

東海第二発電所における  
火災防護対象機器等の系統分離について

## 【目次】

1. 概要
  2. 要求事項
  3. 火災防護対象機器等の選定
  4. 相互の系統分離の考え方
  5. 火災の影響軽減対策
    - 5.1 火災区域を構成する耐火壁等
    - 5.2 互いに相違する系列の火災防護対象機器等を分離する隔壁等
  6. 中央制御室の火災の影響軽減対策
    - 6.1 中央制御盤内の分離対策
    - 6.2 中央制御室床下の分離対策
    - 6.3 中央制御室火災時の原子炉の安全停止に係る影響評価
- 添付資料 1 東海第二発電所における火災の影響軽減のための系統分離対策について
- 添付資料 2 東海第二発電所における系統分離に使用する隔壁等の耐火性能について
- 添付資料 3 東海第二発電所における中央制御盤内の分離について
- 添付資料 4 東海第二発電所における中央制御室のケーブルの分離状況について
- 添付資料 5 東海第二発電所における中央制御室の制御盤の火災を想定した場合の対応について

## 東海第二発電所における火災防護対象機器等の系統分離について

## 1. 概要

東海第二発電所では、以下の要求事項を考慮し、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブル(以下「火災防護対象機器等」という。)の重要度に応じ、それらを設置する火災区域(区画)内の火災及び隣接する火災区域(区画)における火災による影響に対して、火災の影響を軽減するための対策を行う。

## 2. 要求事項

火災防護対象機器等の系統分離は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(以下「火災防護に係る審査基準」という。)の「2.3 火災の影響軽減」に基づき実施することが要求されている。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(抜粋)

## 2.3 火災の影響軽減

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

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

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

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

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

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

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



### 3. 火災防護対象機器等の選定

火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」では、原子炉施設のいかなる火災によっても、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を高温停止及び低温停止できることを求め、また、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、系統及び機器の重要度に応じて、「その相互の系統分離」を要求している。

火災が発生しても、原子炉を高温停止及び低温停止するためには、プロセスを監視しながら原子炉を停止し、冷却を行うことが必要であり、このためには手動操作に期待してでも、以下の機能を達成するための機器を少なくとも一系統確保することが必要である。

[原子炉の安全停止に必要な機能]

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

このため、原子炉の安全停止に必要な機能について、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」より抽出し、これらの機能に対し、火災によってこれらの機能に影響をおよぼす系統、及びこれらの系統に対する原子炉の安全停止に必要な機器を、資料 2「東海第二発電所における原子炉の安全停止に必要な機器の選定について」で選定する。

なお、上記で選定された機器は、火災が発生した場合に原子炉の安全停止に影響をおよぼす機器であることから、これらを「火災防護対象機器」とし、火災防護対象機器を動作または制御するケーブル(電源盤、制御盤を含む。)を「火災防護対象ケーブル」とする。

#### 4. 相互の系統分離の考え方

原子炉の高温停止及び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」を行う際には、単一火災(任意の一つの火災区域で発生する火災)の発生により、相互に分離された安全区分のすべての安全機能が喪失することのないよう、安全区分Ⅰ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7-1図)

	安全区分Ⅰ	安全区分Ⅱ	安全区分Ⅲ
高温停止	原子炉隔離時冷却系 自動減圧系(A) 低圧注水(A) 低圧炉心スプレイ (LPCS)系	自動減圧系(B) 低圧注水系(B) 低圧注水系(C)	高圧炉心スプレイ (HPCS)系
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7-1図 互いに相違する系列の系統分離の概要

## 5. 火災の影響軽減対策

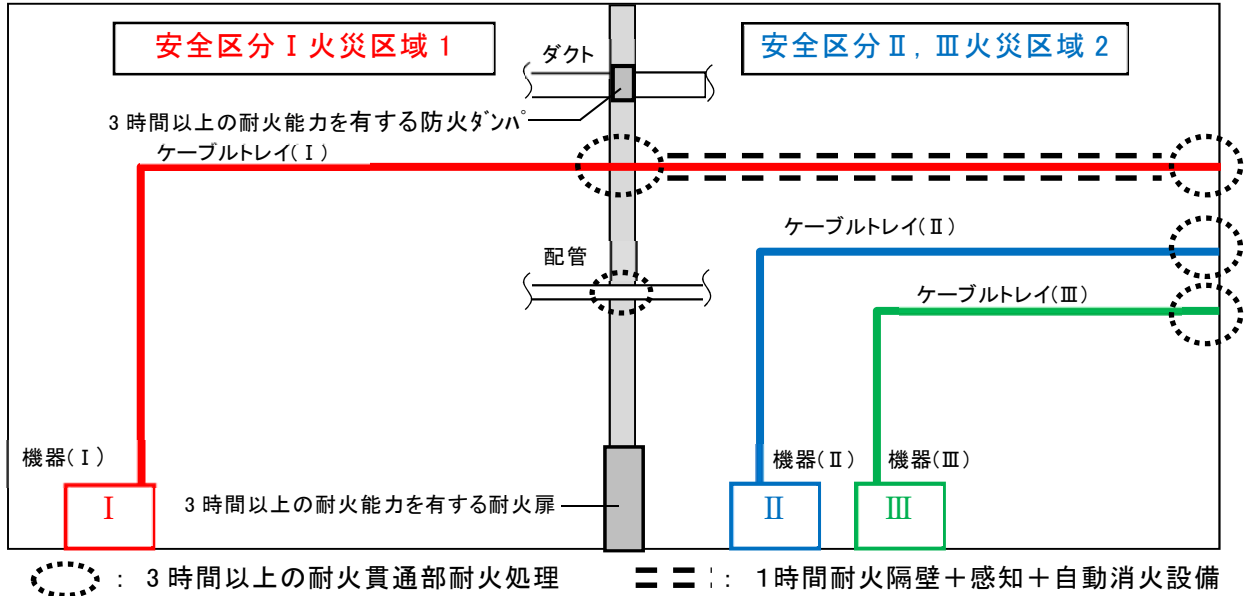
火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」(1)及び(2)a, cでは，「原子炉の高温停止及び低温停止に関わる安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域」及び「互いに相違する系列の火災防護対象機器等の系列間」を，3時間以上の耐火能力を有する耐火壁または隔壁等により分離すること，1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離し，かつ，火災感知設備及び自動消火設備の設置が要求されている。

東海第二発電所では，相互の系統分離が必要な箇所については中央制御室制御盤及び格納容器を除き，「3時間以上の耐火壁又は隔壁等」及び「1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離し，かつ，火災感知設備及び自動消火設備の設置」によって分離する設計とする。(第7-2図(1)，添付資料1)

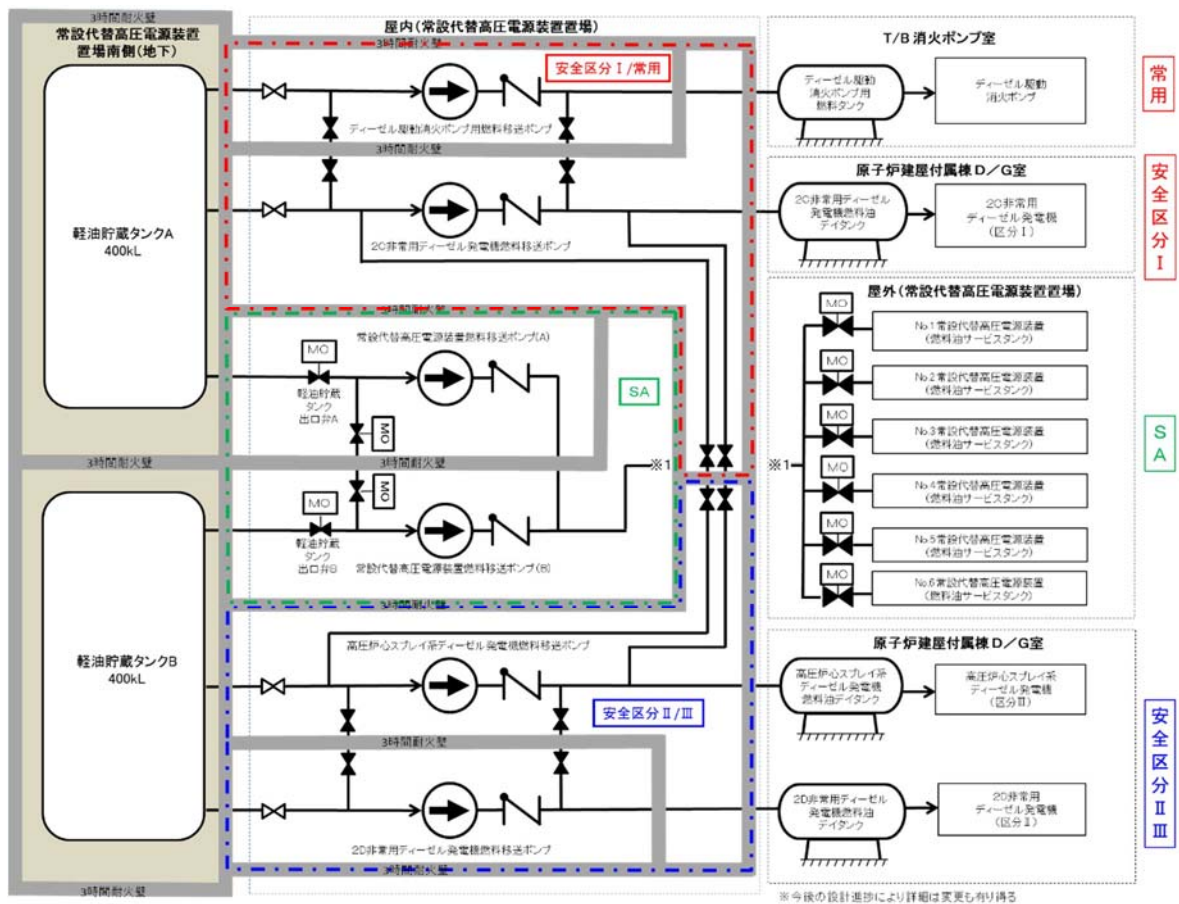
系統分離の例として，軽油貯蔵タンクから非常用ディーゼル発電機用燃料移送ポンプ，常設代替高圧電源装置用燃料移送ポンプへの燃料配管の系統分離を

示す。(第7-2図(2))

なお、以下に示す以外の耐火壁及び隔壁等については、設計の妥当性が火災耐久試験により確認できたものを使用する設計とする。



第 7-2(1) 図 火災の影響軽減対策のイメージ



第 7-2(2) 図 軽油移送ポンプ系統図

## 5.1 火災区域を構成する耐火壁等

火災区域は、3時間以上の耐火性能を有する耐火壁(耐火障壁、貫通部シーリング、防火扉及び防火ダンパ)・隔壁等(耐火間仕切り、ケーブルトレイ等耐火ラッピング)(添付資料2)で分離する設計とする。

耐火壁のうち、コンクリート壁は、建築基準法を参考に国内の既往文献にて確認した結果、3時間耐火に必要な最少壁厚以上の壁厚が確保されていること確認した。コンクリート壁以外の耐火壁・隔壁等については、火災耐久試験により3時間以上の耐火性能を確認したものを使用する。耐火壁等の設置に係る現場施工では、火災耐久試験の試験仕様に基づき、耐火性能を確保するために必要な施工方法及び検査項目を定める。

また、屋外(地下)に設置している以下の火災防護対象機器等については、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」に基づき、火災区域を設定する。

- 原子炉建屋付属棟屋上区域
- 海水ポンプ区域

## 5.2 互いに相違する系列の火災防護対象機器等を分離する隔壁等

互いに相違する系列の火災防護対象機器、火災防護対象ケーブルは、火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を確認した隔壁、1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離し、かつ、火災感知設備及び自動消火設備の設置することで系統分離する。(隔壁等の火災耐久試験の結果については、添付資料2参照)

また、火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」(2)の要件の適用が困難な中央制御盤については、実証試験、運転員による確実な早期消火等の対応策を総合的に勘案した火災の影響軽減対策を行う設計とする。

なお、中央制御盤と同様に火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」

(2)の要件の適用が困難な格納容器内の火災の影響軽減対策については、資料8に示す。

## 6. 中央制御室の火災の影響軽減対策

### 6.1 中央制御盤内の分離対策

中央制御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6m以上確保することや互いに相違する系列を1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離することが困難である。

したがって、中央制御盤内の火災防護対象機器等は、以下に示す実証試験結果に基づく離隔距離等による分離対策、高感度煙感知器の設置による早期の火災感知及び常駐する運転員による早期の消火活動を行う設計とする。

#### a. 離隔距離による分離

中央制御盤内の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルである操作スイッチ及びケーブルは、火災を発生させて近接する他の構成部品に火災の影響がないことを確認した実証試験<sup>※1</sup>に基づき、以下の分離対策を講じる。(添付資料3)

※1 出典：「ケーブル、制御盤及び電源盤火災の実証試験」、TLR-088、(株)東芝 H25年3月

(a) 中央制御盤は厚さ3.2mm以上の金属製筐体で覆う設計とする。

(b) 安全系異区分が混在する制御盤内では、区分間に厚さ3.2mm以上の金属製バリアを設置するとともに盤内配線ダクトの離隔距離を3cm以上確保する設計とする。

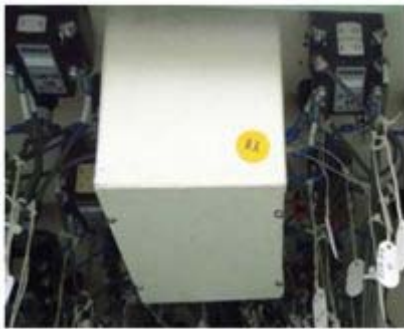
(c) 安全系異区分が混在する制御盤内にある操作スイッチは、厚さ1.6mm以

上の金属製筐体で覆う設計とする。

(d) 安全系異区分が混在する制御盤内にある配線は、金属製バリアにより覆う設計とする。

(e) 当該ケーブルに火災が発生しても延焼せず、また、周囲への火災の影響を与えない金属外装ケーブル、耐熱ビニル電線、難燃仕様テフゼル (ETFE) 電線及び難燃ケーブルを使用する設計とする。

厚さ 1.6mm の金属製筐体の例



金属製筐体：厚さ 1.6mm 以上  
(約 3.2mm)

( ) : 実機計測値

厚さ 3.2mm の金属バリアと 3cm 以上の  
離隔距離の例



金属バリア：厚さ 3.2mm 以上  
(約 4mm)  
離隔距離 : 3cm 以上  
(約 3cm 以上)

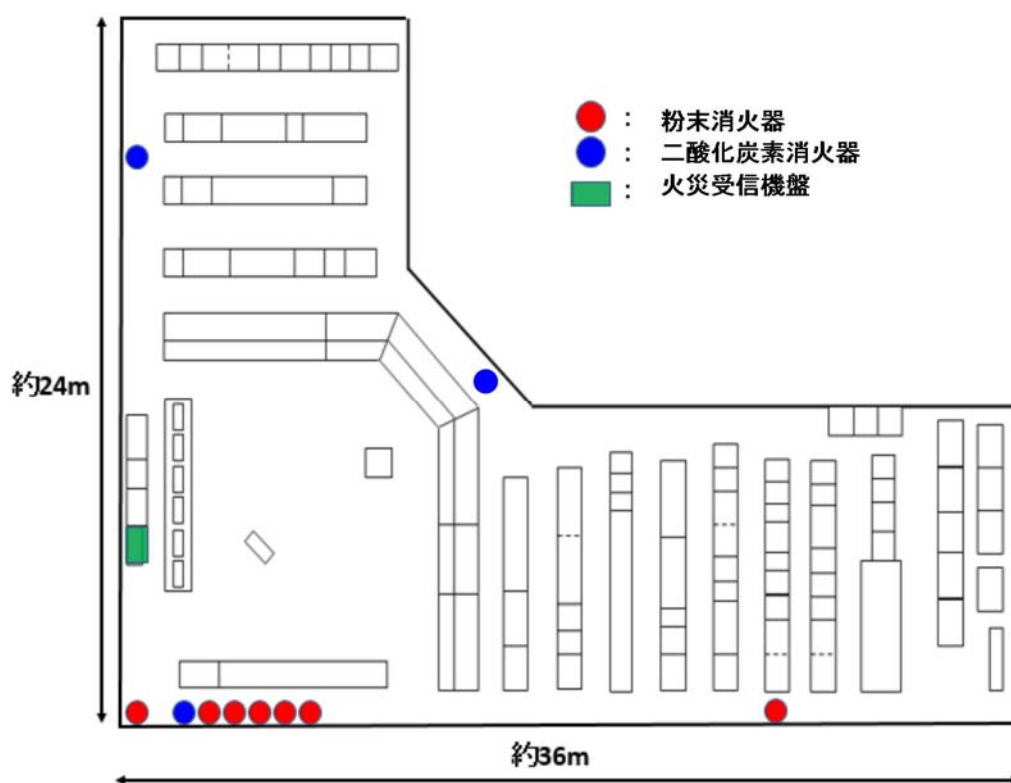
第 7-3 図 中央制御盤内のバリア状況

#### b. 火災感知設備

中央制御室の制御盤のうち、一つの制御盤内に複数の安全区分のケーブルや機器が設置されているものや、中央制御室のみで監視可能な火災防護対象機器が設置されている盤には、制御盤内の火災の早期感知のため、高感度の煙感知器を設置する設計とする。(資料 5 添付 3)

### c. 消火設備

中央制御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7-4図に示す。また、運転員による制御盤内の火災に対する二酸化炭素消火器による消火の概要を第7-5図に示す。さらに、火災の発生箇所の特が困難な場合も想定し、サーモグラフィカメラを配備し、火災の発生箇所を特定できる設計とする。



第7-4図 中央制御室について

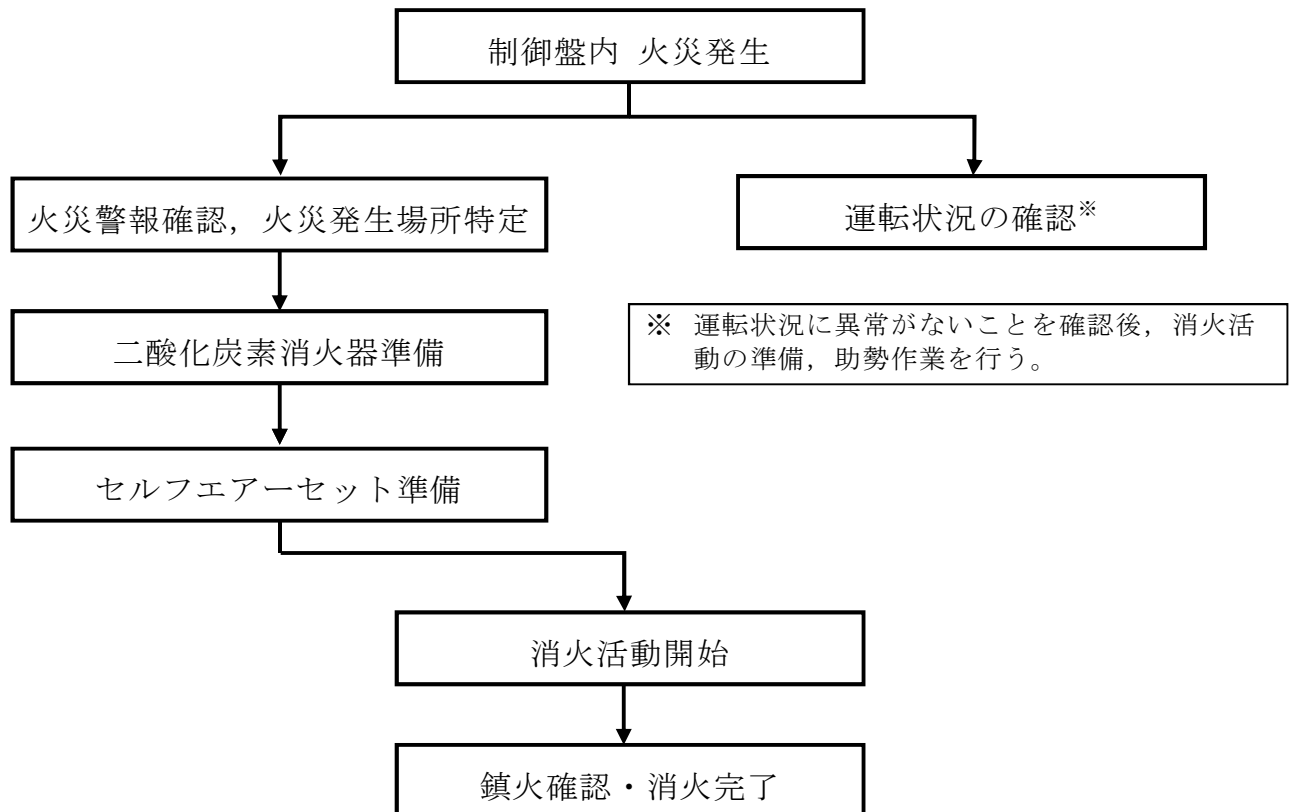
火災が発生した場合、運転員は火災受信機盤により、火災が発生している区画を特定する。消火活動は2名で行い、1名は直ちに至近の二酸化炭素消火器を準備する。

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。



第 7-5 図 運転員による制御盤内の消火活動概要

二酸化炭素消火器を閉鎖された空間で使用する場合は、二酸化炭素濃度が上昇し酸素濃度を低下するおそれがあることから、運転員に対して二酸化炭素消火器の取扱いに関する教育・訓練を行うとともに、制御盤内で消火活動を行う場合は、セルフエアーセットを装着する等の消火手順を定める。

## 6.2 中央制御室床下の分離対策

中央制御室の床下は、以下の分離対策を実施する。

a. コンクリートピット等による分離

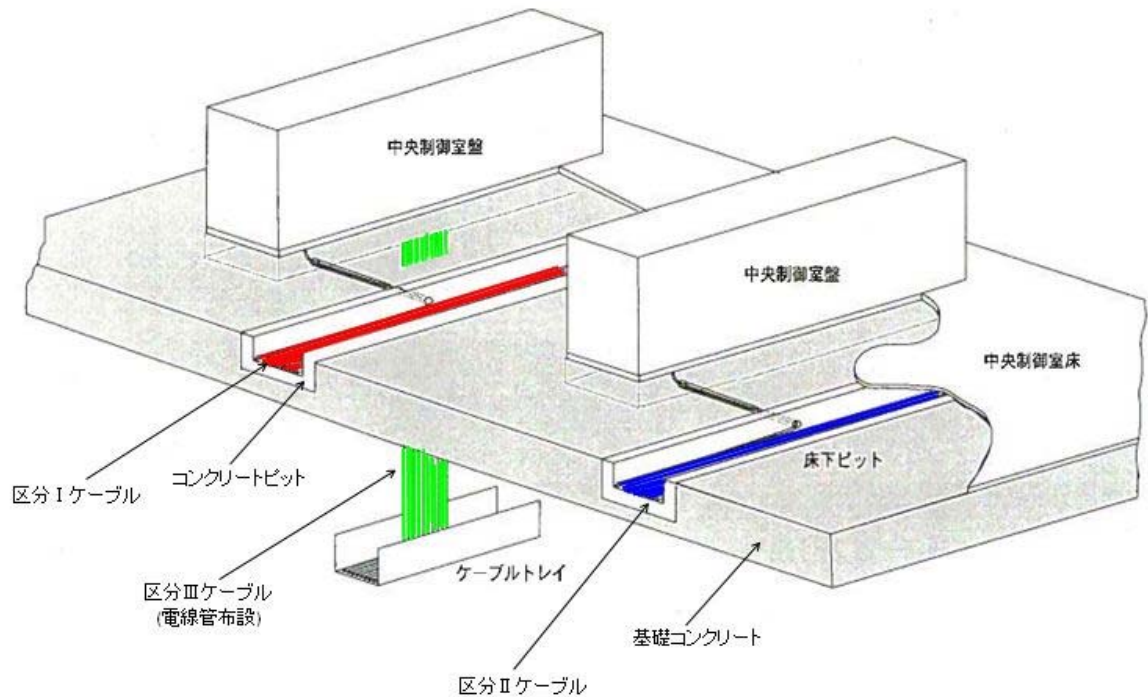
中央制御室床下コンクリートピット内には安全区分の異なるケーブルを敷設しない設計とし、1時間の耐火能力を有するコンクリートピット構造（原子力発電所の火災防護指針 JEAG4607-2010〔解説-4-5〕「耐火壁」(2)仕様を引用）として分離する設計とする。（第7-6図）（添付資料4）

b. 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て設置する設計とする。これらの火災感知設備は、アナログ機能を有するものとする等、誤作動を防止する設計とする。また、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。

c. 消火設備

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない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ため、火災の規模が拡大する前に消火が可能であること、万一火災により煙が発生した場合でも建築基準法に準拠した容量の排煙設備により排煙が可能な設計とする。



第 7-6 図 中央制御室床下の構造図

### 6.3 中央制御室火災時の原子炉の安全停止に係る影響評価

中央制御室の火災により，中央制御室内の一つの制御盤の機能がすべて喪失したと仮定しても，他の制御盤での運転操作により，原子炉の安全停止が可能であることを確認した。その結果を添付資料 5 に示す。

さらに，中央制御室については，当該制御室を 3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等で囲うことにより，中央制御室内で火災が発生し原子炉緊急停止後，中央制御室が万が一機能喪失しても，制御室外原子炉停止装置からの操作により，原子炉の安全停止を達成することが可能な設計とする。

一方，制御室外原子炉停止装置についても，当該装置を 3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等で囲うことにより，火災で当該装置が万が一機能喪失しても，中央制御室からの操作により原子炉の安全停止を達成することが可能な設計とする。制御室外原子炉停止装置による操作機能及び中央制御室のみで操作が可能な機能を第 7-1 表に示す。

第7-1表 制御室外原子炉停止装置と中央制御室による操作機能

	制御室外原子炉停止装置で 監視・操作可能	中央制御室のみで 監視・操作可能
設置場所		C/S 3階
原子炉減圧系	主蒸気逃がし弁3弁	自動減圧系
高圧炉心注水系	原子炉隔離時冷却系	高圧炉心スプレイ系
残留熱除去系	残留熱除去系(A)	残留熱除去系(B)
低圧注水系	残留熱除去系(A)	残留熱除去系(B)
残留熱除去系海水系	残留熱除去系海水系ポンプ (A), (C)	残留熱除去系海水系ポンプ (B), (D)
非常用交流電源系	非常用高圧母線(2C)	非常用高圧母線(2D, HPCS)
非常用直流電源系	非常用直流電源(2A)	非常用直流電源(2B, HPCS)
監視計器	原子炉水位・圧力 サプレッションプール水位・ 温度 ドライウエル温度・圧力 残留熱除去系流量 原子炉隔離時冷却系流量 復水貯蔵タンク水位 残留熱除去海水系流量	左記パラメータは監視可能

上記のとおり、中央制御室を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁等で囲うことにより、中央制御室内で火災が発生し、原子炉緊急停止後、中央制御室が万一機能喪失しても、制御室外原子炉停止装置からの操作により、原子炉の安全停止を達成することが可能である。

## 添付資料 1

東海第二発電所における火災の影響軽減の  
ための系統分離対策について

東海第二発電所における火災の影響軽減のための系統分離対策について

1. 系統分離の基本的な考え方

原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物，系統及び機器における「その相互の系統分離」をする際には，単一の火災(任意の一つの火災区域で発生する火災)の発生により，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

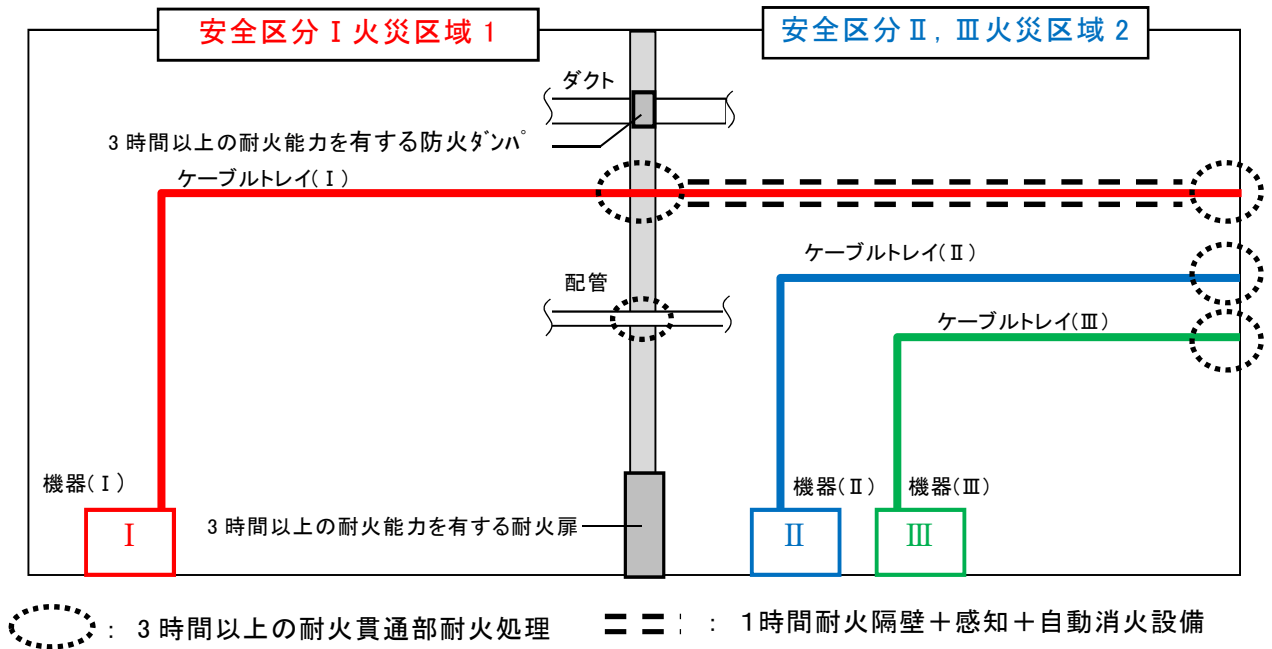
第1図 系統分離の概要

## 2. 系統分離のための具体的対策

### 2.1 火災区域内の系統分離対策

#### (1) 火災防護対象ケーブルの系統分離対策

火災防護対象機器に使用する安全系のケーブルが、異なる区分の区域に敷設している場合、当該ケーブルが異なる区分の区域における単一の火災により機能喪失しないように、当該ケーブルが敷設されたケーブルトレイ等を1時間の耐火性能を有する隔壁で囲い、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する。(第2図)



第2図 火災防護対象ケーブルの系統分離概要

(2) 火災防護対象機器の系統分離対策

火災防護対象機器である電動弁，制御盤等が異なる区分の区域に設置されている場合，当該電動弁，制御盤等が，異なる区分の区域での単一火災によって機能喪失することのないよう，原則として当該電動弁，制御盤等を系統分離対策する。(第1表)

ただし，火災により駆動源が喪失した場合でも状態は保持され，火災発生後に機能要求まで時間余裕があり，消火活動後に手動操作によって機能を復旧できる電動弁やフェイルセーフ設計等により機能に影響を及ぼさない機器については，分離対策を必要としない。

第1表 異なる区分の区域に設置されている機器及び系統分離対策 (1 / 4)

区域番号	場所	設置場所 区画(部屋)	機種	異区分設置機器	系統分離対策

[系統分離対策凡例]

- a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離
- b. 6m+火災感知・自動消火設備
- c. 1時間の耐火能力を有する隔壁等+火災感知+自動消火設備



第1表 異なる区分の区域に設置されている機器及び系統分離対策（2 / 4）

区域番号	場所	設置場所 区画(部屋)	機種	異区分設置機器	系統分離対策

[系統分離対策凡例]

- a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離
- b. 6m+火災感知・自動消火設備
- c. 1時間の耐火能力を有する隔壁等+火災感知+自動消火設備

第1表 異なる区分の区域に設置されている機器及び系統分離対策 (3 / 4)

区域番号	場所	設置場所 区画(部屋)	機種	異区分設置機器	系統分離対策

[系統分離対策凡例]

- a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離
- b. 6m+火災感知・自動消火設備
- c. 1時間の耐火能力を有する隔壁等+火災感知+自動消火設備

第1表 異なる区分の区域に設置されている機器及び系統分離対策（4 / 4）

区域番号	場所	設置場所 (区画番号)	機種	異区分設置機器	系統分離対策

[系統分離対策凡例]

a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離

b. 6m+火災感知・自動消火設備

c. 1時間の耐火能力を有する隔壁等+火災感知+自動消火設備

※ 原子炉建屋ガス処理系は、安全停止の観点ではなく、放射性物質の放出抑制の観点から抽出

## 添付資料 2

東海第二発電所における系統分離に使用する  
隔壁等の耐火性能について

## 東海第二発電所における系統分離に使用する隔壁等の耐火性能について

## 1. はじめに

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」には、耐火壁、隔壁等の設計の妥当性が火災耐久試験によって確認されることが要求されている。

火災区域を構成する壁、貫通部シール、防火扉及び防火ダンパについて、3時間耐火の耐火性能の確認結果を以下に示す。

## 2. コンクリート壁の耐火性能について

東海第二発電所におけるコンクリート壁の3時間耐火性能に必要な最小壁厚について、国内外の既往の文献より確認した結果を以下に示す。

## 3. 建築基準法及び海外規格による壁厚

火災強度2時間を超えた場合、建築基準法により指定された耐火構造壁はないが、建設省告示<sup>※1</sup>の講習会テキストによりコンクリート壁の屋内火災保有耐火時間の算定方法が以下の式のとおり示されている。これにより壁の最少壁厚を算出することが可能である。

※1 「2001年版耐火性能検証法の解説及び計算例とその解説」（「建設省告示第1433号 耐火性能検証法に関する算出方式等を定める件」講習会テキスト(国土交通省住宅局建築指導課)）

$$t = \left[ \frac{460}{\alpha} \right]^{3/2} 0.012 C_D D^2$$

t : 保有耐火時間(分)

$\alpha$  : 火災温度上昇係数(標準加熱曲線:460)<sup>※2</sup>

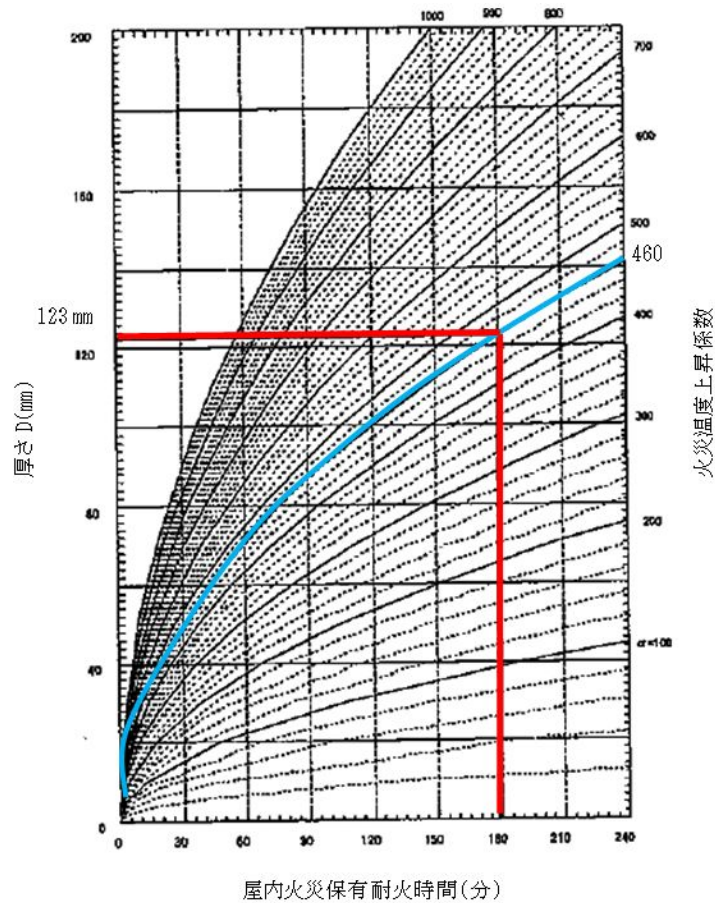
$C_D$  : 遮熱特性係数

D : コンクリート壁の厚さ(mm)

※2 建築基準法の防火規定は2000年に国際的な調和を図るため、国際標準のISO方式が導入され、標準加熱曲線はISO834となり、火災温度係数 $\alpha$ は460となる

ここで、建築基準法の構造形式や認定耐火構造は、IS0834の標準加熱温度曲線に従って加熱され、非損傷性、遮熱性、遮煙性等について確認したものであり、標準加熱温度曲線の火災温度上昇係数 $\alpha$ は460となる。

遮熱特性係数は、普通コンクリートで1.0、軽量コンクリートで1.2であり、ここでは、普通コンクリートの1.0となる。



第1図 普通コンクリート壁の屋内火災保有耐火時間(遮熱性)の算定図

(「建設省告示第1433号 耐火性能検証法に関する算出方式等を定める件」講習会テキストに加筆)

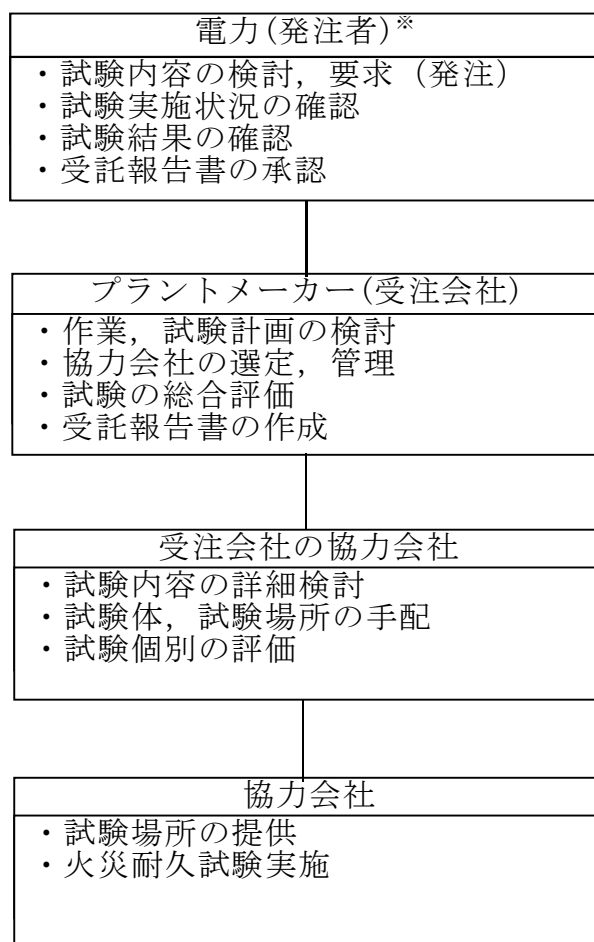
上記式より、屋内火災保有耐火時間が180分(3時間)の場合に必要なコンクリート壁の厚さは、123mmと算出できる。また、第1図のとおり、屋内火災保有耐火時間240分(4時間)までの算定図が示されている。

また、コンクリート壁の耐火性を示す海外規格として、米国 NFPA ハンドブックがあり、3時間耐火に必要な壁の厚さは約150mmである。3時間耐火壁及び隔壁の厚さの考え方について別紙5に示す。

以上により、3時間耐火に必要なコンクリート壁の厚さを150mm以上とする。なお、東海第二発電所における火災区域境界の最小壁厚は、コンクリートで150mmあることから、3時間耐火性能を有している。

#### 4. 火災耐久試験の試験体系

火災耐久試験は、以下の試験体系により実施し、隔壁等の設計の妥当性を確認した。



※ 電力間で火災耐久試験結果を有償開示契約により共有し適用する場合は上記同様の確認を実施

## 5. 耐火隔壁の耐火性能について

当該火災区域内で互いに相違する系列の火災防護対象機器等の系列間を、3時間又は1時間以上の耐火能力を有する隔壁等によって分離する。耐火隔壁としては、現地の施工性等を考慮し、鉄板＋発泡性耐火被覆を選定する。

選定した3時間及び1時間耐火隔壁に対し、耐火隔壁の基本設計の妥当性を確認するため、火災防護対象機器等を設置する場所で想定される火災を模擬した火災耐久試験等を実施する。火災耐久試験等の結果より、機器間に施工する3時間又は1時間耐火隔壁としての実現性を評価する。

### 5.1 試験概要

#### 5.1.1 耐火隔壁の試験体・判定基準

耐火試験は、鋼板に耐火被覆材を加工した試験体に対し、加熱温度が温度が最も厳しい建築基準法(IS0834)の加熱曲線を用いて加熱し、判定基準を満足するかを確認する。判定基準を第1表に、試験体仕様を第2表に、加熱曲線の比較を第2図に示す。

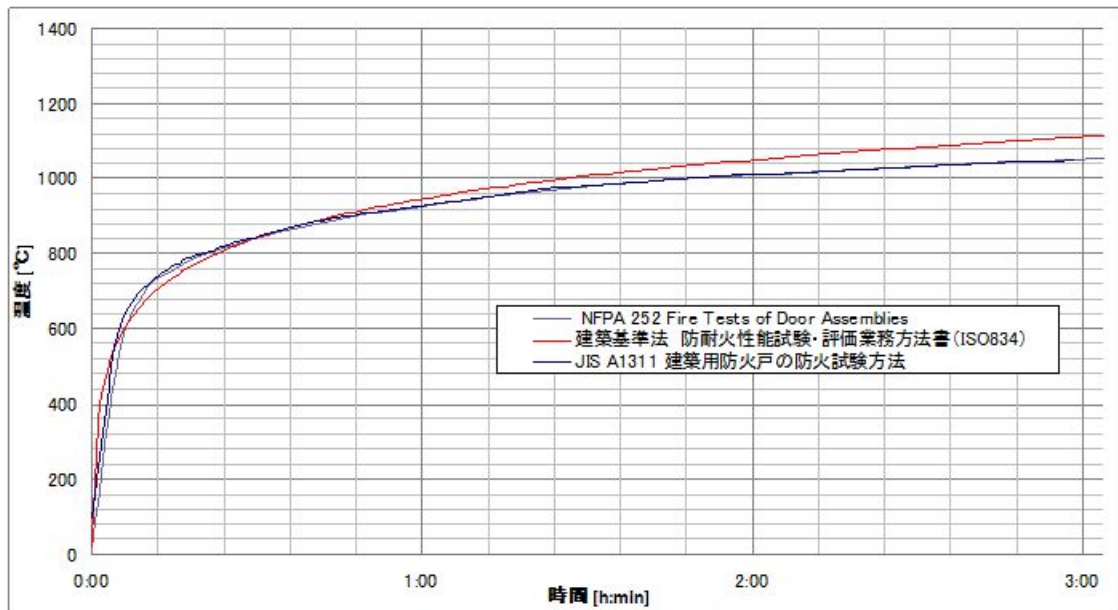
第1表 判定基準

確認項目	遮炎性の確認
判定基準	<ul style="list-style-type: none"><li>・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。</li><li>・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。</li><li>・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと。</li></ul>



第 2 表 試験体仕様

--



第 2 図 加熱曲線の比較

### 5.1.2 試験結果

機器の分離を模擬した試験体による試験結果を第3表に示す。試験結果は、いずれの試験体においても非加熱面側への発炎、火炎の噴出、火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく、建築基準法第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)に基づく以下の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別紙1に示す。

第3表 耐火被覆材による耐火隔壁の火災耐久試験結果

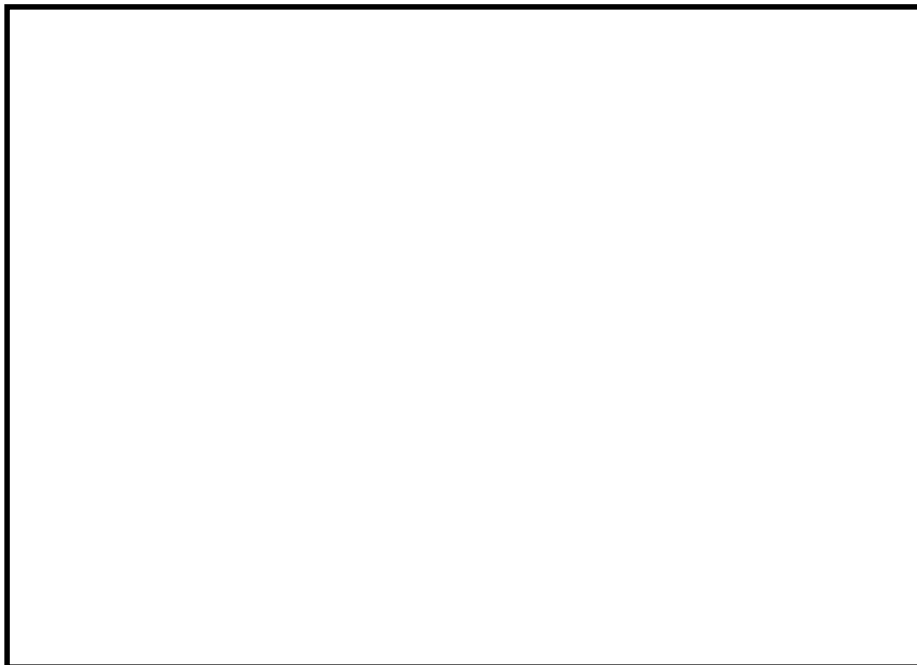
試験体	判定基準			試験結果
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	
試験体①	良	良	良	合格
試験体②	良	良	良	合格

試験体①については、10mm 離れていれば 30.3℃までしか上昇しないことを確認した。試験体②については、10 mm離れていれば 44.5℃までしか上昇しないことを確認した。第3図に非加熱面側の表面温度及び空間温度の測定位置を示す。また、非加熱面側の表面からの距離と温度変化を第4図に示す。

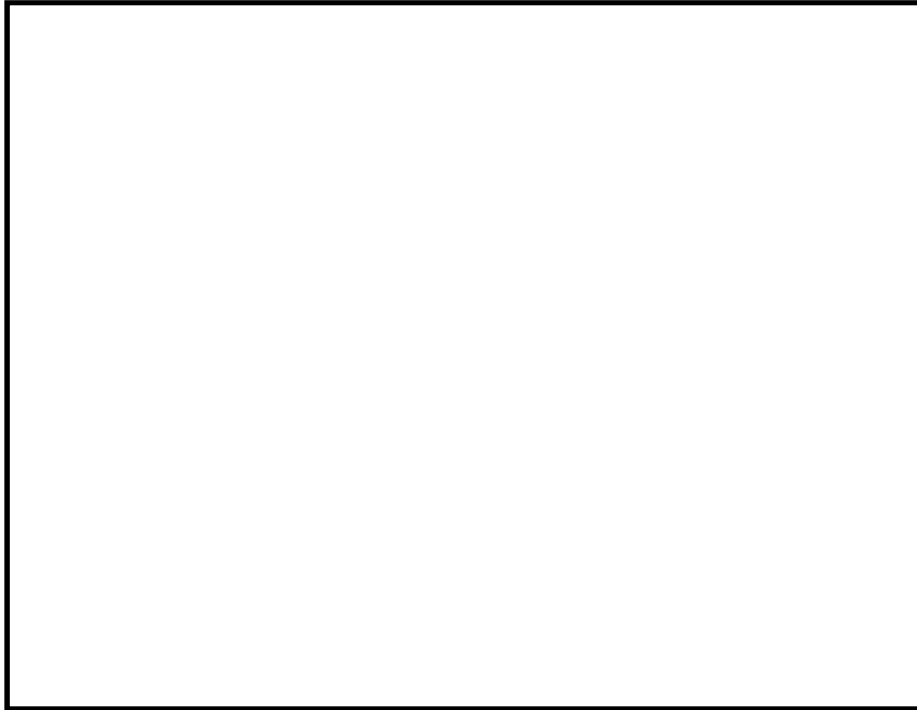
以上のことから、耐火被覆材による耐火隔壁の施工については、耐火隔壁表面から機器等までの最低離隔距離を10mm以上確保する設計とする。



第 3 図 非加熱面側の表面温度及び空間温度の測定位置



第 4 図 非加熱面側の表面からの距離と温度（試験体①）



第4図 非加熱面側の表面からの距離と温度（試験体②）

## 5.2 耐火隔壁の施工範囲

火災防護に係る審査基準 2.3.1 に基づいて設置する耐火隔壁は、3 時間又は 1 時間耐火隔壁として有効に機能するような設計が必要であるため、火災影響範囲の評価結果に基づき施工範囲を定める。評価は火災防護に係る審査基準 2.3.2 に規定される「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」に基づき実施し、「高温ガス」、「火炎・プルーム」及び「輻射」の観点で、互いに相違する系列の火災防護対象機器の系列間に火災影響が同時におよぶかを確認し、その影響範囲について耐火隔壁による分離がなされるよう、以下のように施工を行う。

### 5.2.1 高温ガス

高温ガスによる火災防護対象機器の損傷の有無を評価するため、内部火災影響評価ガイドに基づき、高温ガスの温度を算出し、火災防護対象機器の損傷温度を超えないことを確認する。

### 5.2.2 火炎・プルーム

内部火災影響評価ガイドに基づき、火炎高さ、プルーム高さを算出する。火炎・プルームの影響範囲に異なる系列の防護対象が同時に影響範囲に含まれないことを確認するとともに耐火隔壁の高さを火炎高さ以上とする。

### 5.2.3 輻射

輻射は、火炎による熱源を中心とし、放射状に輻射熱による影響をおよぼす。耐火隔壁によって輻射熱の影響を緩和するため、耐火隔壁の幅については、火災防護対象機器の幅に内部火災影響評価ガイドに基づき算出した輻射影響範囲の距離を加えたものとする。

## 6. 貫通部シール、防火扉及び防火ダンパの耐火性能について

東海第二発電所における火災区域を構成する貫通部シール、防火扉及び防火ダンパについて「3 時間耐火性能」を有していることを火災耐久試験により確認した結果を以下に示す。

なお、以下に示す以外の貫通部シール、防火扉及び防火ダンパについても、火災耐久試験により 3 時間以上の耐火性能を確認できたものは、火災区域を構成する貫通部シール、防火扉及び防火ダンパとして適用する。

## 6.1 試験概要

貫通部シール、防火扉及び防火ダンパの試験は、建築基準法、JIS 及び NFPA があるが、加熱温度が最も厳しい建築基準法にて試験を実施した。

### 6.1.1 加熱温度

第 2 図に示すとおり、建築基準法 (IS0834) の加熱曲線は、他の試験法に比べて厳しい温度設定となっていることから、火災耐久試験は建築基準法の加熱曲線に従い加熱する。

### 6.1.2 判定基準について

第 2 図の建築基準法の規定に基づく加熱曲線で 3 時間加熱した際に、第 1 表の防火設備性能試験の判定基準を満足するか確認する。

## 6.2 貫通部シールの耐火性能

東海第二発電所における火災区域を構成する貫通部シールについて「3 時間の耐火性能」を有していることを、火災耐久試験にて確認した結果を以下に示す。

なお、今後の火災耐久試験により 3 時間以上の耐火性能を有することが確認された貫通部シールについても、火災区域を構成する貫通部シールに使用する。

### 6.2.1 配管貫通部の火災耐久試験

#### 6.2.1.1 試験体の選定

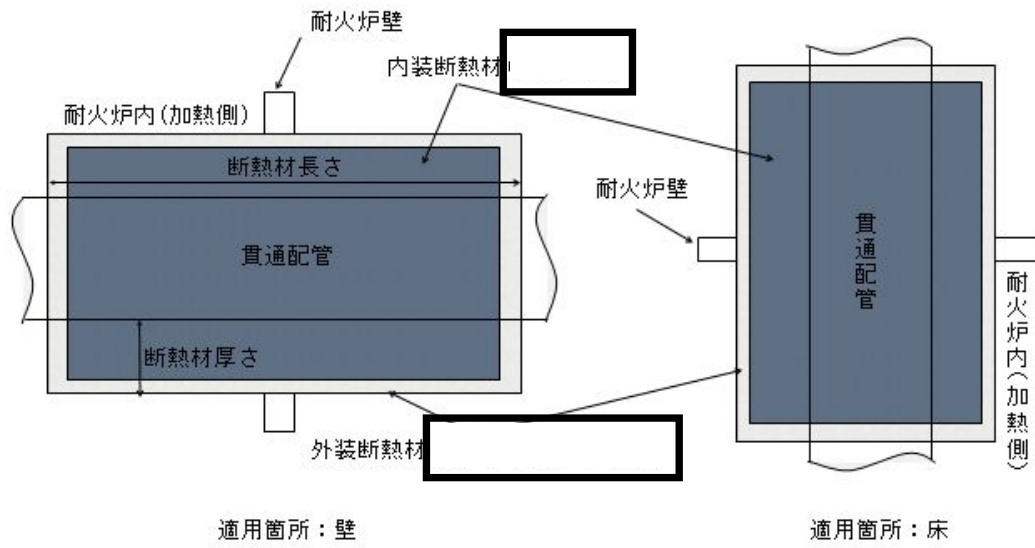
配管貫通部の試験体仕様は、東海第二発電所の火災区域の境界を構成する配管貫通部の仕様を考慮し、第 5 表に示す配管貫通部を選定する。

第 4 表 試験体の配管貫通部の仕様

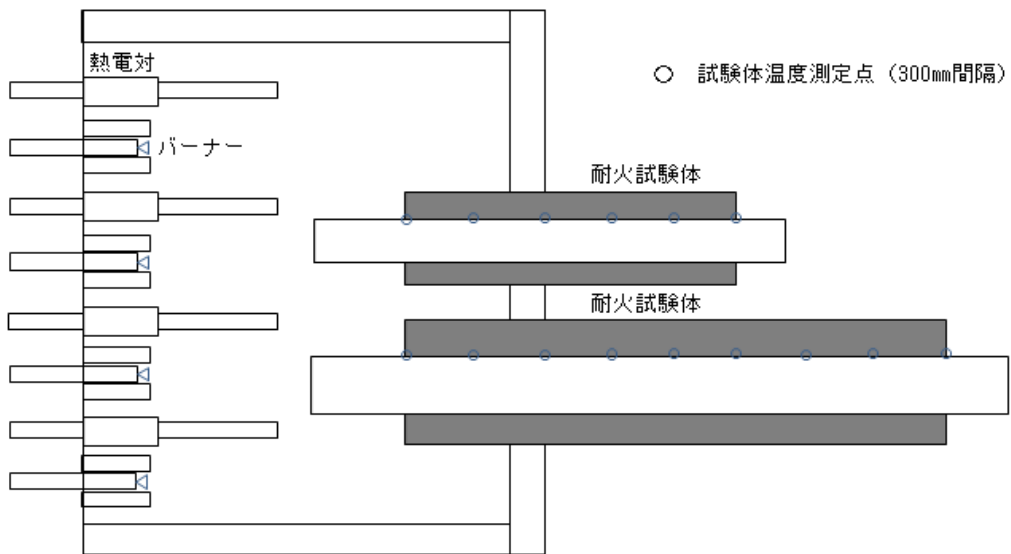
試験体	配管径	適用箇所	貫通部シール
配管貫通部①	50A	壁	
配管貫通部②	100A		
配管貫通部③	150A		
配管貫通部④	250A		
配管貫通部⑤	300A		
配管貫通部⑥	350A		
配管貫通部⑦	450A		
配管貫通部⑧	550A		
配管貫通部⑨	600A		
配管貫通部⑩	50A	床	
配管貫通部⑪	100A		
配管貫通部⑫	150A		
配管貫通部⑬	250A		
配管貫通部⑭	600A		
配管貫通部⑮	900A		
配管貫通部⑯	50A		
配管貫通部⑰	250A		

本試験体は、貫通壁（コンクリート壁）を耐火材で模擬した。貫通部が火炎により熱せられた場合のコンクリート壁の吸熱効果は、配管からの温度伝達を考慮すると断熱材の吸熱効果に比べて高いことから、コンクリート壁を断熱材に置き換えた試験体は保守的な試験体とした。

試験体概要を第 5 図に、耐火試験炉の概要を第 6 図に示す。



第5図 断熱材取付部の耐火試験体



第6図 耐火試験炉の概要

### 6.2.1.2 試験方法・判定基準

第2図の建築基準法の規定に基づく加熱曲線を用い、第5図、第6図に示す耐火試験体の耐火炉内側から3時間以上加熱し、非加熱面が第1表に示す判定基準を満足することを確認する。



### 6.2.1.3 試験結果

第5表に試験結果を示す。試験結果は、いずれの試験体においても非加熱面側への発炎、火炎の噴出、火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく、建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって、配管貫通部シールは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真等を別紙1に示す。

第5表 配管貫通部の火災耐久試験結果

試験体	判定基準			試験結果
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	
配管貫通部①	良	良	良	合格
配管貫通部②	良	良	良	合格
配管貫通部③	良	良	良	合格
配管貫通部④	良	良	良	合格
配管貫通部⑤	良	良	良	合格
配管貫通部⑥	良	良	良	合格
配管貫通部⑦	良	良	良	合格
配管貫通部⑧	良	良	良	合格
配管貫通部⑨	良	良	良	合格
配管貫通部⑩	良	良	良	合格
配管貫通部⑪	良	良	良	合格
配管貫通部⑫	良	良	良	合格
配管貫通部⑬	良	良	良	合格
配管貫通部⑭	良	良	良	合格
配管貫通部⑮	良	良	良	合格
配管貫通部⑯	良	良	良	合格
配管貫通部⑰	良	良	良	合格

#### 6.2.1.4 配管貫通部のシール施工

配管貫通部の施工にあたり，断熱材料は，耐火試験に用いた材料と同じ内装断熱材 [ ] 及び外装断熱材 [ ] を組合わせて使用する。

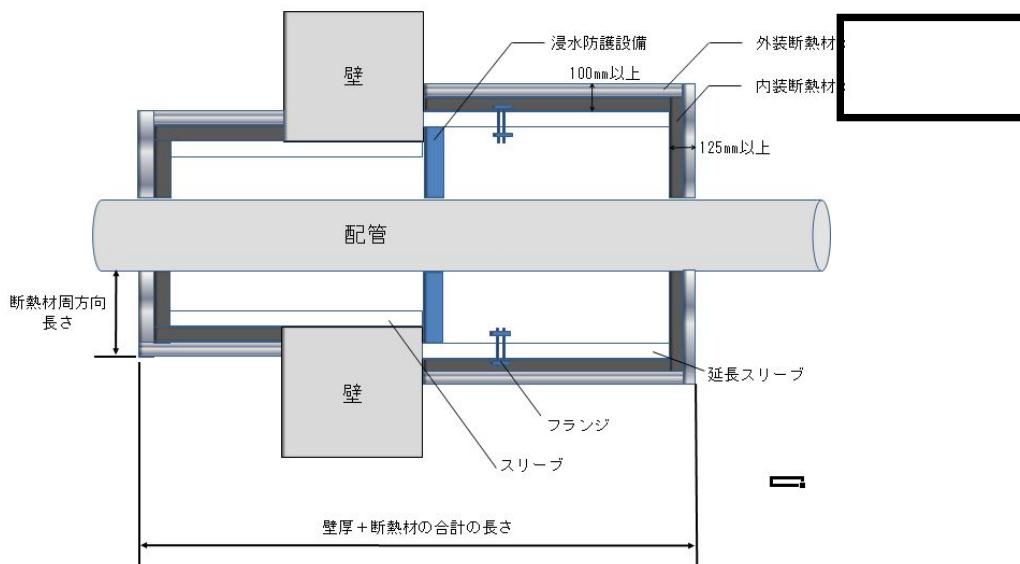
また，遮熱性の観点から貫通口の口径が大きくなるほど管を伝わる熱量が大きくなり，熱を遮断するための耐熱量が多くなる。したがって，耐火試験では火災区域を構成する配管貫通部の最大となる配管口径以下の代表口径を定めて，口径に応じて遮熱性を有するよう断熱材寸法を定めて耐火試験を実施した。

なお，配管に設置する断熱材は，耐火試験にて確認された当該配管口径を上回る寸法以上となるように設置し，耐火試験より保守的な設計とする。

断熱材設置にあたっては，現場の干渉物(サポート材等)により断熱材寸法が耐火試験の設計とおりに設置することが困難な場合が想定される。この場合は，干渉物も含めて断熱材の内部に入り，断熱材形状全体が耐火試験の結果を上回るように設置する。施工方法の例としては，貫通部に延長スリーブを設置し，その外側に断熱材を設置する設計とするもので，この場合，延長スリーブ外面に貫通配管の耐火試験の結果から遮炎性，遮熱性に影響のないよう断熱材を設置する。断熱材設置時の施工管理は，据付時の寸法記録により耐火試験の断熱材寸法を上回ることで，外観検査により隙間，変形等がないことを確認する。断熱材の固定方法は耐火試験と同様の固縛方法により固定して設置する。なお，延長スリーブを設置する場合には内包する設備の点検が可能となるよう，フランジを設けスリーブが取外し可能となる設計とする。

断熱材としてモルタル充填を行う貫通部については，スリーブ内に充填するモルタルの厚さ(壁厚)により耐火性を確保するため，耐火試験にて発電所内火災区域を構成する壁厚が最も薄い寸法モデルを代表として試験を実施し，耐火性を確認している。モルタル充填の施工においては，耐火試験と同様のモルタル材料を用い，施工時の貫通部外面に設置するシールプレート上端に設けるべ

ント部から充填したモルタルが漏出するまで充填し、スリーブと配管の隙間へ壁厚にわたり十分に充填されることを確認する。また施工後の外観検査でモルタル充填部に隙間等のないことを確認することで、耐火試験と同等の耐火性を確保する。



第7図 干渉物がある場合の断熱材施工例

#### 6.2.1.5 消火水の溢水による安全機能への影響について

「火災防護に係る審査基準 2.2.3(参考)」並びに「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」では、火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水を想定することが求められている。安全機能を有する火災区域には貫通部の耐火処理と合わせて溢水防護を行うための浸水防護設備が設置される場合がある。浸水防護設備はその特性上、熱に対する耐性が乏しく火災時に浸水防護設備が機能喪失するケースが想定される。

これに対し、東海第二発電所は、火災によって浸水防護設備の機能喪失するようなおそれがある箇所は、設置許可基準規則第九条「溢水による損傷の防止等」のうち、「内部溢水影響評価ガイド」（以下「溢水評価ガイド」という。）2.1.2(1)b. で要求される「建屋内の消火活動のために設置される消火栓か

らの放水」(消火装置が作動する時間を保守的に 3 時間と想定して溢水量を算出)を評価し,浸水防護設備の機能喪失する箇所には,耐火材の追設設置を行い,消火までの間,止水機能を維持し安全機能を有する設備に影響をおよぼすことがない設計とする。

## 6.2.2 ケーブルトレイ及び電線管貫通部の火災耐久試験

### 6.2.2.1 ケーブルトレイ貫通部の試験体選定

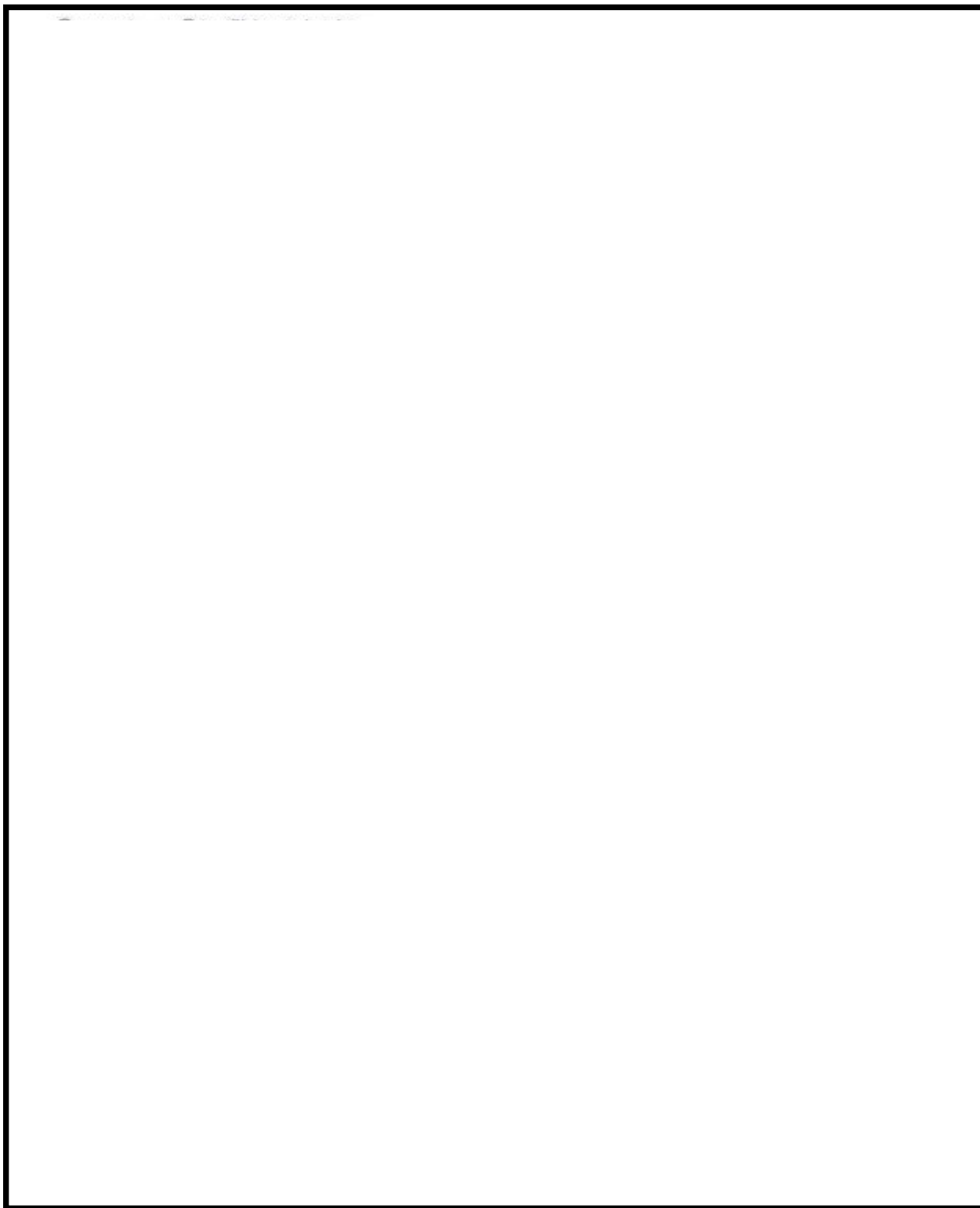
ケーブルトレイ貫通部の試験体の仕様は、東海第二発電所のケーブルトレイ貫通部の仕様を考慮し選定しており、第6表に示すケーブルトレイを選定している。試験体の概要を第8図に示す。

第6表 試験体となるケーブルトレイの仕様

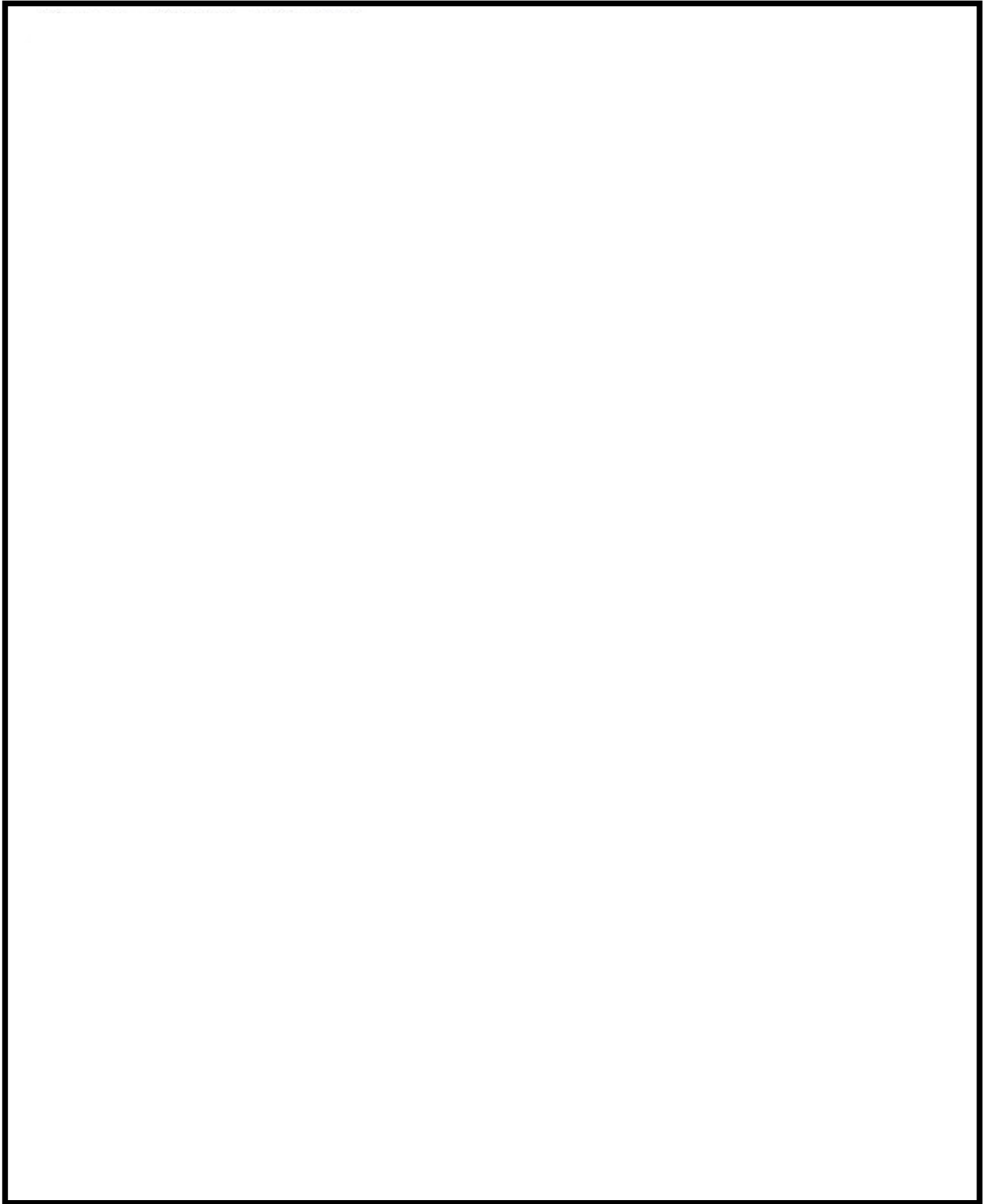
項目	ケーブルトレイ			
	(1)	(2)	(3)	(4)
開口部 寸法				
貫通部 シール材				
ケーブル 占積率	40%	40%	40%	40%

### 6.2.2.2 ケーブルトレイ貫通部の試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で試験体の片面を3時間以上加熱し、非加熱面側が第1表に示す判定基準を満足することを確認する。



第8図 ケーブルトレイ貫通部の耐火試験体（1 / 2）



第8図 ケーブルトレイ貫通部の耐火試験体（2 / 2）



### 6.2.2.3 ケーブルトレイ貫通部の試験結果

第7表に試験結果を示す。いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって，配管貫通部シールは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1 に示す。

第7表 ケーブルトレイ貫通部における火災耐久試験結果

試験体		ケーブルトレイ貫通部			
		(1)	(2)	(3)	(4)
判定基準	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと	良	良	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと	良	良	良	良
	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	良	良	良	良
試験結果		合格	合格	合格	合格

#### 6.2.2.4電線管貫通部の試験体の選定

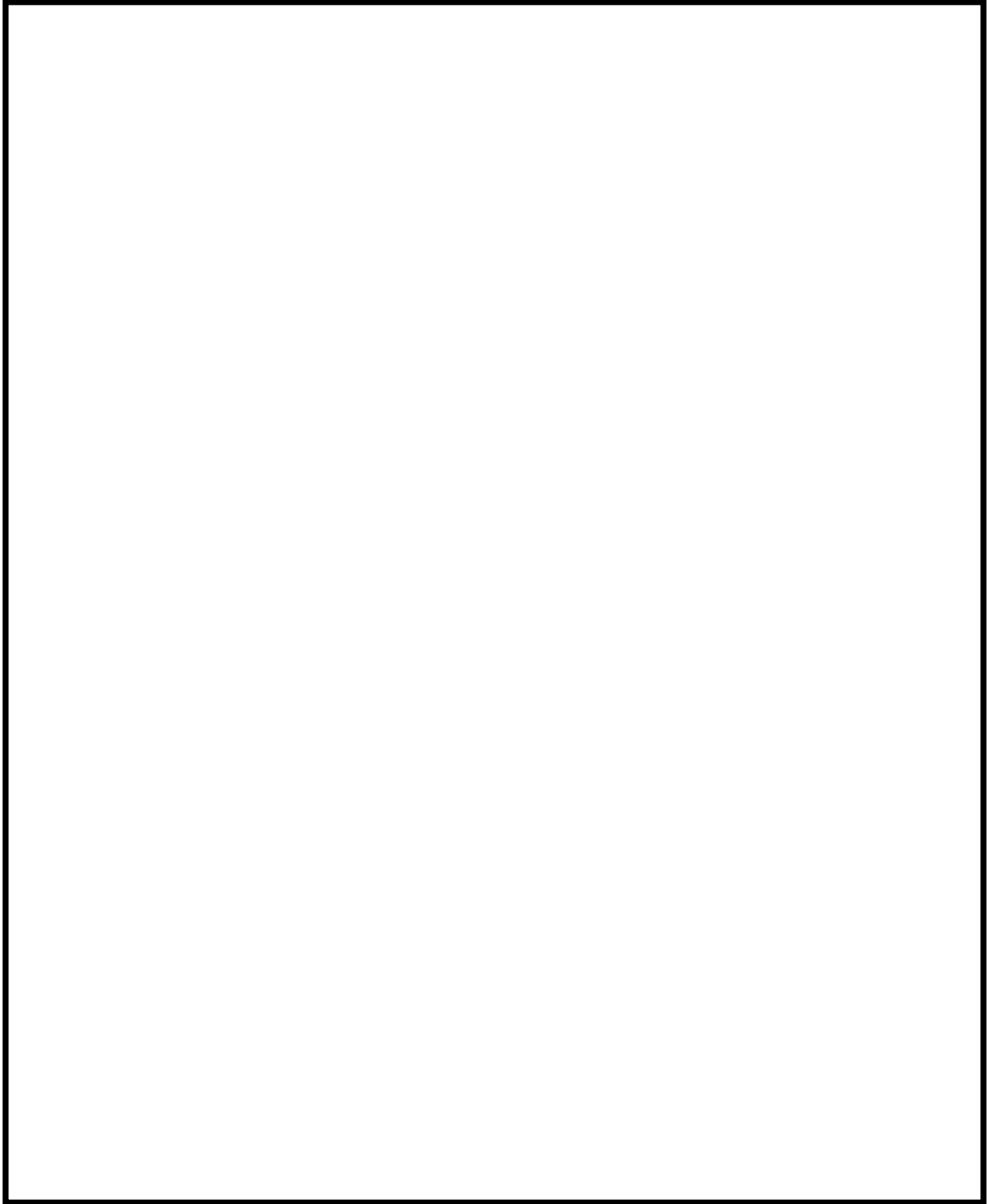
電線管貫通部の試験体の仕様は，東海第二発電所の電線管貫通部の仕様を考慮し選定しており，第8表に示す電線管を選定している。試験体の概要を第9図に示す。

第8表 試験体となる電線管の仕様

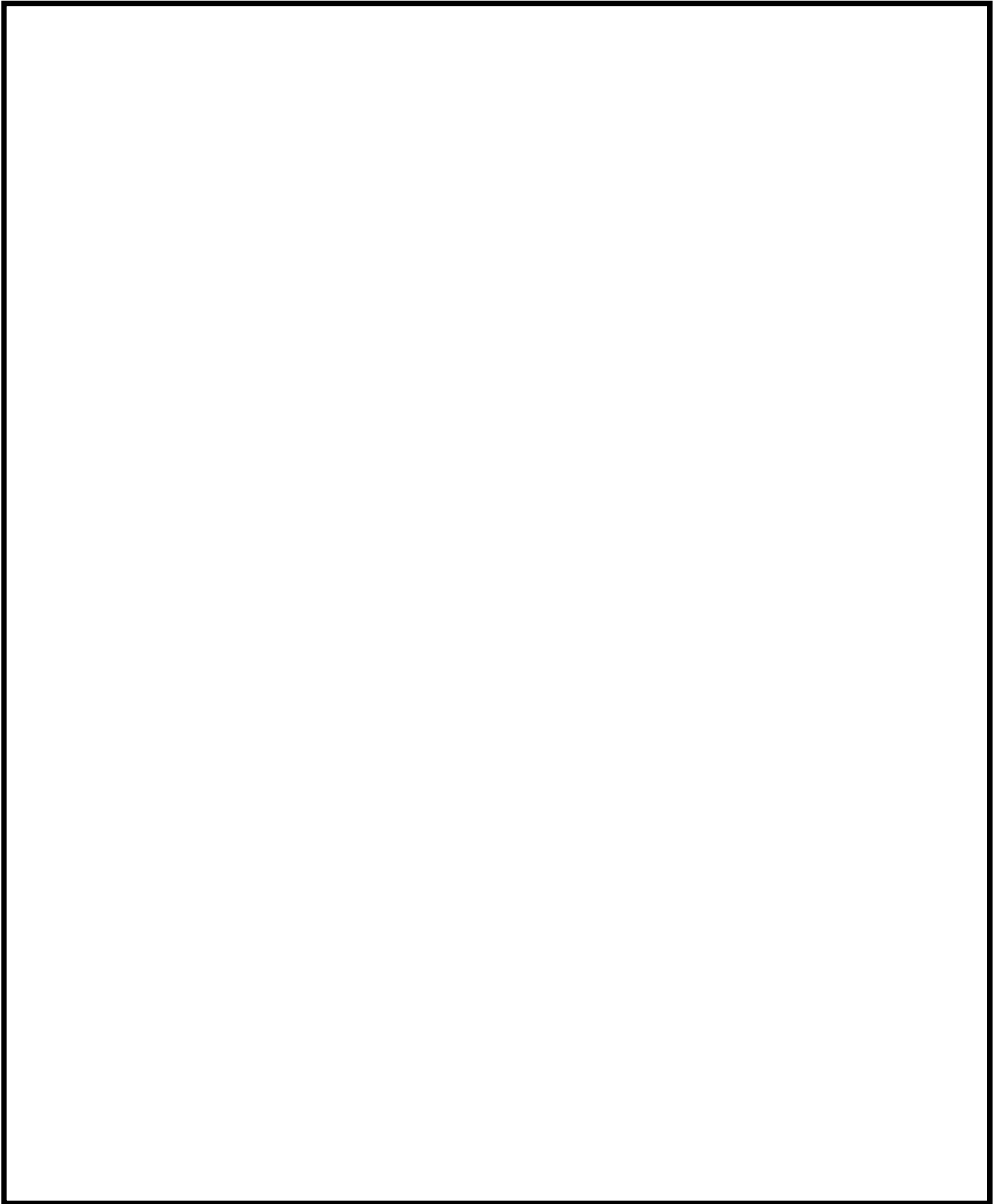
項目	電線管			
	(1)	(2)	(3)	(4)
開口部 寸法				
貫通部 シール材				
ケーブル 占積率	40%	40%	40%	40%

#### 6.2.2.5電線管貫通部の試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で試験体の片面を3時間以上加熱し，非加熱面側が第4表に示す判定基準を満足することを確認する。



第9図 電線管貫通部の耐火試験体（1 / 2）



第9図 電線管貫通部の耐火試験体（2 / 2）

### 6.2.2.6電線管貫通部の試験結果

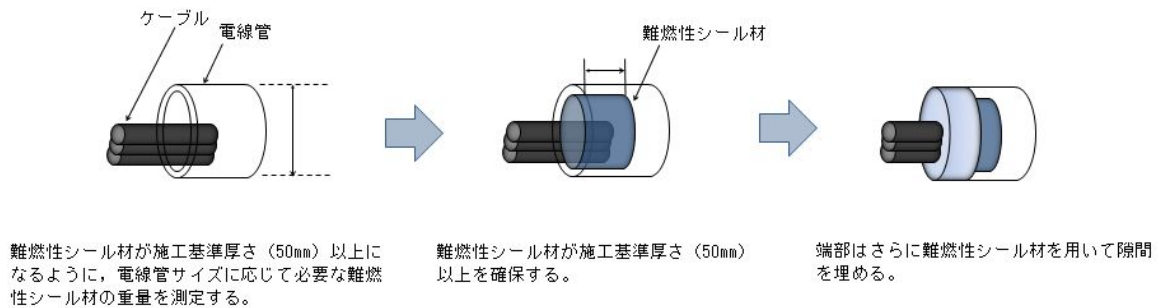
第9表に試験結果を示す。いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって，配管貫通部シールは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第9表 電線管貫通部における火災耐久試験結果

試験体		電線管貫通部			
		(1)	(2)	(3)	(4)
判定基準	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと	良	良	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと	良	良	良	良
	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	良	良	良	良
試験結果		合格	合格	合格	合格

### 6.2.2.7 ケーブルトレイ及び電線管貫通部のシール施工

ケーブルトレイ及び電線管貫通部のシール施工にあたり、耐火性能を維持するため耐火試験体と同厚さ以上の耐火材(ロックウール、ケイ酸カルシウム板、難燃性パテ(SFエコシール、ペネシール)等)を設置する。電線管内部の目視確認が困難となることから、ケーブルトレイ・電線管のサイズに応じて封入量の重量管理を行う。電線管の貫通部処理における難燃性パテの封入量の管理方法を第10図に示す。



第10図 電線管貫通部処理時の管理方法

### 6.3 防火扉の耐火性能について

東海第二発電所における火災区域を構成する防火扉について「3時間の耐火性能」を有していることを、火災耐久試験にて確認した結果を以下に示す。

なお、今後の火災耐久試験により3時間以上の耐火性能を有することが確認された防火扉についても、火災区域を構成する防火扉に使用する。

#### 6.3.1 試験体の選定

試験体の仕様は、東海第二発電所の火災区域境界に用いられる防火扉の仕様を考慮し、第10表に示す防火扉を選定する。

第10表 試験体となる防火扉の仕様

扉種別	両開き
扉寸法	
板厚	
扉姿図	

### 6.3.2 試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で試験体の片面を3時間以上加熱し、非加熱面側が第1表に示す判定基準を満足することを確認する。

### 6.3.3 試験結果

第11表に試験結果を示す。この結果、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。試験前後の写真を別紙1に示す。よって、防火扉は3時間の耐火性能を有している。

第11表 防火扉における火災耐久試験結果

試験体		防火扉
		両開き
判定基準	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと	良 <sup>※1</sup>
	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	良
試験結果		合格

※1 ドアクローザー一部を除く



#### 6.4 防火ダンパの耐火試験について

東海第二発電所における火災区域を構成する防火ダンパについて「3時間の耐火性能」を有していることを，火災耐久試験にて確認した結果を以下に示す。

なお，今後の火災耐久試験により3時間以上の耐火性能を有することが確認された防火ダンパについても，火災区域を構成する防火ダンパに使用する。

##### 6.4.1 試験体の選定

試験体の仕様は，東海第二発電所に設置される防火ダンパの仕様を考慮し，第12表に示す防火ダンパを選定する。

第12表 試験体となる防火ダンパの仕様

試験体	防火ダンパ①	防火ダンパ②	備考
板厚			プラントで使用する最大の防火ダンパ及び一般的なサイズのダンパを考慮。
羽根長さ			
ダンパサイズ			
ズ			
外形図			

#### 6.4.2 試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で試験体の片面を3時間以上加熱し、非加熱面側が第1表に示す判定基準を満足することを確認する。

#### 6.4.3 試験結果

第13表に試験結果を示す。いずれの試験体においても非加熱面側への発炎、火炎の噴出、火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく、建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって、防火ダンパは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第13表 防火ダンパにおける火災耐久試験結果

試験体		防火ダンパ①	防火ダンパ②
判定基準	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと	良	良
	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	良	良
試験結果		合格	合格

## 6.5 耐火間仕切りの火災耐久試験

### 6.5.1 試験体の選定

耐火間仕切りは、東海第二発電所の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルに応じて適するもの選定し、第14表に示す仕様としている。試験体の概要を第11図に示す。

第14表 試験体となる耐火間仕切りの仕様

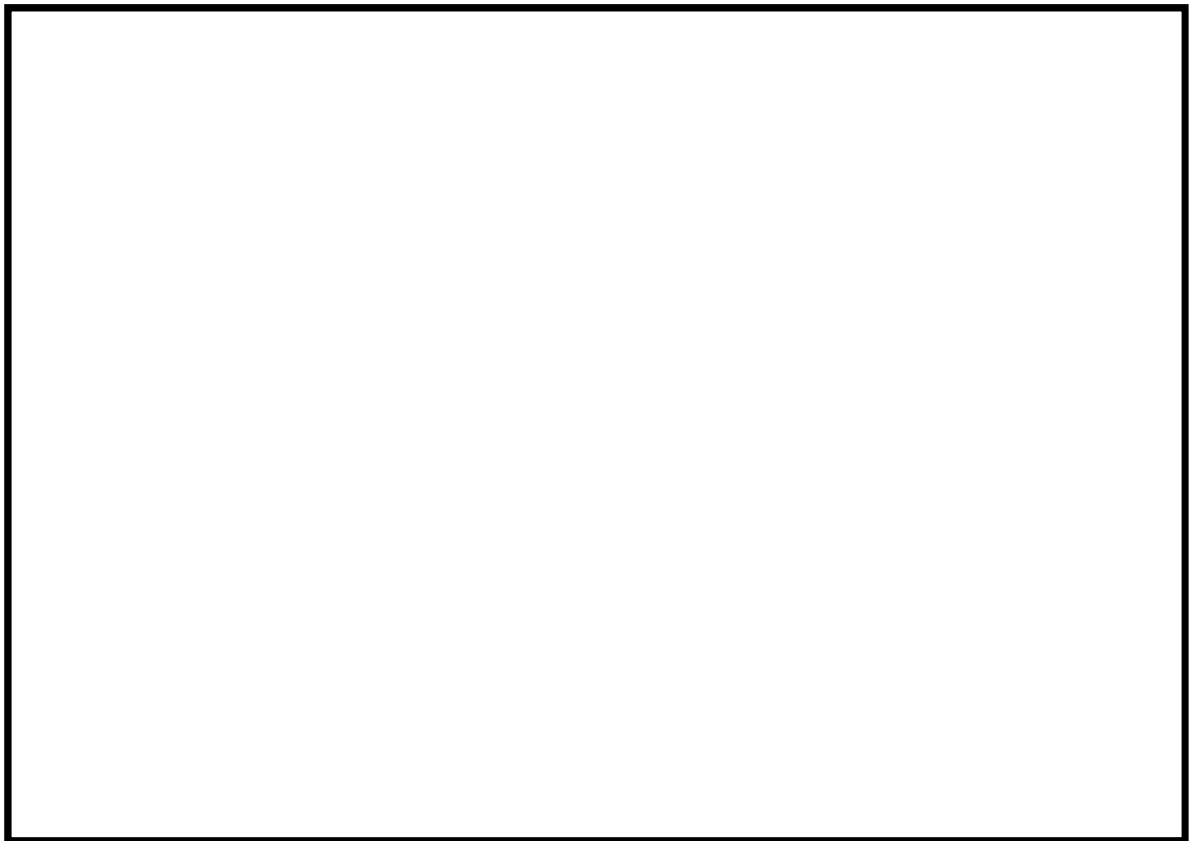
項目	耐火間仕切り		
試験体	①	②	③
主な使用用途	電動弁・電気ペネトレーション	計装品（現場制御盤，計装ラック）・電気ペネトレーション	計装品（現場制御盤，計装ラック）
形状	箱形		
材料			

### 6.5.2 耐火間仕切りの試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で試験体の片面を3時間以上加熱し、非加熱面側が第4表に示す判定基準を満足することを確認する。

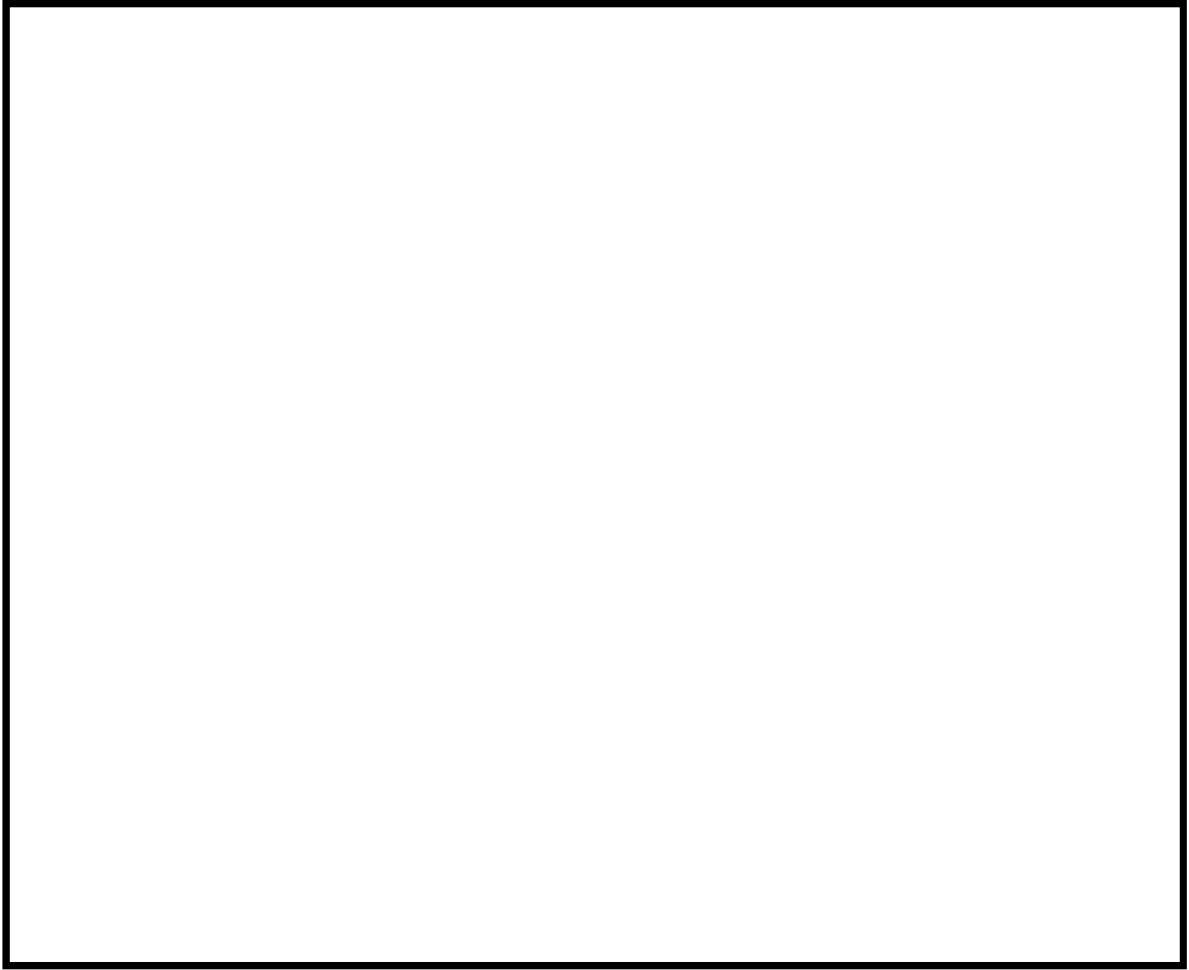


耐火間仕切り①



耐火間仕切り②

第11図 耐火間仕切りの試験体(1 / 2)



耐火間仕切り③

第11図 耐火間仕切りの試験体（2 / 2）

### 6.5.3 試験結果

第15表に試験結果を示す。いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって，耐火間仕切りは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第15表 耐火間仕切りにおける火災耐久試験結果

試験体		①	②	③
判定基準	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと	良	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと	良	良	良
	火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	良	良	良
試験結果		合格	合格	合格

※1 耐火間仕切りの試験体においては，試験後の耐火間仕切り内部の損傷状態，煤等の付着が無いことを確認し試験結果良と判定した。

## 6.6 ケーブルトレイ耐火ラッピングの火災耐久試験

東海第二発電所におけるケーブルトレイ等を系統分離するために用いるケーブルラッピングが3時間又は1時間の耐火性能を有していることを、火災耐久試験にて確認した結果を以下に示す。

なお、火災耐久試験により3時間以上の耐火性能を有することが確認されたケーブルラッピングについても、今後、系統分離に使用することも可能とする。

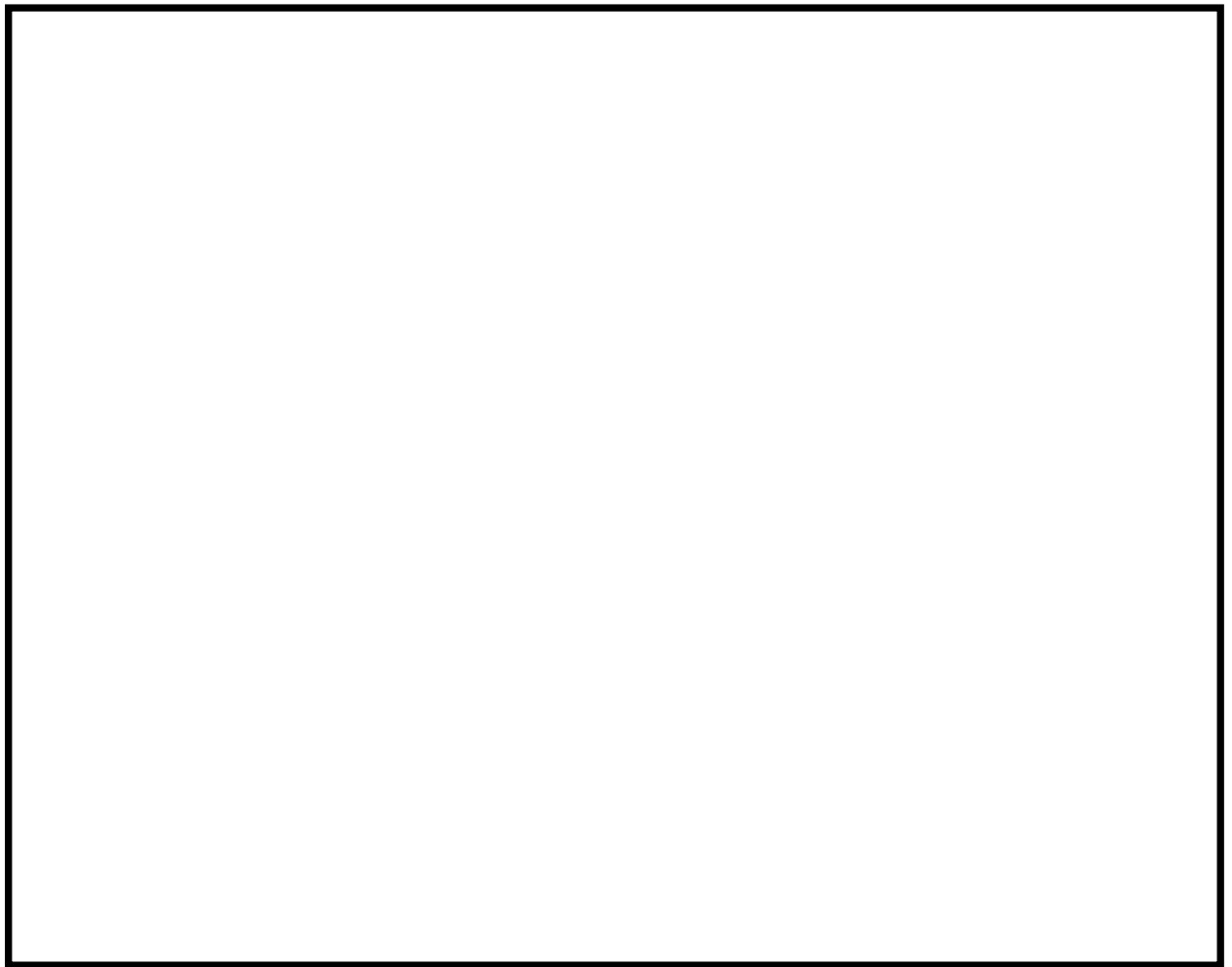
### 6.6.1 試験体の選定

#### 6.6.1.1 耐火ラッピングタイプ（3時間耐火）

3時間耐火ラッピングタイプは、ケーブルトレイに直接巻き付けるタイプの耐火方法である。東海第二発電所で使用しているケーブルトレイの仕様を考慮し、以下のケーブルトレイを選定した。第16表に仕様、試験体の概要を第12図に示す。

第16表 試験体となるラッピングタイプの仕様

型式	ケーブルトレイ	構成材料
3時間耐火ラッピング		



第12図 ラッピングタイプの試験体概要

#### 6.6.1.2試験方法・判定基準

試験方法は加熱温度が最も厳しい建築基準法 (IS0834) の加熱曲線を採用し、判定基準を満足することを確認する。

判定基準は、外観、電気特性(導通、絶縁抵抗)確認を行い、判定基準を満足するかを確認する。(第17表)



第17表 判定基準

項目	確認内容	判定基準
外観確認	耐火試験中，ケーブルラッピングの著しい変化，破壊，脱落等の変化がないことを目視で確認する。	著しい変化が生じないこと
	耐火試験後，ケーブル表面及びケーブルトレイ表面に延焼の痕跡がないことを目視で確認する。	延焼の痕跡がないこと
	放水試験後，ケーブルラッピングにケーブル及びケーブルトレイが見える貫通口が生じないことを目視確認する。	貫通口が生じないこと。
電気特性 確認	耐火試験後にケーブルの導通を確認する。	導通があること
	耐火試験前後にケーブルの導体－大地間の絶縁抵抗測定する。	試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと(10MΩ以上)

#### 6.6.1.3 試験結果

第18表に試験結果を示す。本試験においてケーブルラッピングは，著しい変化が生じず，ケーブル及びケーブルトレイに延焼の痕跡もなかった。また，試験後，導通，絶縁抵抗を満足している。なお，耐火試験後，放水試験を行い，ケーブルラッピングにケーブル及びケーブルトレイが見える貫通口が生じないことを確認した。

したがって判定基準を満足しているため，3時間耐火ラッピングは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第18表 3時間耐火ラッピングにおける火災耐久試験結果

判定基準		判定	備考
外観確認	著しい変化が生じないこと	良	
	延焼の痕跡がないこと	良	
	貫通口が生じないこと。	良	
電気特性 確認	導通があること	良	
	試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと(10MΩ以上)	良	
試験結果		合格	

6.6.1.4 1時間耐火発泡性耐火被覆（ケーブルトレイ用）

火災防護対象ケーブルに対する1時間耐火隔壁は、建築物で使用されている耐火被覆（建築基準法で、耐火構造とみなすために鉄骨の柱・梁に施工される被覆）を使用する。また、原子力発電所での施工性として、均一な施工が可能であるとともに、通常運転中の放熱性（熱伝導率）が良く、厚みの少ない発泡性耐火被覆を採用する。発泡性耐火被覆は、加熱されると発泡し、断熱性を有する層（炭化層）を形成する被覆材で、被覆を設置した鋼材の温度上昇を抑えるものである。第19表に発泡性耐火被覆の放熱性について、別紙6に発泡性耐火被覆を示す。

第19表 発泡性耐火被覆の放熱性

項目		発泡性耐火被覆	比較参考：ロックウール
熱伝導率 (W/m・K)		0.55	0.034
厚さ (mm)	1時間耐火	1.5mm	20mm
	2時間耐火	3.0mm	40mm

※ 発泡前のデータ

#### 6.6.1.5発泡性耐火被覆の性能確認

発泡性耐火被覆の性能について第20表に示す。

発泡性耐火被覆は、厚さ0.4mm以上の鉄板（空気層4mm含む）に貼り付けて使用する。貼り付けには、国土交通大臣認定を取得した耐火試験（別紙7）で使用された製造メーカー指定の耐火ボンドを使用する。

また、発泡性耐火被覆を施工するケーブルトレイ内には、自動消火設備をあわせて設置する。

第20表 発泡性耐火被覆の性能

項目	求められる性能
炎の影響の軽減	①建築基準法の耐火性能の大臣認定を取得していることを、認定番号で確認している。（別紙8）
熱の影響の軽減	①建築基準法の耐火性能（判定基準に温度に係る事項あり）の大臣認定を取得している（別紙8）が、判定基準が防護対象となる機器の機能喪失温度（原子力発電所の内部火災影響評価ガイドのケーブル損傷基準205℃）以上であることから、これも考慮する必要がある。なお、発泡性耐火被覆を施工した鋼材の温度が200℃未満で、内部火災影響評価ガイドのケーブル損傷基準205℃以下になることを、製造メーカーの試験記録で確認している。

なお、発泡性耐火被覆の確認においては、上記確認の他に、以下①②③の確認も考慮する。

### ①裏面からの加熱に対する発泡性耐火被覆の挙動確認（別紙9）

片面に発泡性耐火被覆を貼り付けた金属板の裏面（発泡性耐火被覆を貼っていない側）から加熱した場合、発泡性耐火被覆の端部折返しや、全周貼付け等の措置を講ずることで、発泡性耐火被覆が脱落しなくなることを、製造メーカーで行われた試験結果で確認している。ケーブルトレイに施工する際は、試験（今後さらに行うもの含む）で確認された脱落防止措置を講じる。

### ②表面に傷がある発泡性耐火被覆の耐火性能への影響（別紙9）

表面に傷をつけた発泡性耐火被覆を加熱し、傷があっても、断熱層が均一に形成され、耐火性能に有意な影響を及ぼさないことを、製造メーカーで行われた試験結果で確認している。

### ③耐用年数（別紙10）

発泡性耐火被覆、耐火ボンドは、経年的に性能が変化するものではないが、あえて挙げると、高温による樹脂の熱分解が考えられるが、高温を経験した発泡性耐火被覆、耐火ボンドに有意な性能変化がないことは、製造メーカーで行われた試験結果で確認している。

また、原子力発電所固有の条件として、放射線の影響がある。発泡性耐火被覆、耐火ボンドの主成分となっている樹脂（高分子材料）の耐放射線性は $1 \times 10^3$  Gy程度と高く、原子炉の安全停止に係る機器、ケーブルを設置している場所の放射線レベルを比較して、数桁高いレベルである。以上のことから、発泡性耐火被覆、耐火ボンドに放射線による有意な性能変化はないと考えるが、文献値は加速照射試験の結果であることから、実機で使用する際は、定期的にサンプリングし、耐火性能の確認を継続して行う。

#### 6.6.1.6実機での使用形態を模擬した火災耐久試験（別紙11）

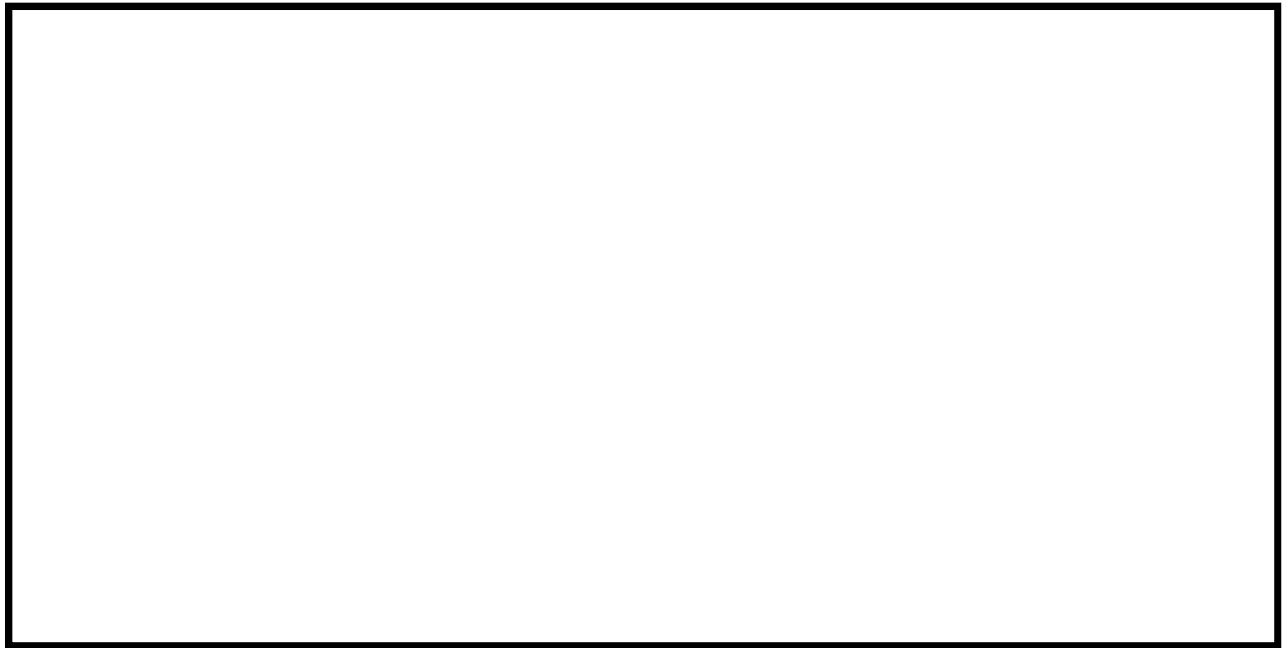
別紙7で示した試験は、発泡性耐火被覆を鋼材に施工した試験体で行われている。一方、実機では、ケーブルトレイに囲うように施工して使用するため、実機での使用形態を模擬した火災耐久試験を行い、1時間の耐火性能を有する隔壁となる施工方法を決定する。

#### 6.6.1.7電線管ケーブルラッピング（3時間耐火）

電線管ケーブルラッピングは、電線管に直接巻き付けるタイプの耐火方法である。また、東海第二発電所で使用している電線管の仕様を考慮し、以下の電線管を選定した。第21表に仕様、試験体の概要を第13図に示す。

第21表 試験体となる電線管ケーブルラッピングの仕様

型式	電線管	構成材料
3時間耐火ラッピング		



#### 6.6.1.8 試験方法・判定基準

試験方法はケーブルトレイラッピングと同じく、加熱温度が最も厳しい建築基準法 (IS0834) の加熱曲線を採用し、判定基準を満足することを確認する。

判定基準もケーブルトレイラッピングと同様に、外観、電気特性(導通、絶縁抵抗)確認を行い、判定基準を満足するかを確認する。(第22表)

第22表 判定基準

項目	確認内容	判定基準
外観確認	耐火試験中、ケーブルラッピングの著しい変化、破壊、脱落等の変化がないことを目視で確認する。	著しい変化が生じないこと
	耐火試験後、ケーブル表面及びケーブルトレイ表面に延焼の痕跡がないことを目視で確認する。	延焼の痕跡がないこと
	放水試験後、ケーブルラッピングに電線管が見える貫通口が生じないことを目視確認する。	貫通口が生じないこと。
電気特性 確認	耐火試験後にケーブルの導通を確認する。	導通があること
	耐火試験前後にケーブルの導体-大地間の絶縁抵抗測定をする。	試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと(10MΩ以上)

#### 6.6.1.9試験結果

第23表に試験結果を示す。本試験において電線管ケーブルラッピングは、著しい変化が生じず、ケーブルに延焼の痕跡もなかった。また、試験後、導通、絶縁抵抗を満足している。なお、耐火試験後、放水試験を行い、電線管が見える貫通口が生じないことを確認した。

したがって判定基準を満足しているため、3時間耐火電線管ケーブルラッピングは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第23表 3時間耐火電線管ケーブルラッピングにおける火災耐久試験結果

判定基準		判定	備考
外観確認	著しい変化が生じないこと	良	
	延焼の痕跡がないこと	良	
	貫通口が生じないこと。	良	
電気特性 確認	導通があること	良	
	試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと(10MΩ以上)	良	
試験結果		合格	

## 7. ケーブルラッピングに伴う許容電流低減率の評価について

東海第二発電所では、ケーブルラッピング施工による異常過熱等の発生を防止するために、ケーブルに通電可能な最大電流(以下「許容電流」という。)を踏まえ、管理基準を設定する。

### 7.1 許容電流率の評価

東海第二発電所で使用するケーブルラッピングについては、IEEE848-1996に定められる許容電流低減率(ADF)を踏まえ設計する。許容電流低減率(ADF)は、IEEE848-1996において以下のように定義される。

出典：IEEE848-1996「IEEE Standard Procedure for the Determination of the Ampacity Derating of Fire-Protected Cables」

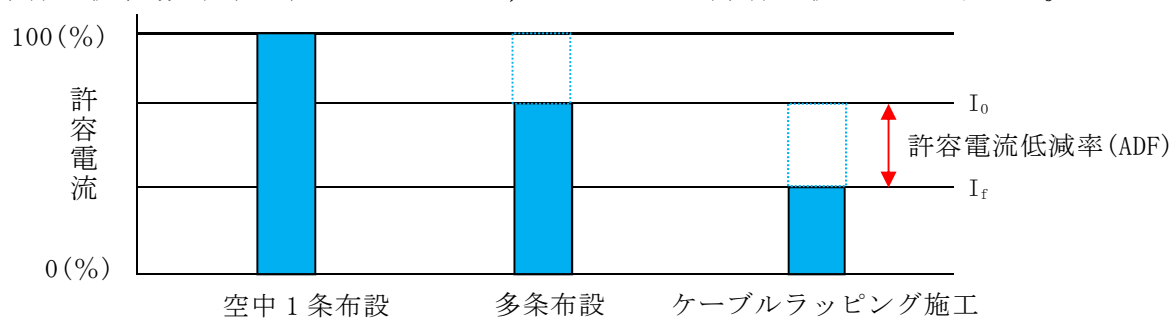
#### 【許容電流低減率(ADF)】

$$ADF = \frac{I_0 - I_f}{I_0} \times 100 (\%)$$

$I_0$ ：導体温度が90℃まで到達するのに必要な電流(ケーブルラッピング前)

$I_f$ ：導体温度が90℃まで到達するのに必要な電流(ケーブルラッピング後)

以下、第16図に示すとおり、ケーブルの設計値としての許容電流は、空中一条布設時の許容電流に相当し、ケーブルの多条布設やケーブルラッピング施工により影響を受け、低減される。ケーブルラッピング施工により生じる許容電流低減率(ADF)が大きいほど、ケーブルの許容電流は小さくなる。



第16図 ケーブルの許容電流と許容電流低減率(ADF)

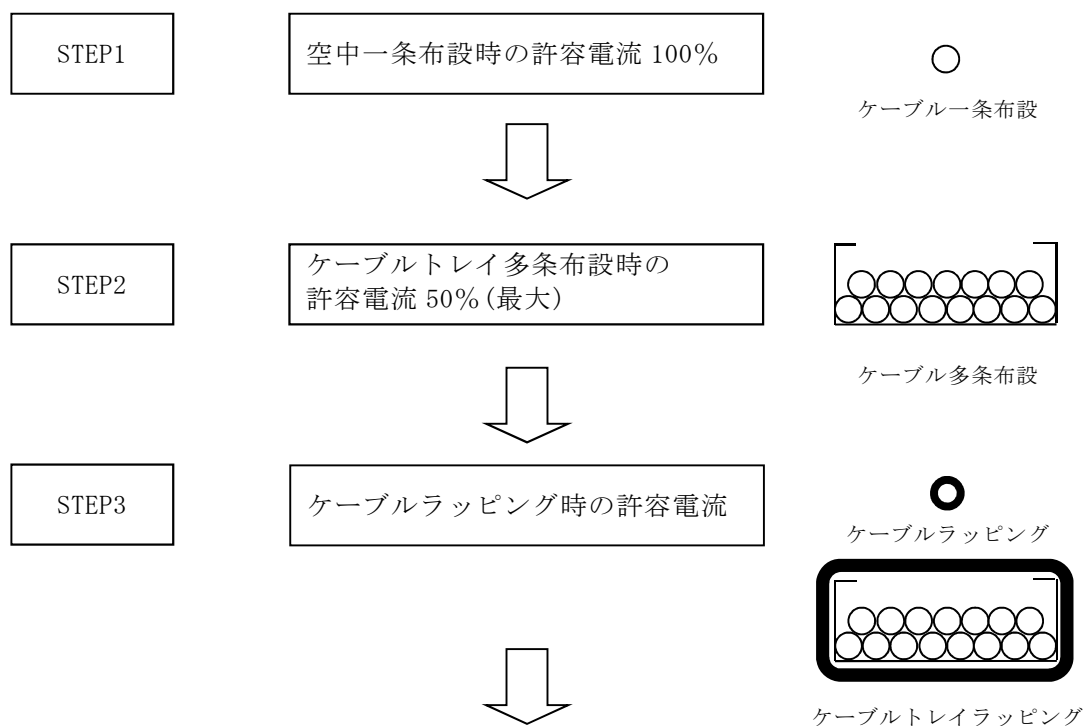


## 7.2許容電流の管理基準

次に、東海第二発電所ではケーブルを多条布設する場合には、ケーブル通電時に発生する熱の影響によって異常過熱等が発生しないよう、空中一条布設時の許容電流(100%)に対して、通電可能な電流の上限値を□に制限している。



上記までのケーブル、ケーブルトレイにおける管理基準を踏まえ、東海第二発電所におけるケーブルラッピングのケーブル許容電流の管理基準は以下のフローに基づき決定する。(第17図)



ケーブルラッピングにおけるケーブル許容電流の管理基準

第17図 ケーブルラッピングにおけるケーブル許容電流の管理基準の概要

7.3 ケーブルラッピングにおける許容電流低減率の評価

ケーブルラッピング時におけるケーブルの許容電流の低減率を確認し管理基準を定めるために、模擬試験体を用いた許容電流評価試験を行う。

7.4 許容電流評価試験

許容電流評価試験は、IEEE848-1996「IEEE Standard Procedure for the Determination of the Ampacity Derating of Fire-Protected Cables」を参考に、ケーブル1条及びケーブルトレイに対してケーブルラッピングを施工し、許容電流の評価を実施した。

## 7.5 試験方法

ケーブル1条及びケーブルトレイに対してケーブルラッピングを施工し、その施工の前後において、導体の温度が約90℃となるように通電する。その時の通電電流 $I'$ は下式(1)により求めることができる。また、この時の周囲温度及び導体温度を測定し、導体温度90℃、周囲温度25℃における許容電流を下式(2)により算出し、許容電流低減率を確認する。

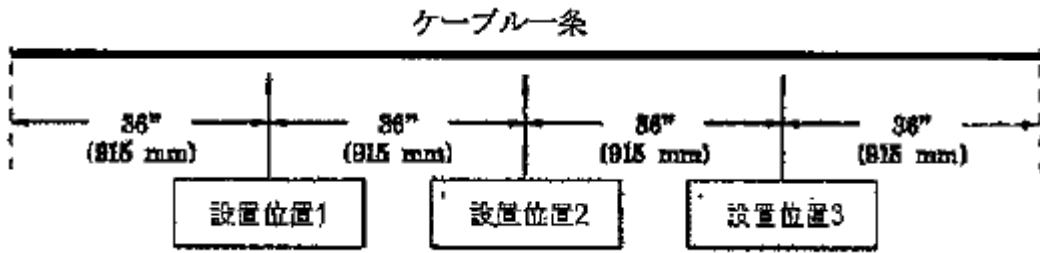
試験体概要図を第18図に示す。

$$I' = I \times \sqrt{\frac{T_1' - T_2'}{T_1 - T_2}} \quad (1)$$

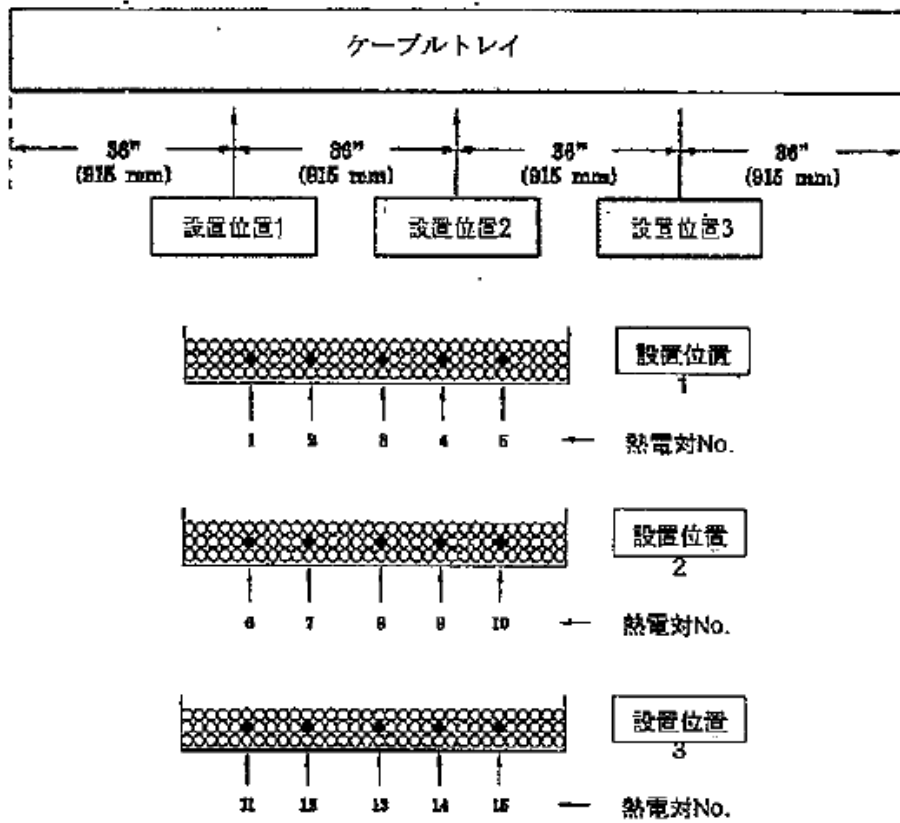
$I$ : 試験時の通電電流 (A)       $I'$ : 試験時の通電電流 (A)  
 $T_1$ : 試験時の導体温度 (°C)       $T_2$ : 試験時の周囲温度 (°C)  
 $T_1'$ : 試験体の導体温度 (90°C)       $T_2'$ : 試験時の周囲温度 (25°C)

$$\text{許容電流低減率 } ADF = \frac{I_0 - I_f}{I_0} \times 100 (\%) \quad (2)$$

$I_0$ : 導体温度が 90℃まで到達するのに必要な電流(ケーブルラッピング前)  
 $I_f$ : 導体温度が 90℃まで到達するのに必要な電流(ケーブルラッピング後)



許容電流評価試験：ケーブル1条



許容電流評価試験：ケーブルトレイ

第18図 試験体概要図

## 7.6 試験結果

### (1) ケーブル1条

ケーブルラッピングの有無	通電電流 (A)	周囲温度 (°C)	導体温度 (°C)
無	1500	31.34	91.00
有	1000	25.67	91.87

① ラッピング施工前 許容電流(補正後)

$$I_0 = 1566 \text{ (A)}$$

② ラッピング施工後 許容電流(補正後)

$$I_r = 991 \text{ (A)}$$

③ 許容電流低減率

$$\text{許容電流低減率 } ADF = \frac{1566 - 991}{1566} \times 100 = 36.7\%$$

### (2) ケーブルトレイ

ケーブルラッピングの有無	通電電流 (A)	周囲温度 (°C)	導体温度 (°C)
無	29.20	38.63	90.20
有	14.20	27.48	89.75

① ラッピング施工前 許容電流(補正後)

$$I_0 = 32.8 \text{ (A)}$$

② ラッピング施工後 許容電流(補正後)

$$I_r = 14.5 \text{ (A)}$$

③ 許容電流低減率

$$\text{許容電流低減率 } ADF = \frac{32.8 - 14.5}{32.8} \times 100 = 55.8\%$$

以上より、ケーブルラッピングに伴う許容電流の評価は、許容電流低減率の大きい55.8%を適用し、ケーブルラッピングに伴い、許容電流を満足できない場合は、ケーブルのサイズアップまたはケーブルルートのリルートを行う。

試験の実施状況を別紙1に示す。

## 8. ケーブルトレイ等ケーブルラッピング施工時の耐震性について

東海第二発電所では、ケーブルトレイ等へケーブルラッピングを施工する場合は、以下の観点から耐震性の評価を行い、基準地震動発生後に機能を維持できる設計とする。

### 8.1 耐火ラッピング施工による耐震性評価

耐火ラッピング施工については、耐火ラッピングを施工することにより重量が増加することから、耐火ラッピングを施工した場合には、耐火ラッピング施工後の状態において、基準地震動が発生しても、耐火ラッピングの損傷、脱落により耐火ラッピングの機能低下させないように、個別に耐震性を評価し、必要に応じサポート等の補強を行う。

## 9. 放水活動時の被水による影響についての考慮

東海第二発電所で使用するケーブルラッピング材の断熱材(FFブランケット等)は吸水性があることから、放水活動時に断熱材(FFブランケット)等が直接被水すると耐火ラッピング材の重量が増加し、ケーブルトレイ及び耐火ラッピング材の耐震性に影響を及ぼすことが考えられる。

一方、東海第二発電所においては、耐火ラッピングを施工する火災区域(区画)の消火設備として、ハロゲン化物自動消火設備(全域)、二酸化炭素自動消火設備(全域)、ハロゲン化物自動消火設備(局所)、消火器を設置する設計

としており、火災時の消火手段として優先的に使用することにより、放水活動時の被水の影響を考慮している。

#### 10. 耐火隔壁等の耐久性について

東海第二発電所で使用する耐火ラッピング材について、第24表に示す。

ケーブルトレイ等ラッピングの構成材料は、無機材材料及び金属材料であるため、熱、放射線の影響を受けることなく、長期使用による経年劣化により耐火性能が低下することはないと考える。




第24表 ケーブルトレイ等ラッピングの構成材料

構成材料	耐環境性の考慮要否	確認結果
	否	無機材料であり、熱・放射線の影響はない。
鉄板、番線、アルミシート、アルミテープ	否	金属材料であり、熱・放射線の影響は受けない。

また、ケーブルトレイ等ラッピングの取付状況は、保守点検にて確認し、性能維持管理する。




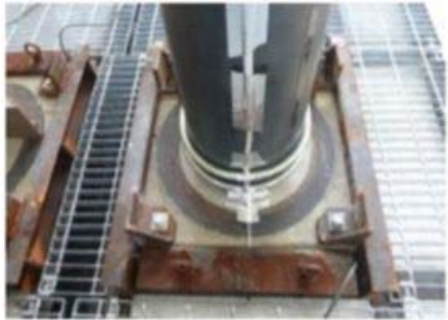
なお、耐火隔壁の耐久性については、別紙10に示す。

火災耐久試験状況(発泡性耐火被覆による耐火隔壁)


項目	試験状況写真		
	発泡性耐火被覆材による耐火隔壁		
	1時間耐火	3時間耐火	
試験開始前			
試験終了後			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しな	良	良
試験結果	合格	合格	





火災耐久試験状況(配管貫通部)

項目	試験状況写真		
	断熱材取付け	モルタル充填	
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良	良
試験結果	合格	合格	





## 火災耐久試験状況(ケーブルトレイ貫通部)

項目		試験状況写真	
		ケーブルトレイ	
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないうこと。	良	
試験結果		合格	

## 火災耐久試験状況(電線管貫通部)





項目		試験状況写真	
		電線管	
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しなないこと。	良	
試験結果		合格	

## 火災耐久試験状況(防火扉)

項目	試験状況写真		
	室内加熱	室外加熱	
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良 <sup>※1</sup>
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しなないこと。	良	良
試験結果	合格	合格	



※1 ドアクローザー一部除く

火災耐久試験状況(防火ダンパ)

項目		試験状況写真	
		防火ダンパ①	防火ダンパ②
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良	良
試験結果		合格	合格





## 火災耐久試験状況(耐火間仕切り①)

項目	試験状況写真	
	耐火間仕切り①	
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良 <sup>※1</sup>
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良 <sup>※1</sup>
試験結果	合格	



※1 耐火間仕切りの試験体においては、試験後の耐火間仕切り内部の損傷状態、媒等の付着がないことを確認し、試験結果良と判定した。

## 火災耐久試験状況(耐火間仕切り②)

項目	試験状況写真	
	耐火間仕切り②	
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良 <sup>※1</sup>
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良 <sup>※1</sup>
試験結果	合格	

※1 耐火間仕切りの試験体においては、試験後の耐火間仕切り内部の損傷状態、媒等の付着がないことを確認し、試験結果良と判定した。



## 火災耐久試験状況(耐火間仕切り③)

項目	試験状況写真	
	耐火間仕切り③	
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良 <sup>※1</sup>
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良 <sup>※1</sup>
試験結果	合格	





※1 耐火間仕切りの試験体においては、試験後の耐火間仕切り内部の損傷状態、媒等の付着がないことを確認し、試験結果良と判定した。





火災耐久試験状況 (3時間耐火ケーブルトレイラッピング)

項目		試験状況写真	
		耐火ラッピング (外観, ケーブル)	
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良	
試験結果		合格	

火災耐久試験状況(3時間耐火電線管ラッピング)

項目	試験状況写真	
	電線管	
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良
試験結果	合格	

火災耐久試験状況（放水試験）について

項目	試験状況写真
	放水試験
<p>試験開始前 (3時間耐火試験 後)</p>	
<p>試験後</p>	

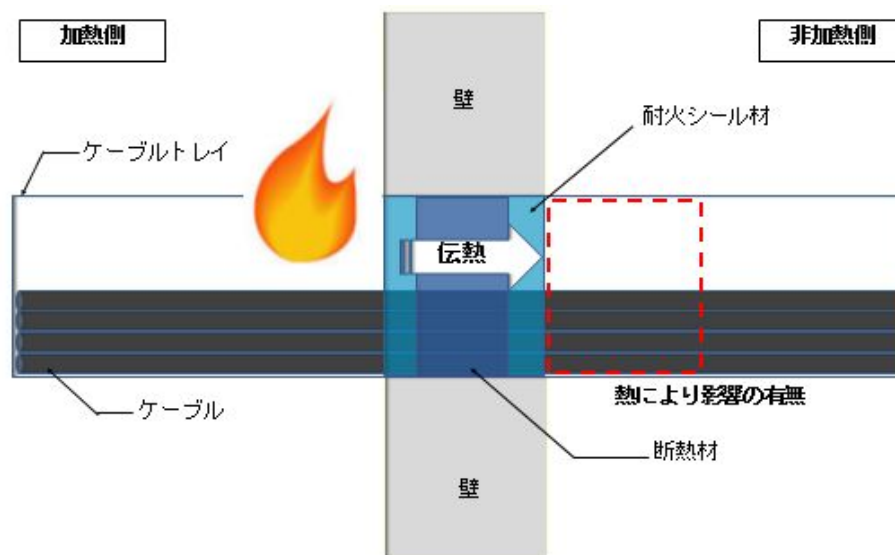
許容電流評価試験 (ケーブルトレイ試験及び1条試験)

種類	試験状況写真 (トレイ)	試験状況写真 (1条)
ラッピング 無し		
ラッピング 有り		

## ケーブルトレイ貫通部における非加熱面側の機器への影響

## 1. はじめに

火災区域(区画)を形成する3時間耐火処理を施したケーブルトレイ貫通部では、火災が発生した区域(加熱側)の隣接区域(非加熱側)に炎の噴出等は発生しない。しかしながら、第1図のとおり、火災が発生した区域から、ケーブル及び断熱材を介し隣接区域(非加熱側)に伝搬する熱量が大きい場合には、非加熱側でケーブルが発火し、隣接区域に延焼する可能性が考えられる。したがって、東海第二発電所で3時間耐火処理を施すケーブルトレイ貫通部においては、隣接区域(非加熱側)に火災の影響が生じないことを確認している。



第1図 非加熱面側のケーブルトレイ貫通部周囲への熱影響

## 2. ケーブルトレイ貫通部3時間火災耐久試験の適合判定条件

東海第二発電所のケーブルトレイ貫通部の3時間耐火処理における標準施工方法は、第1図に示すものである。これらの3時間耐火試験における判定基準は、建築基準法施行令第129条の2の5第1項第七号ハに基づく認定に係る性能を評価する「防火区画等を貫通する管の性能試験・評価業務方法書」に基づき、以下(1)から(3)としている。東海第二発電所の標準施工方法については、6.2.2.3第8表に示すとおり、以下、(1)から(3)の項目を全て満足し合格することを確認している。

加熱試験の結果、各試験体が次の基準を満足する場合に合格とする。

- (1) 非加熱面側に 10 秒を超えて発炎を生じないこと。
- (2) 非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。
- (3) 火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。

さらに、非加熱面側への熱影響を考慮し、東海第二発電所のケーブルトレイ貫通部の3時間耐火試験の判定基準としては、建築基準法（防耐火性能試験・評価業務方法書）に基づき、耐火壁に対する判定基準を準用し、非加熱面側温度上昇が180K(°C)を超えないこととする。東海第二発電所においてケーブルトレイ貫通部を施工するエリアの設計環境温度が最大40°Cであることを踏まえると、上記判定基準を満足すれば、非加熱側の最大温度は220°C(40°C+180K)となるが、難燃ケーブルが自然発火する温度は概ね300°C以上であることから、非加熱面側でケーブルは発火せず、隣接区域に火災の影響は生じない。

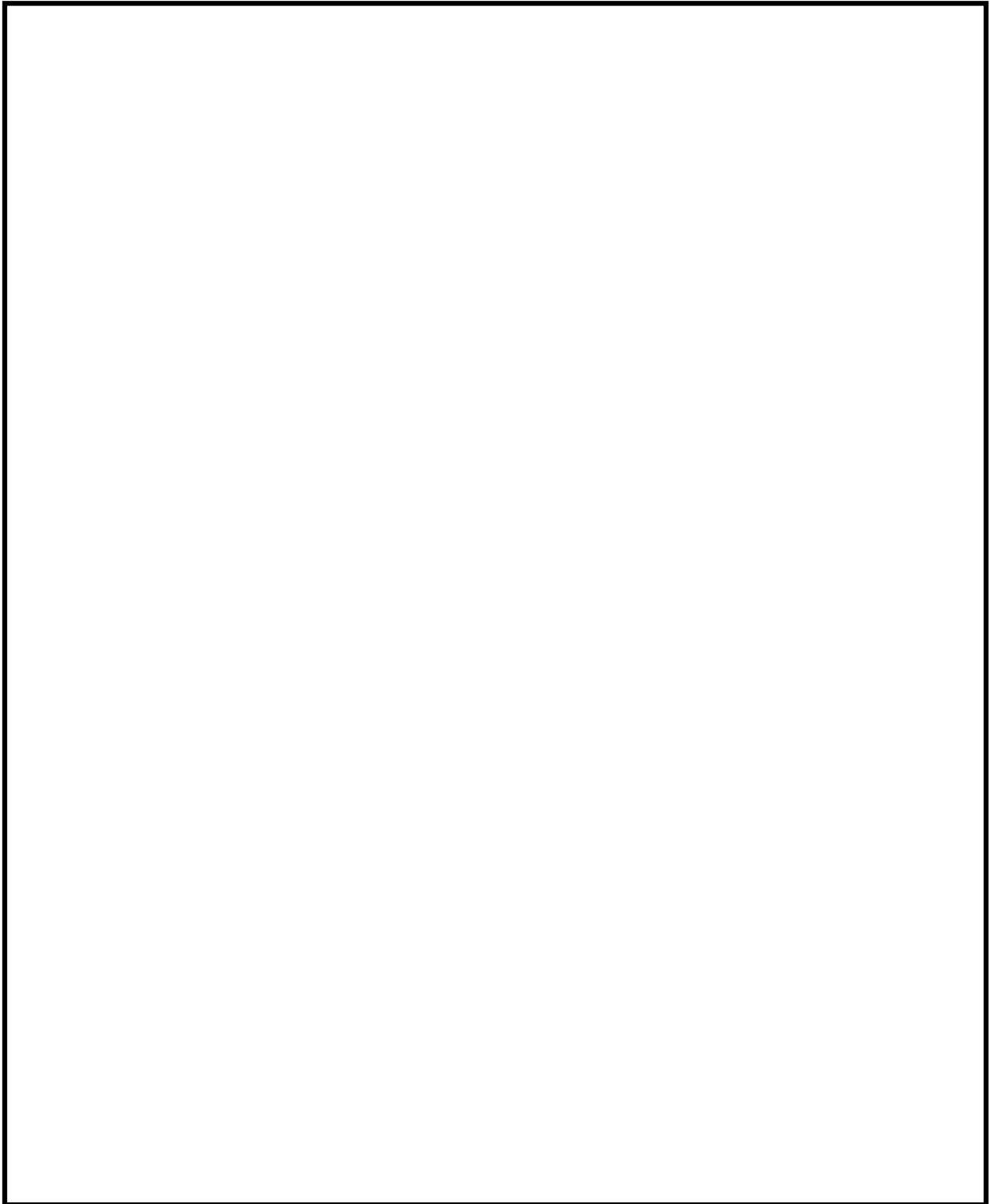
以下、東海第二発電所のケーブルトレイ貫通部の標準施工方法について 3 時間耐火試験を行った際の非加熱側の温度の測定結果を示す。

### 3. ケーブルトレイ貫通部 3 時間耐火試験における非加熱側温度

第 2 図に示す施工方法(1)から(4)のいずれの場合においても、非加熱側でケーブルが外部に剥き出しとなる点(図中、赤色×で表記)においては、温度上昇が 180K を下回っており、ケーブルが発火することはない。

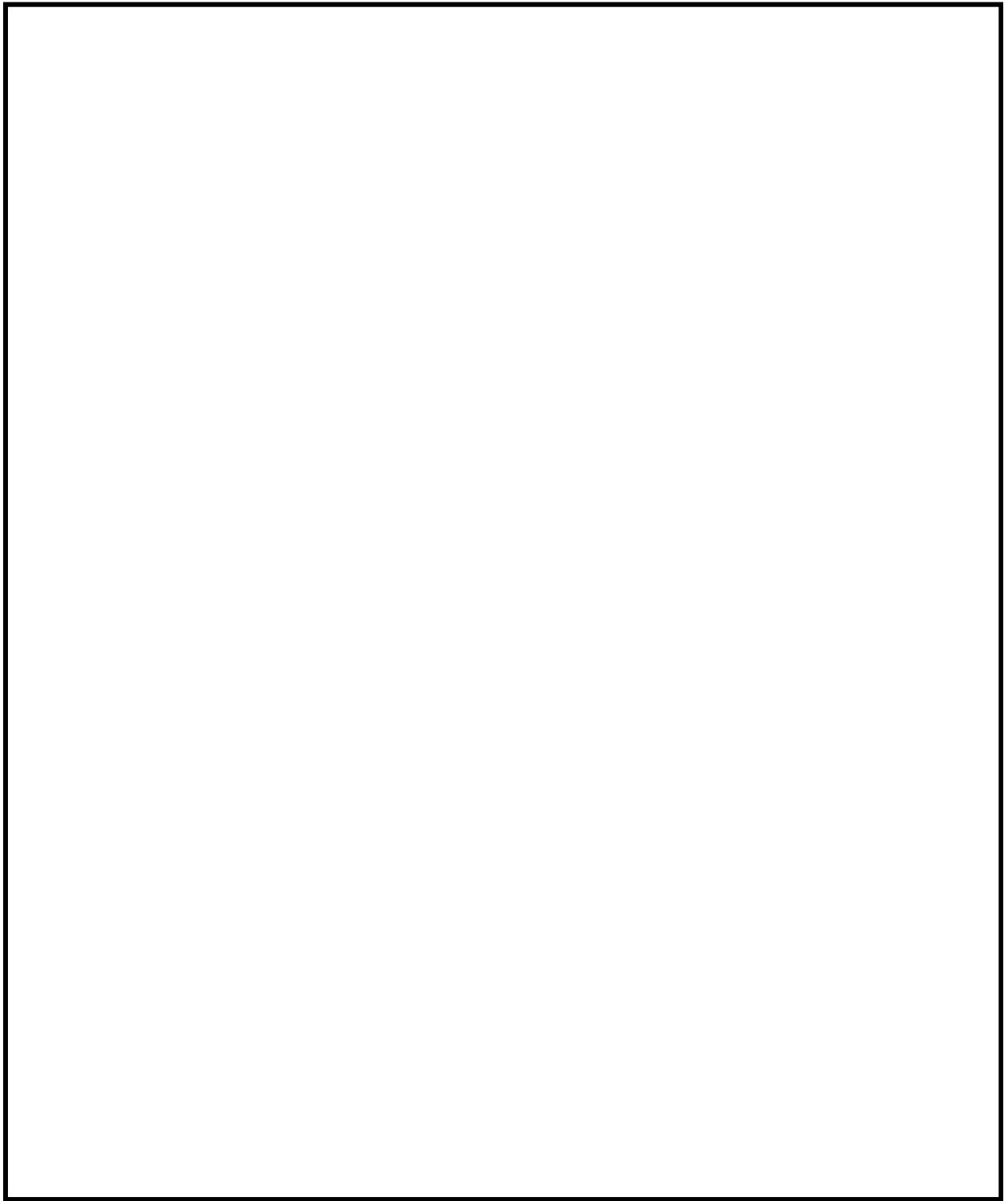
一方、近接しているケーブル同士の隙間においては、高温によりケーブルシース同士が相互に融着する現象が観測されており、当該箇所において最大 241K の温度上昇が見られた。しかしながら、3 時間耐火試験中の非加熱側のケーブルは発火していないことから、ケーブル同士の隙間にケーブル以外の可燃物がなければ延焼は生じないと考える。

東海第二発電所の実機におけるケーブルトレイ貫通部の 3 時間耐火施工箇所においては、ケーブル同士の隙間にケーブル以外の可燃物が存在しない設計とすることから、火災が発生する区域の熱が 3 時間耐火処理を施したケーブルトレイ貫通部を通じて隣接区域に影響を及ぼすおそれはないと考える。



第 2 図 ケーブルトレイ貫通部 3 時間耐火試験における非加熱側温度(その 1)





第 2 図 ケーブルトレイ貫通部 3 時間耐火試験における非加熱側温度(その 2)

## 配管貫通部における非加熱側の機器への影響について

### 1. はじめに

火災区域(区画)を構成する配管貫通部が火災時に配管が加熱されると、配管の伝熱により非加熱面側配管の温度・圧力が上昇し、当該配管の周囲に設置される機器及び配管に直接取付けられている機器に影響をおよぼす可能性がある。したがって、非加熱側の機器への影響について配管の設置状態に応じ評価を行った。

### 2. 非加熱面側の貫通配管周囲の機器への影響

非加熱面側の貫通配管周囲の機器(第1図)への影響は、貫通している配管の断熱材から先の状態(保温材の設置有無、配管の種類(液体を内包する配管、気体を内包する配管))により影響が異なるため、以下のとおり評価を実施した。

## 2.1 保温材付配管

保温材付配管は、配管に設置した保温材の厚さを配管口径によって変化させ、口径に係らず配管からの放熱が一定値以下に抑制されるよう設計している。したがって、火災時においても加熱面側からの加熱及び非加熱面側の放熱が保温材によって抑制され、周囲のケーブルトレイや電動弁などへの輻射熱の影響が抑制される。

よって、保温材配管については非加熱面側の貫通配管周囲に設置する機器への影響は考えにくい。

## 2.2 液体を内包する配管

液体を内包する配管は、水配管と燃料(軽油)移送配管がある。

水配管は、火災により加熱されても、配管を構成する鋼材に比べて10倍近い熱容量を持つ配管径全体の保有水により、熱が吸収され温度上昇が大きく抑制される。したがって、非加熱面側の貫通配管周囲に設置する機器への影響は考えにくい。

燃料(軽油)移送配管についても同様で、軽油は、配管を構成する鋼材に比べて4倍近い熱容量を有しており、火災により加熱された場合でも配管径全体の軽油により熱が吸収され、温度上昇が大きく抑制される。

したがって、非加熱面側の貫通配管周囲に設置する機器への影響は考えにくい。

### 2.3 気体を内包する配管

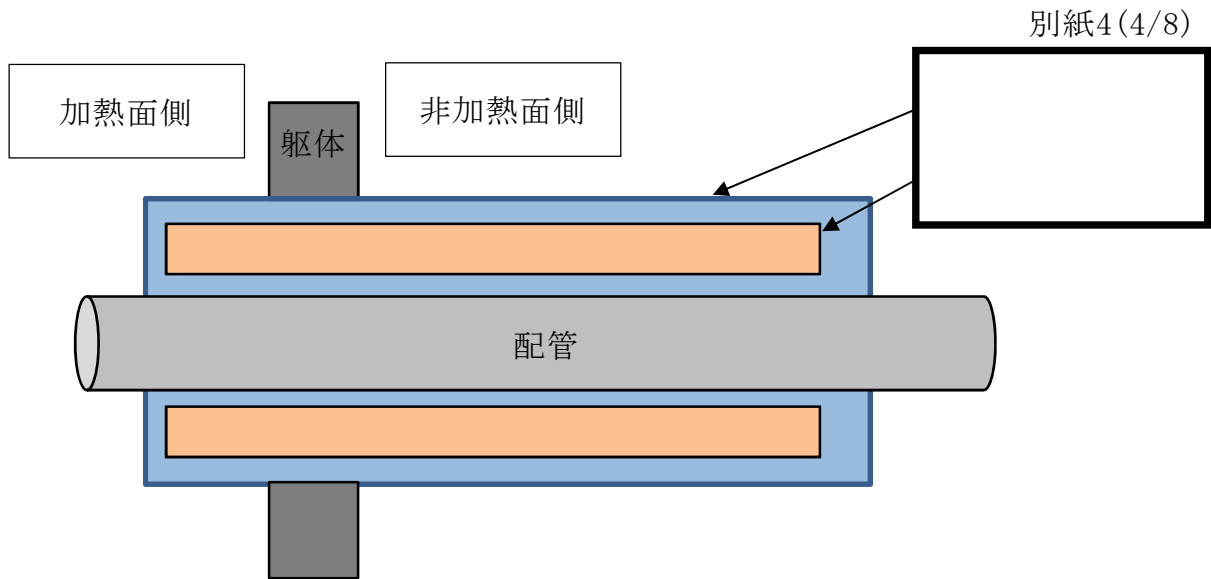
気体を内包する配管は、配管内部が気体であることから、液体を内包する配管に比べ配管自体の熱容量が小さく、非加熱面側の貫通配管の温度が上昇することが想定されるため、非加熱面側の周辺機器への影響軽減を目的として、基準値以上の温度範囲については断熱材で覆う設計とする。

また、このための確認として、IS0834の加熱曲線により3時間加熱した火災耐久試験を実施し、気体を内包する貫通配管表面の温度を測定した。試験体概要を第2図、温度測定点を第3図に示す。周辺機器へ影響をおよぼす温度の基準として、非加熱面側の配管表面について最高温度173℃<sup>\*1</sup>を定め、試験結果から、非加熱面側にて当該の温度を満たすための断熱材の寸法を確認した。配管径ごとに必要となる断熱材長さの確認結果を第4図に示す。

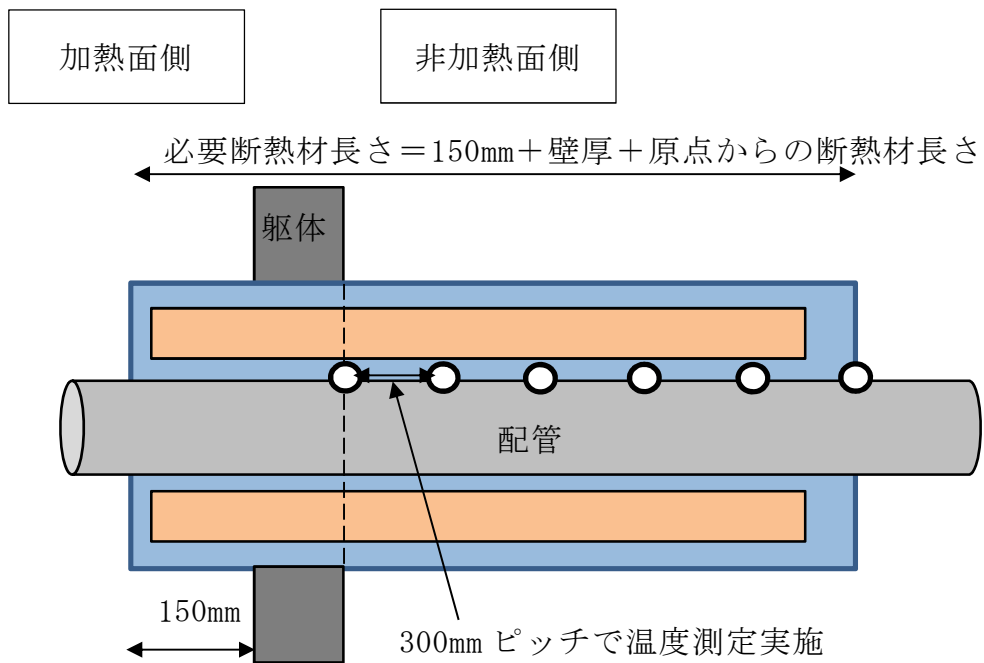
なお、ケーブルについては、「内部火災影響評価ガイド」表8.2「ケーブルの損傷基準」のとおり、いずれのケーブルタイプもケーブルの損傷基準温度が示されており、200℃を上回っていることから、配管貫通部の非加熱側の最高温度である173℃の温度環境となった場合においても損傷に至ることはない。

※1 米国Regulatory Guide 1.189では、配管貫通部非加熱面側の温度が周囲の機器等に影響をおよぼさぬよう、周囲の環境温度に対して最高点で163℃若しくは平均121℃を超えて上昇しないことが求められている。非加熱面側の周囲の環境温度は、通常雰囲気は換気空調系の設計温度10℃～40℃であるため、最高点の温度上昇は173℃～203℃以下、エリア平均では、131℃～161℃以下であることが求められる。

したがって、これらの範囲のうち保守的な条件として、非加熱面側の最高点の温度は173℃以下、エリア平均の温度は131℃以下を基準値とする。



第1図 試験体概要

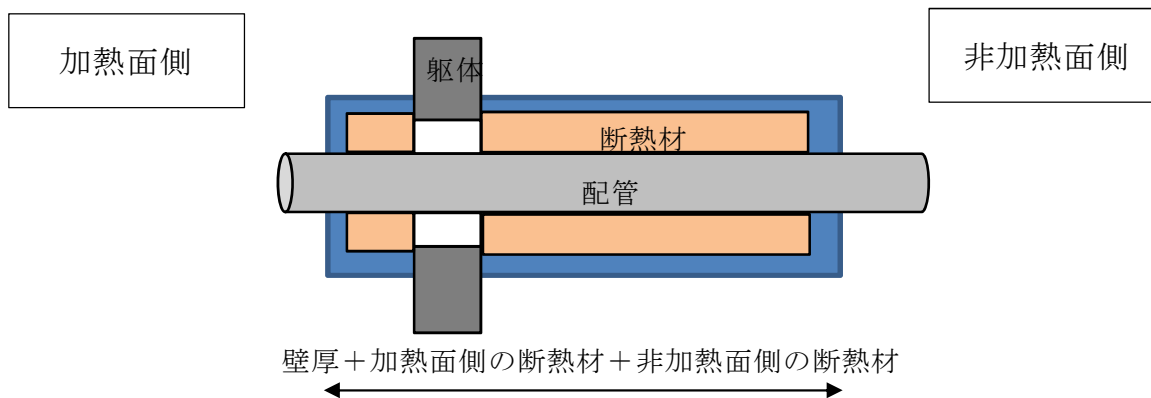


第2図 温度測定点



第3図 口径毎の温度基準値（最高点温度）を満たす耐火材長さ

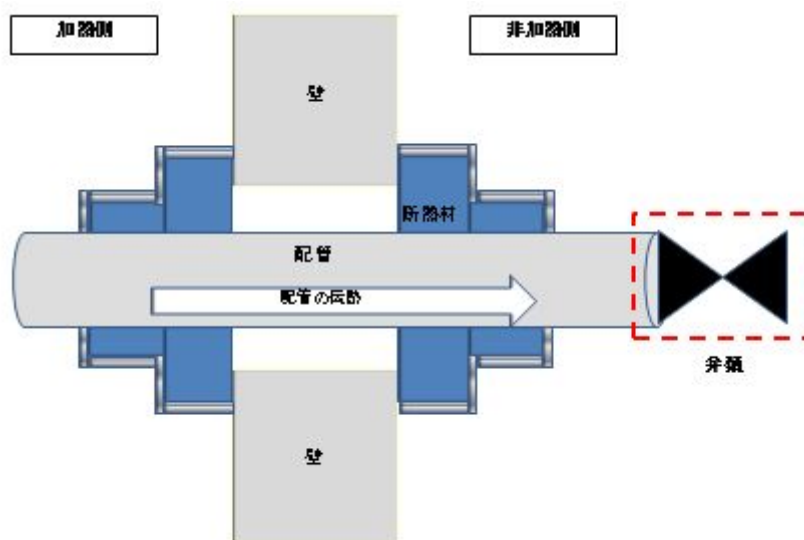
第3図に示す配管口径毎の必要な断熱材長さの確認結果を踏まえ，配管貫通部に対して，壁厚＋加熱面側の断熱材＋非加熱面側の断熱材の合計長さが，基準温度以下となる断熱材長さ以上とするように断熱材を設置することで，非加熱面側に露出する配管の温度を基準値以下とし，貫通配管周辺の機器への影響が生じない設計とする。対策イメージを第5図に示す。



第4図 耐火対策イメージ

### 3. 非加熱面側の貫通配管に接続される機器への影響

配管貫通部の非加熱面側の貫通配管に接続される機器への影響（第6図）は、貫通している配管（保温材の設置有無、液体を内包する配管、気体を内包する配管）により影響が異なるため、以下のとおり評価を実施する。



第5図 非加熱面側の貫通配管に直接取り付く機器への影響

#### 3.1 保温材付配管

保温材付配管は、2.1項に示すとおり、保温材により加熱面側における加熱が抑えられること、また、保温材付配管は直接取り付く機器の耐熱温度も耐火設計となっている。

したがって、非加熱面側の貫通配管に直接取り付く機器に熱影響を与えることはない。

### 3.2 液体を内包する配管

液体を内包する配管は、2.2 液体を内包する配管にて評価したとおり、内部流体の熱吸収により非加熱面側の温度上昇を抑えることができ、これにより内部流体の圧力上昇も低減されることから、非加熱面側の貫通配管に直接取り付く機器への影響は考えにくい。

### 3.3 気体を内包する配管

気体を内包する配管は、配管内部の熱容量が小さく、非加熱面側の貫通配管の温度が上昇されることが想定される。東海第二発電所にて3時間耐火による貫通部処理を行う気体を内包する配管は、以下のとおりである。

- 非常用ガス処理系
- 不活性ガス系
- 非常用ディーゼル発電機始動空気及び給気系
- 計装用圧縮空気系
- 所内用圧縮空気系
- 高圧窒素ガス供給系

気体を内包する配管の貫通部近傍に直接設置機器として、弁類(手動弁, 電動弁, 空気作動弁), 計測器がある。これらの機器については以下の点から熱による影響は考えにくい。



- ・断熱材以降の非加熱側の配管露出部は、173℃以下となる設計である。
- ・断熱材以降の非加熱側の配管露出部においては、173℃を下回る設計であるが、系統の設計温度を超える。弁については、設置位置における温度に対して、いずれもJSMEに規定される弁自体の設計温度を超えないこと、及びJIS等規格品の同型機器がプラント内で200℃以上の高温部に使用され、十分に機能している実績から、173℃以下の環境において熱影響による機器への影響はない。また、電動弁、空気作動弁の駆動部については、配管部より更に離れて設置されており、伝熱による影響を受けにくく、温度上昇も小さいことから、機能への影響は考えにくい。よって、気体を内包する配管の非加熱面側に直接接続された機器が熱影響を受けることは考えにくい。

### 3 時間耐火壁，隔壁の厚さについて

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災に係る審査基準」には，耐火壁，隔壁等の設計の妥当性が耐久試験によって確認されることが要求されている。

火災区域を構成する壁についての 3 時間耐火性能を確保するための壁厚について，対応方針を以下に示す。

#### 1. 対応方針とその考え方

##### (1) 対応方針

3 時間耐火性能を必要とする壁厚については，150 mm 以上を確保する方針とする。

##### (2) 考え方

- ・ 建築基準法では 2 時間を超える耐火壁の規定はないが，関連する告示の講習会資料にて 2 時間を超える耐火壁厚の算出式及び算出結果がグラフとして提示されており，これによれば一般コンクリートの場合，3 時間耐火に必要な壁厚は 123 mm である。
- ・ 火災防護審査指針(JEAC4607-2010)では，火災影響評価での火災区域，区画の火災荷重評価は米国 NFPA(National Fire Protection Association)ハンドブックを参照しており，これによれば，3 時間の耐火壁の必要壁厚は約 150 mm である。
- ・ 以上より，3 時間耐火壁の厚さは，より保守的な評価である 150 mm 以上を採用する。

## 2. コンクリート壁の耐火性能について

### (1) 建築基準法による壁厚

火災強度 2 時間を超えた場合，建築基準法により指定された耐火構造壁はないが，告示の講習会テキスト<sup>※1</sup>により，コンクリート壁の屋内火災保有耐火時間（遮熱性）の算定式及び 4 時間までの算定図（普通コンクリート）が示されており，これにより最小壁厚を算出することができる。

※1 2001 年版耐火性能の検証法の解説及び計算例とその解説（建設省告示第 1433 号 耐火性能検証法に関する算定方法等を定める件）講習会テキスト（国土交通省住宅局建築指導課）

$$t = \left( \frac{460}{\alpha} \right)^{3/2} 0.012 C_D \cdot D^2$$

ここで， $t$ ：保有耐火時間 [min]

$D$ ：壁の厚さ [mm]

$\alpha$ ：火災温度上昇係数

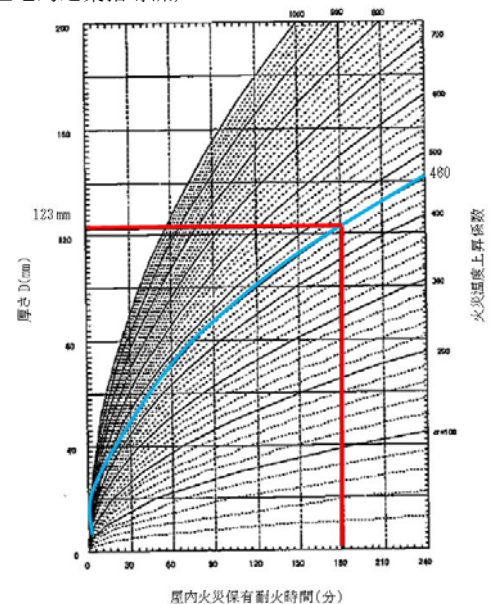
[460：標準加熱曲線]<sup>※2</sup>

$C_D$ ：遮熱特性係数

[1.0：普通コンクリート]<sup>※3</sup>

※2：建築基準法の防火規定は 200 年に国際的な調査を図るため，国際標準の ISO 方式が導入され，標準加熱曲線は ISO834 となり，火災温度係数  $\alpha$  は 460 となる。

※3：普通コンクリート(1.0)，軽量コンクリート(1.2)

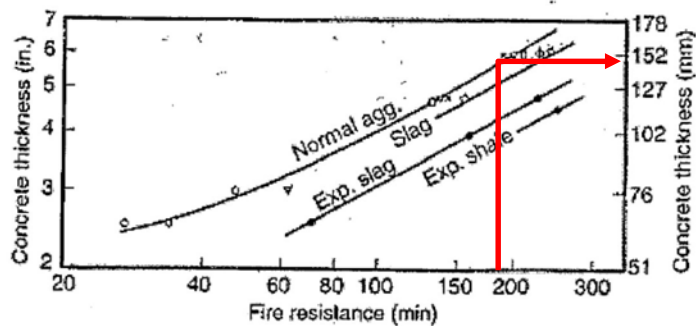


上記式より，屋内火災保有耐火時間 180min（3 時間）に必要な壁厚は 123 mm である。

### (2) 海外規定による壁厚

コンクリート壁の耐火性を示す海外規格として，米国の NFPA ハンドブックがあり，3 時間耐火に必要な壁の厚さは約 150 mm<sup>※4</sup>と読み取れる。

※4 3時間耐火に必要なコンクリート壁の厚さとしては、「原子力発電所の火災防護指針 JEAG4607-2010」に例示された、米国 NFPA ハンドブックに記載される耐火壁の厚さと耐火時間の関係より、3時間耐火に必要な厚さが約 150 mm である。



- NORMAL AGGREGATE : 普通骨材
- SLAG : スラグ骨材
- EXPANDED SHALE : 膨張頁(けつ)岩骨材
- EXPANDED SLAG : 膨張スラグ骨材

図4-d 耐火壁の厚さと耐火時間の関係  
(米国 NFPA Handbook Twentieth Edition より)

Reproduced with permission from NFPA's *Fire Protection Handbook*®,  
Copyright©2008, National Fire Protection Association.

### 発泡性耐火被覆について

発泡性耐火被覆とは、以下に示すように、加熱されると発泡して断熱層を有する（炭化層）を形成し、所定の時間（1時間又は2時間）、耐火性能を発揮するもので、建築基準法に基づく大臣認定を取得している。



通常使用時の状態



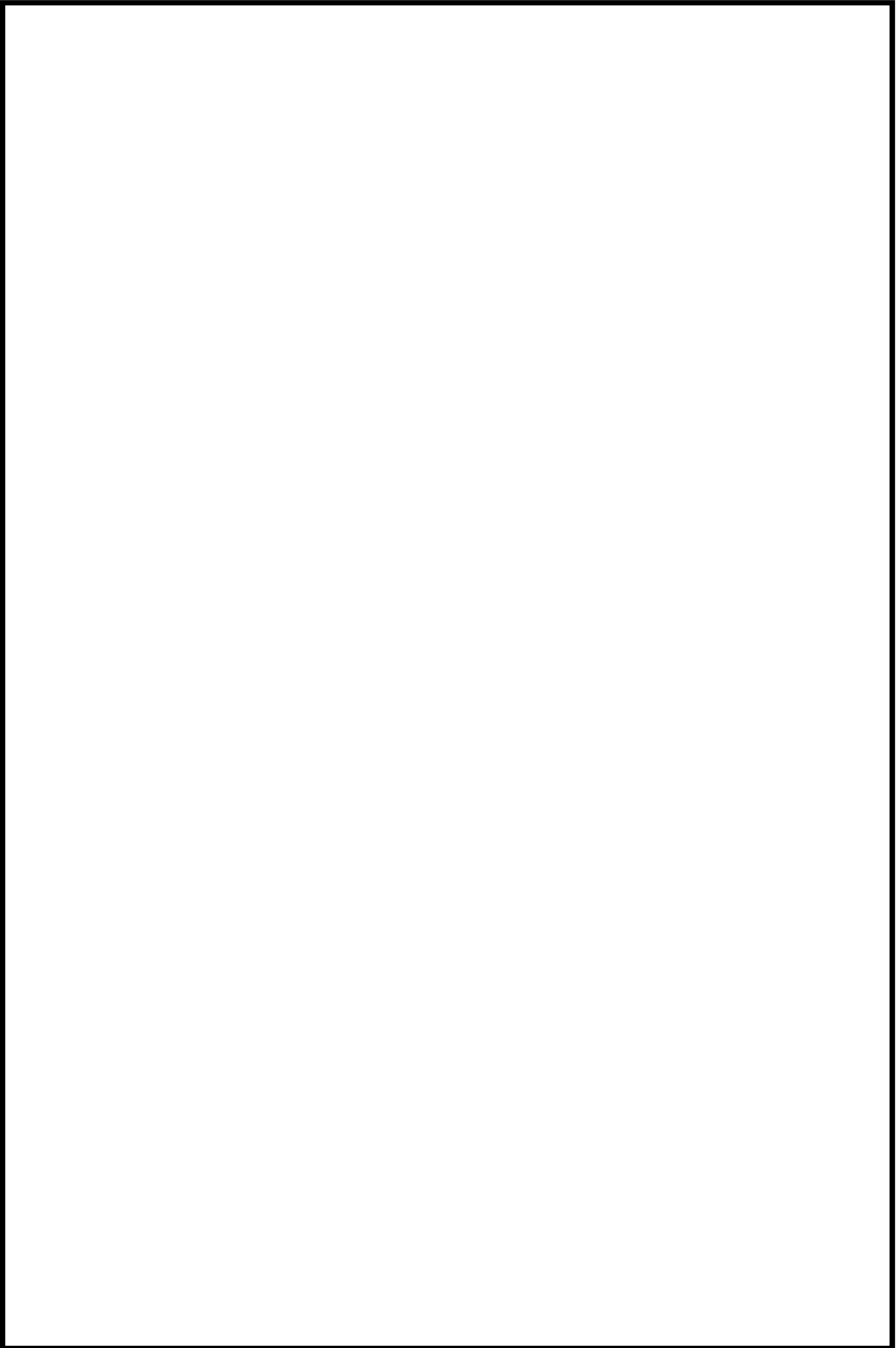
200℃～250℃程度で発泡を開始し、断熱層を形成

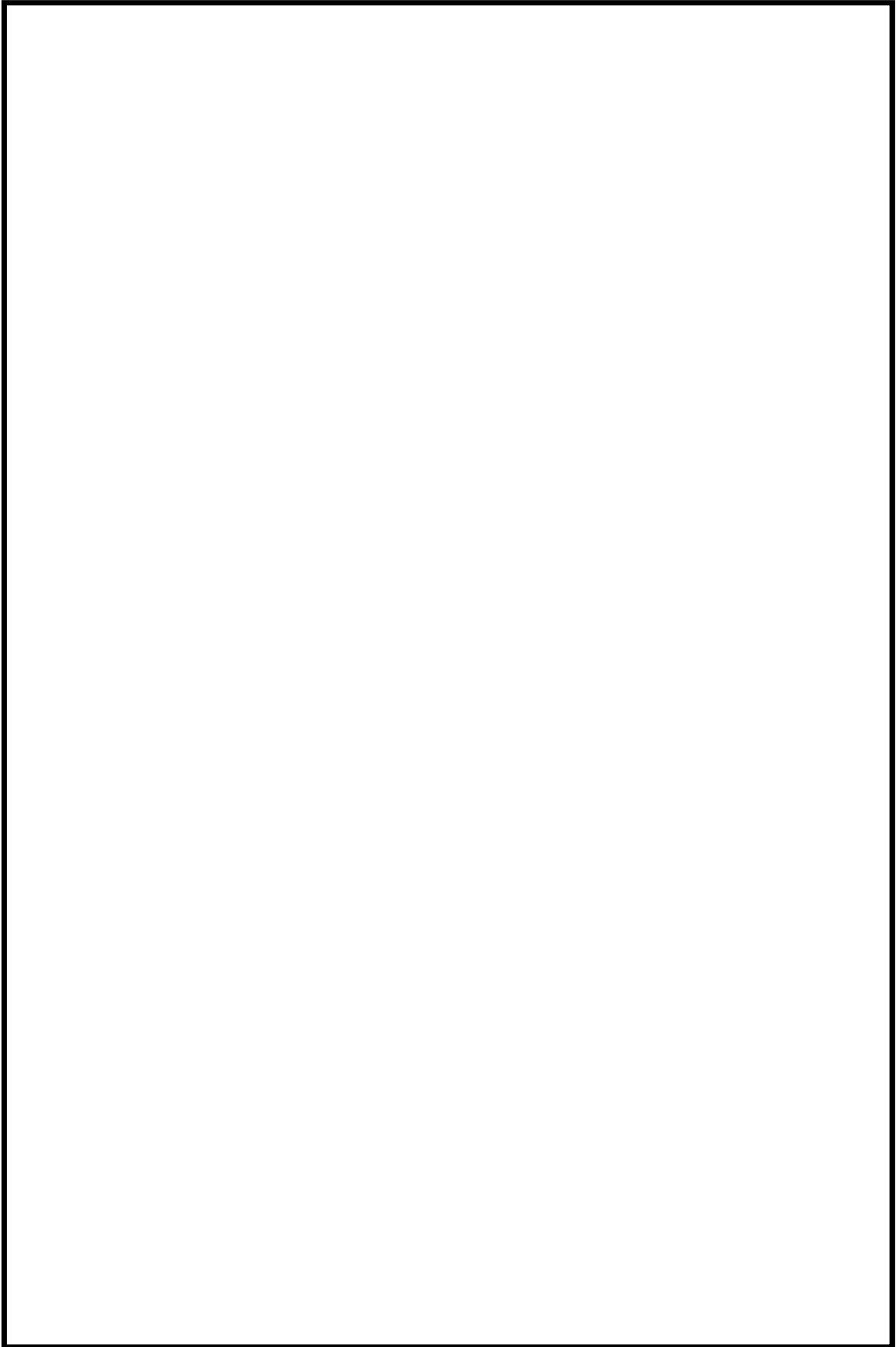
断熱層は、被覆を施工した鋼材表面の温度上昇を抑える

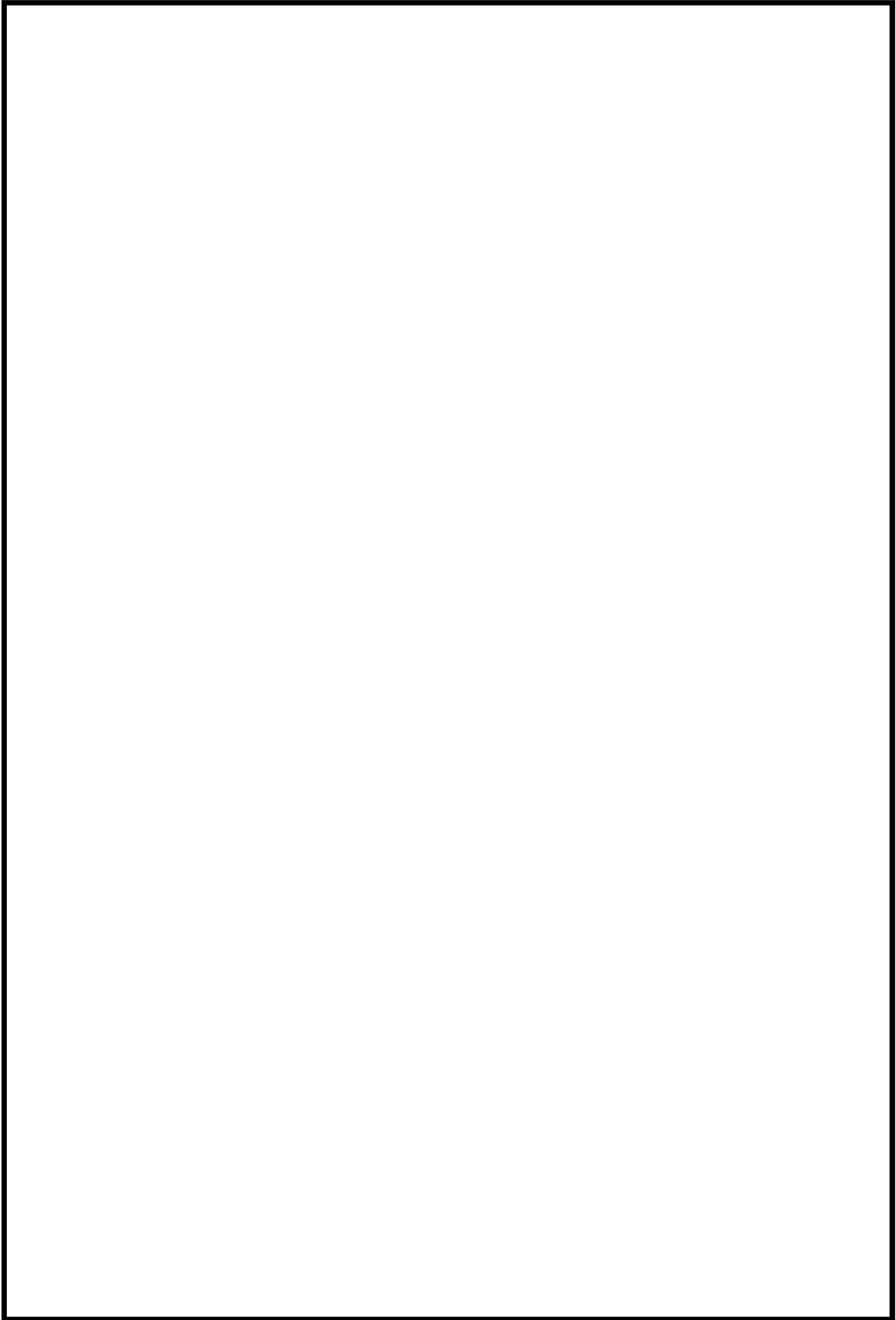


発泡終了

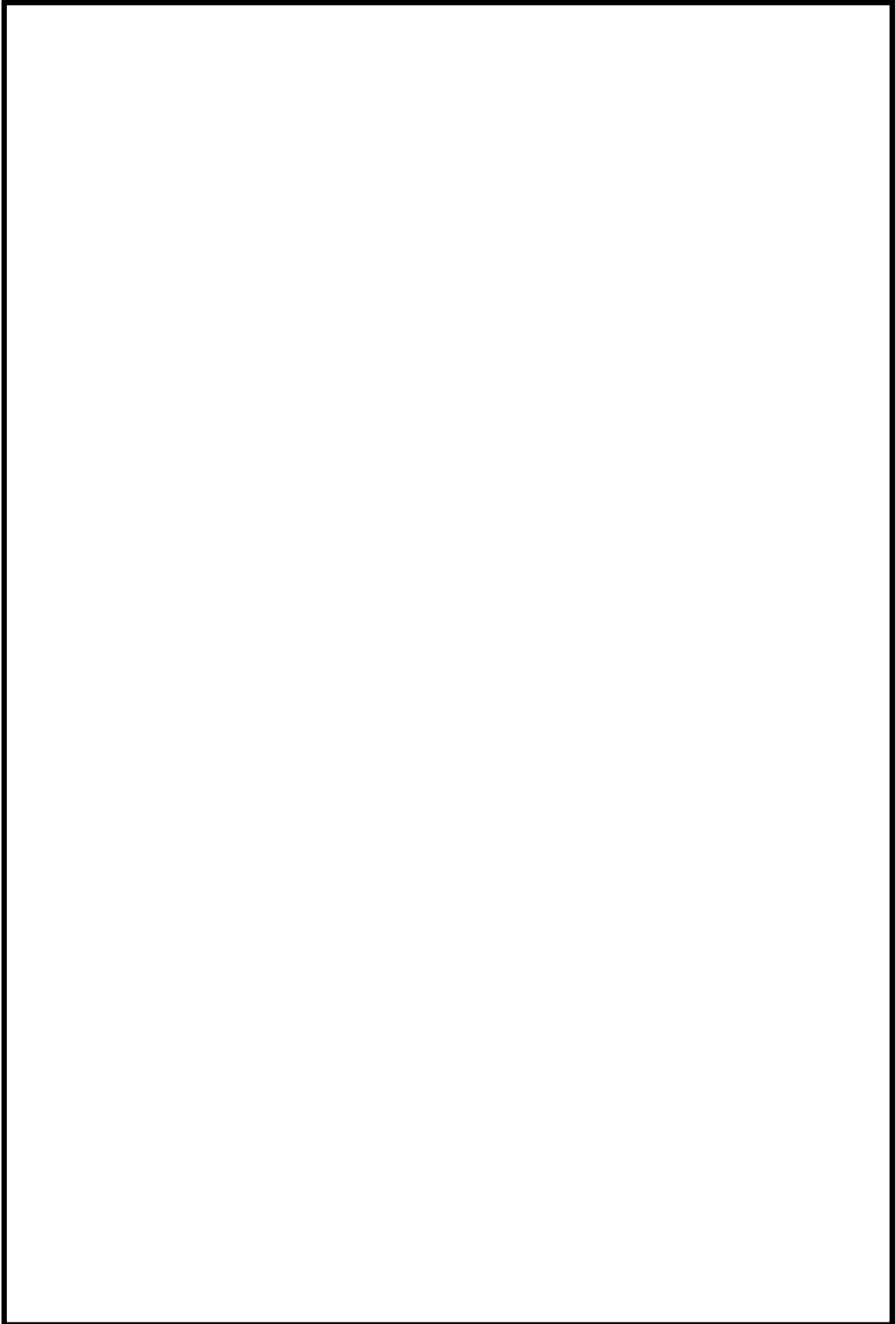
断熱層

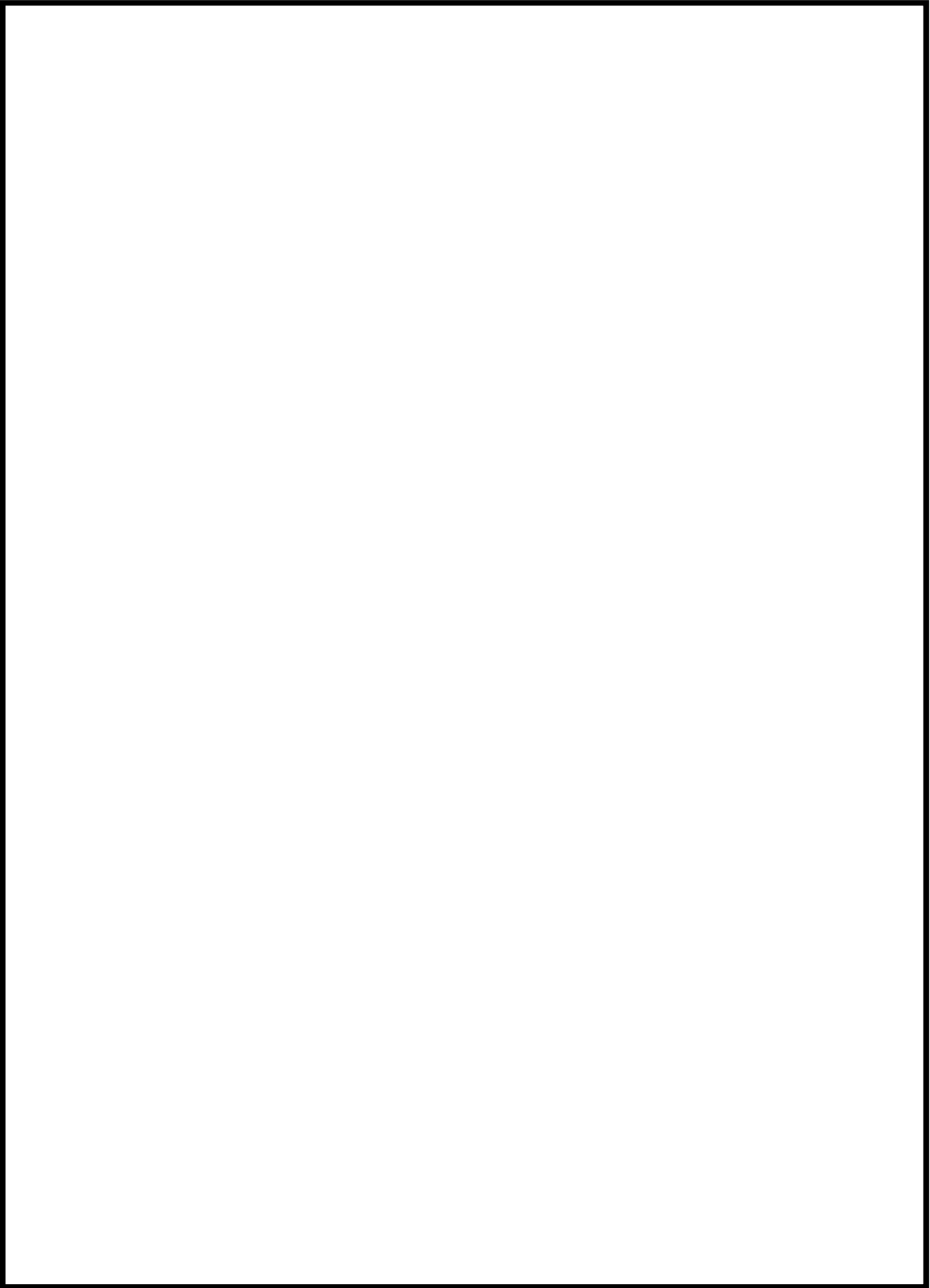


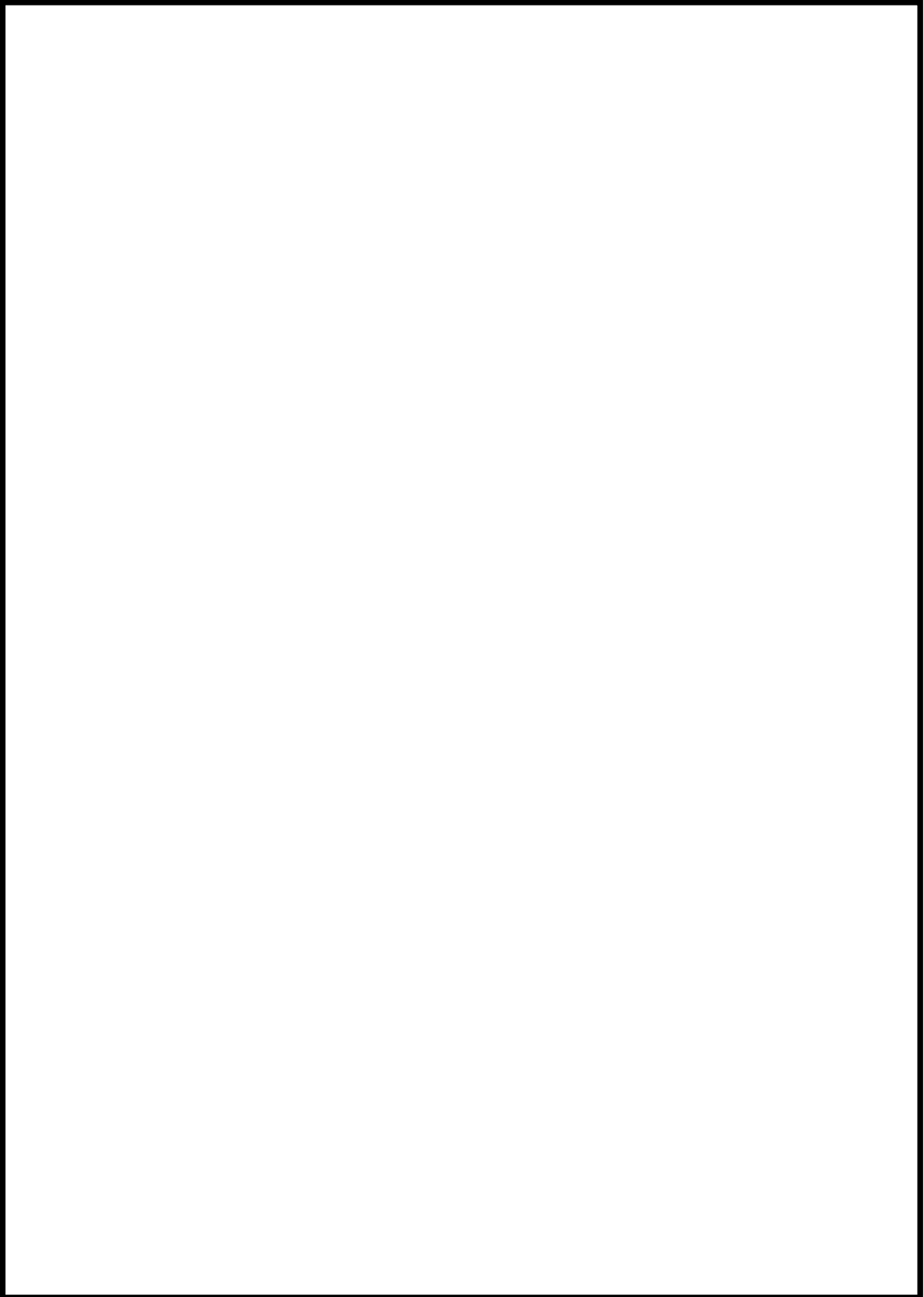


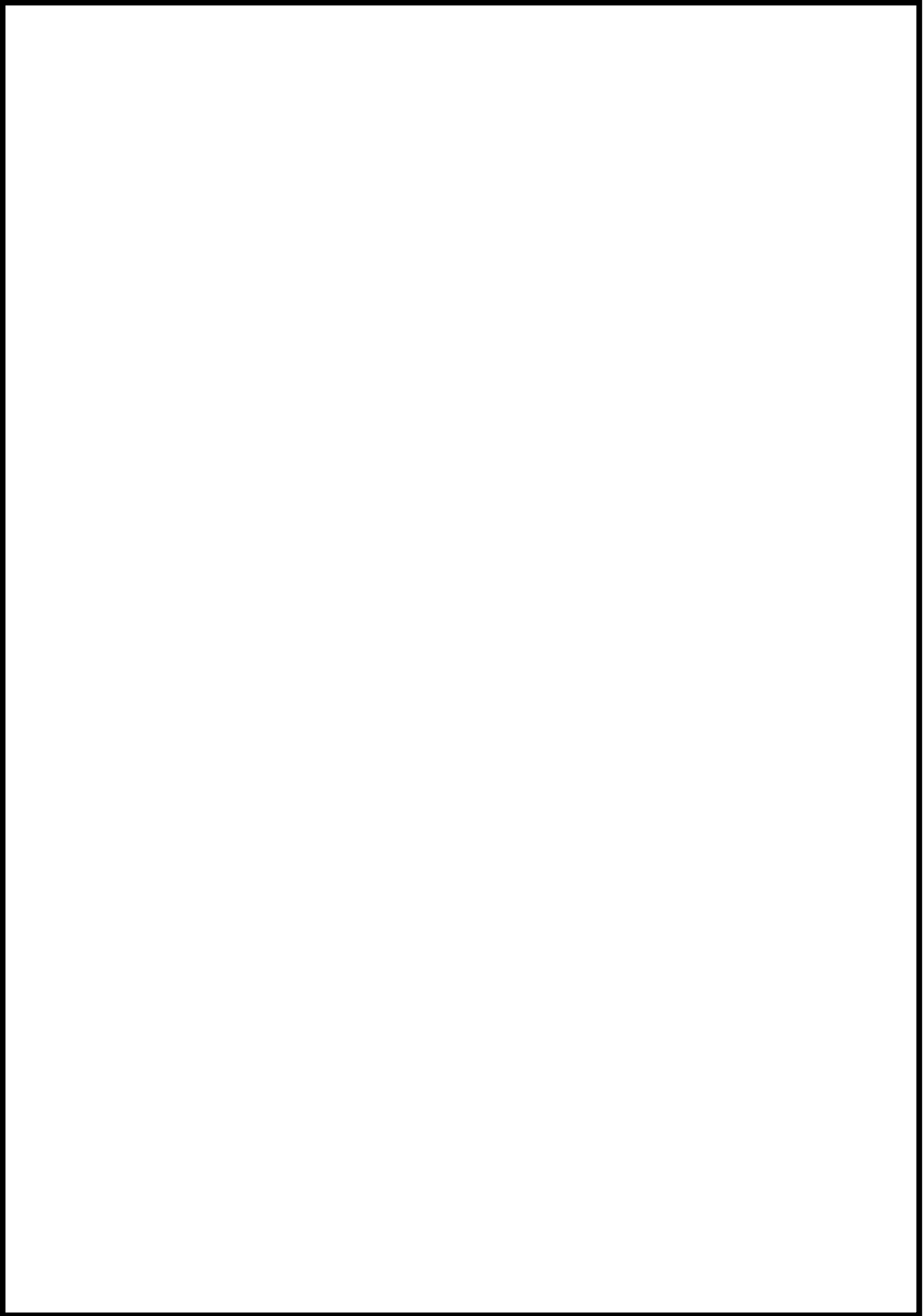


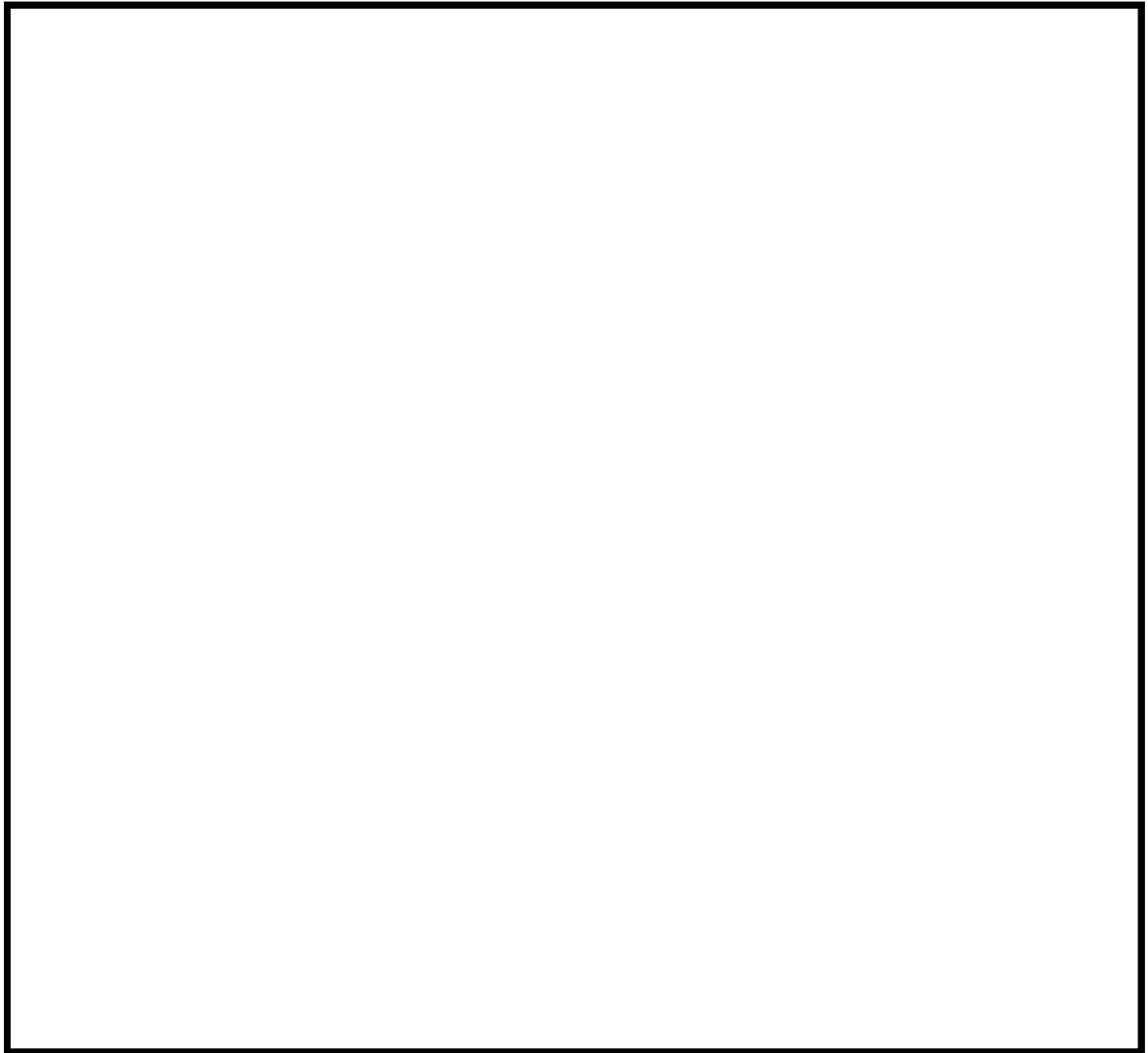


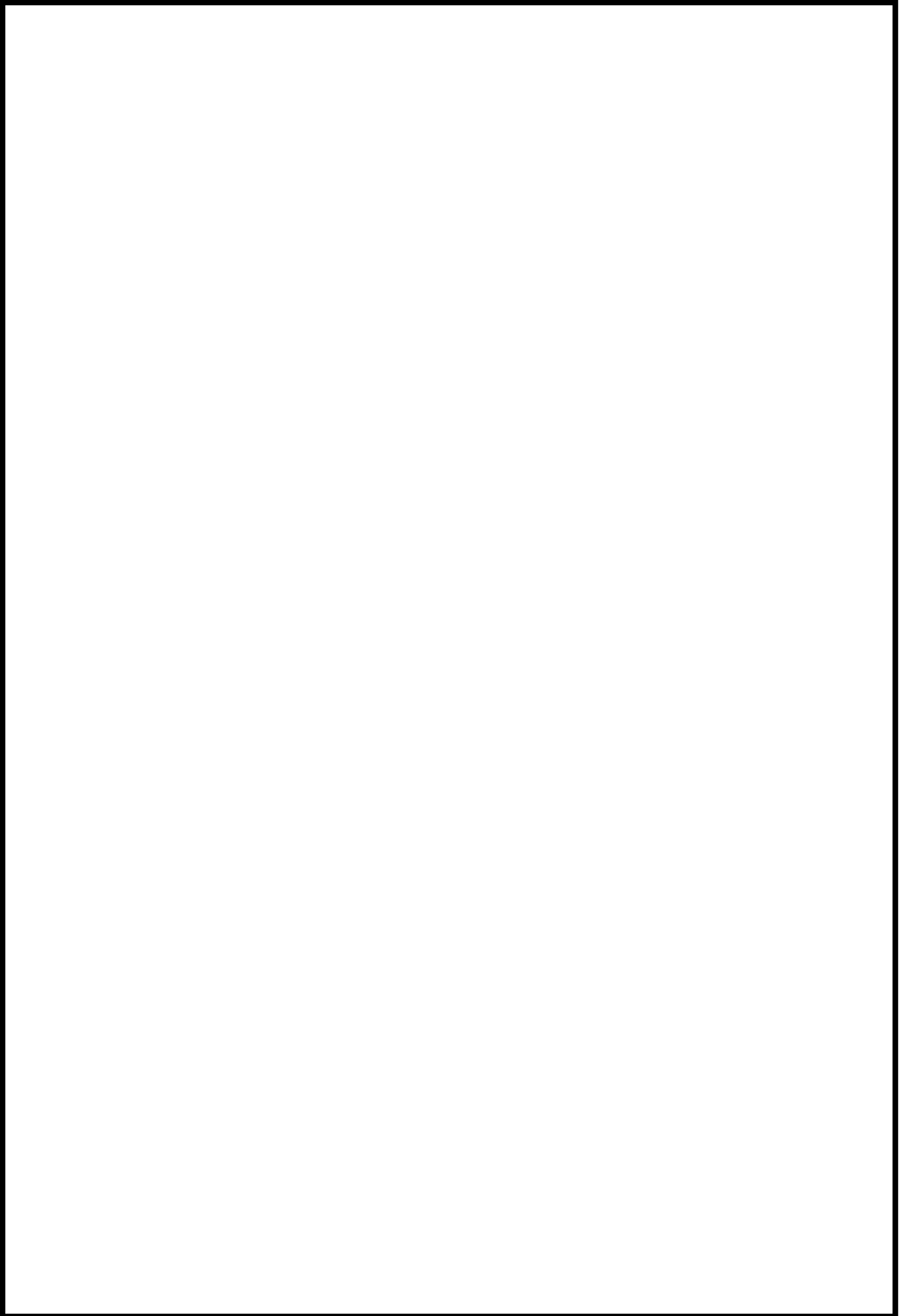


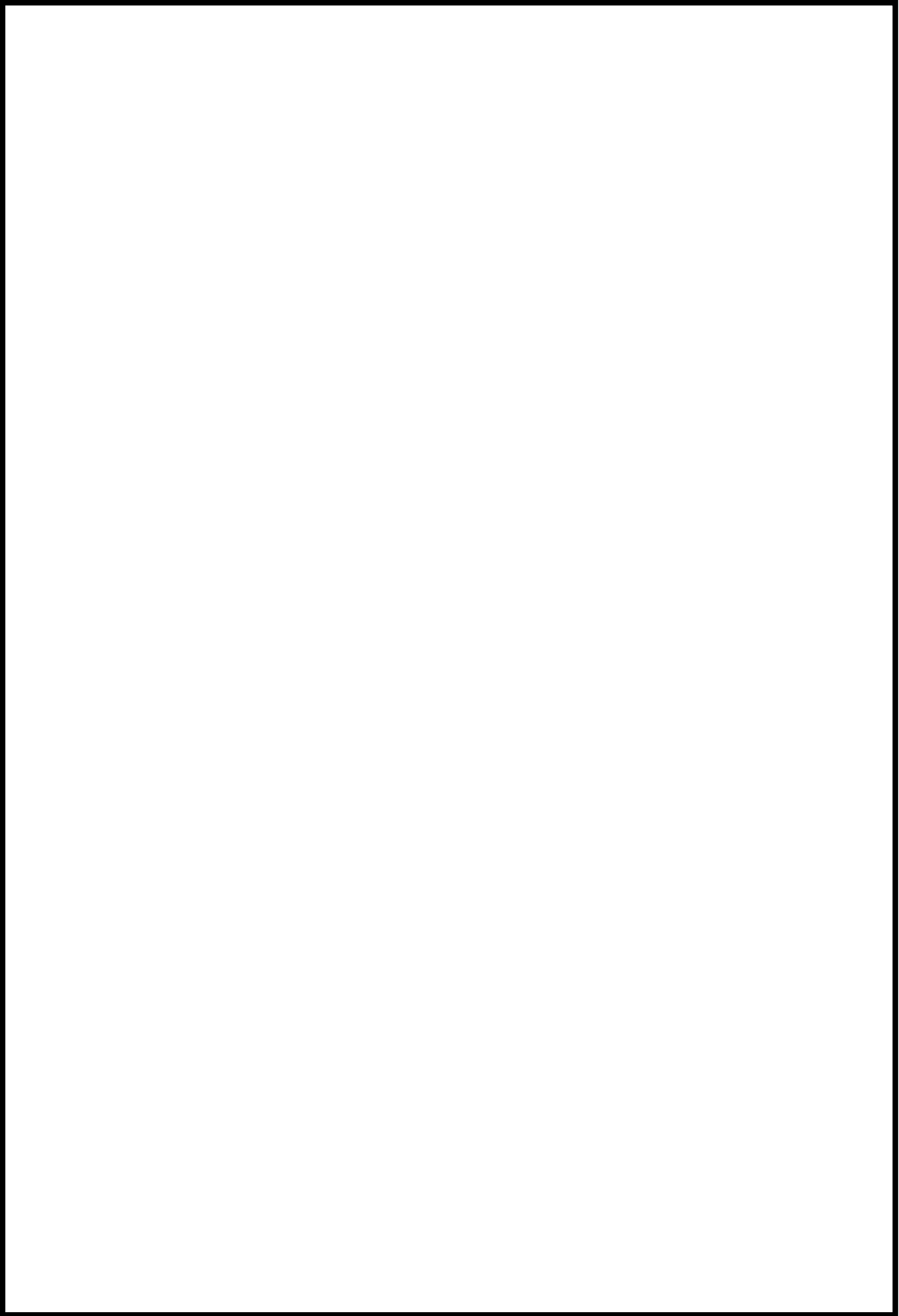


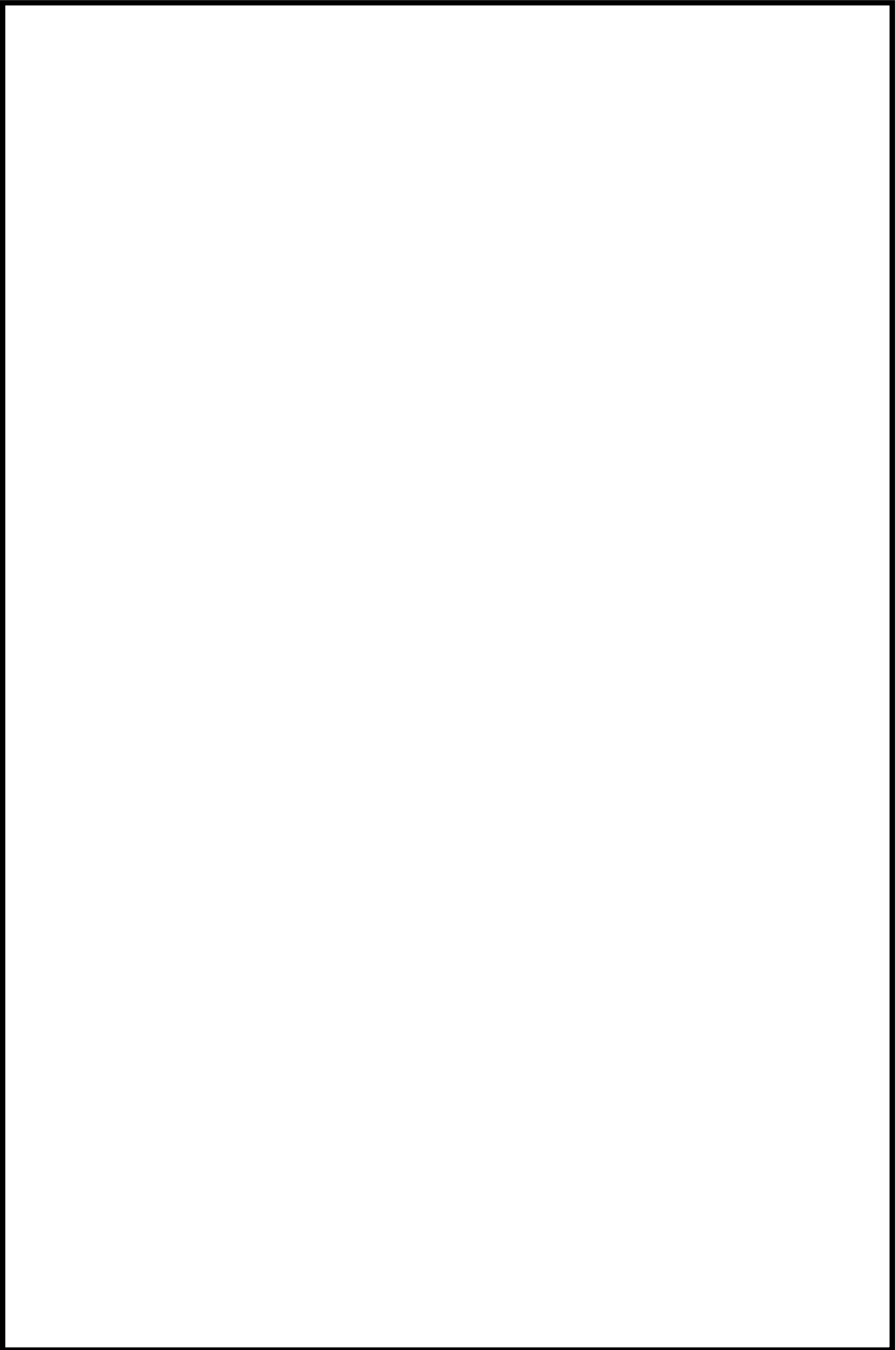




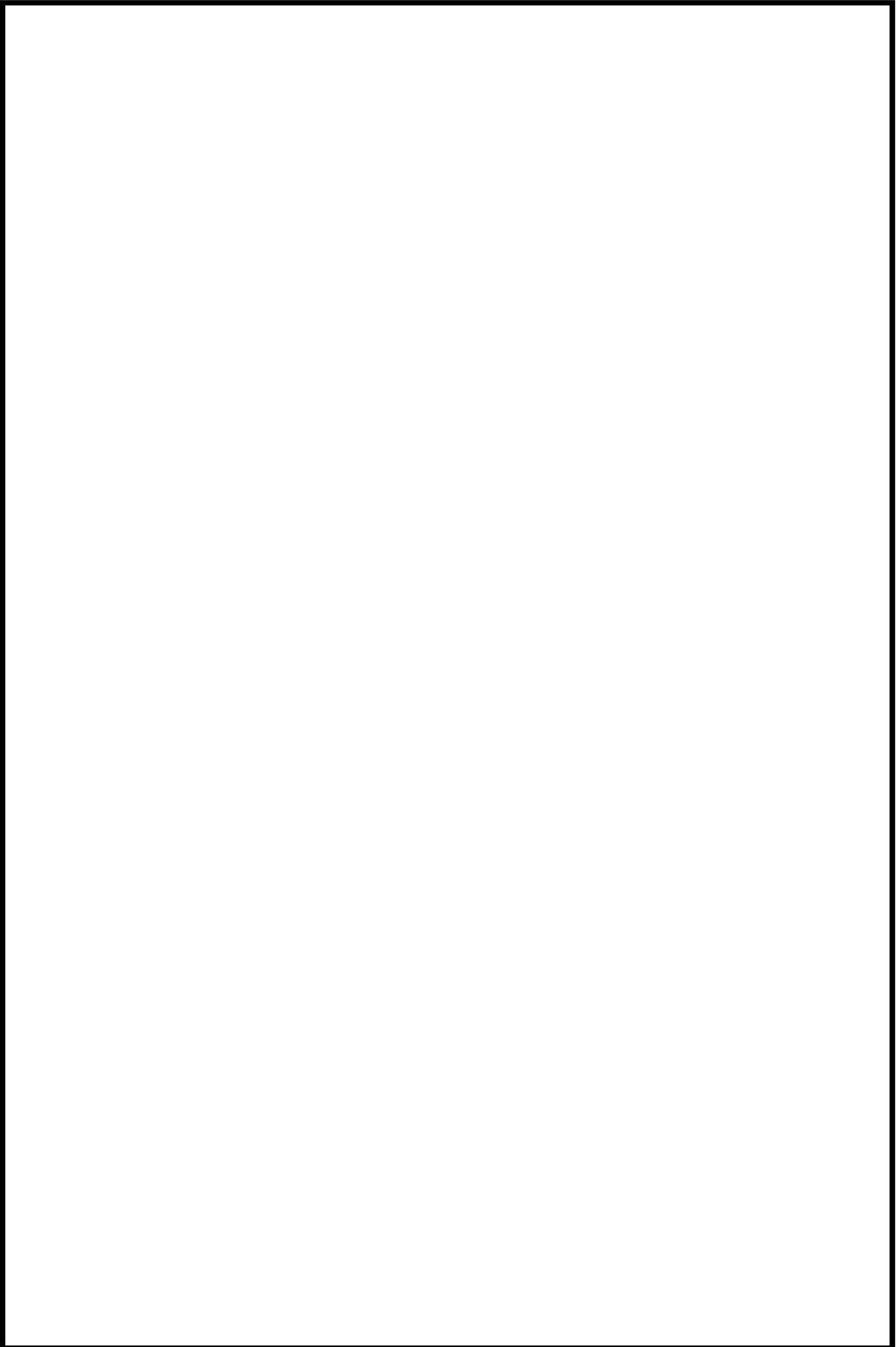


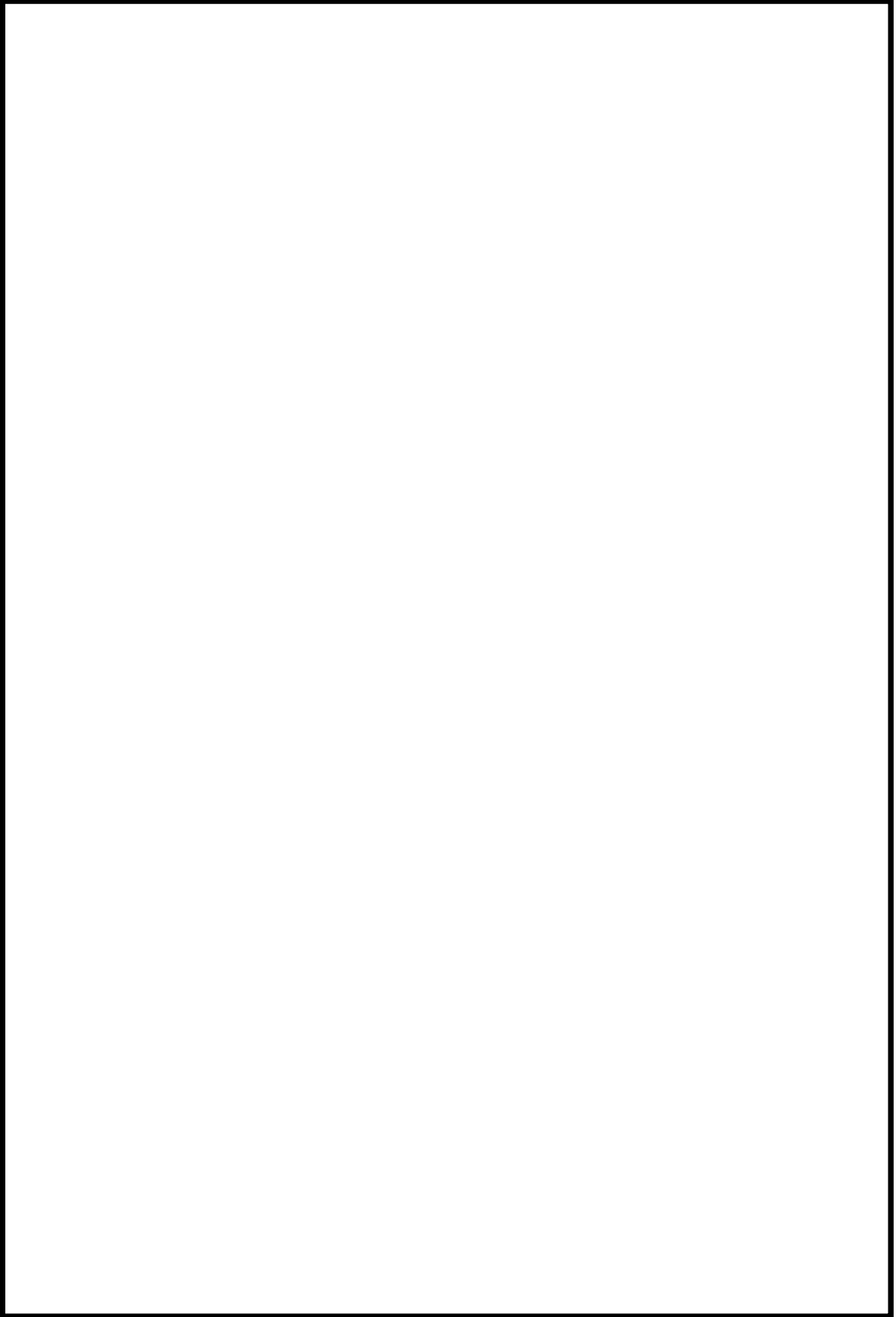


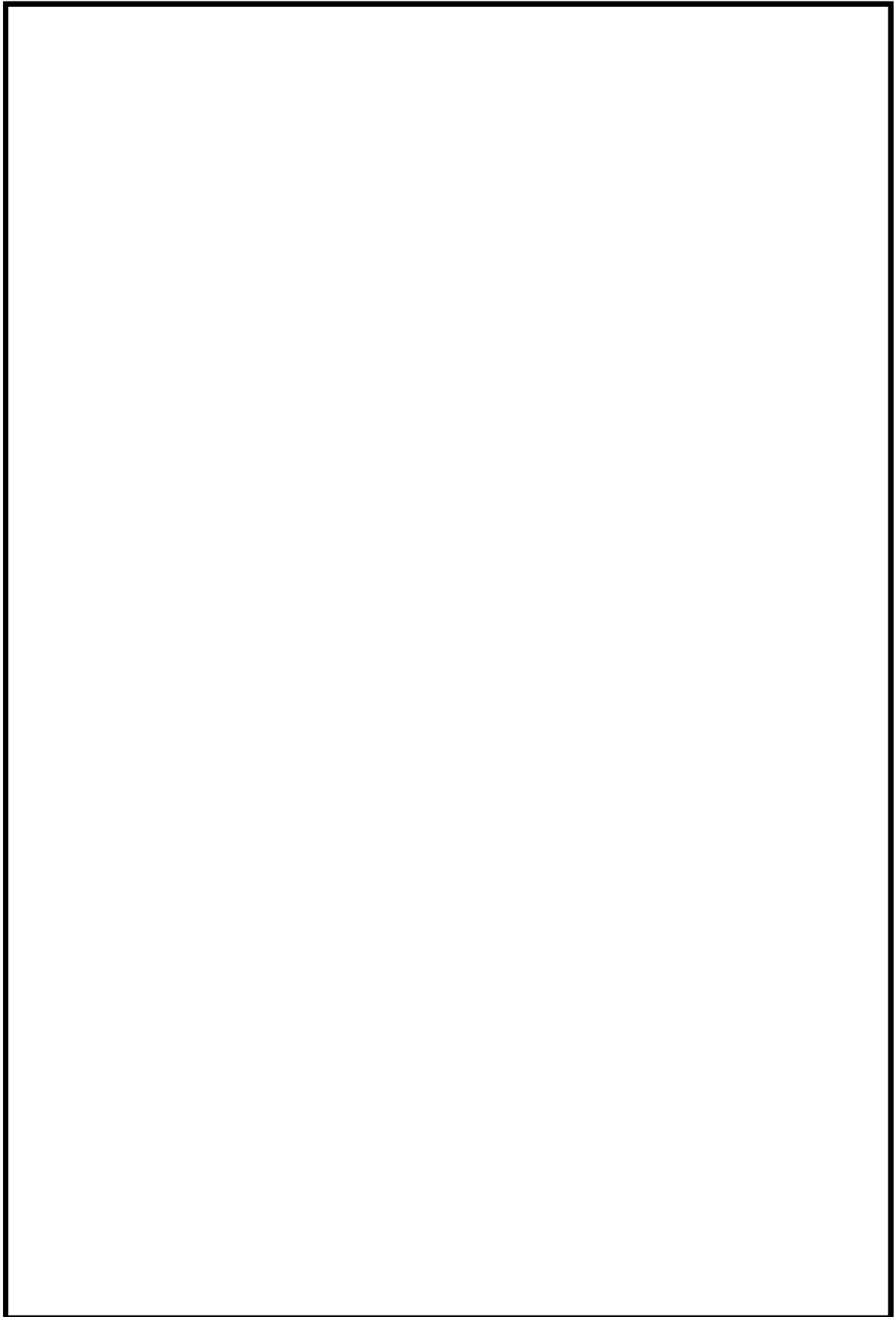


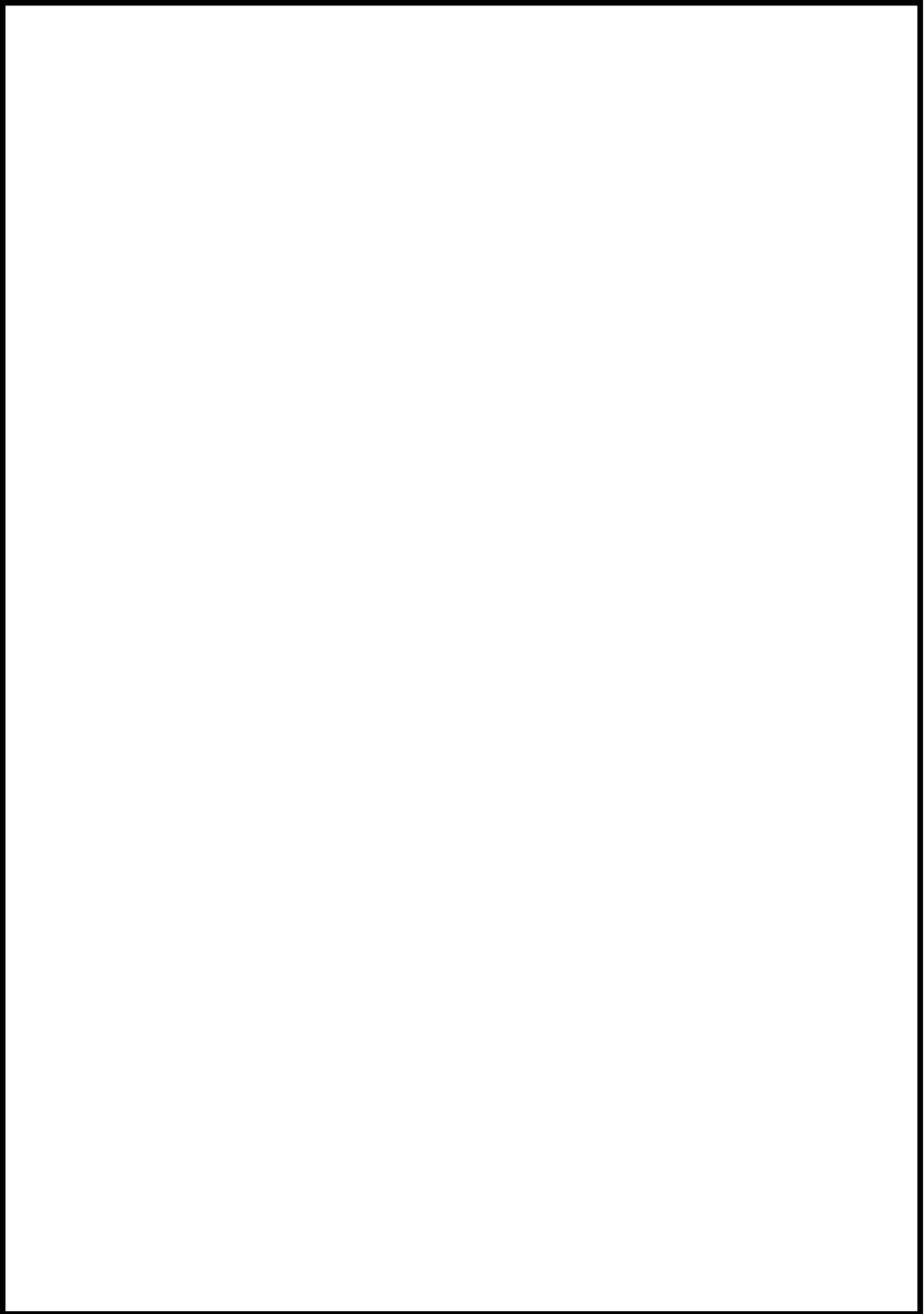


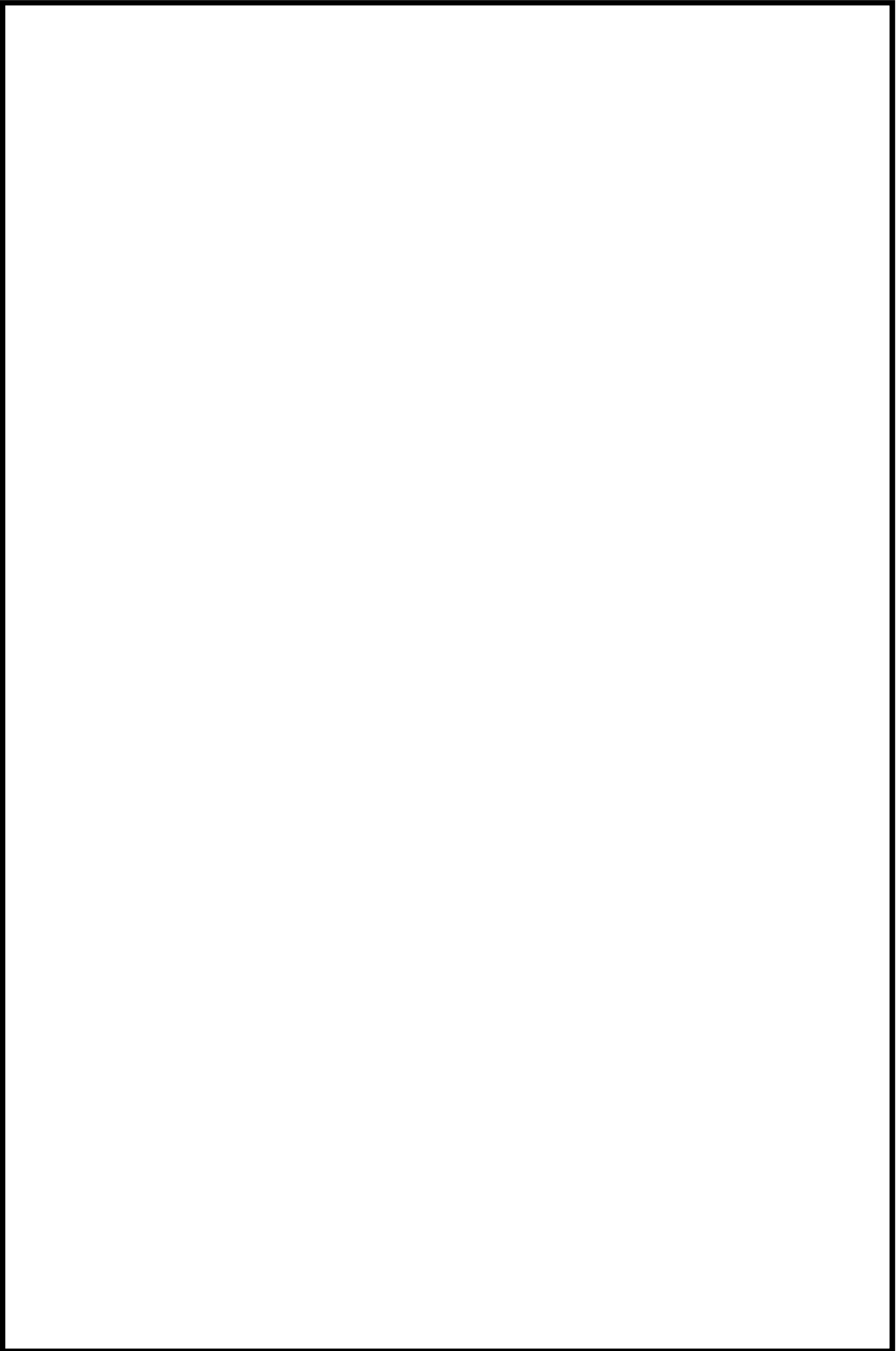


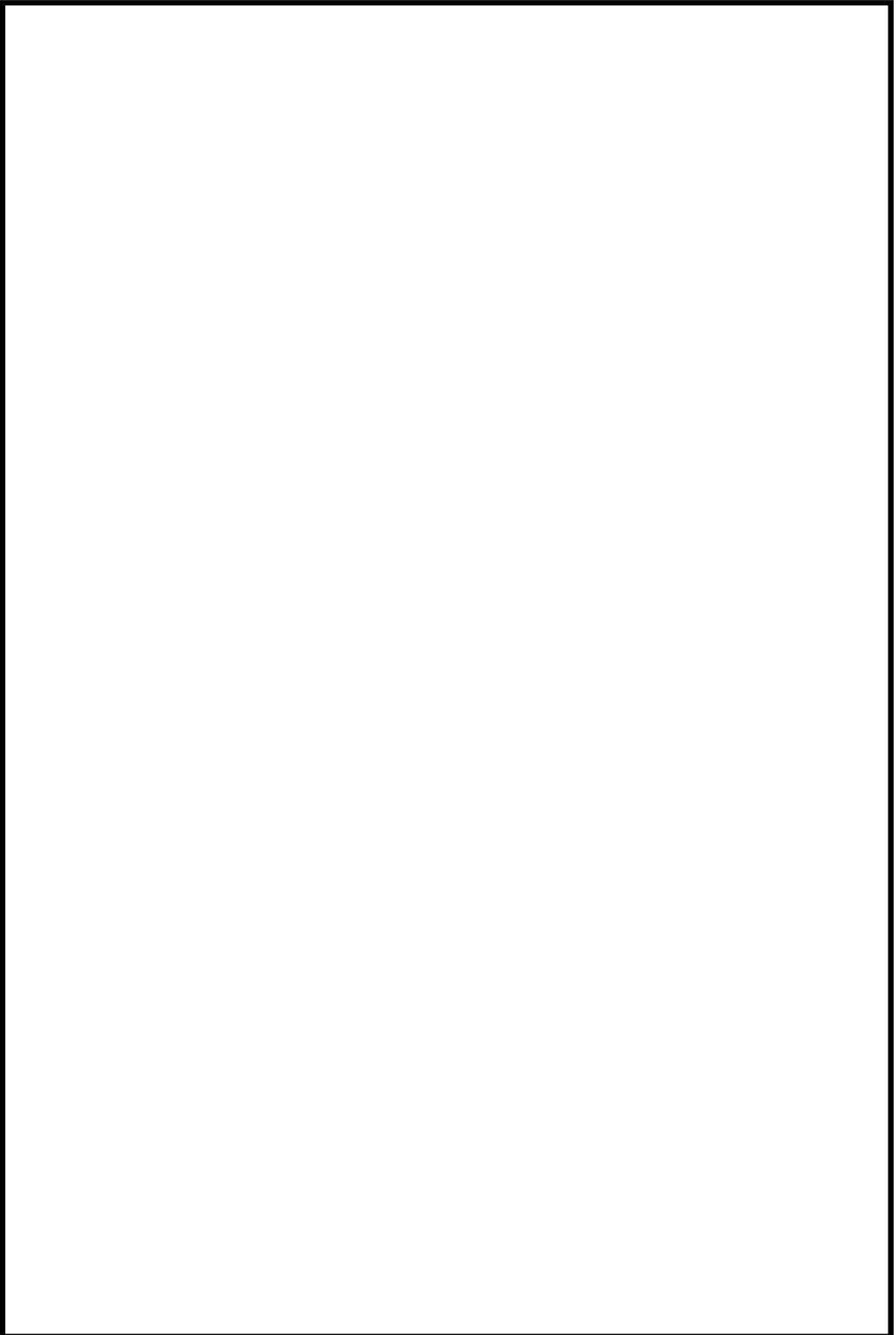


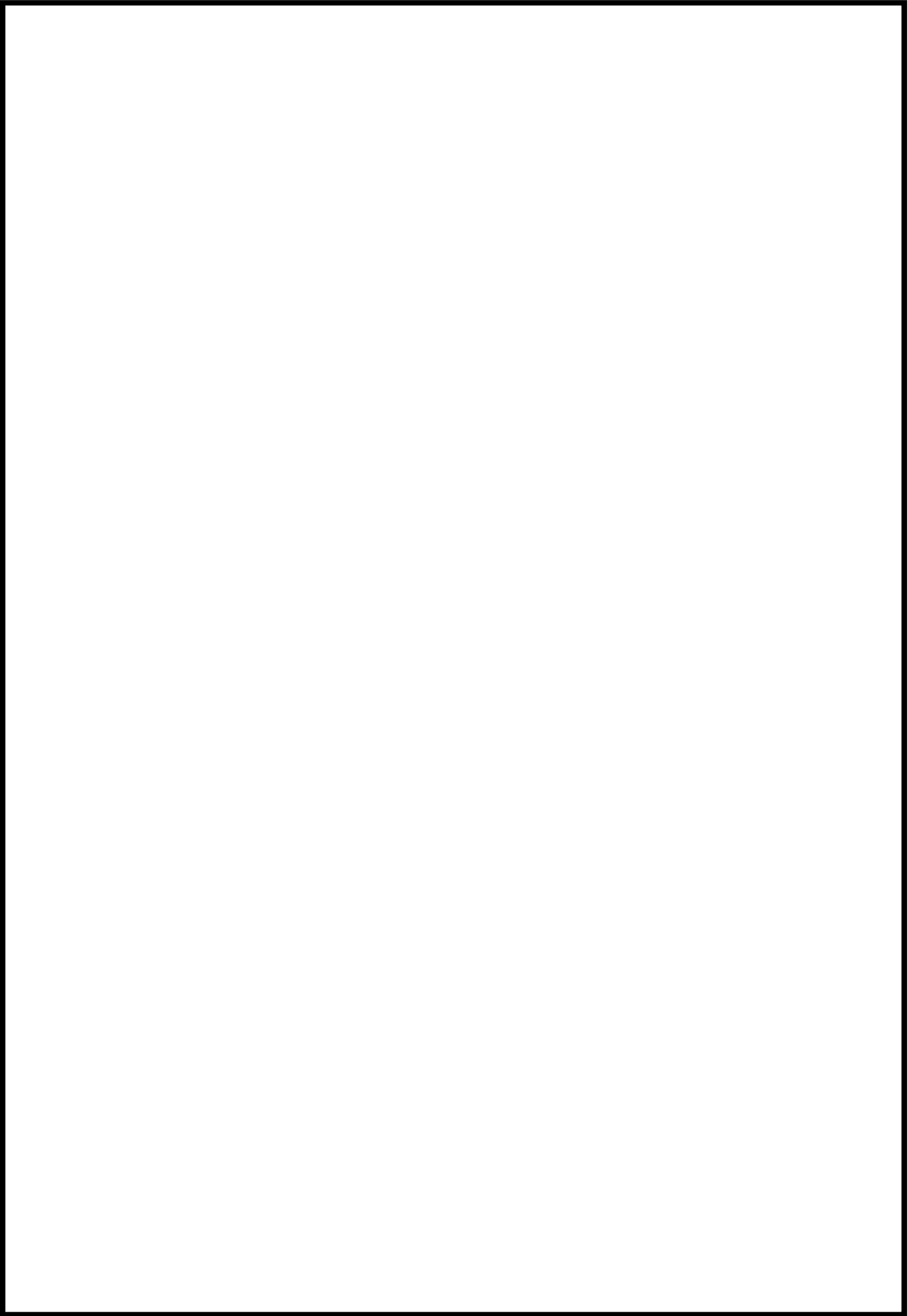


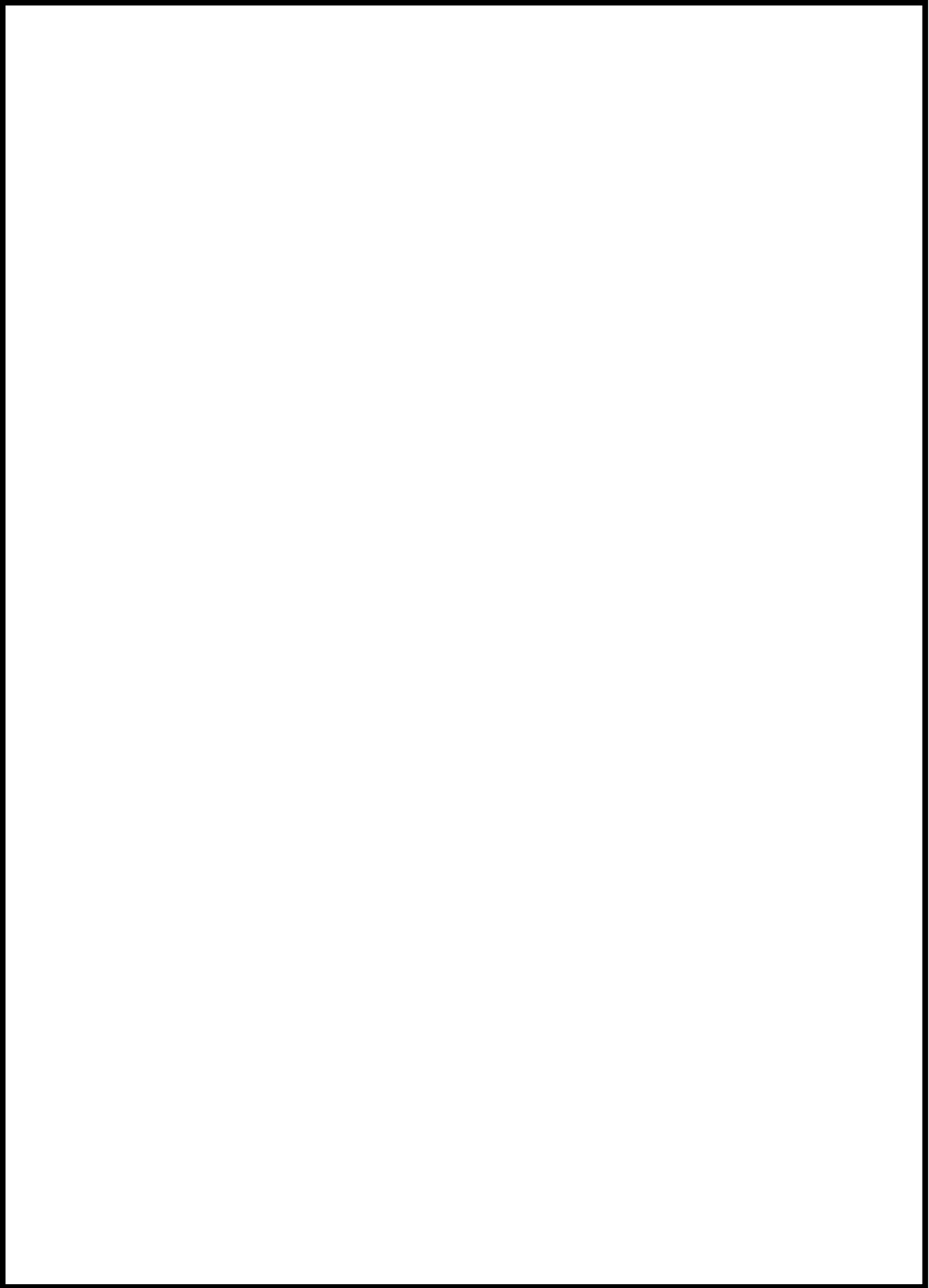




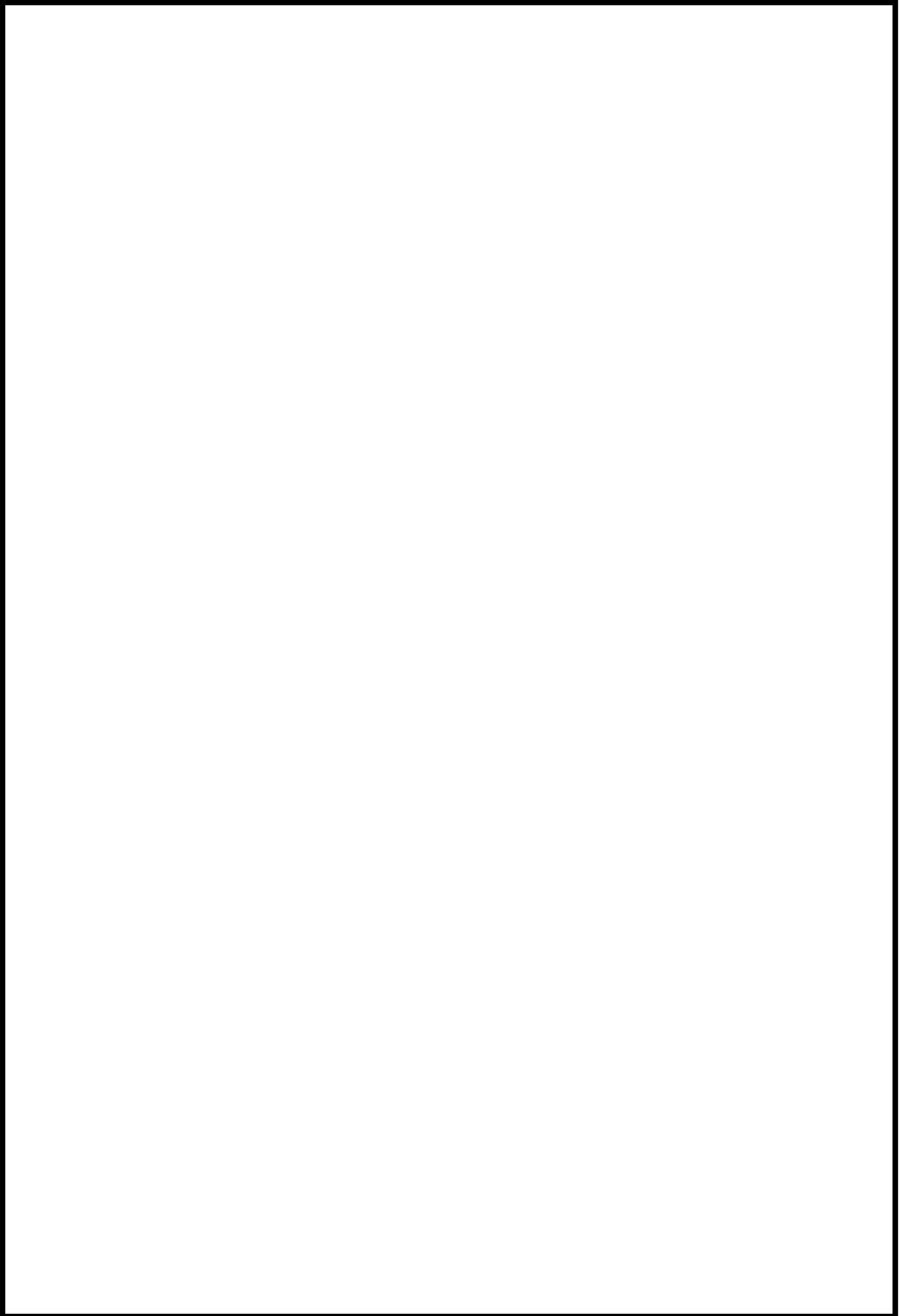


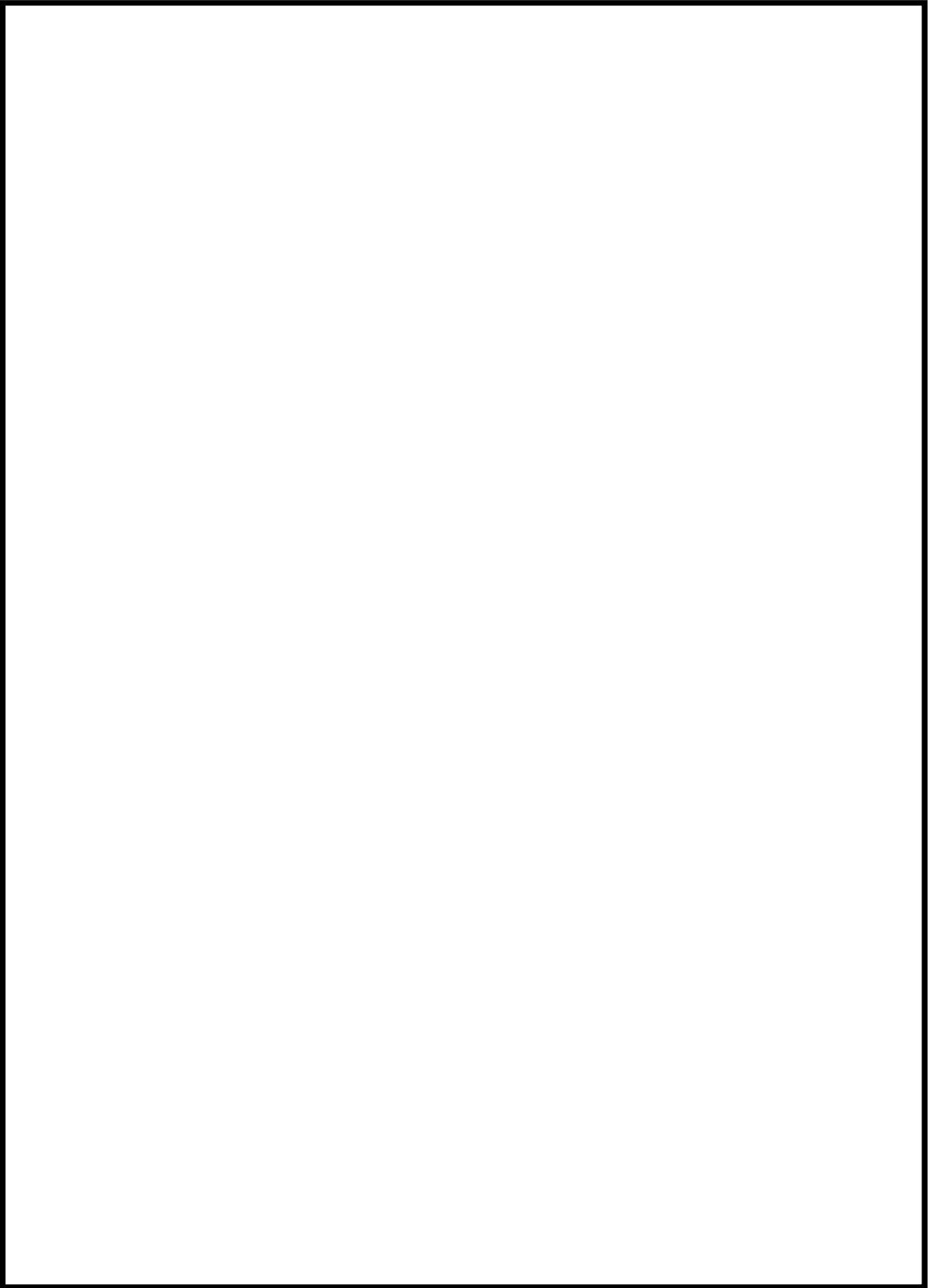


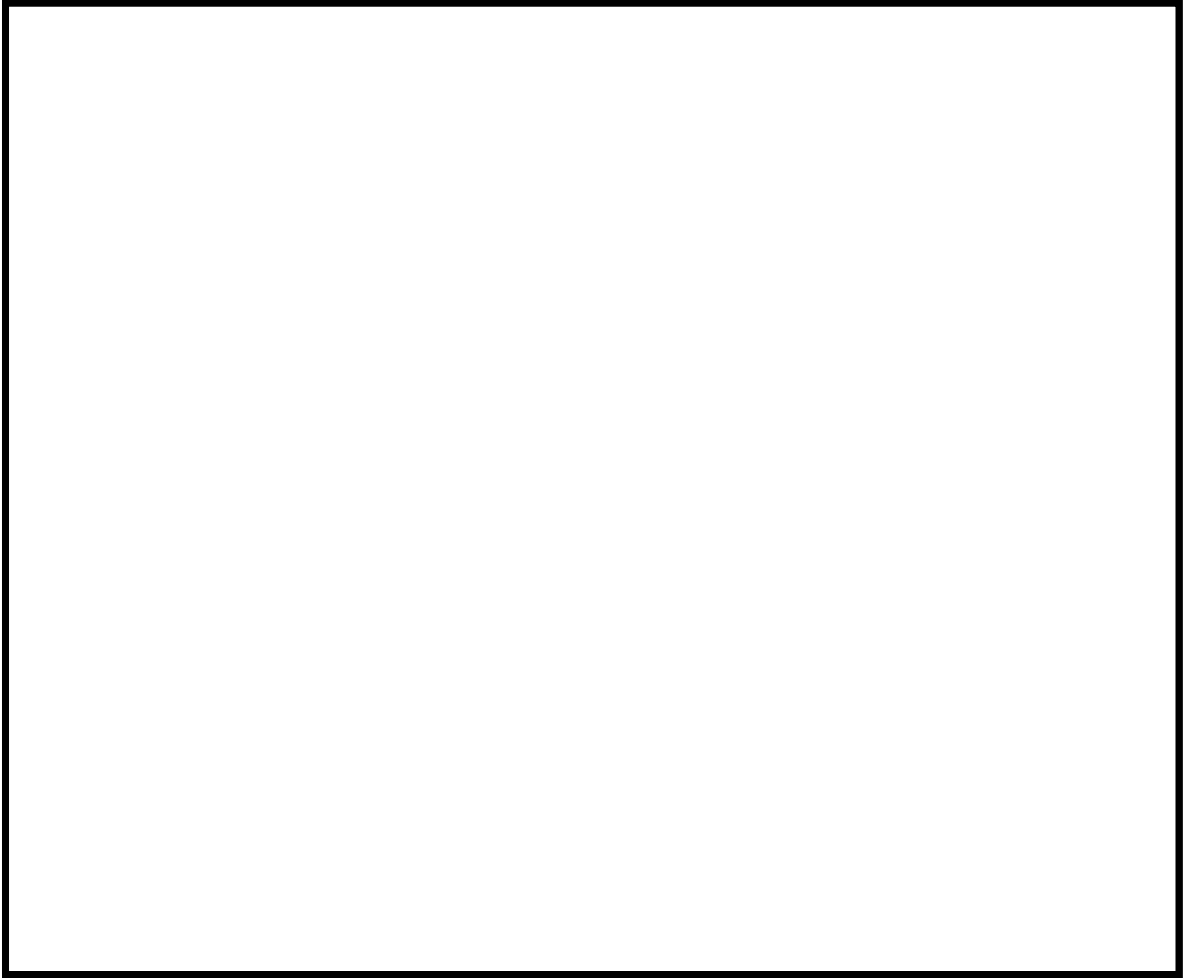


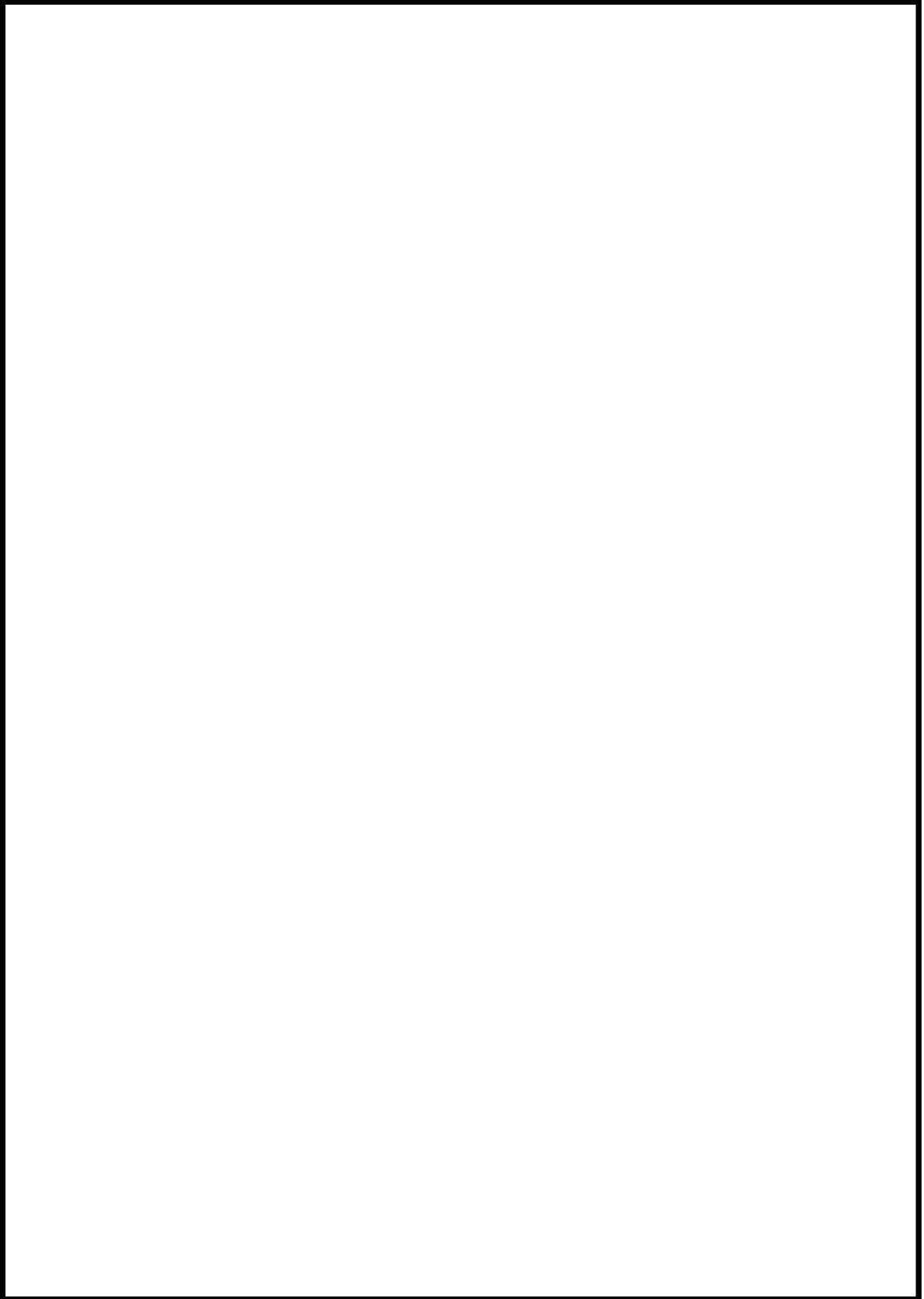




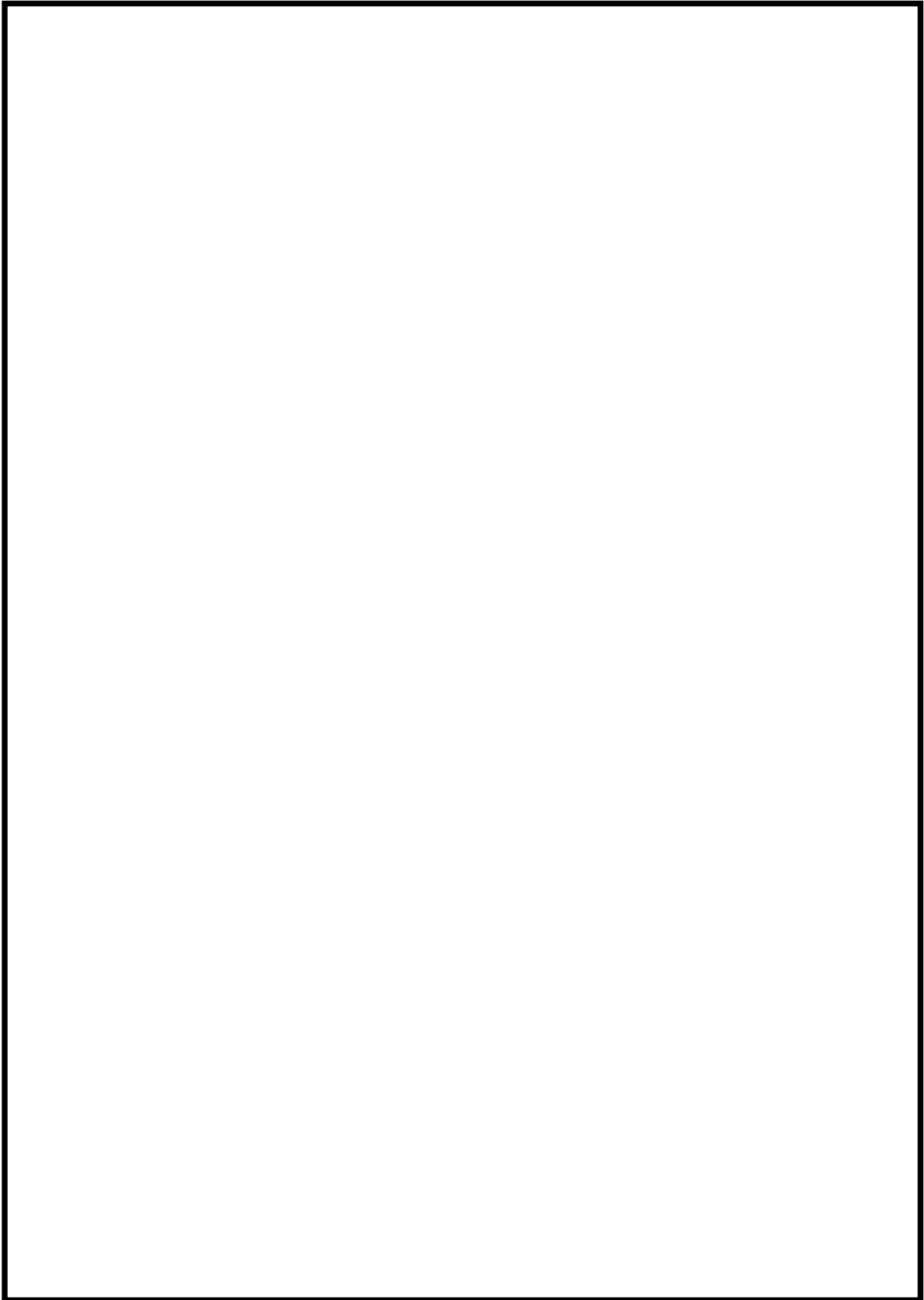


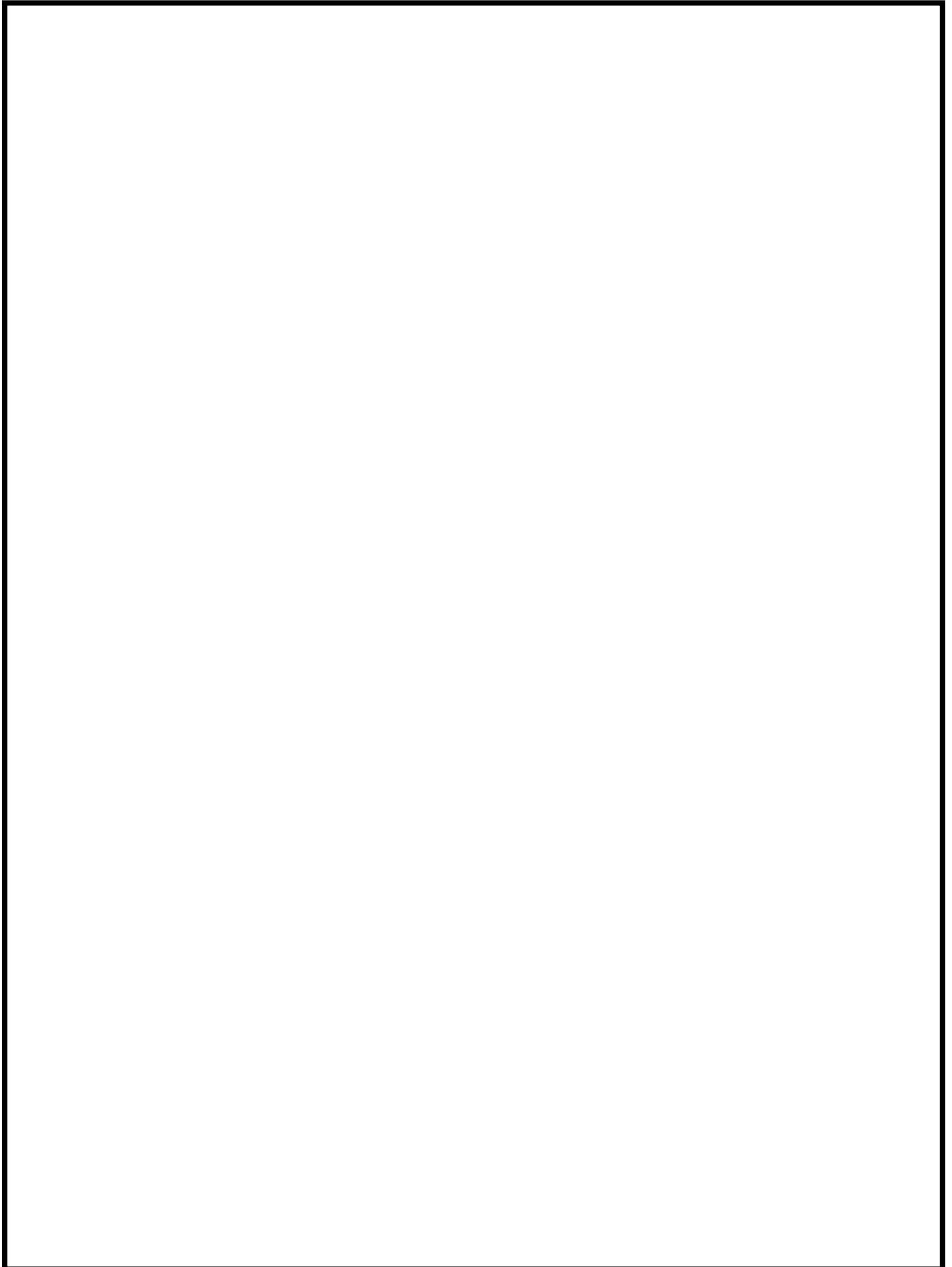


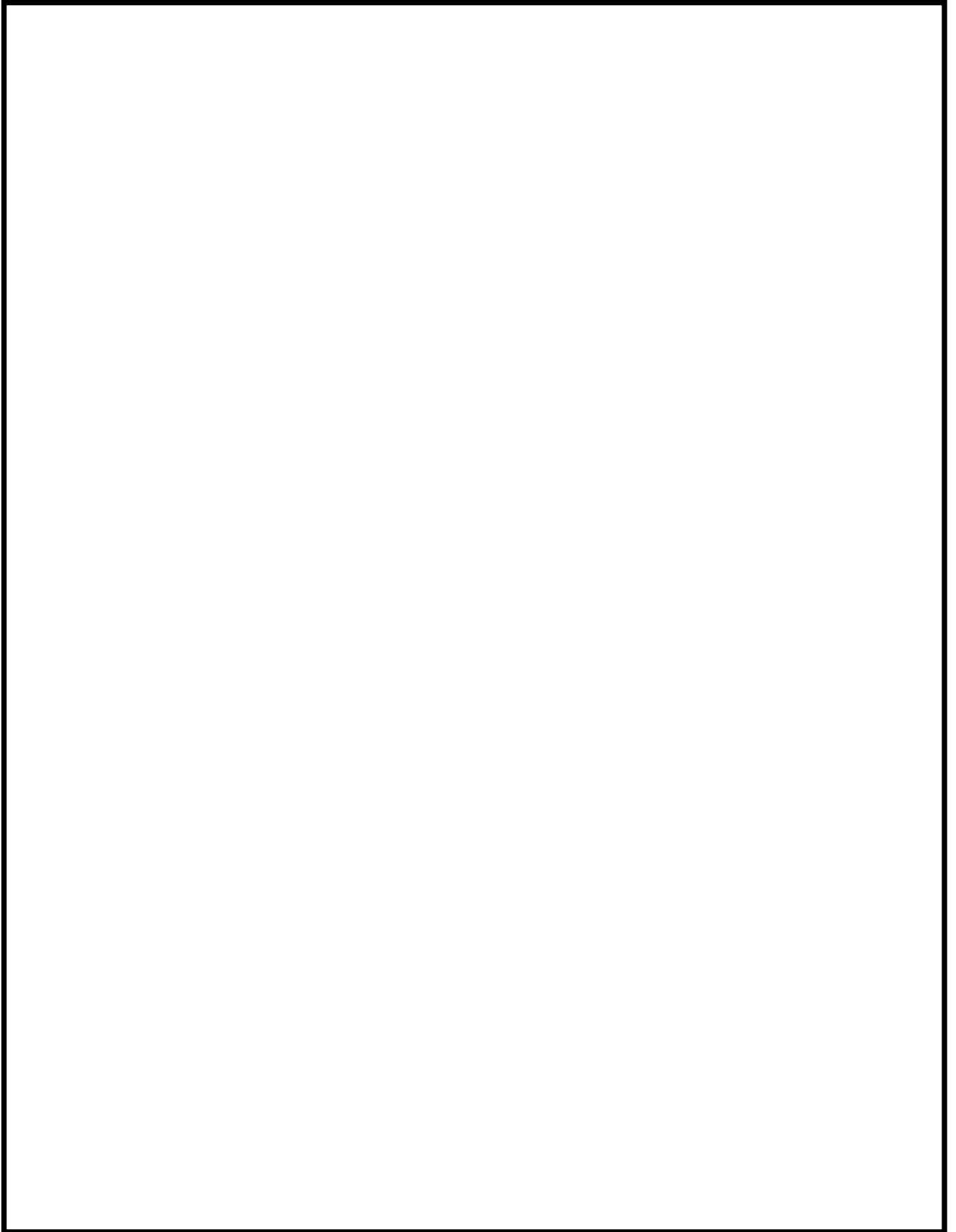


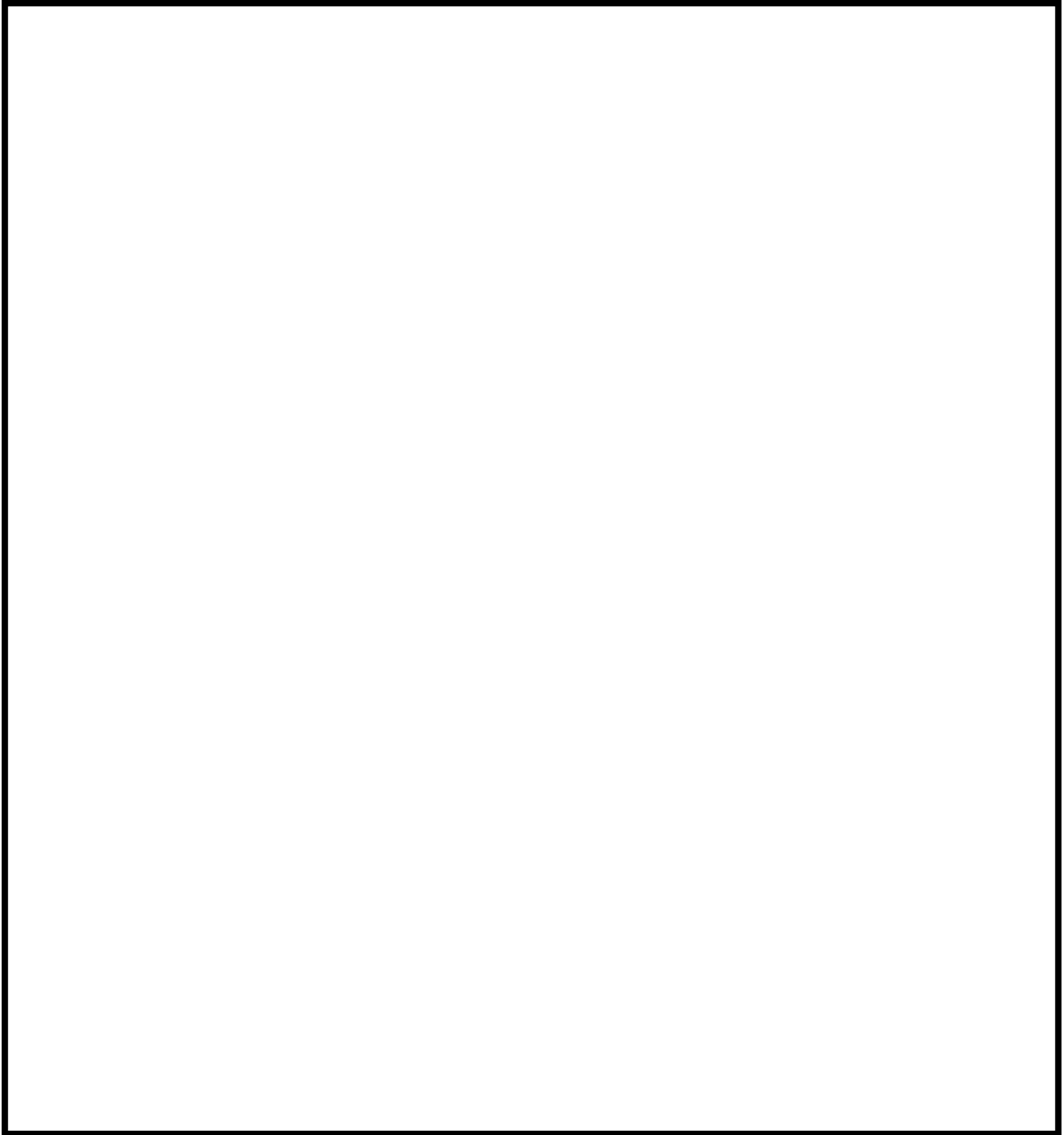


SK 耐火シート 耐火性能試験結果

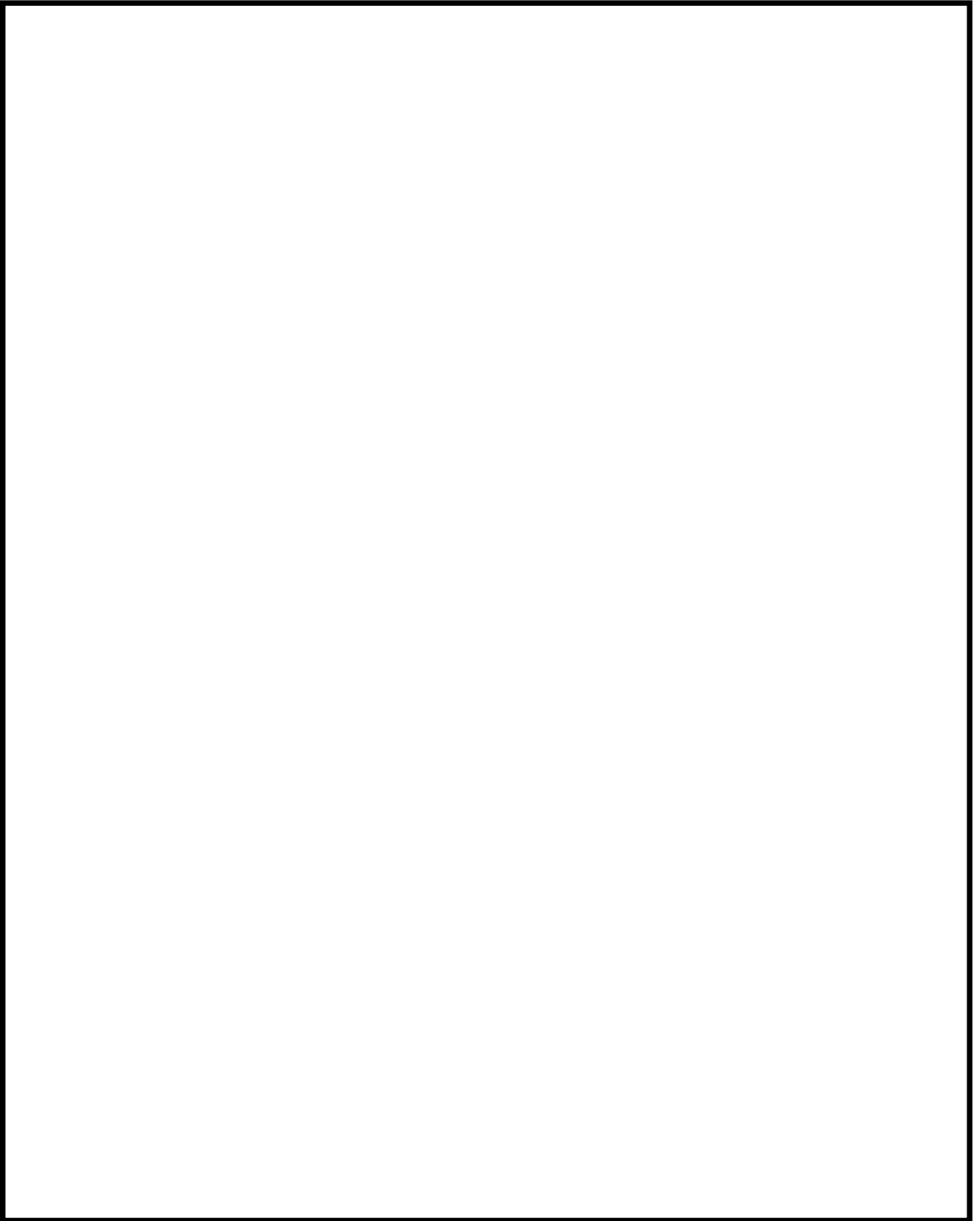


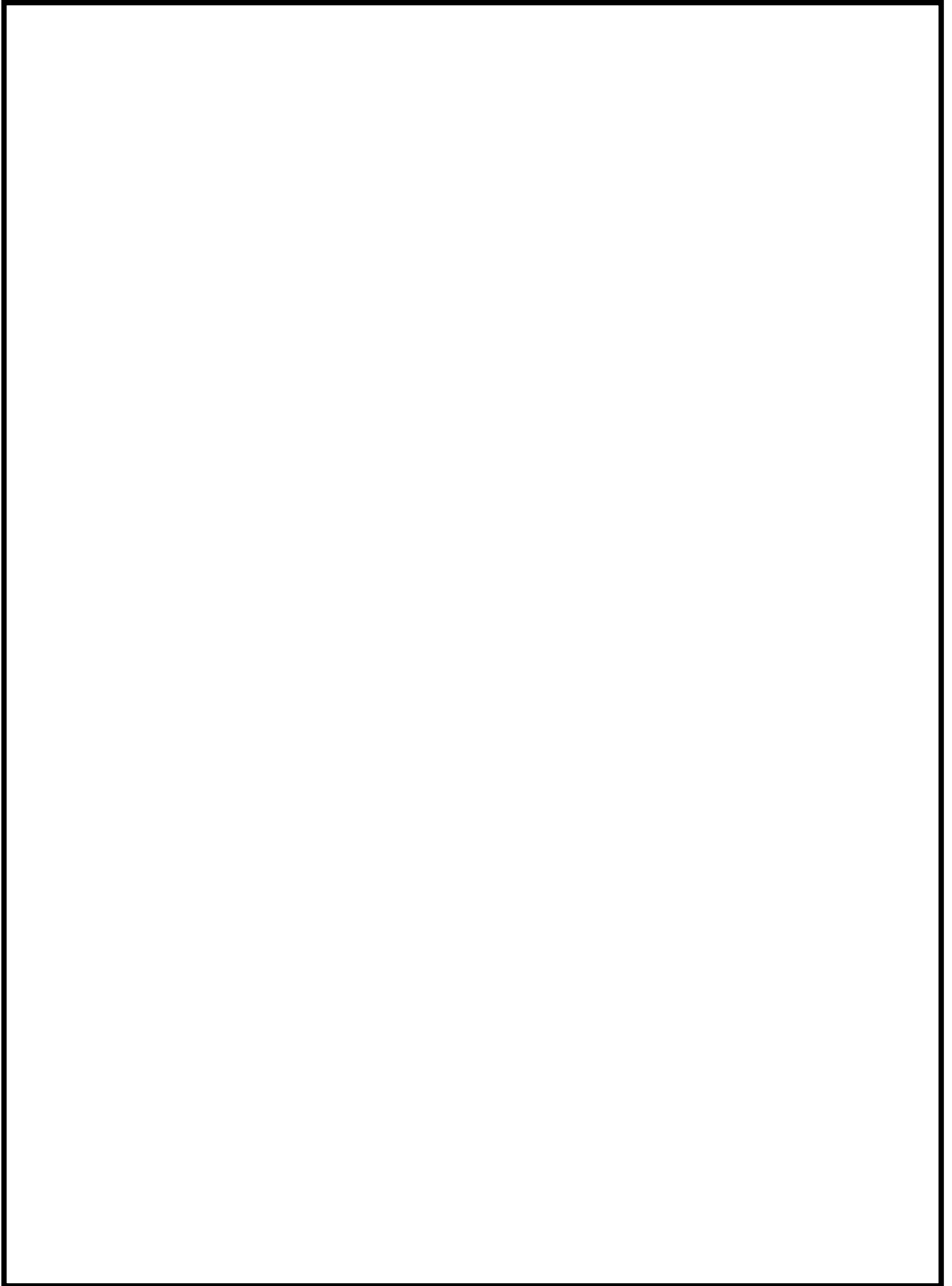












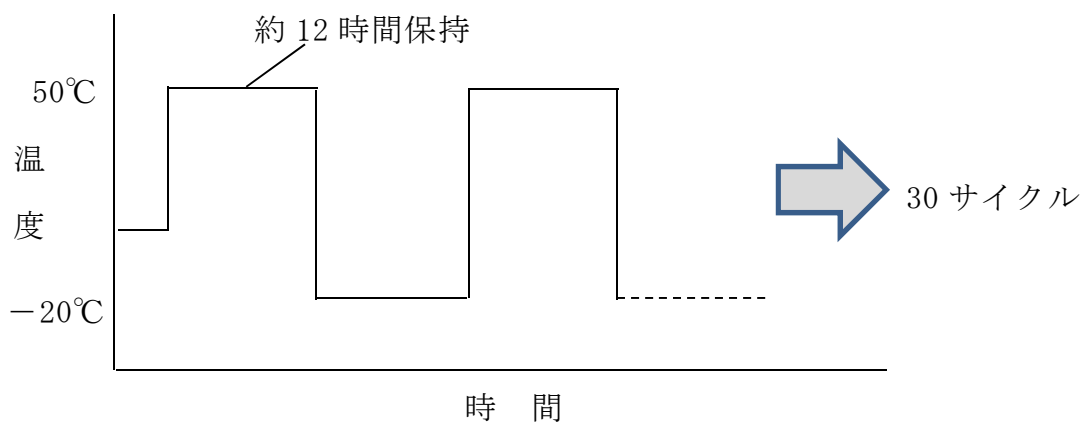
## 発泡性耐火被覆，耐火ボンドの経年劣化確認について

耐火隔壁に使用する発泡性耐火被覆，耐火ボンドは，経年的な劣化により性能が変化することは考え難いが，主な組成が樹脂系の成分であるため，高温環境での樹脂の熱分解が考えられる。したがって，樹脂の熱分解の影響により各々の性能に有意な影響を及ぼさないことを製造メーカーの試験結果で確認している。

## 1. 経年劣化の確認

高温(温度変化)を経験させた発泡性耐火被覆，耐火ボンドの性能変化を製造メーカーが実施した試験にて確認した。温度変化は， $-20^{\circ}\text{C}$ から $50^{\circ}\text{C}$ の範囲で試験体を高温用と低温用の恒温器に交互に入れることで実施している。また，温度サイクルは一般建築物が経験する温度変化を考慮されたものである。

火災防護対象機器，火災防護対象ケーブルを設置している建屋温度は，通常運転時において $0^{\circ}\text{C}$ ～ $40^{\circ}\text{C}$ の範囲内で設計，制御しており，試験条件と比較しても厳しい温度変化はない。第1図に試験の温度変化の概要を示す。



第1図 試験の温度変化の概要

## 2. 性能確認結果

前項にて温度変化させた発泡性耐火被覆及び耐火ボンドの性能確認結果を、新品のものと比較させた結果を第1表に示す。

第1表に示すとおり、発泡性耐火被覆及び耐火ボンドの性能に有意な変化がないことを確認した。

第1表 確認結果

項目及び試験体仕様	温度変化させた試験体	新品
発泡性耐火被覆 鋼材に発泡性耐火被覆を貼り付けた供試体(70mm×150mm×3.0mm)	発泡性：36倍	発泡性：35倍
耐火ボンド メーカー仕様値：0.1N/mm <sup>2</sup> 以上	0.15N/mm <sup>2</sup>	0.15N/mm <sup>2</sup>

## 3. 経年劣化の確認結果

前項の試験結果から、発泡性耐火被覆及び耐火ボンドは高温による樹脂の熱分解を考慮しても、有意な経年変化はないことを確認した。

なお、屋外に設置する耐火壁の発泡性耐火被覆については、防水塗装や雨水侵入対策を施すなどの耐候性を考慮した設計とする。また、耐火隔壁の据付状況は、メーカーが推奨している周期での保守点検にて確認し、性能維持管理する。

## 発泡性耐火被覆の耐火性能確認 (ケーブル)

### 1. 試験目的

実機のケーブルトレイを模擬した形状で発泡性耐火被覆の耐火性能を確認し、ケーブルトレイの1 時間耐火性能を有する隔壁となる施工方法を確認する。

### 2. 試験内容

#### (1) 加熱方法

隔壁を設定する火災区画で想定される火災の条件で1 時間加熱。具体的には、以下のとおり。

発泡性耐火被覆は、火災感知設備、自動消火設備とともに設置するため、発泡性耐火被覆が火災時にさらされる温度等は、自動消火設備によって軽減されたものとなるが、ここでは、自動消火設備によって抑制されない火災（フラッシュオーバー以降の盛期火災：800～900℃で加熱）を模擬したIS0834 の加熱曲線でケーブルトレイ下面を1 時間加熱した場合にケーブルトレイに与えられる熱量が、自動消火設備によって抑制された火災によってケーブルトレイに与えられる熱量を上回ると判断できることから、IS0834 の加熱曲線で、ケーブルトレイ下面を1 時間加熱する。火災時の室温上昇の影響は、5 項のとおり。

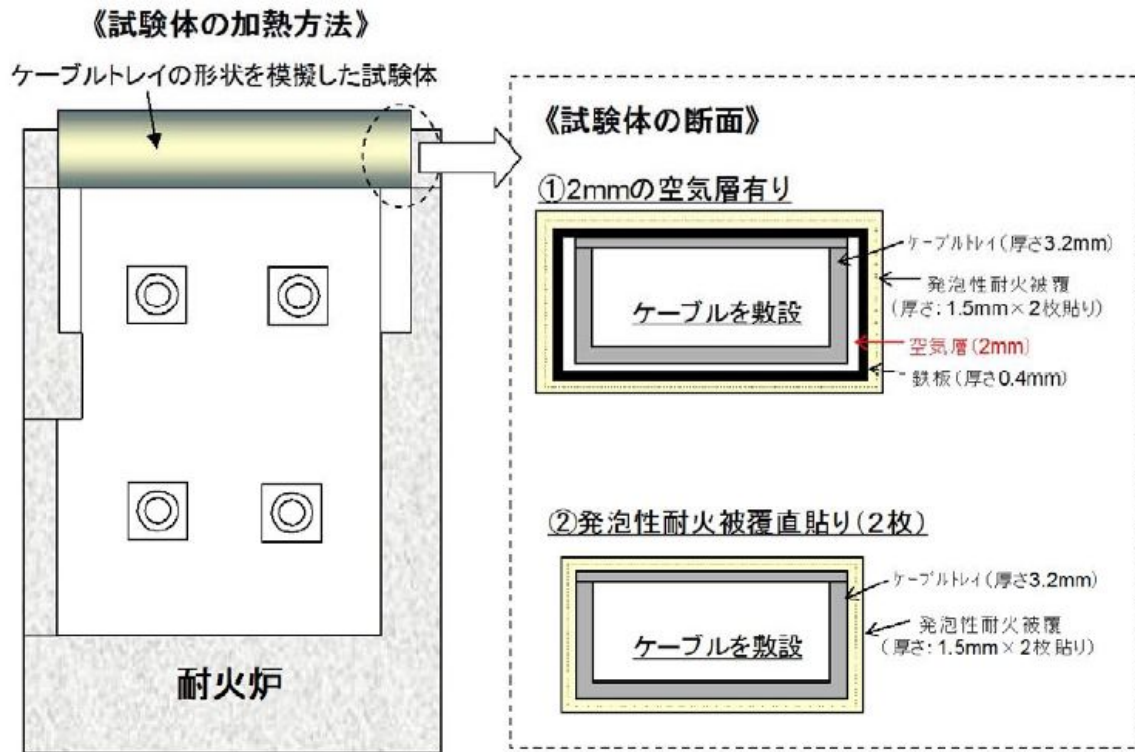
#### (2) 試験体

ケーブルトレイを模擬した試験体をトレイ下面側から加熱する。

(幅：600mm×高さ：150mm×長さ：1200mm)

ケーブルトレイ内にはケーブルを敷設する。

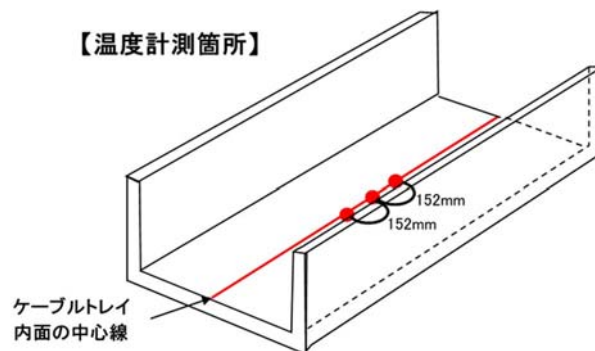
ケーブル敷設量は、ケーブルトレイ内の温度に及ぼす影響を確認して、決定する。試験結果を踏まえ、実機における発泡性耐火被覆の施工方法（発泡性耐火被覆の枚数、空気層の厚さ等）を決定する。試験体概要を第1図に示す。



第 1 図 試験体概要

(3) 温度計測位置・方法

ケーブルトレイの下側内表面の温度を熱電対で計測する。



第 2 図 温度測定概要

(4) 判定基準

ケーブルが健全であること。

- a. 絶縁抵抗測定：0.4MΩ 以上\*
- b. 充電電流に有意な変動がないこと

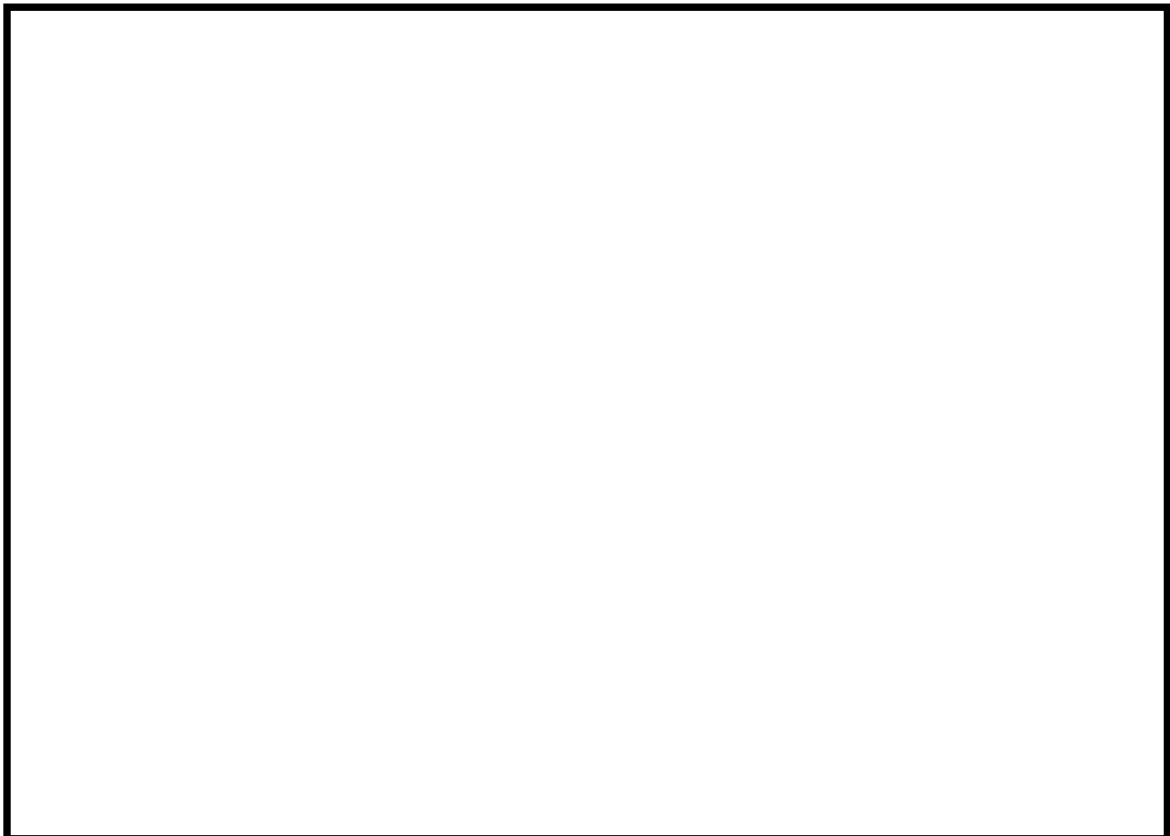
※電気設備に関する技術基準を定める省令「電路の使用電圧 300V を超えるもの」の絶縁抵抗値

(参考：ケーブルトレイ内温度 205℃未満)

### 3. ケーブル占積率

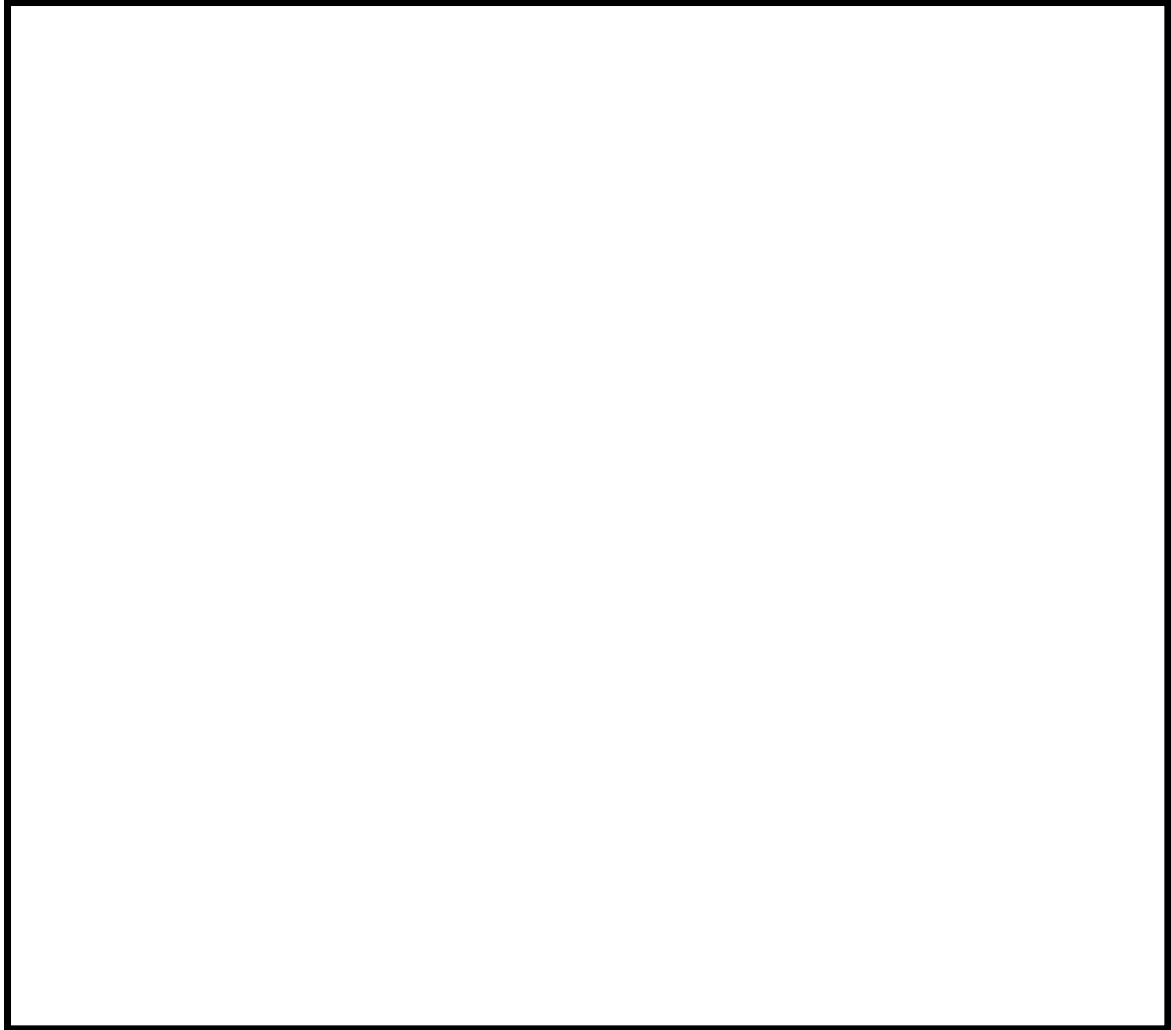
発泡性耐火被覆を 2 枚貼った鉄板を、2mm の空気層を設けてケーブルトレイに施工した試験体（試験体①と表す）を用いて、ケーブル占積率を変えた試験を行い、ケーブル占積率が耐火性能に及ぼす影響確認する。

占積率は、ケーブルが多いケース（トレイ上端までケーブルを敷設するケース：占積率約 40%）と少ないケース（ケーブルを 1 層敷設）の 2 ケースとし、ケーブル占積率がケーブルトレイ内の温度に及ぼす影響を確認する。試験はそれぞれのケースで 2 回行う。



試験の結果、ケーブル占積率が少ない方が、ケーブルトレイ内の温度が高くなる傾向が認められた。

以降は、占積率が少ないケースで試験を行う。





#### 4. 施工方法の確認

空気層の有無を変えた試験により，1時間耐火性能を確保できる実機での施工方法を検討する。

2mmの空気層がある試験体（試験体①）と，空気層がない試験体（試験体②）を用いて試験を行う。必要に応じて，実機での施工方法を踏まえた試験体による試験をさらに計画する。

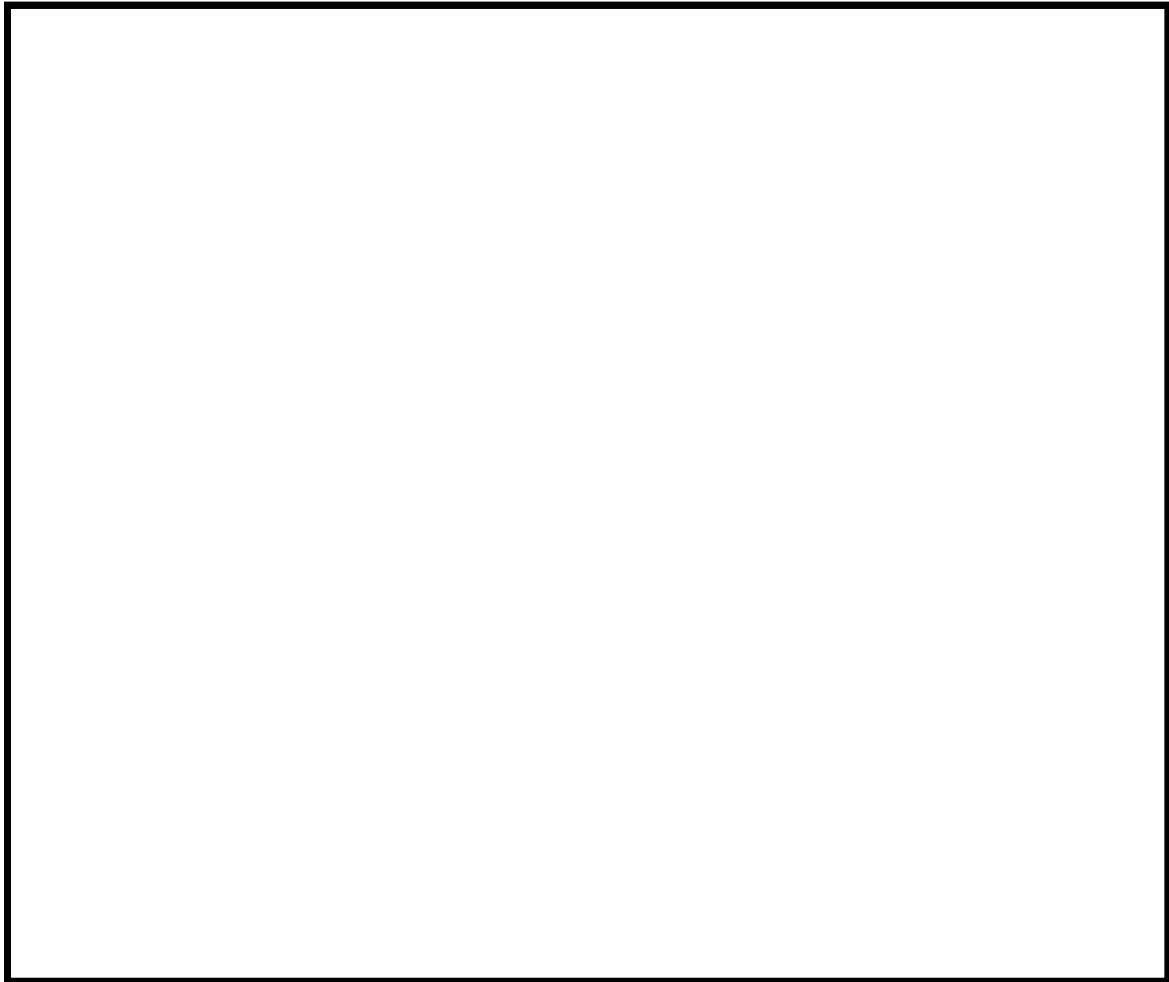
##### （1）試験方法

2. と同様とする。なお，ケーブルトレイ内の温度で判定を行うほか，ケーブルの健全性を以下のとおり確認する。

- a. 試験前後に500V絶縁抵抗計を用いて絶縁性能を確認する。（絶縁抵抗測定）
- b. 試験前後／試験中に，実機プラントでの使用電圧以上の電圧を印加し，異常のないことを確認する。（電圧印加試験）

##### （2）試験結果

- ・試験体①（2mm空気層有り）の下面をIS0834の加熱曲線で1時間加熱した結果，ケーブルトレイ内温度は，判定基準である205℃未満を満足した。
- ・試験体②（空気層なし）の下面をIS0834の加熱曲線で1時間加熱した結果，ケーブルトレイ内温度は，判定基準である205℃を上回った。このため，実機でケーブルトレイに発泡性耐火被覆を施工する際は，空気層を設ける。
- ・ケーブル健全性確認試験により，ケーブルトレイ内の温度が約200℃まで上昇しても，ケーブルの機能が失われていないことを確認した。このことから，本試験の判定基準（ケーブルトレイ内温度205℃未満）は，ケーブルの機能が失われないことを確認する判定基準である。



<ケーブル健全性確認結果>

(-:実施せず)

		温度	加熱試験後のケーブル状態		絶縁抵抗測定	電圧印加試験
			外観	断面		
試験体 ①	占積率が 多いケース	192℃	- (※)	- (※)	-	-
		186℃	- (※)	- (※)	合格	合格
	占積率が 少ないケース	200℃		 健全性に影響を及ぼすような劣化は認められず	合格	合格
		191℃		 健全性に影響を及ぼすような劣化は認められず	-	-
試験体 ②	占積率が 多いケース	224℃	-	-	-	-

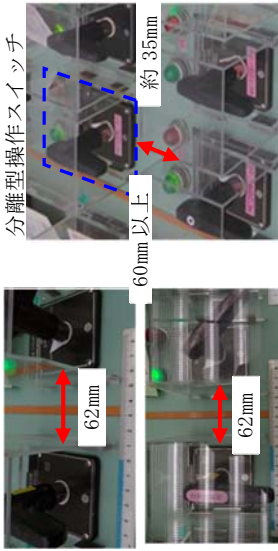


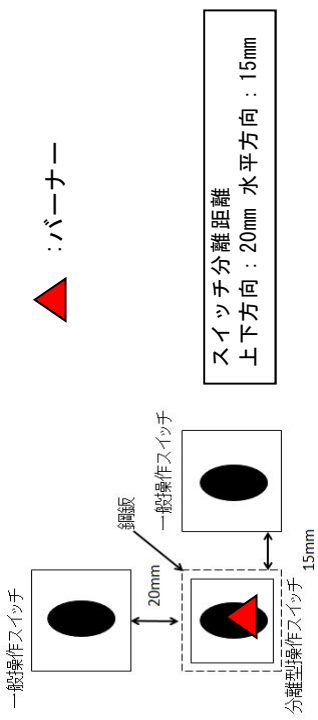
(※): 外観上、健全性に影響を及ぼすような劣化は認められないことを確認した。

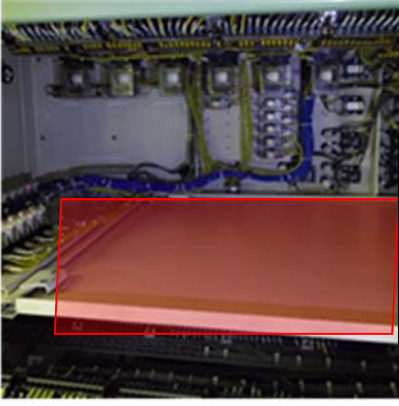
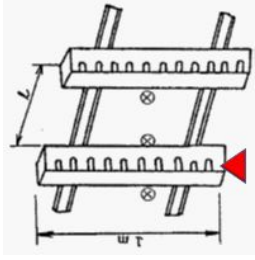
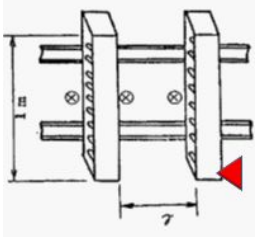

## 添付資料 3

東海第二発電所における  
中央制御盤内の分離について

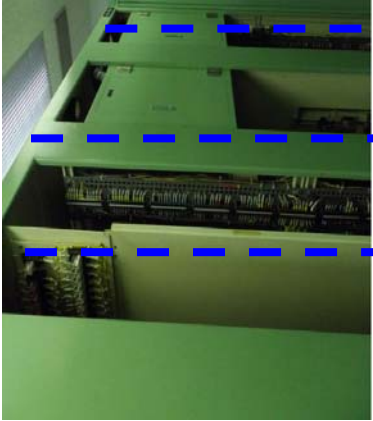
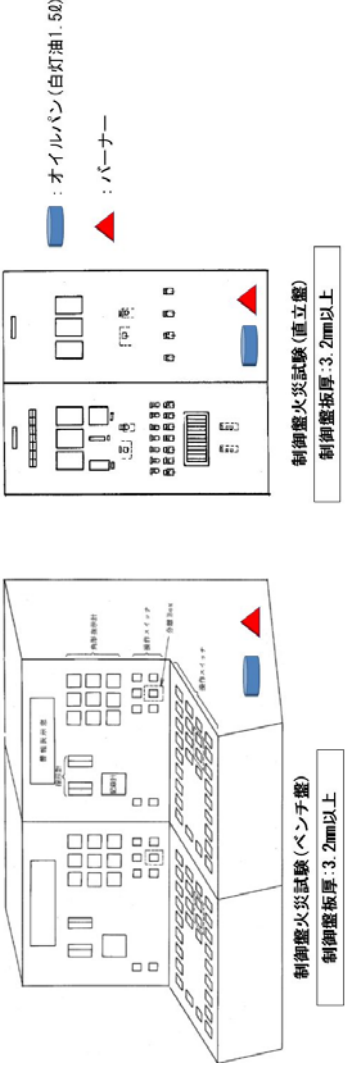
中央制御室制御盤内の分離について

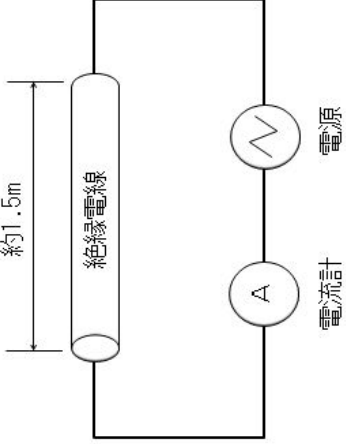
中央制御室の制御盤のスイッチ，配線などの構成部品に単一火災を構成しても，近接する他構成部品に影響がおよばないことを確認した実証試験の知見を踏まえ十分な分離を行う設計とする。以下に実証試験概要を示す。

対象	盤内状況の例	実証試験概要
操作スイッチ	<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：3.2mm</p> <p>上記は全て実機計測値</p>	<p>1. 目的 鋼鈹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 (1) 過電流による火災（内部火災） 鋼鈹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) パーナー着火による火災（外部火災） 鋼鈹で覆われた分離型操作スイッチの外側からパーナーの外側から着火すること，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>試験結果 鋼鈹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，鋼鈹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	<p style="text-align: center;">盤内配線ダクト</p> <div style="text-align: center;">  <p>銅板による分離</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>金属バリア：厚さ 4mm          分離距離：3cm 以上</p> </div> <p style="text-align: right;">上記は全て実機計測値</p>	<h3>実証試験概要</h3>
	<p>1. 目的          金属バリア又は盤内配線ダクト内に設置している区分の配線に火災が発生しても、異区分の配線に火災の影響がおよばないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容          (1) 空間距離          配線を収納したダクトを並べ、ダクトの距離を自由に変えるようにし、片側のダクトの配線にバーナーで着火し、もう一方のダクトへの影響を確認した。</p> <p>【判定基準】隣接する盤内配線ダクトの影響度（目視確認（変色、変形等））</p> <p>(2) 電線管バリア          配線を収納したダクトを並べ、ダクトの距離を自由に変えられるようにし、ダクトの間に板厚3.2mmの金属バリアを設置し、片側のダクトの配線にバーナーで着火し、金属バリアがある場合の一方のダクトへの影響を確認した。</p> <p>【判定基準】隣接する盤内配線ダクトの影響度（目視確認（変色、変形等））</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>垂直ダクト</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>水平ダクト</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>金属バリアの設置</p> </div> </div> <p>2. 試験結果          金属バリアがない場合は、垂直ダクト間で5cm以上、水平ダクト間では10cm以上距離があれば、もう一方へのダクトへの影響がないことを確認した。          金属バリアがある場合は、3cm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
<p style="text-align: center;">金属外装ケーブル</p>	<p>1. 目的 制御盤内に設置している金属外装ケーブルが制御盤内の火災により影響を受けないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 (1) 金属外装ケーブル ケーブルを収納した電線管及びフレキシブル電線管を外部からバーナーで着火し、電線管及びフレキシブル電線管内のケーブルへの影響を確認した。</p> <p>【判定基準】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・絶縁抵抗測定</li> <li>・絶縁被覆の形状（溶融等の有無）</li> </ul> <div style="text-align: center;"> </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>3.2mm以上の鋼板で分離</p> <p>青破線：区分の境界</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 (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。 (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 1.50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。 (3) 判定基準 ・ 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>  <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>

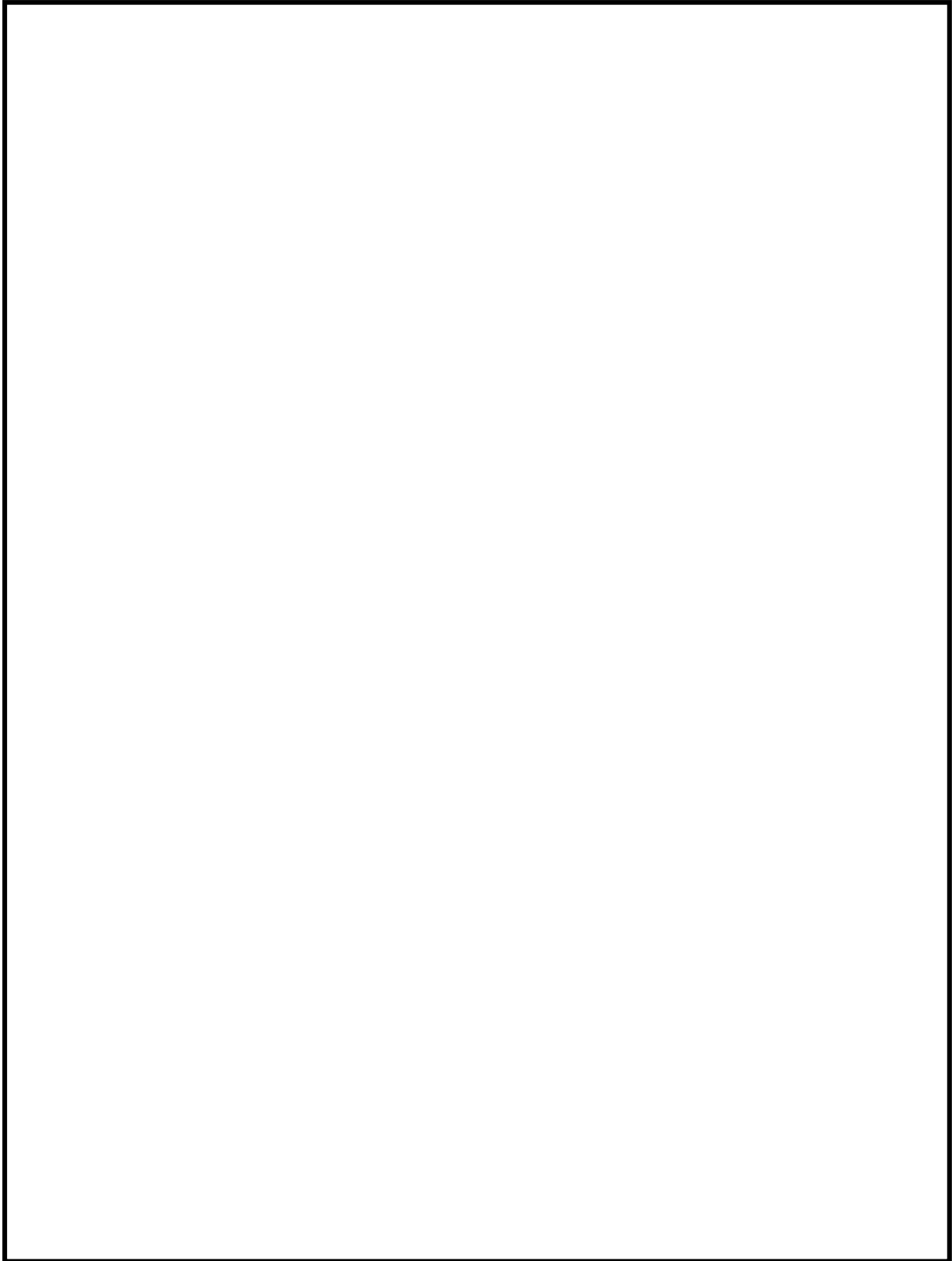
対象	実証試験概要
<p style="text-align: center;">盤内絶縁電線</p>	<p>1. 目的 中央制御室の制御盤内に設置している絶縁電線が短絡事故等を想定した過電流により発火せず，同一制御盤内の他機器に火災の影響がおよばないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 (1) 空中一条敷設過電流試験 盤内絶縁電線に許容電流の4倍～5倍の過電流を通电し，発火有無の状態を確認した。 絶縁電線の種類は，以下の4種類とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○600V NC-HIV 2mm<sup>2</sup> 低塩酸ビニル電線</li> <li>○600V HIV 2mm<sup>2</sup> 耐熱ビニル電線</li> <li>○600V IV 2mm<sup>2</sup> ビニル電線</li> <li>○600V FH 2mm<sup>2</sup> フラゼル電線</li> </ul> <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;">  </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>



## 添付資料 4

東海第二発電所における中央制御室の  
ケーブルの分離状況について

東海第二発電所における中央制御室のケーブルの分離状況について



## 添付資料 5

東海第二発電所における中央制御室の  
制御盤の火災を想定した場合の対応  
について

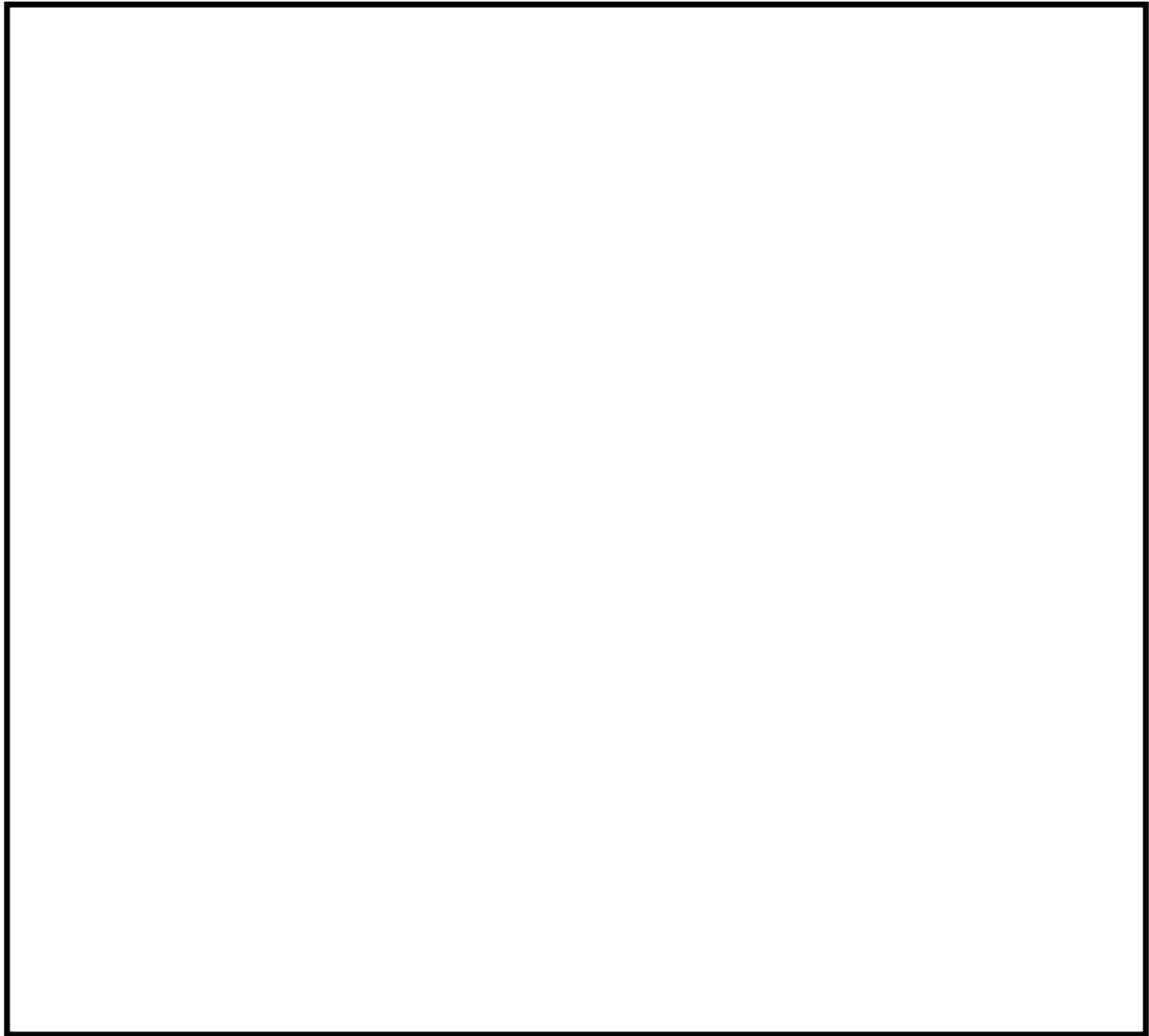
東海第二発電所における中央制御室の制御盤の火災を想定した場合の  
対応について

1. 目的

火災により、中央制御室の制御盤 1 面の安全機能が喪失したとしても、他の制御盤により、原子炉の高温停止及び低温停止・維持ができることを確認する。

2. 中央制御室の制御盤の配置

第 1 図に中央制御盤の配置を示す。



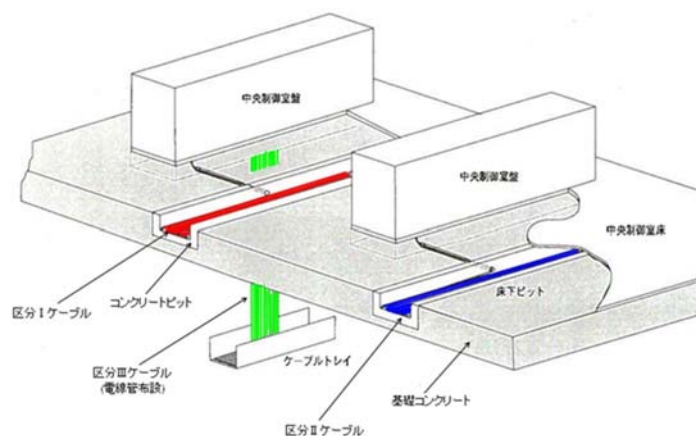
第1図 東海第二発電所 中央制御室

### 3. 中央制御室の制御盤の火災による影響の想定

中央制御室には運転員が常駐していることから火災の早期感知・消火が可能であるため、制御盤にて火災が発生した場合であっても、火災による影響は限定的である。しかしながら、ここでは中央制御室の制御盤で発生する火災とその影響を以下のとおり想定する。

- ・ 保守的に当該制御盤に関連する機能は火災により全喪失する。

- ・隣接する制御盤とは金属の筐体により分離されていること、早期感知・消火が可能であることから隣接盤へ延焼する可能性は低い。
- ・異区分が同居する制御盤については、制御盤内部の影響軽減対策を行うことから同居する区分の機能が火災により同時に喪失する可能性は低い、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 中央制御盤へのケーブル配線

#### 4. 中央制御室の制御盤の火災発生に対する評価結果

中央制御室の制御盤の火災により、制御盤1面の機能が全喪失した場合を想定した評価について、結果を第1表に示す。

例えば、中央制御盤において、安全区分毎に分離・独立している制御盤では、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



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	
								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。
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 RECODER 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。
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	TRANSIEMT 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。
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	スクラムタイミングレコーダ盤						
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。



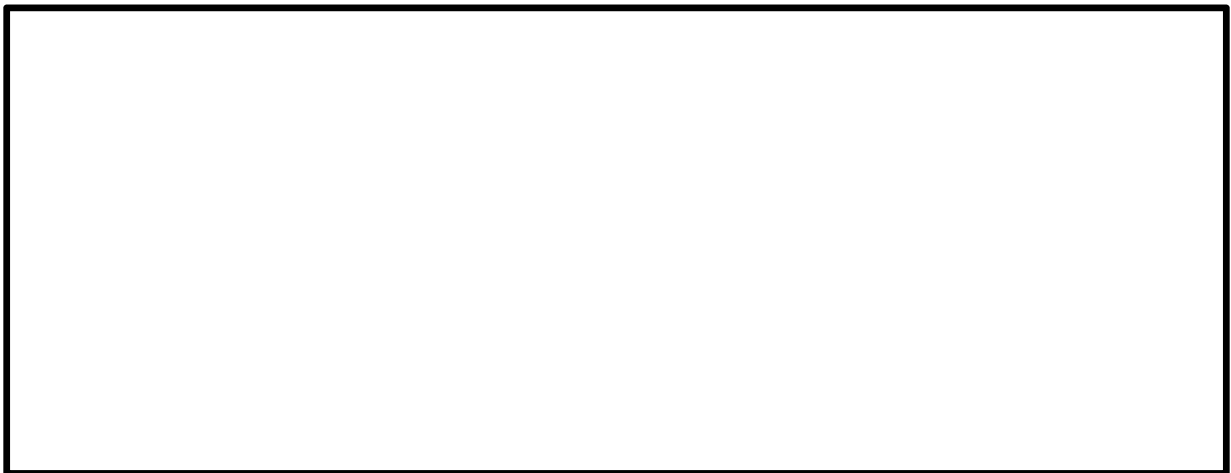
現場MCCの操作

【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



東海第二発電所における  
格納容器内の火災防護について

## 【目次】

1. はじめに
2. 格納容器内の状態について
3. 格納容器内の火災防護対策
  - 3.1 火災区域の設定
  - 3.2 火災の発生防止対策
  - 3.3 火災の感知及び消火
  - 3.4 火災の影響軽減対策

## 東海第二発電所における格納容器内の火災防護について

## 1. はじめに

東海第二発電所の格納容器内は、プラント運転中については窒素が封入され雰囲気の不活性化となることから、火災の発生は想定されない。

一方で、窒素が封入されていない期間のほとんどは、原子炉が低温停止に到達している期間であるが、わずかではあるものの原子炉が低温停止に到達していない期間もあることを踏まえ、以下のとおり火災防護対策を行う。

## 2. 格納容器内の状態について

格納容器内の窒素置換(窒素封入・排出)は、プラント起動時及びプラント停止時において以下のとおり実施される。

(プラント起動時)

- ・ 制御棒引抜き(原子炉の高温・低温停止状態へ移行)
- ・ 出力上昇・起動試験・出力低下・制御棒全挿入(原子炉の高温停止状態へ移行)
- ・ 格納容器内点検
- ・ 窒素封入
- ・ 制御棒引抜き・出力上昇(原子炉の高温・低温停止状態へ移行)

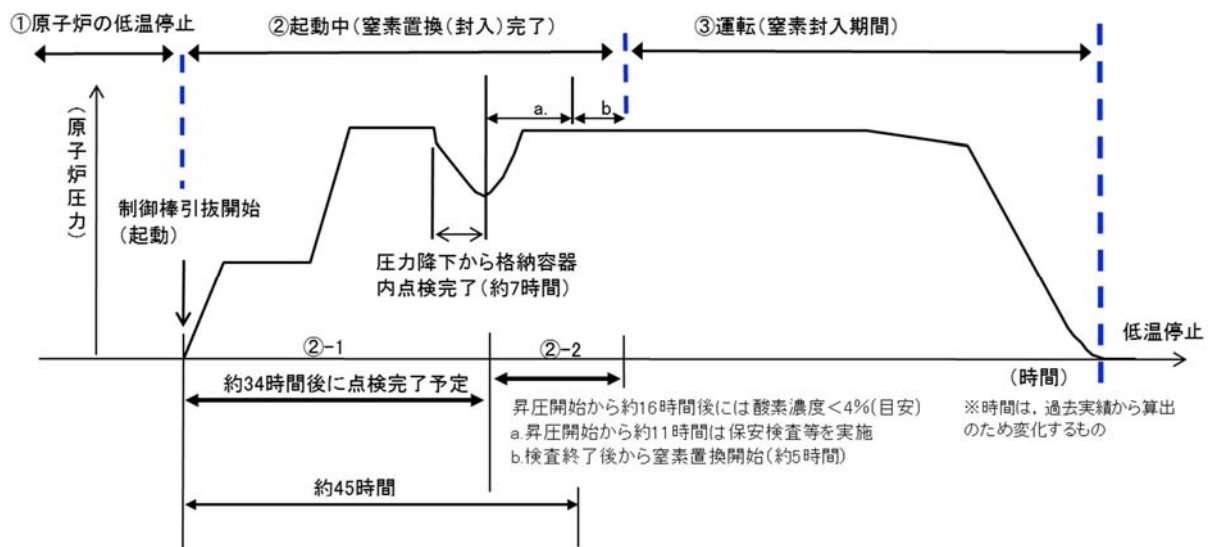
(プラント停止時)

- ・ 制御棒挿入・出力低下
- ・ 高温停止状態へ移行
- ・ 低温停止状態へ移行

・窒素排出

なお、起動時のプラント状態について、火災防護の観点から以下のように分類する。

- ① 原子炉の低温停止（制御棒引抜きまで）
- ② 起動中（制御棒引抜きから窒素封入完了まで）
  - ②-1 格納容器内点検（原子炉圧力降下開始から点検完了まで：約7時間）
    - ・制御棒引抜きから点検完了までの消火活動の概要を別紙2の第2図に示す。（所員用エアロックは仮閉鎖）
  - ②-2 格納容器点検完了（所員用エアロック最終閉鎖，圧力上昇再開）から窒素置換完了（酸素濃度4%未満確認）まで：約16時間
    - ・格納容器点検完了から窒素封入開始まで，窒素封入開始から窒素置換完了までの消火活動の概要をそれぞれ別紙2の第3-1図，第3-2図に示す。
- ③ 運転（窒素置換完了（封入期間）から低温停止まで）



第8-1図 原子炉起動時のプラント状態

火災の発生リスクを低減するためには、原子炉の起動中において窒素置換されない期間をできるだけ少なくすることが有効である。

### 3. 格納容器内の火災防護対策

#### 3.1 火災区域の設定

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

格納容器内の火災防護対象機器を別紙 1 に示す。

火災防護に係る審査基準では、火災防護の目的として「原子炉の高温停止及び低温停止」の達成、維持を挙げていることを踏まえ、2. に示す①原子炉の低温停止(制御棒引き抜きまで)、②起動中(制御棒引き抜きから窒素封入完了まで)、③運転(窒素置換完了(封入期間)から低温停止まで)のそれぞれの状態に応じて、以下のとおり格納容器の特性を考慮した火災防護対策(火災の発生防止、火災の感知・消火、火災の影響軽減)を講じる。

ただし、③運転(窒素置換完了(封入期間)から低温停止まで)については、窒素が封入され雰囲気の不活性化されていることから、火災の発生は想定されず、個別の火災防護対策は不要である。

#### 3.2 火災の発生防止対策

##### (1) 格納容器内の状態に応じた対策

格納容器内の火災発生防止対策について格納容器内の状態に応じて実施する項目は以下のとおり。

○原子炉の低温停止時及び起動中(窒素封入前)に実施する発生防止対策

- ・発火性又は引火性物質に対する火災の発生防止
- ・可燃性の蒸気・微粉への対策
- ・火花を発生する設備や高温の設備等への対策
- ・発火源の対策
- ・放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策
- ・過電流による過熱防止対策
- ・不燃性材料または難燃性材料の使用
- ・地震等の自然現象による火災発生の防止

## (2) 発火性又は引火性物質に対する火災の発生防止

### ①漏えいの防止，拡大防止

格納容器内にあるポンプ等の油内包機器の油保有量と堰容量を第 8-1 表に示す。原子炉再循環系流量制御弁用の油受堰を第 8-2 図，潤滑油を内包する機器の配置を第 8-3 図に示す。

これらの機器は，溶接構造またはシール構造の採用により潤滑油の漏えい防止対策を講じるとともに，万が一の漏えいを考慮し，漏えいした潤滑油が拡大しないよう，受け入れられる堰等を設け拡大防止対策を行う設計とする。

また，主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁，原子炉再循環ポンプの潤滑油は，漏えいしても可燃性ガスを発生しないよう，機器の最高使用温度及び格納容器内の設計温度よりも引火点が十分高い潤滑油を使用する設計とする。

なお，格納容器内には，上記の潤滑油以外の発火性又は引火性物質(水素含む)はない。

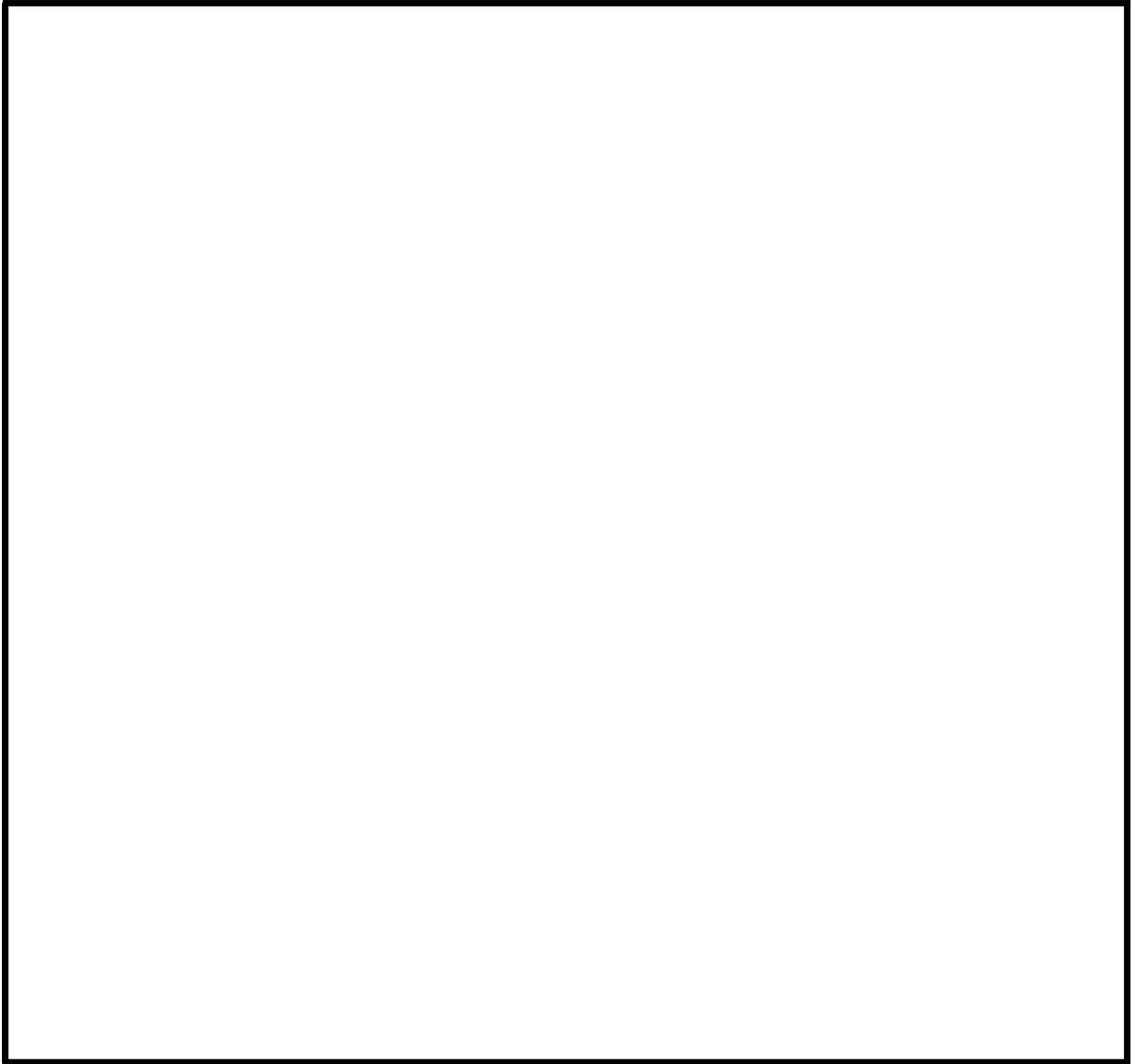
第 8-1 表 格納容器内の油内包機器と堰容量

機器名称	潤滑油種類	漏えい防止・拡大防止対策	潤滑油等引火点(°C)	格納容器内設計最高温度	最高使用温度	内包量(L/台)	堰容量(L)
原子炉再循環系流量制御弁(A, B)	ファイヤケル EHC	堰	254	約 66°C	171°C	約 450	(A) 約 1000
							(B) 約 770
原子炉再循環ポンプ用電動機(A, B)	タービン油	—※	250				
主蒸気内側隔離弁(A~D)	GE SILICON 462HA500		204			約 9	

※格納容器内に設置されているため、内包量以上の堰、オイルパンを設置する



第 8-2 図 原子炉再循環系流量制御弁用の油受堰



第 8-3 図 格納容器内の油内包機器の配置

②配置上の考慮

格納容器内の油内包機器である主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁，原子炉再循環ポンプは，付近に可燃物を置かないよう配置上の考慮を行う設計とする。



### ③換気

格納容器内は、原子炉の低温停止期間中には機械換気が可能な設計とする。起動中は、格納容器内の換気は行わない設計とする。

### ④防爆

火災区域内に設置する油内包機器は、①漏えい防止、拡大防止で示したように、溶接構造、シール構造の採用により潤滑油の漏えいを防止する設計とするとともに、万が一漏えいした場合を考慮し堰を設置することで、漏えいした潤滑油が拡大することを防止する設計とする。

なお、潤滑油が設備の外部へ漏えいしても、引火点は油内包機器を設置する室内温度よりも十分高く、機器運転時の温度よりも高いため、可燃性蒸気となることはない。

### ⑤貯蔵

格納容器内には、発火性又は引火性物質を貯蔵する容器は設置しない設計とする。

## (3) 可燃性の蒸気・微粉への対策

格納容器内には、発火性又は引火性物質である潤滑油を内包する設備は(2)に示すとおり設置しない設計としており、可燃性の蒸気を発生するおそれはない。

また、火災区域には、「工場電気設備防爆指針」に記載される「可燃性粉じん(石炭のように空気中の酸素と発熱反応を起こし爆発する粉じん)」や「爆発性粉じん(金属粉じんのよう空気中の酸素が少ない雰囲気又は二酸

化炭素中でも着火し、浮遊状態では激しい爆発を生じる粉じん)」のような「可燃性の微粉を発生する設備」を設置しない設計とする。

#### (4) 発火源への対策

格納容器内の機器等は、金属製の筐体内に収納する等の対策を行い、設備外部に出た火花が発火源となる設備を設置しない設計とする。

また、格納容器内には高温となる設備があるが、通常運転時の温度が60℃を超える系統については保温材で覆うことにより、可燃性物質との接触防止や潤滑油等可燃物の過熱防止を行う設計とする。(第8-2表)

第8-2表 高温となる設備と接触防止・過熱防止対策

高温となる設備	最高使用温度	過熱防止対策
主蒸気系配管	302℃	保温材設置
ほう酸水注入系配管		
残留熱除去系配管		
高圧注水系配管		
低圧注水系配管		
原子炉隔離時冷却系配管		
原子炉冷却材浄化系配管		
原子炉給水系配管		

#### (5) 水素対策

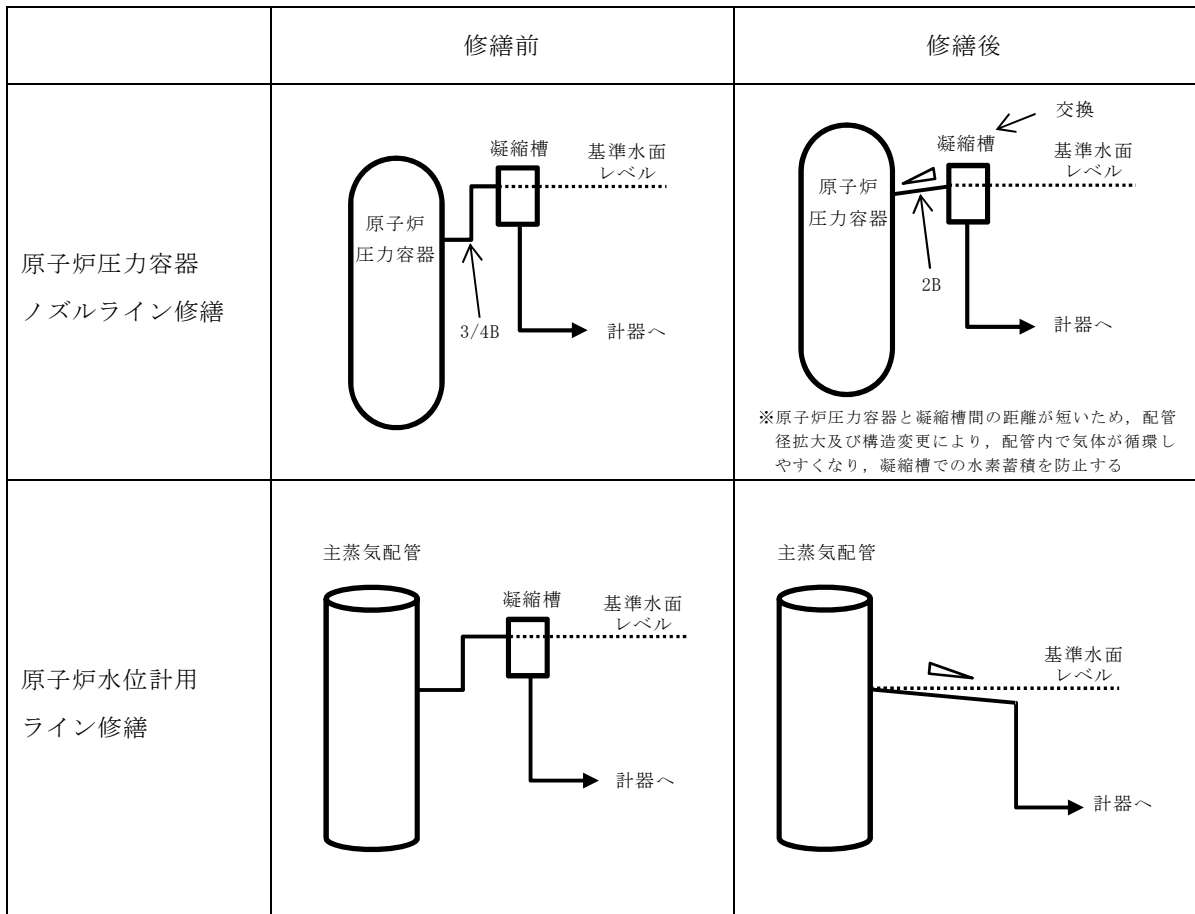
格納容器内には水素を内包する設備を設置しない設計とすることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

(6)放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策

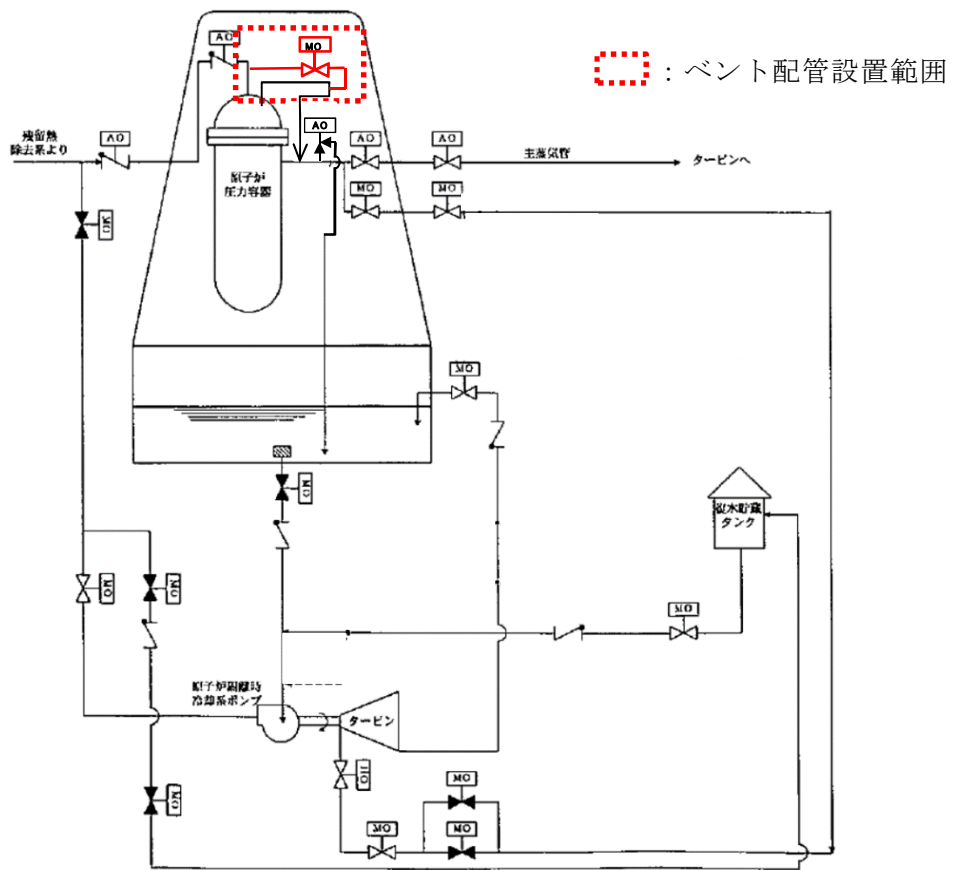
放射線分解により水素が発生する火災区域における、水素の蓄積防止対策としては、経済産業省指示文書「中部電力株式会社浜岡原子力発電所1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について(平成14年5月)」を受け、水素の蓄積のおそれがある箇所に対して対策を実施している。また、社団法人火力原子力発電技術協会「BWR配管における混合ガス(水素・酸素)蓄積防止に関するガイドライン(平成17年10月)」に基づき実施しており、その実施状況を第8-3表に、対策の概要を第8-4図、第8-5図にそれぞれ示す。蓄積防止対策箇所は、ガイドラインに基づき第8-6図のフローに従い選定し対策している。

第8-3表 放射線分解による水素蓄積防止対策の実施状況

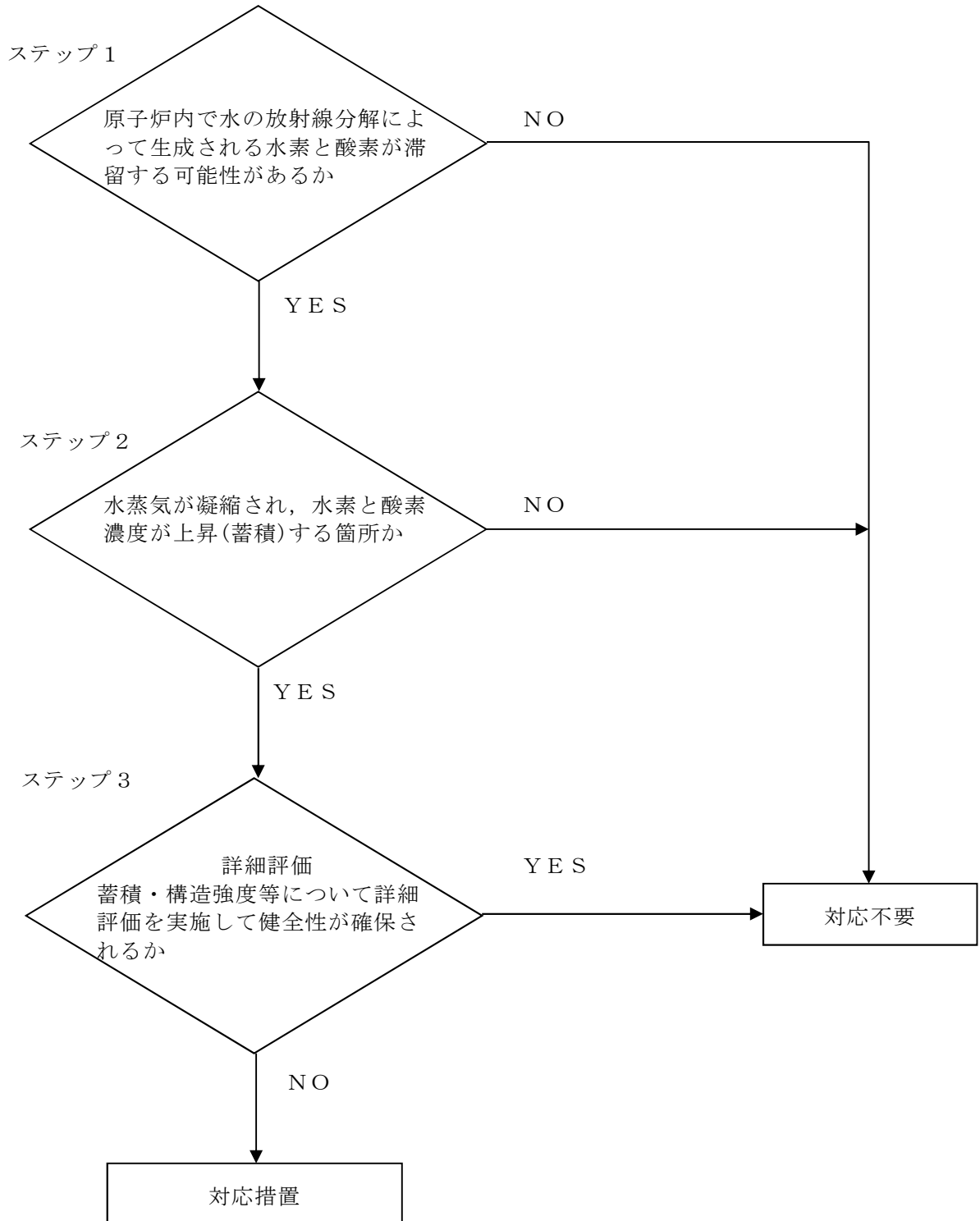
対策箇所	対策内容	対策実施根拠	実施状況
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 残留熱除去系蒸気凝縮系配管</li> <li>・ 計装配管</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配管撤去及び取替</li> </ul>	経済産業省指示文書 「中部電力株式会社浜岡原子力発電所第1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について」(平成14年5月)	実施済
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原子炉圧力容器頂部スプレイ配管</li> </ul>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



第 8-4 図 原子炉水位計等計装配管修繕の概要



第 8-5 図 原子炉圧力容器頂部スプレイ配管追設の概要



第 8-6 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)

#### (7) 過電流による過熱防止対策

格納容器も含めた原子炉施設内の電気系統は、送電線への落雷等外部からの影響や、地絡、短絡等に起因する過電流による過熱や焼損を防止するために、保護継電器、遮断器により故障回路を早期に遮断する設計とする。

#### (8) 不燃性材料又は難燃性材料の使用

格納容器内の安全機能を有する構築物、系統及び機器（以下「安全機能を有する機器等」という。）は、以下に示すとおり、不燃性材料及び難燃性材料を使用する設計とする。

ただし、不燃性材料及び難燃性材料を使用できない場合は、不燃性材料及び難燃性材料と同等以上の性能を有するものを使用する。または、不燃性材料及び難燃性材料を使用できない場合であって、機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合は、当該材料の火災に起因して、安全機能を有する機器等において火災が発生することを防止するための措置を講じる設計とする。

##### a. 主要な構造材に対する不燃性材料の使用

格納容器内にある、安全機能を有する機器、配管、ダクト、電線管、盤の筐体及びこれらの支持構造物の主要な構造材は、火災の発生防止及び当該設備の強度確保等を考慮し、金属材料等の不燃性材料を使用する設計とする。

ただし、配管等のパッキン類は、シール機能を確保する上で不燃性材料の使用が困難であるが、配管フランジ部等の狭隘部に設置するため、当該

パッキン類が発火しても、延焼することがなく、他の安全機能を有する機器等に火災を生じさせることはないことから、不燃性材料の適用外とする。

ポンプ及び弁等の駆動部の潤滑油(グリス)は、金属材料であるケーシング内部に保有されており、発火した場合でも他の安全機能を有する機器等に延焼しないことから、不燃性又は難燃性材料ではない材料を使用する設計とする。

#### b. 難燃ケーブルの使用

格納容器内の安全機能を有するケーブルは、実証試験により自己消火性及び延焼性を確認した難燃ケーブルを使用する設計とするとともに、ケーブル火災が発生しても他の機器に延焼することを防止するため、第8-7図に示すとおり、金属製の電線管、可とう電線管に敷設する設計とする。

核計装ケーブルは、微弱電流・微弱パルスを扱うため、耐ノイズ性の高い絶縁抵抗を有する同軸ケーブルを使用している。原子炉圧力容器下部の核計装ケーブルの状況及び中性子計装系炉心配置について第8-8図～第8-11図に示す。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IEEE383垂直トレイ燃焼試験の要求事項を満足する。

核計装ケーブルに通常流れる電流は数mAの微弱電流であり、万が一、過電流が流れた場合には、上流の電源装置の保護機能(電流制限機能)により、電流値は設定値上限(数10mA)に抑えられることから、過電流過熱によるケーブル火災の発生の可能性は低い。

また、ペDESTAL内にて核計装ケーブルと混載するケーブルは、自己消火性及び耐延焼性が実証されたケーブルを採用する。



制御棒引抜きから格納容器内への窒素封入完了までの火災が発生する可能性のある期間は約 48 時間（窒素封入開始までの 45 時間及び窒素封入開始後、火災発生の可能性がある 3 時間）であり、万が一、この期間に火災が発生した場合においても、格納容器内に設置した火災感知器(アナログ機能を有する煙感知器及び熱感知器)による早期の火災感知を行うことに加え、核計装ケーブルが火災によって断線、地絡が生じた場合には中央制御室に異常を知らせる警報(SRNM 下限, LPRM 下限等)が発報されることから、速やかに原子炉の停止操作を実施し、消火活動を行うことが可能である。

また、格納容器内に設置する油内包機器である主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプについては、低温停止中は通常電源を切る運用とし、保守点検後の試運転などを含めたプラント起動準備を含めたケーブル通電時には、運転確認のための監視員などを配置することで、万が一火災が発生しても、格納容器内での点検作業に関連し、火災防護計画にて定める管理手順に従って近傍に配備した消火器等により速やかに消火を行うことが可能である。原子炉起動後（起動から窒素封入完了まで）は、原子炉出力上昇操作により監視員の配置はしない。

さらに、第 8-4 表に示すように、格納容器内に設置する他の機器としては、常用系及び非常用系ケーブル、作業用分電盤、中継端子箱等があるが、これらは電線管や金属製の筐体に収納することで、原子炉の状態にかかわらず火災の発生を防止する。

第 8-4 表 格納容器内に設置する機器等の火災発生防止対策

種別	具体的設備	火災発生防止の対策方法
ケーブル	常用系及び非常用系ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> <li>電線管に敷設する。</li> </ul> (核計装ケーブルは原子炉压力容器下部に露出)
分電盤	作業用分電盤 照明用分電盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>金属製の筐体に収納する</li> </ul>
油内包機器	主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁，原子炉再循環ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>潤滑油は機器の最高使用温度及び格納容器内の雰囲気温度よりも十分に引火点の高いものを使用する。潤滑油を内包する軸受部は溶接構造，シール構造として漏えい防止を図るとともに，堰等を設置して拡大防止を図る。</li> </ul>
その他	中継端子箱	<ul style="list-style-type: none"> <li>金属製の筐体に収納する</li> </ul>



機器へのケーブル取合状況  
(格納容器貫通部と電線管との取合)



電線管



機器へのケーブル取合状況  
(主蒸気内側隔離弁との取合)

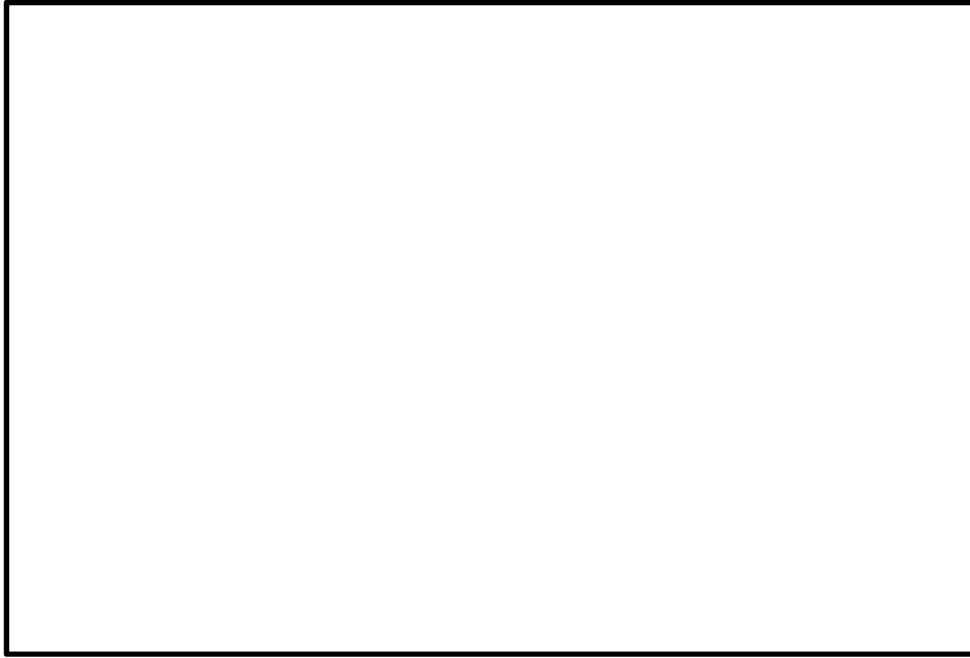


機器へのケーブル取合状況  
(PLR との取合)

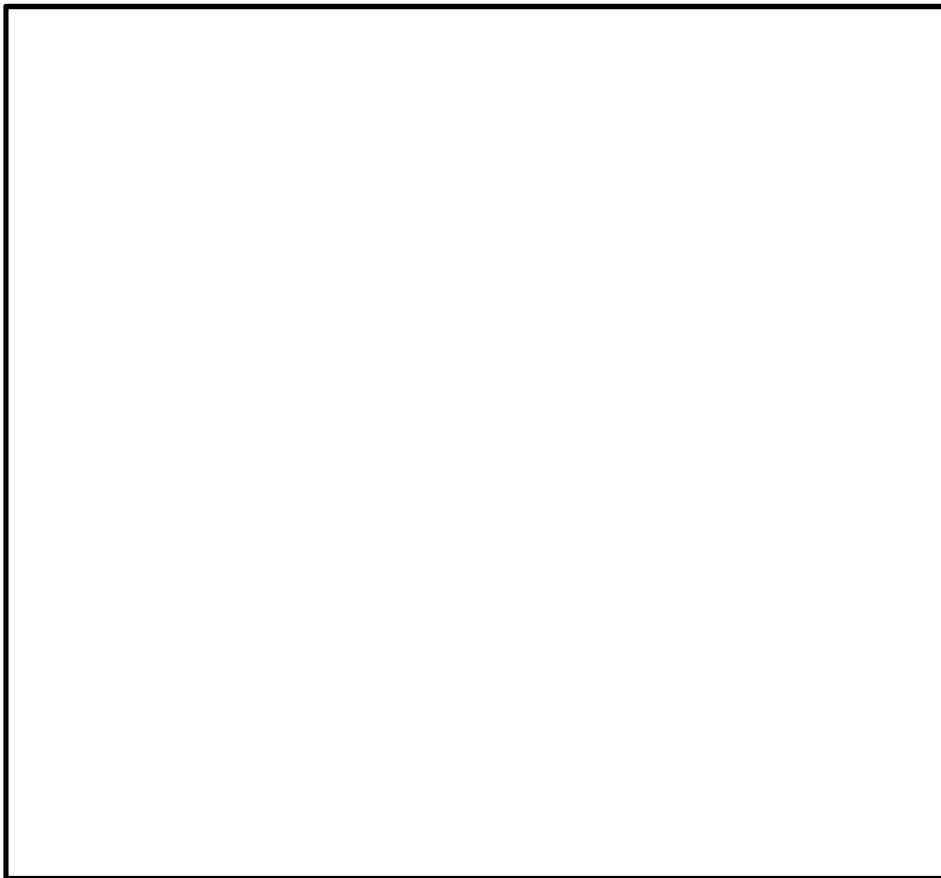


機器へのケーブル取合状況  
(電動弁との取合)

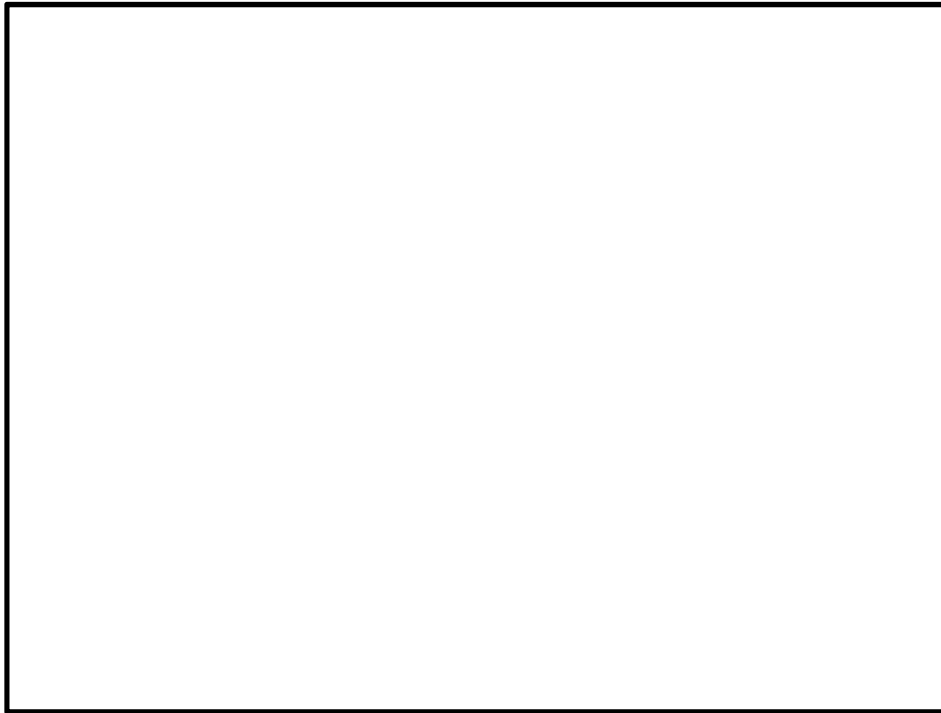
第 8-7 図 格納容器内の電線管の敷設状況



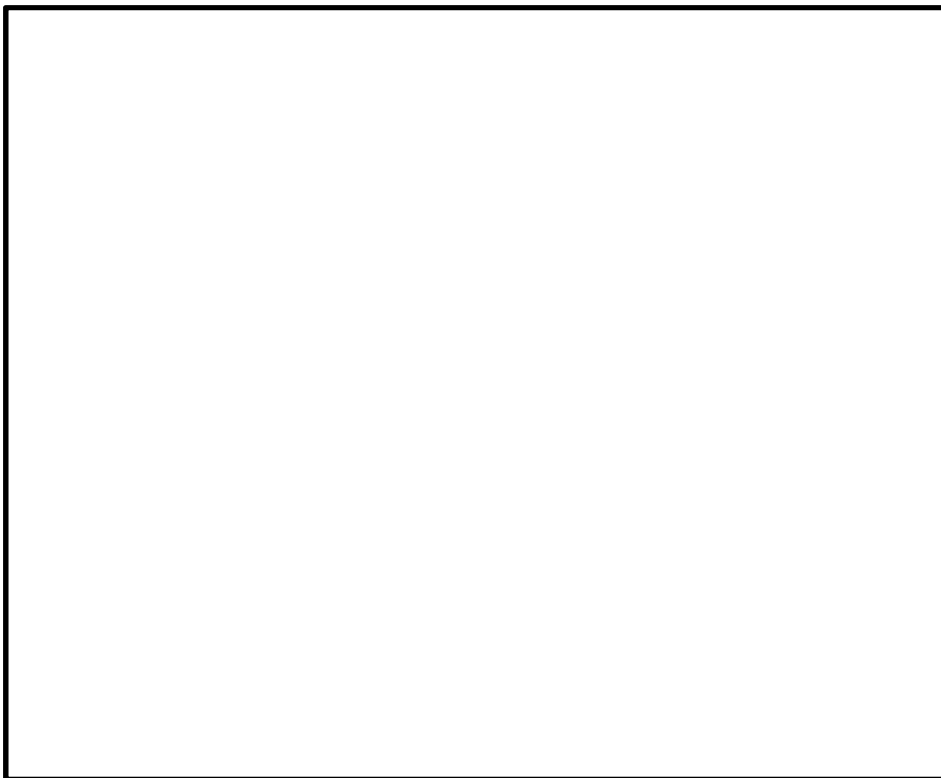
第 8-8 図 原子炉圧力容器下部の核計装ケーブルの露出状況



第 8-9 図 中性子計装系炉心配置図



第 8-10 図 原子炉圧力容器下部の核計装ケーブルの敷設状況



第 8-11 図 原子炉圧力容器下部の核計装ケーブルの敷設概要

c. 換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用

格納容器内のドライウェル冷却用送風機に取付ける仮設フィルタについては、「JACA No.11A-2003(空気洗浄装置用ろ材の燃焼性試験方法方針)」を満足する難燃性材料を使用する。

d. 保温材に対する不燃性材料の使用

格納容器内の保温材は、金属等の「平成 12 年建設省告示第 1400 号(不燃材料を定める件)」に定められたもの、又は建築基準法で不燃性材料として定められたものを使用する設計とする。

e. 格納容器内に対する不燃性材料の使用

格納容器内の床、壁には耐放射線性、除染性、耐腐食性の確保を目的としてコーティング剤を塗布する設計とする。コーティング剤は、不燃性材料ではないが、旧建設省告示第 1231 号第 2 試験に基づく難燃性が確認された塗料であることに加え、不燃性材料である金属表面に塗布することから、当該コーティング剤が発火した場合においても、他の構築物、系統及び機器において火災を生じさせるおそれはないため、不燃性材料の適用外とする。

(9) 落雷・地震等の自然現象による火災発生の防止

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

定した。

これらの自然現象のうち、地震以外の事象については、原子炉施設内の対策に包絡される。このため格納容器内については、地震による火災防護対策を以下のとおり講じる設計とする。

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

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

また、油内包機器である主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプは、使用時以外は電源を遮断し、使用時は現場に監視員を配置する運用とすることで火災の発生防止を図る。

### 3.3 火災の感知及び消火

火災の感知・消火については、格納容器内の状態に応じて以下のとおり実施する。

#### (1) 火災感知設備

火災感知器と受信機を含む火災受信機盤等で構成される火災感知設備は、以下①から⑤を踏まえ設置する設計とする。

##### ① 火災感知器の環境条件等の考慮

###### a. 起動中

起動時における格納容器内の火災感知器は、放射線及び温度、取付面高さ等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して、異なる2種類の

アナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

なお、火災感知器の設置箇所については、消防法施行規則第 23 条に基づく設置範囲にしたがって設置する設計とする。

一方、ペDESTAL内においては、高放射線雰囲気であり起動中での故障の可能性が高く感知器の設置は適さないが、核計装ケーブルが火災によって断線、地絡が生じた場合には中央制御室に異常を知らせる警報 (SRNM 下限, LPRM 下限等) が発報されることから、速やかに原子炉の停止操作を実施し、消火活動を行うことが可能である。

#### b. 低温停止中

低温停止中は、起動中と同様、異なる 2 種類のアナログ機能を有する煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

### ②固有の信号を発する異なる種類の感知器の設置

#### a. 起動中

起動中における格納容器内の火災感知器は、上記①a. のとおり環境条件や予想される火災の性質を考慮し、格納容器内には異なる 2 種類の感知器としてアナログ機能を有する煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

格納容器内は、通常運転中、窒素封入により不活性化しており、火災が発生する可能性がない。しかしながら、運転中の格納容器内は、閉鎖した状態で長期間高温かつ高線量環境となることから、火災感知器で使用されている半導体部品が損傷することにより、アナログ式の火災感知器が故障する可能性がある。このため、通常運転中、窒素封入により不活性化し火災が発生する可能性がない期間については、格納容器内に設



置する火災感知器は、起動時の窒素封入後に中央制御室内の受信機にて作動信号を除外する運用とし、原子炉停止後に火災感知器を速やかに取り替える設計とする。

b. 低温停止中

低温停止中における格納容器内の火災感知器は、起動中と同様、異なる2種類のアナログ機能を有する煙感知器と熱感知器を設置する設計とする。

格納容器内に設置する火災感知器の仕様及び誤作動防止方法について、第8-5表に示す。

第8-5表 格納容器内に設置する火災感知器の特徴と誤作動防止方法

型式	特徴	誤作動防止方法
煙感知器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・感知器内に煙が入ることで感知</li> <li>・炎が生じる前の発煙段階からの煙の早期感知が可能</li> </ul> <p>【適応高さの例】 20m 以下</p> <p>【設置範囲の例】<sup>※1</sup> 75m<sup>2</sup> 又は 150m<sup>2</sup> あたり 1 個</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アナログ機能を有するものを選定し誤作動防止を図る。なお、格納容器内の温度及び放射線の影響による故障の可能性<sup>※2</sup>があるため、起動時の窒素封入後に電源を切る運用とし、プラント停止後に速やかに取り替える。</li> </ul>
熱感知器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・感知器周辺の雰囲気温度を感知(公称 60℃以上)</li> <li>・炎が生じ、温度上昇した場合に感知</li> <li>・防爆型の検定品有り</li> </ul> <p>【適応高さの例】 8m 以下</p> <p>【設置範囲の例】<sup>※1</sup> 15m<sup>2</sup> 又は 70m<sup>2</sup> あたり 1 個</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アナログ機能を有するものを選定し誤作動防止を図る。なお、格納容器内の温度及び放射線の影響による故障の可能性<sup>※2</sup>があるため、起動時の窒素封入後に電源を切る運用とし、プラント停止後に速やかに取り替える。</li> </ul>

※1 消防法施行規則第23条で定める設置範囲による

※2 アナログ式火災感知器は電子部品を内蔵していることから、約 100Gy の積算照射線量にて故障する可能性がある。

出典：「半導体部品を使用した火災感知器の耐放射線性能について」、TR10241、能美防災(株) 平成 11 年 2 月

### ③火災受信機盤

格納容器内に設置する火災感知設備の火災受信機盤は、中央制御室に設置し常時監視できる設計とする。また、受信機盤は、アナログ機能を有する煙感知器及び熱感知器をそれぞれ1つずつ特定できる機能を有するよう設計する。

### ④火災感知設備の電源確保

格納容器内の火災感知設備は、外部電源喪失時においても火災の感知が可能となるよう、蓄電池を設け、電源を確保する設計とするとともに、非常用電源から受電する設計とする。

### ⑤ 火災感知設備に対する試験検査

火災感知設備は、格納容器内に設置する前に、消防法施行規則第三十一条の六に準じて、試験により機能に異常がないことを確認する。その後、プラント停止後に取外した感知器については、プラント起動までの間に点検を行う設計とする。

## (2)消火設備

格納容器内において万が一火災が発生した場合でも、格納容器内の空間体積(約9,800m<sup>3</sup>)に対して、ページ用排風機の容量が16,980m<sup>3</sup>/hであることから、煙が充満しないため、消火活動が可能である。

したがって、格納容器内の消火は、消火器を用いて行う設計とする。また、消火栓を用いても対応できる設計とする。

### ①消火器

格納容器内の火災に対して設置する消火器は、消防法施行規則第六、七条に基づき算出される必要量の消火剤を配備する設計とする。

消火剤の必要量の算出にあたっては、防火対象物である格納容器の用途区分について、消防法施行令別表第一(十五)項(前各項に該当しない事業場)を適用する。格納容器の主要構造部が耐火構造であり、壁及び天井のコーティング剤が旧建設省告示第1231号第2試験に基づく難燃性が確認された塗料であることから、消火器の能力単位の算定基準\*は、消火能力 $\geq$ (延面積又は床面積)/400m<sup>2</sup>を適用する。

また、格納容器内には電気設備があることから、上記消火能力を有する消火器に加え、消防法施行規則第六条第四項\*に従い、電気火災に適応する消火器を床面積100m<sup>2</sup>以下毎に1本設置する。

※消防法施行規則抜粋

(大型消火器以外の消火器具の設置)

**第六条** 令第十条第一項 各号に掲げる防火対象物(第五条第八項第二号に掲げる車両を除く。

以下この条から第八条までにおいて同じ。)又はその部分には、令別表第二において建築物 その他の工作物の消火に適応するものとされる消火器具(大型消火器及び住宅用消火器を除く。以下大型消火器にあつてはこの条から第八条までに、住宅用消火器にあつてはこの条から第十条までにおいて同じ。)を、その能力単位の数値(消火器にあつては消火器の技術上の規格を定める省令(昭和三十九年自治省令第二十七号)第三条 又は第四条 に定める方法により測定した能力単位の数値、水バケツにあつては容量八リットル以上のもの三個を一単位として算定した消火能力を示す数値、水槽にあつては容量八リットル以上の消火専用バケツ三個以上を有する容量八十リットル以上のもの一個を一・五単位又は容量八リットル以上の消火専用バケツ六個以上を有する容量百九十リットル以上のもの一個を二・五単位として算定した消火能力を示す数値、乾燥砂にあつてはスコップを有する五十リットル以上のもの一塊を〇・五単位として算定した消火能力を示す数値、膨張ひる石

又は膨張真珠岩にあつてはスコップを有する百六十リットル以上のもの一塊を一単位として算定した消火能力を示す数値をいう。以下同じ。)の合計数が、当該防火対象物又はその部分の延べ面積又は床面積を次の表に定める面積で除して得た数(第五条第八項第一号に掲げる舟にあつては、一)以上の数値となるように設けなければならない。

防火対象物の区分	面積
令別表第一(一)項イ、(二)項、(十六の二)項、(十六の三)項及び(十七)項に掲げる防火対象物	五十平方メートル
令別表第一(一)項ロ、(三)項から(六)項まで、(九)項及び(十二)項から(十四)項までに掲げる防火対象物	百平方メートル
令別表第一(七)項、(八)項、(十)項、(十一)項及び(十五)項に掲げる防火対象物	二百平方メートル

2 前項の規定の適用については、同項の表中の面積の数値は、主要構造部を耐火構造とし、かつ、壁及び天井(天井のない場合にあつては、屋根)の室内に面する部分(回り縁、窓台その他これらに類する部分を除く。)の仕上げを難燃材料(建築基準法施行令第一条第六号に規定する難燃材料をいう。以下同じ。)とした防火対象物にあつては、当該数値の二倍の数値とする。

4 第一項の防火対象物又はその部分に変圧器、配電盤その他これらに類する電気設備があるときは、前三項の規定によるほか、令別表第二において電気設備の消火に適應するものとされる消火器を、当該電気設備がある場所の床面積百平方メートル以下ごとに一個設けなければならない。

以上から、格納容器内の火災対応として算出される消火能力と消火器の本数を第8-6表に示す。

なお、消火器の本数については、格納容器内に設計基準事故対処設備とその機能を代替する常設重大事故防止設備が設置されることから、消火設備の独立性を確保するため、電気火災に適應する消火器の必要本数とは別に1本を設置

し、さらに予備 1 本を追加することで、単一故障により必要量を下回らない設計とする。

第 8-6 表 格納容器内で必要とされる消火剤容量

	床面積 (m <sup>2</sup> )	必要な消火器の 能力単位	電気火災に 適応する消 火器	重大事故等対処 設備の独立性確 保のための本数	合計	消火器設置場所
格納容器	527	2 単位 (10 型粉末消火 器 1 本相当)	6	1	8 <sup>※1</sup>	格納容器内 <sup>※2</sup>

※1 予備 1 本を含む

※2 起動時は格納容器外へ設置

消火器の消火能力については、消火器の技術上の規格を定める省令により、各火災源に対する消火試験にて定められる一般的な 10 型粉末消火器(普通火災の消火能力単位：3、油火災の消火能力単位：7)について、消火能力単位の測定試験時に用いられるガソリン火源(油火災の消火能力単位が 7 の場合、燃焼表面積 1.4m<sup>2</sup>、体積 42L)の発熱速度は、FDT<sup>S※1</sup>により算出すると、3100kW となる。また、この発熱量に相当する潤滑油の漏えい量は、NUREG/CR-6850<sup>※2</sup>の考え方に則り燃焼する油量を内包油量の 10%と仮定して算出すると 1.8L となる。したがって、漏えい火災が想定される潤滑油を内包する機器でその油量が 1.8L を超えるものは、当該機器設置エリアに複数の消火器を設置することで消火能力を確保する設計とする。

盤については、NUREG/CR-6850<sup>※2</sup>表 G-1 に示された発熱速度(98%信頼上限値で最大 1002kW)を包絡していることを確認した。ケーブルについては、難燃ケーブルを使用していること、過電流防止装置により過電流が発生するおそれがないことから、自己発火のおそれは小さい。さらに、金属製の電線管に敷設する設計であることから、他の機器・ケーブルから延焼するおそれがない。

※1 “Fire Dynamics Tools (FDT<sup>S</sup>):Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program” , NUREG-1805

※2 EPRI/NRC-RES Fire PRA Methodology for Nuclear Power Facilities, Final Report, (NUREG/CR-6850, EPRI 1011989)

a. 起動中

原子炉の起動中は格納容器内の環境が高温となり、消火器の使用温度(-30℃～40℃)を超える可能性があることから、原子炉起動前に格納容器内に設置した消火器を撤去し、格納容器内の窒素置換作業が完了するまでの間は、消火器を所員用エアロック近傍（格納容器外）に設置する。

また、起動中に格納容器内の火災感知器が作動した場合は、初期消火要員、自衛消防隊員が所員用エアロック近傍（格納容器外）に設置する消火器を用いて消火活動を実施する。

b. 低温停止中

低温停止中の格納容器内に設置する消火器は、第 8-6 表に示す消火能力を満足する消火器を配備する。設置位置は、格納容器内に対して、火災防護対象機器並びに火災源から消防法施行規則に定めるところの 20m 以内の距離に配置する。

定期検査期間中における、格納容器内での点検において、火気作業、危険物取扱作業を実施する場合は、火災防護計画にて定める管理手順にしたがって消火器を配備する。別紙 2 にて概要を示す。

一方、格納容器全体漏えい率検査時は格納容器内を窒素で加圧するため、消火器が破損する可能性があることから、検査前に格納容器内の消火器を所

員用エアロック近傍に移動し、検査終了後に必要に応じて格納容器内に再度設置する。

## ②消火栓

起動中及び低温停止中の格納容器内の火災に対しては、格納容器入口近傍の消火栓の使用を考慮し、格納容器の入口となる所員用エアロック及び機器ハッチから格納容器内全体に届く消火ホースを配備する。消火ホースは、消火栓内に保管するものの他、所員用エアロック及び機器ハッチ近傍にそれぞれ配備し、消火活動を可能とする。別紙2にて概要を示す。

## ③消火活動

### a. 起動中

起動中に格納容器内の火災感知器が作動した場合には、原子炉の状態に合わせ、以下のとおりとする。

(a) 制御棒引抜きから格納容器内点検完了後まで（所員用エアロックは仮閉鎖）

制御棒引抜きから格納容器内点検開始前（約27時間）の間、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レベル3以下を確認した後、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。

(b) 格納容器内点検完了後から窒素置換完了まで（所員用エアロック最終閉鎖）

格納容器内点検完了後から窒素封入開始前までの間で、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%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。

また、窒素封入開始から酸素濃度 4%程度となるまでの時間は、実績から約 5 時間である(格納容器の酸素濃度は、原子炉の状態が運転になってから 24 時間以内に 4%以下とすることを保安規定に定めている)。

これらの運用については、火災防護計画の関連文書に定めることとする。

#### b. 低温停止中

低温停止中において、格納容器内の火災感知器が作動した場合で、保守点検作業中においては、作業エリアに配備している消火器により第 1 発見者等による初期消火活動(通報・連絡含む)となる。作業が無い時間帯においては、初期消火要員、自衛消防隊員が建屋内の消火器を持って現場に向かうことを火災防護計画の関連文書に定め、定期的に訓練を実施する。

### (3) 地震等の自然現象への対策



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

これらの自然現象のうち、地震以外の事象については、原子炉施設内の対策に包絡される。このため格納容器については、地震による火災防護対策を以下のとおり講じる設計とする。

安全機能を有する機器等を設置する火災区域(区画)の火災感知設備及び消火設備は、安全機能を有する機器等の耐震クラスに応じて機能を維持できる設計としており、格納容器内の火災防護対象機器には、耐震Sクラス機器があるため、格納容器内の火災感知設備は、火災防護対象機器の耐震クラスに応じて機能維持できる設計とする。

### 3.4 火災の影響軽減対策

東海第二発電所の格納容器内は、プラント運転中については、窒素が封入され雰囲気の不活性化されていることから、火災の発生は想定されない。

一方で、窒素が封入されていない期間のほとんどは原子炉が低温停止に到達している期間であるが、わずかではあるものの原子炉が低温停止に到達していない期間もあることを踏まえ、以下のとおり火災防護対策を講じる。

#### (1) 持込み可燃物等の運用管理

格納容器内での作業に伴う持込み可燃物について、持込み期間・可燃物量・持込み場所等を管理する。格納容器内への持込み可燃物の仮置きは禁止

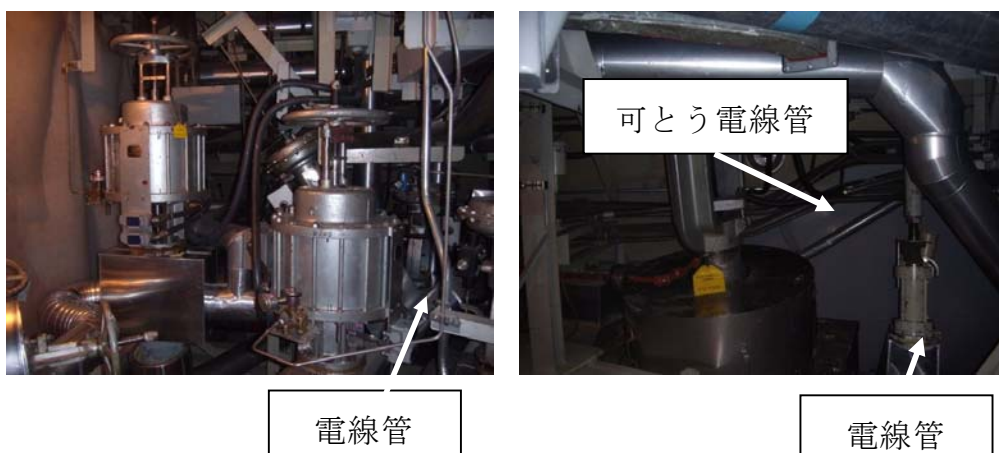
とするが、やむを得ず仮置きする場合には、不燃シートで覆うまたは金属箱の中に収納するとともに、その近傍に消火器を準備する。

### (2) 原子炉の安全停止に係る火災区域の分離

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

### (3) 火災防護対象機器等の系統分離

火災防護対象機器等の系統分離は、火災によっても多重化された安全停止機能が同時に喪失しないことを目的に行うことから、格納容器内の状態に応じて以下のとおり行う。格納容器内は、第 8-12 図に示すように機器やケーブル等が密集しており、干渉物が多く、耐火ラッピング等の 3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等の設置や、6m 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ケーブルについては、金属製の電線管の使用等により火災の影響軽減を行う設計とする。



第 8-12 図 格納容器内の機器等の設置状況

a. 起動中

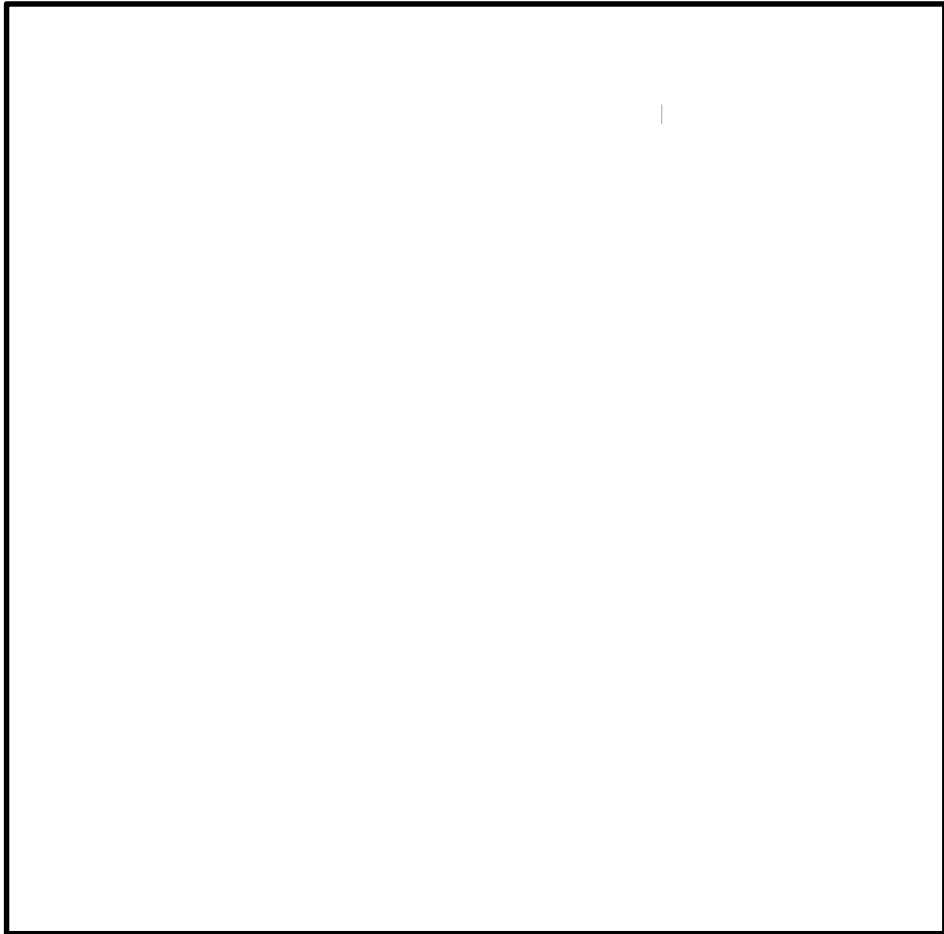
(a) 火災防護対象ケーブルの分離及び対象機器の分散配置

格納容器内の火災防護対象ケーブルは、格納容器外から格納容器貫通部を経て格納容器内へ敷設されており、格納容器内の火災防護対象ケーブルは全て電線管に敷設する設計とする。電線管は、第 8-7 表に示すとおり、実証試験の結果から 20 分以上の耐火障壁としての性能を有することを確認している\*。なお、電線管に敷設された異なる区分のケーブル間にある機器は、電線管に敷設されたケーブル、金属製の電磁弁であり、火災発生防止対策が取られている。これに対して、格納容器内で火災が発生した際に消火活動を開始するまでの時間は、別紙 2 に示すとおり、20 分以内であることから、単一の火災によって複数の区分の火災防護対象ケーブルが、火災により同時に機能を喪失することはない。

※出典：「ケーブル、制御盤および電源盤火災の実証試験」TLR-088 ㈱東芝  
H25 年 3 月

原子炉圧力容器下部においては、火災防護対象ケーブルである起動領域モニタ (SRNM) の核計装ケーブルを露出して敷設するが、火災の影響軽減の観点から、起動領域モニタ (SRNM) はチャンネル毎に位置的分散を図って設置する設計とする。起動領域モニタ (SRNM) は、合計 8 チャンネルを有しているが、原子炉の未臨界監視機能は、最低 4 チャンネルが健全であれば達成可能である。各チャンネルの離隔間においては、介在物として、起動領域モニタ (SRNM) 及び出力領域モニタ (LPRM) の核計装ケーブルがある。核計装ケーブルは自己消火性及び耐延焼性を有していることから、万が一、過電流等により火源になったとしても、火災が継続する

おそれは小さく，他のチャンネルのケーブルが同時に延焼する可能性は低い。また，起動領域モニタ (SRNM) 用のペDESTAL貫通部は4箇所あり，2チャンネルごとに1つの貫通部を通過させることで分散して配置していることから，他チャンネルのケーブルが同時に延焼する可能性は低い。起動領域モニタの位置的分散を第8-13図に示す。

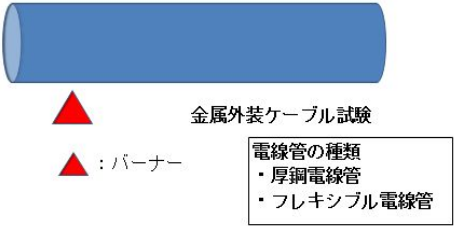


第8-13図 起動領域モニタの位置的分散

格納容器内の安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ機器の離隔間において可燃物が存在することのないように，異なる区分の機器間にある介在物(ケーブル，電磁弁)については，第8-8表に示すとおり，それぞれ延焼防止対策を行う設計とする。

格納容器内の火災防護対象機器を別紙1に示す。

第 8-7 表 電線管の耐火性能について

項目	実証試験概要
電線管	<p>1. 目的 電線管(可とう電線管を含む)が火災により影響を受けないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 (1)金属外装ケーブル ケーブルを収納した電線管及び可とう電線管を外部からバーナーで着火し、電線管内のケーブルへの影響を確認した。 ・加熱装置 ブンゼンバーナー ・30 分間<sup>※1</sup></p> <p>【判定基準】 ・絶縁抵抗測定 ・絶縁被覆の形状 (熔融等の有無)</p> <div style="text-align: center;"> <div data-bbox="673 891 1123 920" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">電線管内部に塩化ビニル線，難燃性電線配線を布設</div>  <div data-bbox="855 1039 1038 1066" style="margin-top: 10px;">金属外装ケーブル試験</div> <div data-bbox="719 1084 847 1111" style="margin-top: 10px;">▲ : バーナー</div> <div data-bbox="916 1077 1123 1160" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-top: 10px;">                 電線管の種類                  ・厚鋼電線管                  ・フレキシブル電線管             </div> </div> <p>3. 試験結果 電線管において、塩化ビニル電線の被覆は、一部表面が溶着するが、難燃性電線には変化が見られなかった。 可とう電線管も塩化ビニル電線の被覆は、一部表面が溶着するが、難燃性電線には変化が見られなかった。 電線管及び可とう電線管の塩化ビニル電線，難燃性電線の絶縁抵抗は、試験前後に変化はなく、電線管または可とう電線管が 30 分間の耐火性能を有することを確認した。</p>

※ 1 : 消火活動開始までの時間が 20 分以内であることから、20 分以上の耐火性能を確認

第 8-8 表 火災防護対象機器の影響軽減としての機器等の延焼防止対策

種別	具体的設備	延焼防止の対策方法
ケーブル	常用系及び非常用系ケーブル※	・電線管に敷設する。 (核計装ケーブルは原子炉圧力容器下部に露出)
分電盤	作業用分電盤 照明用分電盤	・金属製の筐体に収納する
油内包機器	主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁，原子炉再循環ポンプ	・潤滑油は機器の最高使用温度及び格納容器内の雰囲気温度よりも十分に引火点の高いものを使用する。潤滑油を内包する軸受部は溶接構造，シール構造として漏えい防止を図るとともに，堰等を設置して拡大防止を図る。
その他	中継端子箱	・金属製の筐体に収納する

(b) 火災感知設備

火災感知設備は、「3.3(1)火災感知設備」に示すとおり，アナログ式の異なる2種類の火災感知器(煙感知器及び熱感知器)を設置する設計とする。

(c) 消火設備

格納容器内の消火については、「3.3(2)消火設備」に示すとおり，消

火器を使用する設計とする。また、消火栓を用いても対応できる設計とする。火災の早期消火を図るために、格納容器内の消火活動の手順を定めて、自衛消防隊(運転員、消防隊)の訓練を実施する。

#### b. 低温停止中

##### a) 火災防護対象ケーブルの分離及び対象機器の分散配置

原子炉起動中と同様に、格納容器内の安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ機器の離隔間において可燃物が存在することのないように、異なる区分の機器間にある介在物(ケーブル、電磁弁)については、電線管に敷設することや金属製であることで延焼防止対策を行う。

原子炉起動中と同様に、格納容器内の火災防護対象ケーブルは、格納容器外から格納容器貫通部を経て格納容器内に敷設されており、可能な限り位置的分散を図る設計とする。また、単一の火災によって複数区分が機能喪失することがないように、消火活動を開始するまでの時間(20分間)の耐火性能を確認した電線管に敷設する。

低温停止中は、原子炉の安全停止が達成・維持された状態であること、制御棒は金属等の不燃性材料で構成された機械品であること、制御棒駆動機構については、燃料交換等で一時的に制御棒を操作する時以外は電源を切る運用とし誤作動を防止することから、格納容器内の火災によっても、原子炉の停止機能及び未臨界機能の喪失は想定されない。

##### b) 火災感知設備

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

#### c) 消火設備

原子炉起動中と同様に、格納容器内の消火については、消火器を使用する設計とする。また、消火栓を用いても対応できる設計とする。火災の早期消火を図るために、格納容器内の消火活動の手順を定めて、自衛消防隊(運転員、消防隊)訓練を実施する。

#### (4) 火災の影響軽減対策への適合について

格納容器内においては、機器やケーブル等が密集しており、干渉物が多く、耐火ラッピング等の3時間以上の耐火能力を有する障壁の設置が困難である。このため、火災防護対象機器及び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。

格納容器内に設置している油内包機器のうち、再循環ポンプ及び再循環流量調整弁は、それぞれA系とB系の間に6m以上の離隔距離を確保するとともに、堰を設置し漏洩拡大防止を図る設計とする。なお、流量調整弁の制御油は難燃油を使用し、火災発生を抑制する。また、主蒸気内側隔離弁に内包される制御油は、金属製の弁アクチュエータ内に保有され、漏れない構造とすることで、火災発生を防止する。

格納容器内の安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ機器の離隔間において可燃物が存在することのないよう、異なる区分の機器間にある介在物(ケーブル、電磁弁)については、電線管に敷設し、電線管端部はシール材を施工することや、金属製であることで延焼防止対策を行う。

格納容器内の火災防護対象ケーブルは、単一火災によって複数区分の機能が喪失することのないように、消火活動を開始するまでの間(20分間)の耐火性能を確認した電線管に敷設する。

一方、火災防護審査基準の「2.基本事項\*」に示されているように、火災



の影響軽減対策の本来の目的は、「火災が発生しても原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持する」ことである。

## ※ 2. 基本事項

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

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

原子炉圧力容器下部においては，火災防護対象ケーブルである起動領域モニタ (SRNM) の核計装ケーブルを露出して敷設するが，火災の影響軽減の観点から，起動領域モニタ (SRNM) は，第 8-9 図に示すとおり，チャンネル毎に位置的分散を図って設置する設計としている。起動領域モニタ (SRNM) は，合計 8 チャンネルを有しているが，原子炉の未臨界監視機能は，最低 4 チャンネルが健全であれば達成可能である。各チャンネルの離隔間においては，介在物として起動領域モニタ (SRNM) 及び出力領域モニタ (LPRM) の核計装ケーブルがあるが，核計装ケーブルは自己消火性及び耐延焼性を有しており，万が一，

過電流等により火源になったとしても火災が継続するおそれは小さい。また、起動領域モニタ (SRNM) 用のペDESTAL貫通部は 4 箇所あり、2 チャンネルごとに 1 つの貫通部を通過させることで分散して配置していることから、他チャンネルのケーブルが同時に延焼する可能性は低い。

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

このため、格納容器内の火災に対し、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持が可能であることを示すことができれば、火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減」の要求に適合していることと同等であると判断できる。

万が一、原子炉圧力容器下部で火災が発生した場合においても、格納容器内に設置した火災感知器(アナログ機能を有する煙感知器及び熱感知器)による早期の火災感知を行うことに加え、核計装ケーブルが火災によって断線、地絡が生じた場合には中央制御室に異常を知らせる警報(SRNM 下限、LPRM 下限等)が発報されることから、速やかに原子炉の停止操作を実施し、原子炉の高温停止・低温停止を達成することが可能である。

東海第二発電所における格納容器内の  
火災防護対象機器について

機能	機器番号	機器名称	種類	火災防護対策要否	火災による機能への影響評価
原子炉圧力容器 バウンダリ機能		主蒸気内側隔離弁(A)	空気作動弁	否	当該弁は通常開、機能要求時閉である。火災影響を受け機能喪失した場合はフェイル・クローズ設計のため機能要求を満足する。万が一、不動作を想定しても異なる電源区分の電磁弁が多重化されていること、下流の格納用容器外側に隔離弁があり二重化されていることから、系統機能に影響をおよぼすものではない。
		主蒸気内側隔離弁(B)	空気作動弁	否	
		主蒸気内側隔離弁(C)	空気作動弁	否	
		主蒸気内側隔離弁(D)	空気作動弁	否	
		主蒸気ドレンライン内側隔離弁	電動弁	要	低温停止時は機能要求なし
		C UW 吸込ライン内側隔離弁	電動弁	否	当該弁は通常開、機能要求時閉である。火災影響を受け機能喪失した場合でも下流に隔離弁があり二重化されていること、また、C UW 系は閉じた系であることから、系統機能に影響をおよぼすものではない。
原子炉停止後の 除熱機能		逃がし安全弁(A)	空気作動弁	否	逃がし安全弁はADS機能付電磁弁により、安全停止に必要な機能を確保する。なお、当該電磁弁は低温停止時に機能要求がなく、逃がし安全弁自体は不燃材で構成されているため、火災によって影響を受けない。
		逃がし安全弁(D)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(E)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(G)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(J)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(M)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(N)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(P)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(S)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(U)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(V)	空気作動弁	否	
		逃がし安全弁(B) <sup>※</sup>	空気作動弁	要	
		逃がし安全弁(C) <sup>※</sup>	空気作動弁	要	
		逃がし安全弁(F) <sup>※</sup>	空気作動弁	要	
逃がし安全弁(H) <sup>※</sup>	空気作動弁	要			

※ADS機能付

機能	機器番号	機器名称	種類	火災防護対策要否	火災による機能への影響評価
原子炉停止後の除熱機能		逃がし安全弁(K)※	空気作動弁	要	逃がし安全弁はADS機能付電磁弁により、安全停止に必要な機能を確保する。なお、当該電磁弁は低温停止時に機能要求がなく、逃がし安全弁自体は不燃材で構成されているため、火災によって影響を受けない。
		逃がし安全弁(L)※	空気作動弁	要	
		逃がし安全弁(R)※	空気作動弁	要	
		RCIC 蒸気ライン内側隔離弁	電動弁	要	低温停止時は機能要求なし
原子炉停止後の除熱機能／炉心冷却機能		RHR 停止時冷却内側隔離弁	電動弁	要	
プロセス監視		起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
		起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
		起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
		起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
		起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
		起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
		起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
		起動領域計装(検出器)	中性子束計装設備	要	
		原子炉水位(広帯域)	水位計装設備	要	低温停止時は機能要求なし
		原子炉水位(広帯域)	水位計装設備	要	低温停止時は機能要求なし
		原子炉水位(燃料域)	水位計装設備	要	低温停止時は機能要求なし
		原子炉水位(燃料域)	水位計装設備	要	低温停止時は機能要求なし
		原子炉圧力	水位計装設備	要	低温停止時は機能要求なし
		原子炉圧力	水位計装設備	要	低温停止時は機能要求なし
		サブプレッション・プール水温度	温度計装設備	要	
		サブプレッション・プール水温度	温度計装設備	要	
サブプレッション・プール水温度	温度計装設備	要			

機能	機器番号	機器名称	種類	火災防 護対策 要否	火災による機能への影響評価
プロセス監視		サプレッション・ プール水温度	温度計装 設備	要	

東海第二発電所における格納容器内の  
消火活動の概要について

## 1. はじめに

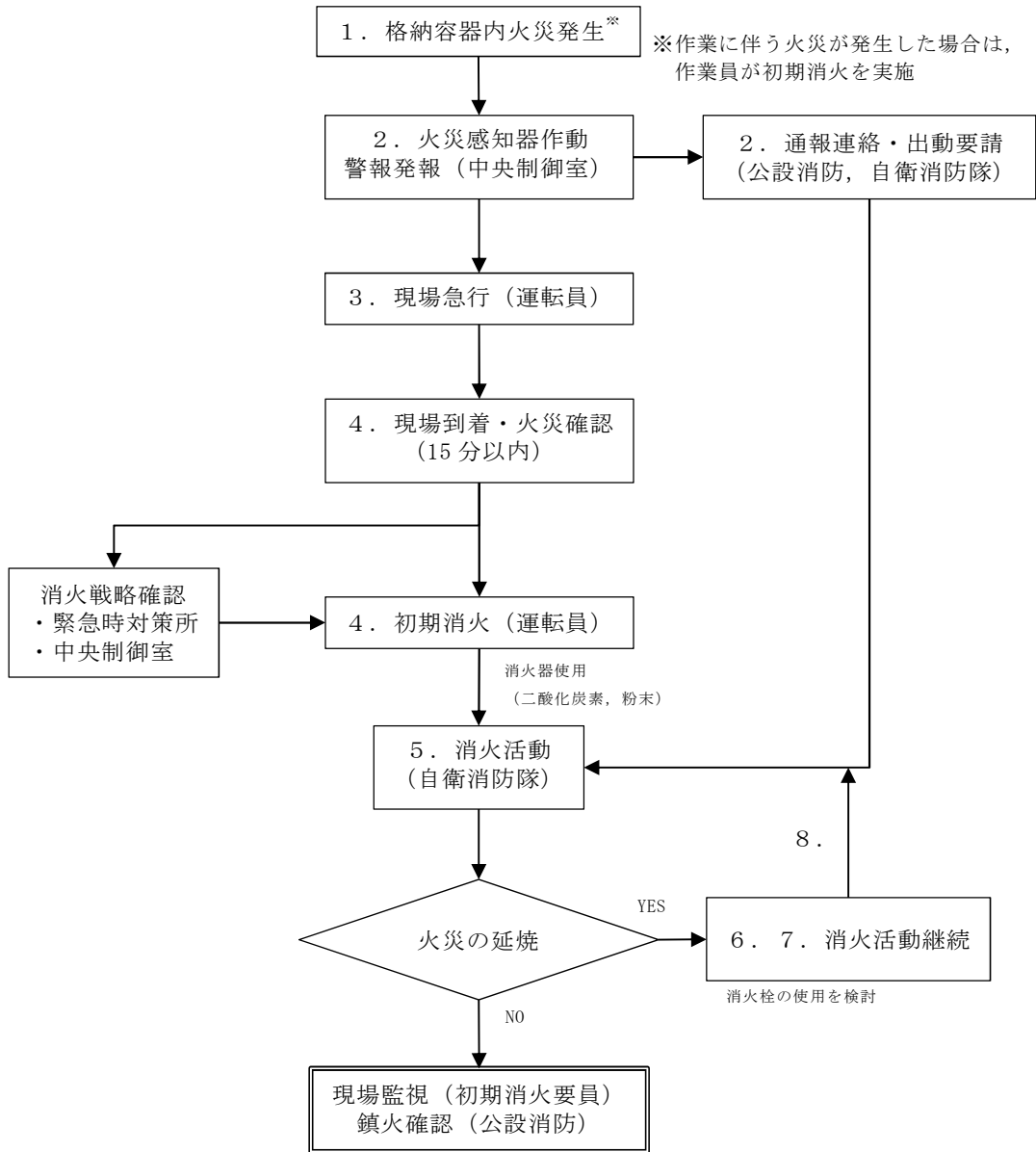
格納容器内において、火災が発生した場合における消火活動の概要を示す。

## 2. 格納容器内の消火活動について

### (1) 格納容器内における火災発生時の対応

格納容器内において、低温停止中及び起動中の状態に火災が発生した場合の対応フローを第 1 図から第 3 図に示す。また、格納容器内における消火活動の成立性について、中央制御室から最も遠い距離にある格納容器内の油を内包する火災源で火災発生を想定した消火活動の確認を行う。各対応フローの消火活動において確認する概要を第 1 表から第 3 表に、現場のホース敷設状況を第 4 図に示す。



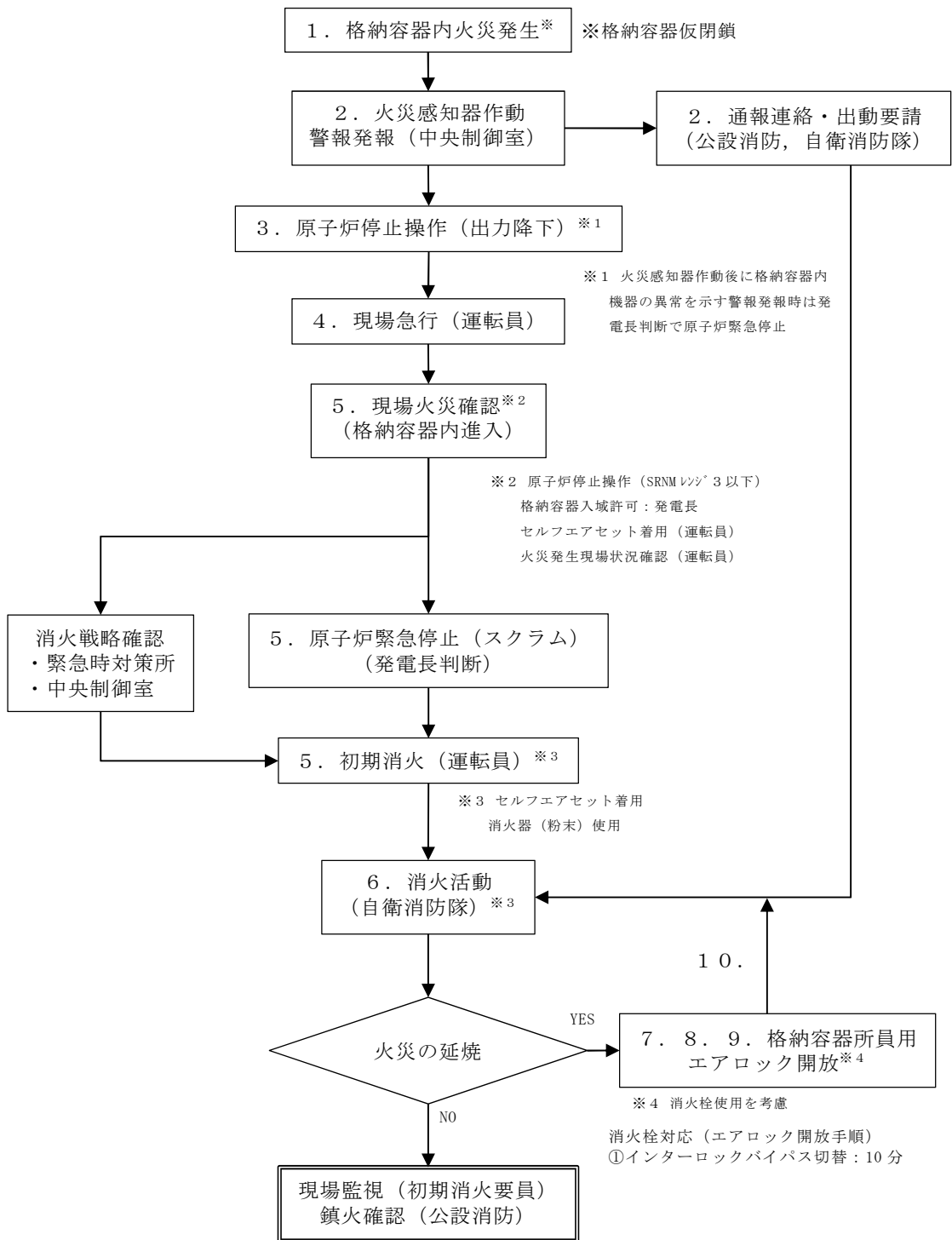


第1図 格納容器内での火災発生に対する対応フロー(低温停止中)

第 1 表 消火活動確認概要（低温停止中）

（中央制御室から最も遠い距離にある格納容器内の油内包機器で火災を想定）

No.	消火活動(模擬)	確認事項
1	格納容器内の火災感知器作動	起点
2	中央制御室の受信機にて格納容器内の火災発生場所を確認（警報発報） 通報連絡・出動要請（公設消防，自衛消防隊）	所要時間：出動要請から現場到着約 15 分
3	中央制御室の運転員（初期消火要員）が現場に急行	15 分以内に現場到着（現場確認）が可能
4	火災発生確認（中央制御室へ連絡）及び初期消火活動(消火器)を実施	現場確認後，直ちに消火器による消火活動を開始
5	自衛消防隊による消火活動（消火器）開始	所要時間：出動要請から現場到着約 15 分
6	消火栓から格納容器入口（機器ハッチ等）までホース敷設を実施	所要時間：約 2 分
7	機器ハッチから消火対象までホース敷設～放水開始	所要時間：約 2 分
8	自衛消防隊による消火活動（消火栓）開始	所要時間：現場到着後約 5 分



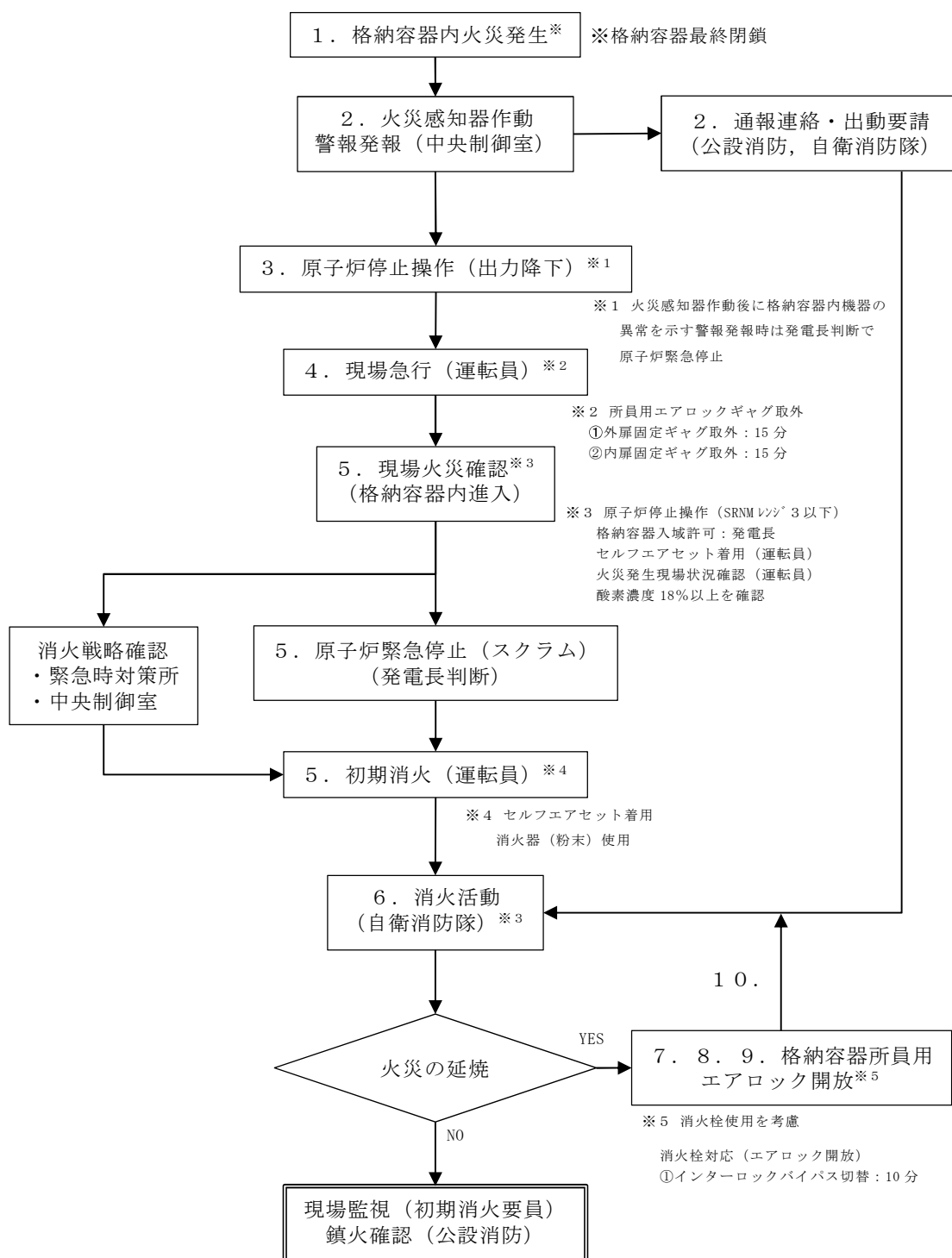
第2図 格納容器内での火災発生に対する対応フロー  
(起動中: 制御棒引抜き～格納容器内点検完了後まで)

第 2 表 消火活動確認概要

(起動中：制御棒引抜き～格納容器内点検完了後まで)

(中央制御室から最も遠い距離にある格納容器内の油内包機器で火災を想定)

No.	消火活動(模擬)	確認事項
1	格納容器内の火災感知器作動	起点
2	中央制御室の受信機にて格納容器内の火災発生場所を確認(警報発報) 通報連絡・出動要請(公設消防, 自衛消防隊)	所要時間：出動要請から現場到着約 15 分
3	原子炉停止操作(出力降下)	所員用エアロック, 機器ハッチ周辺の空調設備の温度や油内包機器の温度から火災発生箇所を推定し, 入域を判断
4	中央制御室の運転員(初期消火要員)が現場に急行	15 分以内に現場到着(現場確認)が可能 (所員用エアロックより入域)
5	火災発生確認(中央制御室へ連絡)及び初期消火活動(消火器)を実施	現場確認後, 直ちに消火器による消火活動を開始 発電長判断により原子炉緊急停止(スクラム)
6	自衛消防隊による消火活動(消火器)開始	
7	エアロック開放	①インターロックバイパス切替：10 分
8	消火栓から格納容器入口(機器ハッチ等)までホース敷設を実施	所要時間：約 2 分
9	機器ハッチから消火対象までホース敷設～放水開始	所要時間：約 2 分
10	自衛消防隊による消火活動(消火栓)開始	所要時間：現場到着後約 5 分



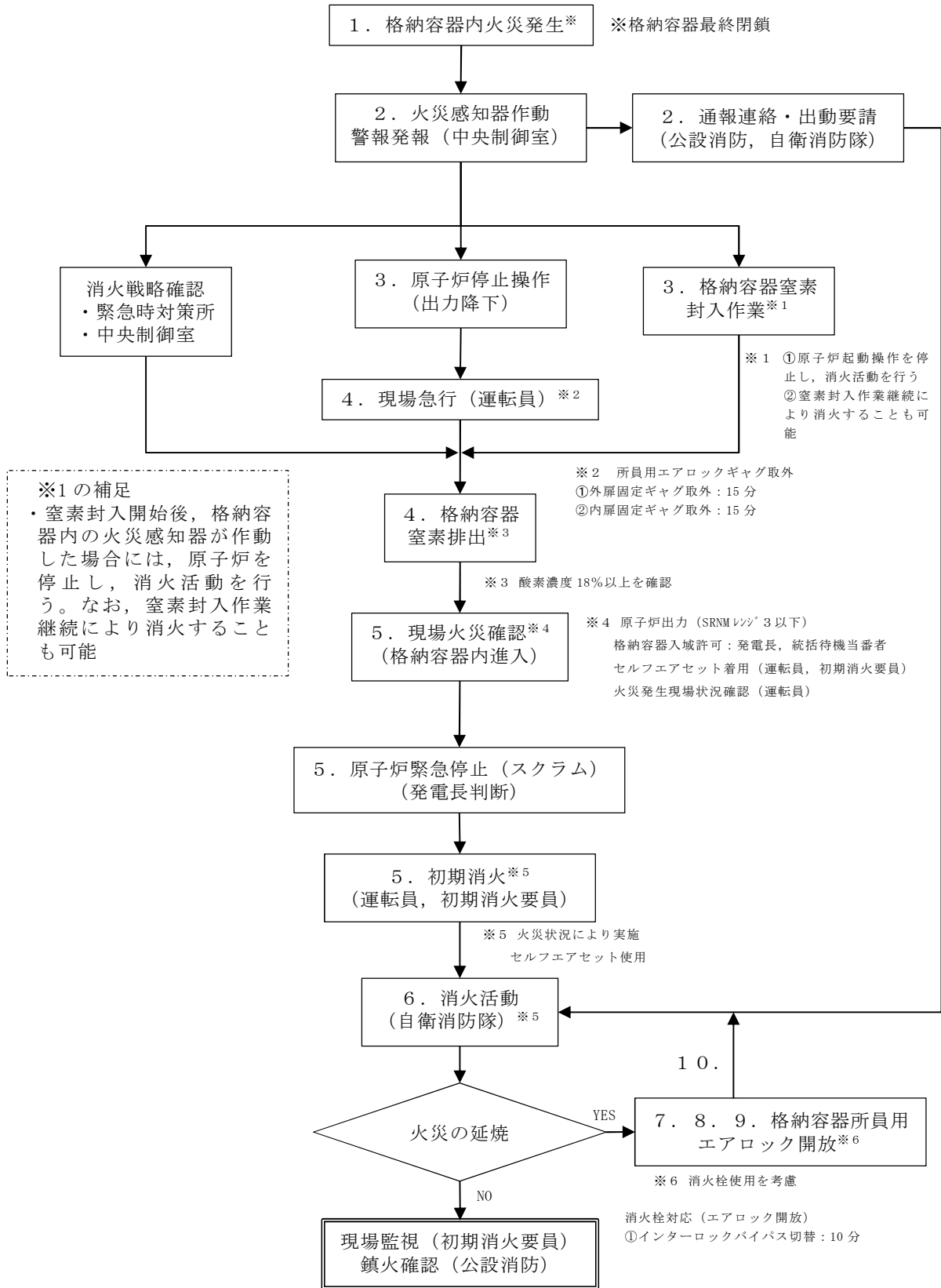
第 3-1 図 格納容器内での火災発生に対する対応フロー  
(起動中：格納容器内点検完了後～窒素封入作業開始まで)

第 3-1 表 消火活動確認概要

(起動中：格納容器内点検完了後～窒素封入作業開始まで)

(中央制御室から最も遠い距離にある格納容器内の油内包機器で火災を想定)

No.	消火活動(模擬)	確認事項
1	格納容器内の火災感知器作動	起点
2	中央制御室の受信機にて格納容器内の火災発生場所を確認(警報発報) 通報連絡・出動要請(公設消防, 自衛消防隊)	所要時間：出動要請から現場到着約 15 分
3	原子炉停止操作(出力降下)	所員用エアロック, 機器ハッチ周辺の空調設備の温度や油内包機器の温度から火災発生箇所を推定し, 入域を判断
4	中央制御室の運転員(初期消火要員)が現場に急行	15 分以内に現場到着(現場確認)が可能 所員用エアロックのギャグ取外を含め, 45 分以内に現場到着(現場確認)が可能 酸素濃度 18%以上を確認
5	火災発生確認(中央制御室へ連絡)及び初期消火活動(消火器)を実施	現場確認後, 直ちに消火器による消火活動を開始 発電長判断により原子炉緊急停止(スクラム)
6	自衛消防隊による消火活動(消火器)開始	
7	エアロック開放	インターロックバイパス切替：10 分
8	消火栓から格納容器入口(機器ハッチ等)までホース敷設を実施	所要時間：約 2 分
9	機器ハッチから消火対象までホース敷設～放水開始	所要時間：約 2 分
10	自衛消防隊による消火活動(消火栓)開始	所要時間：現場到着後約 5 分



第 3-2 図 格納容器内での火災発生に対する対応フロー

(起動中：窒素封入作業開始～窒素置換完了まで)

第 3-2 表 消火活動確認概要

(起動中：窒素封入作業開始～窒素置換完了まで)

(中央制御室から最も遠い距離にある格納容器内の油内包機器で火災を想定)

No.	消火活動(模擬)	確認事項
1	格納容器内の火災感知器作動	起点
2	中央制御室の受信機にて格納容器内の火災発生場所を確認(警報発報) 通報連絡・出動要請(公設消防, 自衛消防隊)	所要時間: 出動要請から現場到着約 15 分
3	原子炉停止操作(出力降下)及び窒素封入作業継続判断	封入開始後約 1.5 時間を目安に封入停止を判断 所員用エアロック, 機器ハッチ周辺の空調設備の温度や油内包機器の温度から火災発生箇所を推定し, 入域を判断
4	中央制御室の運転員(初期消火要員)が現場に急行及び格納容器窒素排出	15 分以内に現場到着(現場確認)が可能 所員用エアロックのギャグ取外を含め, 45 分以内に現場到着(現場確認)が可能 酸素濃度 18%以上を確認
5	火災発生確認(中央制御室へ連絡)及び初期消火活動(消火器)を実施	現場確認後, 直ちに消火器による消火活動を開始 発電長判断により原子炉緊急停止(スクラム)
6	自衛消防隊による消火活動(消火器)開始	
7	エアロック開放	インターロックバイパス切替: 10 分
8	消火栓から格納容器入口(機器ハッチ等)までホース敷設を実施	所要時間: 約 2 分
9	機器ハッチから消火対象までホース敷設～放水開始	所要時間: 約 2 分
10	自衛消防隊による消火活動(消火栓)開始	所要時間: 現場到着後約 5 分



これら消火活動の確認においては、初期消火要員(運転員)は格納容器機器ハッチ(入口)まで、消火器を確保しても15分以内に到着可能であることを確認した。さらに、自衛消防隊が格納容器機器ハッチ(入口)到着後、消火栓からの消火ホース敷設開始から5分程度で消火栓による消火が可能であることを確認した。

したがって、格納容器の機器ハッチが開放された状態において、格納容器内の油内包機器で火災が発生しても、15分以内に消火器による消火活動が開始可能であり、さらに自衛消防隊は出動要請から25分以内で消火栓による消火活動が開始可能である。

一方、原子炉起動中の窒素封入開始後、格納容器内で火災が発生した場合には、上記確認の所要時間に加え、セルフエアセット着用(5分)、所員用エアロックの開放(約40分)が追加となるが、所員用エアロックを開放している間にセルフエアセットを着用することが可能であることから、窒素排出開始後、約1.5時間以内に消火活動が開始可能である。また、格納容器下部の火災に対する確認について、第4図に示す。

初期消火要員が消火器を確保して、格納容器内の所員用エアロックまで15分以内に到着し、セルフエアセットを着用しても約20分以内に消火活動が可能であることを確認したことから、格納容器内下部に敷設された露出ケーブルで火災が発生した場合でも、火災発生から20分以内に消火器による消火活動が可能である。さらに、格納容器所員用エアロックを開放することにより、消火栓により消火活動が可能である。また、入域が困難である場合の消火活動(窒素封入、排出による排煙など)については、運用を含め社内規程に別途定めることとする。

### 3. 資機材

#### (1) 消火器

低温停止中の格納容器内の火災に対して設置する消火器については、消防法施行規則第六、七条に基づき算出される必要量の消火剤を配備する設計とする。

配備箇所については、格納容器内の各フロアに対して火災防護対象機器並びに火災源から消防法施行規則に定めるところの 20m 以内の距離に配備する。

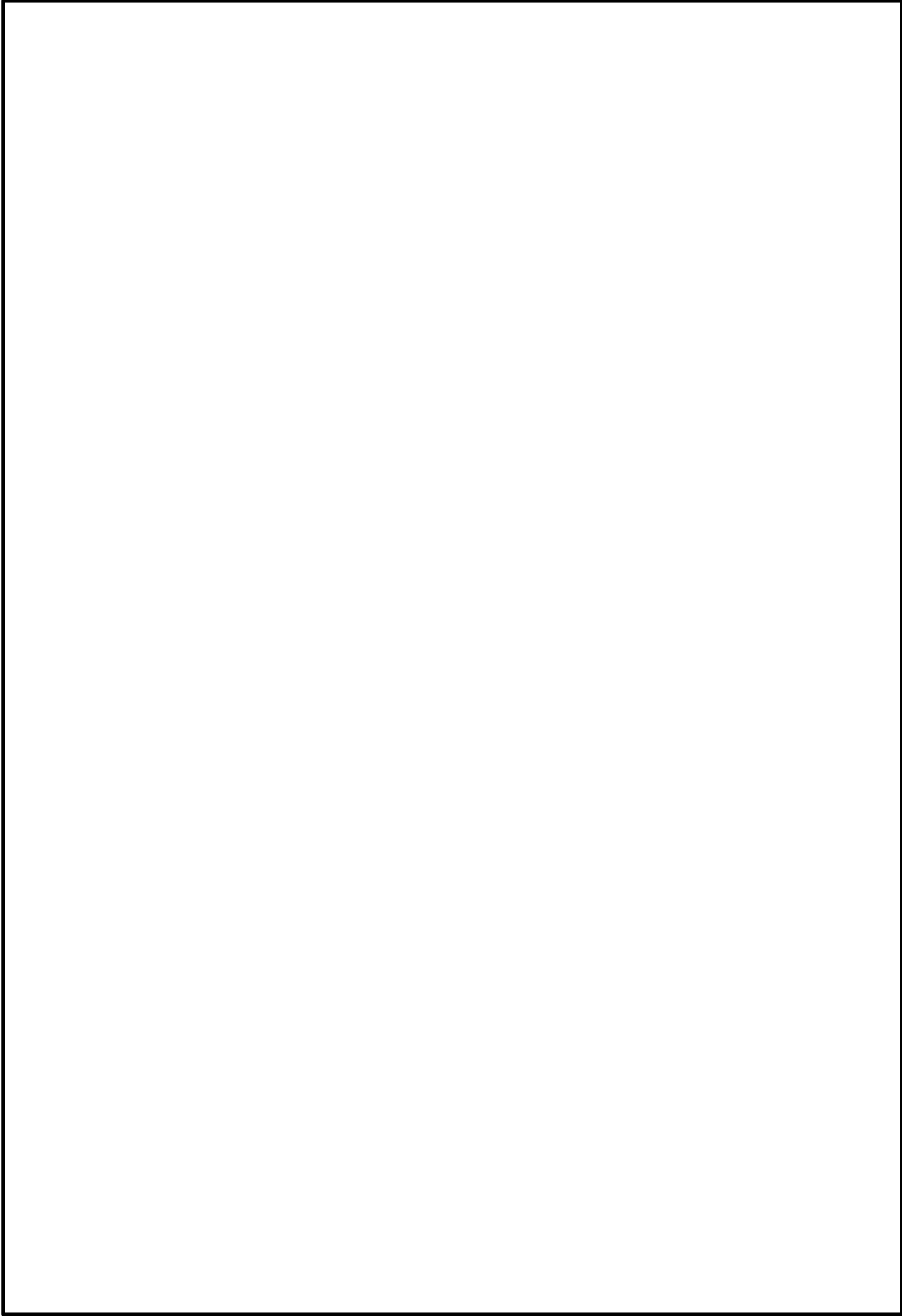
起動中については、格納容器内点検までの間は、所員用エアロック内に消火器を配備する。

一方、格納容器内部点検以降は、所員用エアロックを閉鎖することから安易に扉開放ができないため、原子炉運転中も含め所員用エアロック（外扉）近傍（格納容器外）に消火器を配備する。

#### (2) 消火ホース

格納容器内の火災に対しては、格納容器入口近傍の消火栓の使用を考慮し、格納容器の入口となる所員用エアロック及び機器ハッチから格納容器内全体に届く消火ホースを配備する。消火ホースは、消火栓内に保管するものの他、所員用エアロック及び機器ハッチ近傍にそれぞれ配備し、消火活動を可能とする。

格納容器内での火災に対し、迅速な消火活動を行うため、以上に示した火災発生時の対応フロー、資機材の配備、所要時間を基に、今後も格納容器内の火災を想定した消火活動訓練を行う。



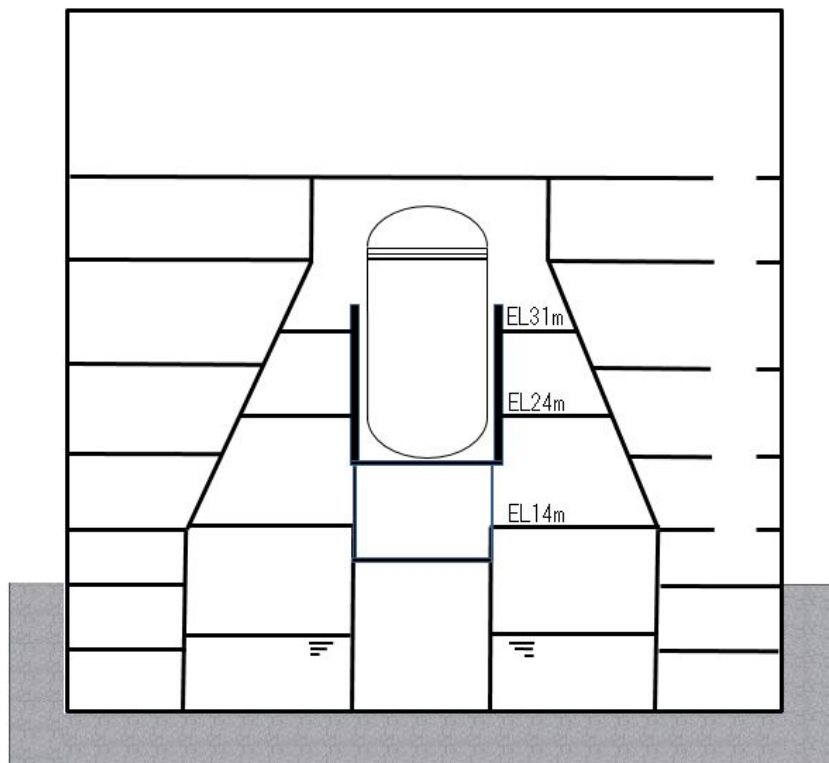
第 4 図 格納容器内の消火活動の確認状況

#### 4. 格納容器内の消火器設置位置及び消火ホースの敷設

低温停止時及び起動中における格納容器内の火災対応として設置する消火器の設置位置については、消防法施行規則に従い防火対象物である火災防護対象機器及び火災源から 20m 以内に設置する。

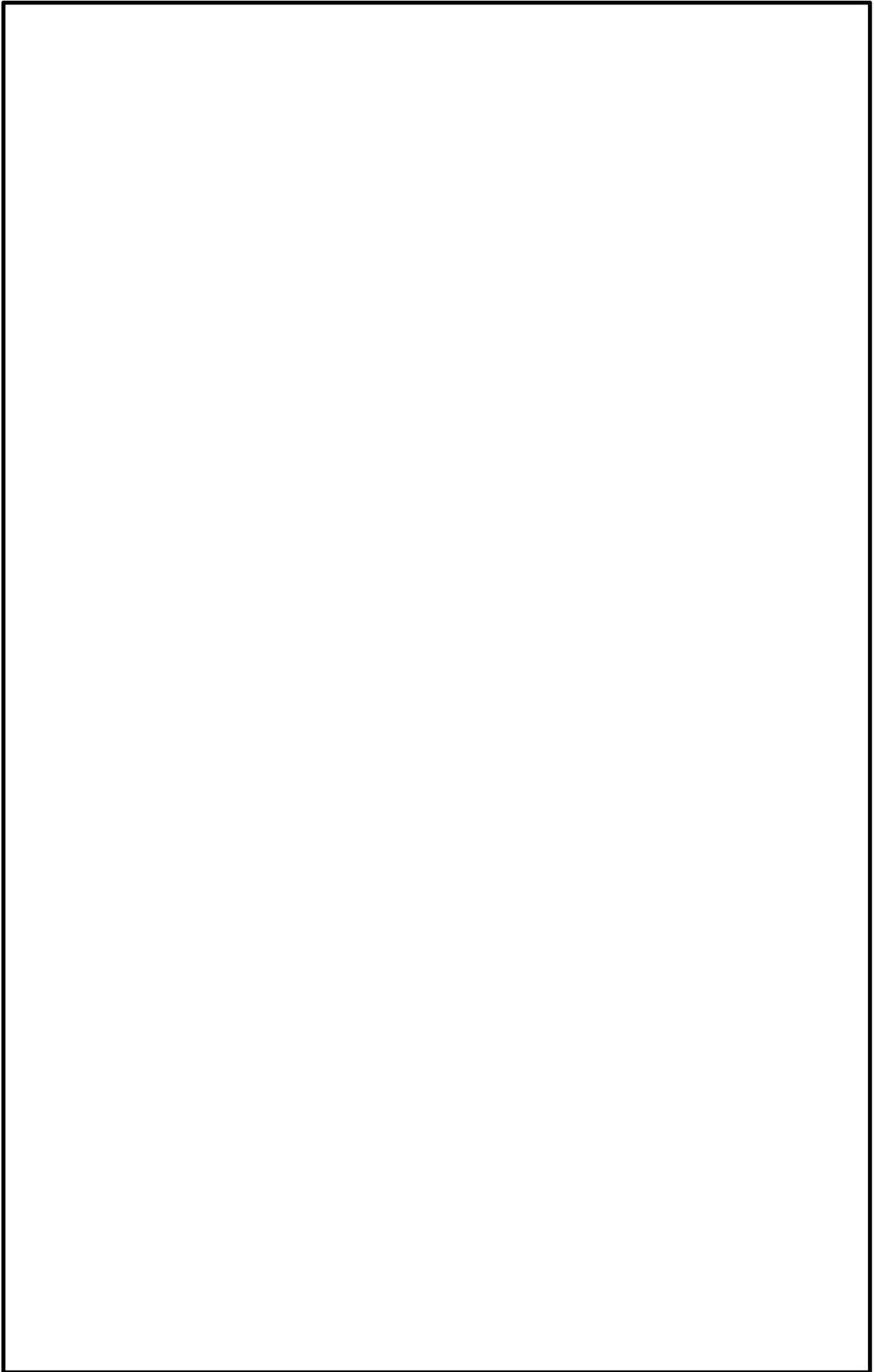
格納容器内の火災防護対象機器及び火災源に対し、前項の現場確認結果を基に格納容器外の消火栓から消火ホースが確実に届くことを確認した。なお、消火ホースは消火栓の近傍に設置する。

消火器の配置及び消火栓の敷設確認結果を第 5 図に示す。

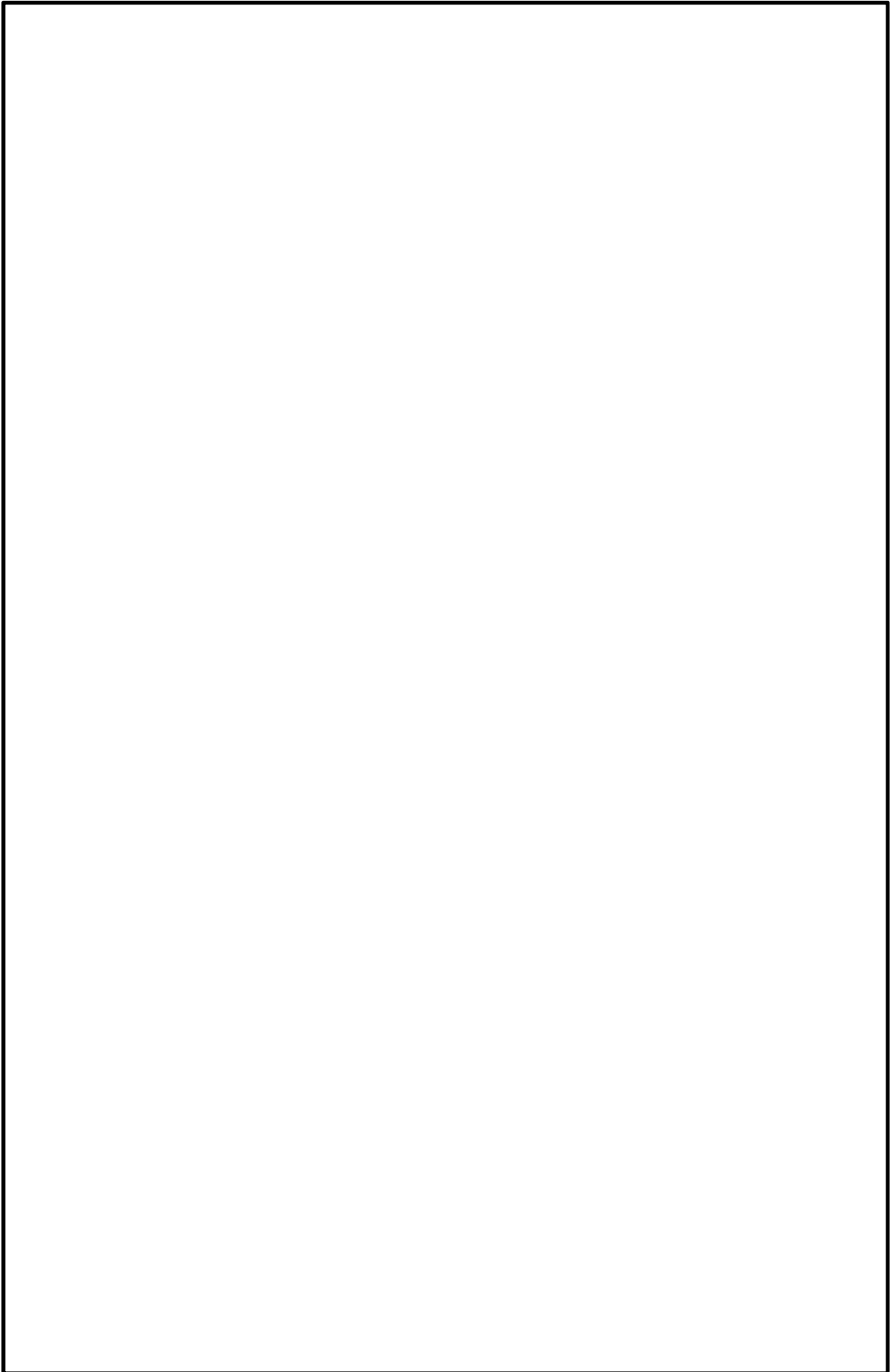


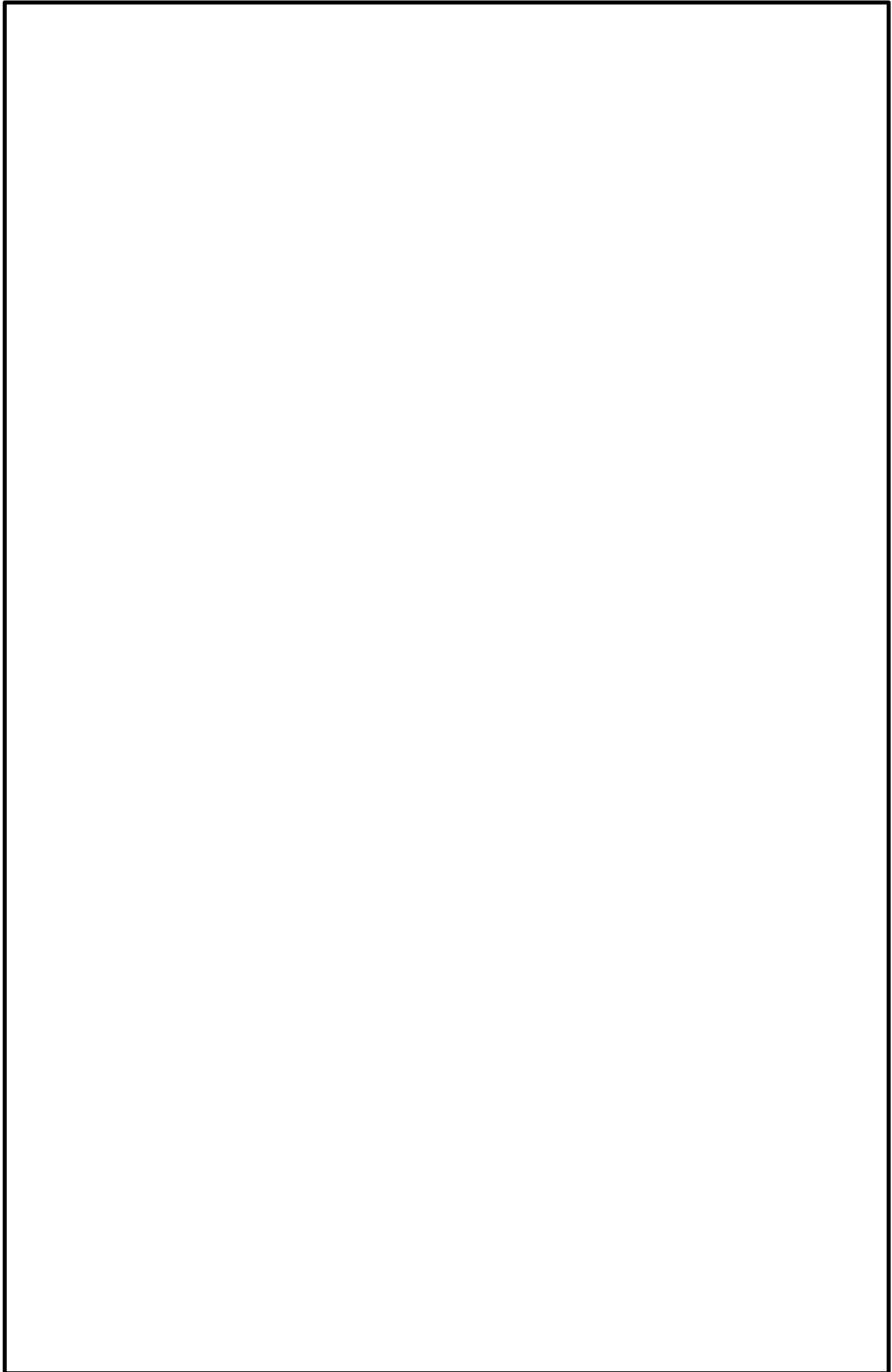
消火器は、格納容器内の各階層に対して必要本数を分散して適切に配置する

第 5 図 消火器の配置及び消火栓の敷設確認結果 (1/4)



8 条-別添 1-資料 8-59





東海第二発電所における格納容器内火災時の  
想定事象と対応について



## 1. はじめに

原子炉起動中の窒素置換（格納容器内酸素濃度<4vol%）が完了していない期間において、格納容器内で発生する火災により、保守的に原子炉の安全機能が全喪失した場合において、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持することが可能か否か確認する。

## 2. 格納容器内火災による影響の想定

起動中の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「格納容器内点検完了」（以下「起動～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「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)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，延焼性を確認した難燃ケーブルを使用していることから，火災の進展は時間の経過とともに，徐々に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) 格納容器内の監視計器は，「同一パラメータを監視する複数の計器が配置上分離されて配置されていること」，及び「火災が時間経過とともに進展すること」を考慮し，火災発生直後は，全監視計器が同時に機能喪失するとは想定しないが，火災の進展に伴い監視計器が全て機能喪失するものとする。

### 3. 原子炉の高温停止及び低温停止の達成，維持について

#### 3.1 起動～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～格納容器内点検完了」までの期間については，主蒸気内側隔離弁は“開”状態（第1図）となっているが，主蒸気内側隔離弁の閉止が想定されることから，原子炉停止系（制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能））による緊急停止操作が要求される。このうち，制御棒駆動機構は金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため，火災による機能喪失は考えにくく，火災

によって原子炉の緊急停止機能に影響がおよぶおそれはない。

スクラム機能が要求される制御棒駆動水圧系水圧制御ユニットについては、当該ユニットのアクュームレータ、窒素容器、スクラム弁・スクラムパイロット弁は、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。当該ユニットの格納容器内の配管は金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため、火災による機能喪失は考えにくい。(第 2 図)

以上より、主蒸気内側隔離弁の火災を想定しても原子炉の高温停止を達成することは可能である。

## (2) 低温停止の達成，維持

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（原子炉停止時冷却モード）（第 3 図）、高圧炉心スプレイ系（第 4 図）、原子炉隔離時冷却系（第 5 図）、逃がし安全弁（手動逃がし機能）、自動減圧系（手動逃がし機能）（第 6 図）が必要となる。これらの系統のうち、ポンプについては、電源ケーブルを含め格納容器内とは別の火災区域に設置されているため、主蒸気内側隔離弁の火災の影響はないが、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、電磁弁等も機能喪失することとなる。

起動～格納容器内点検完了までの間は、格納容器内には窒素が封入されていないことから、火災発生を確認した時点で原子炉の停止操作（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、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、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、格納容器内の電動弁及び電磁弁について、主蒸気内側隔離弁の火災影響により全て機能喪失したとしても、消火活動後には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（原子炉停止時冷却モード）による原子炉の低温停止の達成、維持は可能である。

### 3.2 格納容器内点検終了～窒素置換完了

原子炉起動中から窒素置換を行っている期間（格納容器内の酸素濃度<4vol%まで）である「格納容器内点検終了～窒素置換完了」についても、主蒸気内側隔離弁は“開”状態となっており、主蒸気内側隔離弁の火災により閉止することが想定されることから、原子炉停止系（制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能））による緊急停止操作が要求される。

原子炉の起動工程において、格納容器内点検完了後から窒素封入開始前までの間で、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 10vol%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。

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

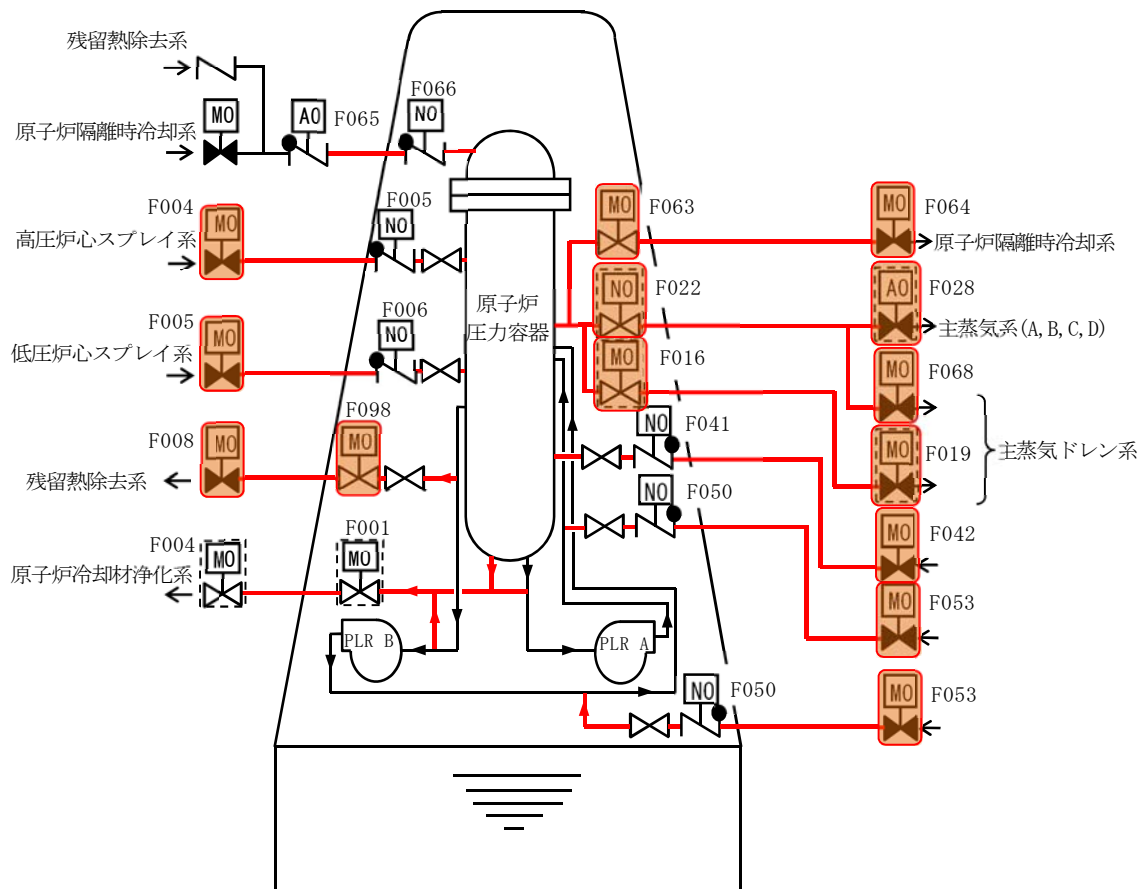
容器の開放及び内部での消火活動を行うこととなる。

原子炉の低温停止の達成，維持は，3.1(2)に示すとおり，手動開操作を行うことで可能である。

#### 4.まとめ

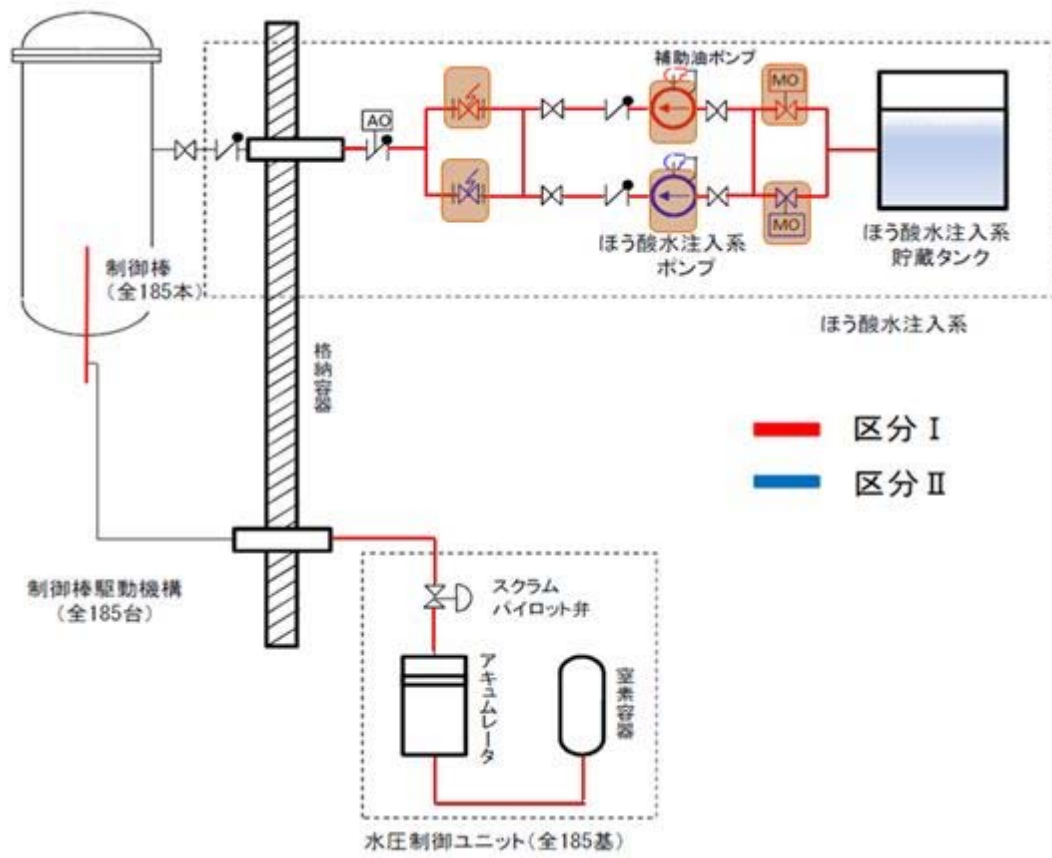
保守的に，起動中の格納容器内の火災発生により，原子炉の安全機能が全喪失したと想定しても，運転操作，現場操作により原子炉の高温停止及び低温停止を達成し維持することが可能である。

- [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)

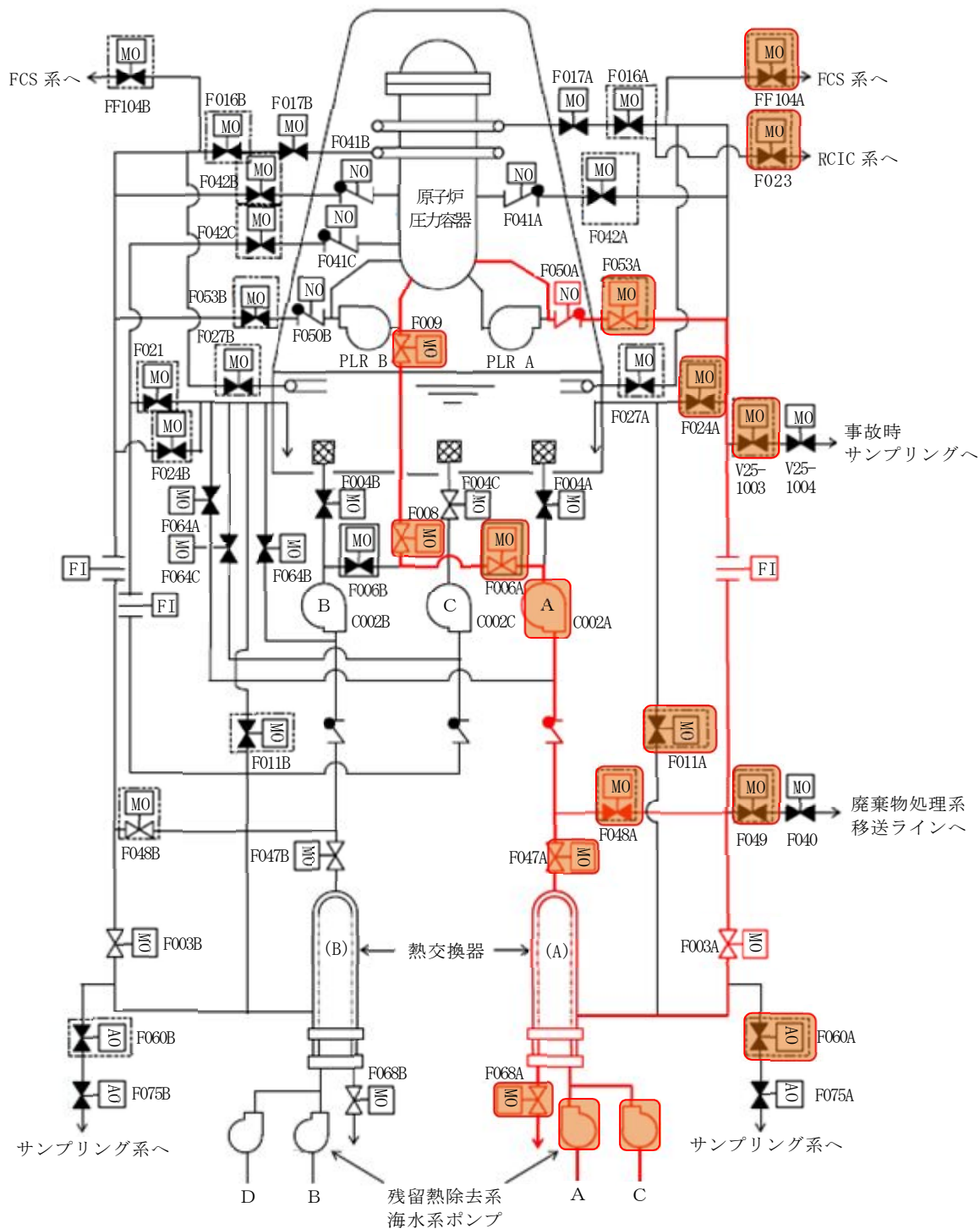
第 1 図 原子炉冷却材圧力バウンダリ



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

第 2 図 ほう酸水注入系及び制御棒による系の概要

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

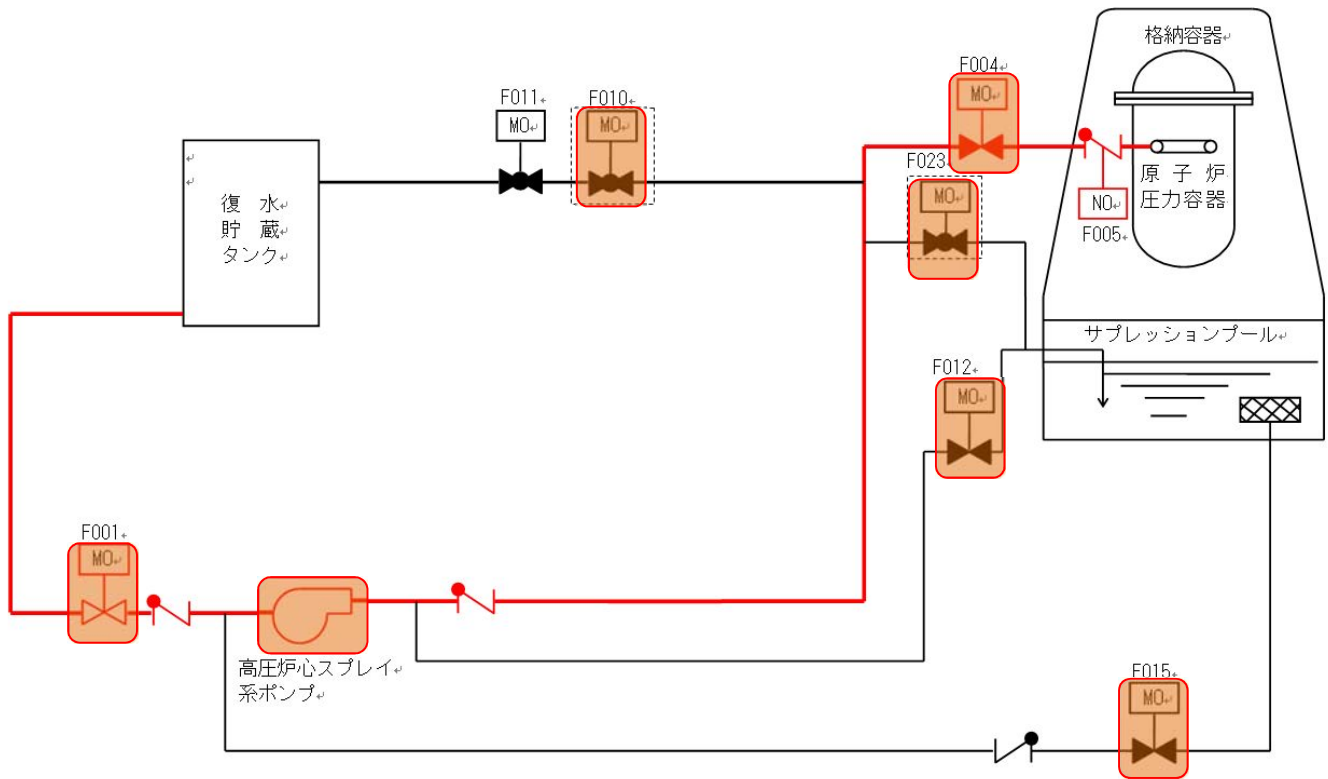


- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(AO弁、MO弁)

第3図 残留熱除去系



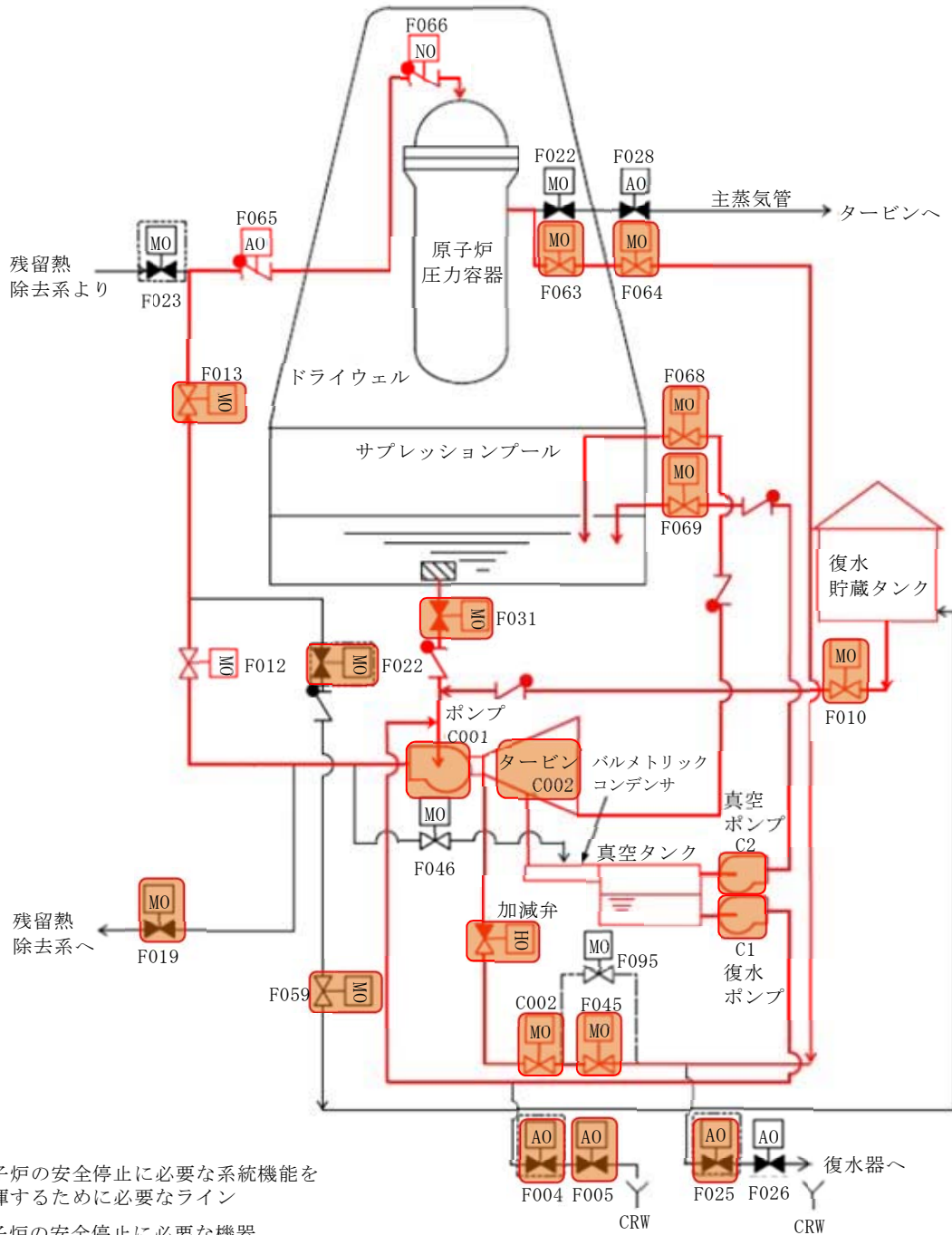
- [HO] 油圧作動弁
- [MO] 電動弁
- [AO] 空気作動弁
- [NO] 窒素作動弁



- 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 4 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



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

第 5 図 原子炉隔離時冷却系



東海第二発電所における  
放射性物質貯蔵等の機器等の火災防護対策  
について

## 【目次】

1. 概要
  2. 要求事項
  3. 放射性物質貯蔵等の機器等の選定について
    - 3.1 重要度分類指針における放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能の特定
    - 3.2 火災時に放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成するための系統の確認
      - 3.2.1 放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮蔽及び放出低減機能
      - 3.2.2 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能
      - 3.2.3 使用済燃料プール水の補給機能
      - 3.2.4 放射性物質放出の防止機能
      - 3.2.5 放射性物質の貯蔵機能
    - 3.3 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機器等の特定
  4. 放射性物質貯蔵等の機器等の火災区域設定
  5. 火災感知設備の設置
  6. 消火設備の設置
- 添付資料 1 東海第二発電所における安全上の機能別重要度分類に係る定義及び機能
- 添付資料 2 東海第二発電所における重要度分類指針に基づく放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器並びに火災防護対象機器リスト

添付資料 3 実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準  
(抜粋)

## 放射性物質貯蔵等の機器等の火災防護対策について

## 1. 概要

東海第二発電所において，単一の内部火災が発生した場合にも，放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するために必要な「放射性物質貯蔵等の機器等」を抽出し，その抽出された機器等に対して火災防護対策を実施する。

## 2. 要求事項

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）における放射性物質貯蔵等の機器への要求事項を以下に示す。

## 実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準(抜粋)

## 2. 基本事項

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

- ① 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持するための安全機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画
- ② 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域

### 3. 放射性物質貯蔵等の機器等の選定について

設計基準対象施設のうち、単一の内部火災が発生しても、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するために必要な機器である「放射性物質貯蔵等の機器」の選定は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（以下「重要度分類審査指針」という。）に基づき、原子炉の状態が運転、起動、高温停止、低温停止及び燃料交換（ただし、全燃料全取出の期間は除く。）のそれぞれにおいて、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器について、以下のとおり実施する。

#### 3.1 重要度分類指針における放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能の特定

放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能について、「重要度分類審査指針」に基づき、以下のとおり抽出した（添付資料1）。

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



### 3.2 火災時に放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成するための系統の確認

3.1 項で示した「放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能」に対し、火災によってこれらの機能に影響をおよぼす系統を、以下のとおり「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針」(JEAG4612-2010)(以下「重要度分類指針」という。)より抽出する。

放射性物質貯蔵等の機能を達成するための系統を、重要度分類指針を参考に抽出すると、第9-1表のとおりとなる。

第9-1表 放射性物質貯蔵等の機能を達成するための系統

放射性物質貯蔵等の機能	機能を達成するための系統
放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮蔽及び放出低減機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉格納容器</li> <li>・原子炉格納容器隔離弁</li> <li>・原子炉格納容器スプレイ冷却系</li> <li>・原子炉建屋</li> <li>・非常用ガス処理系</li> <li>・非常用再循環ガス処理系</li> <li>・可燃性ガス濃度制御系</li> </ul>
原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの）</li> <li>・使用済燃料プール(使用済燃料貯蔵ラック含む)</li> </ul>
燃料プール水の補給機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用補給水系</li> </ul>
放射性物質放出の防止機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射性気体廃棄物処理系の隔離弁</li> <li>・排気筒(非常用ガス処理系排気管の支持機能以外)</li> <li>・燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系</li> </ul>
放射性物質の貯蔵機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サプレッション・プール水排水系</li> <li>・復水貯蔵タンク</li> <li>・放射性廃棄物処理施設(放射能インベントリが小さいもの)</li> </ul>

次に、上記の系統から、火災による放射性物質貯蔵等の機能への影響を考慮し、火災防護対策の要否を評価した。

### 3.2.1放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能

重要度分類指針では，放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能に該当する系統は「原子炉格納容器，原子炉格納容器隔離弁，原子炉格納容器スプレイ冷却系，原子炉建屋，非常用ガス処理系，非常用再循環ガス処理系，可燃性ガス濃度制御系」である。

このうち，原子炉格納容器及び原子炉建屋はコンクリート・金属等の不燃性材料で構成する建築物・構造物であるため，火災による機能喪失は考えにくく資料2で示した火災により影響をおよぼさないものに該当すると考えられることから，火災によって放射性物質貯蔵等の機能に影響が及ぶおそれはない\*。

また，一次系配管，主蒸気管等は金属等の不燃性材料で構成されており火災による機能喪失は考えにくいこと，資料10の8.で記載のとおり，火災により想定される事象が発生しても原子炉の安全停止が可能であり，放射性物質が放出されるおそれはないことから，原子炉格納容器隔離弁，原子炉格納容器スプレイ冷却系，非常用ガス処理系，非常用再循環ガス処理系及び可燃性ガス濃度制御系は火災発生時には要求されない。さらに，資料1の参考資料3に示すように，これらの系統については火災に対する独立性を有している。

したがって，火災によって放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能に影響を及ぼす系統はない。

ただし，非常用ガス処理系は，原子炉棟換気系送風機・排風機とともに，原子炉建屋を負圧にする機能を有しており，火災発生時に原子炉建屋の換気空調設備が機能喪失した場合でも，非常用ガス処理系が使用可能であれば原子炉建屋を負圧維持することができる。このため，原子炉建屋の負圧を維持する観点から，非常用ガス処理系については，火災の発生防止対策，火災の感知・消火対策及び火災の影響軽減対策を実施することとする。合わせて，非常用ガス処

理系の機能確保のため、原子炉建屋給排気隔離弁の閉操作が必要となるが、原子炉建屋給排気隔離弁はフェイルセーフ設計であり、火災によって隔離弁の電磁弁のケーブルが損傷した場合、隔離弁が「閉」動作すること、万が一の不動作でも多重化されていることから、非常用ガス処理系の機能に影響しない。

### 3.2.2原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能

重要度分類指針では、原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能に該当する系統は「放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの）、使用済燃料プール（使用済燃料ラックを含む）」である。

放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの）である放射性気体廃棄物処理系の系統概略図を第9-1図に示す。

気体廃棄物処理系のうち、配管、手動弁、排ガス予熱器、排ガス再結合器、排ガス復水器、排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、排ガス後置除湿器再生装置、メッシュフィルタは金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため、火災による機能喪失は考えにくい\*。

万が一、排ガス系弁が誤動作した場合であっても、下流側に設置された排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、活性炭ベッドによって放射性物質が除去されることから、単一の火災によって放射性物質が放出されることはない。

上記の弁以外の空気作動弁については、火災による弁駆動部の機能喪失によって当該弁が開閉動作をしても、弁本体は金属等の不燃性材料で構成されており、火災による機能喪失は考えにくく、放射性物質が外部へ漏えいするおそれはない\*。

以上より、気体廃棄物処理系は火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響

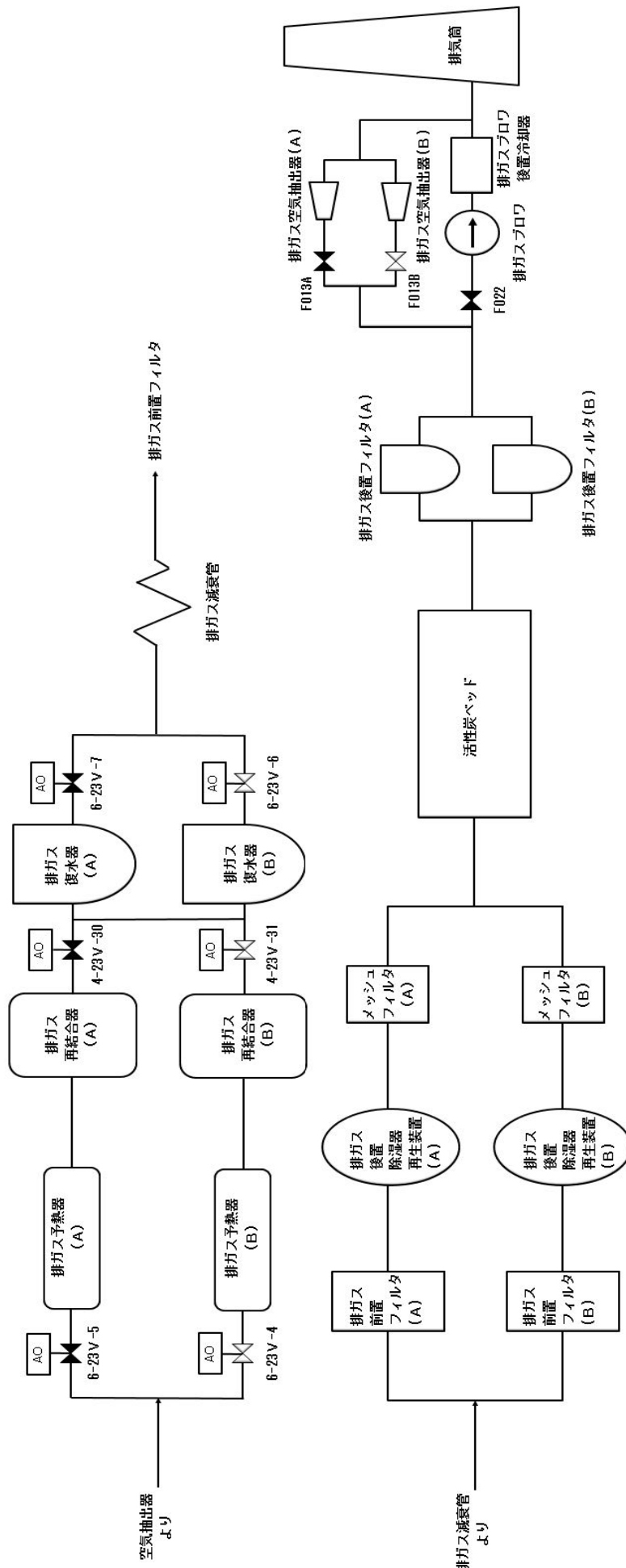
響がおよぶおそれはない。

主排気筒モニタについては、重要度分類指針においてMS-3「緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能」のうち、放射線監視設備に該当し、東海第二発電所においては設計基準事故時に中央制御室の主排気筒モニタに係る盤で監視する設計としていることから、火災発生時に主排気筒モニタに係る盤が機能喪失すると気体廃棄物処理系の放射線監視機能が喪失する。このため、主排気筒モニタに係る盤については、火災の発生防止対策、火災の感知・消火対策、火災の影響軽減対策を実施する設計とする。

また、使用済燃料プール（使用済燃料ラックを含む）はコンクリート・金属等の不燃性材料で構成する構造物であるため、火災による機能喪失は考えにくいことから、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響がおよぶおそれはない\*。

さらに、使用済燃料プールの間接関連系である使用済燃料プール冷却浄化系については、火災により当該機能が喪失しても、使用済燃料プールの水位が遮へい水位に低下するまで時間的余裕があり、その間に残留熱除去系（使用済燃料プールへの補給ライン）の弁の手動操作等によって機能を復旧することができることから、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響がおよぶおそれはない。

したがって、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を及ぼす系統はない。



第9-1図 放射性気体廃棄物処理系の系統概略図

### 3.2.3使用済燃料プール水の補給機能

重要度分類指針では、使用済燃料プール水の補給機能に該当する系統は「非常用補給水系」である。

非常用補給水系である残留熱除去系が火災により機能喪失しても、使用済燃料プールの水位が遮へい水位まで低下するまでに時間的余裕があり、その間に電動弁の手動操作等によって機能を復旧することができることから、火災によって使用済燃料プール水の補給機能に影響が及ぶおそれはない。

したがって、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を及ぼす系統はない。

### 3.2.4放射性物質放出の防止機能

重要度分類指針では、放射性物質放出の防止機能に該当する系統は「放射性気体廃棄物処理系の隔離弁、排気筒（非常用ガス処理系排気管の支持機能以外）、燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系」である。

放射性気体廃棄物処理系の排ガス予熱器入口、排ガス再結合器出口、排ガス復水器出口の空気作動弁は、3.2.2のとおりであり、火災によって放射性物質が放出されるおそれはない。また、弁本体は、金属等の不燃性材料で構成されており、火災により機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質放出の防止機能に影響が及ぶおそれはない。

排気筒は金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため、火災による機能喪失は考えにくい\*。

さらに、燃料集合体の落下事故は、燃料集合体移動時は燃料取替機に燃料集合体を機械的にラッチさせて吊り上げること、ラッチ部は不燃性材料で構成され火災による影響は受けないことから、火災により燃料集合体の落下事故は発生しない。したがって、使用済燃料の落下事故時に要求される機能については、火災発生時には要求されないことから、燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系

としての原子炉建屋等については、火災発生時には機能要求がない。

したがって、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を及ぼす系統はない。

### 3.2.5 放射性物質の貯蔵機能

重要度分類指針では、放射性物質の貯蔵機能に該当する系統は「サブプレッション・プール・排水系、復水貯蔵タンク、放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）」である。これらの系統は以下のとおり整理する。

#### ・サブプレッション・プール排水系

サブプレッション・プール排水系の系統概要図を第9-2図に示す。サブプレッション・プール排水系は、残留熱除去系の一部を介し液体廃棄物処理系（機器ドレン系及び床ドレン系）と接続されているが、残留熱除去系(A)系はサブプレッション・プール排水ラインに電動弁（E12-M0-F049）があり、通常閉かつ残留熱除去系の機能要求時も閉であること、火災影響を受けて当該弁が機能喪失した場合でも閉状態が維持されること、万が一当該弁が誤動作した場合であっても電源区分の異なる弁（E12-M0-F040）で二重化されていることから、火災によって放射性物質が放出されることはない。残留熱除去系(B, C)系は、サブプレッション・プール排水ラインに手動弁を二重化（F072, F070）としている。手動弁は金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため、火災による機能喪失は考えにくい\*。

以上より、サブプレッション・プール排水系は、単一の火災によって放射性物質が放出されることはない。

#### ・復水貯蔵タンク

復水貯蔵タンクについては、金属等の不燃性材料で構成するタンクであるため、火災による機能喪失は考えにくいと考えられることから、火災によって放

放射性物質の貯蔵機能に影響がおよぶおそれはない\*。

- ・放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）

放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）である液体廃棄物処理系，固体廃棄物処理系，関連する系統も含めて，系統概要図を第9-4図～第9-9図に示す。

液体廃棄物処理系（機器ドレン，床ドレン，高電導ドレン）のうち，配管，手動弁，復水器，加熱器，脱塩器，濃縮器，タンクは金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため，火災による機能喪失は考えにくい\*。

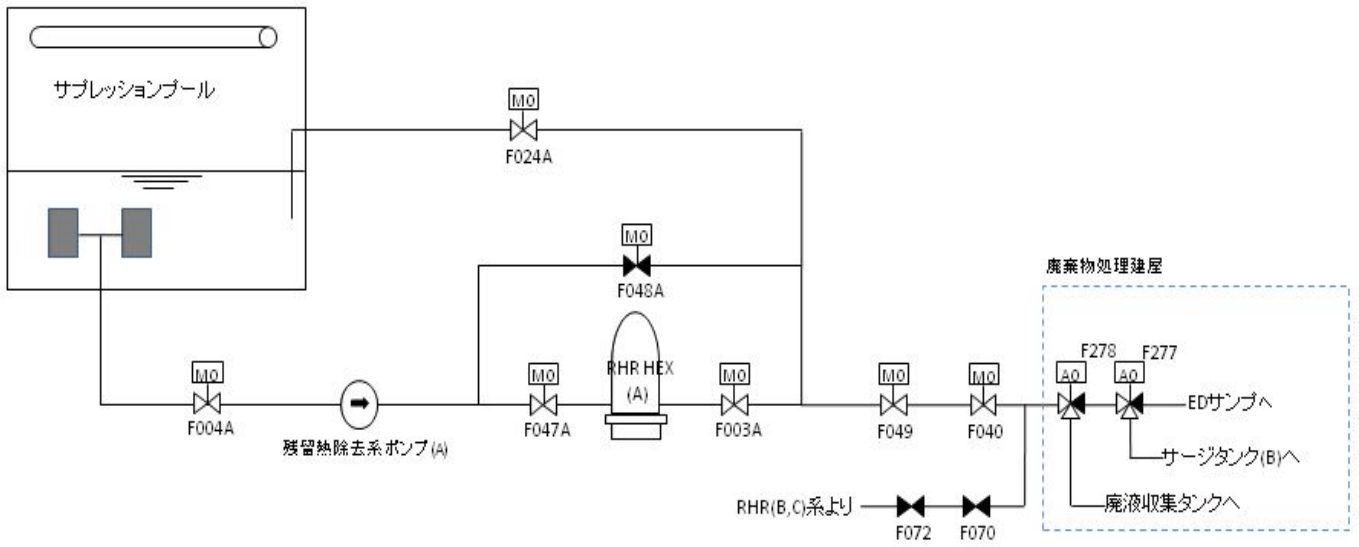
また，各空気作動弁はフェイル・クローズ設計であり，火災によって当該弁の電磁弁のケーブルが機能喪失すると電磁弁が無励磁となり当該弁が自動的に閉止する。機器ドレン系，床ドレン系については，廃液サンプルポンプ出口及び床ドレンサンプルポンプ出口に空気作動弁（A0-F462A, B , A0-F468A, B）を設置しており，カナル放出ラインにも（A0-F465A, B）空気作動弁を設置している。これらの空気作動弁は単一の弁の誤動作では放射性物質が放出されない設計としている。仮に空気作動弁が誤動作により開となっても，廃液サンプルポンプ及び床ドレンサンプルポンプの誤起動が空気作動弁の誤動作と同時に発生しない限り放射性物質が放出されることはない（第9-4図, 第9-5図）。高電導度ドレン系については，万一，空気作動弁が誤動作した場合であっても，移送先が濃縮廃液タンク及び凝縮水収集タンクであることから放射性物質が放出されることはない（第9-6図）。

したがって，火災によって上記の弁が閉止すると液体廃棄物処理系の放射性液体廃棄物は系統内に隔離されることとなり，系統外へ放射性物質が放出されない。

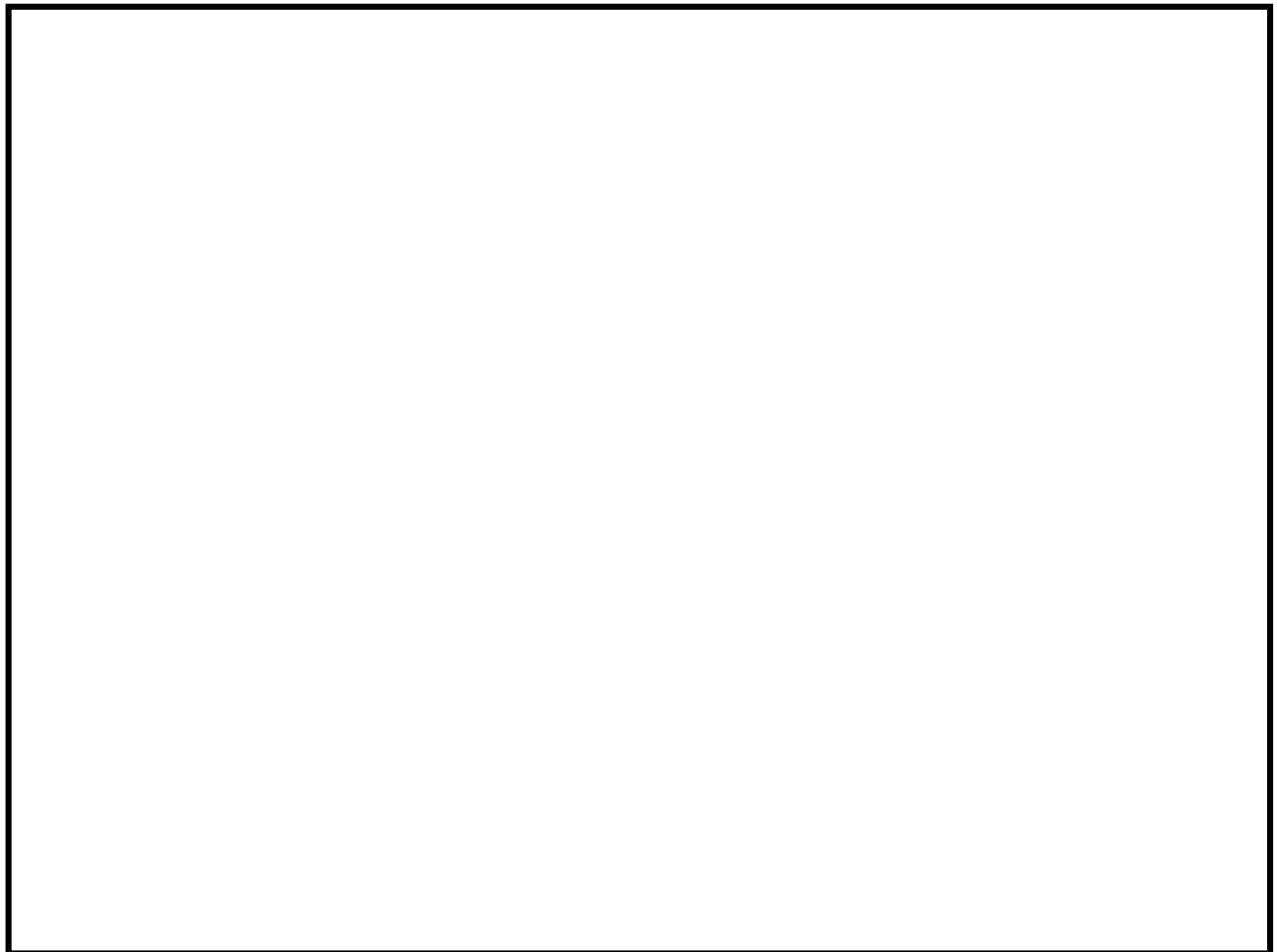
以上より，液体廃棄物処理系は火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響



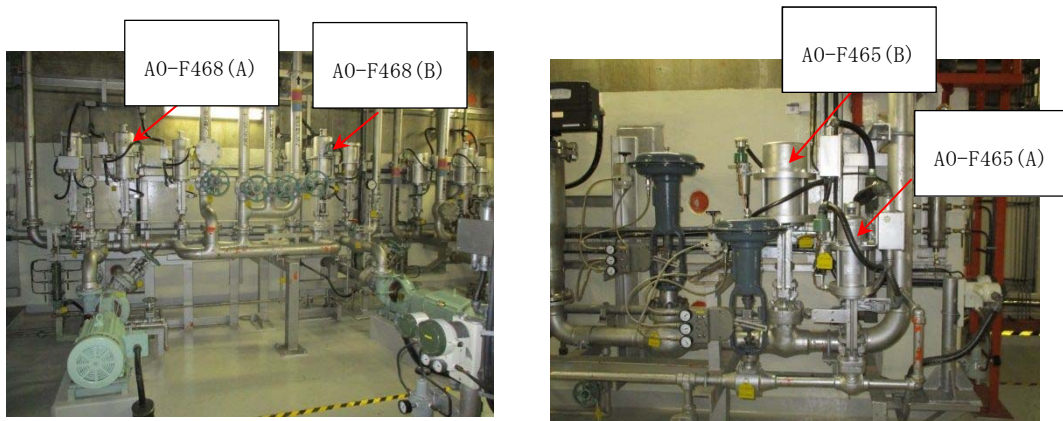
響がおよぶおそれはない。



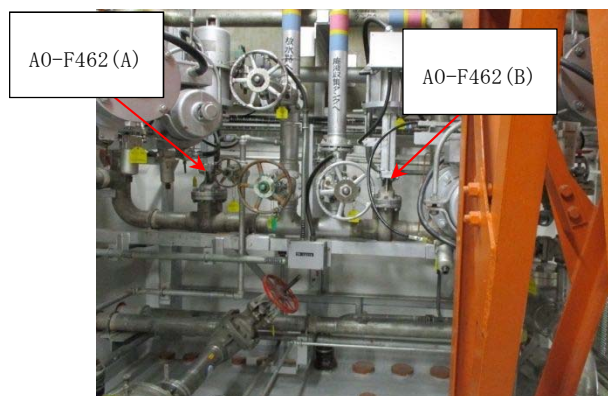
第9-2図 サプレッション・プール排水系の系統概略図



第9-3図 放射性廃棄物処理系(機器ドレン系, 床ドレン系)機器配置



床ドレンサンプルポンプエリアのバルブの配置



廃液サンプルポンプエリアのバルブの配置

第9-4図 放射性廃棄物処理系(機器ドレン系, 床ドレン系)の弁配置状況

放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）である固体廃棄物貯蔵庫には、金属等の不燃性材料で構成される容器が保管されている。金属容器に収め貯蔵するもののうち、雑固廃棄物については、第9-5図に示すフローに従い分別し、「可燃」、「難燃」については、焼却炉で焼却した後に「不燃」の焼却灰の状態に金属容器に保管することから、金属容器内部での火災によって放射性物質貯蔵等の機能の喪失は考えにくい。

一方、「不燃」には、金属等の不燃性材料を金属容器に収納する際に収納するポリエチレン製の袋や識別用シールといった可燃物を含むものの、収納物は不燃物であること、ポリエチレンの発火点は400℃より高いこと、固体廃棄物貯蔵庫（ドラム缶）内には高温となる設備はないことから、金属容器内部での

火災発生は考えにくく、火災によって放射性物質貯蔵等の機能の喪失は考えにくい。また、固体廃棄物貯蔵庫における放射性固体廃棄物の保管状況を確認するために、固体廃棄物貯蔵庫を1週間に1回巡視するとともに、3ヵ月に1回保管量を確認する。

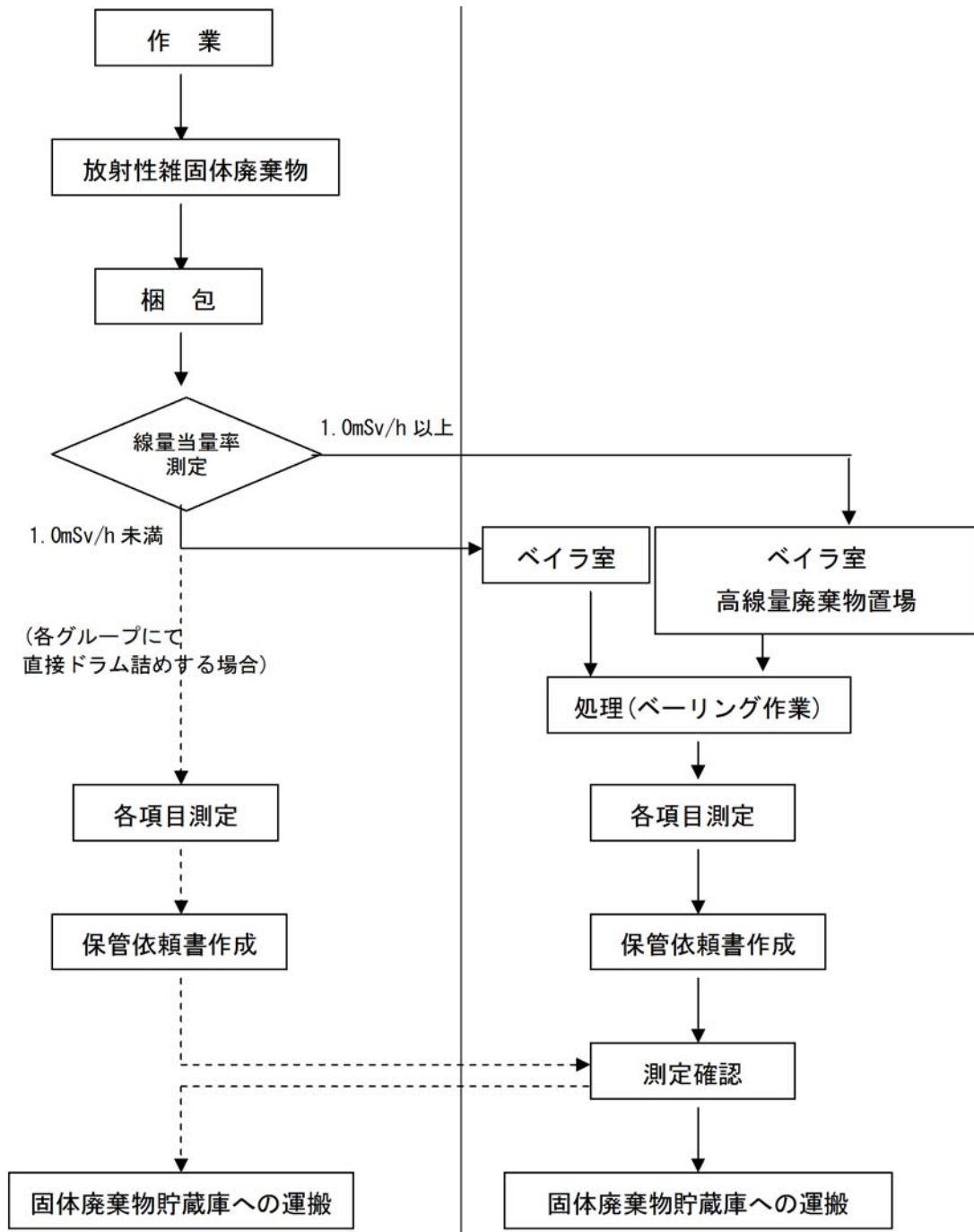
さらに、固体廃棄物貯蔵庫はコンクリートで構築された建屋内に設置されている。

したがって、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を及ぼす系統はない。

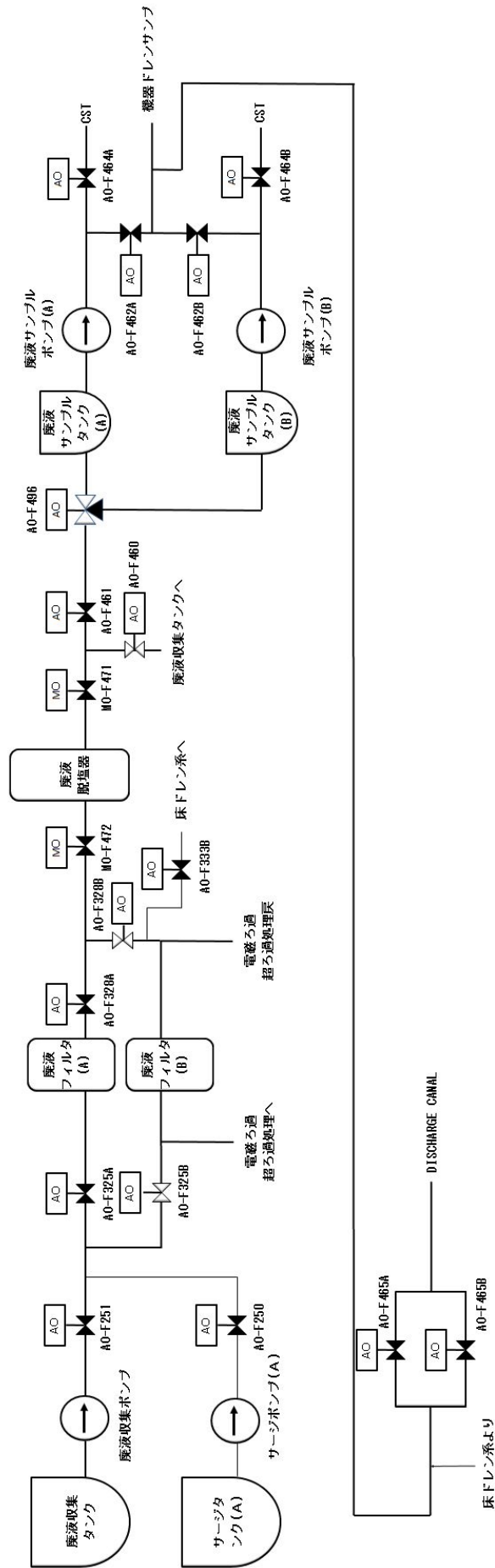
※火災の影響で機能喪失のおそれがないもの

金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等は、不燃性材料で構成されている。また、配管、タンク、手動弁、電動弁等(フランジ部等を含む)には内部の液体の漏えいを防止するため、不燃性ではないパッキン類が装着されているが、これらは、弁、フランジ等の内部に取付けており、機器外の火災によってシート面が直接加熱されることはない。機器自体が外部から炎に晒されて加熱されると、パッキンの温度も上昇するが、フランジへの取付を模擬した耐火試験にて接液したパッキン類のシート面に、機能喪失に至るような大幅な温度上昇が生じないことを確認している。仮に、万が一、パッキン類が長時間高温になってシート性能が低下したとしても、シート部からの漏えいが発生する程度で、弁、配管等の機能が失われることはなく、他の機器等への影響もない。

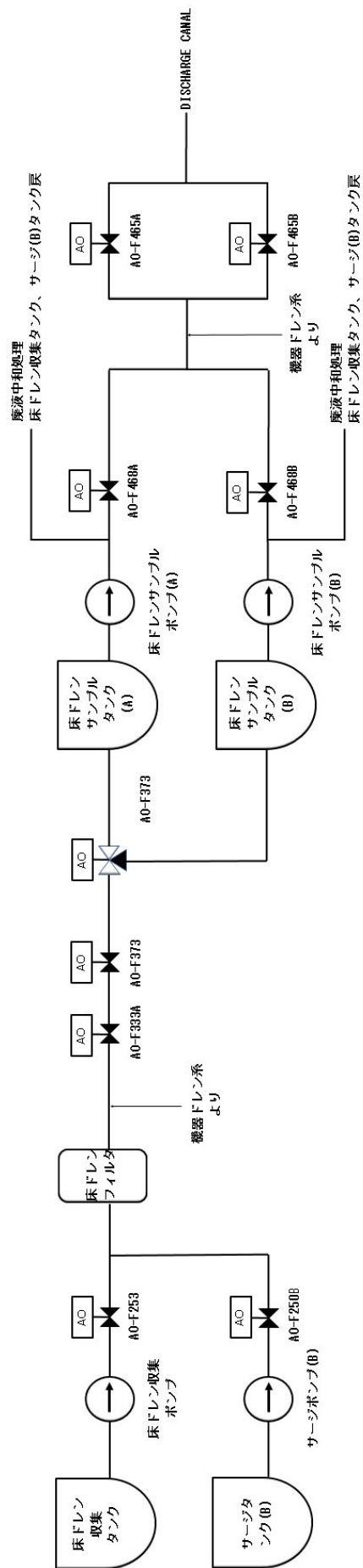
以上より、不燃性材料のうち、金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等で構成されている系統については、火災によっても放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響をおよぼす系統はない。



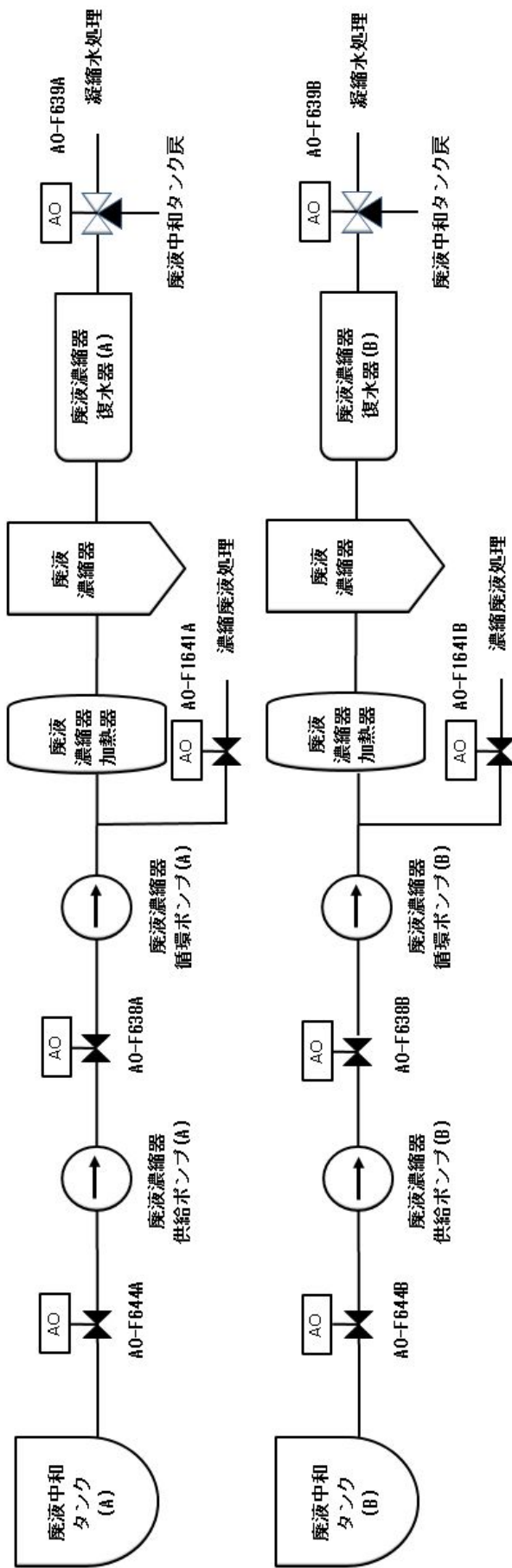
第 9-5 図 固体廃棄物処理フローチャート



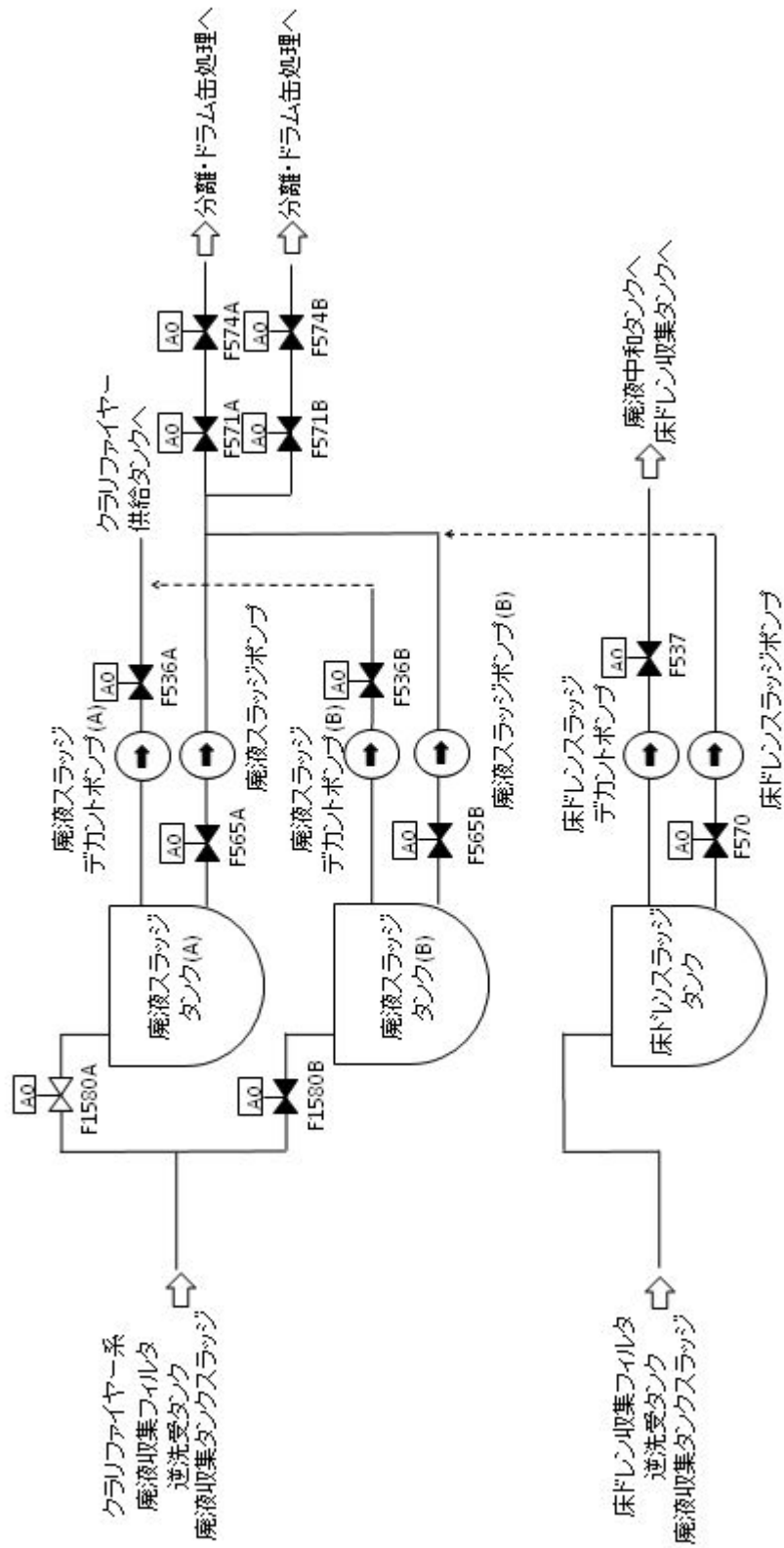
第9-6図 液体廃棄物処理系(機器ドレン系)系統概略図



第9-7図 液体廃棄物処理系(床ドレン系)系統概略図

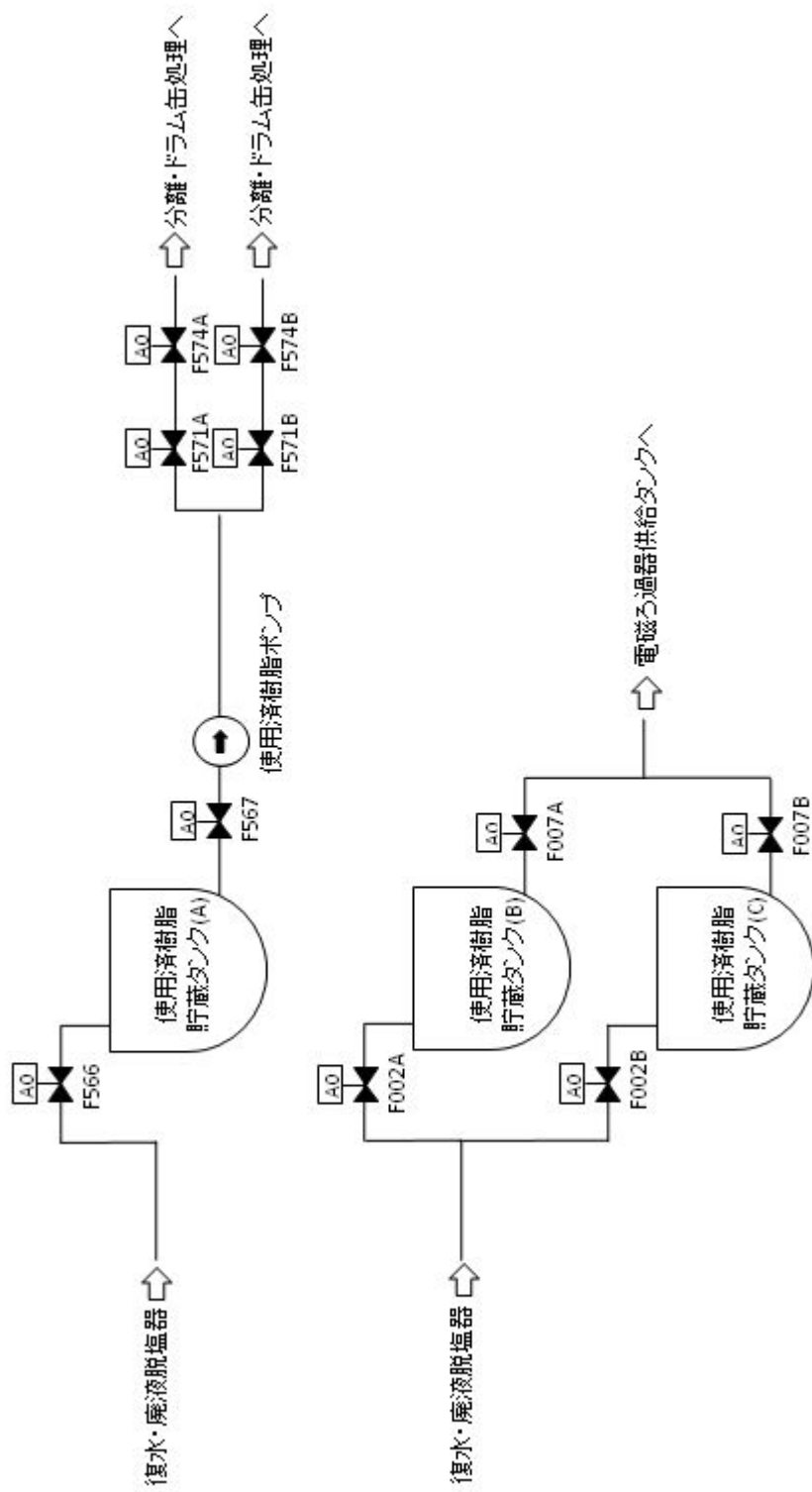


第9-8図 液体廃棄物処理系(高電導度ドレン系)系統概略図

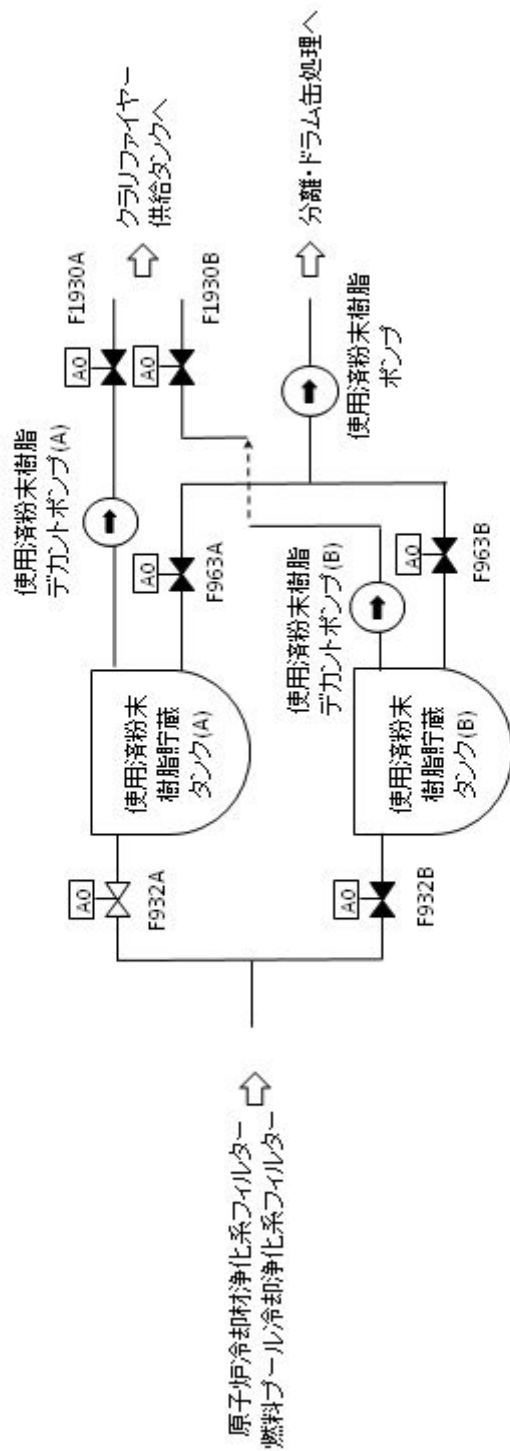


第9-9図 廃液スラッジ系 系統概略図

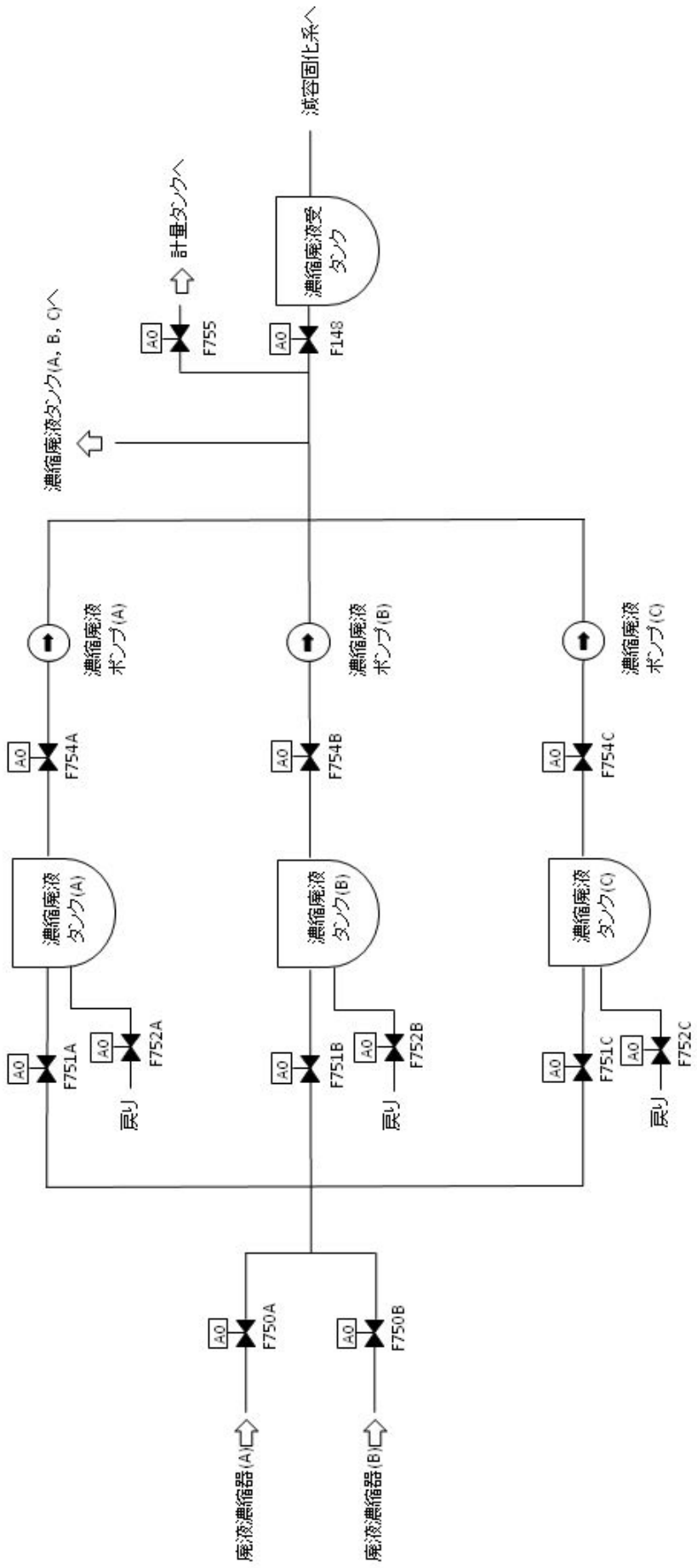




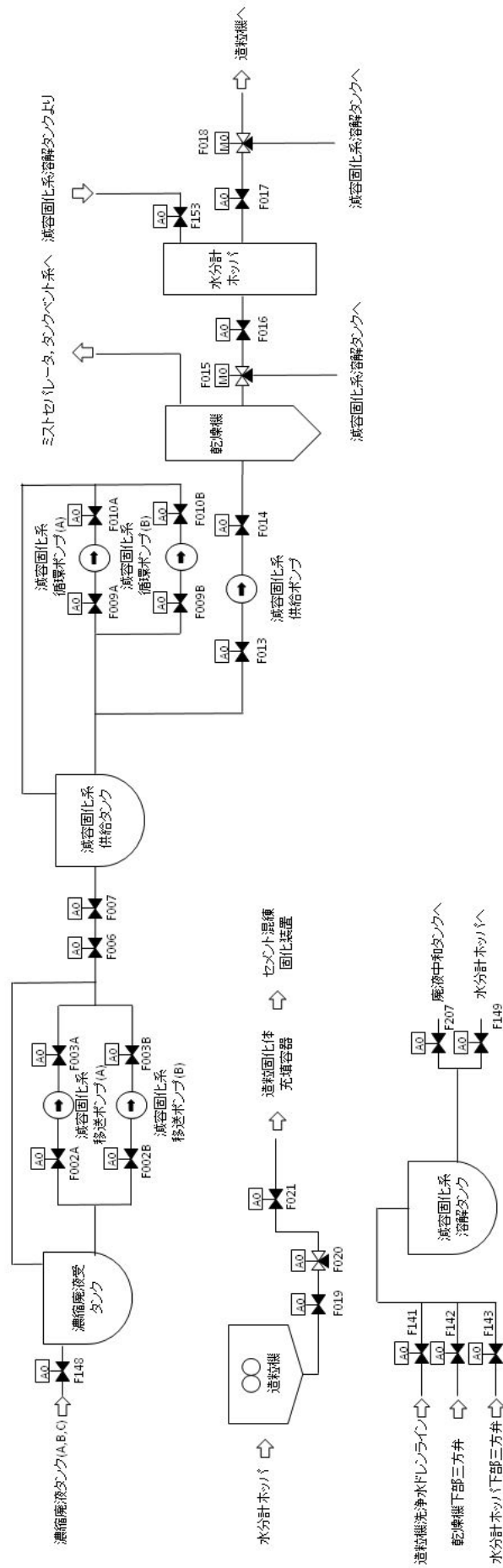
第9-10図 廃液スラッジ系(使用済樹脂系) 系統概略図



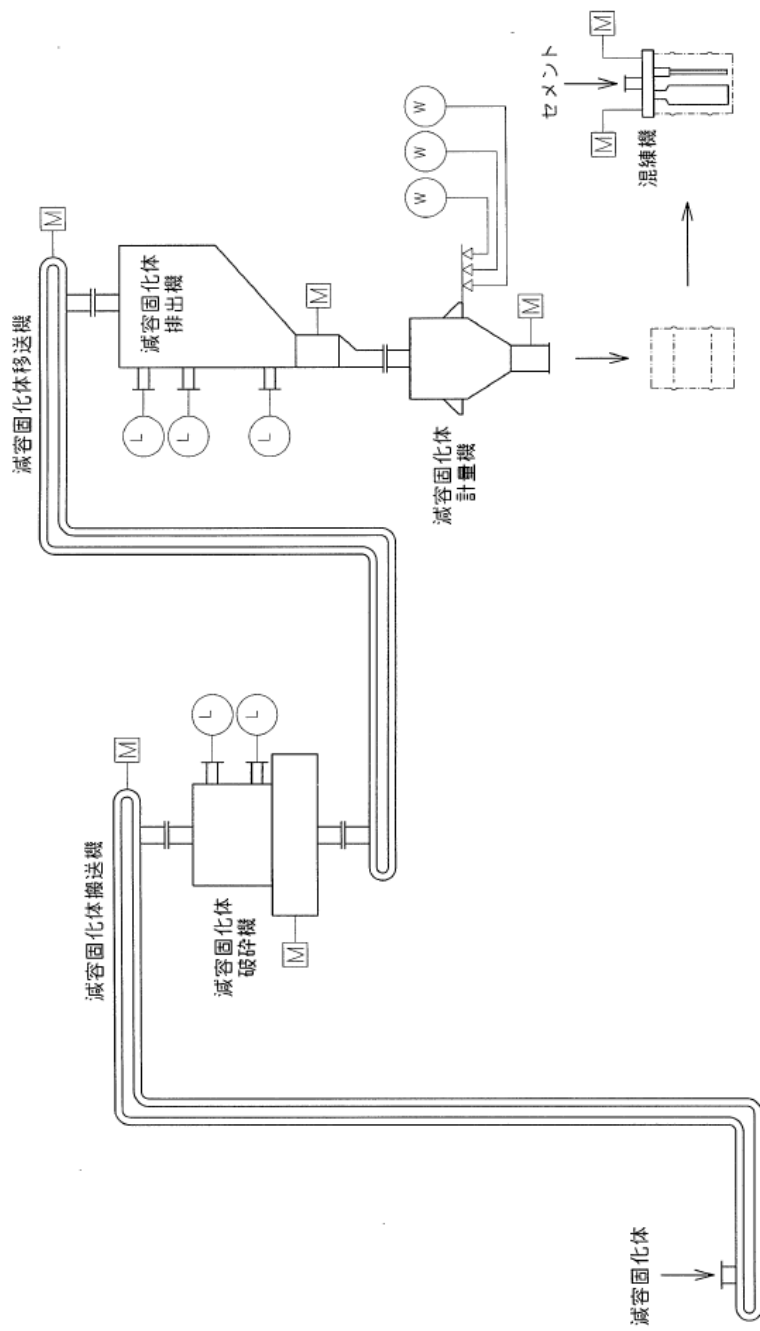
第9-11図 廃液スラッジ系（使用済粉末樹脂系）系統概略図



第9-12図 濃縮廃液系 系統概略図



第9-13図 雑固体減容処理設備(減容固化系) 系統概略図



第9-14図 雑固体減容処理設備(セメント混練固化装置) 系統概略図

### 3.3放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機器等の特定

3.2での検討の結果、火災時に「放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能」が喪失する系統はないことから、火災防護対象として放射性物質の貯蔵等に必要な機器等に該当するものはない。

ただし、火災時における原子炉建屋の負圧維持の観点から、原子炉建屋ガス処理系に対しては、「火災防護に係る審査基準」に基づく火災防護対策を実施する。

#### 4. 放射性物質貯蔵等の機器等の火災区域設定

火災時に「放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能」が喪失する系統はないが、原子炉建屋の負圧維持の観点から、原子炉建屋ガス処理系について火災防護対策を実施する。

原子炉建屋ガス処理系を設置する建屋について火災区域として設定するとともに、原子炉建屋ガス処理系設置区域に対して、以下の要求事項にしたがって3時間以上の耐火性能を有する耐火壁で囲うことにより、火災区域を設定する。また、原子炉建屋給排気隔離弁についてはフェイルセーフ設計であり、火災により隔離弁の電磁弁のケーブルが損傷した場合、隔離弁が閉動作すること、万が一の不動作の場合も多重化されていることから、原子炉建屋ガス処理系の機能に影響しない。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（抜粋）

##### 1.2 用語の定義

(11) 「火災区域」 耐火壁によって囲まれ、他の区域と分離されている建屋内の区域をいう。

##### 2.3 火災の影響軽減

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

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

## 5. 火災感知設備の設置

火災時に「放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能」が喪失する系統はないが、原子炉建屋の負圧維持の観点から、原子炉建屋ガス処理系を設置する火災区域に対しては、以下の要求事項に基づく火災感知設備を設置する。設置する火災感知設備については、資料5に記載のものと同等とする。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（抜粋）

### 2.2 火災の感知，消火

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

#### (1) 火災感知設備

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



## 6. 消火設備の設置

火災時に「放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能」が喪失する系統はないが、原子炉建屋の負圧維持の観点から、原子炉建屋ガス処理系を設置する火災区域に対しては、以下の要求事項に基づくハロゲン化物自動消火設備（局所）を設置する。設置するハロゲン化物自動消火設備（局所）については、資料6に記載のものと同等とする。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（抜粋）

### 2.2 火災の感知，消火

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

なお、「2.2.1 (2) 消火設備」の要求事項を添付資料3に示す。

## 添付資料 1

東海第二発電所における「重要度分類審査指針」に基づく放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能並びに系統の抽出について

東海第二発電所における「重要度分類審査指針」に基づく  
放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能並びに系統の抽出について

重要度分類指針		東海第二発電所					
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	放射線物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響*		
PS-1	その損傷又は故障により発生する事象によって、 (a) 炉心の著しい損傷、又は (b) 燃料の大量の破損を引き起こすおそれのあるる構築物、系統及び機器	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	原子炉圧力容器	-	(放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)		
			原子炉再循環ポンプ				
			配管、弁				
			隔離弁				
			制御棒駆動機構ハウジング				
		2) 過剰反応度の印加防止機能	制御棒カップリング	-	制御棒カップリング 制御棒駆動機構カップリング	(放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)	
			炉心シュラウド				
			シュラウドサポート				
		3) 炉心形状の維持機能	炉心支持構造物(炉心シュラウド、シュラウドサポート、上部格子板、制御棒案内管)、燃料集合体(ただし、燃料を除く。)	-	燃料集合体内管 制御棒駆動機構ハウジング 燃料集合体(上部タイプレート) 燃料集合体(下部タイプレート) 燃料集合体(スベータ) 燃料集合体 チャンネルボックス	(放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)	
							燃料支持金具
							制御棒案内管

\*各系統から抽出された機器に対して、火災による放射線物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す

重要度分類指針		東海第二発電所					
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響*		
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力ババウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	1) 原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系の制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能)	制御棒 制御棒案内管 制御棒駆動機構 原子炉停止系の制御棒による系 制御棒 制御棒カププリング 制御棒駆動機構カププリング	—	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)	
		2) 未臨界維持機能	原子炉停止系(制御棒による系、ほう酸水注入系)	原子炉停止系の制御棒による系 ほう酸水注入系(ほう酸水注入ポンプ、注入弁、タンク出口弁、ほう酸水貯蔵タンク、ポンプ吸込配管及び弁、注入配管及び弁)	—	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)	
		3) 原子炉冷却材圧力ババウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁(安全弁としての開機能)	逃がし安全弁(安全弁開機能)		—	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)
		4) 原子炉停止後の除熱機能	残留熱を除去する系(系統(残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系、逃がし安全弁(手動逃がし機能)、自動減圧系(手動逃がし機能))	残留熱除去系(ポンプ、熱交換器、原子炉停止時冷却モードのルートとなる配管及び弁) 残留熱除去系 熱交換器バイパス配管及び弁 原子炉隔離時冷却系(ポンプ、サブプレッション・プール、タービン、サブプレッション・プールから注水先までの配管、弁)	—	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)	

\*各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	構造物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能
MS-1	<p>1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構造物、系統及び機器</p> <p>4) 原子炉停止後の除熱機能</p>	<p>構造物、系統又は機器</p> <p>タービンへの蒸気供給配管、弁管、弁</p> <p>サブレーション・プールストレーナ</p> <p>復水貯蔵タンク</p> <p>復水貯蔵タンク出口水源切替弁</p> <p>ポンプの復水貯蔵タンクからの吸込み配管、弁</p> <p>潤滑油冷却器及びその冷却器までの冷却水供給配管</p> <p>高圧炉心スプレイス系 (ポンプ、サブレーション・プール、サブレーション・プールからスプレイ先までの配管、弁、スプレイヘッド)</p> <p>ポンプミニマムフローライン配管、弁</p> <p>サブレーション・プールストレーナ</p> <p>復水貯蔵タンク</p> <p>復水貯蔵タンク出口水源切替弁</p> <p>吸込み配管、弁</p> <p>逃がし安全弁 (手動逃がし機能)</p> <p>原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管</p> <p>駆動用蒸気源 (アキユムレータ、アキユムレータから逃がし安全弁までの配管、弁)</p> <p>自動減圧系 (手動逃がし機能)</p> <p>原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管</p> <p>駆動用蒸気源 (アキユムレータ、アキユムレータから逃がし安全弁までの配管、弁)</p>	<p>火災による機能影響*</p>
		<p>残留熱を除去する系 (原子炉停止時冷却システム)、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイス系、逃がし安全弁 (手動逃がし機能)、自動減圧系 (手動逃がし機能)</p>	<p>—</p> <p>(放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)</p>

※各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料 2 に示す

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	機能	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能
MS-1	<p>1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷卻材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器</p> <p>5) 炉心冷却機能</p>	<p>非常用炉心冷却系(低圧炉心スプレイス系、低圧注水系、高圧炉心スプレイス系、自動減圧系)</p>	<p>火災による機能影響*</p>
			<p>—</p> <p>(放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)</p>
		<p>構築物、系統又は機器</p> <p>低圧炉心スプレイス系(ポンプ、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールからスプレイス先までの配管、弁、スプレイスヘッド)</p> <p>低圧炉心スプレイス系</p> <p>ポンプミニマムフローライン配管、弁</p> <p>サブプレッション・プールストレーナ</p> <p>残留熱除去系(低圧注水モード)(ポンプ、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールから注水先までの配管、弁(熱交換器バイパスライン含む)、注水ヘッド)</p> <p>残留熱除去系</p> <p>ポンプミニマムフローライン配管、弁</p> <p>サブプレッション・プールストレーナ</p> <p>高圧スプレイス系(ポンプ、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールからスプレイス先までの配管、弁、スプレイスヘッド)</p> <p>高圧スプレイス系</p> <p>ポンプミニマムフローライン配管、弁</p> <p>サブプレッション・プールストレーナ</p> <p>復水貯蔵タンク</p> <p>復水貯蔵タンク出口水源切替弁</p> <p>ポンプの復水貯蔵タンクからの吸込配管</p> <p>自動減圧系(逃がし安全弁)</p> <p>原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管</p> <p>駆動用窒素源(アキュムレータ、アキュムレータから逃がし安全弁までの配管、弁)</p>	<p>—</p>

※各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	機能	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能
MS-1	<p>1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力パウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する建築物、系統及び機器</p>	<p>6) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能</p>	<p>放射能影響*</p>

※各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料 2 に示す

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	構造物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能
MS-1	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	<p>原子炉緊急停止の安全保護回路</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用炉心冷却系作動の安全保護回路</li> <li>・原子炉格納容器隔離の安全保護回路</li> <li>・原子炉建屋ガス処理系作動の安全保護回路</li> <li>・主蒸気隔離の安全保護回路</li> </ul> <p>非常用所内電源系(ディーゼル機関、発電機、発電機から非常用負荷までの配電設備及び電路)</p> <p>燃料系</p> <p>始動用空気系(機関～空気だめ)</p> <p>吸気系</p> <p>冷却水系</p>	—
	2) 安全上必須なその他の構造物、系統及び機器	<p>非常用所内電源系、制御室及びその遮蔽、非常用換気空調系、非常用補機冷却水系、直流電源系(いずれも、MS-1関連のもの)</p> <p>中央制御室</p> <p>中央制御室遮蔽</p> <p>中央制御室換気空調系(放射線防護機能及び有毒ガス防護機能)(非常用再循環送風機、非常用再循環フィルタ装置、空調ユニット、送風機、排風機、ダクト及びびダンパ)</p> <p>残留熱除去系海水系(ポンプ、熱交換器、配管、弁、ストレーナ(MS-1関連))</p> <p>ディーゼル発電機海水系(ポンプ、配管、弁、ストレーナ)</p> <p>直流電源系(蓄電池、蓄電池から非常用負荷までの配電設備及び電路(MS-1関連))</p> <p>計装制御電源(MS-1関連)</p>	—

※各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す



分類	定義	重要度分類指針		東海第二発電所		放射線物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響*
		機能	構築物、系統又は機器	放射線物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響*		
PS-2	<p>1) その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射線物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器</p>	<p>1) 原子炉冷却材を内蔵する機能</p>	<p>主蒸気系、原子炉冷却材浄化系（いずれも、格納容器隔離弁の外側のみ）</p>	<p>原子炉冷却材浄化系（原子炉冷却材圧力バウダリから外れる部分）</p> <p>主蒸気系</p> <p>原子炉隔離時冷却系タービン蒸気供給ライン（原子炉冷却材圧力バウダリから外れる部分であって外側隔離弁下流からタービン止め弁まで）</p>	<p>—</p>	<p>（放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能）</p>	<p>—</p> <p>（放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能）</p>
		<p>2) 原子炉冷却材圧力バウダリに直接接続されておらず、放射線物質を貯蔵する機能</p>	<p>放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの）、使用済燃料貯蔵ラックを（含む。）</p>	<p>放射性廃棄物処理系（活性炭式希ガスホルドアップ装置）</p>	<p>—</p>	<p>（気体廃棄物処理系のうち、配管、手動弁、排ガス予熱器、排ガス再結合器、排ガス復水器、排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、排ガス後置除温器再生装置、メッシュフィルタは金属等の不燃性材料で構成する機成品であるため、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響が及ぶおそれはない。また、万が一、排ガス系弁が誤動作した場合であっても、下流側に設置された排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、活性炭ベッドによって放射性物質が除去されることから、単一の火災によって放射性物質が放出されることはない。それ以外の空作動作弁については、火災による弁駆動部の機能喪失によって当該弁が閉閉動作としても、弁本体は金属等の不燃性材料で構成されており、火災による機能喪失は考えにくく、放射性物質が外部へ漏えいするおそれはない。）</p>	<p>—</p> <p>（使用済燃料プール（使用済燃料ラックを含む）はコンクリート・金属等の不燃性材料で構成する機成品であるため、火災による機能喪失は考えにくいこと、使用済燃料プールの間接関連系である燃料プール冷却浄化系については、火災により当該機能が喪失しても、使用済燃料プールの水位が遮へい水位に低下するまで時間的余裕があり、その間に残留熱除去系（使用済燃料プールへの補給ライン）の弁の手動操作等によって機能を復旧することができるとおそれはない。）</p> <p>（当該容器は、金属等の不燃性材料で構成する機成品であるため、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響が及ぶおそれはない。）</p>
	<p>3) 燃料を完全に取り扱う機能</p>	<p>燃料取扱設備</p>	<p>燃料交換機</p> <p>原子炉建屋クレーン</p> <p>使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン</p> <p>燃料取扱設備</p> <p>原子炉ウエル</p>	<p>—</p>	<p>—</p> <p>（放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能）</p>	<p>—</p>	<p>—</p>
	<p>2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって、その故障により、炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物、系統及び機器</p>	<p>逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）</p>	<p>逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）</p>	<p>○</p>	<p>—</p> <p>（放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能）</p>	<p>—</p>	<p>—</p>

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	構造物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能
MS-2	1) 燃料プールの水の補給機能	残留熱除去系(ポンプ, サプレッション・プール, サプレッション・プールから燃料プールまでの配管, 弁) ホンブミニニマムフロローラインの配置, 弁 残留熱除去系 サプレッション・プールのストレーナ	○
	2) 放射性物質放出の防止機能	放射性気体廃棄物処理系の隔離弁, 排気筒(非常用ガス処理系排気管の支持機能以外) 燃料プール冷却浄化系の燃料プール入口逆止弁	○
	1) PS-2の構造物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分に小さくするようにする構造物、系統及び機器	放射性気体廃棄物処理系(オフガス系) 隔離弁 排気筒 原子炉建屋原子炉棟 原子炉建屋	○

火災による機能影響\*

(火災によって残留熱除去系が機能喪失しても、使用済燃料プールの水位が遮へい水位まで低下するまでに時間的余裕があり、その間に電動弁の手動操作等により機能を復旧することができることから、火災によって燃料プールの補給機能に影響が及ぶおそれはない)

(放射性気体廃棄物処理系の排ガス予熱器入口、排ガス再結合器出口、排ガス復水器出口の空気作動弁は、誤動作した場合であっても、下流側に設置された排ガス連繋管、排ガス前置、後置フィルタ、活性炭ベッドによって放射性物質が除去されることから火災によって放射性物質が放出されるおそれはない。また、弁本体は、金属等の不燃性材料で構成されており、火災により機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質放出の防止機能に影響が及ぶおそれはない。

(燃料集合体の落下事故は、燃料集合体移動時は燃料取扱機械に燃料集合体を機械的にラッチさせて吊り上げること、ラッチ部は不燃性材料で構成され火災による影響は受けにくいことから、火災による燃料集合体の落下事故は発生しない。よって、使用済燃料の落下事故時に要求される機能については、火災発生時には要求され

※各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す

重要度分類指針		東海第二発電所			
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響*
MS-2	1) PS-2の構築物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器  2) 異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器	2) 放射性物質放出の防止機能	燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系  原子炉建屋ガス処理系 乾燥装置 排気筒	○	(燃料集合体の落下事故は、燃料集合体移動時は燃料取扱設備に燃料集合体を機械的にラッチさせて吊り上げること、ラッチ部は不燃性材料で構成され火災による影響は受けにくいことから、火災により燃料集合体の落下事故は発生しない。よって、使用済燃料の落下事故時に要求される機能については、火災発生時には要求されない)
		1) 事故時のプラント状態の把握機能  2) 異常状態の緩和機能  3) 制御室外からの安全停止機能	事故時監視計器の一部  BWRには対象機能なし  制御室外原子炉停止装置(安全停止に関連するもの)	中性子束(起動領域計装) ・原子炉スクラム用電磁接触器の状態 ・制御棒位置 ・原子炉水位(広帯域、燃料域) ・原子炉圧力 ・原子炉格納容器圧力 ・サブプレッション・プールの水温度 ・原子炉格納容器エリア放射線量率(高レンジ) [低温停止への移行] ・原子炉圧力 ・原子炉水位(広帯域) [ドライウェルスアレイ] ・原子炉水位(広帯域、燃料域) ・原子炉格納容器圧力 [サブプレッション・プール冷却] ・原子炉水位(広帯域、燃料域) ・サブプレッション・プールの水温度 [可燃性ガス濃度制御系起動] ・原子炉格納容器水素濃度 ・原子炉格納容器酸素濃度	—
PS-3	1) 異常状態の起因事象となるものであって、PS-1及びPS-2以外の構築物、系統及び機器	1) 原子炉冷却材保持機能(PS-1、PS-2以外のもの)	計装配管、弁 試験採取管、弁 ドレン配管、弁 ベント配管、弁	—	(放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)
		2) 原子炉冷却材の循環機能	原子炉冷却材再循環系	—	(放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)

※各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す

重要度分類指針		東海第二発電所		
分類	定義	機能	放射線物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	
PS-3	1) 異常状態の起因事象となるものであって、PS-1及びPS-2以外の構築物、系統及び機器	3) 放射性物質の貯蔵機能	<p>構築物、系統又は機器</p> <p>復水貯蔵タンク</p> <p>液体廃棄物処理系(低電導度廃液収集槽、高電導度廃液収集槽)</p> <p>固体廃棄物処理系(CUW 粉末樹脂沈降分離槽、使用済樹脂槽、濃縮廃液タンク、固体廃棄物貯蔵庫)</p> <p>新燃料貯蔵庫</p> <p>新燃料貯蔵ラック</p> <p>給水加熱器保管庫</p> <p>セメント混練固化装置及び雑固体減容処理設備(液体及び固体の放射性廃棄物処理系)</p>	<p>火災による機能影響*</p> <p>—</p> <p>(復水貯蔵タンクについては、金属等の不燃性材料で構成するタンクであるため、火災による機能喪失は考えにくく、液体廃棄物処理系の各機器も金属等の不燃性材料で構成される機械品であり、火災によって放射性物質の貯蔵機能に影響が及ぶおそれはない。また、空気作動弁は、フェイル・オーバー設計であり、火災によって当該弁の電磁弁のケーブリングが機能喪失すると電磁弁が無助磁となり当該弁が自動的に閉止する。これらの空気作動弁は、ポンプの出口と、カナル放出ラインに多重化して設置しているため、空気作動弁の単一の弁の誤動作では放射性物質が放出されることではなく、放射性物質の貯蔵機能に影響が及ぶおそれはない。固体廃棄物処理系、給水加熱器保管庫については、コンクリート・金属等の不燃性材料で構成する構築物であるため、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質の貯蔵機能に影響が及ぶおそれはない)</p>
		4) 電源供給機能(非常用を除く。)	<p>発電機及びその励磁装置(発電機、励磁機)</p> <p>固定子冷却装置</p> <p>発電機水素ガス冷却装置</p> <p>軸密封油装置</p> <p>励磁電源系</p> <p>蒸気タービン(主タービン、主要弁、配管)</p> <p>主蒸気系(主蒸気/駆動源)</p> <p>タービン制御系</p> <p>タービン潤滑油系</p> <p>復水系(復水器を含む)(復水器、復水ポンプ、配管/弁)</p> <p>復水系(復水器を含む) 復水器空気抽出系(蒸気式空気抽出系、配管/弁)</p> <p>給水系(電動駆動給水ポンプ、タービン駆動給水ポンプ、給水加熱器、配管/弁)</p> <p>給水系</p> <p>駆動用蒸気</p> <p>循環水系(循環水ポンプ、配管/弁)</p> <p>循環水系</p> <p>取水設備(屋外トレンチを含む)</p>	<p>—</p> <p>(放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)</p>

※各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	構造物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能
			火災による機能影響*
		蒸気タービン 発電機及びその励磁装置 復水系（復水器を含む。） 給水系 循環水系 送電線 変圧器 変圧器 閉閉所	
	機能	常用所内電源系（発電機又は外部電源系から所内負荷までの配電設備及び電路（MS-1 関連以外）） 直流電源系（蓄電池、蓄電池から常用負荷までの配電設備及び電路（MS-1 関連以外）） 計装制御電源系（電源装置から常用計装制御装置までの配電設備及び電路（MS-1 関連以外）） 送電線 変圧器（所内変圧器、起動変圧器、予備変圧器、電路） 変圧器 油劣化防止装置 冷却装置 閉閉所（母線、遮断器、断路器、電路）	
PS-3	1) 異常状態の起因 事象となるものであつて、PS-1及びPS-2以外の構造物、系統及び機器	原子炉制御系（制御棒価値ミニマイザを含む。） 原子炉移設計装 原子炉プラントプロセス計装	ー (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)
	4) 電源供給機能（非常用を除く。） 5) プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く。） 6) プラント運転補助機能	補助ボイラ設備（補助ボイラ、給水タンク、給水ポンプ、配管/弁） 補助ボイラ設備 電気設備（変圧器） 所内蒸気系及び戻り系（ポンプ、配管/弁） 計装用圧縮空気設備（空気圧縮機、中間冷却器、配管、弁） 計装用圧縮空気設備 後部冷却器 気水分離機 空気貯槽 原子炉補機冷却水系（原子炉補機冷却ポンプ、熱交換器、配管/弁） タービン補機冷却水系（タービン補機冷却ポンプ、熱交換器、配管/弁） タービン補機冷却水系	ー (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)

※各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料 2 に示す

重要度分類指針		東海第二発電所				
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響*	
PS-3	1) 異常状態の起因事象となるものであって、PS-1及びPS-2以外の構築物、系統及び機器 2) 原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構築物、系統及び機器	6) プラント運転補助機能	所内ボイラ、計装用圧縮空気系	タービン補機冷却海水系（タービン補機冷却海水ポンプ、配管/弁、ストレータ） 復水補給水系（復水移送ポンプ、配管/弁） 復水補給水系 復水貯蔵タンク	—	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)
		1) 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放射防止機能 2) 原子炉冷却材の浄化機能	燃料破覆管 原子炉冷却材浄化系、復水浄化系	燃料破覆管 上/下部端栓 タイロッド 原子炉冷却材浄化系（再生熱交換器、非再生熱交換器、CIWポンプ、ろ過脱塩装置、配管、弁） 復水浄化系（復水ろ過装置、復水脱塩装置、配管、弁）	—	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) — (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)
MS-3	1) 運転時の異常な過渡変化があっても、MS-1、MS-2とあいまって、事象を和する構築物、系統及び機器	1) 原子炉圧力の上昇の緩和機能	逃がし安全弁（逃がし弁機能）、タービンバイパス弁	逃がし安全弁（逃がし弁機能） 原子炉圧力容器からの逃がし安全弁までの主蒸気配管 駆動用蒸気源（アキユムレータ、アキユムレータから逃がし安全弁までの配管、弁） タービンバイパス弁	—	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)
		2) 出力上昇の抑制機能	原子炉冷却材再循環系（再循環ポンプトリップ機能、制御棒引抜監視装置）	原子炉再循環系 制御棒引き抜き阻止回路 選択制御棒挿入回路 制御棒駆動水圧系（ポンプ、復水貯蔵タンク、復水貯蔵タンクから制御棒駆動機構までの配管、弁） 制御棒駆動水圧系 ポンプサクションフィルタ ポンプミニマムフローライン配管、弁	—	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) — (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)
		3) 原子炉冷却材の補給機能	制御棒駆動水圧系、原子炉隔離時冷却系	制御棒駆動水圧系	—	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)

※各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	構造物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能
	機能	原子炉隔離時冷却系（ポンプ、タービン、復水貯蔵タンク、復水貯蔵タンクから注水先までの配管、弁） タービンへの蒸気供給配管、弁 ポンプミニミナムフローライン配管、弁 潤滑油冷却系及びその冷却器までの冷却水供給配管	火災による機能影響*
1) 運転時の異常な過度変化があっても、MS-1、MS-2とあいまって、事象を和する構造物、系統及び機器	3) 原子炉冷却材の補給機能	原子炉隔離時冷却系	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)
2) 異常状態への対応上必要な構造物、系統及び機器	1) 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	緊急時対策所 緊急時対策所 試験採取系（異常時に必要な下記の機能を有するもの。 原子炉冷却材放射性物質濃度サンプリング分析、原子炉格納容器雰囲気放射性物質濃度サンプリング分析） 通信連絡設備（1つの専用回路を含む複数の回路を有する通信連絡設備） 放射線監視設備 事故時監視計器の一部 消火系（水消火設備、泡消火設備、二酸化炭素消火設備、等） 消火系 消火ポンプ ろ過水タンク 火災検出装置（受信機含む） 防火扉、防火ダンパ、耐火壁、隔壁（消火設備の機能を維持担保するために必要なもの） 安全避難通路 安全避難通路 非常用照明	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)  一部○ (主排気筒放射線モニタについては、設計基準事故時に中央制御室の主排気筒モニタに係る繼で監視する設計としていることから、重要性を踏まえ火災防護対象機器及び火災防護対象ケープルとして選定する。)
		原子力発電所緊急時対策所、試験採取系、通信連絡設備、放射線監視設備、事故時監視計器の一部、消火系、安全避難通路、非常用照明	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能)

※各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す

## 添付資料 2

東海第二発電所における重要度分類指針に  
基づく放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能  
を有する構築物，系統及び機器並びに火災  
防護対象機器リスト



添付資料 2

東海第二発電所 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に関する火災防護対象機器リスト

系統又は機器番号	系統又は機器名称	機種	機能	火災防護対策要否	火災による機能への影響評価		
	放射性気体廃棄物処理系	空気作動弁	原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能	否	当該弁はフェイルクローズ設計であり、自動的に閉止する。万が一、当該弁が誤動作した場合であっても、下流側に設置された排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、活性炭ベッドによって放射性物質が除去されることから、火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。		
		配管、手動弁、排ガス予熱器、排ガス再結合器、排ガス復水器、排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、排ガス後置除湿器再生装置、メッシュフィルタ		否	当該系統の各機器は不燃材で構成されており、火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。		
		主排気筒放射線モニタ		要	主排気筒放射線モニタに係る盤について、火災防護対策を実施する。なお、モニタ検出器については多重化して異なるエリアに設置しており、火災によって気体廃棄物処理系の放射線監視機能が同時に機能喪失することは考えにくい。		
	使用済燃料プール	使用済燃料プール(使用済燃料貯蔵ラック含む)		否	当該系統の各機器は不燃材で構成されており、火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。		
	新燃料貯蔵庫	新燃料貯蔵庫		否	当該機器は不燃材で構成されており、火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。		
	使用済燃料乾式貯蔵容器	容器		否	当該機器は不燃材で構成されており、火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。		
	サブプレッション・プール排水系	配管、手動弁、サブプレッション・プール		電動弁	放射性物質の貯蔵機能	否	当該系統の各機器は不燃材で構成されており、火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
						否	当該弁は通常閉かつ機能要求時も閉であること、火災影響を受けて当該弁が機能喪失した場合でも閉状態が維持されること、万が一当該弁が誤動作した場合であっても、電源区分の異なる弁で二重化されていることから、火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
		復水貯蔵タンク		容器		否	当該機器は不燃材で構成されており、火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。

系統又は機器番号	系統又は機器名称	機種	機能	火災防護対策要否	火災による機能への影響評価
	液体廃棄物処理系(機器ドレン系)	配管, フィルタ, 脱塩器, タンク	放射性物質の貯蔵機能	否	当該系統の各機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
		空気作動弁		否	当該弁はフェイルクローズ設計であり, 自動的に閉止する。また, 万が一, 誤動作を想定した場合であっても, ポンプの出口, カナル放出ラインに空気作動弁を設置しており, 単一の誤動作では放射性物質が放出されない設計としていることから, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	液体廃棄物処理系(床ドレン系)	配管, フィルタ, タンク		否	当該系統の各機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
		空気作動弁		否	当該弁はフェイルクローズ設計であり, 自動的に閉止する。また, 万が一, 誤動作を想定した場合であっても, ポンプの出口, カナル放出ラインに空気作動弁を設置しており, 単一の誤動作では放射性物質が放出されない設計としていることから, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	固体廃棄物処理系	固体廃棄物貯蔵庫		否	当該機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	給水加熱器保管庫	給水加熱器保管庫(給水加熱器)		否	当該機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	セメント混練固化装置及び雑固体減容処理設備(液体及び固体の放射性廃棄物処理系)	貯蔵容器, 粉砕機, 排出機, 計量機, セメントサイロ, 計量機, 配管, 金属容器		否	当該系統の各機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	原子炉格納容器	容器		否	当該機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	原子炉建屋 原子炉建屋常用換気 空調系隔離弁	建屋		否	当該機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
		空気作動弁		放射性物質の閉じ込め機能, 放射線の遮へい及び放出低減	否
	原子炉格納容器隔離弁	空気作動弁, 電動弁		否	原子炉の安全停止機能を有する機器等に火災防護対策を実施することにより, 火災により想定される事象が発生しても原子炉の安全停止が可能であり, 放射性物質が放出されるおそれはない。

系統又は機器番号	系統又は機器名称	機種	機能	火災防護対策要否	火災による機能への影響評価
	格納容器スプレイ冷却モード	配管, 電動弁, ポンプ	放射性物質の閉じ込め機能, 放射線の遮へい及び放出低減	否	原子炉の安全停止機能を有する機器等に火災防護対策を実施することにより, 火災により想定される事象が発生しても原子炉の安全停止が可能であり, 放射性物質が放出されるおそれはない。
	原子炉建屋ガス処理系	空気作動弁, 電動弁, 空調機, 乾燥装置, 放射線モニタ	※原子炉建屋及び原子炉建屋ガス処理系は, 放射性物質の放出防止機能も有する	要	火災時における原子炉建屋の負圧維持の観点から, 火災防護に係る審査基準に基づく火災防護対策を実施する。
	可燃性ガス濃度制御系	ブロー, 加熱器, 再結合器, 冷却器, セパレータ, 電動弁		否	原子炉の安全停止機能を有する機器等に火災防護対策を実施することにより, 火災により想定される事象が発生しても原子炉の安全停止が可能であり, 放射性物質が放出されるおそれはない。
	非常用補給水系 (残留熱除去系)	配管, ポンプ, 熱交換器, 空気作動弁, 電動弁	燃料プール水の補給機能	否	当該系統の機能が喪失しても, 使用済み燃料プールの水位が遮へい水位低下するまでに時間的余裕があり, その間に電動弁の手動操作等によって機能を復旧することができることから, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	放射性気体廃棄物処理系 (オフガス系) 隔離弁	空気作動弁	放射性物質の放出の防止機能	否	当該弁はフェイルクローズ設計であり, 自動的に閉止する。万が一, 当該弁が誤動作した場合であっても, 下流側に設置された排ガス減衰管, 排ガス前置, 後置フィルタ, 活性炭ベッドによって放射性物質が除去されることから, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	排気筒	排気筒		否	当該機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。

※以上の対策を要否のうち

否：消防法又は建築基準法に基づく火災防護対策

## 添付資料 3

実用発電用原子炉及びその附属施設の火災  
防護に係る審査基準(抜粋)

## 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

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」 (抜粋)

## 2.2 火災の感知、消火

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

### (2) 消火設備

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

- ⑥ 可燃性物質の性状を踏まえ、想定される火災の性質に応じた十分な容量の消火剤を備えること。
- ⑦ 移動式消火設備を配備すること。
- ⑧ 消火剤に水を使用する消火設備は、2 時間の最大放水量を確保できる設計であること。
- ⑨ 消火用水供給系をサービス系または水道水系と共用する場合には、隔離弁等を設置して遮断する等の措置により、消火用水の供給を優先する設計であること。
- ⑩ 消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計であること。
- ⑪ 消火設備は、外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。
- ⑫ 消火栓は、全ての火災区域の消火活動に対処できるよう配置すること。
- ⑬ 固定式のガス系消火設備は、作動前に職員等の退出ができるように警報を吹鳴させる設計であること。
- ⑭ 管理区域内で消火設備から消火剤が放出された場合に、放射性物質を含むおそれのある排水が管理区域外へ流出することを防止する設計であること。
- ⑮ 電源を内蔵した消火設備の操作等に必要な照明器具を、必要な火災区域及びその出入通路に設置すること。

東海第二発電所における  
内部火災影響評価について

## 【目次】

1. 概要
2. 要求事項
3. 内部火災影響評価手順の概要
  - 3.1 火災区域の設定
  - 3.2 火災区域特性表の作成(情報及びデータの収集, 整理)
  - 3.3 火災伝播評価
  - 3.4 隣接火災区域に影響を与えない火災区域に対する火災影響評価
  - 3.5 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価
4. 火災区域特性表の作成(情報及びデータの収集, 整理)
  - 4.1 火災区域の特定
  - 4.2 火災区域の火災ハザードの特定
  - 4.3 火災区域の防火設備
  - 4.4 隣接火災区域への火災伝播経路
  - 4.5 火災により影響を受ける火災防護対象機器の特定
  - 4.6 火災により影響を受ける火災防護対象ケーブルの特定
  - 4.7 火災シナリオの設定
5. 隣接火災区域への火災伝播評価
  - 5.1 隣接火災区域との境界の開口の確認
  - 5.2 等価時間と障壁の耐火性能の確認
6. 火災区域に対する火災影響評価
  - 6.1 隣接火災区域に影響を与えない火災区域の火災影響評価
    - 6.1.1 安全停止パスの確認
    - 6.1.2 スクリーンアウトされる火災区域



- 6.1.3 スクリーンアウトされない火災区域
- 6.2 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価
  - 6.2.1 当該火災区域のターゲットの確認
  - 6.2.2 隣接火災区域のターゲットの確認
  - 6.2.3 安全停止パスの確認
  - 6.2.4 スクリーンアウトされる火災区域
  - 6.2.5 スクリーンアウトされない火災区域
- 7. 内部火災影響評価結果
  - 7.1 隣接火災区域への火災伝播評価
  - 7.2 火災区域に対する火災影響評価
    - 7.2.1 隣接火災区域に影響を与えない火災区域に対する火災影響評価
- 8. 火災を起因とした外乱を発生させる機器と対処するための機器の特定
  - 8.1 火災により発生する可能性のある外乱
  - 8.2 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
- 添付資料 1 東海第二発電所における火災区域番号について
- 添付資料 2 東海第二発電所の内部火災影響評価に係る安全停止パスに必要な系統について
- 添付資料 3 東海第二発電所の火災区域特性表の例
- 添付資料 4 東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝播評価結果について
- 添付資料 5 東海第二発電所における火災区域内の影響評価結果
- 添付資料 6 東海第二発電所における火災区域の詳細な火災影響評価について
- 添付資料 7 東海第二発電所 火災の影響による原子炉冷却材喪失の発生可能性について
- 添付資料 8 東海第二発電所 火災を起因とした運転時の異常な過渡変化及び設

計基準事故の単一故障を考慮した原子炉停止について

参考資料 1 東海第二発電所における火災により想定される事象の確認結果

## 東海第二発電所における内部火災影響評価について

## 1. 概要

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護審査基準」という。）は、原子炉施設が火災によりその安全性が損なわれないよう、必要な火災防護対策を要求しており、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」では、これら要求に基づく火災防護対策により、原子炉施設内で火災が発生しても、原子炉の安全停止に係る安全機能が確保されることを確認するために実施する内部火災影響評価の手順の一例が示されている。

本資料で、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」を参照し、内部火災影響を行い、原子炉の安全停止が可能であることを確認する。

## 2. 要求事項

内部火災影響評価は、火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減 2.3.2」に基づき実施することが要求されている。

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

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

(参考)

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

また、いかなる火災によっても原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であることを確認する際、原子炉の安全確保の観点により、内部火災影響評価ガイドにおいて要求される以下の事項を考慮する。

#### 4. 火災時の原子炉の安全確保

3. に想定する火災に対して、

- ・ 原子炉の安全停止に必要な機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと  
(信頼性要求に基づき独立性が確保され、多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと)。

内部火災により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その影響(火災)を考慮し、安全評価指針に基づき安全解析を行う必要がある。

### 3. 内部火災影響評価手順の概要

「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」を参照して実施した東海第二発電所の内部火災影響評価の手順の概要（第10-1図）を示す。

#### 3.1 火災区域（区画）の設定

火災区域は、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが設置されている建屋に、これら設備の設置状況を考慮し、火災区域を設定する。（資料3）

#### 3.2 火災区域（区画）特性表の作成（情報及びデータの収集、整理）

設定した各火災区域（区画）について、「情報及びデータ収集、整理」として、各火災区域内の可燃性物質、機器、ケーブル、隣接区域との関係等を調査し、各火災区域の特徴を示す「火災区域特性表」を作成する。

#### 3.3 火災伝播評価

当該火災区域（区画）の火災影響評価を実施する前に、隣接火災区域への火災伝播評価を実施し、隣接火災区域への影響の有無を確認する。

#### 3.4 隣接火災区域（区画）に影響を与えない火災区域（区画）に対する火災影響評価

火災伝播評価の結果、隣接火災区域（区画）に影響を与えない火災区域（区画）については、当該火災区域（区画）内の全可燃性物質の燃焼、全機器の機能喪失を想定し、原子炉の安全停止（高温停止及び低温停止）に必要な安全停止パス（以下「安全停止パス」という。）の有無を確認する。ここで、原子炉の高温停止に必要な安全停止パスについては、単一故障を想定した上で安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認する。安全停止

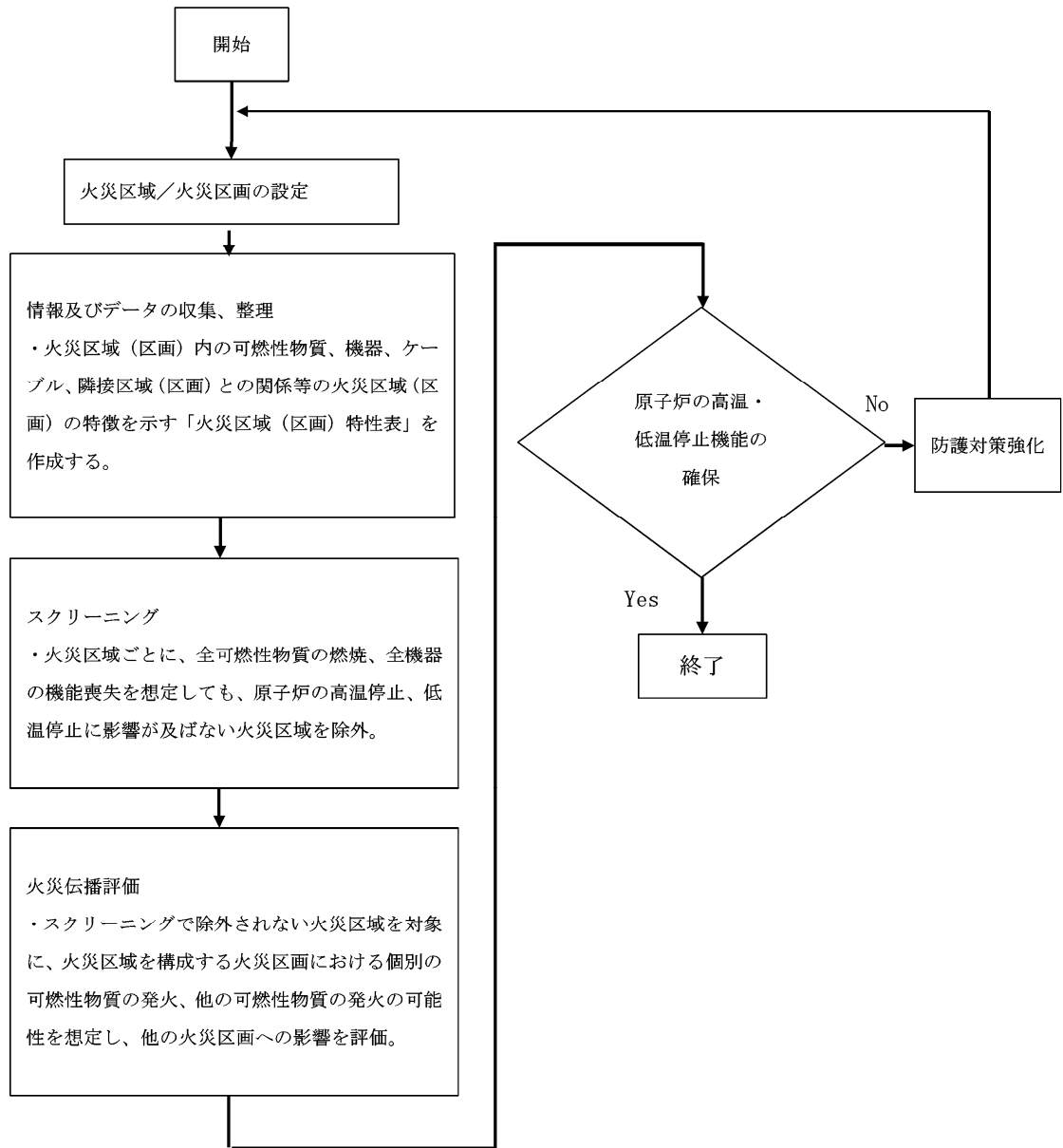
パスが少なくとも一つ確保され、原子炉の安全停止が可能であれば、当該火災区域はスクリーンアウトする。

スクリーンアウトされない火災区域（区画）については、当該火災区域（区画）に設置されたターゲットが火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の対象か否かを確認する。火災防護対策の対象となっていないターゲットが存在する場合には、詳細な火災影響評価を行い、原子炉の安全停止機能への影響の有無を確認する。詳細評価により原子炉の安全停止に影響を与える場合には、火災防護対策を実施する。

### 3.5 隣接火災区域（区画）に影響を与える火災区域（区画）に対する火災影響評価

火災伝播評価の結果、隣接火災区域（区画）に影響を与える火災区域については、当該火災区域（区画）と隣接火災区域（区画）内のターゲットの有無を確認する。当該火災区域（区画）内及び隣接火災区域（区画）内の全可燃物の燃焼、全機器の機能喪失を想定しても、安全停止パスが少なくとも一つ確保され、原子炉の安全停止が可能であれば、当該火災区域はスクリーンアウトする。

スクリーンアウトされない火災区域（区画）については、「隣接火災区域（区画）に影響を与える火災区域」と同様に、当該火災区域のターゲットが、火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の対象か否かを確認し、対象でない場合は、詳細な火災影響評価を実施し、原子炉の安全停止への影響の有無を確認する。



第 10-1 図 内部火災影響評価の手順概要フロー

#### 4. 火災区域（区画）特性表の作成（情報及びデータ収集，整理）

火災影響評価では，各火災区域（区画）に設置される機器等の情報を使用して評価を実施することから，これらの評価の前に，以下のとおり火災区域特性表を作成する。なお，火災区域特性表の代表例を添付資料3に示す。

##### 4.1 火災区域（区画）の特定

資料3にて設定した火災区域に対して，以下の情報を調査し，火災区域特性表に記載する。

- (1) プラント名
- (2) 建屋
- (3) 火災区域番号（添付資料1）

##### 4.2 火災区域（区画）の火災ハザードの特定

各火災区域（区画）内に存在する火災ハザード調査として，以下の情報を整理し，火災区域特性表に記載する。

- (1) 火災区域内の区画(部屋)番号，名称
- (2) 床面積
- (3) 発熱量
- (4) 火災荷重
- (5) 等価時間<sup>(注)</sup>

注：等価時間＝火災荷重(単位面積当たりの発熱量)／燃焼率(単位時間単位面積当たりの発熱量)



#### 4.3 火災区域（区画）の防火設備

各火災区域（区画）内の防火設備について、以下の情報を調査し、火災区域特性表に記載する。

- (1) 火災感知器
- (2) 主要消火設備
- (3) 消火方法
- (4) 消火設備のバックアップ
- (5) 障壁耐火時間（他の火災区域との境界の耐火時間）

#### 4.4 隣接火災区域（区画）への火災伝播経路

各火災区域（区画）から隣接する火災区域（火災区域を構成する各区画（部屋））への火災伝播経路を調査し、火災区域特性表に記載する。なお、隣接する火災区域は、火災を想定する当該火災区域の上下、左右、前後の6面のうち、一部でも隣接している火災区域（火災区域を構成する各部屋）を選定する。

- (1) 隣接火災区域番号
- (2) 隣接火災区域内の区画（部屋）番号，名称
- (3) 火災伝播経路
- (4) 障壁の耐火能力
- (5) 隣接部屋の消火形式
- (6) 伝播の可能性

#### 4.5 火災により影響を受ける火災防護対象機器の特定

資料2 「東海第二発電所における原子炉の安全停止に必要な機器の選定について」により選定した火災防護対象機器が、当該火災区域の火災により影

響を受けるものとして、火災区域特性表に記載する。

#### 4.6 火災により影響を受ける火災防護対象ケーブルの特定

4.5で特定した「火災防護対象機器」の電源、制御、計装ケーブルである「火災防護対象ケーブル」を火災区域特性表に記載する。

火災影響評価では、安全停止パスが少なくとも一つ確保されるか否かを確認するが、その際には、ポンプや弁等の火災防護対象機器の機能喪失に加え、火災防護対象ケーブルの断線等も想定して火災影響評価を行うことから、火災防護対象ケーブルが敷設されている火災区域を調査し、火災区域特性表に記載する。

#### 4.7 火災シナリオの設定

火災区域内の火災源及び火災防護対象機器の設置状況を踏まえ、火災影響評価及び火災伝播評価における火災シナリオを設定し、火災区域特性表に記載する。

### 5. 隣接火災区域への火災伝播評価

当該火災区域に火災発生時に、隣接火災区域に影響を与える場合は、隣接火災区域も含んだ火災影響評価を行う必要があることから、当該火災区域の火災影響評価を実施する前に、隣接火災区域への火災伝播評価を実施する。（第10-2図）

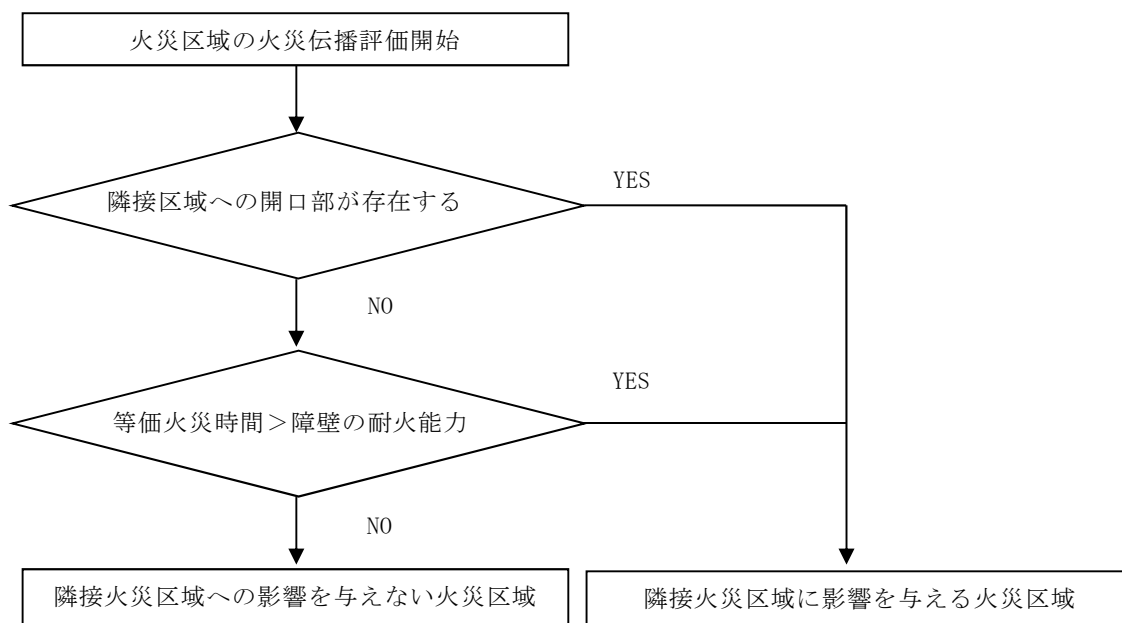
#### 5.1 隣接火災区域との境界の開口の確認

隣接火災区域との境界の障壁に開口がない場合は、火災が直接、隣接火災区域に影響を与える可能性はないことから、火災区域特性表により、隣接火

災区域との境界の障壁について開口の有無を確認し，隣接火災区域への火災伝播の可能性を確認する。

#### 5.2等価時間と障壁の耐火性能の確認

当該火災区域の等価時間が，火災区域を構成する障壁の耐火能力より小さければ，隣接火災区域への影響はないことから，火災区域特性表により，火災区域の等価時間と火災区域を構成する障壁の耐火能力を比較し，隣接火災区域への火災伝播の可能性を確認する。



第10-2図 火災伝播評価手順の概要フロー

## 6. 火災区域に対する火災影響評価

### 6.1 隣接火災区域に影響を与えない火災区域の火災影響評価

隣接火災区域に影響を与えない火災区域について、当該火災区域内の全機器の機能喪失を想定しても、安全停止パスが少なくとも一つ確保される場合には、当該火災区域の火災を想定しても、原子炉の安全停止に影響を与えない。

一方、安全停止パスを確保できない場合は、詳細な火災影響評価として、火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況を確認し、火災区画の系統分離等の火災防護対策を考慮することにより、安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認する。なお、安全停止パスが確保されない場合は、追加の火災防護対策を実施し、安全停止パスを少なくとも一つ確保する。

原子炉の安全停止への影響については、以下の手順に従って評価する。

(第10-3図)

#### 6.1.1 安全停止パスの確認

当該火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、安全停止パスが少なくとも一つ確保されるか否かを、以下のとおり確認する。

##### (1) 安全停止パスの確保に必要な系統、機器の組合せ

安全停止パスの有無の確認に当たって、系統の多重性及び多様性を踏まえて安全停止パスの確保に必要な系統、機器の組合せを整理した。(添付資料2)

## (2) 安全停止パスの確認

4.5項で選定した火災防護対象機器について、当該火災区域の火災による影響の可否を基に、添付資料2により火災の影響を直接受ける緩和系を確認し、その結果を火災区域特性表に記載する。（添付資料3）

火災の直接影響あるいは間接影響によっても原子炉の安全停止に必要な安全機能が確保される場合、安全停止パスが確保されることになる。

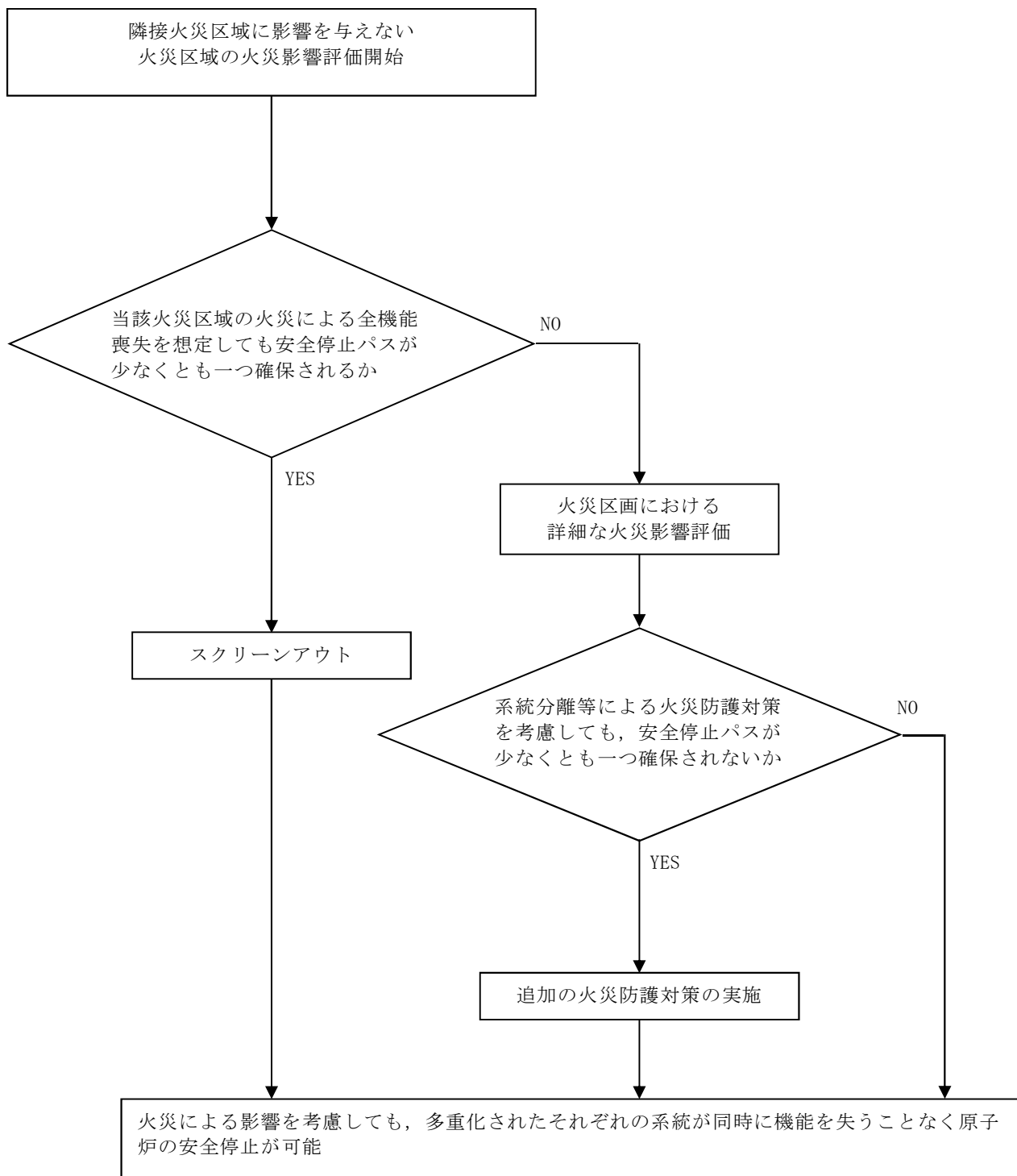
### 6.1.2スクリーンアウトされる火災区域

安全停止パスが少なくとも一つ確保される火災区域は、当該火災区域に火災を想定しても原子炉の安全停止に影響を与えないことから、スクリーンアウトする。

### 6.1.3スクリーンアウトされない火災区域

安全停止パスを確保できない火災区域は、当該火災区域に火災を想定した場合、原子炉の安全停止に影響を与える可能性がある。

この場合、詳細な火災影響評価として、当該火災区域で火災の影響により安全停止パスが確保できない主要因となった火災区域に対して、火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況を確認し、火災区画における系統分離等の火災防護対策を考慮することにより、安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認する。なお、安全停止パスが確保されない場合は、追加の火災防護対策を実施し、安全停止パスを少なくとも一つ確保する。



第10-3図 隣接火災区域に影響を与えない火災区域の火災影響評価手順  
の概要フロー

## 6.2隣接火災区域（区画）に影響を与える火災区域に対する火災影響評価

隣接火災区域に影響を与える火災区域（区画）については、当該火災区域と隣接火災区域それぞれにおいてターゲットの有無を確認する。当該火災区域内及び隣接火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、安全停止パスが少なくとも一つ確保される場合には、当該火災区域及び隣接火災区域の火災による原子炉の安全停止に影響はない。

しかし、安全停止パスが確保されない場合は、火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況を確認し、系統分離等の火災防護対策を考慮することにより、安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認する。なお、安全停止パスが確保されない場合は、追加の火災防護対策を実施し、安全停止パスを少なくとも一つ確保する。

### 6.2.1当該火災区域のターゲットの確認

当該火災区域のターゲットの有無を確認する。当該火災区域にターゲットが存在しない場合は、隣接火災区域の火災による安全停止パスの確保の可否を確認する。

### 6.2.2隣接火災区域のターゲットの確認

当該火災区域にターゲットが存在する場合には、改めて隣接火災区域のターゲットの有無を確認する。

### 6.2.3安全停止パスの確認

当該火災区域及び隣接火災区域のターゲットの有無の組合せに応じて、安全停止パスが少なくとも一つ確保されるか否かを確認する。安全停止パスの確認は、「6.1.1安全停止パスの確認」と同様に行う。

#### 6.2.4スクリーンアウトされる火災区域

安全停止パスが少なくとも一つ確保される当該火災区域は、当該火災区域に火災を想定しても、原子炉の安全停止に影響はない。

#### 6.2.5スクリーンアウトされない火災区域

安全停止パスが一つも確保されない火災区域は、その火災区域に火災を想定した場合、原子炉の安全停止に影響を与える可能性がある。

この場合、当該火災区域及び隣接火災区域のターゲットの有無の組合せに応じて、火災の影響により安全停止パスが確保されない主要原因となった火災区画に対して、火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況を確認し、系統分離等の火災防護対策を考慮することにより、安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認する。なお、安全停止パスが確保されない場合は、追加の火災防護対策を実施し、安全停止パスを少なくとも一つ確保する。



## 7. 内部火災影響評価結果

### 7.1 隣接火災区域への火災伝播評価

5.に基づき、当該火災区域に火災を想定した場合の隣接火災区域への影響の有無を評価した。その結果、隣接火災区域への火災伝播の可能性のある火災区域が存在しないことを確認した。（添付資料4）

### 7.2 火災区域に対する火災影響評価

隣接火災区域への火災伝播評価結果を基に、以下の火災影響評価を行った。

#### 7.2.1 隣接火災区域に影響を与えない火災区域に対する火災影響評価

隣接火災区域に影響を与えない火災区域について、第10-3図に基づき評価を行った。その結果、安全停止パスが少なくとも一つ確保されるか、又は、安全停止パスが一つも確保されない火災区域については、火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策（系統分離）を実施することにより、安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認した。

以上より、当該火災区域に火災を想定しても、原子炉の安全停止に必要な機能が維持される。（添付資料6）

## 8. 火災を起因とした外乱を発生させる機器と対処するための機器の特定

### 8.1 火災により発生する可能性のある外乱

原子力発電所の内部火災防護は、原子炉の通常出力運転状態において、原子炉施設内のいかなる火災によっても、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、原子炉を安全停止できることが必要である。

このため、原子炉の安全停止に必要な機器を選定することを目的とし、  
「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」にて評価すべき事  
象とされている「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」を対象  
に、火災による影響を受け起因事象を発生させる可能性のある主な機器・系  
統を第 10-1 表及び第 10-2 表のとおり抽出した。

第 10-1 表 単一の内部火災を想定した場合に発生する可能性のある  
 運転時の異常な過渡変化

事象	火災による発生 有：○ 無：－	火災による影響を受け起因事象を発生させる可能性のある主な機器・系統
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。
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。
原子炉冷却材流量の部分喪失	－	発生の可能性はあるが、原子炉スクラムには至らない事象。
原子炉冷却材系の停止ループの誤起動	－	発生の可能性はあるが、原子炉スクラムには至らない事象。
外部電源喪失	○	送電系，所内電源系
給水加熱喪失	○	抽気逆止弁
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	○	流量制御器
負荷の喪失	○	蒸気加減弁
主蒸気隔離弁の誤閉止	○	主蒸気隔離弁
給水制御系の故障	○	原子炉給水制御系
原子炉圧力制御系の故障	○	原子炉圧力制御系
給水流量の全喪失	○	原子炉給水ポンプ

第 10-2 表 単一の内部火災を想定した場合に発生する可能性のある

設計基準事故

起因事象	火災による発生 有：○ 無：－	火災による影響を受け起因事象を発生させる可能性のある主な機器・系統
原子炉冷却材喪失	－	次の理由により原子炉冷却材喪失は発生しないものと整理した。 ・単一の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。 ・単一の火災により逃がし安全弁が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。 (添付資料 7)
原子炉冷却材流量の喪失	○	再循環ポンプトリップ回路
原子炉冷却材ポンプの軸固着	－	火災によって原子炉冷却材ポンプの回転軸は固着しない。
制御棒落下	－	火災によって制御棒落下は発生しない。
放射性気体廃棄物処理施設の破損	－	本事象の発生によって原子炉に外乱は発生しない。
主蒸気管破断	－	火災によって主蒸気管は損傷しない。
燃料集合体の落下	－	火災によって燃料集合体は落下しない。
可燃性ガスの発生	－	原子炉冷却材喪失に包含される。

## 8.2 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

8.1 に示したとおり、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る。そのため、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」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した。(添付資料 8)

また、単一の内部火災により原子炉に外乱が及ぶ場合について、重畳事象も含め、どのような事象が起こる可能性があるかを分析し、火災を起因として発生する事象に対して、単一故障を想定した場合においても、影響緩和系により事象が収束可能であることを確認した。(参考資料 1)

## 添付資料 1

東海第二発電所における火災区域番号  
について

東海第二発電所

名称 火災区域(区画)番号を明示した図面(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(区画)番号を明示した図面(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(区画) 番号を明示した図面(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(区画) 番号を明示した図面(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(区画) 番号を明示した図面(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(区画)番号を明示した図面(その6)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 | 火災区域(区画) 番号を明示した図面(その7)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域(区画)番号を明示した図面(その8)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域(区画) 番号を明示した図面(その9)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域(区画) 番号を明示した図面(その10)

日本原子力発電株式会社



東海第二発電所

名称 火災区域(区画)番号を明示した図面(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(区画) 番号を明示した図面(その12)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域(区画) 番号を明示した図面(その13)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域(区画)番号を明示した図面(その14)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域(区画) 番号を明示した図面(その15)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域(区画)番号を明示した図面(その16)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域(区画) 番号を明示した図面(その17)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域(区画) 番号を明示した図面(その18)

日本原子力発電株式会社



東海第二発電所

名称 火災区域(区画) 番号を明示した図面(その19)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域(区画) 番号を明示した図面(その20)

日本原子力発電株式会社

## 添付資料 2

東海第二発電所の内部火災影響評価に係る  
安全停止パスに必要な系統について

東海第二発電所の内部火災影響評価に係る安全停止パスに必要な系統について

火災防護対象機器には、多重性を有する安全上重要な以下の設備等がある。

- a. 安全保護系
- b. 原子炉停止系
- c. 工学的安全施設等
- d. 非常用所内電源系
- e. 事故時監視計器
- f. 残留熱除去系
- g. 最終的な熱の逃がし場へ熱を輸送する設備
- h. 上記設備の補助設備（非常用換気空調系等）

これら設備等について、東海第二発電所において原子炉の安全停止パスを確保するために必要な系統を整理した（第1表）。安全停止パスは、原子炉冷却材喪失以外の事象を対象に、原子炉の高温停止及び低温停止に必要な安全機能を整理した（第2表，第3表）。

火災影響評価において、当該火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、安全停止パスが少なくとも一つ確保される場合には、原子炉の安全停止に影響はない。

一方、安全停止パスを一つも確保できない場合は、火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況確認や火災区画での詳細な火災影響評価を行い、安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認する。

第 1 表 安全停止パスを構成する系統

緩和系	区分Ⅰ	区分Ⅱ	区分Ⅲ
a. 安全保護系	原子炉緊急停止系		
	工学的安全施設の作動回路		
b. 原子炉停止系	スクラム		
	SLC (A)	SLC (B)	—
c. 工学的安全施設等 (原子炉補給水機能をもつ系統)	RCIC	—	HPCS
	ADS (A)	ADS (B)	—
	RHR (A)	RHR (B)	—
	LPCS	RHR (C)	—
d. 非常用所内電源系	D/G (2C)	D/G (2D)	D/G (HPCS)
	非常用交流電源 (2C)	非常用交流電源 (2D)	非常用交流電源 (HPCS)
	直流電源 (Ⅰ)	直流電源 (Ⅱ)	直流電源 (Ⅲ)
e. 事故時監視計器	中性子束 (Ⅰ)	中性子束 (Ⅱ)	—
	原子炉水位 (Ⅰ)	原子炉水位 (Ⅱ)	—
	原子炉圧力 (Ⅰ)	原子炉圧力 (Ⅱ)	—
	S/C 水温 (Ⅰ)	S/C 水温 (Ⅱ)	—
f. 残留熱除去系	RHR (A)	RHR (B)	—
g. 最終的な熱の逃がし場へ熱を輸送する系統	RHRS (A)	RHRS (B)	—
h. 補助設備	D/G (2C) HVAC	D/G (2D) HVAC	D/G (HPCS) HVAC
	スイッチギア室 HVAC (A)	スイッチギア室 HVAC (B)	—
	バッテリー室 HVAC (A)	バッテリー室 HVAC (B)	—
	MCR-HVAC (A)	MCR-HVAC (B)	—
	RHR (A) /LPCS ポンプ室 HVAC	RHR (B) / (C) ポンプ室 HVAC	HPCS ポンプ室 HVAC
	DGSW (2C)	DGSW (2D)	DGSW (HPCS)

第2表 原子炉の高温停止に必要な安全停止パス

安全機能	高温停止に必要な安全停止パス※ <sup>1</sup>
1) 原子炉未臨界	スクラム（手動，自動）※ <sup>2</sup> 又は SLC(A) 又は SLC(B)
2) 原子炉過圧防止	SRV（安全弁機能）※ <sup>3</sup>
3) 炉心冷却	RCIC※ <sup>4</sup> 又は HPCS 又は ADS(A) + RHR(A) 又は ADS(A) + LPCS 又は ADS(B) + RHR(B) 又は ADS(B) + RHR(C)
4) 非常用所内電源系	上記1)～3)に必要な電源 SLC(A) : D/G(2C), 直流電源(I) SLC(B) : D/G(2D), 直流電源(II) RCIC : 直流電源(I) HPCS : D/G(HPCS), 直流電源(III) ADS(A) + RHR(A) : D/G(2C), 直流電源(I) ADS(A) + LPCS : D/G(2C), 直流電源(I) ADS(B) + RHR(B) : D/G(2D), 直流電源(II) ADS(B) + RHR(C) : D/G(2D), 直流電源(II)
5) 補機冷却系, 補助設備	上記1)～4)に必要な補機冷却系及び補助設備

※1 : 火災防護審査指針に基づき，単一故障を想定した上で安全停止パスが少なくとも一つ確保する。

※2 : 原子炉緊急停止系の単一故障を想定した場合でも，スクラムによる原子炉未臨界機能は維持される。

※3 : 逃がし安全弁（SRV）は18弁あるため，単一故障を想定しても原子炉過圧防止機能は維持される。

※4 : 原子炉冷却材喪失時は期待できない。

第3表 原子炉の低温停止に必要な安全停止パス

安全機能	低温停止に必要な安全停止パス
1) 原子炉減圧※ <sup>1</sup>	ADS (A) 又は ADS (B)
2) 崩壊熱除去	RHR (A) 又は RHR (B)
3) 非常用所内電源系	上記 1) 2) に必要な電源 SLC (A) : D/G (2C) + 直流電源 (I) SLC (B) : D/G (2D) + 直流電源 (II) RHR (A) : D/G (2C) + 直流電源 (I) RHR (B) : D/G (2D) + 直流電源 (II)
4) 補機冷却系, 補助設備	上記 1) ~ 4) に必要な補機冷却系及び補助設備

※1 : 高温停止を RCIC 又は HPCS で達成した場合に必要。

## 添付資料 3

東海第二発電所の火災区域特性表の例



## 東海第二発電所の火災区域特性表の例

東海第二発電所の火災区域特性表の内部火災影響評価では、資料 3 にて設定した火災区域の情報（部屋番号，床面積，等価時間，隣接火災区域等）を火災区域特性表に記載し，整理する。

火災区域特性表においては，当該火災区域に設置される原子炉の安全停止に係る機器等（ケーブル含む）を明確にする。その上で，当該火災区域にて最も厳しい単一の火災を想定し，火災区域内の安全停止に係る機器全てを機能喪失したと仮定した場合に火災の影響を受ける緩和系を明確にし，残る緩和系において安全停止パスが少なくとも一つ確保されるか否かについて評価を行い，その結果について火災区域特性表として整理する。

なお，原子炉の高温停止に必要な次の安全機能については，火災防護に関する審査指針に基づき，単一故障を想定しても安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認する。

- 1) 原子炉未臨界
- 2) 原子炉過圧防止
- 3) 炉心冷却
- 4) 非常用所内電源系
- 5) 補機冷却系，補助設備

東海第二発電所における火災区域の代表例として，「R-6（ケーブル処理室）」の火災区域特性表を以下のとおり示す。

なお，その他火災区域も含めた火災区域特性表における評価結果の要約については添付資料 5 にて示す。

火災区域特性表 I

火災区域特性表のまとめ					1/1
プラント	NT-2	建屋	原子炉建屋	火災区域番号	R-6

--	--	--	--	--	--

火災区域特性表Ⅱ

火災区域内の火災源及び防火設備			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6

火災区域特性表Ⅲ

火災区域に隣接する火災区域(部屋)と伝播経路			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6

--	--	--	--

火災区域特性表Ⅳ

火災により影響を受ける設備			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6

--	--	--	--

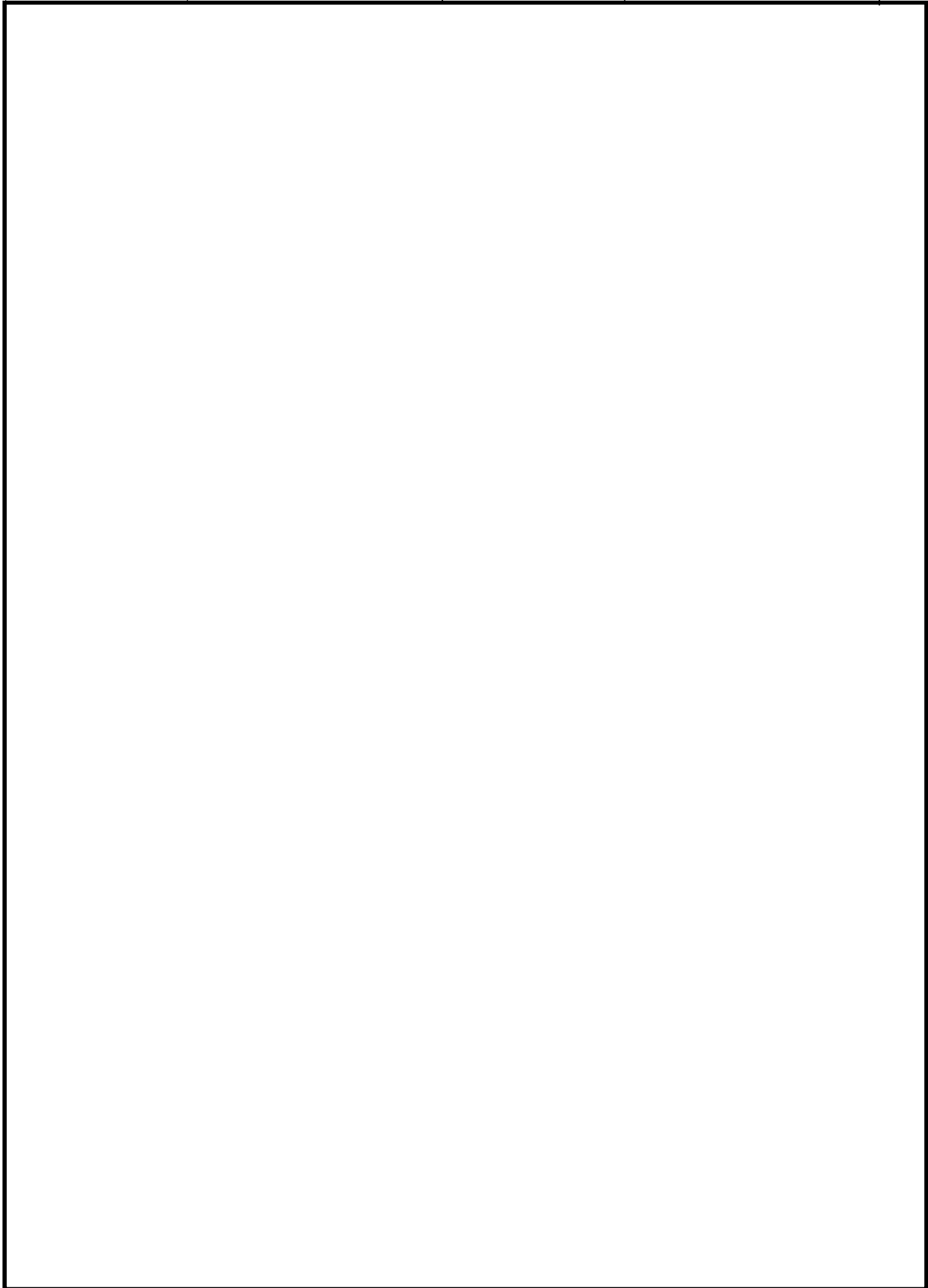
火災区域特性表 V

火災により影響を受けるケーブル			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6

--	--	--	--

添付資料-1

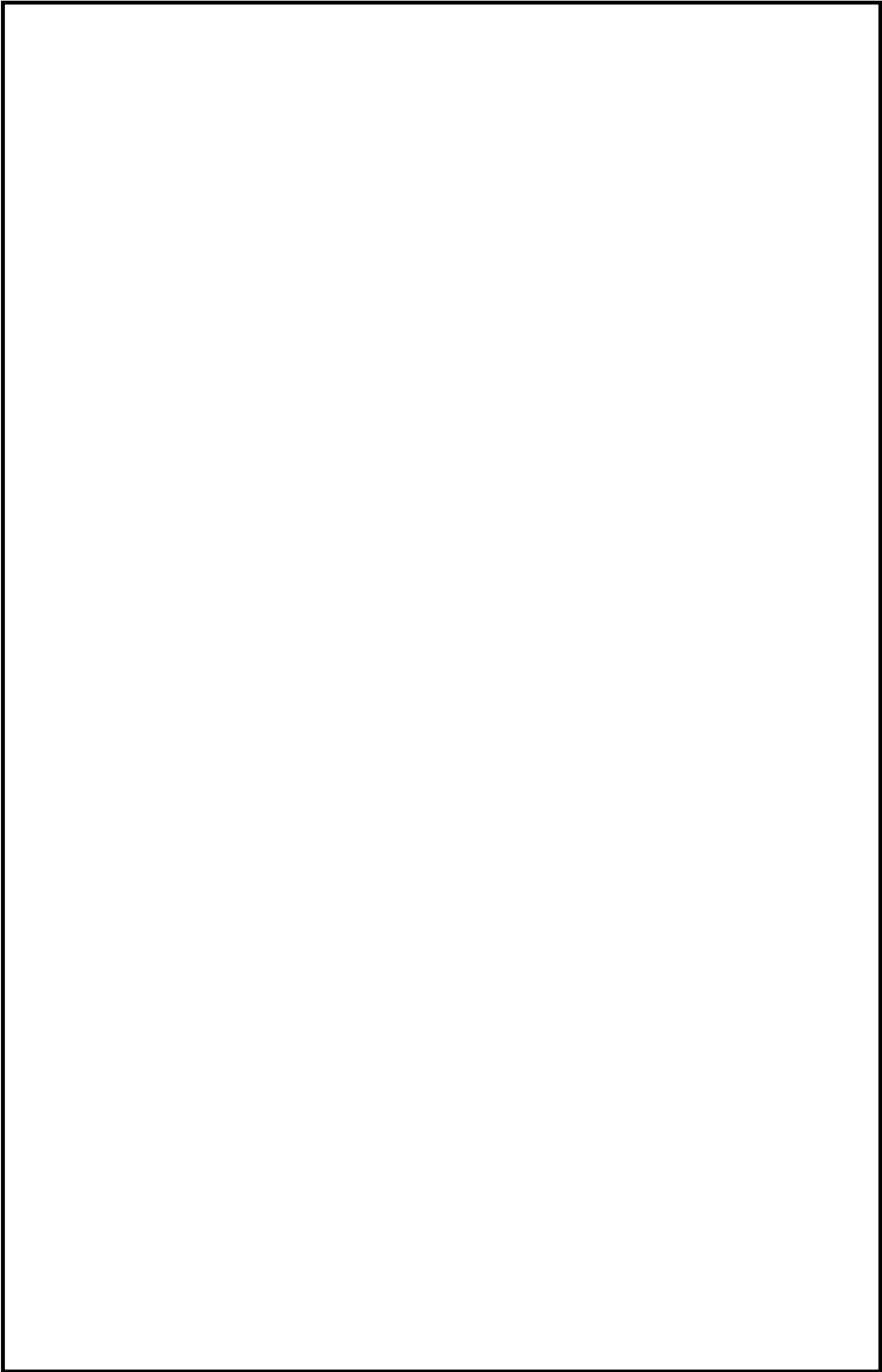
火災影響評価のデータシート 目次			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6



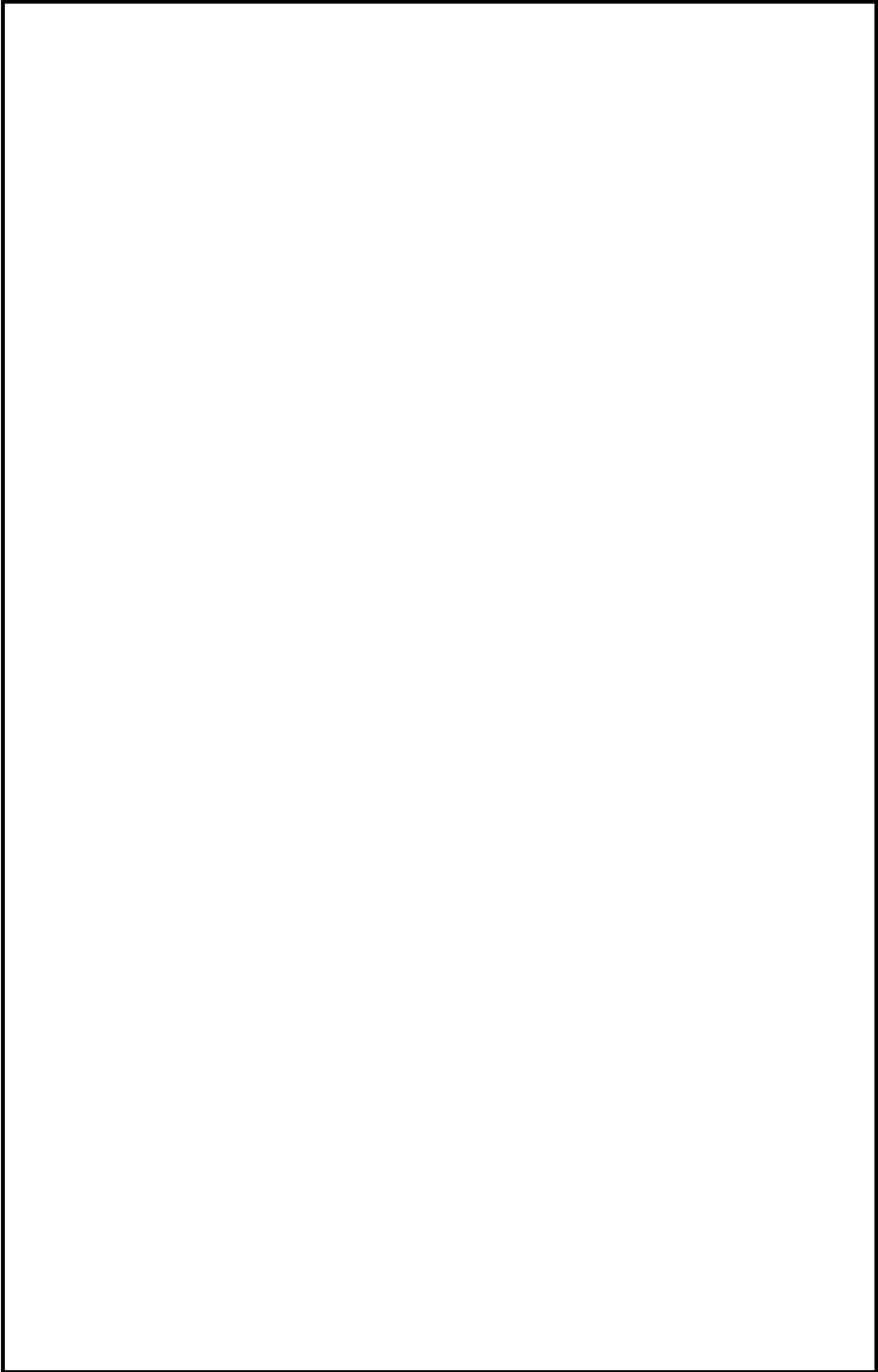


8 条-別添-1-資料 10-添付 3-8

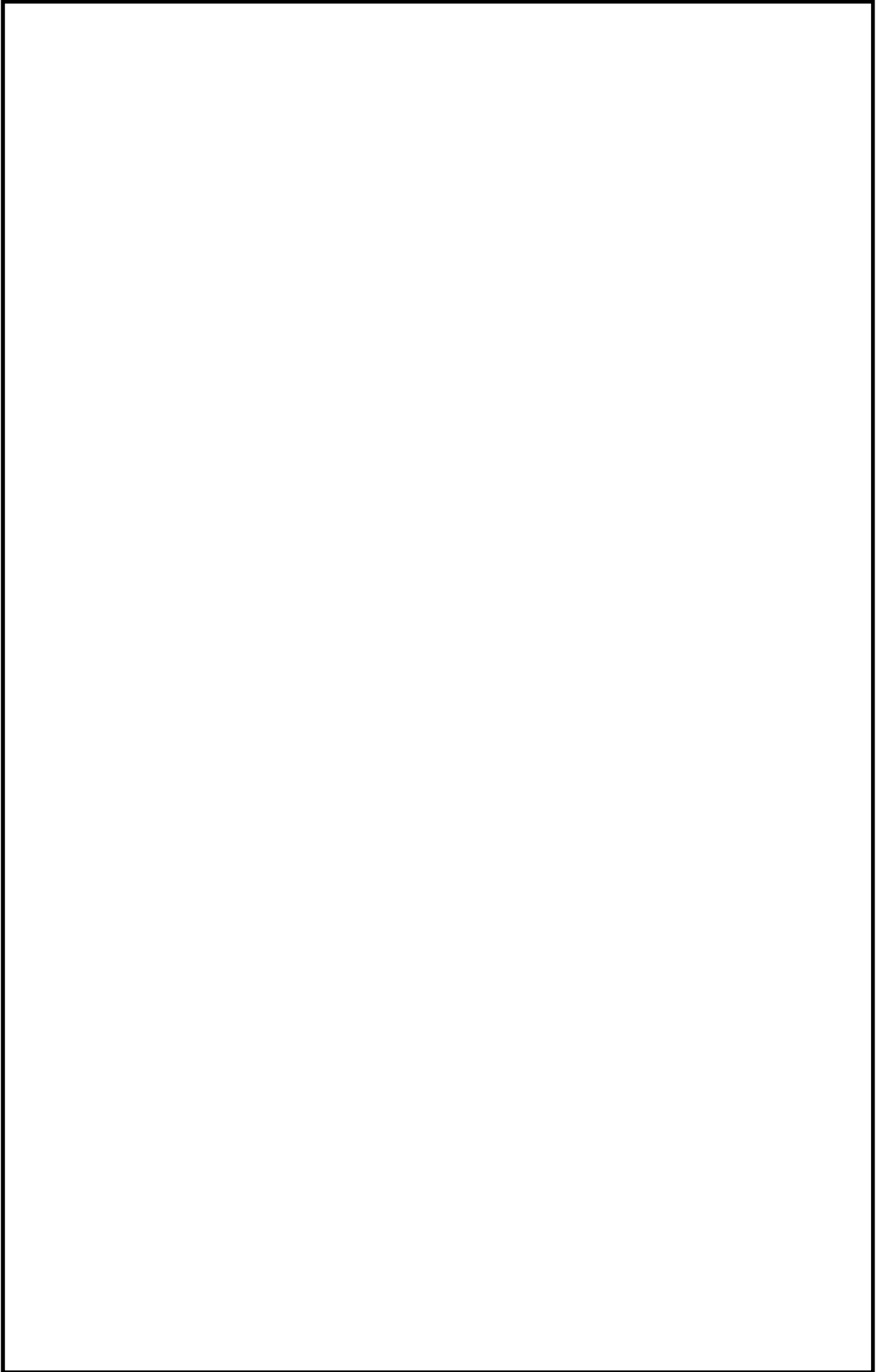




8 条-別添-1-資料 10-添付 3-9



8 条-別添-1-資料 10-添付 3-10



8 条-別添-1-資料 10-添付 3-11

## 火災区域特性表における発熱量算出の考え方

## 1. 発熱量算出の考え方

火災区域特性表にて考慮する発熱量は、第 1 表のとおり既往文献等にて使用される発熱量を参考にしている。

第 1 表 主な可燃物の項目と発熱量

No.	名称	発熱量	備考
1	ポリエチレン、プラスチック	46MJ/kg	(1)
2	ゴム	38MJ/kg	
3	木材、紙	19MJ/kg	
4	潤滑油	42MJ/kg	(2)
5	燃料油		
6	グリース		
7	活性炭/チャコールフィルタ	30MJ/kg	(3)
8	ケーブル	151MJ/m 503MJ/m 503MJ/m 1,047 MJ/m	
8.1	トレイ上に敷設したケーブル (ケーブルトレイ 1 段当りの値)		
	a. 高圧動力用ケーブル		
	b. 低圧電力用ケーブル		
	c. 制御用ケーブル		
8.2	ケーブル 1 本当たりの値	17 MJ/m 54 MJ/m	
	a. 制御用ケーブル		
	b. 計装用ケーブル		
9	盤	2,587MJ/面	(3)
	a. 6.9kV M/C	2,748MJ/面	(3)
	b. 480V P/C	198MJ/面	(3)
	c. 480V MCC	837MJ/面	(4)
	d. 直立盤	1,005MJ/面	(4)
e. ベンチ盤			
10	オイルスナバ	42MJ/ℓ	(2)
11	揚重機器 (オイル, グリース)		

## 出典

- (1) 建築学大系 (第 2 1) 建築防火論 (彰国社)
- (2) NFPA FIRE PROTECTION HANDBOOK 14TH EDITION
- (3) メーカー実験値
- (4) 過去共同研究値

## 2. 発熱量の算出

発熱量は、現場調査した結果を踏まえ、以下式により算出する。なお、集計した発熱量については、機器や盤内部の部品、ケーブル量を考慮し、さらに余裕率(約 1.2 倍)を加え、最終的に算出している。

$$\text{発熱量 [MJ]} = \text{可燃物量 [kg or } \ell] \times \text{単位発熱量 [MJ/kg or MJ/}\ell]$$

## 添付資料 4

東海第二発電所における隣接火災区域への  
火災伝播評価結果について

## 東海第二発電所における隣接火災区域への火災伝播評価結果について

### 1. 概要

全ての火災区域について、隣接火災区域への火災影響の有無を確認するため火災伝播評価を実施した。

### 2. 前提条件

火災伝播評価においては、火災区域の耐火壁（3時間以上の耐火能力）を前提として、隣接火災区域への火災の伝播の有無を評価する。（8条-別添1-資料7参照）

### 3. 評価

全ての火災区域を対象に隣接する火災区域を抽出し、火災伝播評価手順の概要フローに従い、隣接区域への開口部の有無を確認するとともに、等価火災時間と障壁の耐火能力を比較することにより、火災伝播評価を実施した。

その結果、隣接火災区域への火災伝播の可能性のある火災区域はないことを確認した。

評価結果を次頁以降に示す。

東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝播評価結果

火災区域	火災区域内の 主な区画(部屋)名称	等価火災 時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播の可能性	備考



東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝播評価結果

火災区域	火災区域内の 主な区画(部屋)名称	等価火災 時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播の可能性	備考

東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝播評価結果

火災区域	火災区域内の 主な区画(部屋)名称	等価火災 時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播の可能性	備考

## 添付資料 5

東海第二発電所における

火災区域内の火災影響評価結果

火災 区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設等	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 区域 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 区域 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）， —：火災影響あり（安全機能喪失）

火災 区域 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 区域 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 区域 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 区域 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 区域 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 区域 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 区域 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 区域 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 区域 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 区域 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 区域 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	

## 添付資料 6

東海第二発電所における火災区域の詳細な  
火災影響評価について

## 東海第二発電所における火災区域の詳細な火災影響評価について

## 1. 火災により影響を軽減するための対策

隣接火災区域に影響を与えない火災区域及び隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価を実施した結果、火災区域  については、当該火災区域の火災による全機能喪失を想定すると、安全停止パスが確保できないことを確認した。

そこで、これらの火災区域については、火災区域を構成する火災区画について詳細な火災影響評価を行い、系統分離等の火災防護対策を実施することにより、原子炉の高温停止及び低温停止に必要な安全停止パスを少なくとも一つ確保されることを確認する。(第1表)

第1表 火災防護対策が必要な火災区域又は火災区画の対策の概要

火災区域	火災区画	部屋名称	火災防護対策

火災区域	火災区画	部屋名称	火災防護対策

## 2. 火災区画の詳細な火災影響評価結果

1. にて火災により安全停止に影響がある火災区画に対して，異区分の機器等を系統分離するなどの火災防護対策を実施することにより，安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認した。評価結果を第2表及び第3表に示す。

第2表 東海第二発電所 火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 1 / 50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	火災を想定する火災区画		隣接火災区画		ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
		有する機能(注2)		有する機能(注2)							
		ターゲット(注3)	1 2 3 4 5 6 7 8	ターゲット(注3)	1 2 3 4 5 6 7 8						
隣接火災区画	隣接火災区画	開口部有(注1)	無	開口部有(注1)	無						
火災を想定する火災区画	隣接火災区画	隣接火災区画	有する機能(注2)	隣接火災区画	有する機能(注2)						

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「評価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設的设计等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第2表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 2/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)						
				ターゲット(注3)		有する機能(注2)		ターゲット(注3)		有する機能(注2)																					
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8												
ターゲットに関する説明 系統分離対策 高温停止の安全停止バス 低温停止の安全停止バス																															

分類 (注2)

- 1. 安全保護系
- 2. 原子炉停止系
- 3. 工学的安全施設等
- 4. 非常用所内電源系
- 5. 事故時監視計器
- 6. 残留熱除去系
- 7. 最終的な熱の逃し場
- 8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第2表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 3/50)

火災発 想定 する 火災 区画	隣接火災区画	開口部 有 無 (注1)	等価 時間 < 耐火 時間 (注1)	火災発想定する火災区画								ターゲット (注2)	隣接火災区画								系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止注4	低温停止注4				
				火災発想定する火災区画				隣接火災区画																					
				1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8									
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8										

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の遮り場
8. 補助設備

(注1)隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2)各種機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3)当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4)各種機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可償であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。



第2表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 4/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	火災を想定する火災区画								隣接火災区画	隣接火災区画に有する機組(注2)	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止注4	低温停止注4										
		1	2	3	4	5	6	7	8																
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8								
隣接火災区画																									
準備時間																									
閉口部有無																									
隣接火災区画																									
ターゲットに関する説明																									
系統分離対策																									
高温停止の安全停止バス																									
低温停止の安全停止バス																									

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視装置
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「O」とする。  
(注2) 各機能系を有する場合は「O」、有しない場合は「-」とする。  
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「O」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「O」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対策施設の設計等による真通部によって追加及び修正となることもある。

第2表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3 5/50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無(注1)	等価時間<耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止注4	低温停止注4
				1	2	3	4	5	6	7	8						
				1	2	3	4	5	6	7	8						

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 名簿を有する場合は「○」、無い場合は「-」とする。

(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。

(注4) 名簿を有する場合は「○」、無い場合は「-」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設設計等による真違部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 6/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間 <耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								高温停止(注4)	低温停止(注4)		
				有する機能(注2)								有する機能(注2)											
				タ ン ク 1	タ ン ク 2	タ ン ク 3	タ ン ク 4	タ ン ク 5	タ ン ク 6	タ ン ク 7	タ ン ク 8	タ ン ク 1	タ ン ク 2	タ ン ク 3	タ ン ク 4	タ ン ク 5	タ ン ク 6	タ ン ク 7	タ ン ク 8				
																				高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス		
ターゲットに関する説明																							
系統分離対策																							

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の遮り場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
(注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対処施設等の設計等による貫通部によって追加及び修正などがある。

第2表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 7/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無(注1)	等価時間<耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								高温停止注4	低温停止注4
				看する機軸(注2)								看する機軸(注2)									
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8		
				タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	低温停止の安全停止バス	高温停止の安全停止バス
				タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	系統分離対策	ターゲットに関する説明

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能保有する場合は「○」、無い場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等が施設設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第2表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3 8/50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画 看する機軸(注2)					ターゲットによる注	ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止注4	低温停止注4
				隣接火災区画 看する機軸(注2)											
				1	2	3	4	5							
				1	2	3	4	5	6	7	8				

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な蒸気の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各種機軸有る場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各種機軸の成功バスが成立する場合は、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第2表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3 9/50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無(注1)	火災を想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)	
			有する機器(注2)														
			タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ							
			1	2	3	4	5	6	7	8							
			タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ							

分類(注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用屋内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各種機器有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各種機器の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対応施設の設計等による異変等によって追加及び修正となることある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 10/50)

火災発 想定 する 火災 区画	隣接火災区画	開 閉 部 有 無 (注1)	火災を想定する火災区画		隣接火災区画		ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止注 4	低温停止注 4
			有する機組(注2)	有する機組(注2)	有する機組(注2)	有する機組(注2)						
			1	2	3	4	5	6	7	8		

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用炉内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐久時間」であれば「O」とする。

(注2) 各種設備有する場合は「O」、有しない場合は「-」とする。

(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「O」、存在しない場合は「-」とする。

(注4) 各種設備の成り立ちが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「O」とする。  
なお、本評価においては、重大事故等対応施設の設計等による異進部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 11/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災発起する火災区画								隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止注4	低温停止注4										
			有する機組(注2)								有する機組(注2)																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8																

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視補正器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の処理場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「O」とする。  
 (注2) 各機能有する場合は「O」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「O」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため「O」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対策施設の設計等による真通部によって追加及び修正となることもある。



第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 12/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	火災を想定する火災区画		隣接火災区画		ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止 (注4)	低温停止 (注4)
			1	2	3	4						
			タ ク ン ト ノ 上 注3)	タ ク ン ト ノ 上 注3)	タ ク ン ト ノ 上 注3)	タ ク ン ト ノ 上 注3)						

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非費用内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各種箱を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各種箱の成功バスが成立する場合は、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設設計等による貫通部によって追加及び修正などがある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 13 / 50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	火災を想定する火災区画 看する機能(注2)								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止注4	低温停止注4
			隣接火災区画 看する機能(注2)													
			1	2	3	4	5	6	7	8						
			1	2	3	4	5	6	7	8						

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能保有する場合は「○」、無い場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対応施設設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第2表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 14/50)

火災発 想定 する 火災 区画	隣接火災区画	開口部 有無 (注1)	等価 時間 < 耐火 時間 (注1)	火災発想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止注4	低温停止注4	
				隣接火災区画														
				ターゲット 番号 (注)	1	2	3	4	5	6	7							8
				ターゲット 番号 (注)	1	2	3	4	5	6	7	8						

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残渣除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。

(注2) 各種施設有する場合は「○」、無い場合は「-」とする。

(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。

(注4) 各種施設の成功バスが成立する場合は、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対策施設設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 15/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間 <耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画 有する機能(注2)								ターゲット(注3)	隣接火災区画 有する機能(注2)	ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)															
				1	2	3	4	5	6	7	8								
				1	2	3	4	5	6	7	8								

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 原子炉停止系
4. 工学的安全施設等
5. 非常用所内電源系
6. 事故時監視計器
7. 残留熱除去系
8. 最終的な熱の出し場補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による異変部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 16/50)

火災発 生する 火災 区画	隣接 火災 区画	開口部有無 (注1)	等価 時間 < 耐火 時間 (注1)	火災を想定する火災区画								ターゲット(注3)	隣接火災区画 有する機能(注2)	ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				有する機能(注2)															
				1	2	3	4	5	6	7	8								
				1	2	3	4	5	6	7	8								

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1)隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2)各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3)当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4)各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対応施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 17 / 50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)			
			有する機能(注2)								有する機能(注2)																
			ターゲット(注3)	1	2	3	4	5	6	7	8	ターゲット(注3)	1	2	3	4	5	6							7	8	

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「O」とする。  
(注2) 各機能保有する場合は「O」、有しない場合は「-」とする。  
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「O」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「O」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対策施設等の設計等による異動部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 18/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止 (注4)	低温停止 (注4)	
				隣接火災区画														
				ターゲット (注3)	1	2	3	4	5	6	7							8

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用炉内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合は、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による異変部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 19/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画		隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止注4)	低温停止注4)
			有する機能(注2)		有する機能(注2)													
			ターゲット(注3)	1	2	3	4	5	6	7	8	ターゲット(注3)						

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の処理場
8. 補助設備

(注1)隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2)各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3)当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4)各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による異通部によって追加及び修正などもある。



第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 20/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)	
			有する機能(注2)														
			ターゲット(注3)														
			1	2	3	4	5	6	7	8	ターゲット(注3)						
			1	2	3	4	5	6	7	8	隣接火災区画 有する機能(注2)						

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用炉内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「O」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「O」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「O」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「O」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による異変部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 21/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								低温停止 (注4)	高温停止 (注4)
			有する機能(注2)								有する機能(注2)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8		
ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス																	

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による異通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 22 / 50)

火災発想する火災区画	隣接火災区画	火災発想する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)	
		有する機能(注2)														
等価開口部有無(注1)	等価開口部有無(注1)	1	2	3	4	5	6	7	8	ターゲット(注3)						
		1	2	3	4	5	6	7	8							

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
(注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による異変部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 23 / 50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止 (注4)	低温停止 (注4)	
			有する機能(注2)				有する機能(注2)										
			ターゲット(注3)	1	2	3	4	5	6	7							8

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設等の設計等による異動部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 24/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	火災を想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止 (注4)	低温停止 (注4)	
			有する機能 (注2)														
			ターゲット (注3)	1	2	3	4	5	6	7							8

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残熱除去系
7. 最終的な熱の出し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「O」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「O」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「O」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功パスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「O」とする。  
 なお、本評価については、重大事象等対応施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 25/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無(注1)	等価時間(注1)	火災を想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)																																																
				隣接火災区画																																																													
				有する機能(注2)																																																													
				<table border="1"> <tr> <th colspan="8">火災を想定する火災区画</th> <th colspan="8">隣接火災区画</th> </tr> <tr> <td colspan="8">有する機能(注2)</td> <td colspan="8">有する機能(注2)</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td> </tr> </table>								火災を想定する火災区画								隣接火災区画								有する機能(注2)								有する機能(注2)								1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8						
火災を想定する火災区画								隣接火災区画																																																									
有する機能(注2)								有する機能(注2)																																																									
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8																																																		

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間」が「前火時間」であれば「O」とする。

(注2) 各機能有する場合は「O」、有しない場合は「-」とする。

(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「O」、存在しない場合は「-」とする。

(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「O」とする。

なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による真通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 26/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								高温停止 (注4)	低温停止 (注4)
			有する機能(注2)								有する機能(注2)									
			タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ		
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8					
																		高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	
																		系統分離対策		
																		ターゲットに関する説明		

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用炉内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による真通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 27 / 50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画		隣接火災区画								系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止 (注4)	低温停止 (注4)	
			有する機能(注2)		有する機能(注2)													
			ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	1	2	3	4	5	6	7	8						1

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の処理場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設等の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。



第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 28/50)

火災想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災想定する火災区画								隣接火災区画								低温停止注4)	高温停止注4)
				有する機能(注2)				有する機能(注2)				有する機能(注2)				有する機能(注2)					
ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	ターゲット注3)																	
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8		

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の処理場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等特別施設の設計等による異進路によって追加及び修正などがある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 29 / 50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画		ターゲット(注3)		隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
			有する機能(注2)		有する機能(注2)		有する機能(注2)													
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4						

分類 (注2)

1. 安全保護系
  2. 原子炉停止系
  3. 工学的安全施設等
  4. 非常用所内電源系
  5. 事故時監視計器
  6. 残留熱除去系
  7. 最終的な熱の逃し場
  8. 補助設備
- (注1)隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
(注2)各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
(注3)当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4)各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。なお、本評価については、重大事故等対処施設的设计等による異動部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 30/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無(注1)	火災を想定する火災区画								ターゲット(注3)	ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)	
			1	2	3	4	5	6	7	8								
											1 2 3 4 5 6 7 8							

分類(注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の処理場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<前火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設的设计等による貫通部によって追加及び修正などなることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 31/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無(注1)	等価時間<耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画								ターゲット(注3)	ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				有する機能(注2)														
				1	2	3	4	5	6	7	8							
				1	2	3	4	5	6	7	8							

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
(注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対応機器の設計等による異動部によって追加及び修正などがある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 32/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	評価時期 開口部有無 (注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)		
			ターゲット(注3)				有する機能(注2)				有する機能(注2)				有する機能(注2)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8								

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視補償器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「O」とする。

(注2) 各機能を有する場合は「O」、有しない場合は「-」とする。

(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「O」、存在しない場合は「-」とする。

(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「O」とする。なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 33/50)

火災を 想定 する 火災 区画	隣接火災区画	開口部有無	等価 時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)										
				隣接火災区画																							
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)																						
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8								

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。

(注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。

(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。

(注4) 各機能の成功バスが成立する場合は、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正などもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 34/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間<耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)	
				隣接火災区画														
				有する機能(注2)														
				1	2	3	4	5	6	7	8	ターゲット(注3)						

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による真面目部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 35/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画 有する機能(注2)								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)										
				隣接火災区画 有する機能(注2)																							
				ターゲット(注3)																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8								

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1)隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「O」とする。  
(注2)各機能有する場合は「O」、有しない場合は「-」とする。  
(注3)当該火災区画にターゲットが存在する場合は「O」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4)各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「O」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対応施設の設計等による共通部によって追加及び修正となることもある。



第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 36/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画 (注1)	開口部有無	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画 有する機能(注2)								ターゲット(注3)	隣接火災区画 有する機能(注2)								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)	
				ターゲッ		ターゲッ		ターゲッ		ターゲッ			ターゲッ		ターゲッ		ターゲッ										
				1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8							

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の差し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間 < 耐火時間」であれば「○」とする。  
(注2) 各機能は「○」, 有しない場合は「-」とする。  
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」, 存在しない場合は「-」とする。  
(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対応施設等の設計等による異変部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 37 / 50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								ターゲット (注3)	ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止 (注4)	低温停止 (注4)
				有する機能 (注2)														
				1	2	3	4	5	6	7	8							
				1	2	3	4	5	6	7	8	1						

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視補正系
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。

(注2) 各機能有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。

(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。

(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。なお、本評価については、重大事故等対策施設の設計等による貫通部によって追加及び修正などもある。

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無(注1)	等価時間<耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)		
				有する機能(注2)								有する機能(注2)															
				ターゲット(注3)	1	2	3	4	5	6	7	8	ターゲット(注3)	1	2	3	4	5	6							7	8

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の過し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。

(注2) 各機能有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。

(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。

(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対策施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 38/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	火災を想定する火災区画		隣接火災区画								低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)					
			ターゲット(注3)		有する機能(注2)															
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2				3	4	5	6	7
ターゲットに関する説明																	系統分離対策		高温停止の 安全停止バス	
ターゲットに関する説明																	系統分離対策		高温停止の 安全停止バス	

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視装置
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能保有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設的设计等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無(注1)	等価時間<耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)		
				ターゲット(注3)				有する機能(注2)				ターゲット(注3)				有する機能(注2)											
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8							1	2

分類(注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
(注2) 各機能有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対処施設等の設計等による貫通部によって追加及び修正などもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 39 / 50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								ターゲット(注3)	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)	
			隣接火災区画														
			有する機能(注2)														
ターゲット(注3)	1	2	3	4	5	6	7	8	ターゲット(注3)								

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
(注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対策施設等の設置等による真運部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 40/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	火災を想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)	
		有する機能(注2)														
火災を想定する火災区画	隣接火災区画	ターゲット(注3)	1	2	3	4	5	6	7	8	ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
(注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対策施設等の設計等による貫通部によって追加及び修正などもある。

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無(注1)	等価時間<耐久時間(注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)		
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)	1	2	3	4	5	6	7	8	ターゲット(注3)	有する機能(注2)	1	2	3	4							5	6

分類(注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐久時間」であれば「○」とする。

(注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。

(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。

(注4) 各機能の成功バスが成立する場合は、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。なお、本評価については、重大事故等対応施設の設計等による真通部によって追加及び修正となることもある。



第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 41/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間<耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画 有する機能(注2)								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)													
				1	2	3	4	5	6	7	8						

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
(注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対応施設等の設計等による異動部によって追加及び修正などもある。

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間<耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画		隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)						
				有する機能(注2)								有する機能(注2)													
				ターゲット(注3)	1	2	3	4	5	6	7	8	ターゲット(注3)							1	2	3	4	5	6

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視補計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の差し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。

(注2) 各機能保有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。

(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。

(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。

なお、本評価については、重大事故等対処施設等の設計等による異通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 42/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画 有する機能(注2)								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)													
				1	2	3	4	5	6	7	8						
										ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)		

分類(注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間 < 耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による真価部によって追加及び修正となることある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 43/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間<耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画 有する機能(注2)					隣接火災区画 有する機能(注2)					ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)	
				ターゲット(注3)					ターゲット(注3)											
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2							3

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設等の設計等による異変部によって追加及び修正となることもある。

第2表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 44/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間<耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画 有する機能(注2)								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止注4)	低温停止注4)
				隣接火災区画 有する機能(注2)													
				1	2	3	4	5	6	7	8						
										ターゲット注3)							

分類(注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1)隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。

(注2)各機能有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。

(注3)当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。

(注4)各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。なお、本評価については、重大事故等対策機器の設計等による異動部によって追加及び修正となることもある。

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	等価時間<耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)						
				ターゲット(注3)								ターゲット(注3)																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8												
ターゲットに関する説明																															

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視装置
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の差し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「O」とする。  
(注2) 各機能保有する場合は「O」、有しない場合は「-」とする。  
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「O」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「O」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対応施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	等価時間 開口部有無 (注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)			
			ターゲット(注3)								ターゲット(注3)																
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8									

分類(注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
(注2) 各機能有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4) 各機能の成功バスが成立する場合は、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による異通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 45/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止 (注4)	低温停止 (注4)	
			隣接火災区画														
			ターゲット注3	有する機能(注2)													
			1	2	3	4	5	6	7	8							
			1	2	3	4	5	6	7	8							

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。

(注2) 各機能有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。

(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。

(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による異通部によって追加及び修正となることもある。



第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 46/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 等面時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画					隣接火災区画					ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止 (注4)	低温停止 (注4)	
			有する機能(注2)					有する機能(注2)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2							3

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等面時間<耐火時間」であれば「O」とする。  
 (注2) 各機能有する場合は「O」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「O」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「O」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設的设计等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 47/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								低温停止(注4)	高温停止(注4)			
			有する機能(注2)								有する機能(注2)												
			タ	ゲ	ト	1	2	3	4	5	6	7	8	タ	ゲ	ト	1	2			3	4	5
ターゲットに関する説明																							
システム分離対策																							
高温停止の安全停止バス								低温停止の安全停止バス															

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の処理場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設等の設計等による異動部によって追加及び修正などもある。

第2表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区画 R-3 48/50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	火災を想定する火災区画					隣接火災区画					ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
		ターゲット上(注3)					ターゲット上(注3)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2						

分類(注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の処理場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「評価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
(注2) 各機能を持つ場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
なお、本評価については、重大事故等対応施設の設計等による真価部によって追加及び修正などがある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 49/50)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間<耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画					隣接火災区画					ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				有する機能(注2)					有する機能(注2)										
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2						
ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)	ターゲット(注3)

分類(注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による異動部によって追加及び修正となることもある。

第2表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-3 50/50)

火災想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無 (注1)	火災を想定する火災区画 有する機能(注2)		隣接火災区画 有する機能(注2)		ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の 安全停止バス	低温停止の 安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
			ターゲット上(注3)	ターゲット下(注3)	ターゲット上(注3)	ターゲット下(注3)						
			1	2	3	4	5	6	7	8		

分類 (注2)  
 1. 安全保護系  
 2. 原子炉停止系  
 3. 工学的安全施設等  
 4. 非常用所内電源系  
 5. 事故時監視計器  
 6. 残留熱除去系  
 7. 最終的な熱の逃し場  
 8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等面時間<耐火時間」であれば「O」とする。  
 (注2) 各機能を有する場合は「O」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「O」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「O」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正などがある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-6 1 / 2)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無		等価時間 < 耐火時間 (注1)	火災を想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止 (注4)	低温停止 (注4)	
		有	無		1	2	3	4	5	6	7	8							

分類 (注2)  
 1. 安全保護系  
 2. 原子炉停止系  
 3. 工学的安全施設等  
 4. 非常用所内電源系  
 5. 事故時監視計器  
 6. 減留熱除去系  
 7. 最終的な熱の逃し場  
 8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。  
 (注2) 各種施設有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。  
 (注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。  
 (注4) 各種機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。  
 なお、本評価については、重大事故等対策施設の設計等による真違部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価 (火災区域 R-6 2/2)

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無(注1)	等価時間 < 耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止バス	低温停止の安全停止バス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				着する機軸(注2)													
				タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ						
				1	2	3	4	5	6	7	8						
				タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ						
				タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ	タ						

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の処理場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。

(注2) 各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。

(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。

(注4) 各機能の成功バスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。なお、本評価については、重大事故等対処施設的设计等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第3表 東海第二発電所の火災影響評価（火災区域 R-3）

火災 区域 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	



第3表 東海第二発電所の火災影響評価（火災区域 R-6）

火災 区域 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	

## 添付資料 7

東海第二発電所 火災の影響による  
原子炉冷却材喪失の発生可能性について

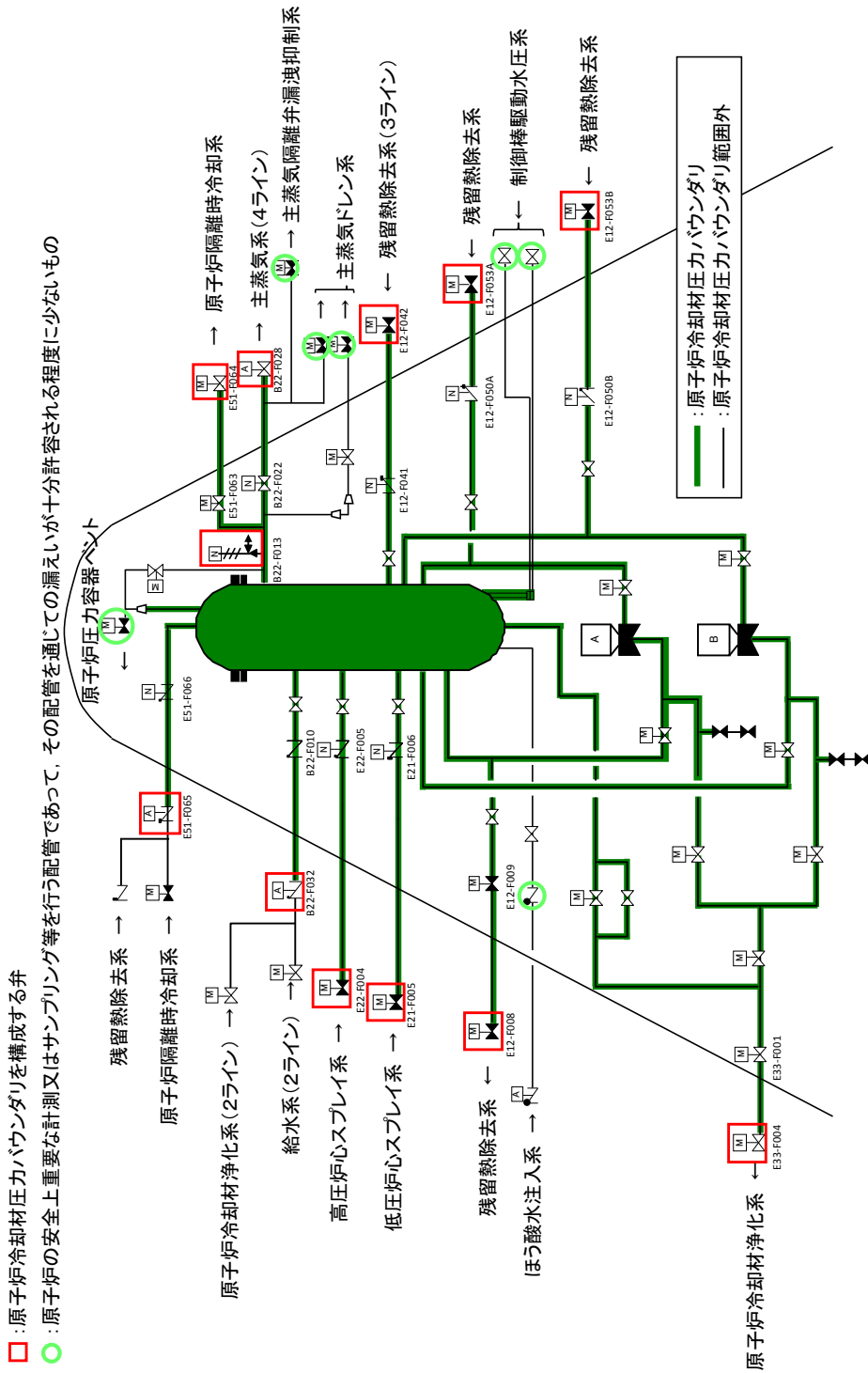
## 東海第二発電所 火災の影響による原子炉冷却材喪失の発生可能性について

火災の影響により原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する弁の誤作動が発生した場合に原子炉冷却材喪失が発生する可能性について確認した。確認結果を第 1 表に示す。また、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する弁についての概要図を第 1 図に示す。

火災の影響により逃がし安全弁が誤開放した場合には、原子炉冷却材がサブレーション・プールに流出する可能性があるが、この場合でも運転員が中央制御室にて回路の直流電源を切断することで、速やかに閉止することが可能である。また、逃がし安全弁以外の弁については、火災の影響により原子炉冷却材の流出は発生しない。

第1表 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する弁に対する火災発生時の影響

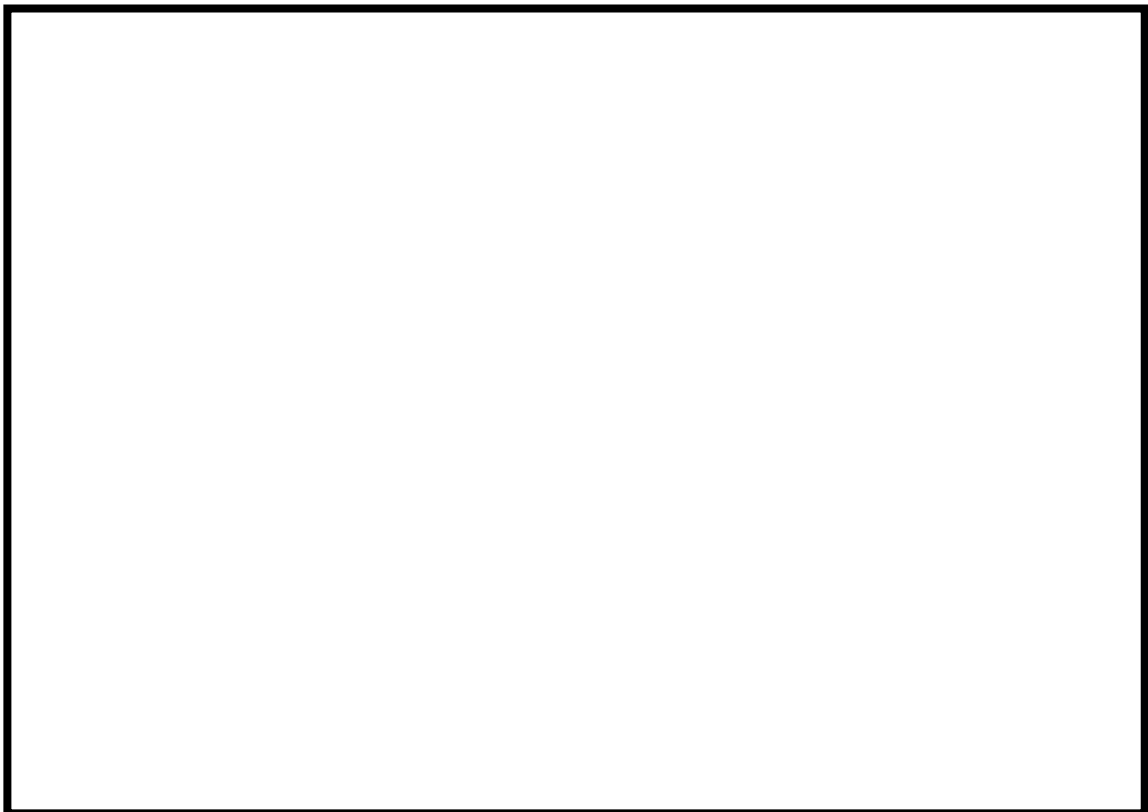
弁名称	弁型式	火災発生時の影響
主蒸気外側隔離弁 (B22-A0-F028)	空気作動弁	通常運転中に開の弁であり、火災影響による LOCA 発生の可能性はない。
CUW吸込ライン外側隔離弁 (E33-M0-F004)	電動弁	
RCIC 外側隔離弁 (E51-M0-F064)	電動弁	
HPCS 系注入弁 (E22-M0-F004)	電動弁	本弁の RPV 側に逆止弁が設置されていることから、火災影響による LOCA 発生の可能性はない。
LPCS 系注入弁 (E21-M0-F005)	電動弁	
RHR 注入弁 (E12-M0-F042)	電動弁	
RHR 停止時冷却注入弁 (E12-M0-F053)	電動弁	
原子炉給水逆止弁 (E51-A0-F032)	試験可能逆止弁 (空気作動)	
RCIC 外側ラスト逆止弁 (E51-A0-F065)	試験可能逆止弁 (空気作動)	原子炉圧力が高い場合には開動作しないインターロックが操作スイッチの制御盤とは異なる盤に設置されているため、単一の火災による LOCA の可能性はない。(第2図, 第3図)
RHR 停止時冷却ライン外側隔離弁 (E12-M0-F008)	電動弁	中央制御室内の盤火災により逃がし安全弁の制御回路が誤動作して逃がし安全弁が誤開放した場合でも、中央制御室に常駐している運転員が速やかに火災感知・消火を実施する。また、誤開した逃がし安全弁を中央制御室で特定し、当該制御回路の電源を切断することにより、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。 (第4図)
逃がし安全弁 (B22-A0-F013)	窒素作動弁	



第1図 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する弁の概要図



第 2 図 RHR 停止時冷却ライン外側隔離弁 (E12-M0-F008) の回路図



第 3 図 中央制御室の制御盤配置図



第4図 自動減圧系及び過渡時自動減圧機能の制御盤配置図

## 添付資料 8

東海第二発電所 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の  
単一故障を考慮した原子炉停止について



東海第二発電所 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  
の単一故障を考慮した原子炉停止について

1. 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。

2. 要求事項

安全評価審査指針では、「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」について解析することが要求されている。

また、解析に当たっては、想定された事象に加えて「設計基準事故」に対処するために必要な系統、機器について単一故障を想定し、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要求がある。

「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」（抜粋）

2. 評価すべき範囲

2.1 運転時の異常な過渡変化

原子炉の運転中において、原子炉施設の寿命期間中に予想される機器の単一の故障若しくは誤動作又は運転員の単一の誤操作、及びこれらと

類似の頻度で発生すると予測される外乱によって生ずる異常な状態に至る事象を対象とする。

## 2.2 事故

「運転時の異常な過渡変化」を超える異常な状態であって、発生する頻度はまれであるが、発生した場合は原子炉施設からの放射性物質の放出の可能性があるため、原子炉施設の安全性を評価する観点から想定する必要がある事象を対象とする。

## 5. 解析に当たって考慮すべき事項

### 5.2 安全機能に対する仮定

- (2) 解析に当たっては、想定された事象に加えて、「事故」に対処するために必要な系統、機器について、原子炉停止、炉心冷却及び放射能閉じ込めの各基本的安全機能別に、解析の結果を最も厳しくする機器の単一故障を仮定した解析を行わなければならない。この場合、事象発生後短期間にわたっては動的機器について、また、長期間にわたっては動的機器又は静的機器について、単一故障を考えるものとする。ただし、事象発生前から動作しており、かつ、発生後も引き続き動作する機器については、原則として故障を仮定しなくてもよい。静的機器については、単一故障を仮定したときにこれを含む系統が所定の安全機能を達成できるように設計されている場合、その故障が安全上支障のない時間内に除去又は修復ができる場合、又は、その故障の発生確率が十分低い場合においては、故障を仮定しなくてもよい。

(解説)

#### 4. 解析に当たって考慮すべき事項について

##### 4.1 解析に当たって考慮する範囲

安全設計評価における「運転時の異常な過渡変化」及び「事故」の解析は、通常運転の全範囲及び運転期間の全域にわたって生じ得る異常な事象をすべて包絡して、安全設計の基本方針に関する評価を行うものでなければならない。したがって、具体的な解析条件等の選定は、この趣旨に沿って行う必要がある。さらに、解析結果は、想定した事象が、判断基準を満足しながら支障なく収束できることを、その事象が包絡している全事象について確認できるものでなければならない。そのためには、少なくとも事象が収束して原子炉が支障なく冷態停止に移行できることが、合理的に推定できなければならない。なお、これには事象によって例外もあり、例えば、「原子炉冷却材喪失」の場合について「E C C S 性能評価指針」の基準(4)が適用される。

##### 4.2 安全機能に対する仮定

(1) 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、「重要度分類指針」において、安全機能の重要度に応じ、三つのクラスに分類され、これに対応して、異常影響緩和機能を有するものは、MS-1、MS-2及びMS-3に分類されている。異常状態が発生したときに、これを収束し、あるいはその影響を緩和する機能は、その重要度に応じた信頼性を有するものでなければならない。その見地から、原子炉施設は、原則として、一般の産業施設と同様の信頼性を有するMS-3に属するものの緩和機能を期待することなく、「事故」に対処できることが必要と考える。したがって、指針本文では、「事故」の解析上期待し得る緩和機能は、原則としてMS-1に属するもの及びMS-2に属するも

のによる緩和機能であるとした。ただし、MS-3に属するものが高い信頼性を有する場合には、それらは、MS-1あるいはMS-2と同等の高い信頼性を有することが必要である。

同様に、「運転時の異常な過渡変化」についても、解析上期待し得る緩和機能は、原則としてMS-1に属するもの及びMS-2に属するものによる緩和機能であるとした。ただし、MS-3に属するものの信頼性が十分であれば、その緩和機能を期待することができる。具体的には、付録I及び付録解説においてこれらを示す。

(2) 「安全設計審査指針」は、重要度の特に高い安全機能を有する系統について、その系統を構成する機器の単一故障を仮定しても、その系統の安全機能が阻害されないことを要求しており、「重要度分類指針」は、この要求が適用される系統を具体的に示している。これは、単一故障の仮定を系統ごとに適用するもので、いわゆる「系統別適用」である。これに対して、旧指針においては、一つの安全機能を果たすべき系統、機器の組合せに対して、結果を最も厳しくする故障を仮定する、いわゆる「機能別適用」を要求していたところである。ここでいう「単一故障」とは、異常状態の発生原因としての故障とは異なるものであり、異常状態に対処するために必要な機器の一つが所定の安全機能を失うことをいい、従属要因に基づく多重故障を含むものである。

今回の指針改訂においても、単一故障の仮定の適用に関する基本的な考え方に変わりはない。すなわち、「事故」に対処するために必要なMSの系統、機器について、原子炉停止、炉心冷却及び放射能閉じ込めの各基本的安全機能ごとに、その機能遂行に必要な系統、機器の組

合せに対する単一故障を仮定する。例えば、「原子炉冷却材喪失」において、炉心冷却という一つの安全機能を達成するためには、冷却水を注入する非常用炉心冷却系（以下「ECCS」という。）はもとより、これを起動する安全保護系、ECCSを駆動する電源、機器を冷却し最終的な熱の逃がし場まで熱を輸送する系統等が適切に組み合わせられることが必要である。本指針においては、このように一つの安全機能の遂行のために形成される系統、機器の組合せに対して、解析の結果が最も厳しくなる単一故障を仮定することを求めるものである。

本指針において求める単一故障の仮定は、「事故」に対処するために必要なMSについて、重要度のクラスの如何を問わず、上記の各基本的安全機能を果たすために必要なすべての系統、機器を対象とするのが原則である。単一故障を仮定する対象となる安全機能を果たすべき系統、機器には、「重要度分類指針」でいう「当該系」のみならず、当該系の機能遂行に直接必要となる関連系も含まなければならない。ただし、事象発生前から機能しており、かつ、事象の過程でも機能し続ける、いわゆる“on-duty”の機器等については、故障の仮定から除外することができる。

### 3. 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。

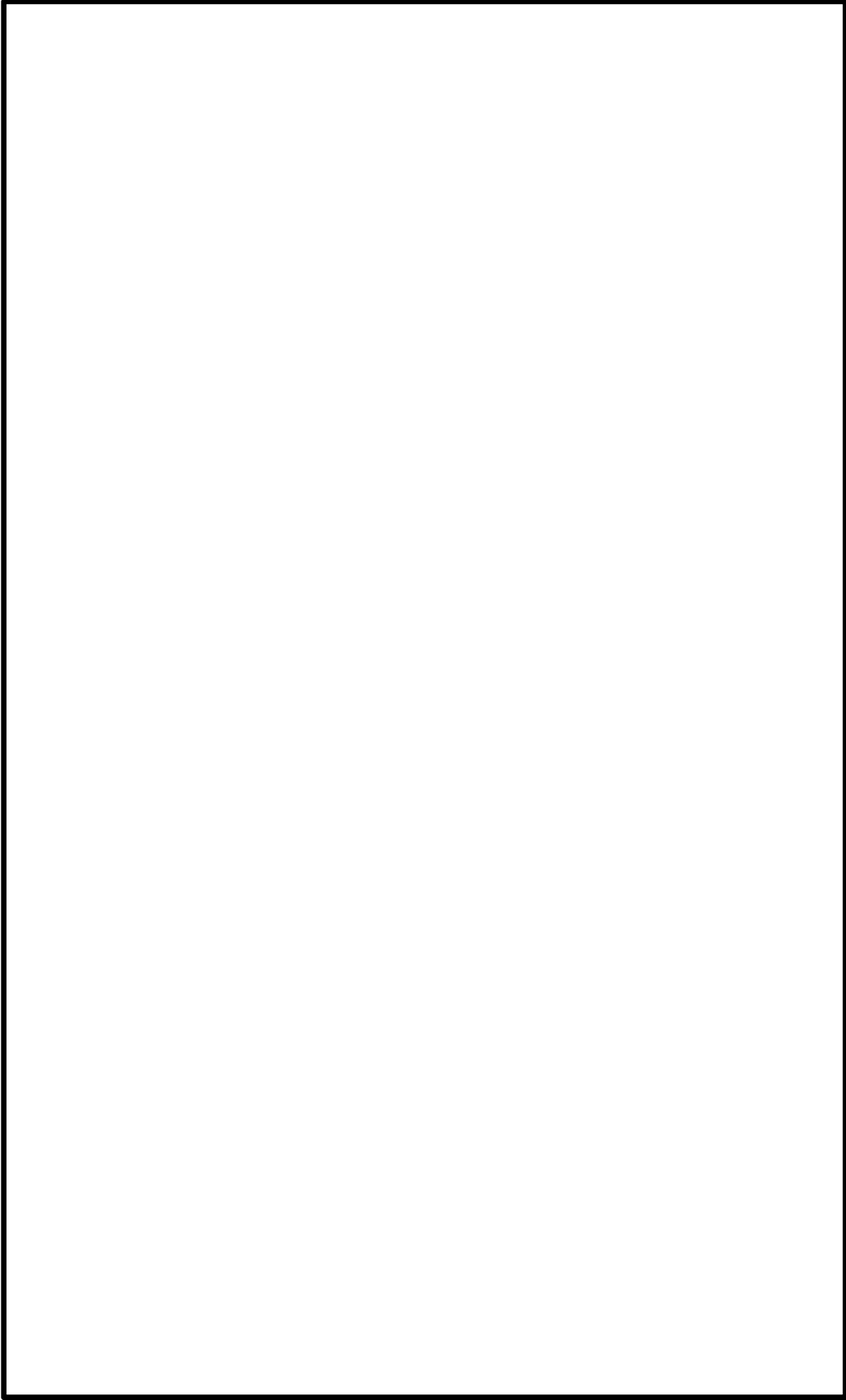
#### 4. 火災により想定される事象の抽出

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。（添付資料 5，添付資料 6）

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、安全評価審査指針に基づく評価と同様、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

#### 4.1 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。

○：評価対象とする事象，—：評価対象外とする事象

#### 4.2 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

○：評価対象とする事象， -：評価対象外とする事象

## 5. 抽出された事象の単一故障評価

上記 4. 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。

### 5.1 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

#### 5.1.1 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。

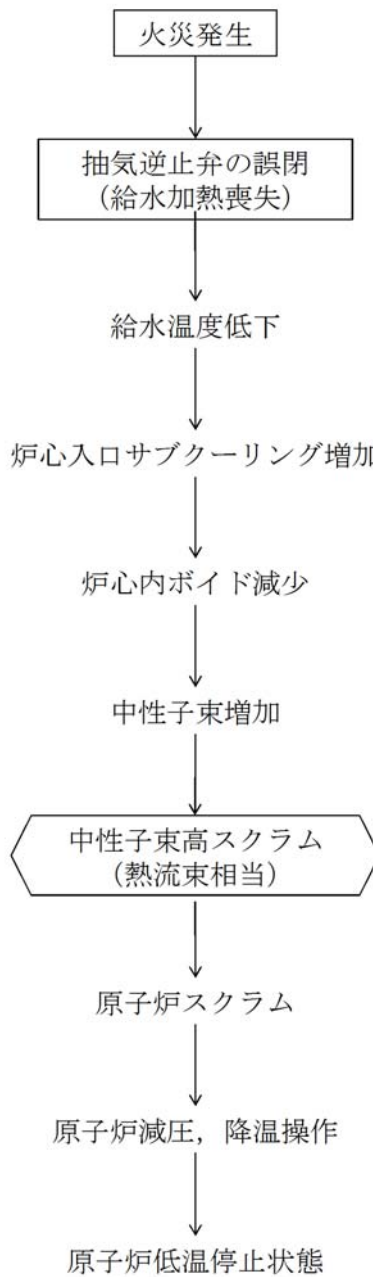
- ・タービン発電機補機盤（中央制御室 CP-7）
- ・タービン補機補助継電器盤（中央制御室 CP-9）

##### (3) 単一故障を想定した事象の収束

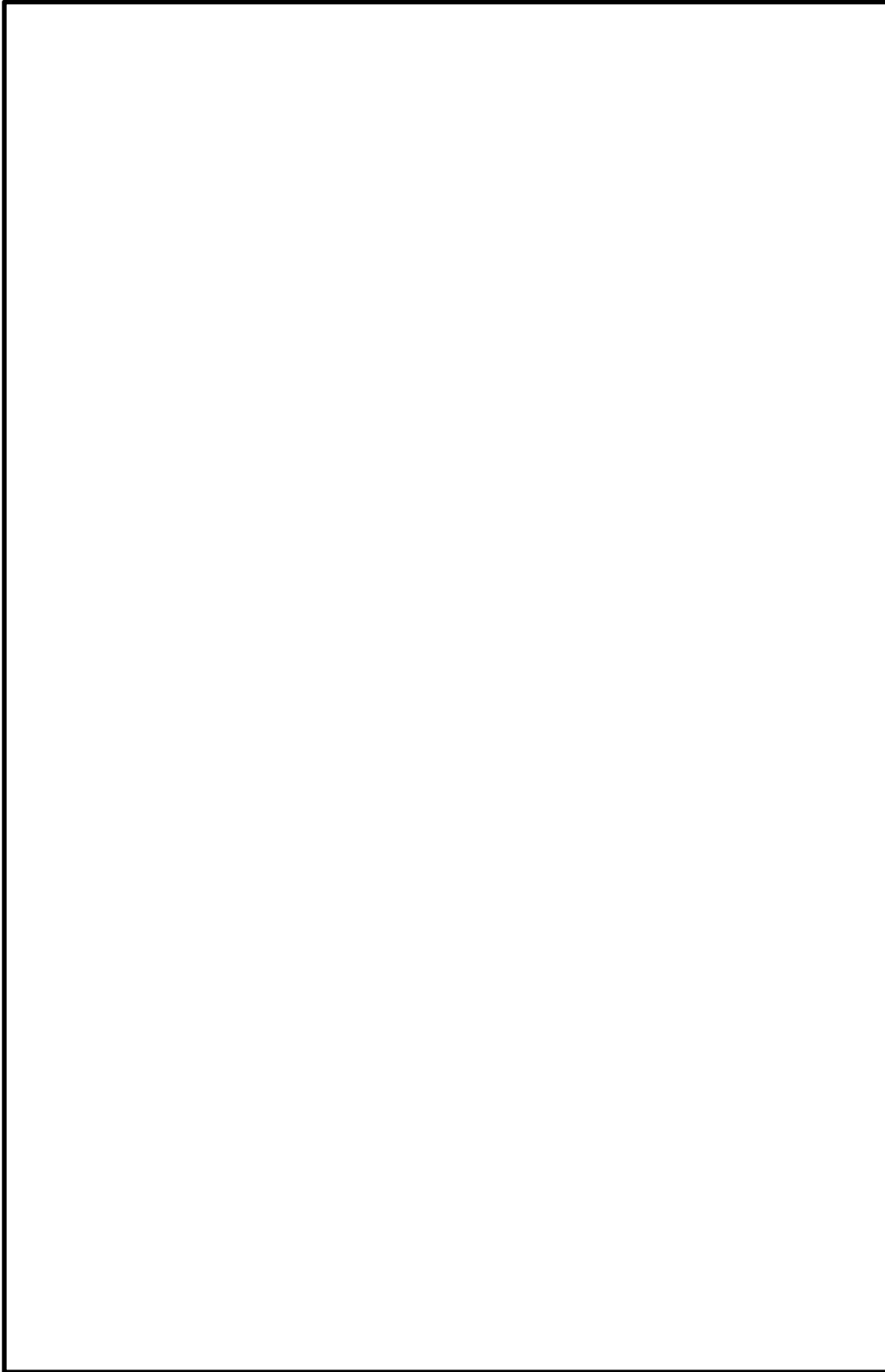
本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系（中性子束高スクラム（熱流束相当））の単一故障である。

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）

## 5.1.2 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。

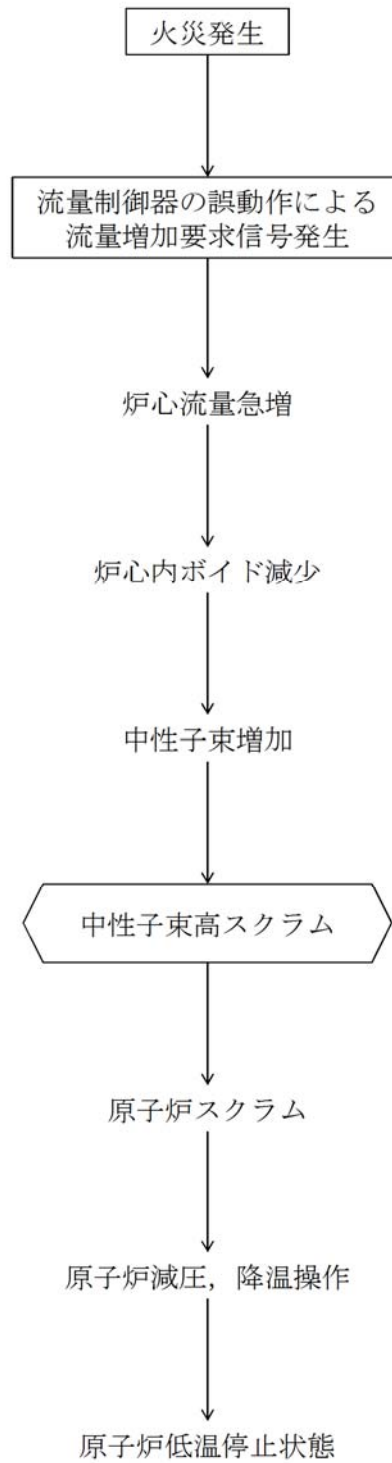
- ・再循環流量制御系制御盤（中央制御室 H13-P634A, H13-P634B）

### (3) 単一故障を想定した事象の収束

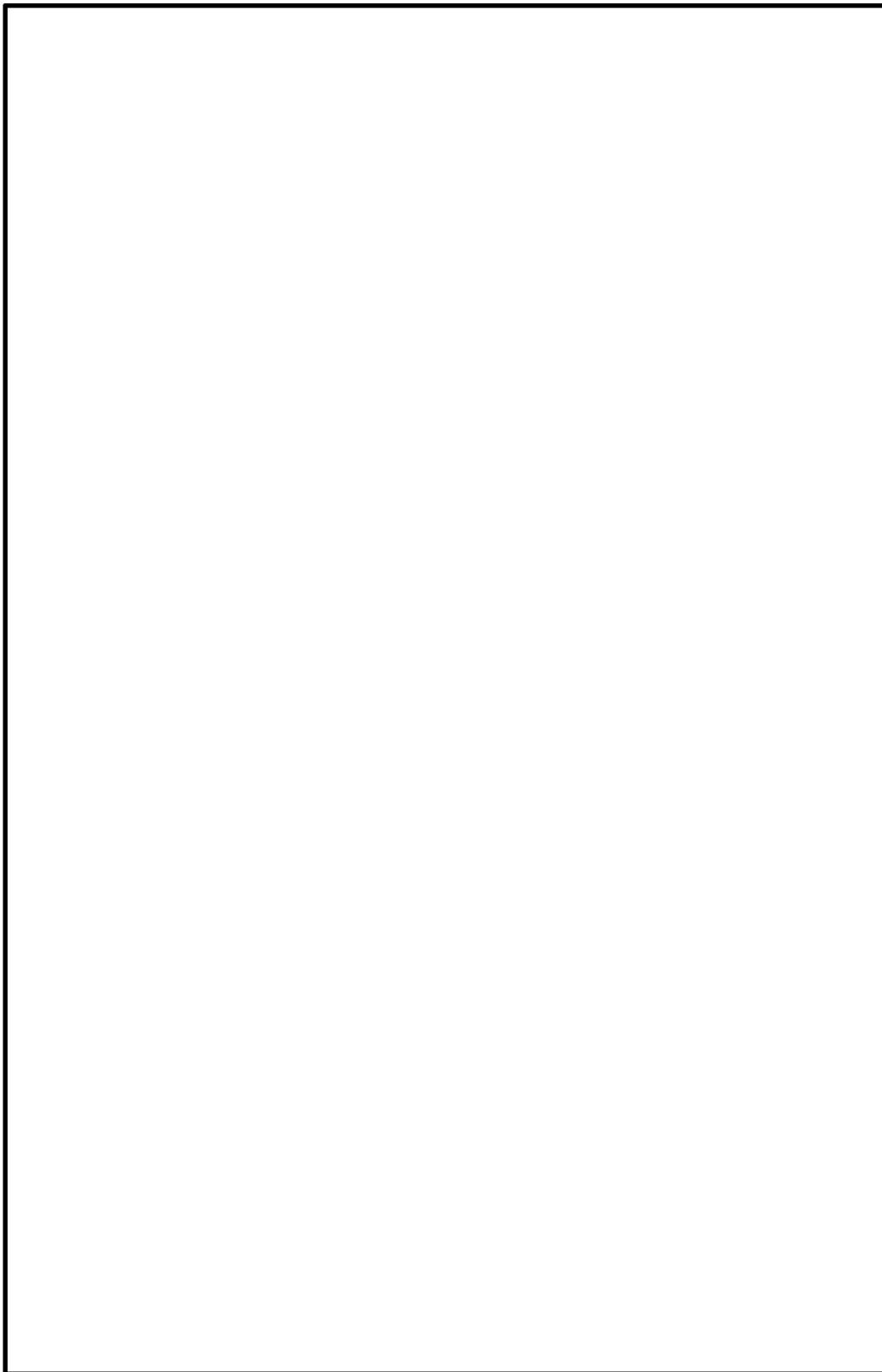
本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系（中性子束高スクラム）の単一故障である。

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）

### 5.1.3 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。

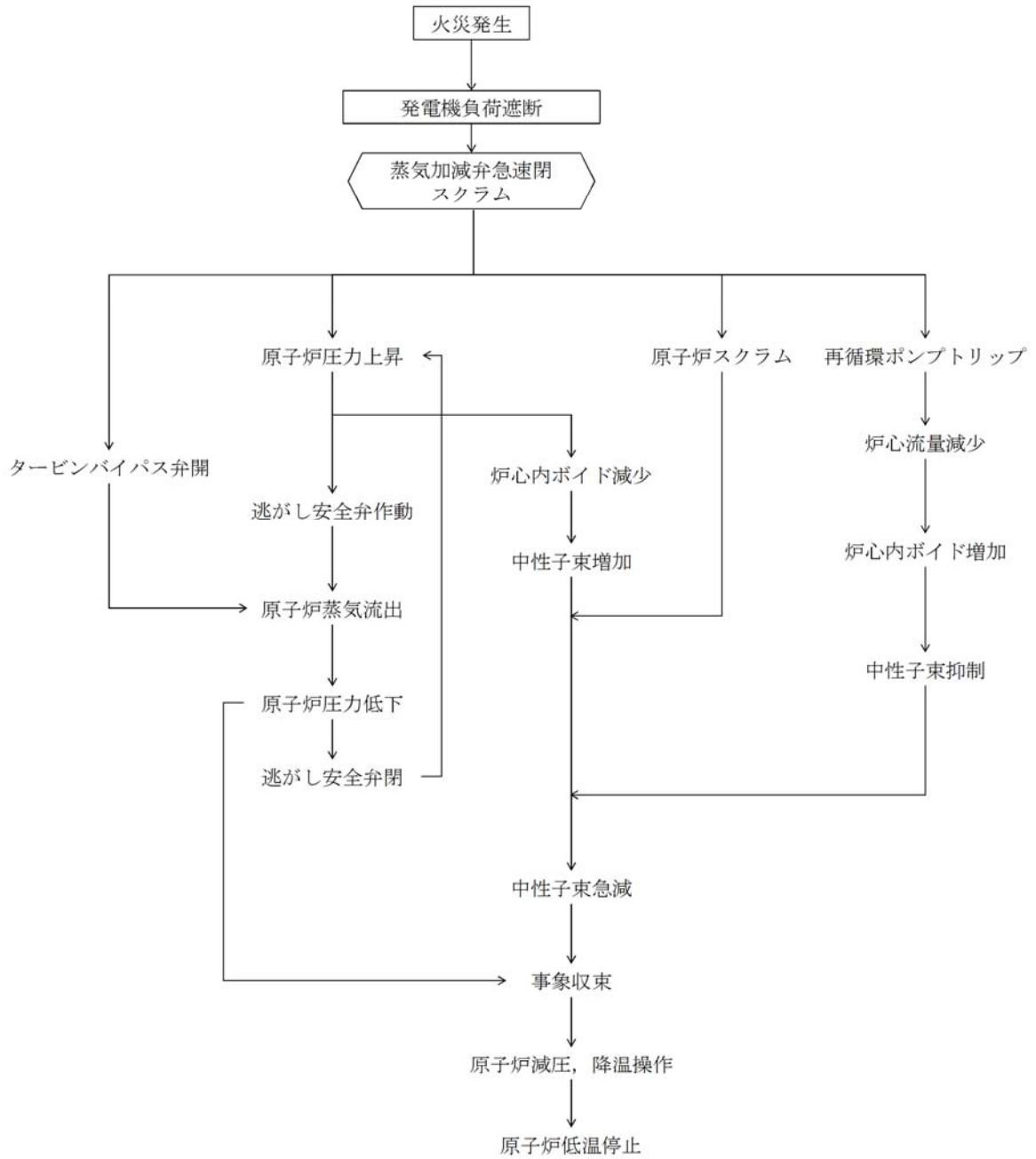
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、蒸気加減弁が急速に閉止することを想定する。

- ・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）

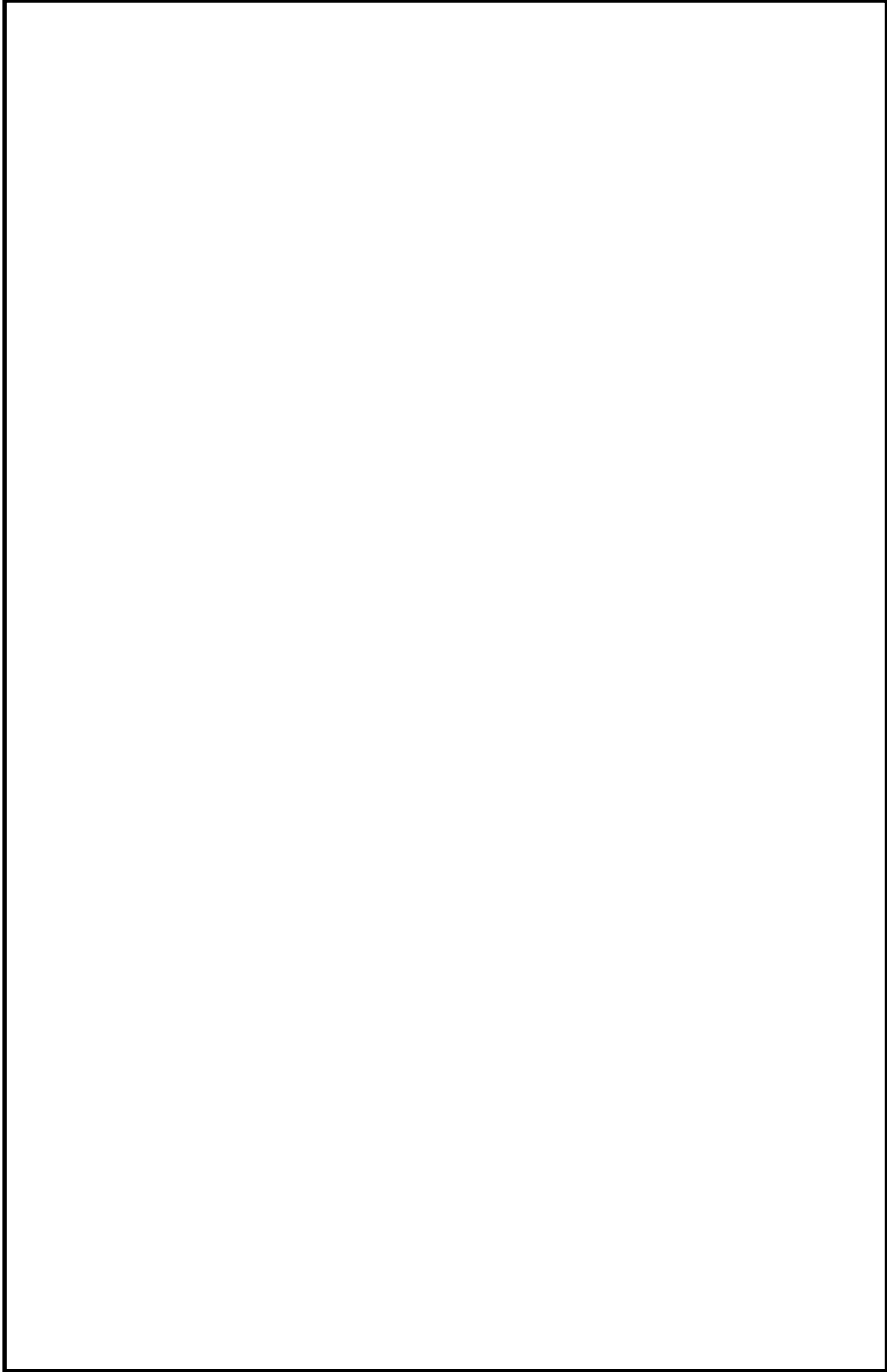
#### (3) 単一故障を想定した事象の収束

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 6 図 「負荷の喪失」の事象過程



第7図 中央制御室制御盤の配置図（負荷の喪失）

#### 5.1.4 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。

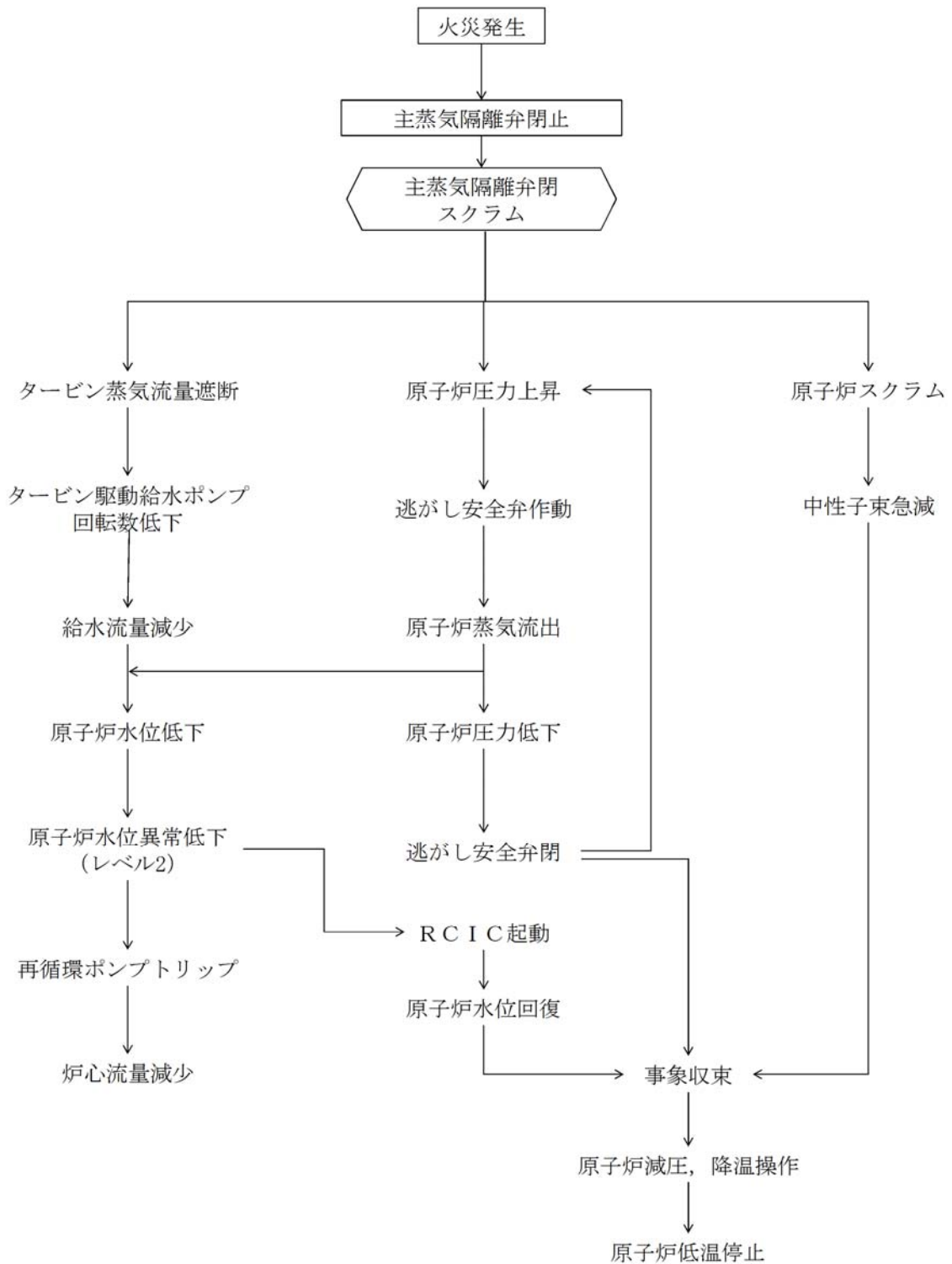
- ・ 緊急時炉心冷却系操作盤（中央制御室 H13-P601）
- ・ 格納容器内側隔離系継電器盤（中央制御室 H13-P622）
- ・ 格納容器外側隔離系継電器盤（中央制御室 H13-P623）

##### (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。

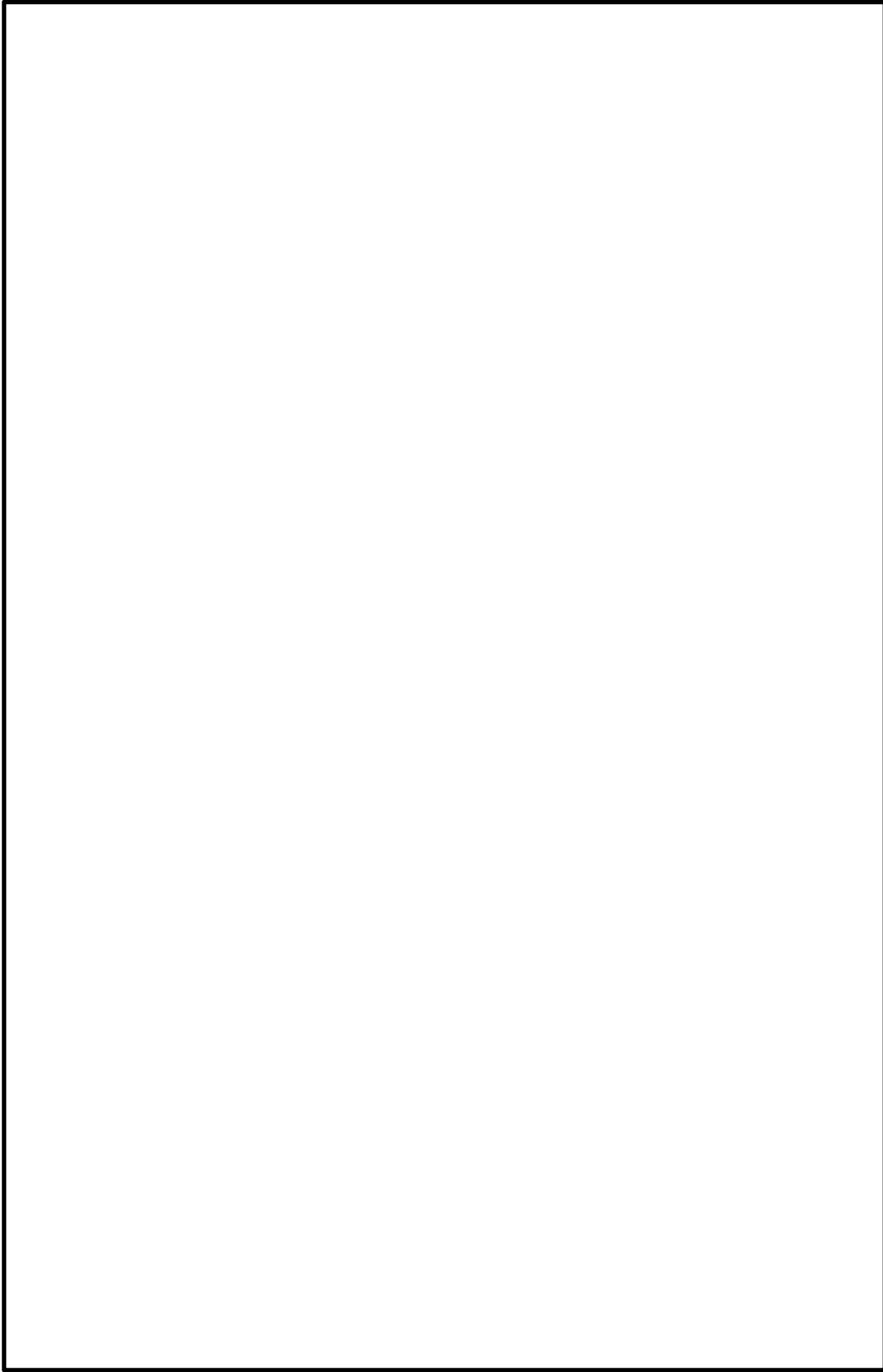
このことを踏まえ、本事象の収束について確認した結果、本事象の発生に至る緊急時炉心冷却系操作盤、格納容器内側隔離系継電器盤及び格納容器外側隔離系継電器盤と、安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離されており（第9図）、火災の影響を受けないことから、安全保護系の単一故障を考慮しても、他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また、高温停止及び低温停止に必要な対処系については、主蒸気隔離弁の論理回路と非常用炉心冷却系等の論理回路が同じ緊急時炉心冷却

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）

### 5.1.5 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。

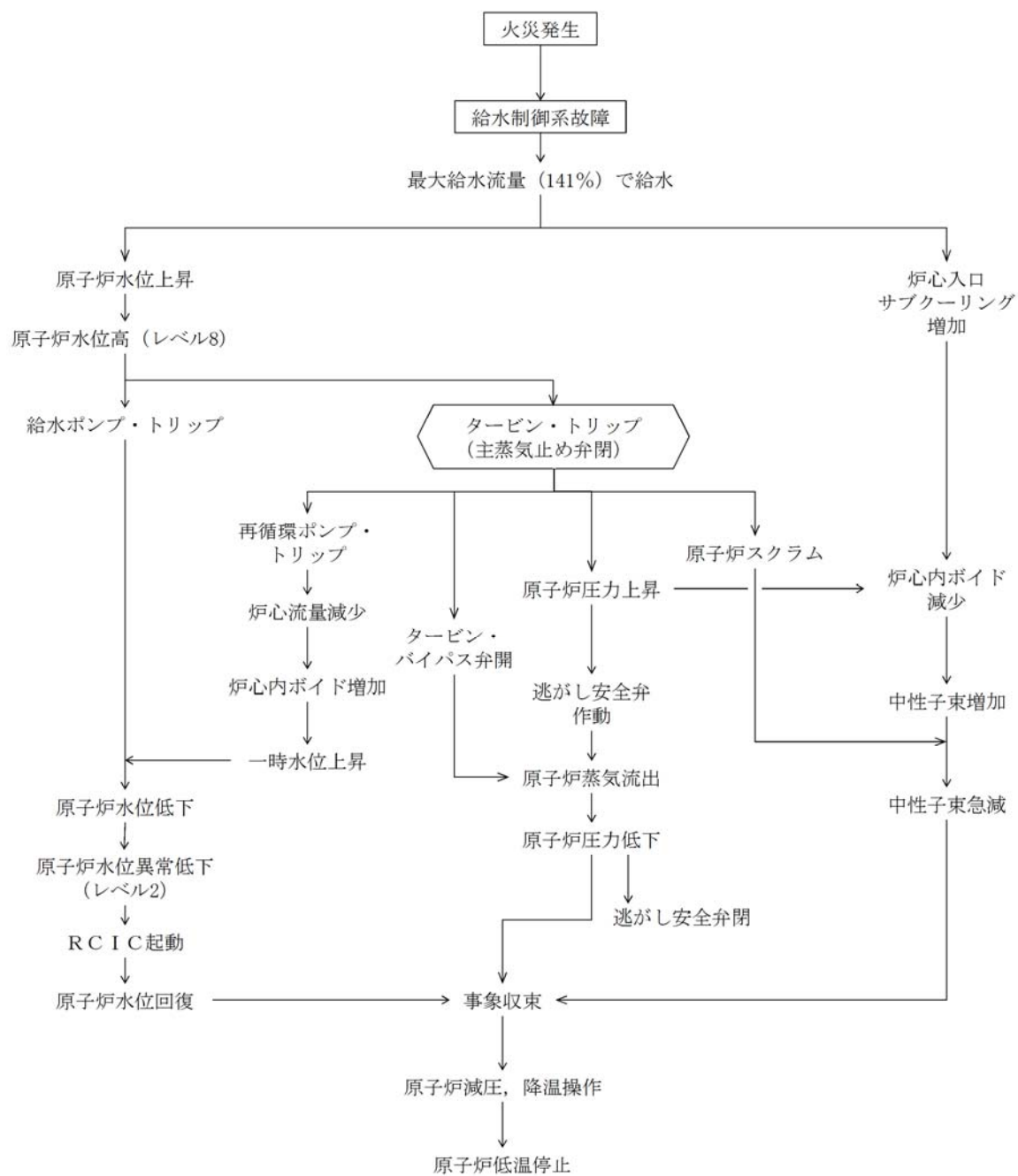
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、給水流量が急激に増加することを想定する。

- ・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）

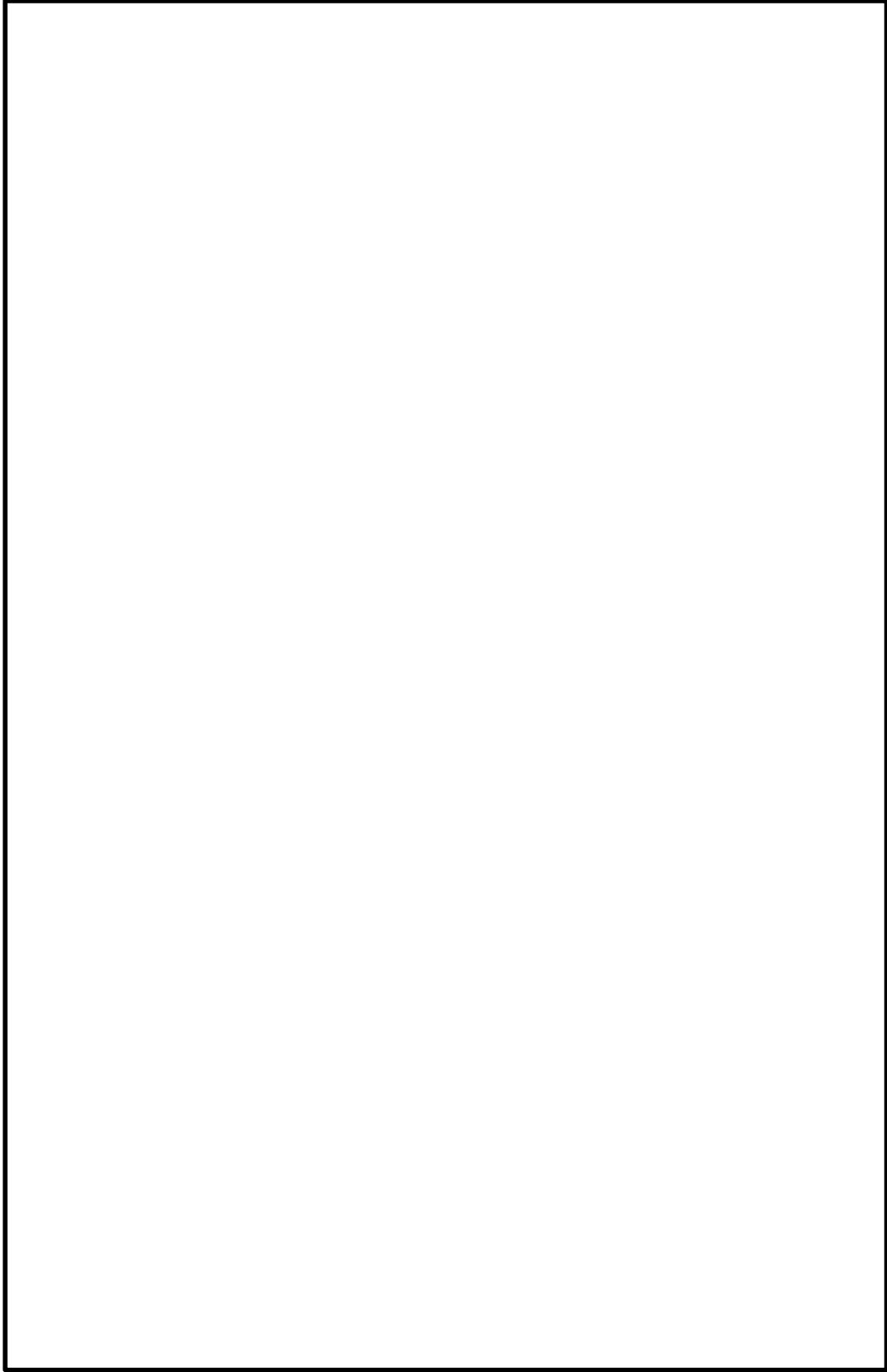
#### (3) 単一故障を想定した事象の収束

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）

### 5.1.6 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。

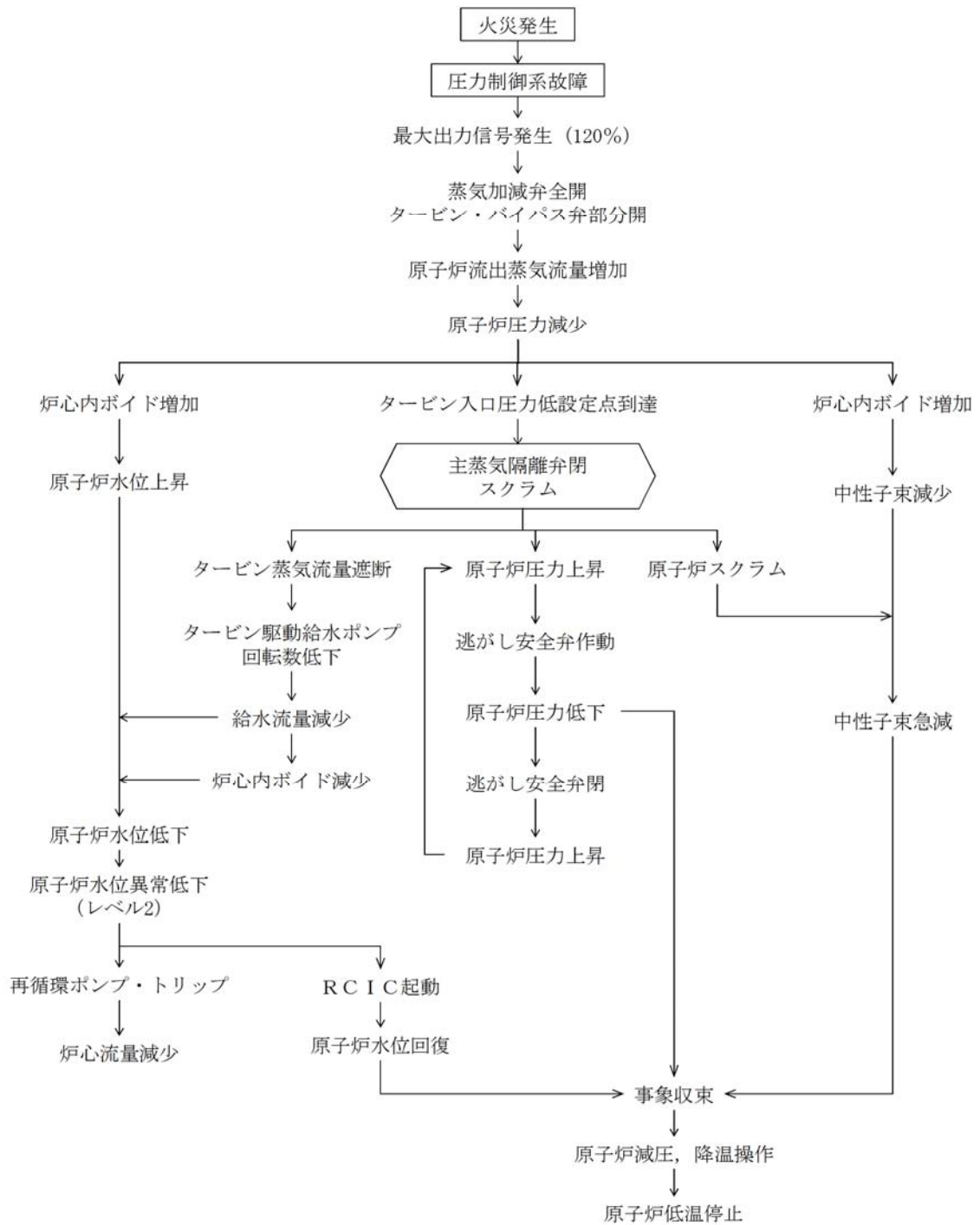
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、主蒸気流量が増加することを想定する。

- ・ EHC 制御盤（中央制御室 CP-20A～F）

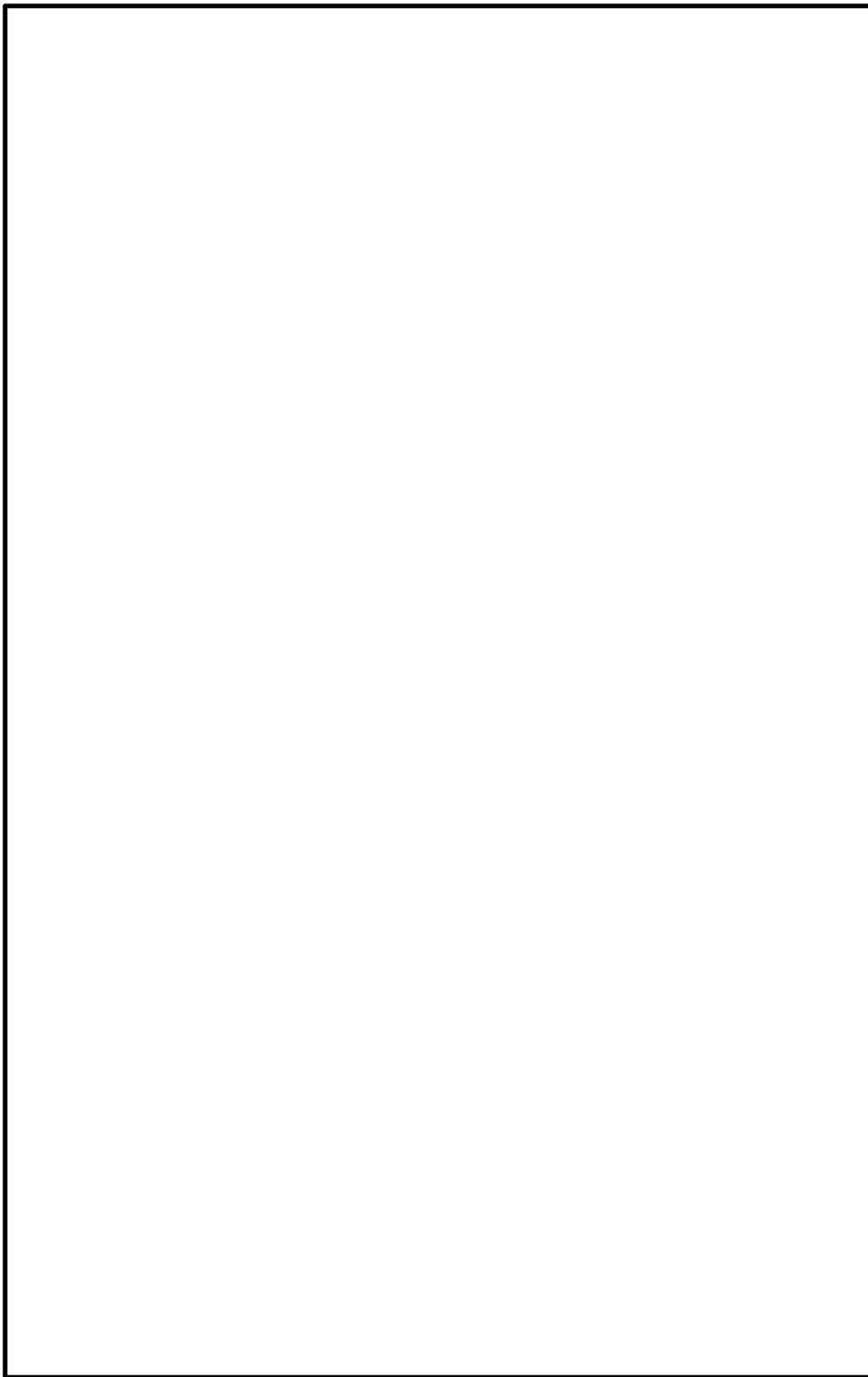
#### (3) 単一故障を想定した事象の収束

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）

### 5.1.7 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。

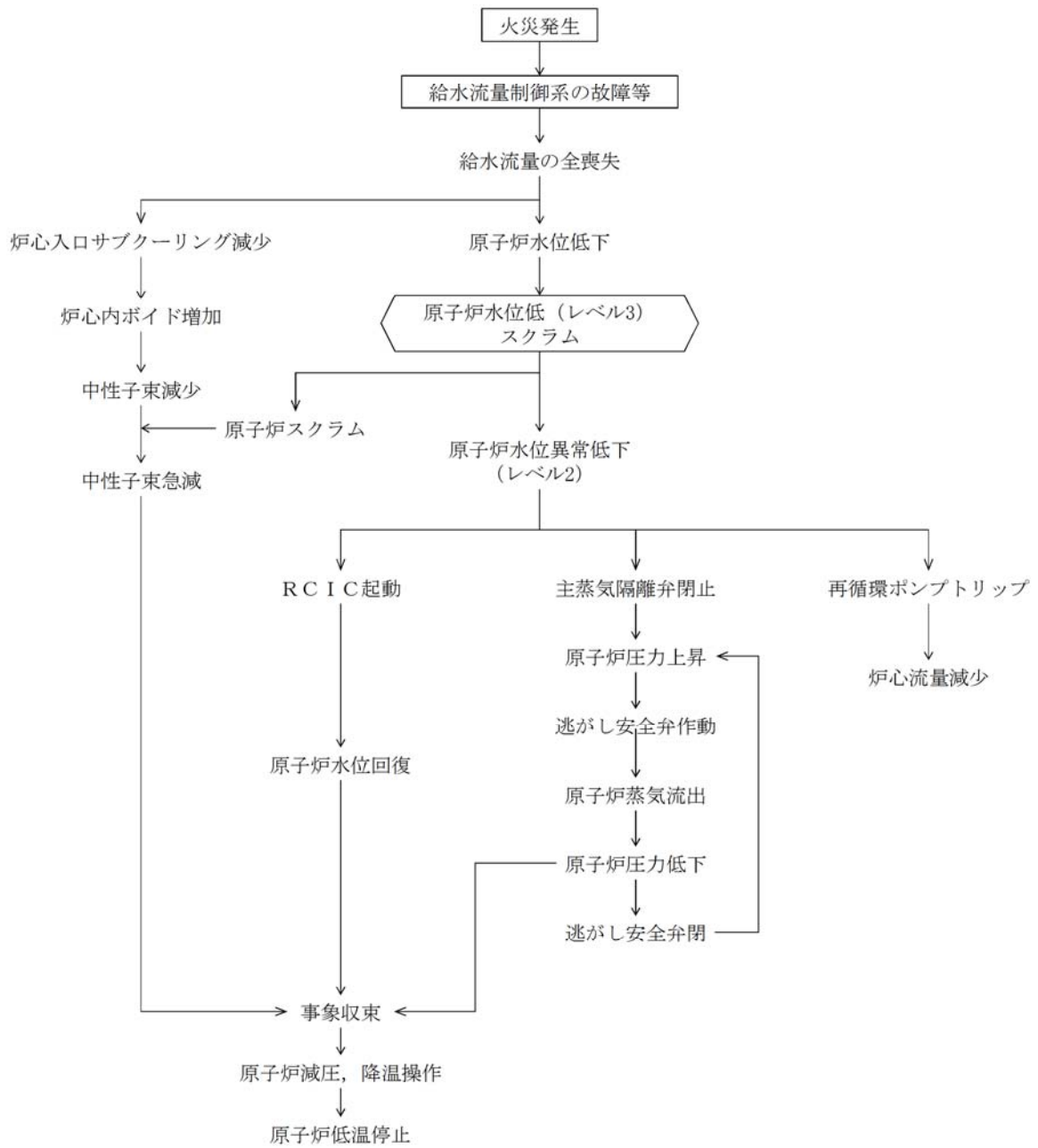
- ・給水制御系制御盤（中央制御室 H13-P612）
- ・原子炉給水ポンプ駆動タービン制御盤（中央制御室 CP-34A, 34B）

#### (3) 単一故障を想定した事象の収束

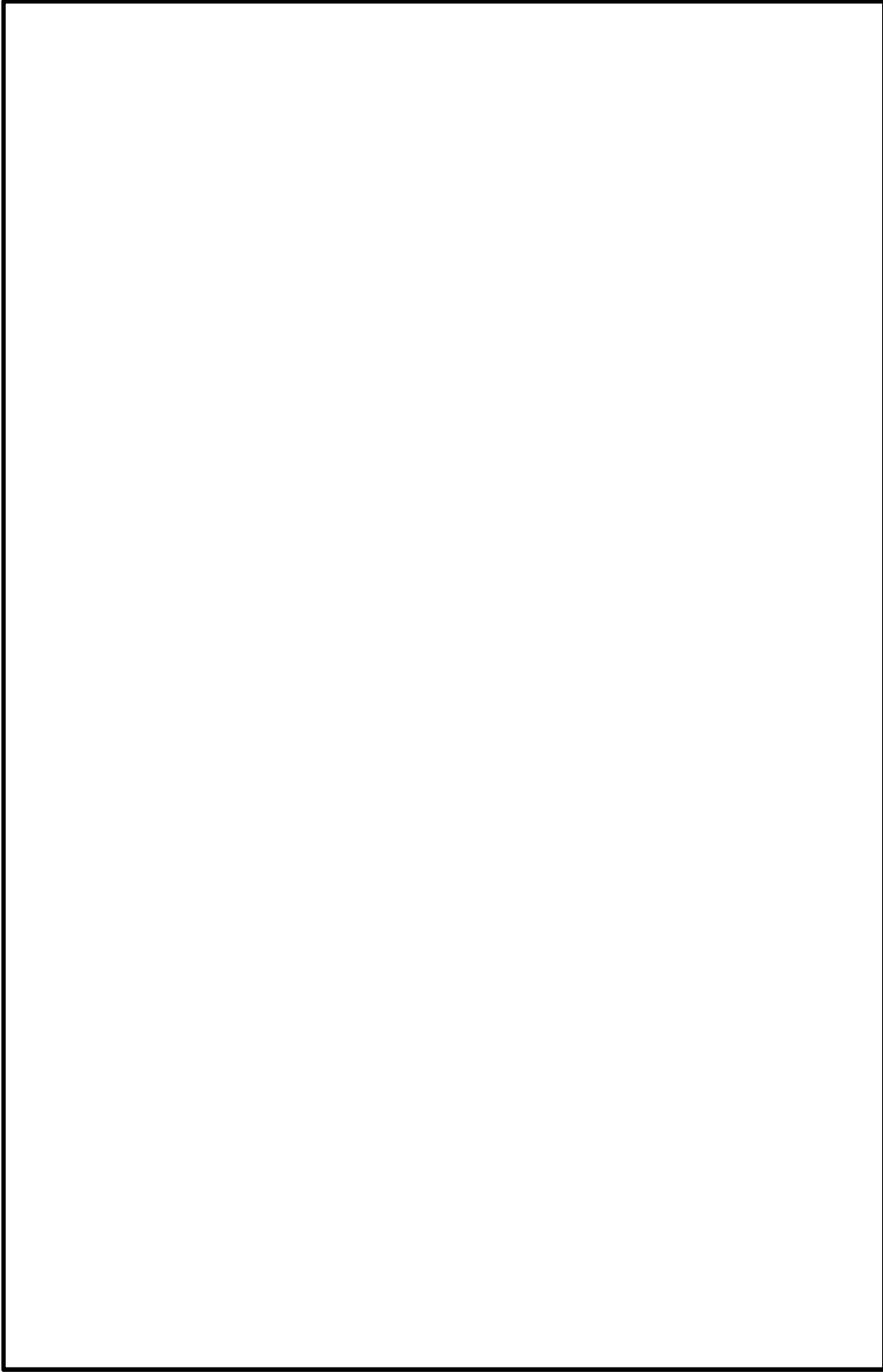
本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系（原子炉水位低（レベル3）スクラム）の単一故障である。

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）

## 5.2 火災を起因とした「設計基準事故」における単一故障評価

### 5.2.1 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。

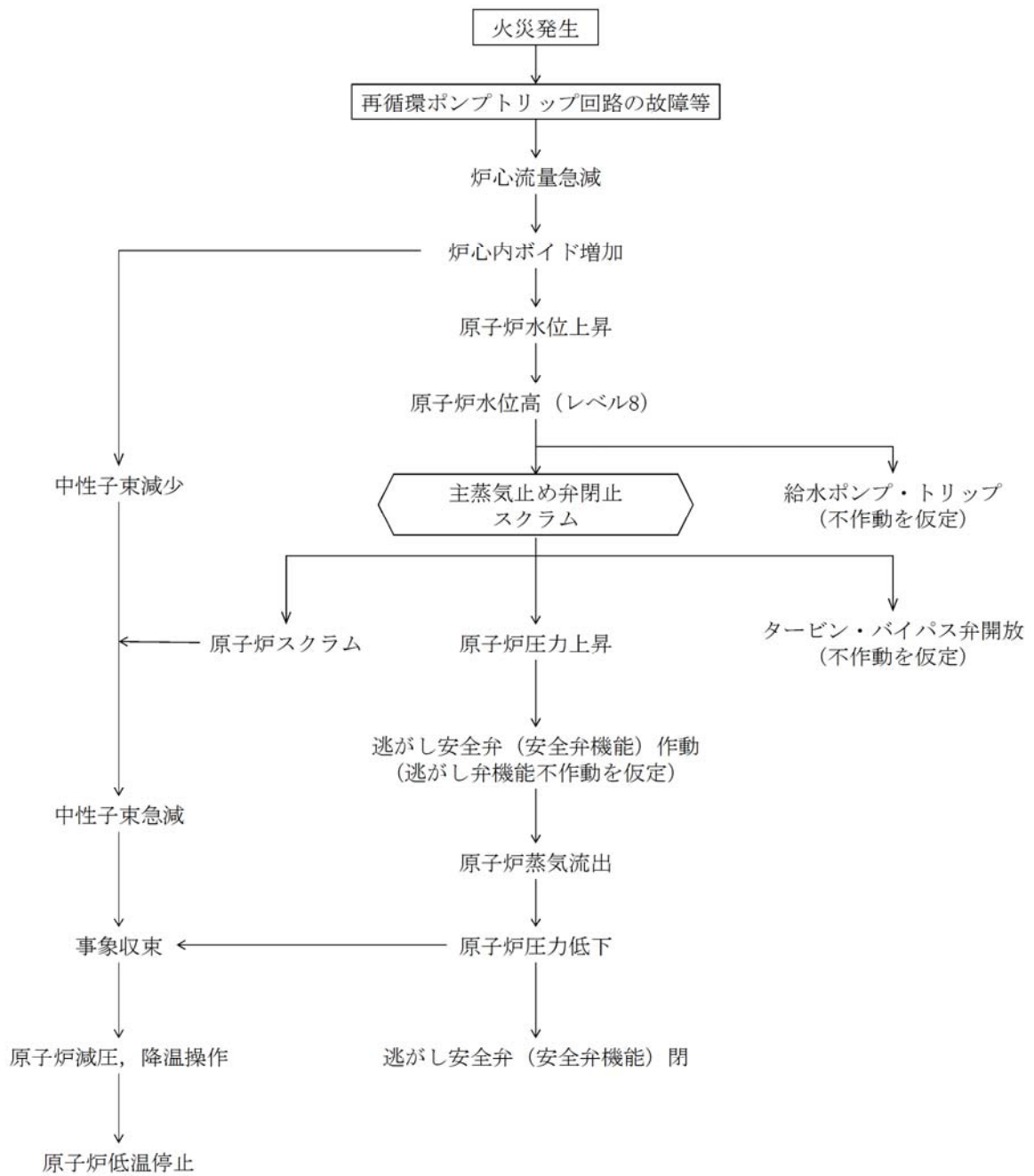
- ・再循環流量制御系制御盤（中央制御室 H13-P634A, H13-P634B）
- ・原子炉保護系継電器盤（中央制御室 H13-P609, H13-P611）

#### (3) 単一故障を想定した事象の収束

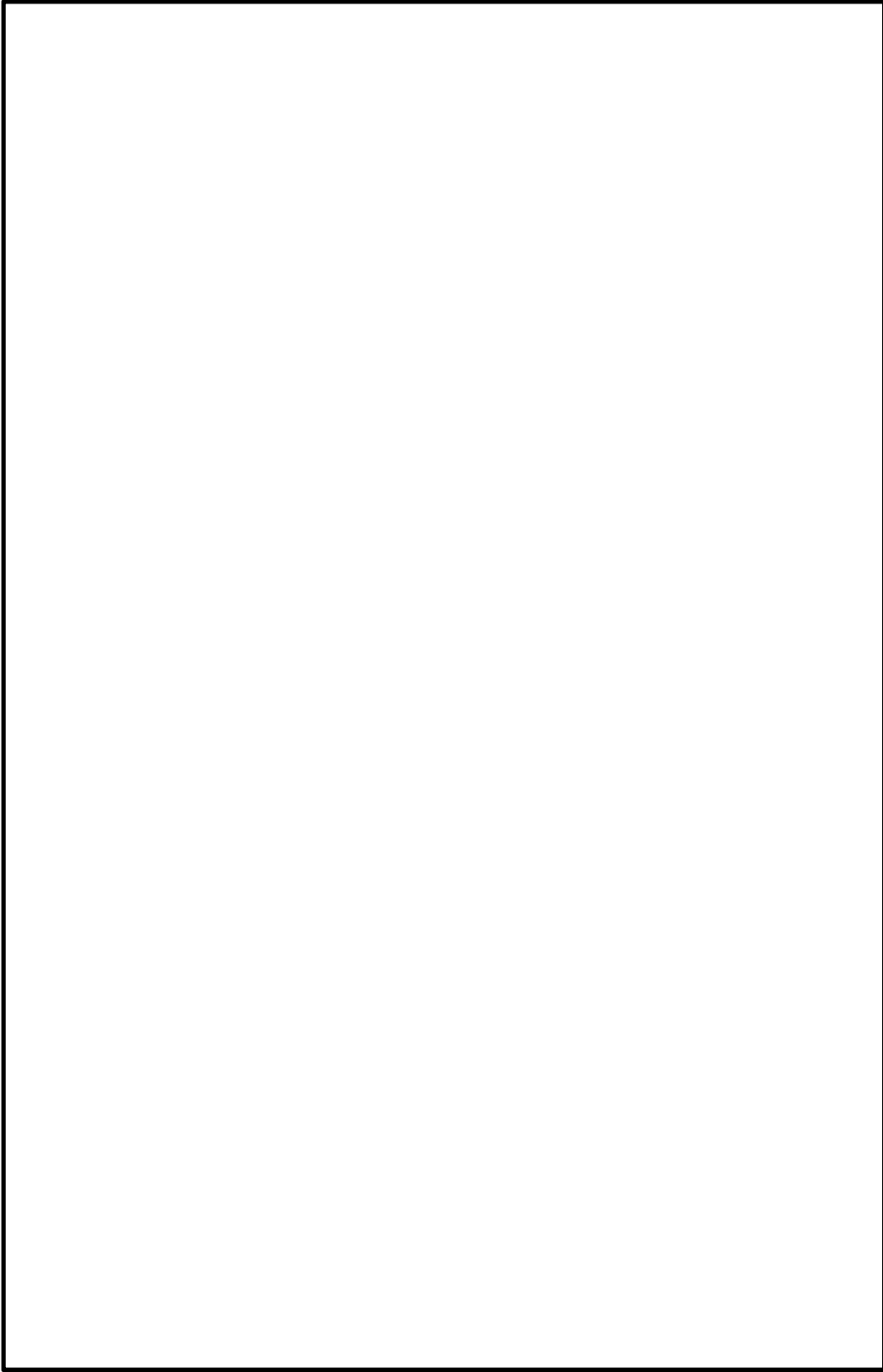
本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくする単一故障の想定は安全保護系（原子炉水位低（レベル3）スクラム）の単一故障である。

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（第17図）ため、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）

## 6. 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(RHIC)、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 負荷の喪失	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。 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 (中性子束高スクラム) 安全保護系 (蒸気加減弁急速閉スクラム)	同上 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、炉心入口サブクロ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



## 参考資料 1

東海第二発電所における火災により想定される事象の確認結果

## 東海第二発電所における火災により想定される事象の確認結果

内部火災により原子炉に外乱が及び、複数の起因が重畳する可能性を考慮した場合においても、単一故障を想定した条件で安全停止が可能であるかについて解析的に確認を行った。

以下に、事象の抽出プロセス、解析前提条件及び解析結果を示す。

### 1. 想定される事象の評価プロセス

#### 1.1 評価前提

次の事項を前提とし、評価を行うこととする。

- ・内部火災発生を想定する区域及びその影響範囲の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは内部火災発生により機能が喪失するが、それ以外の区域の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは機能が維持される。
- ・原子炉建屋又はタービン建屋において内部火災が発生することを仮定し、当該建屋内の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブル以外は機能喪失を仮定する。
- ・原子炉建屋又はタービン建屋において発生した内部火災は、当該建屋以外に影響はおよぼさない。
- ・中央制御室における火災については、火災感知器による早期感知や運転員によるプラント停止が期待でき、内部火災による影響波及の範囲は限定的である。

#### 1.2 抽出プロセスの考え方

内部火災に起因して様々な機器の故障や誤動作に伴う外乱の発生が想定され、また、いくつかの外乱が同時に発生することも考えられる。

発生する事象の抽出に当たっては、ある火災区域において火災が発生した場合に火災影響を受ける設備を抽出し、どのような外乱が発生し得るのか、外乱発生後に事象がどのように進展するののかについて、安全停止パスの確認と同様に全ての火災区域について評価することが考えられる。そのためには、常用系設備等の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルに該当しない設備に対してそれらの配置を網羅的に整理し、火災区域毎に火災影響を詳細に分析することが必要である。しかしながら、このような詳細な分析を実施することは現実的ではない。また、BWR の過渡解析においては、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルではないクラス 3 の緩和設備に期待した評価としていることを踏まえ、火災により発生する可能性のある事象をあらためて抽出した上で、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルに該当しない常用系設備等は設置された火災区域によらず火災影響を受ける可能性があるという保守的な仮定を用いた代替の評価手法により、火災により原子炉に外乱が及び、安全保護系及び原子炉停止系の作動を要求される場合に、単一故障を想定しても原子炉を安全停止することができることを評価することとする。

以上を踏まえ、原子炉建屋及びタービン建屋で内部火災により発生すると考えられる外乱の抽出を行い、内部火災により誘発される過渡事象等の起因事象（以下「代表事象」という。）を特定する。さらに、代表事象が重畳することも考慮する。

また、代表事象の重畳の組合せの評価については、代表事象の事象進展の特徴から重畳した場合の事象進展を定性的に推定することにより、より厳しい評価結果となり得る組合せを選定し、選定した重畳事象の収束が可能であ

るかについて解析的に確認を行う。

以下に、内部火災により想定される事象の抽出から解析評価までのプロセス及びプロセスの各ステップの概要を示す。（第1図）

#### 【ステップ1】

評価事象を網羅的に抽出するため、『発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針』（以下「安全評価審査指針」という。）の評価事象の選定方法に従い、原子炉に有意な影響を与える要因を抽出する。（第2図参照）

#### 【ステップ2】

原子炉に有意な影響を与える要因を誘発する故障を抽出する。（第2図参照）

#### 【ステップ3】

ステップ2で抽出した故障が発生し得る火災区域を分析する。ここでは、常用系設備等の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルに該当しない設備は、設置された火災区域によらず、火災影響を受ける可能性があるとして仮定する。その際、原子炉建屋及びタービン建屋の一方の建屋における火災の影響は他方の建屋に及ばないとする。（第2図参照）

#### 【ステップ4】

ステップ2及びステップ3での分析を踏まえ、各建屋で発生する代表事象として扱う事象を特定する。代表事象の特定に当たっては、火災影響により発生する可能性のある事象の中から最も厳しい事象を想定する。（例えば、再循環ポンプのトリップについては、火災の規模により1台トリップ又は2台トリップが考えられるが、最も厳しくなる2台トリップを想定する。）

（第2図参照）

#### 【ステップ 5】

各建屋で発生する代表事象の解析結果等を踏まえ、代表事象の組合せ毎に、重畳を考慮した場合にプラントに与える影響が厳しくなるか否かの分析を行い、解析の要否を整理する。

#### 【ステップ 6】

各建屋での内部火災の発生を想定した場合においても動作を期待できる緩和系を確認する。

#### 【ステップ 7】

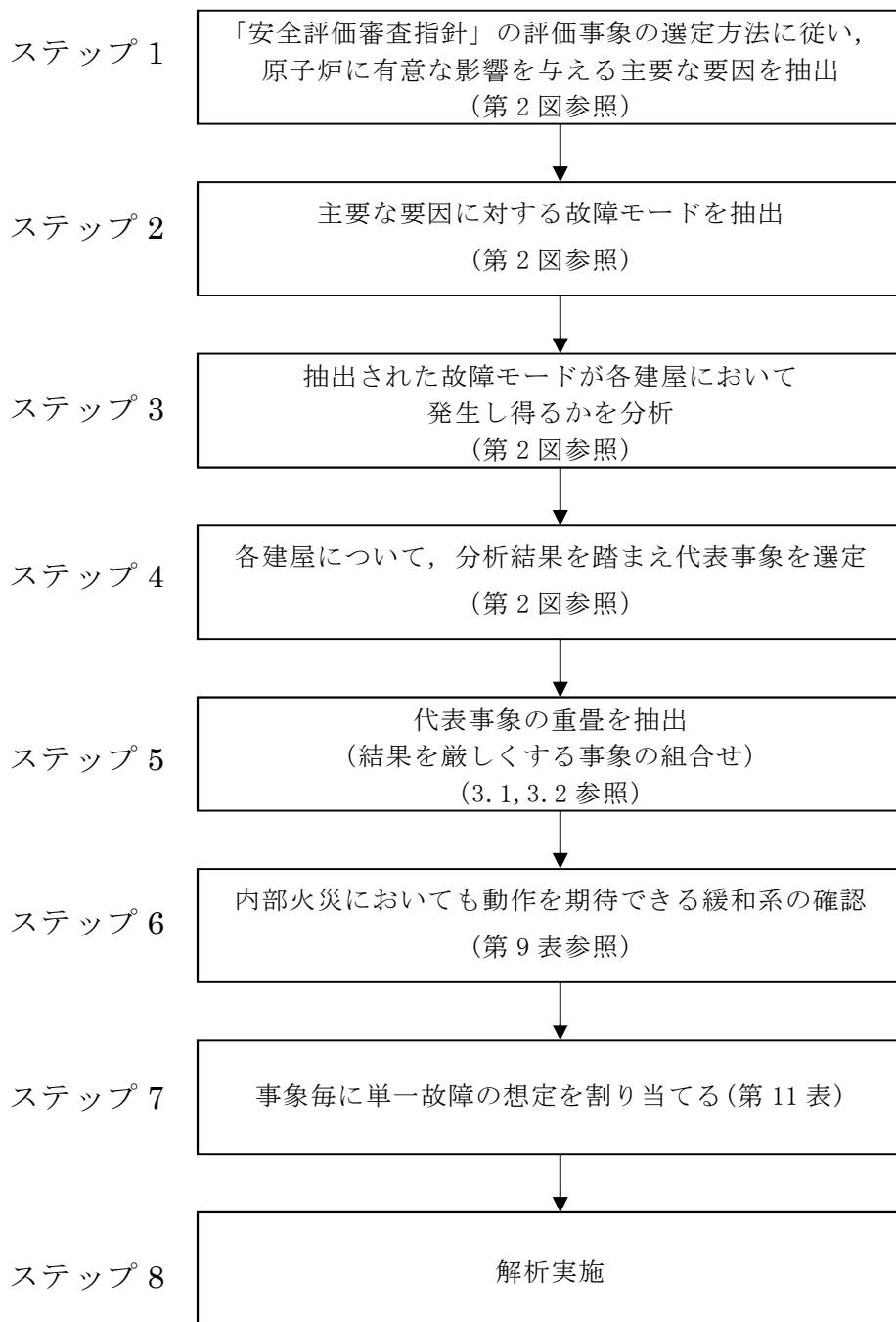
原子炉停止機能及び炉心冷却機能に単一故障を想定する。

なお、ここでは、内部火災により火災影響を受ける設備\*が機能喪失していることを前提に、火災影響を受けない火災区域にある設備に単一故障を更に重ねる。

※：本資料「東海第二発電所 内部火災の影響評価について」にて評価されている設備の機能喪失が発生することを前提としている。

#### 【ステップ 8】

ステップ 7 までの分析結果等を踏まえ、抽出した事象の解析を実施し、原子炉が安全停止を維持できることを確認する。



第 1 図 評価プロセス

## 2. 代表事象の抽出【ステップ1～4】

安全評価審査指針の評価事象の選定方法に従い、原子炉に有意な影響を与える主要な要因及びその要因に対する故障の抽出結果を第2図に示す。また、同図において、抽出した故障が、原子炉建屋及びタービン建屋において発生し得るかを分析し、各建屋において抽出した代表事象を示す。

第2図において抽出された、原子炉建屋及びタービン建屋における内部火災により発生する可能性のある代表事象を第1表に示す。

第1表 抽出された代表事象

抽出された代表事象	原子炉建屋	タービン建屋
原子炉冷却材の停止ループの誤起動	○	—
原子炉冷却材流量の喪失	○	○
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	○	—
給水流量の全喪失+タービントリップ <sup>※2</sup>	○	—
主蒸気隔離弁の誤閉止	○	○
逃がし弁開放	○	—
給水制御系の故障（流量減少）	○	— <sup>※1</sup>
給水制御系の故障 <sup>※3</sup>	○	○
HPCS の誤起動	○	—
RCIC の誤起動	○	—
給水加熱喪失	—	○
負荷の喪失	—	○
原子炉圧力制御系の故障	—	○
給水流量の全喪失	—	○

※1：タービン建屋ではより厳しい給水流量の全喪失を想定

※2：原子炉の出力運転中に、原子炉水位高（レベル8）信号の誤発信により、タービンがトリップするとともに、原子炉給水ポンプがトリップする事象

※3：原子炉給水制御系の誤信号等により、給水流量が増加する事象は、原子炉設置変更許可申請書に倣い、単に「給水制御系の故障」という。







ステップ1 ステップ2 ステップ3, 4

原因に対する故障		発生	発生	発生	代表事象
<p style="text-align: center;">原子炉に異常な変動を与える主要な運用 (BWR) (安全評価審査指針の手引書における評価事象の選定方法を参考に作成)</p> <p style="text-align: center;">圧力</p> <p style="text-align: center;">圧力の上昇</p> <p style="text-align: center;">圧力の低下</p> <p style="text-align: center;">インベントリの増加</p>	炉内圧力低下	-	-	-	タービン潤滑
	圧力の上昇	-	-	-	タービン潤滑
	圧力の低下	-	-	-	タービン潤滑
	インベントリの増加	-	-	-	タービン潤滑
	ECGS等の誤起動	-	-	-	タービン潤滑
<p style="text-align: center;">原子炉冷却材圧力カスは原子炉冷却材保量量の異常な変化</p> <p style="text-align: center;">圧力</p> <p style="text-align: center;">圧力の上昇</p> <p style="text-align: center;">圧力の低下</p> <p style="text-align: center;">インベントリの減少</p> <p style="text-align: center;">インベントリの増加</p>	PI/LUレール誤作動(蒸気加減弁閉止)	-	-	-	《真室の震失》
	線タービントリップ(主蒸気止め弁閉止)	-	-	-	《真室の震失》
	線発電機トリップ(主蒸気止め弁閉止)	-	-	-	《真室の震失》
	L-8信号誤発生(主蒸気止め弁閉止)	○	○	○	《主蒸気加減弁の誤閉止》
	主蒸気加減弁閉信号誤発生	○	○	○	《主蒸気加減弁の誤閉止》
	圧力制御系の故障(蒸気加減弁閉止)	-	-	-	《主蒸気加減弁の誤閉止》
	原子炉給水制御系警備信号誤発生	○	○	○	《給水制御系の故障》
	予備給水ポンプの誤起動	-	-	-	《給水制御系の故障》
	遠がし弁閉指令誤発生	○	○	○	《遠がし弁開放》
	蒸気加減弁閉信号誤発生	-	-	-	《遠がし弁開放》
圧力制御装置最大出力信号誤発生	-	-	-	《原子炉圧力制御系の故障》	
タービンハイスバス弁の誤開放	-	-	-	《原子炉圧力制御系の故障》	
<p style="text-align: center;">原子炉冷却材圧力カス</p> <p style="text-align: center;">圧力の上昇</p> <p style="text-align: center;">圧力の低下</p> <p style="text-align: center;">インベントリの減少</p> <p style="text-align: center;">インベントリの増加</p>	原子炉冷却材圧力カス	x	-	-	《原子炉冷却材圧力カス》
	圧力の上昇	-	-	-	《原子炉冷却材圧力カス》
	圧力の低下	-	-	-	《原子炉冷却材圧力カス》
	インベントリの減少	-	-	-	《原子炉冷却材圧力カス》
	インベントリの増加	-	-	-	《原子炉冷却材圧力カス》
	ECGS等の誤起動	-	-	-	《原子炉冷却材圧力カス》
	PI/LUレール誤作動(蒸気加減弁閉止)	-	-	-	《真室の震失》
	線タービントリップ(主蒸気止め弁閉止)	-	-	-	《真室の震失》
	線発電機トリップ(主蒸気止め弁閉止)	-	-	-	《真室の震失》
	L-8信号誤発生(主蒸気止め弁閉止)	○	○	○	《主蒸気加減弁の誤閉止》
<p style="text-align: center;">原子炉冷却材圧力カス</p> <p style="text-align: center;">圧力の上昇</p> <p style="text-align: center;">圧力の低下</p> <p style="text-align: center;">インベントリの減少</p> <p style="text-align: center;">インベントリの増加</p>	原子炉冷却材ポンプのトリップ	-	-	-	《給水流量の全喪失》
	L-8信号誤発生	-	-	-	《給水流量の全喪失》
	原子炉給水制御系警備信号誤発生	○	○	○	《給水流量の全喪失》
	線水ポンプのトリップ(駆動電源喪失)	-	-	-	《給水流量の全喪失》
	遠がし弁閉指令誤発生	○	○	○	《遠がし弁開放》
	蒸気加減弁閉信号誤発生	-	-	-	《遠がし弁開放》
	圧力制御装置最大出力信号誤発生	-	-	-	《原子炉圧力制御系の故障》
	タービンハイスバス弁の誤開放	-	-	-	《原子炉圧力制御系の故障》
	原子炉冷却材圧力カス	x	-	-	《原子炉冷却材圧力カス》
	予備給水ポンプの誤起動	-	-	-	《給水制御系の故障》
<p style="text-align: center;">原子炉冷却材圧力カス</p> <p style="text-align: center;">圧力の上昇</p> <p style="text-align: center;">圧力の低下</p> <p style="text-align: center;">インベントリの減少</p> <p style="text-align: center;">インベントリの増加</p>	原子炉給水制御系警備信号誤発生	○	○	○	《給水制御系の故障》
	予備給水ポンプの誤起動	-	-	-	《給水制御系の故障》
	遠がし弁閉指令誤発生	○	○	○	《遠がし弁開放》
	蒸気加減弁閉信号誤発生	-	-	-	《遠がし弁開放》
	圧力制御装置最大出力信号誤発生	-	-	-	《原子炉圧力制御系の故障》
	タービンハイスバス弁の誤開放	-	-	-	《原子炉圧力制御系の故障》
	原子炉冷却材圧力カス	x	-	-	《原子炉冷却材圧力カス》
	予備給水ポンプの誤起動	-	-	-	《給水制御系の故障》
	遠がし弁閉指令誤発生	○	○	○	《遠がし弁開放》
	蒸気加減弁閉信号誤発生	-	-	-	《遠がし弁開放》

第2図 外乱分析図 (3/3)

### 3. 重畳を考慮した内部火災影響評価事象の抽出【ステップ5】

#### 3.1 重畳を考慮すべき事象の分析

2.にて抽出した，原子炉建屋及びタービン建屋における内部火災により発生する可能性のある代表事象について，重畳を考慮した場合に，事象を厳しくする可能性について検討した。結果を第2表及び第3表に示す。

重畳を考慮すべき事象として抽出された代表事象の概要を第4表に示す。

第2表 原子炉建屋における抽出事象及び重畳考慮の要否

抽出された事象		重畳	重畳を考慮しない理由*
I	原子炉冷却材の停止ループの誤起動	—	部分出力状態での発生事象であり重畳による影響が小さい
II	原子炉冷却材流量の喪失	—	①
III	原子炉冷却材流量制御系の誤動作	考慮	—
IV	給水流量の全喪失+タービントリップ	考慮	—
V	主蒸気隔離弁の誤閉止	考慮	—
VI	逃がし弁開放	—	②
VII	給水制御系の故障（流量減少）	—	③
VIII	給水制御系の故障	考慮	—
IX	HPCSの誤起動	—	②（上部プレナムへの注水で蒸気が凝縮し圧力が低下する）
X	RCICの誤起動	—	②（ドーム部への注水で蒸気が凝縮し圧力が低下する）

第3表 タービン建屋における抽出事象及び重畳考慮の要否

代表事象		重畳	重畳を考慮しない理由*
I	給水加熱喪失	考慮	—
II	原子炉冷却材流量の喪失	—	①
III	負荷の喪失	考慮	—
IV	主蒸気隔離弁の誤閉止	考慮	—
V	原子炉圧力制御系の故障	—	②
VI	給水流量の全喪失	—	③
VII	給水制御系の故障	考慮	—

※ 重畳を考慮しない理由

- ①再循環流量が減少する事象は，BWR-5では再循環ポンプの慣性が大きく，炉心流量の減少による炉心の冷却能力低下に対し，原子炉出力の減少が早めに作用するため，重畳を考慮しても結果を厳しくしない。
- ②圧力が低下する事象は重畳を考慮しても結果を厳しくしない。
- ③再循環流量の減少を伴わず，出力が低下する事象は重畳を考慮しても結果を厳しくしない。

第4表 抽出された代表事象の概要

抽出事象	概要
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	原子炉の出力運転中に、再循環流量制御系の誤動作により再循環流量が増加し、原子炉出力が上昇する事象。
給水流量の全喪失 +タービントリップ	原子炉の出力運転中に、原子炉水位高信号の誤発生により、タービンがトリップするとともに、原子炉給水ポンプがトリップする事象。
主蒸気隔離弁の誤閉止	原子炉の出力運転中に、主蒸気隔離弁が閉止し、原子炉圧力が上昇する事象。
給水制御系の故障	原子炉の出力運転中に、給水制御器の誤動作等により、給水流量が急激に増加し、炉心入口サブクーリングが増加して、原子炉出力が上昇する事象。
給水加熱喪失	原子炉の出力運転中に、給水加熱器への蒸気流量が喪失して、給水温度が徐々に低下し、炉心入口サブクーリングが増加して、原子炉出力が上昇する事象。
負荷の喪失	原子炉の出力運転中に、電力系統事故等により、発電機負荷遮断が生じ、蒸気加減弁が急速に閉止し、原子炉圧力が上昇する事象。

### 3.2 抽出事象に対する重畳の分析結果

3.1 で抽出された重畳を考慮した場合に事象を厳しくする可能性のある事象について、スクラムのタイミング等のプラント挙動について整理し、これらの観点から、重畳の組合せを考慮した場合に事象を厳しくする可能性があるかについて、更なる検討を行う。

この検討においては、2つの事象の組合せについて、重畳を考慮したとしてもどちらか1つの事象に包絡される、重畳を考慮した場合には厳しい評価となる可能性がある、又は、重畳を考慮しない（単独の事象）方が厳しい評価となるかについて、定性的に評価を行う。

なお、重畳を考慮した場合に厳しくなる事象の組合せが複数同定される場合には、更なる重畳を検討することが必要となるが、次に示すとおり、厳しくなる組合せが2つ以上はなかったことから、3つ以上の事象の重畳についても2つの事象の重畳に包含されることを確認した。

### 3.2.1 原子炉建屋における代表事象の重畳

第2表にて抽出された事象について、スクラムのタイミング等のプラント挙動について整理した結果を、第5表に示す。

「給水流量の全喪失+タービントリップ」、 「主蒸気隔離弁の誤閉止」、 「給水制御系の故障」は、いずれも弁の閉止に伴い発生する原子炉圧力上昇事象である。これらの事象の中では、主蒸気隔離弁に比べて弁の閉止速度が速いタービントリップ（主蒸気止め弁閉）を伴う事象であり、「給水流量の全喪失+タービントリップ」に比べてタービントリップ時の出力が高い「給水制御系の故障」が最も厳しい結果を与える。また、「給水制御系の故障」と「原子炉冷却材流量制御系の誤動作」を比較すると、弁閉止に伴う原子炉圧力の上昇に起因して大きな反応度の加わる「給水制御系の故障」の方が厳しい結果を与える。なお、「主蒸気隔離弁の誤閉止」については、原子炉圧力が最も高い事象となっているが、MCPRの判断基準に対する余裕が大きく「給水制御系の故障」に比べて $\Delta$ MCPRが有意に小さいこと、原子炉圧力は最高使用圧力に至らず判断基準に対する裕度が大きいこと及びスクラムのタイミングが早く他の事象との重畳を考慮した場合であっても事象を厳しくしないことから、「給水制御系の故障」の方が厳しい結果を与えると判断した。

また、上記を踏まえ、重畳を考慮した場合について検討した結果を第7表に示す。本表のとおり、事象の重畳が厳しい結果を与えることはない。

以上のことから、原子炉建屋における内部火災を想定した場合の評価事象は、「給水制御系の故障」とする。

### 3.2.2 タービン建屋における代表事象の重畳

第3表にて抽出された事象について、スクラムのタイミング等のプラント挙動について整理した結果を、第6表に示す。これを踏まえ、重畳を考慮した場合について検討した結果を第8表に示す。

弁の閉止が最も速い事象は、タービン加減弁急速閉を伴う「負荷の喪失」であり、タービントリップ（主蒸気止め弁閉）を伴う「給水制御系の故障」より弁の閉止速度は若干速い。ただし、「給水制御系の故障」は、弁の閉止時までの出力上昇があり、「負荷の喪失」に比べて厳しい結果を与える。また、第8表のとおり、「給水制御系の故障」については、「給水加熱喪失」との重畳が厳しい結果を与えるものと考えられ、その他の事象に比べて厳しい結果を与えるものとする。

なお、後述のとおり、タービン建屋における内部溢水ではMS-3機能を有するタービンバイパス弁に期待できないことを考慮すると、「負荷の喪失」は他の単独事象に比べて厳しい事象となるが、「給水制御系の故障」と「給水加熱喪失」の重畳事象はスクラム時点での原子炉出力が「負荷の喪失」よりも高くなることから、「負荷の喪失」よりも厳しい結果となると考えられる。

以上のことから、タービン建屋における内部火災を想定した場合の評価事象は、「給水制御系の故障+給水加熱喪失」とする。

第5表 解析結果 (原子炉建屋)

	スクラム	事象発生時の影響		事象発生時の出力/ 圧力のピーク値	備考
		出力	炉心流量		
III 原子炉冷却材流量制御系の誤動作	中性子束高 (約 1.5 秒後)	炉心流量増加に伴うボイド率減少により出力増加	増加	出力：約 172% 圧力：約 6.66MPa [gage] ΔM CPR：0.16 (最小値 1.45)	初期条件：定格出力の 59%，定格炉心流量の 41%での解析
IV 給水流量の全喪失+タービントリップ (原子炉水位高 (レベル 8) 誤信号) ※	主蒸気止め弁閉 (約 0.075 秒)	原子炉圧力上昇に伴うボイド率減少により出力増加	再循環ポンプトリップにより低下	出力：約 157% 圧力：約 7.87MPa [gage] ΔM CPR：0.16	タービンバイパス弁不動作時は出力約 232%，圧力約 8.04MPa [gage]，ΔM CPR：0.28
V 主蒸気隔離弁の誤閉止	主蒸気隔離弁閉 (約 0.3 秒)	原子炉圧力上昇に伴うボイド率減少により出力増加	—	出力：約 220% 圧力：約 7.99MPa [gage] ΔM CPR：0.11	
VIII 給水制御系の故障	主蒸気止め弁閉 (約 9 秒後) (原子炉水位高→タービントリップ→)	炉心入口サブクール増大より出力増加	— (タービントリップに伴う再循環ポンプトリップにより低下)	出力：約 207% 圧力：約 7.91MPa [gage] ΔM CPR：0.26	

※：給水流量の全喪失は、事象発生後約 6.3 秒で原子炉水位低スクラムに至る事象進展がタービントリップに比べ緩やかな事象であることから、タービントリップの評価で代表できる (出力/圧力ピーク値の記載はタービントリップとほぼ同等の負荷の喪失での解析結果)。

第6表 解析結果（タービン建屋）

	スクラム	事象発生時の影響		事象発生時の出力／圧力のピーク値	備考
		出力	炉心流量		
I 給水加熱喪失※	中性子束高（熱流束相当） （約96秒）	炉心入口サブクール増大により出力増加	—	出力：約122% 圧力：約7.11MPa [gage] ΔM CPR：0.17	
III 負荷の喪失	蒸気加減弁急閉 （約0.075秒）	原子炉圧力上昇に伴うボイド率減少により出力増加	再循環ポンプトリップにより低下	出力：約157% 圧力：約7.87MPa [gage] ΔM CPR：0.16	タービンバイパス弁 不動作時は出力約 232%，圧力約 8.04MPa [gage]，Δ M CPR：0.28
IV 主蒸気隔離弁の誤閉止	主蒸気隔離弁閉 （約0.3秒）	原子炉圧力上昇に伴うボイド率減少により出力増加	—	出力：約220% 圧力：約7.99MPa [gage] ΔM CPR：0.11	
VII 給水制御系の故障	主蒸気止め弁閉 （約9秒後） 原子炉水位高→タービントリップ	炉心入口サブクール増大により出力増加	（タービントリップに伴う再循環ポンプトリップにより低下）	出力：約207% 圧力：約7.91MPa [gage] ΔM CPR：0.26	

※：給水加熱器1段の機能喪失時の解析結果。複数段の機能喪失時には、炉心入口サブクールの増加量が大きくなり、スクラム時刻は早くなるが、スクラムする出力点は変わらず、スクラム後の事象進展は同様となると考えられる。



第7表 重畳を考慮した場合の事象進展の分析 (原子炉建屋)

III 原子炉冷却材流量 制御系の誤動作	IV 給水流量の全喪失 + タービントリップ	V 主蒸気隔離弁の誤閉止	VIII 給水制御系の故障
	<p>スクラムタイムラグが遅いIIIが出力上昇の観点から厳しいが、部分出力運転から始まるIIIに比べてIVは原子炉圧力上昇及びMCPRの観点で厳し く、プラント挙動としては影響が大 さい。 重畳事象はタービントリップにより ただちにスクラムするため、単独事 象であるIVにより代表できる。 【抽出事象：IV】</p>	<p>隔離弁が閉止するVが部分出力から始まるIIIに比べて出力上昇、原子炉圧力上昇及びMCPRの観点で厳しい。 重畳事象はVにより直ちにスクラムするため、単独事象であるVにより代表できる。 【抽出事象：V】</p>	<p>VIIIは、給水流量増加による出力上昇の後にタービントリップ（主蒸気止め弁閉）するた め、出力上昇、原子炉圧力上昇及びMCPRの観 点で厳しい。 重畳事象はIIIに起因した炉心流量の増加によ る出力上昇によってタービントリップする前 に短時間で中性子束高スクラムに至るため、 組み合わせない方が結果を厳しくする。した がって、VIIIにより代表できる。 【抽出事象：VIII】</p>
IV 給水流量の全喪失 + タービントリップ	-	<p>タービンバイパス弁に期待で きかないVが出力上昇及び原子 炉圧力上昇の観点で厳しい。 MCPRの観点では弁閉止速度の 速いIVが厳しく、この観点が 判断基準に対して最も裕度が 少ない。 重畳事象はIVの方が早期にス クラムし、かつ影響が大 きいため、単独事象であるIVによ り代表できる。 【抽出事象：IV】</p>	<p>VIIIは、給水流量増加による出力上昇の後にター ビントリップ（主蒸気止め弁閉）するた め、出力上昇、原子炉圧力上昇及びMCPRの観 点で厳しい。 重畳事象はIVによるタービントリップにより 直ちにスクラムするため、単独事象であるVIII により代表できる。 【抽出事象：VIII】</p>
V 主蒸気隔離弁の誤 閉止	-	-	<p>タービンバイパス弁に期待できないVが出力 上昇及び原子炉圧力上昇の観点で厳しい。 MCPRの観点では弁閉止時の出力が高く弁閉止 速度の速いVIIIが厳しく、この観点が判断基準 に対して最も裕度が少ない。 重畳事象はVにより直ちにスクラムするた め、単独事象であるVIIIにより代表できる。 【抽出事象：VIII】</p>

○：重畳事象が厳しい X：単独事象に包絡される又は単独事象が厳しい -：重畳の考慮不要

第8表 重畳を考慮した場合の事象進展の分析（タービン建屋）

I 給水加熱喪失	III 負荷の喪失	IV 主蒸気隔離弁の誤閉止	VII 給水制御系の故障
	<p>タービン加減弁急速閉による反応度の添加速度が速いⅢが出力上昇及び原子炉圧力上昇の観点が厳しい。MCPRの観点ではスクラムタイムミシングが遅いⅠが厳しく、この観点が判断基準に対して最も裕度が少ない。重畳事象はⅢにより直ちにスクラムするため、単独事象であるⅠにより代表できる。 【抽出事象：Ⅰ】</p>	<p>隔離弁閉止による反応度の添加速度が速いⅣが出力上昇及び原子炉圧力上昇の観点が厳しい。MCPRの観点ではスクラムタイムミシングが遅いⅠが厳しく、この観点が判断基準に対して最も裕度が少ない。重畳事象はⅣにより直ちにスクラムするため、単独事象であるⅠにより代表できる。 【抽出事象：Ⅰ】</p>	<p>主蒸気止め弁閉止による反応度の添加速度が速いⅦが出力上昇、原子炉圧力上昇及びMCPRの観点が厳しい。出重畳事象は主蒸気止め弁閉止時の出力が高くなるため、Ⅶが単独で発生した場合よりも厳しい事象となる。 【抽出事象：Ⅰ＋Ⅶ】</p>
III 負荷の喪失	-	<p>タービンバイパス弁に期待できないⅣが出力上昇及び原子炉圧力上昇の観点が厳しい。MCPRの観点では弁閉止速度の速いⅢが厳しく、この観点が判断基準に対して最も裕度が少ない。重畳事象はⅢにより直ちにスクラムにより代表できる。 【抽出事象：Ⅲ】</p>	<p>Ⅶは、給水流量増加による出力上昇後にタービントリップ（主蒸気止め弁閉）するため、出力上昇、原子炉圧力上昇及びMCPRの観点が厳しい。重畳事象はⅢにより直ちにスクラムするため、単独事象であるⅦにより代表できる。 【抽出事象：Ⅶ】</p>
IV 主蒸気隔離弁の誤閉止	-	-	<p>タービンバイパス弁に期待できないⅣが出力上昇及び原子炉圧力上昇の観点が厳しい。MCPRの観点では弁閉止時の出力が高く弁閉止速度の速いⅦが厳しく、この観点が判断基準に対して最も裕度が少ない。重畳事象はⅣにより直ちにスクラムするため、単独事象であるⅦにより代表できる。 【抽出事象：Ⅶ】</p>

○：重畳事象が厳しい    ×：単独事象に包絡される又は単独事象が厳しい    -：重畳の考慮不要

4. 内部火災発生時に期待できる緩和系の整理【ステップ6】

原子炉建屋又はタービン建屋における内部火災において、動作を期待できる緩和機能を第9表に示す。

第9表 内部火災発生時に期待できる緩和系

緩和機能	火災発生建屋	
	原子炉建屋	タービン建屋
原子炉停止機能	原子炉保護系 (中性子束高等のスクラム機能は多重化され、かつ2区分機能維持できる設計)	原子炉保護系 (原子炉建屋側 RPS)
炉心冷却機能	原子炉隔離時冷却系等*	原子炉隔離時冷却系等*
その他機能	主蒸気隔離弁	主蒸気隔離弁
	逃がし安全弁 (安全弁機能)	逃がし安全弁 (安全弁機能)
	—	逃がし安全弁 (逃がし弁機能)
	タービンバイパス弁	—

※：本資料「東海第二発電所 内部火災の影響評価について」にて評価されている設備の機能喪失が発生することを前提としている。

## 5. 解析における機能喪失の仮定

### 5.1 内部火災影響による機能喪失の仮定

原子炉建屋又はタービン建屋における内部火災により機能喪失を仮定する緩和機能を第10表に示す。MS-3機能については、内部火災が発生する建屋毎に機能喪失を仮定する。タービン系の原子炉保護系（RPS）（主蒸気止め弁閉スクラム・加減弁急閉スクラム）については、タービン建屋における内部火災に対して機能喪失すると仮定する。

第10表 機能喪失を仮定する緩和機能

緩和機能	火災発生建屋	
	原子炉建屋	タービン建屋
再循環ポンプトリップ	機能喪失を仮定	機能喪失を仮定
逃がし安全弁 (逃がし弁機能)	機能喪失を仮定	—
タービンバイパス弁	—	機能喪失を仮定
タービン系(RPS)	—	機能喪失を仮定

### 5.2 単一故障の仮定【ステップ7】

解析を行うに際し、安全評価審査指針に従い、想定した事象に加え、原子炉停止機能及び炉心冷却機能に対し、解析の結果を厳しくする機器の単一故障を仮定する。具体的な単一故障の想定と解析への影響を第11表に示す。なお、原子炉建屋及びタービン建屋での解析を実施する事象発生時に期待する緩和系は第9表のとおりである。

第 11 表 単一故障の仮定と解析への影響

単一故障を仮定する機能	解析への影響
原子炉停止機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全保護系に単一故障を仮定する。</li> <li>・安全保護系は多重化されているため、解析には影響しない。</li> </ul>
炉心冷却機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・内部火災影響及び更に単一故障により炉心冷却機能が喪失したとしても、残りの影響緩和系により炉心冷却が可能であるため、解析には影響しない。</li> </ul>

## 6. 解析の実施【ステップ8】

### 6.1 使用する解析コード

解析に当たっては、第12表に示すとおり、設置許可申請解析において使用しているプラント動特性解析コード（REDY）及び単チャンネル熱水力解析コード（SCAT）を使用している。

第12表 解析コード

解析項目	コード名
プラント動特性挙動 ・中性子束 ・原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力	REDY
単チャンネル熱水力挙動 ・燃料被覆管温度	SCAT

### 6.2 解析条件

プラントの初期状態などについて、設計基準事象である過渡事象における前提条件を踏襲する。主要な解析条件を第13表に示す。

第13表 主要な解析条件

項目	解析条件
原子炉出力	3,440 MW
炉心入口流量	$41.06 \times 10^3$ t/h
原子炉圧力	7.03 MPa[gage]
原子炉水位	通常水位
外部電源	あり

### 6.3 判断基準

内部火災を起因として発生する代表事象に対して、単一故障を想定しても、影響緩和系により事象は収束し、原子炉が安全停止を維持できることを確

認する。ここで、事象が収束することの判断基準は、「設計基準事故」の判断基準を適用することとする。

また、本評価に適用する具体的な判断基準は次のとおりである。

- ・炉心は著しい損傷に至ることなく、かつ、十分な冷却が可能であること（燃料被覆管の温度が $1,200^{\circ}\text{C}$ を下回ること）。
- ・原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は、最高使用圧力である $8.62\text{MPa}[\text{gage}]$ の1.2倍の圧力 $10.34\text{MPa}[\text{gage}]$ 以下であること。

#### 6.4 解析結果

解析を実施する事象について、解析結果を第14表及び第15表、第3図及び第5図に、事象推移のフローチャートを第4図及び第6図に示す。

##### 6.4.1 原子炉建屋での内部火災に起因する事象

原子炉建屋での内部火災に起因する事象の解析結果について以下に示す。

###### (1) 給水制御系の故障

###### (a) 原子炉停止状態

給水制御系故障による炉心入口サブクールが増加により、原子炉出力が上昇する。原子炉水位が上昇し、原子炉水位高（レベル8）に達するとタービントリップし、主蒸気止め弁閉信号が発生する。主蒸気止め弁の閉信号により、原子炉はスクラムする。

###### (b) 炉心冷却状態

原子炉水位高（レベル8）到達により給水ポンプがトリップするため、原子炉水位は徐々に低下するが、原子炉隔離時冷却系等により注水は維持される。また、タービントリップに伴う主蒸気止め弁閉止とともに原子炉圧力は増加するが、逃がし安全弁（安全弁機能）の作動によ

り、原子炉圧力の抑制を図ることが可能である。

(c) 安全停止状態

原子炉スクラム及び原子炉冷却により原子炉の安全停止の維持は可能である。

#### 6.4.2 タービン建屋での内部火災に起因する事象

タービン建屋での内部火災に起因する事象の解析結果について以下に示す。

(1) 給水制御系の故障＋給水加熱喪失

(a) 原子炉停止状態

給水制御系故障と給水加熱喪失による炉心入口サブクールの増加によって、原子炉出力が上昇する。原子炉水位が上昇し、原子炉水位高（レベル8）に達するとタービントリップし、主蒸気止め弁が閉止する。主蒸気止め弁閉信号によるスクラム機能は喪失を仮定しているため、主蒸気止め弁閉ではスクラムに至らない。ただし、主蒸気止め弁の閉止により原子炉圧力が上昇するため中性子束が上昇して中性子束高スクラムに至る。

(b) 炉心冷却状態

原子炉水位高（レベル8）到達により、給水ポンプがトリップするため、原子炉水位は徐々に低下するが、原子炉隔離時冷却系等により注水は維持される。また、タービントリップに伴う主蒸気止め弁閉止とともに原子炉圧力は増加するが、逃がし安全弁（逃がし弁機能）の作動により、原子炉圧力の抑制を図ることが可能である。

(c) 安全停止状態

原子炉スクラム及び原子炉冷却により原子炉の安全停止の維持は可能である。



以上より、内部火災を起因として発生する過渡的な事象に対して、単一故障を想定しても、影響緩和系により事象は収束し、原子炉が安全停止を維持できることを確認した。

第 14 表 解析結果まとめ表

重畳事象	項目	解析結果 ( )内は判断目安
給水制御系の故障 (主蒸気止め弁閉スクラム)	中性子束(%)	262(-)
	原子炉冷却材圧力バウンダリ圧力 (MPa[gage])	8.66(10.34)
	燃料被覆管温度(°C)	約 632(1,200)

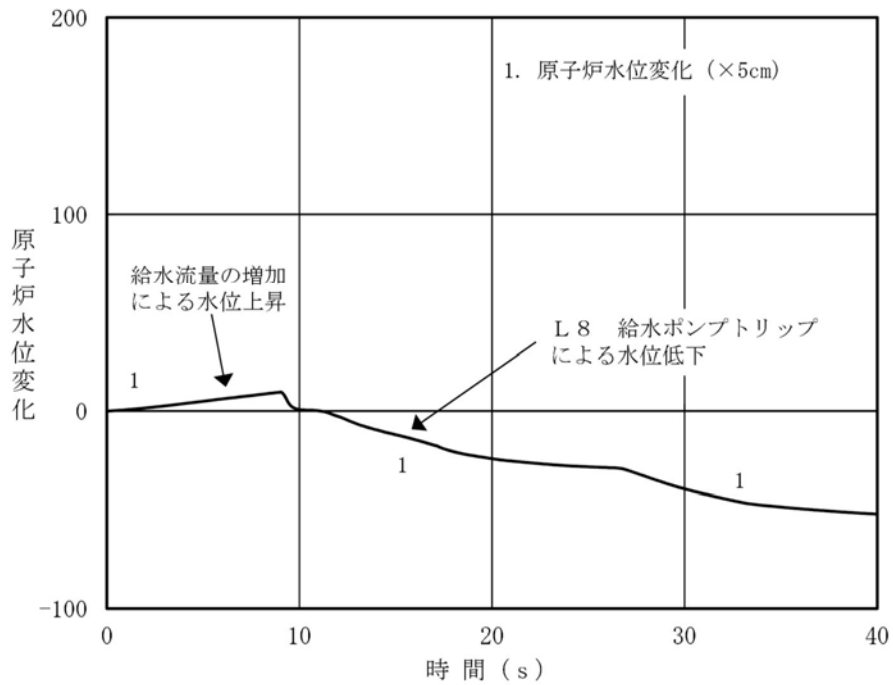
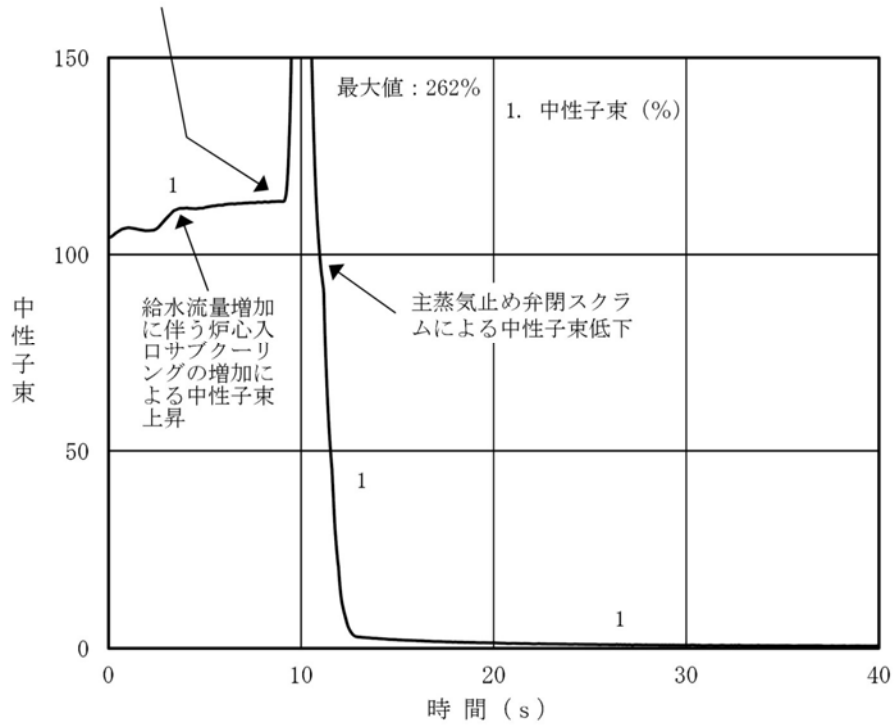
発生事象	時刻(秒)
給水制御系故障発生	0
原子炉スクラム(主蒸気止め弁閉)	8.9
安全弁開開始	10.7

第 15 表 解析結果まとめ表

重畳事象	項目	解析結果 ( )内は判断目安
給水制御系の故障 +給水加熱喪失 (中性子束高スクラム)	中性子束(%)	443(-)
	原子炉冷却材圧力バウンダリ圧力 (MPa[gage])	8.45(10.34)
	燃料被覆管温度(°C)	約 662(1,200)

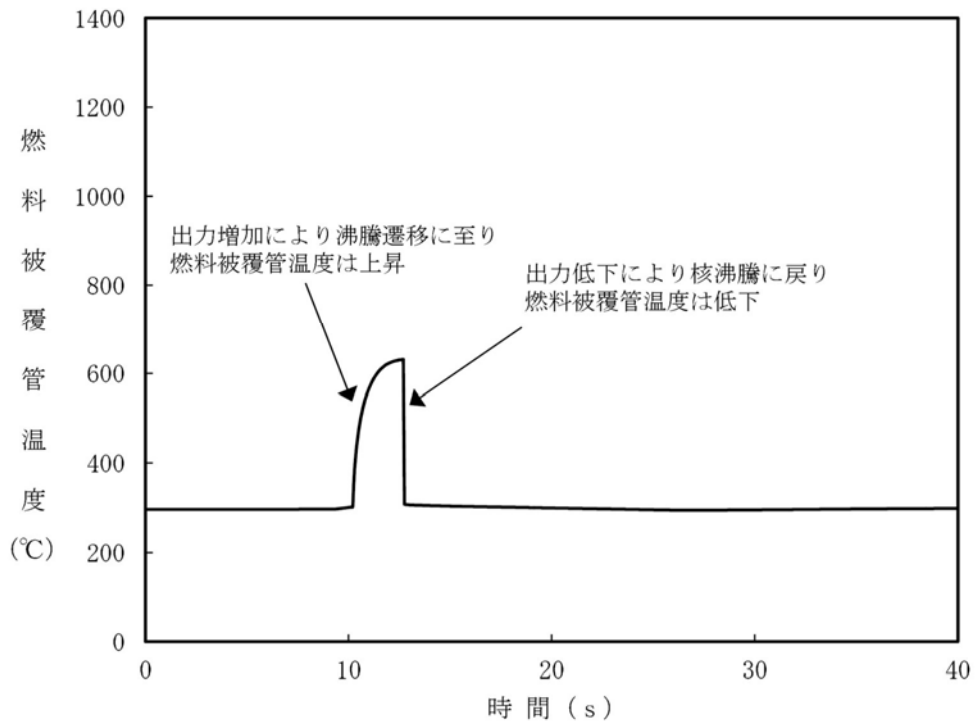
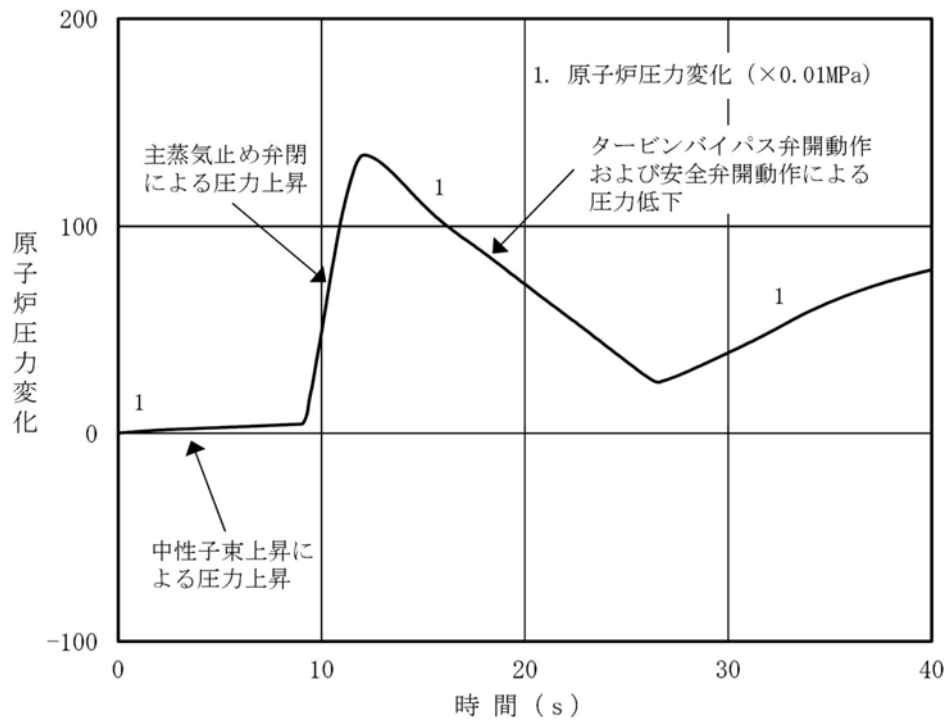
発生事象	時刻(秒)
給水制御系故障+給水加熱喪失発生	0
原子炉水位 L8(給水ポンプトリップ)	9.0
原子炉スクラム(中性子束高)	9.4
逃がし弁開開始	9.9

主蒸気止め弁閉に伴う圧力上昇  
による中性子束上昇



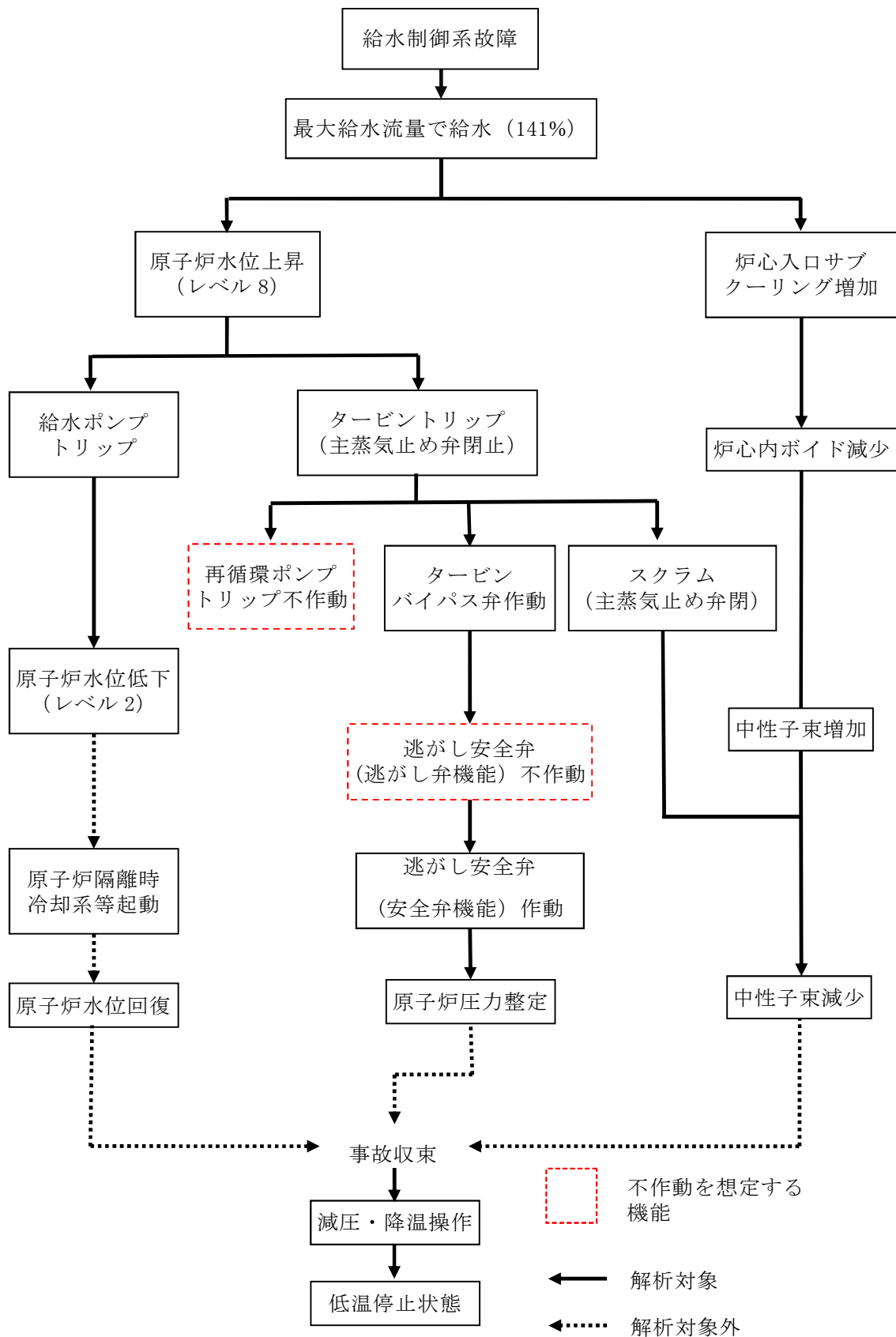
第3図 給水制御系の故障解析結果 (原子炉建屋起因)

(1/2)



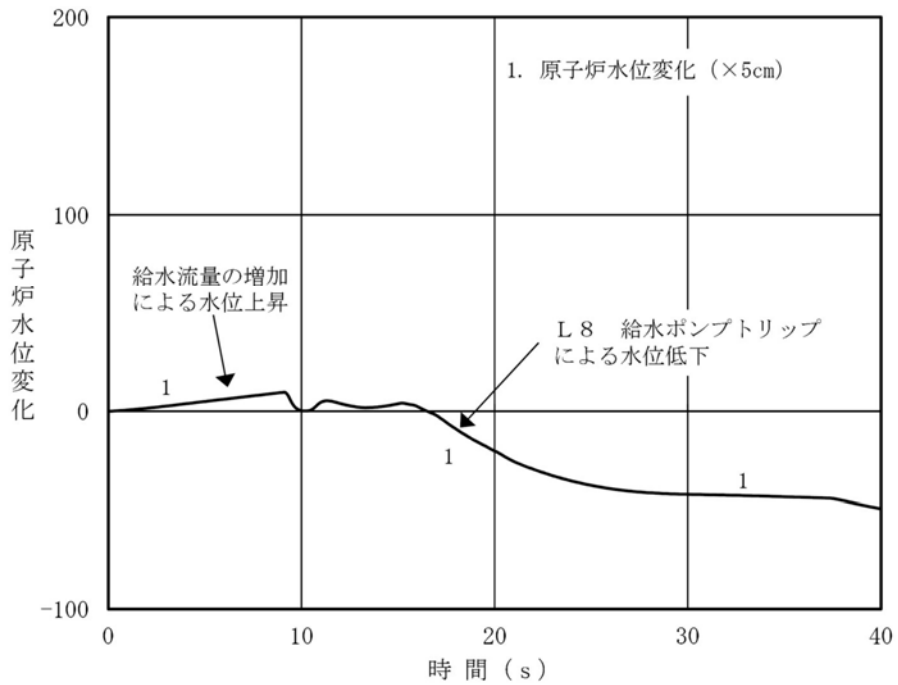
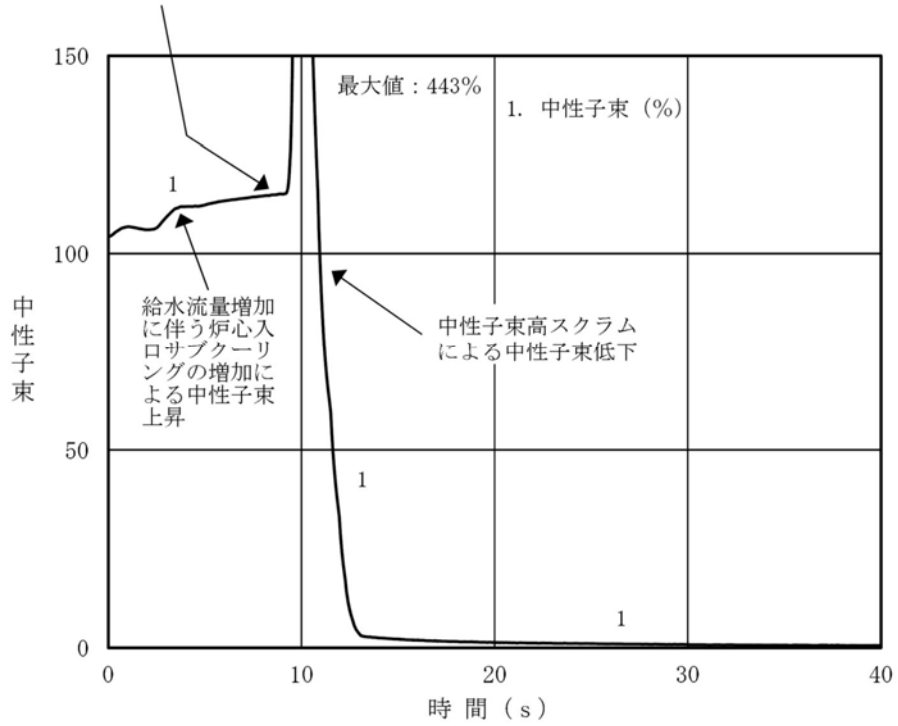
第3図 給水制御系の故障解析結果 (原子炉建屋起因)

(2/2)



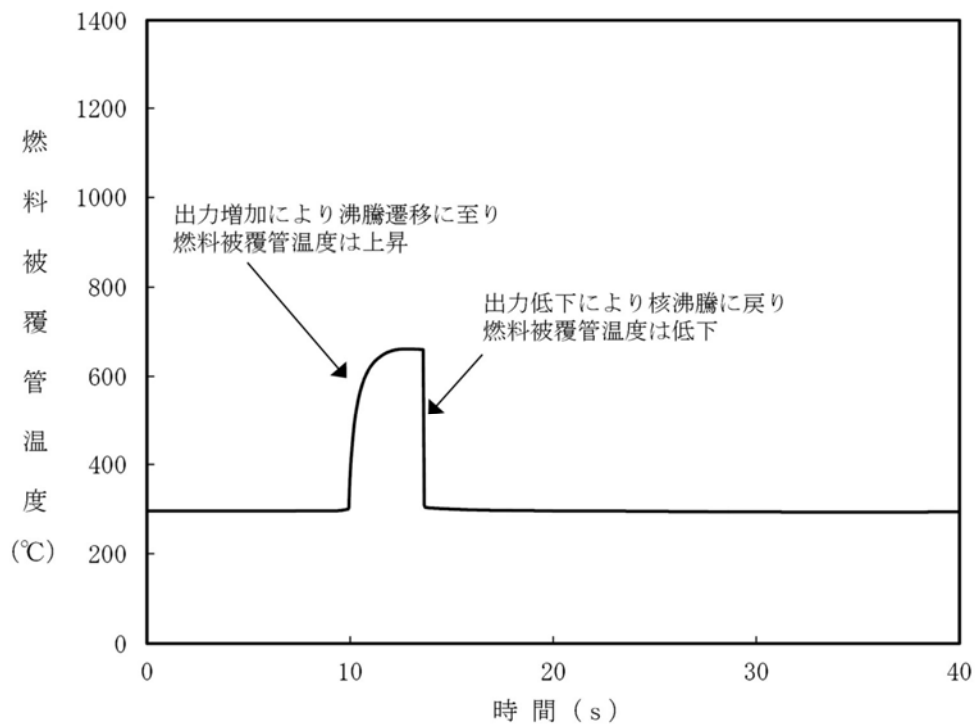
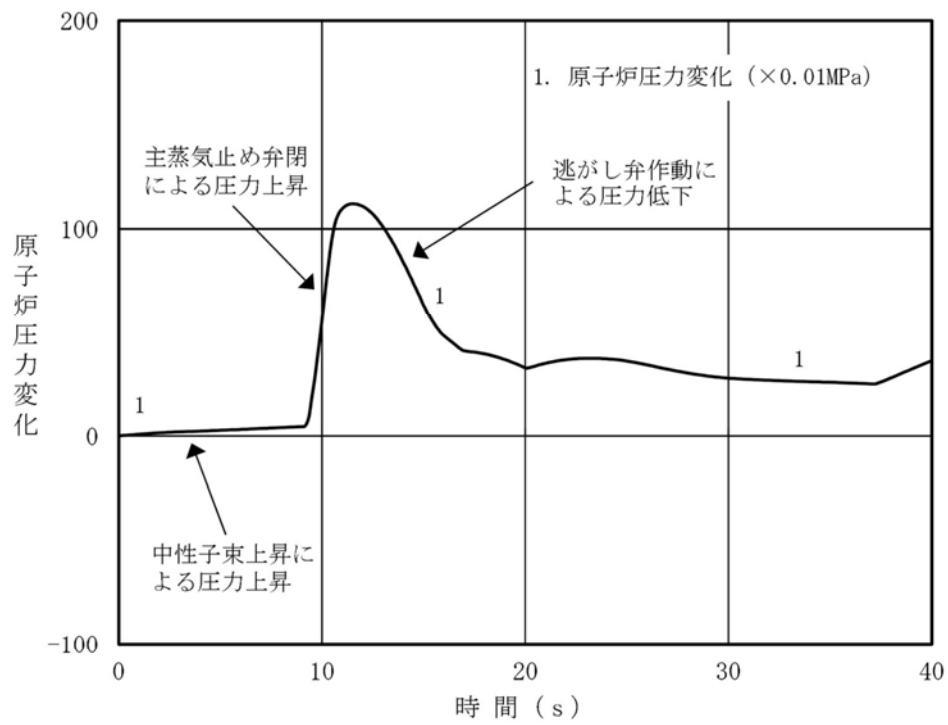
第 4 図 給水制御系の故障事象進展フロー（原子炉建屋起因）

主蒸気止め弁閉に伴う圧力上昇  
による中性子束上昇



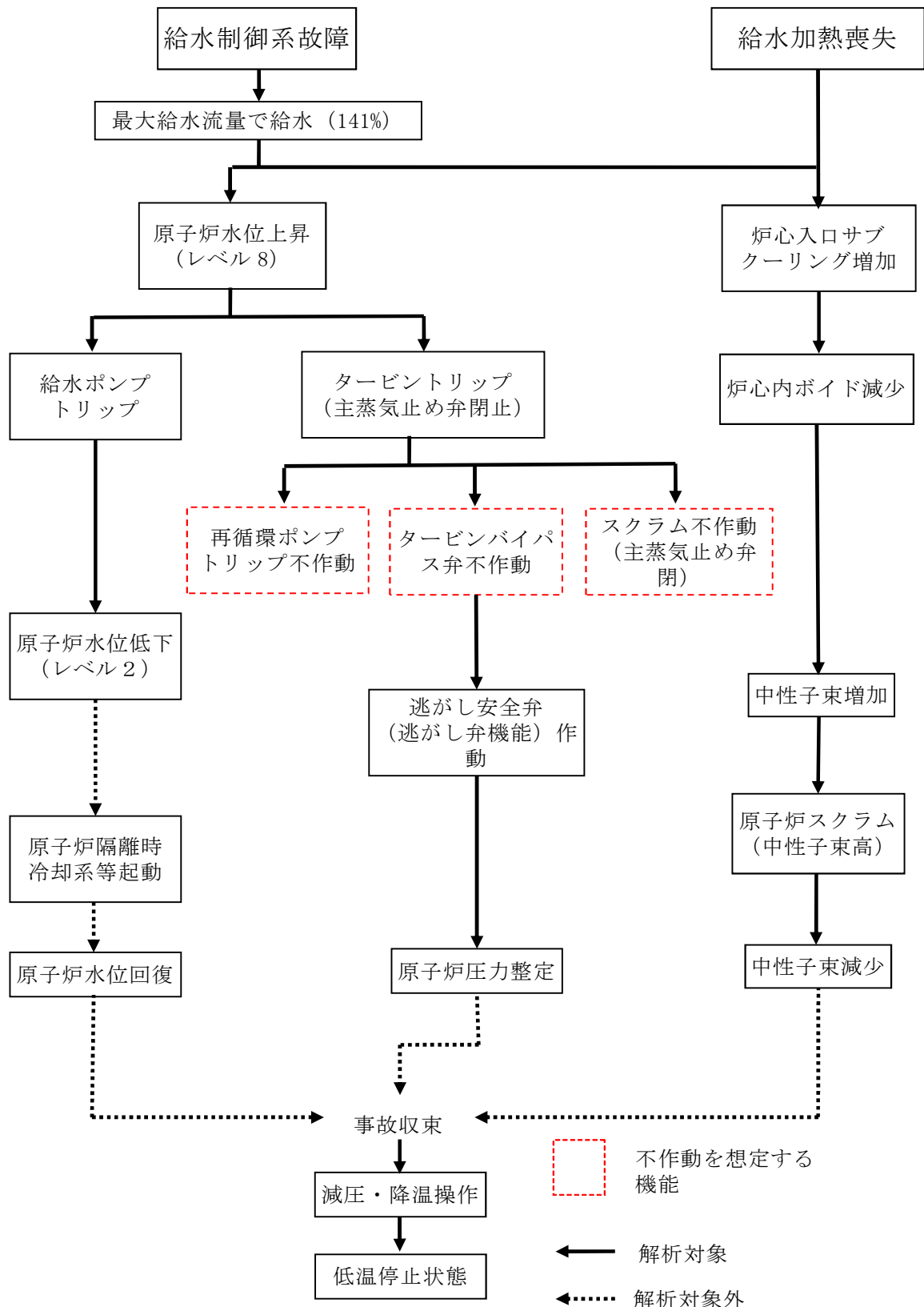
第5図 給水制御系の故障+給水加熱喪失解析結果 (タービン建屋起因)

(1/2)



第5図 給水制御系の故障+給水加熱喪失解析結果 (タービン建屋起因)

(2/2)



第6図 給水制御系の故障+給水加熱喪失事象進展フロー  
(タービン建屋起因)

## 東海第二発電所

運用，手順能力説明資料  
火災による損傷の防止

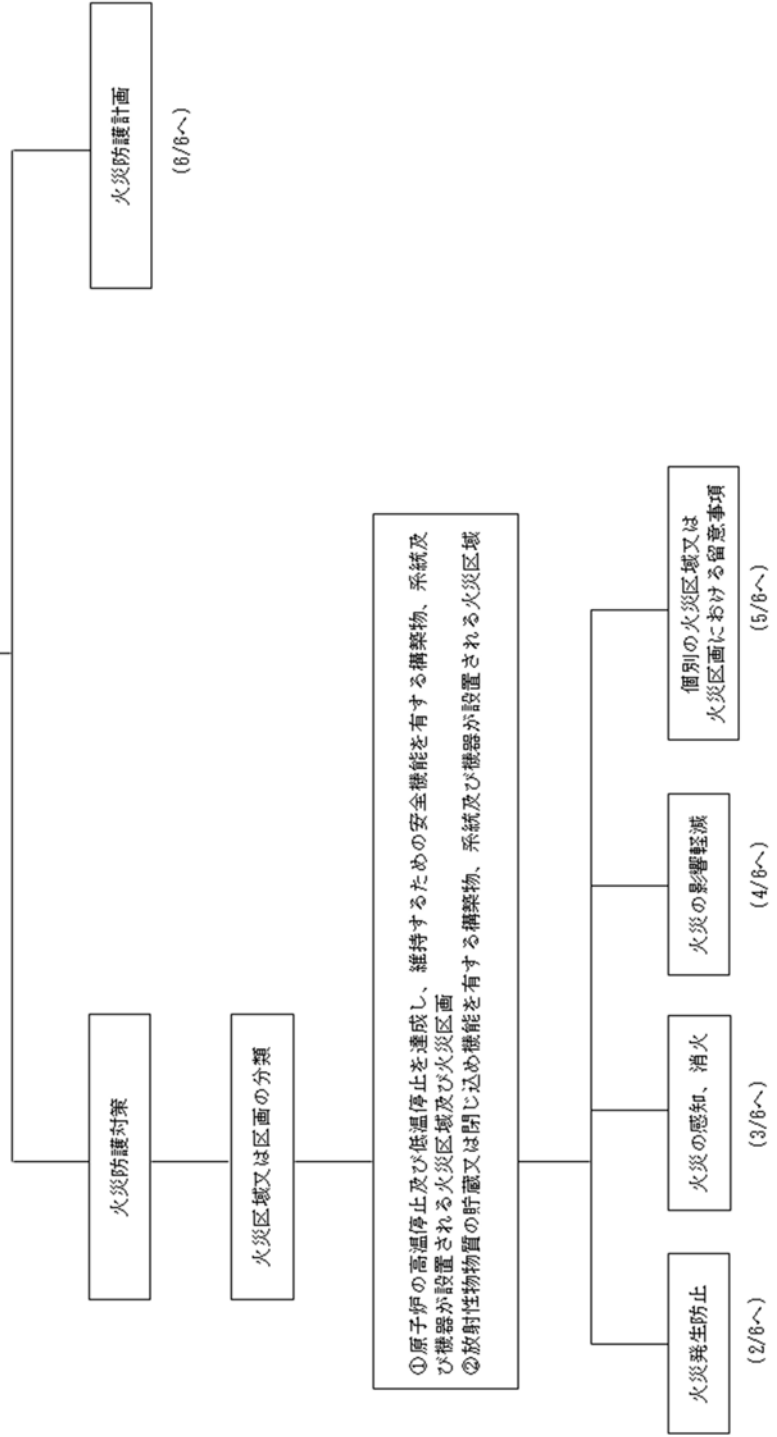


## 第8条 火災による損傷の防止(1/6)

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

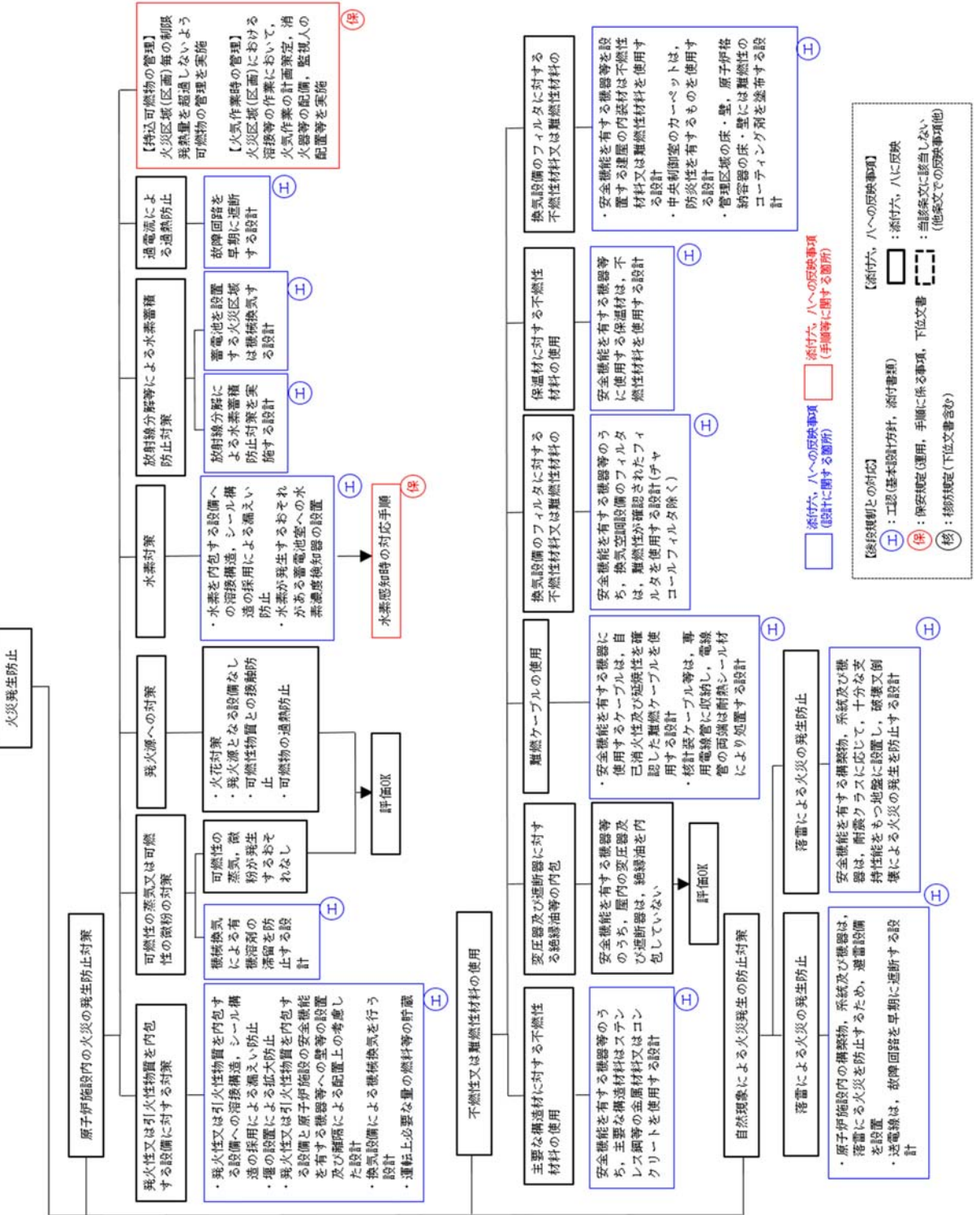
2 消火設備(安全施設に属するものに限る。)は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても発電用原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものでなければならない。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(原規技発第1306195号(平成25年6月18日原子力規制委員会決定))に適合すること。



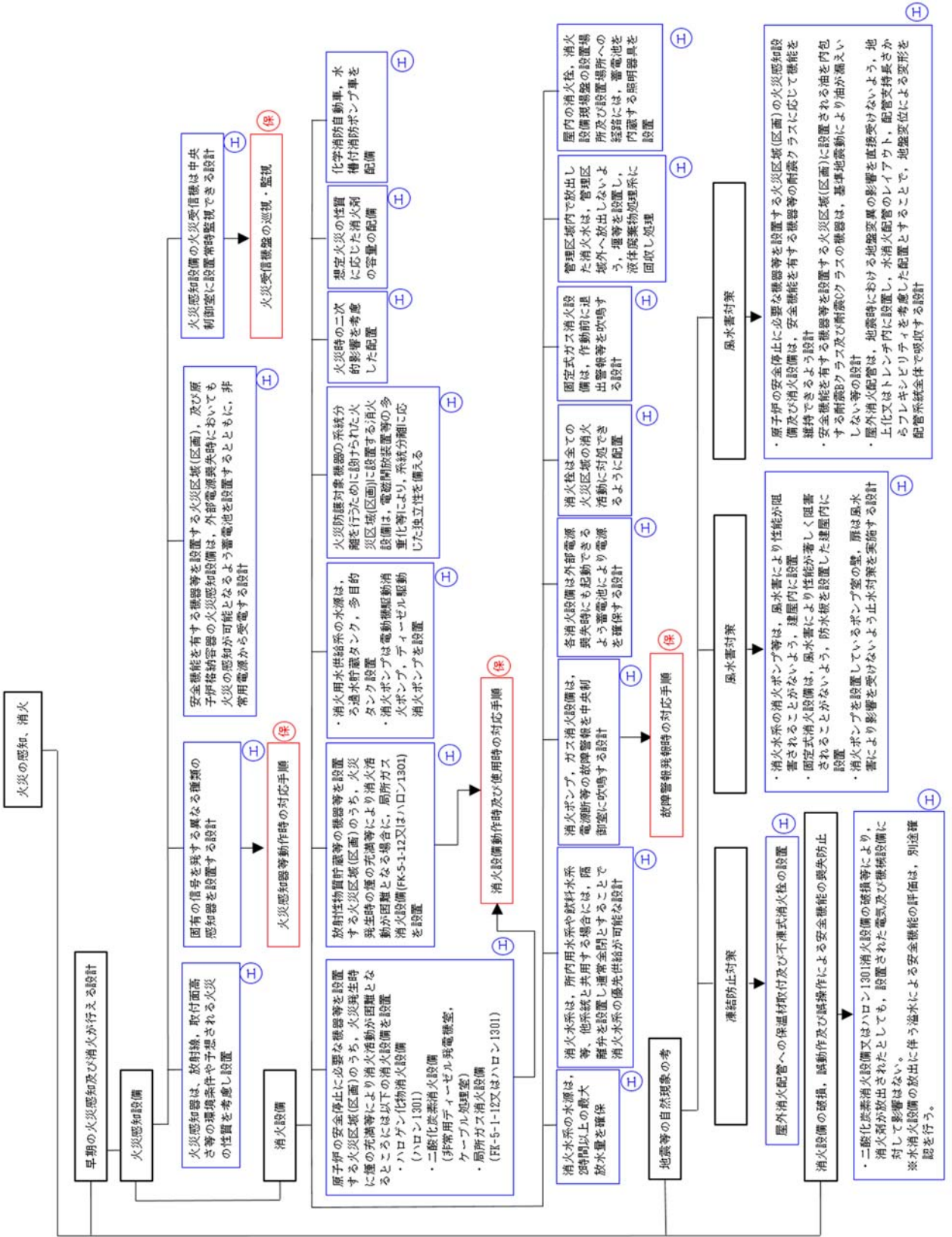
# 第8条 火災による損傷の防止(2/6)

(1/8より)



# 第8条 火災による損傷の防止(3/6)

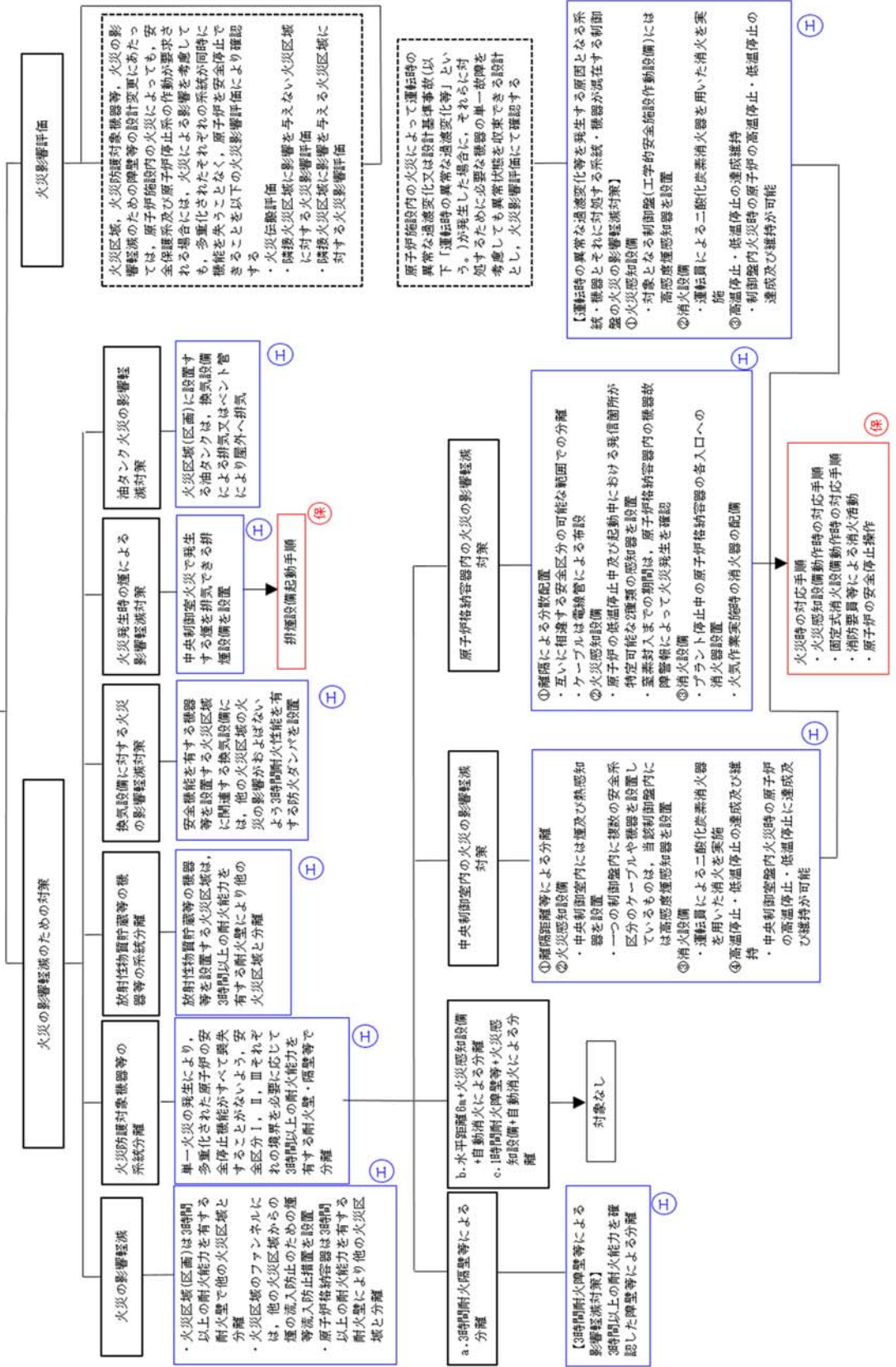
(1/6より)



# 第8条 火災による損傷の防止(4/6)

(1/6より)

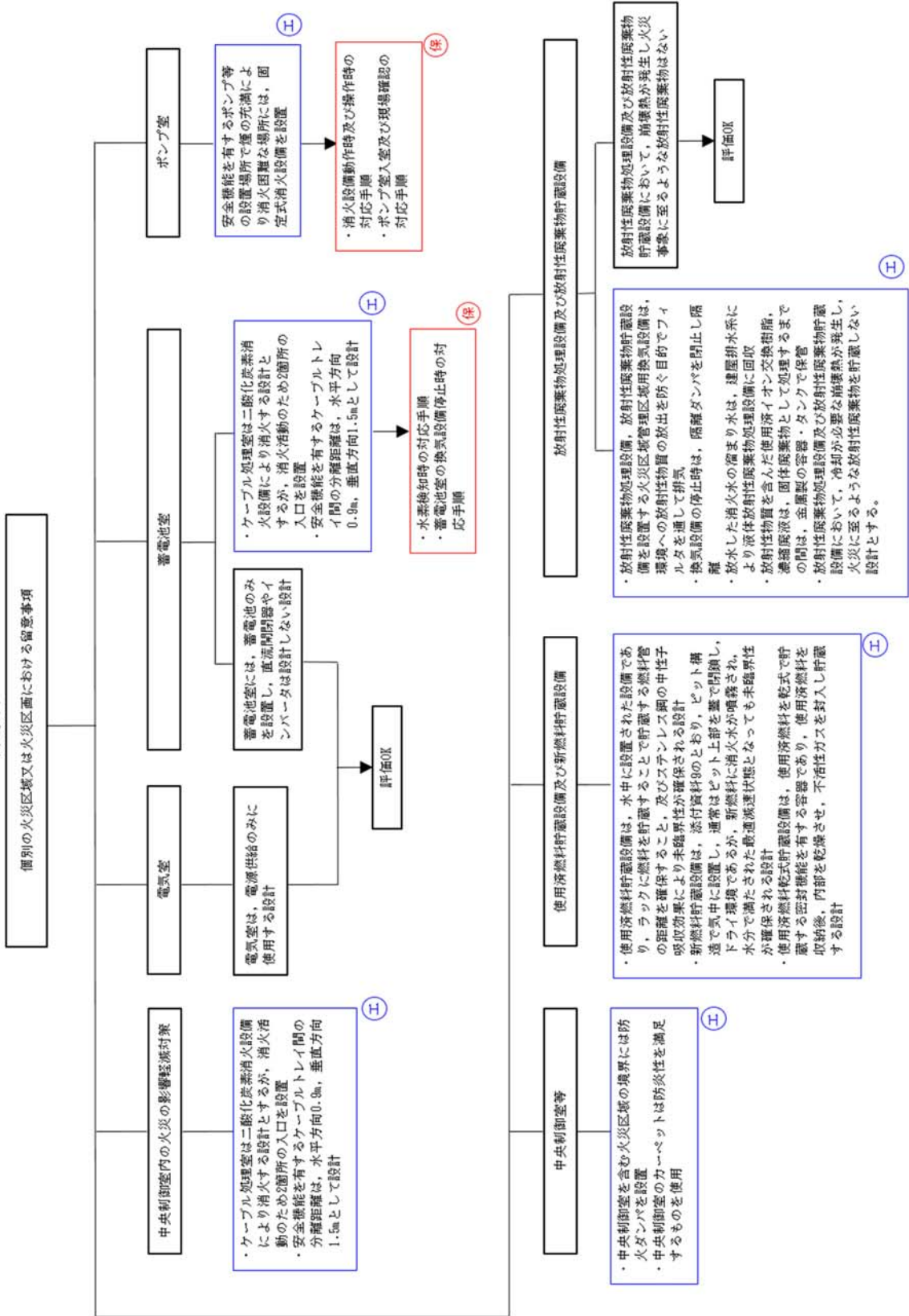
## 火災の影響軽減





# 第8条 火災による損傷の防止(5/6)

(1/6より)



## 第8条 火災による損傷の防止(6/6)

(1/6より)

### 火災防護計画

火災防護対策並びに火災防護対策を実施するために必要な手順、  
機器及び職員の体制を含めた火災防護計画を定めること

原子炉施設設置者が、火災防護対策を適切に実施するための火災防護計画を策定する

原子炉施設の安全機能を有する構造物、系統及び機器の防護を目的とした火災防護対策及び計画を実施するために必要な手順、機器、体制を定める  
 ①事業者の組織内における責任の所在  
 ②火災防護計画を遂行する各責任者に委任された権限  
 ③火災防護計画を遂行するための運営管理及び要員の確保

火災防護計画に、安全機能を有する構造物、系統及び機器に火災から防護するため、以下の3つの深層防護の概念に基づいて火災区域及び火災区画を考慮した適切な火災防護対策を含める  
 ①火災の発生を防止する  
 ②火災を早期に感知して速やかに消火する  
 ③消火活動により、速やかに鎮火しない場合においても、原子炉の高温停止及び低温停止の機能が確保されるように、当該安全機能を有する構造物、系統及び機器を防護する

火災防護計画が以下に示すとおりとなっていることを確認する  
 ①原子炉施設全体を対象とする計画となっている  
 ②原子炉を高温停止及び低温停止とする機能の確保を目的とした火災の発生防止、火災の感知及び消火、火災による影響の軽減の各対策の概要が記載されていること

・火災防護対策及び計画を実施するために必要な手順、機器、組織体制について定める  
 ・火災防護対策を実施するための組織における責任と権限を定める  
 ・火災防護計画を遂行するための組織とその運用管理及び必要な要員の確保(要員に対する訓練を含む)を定める

・持込可燃物管理、火気作業管理等の火災の発生防止に係る対策について定める  
 ・火災の早期感知及び消火活動について定める  
 ・原子炉施設の安全機能を有する構造物、系統及び機器を火災から防護するため、火災の発生防止、火災の早期感知及び消火並びに火災の影響軽減の3つの深層防護の概念に基づいて、火災防護対策を定める

・原子炉施設全体を対象とした火災防護計画であることを定める  
 ・原子炉施設の安全機能を有する構造物、系統及び機器を火災から防護するため、火災の発生防止、火災の早期感知及び消火並びに火災の影響軽減の3つの深層防護の概念に基づいて、火災防護対策を定める

(保)

(保)

(保)

### 火災防護計画の策定

(保)

第1表 運用, 手順に係る対策等 (設計基準)

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
<p>第8条 内部火災</p>	<p>○水素感知時の対応手順 ○蓄電池室の換気設備停止時の対応手順</p>	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素濃度検出時の対応手順(手順整備含む)</li> <li>蓄電池室の換気設備停止時の対応手順</li> </ul>
		体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>(運転員の当直体制)</li> </ul>
		保守・点検	-
	<p>○火災区域, 火災区画毎の制限発熱量を超過しない よう可燃物の管理を実施</p>	教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>運転員による運転操作等の訓練</li> </ul>
		運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> <li>持込可燃物の管理手順(手順整備含む)</li> <li>火気作業の管理手順(手順整備含む)</li> </ul>
		体制	-
	<p>○火災区域, 火災区画における溶接等の作業において火気作業の計画策定, 消火器等の配備, 監視人の配置等を実施</p>	保守・点検	-
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>火災防護に関する教育</li> </ul>
		運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> <li>火災受信機盤の巡視・監視(手順整備含む)</li> </ul>
	<p>○火災受信機盤の巡視・監視</p>	体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>(運転員の当直体制)</li> </ul>
		保守・点検	-
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>運転員による運転操作等の訓練</li> </ul>
	<p>○故障警報発報時の対応手順</p>	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> <li>故障警報発報時の対応手順(手順整備含む)</li> </ul>
		体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>(運転員の当直体制)</li> </ul>
		保守・点検	-
	教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>運転員による運転操作等の訓練</li> </ul>	

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
<p data-bbox="858 1688 884 1899">第8条 内部火災</p>	<p data-bbox="480 1227 505 1608">○火災感知器等作動時の対応手順</p>	<p data-bbox="416 860 442 987">運用・手順</p> <p data-bbox="451 860 477 943">体制</p> <p data-bbox="496 860 521 987">保守・点検</p> <p data-bbox="541 860 566 987">教育・訓練</p>	<p data-bbox="416 309 442 824">・火災感知器作動時の対応手順(手順整備含む)</p> <p data-bbox="451 577 477 824">・(運転員の当直体制)</p> <p data-bbox="496 555 521 577">-</p> <p data-bbox="541 450 566 824">・運転員による運転操作等の訓練</p>
	<p data-bbox="683 1151 708 1608">○消火設備作動時及び使用時の対応手順</p>	<p data-bbox="612 860 638 987">運用・手順</p> <p data-bbox="657 860 683 943">体制</p> <p data-bbox="702 860 727 987">保守・点検</p> <p data-bbox="746 860 772 987">教育・訓練</p>	<p data-bbox="603 309 660 824">・消火設備作動時及び使用時の対応手順(手順整備含む)</p> <p data-bbox="679 577 705 824">・(運転員の当直体制)</p> <p data-bbox="724 555 750 577">-</p> <p data-bbox="769 546 794 824">・火災防護に関する教育</p>
	<p data-bbox="932 1144 957 1608">【原子炉格納容器内火災の影響軽減対策】</p> <p data-bbox="976 1205 1002 1608">○可能な限りの離隔による分散配置</p> <p data-bbox="1021 1128 1046 1608">○低温停止中及び起動中の火災感知器設置</p> <p data-bbox="1066 1025 1123 1608">○低温停止中の原子炉格納容器の各入口への消火器設置</p> <p data-bbox="1142 1227 1168 1608">○火気作業実施時の消火器の配備</p> <p data-bbox="1187 1375 1212 1608">○火災時の対応手順</p>	<p data-bbox="884 860 909 987">運用・手順</p> <p data-bbox="1011 860 1037 943">体制</p> <p data-bbox="1104 860 1129 987">保守・点検</p> <p data-bbox="1232 860 1257 987">教育・訓練</p>	<p data-bbox="826 309 884 824">・火災感知器作動時の対応手順(手順整備含む)</p> <p data-bbox="896 577 922 824">・運転員による二酸化炭素消火器を用いた消火手順(手順整備含む)</p> <p data-bbox="941 309 967 824">・原子炉の安全停止操作の手順(手順整備含む)</p> <p data-bbox="995 577 1021 824">・(運転員の当直体制)</p> <p data-bbox="1034 533 1059 824">・(消防要員等による体制)</p> <p data-bbox="1088 680 1114 824">・設備の点検</p> <p data-bbox="1120 577 1145 824">・設備の故障時の補修</p> <p data-bbox="1168 546 1193 824">・火災防護に関する教育</p> <p data-bbox="1209 450 1235 824">・運転員による運転操作等の訓練</p> <p data-bbox="1251 450 1276 824">・消防要員等による総合的な訓練</p> <p data-bbox="1292 577 1318 824">・所員による消防訓練</p>



設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
<p>第8条 内部火災</p>	<p>【中央制御室内の火災の影響軽減対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 離隔距離等による分離</li> <li>○ 運転員による二酸化炭素消火器を用いた消火を実施</li> <li>○ 中央制御室内火災時の原子炉の高温停止・低温停止の達成及び維持</li> </ul>	<p>運用・手順</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 火災感知器作動時の対応手順(手順整備含む)</li> <li>・ 運転員による二酸化炭素消火器を用いた消火手順(手順整備含む)</li> <li>・ 原子炉の安全停止操作の手順(手順整備含む)</li> </ul>
		<p>体制</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ (運転員の当直体制)</li> <li>・ (消防要員等による体制)</li> </ul>
		<p>保守・点検</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設備の点検</li> <li>・ 設備の故障時の補修</li> </ul>
		<p>教育・訓練</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 火災防護に関する教育</li> <li>・ 運転員による運転操作等の訓練</li> <li>・ 消防要員等による総合的な訓練</li> </ul>
	<p>○ 排煙設備の起動手順</p>	<p>運用・手順</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 排煙装置による排煙の手順(手順整備含む)</li> </ul>
		<p>体制</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ (運転員の当直体制)</li> <li>・ (消防要員等による体制)</li> </ul>
		<p>保守・点検</p>	<p>—</p>
		<p>教育・訓練</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 火災防護に関する教育</li> <li>・ 運転員による運転操作等の訓練</li> <li>・ 消防要員等による総合的な訓練</li> </ul>

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第8条 内部火災	【火災時の対応手順】 ○火災感知設備作動時の対応手順 ○自動消火設備作動時の対応手順 ○消防要員等による消火活動 ○原子炉の安全停止操作	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> <li>・火災感知器作動時の対応手順(手順整備含む)</li> <li>・消防要員等による消火器及び消火栓を用いた消火手順(手順整備含む)</li> <li>・原子炉の安全停止操作の手順(手順整備含む)</li> </ul>
		体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(運転員の当直体制)</li> <li>・(消防要員等による体制)</li> <li>・(自衛消防組織)</li> </ul>
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設備の点検</li> <li>・設備の故障時の補修</li> </ul>
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>・火災防護に関する教育</li> <li>・運転員による運転操作等の訓練</li> <li>・消防要員等による総合的な訓練</li> <li>・所員による消防訓練</li> </ul>

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
<p>第8条 内部火災</p>	<p>●火災防護計画</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○火災防護対策及び計画を実施するために必要な手順、機器、組織体制について定める</li> <li>○火災防護組織における責任と権限を定める</li> <li>○管理権限者の役割として、必要な要員を確保し、配置することを定める。</li> </ul> <p>○持込み可燃物管理、火気作業管理等の火災の発生防止に係る対策について定める</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○火災の早期感知及び消火活動について定める</li> <li>○原子炉施設の安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護するため、火災の発生防止、火災の早期感知及び消火並びに火災の影響軽減の3つの深層防護の概念に基づいて、火災防護対策を定める</li> </ul> <p>○原子炉施設全体を対象とした火災防護計画であることを定める</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○原子炉施設の安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護するため、火災の発生防止、火災の早期感知及び消火並びに火災の影響軽減の3つの深層防護の概念に基づいて、火災防護対策を定める</li> </ul>	<p>運用・手順 体制</p> <p>保守・点検</p> <p>教育・訓練</p> <p>運用・手順 体制</p> <p>保守・点検</p> <p>教育・訓練</p> <p>運用・手順 体制</p> <p>保守・点検</p> <p>教育・訓練</p>	<p>・対象項目のとおり(手順整備含む)</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>・火災防護に関する教育</p> <p>・対象項目のとおり(手順整備含む)</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>・火災防護に関する教育</p> <p>・対象項目のとおり(手順整備含む)</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>・火災防護に関する教育</p>

## 東海第二発電所

火災防護に係る等価時間算出プロセスについて

## 1. 概要

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）では、原子炉施設が火災によりその安全性が損なわれないよう、必要な火災防護対策を要求しており、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」（以下「内部火災影響評価ガイド」という。）では、これらの要求に基づく火災防護対策により、原子炉施設内で火災が発生しても、原子炉の安全停止に関わる安全機能が確保されることを確認するために実施する内部火災影響評価の手順の一例が示されている。

本資料では、東海第二発電所に対して「内部火災影響評価ガイド」を参照して内部火災影響評価を行う際のインプット情報となる等価時間の算出プロセスについて、その概要をまとめたものである。

## 2. 火災影響評価における要求事項

内部火災影響評価は、「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減 2.3.2」に基づき実施することが要求されている。

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

また、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを、火災影響評価により確認すること。

（火災影響評価の具体的手法は「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」による。）

(参考)

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

また、いかなる火災によっても原子炉を高温停止及び冷温停止できる設計であることを確認する際、原子炉の安全確保の観点により、内部火災影響評価ガイドにおいて要求される以下の事項を考慮する。

#### 4. 火災時の原子炉の安全確保

3. に想定する火災に対して、

- ・原子炉の安全停止に必要な機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと(信頼性要求に基づき独立性が確保され、多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと)。

内部火災により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その影響(火災)を考慮し、安全評価指針に基づき安全解析を行う必要がある。

内部火災影響評価ガイドでは、「火災影響評価は、『火災区域/火災区画の設定』、『情報及びデータの収集、整理』、『スクリーニング』、『火災伝搬評価』というステップで実施する」ということが示されている。(第1図参照)

等価時間は、「情報及びデータの収集・整理」において設定した火災区域の耐火壁の耐火能力を評価するための指標であり、火災区域内の可燃性物質の量と火災区域の面積から算出される火災の継続時間に相当する。

### 3. 等価時間の算出

等価時間の算出は以下の手順で行う。

#### (1) 火災区域(区画)の設定

原子炉の安全停止に必要な機器等(具体的には、機器、配管、弁、ダクト、ケーブル、トレイ、電線管、盤等)が設置される火災区域(区画)の設定にあたっては、原子炉の安全停止に必要な機器等の設置箇所、建屋の間取り、障壁、貫通部、扉の設置状況、機器やケーブル等の配置、耐火壁の能力、系統分離基準等を総合的に勘案し設定した。

#### (2) 火災区域(区画)内の可燃物の選定

##### a. 可燃物量調査範囲について

可燃物量の調査範囲は、火災影響評価の信頼性向上を図るために建屋内の全ての場所について網羅的に把握する観点から、以下のとおりとした。

- ・ 原子炉建屋全域
- ・ タービン建屋全域
- ・ 廃棄物処理建屋全域
- ・ 取水口廻り

##### b. 可燃物量調査対象について

可燃物量調査対象は、上記 a. の範囲の全ての可燃物を対象とする。

ただし、除外する可燃物については以下のとおりとする。

- (a) 表示板、パッキン、塗料及び計器内の可燃物、工具棚、本設機器付属品(弁のキャップ)、ページング、保安電話、拡声器、PHS アンテナ

等は発火の可能性が極めて低いこと、可燃物量としては少量であり、油等を加えた総熱量に対してその影響が小さいことから除外する。

(b) 電線管内のケーブルは、酸素の供給が不十分で継続的な燃焼とならないので除外する。

(c) 仮置き資材については定期検査期間中の一時的な持ち込みであること、持ち込み可燃物管理にて管理すべきものであることから除外とする。

また、長期設置資機材(発電用資材として保管している潤滑油等は除く)については、足場材や治工具等の鋼材が主であることから、a)と同様な理由から除外する。

### (3) 火災区域(区画)内の可燃物調査

火災区域(区画)の可燃物量調査については、図面等の設計図書による図書調査、プラントウォークダウンによる現場調査を基本とする。

ただし、火災影響評価を用いる可燃物については本設備の可燃物であり、増減が生じる場合は改造工事に起因するものであることから、工事主管箇所への聞き取り等による調査も考慮する。

なお、火災区域(区画)の面積については、設計図書から算出した。

#### a. 図書調査

上記(2)で選定した可燃物のうち、ポンプや電動機等で使用される潤滑油、グリース、ケーブルの物量については、設計図面等を用いて調査した。

また、新規性基準対応への適合のための火災防護対策の検討に伴い、火災区域(区画)の見直しが発生した場合には、都度、図面等と現場を照合



し、新しい火災区域(区画)における機器の配置等を確認し、可燃物の増減を評価する。

#### b. 現場調査

上記(2)で選定した可燃物のうち、火災区域(区画)にケーブルトレイ、電源盤、油内包機器について、現場ウォークダウンにより調査した。

具体的には、各火災区域に設置されているケーブルトレイの布設状態の確認、油内包機器の種類・数量、現場の各種電源盤の面数及び寸法の確認を実施した。

#### (4) 可燃物の単位発熱量及び可燃物量調査結果に対する考慮

可燃物に係る単位発熱量については、最新の知見及び最も広く使用されている実績のある NEPA Fire Protection Handbook 最新版(20th Edition)を原則として使用する。

火災影響評価に用いる火災区画の総可燃物量の算出に際しては、図書調査、現場調査における可燃物量の不確かさを考慮し、調査した総可燃物量に安全率 20%を加味する。

#### (5) 等価時間の算出

等価時間の算出については、火災区域に存在する可燃物の総発熱量を算出し、各火災区域の単位床面積あたりの発熱量である火災荷重を、下式により算定する。(内部火災影響評価ガイドと同様)

等価時間(h)=火災荷重／燃焼率

=発熱量／火災区画の面積／燃焼率

ここで、

火災荷重=発熱量／火災区画の面積

燃焼率 : 単位時間単位面積当たりの発熱量(908,095kJ/m<sup>2</sup>/h)

発熱量 : 火災区画内の総発熱量(kJ)

=可燃性物質の量×熱含有量

可燃性物質の量: 火災区画内の各種可燃性物質の量(m<sup>3</sup>又はkg)

火災区画の面積: 火災区画の床面積(m<sup>2</sup>)

燃焼率としてはNEPA(National Fire Protection Association)ハンドブックの Fire Protection Handbook Section/Chapter 18, “Confinement of Fire in Buildings Association)”の標準火災曲線のうち最も厳しい燃焼クラスである CLASS E の値である 908,095kJ/m<sup>2</sup>/hr を用いる。

#### (6) 火災区域特性表の作成

可燃物量の調査結果は、火災区域特性表として整理した。火災区域特性表の代表例を添付資料1に示す。

各火災区域の可燃物量の調査結果については、火災区域特性表Ⅱにまとめるとともに、火災影響評価のデータシートとして火災区域の部屋毎に設置機器や可燃物量を整理したデータシートを作成した。

改造工事等の設備更新を行う場合は、設計管理の中で可燃物量の増減を確認し、その結果をデータシートに反映する。

## (7) 今後の対応

### a. 「火災区域特性表」による火災荷重・等価時間の管理

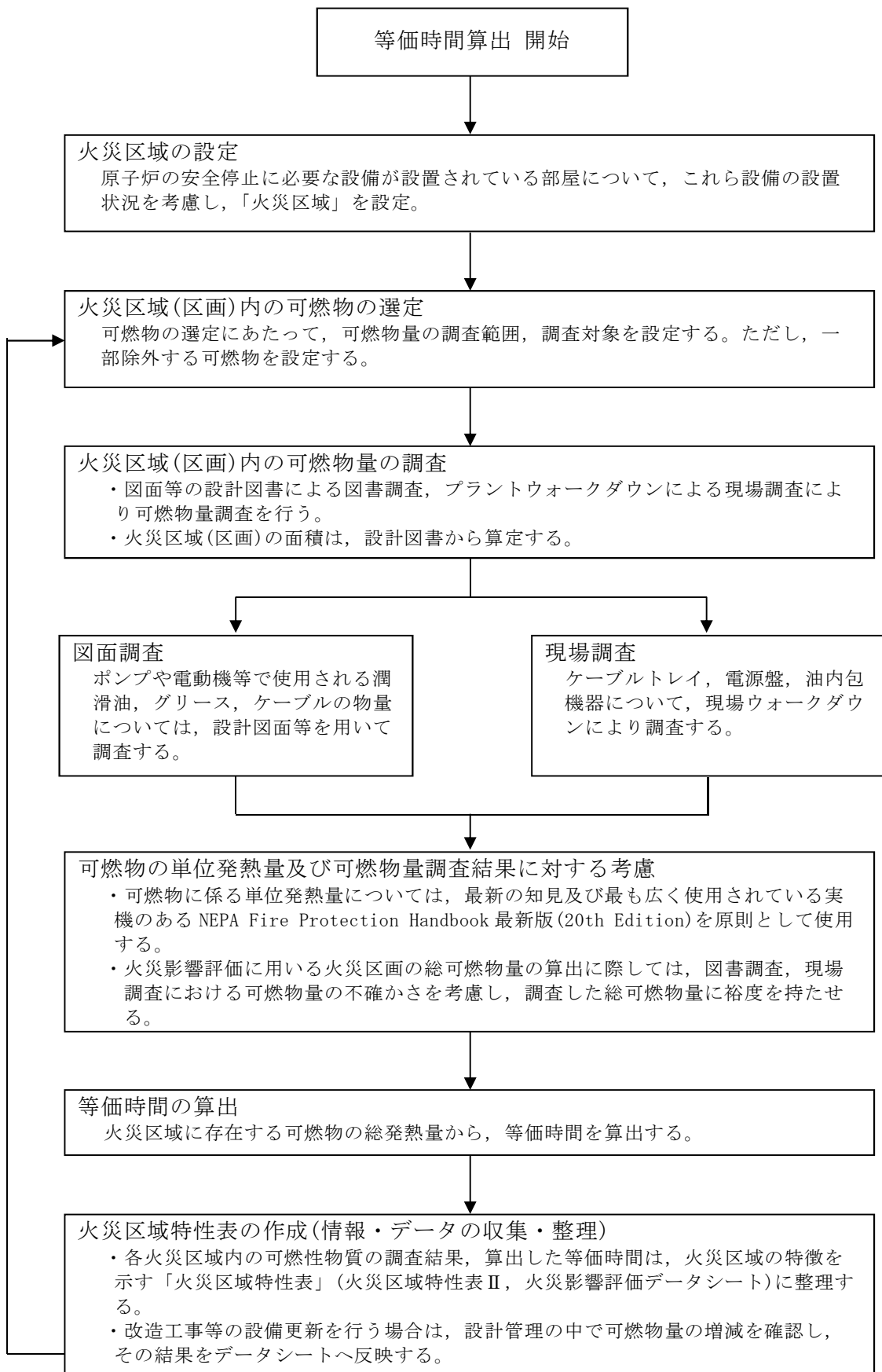
火災荷重・等価時間の管理については、「火災区域特性表」を用いて内部火災影響評価の一環として実施する。等価時間の算出手順を含めた内部火災影響評価の手順及び実施頻度については、火災防護計画で定める。

また、改造工事等の設備更新を行う場合は、設備管理の中で可燃物量の増減の確認、既存の内部火災影響評価結果に影響を与えないことを確認すること火災防護計画に定める。

### b. 持込み可燃物管理

持込み可燃物の管理は、火災発生防止及び火災発生時の規模の局限化、影響軽減を目的として実施する。持込み可燃物の運用管理手順には、発電所の通常運転に関する可燃物、保守や改造に使用するために持ち込まれる可燃物(一時的に持ち込まれる可燃物含む)の管理を含む。

具体的には、原子炉施設内の各火災区域(部屋)の耐火障壁の耐火能力、設置されている火災感知器、消火設備の情報から管理基準を定め、火災区域(部屋)に持ち込まれ1日以上仮置きされる可燃物と火災区域(部屋)の既存の可燃物の火災荷重の総和を評価し、その管理基準を超過しないよう持込み可燃物を管理する。



第1図 等価時間の算出フロー

## 東海第二発電所の火災区域特性表の例

火災区域特性表 I

火災区域特性表のまとめ					1/1
プラント	NT-2	建屋	原子炉建屋	火災区域番号	R-6

--	--	--	--	--	--

火災区域特性表Ⅱ

火災区域内の火災源及び防火設備			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6

--	--	--	--

火災区域特性表Ⅲ

火災区域に隣接する火災区域(部屋)と伝播経路			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6

--	--	--	--



火災区域特性表IV

火災により影響を受ける設備			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6

--	--	--	--

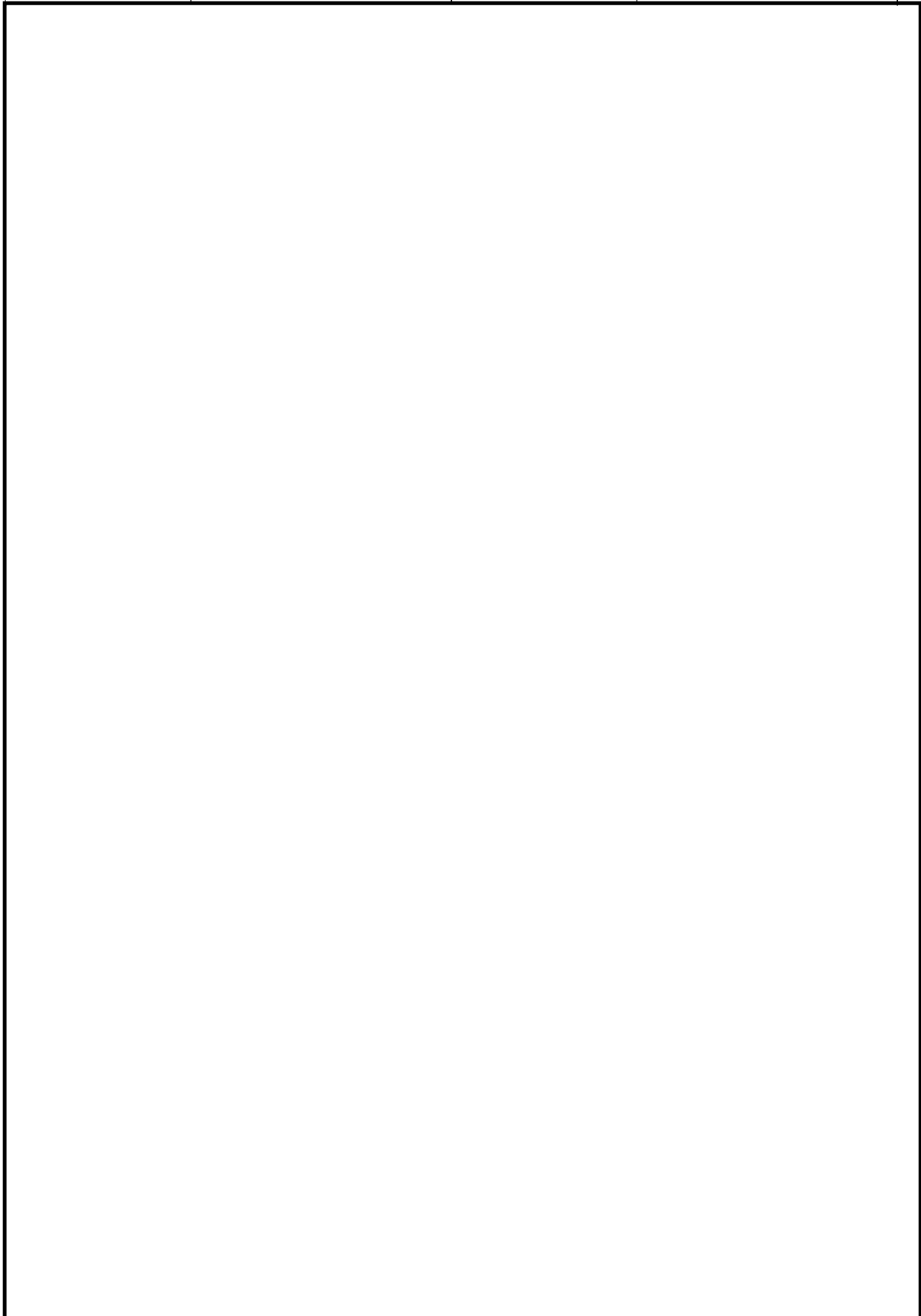
火災区域特性表Ⅴ

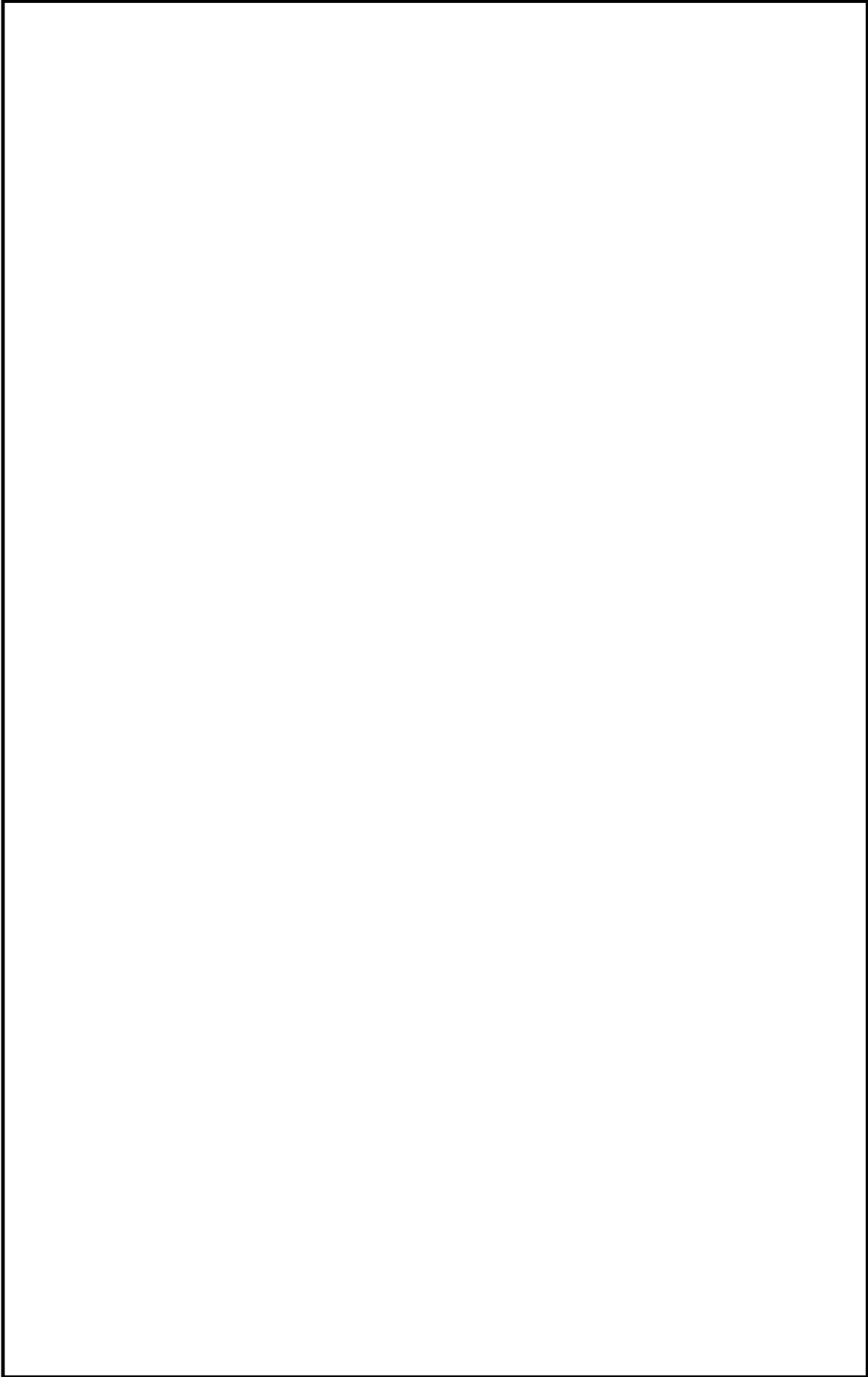
火災により影響を受けるケーブル			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6

--	--	--	--

添付資料-1

火災影響評価のデータシート 目次			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6





8 条-別添 3-添付 1-8

## 東海第二発電所

### 非難燃ケーブルの対応について

本資料のうち、は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

<目次>

1. 複合体の概念と設計目標
  - 1.1 複合体の概念
  - 1.2 複合体の設計上考慮すべき事項
  - 1.3 設計目標（難燃性能）の設定
  - 1.4 設計目標を達成するための設計方針
  - 1.5 設計目標の達成確認項目
  - 1.6 複合体の設計上考慮すべき事項に関する確認項目
  - 1.7 基本設計に関する確認項目
  - 1.8 その他詳細設計に係る確認項目
2. 供試体の仕様と試験条件の設定
  - 2.1 試験対象ケーブルの選定
  - 2.2 複合体の構成品の組合せ
  - 2.3 試験条件の設定
3. 複合体外部の火災に対する難燃性能の確認
  - 3.1 耐延焼性の確認（防火シートの遮炎性）
  - 3.2 耐延焼性の確認（耐延焼性試験）
4. 複合体内部の火災を想定した難燃性能の確認
  - 4.1 内部火災と耐延焼性確保の考え方
  - 4.2 自己消火性の確認
  - 4.3 耐延焼性の確認
  - 4.4 過電流模擬試験による遮炎性能評価
5. 複合体の難燃性能に対する設計余裕

- 5.1 不完全な状態を仮定した複合体の外部の火災に対する耐延焼性の確認
- 5.2 不完全な状態を仮定した複合体の内部の火災に対する耐延焼性の確認
- 6. 複合体の難燃性能以外の安全機能に係る設計の妥当性
  - 6.1 防火シートによるケーブルへの影響
  - 6.2 防火シートによるケーブルトレイへの影響
- 7. 代替措置の施工性
  - 7.1 複合体の施工方法
  - 7.2 貫通部及びトレイから分岐する電線管の対応

## 添付資料

- 添付資料 1-1 難燃性が要求されるケーブルへの対応
- 添付資料 1-2 防火シートの基本性能について
- 添付資料 1-3 防火シートの技術資料
- 添付資料 1-4 防火シートの延焼防止機能について
- 添付資料 1-5 防火シート及び結束ベルトの標準施工方法
- 添付資料 1-6 ファイアストップの施工方法
- 添付資料 1-7 耐火シールの性能について
- 添付資料 1-8 実機火災荷重を考慮した防火シートの限界性能試験の確認方法
- 添付資料 1-9 防火シート重ね部の遮炎性試験の確認方法
- 添付資料 1-10 複合体内部の発火に対する自己消火性の確認方法
- 添付資料 1-11 過電流模擬試験による防火シート健全性評価の確認方法
- 添付資料 1-12 複合体が不完全な状態を仮定した場合の性能評価の確認方法
- 添付資料 1-13 複合体による影響の確認方法
  
- 添付資料 2-1 発電所で使用する非難燃ケーブルの種類
- 添付資料 2-2 発電所で使用する非難燃ケーブルの詳細
- 添付資料 2-3 ケーブルの燃焼メカニズム
- 添付資料 2-4 ケーブルの使用期間による経年変化
- 添付資料 2-5 発電所を代表する非難燃ケーブルの抽出結果のまとめ
- 添付資料 2-6 試験対象ケーブルの詳細
- 添付資料 2-7 複合体構成品の状態確認
- 添付資料 2-8 ケーブル種類毎の性能確認方法と確認結果



- 添付資料 2-9 代表ケーブルの選定方法と選定結果
- 添付資料 2-10 供試体の仕様と試験条件設定の考え方
- 添付資料 3-1 実機火災荷重を考慮した防火シートの限界性能試験
- 添付資料 3-2 防火シート重ね部の遮炎性試験
- 添付資料 3-3 ケーブルの難燃性能向上評価に係る調達管理
- 添付資料 3-4 耐延焼性実証試験条件
- 添付資料 3-5 損傷長の判定方法
- 添付資料 3-6 難燃ケーブルとの比較
- 添付資料 3-7 複合体の構成品の組合せによる耐延焼性の確認
- 参考資料 1 加熱熱量の違いによる性能比較評価の確認方法
- 参考資料 2 バーナ加熱熱量を変化させた垂直トレイ燃焼試験
- 添付資料 4-1 過電流によるケーブルの燃焼プロセス
- 添付資料 4-2 複合体内部ケーブルの自己消火性の実証試験
- 添付資料 4-3 内部発火に対する延焼防止性能の評価における調達管理
- 添付資料 4-4 複合体内部の火災に対する延焼防止性能評価の確認方法
- 添付資料 4-5 トレイの設置方向による延焼性の確認結果
- 添付資料 4-6 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
- 添付資料 4-7 過電流模擬試験による防火シート健全性評価
- 添付資料 5-1 不完全な状態を仮定した複合体の外部の火災に対する耐延焼性の確認結果
- 添付資料 5-2 不完全な状態を仮定した複合体の内部の火災に対する耐延焼性の確認結果

添付資料 6-1 防火シートによるケーブルへの影響の確認結果

添付資料 6-2 防火シートによるケーブルトレイへの影響の確認結果

添付資料 7-1 防火シートの施工性の確認

## 1. 複合体の概念と設計目標

東海第二発電所に敷設されたケーブルは、発電所運転開始以降に改造工事を行った際には難燃ケーブルを採用しているものの、建設時に敷設されたケーブルは非難燃ケーブルが使用されている。ケーブルは建屋全域にわたって敷設されており、ケーブルトレイやケーブルピットに敷設されているものには延焼防止材が施工されている。

一方、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準（以下「火災防護に係る審査基準」という。）」では、安全機能を有する構築物、系統及び機器（以下「安全機能を有する機器」という。）のケーブルは難燃ケーブルを使用することが要求されており、運転開始以降の増改良工事等で新たに敷設又は引替えしたケーブルは、同要求に適合した状況にある。

このため、東海第二発電所においては、安全機能を有する機器に使用している非難燃ケーブルについては、原則、難燃ケーブルに取替ることとする。

また、ケーブル取替に伴い安全上の課題が生じる範囲で、かつ、施工後の状態において、安全上の課題を回避し、基準に適合するケーブル取替以外の措置（以下、「代替措置」という。）が適用でき、難燃ケーブルと比較した場合、火災リスクの有意な増加がない範囲に限って、代替措置による保安水準の達成を実証したうえで、代替措置を適用する。

なお、代替措置については不燃材の防火シートを適用し、複合体<sup>\*1</sup>を形成することで、難燃ケーブルと同等以上の難燃性能<sup>\*2</sup>を達成可能な設計とする。

難燃性が要求されるケーブルへの対応について添付資料 1-1 に示す。

- ※1：複合体とは、ケーブル及びケーブルトレイを防火シートで覆い、その状態を維持するため、結束ベルトで固定したものをいう。
- ※2：難燃性能とは、複合体が自己消火し、耐延焼性を有する（燃え止まる）ことをいう。

## 1.1 複合体の概念

複合体の形成においては、難燃ケーブルに求められている難燃性能と同等以上の性能を確保する目的から、防火シートを使った複合体の概念を確認する。

- (1) 非難燃ケーブルを防火シートにより覆い複合体とする。複合体は可燃物を内包することから、燃焼の3要素のうち、熱、酸素を抑制することにより難燃性能を確保する。

燃焼の3要素について第1.1-1表に示す。

第1.1-1表 複合体概念に対する燃焼の3要素の検討

燃焼の3要素	複合体の特徴
熱エネルギー (火炎)	防火シートは不燃材で火炎を遮るが伝熱はある。
酸素	ケーブルトレイの特徴を考慮してケーブル周囲の空間が少なくなるように防火シートを施工することで酸素量を抑制する。
可燃物 (ケーブル)	ケーブル自体が可燃物であるため、ケーブルを排除することは不可能。

- (2) 難燃性能（自己消火性及び耐延焼性）を確保するための考え方は以下のとおり。

- ① 複合体内部の非難燃ケーブルは、単体で自己消火性を有することを確認する。
- ② 複合体として外部の火炎に対し、防火シートにより複合体外部からの火炎を遮断し、非難燃ケーブルの延焼（外部の火炎からの伝熱による損傷及び発火）を抑制する。

- ③ 複合体として内部の火災（過電流発火）に対し、複合体内部の酸素量を抑制することにより非難燃ケーブルの延焼を抑制する。

## 1.2 複合体の設計上考慮すべき事項

複合体は1.1項の概念に基づき防火シート、既設ケーブル及びケーブルトレイ等から構成されることを考慮し、以下の複合体の安全機能について設計上考慮すべき事項について、複合体の妥当性を確認する。

### (1) 複合体としての難燃性能

- ・難燃性（自己消火性，耐延焼性）
- ・耐久性（腐食，経年劣化）
- ・外力（地震）による健全性
- ・施工性（実機トレイへの施工）

### (2) ケーブル及びケーブルトレイの安全機能

- ・電氣的機能（通電機能，絶縁機能）
- ・機械的機能（ケーブルシースの保護機能，ケーブルトレイの保持機能）

- ① ケーブル及びケーブルトレイに化学的影響を与えない材料として、ケーブル及びケーブルトレイ専用開発された防火シートを採用する。
- ②内部ケーブルの電氣的機能への影響として熱の蓄積，ケーブルトレイへの機械的な影響として重量増加を考慮し、防火シートは一重巻きとする。

設計目標は、これらの複合体の設計上考慮すべき事項のうち、難燃性（自己消火性，耐延焼性）について設定する。

### 1.3 設計目標（難燃性能）の設定

複合体は，設置許可基準規則及び火災防護審査基準に定める技術的要件を満足する技術的内容と同一でないため，設置許可基準規則に照らして十分な保安水準を確保すべく，以下の設計目標を定める。

#### 【設計目標】

- I．複合体外部の火災に対して，難燃ケーブルと同等以上の難燃性能を確保する。
- II．複合体内部の火災に対して，難燃性能を確保する。
- III．想定外の施工不良，傷等により複合体の不完全な状態を仮定しても耐延焼性を確保する。

## 1.4 設計目標を達成するための設計方針

1.3 項で設定した設計目標を達成するために、自己消火性と耐延焼性の設計項目に対し、以下の設計の考え方により設計方針を設定する。

### I. 外部の火災に対する難燃性能

#### 【外部の火災】

- ・複合体は外部被覆となる防火シート（不燃材）により、外部の火災からの伝熱による内部ケーブルの損傷及び発火を抑制
- ・内部ケーブルが伝熱により発火する場合の耐延焼性は、設計目標Ⅱとして延焼抑制

#### (1) 自己消火性

- ・ケーブルの自己消火性はケーブル発火を模擬する内部の火災にて確認する。

#### (2) 耐延焼性

- ・燃焼の3要素のうち熱（火炎）を遮断する。

#### 【設計／設計仕様】

- ① 非難燃ケーブル及びケーブルトレイを不燃材<sup>※3</sup>の防火シートにより被覆する。
- ② 防火シートの継ぎ目は一定量の重ね代を設けて形成する。
- ③ 防火シートは一定間隔以内ごとに結束ベルトにより固定する。

※3：防火シートには、建築基準法で定められた不燃材で防火設備に求められる遮炎性及び使用環境に対応した耐久性を有しているプロテコ®シート-P2・ecoを採用する。また、後述する施工方法によることで想定される外力（地震）ではケーブルが露出

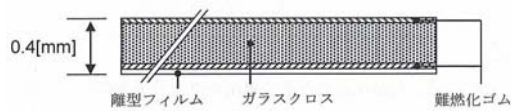


することはない。防火シートの基本性能について添付資料 1-2  
に示す。

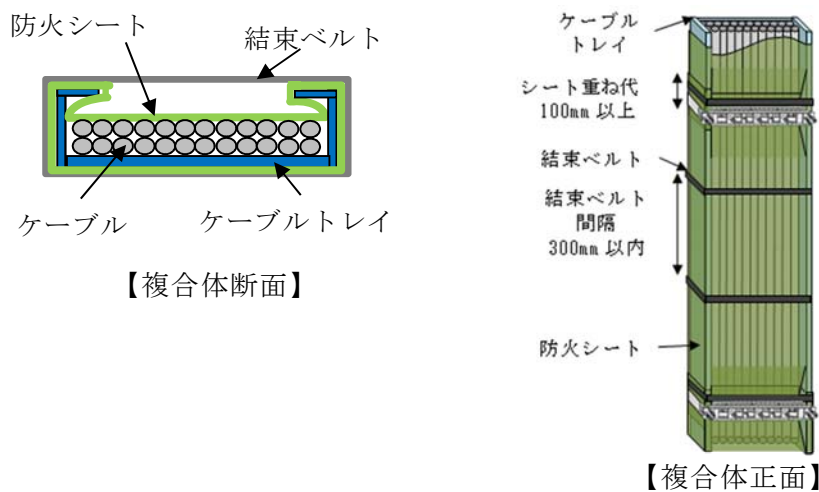
### 【防火シートの仕様】

基材にガラスクロス（不燃材）を用い、そこに高難燃性を付与した  
難燃ゴム（アクリロニトリルブタジエンゴムに水酸化アルミニウムを  
添加したもの）を含浸させたものを、均一な厚さのシート状にした延  
焼防止材であり、柔軟性を有し直接ケーブルやケーブルトレイに巻い  
て使用する製品である。防火シートの構造を第 1.4-1 図に複合体の  
施工例を第 1.4-2 図に示す。

なお、防火シートの技術資料を添付資料 1-3 に、防火シートの延焼  
防止機能を添付資料 1-4 に示す。



第 1.4-1 図 防火シートの構造（断面）



第 1.4-2 図 複合体形成の施工例

また、防火シート及び結束ベルトの標準施工方法を添付資料 1-5 に示す。

## II. 内部の火災に対する難燃性能

### 【内部の火災】

- ・ 複合体内部ケーブルの過電流発火に対し、複合体被覆の防火シートが健全であり、酸素抑制空間を維持することで延焼を抑制する。
- ・ 外部の火災からの伝熱による発火に対し、複合体内部の酸素量を抑制（防火シート、ファイアストップ）により耐延焼性を確保する。

#### (1) 自己消火性

- ・ ケーブル単体の自己消火性を確保する。

#### (2) 耐延焼性

- ・ 燃焼の 3 要素のうち酸素量を抑制する。

### 【設計／設計仕様】

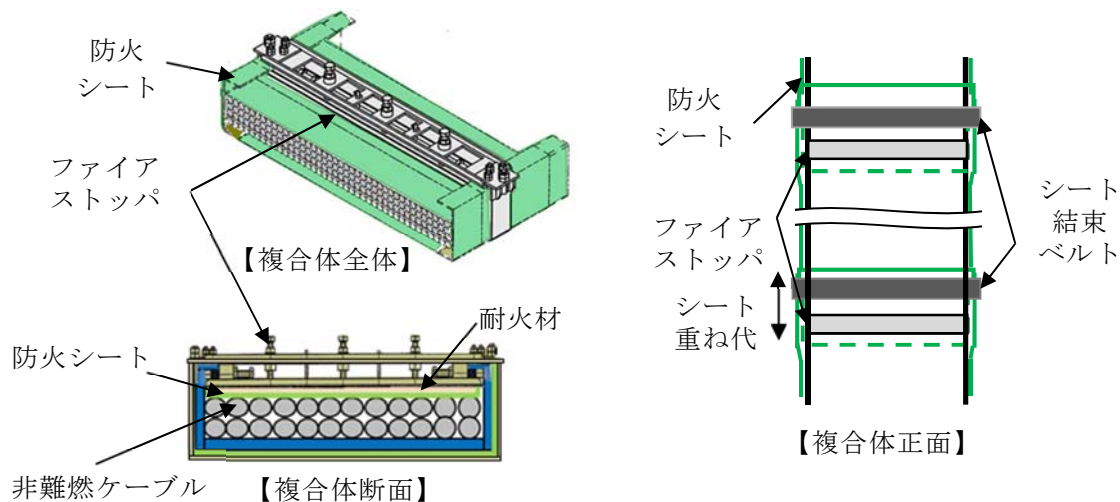
① 不燃材の防火シートで覆うこと及び延焼性の高いトレイ設置方向にはファイアストップ設置による酸素量の抑制空間を形成する。

（壁床貫通部や電線管によるケーブルトレイからの分岐部は、開口部の両端に耐火シール※<sup>4</sup>を施工する。）

② 防火シートを極力密着させ施工することによる複体内酸素量を抑制する。

ファイアストップの施工方法を添付資料 1-6 に示す。また、ファイアストップの施工例を第 1.4-3 図に示す。

※4：耐火シールは建築基準法に基づく防火設備性能試験により耐火性能が確認されたものを採用する。確認結果を添付資料 1-7 に示す。また、耐火シールはケーブルトレイから分岐する電線管開口部の他、火災区域又は火災区画の境界となる壁、天井又は床をケーブルトレイや電線管が貫通する部分に施工する。



第 1.4-3 図 ファイアストップの施工例

### Ⅲ. 難燃性能に対する設計余裕

#### 【複合体の不完全な状態での火災】

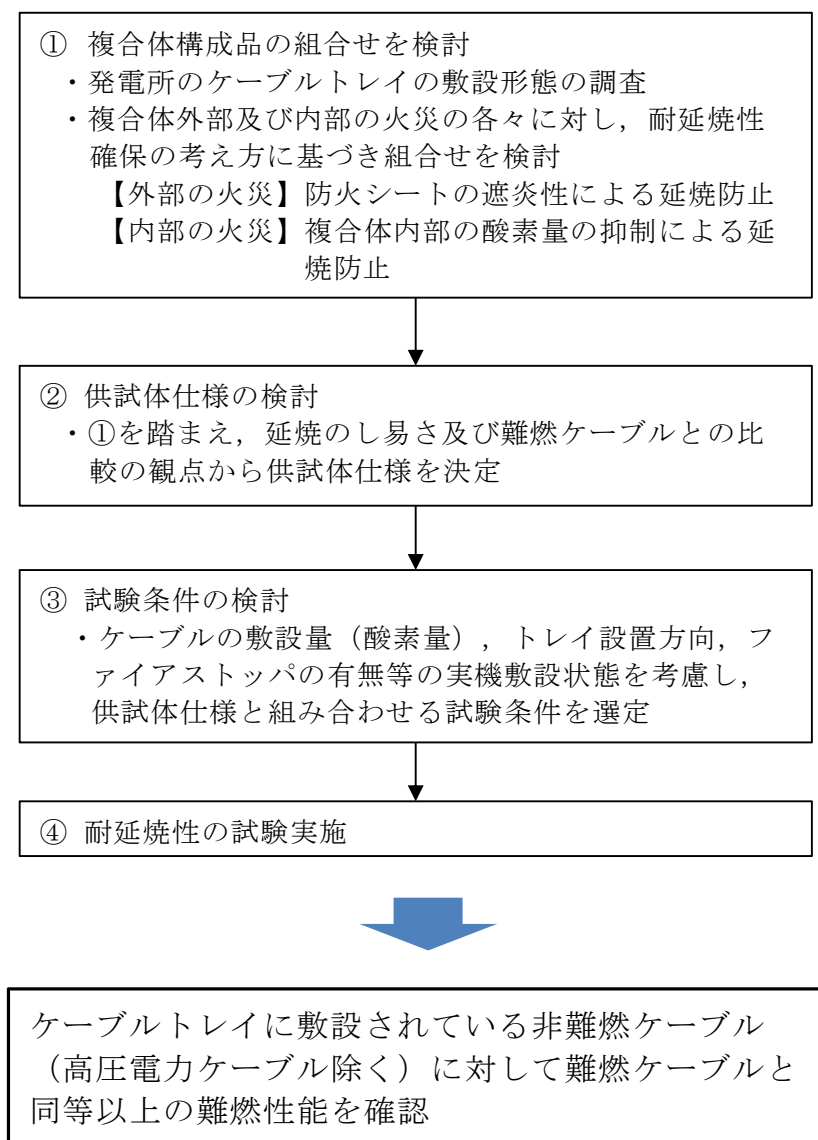
- ・ 想定外の施工不良，傷等による複合体の不完全な状態までも考慮し，安全余裕（設計裕度）を持たせた難燃性能の確保を目標として設定

#### (1) 複合体が不完全な状態での耐延焼性

- ・ 施工不良，傷等の実機状態での不確かさを考慮しても難燃ケーブルと同等の耐延焼性を確保する。

## 1.5 設計目標の達成確認項目

設計内容を実現した複合体が、設計目標を達成することを確認するための試験条件の考え方（網羅性と代表性）のフローを第 1.5-1 図に示す。また、以降に設計目標に対する確認項目について示す。



第 1.5-1 図 試験条件の考え方のフロー

### 1.5.1 設計目標 I の確認項目

#### 【複合体外部の火災に対する難燃性能評価】

##### (1) 自己消火性の確認

複合体外部の火災に対する自己消火性については、不燃材の防火シートで火炎が遮られることから、ケーブルが発火する複合体内部の火災で確認する。

##### (2) 耐延焼性の確認

###### ①防火シートの遮炎性の維持

- a. 防火シートの遮炎性について、実機の火災荷重を考慮した防火シートの加熱試験（限界性能試験）を実施し、防火シートの損傷、火炎の噴出等が発生しない範囲の確認により遮炎性能を評価する。確認方法を添付資料 1-8 に示す。
- b. 防火シートの重ね部の遮炎性について、建築基準法の防火設備に求められる遮炎性試験を準拠して実施し、遮炎性を評価する。確認方法を添付資料 1-9 に示す。

###### ②難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性

第 1.5-1 図 試験条件の考え方のフローに基づき選定された供試体について、難燃ケーブルの耐延焼性試験に燃焼条件を準拠させた試験を実施し、複合体内部ケーブルの損傷長と難燃ケーブルの損傷長を比較評価する。

- a. 複合体構成品の組合せ（供試体の仕様）
- b. 試験条件（実機敷設状態を考慮した供試体との組み合わせ）

上記 a 及び b の確認方法は、2. 項の供試体の仕様及び試験条件に示

す。

## 1.5.2 設計目標Ⅱの確認項目

### 【複合体内部の火災に対する難燃性能評価】

#### (1) 非難燃ケーブルの自己消火性の確認

複合体内部の火災を想定した自己消火性の試験を実施し、複合体が自己消火することを確認する（保守的な条件として、燃焼の3要素である酸素の供給が防火シートで妨げられないように、非難燃ケーブル単体による自己消火性の試験で確認）。確認方法を添付資料 1-10 に示す。

#### (2) 耐延焼性の確認

##### ① 複合体の耐延焼性

第 1.5-1 図 試験条件の考え方のフローに基づき選定された供試体について、内部ケーブルをバーナで燃焼させる耐延焼性試験を実施し、バーナ停止後、複合体が燃え止まることを確認評価する。

a. 複合体構成品の組合せ（供試体の仕様）

b. 試験条件（実機敷設状態を考慮した供試体との組み合わせ）

上記 a 及び b の確認方法は、2. 項の供試体の仕様及び試験条件に示す。

##### ① 防火シートによる酸素量抑制空間の維持

a. 過電流発火模擬試験による防火シートの健全性評価

過電流火災は、導体が熱源となり絶縁体及びシースが加熱されて発生する可燃性ガスが発火温度に至り発火するため、この現象を導体に代えてマイクロヒータで模擬し、ケーブルから発生する可燃性ガス及びケーブルからの発火により、防火シートに与える影響を確

認し、外部からの酸素供給パスとなる防火シートの損傷がないことを評価する。確認方法を添付資料 1-11 に示す。

### 1.5.3 設計目標Ⅲの確認項目

複合体外部の火災及び複合体内部の火災の設計仕様を満足した防火シートの施工ができることを確認するものの、試験条件として保守的な条件を設定し、耐延焼性試験を実施する。

#### (1) 複合体外部の火災に対する耐延焼性評価

①保守的にファイアストップ及び結束ベルト 1 箇所が脱落し、シート間にずれが生じてケーブルが露出した状態を模擬した耐延焼性試験を実施し、複合体が燃え止まることを確認する。確認方法を添付資料 1-12 に示す。

②実機施工以降の工事等による機材の接触等の状況により防火シートに傷が発生する極端な状態を設定して耐延焼性試験を実施し、複合体がファイアストップにて燃え止まることを確認する（上記、1.5.3(1)①項の防火シート間にケーブル露出を設定した試験で包絡）。確認方法を添付資料 1-12 に示す。

#### (2) 複合体内部の火災に対する耐延焼性評価

①保守的にファイアストップ及び結束ベルト 1 箇所が脱落し、シート間にずれが生じてケーブルが露出した状態を模擬した耐延焼性試験を実施し、複合体が燃え止まることを確認する。確認方法を添付資料 1-12 に示す。

②実機施工以降の工事等による機材の接触等の状況により防火シートに傷が発生する極端な状態を設定して耐延焼性試験を実施し、複合体がファイアストッパにて燃え止まることを確認する（上記、1.5.3(2)①項の防火シート間にケーブル露出を設定した試験で包絡）。確認方法を添付資料 1-12 に示す。

## 1.6 複合体の設計上考慮すべき事項に関する確認項目

複合体を形成するにあたり複合体の難燃性能を確保するための耐性や、ケーブル及びケーブルトレイの持つ電氣的機能及び機械的機能への影響を確認する。

### 1.6.1 複合体としての難燃性能

複合体の難燃性能を確保するために必要な性能として、使用環境による防火シートの耐久性、外力（地震）からの耐性（被覆性）を確認する。確認方法を添付資料 1-13 示す。

#### (1) 耐久性（腐食，経年劣化）

- ① 実機使用環境下における防火シート及び結束ベルトの耐性に問題ないことを確認する。
- ② 高温及び放射線環境下における防火シート及び結束ベルトの耐久性に問題ないことを確認する。

#### (2) 外力（地震）による健全性

想定する外力（地震）で結束ベルトが外れないこと、ケーブルが露出しな  
いこと及び垂直トレイではファイアストッパが外れないことを確認する。



### 1.6.2 ケーブル及びケーブルトレイの保有機能

複合体はケーブル及びケーブルトレイを防火シートで覆ったものであるため、防火シートがケーブル及びケーブルトレイの機能に与える影響が軽微であり、ケーブル及びケーブルトレイの許容範囲内であることを以下の項目により確認する。確認方法を添付資料 1-13 示す。

#### (1) 防火シートによる電氣的機能への影響

ケーブルについては、電動機等の機器を動かすために必要となる電流を供給する機能である通電機能、電源盤から電動機等の機器間に印加される電圧により絶縁破壊することがないように絶縁体に求められる絶縁機能について問題ないか確認する。

#### (2) 防火シートによる機械的機能への影響確認

ケーブル敷設時の摩擦や外部からの接触等により絶縁体に傷がつかないようにシースに求められる保護機能及びケーブルトレイに求められるケーブル保持機能について、防火シートによる影響がないかを確認する。

### 1.7 基本設計に関する確認項目

設計目標を達成確認項目・方法に基づき満足するものが設計方針(基本設計)となる。また、実機施工に対する詳細設計及び施工管理の詳細については、確認結果を踏まえて設定する。

ここでは、詳細設計及び施工管理の詳細を設定するに先立ち、1.5 項で示した項目のうち基本設計の目的である難燃性能を確保していること、及び施工性について確認する項目を以下に示す。なお、具体的な確認方法や結果については 3. 項以降に示す。

(1) 複合体外部の火災

① 自己消火性の確認(1.5.1(1)項)

② 耐延焼性の確認

a. 複合体被覆となる防火シートの遮炎性の維持(1.5.1(2)①項)

b. 複合体難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性(1.5.1(2)②項)

・複合体構成品の組合せ(供試体の仕様)

・試験条件(実機敷設状態を考慮した供試体との組合せ)

(2) 複合体内部の火災

① 自己消火性の確認(1.5.2(1)項)

② 耐延焼性の確認

a. 複合体の耐延焼性(1.5.2(2)①項)

b. 防火シートによる酸素量抑制空間の維持(1.5.2(2)②項)

・過電流発火模擬試験による防火シートの健全性評価

(3) 代替措置の施工性の確認

① ケーブルトレイ形状における防火シートの施工性

1.8 その他詳細設計に係る確認項目

基本設計として確認できた複合体について、実機への施工を考慮した詳細設計に係る確認項目として、1.7項で示した基本設計としての難燃性能の確保、及び施工性以外の項目について、以下に示す。

(1) 難燃性能に対する設計余裕

想定外の不完全状態に対する耐延焼性の確保

- ① 複合体外部の火災に対する耐延焼性(1.5.3(1)項)
    - a. 防火シートのずれによりケーブル露出状態での確認
    - b. 防火シートの傷によりケーブル露出状態での確認
  - ② 複合体内部の火災に対する耐延焼性(1.5.3(2)項)
    - a. 防火シートのずれによりケーブル露出状態での確認
    - b. 防火シートの傷によりケーブル露出状態での確認
- (2) ケーブル及びケーブルトレイの安全機能に係る設計の妥当性
- ① 防火シートによるケーブルへの影響(1.6.2(1)項)
    - a. 通電機能
    - b. 絶縁機能
    - c. 化学的影響
  - ② 防火シートによるケーブルトレイへの影響(1.6.2(2)項)
    - a. 化学的影響
    - b. 重量増加の影響
- (3) ケーブルトレイの実機設置状況を踏まえた代替措置の施工性の確認
- ・実機状況を踏まえた防火シートの施工性（狭隘部，干渉部）

## 2. 供試体の仕様と試験条件の設定

### 2.1 試験対象ケーブルの選定

#### 2.1.1 実機使用ケーブルの抽出

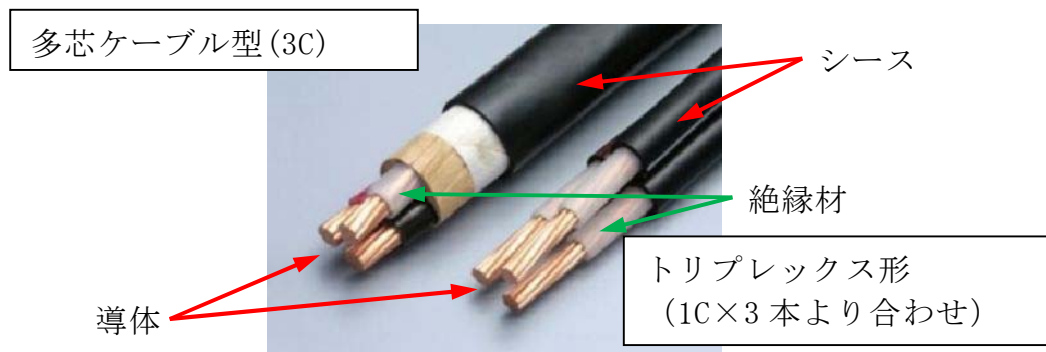
試験対象ケーブルの選定にあたり，東海第二発電所で使用されている非難燃ケーブルを網羅的に抽出する。

発電所建設時のケーブルの選定においてケーブルの型式（絶縁体及びシース材の組合せ），導体サイズ，線芯数等の情報は，ケーブル種類（使用用途による回路種別）により様々に存在することから，ケーブル情報を一括に整理した図書として配線表（以下「ケーブルリスト」という。）がある。そのため，実機で使用される非難燃ケーブルの抽出にあたり，建設時のケーブルリストからケーブル種類（使用用途による回路種別），ケーブルの型式，導体サイズ，芯数を網羅的に抽出する。また，建設時から使用され，難燃性を実証された難燃ケーブル及び運転開始後の改造工事においてケーブルを新設又は引替える場合には，難燃ケーブルを使用していることから，これらのケーブルは抽出対象から除外する。

発電所で使用する非難燃ケーブルの種類を添付資料 2-1 に示す。また，抽出された実機で使用される非難燃ケーブルの一覧を第 2.1-1 表に示す。

第 2.1-1 表 実機で使用される非難燃ケーブルの一覧

ケーブル種類 (回路種別)	ケーブル構成材料	
	絶縁材	絶縁材
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	架橋ポリエチレン
制御ケーブル		
低圧電力ケーブル		
高圧電力ケーブル		



第 2.1-1 図 CV (架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル) の構造 (例)

## 2.1.2 実機を代表するケーブルの抽出

2.1.1 項で抽出した発電所で使用されている非難燃ケーブルの構成材料の組み合わせは、架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースの1種類であり、ケーブル種類（使用用途による回路種別）として計装，制御，低圧電力，高圧電力の4つに分類され，更に導線サイズや線芯数により多種にわたる。（発電所で使用する非難燃ケーブルの詳細を添付資料 2-2 に示す。）

また，ケーブルの形態として多芯で構成され一体となった多芯ケーブル型と，単芯のケーブルをより合わせたトリプレックス形等が存在する。

このようにケーブルは多種多様にわたるため，以下の方法により保守的に代表性を検討し，実機を代表するケーブルを選定する。なお，高圧電力ケーブルは難燃ケーブルに取替えるため選定対象外とした。

### (1) ケーブルの代表性

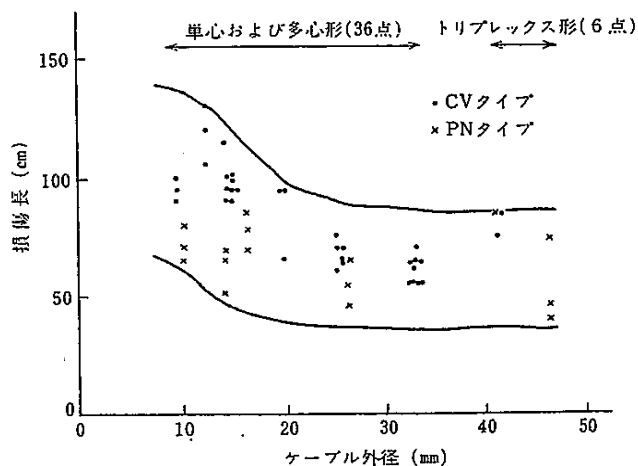
実機で使用されるケーブルの主な構成材料は架橋ポリエチレンの絶縁体とビニルのシース材であり，電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号付2.10図ケーブル外径と損傷長<sup>\*5</sup>を参考にすると，ケーブルの損傷長はケーブル外径が約25mm以下で比較的長くなる傾向がある。このため比較対象とするケーブルの外径を概ね25mm以下とし，使用する非難燃ケーブルを網羅的に抽出し，抽出したケーブルは，ケーブル外径とケーブルの種類の観点で踏まえ耐延焼性試験を実施し，延焼性の比較をしたうえで代表ケーブルを選定する。

また，トリプレックス形等は単芯のケーブルをより合わせたもののため，単芯ケーブルとして外径25mm以下から選定する。この条件に合致するケーブルサイズとして，100mm<sup>2</sup>が比較対象には適していることから，太物サイズとしてトリプレックス形の100mm<sup>2</sup>を選定する。

なお、ケーブルの代表性では、ケーブルの燃焼メカニズムを把握するとともにケーブルの燃焼と熱容量の関係について考慮する。ケーブルの燃焼メカニズムについて添付資料 2-3 に示す。

※5：電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号では、付 2.10 図にケーブル外径と損傷長の関係が示されており、外径や導体サイズが小さいと損傷長（ケーブル燃焼距離）が大きくなることが記載されている。

・延焼性に及ぼすケーブルサイズからの効果は、それほど顕著には認められないが、比較的ケーブル外径、導体サイズが小さいところで損傷長が大きくなっている。これは、ケーブルの熱容量、熱放散などの影響が現れたものと考えられる。（引用：電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号）



CV タイプ：架橋ポリエチレンビニル絶縁ビニルシースタイプ  
 PN タイプ：EP ゴム絶縁クロロプレンシースタイプ

電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号 付 2.10 図  
 ケーブル外径と損傷長（抜粋）

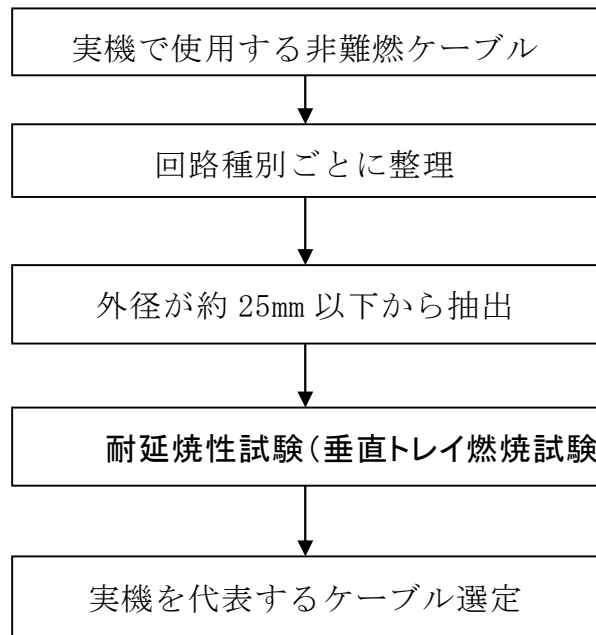
(2) 代表ケーブル選定までの流れ

代表ケーブルを選定するためのケーブルは、網羅的に抽出したケーブルの中から以下の観点で耐延焼性試験を実施し、延焼性を比較し代表ケーブルを選定する。なお、耐延焼性試験の供試体は、トレイ上のケーブルに対して一括してシートを巻く施工（少量敷設）とし、垂直トレイ燃焼試験を実施する。

また、延焼性比較においてケーブルの損傷長に差がない場合は、ケーブルの損傷長に差がなかったケーブルを設計最大量にしてケーブルを敷設した供試体で垂直トレイ試験から損傷長を比較し、代表ケーブルを選定する。

- a. ケーブルの外径による延焼性比較
- b. ケーブルの種類（使用用途による回路種別）による延焼性比較

代表ケーブルを選定するためのフローを第 2.1-2 図に、比較内容を第 2.1-2 表に示す。



第 2.1-2 図 実機を代表するケーブル選定フロー



第 2.1-2 表 代表ケーブルを選定するための比較内容

比較内容		対象ケーブル	ケーブル 外形 (mm)
ケーブル 外形	① 計装ケーブル(細物径) と低圧電力ケーブル(太 物径)による比較	【細物径】 計装ケーブル	9.5mm
		【太物径】 低圧電力ケーブル トリプレックス	1本：19mm 3本より合わせ：41mm
	② 制御ケーブルの細物径 と低圧電力の太物径の 外径の違いによる比較	【細物径】 制御ケーブル	9.9mm
		【太物径】 低圧電力ケーブル	14.5mm
	③ 低圧電力ケーブルの細 物径と太物径の外径の 違いによる比較	【細物径】 低圧電力ケーブル	14.5mm
		【太物径】 低圧電力ケーブル トリプレックス	1本：19mm 3本より合わせ：41mm
回路種別	④ 計装ケーブルと制御ケ ーブルによる比較	計装ケーブル	9.5mm
		制御ケーブル	9.9mm

(3) ケーブルの使用期間による経年変化

ケーブルに使用されているビニルは経年変化で添加剤のうち可燃性物質である可塑剤がわずかに揮発して可燃性物質が減少することにより燃えにくくなる。また、架橋ポリエチレンは、揮発性の高い添加剤がないことから経年的に酸化劣化が主となり、可燃性成分の割合は減少し燃えにくくなる。燃焼試験に使用するケーブルは、経年変化を考慮する必要があるため、使用するケーブル材料に対し、熱及び放射線の加速劣化による酸素指数の変化を確認した。その結果、新品ケーブルに対し経年劣化後は酸素指数が高くなり、燃えにくくなっていることから、ケーブルは新品ケーブルを供試体とする。ケーブルの使用期間による経年変化についての第 2.1-3 表に示し、詳細を添付資料 2-4 に示す。

第 2.1-3 表 酸素指数測定結果

構成材料	酸素指数測定結果	
	初期	劣化後(40年)
ビニル	25.3	28.6
架橋ポリエチレン	18.3	19.3

(4) 実機を代表するケーブルの選定

使用する非難燃ケーブルを抽出し、ケーブルの外径及びケーブル種類（回路種別）を比較条件とした結果、選定ケーブルは4種類となり、これらのケーブルを使って延焼性を確認することで使用ケーブルを網羅できる。

ケーブルの種類（回路種別）毎に選定した非難燃ケーブル及び試験対象ケーブル一覧を第 2.1-4 表に示す。また、発電所を代表する非難燃ケーブルの抽出結果のまとめを添付資料 2-5 に、試験対象ケーブルの詳細について添付資料 2-6 に示す。

第 2.1-4 表 実機を代表するケーブルの選定結果  
及び試験対象ケーブル一覧

ケーブル種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	外形 (mm)
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5
	架橋ポリエチレン	ビニル	19(41) <sup>※6</sup>

※6：トリプレックス型：（）外は外形，（）内は3本より合わせ外径を示す。

## 2.2 複合体の構成品の組合せ

実機への複合体の施工を想定した場合、複合体の構成品（ケーブル、ケーブルトレイ、防火シート）の組合せは多種多様になる。そのため、これら構成品を組合せた保守的な供試体仕様を選定し、2.3(2)の燃焼条件にて耐延焼性の試験を実施し、複合体が燃え止まることを確認する。また、外部の火災については複合体の損傷長と難燃ケーブルの損傷長を比較評価する。

### 2.2.1 複合体の構成品の組合せの抽出

ケーブル、ケーブルトレイ及び防火シートの組合せにおいて、保守的な実機模擬条件とするため、ケーブル及びケーブルトレイについて実機の設置状態で想定される組合せを抽出する。複合体構成品の状態確認について添付資料2-7に示す。

### 2.2.2 実機状態を模擬した試験に使用するケーブル選定

2.1.2(4)で選定された4種類のケーブルについて、耐延焼性を確認するとともに実機状態を模擬した試験に使用する代表ケーブルを選定する。なお、試験の内容については3.項に示す。

2.1.2(4)で選定された4種類のケーブルについてケーブル少量敷設の供試体による耐延焼性試験を実施した結果、制御ケーブルと低圧電力ケーブル(外径:14.5mm)のケーブル損傷長に大差なかった。そのためこの2種類のケーブルについて、ケーブルを設計最大量敷設した供試体による耐延焼性試験で損傷長を比較した。その結果、制御ケーブルに比べ低圧電力ケーブル(外径:14.5mm)の損傷長が長かったことから、実機状態を模擬した試験に使用するケーブルは、低圧電力ケーブル(外径:14.5mm)とした。ケーブル種類毎の耐延焼性試験によるケーブル損傷

長の比較結果を第 2.2-1 表に示す。また、ケーブル種類毎の性能確認方法と確認結果を添付資料 2-8 に、代表ケーブルの選定方法と選定結果について添付資料 2-9 に示す。

第 2.2-1 表 代表ケーブルを選定するための耐延焼性試験結果

ケーブル種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	外形 (mm)	耐延焼性試験 最大損傷長平均 (mm)	
				少量	設計最大量
計装 ケーブル	架橋ポリ エチレン	ビニル	9.5	763	
制御 ケーブル	架橋ポリ エチレン	ビニル	9.9	<u>840</u>	635
低圧電力 ケーブル	架橋ポリ エチレン	ビニル	14.5	<u>800</u>	<u>663</u>
	架橋ポリ エチレン	ビニル	19	595	

## 2.3 試験条件の設定

### (1) 供試体仕様

2.2 複合体の構成品の組合せの確認を踏まえ、耐延焼性試験における複合体の構成品は、複合体の難燃性能に関する設計目標に対する耐延焼性確保の考え方に基づき、複合体の外部の火災（熱の遮断に着目した仕様）及び複合体の内部の火災（酸素量の抑制に着目した仕様）を想定し、延焼し易いものとする。

複合体の構成品として延焼し易い供試体を第 2.3-1 表に示す。また、供試体仕様の考え方について添付資料 2-10 に示す。

第 2.3-1 表 複合体の構成品として延焼し易い供試体

複合体構成品		供試体
ケーブル	種類・サイズ	低圧電力 外径 14.5mm
	使用期間	新品
	延焼防止材有無	無
	埃有無	無
ケーブルトレイ	敷設状態	垂直：整線 水平：整線，波状（参考）
	型式	ラダー
	サイズ（幅）	300mm
	形状	直線形状

(2) 試験条件の設定

耐延焼性試験における試験条件は、ケーブルの敷設量（酸素量）、トレイ設置方向、ファイアストップ有無等の実機敷設状態について、複合体の外部の火災及び複合体の内部の火災を考慮し選定する。

試験条件の選定結果を第 2.3-2 表に示す。また、試験条件の設定の考え方を添付資料 2-10 に示す。

第 2.3-2 表 試験条件の選定結果

試験条件		複合体外部の火災を考慮した試験条件	複合体内部の火災を考慮した試験条件
ケーブル敷設量 （ケーブル／シート隙間）	設計最大量（隙間小） 少量（隙間大） 満杯（隙間無）	設計最大量 少量 満杯	設計最大量
ケーブルトレイ	垂直 勾配 45° 水平	垂直 水平（参考）	垂直 勾配 45° 水平（参考）
ファイアストップ	有／無	垂直：有／無	垂直：有／無
バーナとファイアストップの距離		近距離，中距離，長距離	1,075mm
バーナ熱量	20kW 30kW	20kW 30kW（参考）	バーナ熱量

### 3. 複合体外部の火災に対する難燃性能の確認

複合体外部の火災に対する自己消火性については、不燃材の防火シートで火炎が遮られることから、ケーブルが発火する複合体内部の火災で確認する。

複合体外部の火災に対する耐延焼性については、複合体として、被覆する不燃材の防火シートにより外部からの火炎を遮断し、直接ケーブルに火炎が当たり燃焼することを防止するため、防火シートについては遮炎性が維持されることを確認する。また、防火シートは火炎を遮るが伝熱により内部のケーブルが損傷するため、耐延焼性が確保されることを確認する。

#### 3.1 耐延焼性の確認（防火シートの遮炎性）

##### 3.1.1 防火シートの遮炎性の確認

###### (1) 試験目的

防火シート単体の遮炎性が確保される範囲（限界性能）及び防火シートの重ね部の遮炎性を確認する。

###### (2) 試験体制

試験は同一供試体を用いて共同で試験しているため、試験体制及び役割分担は、「高浜1, 2号炉 設置許可8条まとめ資料 別添1」に記載される試験体制で実施する。

###### (3) 供試体

本文 1.4 項に記載される防火シート

###### (4) 試験方法

建築基準法に規定されている指定性能評価機関が定めた遮炎性試験を基に IS0834 加熱曲線による加熱試験（防火シート単体では 60 分以上，防火シート重ね部については，遮炎性試験に準じて 20 分間）を実施し，防火シートの状態を確認する。試験結果の詳細は，添付資料 3-1 に示す。

(5) 判定基準

- ①防火シート単体：火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間が生じないことを確認する。
- ②防火シート重ね部：防火設備の遮炎性試験の判定基準

(6) 試験結果

IS0834 の加熱曲線の 70 分間の加熱（968℃）を行い，防火シートに火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間は生じないことを確認した。

また，防火シート重ね部は遮炎性試験を準拠して，IS0834 の加熱曲線の 20 分間の加熱を行い火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間は生じないことを確認した。試験結果を第 3.1-1 表及び第 3.1-2 表に示す。また，なお，試験結果の詳細については，実機火災荷重を考慮した防火シートの限界性能試験結果として添付資料 3-1 に，防火シート重ね部の遮炎性試験結果については添付資料 3-2 に示す。

第 3.1-1 表 防火シートの加熱試験（限界性能）結果

加熱時間（分）	試験回数	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間	判定結果
70 <sup>※</sup>	3	無	良

※：試験設備の限界

第 3.1-2 表 防火シート重ね部の遮炎性試験結果

加熱時間 (分)	試験回数	火炎が通る き裂等の損 傷及び隙 間	非加熱面で 10 秒を超え て継続する 発炎	非加熱側へ 10 秒を超え て連続する 火炎の噴出	判定結果
20	2	無	無	無	良

#### (7) 評価

防火シート単体及び防火シート重ね部の遮炎性について性能が維持できることを確認した。

### 3.2 耐延焼性の確認（耐延焼性試験）

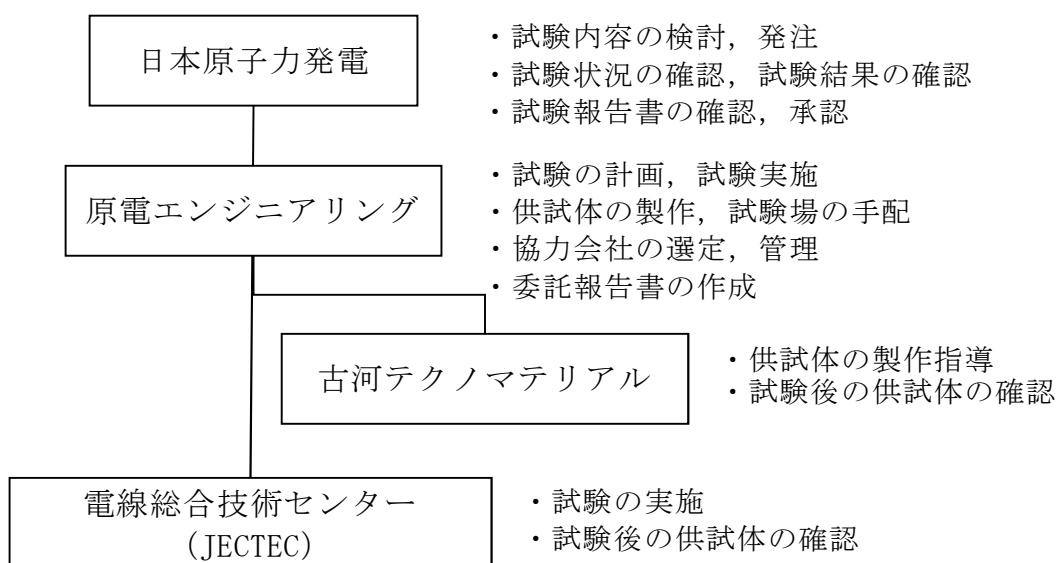
#### 3.2.1 目的

複合体の外部からの火炎にさらされた場合においても加熱源が除去された場合は、複合体被覆及び内部の燃焼部が燃え止まることを確認する。また、複合体として難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性を有していることを確認する。

#### 3.2.2 試験体制

試験は業務委託で実施しており、試験体制と役割分担は第 3.2-1 図のとおりである。また、調達管理は、ケーブルの難燃性向上評価に係る調達管理として添付資料 3-3 に示す。





第 3.2-1 図 試験体制と役割分担

### 3.2.3 試験内容

#### (1) 試験条件

外部からの加熱源にて供試体を燃焼させ，加熱源を除去した後に複合体被覆及び内部について燃焼部が燃え止まることを確認する。耐延焼性実証試験条件を添付資料 3-4 に示す。

なお，複合体外郭はケーブルの露出がない状態において結束ベルトで固定した標準的な状態とし，ファイアストップは外部からの火炎を遮る可能性があることから保守的に設置しない条件の試験とする。

また，複合体内部のケーブルは複合体外郭である防火シートにより火炎が遮られること及び空気の流入が抑制されることから延焼性は低い，外部からの熱は伝わるため，複合体内部の損傷の確認を行う。なお，外部からの伝熱により内部ケーブルが発火した場合は，加熱源を除去した場合に延焼が停止することを内部の火災として確認を行う。

## (2) 判定基準

損傷長の判定方法を添付資料 3-5 に示す。

### 3.2.4 耐延焼性の確認の流れ

複合体が難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性を有することを以下の流れで確認する。

#### (1) ケーブル種類毎の性能比較評価

難燃ケーブルの耐延焼性の試験に試験条件を準拠させた試験を実施し、複合体が燃え止まることを確認する。また、本文 2.2 項で選定した実機を代表するケーブルの複合体の損傷長について難燃ケーブルの損傷長と比較評価する。

#### (2) 複合体構成品の組合せによる性能評価

3.2.4(1)項の燃焼試験結果を踏まえた燃焼条件にて、本文 2.2 項及び 2.3 項で設定した複合体の構成品による供試体仕様及び試験条件により試験を実施し、複合体が燃え止まることを確認する。また、複合体の損傷長について難燃ケーブルの損傷長と比較評価する。

#### (3) 加熱熱量の違いによる性能比較評価（参考）

複合体に与える熱量を 3.2.4(1)項の試験から変化させた燃焼条件で試験を実施しても、複合体が燃え止まることを確認する。加熱熱量は、ケーブルの設置環境を考慮すると難燃ケーブルと非難燃ケーブルで同じ条件であることから、3.2.4(1)項の燃焼条件である 20kW を超える 30kW を加熱熱量とする。また、複合体と難燃ケーブルの燃焼状態及び損傷長を比較評価

する。なお、複合体とするケーブルは本文 2.2 項で選定されたケーブルを使用する。

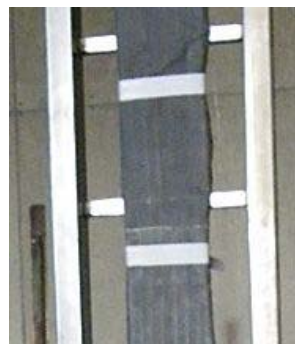
### 3.2.5 ケーブル種類毎の性能比較評価

#### (1) 供試体

本文 2.2 項で選定した試験対象ケーブル、ケーブルトレイ及び防火シートを組合せた複合体を供試体とする。供試体（例）を第 3.2-2 図に示す。



(シート施工前)



(シート施工後)

第 3.2-2 図 耐延焼性を確認する供試体（例）

#### (2) 試験方法

難燃ケーブルとの耐延焼性を確認するため難燃ケーブルの耐延焼性試験に試験条件を準拠させた方法により実施する。試験方法については、ケーブル種類毎の性能確認として添付資料 2-8 に示す。

#### (3) 試験結果

試験結果を第 3.2-1 表に示す。試験結果により複合体が燃え止まるこ

とを確認した。試験結果の詳細は、ケーブル種類毎の性能確認として添付資料 2-8 に示す。

第 3.2-1 表 耐延焼性確認試験結果

ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径(mm)	最大損傷長平均 (mm)	判定結果
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5	763	良
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	840	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	800	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	19 (41) ※	595	良

※：トリプレックス形：（）外は単芯外径，（）内は3本より合わせ外径を示す。

#### (4) 難燃ケーブルとの比較

本文 2.2 項で選定した実機を代表するケーブル，第 3.2-1 表の低圧電力ケーブルの試験結果と同一ケーブルサイズかつ同種材料における難燃ケーブルの耐延焼性試験結果を比較した損傷長を第 3.2-2 表に示す。第 3.2-2 表より，複合体の損傷長は難燃ケーブルの損傷長より短いことから複合体は難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性を有していることが確認できた。なお，難燃ケーブルの試験結果の詳細については，添付資料 3-6 に示す。

第 3.2-2 表 難燃ケーブルとの比較結果

供試体	ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径 (mm)	最大損傷長平均 (mm)
複合体	低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	800
難燃ケーブル		難燃架橋ポリエチレン	難燃ビニル	14.0	1,010

### 3.2.6 複合体構成品の組合せによる性能評価

#### (1) 供試体

3.2.5 項では防火シートの施工条件，ケーブル敷設量，ケーブルトレイ形状を同一にして試験を行っている。実機における複合体の施工においては，様々な複合体構成品の組合せが存在する。そのため，2.3(1)項で選定した燃焼し易い供試体仕様により耐延焼性を確認する。

#### (2) 試験方法

燃焼条件として，本文 2.3(2)項で設定した試験条件により耐延焼性試験を実施する。加熱熱量は 3.2.5 項と同一とし，難燃ケーブルと比較する。試験方法及び試験結果の詳細について，添付資料 3-7 に示す。

#### (3) 試験結果

試験結果を第 3.2-3 表，3.2-4 表に示す。実機状態を模擬した供試体による耐延焼性試験において，複合体が燃え止まるとともに，ケーブルの損傷長が難燃ケーブルより短いことを確認し，難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性を有することを確認した。

第 3.2-3 表 ケーブル量を変化させた耐延焼性試験の結果

供試体	トレイ 設置 方向	ケーブルの 種類(回路種 別)	絶縁材 /シース	ケーブ ル量	最大損傷長 (mm)	判定結果
複合体	垂直	低圧電力 ケーブル	架橋ポリエ チレン /ビニル	少量	570	良
				設計最 大量	663	良
				満杯	980	良
難燃 ケーブ ル			難燃架橋ポ リエチレン /難燃ビニ ル	少量	1,010	—
				設計最 大量	1,780	—

第 3.2-4 表 加熱源とファイアストップの距離による影響確認の結果

供試体	トレイ 設置 方向	ケーブ ルの種 類(回路 種別)	絶縁材 /シース	ケーブ ル量	ファイアス トップとバ ーナの距離 (mm)	最大 損傷長 (mm)	判定 結果
複合体	垂直	低圧 電力 ケーブ ル	架橋ポ リエチ レン/ビ ニル	設計最 大量	362.5	1,220	良
					662.5	890	良
					1,262.5	760	良
難燃ケー ブル			難燃架 橋ポ リエチ レン/難 燃ビ ニル		—	1,780	—

### 3.2.7 加熱熱量の違いによる耐延焼性の比較評価（参考）

#### (1) 供試体

3.2.6 項では複体内のケーブルサイズ，加熱条件を同一にして試験を行っている。このため，加熱熱量を変えた耐延焼性の確認においても同一のケーブル，ケーブルトレイを使って試験する。

また、ケーブルの敷設量は設計最大量とし、難燃ケーブルと損傷長を比較するとともに、3.2.6項の損傷長について傾向を確認する。

## (2) 試験方法

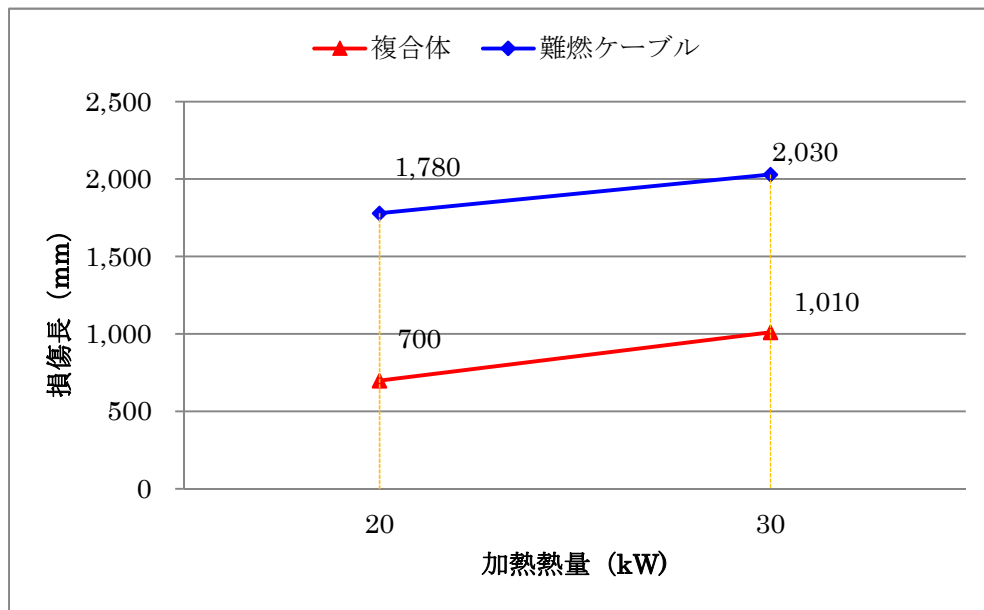
燃焼条件として複合体に与える熱量を3.2.5項の試験から変化させた試験を実施する。試験方法については、加熱熱量の違いによる性能比較評価として参考資料1に示す。

## (3) 試験結果

試験結果を第3.2-5表及び第3.2-3図に示す。実機状態を模擬した複合体に3.4.5項の試験で用いた燃焼条件（熱量）を変化させても、複合体と難燃ケーブル間の耐延焼性の関係性が保たれており、その関係性から複合体が難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性を有していることが確認できた。試験結果の詳細は、加熱熱量の違いによる耐延焼性の性能確認として参考資料2に示す。

第 3.2-5 表 加熱熱量の違いによる耐延焼性試験結果（参考）

バーナ 熱量 (kW)	供試体	ケーブル 回路種別	絶縁材 /シース材	外径 (mm)	敷設量	トレイ 形状	最大 損傷長 (mm)
20	複合体	低圧電力 ケーブル	架橋ポリエチ レン/ビニル	14.5	設計 最大量	ラダー	700
	難燃 ケーブ ル		難燃架橋 ポリエチレン /難燃ビニル	14.0			1,780
30	複合体		架橋ポリエチ レン/ビニル	14.5			1,010
	難燃 ケーブ ル		難燃架橋 ポリエチレン /難燃ビニル	14.0			2,030



第 3.2-3 図 加熱量の違いによる耐延焼性試験結果（参考）



#### 4. 複合体内部の火災を想定した難燃性能の確認

##### 4.1 内部火災と耐延焼性確保の考え方

複合体内部発火における燃焼の3要素は第4.1-1表のとおりである。

第4.1-1表 複合体内部の火災における燃焼の3要素

燃焼の3要素	複合体内部の状態
熱エネルギー	ケーブルに電気を流すことによりジュール熱が導体に発生
酸素	防火シートを施工するが、空気（酸素）の吸込みは発生
可燃物	ケーブル自体が可燃物

このうち、発火要因となる熱エネルギーについては、その発熱要因を以下の(1)～(3)項に分類し、ケーブルの発火の有無について検討する。また、複合体外部からの伝熱によるケーブルの発火についても検討する。

##### (1) 通電電流による発熱

負荷となる設備の通電電流によりケーブルは発熱するが、許容電流以内で使用するため、発火には至らない。

##### (2) 過電流による発熱(保護継電器等の作動時)

地絡、短絡等に起因する過大な電流が流れた場合には、ケーブルの通電電流は通常の数倍以上に達し、ケーブルが発熱する。しかし、上流に設置している保護継電器と遮断器の組合せ等により、過大な電流は瞬時に遮断されることから発火に至らない。

(3) 過電流による発熱(保護継電器等が作動しない場合)

保護継電器等が作動しない場合、地絡、短絡等に起因する過大電流を遮断することができず、ケーブルの発熱は継続する。導体が細いケーブルは導体抵抗も大きく、過電流が継続すると導体が熔断し、電流が遮断されることから導体の発熱による燃焼の継続に至らない。

しかし、導体が太いケーブルの場合、許容電流を超える電流が長時間流れても、導体が熔断しないことから、導体の発熱による発火が継続する可能性がある。

上記(1)～(3)項より、ケーブルの発火は(3)項の過電流発生時に保護継電器等が作動しない場合に生じる。過電流によるケーブルの燃焼プロセスを添付資料 4-1 に示す。

添付資料 4-1 の過電流によるケーブルの燃焼プロセスに示すとおり、ケーブルの過電流による燃焼には、①過電流は遮断されるが燃焼が継続し延焼する状態及び、②過電流の継続による燃焼状態が持続する2つのプロセスが存在することから、これらについて以下の評価を実施する。

- ① 過電流は遮断されるが燃焼が継続し延焼する状態
  - a. 複合体内部ケーブルの難燃性能評価 (4.2, 4.3 で説明)
- ② 過電流の継続による燃焼が持続する状態
  - b. 過電流模擬試験による遮炎性能評価 (4.4 項で説明)

なお、複合体外部からの伝熱によりケーブルが発火した場合を想定すると、加熱源がなくなった状態は過電流が遮断された①と同様の経過となることから、内部の火災として評価する。

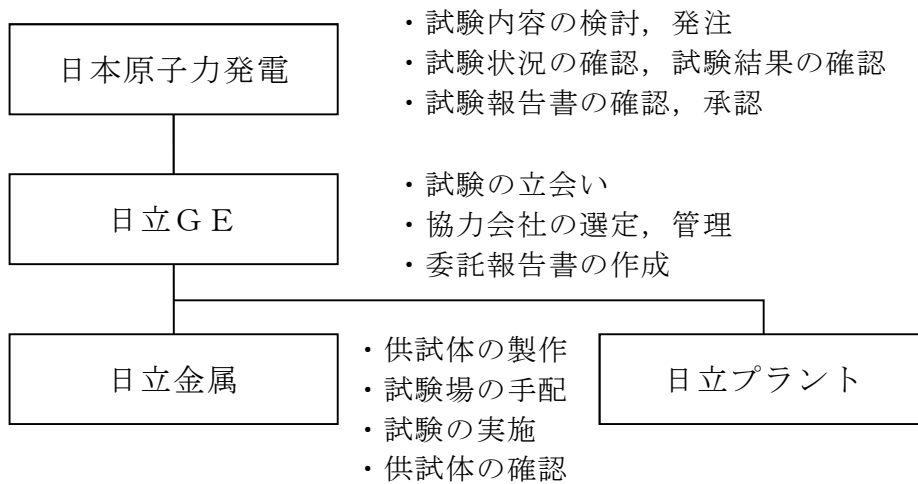
## 4.2 自己消火性の確認

### 4.2.1 試験目的

複合体内部の発火を想定した自己消火性の実証試験を実施し，非難燃ケーブルが自己消火することを確認する。

### 4.2.2 試験体制

試験は業務委託で実施しており，試験体制及び役割分担は第 4.2-1 図のとおりである。



第 4.2-1 図 試験体制と役割分担

### 4.2.3 試験対象ケーブル

2.1.2 項に示す試験対象ケーブルとする。

### 4.2.4 供試体

防火シートにより，燃焼の 3 要素である酸素の供給が妨げられる可能性があるため，保守的にケーブルが外気にさらされる条件として，ケーブル単体で防火シートを巻かないものとする。

#### 4.2.5 試験方法

難燃ケーブルの自己消火性試験 (UL1581 1080VW-1 Flame Test) を準拠して試験を実施する。

試験方法については、複合体の内部の発火に対する自己消火性の確認方法として添付資料 4-2 に示す。

#### 4.2.6 試験結果

試験結果を第 4.2-1 表に示す。供試体について、自己消火性の性能を満足することを確認できた。試験結果の詳細は、複合体内部ケーブルの自己消火性の実証試験として添付資料 4-2 に示す。

#### 4.2.7 自己消火性の実証

複合体内部のケーブルは、自己消火することを実証した。

第 4.2-1 表 自己消火性の試験結果

ケーブル種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	外径 (mm)	判定結果
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5	良
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	19 (41) ※	良

※：トリプレックス形：( )外は単芯外径，( )内は3本より合わせ外径を示す。

## 4.3 耐延焼性の確認

### 4.3.1 試験目的

垂直又は水平等のトレイ設置方向による複合体内部の発火を模擬した燃焼試験を実施し、延焼の可能性のある設置方向を確認する。

また、延焼の可能性のあることが確認された設置方向については、ファイアストップにより複合体内部の閉鎖空間を作ることにより、複合体内部での発火を想定しても複合体内部ケーブルが燃え止まることを確認する。

### 4.3.2 試験体制

耐延焼性の評価については、内部発火に対する延焼防止性能の評価における調達管理として添付資料 4-3 に示す。

### 4.3.3 試験及び評価

トレイの設置方向による延焼しやすい方向の特定として、「高浜 1, 2 号炉 設置許可 8 条まとめ資料 別添 1」に記載される、延焼の可能性のあるトレイの設置方向の特定に関する試験結果を参考とすると、垂直設置方向のトレイに敷設されるケーブルは延焼しやすい方向とされている。そのため垂直設置方向は延焼するものと評価し、対策としてファイアストップを設置することとする。

したがって、垂直を除く水平と勾配（45°）設置方向のトレイによる延焼性を確認する。

### 4.3.4 試験内容

#### (1) 試験条件

試験条件は 2.3(1) 項の供試体仕様及び 2.3(2) 項の試験条件の設定に示

す内容とする。

なお、試験では複合体内部の発火による延焼を考慮するため、複合体内部のケーブルを露出させた部分に外部の加熱源から加熱する。

## (2) 判定基準

判定基準については 3.2.3(2) 項の判定方法と同様である。

### 4.3.5 トレイ設置方向による延焼性の確認

#### (1) 供試体

水平又は勾配 (45°) のトレイ設置方向において、延焼性を確認するため、トレイ設置方向を変化させ燃焼試験を実施する。

水平又は勾配 (45°) のトレイに敷設したケーブルに防火シートで複合体を形成し、燃焼部はケーブルを露出させた状態として燃焼試験を実施する。供試体例を第 4.3-1 表に示す。

なお、複合体は内部の酸素量が定量的に管理できないため、保守的に防火シートとケーブル間に隙間を設け、空気がある状態としたものを供試体として、垂直を除く水平と勾配の燃焼試験を実施する。

第 4.3-1 表 トレイ設置方向による延焼性確認試験の供試体（例）

トレイ設置方向	複合体
水平	
勾配 (45°)	
垂直 (隙間ありは延焼すると評価しファイアストップを設置)	

(2) 確認内容

複合体内部ケーブルをバーナで直接加熱し、加熱源が除去された後、供試体の端までの間で燃え止まることを確認し、供試体の端までの間で燃え止まらない設置方向についてはファイアストップを設置することとする。試験方法の詳細については、複合体内部の火災に対する延焼防止性能評価の確認方法として添付資料 4-4 に示す。

(3) 確認結果

試験結果を第 4.3-2 表及び第 4.3-3 表に示す。試験結果より、延焼するのは垂直のみで、水平及び勾配（45°）のトレイ設置方向については延焼しないことを確認した。試験結果の詳細は、トレイの設置方向による延焼性の確認結果として添付資料 4-5 に示す。

第 4.3-2 表 垂直設置方向の確認試験結果

(参考試験データ (引用))

トレイ敷設方向	防火シートとケーブル間の隙間有無	最大損傷長 [mm]
垂直	有	>1,800

第 4.3-3 表 トレイの設置方向による延焼性の確認試験結果

トレイ設置方向	防火シートとケーブル間の隙間有無	最大損傷長 (mm)	判定結果
水平	有	740	良
勾配 (45°)	有	850	良
垂直	有	(—)*	否

※：第 4.3-2 表の結果により垂直設置方向のトレイは延焼するものとして評価



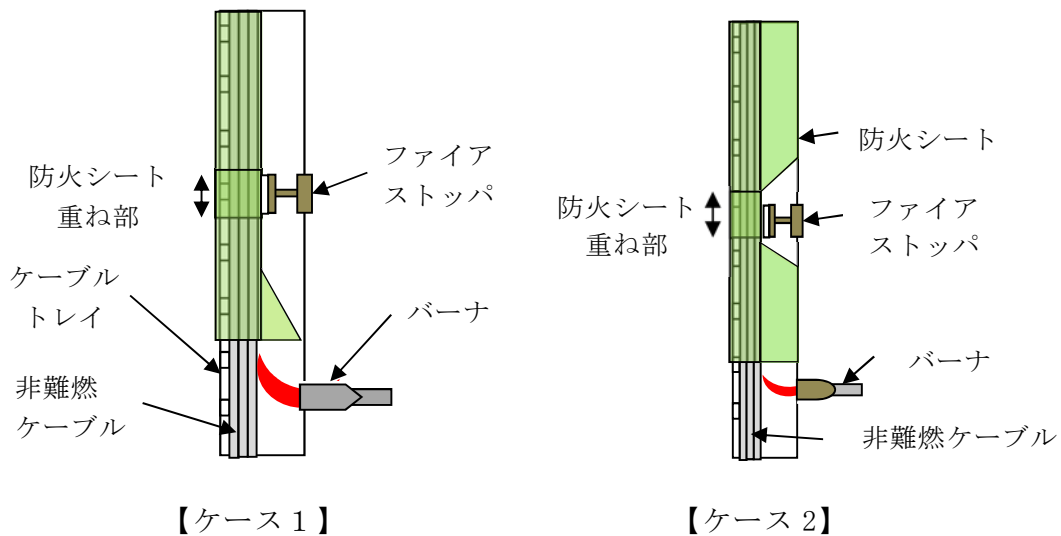
#### 4.3.6 垂直トレイ方向への対応

##### (1) 供試体

供試体は、4.3.4項にて延焼すると判断した垂直トレイ設置方向において、内部のケーブルの延焼を抑えるためファイアストップを設置し、ケーブルとシートの隙間を排除する。

なお、複合体内部の発火を想定するため、燃焼部についてはケーブルを露出させた状態とする。供試体（例）を第4.3-1図に示す。

以下【ケース1】は、実機を模擬して複合体と防火シートとの隙間がない状態での内部発火を模擬したものであり、【ケース2】は、保守的に複合体と防火シートとの隙間がある内部発火を模擬する。



第4.3-1図 内部発火を模擬した供試体（例）

##### (2) 確認内容

ケーブルの燃焼がファイアストップにて燃え止まることを確認する。試験方法の詳細については、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として添付資料4-6に示す。

(3) 確認結果

試験結果を第 4.3-4 表に示す。その結果、ケーブルの燃焼がファイアストップパにて燃え止まることを確認した。試験結果の詳細は、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として添付資料 4-7 に示す。

第 4.3-4 表 延焼の可能性のある垂直トレイの確認試験結果

トレイ 設置方向	ファイアストップパの位置 (バーナ高さからの距離) (mm)	最大損傷長 (mm)	判定結果
垂直	1,075~1,150	ケース1	1,070
		ケース2	1,280*

※：最大損傷長はケーブルトレイ側面のケーブルで観察されており、トレイからの入熱の影響と考える。なお、中心のケーブルはファイアストップパで損傷は停止している。

#### 4.4 過電流模擬試験による遮炎性能評価

##### 4.4.1 試験目的

過電流火災は、導体が熱源となり絶縁体及びシースが加熱されて発生する可燃性ガスが発火温度に至り発火する現象であり、この事象を導体に代えてマイクロヒータで模擬し、可燃性ガス及びケーブルが発火した場合に防火シートが健全であり、酸素の流入パスとなる損傷がないこと（遮炎性能）を確認する。

##### 4.4.2 試験体制

試験は同一供試体を用いて共同で試験しているため、試験体制及び役割分担は、「高浜1, 2号炉 設置許可8条まとめ資料 別添1」に記載される試験体制で実施する。

##### 4.4.3 試験対象ケーブル

この試験は過電流継続時の発火を想定しているため、燃焼の3要素を考慮した以下により発火時の影響が大きくなるケーブルを選定する。

###### (1) 熱エネルギー

ケーブルの導体は全て同一材料であり、許容電流が大きいほど発熱量が大きくなることから、導体サイズが太いケーブルを選定する。

###### (2) 可燃物

導体の発熱による絶縁体の熱分解による可燃性ガスの発生が多くなる絶縁体等の体積が大きいケーブルを選定する。

上記条件を満たすケーブルで、実機で使用しているケーブルの構成材料と

して第 4.4-1 表試験対象ケーブルのとおり選定する。

第 4.4-1 表 試験対象ケーブル

ケーブル種類	芯数 － 導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	絶縁材	絶縁体 厚さ (mm)	シース材	シース 厚さ (mm)	外径 (mm)
高圧電力 ケーブル	3C-325	架橋ポリ エチレン	4.5	ビニル	1.5	71

#### 4.4.4 供試体

複合体内部の酸素量が定量的に管理できないため、保守的に防火シートとケーブル間に隙間を設けた高圧電力ケーブルを供試体とする。

#### 4.4.5 試験方法

過電流ではジュール熱により導体が発熱することから、導体の代替としてケーブル内部の絶縁体に接するようにマイクロヒータを設置し、ケーブル内部を加熱する。

上記の過電流を模擬する要素試験を実施し、ケーブルから発生する可燃性ガス及びケーブルが発火することを確認する。ケーブルが発火した場合は複合体内部の火炎について連続した外部への噴出の有無を確認する。試験方法の詳細を過電流模擬試験による防火シート健全性評価として添付資料 4-7 に示す。

#### 4.4.6 試験結果

過電流模擬試験の試験結果を第4.4-2表に示す。4.4.4で施工した複合体において、過電流による内部ケーブルの発火に対しても防火シートの遮炎性が保たれていることを確認した。試験結果の詳細は、過電流模擬試験による遮炎性能評価として添付資料4-9に示す。

第4.4-2表 過電流模擬試験結果

防火シートに損傷・発火がなく、複合体外部へ連続的な火炎の噴出がないこと	判定結果
無	良

## 5. 複合体の難燃性能に対する設計余裕

複合体は設計どおりに施工するものの、防火シートの施工不良や傷等の実機状態の不確かさを考慮しても耐延焼性を確保できるように設計する。そのため、複合体が不完全な状態を模擬した状態においても燃え止まることを、燃焼試験により確認する。

### 5.1 不完全な状態を仮定した場合の火災に対する耐延焼性の確認

#### (1) 試験目的

複合体の外郭である防火シートが不完全な状態な場合においても、複合体外部の火災に対し、複合体が燃え止まることを確認する。

#### (2) 試験体制

試験は業務委託で実施しており、試験体制及び役割分担は 3.2.2 項と同様である。

#### (3) 供試体

本文 2.2.2 項にて選定した非難燃ケーブルを用いた複合体に対し、防火シートが不完全な状態として以下の条件を模擬する。

##### ① 防火シートのずれ

- ・ファイアストップパ及び結束ベルトが 1 箇所外れ防火シートがずれケーブルが露出した状態を仮定

##### ② 防火シートの傷

##### ③ 防火シートとケーブルの隙間

#### (4) 試験方法

試験方法については、複合体外部の火災及び複合体内部の火災を想定し、複合体が不完全な状態を仮定した場合の性能評価の確認方法として添付資料 1-12 に示す。

なお、防火シートを貫通するような傷を想定した場合、防火シート間にずれが生じてケーブルが露出した状態と同じとなることから、防火シートのずれを想定した耐延焼性試験に包絡される。また、保守的な設定となるように、防火シートとケーブル間には隙間を設定する。

#### (5) 判定基準

燃え止まること。なお、損傷長の判定方法を添付資料 3-5 に示す。

#### (6) 試験結果

防火シートにずれを模擬した供試体による耐延焼性試験の結果、加熱源除去後、複合体内部のケーブルが燃え止まることを確認した。

##### ① 複合体外部の火災

複合体外部の火災に対する試験結果を第 5.1-1 表に示す。また、試験結果の詳細を、複合体が不完全な状態を仮定した場合の耐延焼性の確認結果として添付資料 5-1 に示す。

第 5.1-1 表 防火シートのずれを模擬した耐延焼性能確認結果

供試体	ケーブル量	バーナ熱量 (kW)	防火シートのずれ (mm)	最大損傷長 (mm)	判定結果
複合体	設計最大量	20	300 (露出:200)	1,280	良

## ② 複合内部の火災

複合体内部の火災に対する試験結果を第 5.1-2 表に示す。また、試験結果の詳細を、複合体が不完全な状態を仮定した場合の耐延焼性の確認結果として添付資料 5-2 に示す。

第 5.2-1 表 防火シートのずれを模擬した耐延焼性能確認結果

供試体	ケーブル量	バーナ熱量 (kW)	防火シートのずれ (mm)	ファイアストッパの設置位置 (バーナからの距離) (mm)	最大損傷長 (mm)	判定結果
複合体	設計最大量	20	330 (露出:230)	1,675~1,750	1,770	良

## (7) 評価

防火シートにずれや傷が生じても複合体の耐延焼性は確保されることを確認した。



## 6. ケーブル及びケーブルトレイの安全機能に係る設計の妥当性

### 6.1 防火シートによるケーブルへの影響

複合体はケーブル及びケーブルトレイを防火シートで覆ったものであるため、防火シートがケーブルの機能に与える影響が軽微でありケーブルの設計範囲内であることを確認する。確認及び評価については、代替措置によるケーブルへの影響の確認方法として添付資料 1-13, 防火シートによるケーブルへの影響の確認結果として添付資料 6-1 に示す。

#### 6.2.1 通電機能

##### (1) 電流低減率試験による影響評価

ケーブルの通電機能への影響を確認するため、電流低減率試験をした結果、ケーブルの設計範囲内であり防火シート施工による通電機能への影響がないことを確認した。

#### 6.2.2 絶縁機能

##### (1) 絶縁抵抗試験による影響評価

ケーブルの絶縁機能への影響を確認するため、防火シートを施工したケーブルに対し絶縁抵抗試験をした結果、防火シート施工によるケーブルの絶縁特性に影響がないことを確認した。

##### (2) 耐電圧試験による影響評価

ケーブルの絶縁機能への影響を確認するため、防火シートを施工したケーブルに対し耐電圧試験をした結果、防火シート施工によるケーブルの耐電圧に影響がないことを確認した。

### 6.2.3 ケーブルシースへの影響

#### (1) 化学的影響評価

防火シートが直接接触することによるケーブルシースへの化学的な影響の確認として JIS K 6833-1 5.3 に準拠した方法で pH 測定した結果、中性の範囲であり、ケーブルシースへの化学的な影響がないことを確認した。

### 6.3 防火シートによるケーブルトレイへの影響

防火シートを施工することによるケーブルトレイの保持機能への影響として、シートによる化学的影響及び重量増加の影響を確認する。確認及び評価については、代替措置によるケーブルトレイへの影響の確認方法として添付資料 1-13, 防火シートによるケーブルトレイへの影響として添付資料 6-2 に示す。

#### 6.3.1 ケーブルトレイ材質への影響

##### (1) 化学的影響評価

防火シートが直接接触することによるケーブルトレイ材質への化学的な影響の確認として 6.2.3 項の pH 測定結果から、中性の範囲であり、ケーブルトレイ材質への化学的な影響がないことを確認した。

#### 6.3.2 防火シート施工による重量増加に伴うケーブルトレイ保持機能への影響

##### (1) 重量増加の影響評価

防火シート施工によるケーブルトレイの重量増加の影響について評価した結果、防火シート施工によってケーブルトレイの重量が増加してもケーブルトレイの設計を下回るため、防火シート施工によるケーブルトレイの

保持機能への影響がないことを確認した。

## 7. 代替措置の施工性

実機においてケーブルトレイは様々な形状で設置されていることから、添付資料 1-5 の防火シート及び結束ベルトの標準施工方法で示す防火シートの施工方法に基づいて施工し、設計通りの施工ができることを確認する。防火シートの施工については、実機に設置されるトレイの高さを考慮して、できる限り防火シートとケーブルに隙間を作らないように巻く方法を標準施工として採用し、延焼性が高いトレイ設置方向については防火シート内部の閉鎖空間を作るため、ファイアストップを設置する施工とする。なお、防火シートの施工性確認試験は実機を用いて、ケーブルやケーブルトレイを動かさない状態で、十分な安全性を確保したうえで施工確認する。防火シートの施工性の確認方法を添付資料 7-1 に示す。



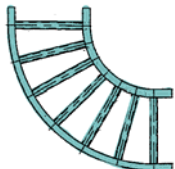
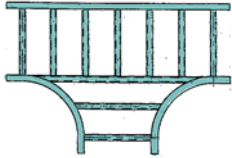
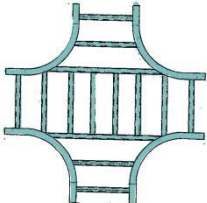
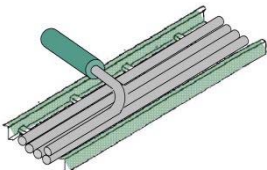
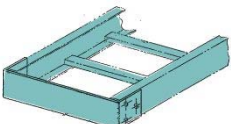
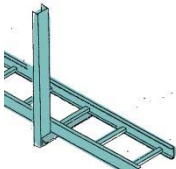
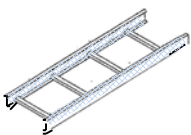
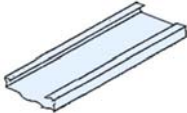
また、標準施工による施工が困難な箇所については、7.1.4 項に対応<sup>\*</sup>を記載する。

※：米国 Regulatory Guide 1.75 並びに審査基準 2.3 火災の影響軽減に定めるケーブルの分離基準に留意し、調達管理において設計要求を満足させるよう施工する。

### 7.1 複合体の施工方法

#### 7.1.1 標準形状における防火シートの施工性

実機に設置されるケーブルトレイの形状を第 7.1-1 図に示す。これらの形状は添付資料 1-5 の防火シート及び結束ベルトの標準施工方法に沿った施工が可能である。

トレイ形状	構造 (例)	トレイ形状	構造 (例)
直線形		傾斜形	
L字形		T字分岐形	
十字分岐形		電線管合流部	
トレイ端部		トレイサポート部	
トレイタイプ	構造 (例)	トレイタイプ	構造 (例)
ラダー		ソリッド	

第 7.1-1 図 実機のケーブルトレイ形状

### 7.1.2 標準形状におけるファイアストップの施工性

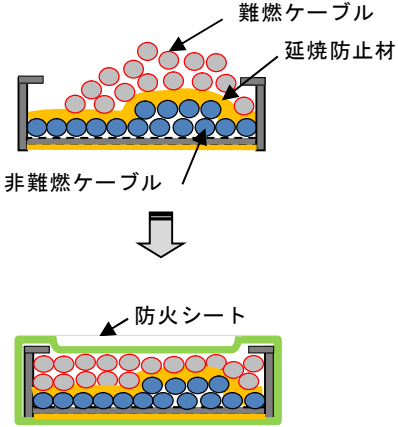
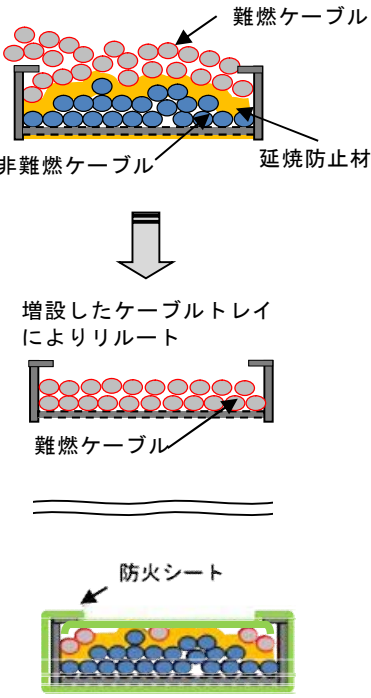
4.3 項の結果より，複合体内部の発火による延焼の可能性があると評価されたトレイ設置方向について，添付資料 1-6 のファイアストップの施工方法に示すとおりファイアストップを取り付ける。

### 7.1.3 ケーブルトレイのケーブルの整理

ケーブル処理室など，計装ケーブル又は制御ケーブルが集合するケーブルトレイにおいて延焼防止材を塗布された非難燃ケーブルの上に敷設された難燃ケーブルなどにより標準的な防火シート施工ができない箇所が存在する。そのため，次に示す対応方法によりケーブルを整線し，防火シートを巻ける状態とする。

- (1) トレイ上に敷設されている難燃ケーブルの量及び使用用途の特定
- (2) 延焼防止材が干渉する場合は，干渉部の延焼防止材を剥離して整線
- (3) ケーブルを整線したあと非難燃ケーブルが敷設されるトレイには防火シートを施工（第 7.1-1 表にケーブルトレイのケーブル整線方法を示す。）

第 7.1-1 表 ケーブルトレイのケーブル整線方法

No.	トレイの状況	対応方法	イメージ図（トレイ断面）
1	トレイ内、トレイ上部に十分な空間がある場合	防火シートを巻けるようにケーブルを整線したあと防火シートを施工	
2	トレイ内、トレイ上部に十分な空間がない場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一つのトレイに整線できない難燃ケーブルは増設したケーブルトレイなどでリルート</li> <li>• ケーブル長に余裕がない場合は引き直すか中継端子盤から増設したケーブルトレイ（ダクト）で中央制御室の制御盤まで難燃ケーブルを延長</li> </ul>	

#### 7.1.4 実機状況を踏まえた施工性

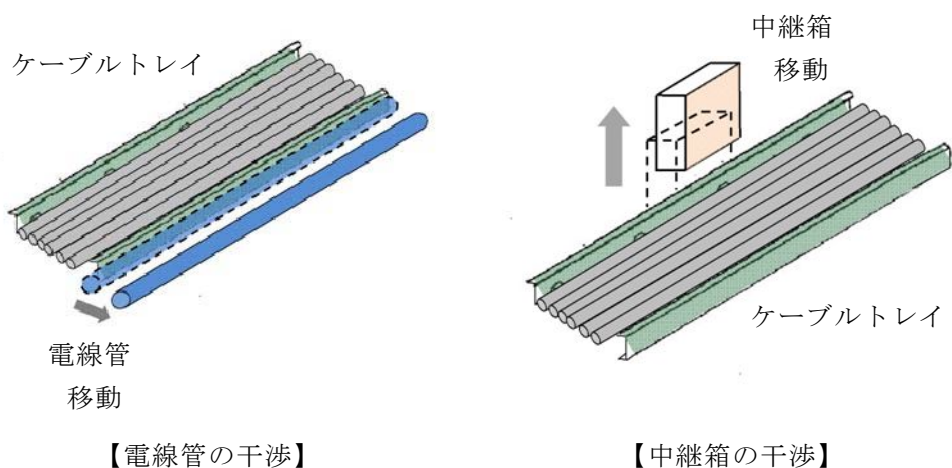
実機プラントにはケーブルトレイ近傍に様々な機器が存在し、標準施工方法に沿った施工が困難な箇所が存在することから、以下に分類される対応を行う。なお、実機における施工は、プラントメーカ等と工事施工会社による適切な施工体制及び設計要求を反映した施工方法を含めた施工計画を策定し実施する。

##### (1) 接近設備の干渉

第7.1-2図に示すように、ケーブルトレイに接近した電線管、中継箱、配管、ダクト等の干渉設備が存在し、防火シートを巻けない箇所が存在する。

##### a. 干渉する設備の移設

干渉する設備を移設し、ケーブルトレイとの間にスペースを設けることでメーカーの標準施工方法に従った防火シートの施工を可能とする。



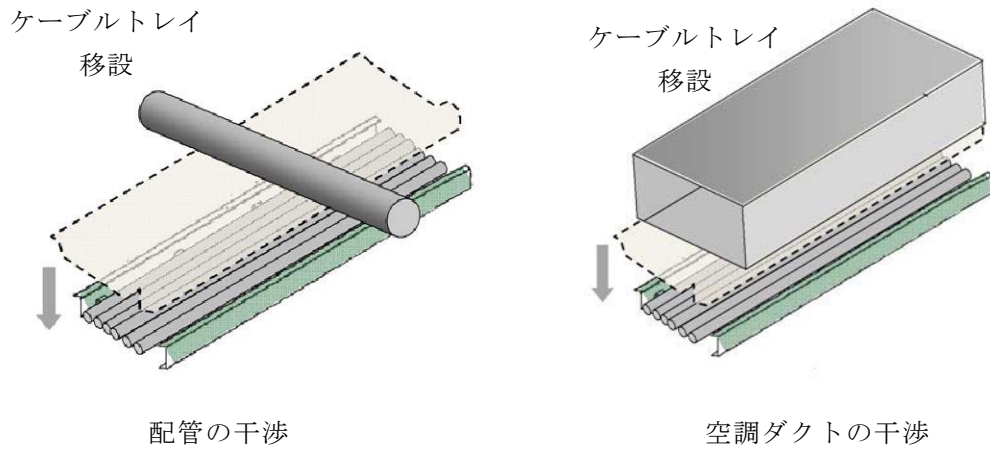
第7.1-2図 干渉設備の移設

##### b. ケーブルトレイの移設

第7.1-3図に示すように、ケーブルトレイを移設し、干渉する設備と



の間にスペースを設けることで標準施工方法に従った防火シートの施工を可能とする。



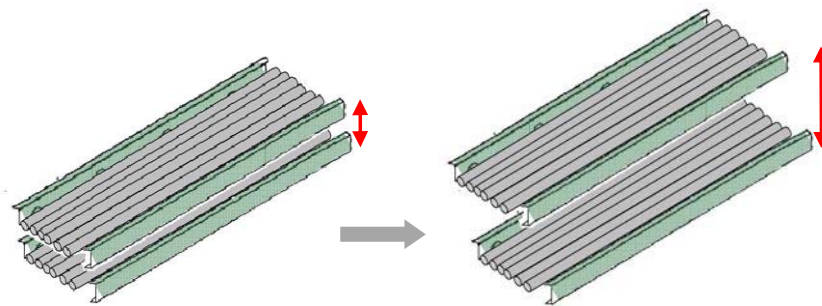
第 7.1-3 図 ケーブルトレイの移設

(2) ケーブルトレイ同士の干渉

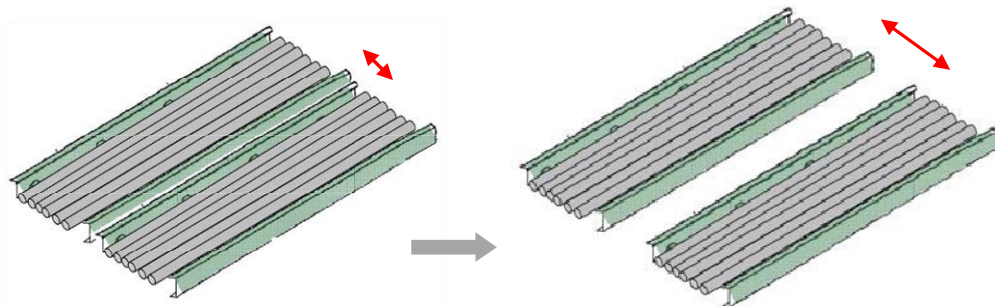
ケーブルトレイ同士が接近し、トレイごとに防火シートを巻くための距離が必要な箇所が存在する。

a. ケーブルトレイの移設

第7.1-4図に示すように、干渉するケーブルトレイを移設しケーブルトレイ間にスペースを設けることで標準施工要領に従った防火シートの施工を可能とする。



ケーブルトレイ同士の接近（垂直方向）



ケーブルトレイ同士の接近（水平方向）

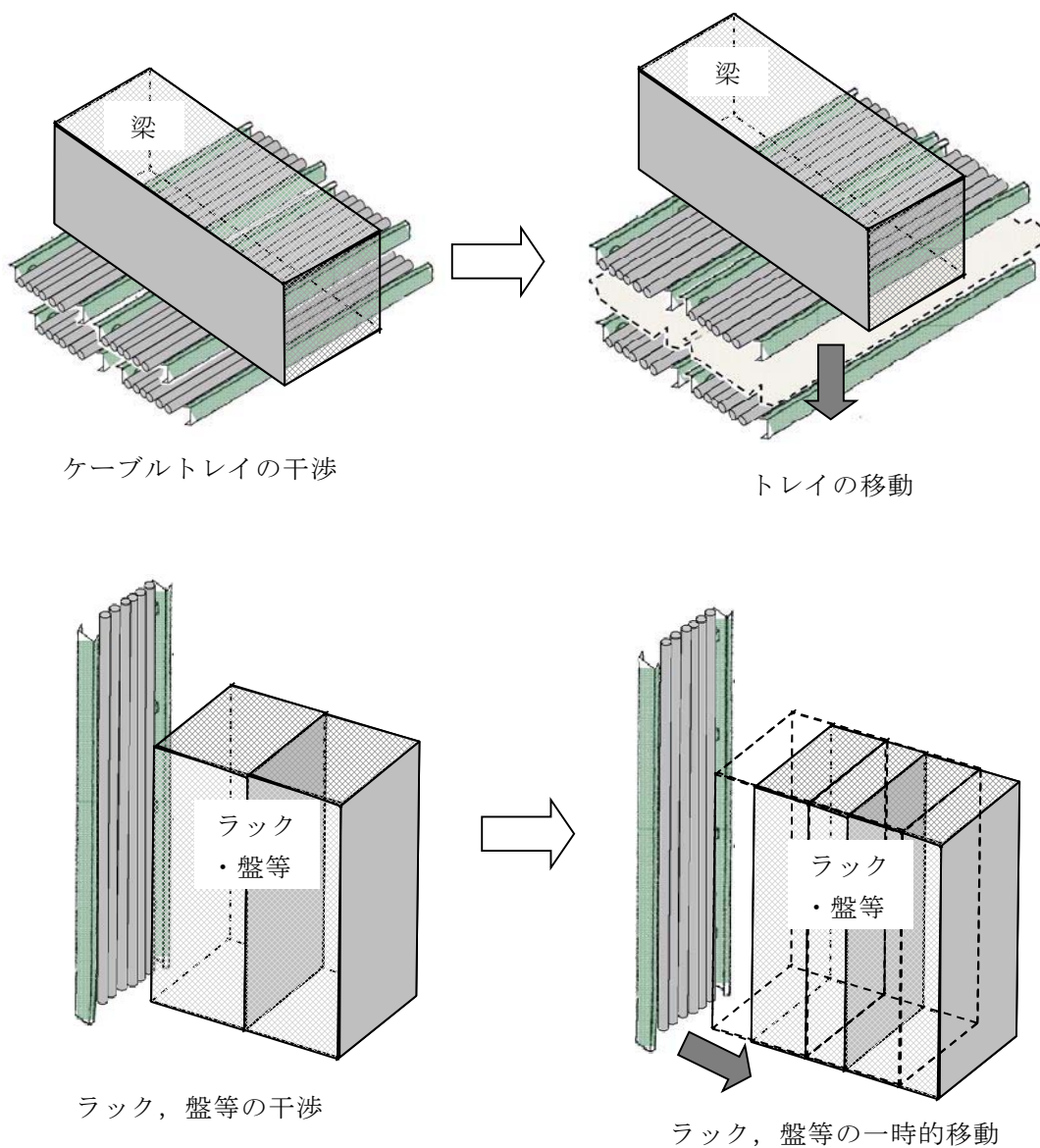
第7.1-4図 ケーブルトレイの干渉緩和

### (3) 近傍設備による影響

ケーブルトレイ近傍にある設備，ケーブルトレイにより施工作业スペースが確保できない箇所が存在する。

#### a. 近傍設備の一時移動

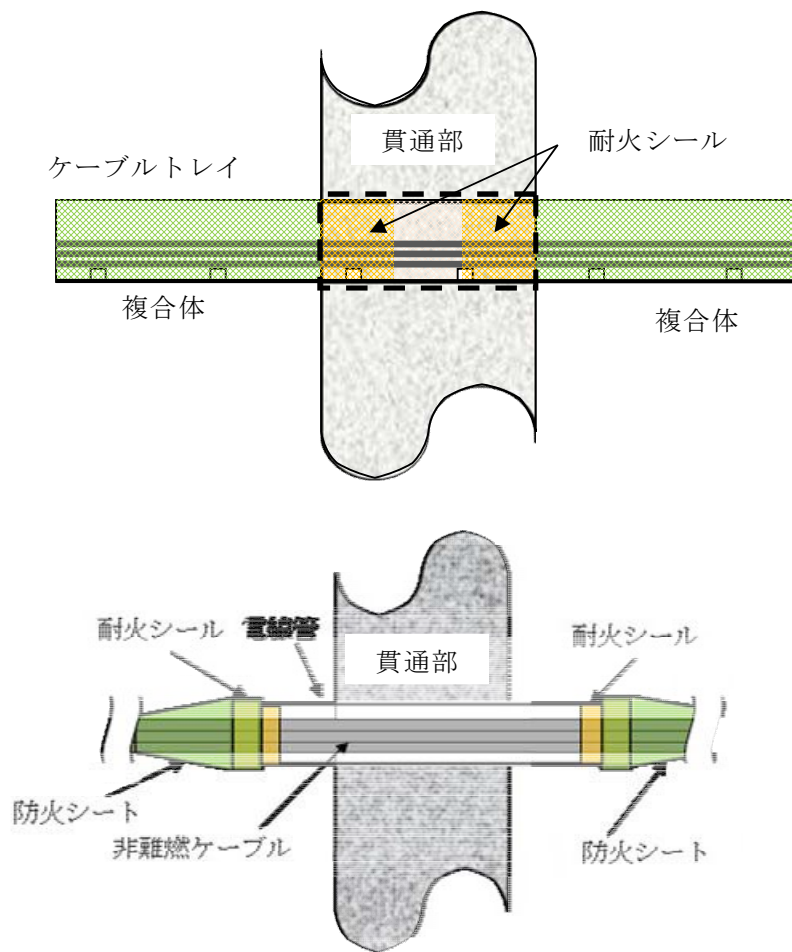
第7.1-5図に示すように，施工作业の妨げとなる設備，ケーブルトレイを一時移動することで標準施工要領に従った防火シートの施工を可能とする。



第7.1-5図 干渉物移動による作業

## 7.2 貫通部及びトレイから分岐する電線管の対応

ケーブルトレイは壁や床、天井を通すための貫通部が存在し、防火シートによる複合体を形成することができない箇所が存在するが、貫通部両端に耐火シール施工を行うことで、耐火シールではさまれる壁の厚み部分は外部にケーブルが露出せず、その長さも短いものとなる。また、万一燃焼したとしても貫通部の外部への延焼も防止できる。



第 7.1-6 図 壁・床等の貫通部対応 (例)

## 難燃性が要求されるケーブルへの対応

## 1. はじめに

東海第二発電所に敷設されたケーブルは、発電所運転開始以降に改造工事を行った際には難燃ケーブルを採用しているものの、建設時に敷設されたケーブルは非難燃ケーブルが使用されている。このため、基準要求に適合するように非難燃ケーブルに対する設計方針を以下のとおりとする。

安全機能を有する機器に使用している非難燃ケーブルについては、原則、難燃ケーブルに取替る。ケーブル取替以外の措置（以下「代替措置」という。）によって、非難燃ケーブルを使用する場合は、以下の範囲に限定する。

## ① ケーブル取替に伴い安全上の課題が生じる範囲

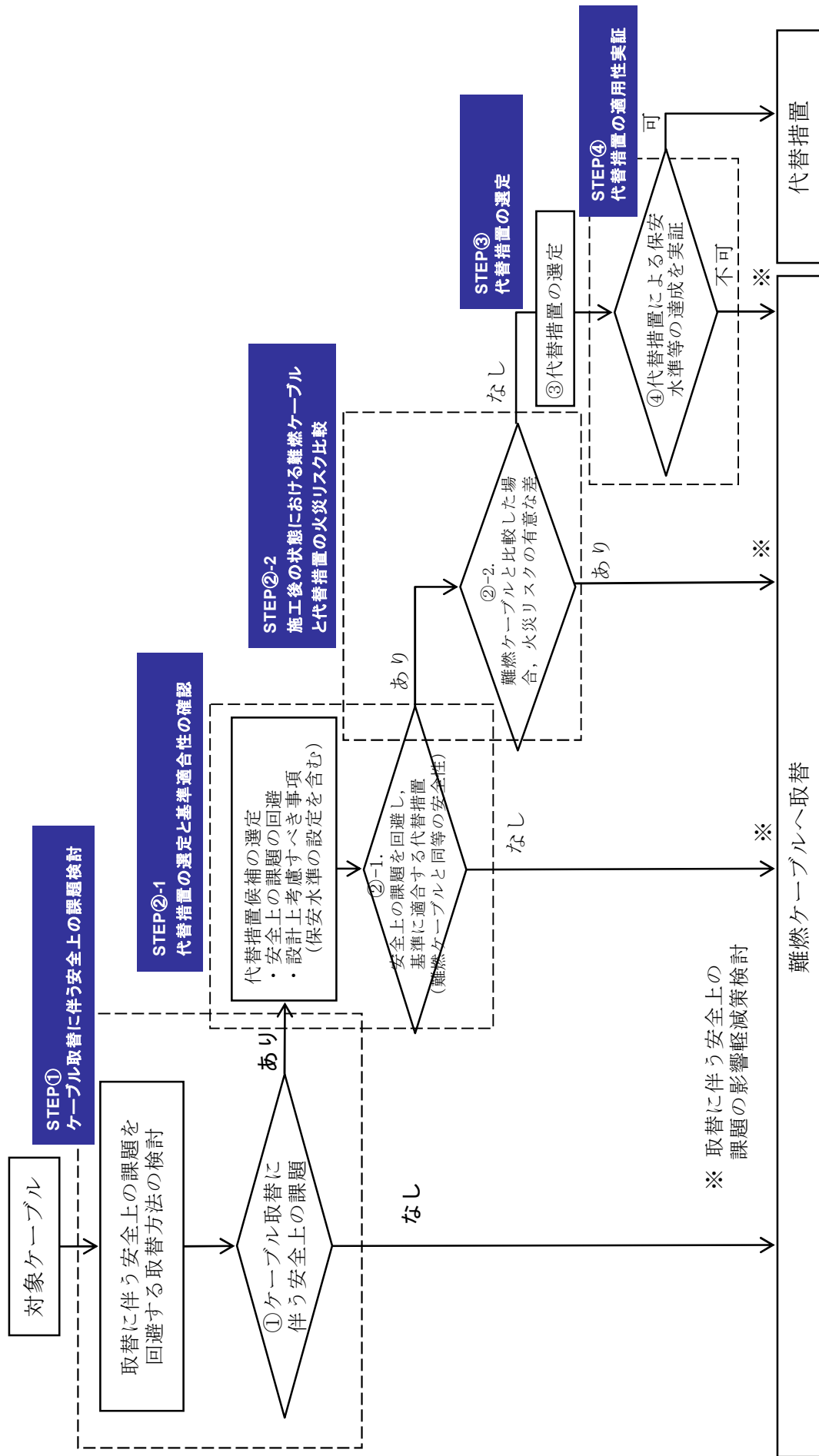
及び

## ② 施工後の状態において、以下の条件を満足する範囲

- a. 安全上の課題を回避し、基準に適合する代替措置が適用できること
- b. 難燃ケーブルと比較した場合、火災リスクの有意な増加がないこと

なお、代替措置の難燃性能については、設置許可基準規則の解釈に基づき、保守的に設定した保安水準が達成できることを実証する。

第 1-1-1 図に安全機能を有するケーブルに使用する非難燃ケーブルの対応フローを示す。



第 1-1-1 図 対象ケーブル対応フロー

## 2. 取替範囲

現状、敷設されている非難燃ケーブルは、ケーブルトレイ又はケーブルピットにおいて延焼防止材が施工されている。一方で、ケーブル配線表により各ケーブルの始点と終点の特定は可能であるものの、始点と終点の間のケーブルは多層に敷設されたケーブル周囲に延焼防止材が施され束となっていることから、1本毎にケーブルを特定するためには困難性がある。その中でも高圧電力ケーブルに代表されるケーブル単体毎に延焼防止材が施工されているものや、制御・計装ケーブルに代表される中央制御室の床下のコンクリートピット内の盤間連絡ケーブル又は電線管は、始点から終点まで敷設されているケーブルが特定可能であるか、同一区画内ケーブルのみであることから、仮設ケーブル設置により対応が可能である。

### 2.1 ケーブル取替の基本的な考え方

東海第二発電所で使用するケーブルの敷設形態として、以下に大別される。

- (1) 電線管…ケーブルの始点，終点全てを電線管で敷設される形態
- (2) コンクリートピット…ケーブルの全長をピット内に敷設される形態
- (3) ケーブルトレイ…大部分をケーブルトレイ内に敷設され，配線の途中から電線管で分岐又は合流する形態

また、ケーブルは以下に示すとおり、回路種別により4種類に区分されている。

- ・計装ケーブル
- ・制御ケーブル
- ・低圧電力ケーブル
- ・高圧電力ケーブル

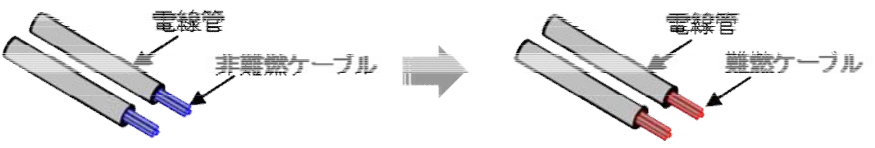


ケーブル取替はこれらの敷設形態に対し，以下の観点から，電線管内，コンクリートピット内，ケーブルトレイ内（回路種別ごと）の全数のケーブル（以下「単位」という。）を取替るものとする。

○各敷設形態の単位で取替ることにより，内挿されるケーブル全てが難燃ケーブルとなり，規制要求に適合することができる。

○可燃物であるケーブルが増加しないように，回路から切離された非難燃ケーブルは撤去する。

ケーブル取替のイメージ図を第 1-1-1 表に示す。

第 1-1-1 表 ケーブル取替のイメージ

敷設形態	ケーブルの取替単位（取替前後のイメージ）
電線管	
コンクリートピット	
ケーブルトレイ	



第 1-1-1 表で示したケーブル敷設形態に対し、ケーブル取替方法を検討するにあたり、ウォークダウンによりケーブル敷設状態を確認した。その結果、ケーブルトレイに関し、以下に分類される状況が確認された。

- (1) ケーブルトレイに敷設されるケーブルに関しては、壁、床貫通部の予備管路の余裕が少ない。
- (2) ケーブルトレイ内のケーブル量が多く全長に亘って敷設するトレイ内スペースが少ない。

これらの調査をもとに、以下に示す方法で検討を実施した。

## 2.2 取替方法検討にあたっての考慮事項

- (1) 敷設ケーブルは回路種別として 4 種類、敷設形態として 3 種類あるため、回路種別及び敷設形態の組み合わせを考慮し、取替方法を網羅的に検討する。組み合わせの方法を第 1-1-2 表に示す。
- (2) 敷設ケーブルの途中で新たに接続点を設けての取替えは、接続部の劣化による電気抵抗増加による電気特性の変化が懸念されることから、現状の始点、終点間での取替えを前提に検討する。

第 1-1-2 表 非難燃ケーブルの敷設形態と回路種別の組み合わせの状況

回路種別	敷設形態	ケーブルの敷設状態
高圧電力	ケーブルトレイ	単一区画内又は複数区画に跨って敷設
低圧電力	電線管	同上
	ケーブルトレイ	同上
制御	電線管	同上
	ケーブルトレイ	同上
	コンクリートピット	単一区画内で敷設
計装	電線管	単一区画内又は複数区画に跨って敷設
	ケーブルトレイ	同上
	コンクリートピット	単一区画内で敷設

## 2.3 安全上の課題を回避する取替方法の検討

### (1) 電線管及びコンクリートピット

電線管敷設とコンクリートピット敷設は課題なく取替可能。

### (2) ケーブルトレイ

既設ケーブルトレイ内で1本毎にケーブルを撤去・新設する方法から検討をスタートし、検討過程で安全上の課題が抽出された場合、その課題を回避するため、別の取替方法を検討する。これらの検討を繰り返し実施。

#### a. 高圧電力ケーブル

既設トレイ内の既設ケーブルを撤去後、既設トレイ内に難燃ケーブルを敷設することで対応可能。

#### b. 低圧電力及び制御・計装ケーブル（ケーブルが複数区画に跨って敷設）

- 取替方法①【既設トレイ内既設ケーブルを撤去後、既設トレイ内に難燃ケーブルを敷設】

・敷設されているケーブル量が多く対象のケーブルを識別できないため、取替対象ケーブルを撤去（引き抜き，細断）する方法が取れない。

- 取替方法②【ケーブルトレイを新設し，新設トレイに対象ケーブルのみを新設】

・取替方法①の課題（対象のケーブルを識別できないため撤去不可能）は回避可能。

・しかしながら，本案では以下の課題あり。

- 建屋耐震性低下（新設トレイ敷設のための躯体開口）
- 可燃物量増加（既設トレイ上には既設ケーブルが残存）

- 取替方法③【ケーブルトレイを新設し，新設トレイに全ケーブルを敷設後に，既設トレイ及びケーブルを撤去】
    - ・取替方法②の課題のうち，可燃物量増加は回避可能。
    - ・しかしながら，本案では以下の課題あり。
      - 取替時に建屋耐震性低下（新設トレイ敷設のための躯体開口）
  - 取替方法④【既設トレイ内の全ケーブルを撤去し，新ケーブルを敷設】
    - ・取替方法③の課題（建屋耐震性低下）は回避可能。
    - ・しかしながら，本案では以下の課題あり取替方法として考慮しない。
      - 取替時に必要な安全機能の信頼性低下（多段積みトレイ配置であるため，高圧→低圧→制御→計装の順でケーブル及びケーブルトレイを撤去後，逆の順に計装から高圧までのケーブルトレイ及び難燃ケーブルを敷設。維持すべき安全機能の片系列の系統が一括隔離状態。隔離されていない片系列の異常時において隔離系統の短期復旧の期待不可）
      - 取替時に必要な安全機能の喪失（一部の安全機能を有するケーブルが敷設されている安全区分Ⅰ，Ⅱのケーブルトレイが交差する箇所があり，下側に敷設されている区分のトレイ内ケーブルを取替える場合には，上側に設置されているトレイの撤去が必要となり，この間，両区分の機能が喪失）
- ⇒ 安全上の課題を回避しようとしても，新たな課題が発生。

以上，取替方法に係る検討結果についてのまとめを第 1-1-3 表に示す。

第 1-1-3 表 安全上の課題を回避する取替方法の検討結果

回路種別	敷設形態	安全上の課題	対応
高圧電力	ケーブル トレイ	なし	取替
低圧電力	電線管	なし	取替
	ケーブル トレイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>可燃物量の増加</li> <li>建屋耐震性への影響</li> </ul>	代替措置を選定し、取替に伴う安全上の課題により対応を選択
制御・計装	電線管	なし	取替
	コンクリート ピット	なし	取替
	ケーブル トレイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>可燃物量の増加</li> <li>建屋耐震性への影響</li> </ul>	代替措置を選定し、取替に伴う安全上の課題により対応を選択

## 2.4 ケーブル取替の効果

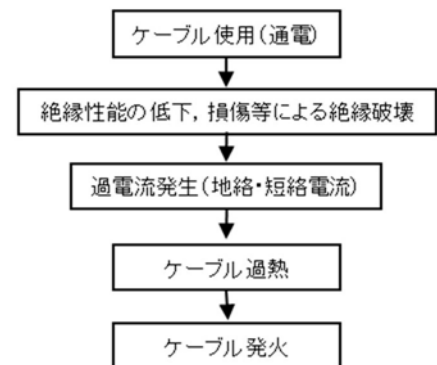
### a. ケーブルの発火リスク評価

ケーブルは熱等の影響により経年的に絶縁性能が低下し、絶縁破壊によりケーブルが発火に至る可能性がある（右図の発火メカニズムのとおり）。

- 高圧電力ケーブルは第 1-1-4 表に示すと

おり、絶縁体単位厚さに対する電圧が高いため、低圧電力に比べ絶縁破壊強さ (V/mm) は小さい (ケーブル絶縁体材料が同じであり比誘電率は一律)。

【絶縁性能の低下によるケーブル発火メカニズム】



第 1-1-4 表 回路種別におけるケーブルの使用電圧と絶縁体厚さ

回路種別	絶縁体材料	絶縁体厚さ: t (mm)	使用電圧: V (V)	絶縁破壊強さ: V/t (V/mm)
高圧電力 ケーブル最細径	架橋 ポリエチレン	4	6,900	1,725
低圧電力 ケーブル最細径	架橋 ポリエチレン	1	480	480

・そのため、発火した高圧電力ケーブルによっては、低圧電源系へ停電範囲が波及する。

したがって、高圧電力ケーブルを未使用品に取替ることは発火リスクの低減に寄与できる。

#### b. 残存ケーブル撤去による可燃物低減

中央制御室床下コンクリートピット内のケーブルを難燃ケーブルに取替においては、使用している非難燃ケーブルの他、切離されて未使用となっているケーブルについても撤去することによって、可燃物が低減し、火災荷重を小さくする効果がある。

#### c. 信頼性の向上

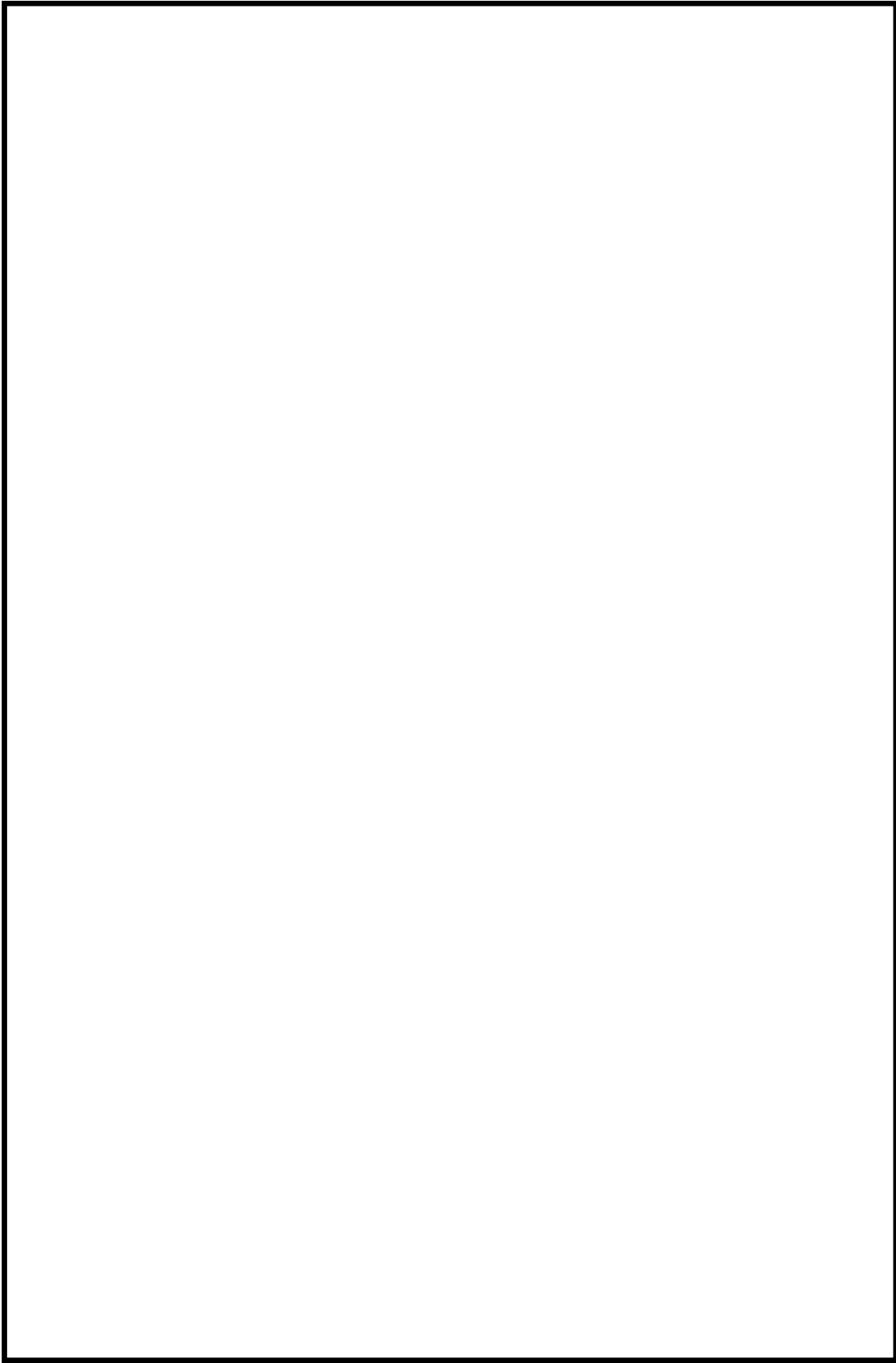
全長を電線管で配線するケーブルは重要度が高いものが多いため、ケーブル取替によって更なる信頼性向上が期待できる。

### 2.5 難燃ケーブルに取替る範囲

ケーブル識別や前項 2.1～2.4 の検討結果から難燃ケーブルに取替る範囲について以下に示す。

- (1) 電線管…ケーブルの始点，終点全てを電線管で敷設されるケーブル
- (2) コンクリートピット…ケーブルの全長をピット内に敷設される中央制御室の制御盤間の連絡ケーブル
- (3) ケーブルトレイ…4つの回路種別のうち，高圧電力ケーブル

安全機能を有する機器に使用する非難燃ケーブルについて、実際に設置される機器を例にケーブルの取替範囲を第 1-1-2 図に示す。



第 1-1-2 図 安全機能を有するポンプ 1 台に接続されるケーブルの取替範囲 (イメージ)

### 3. 複合体の範囲

難燃ケーブル取替に伴う、安全上の課題が生じる場合は、敷設される非難燃ケーブルについて、代替措置を施すことにより火災発生防止の対応を図る。代替措置の方法は、不燃材の防火シートにより非難燃ケーブル及びケーブルトレイを覆って複合体を形成する設計とする。

#### 3.1 非難燃ケーブルを複合体とする範囲

ケーブルの識別や前項 2.1～2.3 の検討結果から複合体とするケーブルを以下に示す。

- ・ケーブルトレイ…4つの回路種別のうち、計装ケーブル、制御ケーブル、  
低圧電力ケーブル

難燃性が要求されるケーブルトレイへの対応を第 1-1-5 表に示す。また、安全機能を有するケーブルトレイ代替措置範囲図について第 1-1-3 図に示す。取替対象となっているケーブルの全長が電線管で配線されるものについては、エリアが広域にわたるため、電線管のみで配線される一部の区画を第 1-1-3 図で示す。

以上、難燃ケーブルの使用が要求される範囲について、難燃ケーブルに取替えて使用する対応と非難燃ケーブルを複合体として使用する対応をケーブル長の割合として第 1-1-4 図に示す。安全機能を有する機器に使用されているケーブルの難燃割合は約 52% (概算値) となった。なお、重大事故等対処設備の新設ケーブルを追加すると難燃割合は約 60% (概算値) となった。

第 1-1-5 表 難燃性が要求されるケーブルへの対応(1/6)

火災区画名称	区画番号	ケーブル種別	取替の観点	対応方法
B2 階通路	R-B2-2	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
RCIC ポンプ室	R-B2-3	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
サンプポンプ室(東)	R-B2-4	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
LPCS ポンプ室	R-B2-5	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
HPCS ポンプ室	R-B2-6	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
サンプポンプ室(西)	R-B2-7	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
RHR ポンプ B 室	R-B2-9	高圧電力	ケーブルトレイ (電線管)	取替
		低圧電力		
		制御・計装		



第 1-1-5 表 難燃性が要求されるケーブルへの対応(2/6)

火災区画名称	区画番号	ケーブル種別	取替の観点	対応方法
RHR ポンプ C 室	R-B2-10	高圧電力	ケーブルトレイ (電線管)	取替
		低圧電力		
		制御・計装		
RHR ポンプ A 室	R-B2-11	高圧電力	ケーブルトレイ (電線管)	取替
		低圧電力		
		制御・計装		
非常用ディーゼル(2C)室	R-B2-12	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
非常用ディーゼル(HPCS)室	R-B2-13	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
A 系スイッチギア室	R-B2-15(1)	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
HPCS 系スイッチギア室	R-B2-15(2)	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
B1 階通路	R-B1-2(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置

第 1-1-5 表 難燃性が要求されるケーブルへの対応(3/6)

火災区画名称	区画番号	ケーブル種別	取替の観点	対応方法
B1 階通路	R-B1-2(2)	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
非常用ディーゼル(2C)室	R-B1-4	高圧電力	ケーブルトレイ (電線管)	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
非常用ディーゼル(HPCS)室	R-B1-5	高圧電力	ケーブルトレイ (電線管)	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
非常用ディーゼル(2D)室	R-B1-6	高圧電力	ケーブルトレイ (電線管)	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
B系スイッチギア室	R-B1-7(2)	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
1階通路	R-1-2(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
1階通路	R-1-2(2)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置

第 1-1-5 表 難燃性が要求されるケーブルへの対応(4/6)

火災区画名称	区画番号	ケーブル種別	取替の観点	対応方法
MG(A)室	R-1-6(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
MG(B)室	R-1-6(2)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
125V 充電器 2A 室	R-1-6(3)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
125V 充電器 2B 室	R-1-6(4)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
TIP ドライブメカニズム 室	R-2-2	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
2 階通路(東)	R-2-3(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
2 階通路(西)	R-2-3(2)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置

第 1-1-5 表 難燃性が要求されるケーブルへの対応(5/6)






火災区画名称	区画番号	ケーブル種別	取替の観点	対応方法
ケーブル処理室	R-2-8	高圧電力		
		低圧電力		
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
中央制御室	C-2-2	高圧電力		
		低圧電力		
		制御・計装	コンクリートピット	取替
3 階通路(東)	R-3-1(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装		
3 階通路(西)	R-3-1(2)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
4 階通路(東)	R-4-3(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
4 階通路(西)	R-4-3(2)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
FRVS 室	R-5-3(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置

第 1-1-5 表 難燃性が要求されるケーブルへの対応(6/6)

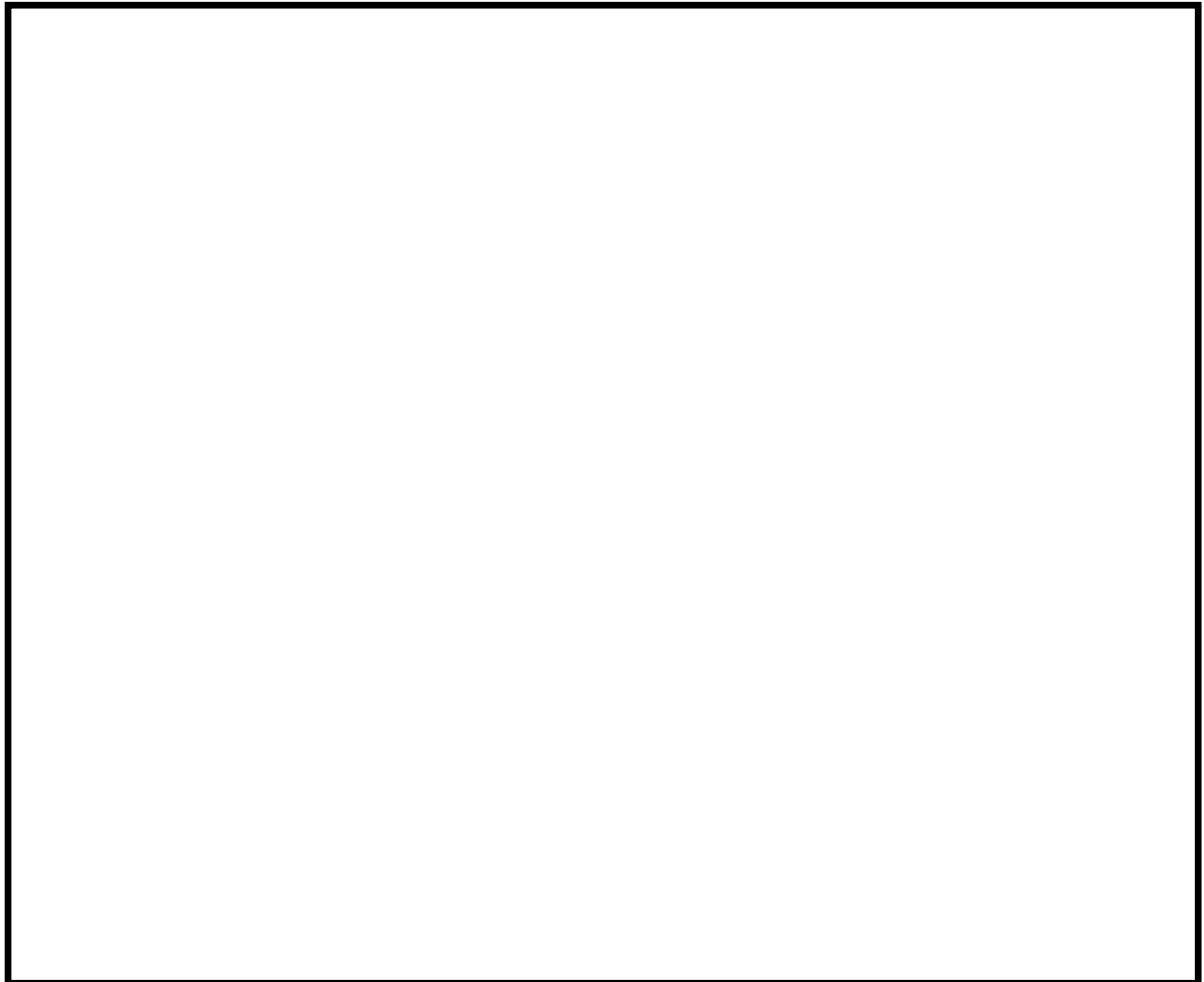
火災区画名称	区画番号	ケーブル種別	取替の観点	対応方法
SGTS(B)室	R-5-3(2)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
SGTS(A)室	R-5-3(3)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
5階通路(西)室	R-5-4(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置



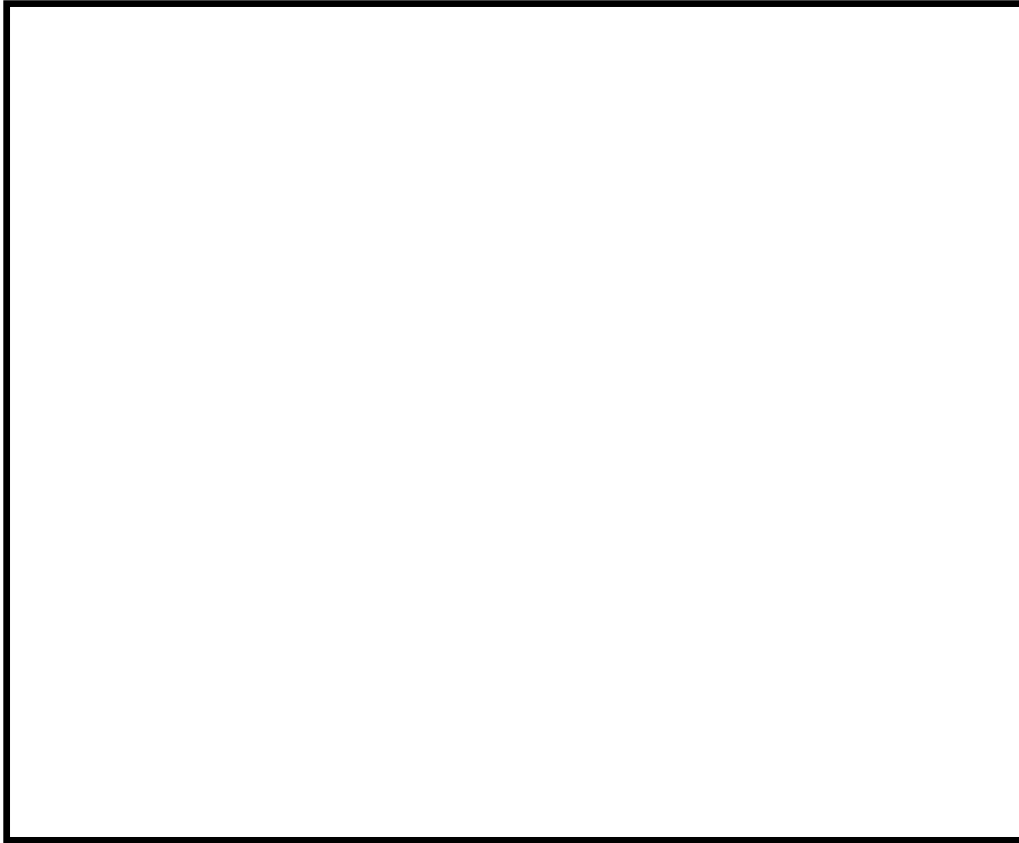
凡例

-  : 非難燃ケーブル  
代替措置範囲※
- ※ 高圧電力ケーブルは取替
-  : 難燃ケーブル  
取替済範囲
-  : 難燃ケーブル  
取替範囲
-  : ケーブルトレイ
-  : ケーブルトレイ


E. L. 38. 8




第 1-1-3 図 安全機能を有するケーブルトレイ代替措置範囲図(1/4)





凡例

 : 非難燃ケーブル  
代替措置範囲\*

※高圧電力ケーブルは取替

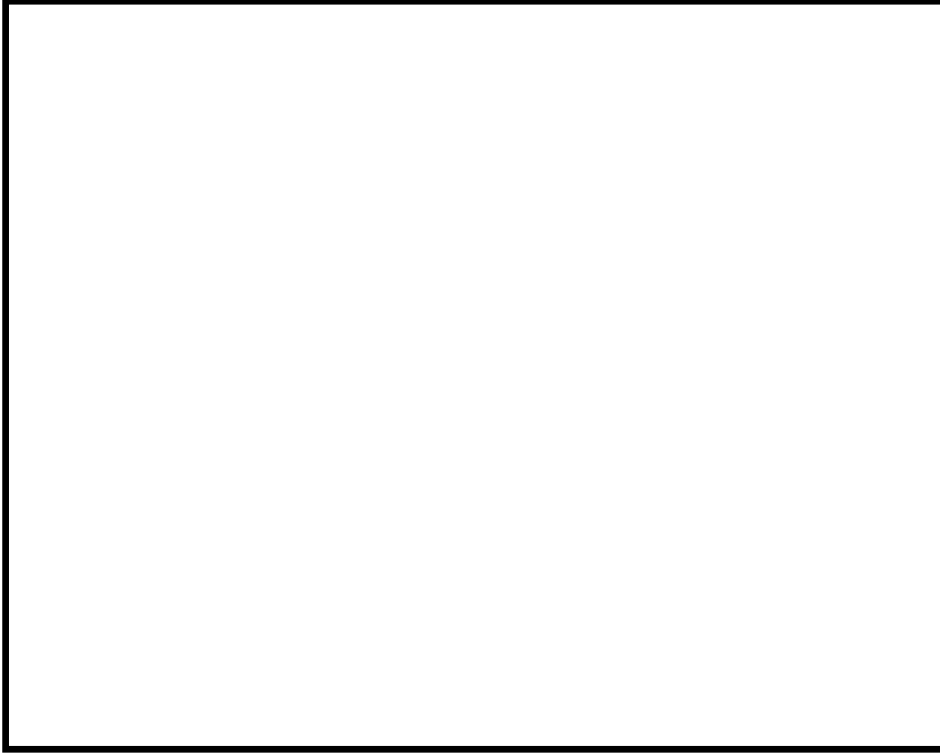
 : 難燃ケーブル  
取替済範囲

 : 難燃ケーブル  
取替範囲

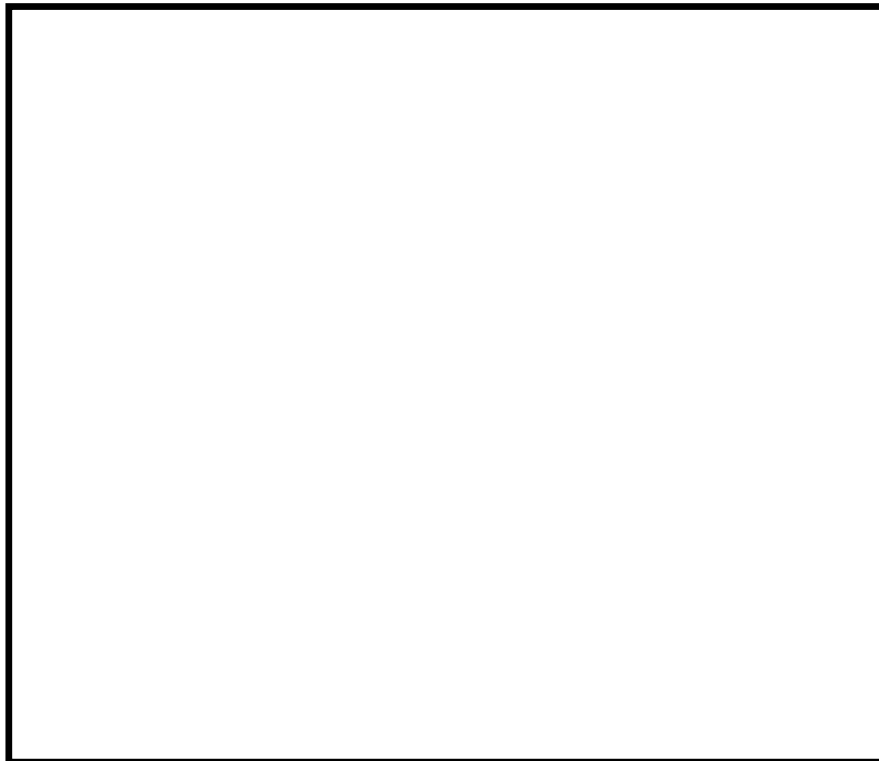
 : ケーブルトレイ

 : ケーブルトレイ

第 1-1-3 図 安全機能を有するケーブルトレイ代替措置範囲図(2/4)







E. L. 8. 2m



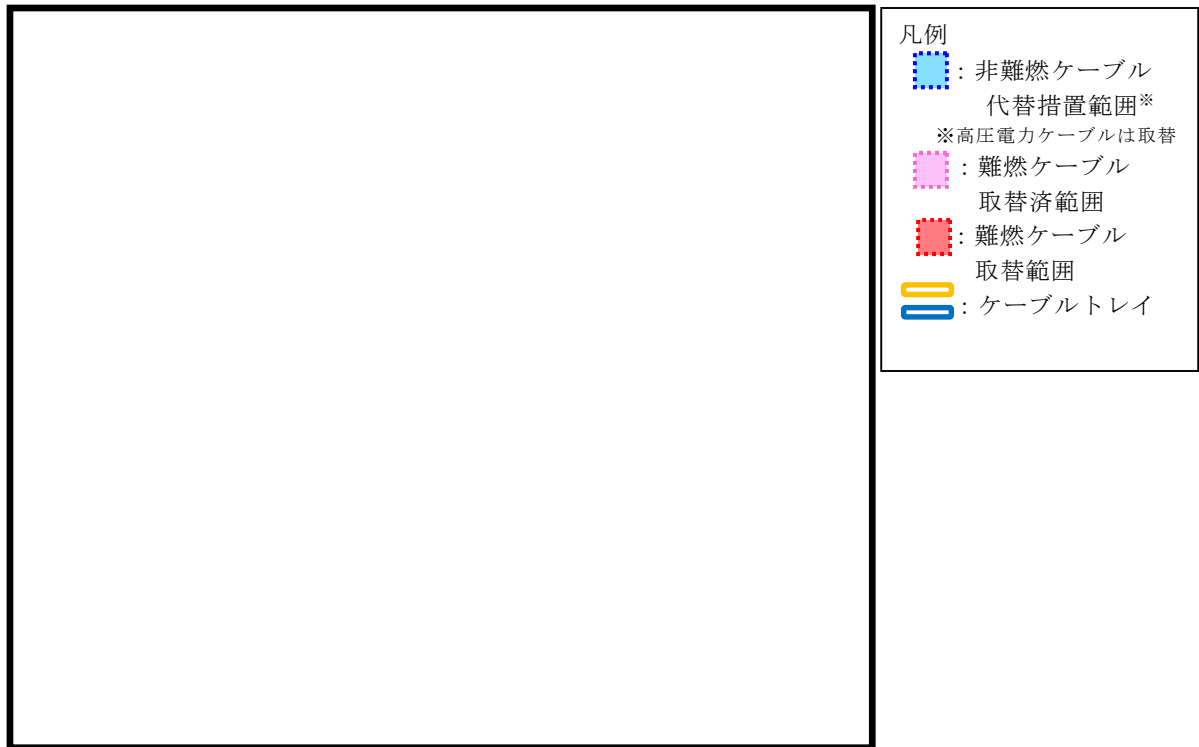
E. L. 2. 0m

凡例

-  : 非難燃ケーブル  
代替措置範囲※
- ※高圧電力ケーブルは取替
-  : 難燃ケーブル  
取替済範囲
-  : 難燃ケーブル  
取替範囲
-  : ケーブルトレイ

第 1-1-3 図 安全機能を有するケーブルトレイ代替措置範囲図 (3/4)





凡例

■: 非難燃ケーブル  
代替措置範囲\*

※高圧電力ケーブルは取替

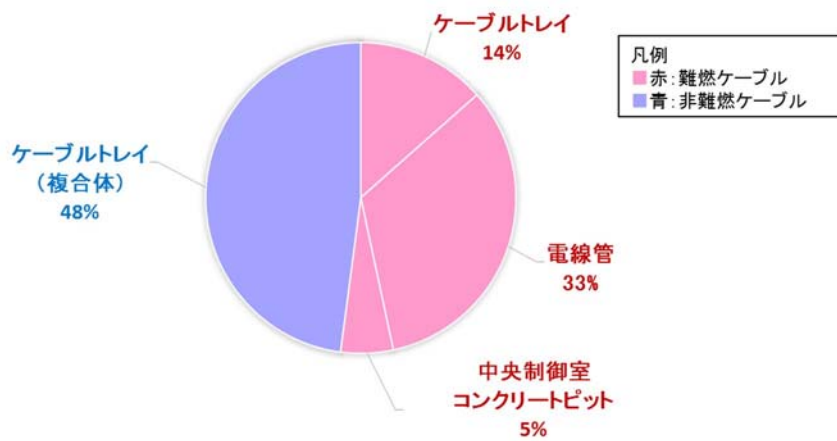
■: 難燃ケーブル  
取替済範囲

■: 難燃ケーブル  
取替範囲

==: ケーブルトレイ

E. L. - 4. 0m

第 1-1-3 図 安全機能を有するケーブルトレイ代替措置範囲図(4/4)



第 1-1-4 図 難燃ケーブルと非難燃ケーブル(複合体)の長さの割合

## 防火シートの基本性能について

防火シートとして用いるプロテコ®シート-P2・eco は、建築基準法で定められた不燃材であり、防火設備に求められる遮炎性及び使用環境に対応した耐久性を有している。また、想定される外力ではケーブルは露出しない。なお、結束ベルトは使用環境に応じた耐久性を有している。以下に試験結果を示す。

## 1. 発熱性試験

## 1.1 目的

防火シートが不燃材料としての性能を有していることを確認する。

## 1.2 供試体

防火シート(プロテコ®シート-P2・eco)

## 1.3 試験方法及び判定基準

建築基準法に基づき指定性能評価機関が定めた発熱性試験（一般財団法人日本建築総合試験所，防耐火性能試験・評価業務方法書 8A-103-01）による。試験の概要を第 1-2-1 表に示す。

第 1-2-1 表 発熱性試験の概要

<p>試験装置概要</p>	<p>流量測定用オリフィスプレート          圧力測定位置          熱電対          リングサンプラー          遠心式排気ファン          フード          輻射電気ヒーター          点火用プラグ          押さえ棒と供試体          供試体ホルダー</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 輻射電気ヒーターから供試体の表面に <math>50\text{kW/m}^2</math> の輻射熱を 20 分間照射する。</li> <li>・ 供試体表面に輻射熱を照射すると同時に点火プラグにて電気スパークを作動させる。</li> </ul>
<p>試験回数</p>	<p>3 回</p>
<p>判定基準</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 加熱開始後 20 分間の総発熱量が <math>8\text{MJ/m}^2</math> 以下であること。</li> <li>・ 加熱開始後 20 分間、防火上有害な裏面まで貫通するき裂及び穴がないこと。</li> <li>・ 加熱開始後 20 分間、最高発熱速度が、10 秒以上継続して <math>200\text{kW/m}^2</math> を超えないこと。</li> </ul>

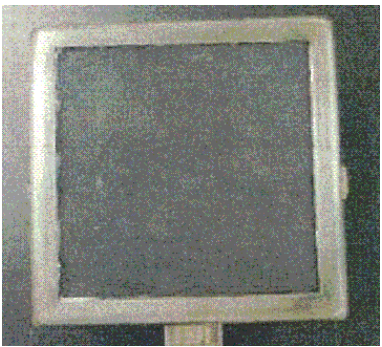
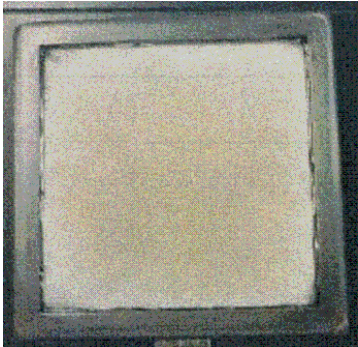
#### 1.4 試験結果

試験結果を第 1-2-2 表にまとめる。また、実証試験の詳細を第 1-2-3 表に示す。

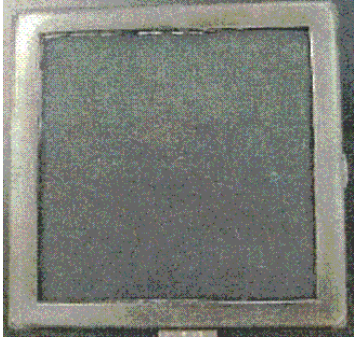

第 1-2-2 表 発熱性試験結果

No	総発熱量 (MJ/m <sup>2</sup> )	防火上有害 となる変形	最高 発熱速度 (kW/m <sup>2</sup> )	200kW/m <sup>2</sup> 超過 継続時間(s)	判定 結果
1	1.99	無	92.95	0	良
2	1.81	無	83.63	0	良
3	1.70	無	88.18	0	良

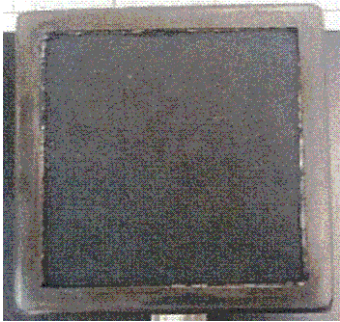
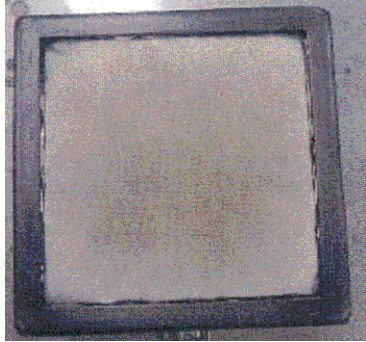
第 1-2-3 表 発熱性試験結果詳細 (1/3)

供試体：防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）			
試験条件 輻射量：50.0kW/m <sup>2</sup> 排気ガス流量：0.024m <sup>3</sup> /sec サンプル距離：25mm		規格 輻射量：50.0kW/m <sup>2</sup> 排気ガス流量：0.024±0.002m <sup>3</sup> /sec サンプル距離：25±1mm	
No	試験前	試験後	判定結果
1			良
	総発熱量(MJ/m <sup>2</sup> )	1.99	
	防火上有害となる変形	無	
	最高発熱速度(kW/m <sup>2</sup> )	92.95	
	200kW/m <sup>2</sup> 超過継続時間(s)	0	

第 1-2-3 表 発熱性試験結果詳細 (2/3)

供試体：防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）			
試験条件 輻射量：50.0kW/m <sup>2</sup> 排気ガス流量：0.024m <sup>3</sup> /sec サンプル距離：25mm		規格 輻射量：50.0kW/m <sup>2</sup> 排気ガス流量：0.024±0.002m <sup>3</sup> /sec サンプル距離：25±1mm	
No	試験前	試験後	判定結果
2			良
	総発熱量(MJ/m <sup>2</sup> )	1.81	
	防火上有害となる変形	無	
	最高発熱速度(kW/m <sup>2</sup> )	83.63	
	200kW/m <sup>2</sup> 超過継続時間(s)	0	

第 1-2-3 表 発熱性試験結果詳細 (3/3)

供試体：防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）			
試験条件		規格	
輻射量：50.0kW/m <sup>2</sup>		輻射量：50.0kW/m <sup>2</sup>	
排気ガス流量：0.024m <sup>3</sup> /sec		排気ガス流量：0.024±0.002m <sup>3</sup> /sec	
サンプル距離：25mm		サンプル距離：25±1mm	
No	試験前	試験後	判定結果
3			良
	総発熱量(MJ/m <sup>2</sup> )	1.70	
	防火上有害となる変形	無	
	最高発熱速度(kW/m <sup>2</sup> )	88.18	
	200kW/m <sup>2</sup> 超過継続時間(s)	0	

### 1.5 評価

防火シートは不燃材料としての性能を有している。

## 2. 遮炎性試験

### 2.1 目的

防火シートが外部からの火炎を遮る性能を有していることを確認する。

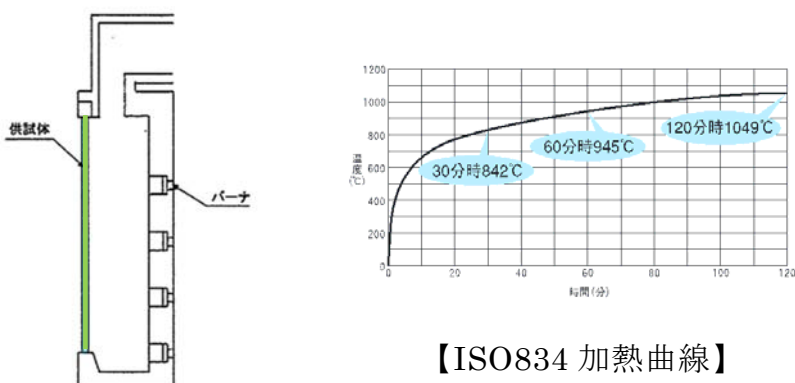
### 2.2 供試体

防火シート(プロテコ®シート-P2・eco)

### 2.3 試験方法及び判定基準

建築基準法に規定されている指定性能評価機関が定めた試験方法、判定基準による。試験の概要を第 1-2-4 表に示す。

第 1-2-4 表 遮炎性試験の概要

試験装置概要	 <p>【ISO834 加熱曲線】</p>
試験内容	<ul style="list-style-type: none"><li>・加熱炉に供試体を設置する。</li><li>・ISO834 加熱曲線となるように 20 分間加熱する。</li></ul>
試験回数	2 回
判定基準	<ul style="list-style-type: none"><li>・火炎が通るき裂等の損傷及び隙間を生じないこと。</li><li>・非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎がないこと。</li><li>・非加熱側へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出がないこと。</li></ul>





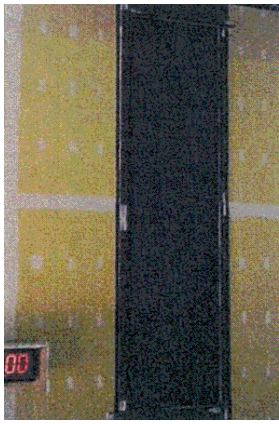


## 2.4 試験結果

試験結果を第 1-2-5 表にまとめる。また, 実証試験の詳細を第 1-2-6 表に示す。なお, 試験については, 「高浜 1, 2 号炉 設置許可 8 条まとめ資料別添 1」の試験結果を引用した。

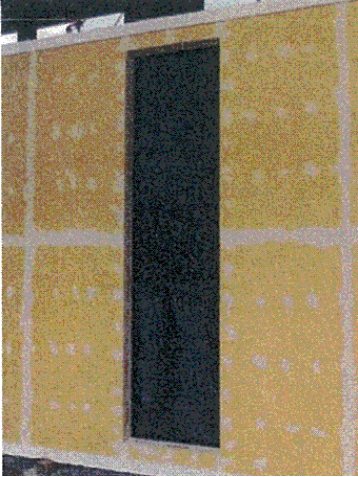
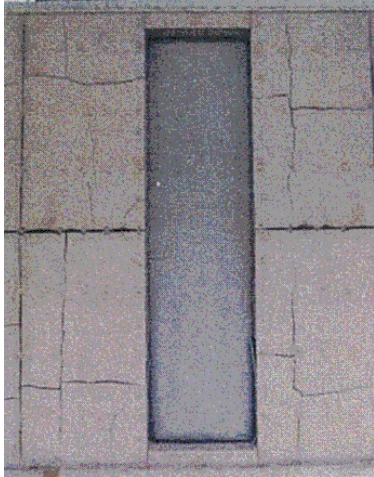
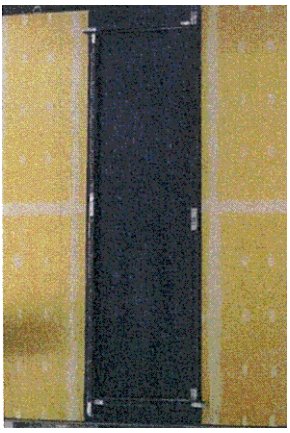
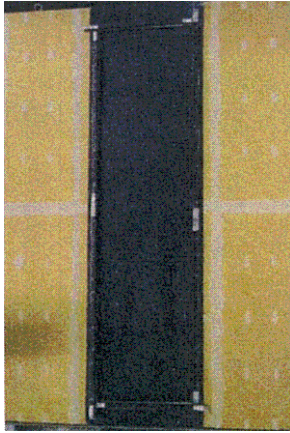
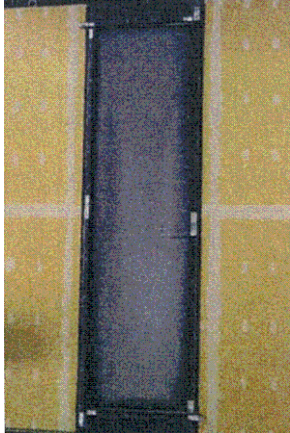
第 1-2-5 表 遮炎性試験結果

No	火炎が通る き裂等の損傷 及び隙間	非加熱面で 10 秒を超えて 継続する発炎	非加熱側へ 10 秒を超えて連続 する火炎の噴出	判定 結果
1	無	無	無	良
2	無	無	無	良

第 1-2-6 表 遮炎性試験結果詳細 (1/2)

供試体：防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）					
試験条件：IS0834 に則る加熱曲線での加熱					
No	加熱面			判定結果	
	試験前	試験後			
1					
	加熱時間				
	5		10		良
					
					
	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間			無	
	非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎			無	
非加熱側へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出			無		

第 1-2-6 表 遮炎性試験結果詳細 (2/2)

供試体：防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）						
試験条件：IS0834 に則る加熱曲線での加熱						
No	加熱面			判定結果		
	試験前	試験後				
2					良	
	加熱時間					
	5	10	15			
						無
				無		
	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間					
非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎			無			
非加熱側へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出			無			

## 2.5 評価

防火シートは外部からの火炎を遮る性能を有している。

### 3. 耐久性試験

#### 3.1 耐寒性試験

##### 3.1.1 目的

トレンチ内等の低温環境下において、耐久性を有していることを確認する。

##### 3.1.2 供試体

- ・防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）
- ・結束ベルト

##### 3.1.3 試験方法及び判定基準

JIS C 3605 に準拠した試験を行い、外観確認にて割れ、膨れ、変色がないことを確認する。

##### 3.1.4 試験結果

試験結果を第 1-2-7 表に示す。外観確認の結果、供試体に割れ、膨れ、変色がないことが確認した。

第 1-2-7 表 耐寒性試験結果

	試験結果	
	防火シート	結束ベルト
	外観変化(割れ, 膨れ, 変色)	
初期	—	—
劣化処理後	無	無
判定結果	良	良

##### 3.1.5 評価

防火シート及び結束ベルトは低温環境下において、耐久性を有している。

### 3.2 耐水性試験

#### 3.2.1 目的

トレンチ内等の高湿度環境下や防火水等に起因する水が付着した場合における、耐久性を有していることを確認する。

#### 3.2.2 供試体

- ・防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）
- ・結束ベルト

#### 3.2.3 試験方法及び判定基準

JIS K 5600-6-2 に準拠した試験を行い、外観確認にて割れ，膨れ，変色がないことを確認する。

#### 3.2.4 試験結果

試験結果を第 1-2-8 表に示す。外観確認の結果，供試体に割れ，膨れ，変色がないことを確認した。

第 1-2-8 表 耐水性試験結果

	試験結果	
	防火シート	結束ベルト
	外観変化(割れ, 膨れ, 変色)	
初期	—	—
劣化処理後	無	無
判定結果	良	良

### 3.2.5 評価

防火シート及び結束ベルトは高湿度環境下や水の付着に対し，耐久性を有している。

### 3.3 耐薬品性試験

#### 3.3.1 目的

点検や工事による塗料等の薬品が付着した場合において、耐久性を有していることを確認する。

#### 3.3.2 供試体

- ・ 防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）
- ・ 結束ベルト

#### 3.3.3 試験方法及び判定基準

JIS K 5600-6-1 に準拠した試験を行い、外観確認にて割れ、膨れ、変色がないことを確認する。

##### 【浸漬条件】

酸：5%塩酸水溶液 3日間

アルカリ：5%苛性ソーダ水溶液 3日間

#### 3.3.4 試験結果

試験結果を第 1-2-9 表に示す。外観確認の結果、供試体に割れ、膨れ、変色がないことを確認した。

第 1-2-9 表 耐薬品性試験結果

		試験結果	
		防火シート	結束ベルト
		外観変化(割れ, 膨れ, 変色)	
初期		—	—
劣化 処理後	酸	無	無
	アルカリ	無	無
判定結果		良	良

### 3.3.5 評価

防火シート及び結束ベルトは塗料等の薬品に対し，耐久性を有している。



### 3.4 耐油試験

#### 3.4.1 目的

点検等で油が付着した場合において、耐久性を有していることを確認する。

#### 3.4.2 供試体

防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）

#### 3.4.3 試験方法及び判定基準

供試体を JIS C 2320 の 1 種 2 号絶縁油（温度 70℃）に 48 時間浸漬させ、外観確認にて割れ，膨れ，変色等がないことを確認する。

#### 3.4.4 試験結果

試験結果を第 1-2-10 表に示す。外観確認の結果，供試体に割れ，膨れ，変色がないことを確認した。

第 1-2-10 表 耐油性試験結果

	試験結果	
	防火シート	結束ベルト
	外観変化(割れ，膨れ，変色)	
初期	—	—
劣化処理後	無	無
判定結果	良	良

#### 3.4.5 評価

防火シートは油の付着に対し，耐久性を有している。

### 3.5 耐塩水性試験

#### 3.5.1 目的

海岸近傍の塩分を含んだ環境下において、耐久性を有していることを確認する。

#### 3.5.2 供試体

防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）

#### 3.5.3 試験方法及び判定基準

JIS K 5600 に基づき、3%塩化ナトリウム溶液に 96 時間浸漬させ、外観確認にて割れ，膨れ，変色等がないことを確認する。

#### 3.5.4 試験結果

試験結果を第 1-2-11 表に示す。外観確認の結果，供試体に割れ，膨れ，変色がないことを確認した。なお，試験については，「高浜 1，2 号炉 設置許可 8 条まとめ資料 別添 1」の試験結果を引用し評価する。

第 1-2-11 表 耐塩水試験結果

	試験結果	
	防火シート	結束ベルト
	外観変化(割れ，膨れ，変色)	
初期	—	—
劣化処理後	無	無
判定結果	良	良

### 3.5.5 評価

防火シートは塩分の付着に対し，耐久性を有している。

### 3.6 熱・放射線劣化試験

#### 3.6.1 目的

原子力発電所特有の高温環境及び放射線環境下において、防火シート及び結束ベルトが耐久性を有し、難燃性能を維持できることを確認する。

#### 3.6.2 供試体

- ・防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）
- ・結束ベルト

#### 3.6.3 試験方法及び判定基準

本試験は、電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号「原子力発電所電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨(案)」に準拠し、供試体に40年相当の熱及び放射線の劣化をさせ、外観確認にて割れ、膨れ、変色がないことを確認する。また、劣化前後の酸素指数※を比較し、劣化後の数値がシート初期値を上回っていることを確認する。試験条件を第1-2-12表に示す。

※酸素指数は値が大きくなるほど燃焼を続けるために多くの酸素を必要とすることをあらわすもので、燃えにくさを示す。

#### 【酸素指数測定試験】

酸素指数測定試験は JIS K 7201 を準拠し、試料を酸素と窒素の気体中で燃焼させ、燃焼を続けるのに必要な酸素量と窒素量を決定し酸素指数を算出する。

第 1-2-12 表 熱・放射線劣化試験条件

供試体	想定年数	試験条件		
		熱劣化		放射線劣化
		温度 (°C)	時間	放射線量※ (kGy)
防火シート	40 年	121	168	500
結束ベルト	40 年	121	168	500

※:放射線線量率は, 10kGy/h 以下とする。

### 3.6.4 試験結果

試験結果を第 1-2-13 表に示す。外観確認の結果, 供試体に割れ, 膨れ, 変色がないことを確認した。

第 1-2-13 表 熱・放射線劣化試験結果

想定年数	試験結果			
	外観変化 (割れ, 膨れ, 変色)		酸素指数	
	シート	ベルト	シート	ベルト
初期	—	—	40.4	63
40 年	無	無	70 以上	45
判定結果	良	良	良	良

### 3.6.5 評価

防火シート及び結束ベルトは高温環境及び放射線環境下において耐久性を有するとともに, 酸素指数の値がシート初期値をいずれも上回っていることから, 難燃性を有している。

## 4. 加振試験

### 4.1 目的

想定する外力では、結束ベルトが外れないこと、ケーブルが露出しないことを確認する。また、垂直トレイについてはファイアストッパが外れないことを確認する。

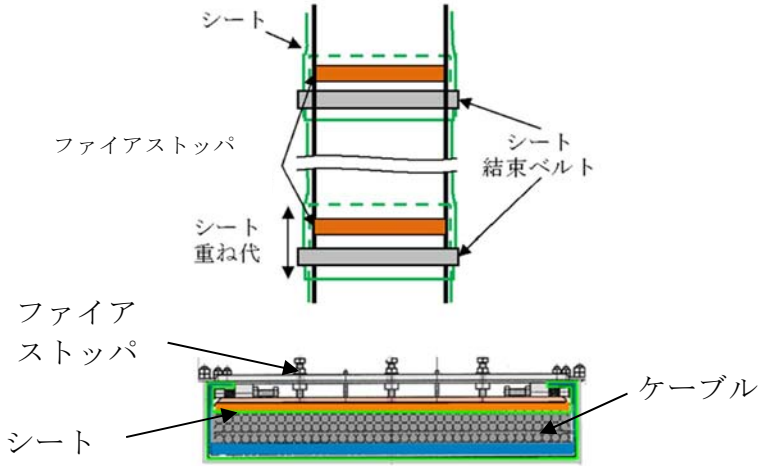
### 4.2 供試体

防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）

### 4.3 試験方法及び判定基準

加振により試験体へ外力を与える。試験の概要を第 1-2-14 表に示す。

第 1-2-14 表 加振試験の概要

試験体の例 (垂直トレイ)	
試験内容	・ JIS C60068-2-6 及び JIS C60068-3-6, JEAG4601 に準拠した加振試験を行う。なお、実機を模擬して保守的な加速度にて試験を行う。
試験条件	・ ケーブルサイズ：低圧電力ケーブル（設計最大量状態） ・ トレイ設置方向：水平トレイ，垂直トレイ
判定基準	・ 結束ベルトが外れないこと。 ・ ファイアストッパが外れないこと（垂直トレイ）。 ・ ケーブルが外部に露出しないこと。





#### 4.4 試験結果

試験結果を第 1-2-15 表にまとめる。また、試験の詳細を第 1-2-16 表に示す。

第 1-2-15 表 加振試験結果


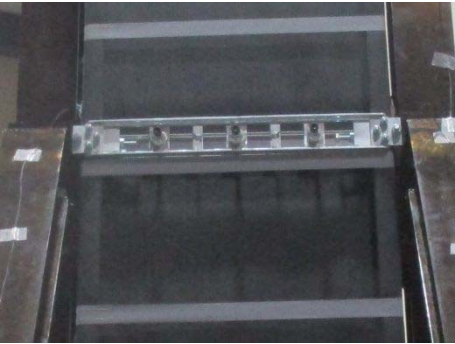



トレイ設置方向	試験結果		
	結束ベルトの外れ	ファイアストッパの外れ	ケーブルの露出
水平トレイ	無	—	無
垂直トレイ	無	無	無
判定結果	良	良	良

第 1-2-16 表 加振試験結果の詳細 (1/2)

供試体：複合体（低圧電力ケーブル設計最大量，水平トレイ）				
No	複合体の状態		判定結果	
	試験前	試験後		
1			良	
	結束ベルト，防火シートの状態			
	試験前	試験後		
				
	結束ベルトの外れ			無
	ケーブルの露出			無
	ファイアストップの脱落			



第 1-2-16 表 加振試験結果の詳細 (2/2)

供試体：複合体（低圧電力ケーブル設計最大量，垂直トレイ）				
No	複合体の状態		判定結果	
	試験前	試験後		
2			良	
				
	結束ベルト，防火シートの状態			
	試験前			試験後
				
				
	結束ベルトの外れ			無
ケーブルの露出		無		
ファイアストップパの脱落		無		

#### 4.5 評価

想定する外力では結束ベルト及びファイアストッパは外れず，ケーブルは露出しない。

防火シートの技術資料

FT-資料-第 0843 号

延焼防止シート

『プロテコ<sup>®</sup>シート-P2・eco』

『プロテコ<sup>®</sup>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

古河電気工業株式会社

株式会社古河テクノマテリアル

『プロテコ<sup>®</sup>シート-P2・eco』および『プロテコ<sup>®</sup>シート-P2DX・eco』は、シートタイプの延焼防止材です。

各シートを、洞道-変電所間の引き込み部あるいは変電所内配電盤床下貫通部付近などで多条布設されている各種ケーブル（電力、通信、光ファイバなど）に巻付けることにより、その部分が高度な難燃性を備えた防火保護層となり、その先にある重要設備への延焼を確実に防止します。

尚、各種ケーブルの単条布設に対しては、テープタイプの延焼防止材『プロテコテープ2号』があります。詳細につきましては、弊社防災事業部までお問い合わせください。

表 1 各シートおよび結束用ベルト仕様

シート名	仕様	適用	外観
プロテコ <sup>®</sup> 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]。	電力・光・通信・制御ケーブルなどを延焼防止処置する場合	
プロテコ <sup>®</sup> シート-P2DX・eco	プロテコ <sup>®</sup> 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（3 項 物性値参照）が縫製された構造。	ケーブルラックごと延焼防止処置する場合	
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。	KT-35 （幅 35[mm]タイプ）：  プロテコ <sup>®</sup> シート-P2・eco、 P2DX・eco 固定用	
		KT-19 （幅 19[mm]タイプ）：  プロテコ <sup>®</sup> シート-P2・eco、 P2DX・eco 固定用 および P2DX・eco の熱膨張材部分固定用	

1. 特長

① 延焼防止性

各シートとも、IEEE std.383-1974およびJISC3521準拠「垂直トレイ燃焼試験」  
 (※) (815[°C]加熱×20[min]) に合格しております。試験結果につきましては、2項  
 をご確認ください。

詳細につきましては、当社までお問い合わせください。

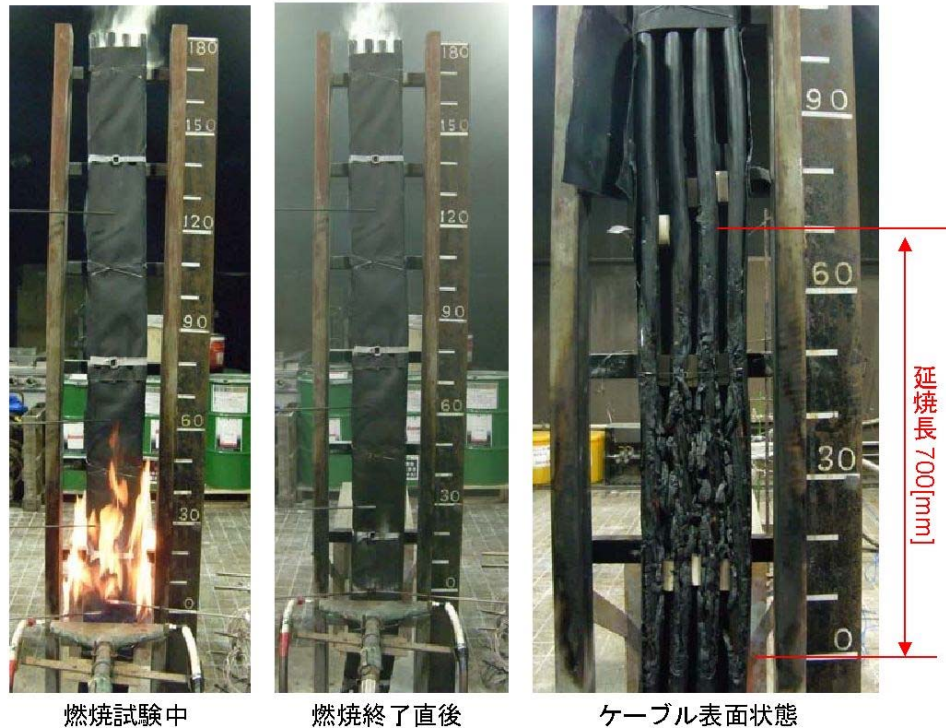


図1 『プロテコシート-P2・eco』垂直トレイ燃焼試験

(※) IEEE std.383-1974 は、アメリカ電気学会が制定した原子力発電所用ケーブルの試験規準であり、この中に記載されている「垂直トレイ燃焼試験」は、延焼性の有無を評価する試験方法として制定されています。日本国内でも、JISC3521 として規格化されており通信ケーブル、耐火・耐熱電線等の難燃性評価に用いられています。本テープはこれらの規格を流用して、その延焼防止性を評価しております。

② 施工性

各シートとも、厚さ 0.4[mm]と薄肉且つ軽量なので、切断や高所作業が誰でも簡単に行えるため、塗料系延焼防止材と比較して、施工時間を大幅に短縮できます。

また、繰り返し巻付け・取外しが可能なため、各種ケーブルの撤去・再通線作業に対して省力化が図れます。

更に、隙間の生じ易いケーブルラックへの延焼防止措置には、シート端部に熱膨張材が取付けられている『プロテコ®シート-P2DX・eco』を、巻き始めと巻き終わりに適用することで、より効果的な延焼防止措置を行うことができます。

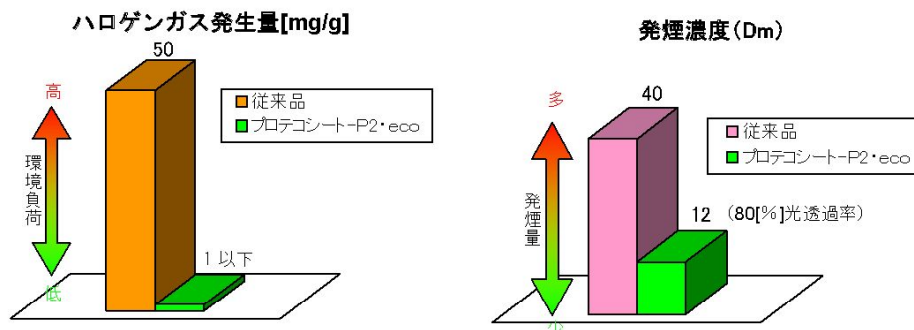
③ 許容電流低減率

各シートとも、電カケーブル 600V CV250mm<sup>2</sup>-3C に巻付けた場合での許容電流低減率は約 10[%]です。

詳細につきましては、当社までお問い合わせください。

④ 環境負荷の大幅低減

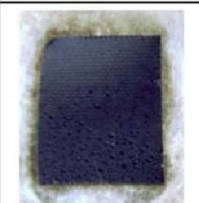


各シートとも、燃焼時のハロゲン化水素発生量は1 [mg/g] 以下、発煙量も当社従来品の 1/3 以下と、環境への負荷を大幅に低減しています (2 項参照)。



⑤ 優れた防カビ性能

各シートとも、優れた防カビ性を有しており、カビが発生しやすい場所 (洞道内など) にも適用することができます。

【カビ抵抗性試験(インナーミル試験)28日間培養結果】

P2・eco	従来品(P2)	比較品(*)
カビの発育が全くみられない	同左	全体の1/3をカビが覆っている
		

(\*)P2・ecoと同組成で防カビ剤を含んでいないもの

2. 物性

各シートおよび結束用ベルトの物性を、表 2 に示します。

表 2 各シートおよび結束用ベルト物性

製品名	項目	試験方法	規格	代表値 <sup>(※)</sup>
プロテコ <sup>®</sup> ・シート-P2・eco	機械強度	JISR3420 準拠	引張強度 1300 [N/25mm] 以上	1846
			伸び率 2 [%] 以上	5.83
	耐油性	JISC2320 : 1999 「電気絶縁油」に規定の絶縁油 A 2 種 1 号または同等以上の性能を有するアルキルベンゼン系合成油を 40[°C]一定に保ち試料を完全に漬けた状態で 10 日間放置	ワレ、フクレ、ハガレなど異常の生じないこと	異常なし
	耐水性	40°C±2°Cの水道水 48H 浸漬後、目視観察	ワレ、破れ、異物の混入等が無いこと	異常なし
	比重	JISK7112 準拠 (水中置換法)	1.6~2.0	1.87
	酸素指数	JISK7201-2 準拠	OI 値 60 以上	77.9
	ハロゲン化水素発生量	JCS7397 : 2004 準拠	5 [mg/g] 以下	1 以下
	発煙濃度	ASTME662-83 Non-Flaming 法準拠	Dm25 以下	12.4
	防カビ性	インナーミル法によるカビ (真菌) 抵抗性試験	実用範囲の防カビ性があること	菌の発育は全く見られない
延焼防止性能	IEEE std.383-1974 準拠 JISC3521 準拠 「垂直トレイ燃焼試験」	①試料上端 1800[mm]まで焼損しないこと	①700[mm]	合格
		②試験終了後、残炎が無いこと	②残炎なし	
プロテコ <sup>®</sup> ・シート-P2DX・eco	シート	プロテコ <sup>®</sup> シート-P2・eco と同等		—
	熱膨張材	膨張倍率	250[°C]×60[min]加熱	12 倍以上
結束用ベルト	機械強度	JISR3420 準拠	引張強度 1000 [N/25mm] 以上	1588

(※) 数値は代表値であり保証値ではありません。代表値は予告無く変わることがあります。

## 3. 標準寸法

各シートおよび結束用ベルトの標準寸法を、表 3 に示します。

表 3 各シートおよび結束用ベルトの標準寸法

名称	品番	標準寸法[mm]			
		厚さ	幅	長さ	
プロテコ®シート-P2・eco <sup>(※1)</sup>	P2-5	0.4	1,000	5,000	
	P2-10			10,000	
プロテコ®シート-P2DX・eco <sup>(※1)</sup>	P2DX-5	0.4 (シート部)	1,000	5,000	
	P2DX-10			10,000	
結束用ベルト <sup>(※2)</sup>	KT-19	0.5	19	300	
				400	
				500	
				700	
				900	
	KT-35			35	300
					400
					500
					700
					900


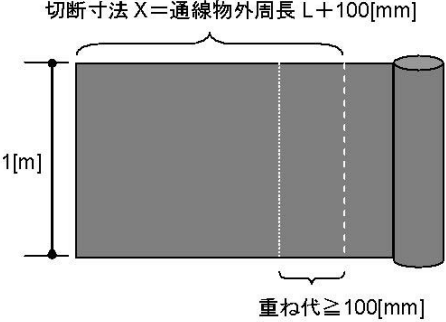
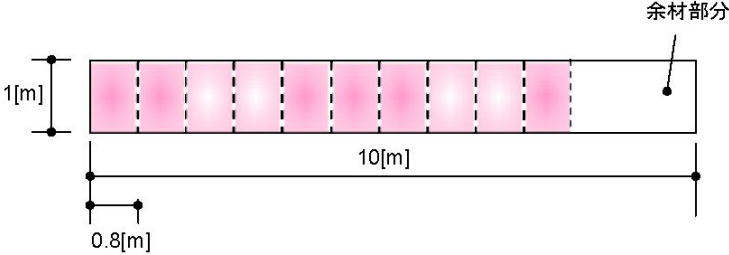
(※1) 寸法などの仕様変更を要する際は、当社までお問い合わせください。

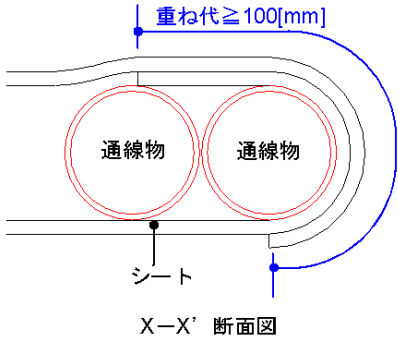
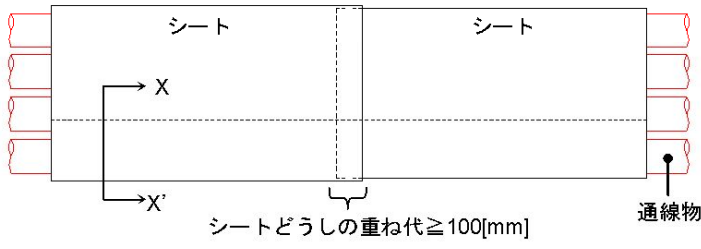

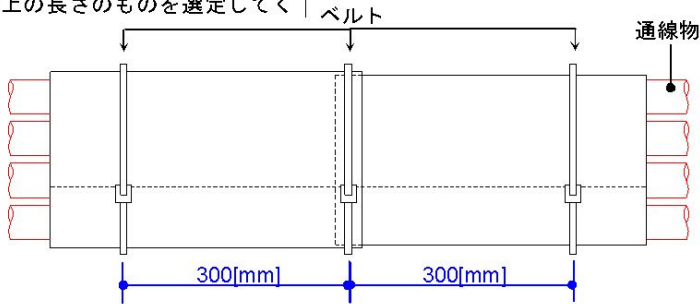

(※2) 結束用ベルトは受注生産となっております。




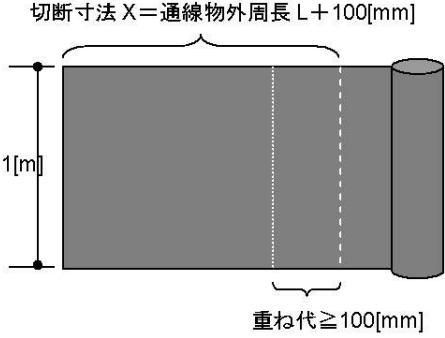
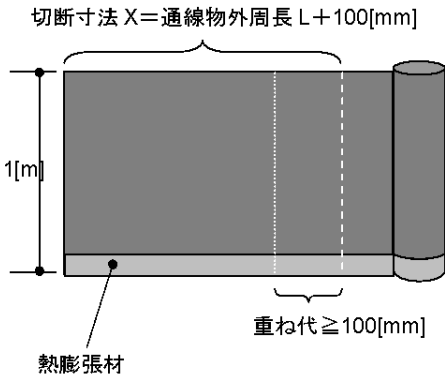
4. 施工

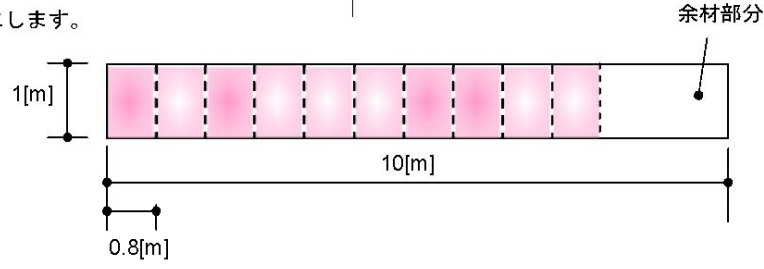
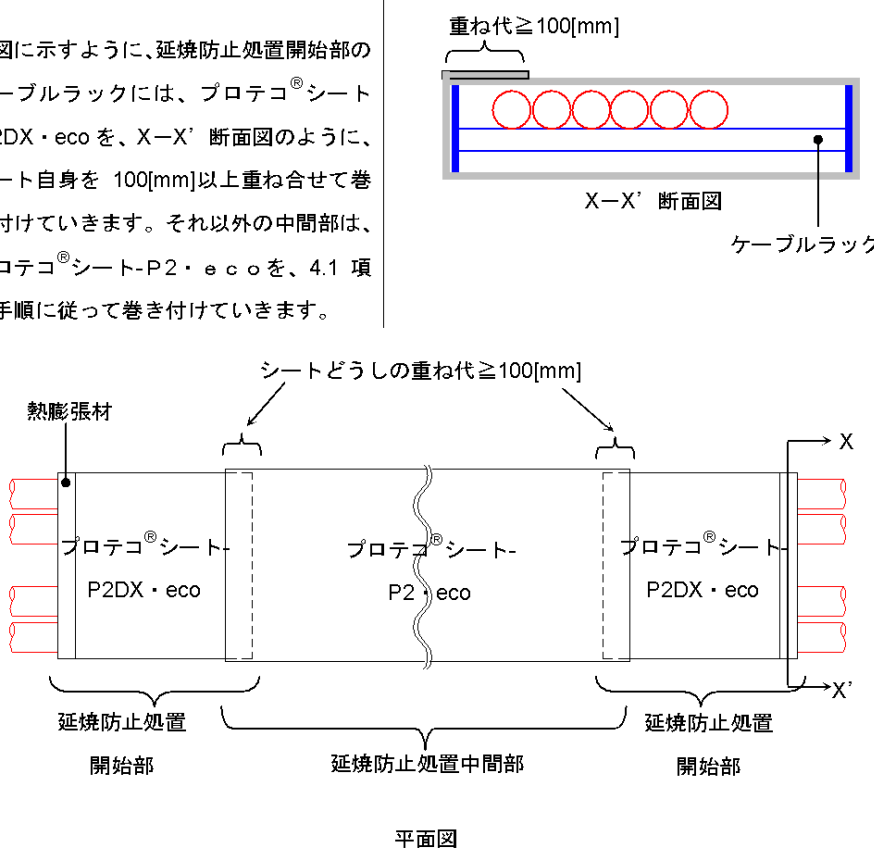
4.1 ケーブル布設部

手順	内容	概要図
1	<p><b>使用部材の確認</b></p> <p>特殊部に使用する部材の数量および破れ、傷などの破損有無などを目視確認します。</p>	
2	<p><b>採寸・シート罫書き</b></p> <p>巻付けの対象となる通線物の外周長 L を採寸し、重ね代 100[mm]を加えて切断寸法 X を決め、シートに罫書きします。</p>	 <p>切断寸法 X=通線物外周長 L+100[mm]</p> <p>1[m]</p> <p>重ね代 ≥ 100[mm]</p>
3	<p><b>シート切断</b></p> <p>ハサミあるいはカッターなどで罫書線に沿って真っ直ぐシートを切断します。この際、シートに付着している離型フィルム側を下にします。</p>	 <p>余材部分</p> <p>1[m]</p> <p>10[m]</p> <p>0.8[m]</p> <p>プロテコ®シート-P2・eco P2-10 切断例</p>

手順	内容	概要図
4	<p><b>シート巻付け</b></p> <p>シート自身およびシートどうしを100[mm]以上重ね合わせて、1層巻付けます。また、シート内水進入防止対策として、図のように、必ず、上から下に重ね合わせ、重ね目が下に来るよう巻きつけます。</p>	<p>概要図</p>  <p>X-X' 断面図</p>  <p>平面図</p>
5	<p><b>ベルト取付けおよび選定</b></p> <p>下図のように、ベルトを300[mm]間隔で取り付けていきます。また、シートどうしの重ね部には、必ずベルトを取り付けてください。尚、ベルトは、巻付け周長+余長200[mm]以上の長さのものを選定してください。</p>	  <p>平面図</p>
6	<p><b>1パート施工完了</b></p> <p>手順1～5を繰返して、延焼防止処置範囲のシート巻き付けを行っていきます。</p>	

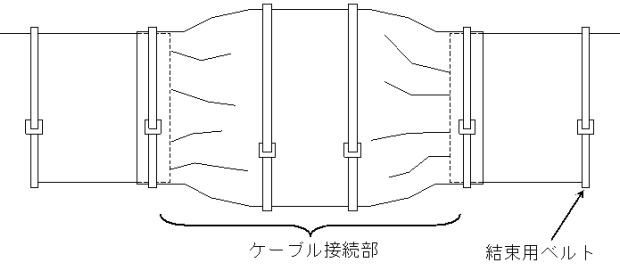
4.2 ケーブルラック部

手順	内容	概要図
1	<p><b>使用部材の確認</b></p> <p>特殊部に使用する部材の数量および破れ、傷などの破損有無などを目視確認します。</p>	
2	<p><b>採寸・シート罫書き</b></p> <p>巻付けの対象となる通線物の外周長 L を採寸し、重ね代 100[mm]を加えて切断寸法 X を決め、シートに罫書きします。</p>	<p>切断寸法 <math>X = \text{通線物外周長 } L + 100[\text{mm}]</math></p>  <p>重ね代 <math>\geq 100[\text{mm}]</math></p> <p>プロテコ®シート-P2・eco</p> <hr/> <p>切断寸法 <math>X = \text{通線物外周長 } L + 100[\text{mm}]</math></p>  <p>重ね代 <math>\geq 100[\text{mm}]</math></p> <p>熱膨張材</p> <p>プロテコ®シート-P2DX・eco</p>

手順	内容	概要図
3	<p><b>シート切断</b></p> <p>ハサミあるいはカッターなどで野書線に沿って真っ直ぐシートを切断します。この際、シートに付着している離型フィルム側を下にします。</p>	 <p>余材部分</p> <p>1[m]</p> <p>10[m]</p> <p>0.8[m]</p> <p>プロテコ®シート-P2・eco P2-10 切断例</p>
4	<p><b>シート巻付け</b></p> <p>下図に示すように、延焼防止処置開始部のケーブルラックには、プロテコ®シート-P2DX・eco を、X-X' 断面図のように、シート自身を 100[mm]以上重ね合わせて巻き付けていきます。それ以外の中間部は、プロテコ®シート-P2・eco を、4.1 項の手順に従って巻き付けていきます。</p>	 <p>重ね代 <math>\geq 100</math>[mm]</p> <p>X-X' 断面図</p> <p>ケーブルラック</p> <p>熱膨張材</p> <p>プロテコ®シート P2DX・eco</p> <p>プロテコ®シート P2・eco</p> <p>プロテコ®シート P2DX・eco</p> <p>延焼防止処置 開始部</p> <p>延焼防止処置 中間部</p> <p>延焼防止処置 開始部</p> <p>シートどうしの重ね代 <math>\geq 100</math>[mm]</p> <p>平面図</p>

手順	内容	概要図
5	<p><b>ベルト取付け</b></p> <p>下図のように、ベルトを 300[mm]間隔で取り付けていきます。また、シートどうしの重ね部には、必ずベルトを取り付けます。</p>	
6	<p><b>1パート施工完了</b></p> <p>延焼防止処置中間部は、4.1 項に示す手順 1~5 を繰返して、延焼防止処置範囲のシート巻き付けを行っていきます。</p>	
*	<p><b>ラック支持がある場合</b></p> <p>ケーブルラックの支持形状に合わせて、シートを切断して取り付けていきます。絶対に隙間が見えないように、複数枚充ててください。</p>	

4.3 ケーブル接続（クロージャ）部

手順	内容	概要図
*	<p>接続部は外形が大きくなります。シートもこの大きさに合わせて裁断してください。</p> <p>更に、接続部の両端部は、図のようにシワを寄せて絞った後、結束用ベルトで固定してください。</p>	

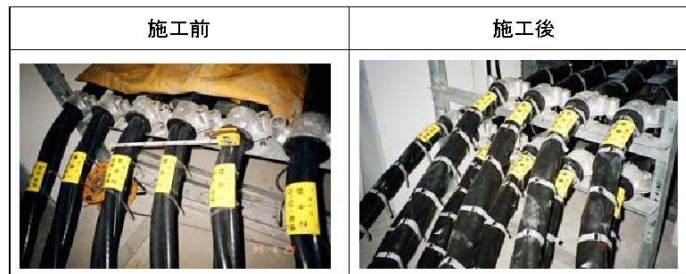
5. 取扱い上の注意

5.1 保管・運搬

現場保管の際は、製品保護のため、風雨や直射日光を避けてください。やむをえず屋外に置く場合は、日光の直射や風雨をさけるため防水シートなどの覆いで保護してください。

5.2 施工

(1) ケーブルから外した線路名板等は、必ず元の位置に戻して下さい。



(2) 受け枕、ラック等へのケーブルの結束はケーブル敷設工事基準に従ってください。

(3) シートは、傷、穴等があると延焼防止機能が低下します。ケーブル敷設工事等で、万一、シートに傷が付き内部のガラス繊維が露出したような場合は、交換してください。



5.3 廃棄

各シートおよび結束用ベルトは、産業廃棄物となります。




廃棄の際は、廃棄処理および清掃に関する法律にしたがって処分してください。








6. 安全に関するご注意

ご使用前に必ず、この「安全に関するご注意」をよくお読みいただき、正しくお使いください。ここに示した注意事項は、あなたや他の人々への危害や損害を未然に防止するためのものです。

 <b>警告</b>	この表示を無視して誤った取り扱いをすると、人が死亡または重傷を負う可能性が想定される内容を示しています。
 <b>注意</b>	この表示を無視して誤った取り扱いをすると、人が傷害を負う可能性および物的損害のみの発生が想定される内容を示しています。

◆ 図記号の意味は、次のとおりになっています。

	<b>注意</b> : 気をつける必要があることを表しています。
	<b>禁止</b> : してはいけないことを表しています。
	<b>指示</b> : しなければならないことを表しています。

 <b>警告</b>		子供・幼児の手の届くところに材料部材を置かないでください。
		単心の電力ケーブルが貫通する場合は周囲に鉄系の金具を配置しないでください。
		取扱説明書また認定書・評定書に従って施工してください。
		液体状のものを扱う場合は保護めがねを着用してください。 繊維状または粉状のものを扱う場合はマスクおよび保護めがねを着用してください。
 <b>注意</b>		金具を扱う場合は保護具を着用してください。
		特殊な環境下で使用される場合は事前に相談ください。
		防水性が要求される場合は別途施工してください。

7. 免責事項

(1) 各シートの延焼防止性能を得るためには、施工品質が大変重要になります。これらを施工するにあたり、施工方法をよくご理解いただき、施工者及び建物管理者の責任において施工及び維持管理していただきますようお願い致します。

(2) 以下のような場合において問題が生じた場合、当社として責任を負いかねますのでご了承ください。

- ① 弊社指定以外の材料を使用した場合
- ② 本来の使用目的以外に使用した場合
- ③ 再通線、改修工事などにおいて、不適切な施工により問題が生じた場合
- ④ 「安全に関するご注意」を守らなかった場合
- ⑤ 適切な維持・管理が行われていない場合
- ⑥ 通常の経年変化（使用に伴う消耗、磨耗など）や経年劣化、またはこれらに伴うほこりによる仕上がりの変化の場合
- ⑦ 周辺環境に起因する場合（例えば、酸性・アルカリ性のガス、異常な高温・低温・多湿、結露など）
- ⑧ 躯体の変形など、製品以外の不具合に起因する場合
- ⑨ 犬、猫、鳥、鼠、蛇などの小動物・昆虫やツルや根などの植物に起因する場合
- ⑩ 犯罪、いたずらなどの不法な行為に起因する場合
- ⑪ 戦争・紛争・天災その他の不可抗力による場合（例えば、暴風、豪雨、高潮、地震、落雷、洪水、地盤沈下、など）
- ⑫ 実用化されている技術では予測不可能な現象、またはこれが原因による場合



8. 問い合わせ先

株式会社 古河テクノマテリアル 防災事業部 市場開発部

TEL : 0463-24-9341

FAX : 0463-24-9346

E-MAIL : bosai@ftm.fitec.co.jp

URL : <http://www.furukawa-ftm.com/>

9. その他

本書記載の仕様は製品改良等のため、お断りなく変更する場合がありますので、ご了承ください。

以 上

## 防火シートの延焼防止機能について

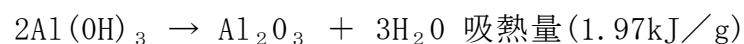
## 1. 材質

防火シートは、基材であるガラスクロスに高難燃性を付与した難燃ゴム（アクリロニトリルブタジエンゴムに水酸化アルミニウム添加）を含浸させたシート状の延焼防止材である。

## 2. 延焼性防止機能

ケーブルあるいはケーブルトレイに直接巻き付けて使用するものであり、以下の機能によりケーブルの延焼を防止するものである。

- (1) 延焼防止対象物であるケーブルあるいはケーブルトレイに本シートを巻くことで火災時にケーブル自体を直火に曝されることを防ぐ。
- (2) 防火シートがケーブルあるいはケーブルトレイの表面に沿って巻き付けられることで防火シートに覆われた内部が酸欠状態になり延焼を防ぐ。
- (3) 難燃ゴムに含有される水酸化アルミニウムが火炎に曝されることで、結晶水の解離反応が起こり、この吸熱効果により冷却効果をもたらす。これにより火災時のケーブル温度上昇を抑える。



- (4) 防火シートが高温に曝されることで硬化し、巻き付けた状態で形状を維持することで、防火シートの重ね代および防火シートの連結部分からの火炎の侵入を防ぐ。
- (5) 以上の相乗効果によりケーブルが延焼していくことを防ぐ。

出典：延焼防止シート『プロテコ®シート-P 2・eco』延焼防止機能について  
FT-外-41103号（古河電気工業株式会社，株式会社古河テクノマテリアル）

## 防火シート及び結束ベルトの標準施工方法

## 1. 適用

本施工方法は、ケーブル及びケーブルトレイへの代替措置として使用する防火シート及び結束ベルトについて適用する。

## 2. 施工方法





「防火シート（以下「シート」という。）及び結束ベルト（以下「ベルト」という。）」のケーブル及びケーブルトレイ（以下「トレイ」という。）に対する基本的な施工方法を以下に記す。

- ・ケーブルに対してトレイごとシートを巻き付ける、又はケーブルに直にシートを巻き付ける。シートは、ケーブル及びトレイ断面にできるだけ沿うように巻き付ける。
- ・ケーブルが束（複数本）の場合は、ケーブル1本ずつ又は束ごとシートを巻き付ける。
- ・シートは100mm以上の重ね代を設けて巻き付け、シートの重ね代が十分であることを確認する。トレイごとシートを巻き付ける場合、シート重ね部は原則として外側側面とし、この位置で施工確認をする。
- ・隣り合うシートと100mm以上重ね代を設けて巻き付け、重ね代が十分であることを確認する。なお、トレイごと巻き付ける場合、シートの重ね代の施工確認は原則としてトレイ4辺のうちいずれか2辺とする。
- ・ベルトは300mmピッチ以下で取り付けてシートを固定し、ピッチが適切であることを確認する。

- ・シートの重ね部には原則として必ずベルトを取付ける。

各種形状のトレイに対する代表施工例を第 1-5-1 表に，以降，標準施工方法を示す。

第 1-5-1 表 防火シートの代表施工例(1/2)

CASE	名 称	施工例	頁
1	直線トレイ巻き (直線トレイ+トレイサポ ートへ巻く方法)	 <p>水平トレイ</p> <p>垂直トレイ</p> <p>ファイアストップ</p>	1-1 ～ 1-4
2	傾斜トレイ巻き	 <p>傾斜トレイ</p>	2-1 ～ 2-2
3	L字トレイ巻き	 <p>L字トレイ</p>	3-1 ～ 3-3
4	T字トレイ巻き	 <p>T字トレイ</p>	4-1 ～ 4-2

第 1-5-1 表 防火シートの代表施工例(2/2)

CASE	名 称	施工例	頁
5	電線管からトレイ入線部への施工（シートに切欠きを入れて巻く方法）		5-1 ～ 5-3
6	直巻き（ケーブル単体に巻く方法）		6-1 ～ 6-2
7	ケーブルトレイエンド部への施工		7-1 ～ 7-2

## CASE 1

## 直線トレイへのシートの巻き付け

シートの基本的な施工方法です。CASE2以降においても原則としてこれを基本としてください。

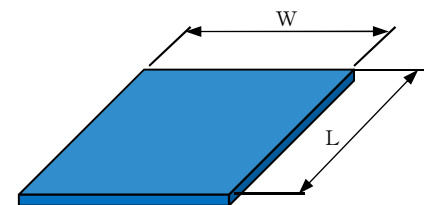
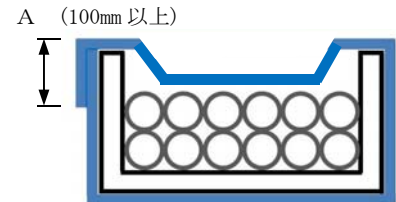
## STEP 1 シートの加工

- ① 右に示すように、シートをトレイに巻き付けた際に巻き付け重ね代 A が 100mm 以上となるように、巻き付け長さ L を採寸して算出してください。右断面図のトレイを囲う線が巻き付け長さ L で、以下のように算出できます。

巻き付け長さ L(mm) = トレイ高さ × 2 + トレイ深さ × 2 + トレイ耳幅 × 2 + 最上段布設ケーブル周長 + 重ね代 100

シートは幅 W1000mm を用いることを基本としますが、現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。

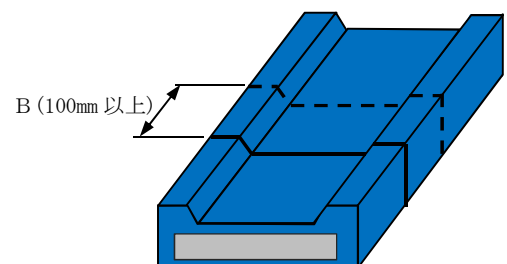
- ※ 巻き付け重ね代 A がトレイの耳部からトレイの側面にかけて位置するようにシートの巻き始めの位置を調整してください。
- ② 出した寸法に合わせて、シートをハサミ等で切断してください。
- ※ シートを対象物に沿わせて巻き付けた際、ケーブル・電線等の凹凸でシートの巻き付け重ね代 A100mm 以上が取れなくなる可能性があるため、通常は算出した寸法 + 100~200mm を巻き付け長さの目安としてください。ケーブル・電線等の凹凸が大きい又は多い場合は、適宜長さ L を調整してください。



防火シート

## STEP 2

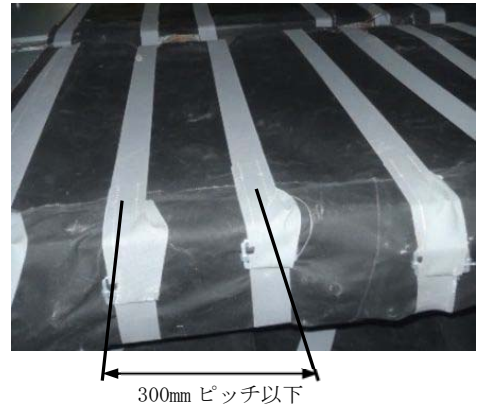
- ③ ケーブル・電線及びトレイに対して沿わせるようにシートを巻き付けてください。
- ④ 巻き付け重ね代 A が 100mm 以上であることを確認してください。(STEP1 図参照)
- ⑤ 隣接する未処理部分のトレイに、隣り合うシートとの連結重ね代 B を 100mm 以上設けつつシートを巻き付けてください。④と同様に、巻き付け重ね代 A が 100mm 以上であることを確認してください。



CASE 1-1

### STEP 3 ベルトの巻き付け

- ⑥ ③～⑤で巻き付けたシートにベルト (KT35:幅 W35mm) を巻き付けてシートを固定してください。バックルが巻き付け重ね代 A の位置でかつトレイ側面部分に位置するように調整してください。
- ⑦ ベルトは 300mm ピッチ以下で取り付けてください。
- ※ 隣り合うシートとの連結重ね代部分には、必ずベルトを巻き付けてシートを固定するようにしてください。
- ※ ベルト施工の順番は、シート施工後又は施工途中のどちらの順番でも構いません。ベルトを使ってシートを仮止めしておくと、続けて施工がしやすくなります。
- 注) ベルトの上からシートを巻き付けてはいけません。



### STEP 4

- ・ 右のように、ケーブル・電線に凹凸がある場合は、沿わせながらシートを巻き付けてください。
- ※ ケーブル・電線等の凹凸に沿うようにシートを沿わせて巻き付けた場合、シートの巻き付け代 A100mm 以上が取れなくなる可能性があるため、シートの長さ L の算出にご注意ください。



### STEP 5

- ・ 垂直トレイ部等へのファイアストップの設置は、ファイアストップの施工方法を参照してください。



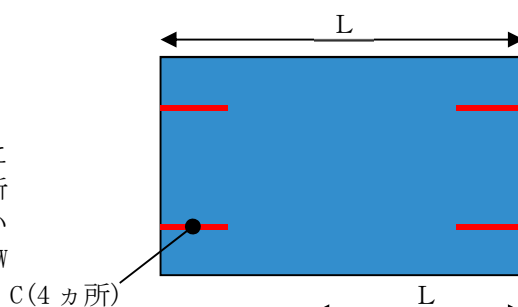
CASE 1-2



## サポート部への巻き付け方の加工

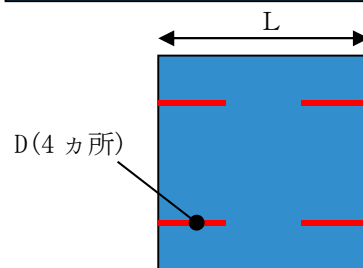
### 【上側シートの加工】

- ① 右に示すように、Cの長さが50mm程度になるようにシートの長さLを採寸して算出し、ハサミ等で切断してください。サポート部はシート幅W500mmを用いることを基本としますが、現場状況に合わせて幅Wを適宜調整してください。



### 【下側シートの加工】

- ② 右に示すように、Dの長さが50mm程度になるようにシートの長さLを採寸して算出し、ハサミ等で切断してください。



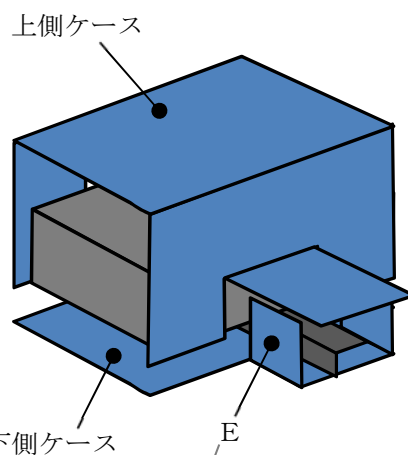
### 【上側・下側シートの巻き付け】

- ③ 右に示すように、トレイの上面を①で切断した上側シートで覆ってください。続けてトレイとサポートの下面を②で切断したシートで覆ってください。
- ※ シートがたるんでサポートとシートの上に大きな隙が発生することの無いようご注意ください。

- ④ サポートに沿わせて、④の上側シートにCの長さで切り込みを入れてください。また、トレイに沿わせて④の下側シートに切り込みを入れてください。

- ※ シートを切り込み過ぎると隙間ができるため、現物にシートを合わせながら切り込みを入れてください。

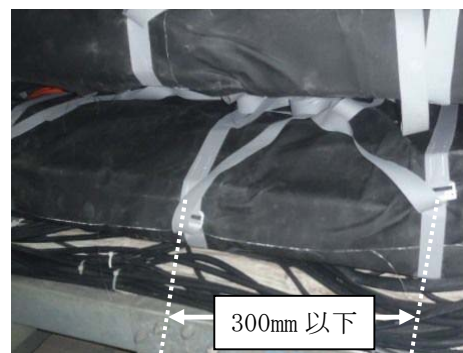
- ⑤ E部のシートで、トレイから突き出たサポート部とサポート上面のシートを包み込んでください。



CASE 1-3

【直線部へのシートの加工と巻き付け】

- ⑥ シートの巻き付け長さを採寸して算出し、シートをハサミ等で切断してください。シート幅 W1000mm を用いることを基本としますが、現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。
- ⑦ サポート部のシートとの連結重ね代を 1000mm 以上設けつつ、サポート部のすぐ脇から直線部へシートを巻き付けてください。また、巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。
- ⑧ サポート部を覆うシートにベルト (KT35:幅 W35mm 又は KT19:幅 W19mm) を巻き付けてシートを固定してください。
- ⑨ トレイを覆うシートにベルト (KT35:幅 W35mm) を巻き付けてシートを固定してください。
- ⑩ サポート下部が突起上になっている場合は、リングを使ってシートをベルトで固定してください。



CASE 1-4

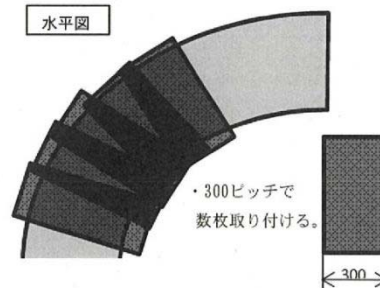
### STEP 1 屈折部用のシート加工と巻き付け

- ① シートの巻き付け長さを採寸して算出し、シートをハサミ等で切断してください。屈折部はシート幅 W300mm 又は 1000mm を用いることを基本としますが、現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。
- ※ 屈折角が大きい場合、シート幅 W300mm だと、隣り合う直線部へのシートとの連結重ね代 100mm が取れない可能性がありますので、ご注意ください。
- ※ 屈折部は巻き付けの重ね代が取れなくなる恐れがありますので、シートの長さを少し長めにするようにしてください。

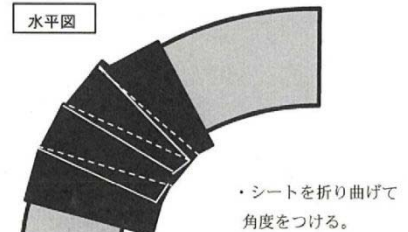


- ② 屈折部へシートを巻き付け、巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。

①-1 300mm幅で巻きつける方法



①-2 1000mm幅で1回で巻きつける。



### STEP 2 傾斜部へのシート加工と巻き付け

- ③ シートの巻き付け長さを採寸して算出し、シートをハサミ等で切断してください。シート幅 W1000mm を用いることを基本としますが、現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。
- ④ 隣り合う屈折部のシートとの連結重ね代を 100mm 以上設けつつ、直線部へシートを巻き付けてください。また、巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。



### STEP 3 ベルトの巻き付け

- ⑤ 巻き付けたシートにベルト(KT35:幅 W35mm)を巻き付けてシートを固定してください。
- ※ 屈折部のシートは浮きやすいので、屈折部のシートの両端を必ずベルトで固定するようにしてください。



CASE 2-2

## CASE 3

## L字トレイへのシートの巻き付け

水平方向に直角に屈折している部位等（シートを裏返すこと無く施工が可能）

**STEP 1 角部上面用のシート加工と巻き付け**

角部にトレイサポートがあるため、サポート部に対してCASE2のSTEP1及びSTEP2と同じ施工をします。

- ① CASE2のSTEP1の図に示すように、Cの長さが50mm程度になるようにシートの長さLを採寸して算出し、ハサミ等で切断してください。サポート部はシート幅W500mmを用いることを基本としますが、現場状況に合わせて幅Wを適宜調整してください。

角部・湾曲部のシート幅Wの目安

トレイ幅 [mm]	角部シート幅 [mm]	湾曲部シート幅 [mm]
300	500	500
600	1000	500
750	1000	1000

- ② CASE2のSTEP1の図に示すように、角部のトレイとサポートの上面を①で切断したシートで覆ってください。

※ 角部周囲にシワができますが、シワ部分をケーブル・電線トレイの間やトレイの上フランジ部の下に折り込むようにすると綺麗に仕上がります。



CASE 3-1

## STEP 2 角部下面用のシート加工と巻き付け、ベルトの巻き付け

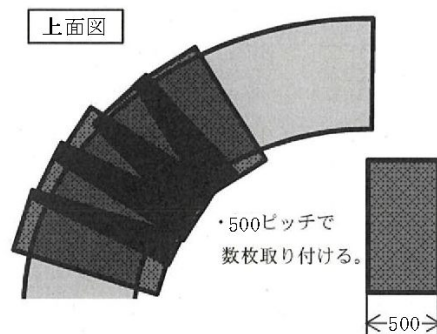
- ③ CASE2 の STEP2 の図に示すように、D の長さが 50mm 程度になるようにシート長さ L を採寸して算出し、ハサミ等で切断してください。角部はシート幅 W500mm を用いることを基本としますが、現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。
- ④ CASE2 の STEP2 の図に示すように、トレイとサポートの下面を③で切断したシートで覆ってください。  
※ シートがたるんでサポートとシートの間に大きな隙間が発生することの無いようご注意ください。
- ⑤ トレイに沿うようにしてシートに切り込みを入れてください。  
※ シートを切り込み過ぎると隙間ができるため、できるだけ現物にシートを合わせながら切り込みを入れてください。
- ⑥ CASE2 の STEP1 の図の E 部のシートで、サポートとサポート上面のシートを包み込みようにしてください。
- ⑦ 巻き付けたシートにベルト (KT35: 幅 W35mm, 又は KT19: 幅 W19mm) を巻き付けてシートを固定してください。



## STEP 3 湾曲部のシート加工と巻き付け

- ⑧ シートの巻き付け長さを採寸して算出し、シートをハサミ等で切断してください。シート幅 W500mm を用いることを基本としますが、現場状況に合わせて適宜シートを切断し、幅 W を調整してご使用ください。  
※ 湾曲部はシワの影響で巻き付けの重ね代が取れなくなる恐れがありますので、少しシートを長めにする等、ご注意ください。
- ⑨ 隣り合う角部のシートとの連結重ね代を 100mm 以上設けつつ、湾曲部へシートを巻き付けてください。また、巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。
- ⑩ 未処理部分のトレイが直線になるまで必要に応じて⑩、⑪を繰り返してください。  
※ トレイの外側でシートを折って裏返しにしても構いません。この方法だとシート施工の進行方向に巻き付けやすくなります。

⑧500mm幅で巻く方法 (例)



CASE 3-2



#### STEP 4 直線部のシート加工と巻き付け

- ⑪ シートの巻き付け長さを採寸して算出し、シートをハサミ等で切断してください。シート幅 W1000mm を用いることを基本としますが、現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。
- ⑫ 隣り合う湾曲部のシートとの連結重ね代を 100mm 以上設けつつ、2 方向の直線部へシートを巻き付けてください。また、巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。

#### STEP 5 ベルトの巻き付け

- ⑬ 巻き付けたシートにベルト (KT35:幅 W35mm) を巻き付けてシートを固定してください。角部や湾曲部では、写真のようなリング (熔融亜鉛メッキ鋼又はステンレス製, 約  $\phi$ 100mm) をトレイの上面・下面の対象位置に用い、それぞれ 3 方向にベルトを付けてシートを固定してください。
- ※ トレイの接線に対してベルトが直角になるように、ベルト及びリングの位置を調整してください。直角になっていないとベルトがズレ易くなり、ベルト及びシートにたるみが出る恐れがあります。
- ※ ピッチが 300mm 以下になるように各ベルトの位置を調整してください。



CASE 3-3

## CASE 4

## T字トレイへのシートの巻き付け

水平3方向に直角に分岐している部位等

**STEP 1 分岐部用のシート加工と巻き付け**

- ① 右図に示すように分岐部の直線側面から直角に伸びたトレイを上下で挟み込むように施工します。右図のように、分岐部の直線側面から直角に伸びたトレイが直線になる位置までを覆うことができるようにシートの長さLを採寸して算出し、ハサミ等で切断してください。分岐部に用いるシート幅は下表を目安とし、現場状況に合わせて幅Wを適宜調整してください。

分岐部・湾曲部のシート幅Wの目安

トレイ幅 [mm]	分岐部シート幅 [mm]	湾曲部シート幅 [mm]
300	500	500
600	1000	500
750	1000	1000

- ② 右に示すように、当該部分を①で切断したシートでトレイ上下を挟み込んでください。  
※ トレイ下側のシートをマグネット等で仮止めすると施工しやすくなります。

**STEP 2 湾曲部用のシート加工と巻き付け**

- ③ シートの巻き付け長さを採寸して算出し、シートをハサミ等で切断してください。湾曲部に用いるシート幅は上表を目安とし、現場状況に合う幅Wを適宜調整してご使用ください。  
※ 湾曲部は巻き付けの重ね代が取れなくなる恐れがありますので、少しシートを長めにする等、ご注意ください。
- ④ 隣り合う分岐部のシートとの連結重ね代を100mm以上設けつつ平行になるようにし、湾曲部へシートを巻き付けてください。また、巻き付け重ね代が100mm以上であることを確認してください。



CASE 4-1



### STEP 3 直線部用のシート加工と巻き付け

- ⑭ シートの巻き付け長さを採寸して算出し、シートをハサミで切断してください。シート幅 W1000mm を用いることを基本としますが、現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。
- ⑮ 隣り合う湾曲部のシートとの連結重ね代を 100mm 以上設けつつ、3 方向の直線部へシートを巻き付けてください。また、巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。

### STEP 4 ベルトの巻き付け

- ⑯ 巻き付けたシートにベルト (KT35:幅 W35mm) を巻き付けてシートを固定してください。分岐部や湾曲部では、写真のようなリング (溶融亜鉛メッキ鋼又はステンレス製、約  $\phi$ 100mm) をトレイの上面・下面の対象位置に用い、それぞれ 3 方向にベルトを付けてシートを固定してください。
- ※ トレイの接線に対してベルトが直角になるように、ベルト及びリングの位置を調整してください。直角になっていないとベルトがズレ易くなり、ベルト及びシートにたるみが出る恐れがあります。
- ※ ピッチが 300mm 以下になるように各ベルトの位置を調整してください。



CASE 4-2

CASE 5

電線管付属トレイへのシートの巻き付け

電線管からのケーブルが上からトレイに合流している部位等

STEP 1 立ち上がっているケーブル・電線の処置方法(2)

- ① トレイから立ち上がって電線管へ配線されているケーブル・電線に対してシートを 100mm 以上の重ね代が出来るよう巻き付けてください。巻き付けたシートにベルト (KT19:幅 W19mm) を巻き付けてシートを固定してください。隣り合うシートとの連結重ね代は 100mm 以上設けてください。
- ② シートを巻き付けたケーブル・電線は、トレイに乗っている部分が 100mm 以上になるようにしてください。
- ③ 電線管口は、右のように電線管とケーブル・電線をまとめてシートで巻き付け、ベルト (KT19:幅 W19mm) を巻き付けてシートを固定してください。
- ④ 電線管口の巻き付け重ね代及び電線管への連結重ね代が 100mm 以上になるようにしてください。



CASE 5-1

## STEP 2 合流部のシート加工との巻き付け

- ⑤ 以下⑥⑦⑧で使用するシートは直線トレイと同様の方法で、巻き付け長さを採寸して算出し、シートをハサミ等で切断してください。⑥⑦のシートは幅 W1000mm を用いることを基本とし、⑧のシートは幅 W500mm を用いることを基本としますが、現場状況に合わせて適宜シートを切断し、幅 W を調整してご使用ください。
- ⑥ 電線管に向かうケーブル・電線の下に 100mm 以上差し込むようにしてトレイにシートを巻き付けてください。また、巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。
- ⑦ 右のように⑥シートと反対の方向からシートを巻き付けます。ケーブル・電線が当たる部分に 300mm 以上の切り込みを入れて、そのシートの切れ目にケーブル・電線が通るようにしてください。また、巻き付けの重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。
- ※ シートを切り込み過ぎると隙間ができるため、できるだけ現物にシートを合わせながら切り込みを入れてください。
- ⑧ 右のように⑦シートと反対の方向から⑤と同様にシートを巻き付けます。ケーブル・電線が当たる部分に 100mm 以上の切れ込みを入れてください。また、巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。



## STEP 3 直線部用のシート加工と巻き付け

- ⑨ シートの巻き付け長さを採寸して算出し、シートをハサミ等で切断してください。シート幅 W1000mm を用いることを基本としますが、現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。
- ⑩ 隣り合う合流部のシートとの連結重ね代を 100mm 以上設けつつ、直線部へシートを巻き付けてください。また、巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。



CASE 5-2

#### STEP 4 ベルトの巻き付け

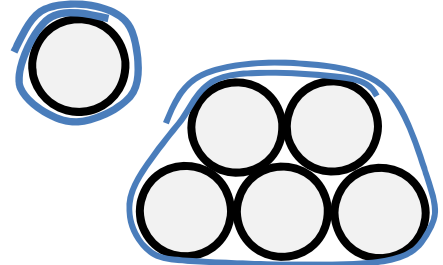
- ① 巻き付けたシートにベルト(KT35:幅 W35mm)を巻き付けてシートを固定してください。
- ※ ピッチが 300mm 以下になるように各ベルトの位置を調整してください。
- ※ 隣り合うシート(シートの連結)との重ね代部分には、必ずベルトを巻き付けてシートを固定するようにしてください。



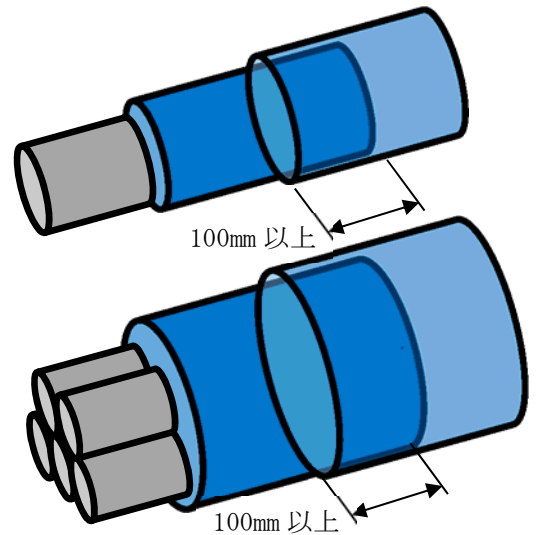
CASE 5-3

**STEP 1 シートの加工**

- ① トレイの外に出ていてトレイごとシートを巻き付けることのできないケーブル・電線に対して直接シートを巻きます。このような場合は、100mm以上の重ね代を設けながら巻き付けることができるように、シートの巻き付け長さを採寸して算出し、シートをハサミ等で切断してください。

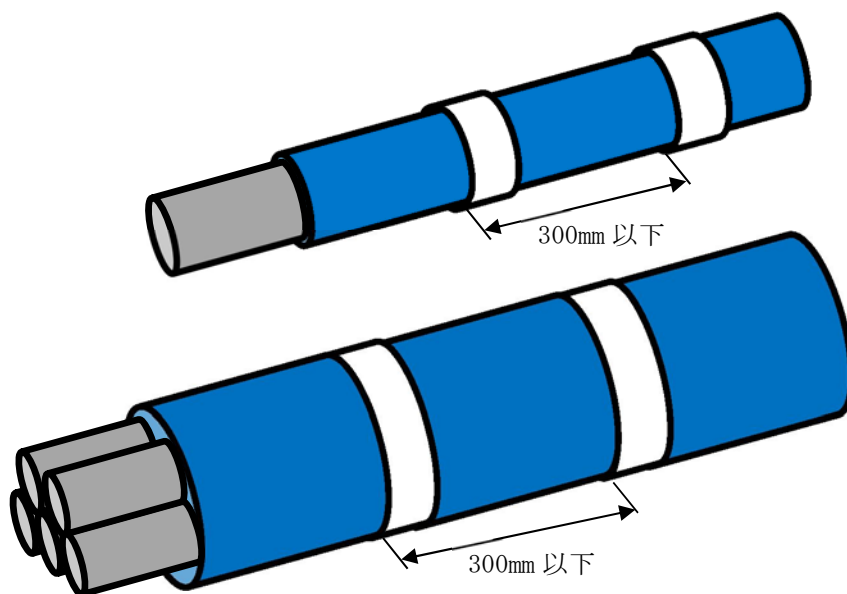
**STEP 2 シートの巻き付け**

- ② 隣り合うシートとの連結重ね代を 100mm 以上設けつつ、①のシートをケーブル・電線に巻き付けて下さい。巻き付け重ね代は、100mm 以上になるようにして下さい。



### STEP 3 ベルトの巻き付け

- ③ 巻き付けたシートにベルト(KT35:幅 W35mm)を巻き付けてシートを固定してください。
- ※ ピッチが 300mm 以下になるように各ベルトの位置を調整してください。
  - ※ 隣り合うシート(シートの連結)との重ね代部分には、必ずベルトを巻き付けてシートを固定するようにしてください。
  - ※ 標準品のベルトですと長さが長い場合がありますので、適切な長さに切断してご使用ください。



CASE 6-2

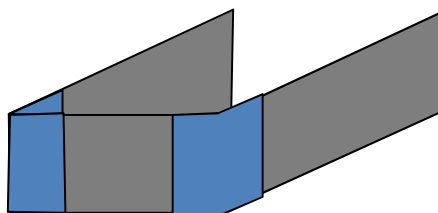
**STEP 1 シートの加工**

- ① シートの巻き付け長さを採寸して算出し、シートをハサミ等で切断してください。角部は屈曲部と同様にシート幅 W500mm を用いることを基本としますが、現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。
- ※ 屈折角が大きい場合、シート幅 W500mm だと、隣り合う直線部へのシートとの連結重ね代 100mm が取れない可能性がありますので、ご注意ください。
- ※ 屈折部は巻き付けの重ね代が取れなくなる恐れがありますので、シートの長さを少し長めにするようにしてください。

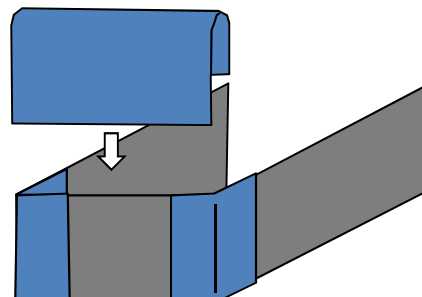
**STEP 2 角部のシート巻き付け**

角部は、CASE3 の L 字トレイと同じ施工をします。

- ② 各々の角部を架同様にシートを巻き付け、巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。
- ③ CASE 2 の STEP1~3 の図に示すように、角部のトレイ上下面をシートで覆ってください。
- ※ 角部周囲にシワができますが、シワ部分をケーブル・電線とトレイの間やトレイの上フランジ部の下に折り込むようにすると綺麗に仕上がります。
- ※ トレイ下側のシートをマグネット等で仮止めすると施工しやすくなります。

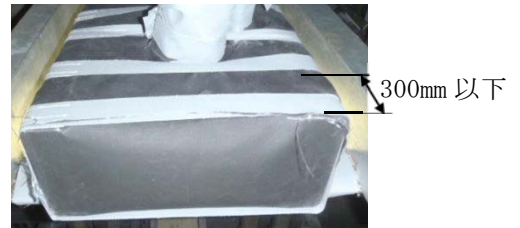
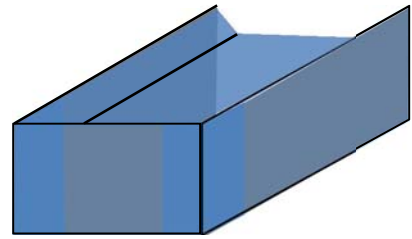
**STEP 3 トレイ終端部のシート巻き付け**

- ④ 隣り合うシートとの連結重ね代を 100mm 以上設けつつ、トレイ終端部よりトレイの上下面をシートで覆ってください。
- ※ トレイ下側のシートをマグネット等で仮止めすると施工しやすくなります。
- ※ シートがたるんでサポートとシートの間大きな隙間が発生することの無いようにご注意ください。



#### STEP 4 直線部のシート、及びベルトの巻き付け

- ⑤ 隣り合う角部のシートとの連結重ね代を100mm以上設けつつ、トレイ終端側から直線部をシートで覆ってください。
- ⑥ 巻き付けたシートにベルト(KT35:幅 W35mm)を巻き付けてシートを固定してください。
- ※ ピッチが300mm以下になるように各ベルトの位置を調整してください。
- ※ 隣り合うシート(シートの連結)との重ね代部分には、必ずベルトを巻き付けてシートを固定するようにしてください。
- ※ 標準品のベルトですと長さが長い場合がありますので、適切な長さに切断してご使用ください。



CASE 7-2

#### 注意事項

- ・シートを仮止めする際に用いたテープ・マグネット類は、施工後に取り除いてください。
- ・シートをケーブル・電線、トレイ又はサポート等へ沿わせる際、ヘラ等の工具類を使うと綺麗に仕上がりますが、シートに傷が付かないようにご注意ください。



## ファイアストップの施工方法

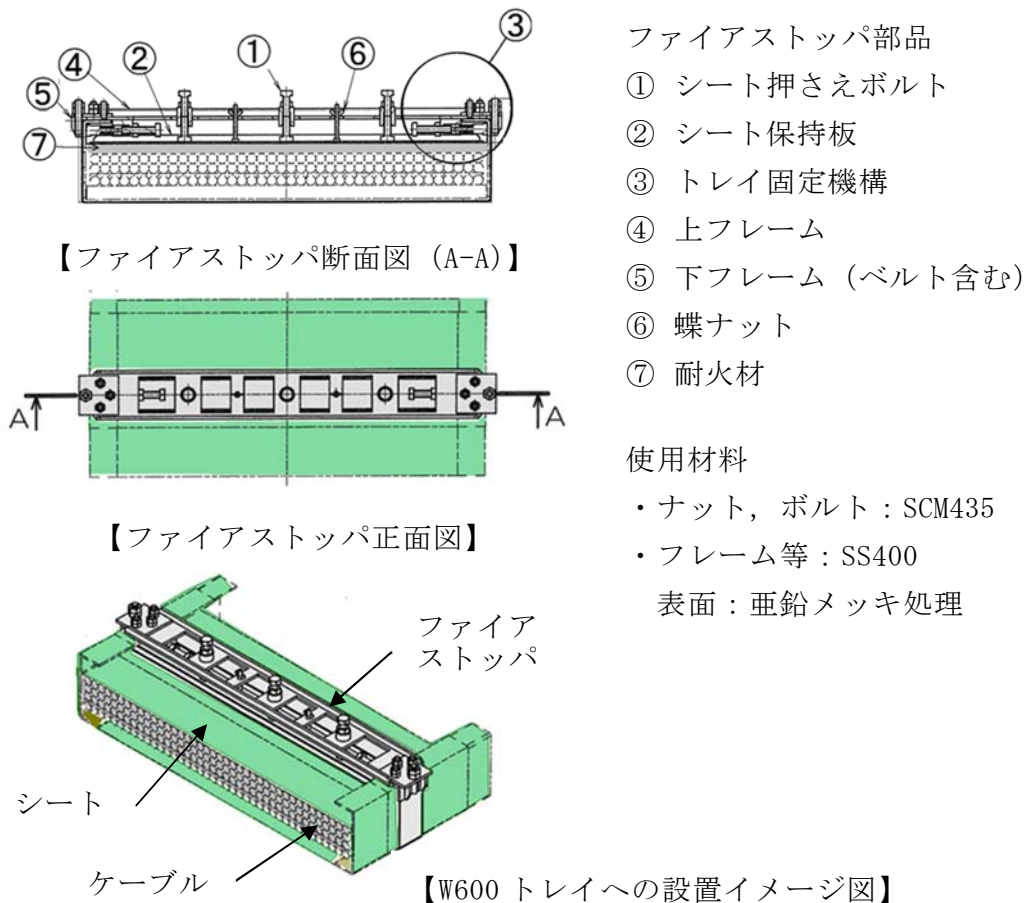
## 1. 適用

本施工要領は、垂直トレイに対するファイアストップ施工に適用する。

## 2. 仕様

「ファイアストップ」の施工図、及び主要構成材料の寸法を以下に記す。

なお、第 1-6-1 図に垂直トレイ用ファイアストップ概要図を記載する。


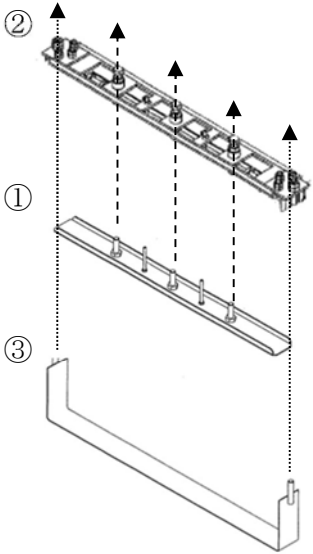
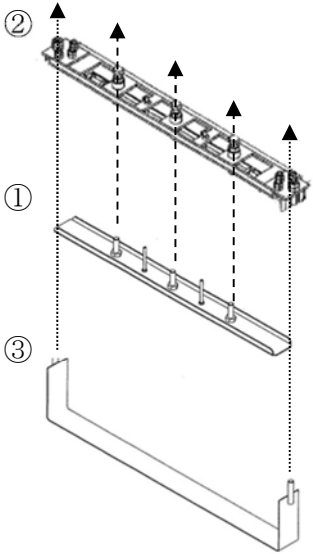


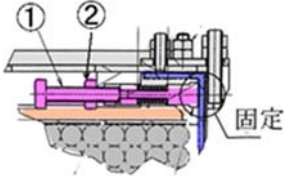
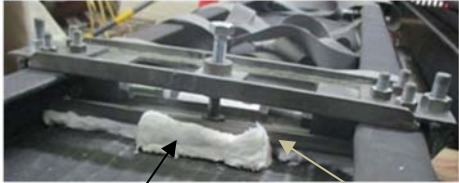
第 1-6-1 図 垂直トレイ用ファイアストップ概要図

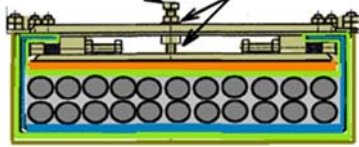

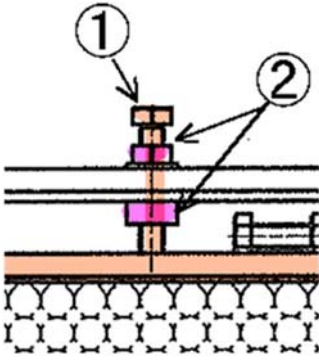


### 3. 施工方法

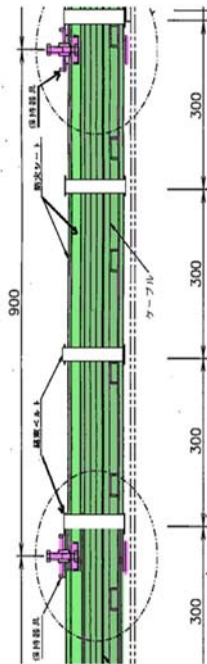
ファイアストップパの基本的な施工方法を以下に記す。

- (1) ファイアストップパの上フレームと下フレームでシートとトレイを挟み、トレイ固定機構により固定する。
- (2) ケーブル側の防火シートは保持板から出る3本のボルトにより固定する。
- (3) ファイアストップパはシートの重ね部となる900mm以内で設置する。その他の取付け間隔については施工責任者の指示する間隔で取付ける。
- (4) ファイアストップパはケーブルトレイの幅、ケーブル量に応じたサイズものを使用する。

STEP	ファイアストップパの設置（垂直トレイ）	構成部品等
1	シートの施工 ① 垂直トレイに防火シートを巻きクリップ等で仮止めする。 ② トレイ及びケーブルの形状に合わせてシートを調整する。	
2	ファイアストップパの設置 ① シート合わせ面にシート保持板を設置する。 ② シート保持板の上から上フレームを設置する。この時トレイ固定機構、ナット類はフリー状態としておく。 ③ 下フレームを上フレームと組合せナットで固定する。 <div style="text-align: center;">  </div>	 <p>例：W600トレイのファイアストップパ</p>

STEP	ファイアストップパの設置（垂直トレイ）	構成部品等
3	ファイアストップパのトレイへの固定 ① トレイ固定機構のナットを回しトレイが挟まるのを確認する。 ② ロックナットで固定する。 注意：シートを傷つけないこと。	
4	耐火材によるシートとケーブルの密着 保持板とシートの上に圧縮させた状態の耐火材を挟み、防火シートとケーブルに隙間がないように設置する。  耐火材                      シート保持板 <b>【耐火材設置(W300 トレイ)】</b>	耐火材：セラミックファイバー

STEP	ファイアストップパの設置（垂直トレイ）	構成部品等
5	<p>ケーブルとシートの密閉</p> <p>① シート保持板から出る3本のシート押さえボルトを回しシートとケーブルを密着させる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>この時、トルクレンチの指示が出てきたところで一旦止め、3本のボルトナットを均一に締める。</li> <li>防火シートと耐火材の間に0.1mmのスキミゲージを差込み、ゲージが挿入できなくなるまで均一にボルトナットを締める。</li> </ul> <p>② ロックナットを回しシート保持板を固定する。</p> <p>注意：シートを傷つけないこと。</p> <div data-bbox="399 907 893 1097" style="text-align: center;"> <p>①押さえボルト      ②ロックナット</p>  </div> <div data-bbox="470 1176 901 1344" style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">【写真はトレイ W300mm】</p>	<p style="text-align: center;">構成部品等</p> <div data-bbox="1029 280 1348 638" style="text-align: center;">  </div> <div data-bbox="1029 683 1364 896" style="text-align: center;"> <p>①</p>  </div> <p style="text-align: center;">トルクレンチで締め込み確認</p> <div data-bbox="1013 1008 1364 1187" style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">スキミゲージで確認</p>

STEP	ファイアストップパの設置（垂直トレイ）	構成部品等
6	シートの合わせ面の約 900mm ごとにファイアストップパを設置する。	 <p data-bbox="1021 907 1340 952">【垂直トレイの断面図】</p>
7	結束ベルトの取付け ① ファイアストップパの上流側に結束ベルトを使ってシートを固定する。 ② 結束ベルトは 300mm ピッチで取付ける。	
8	ステップ 1 から 6 を繰り返し、ファイアストップパを設置する。	

## 耐火シールの性能について

耐火シールは、建築基準法に基づく耐火試験により耐火性能が確認されたものを採用する。以下に試験方法を示す。

### 1. 目的

耐火シールが耐火性能を有していることを確認する。

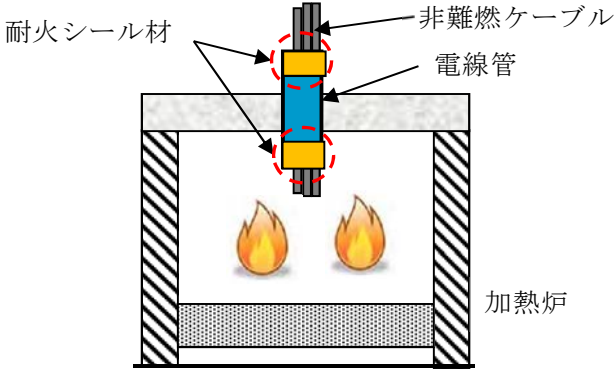
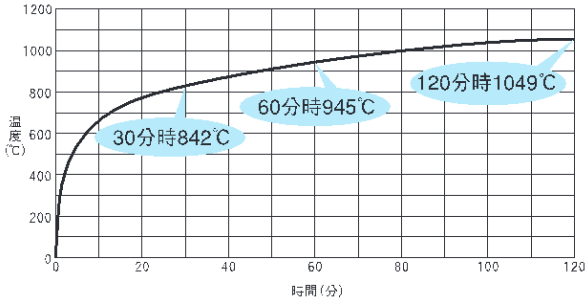
### 2. 供試体

耐火シール材

### 3. 試験方法及び判定基準

国土交通省の指定認定機関の性能試験・評価業務方法書（建築基準法施行令第129条の2の5による）に準じた試験方法及び判定基準による。試験の概要を第1-7-1表に示す。

第 1-7-1 表 耐火性能の確認試験概要

<p>試験 装置 概要</p>	<p>耐火試験装置の外壁へ耐火シールの供試体を貫通状態となるように設置し、耐火試験装置内を 3 時間加熱する</p>  <p style="text-align: center;">【耐火試験装置】</p>
<p>加熱 温度</p>	<p>建築基準法の耐火試験で用いられる IS0834 の加熱曲線により加熱</p> 
<p>判定 基準</p>	<p>(1) 外観確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>②非加熱側へ 10 秒を超えて継続する発炎がないこと</li> <li>③火炎が通るき裂等の損傷及び隙間を生じないこと</li> </ul> <p>(2) 非加熱側温度測定</p> <p>シール材表面温度上昇値が IS0834 で定める「平均 140K, 最高 180K」を超えないこと</p>

#### 4. 試験結果

試験結果は、第 1-7-2 表のとおり。

#### 5. 評価

耐火シールは耐火性能を有している。

第 1-7-2 表 耐火性能の確認試験結果

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	非加熱側へ 10 秒を超え て継続する 発炎がない こと	火炎が通るき 裂等の損傷及 び隙間を生じ ないこと	外観 確認	非加熱側 温度上昇 (°C)	判定 結果
無	無	無	良	101	合格



実機火災荷重を考慮した防火シートの限界性能試験の確認方法

1. 目的

防火シートの遮炎性が確保される範囲（限界性能）を確認する。

2. 供試体

防火シート(プロテコ®シート-P2・eco)

3. 試験方法

建築基準法に規定されている指定性能評価機関が定めた遮炎性試験を基にした加熱試験により，防火シートに火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間が生じる温度を確認する。試験の概要を第 1-8-1 表に示す。

第 1-8-1 表 防火シート限界性能試験の概要

<p>試験装置 概要</p>	<p>【供試体正面】</p> <p>1,500mm</p> <p>800mm</p> <p>供試体</p> <p>バーナ</p> <p>【ISO834 加熱曲線】</p> <p>30分時842°C</p> <p>60分時945°C</p> <p>120分時1049°C</p>
<p>試験内容</p>	<p>・ ISO834加熱曲線で加熱し，防火シートに火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間が生じる温度を確認する。</p>

## 防火シート重ね部の遮炎性試験の確認方法

### 1. 目的

防火シート重ね部が複合体内部の火炎を遮る性能を有していることを確認する。

### 2. 供試体

施工要領に準じて施工した防火シート重ね部

- ・防火シート(プロテコ®シート-P2・eco)

### 3. 試験方法及び判定基準

建築基準法に規定されている指定性能評価機関が定めた試験方法，判定基準による。

試験の概要を第 1-9-1 表に示す。

第 1-9-1 表 遮炎性試験の概要

<p>試験装置 概要</p>	<p>【供試体正面】</p> <p>供試体</p> <p>バーナ</p> <p>シート重ね代 100mm</p> <p>【ISO834 加熱曲線】</p> <p>30分時842°C</p> <p>60分時945°C</p> <p>120分時1049°C</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・加熱炉に供試体設置する。</li> <li>・ISO834 加熱曲線となるように 20 分間加熱する。</li> </ul>
<p>判定基準</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・火炎が通るき裂等の損傷及び隙間を生じないこと</li> <li>・非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎がないこと</li> <li>・非加熱面に 10 秒を超えて連続する火炎の噴出がないこと</li> </ul>

## 複合体内部の発火に対する自己消火性の確認方法

## 1. 目的

複合体に対して、難燃ケーブルに実施する自己消火性試験を非難燃性ケーブルに燃焼条件を準拠させて試験を実施し、自己消火することを確認する。

## 2. 供試体

実機で使用されているケーブルのうち、保守的に代表性を考慮して試験対象ケーブルを抽出し、本文 2.1.2(4)項で選定する試験対象ケーブルに対し実施する。

複合体内部は防火シートで覆われ燃焼の三要素のうち酸素（空気）の供給が断たれる可能性がある。そのため、保守的な条件として酸素（空気）の供給に影響がないケーブル単体とし、防火シートは巻かないこととする。供試体の種類を第 1-10-1 表に示す。

第 1-10-1 表 供試体の種類

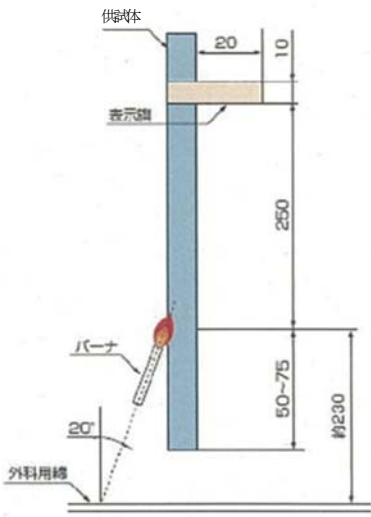
ケーブルの種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	外径 (mm)
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5
	架橋ポリエチレン	ビニル	19 (41) ※1

※1：トリプレックス形：( )外は単芯外形，( )内は3本より合わせ外径を示す。

### 3. 試験方法及び判定基準

UL 垂直燃焼試験(UL1581 1080VW-1 Flame Test)に準拠した試験を実施する。試験方法については、第 1-10-2 表に示す。

第 1-10-2 表 自己消火性の実証試験の概要 (UL1581 1080VW-1 Flame Test)

<p>供試体の設置</p>	 <p>単位：mm</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 供試体を垂直に保持し、20度の角度でバーナの炎をあてる。</li> <li>・ 15秒着火、15秒休止<sup>※2</sup>を5回繰り返す、試料の燃焼の程度を確認する。</li> </ul>
<p>火源</p>	<p>チリルバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>メタンガス</p>
<p>試験回数</p>	<p>3回 (回数の規定なし)</p>
<p>判定基準</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 残炎による燃焼が60秒を超えない。</li> <li>② 表示旗が25%以上焼損しない。</li> <li>③ 落下物によって下に設置した外科用綿が燃焼しない。</li> </ol>

※2：「前回のガス接炎が終了した後の接炎休止時間15秒を超えて試験品による自己燃焼が持続する場合には、当該自己燃焼が消滅した後に次回のガス炎の接炎を行う。」 (UL1581 1080.13 より抜粋)

## 過電流模擬試験による防火シート健全性評価の確認方法

### 1. 目的

過電流による複合体内部の発火を想定しても、ケーブルから発生する可燃性ガス、火炎が防火シートの健全性（遮炎性能）に影響ないことを確認する。

### 2. 供試体

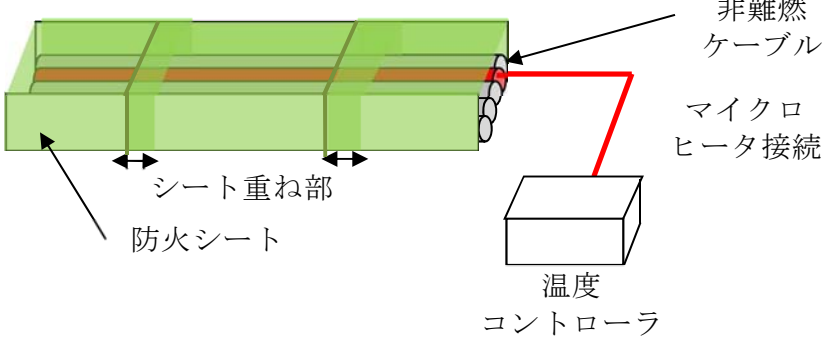
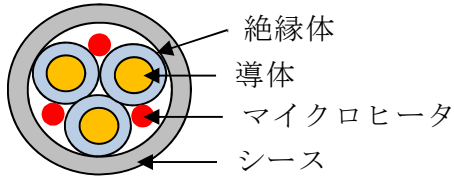
メーカーの標準施工方法で施工した高圧電力ケーブルを供試体とする。

### 3. 試験方法及び判定基準

#### (1) 過電流模擬試験（ヒータ加熱）

ケーブル内部にヒータを設置し、導体の代わりにヒータに通電することでケーブル内部を加熱し、ケーブルの過電流を模擬する要素試験としてケーブル材料（絶縁体、シース）を発火させる燃焼試験を実施し、ケーブルから発生する可燃性ガス、火炎が防火シートの遮炎性能に与える影響が問題ないことを確認する。試験方法及び判定基準については、第 1-11-1 表に示す。

第 1-11-1 表 過電流模擬試験の概要

<p>試験装置 概要</p>	<p>【試験装置全体】</p>  <p>【加熱ケーブル内部】</p> 
<p>マイクロヒータ 温度</p>	<p>650℃</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・少量敷設した高圧電力ケーブルの内的一条に対して、マイクロヒータを取り付け、絶縁材及びシース材の発火温度を超える温度で加熱する。</li> <li>・一定時間後、複合体内部においてケーブルから発生する可燃性ガス及びケーブルが発火することを確認する。</li> <li>・複合体内部の火炎について外部への噴出の有無を確認する。</li> </ul>
<p>判定基準</p>	<p>複合体外部へ連続した火炎の噴出がないこと。</p>

## 複合体が不完全な状態を仮定した場合の性能評価の確認方法

## 1. 目的

防火シートの標準施工方法に基づくことで、設計方針を満足する防火シートの施工ができることの管理及び維持管理を実施するものの、防火シートの施工不良や傷等の実機状態の不確かさを考慮しても、耐延焼性を確保する。そのため、複合体の外郭である防火シートが不完全な状態でも、複合体が燃え止まることを確認する。

## 2. 不完全性の抽出

## 2.1 抽出方法

防火シートの不完全性について、実機のケーブル敷設状況及びシートの施工性確認試験を踏まえ、代表的な不完全性を抽出する。

## 2.2 抽出結果

抽出した不完全性を第 1-12-1 表に示す。

第 1-12-1 表 不完全性抽出一覧

要因	不完全性
施工状態	防火シートつなぎ部のずれ
	防火シートの隙間
	防火シートの傷



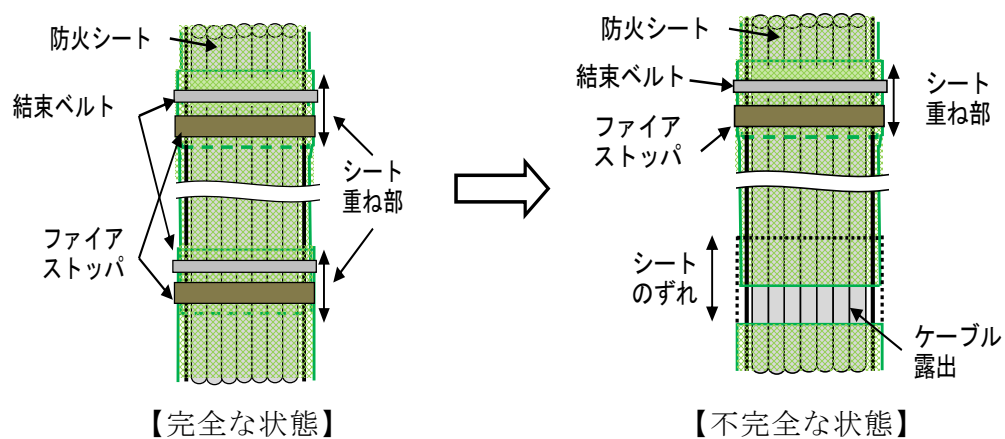
## 2.3 評価方法

2.2 項で抽出した不完全性を設定した複合体における耐延焼性の評価方法を以下に示す。

### 2.3.1 防火シートのずれ

#### (1) 不完全性

第 1-12-1 図に示す通り、防火シートのつなぎ部にずれが生じることにより、メーカーの施工要領にて定められているシート間重ね代（100mm）未満となる状態を不完全性とする。



第 1-12-1 図 防火シートつなぎ部のずれ（複合体正面）

#### (2) 評価方法

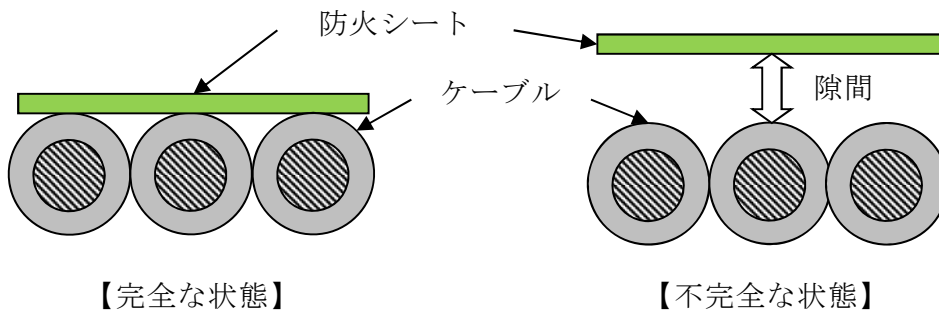
防火シート間にずれが生じてケーブルが露出した場合を設定した耐延焼性の試験を実施し、複合体が燃え止まることを確認する。

### 2.3.2 防火シートの際間

#### (1) 不完全性

第 1-12-2 図に示す通り、防火シートとケーブルの隙間の発生を不完全性とする。

なお、防火シートの施工においては隙間を極力なくするものの、隙間の状態には不確かさがあるため、隙間ができるものとして確認する。なお、この条件は複合体構成品の組合せの供試体仕様の中で包絡される。



第 1-12-2 図 防火シートとケーブルの隙間（複合体断面）

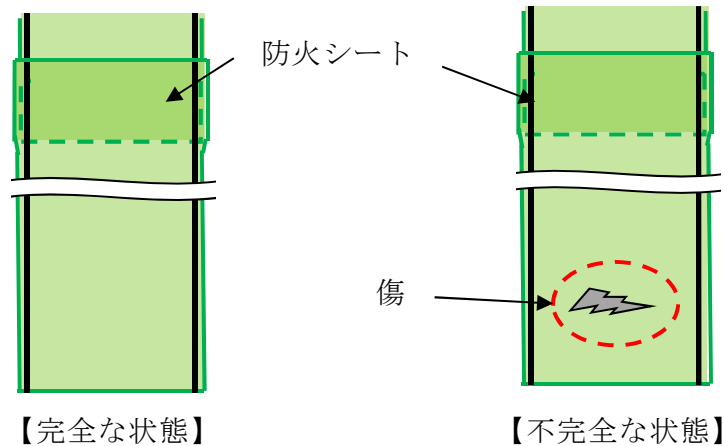
#### (2) 評価方法

防火シートとケーブルに隙間が発生した場合を設定した複合体の構成品の組合せによる供試体仕様での耐延焼性の試験の中で、複合体が燃え止まることを確認する。

### 2.3.3 防火シートの傷

#### (1) 不完全性

第 1-12-3 図に示す通り、機材の接触等による極端な状態の想定による防火シートの傷の発生を不完全性とする。



第 1-12-3 図 防火シートの傷（複合体正面）

## (2) 評価方法

防火シートに傷が発生した場合を設定した耐延焼性の試験を実施し、複合体が燃え止まることを確認する。

なお、2.3.1 項のずれが生じてケーブルが露出した場合を設定した試験に包絡するものとする。

## 3. 供試体

耐延焼性能試験の評価より、最も保守的なケーブルを選定し、本文 2.2.2 項にて比較評価する複合体の損傷長から選定したケーブル及び同じサイズの難燃ケーブルを用いる。

## 4. 試験方法及び判定基準

メーカーの標準施工方法に基づくことで、設計方針を満足する防火シートの施工が可能であるが、保守的に防火シートが不完全な状態における耐延焼性の確認を行なうため、複合体外部の火災、複合体内部の火災の両方について試験を実施する。また、2. 項で決定した防火シートの不完全な場合を模擬し

た耐延焼性試験を実施する。

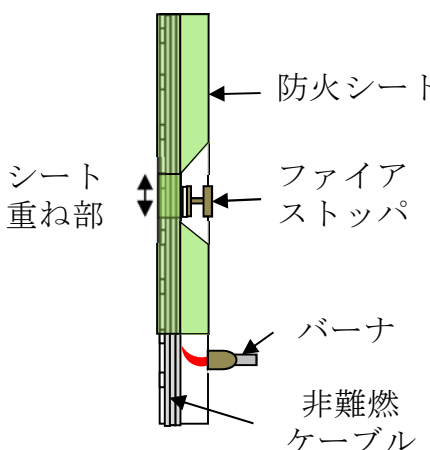
なお、複合体外部の火災においては、複合体のケーブルが露出した不完全な状態でも燃え止まることを確認するとともに、複合体内部の火災については、ケーブルの燃焼がファイアストッパにより燃え止まることを確認する。

(1) 複合体外部の火災に対する不完全な場合における耐延焼性試験

a. 防火シートのずれ

防火シートの間にずれが生じてケーブルが露出した場合を設定した耐延焼性試験を実施する。試験方法及び判定基準を第 1-12-2 表に示す。

第 1-12-2 表 防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験の概要

<p>試験体の 据付例</p>	<p style="text-align: center;">【防火シートのずれ模擬】</p> 
<p>不完全性の試験条件</p>	<p>ずれの大きさをケーブルが完全露出する 200mm とし、耐延焼性が確保されることを確認する。</p>
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>バーナ熱量</p>	<p>20kW</p>
<p>加熱時間</p>	<p>20 分 ・バーナを点火し、20 分経過後、バーナの燃焼を停止し、ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。</p>
<p>試験回数</p>	<p>1 回</p>
<p>判定基準</p>	<p>・燃え止まること。</p>

b. 防火シートの傷

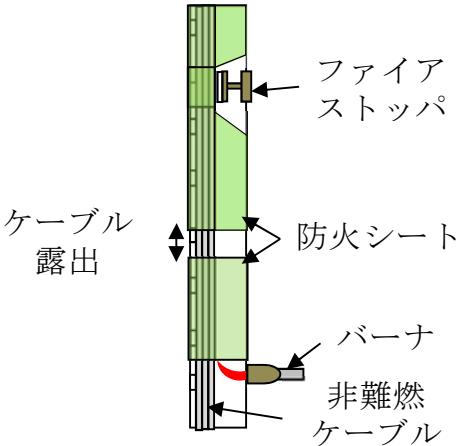
防火シートに傷が生じてケーブルが露出した場合を設定し，耐延焼性試験を実施する。（この状態は防火シートにずれが生じた場合と同じであることから，ケーブル露出を設定した 4. (1) a 項の試験で包絡。）

(2) 複合体内部の火災に対する不完全な場合における耐延焼性試験

a. 防火シートのずれ

防火シートの間にずれが生じてケーブルが露出した場合を設定した耐延焼性試験を実施する。試験方法と判定基準を第 1-12-3 表に示す。

第 1-12-3 表 防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験の概要

<p>試験体の 据付例</p>	<p style="text-align: center;">【防火シートのずれ模擬】</p> 
<p>不完全性の試験条件</p>	<p>ずれの大きさは、ファイアストップ及び結束ベルトが同じ箇所それぞれ1つ脱落し、防火シートが剥がれたこととするため、約 330mm のシートずれ（ケーブル露出約 230mm）を設定し、耐延焼性を確認する</p>
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>バーナ熱量</p>	<p>20kW</p>
<p>加熱時間</p>	<p>20 分 ・バーナを点火し、20 分経過後、バーナの燃焼を停止し、ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。</p>
<p>試験回数</p>	<p>1 回</p>
<p>判定基準</p>	<p>燃え止まること。</p>

b. 防火シートの傷

防火シートに傷が生じてケーブルが露出した場合を設定し，耐延焼性試験を実施する。（この状態は防火シートにずれが生じた場合と同じであることから，ケーブル露出を設定した 4. (2) a 項の試験で包絡。）



## 複合体による影響の確認方法

## 1. 目的

複合体はケーブル及びケーブルトレイを防火シートで覆ったものであるため、防火シートがケーブル及びケーブルトレイの機能に与える影響が軽微でありケーブル及びケーブルトレイの設計範囲内であることを確認する。

## 2. ケーブル及びケーブルトレイの保有する機能への影響

複合体は、ケーブルトレイに敷設されたケーブルに防火シート等を施工したものであり、ケーブル及びケーブルトレイが保有する機能に影響を及ぼす可能性がある。

防火シート等を施工することにより上記機能を阻害する要因となるものを抽出し、ケーブル及びケーブルトレイが保有する機能への影響要因と影響確認の方法を以下に示す。

## (1) ケーブルへの影響要因と影響確認方法

## a. 通電機能

ケーブルの通電機能は絶縁体の許容温度の範囲内で機器等の使用電流が通電できることである。

ケーブルの機能を阻害する要因としては、導体抵抗の増加、導体の断線、放熱性の低下が考えられるが、機器の使用電流は、電流による導体内の発生熱量とケーブル表面から外部に伝達される熱量が平衡に達しているとき、絶縁体温度がその許容温度となる電流値以内とすることから、複合体の形成により熱的条件が変化し、放熱性が低下した場合、使

用電流による発熱により絶縁体が許容温度に達し、通電機能に影響を与える可能性がある。詳細について添付資料 1-13 別紙 1 に示す。

通電機能への影響度合いについて、防火シートの施工前後の電流値を測定する電流低減率試験に基づき確認する。

#### b. 絶縁機能

ケーブルの絶縁機能は所定の絶縁抵抗及び耐電圧特性を有することであり、導体を覆う絶縁材にて確保される。したがって、ケーブルシース表面に防火シートを施工したとしても絶縁機能に影響を与えるものではないが、防火シートがケーブルに直接接触れることによる絶縁性能の低下を考慮し、防火シートの施工後の絶縁機能について絶縁抵抗試験及び耐電圧試験により確認する。

#### c. シースによる保護機能

シースによる保護機能は、通電機能及び絶縁機能を維持するためケーブル形状を保ち、外的要因から保護することである。

防火シートは、ケーブルに巻付けを行う製品であり、シースに影響を与えるものではない。

ただし、防火シートがケーブルに直接接触れることで、化学的にシースを侵食する可能性も考えられることから、念のため、防火シートに使用される材質の性状を pH 試験により確認する。

### (2) ケーブルトレイへの影響要因と影響確認方法

#### a. ケーブル保持機能

ケーブル保持機能は敷設されるケーブルを支持することである。防火

シートは、ケーブルトレイに敷設されたケーブルに巻付けを行う製品であり、ケーブルトレイ材質に影響を与えるものではない。ただし、防火シートがケーブルトレイに直接接触れることで、化学的にケーブルトレイ材質を侵食し、形状を損なう可能性がある。また、複合体を形成することによりケーブルトレイの重量が増加することで保持機能に影響を与える可能性がある。これらの影響度合いの確認について以下に示す。

(a) ケーブルトレイ材質への影響

防火シートに使用される材質の性状は pH 試験の結果で確認する。

ケーブルトレイ材質への影響は、防火シートに使用される材質の性状で判断できる。

(b) 重量増加の影響

複合体形成による重量増加に伴い、ケーブルを支持する機能の低下が考えられるため、複合体による重量増加の度合いを確認する。

### 3. 化学的影響の評価

#### 3.1 pH 試験

##### 3.1.1 目的

防火シートが直接触れることによるケーブルトレイ材質への化学的な影響を確認する。

##### 3.1.2 試験内容

###### (1) 供試体

防火シート(プロテコ®シート-P2・eco)

###### (2) 試験方法

「JIS C 3605 600V ポリエチレンケーブル」の pH に準拠した方法で pH を測定する。

###### (3) 判定基準

中性の範囲 (pH6~8) であること。

#### 4. ケーブルに与える影響の評価

##### 4.1 通電機能

###### 4.1.1 電流低減率試験

###### 4.1.1.1 目的

複合体の形成による放熱性の低下によりケーブルの通電機能に問題のないことを確認する。

###### 4.1.1.2 試験内容

###### (1) 供試体

IEEE848-1996 に準じた供試体とする。

###### a. ケーブル

多層敷設ケーブル

(架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル 外径:17.5mm)

###### b. ケーブルトレイ

複合体形成前後のラダートレイ

供試体の詳細は添付資料 1-13 別紙 2 に示す。

###### (2) 試験方法

IEEE848-1996 に準じた試験方法による。試験方法の詳細を添付資料 1-13 別紙 2 に示す。

電流低減率は、ケーブル選定時に使用する設計基準であり、電力ケーブルが敷設してあることで熱影響を受けるラダートレイの防火シート有無による測定電流との比較にて算出する。

なお、実機ではケーブルトレイに多層敷設された全てのケーブルが通電されることはないが、IEEE848-1996 では全てのケーブルに通電するた

め，保守的な試験条件である。

(3) 判定基準

防火シートの施工前後の電流低減率が設計の範囲内であることを確認する。また，設計裕度は確保され，機器等に影響がないことを確認する。

## 4.2 絶縁機能

### 4.2.1 絶縁抵抗試験

#### 4.2.1.1 目的

防火シートの施工によりケーブルの絶縁特性に影響がないことを確認する。

#### 4.2.1.2 試験内容

##### (1) 供試体

防火シート施工後のケーブル

- ・防火シート(プロテコ®シート-P2・eco)
- ・ケーブル

ケーブル 種類	絶縁材/ シース材	芯数-サイズ	外径(mm)
低圧電力 ケーブル	架橋ポリエチレン/ ビニル	3C-5.5mm <sup>2</sup>	14.5

##### (2) 試験方法

「JIS C 3005 ゴム・プラスチック絶縁電線試験方法」の絶縁抵抗に準拠し、供試体の一部を水中に1時間以上浸した状態で規定電圧（直流：100V以上）を1分間印加し、絶縁抵抗を測定する。

##### (3) 判定基準

2500MΩ・km以上であること。（「JIS C 3605 600V ポリエチレンケーブル」）

## 4.2.2 耐電圧試験

### 4.2.2.1 目的

防火シートの施工によって耐電圧特性に影響がないことを確認する。

### 4.2.2.2 試験内容

#### (1) 供試体

防火シート施工後のケーブル

- ・防火シート(プロテコ®シート-P2・eco)
- ・ケーブル

ケーブル 種類	絶縁材/ シース材	芯数-サイズ	外径 (mm)
低圧電力 ケーブル	架橋ポリエチレン/ ビニル	3C-5.5mm <sup>2</sup>	14.5

#### (2) 試験方法

「JIS C 3605 600V ポリエチレンケーブル」の耐電圧試験に準拠し、供試体の一部を水中に1時間以上浸した状態で規定電圧 AC1,500V を印加し、1分間耐えることを確認する。

#### (3) 判定基準

防火シートの施工前後で1分間の規定電圧印加に耐えること。



## 5. ケーブルトレイに与える影響の評価

### 5.1 ケーブル保持機能

#### 5.1.1 重量増加の影響

##### 5.1.1.1 目的

複合体の形成に伴う重量増加により、ケーブルトレイのケーブルを保持する機能に影響がないことを確認する。

##### 5.1.1.2 検討内容

防火シート等を施工することによるケーブルトレイの重量増加が、ケーブルトレイの設計の範囲内であることを確認する。

##### 5.1.1.3 判定基準

重量増加がケーブルトレイの設計の範囲内であること。

防火シートの施工によるケーブルの使用電流に与える影響について

1. 伝熱の形態

伝熱とは水が高いところから低いところに流れるように、熱が高温側から低温側に移動する現象であり、熱移動は熱伝導、熱伝達、熱輻射（輻射伝熱）の3形態に分類される。以下に伝熱の3形態を示す。

(1) 熱伝導

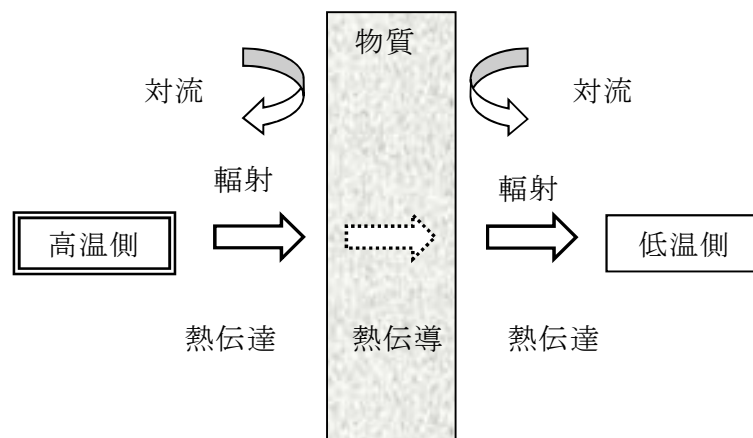
熱伝導とは熱が物質を伝わって、高温側から低温側で移動する現象。

(2) 対流熱伝達

熱が気体や液体など、流体の循環によって移動する現象。

(3) 熱輻射（輻射伝熱）

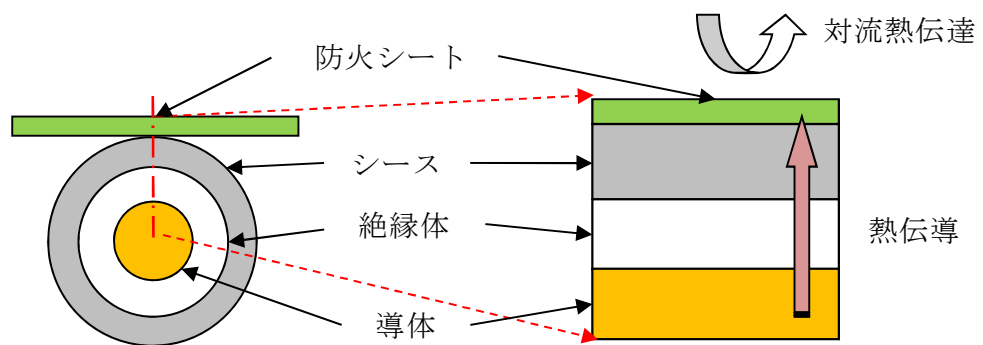
熱輻射（輻射伝熱）とは熱が物体から他の物体へ直接、電磁波の形で移動する現象。



第1図 伝熱の3形態

## 2. 防火シートを施工したケーブルの伝熱

防火シートを施工したケーブルは導体、絶縁体、シース及び防火シートからなる多層構造体となる。よって、通電時に導体抵抗により生じる熱の伝熱過程は、絶縁体、シース及び防火シートへと伝わる熱伝導と、防火シートからケーブル外部へと放出される熱対流となる。防火シートを施工したケーブルの伝熱について第2図に示す。



【ケーブルとシートの断面】

第2図 防火シートを施工したケーブルの伝熱

導体からの発熱量が防火シート表面からの放熱量を上回った場合、差分の熱量はケーブル内で温度上昇として現れる。

絶縁体の温度が許容温度まで上昇した際には、絶縁体の損傷等により通電機能に影響を与える可能性がある。

## 電流低減率測定試験について

## 1. 供試体

IEEE848-1996 に準じてラダートレイに敷設したケーブル（架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル）を供試体とする。供試体の仕様を第 1 表に示す。

第 1 表 供試体の仕様

試験供試体		備考
試験規格	IEEE848-1996	
ケーブル仕様	外径 17.5mm	
トレイ形状	幅 600mm, 高さ 120mm, 長さ 3,660mm	ラダータイプ
ケーブル配列	32 本×3 段	全 96 本
防火シート	無	
	有	

## 2. 試験方法

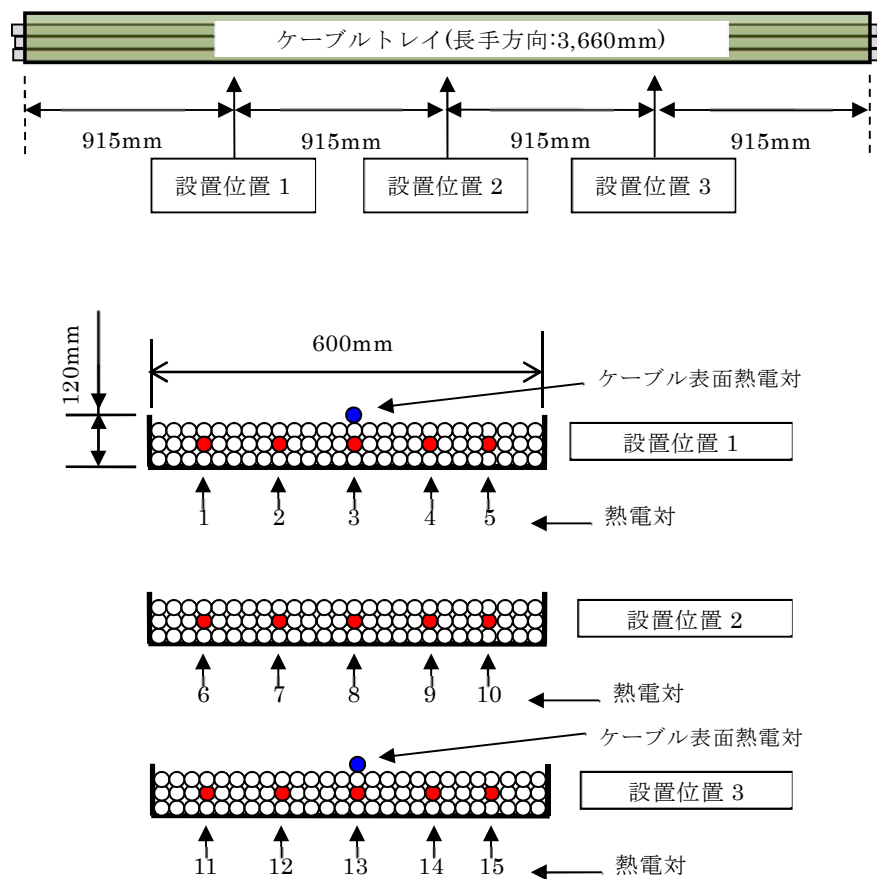
IEEE848-1996 に準じて試験を実施し、防火シートの施工前後におけるケーブルの電流低減率を求める。

## 2.1 ケーブル敷設方法

- (1) ケーブルを、ケーブルトレイに均等に 3 段に敷設する。全てのケーブル（96 本）に電流を流すため、各ケーブルの端部をそれぞれ接続し、1 本の直列回路になるようにする。

(2) ケーブルの導体温度を測定するため、導体に直接熱電対を取付けて固定する。

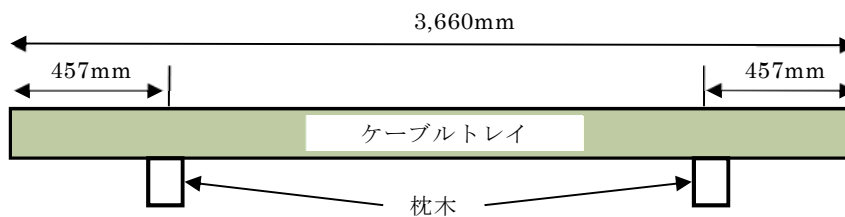
熱電対は第 1 図に示すように、ケーブル中央（設置位置 2）及び中央から 915mm 離れた位置（設置位置 1, 3）に設置する。また、熱電対は、トレイに布設している 2 段目のケーブルの設置位置 1~3 に対して 5 箇所ずつ、合計 15 箇所の導体温度を確認できるように設置する。試験中の雰囲気温度は、トレイの側面から 300mm 離れた位置に設置した 3 つの熱電対を用いて確認し、表面温度は、最上段のケーブル表面に 2 箇所（設置位置 1, 3）の熱電対を設置する。



第 1 図 熱電対設置位置

## 2.2 測定条件

ケーブルを敷設したケーブルトレイを第2図のように枕木の上に設置し通電試験を行う。通電試験は、防火シートの施工前後で行う。ケーブルに電流を通電し、設置位置2の熱電対温度が $90^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、設置位置1, 3の熱電対温度の平均温度が設置位置2の平均温度の $\pm 4^{\circ}\text{C}$ になるように電流を調整し、導体温度が安定した後、ケーブルへの通電は3時間継続して行い、その間の温度測定を行う。



第2図 ケーブルトレイ設置方法

## 2.3 温度補正及び低減率計算

以下の計算式で温度補正後の電流値および防火シート施工前後の電流低減率を計算する。

### (1) 温度補正後の電流値

$$T = I \sqrt{\frac{(T_c' - T_{a'}) (\alpha + T_c)}{(T_c - T_a) (\alpha + T_c')}}}$$

- I : 温度安定後の試験電流 (A)
- $T_c$  : 温度安定後設置位置2の最大導体温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $T_a$  : 試験後の周囲温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $I'$  : 基準温度での電流 (補正值) (A)
- $T_c'$  : 基準導体温度;  $90^{\circ}\text{C}$
- $T_{a'}$  : 基準周囲温度;  $40^{\circ}\text{C}$
- $\alpha$  :  $234.5^{\circ}\text{C}$

(2) 防火シートの施工による電流低減率

$$ADF = \frac{(I_o - I_f)}{I_o} 100$$

ADF : 電流低減率 (%)

I<sub>o</sub> : 防火シート施工前の電流値 (A)

I<sub>f</sub> : 防火シート施工後の電流値 (A)

100 : パーセント換算

3. 判定基準

防火シートの施工前後の電流低減率が設計の範囲内であることを確認する。また、設計裕度は確保され、機器等に影響がないことを確認する。

## 発電所で使用する非難燃ケーブルの種類

## 1. 目的

発電所で使用されている非難燃ケーブルを網羅的に抽出する。

## 2. 抽出元となる資料

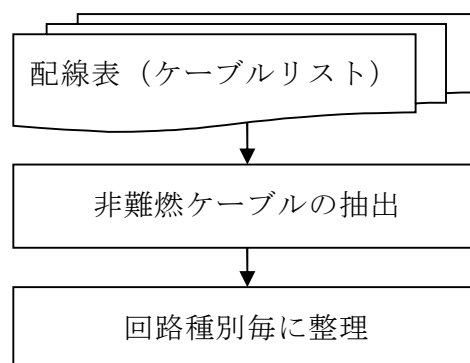
東海第二発電所で使用されているケーブルは配線表(ケーブルリスト)としてケーブル種類(使用用途による回路種別), ケーブルの型式(絶縁材とシースの組合せ), 芯数及び導体サイズなどにまとめられ建設時から図書として管理されている。

## 3. 抽出対象

安全機能を有するケーブルが敷設される原子炉建屋(附属棟)及び原子炉建屋の非難燃ケーブルを抽出対象とする。

## 4. 抽出手順

配線表(ケーブルリスト)の型式から非難燃ケーブルを抽出し、回路種別毎にケーブル構成材料、芯数、導体サイズなどを以下のフローにより整理する。(添付資料 2-1 別紙 1)





## 5. 抽出結果

発電所で使用されている非難燃ケーブルの詳細を添付資料 2-2 に示す。

ケーブル No.	ケーブル敷設間 接続元/接続先	場 所	型 式	芯 数	導 体	長 さ	ケーブル敷設ルート
C21329C	PNL H13-P640 LS B22-F028C (B8062-S1)	CR-5 RD-1	D5414	5	3.5	155	C2180-S1, 3931, 3929, 3927, 3925, 3922, 3919, 3917, 3911, 3909, 3910, 2901, C2120, 2902, 3007, CC120, 8391, C2501, 8392, 8393, 8394, 8395, CC140-S1, 5021, C2140-S1, 5411, 4410, 24637, C2147-S1, 5712, 95353-S1
H13-P640 盤～電動弁 LS 中継箱							制御用架橋ポリエチレン絶縁ビニルシース (芯数 5, 導体サイズ 3.5mm <sup>2</sup> )
C21329C	KGB LS B22-F028C (B8062-S1) LS B22-F028C	RD-1 RD-1	DKGB1	4x1	3.5	152	95352-S1, C2147-S1, 5712, 24991-S1, B2500-S1, 24697, B5219, 21329CZ
C21329D	PNL H13-P640 LS B22-F028D (B8062-S1)	CR-5 RD-1	D5414	5	3.5	155	C2180-S1, 3931, 3929, 3927, 3925, 3922, 3919, 3917, 3911, 3909, 3910, 2901, C2120, 2902, 3007, CC120, 8391, C2501, 8392, 8393, 8394, 8395, CC140-S1, 5021, C2140-S1, 5411, 4410, 24637, C2147-S1, 5712, 95353-S1
KGB ケーブル(難燃)							
C21329D	KGB LS B22-F028D (B8062-S1) LS B22-F028D	RD-1 RD-1	DKGB1	4x1	3.5	140	95352-S1, C2147-S1, 5712, 24991-S1, B2500-S1, 24697, B5219, 21329DZ
C21329E	PNL H13-P623 PNL H13-P640	CR-5 CR-5	D5414	5	3.5	37	C2181-S1, 3934, WM104-S1, C2180-S1, 3931
C21330A S1	SWGR 2C (2) RHR P 2A	CR-1 RA-4	D1207	3	200	98	24154-S1, X2101-S1, 4015, 4014, 4013, 4012, 4011, 4010, 4219, 4218, B2002-S1, 26080-S1, M2001-S1, 21330A-S1
高圧電源盤 2C～ 残留熱除去系ポンプ 2A							高圧用架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケー ブル(トリプレックス形導体サイズ 200mm <sup>2</sup> )

第 1 図 配線表 (ケーブルリスト) (例)

第1表 発電所で使用されている非難燃ケーブル種類

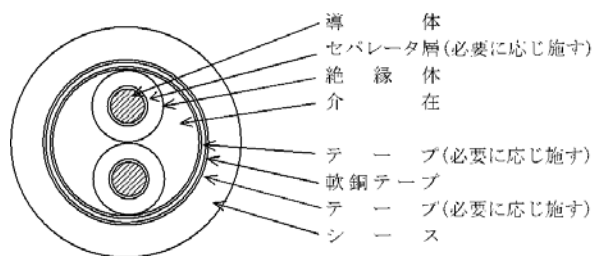
回路 種別	構成材料		導線サイズ (mm <sup>2</sup> )	芯数
	絶縁体	シース		
計装	架橋ポリ エチレン	ビニル	1.25	2～27
制御	架橋ポリ エチレン	ビニル	2	2～27
			3.5	2～12
低圧 電力	架橋ポリ エチレン	ビニル	5.5	3～4
			8	2～3
			14	2～3
			22	2～3
			38	2～3
			60	2～3
			100～325	2～3
高圧 電力	架橋ポリ エチレン	ビニル	100～325	2～3

発電所で使用する非難燃ケーブルの詳細

1. ケーブルの構造

非難燃ケーブルである架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブルを回路種別ごとに構造を示す。

(1) 計装ケーブル

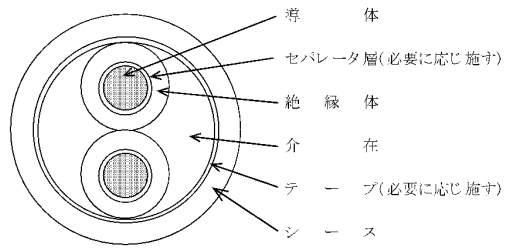


CCV-S 構造 (例)

第 2-2-1 表 使用している非難燃ケーブル

回路種別	絶縁材/ シース材	絶縁材 厚さ (mm)	シース材 厚さ (mm)	芯数－ 導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	外径 (mm)
計装	架橋ポリエチレン/ ビニル	0.8	1.5	2C－1.25	9.5
				3C－1.25	10.5
				4C－1.25	11.0
				7C－1.25	13.0
				8C－1.25	13.5
				12C－1.25	16.0
				14C－1.25	17.0
				19C－1.25	19.0
				24C－1.25	21.5
27C－1.25	21.5				

(2) 制御ケーブル(1/2)

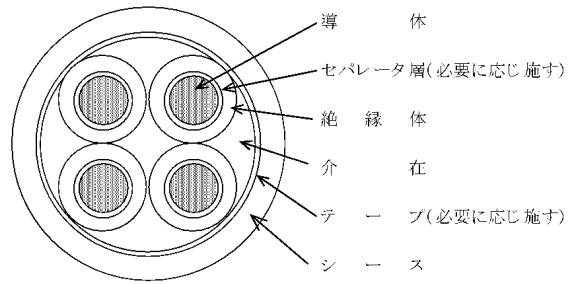


CCV 構造 (例：2 芯)

第 2-2-2 表 使用している非難燃ケーブル

回路種別	絶縁材/ シース材	絶縁材 厚さ (mm)	シース材 厚さ (mm)	芯数－ 導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	外径 (mm)
制御	架橋ポリエチレン/ ビニル	0.8	1.5	2C－2.0	9.9
				3C－2.0	10.5
				4C－2.0	11.5
				5C－2.0	12.5
				7C－2.0	13.5
				9C－2.0	16.5
				12C－2.0	17.5
				14C－2.0	18.5
				19C－2.0	21.0
				27C－2.0	24.0

(3) 制御ケーブル(2/2)

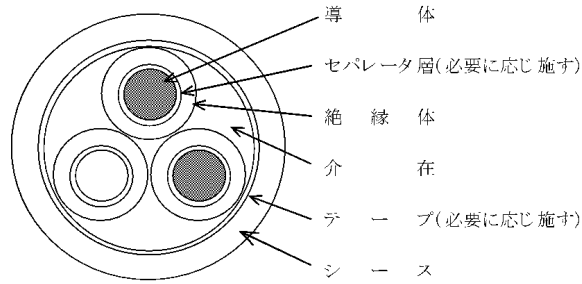


CCV 構造 (例：4 芯)

第 2-2-3 表 使用している非難燃ケーブル

回路種別	絶縁材/ シース材	絶縁材 厚さ (mm)	シース材 厚さ (mm)	芯数－ 導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	外径 (mm)
制御	架橋ポリエチレン/ ビニル	0.8	1.5	2C－3.5	11.5
				3C－3.5	12.0
				4C－3.5	13.0
				5C－3.5	14.0
				6C－3.5	15.5
				7C－3.5	15.5
				9C－3.5	17.5
				12C－3.5	20.0

(4) 低圧電力ケーブル(1/2)

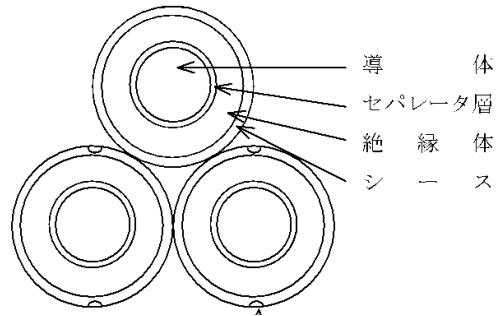


600V CV 構造

第 2-2-4 表 使用している非難燃ケーブル

回路種別	絶縁材/ シース材	絶縁材 厚さ (mm)	シース材 厚さ (mm)	芯数－ 導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	外径 (mm)
低圧 電力	架橋ポリエチレン/ ビニル	1.0	1.5	3C－5.5	14.5
				4C－5.5	16.0
				2C－8	15.0
				3C－8	16.0
				2C－14	16.5
				3C－14	17.5
		1.2	1.6	2C－22	19.5
				3C－22	21
				2C－38	24
		1.5	1.8	3C－38	25
				2C－60	29
				3C－60	31

(5) 低圧電力ケーブル(2/2)



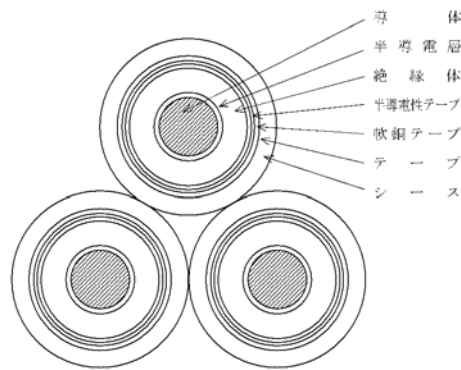
600V CVT 構造

第 2-2-5 表 使用している非難燃ケーブル

回路種別	絶縁材/ シース材	絶縁材 厚さ (mm)	シース材 厚さ (mm)	導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	単芯 外径 (mm)
低圧 電力	架橋ポリエチレン/ ビニル (トリプレックス形 などより合わせ)	2	1.5	100	19
		2	1.5	125	20.5
		2	1.5	150	22
		2.5	1.7	200	26
			1.8	250	28
			1.9	325	31



(6) 高圧電力ケーブル



6600V CVT 構造

第 2-2-6 表 使用している非難燃ケーブル

回路種別	絶縁材/ シース材	絶縁材 厚さ (mm)	シース材 厚さ (mm)	導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	単芯 外径 (mm)
高圧 電力	架橋ポリエチレン/ ビニル (トリプレックス形 などより合わせ)	4	2.4	100	26
		4.5	2.8	200	33
			3.0	250	35
			3.1	325	39

## ケーブルの燃焼メカニズム

## 1. 燃焼メカニズム

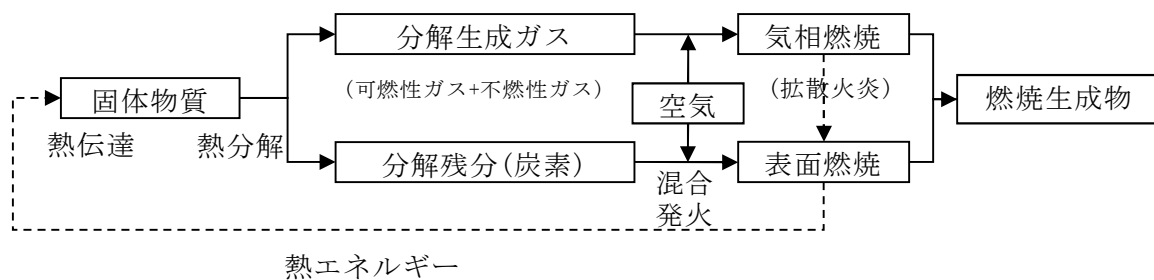
一般に‘燃焼’とは、可燃物に十分な熱と酸素が与えられて生じる気相での発熱をともなう急激な酸化反応である。燃焼を継続させるためには、可燃物、温度(熱エネルギー)、酸素の三要素を全て満たす必要があり、言い換えると、それらの三要素のうち、一つでも欠ければ燃焼を継続することはできない。以下に、ケーブル構成物質である高分子物質の燃焼及びケーブルの燃焼メカニズムを示す。

## (1) 高分子物質の燃焼

高分子物質(固体物質)の燃焼は分解燃焼であり、熱を受けると熱分解を起こして炭化水素等の可燃性ガスと塩化水素等の不燃性ガスからなる分解生成ガスが発生する。また、熱分解後には、炭素を主体とする分解残分が形成される。

分解生成ガスは、空気と混合して拡散火炎をつくり気相燃焼し、炭素を主体とする分解残分は固体面の空気によって表面燃焼して、これらは燃焼生成物となる。そして、これらの燃焼により発生した熱エネルギーが固体物質に熱伝達され、熱分解を起こすプロセスを繰り返す。

第 2-3-1 図に分解燃焼の系統図(出典:燃焼概論 疋田強 秋田一雄 共著)に示す。



第 2-3-1 図 分解燃焼の系統図

(2) ケーブルの燃焼メカニズム

常温で固体のケーブルは、熱により固体表面が加熱され、熱分解、混合、着火、燃焼という過程をたどる。

(3) ケーブルの燃焼に影響する熱容量とケーブル外径の関係性

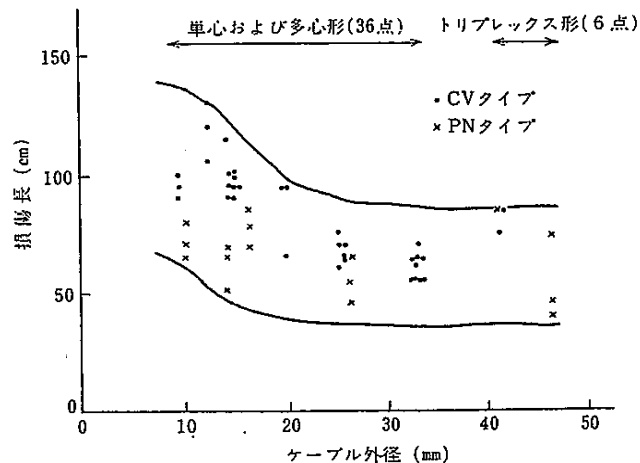
ケーブルが燃焼を継続するためには、加熱によって発生するガス組成を燃焼範囲内に維持する必要がある、熱容量が大きく寄与する。

熱容量は物質の入熱に対する物質の温度変化のしやすさを表すもので、数値が小さいほど加熱されやすく着火温度への到達が早い。ケーブルの熱容量の単位は  $J / ^\circ C \cdot cm$  で表し、単位長さ当たりの物質の温度を上昇させるのに必要な熱量であり、ケーブルの外形が小さいものほど小さい。

また、電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号では、付 2.10 図にケーブル外径と損傷長の関係が示されており、外径や導体サイズが小さいと損傷長（ケーブル燃焼距離）が大きくなることが記載されている。

- ・延焼性に及ぼすケーブルサイズからの効果は、それほど顕著には認められないが、比較的ケーブル外径，導体サイズが小さいところで損傷長が大きくなっている。これは、ケーブルの熱容量，熱放散などの影響が現れたものと考えられる。

(引用：電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号)



CV タイプ：架橋ポリエチレンビニル絶縁ビニルシースタイプ  
 PN タイプ：EP ゴム絶縁クロロプレンシースタイプ

電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号 付2.10図

ケーブル外径と損傷長 (抜粋)

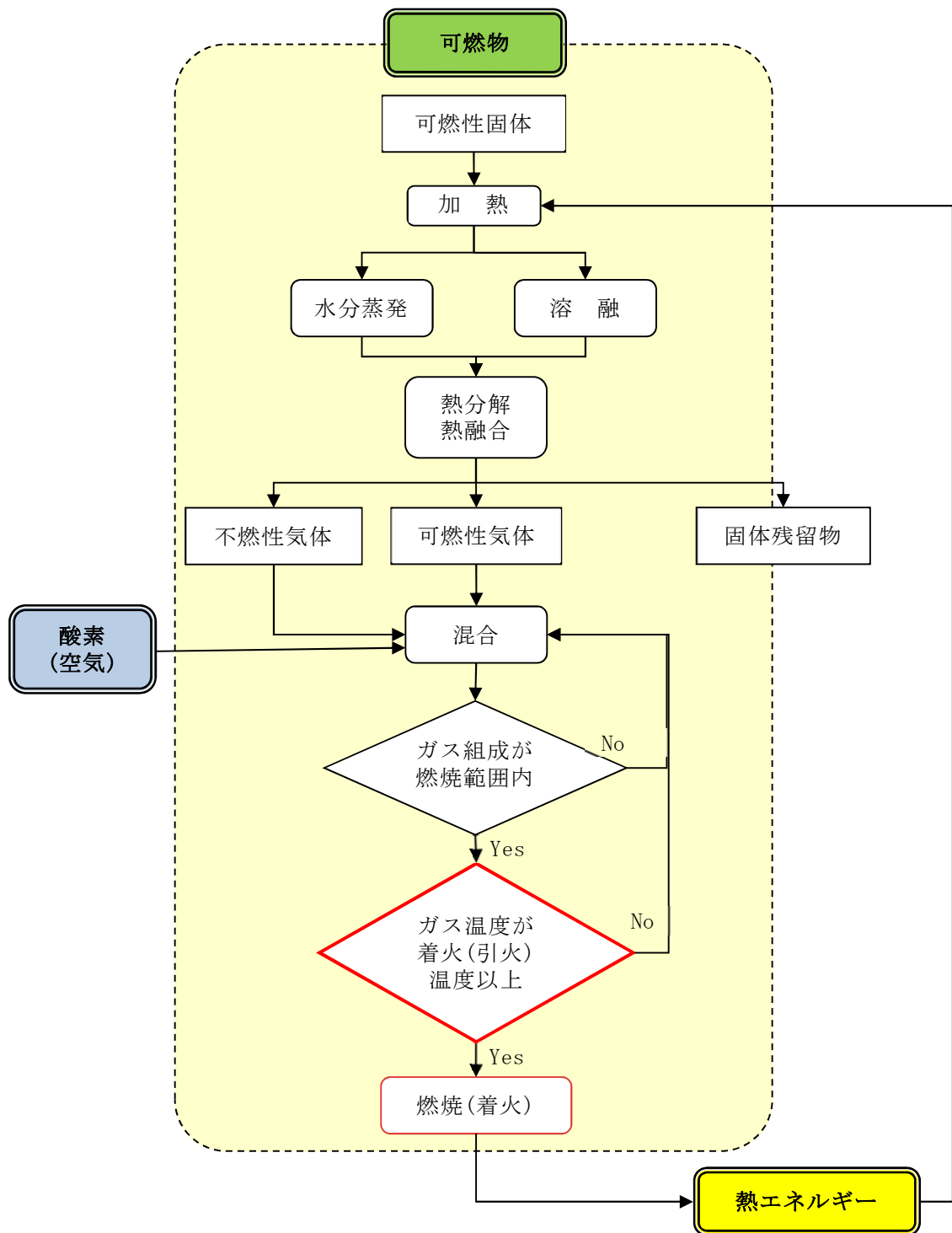
このように、高分子物質を燃焼させるには、熱分解により可燃性ガスが発生するよう物質の温度を上昇させる必要がある。同じ材料であれば、熱容量(物質の温度が1℃上昇するために必要な熱)が小さいほど温度は上昇しやすいため、着火しやすくなる。

## 2. ケーブルの燃焼と熱容量の関係

### (1) ケーブルの燃焼プロセス

常温で固体のケーブルの燃焼をミクロ的に見れば、熱により固体表面が加熱され、熱分解、混合、着火、燃焼という過程をたどるため物理、化学的な変化の様相を呈するといえる。

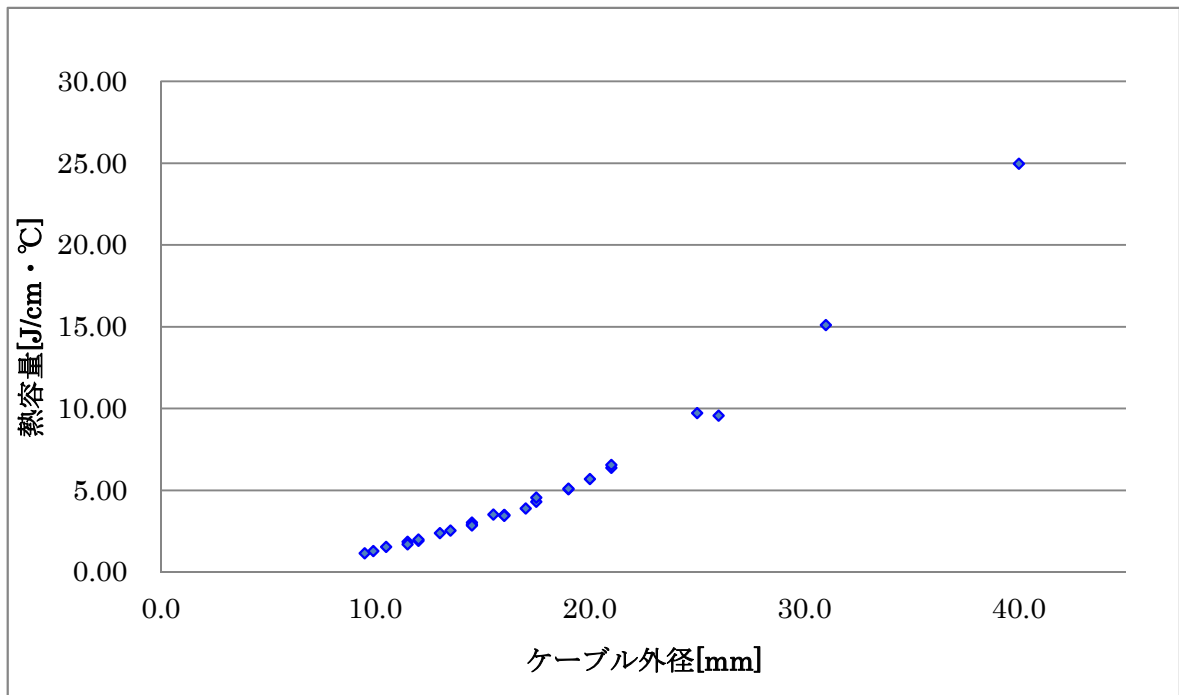
- ① 加熱された固体表面においては、含有する水分の蒸発や軟化、熔融のように物理的な吸熱過程を経て、化学的な熱分解、熱融合が起り可燃性気体、不燃性気体および固体残留物を生成する。
- ② 可燃性気体は拡散移動し、その拡散過程で雰囲気中の空気や不燃性気体と混合され、混合された気体の組成が燃焼範囲にあり、着火温度に達すると着火、燃焼に至る。
- ③ この燃焼領域から新しい固体表面へ熱が移動することにより火災の伝播が起り、この繰返しによって可燃物が消費されるまで燃焼が継続される。燃焼プロセスを第 2-3-2 図に示す



第 2-3-2 図 ケーブル材料の燃焼プロセス

(2) ケーブルの熱容量とケーブル外径の関係

CV (CCV) ケーブル外径と熱容量の相関関係を第 2-3-3 図に示す。



第 2-3-3 図 ケーブル外径と熱容量の相関図

CV ケーブル : 架橋ポリエチレンビニル絶縁ビニルシースケーブル

CCV ケーブル : 制御用架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル

## ケーブルの使用期間による経年変化

## 1. 経年変化の確認

敷設されている非難燃ケーブルはプラント運転開始から長期間使用している。

ケーブルの構成材料であるシース材のビニルは本来、ポリ塩化ビニルは非常に高い難燃性ポリマーであるが、ケーブルの取扱いを容易（柔らかく）にするため可塑剤（可燃物）を混入させている。しかし、経年変化により、この可塑剤が溶けだしてくるため、ビニルは燃えにくくなる。また、絶縁材である架橋ポリエチレンも取扱いを容易にするため可塑剤を混入している。この傾向を確認するため、使用するケーブル材料に対し、熱及び放射線の加速劣化による酸素指数の変化を評価することで、ケーブルが燃えやすい性質にならないことを確認する。

## 2. 供試体

ケーブルの構成材料である絶縁材及びシース材を供試体とする。

- ・ビニル
- ・架橋ポリエチレン

## 3. 熱・放射線加速劣化試験

## (1) 初期（劣化前）の酸素指数測定

新品状態にある供試体の酸素指数を測定する。

## (2) 熱・放射線加速劣化

ケーブルの経年劣化を模擬するため、40年相当の熱・放射線加速劣化



を実施する。試験方法の詳細を添付資料 2-4 別紙 1 に示す。

(3) 劣化後の酸素指数測定

加速劣化後（40 年相当）の材料の酸素指数を測定する。

4. 酸素指数測定結果

第 2-4-1 表に加速劣化前後のケーブル材料の酸素指数測定結果を示す。

第 2-4-1 表 酸素指数測定結果

構成材料	酸素指数測定結果	
	初期	劣化後(40年)
ビニル	25.3	28.6
架橋ポリエチレン	18.3	19.3

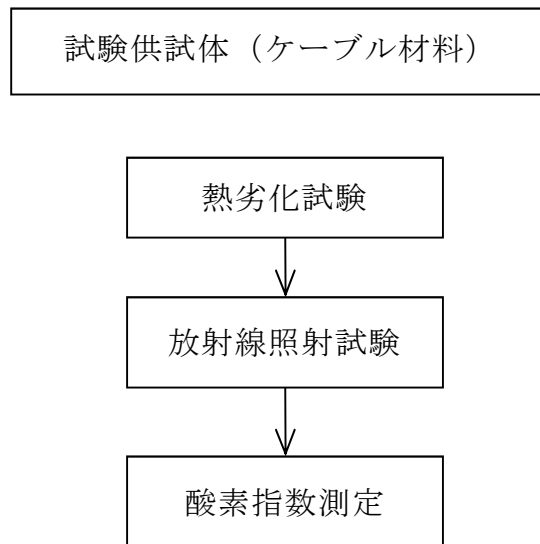
5. 評価

経年変化後のケーブルは新品ケーブルと比べ酸素指数が高くなっており、新品ケーブルを実機模擬条件として用いることが保守的である。

## 熱・放射線加速劣化試験方法

## 1. 試験概要

本試験は電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号「原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼試験方法に関する推奨案」を準拠し、熱劣化試験及び放射線照射試験により40年相当で劣化させた後、酸素指数を測定し、値の変化により難燃性を確認する。本試験の手順を第1図に示す。



第1図 熱・放射線による使用環境耐久試験の手順

## 2. 試験条件

### (1) 熱劣化試験

電気学会推奨案の基本的な熱加速劣化温度により，40年相当の168時間とする。

### (2) 放射線照射試験

電気学会推奨案の基本的な放射線照射量により，40年相当の500kGy（10kGy/h以下）で実施する。

上記，試験条件を第1表に示す。

第1表 熱・放射線劣化試験条件

供試体	試験条件		
	熱劣化		放射線劣化
	温度（℃）	時間	放射線量(kGy)
ビニル	121	168	500
架橋ポリエチレン	121	168	500

注：放射線線量率は，10kGy/h以下とする。

## 3. 判定基準

酸素指数を測定し初期の値から低下していないことを確認する。

発電所を代表する非難燃ケーブルの抽出結果のまとめ

第 2-5-1 表 非難燃ケーブルの抽出結果

回路種別	絶縁材/ シース材	絶縁材 厚さ (mm)	シース材 厚さ (mm)	芯数－ 導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	外径 (mm)
計装	架橋ポリエチレン/ ビニル	0.8	1.5	2C－1.25	9.5
				3C－1.25	10.5
				4C－1.25	11.0
				7C－1.25	13.0
				8C－1.25	13.5
				12C－1.25	16.0
				14C－1.25	17.0
				19C－1.25	19.0
				24C－1.25	21.5
				27C－1.25	21.5

第 2-5-2 表 非難燃ケーブルの抽出結果

回路種別	絶縁材/ シース材	絶縁材 厚さ (mm)	シース材 厚さ (mm)	芯数- 導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	外径 (mm)
制御	架橋ポリエチレン/ ビニル	0.8	1.5	2C-2.0	9.9
				3C-2.0	10.5
				4C-2.0	11.5
				5C-2.0	12.5
				7C-2.0	13.5
				9C-2.0	16.5
				12C-2.0	17.5
				14C-2.0	18.5
				19C-2.0	21.0
				27C-2.0	24.0
				2C-3.5	11.5
				3C-3.5	12.0
				4C-3.5	13.0
				5C-3.5	14.0
				6C-3.5	15.5
				7C-3.5	15.5
				9C-3.5	17.5
				12C-3.5	20.0

第 2-5-3 表 非難燃ケーブルの抽出結果

回路種別	絶縁材/ シース材	絶縁材 厚さ(mm)	シース材 厚さ(mm)	芯数- 導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	外径 (mm)	
低圧 電力	架橋ポリエチレン/ ビニル	1.0	1.5	3C-5.5	14.5	
				4C-5.5	16.0	
				2C-8	15.0	
				3C-8	16.0	
				2C-14	16.5	
				3C-14	17.5	
				2C-22	19.5	
				3C-22	21	
				1.6	2C-38	24
				1.7	3C-38	25
	1.5	1.8	2C-60	29		
		1.9	3C-60	31		
	架橋ポリエチレン/ ビニル (トリプレックス型など)	2.5	2	1.5	100	19
			2	1.5	150	22
			1.7	200	26	
				1.8	250	28
1.9				325	31	

注：トリプレックス型などより合わせのものは単芯の外径を示す。

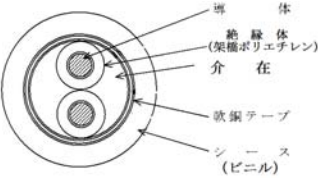
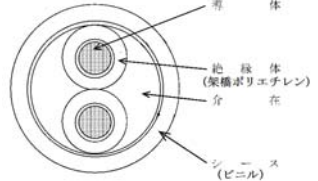
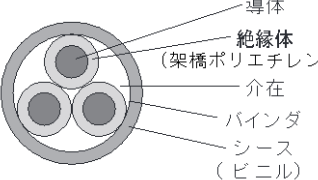
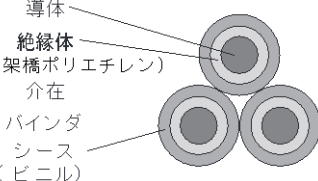
第 2-5-4 表 非難燃ケーブルの抽出結果

回路種別	絶縁材/ シース材	絶縁材 厚さ(mm)	シース材 厚さ(mm)	導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	単芯 外径 (mm)
高圧 電力	架橋ポリエチレン/ ビニル (トリプレックス型など)	4	2.4	100	26
		4.5	2.8	200	33
			3.0	250	35
			3.1	325	39

注：トリプレックス型などより合わせのものは単芯の外径を示す。

試験対象ケーブルの詳細

第 2-6-1 表 試験対象ケーブルの詳細

回路種別	絶縁材厚さ (mm)	シース材厚さ (mm)	芯数-導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	外径 (mm)	熱容量 (J/cm <sup>2</sup> °C)	構造
計装	0.8	1.5	2C-1.25	9.5	1.17	
制御	0.8	1.5	2C-2.0	9.9	1.31	
低圧電力	1	1.5	3C-5.5	14.5	2.85	
低圧電力	2	1.5	1C-100 ×3本	19(41) <sup>※1</sup>	21.78	

注：ケーブルの構成材料（絶縁材：架橋ポリエチレン，シース材：ビニル）

※1：トリプレックス型：（ ）外は単芯外径，（ ）内はより合わせ外径を示す。

## 複合体構成品の状態確認

## 1. 目的

複合体は設計方針に基づき防火シートを巻いた完全な状態であるが、複合体の燃焼メカニズムから各構成品（ケーブル、ケーブルトレイ、防火シート）を組合せた供試体仕様を選定する。また、し、本文 2.3 項の燃焼条件にて耐延焼性の試験を実施し、複合体が燃え止まることを確認する。また、外部の火災については複合体の損傷長と難燃ケーブルの損傷長を比較評価する。

## 1.1 組合せの抽出

ケーブル、ケーブルトレイ及び防火シートの組合せにおいて、保守的な実機模擬条件となるため、ケーブル及びケーブルトレイについて実機の設置状態で想定される組合せを抽出する。

## 1.1.1 抽出方法

ケーブル及びケーブルトレイのそれぞれの状態について敷設に係る系統設計及び実機の設置状況を踏まえ抽出する。

## (1) ケーブルの敷設状態の抽出

（種類（回路種別）・サイズ／使用期間／敷設量（防火シートとケーブルの隙間）／延焼防止材／埃）

## (2) ケーブルトレイの設置状態抽出

（トレイタイプ（トレイ有無）／トレイサイズ／トレイ形状／トレイ設置方向／ケーブル敷設形態／ケーブル組合せ）



(3) 防火シートの施工状態の抽出

(外力による防火シートのずれ／傷，ファイアストッパ有無)

1.1.2 抽出結果

抽出した構成品の状態と燃焼の三要素の関係を第2-7-1表に示す。

第2-7-1表 抽出した構成品の状態と燃焼三要素の関係

構成品	実機の状態		燃焼要素		
			可燃物	酸素	熱
ケーブル	種類・サイズ	複数の種類（回路種別）・サイズが存在	○		
	使用期間	プラント運転開始以降，長期間使用	○		
	敷設量	設置場所によりケーブルの敷設量が変化	○		
	延焼防止材	場所により延焼防止材の有無が存在	○		
	埃(汚れ)	埃(汚れ)の付着	○		
ケーブル トレイ	トレイタイプ (トレイ有無)	ラダートレイ，ソリッドトレイ又はケーブルトレイと電線管，盤の間でケーブルトレイ上に敷設されない形態が存在			○
	トレイサイズ	トレイの幅の違いが存在	○		
	トレイ設置方向	垂直，水平及び勾配が存在		○	○
	ケーブル敷設状態	隙間無，隙間有の形態が存在		○	
	トレイ形状	様々なトレイ形状が存在			
	ケーブルの組合せ	様々なケーブルサイズの組合せが存在		○	
防火シート	防火シートのずれ	外力が加わった場合の防火シートのずれを想定する		○	○
	防火シートの傷	外力が加わった場合の防火シートの傷を想定する。		○	
	ファイアストッパの有無	ファイアストッパ設置の有無を想定する。		○	○

## 1.2 試験条件の選定

1.1 項で抽出した各構成品の実機状況における組合せについて、燃えやすさの観点で保守的な実機模擬条件を選定する。

### 1.2.1 ケーブルの実機模擬条件

#### 1.2.1.1 種類・サイズ

本文 2.1 項で選定し、本文 2.2 項にて評価するケーブル損傷長を考慮した試験対象ケーブルを実機模擬条件とする。実機模擬条件を第 2-7-2 表に示す。

第 2-7-2 表 実機模擬条件

ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径 (mm)
低圧電力 ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5

#### 1.2.1.2 使用期間

本文 2.2.2 項で選定する新品ケーブルを実機模擬条件とする。

#### 1.2.1.3 敷設量

##### (1) ケーブル量

ケーブルは使用箇所により、ケーブル敷設量が変化する。

##### (2) 実機模擬条件の検討

ケーブル量が少ない方がケーブル全体の熱容量は\*小さく、同一熱量を加えた場合、温度上昇が大きくなり燃焼しやすい。一方、防火シートとケーブル間の隙間が大きくなり空気層ができることから、熱伝導（熱伝達）

が悪く燃焼しにくくなる。また、ケーブル量が多くなると可燃物量が多くなり、かつ、防火シートとケーブルの隙間が小さくなることで、熱伝導（熱伝達）が良くなり燃焼継続に影響する可能性があることから、ケーブル量を変化させて複合体の耐延焼性に及ぼす影響を確認する。

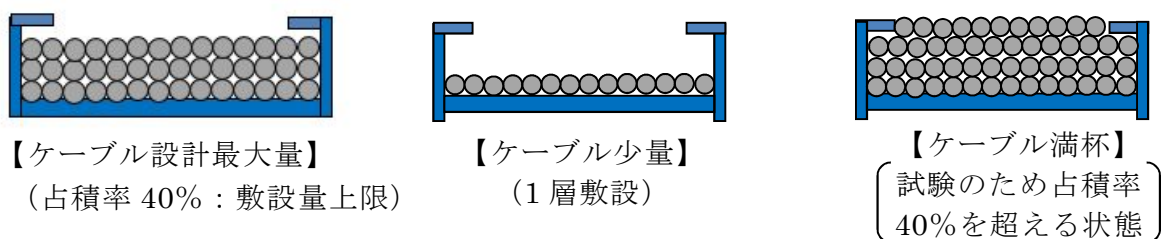
※：熱容量とは、任意の量の物質の温度を1℃上昇させるのに必要な熱量のことで、値が小さいほど加熱により温度上昇しやすい。熱容量は以下の式で表される。

$$C = m \times c$$

熱容量：C(J/K)，物質の質量：m(g)，比熱：c(J/g·K)

### (3) 実機模擬条件の選定結果

ケーブル敷設量は設計最大量，少量を選定する。なお，参考として，実機の非難燃ケーブル敷設量では存在しないが，満杯のケーブル敷設量にて影響を確認する。



第 2-7-1 図 ケーブル敷設量

#### 1.2.1.4 延焼防止材

##### (1) 延焼防止材の有無

既設ケーブルに延焼防止材が塗布されている箇所，されていない箇所があり，場所により延焼防止材の有無が存在する。

##### (2) 実機模擬条件の検討

延焼防止材は延焼を防止する目的のものであること及び延焼防止材が塗布された分，ケーブルの熱容量が増大し燃えにくくなることから，延焼防止材なしを選定することが妥当である。ただし，延焼防止材の経年劣化による難燃性能の低下が想定されることから，念のため，延焼防止材を熱・放射線にて加速劣化させた延焼防止材の酸素指数により変化を確認する。

###### a. 供試体



###### b. 熱，放射線加速劣化試験

- ・熱，放射線加速劣化

###### (a) 初期の酸素指数

延焼防止材の加速劣化試験前の酸素指数を測定する。

###### (b) 熱・放射線加速劣化

延焼防止材の経年劣化を模擬するため，熱・放射線劣化により酸素指数の変化を確認することを目的とし，40年，60年相当の加速劣化を実施する。試験条件を第2-7-3表に示し，試験方法の詳細を添付資料2-7別紙1に示す。

第 2-7-3 表 熱・放射線劣化試験条件

供試体	試験条件			
	想定年数	熱劣化		放射線劣化
		温度(°C)	時間(day)	放射線量※(kGy)
[ ]	40	140	8 日	500
	60		15 日	750

※放射線線量率は、10kGy/h 以下とする。

(c) 劣化後の酸素指数測定

熱と放射線による加速劣化後の延焼防止材の酸素指数を測定する。

c. 酸素指数による難燃性の評価

第 2-7-4 表に酸素指数測定結果を示す。第 2-7-4 表より、加速劣化前後で延焼防止材の酸素指数に低下はなく高い難燃性を有している。

第 2-7-4 表 延焼防止材の酸素指数測定結果

供試体	酸素指数測定結果		
	初期	40 年	60 年
[ ]	42.6	51.8	53.4

出典：ケーブル及び延焼防止材の難燃性劣化検証（平成 17 年 3 月：電力共同研究）

(3) 実機模擬条件の選定結果

第 2-7-4 表に示すとおり、加速劣化前後で延焼防止材の酸素指数に低下はなく、加速劣化後もケーブル材料であるビニル（酸素指数：25.3）と比較し高い難燃性を有していることから、延焼防止材を塗布していないケーブルを実機模擬条件に選定する。

### 1.2.1.5 埃（汚れ）

#### (1) 埃（汚れ）の付着

既設ケーブルにおいては長期間の使用により，埃（汚れ）が付着している。

#### (2) 実機模擬条件の検討

防火シート施工前にはケーブル及びケーブルトレイ内の清掃を実施するが，念のため，実機のケーブルトレイ内ケーブルからサンプリングした埃（汚れ）を，成分分析により燃焼に影響するものか確認する。

##### a. 供試体

実機からサンプリングした埃（汚れ）を供試体とする。第 2-7-5 表に供試体のサンプリング箇所を示す。

第 2-7-5 表 供試体のサンプリング箇所

No.	サンプリング箇所
1	原子炉建屋原子炉棟 3 階北側
2	原子炉建屋附属棟電気室
3	原子炉建屋原子炉棟 3 階南側

##### b. 試験方法

サンプリングした埃（汚れ）は，以下の装置を使って分析する。

- ・ SEM（走査型電子顕微鏡）
- ・ EDX（エネルギー分散型 X 線分析装置）

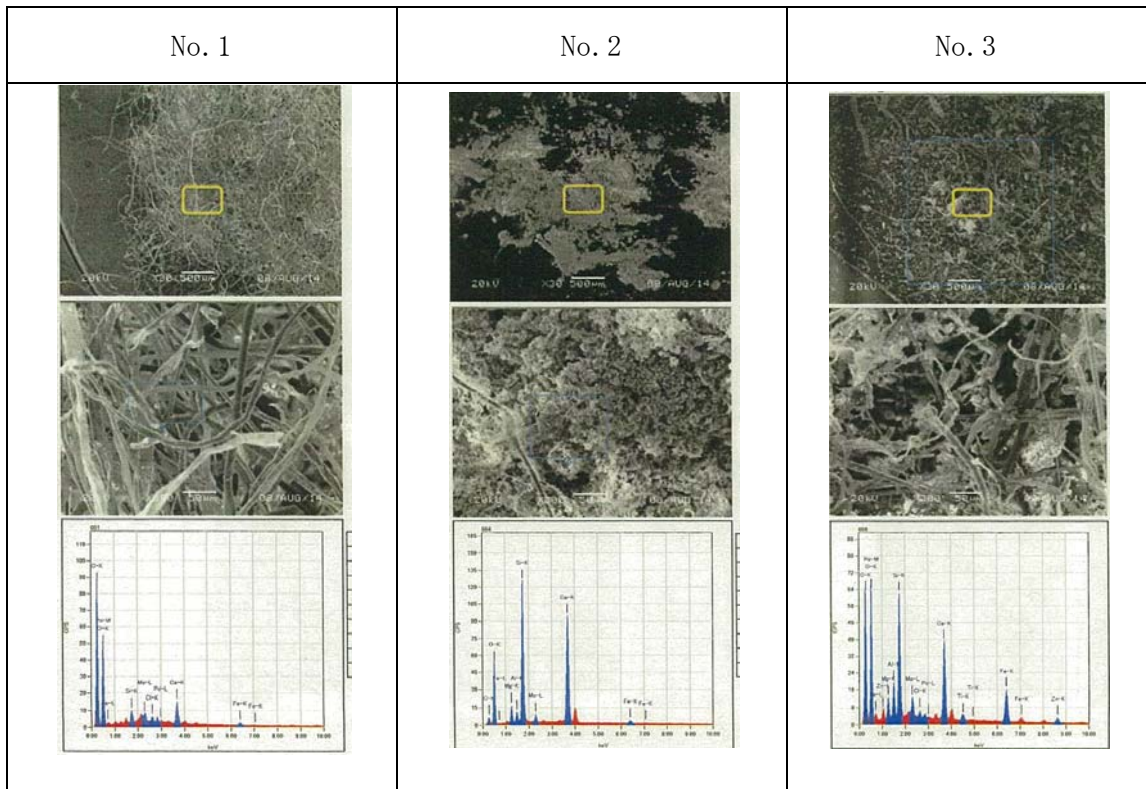
##### c. 試験結果

確認された成分と含有率を第 2-7-6 表に示す。

第 2-7-6 表 汚れ(埃)の成分分析結果(1/2)

サンプル No. 成分	No. 1	No. 2	No. 3	サンプル用 カーボンテープ
炭素	48	6	35	75
酸素	41	43	32	24
マグネシウム	—	2	1	—
アルミニウム	—	2	2	—
シリコン	1	15	5	—
塩素	1	—	1	—
カルシウム	4	26	7	—
チタン	—	—	1	—
鉄	2	2	9	—
亜鉛	—	—	3	—
モリブデン	2	4	3	—
パラジウム	1	—	1	1

第 2-7-6 表 汚れ(埃)の成分分析結果(2/2)



#### d. 評価

汚れによって燃焼に影響を与える成分として、含有量の多いカルシウムはコンクリートの成分であることを確認しており、他の成分は自然界や実機から発生するものであることを確認した。仮にプラスチックなどの配合剤であるマグネシウムを含んだ埃が一様に堆積したと想定しても、発熱量は  $24\text{kJ/g}$  であり、ケーブルの絶縁材である架橋ポリエチレンは約  $46\text{kJ/g}$  である。

ケーブルの構成材料の質量は埃（汚れ）の質量より圧倒的な割合を占めることから、ケーブルの発熱量に対する埃（汚れ）の発熱量は非常に小さく、ケーブル燃焼への影響はほとんどない。

#### (3) 実機模擬条件の選定結果

実機でサンプリングした汚れ（埃）の発熱量はケーブル材料の発熱量と比べ非常に小さく、複合体の耐延焼性にほとんど影響しないことから、埃が付着していないケーブルを実機模擬条件に選定する。

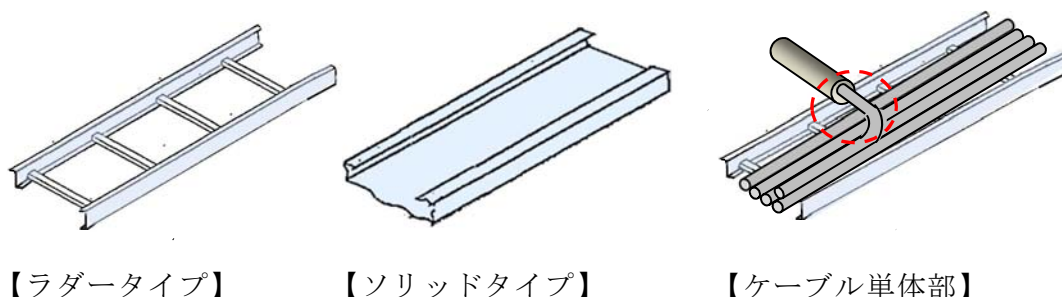


## 1.2.2 ケーブルトレイの実機模擬条件

### 1.2.2.1 トレイタイプ

#### (1) 形状

ケーブルトレイには、ケーブル積載面が開口した梯子状のラダータイプとケーブル積載面が板状で開口していないソリッドタイプがあり、このトレイ上にケーブルが敷設された形態又はケーブルトレイと電線管、盤の間でケーブルトレイ上に敷設されない形態が存在する。



第2-7-2 図 トレイタイプ

#### (2) 実機模擬条件の検討

ケーブルトレイのケーブル敷設面の開口有無により火炎からケーブルへの熱の伝達に差が生じ、耐延焼性に影響を与えることが想定されるが、ソリッドトレイは敷設面からの空気の供給がなく、溶けたケーブルに引火して落下し延焼する可能性もない。一方、ラダートレイは空気が供給される開口面を有することから延焼リスクが高い。また、ケーブルトレイから電線管部にはケーブル単体となる箇所が存在するが、電線管開口部は耐火シールを施すとともにトレイ敷設に比べ距離が短いため延焼の可能性は少ない。参考として、ケーブルと防火シートの組合せでの耐延焼性を確認する。

(3) 実機模擬条件の選定結果

ケーブルトレイはラダータイプを選定する。参考として、ケーブルトレイの有無の耐延焼性を確認する。

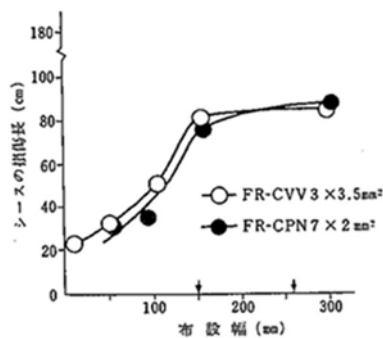
1.2.2.2 トレイサイズ（幅）

(1) 種類

ケーブルトレイ幅は 150mm から 750mm までのトレイ幅が存在し、トレイの幅の違いがある。

(2) 実機模擬条件の検討

- a. 外部の火災源からケーブルトレイに敷設されたケーブルへの熱伝導伝達(熱伝達)を想定した場合、トレイ幅が広がっても幅全体に対して火災源からの火炎が届くことが保守的である。実機模擬試験ではバーナを火災源とすることから、バーナ幅に見合うトレイ幅を選定することで上記条件に合致させることができる。
- b. 電気学会技術報告によると、垂直トレイ燃焼試験においてケーブル間隔を  $1/2d$ （直径の半分）に統一し、ケーブル敷設幅を変化させてケーブル損傷長を比較した結果、概ねケーブルの敷設幅が 150mm で損傷長が飽和を示している。よって、トレイ幅が 150mm 以上であれば耐延焼性を確認する上で差異はないものと考えられる。



出典：電気学会技術報告（Ⅱ部）第139号 原子力発電用電線・ケーブルの環境試験ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案 昭和57年11月 電気学会

第2-7-3 図 ケーブル敷設幅と損傷長の関係

(3) 実機模擬条件の選定結果

IEEE383 垂直トレイ燃焼試験では約300mm幅のバーナを使用することを踏まえ、トレイ幅は300mmを実機模擬条件に選定する。

1.2.2.3 トレイサイズ（高さ）

(1) 種類

ケーブルトレイの高さは120mmの1種類である。

(2) 実機模擬条件の選定結果

トレイ高さは120mmを実機模擬条件に選定する。

1.2.2.4 トレイ設置方向

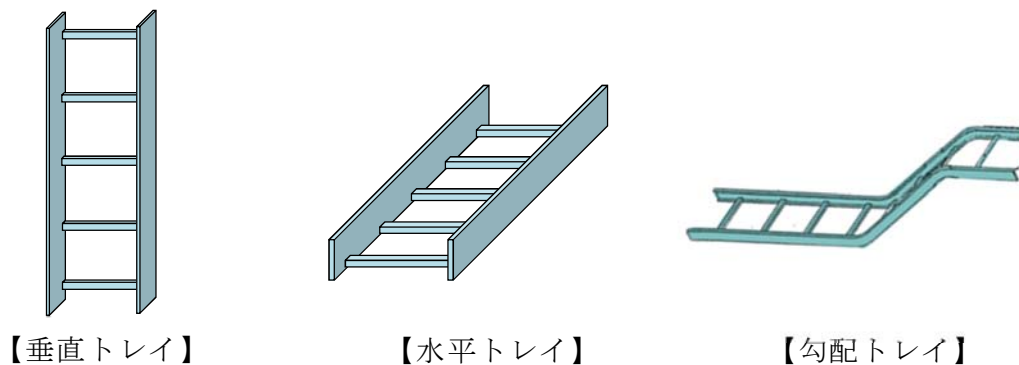
(1) ケーブルトレイの方向

ケーブルトレイが設置される方向には、垂直、水平及び勾配が存在している。

## (2) 実機模擬条件の検討

火災の延焼が広がる速度が最も速いのは火炎が真っ直ぐ上に延びる垂直方向であることから、垂直設置を選定することが保守的である。また、難燃ケーブルは垂直方向で耐延焼性を確認していることを踏まえ、比較のためにも垂直設置を選定する。

なお、勾配設置は水平設置ケーブルトレイ間の僅かな段差を繋ぐ際に用いるため、距離が短く、かつ火炎が上に延びることを考慮すると垂直設置に代表性があるといえる。



第 2-7-4 図 ケーブルトレイ設置方向

## (3) 実機模擬条件の選定結果

最も延焼が広がる速度が速い垂直トレイを実機模擬条件に選定する。

### 1.2.2.5 ケーブル敷設形態

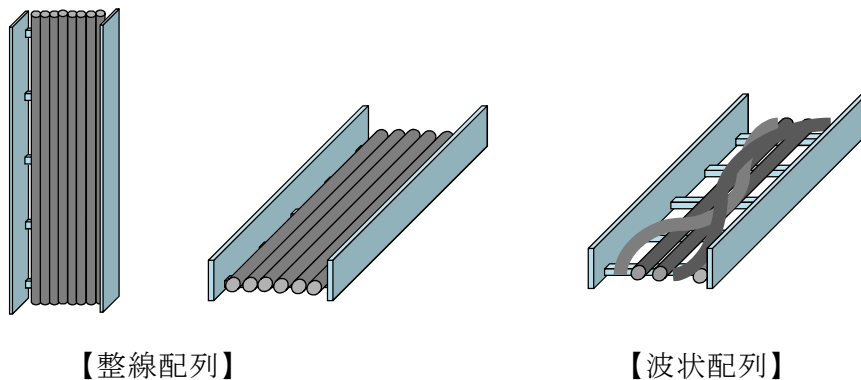
#### (1) ケーブルの状態

ケーブルトレイに敷設されるケーブルの形態には、整線され隙間がない形態と隙間がある形態（波状）が存在する。

## (2) 実機模擬条件の検討

1.2.2.4項に示すとおり、火災の延焼速度を考慮すると、垂直トレイに敷設するのが最も延焼が速い形態である。垂直トレイにケーブルを敷設する際、ケーブルは重力により整線された状態を保つことから、敷設形態としては整線された形態を選定する。

一方、ケーブルに隙間がある形態（波状）で敷設されることがあるのは、水平トレイに敷設された場合であり、延焼の速度は垂直トレイと比較して遅い。また、波状の形態はケーブル間に隙間があり、防火シートからの熱伝導（熱伝達）が悪くなるとともに延焼防止材が施工されていることから、水平トレイは整線形態における延焼への影響を確認する。



第 2-7-5 図 ケーブルの配列

## (3) 実機模擬条件の選定結果

垂直トレイではケーブルは重力で整線形態が保たれることから、整線形態を実機模擬条件に選定する。なお、水平トレイでの延焼への影響についても確認する。

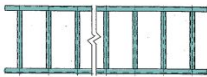

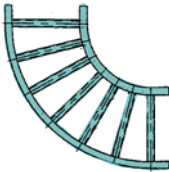
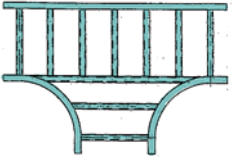
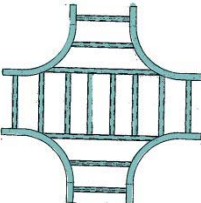

### 1.2.2.6 トレイ形状

#### (1) 種類

ケーブルトレイの形状は、直線形、T字形等、様々なトレイ形状が存在する。

#### (2) 実機模擬条件の検討

トレイの形状は第 2-7-6 図に示すように、直線形、L字形、S字形、T字分岐形、十字分岐形、傾斜形の 6 種類に整理できる。延焼が広がる速度が最も速いのは火炎が真上に直線状に延びる場合であるため、直線形を垂直にした状態が他のトレイ形状を包括しているといえる。また、難燃ケーブルは垂直方向で耐延焼性を確認していることを踏まえ、比較のためにも垂直トレイを選定する。

トレイ形状	構造 (例)	トレイ形状	構造 (例)
直線形		傾斜形	
L字形		T字分岐形	
十字分岐形		S字型	

第 2-7-6 図 トレイ形状

(3) 実機模擬条件の選定結果

火炎が最も速く広がる直線形の垂直トレイを実機模擬条件に選定する。

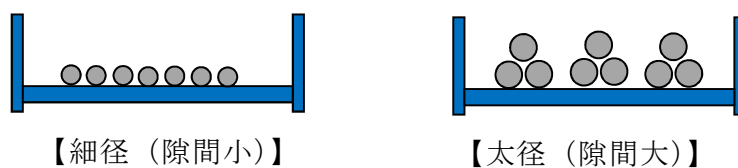
1.2.2.7 ケーブルの組合せ

(1) ケーブルサイズ

ケーブルトレイに敷設されているケーブルには、様々なサイズの組合せが存在している。

(2) 実機模擬条件の検討

実機では、様々なケーブルのサイズが存在しているが、ケーブルの単位面積にバーナから与えられる熱量は一定であることから、熱容量が小さい細径のケーブルが集合している方が燃えやすい。一方、異なるサイズが混在する場合は、ケーブル間に隙間が発生し、その隙間が耐延焼性に影響する可能性がある。このため、本文 3.4.5 でケーブル種類毎の性能比較評価の中で、同じケーブル種類の外径の小さいケーブルと外径の大きいケーブルにより、比較評価する。



第 2-7-7 図 ケーブルの組合せ

(3) 実機模擬条件の選定結果

ケーブル種類における評価から、外径の小さいケーブルのみが集合したものを選定する。

### 1.2.3 防火シートの実機模擬条件

#### 1.2.3.1 防火シートのずれ

##### (1) 防火シートの状態

複合体に外力が加わった場合の防火シートのずれを想定する。

##### (2) 実機模擬条件の検討

防火シートは具体的設計として、想定される外力ではケーブルが露出しないことを確認したものを採用することから、防火シートのずれによりケーブルが露出することは想定されないため、ケーブルが防火シートで覆われた状態を実機模擬条件に選定する。

ただし、ケーブルが露出する事象については、不完全性として添付資料 1-12 に記載する

##### (3) 実機模擬条件の選定結果

ケーブルが防火シートで覆われ、防火シートにずれのない状態を実機模擬条件に選定する。

#### 1.2.3.2 防火シートの隙間

##### (1) 隙間

複合体の防火シートとケーブルの隙間を想定する。

##### (2) 実機模擬条件の検討

防火シートの施工は極力防火シートとケーブルを密着させて施工するが、トレイの形状により防火シートとケーブルの隙間には不確かさが生じる。そのため、複合体内部の空気量を最大とした場合の隙間はケーブルの量で変わることから、ケーブル敷設量に包絡される。なお、防火シートは具体的設計として、想定される外力では、結束ベルト及びファイアストップが外れないことを確認したものを採用する。



(3) 実機模擬条件の選定結果

防火シートの施工は極力防火シートとケーブルを密着させて施工するが、トレイの形状により防火シートとケーブルの隙間には不確かさが生じるため、隙間がある状態を実機模擬条件とする。(ケーブル敷設量で包絡されるため防火シートのばらつきに選定しない。)

1.2.3.3 防火シートの傷

(1) 防火シートの状態

複合体に外力が加わった場合の防火シートの傷を想定する。

(2) 実機模擬条件の検討

防火シートは具体的設計として、想定される外力ではケーブルが露出しないことを確認したものを採用することから、防火シートに傷ができケーブルが露出することは想定されないため、防火シートに傷がない状態を実機模擬条件に選定する。

ただし、ケーブルが露出する事象については、不完全性として添付資料1-12に記載する。

(3) 実機模擬条件の選定結果

防火シートに傷がない状態を実機模擬条件に選定する。

1.2.3.4 ファイアストッパの有無

(1) ファイアストッパの設置

ファイアストッパの設置の有無を想定する。

(2) 実機模擬条件の検討

複合体の設計として、延焼の可能性のあるトレイ設置方向にはファイアストッパを設置する。このため、加熱源により、シート面の状況が異

なることから、ファイアストップの有無を実機模擬試験条件に選定する。念のため、ファイアストップと加熱源の距離を変化させた延焼性を確認する。

(3) 実機模擬条件の選定結果

ファイアストップの有無を実機模擬条件に選定する。念のため、ファイアストップと加熱源の距離を変化させた延焼性を確認する。

1.2.4 試験条件の選定結果

1.2.1.1～1.2.3.4 項にて選定した実機模擬条件を第 2-7-7 表に示す。

第 2-7-7 表 実機模擬条件の選定結果(1/2)

構成部品	実機の状態		実機模擬条件の選定結果
	種類・サイズ	構成材料は 1 種類だが、複数の種類（回路種別）、複数のサイズが存在する。	
ケーブル	使用期間	プラント運転開始以降、長期間使用している。	損傷長が長く、発火性及び延焼リスクが高い非難燃ケーブルを選定する。
	敷設量	使用箇所により、ケーブル敷設量に変化する。	ケーブルの絶縁材及びシース材は、経年劣化の傾向として燃えにくくなることから、新品ケーブルを選定する。
ケーブルトレイ	延焼防止材	使用箇所により、ケーブル敷設量に変化する。	ケーブル敷設量が耐延焼性に及ばず影響を確認するため、少量敷設、設計最大敷設の 2 種類の敷設量を選定する。参考として満杯敷設による影響を確認する。
	埃	延焼防止材が塗布されている箇所、塗布されていない箇所が存在する。	延焼防止材は、加速劣化後も高い難燃性を有していることから、延焼防止材を塗布していないケーブルを選定する。
ケーブルトレイ	トレイタイプ（トレイ有無）	長期間の使用により、可燃物である埃が付着している。	実機でサンプリングした埃の成分の発熱量はケーブルの発熱量と比べ非常に小さく、耐延焼性にほとんど影響しないことから、埃が付着していないケーブルを選定する。
	トレイサイズ（幅）	基本的に使用するラダータイプと計装ケーブルを敷設するソリッドタイプが存在。また、電線管等からトレイへ入線部などケーブル単体の状態が存在する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>トレイタイプは火災を遮らないラダータイプを選定し、ケーブルトレイごと防火シートを施工する</li> <li>ケーブル単体での敷設は距離が短く延焼の可能性は少ないためケーブルトレイ敷設を選定する。参考として、ケーブルに直接、防火シートを巻き確認する。</li> </ul>

第 2-7-7 表 実機模擬条件の選定結果 (2/2)

構成品	実機の状態		実機模擬条件の選定結果
	トレイサイズ (高さ)	非難燃性ケーブルを敷設するトレイは 120mm の高さのみ。	
ケーブルトレイ	トレイ設置方向	垂直, 水平及び勾配が存在する。	トレイ高さ 120mm を選定する。
	ケーブル敷設形態	整線, 波状の形態が存在する。	最も延焼が広がる速度が速い垂直トレイを選定する。
防火シート	トレイ形状	直線形, L 字形等, 様々なトレイ形状が存在する。	垂直トレイではケーブルは重力で整線形態となることから, 整線形態を選定する。念のため, 水平トレイにおいても, 防火シートからケーブルへの熱伝導 (熱伝達) が良い整線形態での延焼への影響を確認する。
	ケーブルの組合せ	ケーブルには, 様々なサイズの組合せが存在する。	火炎が最も速く広がる直線形の垂直トレイを選定する。
	シートのずれ	外力が加わった場合の防火シートのずれを想定する。	ケーブルの種類 (回路種別) で熱容量の小さい細径ケーブルのみが集合したものを選定する。念のため, 太径ケーブルのみが集合したものと比較する。
	シートの隙間	防火シートの隙間を想定する。	ケーブルが防火シートで覆われた状態を実機模擬条件に選定する。
	シートの傷	外力が加わった場合の防火シートの傷を想定する。	トレイの形状により防火シートとケーブルの隙間には不確かさが生じるため, 隙間がある状態とする (ケーブル敷設量による隙間の変化で包絡される。)
	ファイアストップ	ファイアストップの有無を想定する。	防火シートに傷がない状態を実機模擬条件に選定する。
	ファイアストップ	ファイアストップの有無を想定する。	ファイアストップ設置の有無を実機模擬条件に選定する。念のため, ファイアストップと加熱源の距離を変化させて確認する。

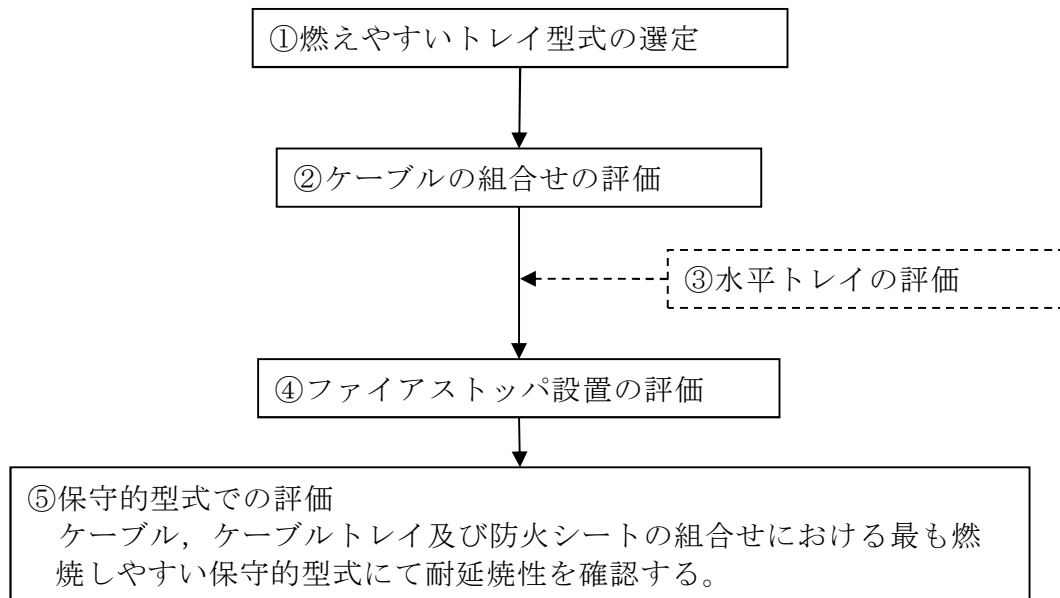
### 1.3 実機模擬試験の実施

1.2.4 項で選定した組合せに対する実機模擬条件は、ケーブル及びケーブルトレイごとに選定している。実機ではケーブル、ケーブルトレイ及び防火シートを組合せた複合体となるため、実機模擬条件の保守的な組合せにおいても、複合体の損傷長が難燃ケーブルよりも短いことの関係性が保たれていることを確認する。

そのため、下記の通りケーブル及びケーブルトレイごとの実機模擬試験条件を組合せて実機模擬試験を実施する。

- (1) トレイとケーブルの組合せとして、ケーブルトレイタイプ及びケーブル敷設量の組合せを考慮して実機模擬試験を行う。試験結果からケーブルトレイに関する最も燃えやすい組合せを選定する。参考としてケーブル単体の形態を確認する。
- (2) (1)項のトレイとケーブルの組合せに対して、設計最大量敷設時のケーブル組合せを踏まえた実機模擬試験を行う。この結果から最も保守的なケーブル、ケーブルトレイの組合せを選定し、複合体の損傷長が難燃ケーブルよりも短いことの関係性が保たれていることを確認する。
- (3) 水平トレイにおける実機模擬試験を行い、保守的なトレイ設置方向を確認する。なお、参考として波状敷設の形態を確認する。
- (4) ファイアストップの有無における実機模擬試験を行い、複合体の損傷長への影響を確認する。

上記の実機模擬試験の実施に係る保守的型式の決定フローを第 2-7-8 図に示す。また、各項目の詳細を以下に記載する。



第 2-9-8 図 実機模擬試験の実施に係る保守的型式の決定フロー

① 最も燃えやすいトレイ型式の選定

トレイタイプ及びケーブル敷設量(設計最大量, 少量)を組合せた保守的な条件により実機模擬試験を行う。その結果から最も燃えやすいトレイ型式を選定する。

② ケーブル組合せの評価

各ケーブル組合せ(細径のケーブルのみが集合したもの, 太径のケーブルのみが集合したもの)において, ①から選定された最も燃えやすい条件による実機模擬試験を行う。その結果から最も燃えやすいケーブル組合せを選定する。

③ 水平トレイにおけるケーブル敷設形態の評価

水平トレイにおけるケーブル敷設形態(整線)を条件とした保守的な実機模擬試験を行う。

ケーブル敷設形態の違いによる耐延焼性への影響を評価するとともに、敷設方向が垂直であることが燃えやすい条件であることを確認する。

④ ファイアストップ設置の評価

ファイアストップ設置の有無を条件とした保守的な実機模擬試験を行う。ファイアストップによりシートとケーブル間の空間が異なることから、ファイアストップと加熱源の距離により、複合体への影響を確認する。

⑤ 保守的型式での評価

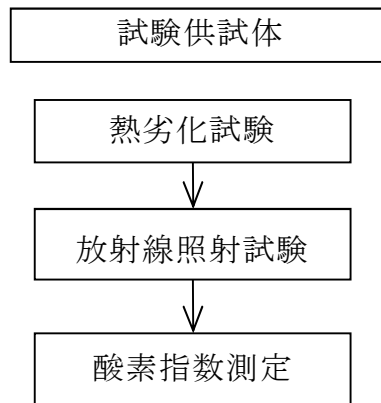
①～④項にて決定するケーブル、ケーブルトレイ及び防火シートの組合せにおける最も燃焼しやすい保守的型式にて実機模擬試験を行い、保守的型式においても損傷長が難燃ケーブルよりも短いことで、難燃ケーブルとの関係性及び耐延焼性が保たれていることを確認する。

複合体の耐延焼性の確認として、ファイアストップは内部発火を想定したものであるが、外部の火災においても耐延焼性が保たれていることを確認する。

## 熱・放射線加速劣化試験方法

## 1. 試験概要

本試験は電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号「原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼試験方法に関する推奨案」に基づき、60年相当の熱及び放射線を重畳させた劣化試験を実施、酸素指数測定により難燃性能を確認する。試験手順を第1図に示す。



第1図 熱・放射線による耐久試験の手順

## 2. 試験条件

## (1) 熱劣化試験

加速熱劣化条件をアレニウス法により求め、試験日数を算出する。

## (2) 放射線照射試験

放射線量(積算)は、学会推奨案40年相当での放射線照射量である500kGy(10kGy/h以下)を試験年数相当に換算する。

## 3. 判定基準

酸素指数を測定し初期特性から低下していないことを確認する。



## ケーブル種類毎の性能確認方法と確認結果

## 1. 目的

実機で使用している非難燃ケーブルに防火シートを施工した複合体に対して耐延焼性の試験を実施し、燃え止まることを確認する。

## 2. 供試体

実機で使用されているケーブルのうち、保守的に代表性を考慮して試験対象ケーブルを抽出し、本文 2.1.2(4)項で選定するケーブル全てを供試体とする。防火シートについては、トレイ上のケーブルに対して一括してシートを巻く施工(少量敷設)とする。供試体の種類を第 2-8-1 表に示す。また、第 2-8-1 表の供試体において性能比較評価を行った結果、ケーブルの損傷長に差がない場合は、ケーブルの損傷長に差がなかったケーブルを設計最大量敷設にして性能比較評価を行う。

第 2-8-1 表 供試体の種類

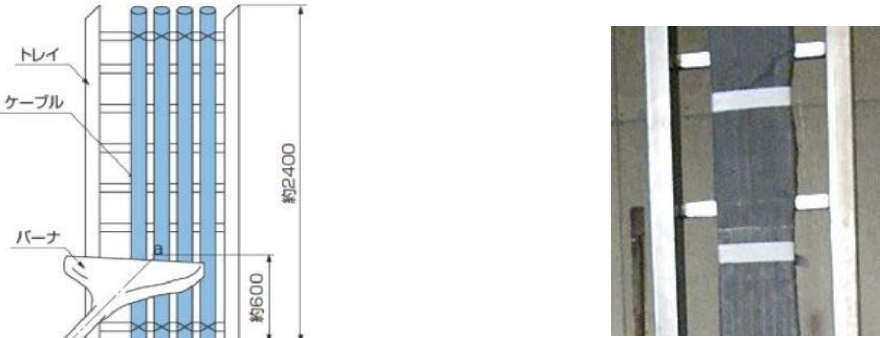
ケーブル種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	外径 (mm)
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5
	架橋ポリエチレン	ビニル	19 (41) ※

※：トリプレックス型：( )外は単芯外形，( )内は 3 本より合わせ外径を示す。

### 3. 試験方法及び判定基準

難燃ケーブルの耐延焼性試験の燃焼条件に準拠した方法による。試験方法については、第 2-8-2 表に示す。

第 2-8-2 表 ケーブル種類毎の性能確認試験の概要

<p>試験体の据付例</p>	 <p>単位：mm</p> <p>【防火シート施工後】</p>
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>熱量</p>	<p>20kW</p>
<p>加熱時間</p>	<p>20 分</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。</li> </ul>
<p>試験回数</p>	<p>3 回</p>
<p>判定基準</p>	<p>燃え止まること。</p>

### 4. 試験結果

試験結果のまとめを第 2-8-3 表に，試験結果の詳細を第 2-8-4 表に示す。

第 2-8-3 表 ケーブル回路種別の耐延焼性確認試験の結果


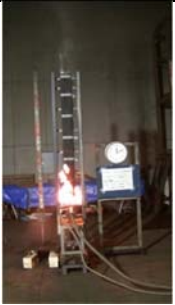












ケーブル種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	ケーブル外径 (mm)	最大損傷 長平均 (mm)	シート間 重ね代 (mm)	判定 結果
計装 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	9.5	763	100	良
制御 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	9.9	840	100	良
低圧電力 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	14.5	800	100	良
			19(41) <sup>※2</sup>	595	100	良

※2：トリプレックス形：( )外は単芯外形，( )内は3本より合わせ外径を示す。




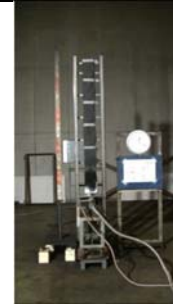







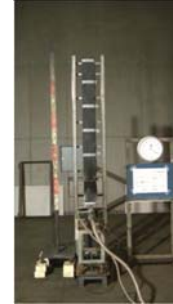


## 5. 評価

複合体が燃え止まり耐延焼性を有することを確認した。

第 2-8-4 表 ケーブル種類毎の性能確認試験結果の詳細 (1/4)


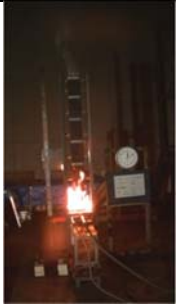


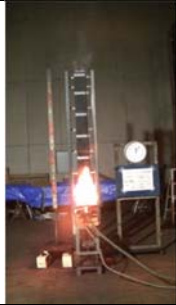
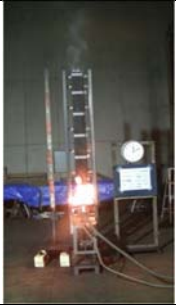








No	ケーブルの種類		計装ケーブル, ケーブル外径 : 9.5mm	
	防火シートの施工		シート重ね代 : 100mm, ベルト間隔 : 300mm	
	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後
1				
	損傷距離 : シート (炭化:540mm), シース (溶融:740mm)			判定
2				
	損傷距離 : シート (炭化:630mm), シース (溶融:760mm)			判定
3				
	損傷距離 : シート (炭化:600mm), シース (溶融:790mm)			判定
シートの状況			ケーブルの状況	
				

第 2-8-4 表 ケーブル種類毎の性能確認試験結果の詳細 (2/4)


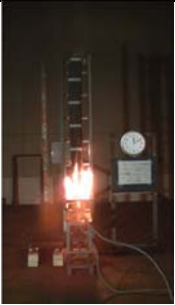












	ケーブル種類		制御ケーブル, ケーブル外径 : 9.9mm		
	防火シートの施工		シート重ね代 : 100mm, ベルト間隔 : 300mm		
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後	
1					
	損傷距離 : シート (炭化:600mm), シース (熔融:780mm)				判定
2					
	損傷距離 : シート (炭化:580mm), シース (熔融:780mm)				判定
3					
	損傷距離 : シート (炭化:650mm), シース (熔融:960mm)				判定
シートの状況			ケーブルの状況		
					



第 2-8-4 表 ケーブル種類毎の性能確認試験結果の詳細 (3/4)

		ケーブル種類	低圧電力ケーブル，ケーブル外径：14.5mm		
		防火シートの施工	シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm		
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後	
1					
	損傷距離：シート(炭化:520mm)，シース(熔融:740mm)				判定
2					
	損傷距離：シート(炭化:540mm)，シース(熔融:810mm)				判定
3					
	損傷距離：シート(炭化:580mm)，シース(熔融:850mm)				判定
シートの状況			ケーブルの状況		
					

第 2-8-4 表 ケーブル種類毎の性能確認試験結果の詳細 (4/4)

	ケーブル種類		低圧電力ケーブル, ケーブル外径: 19 mm		
	防火シートの施工		シート重ね代: 100mm, ベルト間隔: 300mm		
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後	
1					
	損傷距離: シート(炭化:550mm), シース(熔融:635mm)				判定
2					
	損傷距離: シート(炭化:510mm), シース(熔融:510mm)				判定
3					
	損傷距離: シート(炭化:520mm), シース(熔融:640mm)				判定
シートの状況			ケーブルの状況		
					

## 代表ケーブルの選定方法と選定結果

## 1. 目的

実機で使用している非難燃ケーブルに対し、防火シートを施工した複合体に対して耐延焼性の試験を実施し、実機を代表する試験ケーブルの選定を行う。

## 2. 供試体

本文 2.1.2(4)項で選定し、少量敷設による複合体の耐延焼性を実施した結果、損傷距離に大差がなかった制御ケーブルと低圧電力ケーブル（外径：14.5mm）を供試体とする。防火シートについては、実機施工を考慮して、ケーブルトレイとケーブルに対して一括して巻いた複合体とし、ケーブル敷設量は設計最大量とする。供試体について第 2-9-1 表に示す。

第 2-9-1 表 供試体の種類

形態	ケーブル種類 (回路種別)	ケーブル材料		外径 (mm)	ケーブル量
		絶縁材	シース材		
複合体	制御 ケーブル	架橋ポリ エチレン	ビニル	9.9	設計最大量
複合体	低圧電力 ケーブル	架橋ポリ エチレン	ビニル	14.5	設計最大量

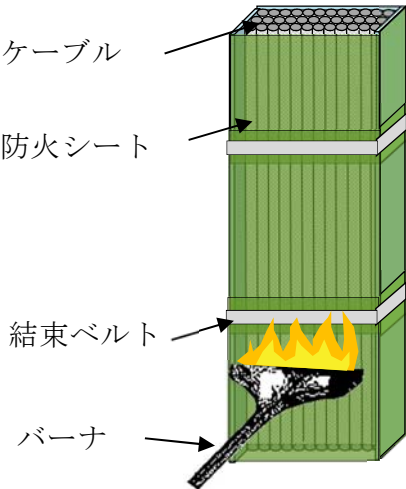


### 3. 試験方法及び判定基準

少量敷設の耐延焼性試験で実施した燃焼条件に準拠した方法による。

試験概要について、第 2-9-2 表に示す。

第 2-9-2 表 実機状態を模擬した垂直トレイ燃焼試験の概要

試験体の 据付例	
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
熱量	20kW
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し、20 分経過後、バーナの燃焼を停止し、ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。

### 4. 試験結果

耐延焼性試験（垂直トレイ燃焼試験）によるケーブル損傷長を比較した結果、制御ケーブルに比べ、低圧電力ケーブルの損傷長が長いことを確認した。損傷長比較結果を第 2-9-3 表に、試験結果の詳細を第 2-9-4 表に示す。










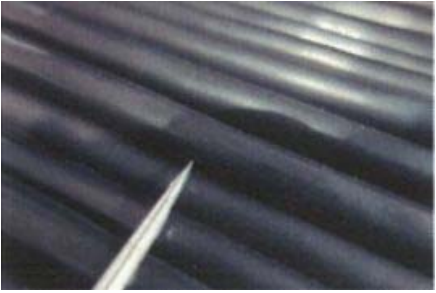
第 2-9-3 表 垂直トレイ燃焼試験による損傷長比較結果

ケーブル種類	絶縁材	シース材	ケーブル外径 (mm)	最大損傷長平均 (mm)	シート間重ね代 (mm)	比較結果
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	635	100	—
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	663	100	選定













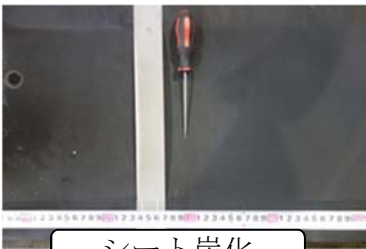

5. 代表ケーブルの選定

4 項の試験結果を踏まえ、複合体の構成品として、ケーブルは低圧電力ケーブル（外径：14.5mm）を代表に選定する。

第 2-9-4 表 実機模擬ケーブルの性能比較試験結果の詳細 (1/2)

		ケーブル種類	制御ケーブル, ケーブル外径 : 9.9mm		
		防火シートの施工	シート重ね代 : 100mm, ベルト間隔 : 300mm		
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後	
1					
	損傷距離 : シート (炭化:670mm), シース (熔融:670mm)			判定	良
2					
	損傷距離 : シート (炭化:670mm), シース (熔融:600mm)			判定	良
シートの状況			ケーブルの状況		
					

第 2-9-4 表 実機模擬ケーブルの性能比較試験結果の詳細 (2/2)

	ケーブル種類		低圧電力ケーブル, ケーブル外径: 14.5mm		
	防火シートの施工		シート重ね代: 100mm, ベルト間隔: 300mm		
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後	
1					
	損傷距離: シート(炭化:680mm), シース(溶融:600mm)				判定
2					
	損傷距離: シート(炭化 680mm), シース(溶融:690mm)				判定
3					
	損傷距離: シート(炭化:700mm), シース(溶融:700mm)				判定
シートの状況 (No. 3)			ケーブルの状況 (No. 3)		
 <p>シート炭化</p>			 <p>シース溶融</p>		

供試体の仕様と試験条件設定の考え方

1. 供試体仕様

複合体構成品		複合体の外部の火災（熱の遮断に着目した仕様）		複合体の内部の火災（酸素量の抑制に着目した仕様）	
		構成品選定の考え方	供試体	構成品選定の考え方	供試体
種類・サイズ	高圧電力，低圧電力，計装，制御	燃焼試験に基づく損傷長の長いケーブル	低圧電力ケーブル 外径 14.5mm	燃焼試験に基づく損傷長の長いケーブル	低圧電力ケーブル 外径 14.5mm
使用期間	新品，旧品	燃え易い状態(酸素指数小)	新品	燃え易い状態(酸素指数小)	新品
延焼防止材	有，無	熱がケーブルに直接伝わる状態	無	燃え易い状態	無
埃	有，無	発熱量は小さくケーブル燃焼に影響しないことを評価済	無	発熱量は小さくケーブル燃焼に影響しないことを評価済	無
敷設状態	整線，波状	垂直トレイ：自重で整線 水平トレイ：熱が伝わり易い状態	垂直：整線 水平：整線	垂直トレイ：自重で整線 水平トレイ：空気を取り入れ易い状態 (整線状態で供試体両端を開放) 極端な波状は参考	垂直：整線 水平：整線 波状（参考）
型式	ラダー，ソリッド，トレイ無	熱が伝わり易いトレイ形式 (ソリッドは金属により熱が拡散)	ラダー	空気を取り入れ易いトレイ形式 (開口が多い方)	ラダー
サイズ(幅)	150mm～750mm	難燃ケーブルと比較するため同サイズ	300mm	外部の火災と比較のため同じ条件 (難燃ケーブルと比較できないため)	300mm
形状	直線，傾斜，L字，S字，十字分岐，T字分岐	バーナの炎が延びる形状	直線形状	空気の流れが妨げられない形状	直線形状
ケーブル					
ケーブルトレイ					

## 2. 試験条件

試験条件		複合体の外部の火災		複合体の内部の火災	
		試験条件	試験条件選定の考え方	試験条件	試験条件選定の考え方
ケーブル敷設量 (ケーブル/シート隙間)	設計最大量 (隙間小) 少量 (隙間大) 満杯 (隙間無)	隙間による影響を確認するため、3種類のケーブル敷設量	設計最大量 少量 満杯	可燃物量の多い敷設量	満載
	垂直 勾配 45° 水平	延焼し易い設置方向	垂直 水平 (参考)	延焼し易い設置方向	垂直 勾配 45° 水平 (参考)
ファイアストッパ	有/無	水平トレイを包絡する条件及び効果の確認	垂直 : 有/無	必要性及び効果の確認	垂直 : 有/無
バーナとファイアストッパの距離		距離による伝熱の影響を確認	近距離 中距離 長距離	ケーブルを直接燃焼させるため、バーナ位置は次のシート端部の直下で固定	1,075mm
バーナ熱量	20kW 30kW	難燃ケーブルと損傷長を比較するため同一条件 (IEEE383)	20kW 30kW (参考)	着火に十分な熱量	20kW

## 実機火災荷重を考慮した防火シートの限界性能試験

## 1. 目的

防火シートの遮炎性が確保される範囲（限界性能）を確認する。

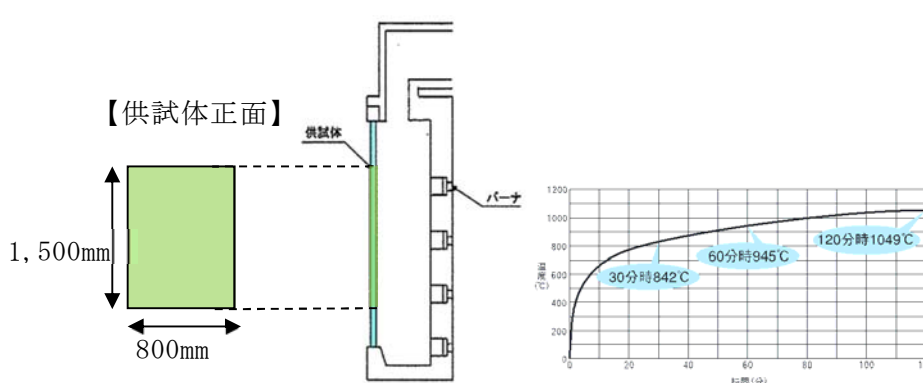
## 2. 供試体

防火シート(プロテコ®シート-P2・eco)

## 3. 試験方法

建築基準法に規定されている指定性能評価機関が定めた遮炎性試験を基にした加熱試験により、防火シートに火炎等を通るき裂等の損傷及び隙間が生じる温度を確認する。試験の概要を第 3-1-1 表に示す。

第 3-1-1 表 防火シート限界性能試験の概要

<p>試験装置 概要</p>	 <p>【供試体正面】</p> <p>1,500mm</p> <p>800mm</p> <p>供試体</p> <p>バーナ</p> <p>【ISO834 加熱曲線】</p> <p>30分時842°C</p> <p>60分時945°C</p> <p>120分時1049°C</p>
<p>試験内容</p>	<p>・ ISO834加熱曲線で加熱し、防火シートに火炎等を通るき裂等の損傷及び隙間が生じる温度を確認する。</p>

#### 4. 試験結果

ISO834の加熱曲線の70分間（試験設備の限界）加熱を行ったが、防火シートに火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間は生じない。

試験結果を第3-1-2表に示す。

#### 5. 防火シートの限界性能と東海第二の火災荷重の比較

##### (1) 遮炎性試験時の加熱量

試験時のバーナ平均熱量	500	kW/sec
供試体（防火シート）面積	1.2	m <sup>2</sup>
単位面積当たり（1m <sup>2</sup> ）の熱量	416.7	kW/m <sup>2</sup>
	1,500	MJ/m <sup>2</sup>

##### (2) 火災区画における最大火災荷重（潤滑油漏洩による火災想定）

火災区画	LPCS ホンブ° 室
火災荷重	286MJ/m <sup>2</sup>

なお、自動消火設備が設置されている部屋は対象外とした。


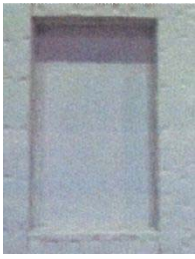







#### 6. 評価

ISO834の加熱曲線の70分間加熱を行い、防火シートに火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間が生じないことを確認した。

また、火災区画の補機火災で想定される最大火災荷重に対し、試験時のバーナによる熱量は十分大きいため、防火シートは外部の火災に対し十分な遮炎性能を有することも確認した。



第 3-1-2 表 防火シートの限界性能評価結果詳細

供試体：防火シート(プロテコ®シート-P2・eco)			
試験条件：IS0834 に則る加熱曲線での加熱			
加熱面			
試験前		試験後	
			
加熱時間 (分)			
10	20	30	40
			
50	60	70	/
			/
加熱温度 968℃まで加熱したが防火シートに損傷及び隙間が生じない			

## 防火シート重ね部の遮炎性試験

### 1. 目的

防火シート重ね部が複合体内部の火炎を遮る性能を有していることを確認する。

### 2. 供試体

施工要領に準じて施工した防火シート重ね部

- ・防火シート(プロテコ®シート-P2・eco)

### 3. 試験方法及び判定基準

建築基準法に規定されている指定性能評価機関が定めた試験方法，判定基準による。

試験の概要を第 3-2-1 表に示す。

第 3-2-1 表 遮炎性試験の概要

<p>試験装置 概要</p>	
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・加熱炉に供試体設置する。</li> <li>・ISO834 加熱曲線となるように 20 分間加熱する。</li> </ul>
<p>判定基準</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・火炎が通るき裂等の損傷及び隙間を生じないこと</li> <li>・非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎がないこと</li> <li>・非加熱面に 10 秒を超えて連続する火炎の噴出がないこと</li> </ul>

4. 試験結果

試験結果は第 3-2-2 表のとおりである。

また、実証試験の詳細は第 3-2-3 表のとおりである。

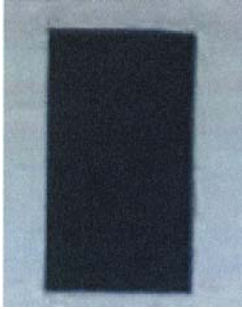

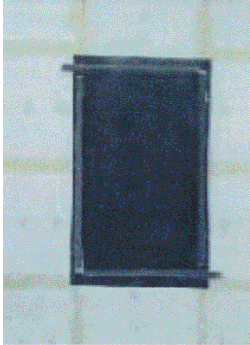
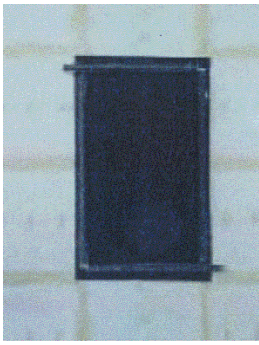
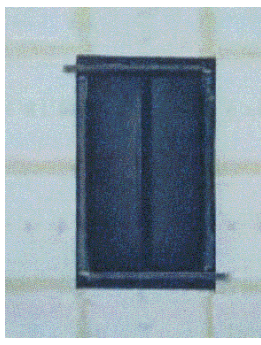
5. 評価

防火シート重ね部は複合体内部の火炎を遮る性能を有している。

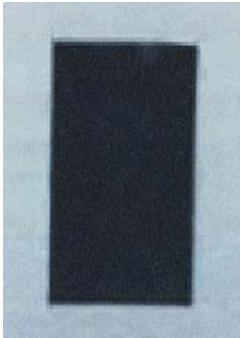
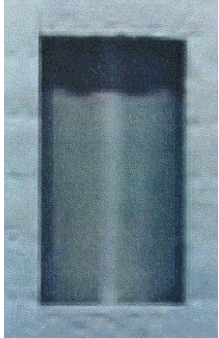
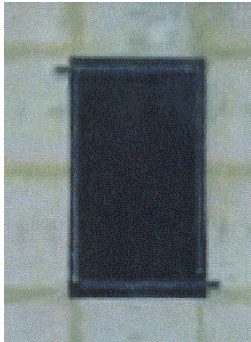
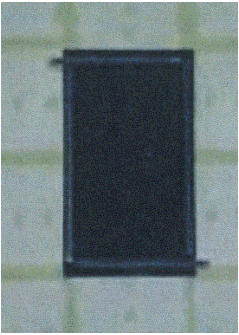

第 3-2-2 表 遮炎性試験結果

No	火炎が通るき裂等の 損傷及び隙間	非加熱面で 10 秒を超 えて継続する発炎	非加熱面へ 10 秒を 超えて連続する火 炎の噴出	判定 結果
1	無	無	無	良
2	無	無	無	良

第 3-2-3 表 遮炎性試験結果詳細 (1/2)

供試体：防火シート重ね部（プロテコ®シート-P2・eco）					
試験条件：ISO834 に則る加熱曲線での加熱					
No	加熱面			判定 結果	
	試験前	試験後			
1					良
	加熱時間 (min)				
	1	10	15		
					
					
	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間			無	
	非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎			無	
非加熱面へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出			無		

第 3-2-3 表 遮炎性試験結果詳細 (2/2)

供試体：防火シート重ね部（プロテコ®シート-P2・eco）					
試験条件：ISO834 に則る加熱曲線での加熱					
No	加熱面			判定 結果	
	試験前	試験後			
2				良	
	加熱時間 (min)				
	1	10	15		
					
	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間				無
	非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎				無
	非加熱面へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出				無

## ケーブルの難燃性能向上評価に係る調達管理

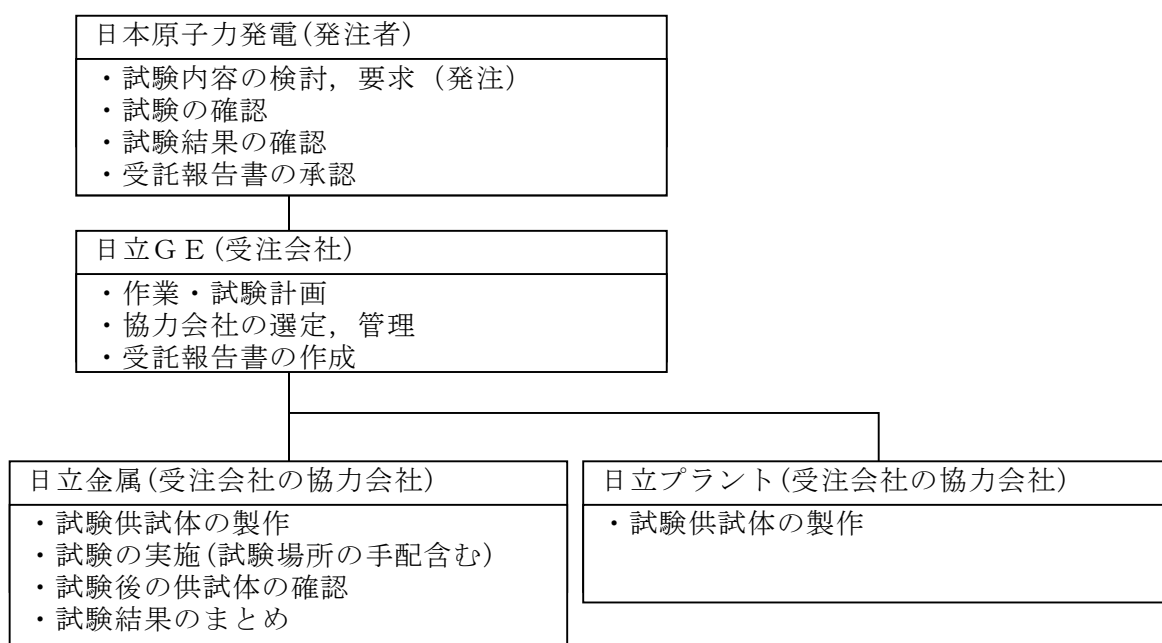
自己消火性及び延焼性確認試験は業務委託により実施しており、その際の調達管理については以下の通りである。

## 1. 業務委託内容の要求

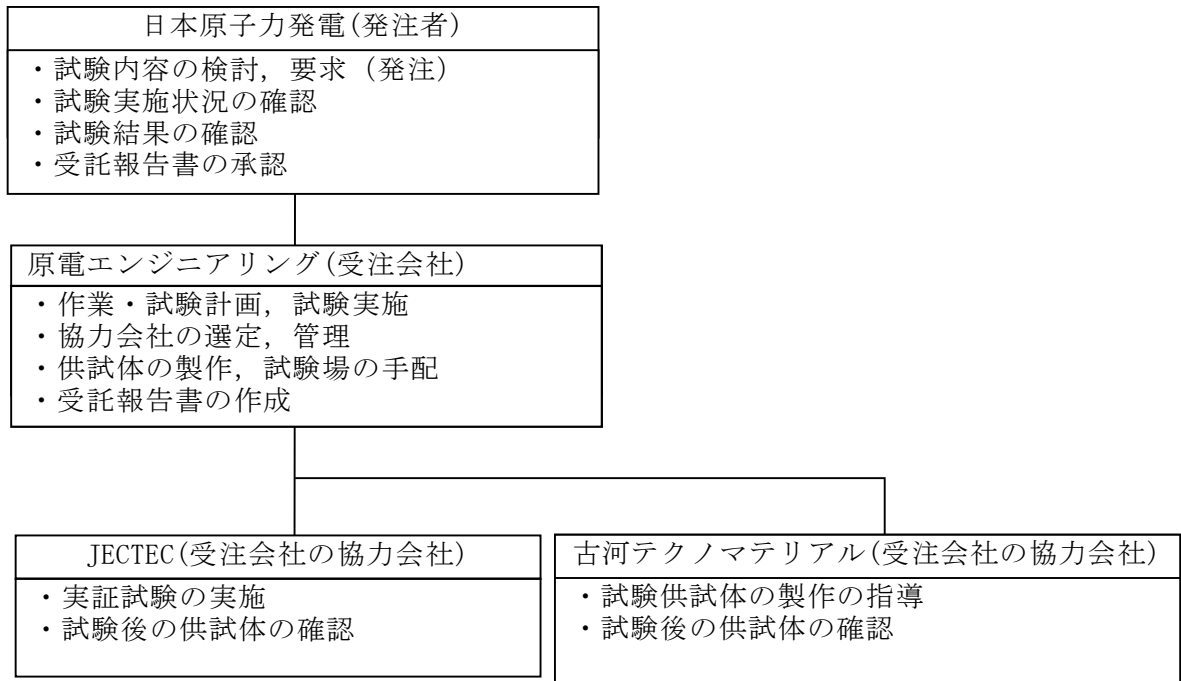
業務委託として、難燃性実証試験の実施体制や試験内容等を記載した調達文書を発注者及び受注会社とで同意し契約することにより、業務委託内容を受注会社へ要求する。受注者は調達文書の要求事項から実施計画書を発注者に提出し、発注者は実施計画書の適合性を確認する。

## 2. 実施体制と役割分担

## (1) 自己消火性



## (2) 延焼性確認



## 3. 難燃性確認試験の実施

受注会社は実施計画書に基づく実証試験を協力会社に実施させ、全数を立会い確認する。また、実証試験結果を受託報告書に纏め発注者へ報告する。なお、発注者は、実施計画書に基づく実証試験が的確に実施されていることを適宜立会いし確認する。

## 4. 試験結果の確認

発注者は受注会社から提出された受託報告書の内容を確認し承認する。

## 耐延焼性実証試験条件

項目		実証試験	
試験室	サイズ(m) (W×D×H)	W12×D9×H6.5	
	換気	自然	
トレイ	サイズ(mm) (W×D×H)	実証試験条件の選定結果による	
ケーブル	ケーブル配置(mm)		
	ケーブル間隔		
バーナ	種類		AGF 製リボンバーナ
	位置 (mm)	トレイ底面	約 600
		ケーブル表面	約 75 <sup>*1</sup>
ガス・空気	熱量(kW)		20 <sup>*1</sup>
	種類		プロパンとプロピレンの配合量が 95%(モル%)以上の液化石油ガス(LP ガス)
	ガス流量(ℓ/分)		13 <sup>*1</sup> 0.78m <sup>3</sup> /h 以上(20℃)
	空気流量(ℓ/分)		65(3.9m <sup>3</sup> /h) <sup>*1</sup>

※1：バーナ熱量を変化させた試験では変更となる。



項目		実証試験
火炎	長さ (mm)	約 400 <sup>※2</sup>
	温度 (°C)	約 840 以上 <sup>※2</sup>
試験要領		バーナに点火し，20 分間燃焼させる。
		火源が除去された後，あるいは燃え尽きた後でも燃焼し続けるケーブルは燃焼範囲を測定するため，そのまま燃焼させておく。
判定基準		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 燃え止まること。(供試体の最上端まで損傷しないこと)</li> <li>・ 火源が除去されたとき自己消火すること。</li> </ul>
損傷判定箇所		ケーブル：シース及び絶縁体の火ぶくれ，溶融，炭化，灰化 防火シート：炭化，灰化

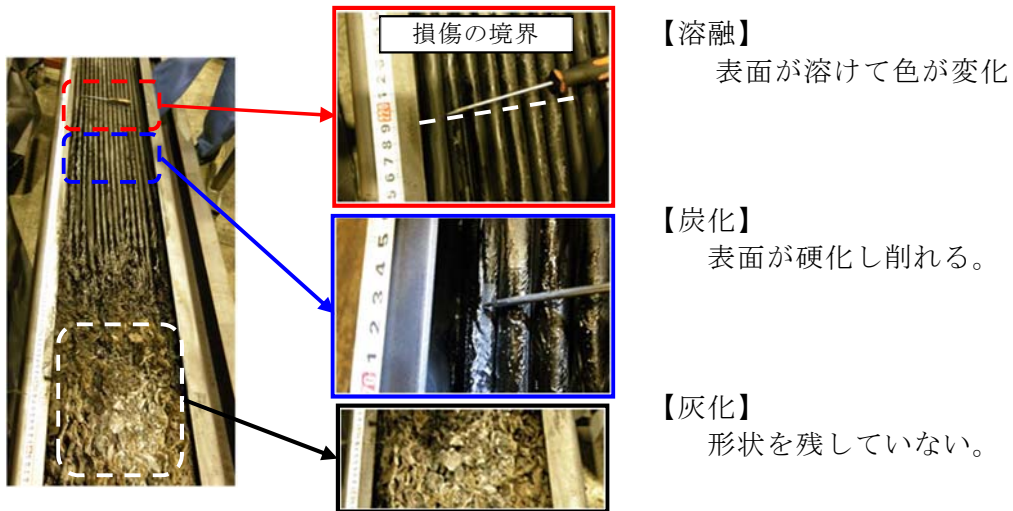
※2：バーナ熱量を変化させた試験では変更となる。

損傷長の判定方法

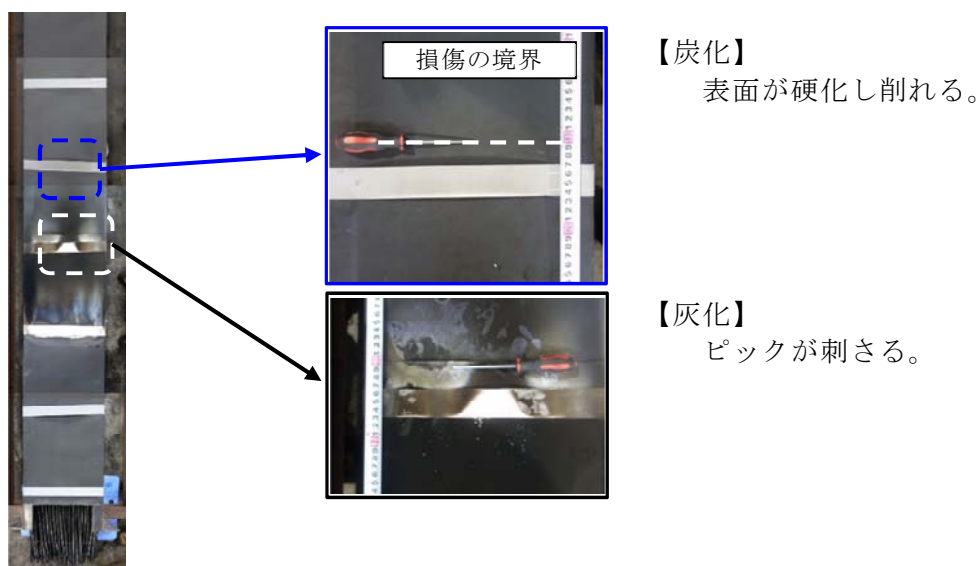
耐延焼性の実証試験では、損傷の境界を確認し、バーナ位置を基準として最大損傷長を測定する。

損傷長の判定方法を第 3-5-1 図に示す。また、損傷長の判断基準を第 3-5-1 表に示す。

【ケーブルシース】



【防火シート】



第 3-5-1 図 ケーブル及び防火シートの損傷長の判定方法

第 3-5-1 表 ケーブル及び防火シートの損傷長判定基準

対象	損傷区分	判定基準		
ケーブル	溶融	シース	ケーブル表面の変形	
		絶縁体	絶縁体の異常な変形	
	火ぶくれ	シース	ケーブル表面の膨れ	
		絶縁体	絶縁体の異常な膨れ	
	炭化	シース	シース表面を金属ピックで一定の力で突き刺す。この時素材に弾性がないこと，乾いた音が生じて表面が崩れるなどを確認	
		絶縁体	同上	
	灰化	シース	シース表面を金属ピックで一定の力で突き刺す。この時乾いた音をたてずに崩れることを確認	
		絶縁体	同上	
防火シート	溶融	発生しない		
	火ぶくれ	発生しない		
	炭化	防火シート表面に金属ピックで一定の力で突き刺し，穴が開かないことを確認後，シート表面をピックで引っ掻き，表面の難燃ゴムが容易に削れること（ゴム弾性を失う状況）を確認		
	灰化	防火シート表面に金属ピックで一定の力で突き刺す。この時，ほとんど抵抗なくシートを貫通することを確認		

## 難燃ケーブルとの比較

## 1. 目的

実機を代表する非難燃ケーブルに防火シートを施工した複合体と難燃ケーブルの損傷長を比較し、複合体として難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性を有することを確認する。

## 2. 供試体

比較対象は、実機で使用されているケーブルのうち、本文 2.2 項で選定したケーブルと、同一材料、同一サイズの難燃ケーブルを対象とする。非難燃ケーブルについては、トレイ上のケーブル(IEEE383 と同じケーブル敷設方法)に対して一括してシートを巻く施工とする。供試体の種類を第 3-6-1 表に示す。

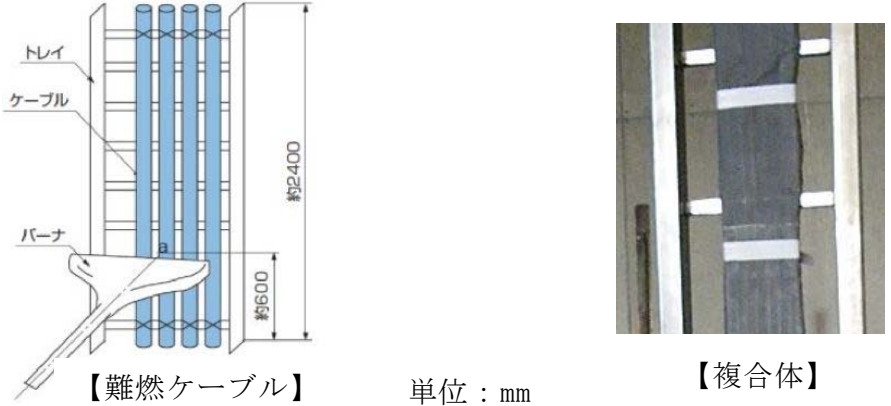
第 3-6-1 表 供試体の種類

形態	ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径(mm)
複合体	低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5
難燃ケーブル		難燃架橋ポリエチレン	難燃ビニル	14.0

### 3. 試験方法及び判定基準

難燃ケーブルの耐延焼性試験の燃焼条件に準拠した方法による。試験方法について、第3-6-2表に示す。

第3-6-2表 難燃ケーブルと比較のため耐延焼性試験の概要

<p>試験体の据付例</p>	 <p>【難燃ケーブル】      単位：mm      【複合体】</p>
<p>ケーブル</p>	<p>ケーブル外径の 1/2 間隔開けて 1 層敷設</p>
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>熱量</p>	<p>20kW</p>
<p>加熱時間</p>	<p>20 分          ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。</p>

### 4. 試験結果

試験結果のまとめを第3-6-3表に，試験結果の詳細を第3-6-4表に示す。

第 3-6-3 表 難燃ケーブルと比較のため耐延焼性試験の結果





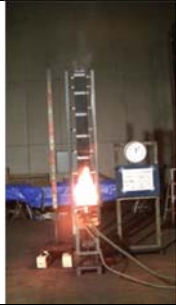









形態	ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径(mm)※	最大損傷長平均(mm)
複合体	低圧電力	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	800
難燃ケーブル	ケーブル	難燃架橋ポリエチレン	難燃ビニル	14.0	1,010

※：同じ導体サイズ







## 5. 評価

複合体内のケーブル損傷長は難燃ケーブルの損傷長より短く、難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性を有することを確認できた。

第 3-6-4 表 難燃ケーブルと比較のため耐延焼性試験の詳細 (1/2)

	ケーブル種類		低圧電力ケーブル, ケーブル外径: 14.5mm		
	防火シートの施工		シート重ね代: 100mm, ベルト間隔: 300mm		
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後	
1					
	損傷距離: シート(炭化:520mm), シース(熔融:740mm)				判定
2					
	損傷距離: シート(炭化:540mm), シース(熔融:810mm)				判定
3					
	損傷距離: シート(炭化:580mm), シース(熔融:850mm)				判定
シートの状況			ケーブルの状況		
					

第 3-6-4 表 難燃ケーブルと比較のため耐延焼性試験の詳細 (2/2)

No	ケーブル種類		低圧電力ケーブル, ケーブル外径: 14.0mm		難燃架橋ポリエチレン絶縁難燃ビニルシース	
	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後		
—						
損傷距離: シース (溶融: 1,010mm)				判定	—	
ケーブルの状況						
						



## 複合体の構成品の組合せによる耐延焼性の確認

## 1. 目的

複合体は設計方針に基づき防火シートを巻いた完全な状態であるが、複合体の燃焼メカニズムから構成品（ケーブル、ケーブルトレイ）の組合せを考慮しても、複合体とすることで難燃ケーブルを上回る耐延焼性を確認するため、本文 3.2.5 項の燃焼試験結果を踏まえた燃焼試験にて、複合体の延焼が燃え止まること及び複合体の損傷長が比較対象とした難燃ケーブルの延焼による損傷長よりも短いことを確認する。

## 2. 供試体

本文 2.2 項にて示した、損傷長の比較によって選定した非難燃ケーブルを用いる。ケーブル及びケーブルトレイのばらつきを考慮した実機模擬条件については、本文 2.3 項にて示した組合せとする。

## 3. 試験方法及び判定基準

本試験は構成品の組合せによる耐延焼性を難燃ケーブルと比較するため、難燃ケーブルの延焼性を確認する燃焼試験の試験条件に準拠した方法にて試験を実施する。ただし、水平トレイに対する試験については、ケーブルの燃焼に対してより保守的となるように複合体内部に空気層を設け、複合体内部の火災を模擬する試験では、ケーブルを露出させた部分が直接バーナで加熱し着火させて試験する。また、加熱源が除去された場合、複合体が燃え止まるとともに、複合体の損傷長が難燃ケーブルの損傷長（1,780mm）より短いことを確認する。試験方法については第 3-7-1 表、第 3-7-2 表及び第 3-7-3

表に示す。

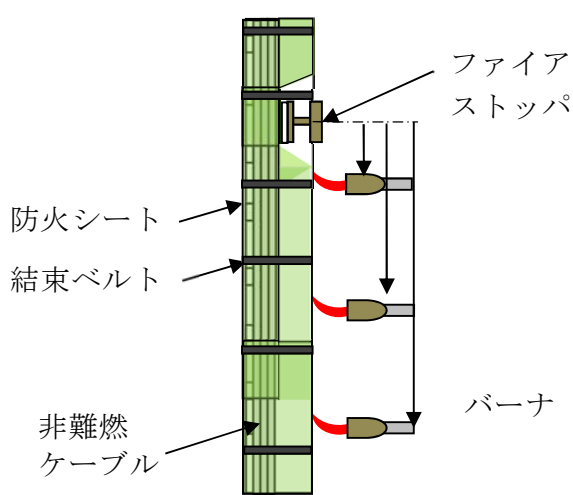
第 3-7-1 表 複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験の概要

試験体の 据付例	複合体(非難燃ケーブル)
	<p>非難燃ケーブル</p> <p>防火シート</p> <p>結束ベルト</p> <p>バーナ</p>
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
バーナ 熱量	20kW
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し、20 分経過後、バーナの燃焼を停止し、ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	1 回
判定基準	燃え止まること。

第 3-7-2 表 ケーブル敷設量による耐延焼性能試験の概要

試験体の 据付例	複合体(非難燃ケーブル)
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
バーナ熱量	20kW
加熱試験	20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	各 1 回
判定基準	・燃え止まること。

第 3-7-3 表 ファイアストップと加熱位置の確認試験概要

<p>試験体の 据付例</p>	<p style="text-align: center;">複合体(非難燃ケーブル)</p> 
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>バーナ 熱量</p>	<p>20kW (ファイアストップとバーナの距離を変化させる。)</p>
<p>加熱時間</p>	<p>20 分 ・バーナを点火し、20 分経過後、バーナの燃焼を停止し、ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。</p>
<p>試験回数</p>	<p>各 1 回</p>
<p>判定基準</p>	<p>・燃え止まること。</p>

#### 4. 試験結果

複合体の構成品のばらつきを組合せた保守的な試験条件とした場合においても、難燃ケーブルを上回る耐延焼性を有することが確認できた。試験結果を第3-7-4表～第3-7-8表にまとめる。また、試験結果の詳細を第3-7-9表～第3-7-12表に記載する。

第3-7-4表 ケーブル敷設量の変化の確認試験結果

ケーブル敷設量	ケーブルトレイ形状	防火シートとケーブルの隙間	最大損傷長 (mm)	判定結果
少量	ラダー	大	570	良
	なし(参考)	なし	800	良
設計最大量	ラダー	小	700	良
満杯	ラダー	なし	980	良

※1：ケーブルトレイに敷設の形態は防火シートとケーブルに隙間がある状態ため加熱源からの熱伝達が悪くなる。一方、隙間が小さくなると熱伝達（熱伝導）が良くなりケーブルがシートに接するため損傷長が大きくなる。なお、実機で非難燃ケーブルがトレイいっぱい敷設されることはないが、傾向を確認するため実施。また、トレイなし（ケーブル単体）箇所は距離が短く延焼の可能性が小さいことから参考とした。

第3-7-5表 ケーブル組合せの確認試験結果

ケーブルの組合せ※2	最大損傷長の平均 (mm)	判定結果
太径	595	良
細径	800	良

※2：ケーブルの種類毎の性能比較結果より、低圧電力ケーブルの太径と細径で比較した。

第 3-7-6 表 水平トレイにおけるケーブル敷設形態の確認試験結果

トレイ 設置形態	最大損傷長 (mm)	判定 結果
整線	740	良

第 3-7-7 表 ファイアストップとバーナ距離変化の確認試験結果









ファイアストップと バーナの距離(mm)	最大損傷長 (mm)	判定結果
362.5	1,220	良
662.5	890	良
1262.5	760	良

第 3-11-8 表 保守的型式における確認試験結果

供試体	ケーブル 敷設量	トレイ タイプ	ケーブル 組合せ	トレイ 設置方向	最大 損傷長 (mm)	判定 結果
複合体	設計最大量	ラダー	細径	垂直	1,220 <sup>※3</sup>	良

※3：第 3-7-7 表で示した複合体のうち損傷長が最も長いものを再掲した。

第 3-7-9 表 複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験結果詳細(1/2)

供試体	複合体	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：少量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：垂直 トレイタイプ：ラダートレイ		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm シートとケーブルの隙間：85mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
—				
シートの状況		ケーブルの状況		
 <p style="text-align: center;">シート炭化</p>		 <p style="text-align: center;">シース炭化</p>	 <p style="text-align: center;">シース熔融</p>	
最大損傷長 (mm)		570		

第 3-7-9 表 複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験結果詳細 (2/2)





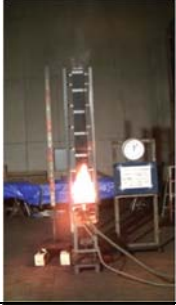
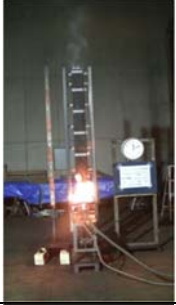








供試体	複合体	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：垂直 トレイタイプ：ラダートレイ		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm シートとケーブルの隙間：40mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
—				
シートの状況		ケーブルの状況		
 <p style="text-align: center;">シート炭化</p>		 <p style="text-align: center;">シース炭化</p>	 <p style="text-align: center;">シース溶融</p>	
最大損傷長 (mm)		700		

















第 3-7-9 表 複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験結果詳細(参考 1/2)

供試体	複合体	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：満杯 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm シートとケーブルの隙間：0mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
—				
損傷距離：シート(炭化:620mm)，シース(溶融:980mm，炭化:560mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース溶融	
判定結果		良		





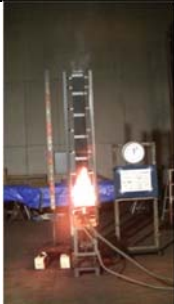


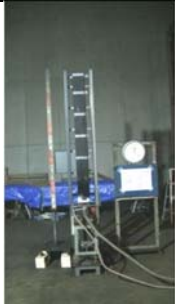






第 3-7-9 表 複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験結果詳細(参考 2/2)

供試体	複合体 (ケーブル単体)		ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：少量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル ケーブル敷設方向：垂直 トレイタイプ：なし					
	防火シートの施工		シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm					
No	5 分後		10 分後		20 分後		消炎後	
1								
2								
3								
損傷長	シートの状況				ケーブルの状況			
								
最大損傷長平均(mm)			800					

第 3-11-10 表 ケーブル組合せの確認試験結果の詳細(1/2)

供試体	複合体 (太径)		ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：19(41※)mm 敷設量：少量 ※：トリプレックス型(3本より合わせ) 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル ケーブル敷設方向：垂直 トレイタイプ：なし	
	防火シートの施工		シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm	
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後
1				
2				
3				
損傷長	シートの状況		ケーブルの状況	
				
最大損傷長平均(mm)		595		

第 3-11-10 表 ケーブル組合せの確認試験結果の詳細 (2/2)

供試体	複合体 (細径)		ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：少量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル ケーブル敷設方向：垂直 トレイタイプ：なし	
	防火シートの施工		シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm	
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後
1				
2				
3				
損傷長	シートの状況		ケーブルの状況	
				
最大損傷長平均 (mm)		800		



第3-11-11表 水平トレイにおけるケーブル敷設形態の

確認試験結果詳細(1/2)

供試体	複合体 (完全な状態)	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量/整線 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：水平		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
加熱時間				消炎後
5 分後	10 分後	20 分後		
				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	
最大損傷長 (mm)		740		

第 3-11-11 表 水平トレイにおけるケーブル敷設形態の

確認試験結果詳細 (2/2)

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量/整線 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：水平		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
加熱時間				消炎後
5 分後	10 分後	20 分後		
				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース溶解	
最大損傷長 (mm)		740		

第 3-11-12 表 ファイアストップとバーナ距離変化の  
確認試験結果詳細(1/3)

供試体	複合体	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm ファイアストップ位置：325mm～400mm 1, 225mm～1, 300mm		
	バーナ熱量	20kW(ファイアストップとバーナの距離：362.5mm)		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
1				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	
最大損傷長 (mm)		1, 220		

第 3-11-12 表 ファイアストップとバーナ距離変化の  
確認試験結果詳細 (2/3)

供試体	複合体	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm ファイアストップ位置：625mm～700mm 1,525mm～1,600mm		
	バーナ熱量	20kW(ファイアストップとバーナの距離：662.5mm)		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
2				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース溶解	
最大損傷長 (mm)		890		



第 3-11-12 表 ファイアストップとバーナ距離変化の

確認試験結果詳細 (3/3)

供試体	複合体	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm ファイアストップ位置：1, 225mm～1, 300mm 2, 125mm～2, 200mm		
	バーナ熱量	20kW(ファイアストップとバーナの距離：1, 262.5mm)		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
3				
シートの状況		ケーブルの状況		
 <p>シート炭化</p>		 <p>シース炭化</p>	 <p>シース熔融</p>	
最大損傷長平均 (mm)		760		

加熱熱量の違いによる性能比較評価の確認方法

1. 目的

燃焼条件として、実機状態を模擬した複合体に与える熱量を本文

3.2.4(1)項の試験よりも強くした燃焼条件で試験を実施しても複合体が燃え止まるとともに、その損傷長が難燃ケーブルよりも短いことを確認する。

2. 供試体

耐延焼性能試験の評価より、保守的にケーブルを選定し、本文 2.2 項にて比較評価して複合体の損傷長から選定したケーブルを用いる。供試体を第 1 表に示す。

第 1 表 供試体の種類

対象	ケーブル					ケーブル トレイ形状
	ケーブル 種類	絶縁材	シース材	外径 (mm)	敷設量	
複合体	低圧電力 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	14.5	設計 最大量	ラダー
難燃 ケーブル		難燃架橋 ポリエチレン	難燃 ビニル	14.0	設計 最大量	ラダー

3. 試験方法及び判定基準

難燃ケーブルの耐延焼性試験の燃焼条件以上の加熱量を与える。試験方法については、第 2 表に示す。

第2表 加熱量を増加させた性能確認試験の概要






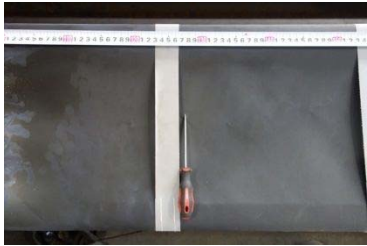


試験体の据付例	複合体(非難燃ケーブル)	難燃ケーブル
火源	リボンバーナ	
使用燃料	液化石油ガス	
バーナ熱量	防火シートの遮炎性能が確保される範囲 (20, 30kW) で試験を行う。	
加熱時間	20分 ・バーナを点火し、20分経過後、バーナの燃焼を停止し、ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。	
試験回数	複合体：3回(20kW), 2回(30kW), 難燃ケーブル1回(20kW, 30kW)	
判定基準	複合体：燃え止まること。	

バーナ加熱熱量を変化させた垂直トレイ燃焼試験

加熱熱量変化時の性能確認試験結果の詳細 (1/7)






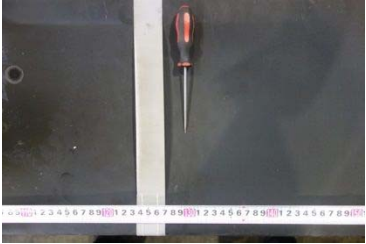


供試体	複合体	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：満載 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
1				
損傷距離：シート(炭化:680mm), シース(溶融:600mm, 炭化:390mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化		シース溶融

加熱熱量変化時の性能確認試験結果の詳細(2/7)





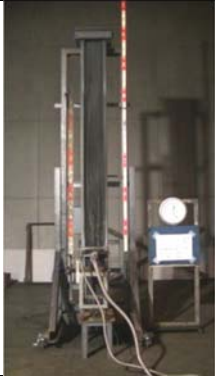
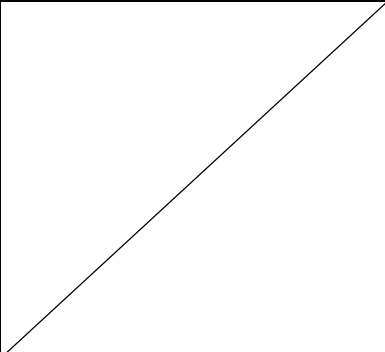


供試体	複合体	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：満載 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニルトレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
2				
	損傷距離：シート(炭化:680mm), シース(熔融:690mm, 炭化:380m)			
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化		シース熔融











加熱熱量変化時の性能確認試験結果の詳細 (3/7)

供試体	複合体	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：満載 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5分後	10分後	20分後	
3				
損傷距離：シート(炭化:700mm), シース(熔融:700mm, 炭化:420mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化		
				
		シース熔融		

加熱熱量変化時の耐延焼性確認試験結果の詳細(4/7)






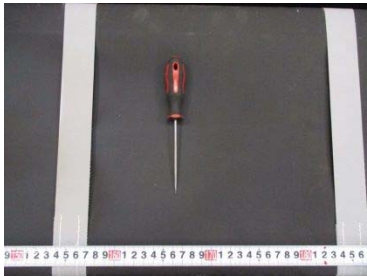


供試体	難燃ケーブル	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.0mm 絶縁材：難燃架橋ポリエチレン シース：難燃ビニル トレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	なし		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5分後	10分後	20分後	
1				
損傷距離：シース(溶融:1,780mm, 炭化:1,690mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
		シース炭化	シース溶融	

加熱熱量変化時の耐延焼性確認試験結果の詳細(5/7)








供試体	複合体	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：満載 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニルトレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	30kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
1				
	損傷距離：シート(炭化:1, 120mm), シース(熔融:1, 010 mm, 炭化:710mm)			
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	



加熱熱量変化時の耐延焼性確認試験結果の詳細(6/7)

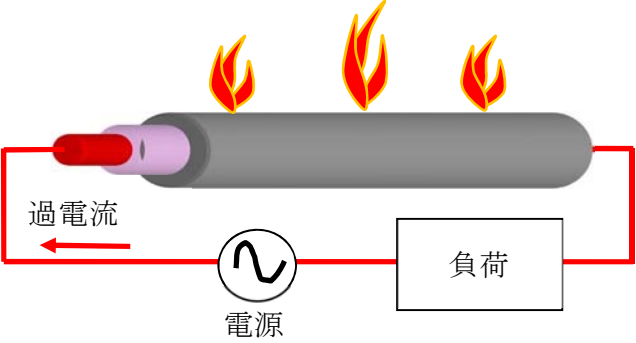
供試体	複合体	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：満載 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニルトレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	30kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
2				
	損傷距離：シート(炭化:1,070mm), シース(熔融:930mm, 炭化:680mm)			
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	

加熱熱量変化時の耐延焼性確認試験結果の詳細(7/7)

供試体	難燃ケーブル	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.0mm 絶縁材：難燃架橋ポリエチレン シース：難燃ビニル トレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	なし		
	バーナ熱量	30kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
1				
損傷距離：シース(溶融:2,030mm, 炭化:1,990mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
				
		シース炭化	シース溶融	

過電流によるケーブルの燃焼プロセス

経過	ケーブルの状態	プロセス
過電流発生	<p>導体(導体抵抗が発熱) 絶縁体 シース</p> <p>過電流</p> <p>電源</p> <p>負荷</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>過電流(過大電流)が発生するとジュール熱により導体が発熱</li> </ul>
可燃性ガス発生	<p>熱源(導体) 可燃性ガス発生(絶縁体) シース</p> <p>過電流</p> <p>電源</p> <p>負荷</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>導体が熱源となり加熱され、絶縁体が熱分解し、可燃性ガスがシース内側に充満</li> </ul>
ケーブル発火	<p>可燃性ガス</p> <p>発火</p> <p>過電流</p> <p>電源</p> <p>負荷</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可燃性ガスによりシースが膨張し強度の限界を超えると外部に噴出</li> <li>酸素と結合し発火温度となると引火に至る。</li> </ul>
パターン1 電流遮断		<ul style="list-style-type: none"> <li>断線等により電流が遮断されると加熱源はケーブルのみになる。</li> </ul>

経過	ケーブルの状態	プロセス
パターン 2 過電流継続による 燃焼の 促進		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 導体及び発火によるケーブルが熱源となり、ケーブルの燃焼が継続する。</li> </ul>

## 複合体内部ケーブルの自己消火性の実証試験

## 1. 目的

複合体内部の発火を想定した自己消火性の実証試験を実施し、非難燃ケーブルが自己消火することを確認する。

## 2. 供試体

複合体内部の非難燃ケーブルは不燃材の防火シートで覆われることなくケーブル単体で敷設されることから、試験対象ケーブルを本文 2.2(2)項で選定したケーブル単体とし、バーナ火炎を直接ケーブルに当てるものとする。供試体の種類を第 4-2-1 表に示す。

第 4-2-1 表 供試体の種類

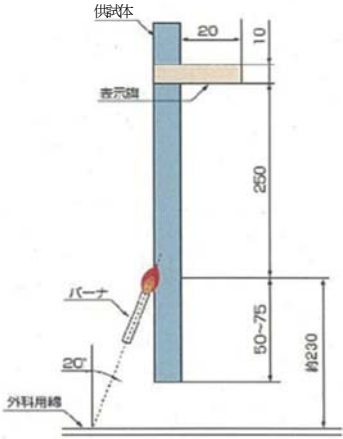
ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径 (mm)
計装 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	9.5
制御 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	9.9
低圧電力 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	14.5
	架橋 ポリエチレン	ビニル	19(41) <sup>※1</sup>

※1：トリプレックス形：（）外は単芯外形，（）内は3本より合わせ外径を示す。

### 3. 試験方法及び判定基準

UL 垂直燃焼試験(UL1581 1080VW-1 Flame Test)を準拠して試験を実施する。試験方法について、第 4-2-2 表に示す。

第 4-2-2 表 自己消火性の実証試験の概要(UL1581 1080VW-1 Flame Test)

<p>供試体の 据付例</p>	 <p>単位：mm</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 供試体を垂直に保持し、20度の角度でバーナの炎をあてる。</li> <li>・ 15秒着火、15秒休止<sup>※2</sup>を5回繰り返す、試料の燃焼の程度を確認する。</li> </ul>
<p>火源</p>	<p>チリルバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>メタンガス</p>
<p>試験回数</p>	<p>3回（回数の規定なし）</p>
<p>判断基準</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 残炎による燃焼が60秒を超えない。</li> <li>② 表示旗が25%以上焼損しない。</li> <li>③ 落下物によって下に設置した外科用綿が燃焼しない。</li> </ol>

※2：「前回のガス接炎が終了した後の接炎休止時間15秒を超えて試験品による自己燃焼が持続する場合には、当該自己燃焼が消滅した後に次回のガス炎の接炎を行う。」（UL1581 1080.13より抜粋）

#### 4. 試験結果

自己消火性の試験結果のまとめを第 4-2-3 表に、各供試体の実証試験結果の詳細を第 4-2-4 表に示す。

#### 5. 評価

供試体ケーブルは自己消火性を有することを実証した。

第 4-2-3 表 自己消火性の実証試験結果のまとめ

ケーブル種類	絶縁材料	シース材料	外径(mm)	最大残炎時間(秒)	表示旗の損傷(%)	綿の燃焼	判定結果
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5	12	0	無	良
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	13	0	無	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	16	0	無	良
	架橋ポリエチレン	ビニル	19(41) <sup>※3</sup>	0	0	無	良

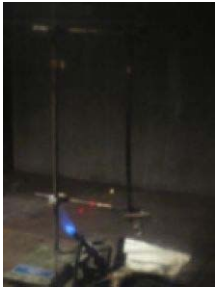








※3：トリプレックス形：（）外は単芯外径，（）内は3本より合わせ外径を示す。

第 4-2-4 表 自己消火性の実証試験結果の詳細(1/8)

ケーブルの仕様 ケーブル種類：計装ケーブル 絶縁材：架橋ポリエチレン シース材：ビニル ケーブル外径：9.5mm 熱容量：104J/K・m								
No	残炎時間（秒）						表示旗 の損傷（%）	綿の 損傷
	1	2	3	4	5	最大		
1	0	2	2	2	12	12	0	無
2	0	1	2	3	11	11	0	無
3	0	2	2	7	11	11	0	無












第 4-2-4 表 自己消火性の実証試験結果の詳細 (2/8)

ケーブルの仕様 ケーブル種類：計装ケーブル 絶縁材：架橋ポリエチレン シース材：ビニル ケーブル外径：9.5mm 熱容量：104J/K・m				
No	試験前	残炎後着火時	試験後	判定結果
1				良
	最大残炎時間：12 秒 (5 回目)		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
2				良
	最大残炎時間：11 秒 (5 回目)		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
3				良
	最大残炎時間：11 秒 (5 回目)		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	

第 4-2-4 表 自己消火性の実証試験結果の詳細 (3/8)

ケーブルの仕様 ケーブル種類：制御ケーブル 絶縁材：架橋ポリエチレン シース材：ビニル ケーブル外径：9.9mm 熱容量：116J/K・m								
No	残炎時間 (秒)						表示旗 の損傷 (%)	綿の 損傷
	1	2	3	4	5	最大		
1	1	1	3	3	2	3	0	無
2	1	2	2	4	3	4	0	無
3	0	13	3	2	9	13	0	無





第 4-2-4 表 自己消火性の実証試験結果の詳細 (4/8)

ケーブルの仕様 ケーブル種類：制御ケーブル 絶縁材：架橋ポリエチレン シース材：ビニル ケーブル外径：9.9mm 熱容量：116J/K・m				
No	試験前	残炎後着火時	試験後	判定結果
1				良
	最大残炎時間：3 秒（4 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
2				良
	最大残炎時間：4 秒（4 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
3				良
	最大残炎時間：13 秒（2 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	

第 4-2-4 表 自己消火性の実証試験結果の詳細 (5/8)

ケーブルの仕様 ケーブル種類：低圧電力ケーブル 絶縁材：架橋ポリエチレン シース材：ビニル ケーブル外径：14.5mm 熱容量：252J/K・m								
No	残炎時間 (秒)						表示旗 の損傷 (%)	綿の 損傷
	1	2	3	4	5	最大		
1	1	3	16	1	2	16	0	無
2	1	2	1	1	0	2	0	無
3	1	1	2	1	1	2	0	無


第 4-2-4 表 自己消火性の実証試験結果の詳細 (6/8)

ケーブルの仕様 ケーブル種類：低圧電力ケーブル 絶縁材：架橋ポリエチレン シース材：ビニル ケーブル外径：14.5mm 熱容量：252J/K・m				
No	試験前	残炎後着火時	試験後	判定結果
1				良
	最大残炎時間：16 秒（3 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
2				良
	最大残炎時間：2 秒（2 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
3				良
	最大残炎時間：2 秒（3 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	

第 4-2-4 表 自己消火性の実証試験結果の詳細 (7/8)

ケーブルの仕様 ケーブル種類：低圧電力ケーブル 絶縁材：架橋ポリエチレン シース材：ビニル ケーブル外径：19mm 熱容量：681J/K・m								
No	残炎時間 (秒)						表示旗 の損傷 (%)	綿の 損傷
	1	2	3	4	5	最大		
1	0	0	0	0	0	0	0	無
2	0	0	0	0	0	0	0	無
3	0	0	0	0	0	0	0	無

第 4-2-4 表 自己消火性の実証試験結果の詳細 (8/8)

ケーブルの仕様 ケーブル種類：低圧電力ケーブル 絶縁材：架橋ポリエチレン シース材：ビニル ケーブル外径：19mm 熱容量：681J/K・m				
No	試験前	残炎後着火時	試験後	判定結果
1				良
	最大残炎時間：0 秒		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
2				良
	最大残炎時間：0 秒		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
3				良
	最大残炎時間：0 秒		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	

## 内部発火に対する延焼防止性能の評価における調達管理

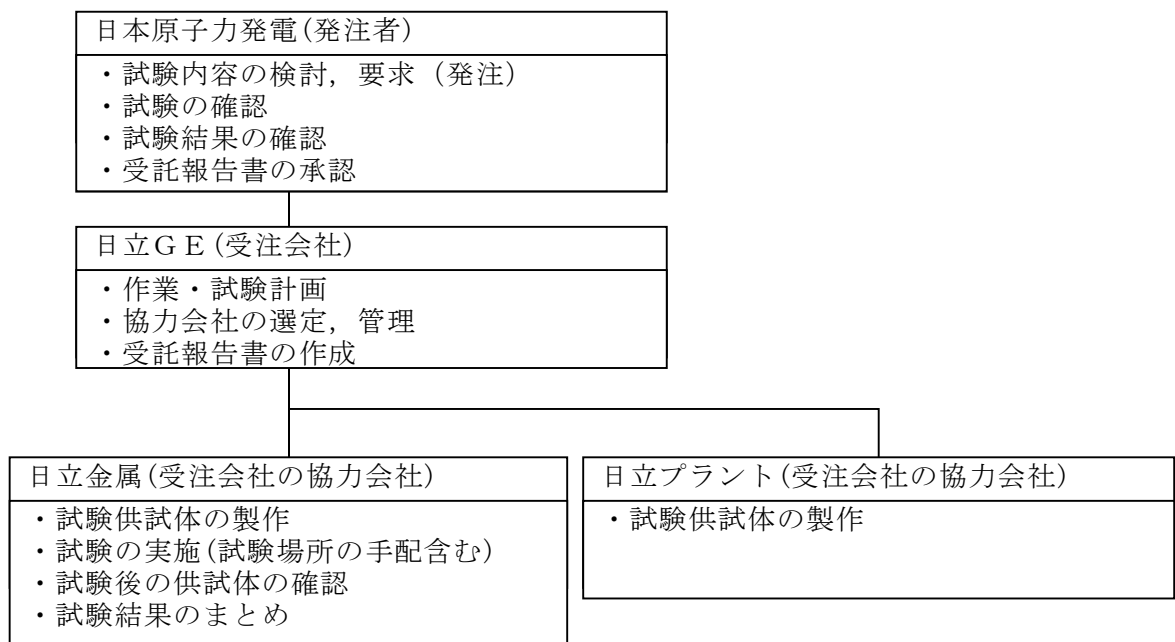
自己消火性及び延焼性確認試験は業務委託により実施しており，その際の調達管理については以下の通りである。

## 1. 業務委託内容の要求

業務委託として，難燃性実証試験の実施体制や試験内容等を記載した調達文書を発注者及び受注会社とで同意し契約することにより，業務委託内容を受注会社へ要求する。受注者は調達文書の要求事項から実施計画書を発注者に提出し，発注者は実施計画書の適合性を確認する。

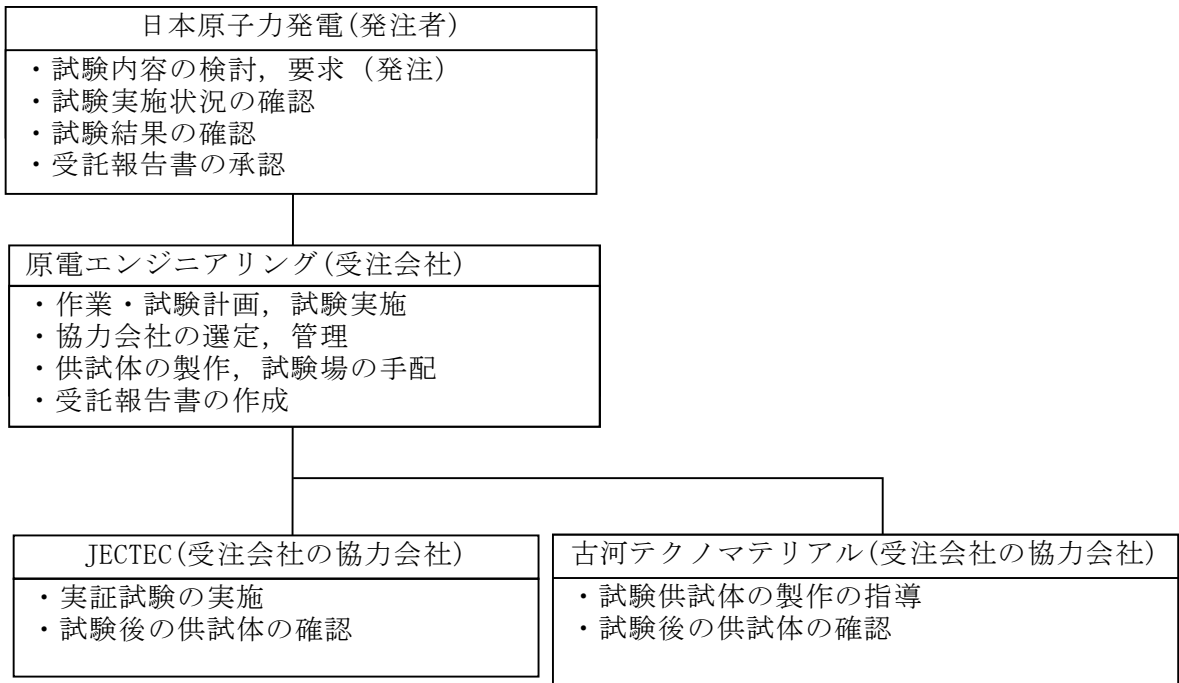
## 2. 実施体制と役割分担

## (1) 自己消火性





(2) 延焼性確認



3. 難燃性確認試験の実施

受注会社は実施計画書に基づく実証試験を協力会社に実施させ、全数を立会い確認する。また、実証試験結果を受託報告書に纏め発注者へ報告する。なお、発注者は、実施計画書に基づく実証試験が的確に実施されていることを適宜立会いし確認する。

4. 試験結果の確認

発注者は受注会社から提出された受託報告書の内容を確認し承認する。

## 複合体内部の発火に対する延焼防止性能評価の確認方法

### 1. 目的

複合体内部の発火により燃焼したとしても、加熱源が除去された場合は複合体外郭、及び内部の燃焼が燃え止まることを確認する。

垂直又は水平等のトレイ設置方向による複合体内部の発火を模擬した燃焼試験を実施し、延焼の可能性のある設置方向を特定する。

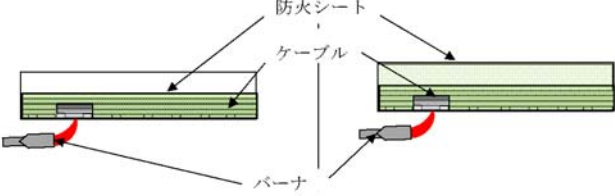
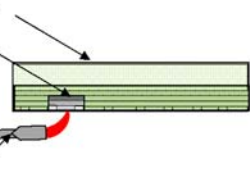
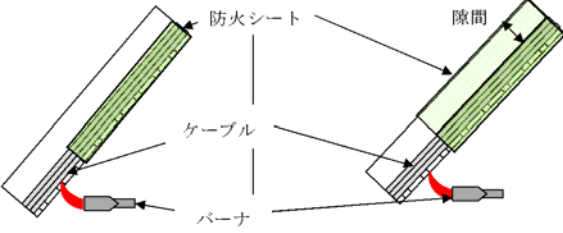
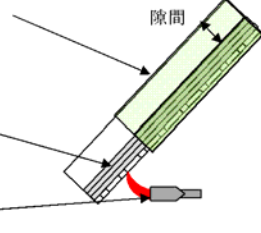
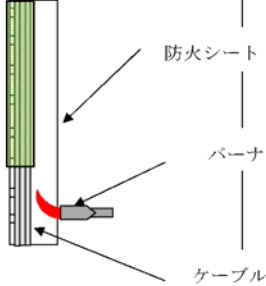
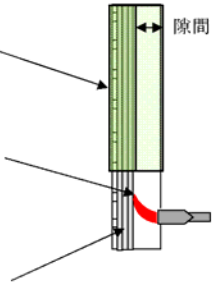
また、上記により延焼の可能性のあると特定された設置方向について、ファイアストップパにて延焼を防止するとともに、複合体内部に閉鎖空間を設けることで、複合体内部での発火を想定しても複合体内部ケーブルが燃え止まることを確認する。

### 2. 延焼の可能性のあるトレイ設置方向の特定

#### 2.1 供試体

本試験の供試体は、高浜1，2号炉の設置許可8条まとめ資料 別添1における、延焼の可能性のあるトレイの設置方向の特定に関する試験を参考に、試験結果を評価し選定する。引用した試験概要を第4-4-1表、試験結果を第4-4-2表に示す。

第 4-4-1 表 延焼の可能性のあるトレイ設置方向の  
確認試験の概要（引用※<sup>1</sup>）

試験体の 据付例	設置方向	標準施行	空気量最大
	水平		
	勾配 (45°)		
	垂直		
火源	リボンバーナ		
使用燃料	液化石油ガス		
バーナ熱量	20kW		
加熱時間	20分 20分経過後バーナの燃焼を停止し、そのまま放置してケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。		
試験回数	1回		
判定基準	供試体の中で燃え止まること。		

※1：引用「高浜1，2号炉の設置許可8条まとめ資料 別添1」

第4-4-2表 延焼の可能性のある設置状態の確認試験結果（引用※<sup>2</sup>）

トレイ設置方向	防火シートとケーブル間の隙間有無	最大損傷長 [mm]
水平	無	440
	有	290
勾配 (45°)	無	655
	有	745
垂直	無	500
	有	>1,800

※2：引用「高浜1，2号炉の設置許可8条まとめ資料 別添1」

### 2.1.1 供試体の選定

実機における複合体の形態として、防火シートは可能な限りケーブルに密着させた施工とするが、ケーブルトレイの形状から複合体内部に空気層ができる不確実性がある。このため、第4-4-2表の垂直トレイ設置方向において防火シートとケーブル間に隙間がある場合にはケーブルは延焼するものと判断し、垂直以外の水平と勾配におけるトレイ設置方向について試験を行う。

なお、供試体は本文2.2項で実機を代表するケーブルに選定した非難燃性ケーブルを用いる。

また、複合体は燃焼部のケーブルを露出させた状態のものについて燃焼試験を行う。

## 2.2 試験方法及び判定基準

試験では複合体内部の発火による延焼を考慮するため、複合体内部のケーブルを露出させた部分に外部の加熱源から加熱する。試験方法及び判定基準を第 4-4-3 表に示す。

第 4-4-3 表 トレイ設置方向の延焼性確認試験の概要

試験体の 据付例	トレイ設置方向	複合体
	垂直	<p>隙間 防火シート 非難燃ケーブル バーナ</p>
	勾配 (45°)	<p>隙間 防火シート 非難燃ケーブル バーナ</p>
	水平	<p>防火シート 隙間 バーナ バーナ部 ケーブル露出 非難燃ケーブル</p>
火源	リボンバーナ	
使用燃料	液化石油ガス	
バーナ熱量	20kW	
加熱時間	20分 ・バーナを点火し、20分経過後、バーナの燃焼を停止し、ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。	
試験回数	1回	
判定基準	供試体の間で燃え止まること。	

### 3. 延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応

#### 3.1 供試体

供試体は、2. 項にて延焼の可能性のあると特定されたトレイ設置方向において、内部のケーブルの延焼を抑えるためファイアストッパを設置し、閉鎖空間を作る。また、防火シートとケーブルに隙間がない状態と隙間がある状態を模擬する。なお、複合体内部の発火を想定するため、燃焼部についてはケーブルを露出させた状態とする。

#### 3.2 試験方法及び判定基準

本文 3. 項の結果を踏まえ、試験条件、試験方法を第 4-4-4 表に示す。

第 4-4-4 表 延焼性の高いトレイ設置方向の耐延焼性試験概要

試験体の 据付例	
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
バーナ熱量	20kW
加熱時間	20分 ・バーナを点火し、20分経過後、バーナの燃焼を停止し、ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	各 1 回
判定基準	燃え止まること。

## トレイの設置方向による延焼性の確認結果

## 1. 目的

複合体内部の発火に対して、垂直又は水平等のトレイ設置方向による複合体内部ケーブルの耐延焼性の試験を実施し、延焼の可能性がある設置方向について確認する。

## 2. 供試体

「高浜 1， 2 号炉 設置許可 8 条まとめ資料 別添 1」における燃焼の可能性のあるトレイ設置方向の特定に関する試験を参考に、試験結果を評価し選定する。

実機施工においては、複合体内部の酸素の量が定量的に管理できないことから、防火シートとケーブルに隙間が発生する可能性がある。このことから、試験においては、垂直のトレイ設置方向は延焼するものと評価し、トレイ設置方向の確認は水平及び勾配（45°）の 2 種類について延焼性を確認する。水平トレイでは整線形態に加え、念のため参考として、保守的に波状形態にして延焼性を確認する。また、勾配トレイについて、実機では非難燃ケーブル全面に延焼防止材が塗布されており、非難燃ケーブル単体で波状となっている箇所はないことから、整線状態で延焼性を確認する。

なお、実機で使用する非難燃ケーブル及びケーブルトレイについて実機施工を考慮した複合体により試験する。供試体の種類を第 4-5-1 表に示す。



第 4-5-1 表 供試体の種類

ケーブル					ケーブル トレイ形状		防火シートと ケーブルの 隙間の有無
ケーブル 種類	絶縁材	シース 材	外径 (mm)	敷設量			
低圧電力 ケーブル	架橋ポリ エチレン	ビニル	14.5	設計 最大量	ラダー	水平	有 (整線) (参考:波状)
						勾配 (45°)	有

3. 試験方法及び判定基準

試験条件，試験方法を第 4-5-2 表に示す。

第 4-5-2 表 トレイ設置方向による確認試験の概要

	トレイ設置方向	複合体
試験体の 据付例	水平	
	勾配 (45°)	
火源	リボンバーナ	
使用燃料	液化石油ガス	
バーナ熱量	20kW	
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し、20 分経過後、バーナの燃焼を停止し、ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。	
試験回数	1 回	
判定基準	供試体の中で燃え止まること。	

#### 4. 試験結果

試験結果のまとめを第 4-5-3 表，実証試験の詳細を第 4-5-4 表に示す。

#### 5. 評価

複合体内部の発火に対して，延焼の可能性があるトレイ設置方向は垂直トレイである。

第 4-5-3 表 トレイの設置方向による延焼性の確認試験結果


トレイ設置方向	防火シートとケーブルの隙間有無	最大損傷長 (mm)	判定結果
水平 (整線)	有	740	良
水平 (波状:参考)	有	1,690	良
勾配 (45°)	有	850	良
垂直	有	—※1	否※1

※1：垂直は「高浜 1，2 号炉 設置許可 8 条まとめ資料 別添 1」の燃焼の可能性の高いトレイ設置方向の試験結果を引用して評価し延焼すると判断した。




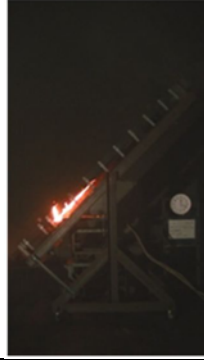


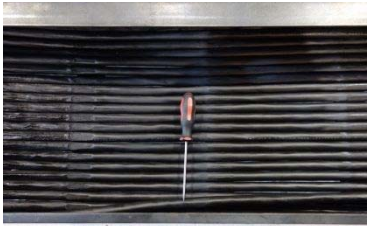
第 4-5-4 表 トレイの設置方向による延焼性の確認試験結果の詳細(1/2)

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：水平		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
加熱時間				消炎後
5 分後	10 分後	20 分後		
				
				
				
損傷距離：シート(炭化:430mm), シース(溶融:740mm, 炭化:350mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化		シース溶融

第 4-5-4 表 トレイの設置方向による延焼性の確認試験結果の詳細(参考)

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量/波状 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：水平		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
加熱時間				消炎後
5 分後	10 分後	20 分後		
				
損傷距離：シート(炭化:550mm), シース(熔融:1,690mm, 炭化:490mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
 <p>シート炭化</p>		 <p>シース炭化</p>	 <p>シース溶解</p>	

第 4-5-4 表 トレイの設置方向による延焼性の確認試験結果の詳細 (2/2)

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：勾配 (45°)		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
加熱時間				消炎後
5 分後	10 分後	20 分後		
				
損傷距離：シート(炭化:770mm), シース(熔融:850mm, 炭化 540mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化	シース炭化	シース熔融		

## 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

### 1. 目的

複合体内部の発火に対して、延焼の可能性があると特定されたトレイ設置方向について、ファイアストッパにてシートとケーブルの隙間を閉鎖することで、複合体内部のケーブルが燃え止まることを確認する。

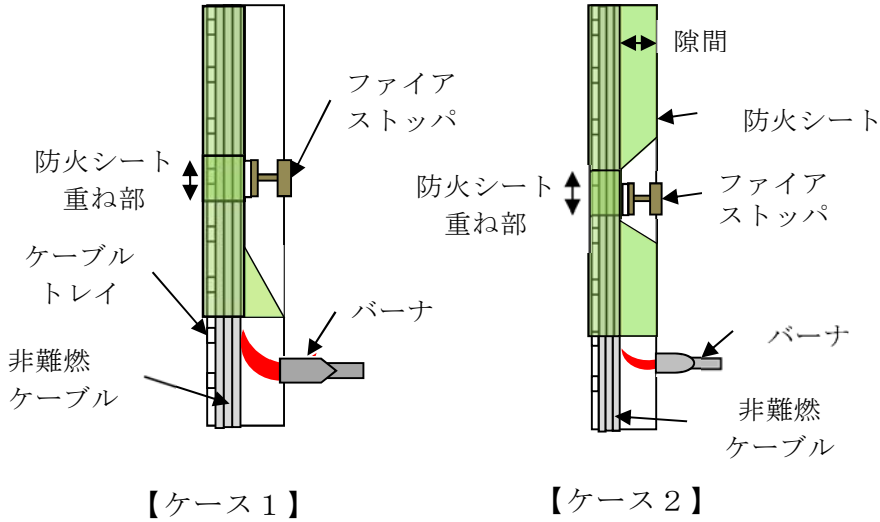
### 2. 供試体

本文 3.4.5 項にて示した、損傷長の比較による評価と延焼リスクを考慮した非難燃ケーブルを用いる。また、本文 4.3.5 項にて延焼の可能性のあるトレイ設置方向と特定した垂直トレイにおいて、ファイアストッパを取り付けたものとする。なお、ケーブルの量によりシートとケーブル間に隙間がない状態と隙間が発生する状態があるため、それぞれ確認する。

### 3. 試験方法及び判定基準

本文 3. 項の結果を踏まえ、試験条件及び試験方法を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の概要として第 4-6-1 表に示す。

第 4-6-1 表 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概要

<p>試験体の 据付例</p>	 <p>【ケース 1】</p> <p>【ケース 2】</p>
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>バーナ熱量</p>	<p>20 kW</p>
<p>加熱時間</p>	<p>20 分 ・バーナを点火し、20 分経過後、バーナの燃焼を停止し、ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。</p>
<p>試験回数</p>	<p>1 回</p>
<p>判定基準</p>	<p>・燃え止まること。</p>



#### 4. 試験結果

実証試験結果のまとめを第 4-6-2 表に、実証試験結果の詳細を第 4-6-3 表に示す。

#### 5. 評価




複合体内部のケーブル発火に対しては、ファイアストップパにて防火シートとケーブルの密着性を高めることで、複合体内部ケーブルが燃え止まることを確認した。

第 4-6-2 表 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結果

ケーブル				ケーブル トレイ形 状	複合体 の ケース	最大 損傷長 (mm)	判定 結果
ケーブル 種類	絶縁材	シース 材	外径 (mm)				
低圧電力 ケーブル	架橋ポリ エチレン	ビニル	14.5	ラダー	1	1,070	良
				(垂直)	2	1,280	良


第 4-6-3 表 延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応の

実証試験結果の詳細(1/2)

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm ファイアストップ位置：1,075～1,150mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
ケース 1				
	損傷距離：シート(炭化:850mm), シース(熔融:1,070mm, 炭化:910mm)			
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	

第 4-6-3 表 延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応の

実証試験結果の詳細 (2/2)

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：水平		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm ファイアストップ位置：1,075～1,150mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
ケース 2				
	損傷距離：シート(炭化:1,140mm), シース(熔融:1,280mm, 炭化:1,090mm)			
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	

## 過電流模擬試験による防火シート健全性評価

## 1. 目的

過電流による過熱で複合体内部のケーブルから可燃性ガスが発生し、発火した場合においても防火シートの健全性（遮炎性能）が維持され、外部からの酸素供給パスになる損傷がないことを確認する。

## 2. 供試体

本文 2.2(2)項で選定したケーブル種類うち、燃焼の3要素を考慮し、発火時の影響が大きくなる最大径の高圧電力ケーブルを少量敷設し、メーカーの標準施工方法に基づき施工したものを供試体とする。供試体を第 4-7-1 表に示す。

第 4-7-1 表 供試体

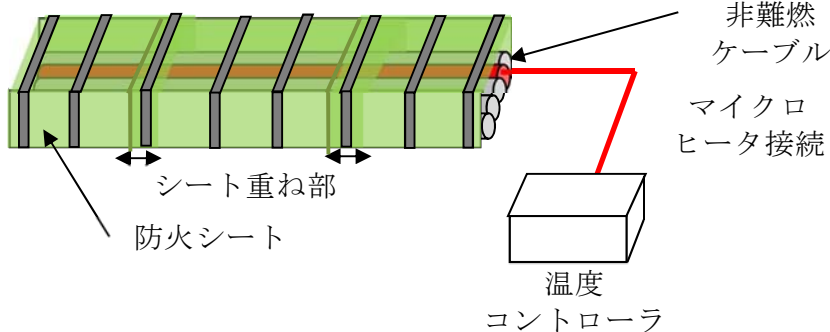
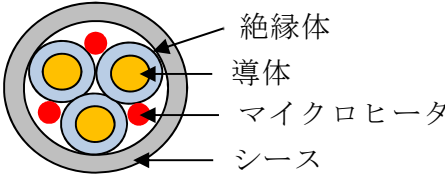
ケーブル種類	芯数- 導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	絶縁材	絶縁材 厚さ (mm)	シース材	シース 厚さ (mm)	外径 (mm)
高圧電力 ケーブル	3C-325	架橋ポリ エチレン	4.5	ビニル	1.5	71

## 3. 試験方法及び判定基準

ケーブル内部に設置したマイクロヒータを導体の代わりに通電することで、過電流模擬試験を実施し、ケーブルから発生する可燃性ガスの発火による火炎が防火シートの健全性に影響を与えないことを確認する。試験の概要を第 4-7-2 表に示す。なお、マイクロヒータ温度は高圧電力ケーブルの絶縁

材（架橋ポリエチレン）及びシース材（ビニル）の発火温度以上であり，ケーブルが発火することが確認された温度とする。過電流模擬試験の事前確認を添付資料 4-7 別紙 1 に示す。

第 4-7-2 表 過電流模擬試験の概要

<p>試験装置 概要</p>	<p>【試験装置全体】</p>  <p>【加熱ケーブル内部】</p> 
<p>マイクロヒータ温度</p>	<p>650℃</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・少量敷設した高圧電力ケーブルの内の一条に対して，マイクロヒータを取り付け，絶縁材及びシース材の発火温度を超える温度で加熱する。</li> <li>・一定時間後，複合体内部においてケーブルから発生する可燃性ガス及びケーブルが発火することを確認する。</li> <li>・複合体内部の火炎について連続した外部への噴出の有無を確認する。</li> </ul>
<p>判定基準</p>	<p>複合体外部へ連続した火炎の噴出がないこと。</p>

#### 4. 試験結果

試験結果を第 4-7-3 表にまとめる。また，実証試験の詳細を第 4-7-4 表に示す。











#### 5. 評価

過電流による複合体内部の発火を想定しても，防火シートの健全性は維持され，酸素供給パスとなる損傷は生じない。

第 4-7-3 表 過電流模擬試験結果

複合体外部へ 連続した火炎の噴出	判定結果
無	良

第 4-7-4 表 過電流模擬試験結果詳細

ケーブル仕様 ケーブル敷設量：1層敷設 ケーブル種類：高圧電力ケーブル 絶縁材：架橋ポリエチレン シース材：ビニル ケーブル外径：71mm			
試験前			
供試体上部			
試験経過（側面）			
0 秒	通電開始		
26 秒	発煙(ケーブル)		
10 分		30 分	
43 分 40 秒	シート重ね部発煙 	60 分	
68 分 07 秒	ケーブル発火		
70 分		80 分	
90 分		110 分	
供試体上部 (試験後)			
発火の有無	有 (68 分 07 秒)		
火炎の連続噴出	無		

## 過電流模擬試験の事前確認

## 1. 目的

過電流による発火をマイクロヒータにて模擬できることを確認する。

## 2. 供試体

使用するケーブルの構成材料のうち、燃焼の3要素を考慮し、発火時の影響が大きくなる最大径の高圧電力ケーブルを供試体とする。供試体を第1表に示す。

第1表 供試体

ケーブル 回路種別	芯数- 導体サイズ (mm <sup>2</sup> )	絶縁材	絶縁材 厚さ (mm)	シース材	シース 厚さ (mm)	外径 (mm)
高圧電力 ケーブル	3C-325	架橋ポリ エチレン	4.5	ビニル	1.5	71



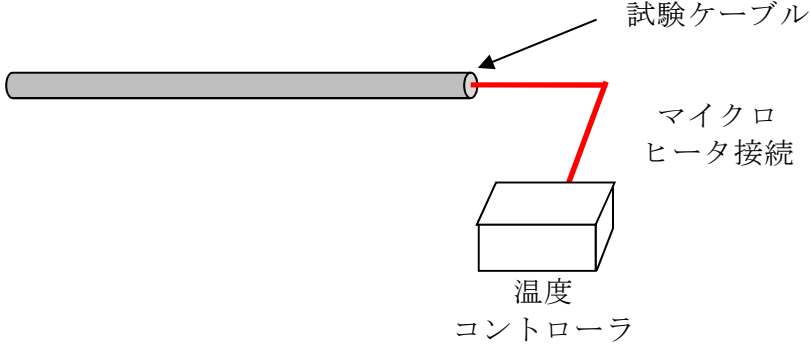
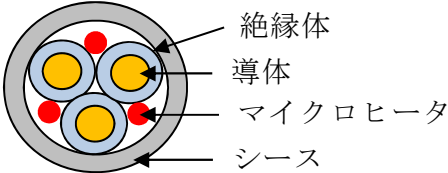
### 3. 試験方法及び判定基準

ケーブル内部に設置したマイクロヒータを高圧電力ケーブルの絶縁材及びシース材の発火温度以上で加熱することで、過電流発火を模擬できることを確認する。高圧電力ケーブルの絶縁材(架橋ポリエチレン)及びシース材(ビニル)の発火温度を第2表に示す。また、試験の概要を第3表に示す。

第2表 高圧電力ケーブル材料の発火温度

部位	材料	発火温度(℃)
絶縁体	架橋ポリエチレン	410
シース	ビニル	454

第3表 過電流模擬試験の事前確認概要

<p>試験装置概要</p>	<p>【試験装置全体】</p>  <p>試験ケーブル</p> <p>マイクロヒータ接続</p> <p>温度コントローラ</p> <p>【試験ケーブル内部】</p>  <p>絶縁体</p> <p>導体</p> <p>マイクロヒータ</p> <p>シース</p>
<p>マイクロヒータ温度</p>	<p>650℃</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高圧電力ケーブルに対して、マイクロヒータを取り付け、絶縁材及びシース材の発火温度を超える温度で加熱する。</li> <li>・ 一定時間後、複合体内部においてケーブルから発生する可燃性ガス及びケーブルが発火することを確認する。</li> <li>・ ケーブル発火の有無を確認する。</li> </ul>
<p>判定基準</p>	<p>ケーブルが発火すること</p>


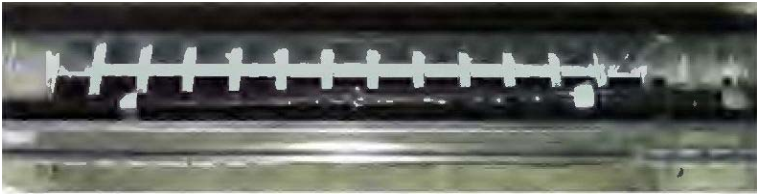
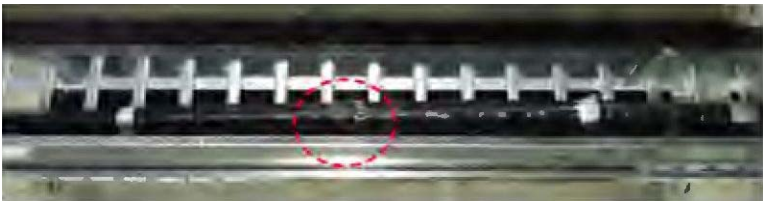


#### 4. 試験結果

事前確認結果を第4表にまとめる。また、実証試験の詳細を第5表に示す。

第4表 過電流模擬試験の事前確認結果

ケーブル 回路種別	絶縁体	シース材	外径 (mm)	結果 (発火)
高圧電力 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	71	有

第 5 表 過電流模擬試験結果詳細

ケーブル単体 ケーブル敷設量：1 条敷設 ケーブル種類：高圧電力ケーブル 絶縁材：架橋ポリエチレン シース材：ビニル ケーブル外径：71mm	
試験前	
供試体上部	
試験中	
試験開始	0 秒 
発煙	46 秒 
発火	45 分 30 秒 
燃焼継続	47 分 00 秒 
発火の有無	有 (45 分 30 秒)

複合体が不完全な状態における外部の火災に対する耐延焼性の確認結果

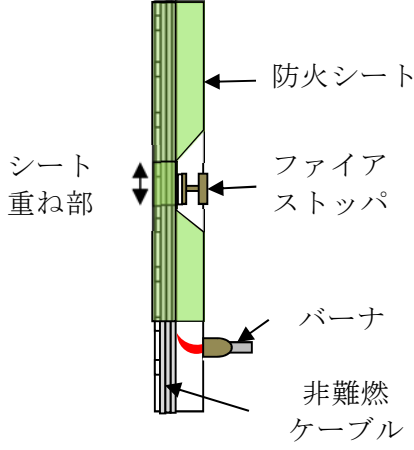
1. 目的

設計方針を満足する防火シートの施工ができることの管理及び維持管理を実施するものの、複合体の外郭である防火シートが不完全な状態でも、複合体外部の火災に対し、複合体が燃え止まることを確認する。

2. 試験方法と判定基準

試験方法と判定基準を第 5-1-1 表に示す。

第 5-1-1 表 防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験の概要

<p>試験体の 据付例</p>	
<p>不完全性の 試験条件</p>	<p>ずれの大きさをケーブルが完全露出する 200mm とし，耐延焼性が確保されることを確認する。</p>
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>バーナ熱量</p>	<p>20kW</p>
<p>加熱時間</p>	<p>20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。</p>
<p>試験回数</p>	<p>1 回</p>
<p>判定基準</p>	<p>・燃え止まること。</p>








### 3. 試験結果

複合体外部の火災に対して、防火シートのずれ及び傷があっても複合体が燃え止まることを確認した。参考として、難燃ケーブルの損傷長と比較し、複合体の損傷長が難燃ケーブルより短いことを確認した。試験結果を第5-1-2表に示す。また、試験結果の詳細を第5-1-3表に示す。

第5-1-2表 防火シートのずれを模擬した耐延焼性能確認結果

供試体	絶縁材/ シース	ケーブル 量	バーナ 熱量 (kW)	防火シート のずれ (mm)	最大損傷長 (mm)	判定結果 (燃え止ま ること)
複合体	架橋ポリエチ レン/ビニル	設計 最大量	20	300 露出:200	1,280	良
難燃 ケーブル (参考)	難燃架橋ポリ エチレン/ 難燃ビニル	設計 最大量	20	—	1,780	—

第 5-1-3 表 防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験結果の詳細

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm シート保持器具位置：1,075~1,150mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
—				
損傷距離：シート(炭化:1,140mm), シース(熔融:1,280mm, 炭化:1,090mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	
判定結果		良		

## 複合体が不完全な状態における内部の火災に対する耐延焼性の確認結果

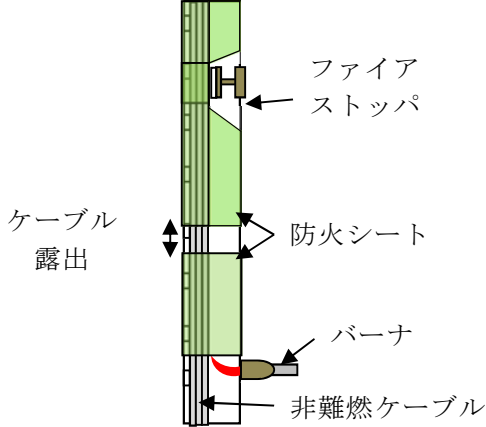
## 1. 目的

設計方針を満足する防火シートの施工ができることの管理及び維持管理を実施するものの、複合体の外郭である防火シートが不完全な状態でも、複合体内部の火災に対し、複合体が燃え止まることを確認する。

## 2. 試験方法と判定基準

試験方法と判定基準を第 5-2-1 表に示す。

第 5-2-1 表 防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験の概要

試験体の据付例	
不完全性の試験条件	ずれの大きさは、シート保持器具及び結束ベルトが同じ箇所それぞれ 1 つ脱落し、防火シートが剥がれたこととするため、約 330mm のシートずれ（ケーブル露出約 230mm）を設定し、耐延焼性を確認する
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
バーナ熱量	20kW
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し、20 分経過後、バーナの燃焼を停止し、ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	1 回
判定基準	燃え止まること。










### 3. 試験結果

複合体内部の火災に対して、防火シートのずれ、隙間及び傷があっても複合体がファイアストップまでの間で燃え止まることを確認した。試験結果を第 5-2-2 表に示す。また、試験結果の詳細を第 5-2-3 表に示す。

第 5-2-2 表 防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験結果

供試体	ケーブル量	バーナ熱量 (kW)	防火シートのずれ (mm)	ファイアストップの設置位置 (バーナからの距離) (mm)	最大損傷長 (mm)	判定結果
複合体	設計最大量	20	330 露出:230	1,675~1,750	1,770	良

第 5-2-3 表 防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験結果の詳細

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニルトレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm シート保持器具位置：1675mm～1750mm シート間ケーブル露出：230mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
—				
損傷距離：シート(炭化:1,710mm), シース(熔融:1,770mm, 炭化:1,630mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	
判定結果		良		

## 防火シートによるケーブルへの影響

複合体はケーブル及びケーブルトレイを防火シートで覆ったものであるため、防火シートがケーブルの機能に与える影響が軽微でありケーブルの設計範囲内であることを確認する。

### 1. 通電機能

ケーブルの通電機能は絶縁体の許容温度の範囲内で機器等への電流が通電できることである。そのため、通電機能への影響は、防火シートの施工前後の電流値を測定する電流低減率試験に基づき確認する。

#### 1.1 電流低減率試験

##### (1) 目的

防火シートで複合体を形成することによる放熱性の低下が、ケーブルの通電機能に対し影響がないことを確認する。

##### (2) 試験結果

試験結果のまとめを第 6-1-2 表に示す。また、試験結果の詳細を第 6-1-3 表に示す。

第 6-1-2 表 試験結果のまとめ

項 目	防火シートなし	防火シート有り
通電電流 (A)	26.97	23.34
基準周囲温度(補正温度) (°C)	40.00	40.00
導体温度(°C)	90.00	90.00
電流低減率(%)	基準	13.46

注：通電電流は基準周囲温度に補正後の値を示す。

第 6-1-3 表 試験結果の詳細

測定項目	防火シートなし		防火シート有り	
	測定値	温度補正	測定値	温度補正
通電電流平均値(A)	32.73	26.97 (31.13)	28.68	23.34 (26.96)
周囲温度平均値(°C)	18.13	40.00 (25.00)	16.42	40.00 (25.00)
導体(6~10)平均温度(°C)	89.77	90.00	89.99	90.00
導体(1~5)平均温度(°C)	87.96		86.00	
導体(11~15)平均温度(°C)	87.30		85.84	
ケーブル表面平均温度(°C)	71.34		71.86	
電流低減率(%)		基準		13.46

注：通電電流は基準周囲温度に補正後の値を示す。

(3) 評価

東海第二発電所では使用ケーブル選定時に以下の項目について設計裕度を  
持たせている。

- ① ケーブル敷設低減率：ケーブルトレイ又は電線管等のケーブル量による蓄熱を考慮した許容電流の低減率設定
- ② 負荷となる機器の出力設定（電圧及び力率含む）
- ③ ケーブル選定時の設計電流と実際の許容電流の設計裕度

火災防護対象機器の中で上記①，②を考慮して保守的に設定しているケーブル設計電流に対し，機器の定格電流が大きく設計裕度が最も小さくなる機器を選定し確認した。設計裕度の確認結果を第 6-1-4 表に示す。

第 6-1-4 表 ケーブルの設計裕度

ケーブル種類	ケーブル材料 (絶縁材/シース材)	ケーブル設計電流 (A)	定格電流 (A)	設計裕度 (%)
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン /ビニル	97	72	34

その結果，ケーブルの設計裕度 34%に対し，防火シートによる電流低減率は 13.46%であり，設計裕度の方が大きく，ケーブルの設計範囲内であり防火シートによる通電機能に影響はない。

## 2. 絶縁機能

### 2.1 絶縁抵抗試験

#### (1) 目的

防火シートの施工によりケーブルの絶縁特性に影響がないことを確認する。

#### (2) 試験結果

試験結果を第 6-1-4 表にまとめる。

第 6-1-4 表 絶縁抵抗試験結果

No	相	判定基準	測定値 (MΩ)	判定結果
1	R	2,500MΩ以上	$8.98 \times 10^6$	良
	S		$1.02 \times 10^7$	良
	T		$8.86 \times 10^6$	良
2	R		$9.61 \times 10^6$	良
	S		$1.06 \times 10^7$	良
	T		$7.68 \times 10^6$	良

#### (3) 評価

防火シートの施工によるケーブルの絶縁特性に影響はない。

### 2.2 耐電圧試験

#### (1) 目的

防火シートの施工によって耐電圧特性に影響がないことを確認する。

(2) 試験結果

試験結果を第 6-1-5 表にまとめる。

第 6-1-5 表 耐電圧試験結果

No	相	判定基準	判定結果
1	R	絶縁破壊がないこと	良
	S		良
	T		良
2	R		良
	S		良
	T		良

(3) 評価

防火シートの施工によるケーブルの耐電圧に影響はない。

3. ケーブルシースへの影響

3.1 化学的影響

(1) 目的

防火シートが直接接触することによるケーブルシースへの化学的な影響を確認する。

(2) 試験結果

測定値 (pH) :6.4 試験結果「良」

(3) 評価

防火シートの pH 測定値が、中性の範囲内であり、直接防火シートが触れることによるケーブルシースへの影響がないことを確認した。

## 防火シートによるケーブルトレイへの影響

東海第二発電所のケーブルに対する代替措置としてケーブルトレイに敷設されたケーブルに対し防火シートを施工することとしている。そのため、ケーブルトレイの保持機能への影響として、シートによる化学的影響及び重量増加の影響を確認する。

### 1. ケーブルトレイ材質への影響

#### 1.1 化学的影響

##### (1) 目的

防火シートが直接接触することによるケーブルトレイ材質への化学的な影響を確認する。

##### (2) 試験結果

測定値 (pH) :6.4 試験結果良好。

##### (3) 評価

防火シートの pH 測定値が、中性の範囲内であり、直接防火シートが触れることによるケーブルトレイ材質への影響がないことを確認した。



## 2. 防火シート施工による重量増加によるケーブルトレイ保持機能への影響

### 2.1 重量増加の影響

#### (1) ケーブルトレイの種類

非難燃性ケーブルを敷設しているケーブルトレイの形状は、梯子状のラダートレイと鉄板上のソリッドトレイがありケーブルの回路種別により使い分けている。また、ケーブルの量によりケーブルトレイの幅を選定している。

#### (2) ケーブルトレイの重量

ケーブルトレイの重量は、ケーブルトレイの形状及び幅により異なり、ケーブルの量を考慮した設計としている。

#### (3) 防火シートの質量

防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）の質量は技術資料より、1巻（1m×10m）で約7kg、結束ベルトは1束（10本）で約0.1kgである。

#### (4) 防火シート施工による重量増加

非難燃性ケーブルを敷設するケーブルトレイについて防火シートのメーカーの標準施工により増加する重量を確認した結果、防火シート1巻で幅600mm高さ120mmのケーブルトレイを4.5m巻くことができる。また、結束ベルトは300mmごとに設置するためケーブルトレイ3mで0.1kgの増加となる。

第6-2-1表に防火シートによるトレイ重量の増加割合を示す。

第 6-2-1 表 防火シート施工によるケーブルトレイの重量増加

ケーブルトレイ			防火シート		
トレイタイプ	幅 (mm)	高さ (mm)	設計重量(kg/m)	重量(kg/m)	重量増加率(%)
ラダー	300	120	40	1.3	3.3
	450	120	60	1.5	2.5
	600	120	75	1.7	2.3
	750	120	93.75	2.0	2.1
ソリッド	150	120	25	1.0	4.0
	300	120	40	1.3	3.3
	450	120	60	1.5	2.5
	600	120	75	1.7	2.3
	750	120	93.75	2.0	2.1

注：防火シートはケーブルトレイの形状に沿った施工とし、裕度を持たせた保守的な質量で計算している。

(5) 評価

ケーブルトレイの設計重量はケーブルトレイにケーブルを設計最大量にした状態における重量に対して、ラダータイプで 5%以上、ソリッドタイプで 14%以上の余裕あり、防火シート施工による重量増加はこの範囲内に納まっており、防火シート施工によるケーブルトレイのケーブル保持機能に影響はない。なお、ケーブルトレイの重量に対する設計裕度は別に保有している。

また、既設のケーブルトレイサポートはケーブル量に応じて耐震補強している。

## 防火シートの施工性の確認

## 1. 目的

防火シートが各種形状のトレイに対して設計通りに施工ができるか確認する。また、垂直部に対してはファイアストップが設置できることを確認する。

## 2. 施工の試験体

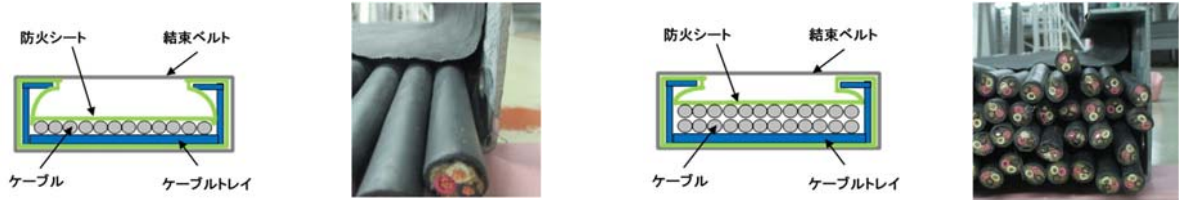
実機に設置されるケーブルトレイを試験体として、ケーブル等は移動せず、ケーブルトレイ等の独立性を維持した状態で防火シートを標準的な方法で施工する。施工確認するケーブルトレイは計装用及び制御用を選定し試験施工することとする。なお、試験施工する範囲は以下とする。

- (1) 原子炉建屋付属棟
- (2) 原子炉建屋原子炉棟

## 3. 施工の確認方法

ケーブルトレイは様々な形状で実機に設置されていることから、標準的な防火シートの施工方法に基づいて施工し、設計通りの施工ができることを確認する。防火シートの標準的な施工については、複合体内部の空気を極力抑制する標準施工（第 7-1-1 図）を採用し、延焼の可能性が高いトレイ設置方向については防火シート内部の閉鎖空間を作るため、ファイアストップを設置する施工とする。また、狭隘部や干渉物などが存在し防火シートの施工が難しい箇所については、標準施工ができることを試験施工で確認し、方法等を施工要領に反映する。なお、試験的な施工性確認として、実機ケーブルトレイを用いるため、独立性及び離隔距離の観点からケーブル及びケーブルト

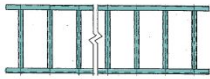

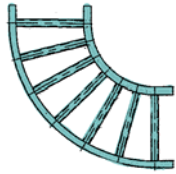
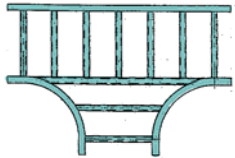
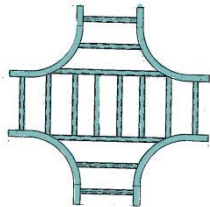
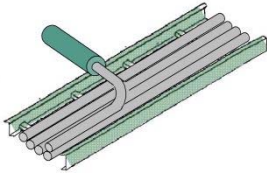
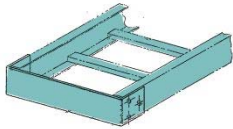
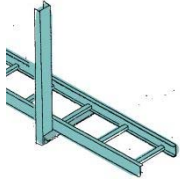
レイを動かさない状態で，十分な安全性を確保したうえで実施する。施工確認する実機のケーブルトレイ形状について第 7-1-2 図に示す。



a. ケーブル少量時の施工断面

b. ケーブル満載時の施工断面

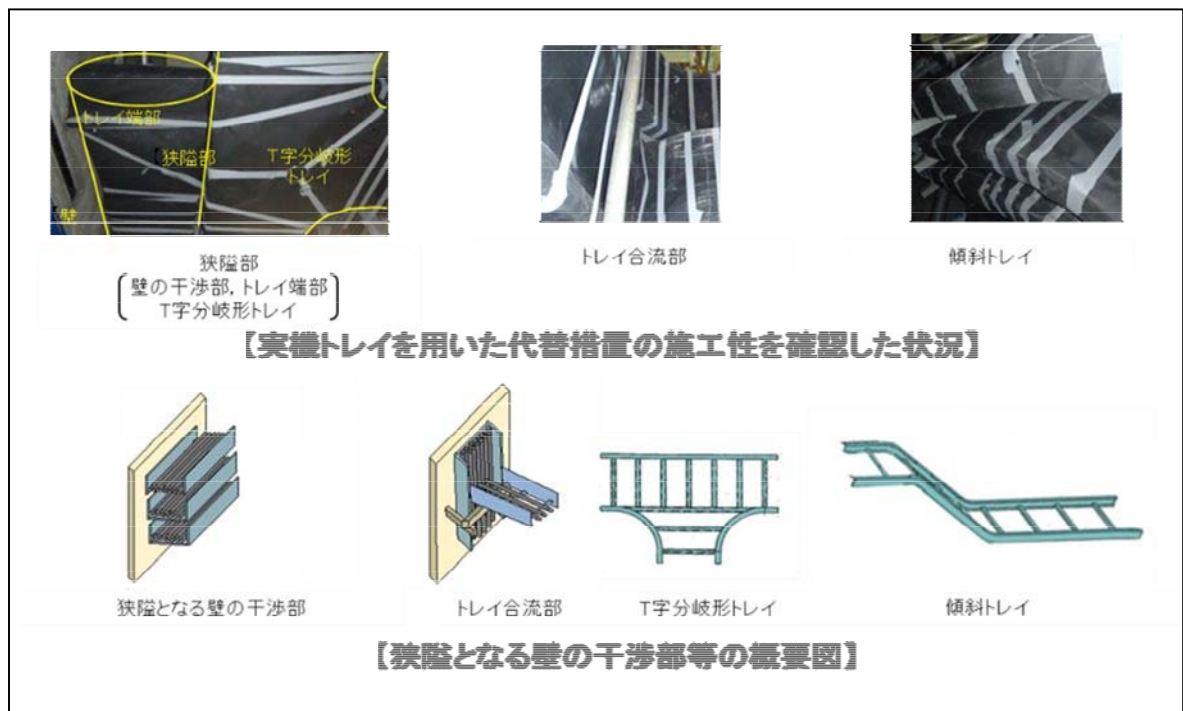
第 7-1-1 図 標準施工の概要

トレイ形状	構造 (例)	トレイ形状	構造 (例)
直線形		傾斜形	
L字形		T字分岐形	
十字分岐形		電線管 合流部	
トレイ端部		トレイ サポート部	

第 7-1-2 図 実機のケーブルトレイ形状

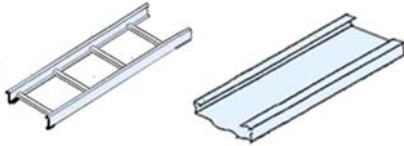



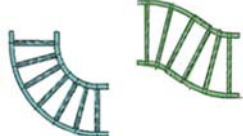



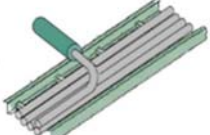



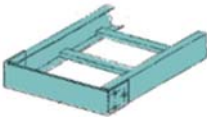

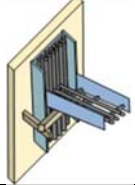

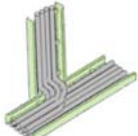

#### 4. 施工の確認結果

試験施工の結果、実機で使用しているケーブルトレイの形状に対し、防火シートの標準施工により、設計どおりの複合体が形成できることを確認した。狭隘となる壁の干渉部及びトレイの端部、トレイの合流部、T字分岐形トレイ、傾斜トレイ等について施工例を第7-1-3図に示すとともに、各種ケーブルトレイ形状に対する試験施工確認結果を第7-1-4図に示す。また、垂直方向設置トレイに対するファイアストップの取付けについて、施工方法どおりに設置できることを確認した。実機トレイへの施工例を第7-1-5図に示す。



第7-1-3図 狭隘部等への施工例

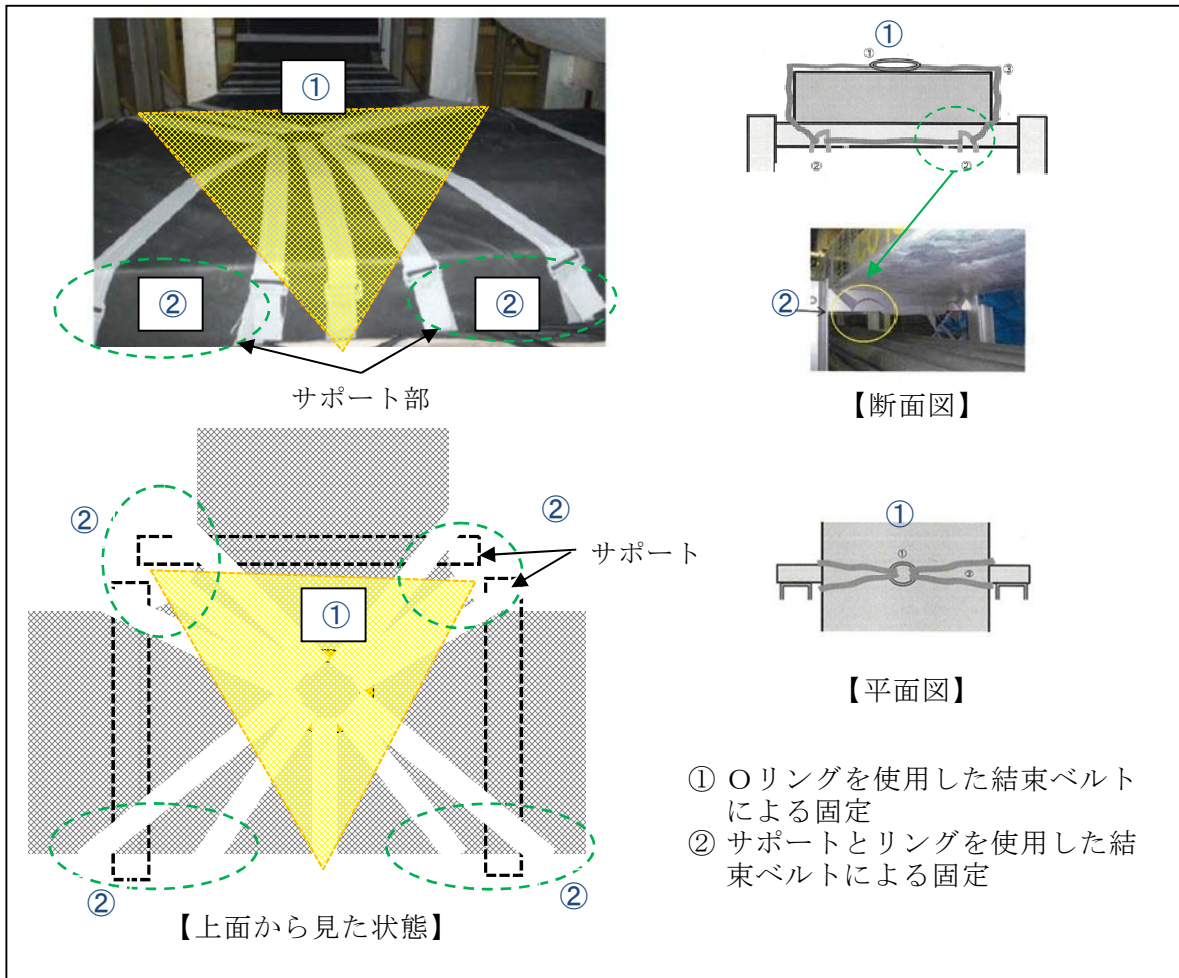
なお、防火シートを固定する結束ベルトの取付けについて、固定が難しいケーブルトレイ形状に対しても、金属製のリングを使うことにより、確実に防火シートを固定することができることを確認した。施工例を第7-1-6図に示す。

No.	トレイ形状	構造図	複合体施工例
1	直線形状の水平型		
2	直線形状の垂直型		
3	L字形, S字形		
4	T字分岐形, 十字分岐形		
5	電線管分岐(躯体貫通部)		
6	傾斜型		
7	トレイ端部		
8	トレイ合流垂直 (同じ向き)		
9	トレイ合流垂直 (異なる向き)		

第 7-1-4 図 実機のケーブルトレイへの防火シートの施工試験結果



第 7-1-5 図 垂直設置方向トレイに対するファイアストップ施工例



第 7-1-6 図 T字分岐ケーブルトレイの結束ベルト施工例