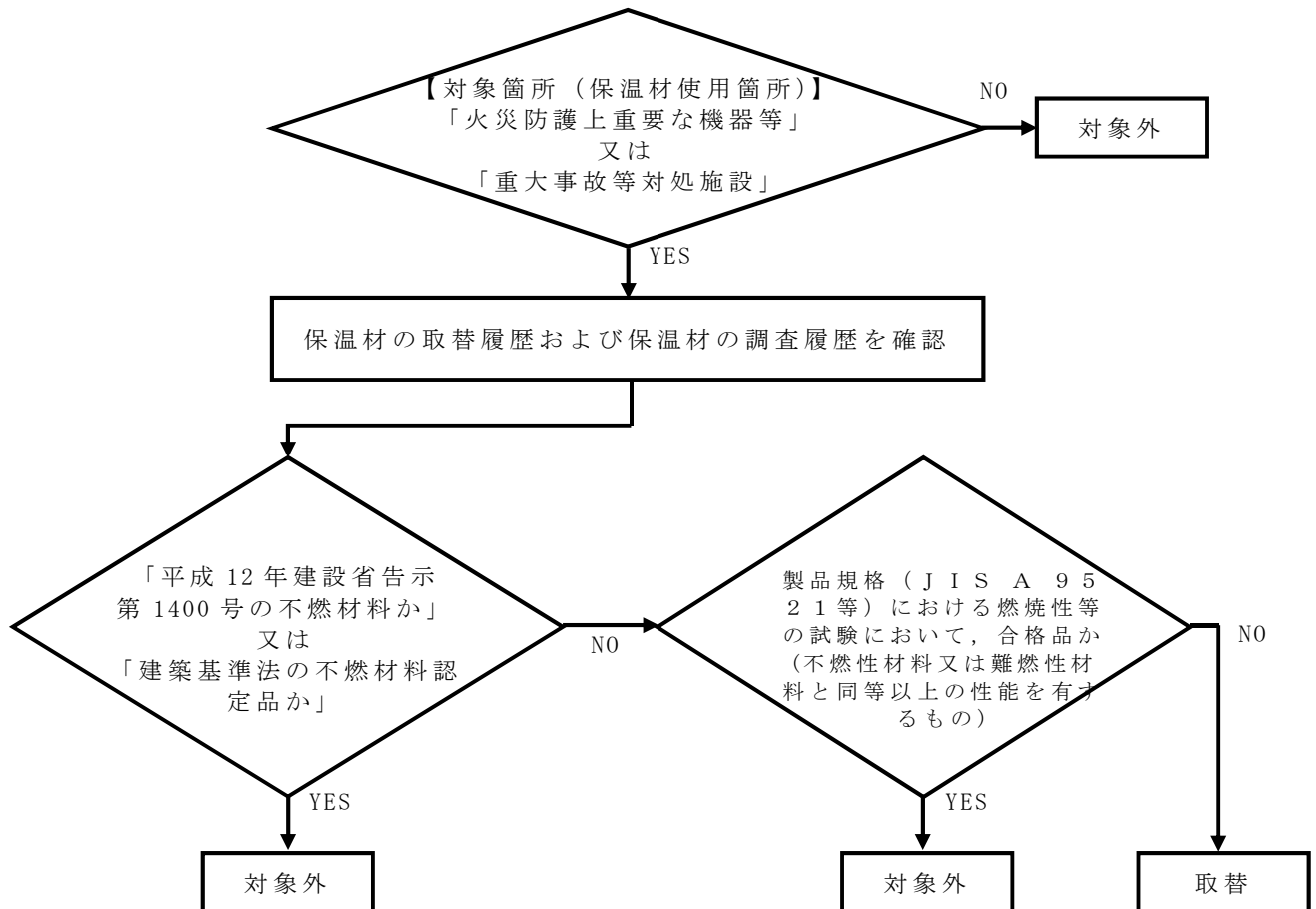
2. 内容

火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用する保温材が不燃性材料であることを確認した結果を示す。

3. 保温材の不燃性材料使用状況の調査

火災防護上重要な機器等又は重大事故等対処施設に対する保温材は、何れも建設時より不燃性材料を使用するが、保温材を取替えていることを踏まえて、調査を実施した。

図1に保温材の不燃性確認フローを示す。



第1図 保温材の不燃性確認フロー

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, フランジ, サポート	機器類 (タンク, ホンブ等)	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}

注記 *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 3 mm 以上のガラス繊維混入セメント板
- 七 厚さが 5 mm 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 12 mm 以上のせっこうボード
(ボード用原紙の厚さが 0.6 mm 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（J I S 等）で要求される燃焼性等の試験において，合格品のもの

補足説明資料 2-3

建屋内装材の不燃性について

1. 目的

本資料は、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設が設置される建屋に使用する建屋内装材が不燃性材料であることを確認した結果を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

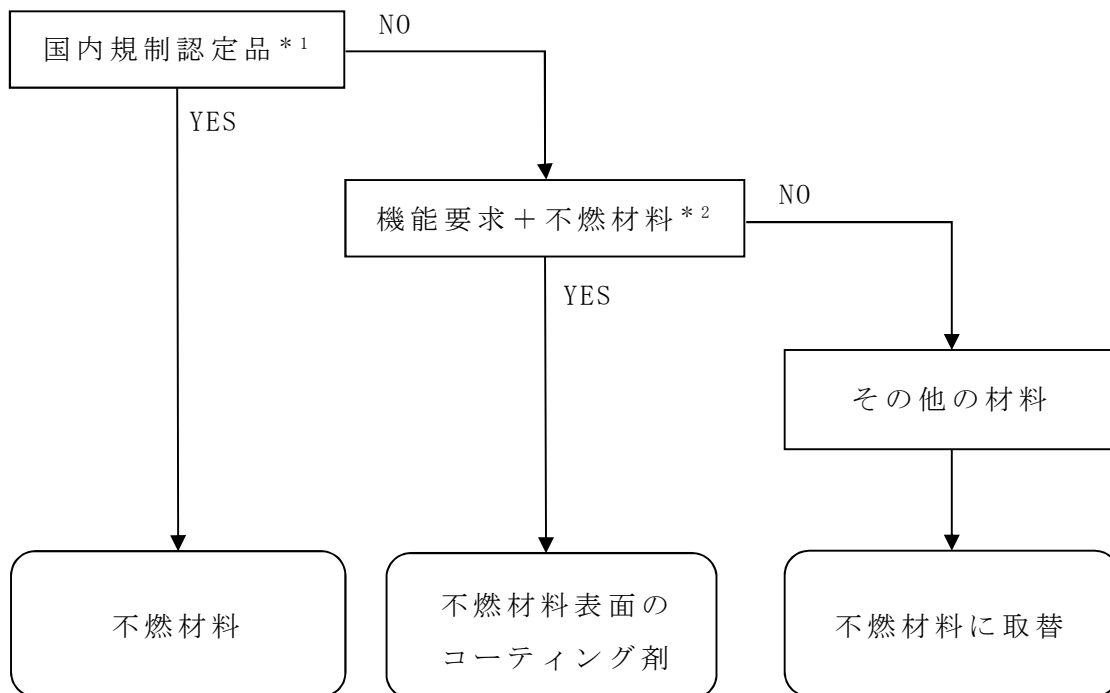
火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設が設置される建屋に使用する建屋内装材が不燃性材料であることを、火災防護に関する説明書 4.2(1)c.項、4.2(2)b.項及び 4.2(3)b.項並びに本資料の別紙 1 に示すフローに基づき確認した結果を、次頁以降に示す。

また、消防法を考慮した建屋内装材の適用範囲を別紙 2、防炎認定品である中央制御室のタイルカーペットを別紙 3 に示す。

第1表 火災防護上重要な機器及び重大事故等対処施設の建屋内装材使用状況

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	難燃性材料
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	難燃性材料
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	難燃性材料
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	不燃材料
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	不燃材料
原子炉建屋6階燃料交換台車操作室	床	長尺シート	その他の材料*
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	その他の材料*
中央制御室		タイルカーペット	防災認定品
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	不燃材料
緊急時対策所	床	タイルカーペット	不燃材料

注記 * : 不燃材料に取替えを行う。



注記 *1：建築基準法上及び消防法上の認定品を示す。（建築基準法上の仕様規定品含む）

*2：不燃材料表面に塗布されたコーティング剤を示す。

第 1 図 内装材の不燃性確認フロー

建屋内装材の確認範囲について

建屋内装材について、火災防護上、不燃性材料であることの確認を行う範囲を整理する。

建屋内装材の確認においては、建屋内装材自体が火災時の発火源になることはないため、火災が発生した場合に、直接火災に接する可能性のある表面部分を確認することが重要と考える。

また、消防法において、建屋内装材における床材等については、第1図に示すとおり表面を覆うものを防災規制の対象としている。

したがって、不燃性材料であることの確認を行う建屋内装材の範囲は、内装材の表面部分とする。

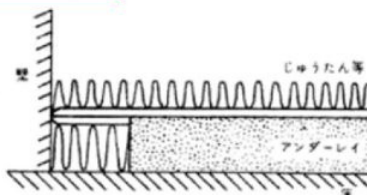
○下敷き材の取扱いについて

〔消防法、同施行令及び同施行規則に関する執務資料について〕

（昭和54年6月22日消防予第118号）
各都道府県消防主観部長あて 消防庁予防救急課長回答）

問 アンダーレイ（下敷き材）の取り扱いはどうなるか。

答 じゅうたん等として防災規制の対象となるのは、居室等の床面の表面を覆うものであり、じゅうたん等の弾力性をよくしたり、断熱効果を高める等のためにじゅうたん等の下に敷くアンダーレイ（下敷き材）は、通常の使用状態では防災規制の対象とはならないものと解する。

**解説**

アンダーレイがじゅうたん等の一部又は一種として防災規制の対象となるかどうかについて問うたものである。アンダーレイは、通常これだけを敷くことはなく、この上にさらにじゅうたん等を敷くことになるので、防災規制の趣旨からしても通常の使用状態では防災規制の対象とする必要はないことから、防災規制の対象外としたものである。なお、上にじゅうたん等を敷かなければ、アンダーレイも、当然防災規制の対象となることはいうまでもない。

第1図 消防法、同施行令及び同施行規則に関する執務資料について
（昭和54年6月22日消防予第118号 各都道府県消防主観部長あて消防庁予防救急課長回答）

（例解 消防設備質疑応答集（新日本法規出版）に加筆）

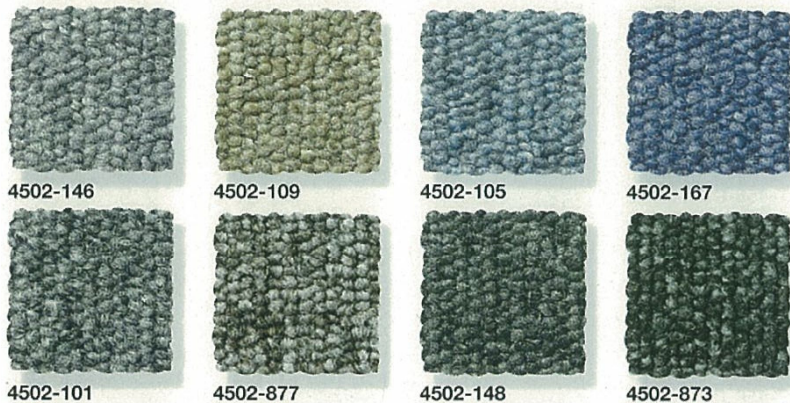
中央制御室のタイルカーペット（防災認定品）について

タピスセレクトOA カーペットタイル
◎JIS L 4406(認証番号QT0606001)

ECOTHINKING TOJIMA 工場内リサイクル

Anti-static Carpet Tile / TAPIS SELECT OA

高耐電性 防汚性 重歩行

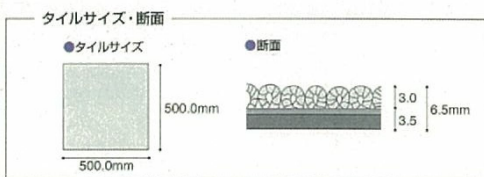


商品カラー番号列
 4502-101
 105
 109
 146
 148
 167
 873
 877

標準品
 ただし1色300㎡=75ケース以上の場合は納期1ヵ月



- 特長** 静電気による不快な電気ショックやOA機器などの誤作動を防止するタピスセレクトの高制電タイプ
- 用途** 建物：オフィスビル、学校、公共施設、工場など
 部位：コンピュータールーム、情報管理室、精密機械室など



価格・規格 VOC対策品

価格	9,000円/㎡
材質区分	カーペットタイル(ループパイル)
素材	パイル/ナイロンF100%(特殊導電繊維入り) バッキング/PVC特殊制電コンパウンド+ ガラス繊維不織布(積層)
寸法	6.5mm(厚さ)×500.0mm×500.0mm
パイル長	3.0mm
パイル密度	1/10ゲージ×12ステッチ
色数	8色
梱包	16枚/ケース(=4㎡分)
重量	21kg/ケース

工法

工法	下地	接着剤
一般工法	モルタル コンクリート 二重床	スベリ止め剤

※下地は湿気がなく、平坦で強度のあることが必要です。下地から絶えず湿気の上昇が予想される場所では施工を避けてください。接着不良や臭気が発生することがあります。

※下地全体に地べらでスベリ止め剤を塗布し施工します。なお、下地の種類によってはローラー刷毛やくし目ゴテも使用します。

※市松貼りを標準工法とします。

特性

帯電性	0.5kV以下 (23℃ 25%RH合成底靴/JIS L 4406)
電気抵抗	表面電気抵抗値(長さ方向) 10 ¹¹ Ω以下 垂直電気抵抗値 10 ⁹ Ω以下 (23℃ 25%RH/JIS L 4406)
染色堅ろう度	耐光堅ろう度 4級以上(JIS L 4406) 摩擦堅ろう度(乾) 4級以上(JIS L 4406)
防汚性	防汚系+フッ素系樹脂加工(SG加工)

TAPIS SELECT OA
 Anti-static carpet tile for office automation

●MATERIAL

Pile	:100%Nylon Filament (stain resistant),Loop
Backing	
Primary backing	:Non woven polyester
Secondary backing	:Reinforced PVC

●SPECIFICATIONS

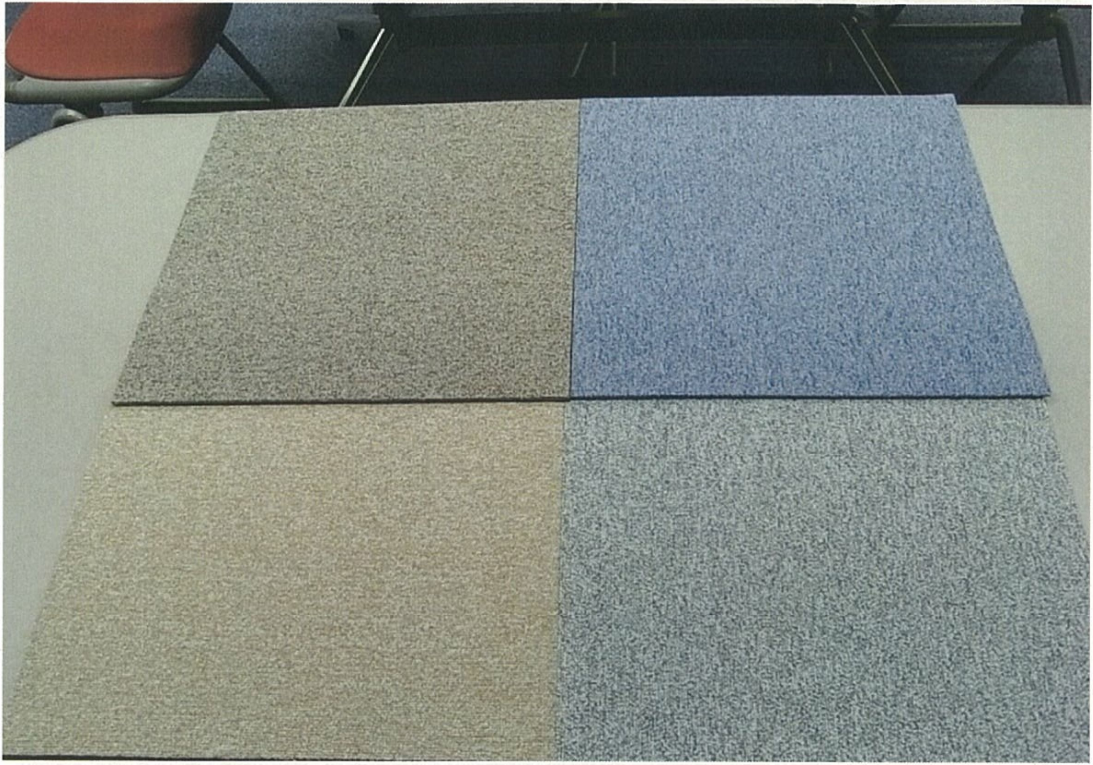
Total thickness	:6.5mm
Tile size	:500.0mm×500.0mm
Pile height	:3.0mm
Pile density	:Gauge#1/10 stitch rate 12/inch
Total weight	:21kg
Contents per carton	:16pcs

●PROPERTY

Antistatic	:Built-up change below 0.5kV(23℃, 25%RH synthetic shoe bed /JIS L 4406) Electrical surface resistant not more than 10 ¹¹ Ω Electrical volume resistant not more than 10 ⁹ Ω
Color fastness	:Light over class 4(JIS L 4406) Rubbing over class 4(JIS L 4406)
Flammability	:Flameproof performance test No. ET920142

※特注品は394～397ページをご参照ください。

防火性能試験番号 ET 920142
 F☆☆☆☆ 認定番号 J04-30192 (371ページ参照)



補足説明資料 2-4

難燃ケーブルの使用について

1. 目的

本資料は、火災防護上重要な機器及び重大事故等対処施設に使用するケーブルが、発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書 4.2(1)d.項に示す方法で、難燃ケーブル又は防火措置（防火シート等による措置）を講じることにより、難燃ケーブルと同等以上の性能を有するケーブルであることを確認した結果を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

火災防護上重要な機器及び重大事故等対処施設に使用するケーブルが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を自己消火性を確認する U L 1 5 8 1 (F o u r t h E d i t i o n) 1080. V W - 1 垂直燃焼試験並びに延焼性を確認する I E E E S t d 3 8 3 - 1974 垂直トレイ燃焼試験又は I E E E S t d 1 2 0 2 - 1991 垂直トレイ燃焼試験による実証試験にて確認した結果を次頁以降に示す。

なお、防火措置を施した非難燃ケーブルにおける難燃性能の確認については、「補足説明資料 5. 非難燃ケーブル対応に係るもの」参照。

第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	2017.3.9
	4	難燃 EP ゴム	難燃クロロ プレングム	2	0	無	合格	2013.7.3
	5	シリコンゴム	ガラス編組	0	0	無	合格	2013.8.30
制御 ケーブル	6	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
	7	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
	8	難燃 EP ゴム	難燃クロロ プレングム	2	0	無	合格	2013.7.3
	9	シリコンゴム	ガラス編組	0	0	無	合格	2013.8.30
	10	ETFE* ¹	難燃特殊 耐熱ビニル	3	0	無	合格	2014.5.23
計装 ケーブル	11	難燃 EP ゴム	難燃クロロ プレングム	2	0	無	合格	2013.7.3
	12	ETFE* ¹	難燃クロロ プレングム	1	0	無	合格	2014.6.26
	13	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
	14	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
	15	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
	16	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
	17	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
	18	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
光ファ イバケ ーブル	19	FRP* ²	難燃ビニル	0	0	無	合格	2014.5.23
	20	難燃 FRP* ²	難燃特殊 耐熱ビニル	1	0	無	合格	2014.1.20

注記 *1：四フッ化エチレン・エチレン共重合樹脂を示す。

*2：光ファイバケーブルには絶縁体がないため、中央支持材を記載する。

第2表 延焼性の実証試験結果 (I E E E S t d 3 8 3 - 1 9 7 4 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)	合否	
高圧 ケーブル	1	架橋 ポリエチレン	難燃ビニル	1150	465	合格	1999.9.23
	2	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	650	265	合格	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	960	0	合格	2010.6.1
	4	難燃 EP ゴム	難燃クロロ プレングム	850	0	合格	1979.3.16
	5	シリコンゴム	ガラス編組	300	0	合格	1982.4.22
制御 ケーブル	6	難燃架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1120	0	合格	1984.9.19
	7	難燃架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	810	0	合格	1982.5.24
	8	難燃 EP ゴム	難燃クロロ プレングム	850	0	合格	1979.3.16
	9	シリコンゴム	ガラス編組	300	0	合格	1982.4.22
	10	ETFE* ²	難燃特殊 耐熱ビニル	330	0	合格	1982.4.28
計装 ケーブル* ¹	11	難燃 EP ゴム	難燃クロロ プレングム	850	0	合格	1979.3.16
	12	ETFE* ²	難燃クロロ プレングム	440	0	合格	1982.5.12
	13	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1800 mm 以上	—	—	2013.9.20
	14	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1800 mm 以上	—	—	2013.9.20
	15	静電遮蔽付 架橋ポリエチレ ン	難燃特殊 耐熱ビニル	850	0	合格	1979.3.15
	16	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	1300	120	合格	2013.9.20
	17	架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1070	0	合格	2014.7.9
	18	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1730	0	合格	2014.7.15

注記 *1: 計装ケーブルのうち同軸ケーブル (No.13~18) 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
線管に敷設している。これらのうち、I E E E s t d 3 8 3 - 1 9 7 4 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を示す。

第3表 延焼性の実証試験結果（IEEE Std 1202-1991 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	19	FRP*	難燃ビニル	1130	0	2011.1.18
	20	難燃 FRP*	難燃特殊 耐熱ビニル	1130	0	2011.2.11

注記 *：光ファイバケーブルには絶縁体がないため、中央支持材を記載する。

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

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敷設するとともに、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、原子炉格納容器内における核計装ケーブルは自己消火性を確認するUL 垂直燃焼試験及び耐延焼性を確認するIEEE 383 垂直トレイ燃焼試験の要求事項を満足した難燃ケーブルを使用している。一方で、一部の放射線モニタ用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IEEE 383 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、IEEE 383 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. 電線管敷設による火災発生防止対策

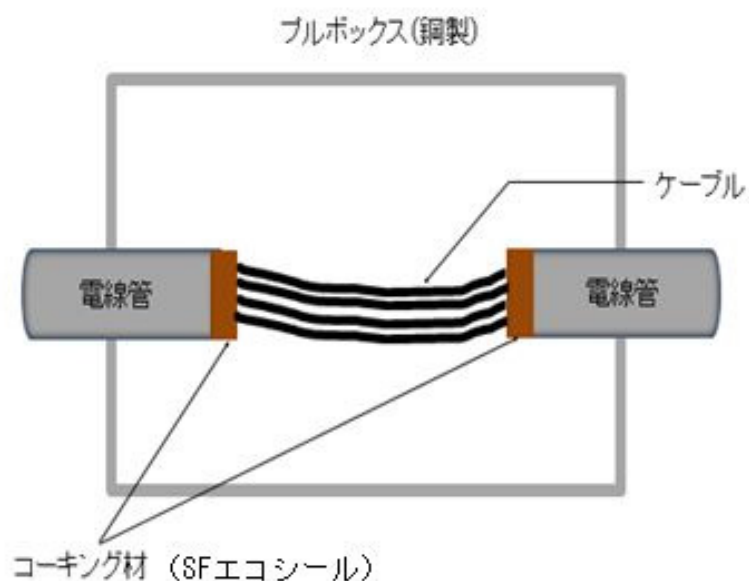
2.1 酸素不足による燃焼継続の防止

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敷設している。電線管内に敷設することにより、IEEE 383 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場合でも、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。

IEEE 383 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1 mあたりを完全燃焼させるために必要な空気量は約0.13 m³であり、この0.13 m³が存在する電線管長さが約14 mであることを考慮すると、最大長さが50 mである電線管は、約3.6 m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）

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

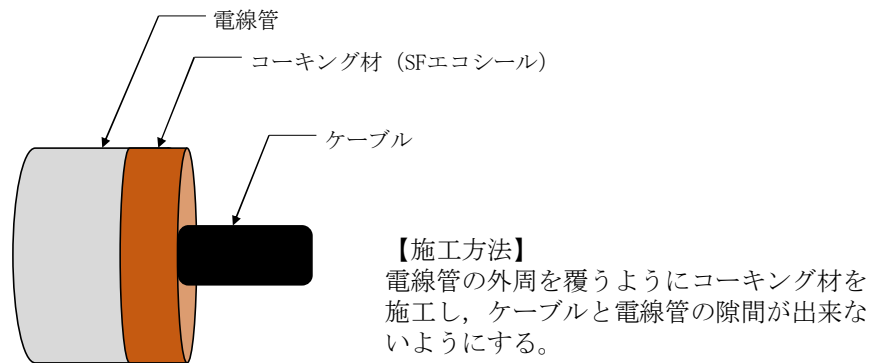
有機質バインダー、難燃材、有機繊維 他

(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 °C 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 °C 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。

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、第 1 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 1 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	J I S A 5 7 5 2により、温度 105～110 °C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	気密漏洩がないこと	内外差圧 6300 Pa の容器内に N2 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、I S O 8 3 4 - 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	J I S A 5 7 5 2により、温度 180 °C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 700 kGy で照射し、さらに温度 180 °Cの恒温器で 3 時間加熱後に常温、放射線照射後及び加熱後の針入度を求める。併せて J I S K 6 2 6 9 に準拠し、酸素指数を測定する。

補足説明資料 2-5

屋外の重大事故等対処施設の竜巻による
火災の発生防止対策について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 4.3(4)項に示す屋外の重大事故等対処施設の竜巻による火災の発生防止対策が、重大事故等対処施設に対する火災防護特有であるため、補足資料として添付するものである。

2. 内容

屋外の重大事故等対処施設の竜巻による火災の発生防止対策について、次頁以降に示す。

3. 常設代替高圧電源装置の竜巻による火災の発生防止対策について

(1) 設計方針

非常用ディーゼル発電機及び可搬型代替低圧電源車と常設代替交流電源設備は、同時にその機能が損なわれることがないように、位置的分散を図っている。

また、竜巻影響評価において非常用ディーゼル発電機は、外部事象防護対象施設として、設計竜巻に対して外殻機能を有する建屋に内包されており、安全機能が維持できることを確認しているため、位置的分散とあいまって、常設代替高圧電源装置と同時に電源供給機能が損なわれるおそれはない。

なお、常設代替高圧電源装置は、設計用地震力に対して十分な支持機能を確保するため、固縛を実施する設計としている。

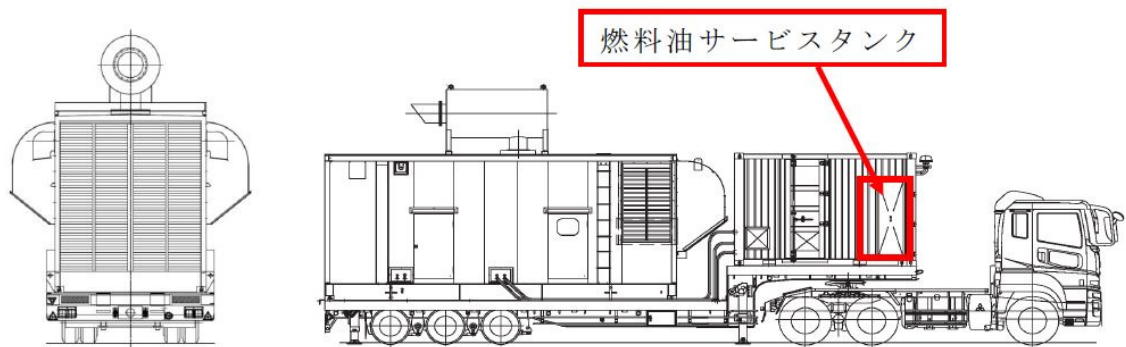
万一、常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクが、竜巻による飛来物で破損した場合を想定し、堰の設置及び制御盤（発火源）に漏えいした燃料が流入しないように制御盤扉へのパッキン施工により、火災の発生防止対策を講じる設計とする。

(2) 燃料油の漏えい，拡大防止対策

a. 漏えい燃料の拡大を防止する堰の設置

漏えい燃料の拡大を防止し，発火源との接触を防ぐ油受けの堰を設置する設計とする。

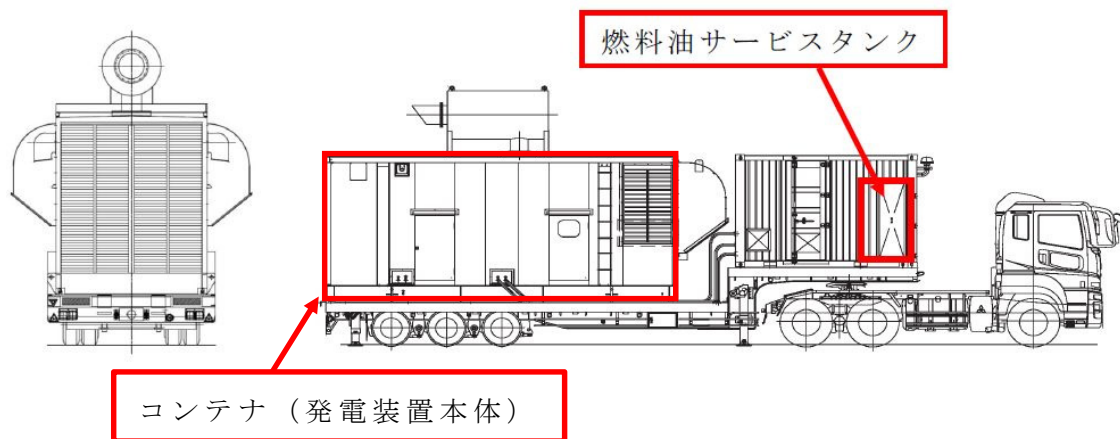
また，堰は，常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの保有量全量を貯留可能な設計とする。



第 1 図 常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの堰

b. 制御盤への燃料流入防止

制御盤内への漏えい燃料の流入を防止するため、制御盤扉にパッキンを施工する設計とする。



第 2 図 制御盤扉のパッキン施工

補足説明資料 2-6

水素の蓄積防止対策について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 4.1(5)項に示す放射線分解により発生する水素の蓄積防止対策が、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）」及び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）」に基づき対策を実施しており、火災防護特有であるため、補足資料として添付するものである。

2. 内容

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）」を受けた対策後の報告について、次頁以降に示す。

3. 水素の蓄積防止対策について

放射性分解により発生する水素に対する火災区域における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。（別紙1）

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）」の制定以降については、ガイドラインのフローに基づき蓄積防止対策箇所を選定し実施している。

対応措置の概要を第1-1表及び第1-1図～第1-3図に示す。

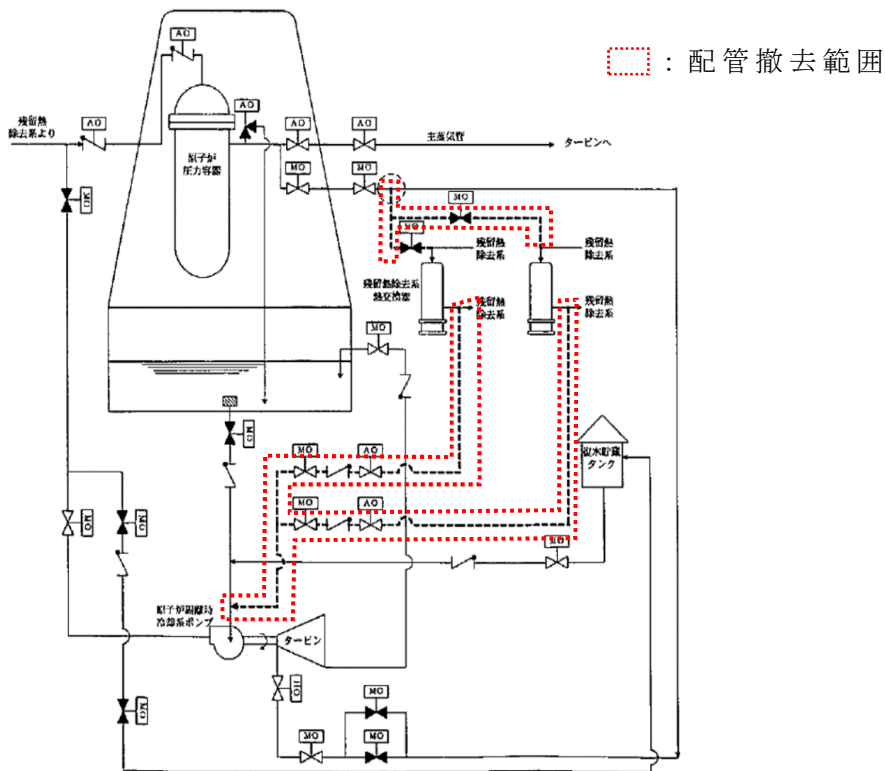
指示文書を受け、残留熱除去系蒸気凝縮系配管に対応措置を講じている。また、ガイドラインに基づくと、計装系配管は配管内容積が小さく、燃焼しても発生するエネルギーが小さいこと、計器が故障しても多重性を有していることなどから評価不要であるが、自主的に対応措置を講じている。

ガイドラインでは評価対象となる配管について、第1-4図に示すフローに基づき評価し、混合ガスが不燃限界濃度を超過して蓄積することによる影響があると評価された場合、対応措置を講じる。ガイドラインの評価対象範囲及びフローに基づく抽出結果を第1-2表に示す。なお、原子炉圧力容器頂部スプレイ配管については、フローの評価により対応不要となるが、自主的に対応措置を講じている。

第 1-1 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
① 残留熱除去系蒸気凝縮系配管	・配管撤去及び取替 （第 19 回定検時：平成 14 年 9 月 13 日工事計画届出（ <input type="text"/> ） <input type="text"/> ）	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）により対策実施済み	実施済 （別紙 2）
② 原子炉水位計等計装配管	・配管修繕 （第 20 回定検時：平成 16 年 1 月 9 日工事計画届出（ <input type="text"/> ） <input type="text"/> ）	上記指示文書に基づく、計装配管は評価不要であるが、自主的に対策を実施*	実施済 （別紙 3）
③ 原子炉圧力容器頂部スプレイ配管	・ベント配管を設置 （第 23 回定検時：平成 20 年（工事計画対象外））	（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）に基づく、高温状態を維持することにより水蒸気が凝縮しないと考えられるため、ステップ 2 にて対応不要となるが、自主的に対策を実施	実施済 （別紙 4）

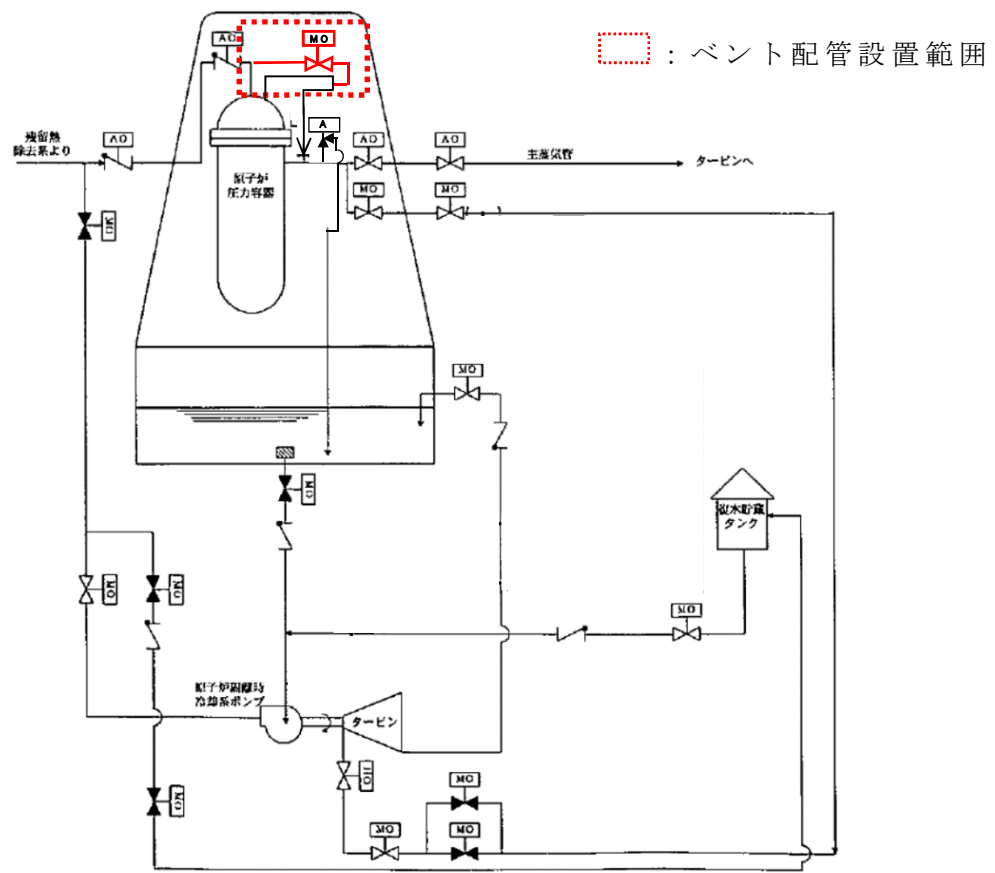
注記 *：経済産業省指示文書で対象としている蒸気凝縮系の配管は、ガイドラインにて、より明確に記載されている対象系統の配管に包絡される。



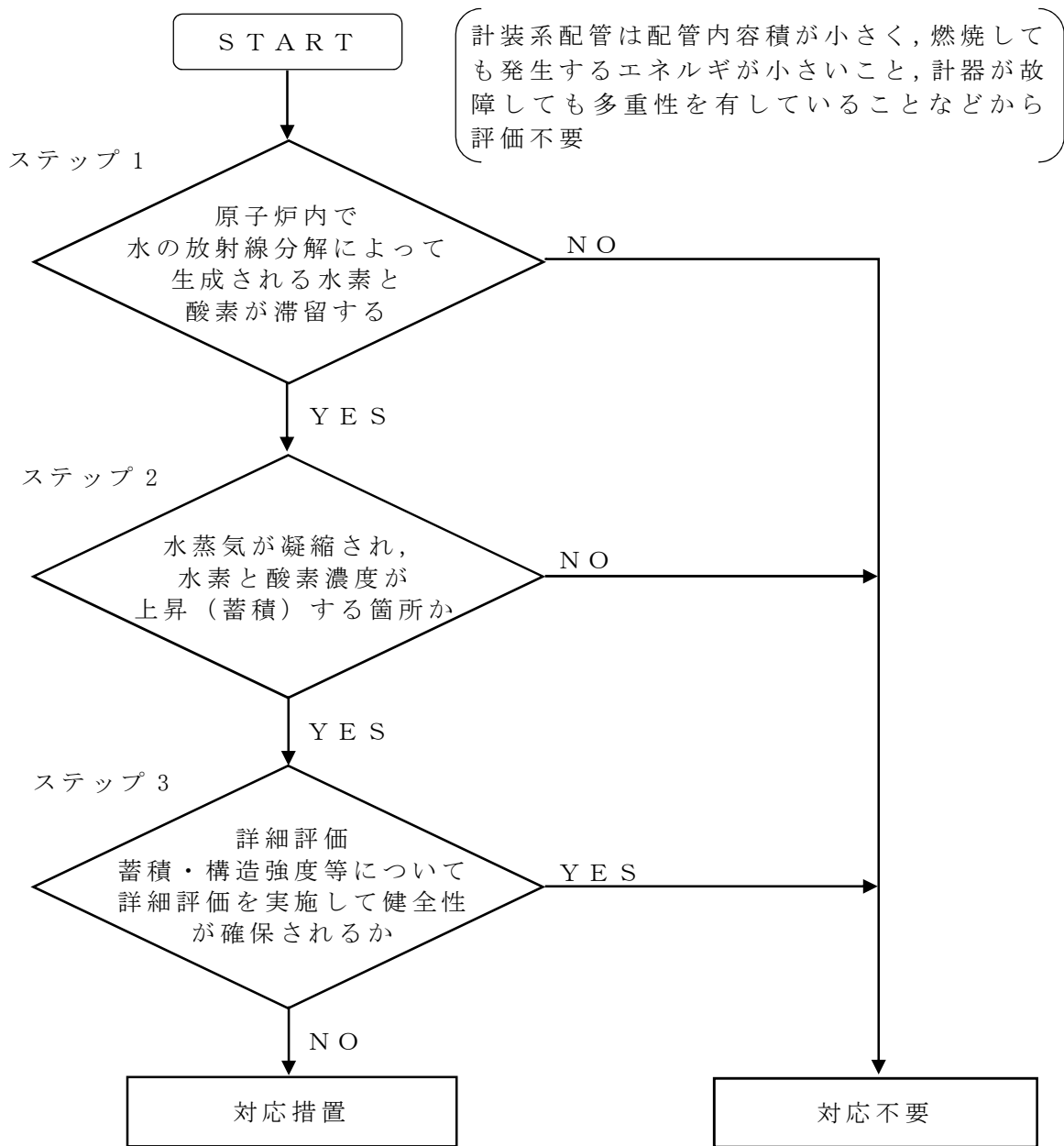
第 1-1 図 残留熱除去系蒸気凝縮系配管撤去の概要

対策箇所	修繕前	修繕後
原子炉圧力容器 ノズルライン修繕		<p>※原子炉圧力容器と凝縮槽間の距離が短いため、配管径拡大及び構造変更により、配管内で気体が循環しやすくなり、凝縮槽での水素蓄積を防止する</p>
原子炉水位計用 ライン修繕		

第 1-2 図 原子炉水位計等計装配管修繕の概要



第 1-3 図 原子炉圧力容器頂部スプレィ配管追設の概要



- ・ 経済産業省指示文書にて対応済みであるため、対応不要
 - ① 残留熱除去系蒸気凝縮系配管
- ・ 対応不要となった評価対象のうち、以下については自主的に対策を実施
 - ② 原子炉水位計等計装系配管
 - ③ 原子炉圧力容器頂部スプレイ配管（RCIC）

第 1-4 図 水素対策の対象選定フロー
（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を参照）

第 1-2 表 ガイドラインの評価対象範囲及びフロー抽出結果

評価対象範囲	評価結果	対応不要理由
原子炉圧力容器 (RPV)	対応不要	・ガイドラインは主蒸気を内包する配管から分岐した配管を評価対象としており，当該範囲は容器からの配管であることから，対応不要
主蒸気系 (MS) 自動減圧系 (ADS) (主蒸気安全弁)	対応不要	ステップ 1 ・下向き又は水平配管 ・水封されることにより混合ガスが蓄積しない ・サーベランスにより混合ガスが蓄積しない ステップ 2 ・高温維持により水蒸気が凝縮しない ・換気流れにより混合ガスが蓄積しない
原子炉隔離時冷却系 (RCIC) *	対応不要	ステップ 1 ・下向き又は水平配管 ・サーベランスにより混合ガスが蓄積しない ステップ 2 ・高温維持により水蒸気が凝縮しない
残留熱除去系 (RHR) (蒸気凝縮モード)	対応不要	ステップ 1 ・水平配管 ・RCIC系との系統隔離により混合ガスは供給されない
抽気系 (ES)	対応不要	ステップ 1 ・下向き又は水平配管 ステップ 2 ・換気流れにより混合ガスが蓄積しない ステップ 3 ・詳細評価により健全性が確保可能
主タービン	対応不要	ステップ 1 ・下向き又は水平配管 ステップ 3 ・詳細評価により健全性が確保可能
タービン補助蒸気系 (AS)	対応不要	ステップ 1 ・下向き又は水平配管 ステップ 2 ・換気流れにより混合ガスが蓄積しない ステップ 3 ・詳細評価により健全性が確保可能
タービングランド蒸気系 (TGS)	対応不要	ステップ 2 ・換気流れにより混合ガスが蓄積しない

注記 * : 高圧注入系を含む

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（抜粋）

2. ガイドラインの適用範囲

2. 2 評価対象とする範囲

BWR原子力発電設備の配管のうち、枝管を対象とする。

また、計装配管については、配管内容積が小さく、破断する可能性が低いこと、また仮に水素燃焼により破断した場合においても元弁で破断部を隔離できることから評価不要とする。

浜岡原子力発電所第1号機 余熱除去系配管破断の類似箇所抽出結果について

平成13年11月7日、定格出力運転中の浜岡原子力発電所第1号機における高圧注入系の定期手動起動試験中に発生した余熱除去系配管破断に関して、現時点で原因は明らかになっていないが、自主保安の観点から同様の事象が生じうる可能性について検討するため、東海第二発電所及び敦賀発電所1号機について下記の考えに基づき、類似箇所を抽出した。ここで、類似箇所とは、「原子炉冷却系及びこれに接続される系統において、浜岡1号機の破断した配管と同様に、高濃度の水素が滞留し得る箇所」をいう。

- ① 「原子炉内で水の放射線分解によって生成される水素と酸素が水蒸気とともに蓄積する箇所が存在するか」という観点から、上り勾配で行き止まりとなっている配管を選定。
- ② 「水蒸気が凝縮され、水素と酸素の濃度が上昇する箇所か」という観点から、蒸気が常時流れる母管からの距離が長く著しい温度低下が起こり得る配管を選定。
- ③ 水素、酸素がある程度存在することが想定される配管に関し、「水素燃焼が生じても当該箇所の健全性が保たれる設計となっているか」という観点から、強度評価上問題ないものを除外。（この段階で各発電所毎に1, 2カ所が抽出された）
- ④ 運転中に定期的にガスが抜けるような操作が行われたり、あるいは、そうした運転状態にある配管を除外。
- ⑤ 急激な圧力変動や大きな温度上昇などの擾乱が起こらない系統の配管（接続される母管における流れが安定した状態にある配管）を除外。

計装系配管については配管内容積が小さく（0.1リットル～30リットル程度）、燃焼が起こったと仮定しても発生するエネルギーは小さいため破断に至る可能性は低いと考えられる。仮に、計器などが故障しても多重性を有していることなど

から元弁で隔離して機能は確保され、保安規定の範囲を逸脱せず運転継続可能であることから、本抽出対象から除外した。

この結果、東海第二発電所は、残留熱除去系蒸気凝縮系配管を除き、水素の燃焼が起り破断する可能性があり破断によって運転継続に支障がある箇所はなかった。敦賀発電所1号機については、該当する箇所はなかった。

現在運転中のプラントについては、「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当面の対応について」（平成13年11月20付け、経済産業省原子力安全・保安院殿指示）に基づき、すでに高圧注入系もしくは原子炉隔離時冷却系の定期的な試験実施前に配管内に存在する滞留物を除去しているところであり、今後も継続して実施する。

なお、東海第二発電所においては、運転管理の観点から至近の定期検査時等を利用して、本除去作業と同等の効果を有する方策として、残留熱除去系蒸気凝縮系配管への分岐部に弁を設置する予定である。

資料 1. 浜岡第1号機余熱除去系配管破断の類似箇所（東海第二発電所、敦賀発電所1号機）

以 上

資料1. 浜岡第1号機余熱除去系配管破断の類似箇所（東海第二発電所、敦賀発電所1号機）

東海第二発電所

対象部位	運転圧力 (MPa)	運転温度 (℃)	当該部の容積 (%) ※	備考
残留熱除去系蒸気凝縮 モード配管 (A系)	6.93	286	1200 (A, B系共用)	200A
残留熱除去系蒸気凝縮 モード配管 (B系)	6.93	286		200A

※：母管から分岐した対象配管の全体積を蓄積量とした。

敦賀発電所1号機

該当なし

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

「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13日付け、平成14.05.13原院第3号、原子力安全・保安院)にて再発防止の指示を受けた事項について、当社東海第二発電所及び敦賀発電所1号機に関する検討結果を別添の通りご報告いたします。

添付資料

1. 余熱除去系配管破断に関する再発防止の対応方針について

以 上

余熱除去系配管破断に関する再発防止の対応方針について

1. 余熱除去系蒸気凝縮系配管以外の配管で対策を行う箇所の抽出

「浜岡原子力発電所第1号機 余熱除去系配管破断の類似箇所の抽出結果について」（平成13年12月13日、発管発第159号）にて、当社東海第二発電所及び敦賀発電所1号機について、以下の①～⑤の観点から余熱除去系配管破断の類似箇所を抽出した結果、該当する配管として、東海第二発電所の残留熱除去系蒸気凝縮系配管が抽出された。

- ①「原子炉内で水の放射線分解によって生成される水素と酸素が水蒸気とともに蓄積する箇所が存在するか」という観点から、上り勾配で行き止まりとなっている配管を選定。
- ②「水蒸気が凝縮され、水素と酸素の濃度が上昇する箇所か」という観点から、蒸気が常時流れる母管からの距離が長く著しい温度低下が起り得る配管を選定。
- ③水素、酸素がある程度存在することが想定される配管に関し、「水素燃焼が生じても当該箇所の健全性が保たれる設計となっているか」という観点から、強度評価上問題ないものを除外。
- ④運転中に定期的にガスが抜けるような操作が行われたり、あるいは、そうした運転状態にある配管を除外。
- ⑤急激な圧力変動や大きな温度上昇などの擾乱が起らない系統の配管（接続されている母管側での流れが安定した状態にある配管）を除外。

今回、原子力安全・保安院指示に基づき、上記④、⑤で除外した配管について、一層の信頼性向上の観点からこれらの箇所について対策を行うこととする。

上記④、⑤で除外した配管についての抽出結果を表1に示す。

2. 抽出された配管のガス蓄積量の評価

抽出された配管について、当該配管からの放熱量に基づき蓄積期間における蒸気凝縮量を算出し、ガス蓄積量を評価した結果を表2に示す。

3. 対応の方針

敦賀発電所1号機グラウンド蒸気調整器（SSR）入口配管については、ガスが蓄積する可能性があることから、表3に示すとおりガスの滞留を防止するための設備変更を行う。

4. その他

残留熱除去系蒸気凝縮系配管に関する対応状況については以下のとおりである。

東海第二発電所：当該配管を撤去（廃止）予定【実施時期：第19回定期検査】

表1 ④, ⑤で除外した配管の抽出結果

敦賀発電所1号機	備考

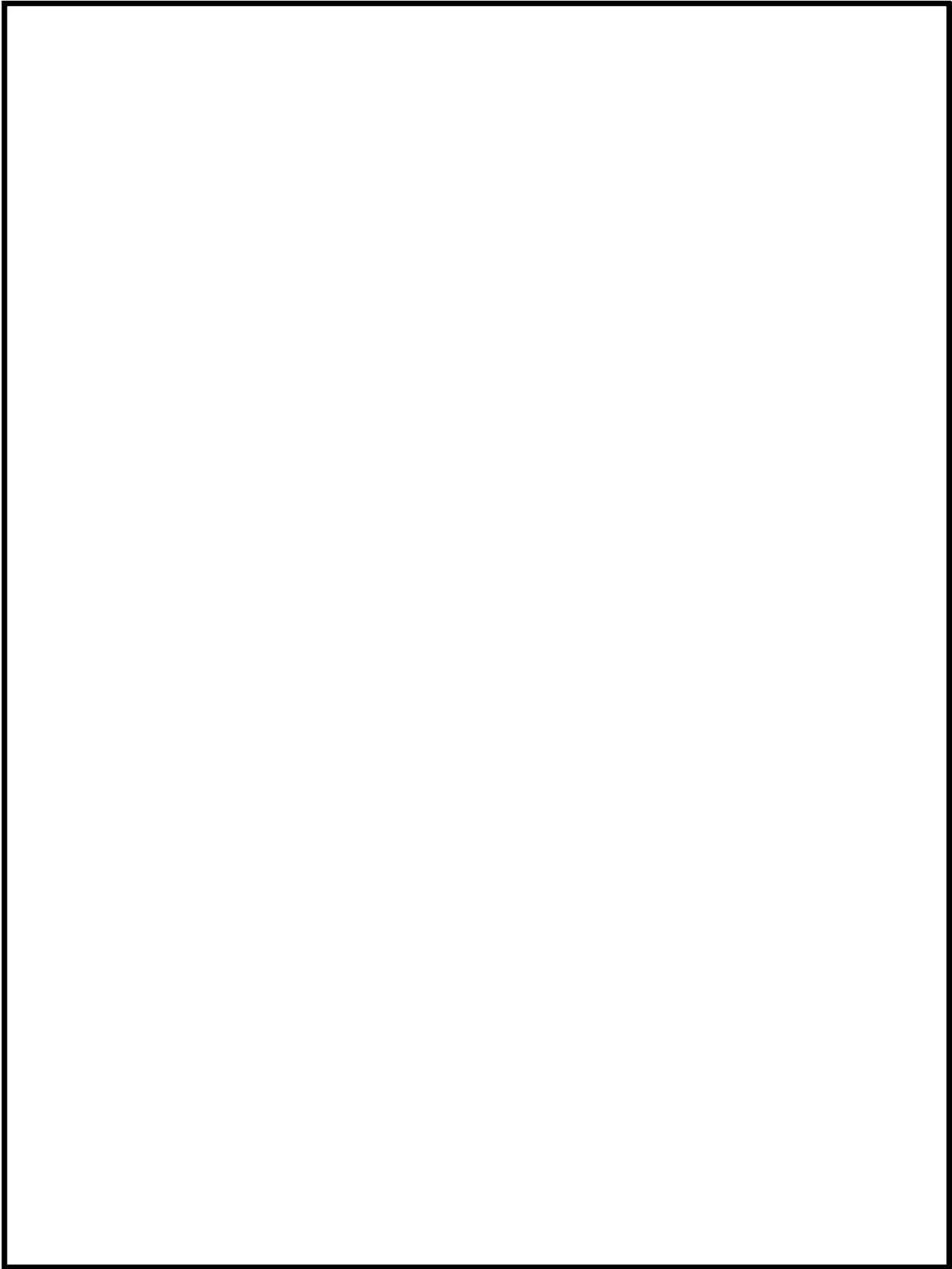
東海第二発電所
該当無し

表2 ガス蓄積量評価結果

敦賀発電所1号機	備考
	蓄積期間：プラント起動～停止 まで（14ヶ月）

表3 対応の方針

敦賀発電所1号機	備考



別 紙

電気工作物の概要

(三) 原子力設備

2. 原子炉冷却系統設備

2. 1 残留熱除去系

(1) 主配管

工事計画届出番号

工事計画届出年月日



平成14年9月13日



日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

構造，強度又は漏えいに係る

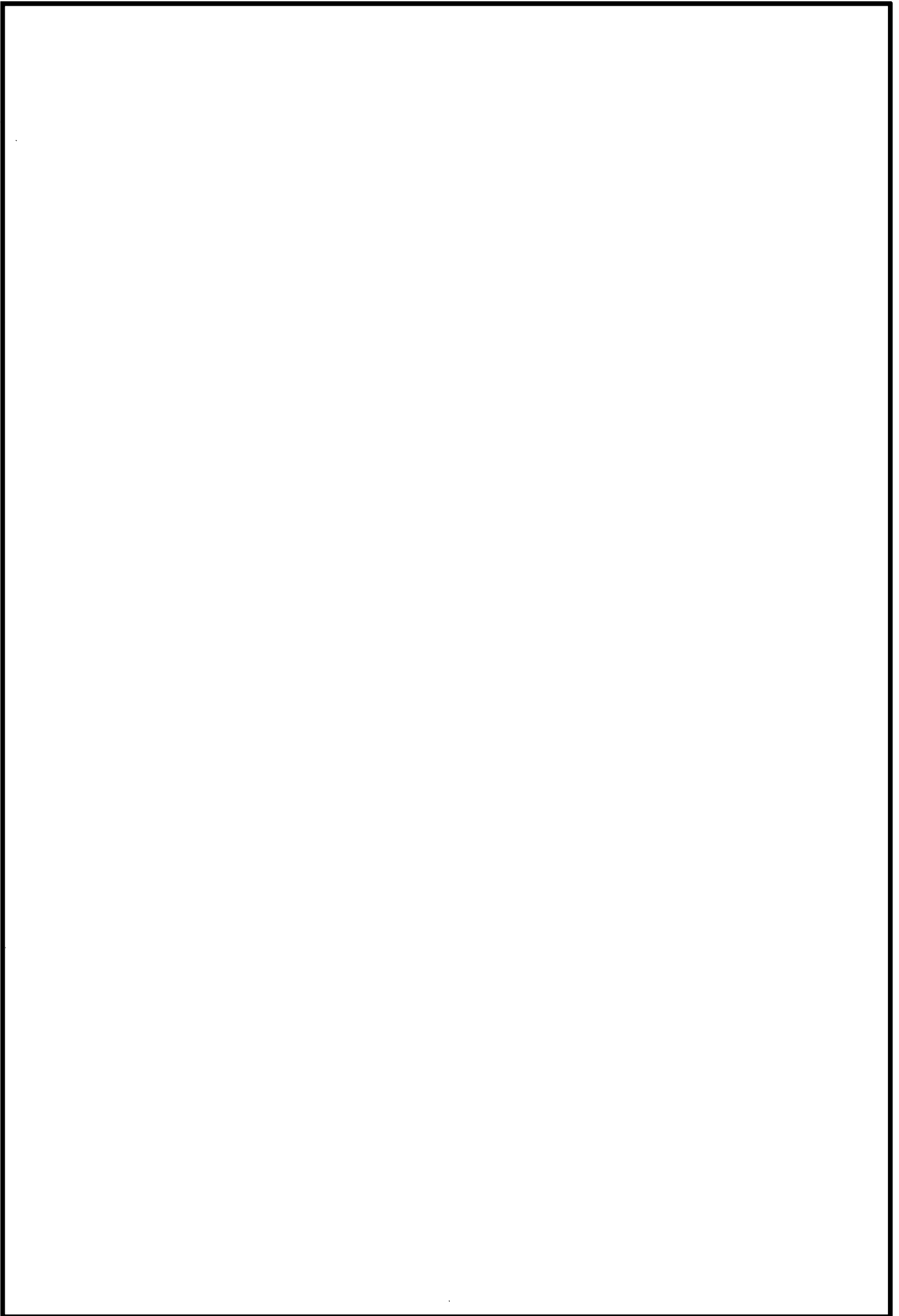
使用前検査要領書

設 備 名：原子炉冷却系統設備

系 統 名：残留熱除去系

要領書番号：T2・イ-14-5

平成14年9月



別紙

電気工作物の概要

(三) 原子力設備

2. 原子炉冷却系統設備

2. 1 残留熱除去系

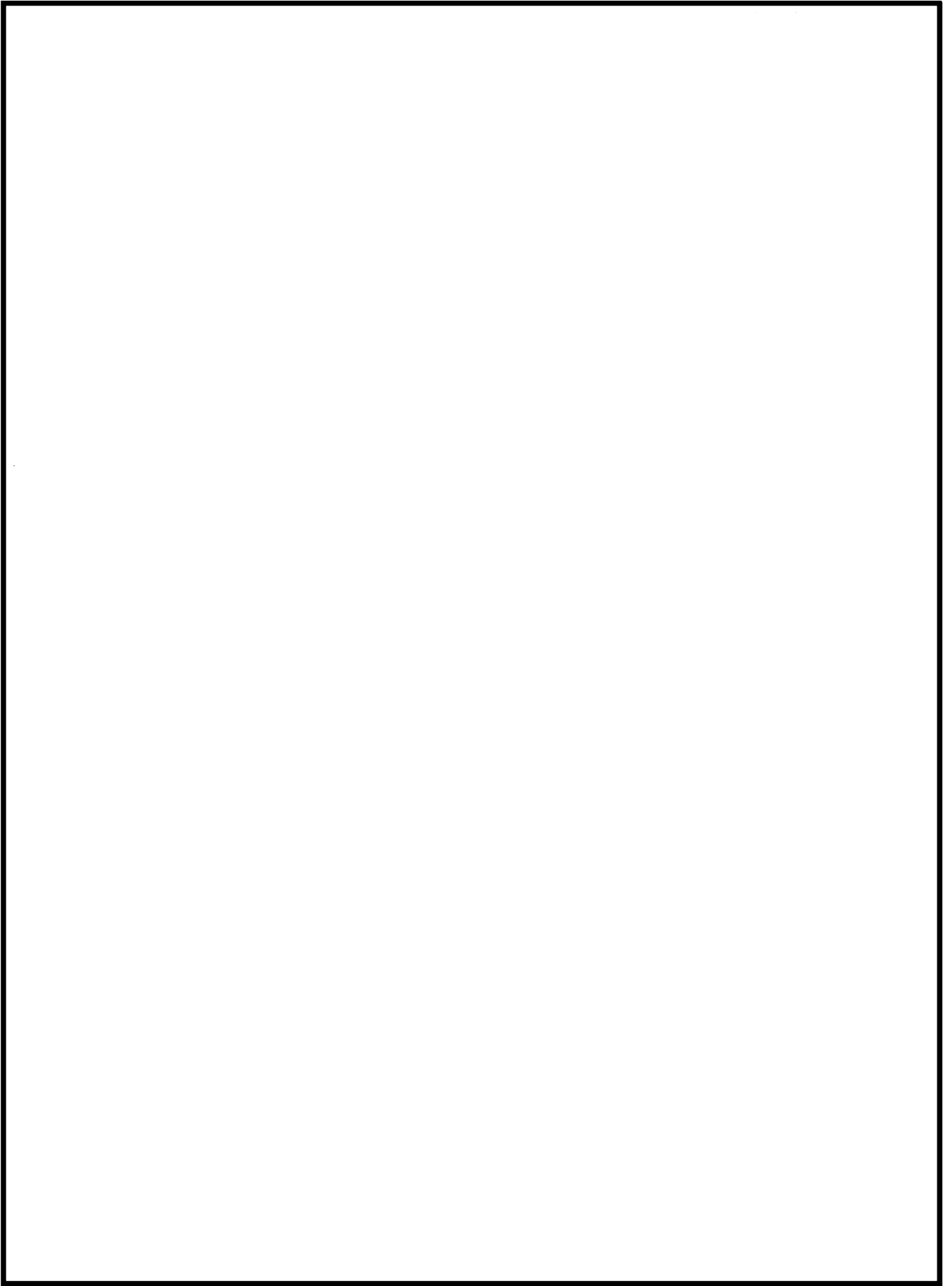
(1) 主配管

工事計画届出番号

工事計画届出年月日



平成14年9月13日

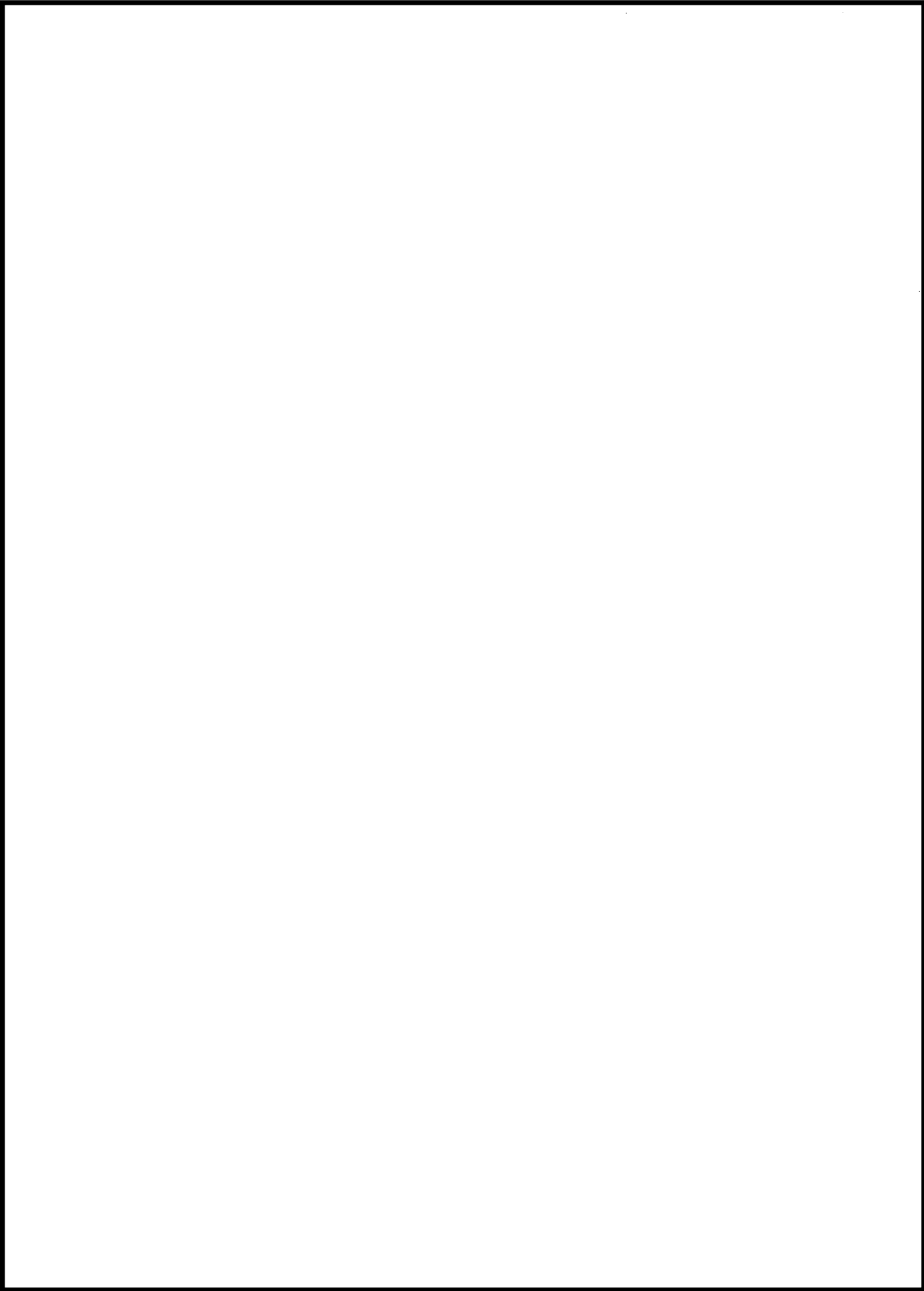


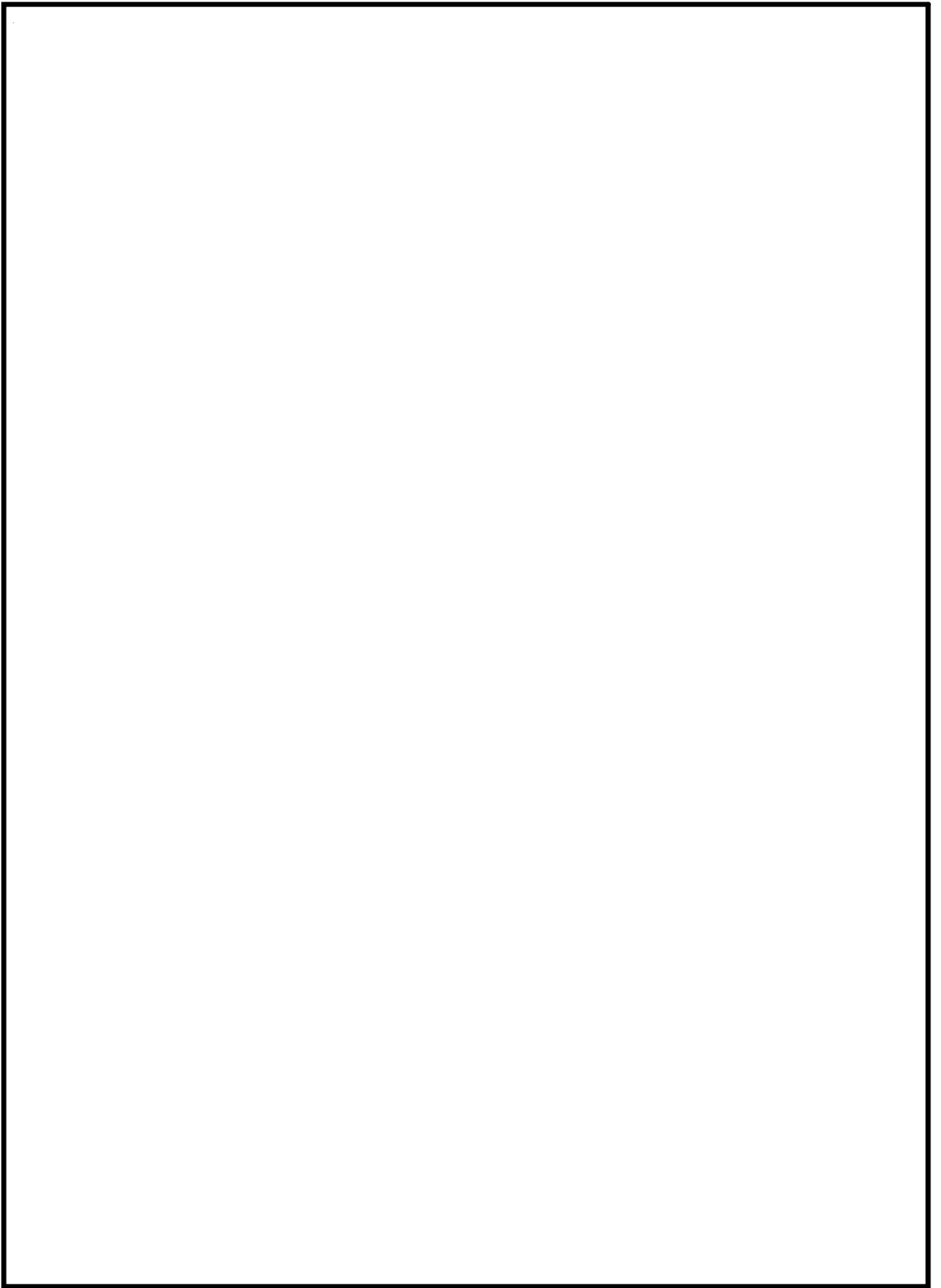
日本原子力発電株式会社
東海第二発電所

工事の計画に係るすべての
工事が完了した時に係る
使用前検査要領書

設 備 名：原子炉冷却系統設備
系 統 名：残留熱除去系
要領書番号：T2・ホー14—5

平成14年9月





別 紙

電気工作物の概要

(三) 原子力設備

1. 原子炉本体

1.4 原子炉圧力容器

(1) 原子炉圧力容器本体

a. 計測(N12)ノズル

工事計画届出番号

工事計画届出年月日

平成16年1月9日



日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

構造，強度又は漏えいに係る

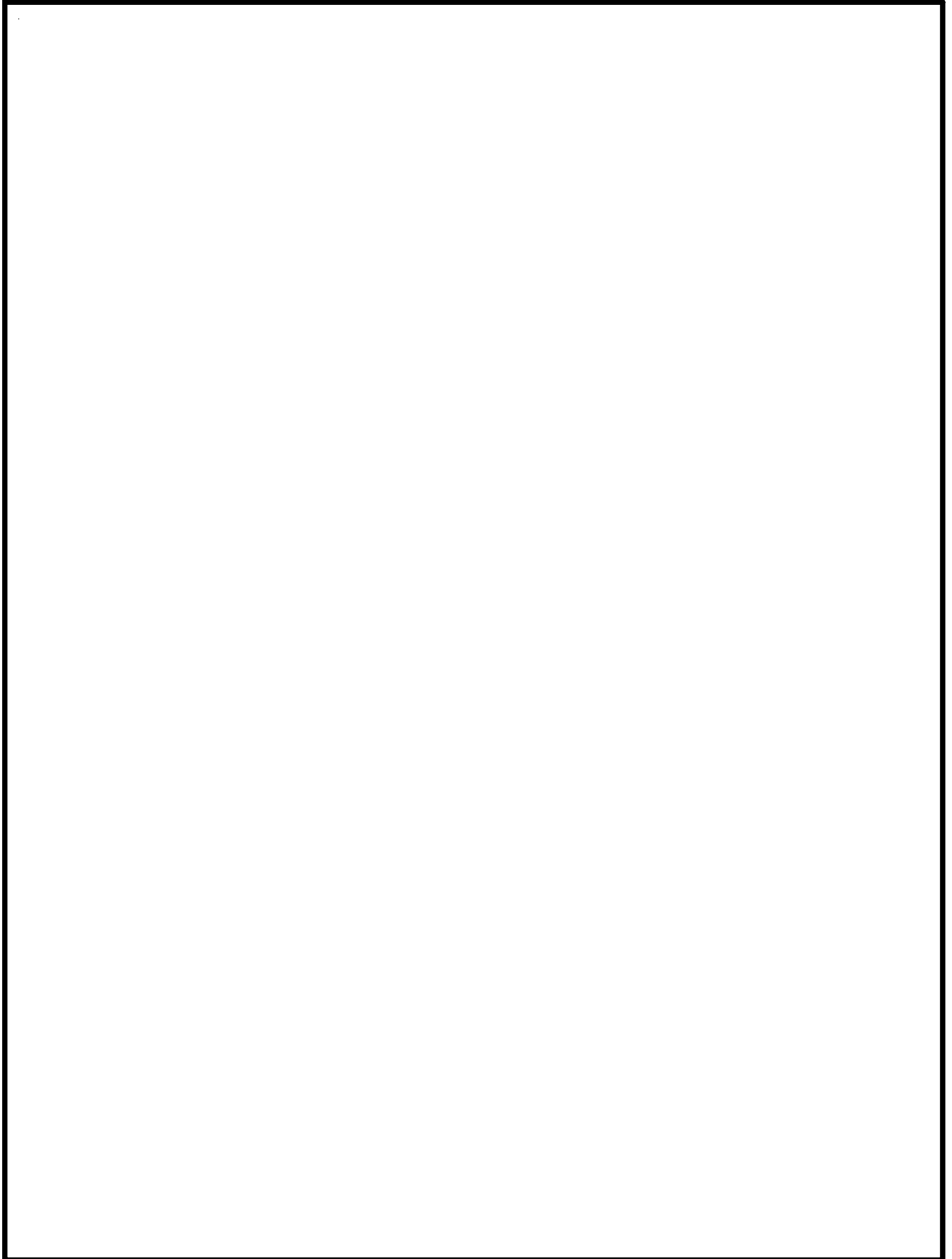
使用前検査要領書

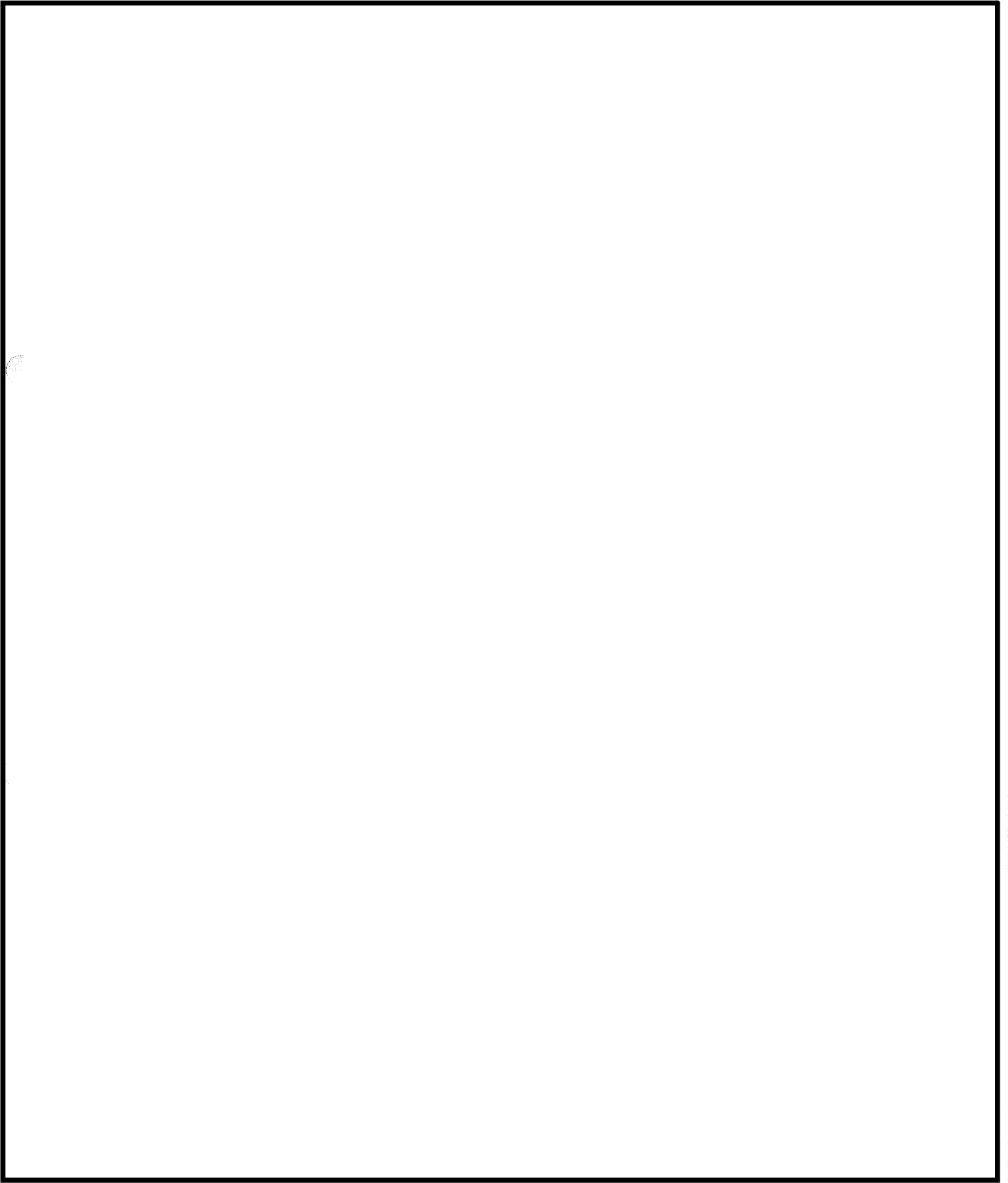
設 備 名：原子炉本体

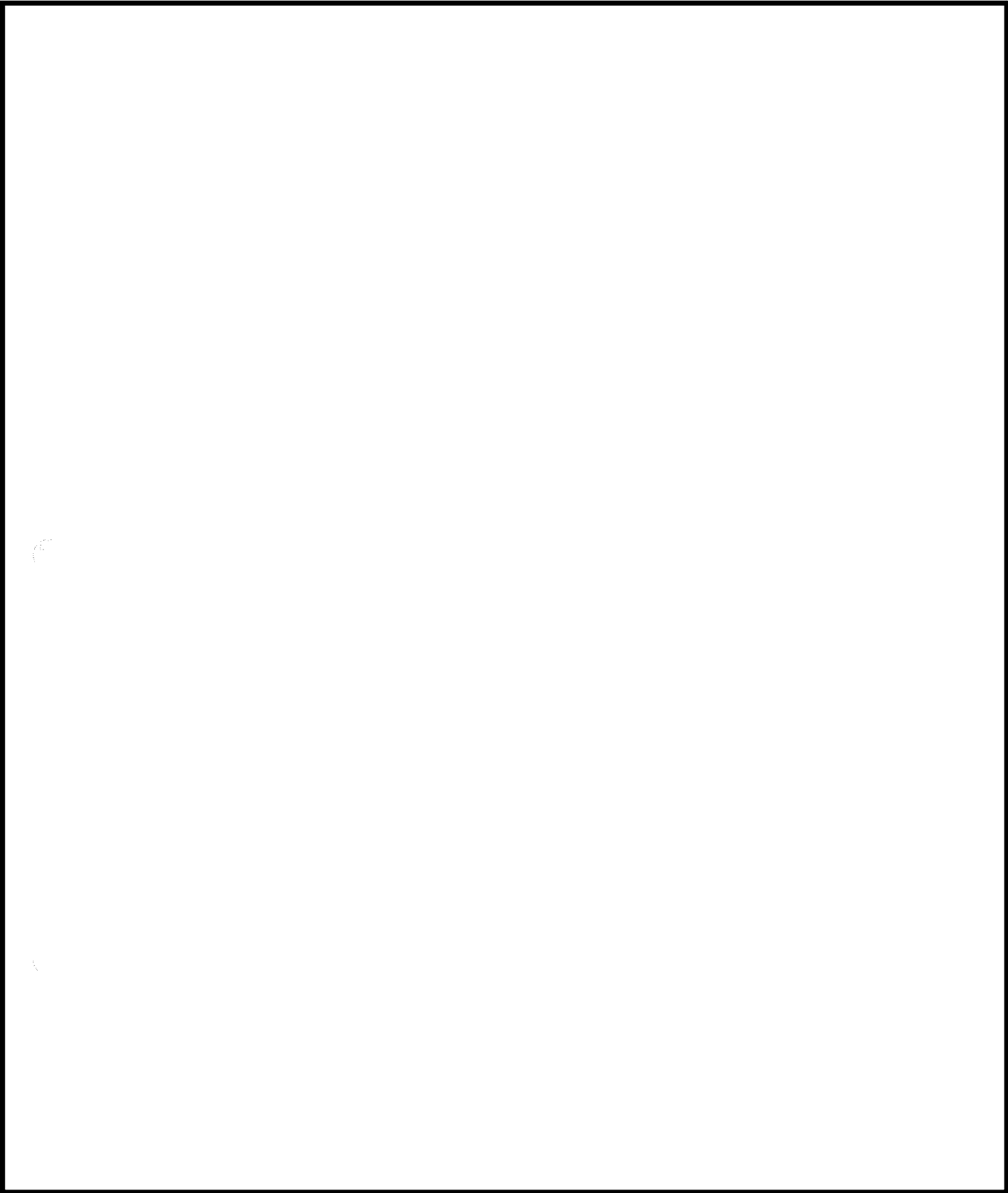
系 統 名：原子炉圧力容器本体

要領書番号：T2・イ-15-2
03 検要（東）使イ/2

平成16年2月







別 紙

電気工作物の概要

(三) 原子力設備

1. 原子炉本体

1.4 原子炉圧力容器

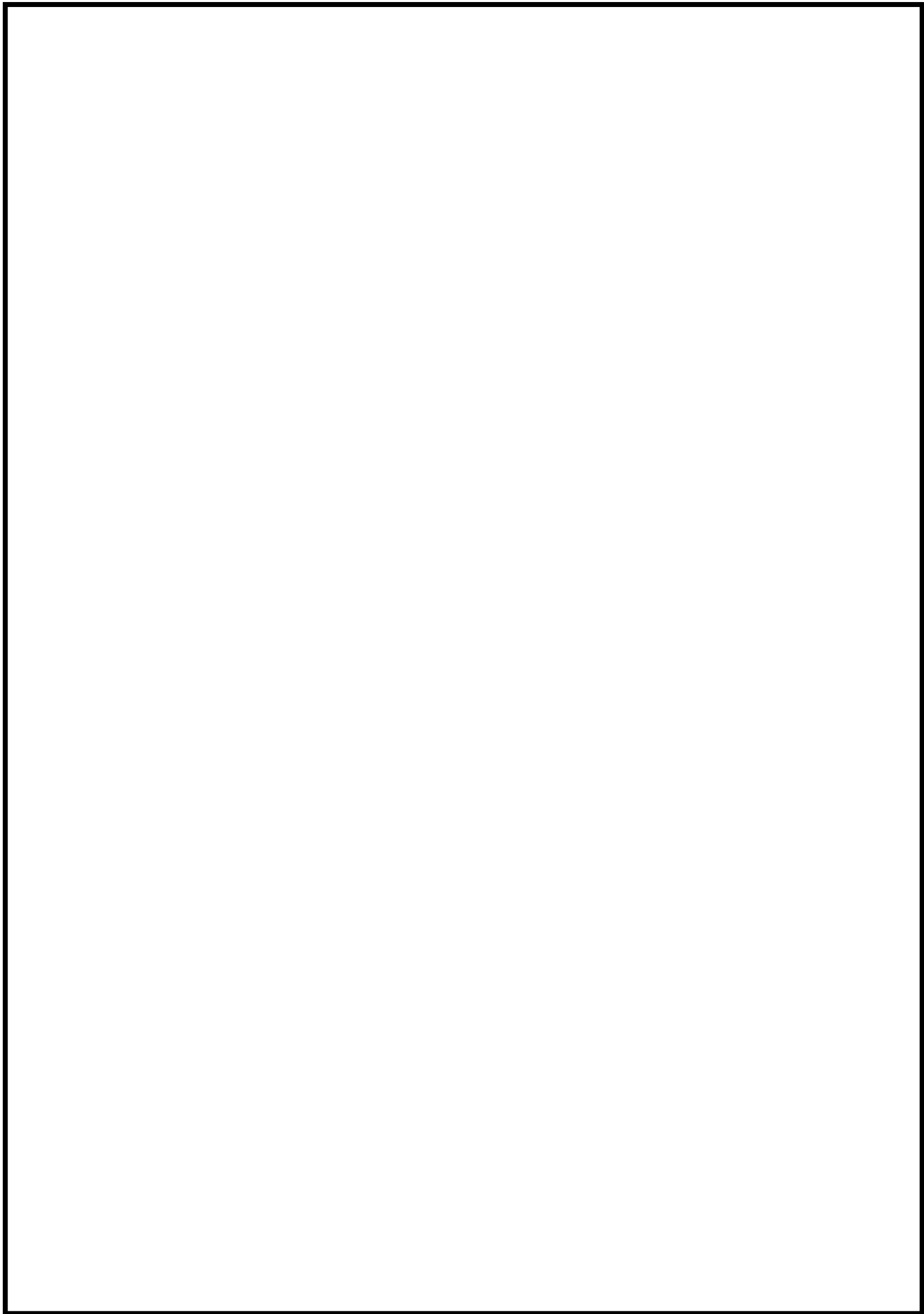
(1) 原子炉圧力容器本体

a. 計測(N12)ノズル

工事計画届出番号

工事計画届出年月日

平成16年1月9日



日本原子力発電株式会社
東海第二発電所

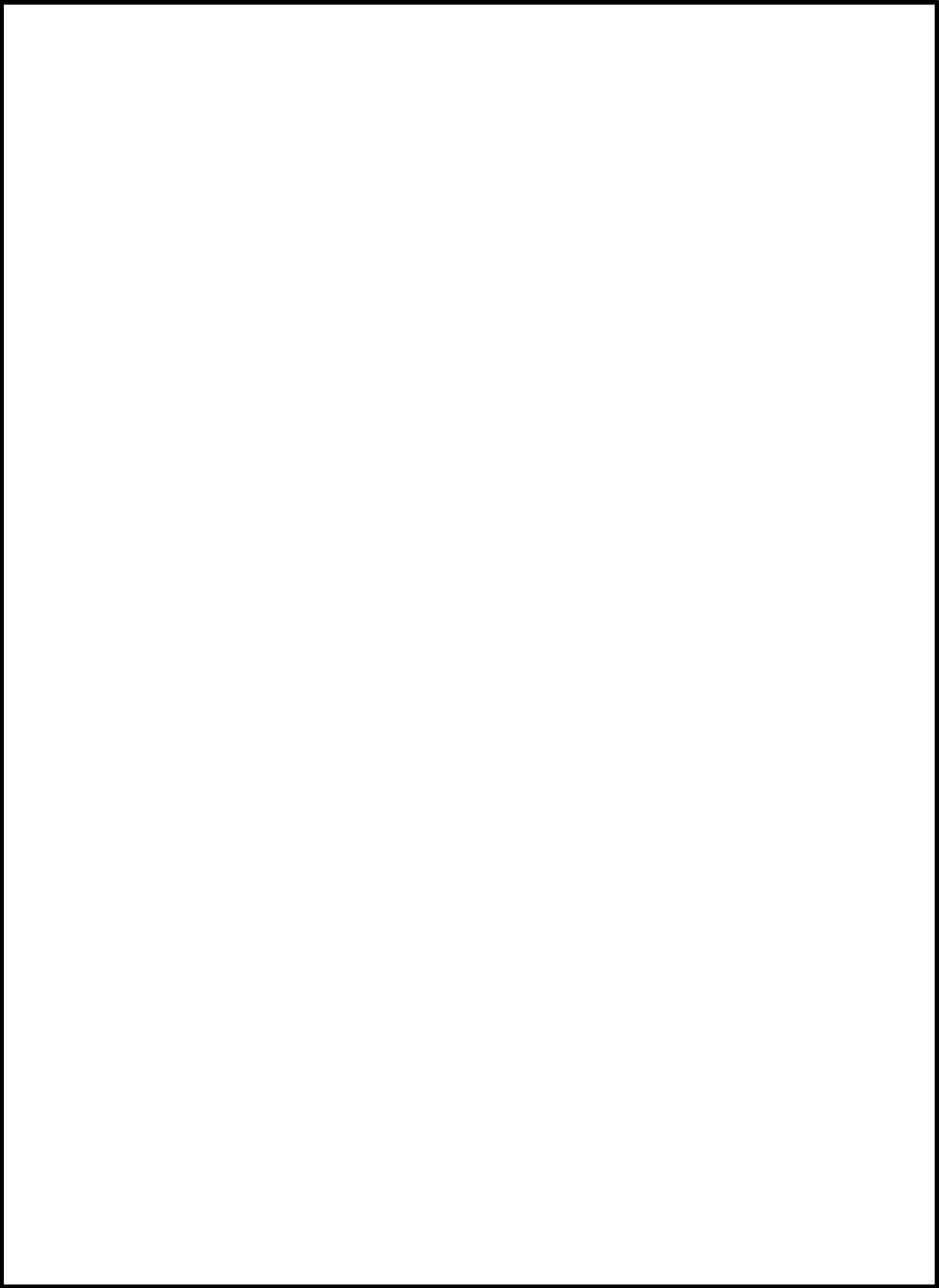
工事の計画に係るすべての
工事が完了した時に係る
使用前検査要領書

設 備 名：原子炉本体

系 統 名：原子炉压力容器本体

要領書番号：T2・ホー15-2

平成16年5月



3. 火災の感知及び消火に係るもの

補足説明資料 3-1
ガス消火設備について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 5.2.2(1)b.(a)項、5.2.2(1)b.(b)項及び5.2.2(1)b.(d)項に示すハロゲン化物の消火剤を使用したハロゲン化物自動消火設備（全域）、ハロゲン化物自動消火設備（局所）及びケーブルトレイ消火設備の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

ハロゲン化物自動消火設備（全域）、ハロゲン化物自動消火設備（局所）及びケーブルトレイ消火設備の詳細を次頁以降に示す。

3. 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可能性のある火災区域又は火災区画に必要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、ハロゲン化物自動消火設備（全域）及びハロゲン化物自動消火設備（局所）を設置する。

ただし、非常用ディーゼル発電機室及び緊急時対策所建屋発電機室は、二酸化炭素自動消火設備（全域）を設置する。

ガス消火設備の仕様概要を第1表、使用箇所及び選定理由を第2表に示す。

単一の部屋に対し使用するハロゲン化物自動消火設備（全域）を第1図、油内包機器に使用するハロゲン化物自動消火設備（局所）を第2図、ケーブルトレイ及び盤に使用するハロゲン化物自動消火設備（局所）をそれぞれ第3図、第4図に示す。

第1表 ハロゲン化物を使用するガス消火設備の仕様概要 (1/2)

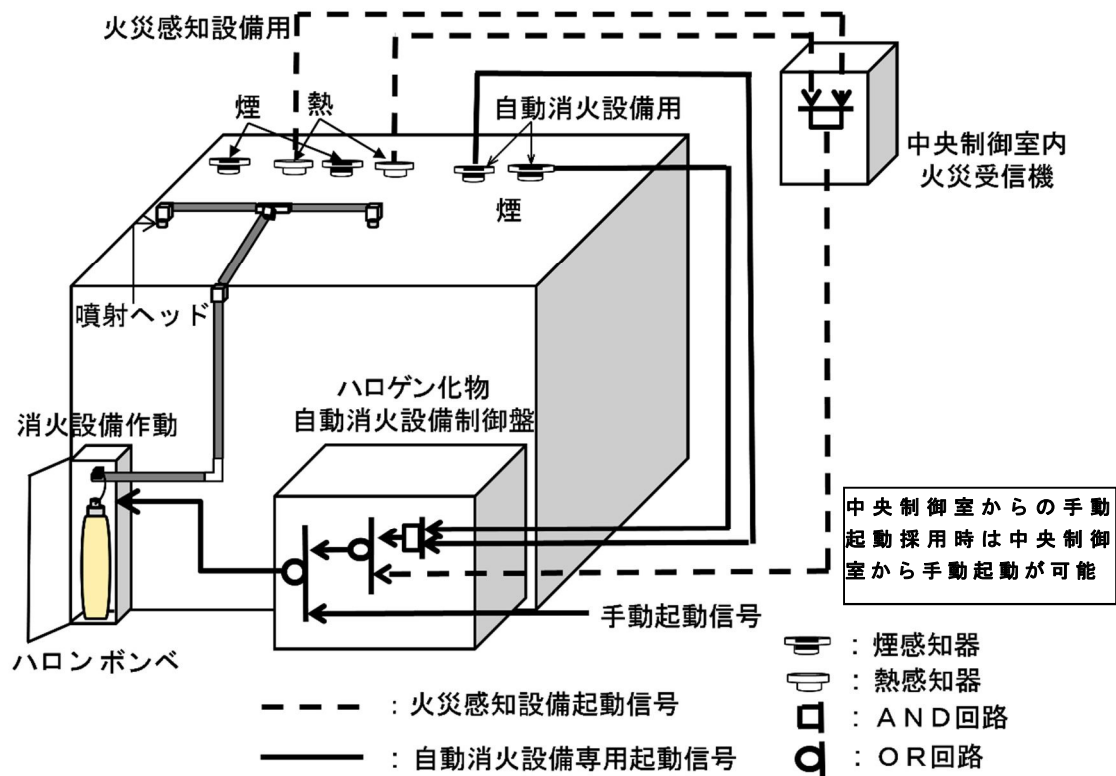
		項目	仕様
ハロゲン化物自動消火設備 (全域)	消火剤	消火薬剤	ハロン1301
		消火原理	連鎖反応抑制 (負触媒効果)
		消火剤の特徴	設備及び人体に対して無害
	消火設備	適用規格	消防法施行規則第20条
		火災感知	<ul style="list-style-type: none"> 早期感知及び早期消火の観点から自動消火設備用の火災感知器 (煙感知器) を設置する。 誤作動防止を図るため、以下のAND回路の構成とする。 <p style="text-align: center;">自動消火設備用の火災感知器 (煙感知器2系統のAND信号) 又は 火災感知設備用の火災感知器 (熱感知器2系統のAND信号)</p>
		放出方式	<ul style="list-style-type: none"> 自動 (現場での手動起動も可能な設計とする) 又は 中央制御室からの手動起動 (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	蓄電池を設置
		破損, 誤動作, 誤操作による影響	電気絶縁性が高く, 揮発性の高いハロンは, 電気設備及び機械設備に影響を与えない。
ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	消火剤	消火薬剤	ハロン1301
		消火原理	連鎖反応抑制 (負触媒効果)
		消火剤の特徴	設備及び人体に対して無害
	消火設備	適用規格	消防法施行規則第20条
		火災感知	<ul style="list-style-type: none"> 早期感知及び早期消火の観点から自動消火設備用の火災感知器 (煙感知器) を設置する。 誤作動防止を図るため、以下のAND回路の構成とする。 <p style="text-align: center;">自動消火設備用の火災感知器 (煙感知器2系統のAND信号) 又は 火災感知設備用の火災感知器 (熱感知器2系統のAND信号)</p>
		放出方式	<ul style="list-style-type: none"> 自動 (現場での手動起動も可能な設計とする) 又は 中央制御室からの手動起動 (現場での手動起動も可能な設計とする)
		消火方式	局所放出方式
		電源	蓄電池を設置
		破損, 誤動作, 誤操作による影響	電気絶縁性が高く, 揮発性の高いハロンは, 電気設備及び機械設備に影響を与えない。

第1表 ハロゲン化物を使用するガス消火設備の仕様概要 (2/2)

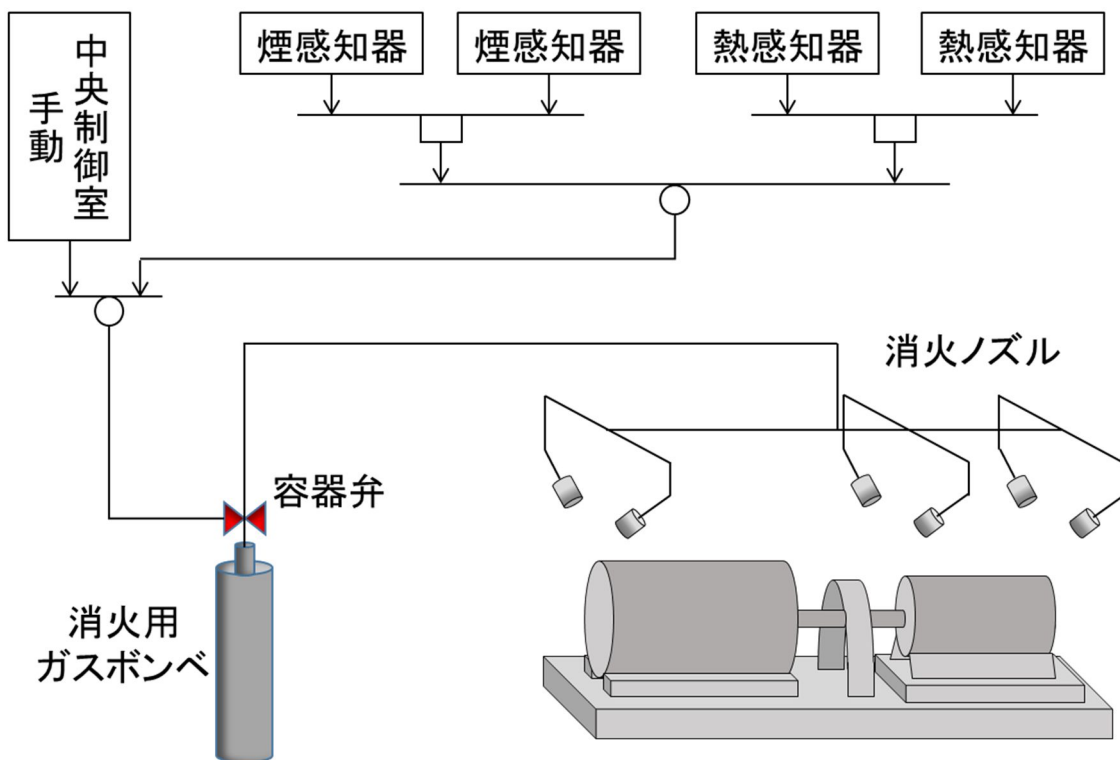
		項目	仕様
ケーブルトレイ 消火設備	消火剤	消火薬剤	ハロゲン化物 (FK-5-1-12)
		消火原理	連鎖反応抑制 (負触媒効果)
		消火剤の特徴	設備及び人体に対して無害
	消火設備	適用規格	消防法施行規則第20条 (準用) 及び試験結果
		火災感知	消火設備作動用の火災感知器 (火災感知チューブ)
		放出方式	自動 (現場での手動起動も可能な設計とする) ただし、複合体のケーブルトレイは中央制御室からの手動起動も可能な設計とする。
		消火方式	局所放出方式
		電源	火災の熱によって感知チューブが溶損することで、ポンベの容器弁を開放させ、消火剤が放出される機械的な構造であるため、作動には電源が不要な設計とする。
		破損, 誤動作, 誤操作による影響	電気絶縁性が高く, 揮発性の高いFK-5-1-12は, 電気設備及び機械設備に影響を与えない。

第2表 ハロゲン化物を使用するガス消火設備の使用箇所及び選定理由

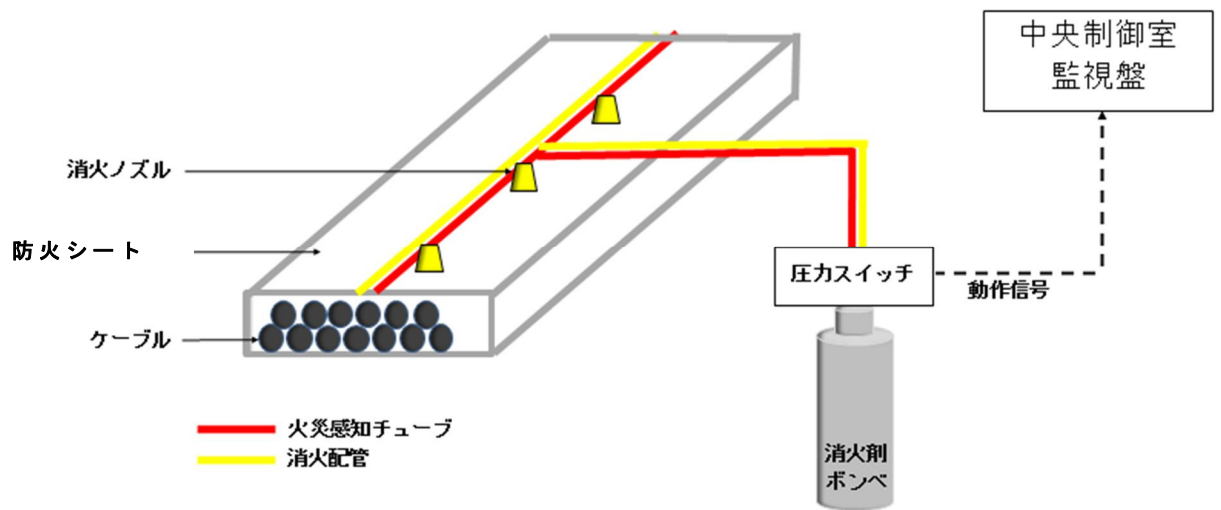
消火剤	使用箇所	選定理由
ハロン 1301	<ul style="list-style-type: none"> ・電気室 ・ポンプ室 ・ケーブル処理室 ・局所消火対象 (ケーブルトレイ以外の油内包機器及び盤) 	誤作動しても人や機器に被害がなく早期消火に有効であるため
FK-5-1-12	<ul style="list-style-type: none"> ・局所消火対象 (ケーブルトレイ消火設備) 	ケーブルトレイに対して有効であるため



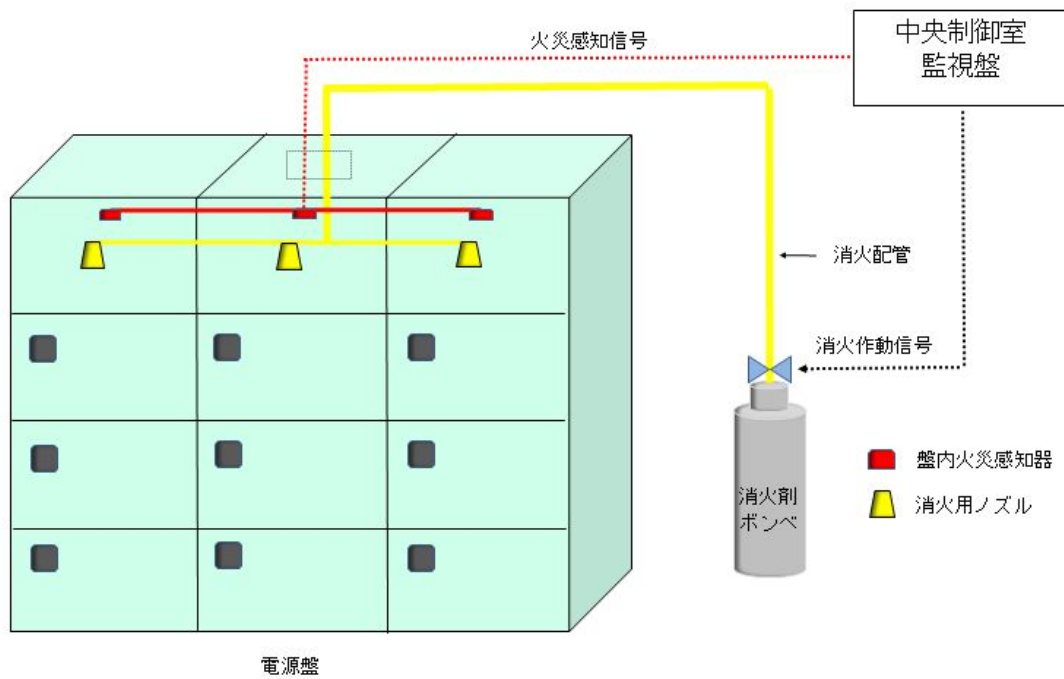
第1図 ハロゲン化物自動消火設備（全域）（ハロン 1301）動作概要



第2図 ハロゲン化物自動消火設備（局所）（ハロン 1301）概要図
（油内包機器）



第 3 図 ケーブルトレイ消火設備（FK-5-1-12）概要図
（ケーブルトレイ）



第 4 図 ハロゲン化物自動消火設備（局所）（ハロン 1301）概要図
（盤）

4. ハロゲン化物自動消火設備（全域）の作動回路

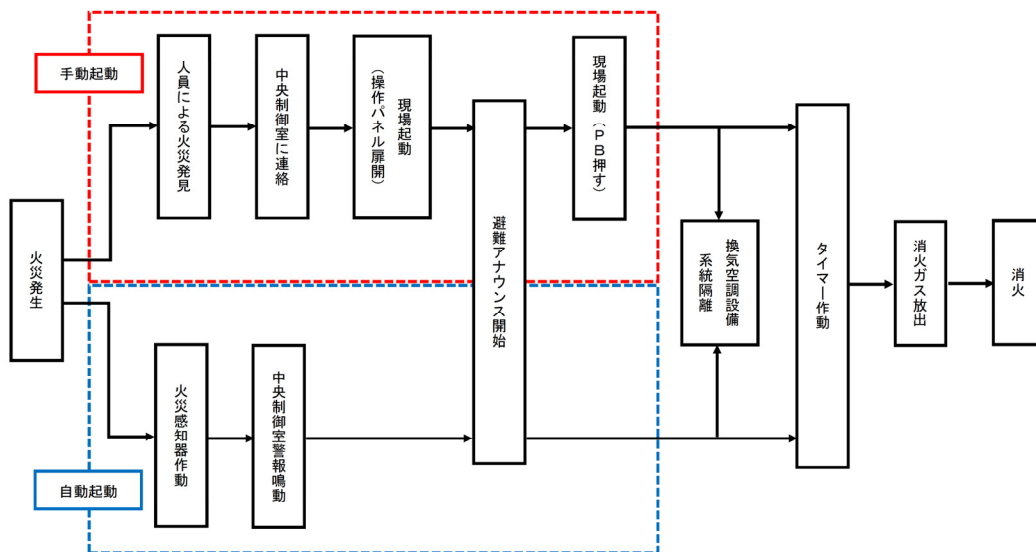
4.1 作動回路の概要

消火活動が困難な火災区域又は火災区画の火災発生時におけるハロゲン化物自動消火設備（全域）作動までの信号の流れを第5図に示す。

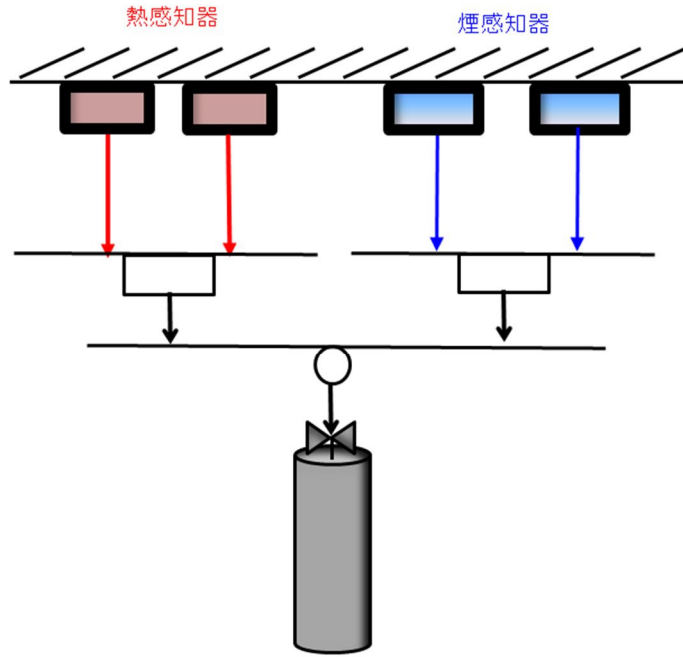
自動待機状態では複数の感知器が動作した場合に自動起動する。起動条件としては、火災感知用の「熱感知器」及び自動消火設備用の「煙感知器」のそれぞれ2つが感知した場合、ハロゲン化物自動消火設備（全域）が自動起動する設計とし、誤作動防止を図っている。（第6図）

現地（火災範囲外）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、火災感知用の熱感知器又は自動消火用の煙感知器のうち、煙感知器の誤不動作により自動起動しない場合であっても、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、現場での手動起動により早期消火が対応可能である。



第5図 ハロゲン化物自動消火設備（全域）の作動までの流れ



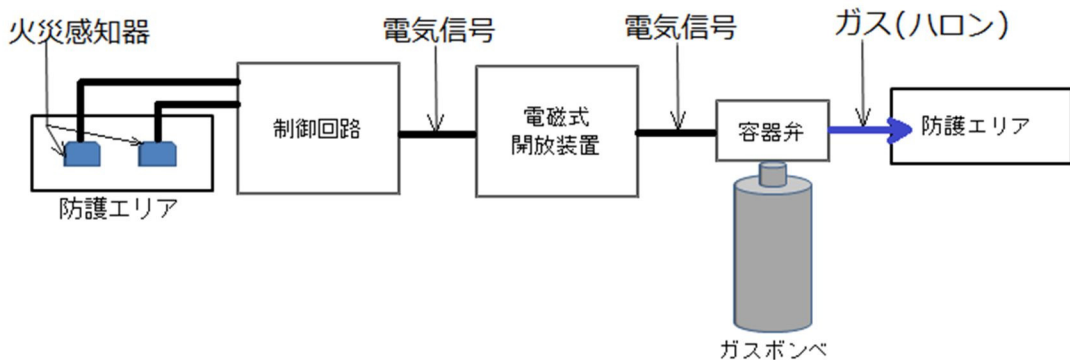
自動消火設備起動ロジック

第 6 図 ハロゲン化物自動消火設備（全域）起動ロジック

4.2 ハロゲン化物自動消火設備（全域）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，ハロンガスを放出する。

第 7 図にハロゲン化物自動消火設備（全域）の系統構成を示す。



第 7 図 ハロゲン化物自動消火設備（全域）の系統構成

5. ハロゲン化物自動消火設備（局所）の作動回路

5.1 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ハロゲン化物自動消火設備（局所）作動までの信号の流れはハロゲン化物自動消火設備（全域）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，「煙感知器」及び「熱感知器」のそれぞれ2つが感知した場合，ハロゲン化物自動消火設備（局所）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）又は消火設備用感知器（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，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，ケーブルトレイのハロゲン化物自動消火設備（局所）であるケーブルトレイ消火設備は，火災区域又は火災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，ケーブルトレイ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ケーブルトレイ消火設備の適用について，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，火災区域又は火災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。

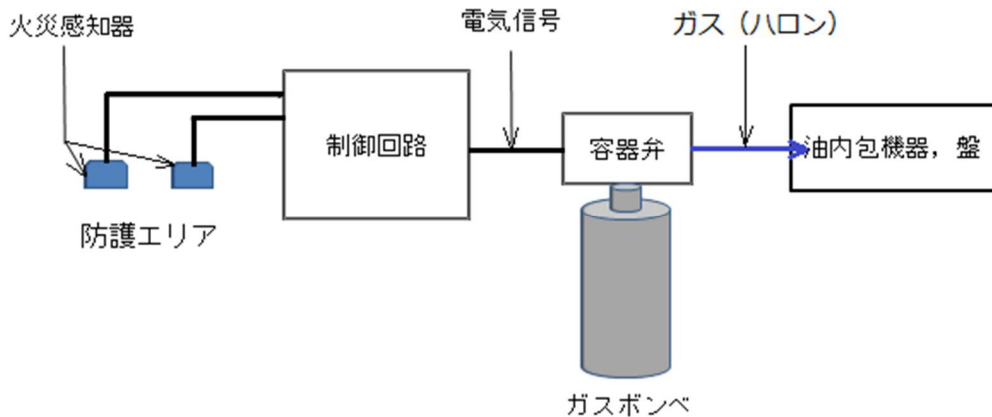
5.2 ハロゲン化物自動消火設備（局所）の系統構成

(1) ハロゲン化物自動消火設備（局所）（油内包機器，盤）

油内包機器，盤に対するハロゲン化物自動消火設備（局所）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。ガスを噴射するヘッドは消防法施行規則第 20 条に基づき、防護対象物のすべての表面がいずれかの噴射ヘッドの有効射程内となり、消火剤の放射によって可燃物が飛び散らない箇所に設置し、消防法施行規則に基づく消火剤の量を 25 秒以内に放射できる設計とする。

ハロゲン化物自動消火設備（局所）（油内包機器，盤）の系統構成を第 8 図に示す。

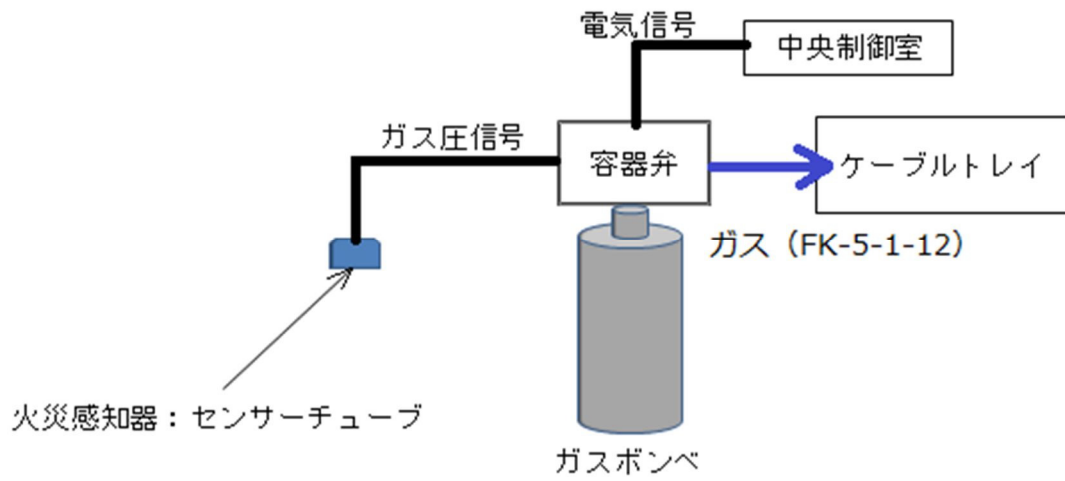


第 8 図 ハロゲン化物自動消火設備（局所）（油内包機器，盤）起動ロジック

(2) ケーブルトレイ消火設備

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。

ケーブルトレイ消火設備の系統構成を第 9 図に示す。



第 9 図 ケーブルトレイ消火設備の系統構成

ケーブルトレイ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ハロゲン化物自動消火設備（局所）であるケーブルトレイ消火設備（以下「チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）」という。）を設置する設計とする。

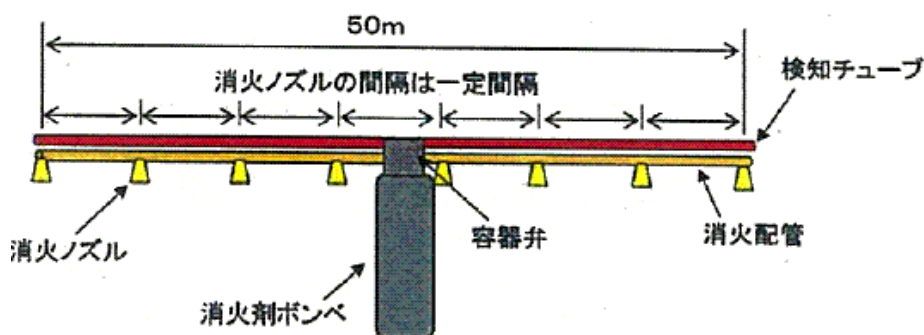
以降では、実証試験によりチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）が火災に対し有効であることを示す。

2. チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）の仕様

チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）の概要を第1図に示す。チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）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消火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ケーブルトレイに適用するチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）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。

注記 *：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 チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）の概要図

第 1 表 チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）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	1.8 MPa
消火配管		軟銅管
消火ノズル個数		最大 8 個/セット
消火剤ボンベ本数		1 本/セット

3. 電力中央研究所におけるチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）

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ハロゲン化物自動消火設備（局所）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。

注記 *： 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。

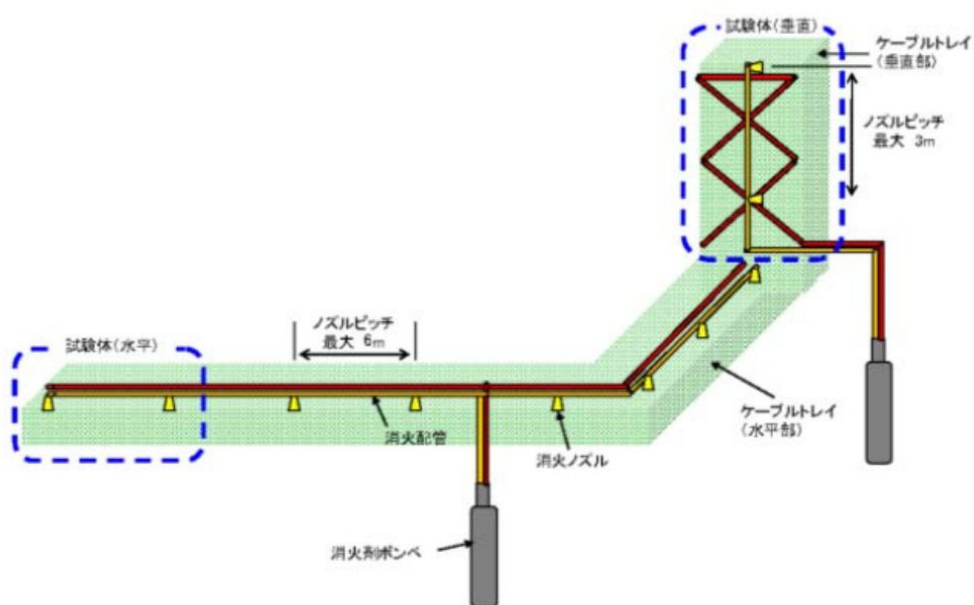
3.1 実証試験装置の仕様

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、ケーブル敷設方向（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敷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 2000 A 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、チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）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、さらにその周囲を防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、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防火シートで覆う設計とする。防火シートの耐久性を別紙2、防火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、防火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	2000 A	水平	ケーブルトレイ 端部から 4 m	6600V CV 3C 150sq 1 本	幅 1.8 m* ² ×長さ 9.6 m×高さ 0.15 m	
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 4 m	6600V CV 3C 150sq 1 本		幅 1.8 m* ² ×長さ 6.0 m×高さ 0.25 m
V2				6600V CV 3C 150sq 3 本 6600V CV 3C 150sq 14 本		

注記 *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 0.6 m 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。



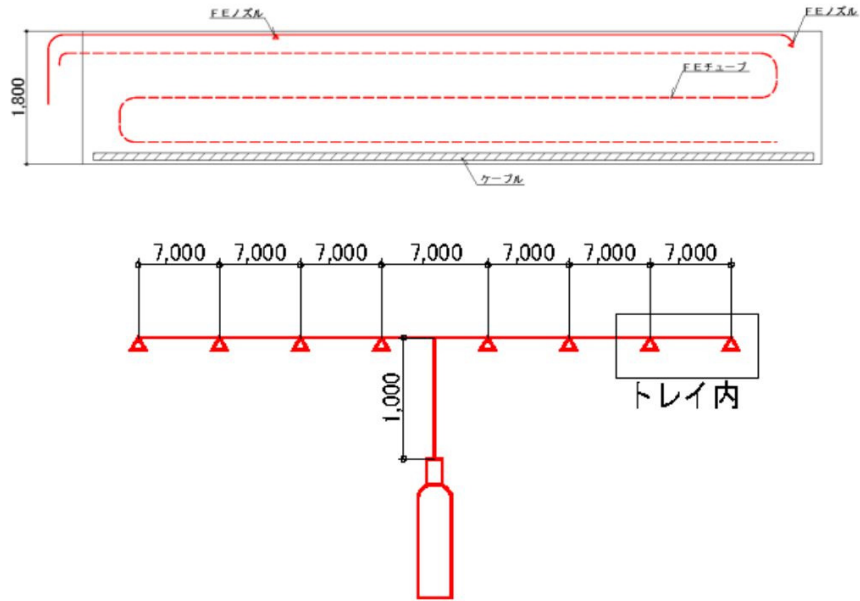
第 3 図 実証試験用のケーブルトレイ

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)でチューブ式ハロゲン化物自動消火設備(局所)(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)



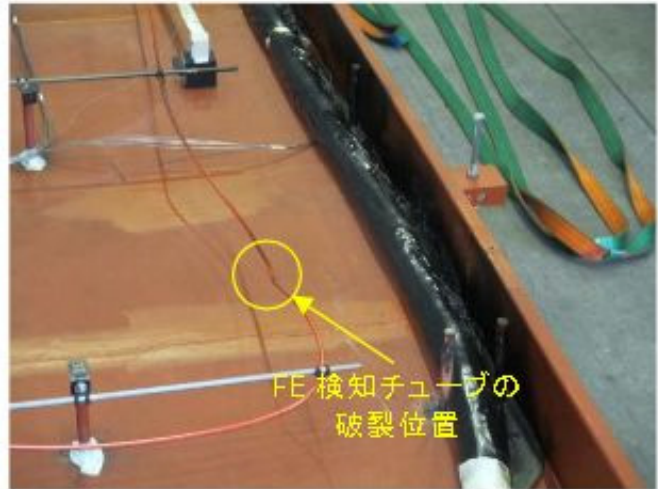
第4図 試験 H1 の概要



(着火時)



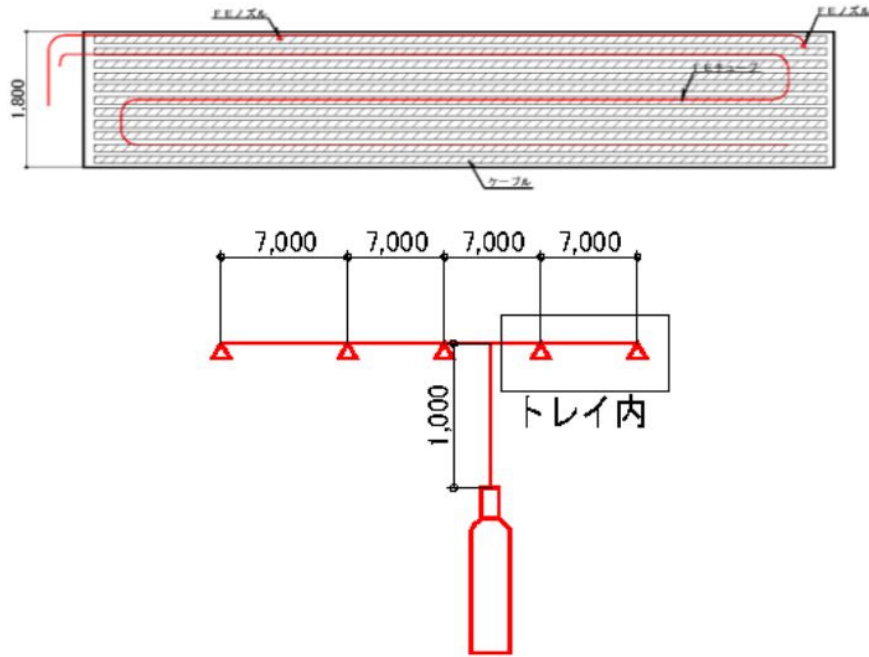
(FE 作動時)



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)でチューブ式ハロゲン化物自動消火設備(局所)(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)



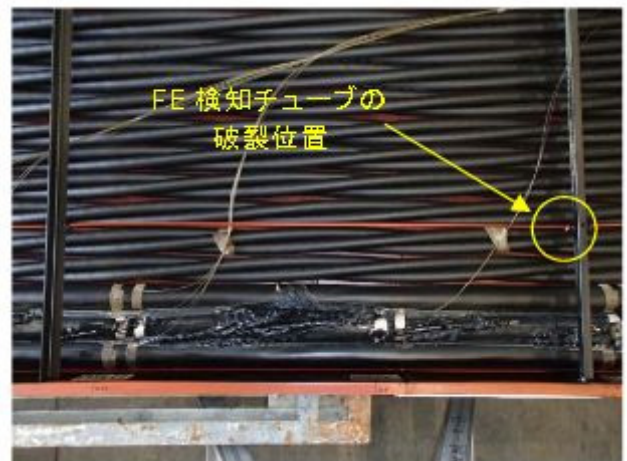
第 6 図 試験 H2 の概要



(着火時)



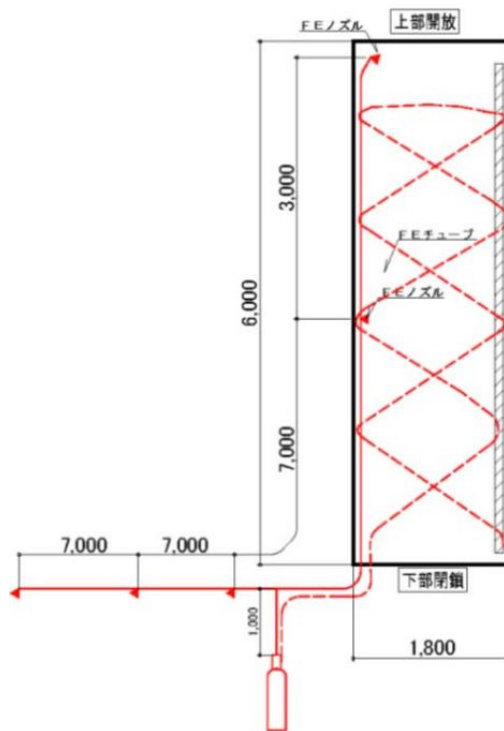
(FE 作動時)



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）でチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）（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



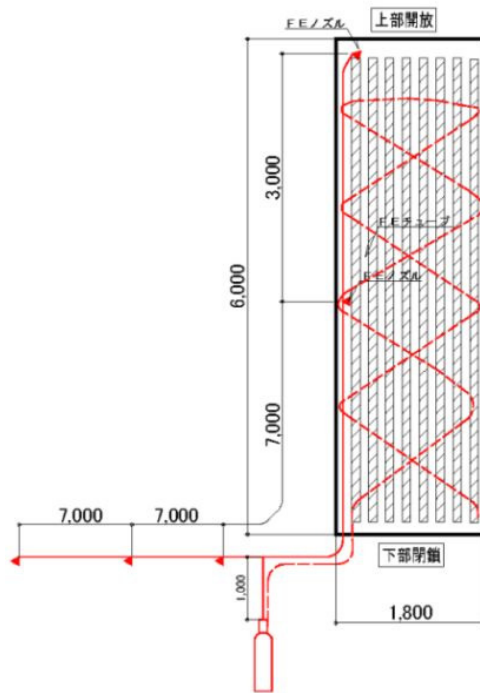
(着火時)

(消火時)

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电したところ、
 通电開始後 17 分 6 秒着火し、着火から 1 分 39 秒後（通电開始後 18
 分 45 秒）でチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）（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



(着火時)

(消火時)

第 11 図 試験 V2 発火・消火・試験後の状態

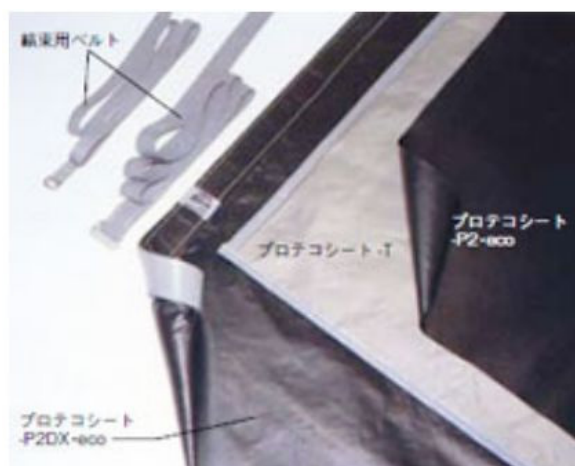
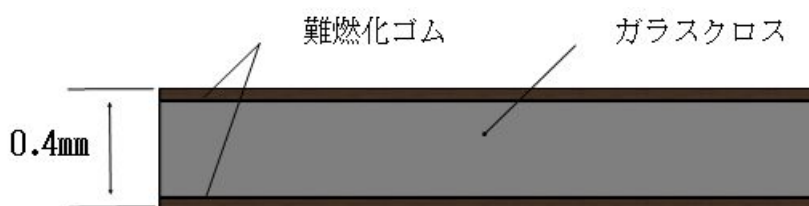
以上より，実機を模擬したケーブルトレイの火災について，チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）が有効に機能することを確認した。

チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）に使用する
防火シートについて

東海第二発電所のチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）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、ケーブルトレイを防火シートで覆う設計とする。（第 1 図）

ケーブルトレイを覆う防火シートは酸素指数 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*。

注記 *：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 防火シートの概要

また、防火シートは、ケーブルトレイに巻き付けた状態で I E E E s t d 3 8 3 - 1974 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防火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、チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）作動後に消火剤が外部に漏えいすることがないため、チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）の消火性能は維持される。

注記 *：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-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

経過時間 (分)	5	10	15	20	試験終了後の ケーブル損傷状況
加熱部全体(0~800mm)					
加熱部詳細(0~300mm)					

シートに燃焼や破れ等は発生していない

第2図 防火シートのIEE 383 垂直トレイ燃焼試験実施後の状態

防火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

東海第二発電所のチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）では、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイ内部に可能な限り滞留するように、ケーブルトレイを防火シートで覆う設計とする。防火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（JCS 0168-1）に定められるように式(1)で表すことができる。

$$I = \sqrt{\frac{T_1 - T_2 - T_d}{nrR_{th}}} \quad (A) \quad (1)$$

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)

注記 * : 11 kV 以下のケーブルでは無視できる

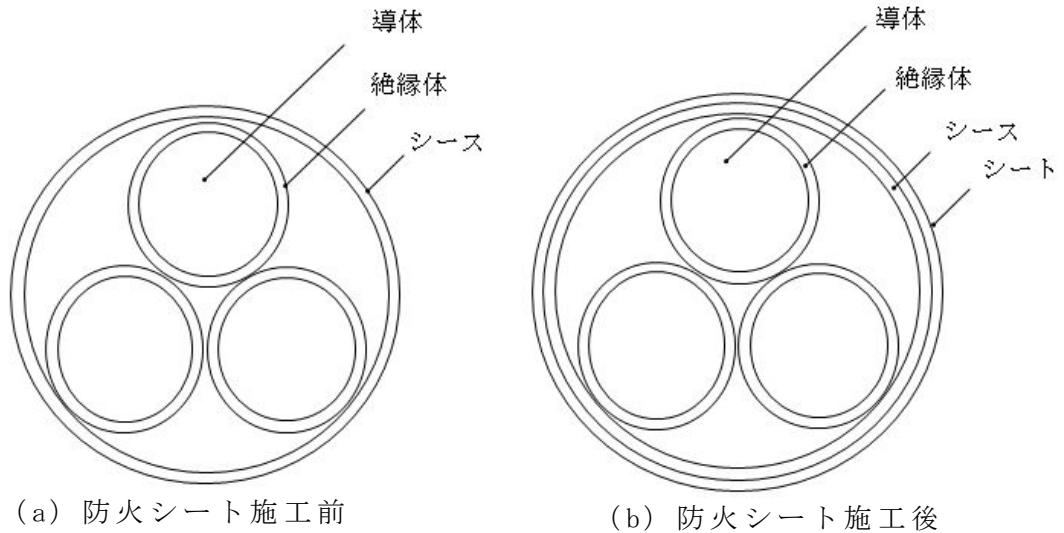
東海第二発電所においてチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）の消火対象となるケーブルは、全て 11 kV 以下の仕様であることから、誘電体損失による温度上昇 T_d は無視することができるため、許容電流 I は式(2)で表される。

$$I = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th}}} \quad (A) \quad (2)$$

2. 防火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(600 V-CV-3C-5.5)について、防火シート施工に伴う許容電流低減率を評価する。

第1図の(a)及び(b)に示すように、ケーブルに防火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。



第1図 防火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} : 防火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} : 防火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 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

防火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。

$$\eta = \left[1 - \frac{I_2}{I_1} \right] \times 100 = \left[1 - \sqrt{\frac{R_{th1}}{R_{th2}}} \right] \times 100 \quad (\%) \quad (5)$$

ここで、 R_{th1} と R_{th2} がそれぞれ 75.2 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$) , 75.1 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$) であり、式(6)に示すように、防火シート施工に伴う許容電流低減率はほぼゼロである。

$$\eta = \left[1 - \sqrt{\frac{75.2}{75.1}} \right] \times 100 \cong 0 \quad (\%) \quad (6)$$

上記の許容電流低減率の評価は、ケーブルに防火シートを直接巻いた場合を想定したものであるが、ケーブルトレイに防火シートを巻いた場合においても、防火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、防火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防火シートの取付方法について

東海第二発電所のチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）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、ケーブルトレイを防火シートで覆う設計とする。防火シートは、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*。チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）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。防火シートについて、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。

注記 *：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

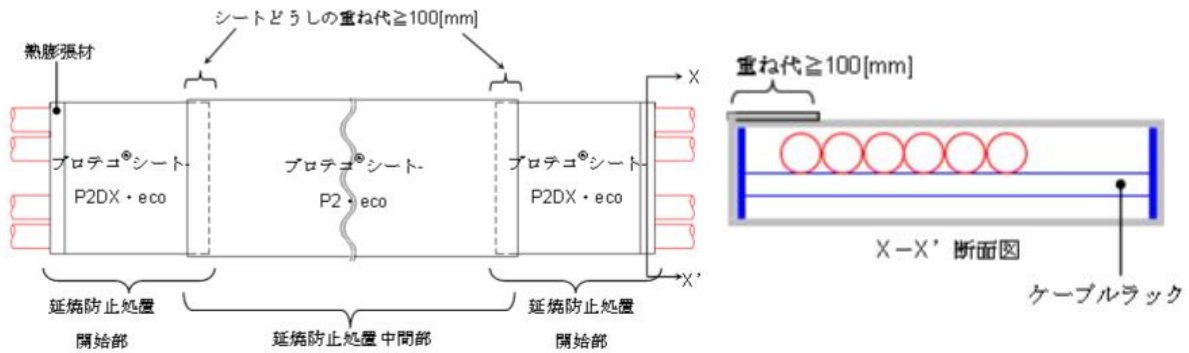
ケーブルトレイへの防火シート取付けで使用する材料の仕様を第 1 表に示す。

第 1 表 材料仕様（*1 に示す資料の抜粋）

名称	仕様	外観
プロテコシート－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 0.4 mm	
プロテコシート－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 50 mm×厚さ 3 mm 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	

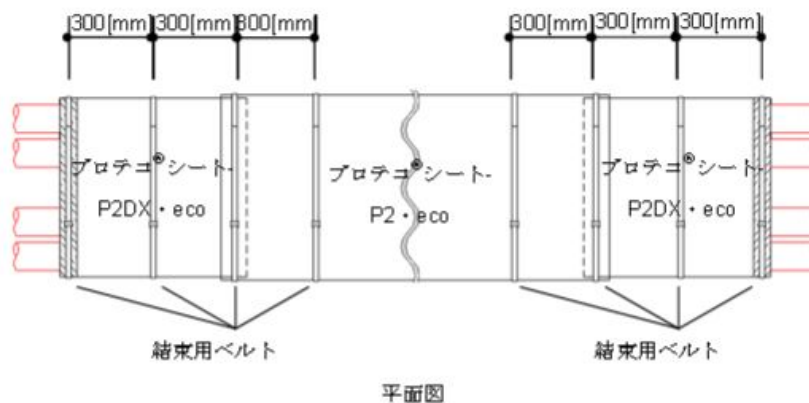
2. 標準的な防火シートの取付方法

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100 mm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100 mm以上重ね合わせて巻き付ける。



第1図 防火シートの標準的な巻き付け方法（*1に示す資料の抜粋）

また、第1図のとおり防火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300 mm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に示す資料の抜粋）

補足説明資料 3-2

二酸化炭素自動消火設備（全域）について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 5.2.2(1)b.(c)項に示す二酸化炭素自動消火設備（全域）の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

二酸化炭素自動消火設備（全域）の詳細を次頁以降に示す。

3. 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，各
 データンク室及び緊急時対策所建屋発電機室には，二酸化炭素自動消火設備
 （全域）を設置する。

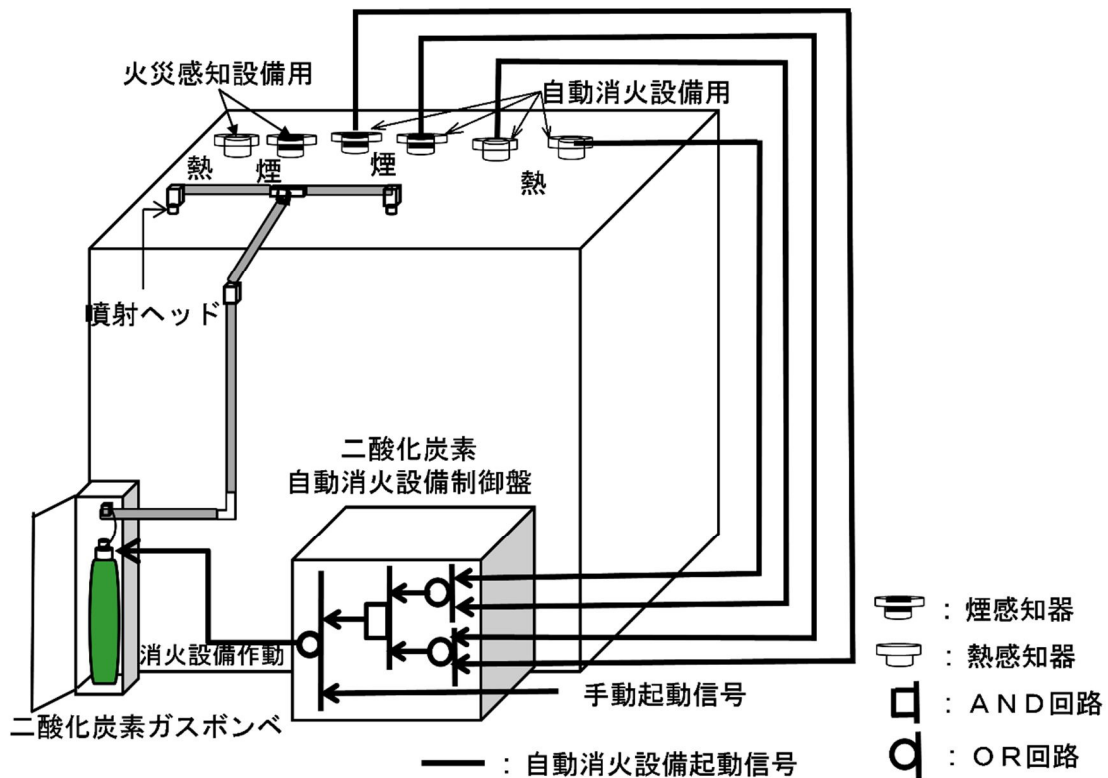
二酸化炭素自動消火設備（全域）の仕様を第1表に示す。

また，二酸化炭素自動消火設備（全域）の概要を第1図に示す。

第1表 二酸化炭素自動消火設備（全域）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	消防法施行規則第19条
	火災感知	<ul style="list-style-type: none"> ・早期感知及び早期消火の観点から自動消火設備用の火災感知器を設置する。 ・二酸化炭素は人体に有害であり，誤作動防止を図る観点から，以下のAND回路の構成とする。 自動消火設備用の火災感知器 （煙感知器1系統，熱感知器1系統のAND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
	破損，誤動作，誤操作による影響	不活性である二酸化炭素は，電気設備及び機械設備に影響を与えない。

注記 *：ハロゲン化物消火設備・機器の使用抑制等について（通知）[消防
 危第88号，消防予第161号]により，二酸化炭素は人体に有害で
 あり，誤作動防止を図る観点から，異なる種類の火災感知器（煙
 感知器，熱感知器）のAND回路の構成とする。



第 1 図 二酸化炭素自動消火設備（全域）の概要

4. 二酸化炭素自動消火設備（全域）の作動回路

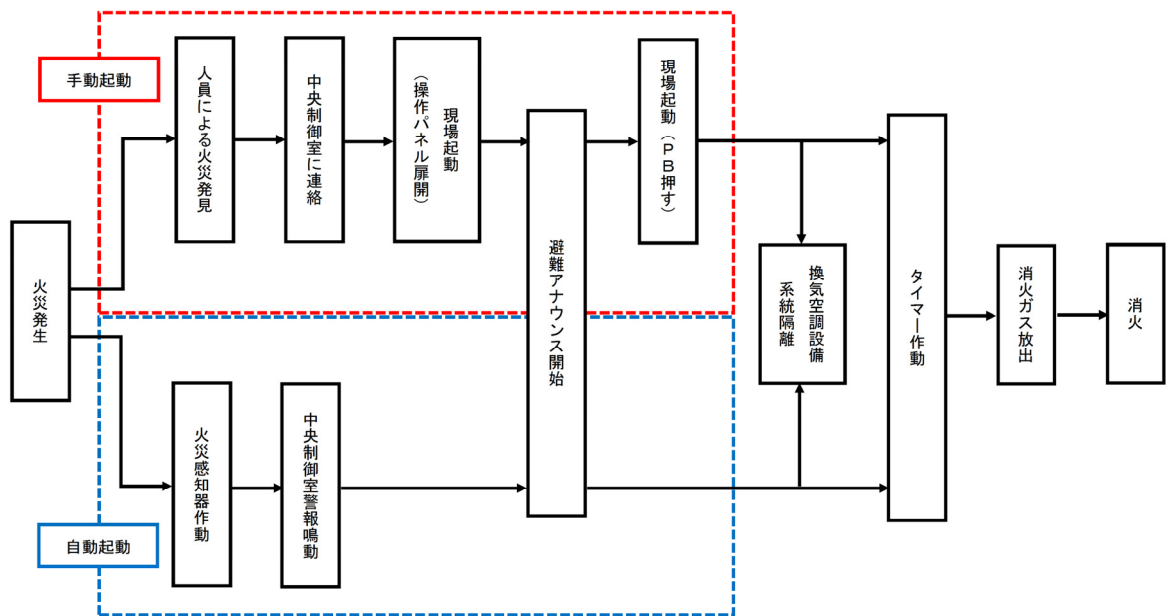
4.1 作動回路の概要

火災発生時における二酸化炭素自動消火設備（全域）動作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としており，感知器が 2 系統とも作動した場合は，自動起動動作する。

起動条件としては，自動消火設備用の煙感知器と熱感知器のそれぞれ 1 つずつ（熱感知器と煙感知器）の動作をもって消火する設計とする。

また，現地での手動動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，人による火災発見時においても，早期消火が対応可能な設計とする。

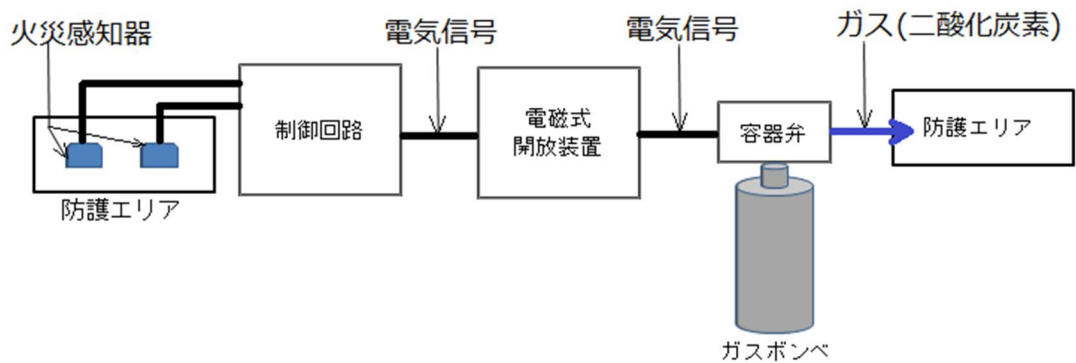


第2図 二酸化炭素自動消火設備（全域）の作動までの流れ

4.2 二酸化炭素自動消火設備（全域）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図に二酸化炭素自動消火設備（全域）の系統構成を示す。



第3図 二酸化炭素自動消火設備（全域）の系統構成

補足説明資料 3-3

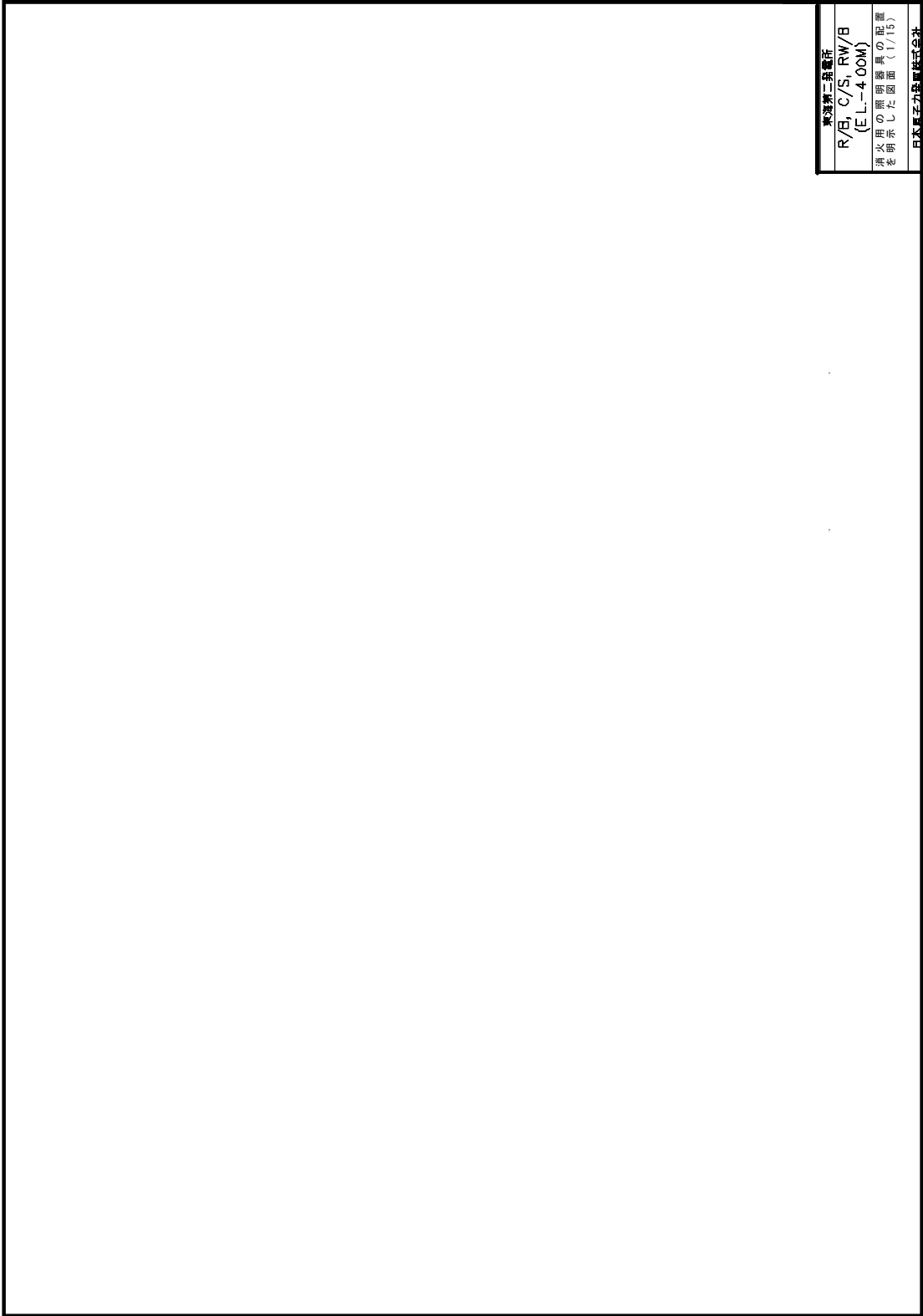
消火用の照明器具の配置図

1. 目的

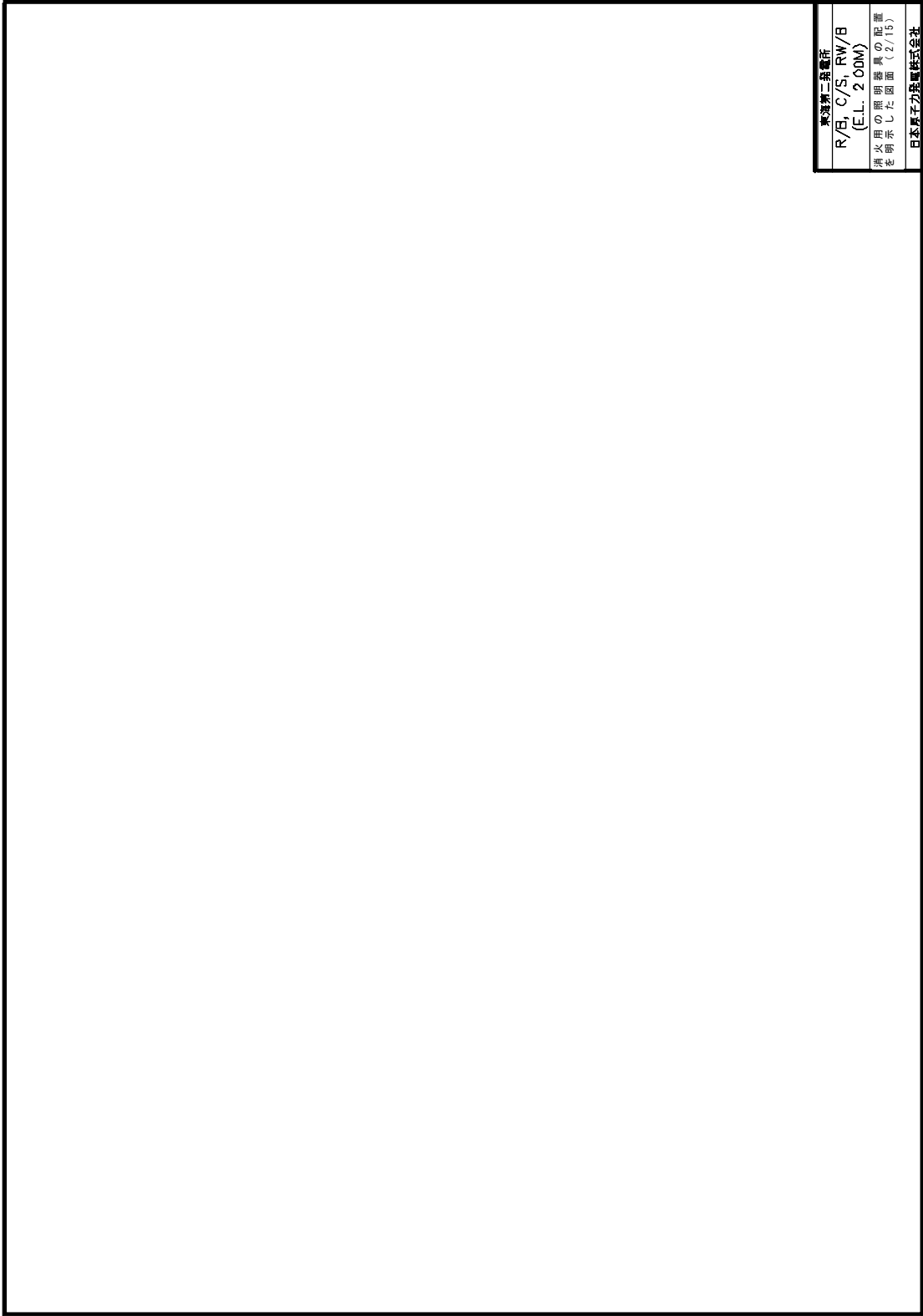
本資料は、火災防護に関する説明書 5.2.2(5)g.(b)項に示す屋内の消火栓、消火設備現場盤の設置場所及び設置場所への経路に設置する消火用の照明器具の位置を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

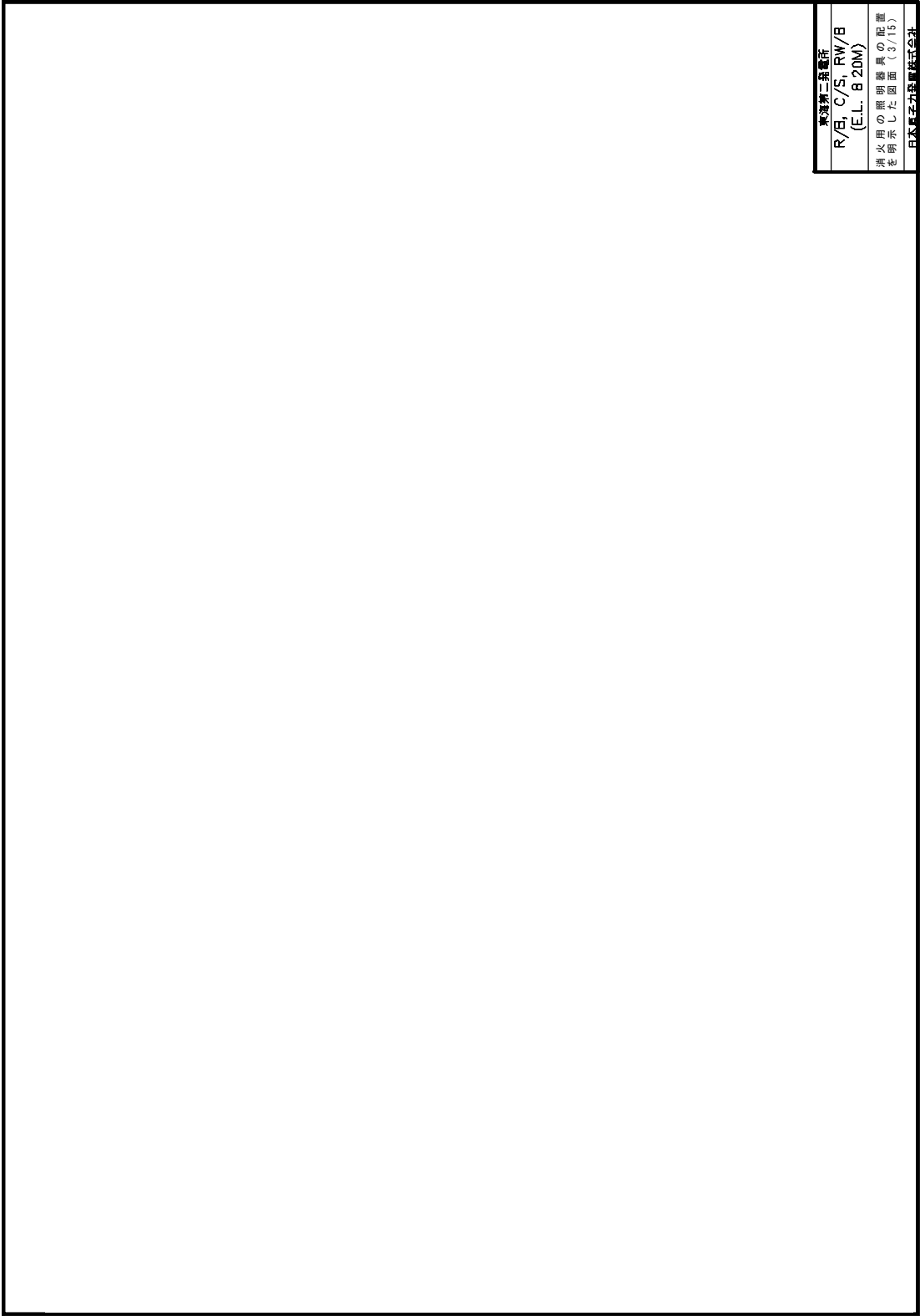
屋内の消火栓、消火設備現場盤の設置場所及び設置場所への経路に設置する消火用の照明器具の位置を、次頁以降の図に示す。



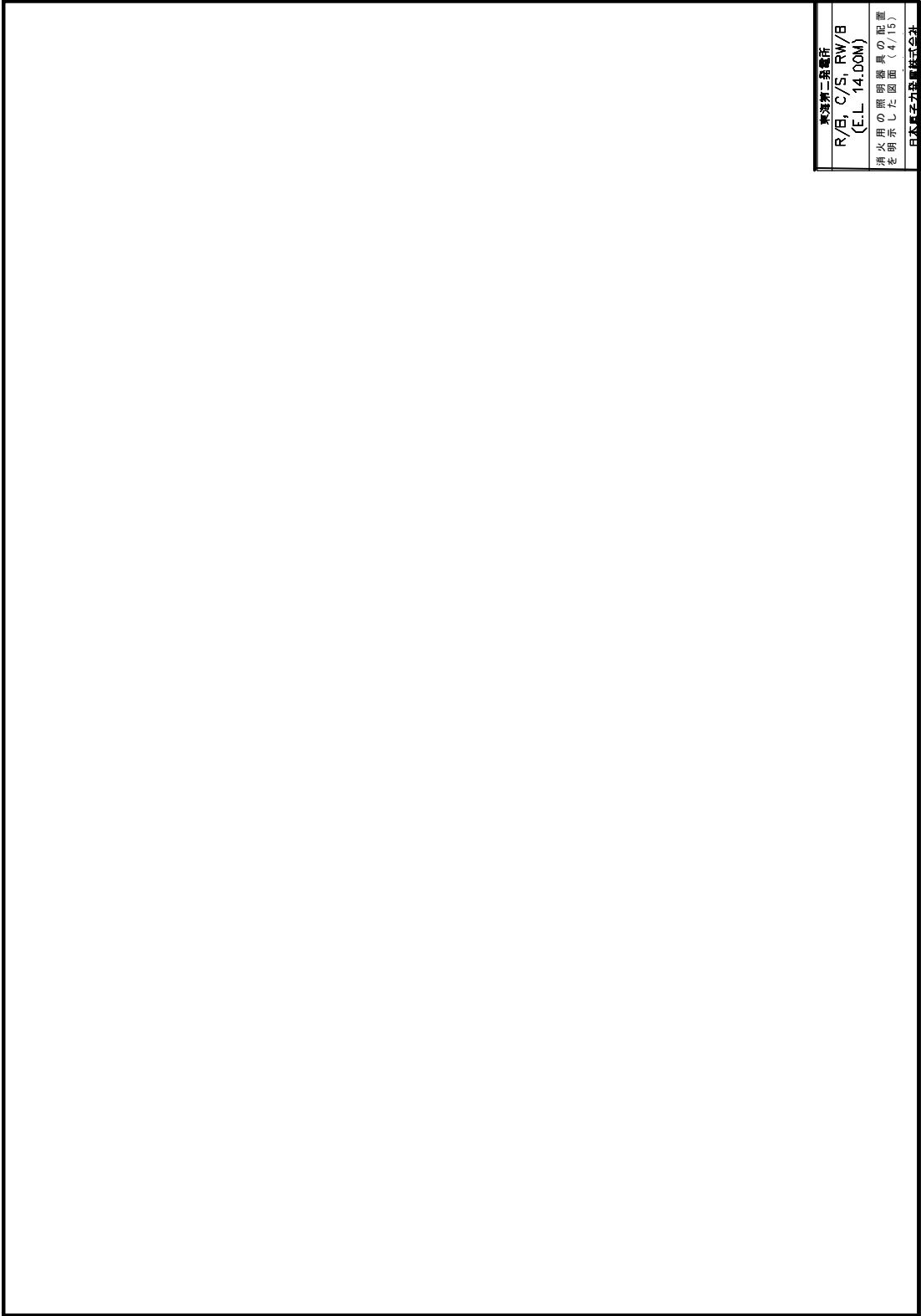
東洋第二電機
R/B, C/S, RW/B
(E.L.-4 DOM)
消火用の照明器具の配置
を明示した図面(1/15)
日本電子設備株式会社



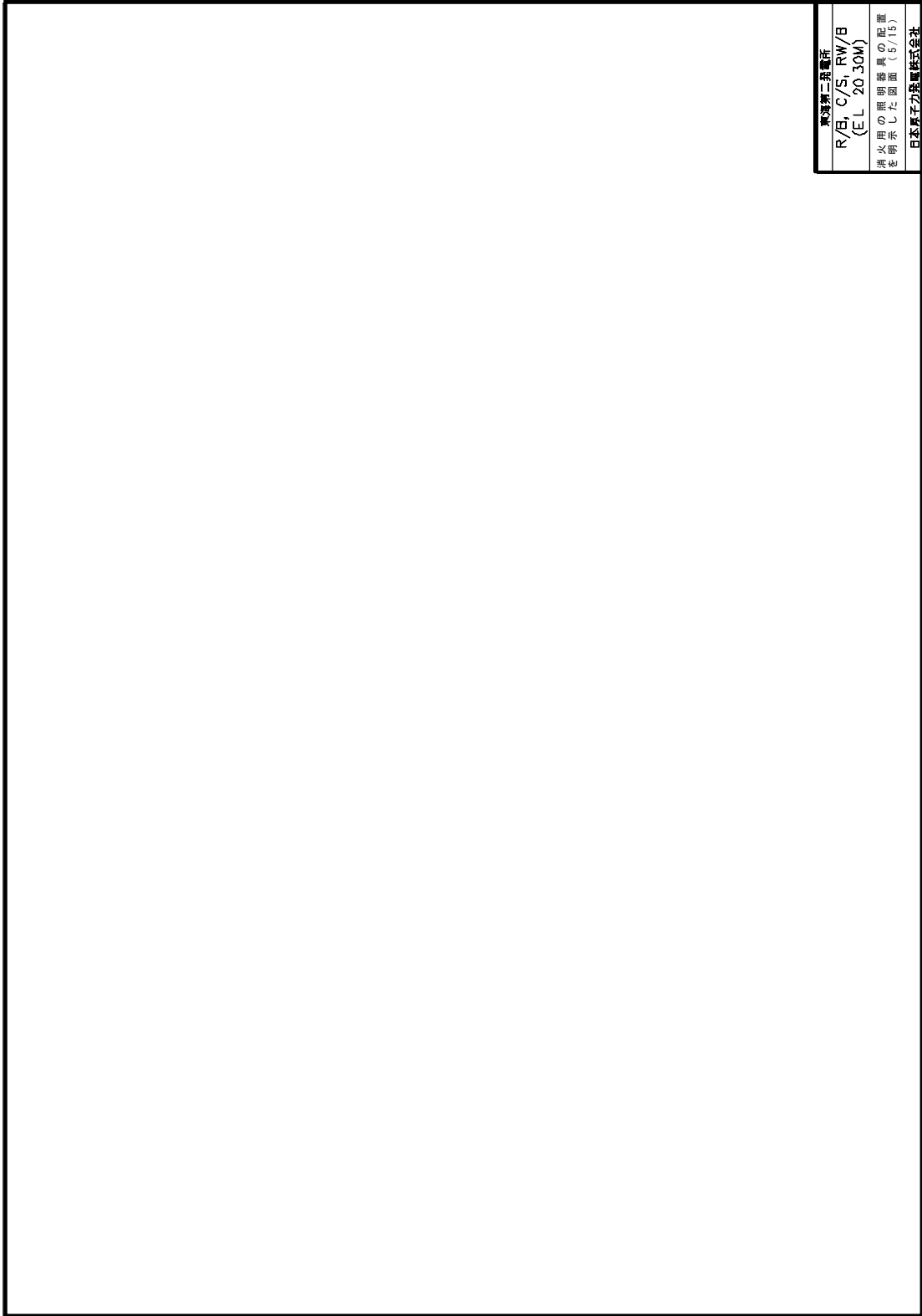
東洋第二電機
R/B, C/S, RW/B
(E.L. 2 00M)
消火用の照明器具の配置
を明示した図面 (2/15)
日本原子力発電株式会社



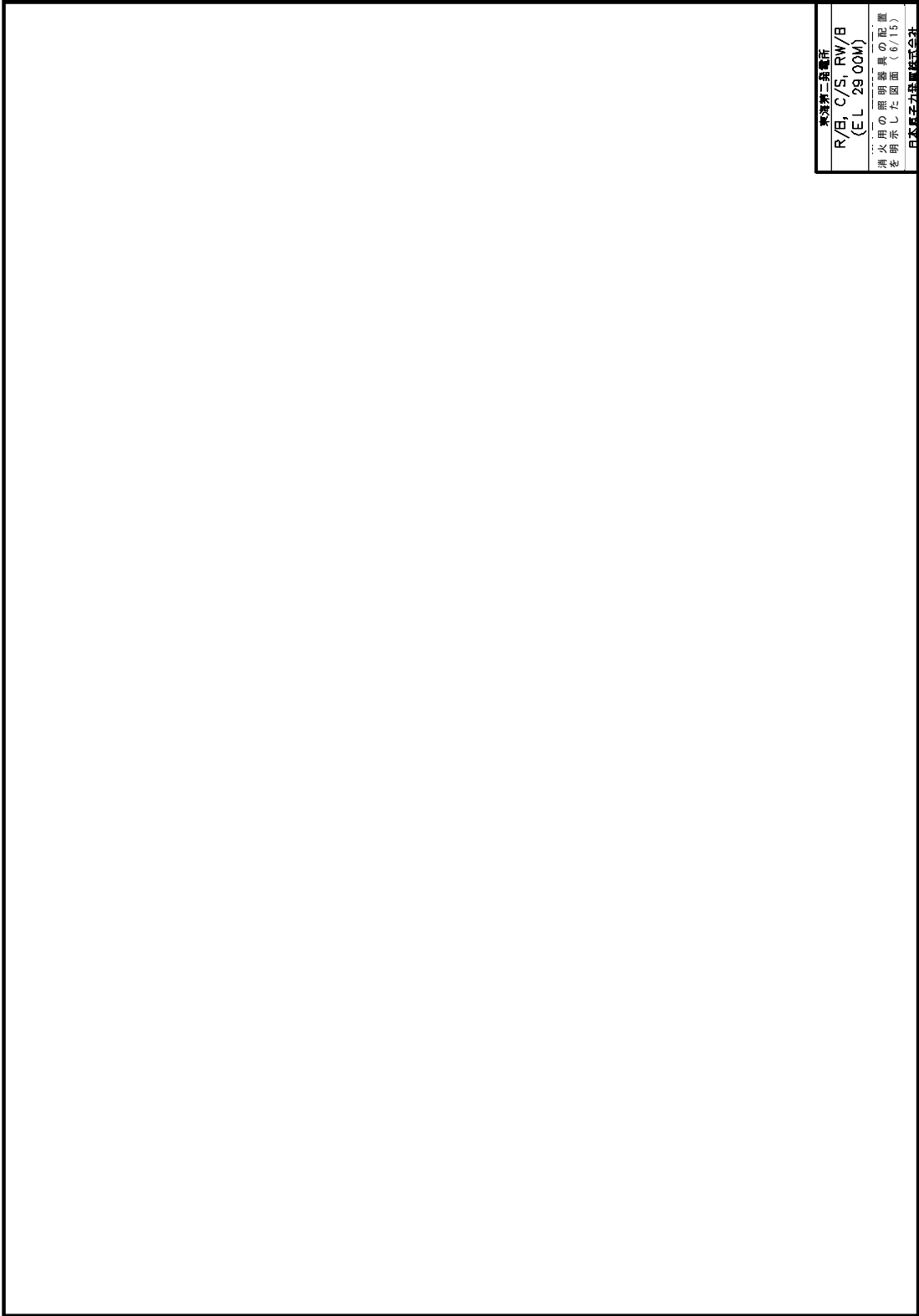
東洋第二製作所
R/B, C/S, RW/B
(E.L. B 2DM)
携水用の照明器具の配線
を明示した図面 (3/15)
日本電産株式会社



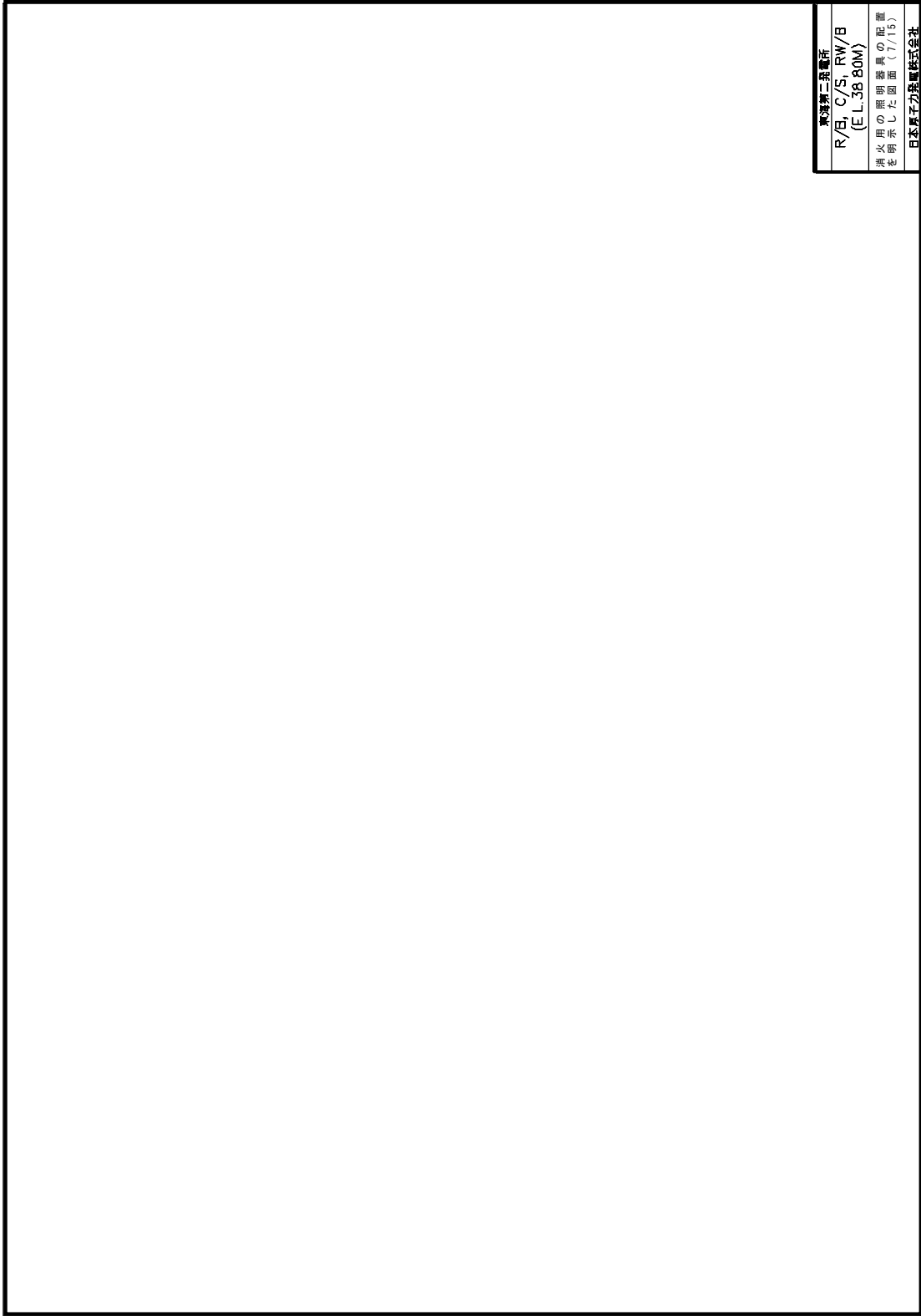
東洋第二製作所
R/B, C/S, RW/B
(E.L. 14.00M)
携火用の照明器具の配置
を明示した図面 (4/15)
日本電産株式会社



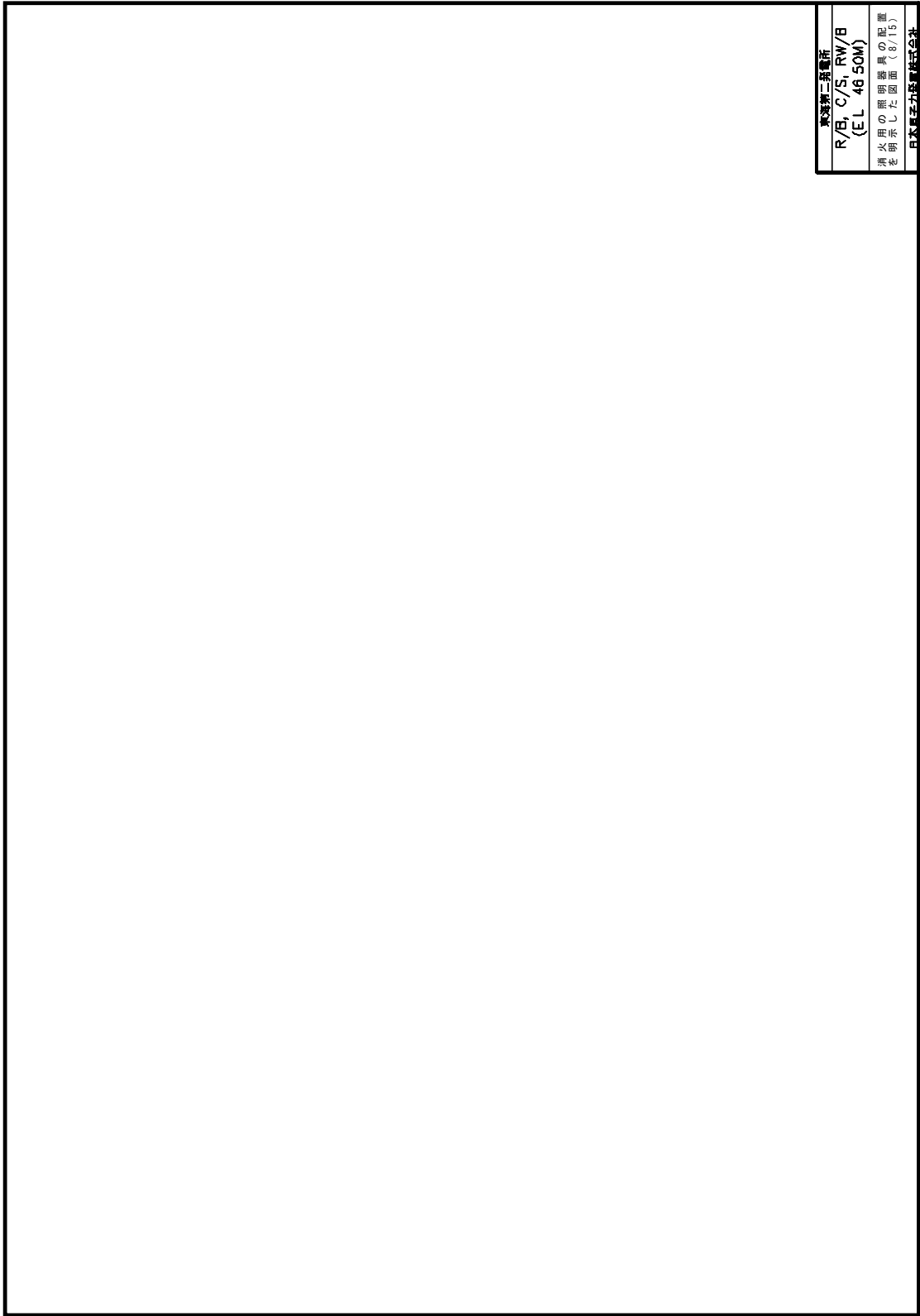
異径第二類管
R/B C/S RW/B (E L 20 30M)
消火用の照明器具の配管 を指示した図面 (6/15)
日本原子力発電株式会社



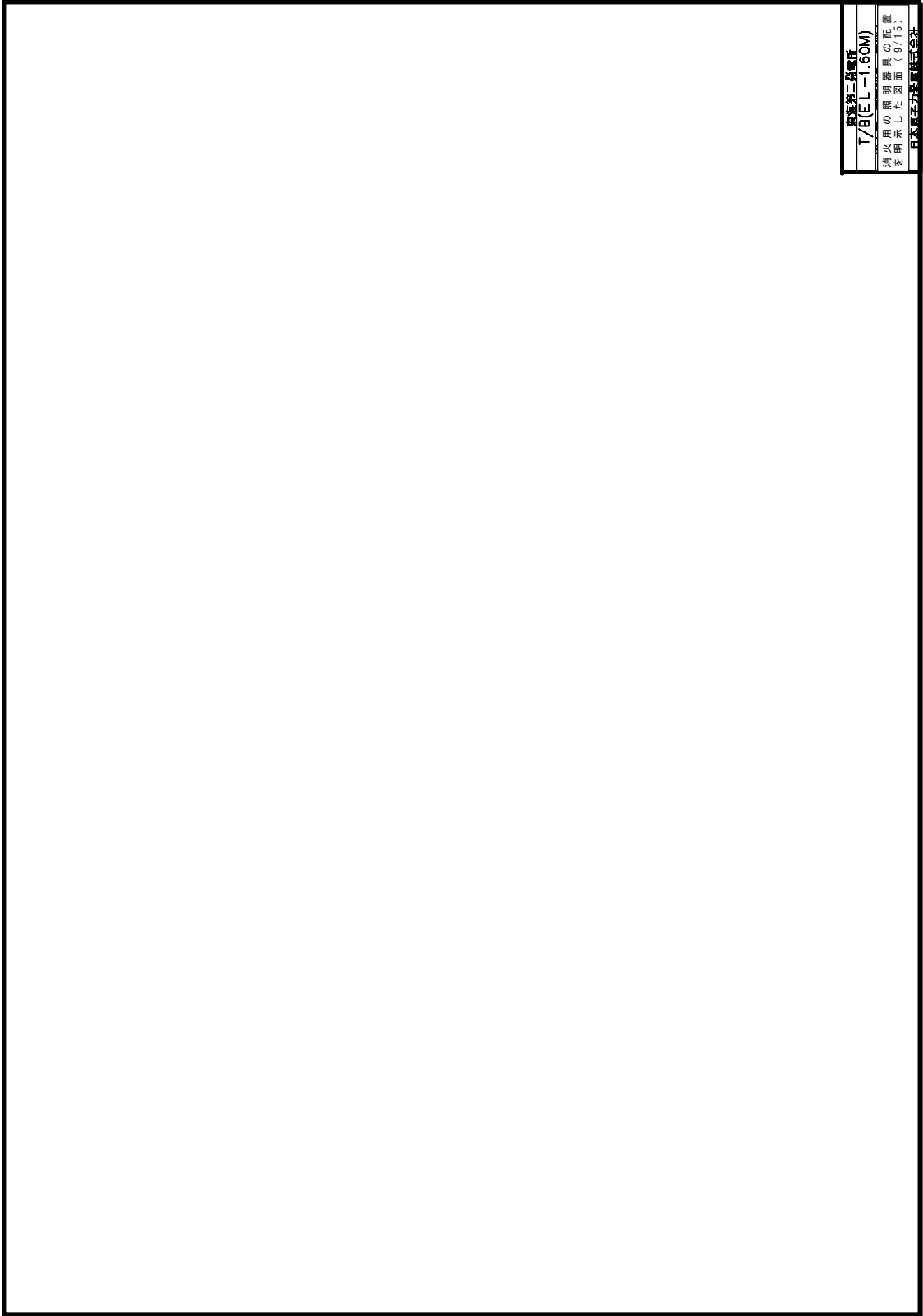
東海第二発電所
R/B, C/S, RW/B (E/L 29 00W)
揚水用の照明器具の配置 を明示した図面 (6/15)
日本電気株式会社



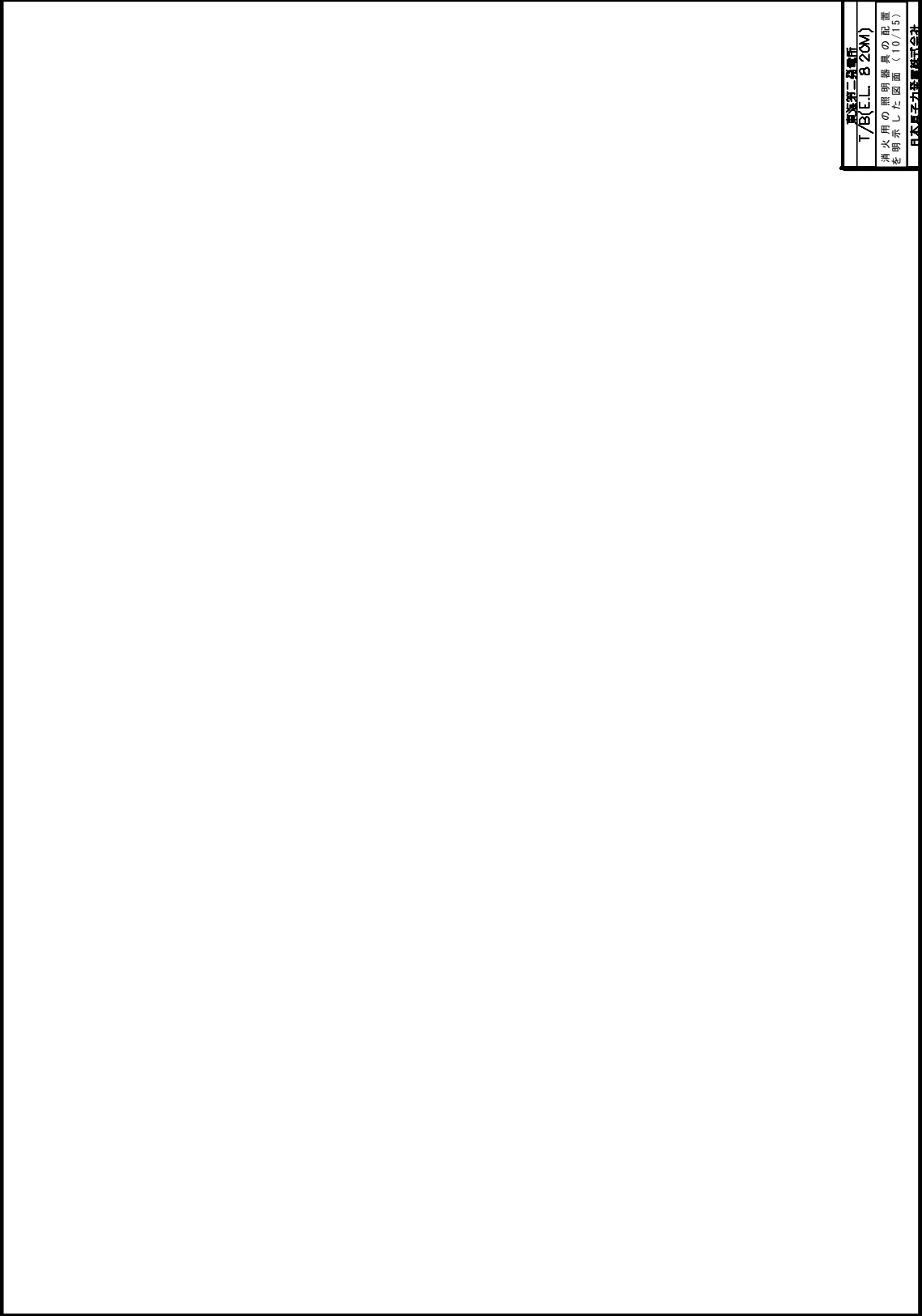
真鍮第二類電所
R/B C/S RW/B (E.L.3B 60M)
消火用の照明器具の配置 を明示した図面 (7/15)
日本原子力発電株式会社



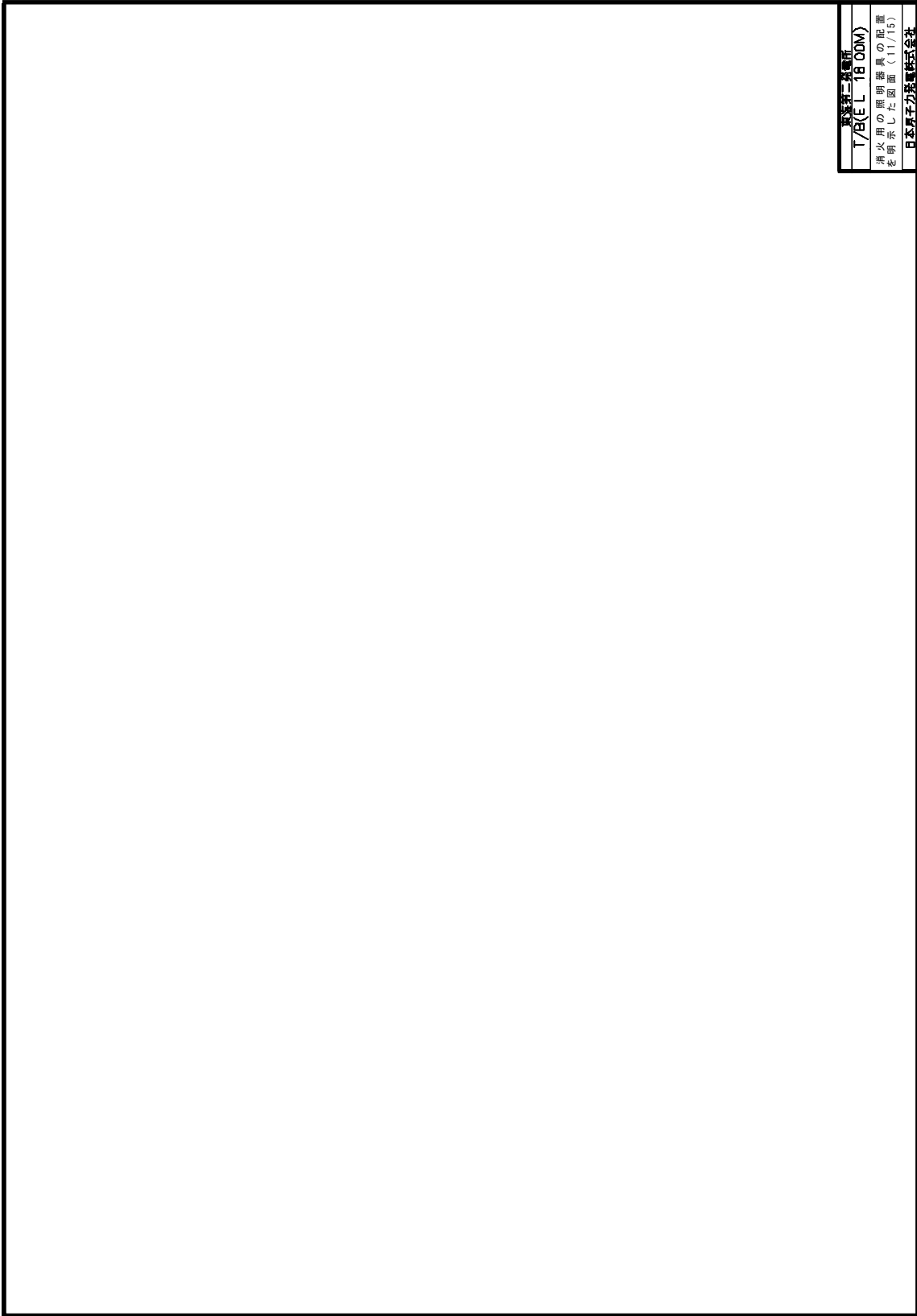
東洋第二研究所
R/B, C/S, RW/B
(EL 46.50M)
機内用の照度計器具の配置
を示した断面 (8/15)
日本電子工業株式会社



図面番号
T/R(E L-1.60M)
消火用の照明器具の配座
を明示した図面 (9/15)
日本電産エレクトロニクス株式会社



標準二層構造
T/B(ELL B 20M)
消火用の照明器具の配置
を明示した図面(10/15)
日本電子カネテック株式会社



図面番号
T/B(E L 18 00M)
消火用の照明器具の配置
を明示した図面 (11/15)
日本電子カネ電機株式会社

東海第二発電所
緊急時対策所建屋 (EL. 23.30 m)
消火用の照明器具の配置を 明示した図面 (12/15)
日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

緊急時対策所建屋
(EL. 30. 30 m)

消火用の照明器具の配置を
明示した図面 (13/15)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所
緊急時対策所建屋 (EL. 37.00 m)
消火用の照明器具の配置を 明示した図面 (14/15)
日本原子力発電株式会社

東海第二発電所
緊急時対策所建屋 (EL. 43.50 m)
消火用の照明器具の配置を 明示した図面 (15/15)
日本原子力発電株式会社

補足説明資料 3-4

常設代替高圧電源装置を設置する火災区域の
消火設備について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 5.2.2(2)a.(a)項に示す重大事故等対処施設である常設代替高圧電源装置等の設備を設置する「常設代替高圧電源装置置場」に対する消火設備は、重大事故等対処施設に対する火災防護特有であるため、補足資料として添付するものである。

2. 内容

常設代替高圧電源装置置場の消火設備の詳細を次頁以降に示す。

3. 概要

屋外の火災区域のうち，常設代替高圧電源装置を設置する火災区域については，火災が発生しても煙が大気に放出されることから，消火活動が困難とはならない。

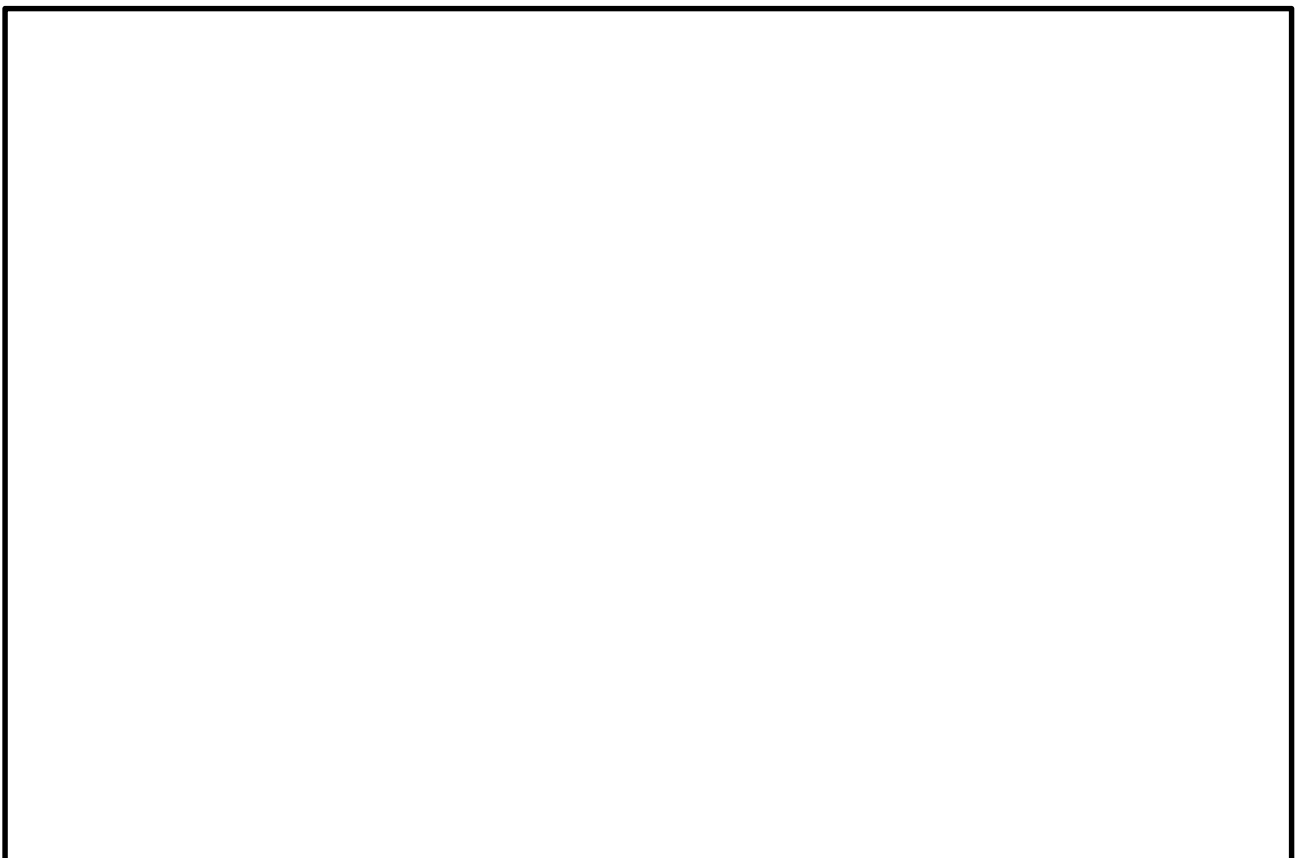
このため，固定式消火設備及び自動消火設備は設置せずに，消火器，消火栓又は移動式消火設備で消火を行う。

4. 消火設備について

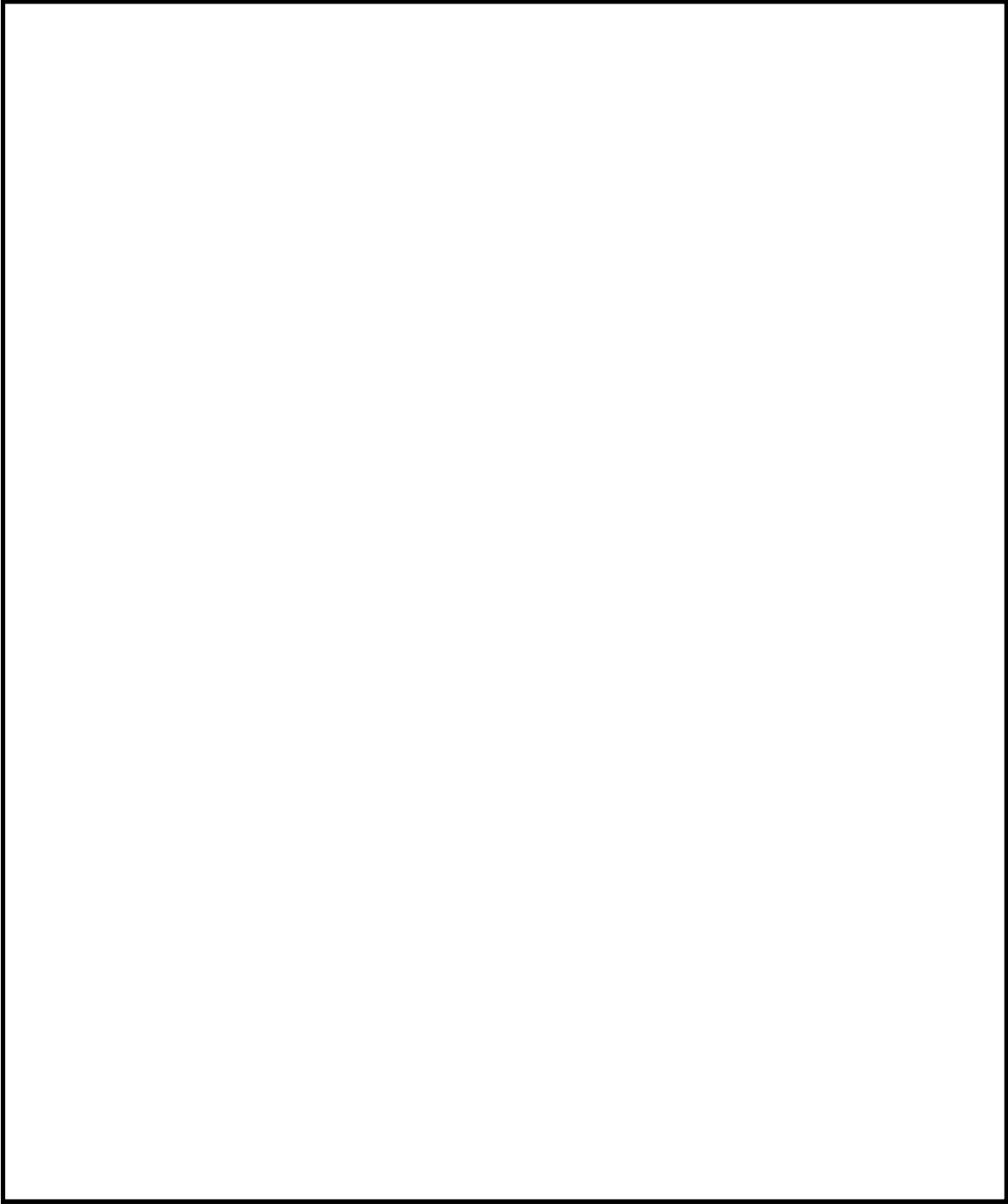
以下の第1表，第1図及び第2図に常設代替高圧電源装置を設置する火災区域における消火設備を示す。

第1表 常設代替高圧電源装置置場の消火設備

消火設備	地震に対する考慮
消火器	転倒防止を図る設計
移動式消火設備	化学消防自動車（1台）及び水槽付消防ポンプ車（1台）について転倒防止を図る設計
消火栓	耐震Cクラスにて設計



第1図 屋外消火栓配置図



第 2 図 消火器配置図（常設代替高圧電源装置置場）

4.1 消火器

消火器は、初期消火で使用するものであることを踏まえ、消防法施行令に従い、防火対象物の各部分から、歩行距離 20 m 以下に 20 型消火器及び歩行距離 30 m 以内に 50 型消火器を配備する。

4.2 移動式消火設備

常設代替高圧電源装置置場を設置する火災区域における移動式消火設備は化学消防自動車及び水槽付消防ポンプ車（第 2 表，第 3 図）があり，消火栓等から取水して，消火活動を行う。

第 2 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	冷却
	薬液濃度	3 %	—
	消火剤の特徴	水：消火剤の確保が容易 泡水溶液：主に油火災に 対して有効	消火剤の確保が容易
消火設備	適用規格	<ul style="list-style-type: none"> ・消防法施行令第20条 ・動力消防ポンプの技術上の規格を定める省令 ・泡消火薬剤の技術上の規格を定める省令 	<ul style="list-style-type: none"> ・消防法施行令第20条 ・動力消防ポンプの技術上の規格を定める省令
	放水能力	水：2.8 m ³ /min 以上 (泡消火について，薬液濃度維持のため0.8 m ³ /min)	2.8 m ³ /min 以上
	放水圧力	0.85 MPa	0.7 MPa
	ホース長	20 m×20 本	20 m×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	監視所近傍	監視所近傍	



化学消防自動車



水槽付消防ポンプ車

第 3 図 化学消防自動車及び水槽付消防ポンプ車

補足説明資料 3-5

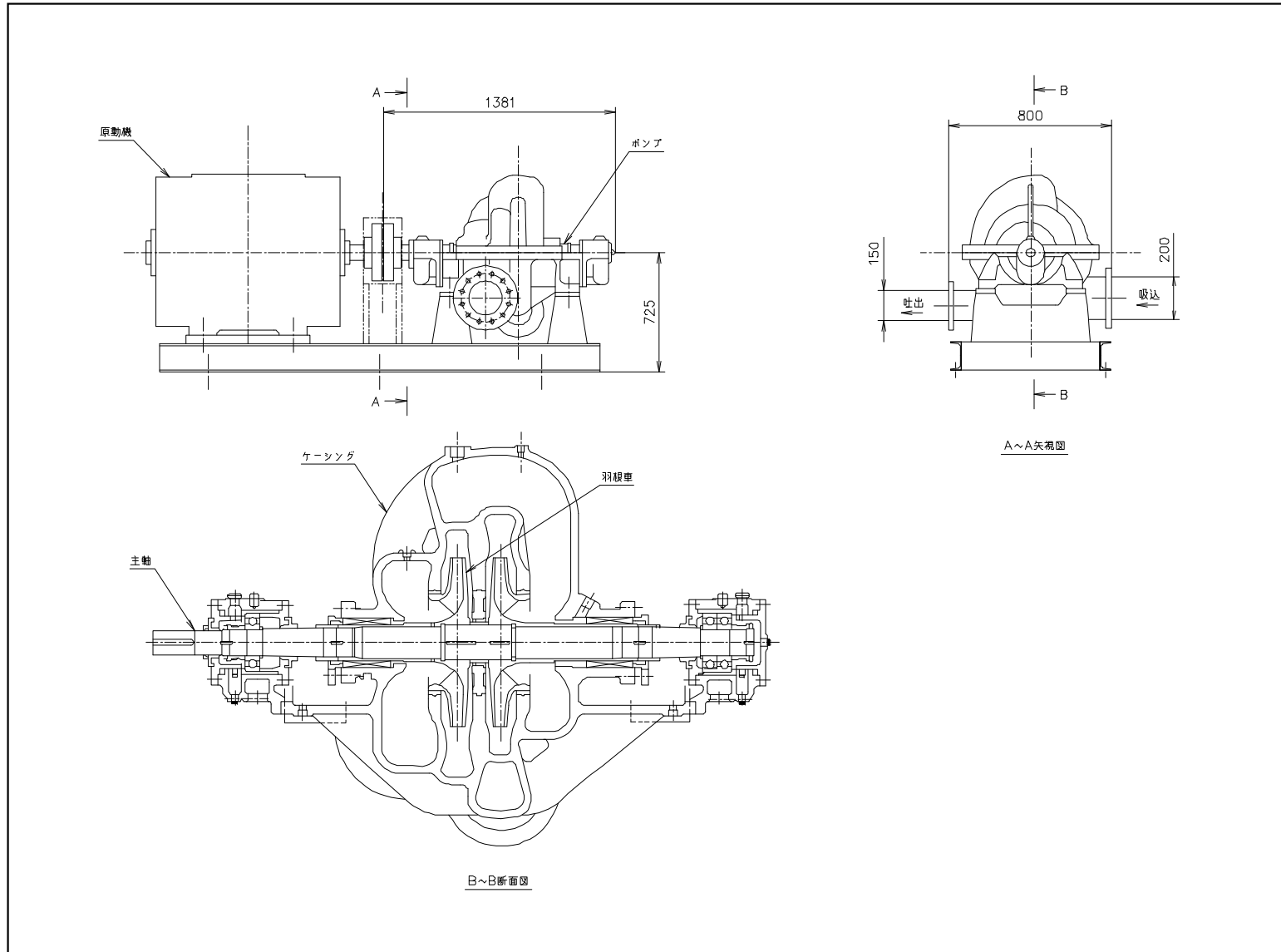
電動機駆動消火ポンプ，構内消火用ポンプ，ディーゼル駆動
消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの構造図

1. 目的

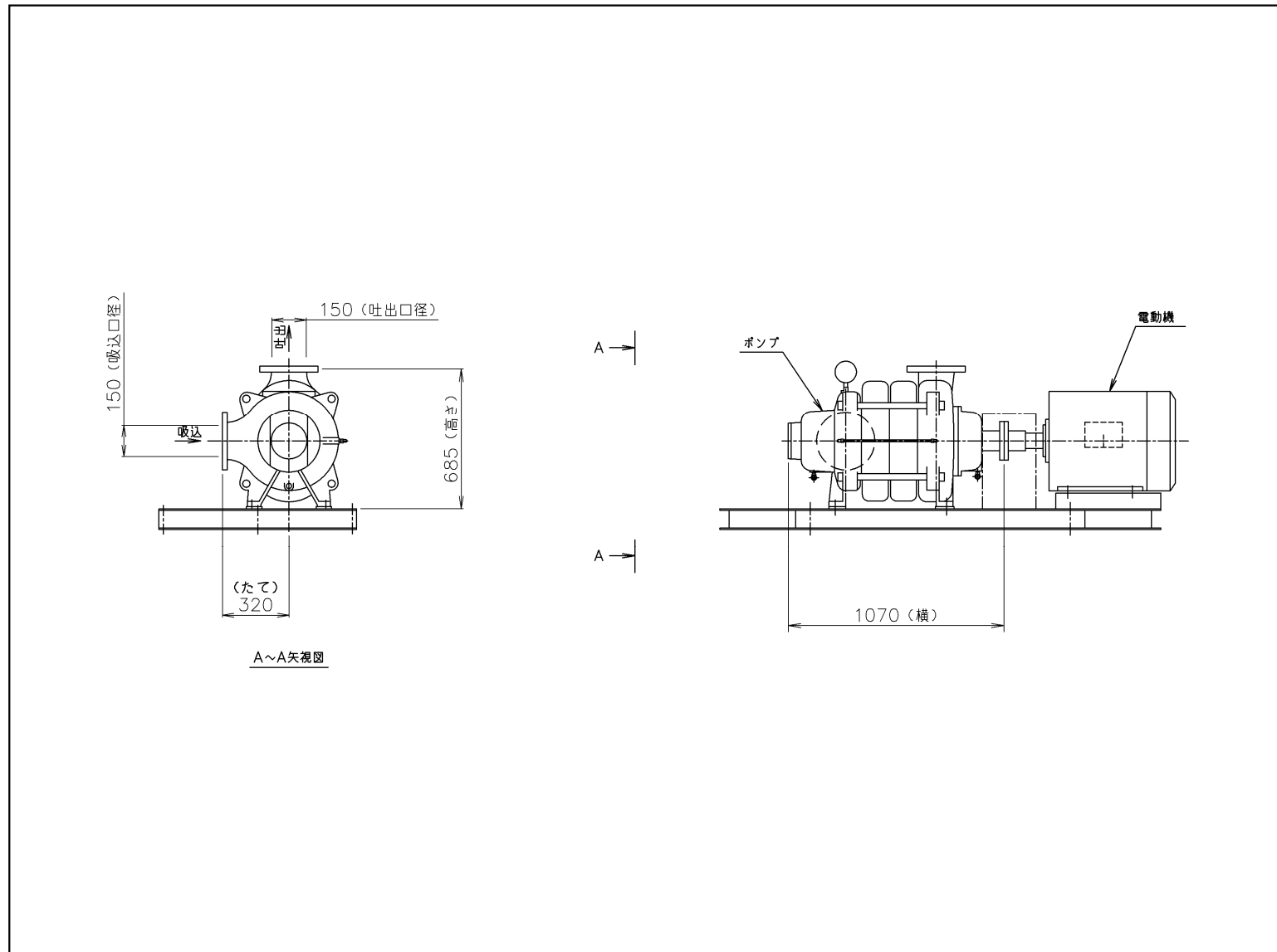
本資料は、火災防護設備のうち、電動機駆動消火ポンプ、構内消火用ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの構造図を示すため、補足資料として添付するものである。

2. 内容

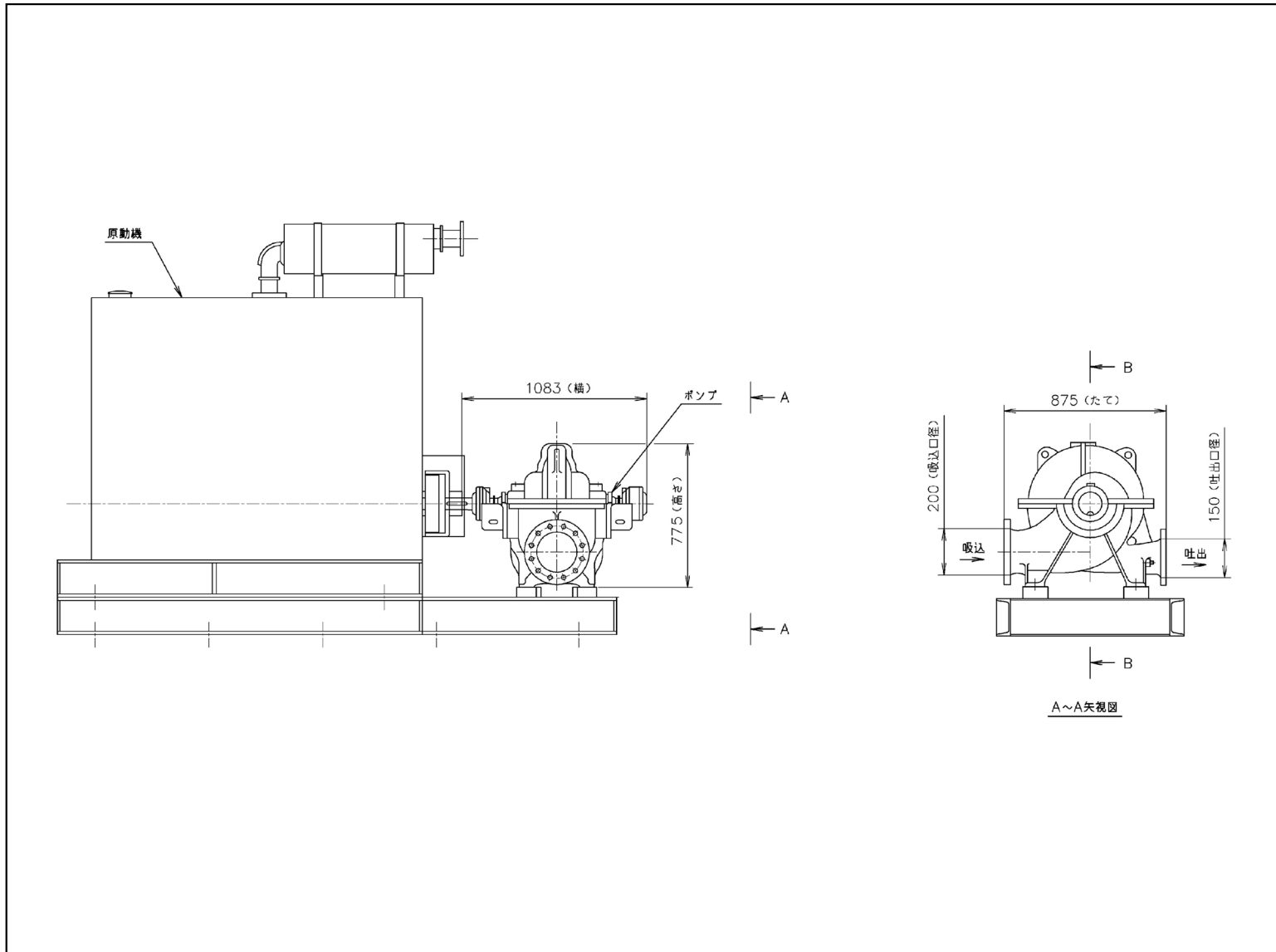
電動機駆動消火ポンプ、構内消火用ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの構造図を次頁以降に示す。



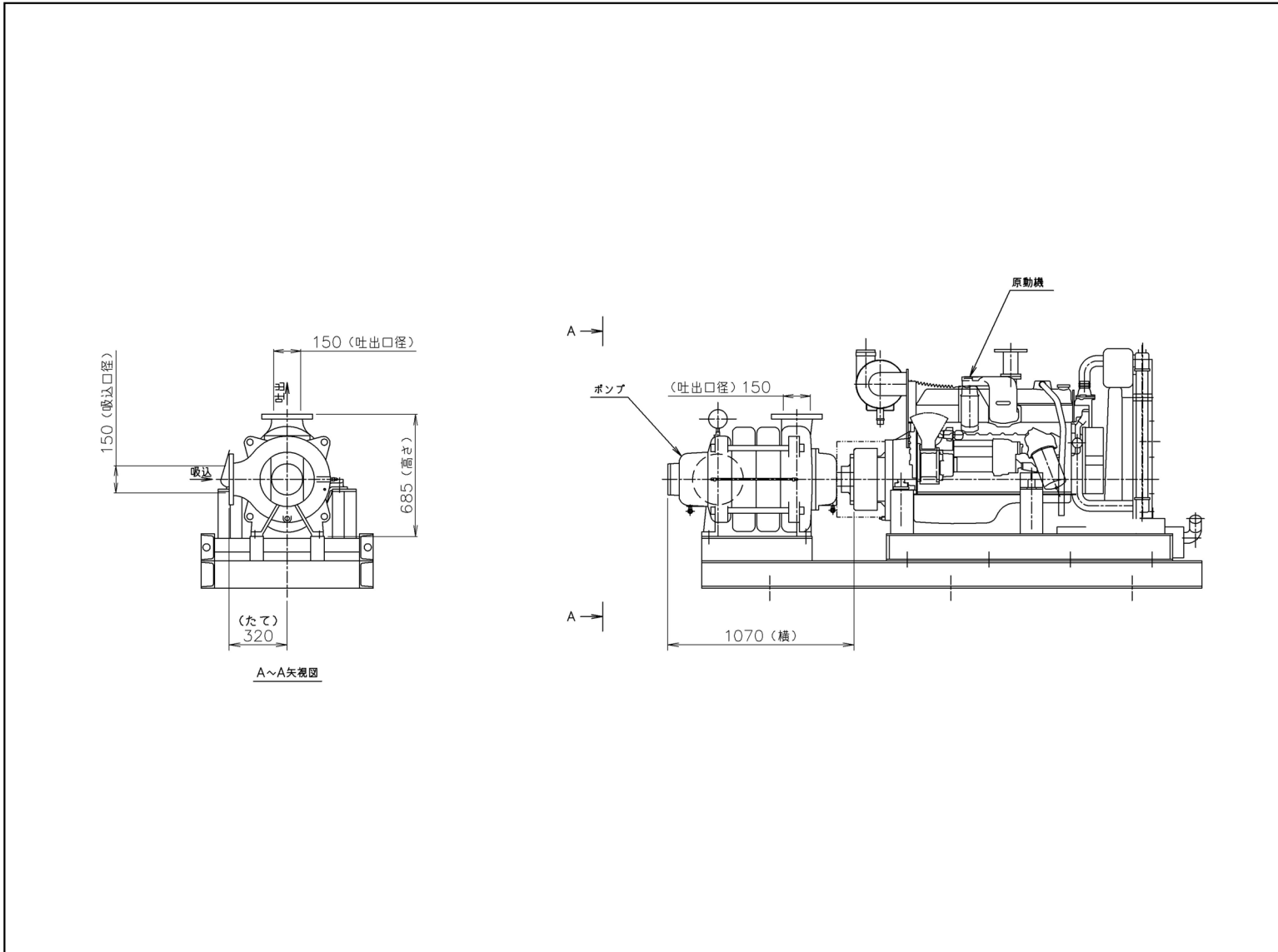
第 1 図 電動機駆動消火ポンプ



第 2 図 構内消火用ポンプ



第3図 ディーゼル駆動消火ポンプ



第4図 ディーゼル駆動構内消火ポンプ

補足説明資料 3-6

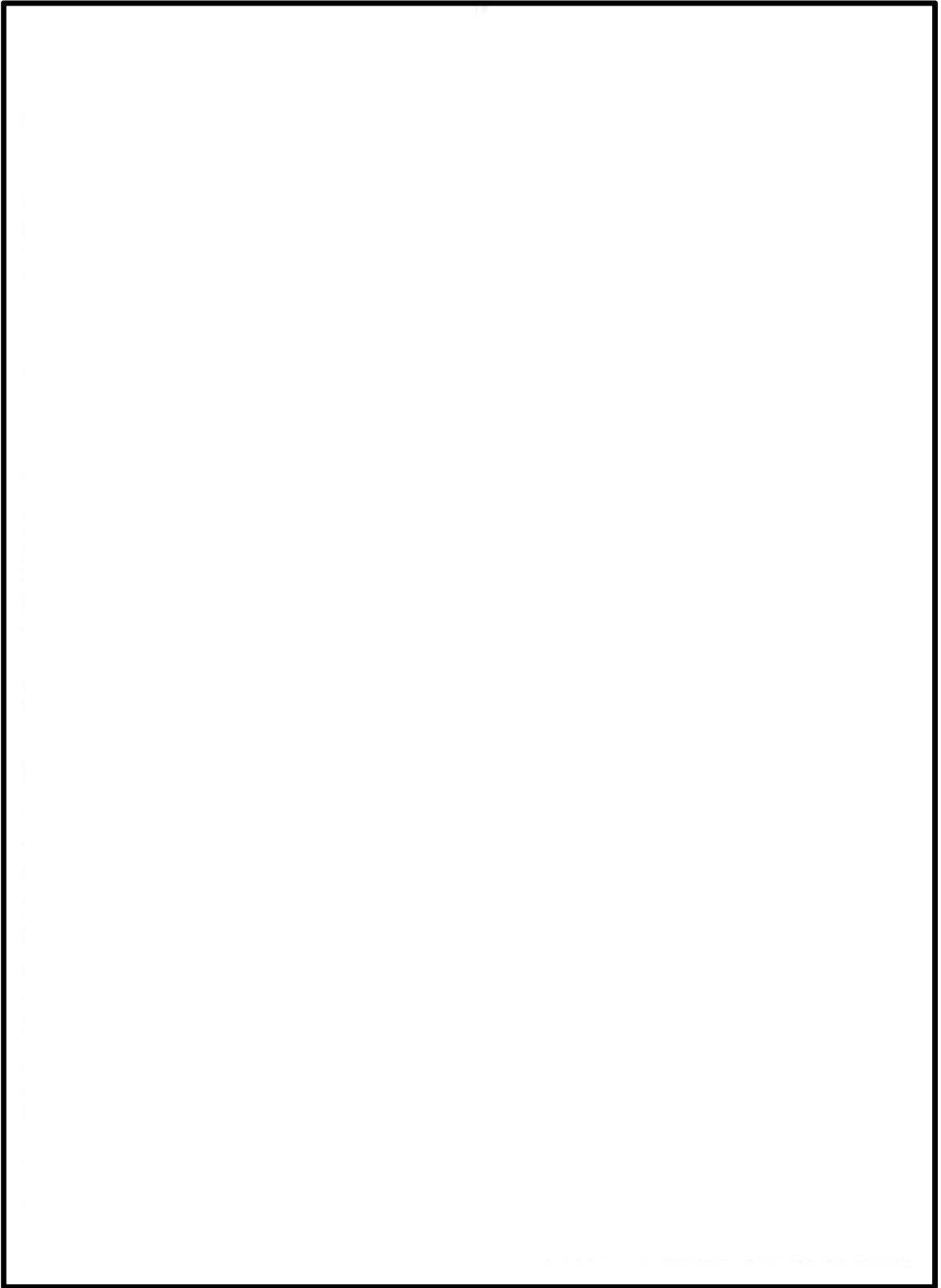
電動機駆動消火ポンプ，構内消火用ポンプ，ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプのQHカーブ

1. 目的

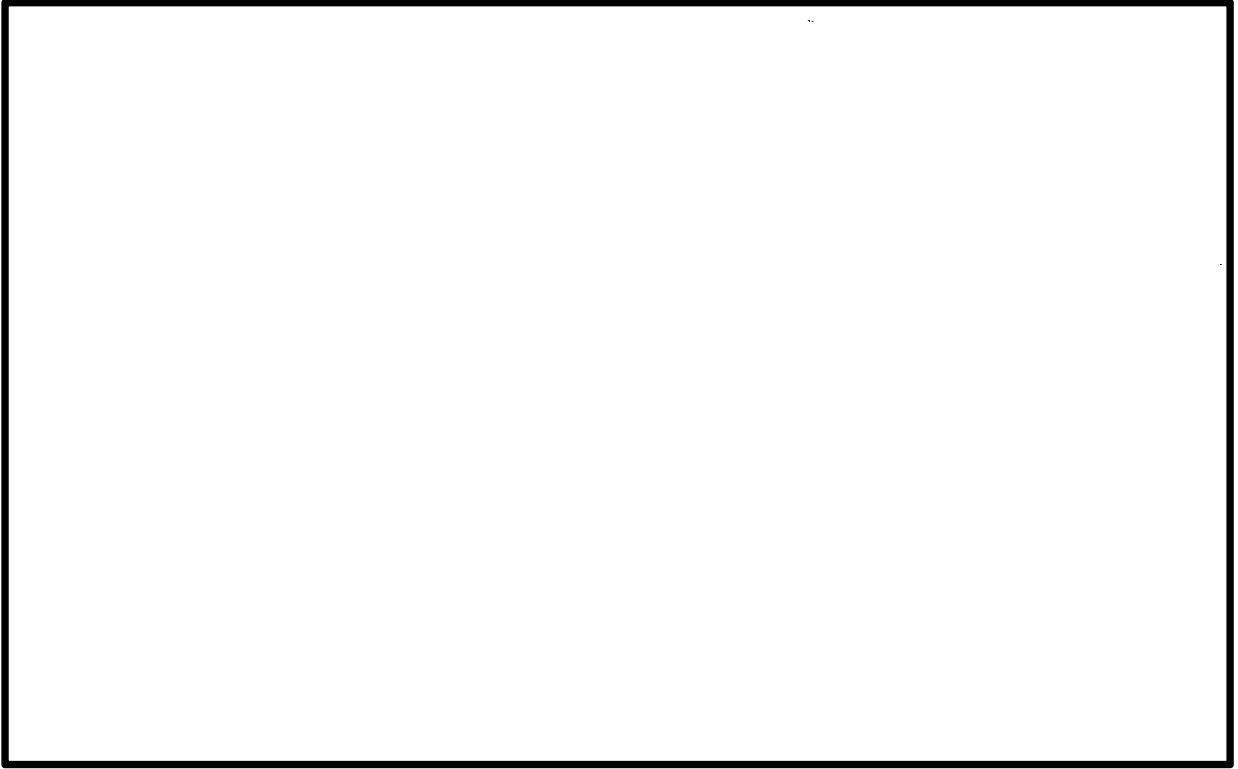
本資料は、火災防護設備のうち、電動機駆動消火ポンプ、構内消火用ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの QH カーブを示すため、補足資料として添付するものである。

2. 内容

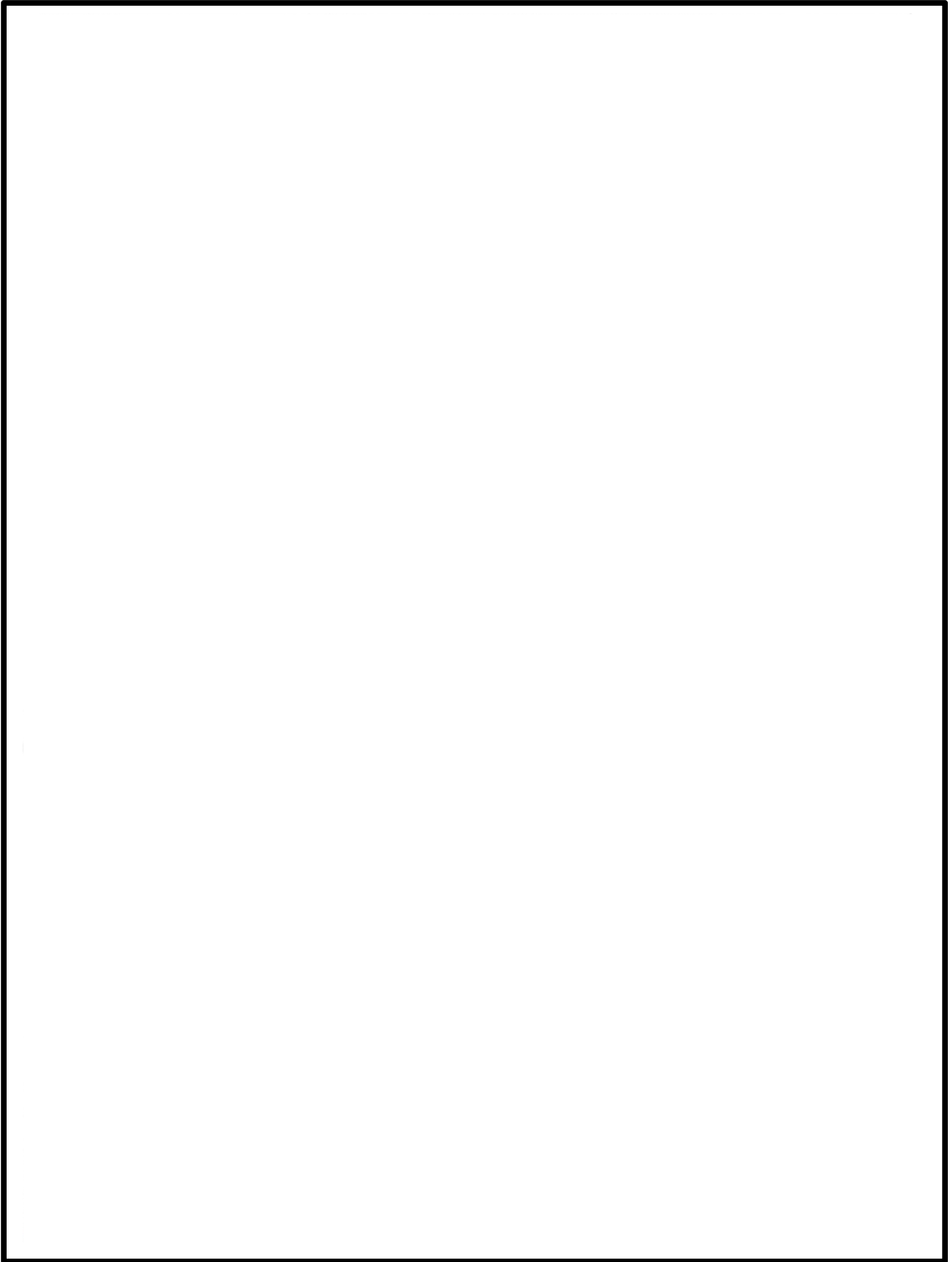
電動機駆動消火ポンプ、構内消火用ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの QH カーブを次頁以降に示す。



第 1 図 電動機駆動消火ポンプ QH カーブ



第 2 図 構内消火用ポンプ QH カーブ



第 3 図 ディーゼル駆動消火ポンプ QH カーブ



第 4 図 ディーゼル駆動構内消火ポンプ QHカーブ

補足説明資料 3-7

ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポン
プの内燃機関の発電用火力設備に関する技術基準を定める
省令への適合性について

1. 目的

本資料は、発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書 5.2.2(5)b.(a)項に示す燃料タンクを含むディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの内燃機関が、技術基準規則第 48 条第 3 項に適合する設計であることを示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

技術基準規則第 48 条第 3 項は、設計基準対象施設に施設する内燃機関に対して、発電用火力設備に関する技術基準を定める省令第 25 条から第 29 条を準用することを要求していることから、ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの内燃機関が、発電用火力設備に関する技術基準を定める省令第 25 条から第 29 条に適合する設計であることを次頁以降に示す。

発電用火力設備に関する技術基準を定める省令	適合性	備考
<p>第五章 内燃機関及びその附属設備</p> <p>(内燃機関の構造等)</p> <p>第二十五条 内燃機関は、非常調速装置が作動したときに達する回転速度に対して構造上十分な機械的強度を有するものでなければならない。</p> <p>2 内燃機関の軸受は、運転中の荷重を安定に指示できるものであって、かつ異常な磨耗、変形及び過熱が生じないものでなければならない。</p> <p>3 内燃機関及びその附属設備（液化ガス設備を除く。第二十八条において同じ。）の耐圧部分の構造は、最高使用圧力又は最高使用温度において発生する最大の応力に対し安全なものでなければならない。この場合において、耐圧部分に生ずる応力は当該部分に使用する材料の許容応力を超えてはならない。</p> <p>4 内燃機関が一般用電気工作物である場合であって、</p>	<p>ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの内燃機関は、非常調速装置が作動したときに達する回転速度に対して構造上十分な機械的強度を有する設計であることを確認している。</p> <p>ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの内燃機関の軸受は、運転中の荷重を安定に指示できるものであり、発電用火力設備の技術基準の解釈第38条第1項に示される異常な磨耗、変形及び過熱が生じないように以下の装置を設けている。</p> <p>①通常運転時に内燃機関に給油を行うための主油ポンプ（潤滑油ポンプ）</p> <p>②内燃機関の停止中において通常運転時に必要な潤滑油をためるための油タンク（潤滑油タンク）</p> <p>③潤滑油を清浄に保つための装置（潤滑油濾器）</p> <p>④潤滑油の温度を調整するための装置（潤滑油冷却器）</p> <p>ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの内燃機関は、水圧試験を行っていることから、発電用火力設備の技術基準の解釈第5条第1項に示す「水圧試験」の要求に適合している。</p> <p>ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消</p>	

発電用火力設備に関する技術基準を定める省令	適合性	備考
<p>屋内その他酸素欠乏の発生のおそれのある場所に設置するときは給排気部を適切に施設しなければならない。</p> <p>(調速装置)</p> <p>第二十六条 誘導発電機と結合する内燃機関以外の内燃機関には、その回転速度及び出力が負荷の変動の際にも持続的に動揺することを防止するため、内燃機関に流入する燃料を自動的に調整する調速装置を設けなければならない。この場合において、調速装置は、定格負荷を遮断した場合に達する回転速度を非常調速装置が動作する回転速度未満にする能力を有するものでなければならない。</p> <p>(非常停止装置)</p> <p>第二十七条 内燃機関には、運転中に生じた過回転その他の以上による危害の発生を防止するため、その異常が発生した場合に内燃機関に流入する燃料を自動的にかつ速やかに遮断する非常調速装置その他の非常停止装置を設けなければならない。</p>	<p>火ポンプの内燃機関は、事業用電気工作物のうち自家用電気工作物であり、一般用電気工作物ではないため、本条文は適用外である。</p> <p>ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの内燃機関に流入する燃料を自動的に調整する調速装置（ガバナ）を設けている。また、本調速装置は、定格負荷を遮断した場合でも非常調速装置が動作する回転速度未満にする能力を有することを確認している。</p> <p>発電用火力設備の技術基準の解釈第40条第1項には、第27条の規定に適合すべき内燃機関として、一般用電気工作物であり、また、定格出力500kWを超えるものと示されている。</p> <p>ディーゼル駆動消火ポンプの内燃機関は、事業用電気工作物のうち自家用工作物であり、また、定格出力も <input type="text"/> kW であることから、本条文は適用外である。</p> <p>また、ディーゼル駆動構内消火ポンプの内燃機関は、事業用電気工作物のうち自家用工作物であり、また、定格出力も <input type="text"/> kW であることから、本条文は適用外である。</p>	

発電用火設備に関する技術基準を定める省令	適合性	備考
<p>第二十八条 内燃機関及びその附属設備であって過圧が生ずるおそれのあるものにあつては、その圧力を逃がすために適当な過圧防止装置を設けなければならない。</p> <p>(計測装置)</p> <p>第二十九条 内燃機関には、設備の損傷を防止するため運転状態を計測する装置を設けなければならない。</p> <p>2 内燃機関が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は適用しない。</p>	<p>発電用火設備の技術基準の解釈第41条第2項には、「過圧が生ずるおそれのあるもの」として、シリンダーの直径が230 mmを越えるもの等と示されている。</p> <p>ディーゼル駆動消火ポンプの内燃機関のシリンダー直径は□ mmであることから、本条文は適用外である。</p> <p>また、ディーゼル駆動構内消火ポンプの内燃機関のシリンダー直径は□ mmであることから、本条文は適用外である。</p> <p>ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの内燃機関には、設備の損傷を防止するため運転状態を計測する装置として、発電用火設備の技術基準の解釈第42条第1項に示される以下の事項を計測するために必要な計器を設けている。</p> <p>①内燃機関の回転速度（機関回転計）</p> <p>②内燃機関の出口における冷却水温度（機関出口温度計）</p> <p>③内燃機関の入り口における潤滑油の圧力（機関潤滑油圧力計）</p> <p>④内燃機関の出入口における潤滑油の温度（機関潤滑油入口温度計，機関潤滑油出口温度計）</p> <p>当該機関は、事業用電気工作物のうち自家用電気工作物であり、一般電気工作物ではないため、本条文は適用外である。</p>	

補足説明資料 3-8

消火栓及びガス系消火設備の必要容量について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 5.2.2(5)a. 項に示す消火栓及びガス系消火設備の消火剤必要量についての詳細を示すために、補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

消火栓及びガス系消火設備の消火剤必要量の詳細を次頁以降に示す。

3. 消火栓の消火剤必要量について

消火栓のうち、ろ過水貯蔵タンク、多目的タンク及び原水タンクの消火剤必要量は、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に基づき、消火活動に必要な2時間の最大放水量とする。

第3-1表にろ過水貯蔵タンク、多目的タンク及び原水タンクの消火剤必要量を算出し、東海発電所との消火栓の共用を考慮しても十分な消火剤量を確保していることを示す。

第 3-1 表 消火栓の消火剤必要量の算出

水源 タンク	消火剤 必要量	消火栓	消火剤必要量の算出
ろ過水 貯蔵 タンク	1500 m ³	屋内 消火栓	<p>【屋内消火栓】</p> <ul style="list-style-type: none"> 消防法施行令第 11 条第 3 項第一号ニで定める屋内消火栓の放水量 15.6 m³/h (屋内消火栓：放水量 130 L/min (=7.8 m³/h) 以上の 2 個分) 上記放水量を上回るディーゼル駆動消火ポンプの定格容量 261 m³/h に対し，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く 2 時間の最大放水量が 522 m³である。 これより，522 m³を上回る 1500 m³とする。 <p>なお，東海発電所との共用を考慮しても十分な容量を確保していることを以下に示す。</p> <p>(屋内消火栓：15.6 m³/h×2 時間×2 (共用) =62.4 m³)</p>
多目的 タンク	1500 m ³	屋内 消火栓 及び 屋外 消火栓	<p>【屋内消火栓】</p> <ul style="list-style-type: none"> 消防法施行令第 11 条第 3 項第一号ニで定める屋内消火栓の放水量 15.6 m³/h (屋内消火栓：放水量 130 L/min (=7.8 m³/h) 以上の 2 個分) 上記放水量を上回るディーゼル駆動消火ポンプの定格容量 261 m³/h に対し，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く 2 時間の最大放水量が 522 m³である。
			<p>【屋外消火栓】</p> <ul style="list-style-type: none"> 消防法施行令第 19 条第 3 項第四号で定める屋外消火栓の放水量 42 m³/h (屋外消火栓：放水量 350 L/min (=21 m³/h) 以上の 2 個分) 上記放水量を上回る構内消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの定格容量 159 m³/h に対し，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く 2 時間の最大放水量が 318 m³である。 <p>これより，各最大放水量を上回る 1500 m³とする。</p> <p>なお，東海発電所との共用を考慮しても十分な容量を確保していることを以下に示す。</p> <p>(屋内消火栓①：15.6 m³/h×2 時間×2 (共用) =62.4 m³) (屋外消火栓②：42 m³/h×2 時間×2 (共用) =168 m³) (①+②=230.4 m³)</p>
原水 タンク	1000 m ³	屋外 消火栓	<p>【屋外消火栓】</p> <ul style="list-style-type: none"> 消防法施行令第 19 条第 3 項第四号で定める屋外消火栓の放水量 42 m³/h (屋外消火栓：放水量 350 L/min (=21 m³/h) 以上の 2 個分) 上記放水量を上回る構内消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの定格容量 159 m³/h に対し，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く 2 時間の最大放水量が 318 m³である。 これより，318 m³を上回る 1000 m³とする。 <p>なお，東海発電所との共用を考慮しても十分な容量を確保していることを以下に示す。</p> <p>(屋外消火栓：42 m³/h×2 時間×2 (共用) =168 m³)</p>

4. ガス系消火剤必要量について

ガス系消火設備のうち、ハロゲン化物自動消火設備（全域）及びハロゲン化物消火設備（局所）の消火剤必要量は、消防法施行規則第20条に基づき算出し、二酸化炭素自動消火設備（全域）の消火剤必要量は、消防法施行規則第19条に基づき算出する。ケーブルトレイ消火設備については、消防法に基づく設備ではないことから、試験結果により消火剤必要量を算出する。

第4-1表に、ハロゲン化物自動消火設備（全域）、ハロゲン化物消火設備（局所）、二酸化炭素自動消火設備（全域）及びケーブルトレイ消火設備の消火剤必要量の算出式を示す。

また、第4-2表に、東海第二発電所におけるガス系消火設備の消火剤必要量についての詳細を示す。

第4-1表 ガス系消火設備の消火剤必要量の算出式

ガス系消火設備	消火剤必要量の算出式
ハロゲン化物 自動消火設備 (全域)	防護区画体積×0.32 (kg/m ³) + 開口面積×2.4 (kg)
ハロゲン化物 自動消火設備 (局所)	防護区画体積 ^{*1} ×1.25 ^{*2} × $\left(4-3\frac{a}{A}\right)$ (kg) a : 防護対象物の周囲に実際に設けられた壁の面積の合計 (m ²) A : 防護区画の壁の面積(壁のない部分にあっては、壁があると仮定した場合における当該部分の面積)の合計 (m ²)
二酸化炭素自動 消火設備 (全域)	防護区画体積×0.75 (kg/m ³) ^{*3} + 開口面積×5 (kg/m ²)
ケーブルトレイ 消火設備	対象ケーブルトレイ (水平) の空間容積 (m ³) × <input type="text"/> (kg/m ³) ^{*4} 対象ケーブルトレイ (垂直) の空間容積 (m ³) × <input type="text"/> (kg/m ³) ^{*4}

注記 *1: 防護対象物の全ての部分から0.6 m離れた部分によって囲まれた空間の部分 (m³) を示す。

*2: ハロン1301の乗数を示す。

*3: 防火区画体積が1500 m³以上では0.75 (kg/m³)、150~1500 m³では0.80 (kg/m³)、50~150 m³では0.90 (kg/m³)となる。

*4: 実証値による必要消火剤量を示す。(補足説明資料3-1別紙に実証試験についての詳細を示す。)

第 4-2 表 東海第二発電所 ガス系消火設備の消火剤必要量について

消火対象	消火剤種類	ガス系消火設備	消火剤必要量の算出式	消火剤必要量 [kg]	ボンベ容量 (1本あたり)	消防法上の必要ボンベ個数*1	設置個数 (消火剤設置量)	消防法施行規則準拠条項
ほう酸水注入系ポンプ A	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$20 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 100$	100	60 kg/68 L	$\frac{2}{(120 \text{ kg})}$	$\frac{3}{(180 \text{ kg})}$	第 20 条第 3 項 第二号
ほう酸水注入系ポンプ B	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$20 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 100$	100	60 kg/68 L	$\frac{2}{(120 \text{ kg})}$	$\frac{3}{(180 \text{ kg})}$	第 20 条第 3 項 第二号
MCC 2C-7	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$45 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 225$	225	60 kg/68 L	$\frac{4}{(240 \text{ kg})}$	$\frac{5}{(300 \text{ kg})}$	第 20 条第 3 項 第二号
原子炉再循環系低速度用電源装置 A	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$43 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 215$	215	60 kg/68 L	$\frac{4}{(240 \text{ kg})}$	$\frac{5}{(300 \text{ kg})}$	第 20 条第 3 項 第二号
原子炉再循環系低速度用電源装置 B	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$43 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 215$	215	60 kg/68 L	$\frac{4}{(240 \text{ kg})}$	$\frac{5}{(300 \text{ kg})}$	第 20 条第 3 項 第二号
MCC 2D-9	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$38 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 190$	190	60 kg/68 L	$\frac{4}{(240 \text{ kg})}$	$\frac{5}{(300 \text{ kg})}$	第 20 条第 3 項 第二号
MCC 2C-9	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$38 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 190$	190	60 kg/68 L	$\frac{4}{(240 \text{ kg})}$	$\frac{5}{(300 \text{ kg})}$	第 20 条第 3 項 第二号
125V DC MCC 2A-2	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$30 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 150$	150	60 kg/68 L	$\frac{3}{(180 \text{ kg})}$	$\frac{4}{(240 \text{ kg})}$	第 20 条第 3 項 第二号
MCC 2C-8	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$46 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 230$	230	60 kg/68 L	$\frac{4}{(240 \text{ kg})}$	$\frac{5}{(300 \text{ kg})}$	第 20 条第 3 項 第二号

注記 *1：消防法で要求される必要ボンベ個数を示す。

消火対象	消火剤種類	ガス系消火設備	消火剤必要量の算出式	消火剤必要量 [kg]	ボンベ容量 (1本あたり)	消防法上の必要ポンベ個数*1	設置個数 (消火剤設置量)	消防法施行規則準拠条項
代替燃料プール冷却系ポンプ室	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(全域)	$290 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 93$	93	50 kg/68 L	2 (100 kg)	3 (150 kg)	第20条第3項第一号
MCC 2A2-2	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(局所)	$54 \times 1.25 \times (4 - 3 \times 0/A) = 270$	270	60 kg/68 L	5 (300 kg)	6 (360 kg)	第20条第3項第二号
MCC 2B2-2	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(局所)	$58 \times 1.25 \times (4 - 3 \times 0/A) = 290$	290	60 kg/68 L	5 (300 kg)	6 (360 kg)	第20条第3項第二号
MCC 2D-8	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(局所)	$46 \times 1.25 \times (4 - 3 \times 0/A) = 230$	230	60 kg/68 L	4 (240 kg)	5 (300 kg)	第20条第3項第二号
MCC 2D-7	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(局所)	$45 \times 1.25 \times (4 - 3 \times 0/A) = 225$	225	60 kg/68 L	4 (240 kg)	5 (300 kg)	第20条第3項第二号
原子炉再循環系流量制御弁用制御油圧発生装置 A	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(局所)	$39 \times 1.25 \times (4 - 3 \times 9.12/38.40) = 161$	161	60 kg/68 L	3 (180 kg)	4 (240 kg)	第20条第3項第二号
プロセスコンピュータ室	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(全域)	$269 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 86.1$	87	50 kg/68 L	2 (100 kg)	3 (150 kg)	第20条第3項第一号
中央制御室床下コンクリートピット S1, S2	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(全域)	① S1 $18 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 6$ ② S2 $15 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 5$ ① + ② = 11	11	9 kg/14 L	2 (18 kg)	3 (27 kg)	第20条第3項第一号
バッテリー排気ファン室	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(全域)	$193 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 62$	62	24 kg/24 L	3 (72 kg)	4 (96 kg)	第20条第3項第一号

注記 *1: 消防法で要求される必要ポンベ個数を示す。

消火対象	消火剤種類	ガス系消火設備	消火剤必要量の算出式	消火剤必要量 [kg]	ポンベ容量 (1本あたり)	消防法上の必要ポンベ個数* ¹	設置個数 (消火剤設置量)	消防法施行規則準拠条項
緊急用電気室 (緊急用 MCC 他)	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (全域)	$536 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 172$	172	60 kg/68 L	3 (180 kg)	4 (240 kg)	第 20 条 第 3 項 第一号
緊急用電気室 (緊急用蓄電池)	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (全域)	$155 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 50$	50	19 kg/24 L	3 (57 kg)	4 (76 kg)	第 20 条 第 3 項 第一号
緊急用電気室 (緊急用 125V MCC)	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (全域)	$191 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 62$	62	24 kg/24 L	3 (72 kg)	4 (96 kg)	第 20 条 第 3 項 第一号
ケーブル処理室	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (全域)	$2694 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 863$	863	60 kg/68 L	15 (900 kg)	16 (960 kg)	第 20 条 第 3 項 第一号
125V DC MCC 2A-1	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$46 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 230$	230	60 kg/68 L	4 (240 kg)	5 (300 kg)	第 20 条 第 3 項 第二号
制御棒駆動水ポンプ A	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$37 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 185$	185	60 kg/68 L	4 (240 kg)	5 (300 kg)	第 20 条 第 3 項 第二号
制御棒駆動水ポンプ B	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$37 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 185$	185	60 kg/68 L	4 (240 kg)	5 (300 kg)	第 20 条 第 3 項 第二号
MCC 2A1-2	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$38 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 190$	190	60 kg/68 L	4 (240 kg)	5 (300 kg)	第 20 条 第 3 項 第二号
MCC 2B1-2	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$38 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 190$	190	60 kg/68 L	4 (240 kg)	5 (300 kg)	第 20 条 第 3 項 第二号
残留熱除去系ポンプ A 室	ハロン 1301	ハロゲン化物自動消火設備 (全域)	$319 \times 0.32 = 103$ $2.0 \times 2.4 = 5$	108	60 kg/68 L	2 (120 kg)	3 (180 kg)	第 20 条 第 3 項 第一号

注記 *1: 消防法で要求される必要ポンベ個数を示す。

消火対象	消火剤種類	ガス系消火設備	消火剤必要量の算出式	消火剤必要量 [kg]	ポンベ容量 (1本あたり)	消防法上の必要ポンベ個数* 1	設置個数 (消火剤設置量)	消防法施行規則準拠条項
低圧炉心スプレイポンプ	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$70 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 350$	350	60 kg/68 L	6 (360 kg)	7 (420 kg)	第20条第3項 第二号
残留熱除去系ポンプB	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$52 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 260$	260	60 kg/68 L	5 (300 kg)	6 (360 kg)	第20条第3項 第二号
残留熱除去系ポンプC	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$52 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 260$	260	60 kg/68 L	5 (300 kg)	6 (360 kg)	第20条第3項 第二号
高圧炉心スプレイポンプ室	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備 (全域)	$568 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 182$	182	60 kg/68 L	4 (240 kg)	5 (300 kg)	第20条第3項 第一号
原子炉隔離時冷却系ポンプ室	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備 (全域)	$549 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 176$	176	60 kg/68 L	3 (180 kg)	4 (240 kg)	第20条第3項 第一号
代替循環冷却系ポンプA	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$43 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 215$	215	60 kg/68 L	4 (240 kg)	5 (300 kg)	第20条第3項 第二号
MCC 2C-3	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$58 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 290$	290	60 kg/68 L	5 (300 kg)	6 (360 kg)	第20条第3項 第二号
MCC 2C-5	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$42 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 210$	210	60 kg/68 L	4 (240 kg)	5 (300 kg)	第20条第3項 第二号
MCC 2D-3	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$54 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 270$	270	60 kg/68 L	5 (300 kg)	6 (360 kg)	第20条第3項 第二号
MCC 2D-5	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備 (局所)	$42 \times 1.25 \times (4-3 \times 0/A) = 210$	210	60 kg/68 L	4 (240 kg)	5 (300 kg)	第20条第3項 第二号

注記 *1: 消防法で要求される必要ポンベ個数を示す。

消火対象	消火剤種類	ガス系消火設備	消火剤必要量の算出式	消火剤必要量 [kg]	ポンベ容量 (1本あたり)	消防法上の必要ポンベ個数* 1	設置個数 (消火剤設置量)	消防法施行規則準拠条項
A系スイッチギア室	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(全域)	$2010 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 643.2$	644	60 kg/68 L	11 (660 kg)	12 (720 kg)	第20条第3項第一号
B系スイッチギア室	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(全域)	$2229 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 713.3$	714	60 kg/68 L	12 (720 kg)	13 (780 kg)	第20条第3項第一号
緊急用海水ポンプ	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(全域)	$398 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 127.4$	128	60 kg/68 L	3 (180 kg)	4 (240 kg)	第20条第3項第一号
HPCS系スイッチギア室	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(全域)	$579 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 185.3$	186	60 kg/68 L	4 (240 kg)	5 (300 kg)	第20条第3項第一号
電気室	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(全域)	$1559 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 498.9$	499	60 kg/68 L	9 (540 kg)	10 (600 kg)	第20条第3項第一号
A系蓄電池室	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(全域)	$212 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 67.9$	68	24 kg/24 L	3 (72 kg)	4 (96 kg)	第20条第3項第一号
B系蓄電池室(北側)	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(全域)	$115 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 37$	37	19 kg/24 L	2 (38 kg)	3 (57 kg)	第20条第3項第一号
B系蓄電池室(南側)	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(全域)	$127 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 41$	41	19 kg/24 L	3 (57 kg)	4 (76 kg)	第20条第3項第一号
非常用ガス再循環系排風機A	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(局所)	$25 \times 1.25 \times (4 - 3 \times 0/A) = 125$	125	60 kg/68 L	3 (180 kg)	4 (240 kg)	第20条第3項第二号
非常用ガス再循環系排風機B	ハロン1301	ハロゲン化物自動消火設備(局所)	$25 \times 1.25 \times (4 - 3 \times 0/A) = 125$	125	60 kg/68 L	3 (180 kg)	4 (240 kg)	第20条第3項第二号

注記 *1: 消防法で要求される必要ポンベ個数を示す。

消火対象	消火剤種類	ガス系 消火設備	消火剤必要量の算出式	消火剤 必要量 [kg]	ポンベ容量 (1本あたり)	消防法上の必要ポンベ個数* 1	設置個数 (消火剤 設置量)	消防法施行 規則準拠 条項
非常用ガス処理系排風機 A	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (局所)	$17 \times 1.25 \times (4 - 3 \times 0 / A) = 85$	85	60 kg/68 L	2 (120 kg)	3 (180 kg)	第 20 条 第 3 項 第二号
非常用ガス処理系排風機 B	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (局所)	$17 \times 1.25 \times (4 - 3 \times 0 / A) = 85$	85	60 kg/68 L	2 (120 kg)	3 (180 kg)	第 20 条 第 3 項 第二号
原子炉再循環系流量制御弁用制御油圧発生装置 B	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (局所)	$39 \times 1.25 \times (4 - 3 \times 9.12 / 38.40) = 161$	161	60 kg/68 L	3 (180 kg)	4 (240 kg)	第 20 条 第 3 項 第二号
空調機械室	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (全域)	$4425 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 1416$	1416	60 kg/68 L	24 (1440 kg)	25 (1500 kg)	第 20 条 第 3 項 第一号
代替循環冷却系ポンプ B	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (局所)	$43 \times 1.25 \times (4 - 3 \times 0 / A) = 215$	215	60 kg/68 L	4 (240 kg)	5 (300 kg)	第 20 条 第 3 項 第二号
24V バッテリー 2A 室	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (全域)	$16 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 5.2$	6	9 kg/14 L	1 (9 kg)	2 (18 kg)	第 20 条 第 3 項 第一号
直流 125V 蓄電池 HPCS 室	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (全域)	$98 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 31.4$	32	19 kg/24 L	2 (38 kg)	3 (57 kg)	第 20 条 第 3 項 第一号
常設低圧代替注水系ポンプ	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (局所)	$81 \times 1.25 \times (4 - 3 \times 0 / A) = 405$	405	60 kg/68 L	7 (420 kg)	8 (480 kg)	第 20 条 第 3 項 第二号
緊急時対策所 建屋 1	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (全域)	$2372 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 759.1$	759.1	60 kg/68 L	13 (780 kg)	14 (840 kg)	第 20 条 第 3 項 第一号
緊急時対策所 建屋 2	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (全域)	$279 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 89.3$	90	14 kg/14 L	7 (98 kg)	8 (112 kg)	第 20 条 第 3 項 第一号

注記 *1：消防法で要求される必要ポンベ個数を示す。

消火対象	消火剤種類	ガス系 消火設備	消火剤必要量の算出式	消火剤 必要量 [kg]	ボンベ容量 (1本あたり)	消防法上の必 要ボンベ個数* 1	設置個数 (消火剤 設置量)	消防法施行 規則準拠 条項
常設代替高圧 電源装置置場 1	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (全域)	$2842 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 910$	910	50 kg/68 L	19 (950 kg)	20 (1000 kg)	第20条 第3項 第一号
常設代替高圧 電源装置置場 2	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (全域)	$214 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 69$	69	11 kg/14 L	7 (77 kg)	8 (88 kg)	第20条 第3項 第一号
常設代替高圧 電源装置置場 3	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (全域)	$995.5 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 319$	319	50 kg/68 L	8 (400 kg)	9 (450 kg)	第20条 第3項 第一号
カルバート (立坑部)	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (全域)	$1976.5 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 633$	633	50 kg/68 L	13 (650 kg)	14 (700 kg)	第20条 第3項 第一号
2D, HPCS C/S トレランチ	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (全域)	$27 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 9$	9	9 kg/14 L	1 (9 kg)	2 (18 kg)	第20条 第3項 第一号
2C C/S トレ ランチ	ハロン 1301	ハロゲン化物 自動消火設備 (全域)	$209 \times 0.32 + 0 \times 2.4 = 67$	67	24 kg/24 L	3 (72 kg)	4 (96 kg)	第20条 第3項 第一号

注記 *1: 消防法で要求される必要ボンベ個数を示す。

消火対象	消火剤種類	ガス系消火設備	消火剤必要量の算出式	消火剤必要量 [kg]	ポンベ容量 (1本あたり)	消防法上の必要ポンベ個数*1	設置個数 (消火剤設置量)	消防法施行規則準拠条項
非常用ディーゼル発電機室	二酸化炭素	二酸化炭素自動消火設備 (全域)	ディーゼル発電機室 (2D) ① $1143 \times 0.8 = 915$ (EL-4000~EL700) ② $1912 \times 0.75 = 1434$ (EL700~EL9000) ③ $136 \times 0.9 = 123 \rightarrow 135$ *2 (テータンク室) ① + ② + ③ = 2484 $2484 + 0 \times 5 = 2484$	2484	55 kg/82.5 L	46 (2530 kg)	47 (2585 kg)	第19条第4項第一号
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室	二酸化炭素	二酸化炭素自動消火設備 (全域)	① $1110 \times 0.8 = 888$ (EL-4000~EL700) ② $1908 \times 0.75 = 1431$ (EL700~EL9000) ③ $82 \times 0.9 = 74$ (テータンク室) ① + ② + ③ = 2393 $2393 + 0 \times 5 = 2393$	2393	55 kg/82.5 L	44 (2420 kg)	45 (2475 kg)	第19条第4項第一号
緊急時対策所建屋発電機室 2A	二酸化炭素	二酸化炭素自動消火設備 (全域)	$1107 \times 0.80 + 9.8 \times 5 = 935$	935	55 kg/82.5 L	17 (935 kg)	18 (990 kg)	第19条第4項第一号
緊急時対策所建屋発電機室 2B	二酸化炭素	二酸化炭素自動消火設備 (全域)	$1107 \times 0.80 + 9.8 \times 5 = 935$	935	55 kg/82.5 L	17 (935 kg)	18 (990 kg)	第19条第4項第一号

注記 *1：消防法で要求される必要ポンベ個数を示す。

*2：消防法で要求される消火剤の最低限度 (kg) を示す。

消火対象	消火剤種類	ガス系消火設備	消火剤必要量の算出式	消火剤必要量 [kg]	ボンベ容量 (1本あたり)	消防法上の必要ボンベ個数* ¹	設置個数 (消火剤設置量)	消防法施行規則準拠条項
ケーブルトレイ P2152-S1	FK-5-1-12	ケーブルトレイ 消火設備			14 kg/13.4 L	— * ²	2 (28 kg)	— * ³
ケーブルトレイ C2152-S1	FK-5-1-12	ケーブルトレイ 消火設備			14 kg/13.4 L	— * ²	2 (28 kg)	— * ³
ケーブルトレイ L2150	FK-5-1-12	ケーブルトレイ 消火設備			14 kg/13.4 L	— * ²	2 (28 kg)	— * ³
ケーブルトレイ P2251-S2	FK-5-1-12	ケーブルトレイ 消火設備			14 kg/13.4 L	— * ²	2 (28 kg)	— * ³
ケーブルトレイ C2252-S2	FK-5-1-12	ケーブルトレイ 消火設備			14 kg/13.4 L	— * ²	2 (28 kg)	— * ³
ケーブルトレイ L2251	FK-5-1-12	ケーブルトレイ 消火設備			14 kg/13.4 L	— * ²	2 (28 kg)	— * ³
ケーブルトレイ (鉛直) P2152-S1 C2152-S1 L2150	FK-5-1-12	ケーブルトレイ 消火設備			14 kg/13.4 L	— * ²	1 (14 kg)	— * ³
ケーブルトレイ (鉛直) P2251-S2 C2252-S2 L2251	FK-5-1-12	ケーブルトレイ 消火設備			14 kg/13.4 L	— * ²	1 (14 kg)	— * ³

注記 *¹: 消防法で要求される必要ボンベ個数を示す。

*²: 実証値による消火剤必要量にて設置個数を算出する。

*³: 消防法施行規則に規定されない設備である。

補足説明資料 3-9

可燃物管理により火災荷重を低く管理することで，煙の発生を抑える火災区域又は火災区画についての管理基準

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 5.2.2(2)a.(b)項に示す消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことにより火災荷重を低く管理することで、煙の発生を抑える火災区域又は火災区画についての管理基準を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことにより火災荷重を低く管理することで、煙の発生を抑える火災区域又は火災区画についての管理基準及び運用管理について以下に示す。

3. 可燃物管理の考え方

消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことにより火災荷重を低く抑える火災区域又は火災区画については、火災発生時には、消火器による消火活動を実施するため、消火器の消火能力が、可燃物の発熱量に対して十分であることの観点から、発熱量を基準に可燃物管理する。

また、可燃物の等価時間は、消火活動開始までの時間と火災源の燃焼の継続時間が関係するため、消火活動開始までの時間の観点から、等価時間を基準に可燃物管理する。

4. 可燃物管理の管理基準

(1) 発熱量の基準値

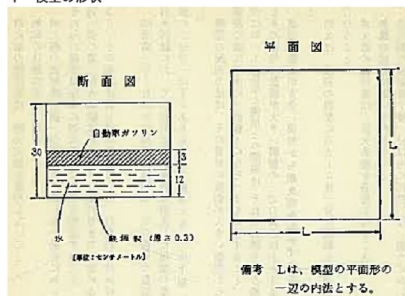
消火器の消火能力は、消火器の技術上の規格を定める省令により、各火災源に対する消火試験にて定められる一般的な10型粉末消火器（油火災の消火能力単位：7）について、消火能力単位の測定試験時に用いられるガソリン火源（油火災の消火能力単位が7の場合、燃焼表面積1.4 m²、体積42 L）を使用している。（第1図）

第四条 消火器の火災に対する能力単位の数値は、第二消火試験及び第三消火試験により測定するものとする。

2 前項の第二消火試験は第一号から第四号までに定めるところにより、その判定は第五号の規定により、行わなければならない。

一 模型は、イに掲げる形状を有するもので口に掲げる種類のうち模型の番号の数値が一以上のものを一個用いること。

イ 模型の形状



模型の番号の数値	燃焼表面積 (平方メートル)	L (センチメートル)
0.5	0.1	31.6
1	0.2	44.7
2	0.4	63.3
3	0.6	77.5
4	0.8	89.4
5	1.0	100.0
6	1.2	109.5
7	1.4	118.3
8	1.6	126.5
9	1.8	134.1
10	2.0	141.3
12	2.4	155.0
14	2.8	167.4
16	3.2	178.9
18	3.6	189.7
20	4.0	200.0

試験体のガソリンの容量は以下である。
 $118.3 \times 118.3 \times 3 = 41984.67 [\text{cm}^3] \approx 42 [\text{L}]$

第1図 10型粉末消火器（油火災の消火能力単位：7）の試験体

このとき、試験体のガソリン火源の発熱量は、原子力発電所の内部火災影響評価ガイド（第1表）より、約1300 MJである。

$$\begin{aligned}
 \text{ガソリン発熱量} &= \text{燃焼熱} [\text{kJ/kg}] \times \text{密度} [\text{kg/m}^3] \times \text{体積} [\text{m}^3] \\
 &= 43700 \times 740 \times 0.042 \\
 &= 1358196 [\text{kJ}] = 1358.196 [\text{MJ}] \\
 &\approx 1300 [\text{MJ}]
 \end{aligned}$$

第 1 表 原子力発電所の内部火災影響評価ガイド（抜粋）

表 B.4 可燃性液体の燃焼特性 (NUREG-1805⁽³⁾より)

燃料	燃焼速度 m ³ (kg/m ³ -sec)	燃焼熱 ΔHc, eff (kJ/kg)	密度 ρ (kg/m ³)	経験的定数 k β (m ⁻¹)
メタノール	0.017	20,000	796	100
エタノール	0.015	26,800	794	100
ブタン	0.078	45,700	573	2.7
ベンゼン	0.085	40,100	874	2.7
ヘキサン	0.074	44,700	650	1.9
ヘプタン	0.101	44,600	675	1.1
キシレン	0.09	40,800	870	1.4
アセトン	0.041	25,800	791	1.9
ジオキサン	0.018	26,200	1035	5.4
ジエチルエーテル	0.085	34,200	714	0.7
ベンジン	0.048	44,700	740	3.6
ガソリン	0.055	43,700	740	2.1
ケロジン	0.039	43,200	820	3.5
ディーゼル	0.045	44,400	918	2.1
JP-4	0.051	43,500	760	3.6
JP-5	0.054	43,000	810	1.6
変圧器油、炭化水素	0.039	46,000	760	0.7
561 シリコン変圧器 液体	0.005	28,100	960	100
燃料油、重質	0.035	39,700	970	1.7
原油	0.0335	42,600	855	2.8
潤滑油	0.039	46,000	760	0.7

したがって、10 型粉末消火器は、ガソリン火源の発熱量約 1300 MJ を消火することができる。

以上より、可燃物管理により火災荷重を低く抑える火災区域又は火災区画について、発熱量の基準値としては、保守的に 1000 MJ 以下として設定する。

(2) 等価時間の基準値

火災が発生してから消火活動を開始するまでに必要な時間は、現場での消火器による消火活動を想定すると、中央制御室での火災感知器が発報してから、作業員が火災現場に直行するまで、最低でも 5 分～6 分程度は要すると考えられる。これより、火災源の火災等価時間が、5 分～6 分程度（=0.1 時間）以下であれば、消火活動を開始する前に、火災源が自ら鎮火することになる。

したがって、等価時間の基準値としては、0.1 時間以下として設定する。

5. 可燃物管理の管理方法

消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことにより火災荷重を低く抑える火災区域又は火災区画については、可燃物管理の管理基準値として、発熱量 1000 MJ 以下及び等価時間 0.1 時間以下を設定し、可燃物となる設備（油内包設備、電源盤、ケーブル等）を追加設置する場合は、本管理基準値のいずれも超えないよう火災防護計画にて規定し、運用管理する。

補足説明資料 3-10

新燃料貯蔵庫の未臨界性評価について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 5.2.2(2)b. 項及び 5.2.2(5)g. (d) 項に示す新燃料貯蔵庫の未臨界性評価について示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

新燃料貯蔵庫の未臨界性評価について以下に示す。

3. 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，材料を考慮した新燃料貯蔵ラックに貯蔵された燃料の中心間隔を確保することにより保たれる。

新燃料貯蔵庫内は臨界未満であることが基準である。

新燃料を貯蔵容量最大で貯蔵した状態で，万一新燃料貯蔵庫が水で満たされるといふ厳しい条件を仮定しても，実効増倍率を 0.95 以下に保つ。

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 °C） ・燃料要素がラック内で接近した状態

4. 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* (mm×mm)	ラック厚さ (mm)	材料

注記 *：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。

5. 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
新燃料貯蔵ラック	約 0.77

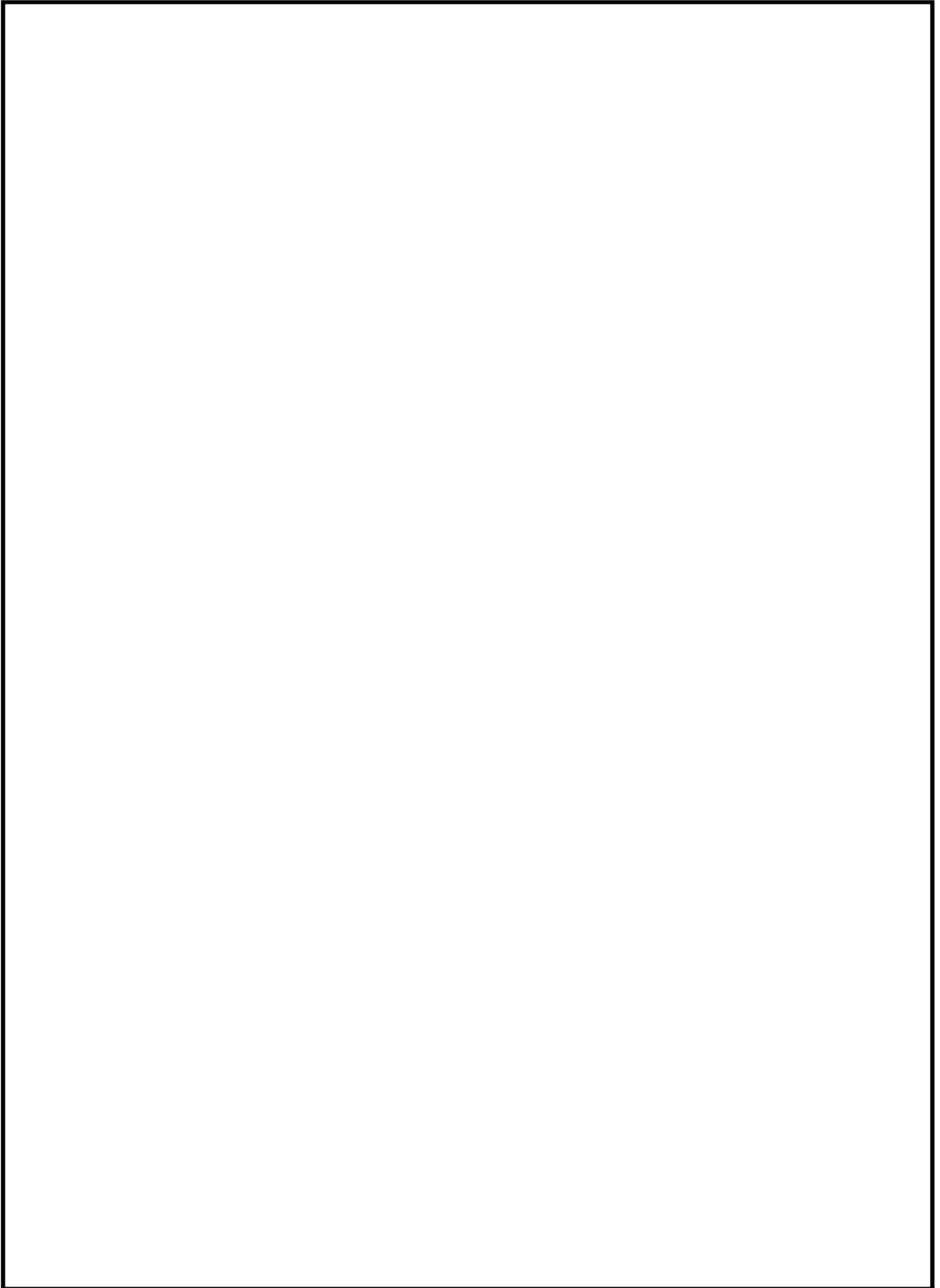
以上の計算は、実際の条件よりも厳しい条件のものである。

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。新燃料貯蔵庫が部分水位の場合についても、乾燥状態での実効増倍率が 0.5 以下であることを考慮すると、冠水状態での実効増倍率 0.77 との中間程度の値となり、未臨界性に対して十分な余裕があると考えられる。

6. 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

補足説明資料 3-11

火災感知器の種類及び配置を明示した図面

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 5.1.2(1)b. 項に示す火災感知器の種類及び配置を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

火災感知器の選定においては、設置場所に対応する適切な火災感知器の種類を火災防護に関する説明書 5.1.2(1)b. 項に示す通り、消防法に準じて選定する設計とする。また、火災感知器の取付方法、火災感知器の設置個数の考え方等の技術的な部分については、消防法に基づき設置する設計とする。

以下 3. 項においては、火災感知器のうち、基本的な組み合わせとなるアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器以外の火災感知器についての種類、仕様及び感知原理等を示す。

以下 4. 項においては、各火災感知器の具体的な設置条件を示す。

以下 5. 項においては、火災感知器の配置図を示す。

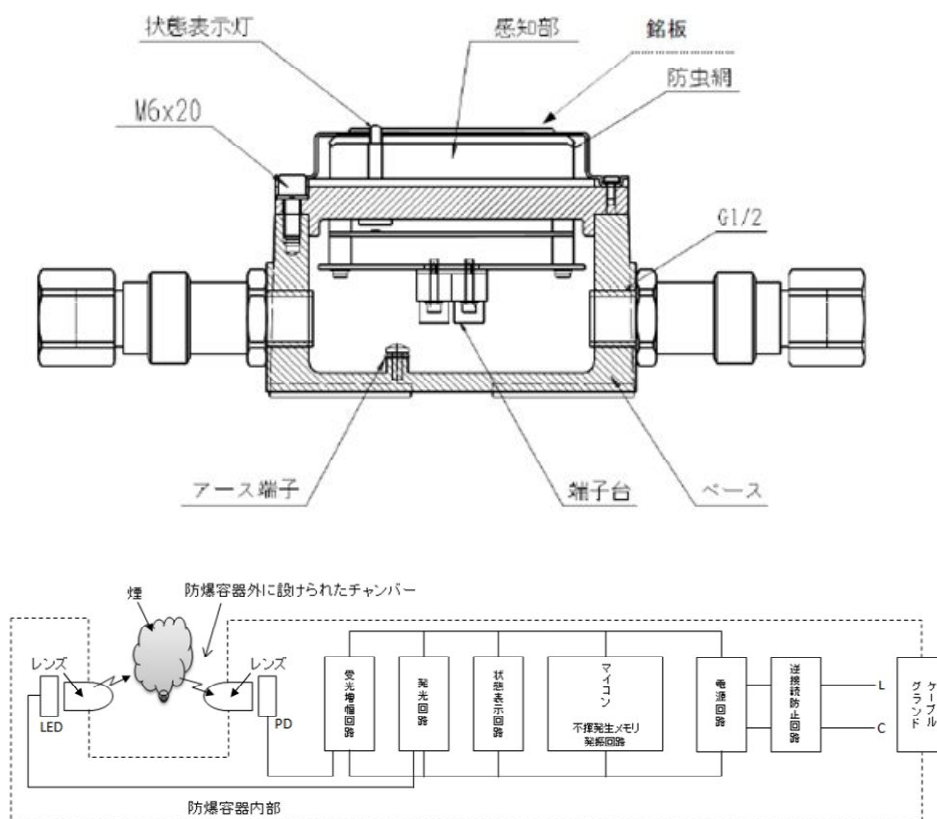
3. 基本的な組み合わせとなるアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器以外の火災感知器について

(1) 防爆型火災感知器

蓄電池室及び燃料タンク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り、これらの感知器の防爆性能について以下に示す。

a. 防爆型煙感知器の概要

防爆型煙感知器（耐压防爆型光電式スポット型煙感知器）の概要を第3-1図に示す。動作原理は、発光回路で一定時間ごとに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3-1図 防爆型煙感知器の概要

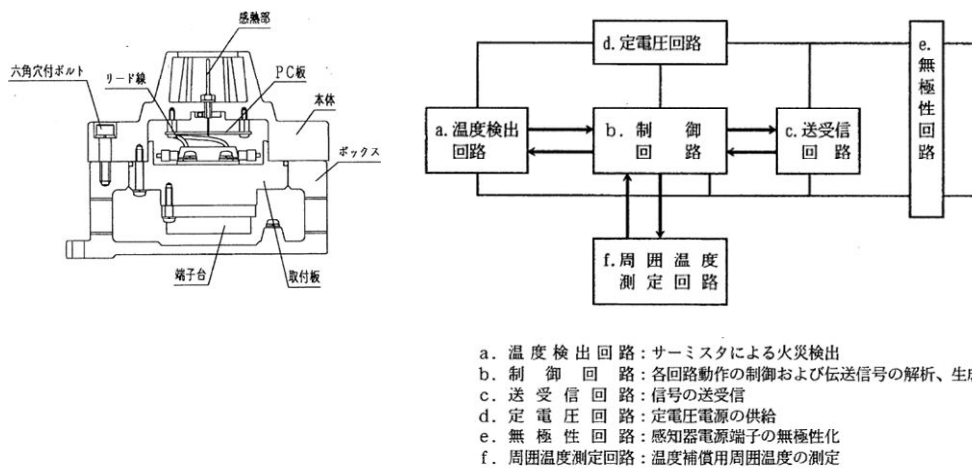
b. 防爆型熱感知器の概要

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 3-2 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*）を有する。

注記 *：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用いる。



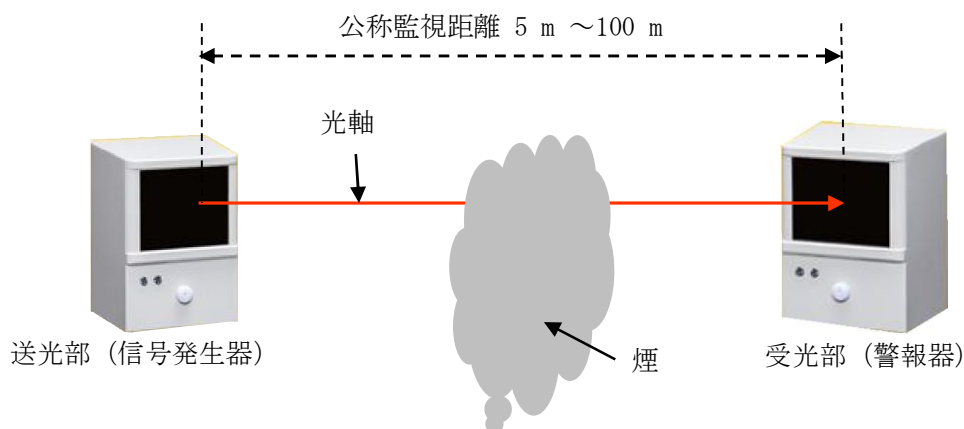
第 3-2 図 防爆型熱感知器の概要

(2) 光電分離型煙感知器

a. 光電分離型煙感知器の概要

光電分離型煙感知器は、赤外光を発する送光部とそれを受ける受光部を 5 m～100 m の距離に対向設置し、この光路上を煙が遮ったときの受光量の変化で火災を検出する。また、大空間での広く拡散した煙を感知することができる。

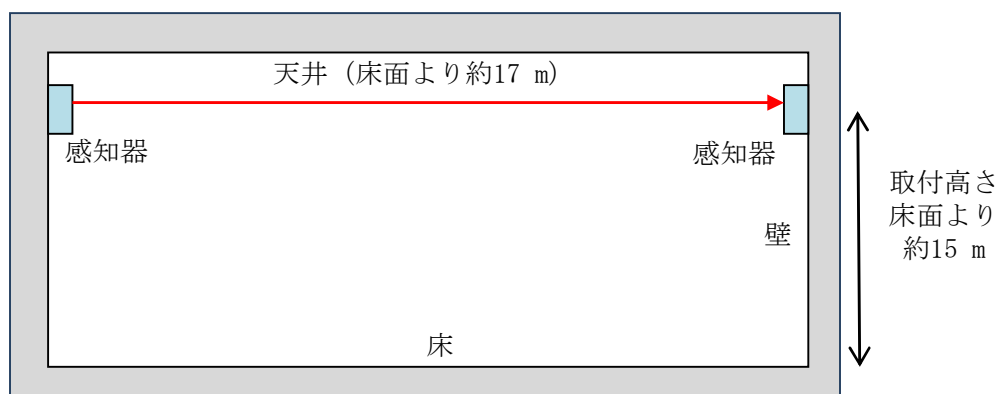
光電分離型煙感知器の概要を第 3-3 図に示す。



第 3-3 図 光電分離型煙感知器の概要

b. 取付位置

原子炉建屋原子炉棟 6 階（オペレーティングフロア）に設置する光電分離型煙感知器の取付位置を第 3-4 図に示す。



第 3-4 図 光電分離型煙感知器の取付位置

c. 設置基準

消防法施行規則第 23 条（自動火災報知設備の感知器等）より、感知器の光軸の高さが天井等の高さの 80 パーセント以上となるように設置する。

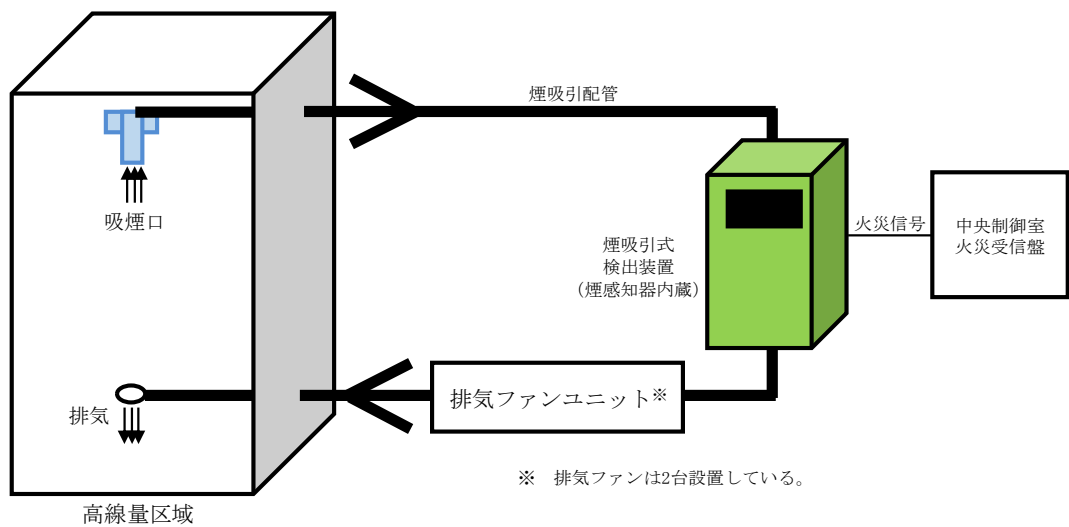
(3) 煙吸引式検出設備

a. 煙吸引式検出設備の概要

高線量区域にて発生する火災の煙を、排気ファンユニットにて煙吸引式検出設備に取り込む。感知器内部の発光素子の光が、火災の煙流入により散乱することで煙を感知する。

煙吸引式検出設備の概要を第 3-5 図に示す。

また、煙吸引式検出設備の仕様を第 3-1 表に示す。



第 3-5 図 煙吸引式検出設備の概要

煙吸引式検出設備の感知原理は、一般的な光電式スポット型感知器と同様に近赤外線による散乱光方式を用いて、火災感知する。

煙吸引式検出設備は、アナログ式煙感知器と吸引装置を組み合わせた構成となっているため、平常時の状況（温度、煙の濃度）を監視し、火災現象（急激な温度や煙の濃度上昇）を把握することが可能であり、設定した煙の濃度にて警報を発する設計とする。

煙吸引式検出設備の故障時は、中央制御室に異常の警報を発する設計としており、万一、片方のセンサが故障しても1ラインに2個の煙センサを並列に設置することで検知が可能な設計とする。さらに、排気ファンユニット内に排気ファンを2個設置することで、片方のファンが故障しても検知が可能な設計とする。

また、煙吸引配管については、損傷等していないことを定期的に保守管理することを定め、煙吸引式検出装置を監視エリアの近傍に設置することで、監視エリア外における煙吸引配管の損傷リスクを可能な限り低減する設計とする。

第3-1表 煙吸引式検出設備の仕様

項目	仕様
煙検知原理	近赤外線による散乱光方式 (一般的な光電式スポット型感知器と同じ原理)
煙濃度計表示範囲	0~25 %/m (サンプリング周期 0.5 秒)
設定検知濃度	吸煙口 2 個の場合は各吸煙口の濃度が 10 %で検知 (光電式スポット型感知器 2 種相当)
検知時間	吸煙口から煙吸引式検出装置までの煙の検知時間に遅れがないよう、1 分以内に早期に火災を検知する設計
吸煙配管長さ	最大 1 ライン 40 m 以下
排煙口取付ピッチ	半径 12 m 以下 (消防法に規定されない設備)
排気ファンユニット	ファン 2 台 (自動交互運転)
警報	<ul style="list-style-type: none"> ・排気ファン異常 ・センサ異常 ・スイッチ位置異常
電源盤	無停電電源装置内蔵
安全対策	<ul style="list-style-type: none"> ・1 ラインに 2 個の煙センサを並列に設置することで片方のセンサが故障しても検知可能な設計とする。 ・排気ファンユニット内に排気ファンを 2 個設置することで、片方のファンが故障しても検知可能な設計とする。

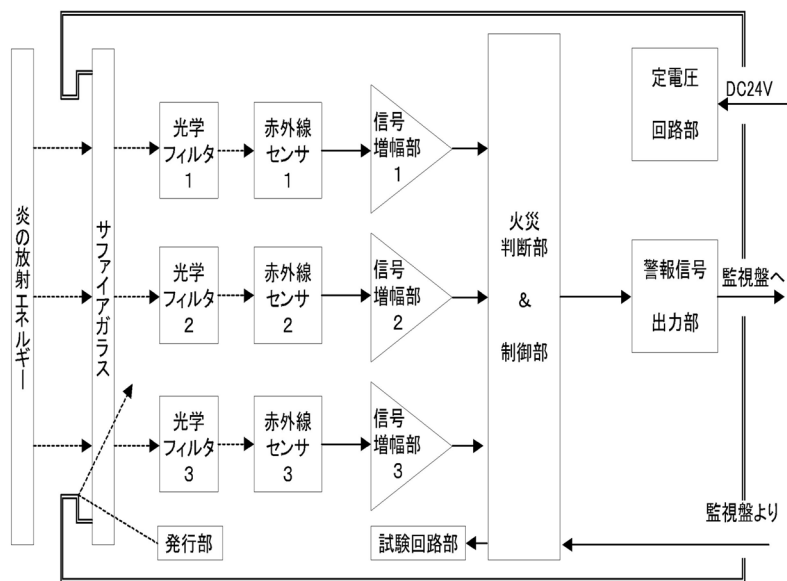
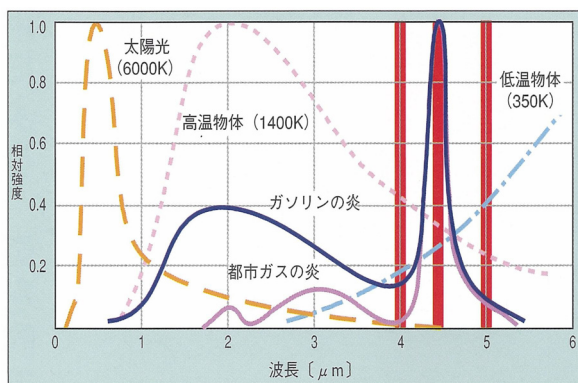
(4) 炎感知器

a. 炎感知器の概要

炎感知器（赤外線 3 波長式炎感知器）の概要を第 3-6 図に示す。CO₂ 共鳴放射帯域を検出する原理であり、波長 4.0 μm, 4.4 μm, 5.0 μm の赤外線域のみ検出するよう、3 つの赤外線センサが搭載されている。3 つのセンサの出力は、蛍光灯等の人工照明には反応せず、炎からの CO₂ 共鳴放射帯域を検知した場合にのみ火災と判断し、警報を発報する。

また、炎感知器の設置条件は、消防法には規定されておらず、監視範囲に死角がないように設置する。

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。



第 3-6 図 炎感知器の概要

(5) 熱感知カメラ

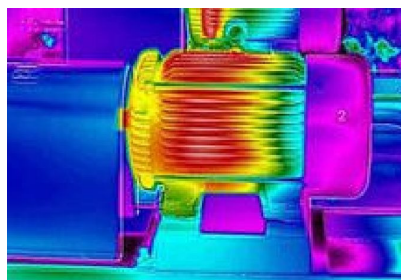
a. 熱感知カメラの概要

熱感知カメラは、物体から発する赤外線波長の波長を温度信号として捕え、赤外線は温度が高くなるほど強くなる特徴を利用し、強さを色別して温度マップとして画像に映すことにより、一定の温度に達すると警報を発する火災感知設備である。熱感知カメラの外観と画像をそれぞれ第 3-7 図、第 3-8 図に示す。

熱感知カメラは、消防法認定の感知器ではないが、「火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令」の第 17 条の 8（炎感知器の公称距離の区分、感度及び視野角）に基づく試験を実施し、感知器として十分な性能を満足していることを確認している。



第 3-7 図 熱感知カメラの外観



第 3-8 図 熱感知カメラの画像

4. 各火災感知器の設置条件

各火災感知器の設置条件を第 4-1 表に示す。

第 4-1 表 火災感知器の種類と設置個数の考え方

火災感知器の種類			火災感知器の設置個数の考え方		消防法 施行規則	
			取付面高さ	設置個数当たり の床面積		
煙感知器	光電アナログ式スポット型	1 種及び 2 種	4 m 未満	150 m ²	第 23 条 第 4 項 第 7 号	
		3 種	4 m 未満	50 m ²		
		光電式スポット型 (防爆型含む)	1 種及び 2 種	4 m 未満		150 m ²
	3 種		4 m 未満	50 m ²		
	光電アナログ式分離型		—	20 m 未満		— (当該区域の各 部分から一の光 軸までの水平距 離が 7 m 以下に 設置)
		煙吸引式検出設備	—	排煙口取付ピッチ半径 12 m 以下 (消防法には規定されない)		—
熱感知器	熱アナログ式スポット型	—	4 m 未満	70 m ² *	第 23 条 第 4 項 第 3 号	
			4 m 以上 8 m 未満	35 m ² *		
	定温式スポット型 (防爆型含む)	特種	4 m 未満	70 m ² *		
			4 m 以上 8 m 未満	35 m ² *		
		1 種	4 m 未満	60 m ² *		
			4 m 以上 8 m 未満	30 m ² *		
2 種	4 m 未満	20 m ² *				
	4 m 以上 8 m 未満	—				
炎感知器	紫外線式スポット型	公称監視 距離最大 20 m 以内	床面から 1.2 m の監視空間		第 23 条 第 4 項 第 7 の 4 号	
	赤外線 3 波長式	公称監視 距離最大 60 m 以内	監視範囲に死角がないように設置 (消防法には規定されない)		—	
熱感知 カメラ	—	—	監視範囲に死角がないように設置 (消防法には規定されない)		—	

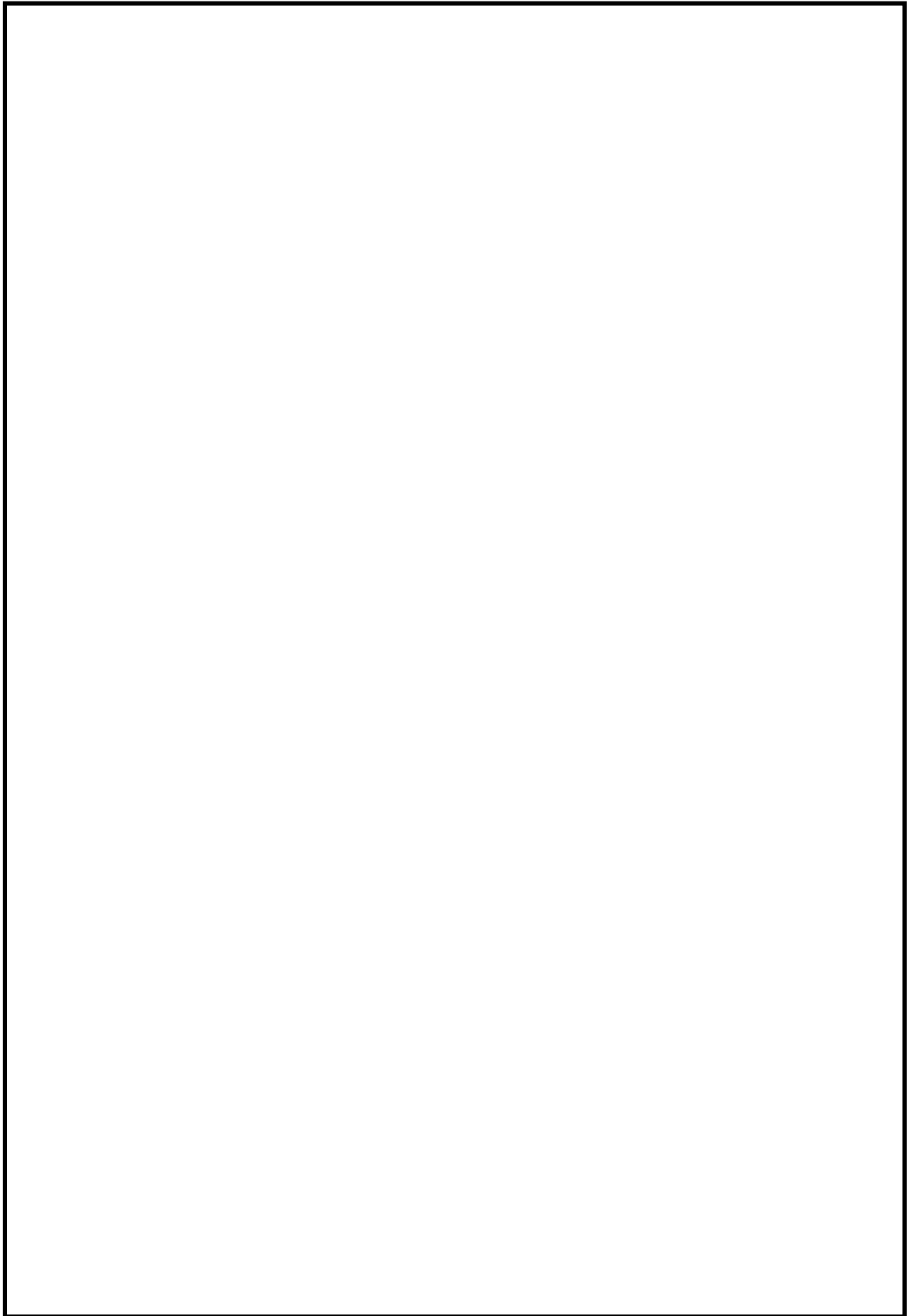
注 : 上記に記載のない事項については、消防法施行規則等に基づく、火災感知器の設置方法に従う。

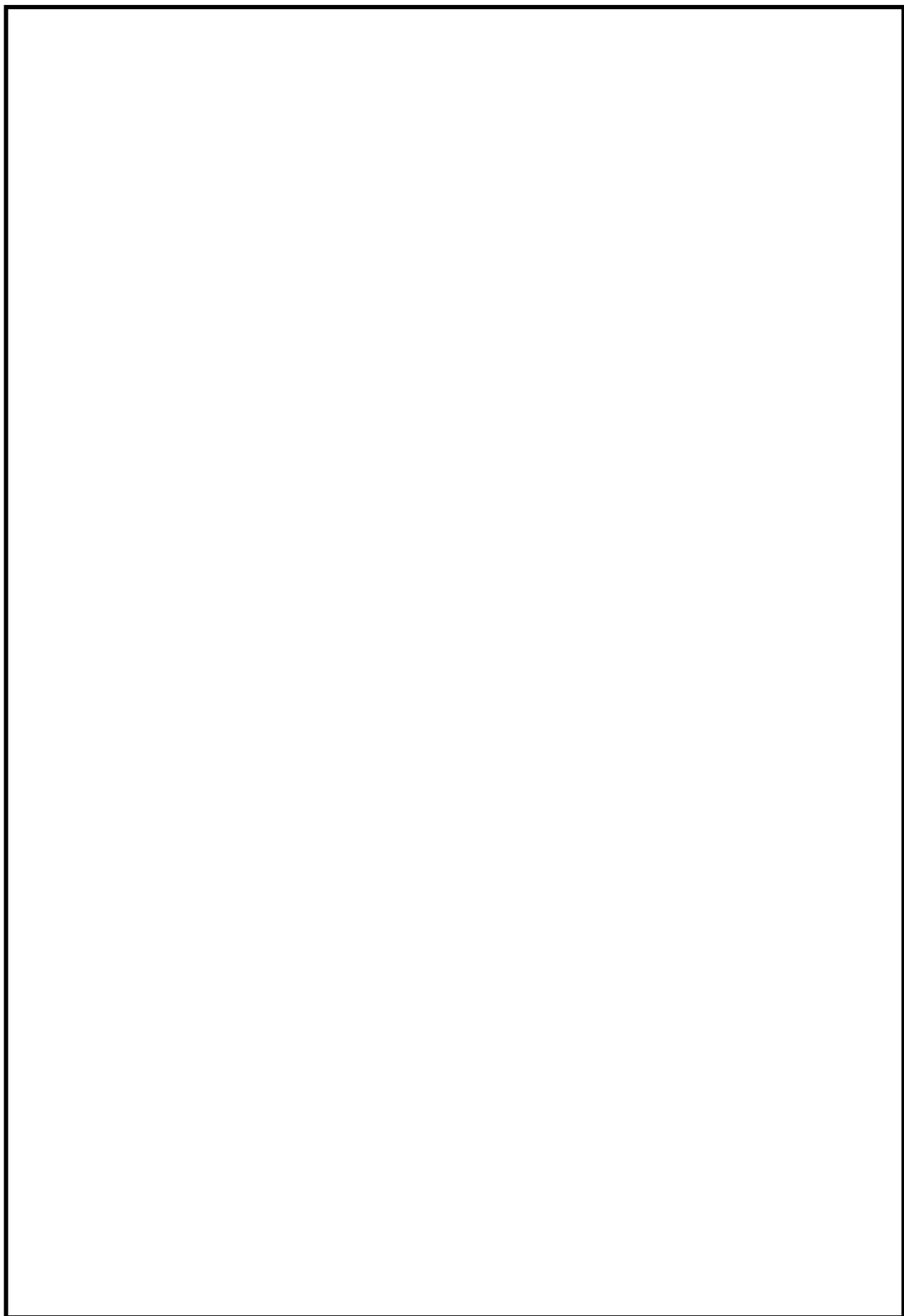
注記 * : 主要構造部を耐火構造とした防火対象物又はその部分における設置個数当たりの床面積を示す。

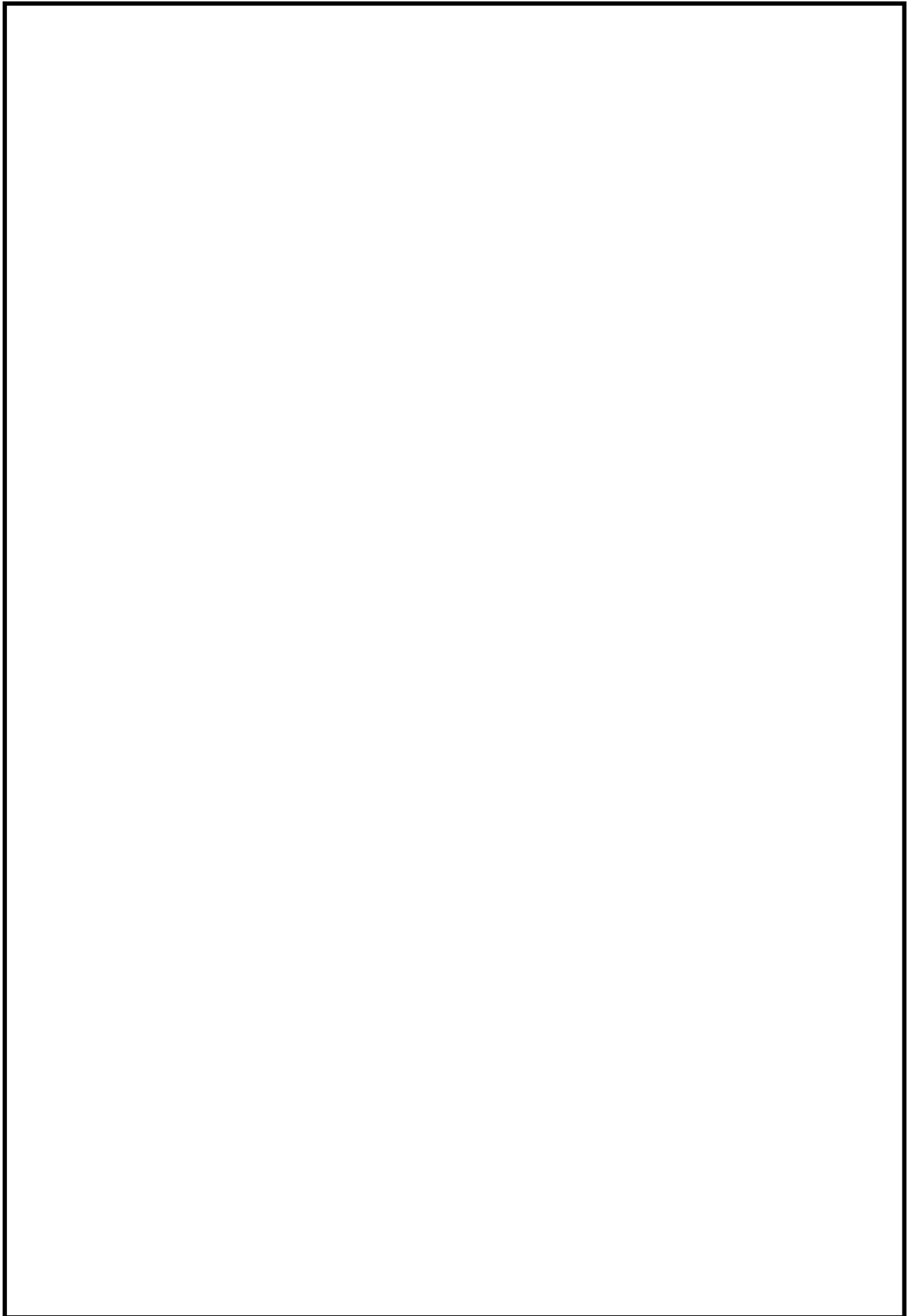
5. 各火災感知器の配置図

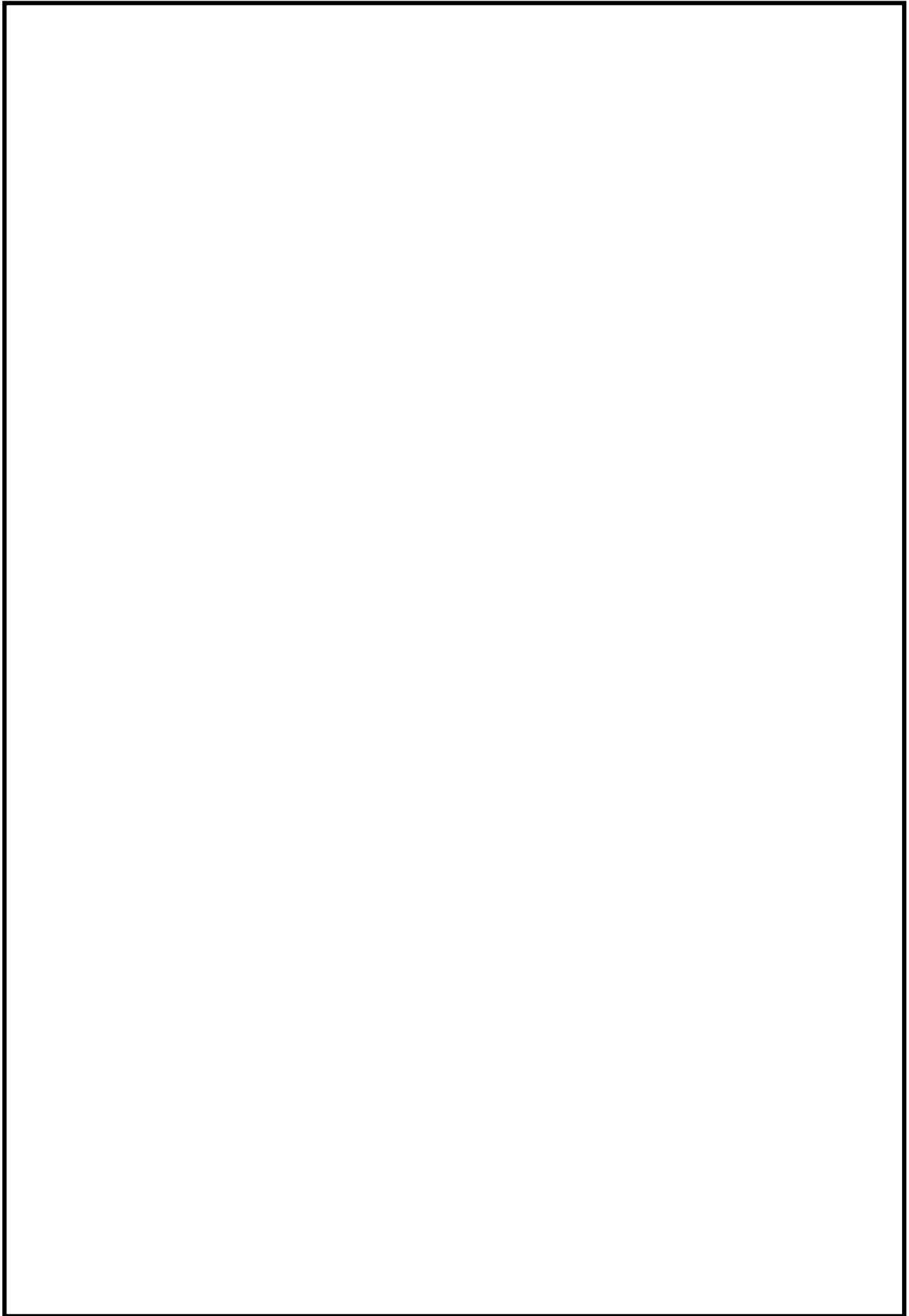
各火災感知器の配置図を以下に示す。

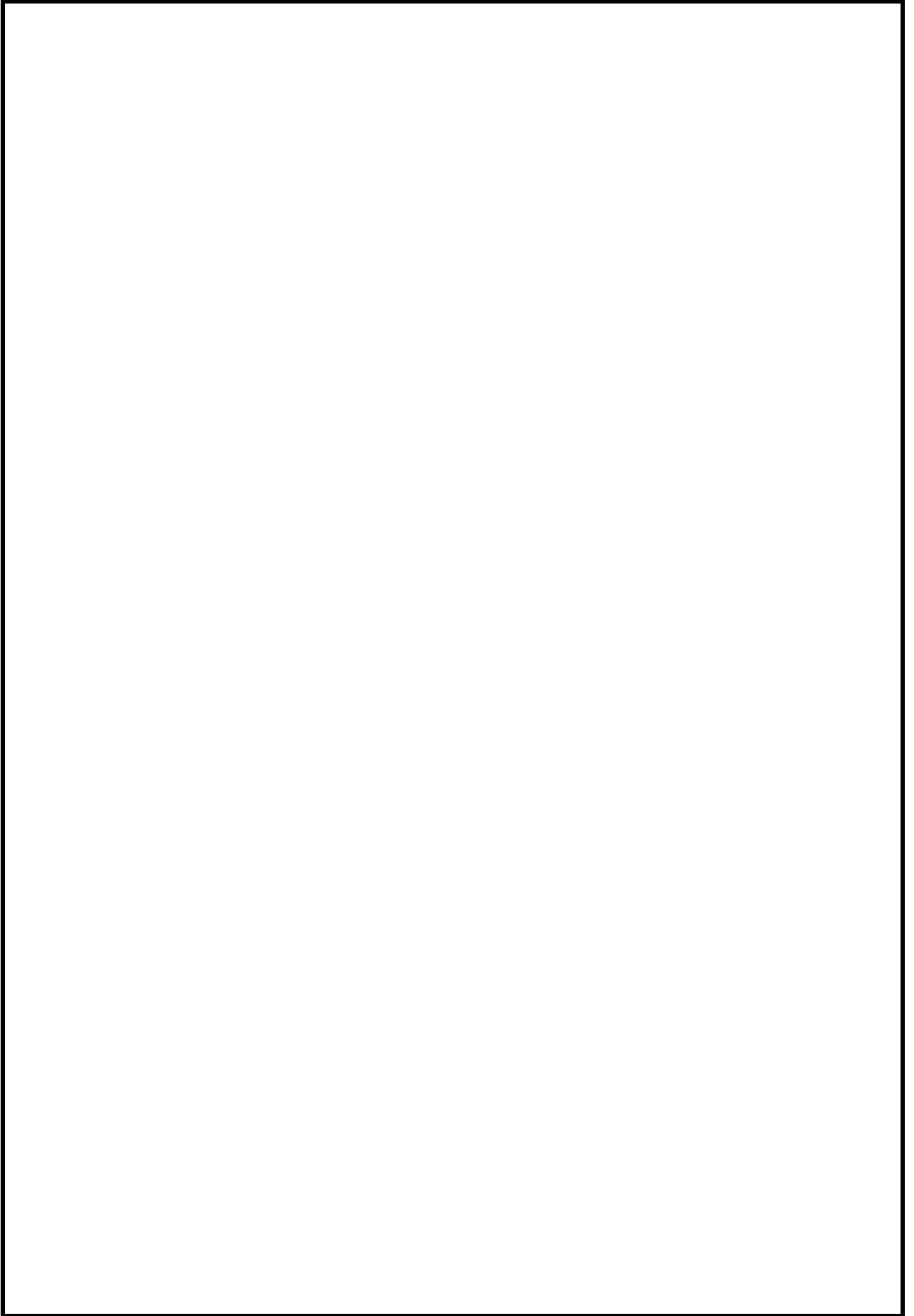


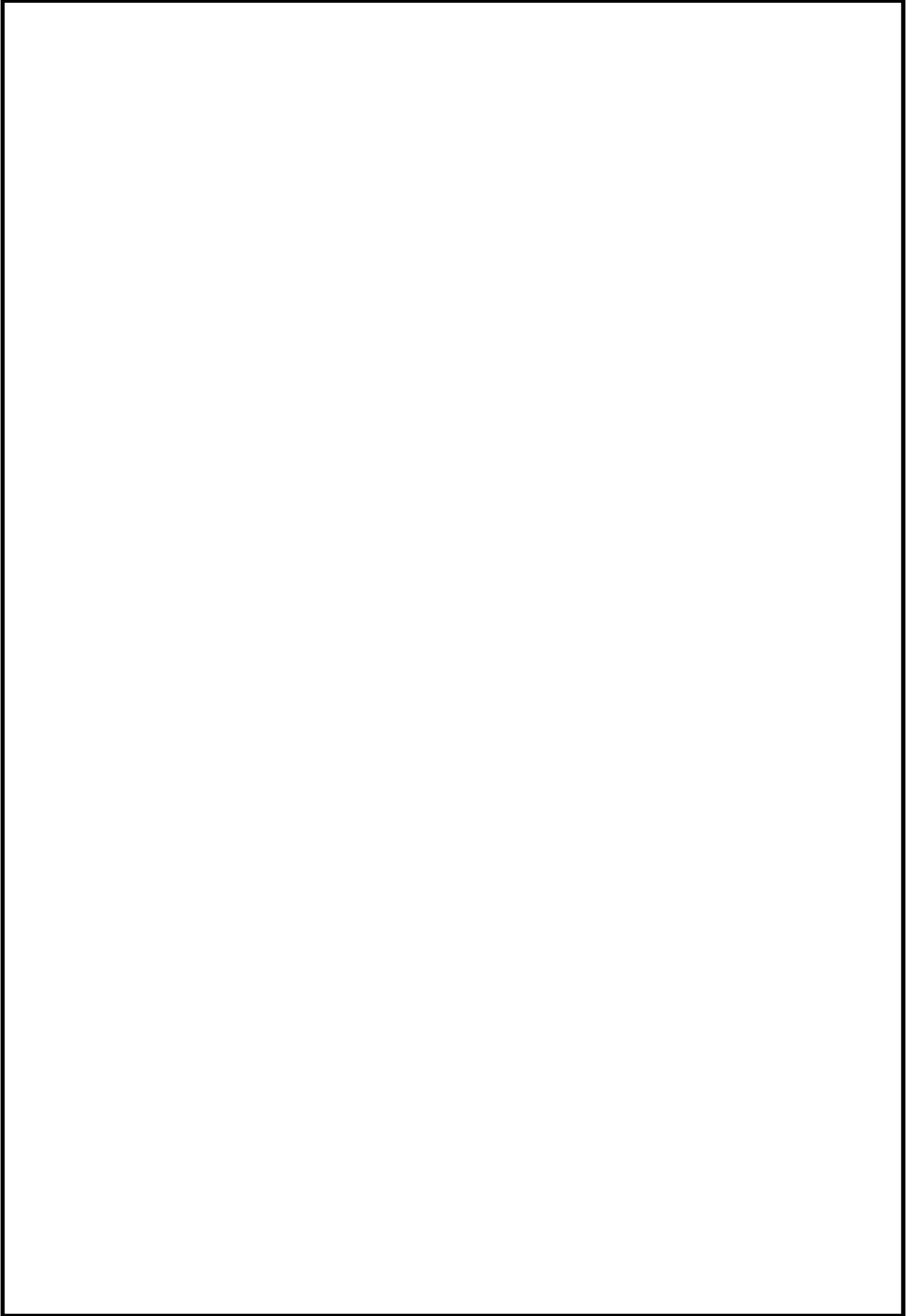


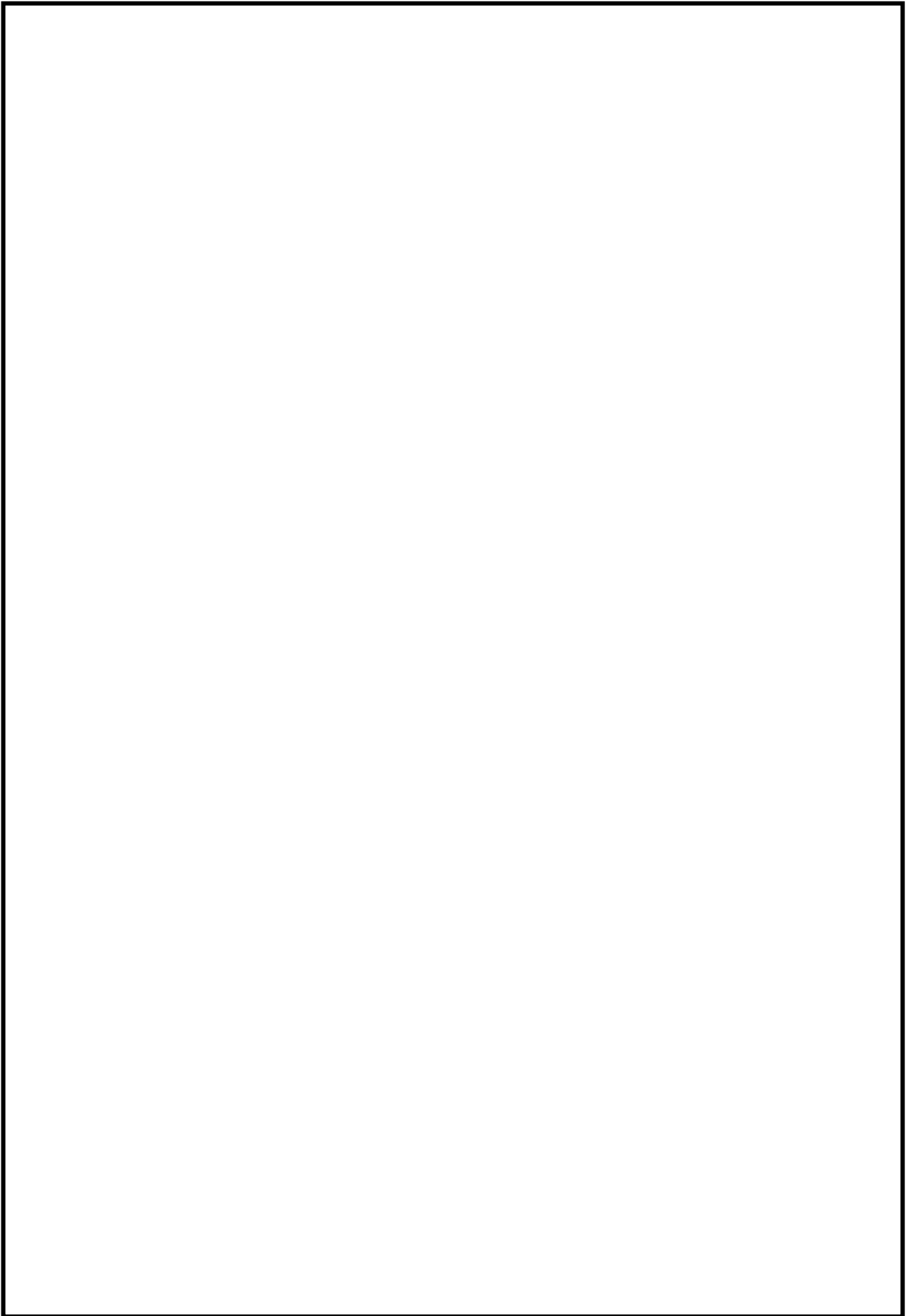


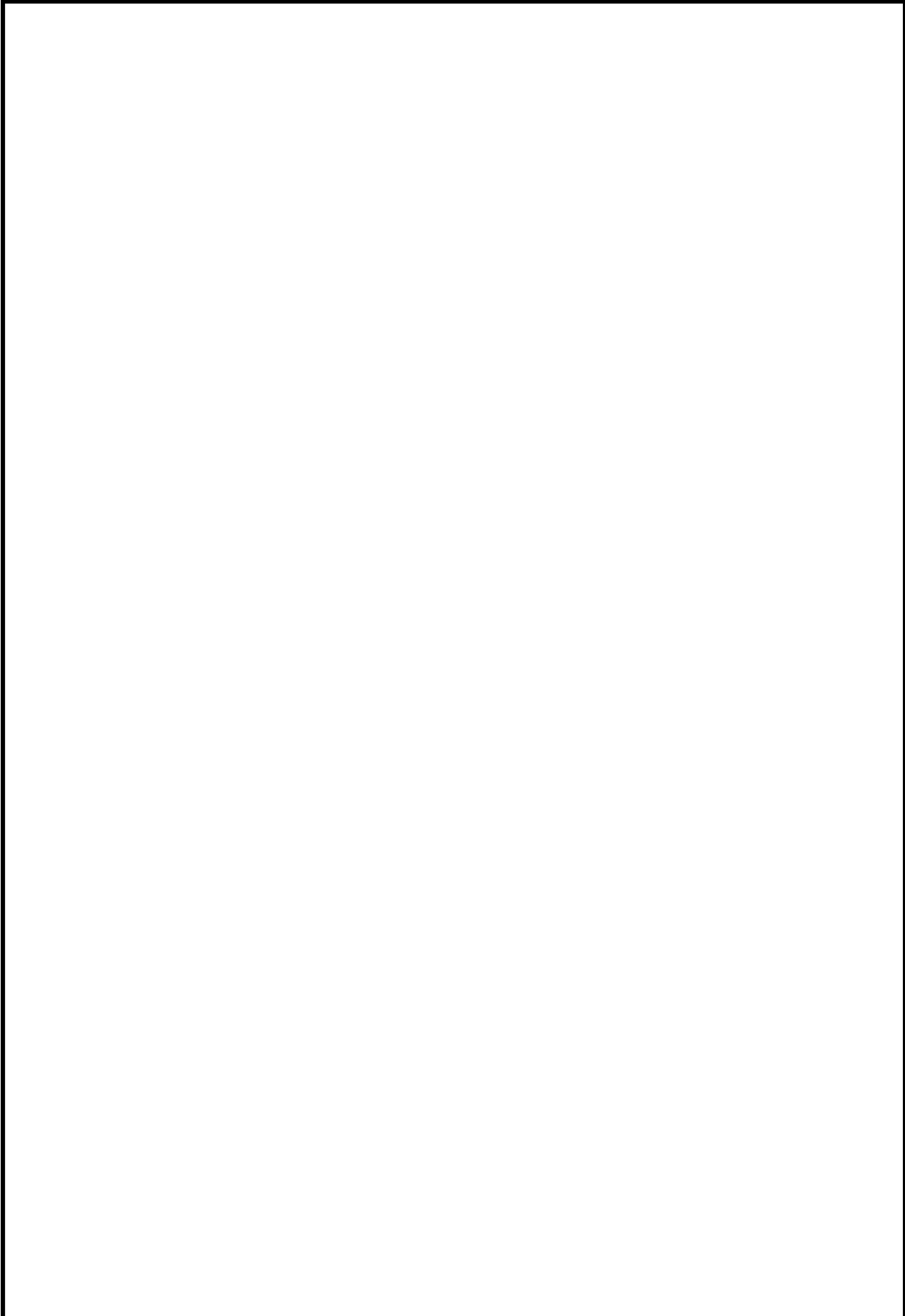


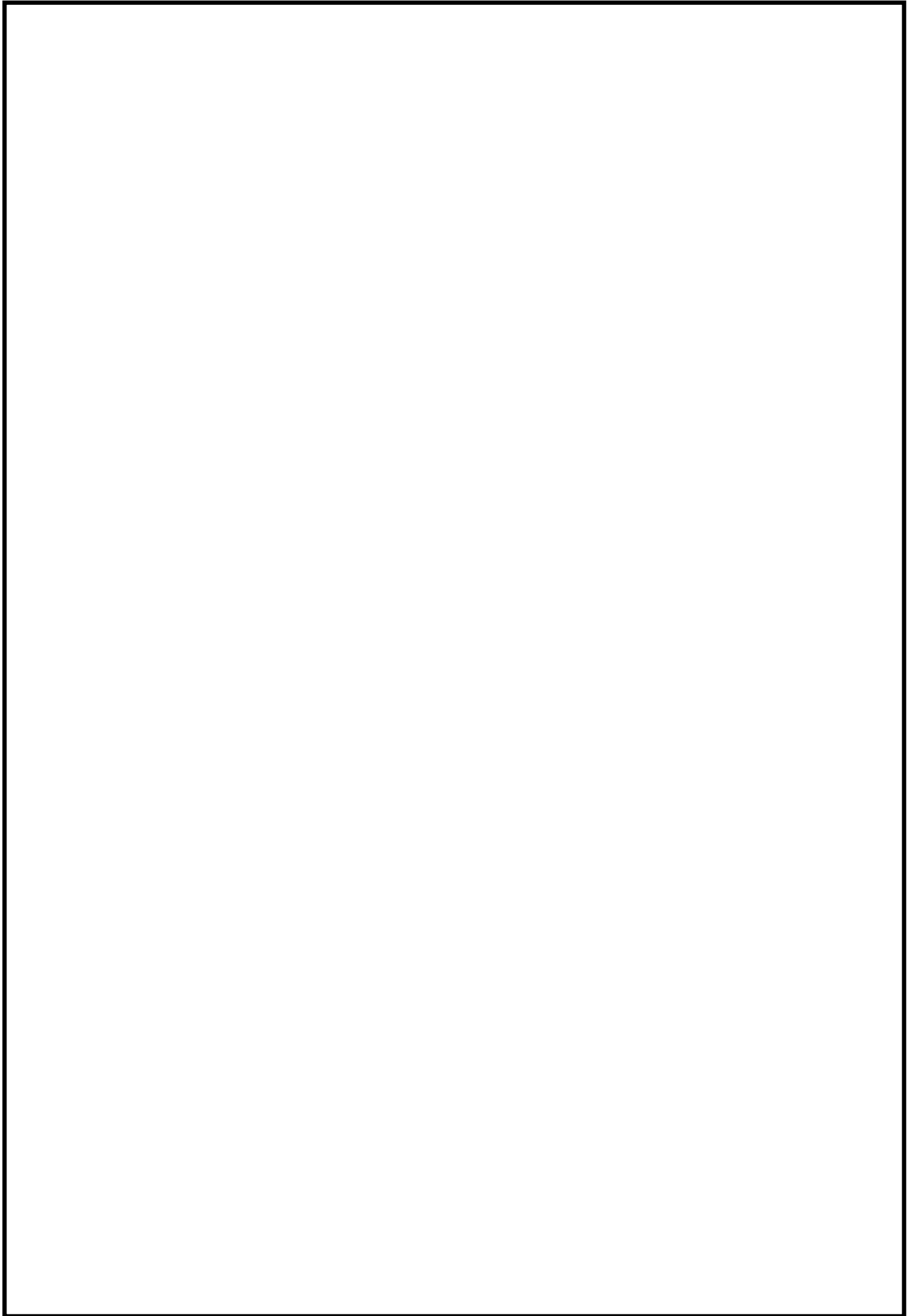


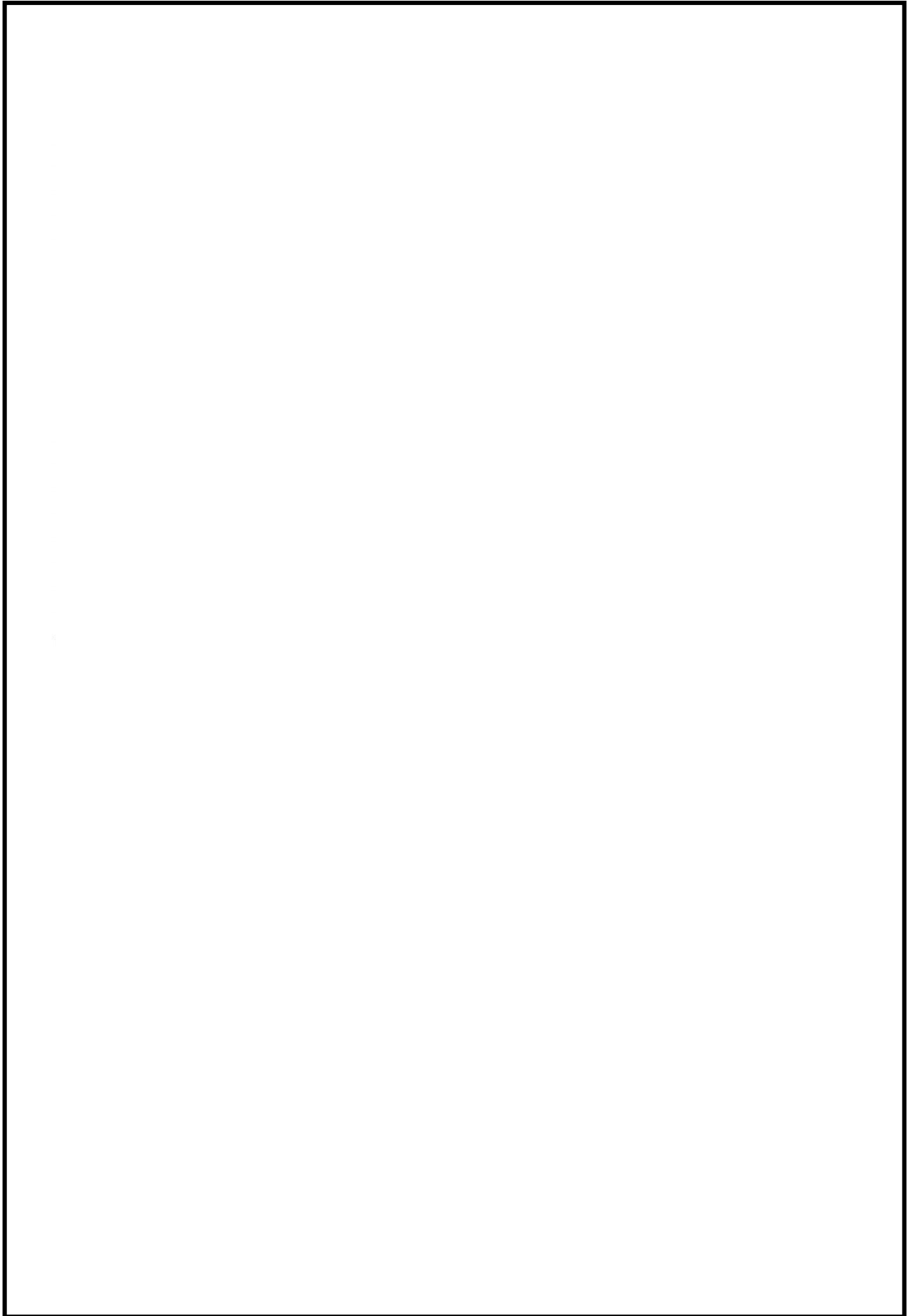


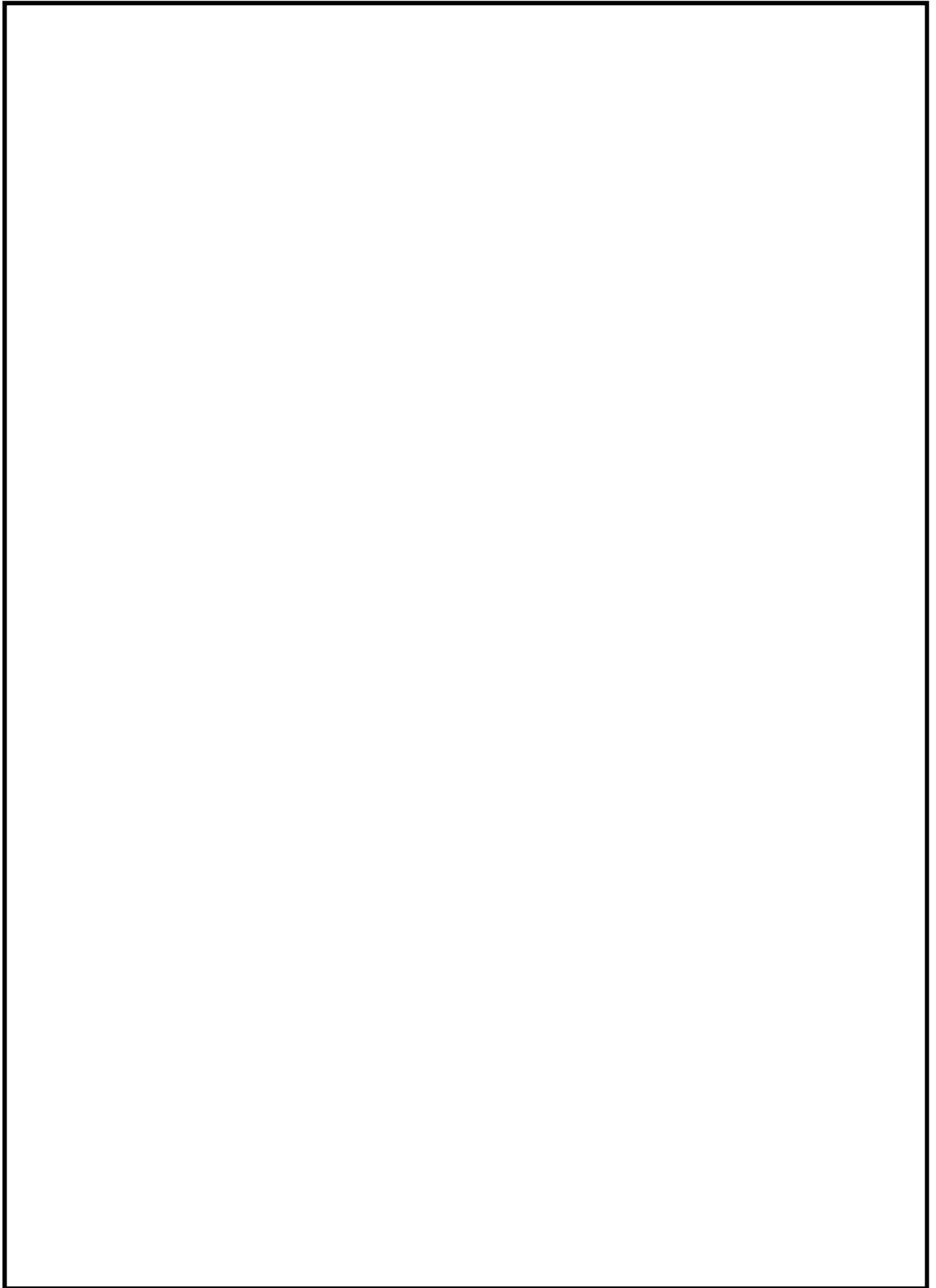


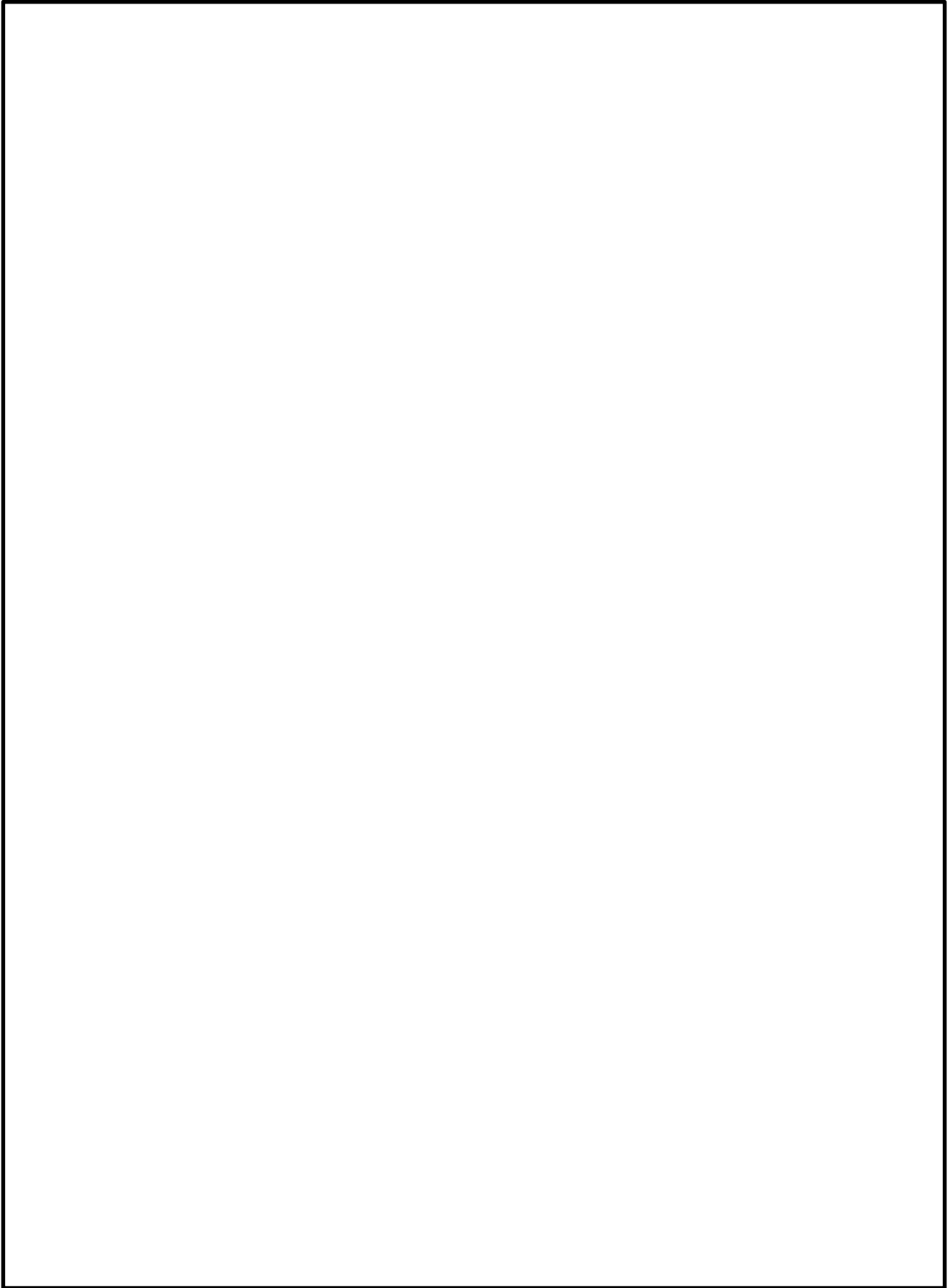


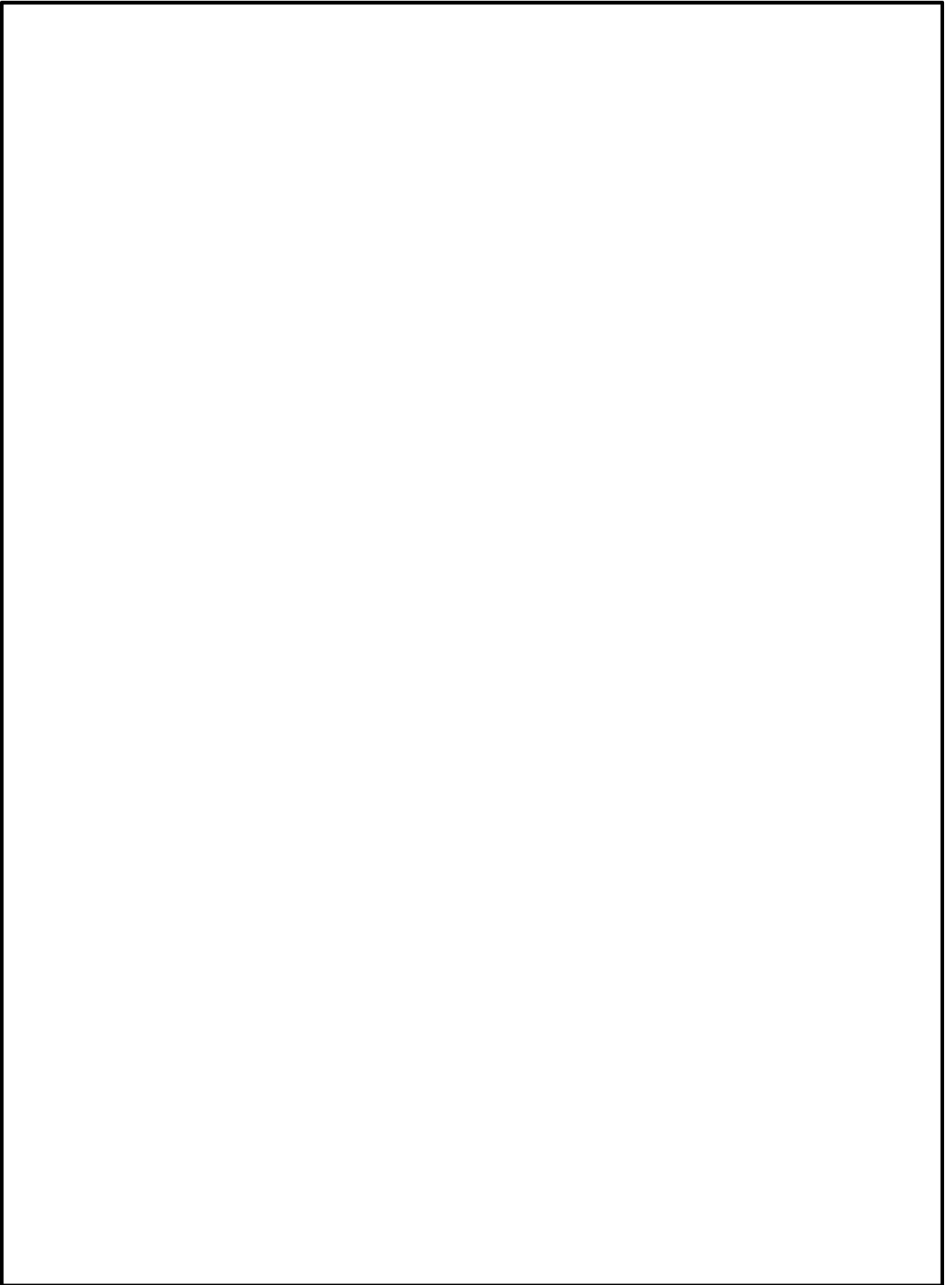


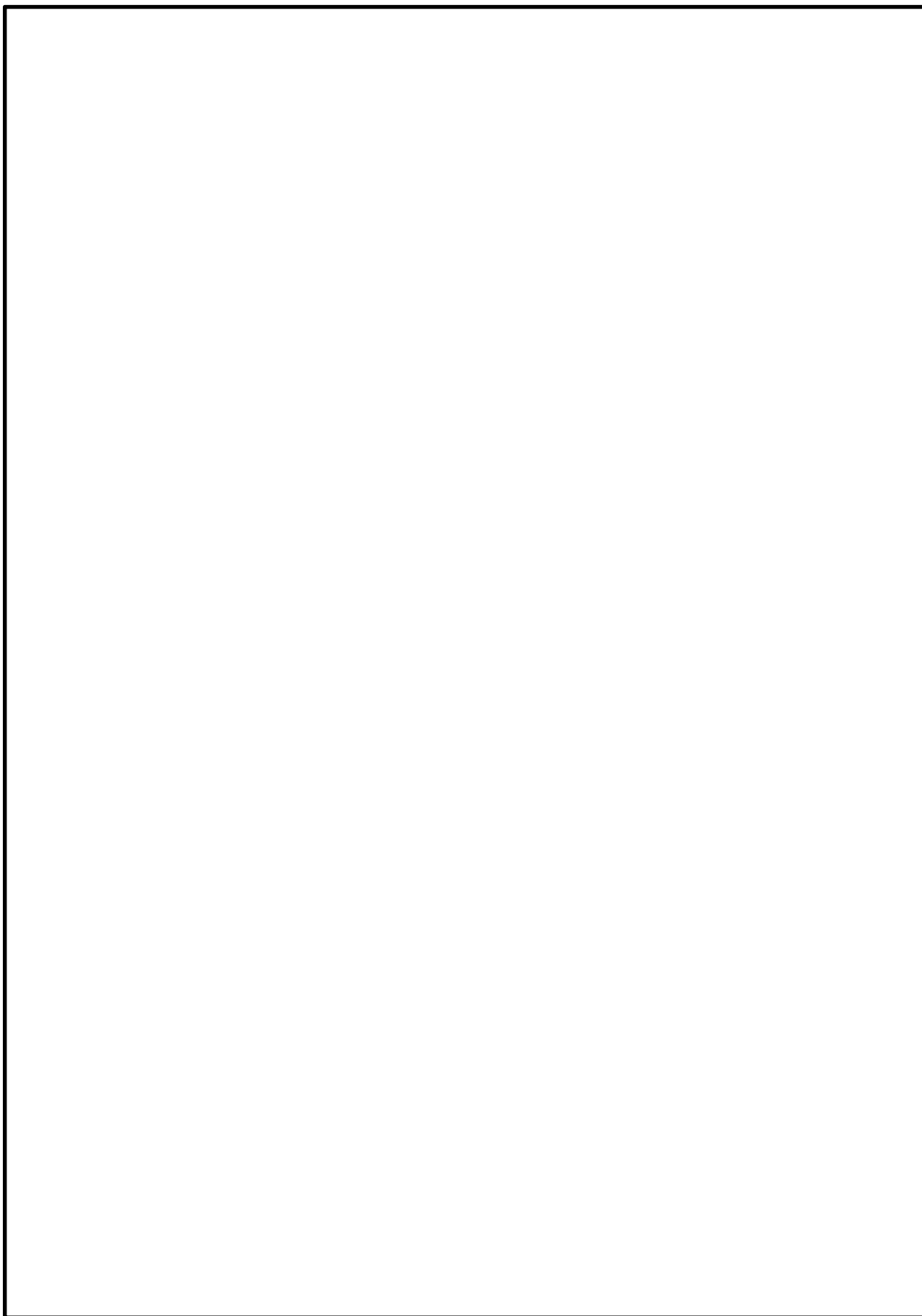


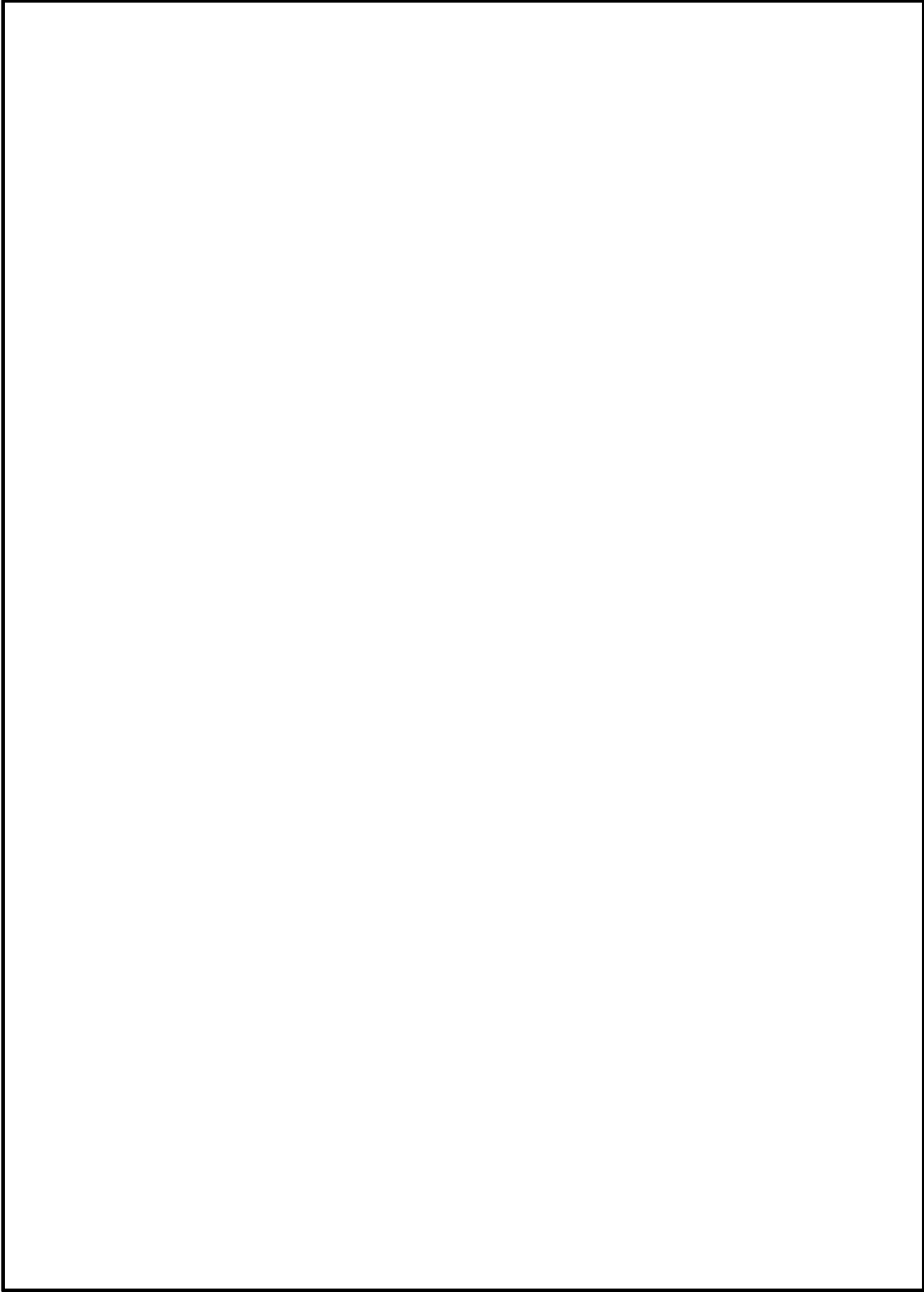


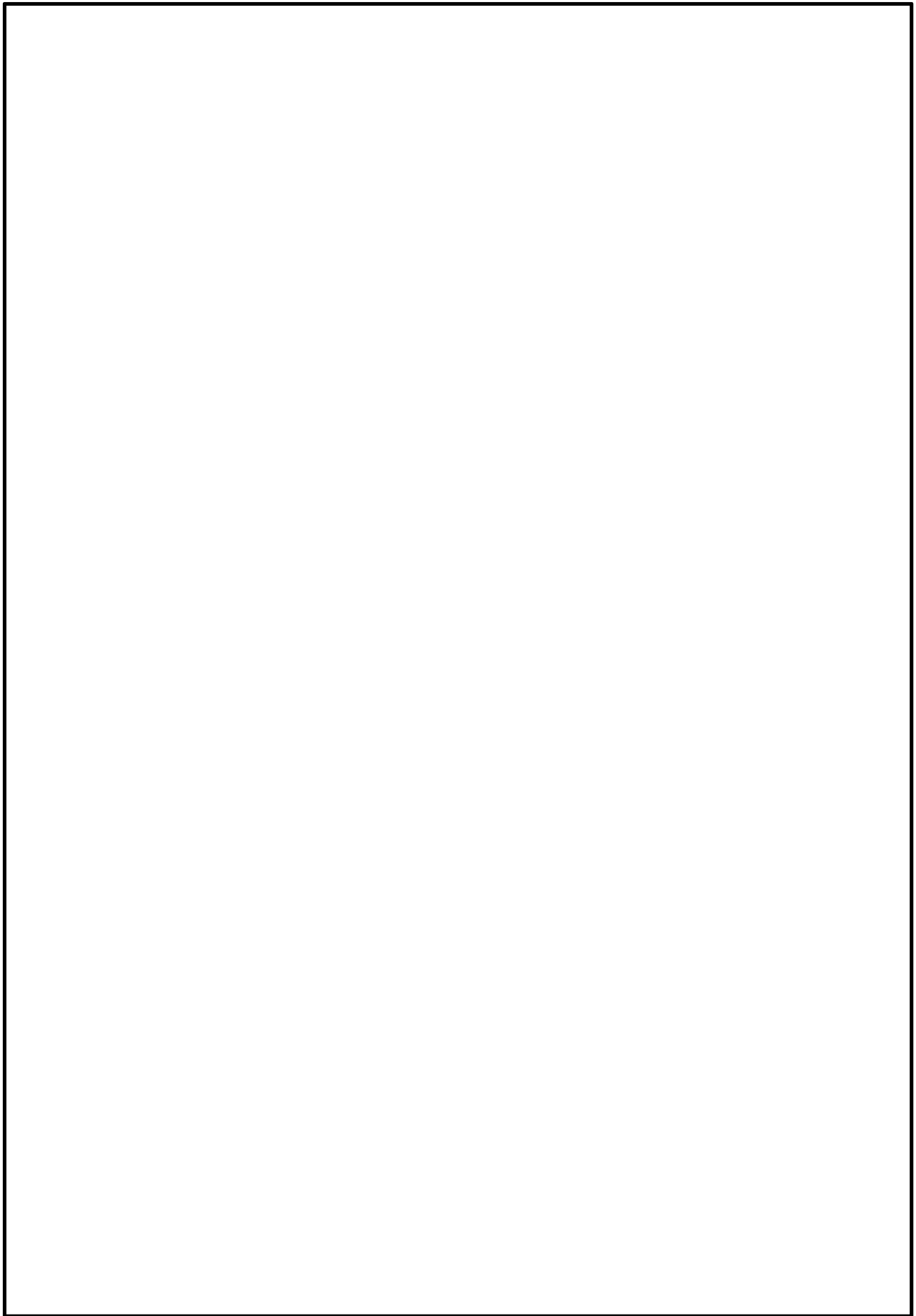


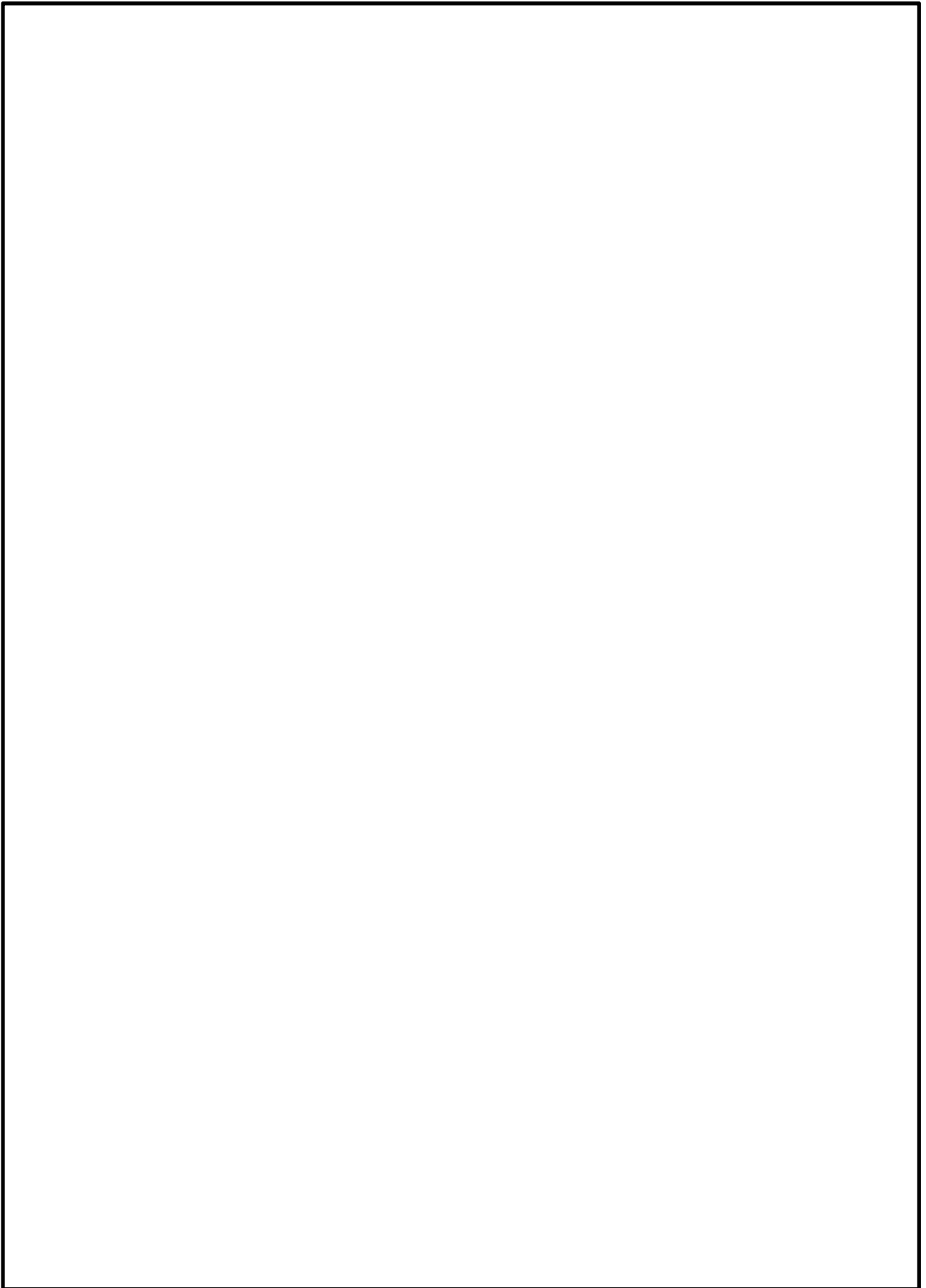


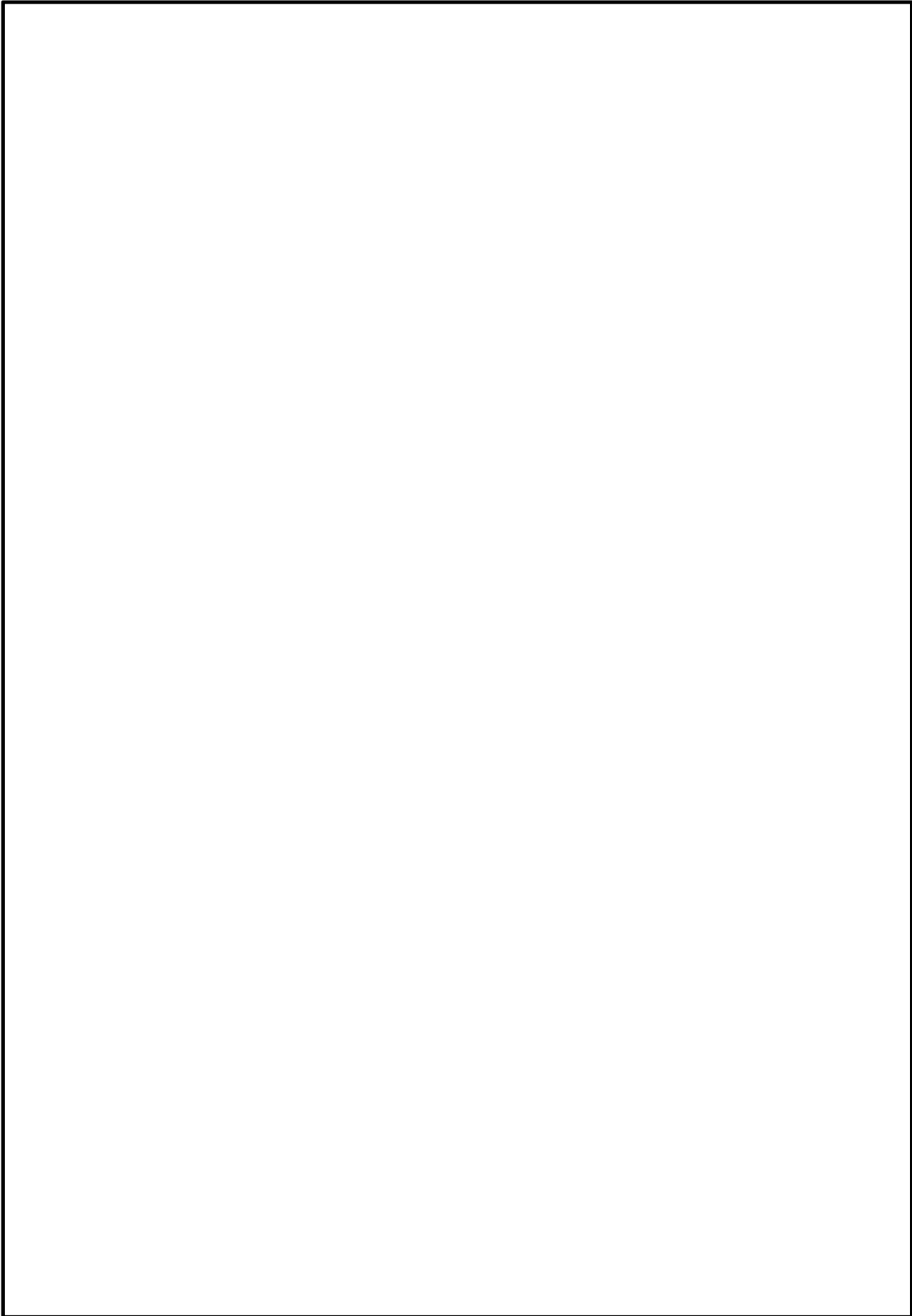


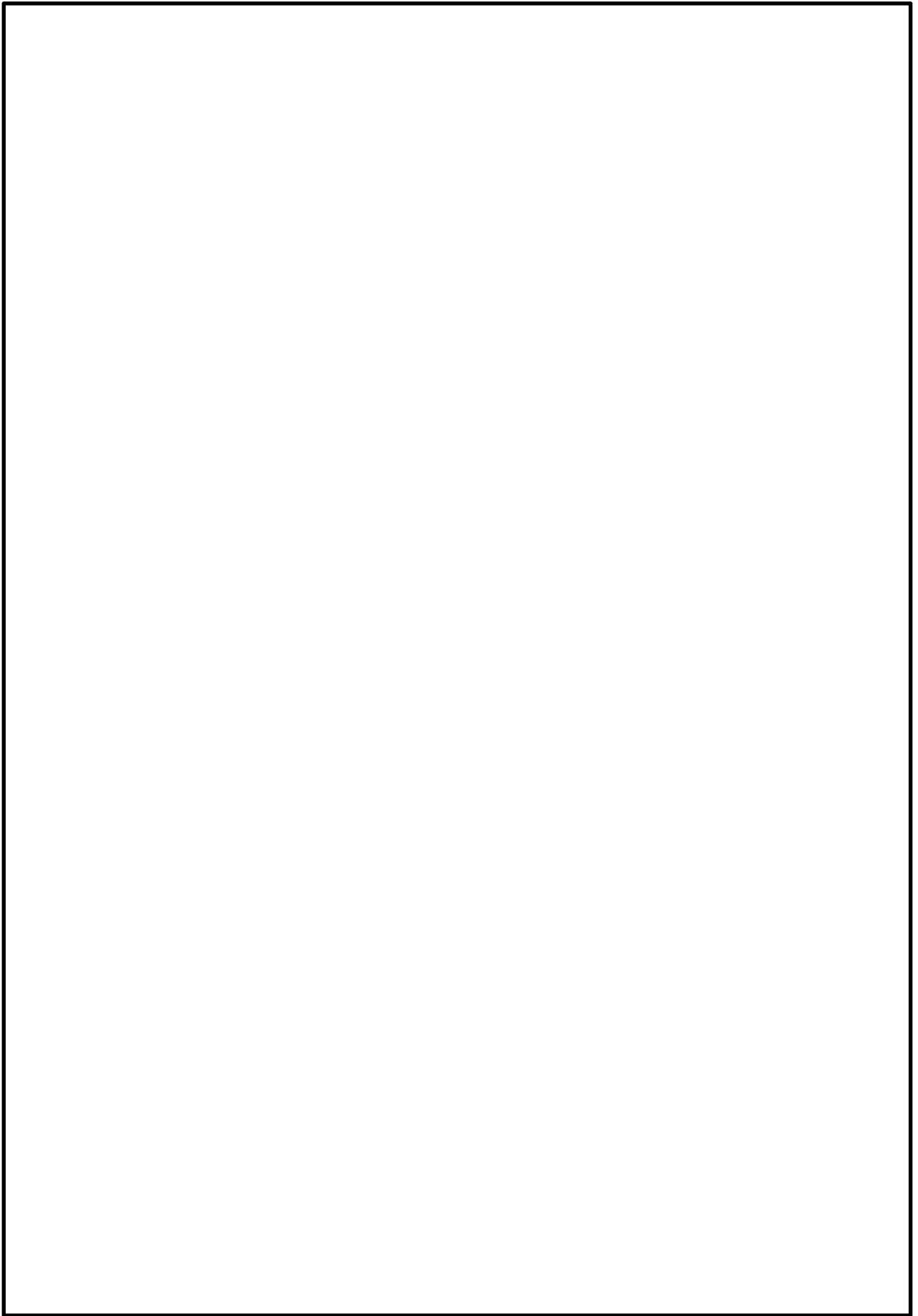


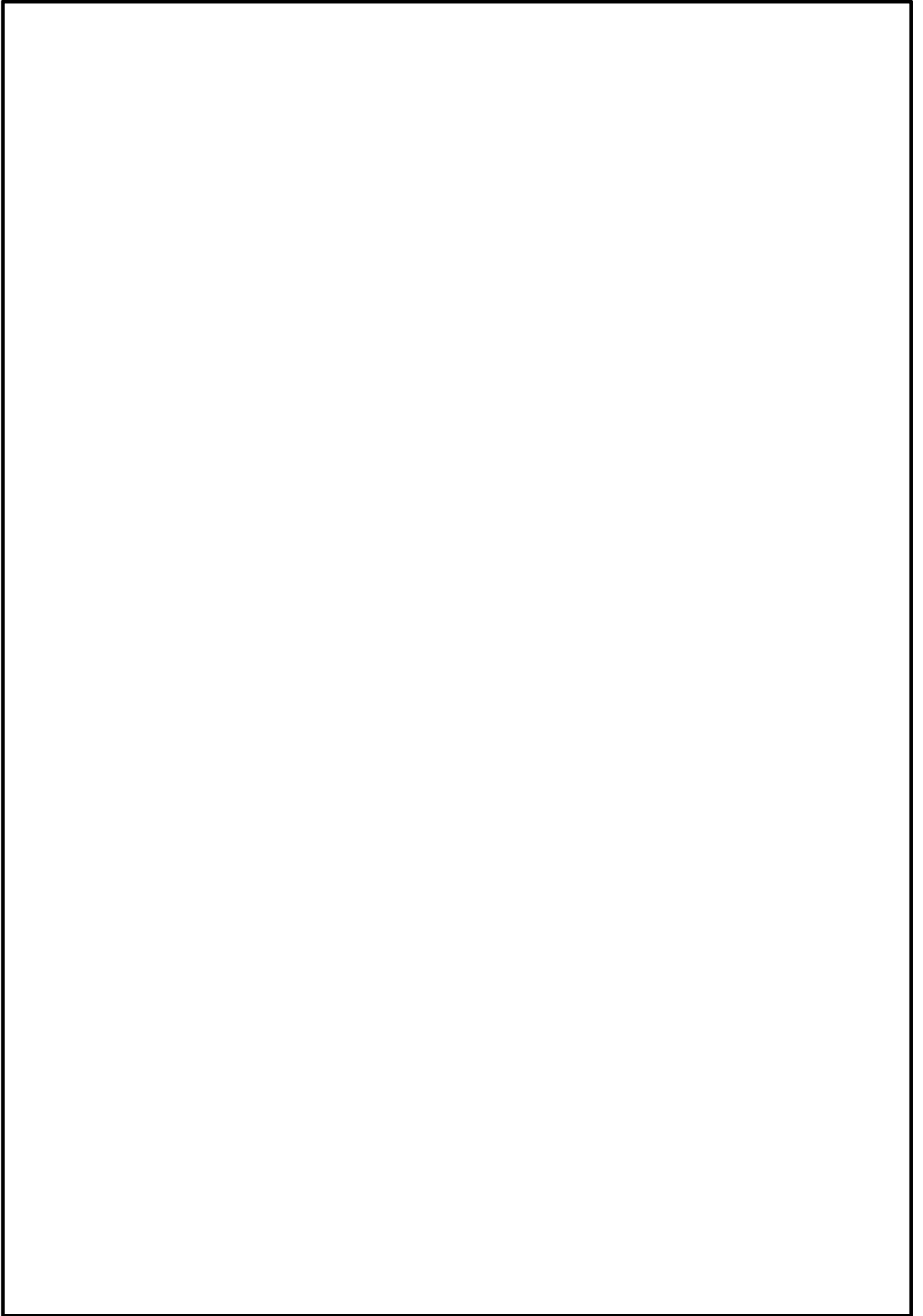


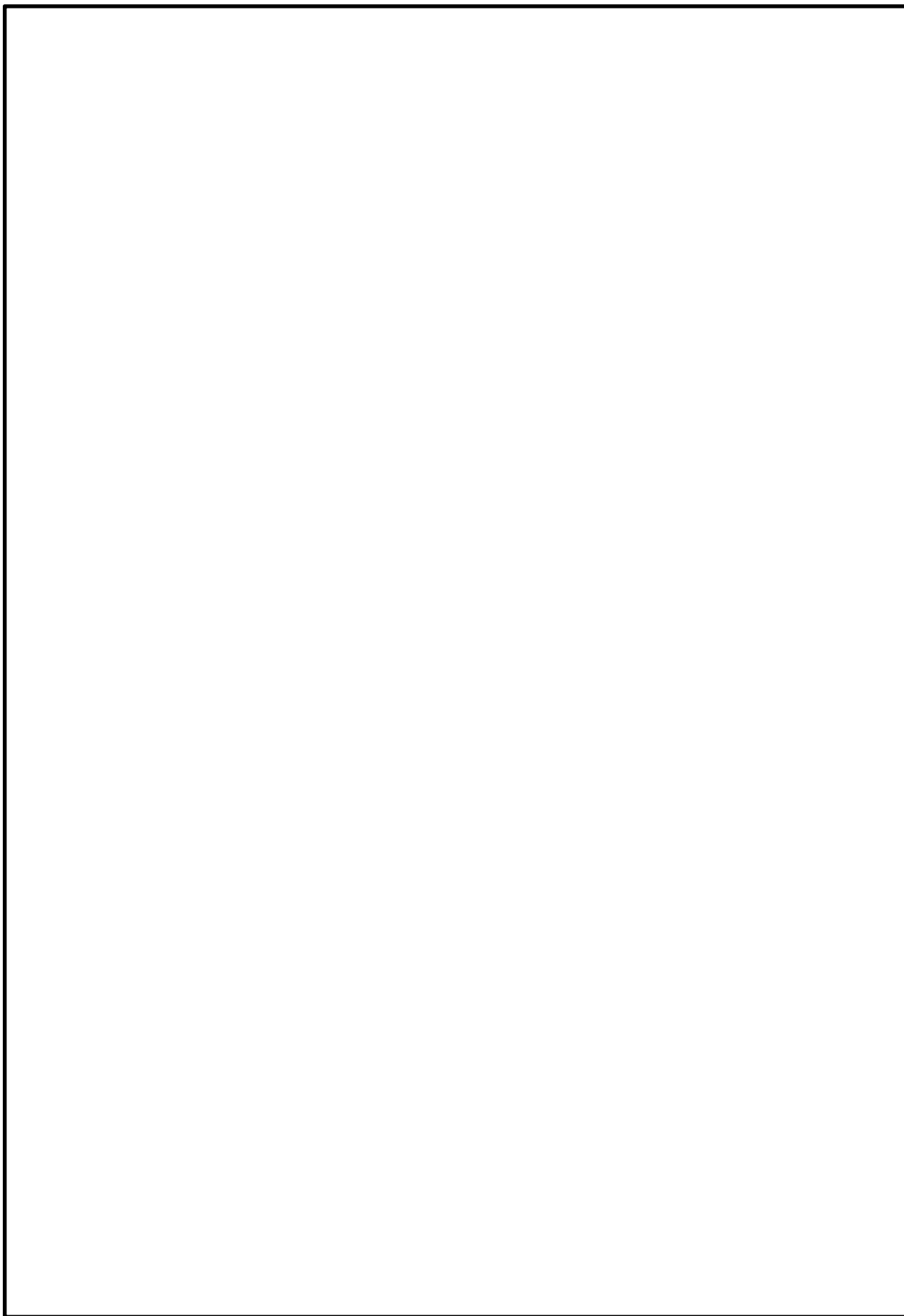


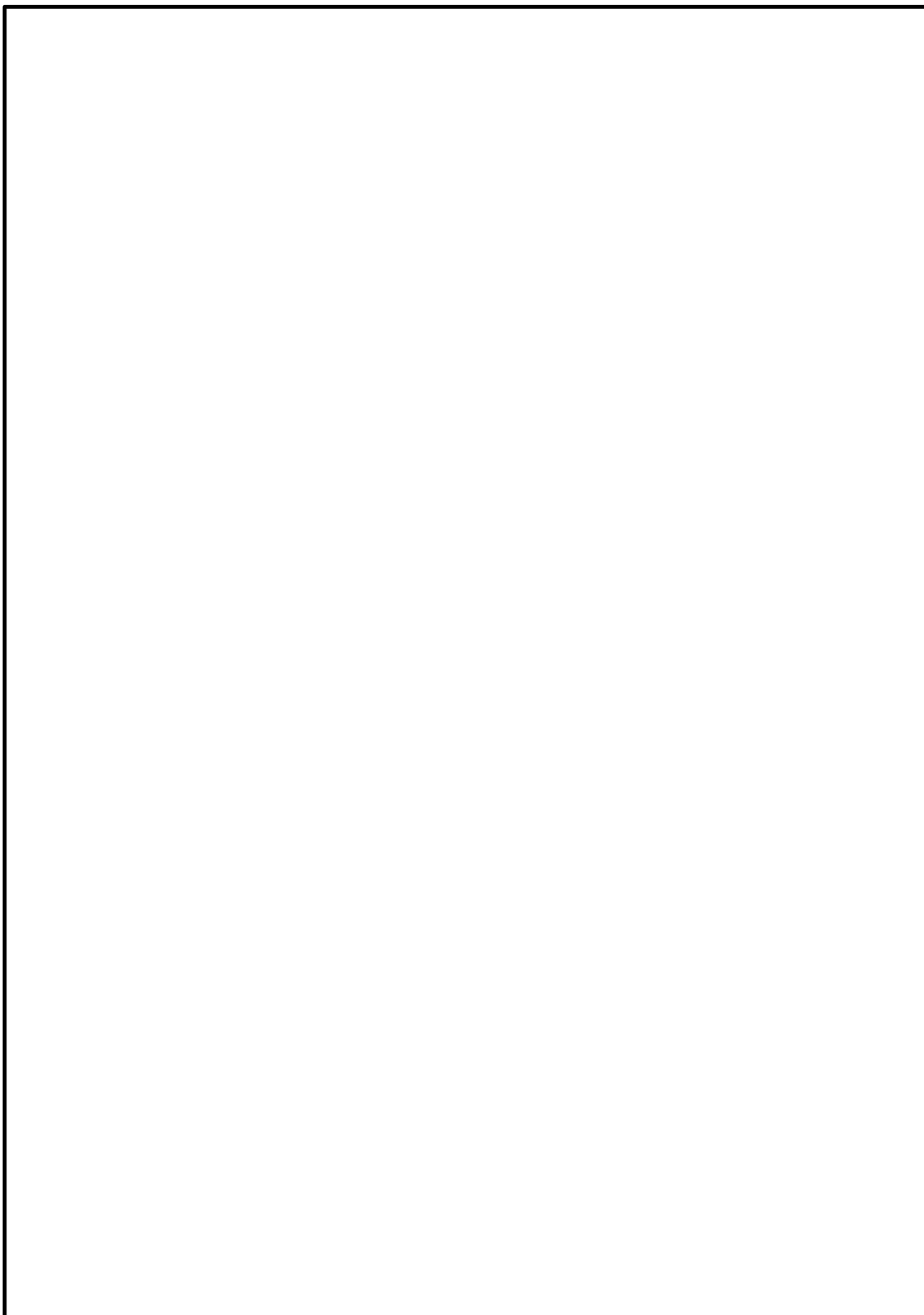












補足説明資料 3-12

重大事故等対処施設及び設計基準事故対処設備の消火設備の
位置的分散に応じた独立性を備えた設計について

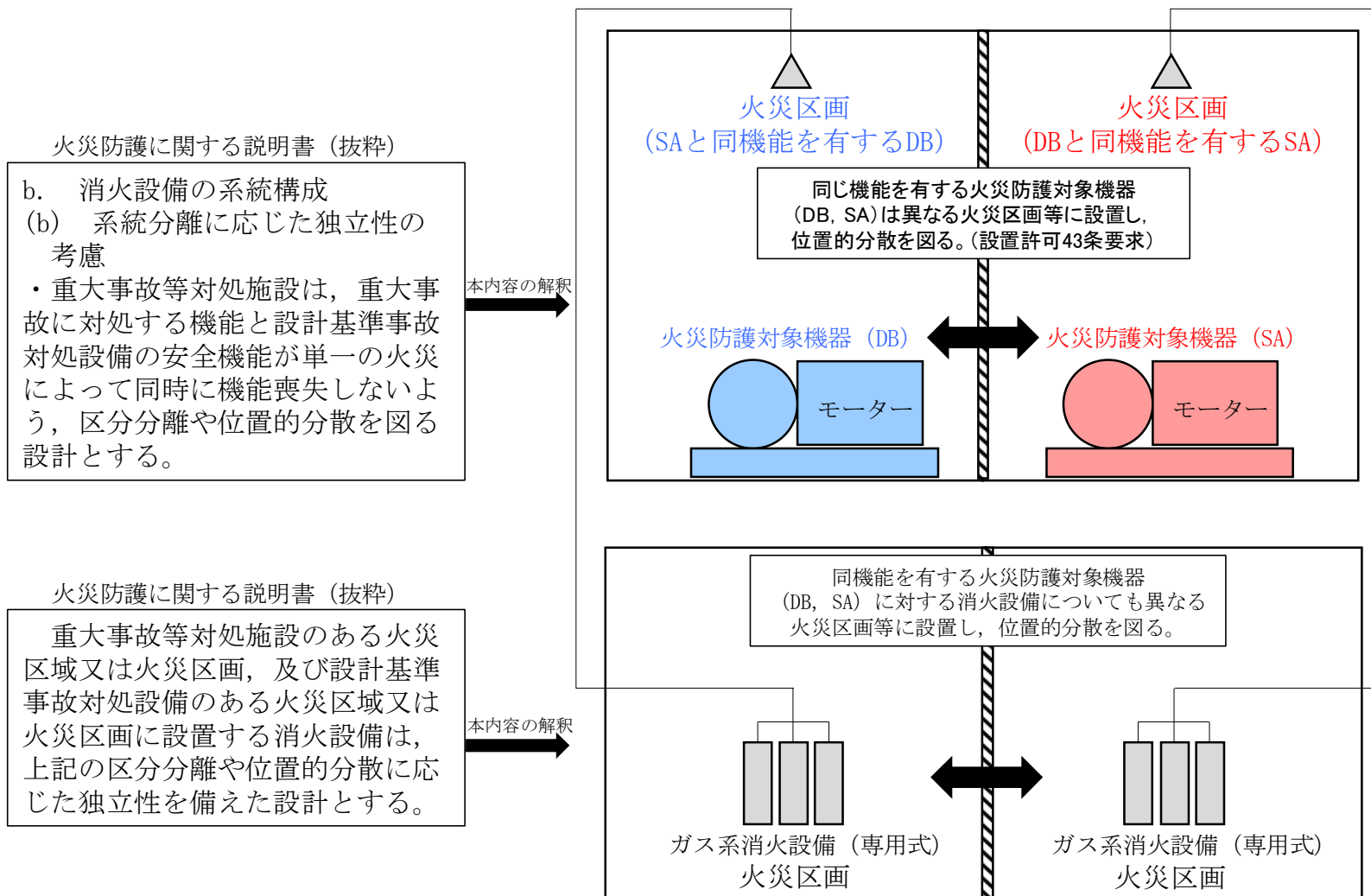
1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 5.2.2(5)b.(b)項に示す重大事故等対処施設及び設計基準事故対処設備の消火設備の位置的分散に応じた独立性を備えた設計について示すために、補足資料として添付するものである。

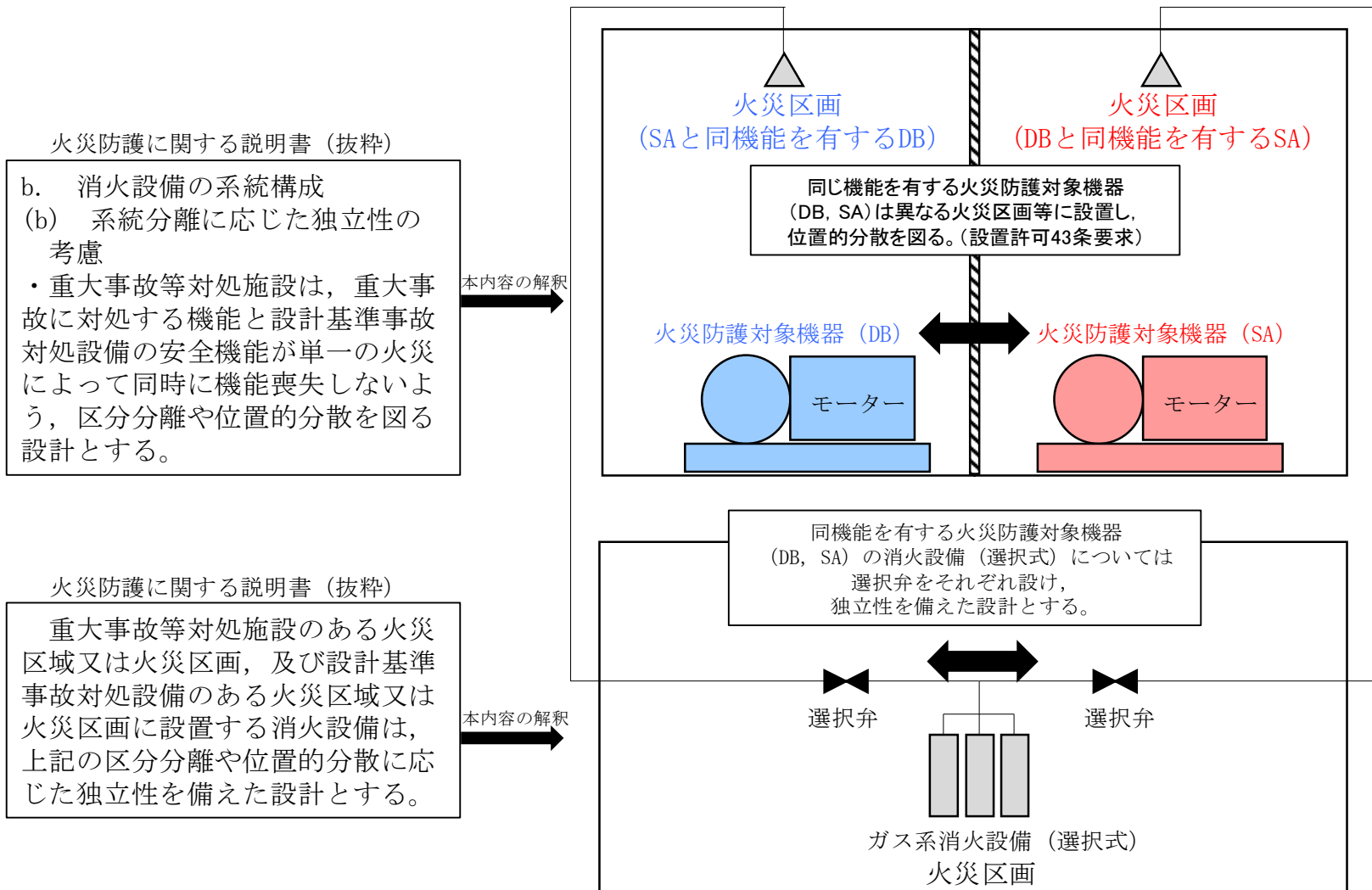
2. 内容

重大事故等対処施設及び設計基準事故対処設備の消火設備の位置的分散に応じた独立性を備えた設計について以下に示す。

消火設備が専用式の場合は第 1 図，選択式の場合は第 2 図に示す。



第1図 重大事故等対処施設及び設計基準事故対処設備の消火設備の位置的分散に応じた独立性を備えた設計について（消火設備（専用式の場合））



第2図 重大事故等対処施設及び設計基準事故対処設備の消火設備の 位置的分散に応じた独立性を備えた設計について（消火設備（選択式の場合））

補足説明資料 3-13

火災感知設備の電源確保について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 5.1.2(3)項に示す火災感知設備の電源確保についての詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

火災防護上重要な機器等及び緊急時対策所建屋を除く重大事故等対処施設を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備は、非常用電源及び常設代替高圧電源装置からの受電も可能な設計とする。

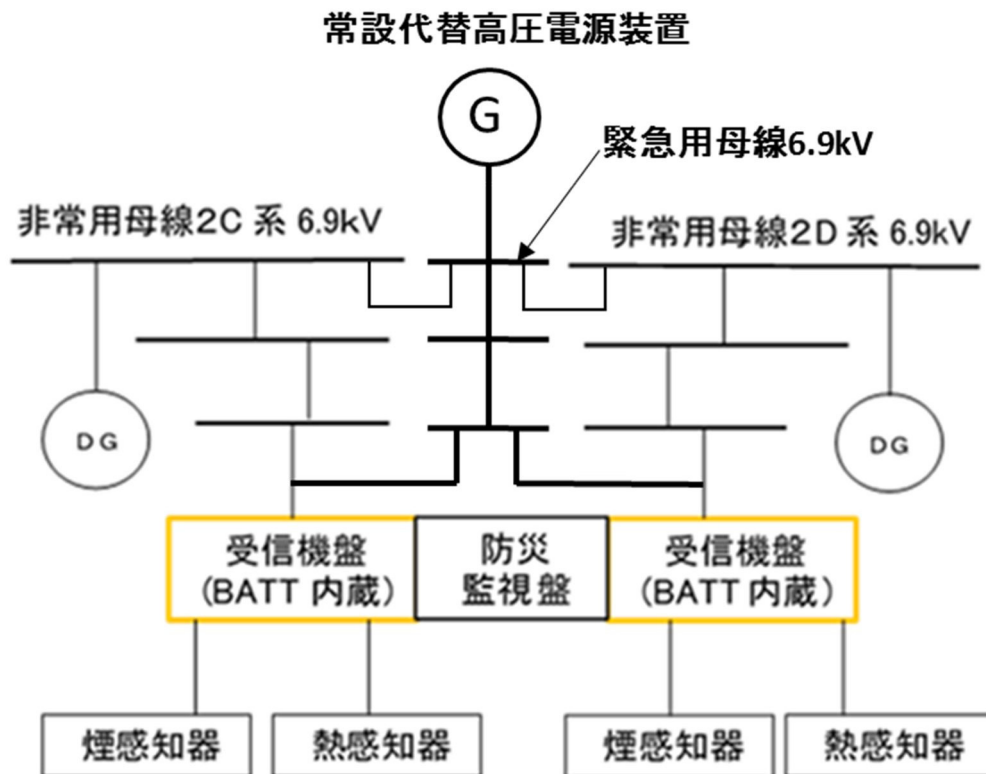
火災感知設備の電源確保について以下に示す。

3. 火災感知設備の電源確保

火災感知設備は、外部電源喪失時又は全交流動力電源喪失時においても、火災の感知を可能とするため、ディーゼル発電機又は代替電源から電力が供給開始されるまでの容量を有した蓄電池を内蔵する。また、火災防護上重要な機器等及び緊急時対策所建屋を除く重大事故等対処施設を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備は、非常用電源及び常設代替高圧電源装置からの受電も可能な設計とする。

火災感知設備の電源確保の概要を第1図に示す。

なお、緊急時対策所建屋の火災区域又は火災区画の火災感知設備については、外部電源喪失時においても火災の感知を可能とするため、緊急時対策所用発電機からの受電も可能な設計とする。



第1図 火災感知設備の電源確保の概要

4. 火災の影響軽減に係るもの

補足説明資料 4-1

火災の影響軽減のための系統分離対策について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 6.2 項に示す系統分離対策の方針を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

系統分離対策の方針を次頁以降に示す。

3. 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）の発生により，相互に分離された安全区分の全ての安全機能が喪失することのないよう，安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ，Ⅲの境界を火災防護に係る審査基準 2.3.1(1)，(2)a, c で分離する。（第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
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と安全区分Ⅱ，Ⅲの境界を火災防護に係る審査基準 2.3.1(1)，(2)a, c で分離し，単一火災によっても安全区分Ⅰ，安全区分Ⅱ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

第1図 系統分離の概要

5. 壁貫通部止水処置に対する火災対策について

溢水防護対策である壁貫通部止水処置のうち、火災により機能喪失した場合に消火栓の放水による溢水の伝播経路となるおそれのある壁貫通部止水処置については、添付書類「V-1-1-8-1 溢水等による損傷防止の基本方針」に基づき、火災により止水機能を損なうおそれがないよう、火災対策を講じる設計とする。

壁貫通部止水処置への火災対策について以下に示す。

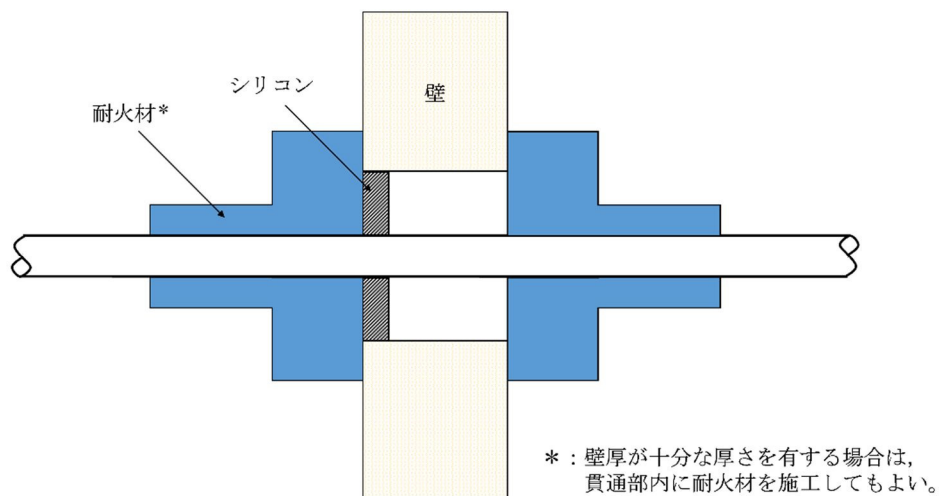
5.1 施工方針

溢水防護対策である壁貫通部止水処置のうち、内部溢水影響評価における消火栓の放水による溢水の溢水水位よりも低い箇所に設置される壁貫通部止水処置を対象として、耐火材等を施工することで、火災時においても止水性を維持する設計とする。

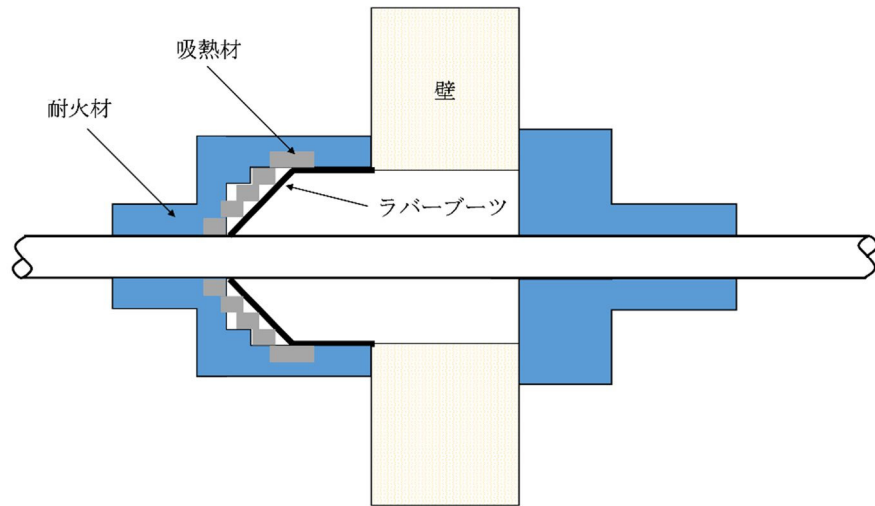
ただし、「補足-310 東海第二発電所 工事計画に係る説明書（その他発電用原子炉の附属施設のうち溢水防護に関する施設）」のうち、「2.6 消火活動に伴う溢水について」において、固定式ガス消火設備及び消火器に期待することから消火栓の放水を行わない区画は、溢水が発生しないため、壁貫通部止水処置への火災対策は実施しない。

5.2 施工方法

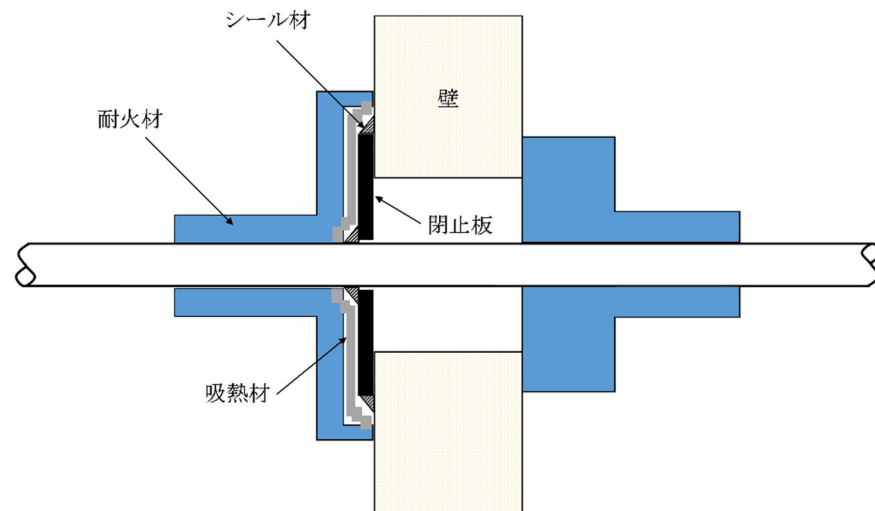
壁貫通部止水処置に対する耐火材等の施工方法について、第4図から第6図に示す。なお、第4図から第6図は、壁の両側の区画において消火水の放水を行う場合を示しており、消火水の放水を行わない区画がある場合は、当該区画側への耐火材等の施工は実施しない。



第4図 耐火材等の施工方法（止水処置がシリコンの場合）



第 5 図 耐火材等の施工方法（止水処置がラバーブーツの場合）



第 6 図 耐火材等の施工方法（止水処置が閉止板の場合）

補足説明資料 4-2

ケーブルトレイに適用する 1 時間耐火隔壁の
火災耐久試験の条件について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 6.2.3(2)a.(b)項に示すケーブルトレイの系統分離として鉄板及び発泡性耐火被覆を適用する場合の火災耐久試験において、ケーブルトレイ上面及び側面の加熱温度を 180 °Cとする理由を示すために、補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

東海第二発電所において系統分離対策を実施する火災区域及び火災区画のうち、ケーブルトレイの系統分離を「互いに相違する系列間を1時間の耐火能力を有する隔壁で分離し、火災感知設備及び自動消火設備を設置」*で実施する火災区域及び火災区画の中で、最も厳しい評価結果となる最大の高温ガス層の温度を「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」(平成25年10月)(以下「評価ガイド」という。)の火災力学ツールFDTS(Fire Dynamics Tools)により算出し、耐火隔壁の火災耐久試験時のケーブルトレイ上面及び側面の加熱温度条件を設定する。

火災区域及び火災区画の高温ガス層の温度評価のうち、1時間後の評価温度が最も高くなる火災区域及び火災区画は、R-1-6(2)の133 °Cであることから、鉄板及び発泡性耐火被覆を適用する場合の火災耐久試験のケーブルトレイ上面及び側面の加熱温度は、FDTSにより算出した評価結果より保守的な条件となるよう180 °Cと設定する。

高温ガス層の温度評価結果を第1表に示す。

注記 * : 火災防護に関する説明書 6.2.3(2)項に示す。

第 1 表 高温ガス層の温度評価結果

火災区画	部屋面積 (m ²)	高さ (m)	初期温度 (℃)	火災源	結果 (℃)
R-B2-6	101	5.6	40	ケーブルトレイ	50
R-B2-7	88	5.6	40	ケーブルトレイ	51
R-B2-15(2)	113	6.0	40	SWGR HPCS	84
R-2-3(2)	477	6.3	40	ケーブルトレイ	42
R-2-8	604	4.0	40	ケーブルトレイ	43
R-1-6(1)	60	5.0	40	ケーブルトレイ	57
R-1-6(2)	60	5.0	40	MCC 2D-6	133
R-1-6(3)	85	5.8	40	MCC 2C-6	99
R-1-6(4)	85	5.8	40	ケーブルトレイ	51

3. FDTsを用いた高温ガスの評価

系統分離対策が必要な全ての火災区域及び火災区画の高温ガス層の温度を、FDTsにより算出する。また、FDTsにより高温ガスを算出する際の手順を以下に示す。

3.1 評価準備

3.1.1 火災源の特定

当該火災区域及び火災区画に設置されているポンプ等の潤滑油内包機器、電気盤、ケーブル及び一時的に持ち込まれる可燃物（評価用可燃物という）のうち、以下に示す発熱速度が最大のものを火災源とする。

3.1.2 火災源の発熱速度（Q）の特定

「3.1.1 火災源の特定」にて特定の火災源のうち、電気盤及び評価用可燃物の発熱速度（以下「HRR」という。）は、評価ガイドに基づき、NUREG/CR-6850に示されるスクリーニング用HRR（確率分布の75%値に相当するHRR）の値とする。

また、火災源については、評価ガイドを参照し、以下の手順でHRRを算出する。

(1) ポンプ等の油内包機器

- ・油の種類は、「潤滑油」を使用する。
- ・燃焼する油量は、内包機器の10%と仮定する。
- ・燃料面積は、オイルパン、ドレンリム等の開口部面積を使用する。

(2) ケーブルトレイ

- ・単位面積当たりのHRR値は、 475 kW/m^2 とする。
- ・燃焼面積は、 0.4 m^2 とする。

3.2 高温ガス評価温度

3.2.1 計算モデル

評価に当たっては、「閉鎖区画対象モデル」を使用する。

3.2.2 評価の前提条件

高温ガスによる影響評価の前提条件は以下の通り。

- (1) ライニング材料は、評価対象となる火災区域及び火災区画を構成する構造物の材料である「コンクリート」とする。
- (2) ライニング材であるコンクリートの厚さは、全評価対象の火災区域及び火災区画を構成する壁厚さのうち、3時間耐火性能を満足す

る最小厚さの 150 mm とする。

- (3) 高温ガス層の温度は、火災が 1 時間継続し続けるものとして 1 時間後の温度とする。ただし、1 時間前に漏えい油が燃焼し尽くす場合には、燃え尽きた時点の温度とする。
- (4) 保守的に火災区域及び火災区画の全域が高温ガス層の温度になると仮定する。

3.2.3 入力値の考え方

- (1) 火災区域及び火災区画の幅 (w_c)、長さ (l_c)

評価対象となる火災区域及び火災区画は、床面形状が評価ガイドの評価式で前提としている正方形又は長方形ではないことから、実際の火災区域及び火災区画の床面積に相当する正方形に置き換え、「火災区域及び火災区画の幅、長さ」とする。

なお、火災区域及び火災区画の形状は、総面積が小さいほど構造物（コンクリート）による吸熱（熱損失）が小さくなり保守的な結果となる。

- (2) 火災区域及び火災区画の高さ (h_c)

評価対象となる火災区域及び火災区画の「床面」から「天井高さ」とする。

なお、床面に段差がある場合は、最も面積の大きい床面を当該火災区域及び火災区画の「床面」とし、また、中間床等の存在により天井高さが異なる場合は、保守的に低い天井高さを当該火災区域及び火災区画の「天井高さ」とする。

- (3) 火災区域及び火災区画内の雰囲気温度 (T_a)

評価対象となる火災区域及び火災区画がある建屋の各エリアにおける「火災区域及び火災区画内の雰囲気温度」は、40 °C とする。

- (4) 火災区域の発熱速度 (Q)

「3.1.2 火災源の発熱速度 (Q) の特定」にて特定した HRR を使用する。

3.2.4 高温ガス層の温度の評価式

火災を想定する火災区画の高温ガス層の温度は、当該火災区域及び火災区画内における HRR が最大である火災源による火災を想定し、FDTs により評価する。

補足説明資料 4-3

中央制御室制御盤内の分離について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 6.2.4(1)b. 項に示す、離隔距離等による系統分離及び 1 時間の耐火能力を有する隔壁等による分離対策を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

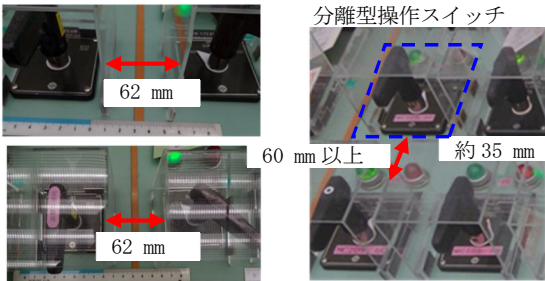
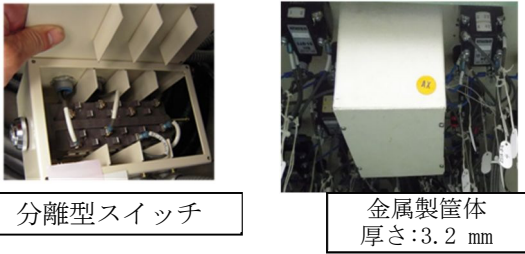
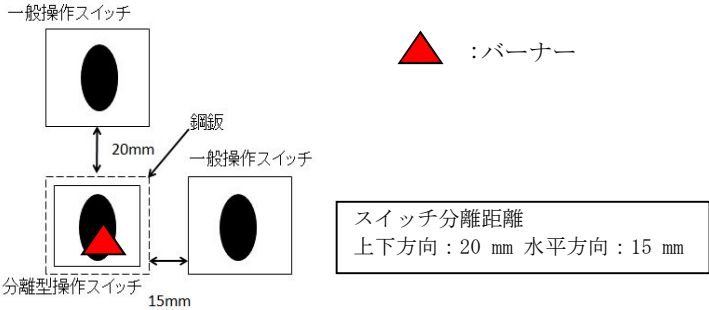
中央制御室制御盤の構成部品について、火災が発生しても近接する他の構成部品に火災の影響がないことを確認した実証試験*の結果及び 1 時間の耐火能力を有する隔壁の設置について次頁以降に示す。

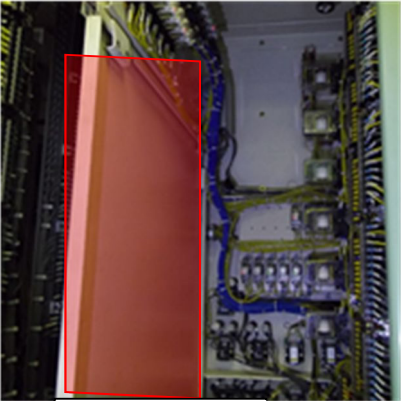
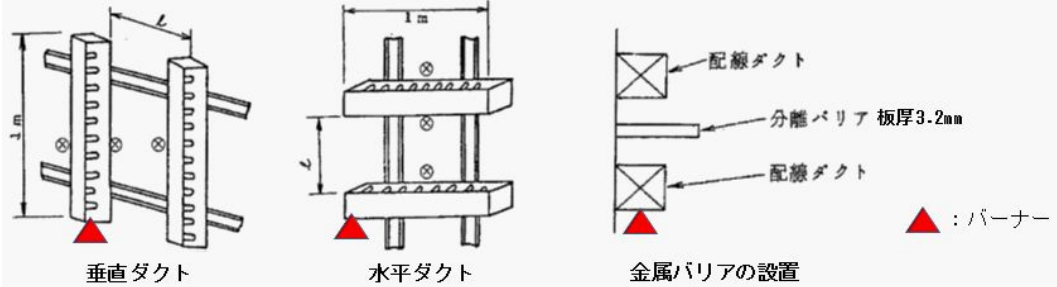
注記 * : 実証試験結果として以下の参考文献を含む。

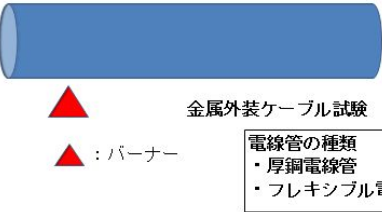
株式会社 東芝「ケーブル, 制御盤及び電源盤火災の実証試験」
TLR-088 2013年6月

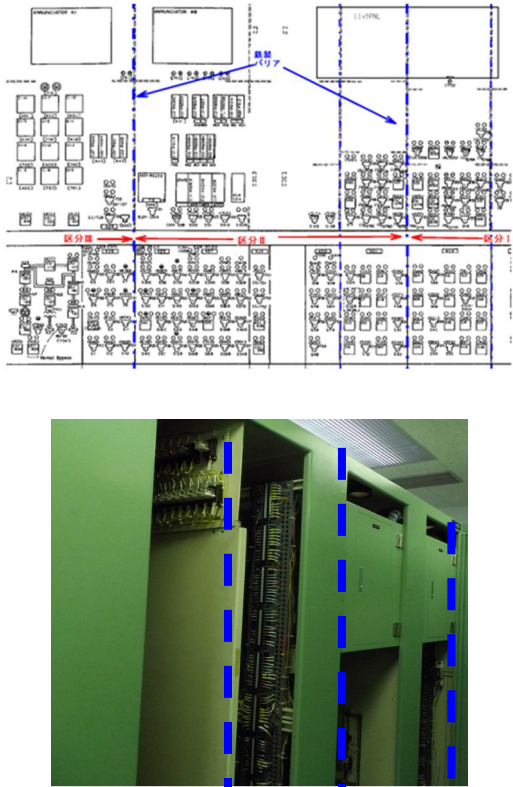
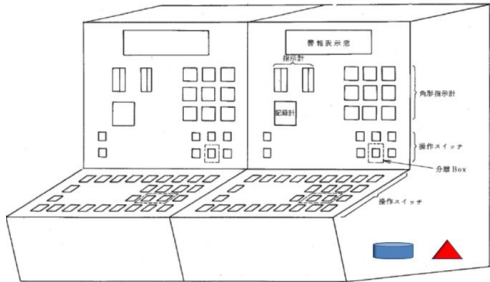
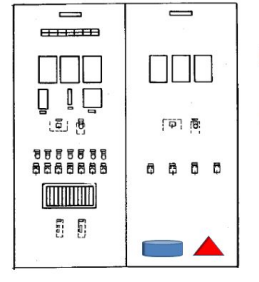
中央制御室制御盤内の分離について

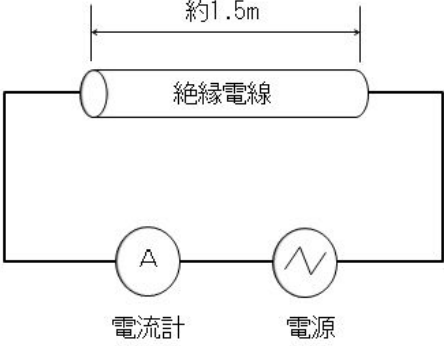
中央制御室制御盤のスイッチ、配線などの構成部品に単一火災を構成しても、近接する他構成部品に影響がおよばないことを確認した実証試験の知見を踏まえ、十分な分離を行う設計とする。以下に実証試験概要を示す。

対象	盤内状況の例	実証試験概要
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">操作スイッチ</p>	<p>【操作スイッチ表面】</p>  <p>【操作スイッチ裏面】</p>  <p>分離型スイッチ</p> <p>金属製筐体 厚さ:3.2 mm</p> <p>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. 通電確認（ランプ点灯にて確認）, c. 操作性の確認</p>  <p>バーナー</p> <p>鋼板</p> <p>一般操作スイッチ</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>スイッチ分離距離 上下方向：20 mm 水平方向：15 mm</p> <p>3. 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
盤内配線ダクト	 <p data-bbox="450 919 663 975">鋼板による分離</p> <div data-bbox="427 991 813 1090" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p data-bbox="495 1002 745 1026">金属バリア：厚さ 4 mm</p> <p data-bbox="495 1042 745 1066">離隔距離：3 cm 以上</p> </div> <p data-bbox="696 1098 936 1121">上記は全て実機計測値</p>	<p data-bbox="969 312 1070 336">1. 目的</p> <p data-bbox="999 344 2101 400">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 data-bbox="969 440 1115 464">2. 試験内容</p> <p data-bbox="999 472 1155 496">(1) 空間距離</p> <p data-bbox="1028 504 2101 560">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。</p> <p data-bbox="1050 568 1877 592">【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 data-bbox="999 632 1200 655">(2) 電線管バリア</p> <p data-bbox="1028 663 2101 743">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 3.2 mm 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。</p> <p data-bbox="1050 751 1877 775">【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 data-bbox="1014 807 2067 1094" style="border: 1px solid gray; padding: 10px;">  <p data-bbox="1093 1070 1205 1094">垂直ダクト</p> <p data-bbox="1379 1070 1491 1094">水平ダクト</p> <p data-bbox="1637 1070 1809 1094">金属バリアの設置</p> <p data-bbox="1917 1015 2063 1038">▲：バーナー</p> </div> <p data-bbox="969 1166 1115 1190">3. 試験結果</p> <p data-bbox="999 1198 2078 1254">金属バリアがない場合は、垂直ダクト間で 5 cm 以上、水平ダクト間では 10 cm 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。</p> <p data-bbox="999 1262 2101 1326">金属バリアがある場合は、3 cm の距離であっても、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
金属外装ケーブル	<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】 ・絶縁抵抗測定 ・絶縁被覆の形状(溶融等の有無)</p> <div data-bbox="952 619 1400 874" 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 ・厚銅電線管 ・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
制御盤	 <p>3.2 mm 以上の鋼板で分離</p> <p>青破線：区別の境界</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ばないことを確認する。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 1.5 l 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確認 ・火災鎮火後の隣接制御盤の絶縁抵抗測定 <p style="text-align: center;">制御盤の境界を厚さ3.2mm以上の鋼板で分離</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1008 874 1496 1220">  <p>制御盤火災試験(ベンチ盤) 制御盤板厚:3.2mm以上</p> </div> <div data-bbox="1568 874 1825 1220">  <p>制御盤火災試験(直立盤) 制御盤板厚:3.2mm以上</p> </div> </div> <p style="text-align: right;"> ■ : オイルパン(白灯油1.5l) ▲ : バーナー </p> <p>3. 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</p> <p>(1) 空中一条敷設過電流試験 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"> ○600 V NC-HIV 2 mm² 低塩酸ビニル電線 ○600 V HIV 2 mm² 耐熱ビニル電線 ○600 V IV 2 mm² ビニル電線 ○600 V FH 2 mm² 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>約1.5m</p> <p>絶縁電線</p> <p>A</p> <p>電源</p> <p>電流計</p> </div> <p>空中一条敷設過電流試験の装置</p> <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>

補足説明資料 4-4

中央制御室の火災の影響軽減対策について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 6.2.4(1)b.(b)項及び 6.2.4(1)b.(c)項に示す中央制御室の火災感知設備，消火設備による火災への早期対応及び中央制御室床下の系統分離対策について，補足資料として添付するものである。

2. 内容

中央制御室の火災感知設備，消火設備による火災への早期対応及び中央制御室床下の系統分離対策について，次頁以降に示す。

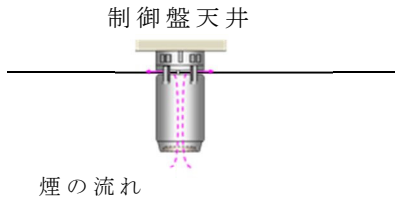
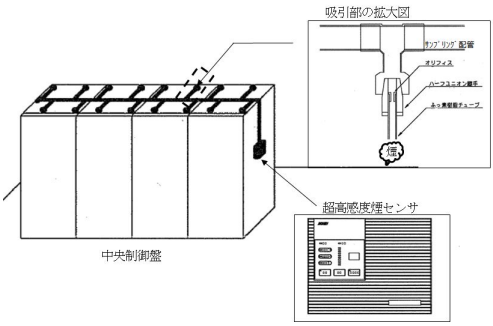
3. 中央制御室制御盤の火災感知設備及び消火設備

中央制御室制御盤内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 6 m 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，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。

3.1 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。

火災感知器の設置場所	火災感知器の型式
<p>中央制御室制御盤内 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</p> <ul style="list-style-type: none"> 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（別紙2）（アナログ式） 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、動作感度を一般区域の煙濃度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。 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>高感度煙感知器（体積の小さい盤に採用）</p>  <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>
	<p>超高感度煙センサ（体積の大きい盤に採用）</p>  <p>超高感度煙センサは，サンプリング管に複数設置することが可能であるため，火災発生個所の特定が短時間に可能である。</p>

3.2 消火設備

中央制御室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1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2図に示す。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を配備し、火災の発生箇所を特定できる設計とする。



第1図 中央制御室について

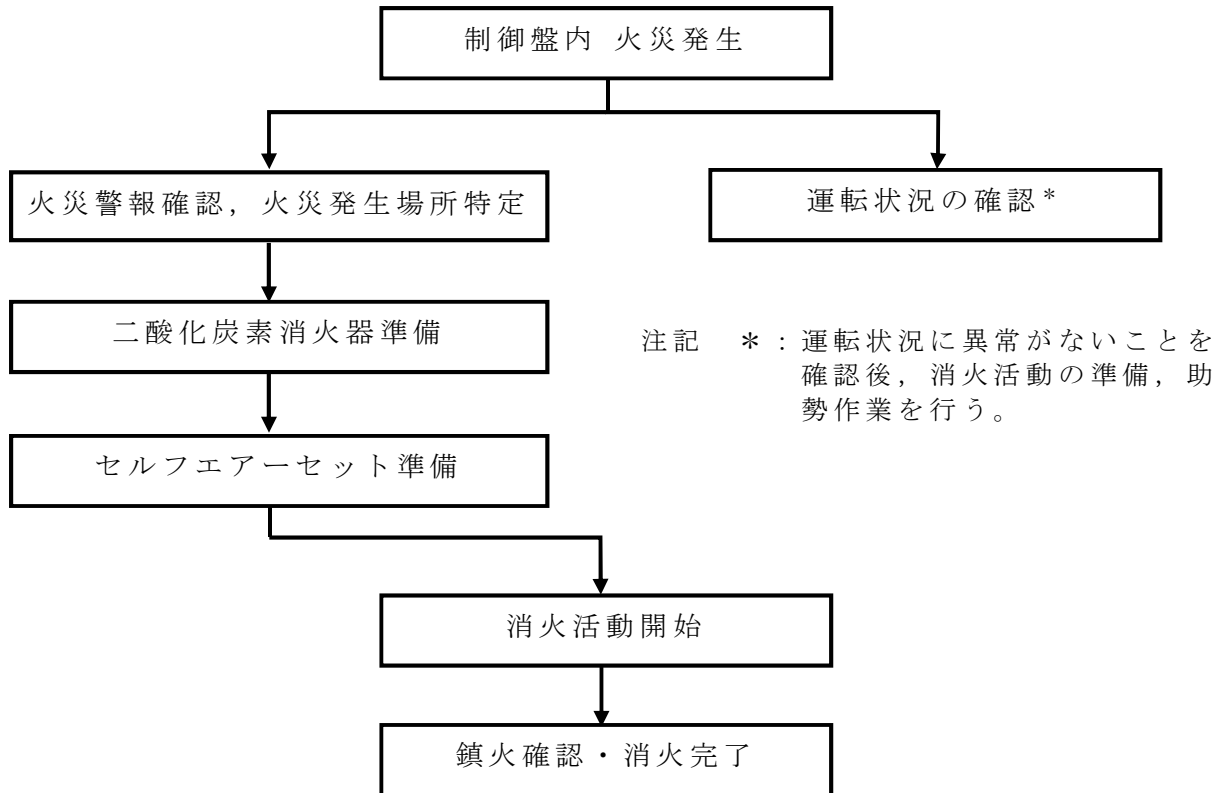
火災が発生した場合、運転員は火災受信機盤により、火災が発生している区画を特定する。消火活動は2名で行い、1名は直ちに至近の二酸化炭素消火器を準備する。

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、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。

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可能であるため速やかな消火活動が可能である。

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の消火手順を定める。



第 2 図 運転員による制御盤内の消火活動概要

4. 中央制御室床下の系統分離対策

中央制御室の床下は、以下の系統分離対策を実施する。

4.1 コンクリートピット等による分離

中央制御室床下コンクリートピット内には安全区分の異なるケーブルを敷設しない設計とし、1 時間の耐火能力を有するコンクリートピット構造（原子力発電所の火災防護指針 J E A G 4 6 0 7 - 2010 [解説-4-5]「耐火壁」(2)仕様を引用) として分離する設計とする。(第 3 図)

4.2 火災感知設備

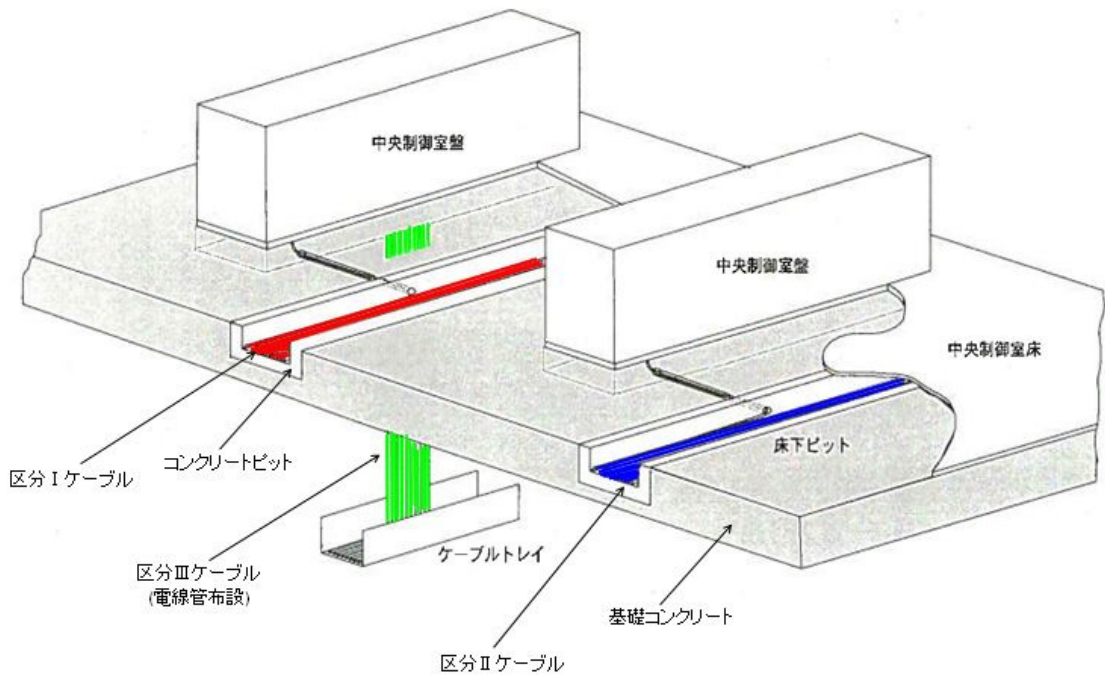
中央制御室床下コンクリートピット内には、固有の信号を発する異なる 2 種類の火災感知器として、煙感知器、熱感知器を組み合わせる設計とする。これらの火災感知設備は、アナログ機能を有するものとするなどの誤作動を防止する設計とする。また、火災感知設備は、外部電源喪失時においても火災の感知が可能となるよう、非常用電源から受電するとともに、火災受信機盤は中央制御室に設置し、常時監視できる設計とする。

火災受信機盤は、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。

4.3 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ように中央制御室床下コンクリートピット内には、ハロゲン化物自動消火設備で消火を行う設計とする。

また、火災の規模が拡大する前に消火が可能な設計とする。さらに、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排煙設備により排煙が可能な設計とする。



第3図 中央制御室床下コンクリートピットの構造図

補足説明資料 4-5

火災区域（区画）特性表について

1. 目的

本資料は、発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書7.2項に示す火災区域(区画)特性表について、補足資料として添付するものである。

2. 内容

東海第二発電所の火災区域(区画)特性表を次頁以降の表に示す。

また、東海第二発電所の各火災区域及び各火災区画の配置図については、補足説明資料1-2に示す。

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表V

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)

火灾区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表V

--

火災区域特性表V

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)

火灾区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表 V

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表V

--

火灾区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表V

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)

火灾区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表 V

--

火灾区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表V

--

火灾区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表 V

--

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表 V

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表 V

--

ケーブルリスト(特性表Yの添付)

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表 V

--

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表 V

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表Ⅴ

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表 V

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表 V

--

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表V

--

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表V

--

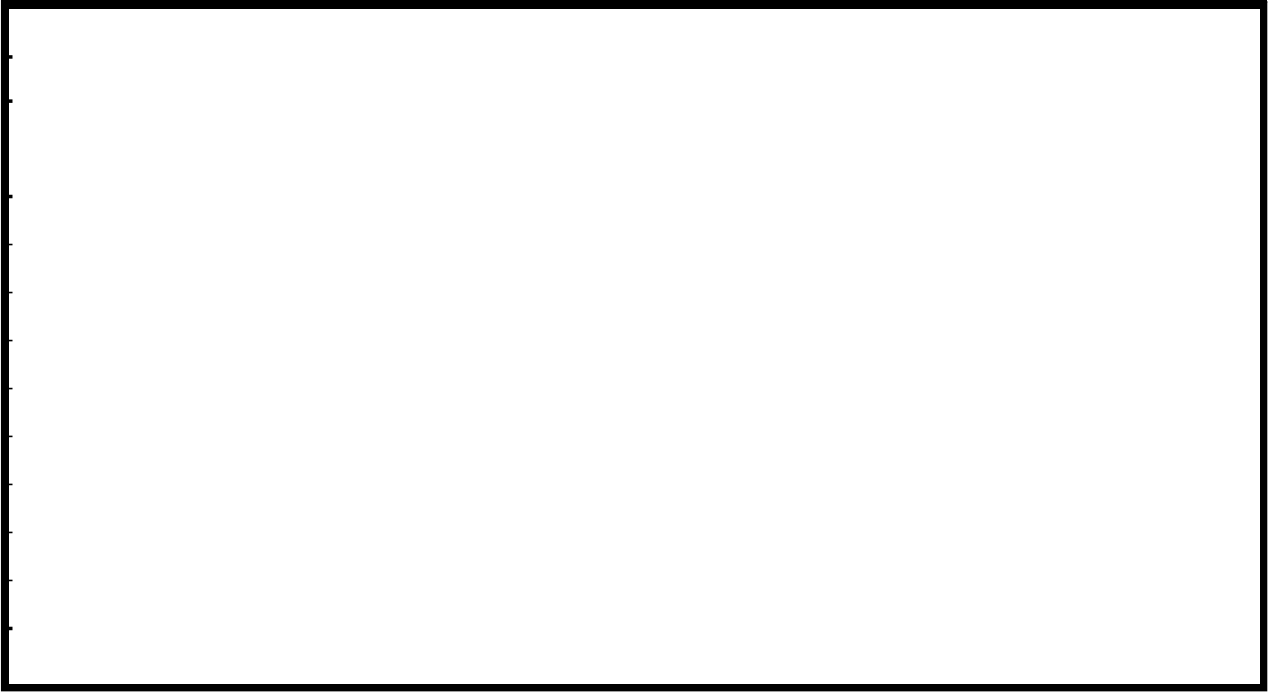
火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ



火災区域特性表IV

--

火災区域特性表V

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表V

--

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表V

--

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表 V

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表V

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)

火災区域特性表 I

--

火灾区域特性表 I

--

補足説明資料 4-6

火災を起因とした「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」発生時の単一故障を考慮した原子炉停止について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 7.2(2)項に示す火災を起因とした運転時の異常な過度変化及び設計基準事故時の単一故障を考慮した評価の結果を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

火災を起因とした運転時の異常な過度変化及び設計基準事故時の単一故障を考慮した評価の結果を次頁以降に示す。

3. はじめに

単一の内部火災を想定した場合，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「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」が発生する可能性があり，「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。）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，事象が収束して原子炉が支障なく低温停止に移行できることを確認する。

4. 評価の前提条件

次の事項を前提とし，評価を行うこととする。

- (1) 電動弁は，遮断器に接続される制御ケーブルが，火災の影響による誤作動で，当該系統の機能を考慮し，厳しい方向に動作するものとする。
- (2) 空気作動弁は，電磁弁に接続される制御ケーブルが，火災の影響による誤信号で，当該系統の機能を考慮し，厳しい方向に動作するものとする。
- (3) 電動補機は，遮断器に接続される制御ケーブルが，火災の影響による誤信号で，当該系統の機能を考慮し，厳しい方向に起動または停止するものとする。

5. 火災により想定される事象の抽出

安全評価審査指針にて評価すべき具体的な事象とされる「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」が、単一の内部火災により発生し得るかを分析した。

火災により想定される事象の抽出に当たっては、全ての火災区域を対象に分析を実施し、評価対象事象を選定した。

なお、内部火災影響評価において、全ての火災区域を対象に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（高温停止及び低温停止）が可能であることを確認している。

そこで、本評価では、原子炉の制御に重要な役割を担う中央制御室における火災を起因として、「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」が発生した場合の評価を実施することとした。（第1図）

なお、現場に敷設されているケーブルが火災の影響を受けて損傷することにより「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」が発生することを想定した場合でも、中央制御室における火災と同様に、安全評価審査指針に基づき単一故障を想定しても原子炉の高温停止及び低温停止が達成できる。



第 1 図 対処系に係る制御盤等の関係図

5.1 火災を起因とした運転時の異常な過渡変化の発生

安全評価審査指針にて評価すべき具体的な事象とされる「運転時の異常な過渡変化」を第1表に示す。

このうち、「原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き」及び「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」については、制御棒駆動系が火災の影響を受けた場合、制御棒の常駆動系が動作不能となるため、単一の内部火災によって発生しない事象と整理した。また、「原子炉冷却材流量の部分喪失」及び「原子炉冷却材系の停止ループの誤起動」については、単一の内部火災により発生する可能性はあるが、原子炉スクラムには至らない事象であるため、単一の内部火災によって発生しない事象と整理した。

したがって、単一の内部火災を想定した場合に発生しうる「運転時の異常な過渡変化」は、上記以外の事象である。

第1表 火災を起因とした運転時の異常な過渡変化

運転時の異常な過渡変化	火災の影響	
(1) 炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化		
①原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	—	制御棒駆動系が火災の影響を受けた場合、制御棒の常駆動系が動作不能となる。
②出力運転中の制御棒の異常な引き抜き	—	制御棒駆動系が火災の影響を受けた場合、制御棒の常駆動系が動作不能となる。
(2) 炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化		
③原子炉冷却材流量の部分喪失	—	火災の影響による再循環ポンプの1台停止。ただし、原子炉スクラムには至らない事象。
④原子炉冷却材系の停止ループの誤起動	—	火災の影響による再循環ポンプの誤起動。ただし、原子炉スクラムには至らない事象。
⑤外部電源喪失	○	火災の影響による送電系、所内電源系の喪失。本事象は「⑫給水流量の全喪失」の評価に含まれる。
⑥給水加熱喪失	○	火災の影響による抽気逆止弁の誤閉。
⑦原子炉冷却材流量制御系の誤動作	○	火災の影響による流量制御器の誤動作。
(3) 原子炉冷却材圧力又は原子炉冷却材保有量の異常な変化		
⑧負荷の喪失	○	火災の影響による蒸気加減弁の誤動作。
⑨主蒸気隔離弁の誤閉止	○	火災の影響による主蒸気隔離弁の誤閉止。
⑩給水制御系の故障	○	火災の影響による原子炉給水制御系の誤動作。
⑪原子炉圧力制御系の故障	○	火災の影響による原子炉圧力制御系の誤動作。
⑫給水流量の全喪失	○	火災の影響による原子炉給水ポンプの機能喪失。

注：「○」は、評価対象とする事象、「—」は、評価対象外とする事象を示す。

5.2 火災を起因とした設計基準事故の発生

安全評価審査指針にて評価すべき具体的な事象とされる「設計基準事故」を第2表に示す。

このうち、「原子炉冷却材ポンプの軸固着」、「制御棒落下」、「放射性気体廃棄物処理施設の破損」、「主蒸気管破断」及び「燃料集合体の落下」については、機械的な損傷に伴い発生する事象であるため、原子炉施設の火災を想定しても発生する可能性はない。

また、「原子炉冷却材喪失」については、単一の内部火災により原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する格納容器内側・外側隔離弁が同時に開となる可能性はないこと及び単一の内部火災により逃がし安全弁が誤開する可能性はあるが、中央制御室に常駐している運転員が誤開した逃がし安全弁を速やかに閉止することが可能であることから、単一の内部火災によって発生しない事象と整理した。

したがって、単一の内部火災を想定した場合に発生しうる「設計基準事故」は「原子炉冷却材流量の喪失」のみである。

第2表 火災を起因とした設計基準事故

設計基準事故	火災の影響	
(1) 原子炉冷却材の喪失又は炉心冷却状態の著しい変化		
①原子炉冷却材喪失	—	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する格納容器内側・外側隔離弁が火災の影響により同時に開となる可能性はない。また、逃がし安全弁が火災の影響により誤開する可能性があるが、中央制御室に常駐している運転員が誤開した逃がし安全弁を速やかに閉止することが可能である。そのため、本事象は火災により発生しない。
②原子炉冷却材流量の喪失	○	火災による再循環ポンプトリップ回路の誤動作。
③原子炉冷却材ポンプの軸固着	—	原子炉冷却材ポンプの回転軸は火災の影響により機械的に固着しないため、本事象は発生しない。
(2) 反応度の異常な投入又は原子炉出力の急激な変化		
④制御棒落下	—	制御棒駆動機構は火災により機械的に損傷しないため、本事象は発生しない。
(3) 環境への放射性物質の異常な放出		
⑤放射性気体廃棄物処理施設の破損	—	気体廃棄物処理施設は火災の影響により機械的に損傷しないため、本事象は発生しない。
⑥主蒸気管破断	—	主蒸気管は火災の影響により機械的に損傷しないため、本事象は発生しない。
⑦燃料集合体の落下	—	燃料取扱装置は火災の影響により機械的に損傷しないため、本事象は発生しない。
⑧原子炉冷却材喪失	—	①と同じ
⑨制御棒落下	—	④と同じ
(4) 原子炉格納容器内圧力、雰囲気等の異常な変化		
⑩原子炉冷却材喪失	—	①と同じ
⑪可燃性ガスの発生	—	①と同じ

注：「○」は、評価対象とする事象、「—」は、評価対象外とする事象を示す。

6. 抽出された事象の単一故障評価

5. 項で抽出された事象に加えて、事象収束に必要な系統、機器（以下、「対処系」という。）について、安全評価指針に基づく評価と同様に、解析の結果を最も厳しくする単一故障を想定する。

6.1 火災を起因とした「運転時の異常な過渡変化」における単一故障評価

6.1.1 給水加熱喪失

(1) 事象の概要

「給水加熱喪失」は、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である。（第2図）

(2) 事象発生に至る火災想定

本事象は、抽気逆止弁に関する制御盤、制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

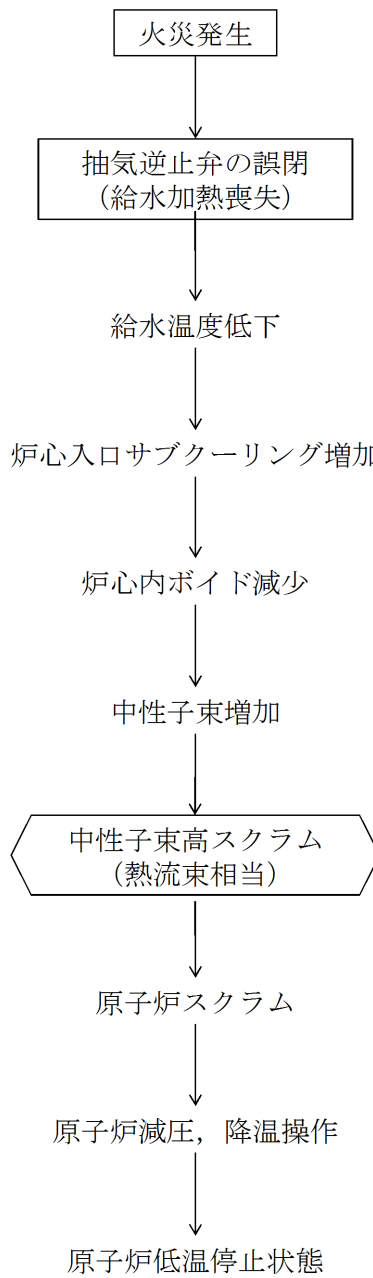
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、抽気逆止弁の自動閉となることを想定する。

- ・タービン発電機補機盤（中央制御室 CP-7）
- ・タービン補機補助継電器盤（中央制御室 CP-9）

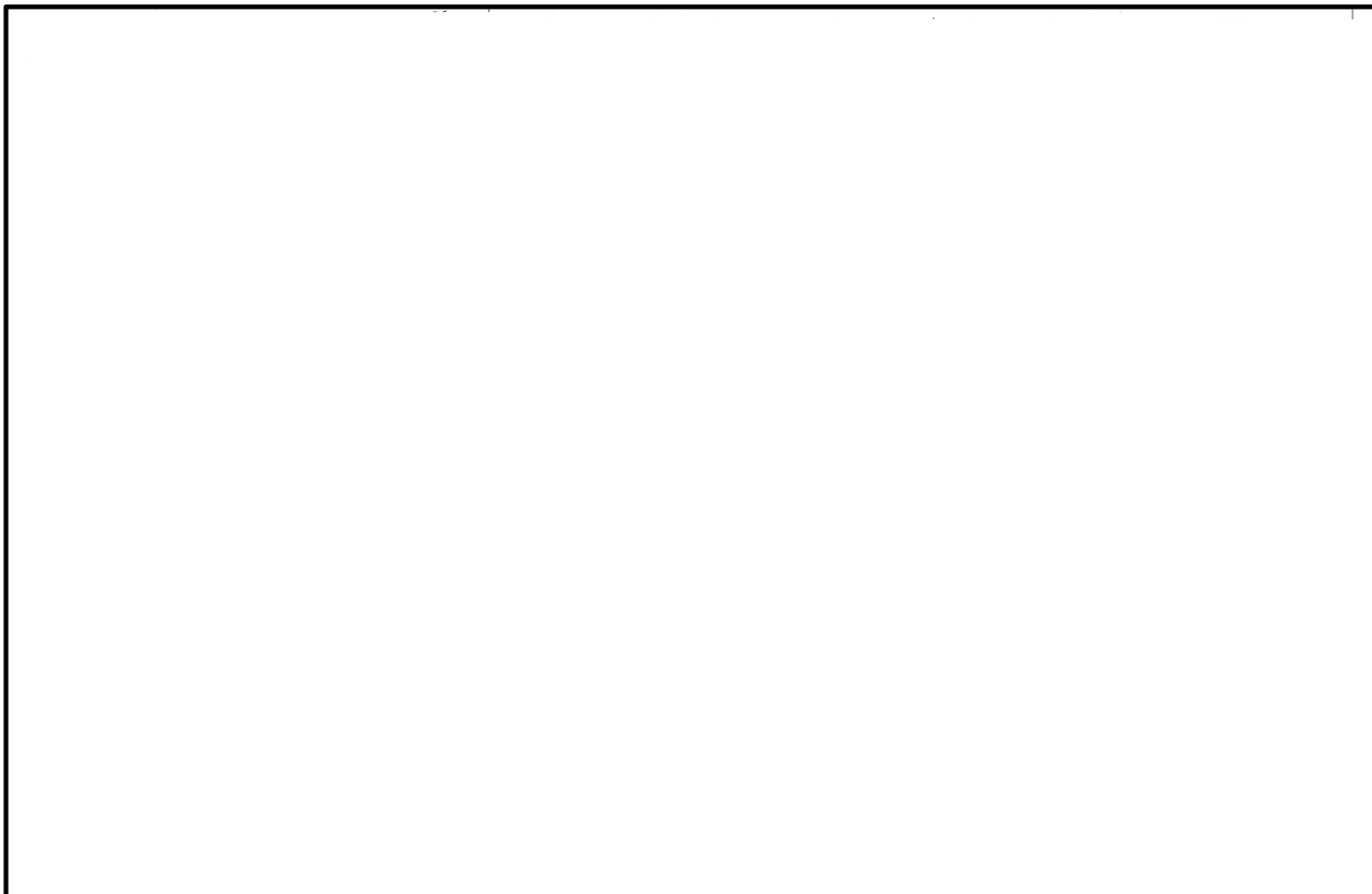
(3) 単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系（中性子束高スクラム（熱流束相当））の単一故障である。

このことを踏まえ、本事象の収束について確認した結果、本事象の発生に至るタービン発電機補機盤及びタービン補機補助継電器盤と、安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されており（第3図）、火災の影響を受けないことから、安全保護系の単一故障を考慮しても、他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また、高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は、火災の影響を受けないことから、原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第2図 「給水加熱喪失」の事象過程



第3図 中央制御室制御盤の配置図（給水加熱喪失関連）

6.1.2 原子炉冷却材流量制御系の誤動作

(1) 事象の概要

「原子炉冷却材流量制御系の誤動作」は、原子炉の出力運転中に、原子炉冷却材の再循環流量制御系の故障により、再循環流量が増加し、原子炉出力が上昇する事象である。(第4図)

(2) 事象発生に至る火災想定

本事象は、再循環流量制御系に関する制御盤、制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

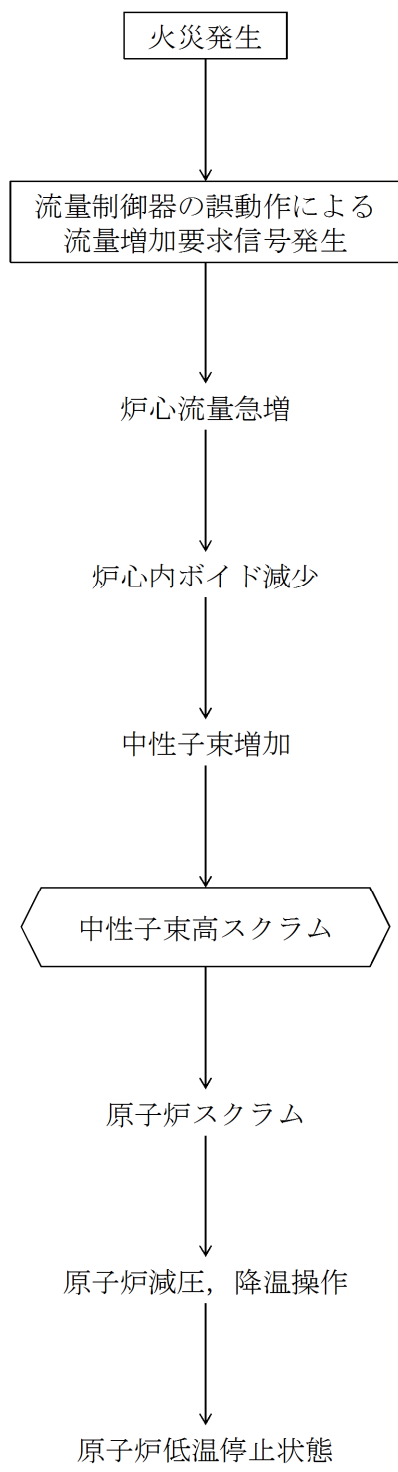
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、再循環流量が増加することを想定する。

- ・再循環流量制御系制御盤（中央制御室 H13-P634A, H13-P634B）

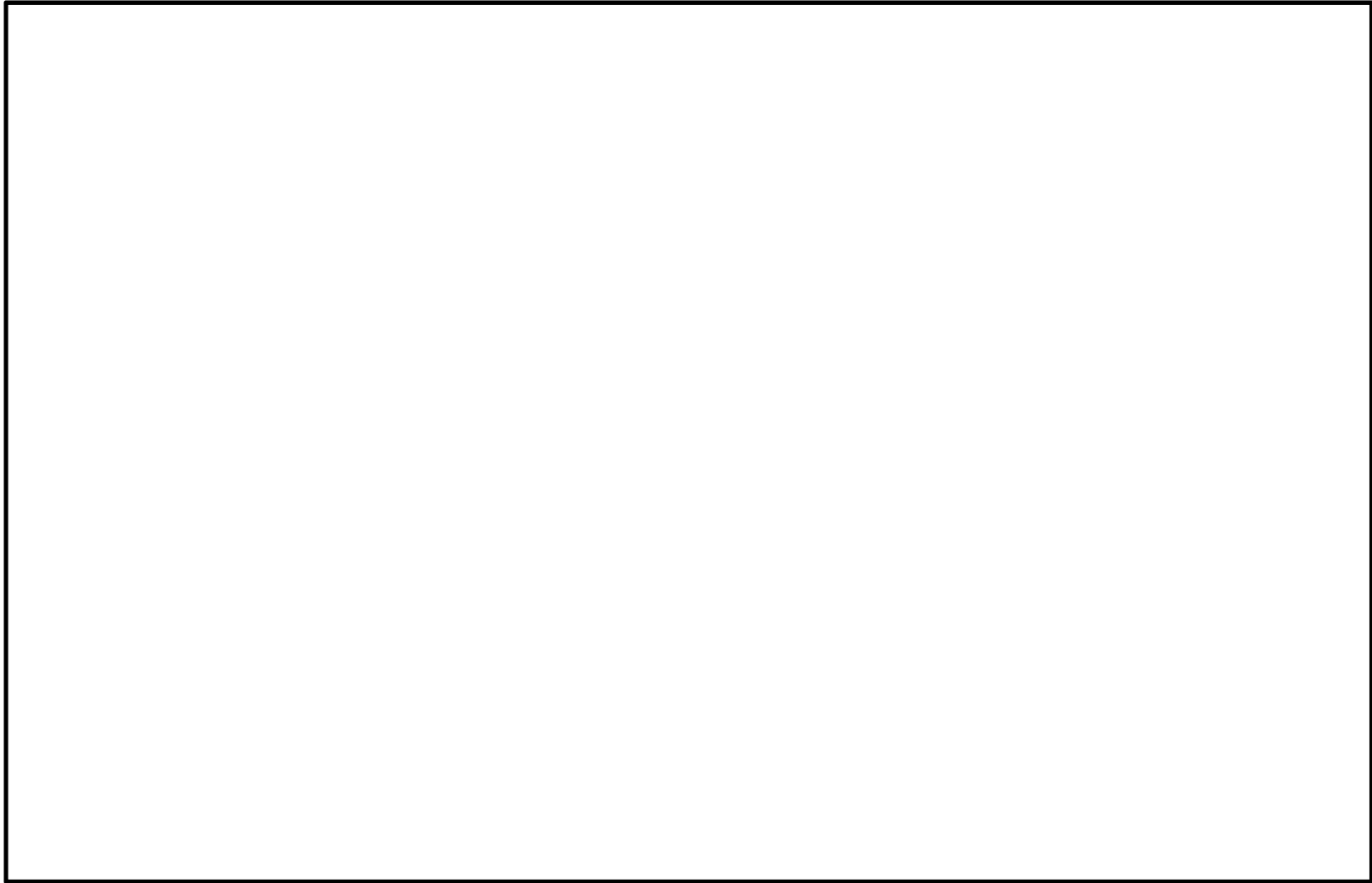
(3) 単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系（中性子束高スクラム）の単一故障である。

このことを踏まえ、本事象の収束について確認した結果、本事象の発生に至る再循環流量制御系制御盤と、安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されており（第5図）、火災の影響を受けないことから、安全保護系の単一故障を考慮しても、他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また、高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから、原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第4図 「原子炉冷却材流量制御系の誤動作」の事象過程



第 5 図 中央制御室制御盤の配置図（原子炉冷却材流量制御系の誤動作）

6.1.3 負荷の喪失

(1) 事象の概要

「負荷の喪失」は、原子炉の出力運転中に送電系統の故障等により、発電機負荷遮断が生じ、蒸気加減弁が急速に閉止し、原子炉出力が上昇する事象である。(第6図)

(2) 事象発生に至る火災想定

本事象は、タービン制御系に関する制御盤、制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

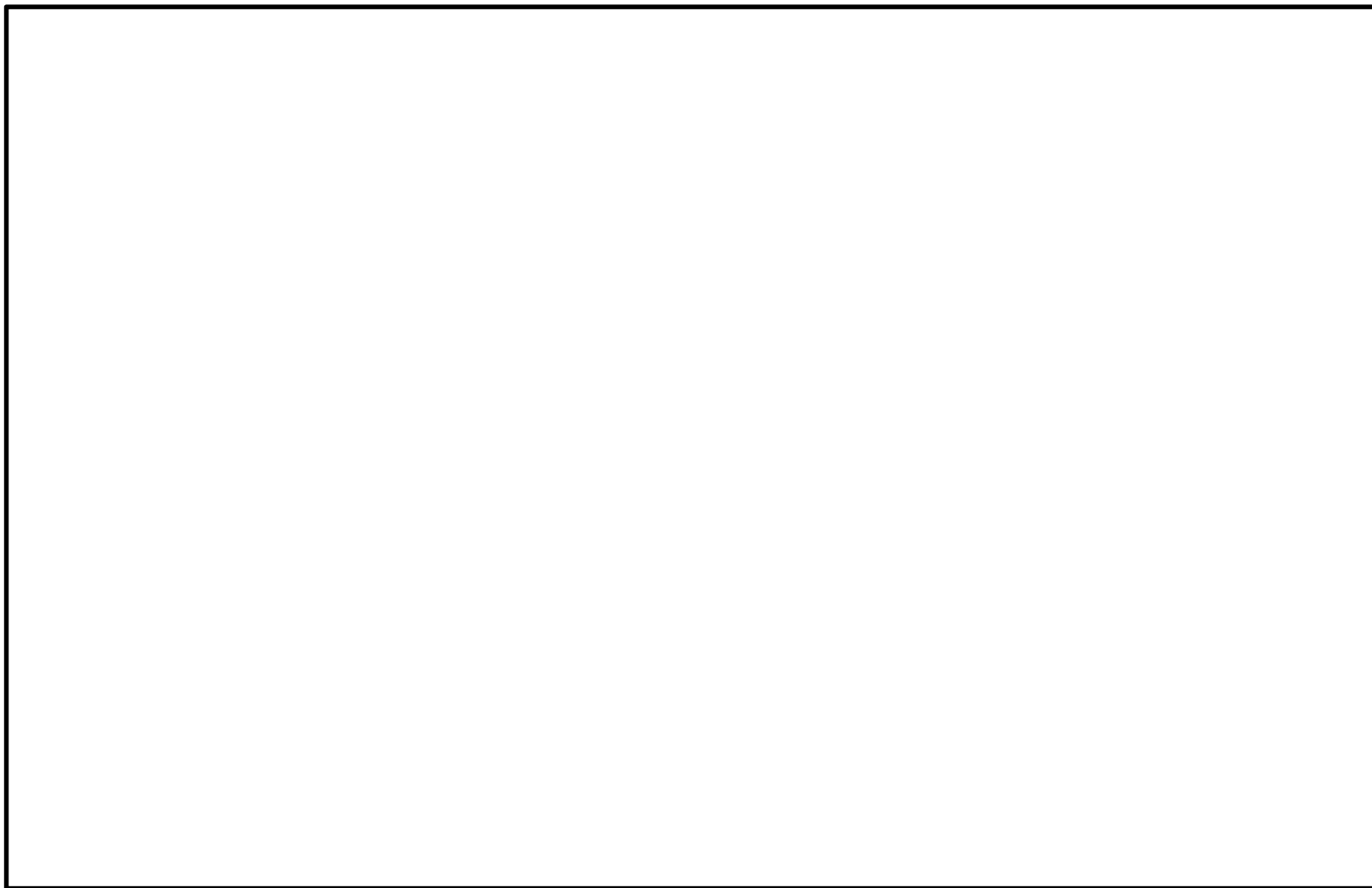
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、蒸気加減弁が急速に閉止することを想定する。

- ・タービン発電機操作盤（中央制御室 CP-1）
- ・EHC 制御盤（中央制御室 CP-20A～F）

(3) 単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくする単一故障の想定は安全保護系（蒸気加減弁急速閉スクラム）の単一故障である。

このことを踏まえ、本事象の収束について確認した結果、本事象の発生に至るタービン発電機操作盤及びEHC制御盤と、安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されており（第7図）、火災の影響を受けないことから、安全保護系の単一故障を考慮しても、他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また、高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから、原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第7図 中央制御室制御盤の配置図（負荷の喪失）

6.1.4 主蒸気隔離弁の誤閉止

(1) 事象の概要

「主蒸気隔離弁の誤閉止」は、原子炉の出力運転中に、原子炉水位異常低下等の誤信号により主蒸気隔離弁が閉止し、原子炉出力が上昇する事象である。

(第8図)

(2) 事象発生に至る火災想定

本事象は、主蒸気隔離弁に関する制御盤、制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

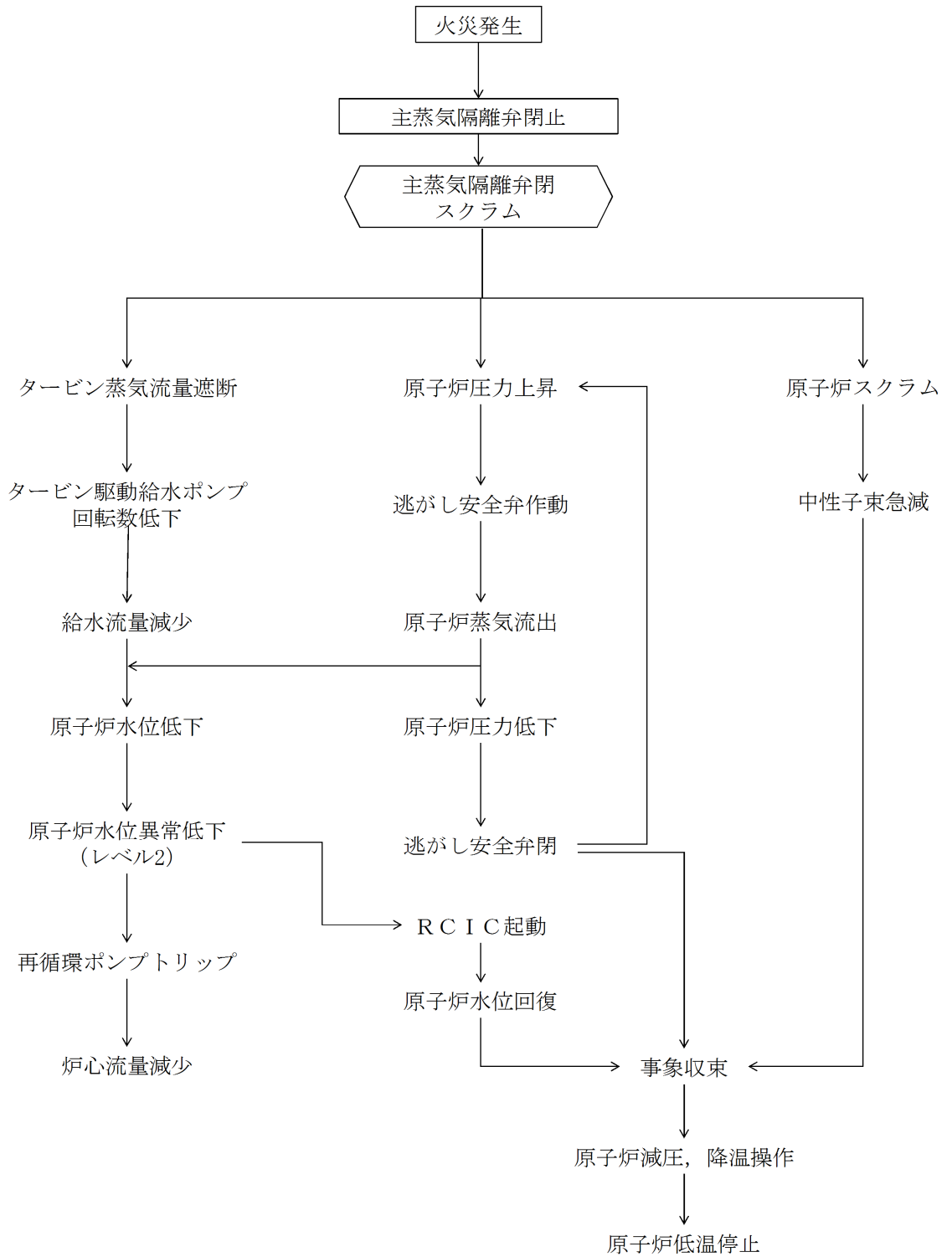
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、主蒸気隔離弁が閉止することを想定する。

- ・緊急時炉心冷却系操作盤（中央制御室 H13-P601）
- ・格納容器内側隔離系継電器盤（中央制御室 H13-P622）
- ・格納容器外側隔離系継電器盤（中央制御室 H13-P623）

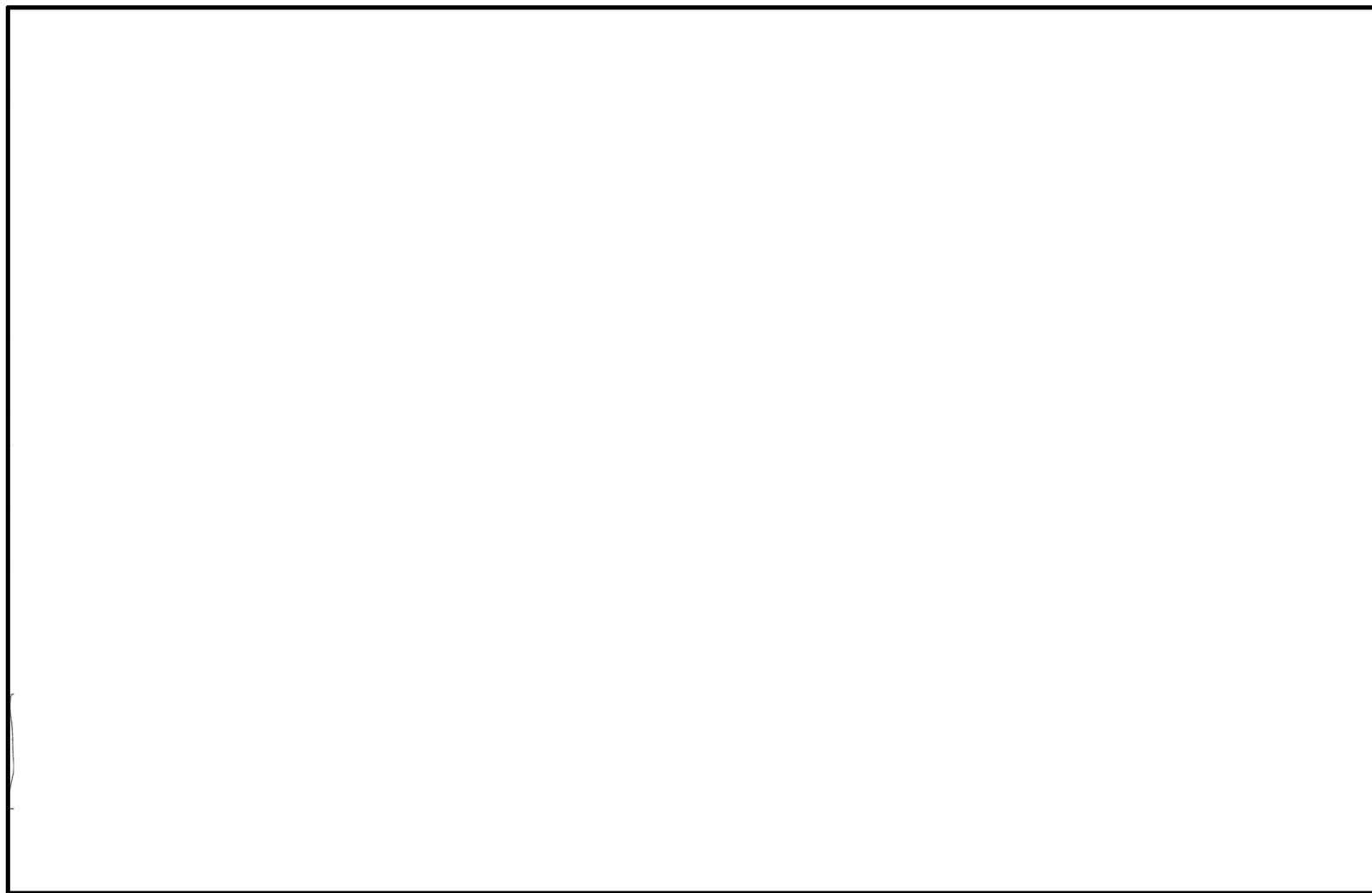
(3) 単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系（主蒸気隔離弁閉スクラム）の単一故障である。

このことを踏まえ、本事象の収束について確認した結果、本事象の発生に至る緊急時炉心冷却系操作盤、格納容器内側隔離系継電器盤及び格納容器外側隔離系継電器盤と、安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離されており（第9図）、火災の影響を受けないことから、安全保護系の単一故障を考慮しても、他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また、高温停止及び低温停止に必要な対処系については、主蒸気隔離弁の論理回路と非常用炉心冷却系等の論理回路が同じ緊急時炉心冷却系操作盤に存在する（第9図）が、当該操作盤は安全区分に応じて分離されているため、原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第 8 図 「主蒸気隔離弁の誤閉止」の事象過程



第9図 中央制御室制御盤の配置図（主蒸気隔離弁の誤閉止）

6.1.5 給水制御系の故障

(1) 事象の概要

「給水制御系の故障」は、原子炉の出力運転中に、給水制御系の誤動作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である。(第10図)

(2) 事象発生に至る火災想定

本事象は、給水制御系に関する制御盤、制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

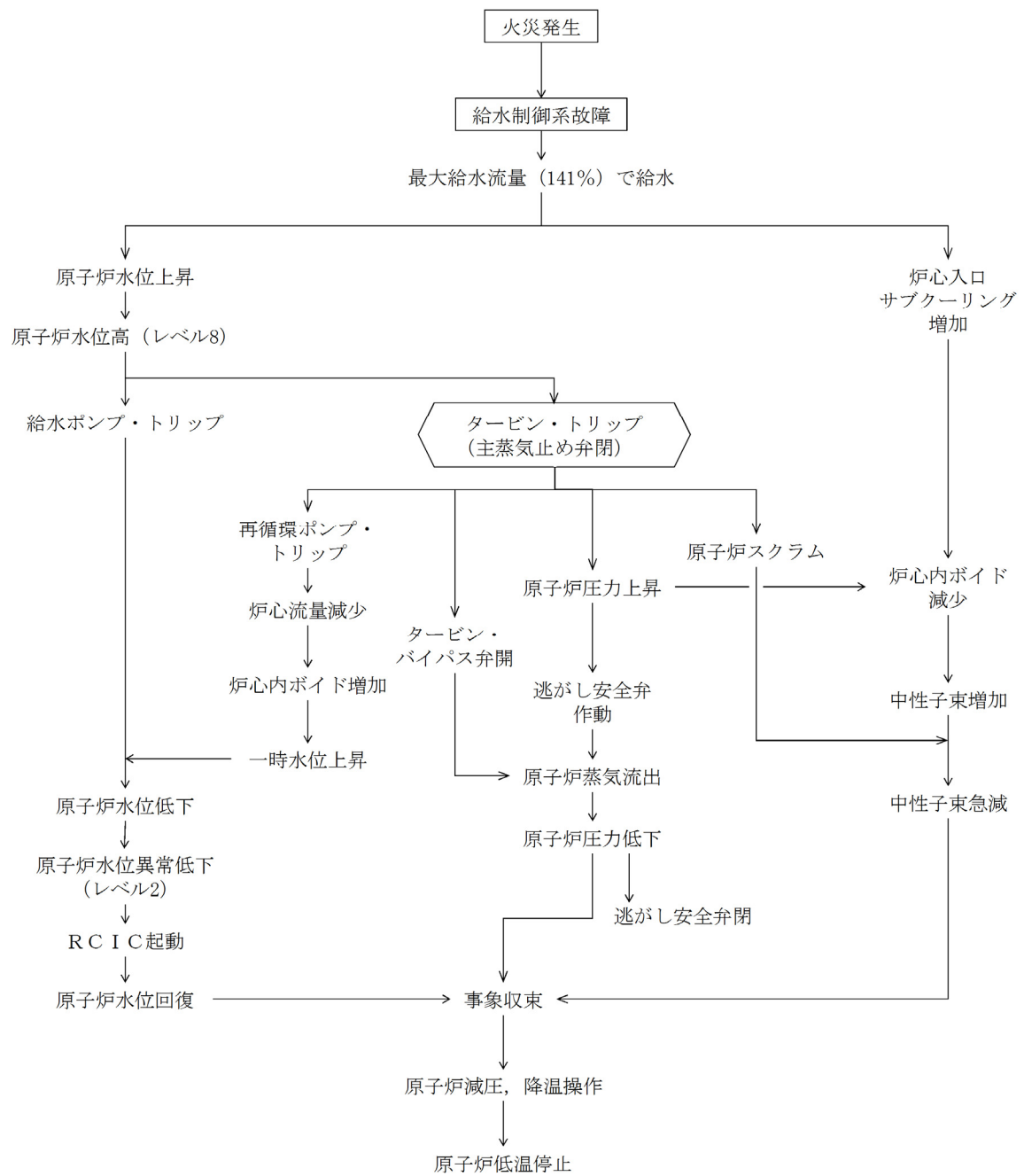
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、給水流量が急激に増加することを想定する。

- ・給水制御系制御盤（中央制御室 H13-P612）
- ・原子炉給水ポンプ駆動タービン制御盤（中央制御室 CP-34A, 34B）

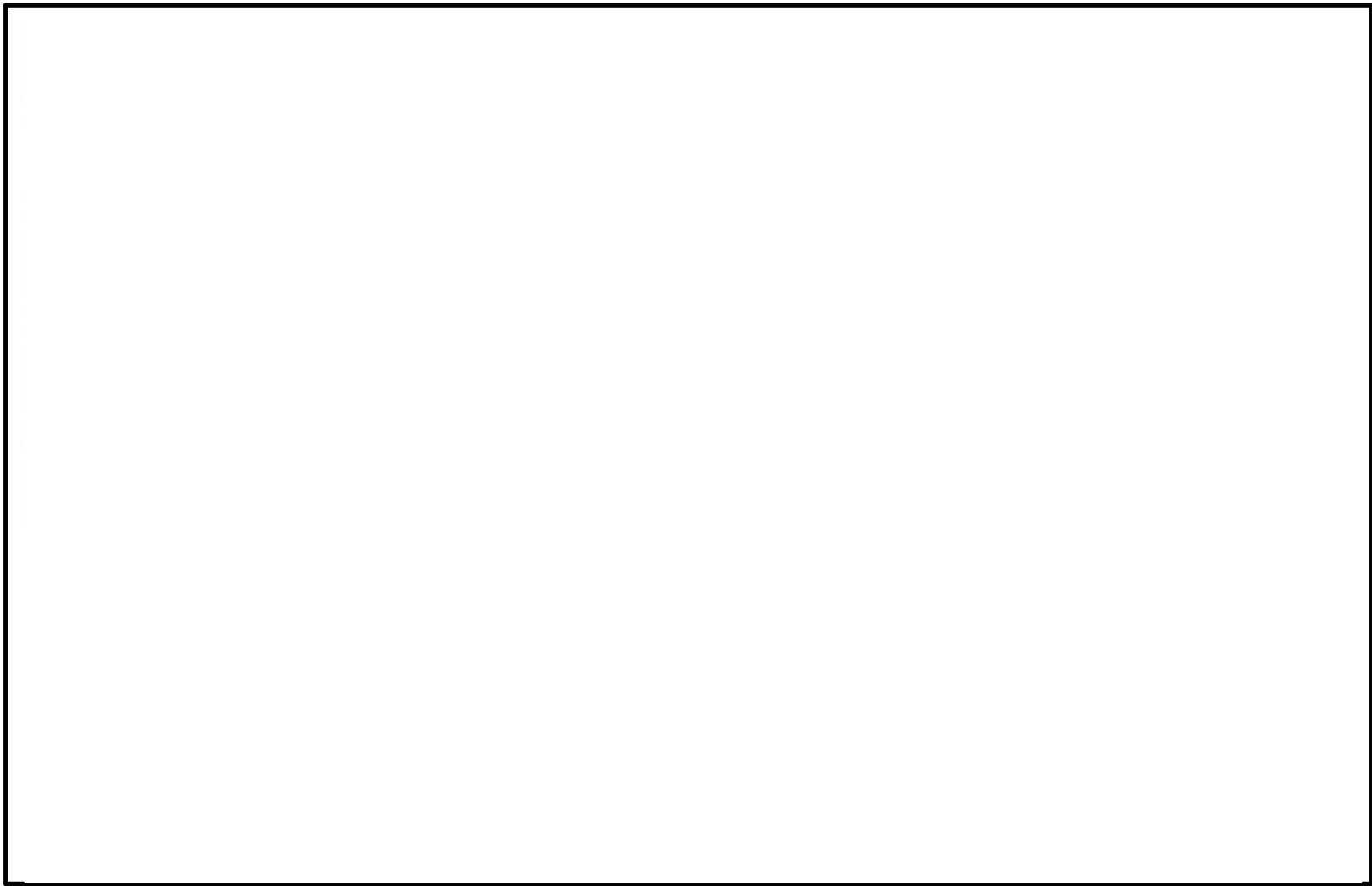
(3) 単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくする単一故障の想定は安全保護系（主蒸気止め弁閉スクラム）の単一故障である。

このことを踏まえ、本事象の収束について確認した結果、本事象の発生に至る給水制御系制御盤及び原子炉給水ポンプ駆動タービン制御盤と、安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されており（第11図）、火災の影響を受けないことから、安全保護系の単一故障を考慮しても、他の安全保護系にて原子炉は原子炉停止する。また、高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから、原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第 10 図 「給水制御系の故障」の事象過程



第 11 図 中央制御室制御盤の配置図（給水制御系の故障）

6.1.6 圧力制御系の故障

(1) 事象の概要

「圧力制御系の故障」は、原子炉の出力運転中に、圧力制御系の誤動作により主蒸気流量が変化する事象である。(第12図)

(2) 事象発生に至る火災想定

本事象は、圧力制御系に関する制御盤、制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

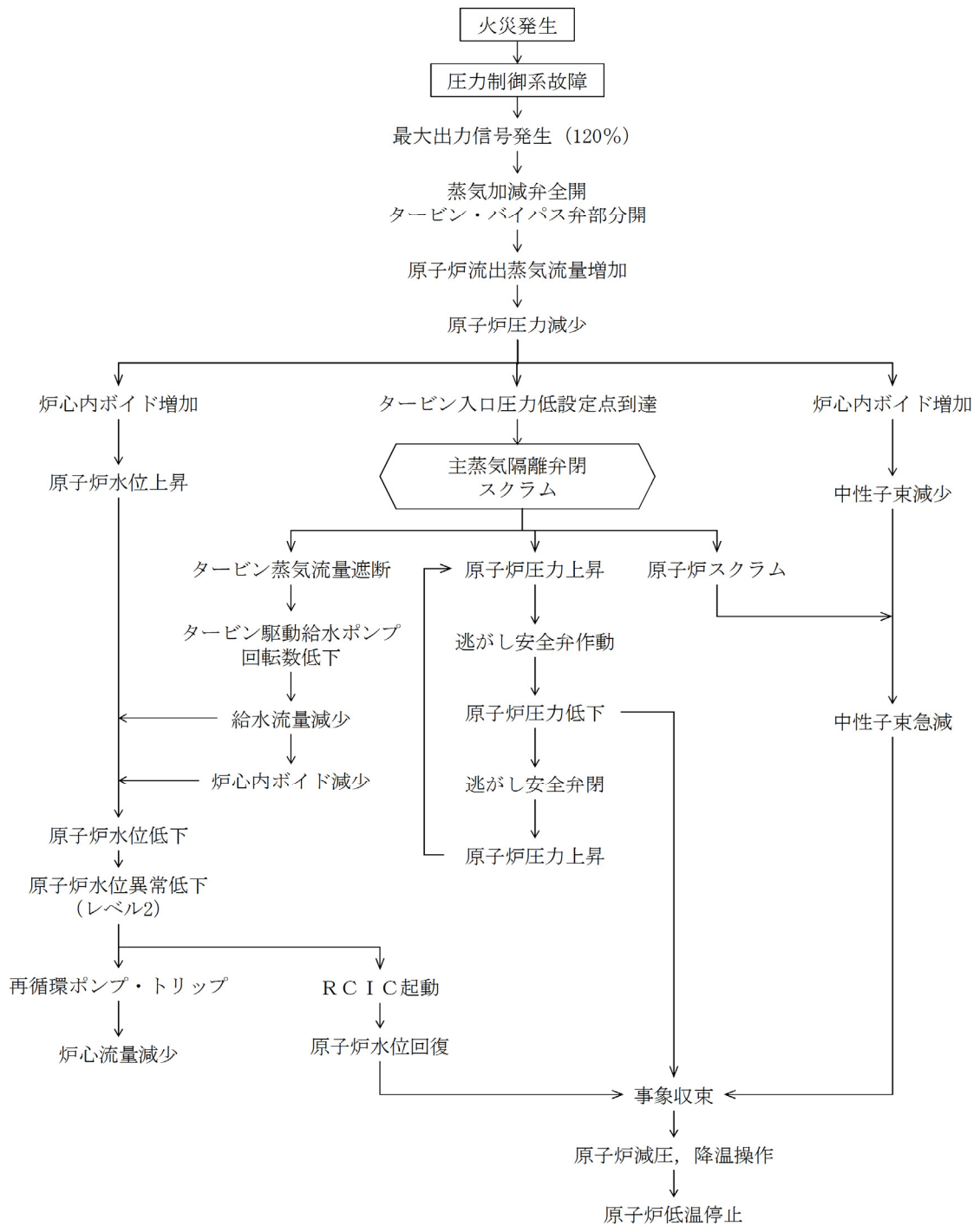
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、主蒸気流量が増加することを想定する。

- ・ EHC 制御盤 (中央制御室 CP-20A～F)

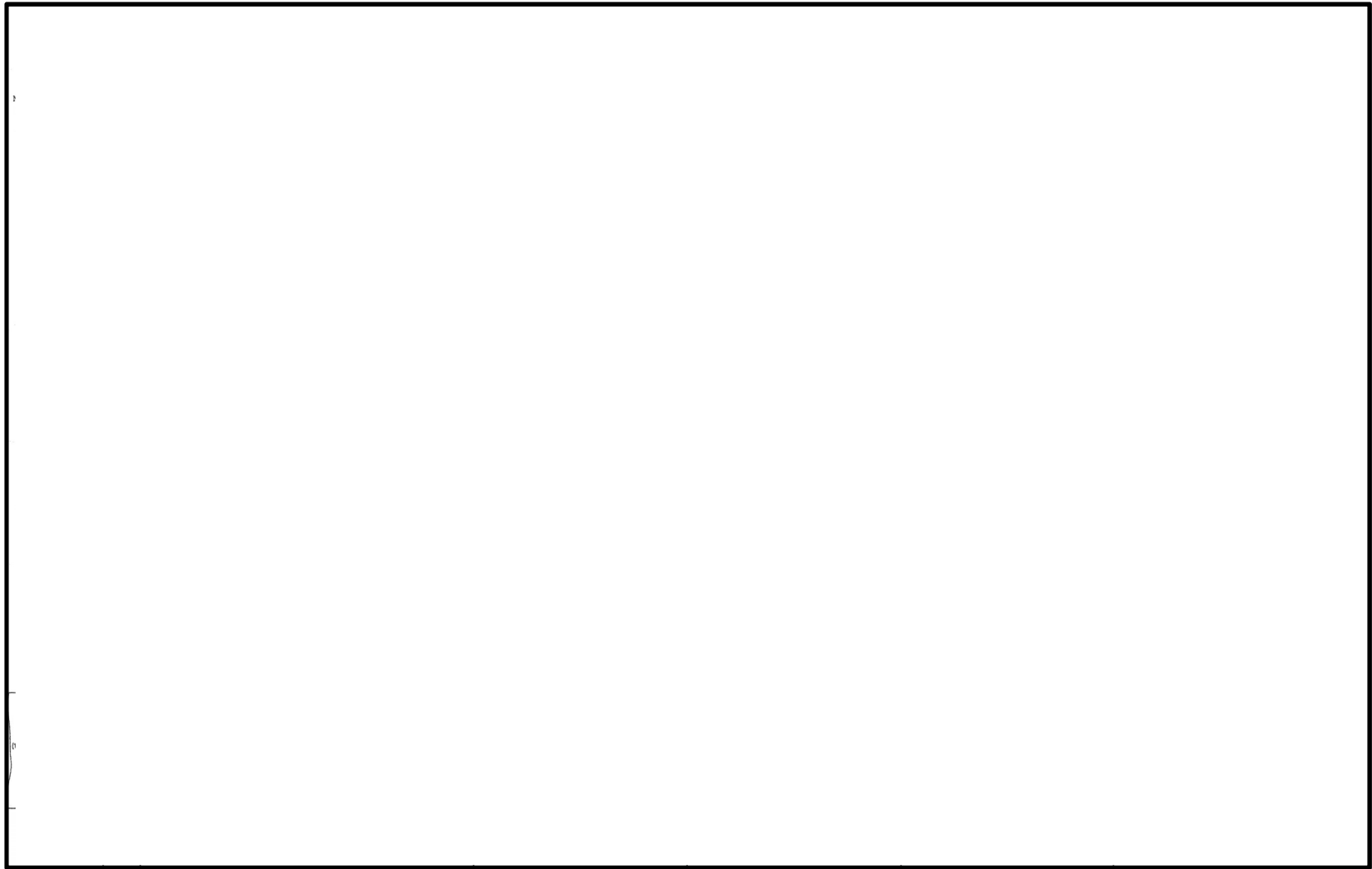
(3) 単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系 (主蒸気隔離弁閉スクラム) の単一故障である。

このことを踏まえ、本事象の収束について確認した結果、本事象の発生に至る EHC 制御盤と、安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されており (第13図)、火災の影響を受けないことから、安全保護系の単一故障を考慮しても、他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また、高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから、原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第 12 図 「圧力制御系の故障」の事象過程



第 13 図 中央制御室制御盤の配置図（圧力制御系の故障）

6.1.7 給水流量の全喪失

(1) 事象の概要

「給水流量の全喪失」は、原子炉の出力運転中に、給水制御器の故障又は給水ポンプのトリップにより、部分的な給水流量の減少又は全給水流量の喪失が起こり原子炉水位が低下する事象である。(第14図)

(2) 事象発生に至る火災想定

本事象は、給水制御系に関する制御盤、制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

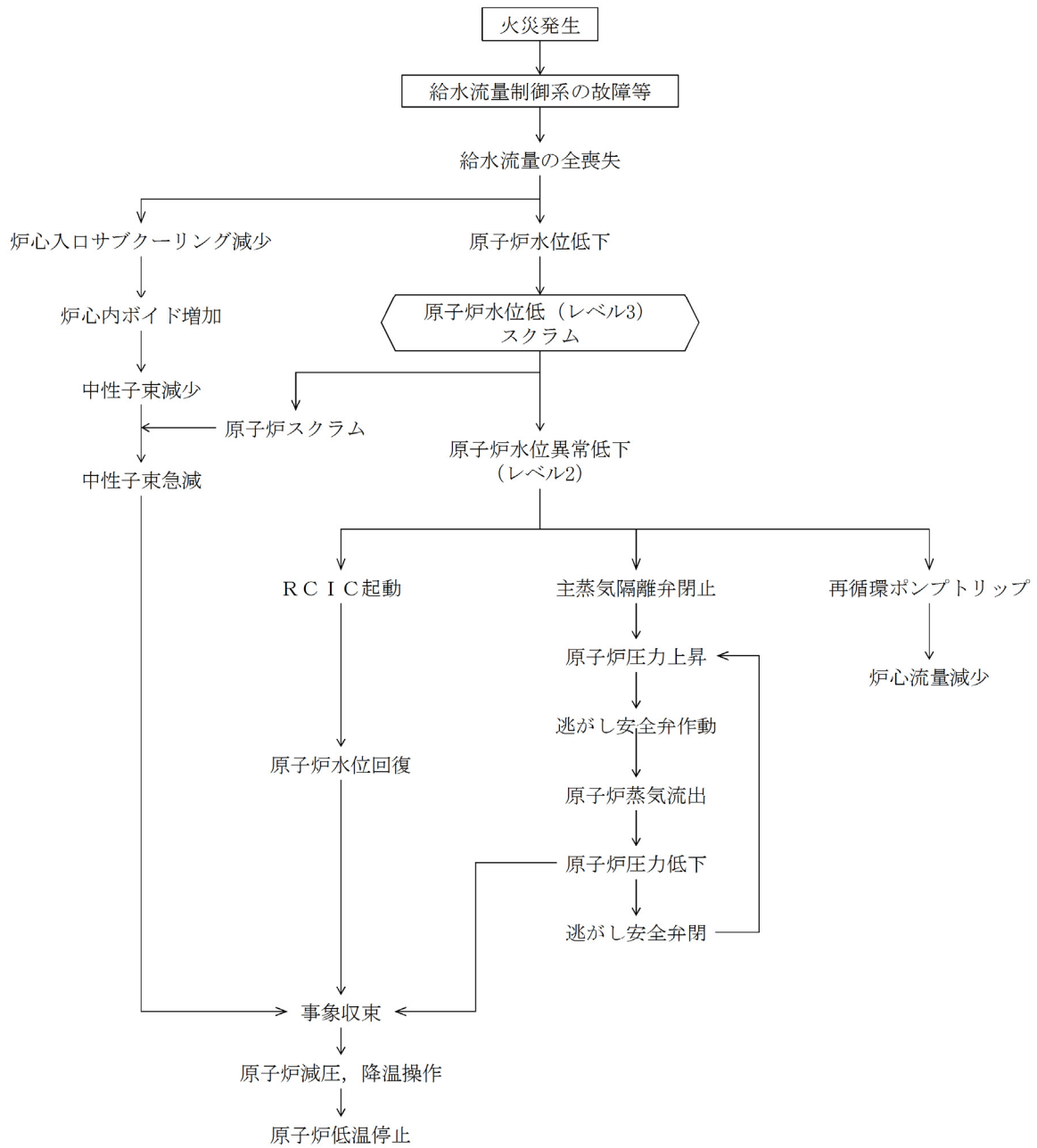
本評価では、中央制御室に設置されている次の制御盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、全給水ポンプがトリップすることを想定する。

- ・給水制御系制御盤（中央制御室 H13-P612）
- ・原子炉給水ポンプ駆動タービン制御盤（中央制御室 CP-34A, 34B）

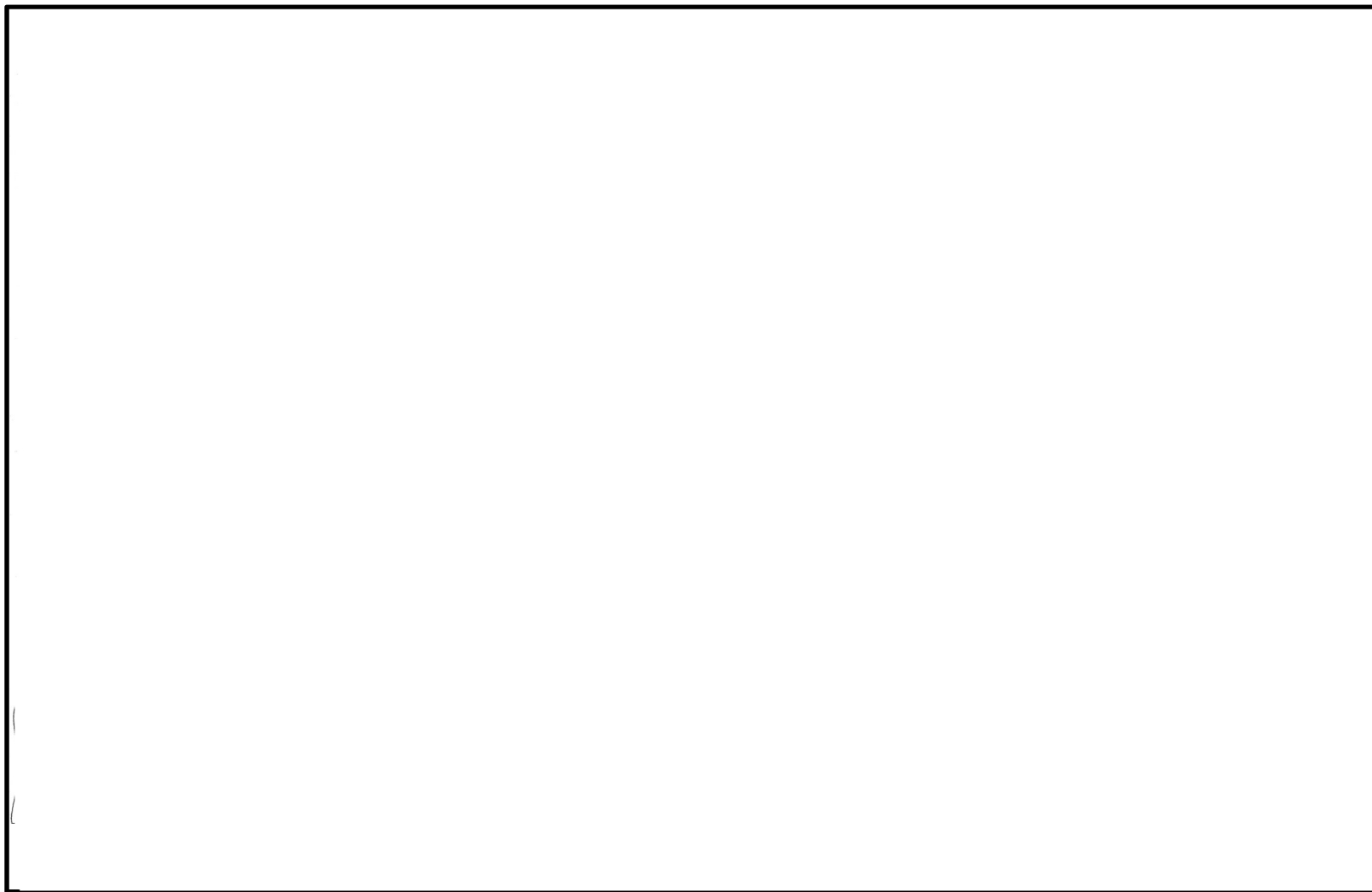
(3) 単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系（原子炉水位低（レベル3）スクラム）の単一故障である。

このことを踏まえ、本事象の収束について確認した結果、本事象の発生に至る給水制御系制御盤及び原子炉給水ポンプ駆動タービン制御盤と、安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されており（第15図）、火災の影響を受けないことから、安全保護系の単一故障を考慮しても、他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また、高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから、原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第 14 図 「給水流量の全喪失」の事象過程



第 15 図 中央制御室制御盤の配置図（給水流量の全喪失）

6.2 火災を起因とした「設計基準事故」における単一故障評価

6.2.1 原子炉冷却材流量の全喪失

(1) 事象の概要

「原子炉冷却材流量の全喪失」は、原子炉の出力運転中に、2台の再循環ポンプが何らかの原因でトリップすることにより、炉心流量が定格出力時の流量から自然循環流量にまで大幅に低下して、炉心の冷却能力が低下する事象である。(第16図)

(2) 事象発生に至る火災想定

本事象は、再循環ポンプトリップ回路に関する制御盤、制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

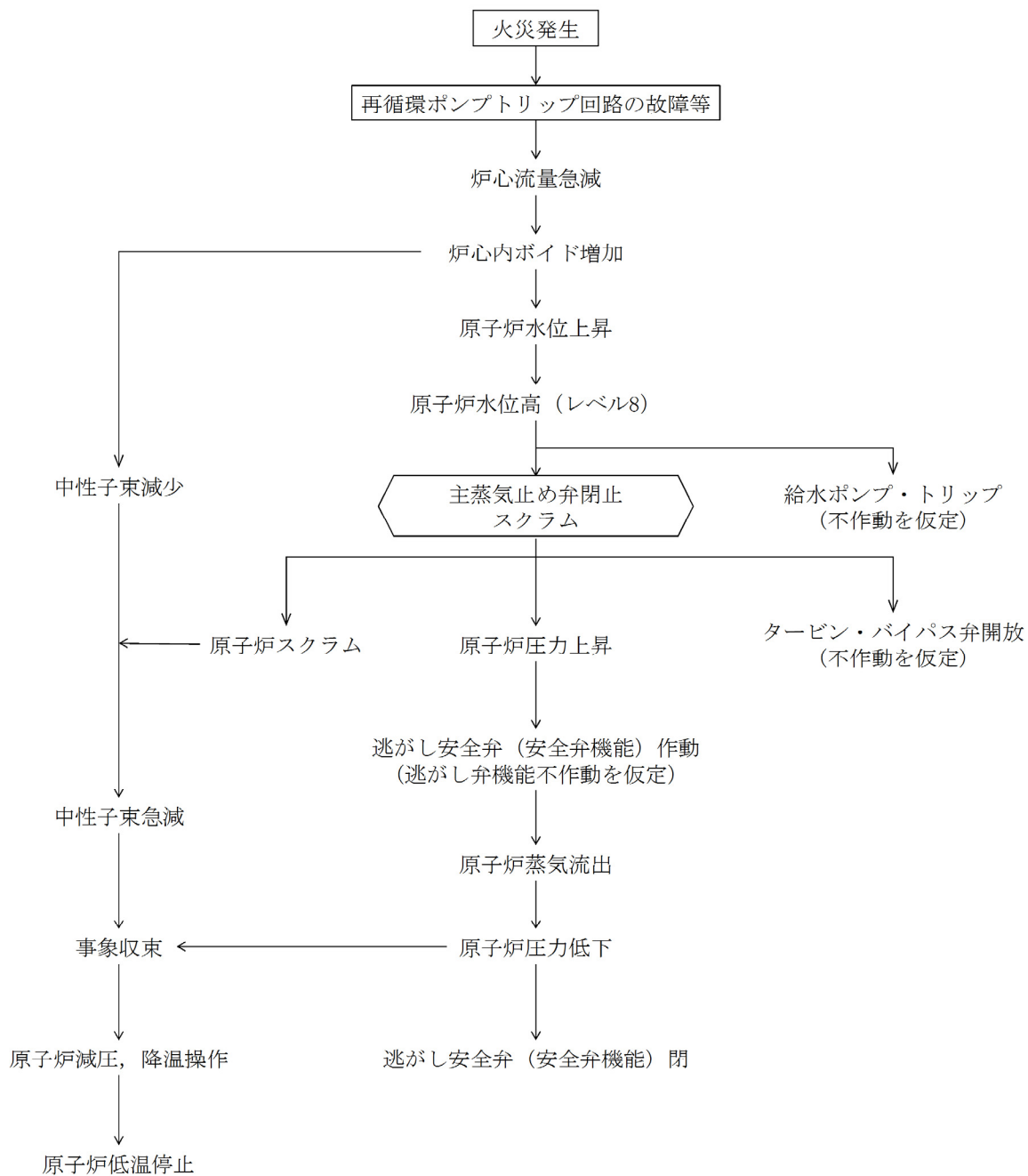
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、再循環ポンプ2台がトリップすることを想定する。

- ・再循環流量制御系制御盤（中央制御室 H13-P634A, H13-P634B）
- ・原子炉保護系継電器盤（中央制御室 H13-P609, H13-P611）

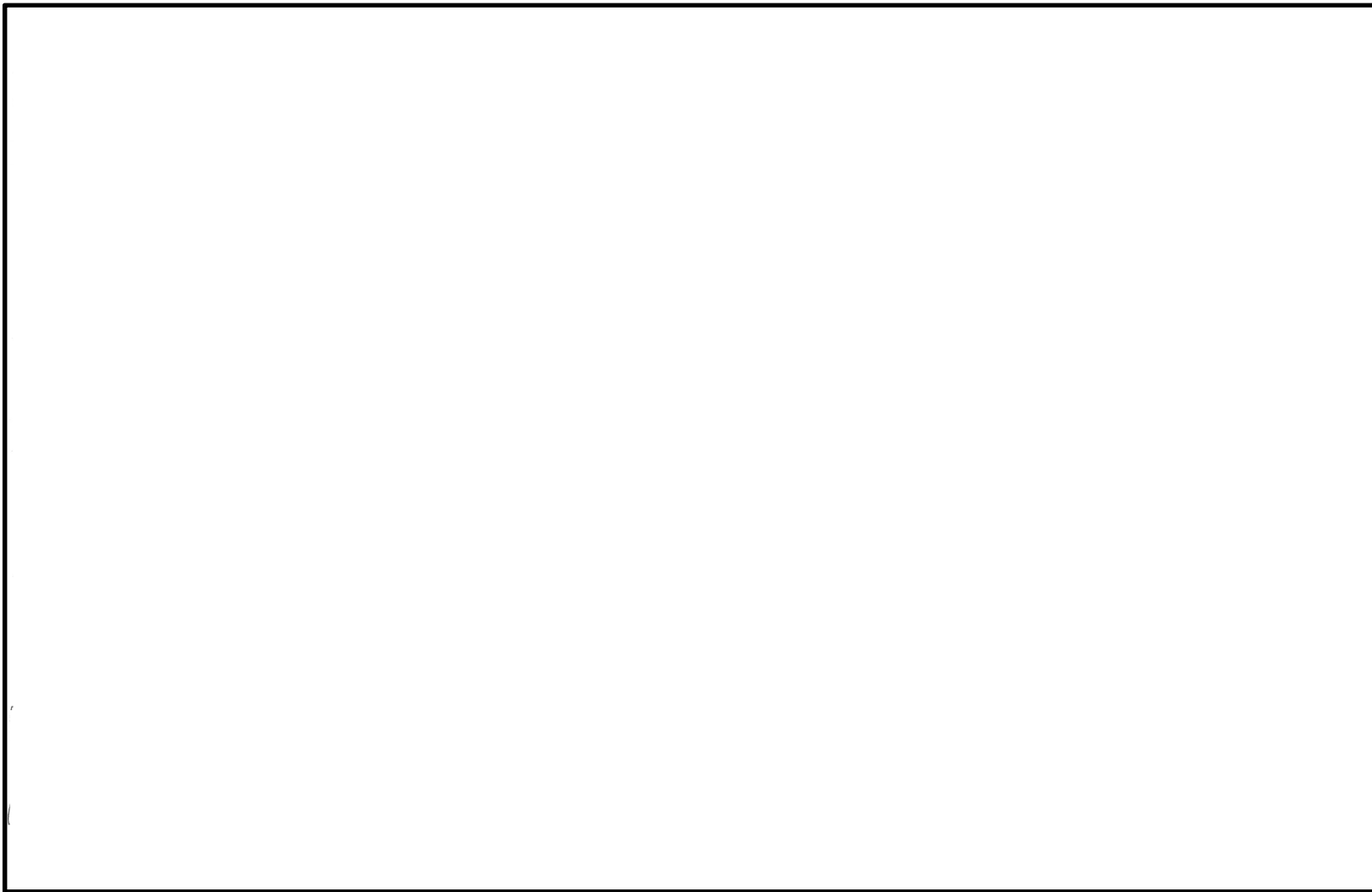
(3) 単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくする単一故障の想定は安全保護系（原子炉水位低（レベル3）スクラム）の単一故障である。

このことを踏まえ、本事象の収束について確認した。その結果、本事象の発生に至る再循環流量制御系制御盤と、安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されているため（第17図）、安全保護系の単一故障を考慮しても、他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。一方、原子炉保護系継電器盤には再循環ポンプトリップに係る制御回路と原子炉スクラムに係る制御回路が存在しているが、原子炉スクラムに係る論理回路はフェイルセーフの設計としていること、及び当該制御盤は安全区分に応じて分離されていることから、安全保護系の単一故障を考慮しても、他の安全保護系にて原子炉はスクラムする。また、高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから、原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第 16 図 「原子炉冷却材流量の喪失」の事象過程



第 17 図 中央制御室制御盤の配置図 (原子炉冷却材流量の喪失)

7. まとめ

安全評価審査指針に基づき、単一の内部火災に起因して発生する可能性のある「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」について、単一故障を想定しても、原子炉を支障なく低温停止に移行できることを確認した。(第3表)

第3表 単一故障を考慮した原子炉停止の評価結果の概要

事象名	火災影響	想定する単一故障	単一故障を想定した事象の対処
給水加熱喪失	抽気逆止弁の誤閉により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、原子炉出力が上昇する。	安全保護系 (中性子束高スクラム (熱流束相当))	他の安全保護系により原子炉は自動停止。その後、高温停止状態並行し、原子炉隔離時冷却系 (RCIC)、残留熱除去系 (RHR) 等により原子炉は低温停止状態に移行可能。
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	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。	安全保護系 (中性子束高スクラム)	同上
負荷の喪失	蒸気加減弁の急速閉により発電機負荷遮断が生じ、原子炉出力が上昇する。	安全保護系 (蒸気加減弁急速閉スクラム)	同上
主蒸気隔離弁の誤閉止	主蒸気隔離弁が誤閉止し、原子炉出力が上昇する。	安全保護系 (主蒸気隔離弁閉スクラム)	同上
給水制御系の故障	給水制御系の誤動作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。	安全保護系 (主蒸気止め弁閉スクラム)	同上
原子炉圧力制御系の故障	圧力制御系の誤動作により主蒸気流量が増加し、原子炉圧力が減少する。	安全保護系 (主蒸気隔離弁閉スクラム)	同上
給水流量の全喪失	給水ポンプのトリップにより全給水流量の喪失が起こり、原子炉水位が低下する。	安全保護系 (原子炉水位低 (レベル3) スクラム)	同上
原子炉再循環流量の喪失	2台の再循環ポンプがトリップすることにより、炉心の冷却能力が低下する。	安全保護系 (原子炉水位低 (レベル3) スクラム)	同上

補足説明資料 4-7

中央制御室制御盤の火災を想定した場合の対応について

1. 目的

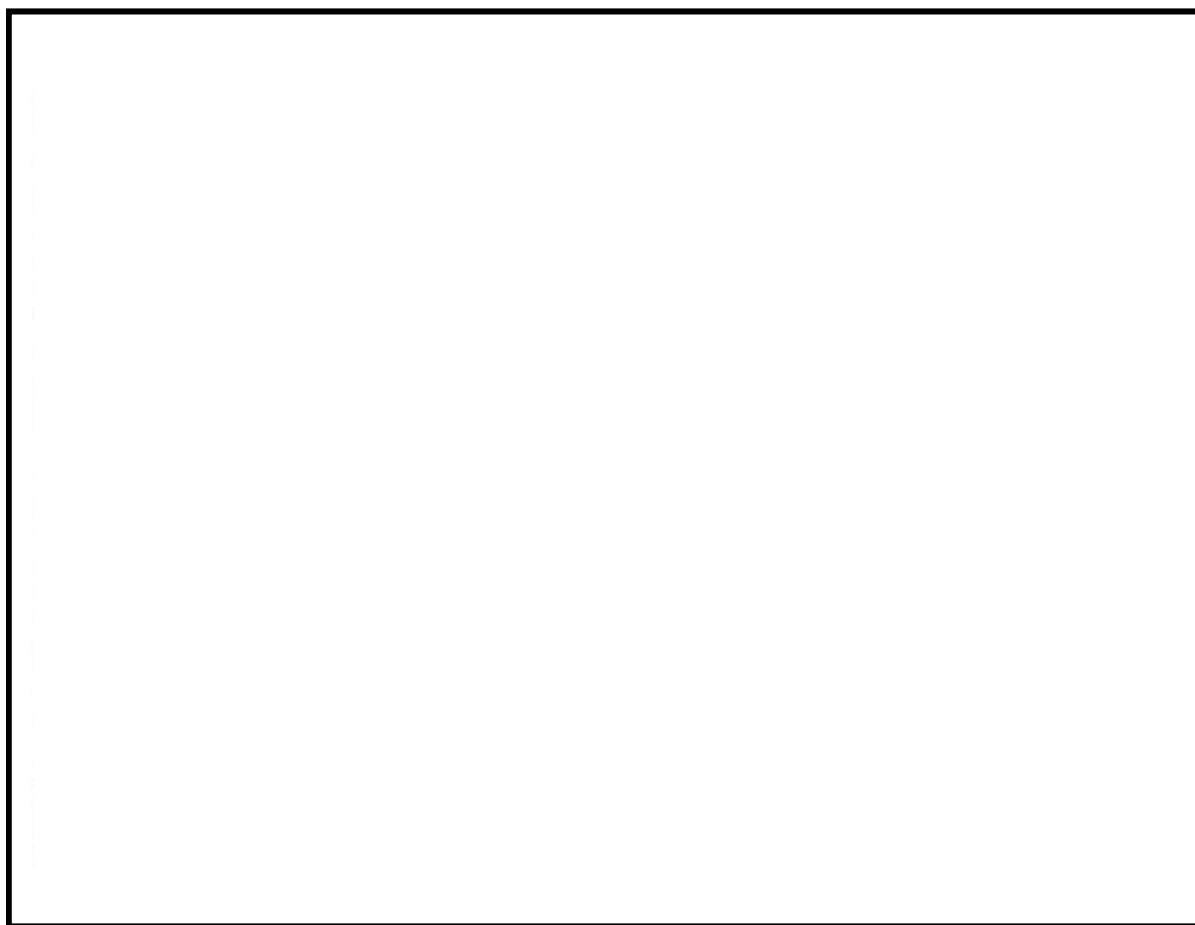
本資料は、火災防護に関する説明書 6.2.4(1)a. 項に示す中央制御室制御盤 1 面が火災により安全機能を喪失した場合にも、原子炉を安全停止することが可能である評価の結果を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

中央制御室制御盤 1 面が火災により安全機能を喪失した場合にも、原子炉を安全停止することが可能である評価の結果を次項以降に示す。

3. 中央制御室の制御盤の配置

第1図に中央制御盤の配置を示す。



第1図 東海第二発電所 中央制御室

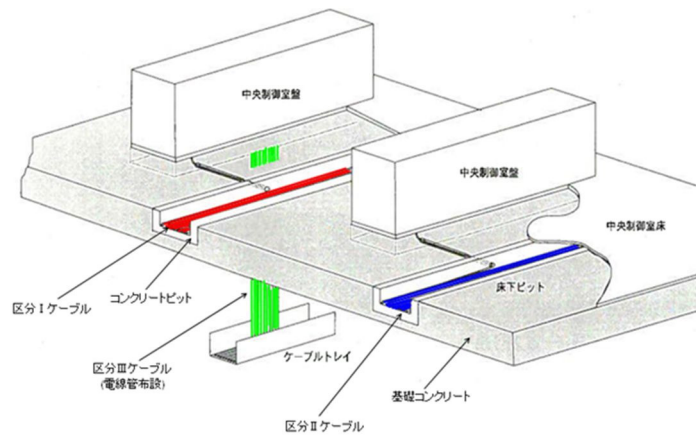
番号記載のない箇所は主にプロセス計算機装置であり、火災により機能喪失してもプラント機能への影響はない。

4. 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及び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。保守的に全て機能喪失する。
- ・ 制御盤に接続のため入線されるケーブルは、ケーブル処理室からの電線管により敷設されるものと、床下コンクリートピットからのケーブルがある。ケーブル処理室では1時間の耐火材、かつ、火災感知器と自動消火設備が設置され、コンクリートピットは1時間の耐火能力を有するコンクリートピット構造、かつ火災感知器及びハロゲン化物自動消火設備を設置するため、延焼する可能性は低い。

(第2図)



第2図 中央制御室へのケーブル配線

5. 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、安全区分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しないように異区分の機器は鋼板や離隔距離による対策がされている。

また、これらの制御盤については、運転員が常駐し監視する場所に設置されており、高感度煙感知器の設置などにより、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)					評価
			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	H13-P625	HPCS RELAY CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅲの高圧炉心スプレイ系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰ、Ⅱの低圧炉心スプレイ系、低圧注水系、自動減圧系とは盤が独立し分離されていることから、多重化、多様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。
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			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅲの高圧炉心スプレイ系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰ、Ⅱの低圧炉心スプレイ系、低圧注水系、自動減圧系とは盤が独立し分離されていることから、多重化、多様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。
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	○	○	○	○	○	当該盤で火災を想定した場合、原子炉スクラム、主蒸気隔離弁閉等の論理回路の安全区分Ⅰが喪失するおそれがあるが、フェイル・セーフ設計であること、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、安全機能が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。
14	H13-P610	スクラム試験盤						
15	H13-P611	原子炉保護系“B”継電器盤	○	○	○	○	○	当該盤で火災を想定した場合、原子炉スクラム、主蒸気隔離弁閉等の論理回路の安全区分Ⅱが喪失するおそれがあるが、フェイル・セーフ設計であること、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、安全機能が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。
16	CP-35	DUST MONITOR CAB						
17	H13-P614	NSSS TEMP RECORDER CAB						
18	H13-P608	出力領域モニタ盤					○	当該盤において火災を想定した場合、出力領域モニタの機能が喪失するおそれがあるが、各安全区分は盤内にて独立し分離されていることか

位置	盤番号	盤名称	安全機能 (○:機能有り)					評価
			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	
								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。
19	H13-P636	RADIATON MON "B" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰ又は安全区分Ⅱの起動領域モニタ、原子炉建屋排気放射線モニタ等の機能が喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰと安全区分Ⅱは盤内にて独立し分離されていることから、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。
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	RADIATON MON "A" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰ又は安全区分Ⅱの起動領域モニタ、原子炉建屋排気放射線モニタ等の機能が喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰと安全区分Ⅱは盤内にて独立し分離されていることから、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。
26	H13-P601	REACTOR CORE COOLING SYS. B・B		○	○	○	○	複数の安全区分の機器・ケーブル等が一つの盤内に設置されているが、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、複数安全区分の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。(別紙1)
27	H13-P602	CUW & PLR CONTROL B・B						
28	H13-P603	REACTOR CONTROL B・B	○				○	複数の安全区分の機器・ケーブル等が一つの盤内に設置されているが、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、複数安全区分の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。
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		○	○	○	○	複数の安全区分の機器・ケーブル等が一つの盤内に設置されているが、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。
32	NR91-P052	廃棄物処理設備監視盤						

位置	盤番号	盤名称	安全機能 (○:機能有り)					評価
			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	
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 PROTECTION RELAY CAB						
41	CP-10B	GENETOR&UNIT AUX TRANSF PROTECTION RELAY CAB						
42	CP-10C	STANDBY TRANSF PROTECTION RELAY CAB						
43	CP-11	タービン補機盤						
44	CP-4	タービン補機盤						
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			○	○	○	複数の安全区分の機器・ケーブル等が一つの盤内に設置されているが、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、複数安全区分の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。
56	H13-P926	ATS ECCS DIV-II CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分 II の低圧注水系、自動減圧系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分 I の低圧炉心スプレイ系、低圧注水系、自動減圧系の盤、安全区分 III の高圧炉心スプレイ系の盤とは独立し分離されていることから、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。
57	H13-P642	LEAK DETECTION DIV-II CAB						
58	H13-P618	RHR "B" & "C" RELAY DIV-II CAB			○	○		当該盤において火災を想定した場合、安全区分 II の残留熱除去系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分 I の残留熱除去系の盤とは独立し分離されていることから、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。

位置	盤番号	盤名称	安全機能（○：機能有り）					評価
			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	
59	H13-P925	ATS ECCS DIV-I CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの低圧炉心スプレイ系、低圧注水系、自動減圧系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅱの低圧注水系、自動減圧系の盤、安全区分Ⅲの高圧炉心スプレイ系の盤とは独立し分離されていることから、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。
60	H13-P927	同上			○	○	○	同上
61	CP-34A	RFP-T(A)制御盤						
62	CP-34B	RFP-T(B)制御盤						
63	H13-P640	TRANSIEMNT TEST PANEL						
64	H13-P621	RCIC RELAY CAB			○	○		当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの原子炉隔離時冷却系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅱの残留熱除去系の盤とは独立し分離されていることから、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。
65	H13-P632	LEAK DETECTION DIV-I CAB						
66	H13-P629	LPCS&RHR "A" RELAY DIV-I CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの低圧炉心スプレイ系、低圧注水系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅱの低圧注水系の盤、安全区分Ⅲの高圧炉心スプレイ系の盤とは独立し分離されていることから、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。
67	H13-P924	ATS RPS "D" CAB	○					当該盤において火災を想定した場合、原子炉スクラム機能等の安全区分ⅡのチャンネルDが機能喪失するおそれがあるが、安全区分ⅡのチャンネルBの盤とは独立し分離されていることから、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。
68	H13-P922	ATS RPS "B" CAB	○					当該盤において火災を想定した場合、原子炉スクラム機能等の安全区分ⅡのチャンネルBが機能喪失するおそれがあるが、安全区分ⅡのチャンネルDの盤とは独立し分離されていることから、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。
69	H13-P622	INBOARD VALVE NS4 DIV-II CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの原子炉格納容器隔離機能が喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、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。
70	H13-P631	ADS "B" RELAY CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの自動減圧系が機能喪失するおそれが

位置	盤番号	盤名称	安全機能（○：機能有り）					評価
			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	
								あるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、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。
71	H13-P690	S/P TEMP MON" B" CAB						
72	CP-16	FCS" B" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの可燃性ガス濃度制御系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、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。
73	H13-P639	CAMS" B" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの格納容器雰囲気監視系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、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。
74	CP-14	MSIV-LCS" B" CAB		○				当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの主蒸気隔離弁漏えい抑制系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、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。
75	CP-6B	SGTS&FRVS "B" CAB		○			○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの原子炉建屋ガス処理系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、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。
76	CP-41	STATION AUX POWER CAB						
77	H13-P623	OUTBOARD VALVE NS4 DIV-I CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの原子炉格納容器隔離機能が喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、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。
78	H13-P628	ADS" A" RELAY CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの自動減圧系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、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。
79	H13-P689	S/P TEMP MON "A" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰのサブレーション・プール水温度監視系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失する

位置	盤番号	盤名称	安全機能（○：機能有り）					評価
			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	
								ことはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
	H13-P690	S/P TEMP MON "B" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱのサブプレッション・プール水温度監視系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、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。
80	CP-15	FCS" A" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの可燃性ガス濃度制御系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、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。
81	H13-P638	CAMS" A" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの格納容器雰囲気監視系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、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。
82	CP-13	MSIV-LCS" A" CAB		○				当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの主蒸気隔離弁漏えい抑制系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、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。
83	CP-6A	SCTS&FRVS "A" CAB		○			○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの原子炉建屋ガス処理系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、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。
84	H13-P921	ATS RPS "A" CAB	○					当該盤において火災を想定した場合、原子炉スクラム機能等の安全区分ⅠのチャンネルAが機能喪失するおそれがあるが、安全区分ⅠのチャンネルCの盤とは独立し分離されていることから、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。
85	H13-P923	ATS RPS "C" CAB	○					当該盤において火災を想定した場合、原子炉スクラム機能等の安全区分ⅠのチャンネルCが機能喪失するおそれがあるが、安全区分ⅠのチャンネルAの盤とは独立し分離されていることから、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。
86	CP-42B	PSVR 盤(2)						

位置	盤番号	盤名称	安全機能 (○：機能有り)					評価
			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	
87	CP-42A	PSVR 盤(1)						
88	CP-32	開閉所保護盤						
89	CP-36	保守用通信ジャック盤						
90	CP-40	275KV 系統周波数記録盤						
91	CP-43	潮位記録計盤						
92	H13-P660	スクラムタイミンクレコーダ盤						
93	X60-P001	光ファイバー設備監視装置制御盤						
94	C98-P001-1	定検時燃料移動監視装置						
95	C98-P001-2	定検時燃料移動監視装置						
96	—	PLR ポンプ振動監視装置盤						

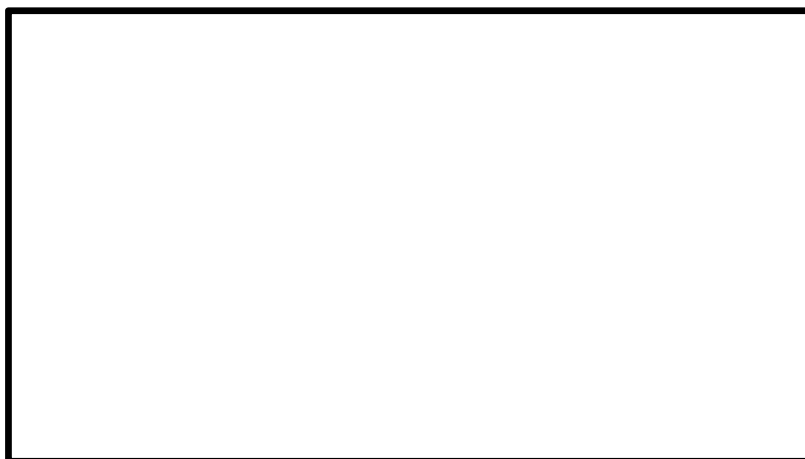
残留熱除去系の遮断器操作による運転操作

1. 操作概要

中央制御盤のうち、主盤（H13-P601）火災時においては、盤内で系統分離されているため、多重化された別の系統で安全停止が可能である。しかしながら、火災で損傷した当該区分の系統の一例として、残留熱除去系ポンプ及び残留熱除去系海水系のポンプは中央制御室では操作不能となるが、現場の遮断器の操作を実施することにより残留熱除去機能を確保することが可能である。以下に現場遮断器の操作による残留熱除去系統の起動手順を示す。

【残留熱除去系の弁操作】

残留熱除去系の系統構成に係る電動弁について、火災の影響がなく、制御回路が健全な場合は電動で開閉操作を実施する。また、制御回路の損傷により電動操作ができない場合は、現場MCCにて電動弁の電源を「切」としたうえで、電動弁を手動操作により開閉し系統構成する。



【残留熱除去系ポンプ遮断器操作】

操作場所：原子炉建屋付属棟 電気室（非常用高圧電源盤（M/C））

操作個数：3箇所（A系統またはB系統）

残留熱除去系ポンプ(A)または(B)，残留熱除去系海水ポンプ(A)(C)または(B)(D)のM/Cの制御電源を「切」とし，中央制御盤への制御回路を端子台で切離す。切離し完了後，M/Cの制御電源を「入」操作し遮断器の制御電源が充電されたことを遮断器のランプで確認する。盤面の遮断器の操作スイッチにより遮断器を投入しポンプを起動する。ポンプ停止時は遮断器の操作スイッチにより遮断器を開放し停止する。



M/C 遮断器「投入」操作

M/C 遮断器「開放」操作

補足説明資料 4-8

原子炉格納容器内火災時の想定事象と対応について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 6.2.4(2)項に示す原子炉格納容器内の系統分離対策により、原子炉格納容器内の火災を想定しても、原子炉の安全停止は可能である火災影響評価の結果を示すために補足資料として添付するものである。

2. 内容

原子炉格納容器内の火災を想定しても、原子炉格納容器内の系統分離対策及び運転員の操作により、原子炉の安全停止は可能である評価の結果を次項以降に示す。

3. はじめに

原子炉格納容器内の系統分離対策により、原子炉起動中の窒素置換（格納容器内酸素濃度<4vol %）が完了していない期間において、原子炉格納容器内の火災を想定しても、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持することが可能であることを確認する。

4. 原子炉格納容器内火災による影響の想定

原子炉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完了」（以下「起動～原子炉格納容器内点検完了」という。）及び「点検完了後」から「窒素置換完了」（以下「原子炉格納容器内点検終了～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、油内包機器である原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプ用電動機、主蒸気内側隔離弁のうち、火災により主蒸気系統の閉止が想定される主蒸気内側隔離弁として、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、原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプ用電動機については、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。
- (4) 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敷設しているケーブルは、実証試験により自己消火性、耐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、火災が進展する可能性は小さい。ただし、保守的に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内全域におよぶものとする。
- (5) 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し、フェイル動作するものとする。
- (6) 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。
- (7) 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。

5. 原子炉の高温停止及び低温停止の達成、維持について

原子炉格納容器内においては、火災防護対象機器が金属製の筐体で構成され、火災防護対象ケーブルは、核計装ケーブルを除き、電線管に敷設し、電線管端部はシール材を施工することで延焼防止する設計としており、核計装ケーブルについては、位置的分散を図る設計としている。

火災の感知設備はアナログ式の異なる2種類の火災感知器を設置する設計とする。消火は、煙が充満しないことから、消火器を使用する設計としている。

影響軽減対策は、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等の設置や、6 m以上の離隔距離の確保、かつ、火災感知設備及び自動消火設備の設置、1時間の耐火能力を有する隔壁等の設置、かつ、火災感知設備及び自動消火設備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。

その上で、原子炉起動中において原子炉格納容器内の火災を想定しても、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持することが可能であることを示す。

5.1 起動～原子炉格納容器内点検完了

(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完了」までの期間における高温停止の達成については、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。

また、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のうち、当該ユニットのアキュムレータ、窒素容器、スクラム弁・スクラムパイロット弁は、原子炉格納容器内とは別の火災区域に設置されているため火災の影響はない。さらに、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り、火災による機能喪失は考えにくいことから、原子炉の高温停止を達成することは可能である。（第1図）

(2) 低温停止の達成、維持

原子炉の低温停止の達成、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（原子炉停止時冷却系）（第2図）、高圧炉心スプレイ系（第3図）、原子炉隔離時冷却系（第4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5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内とは別の火災区域に設置

されているため、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、電磁弁等については、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、電磁弁等も動的機能喪失することとなる。

起動～原子炉格納容器内点検完了までの間は、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、アナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器により火災発生を確認した時点で原子炉の停止操作（出力降下）を行うとともに、初期消火要員が現場に急行（15分以内）し、原子炉格納容器内への進入可否（未臨界状態）を確認した後に、所員用エアロックを開放（15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、火災の影響により原子炉格納容器内の電動弁及び電磁弁が動的機能喪失し、中央制御室からの遠隔操作に期待できない場合でも、消火活動後には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、運転員による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（原子炉停止時冷却系）による原子炉の低温停止の達成、維持は可能である。

5.2 原子炉格納容器内点検終了～窒素置換完了

(1) 高温停止の達成

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<4 vol%まで）である「原子炉格納容器内点検終了～窒素置換完了」における高温停止の達成については、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。

5.1(1)項に示すとおり、制御棒駆動機構及び制御棒駆動水圧系水圧制御ユニットは、火災によって影響がおよぶおそれはないことから原子炉の高温停止を達成することは可能である。

(2) 低温停止の達成、維持

原子炉の低温停止の達成、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（原子炉停止時冷却系）（第2図）、高圧炉心スプレイ系（第3図）、原子炉隔離時冷却系（第4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5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内とは別の火災区域に設置されているため、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、電磁弁等については、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、電磁弁等も動的機能喪失することとなる。

原子炉の起動工程において、原子炉格納容器内点検完了後から窒素封入開始前までの間で、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 以下を確認した後に所員用エアロックより進入し、現場確認及び消火活動を行う。また、消火栓使用を考慮し固定ギャグ（外扉、内扉）を取り外し、開閉可能な状態とする。

窒素封入開始から窒素置換完了までの間で、火災発生のおそれがない酸素濃度約 10 vol% までの封入時間は約 3 時間であり、封入と排出時間はほぼ同じであることから、封入開始後、約 1.5 時間を目安に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封入停止を判断する。なお、窒素封入作業継続により、消火することも可能である。

原子炉格納容器内の消火活動については、上記を踏まえた窒素排出作業後に格納容器の開放及び内部での消火活動を行うこととなる。

原子炉の低温停止の達成、維持は、5.1(2)項に示すとおり、運転員による手動開操作を行うことで可能である。

6. 内部火災影響評価

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基に想定される原子炉格納容器内の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を達成し、維持できることを「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」（平成 25 年 10 月）（以下「評価ガイド」という。）に基づき確認する。

(1) 特性表の作成

原子炉格納容器内に設置される機器等の情報を特性表に示す。

(別紙 1)

(2) 火災の伝播評価

原子炉格納容器に火災を想定した場合の隣接火災区域への影響を評価した結果、隣接火災区域への火災伝播の可能性がないことを確認した。

(別紙 1 特性表Ⅲ)

(3) 火災影響評価

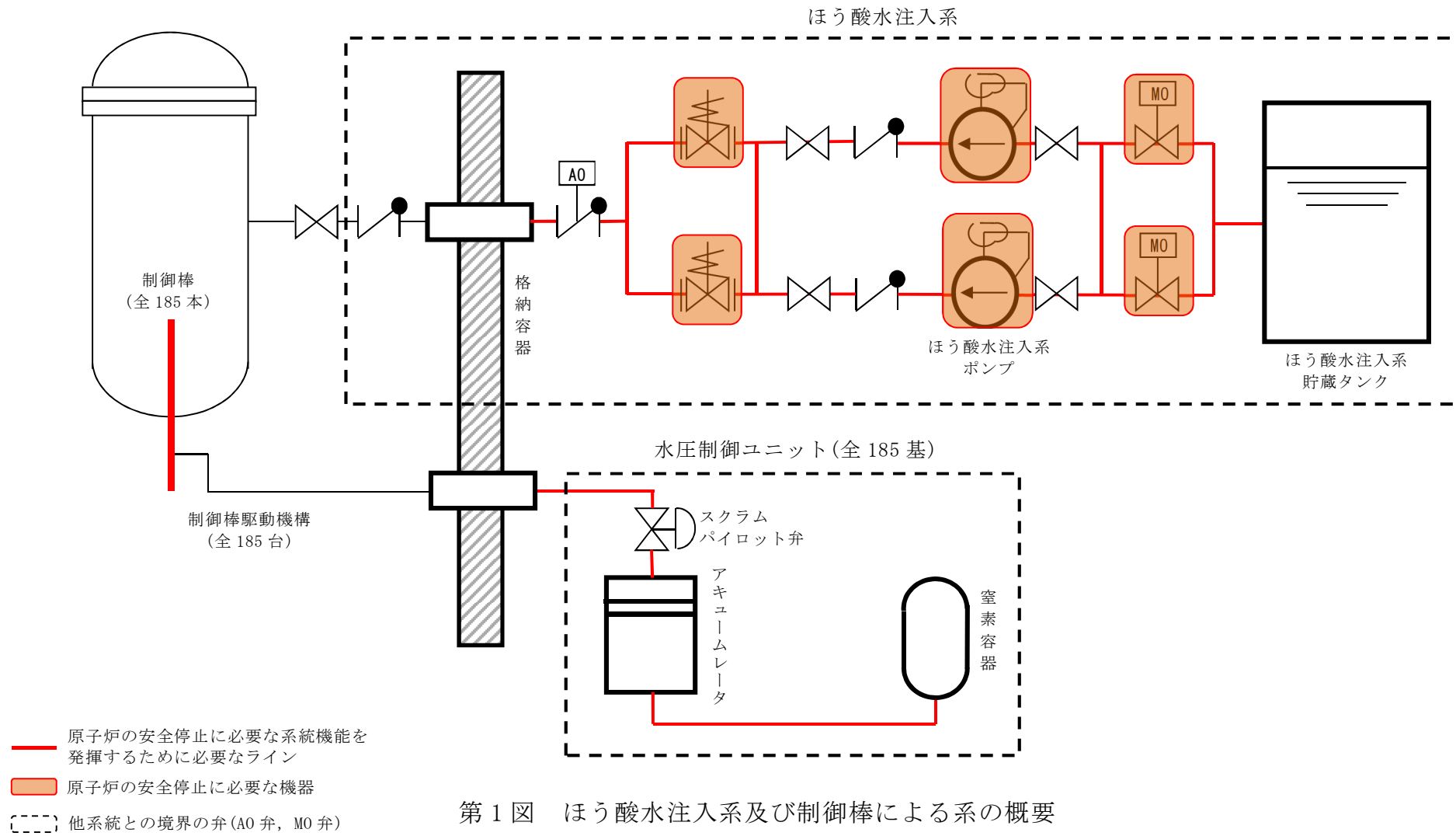
火災影響評価においては、評価ガイドに示される火災力学ツール F D T s (F i r e D y n a m i c s T o o l s) により油内包機器となる火災源の火炎の高さ、輻射、プルームの範囲内に火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが存在しないことを確認した。このため、原子炉格納容器内の火災を想定しても、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な方策が少なくとも一つ確保される。

(別紙 2)

7. まとめ

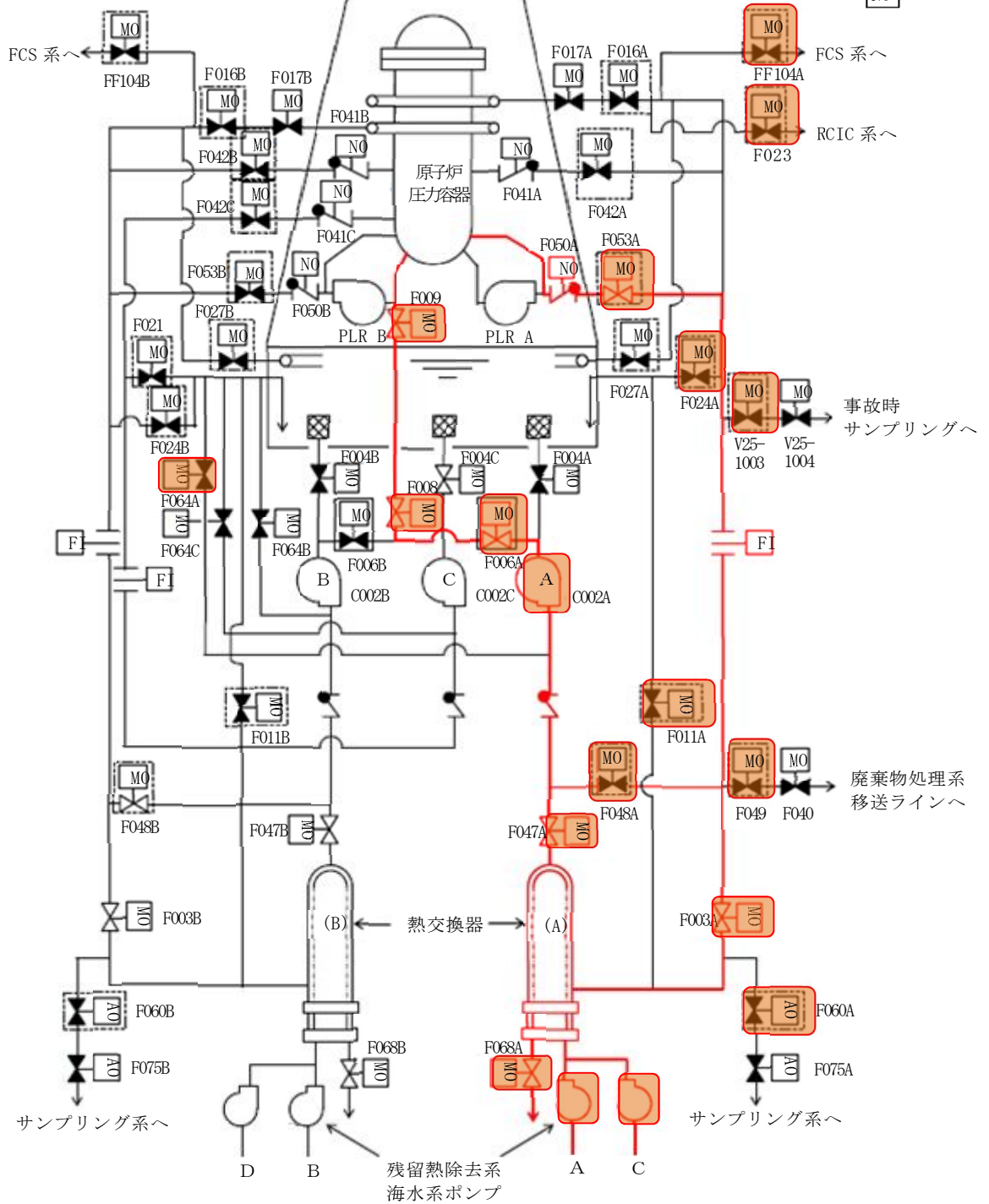
5. 項及び6. 項に示すとおり，原子炉格納容器内の火災を想定しても，原子炉格納容器内の系統分離対策及び運転員の操作により原子炉の高温停止及び低温停止を達成し維持することが可能である。なお，原子炉の状態に応じた原子炉格納容器内の火災感知器及び消火設備の状態を別紙3に示す。

(別紙 3)



第 1 図 ほう酸水注入系及び制御棒による系の概要

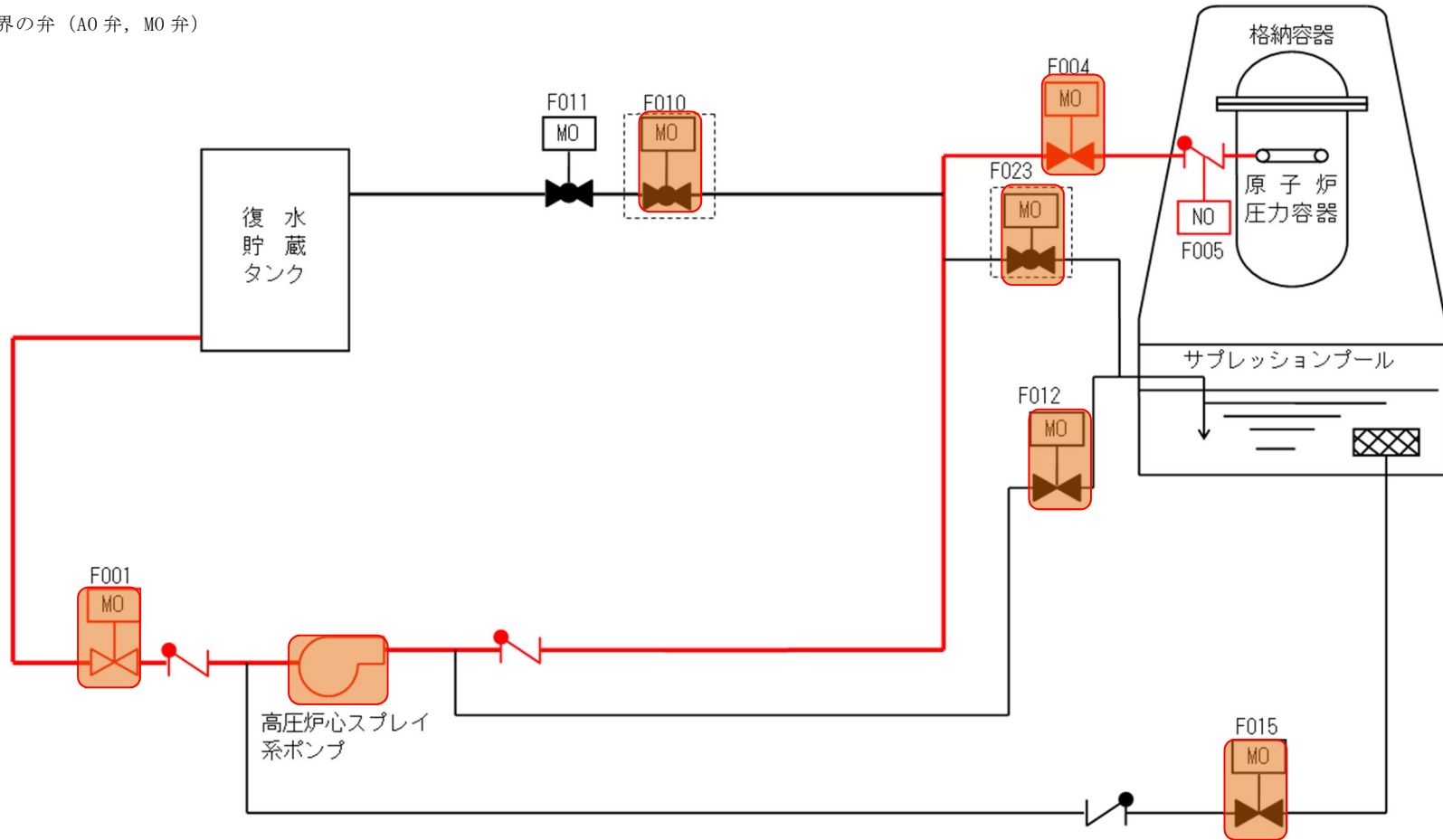
HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



- 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)

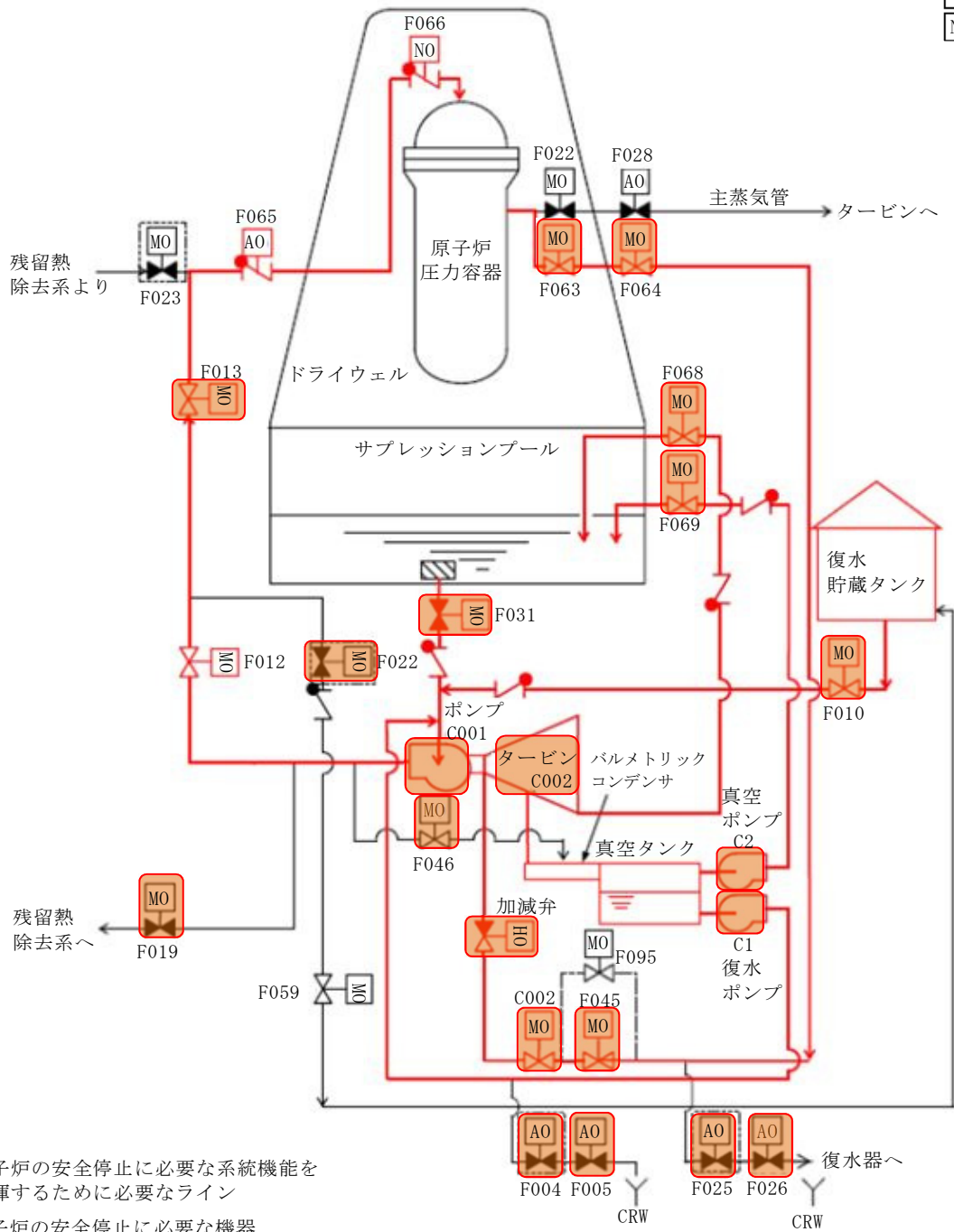
第 2 図 残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系)

- 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
- MO 原子炉の安全停止に必要な機器
- MO 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)

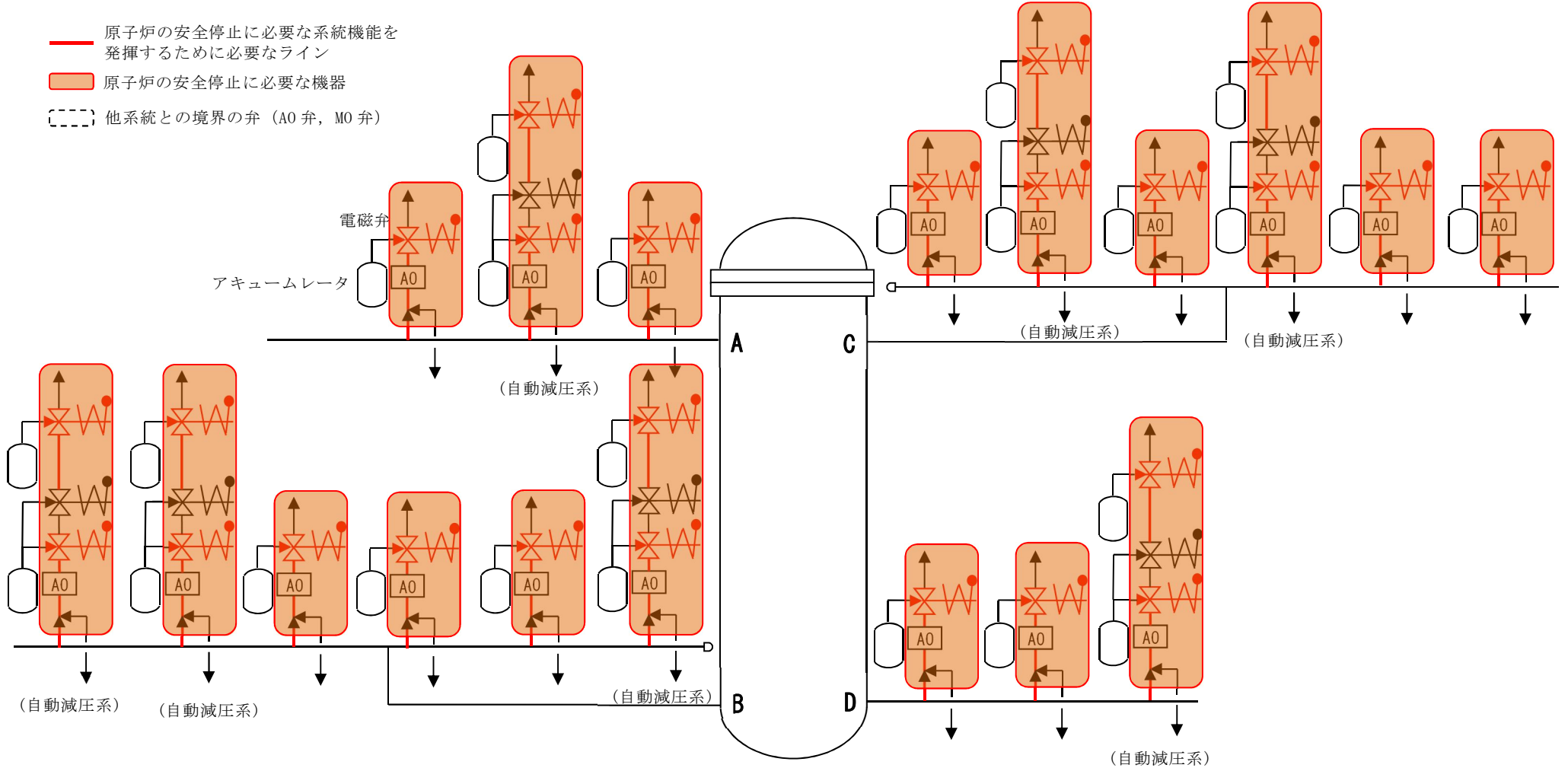


第 3 図 高圧炉心スプレイ系

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



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）

別紙 1

原子炉格納容器 特性表

火灾区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

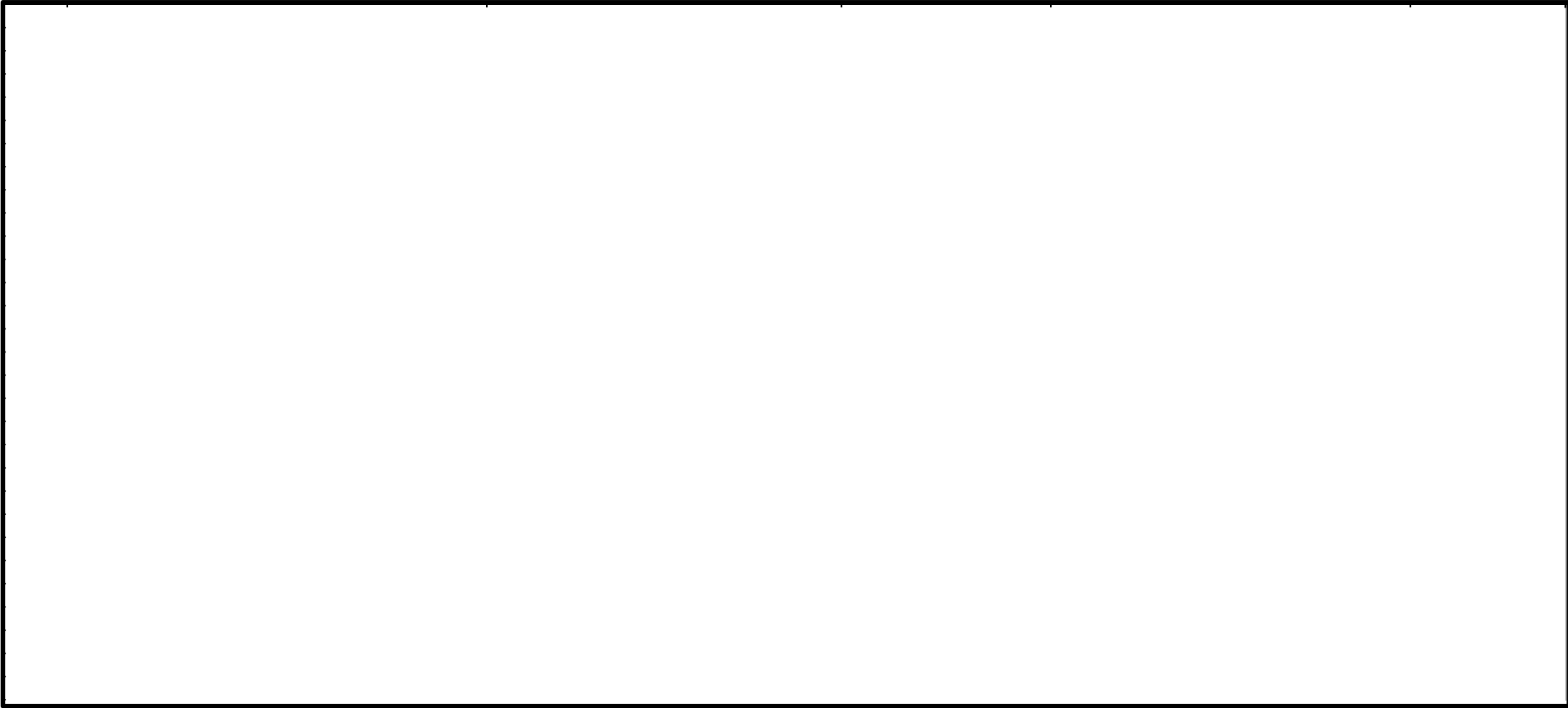
火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表 V

--

ケーブルリスト (特性表 V の添付)



別紙2

原子炉格納容器 火災影響評価

1. 火災影響評価

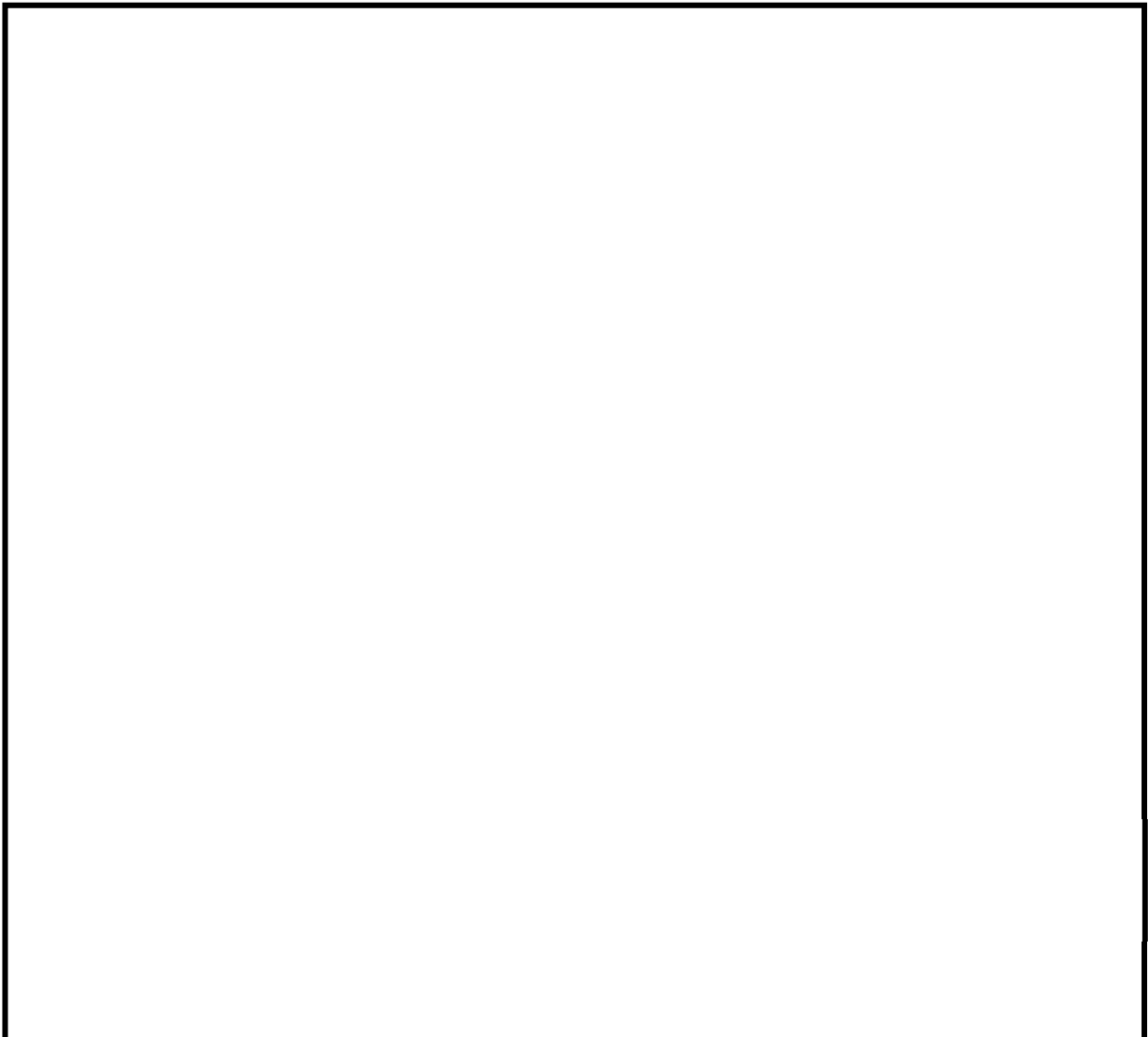
原子炉格納容器内の火災を想定しても、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な方策が少なくとも一つ確保されることを以下のとおり確認した。

(1) FDTsによる評価

a. 評価準備

(a) 火災源の特定

原子炉格納容器内に設置されているポンプ等の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用電動機、主蒸気内側隔離弁を火災源とする。油内包機器の配置を第1図に示す。



第1図 原子炉格納容器内における油内包機器の配置

(b) 火災源の発熱速度の特定

「(a) 火災源の特定」にて特定した潤滑油の漏えい火災は、評価ガイドに基づき、NUREG/CR-6850の考え方に則り、燃焼する油量を内包油量の10%と仮定し、この油量に対応するHRRを、第1表に示す入力条件を基に、以下の式に基づき算出する。なお、雰囲気温度は保守的に運転時の最高温度を考慮し、70℃とする。また、重力加速度は9.81 m/s²とする。

$$Q = m'' \Delta H_{c, \text{eff}} (1 - e^{-k\beta D}) A_{\text{dike}}$$

第1表 評価における入力条件

	燃焼速度 m'' [kg/m ² ・sec]	燃焼熱 ΔH _{c, eff} [kJ/kg]	密度 ρ [kg/m ³]	経験的乗数 kβ [m ⁻¹]	燃焼面積 A _{dike} [m ²]	プール火災の直径 D [m]
潤滑油	0.039	46000	760	0.7	0.10	0.357

上記の結果から、潤滑油の発熱速度Qは39.65 kWとなる。

b. 火災源の影響評価

火災源の影響評価方法を以下の(a)項～(d)項に示す。入力は第1表の条件とする。

また、火災源の影響評価結果を第2表に示す。

(a) 火災の高さ

火災の高さH_fは以下の式に基づき算出する。

$$H_f = 42D(m'' / \rho_a \sqrt{gD})^{0.61}$$

ここで、雰囲気温度70℃における空気密度は以下の通り。

$$\rho_a = 353 / (70 + 273) \approx 1.03$$

(b) 火炎プルームの影響範囲

火炎プルームの影響範囲H_pは以下の式に基づき、火炎プルーム中心線温度T_p(centerline)が熱可塑性ケーブルの損傷温度205℃に達する高さを算出する。

$$T_{p(\text{centerline})} - T_a = 9.1 (T_a / g c_a^2 \rho_a^2)^{1/3} Q_c^{2/3} (z - z_0)^{-5/3}$$

ここで、

T_a : 周辺温度 (343 K)

c_a : 空気の比熱 (1.00 kJ/kg)

Q_c : 発熱速度の対流部 (Q_c = χ_cQ)

χ_c : 対流熱放出率 (0.70)

z : 火災の仮想の原点から火炎プルームの影響範囲

z_0 : 火災の仮想の原点 ($z_0/D = -1.02 + 0.083(Q^{2/5}/D)$)

(c) 火炎による輻射の影響範囲

火炎による輻射の影響範囲 R は以下の式に基づき、輻射熱 q'' が熱可塑性ケーブルの損傷基準である 6kW/m^2 に達する距離を算出する。

$$q'' = Q \chi_r / 4 \pi R^2$$

ここで、

χ_r : 放射割合 (0.30)

R : 火源の中心からターゲットまでの距離 ($R = L + D/2$)

L : 火炎からターゲットまでの距離

(d) 火災による高温ガス層の影響範囲

イ. 計算モデル

評価に当たっては、「閉鎖区画対象モデル」を使用する。

ロ. 評価の前提条件

高温ガスによる影響評価の前提条件は以下の通り。

- ・ライニング材料は、評価対象となる火災区域及び火災区画を構成する構造物の材料である「コンクリート」とする。
- ・ライニング材であるコンクリートの厚さは、全評価対象の火災区域及び火災区画を構成する壁厚さのうち、3時間耐火性能を満足する最小厚さの150 mm とする。
- ・高温ガス層の温度は、火災が1時間継続し続けるものとして1時間後の温度とする。

ハ. 入力値の考え方

- ・火災区域及び火災区画の幅 (w_c)、長さ (l_c)

原子炉格納容器は、床面形状が評価ガイドの評価式で前提としている正方形又は長方形ではないこと及び高さによって変化することから、実際の火災区域及び火災区画の幅及び長さの平均から正方形に置き換え、「火災区域及び火災区画の幅、長さ」とする。

なお、火災区域及び火災区画の形状は、総面積が小さいほど構造物（コンクリート）による吸熱（熱損失）が小さくなり保守的な結果となる。

- ・火災区域及び火災区画の高さ (h_c)

評価対象となる火災区域及び火災区画の「床面」から「天井高さ」とする。

ニ. 高温ガス層の温度の評価

高温ガス層の温度 (T_g) は、以下の式により算出する。

$$\Delta T_g = (2K_2 / K_1^2) (K_1 \sqrt{t} - 1 + e^{-(K_1 \sqrt{t})})$$

$$T_g = T_a + \Delta T_g$$

ここで、

ΔT_g : 上層ガスの温度上昇 (K)

T_a : 雰囲気温度 (343K)

K_1 : $K_1 = 2(0.4 \sqrt{k \rho c}) A_T / mc_a$

K_2 : $K_2 = Q / mc_a$

$k \rho c$: 熱慣性 (コンクリート : $2.9 (\text{kW}/\text{m}^2\text{-K})^2\text{-sec}$)

m : 区画内のガスの質量 ($m = V \times \rho_a$)

V : 区画の体積 (m^3)

A_T : 区画を囲んでいる境界面の総面積 (m^2)

ρ_a : 空気密度

c_a : 空気の比熱 (1.00 kJ/kg)

c_p : ライニング材の比熱 (コンクリート : 0.75 kJ/kg)

Q : 発熱速度 (39.65 kW)

t : 燃焼時間 (3600 s)

w_c : 区画の幅 (18 m)

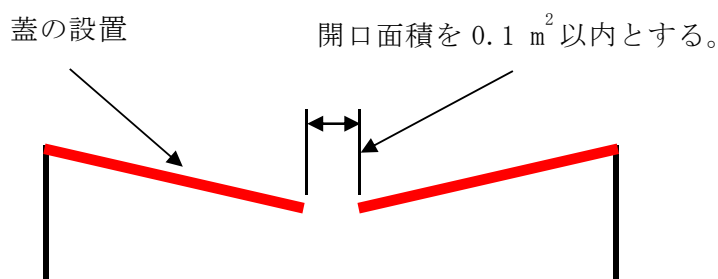
l_c : 区画の長さ (18 m)

h_c : 区画の高さ (30 m)

第2表 原子炉格納容器の火災源ごとのFDTs算出結果

火災源の条件				FDTs算出結果			
火災源	火災源の油保有量	堰等の保有量 [ℓ]	開口面積 [m ²]* ¹	火炎の高さ Hf [m]	プルーム高さ Hp [m]* ²	輻射 R [m]* ³	高温ガス [°C]* ⁴
原子炉再循環系流量制御弁 (A) (B)	450 ℓ/台	450 以上	0.1				
原子炉再循環ポンプ用電動機 (A) (B)	620 ℓ/台	620 以上	0.1				
主蒸気内側隔離弁 (A)～(D)	9 ℓ/台	9 以上	0.1				

注記 *1：火災源は油内包機器であることから，火災発生防止対策として堰等を設置する設計としており，堰等の上に蓋を設置し，開口面積を0.1 m²以内とする。(第2図)



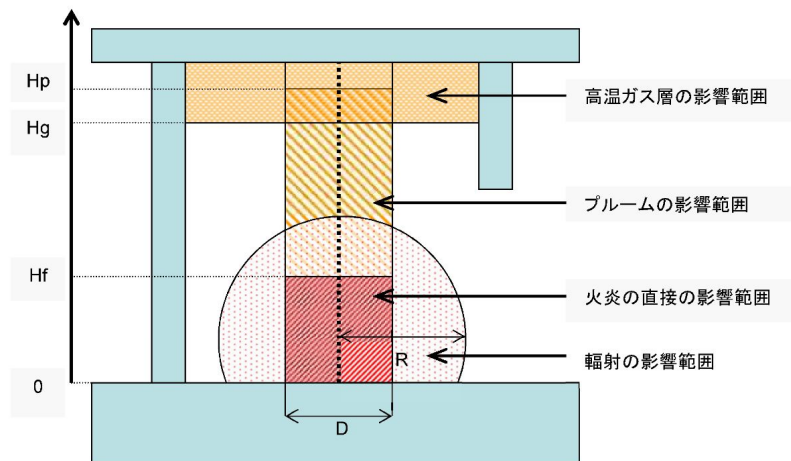
第2図 堰等の断面図

- *2：熱可塑性ケーブルが損傷する温度 205 °Cに達する高さを示す。
- *3：熱可塑性ケーブルが損傷する輻射 6 kW/m²に達する半径を示す。
- *4：原子炉格納容器内の最上部を示す。

c. 火災防護対象機器への影響

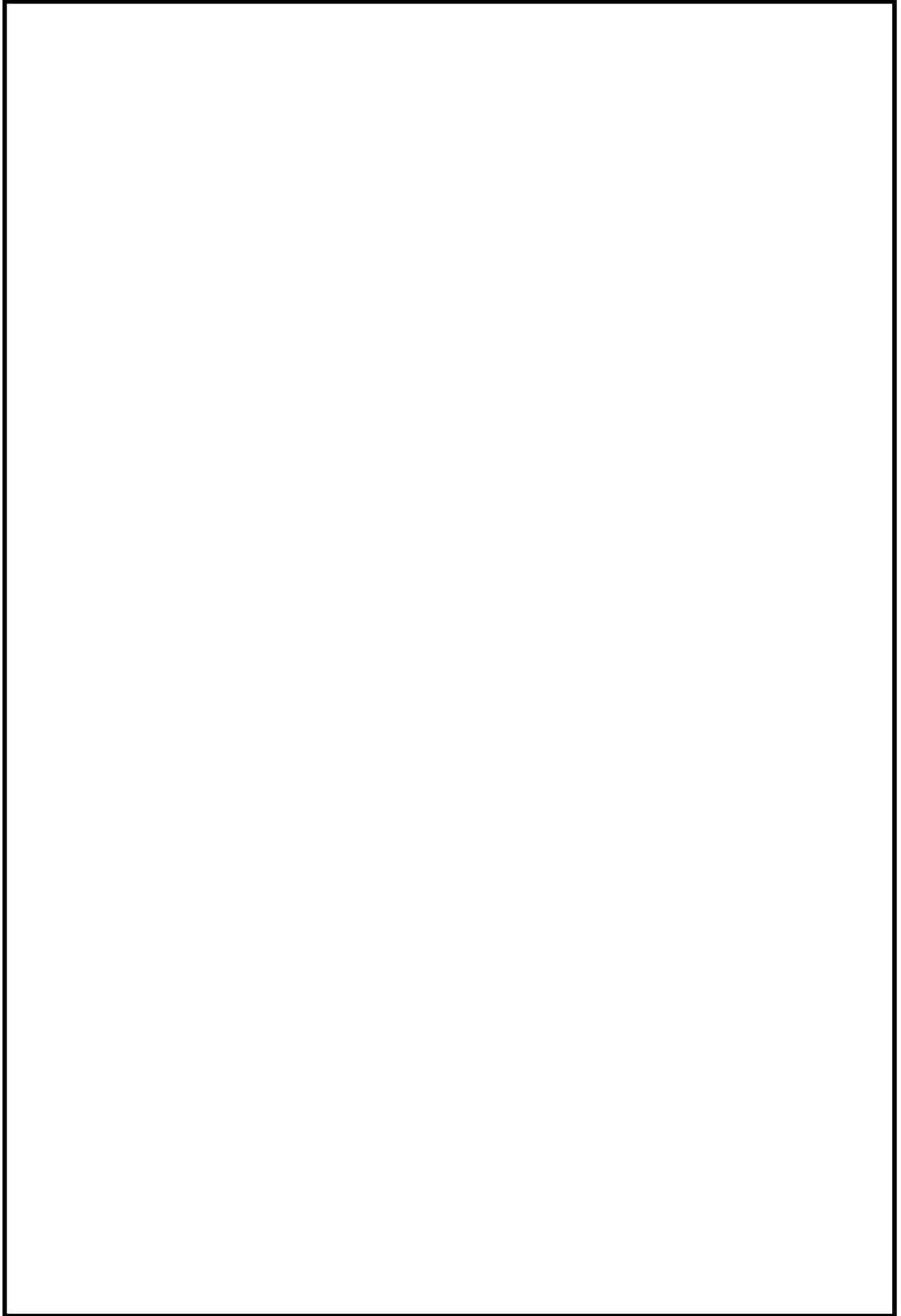
前項で算出した火炎，プルーム，輻射，高温ガスの影響範囲（第3図）に火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが設置されていないことを現場にて確認した。

原子炉再循環系流量制御弁，原子炉再循環ポンプ用電動機，主蒸気内側隔離弁の上部に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ないことをそれぞれ第4図～第7図に示す。

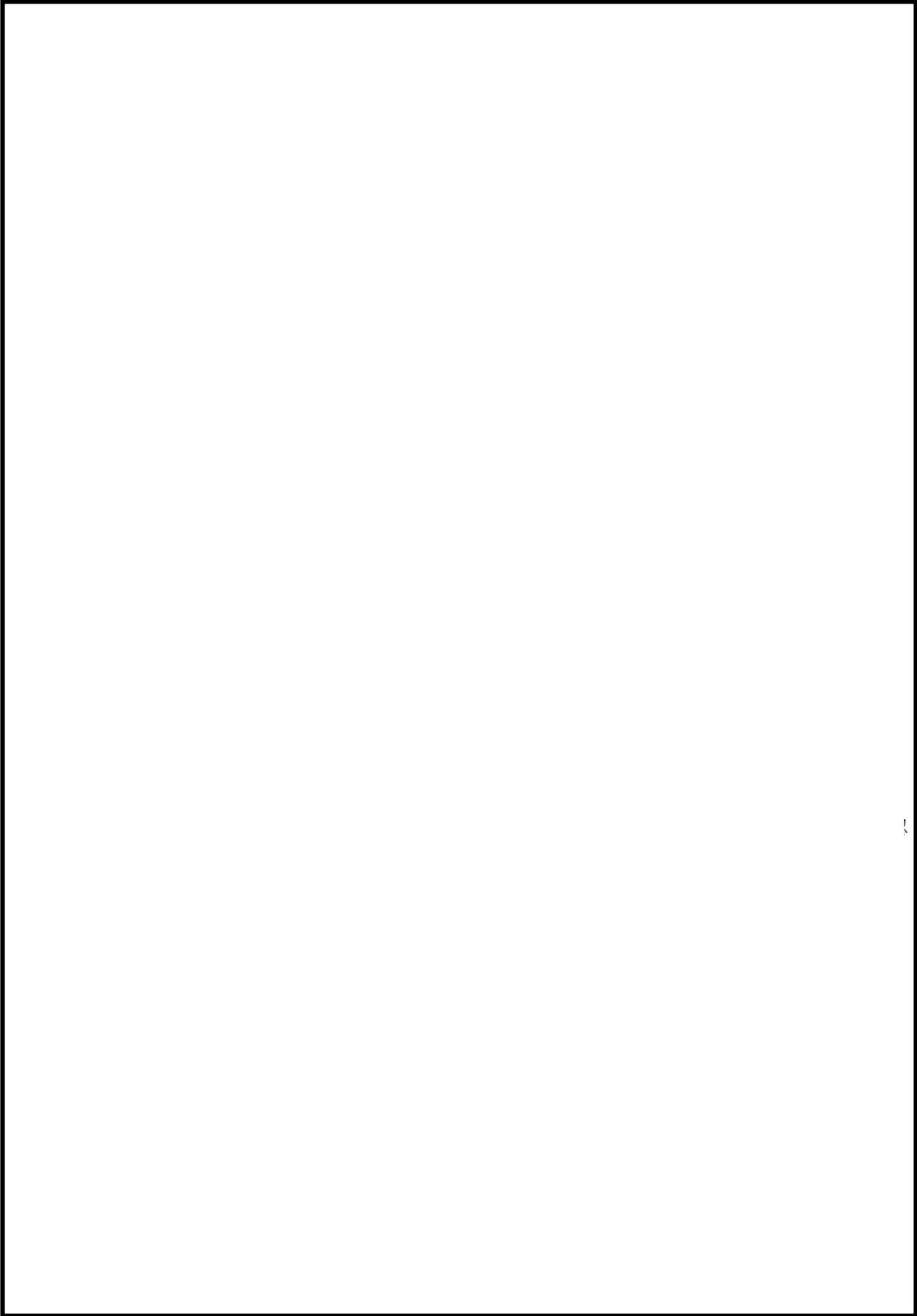


- Hf : 火炎の高さ
- Hp : プルームの損傷範囲の高さ
- Hg : 高温ガス層の損傷範囲の高さ
- R : 輻射の損傷範囲の高さ
- D : 火炎の直径

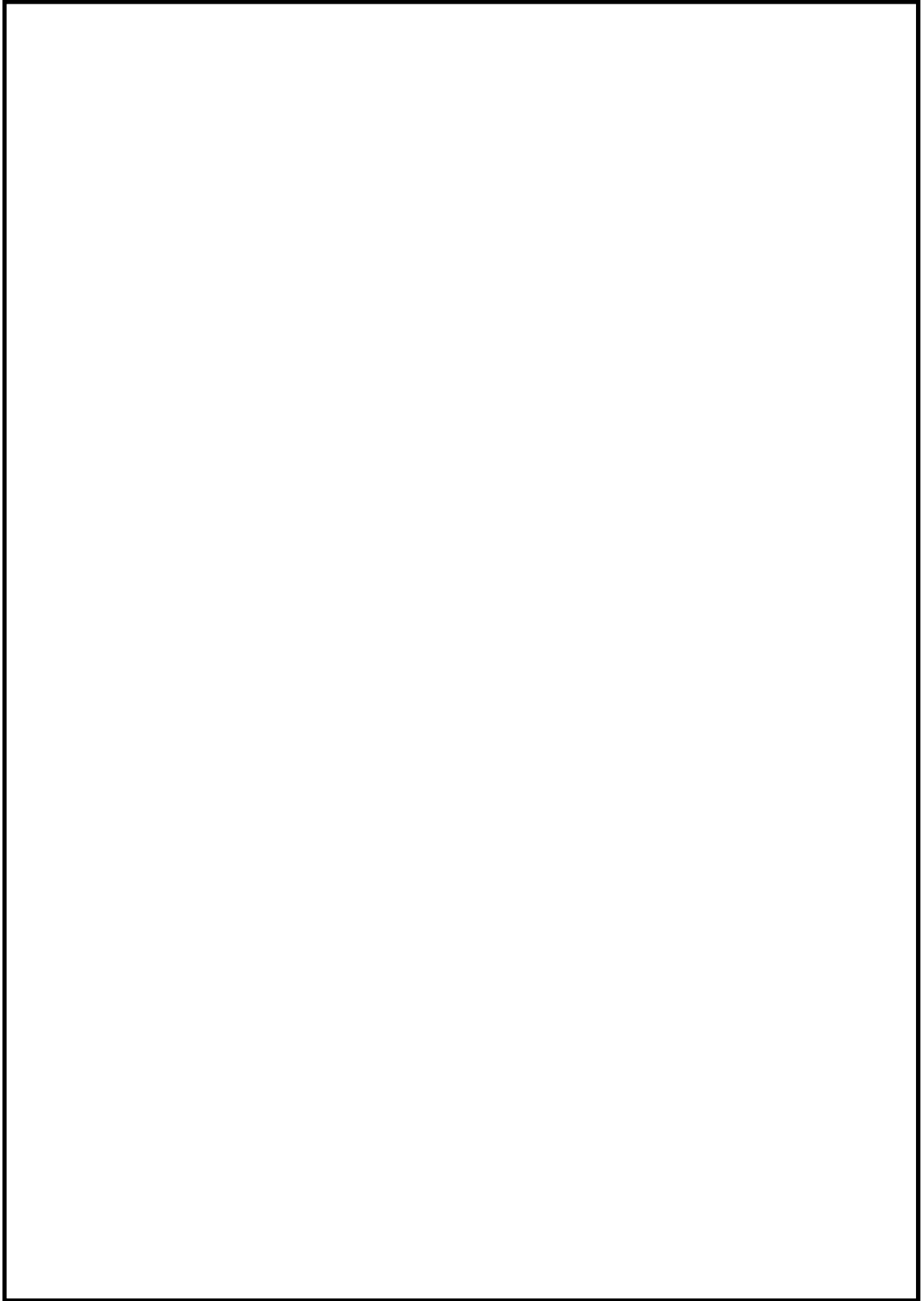
第 3 図 火災影響範囲のモデル



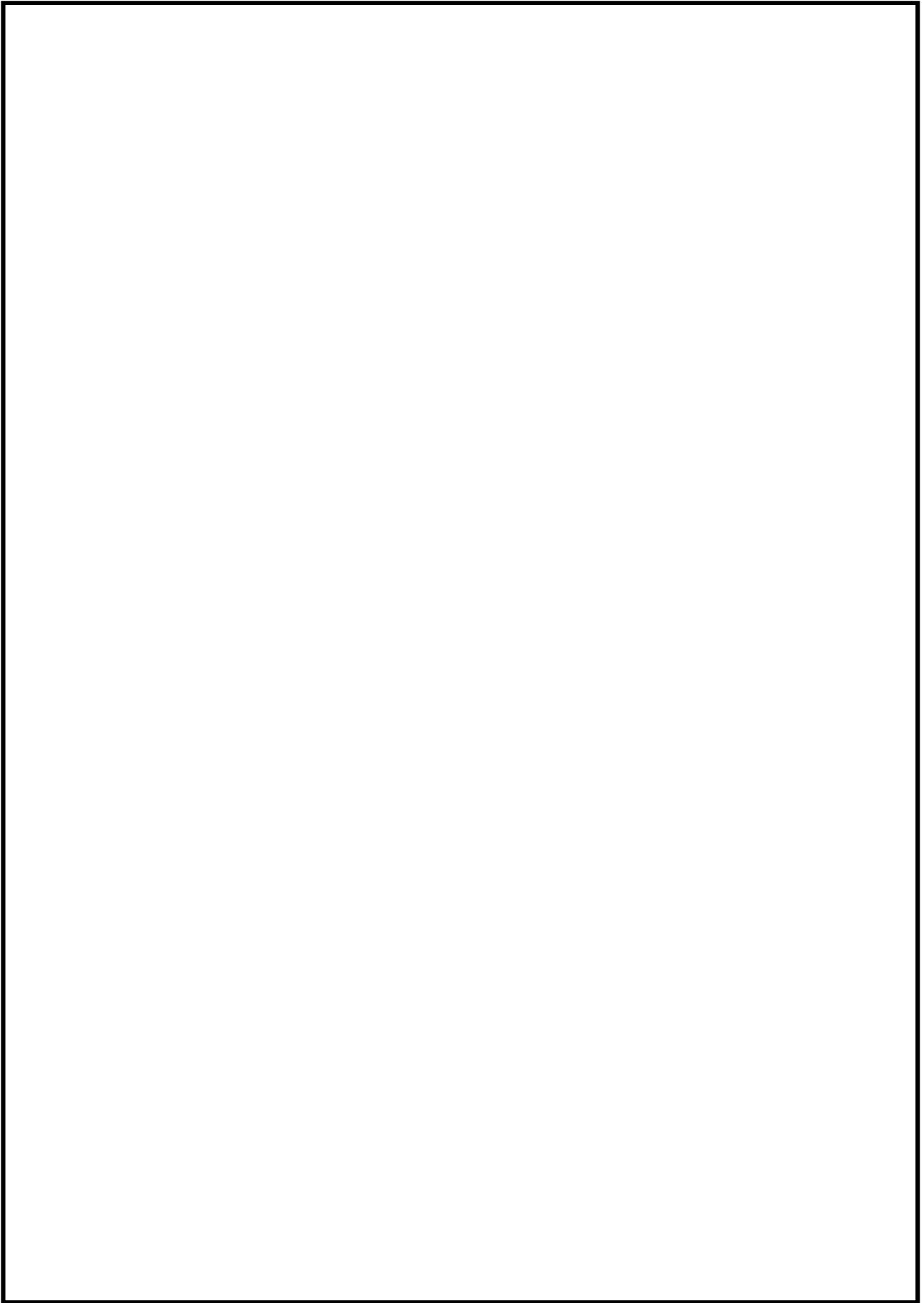
第 4 図 原子炉再循環系流量制御弁



第 5 図 原子炉再循環ポンプ用電動機



第 6 図 主蒸気内側隔離弁



第 7 図 原子炉格納容器上部

(2) 火災影響評価結果

(1)項の評価により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方策が少なくとも一つ確保されることを確認した。

評価結果を第3表に示す。

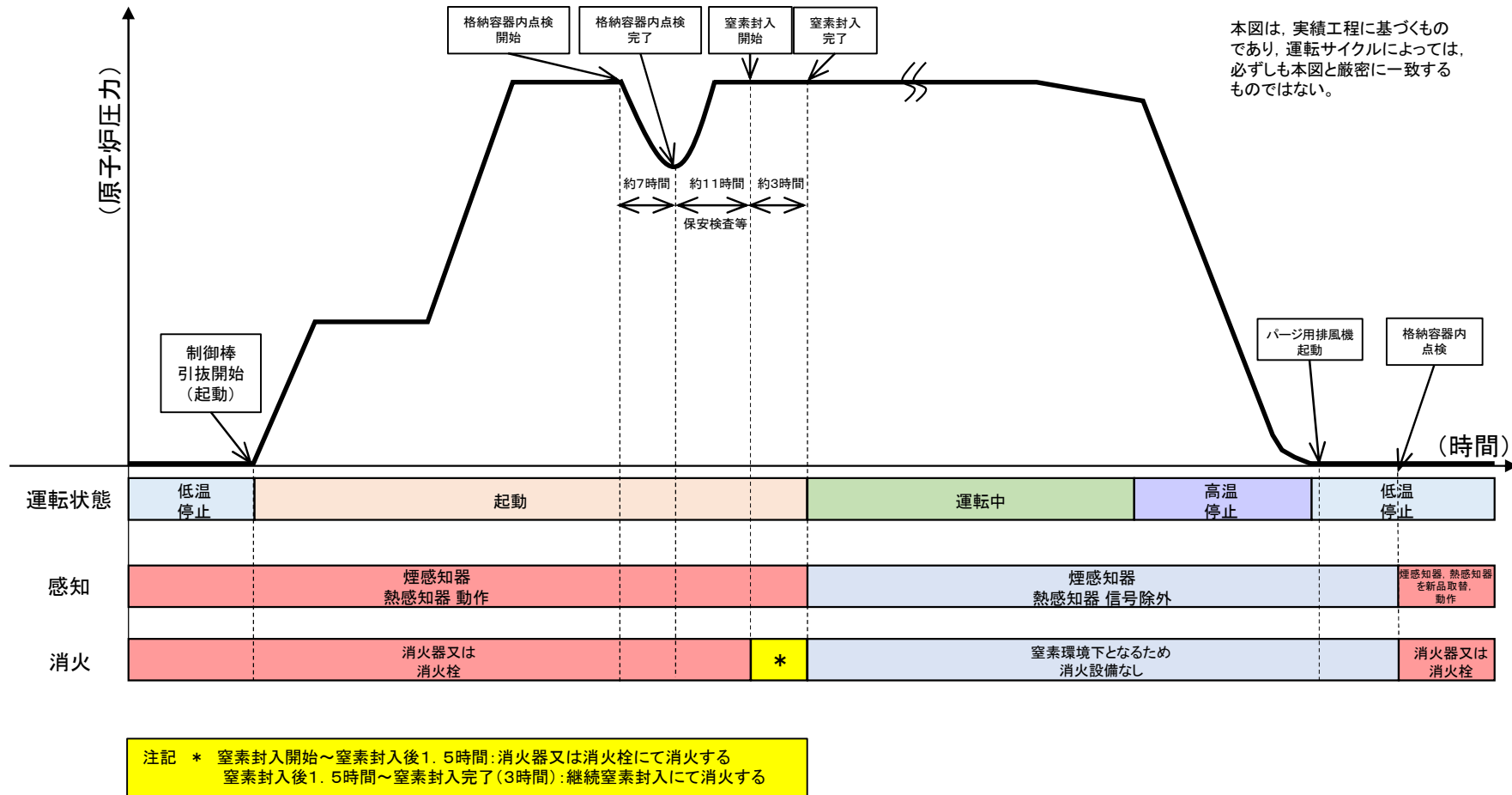
第3表 原子炉格納容器内の火災影響評価

火災 区画 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全 施設等	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 (安全機能確保)

別紙3

原子炉の状態における原子炉格納容器内の
感知及び消火について



第1図 原子炉の状態における原子炉格納容器内の感知及び消火について

補足説明資料 4-9

影響軽減対策における火災耐久試験結果の詳細について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 6.1(2)項及び 6.2.3 項に示す影響軽減対策における火災耐久試験結果の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

火災耐久試験結果の詳細について以下に示す。

3. 火災耐久試験結果の詳細

3.1 耐火隔壁

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、建築基準法第2条第7号耐火構造を確認するための防火設備性能試験（防耐火性能試験・評価業務方法書）に基づく判定基準を満足している。したがって、耐火隔壁は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第1表に示す。

第1表 耐火隔壁の試験結果

項目		耐火隔壁	
試験開始前			
試験体			
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いこと。	良	良
試験結果		合格	合格

3.2 配管貫通部

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第2表に示す。

第2表 配管貫通部の試験結果

項目		配管貫通部	
試験体		試験体①～⑮	試験体⑯，⑰
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

3.3 ケーブルトレイ及び電線管貫通部

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。したがってケーブルトレイ及び電線管貫通部は3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を第3表に示す。

第3表 ケーブルトレイ及び電線管貫通部の試験結果（1/2）

項目		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いこと。	良
試験結果		合格

第3表 ケーブルトレイ及び電線管貫通部の試験結果 (2/2)

項目		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ないこと。	良
試験結果		合格

3.4 防火扉

試験結果は、ドアクローザーの一部を除き、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。したがって、防火扉は3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を第4表に示す。

第4表 防火扉の試験結果

項目		防火扉	
		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*
	・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

注記 * : ドアクローザー一部を除く

3.5 防火ダンパ

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，防火ダンパは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を第5表に示す。

第5表 防火ダンパの試験結果

項目		防火ダンパ	
試験体		試験体：角型①	試験体：角型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

3.6 耐火間仕切り

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。試験前後の写真を第6表に示す。

第6表 耐火間仕切りの試験結果（1/3）

項目		耐火間仕切り
試験体		試験体：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*
	・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

注記 *：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。

第6表 耐火間仕切りの試験結果 (2/3)

試験体		試験体：②
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
判定基準	・火炎がおと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

注記 *：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。

第6表 耐火間仕切りの試験結果 (3/3)

試験体		試験体：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*
	・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

注記 *：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。

3.7 耐火ラッピング

試験結果は、ケーブルトレイ及び電線管のいずれの試験体においても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。試験前後の写真を第7表に示す。

第7表 耐火ラッピングの試験結果 (1/3)

項目		耐火ラッピング (ケーブルトレイ)
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
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
電気特性確認	導通があること	良
	絶縁抵抗が10 MΩ以上あること	良
試験結果		合格

第7表 耐火ラッピングの試験結果 (2/3)

項目		耐火ラッピング (電線管)
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
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
電気特性確認	導通があること	良
	絶縁抵抗が10 MΩ以上あること	良
試験結果		合格

第 7 表 耐火ラッピングの試験結果 (3/3)

項目	放水試験
試験開始前 (3時間耐火試験後)	
試験後	