

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から公
開できません

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-300-1 改9
提出年月日	平成30年7月12日

東海第二発電所
発電用原子炉施設の火災防護に関する補足説明資料
火災防護について

日本原子力発電株式会社
東海第二発電所

1. 添付書類に係る補足説明資料

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

工認添付資料	補足説明資料
<p>V-1-1-7 発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書</p>	<p>1-1 原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 2 添付資料 2 を参照】</p>
	<p>1-2 火災区域の配置を明示した図面 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 3 添付資料 2 を参照】</p>
	<p>1-3 内部火災に関する工事計画変更認可後の変更申請対象項目の抽出について</p>
	<p>2-1 潤滑油又は燃料油の引火点，室内温度及び機器運転時の温度について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 1 参考資料 1 を参照】 【許可まとめ資料 41 条 重大事故等対処施設における火災防護に係る基準規則等への適合性についてのうち参考資料 1 を参照】</p>
	<p>2-2 保温材の使用状況について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 1 添付資料 4 を参照】 【許可まとめ資料 41 条 重大事故等対処施設における火災防護に係る基準規則等への適合性についてのうち添付資料 4 を参照】</p>
	<p>2-3 建屋内装材の不燃性について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 1 添付資料 5 を参照】 【許可まとめ資料 41 条 重大事故等対処施設における火災防護に係る基準規則等への適合性についてのうち添付資料 5 を参照】</p>

工認添付資料	補足説明資料
V-1-1-7 発電用原子炉施設の火災防護に関する 説明書	2-4 難燃ケーブルの使用について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 1 添付資料 2 を参照】 【許可まとめ資料 41 条 重大事故等対処施設における火災防護に係る基準規則等への適合性についてのうち添付資料 2 を参照】
	2-5 屋外の重大事故等対処施設の竜巻による火災の発生防止対策について
	2-6 水素の蓄積防止対策について
	3-1 ガス消火設備について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 6 添付資料 2 を参照】 【許可まとめ資料 41 条 重大事故等対処施設が設置される火災区域又は火災区画の消火設備についてのうち添付資料 2 を参照】
	3-2 二酸化炭素自動消火設備(全域)について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 6 添付資料 6 を参照】 【許可まとめ資料 41 条 重大事故等対処施設が設置される火災区域又は火災区画の消火設備についてのうち添付資料 7 を参照】
	3-3 消火用の照明器具の配置図 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 1 添付資料 7 を参照】 【許可まとめ資料 41 条 重大事故等対処施設における火災防護に係る基準規則等への適合性についてのうち添付資料 6 を参照】
	3-4 常設代替高圧電源装置を設置する火災区域の消火設備について
	3-5 電動機駆動消火ポンプ，構内消火用ポンプ，ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの構造図

工認添付資料	補足説明資料
V-1-1-7 発電用原子炉施設の火災防護に関する 説明書	3-6 電動機駆動消火ポンプ、構内消火用ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプのQHカーブ
	3-7 ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの内燃機関の発電用火力設備に関する技術基準を定める省令への適合性について
	3-8 消火栓及びガス系消火設備の必要容量について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 6 添付資料 8 を参照】 【許可まとめ資料 41 条 重大事故等対処施設が設置される火災区域又は火災区画の消火設備についてのうち添付資料 8 を参照】
	3-9 可燃物管理により火災荷重を低く管理することで、煙の発生を抑える火災区域又は火災区画についての管理基準
	3-10 新燃料貯蔵庫の未臨界性評価について 【設置許可資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 1 添付資料 9 を参照】
	3-11 火災感知設備の配置について 【設置許可資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 5 添付資料 4 を参照】
	3-12 重大事故等対処施設及び設計基準対処設備の消火設備の位置的分散に応じた独立性を備えた設計について
	4-1 火災の影響軽減のための系統分離対策について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 7 添付資料 1 を参照】
	4-2 ケーブルトレイに適用する 1 時間耐火隔壁の火災耐久試験の条件について
	4-3 中央制御室制御盤内の分離について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 7 添付資料 3 を参照】

工認添付資料	補足説明資料
V-1-1-7 発電用原子炉施設の火災防護に関する 説明書	4-4 中央制御室の火災の影響軽減対策について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 7 本文を参照】
	4-5 火災区域(区画) 特性表について
	4-6 火災を起因とした「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」発生時の単一故障を考慮した原子炉停止について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 10 添付資料 8 を参照】
	4-7 中央制御室制御盤の火災を想定した場合の対応について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 7 添付資料 5 を参照】
	4-8 原子炉格納容器内火災時の想定事象と対応について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 8 別紙 3 を参照】
	4-9 影響軽減対策における火災耐久試験結果の詳細について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 1 資料 7 添付資料 2 を参照】
	5-1 防火シートの基本性能について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 4 添付資料 1-2 を参照】
	5-2 防火シート及び結束ベルトの標準施工方法 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 4 添付資料 1-5 を参照】
	5-3 ファイアストップの施工方法 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 4 添付資料 1-6 を参照】
	5-4 耐火シールの性能について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 4 添付資料 1-7 を参照】
	5-5 発電所で使用する非難燃ケーブルの種類 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 4 添付資料 2-1 を参照】

工認添付資料	補足説明資料
V-1-1-7 発電用原子炉施設の火災防護に関する 説明書	5-6 発電所で使用する非難燃ケーブルの詳細 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 2-2 を参照】
	5-7 ケーブルの燃焼メカニズム 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 2-3 を参照】
	5-8 ケーブルの使用期間による経年変化 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 2-4 を参照】
	5-9 発電所を代表する非難燃ケーブルの抽出 結果のまとめ 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 2-5 を参照】
	5-10 試験対象ケーブルの詳細 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 2-6 を参照】
	5-11 ケーブル種類毎の性能確認方法と確認 結果 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 2-8 を参照】
	5-12 供試体の仕様と試験条件設定の考え方 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 2-7 を参照】
	5-13 実機火災荷重を考慮した防火シートの 限界性能試験 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 3-1 を参照】
	5-14 防火シート重ね部の遮炎性試験 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 3-2 を参照】
	5-15 耐延焼性実証試験条件 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 3-4 を参照】

工認添付資料	補足説明資料
V-1-1-7 発電用原子炉施設の火災防護に関する 説明書	5-16 損傷長の判定方法 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 3-5 を参照】
	5-17 複合体の構成品の組合せによる耐延焼 性の確認 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 3-7 を参照】
	5-18 加熱熱量の違いによる性能比較評価の 確認方法 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 3 参考資料 1 を参 照】
	5-19 バーナ加熱熱量を変化させた垂直トレ イ燃焼試験 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 3 参考資料 2 を参 照】
	5-20 過電流によるケーブルの燃焼プロセス 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 4-1 を参照】
	5-21 複合体内部ケーブルの自己消火性の実 証試験 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 4-2 を参照】
	5-22 トレイの設置方向による延焼性の確認 結果 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 4-5 を参照】
	5-23 延焼の可能性のあるトレイ設置方向へ の対応の実証試験 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 4-6 を参照】
5-24 過電流模擬試験による防火シート健全 性評価 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防 止のうち別添 4 添付資料 4-7 を参照】	

工認添付資料	補足説明資料
V-1-1-7 発電用原子炉施設の火災防護に関する 説明書	5-25 複合体が不完全な場合の難燃性能の確認 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 4 添付資料 5-1 を参照】
	5-26 複合体による影響の確認 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 4 添付資料 6-1 及び 6-2 を参照】
	5-27 複合体の性能確保の考え方 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 4 添付資料 1-2, 4-7, 6-1 及び 6-2 を参照】
	5-28 非難燃ケーブル対応に関する設置許可から維持管理に至る各段階での実施内容について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 4 添付資料を参照】
	5-29 非難燃ケーブルへの防火措置に関する工事計画変更認可後の変更申請対象項目の抽出について 【許可まとめ資料 8 条 火災による損傷の防止のうち別添 4 添付資料を参照】
	5-30 難燃ケーブルへの引き替え対象について
	6-1 火災防護に関する説明書に記載する火災防護計画に定め管理する事項について

2. 別紙

- (1) 工認添付資料と設置許可まとめ資料との関係【火災防護設備】

工認添付資料と設置許可まとめ資料との関係【火災防護設備】

工認添付資料		設置許可まとめ資料			引用内容
V-1-1-7	発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	DB	第8条	火災による損傷の防止	資料そのものを概ね引用
		SA	41-1	重大事故等対処施設における火災防護に係る基準規則等への適合性について	資料そのものを概ね引用
		SA	41-2	火災による損傷の防止を行う重大事故等対処施設の分類について	資料そのものを概ね引用
		SA	41-3	火災による損傷の防止を行う重大事故等対処施設に係る火災区域又は火災区画の設定について	資料そのものを概ね引用
		SA	41-4	重大事故等対処施設が設置される火災区域又は火災区画の火災感知設備について	資料そのものを概ね引用
		SA	41-5	重大事故等対処施設が設置される火災区域又は火災区画の消火設備について	資料そのものを概ね引用
		SA	41-6	重大事故等対処施設が設置される火災区域・火災区画の火災防護対策について	資料そのものを概ね引用

V-1-1-7に係る補足説明資料

補足説明資料目次

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

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

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

4. 火災の影響軽減に係るもの

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

5. 非難燃ケーブル対応に係るもの

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

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

1. 基本事項に係るもの

補足説明資料 1-1

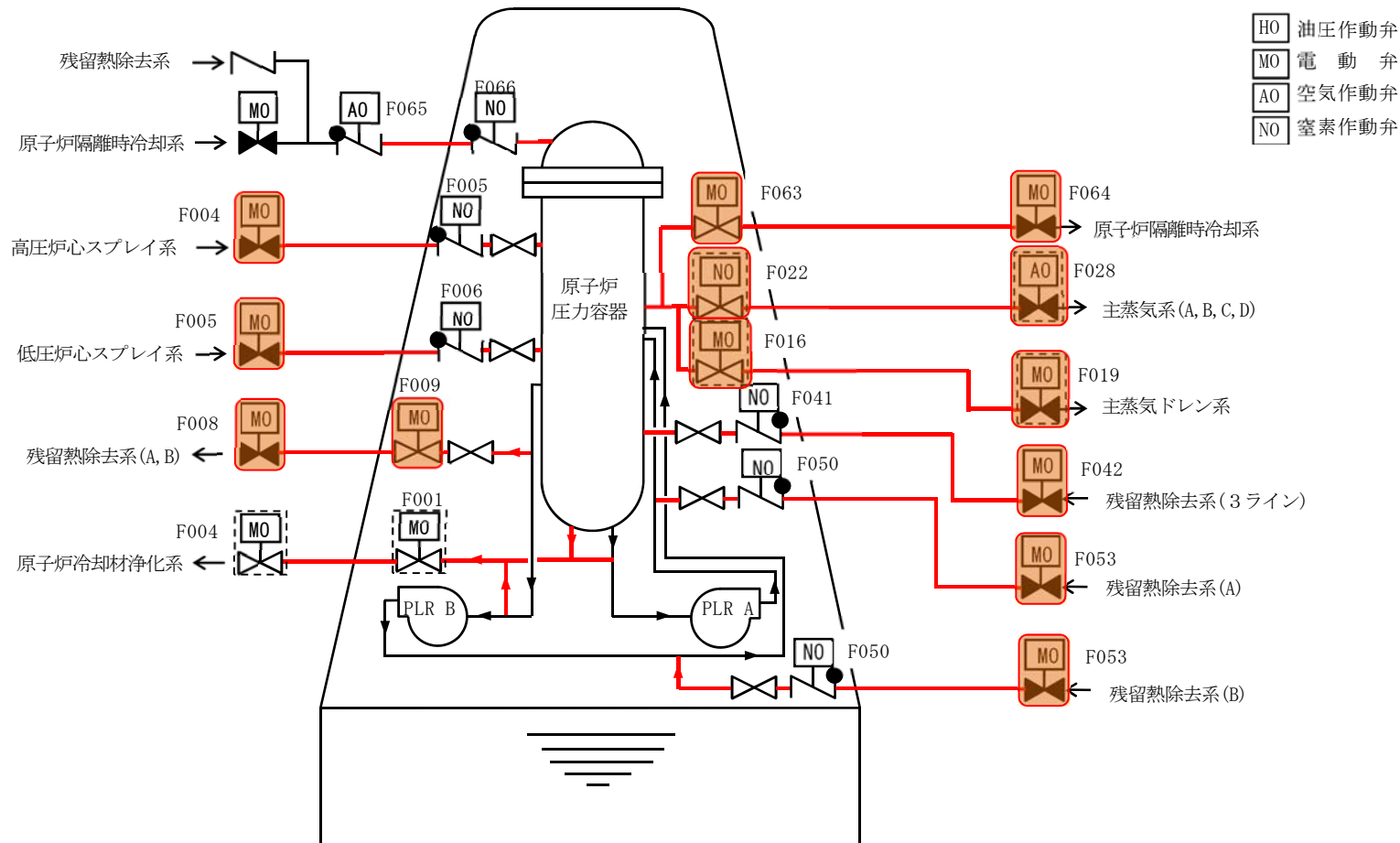
原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書3.1(1)a.(a)項に示す原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統を示すために、補足資料として添付するものである。

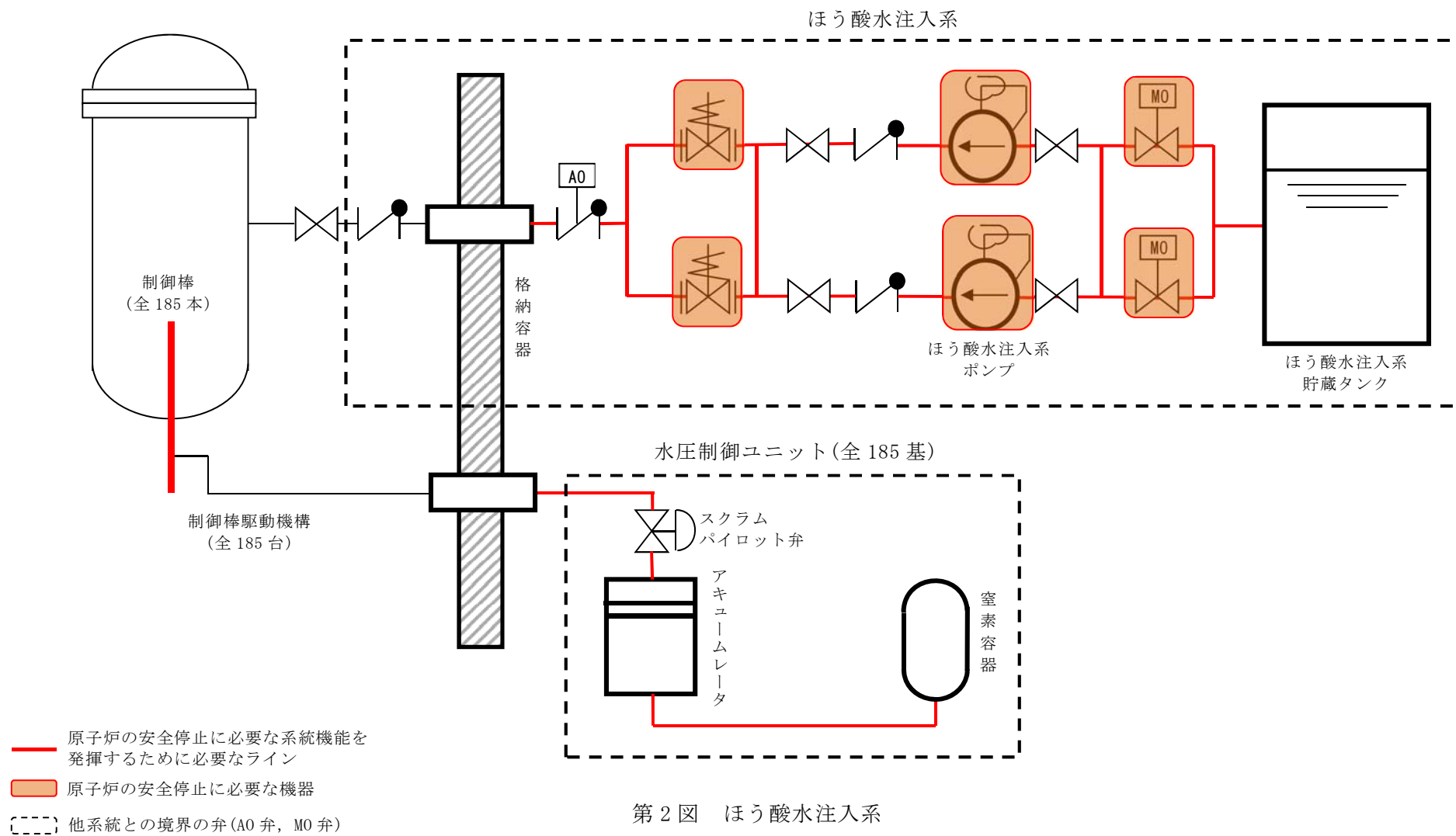
2. 内容

原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統を、次頁以降の図に示す。



- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 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)

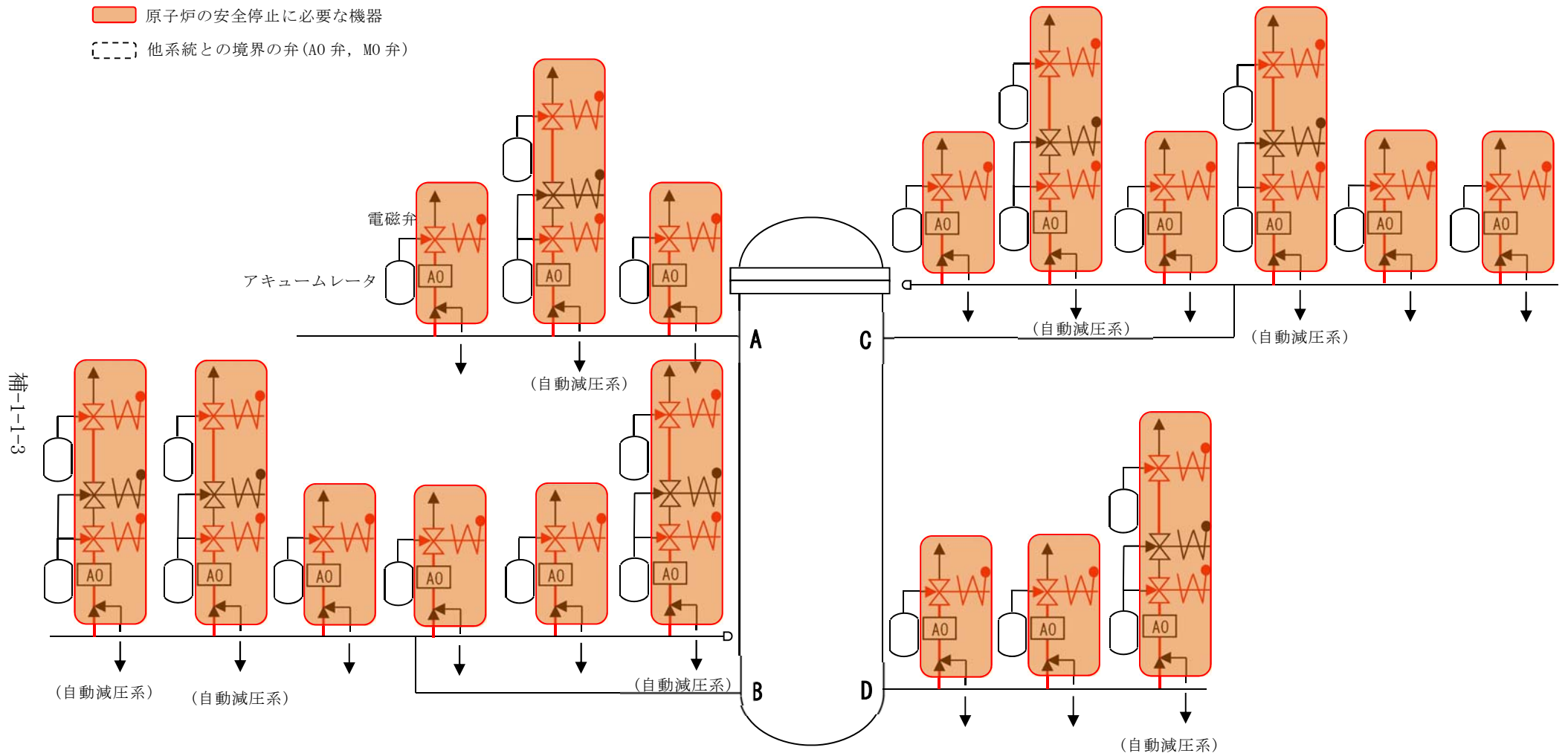
第 1 図 原子炉冷却材圧力バウンダリ



— 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

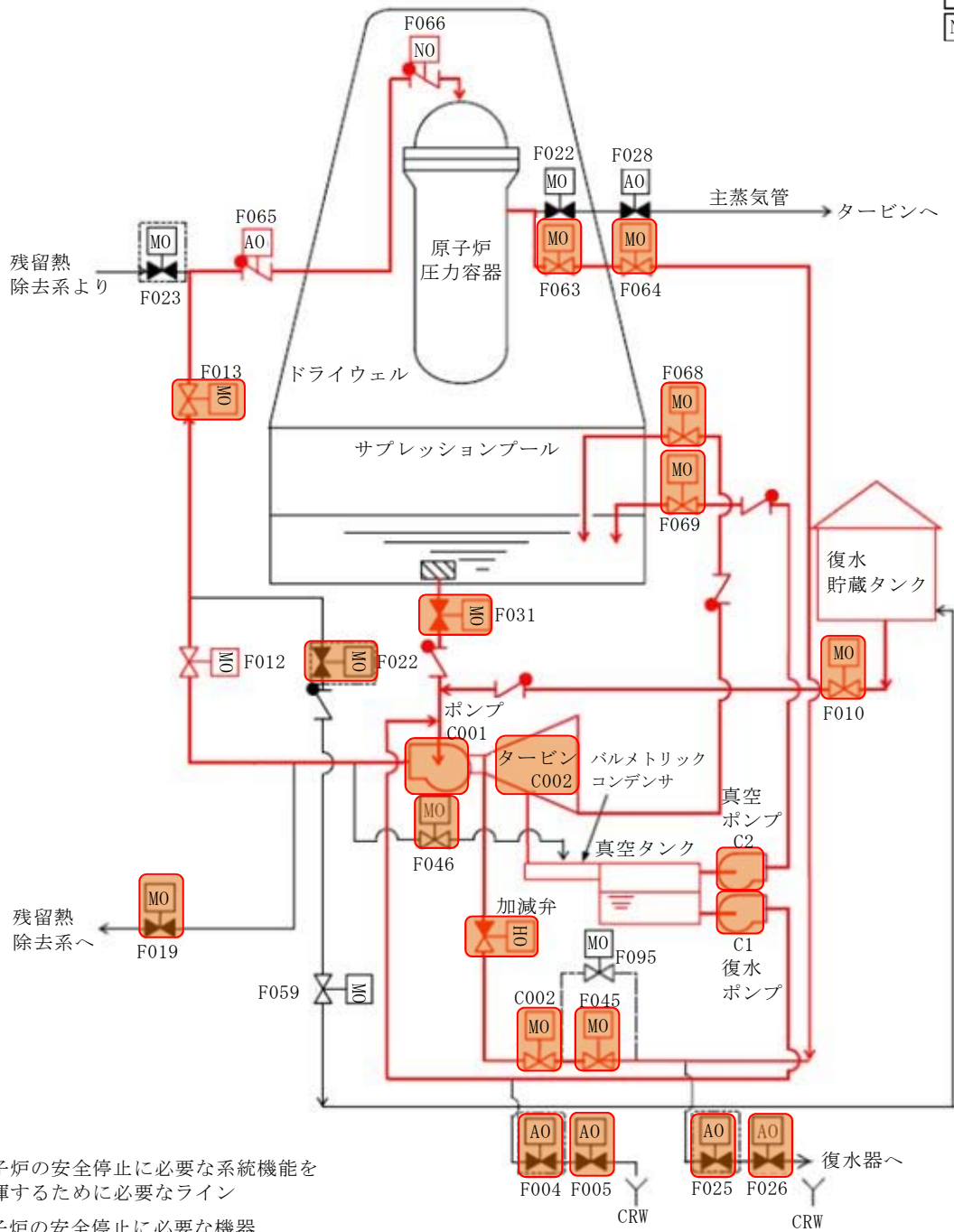
□ 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)



第 3 図 自動減圧系

炉心冷却機能(原子炉隔離時冷却系)(区分Ⅰ)

HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁

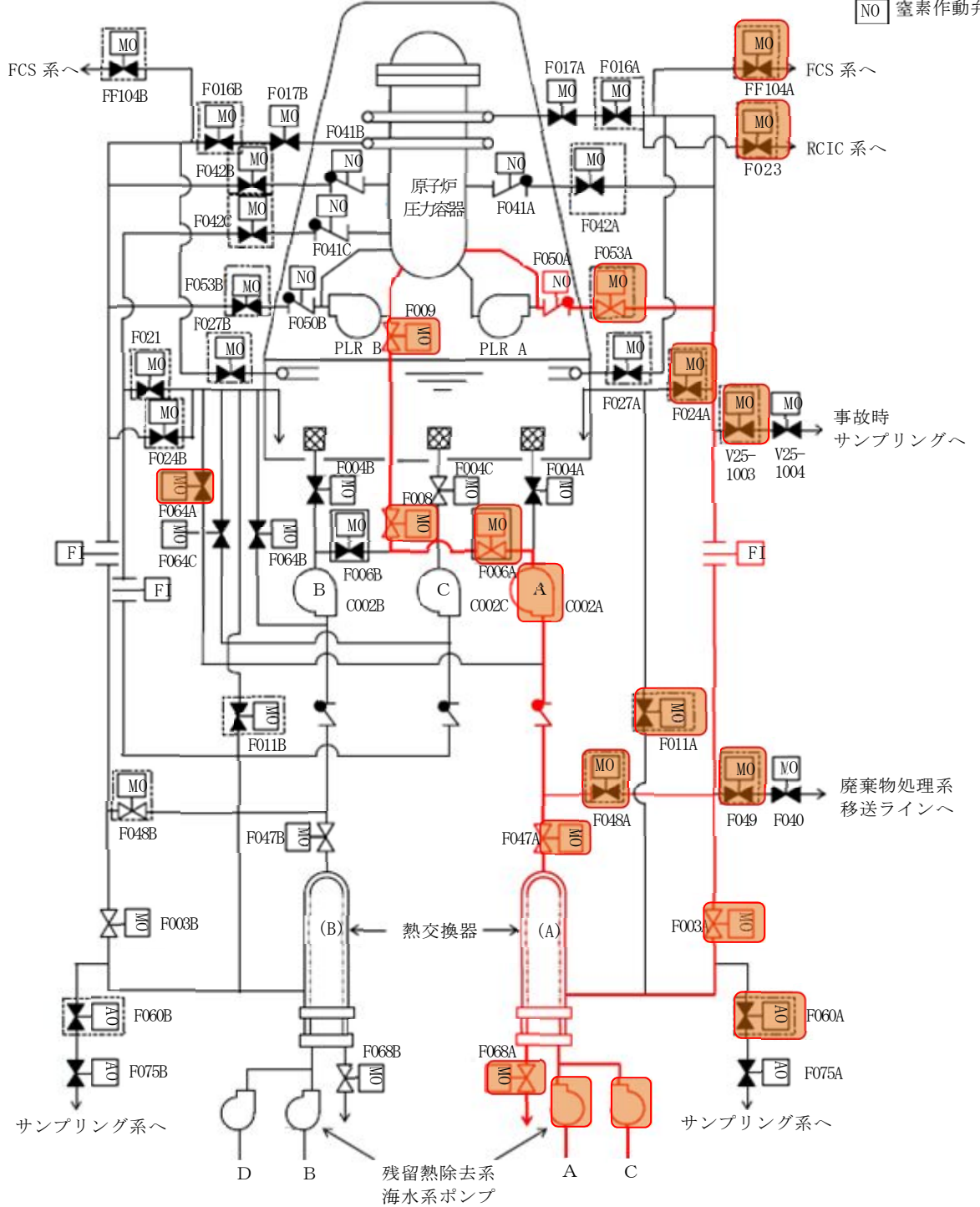


第4図 原子炉隔離時冷却系

原子炉停止の除去機能

(残留熱除去系(原子炉停止時冷却系))(区分 I)

HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



— 原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するために必要なライン

■ 原子炉の安全停止に必要な機器

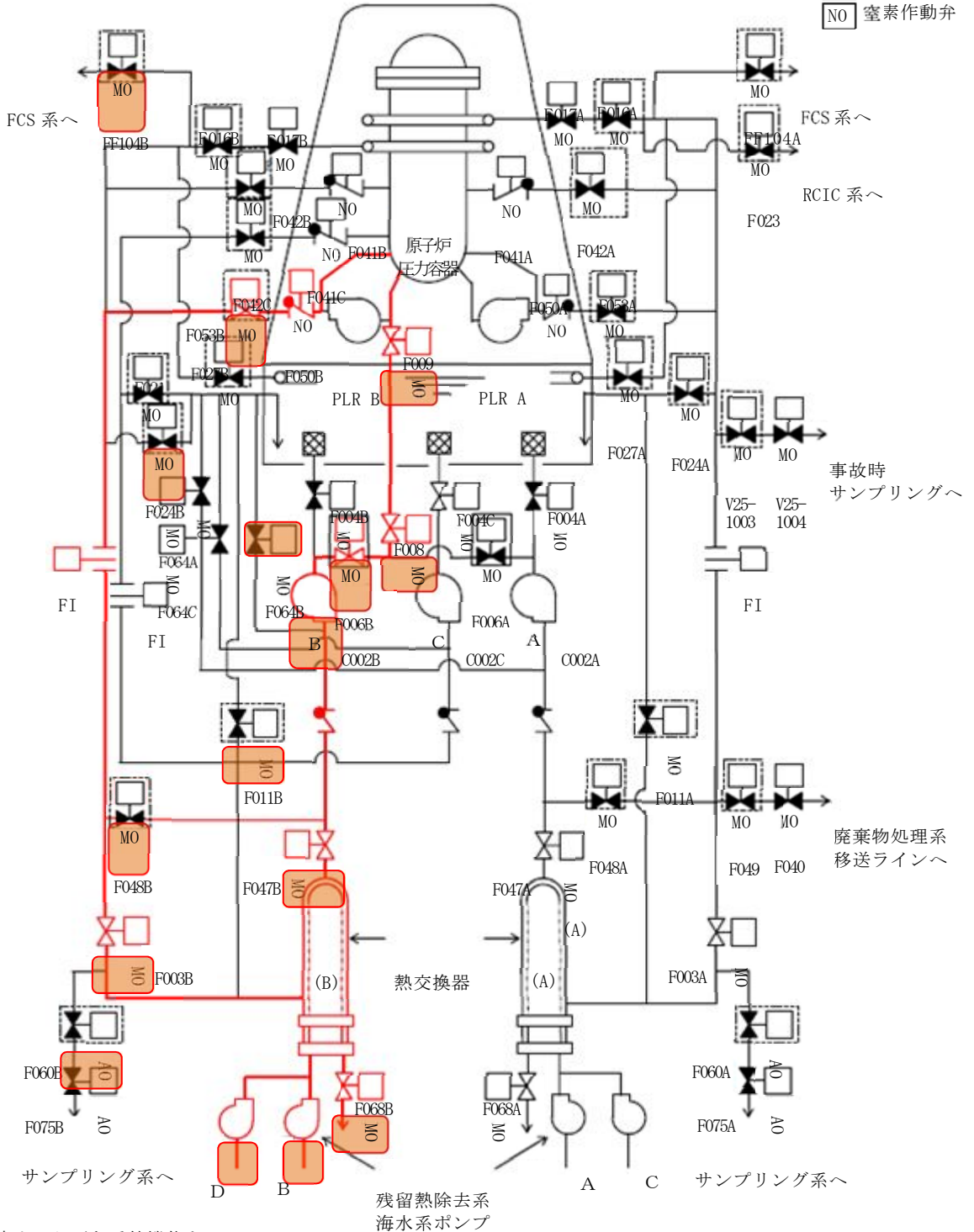
⋯ 他系統との境界の弁(AO弁, MO弁)

第5図 残留熱除去系(その1)

原子炉停止の除去機能

(残留熱除去系(原子炉停止時冷却系))(区分Ⅱ)

HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



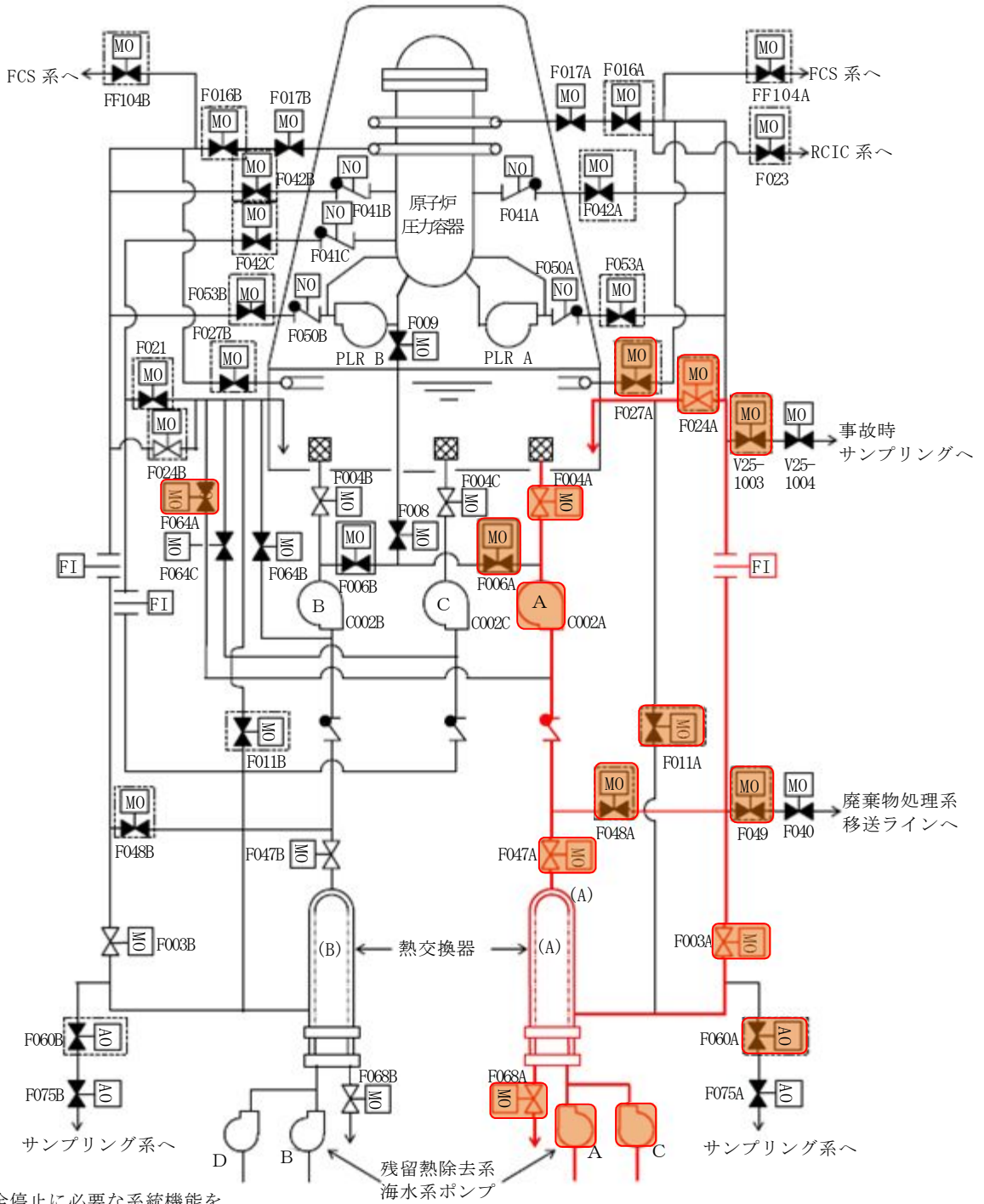
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するための必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁(AO弁, MO弁)

第5図 残留熱除去系(その2)

炉心冷却機能

(残留熱除去系(サプレッション・プール冷却系))(区分 I)

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



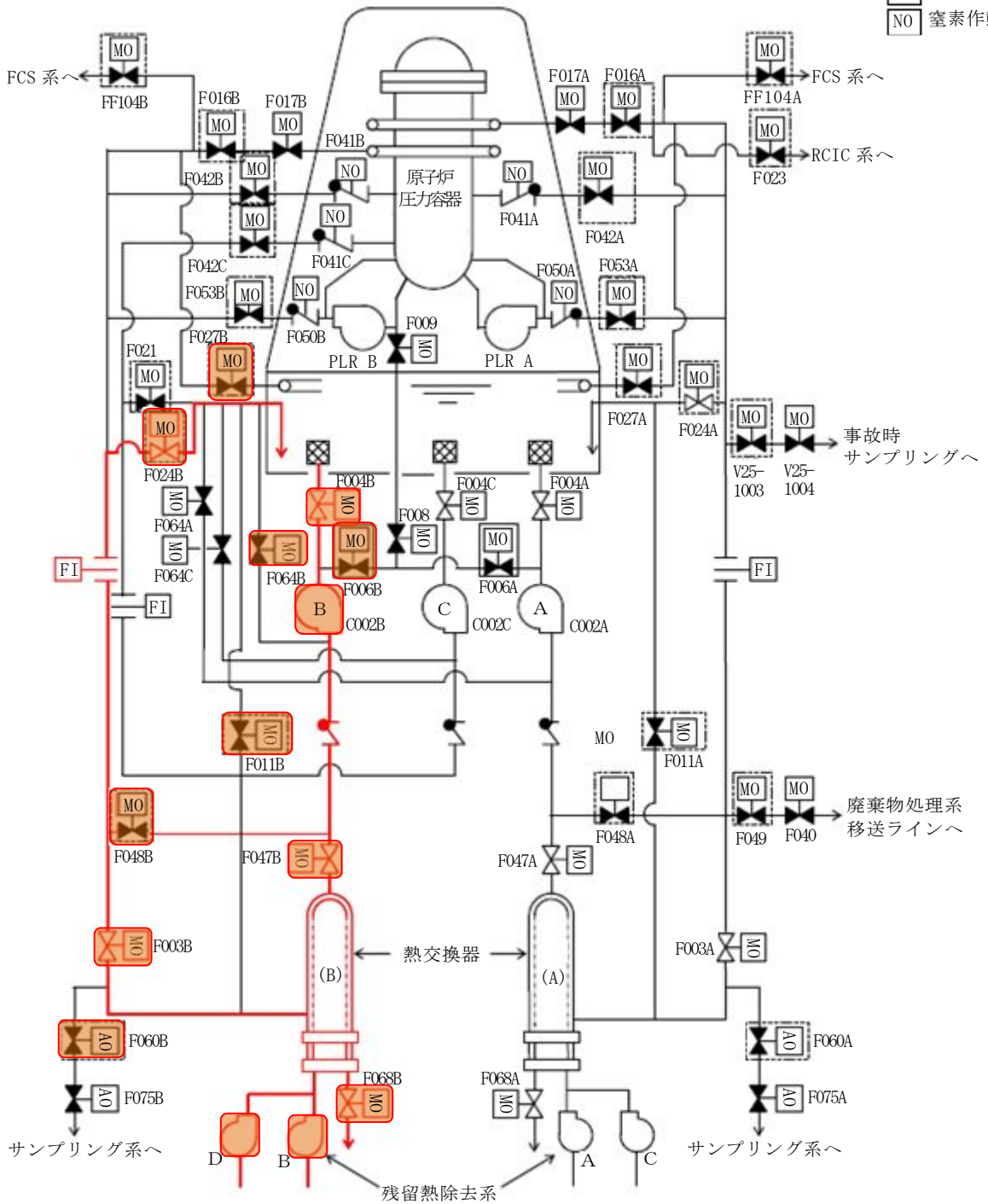
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁(AO弁, MO弁)

第 5 図 残留熱除去系(その 3)

炉心冷却機能

(残留熱除去系(サプレッション・プール冷却系))(区分Ⅱ)

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



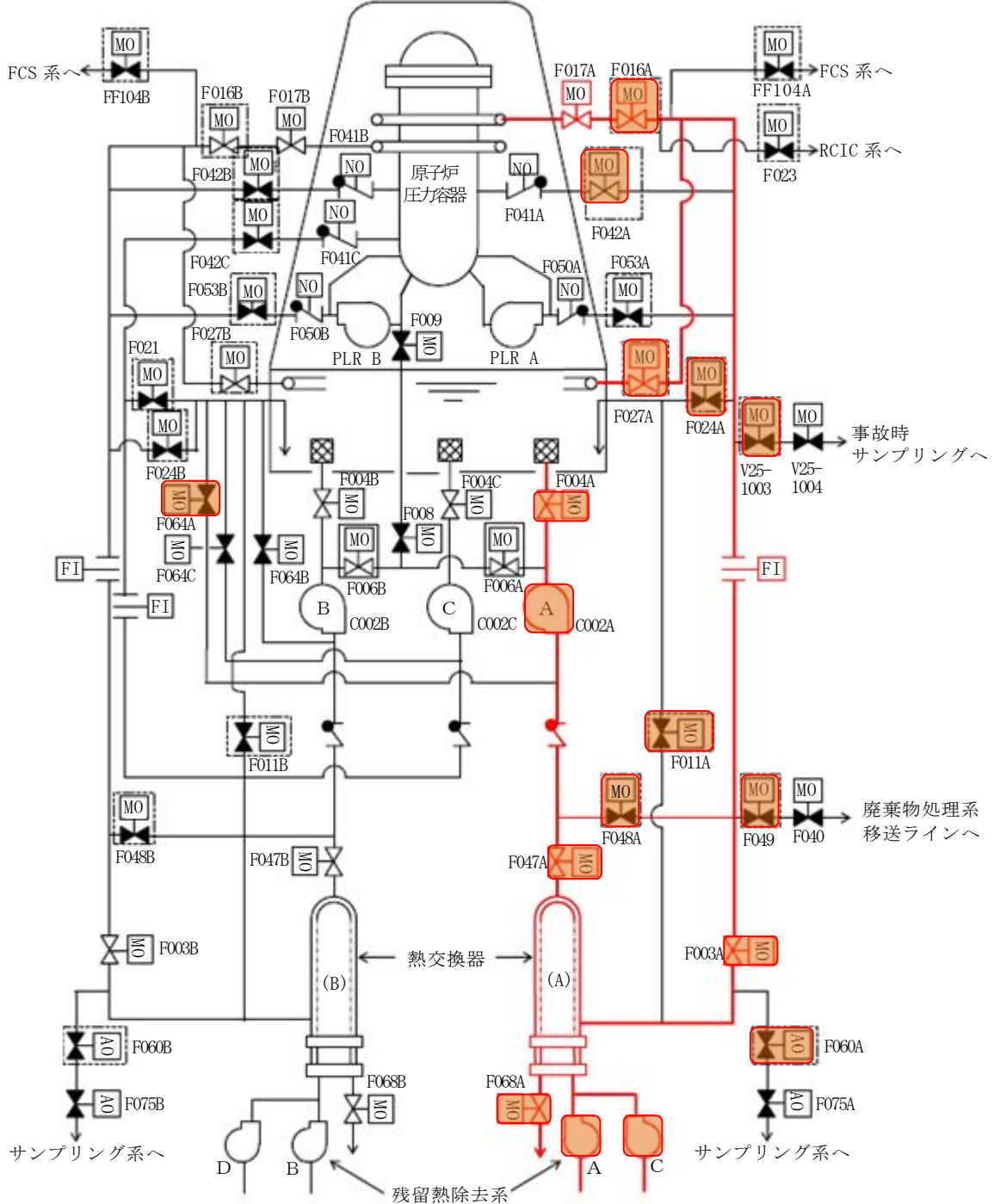
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- MO 原子炉の安全停止に必要な機器
- MO 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)

第 5 図 残留熱除去系(その 4)

炉心冷却機能

(残留熱除去系(格納容器スプレイ冷却系))(区分 I)

HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



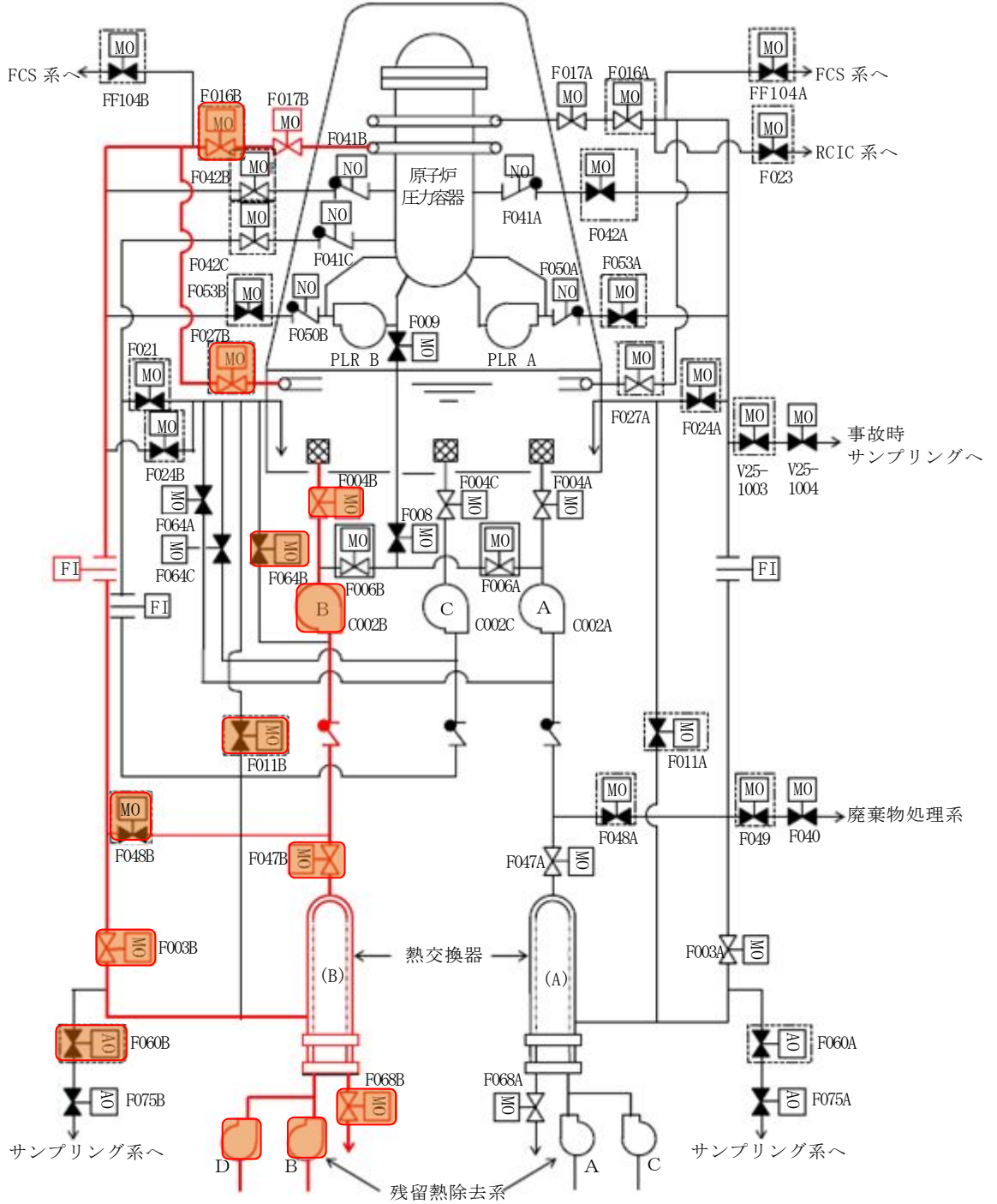
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(AO弁, MO弁)

第5図 残留熱除去系(その5)

炉心冷却機能

(残留熱除去系(格納容器スプレイ冷却系))(区分Ⅱ)

HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



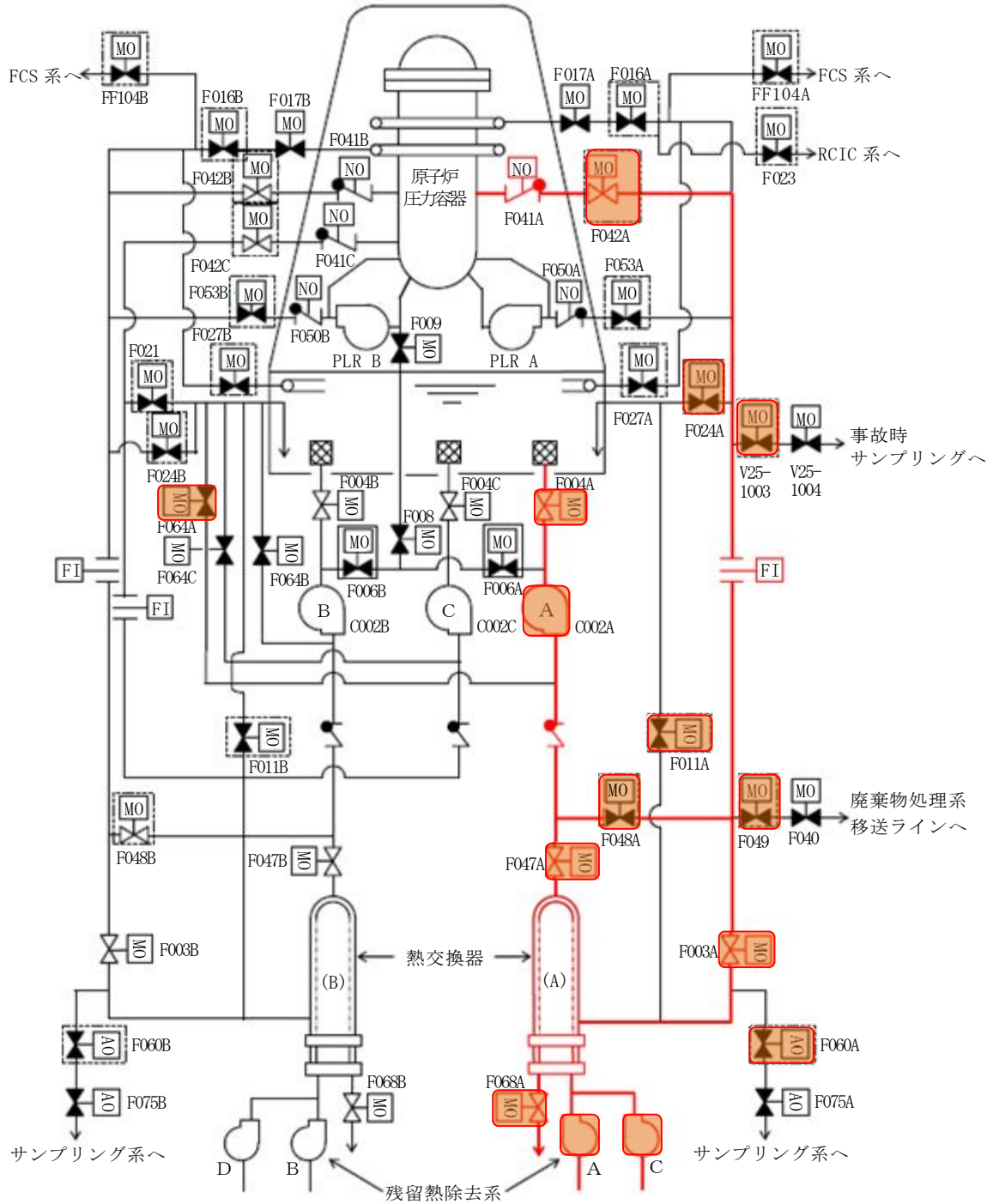
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(AO弁, MO弁)

第5図 残留熱除去系(その6)

炉心冷却機能

(残留熱除去系(低压注水系))(区分 I)

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



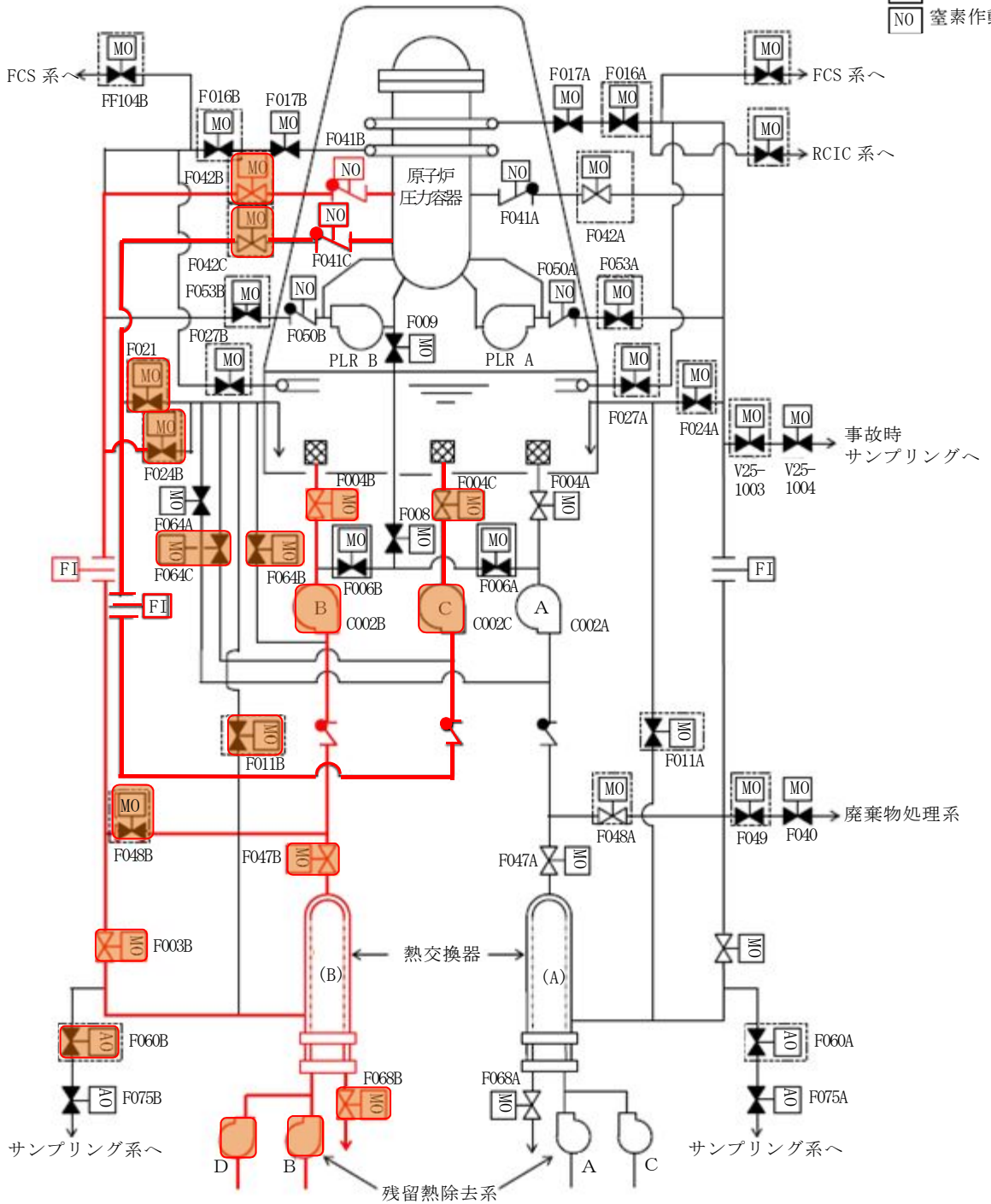
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- MO 原子炉の安全停止に必要な機器
- MO 他系統との境界の弁(AO弁, MO弁)

第 5 図 残留熱除去系(その 7)

炉心冷却機能

(残留熱除去系(低圧注水系))(区分Ⅱ)

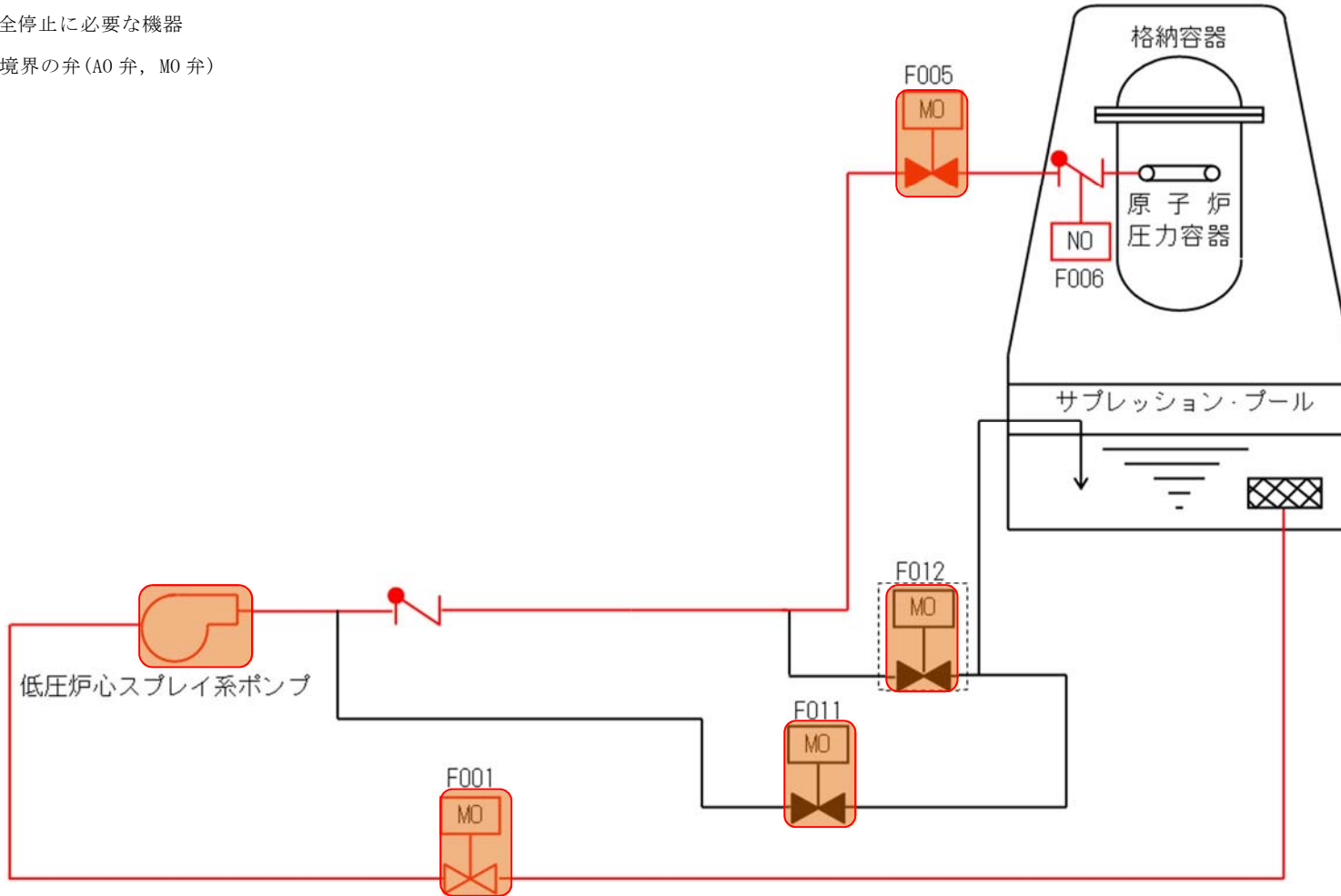
- HO 油圧作動弁
- MO 電動弁
- AO 空気作動弁
- NO 窒素作動弁



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

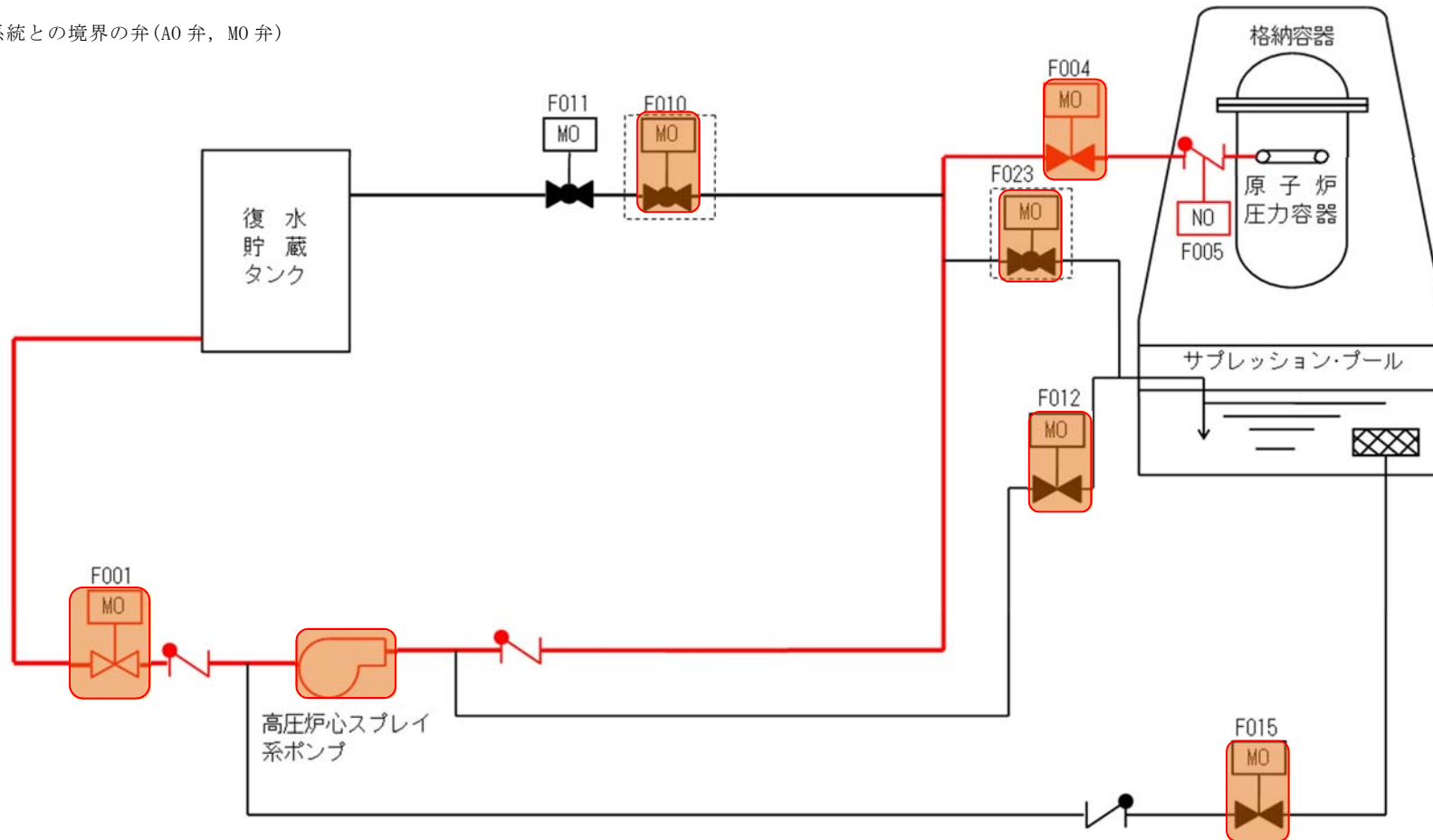
第5図 残留熱除去系(その8)

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

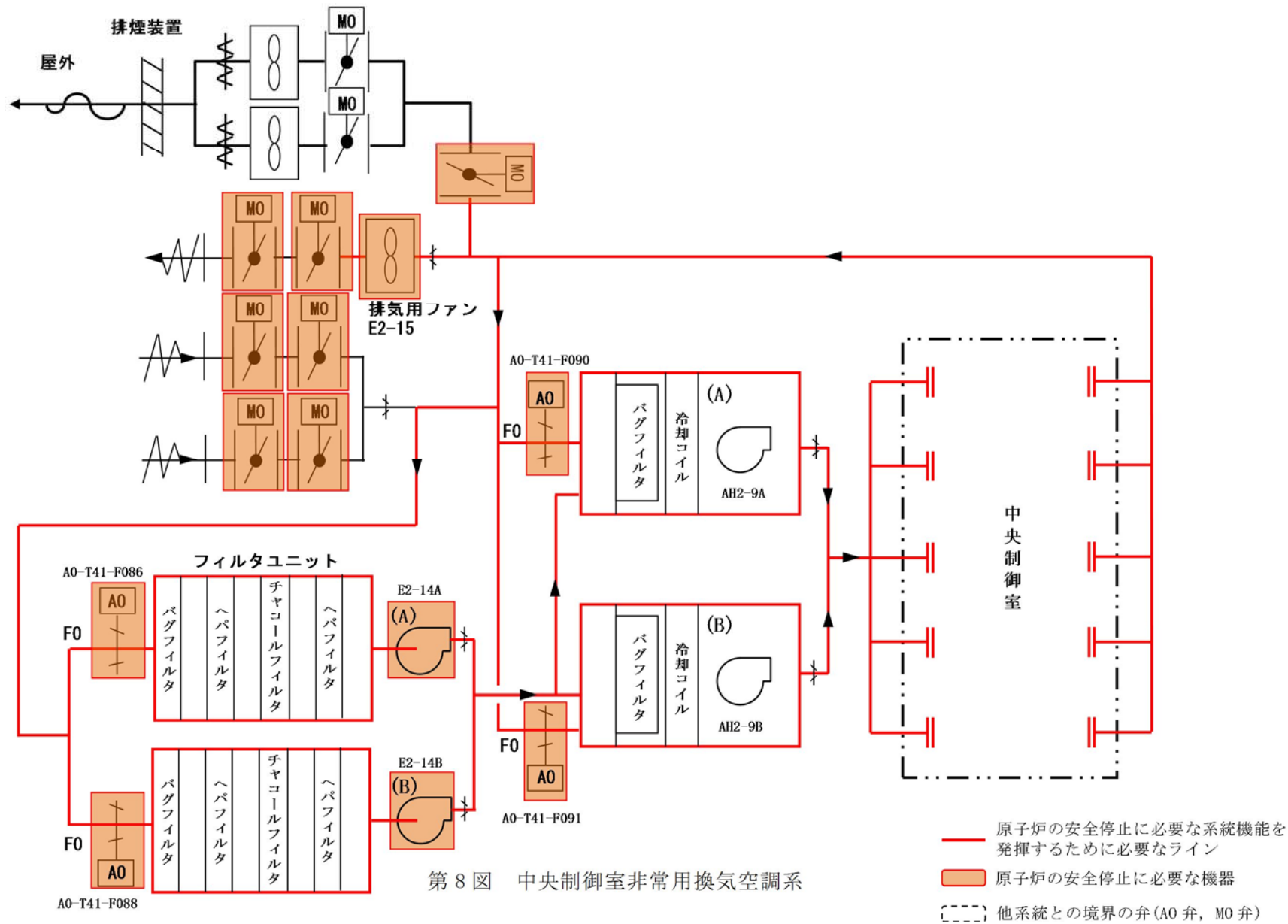


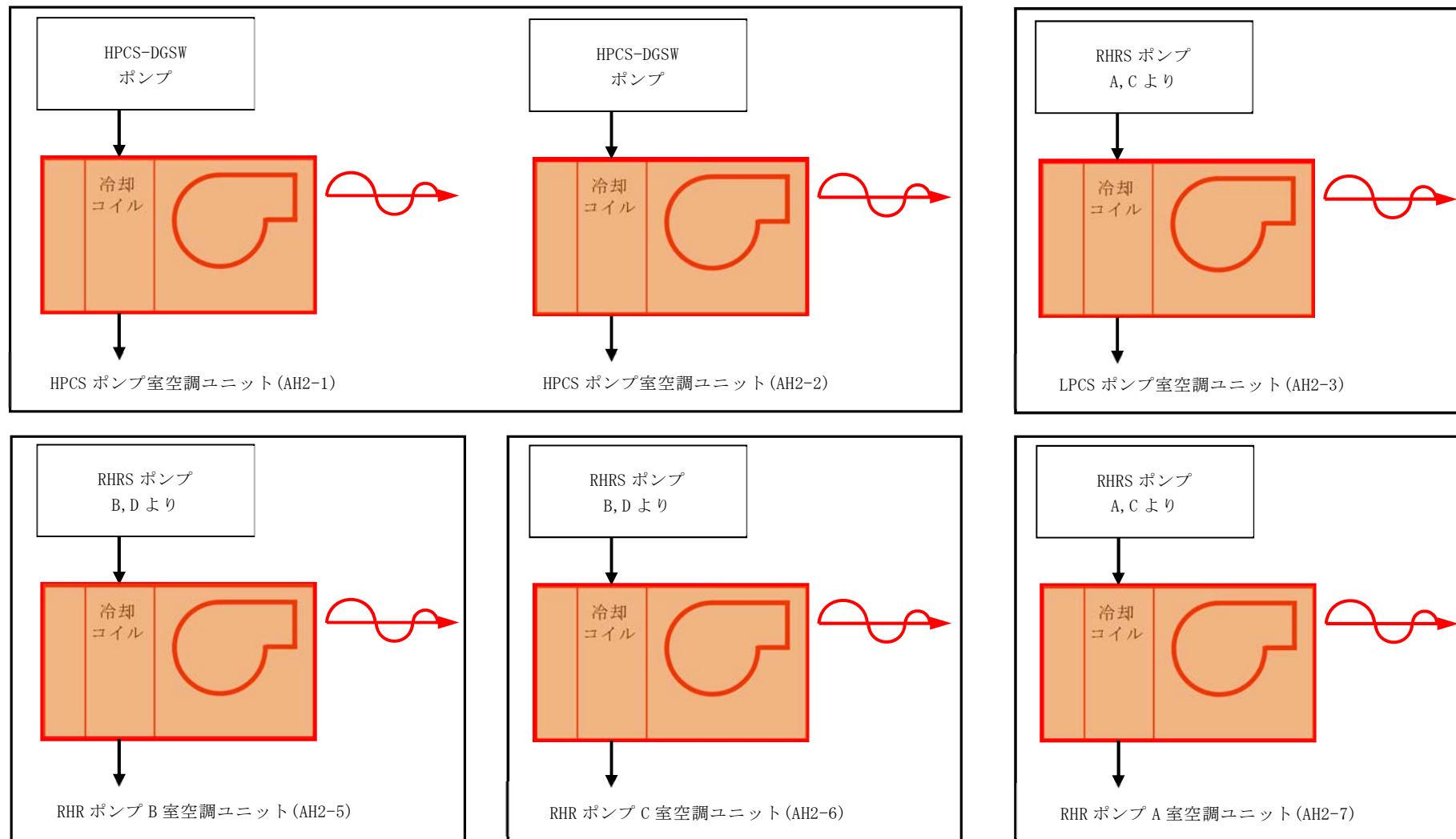
第6図 低圧炉心スプレイ系

- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 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)



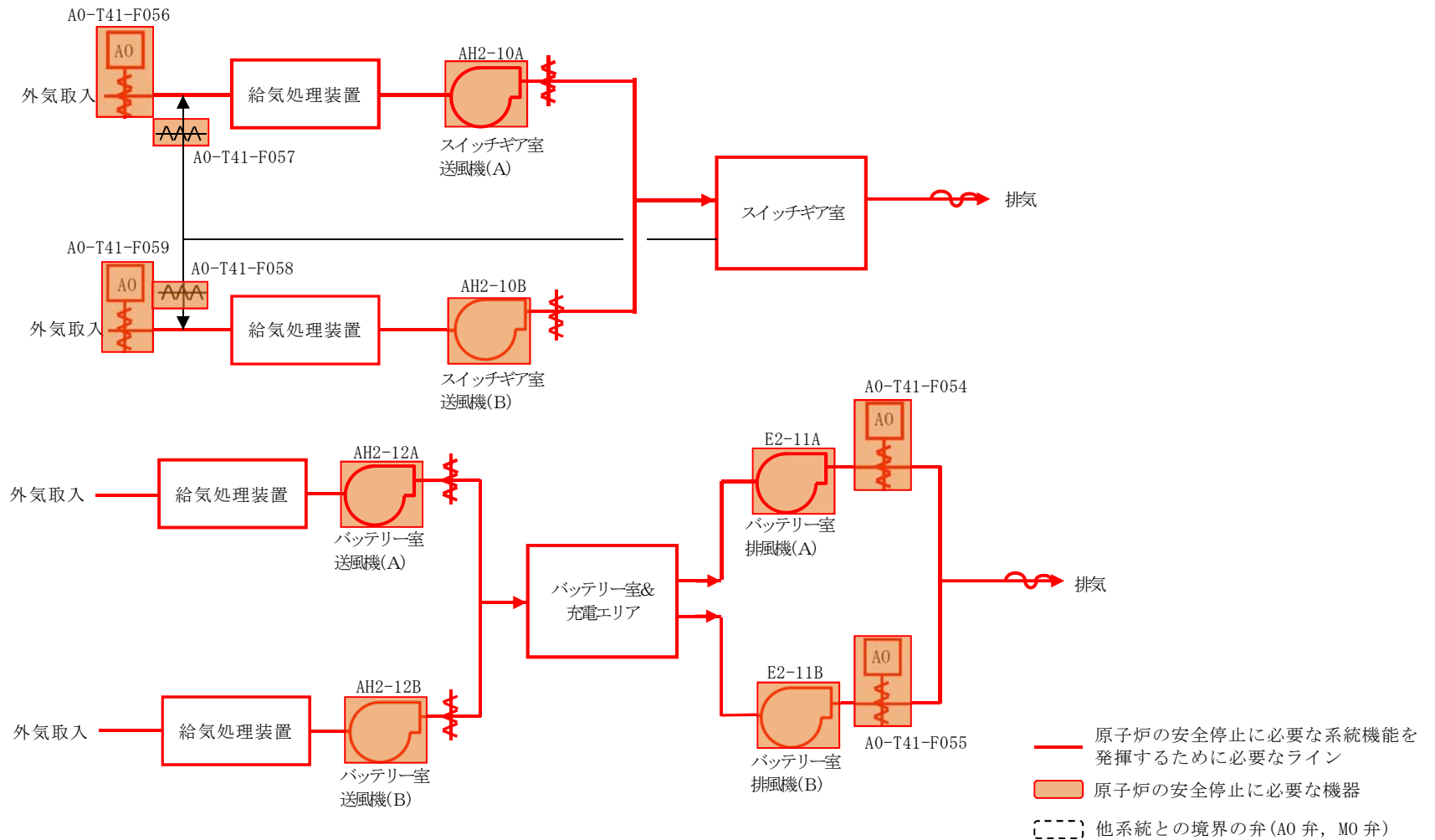
第 7 図 高圧炉心スプレイ系

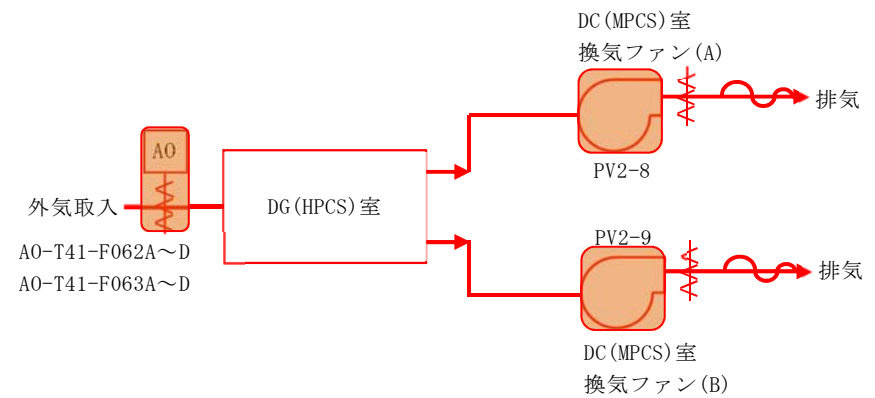
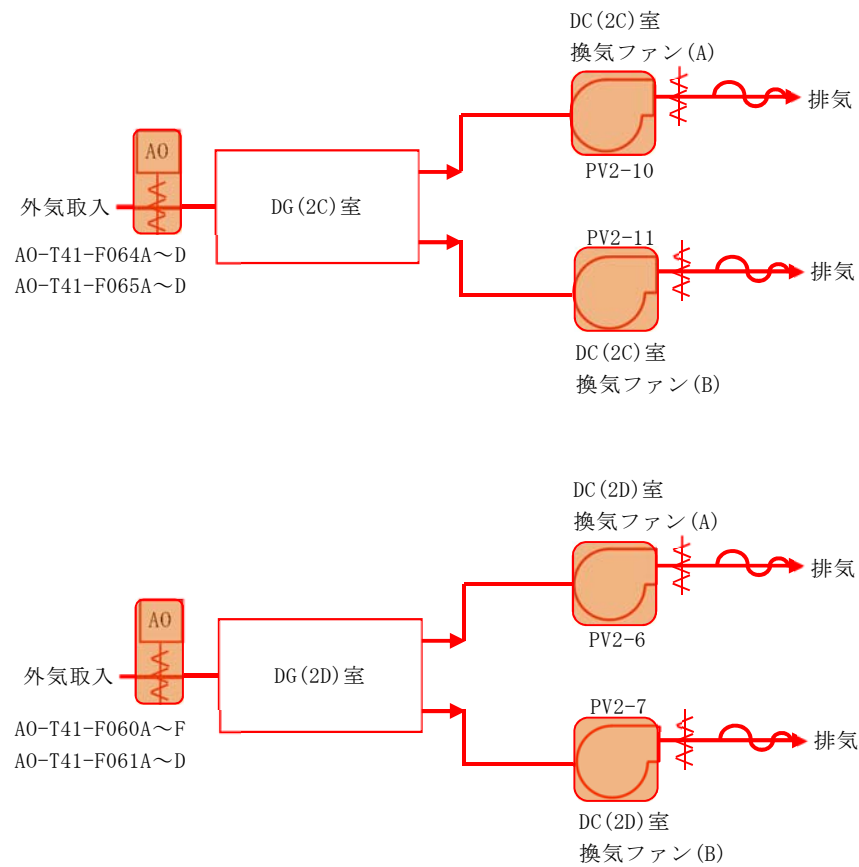




第9図 非常用換気空調系(その1)

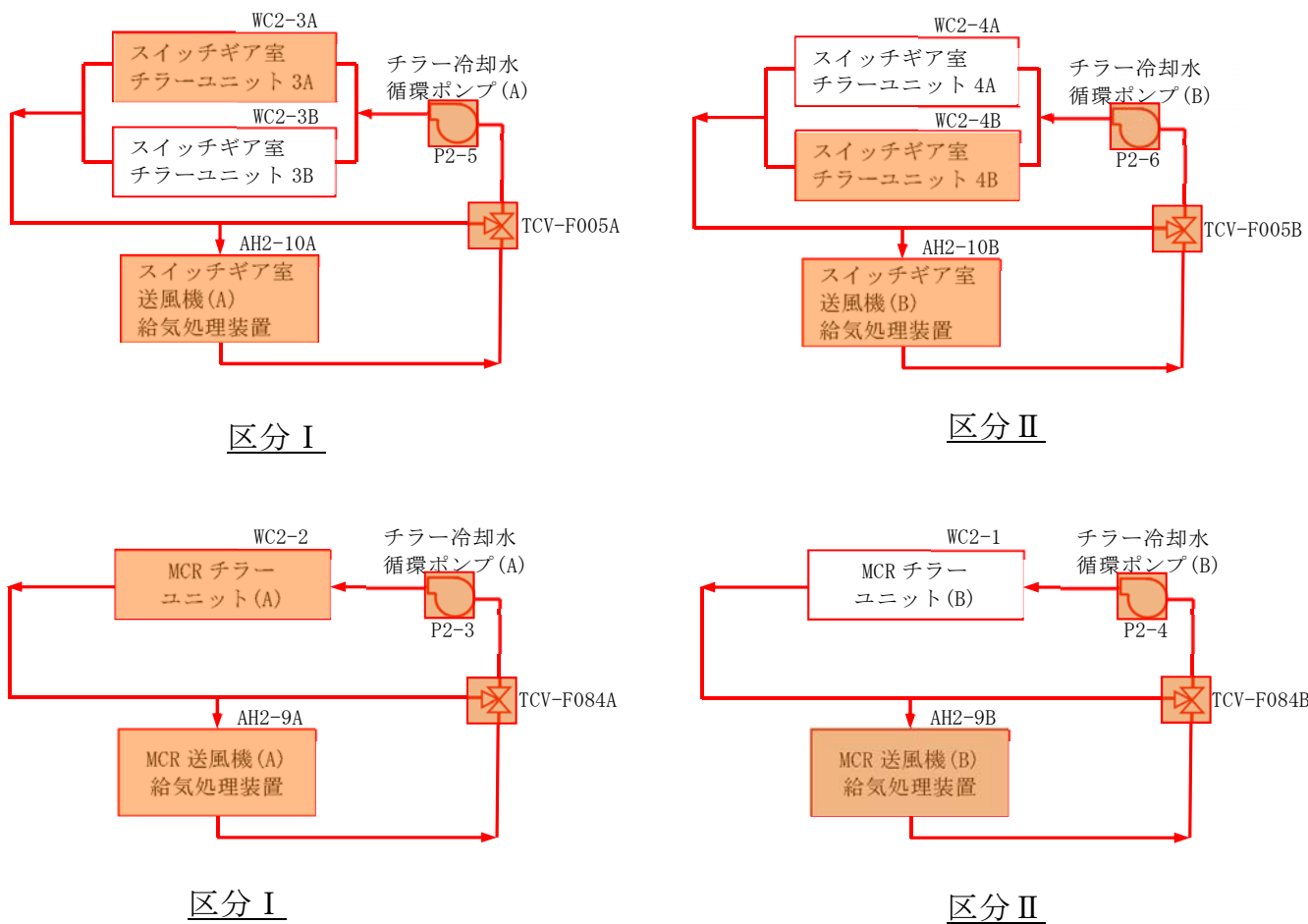
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [] 他系統との境界の弁(A0弁, M0弁)





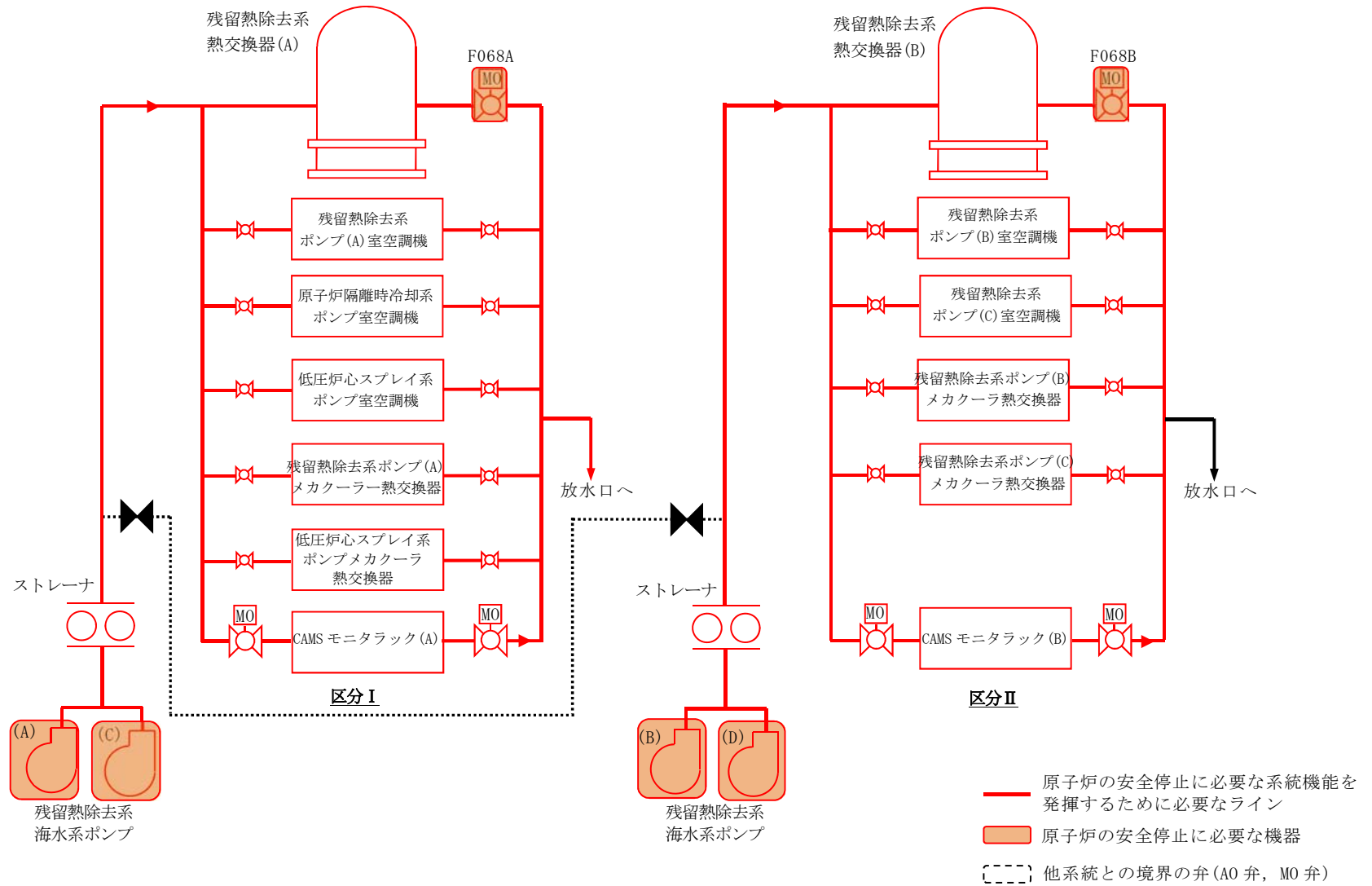
- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁 (AO 弁, MO 弁)

第9図 非常用換気空調系(その3)

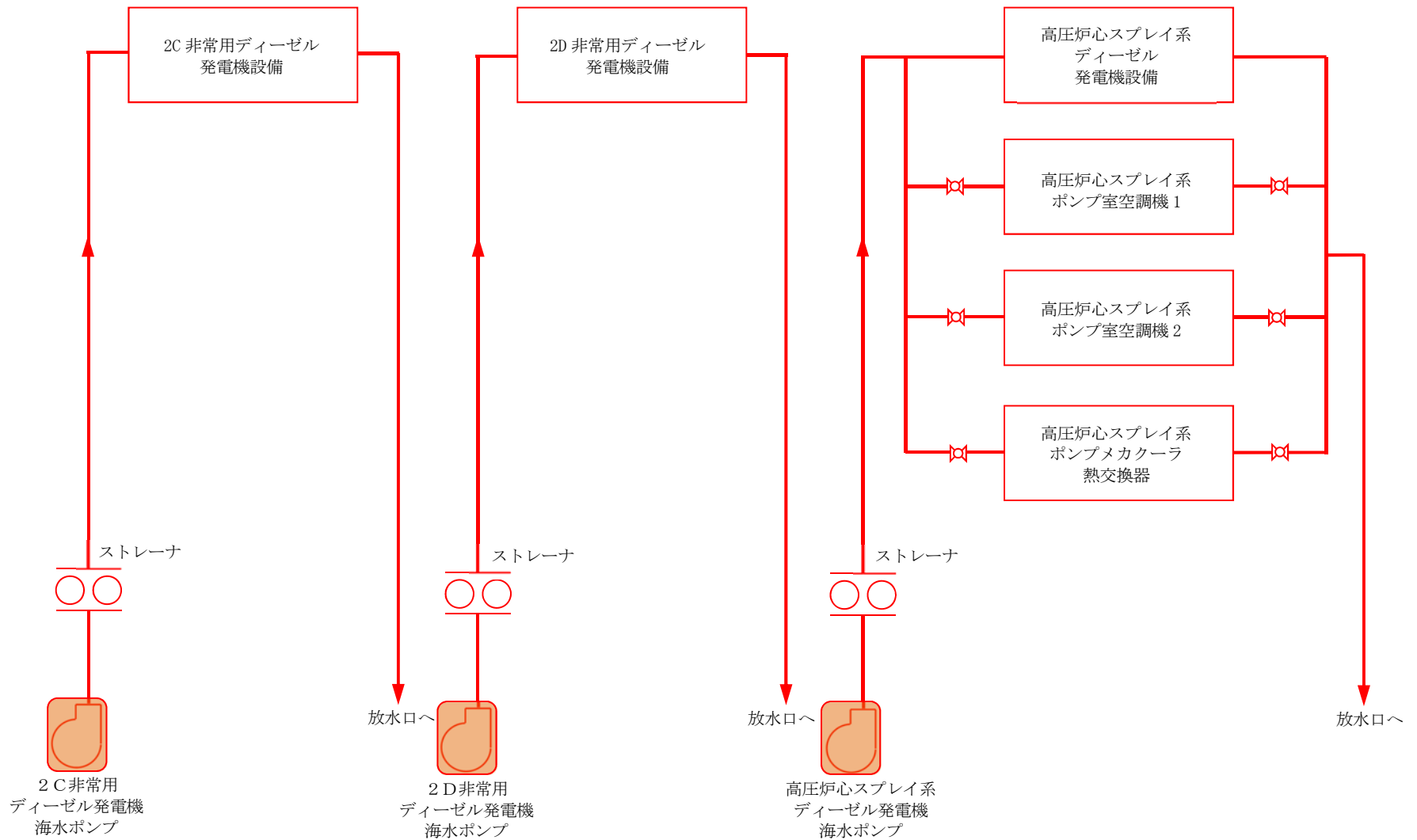


第9図 非常用換気空調系(その4)

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



第 10 図 残留熱除去海水系



第 11 図 非常用ディーゼル発電機海水系

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

補足説明資料 1-2
火災区域の配置を明示した図面

1. 目的

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

2. 内容

火災区域の配置を、次頁以降の図に示す。

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面 (その39)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面 (その44)

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その45）

日本原子力発電株式会社

補足説明資料 1-3

内部火災に関する工事計画変更認可後の
変更申請対象項目の抽出について

1. 目的

本資料は、実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準に基づく、火災防護に関する設計のための評価及び試験に関して、工事計画変更認可後の変更手続きの可否を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

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

表 内部火災に関する工事計画変更認可後の変更申請対象項目の抽出について

内部火災に関する評価及び試験	評価の考え方	工認変更 (下記の条件となった場合に工認変更手続きが必要)		工認記載ポイント		評価頻度
				本文(基本設計方針)	説明書	
建屋内装材の不燃性材料確認試験	不燃性材料と同等の性能であることを試験により確認する。	不燃性材料の要件(建築基準法, 消防法に基づく材料, 同等の性能を試験により確認した材料)を変更する場合	不燃性材料の要件を定める。要件を満足する材料を使用する場合の設備変更にあたって, 方針に従い試験を満足する材料を使用する場合は工認の変更不要	建築基準法に基づく不燃材料又は準不燃材料若しくはこれと同等の性能を有することを試験により確認した不燃性材料, 又は消防法に基づく防災物品若しくはこれと同等の性能を有することを試験により確認した材料	具体的な要件, 試験方法及び試験結果の例を記載	・設備改造時に必要に応じて試験を実施する。
難燃ケーブルの試験	難燃ケーブルの性能を試験により確認する。	難燃ケーブルの性能を確認するための試験方法(適用規格)を変更する場合	難燃ケーブルの性能を確認するための試験を定める。試験を満足する材料を使用する場合は工認の変更不要	ケーブルは自己消火性を確認するUL垂直燃焼試験並びに延焼性を確認するIEEE垂直トレイ燃焼試験によって, 自己消火性及び延焼性を確認した難燃ケーブルを使用する設計	具体的な試験方法及び試験結果の例を記載	・設備改造時に必要に応じて試験を実施する。
耐火能力を確認する火災耐久試験(3時間)	耐火壁(貫通部シール, 防火扉, 防火ダンパを含む)が3時間以上の耐火能力を有することを確認する。	耐火能力の確認方法を変更する場合(火災耐久試験以外の試験で確認する隔壁等とする場合)	火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を確認することを定める。火災耐久試験により確認する隔壁の修繕, 防火扉の取替等は工認の変更不要	<ul style="list-style-type: none"> 火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火壁(貫通部シール, 防火扉, 防火ダンパを含む)により他の区域と分離する。 火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を確認した隔壁等によって, 互いに相違する系列間の系統分離を行う設計とする。 	火災区域の分離及び系統分離の具体策, それぞれの火災耐久試験の方法・結果を記載	・設備改造時に必要に応じて試験を実施する。
耐火能力を確認する火災耐久試験(1時間)	耐火壁が1時間以上の耐火能力を有することを確認する。	耐火能力の確認方法を変更する場合(火災耐久試験以外の試験で確認する隔壁等とする場合)	火災耐久試験により1時間以上の耐火能力を確認することを定める。火災耐久試験により確認する鉄板の取替等は工認の変更不要	火災耐久試験により1時間の耐火能力を有する隔壁等の設置によって, 互いに相違する系列間の系統分離を行う設計とする。	<ul style="list-style-type: none"> 系統分離の具体策 火災耐久試験の方法・結果を記載 ケーブルトレイ上部の1時間耐火能力の設計の妥当性評価を記載 	・設備改造時に必要に応じて試験を実施する。
火災の影響評価	火災の伝播評価を実施し, 原子炉の安全停止に関わる安全機能が確保されることを確認する。	火災の影響評価結果が変更となる場合	原子炉の安全停止に関わる安全機能が確保されることを確認する評価であり, 火災荷重変動や設備変更等は工認の変更不要	当該火災区域等の火災が隣接する火災区域等に影響を与えるか否かを評価する火災伝播評価の結果に応じ, 火災影響評価によって確認する。火災影響の概要を記載する。	原子力発電所の内部火災影響評価ガイドに基づく火災伝播評価, 火災影響評価の条件, 方法, 結果	<ul style="list-style-type: none"> 設備改造時に必要に応じて評価。 火災荷重が上限を超えないように管理する。(火災防護計画に規定)

2. 火災の発生防止に係るもの

補足説明資料 2-1

潤滑油又は燃料油の引火点，室内温度及び
機器運転時の温度について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 4.1(1)a.(c)項に示す火災区域又は火災区画内に設置する油内包設備に使用している潤滑油又は燃料油は、その引火点が油内包機器を設置する室内温度よりも十分高く、機器運転時の温度よりも高いため、可燃性蒸気とならないことを説明するため、補足資料として添付するものである。

2. 内容

潤滑油の引火点、室内温度及び機器運転時の温度について、次頁以降に示す。

潤滑油又は燃料油の引火点，室内温度及び機器運転時の温度について

1. はじめに

火災区域内に設置する油内包設備に使用している潤滑油又は燃料油は，その引火点が油内包機器を設置する室内温度よりも十分高く，機器運転時の温度よりも高いため，可燃性蒸気とならないことを以下のとおり確認した。

2. 潤滑油の引火点，室内温度，機器運転時の温度

火災区域内に設置する油内包設備に使用している潤滑油の引火点は，約 226℃～270℃であり，各火災区域の室内温度（空調設計上の上限値である室内設計温度：約 10℃～40℃）及び機器運転時の潤滑油温度（運転時最高使用温度：約 80℃～95℃）に対し高いことを確認した。

第 1 表に主要な潤滑油内包機器に使用している潤滑油の引火点，室内温度及び機器運転時の温度を示す。

第 1 表 主要な潤滑油の引火点，室内温度及び機器運転時の温度

潤滑油品種	潤滑油内包機器	引火点 [℃]	室内 温度 [℃]	機器運転時潤滑油 温度 [℃]
FBK タービン 56	低圧炉心スプレイ系 ポンプ	260	40	85
DTE オイルラ イト	原子炉隔離時冷却系 ポンプ	226	40	80
モービル DTE24	制御棒駆動水ポンプ	220	40	85
FBK タービン 68	残留熱除去系ポンプ	270	40	95

3. 燃料油の引火点，室内温度，機器運転時の温度

屋内の火災区域内に設置する燃料油は，非常用ディーゼル発電機（以下「D/G」という。）に使用する軽油である。

軽油の引火点は約 45℃であり，プラント通常運転時の D/G 室の室内設計温度である 40℃に対し高いことを確認した。なお，D/G 起動時は，D/G 室専用の換気ファンが起動し，D/G 室内の換気を行うよう設計されている。

補足説明資料 2-2
保温材の使用状況について

1. 目的

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

2. 内容

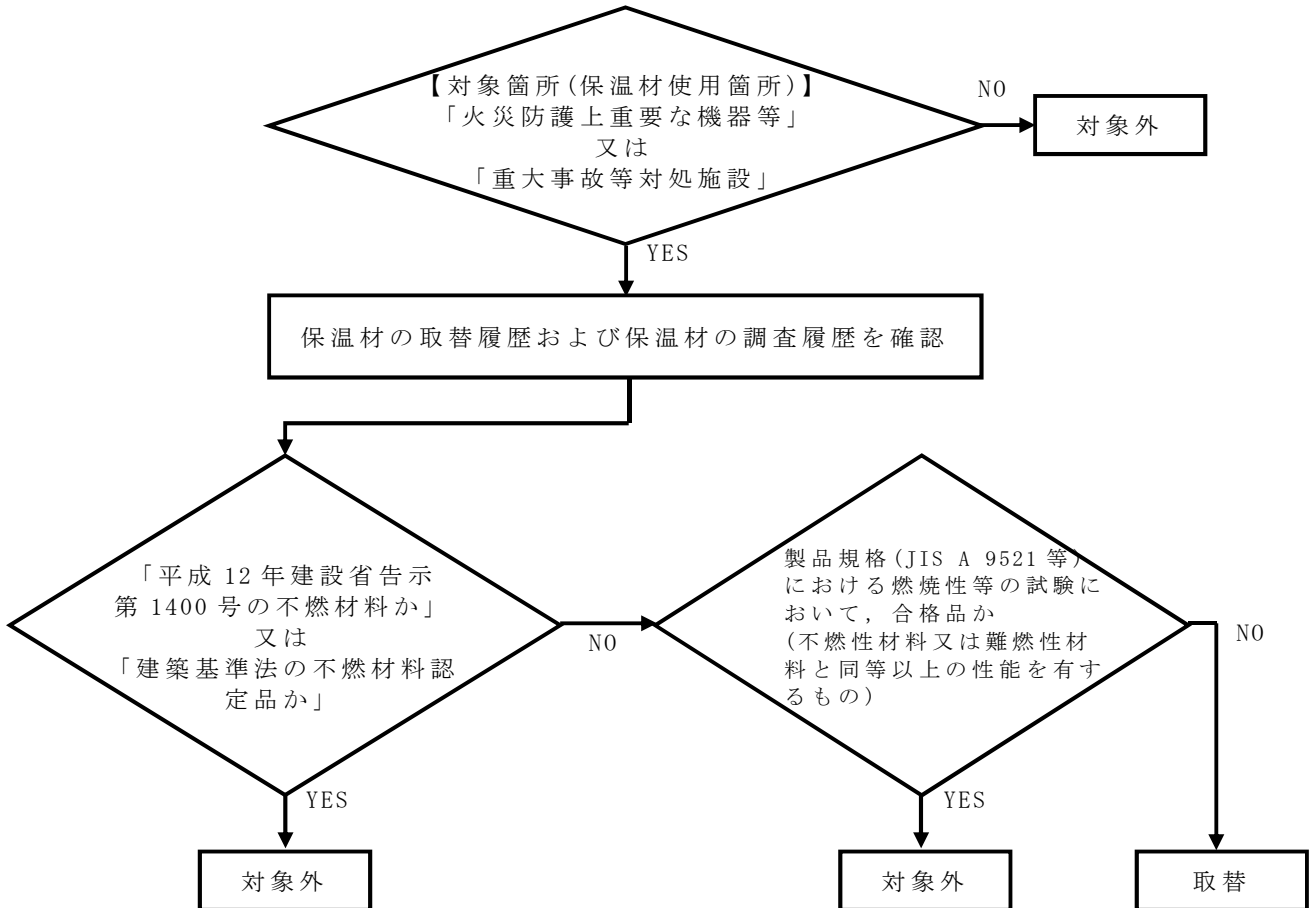
火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用する保温材が不燃性材料であることを確認した結果を示す。

保温材の使用状況について

1. 保温材の不燃性材料使用状況の調査

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

図1に保温材の不燃性確認フローを示す。



第1図 保温材の不燃性確認フロー

2. 保温材の確認結果

保温材の調査フローに基づき調査した結果，使用する保温材は，何れも不燃材料又は難燃材料であることを確認した。調査結果を第1表に示す。

第1表 保温材の不燃性適合状況調査結果

保温材種類	使用部位				フロー結果	備考
	配管	弁，フランジ，サポート	機器類(タンク，ポンプ等)	原子炉格納容器の機器等		
ロックウール	○	○	○	○	対象外	仕様規定※ ¹
けい酸カルシウム	○	—	—	○	対象外	仕様規定※ ¹
金属	—	—	—	○	対象外	仕様規定※ ¹
グラスウール	○	○	—	○	対象外	仕様規定※ ¹
ガラスクロス	○	○	—	○	対象外	仕様規定※ ¹
ポリイミド樹脂	○	—	○	—	対象外	製品規格※ ²
シリカクロス	—	—	○	—	対象外	製品規格※ ²
ウレタンフォーム	—	—	—	○	対象外	製品規格※ ²

※1：＜平成12年建設省告示第1400号(不燃材料を定める件)＞

- ・ 建築基準法(昭和25年法律第201号)第2条第九号の規定に基づき，不燃材料を次のように定める。
- ・ 建築基準法施行令(昭和25年政令第338号)第108条の2各号(建築物の外部の仕上げに用いるものにあつては，同条第一号及び第二号)に掲げる要件を満たしている建築材料は，次に定めるものとする。

- 一 コンクリート
- 二 れんが
- 三 瓦
- 四 陶磁器質タイル
- 五 繊維強化セメント板
- 六 厚さが 3mm 以上のガラス繊維混入セメント板
- 七 厚さが 5mm 以上の繊維混入ケイ酸カルシウム板
- 八 鉄鋼
- 九 アルミニウム
- 十 金属板
- 十一 ガラス
- 十二 モルタル
- 十三 しっくい
- 十四 石
- 十五 厚さが 12mm 以上のせっこうボード
(ボード用原紙の厚さが 0.6mm 以下のものに限る。)
- 十六 ロックウール
- 十七 グラスウール板

※2：製品規格(JIS 等)で要求される燃焼性等の試験において，合格品
のもの

補足説明資料 2-3
建屋内装材の不燃性について

1. 目的

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

2. 内容

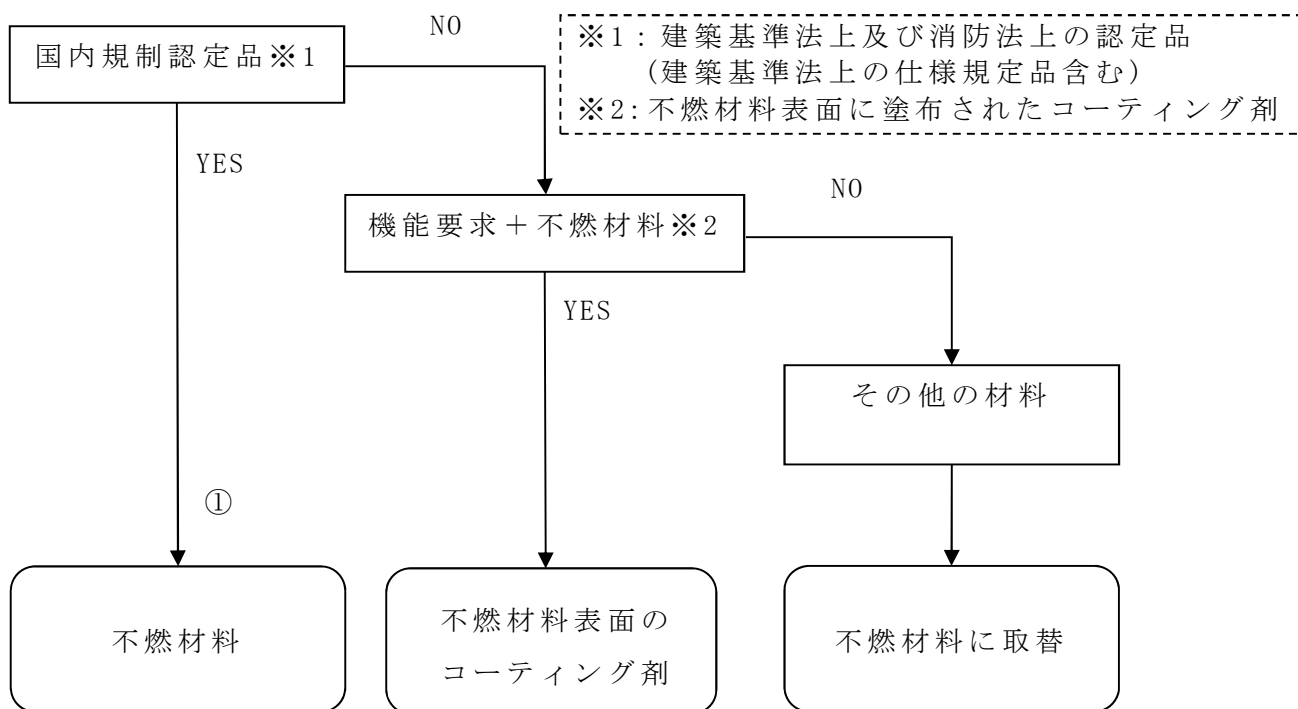
火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設が設置される建屋に使用する建屋内装材が不燃性材料であることを、火災防護に関する説明書 4.2(1)c.項、4.2(2)b.項及び 4.2(3)b.項並びに本資料の別紙 1 に示すフローに基づき確認した結果を、次頁以降に示す。

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

第1表 火災防護上重要な機器及び重大事故等対処施設の建屋内装材使用状況

場 所	使用箇所	内装仕様	備 考
発電所全般	管理区域内全域 (天井, 床, 壁)	エポキシ樹脂 塗料	難燃性材料
中央制御室, 過渡時データ 収集装置室 (NATRAS 室), タービン建屋 2 階, 換気空調機械室,	壁	合成樹脂エマ ルジョン系塗 料	難燃性材料
原子炉建屋 6 階燃料交 換台車操作室	鉄部		
タービン建屋 2 階	鉄部	合成樹脂系塗 料	難燃性材料
中央制御室, 過渡時データ 収集装置室 (NATRAS 室), 中央制御室コンピ ューター室, 換気空調機 械室	天井	岩綿吸音板	不燃材料
中央制御室コンピュー ター室, 原子炉建屋 6 階 燃料交換台車操作室	壁	スチールパー テーション	不燃材料
原子炉建屋 6 階燃料交 換台車操作室	床	長尺シート	その他の材料 ^{※3}
中央制御室コンピュー ター室, 換気空調機械室		ビニル系床シ ート	その他の材料 ^{※3}
中央制御室		タイルカーペ ット	防災認定品
キャスクピット除染室, キャスクピット	壁, 床	ステンレスラ イニング	不燃材料
緊急時対策所	床	タイルカーペ ット	不燃材料

※3：不燃材料に取替えを行う。



第 1 図 内装材の不燃性確認フロー

建屋内装材の確認範囲について

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

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

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

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

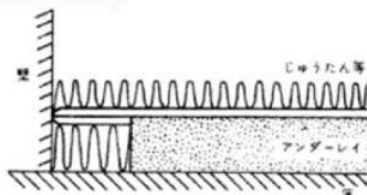
○下敷き材の取扱いについて

〔消防法、同施行令及び同施行規則に関する執務資料について〕

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

問 アンダーレイ（下敷き材）の取り扱いはどうなるか。

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

**解説**

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

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

（例解 消防設備質疑応答集（新日本法規出版）に加筆）

中央制御室のタイルカーペット（防災認定品）について

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

Anti-static Carpet Tile / TAPIS SELECT OA

ECOTHINKING TRAJE 工場内リサイクル

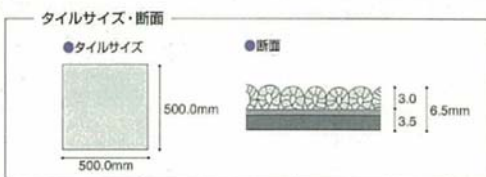
高耐電性 耐汚性 重歩行

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

標準品
 ただし1色300㎡=75ケース以上の場合は納期1ヵ月



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



価格・規格 VOC削減品

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

工法

工法	下地	接着剤
一般工法	モルタル コンクリート 二重床	スベリ止め剤

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

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

※市松貼りを標準工法とします。

特性

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

TAPIS SELECT OA
 Anti-static carpet tile for office automation

●MATERIAL

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

●SPECIFICATIONS

Total thickness	:6.5mm
Tile size	:500.0mm×500.0mm
Pile height	:3.0mm
Pile density	:Gauge1/10 stitch rate 12stich
Total weight	:21kg
Contents per carton	:16pcs

●PROPERTY

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

※特注品は394~397ページをご参照ください。

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



補-2-3-6

補足説明資料 2-4
難燃ケーブルの使用について

1. 目的

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

2. 内容

火災防護上重要な機器及び重大事故等対処施設に使用するケーブルが、火災により着火し難く、著しい燃焼をせず、また、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質を有していることを、自己消火性を確認する UL1581(Fourth Edition)1080.VW-1 垂直燃焼試験並びに延焼性を確認する IEEE Std 383-1974 垂直トレイ燃焼試験又は IEEE Std 1202-1991 垂直トレイ燃焼試験による実証試験にて確認した結果を、次頁以降に示す。

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

第1表 自己消火性の実証試験結果(UL 垂直燃焼試験)

区分	No.	絶縁体	シース	UL 垂直燃焼試験				試験日
				最大 残炎 時間 (秒)	表示 旗の 損傷 (%)	綿の 損傷	合格	
高圧 ケーブル	1	架橋 ポリエチレン	難燃ビニル	1	0	無	合格	2013.8.30
	2	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	0	0	無	合格	2013.6.26
低圧 ケーブル	3	難燃架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1	0	無	合格	2017.3.9
	4	難燃 EP ゴム	難燃クロロ プレンゴム	2	0	無	合格	2013.7.3
	5	シリコンゴム	ガラス編組	0	0	無	合格	2013.8.30
制御 ケーブル	6	難燃架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1	0	無	合格	2013.7.18
	7	難燃架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1	0	無	合格	2013.8.30
	8	難燃 EP ゴム	難燃クロロ プレンゴム	2	0	無	合格	2013.7.3
	9	シリコンゴム	ガラス編組	0	0	無	合格	2013.8.30
	10	ETFE※ ¹	難燃特殊 耐熱ビニル	3	0	無	合格	2014.5.23
計装 ケーブル	11	難燃 EP ゴム	難燃クロロ プレンゴム	2	0	無	合格	2013.7.3
	12	ETFE※ ¹	難燃クロロ プレンゴム	1	0	無	合格	2014.6.26
	13	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1	0	無	合格	2013.7.18
	14	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	2	0	無	合格	2013.9.20
	15	静電遮蔽付 架橋ポリエチレ ン	難燃特殊 耐熱ビニル	1	0	無	合格	2017.3.9
	16	耐放射線性架橋 発泡ポリエチレ ン	ノンハロゲン難 燃架橋ポリエチ レン	0	0	無	合格	2013.7.18
	17	架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	4	0	無	合格	2013.6.20
	18	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	0	0	無	合格	2013.6.26
光ファ イバケ ーブル	19	FRP※ ²	難燃ビニル	0	0	無	合格	2014.5.23
	20	難燃 FRP※ ²	難燃特殊 耐熱ビニル	1	0	無	合格	2014.1.20

※1 四フッ化エチレン・エチレン共重合樹脂

※2 光ファイバケーブルには絶縁体がないため、中央支持材を記載

第2表 延焼性の実証試験結果 (IEEE 383 Std 1974 垂直トレイ燃焼試験)

区分	No.	絶縁体	シース	耐延焼性試験			試験日
				シース 損傷距離 (mm)	(参考) 残炎時間 (秒)	合格	
高圧 ケーブル	1	架橋 ポリエチレン	難燃ビニル	1,150	465	合格	1999.9.23
	2	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	650	265	合格	1979.2.20
低圧 ケーブル	3	難燃架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	960	0	合格	2010.6.1
	4	難燃 EP ゴム	難燃クロロ prene ゴム	850	0	合格	1979.3.16
	5	シリコンゴム	ガラス編組	300	0	合格	1982.4.22
制御 ケーブル	6	難燃架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1,120	0	合格	1984.9.19
	7	難燃架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	810	0	合格	1982.5.24
	8	難燃 EP ゴム	難燃クロロ prene ゴム	850	0	合格	1979.3.16
	9	シリコンゴム	ガラス編組	300	0	合格	1982.4.22
	10	ETFE* ²	難燃特殊 耐熱ビニル	330	0	合格	1982.4.28
計装 ケーブル* ¹	11	難燃 EP ゴム	難燃クロロ prene ゴム	850	0	合格	1979.3.16
	12	ETFE* ²	難燃クロロ prene ゴム	440	0	合格	1982.5.12
	13	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1,800mm 以上	—	—	2013.9.20
	14	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1,800mm 以上	—	—	2013.9.20
	15	静電遮蔽付 架橋ポリエチレ ン	難燃特殊 耐熱ビニル	850	0	合格	1979.3.15
	16	耐放射線性架橋 発泡ポリエチレ ン	ノンハロゲン難 燃架橋ポリエチ レン	1,300	120	合格	2013.9.20
	17	架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1,070	0	合格	2014.7.9
	18	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1,730	0	合格	2014.7.15

※1 計装ケーブルのうち同軸ケーブル (No. 13~18) は、扱う信号 (微弱パルス、または微弱電流) の特性上、ノイズ等の軽減を目的とした不燃性 (金属) の電線管に敷設している。これらのうち、IEEE383 std 1974 垂直トレイ燃焼試験に合格していないケーブルについては、電線管の両端を耐火性のコーキング材で埋めることで、延焼防止を図る。

※2 四フッ化エチレン・エチレン共重合樹脂

第3表 延焼性の実証試験結果(IEEE 1202 Std 1991 垂直トレイ燃焼試験)

区分	No.	絶縁体	シース	耐延焼性試験		試験日
				シース 損傷距離 (mm)	(参考) 残炎時間 (秒)	
高圧 ケーブル	19	FRP※ ¹	難燃ビニル	1,130	0	2011.1.18
	20	難燃FRP※ ¹	難燃特殊 耐熱ビニル	1,130	0	2011.2.11

※1 光ファイバケーブルには絶縁体がないため、中央支持材を記載

東海第二発電所における一部の同軸ケーブルの延焼防止性について

1. はじめに

核計装ケーブルや放射線モニタ用ケーブルは、微弱電流、微弱パルスを扱うために、耐ノイズ性を確保することを目的に不燃性の金属の電線管に敷設するとともに、絶縁体に誘電率の低い架橋ポリエチレンを有する同軸ケーブルを使用している。このうち、原子炉圧力容器下部において、火災防護対象機器である起動領域モニタの核計装ケーブルは難燃ケーブルを使用している。一方で、一部のケーブルは自己消火性を確認するUL垂直燃焼試験は満足するが、耐延焼性を確認するIEEE383垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しない。

したがって、IEEE383垂直トレイ燃焼試験を満足しない同軸ケーブルは、他のケーブルからの火災による延焼や、他のケーブルへの延焼が発生しないよう、電線管の両端部を耐火性のコーキング材(SFエコシール)を充填することで、酸素不足による燃焼の継続を防止する。(第1図)

コーキング材(SFエコシール)の火災防護上の有効性を以下に示す。

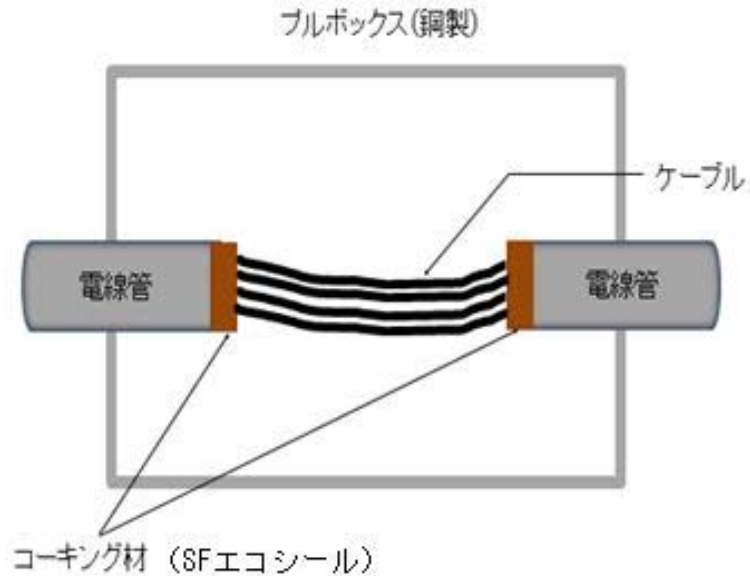
2. 電線管敷設による火災発生防止対策

2.1 酸素不足による燃焼継続の防止

核計装ケーブルや放射線モニタ用ケーブルは、耐ノイズ性を確保するため、ケーブルを電線管内に敷設している。電線管内に敷設することにより、IEEE383垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しないケーブルが電線管内で火災になったとしても、電線管の両端を耐火性のコーキング材で密閉することにより、外気からの酸素の供給を遮断し、電線管内の酸素のみでは燃焼が維持できず、ケーブルの延焼は継続できない。

IEEE383垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足していないケーブル1mあたりを完全燃焼させるために必要な空気量は約 0.13m^3 であり、この 0.13m^3 が存在する電線管長さが約14mであることを考慮すると、最大長さが50mである電線管は、約3.6mだけ燃焼した後は酸素不足となり、延焼継続は起こらないと判断される。

プルボックス内の火災についても、プルボックスの材料が鋼製であり、さらに、プルボックス内の電線管に耐火性のコーキング材(SFエコシール)を電線管に充填する設計とすることで延焼を防止する。したがって、ケーブルの延焼はプルボックス内から広がらないと判断する。



第 1 図 プルボックス内の延焼防止対策の例

2.2 コーキング材 (SF エコシール) について

コーキング材 (SF エコシール) は、火災区域を貫通する電線管のシール材として火災耐久試験を実施し、3 時間耐火性能が確認されたものである。

コーキング材 (SF エコシール) は、常温では硬化しにくく、長時間にわたって適切な柔軟性を維持し、以下の特性を有する。

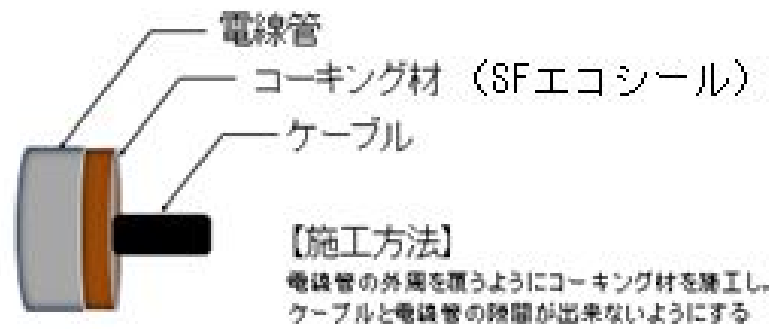
(1) 主成分

有機質バインダー、難燃材、有機繊維 他

(2) シール性

コーキング材 (SF エコシール) は、常温で硬化しにくく、長時間にわたり適切な柔軟性を有する性質であり、難燃性及び耐熱性に優れたノンハロゲン非硬化型非発泡性防災パテ材である。耐熱試験では高温 180℃ の影響評価を実施し、シール材の基本性能に影響がないことを確認しており、さらに、電路貫通部の火災耐久試験にて、3 時間耐火性能を有することを確認しているものである。したがって、このコーキング材を第 2 図に示すとおり隙間なく施工する設計であるため、シール性を有していると考えられる。

電線管内で火災が発生した場合には、電線管内の温度が上昇するため、電線管内の圧力が電線管の外よりも高くなり、電線管の外から燃焼が継続できる酸素の供給はないと考えられる。



第 2 図 コーキング材 (SF エコシール) の施工方法例

(3) 保全

コーキング材 (SF エコシール) の保全については、コーキング材の耐久性が製品メーカーにおける熱加速試験に基づき、常温 40℃ の環境下で約 28 年以上の耐久性を確認していること (別紙 1)、コーキング材 (SF エコシール) の特性を踏まえ、設備の点検計画を定めている保全計画に定める。

コーキング材(SFエコシール)の耐久性について

1. はじめに

コーキング材(SFエコシール)は、以下第1表に示す試験を実施し、耐久性があることを確認している。

第1表 コーキング材(SFエコシール)の耐久性に係る試験

No.	試験項目	判定基準	試験概要
1	加熱減量	加熱減量が0.6%以下のこと	JIS A 5752により、温度105～110℃の恒温器で3時間加熱後、室温になるまで冷却し、質量比を求める
2	耐水性	使用上有害なひび、割れ、形くずれのないこと	水道水中に30日間浸漬させる
3	耐塩水性	使用上有害なひび、割れ、形くずれのないこと	3%食塩水中に30日間浸漬させる
4	耐油性	使用上有害なひび、割れ、形くずれのないこと	電気絶縁油中に30日間浸漬させる
5	耐薬品性	使用上有害なひび、割れ、形くずれのないこと	薬品水溶液中に常温で7日間浸漬させる
6	気密性	気密漏洩がないこと	内外差圧6,300Paの容器内にN ₂ を充填し、24時間後の漏えい量を測定する
7	耐火性	① 非加熱側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと ② 非加熱面で10秒を超えて継続する発炎がないこと ③ 火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと	コンクリートを貫通させたケーブルトレイ貫通部及び電線管両端にシール材を充填し、ISO834-1の加熱曲線を用いて3時間加熱する
8	耐熱性	シール材内部の針入度がメーカーカタログ値の半減値を超えること	JIS A 5752により、温度180℃の恒温器で3時間加熱後、常温及び加熱後の針入度を求める
9	耐放射線性	① シール材内部の針入度がメーカーカタログ値の半減値を超えること ② 酸素指数がメーカーカタログ値と同等であること	放射線量700kGyで照射し、さらに温度180℃の恒温器で3時間加熱後、常温、放射線照射後及び加熱後の針入度を求める。併せてJIS K 6269に準拠し、酸素指数を測定する

補足説明資料 2-5

屋外の重大事故等対処施設の竜巻による
火災の発生防止対策について

1. 目的

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

2. 内容

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

1. 常設代替高圧電源装置の竜巻による火災の発生防止対策について

(1) 設計方針

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

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

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

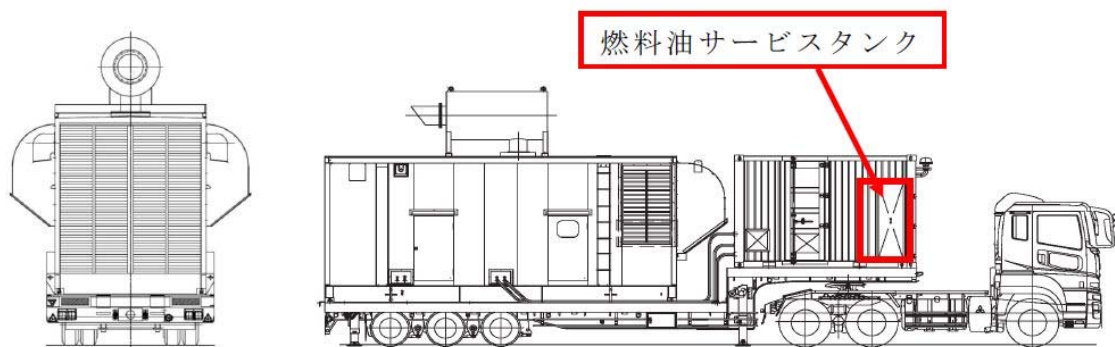
万一、常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクが、竜巻による飛来物で破損した場合を想定し、堰の設置及び制御盤(発火源)に漏えいした燃料が流入しないように制御盤扉へのパッキン施工により、火災の発生防止対策を講じる設計とする。

(2) 燃料油の漏えい，拡大防止対策

a. 漏えい燃料の拡大を防止する堰の設置

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

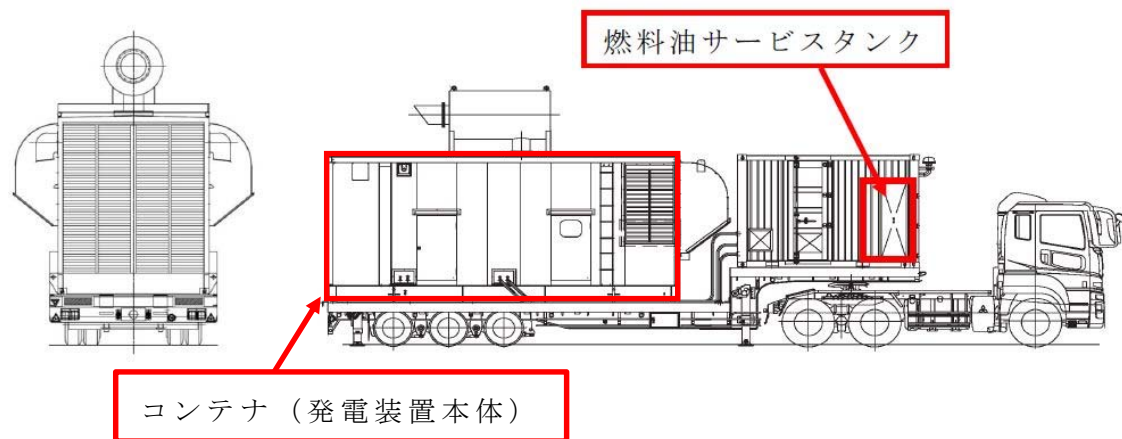
また，堰は，常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの保有量全量を貯留可能な設計とする。



第 1 図 常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの堰

b. 制御盤への燃料流入防止

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



第 2 図 制御盤扉のパッキン施工

補足説明資料 2-6

水素の蓄積防止対策について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 4.1(5)項に示す放射線分解により発生する水素の蓄積防止対策が、経済産業省指示文書「中部電力株式会社浜岡原子力発電所 1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について(平成 14 年 5 月)」及び社団法人火力原子力発電技術協会「BWR 配管における混合ガス(水素・酸素)蓄積防止に関するガイドライン(平成 17 年 10 月)」に基づき対策を実施しており、火災防護特有であるため、補足資料として添付するものである。

2. 内容

経済産業省指示文書「中部電力株式会社浜岡原子力発電所 1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について(平成 14 年 5 月)」を受けた対策後の報告について、次頁以降に示す。

3. 水素の蓄積防止対策について

放射性分解により発生する水素に対する火災区域における蓄積防止対策としては、経済産業省指示文書「中部電力株式会社浜岡原子力発電所1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について(平成14年5月)」を受け、水素の蓄積のおそれがある箇所に対して対策を実施している。(別紙1)

また、社団法人火力原子力発電技術協会「BWR 配管における混合ガス(水素・酸素)蓄積防止に関するガイドライン(平成17年10月)」の制定以降については、ガイドラインのフローに基づき蓄積防止対策箇所を選定し実施している。

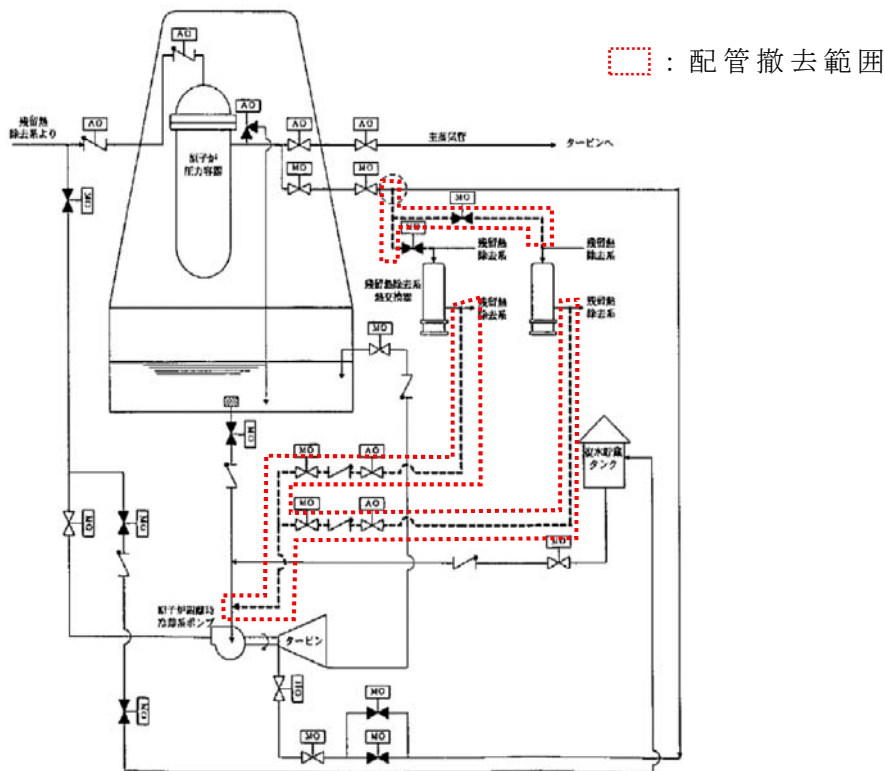
対応措置の概要を第1-1表及び第1-1図～第1-3図に示す。

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

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

第 1-1 表 放射線分解による水素蓄積防止対策の実施状況

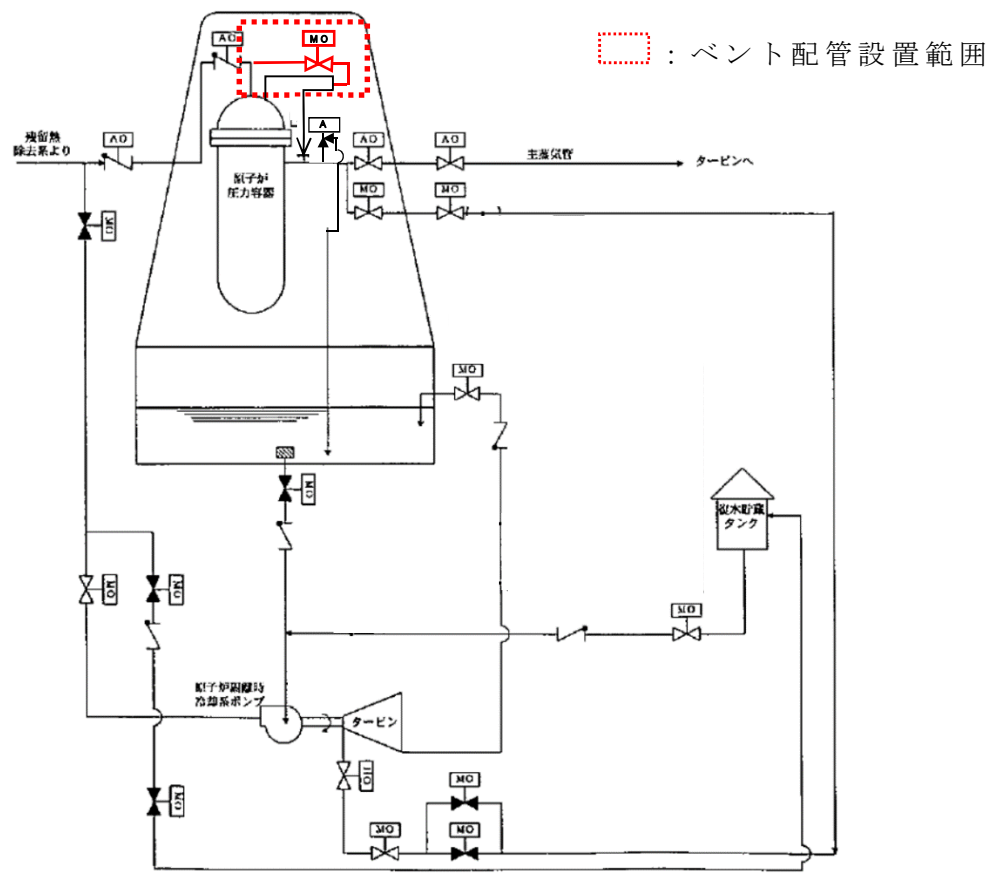
対策箇所	対策内容	対策実施根拠	実施状況
① 残留熱除去系蒸気凝縮系配管	・ 配管撤去及び取替 (第 19 回定検時：平成 14 年 9 月 13 日工事計画届出 ([]))	経済産業省指示文書 「中部電力株式会社浜岡原子力発電所第 1 号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について」(平成 14 年 5 月) により対策実施済み	実施済 (別紙 2)
② 原子炉水位計等計装配管	・ 配管修繕 (第 20 回定検時：平成 16 年 1 月 9 日工事計画届出 ([]))	上記指示文書に基づくと、計装配管は評価不要であるが、自主的に対策を実施	実施済 (別紙 3)
③ 原子炉压力容器頂部スプレイ配管	・ ベント配管を設置 (第 23 回定検時：平成 20 年 (工事計画対象外))	(社)火力原子力発電技術協会 「BWR 配管における混合ガス(水素・酸素)蓄積防止に関するガイドライン」(平成 17 年 10 月)に基づくと、高温状態を維持することにより水蒸気が凝縮しないと考えられるため、ステップ 2 にて対応不要となるが、自主的に対策を実施	実施済 (別紙 4)



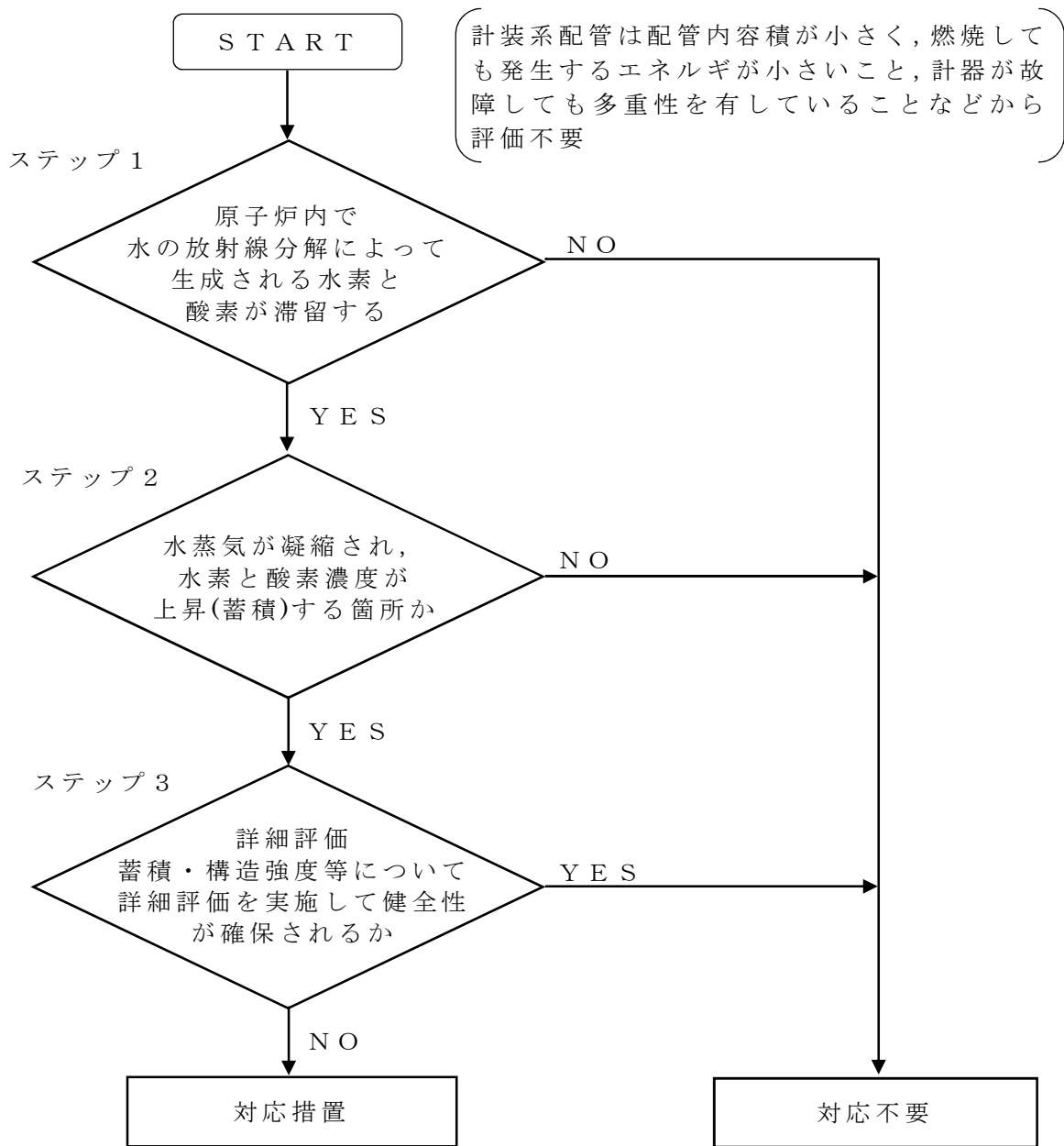
第 1-1 図 残留熱除去系蒸気凝縮系配管撤去の概要

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

第 1-2 図 原子炉水位計等計装配管修繕の概要



第 1-3 図 原子炉圧力容器頂部スプレイ配管追設の概要



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

第 1-4 図 水素対策の対象選定フロー
 (BWR 配管における混合ガス(水素・酸素)蓄積防止に関するガイドラインを参照)

第 1-2 表 ガイドラインの評価対象範囲及びフロー抽出結果

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

※ 高圧注入系 (HPCI) を含む

2. ガイドラインの適用範囲

2. 2 評価対象とする範囲

BWR 原子力発電設備の配管のうち，枝管を対象とする。

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

浜岡原子力発電所第1号機 余熱除去系配管破断の類似箇所抽出結果について

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

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

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

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

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

現在運転中のプラントについては、「中部電力株式会社浜岡原子力発電所第1号機の余熱除去系配管破断に関する当面の対応について」（平成13年11月20付け、経済産業省原子力安全・保安院殿指示）に基づき、すでに高圧注入系もしくは原子炉隔離時冷却系の定期的な試験実施前に配管内に存在する滞留物を除去しているところであり、今後も継続して実施する。

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

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

以 上

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

東海第二発電所

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

※：母管から分岐した対象配管の全体積を蓄積量とした。

敦賀発電所 1 号機

該当なし

浜岡原子力発電所第1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について

「中部電力株式会社浜岡原子力発電所1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について」(平成14年5月13日付け、平成14.05.13原院第3号、原子力安全・保安院)にて再発防止の指示を受けた事項について、当社東海第二発電所及び敦賀発電所1号機に関する検討結果を別添の通りご報告いたします。

添付資料

1. 余熱除去系配管破断に関する再発防止の対応方針について

以 上

余熱除去系配管破断に関する再発防止の対応方針について

1. 余熱除去系蒸気凝縮系配管以外の配管で対策を行う箇所の抽出

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

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

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

上記④、⑤で除外した配管についての抽出結果を表1に示す。

2. 抽出された配管のガス蓄積量の評価

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

3. 対応の方針

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

4. その他

残留熱除去系蒸気凝縮系配管に関する対応状況については以下のとおりである。

東海第二発電所：当該配管を撤去（廃止）予定【実施時期：第19回定期検査】

表1 ④, ⑤で除外した配管の抽出結果

敦賀発電所1号機	備考

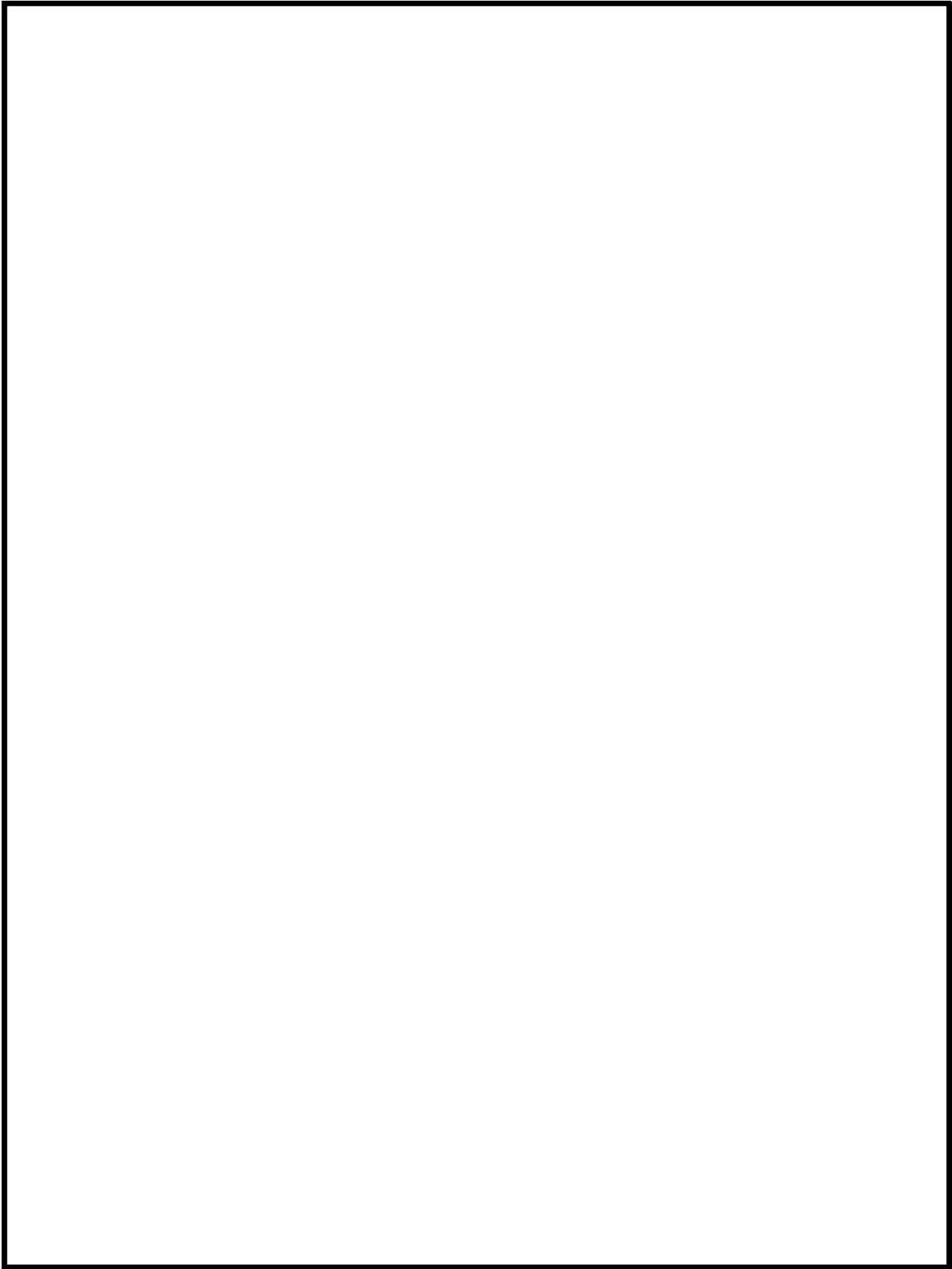
東海第二発電所
該当無し

表2 ガス蓄積量評価結果

敦賀発電所1号機	備考
	蓄積期間：プラント起動～停止 まで（14ヶ月）

表3 対応の方針

敦賀発電所1号機	備考



別 紙

電気工作物の概要

(三) 原子力設備

2. 原子炉冷却系統設備

2. 1 残留熱除去系

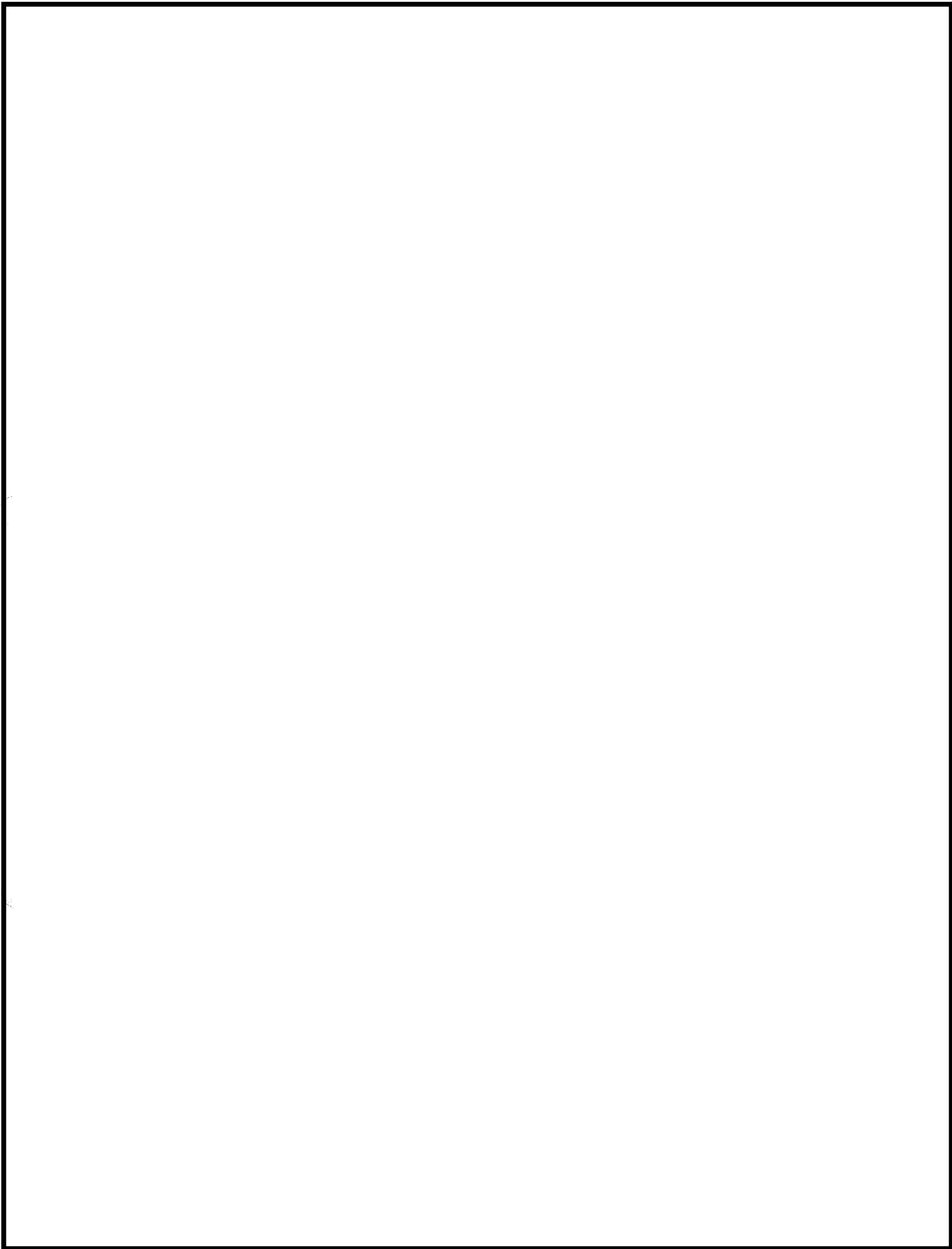
(1) 主配管

工事計画届出番号

工事計画届出年月日



平成14年9月13日





日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

構造，強度又は漏えいに係る

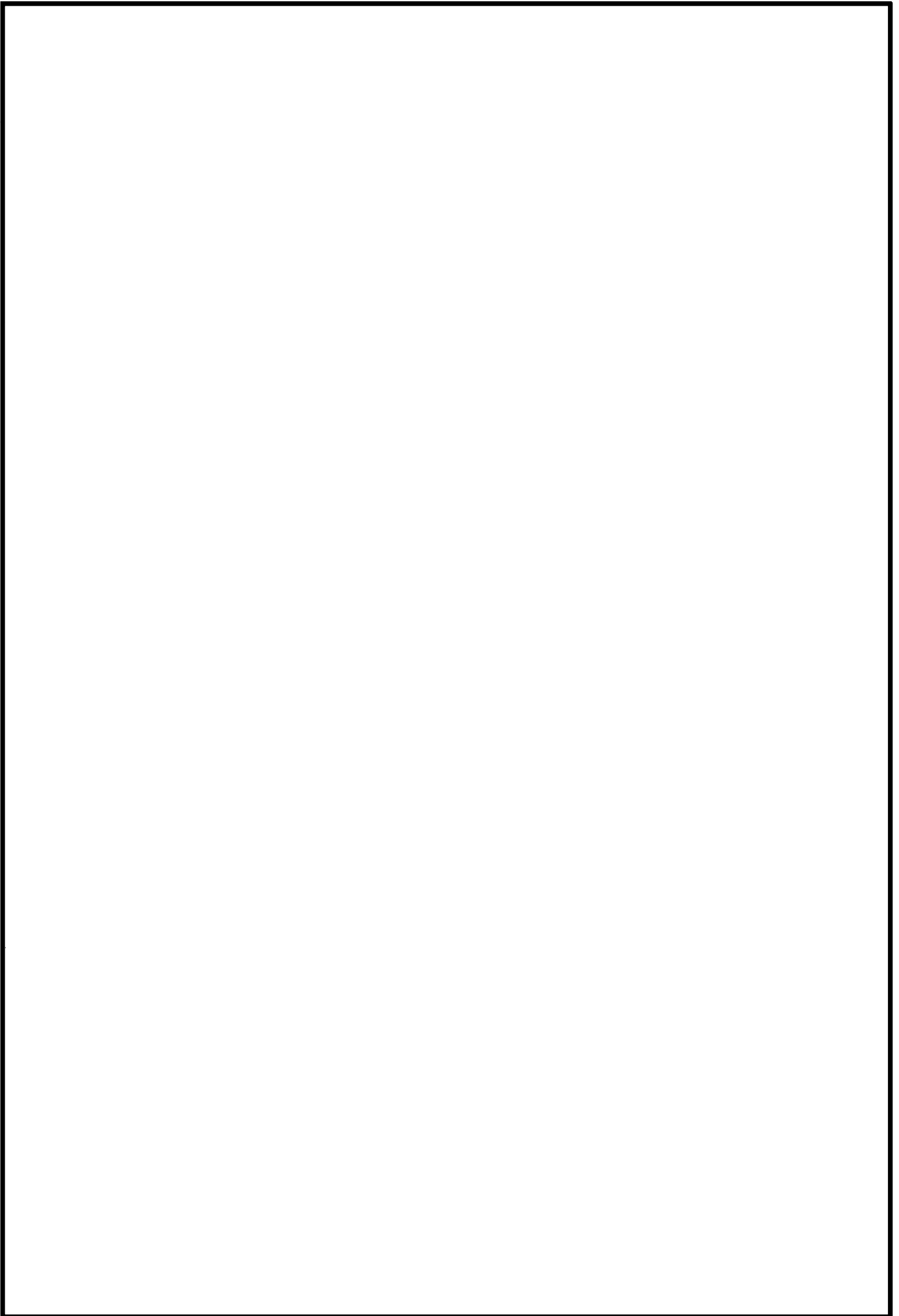
使用前検査要領書

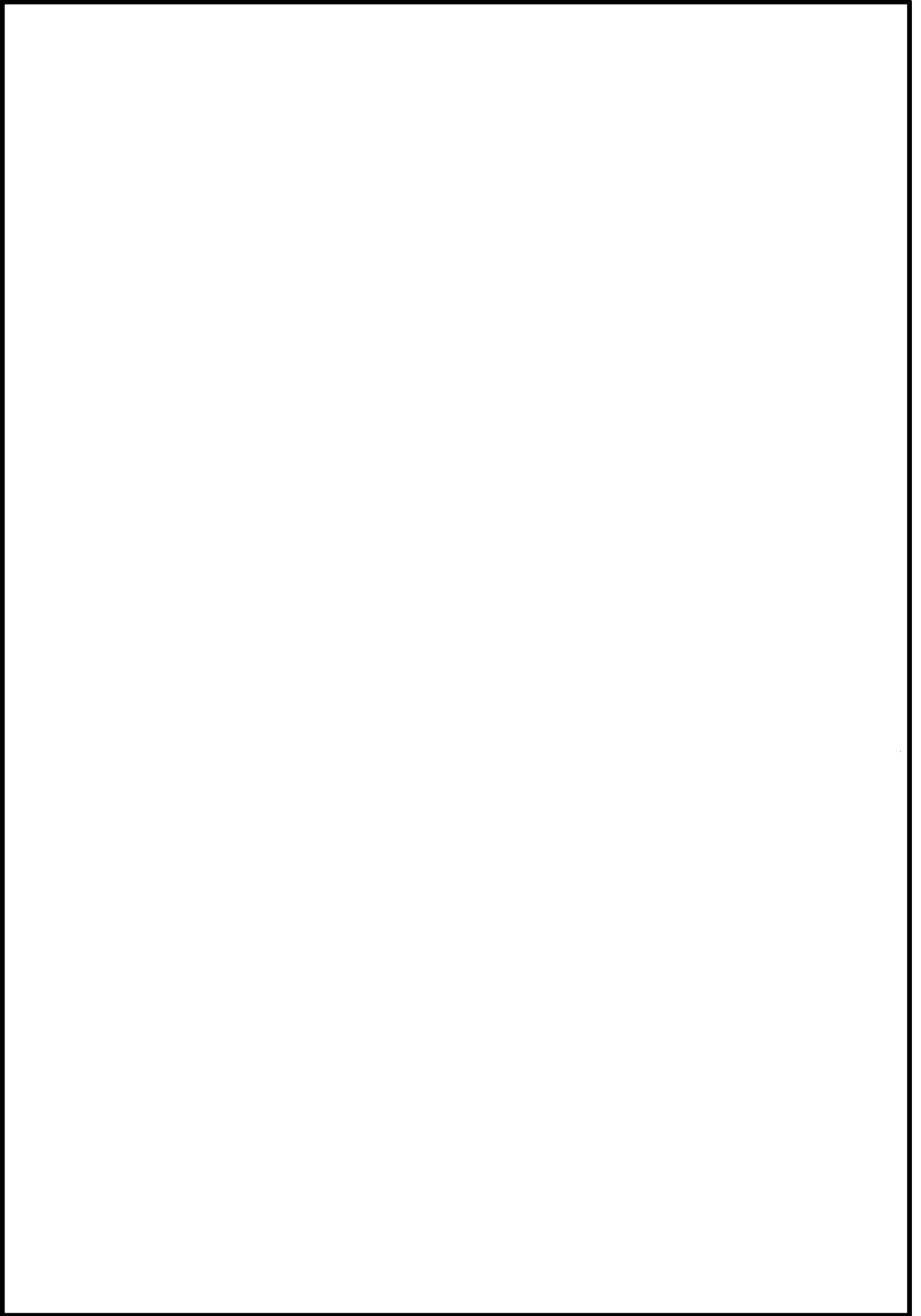
設 備 名：原子炉冷却系統設備

系 統 名：残留熱除去系

要領書番号：T2・イ-14-5

平成14年9月





別紙

電気工作物の概要

(三) 原子力設備

2. 原子炉冷却系統設備

2. 1 残留熱除去系

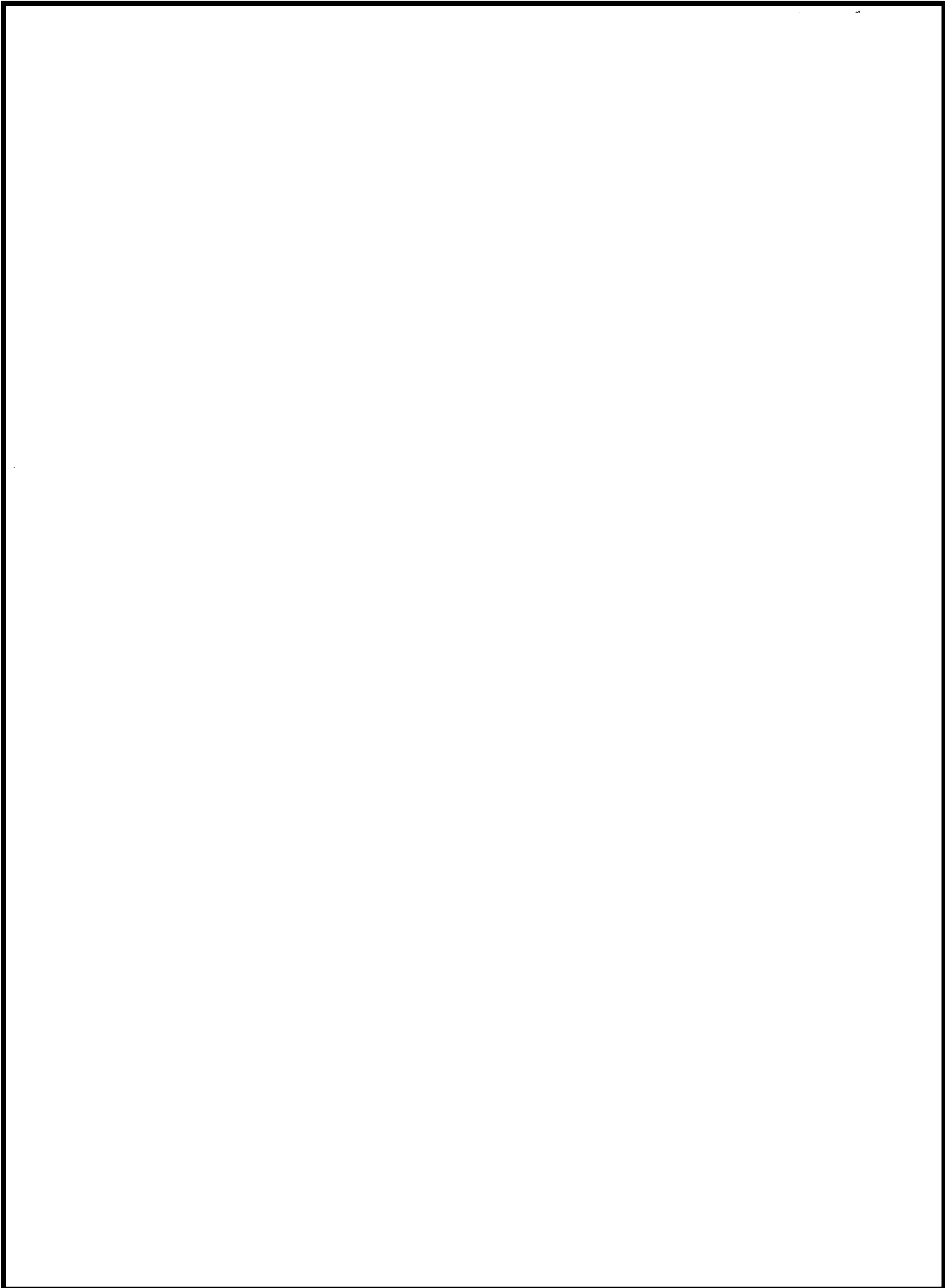
(1) 主配管

工事計画届出番号

工事計画届出年月日



平成14年9月13日



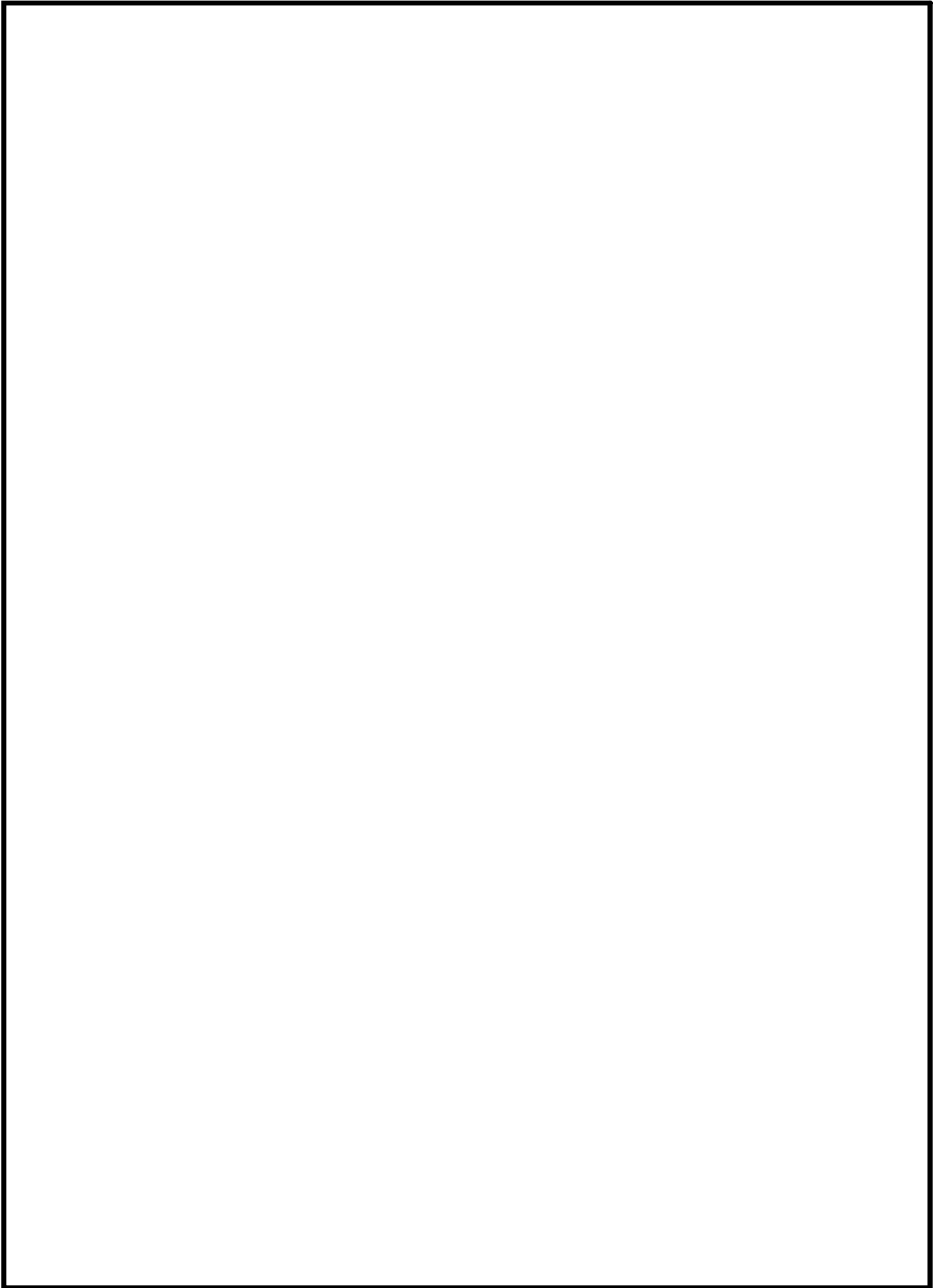
日本原子力発電株式会社
東海第二発電所

工事の計画に係るすべての
工事が完了した時に係る
使用前検査要領書

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

平成14年9月





別 紙

電気工作物の概要

(三) 原子力設備

1. 原子炉本体

1.4 原子炉圧力容器

(1) 原子炉圧力容器本体

a. 計測(N12)ノズル

工事計画届出番号

工事計画届出年月日

平成16年1月9日



日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

構造，強度又は漏えいに係る

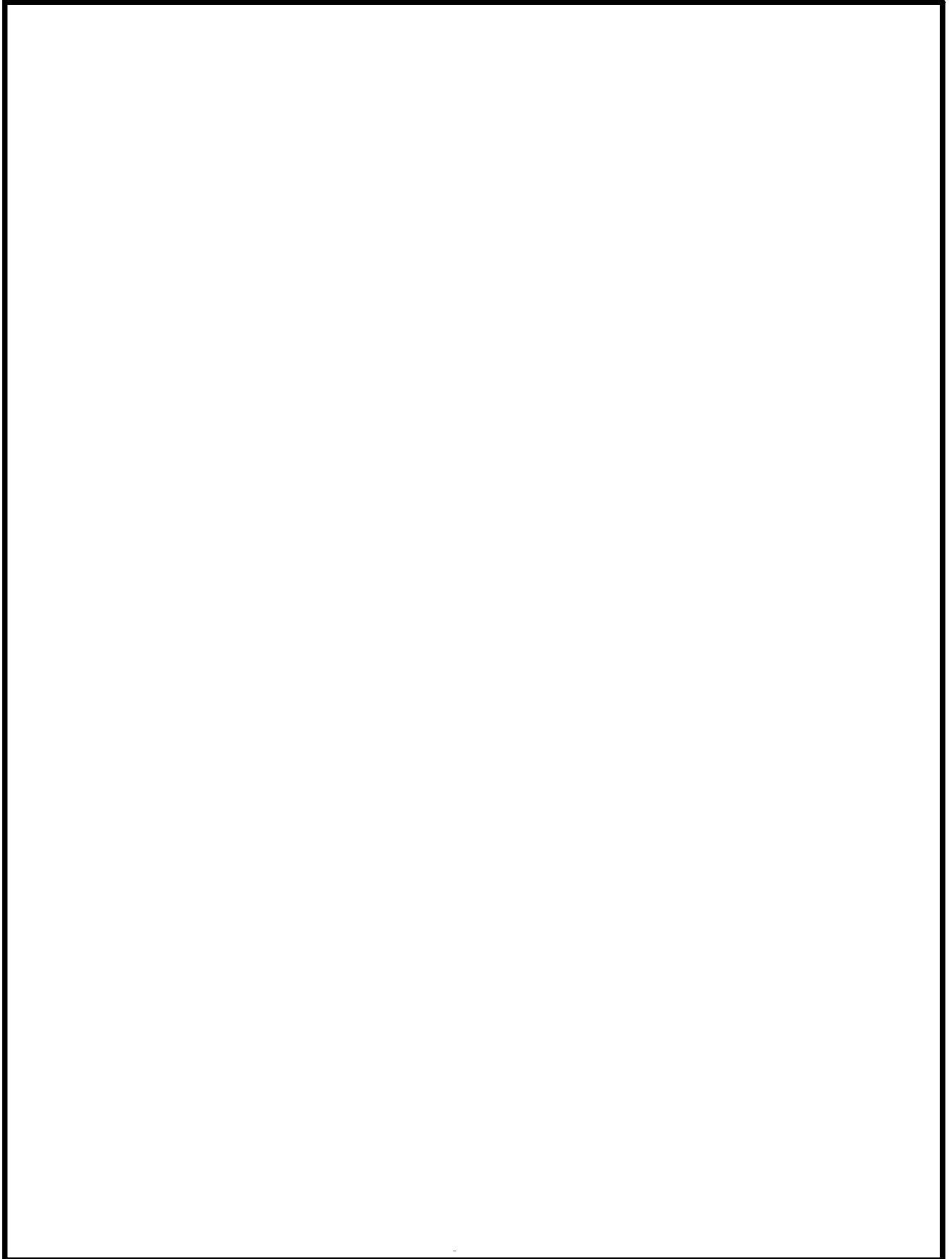
使用前検査要領書

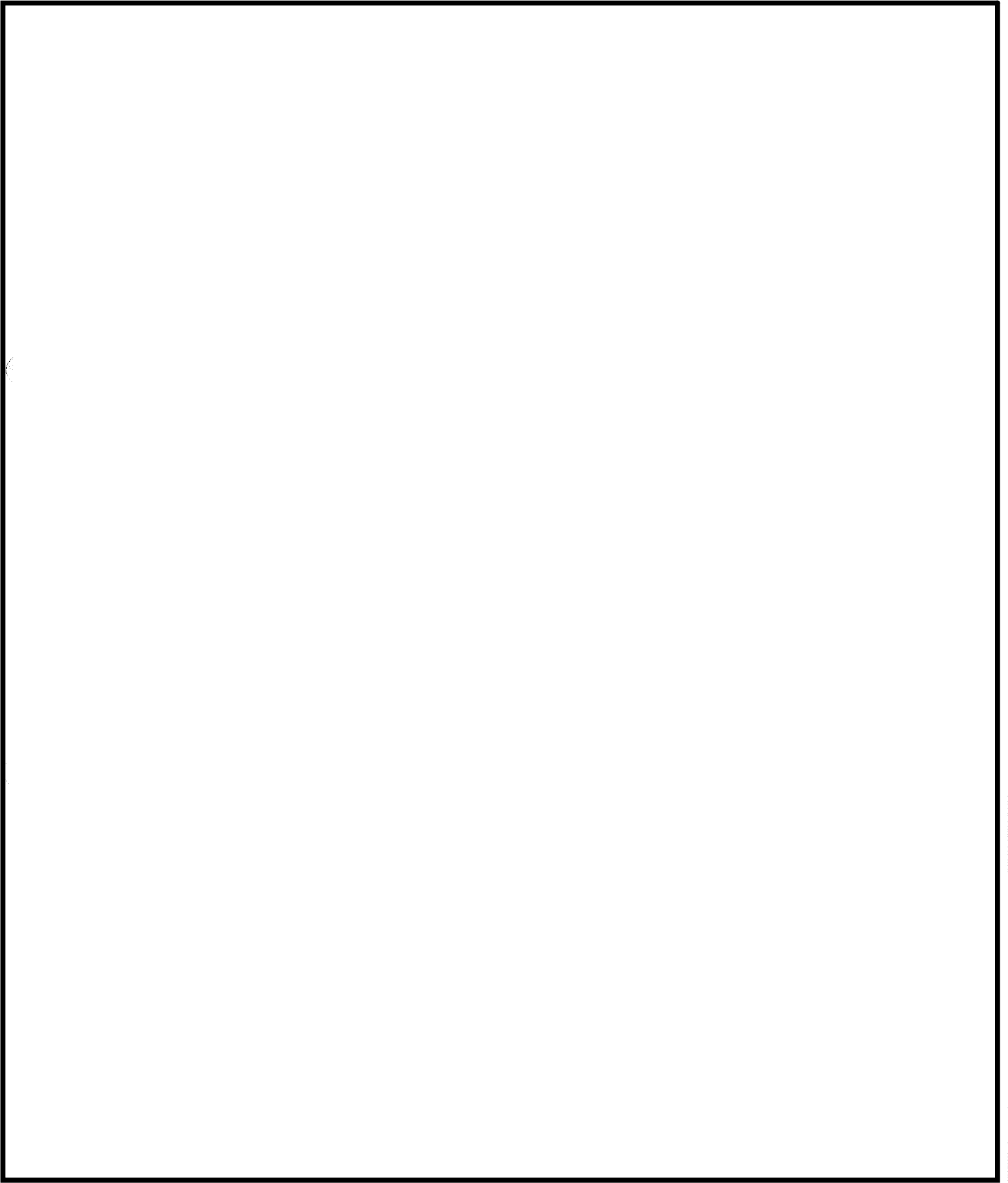
設 備 名：原子炉本体

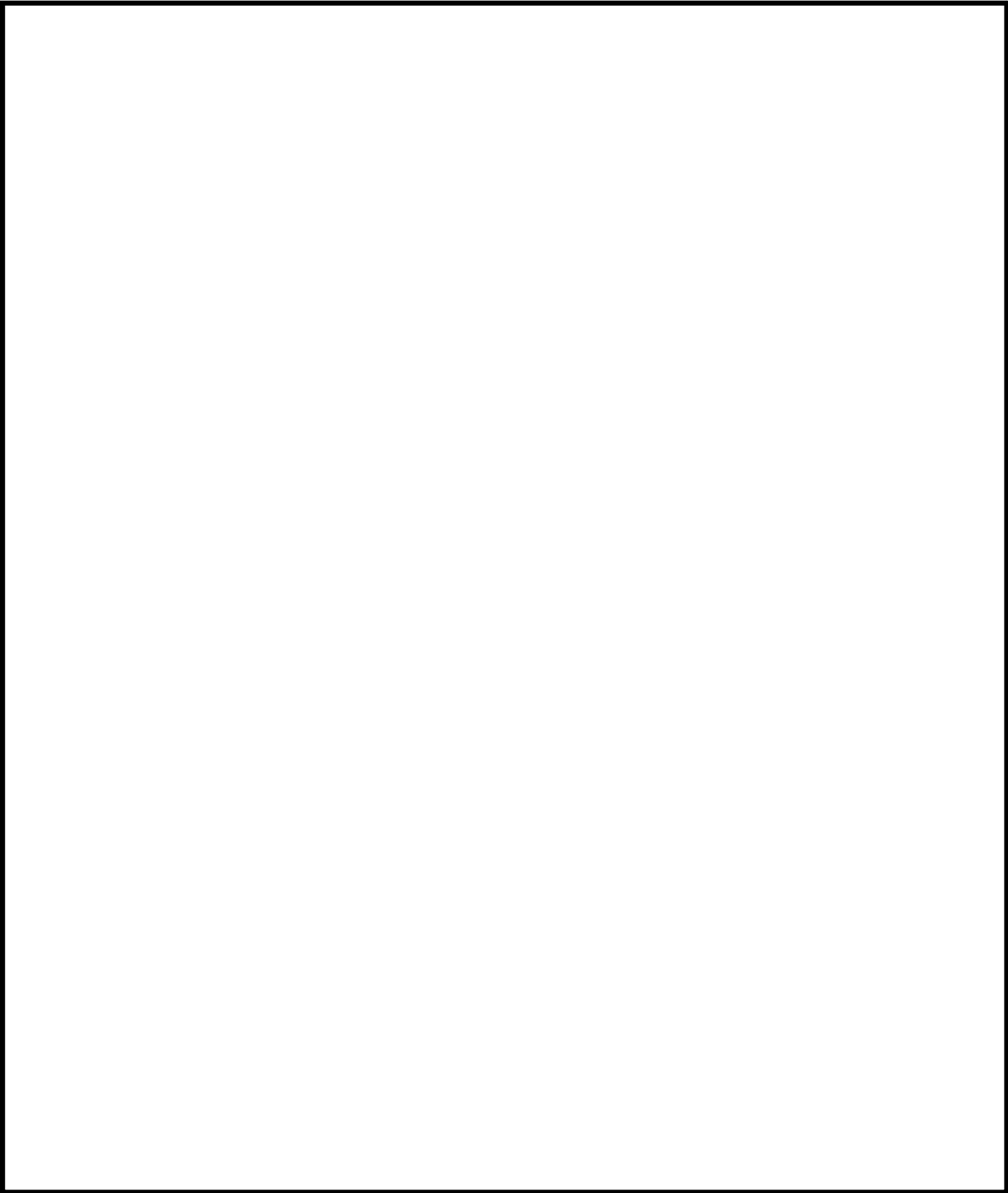
系 統 名：原子炉圧力容器本体

要領書番号：T2・イ-15-2
03 検要（東）使イ/2

平成16年2月







別 紙

電気工作物の概要

(三) 原子力設備

1. 原子炉本体

1.4 原子炉圧力容器

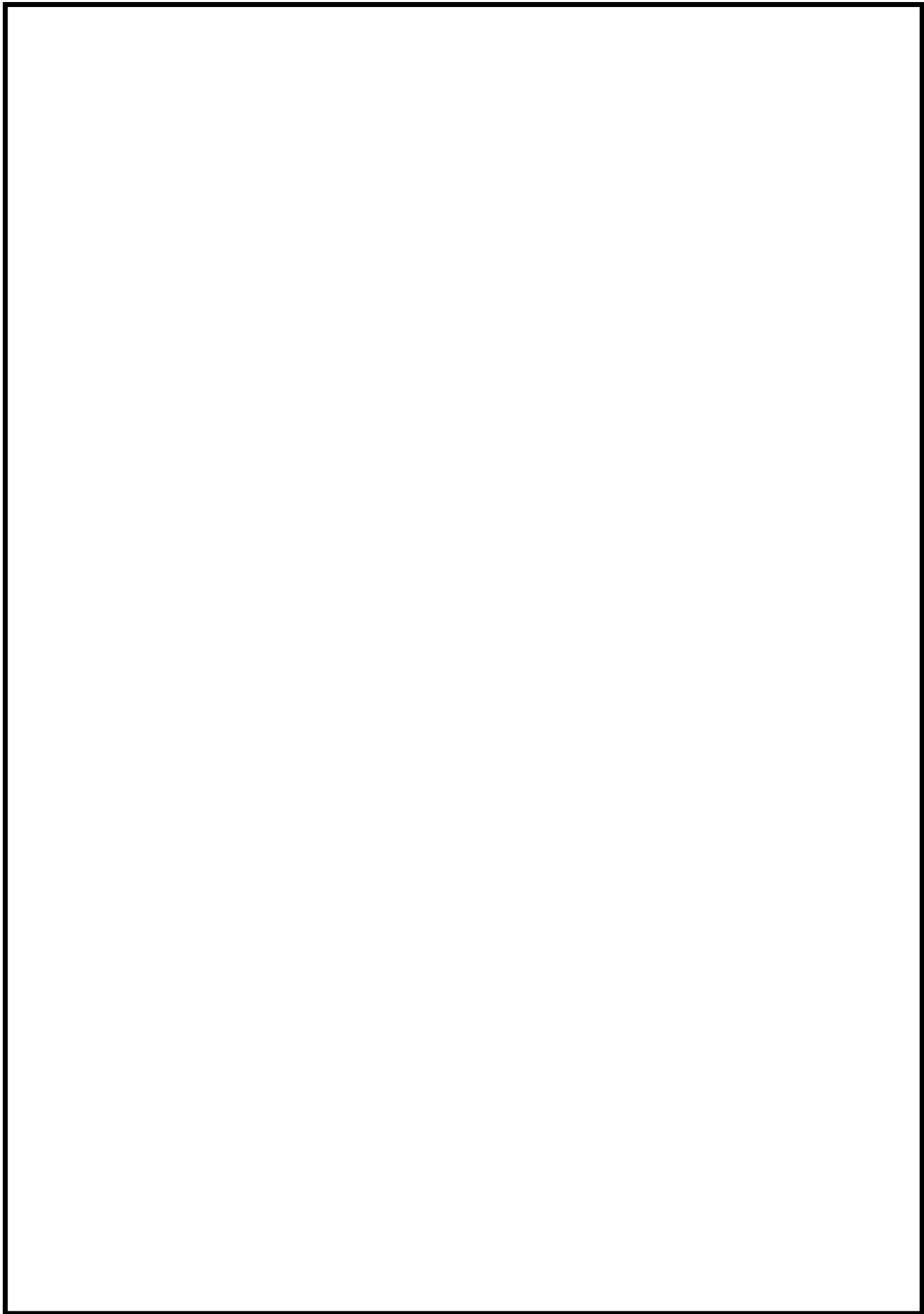
(1) 原子炉圧力容器本体

a. 計測(N12)ノズル

工事計画届出番号

工事計画届出年月日

平成16年1月9日



日本原子力発電株式会社
東海第二発電所

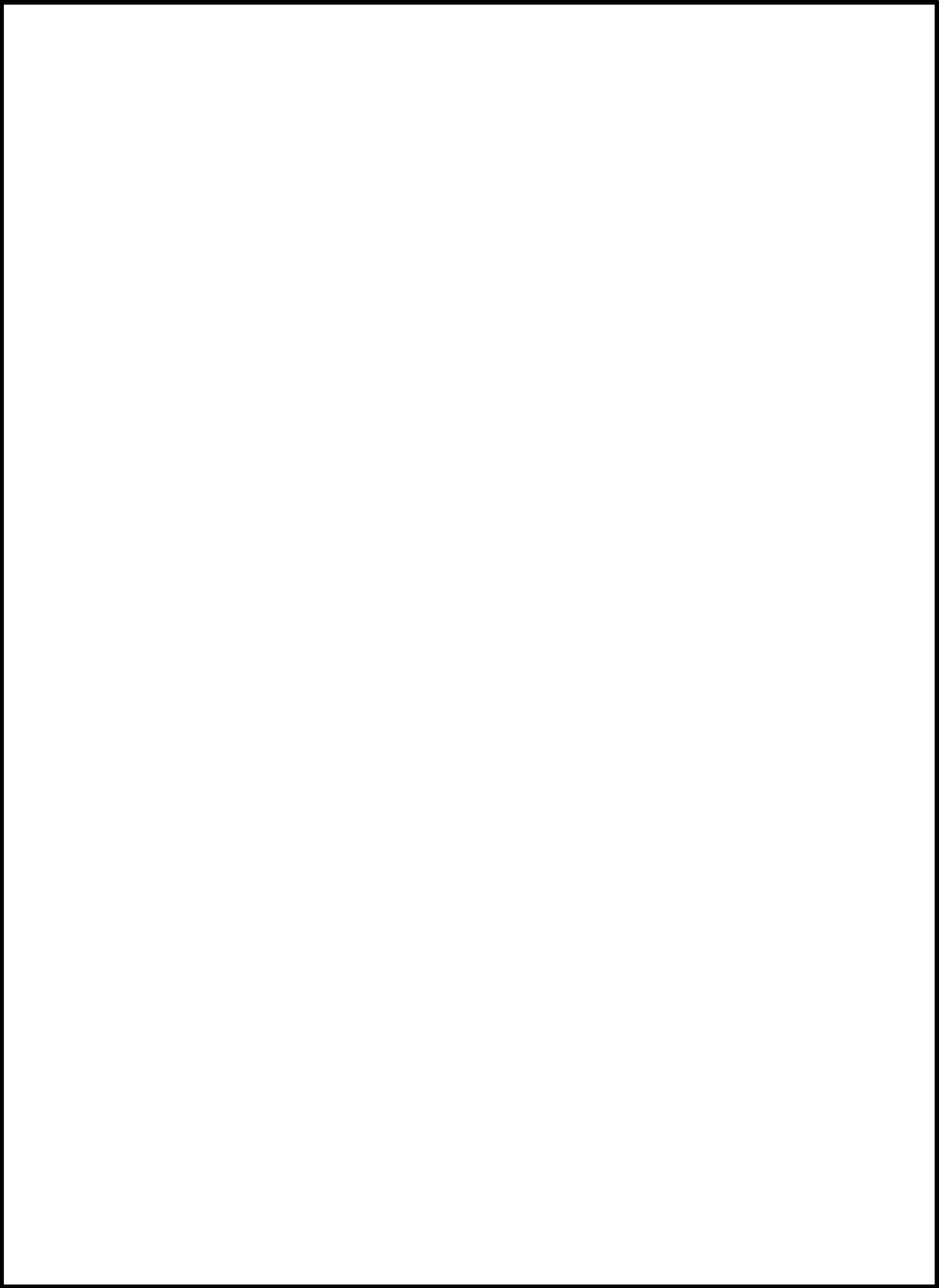
工事の計画に係るすべての
工事が完了した時に係る
使用前検査要領書

設 備 名：原子炉本体

系 統 名：原子炉压力容器本体

要領書番号：T2・ホー15-2

平成16年5月



3. 火災の感知及び消火に係るもの

補足説明資料 3-1
ガス消火設備について

1. 目的

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

2. 内容

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

3. 設備概要及び系統構成

火災時に煙の充満により消火が困難となる可能性のある火災区域又は火災区画に必要となる固定式消火設備は、人体、設備に対する影響を考慮し、ハロゲン化物自動消火設備（全域）及びハロゲン化物自動消火設備（局所）を設置する。

ただし、非常用ディーゼル発電機室及び緊急時対策所建屋発電機室は二酸化炭素自動消火設備（全域）を設置する。

ガス消火設備の仕様概要を第1表、使用箇所及び選定理由を第2表に示す。また、単一の部屋に対し使用するハロゲン化物自動消火設備（全域）を第1図に示す。また、油内包機器に使用するハロゲン化物自動消火設備（局所）を第2図に示す。ケーブルトレイ及び盤に使用するハロゲン化物自動消火設備（局所）をそれぞれ第3図、第4図に示す。

第1表 ハロゲン化物を使用するガス消火設備の仕様概要 (1/2)

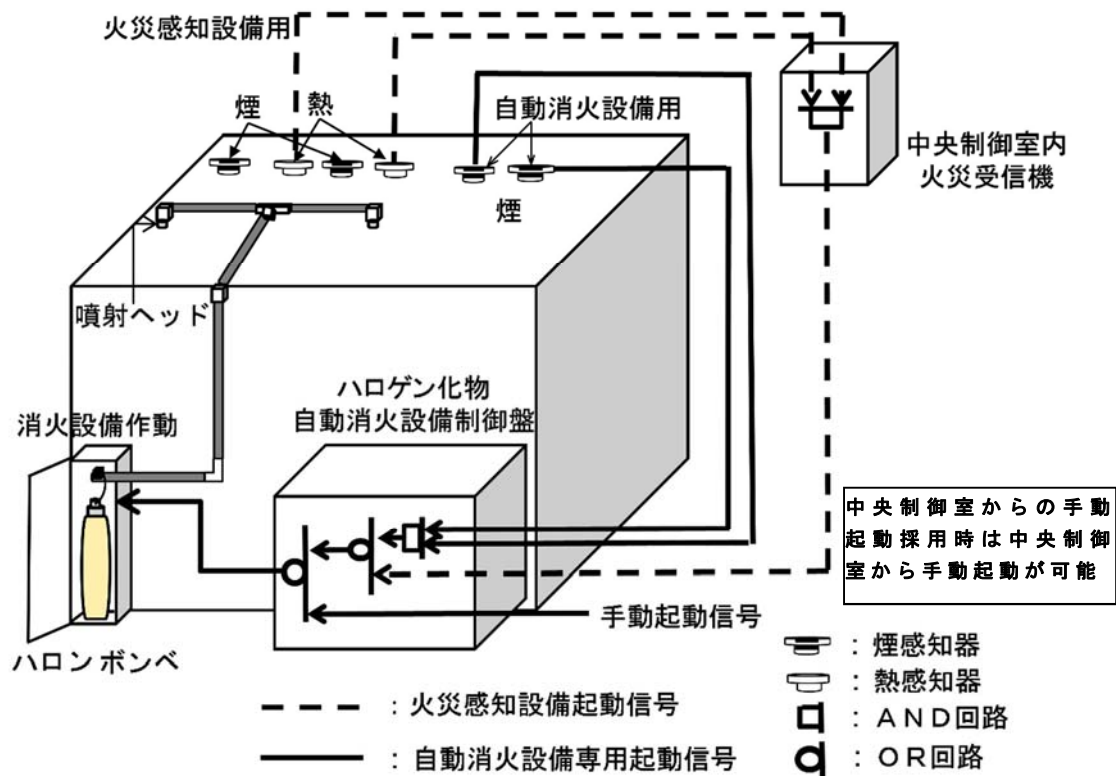
		項目	仕様
ハロゲン化物自動消火設備 (全域)	消火剤	消火薬剤	ハロン1301
		消火原理	連鎖反応抑制 (負触媒効果)
		消火剤の特徴	設備及び人体に対して無害
	消火設備	適用規格	消防法施行規則第20条
		火災感知	<ul style="list-style-type: none"> 早期感知及び早期消火の観点から自動消火設備用の火災感知器 (煙感知器) を設置する。 誤作動防止を図るため、以下のAND回路の構成とする。 <p style="text-align: center;">自動消火設備用の火災感知器 (煙感知器2系統のAND信号) 又は 火災感知設備用の火災感知器 (熱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

第1表 ハロゲン化物を使用するガス消火設備の仕様概要 (2/2)

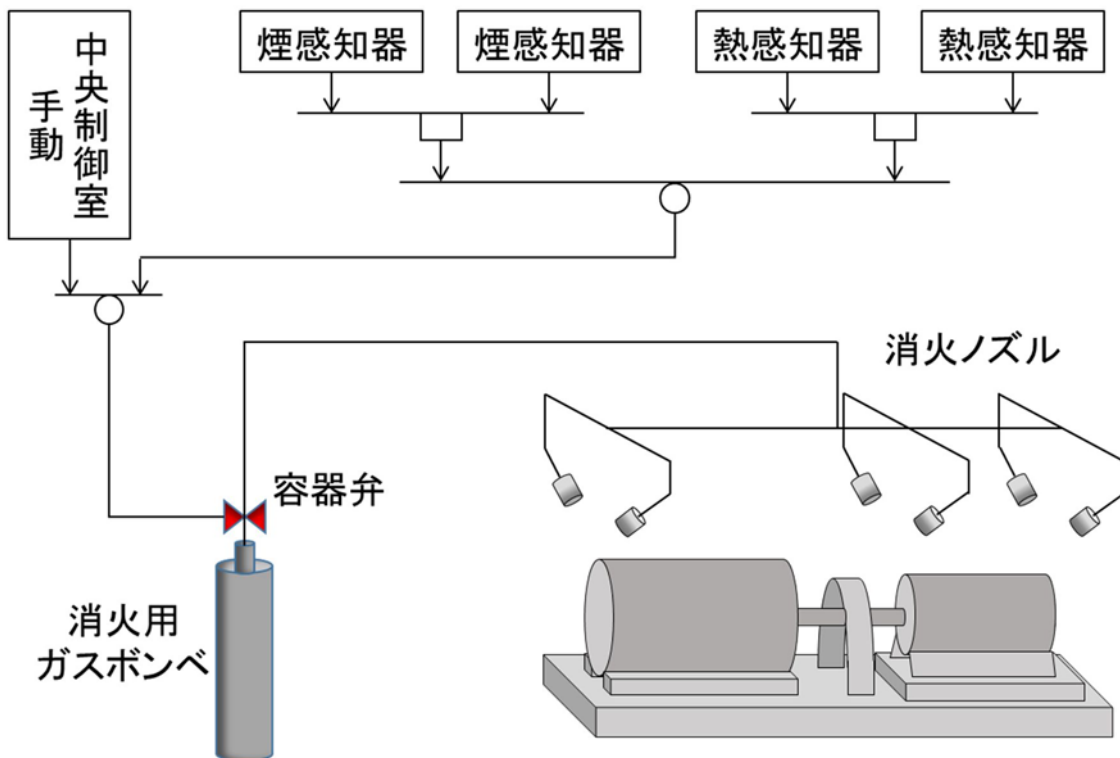
		項目	仕様
ケーブルトレイ 消火設備	消火剤	消火薬剤	ハロゲン化物 (FK-5-1-12)
		消火原理	連鎖反応抑制 (負触媒効果)
		消火剤の特徴	設備及び人体に対して無害
	消火設備	適用規格	消防法施行規則第20条 (準用) 及び試験結果
		火災感知	消火設備作動用の火災感知器 (火災感知チューブ)
		放出方式	自動 (現場での手動起動も可能な設計とする) ただし、複合体のケーブルトレイは中央制御室からの手動起動も可能な設計とする。
		消火方式	局所放出方式
		電源	火災の熱によって感知チューブが溶損することで、ポンベの容器弁を開放させ、消火剤が放出される機械的な構造である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

第2表 ハロゲン化物を使用するガス消火設備の使用箇所及び選定理由

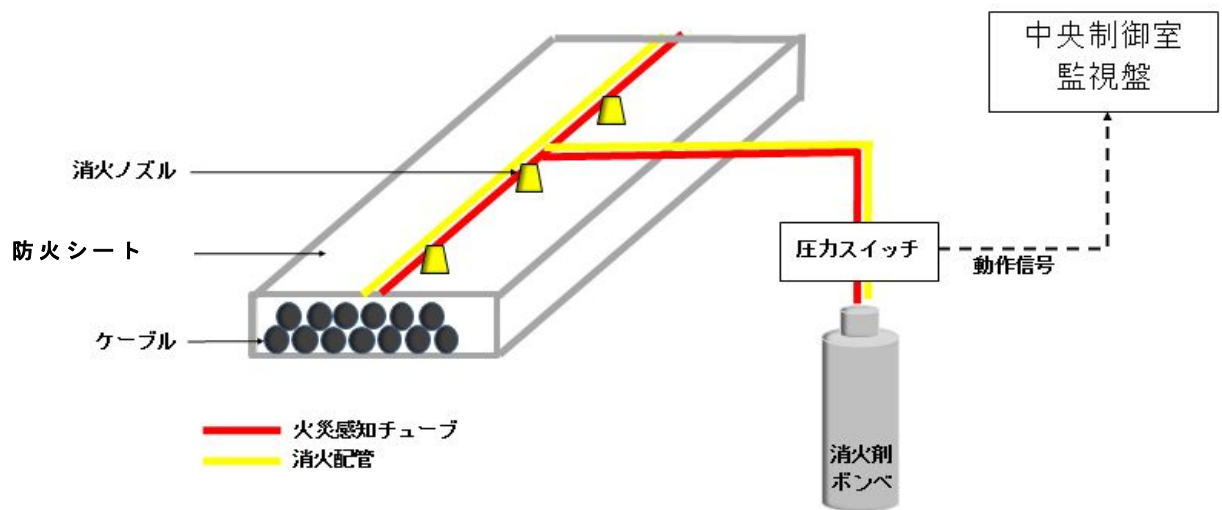
消火剤	使用箇所	選定理由
ハロン 1301	<ul style="list-style-type: none"> ・電気室 ・ポンプ室 ・ケーブル処理室 ・局所消火対象 (ケーブルトレイ以外の油内包機器及び盤) 	誤作動しても人や機器に被害がなく早期消火に有効であるため
FK-5-1-12	<ul style="list-style-type: none"> ・局所消火対象 (ケーブルトレイ消火設備) 	ケーブルトレイに対して有効であるため



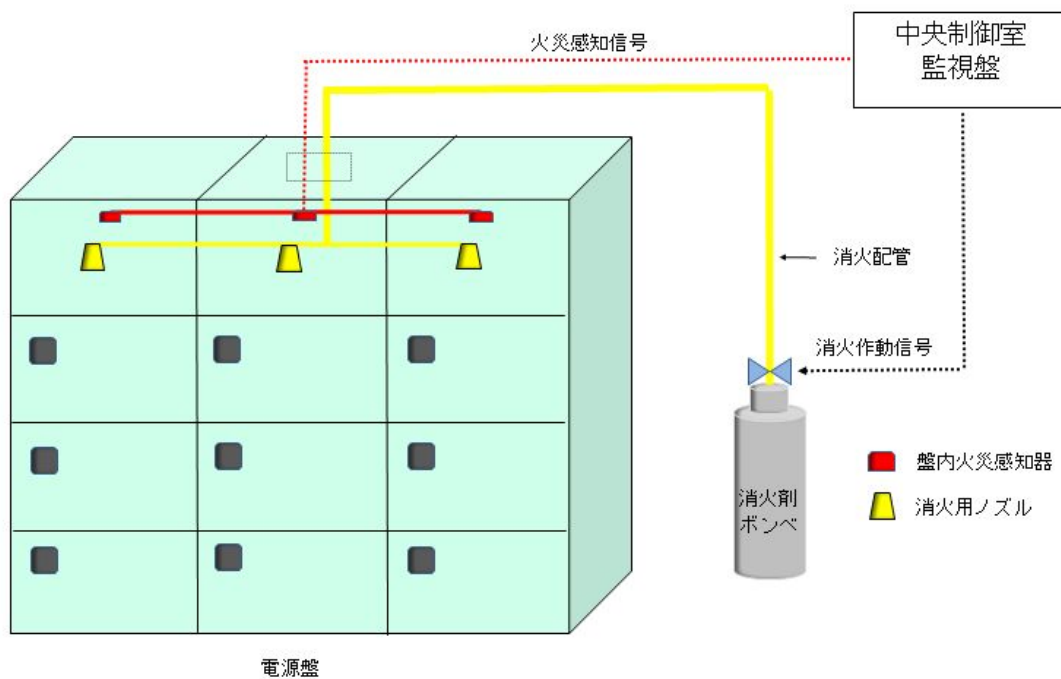
第1図 ハロゲン化物自動消火設備（全域）（ハロン 1301）動作概要



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



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



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

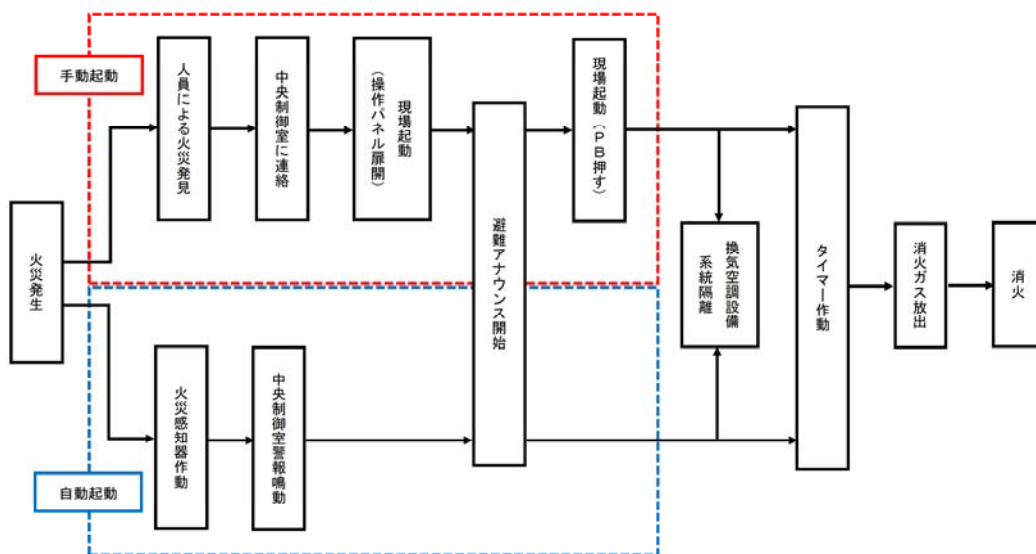
4. ハロゲン化物自動消火設備（全域）の作動回路

4.1 作動回路の概要

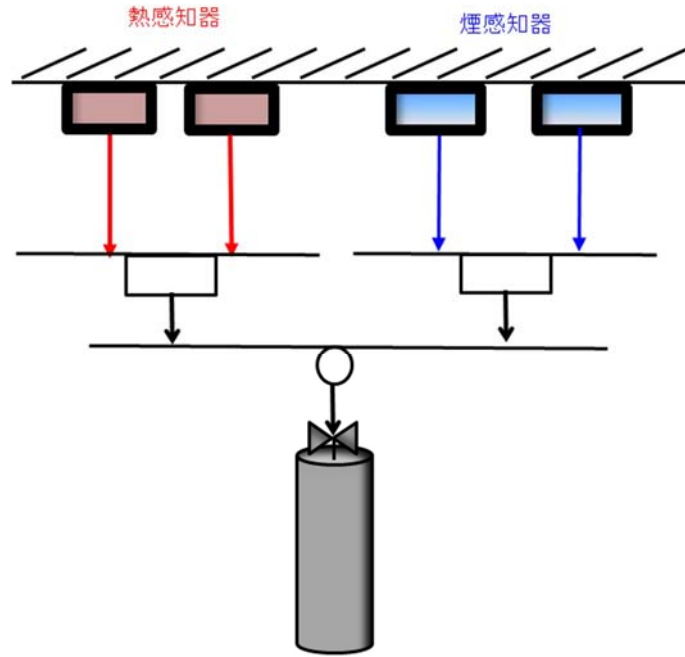
消火活動が困難な火災区域又は火災区画の火災発生時におけるハロゲン化物自動消火設備（全域）作動までの信号の流れを第5図に示す。

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

現地（火災範囲外）での手動操作による消火設備の起動（ガス噴出）も可能な設計としており、現場での火災発見時における早期消火が対応可能な設計とする。また、火災感知用の熱感知器又は自動消火用の煙感知器のうち、煙感知器の誤不動作により自動起動しない場合であっても、感知器の動作により中央制御室に警報を発するため、運転員が火災の発生を確認した場合は、現場での手動起動により早期消火が対応可能な可能である。



第5図 ハロゲン化物自動消火設備（全域）の作動までの流れ



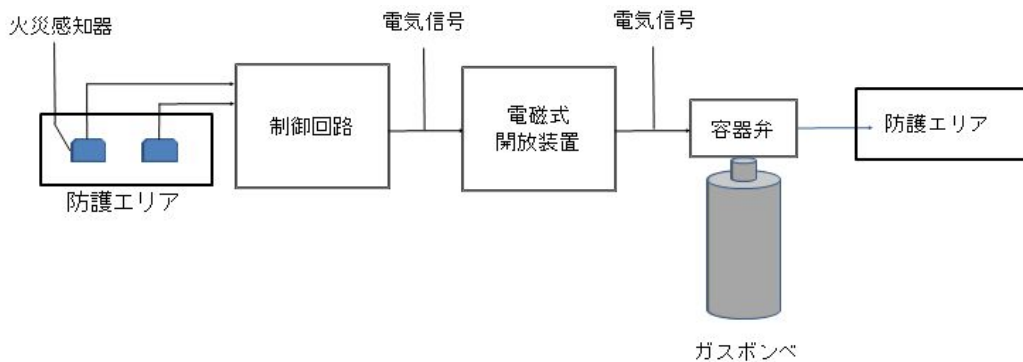
自動消火設備起動ロジック

第 6 図 ハロゲン化物自動消火設備（全域）起動ロジック

4.2 ハロゲン化物自動消火設備（全域）の系統構成

火災感知器からの信号を制御回路が受信した後，一定時間後に，電磁式開放装置に起動信号（電気）が入力され，電磁式開放装置からの放出電気信号が容器弁に発信し，ハロンガスを放出する。

第 7 図にハロゲン化物自動消火設備（全域）の系統構成を示す。



第 7 図 ハロゲン化物自動消火設備（全域）の系統構成

5. ハロゲン化物自動消火設備（局所）の作動回路

5.1 作動回路の概要

通路部において消火活動が困難となるおそれがある油内包機器，盤に対して設置するハロゲン化物自動消火設備（局所）作動までの信号の流れはハロゲン化物自動消火設備（全域）と同様であり，第 5 図に示す。

自動待機状態では、複数の感知器が動作した場合に自動起動する。起動条件としては、「煙感知器」及び「熱感知器」のそれぞれ2つが感知した場合、ハロゲン化物自動消火設備（局所）が自動起動する設計とし、誤作動防止を図っている。また、火災感知用感知器（熱感知器）又は消火設備用感知器（煙感知器）のうち、一方の誤不動作により自動起動しない場合であっても、いずれか一方の感知器の動作により中央制御室に警報を発するため、運転員が火災の発生を確認した場合は、現場での手動起動により早期消火が対応可能な設計とする。

また、ケーブルトレイのハロゲン化物自動消火設備（局所）であるケーブルトレイ消火設備は、火災区域又は火災区画に設置する感知器とは別に、狭隘なケーブルトレイでも設置可能なセンサーチューブ式の火災感知器を設置し、ケーブルトレイ消火設備が作動する設計とする。起動条件は、火災近傍のセンサーチューブが火炎の熱で破裂することでセンサーチューブの圧力が変化による火災感知信号を発信し、消火ガスの放出を行う。本設備は簡略化された単純な構造であることから誤動作の可能性は小さく、万が一誤動作が発生した場合でも機器・人体に影響をおよぼさない。センサーチューブ式のケーブルトレイ消火設備の適用について、消火性能が確保されていることを別紙1に示す。

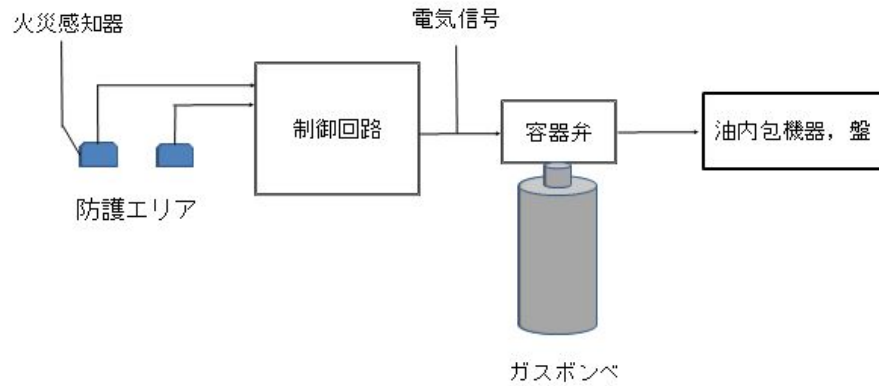
中央制御室では消火ガスの放出信号を検知する設計であり、人による火災発見時においても、現場での手動起動が可能な設計とする。また、誤不動作で消火設備が起動しない場合があっても、火災区域又は火災区画の感知器の動作により中央制御室に警報が発報するため、運転員が火災の発生を確認した場合は、現場で手動起動することにより消火対応可能な設計とする。

5.2 ハロゲン化物自動消火設備（局所）の系統構成

(1) ハロゲン化物自動消火設備（局所）（油内包機器、盤）

油内包機器、盤に対するハロゲン化物自動消火設備（局所）は、火災感知器からの信号を制御回路部が受信した後、一定時間後に制御回路部から容器弁に対して放出信号を発信して、消火ガスが放出される。ガスを噴射するヘッドは消防法施行規則第20条に基づき、防護対象物のすべての表面がいずれかの噴射ヘッドの有効射程内となり、消火剤の放射によって可燃物が飛び散らない箇所に設置し、消防法施行規則に基づく消火剤の量を25秒以内に放射できる設計とする。

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

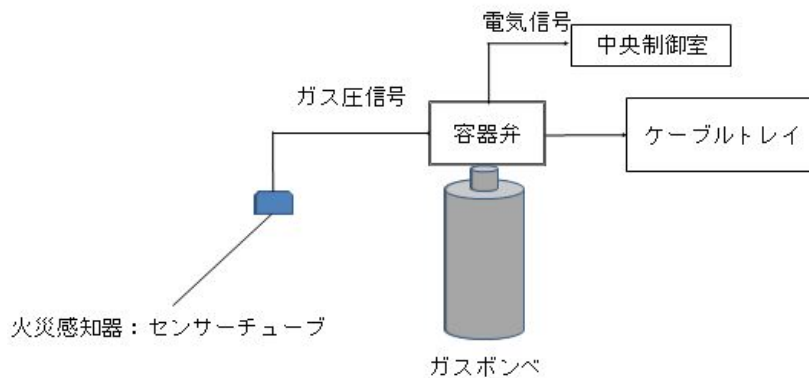


第8図 ハロゲン化物自動消火設備（局所）（油内包機器，盤）起動ロジック

(2) ケーブルトレイ消火設備

ケーブルトレイに設置する火災感知器(センサーチューブ)が火災により火炎の熱で破裂するとチューブ内部のガス圧が低下し，容器弁へ圧力信号が発せられる。圧力制御された容器弁が圧力信号により開放し，消火ガスが放出される。なお，圧力信号を電気信号に変換し，消火ガスが放出される。なお，圧力信号を電気信号に変換し，消火ガスを放出されたことを中央制御室に警報として発報する。

ケーブルトレイ消火設備の系統構成を第9図に示す。



第9図 ケーブルトレイ消火設備の系統構成

ケーブルトレイ消火設備の消火性能について

1. はじめに

原子炉建屋通路部においては、ケーブル火災が発生した場合、煙の充満により消火活動が困難となる可能性があるため、ケーブルトレイにチューブ式のハロゲン化物自動消火設備（局所）であるケーブルトレイ消火設備（以下、「チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）」という。）を設置する設計とする。

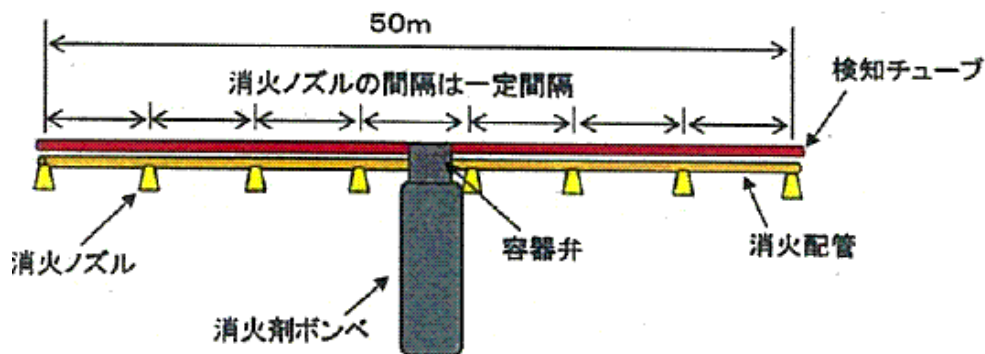
以降では、実証試験によりチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）が火災に対し有効であることを示す。

2. チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）の仕様

チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）の概要を第1図に示す。チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）は、ケーブルトレイ内の火災の炎を検知し自動的に消火剤を放出し有効に消火すること等を目的とし、防災メーカーにおいて取扱われている。また、一部製品については第1表に示す仕様でケーブルトレイ火災を有効に消火するものであることを日本消防設備安全センターから性能評定※を受けている。

東海第二発電所の原子炉建屋通路部のケーブルトレイに適用するチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）についても、上記仕様と同等以上の設計とし、消火性能を確保する。

※出典元：「消火設備（電気設備用自動消火装置）性能評定書 型式記号：IHP-14.5」，15-046号，（一財）日本消防設備安全センター 平成23年9月）



第1図 チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）の概要図

第 1 表 チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）の仕様

構成部品		仕様
検知チューブ	消火剤	FK-5-1-12
	材質	ポリアミド系樹脂
	使用環境温度	-20℃～50℃
	探知温度	約 180℃
	内圧	1.8MPa
消火配管		軟銅管
消火ノズル個数		最大 8 個/セット
消火剤ボンベ本数		1 本/セット

3. 電力中央研究所におけるチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）

電力中央研究所の研究報告※において、原子力発電所への適用を目的として第 1 表に示す仕様のチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）を用いたケーブルトレイ消火実証試験を実施、その結果が有効であったことが示されている。

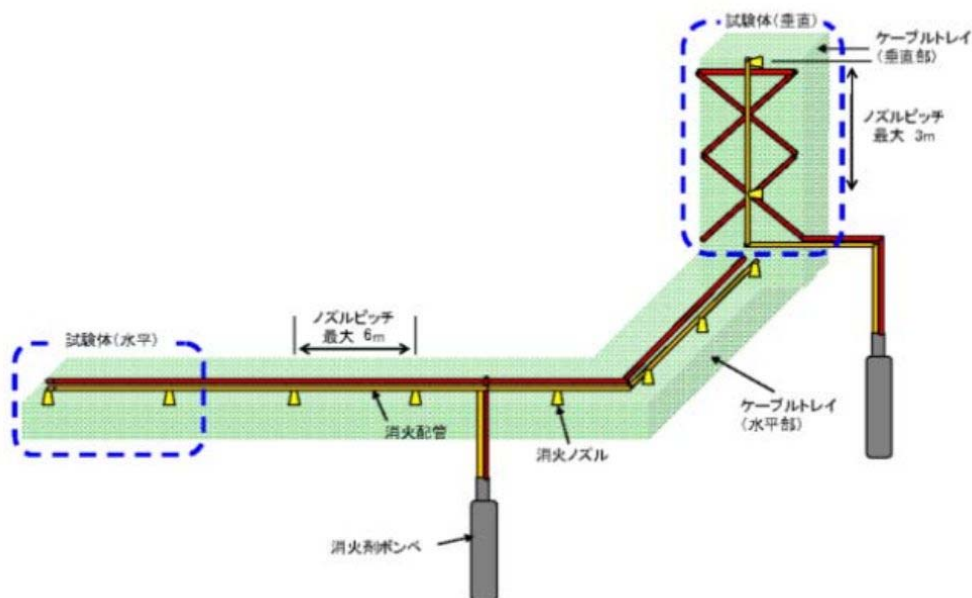
※出典元：「チューブ式自動消火設備のケーブルトレイ火災への適用性評価」，N14008，電力中央研究所 平成 26 年 11 月

以降では、電力中央研究所にて行われた実証試験の概要を示し、東海第二発電所の原子炉建屋通路部のケーブルトレイ消火に有効となることを示す。

3.1 実証試験装置の仕様

実証試験装置の概要を第 2 図に、試験条件を第 2 表に示す。実証試験では、実機状態を模擬するため、ケーブルトレイは水平と垂直の 2 種類としている。垂直の場合は、火災による熱が垂直上方に伝搬することを考慮し、ケーブル敷設方向(鉛直方向)に対し、検知チューブが直交するよう一定間隔で交差するよう検知チューブを配置している。また、実機状態では、ケーブルトレイ内に敷設されるケーブルが少ない箇所と複数ある箇所があるため、試験においては、その双方を模擬している。(試験 H1, V1: ケーブルトレイ内 1 本, 試験 H2, V2: ケーブルトレイ内複数本)着火方法は過電流を用い、電流の大きさはケーブルの許容電流の 6 倍の 2000A で実施されている。

なお、電力中央研究所での実証試験では、チューブ式ハロゲン化物自動消火設備(局所)を火災防護対策のうち火災の影響軽減対策に適用することが考慮されていたため、ケーブルトレイは金属蓋とし、さらにその周囲を防火シートで巻いた試験体であった。(第 3 図)東海第二発電所においては、実機施工においては必ずしも金属蓋付とはせず、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイの外部に漏れないように防火シートで覆う設計とする。防火シートの耐久性を別紙 2, 防火シートを施工することによるケーブルの許容電流低減率への影響を別紙 3, 防火シートのケーブルトレイへの取付方法を別紙 4 にそれぞれ示す。



第 2 図 実証試験装置の概要

第 2 表 実証試験の試験条件

試験名	電流	トレイ姿勢	着火管理位置※ ¹	可燃物	ケーブルトレイ寸法	
H1	2000A	水平	ケーブルトレイ 端部から 4m	6600V CV 3C 150sq 1 本	幅 1.8m ^{※2} ×長さ 9.6m ×高さ 0.15m	
H2				6600V CV 3C 150sq 3 本 6600V CV 3C 150sq 27 本		
V1		垂直	ケーブルトレイ 上端部から 4m	6600V CV 3C 150sq 1 本		幅 1.8m ^{※2} ×長さ 6.0m ×高さ 0.25m
V2				6600V CV 3C 150sq 3 本 6600V CV 3C 150sq 14 本		

- ※1 過電流による着火位置を管理するため、ケーブルに切り込みを入れている。
 ※2 東海第二発電所の原子炉建屋通路部に設置するケーブルトレイは最大幅が約 0.6m であるため、実機設計よりも試験条件の方がケーブルトレイ内の空間が広がっている。したがって、実機設計よりも火災感知及び消火されにくい条件であり、保守的な試験であると考えられる。

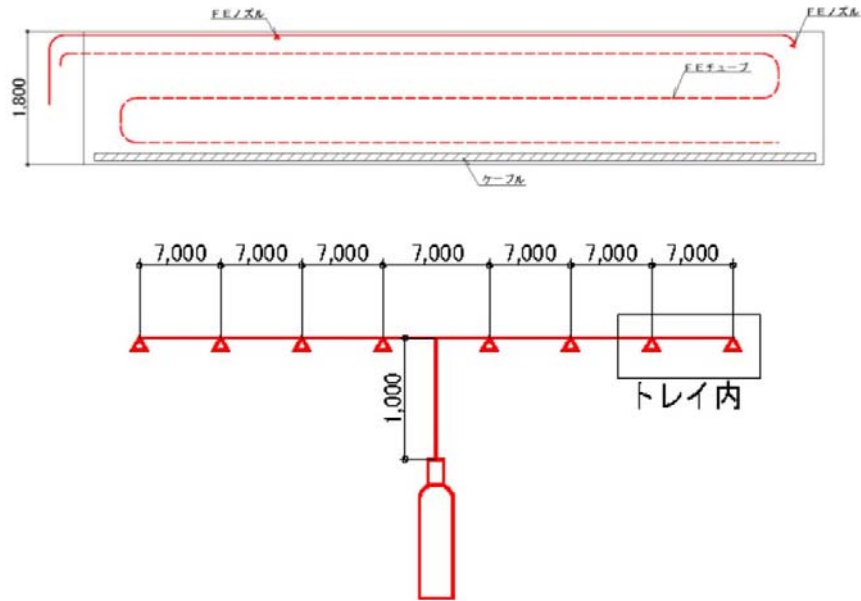


第 3 図 実証試験用のケーブルトレイ

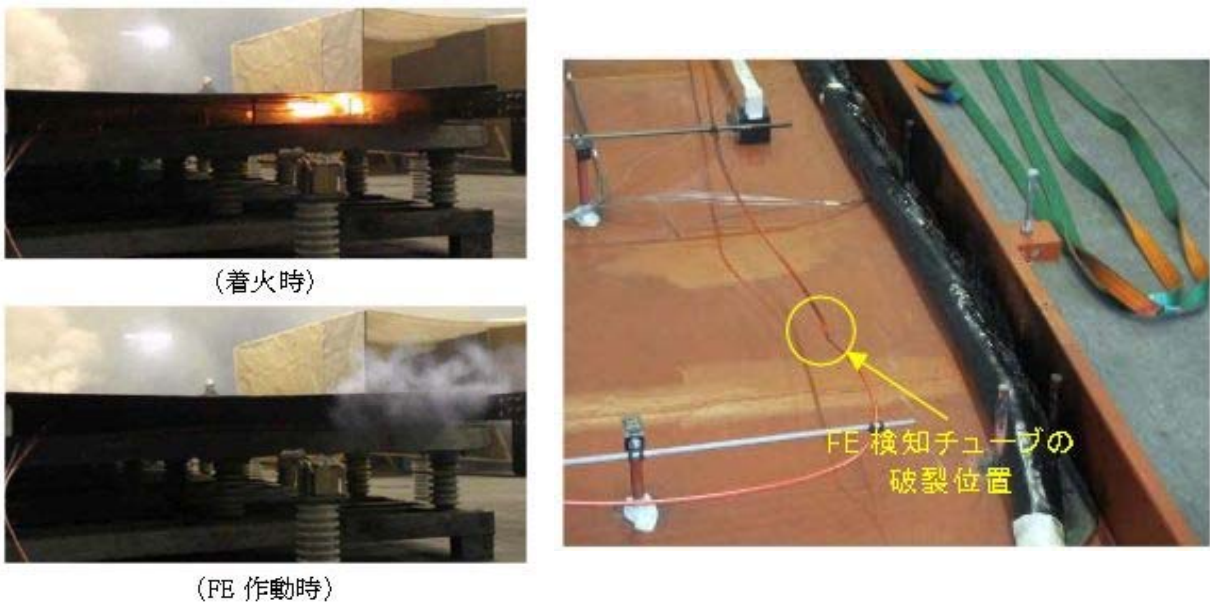
3.2 実証試験の結果

3.2.1 試験 H1 結果

第 4 図に示す配置でケーブルトレイに過電流を通電したところ、通電開始後 30 分 35 秒着火し、着火から 16 秒後（通電開始後 30 分 51 秒）でチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）（報告では FE 装置）が作動し、消火されることが確認された。（第 5 図）



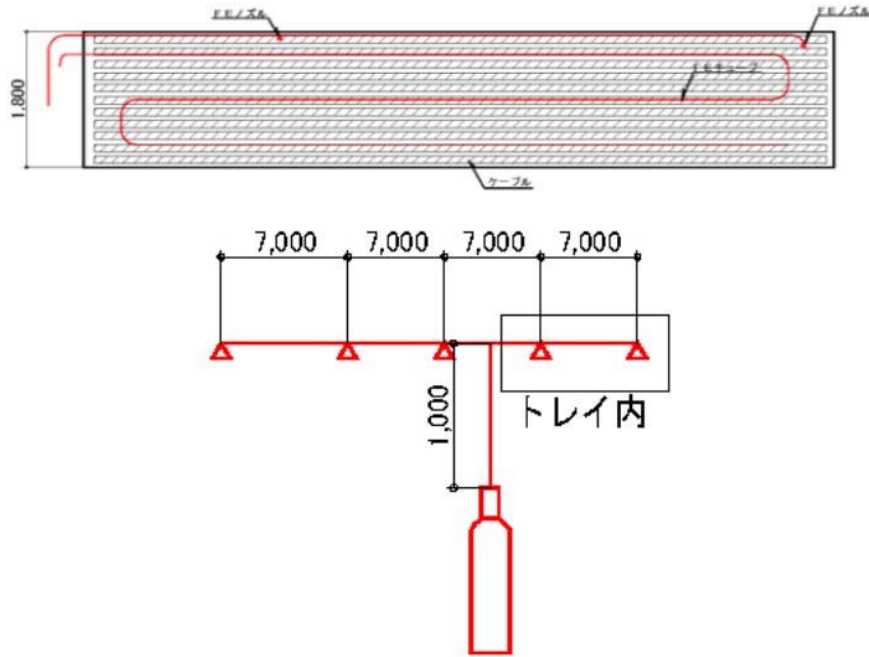
第 4 図 試験 H1 の概要



第 5 図 試験 H1 発火・消火・試験後の状態

3.2.2 試験 H2 結果

第 6 図に示す配置でケーブルトレイに過電流を通電したところ、通電開始後 32 分 29 秒着火し、着火から 15 秒後(通電開始後 32 分 44 秒)でチューブ式ハロゲン化物自動消火設備(局所)(報告では FE 装置)が作動し、消火されることが確認された。(第 7 図)



第 6 図 試験 H2 の概要



(着火時)



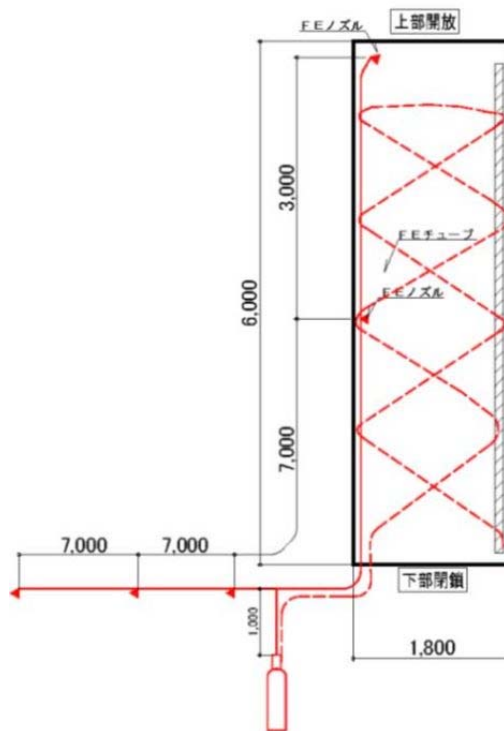
(FE 作動時)



第 7 図 試験 H2 発火・消火・試験後の状態

3.2.3 試験 V1 結果

第 8 図に示す配置でケーブルトレイに過電流を通電したところ、通電開始後 17 分 6 秒着火し、着火から 1 分 39 秒後(通電開始後 18 分 45 秒)でチューブ式ハロゲン化物自動消火設備(局所)(報告では FE 装置)が作動し、消火されることが確認された。(第 9 図)



第 8 図 試験 V1 の概要



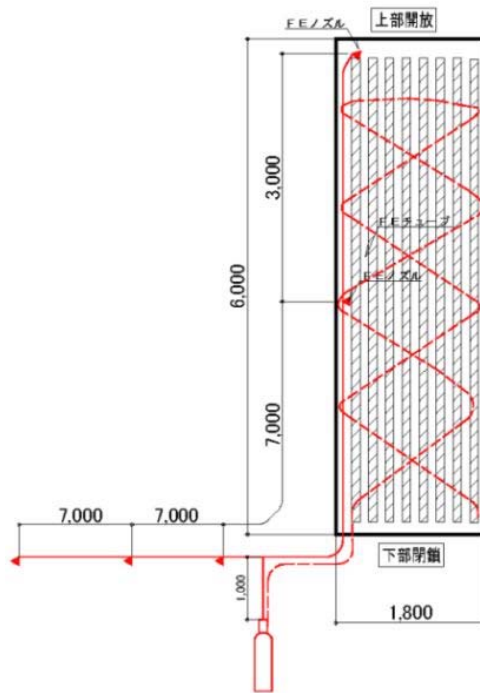
(着火時)

(消火時)

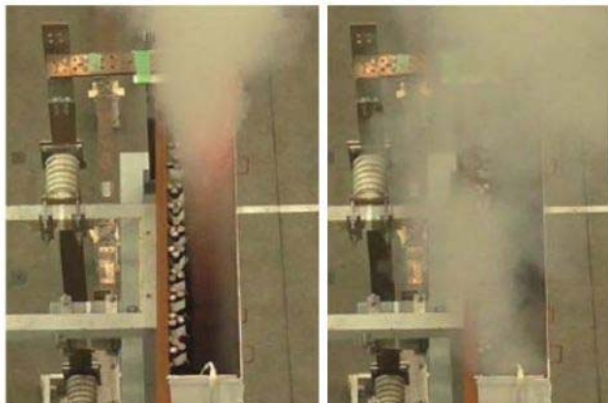
第 9 図 試験 H2 発火・消火・試験後の状態

3.2.4 試験 V2 結果

第 10 図に示す配置でケーブルトレイに過電流を通電したところ、通電開始後 17 分 6 秒着火し、着火から 1 分 39 秒後(通電開始後 18 分 45 秒)でチューブ式ハロゲン化物自動消火設備(局所)(報告では FE 装置)が作動し、消火されることが確認された。(第 11 図)



第 10 図 試験 V2 の概要



(着火時)

(消火時)



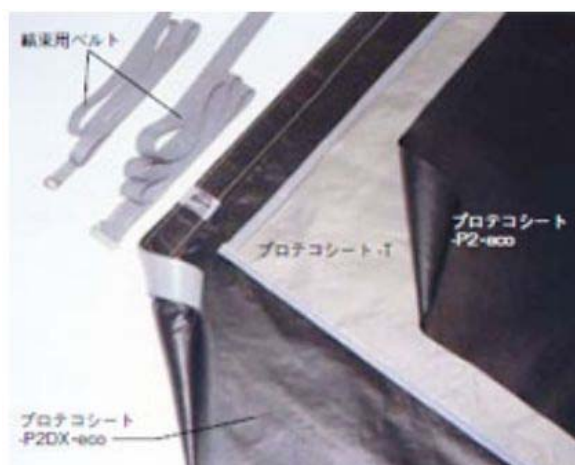
第 11 図 試験 V2 発火・消火・試験後の状態

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

チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）に使用する
ケーブルトレイカバーについて

東海第二発電所のチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）では，消火設備の作動時に消火剤がケーブルトレイの外部に漏れないようにするため，ケーブルトレイを防火シートで覆う設計とする。（第 1 図）ケーブルトレイを覆う防火シートは酸素指数 60 以上であり，消防法上，難燃性または不燃性を有する材料（酸素指数 26 以上）に指定される*。

※出典元：「消防法施行令の一部改正に伴う運用について（合成樹脂類の範囲）（指定数量）」，消防予第 184 号，消防庁予防救急課，昭和 54 年 10 月



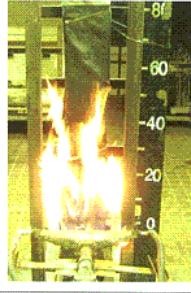
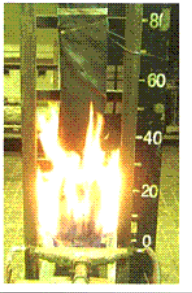

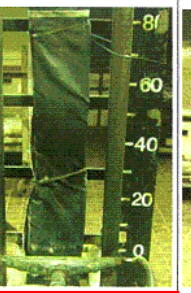
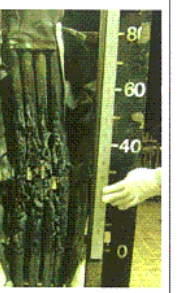





第 1 図 防火シートの概要

また，防火シートは，ケーブルトレイに巻き付けた状態で IEEE383 std1974 に基づく垂直トレイ燃焼試験（20 分間のバーナ加熱）を実施しても，第 2 図に示すように接炎による破れ等がないことを確認している*。

したがって，ケーブル火災等により防火シートが接炎する状態となっても，燃焼や破れ等の生じるおそれはなく，チューブ式ハロゲン化物自動消火

設備（局所）作動後に消火剤が外部に漏えいすることがないため、チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）の消火性能は維持される。

※出典元：「延焼防止シート「プロテコエコシート-P2・eco」電力ケーブルによる延焼防止性確認試験報告書」，FT-技一第 71338 号，古河電気工業（株）・（株）古河テクノマテリアル，平成 18 年 10 月

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

シートに燃焼や破れ等は発生していない

第 2 図 防火シートの IEEE383 垂直トレイ燃焼試験実施後の状態

防火シート施工に伴うケーブルの許容電流低減率の評価について

東海第二発電所のチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）では、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイ内部に可能な限り滞留するように、ケーブルトレイを防火シートで覆う設計とする。防火シートを施工することにより、ケーブルの許容電流が低下する可能性が考えられることから、許容電流低減率の評価を実施した。

1. ケーブルトレイ許容電流の評価式

ケーブルの許容電流は、ケーブルの導体抵抗、誘電体損失、熱的定数及び周囲条件に影響を受ける。ケーブルの許容電流を I とすると、日本電線工業会規格 (JCS0168-1) に定められるように式 (1) で表すことができる。

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

R_{th} : 全熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

T_1 : 常時許容温度 ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 : 基底温度 ($^{\circ}\text{C}$)

T_d : 誘電体損失による温度上昇* ($^{\circ}\text{C}$)

n : ケーブル線心数

r : 交流導体抵抗 (Ω)

*11kV 以下のケーブルでは無視できる

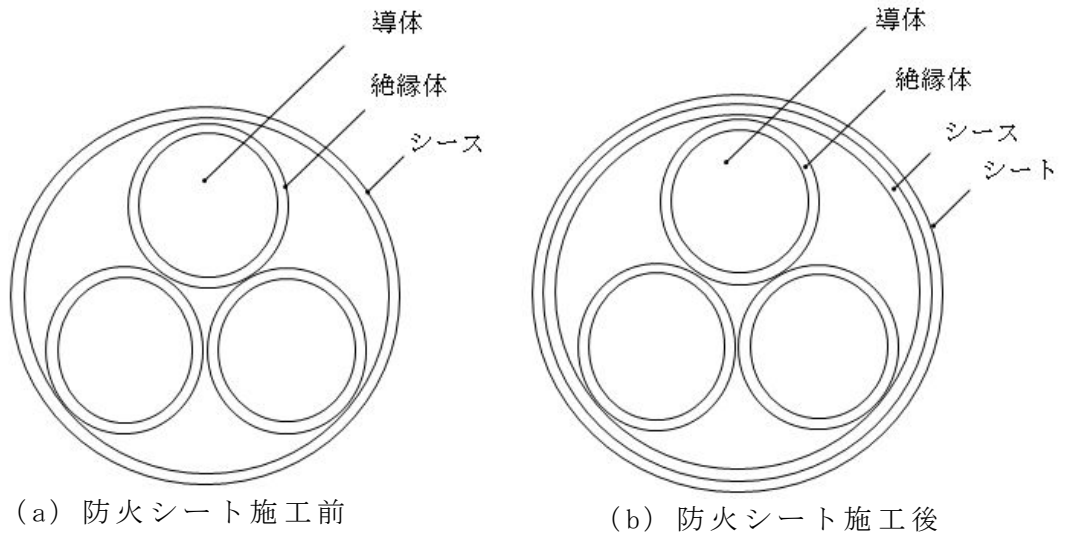
東海第二発電所においてチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）の消火対象となるケーブルは全て 11kV 以下の仕様であることから、誘電体損失による温度上昇 T_d は無視することができるため、許容電流 I は式 (2) で表される。

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

2. 防火シート施工に伴う許容電流低減率の評価

東海第二発電所で使用する代表的なケーブルは (600V-CV-3C-5.5) について、防火シート施工に伴う許容電流低減率を評価する。

第 1 図 (a) (b) に示すように、ケーブルに防火シートを施工する前、施工した後の許容電流 I_1 、 I_2 は式 (3) (4) で表される。



第 1 図 防火シート施工に伴う許容電流低減率の評価モデル

$$I_1 = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th1}}} \quad (A) \quad (3)$$

R_{th1} : 防火シート施工前の全熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)
 ここで, $R_{th1} = R_1 + R_2 + R_3 = 16.7 + 9.9 + 48.6 = 75.2$
 R_1 : 絶縁体の熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)
 R_2 : シースの熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)
 R_3 : シースの表面放散熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

$$I_2 = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th2}}} \quad (A) \quad (4)$$

R_{th2} : 防火シート施工後の全熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)
 ここで, $R_{th2} = R_1 + R_2 + R_4 + R_5 = 16.7 + 9.9 + 0.6 + 47.9 = 75.1$
 R_4 : シートの熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)
 R_5 : シートの表面放散熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

防火シート施工に伴う許容低減率を η とすると式(5)で表される。

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

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

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

上記の許容電流低減率の評価は、ケーブルに防火シートを直接巻いた場合を想定したものであるが、ケーブルトレイに防火シートを巻いた場合においても、防火シートの熱抵抗は変わらないことから、許容電流低減率に大きな差異は生じないと考えられる。

以上より、防火シートを施工してもケーブルの許容電流に影響が生じないことを確認した。

ケーブルトレイへの防火シートの取付方法について

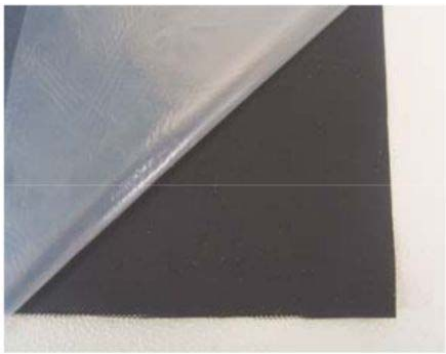


東海第二発電所のチューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）では、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイの外部に漏えいしないように、ケーブルトレイを防火シートで覆う設計とする。防火シートは、遮炎性を確保するために、シート端部に重ね代を取る等、製造メーカーにより標準的な施工方法（取付方法）が定められている※1。チューブ式ハロゲン化物自動消火設備（局所）への適用にあたっては、製造メーカーの標準施工を施した試験体を用いて消火性能の実証試験を行い、取付方法の妥当性確認を行うこととする。防火シートについて、製造メーカー標準的なケーブルトレイへの取付方法は以下のとおりである。

※1 出典元：「延焼防止シート「プロテコエコシート P2・eco」「プロテコエコシート P2DX・eco」シート固定用「結束用ベルト」技術資料・施工要領書」，FT-資料-第 0843 号，古河電気工業㈱・㈱古河テクノマテリアル

1. 材料の仕様

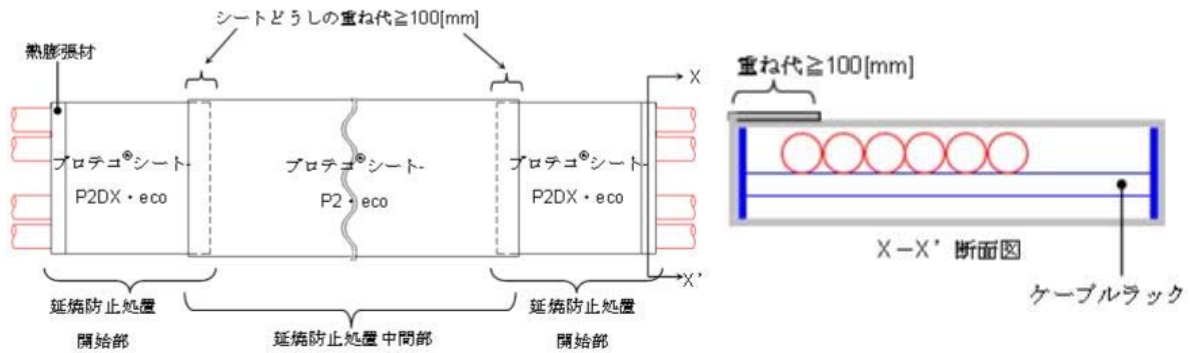
ケーブルトレイへの防火シート取付けで使用する材料の仕様を第 1 表に示す。

第 1 表 材料仕様(※1 資料抜粋)

名称	仕様	外観
プロテコシート - P2・eco	基材のガラスクロス両面に難燃化ゴムがコーティングされた構造。 厚さ 0.4mm	
プロテコシート - P2DX・eco	プロテコ®シート-P2・eco の片端に、熱に反応して膨張する幅 50mm×厚さ 3mm の熱膨張材が縫製された構造	
結束用ベルト	シリコーンコートガラスクロス製ベルトの片端に鋼製バックルが縫い付けられた構造	

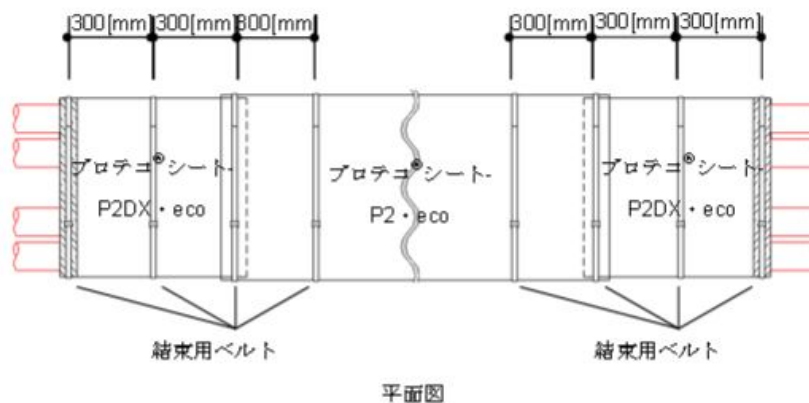
2. 標準的な防火シートの取付方法

以下第1図のとおりケーブルトレイには、熱膨張材を取付けたプロテコシート-P2DX・ecoを以下第1図断面図のように、シートを100mm以上重ね合わせて巻き付ける。延焼防止措置の中間部においては、プロテコシート-P2・ecoを延焼防止措置開始部に対し、シートを100mm以上重ね合わせて巻き付ける。



第1図 防火シートの標準的な巻き付け方法(※1 資料抜粋)

また、第1図のとおり防火シートを巻き付け後に、以下第2図のとおり結束用ベルトを用いて300mm間隔で取り付ける。なお、結束用ベルトは、シートの重ね部にも取り付ける。



第2図 結束用ベルトの標準的な取付方法(※1 資料抜粋)

補足説明資料 3-2

二酸化炭素自動消火設備(全域)について

1. 目的

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

2. 内容

二酸化炭素自動消火設備(全域)の詳細を次頁以降に示す。

3. 設備概要及び系統構成

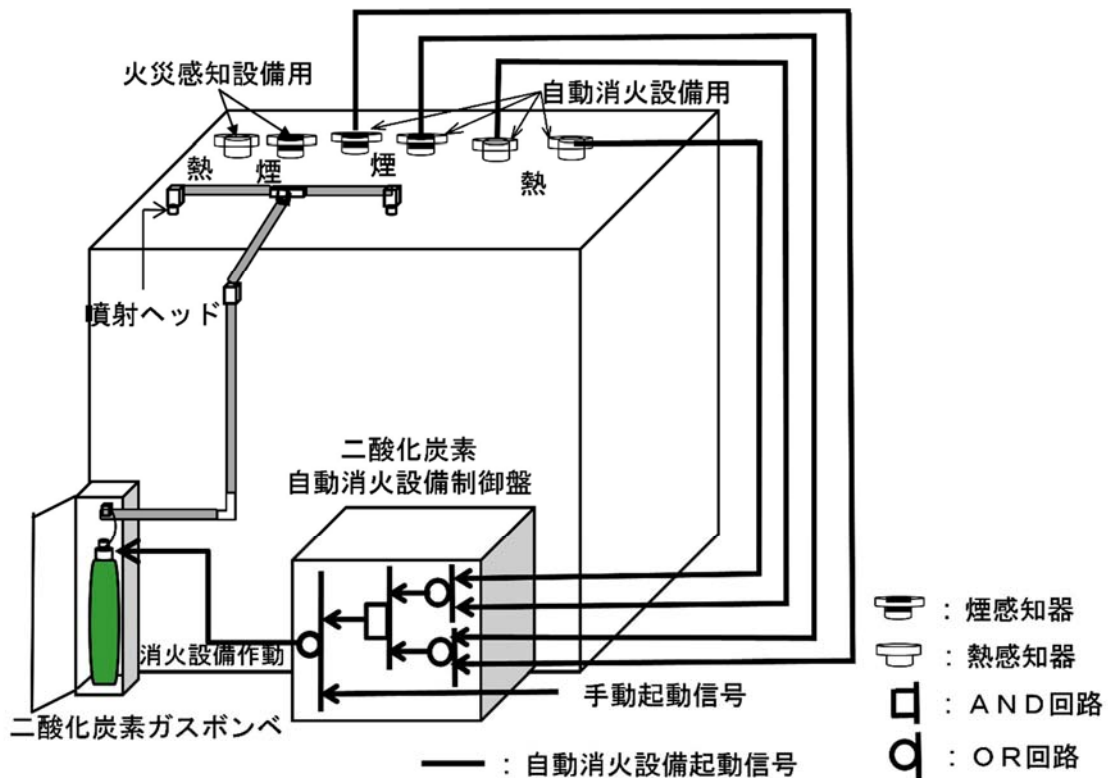
火災時に煙の充満により消火が困難となる非常用ディーゼル発電機室，各
 デイタンク室及び緊急時対策所建屋発電機室には，二酸化炭素自動消火設備
 (全域)を設置する。

二酸化炭素自動消火設備(全域)を第1図に示す。

第1表 二酸化炭素自動消火設備(全域)の仕様

項目		仕様
消火剤	消火薬剤	二酸化炭素
	消火原理	窒息消火
	消火剤の特徴	設備に対して無害
消火設備	適用規格	消防法施行規則第19条
	火災感知	<ul style="list-style-type: none"> ・早期感知及び早期消火の観点から自動消火設備用の火災感知器を設置する。 ・二酸化炭素は人体に有害であり，誤作動防止を図る観点から，以下のAND回路の構成とする。 自動消火設備用の火災感知器 (煙感知器1系統，熱感知器1系統のAND信号*)
	放出方式	自動(現場での手動起動も可能な設計とする)
	消火方式	全域放出方式
	電源	非常用電源として蓄電池を設置
	破損，誤動作，誤操作による影響	不活性である二酸化炭素は，電気設備及び機械設備に影響を与えない。

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



第 1 図 二酸化炭素自動消火設備(全域)の概要

4. 二酸化炭素自動消火設備(全域)の作動回路

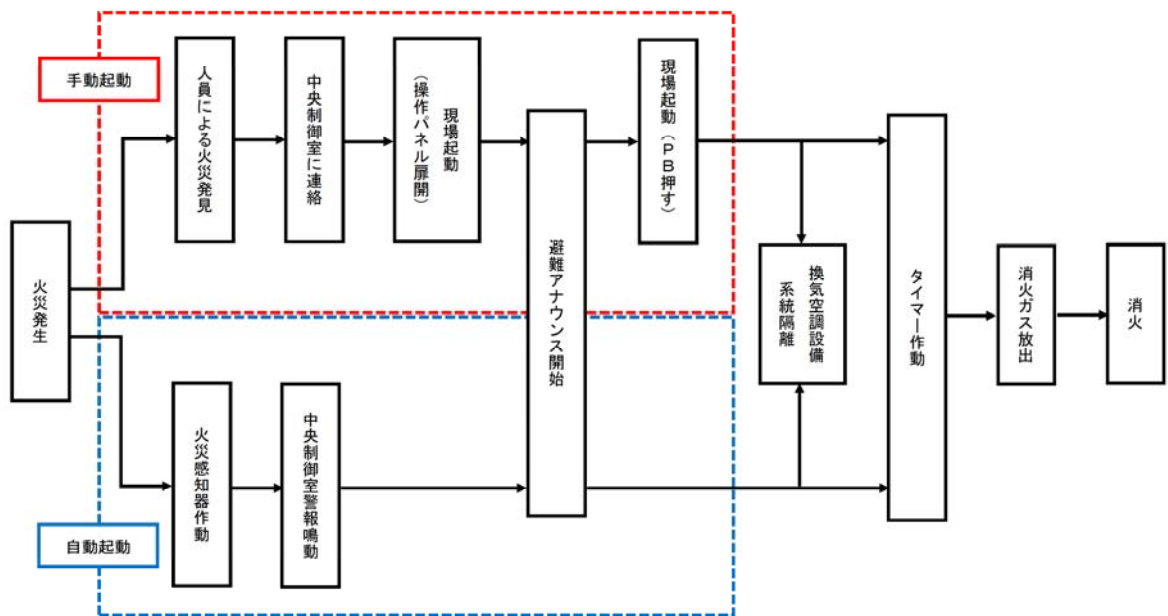
4.1 作動回路の概要

火災発生時における二酸化炭素自動消火設備(全域)動作時までの信号の流れを第 2 図に示す。

通常時は自動待機状態としており、感知器が 2 系統とも作動した場合は、自動起動動作する。

起動条件としては、自動消火設備用の煙感知器と熱感知器のそれぞれ 2 つのうち 1 つずつ(熱感知器と煙感知器)の動作をもって消火する設計とする。

また、現地での手動動作による消火設備の起動(ガス噴出)も可能な設計としており、人による火災発見時においても、早期消火が対応可能な設計とする。

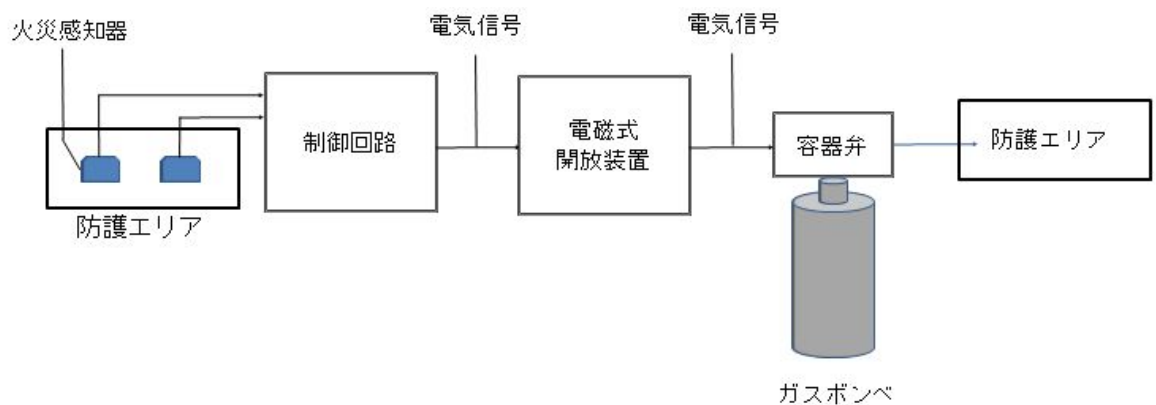


第 2 図 二酸化炭素自動消火設備（全域）の作動までの流れ

4.2 二酸化炭素自動消火設備（全域）の系統構成

火災感知器からの信号を制御回路が受信した後、一定時間後に、電磁式開放装置に起動信号（電気）が入力され、電磁式開放装置からの放出電気信号が容器弁に発信し、二酸化炭素を放出する。

第 3 図に二酸化炭素自動消火設備（全域）の系統構成を示す。



第 3 図 二酸化炭素自動消火設備（全域）の系統構成

補足説明資料 3-3
消火用の照明器具の配置図

1. 目的

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

2. 内容

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

異種家二共動物 R/B, C/S, RW/B (E.L.-4, 00M) 携水用の照明器具の設置を 明示した図面(1/11) 日本原子力発電株式会社	
---	--

既設第一号機序 R/B, C/S, RW/B (E.L. 2.DDM) 消火用の照明器具の設置を 明示した図面(2/11) 日本原子力発電株式会社	
--	--

東洋第一共闘序 R/B, C/S, RW/B (E.L. 8.20M) 消火用の照明器具の設置を 明示した図面(3/11) 日本居住設備株式会社	
---	--

異種第二号部 R/B, C/S, RW/B (E.L. 14.0DM) 消火用の照明器具の設置を 明示した図面(4/11) 日本居住労働資料株式会社

規格第二号欄 R/B, C/S, RW/B (E.L. 20.30M)	消火用の照明器具の設置を 明示した図面(5/11) 日本原子力発電株式会社
---	---

東洋第二洋行 R/B, C/S, RW/B (E.L. 29.00M)	携火用の照明器具の配置を 明示した図面(5/11) 日本居住加藤建設株式会社
---	--

	検査第一号書 R/B, C/S, RW/B (E.L., SB, BCN) 消火用の照明器具の設置を 明示した図面(7/11) 日本原子力発電株式会社
--	--

異議第二号番号 R/B, C/S, RW/B (E.L. 46.50M)	消火用の照明器具の設置を 明示した図面(8/11) 日本居住設備株式会社
--	--

東洋第一証券行 T/B(E.L.-1.BOM) 株式会社の取締役の職責を 明示した図面(9/11) 日本証券業協会株式会社

東洋第一証券 T/B(E.L.B.ZCM) 株式会社の取締役の職務を 担当した期間(10/11) 日本証券業協会	
--	--

東京第二鉄道行 T/B(EL. 18.00M)
消火用の照明器具の設置を 明示した図面(11/11)
日本原子力発電株式会社

東海第二発電所
緊急時対策所建屋 (E. L. 23. 30M)
消火用の照明器具の配置を 明示した図面 (12/15)
日本原子力発電株式会社

東海第二発電所
緊急時対策所建屋 (E. L. 30. 30M)
消火用の照明器具の配置を 明示した図面 (13/15)
日本原子力発電株式会社

東海第二発電所
緊急時対策所建屋 (E. L. 37. 00M)
消火用の照明器具の配置を 明示した図面 (14/15)
日本原子力発電株式会社

東海第二発電所
緊急時対策所建屋 (E. L. 43. 50M)
消火用の照明器具の配置を 明示した図面 (15/15)
日本原子力発電株式会社

補足説明資料 3-4

常設代替高圧電源装置を設置する火災区域の
消火設備について

1. 目的

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

2. 内容

常設代替高圧電源装置置場の消火設備の詳細を説明する資料を次頁以降に示す。

3. 概要

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

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

4. 消火設備について

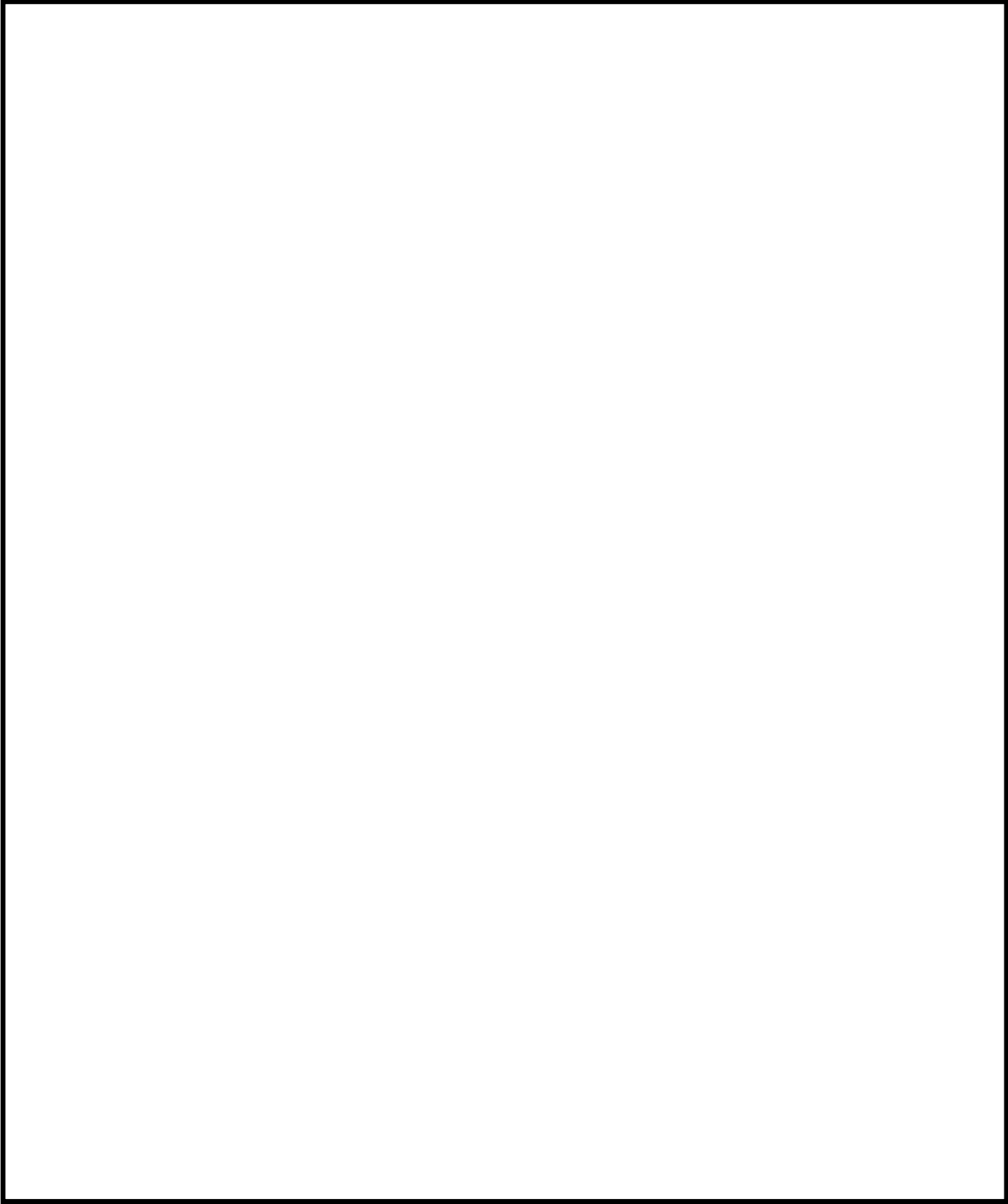
以下に常設代替高圧電源装置を設置する火災区域における消火設備を示す。

第 1 表 常設代替高圧電源装置置場の消火設備

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



第 1 図 屋外消火栓配置図



第 2 図 消火器配置図(常設代替高圧電源装置置場)

2.1 消火器

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

2.2 移動式消火設備

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

第 1 表 移動式消火設備の仕様、配備台数及び配備場所

項 目		仕 様	
車種		化学消防自動車 I 型	水槽付消防ポンプ車
消火剤	消火剤	水又は泡水溶液	水
	水槽 薬槽容量	水槽：1,500リットル 薬槽：300リットル	2,000リットル
	消火原理	冷却及び窒息	冷却
	薬液濃度	3%	—
	消火剤の特徴	水；消火剤の確保が容易 泡水溶液：主に油火災に 対して有効	消火剤の確保が容易
消火設備	適用規格	<ul style="list-style-type: none"> ・消防法施行令第20条 ・動力消防ポンプの技術上の規格を定める省令 ・泡消火薬剤の技術上の規格を定める省令 	<ul style="list-style-type: none"> ・消防法施行令第20条 ・動力消防ポンプの技術上の規格を定める省令
	放水能力	水：2.8m ³ /min 以上 (泡消火について、薬液濃度維持のため0.8m ³ /min)	2.8m ³ /min 以上
	放水圧力	0.85MPa	0.7MPa
	ホース長	20m×20 本	20m×22 本
	水槽への給水	消火栓 防火水槽 ろ過水貯蔵タンク 多目的タンク	消火栓 防火水槽 ろ過水貯蔵タンク 多目的タンク
配備台数	1 台	1 台	
配備場所	監視所近傍	監視所近傍	



化学消防自動車



水槽付消防ポンプ車

第 3 図 化学消防自動車及び水槽付消防ポンプ車

補足説明資料 3-5

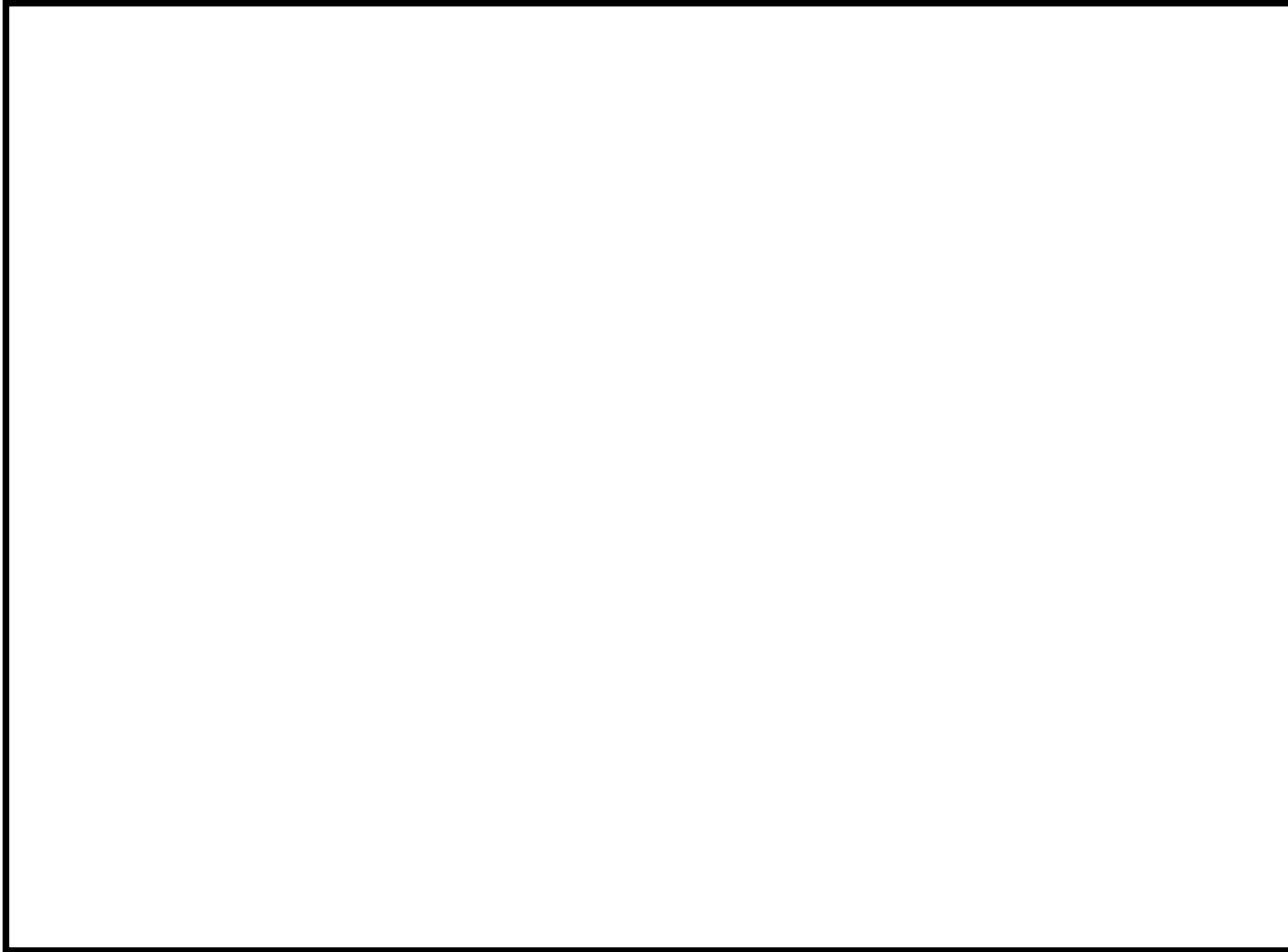
電動機駆動消火ポンプ，構内消火用ポンプ，ディーゼル駆動
消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの構造図

1. 目的

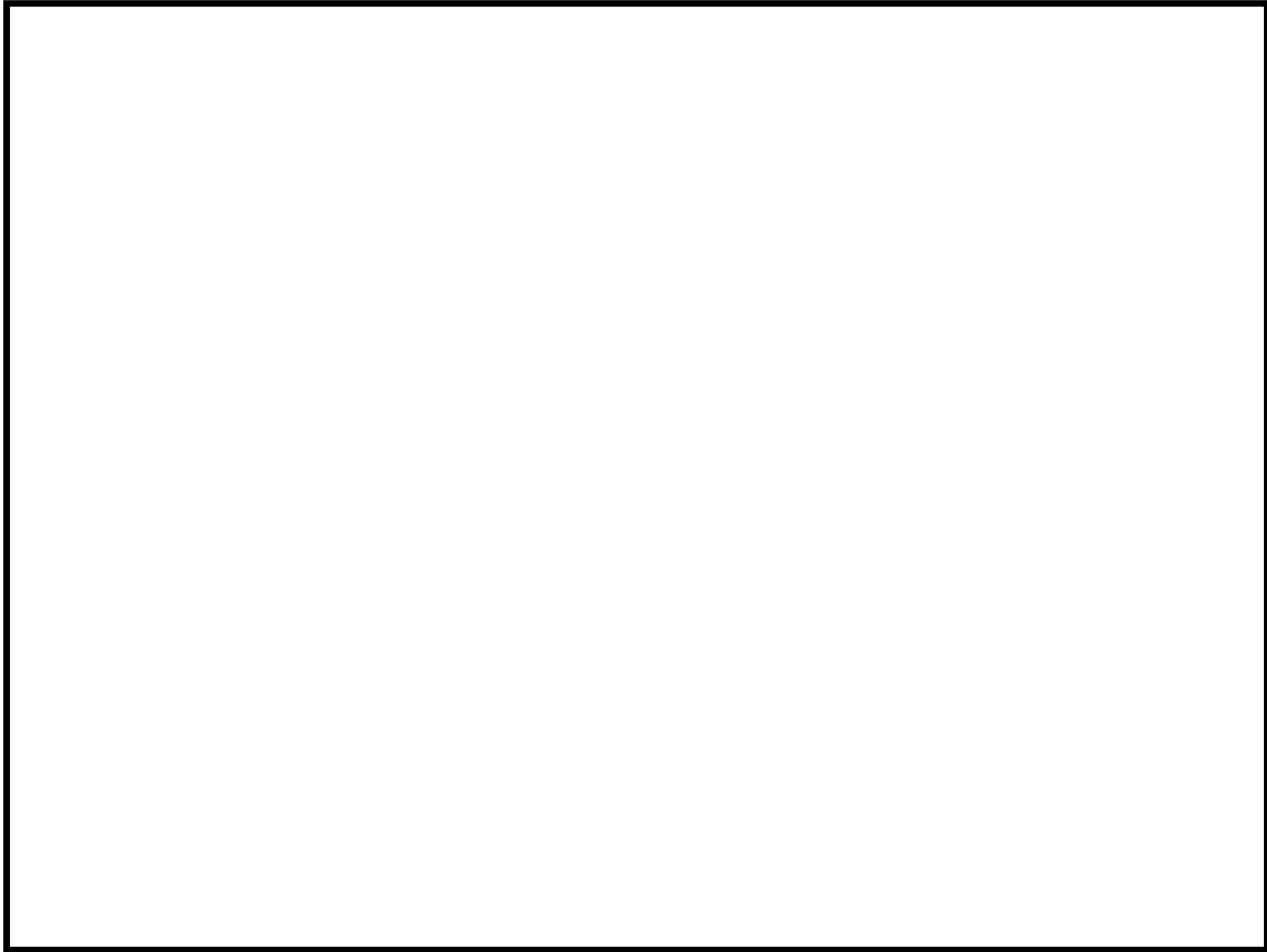
本資料は、火災防護設備のうち、電動機駆動消火ポンプ、構内消火用ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの構造図を示すため、補足資料として添付するものである。

2. 内容

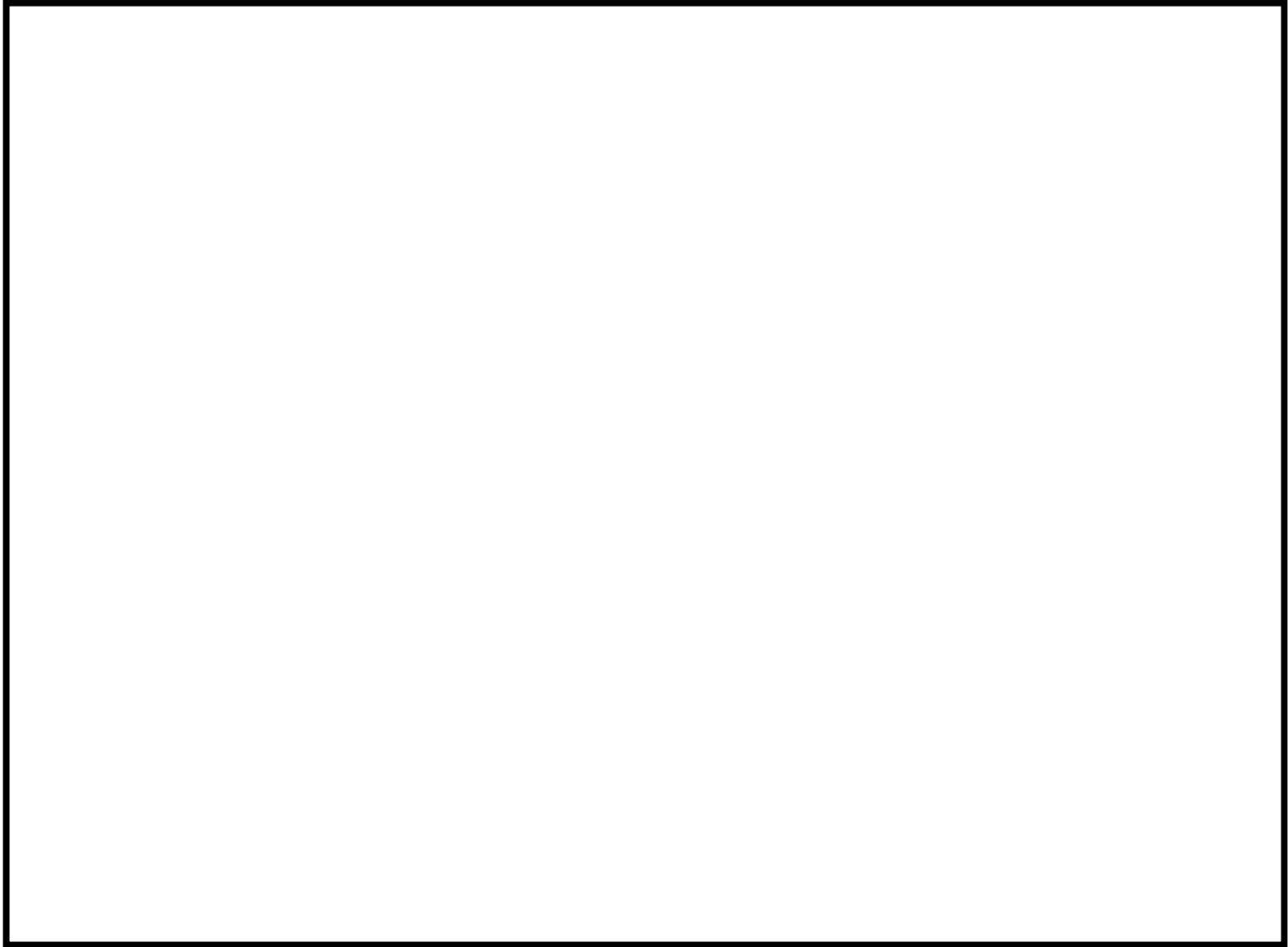
電動機駆動消火ポンプ、構内消火用ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプの構造図を次頁以降に示す。



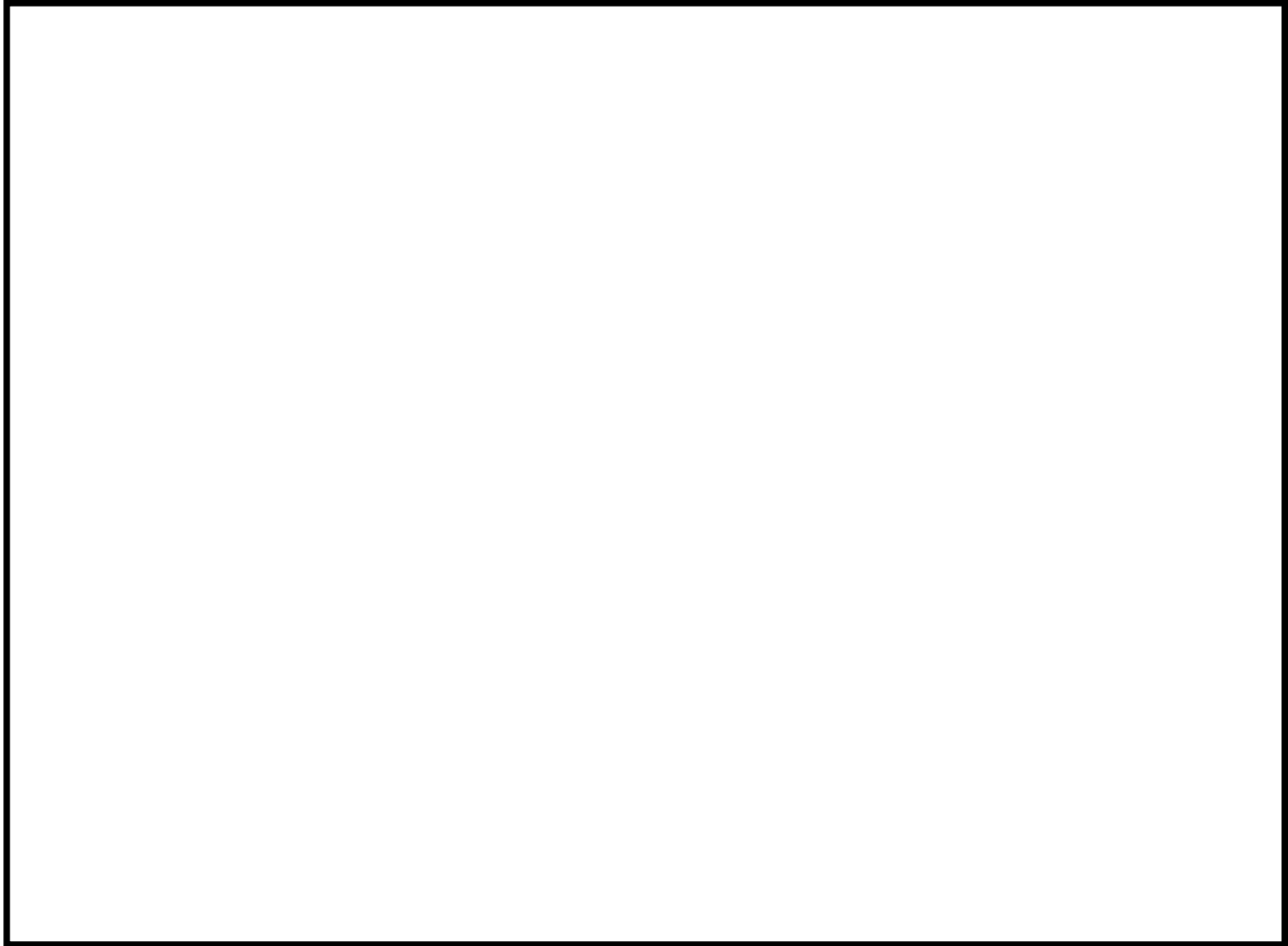
第1図 電動機駆動消火ポンプ



第2図 構内消火用ポンプ



第3図 ディーゼル駆動消火ポンプ



第4図 ディーゼル駆動構内消火ポンプ

補足説明資料 3-6

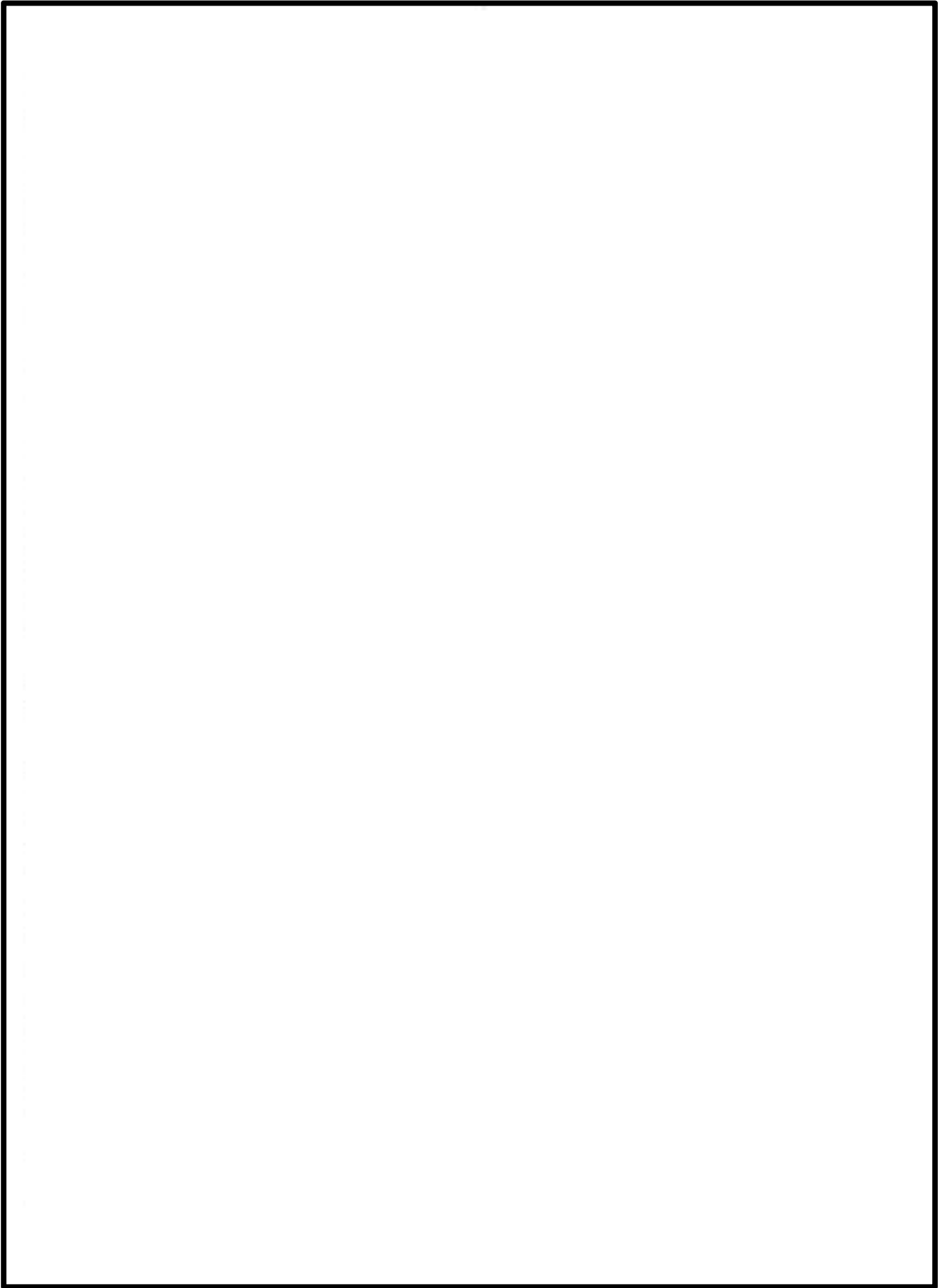
電動機駆動消火ポンプ，構内消火用ポンプ，ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプのQHカーブ

1. 目的

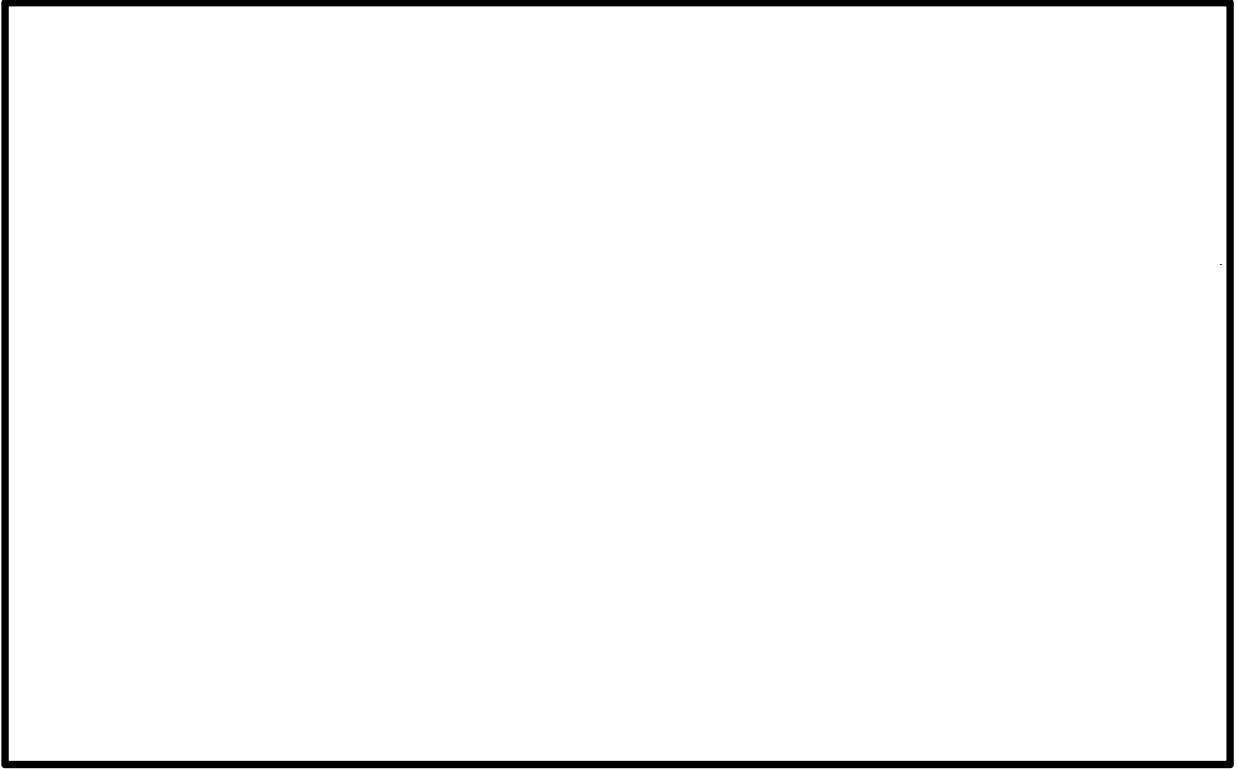
本資料は、火災防護設備のうち、電動機駆動消火ポンプ、構内消火用ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプのQHカーブを示すため、補足資料として添付するものである。

2. 内容

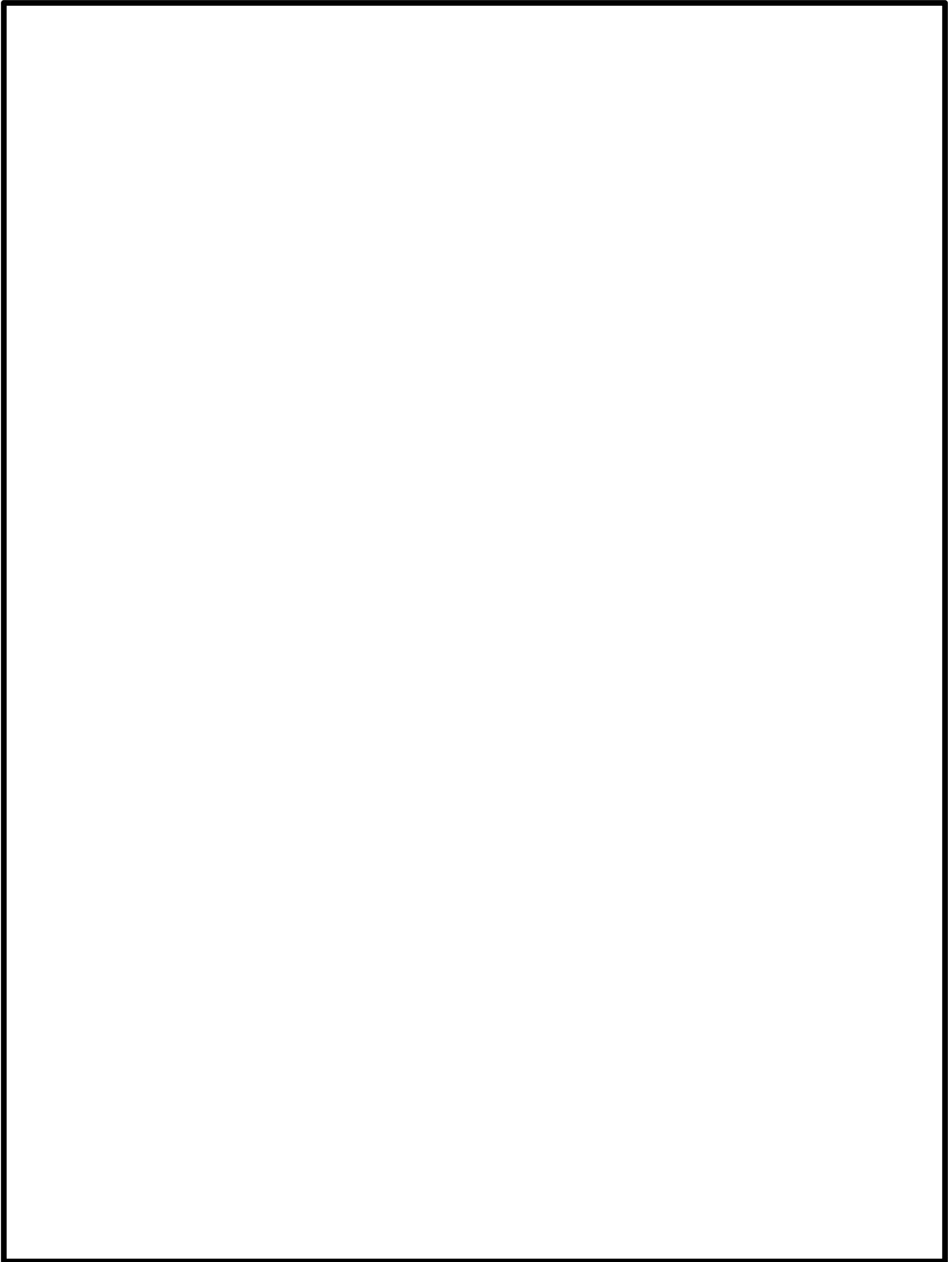
電動機駆動消火ポンプ、構内消火用ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプ及びディーゼル駆動構内消火ポンプのQHカーブを次頁以降に示す。



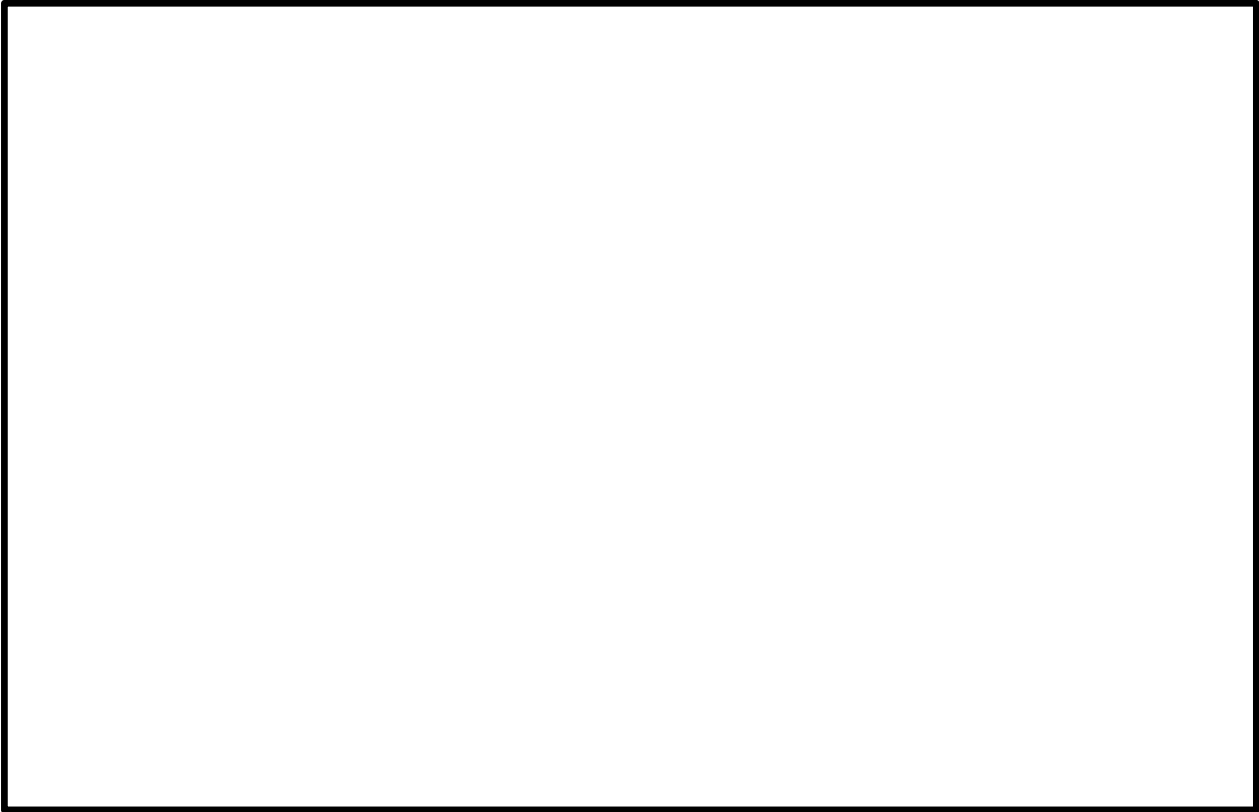
第 1 図 電動機駆動消火ポンプ QH カーブ



第 2 図 構内消火用ポンプ QH カーブ



第 3 図 ディーゼル駆動消火ポンプ QH カーブ



第 4 図 ディーゼル駆動構内消火ポンプ QHカーブ

補足説明資料 3-7

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

1. 目的

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

2. 内容

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

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

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

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

補足説明資料 3-8

消火栓及びガス系消火設備の必要容量について

1. 目的

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

2. 内容

消火栓及びガス系消火設備の消火剤必要量の詳細を次頁以降に示す。

東海第二発電所 消火栓及びガス系消火設備の消火剤必要量について

1. 消火栓の消火剤必要量について

消火栓のうち、ろ過水貯蔵タンク、多目的タンク及び原水タンクの消火剤必要量は、発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準に基づき、消火活動に必要な2時間の最大放水量とする。

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

第 1-1 表 消火栓の消火剤必要量の算出

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

2. ガス系消火剤必要量について

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

第2-1表に、ハロゲン化物自動消火設備（全域）、ハロゲン化物消火設備（局所）、二酸化炭素自動消火設備（全域）及びケーブルトレイ消火設備の消火剤必要量の算出式を示す。

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

第2-1表 ガス系消火設備の消火剤必要量の算出式

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

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

*2：ハロン1301の乗数を示す。

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

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

第 2-2 表 東海第二発電所 ガス系消火設備の消火剤必要量について

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

注記 *1：消防法で要求される必要ボンベ個数

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

注記 *1: 消防法で要求される必要ポンベ個数

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

注記 *1: 消防法で要求される必要ボンベ個数

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

注記 *1: 消防法で要求される必要ボンベ個数

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

注記 *1: 消防法で要求される必要ボンベ個数

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

注記 *1：消防法で要求される必要ボンベ個数

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

注記 *1: 消防法で要求される必要ボンベ個数

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

注記 *1: 消防法で要求される必要ポンベ個数

*2: 消防法で要求される消火剤の最低限度 (kg)

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

注記 *1：消防法で要求される必要ボンベ個数

*3：実証値による消火剤必要量にて設置個数を算出

補足説明資料 3-9

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

1. 目的

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

2. 内容

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

3. 可燃物管理の考え方

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

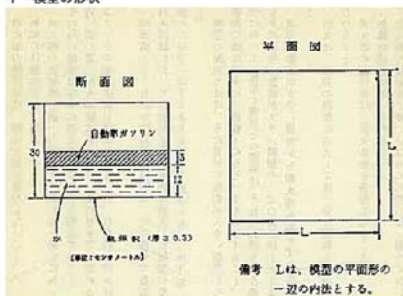
また、可燃物の等価時間は、消火活動開始までの時間と火災源の燃焼の継続時間が関係するため、消火活動開始までの時間の観点から、等価時間を基準に可燃物管理する。

4. 可燃物管理の管理基準

(1) 発熱量の基準値

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

第四条 消火器の火災に対する能力単位の数値は、第二消火試験及び第三消火試験により測定するものとする。
 2 前項の第二消火試験は第一号から第四号までに定めるところにより、その判定は第五号の規定により、行わなければならない。
 一 模型は、イに掲げる形状を有するもので口に掲げる種類のうち模型の番号の数値が一以上のものを一個用いること。
 イ 模型の形状



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

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

第1図 10型粉末消火器(油火災の消火能力単位：7)の試験体

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

$$\begin{aligned}
 \cdot \text{ガソリン発熱量} &= \text{燃焼熱} [\text{kJ/kg}] \times \text{密度} [\text{kg/m}^3] \times \text{体積} [\text{m}^3] \\
 &= 43,700 \times 740 \times 0.042 \\
 &= 1358196 [\text{kJ}] = 1358.196 [\text{MJ}] \\
 &\approx 1300 [\text{MJ}]
 \end{aligned}$$

第 1 表 原子力発電所の内部火災影響評価ガイド（抜粋）

表 B.4 可燃性液体の燃焼特性 (NUREG-1805⁽³⁾より)

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

したがって、10 型粉末消火器は、ガソリン火源の発熱量約 1,300MJ を消火することができる。

以上より、可燃物管理により火災荷重を低く抑える火災区域又は火災区画について、発熱量の基準値としては、保守的に 1,000MJ 以下として設定する。

(2) 等価時間の基準値

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

したがって、等価時間の基準値としては、0.1 時間以下として設定する。

5. 可燃物管理の管理方法

消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことにより火災荷重を低く抑える火災区域又は火災区画については、可燃物管理の管理基準値として、発熱量 1,000MJ 以下及び等価時間 0.1 時間以下を設定し、可燃物となる設備(油内包設備、電源盤、ケーブル等)を追加設置する場合は、本管理基準値のいずれも超えないよう火災防護計画にて規定し、運用管理する。

補足説明資料 3-10

新燃料貯蔵庫の未臨界性評価について

1. 目的

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

2. 内容

新燃料貯蔵庫の未臨界性評価について以下に示す。

3. 燃料貯蔵上の基準

新燃料貯蔵庫内に燃料を貯蔵する場合，燃料貯蔵上の未臨界性は燃料ラックの中心間隔を確保すること，ステンレス鋼の中性子吸収効果により保たれる。

新燃料貯蔵庫内は臨界未満であることが基準である。

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

新燃料貯蔵ラックにおいて想定される異常状態は以下とする。

	異常状態
新燃料貯蔵ラック	<ul style="list-style-type: none"> ・冠水（水温 65℃） ・燃料要素がラック内で接近した状態

4. 解析方法

新燃料貯蔵庫に対する未臨界性の評価方法は，燃料要素及び新燃料貯蔵ラックを第 1 図に示す二次元計算セルで代表させ，二次元 3 群拡散コード（PDQ 相当）を用いて無限増倍率 k_{∞} 及び中性子移動面積 M^2 を求めている。解析では，貯蔵燃料間の距離とステンレス鋼の中性子吸収の効果が考慮されている。

解析に使用した新燃料貯蔵庫のラック仕様を第 1 表に示す。

第 1 表 未臨界性評価上のラック仕様

ラック間隔 ^注 (mm×mm)	ラック厚さ (mm)	材料

注：ラックの中心間隔を示す

次に，新燃料貯蔵庫全体の実効増倍率 k_{eff} は，貯蔵庫の形状から幾何学的バックリング $B g^2$ を求め，次式により計算する。

$$k_{eff} = \frac{k_{\infty}}{1 + M^2 B g^2}$$

なお，二次元 3 群拡散コードに使用する燃料要素，冷却材，構造等の核定数は，核定数計算コード（GAM，THERMOS 相当）より求まる高速，中速，熱群の中性子スペクトラムを基に計算する。

また、計算に用いる未燃焼の燃料集合体（新燃料）の無限増倍率を、保守的に 1.15 と仮定する。

5. 評価結果

計算結果は第 2 表のとおりである。

第 2 表 未臨界性評価結果

	冠水状態における 実効増倍率
新燃料貯蔵ラック	約 0.77

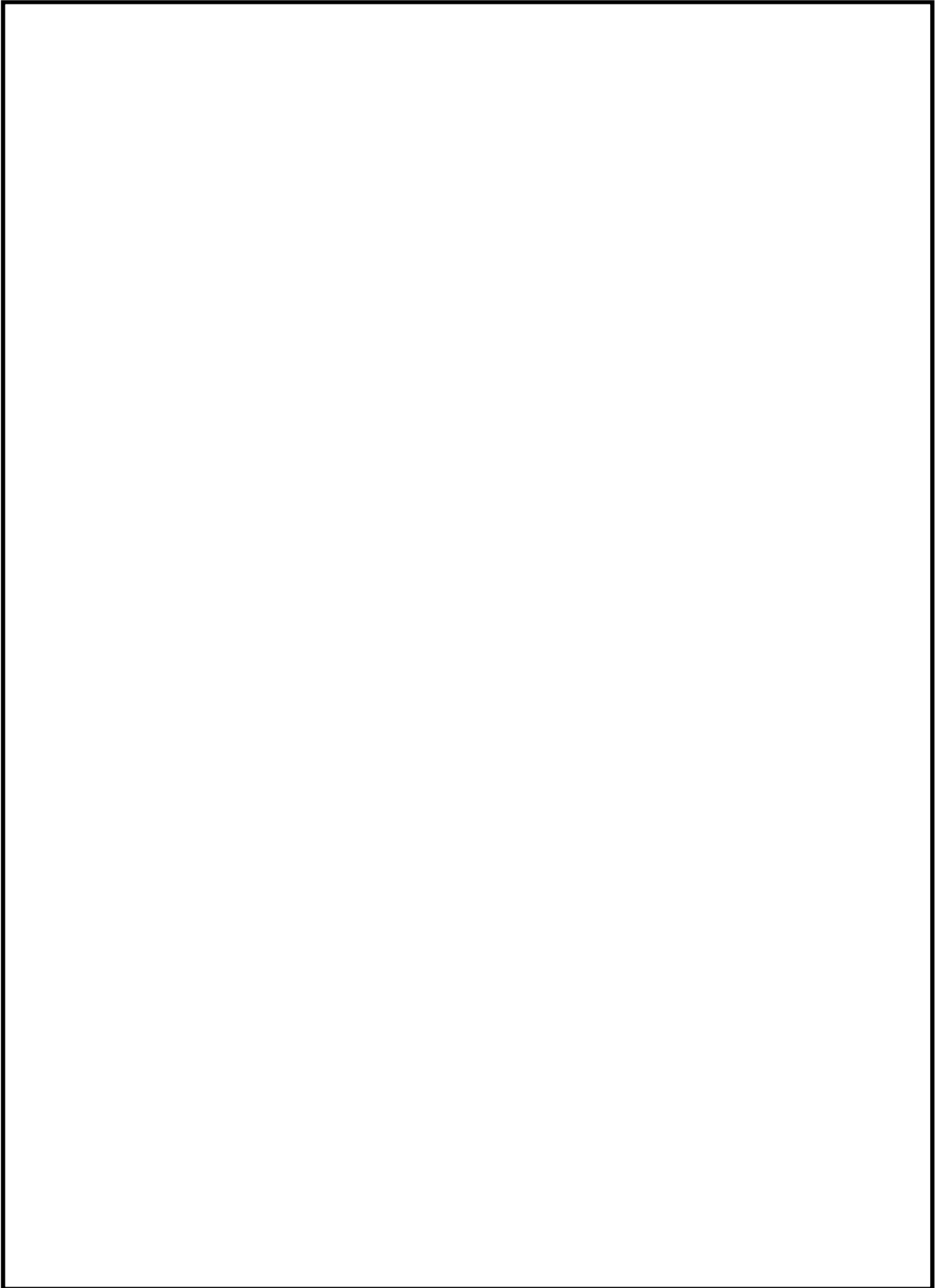
以上の計算は実際の条件よりも厳しい条件のものである。

すなわち、新燃料の無限増倍率は 1.15 と仮定しているが、実際の燃料は 1.15 以下である。

なお、新燃料貯蔵庫には、ドレン抜きが設けられており、実際に水がたまることはない。新燃料貯蔵庫が部分水位の場合についても、乾燥状態での実効増倍率が 0.5 以下であることを考慮すると、冠水状態での実効増倍率 0.77 との中間程度の値となり、未臨界性に対して十分な余裕があると考えられる。

6. 結論

新燃料貯蔵ラックは上記の結果を維持できる頑丈な構造となっており、安全側の仮定で行った計算結果と合わせて考えると、未臨界性に対して十分な余裕があると考えられる。



第 1 図 新燃料貯蔵庫の計算体系

補足説明資料 3-11

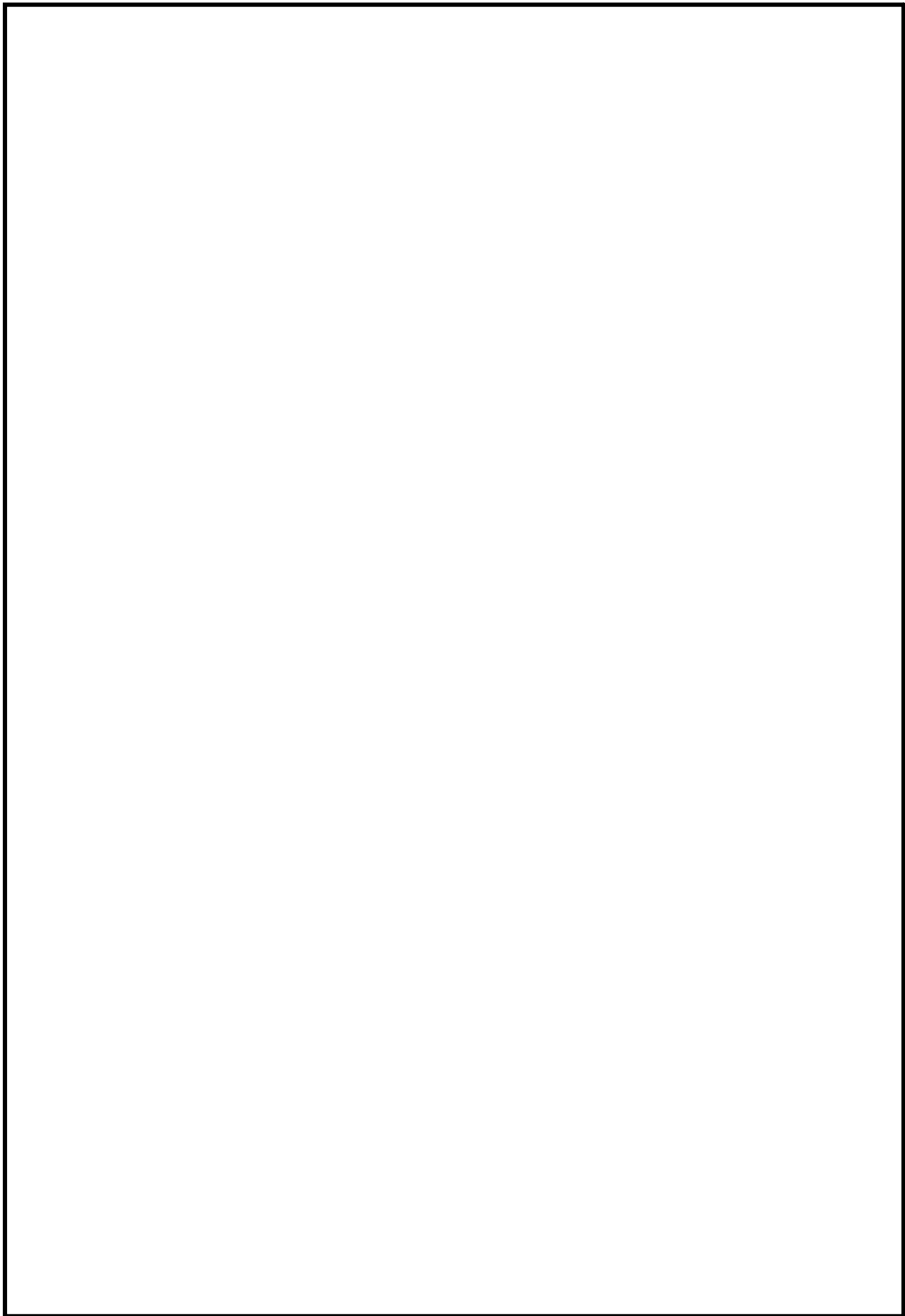
火災感知器の配置を明示した図面

1. 目的

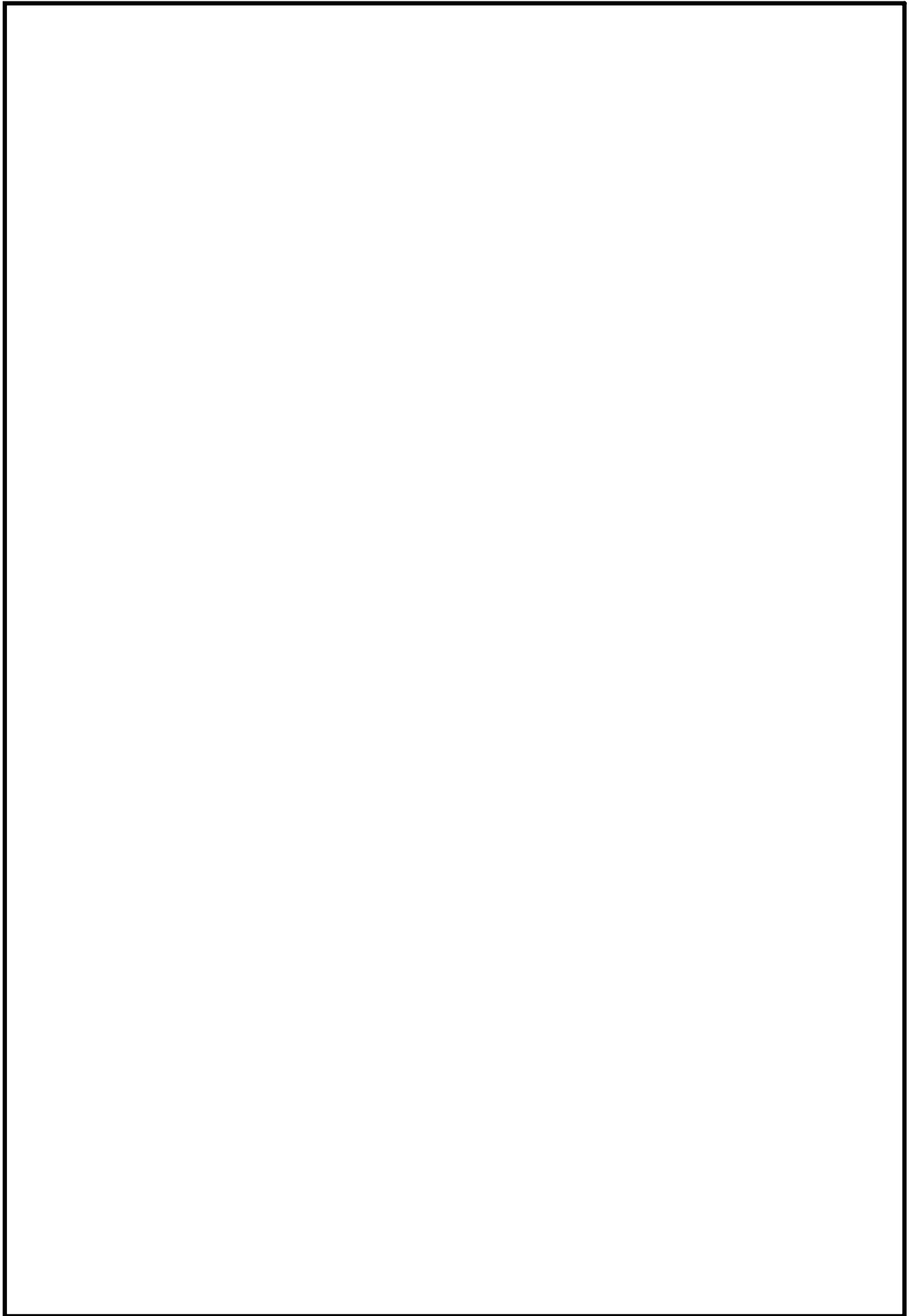
本資料は、火災防護に関する説明書 5.2.2(2)b. 項及び 5.2.2(5)g. (d) 項に示す火災感知器の配置図について示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

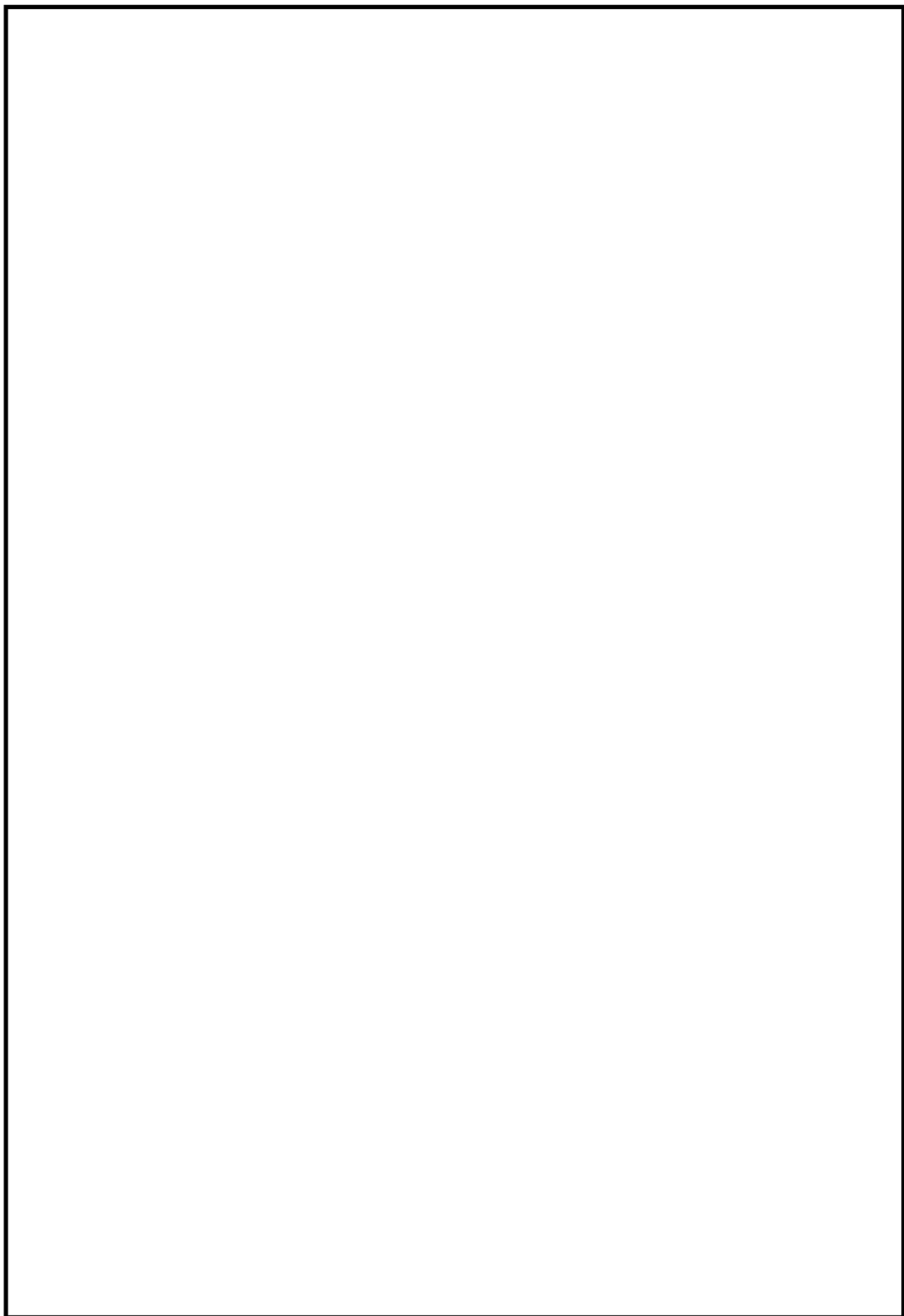
火災感知器の配置図を以下に示す。



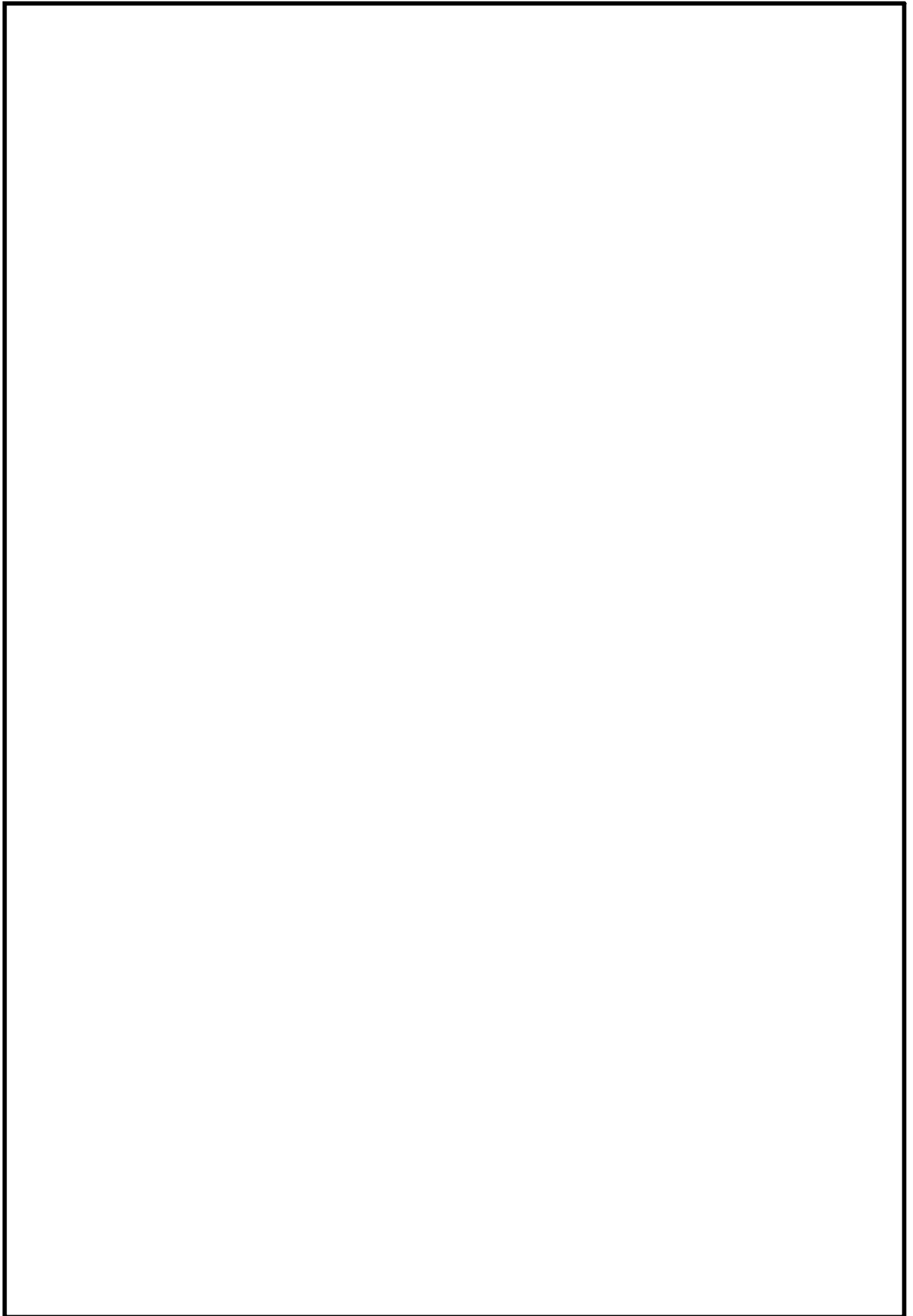
補-3-11-2



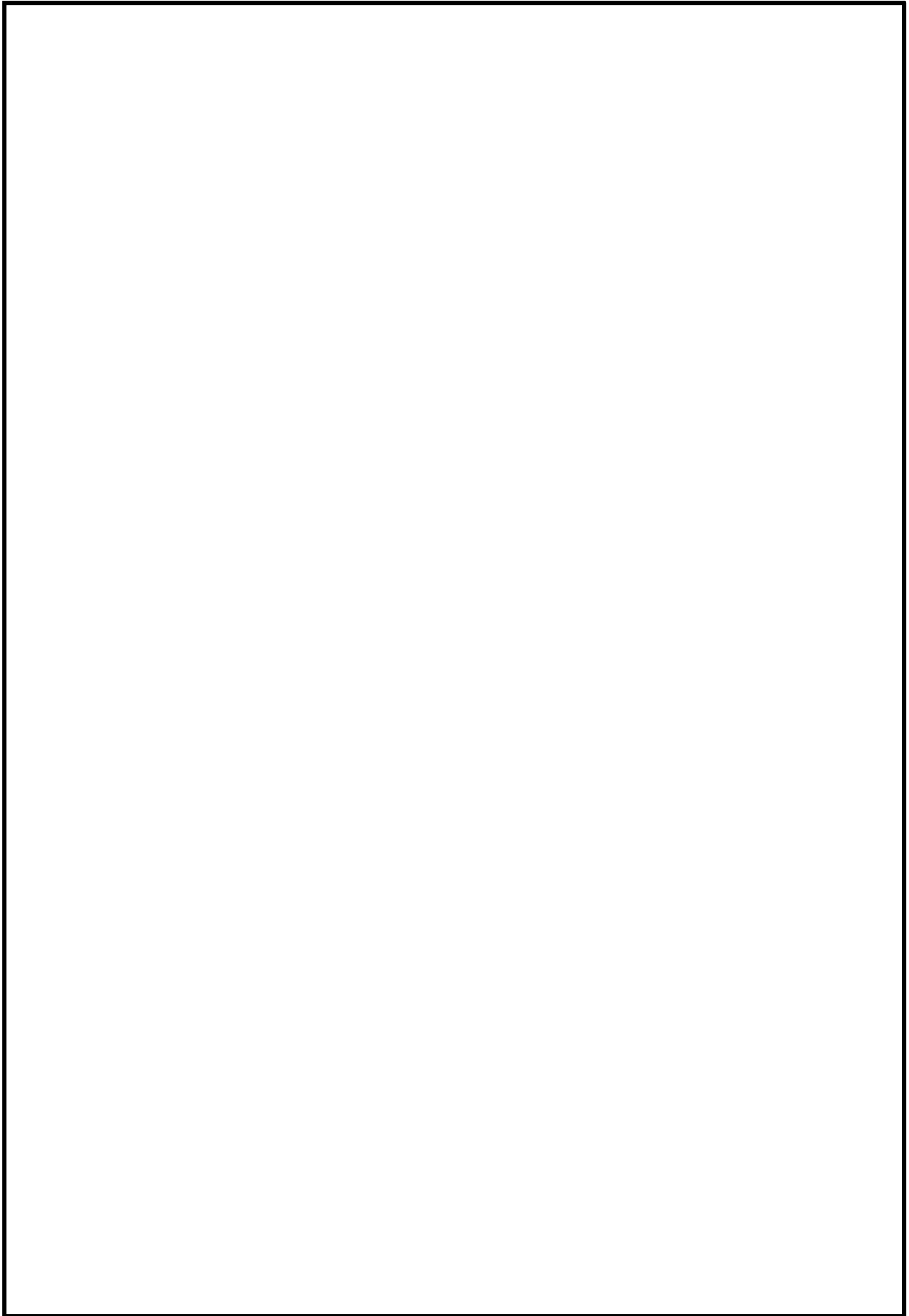
補-3-11-3



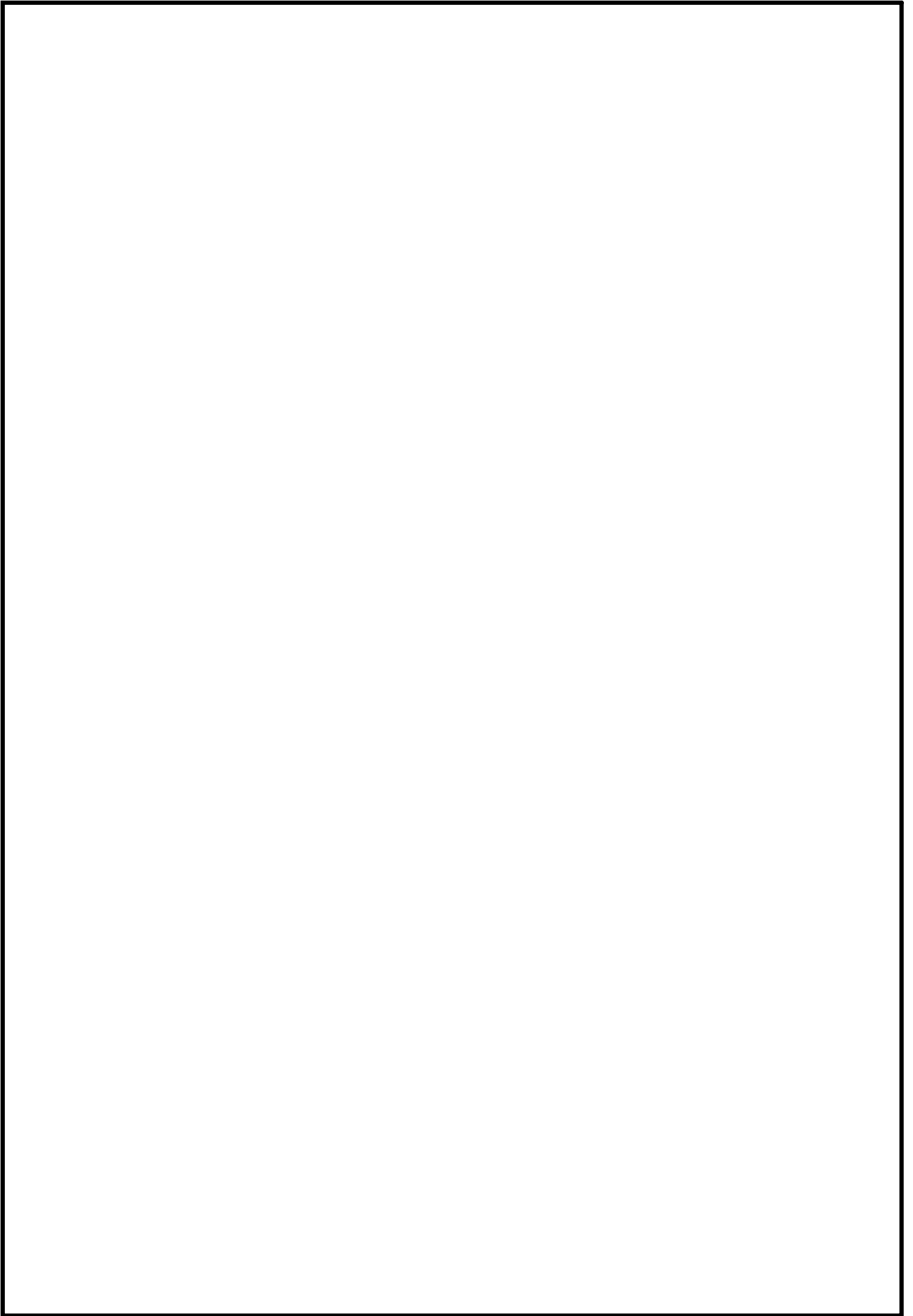
補-3-11-4



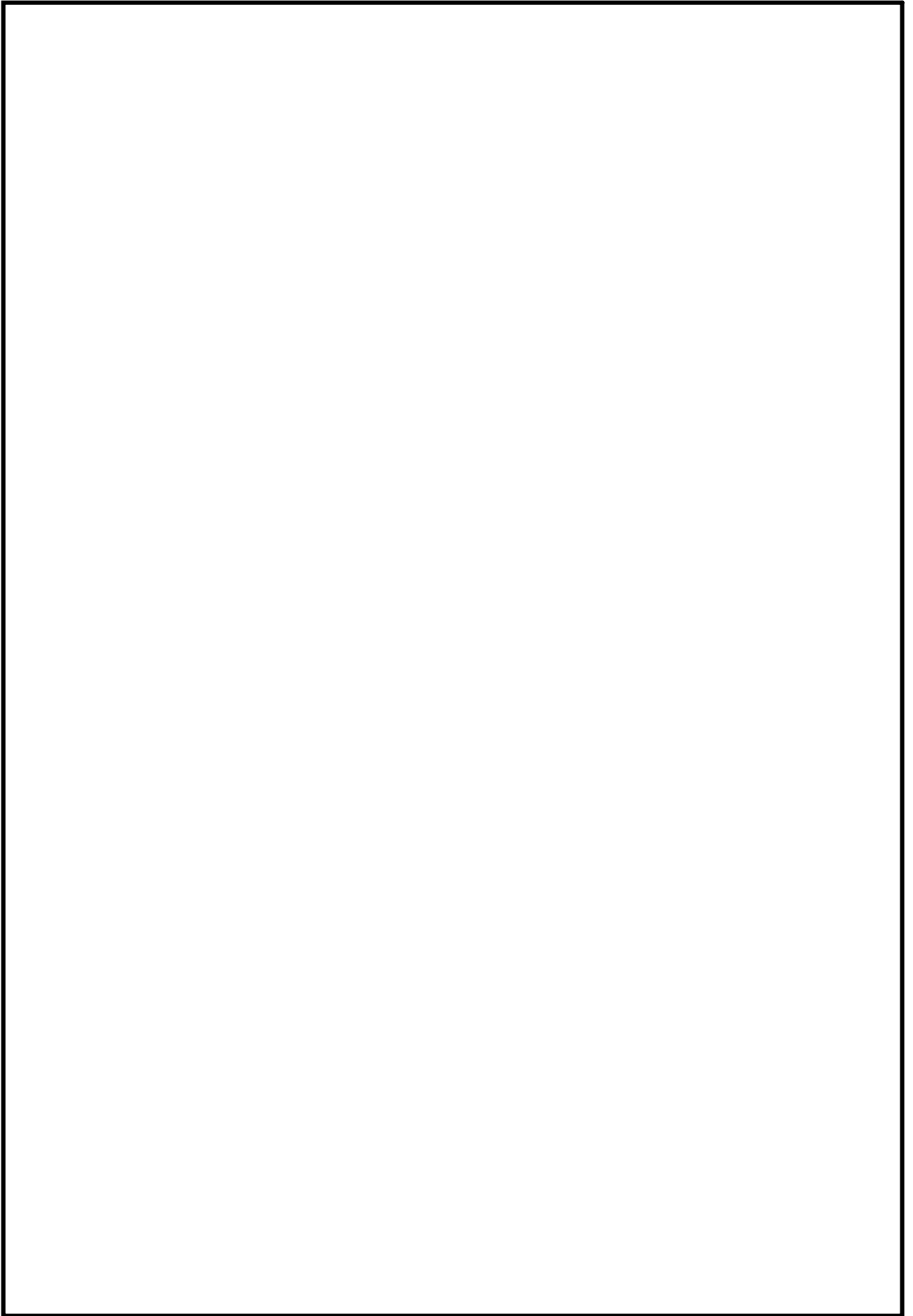
補-3-11-5



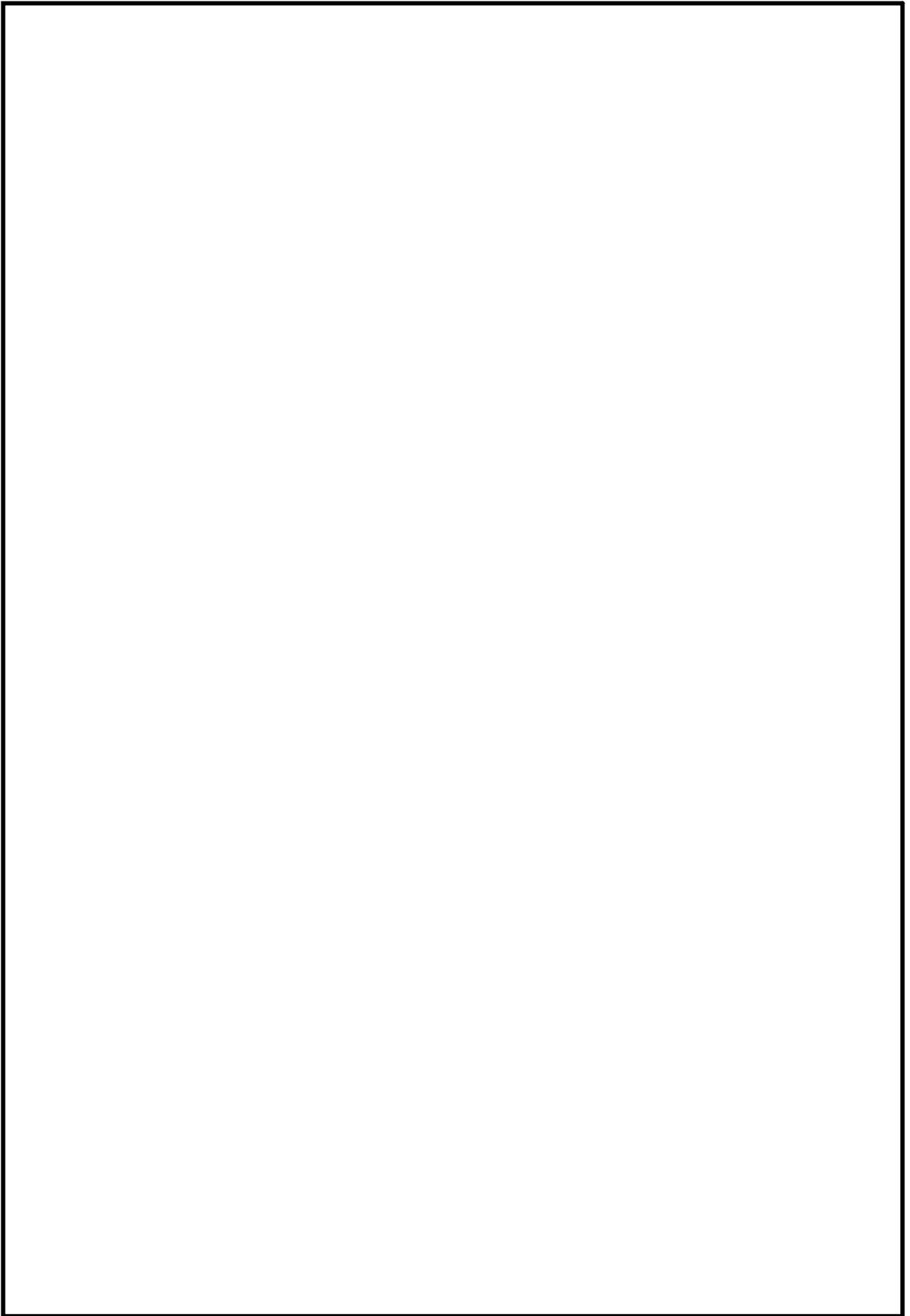
補-3-11-6



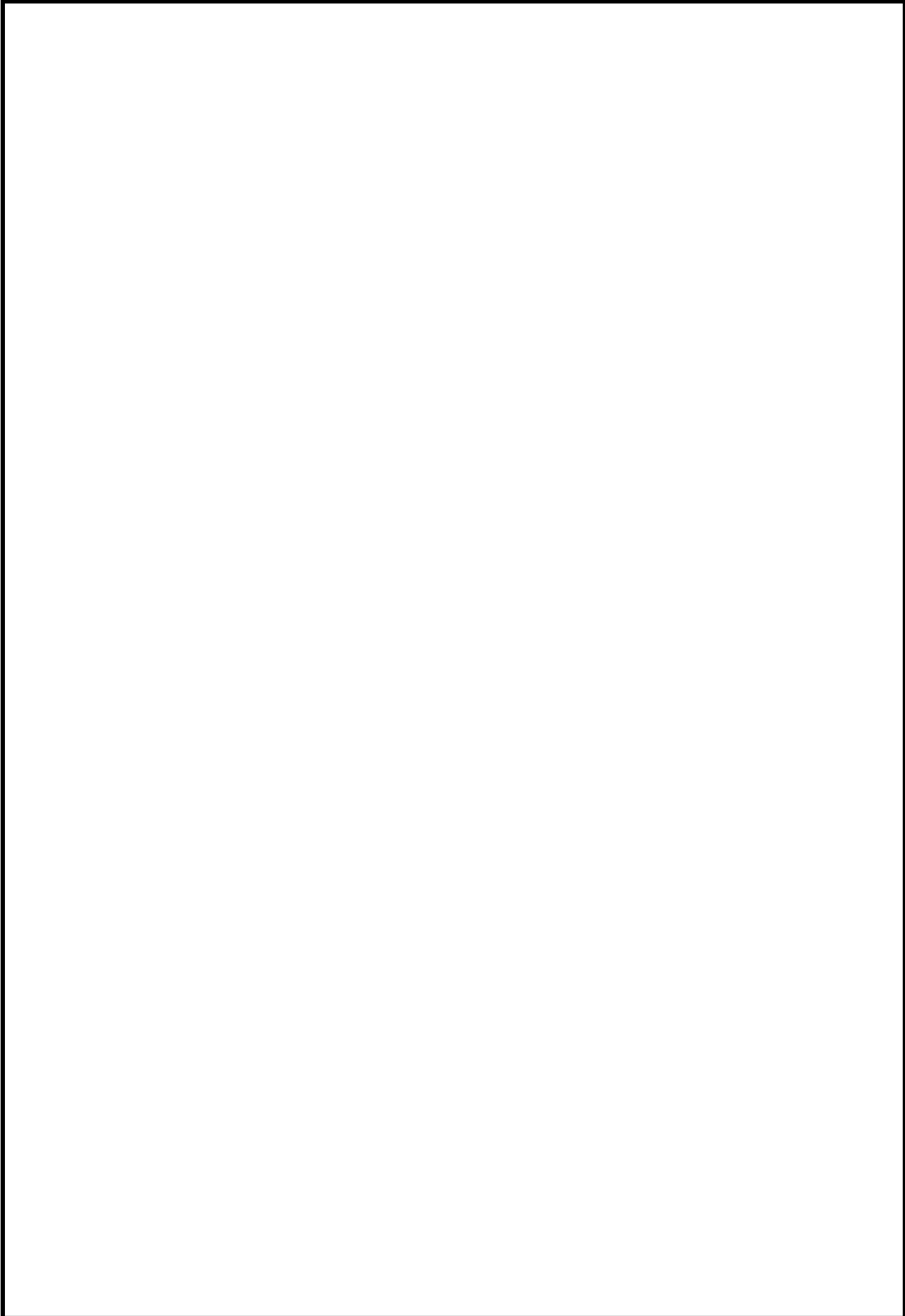
補-3-11-7



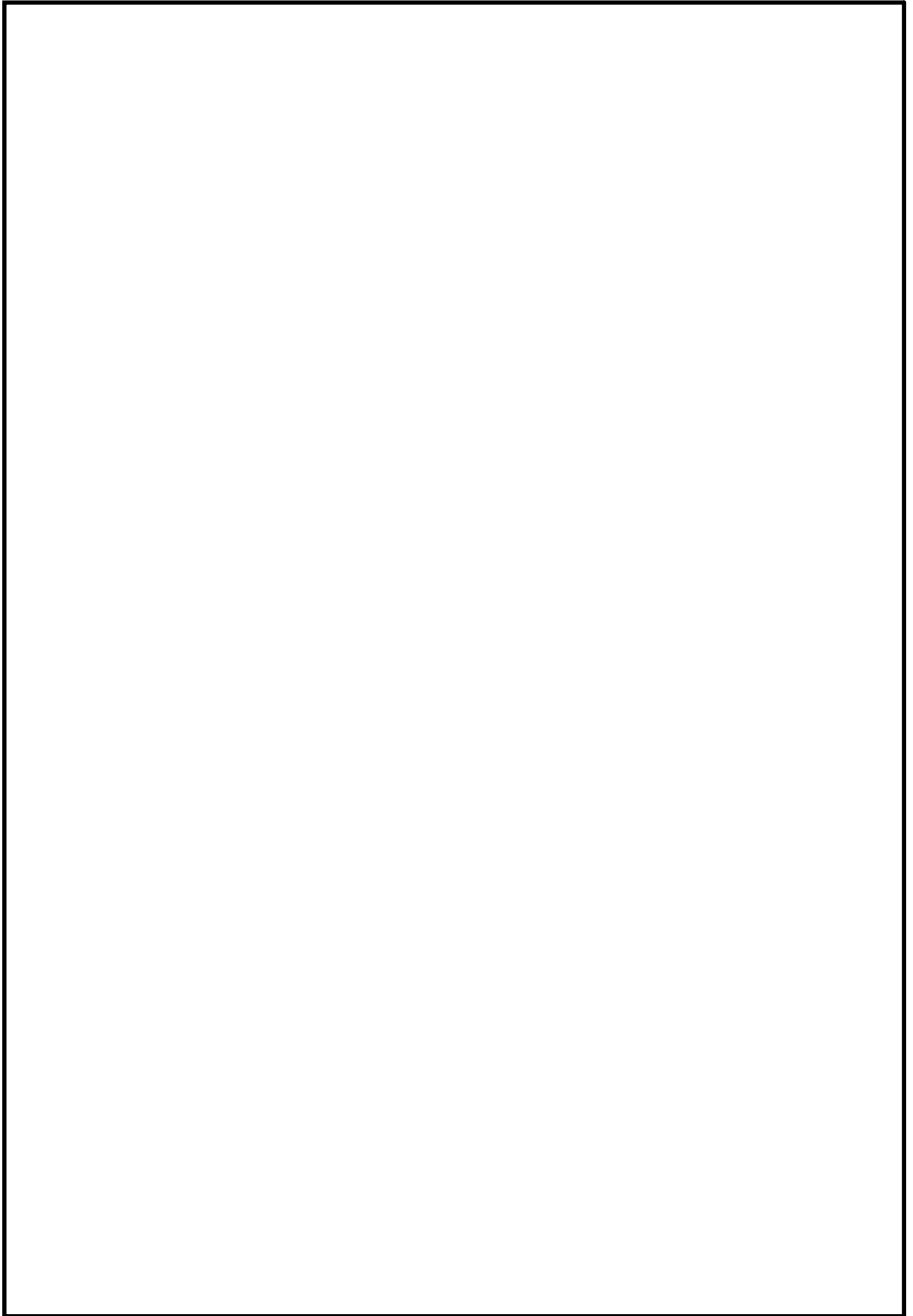
補-3-11-8



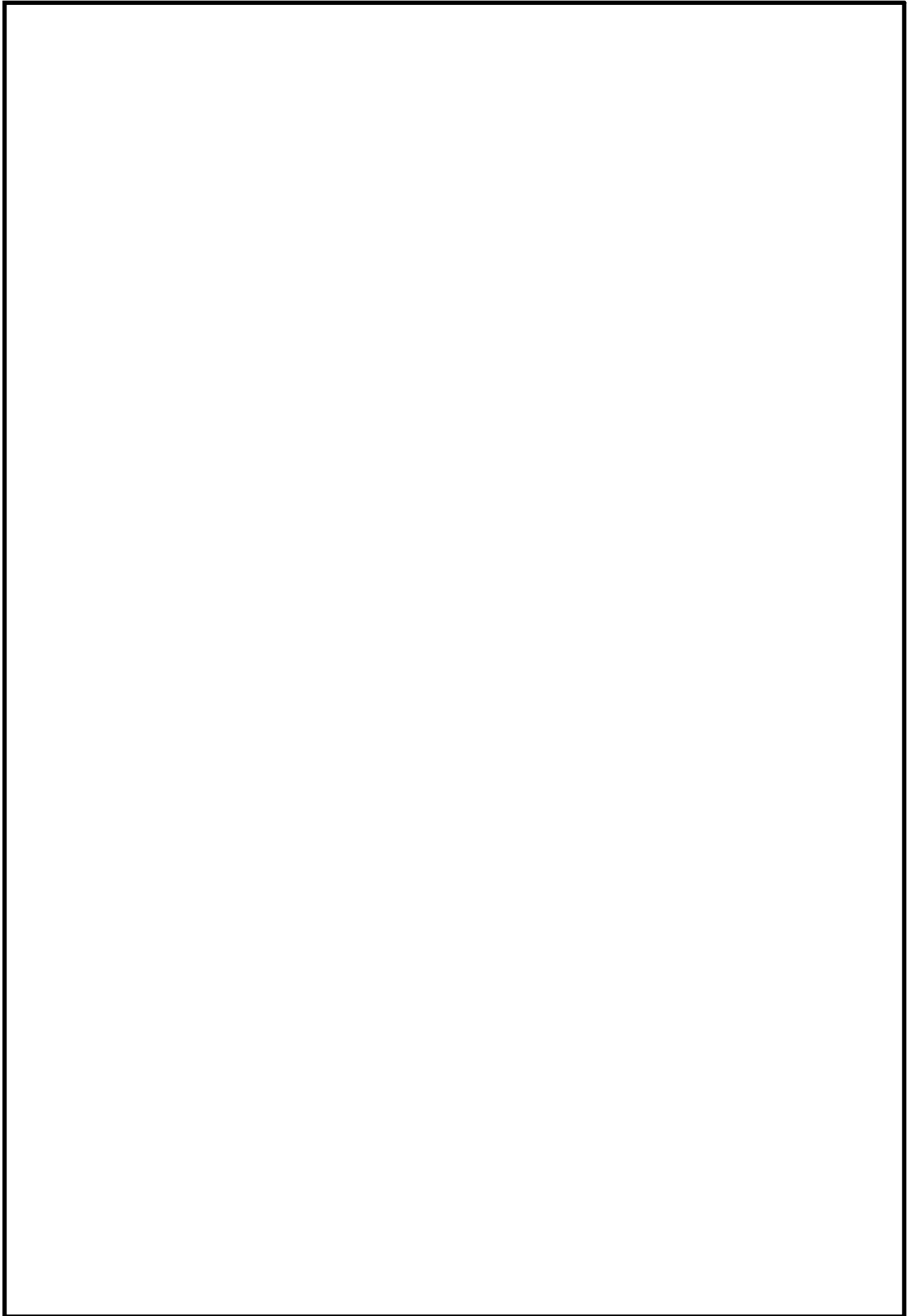
補-3-11-9



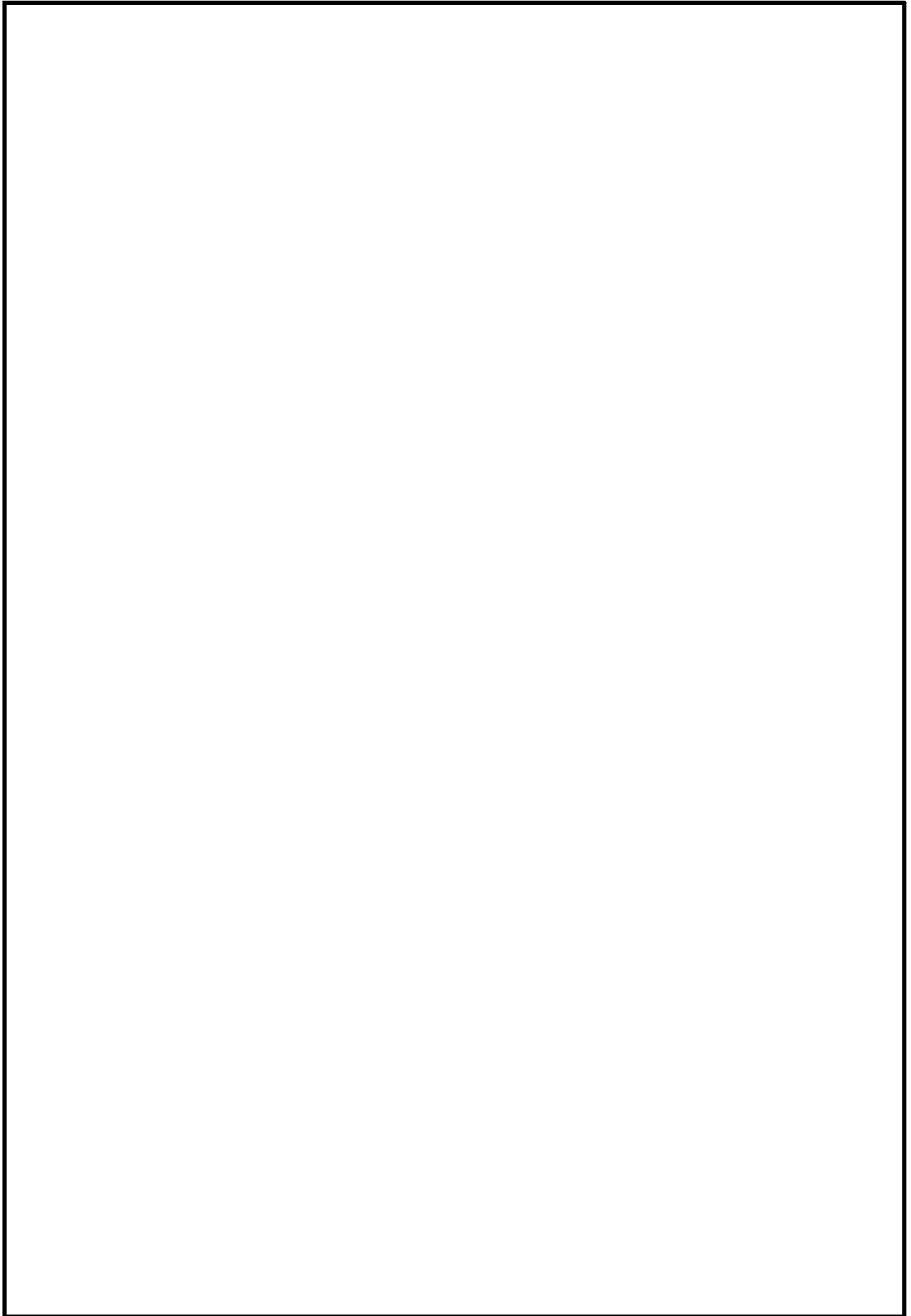
補-3-11-10



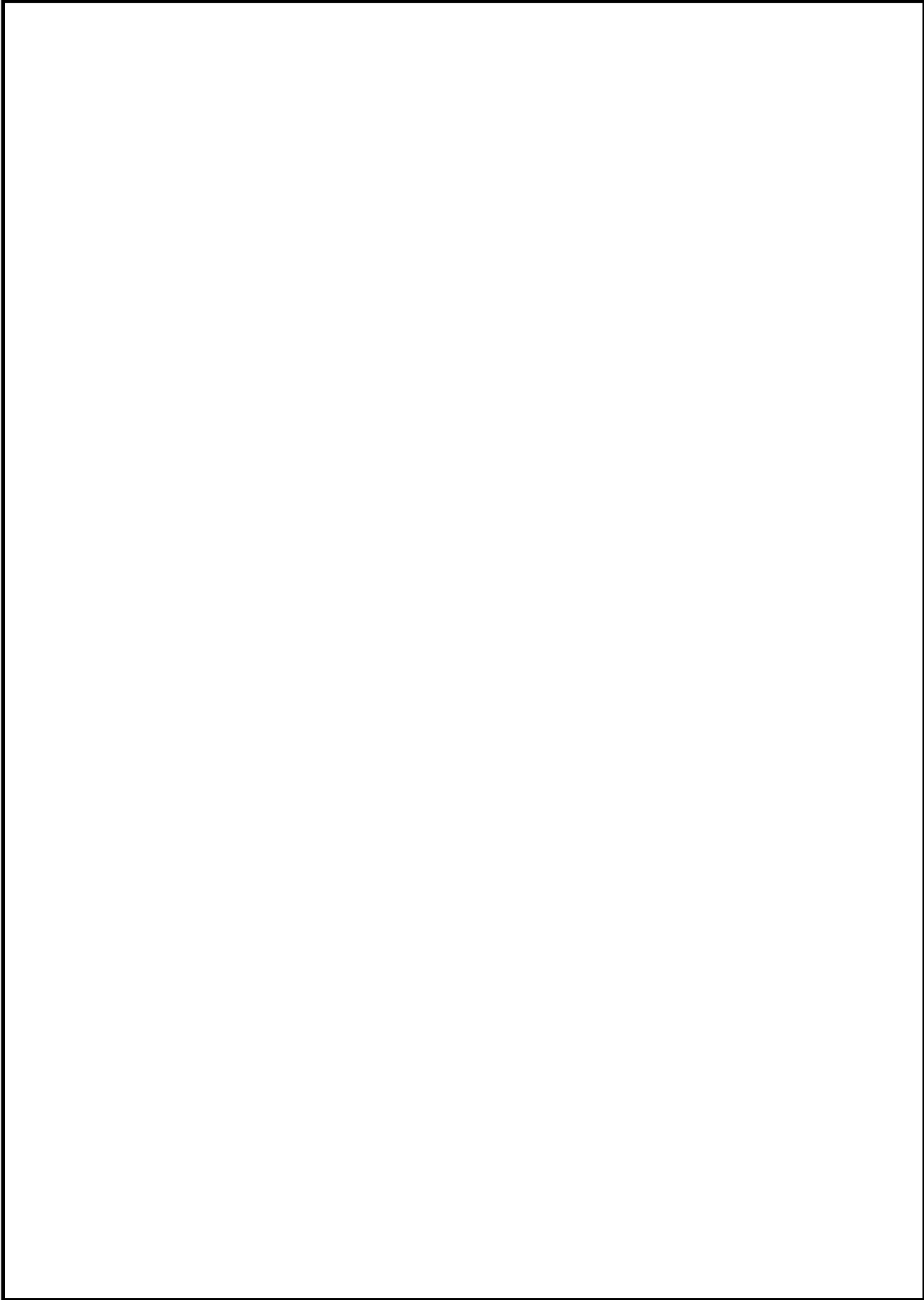
補-3-11-11

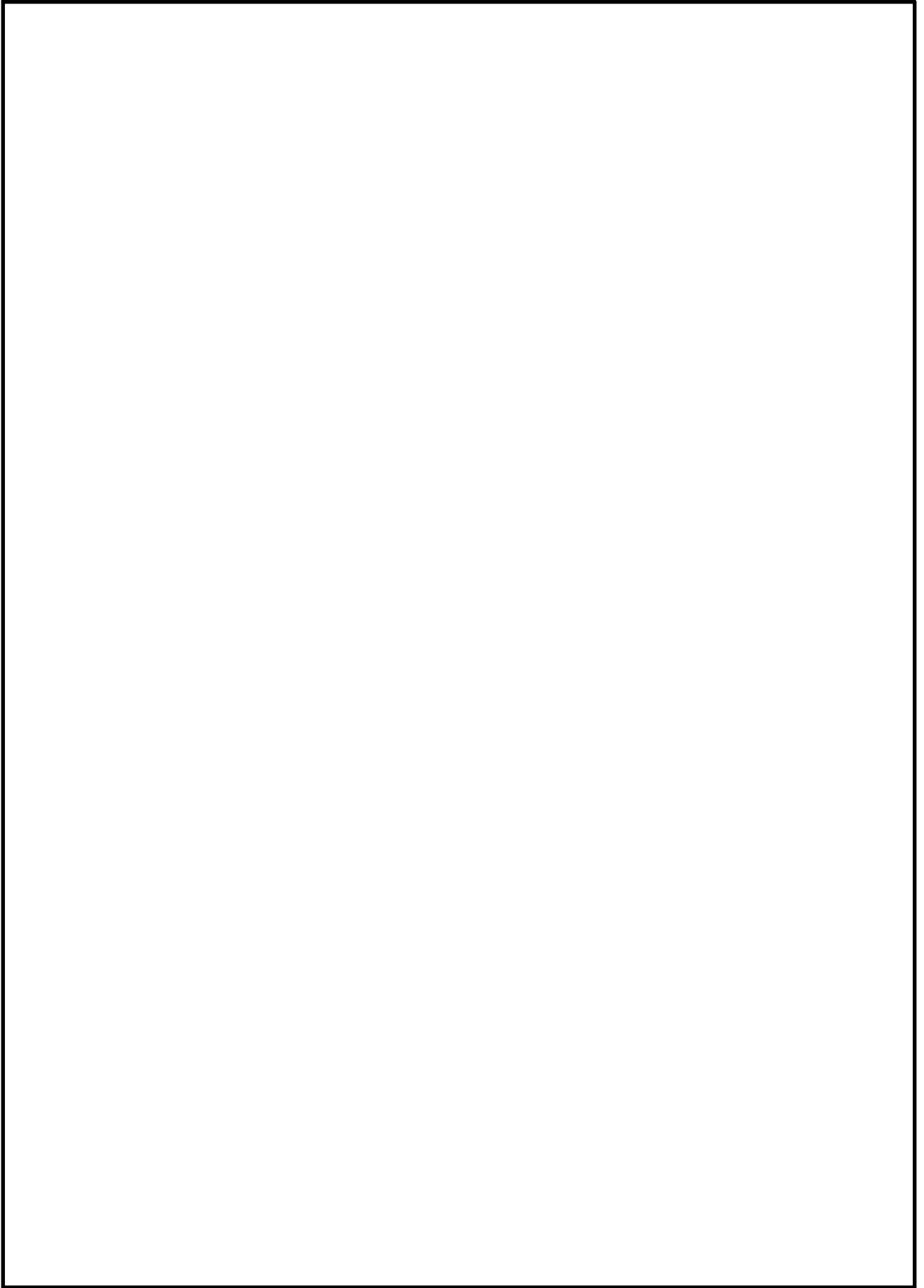


補-3-11-12

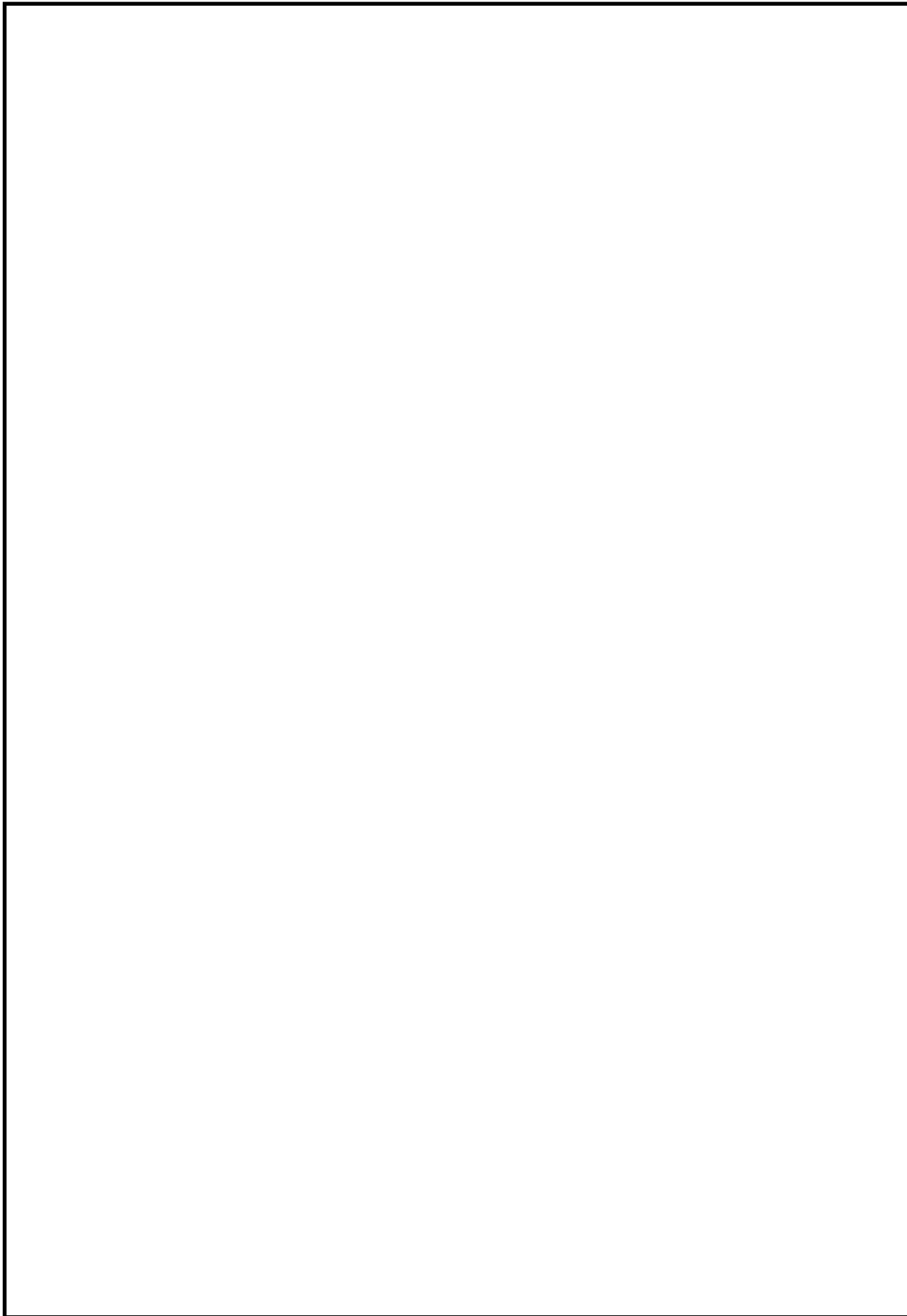


補-3-11-13

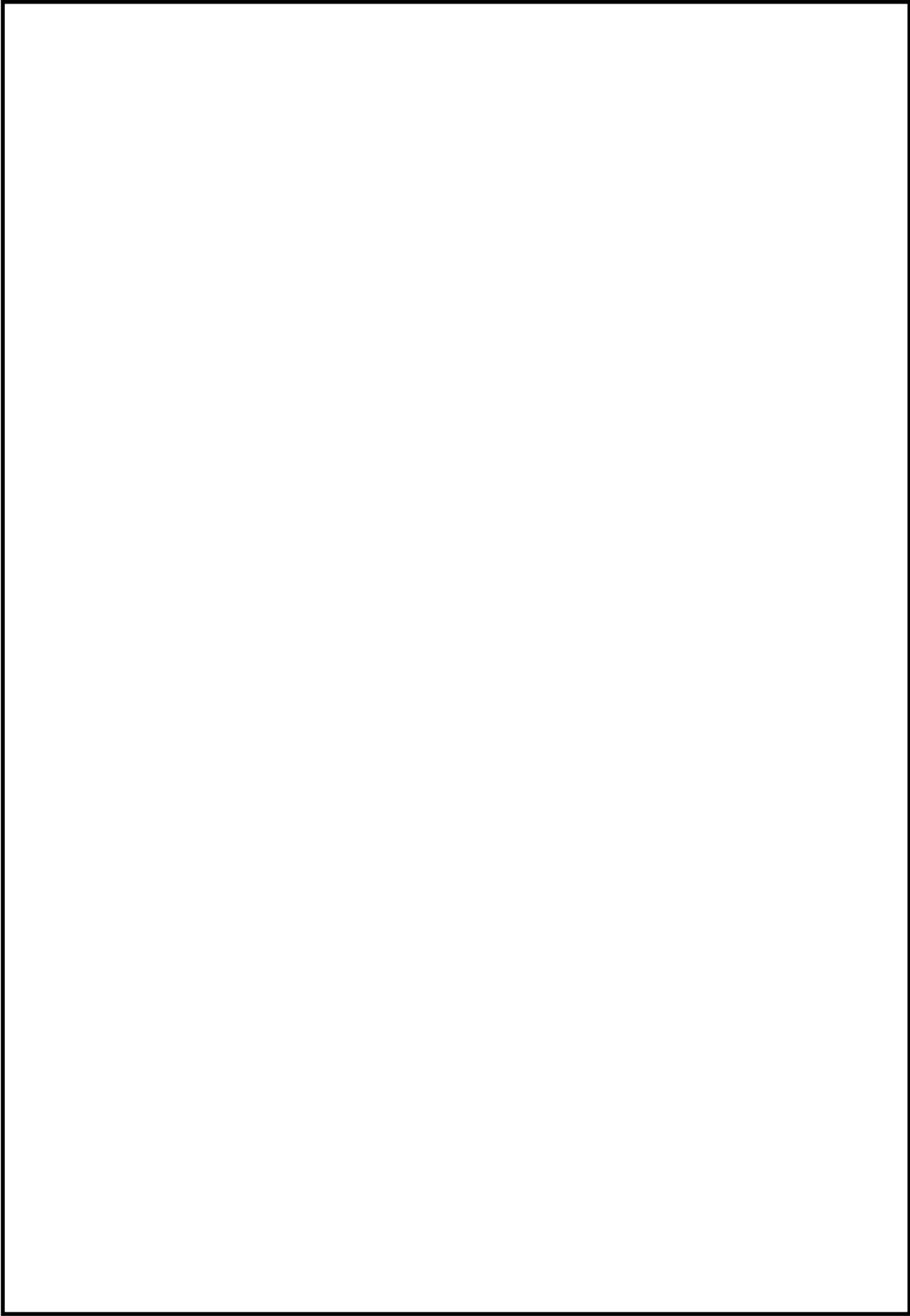




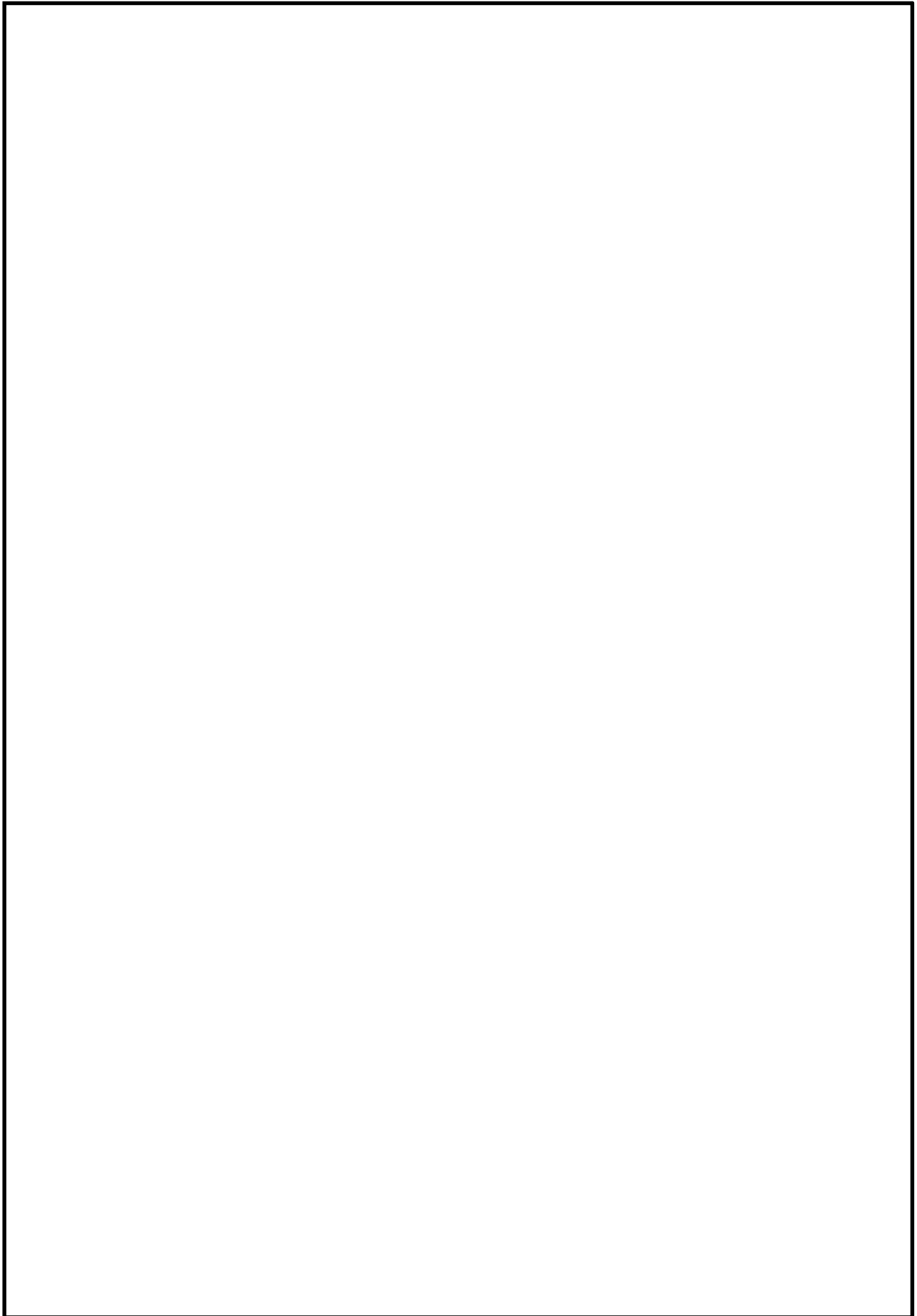
補-3-11-15



補-3-11-16



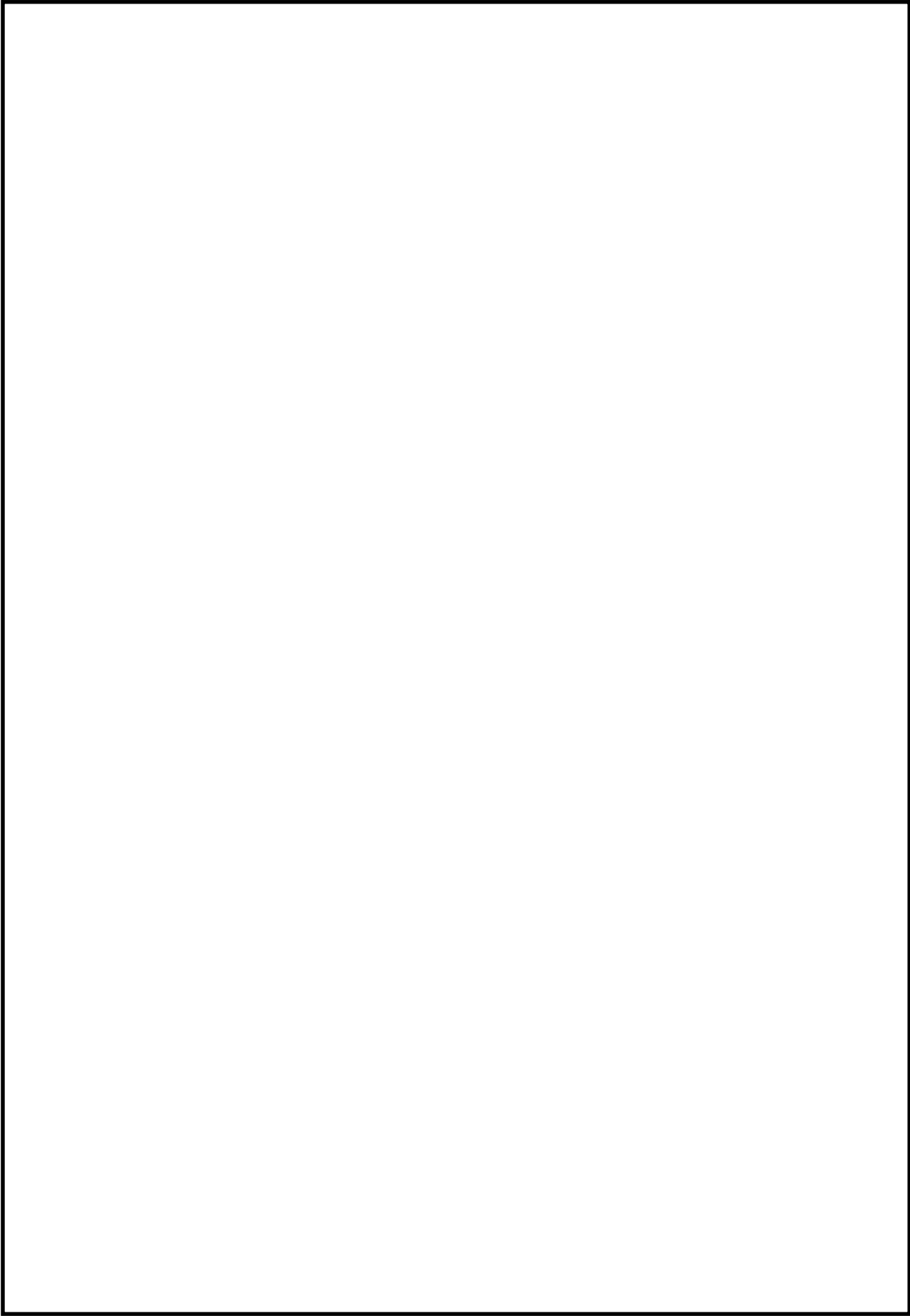
補-3-11-17



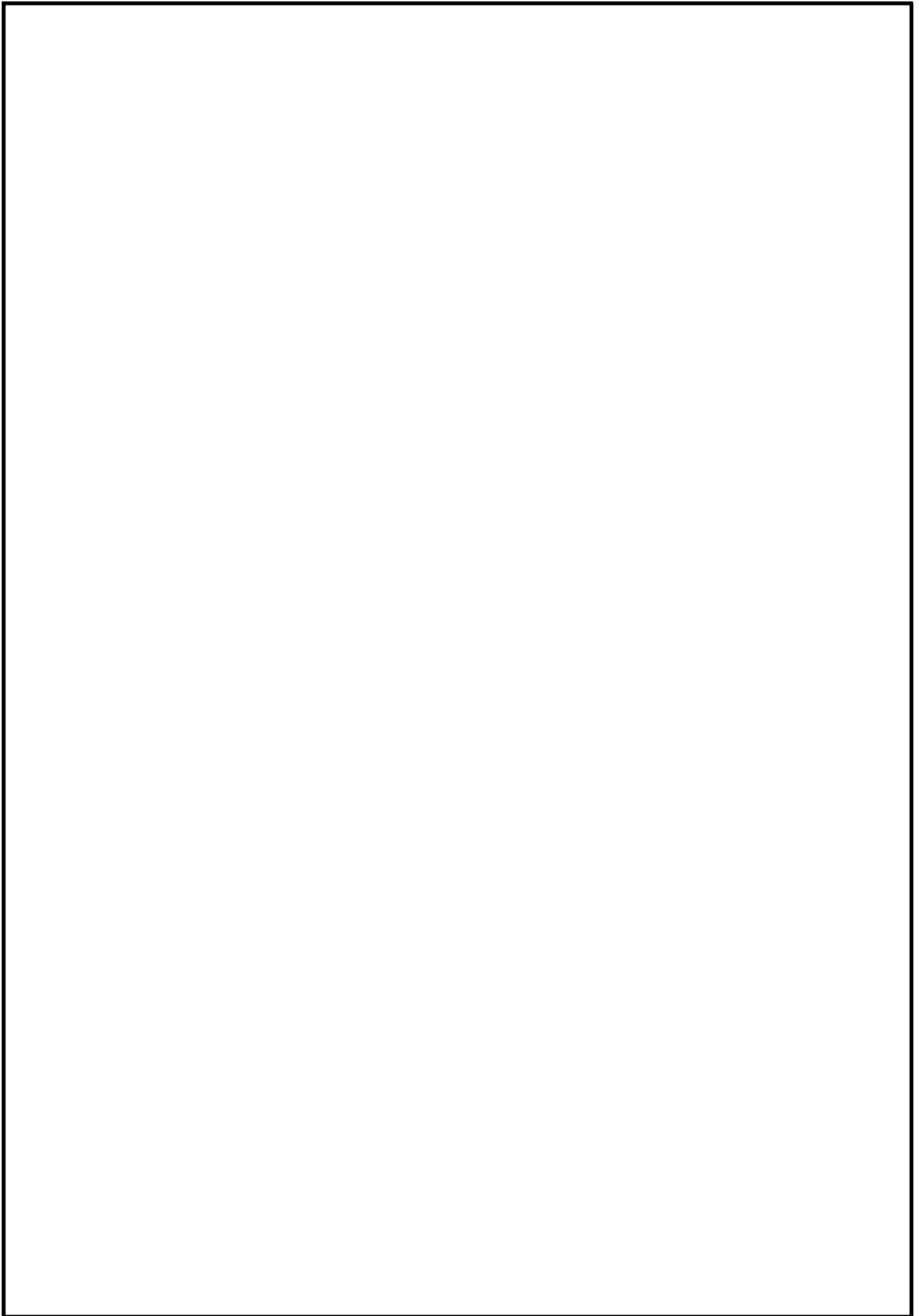
補-3-11-18



補-3-11-19



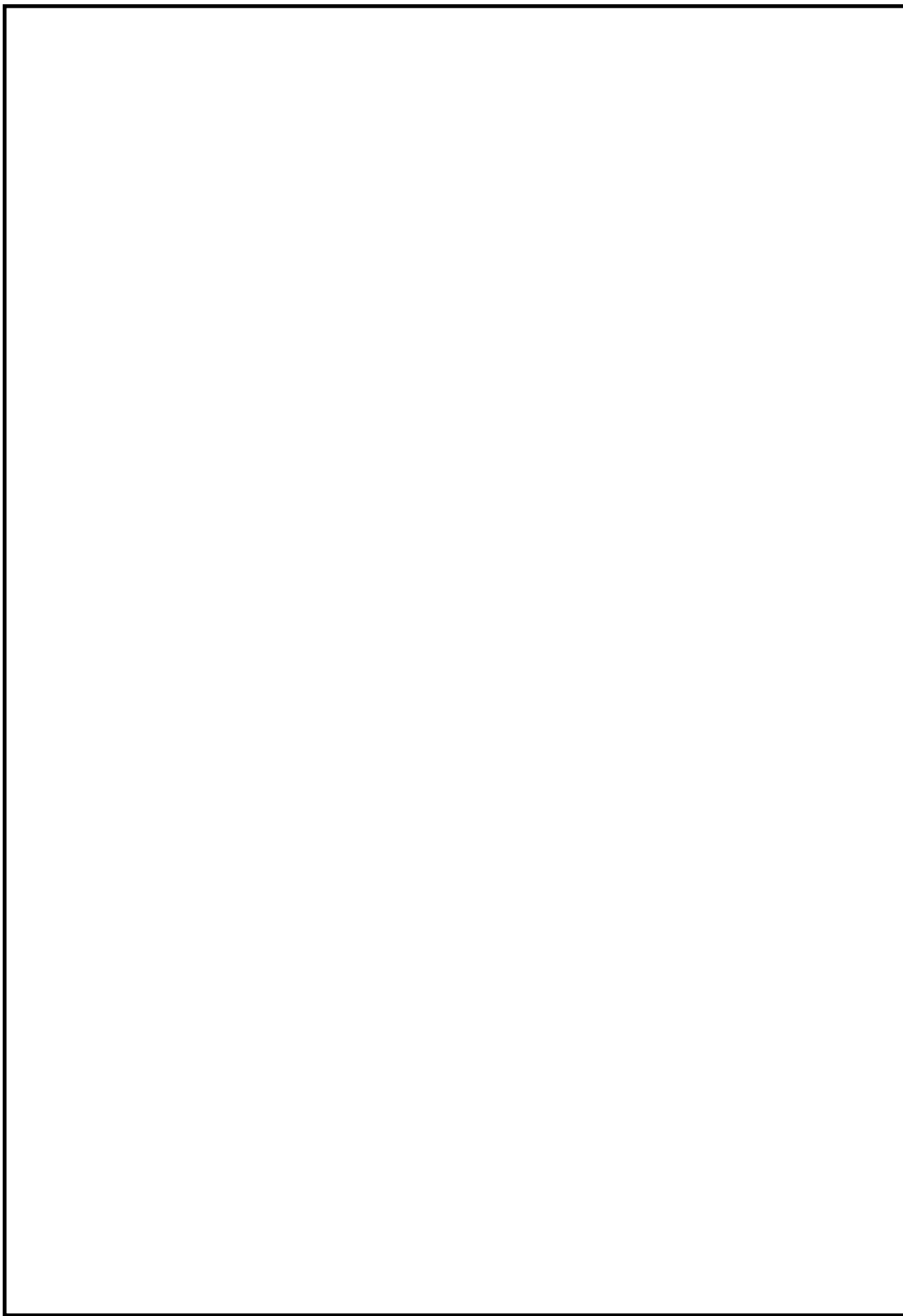
補-3-11-20



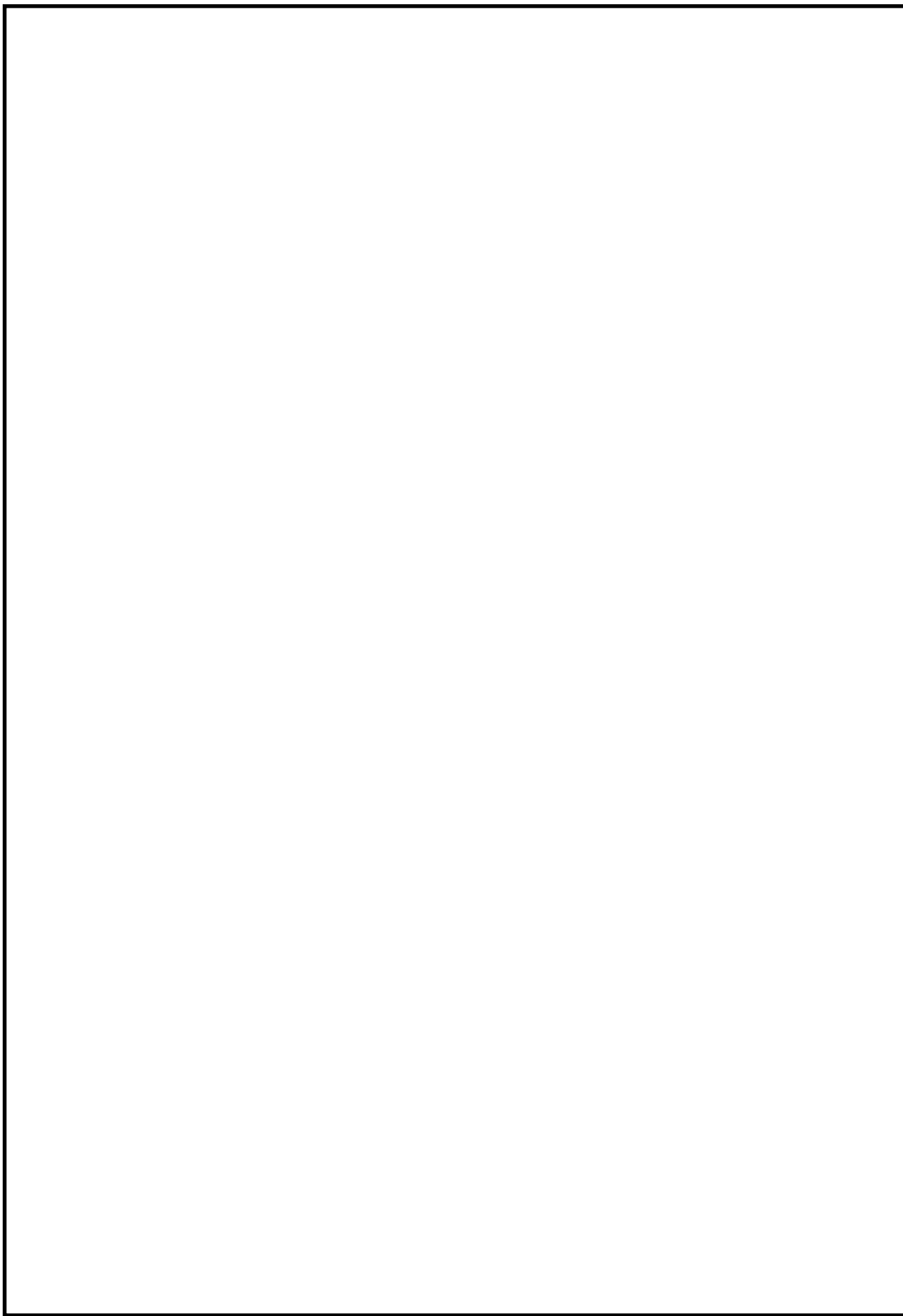
補-3-11-21



補-3-11-22



補-3-11-23



補-3-11-24

補足説明資料 3-12

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

1. 目的

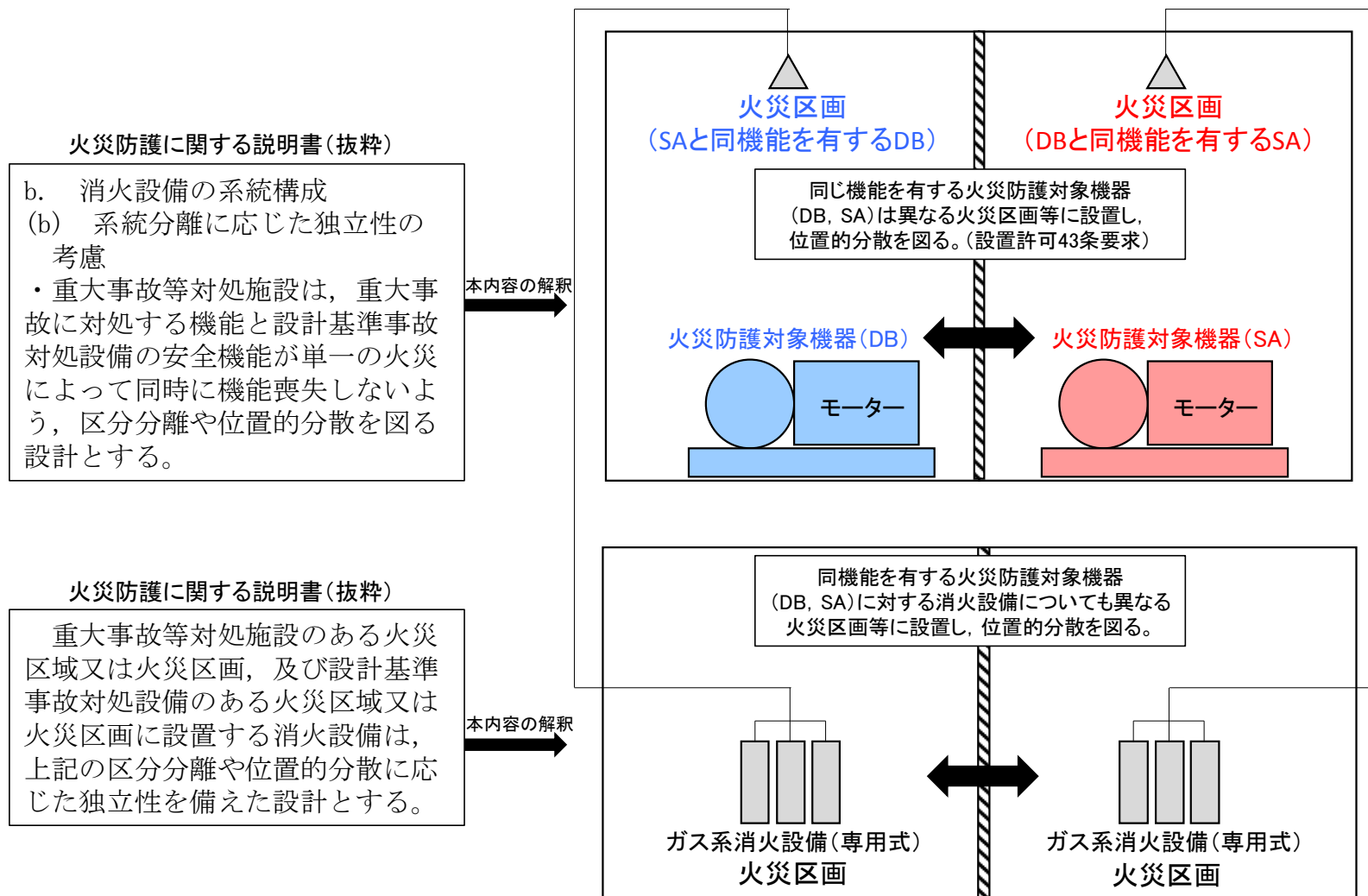
本資料は、火災防護に関する説明書 5.2.2(5)b.(b)項に示す重大事故等対処施設及び設計基準対処設備の消火設備の位置的分散に応じた独立性を備えた設計について示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

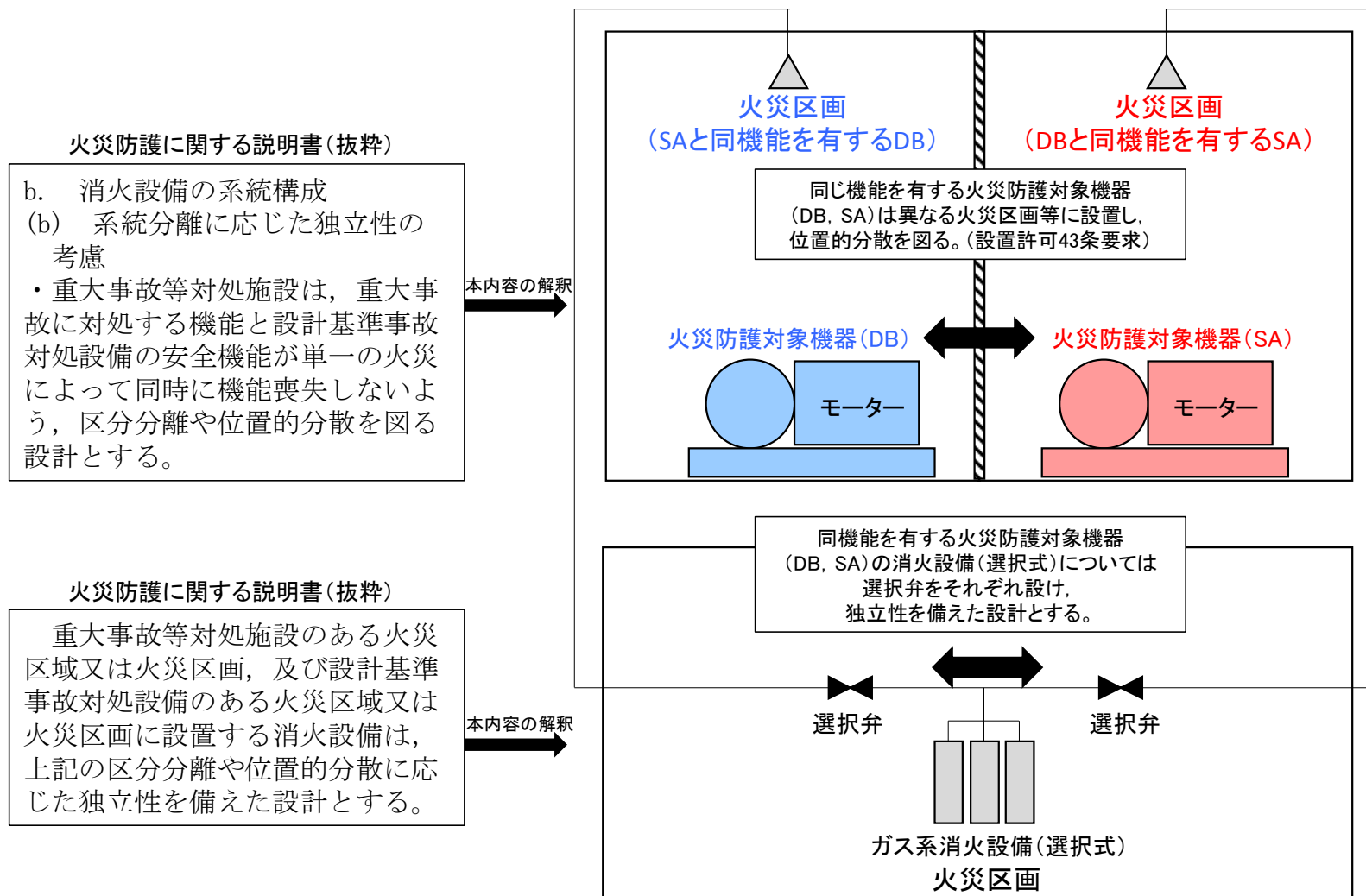
重大事故等対処施設及び設計基準対処設備の消火設備の位置的分散に応じた独立性を備えた設計について以下に示す。

消火設備が専用式の場合は第 1 図に示す。

消火設備が選択式の場合は第 2 図に示す。



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



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

4. 火災の影響軽減に係るもの

補足説明資料 4-1

火災の影響軽減のための系統分離対策について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 6.2(3)項に示す系統分離対策の方針を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

系統分離対策の方針を示す資料を、次頁以降の図に示す。

3. 系統分離の基本的な考え方

原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物，系統及び機器における「その相互の系統分離」をする際には，単一の火災（任意の一つの火災区域で発生する火災）の発生により，相互に分離された安全区分の全ての安全機能が喪失することのないよう，安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ，Ⅲの境界を火災防護に係る審査基準 2.3.1(1)，(2)a, c で分離する。（第1図）

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

安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ，Ⅲの境界を火災防護に係る審査基準 2.3.1(1)，(2)a, c で分離し，単一火災によっても安全区分Ⅰ，安全区分Ⅱが同時に機能喪失することを回避し，高温停止，低温停止を達成

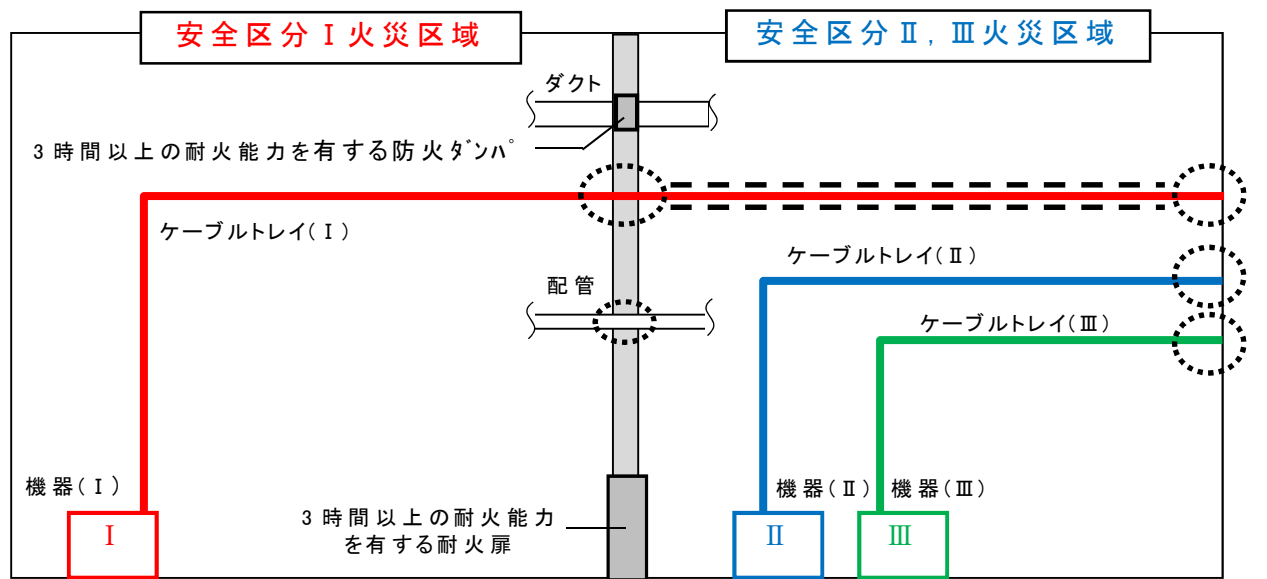
第1図 系統分離の概要

4. 系統分離のための具体的対策

4.1 火災区域又は火災区画内の系統分離対策

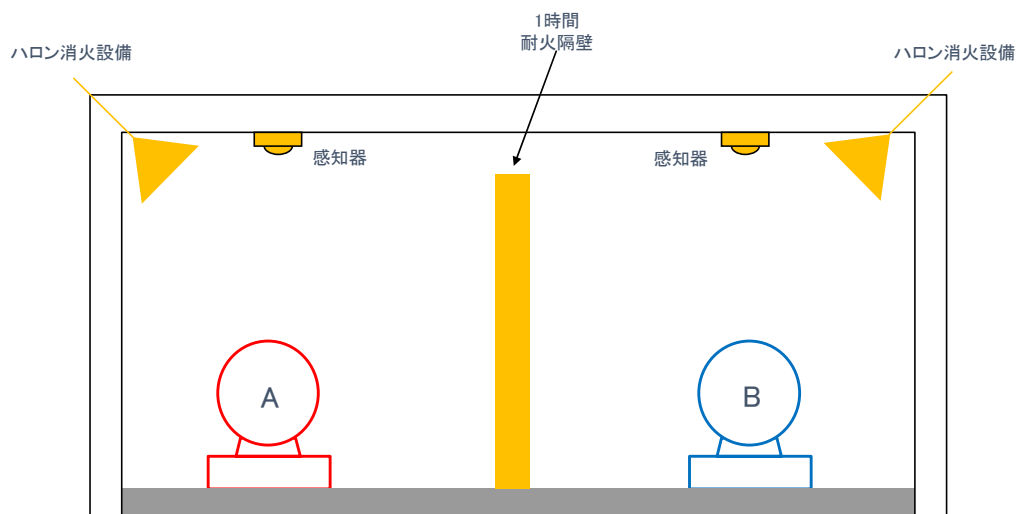
(1) 火災防護対象ケーブルの系統分離対策

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3図)



○ ○ ○ ○ ○ : 3時間以上の耐火貫通部耐火処理 - - - : 1時間耐火隔壁+感知+自動消火設備

第2図 火災防護対象ケーブルの系統分離概要



第3図 1時間耐火隔壁+感知・自動消火の概要

補足説明資料 4-2

ケーブルトレイに適用する 1 時間耐火隔壁の
火災耐久試験の条件について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 6.2 項に示すケーブルトレイの系統分離として鉄板及び発泡性耐火被覆を適用する場合の火災耐久試験において、ケーブルトレイ上面及び側面の加熱温度を 180℃とする理由を示すために、補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

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

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

高温ガス層の温度評価結果を第 1 表に示す。

(注) 火災防護に関する説明書 6.2.3(2)項

第 1 表 高温ガス層の温度評価結果

火災区画	部屋面積 (m ²)	高さ (m)	初期温度 (°C)	火災源	結果 (°C)
R-B2-6	101	5.6	40	ケーブルトレイ	50
R-B2-7	88	5.6	40	ケーブルトレイ	51
R-B2-15(2)	113	6.0	40	SWGR HPCS	84
R-2-3(2)	477	6.3	40	ケーブルトレイ	42
R-2-8	604	4.0	40	ケーブルトレイ	43
R-1-6(1)	60	5.0	40	ケーブルトレイ	57
R-1-6(2)	60	5.0	40	MCC2D-6	133
R-1-6(3)	85	5.8	40	MCC2C-6	99
R-1-6(4)	85	5.8	40	ケーブルトレイ	51

3. FDTs を用いた高温ガスの評価

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

3.1 評価準備

3.1.1 火災源の特定

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

3.1.2 火災源の発熱速度（Q）の特定

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

また、火災源については、評価ガイドを参照し、以下の手順で HRR を算出する。

(1) ポンプ等の油内包機器

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

(2) ケーブルトレイ

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

3.2 高温ガス評価温度

3.2.1 計算モデル

評価に当たっては、「閉鎖区画対象モデル」を使用する。

3.2.2 評価の前提条件

高温ガスによる影響評価の前提条件は以下の通り。

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

最小厚さの 150 mm とする。

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

3.2.3 入力値の考え方

- (1) 火災区域及び火災区画の幅 (w_c)，長さ (l_c)

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

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

- (2) 火災区域及び火災区画の高さ (h_c)

評価対象となる火災区域及び火災区画の「床面」から「天井高さ」とする。

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

- (3) 火災区域及び火災区画内の雰囲気温度 (T_a)

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

- (4) 火災区域の発熱速度 (Q)

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

3.2.4 高温ガス層の温度の評価式

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

補足説明資料 4-3

中央制御室制御盤内の分離について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 6.2(5)項に示す離隔距離等による系統分離及び1時間の耐火能力を有する隔壁等による分離対策を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

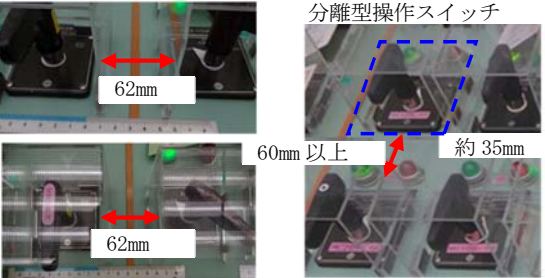
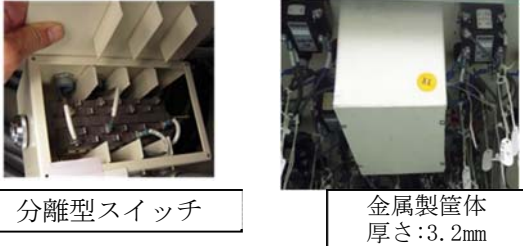
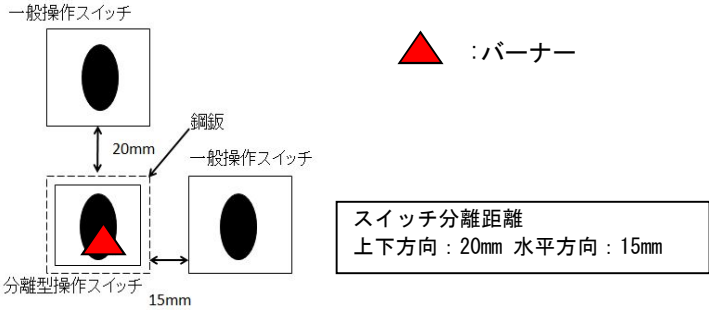
中央制御室制御盤の構成部品について、火災が発生しても近接する他の構成部品に火災の影響がないことを確認した実証試験^(注)の結果及び1時間の耐火能力を有する隔壁の設置について次頁以降に示す。

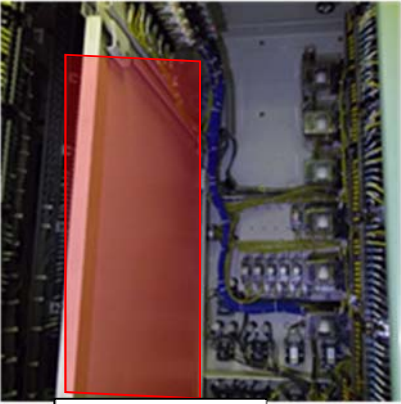
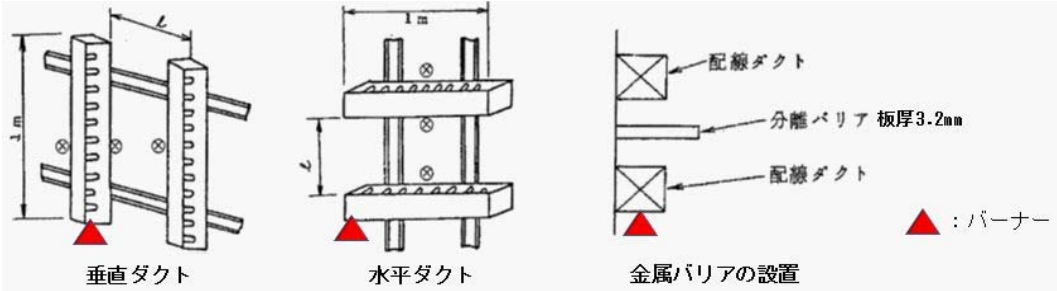
(注)実証試験結果として以下の参考文献を含む

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



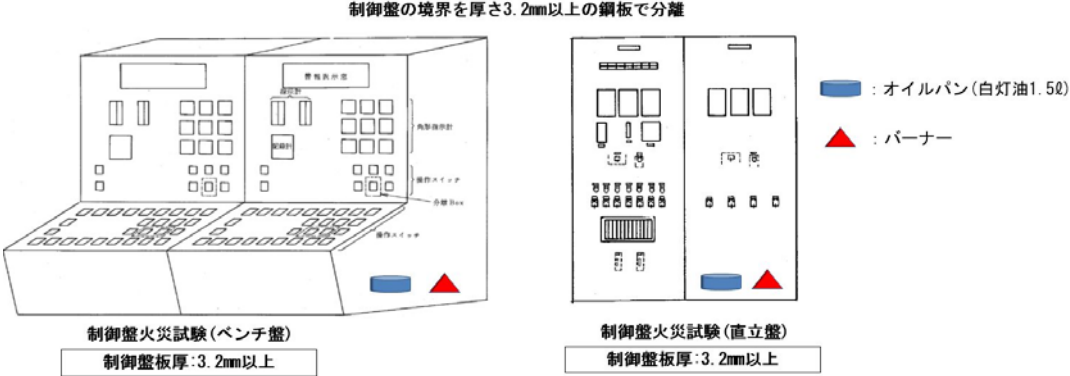
中央制御室制御盤内の分離について

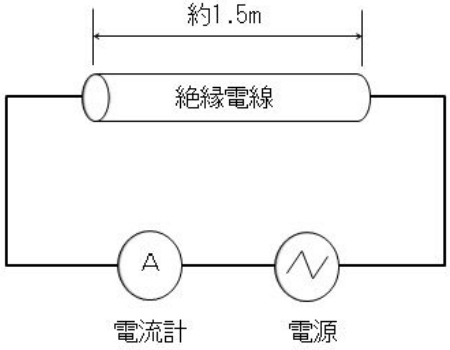
中央制御室の制御盤のスイッチ、配線などの構成部品に単一火災を構成しても、近接する他構成部品に影響がおよばないことを確認した実証試験の知見を踏まえ十分な分離を行う設計とする。以下に実証試験概要を示す。

対象	盤内状況の例	実証試験概要
<p>操作 ス イ ツ チ</p>	<p>【操作スイッチ表面】</p>  <p>62mm</p> <p>分離型操作スイッチ</p> <p>60mm 以上</p> <p>約 35mm</p> <p>62mm</p> <p>【操作スイッチ裏面】</p>  <p>分離型スイッチ</p> <p>金属製筐体 厚さ:3.2mm</p> <p>上記は全て実機計測値</p>	<p>1. 目的 鋼板で覆った操作スイッチに火災が発生しても、適切な分離距離を確保している場合は、近接する操作スイッチに火災の影響がおよばないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容</p> <p>(1) 過電流による火災(内部火災) 鋼板で覆われた分離型操作スイッチに過電流を通电することで、分離型操作スイッチ内の内部火災を模擬し、隣接する一般操作スイッチへの影響を確認した。 【判定基準】 隣接する一般操作スイッチへの延焼性(目視による確認)</p> <p>(2) バーナー着火による火災(外部火災) 鋼板で覆われた分離型操作スイッチの外側からバーナーで着火することで、制御盤内での火災を模擬し、分離型操作スイッチへの影響を確認した。 【判定基準】 a. 絶縁抵抗測定 b. 通电確認(ランプ点灯にて確認) c. 操作性の確認</p>  <p>一般操作スイッチ</p> <p>20mm</p> <p>鋼板</p> <p>一般操作スイッチ</p> <p>分離型操作スイッチ</p> <p>15mm</p> <p>▲ :バーナー</p> <p>スイッチ分離距離 上下方向 : 20mm 水平方向 : 15mm</p> <p>2. 試験結果 鋼板で覆った分離型操作スイッチに火災が発生しても、適切な分離距離を確保している場合は、近接する一般操作スイッチに火災の影響がないことを確認した。また、制御盤内の火災が発生しても、鋼板で覆われた分離型操作スイッチには、火災の影響が及ばないことを確認した。</p>

対象	盤内状況の例	実証試験概要
盤内配線ダクト	 <p data-bbox="450 922 663 975">鋼板による分離</p> <p data-bbox="427 991 813 1090">金属バリア：厚さ 4mm 離隔距離：3cm 以上</p> <p data-bbox="696 1098 936 1123">上記は全て実機計測値</p>	<p data-bbox="969 312 1070 338">1. 目的</p> <p data-bbox="1016 341 2101 400">金属バリア又は盤内配線ダクト内に設置している区分の配線に火災が発生しても、異区分の配線に火災の影響がおよばないことを確認する。</p> <p data-bbox="969 403 1115 429">2. 試験内容</p> <p data-bbox="969 432 1106 458">(1)空間距離</p> <p data-bbox="969 461 2101 520">配線を収納したダクトを並べ、ダクトの距離を自由に変えるようにし、片側のダクトの配線にバーナーで着火し、もう一方のダクトへの影響を確認した。</p> <p data-bbox="994 523 1771 549">【判定基準】隣接する盤内配線ダクトの影響度(目視確認(変色, 変形等))</p> <p data-bbox="969 552 1151 577">(2)電線管バリア</p> <p data-bbox="969 580 2101 676">配線を収納したダクトを並べ、ダクトの距離を自由に変えられるようにし、ダクトの間に板厚 3.2mm の金属バリアを設置し、片側のダクトの配線にバーナーで着火し、金属バリアがある場合のもう一方のダクトへの影響を確認した。</p> <p data-bbox="994 679 1771 705">【判定基準】隣接する盤内配線ダクトの影響度(目視確認(変色, 変形等))</p> <div data-bbox="1014 743 2067 1034">  <p data-bbox="1093 1007 1205 1032">垂直ダクト</p> <p data-bbox="1375 1007 1487 1032">水平ダクト</p> <p data-bbox="1637 1007 1809 1032">金属バリアの設置</p> <p data-bbox="1912 954 2063 979">▲ : バーナー</p> </div> <p data-bbox="969 1129 1093 1155">2. 試験結果</p> <p data-bbox="969 1158 2112 1217">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。</p> <p data-bbox="969 1220 2067 1279">金属バリアがある場合は、3 cm の距離であっても、もう一方へのダクトへの影響がないことを確認した。なお、塩化ビニル電線と難燃性電線の相違はなかった。</p>

対象	実証試験概要
金属外装ケーブル	<p>1. 目的 制御盤内に設置している金属外装ケーブルが制御盤内の火災により影響を受けないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 (1)金属外装ケーブル ケーブルを収納した電線管及びフレキシブル電線管を外部からバーナーで着火し、電線管及びフレキシブル電線管内のケーブルへの影響を確認した。</p> <p>【判定基準】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・絶縁抵抗測定 ・絶縁被覆の形状(溶融等の有無) <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">電線管内部に塩化ビニル線，難燃性電線配線を布設</p> <p style="text-align: center;">▲ 金属外装ケーブル試験</p> <p style="text-align: center;">▲ : バーナー</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>電線管の種類</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。フレキシブル電線管も塩化ビニル電線の被覆は、一部表面が溶着するが、難燃性電線には変化が見られなかった。 電線管及びフレキシブル電線管の塩化ビニル電線，難燃性電線の絶縁抵抗は、試験前後に変化はなく、電線管及びフレキシブル電線管に収納することで分離機能を有することが確認できた。</p>

対象	盤内状況	実証試験概要
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">制御盤</p>	  <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</p> <p>(1) 制御盤バーナー着火試験 制御盤内の外部ケーブルの立ち上がり部をバーナーにより強制着火し、隣接制御盤への火災の影響を確認した。なお、隣接盤への影響は、以下の判定基準にて確認した。</p> <p>(2) 制御盤油点火試験管 制御盤内にオイルパンを設置し、白灯油 1.5ℓに強制着火させ、制御盤内の全面火災による隣接制御盤の火災の影響を確認した。隣接制御盤への影響は、以下の判定基準にて確認した。</p> <p>(3) 判定基準</p> <ul style="list-style-type: none"> ・隣接制御盤の変色，変形の有無 ・隣接制御盤の通電性の確認(ランプ点灯にて確認) ・火災鎮火後の隣接制御盤の操作性の確認 ・火災鎮火後の隣接制御盤の絶縁抵抗測定 <p style="text-align: center;">制御盤の境界を厚さ3.2mm以上の鋼板で分離</p>  <p>■ : オイルパン(白灯油1.5ℓ) ▲ : バーナー</p> <p>制御盤火災試験(ベンチ盤) 制御盤板厚:3.2mm以上</p> <p>制御盤火災試験(直立盤) 制御盤板厚:3.2mm以上</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が確認した。したがって、隣接制御盤に火災の影響はなく、分離性が確保されることを確認した。</p>

対象	実証試験概要
盤内絶縁電線	<p>1. 目的 中央制御室の制御盤内に設置している絶縁電線が短絡事故等を想定した過電流により発火せず、同一制御盤内の他機器に火災の影響がおよばないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 (1) 空中一条敷設過電流試験 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"> ○600V NC-HIV 2mm² 低塩酸ビニル電線 ○600V HIV 2mm² 耐熱ビニル電線 ○600V IV 2mm² ビニル電線 ○600V FH 2mm² テフゼル電線 <p>【判定基準】 過電流によって発火しないこと</p> <div style="text-align: center;">  <p>空中一条敷設過電流試験の装置</p> </div> <p>3. 試験結果 盤内絶縁電線は4種類とも過電流によって発火する前に導体が溶断し、発火しないことを確認した。したがって、同一制御盤内の他機器へ火災の影響はなく、分離性が確保されることを確認した。</p>

補足説明資料 4-4

中央制御室の火災の影響軽減対策について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 6.2(5)b.(b), 6.2(5)b.(c), 6.2(6)項に示す、中央制御室の火災感知設備, 消火設備による火災への早期対応及び中央制御室床下の系統分離対策について、補足資料として添付するものである。

2. 内容

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

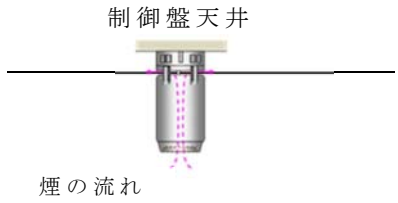
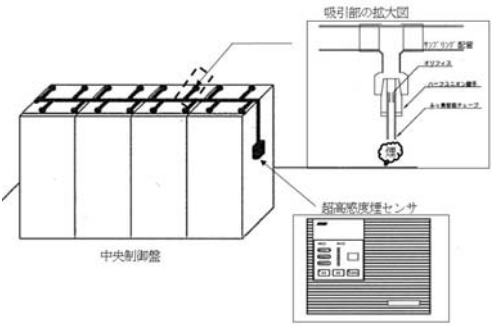
3. 中央制御室制御盤の火災感知設備及び消火設備

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

したがって，高感度煙感知器の設置による早期の火災感知及び常駐する運転員による早期の消火活動を行う設計とする。

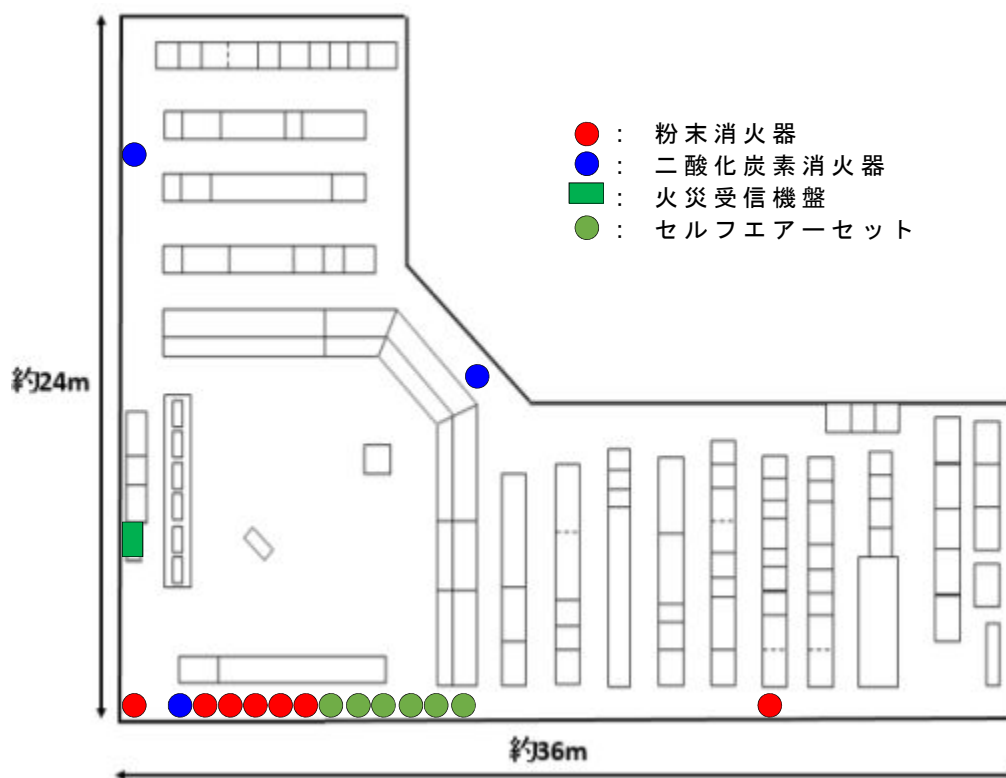
3.1 火災感知設備

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

火災感知器の設置場所	火災感知器の型式
<p>中央制御室制御盤内</p> <p>複数の区分の安全系機能を有する制御盤内でのケーブル延焼火災に対する早期消火活動を行うことを考慮</p> <ul style="list-style-type: none"> 盤内のケーブル延焼火災を初期段階から検知するため、制御装置や電源盤用に開発された高感度煙感知器、超高感度煙センサを設置(別紙2)(アナログ式) 盤内天井に間仕切りがある場合は、感知器までの煙の伝搬が遅れる可能性を考慮し、盤内伝上の間仕切り毎に感知器を設置する。また、動作感度を一般区域の煙濃度10%に対し煙濃度0.1~0.5%と設定することにより、高感度感知を可能としている。 動作感度は、誤作動の可能性を考慮し、盤内の設置環境に応じて適切に設置する。 	<p>高感度煙感知器(体積の小さい盤に採用)</p>  <p>煙の動線構造を垂直にし、電子部品の発熱による気流の煙突効果を促すことにより、異常時に生じた煙をより早く確実に捉える。</p>
	<p>超高感度煙センサ(体積の大きい盤に採用)</p>  <p>超高感度煙センサは、サンプリング管に複数設置することが可能であるため、火災発生個所の特定が短時間に可能である。</p>

3.2 消火設備

中央制御室の制御盤内の火災は、電気機器に影響がない二酸化炭素消火器を使用し、運転員による消火を行う設計とする。中央制御室のエリア概要を第1図に示す。また、運転員による制御盤内の火災に対する二酸化炭素消火器による消火の概要を第2図に示す。さらに、火災の発生箇所の特が困難な場合も想定し、サーモグラフィカメラを配備し、火災の発生箇所を特定できる設計とする。



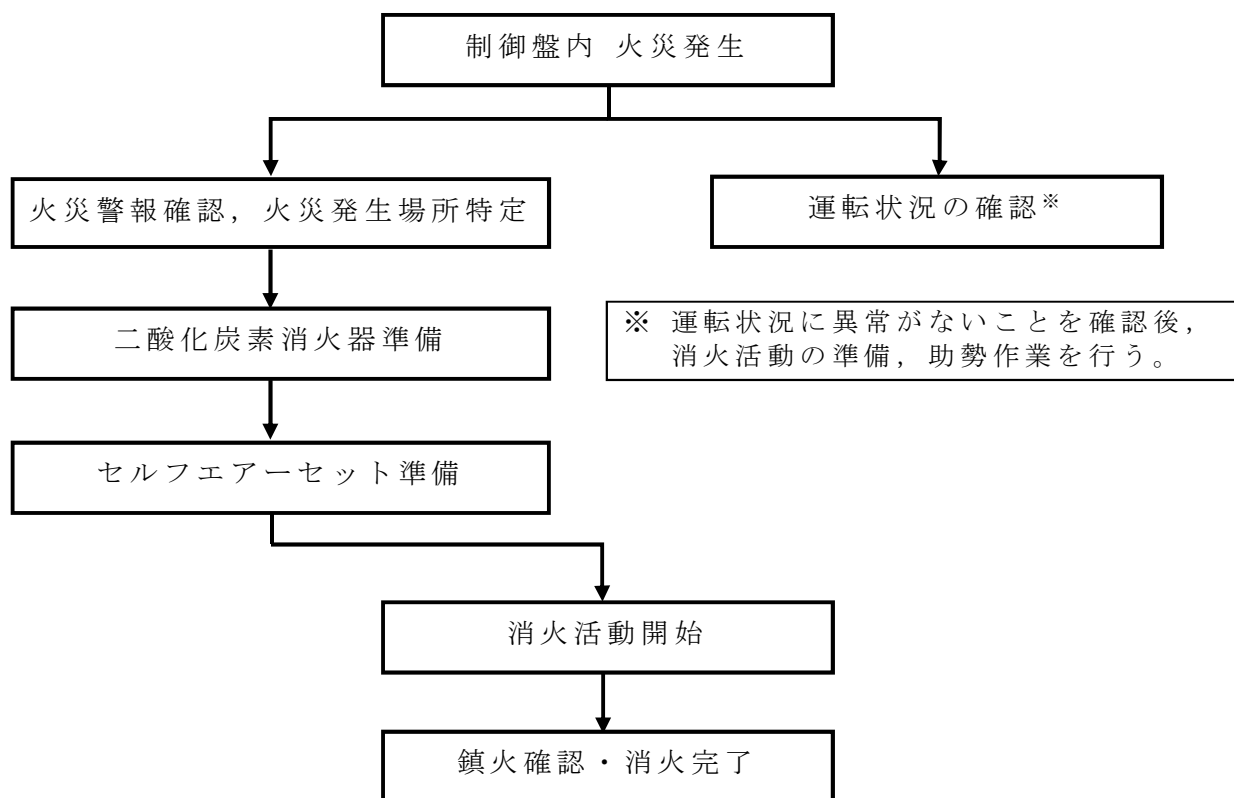
第1図 中央制御室について

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

制御盤内での消火活動を行う場合は、セルフエアーセットを装着し、火災発生箇所に対し消火活動を行う。もう1名は、予備の二酸化炭素消火器の準備等を行う。

なお、中央制御室内での移動は、距離が短いことから短時間で移動可能であるため速やかな消火活動が可能である。

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



第 2 図 運転員による制御盤内の消火活動概要

4. 中央制御室床下の系統分離対策

中央制御室の床下は、以下の系統分離対策を実施する。

4.1 コンクリートピット等による分離

中央制御室床下コンクリートピット内には安全区分の異なるケーブルを敷設しない設計とし、1 時間の耐火能力を有するコンクリートピット構造（原子力発電所の火災防護指針 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 3 図)

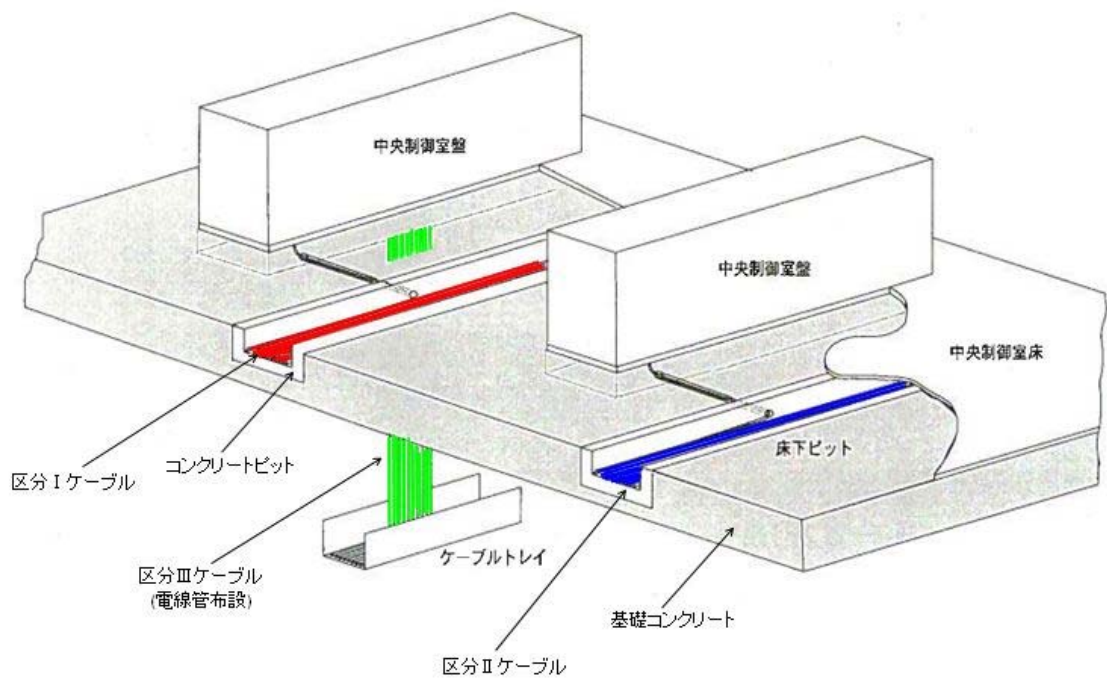
4.2 火災感知設備

中央制御室床下コンクリートピット内には、固有の信号を発する異なる 2 種類の火災感知器として、煙感知器、熱感知器を組み合わせ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などの誤作動を防止する設計とする。また、火災感知設備は、外部電源喪失時においても火災の感知が可能となるよう、非常用電源から受電するとともに、火災受信機盤は中央制御室に設置し、常時監視できる設計とする。火災受信機盤は、作動した火災感知器を 1 つずつ特定できる機能を有する設計とする。

4.3 消火設備

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならないように中央制御室床下コンクリートピット内には，ハロゲン化物自動消火設備で消火を行う設計とする。

また，火災の規模が拡大する前に消火が可能な設計とする。さらに，万一火災により煙が発生した場合でも建築基準法に準拠した容量の排煙設備により排煙が可能な設計とする。



第3図 中央制御室床下コンクリートピットの構造図

補足説明資料 4-5
火災区域(区画)特性表について

1. 目的

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

2. 内容

東海第二発電所の火災区域(区画)特性表を次頁以降の表に示す。

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

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表V

--

ケーブルリスト(特性表Yの添付)

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

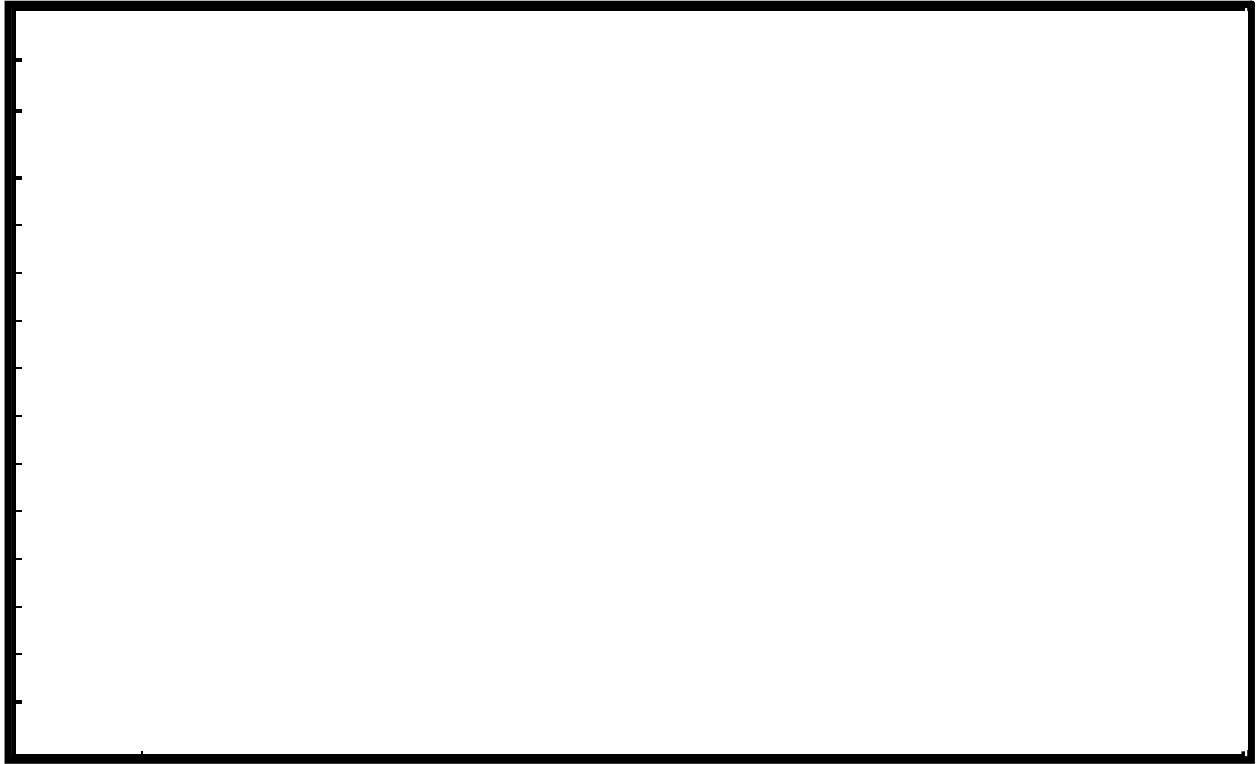
火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表V

--

火災区域特性表V



ケーブルリスト(特性表Yの添付)

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表V

--

ケーブルリスト(特性表Yの添付)

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表V

--

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表V

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)

補-4-5-41

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表 V

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表V

--

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表V

--

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

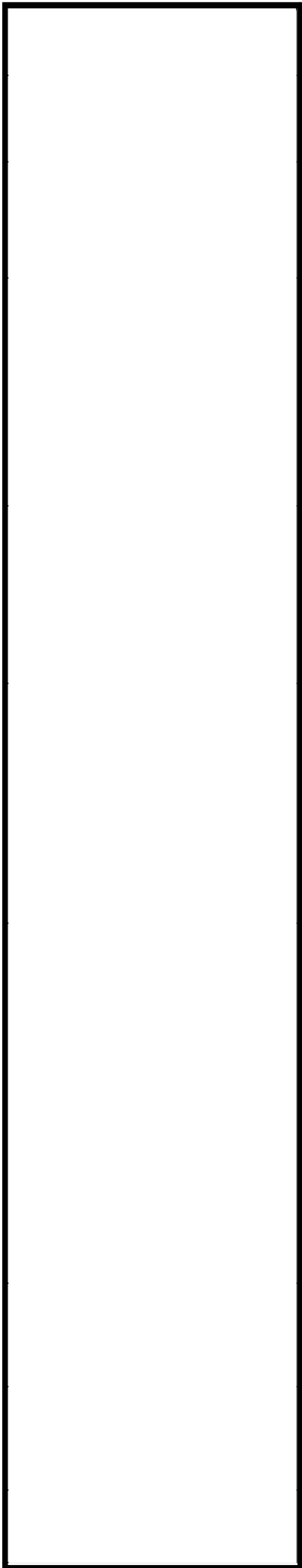
火災区域特性表IV

--

火災区域特性表V

--

ケーブルリスト(特性表Vの添付)



火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表IV

--

火災区域特性表V

--

ケーブルリスト(特性表Yの添付)

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表V

--

火災区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

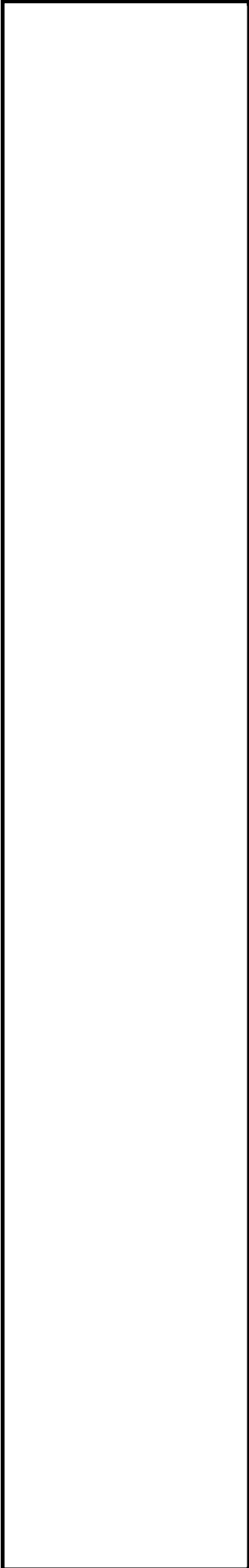
火災区域特性表IV

--

火災区域特性表V

--

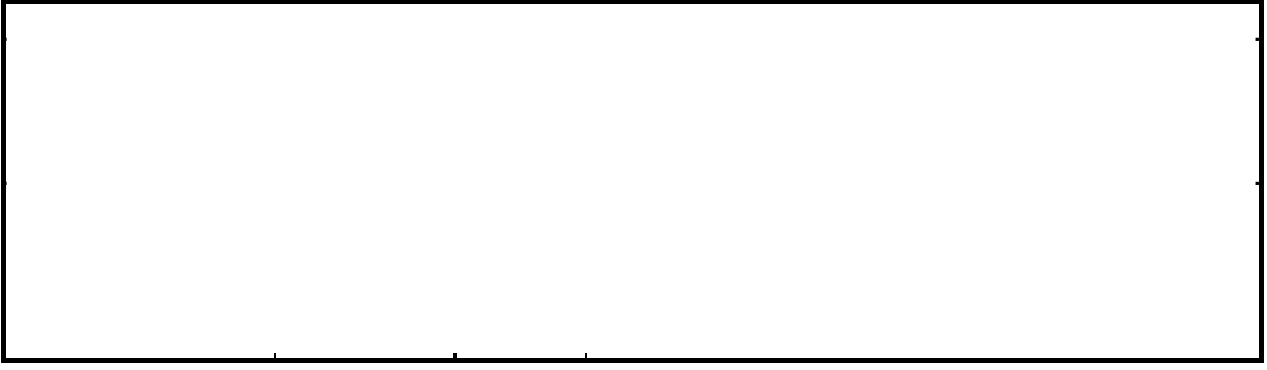
ケーブルリスト(特性表Yの添付)



火灾区域特性表 I

--

火灾区域特性表 I

This block contains a large, empty rectangular frame. It is positioned below the caption and above the footer. The frame is defined by a solid black border and is currently blank, indicating that the table content has not been populated or is a placeholder for data.

補足説明資料 4-6

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

1. 目的

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

2. 内容

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

3. はじめに

単一の内部火災を想定した場合、原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」が発生する可能性があり、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」（以下「安全評価審査指針」という。）に基づき、「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」に対処するための機器に単一故障を想定しても、事象が収束して原子炉が支障なく低温停止に移行できることを確認する。

4. 評価の前提条件

次の事項を前提とし、評価を行うこととする。

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

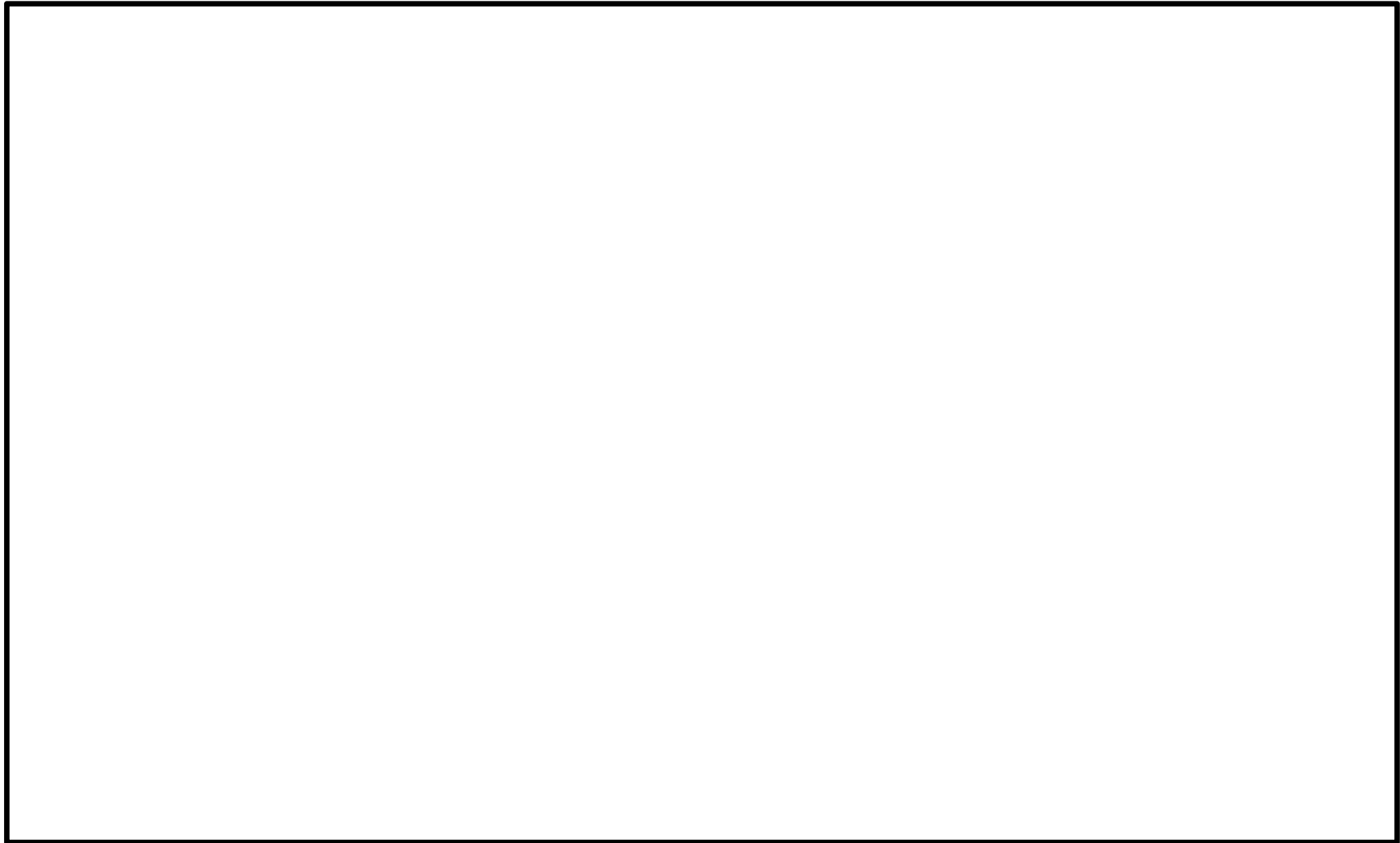
5. 火災により想定される事象の抽出

安全評価審査指針にて評価すべき具体的な事象とされる「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」が、単一の内部火災により発生し得るかを分析した。火災により想定される事象の抽出に当たっては、全ての火災区域を対象に、分析を実施し、評価対象事象を選定した。

なお、内部火災影響評価において、全ての火災区域を対象に、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉の安全停止(高温停止及び低温停止)が可能であることを確認している。

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

なお、現場に敷設されているケーブルが火災の影響を受けて損傷することにより「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」が発生することを想定した場合でも、中央制御室における火災と同様、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

5.1 火災を起因とした運転時の異常な過渡変化の発生

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

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

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

第1表 火災を起因とした運転時の異常な過渡変化

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

○：評価対象とする事象， —：評価対象外とする事象

5.2 火災を起因とした設計基準事故の発生

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

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

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

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

第2表 火災を起因とした設計基準事故

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

○：評価対象とする事象， -：評価対象外とする事象

6. 抽出された事象の単一故障評価

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

6.1 火災を起因とした「運転時の異常な過渡変化」における単一故障評価

6.1.1 給水加熱喪失

(1) 事象の概要

「給水加熱喪失」は、原子炉の出力運転中に、給水加熱器への蒸気流量が喪失して、給水温度が徐々に低下し、炉心入口サブクーリングが増加して原子炉出力が上昇する事象である(第 2 図)。

(2) 事象発生に至る火災想定

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

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

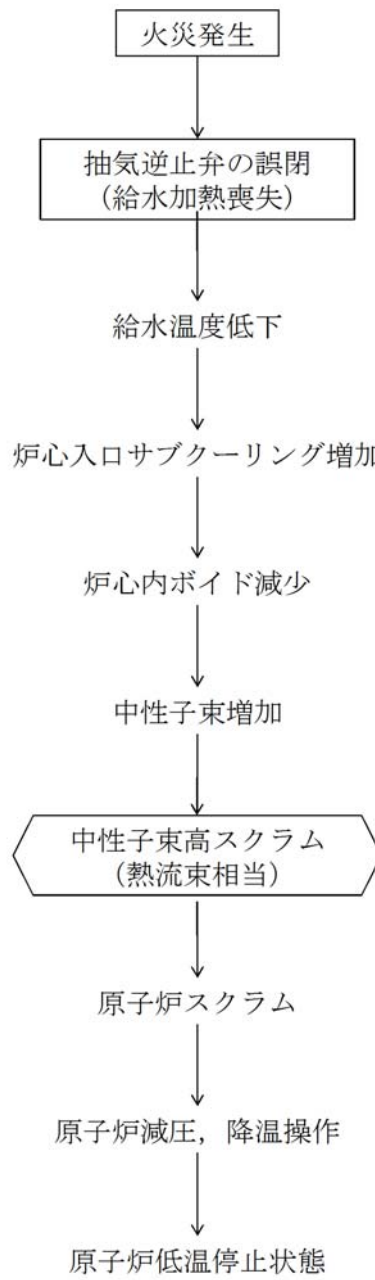
- ・タービン発電機補機盤(中央制御室 CP-7)
- ・タービン補機補助継電器盤(中央制御室 CP-9)

(3) 単一故障を想定した事象の収束

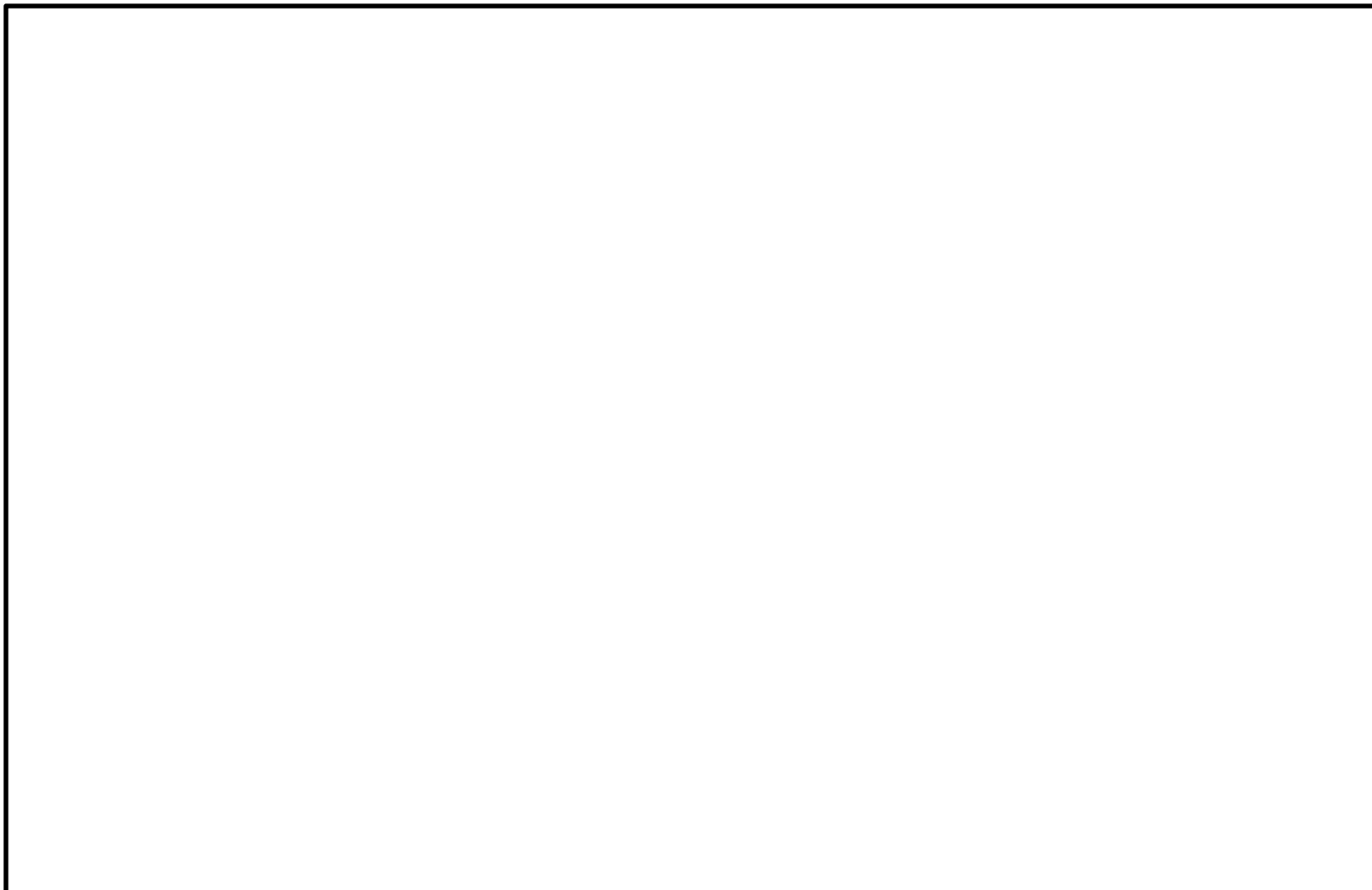
本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系(中性子束高スクラム(熱流束相当))の単一故障である。

このことを踏まえ、本事象の収束について確認した結果、本事象の発生に至るタービン発電機補機盤及びタービン補機補助継電器盤と、安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されており(第 3 図)、火災の影響を受

けないことから、安全保護系の単一故障を考慮しても、他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また、高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから、原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第2図 「給水加熱喪失」の事象過程



第3図 中央制御室制御盤の配置図(給水加熱喪失関連)

6.1.2 原子炉冷却材流量制御系の誤動作

(1) 事象の概要

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

(2) 事象発生に至る火災想定

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

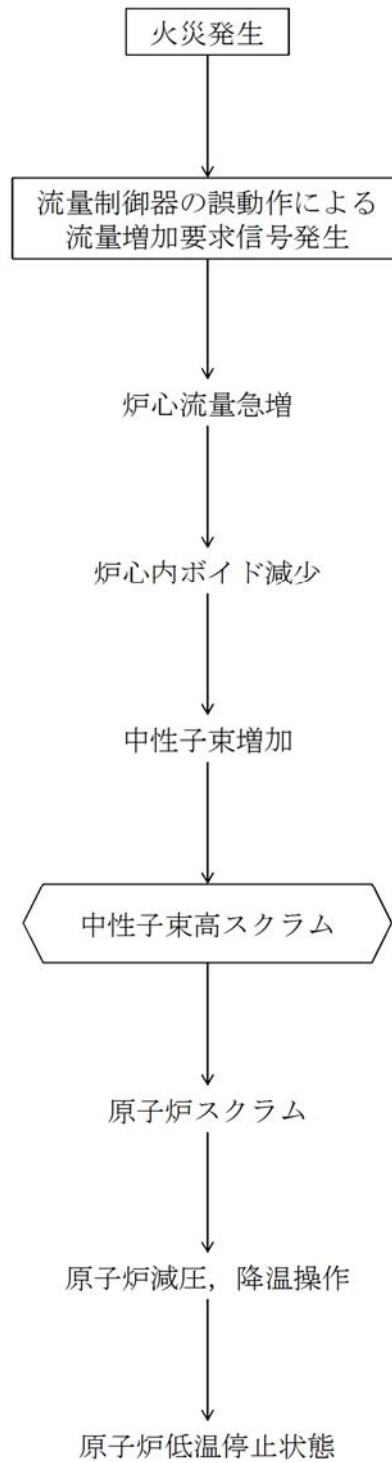
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、再循環流量が増加することを想定する。

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

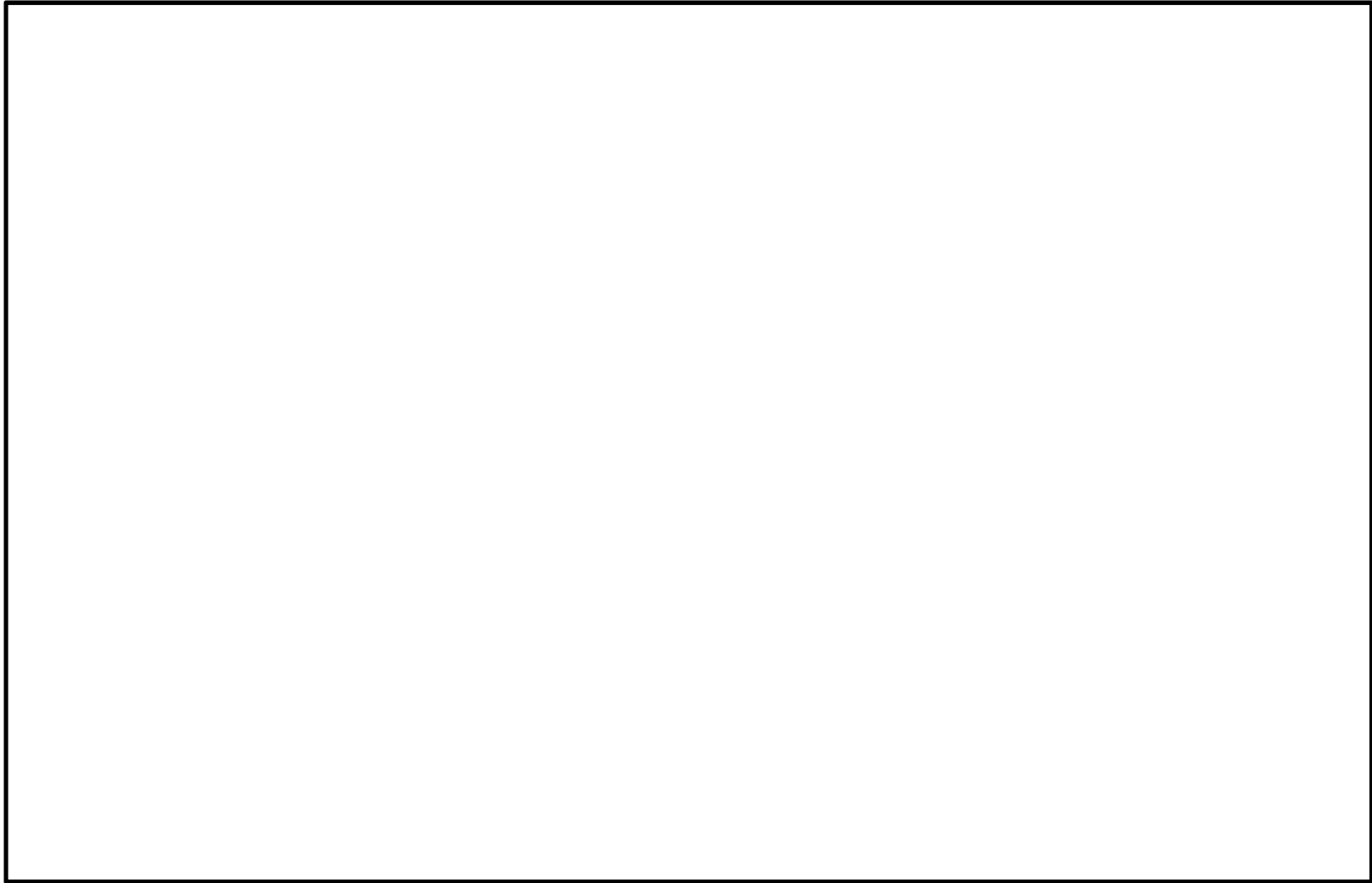
(3) 単一故障を想定した事象の収束

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

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



第4図 「原子炉冷却材流量制御系の誤動作」の事象過程



第 5 図 中央制御室制御盤の配置図(原子炉冷却材流量制御系の誤動作)

6.1.3 負荷の喪失

(1) 事象の概要

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

(2) 事象発生に至る火災想定

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

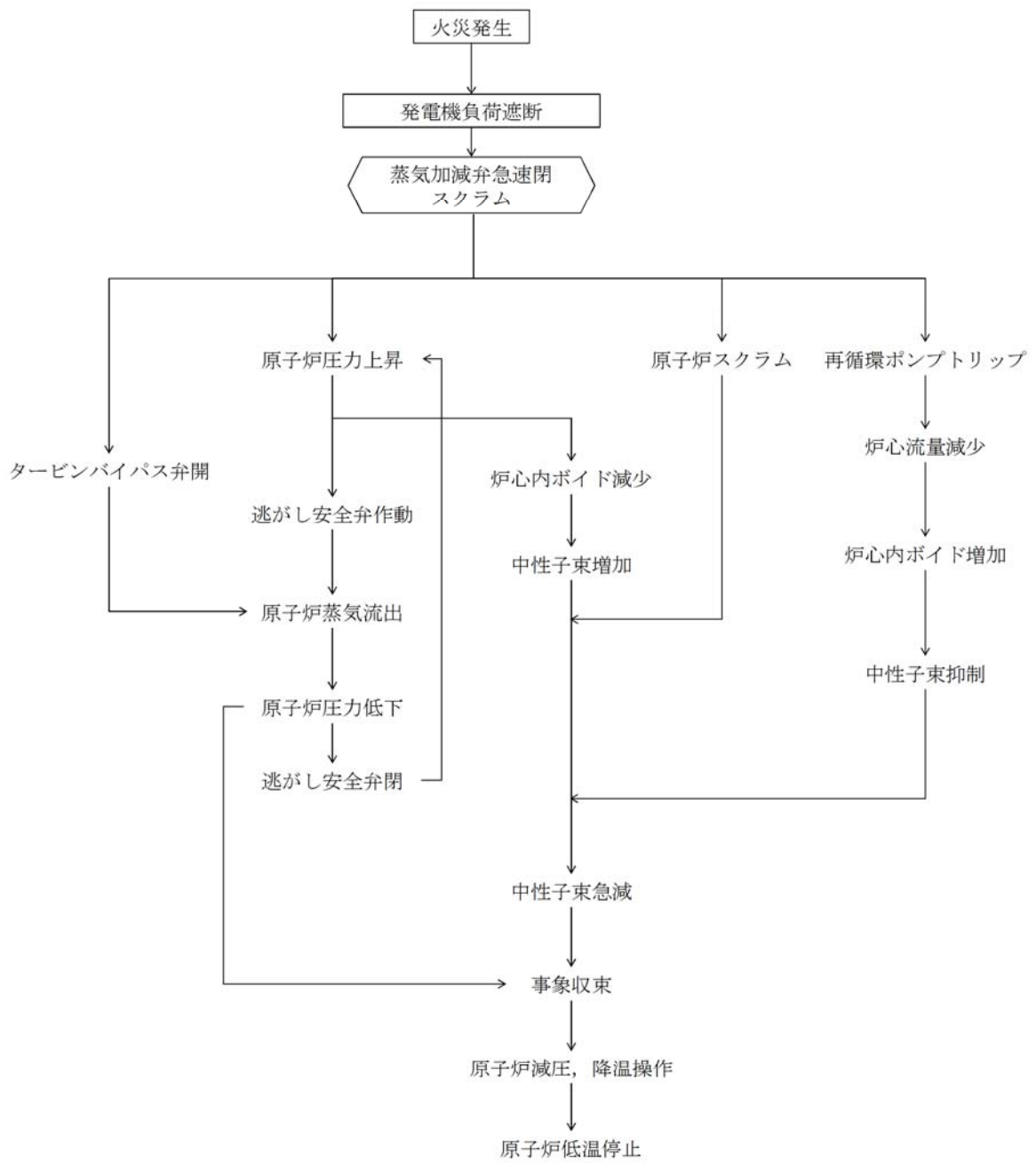
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、蒸気加減弁が急速に閉止することを想定する。

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

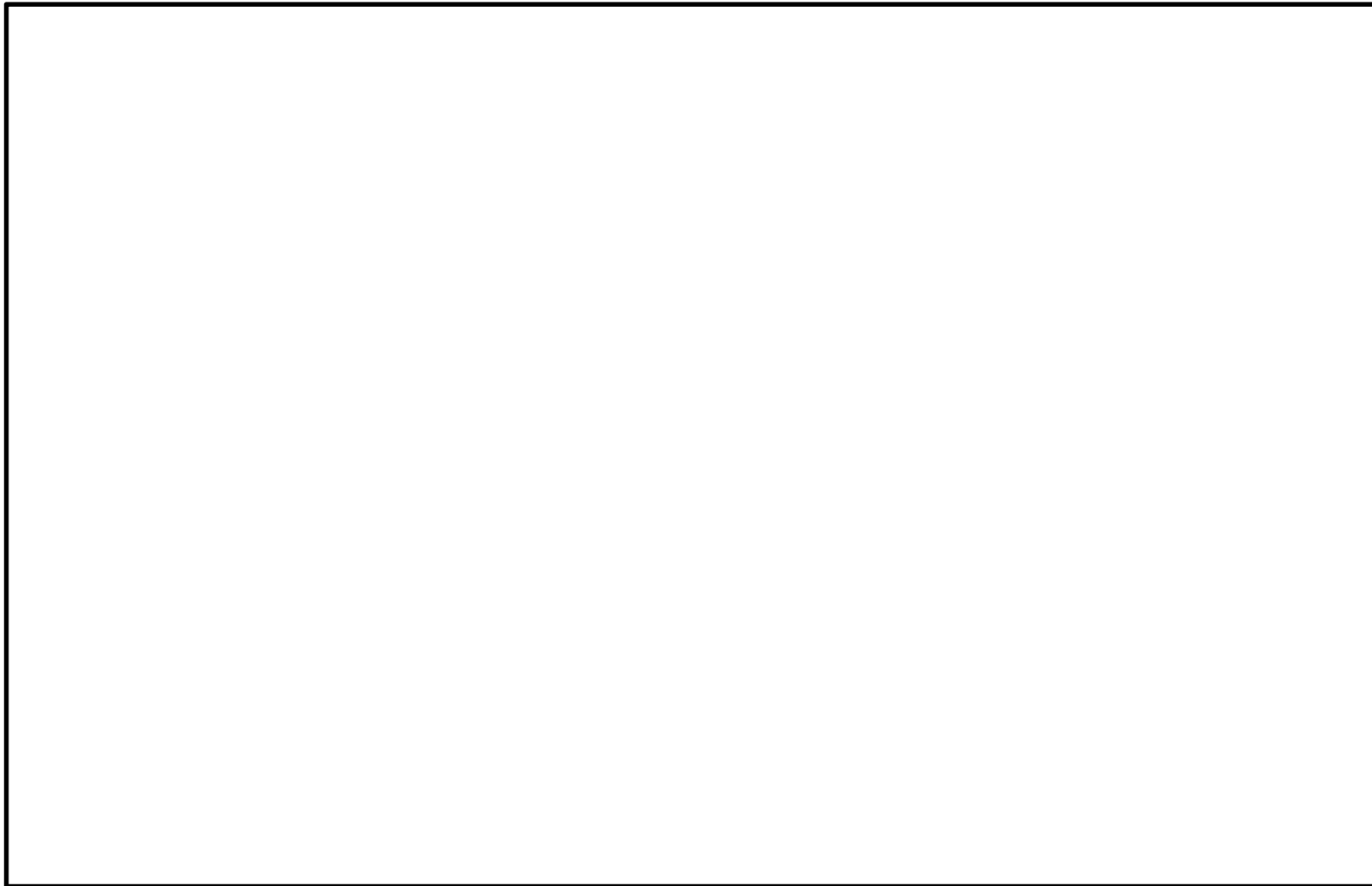
(3) 単一故障を想定した事象の収束

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

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



第 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)

6.1.4 主蒸気隔離弁の誤閉止

(1) 事象の概要

「主蒸気隔離弁の誤閉止」は、原子炉の出力運転中に、原子炉水位異常低下等の誤信号により主蒸気隔離弁が閉止し、原子炉出力が上昇する事象である(第8図)。

(2) 事象発生に至る火災想定

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

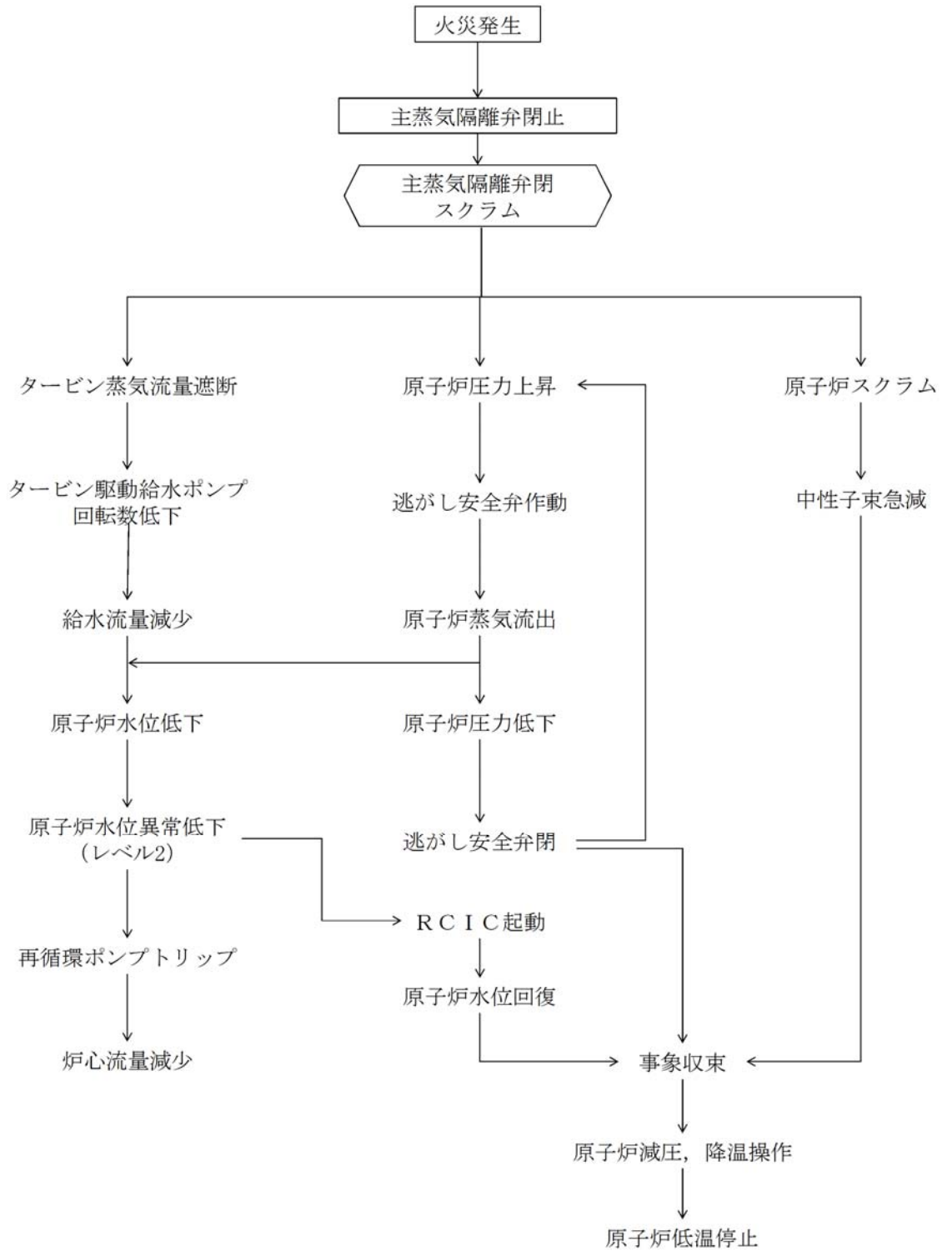
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、主蒸気隔離弁が閉止することを想定する。

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

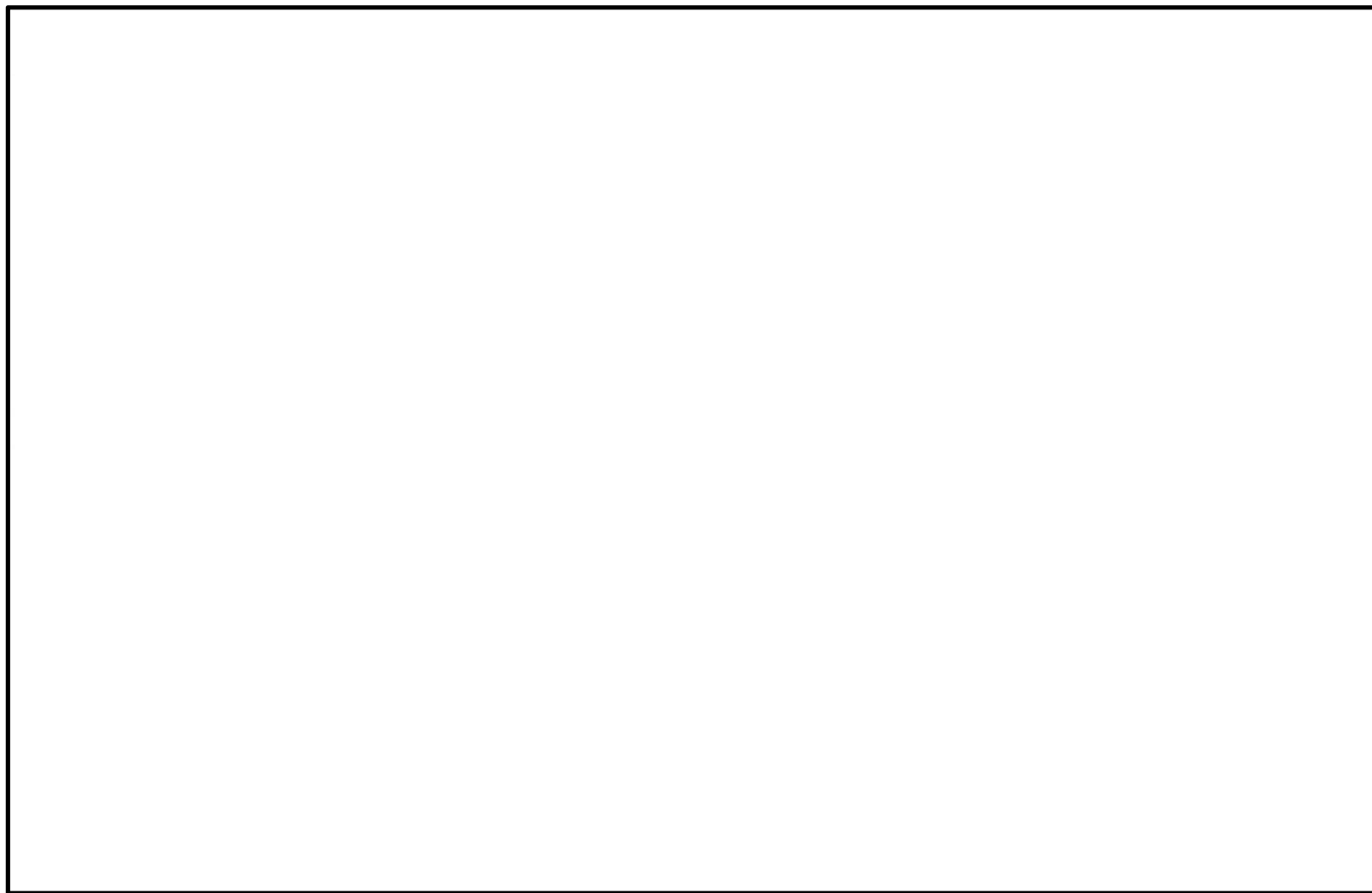
(3) 単一故障を想定した事象の収束

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

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



第 8 図 「主蒸気隔離弁の誤閉止」の事象過程



第 9 図 中央制御室制御盤の配置図(主蒸気隔離弁の誤閉止)

6.1.5 給水制御系の故障

(1) 事象の概要

「給水制御系の故障」は、原子炉の出力運転中に、給水制御系の誤動作により給水流量が急激に増加し、炉心入口サブクーリングが増加して、原子炉出力が上昇する事象である(第10図)。

(2) 事象発生に至る火災想定

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

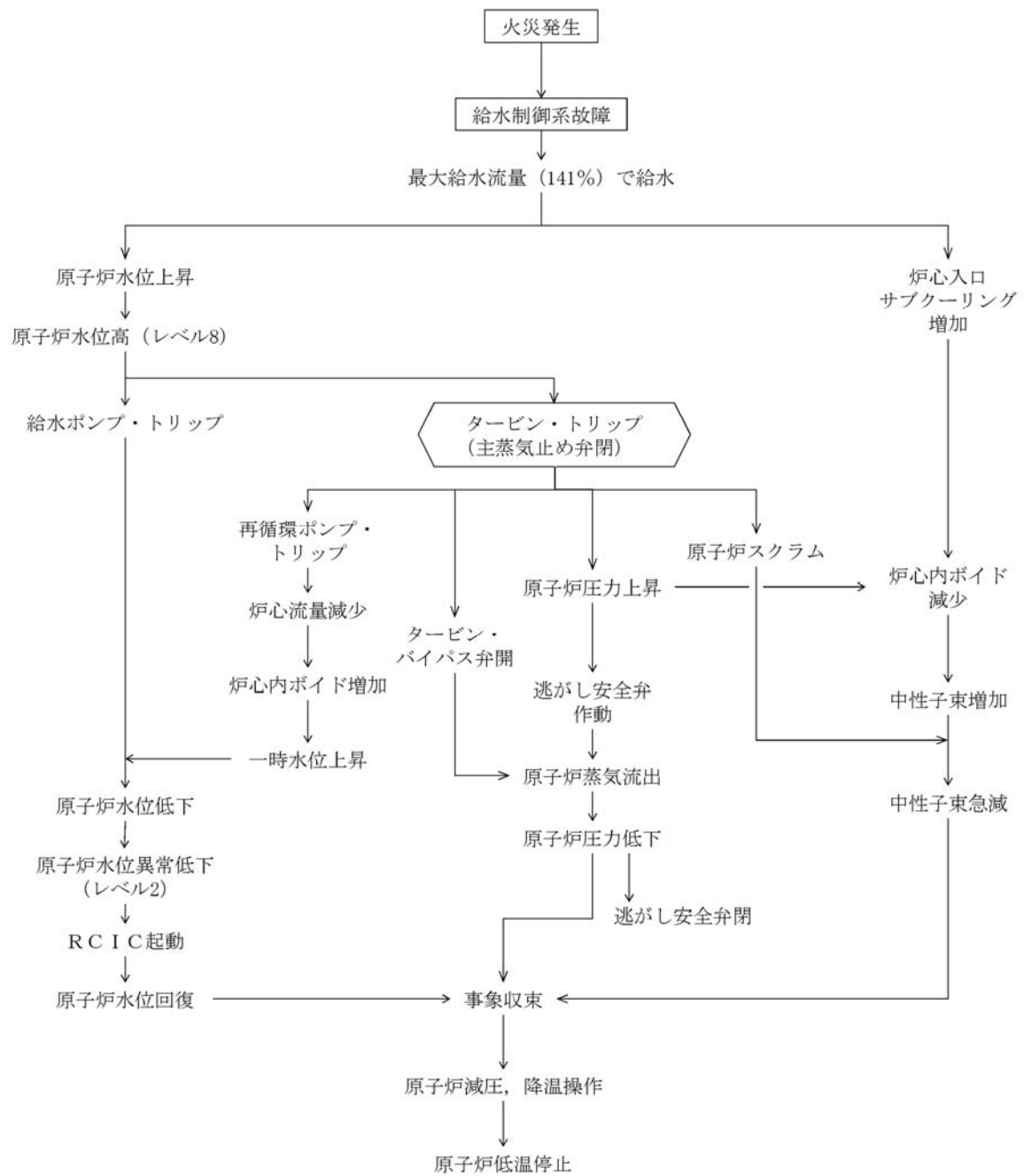
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、給水流量が急激に増加することを想定する。

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

(3) 単一故障を想定した事象の収束

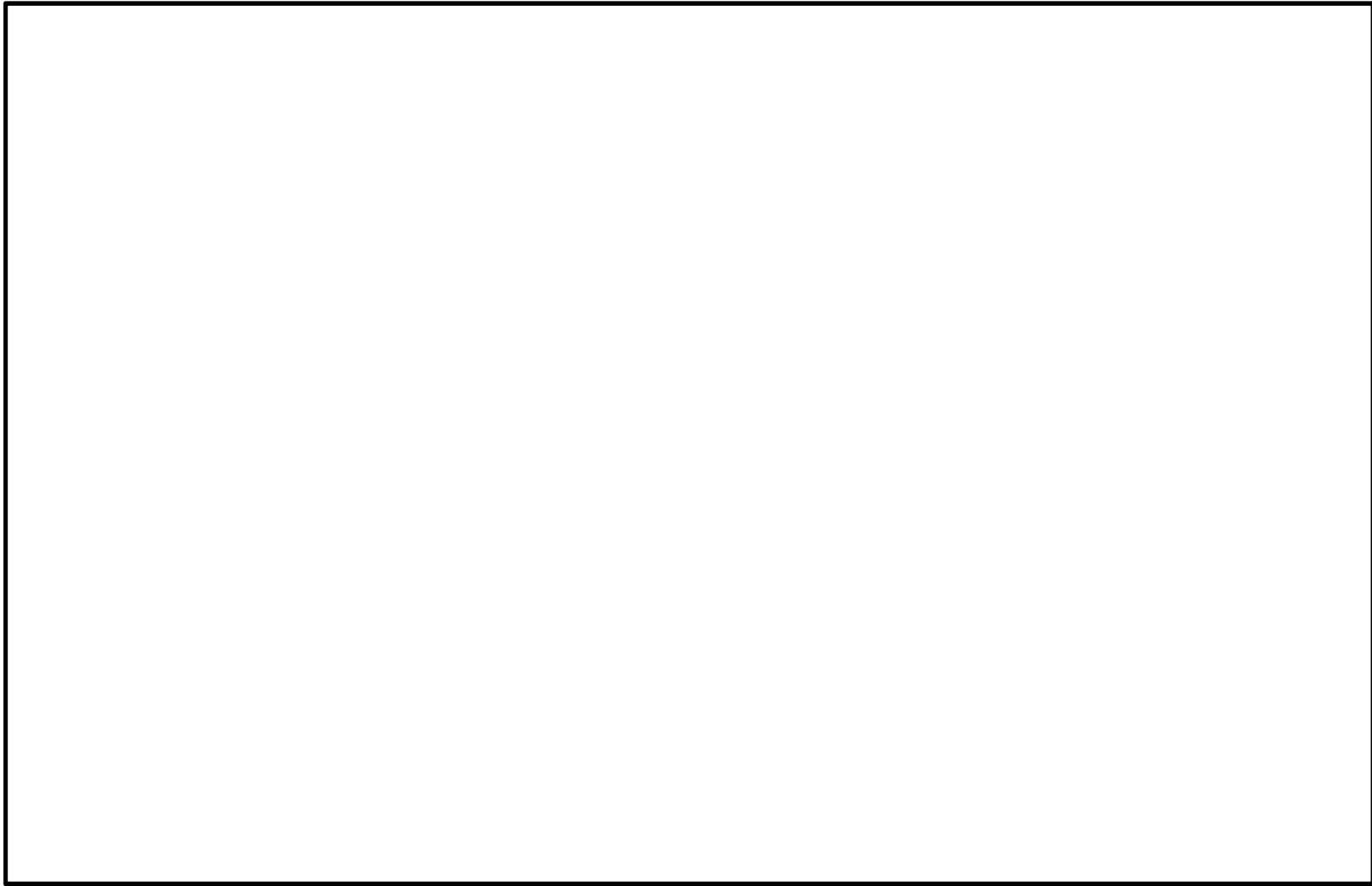
本事象発生時に対処するために必要な系統、機器のうち、解析の結果を最も厳しくする単一故障の想定は安全保護系(主蒸気止め弁閉スクラム)の単一故障である。

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



第 10 図 「給水制御系の故障」の事象過程

補-4-6-24



第 11 図 中央制御室制御盤の配置図(給水制御系の故障)

6.1.6 圧力制御系の故障

(1) 事象の概要

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

(2) 事象発生に至る火災想定

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

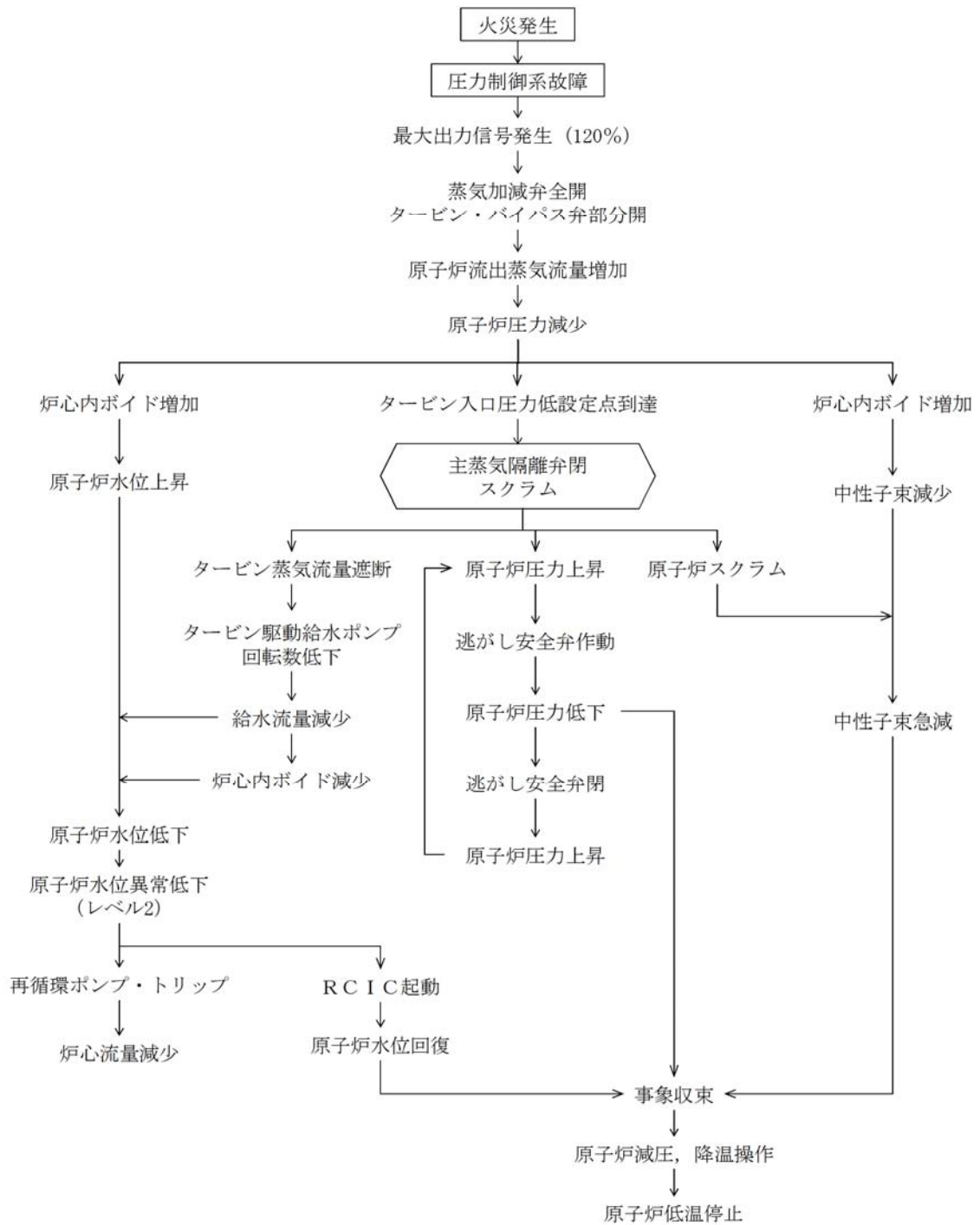
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、主蒸気流量が増加することを想定する。

- ・ EHC 制御盤(中央制御室 CP-20A～F)

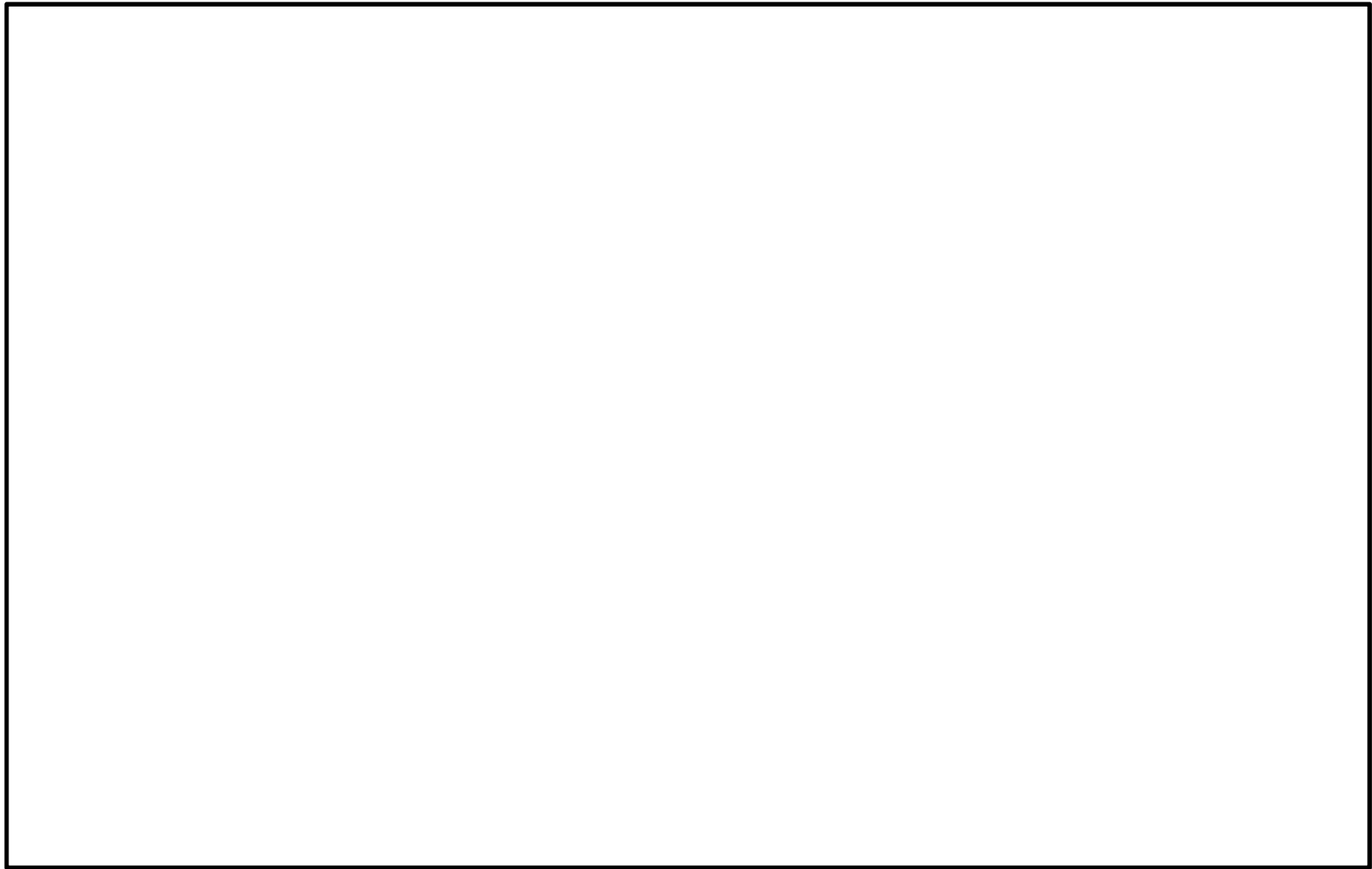
(3) 単一故障を想定した事象の収束

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

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



第 12 図 「圧力制御系の故障」の事象過程



第 13 図 中央制御室制御盤の配置図(圧力制御系の故障)

6.1.7 給水流量の全喪失

(1) 事象の概要

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

(2) 事象発生に至る火災想定

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

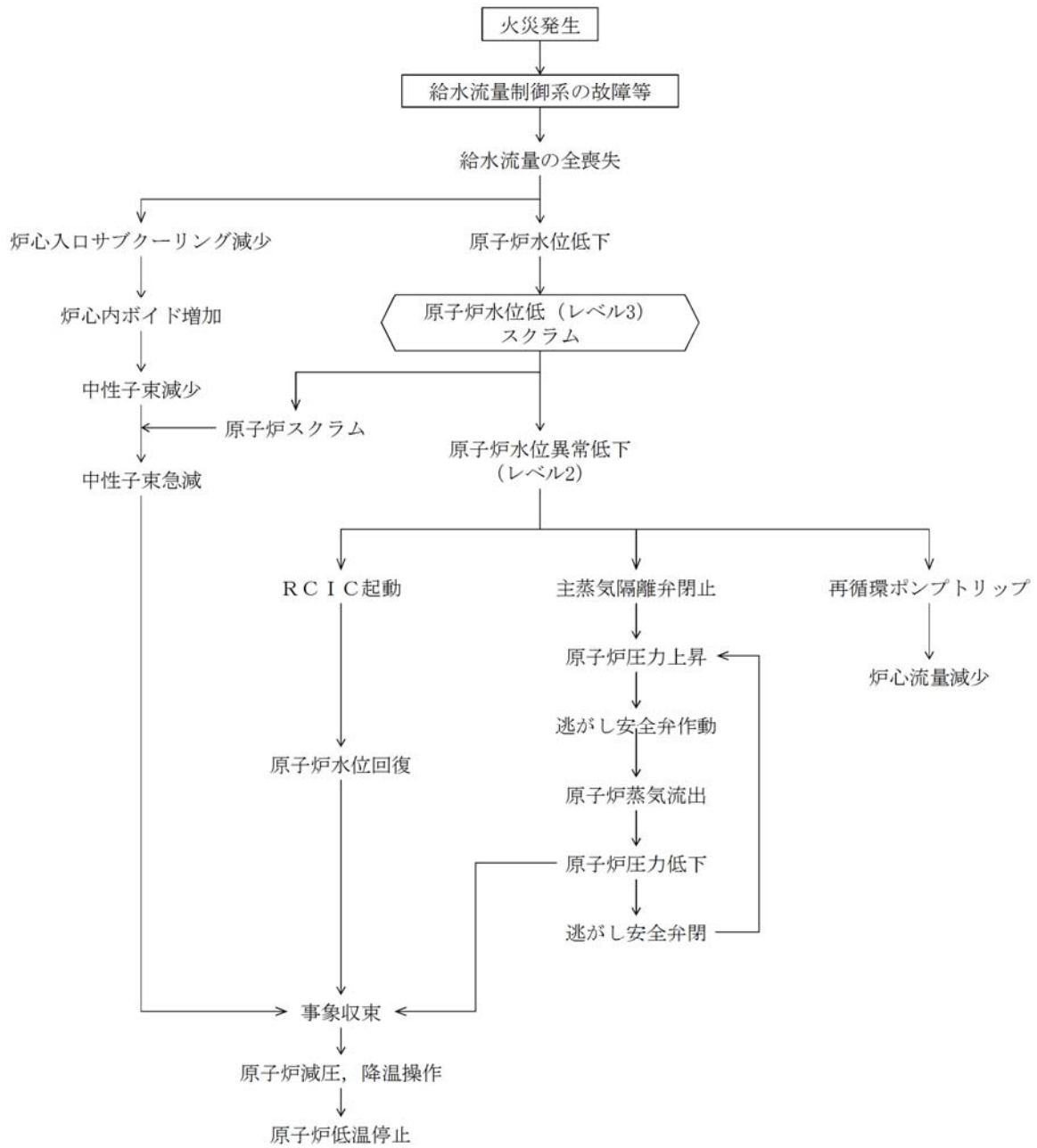
本評価では、中央制御室に設置されている次の制御盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、全給水ポンプがトリップすることを想定する。

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

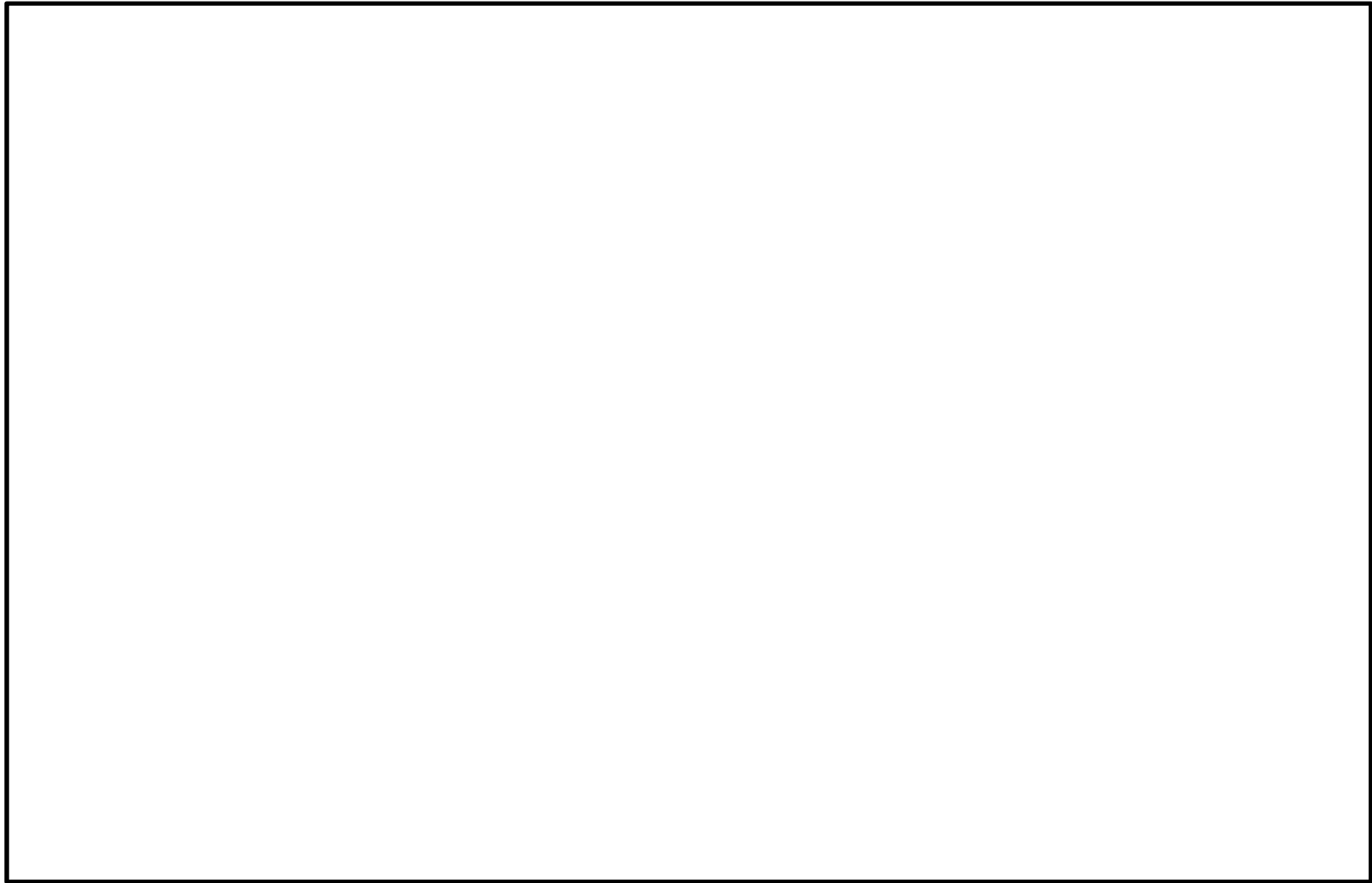
(3) 単一故障を想定した事象の収束

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

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



第 14 図 「給水流量の全喪失」の事象過程



第 15 図 中央制御室制御盤の配置図(給水流量の全喪失)

6.2 火災を起因とした「設計基準事故」における単一故障評価

6.2.1 原子炉冷却材流量の全喪失

(1) 事象の概要

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

(2) 事象発生に至る火災想定

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

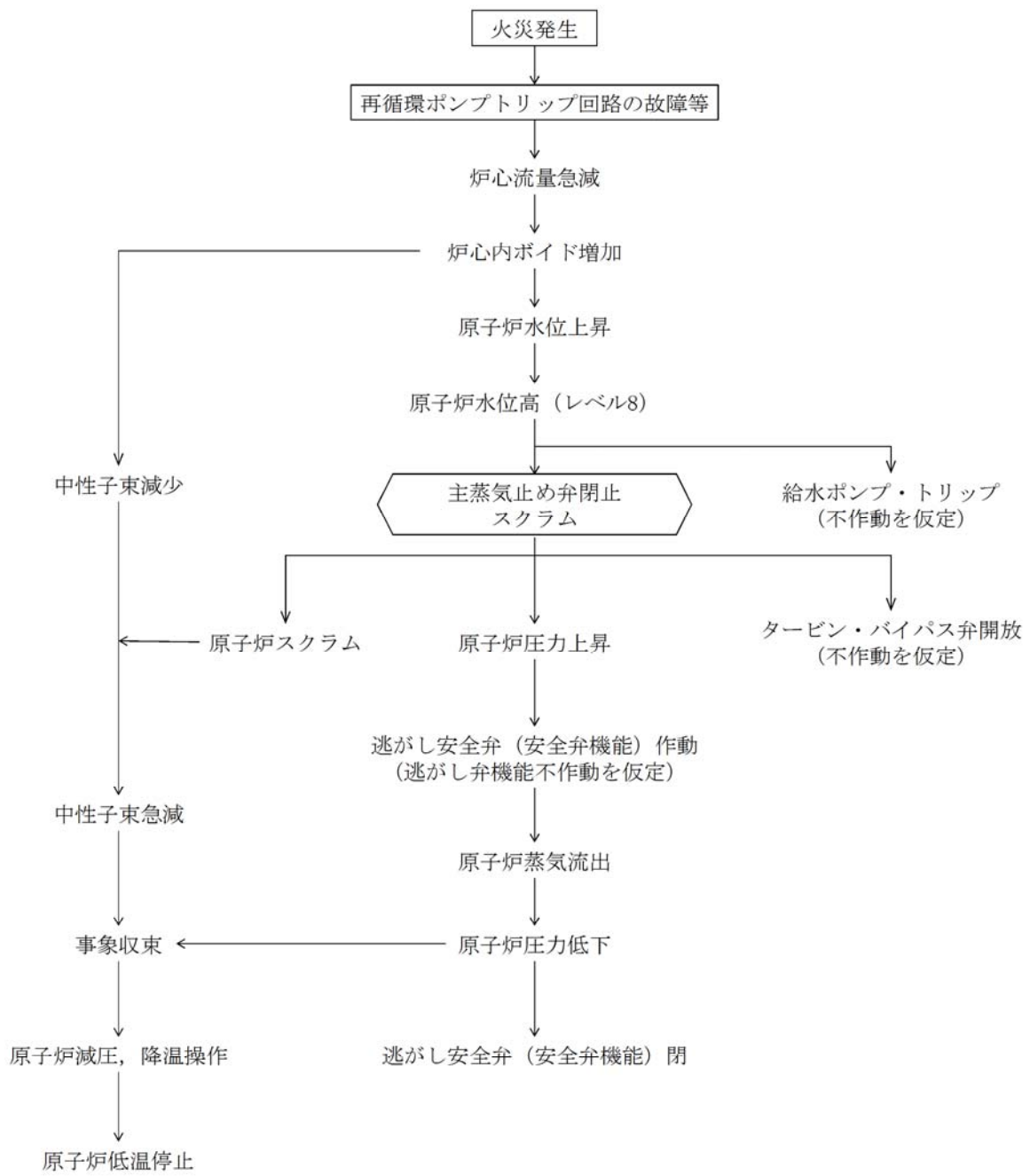
本評価では、中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し、再循環ポンプ2台がトリップすることを想定する。

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

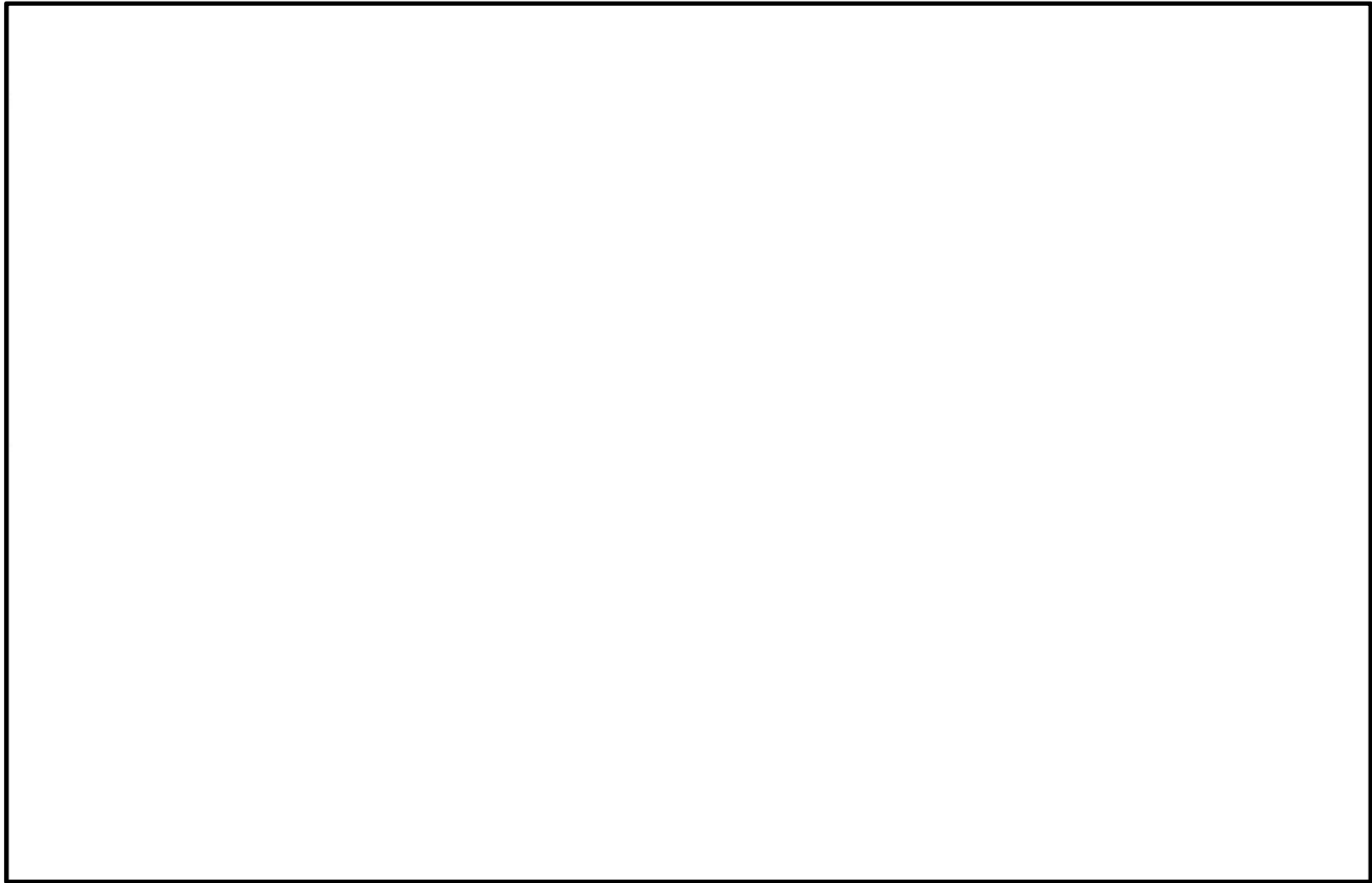
(3) 単一故障を想定した事象の収束

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

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



第 16 図 「原子炉冷却材流量の喪失」の事象過程



第 17 図 中央制御室制御盤の配置図(原子炉冷却材流量の喪失)

7. まとめ

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

第3表 単一故障を考慮した原子炉停止の評価結果の概要

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

補足説明資料 4-7

中央制御室制御盤の火災を想定した場合の対応について

1. 目的

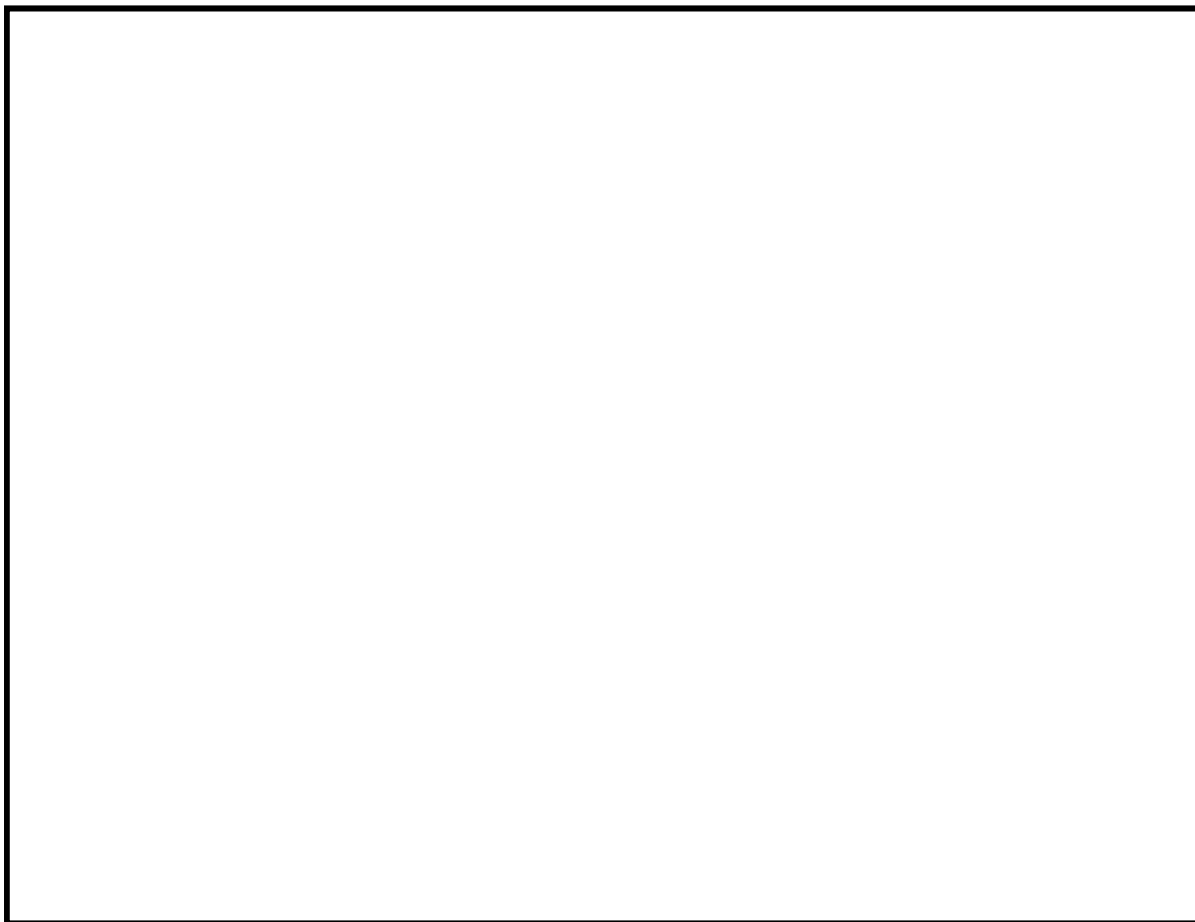
本資料は、火災防護に関する説明書 6.2(5)項に示す中央制御室制御盤 1 面が火災により安全機能を喪失した場合にも、原子炉を安全停止することが可能である評価の結果を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

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

3. 中央制御室の制御盤の配置

第1図に中央制御盤の配置を示す。



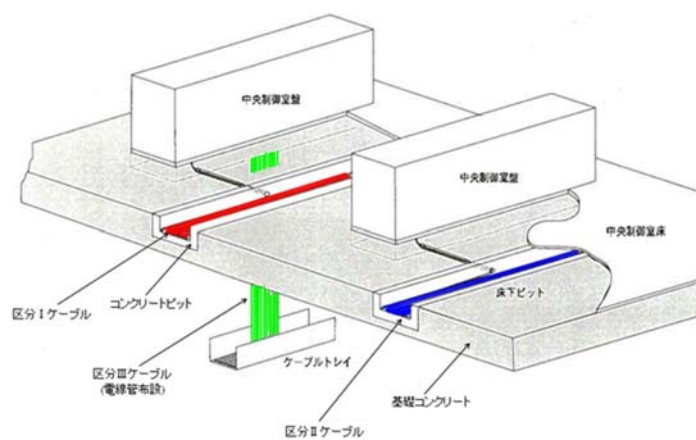
第1図 東海第二発電所 中央制御室

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

4. 中央制御室の制御盤の火災による影響の想定

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

- ・ 保守的に当該制御盤に関連する機能は火災により全喪失する。
- ・ 隣接する制御盤とは金属の筐体により分離されていること、早期感知・消火が可能であることから隣接盤へ延焼する可能性は低い。
- ・ 異区分が同居する制御盤については、制御盤内部の影響軽減対策を行うことから同居する区分の機能が火災により同時に喪失する可能性は低いが、保守的に全て機能喪失する。
- ・ 制御盤に接続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

5. 中央制御室の制御盤の火災発生に対する評価結果

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

例えば、中央制御盤において、安全区分毎に分離・独立している制御盤では、安全区分Ⅰの制御盤の火災による機能喪失を想定しても、他の安全区分の制御盤と分離・独立していることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

一方、複数の安全区分の機器・ケーブル等が一つの盤内に設置されている制御盤については、複数の安全区分の安全機能が同時に喪失しないように異区分の機器は鋼板や離隔距離による対策がされている。また、これらの制御盤については、運転員が常駐し監視する場所に設置されており、高感度煙感知器の設置などにより、火災の早期感知と運転員による早期消火が可能なことから、複数区分の監視機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

なお、万一複数の安全区分の機器・ケーブル等が設置されている制御盤の機能が全て喪失しても、制御室外原子炉停止装置からの操作により、原子炉の安全停止が達成可能である設計とする。

第1表 中央制御室の制御盤における火災影響で喪失する機能

位置	盤番号	盤名称	安全機能 (○：機能有り)					評価
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
1	H13-P615A	制御棒位置指示系盤 A						
2	H13-P625	HPCS RELAY CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅲの高圧炉心スプレイ系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰ、Ⅱの低圧炉心スプレイ系、低圧注水系、自動減圧系とは盤が独立し分離されていることから、多重化、多様化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
3	H13-P615B	制御棒位置指示系盤 B						
4	H13-P615C	制御棒位置指示系盤 C						
5	H13-P616	制御棒操作補助盤						
6	H13-P613	PROCESS INST CAB						
7	H13-P634A	再循環流量制御系制御盤						
8	H13-P634B	同上						
9	H13-P929	ATS ECCS DIV-Ⅲ CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅲの高圧炉心スプレイ系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰ、Ⅱの低圧炉心スプレイ系、低圧注水系、自動減圧系とは盤が独立し分離されていることから、多重化、多様化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
10	H13-P617	PROCESS INST CAB						
11	H13-P634	PLR-FCV HPU CONT CAB						
12	H13-P612	FEEDWATER CAB (1) & (2)						
13	H13-P609	原子炉保護系“A”継電器盤	○	○	○	○	○	当該盤で火災を想定した場合、原子炉スクラム、主蒸気隔離弁閉等の論理回路の安全区分Ⅰが喪失するおそれがあるが、フェイル・セーフ設計であること、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、安全機能が喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
14	H13-P610	スクラム試験盤						
15	H13-P611	原子炉保護系“B”継電器盤	○	○	○	○	○	当該盤で火災を想定した場合、原子炉スクラム、主蒸気隔離弁閉等の論理回路の安全区分Ⅱが喪失するおそれがあるが、フェイル・セーフ設計であること、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、安全機能が喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
16	CP-35	DUST MONITOR CAB						
17	H13-P614	NSSS TEMP RECORDER CAB						
18	H13-P608	出力領域モニタ盤					○	当該盤において火災を想定した場合、出力領域モニタの機能が喪失するおそれがあるが、各安全区分は盤内にて独立し分離されていることか

位置	盤番号	盤名称	安全機能（○：機能有り）					評価
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
								ら、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
19	H13-P636	RADIATON MON "B" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰ又は安全区分Ⅱの起動領域モニタ、原子炉建屋排気放射線モニタ等の機能が喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰと安全区分Ⅱは盤内にて独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
20	D21-P600	AREA RAD MONITOR CAB						
21	H13-P600	PROCESS RAD RECORDER CAB						
22	H13-P604	PROCESS RAD MONITOR CAB						
23	H13-P607	TIP 制御盤						
24	H13-P619	ジェットポンプ計装盤						
25	H13-P635	RADIATON MON "A" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰ又は安全区分Ⅱの起動領域モニタ、原子炉建屋排気放射線モニタ等の機能が喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰと安全区分Ⅱは盤内にて独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
26	H13-P601	REACTOR CORE COOLING SYS. B・B		○	○		○	複数の安全区分の機器・ケーブル等が一つの盤内に設置されているが、運転員の目の前に設置されていること、高感度煙感知器を設置する設計としており、火災の早期感知と運転員による早期消火が可能なことから、複数安全区分の機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
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、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
65	H13-P632	LEAK DETECTION DIV-I CAB						
66	H13-P629	LPCS&RHR "A" RELAY DIV-I CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの低圧炉心スプレイ系、低圧注水系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅱの低圧注水系の盤、安全区分Ⅲの高圧炉心スプレイ系の盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
67	H13-P924	ATS RPS "D" CAB	○					当該盤において火災を想定した場合、原子炉スクラム機能等の安全区分ⅡのチャンネルDが機能喪失するおそれがあるが、安全区分ⅡのチャンネルBの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
68	H13-P922	ATS RPS "B" CAB	○					当該盤において火災を想定した場合、原子炉スクラム機能等の安全区分ⅡのチャンネルBが機能喪失するおそれがあるが、安全区分ⅡのチャンネルDの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
69	H13-P622	INBOARD VALVE NS4 DIV-II CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの原子炉格納容器隔離機能が喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
70	H13-P631	ADS "B" RELAY CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの自動減圧系が機能喪失するおそれが

位置	盤番号	盤名称	安全機能（○：機能有り）					評価
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
								あるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
71	H13-P690	S/P TEMP MON" B" CAB						
72	CP-16	FCS" B" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの可燃性ガス濃度制御系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
73	H13-P639	CAMS" B" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの格納容器雰囲気監視系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
74	CP-14	MSIV-LCS" B" CAB		○				当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの主蒸気隔離弁漏えい抑制系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
75	CP-6B	SGTS&FRVS "B" CAB		○			○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの原子炉建屋ガス処理系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
76	CP-41	STATION AUX POWER CAB						
77	H13-P623	OUTBOARD VALVE NS4 DIV-I CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの原子炉格納容器隔離機能が喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
78	H13-P628	ADS" A" RELAY CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの自動減圧系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
79	H13-P689	S/P TEMP MON "A" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰのサブレーション・プール水温度監視系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失する

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

位置	盤番号	盤名称	安全機能（○：機能有り）					評価
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
87	CP-42A	PSVR 盤(1)						
88	CP-32	開閉所保護盤						
89	CP-36	保守用通信ジャック盤						
90	CP-40	275KV 系統周波数記録盤						
91	CP-43	潮位記録計盤						
92	H13-P660	スクラムタイミンクレコーダ盤						
93	X60-P001	光ファイバー設備監視装置制御盤						
94	C98-P001-1	定検時燃料移動監視装置						
95	C98-P001-2	定検時燃料移動監視装置						
96	—	PLR ポンプ振動監視装置盤						

残留熱除去系の遮断器操作による運転操作

1. 操作概要

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

【残留熱除去系の弁操作】

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

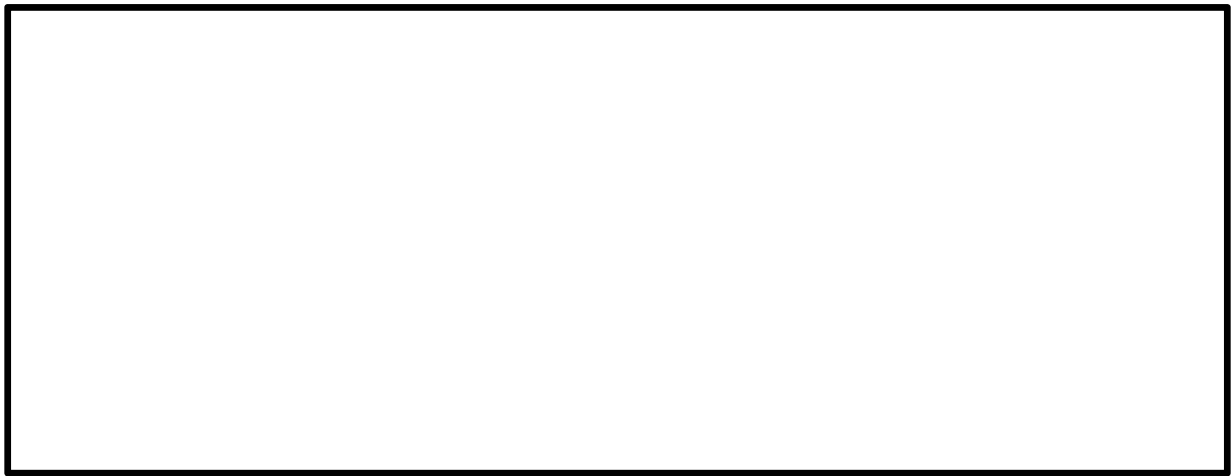


【残留熱除去系ポンプ遮断器操作】

操作場所：原子炉建屋付属棟 電気室(非常用高圧電源盤(M/C))

操作個数：3箇所(A系統またはB系統)

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



M/C 遮断器「投入」操作

M/C 遮断器「開放」操作

補足説明資料 4-8

原子炉格納容器内火災時の想定事象と対応について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 6.2(7)に示す原子炉格納容器内の系統分離対策により、原子炉格納容器内の火災を想定しても、原子炉の安全停止は可能である火災影響評価の結果を示すために補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

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

3. はじめに

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

4. 原子炉格納容器内火災による影響の想定

原子炉起動中の原子炉格納容器内の火災による影響を以下のとおり想定する。

- (1) 火災発生は、原子炉起動中において窒素置換されていない期間である「制御棒引抜き」から「原子炉格納容器内点検完了」(以下「起動～原子炉格納容器内点検完了」という。)及び「点検完了後」から「窒素置換完了」(以下「原子炉格納容器内点検終了～窒素置換完了」という。)までの期間に発生すると想定する。
- (2) 火災源は、油内包機器である原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプ用電動機、主蒸気内側隔離弁のうち、火災により主蒸気系統の閉止が想定される主蒸気内側隔離弁として、4台のうち、いずれかの弁の単一火災を想定する。
- (3) 油内包機器である、原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプ用電動機については、原子炉起動中も含め使用していない時は電源を遮断する。
- (4) 原子炉格納容器内に設置している逃がし安全弁などの主要な材料は金属製であること、及び原子炉格納容器内に敷設しているケーブルは、実証試験により自己消火性、延焼性を確認した難燃ケーブルを使用していることから、火災が進展する可能性は小さい。ただし、保守的に火災の進展は時間の経過とともに、徐々に原子炉格納容器内全域におよぶものとする。
- (5) 空気作動弁は、電磁弁に接続される制御ケーブルが火災により断線し、フェイル動作するものとする。
- (6) 電動弁は、火災の影響により接続するケーブルが断線し、作動させることができないが、火災発生時の開度を維持するものとする。
- (7) 原子炉格納容器内の監視計器は、「同一パラメータを監視する複数の計器が配置上分離されて配置されていること」、及び「火災が時間経過とともに進展すること」を考慮し、火災発生直後は、全監視計器が同時に機能喪失するとは想定しないが、火災の進展に伴い監視計器が全て機能喪失するものとする。

5. 原子炉の高温停止及び低温停止の達成、維持について

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

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

影響軽減対策は、機器やケーブル等が密集しており、干渉物が多く、耐火ラッピング等の3時間以上の耐火能力を有する隔壁等の設置や、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火災防護対象ケーブルについては、離隔距離の確保及び電線管の使用等により火災の影響軽減対策を行う設計とする。

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

5.1 起動～原子炉格納容器内点検完了

(1) 高温停止の達成

原子炉起動中において窒素置換されていない期間である「起動～原子炉格納容器内点検完了」までの期間における高温停止の達成については、原子炉停止系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))による緊急停止操作が要求される。このうち、制御棒駆動機構は金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって原子炉の緊急停止機能に影響がおよぶおそれはない。

また、スクラム機能が要求される制御棒駆動水圧系水圧制御ユニットのうち、当該ユニットのアクュームレータ、窒素容器、スクラム弁・スクラムパイロット弁は、原子炉格納容器内とは別の火災区域に設置されているため火災の影響はない。さらに、当該ユニットの原子炉格納容器内の配管は金属等の不燃性材料で構成する機械品であり、火災による機能喪失は考えにくいことから、原子炉の高温停止を達成することは可能である。(第1図)

(2) 低温停止の達成、維持

原子炉の低温停止の達成、維持については、原子炉停止後の除熱機能に該当する系統として、残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)(第2図)、高圧炉心スプレイ系(第3図)、原子炉隔離時冷却系(第4図)、逃がし安全弁(手動逃がし機能)、自動減圧系(手動逃がし機能)(第5図)が必要となる。これらの系統のうち、ポンプ

については、電源ケーブルを含め原子炉格納容器内とは別の火災区域に設置されているため、火災の影響はないが、原子炉格納容器内に設置されている電動弁、電磁弁等については、電源ケーブル、制御ケーブルが火災により機能喪失すると、電動弁、電磁弁等も動的機能喪失することとなる。

起動～原子炉格納容器内点検完了までの間は、原子炉格納容器内には窒素が封入されていないことから、アナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器により火災発生を確認した時点で原子炉の停止操作(出力降下)を行うとともに、初期消火要員が現場に急行(15分以内)し、原子炉格納容器内への進入可否(未臨界状態)を確認した後に、所員用エアロックを開放(15分以内)し、原子炉格納容器内に入り消火活動を行うことが可能である。

したがって、火災の影響により原子炉格納容器内の電動弁及び電磁弁が動的機能喪失し、中央制御室からの遠隔操作に期待できない場合でも、消火活動後には原子炉格納容器内に設置された残留熱除去系停止時冷却内側隔離弁(E12-M0-F009：通常閉)にアクセスし、運転員による手動開操作を行うことが可能であることから、残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)による原子炉の低温停止の達成、維持は可能である。

5.2 原子炉格納容器内点検終了～窒素置換完了

(1) 高温停止の達成

原子炉起動中から窒素置換を行っている期間(原子炉格納容器内の酸素濃度<4vol%まで)である「原子炉格納容器内点検終了～窒素置換完了」における高温停止の達成については、原子炉停止系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))による緊急停止操作が要求される。

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

(2) 低温停止の達成、維持

原子炉の低温停止の達成、維持については、原子炉停止後の除熱機能に該当する系統として、残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)(第2図)、高圧炉心スプレイ系(第3図)、原子炉隔離時冷却系(第4図)、逃がし安全弁(手動逃がし機能)、自動減圧系(手動逃がし機能)(第5図)が必要となる。これらの系統のうち、ポンプについては、電源ケーブルを含め原子炉格納容器内とは別の火災区域に設置されているため、火災の影響はないが、原子炉格納容器内に設置されている電動弁、電磁弁等については、電源ケーブル、制御ケーブルが火災により機能喪失すると、電動弁、電磁弁等も動的機能喪失することとなる。

原子炉の起動工程において、原子炉格納容器内点検完了後から窒素封入開始前

までの間で、原子炉格納容器内の火災感知器が作動した場合には、原子炉起動操作を中止し、停止(出力降下)操作を行い、原子炉出力が SRNM レジ 3 以下を確認した後に所員用エアロックより進入し、現場確認及び消火活動を行う。また、消火栓使用を考慮し固定ギャグ(外扉、内扉)を取り外し、開閉可能な状態とする。

窒素封入開始から窒素置換完了までの間で、火災発生のおそれがない酸素濃度約 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 時間を目安に原子炉格納容器内の火災感知器が作動した場合、火災による延焼防止の観点から封入停止を判断する。なお、窒素封入作業継続により、消火することも可能である。

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

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

6. 内部火災影響評価

火災の影響軽減のための対策を前提とし、設備等の設置状況を踏まえた可燃性物質の量等を基に想定される原子炉格納容器内の火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持できることを「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」(平成 25 年 10 月)(以下、「評価ガイド」という。)に基づき確認する。

(1) 特性表の作成

原子炉格納容器内に設置される機器等の情報を特性表に示す。

(添付資料 1)

(2) 火災の伝播評価

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

(添付資料 1 特性表Ⅲ)

(3) 火災影響評価

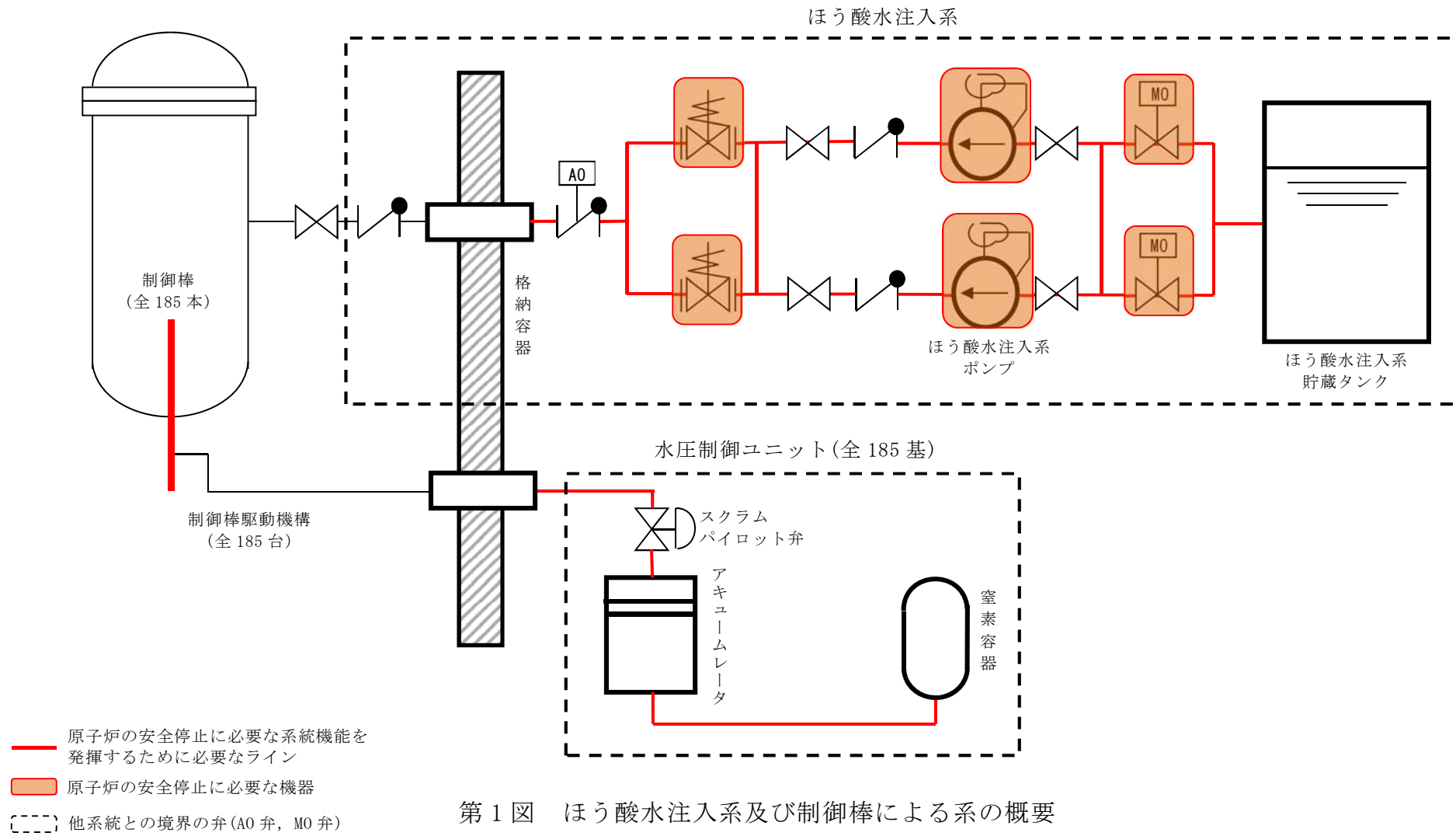
火災影響評価においては、評価ガイドに示される火災力学ツール FDTs(Fire Dynamics Tools)により油内包機器となる火災源の火炎の高さ、輻射、プルームの範囲内に火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが存在しないことを確認した。このため、原子炉格納容器内の火災を想定しても、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な方策が少なくとも一つ確保される。

(添付資料 2)

7. まとめ

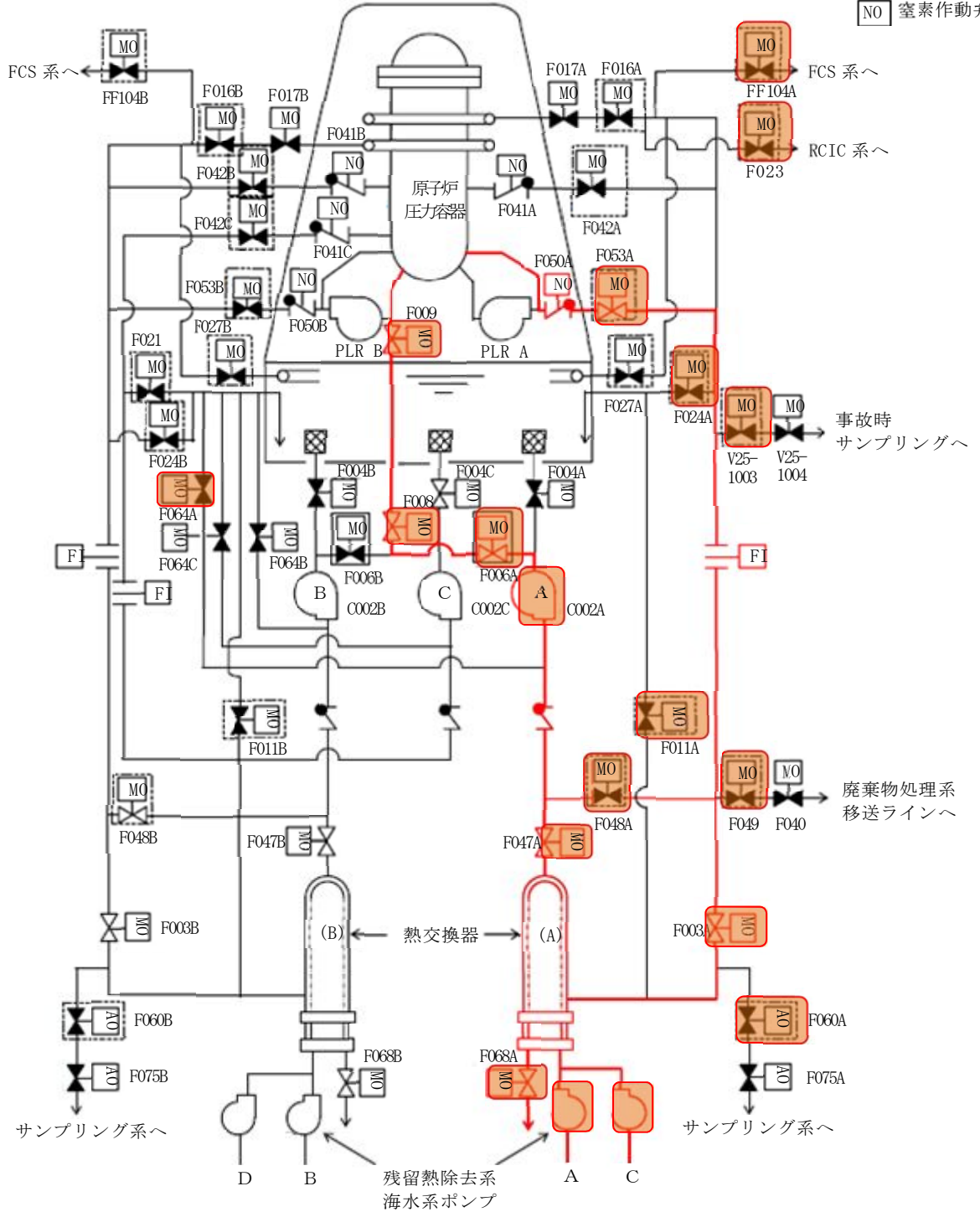
5. 及び6. に示すとおり，原子炉格納容器内の火災を想定しても，原子炉格納容器内の系統分離対策及び運転員の操作により原子炉の高温停止及び低温停止を達成し維持することが可能である。なお，原子炉の状態に応じた原子炉格納容器内の火災感知器及び消火設備の状態を添付資料 3 に示す。

(添付資料 3)



第 1 図 ほう酸水注入系及び制御棒による系の概要

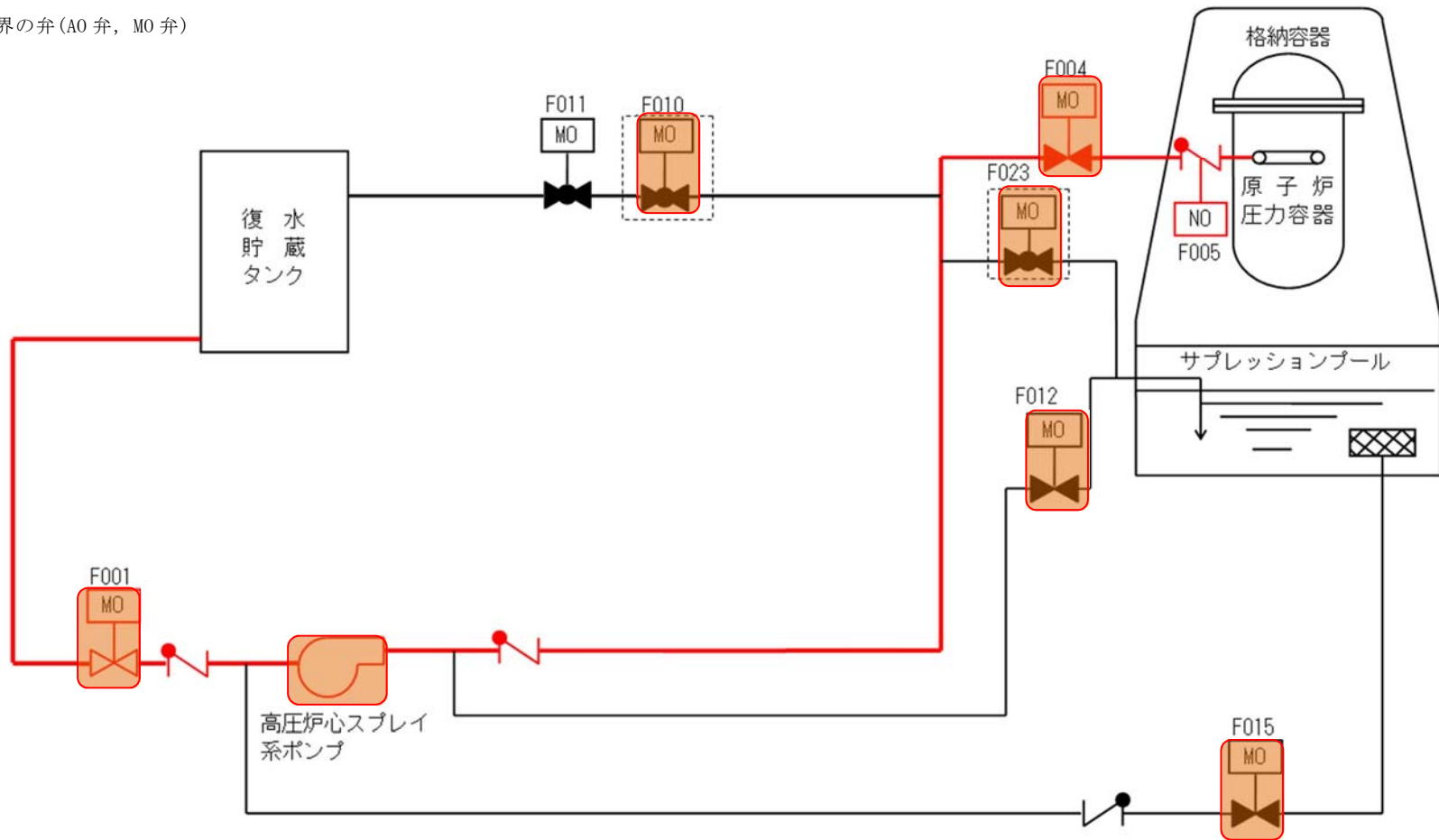
- HO 油圧作動弁
- MO 電動弁
- AO 空気作動弁
- NO 窒素作動弁



- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を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)

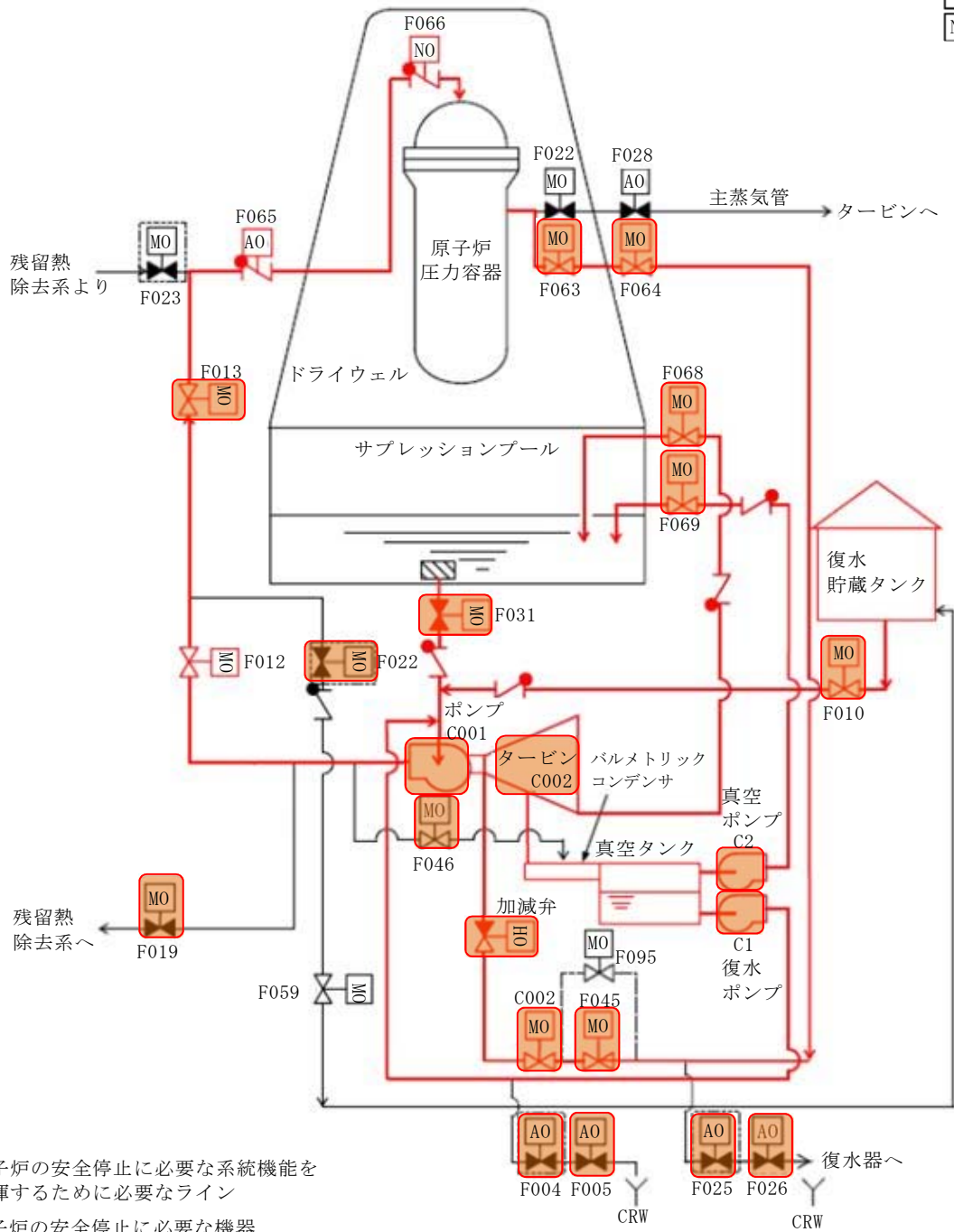
第2図 残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）

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



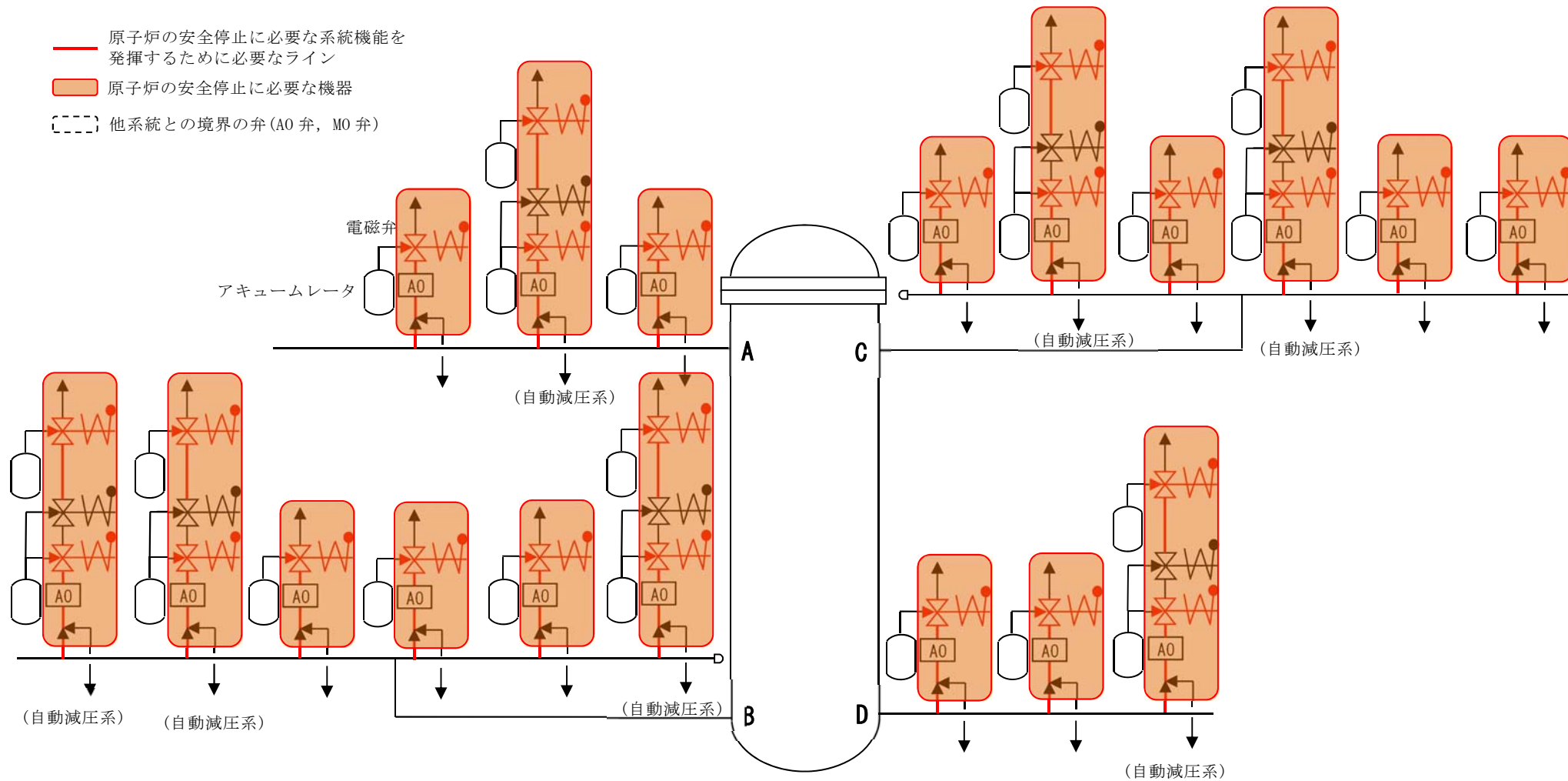
第 3 図 高圧炉心スプレイ系

HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



- 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 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)

添付資料 1

原子炉格納容器 特性表

火災区域特性表 I

--

火灾区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--


火災区域特性表Ⅳ

--

火災区域特性表 V

--

ケーブルリスト (特性表 V の添付)



補 4-8-18

添付資料2

原子炉格納容器 火災影響評価

1. 火災影響評価

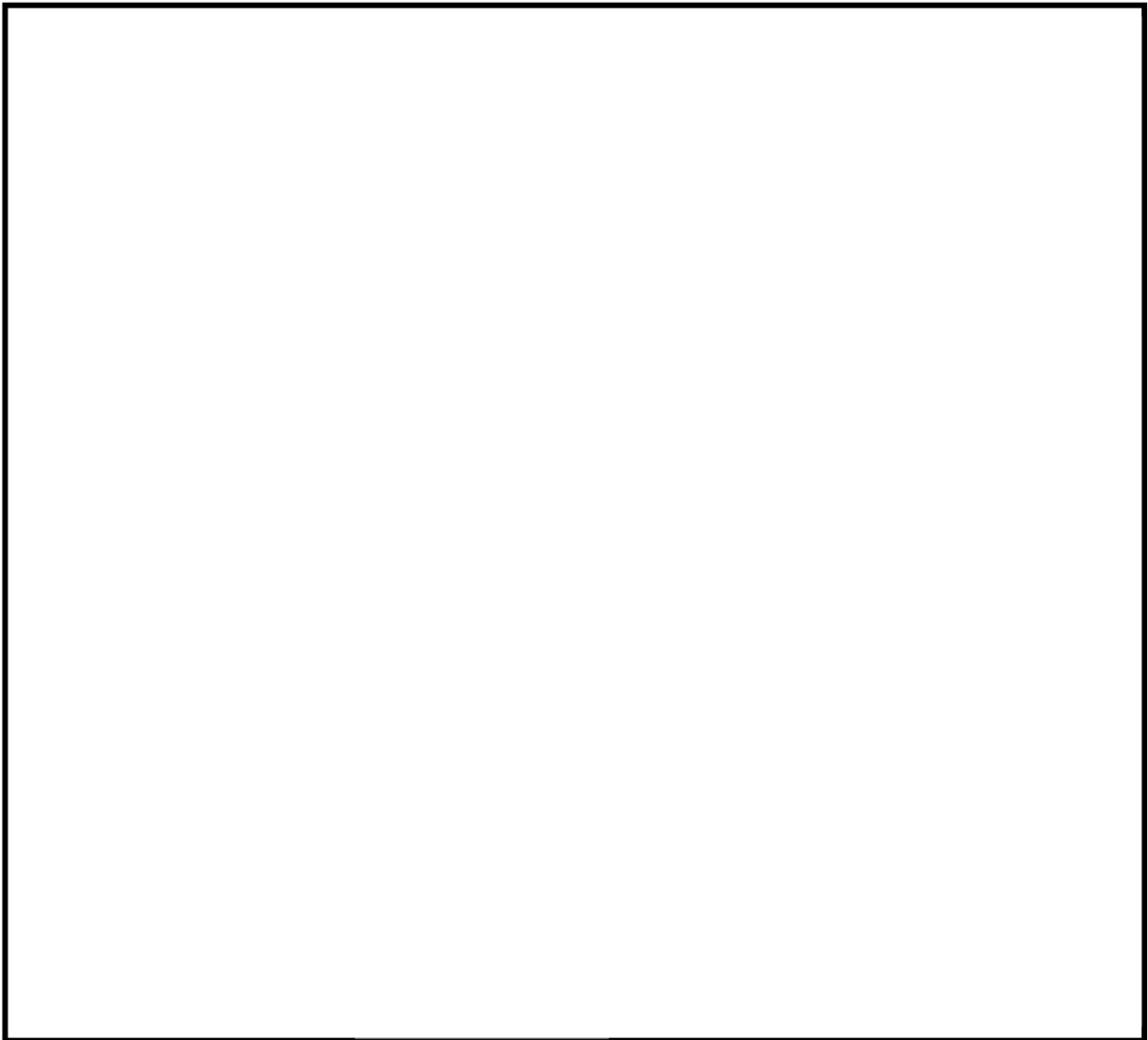
原子炉格納容器内の火災を想定しても、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な方策が少なくとも一つ確保されることを以下のとおり確認した。

(1) FDTs による評価

a. 評価準備

(a) 火災源の特定

原子炉格納容器内に設置されているポンプ等の油内包機器である原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプ用電動機、主蒸気内側隔離弁を火災源とする。油内包機器の配置を第1図に示す。



第1図 原子炉格納容器内における油内包機器の配置

(b) 火災源の発熱速度の特定

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

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

第1表 評価における入力条件

	燃焼速度 m'' [kg/m ² ·sec]	燃焼熱 ΔH _{c,eff} [kJ/kg]	密度 ρ [kg/m ³]	経験的乗数 kβ [m ⁻¹]	燃焼面積 A _{dike} [m ²]	プール火災の直径 D [m]
潤滑油	0.039	46,000	760	0.7	0.10	0.357

上記の結果から、潤滑油の発熱速度Qは39.65kWとなる。

b. 火災源の影響評価

火災源の影響評価方法を以下の(a)～(d)に示す。入力第1表の条件とする。

(a) 火災の高さ

火災の高さH_fは以下の式に基づき算出する。

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

ここで、雰囲気温度70℃における空気密度は以下の通り。

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

(b) 火炎プルームの影響範囲

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

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

ここで、

T_a : 周辺温度 (343K)

c_a : 空気の比熱 (1.00kJ/kg)

Q_c : 発熱速度の対流部 (Q_c = χ_cQ)

χ_c : 対流熱放出率 (0.70)

z : 火災の仮定の原点から火炎プルームの影響範囲

z₀ : 火災の仮定の原点 (z₀/D = -1.02 + 0.083(Q^{2/5}/D))

(c) 火炎による輻射の影響範囲

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

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

ここで、

χ_r : 放射割合 (0.30)

R : 火源の中心からターゲットまでの距離 ($R = L + D/2$)

L : 火炎からターゲットまでの距離

(d) 火災による高温ガス層の影響範囲

イ. 計算モデル

評価に当たっては、「閉鎖区画対象モデル」を使用する。

ロ. 評価の前提条件

高温ガスによる影響評価の前提条件は以下の通り。

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

ハ. 入力値の考え方

- ・火災区域及び火災区画の幅 (wc)、長さ (lc)

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

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

- ・火災区域及び火災区画の高さ (hc)

評価対象となる火災区域及び火災区画の「床面」から「天井高さ」とする。

二. 高温ガス層の温度の評価

高温ガス層の温度 (T_g) は、以下の式により算出する。

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

$$T_g = T_a + \Delta T_g$$

ここで、

ΔT_g : 上層ガスの温度上昇 (K)

T_a : 雰囲気温度 (343K)

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

K_2 : $K_2 = Q/mc_a$

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

m : 区画内のガスの質量 ($m = V \times \rho_a$)

V : 区画の体積 (m^3)

A_T : 区画を囲んでいる境界面の総面積 (m^2)

ρ_a : 空気密度

c_a : 空気の比熱 (1.00kJ/kg)

c_p : ライニング材の比熱 (コンクリート : 0.75kJ/kg)

Q : 発熱速度 (39.65kW)

t : 燃焼時間 (3600s)

w_c : 区画の幅 (18m)

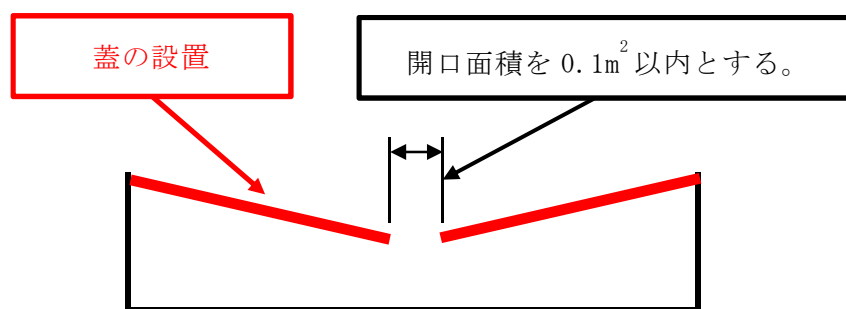
l_c : 区画の長さ (18m)

h_c : 区画の高さ (30m)

第2表 原子炉格納容器の火災源ごとのFDTs算出結果

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

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



第2図 堰等の断面図

※2：熱可塑性ケーブルが損傷する温度 205°Cに達する高さを示す。

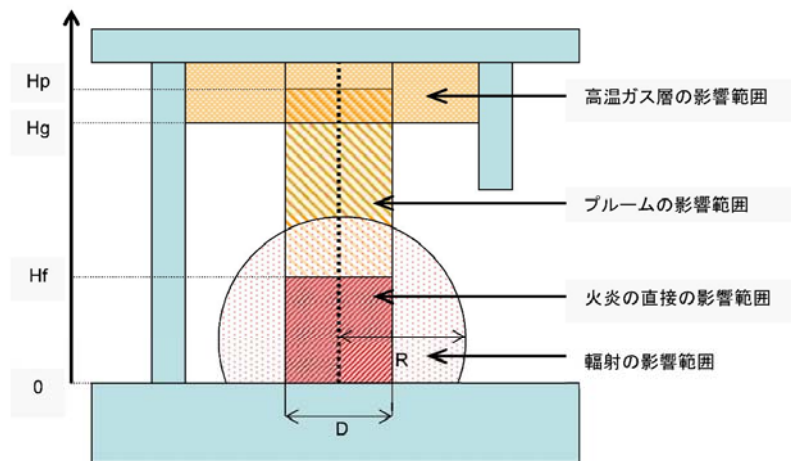
※3：熱可塑性ケーブルが損傷する輻射 6 kW/m²に達する半径を示す。

※4：原子炉格納容器内の最上部を示す。

b. 火災防護対象機器への影響

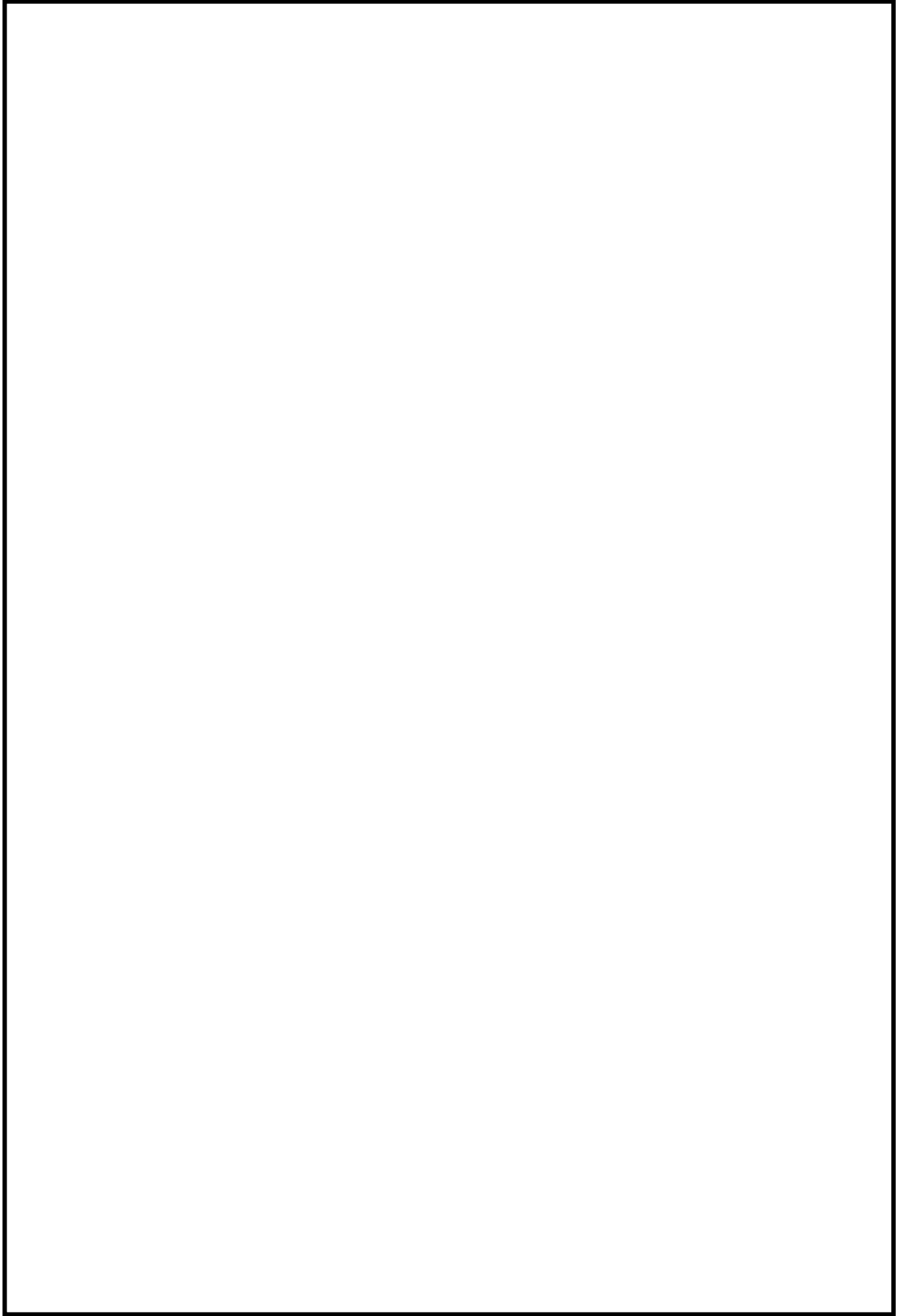
前項で算出した火炎、プルーム、輻射、高温ガスの影響範囲（第3図）に火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが設置されていないことを現場にて確認した。

原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプ用電動機、主蒸気内側隔離弁の上部に火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが設置されていないことをそれぞれ第4図～第6図に示す。



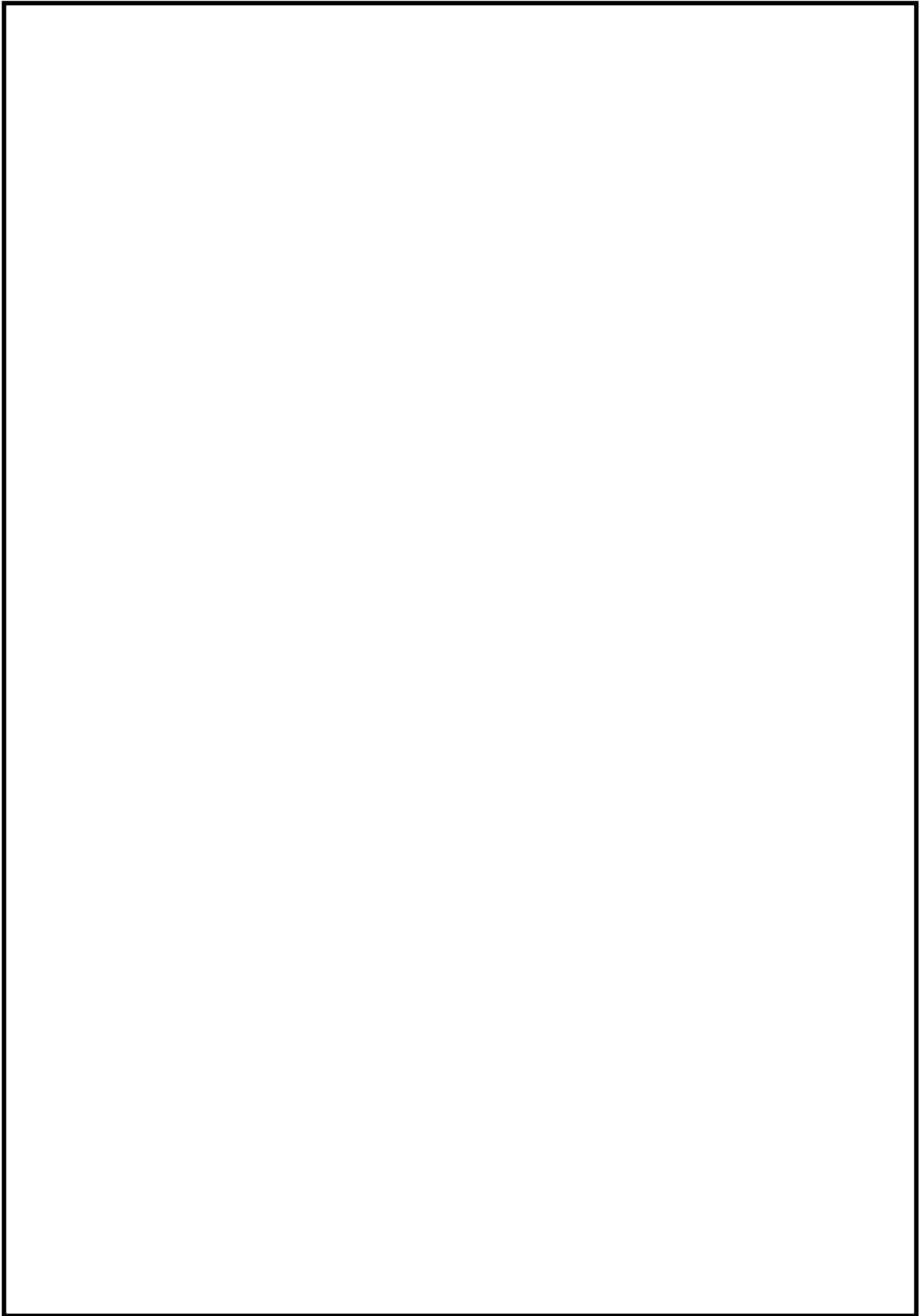
H_f : 火炎の高さ
 H_p : プルームの損傷範囲の高さ
 H_g : 高温ガス層の損傷範囲の高さ
 R : 輻射の損傷範囲の高さ
 D : 火炎の直径

第 3 図 火災影響範囲のモデル



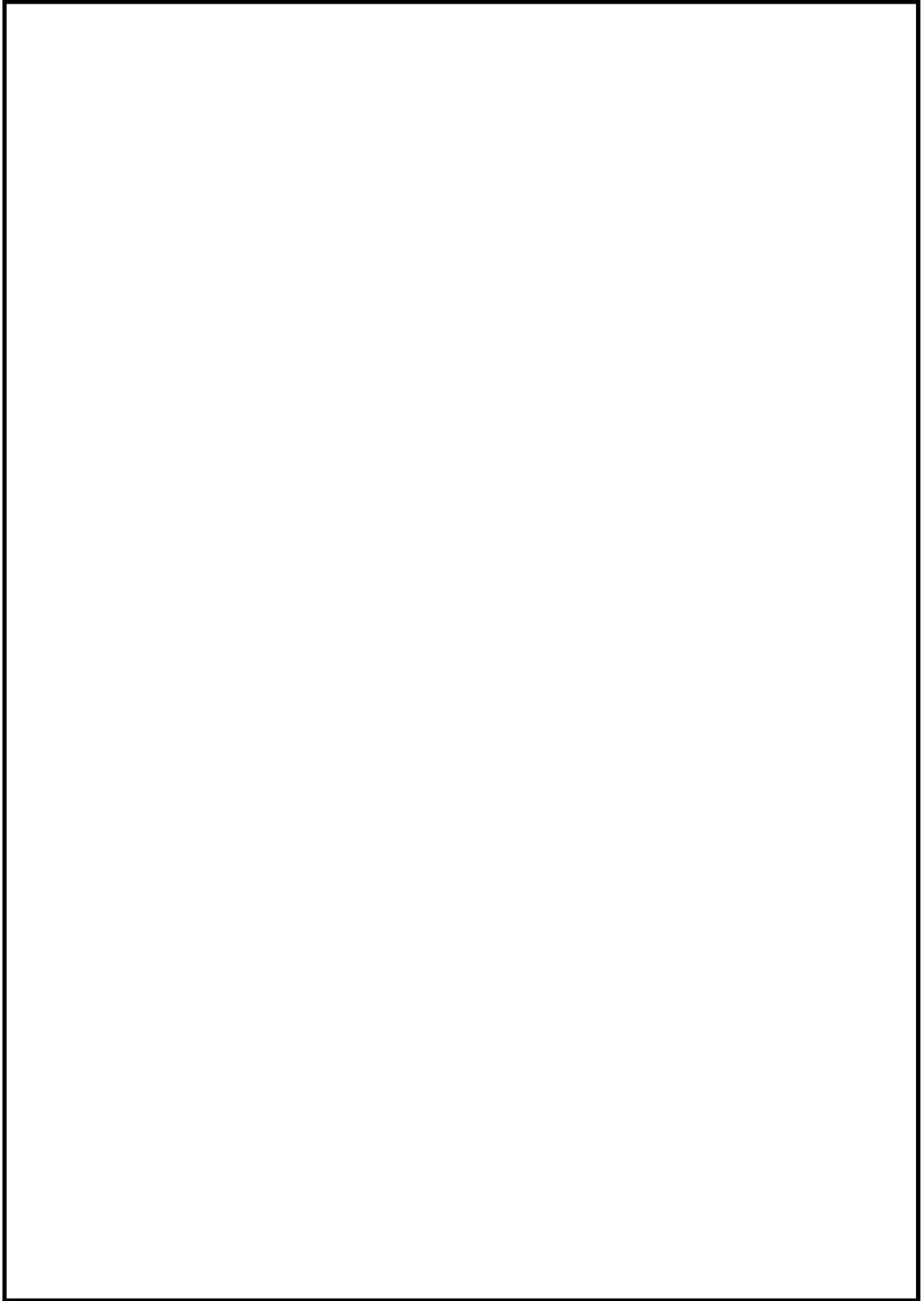
第 4 図 原子炉再循環系流量制御弁

補 4-8-26



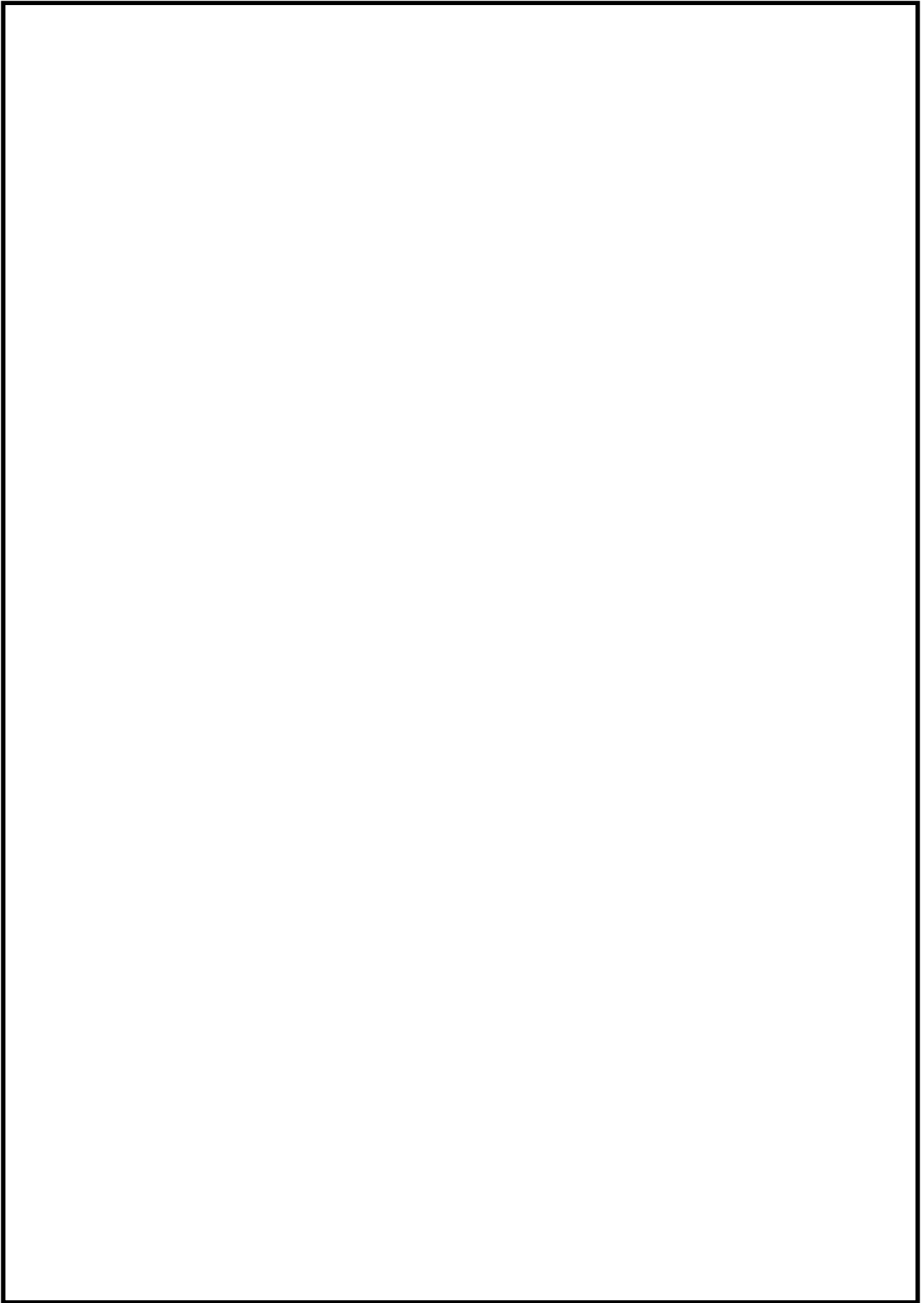
第 5 図 原子炉再循環ポンプ用電動機

補 4-8-27



第 6 図 主蒸気内側隔離弁

補 4-8-28



第 7 図 原子炉格納容器上部

補 4-8-29

(2) 火災影響評価結果

(1)の評価により原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な方策が少なくとも一つ確保されることを確認した。

評価結果を第1表に示す。

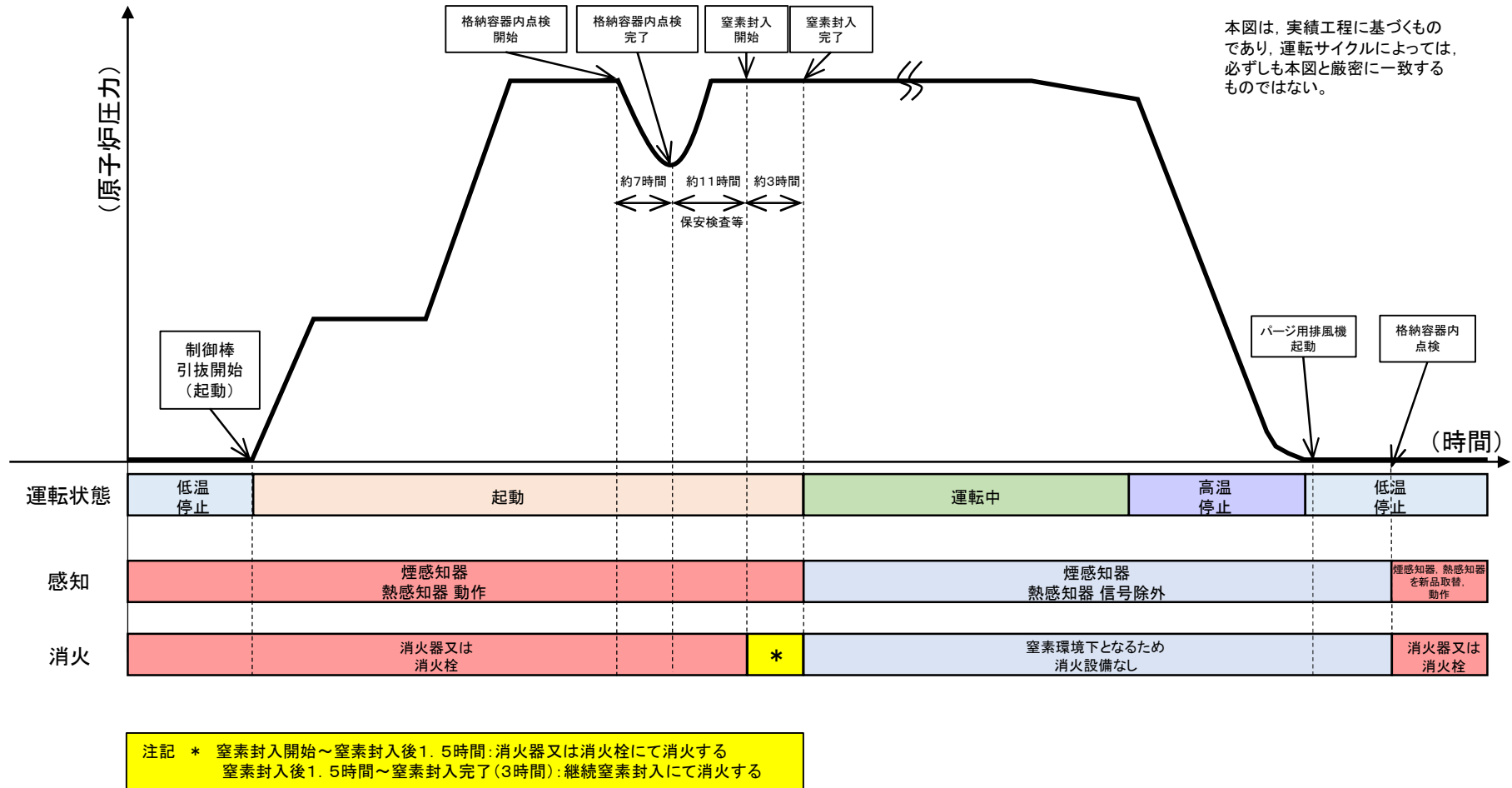
第3表 原子炉格納容器内の火災影響評価

火災 区画 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全 施設等	非常用 所内 電源系	事故時 監視計器	残留熱 除去系	最終的 な熱の 逃し場	補助設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

○：火災影響なし（安全機能確保）

添付資料3

原子炉の状態における原子炉格納容器内の 感知及び消火について



第1図 原子炉の状態における原子炉格納容器内の感知及び消火について

補足説明資料 4-9

影響軽減対策における火災耐久試験結果の詳細について

1. 目的

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

2. 内容

火災耐久試験結果の詳細について以下に示す。

3. 火災耐久試験結果の詳細

3.1 耐火隔壁

試験結果は、いずれの試験体においても非加熱面側への発炎、火炎の噴出、火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく、建築基準法第2条第7号耐火構造を確認するための防火設備性能試験(防耐火性能試験・評価業務方法書)に基づく判定基準を満足している。したがって、耐火隔壁は3時間又は1時間の耐火性能を有している。試験前後の写真等を第1表に示す。

第1表 耐火隔壁の試験結果

項目		耐火隔壁	
試験開始前			
試験体			
試験終了後			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良	良
試験結果		合格	合格

3.2 配管貫通部

試験結果は、いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって，配管貫通部シールは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真等を第2表に示す。

第2表 配管貫通部の試験結果

項目		配管貫通部	
試験体		試験体①～⑮	試験体⑯，⑰
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しなないこと。	良	良
試験結果		合格	合格

3.3 ケーブルトレイ及び電線管貫通部

試験結果は、いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがってケーブルトレイ及び電線管貫通部は3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を第3表に示す。

第3表 ケーブルトレイ及び電線管貫通部の試験結果（1/2）

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

第3表 ケーブルトレイ及び電線管貫通部の試験結果 (2/2)

項目		電線管
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
判定基準	・火炎がお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

3.4 防火扉

試験結果は、ドアクローザーの一部を除き、3時間耐火性能を有することが確認された。なお、ドアクローザーは、不燃又は難燃品に変更する。したがって、防火扉は3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を第4表に示す。

第4表 防火扉の試験結果

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

※1 ドアクローザー部除く

3.5 防火ダンパ

試験結果は、いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって，防火ダンパは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を第5表に示す。

第5表 防火ダンパの試験結果

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

3.6 耐火間仕切り

試験結果は、いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって，耐火間仕切りは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を第6表に示す。

第6表 耐火間仕切りの試験結果（1／3）

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

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

第6表 耐火間仕切りの試験結果 (2/3)

試験体		試験体：②
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
判定基準	・火炎がおおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良※1
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良※1
試験結果		合格

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

第6表 耐火間仕切りの試験結果 (3/3)

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

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

3.7 耐火ラッピング

試験結果は、ケーブルトレイ及び電線管のいずれの試験体においても著しい変化が生じず、ケーブル及びケーブルトレイに延焼の痕跡もなかった。また、試験後、導通、絶縁抵抗を満足している。なお、耐火試験後、放水試験を行い、ケーブルラッピングにケーブル及びケーブルトレイが見える貫通口が生じないことを確認した。したがって耐火ラッピングは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を第7表に示す。

第7表 耐火ラッピングの試験結果 (1/3)

項目		耐火ラッピング (ケーブルトレイ)
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
外観確認	著しい変化が生じないこと	良
	延焼の痕跡がないこと	良
電気特性確認	導通があること	良
	絶縁抵抗が10Ω以上あること	良
試験結果		合格

第7表 耐火ラッピングの試験結果 (2/3)

項目		耐火ラッピング (電線管)
試験開始前		
試験終了後 (3時間後)		
外観確認	著しい変化が生じないこと	良
	延焼の痕跡がないこと	良
電気特性確認	導通があること	良
	絶縁抵抗が10Ω以上あること	良
試験結果		合格

第7表 耐火ラッピングの試験結果 (3/3)

項目	放水試験
<p>試験開始前 (3時間耐火試験後)</p>	
<p>試験後</p>	

5. 非難燃ケーブル対応に係るもの

補足説明資料 5-1
防火シートの基本性能について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 1.4 項に示す防火シートの性能を確認した試験結果の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

防火シートの性能を確認した試験結果の詳細を、次頁以降に示す。

防火シートの性能について

防火シートには、建築基準法で定められた不燃材であること、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するシートを採用する。また、火災防護に関する説明書別添 1 1.3 項にて定める設計により、加振試験を実施してもケーブルは露出しない被覆性を有している。

これらの性能を確認した試験結果を以下に示す。

1. 発熱性

1.1 目的

防火シートにより火炎を抑制し、かつ複合体内部ケーブルの燃焼を助長させないため、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

1.3 試験方法，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試験である発熱性試験（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）を実施する。試験の概要を第 1 表に示す。

第 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 押さえ枠と供試体 供試体ホルダー</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 輻射電気ヒーターから供試体の表面に 50kW/m^2 の輻射熱を 20 分間照射する。 ・ 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。
<p>試験回数</p>	<p>3 回</p>
<p>判定基準</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 加熱開始後 20 分間の総発熱量が 8MJ/m^2 以下であること。 ・ 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。 ・ 加熱開始後 20 分間、最高発熱速度が、10 秒以上継続して 200kW/m^2 を超えないこと。

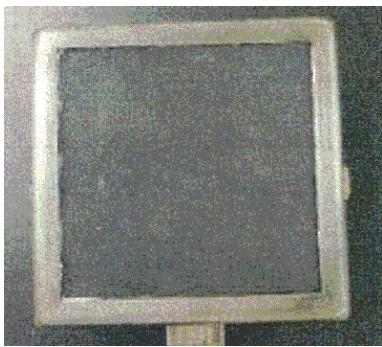
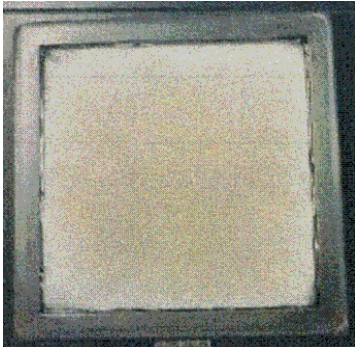
1.4 試験結果

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した。試験結果を第2表にまとめる。また、試験結果の詳細を第3表に示す。



第2表 発熱性試験結果

No	総発熱量 (MJ/m ²)	防火上有害 となる変形	最高 発熱速度 (kW/m ²)	200kW/m ² 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

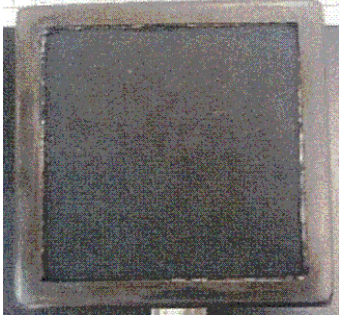
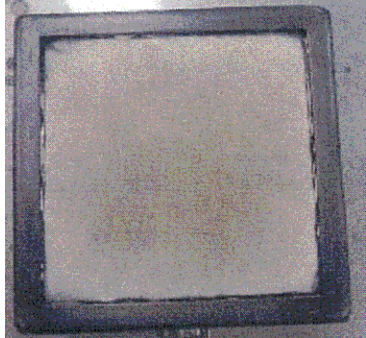
第3表 発熱性試験結果詳細 (1/3)

供試体：防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）			
試験条件		規格	
輻射量：50.0kW/m ²		輻射量：50.0kW/m ²	
排気ガス流量：0.024m ³ /sec		排気ガス流量：0.024±0.002m ³ /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
1			良
	総発熱量 (MJ/m ²)	1.99	
	防火上有害となる変形	無	
	最高発熱速度 (kW/m ²)	92.95	
	200kW/m ² 超過継続時間 (s)	0	

第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		規格	
輻射量：50.0kW/m ²		輻射量：50.0kW/m ²	
排気ガス流量：0.024m ³ /sec		排気ガス流量：0.024±0.002m ³ /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
2			良
	総発熱量 (MJ/m ²)	1.81	
	防火上有害となる変形	無	
	最高発熱速度 (kW/m ²)	83.63	
	200kW/m ² 超過継続時間 (s)	0	

第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 ²		輻射量：50.0kW/m ²	
排気ガス流量：0.024m ³ /sec		排気ガス流量：0.024±0.002m ³ /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 ²)	1.70	
	防火上有害となる変形	無	
	最高発熱速度 (kW/m ²)	88.18	
	200kW/m ² 超過継続時間 (s)	0	

2. 遮炎性能試験

2.1 目的

防火シートにより火炎を抑制するため、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。

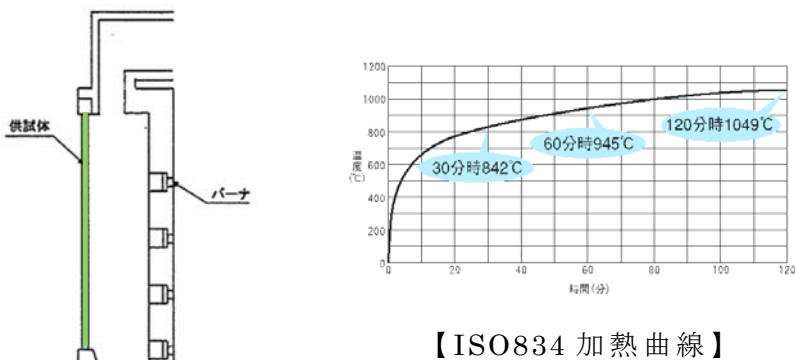
2.2 供試体

防火シート

2.3 試験方法、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遮炎・準遮炎性能試験（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）を実施する。試験の概要を第4表に示す。

第4表 遮炎性能試験の概要

<p>試験装置概要</p>	 <p>【ISO834 加熱曲線】</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 加熱炉に供試体を設置する。 ・ ISO834 加熱曲線となるように 20 分間加熱する。
<p>試験回数</p>	<p>2 回</p>
<p>判定基準</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 火炎が通るき裂等の損傷及び隙間を生じないこと。 ・ 非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎がないこと。 ・ 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。

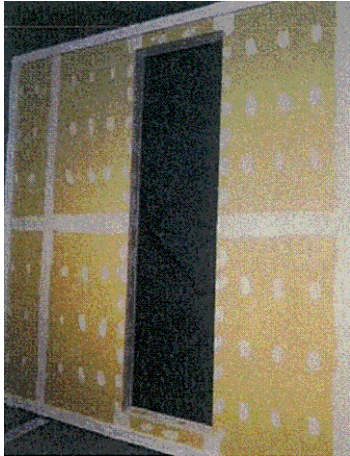

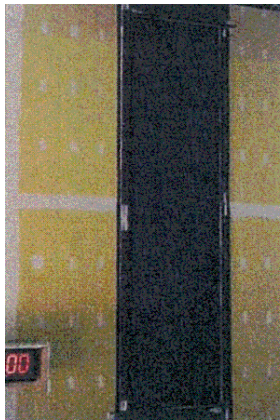


2.4 試験結果

防火シートが火炎を遮る性能を有していることを確認した。試験結果を第5表にまとめる。また、試験結果の詳細を第6表に示す。

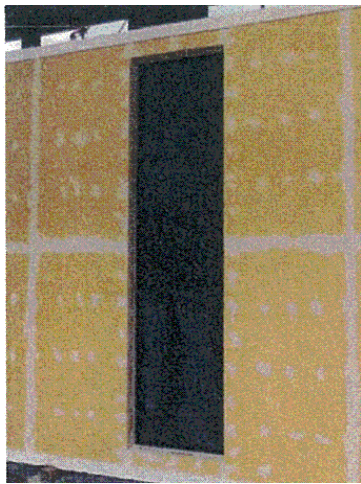
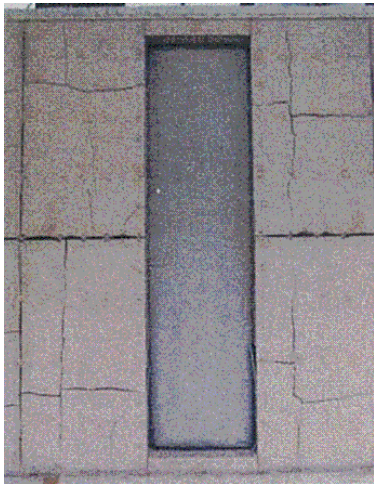
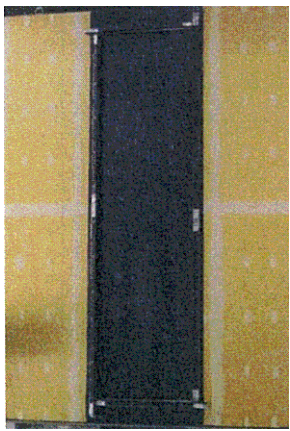
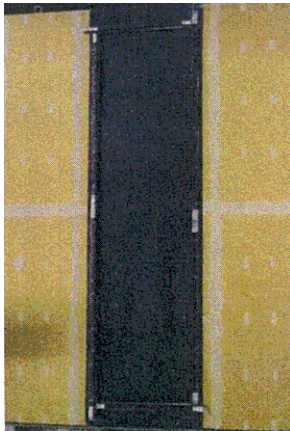
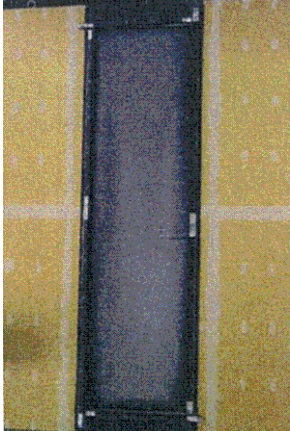
第5表 遮炎性能試験結果

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 6 表 遮炎性能試験結果詳細(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				良
	加熱時間			
	5	10	15	
				
	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	

第 6 表 遮炎性能試験結果詳細 (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		
					
	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		

3. 耐久性試験

3.1 目的

複合体に対して火炎を抑制するために防火シートで火炎を遮ることから、使用環境で想定される条件において防火シートの遮炎性能に影響がないことを、防火シート外観の割れ、膨れ、変色のないことで確認する。

3.2 供試体

防火シート

3.3 熱・放射線劣化試験

3.3.1 試験方法，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7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7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。

3.3.2 試験結果

防火シートは高温環境及び放射線暴露環境下においても、外観の割れ、膨れ、変色のないことを確認した。試験結果を第8表に示す。

第8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

3.4 耐寒性試験

3.4.1 試験方法, 判定基準

最寄の気象官署である水戸地方気象台(1897年~2012年)にて観測された最低気温(-12.7℃)より保守的な条件を用いた「JIS C 3605 600V ポリエチレンケーブル」の耐寒の試験方法に準拠した試験を実施し、外観に割れ、膨れ、変色のないことを確認する。

3.4.2 試験結果

防火シートは低温環境下においても、外観の割れ、膨れ、変色のないことを確認した。結果を第9表に示す。

第9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

3.5 耐水性試験

3.5.1 試験方法，判定基準

消火設備による放水の最大持続時間（2h）より保守的な条件を用いた「JIS K 5600-6-2 塗料一般試験方法－第6部：塗膜の化学的性質－第2節：耐液体性（水浸せき法）」に準拠した試験を実施し，外観に割れ，膨れ，変色のないことを確認する。

3.5.2 試験結果

防火シートは水の付着を想定しても，外観の割れ，膨れ，変色のないことを確認した。試験結果を第10表に示す。

第10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

3.6 耐薬品性試験

3.6.1 試験方法，判定基準

工事又は点検による塗料の付着を想定した条件を用いた「JIS K 5600-6-1 塗料一般試験方法－第6部：塗膜の化学的性質－第1節：耐液体性（一般的方法）」に準拠した試験を実施し，外観に割れ，膨れ，変色の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

3.6.2 試験結果

防火シートは工事又は点検による塗料の付着を想定しても，外観の割れ，膨れ，変色のないことを確認した。試験結果を第11表に示す。

第 11 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

3.7 耐油試験

3.7.1 試験方法, 判定基準

工事又は点検による油の付着を想定した条件を用いた供試体を「JIS C 2320 電気絶縁油」の 1 種 2 号絶縁油 (温度 70℃) に 48 時間浸漬した試験を実施し, 外観に割れ, 膨れ, 変色のないことを確認する。

3.7.2 試験結果

防火シートは工事又は点検による油の付着を想定しても, 外観の割れ, 膨れ, 変色のないことを確認した。試験結果を第 12 表に示す。

第 12 表 耐油試験結果

		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

3.8 耐塩水試験

3.8.1 試験方法，判定基準

海に面した立地のため，海風による塩分の付着を想定した条件を用いた「JIS K 5600-6-2 塗料一般試験方法－第6部：塗膜の化学的性質－第2節：耐液体性（水浸せき法）」に基づき，3%塩化ナトリウム溶液に96時間浸漬した試験を実施し，外観に割れ，膨れ，変色のないことを確認する。

3.8.2 試験結果

防火シートは海風による塩分の付着を想定しても，外観の割れ，膨れ，変色のないことを確認した。試験結果を第13表に示す。

第13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

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プが外れないことを確認する。

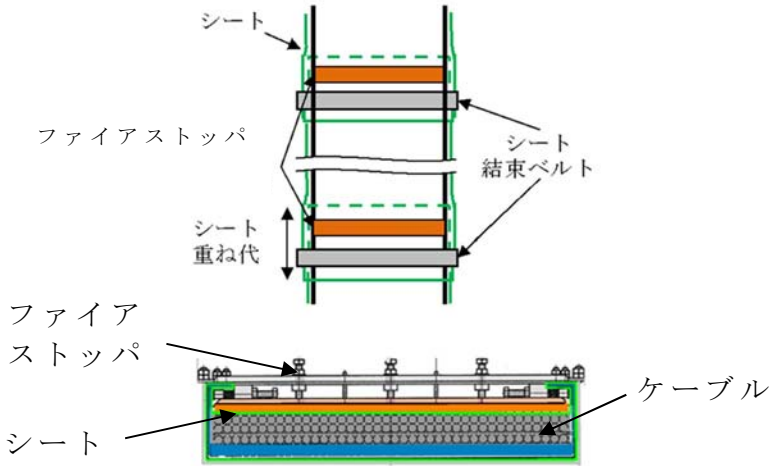
4.2 供試体

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14表に示す。

第14表 加振試験の概要

<p>試験体の例 (垂直トレイ)</p>	
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。
<p>試験条件</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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
<p>判定基準</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 結束ベルトが外れないこと。 ・ ファイアストップが外れないこと（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 15 表にまとめる。また、試験の詳細を第 16 表に示す。

第 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 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
ファイアストップパの脱落				

第 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		

補足説明資料 5-2

防火シート及び結束ベルトの標準施工方法

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 の 8. 項に示す標準形状における防火シート及び結束ベルトの施工要領を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

防火シート及び結束ベルトの標準施工方法の詳細を、次頁以降に示す。

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表に、以降、標準施工方法を示す。

第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)		1-1 ～ 1-4
2	傾斜トレイ巻き		2-1 ～ 2-2
3	L字トレイ巻き		3-1 ～ 3-3
4	T字トレイ巻き		4-1 ～ 4-2

第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	<h3>直線トレイへのシートの巻き付け</h3> <p>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。</p>
--------	---

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。

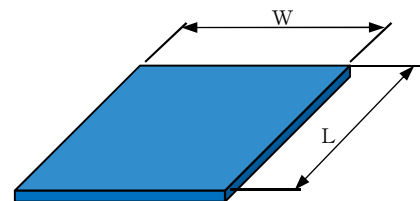
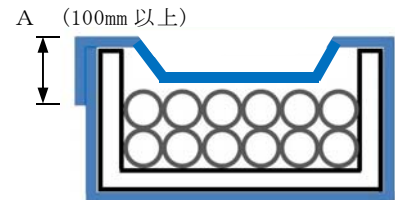
巻き付け長さ L (mm) = トレイ高さ × 2 + トレイ深さ × 2 + トレイ耳幅 × 2 + 最上段布設ケーブル周長 + 重ね代 100

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 A 100mm 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。



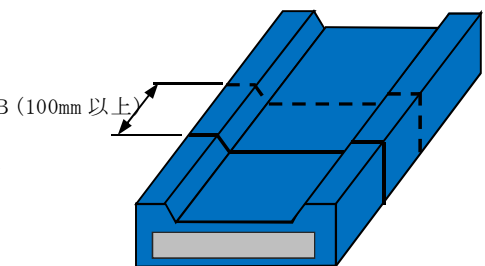
防火シート

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、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。



300mm ピッチ以下

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パの設置は、ファイアストップパ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。

C(4カ所)

【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。

D(4カ所)

【上側・下側シートの巻き付け】

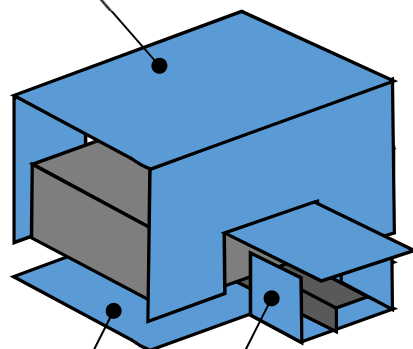
- ③ 右に示すように、トレイの上面を①で切断した上側シートで覆ってください。続けてトレイとサポートの下面を②で切断したシートで覆ってください。
- ※ シートがたるんでサポートとシートの間大きな隙が発生することの無いようご注意ください。

- 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。

上側ケース



下側ケース

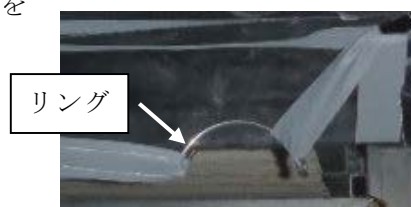
E



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

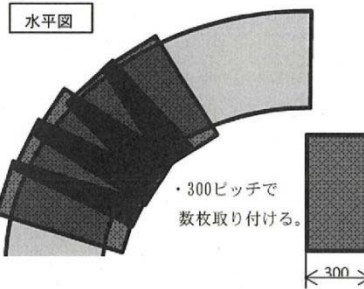
STEP 1 屈折部用のシート加工と巻き付け

- 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。

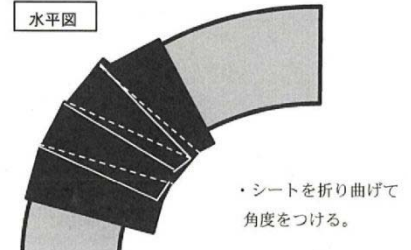


- ② 屈折部へシートを巻き付け、巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。

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

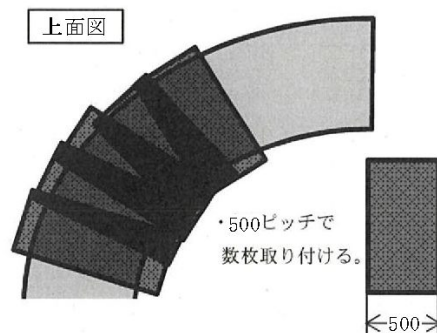
- ③ CASE2 の STEP2 の図に示すように、D の長さが 50mm 程度になるようにシート長さ L を採寸して算出し、ハサミ等で切断してください。角部はシート幅 W500mm を用いることを基本としますが、現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。
- ④ CASE2 の STEP2 の図に示すように、トレイとサポートの下面を③で切断したシートで覆ってください。
※ シートがたるんでサポートとシートの間に大きな隙間が発生することの無いようご注意ください。
- ⑤ トレイに沿うようにしてシートに切り込みを入れてください。
※ シートを切り込み過ぎると隙間ができるため、できるだけ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φ100mm)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。



リ ン

- ※ 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(熔融亜鉛メッキ鋼又はステンレス製、約φ100mm)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

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。



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

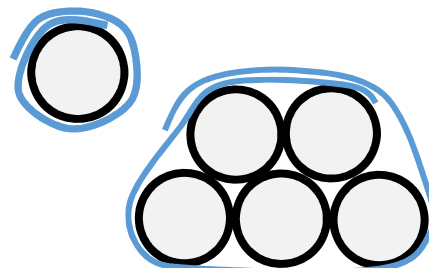
- ① 巻き付けたシートにベルト(KT35:幅 W35mm)を巻き付けてシートを固定してください。
- ※ ピッチが 300mm 以下になるように各ベルトの位置を調整してください。
- ※ 隣り合うシート(シートの連結)との重ね代部分には、必ずベルトを巻き付けてシートを固定するようにしてください。



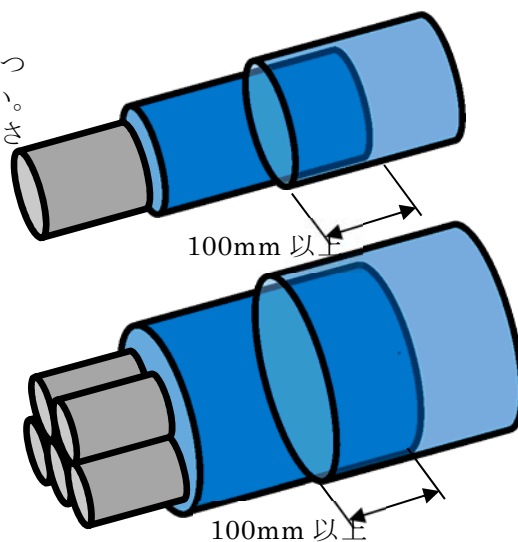
CASE 5 - 3

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。

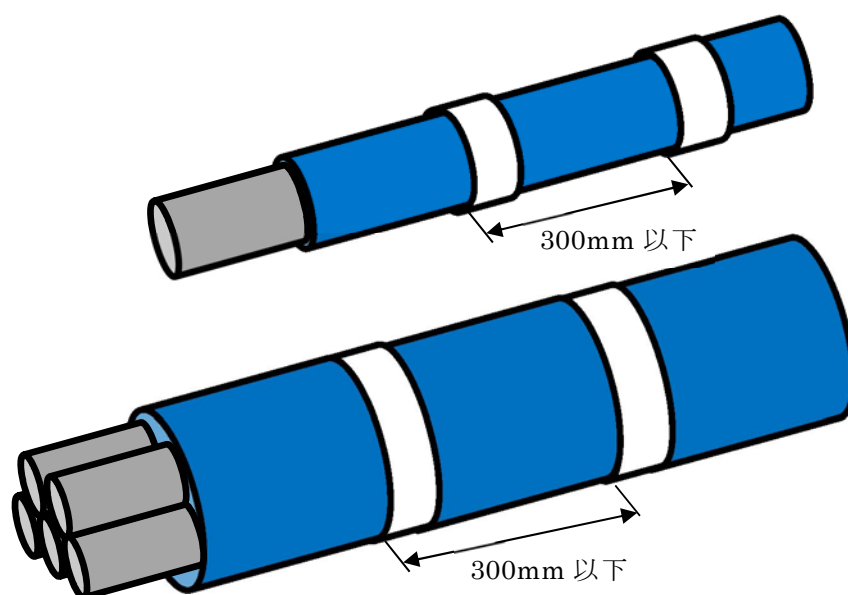
**STEP 2 シートの巻き付け**

- 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

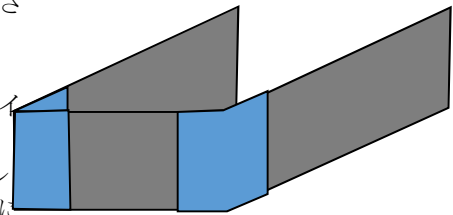
STEP 1 シートの加工

- 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。

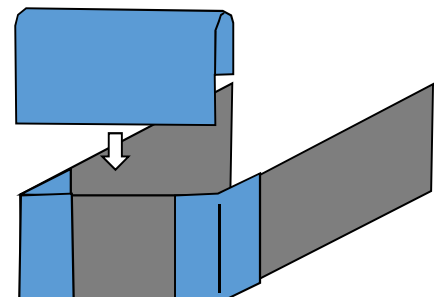
STEP 2 角部のシート巻き付け

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。

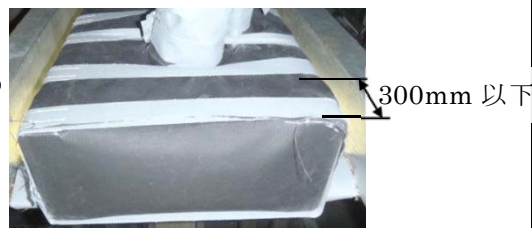
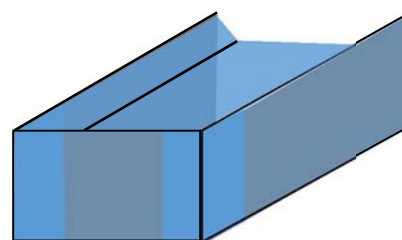
**STEP 3 トレイ終端部のシート巻き付け**

- 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上に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。

補足説明資料 5-3
ファイアストップパの施工方法

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 8. 項に示す標準形状におけるファイアストップの施工方法を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

ファイアストップの施工方法を、次頁以降に示す。

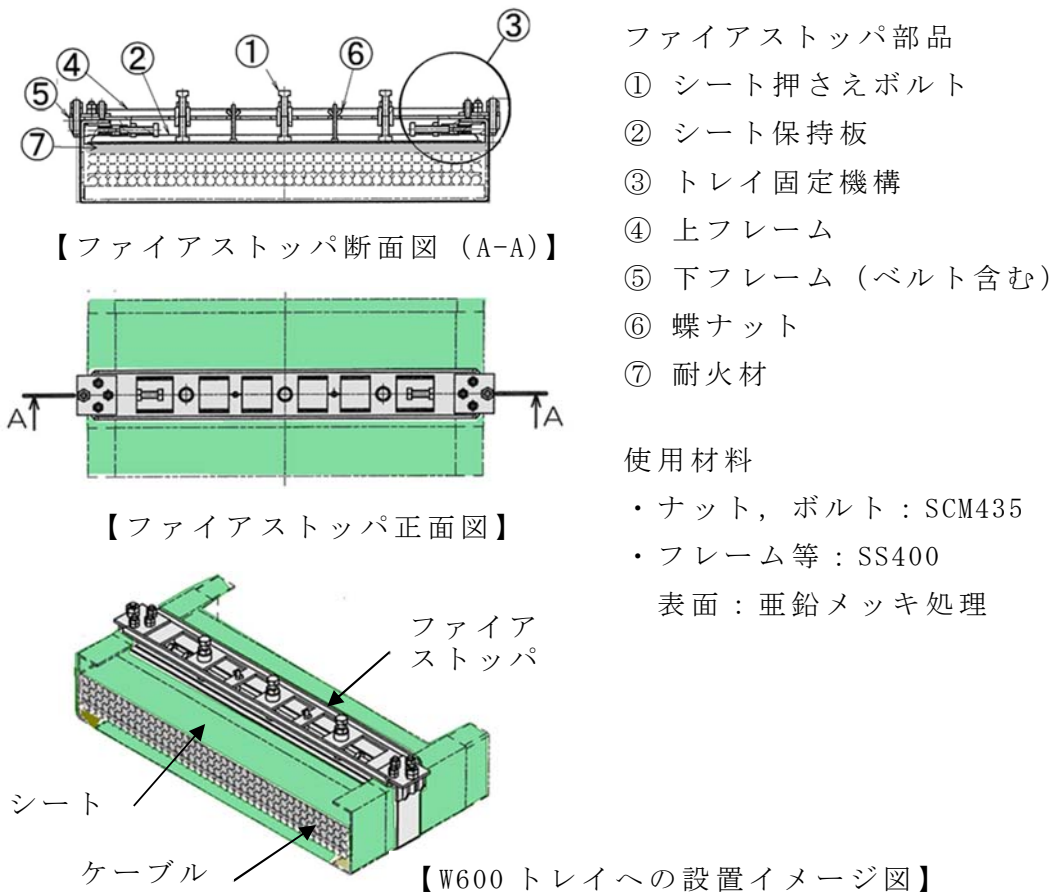
ファイアストップの施工方法

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図に垂直トレイ用ファイアストップ概要図を記載する。



ファイアストップ部品

- ① シート押さえボルト
- ② シート保持板
- ③ トレイ固定機構
- ④ 上フレーム
- ⑤ 下フレーム (ベルト含む)
- ⑥ 蝶ナット
- ⑦ 耐火材

使用材料


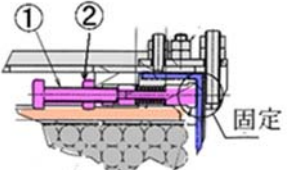
- ・ナット，ボルト：SCM435
- ・フレーム等：SS400
- 表面：亜鉛メッキ処理


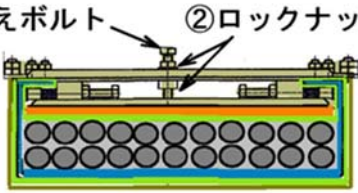

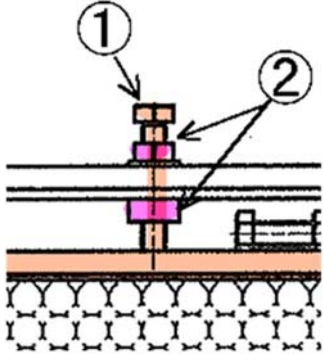


第1図 垂直トレイ用ファイアストップ概要図

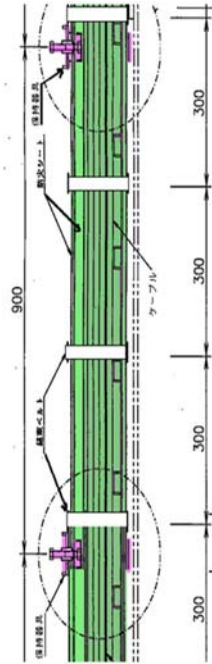
3. 施工方法

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	<p>シートの施工</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	
2	<p>ファイアストップパの設置</p> <p>① シート合わせ面にシート保持板を設置する。</p> <p>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。</p> <p>③ 下フレームを上フレームと組合せナットで固定する。</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>例：W600トレイのファイアストップパ</p>
3	<p>ファイアストップパのトレイへの固定</p> <p>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。</p> <p>② ロックナットで固定する。</p> <p>注意：シートを傷つけないこと。</p>	

STEP	ファイアストップパの設置（垂直トレイ）	構成部品等
4	<p>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。</p>  <p style="text-align: center;">耐火材 シート保持板</p> <p style="text-align: center;">【耐火材設置(W300トレイ)】</p>	耐火材：セラミックファイバー
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"> ・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。 ・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。 <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 style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>①押さえボルト ②ロックナット</p>  </div> <div style="text-align: center;">  <p>【写真はトレイ W300mm】</p> </div> </div>	  <p>トルクレンチで締め込み確認</p>  <p>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="1023 931 1362 965">【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。	

補足説明資料 5-4
耐火シールの性能について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 1.4 項に示す耐火シールの性能を確認した。

試験結果を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

耐火シールの性能を確認した試験結果を、次頁以降に示す。

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。

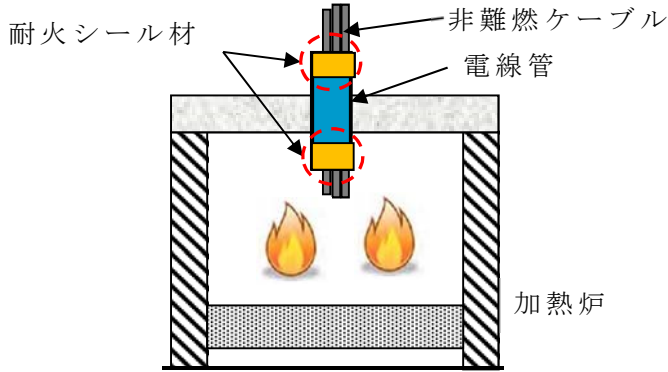
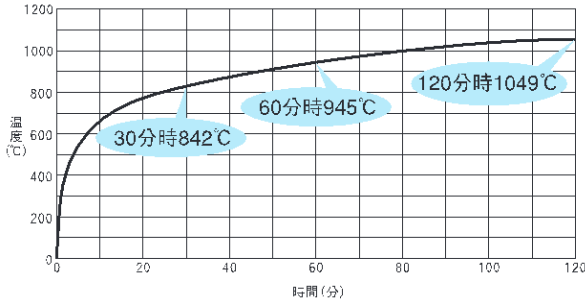
2. 供試体

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表に示す。

第 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>【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"> ① 非加熱側へ 10 秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと ② 非加熱側へ 10 秒を超えて継続する発炎がないこと ③ 火炎が通るき裂等の損傷及び隙間を生じないこと <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 (℃)	判定 結果
無	無	無	良	101	合格

補足説明資料 5-5

発電所で使用する非難燃ケーブルの種類

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 2.1 項にて抽出した実機を代表するケーブルの抽出プロセスの詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

発電所で使用する非難燃ケーブルの種類の詳細を、次頁以降に示す。

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

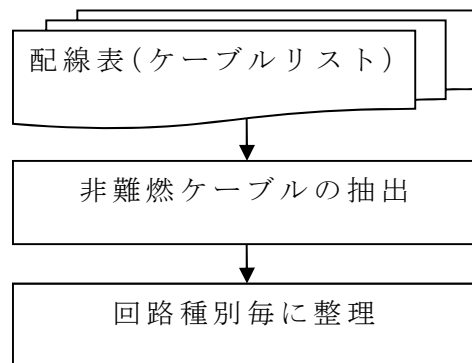
東海第二発電所で使用されているケーブルは配線表(ケーブルリスト)としてケーブル種類(使用用途による回路種別)、ケーブルの型式(絶縁材とシースの組合せ)、芯数及び導体サイズなどにまとめられ建設時から図書として管理されている。

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原子炉棟及び原子炉建屋附属棟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。(別紙1)



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 ²)
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-S1,24697,85219,21329CZ
C21329D	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
KGB ケーブル(難)							
C21329D	KGB LS B22-F028C (B8062-S1) LS B22-F028C	RD-1 RD-1	DKGB1	4x1	3.5	140	95352-S1,C2147-S1,5712,24991-S1,B2500-S1,24697,85219,21329DZ
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 ²)

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 ²)	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

補足説明資料 5-6

発電所で使用する非難燃ケーブルの詳細

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 2.1 項にて抽出した非難ケーブルの詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

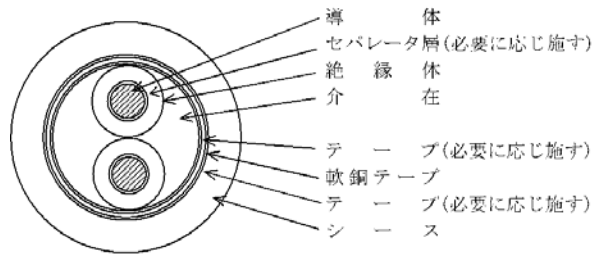
発電所で使用する非難燃ケーブルの詳細を、次頁以降に示す。

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

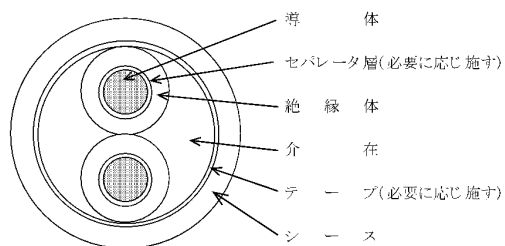


CCV-S 構造 (例)

第 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 ²)	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)

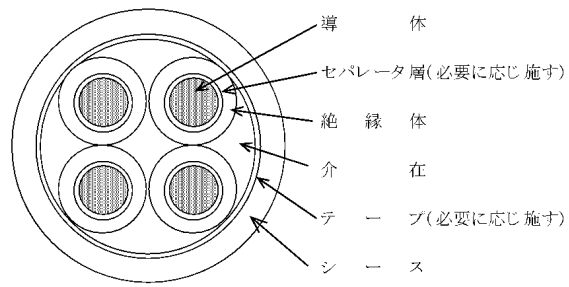


CCV 構造 (例：2 芯)

第 2 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 ²)	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)

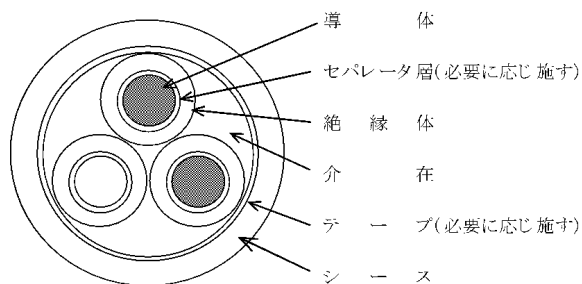


CCV 構造 (例: 4 芯)

第 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 ²)	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)

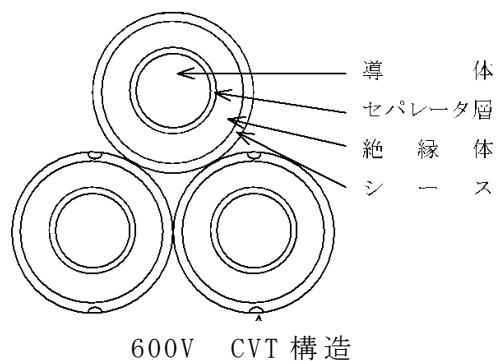


600V CV 構造

第 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 ²)	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	1.7	3C－38	25	
				1.8	2C－60	29
					3C－60	31

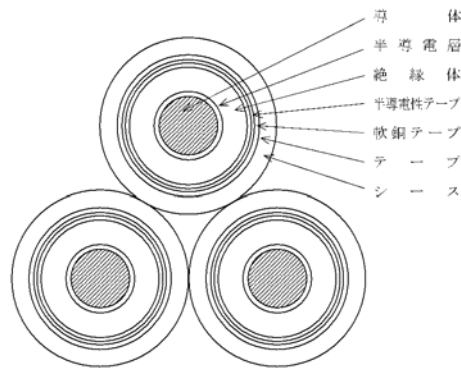
(5) 低圧電力ケーブル(2/2)



第 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 ²)	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 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 ²)	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

補足説明資料 5-7

ケーブルの燃焼メカニズム

1. 目的

本資料は、ケーブルの燃焼機構より、物性面でのケーブルの代表性について示すため、補足資料として添付するものである。

2. 内容

ケーブルの燃焼メカニズムについて、次頁以降に示す。

ケーブルの燃焼メカニズム

1. 燃焼メカニズム

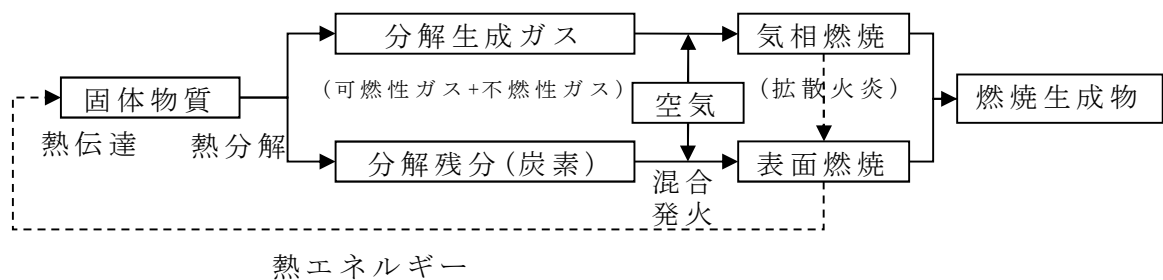
一般に‘燃焼’とは、可燃物に十分な熱と酸素が与えられて生じる気相での発熱をともなう急激な酸化反応である。燃焼を継続させるためには、可燃物、温度(熱エネルギー)、酸素の三要素を全て満たす必要があり、言い換えると、それらの三要素のうち、一つでも欠ければ燃焼を継続することはできない。以下に、ケーブル構成物質である高分子物質の燃焼及びケーブルの燃焼メカニズムを示す。

(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)を示す。



第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

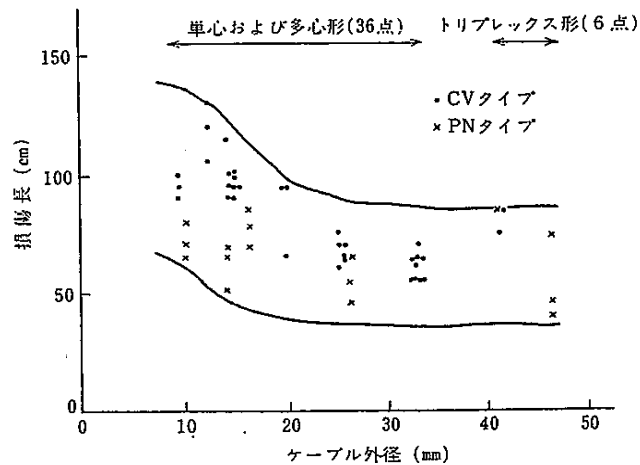
ケーブルが燃焼を継続するためには、加熱によって発生するガス組成を燃焼範囲内に維持する必要がある、熱容量が大きく寄与する。

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）

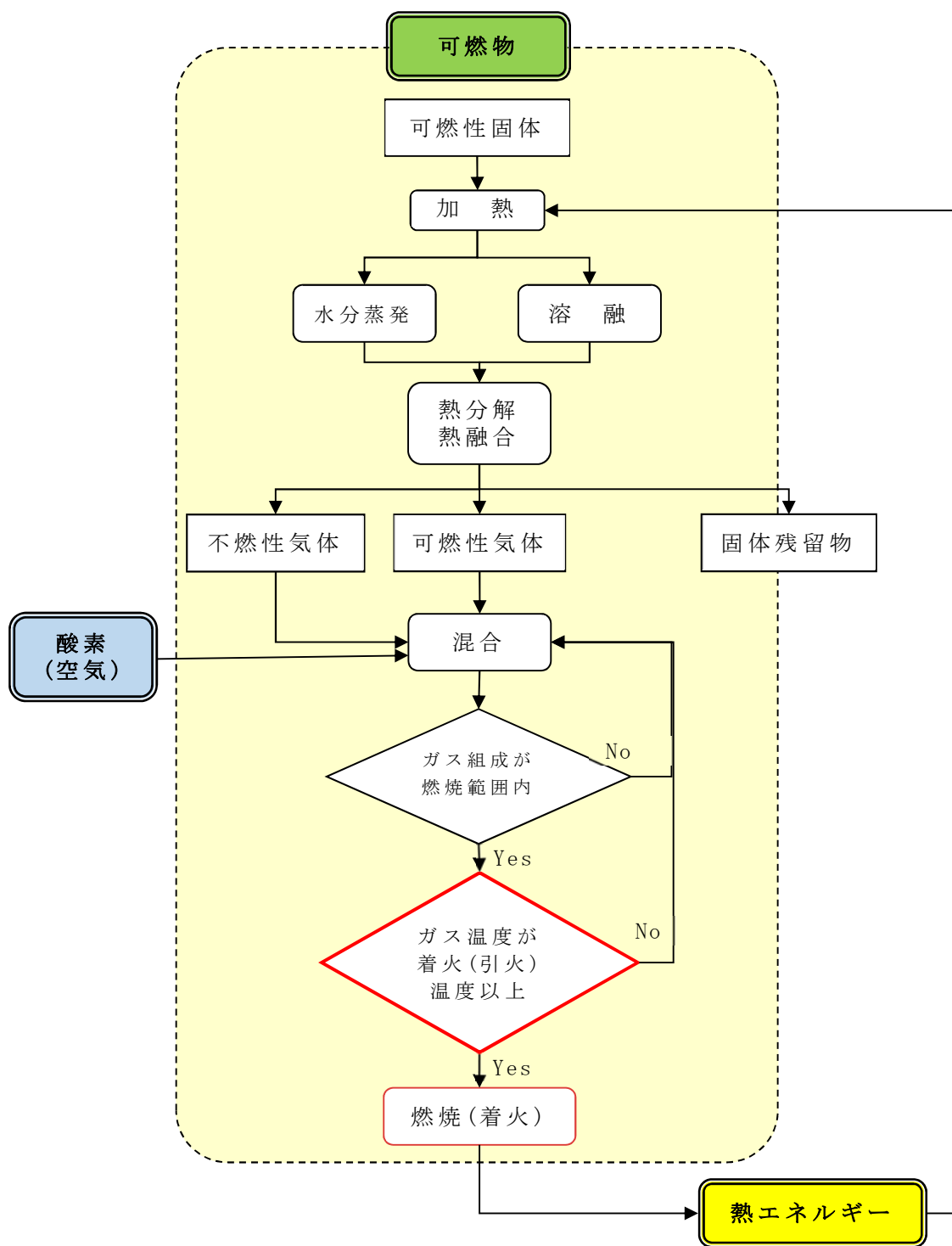
このように、高分子物質を燃焼させるには、熱分解により可燃性ガスが発生するよう物質の温度を上昇させる必要がある。同じ材料であれば、熱容量(物質の温度が $1^\circ C$ 上昇するために必要な熱)が小さいほど温度は上昇しやすいため、着火しやすくなる。

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。

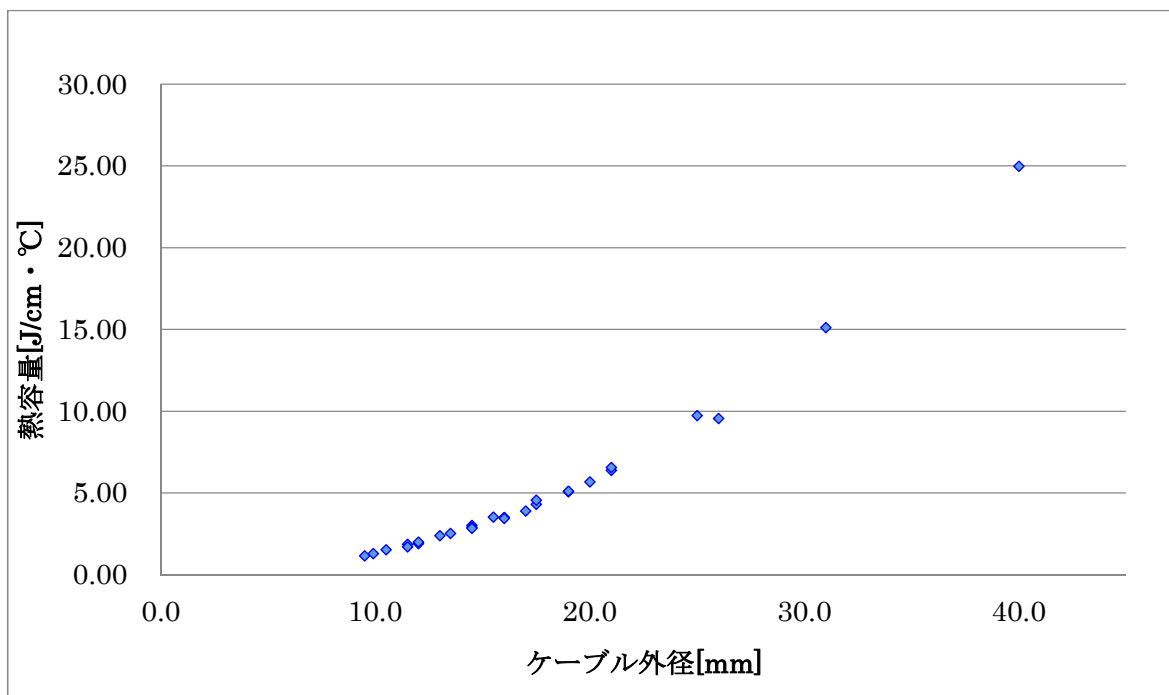
- ① 加熱された固体表面においては、含有する水分の蒸発や軟化、熔融のように物理的な吸熱過程を経て、化学的な熱分解、熱融合が起り可燃性気体、不燃性気体および固体残留物を生成する。
- ② 可燃性気体は拡散移動し、その拡散過程で雰囲気空気や不燃性気体と混合され、混合された気体の組成が燃焼範囲にあり、着火温度に達すると着火、燃焼に至る。
- ③ この燃焼領域から新しい固体表面へ熱が移動することにより火災の伝播が起り、この繰返しによって可燃物が消費されるまで燃焼が継続される。燃焼プロセスを第2図に示す。



第 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 3 図に示す。



第 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

補足説明資料 5-8

ケーブルの使用期間による経年変化

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 2.2.2 項に記載したケーブルの使用期間による経年変化の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

ケーブルの使用期間による経年変化について、次頁以降に示す。

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 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 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

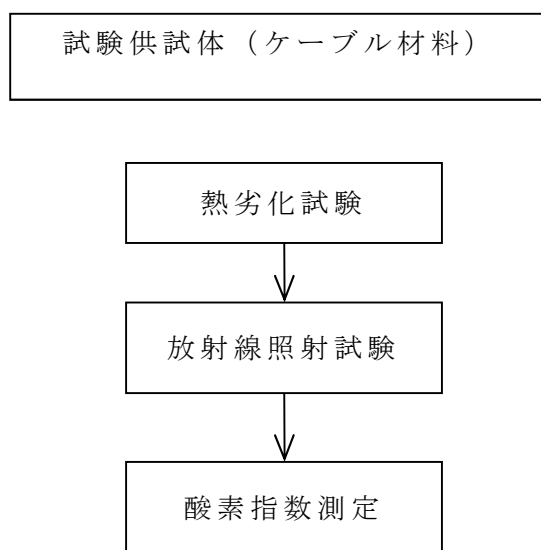
5. 評価

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適切である。

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。

補足説明資料 5-9

発電所を代表する非難燃ケーブルの抽出結果のまとめ

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 2.2.3 項にて示した実機を代表するケーブルの選定の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

実機を代表するケーブルの選定の詳細を次頁以降に示す。

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 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 ²)	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 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 ²)	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 ²)	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		
		1.2	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	1.5	100	19
		2	1.5	150	22
		2.5	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 ²)	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。

補足説明資料 5-10
試験対象ケーブルの詳細

1. 目的

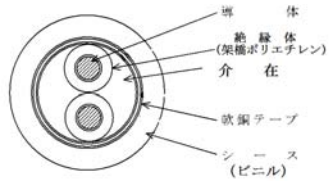
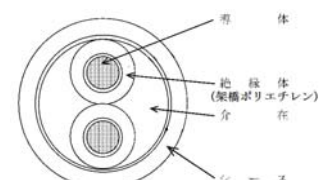
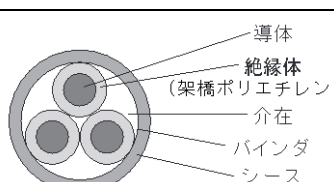

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 2.3 項にて示した試験対象ケーブルの詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

試験対象ケーブルの詳細を次頁以降に示す。

試験対象ケーブルの詳細

第 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 ²)	外径 (mm)	熱容量 (J/cm℃)	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) ※1	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。

補足説明資料 5-11

ケーブル種類毎の性能確認方法と確認結果

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 3.2.4 項にて示したケーブル種類毎の耐延焼性確認の方法及び確認結果の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

ケーブル種類毎の耐延焼性確認の方法及び確認結果の詳細を次頁以降に示す。

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 2.2.3 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 1 表に示す。また、第 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 1 表 供試体の種類

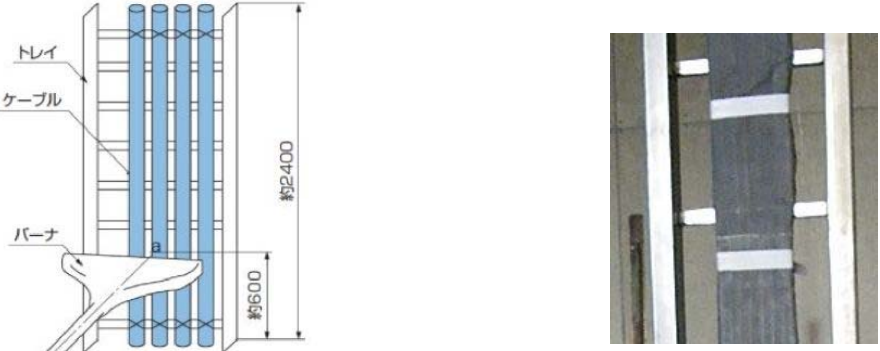
ケーブル種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	外径 (mm)
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5
	架橋ポリエチレン	ビニル	19 (41) ※

※：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表に示す。

第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 【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 ・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>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3表に、試験結果の詳細を第4表に示す。

第3表 ケーブル回路種別の耐延焼性確認試験の結果

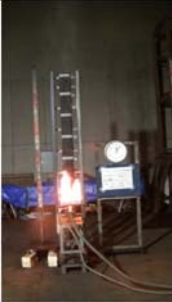













ケーブル種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	ケーブル外径 (mm)	最大損傷長平均 (mm)	シート間重ね代 (mm)	判定結果
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5	763	100	良
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	840	100	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	800	100	良
			19(41) ^{※2}	595	100	良

※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。












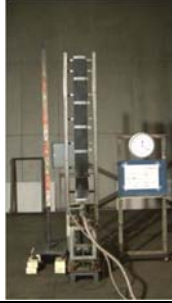


5. 評価

複合体が燃え止まり耐延焼性を有することを確認した。





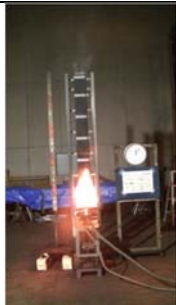









第4表 ケーブル種類毎の性能確認試験結果の詳細(1/4)

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(熔融: 740mm)				判定 良
2				
損傷距離: シート(炭化: 630mm), シース(熔融: 760mm)				判定 良
3				
損傷距離: シート(炭化: 600mm), シース(熔融: 790mm)				判定 良
シートの状況			ケーブルの状況	
				















第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 良
2				
損傷距離: シート(炭化:580mm), シース(熔融:780mm)				判定 良
3				
損傷距離: シート(炭化:650mm), シース(熔融:960mm)				判定 良
シートの状況			ケーブルの状況	
				

第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(溶融: 740mm)				判定
2					
	損傷距離: シート(炭化: 540mm), シース(溶融: 810mm)				判定
3					
	損傷距離: シート(炭化: 580mm), シース(溶融: 850mm)				判定
シートの状況			ケーブルの状況		
					

第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		
					

補足説明資料 5-12

供試体の仕様と試験条件設定の考え方

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 の 3.2.6 項にて示した複合体の構成要素によるばらつきの確認の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

複合体構成品のばらつきにおける実機模擬条件検討の詳細を次頁以降に示す。

複合体構成品のばらつきにおける実機模擬条件検討

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 1 表に示す。

第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 ップの有無	ファイアストップ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 表に示す。

第 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。

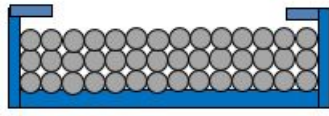
※：熱容量とは、任意の量の物質の温度を 1℃ 上昇させるのに必要な熱量のことで、値が小さいほど加熱により温度上昇しやすい。熱容量は以下の式で表される。

$$C = m \times c$$

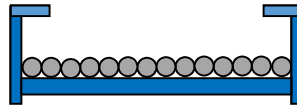
熱容量：C(J/K)，物質の質量：m(g)，比熱：c(J/g·K)

(3) 実機模擬条件の選定結果

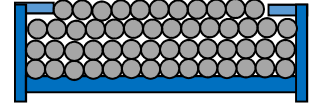
ケーブル敷設量は設計最大量，少量を選定する。なお，参考として，
実機の非難燃ケーブル敷設量では存在しないが，満杯のケーブル敷
設量にて影響を確認する。



【ケーブル設計最大量】
(占積率 40% : 敷設量上
限)



【ケーブル少量】
(1層敷設)



【ケーブル満杯】
(試験のため占積率
40%を超える状態)

第 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3表に示し、試験方法の詳細を別紙1に示す。

第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4表に酸素指数測定結果を示す。第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5表に供試体のサンプリング箇所を示す。

第 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）

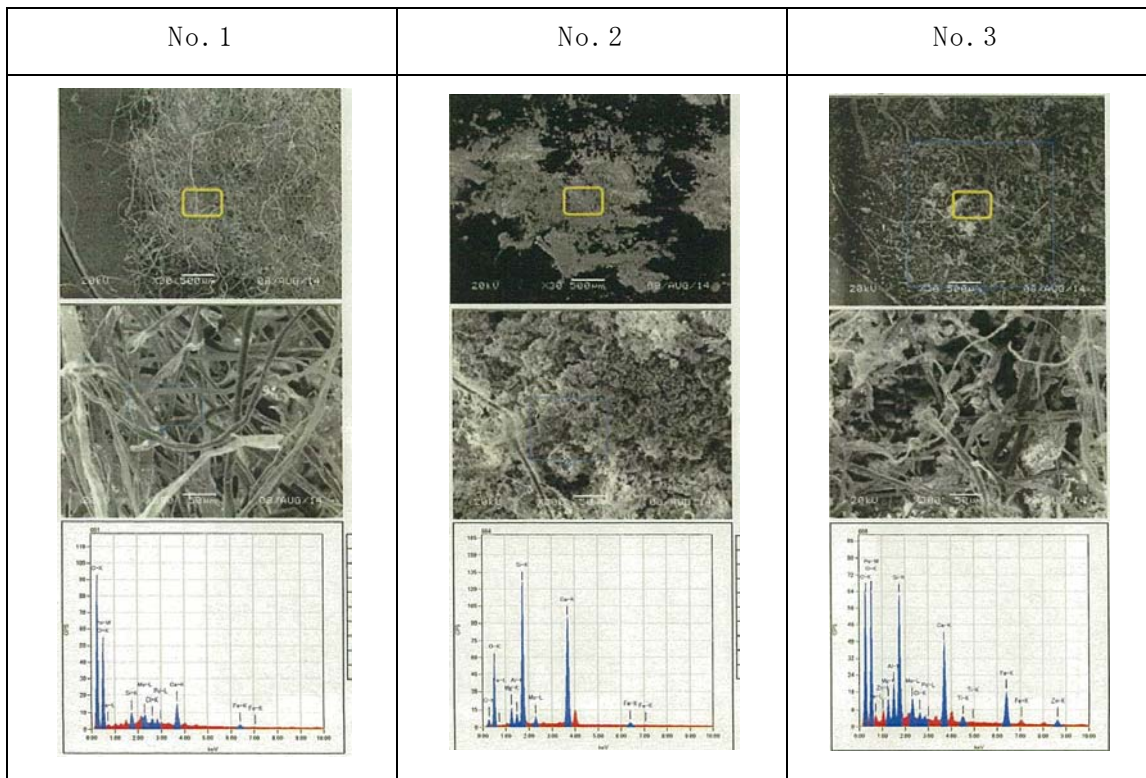
c. 試験結果

確認された成分と含有率を第 6 表に示す。

第 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 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 24kJ/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 46kJ/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

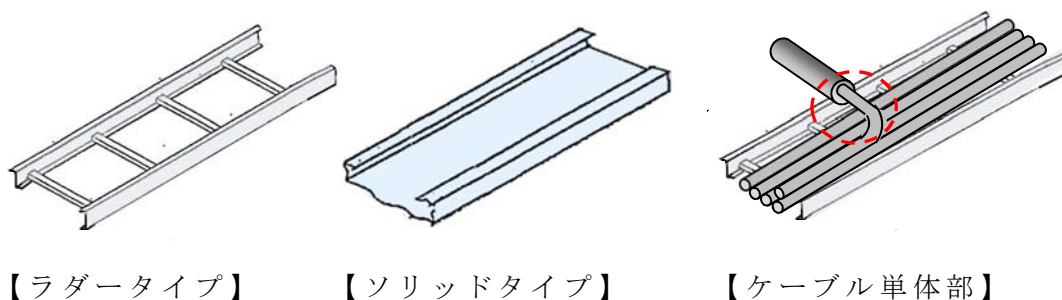
実機でサンプリングした汚れ（埃）の発熱量はケーブル材料の発熱量と比べ非常に小さく、複合体の耐延焼性にほとんど影響しないことから、埃が付着していないケーブルを実機模擬条件に選定する。

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。



【ラダータイプ】

【ソリッドタイプ】

【ケーブル単体部】

第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。

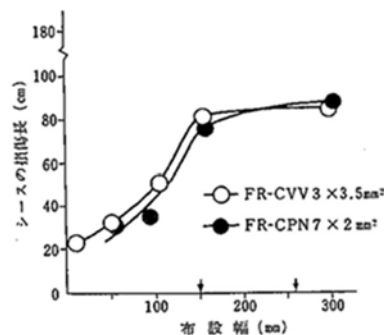
1.2.2.2 トレイサイズ（幅）

(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 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

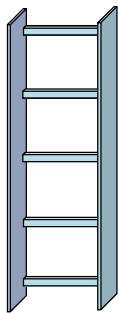
(1) ケーブルトレイの方向

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。

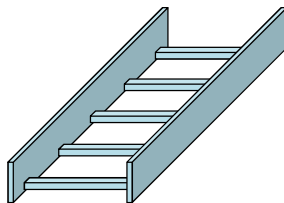
(2) 実機模擬条件の検討

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。



【垂直トレイ】



【水平トレイ】



【勾配トレイ】

第 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

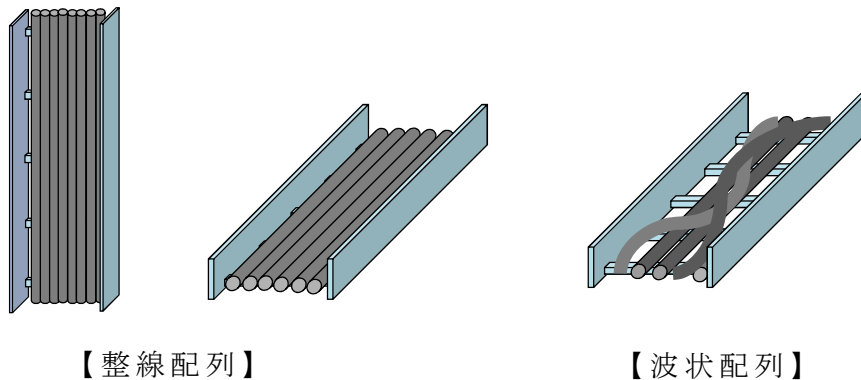
(1) ケーブルの状態

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。

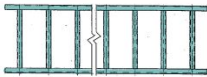

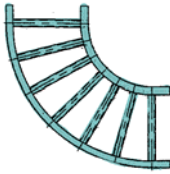
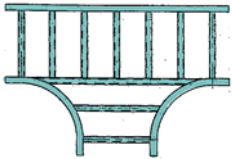
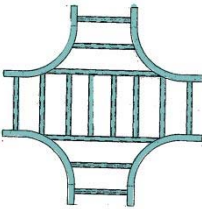
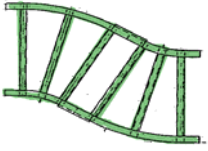
1.2.2.6 トレイ形状

(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 3.2.6.4.1 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、不完全性として火災防護に関する説明書別添 1 5.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パ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、不完全性として火災防護に関する説明書別添 1 5.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 ファイアストップの有無

(1) ファイアストップの設置

ファイアストップ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、延焼の可能性があるトレイ設置方向にはファイアストップを設置する。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 7 表に示す。

第7表 実機模擬条件の選定結果(1/2)

構成品	実機の状態		実機模擬条件の選定結果
ケーブル	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。	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。
	使用期間	プラント運転開始以降、長期間使用している。	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。
	敷設量	使用箇所により、ケーブル敷設量が変化する、	ケーブル敷設量が耐延焼性に及ぼす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。
	延焼防止材	延焼防止材が塗布されている箇所、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。
	埃	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。
ケーブルトレイ	トレイタイプ(トレイ有無)	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の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"> ・トレイタイプは火炎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 ・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。
	トレイサイズ(幅)	150mm から 750mm までのトレイ幅が存在する。	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、ケーブルトレイ幅として 300mm を選定する。

第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
ケーブル トレイ	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。	トレイ高さ120mmを選定する。
	トレイ 設置方向	垂直、水平及び勾配が存在する。	最も延焼が広がる速度が速い垂直トレイを選定する。
	ケーブル 敷設形態	整線、波状の形態が存在する。	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。
	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。	火炎が最も速く広がる直線形の垂直トレイを選定する。
	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。	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。
防火 シート	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 隙間	防火シートの隙間を想定する。	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。)
	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。	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。

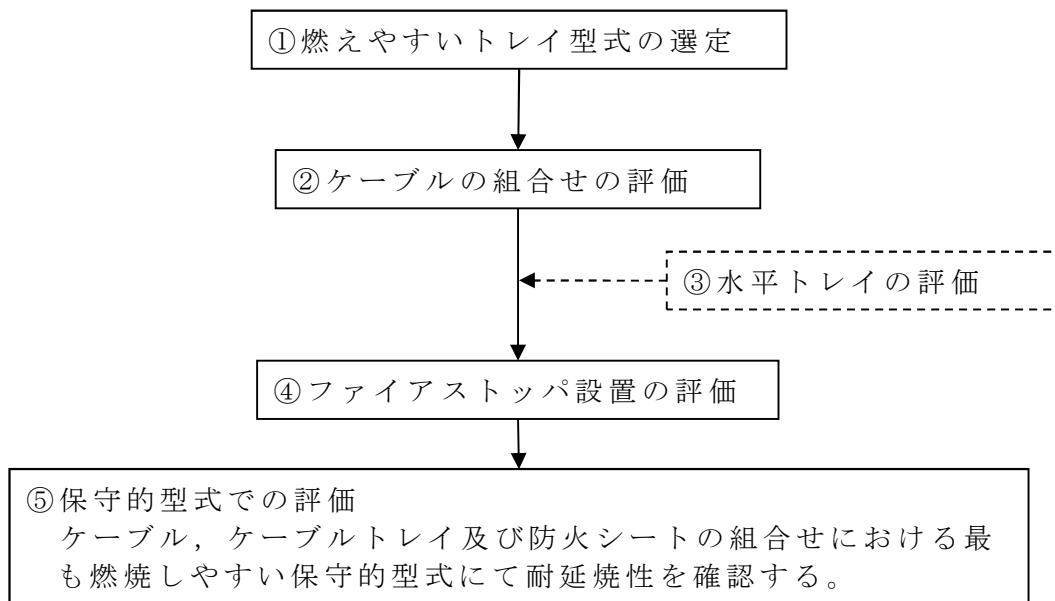
1.3 実機模擬試験の実施

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8図に示す。また、各項目の詳細を以下に記載する。



第 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

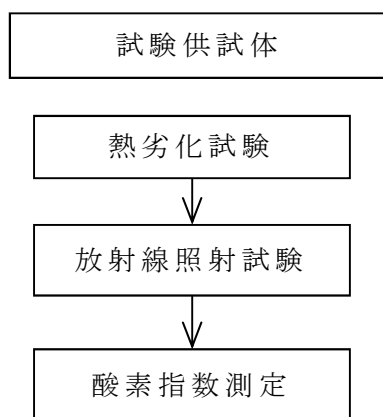
①～④項にて決定するケーブル、ケーブルトレイ及び防火シートの組合せにおける最も燃焼しやすい保守的型式にて実機模擬試験を行い、保守的型式においても損傷長が難燃ケーブルよりも短いことで、難燃ケーブルとの関係性及び耐延焼性が保たれていることを確認する。

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。

補足説明資料 5-13

実機火災荷重を考慮した防火シートの限界性能試験

1. 目的

本資料は、発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書別添 1 3.2.5 項にて示した、防火シートの限界性能試験の方法及び確認結果の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

防火シートの限界性能確認の方法及び確認結果の詳細を次頁以降に示す。

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。

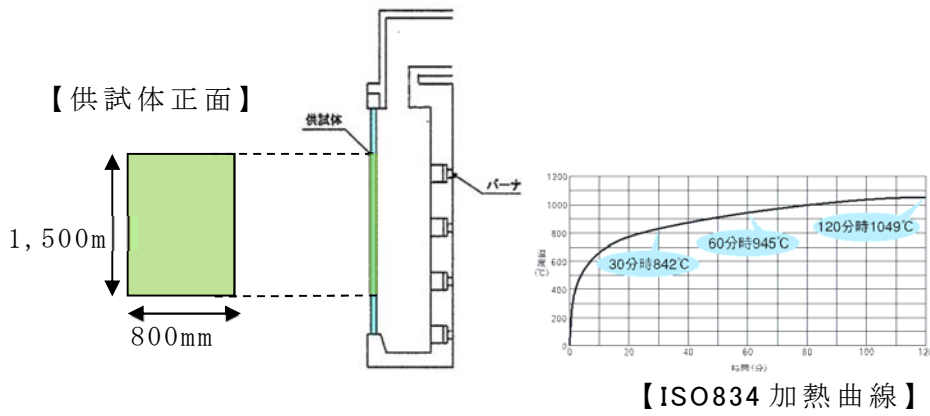
2. 供試体

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1表に示す。

第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>1,500m</p> <p>800mm</p> <p>供試体</p> <p>バーナ</p> <p>1200</p> <p>1000</p> <p>800</p> <p>600</p> <p>400</p> <p>200</p> <p>0</p> <p>0 20 40 60 80 100 120</p> <p>時間(分)</p> <p>30分時842°C</p> <p>60分時945°C</p> <p>120分時1049°C</p> <p>【ISO834加熱曲線】</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を通るき裂等の損傷及び隙間は生じない。

試験結果を第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 ²
単位面積当たり（1m ² ）の熱量	416.7	kW/m ²
	1,500	MJ/m ²

(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 ポンプ室
火災荷重	286MJ/m ²


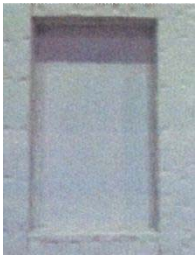







なお、自動消火設備が設置されている部屋は対象外とした。

6. 評価

IS0834 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 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			

補足説明資料 5-14
防火シート重ね部の遮炎性試験

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 1.4 項にて示した、防火シートの重ね部の遮炎性能試験の方法及び試験結果の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

防火シートの重ね部の遮炎性能試験の方法及び試験結果の詳細を次頁以降に示す。

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

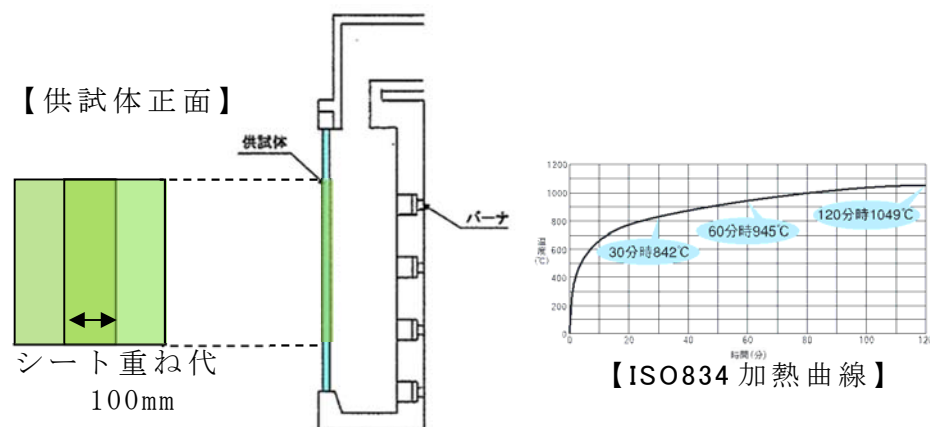
施工要領に準じて施工した防火シート重ね部
 ・防火シート(プロテコ®シート-P2・eco)

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1表に示す。

第1表 遮炎性試験の概要

試験装置 概要	 <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> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>ISO834 Heating Curve Data</caption> <thead> <tr> <th>時間 (分)</th> <th>温度 (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>842</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>945</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>1049</td> </tr> </tbody> </table>	時間 (分)	温度 (°C)	30	842	60	945	120	1049
時間 (分)	温度 (°C)								
30	842								
60	945								
120	1049								
試験内容	<ul style="list-style-type: none"> ・加熱炉に供試体設置する。 ・ISO834 加熱曲線となるように 20 分間加熱する。 								
判定基準	<ul style="list-style-type: none"> ・火炎が通るき裂等の損傷及び隙間を生じないこと ・非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎がないこと ・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 								

4. 試験結果

試験結果は第2表のとおりである。

また、実証試験の詳細は第3表のとおりである。

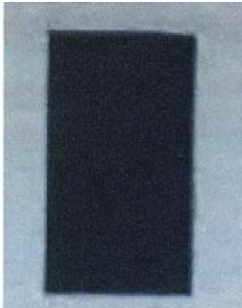

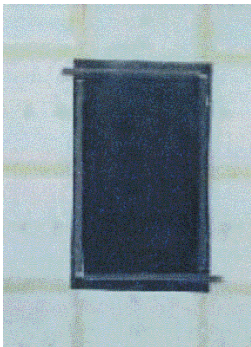
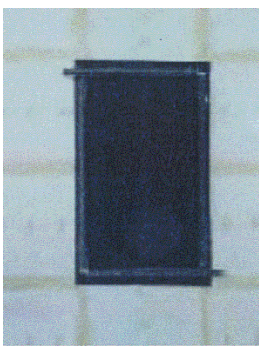
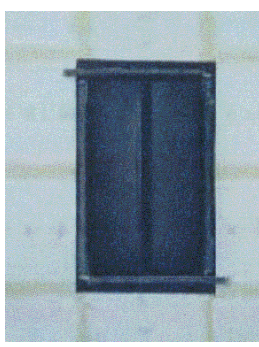
5. 評価

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。

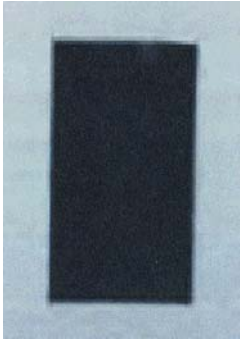
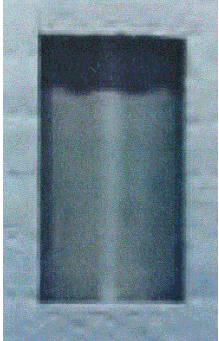
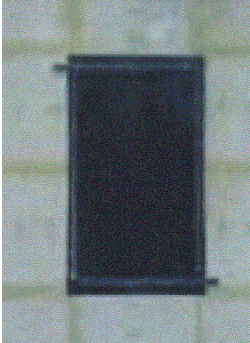
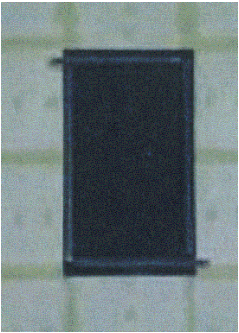

第2表 遮炎性試験結果

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：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					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：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 (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		

補足説明資料 5-15
耐延焼性実証試験条件

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 3.2.2 項にて示した耐延焼性実証試験の試験条件の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

耐延焼性実証試験の試験条件の詳細を次頁以降に示す。

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 ^{*1}
ガス・空気	熱量(kW)		20 ^{*1}
	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 ^{*1} 0.78m ³ /h 以上(20℃)
	空気流量(ℓ/分)		65(3.9m ³ /h) ^{*1}

※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 ^{※2}
	温度 (°C)	約 840 以上 ^{※2}
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"> ・ 燃え止まること。(供試体の最上端まで損傷しないこと) ・ 火源が除去されたとき自己消火すること。
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。

補足説明資料 5-16

損傷長の判定方法

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 3.2.2 項にて示した損傷長の判定基準の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

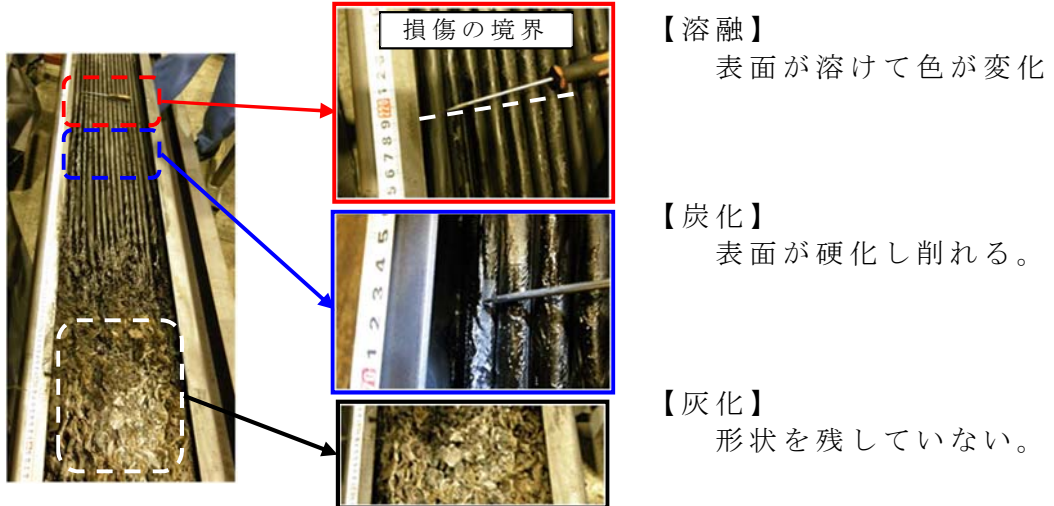
損傷長の判定方法を次頁以降に示す。

損傷長の判定方法

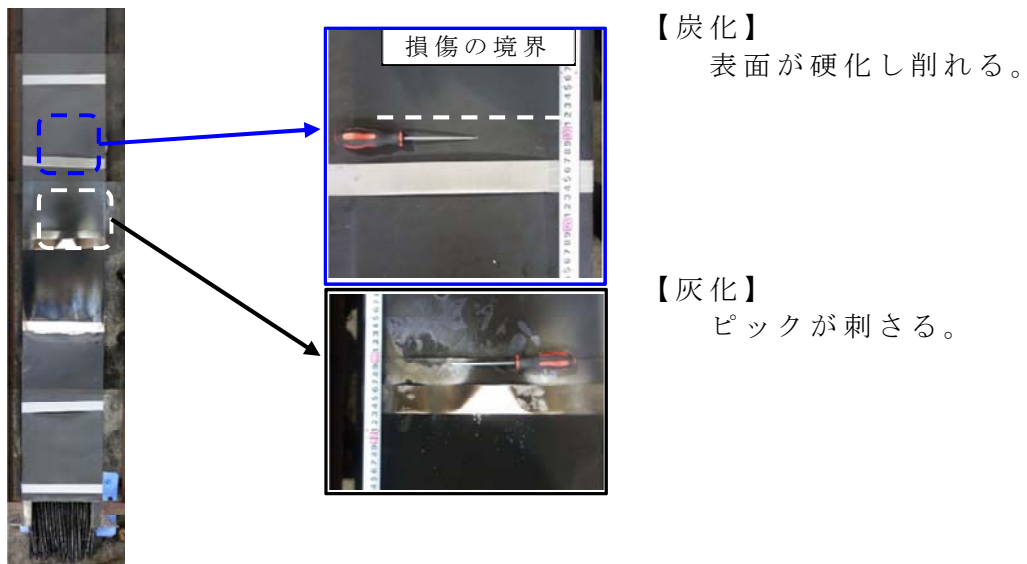
耐延焼性の実証試験では、損傷の境界を確認し、バーナ位置を基準として最大損傷長を測定する。

損傷長の判定方法を第1図に示す。また、損傷長の判断基準を第1表に示す。

【ケーブルシース】



【防火シート】



第1図 ケーブル及び防火シートの損傷長の判定方法

第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	

補足説明資料 5-17

複合体の構成品の組合せによる耐延焼性の確認

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 3.2.6 項にて示した複合体の構成品の組合せによる耐延焼性の確認結果の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

複合体の構成品の組合せによる耐延焼性の確認結果の詳細を次頁以降に示す。

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、**火災防護に関する説明書別添 1 3.2.4**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

火災防護に関する説明書別添 1 3.2.4.4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、**火災防護に関する説明書別添 1 3.2.6.3**項にて示した組合せとする。

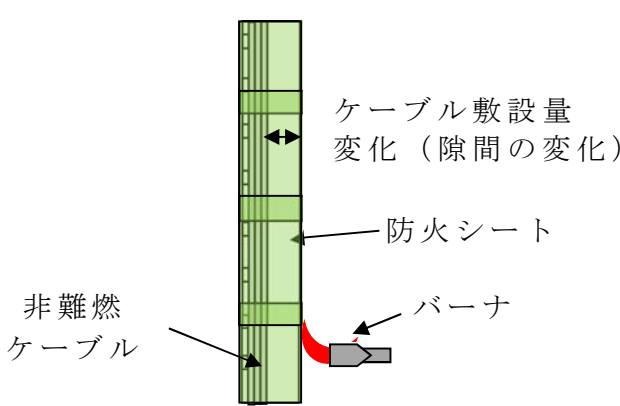
3. 試験方法及び判定基準

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1表、第2表及び第3表に示す。

第 1 表 複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験の概要

複合体(非難燃ケーブル)	
試験体の据付例	<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表 ファイアストップパと加熱位置の確認試験概要

複合体(非難燃ケーブル)	
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 (ファイアストップパとバーナの距離を変化させる。)
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。

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4表～第8表にまとめる。また、試験結果の詳細を第9表～第12表に記載する。

第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 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 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





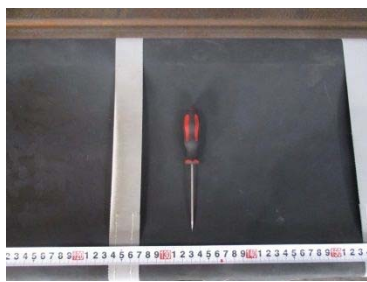


ファイアストップと バーナの距離 (mm)	最大損傷長 (mm)	判定結果
362.5	1,220	良
662.5	890	良
1262.5	760	良

第 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 ^{※3}	良

※3：第 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：約 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		


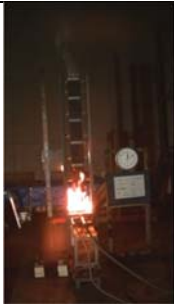


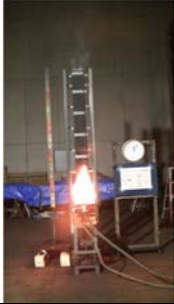


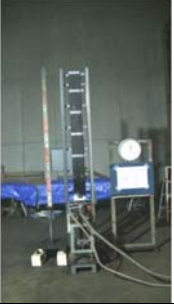






第9表 複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験結果詳細(2/2)

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：約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		
				
シート炭化		シース炭化		シース溶融
最大損傷長(mm)		700		















第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(熔融: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	シース熔融	
判定結果		良		





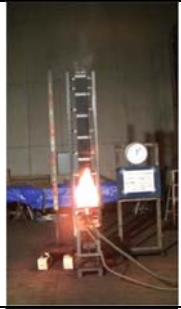


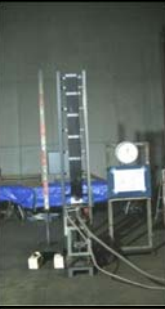






第9表 複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験結果詳細(参考2/2)

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 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 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				

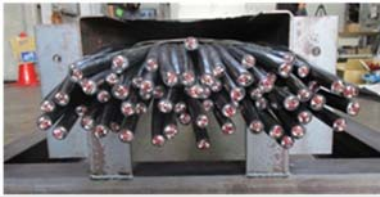




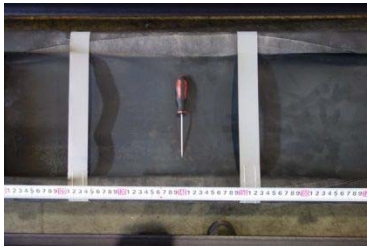


第 11 表 水平トレイにおけるケーブル敷設形態の
確認試験結果詳細 (1/2)

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 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 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	シース溶融	
最大損傷長 (mm)		1,220		

第 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 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		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	
最大損傷長平均 (mm)		760		

補足説明資料 5-18

加熱熱量の違いによる性能比較評価の確認方法

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 3.2.5 項にて示した加熱熱量の違いによる耐延焼性確認の方法及び確認結果の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

加熱熱量の違いによる耐延焼性確認の方法及び確認結果の詳細を次頁以降に示す。

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 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。

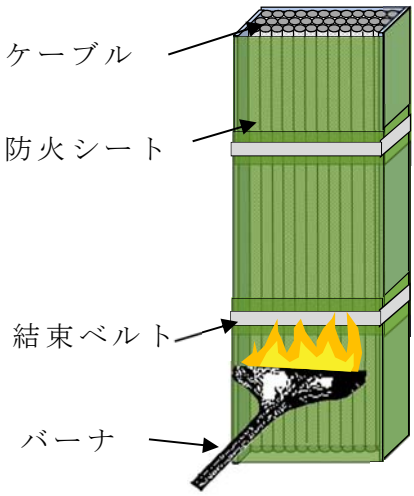
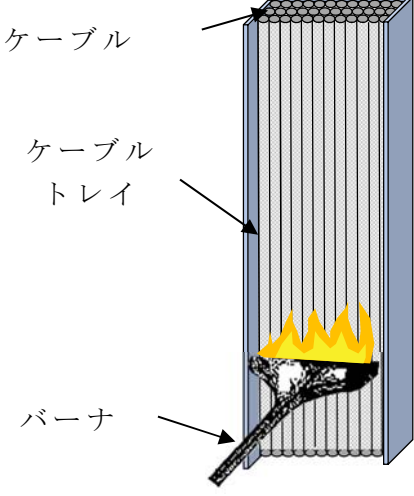
第 1 表 供試体の種類

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

	複合体(非難燃ケーブル)	難燃ケーブル
試験体の据付例	 <p>ケーブル</p> <p>防火シート</p> <p>結束ベルト</p> <p>バーナ</p>	 <p>ケーブル</p> <p>ケーブルトレイ</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	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。	

補足説明資料 5-19

バーナ加熱熱量を変化させた垂直トレイ燃焼試験

1. 目的

本資料は、バーナ加熱熱量を変化させた垂直トレイ燃焼試験の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

バーナ加熱熱量を変化させた垂直トレイ燃焼試験の詳細を、次項以降に示す。

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(熔融: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		シース熔融





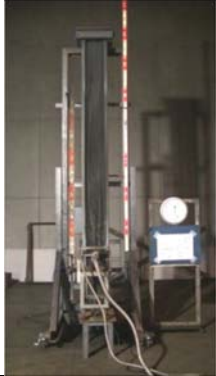
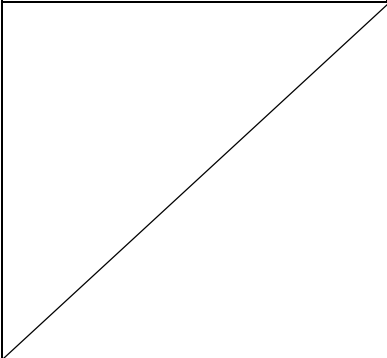


加熱熱量変化時の性能確認試験結果の詳細(2/7)

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:380mm)			
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:1,010mm, 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(溶融: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	シース溶融	

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	

補足説明資料 5-20

過電流によるケーブルの燃焼プロセス

1. 目的

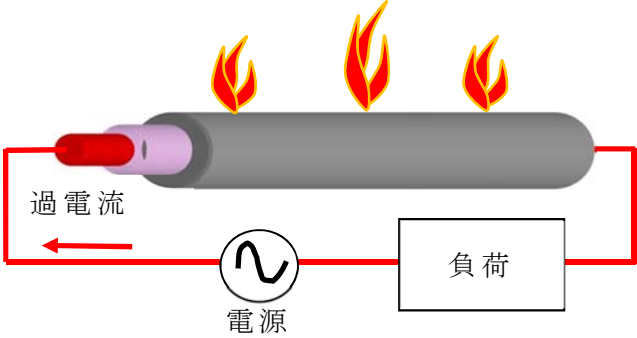
本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 4.1 項にて示した過電流による燃焼プロセスを示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

過電流による燃焼プロセスを次頁以降に示す。

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>この図は、電源、負荷、ケーブルが接続された回路を示しています。ケーブルの導体部分に過電流が流れていることが示されています。導体の抵抗による発熱が、絶縁体とシースを加熱している状態です。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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
可燃性ガス発生	<p>この図は、過電流による発熱が絶縁体を熱分解させ、可燃性ガスを発生させている状態を示しています。ガスはシースの内側に充満しています。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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
ケーブル発火	<p>この図は、可燃性ガスがシースを膨張させ、強度の限界を超えて外部に噴出した結果、発火している状態を示しています。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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 酸素と結合し発火温度となると引火に至る。
パターン1 電流遮断	<p>この図は、断線等により電流が遮断された状態を示しています。加熱源はケーブルのみになります。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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。

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"> 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。

補足説明資料 5-21

複合体内部ケーブルの自己消火性の実証試験

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 4.2.1 項にて示した複合体内部ケーブルの自己消火性の実証試験の方法及び試験結果の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

複合体内部の発火に対する自己消火性の実証試験の方法及び試験結果の詳細を次頁以降に示す。

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 2.2.3 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 1 表に示す。

第 1 表 供試体の種類

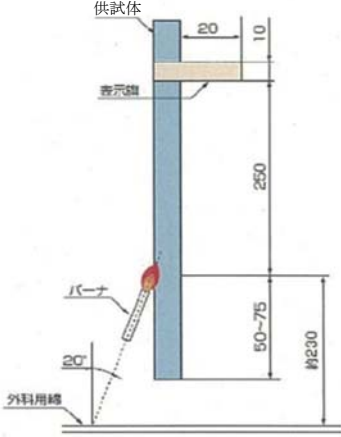
ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径 (mm)
計装 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	9.5
制御 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	9.9
低圧電力 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	14.5
	架橋 ポリエチレン	ビニル	19(41) ^{※1}

※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) を準拠して試験を実施する。試験方法について、第 2 表に示す。

第 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"> ・ 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。 ・ 15秒着火，15秒休止^{※2}を5回繰り返し，試料の燃焼の程度を確認する。
<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"> ① 残炎による燃焼が60秒を超えない。 ② 表示旗が25%以上焼損しない。 ③ 落下物によって下に設置した外科用綿が燃焼しない。

※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 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 3 表 自己消火性の実証試験結果のまとめ

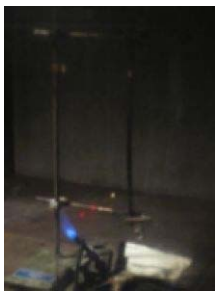








ケーブル種類	絶縁材料	シース材料	外径 (mm)	最大残炎時間 (秒)	表示旗の損傷 (%)	綿の燃焼	判定結果
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5	12	0	無	良
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	13	0	無	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	16	0	無	良
	架橋ポリエチレン	ビニル	19(41) ^{※3}	0	0	無	良

※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 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	

補足説明資料 5-22

トレイの設置方向による延焼性の確認結果

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添1 4.2.2.2項にて示した延焼の可能性のあるトレイ敷設方向の確認試験の方法及び試験結果の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

延焼の可能性のあるトレイ敷設方向の確認試験の方法及び試験結果の詳細を次頁以降に示す。

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 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	有 (整線) (参考:波状)
						勾配 (45°)

3. 試験方法及び判定基準

試験条件，試験方法を第2表に示す。

第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3表、実証試験の詳細を第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



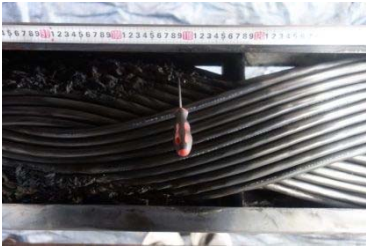

トレイ設置方向	防火シートとケーブルの隙間有無	最大損傷長 (mm)	判定結果
水平（整線）	有	740	良
水平（波状：参考）	有	1,690	良
勾配（45°）	有	850	良
垂直	有	—※1	否※1

※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。

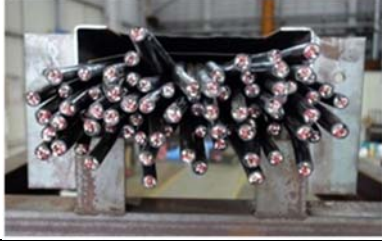






第4表 トレイの設置方向による延焼性の確認試験結果の詳細(1/2)

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(溶融:1,690mm, 炭化:490mm)				
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	

第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

補足説明資料 5-23

延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応の実証試験

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添1 4.2.2.3項にて示した延焼の可能性のあるトレイ敷設方向への対応の確認試験の方法及び試験結果の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

延焼の可能性のあるトレイ敷設方向への対応の確認試験の方法及び試験結果の詳細を次頁以降に示す。

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、ファイアストップ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

火災防護に関する説明書別添1 3.2.4.4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、火災防護に関する説明書別添1 4.2.2.2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、ファイアストップ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1表に示す。

第 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>ファイア ストップ</p> <p>防火シート 重ね部</p> <p>ケーブル トレイ</p> <p>非難燃 ケーブル</p> <p>バーナ</p> <p>【ケース 1】</p> <p>隙間</p> <p>防火シート</p> <p>ファイア ストップ</p> <p>防火シート 重ね部</p> <p>バーナ</p> <p>非難燃 ケーブル</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2表に、実証試験結果の詳細を第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 (垂直)	1	1,070	良
					2	1,280	良


第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(溶融：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		シース溶融

補足説明資料 5-24

過電流模擬試験による防火シート健全性評価

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添1の4.3.3項にて示した過電流模擬試験の方法及び確認結果の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

過電流模擬試験の方法及び確認結果の詳細を次頁以降に示す。

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

火災防護に関する説明書別添1 2.1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1表に示す。

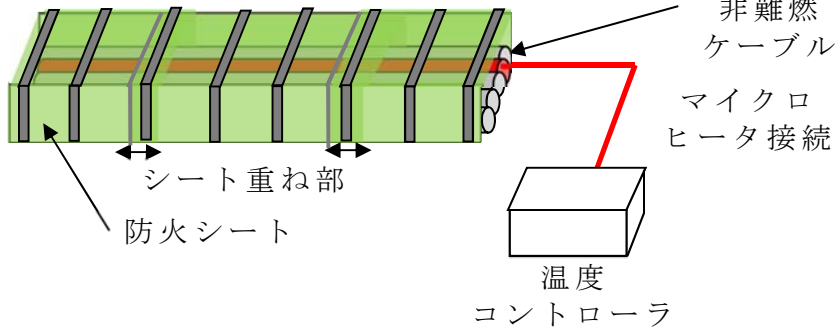
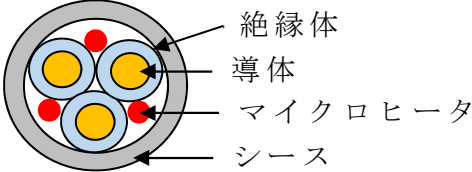
第1表 供試体

ケーブル種類	芯数- 導体サイ ズ(mm ²)	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別紙1に示す。

第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"> ・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。 ・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。 ・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。
<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3表にまとめる。また、実証試験の詳細を第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 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 ²)	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

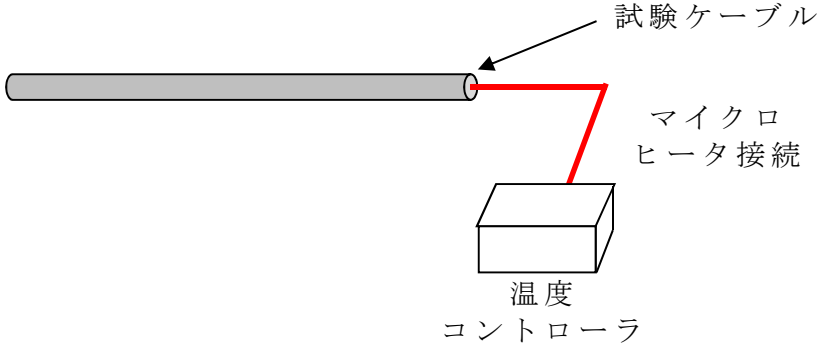
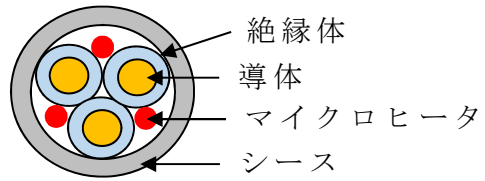
3. 試験方法及び判定基準

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(°C)
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"> ・ 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。 ・ 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。 ・ ケーブル発火の有無を確認する。
<p>判定基準</p>	<p>ケーブルが発火すること</p>

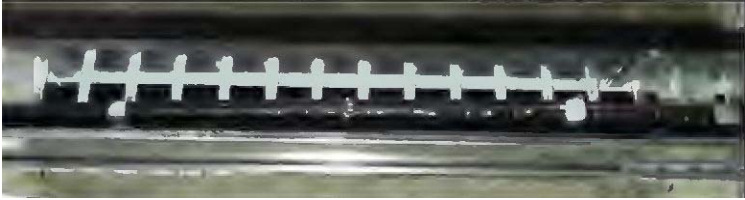
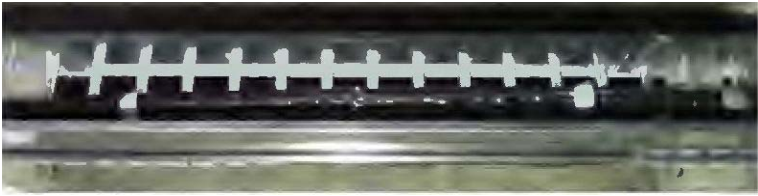
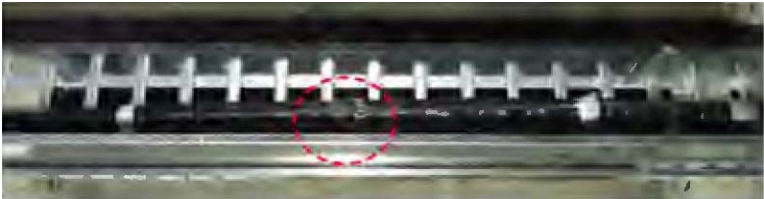


4. 試験結果

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)

補足説明資料 5-25

複合体が不完全な場合の難燃性能の確認

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添1の5.項にて示した複合体が不完全な場合の難燃性能試験の方法及び試験結果の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

複合体が不完全な場合の難燃性能試験の方法及び試験結果の詳細を、次頁以降に示す。

複合体が不完全な場合の難燃性能の確認

1. 目的

火災防護に関する説明書別添1の1.4項にて定めた設計にて、設計方針を満足した防火シートの巻きつけができるものの、実機での施工、維持管理を考慮し、複合体の外郭である防火シートが不完全な状態でも、複合体は燃え止まる頑健な設計であることを確認する。

2. 供試体

火災防護に関する説明書別添1の3.2.4項にて確認した損傷長が最も長い非難燃ケーブルを用いた複合体に対して防火シートが不完全な状態を模擬する。

3. 試験方法、判定基準

火災防護に関する説明書別添1の1.4項にて定めた設計にて、設計方針を満足した巻きつけが可能であるが、保守的に防火シートが不完全な場合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、複合体内部の発火の両方について試験を実施する。

なお、外部の火災については、複合体と火災防護に関する説明書別添1の3.2.5項にて確認した難燃ケーブルの損傷長(1,780mm)と比較し、複合体が難燃ケーブルを上回る耐延焼性を有していることを確認する。内部の発火については、ケーブルの燃焼がファイアストップ設置箇所までの間で燃え止まることを確認する。

3.1 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

3.1.1. 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。

3.1.2. 試験方法と判定基準

試験方法と判定基準を第1表に示す。

第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約 200mm 完全露出する約 300mm 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>








3.1.3. 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2表に示す。また、試験結果の詳細を第3表に示す。

第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	約 300 露出:約 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		

3.2 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

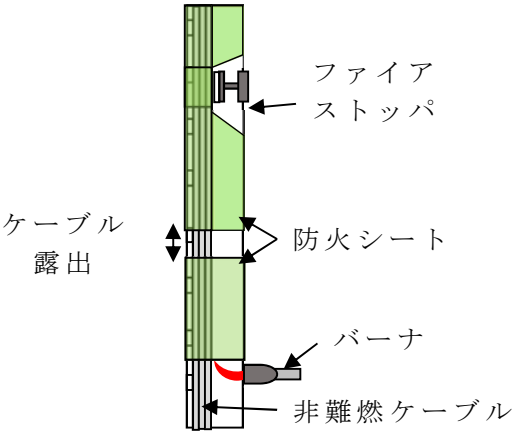
3.2.1. 目的

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。

3.2.2. 試験方法と判定基準

試験方法と判定基準を第4表に示す。

第4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</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>








3.2.3. 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表に示す。また、試験結果の詳細を第6表に示す。

第5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	約 330 露出:約 230	1,675~1,750	1,770	良

第6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(溶融: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	シース溶融	
判定結果		良		

補足説明資料 5-26

複合体による影響の確認

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 6 項にて示した複合体の影響の詳細を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

複合体を形成することによる影響の確認結果の詳細を次頁以降に示す。

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1表に示す。また、試験結果の詳細を第2表に示す。

第 1 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	約 14

注：通電電流は基準周囲温度に補正後の値を示す。

第 2 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	28.68	23.34
周囲温度平均値(°C)	18.13	40.00	16.42	40.00
導体(6~10)最大温度(°C)	92.31	90.00	92.51	90.00
導体(6~10)平均温度(°C)	89.77		89.99	
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3表に示す。

第3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	約 34

その結果，ケーブルの設計裕度約 34%に対し，防火シートによる電流低減率は約 14%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4表にまとめる。

第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	8.98×10^6	良
	S		1.02×10^7	良
	T		8.86×10^6	良
2	R		9.61×10^6	良
	S		1.06×10^7	良
	T		7.68×10^6	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5表にまとめる。

第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

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約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で約0.1kgの増加となる。

第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。

補足説明資料 5-27

複合体の性能確保の考え方

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 に示す実証試験に使用した複合体構成品に関して、その性能確保の考え方を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

複合体構成品の性能確保の考え方について、次頁以降に示す。

複合体の性能確保の考え方

1. 性能確保に対する材料選定の考え方について

(1) メーカーによる材料選定

a. 基材（共通材料）

防火シート及び結束ベルトは、火災に対するケーブルの延焼防止を目的とした製であるため、基材には熱（火炎）に強い不燃材のガラスクロスを選定した。また、防火シート及び結束ベルトは、静的機器であるケーブルやケーブルトレイに巻き付ける製品であることから、基材に選定したガラスクロスには工業製品としての強度を持たせるため、JIS R 3414（ガラスクロス）に準拠したものを選定し、そこに規定されている引張強さを確保したものとしている。

防火シートは直接的にケーブルの延焼防止を目的としたものであり、結束ベルトは防火シートを固定することを目的としている。このため、基材であるガラスクロスに含浸する材料は防火シートと結束ベルトで異なる目的を考慮して以下のとおり選定している。

b. 防火シートに含浸する難燃ゴム

防火シートは、ケーブルの延焼を防止するため、基材であるガラスクロスにてケーブルを火炎から遮り、巻き付けた内部の酸素を抑制することに加えて、防火シートが火炎に曝される際に延焼防止効果のある材料を選定する。このため、ガラスクロスに含浸する材料として火炎に曝されることで吸熱効果をもたらす難燃ゴムを選定した。また、ガラスクロスにはガラス糸を織り上げた際の微小な隙間があるため、難燃ゴムを含浸させることにより、遮炎や酸素抑制の効果を高めている。

なお、難燃ゴムは化学的に中性であり、無機物のガラスクロスに含浸させても化学的影響を与えない。また難燃ゴムは弾力があるため、含浸ならびに使用状況においても、基材であるガラスクロスに損傷を与えることはない。

c. 結束ベルトに含浸するシリコン樹脂

結束ベルトは、ガラスクロスをベルト状にすることで防火シートを固定することが可能である。ただし、ガラス糸を織り上げ、無処理の状態のままのガラスクロスを結束ベルトとして使用すると、表面が擦れて毛

羽立つことが考えられるため、ガラスクロスに含浸する材料として表面を滑らかにでき、撥水性や耐熱性にも優れたシリコン樹脂を選定した。

なお、シリコン樹脂は化学的に中性であり、無機物のガラスクロスに含浸させても化学的影響を与えない。またシリコン樹脂は弾力があるため、含浸ならびに使用状況においても、基材であるガラスクロスに損傷を与えることはない。

(2) 複合体を形成するための考慮

メーカーは防火シート及び結束ベルトを一般産業界で使用することを念頭に使用材料を選定している。今回、防火シート及び結束ベルトを原子力発電所のケーブル及びケーブルトレイの複合体形成に適用するに当たり、難燃ケーブルと同等以上の難燃性能を確保するため、事業者は、原子力発電所での使用環境による耐久性及び外力（地震）による被覆性並びに複合体の難燃性に関して必要な性能を設定した。このため、防火シート及び結束ベルトについて設定した性能を満足することを以下の3.項に示すとおり実証試験により確認している。

2. 性能確保のための防火シートの品質について

(1) メーカーにおける品質管理

防火シートは、メーカーの品質保証体制の下で、基材であるガラスクロスについてはJISに準拠したものを使用する。また基材の両面に難燃ゴムを含浸した防火シートについては厚さ及び幅の計測、並びに引張試験にて検査を行うことにより、メーカーが想定する一般産業界で使用する製品として一定の品質となるように管理している。

なお、延焼防止性に関係する防火シートの厚さについては、3.項の実証試験で使用した防火シートは平均値0.327mm、標準偏差の 3σ が0.020mmであることから、ばらつきの少ない範囲で品質管理されている。これは、製造工程が同じであることから製品に共通である。

(2) 事業者の品質に対する要求

複合体は、防火シート及び結束ベルトをケーブル及びケーブルトレイに巻き付け固定することは同じであるが、原子力発電所に適用し、難燃ケーブルと同等以上の難燃性能を確保するため、事業者は、原子力発電所での使用環境による耐久性及び外力（地震）による被覆性並びに複合体の難燃性について必要な性能を設定した。このため、事業者は、防火

シート及び結束ベルトを用いた複合体が設定した性能を満足することについて、3.項に示すとおり実証試験により確認した。

よって、上記の実証試験により性能を確認した防火シート及び結束ベルトを用いて複合体を形成する設計とする。

なお、防火シートの厚さは、(1)項のとおりばらつきが少ないが、ばらつきの原因である難燃ゴムの含浸程度による厚さが品質管理の範囲内であっても、複合体としての耐延焼性に与える影響に問題のないことを確認するため、保守的に難燃ゴムの含浸が極端な状態（シート片面の難燃ゴムがない状態を模擬）の防火シートで覆った複合体にて耐延焼性の実証試験を実施した結果、複合体が燃え止まること、及び防火シートが通常の状態である複合体の損傷長と比較しても同等であることを第1表のとおり確認している。

このことから、防火シートの厚さのばらつきが耐延焼性の実証試験結果に与える影響に問題のないことを確認している。

第1表 難燃ゴムが極端な状態における耐延焼性の実証試験結果

	損傷長	
	難燃ゴムが極端な状態	難燃ゴムが普通の状態
ケーブルシース溶融	1,440mm	1,490mm
ケーブルシース炭化	1,090mm	1,050mm

3. 防火シート及び結束ベルトに対する性能確認について

(1) 設計段階での性能確認

防火シート（難燃ゴム含浸ガラスクロスシート）及び結束ベルト（シリコン樹脂含浸ガラスクロスベルト）を原子力発電所にて複合体を形成して使用するに当たり、事業者は防火シート及び結束ベルトに必要な耐久性及び外力（地震）による被覆性、並びに複合体の難燃性に関する性能を設定した。これにより、防火シート及び結束ベルトについて、同じ条件のもとで耐久性、被覆性及び難燃性の実証試験を行い、判定基準を満足することで複合体が必要な性能を確保していることを確認している。

a. 耐久性の確認結果

		防火シート	結束ベルト
判定基準		外観に割れ，膨れ，変色のないこと	外観に割れ，膨れ，変色のないこと
結果	熱劣化試験・放射線照射試験	同上	同上
	耐寒性試験	同上	同上
	耐水性試験	同上	同上
	耐薬品性試験	同上	同上
	耐油試験	同上	—
	耐塩水性試験	同上	—

b. 外力（地震）による被覆性の確認結果

判定基準		<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。
結果	加振試験 （基準地震動 S_s ）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 結束ベルトの外れなし ・ ファイアストッパの外れなし（垂直トレイ） ・ ケーブルの露出なし

c. 複合体の難燃性の確認結果

(a) 不燃性

・ 発熱性試験

判定基準	<ul style="list-style-type: none"> ・ 加熱開始後 20 分間の総発熱量が $8\text{MJ}/\text{m}^2$ 以下であること ・ 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 ・ 加熱開始後 20 分間，最高発熱速度が，10 秒以上継続して $200\text{kW}/\text{m}^2$ を超えないこと
結果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 総発熱量は $8\text{MJ}/\text{m}^2$ 以下 ・ 裏面まで貫通するき裂及び穴はなし ・ $200\text{kW}/\text{m}^2$ を継続時間は 0 秒

(b) 遮炎性

・遮炎・準遮炎性能試験(70分)

判定基準	<ul style="list-style-type: none">・火炎が通るき裂等の損傷及び隙間を生じないこと・非加熱面で10秒を超えて継続する発炎がないこと・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
結果	<ul style="list-style-type: none">・き裂等の損傷及び隙間の発生なし・10秒を超えて継続する発炎なし・10秒を超えて連続する火炎の噴出なし

・過電流模擬試験

判定基準	<ul style="list-style-type: none">・複合体外部へ連続した火炎の噴出がないこと。
結果	<ul style="list-style-type: none">・複合体外部への連続した火炎の噴出はなし

(c) 非腐食性

・pH試験

判定基準	<ul style="list-style-type: none">・中性(pH～)の範囲内であること
結果	<ul style="list-style-type: none">・6.4

(d) 耐延焼性

・複合体外部の火炎を想定した試験

判定基準	<ul style="list-style-type: none">・複合体が燃え止まること・複合体の損傷長が難燃ケーブルの損傷長より短いこと
結果	<ul style="list-style-type: none">・複合体は燃え止まる・複合体の損傷長は難燃ケーブルの損傷長より短い

・複合体内部の火炎を想定した試験

判定基準	<ul style="list-style-type: none">・ファイアストップ設置箇所で複合体が燃え止まること
結果	<ul style="list-style-type: none">・ファイアストップ設置箇所で複合体が燃え止まる

(2) 実機施工段階での性能確認

複合体は、3.(1)a～c項の試験にて性能を確認した防火シート及び結束ベルトと同一仕様のものを使用することで、事業者が設定した性能を確保できる。

このため、実機施工段階では防火シート及び結束ベルトに対して以下の調達管理を実施する。

- ・事業者は、メーカーに対して3.(1)a～c項の試験を満足する製品（防火シート及び結束ベルト）の納入を調達要求する。
- ・メーカーは、品質保証体制の下で製品を製作・管理する。

メーカーは、納入する製品が3.(1)a～c項の試験を満足する製品と同一仕様であることを品質記録（検査記録）により保証する。

メーカーは、納入する製品が事業者の要求する試験を満足する性能を有していることを保証する。

メーカーは、試験記録及び品質記録（検査記録）を添付し、製品を納入する。

- ・事業者は、製品の納入時にメーカーが提出する試験記録及び品質記録（検査記録）によって、調達要求に合致した製品が納入されていることを確認する。

以上に示す事業者及びメーカーの責任分担のもとで調達した防火シート及び結束ベルトを使用して複合体を形成する。

補足説明資料 5-28

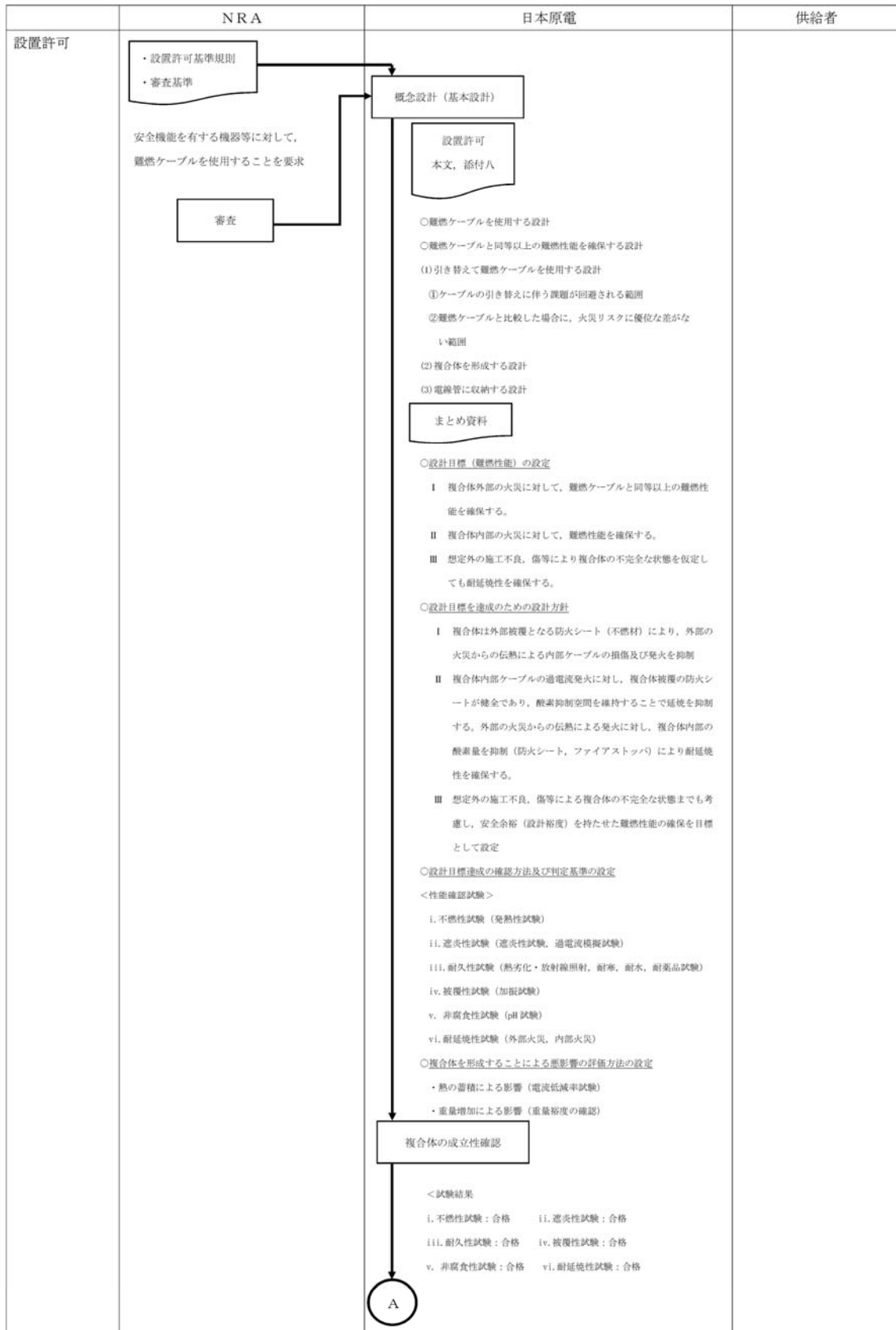
非難燃ケーブル対応に関する設置許可から維持管理に至る
各段階での実施内容について

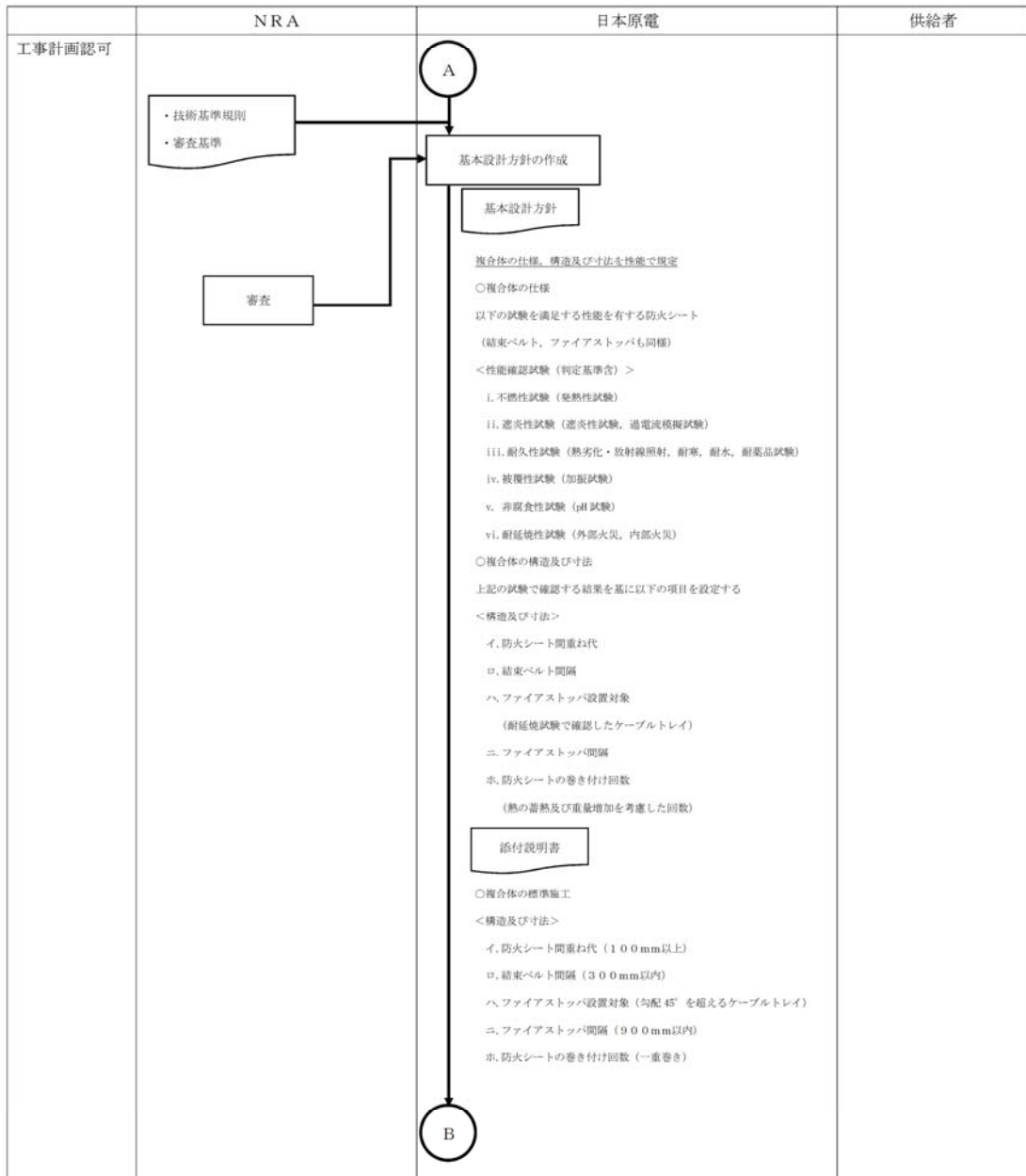
1. 目的

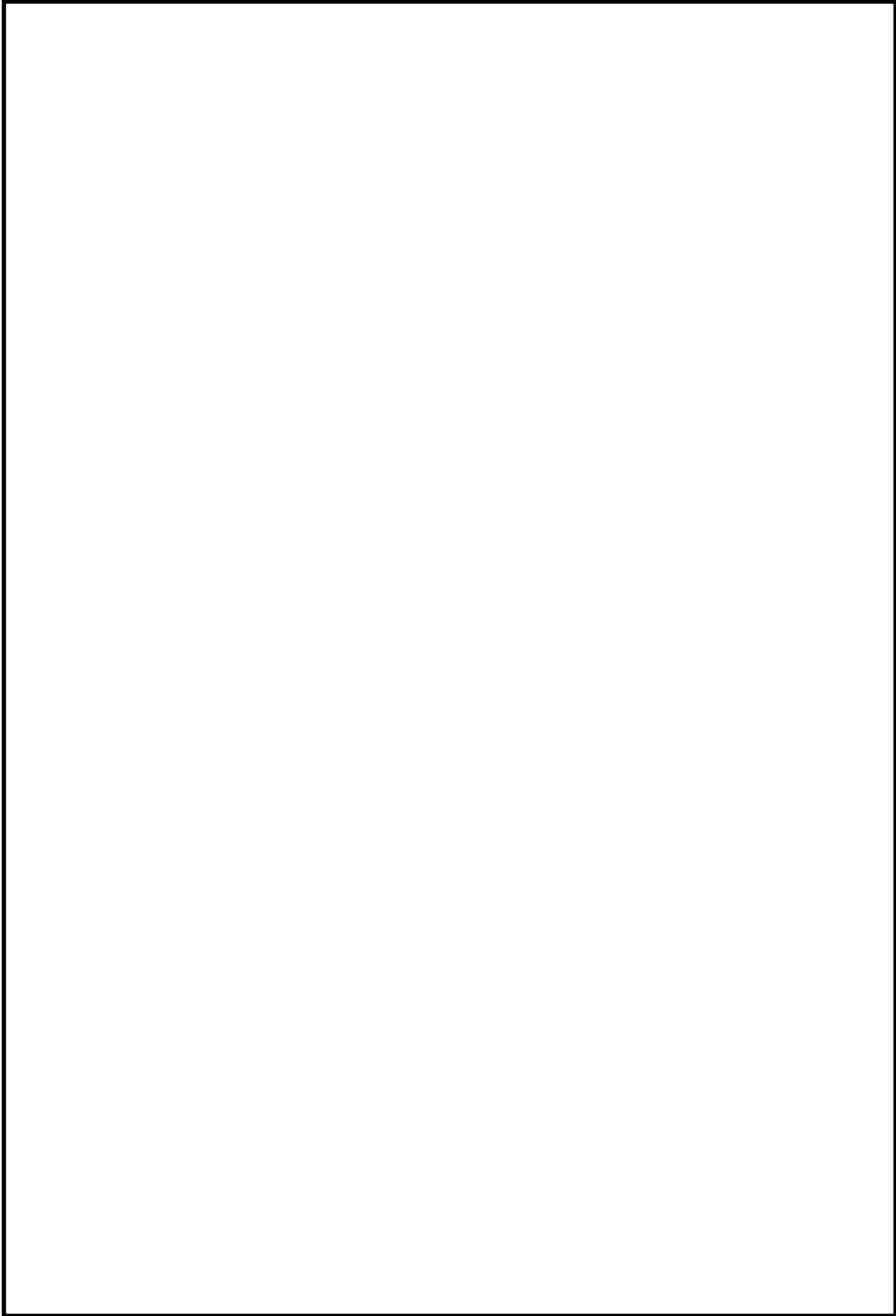
本資料は、非難燃ケーブルの防火措置として複合体を形成するに当たり、設置許可から維持管理に至る各段階における実施内容例を示すため、補足資料として添付するものである。

2. 内容

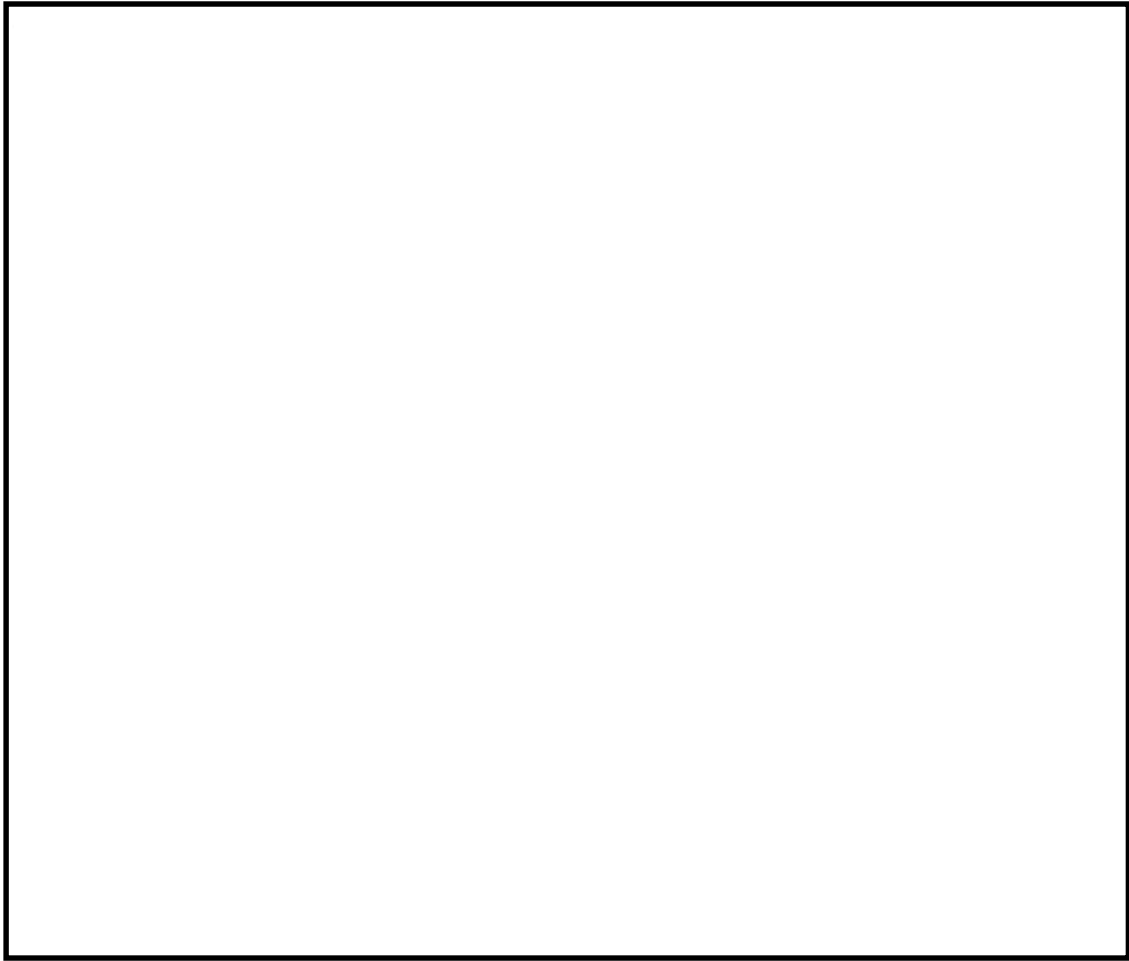
非難燃ケーブル対応に関する設置許可から維持管理に至る各段階での実施内容について、次頁以降に示す。



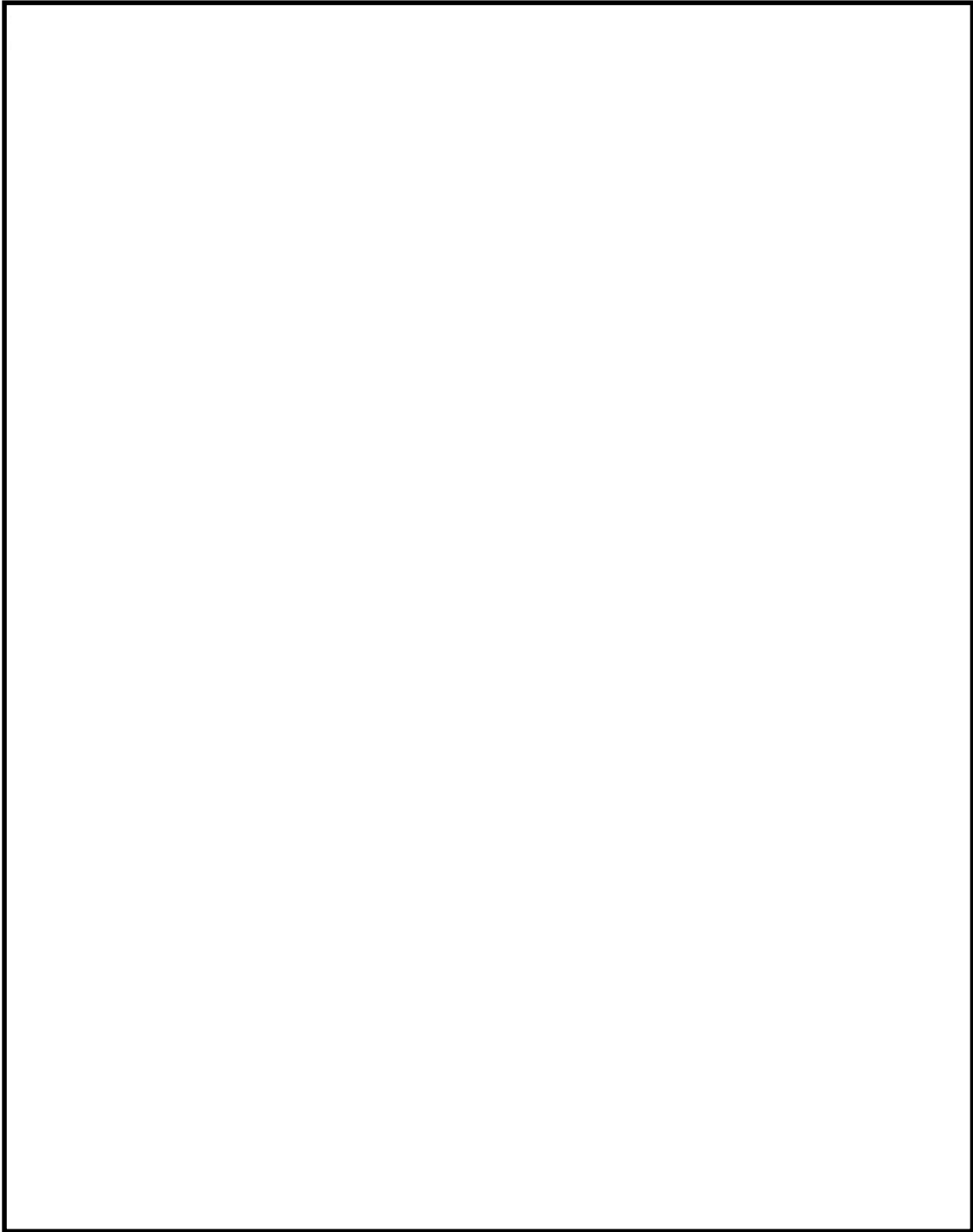




非難燃ケーブル対応に関する設置許可から維持管理に至る各段階での実施内容について (4 / 5)



非難燃ケーブル対応に関する設置許可から維持管理に至る各段階での実施内容について (5 / 5)



補足説明資料 5-29

非難燃ケーブルへの防火措置に関する工事計画変更認可後の
変更申請対象項目の抽出について

1. 目的

本資料は、実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準に基づく、火災防護に関する設計のための評価及び試験に関して、工事計画変更認可後の変更手続きの可否を示すために、補足資料として添付するものである。

2. 内容

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

表 非難燃ケーブルへの防火措置に関する工事計画変更認可後の変更申請対象項目の抽出について

防火措置に関する 評価及び試験	評価の考え方	工認変更 (下記の条件となった場合に工認変更手続きが 必要)		工認記載ポイント		評価頻度
				本文（基本設計方針）	説明書	
複合体の試験	複合体の難燃性能を 試験により確認する。	複合体の難燃性能を 確認するための試験 方法を変更する場合	複合体の難燃性能を 確認するための試験 を定める。 難燃性能を確認する 試験を満足する防火 シートの修繕や取替 えは工認の変更不要	複合体は外部の火災を 想定した自己消火性及 び延焼性を確認する試 験,並びに内部発火を想 定した自己消火性,延焼 性及び遮炎性を確認す る試験によって,自己消 火性,耐延焼性及びに遮 炎性を確認した複合体 を形成する設計とする。	具体的な試験方法及び 試験結果を記載	・設備改造時に必要 に応じて試験を 実施する。
耐火能力を確認する 防火設備性能試験	貫通部の耐火シール が3時間以上の耐火能 力を有することを確 認する。	耐火能力の確認方法 を変更する場合（防火 設備性能試験以外の 試験で確認する耐火 シールとする場合）	防火設備性能試験に より耐火能力を確認 することを定める。防 火設備性能試験によ り確認する耐火シー ルの修繕や取替えは 工認の変更不要	防火設備性能試験によ り耐火能力を有するこ とを確認した耐火シー ルによりケーブルトレ イが壁等を貫通する部 分で複合体内部の延焼 を防止する設計とする。	防火設備性能試験の方 法・結果を記載	・設備改造時に必要 に応じて試験を 実施する。

補足説明資料 5-30

難燃ケーブルへの引き替え対象について

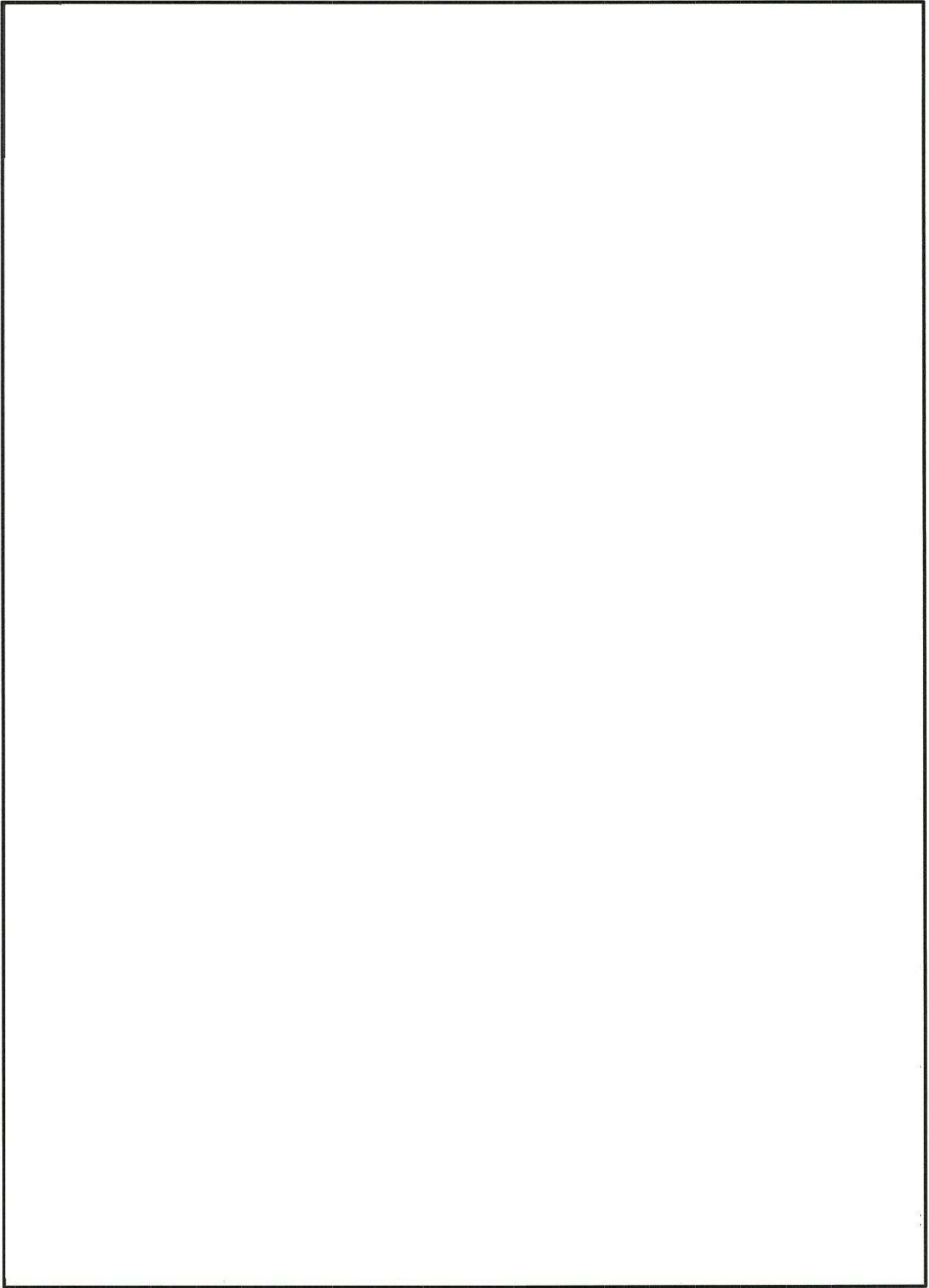
1. 目的

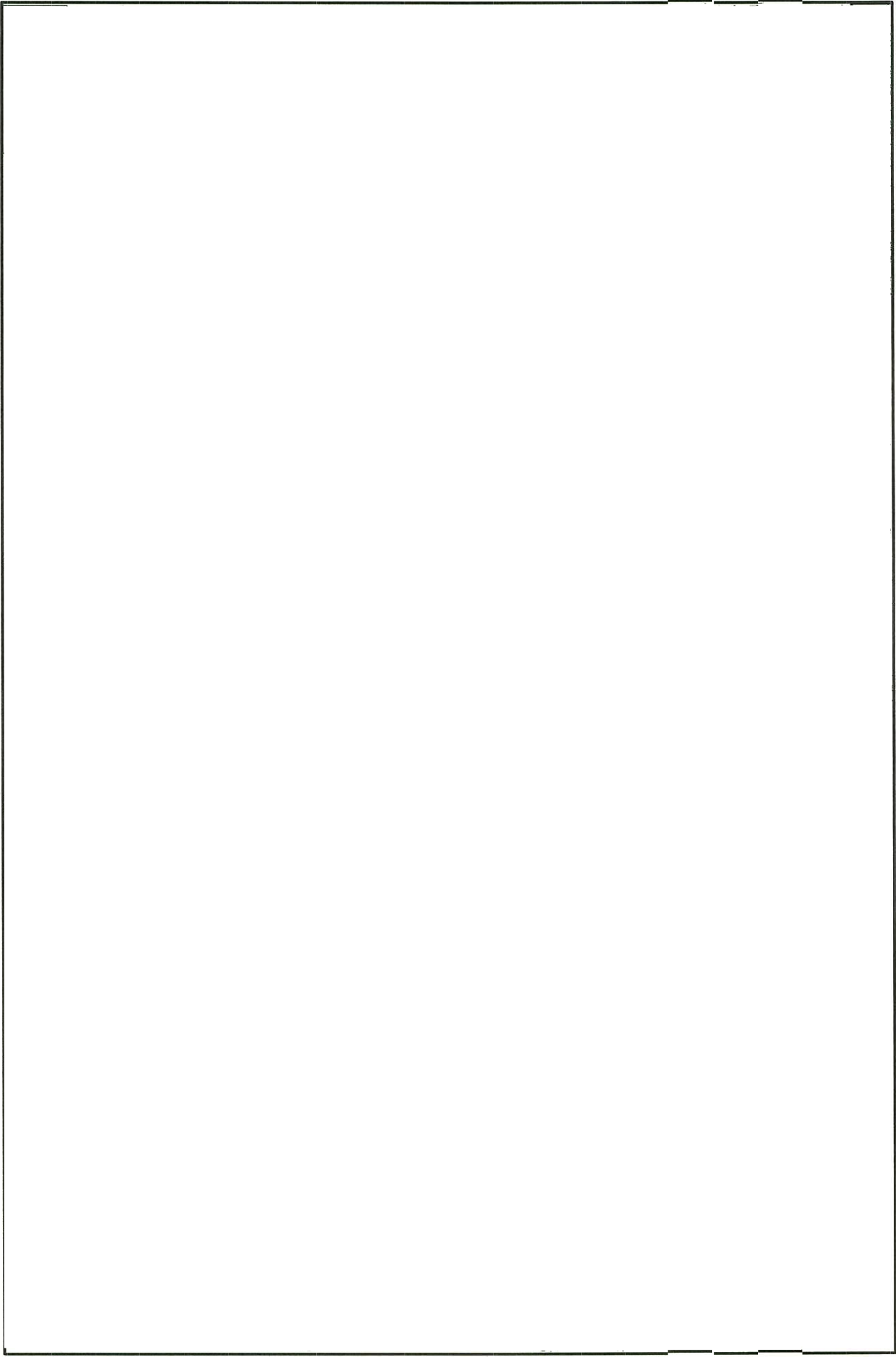
本資料は、火災防護に関する説明書別添 1 の 1 項に示す火災防護上重要な機器等に使用している非難燃ケーブルについては、原則、難燃ケーブルに取替えることを示すために、補足資料として添付するものである。

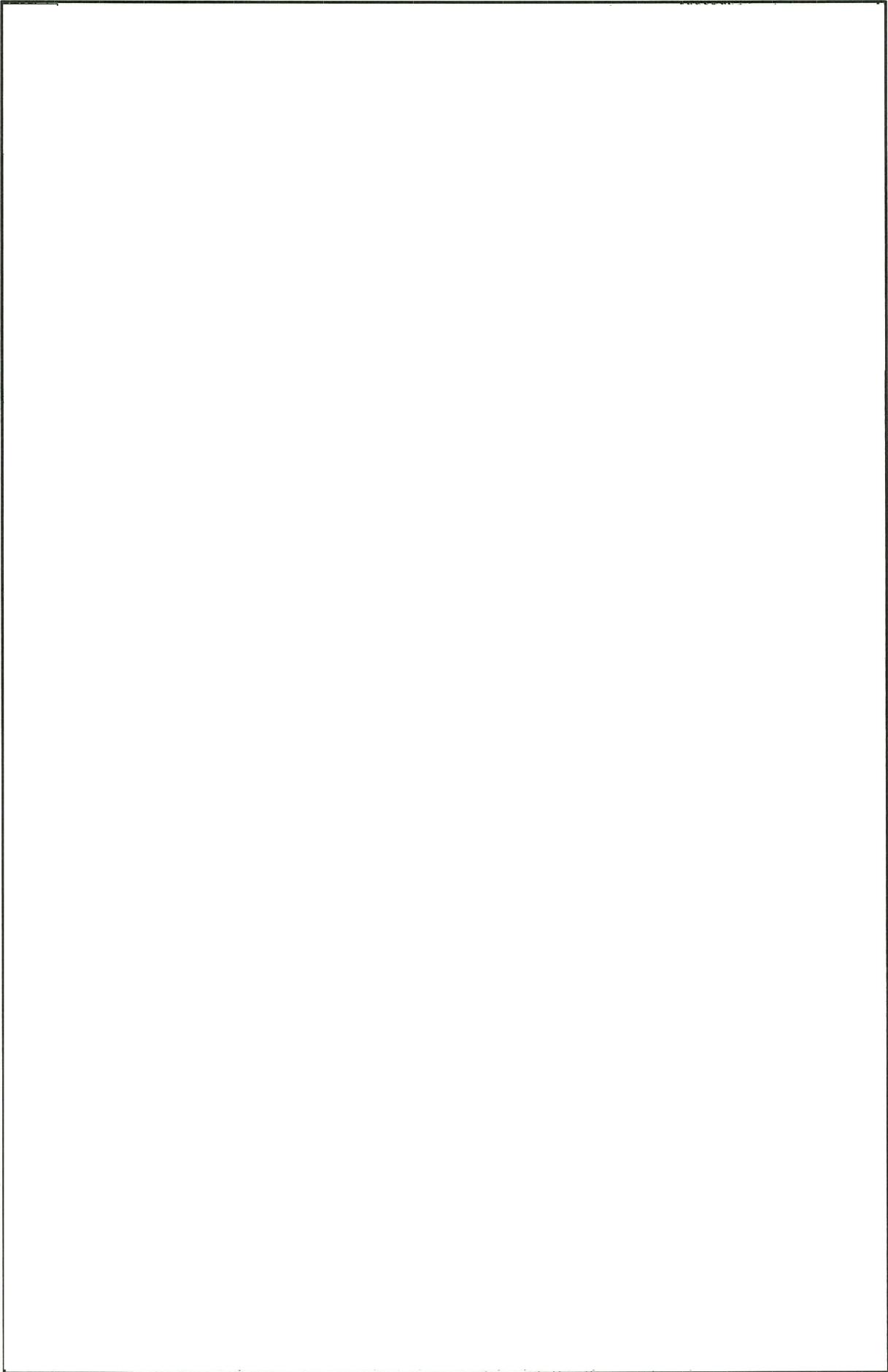
2. 内容

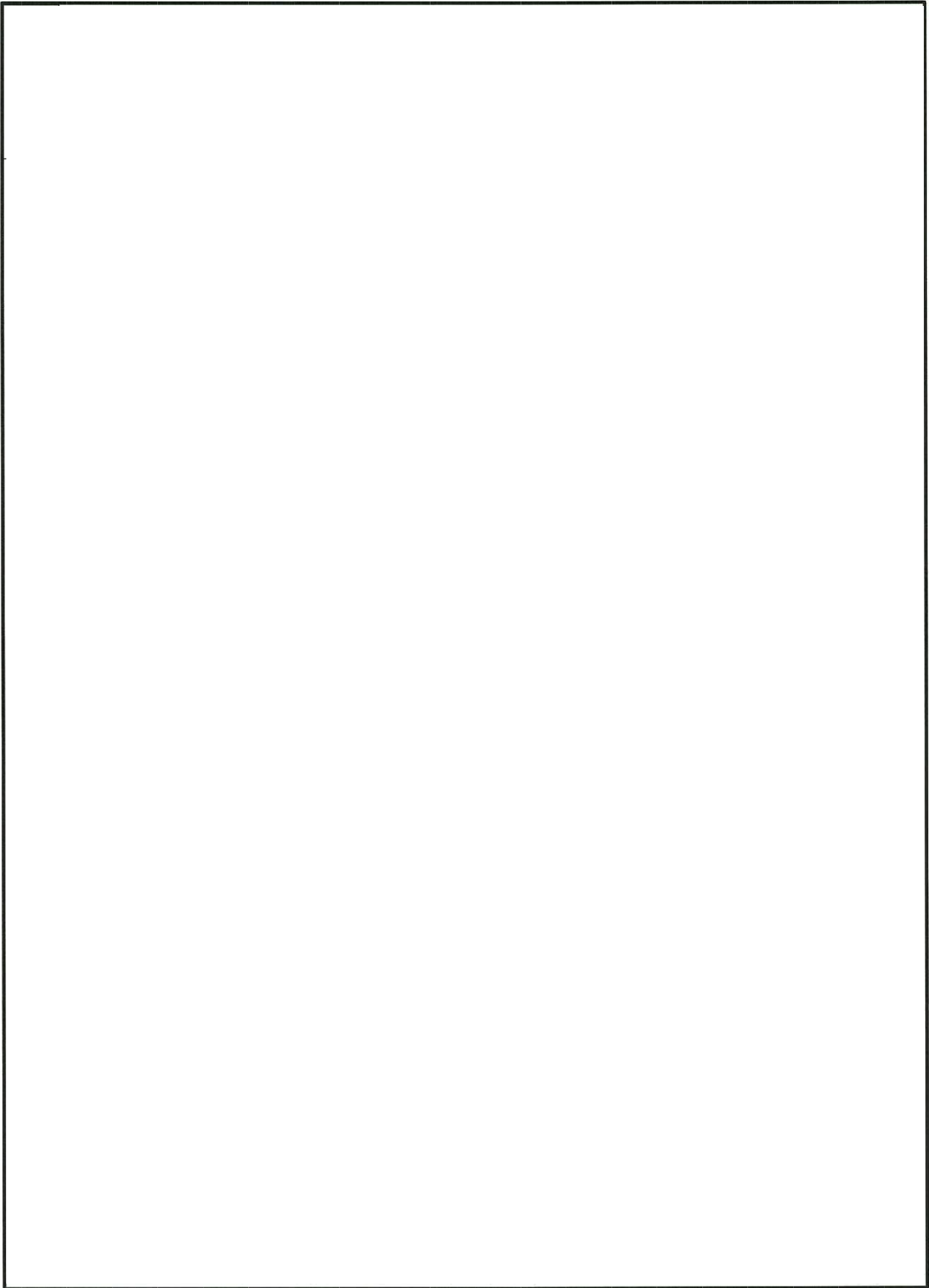
難燃ケーブルに取替える対象を次頁以降に示す。

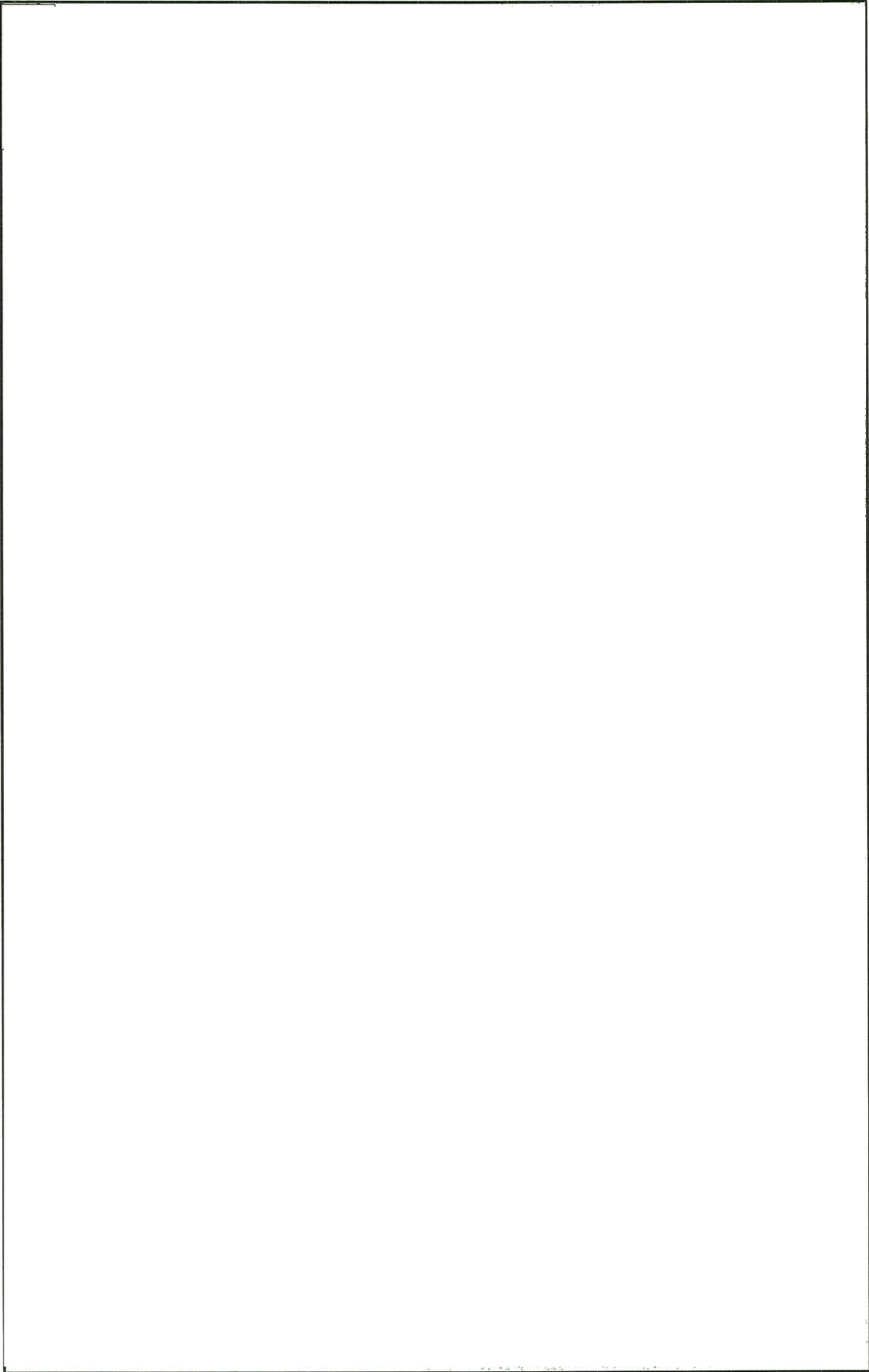
R/B ケーブルトレイ布設状況 (高圧ケーブル) (1/5)

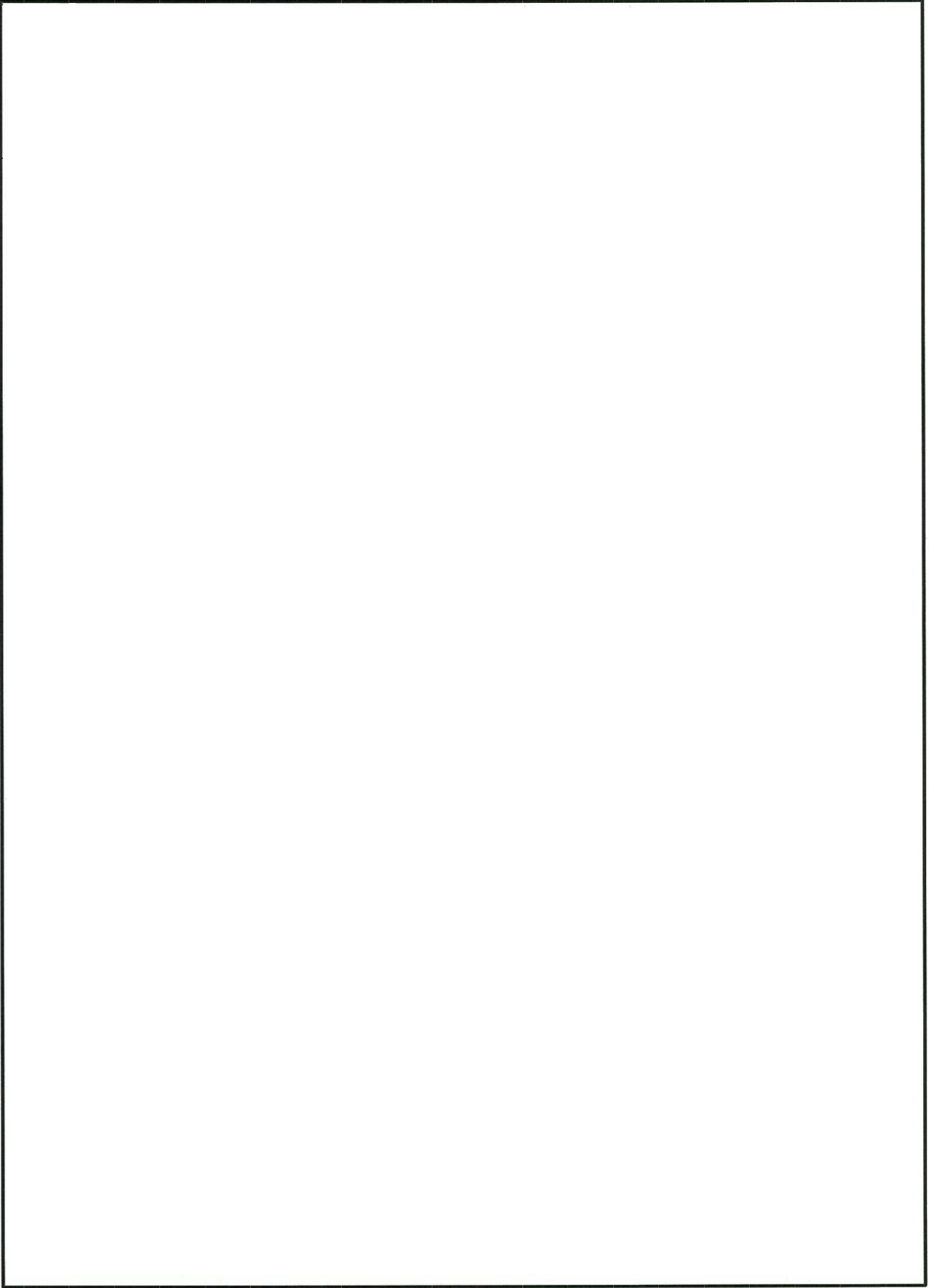






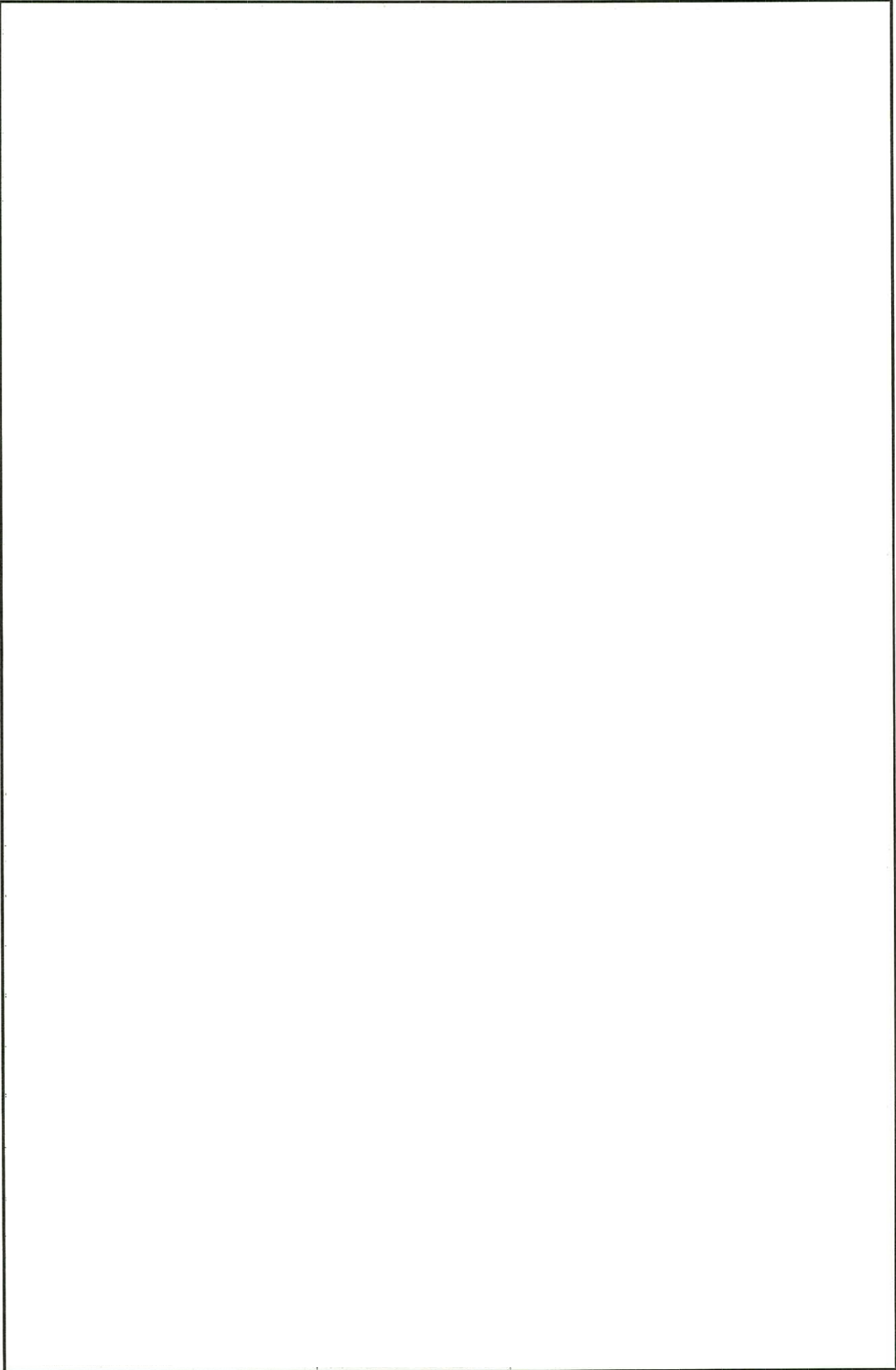


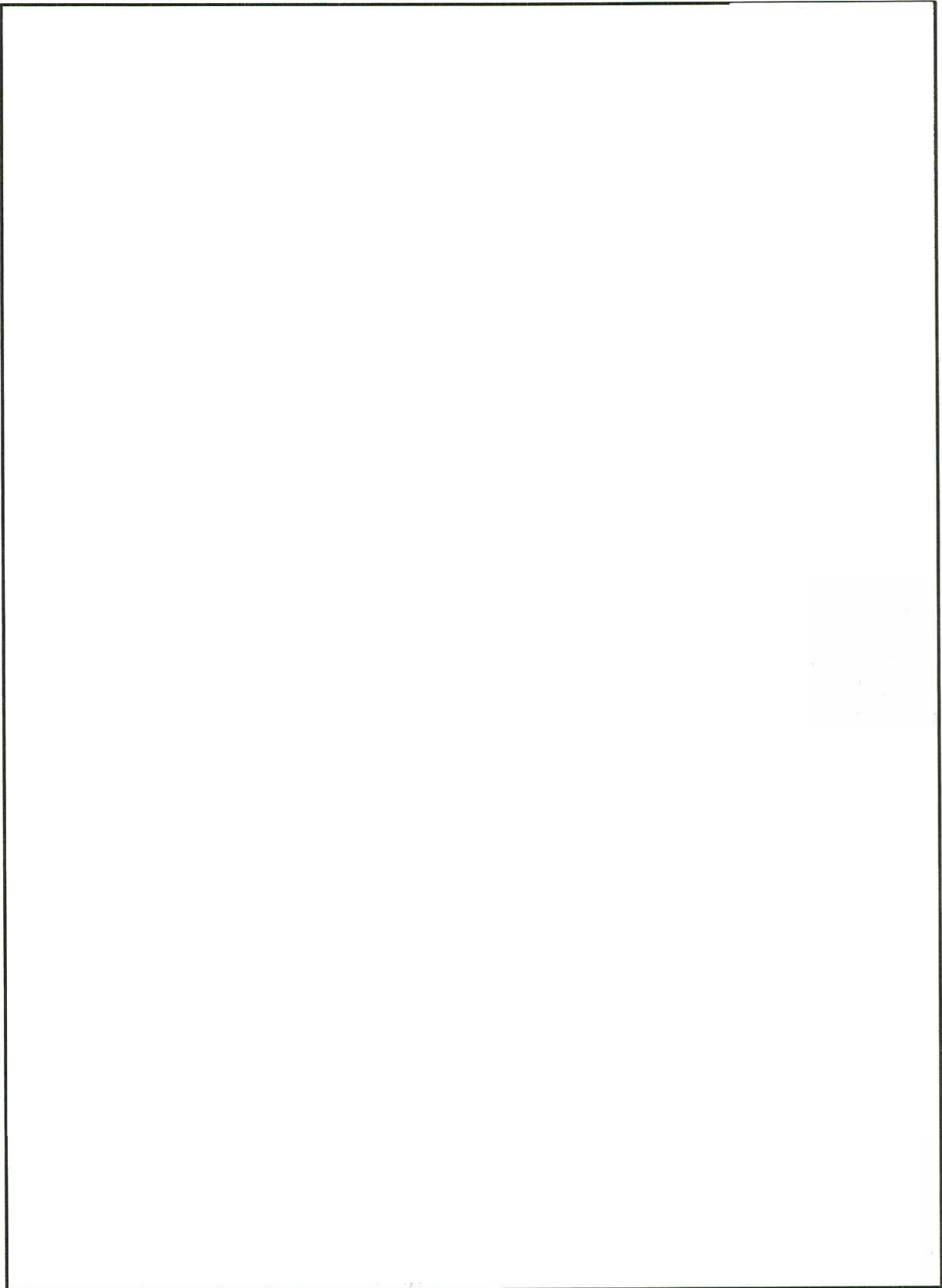


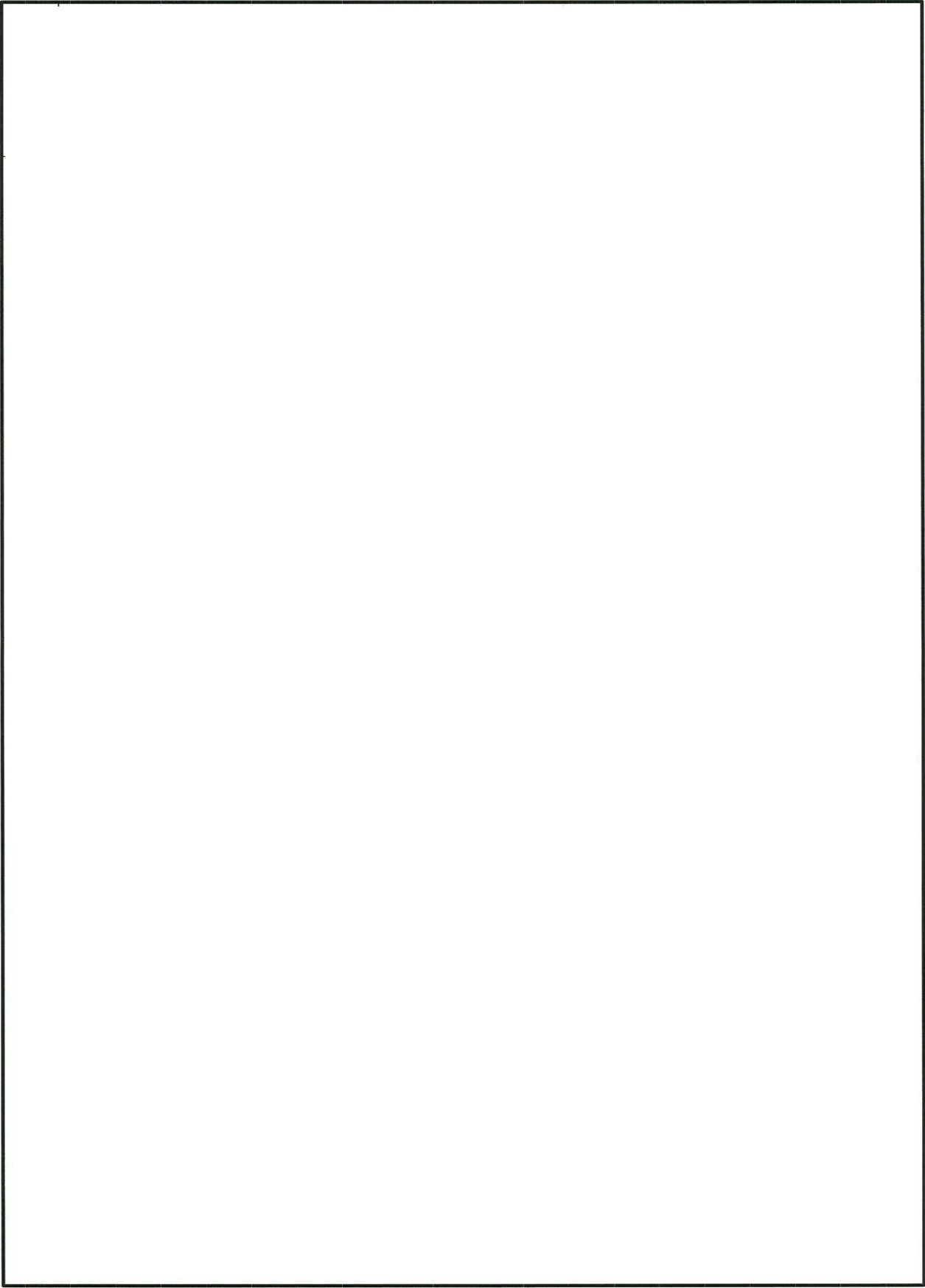


C/S ケーブルトレイ布設状況 (高圧ケーブル) (2/6)

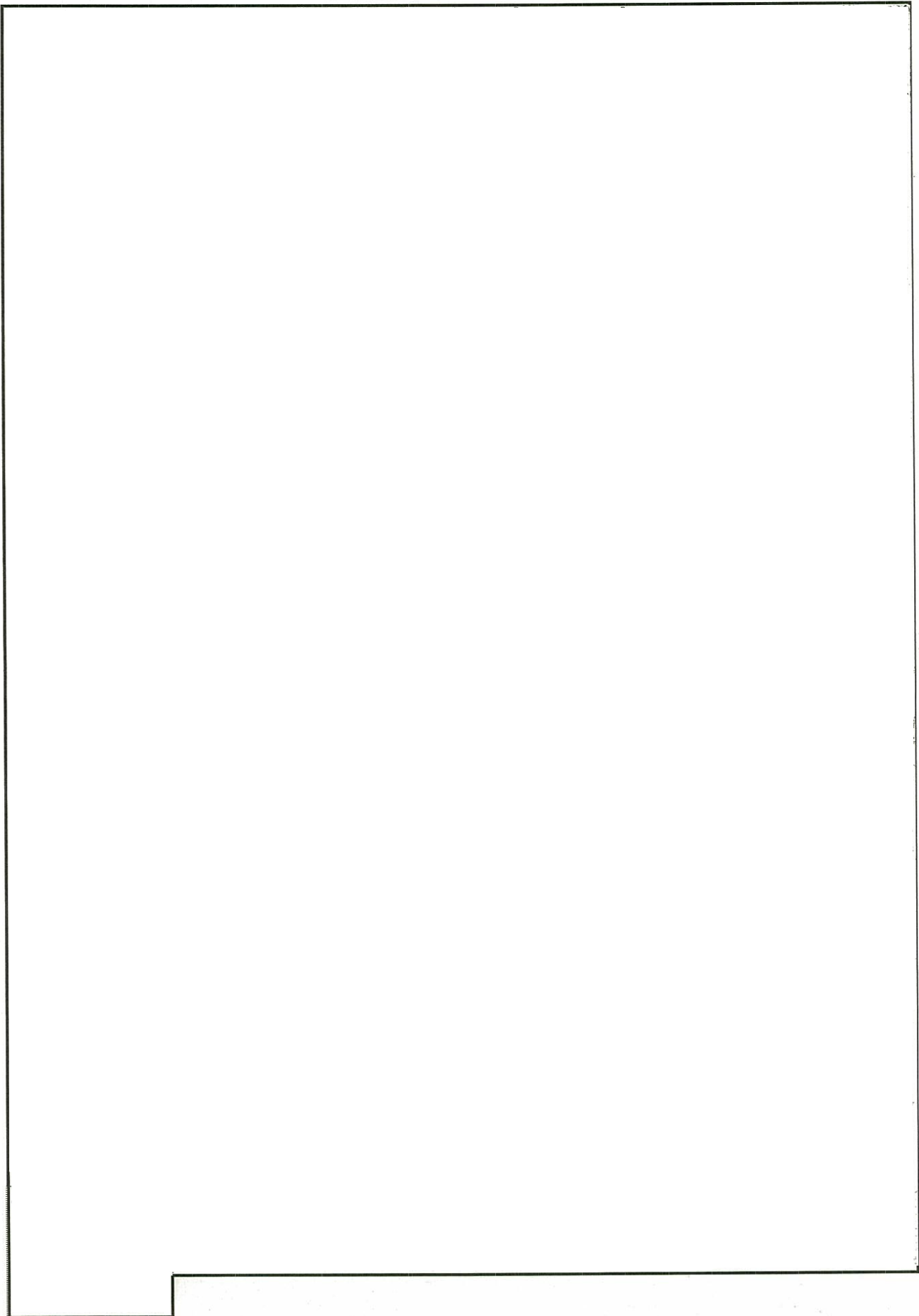
(B2F)



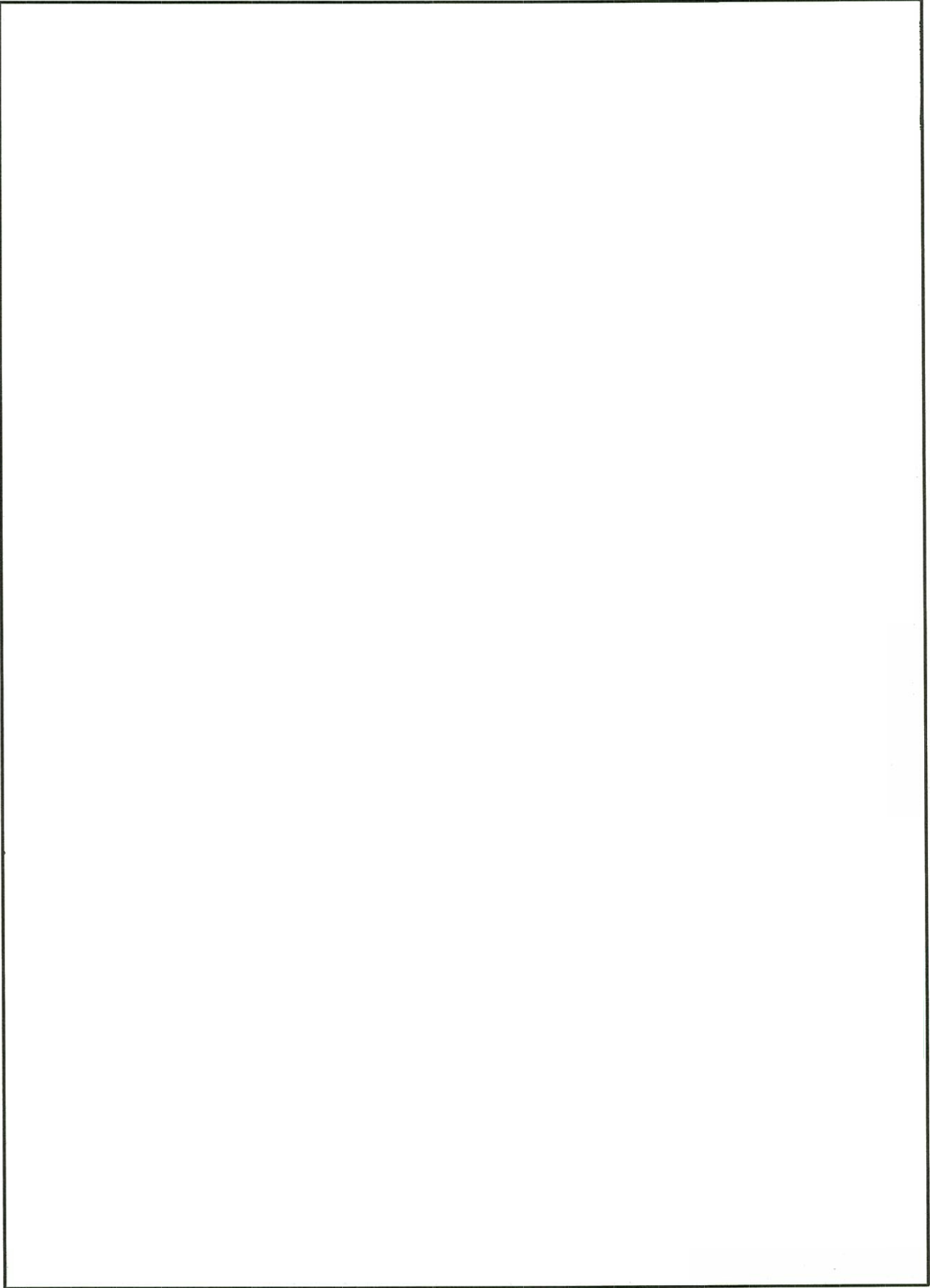




C/S ケーブルトレイ布設状況 (高圧ケーブル) (5/6)
(B1F)



補-5-30-11



6. 火災防護計画に係るもの

補足説明資料 6-1

火災防護に関する説明書に記載する火災防護計画書に定め
管理する事項について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書において、火災防護計画に定め管理する事項を整理するため、補足資料として添付するものである。

2. 内容

火災防護に関する説明書の1項～7項において、火災防護計画に定め管理する事項を次頁以降の表に整理するとともに、火災防護に関する説明書の「8. 火災防護計画」の該当項目を整理した。

第1表 火災防護に関する説明書における「火災防護計画」にて管理する事項の記載について

火災防護に関する説明書の記載頁	「8. 火災防護計画」に記載する事項の詳細内容	「8. 火災防護計画」の該当項
7	火災防護上重要な機器等は、火災の発生防止、火災の早期感知及び消火並びに火災の影響軽減の3つの深層防護の概念に基づき、必要な火災防護対策を講じることを「8. 火災防護計画」に定める。	(2)
9	発電用原子炉施設の重大事故等対処施設は、火災の発生防止、火災の早期感知及び消火に必要な火災防護対策を講じることを「8. 火災防護計画」に定める。	(2)
10	屋外の火災区域の設定に当たっては、火災区域外への延焼防止を考慮し、資機材管理、火気作業管理、危険物管理、可燃物管理及び巡視を行う。本管理については、火災防護計画に定める。	(2)
38	イ. 軽油貯蔵タンクは、非常用ディーゼル発電機2台及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機1台を7日間連続運転するために必要な量を考慮するとともに、全交流電源喪失を想定し、常設代替高圧電源装置(2台)の運転も考慮した必要量(5台合計で約756m ³)を貯蔵するため、約400m ³ /基のタンクを2基(2基合計約800m ³)設置する設計とする。	(2)
38	ロ. 燃料デイトタンクは、タンク容量(約14m ³ (HPCS系は約7m ³))に対して、非常用ディーゼル発電機を8日間連続運転するために必要な量(約11.5m ³ (HPCS系は約6.5m ³))を考慮し、貯蔵量が約12.1m ³ ~12.8m ³ (HPCS系は約6.8m ³ ~7.2m ³)になるように管理する。	(2)
38	ハ. 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンクは、緊急時対策所用発電機2台を7日間連続運転するために必要な量(約140m ³)に対し、約75m ³ /基のタンクを2基(2基合計約150m ³)設置する設計とする。	(2)
38	ニ. 緊急時対策所用燃料油サービスタンクは、タンク容量(約0.65m ³ /基)に対して、発電機を1.5時間連続運転するために必要な量(約0.6m ³ /基)を確保するように管理する。	(2)
38	ホ. 可搬設備用軽油タンクは、可搬型設備を7日間連続運転するために必要な量(約189m ³)に対し、約30m ³ /基のタンクを7基(7基合計約210m ³)設置する設計とする。	(2)
38	以下に示す水素ポンベは、ポンベ使用時に職員がポンベ元弁を開弁し通常時は元弁を閉弁する運用とし、火災防護計画に定め管理することにより、水素の漏えい及び拡大防止対策を講じる。 イ. 格納容器内雰囲気監視系校正用ポンベ	(2)
40	万が一、上記の送風機・排風機が異常により停止した場合は、運転員が現場にて遮断器を開放し、送風機・排風機が復帰するまでの間は、蓄電池に充電しない運用とする。	(2)
40	水素を貯蔵する水素ポンベは、運転に必要な量にとどめるために、必要な本数のみを貯蔵することを火災防護計画に定める。	(2)

火災防護に関する説明書の記載頁	「8. 火災防護計画」に記載する事項の詳細内容	「8. 火災防護計画」の該当項
41	引火点が室内温度及び機器運転時の温度よりも高い潤滑油又は燃料油を使用すること並びに火災区域における有機溶剤を使用する場合の滞留防止対策について、火災防護計画に定め管理する。	(2)
41	「工場電気設備防爆指針」に記載される微粉を発生する仮設設備及び静電気が溜まるおそれがある設備を設置しないことを火災防護計画にて定め、管理する。	(2)
42	放射性物質を含んだ使用済イオン交換樹脂、チャコールフィルタ及び HEPA フィルタは、火災防護計画にドラム缶や不燃シートに包んで保管することを定め、管理する。	(2)
42	電気室は、電源供給に火災影響を与えるような可燃性の資機材等を保管せず、電源供給のみに使用することを火災防護計画に定め、管理する。	(2)
46	原子炉格納容器内に設置する原子炉の安全停止に必要な機器等及び重大事故等対処施設は、不燃性又は難燃性の材料を使用し周辺には可燃物がないことを火災防護計画に定め、管理する。	(2)
59	原子炉格納容器内に設置する火災感知器は、起動時の窒素封入後に作動信号を除外する運用とする。	(2)
73	ハ. 緊急時対策所建屋通路部 緊急時対策所建屋の通路部、階段室、エアロック室等は、消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことにより区画内の火災荷重を低く管理することで、煙の発生を抑える設計とする。	(2)
73	ヘ. 気体廃棄物処理系設備を設置する火災区域又は火災区画 気体廃棄物処理系は、消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことで、煙の発生を抑える設計とする。	(2)
73	液体廃棄物処理系は、消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことにより区画内の火災荷重を低く管理することで、煙の発生を抑える設計とする。	(2)
74	サプレッション・プール水排水系は、消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことにより区画内の火災荷重を低く管理することで、煙の発生を抑える設計とする。	(2)
74	新燃料貯蔵庫は、消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことにより庫内の火災荷重を低く管理することで、煙の発生を抑える設計とする。	(2)
74	使用済燃料乾式貯蔵建屋は、消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことにより建屋内の火災荷重を低く管理することで、煙の発生を抑える設計とする。	(2)

火災防護に関する説明書の記載頁	「8. 火災防護計画」に記載する事項の詳細内容	「8. 火災防護計画」の該当項
74	固体廃棄物貯蔵庫は，消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことにより庫内の火災荷重を低く管理することで，煙の発生を抑える設計とする。	(2)
74	固体廃棄物作業建屋は，消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことにより建屋内の火災荷重を低く管理することで，煙の発生を抑える設計とする。	(2)
74	廃棄物処理建屋は，消火活動の妨げとならないよう可燃物管理を行うことにより建屋内の火災荷重を低く管理することで，煙の発生を抑える設計とする。	(2)
115	<p>火災耐久試験の条件を維持するために，下記事項を火災防護計画に定め，管理する。</p> <ul style="list-style-type: none"> i. 発泡性耐火被覆を施工した鉄板を設置するケーブルトレイの真下に火災源がある場合は，火災源の火災に伴う火災が，ケーブルトレイ上面まで達しない設計とする。 ii. 発泡性耐火被覆を施工した鉄板を設置するケーブルトレイが設置される各々の火災区域又は火災区画において，火災源として想定する油内包機器，電気盤，ケーブル及び一時的に持ち込まれる可燃物のうち，最も厳しい火災源による火災が1時間継続した場合の高温ガス温度をFDTsにより求め，火災耐久試験における温度条件を超えないよう火災荷重を制限する 	(2)
117	火災により中央制御室制御盤1面の安全機能が喪失しても，原子炉を安全に停止するために必要な運転操作を，火災防護計画に定め，管理する。	(2)
118	原子炉格納容器内での作業に伴う持込み可燃物については，持込み期間，可燃物量，持込み場所を管理する。また，原子炉格納容器内の油内包機器，分電盤等については，金属製の筐体やケーシングで構成すること，油を内包する点検用機器は通常電源を切る運用とすることによって，火災発生時においても火災防護対象機器等への火災影響の低減を図る設計とする。	(2)
118	原子炉格納容器内の油内包機器の単一の火災が時間経過とともに徐々に進展した結果，原子炉格納容器内における動的機器の動的機能も徐々に喪失し最終的にすべてが喪失し，空気作動弁は，電磁弁に接続される制御ケーブルの断線によりフェイル動作，電動弁は，モータに接続される電源ケーブルの断線により火災発生時の開度を維持するものと想定した場合に，原子炉を安全に停止するために必要な手順を選定し，火災防護計画に定め，管理する措置を行う設計とする。	(2)

火災防護に関する説明書の記載頁	「8. 火災防護計画」に記載する事項の詳細内容	「8. 火災防護計画」の該当項
119	<p>イ. 原子炉格納容器内の消火については、原子炉格納容器外のエアロック付近に常備する消火器及び消火栓を用いて消火活動を実施する。</p> <p>ロ. 原子炉起動後の窒素置換中で原子炉格納容器内への進入が困難である場合は、窒素パージ後に原子炉格納容器へ進入し消火活動を実施する他、窒素封入開始後、約 1.5 時間を目安に窒素封入を継続し、格納容器内の酸素濃度を下げて消火する消火活動も実施可能とする。</p> <p>ハ. また、イ. ロ. に示す原子炉格納容器内での消火活動の手順については、火災防護計画に定め、管理する。</p>	(2)
151	火災影響評価の評価方法及び再評価については、火災防護計画に定め管理する。	(2)
151	火災区域(区画)特性表の作成及び更新については、火災防護計画にて定め、管理する。	(2)