

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6
提出年月日	平成30年6月7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
V-1-1-7 発電用原子炉施設の火災防護に関する 説明書	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 <b>【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】</b>
	1-2 火災区域の配置を明示した図面 <b>【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】</b>
	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
	1-4 原子炉の安全停止に必要な機器等並びに放射性物質の貯蔵等の機器等について <b>【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 5 を参照】</b>
	1-5 重大事故等対処施設について <b>【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 9 添付資料 2 を参照】</b>
	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 <b>【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】</b> <b>【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】</b>
	2-2 保温材の使用状況について <b>【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】</b> <b>【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】</b>

☐ : 今回ご説明分

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	2-3 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】
	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】

: 今回ご説明分

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	3-4 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 ディーゼル駆動消火ポンプ，ディーゼル駆動構内消火ポンプ，電動機駆動消火ポンプ及び構内消火用ポンプの構造図
	3-6 ディーゼル駆動消火ポンプ，ディーゼル駆動構内消火ポンプ，電動機駆動消火ポンプ及び構内消火用ポンプのQHカーブ
	3-7 ディーゼル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 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】
	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】
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】	

: 今回ご説明分

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	4-5 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】
	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 ファイアストップパの施工方法 【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】
	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】	

: 今回ご説明分

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	5-8 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】
	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】

: 今回ご説明分

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	5-17 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】
	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】

：今回ご説明分

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	5-26 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 耐震評価を実施する火災防護設備の代表性について
	6-2 耐震評価を実施する火災防護設備の加振試験での確認項目について
	6-3 基礎ボルト一点固定型の回転モーメントと摩擦力による保持モーメントについて 7-1 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  : 今回ご説明分

(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
  - 1-4 原子炉の安全停止に必要な機器等並びに放射性物質の貯蔵等の機器等について
  - 1-5 重大事故等対処施設について
  
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 ディーゼル駆動消火ポンプ、ディーゼル駆動構内消火ポンプ、電動機駆動消火ポンプ及び構内消火用ポンプの構造図
  - 3-6 ディーゼル駆動消火ポンプ、ディーゼル駆動構内消火ポンプ、電動機駆動消火ポンプ及び構内消火用ポンプのQHカーブ
  - 3-7 ディーゼル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 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

: 今回ご説明分

#### 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

#### 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 ファイアストッパの施工方法
- 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. 火災防護設備の強度及び耐震評価に係るもの
- 6-1 耐震評価を実施する火災防護設備の代表性について
  - 6-2 耐震評価を実施する火災防護設備の加振試験での確認項目について
  - 6-3 基礎ボルト一点固定型の回転モーメントと摩擦力による保持モーメントについて
7. 火災防護計画に係るもの
- 7-1 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

: 今回ご説明分

## 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。

また、火災の感知及び消火と合わせて、火災防護審査基準と同等の系統分離対策が図られている。

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レンジ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）

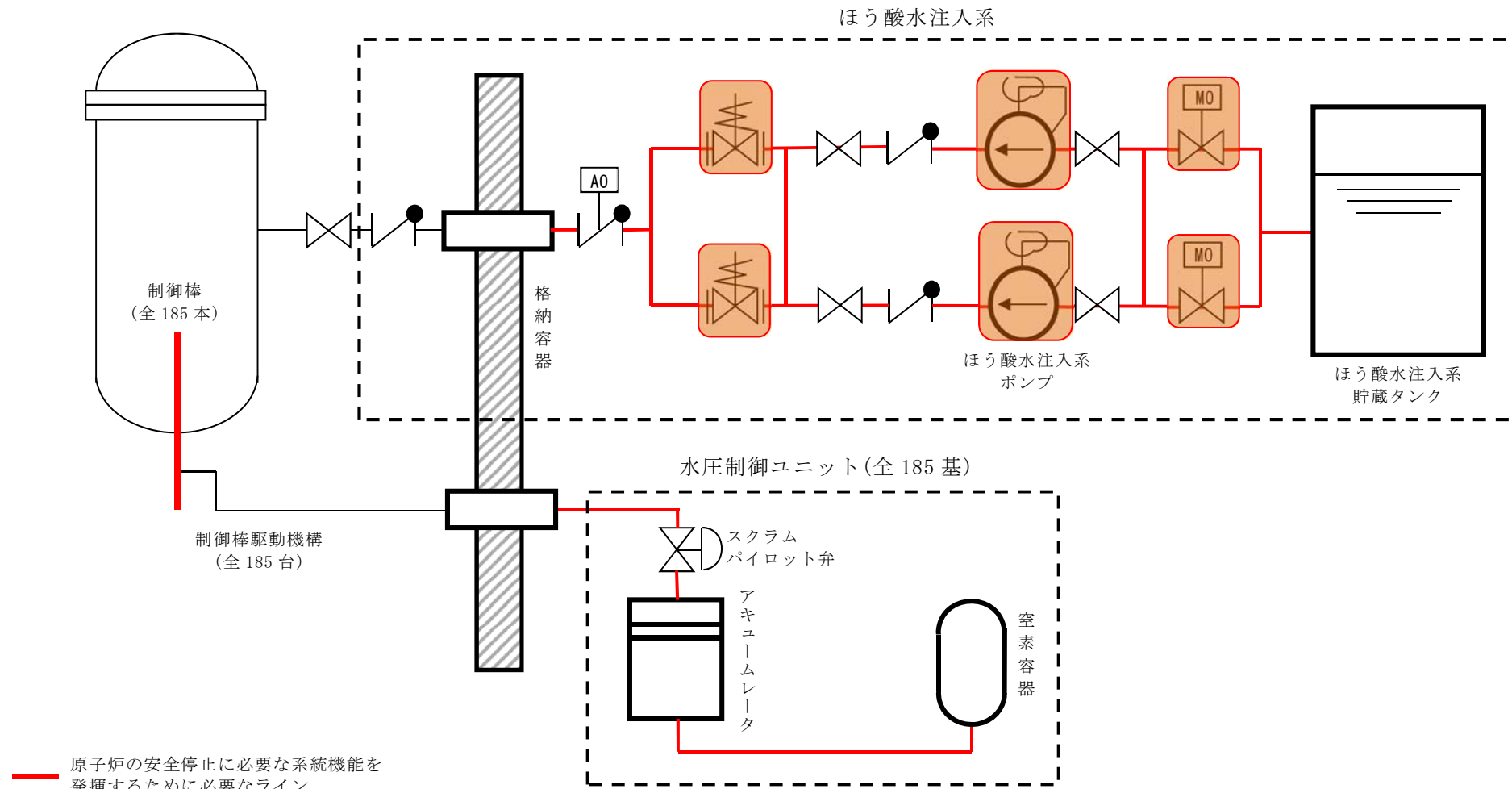
### (3) 火災影響評価

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

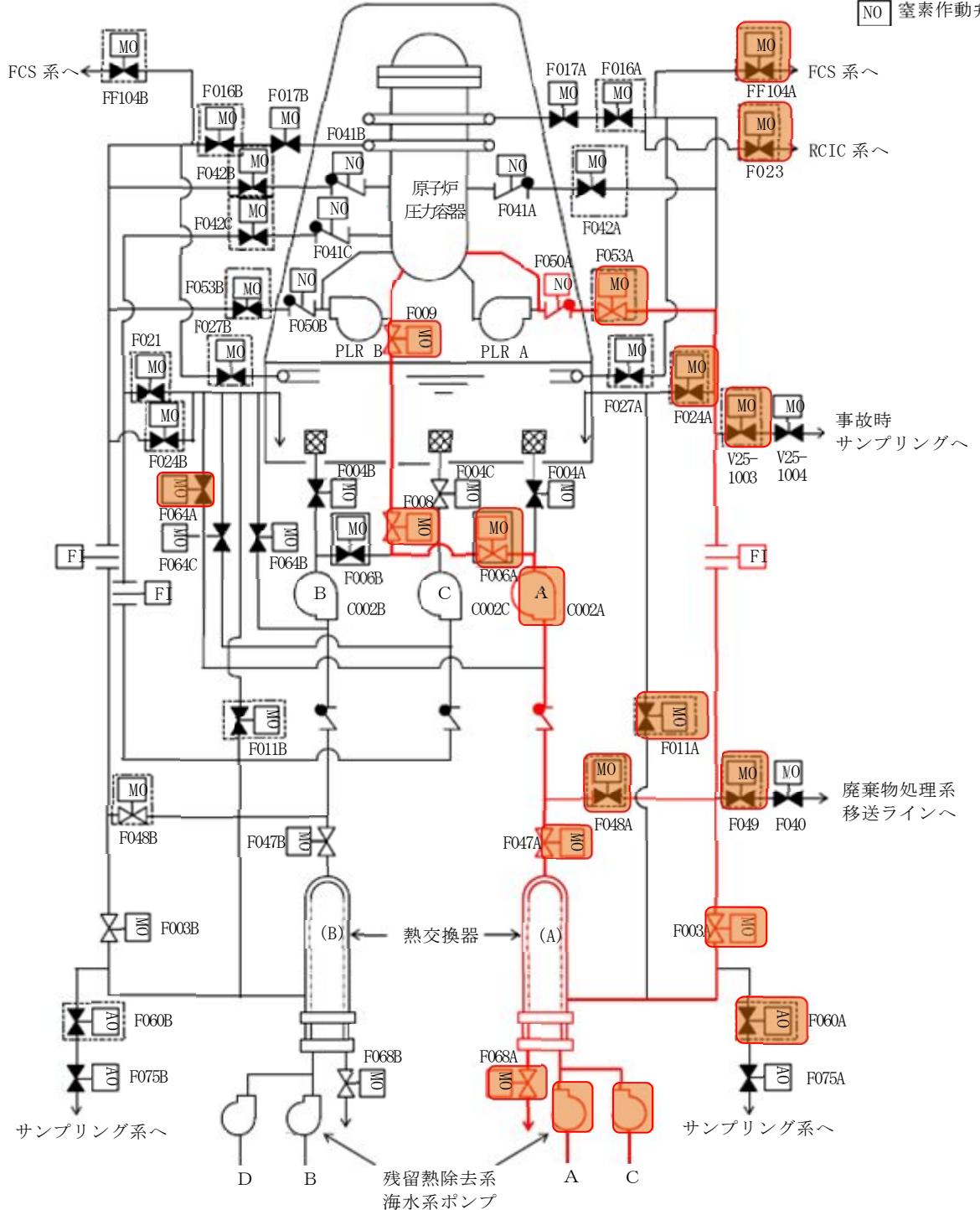
5.及び6. に示すとおり、原子炉格納容器内の火災を想定しても、原子炉格納容器内の系統分離対策及び運転員の操作により原子炉の高温停止及び低温停止を達成し維持することが可能である。



- 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, MO 弁)

第 1 図 ほう酸水注入系及び制御棒による系の概要

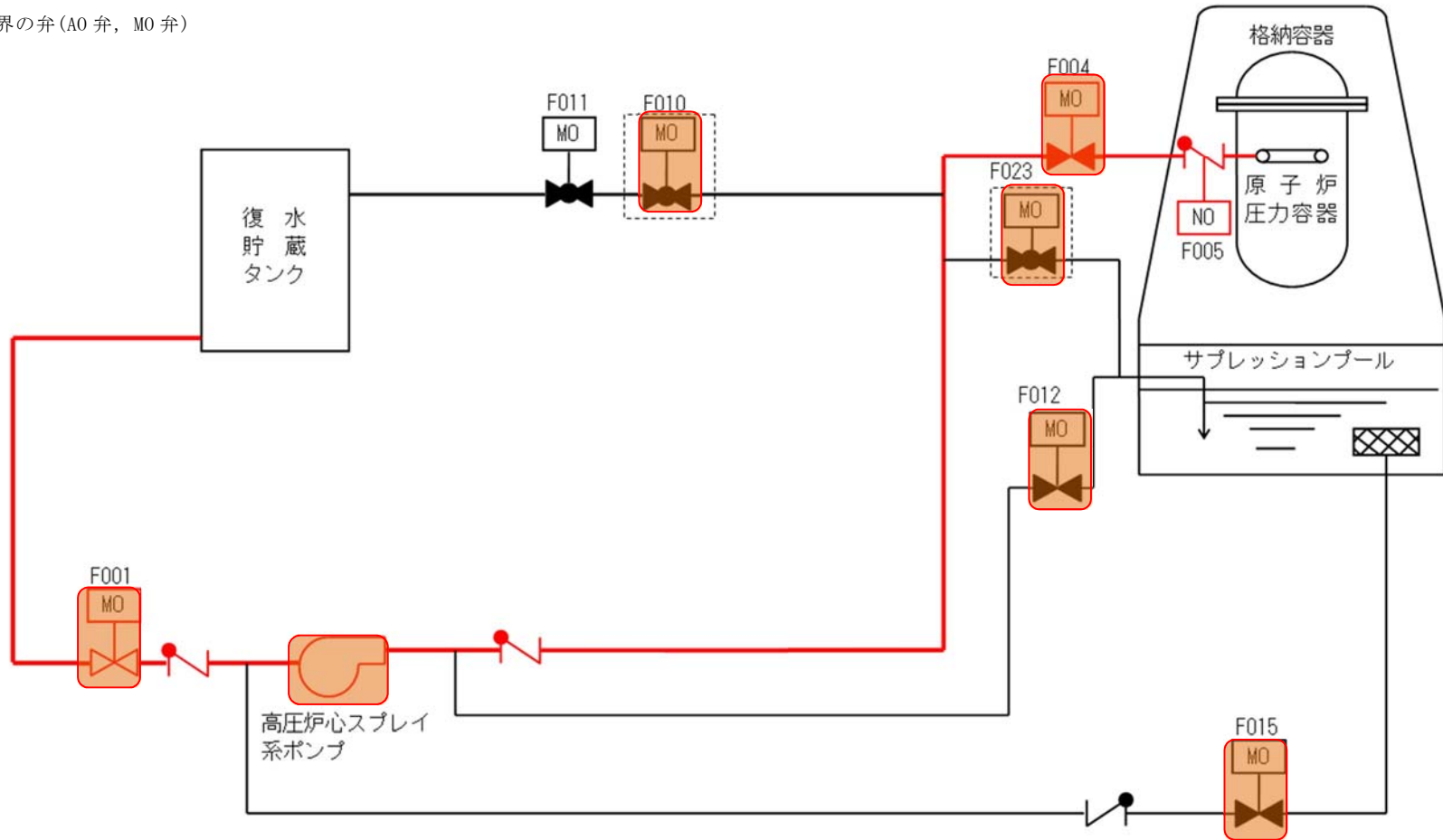
- HO 油圧作動弁
- MO 電動弁
- AO 空気作動弁
- NO 窒素作動弁



- 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)

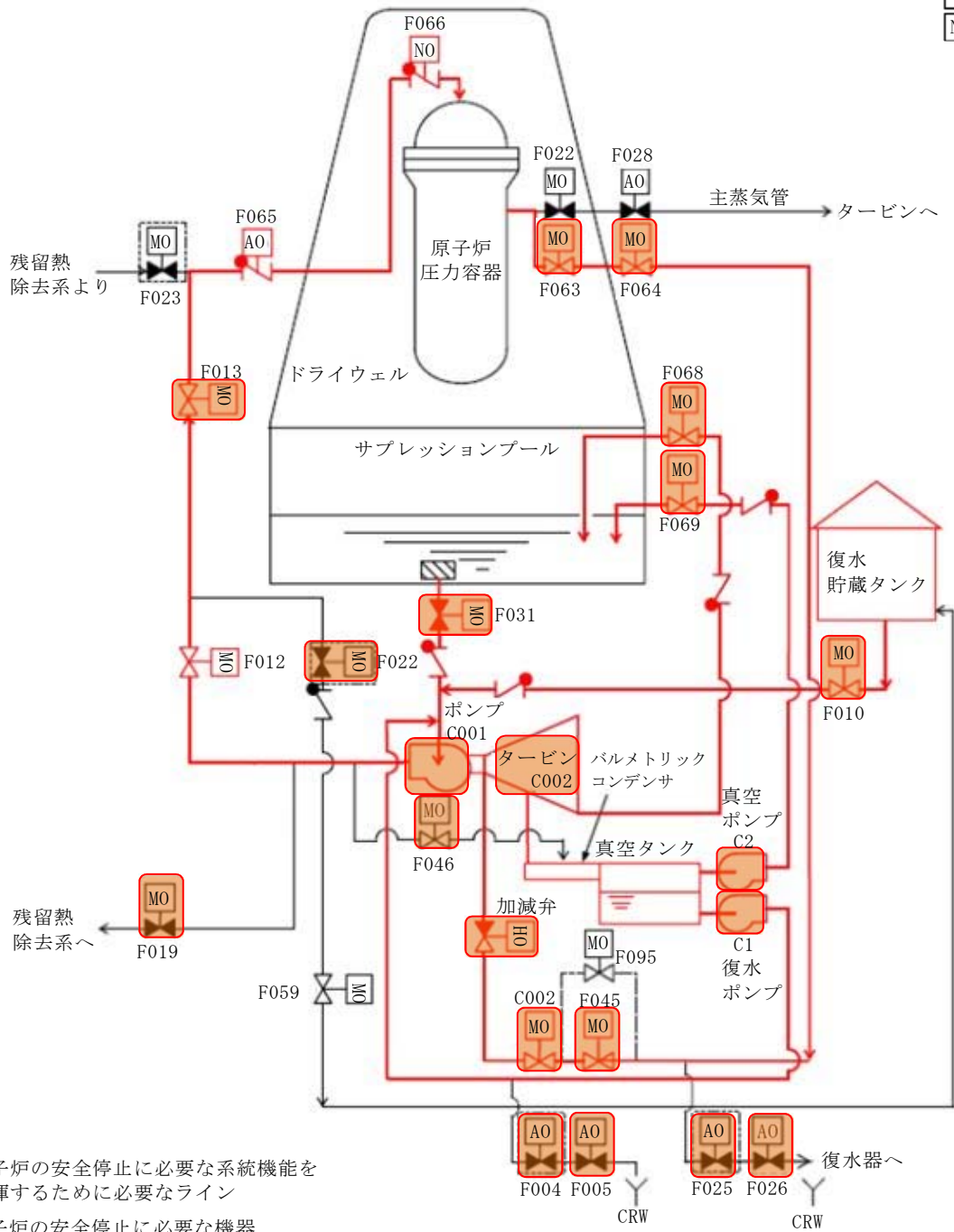
第 2 図 残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）

- 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)

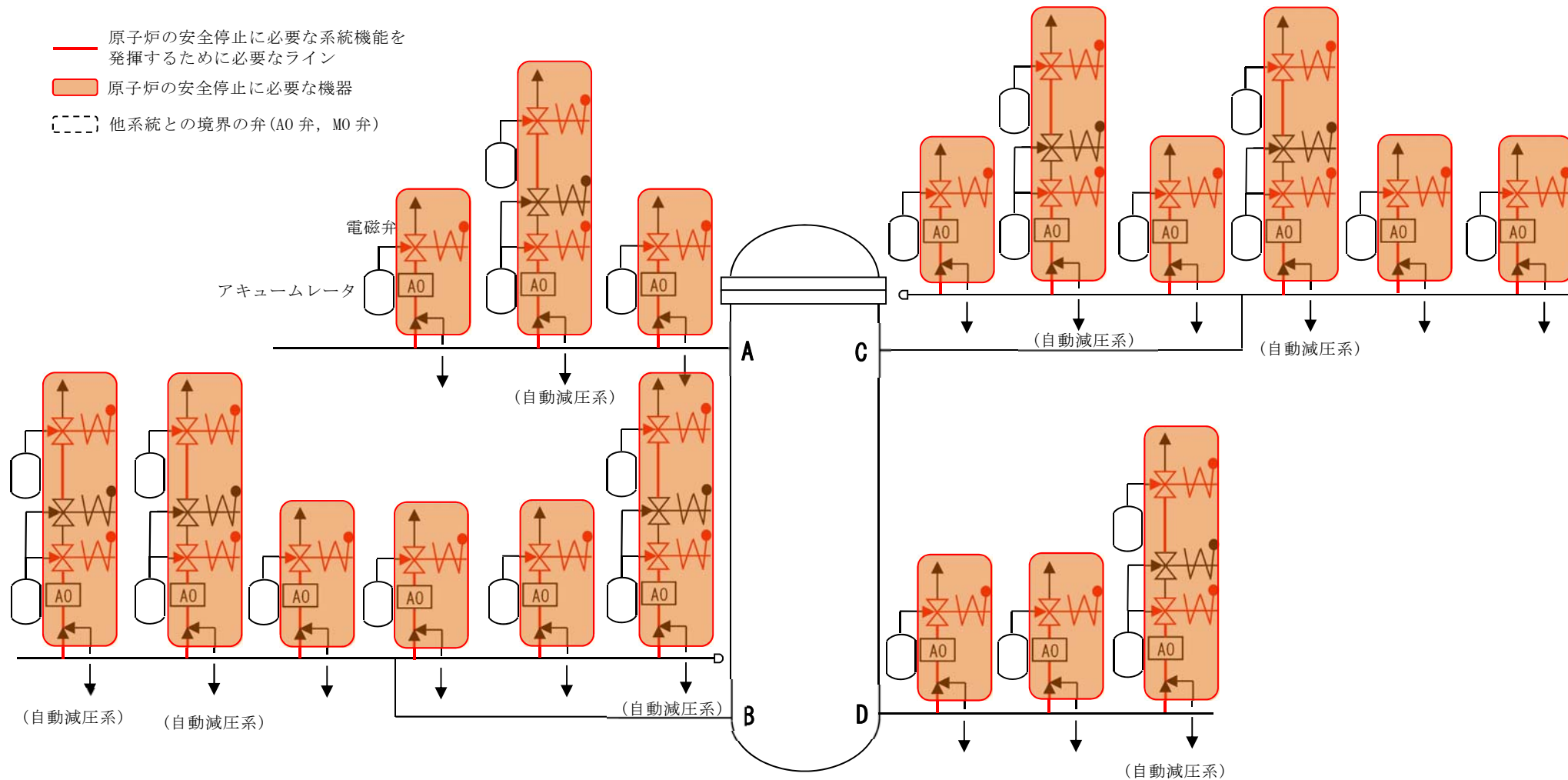


第 3 図 高圧炉心スプレイ系

HO	油圧作動弁
MO	電動弁
AO	空気作動弁
NO	窒素作動弁



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

火灾区域特性表 I

--

火災区域特性表Ⅱ

--

火災区域特性表Ⅲ

--

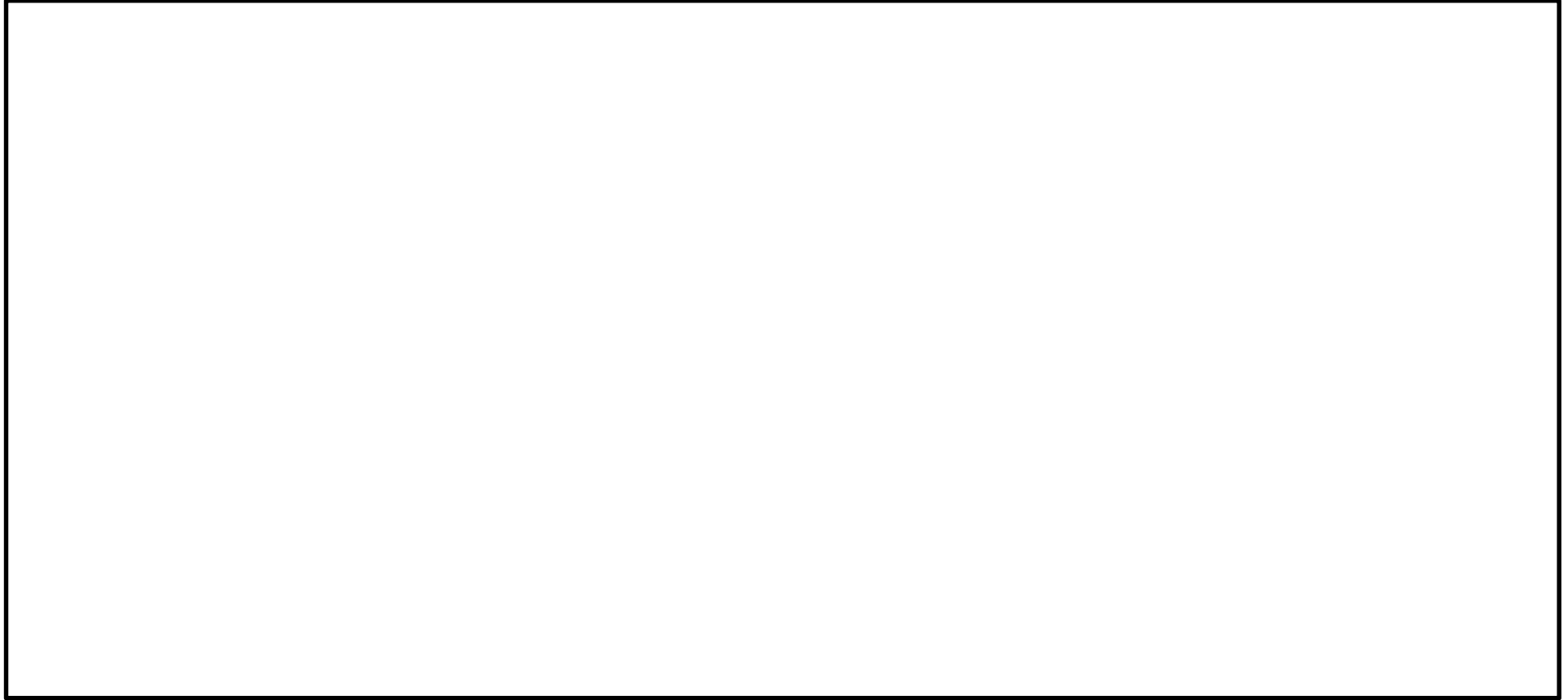
火灾区域特性表IV

--

火災区域特性表 V

火災区域特性表 V	

ケーブルリスト（特性表Vの添付）



添付資料2

原子炉格納容器 火災影響評価



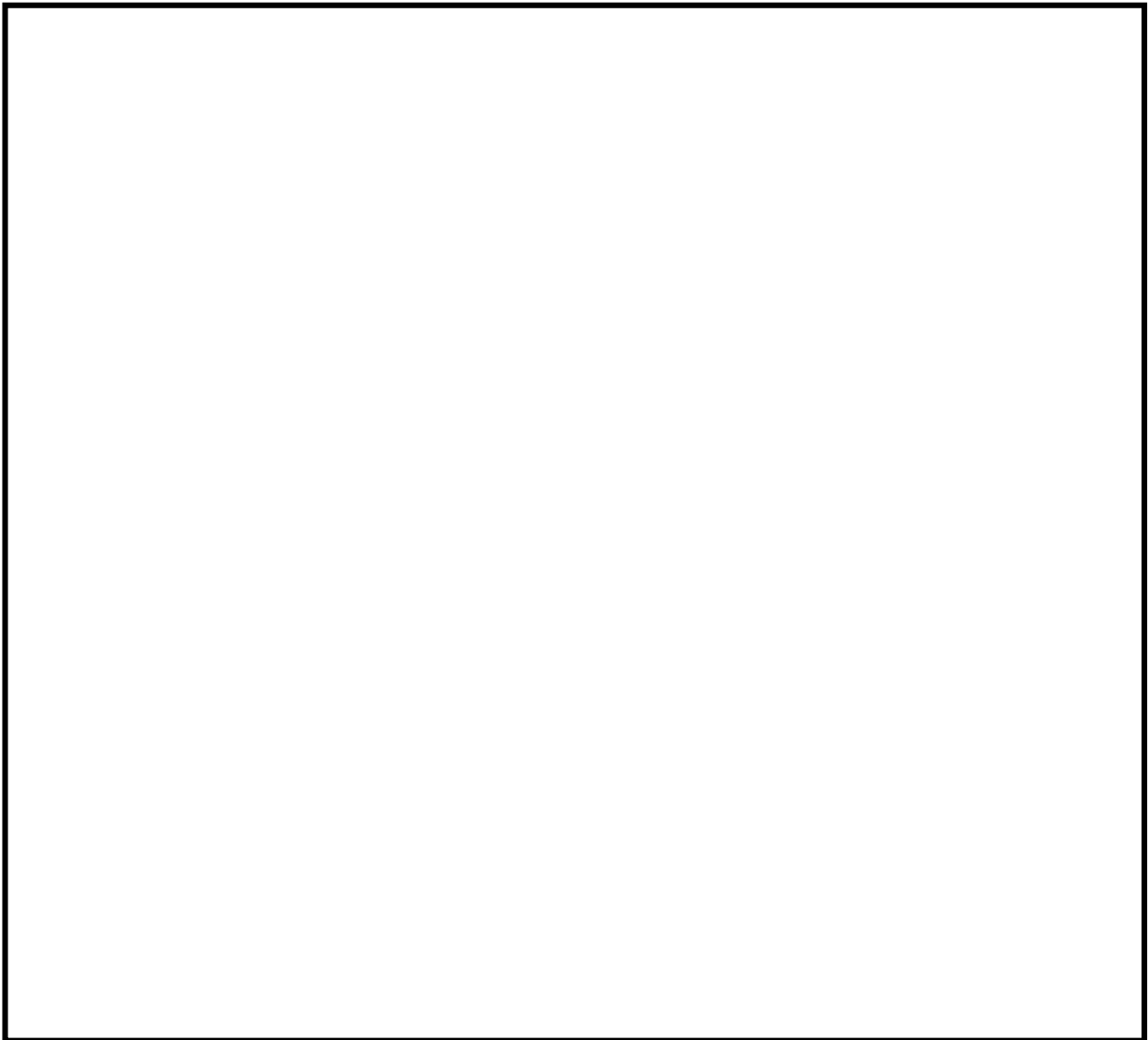
## 1. 火災影響評価

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. FDTs による評価結果

FDTs により、原子炉格納容器内の火災源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、主蒸気内側隔離弁に火災を想定した場合の火炎の高さ、プルーム高さ、輻射、高温ガスを算出した。火災源の配置を第1図、算出結果を第1表に示す。

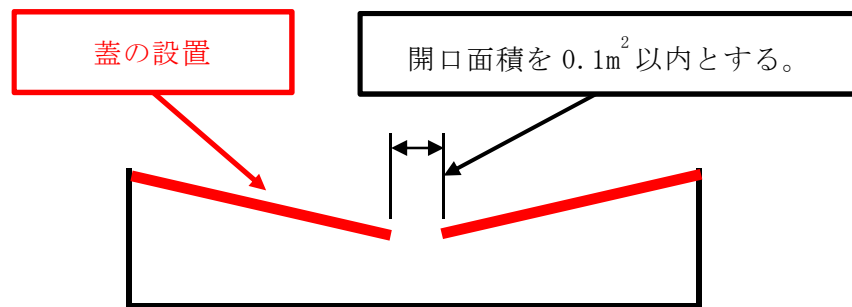


第1図 原子炉格納容器内における火災源の配置

第1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 <sup>2</sup> ] ※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0.1m<sup>2</sup>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。

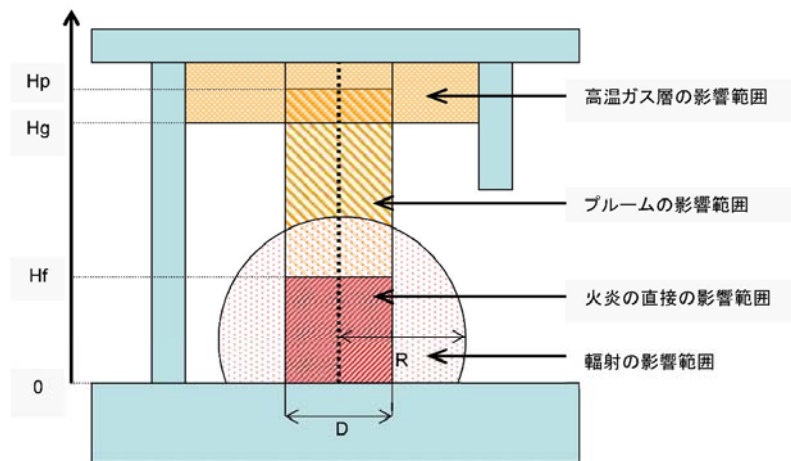
※3：熱可塑性ケーブルが損傷する輻射6 kW/m<sup>2</sup>に達する半径を示す。

※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

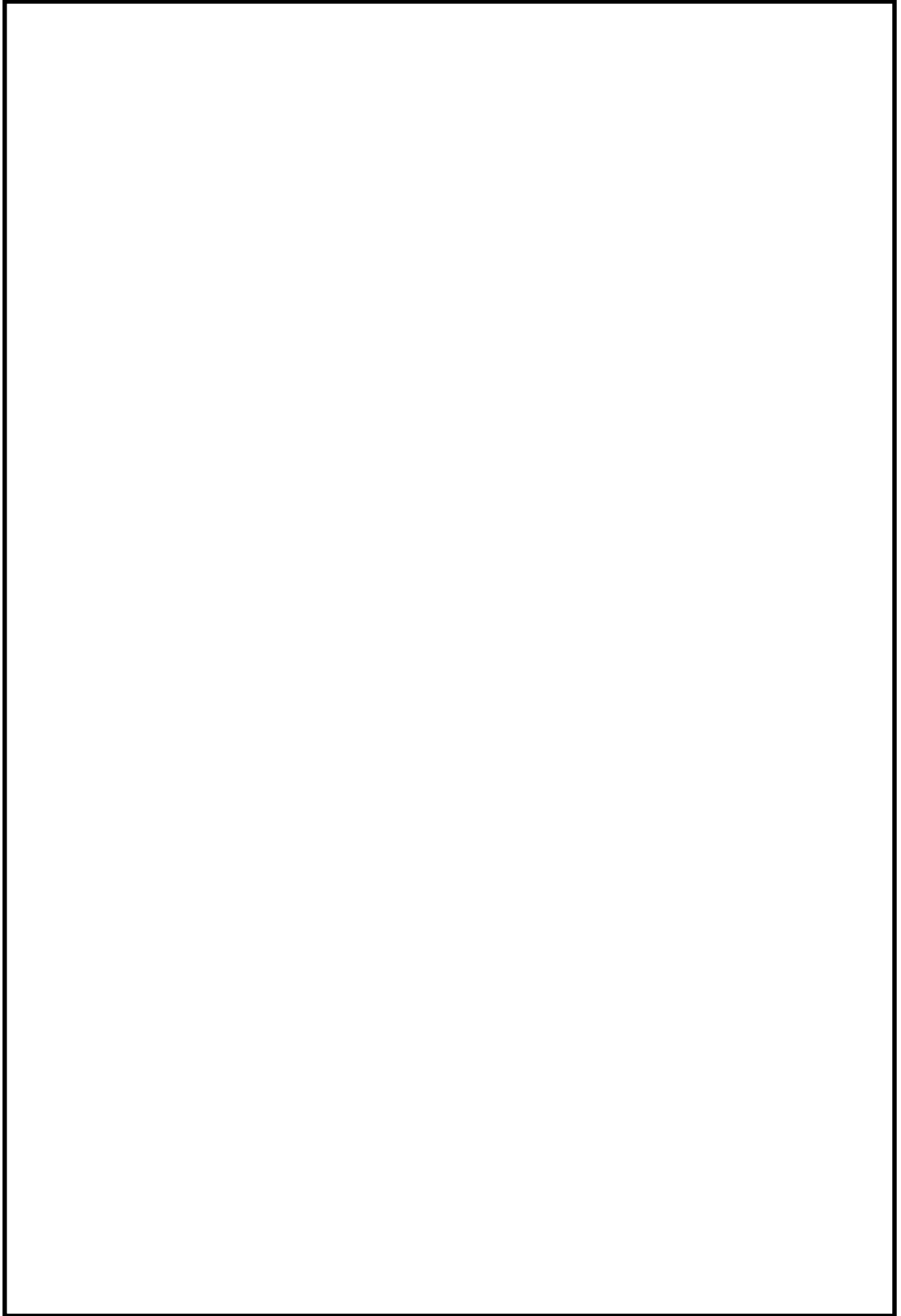
前項で算出した火炎、プルーム、輻射、高温ガスの影響範囲（第3図）に火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが設置されていないことを現場にて確認した。

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。また、原子炉格納容器上部について第7図に示す。

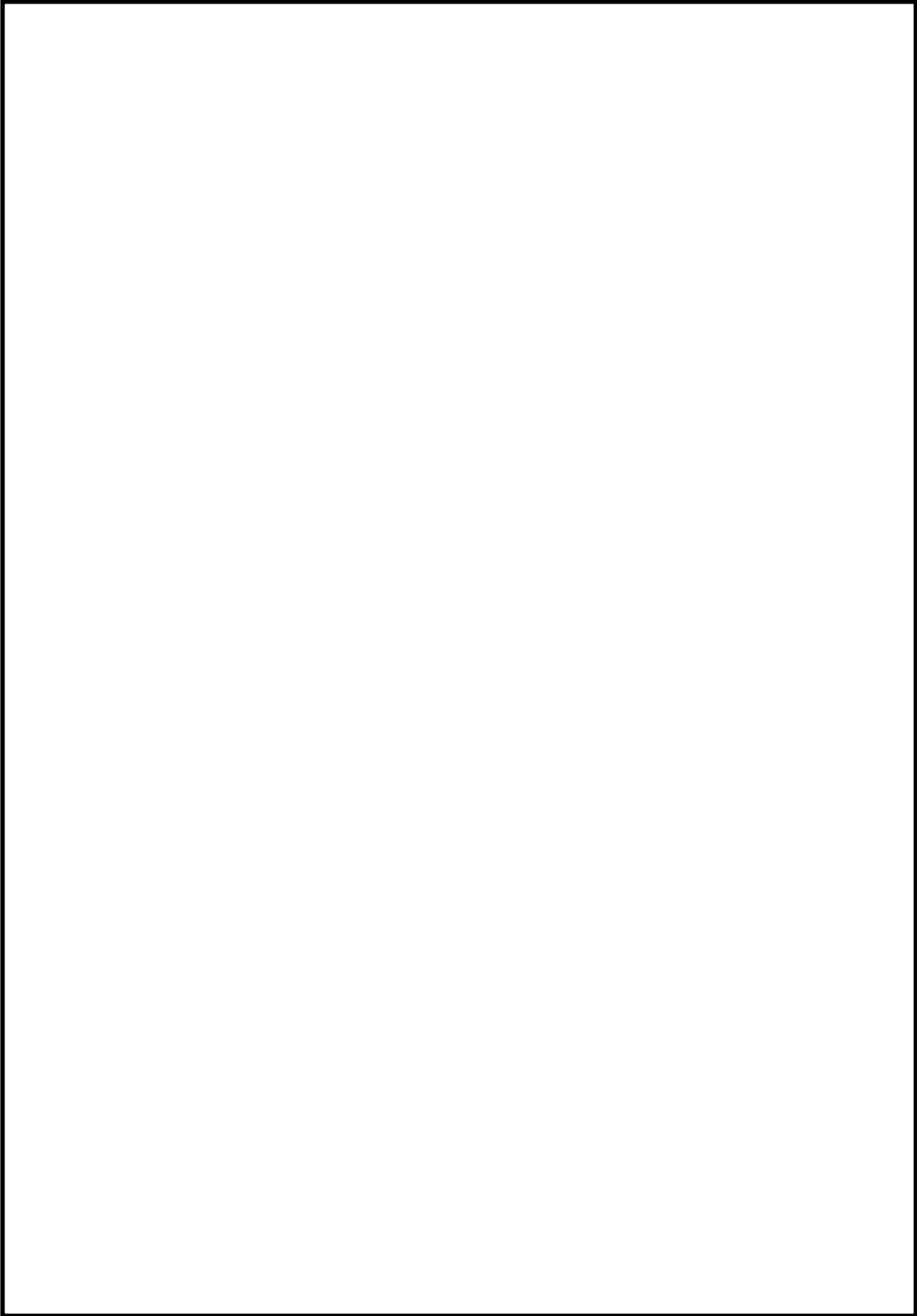


- Hf : 火炎の高さ
- Hp : プルームの損傷範囲の高さ
- Hg : 高温ガス層の損傷範囲の高さ
- R : 輻射の損傷範囲の高さ
- D : 火炎の直径

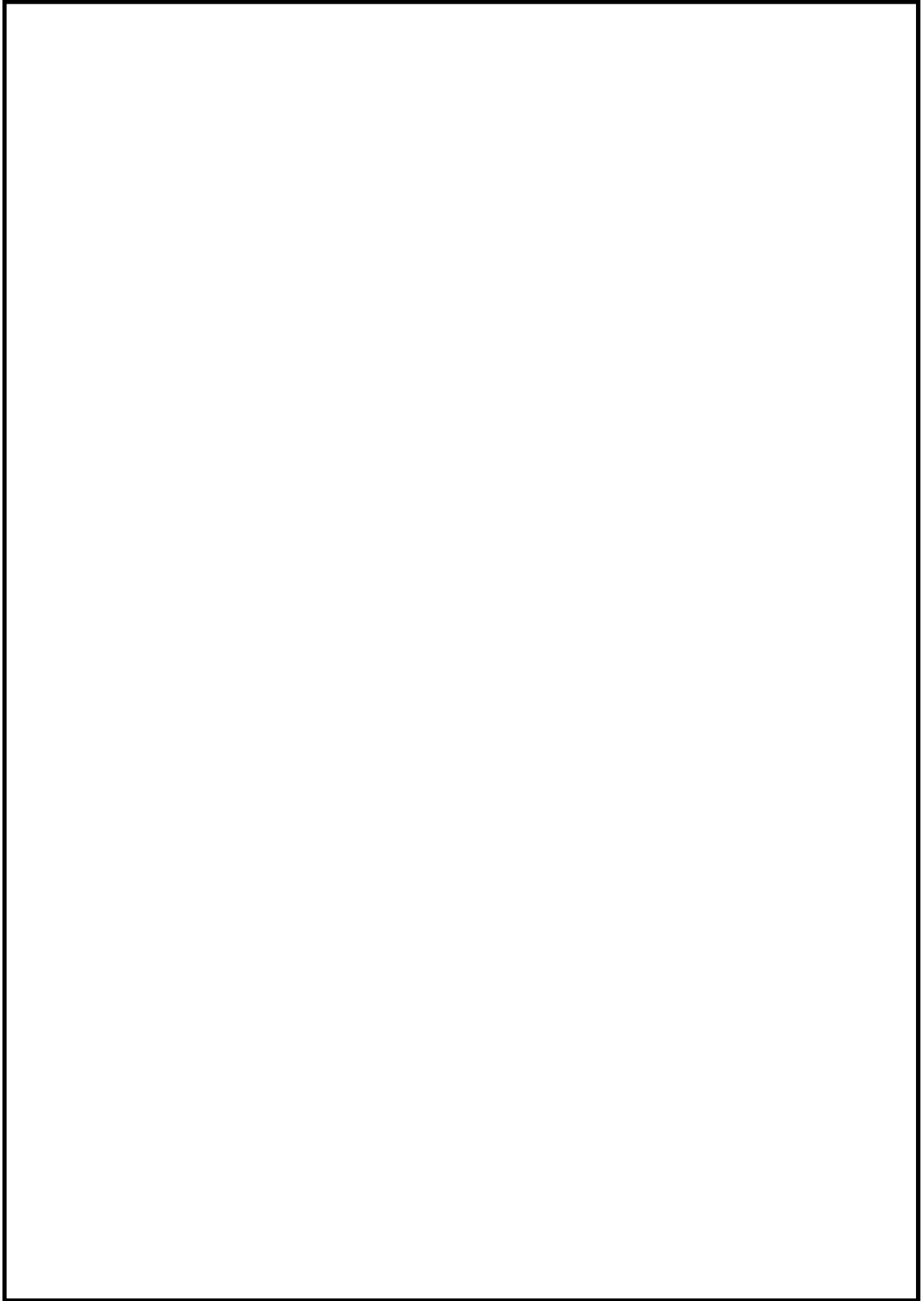
第 3 図 火災影響範囲のモデル



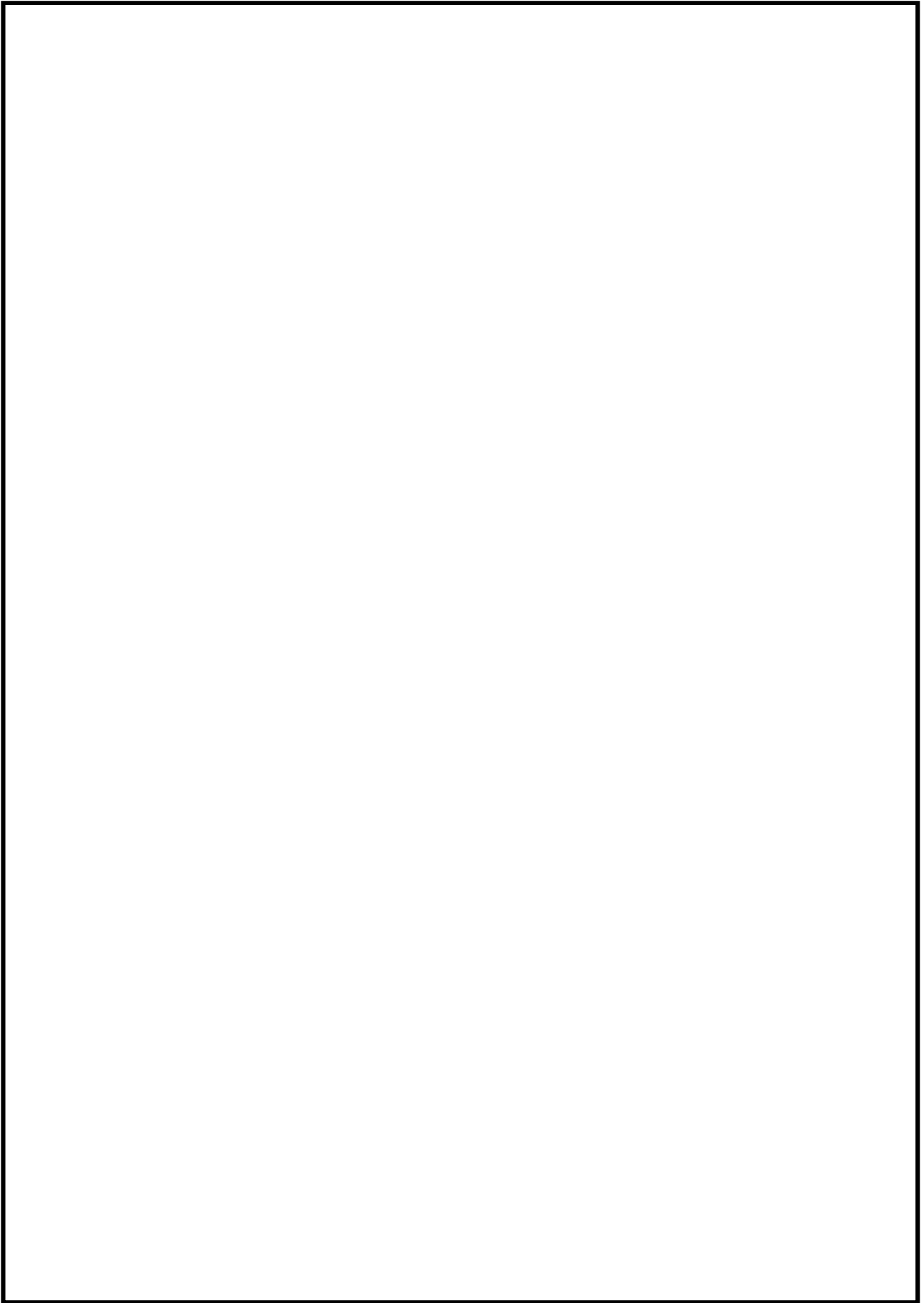
第 4 図 原子炉再循環系流量制御弁



第 5 図 原子炉再循環ポンプ用電動機



第 6 図 主蒸気内側隔離弁



第 7 図 原子炉格納容器上部

(2) 火災影響評価結果

(1)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1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)