

東海第二発電所

内部火災について

平成29年8月8日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

目 次

1. 目 的

本日も説明範囲

2. 火災防護に関する基本方針

3. 東海第二発電所の火災防護に関する主な特徴

(火災区画・区域設定, 発生防止及び格納容器内火災防護)

4. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器等の選定

5. 火災区域・区画設定の考え方

6. 火災発生防止

7. 火災の感知, 消火

(1) 火災感知設備の概要

(2) 消火設備の概要

8. 火災の影響軽減

(1) 系統分離

(2) 内部火災影響評価

9. 格納容器内の火災防護

10. 個別の火災区域又は区画における留意事項

11. 火災防護計画書の概要

参考資料(隔壁等の耐久試験データ等)

2. 火災防護に関する基本方針

【基本方針】

- ◆設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性を損なうことがないよう、火災防護対策を講じる設計とする。
- ◆火災防護対策を講じる設計を行うに当たり、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する区域を火災区域及び火災区画に、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器を設置する区域を火災区域に設定する。
- ◆設定する火災区域及び火災区画に対して、火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計とする。
- ◆火災防護対策並びに火災防護対策を実施するために必要な手順、機器及び消火体制について火災防護計画を定める。

【火災感知に対する基本方針】

- ◆安全機能を有する構築物, 系統及び機器に対し火災の影響を限定し, 早期の火災感知ができるように, 火災感知設備を設置
- ◆火災感知設備は, 消防法をはじめとする関係法令要求及び審査基準に合致するように設計

審査基準		設計方針
①	◆各火災区域における放射線, 取付面高さ, 温度, 湿度等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し, 早期に火災を感知できる場所に設置すること。	◆火災感知器は, 火災区域等における環境条件や, 炎が生じる前に発煙すること等, 予想される火災の性質を考慮して型式を選定し, 早期に火災を感知できる場所に設置する ◆難燃ケーブルの代替措置である複合体内部にも火災感知器を設置
②	◆火災を早期に感知できるよう固有の信号を発する異なる種類の感知器又は同等の機能を有する機器を組み合わせることで設置すること。また, 設置にあたっては, 感知器等の誤作動を防止するための方策を講じること。	◆火災感知設備については, 環境条件等に応じて適切な種類を選択し, <u>原則としてアナログ式の「煙感知器」及びアナログ式の「熱感知器」</u> を設置 ◆誤作動を防止するため, 感知器は多重化して設置
③	◆外部電源喪失時に機能を失わないように, 電源を確保する設計であること。	◆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に非常用電源からの受電可能とするとともに, 受信機には蓄電池を設置する設計
④	◆中央制御室等で適切に監視できる設計であること。	◆受信設備は, <u>中央制御室等に設置し, 常時監視</u> できる設計

【原則と異なる火災感知器】

アナログ式煙感知器, アナログ式熱感知器以外に以下の火災感知器は以下のとおり。

- ◆ 非アナログ式感知器 (感知器の配線を単独にする等, アナログ式と同様に固有の信号を特定可能なように設置)
 - 防爆型感知器(熱及び煙)……可燃性のガスの蓄積が想定され防爆型が必要と考えられる箇所に選定
 - 炎感知器……空間容積が大きく, 熱や煙が拡散し易い箇所に選定
 - 熱感知器……放射線量が高くアナログ式感知器を設置できない区画に非アナログ式を選定
- ◆ 光ファイバーケーブル式熱感知器(アナログ式)……非難燃ケーブル複合体等に選定
- ◆ 熱感知カメラによる火災感知(アナログ式)……屋外環境のため熱や煙感知器が設置できない区画に選定

【火災感知器の設置数の考え方】

- ◆ 感知器毎に消防法・建築基準法に基づき, 必要数を配置
- ◆ 配置位置については, 火災防護対象設備の位置を考慮

【火災感知器を設置しない場所】

発火源がなく可燃物管理により可燃物も持ち込まないエリア, また, 可燃物が金属筐体内にあり, 他への延焼可能性のないエリア

- ・非常用ディーゼル発電機ルーフベントファン室(ファンを含めて可燃物なし)
- ・付属棟屋上(スイッチギア室チラーユニット, バッテリー室送風機等の設置エリア)

7. 火災の感知, 消火 (1)火災感知設備の概要

(3/6)

【火災区画における感知器の組合せ】

◆ 具体的なエリアと火災感知器の組み合わせは以下のとおり

火災感知器の設置場所	火災感知器の設置型式	
一般エリア (「異なる種類の火災感知器」の設置要求を満足するため、アナログ式の感知器を設置)	煙感知器 (感度:煙濃度10%)	熱感知器 (感度:温度60~70℃)
	火災時に発煙段階から感知できる煙感知器を設置	火災時に生じる熱を感知できる熱感知器を設置
原子炉格納容器 (運転中は窒素雰囲気中で火災は想定されないが、温度・放射線によりアナログ式感知器が適さない区画)	煙感知器 (感度:煙濃度10%)	熱感知器 (感度:温度70~80℃)
	火災が想定されない窒素封入後は火災感知信号を除外する運用とし、原子炉停止後は速やかに取替、復旧実施	
蓄電池室 軽油貯蔵タンクエリア/非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリア (水素や揮発した燃料油により発火性ガスの充満する可能性がある区画)	煙感知器(防爆型) (感度:煙濃度10%)	熱感知器(防爆型) (感度:温度65℃)
	防爆型煙感知器を設置	防爆型熱感知器を設置
海水ポンプエリア (屋外環境のため火災による煙、熱が拡散する区画)	炎感知器(赤外線) (炎の赤外線波長を感知)	熱感知カメラ(赤外線) (感度:温度80℃)
	屋外で熱が早く拡散するため炎感知器を設置	環境を考慮した温度設定による誤動作防止
原子炉建屋オペレーティングフロア (天井が高く床面積が広い火災による熱が拡散する区画)	炎感知器(赤外線) (炎の赤外線波長を感知)	煙感知器(光電式分離型)
	区画が広く熱が早く拡散するため炎感知器を設置	高所設置に適した分離型を採用
主蒸気管トンネル室 (運転中は放射線量が高いが常時監視が必要な区画)	煙感知器(煙吸引式)	熱感知器 (感度:温度70~93℃)
	放射線影響を受けないよう検出器部位を主蒸気トンネル室外に設置	放射線の影響を受けない非アナログ式熱感知器を設置

一般エリア: アナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器を設置するエリア

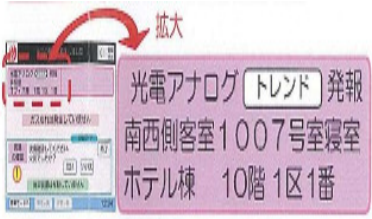

■: 非アナログ式

7. 火災の感知, 消火 (1)火災感知設備の概要

(4/6)

【火災受信機盤について】

- ◆受信機盤は中央制御室に設置し, 個々の火災感知器の作動状況を常時監視できる設計
- ◆受信機盤は, 非常用電源に接続し, 感知器には受信機盤(蓄電池内蔵)から給電される設計

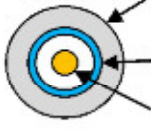

火災感知設備	主な機能	画面表示(イメージ)
火災受信機盤	<ul style="list-style-type: none"> ・火災発生場所を感知器単位で文字表示 ・トレンドグラフで煙濃度又は温度を表示 ・火災に至る前の注意警報により, 早期の初期対応が可能 ・自動試験機能あり 	
防災監視盤 (表示盤)	<ul style="list-style-type: none"> ・火災発生場所を感知器単位で平面地図表示 ・火災発生場所を感知器単位で文字表示 ・履歴リスト表示 <div data-bbox="582 973 1198 1348" data-label="Diagram"> </div>	 <p>地図表示</p>

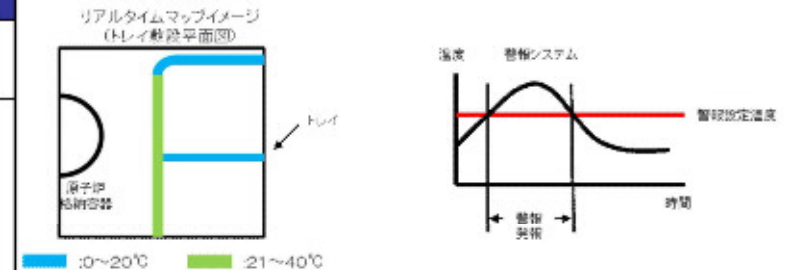
7. 火災の感知, 消火 (1)火災感知設備の概要

(5/6)

【非難燃ケーブルに対する代替措置(複合体)の火災感知について】

- ◆火災区域(区画)の火災感知器として, 複合体外部に設置されるアナログ式の熱及び煙感知器に加え, 複合体毎に光ファイバケーブル式熱感知器を設置し, 早期にケーブル火災を感知

項目	説明	
原理	光ファイバ自身が温度センサーとなり, 光ファイバ全長に沿った長距離の連続的な温度分布が確認可能	
材料	<ul style="list-style-type: none"> ・外被材料: SUS (被覆: 難燃架橋ポリエチレン) ・光ファイバ材質: 石英 ・適用温度範囲: -20°C~150°C 	
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・光ファイバ布設方向に対し2m以下の分解能 ・ケーブル敷設エリア毎に温度表示 ・温度測定値が設定値(60°C)を超えた場合に警報を発報 	<p>代表的な機種の外観</p> 




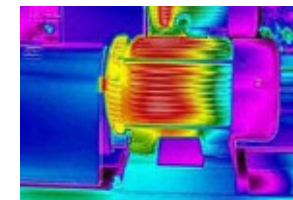
光ファイバ温度監視装置による監視

「火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術基準上の規格を定める省令」で求められる性能を有していることを確認

【熱感知カメラによる火災感知】

- ◆海水ポンプエリアの屋外に設置する感知器は煙や熱が拡散し火災が感知できない可能性が高いため, 熱感知カメラを死角がないように設置

項目	説明	
原理	物体から発する赤外線の波長を温度信号として捕え, 温度を連続的に監視	
特徴	<p>赤外線は温度が高くなるほど強くなるため, 強さを色別して温度マップとして画像に映し, 一定の温度に達すると警報を発する火災感知設備</p>	<p>代表的な機種の外観</p> 




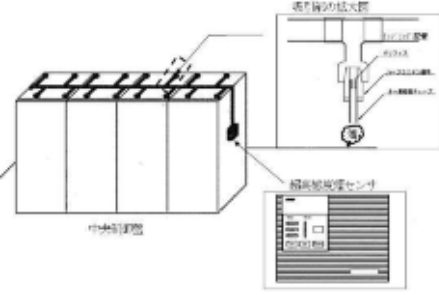
熱感知カメラによる監視

7. 火災の感知, 消火 (1)火災感知設備の概要

(6/6)

【中央制御室制御盤内の火災感知について】

◆火災区域(区画)として, 中央制御室に設置する感知器(アナログ式煙感知器及びアナログ式熱感知器)に加え, 火災の影響軽減の観点から, 制御盤内に高感度煙感知器又は超高感度煙センサを設置

火災感知器の設置場所 (設置場所の特徴等)	火災感知器の設置型式
中央制御盤内 安全系機能を有する制御盤内での火災に対して, 区画に設置する煙と熱感知器とは別に, 早期消火活動を行うことを考慮して高感度の煙感知器を設置 (高感度煙感知器は制御盤の特徴を考慮して選定)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 盤内の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 ◆ 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, 盤内天井の間仕切り毎に設置 ◆ 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定 ◆ 運転員の目前の制御盤は, 盤面にガラリがあり, 煙発生を運転員が早期発見可能なため設置しない
	高感度煙感知器 (感度:煙濃度 0.1~0.5%)
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 動作感度を一般エリアの煙濃度10%に対し煙濃度0.1~0.5%と設定することにより, 高感度感知可能 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: left;"> <p>高感度煙感知器</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把握</p> </div> </div>
	高感度煙センサ(感度:煙濃度0.01~20%)
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 制御盤内の空気をサンプリングし, 高感度煙センサによりサンプリング空気中の煙濃度を設定することにより感知 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: left;"> <p>超高感度煙センサ</p> <p>制御盤内の空気をサンプリングし, 高感度センサにより煙を検知(高感度煙感知器を設置するスペースが確保できない場合)</p> </div> </div>	

7. 火災の感知, 消火 (2) 消火設備の概要

(1/8)

【消火に対する基本方針】

- ◆ 安全機能を有する構築物, 系統及び機器に対し火災の影響を限定し, 早期の消火ができるように, 消火設備を設置
- ◆ 消火設備は, 消防法をはじめとする関係法令要求及び審査基準に合致するように設計

審査基準		設計方針(基本的な考え方)
①	◆ 原子炉の高温停止等を達成し, 維持するための安全機能を有する構築物, 系統及び機器が設置される火災区域又は火災区画であって, 煙の充満等により消火活動な困難なところには, 自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置	◆ 火災区画等に設置する消火設備は, 煙の充満等により消火活動が困難となるかを可燃物状況, 設置環境を考慮して <u>自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備</u> を設置
②	◆ 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物, 系統及び機器が設置される火災区域又は火災区画についても同様	◆ 火災区画等に設置する消火設備は, 煙の充満等により消火活動が困難となるかを可燃物状況, 設置環境を考慮して <u>自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備</u> を設置
③	◆ 消火用水供給系の水源及び消火ポンプ系は, 多重性又は多様性を備えた設計	◆ 必要水量を確保できる水源(タンク)を多重化し, 消火ポンプは電動式及びディーゼル駆動式を1台ずつの配備することにより多重性及び多様性を考慮
④	◆ 系統分離を行うために設けられた火災区域又は火災区画に設置される消火設備は, 系統分離に応じた独立性を備えた設計	◆ 異区分の火災防護対象設備等を設置する火災区画等に対して, <u>1つの消火設備で消火を行う場合は, 容器弁及びポンペを必要数より多く設置し, 容器弁の単一故障により同時に機能を喪失しない設計</u> ◆ 異区分の火災防護対象設備を同一の区画に設置する火災区画等に対して, <u>選択弁の単一故障により機能が喪失しないよう, 選択弁は多重化する設計</u>
⑤	◆ 消火設備は, 煙, 流出流体等による二次的影響が安全機能を有する機器等に影響を与えない設計	◆ ガス消火に用いる消火剤は絶縁性の高いガスを採用し, 火災が発生している区域等からの影響のみならず, 煙, 流出流体, 断線等により, 火災の発生していない設備等にも影響を与えない設計 ◆ これら設備のポンペ等は, <u>火災の影響を受けないように消火対象設備が設置されているエリアとは別のエリアに設置</u>
⑥	◆ 可燃性物質の性状をふまえ, 火災の性質に応じた十分な容量の消火剤を備える設計	◆ ガス消火設備については, 消火対象に応じて, <u>消防法施行規則第十九条, 第二十条等に基づき必要量の消火剤を確保</u> ◆ 消火器については, <u>消防法施行規則第六条～第八条に基づき必要量を配備</u>

7. 火災の感知, 消火 (2)消火設備の概要

(2/8)

審査基準		設計方針(基本的な考え方)
⑦	◆ 移動式消火設備を配備	◆ 「 <u>実用発電用原子炉の設置, 運転等に関する規則</u> 」第八十三条に基づき, 化学消防自動車, 泡消火薬剤又は水槽付消防ポンプ車を配備
⑧	◆ 消火剤に水を使用する消火設備は, 2時間の最大放水量を確保できる設計	◆ 消火栓については, <u>消防法施行令</u> 第十一条(屋内消火栓)及び第十九条(屋外消火栓)を満足するよう, 2時間の最大放水量を確保する設計
⑨	◆ 消火用水供給系をサービス系または水道水系と共用する場合は, 隔離弁等により消火用水の供給を優先する設計	◆ 消火用水供給系をサービス系と共用する場合には隔離弁を設置して遮断する措置により, 消火用水供給が優先可能なように設計 ◆ 水道水系とは共用しない設計
⑩	◆ 消火設備は, 故障警報を中央制御室に吹鳴する設計	◆ 消火ポンプ, ガス消火設備, 電源断等の故障警報は中央制御室に発する設計
⑪	◆ 消火設備は, 外部電源喪失時に機能を損なわないように, 電源を確保する設計	◆ <u>ディーゼル消火ポンプ</u> は外部電源喪失時でも起動できるように専用の蓄電池により電源を確保した設計 ◆ <u>ガス消火設備</u> は, 非常用電源から受電するとともに, 設備の作動に必要な電源を供給する蓄電池を設ける設計。 ◆ <u>ケーブルトレイ(複合体内)の局所ガス消火設備</u> は作動電源が不要な設計
⑫	◆ 消火栓は全ての火災区域の消火活動に対処できるように配置する設計	◆ 消火栓は, <u>消防法施行令</u> 第十一条及び第十九条に準拠して配置することで, 全ての火災区域の消火活動に対処できるように配置する設計
⑬	◆ 固定式ガス消火設備は, 作動前に職員等の退避ができるように警報を吹鳴させる設計	◆ 全域ガス消火設備は, 作動前に職員等の退避ができるように, 警報又は音声警報を吹鳴し, 25秒以上(法令要求は20秒以上)の時間遅れをもってガスを放出する警報を吹鳴させる設計 ◆ ハロン消火設備は, 消火剤に毒性はないが, 消火時に生成されるフッ化水素が周囲に拡散することを踏まえ, 設備作動前に退避警報を発する設計 ◆ <u>ケーブルトレイ用の局所ガス消火設備</u> は, 消火ガスがトレイ内に留まる外部に有意な影響を与えないため作動前に退避警報を発しない設計
⑭	◆ 管理区域内での消火設備から消火剤が放出された場合に, 放射性物質を含むおそれのある排水が管理区域外へ流出することを防止する設計	◆ <u>管理区域と非管理区域の境界</u> に堰等を設置するとともに, 各フロアの建屋内排水系により液体廃棄物処理系に回収し, 処理する設計
⑮	◆ 電源を内蔵した消火設備の操作等に必要な照明器具を必要な火災区域及びその出入通路に設置する設計	◆ 消防法で要求される消火時間20分に現場への移動等の時間(最大約1時間)も考慮し, 12時間以上の容量の蓄電池を内蔵する照明器具を設置

【消火設備選定の考え方】

消火設備は, 各火災区域(区画)における環境条件や予想される火災の性質を考慮して選定。具体的な消火設備とその設置場所は次ページのとおり。

- ◆ 消火活動が困難となる火災区域(区画)については, ハロゲン化物自動消火設備(全域)を設置
- ◆ 消火活動が困難とならない火災区域(区画)については, 消火器及び消火栓を設置

【原則と異なる消火設備】

各火災区域における環境条件や予想される火災の性質を考慮して, 以下の消火設備を選定

- ◆ 消火活動が困難となる火災区域(区画)
 - 非常用ディーゼル発電機室及びデイトン室……二酸化炭素消火設備(全域)
(人が常駐する場所でなく, 多量の油が内包されているため, 消火能力の高い二酸化炭素を選定)
 - 原子炉建屋通路部の油内包機器, 電気盤, 制御盤……ハロゲン化物自動消火設備(局所)
(空間が広く消火困難となる可能性は小さいが, 火災が想定される油内包機器, 電気盤, 制御盤に対しては, ハロゲン化物自動消火設備(局所)を選定)

【その他】

- 非難燃ケーブル複合体……ハロゲン化物自動消火設備(局所)
(複合体内のケーブルの早期, 消火のためハロゲン化物自動消火設備(局所)を選定)

項目		考え方
原子炉の高温停止及び低温停止を達成、維持するための機器等が設置される火災区域(区画)	◆ 消火困難となる火災区域(区画)	◆ 原則として, 各区域(区画)は, 火災発生時の煙の充満及び放射線の影響により消火困難となるエリアとして設定
	◆ 消火困難とならない火災区域(区画)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 海水ポンプ室等の屋外エリア(屋外であり煙は充満しないため) ◆ 中央制御室(常駐する運転員に早期感知及び消火が可能。万一、火災による煙が発生した場合でも建築基準法に基づく容量の排煙設備によって排煙可能であり, 煙は充満しないため) ◆ 格納容器(格納容器空間体積に対して、十分な容量のパージ用排風機が設置されており煙は充満しないため)

7. 火災の感知, 消火 (2)消火設備の概要

(4/8)

◆ 具体的な消火設備と設置箇所は以下のとおり

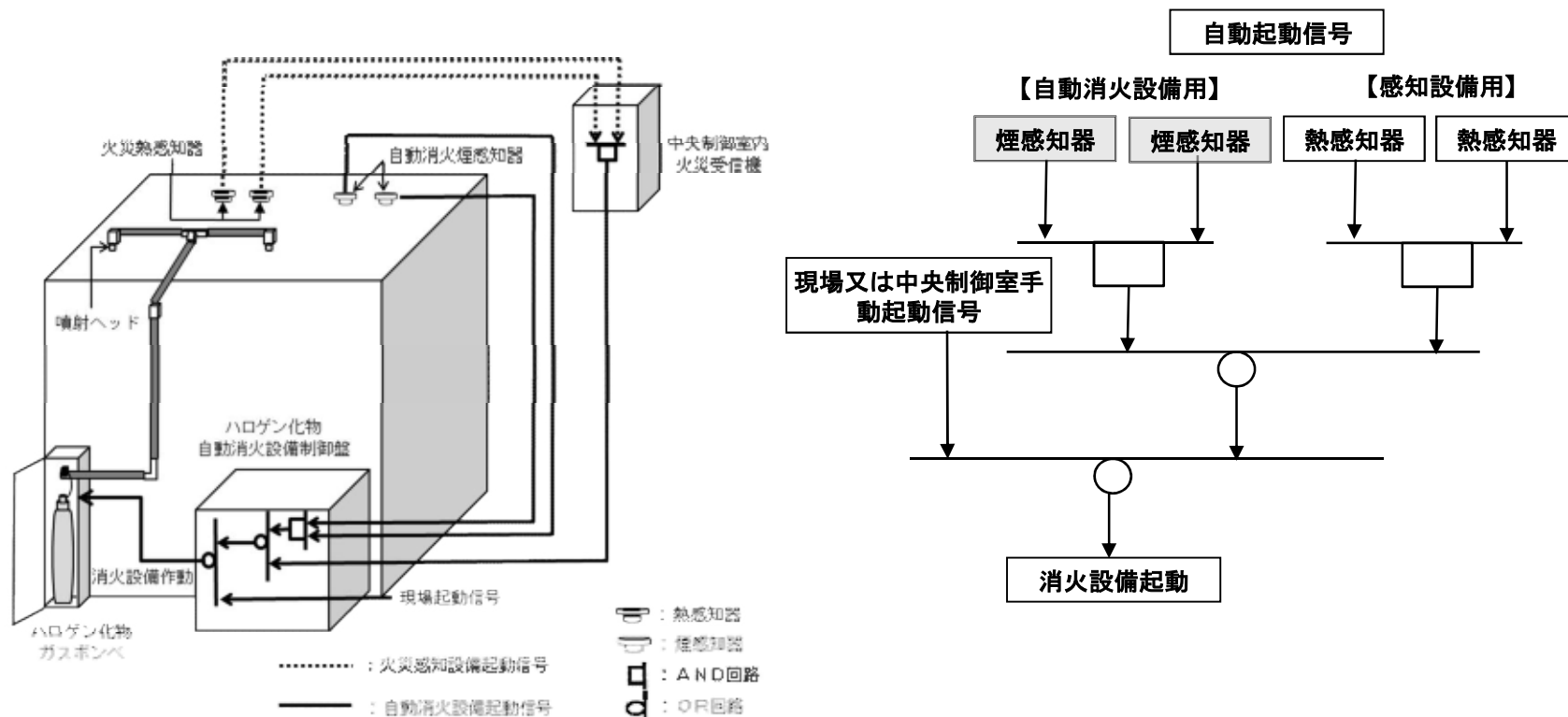
消火設備	設置箇所
水消火設備(消火栓)	各建屋及び屋外
消火器	各建屋内
ハロゲン化物自動消火設備(全域) ・ハロン1301	電気室, ポンプ室, ケーブル処理室等の全域消火可能な区画等
ハロゲン化物消火設備(局所) ・ハロン1301 ・FK-5-1-12	ハロン1301:原子炉建屋通路部の油内包機器, 電源盤, 制御盤, ポンプ室 FK-5-1-12:ケーブルトレイ(非難燃ケーブル複合体)
二酸化炭素消火設備(全域)	非常用ディーゼル発電機室 非常用ディーゼル発電機燃料デイトンク室
消火用水(水源)	・多目的タンク(約1, 500m ³) ・ろ過水タンク(約1, 500m ³)
消火ポンプ	・電動機駆動消火ポンプ×1 ・ディーゼル駆動消火ポンプ×1
移動式消火設備	・化学消防自動車 ・水槽付消防ポンプ車

7. 火災の感知, 消火 (2)消火設備の概要

(5/8)

【ハロゲン化物自動消火設備(全域)について】

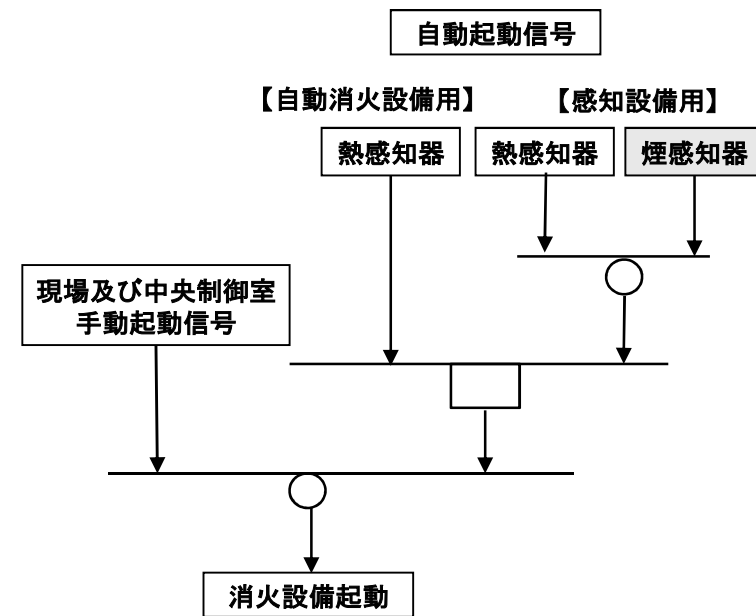
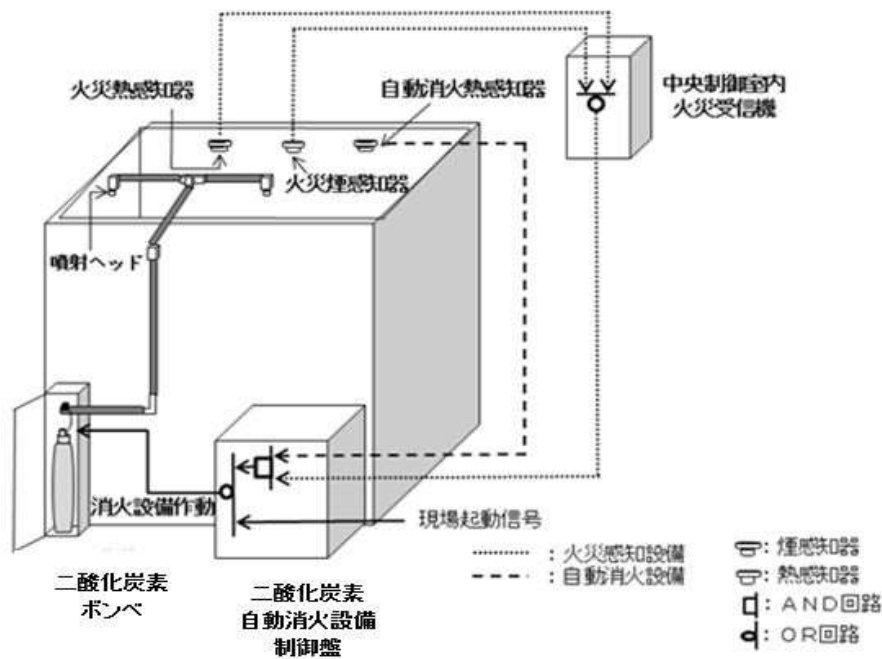
- ◆ ハロゲン化物自動消火設備(全域)は, 電気室, ポンプ室, ケーブル処理室等の火災区域(区画)に設置
- ◆ 誤作動防止のため, 感知設備用(熱感知器)又は自動消火設備用(煙感知器)の各々2つのAND条件で作動



ハロゲン化物自動消火設備の動作概要図

【二酸化炭素自動消火設備について】

- ◆ 二酸化炭素自動消火設備は, 非常用ディーゼル発電機室, 非常用ディーゼルディタンク室の火災区域(区画)に設置
- ◆ 誤作動防止のため, 感知設備用(熱感知器及び煙感知器のいずれか)と自動消火設備用(煙感知器)のAND条件で作動



二酸化炭素自動消火設備の動作概要図

7. 火災の感知, 消火 (2)消火設備の概要

(7/8)

【ハロゲン化物消火設備(局所)について】

- ◆ ハロゲン化物消火設備(ハロン1301)は, 煙の充満等による消火困難となる火災区域(区画)のうち, 原子炉建屋通路部の油内包機器, 電源盤, 制御盤を消火対象として設置
- ◆ 誤作動防止のため, 感知設備用(熱感知器)又は自動消火設備用(煙感知器)の各々2つのAND条件で作動させるとともに, 中央制御室又は現場での手動起動による早期消火可能な設計

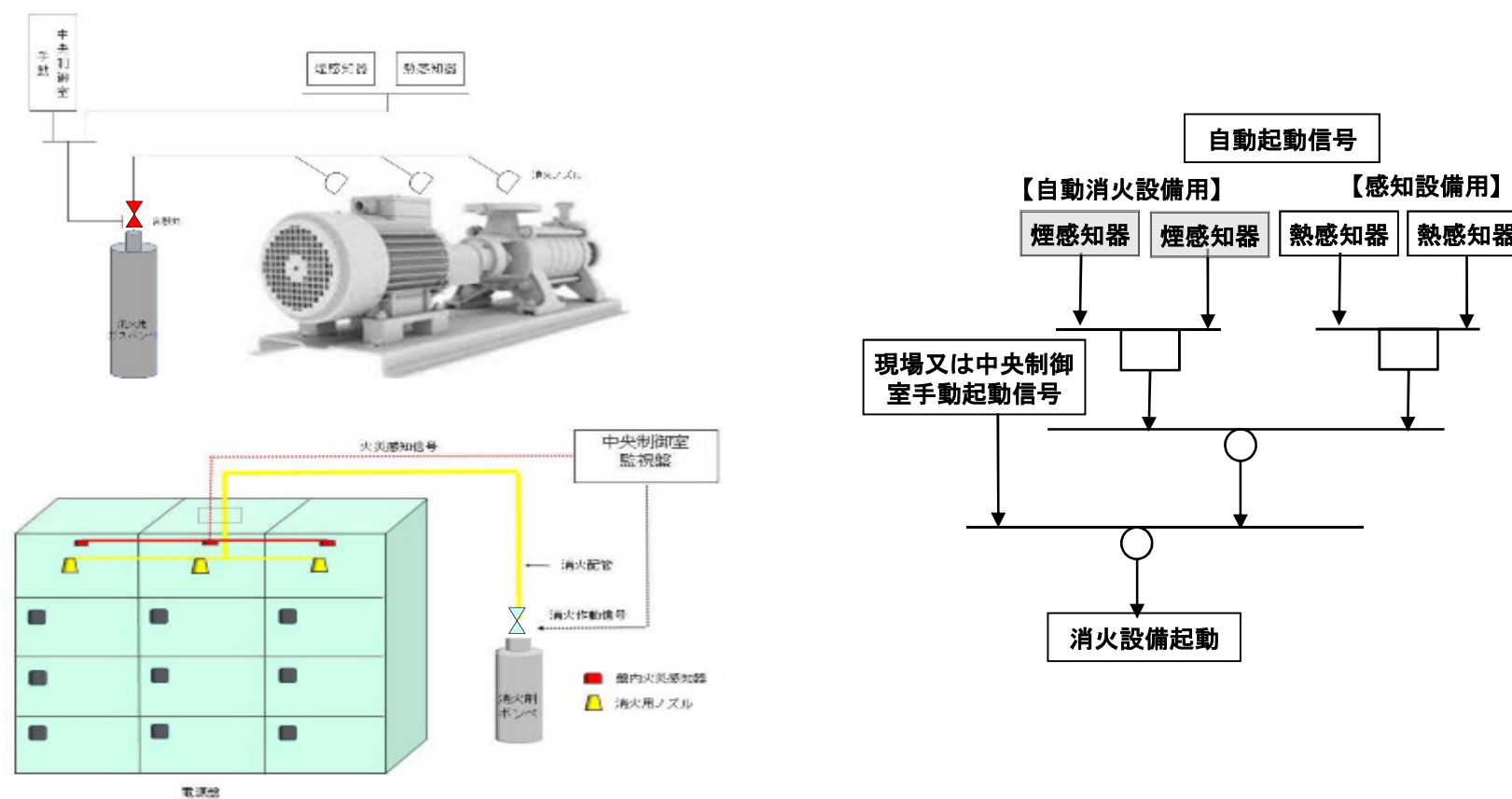


図 ハロゲン化物消火設備(局所)の動作概要図

【ハロゲン化物消火設備(局所)について(複合体内)】

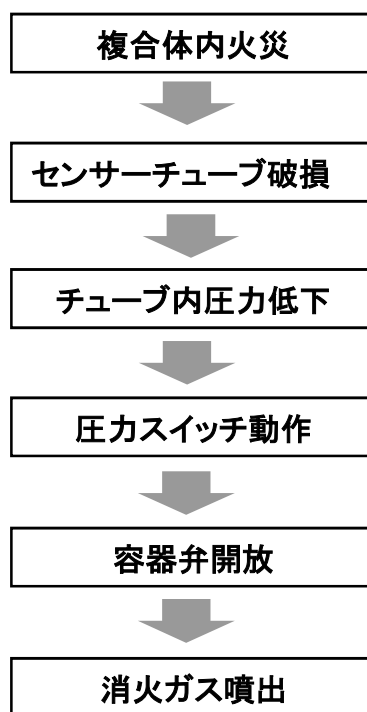
- ◆ 火災区域(区画)に設置する感知器とは別に, 光ファイバケーブル式熱感知器設置
- ◆ 複合体内設置する火災検知チューブにより局所ハロゲン化物消火設備(FK-5-1-12)が自動作動する設計

<誤動作防止と信頼性>

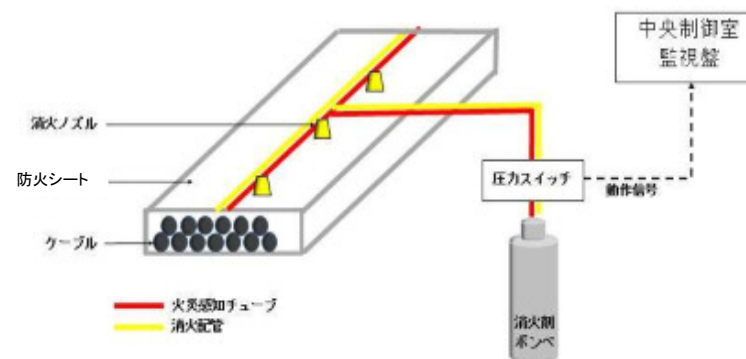
- 単純構造で誤動作の可能性小
- 中央制御室では消火ガスの放出信号を検知する設計で, 現場確認で消火設備が動作していない場合には, 現場での手動起動可能
- また, 複合体内の感知器(光ファイバケーブル式熱感知器)により中央制御室に警報が発するため, 現場での手動起動可能

<消火ガス>

FK-5-1-12(代替ハロン)
 $(CF_3-CF_3-C(O)-CF(CF_3)_2)$



消火設備動作フロー図



ケーブルトレイ(複合体内)の消火設備の概念図

8. 火災の影響軽減(1)系統分離

(1/21)

【火災の影響軽減(系統分離)に対する基本方針】

- ◆安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域(区画)内の火災及び隣接する火災区域(区画)における火災の影響に対し、火災の影響軽減を実施

審査基準		設計方針
(1)原子炉の高温停止及び低温停止に係わる安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域については、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離すること。		◆ 火災区域は3時間以上の耐火能力を有するコンクリート壁(厚さ150mm以上)又は3時間以上の耐火能力を有する耐火壁(貫通部シール、防火扉、防火ダンパ等)により他の火災区域から分離
(2)原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その相互の系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離を行うために、火災区画内又は隣接火災区画間の延焼を防止する設計であること。 具体的には、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが次に掲げるいずれかの要件を満たしていること。	a. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離されていること。	◆ 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを、 <u>3時間以上の耐火能力を有する隔壁、耐火ラッピングで分離</u> ◆ 対象例： <u>異区分の火災区域(区画)に配置された弁等の機器</u>
	b. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間の水平距離が6m以上あり、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。この場合、水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質が存在しないこと。	◆ 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを、 <u>6m以上の離隔を確保するとともに、火災感知設備及び自動消火設備を設置</u> ◆ 対象例： <u>異区分の火災区域(区画)に敷設されたケーブル</u>
	c. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。	◆ 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを、 <u>1時間の耐火能力を有する耐火ラッピング、障壁で分離するとともに、火災感知設備及び自動消火設備を設置</u> ◆ 対象例： <u>異区分の火災区域(区画)に敷設されたケーブル</u>

8. 火災の影響軽減(1)系統分離

(2/21)

審査基準	設計方針
<p>(3)放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域については、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離されていること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 3時間耐火に設計上必要なコンクリート壁厚である150mm以上の壁厚を有するコンクリート耐火壁や火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火壁(耐火障壁、貫通部シール、防火扉、防火ダンパ)によって、他の火災区域と分離
<p>(4)換気設備は、他の火災区域の火、熱、又は煙が安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域に悪影響を及ぼさないように設計すること。また、フィルタの延焼を防護する対策を講じた設計であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 他の火災区域又は火災区画からの境界となる箇所に3時間耐火性能を有する防火ダンパを設置する設計 ◆ 換気設備のフィルタは、「1.5.1.2.2(4)換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用」に示すとおり、チャコールフィルタを除き難燃性のものを使用する設計
<p>(5)電気ケーブルや引火性液体が密集する火災区域及び中央制御室のような通常運転員が駐在する火災区域では、火災発生時の煙を排気できるように排煙設備を設置すること。なお、排気に伴い放射性物質の環境への放出を抑制する必要がある場合には、排気を停止できる設計であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 中央制御室の火災発生時の煙を排気するため、建築基準法に準拠した容量の排煙設備を配備する設計。なお、排煙設備は中央制御室専用であるため、放射性物質の環境への放出を考慮する必要はないが、万が一、排気に伴い放射性物質の環境への放出を抑制する必要がある場合には、排気を停止できる設計 ◆ 電気ケーブルや引火性液体が密集する火災区域(電気室、ケーブル処理室、非常用ディーゼル発電機室、非常用ディーゼル発電機燃料ディタンク室)については、ハロゲン化物自動消火設備(全域)又は、二酸化炭素自動消火設備(全域)により早期に消火する設計 ◆ 引火性液体が密集する軽油貯蔵タンクは屋外に設置するため、煙が大気に放出されることから、排煙設備を設置しない設計
<p>(6)油タンクには排気ファン又はベント管を設け、屋外に排気できるように設計されていること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 火災区域又は火災区画に設置される油タンクは、換気空調設備による排気、又はベント管により屋外に排気する設計

8. 火災の影響軽減(1)系統分離

(3/21)

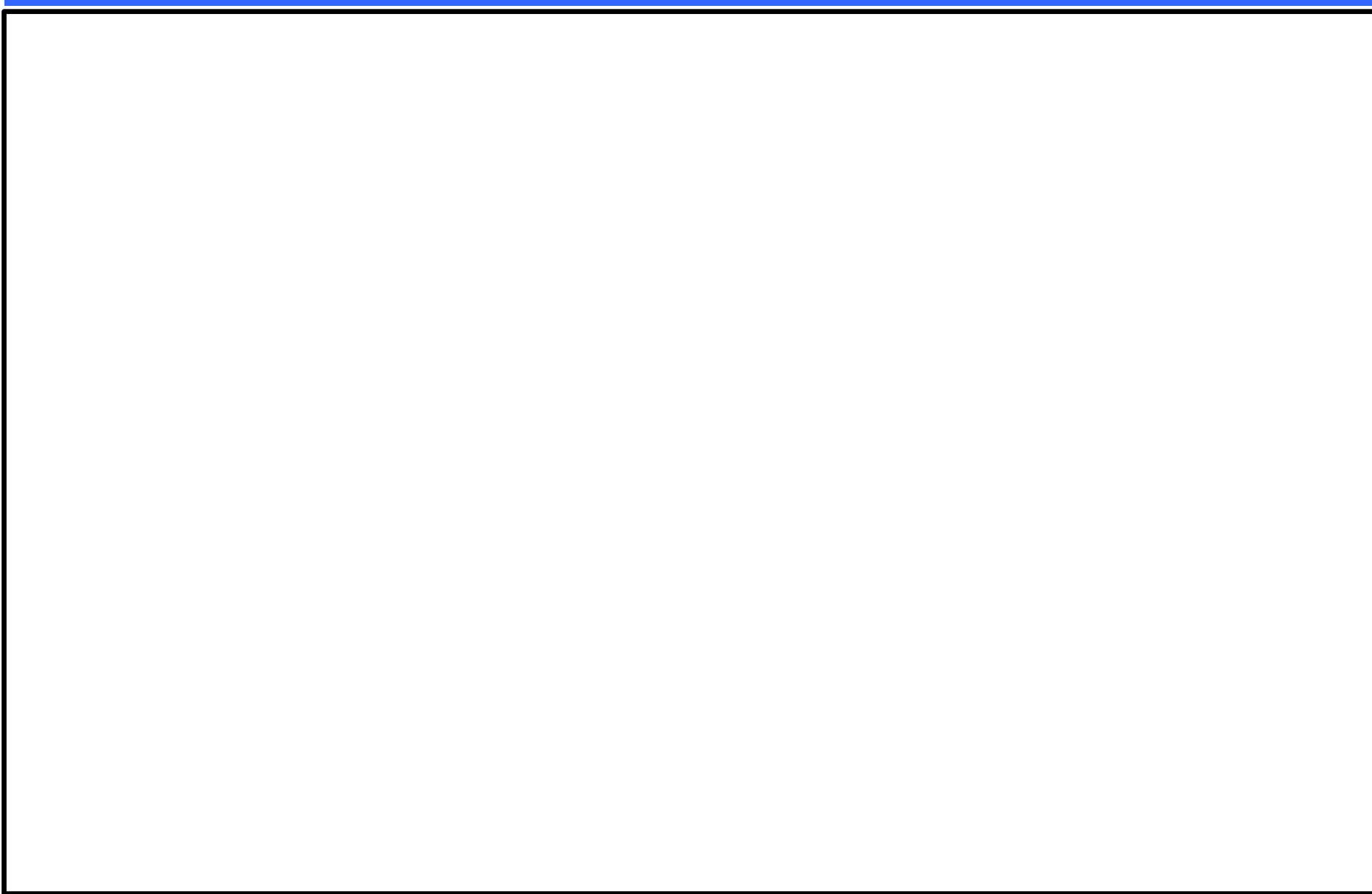
【系統分離に対する基本方針】

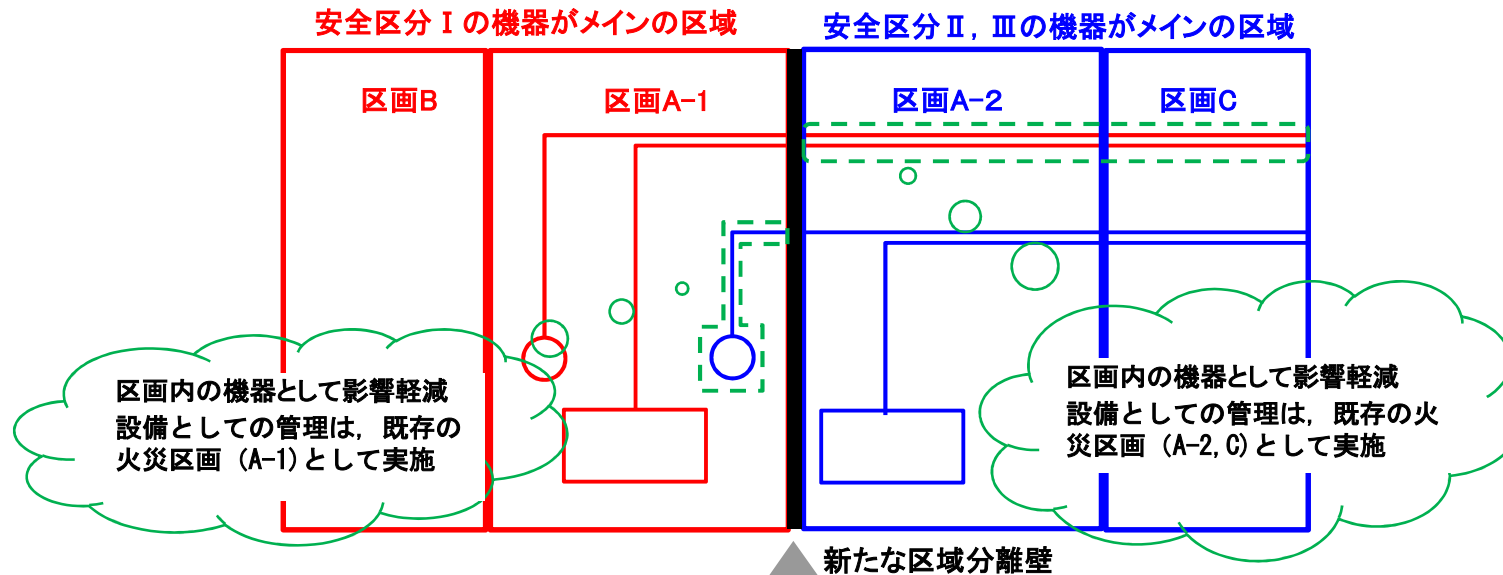
- ◆ 原子炉の高温停止, 冷温停止の達成し維持するために必要な系統は単一火災によって同時に機能が喪失しないように系統を分離
- ◆ 安全区分のⅠと安全区分Ⅰ以外(安全区分Ⅱ及びⅢ)を3時間耐火能力を有する隔壁等により大きく2つに区分し, 系統分離の観点から, 更に細かく, 火災区域(区画)に分離

	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) 低圧注水系(A)／低圧炉心スプレイ系	自動減圧系(B) 低圧注水系(B)／低圧注水系(C)	高圧炉心スプレイ系
冷温停止	残留熱除去系(A) 残留熱除去系海水系(A)	残留熱除去系(B) 残留熱除去系海水系(B)	—
電源	非常用ディーゼル発電機(C)系 直流電源(A)系	非常用ディーゼル発電機(D)系 直流電源(B)系	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機系 直流電源(HPCS)系

▲ 安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ, Ⅲの境界を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁等で分離

- ◆ 異区分の区域(区画)内に存在する機器単体と区画を跨いで敷設されているケーブル類については, 新たな区画設定はせずに, 審査基準2.3.1(2)のa,b,cに従い系統分離を実施

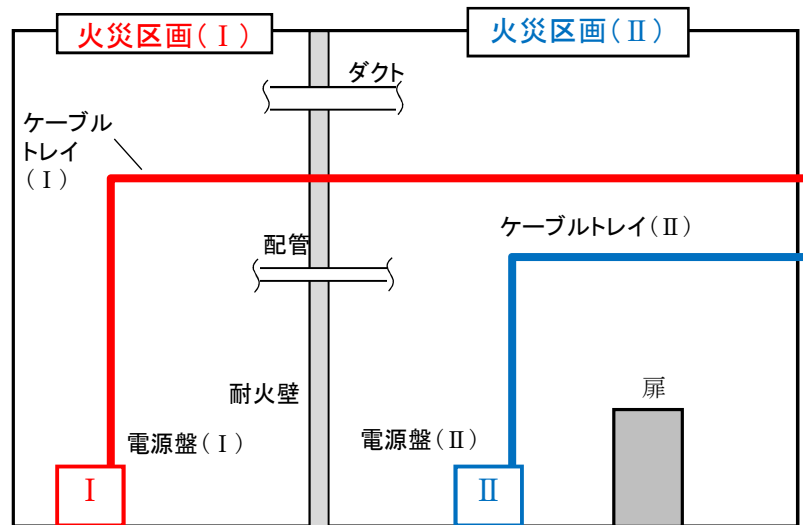




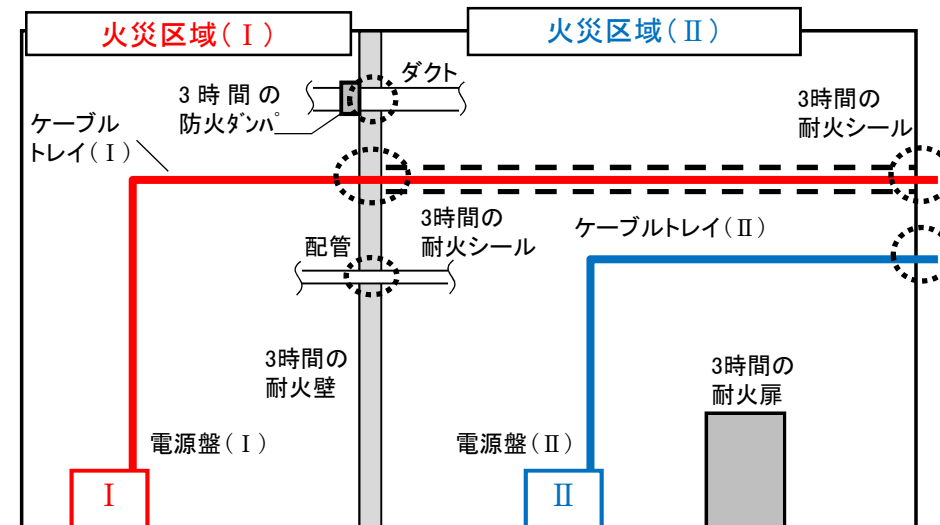
- ◆ 火災区画とは、火災区域を細分化したものであって、耐火壁、離隔距離、固定式消火設備等により分離された火災防護上の区画であるが、今回、系統分離すべき設備は、新たな火災区域(区画)の設定後に、区画を跨いで敷設されているケーブルと火災区画内に点在する異区分の機器単体であり、これらについては、新たな区画設定はせずに、審査基準2.3.1(2)のa,b,cに従い系統分離を実施

【系統分離に対する代表例】

◆ 異区分の区画を跨いで敷設されているケーブル類に対しては、審査基準2.3.1(2)のa,b,cに従い系統分離を実施



対策前



○ ○ ○ : 3時間の耐火貫通部耐火処理 = = : 3時間の耐火ラッピング

対策後(審査基準2.3.1(2)aの例)

- ◆ 火災区画(II)の安全区分IIの電源盤, ケーブルトレイが設置される区画において, 安全区分Iのケーブルトレイが設置
- ◆ 安全区分IIのケーブルトレイが火災によりケーブル機能を喪失した場合, 安全区分Iのケーブルも同時に機能喪失

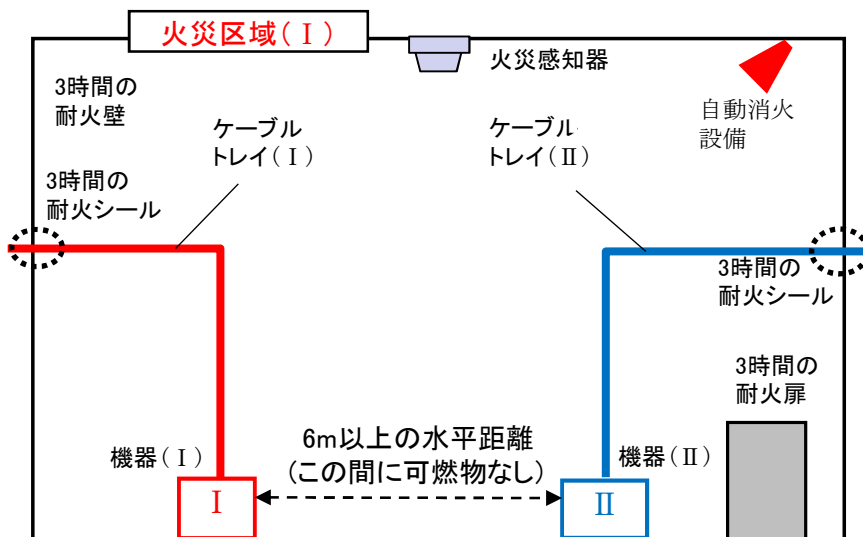
- ◆ 火災区域を3時間の耐火壁(耐火障壁含む)及び耐火シール等で分離
- ◆ 火災区域2において, 安全区分Iのケーブルトレイに3時間の耐火ラッピングを施工により, 火災区域2の火災時でも安全区分Iのケーブルを防護

8. 火災の影響軽減(1)系統分離

(7/21)

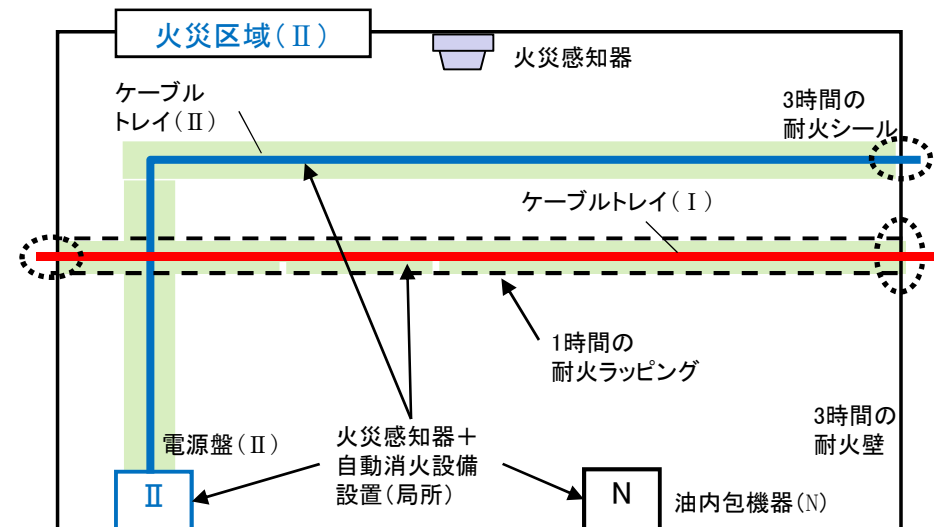
【系統分離に対する代表例(2/2)】

- ◆ 異区分の区画を跨いで敷設されているケーブル類に対しては、審査基準2.3.1(2)のa,b,cに従い系統分離を実施



⊙ : 3時間の耐火貫通部耐火処理

対策後(審査基準2.3.1(2)bの例)



⊙ : 3時間の耐火貫通部耐火処理

■ : 複合体(防火シート施工)

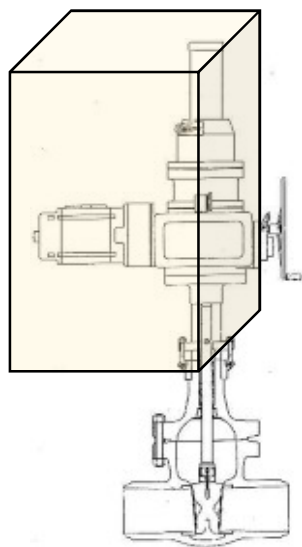
対策後(審査基準2.3.1(2)cの例)

- ◆ 火災区域を3時間の耐火壁(耐火障壁含む)及び耐火シール等で分離
- ◆ 火災区域 I において、安全区分 I と II の機器、ケーブルトレイ等に6m以上の水平距離の離隔及び火災感知器、自動消火設備の設置により、安全区分 II の火災時でも安全区分 I の機器、ケーブルを防護

- ◆ 火災区域を3時間の耐火壁(耐火障壁含む)及び耐火シール等で分離
- ◆ 火災区域 II において、安全区分 I のケーブルトレイに1時間の耐火ラッピング及び火災感知器、自動消火設備の設置により、安全区分 I 又は II の火災時でも安全区分 I 又は安全区分 II のケーブルを防護

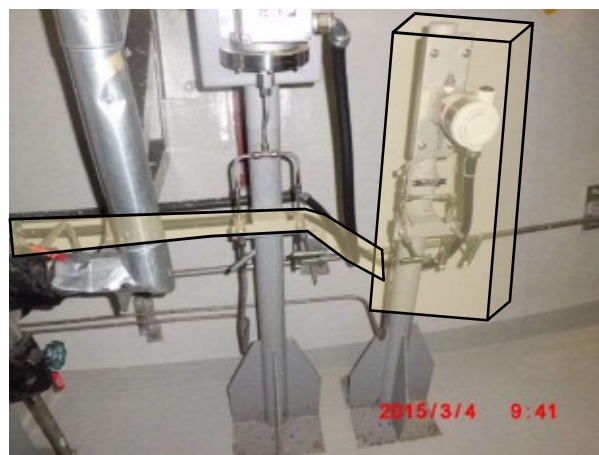
【系統分離に対する代表例】

- ◆ 異区分の区域(区画)に設置されている機器に対しては, 審査基準2.3.1(2)のa,b,cに従い系統分離を実施



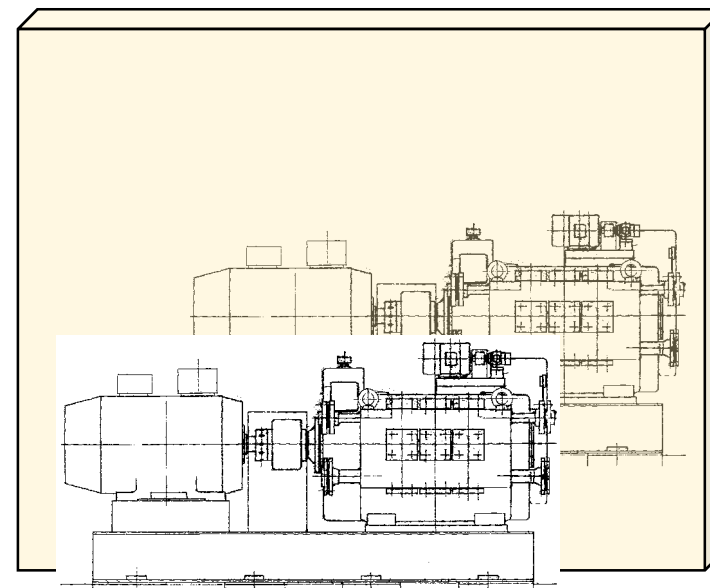
電動弁

- ◆ 弁駆動部を3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離



伝送器

- ◆ 伝送器を3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離



ほう酸注入ポンプ

- ◆ 並んで設置されているポンプ間に1時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離+感知+自動消火
- ◆ 堰内で分離のため溢水影響なし

【中央制御室】

- ◆ 中央制御室の制御盤内や床下敷設ケーブルは、運転員の操作性及び視認性確保のため近接して設置
- ◆ このため、以下の理由から審査基準2.3.1(2)の3つの基準のいずれにも合致させることが困難
 - ・「a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等での分離
 - ・「b. 6mの離隔+感知+自動消火」
 - ・「c. 1時間以上の耐火能力を有する隔壁等での分離+感知+自動消火」

<対策(中央制御室盤内)>

- (a) 実証試験結果に基づく離隔距離等による分離対策
- (b) 高感度煙検出設備の設置による早期の火災感知
- (c) 常駐する運転員による早期の消火活動(サーモグラフィカメラ等火災発生箇所を特定できる装置を配備)

<対策(中央制御室床下ケーブル)>

- (a) コンクリートピットによる分離(1時間の耐火能力を有するコンクリートピット構造)
- (b) ピット内に煙感知器と光ファイバー式熱感知器による早期の火災感知
- (c) 常駐する運転員による早期の消火活動

中央制御室は、油内包機器はなく、制御盤や床下コンクリート内ケーブル(難燃ケーブル)に対して、個別の感知設備を設置することにより、常駐する運転員の消火活動と相まって火災が全域に影響することを抑えることができると判断

更に保守的な評価として、中央制御室盤内の1つの制御盤の機能が全て喪失したと仮定しても、他の制御盤での運転操作や現場での操作(RSS盤含む)により、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持は可能であることを確認

【中央制御盤内の火災の影響軽減対策（1/2）】

◆中央制御盤内のスイッチ等については、以下に示す分離対策を実施

a. 離隔距離等による分離

中央制御盤の操作スイッチ，電線は，火災を発生させ近接する他の構成部品に影響がないことを確認した実証試験の結果に基づき以下に示す分離対策を実施している。

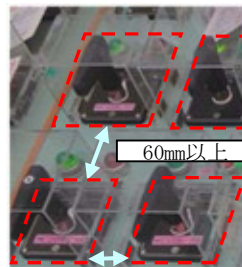
- ◆操作スイッチは，厚さ1.6mmの鋼板製筐体で覆い，更に，上下方向20mm以上，左右方向15mm以上の離隔距離を確保
- ◆盤内配線は，異なる系列間を分離するための配線用バリアとしては，金属バリアによる離隔又は離隔距離30mmを確保した盤内配線ダクト
- ◆金属外装ケーブル
- ◆中央制御室に設置している制御盤に火災が発生しても，3.2mm以上の鋼板で分離することで，隣接する制御盤に火災の影響がおよばない



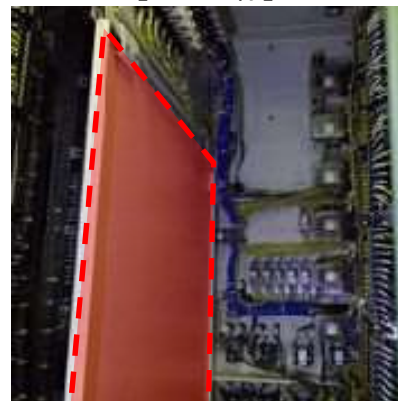
【操作スイッチ裏面】 【操作スイッチ表面】



金属製筐体
厚さ:3.2mm



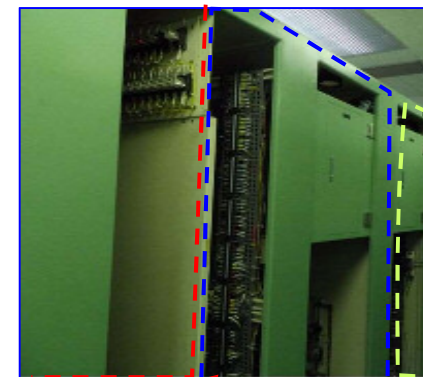
【盤内配線】



鉄板による分離

金属バリア厚さ：4mm
離隔距離：30mm以上

【制御盤間の分離】



3.2mm以上の鉄板で分離

区分の境界

【中央制御盤内の火災の影響軽減対策（2/2）】

◆中央制御盤内のスイッチ等については、以下に示す分離対策を実施

b. 火災感知設備

- ◆中央制御室（火災区域）の火災感知設備として、煙及び熱感知器を設置
- ◆また、中央制御盤内には、上記区域の感知器に加え、高感度の煙感知設備を設置

c. 消火設備

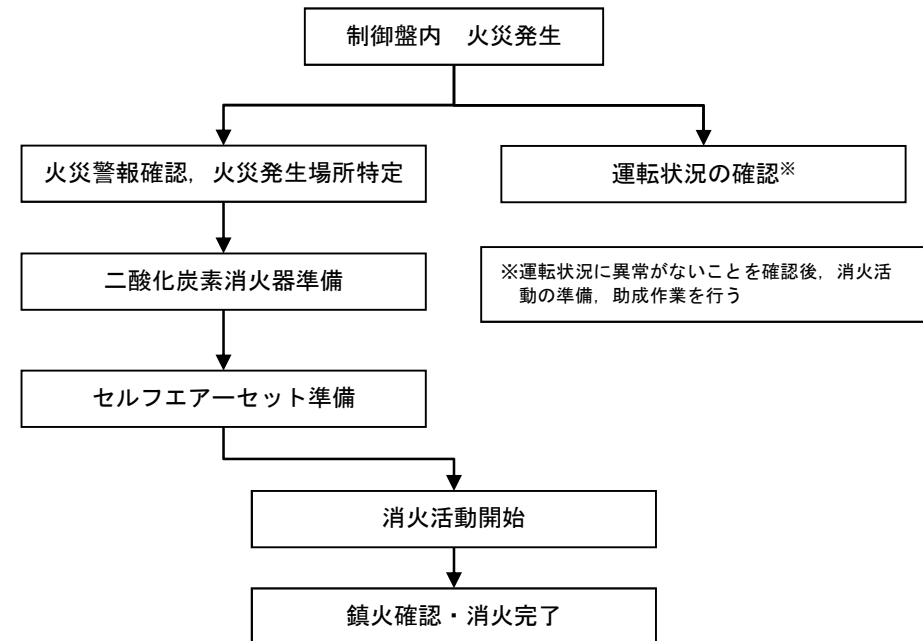
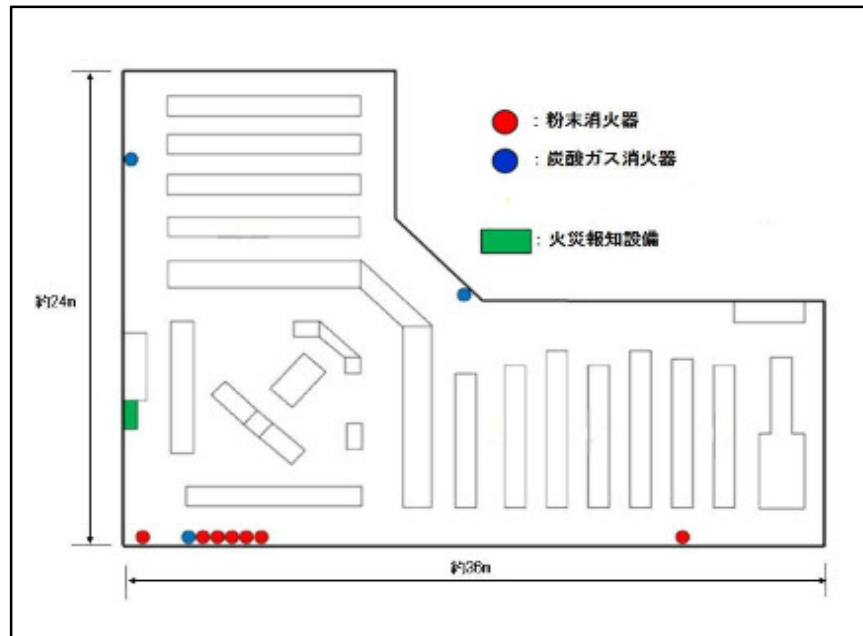
- ◆中央制御盤内の消火は、電気機器への影響がない二酸化炭素消火器を使用して、運転員による手動消火
- ◆火災の発生箇所の特定が困難な場合も想定し、サーモグラフィカメラ等、火災の発生箇所を特定できる機器を配備
- ◆運転員による手動消火の訓練を実施

d. 原子炉の高温停止及び低温停止の達成，維持

- ◆火災により、中央制御室内の一つの制御盤の機能がすべて喪失したと仮定しても、他の制御盤での運転操作により、原子炉の高温停止及び低温停止の達成，維持が可能な設計とする

上記、実証試験結果に基づく離隔距離等による分離対策と、高感度の煙感知器による早期感知，運転員による早期消火活動により，中央制御盤の互いに相違する系列への延焼を防止。また，火災により制御盤の1つが影響を受けた場合でも，他の制御盤で安全停止機能は確保される。

【中央制御室盤内火災時の訓練について】



【中央制御室盤内火災時の模擬訓練】

- 火災が発生した場合, 運転員は受信機盤により, 火災が発生している制御盤を特定
- 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
- 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実施。もう1名は, 予備の二酸化炭素消火器等を準備
- なお, 中央制御室内での移動は短時間であり, 速やかな消火活動可能

【中央制御室床下の火災の影響軽減対策】

◆中央制御室の床下は、以下に示す分離対策を実施

a. コンクリートピットによる分離

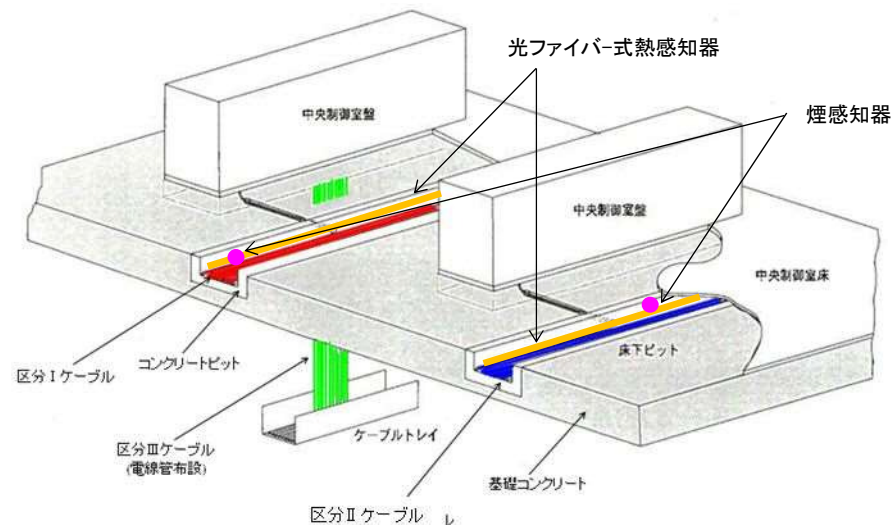
コンクリートピット内は安全区分ごとに設置し、異区分のケーブルは敷設しない設計とする。また、ピットは1時間の耐火能力を有するコンクリート構造として分離

b. 火災感知設備

コンクリートピットの火災感知設備として、煙感知器及び光ファイバ式熱感知器を設置

c. 消火設備

コンクリートピット内の消火は、火災感知器作動により火災位置を特定し、粉末消火器又は二酸化炭素消火器により、運転員が早期に消火



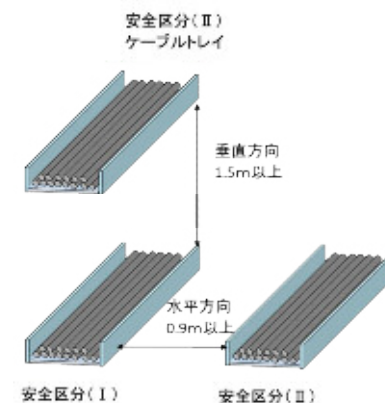
上記、コンクリートピットによる分離対策と、煙感知器及び光ファイバ式熱感知器による早期感知、運転員による早期消火活動により、互いに相違する系列への延焼は防止され、安全停止機能は確保される。

【ケーブル処理室の分離対策(1/3)】

◆ケーブル処理室において、安全区分の異なるケーブルトレイ間は、RG1.189に記載される水平方向0.9m、垂直方向1.5mを最小分離距離として設計するが、最小分離距離を確保できない場合は、以下の方法で分離を実施

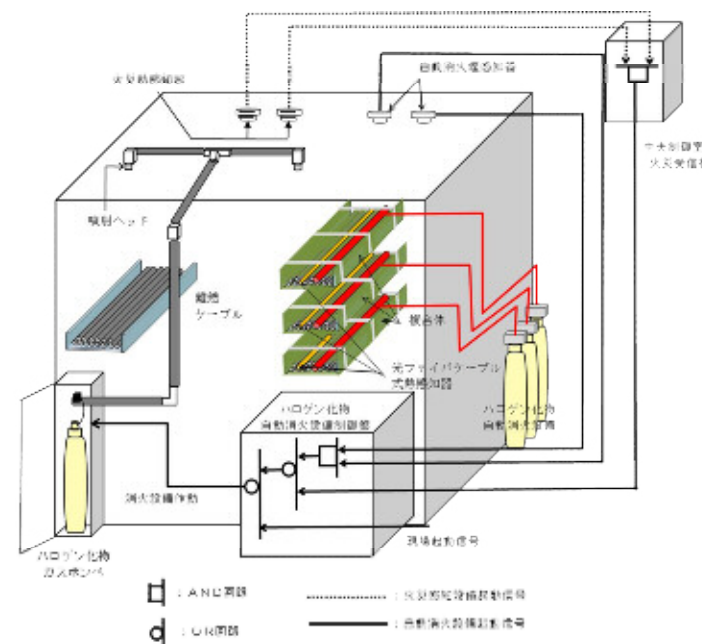
<分離方針>

◆ケーブル処理室の異区分ケーブルトレイを1時間以上の耐火能力を有する障壁又はラッピングで分離し、火災感知器及び自動消火設備を設置



ケーブル処理室の異区分間距離の基本設計

分離方法	具体的対策
1時間以上の耐火障壁等	1時間耐火ラップ
	1時間耐火障壁
火災感知設備	<ul style="list-style-type: none"> ・火災区域として煙と熱感知器設置 ・複合体には区域の感知器とは別に光ファイバケーブル式熱感知器設置
自動消火設備	<ul style="list-style-type: none"> ・ハロゲン化物自動消火設備(全域) : 火災区域用(難燃ケーブル用) ・ハロゲン化物自動消火設備(局所) : ケーブルトレイ用(複合体用)



ケーブル処理室の系統分離全体イメージ

【ケーブル処理室の分離対策(2/3)】

<トレイ間分離対象>

- ◆ 最小分離距離を確保できない異区分のケーブルトレイの分離

<トレイ間分離方法>

- ◆ 1時間以上の耐火障壁（耐火ラッピング）
+ 火災感知設備，自動消火設備

パターン	トレイ配列 (上段より)	分離イメージ	保護対象	感知・消火
1	区分Ⅲ 区分Ⅰ		区分Ⅲ	複合体内
2	区分Ⅲ 区分Ⅱ		区分Ⅲ	複合体内
3	区分Ⅲ 区分Ⅰ 区分Ⅱ		区分Ⅲ 区分Ⅱ	複合体内

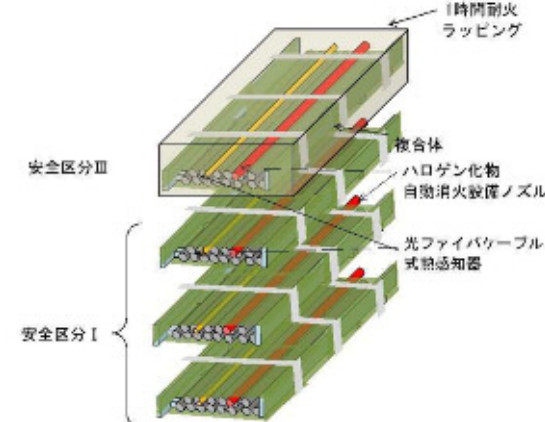


ケーブル処理室平面図

パターン2

パターン3

パターン1



ケーブルトレイ区分分離イメージ (パターン1)

【ケーブル処理室の分離対策(1/2)】

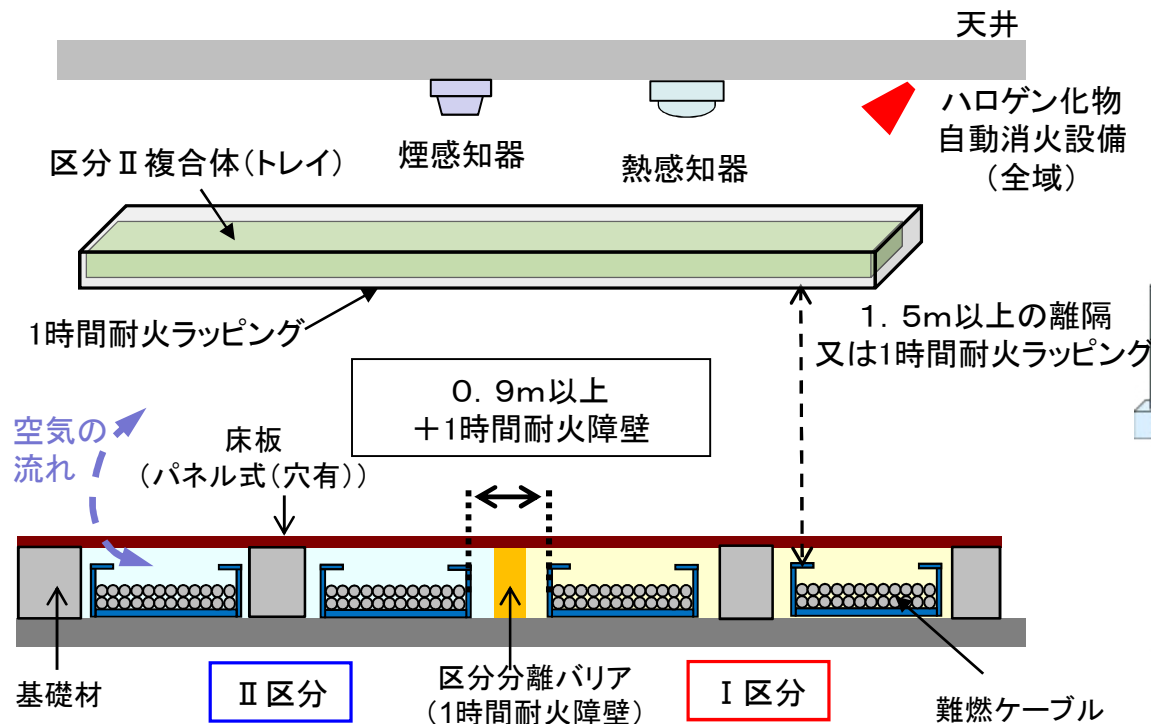
◆ 難燃ケーブル(トレイ)の系統分離

a. 安全区分の分離対象

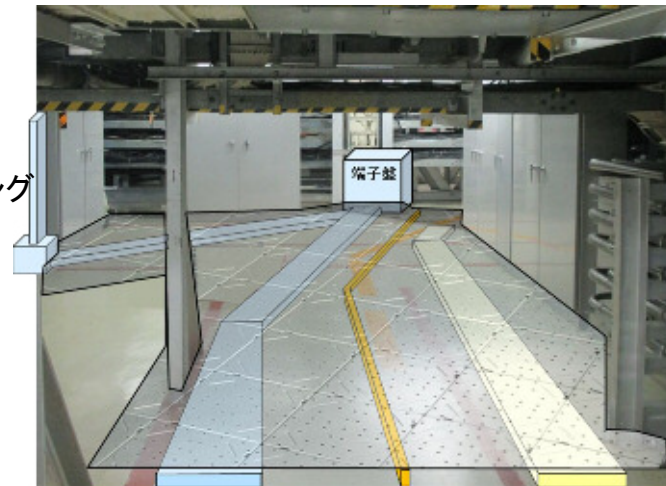
- ・対象: 新設トレイへの難燃ケーブルの敷設(制御及び計装)
- ・Ⅱ・Ⅲ区分のトレイをⅠ区分トレイと分離

b. 具体的方法

- ・1時間耐火障壁, 耐火ラッピング又は離隔による分離と火災感知器及び ハロゲン化物自動消火設備を設置



<床を使ったトレイ設置イメージ(断面)>



<増設トレイ設置イメージ>

8. 火災の影響軽減（1）系統分離

(17/21)

【系統分離も踏まえた非難燃ケーブル複合体の感知・消火設備について】

- ◆ 系統分離で必要となる「1時間以上の耐火能力を有する隔壁等での分離+感知+自動消火」の要求も踏まえ、複合体内に設置する感知・消火設備を系統分離要求での感知・消火設備として設定
- ◆ なお、複合体内に設置するハロゲン化物消火設備を動作用に用いる熱感知チューブの動作信号を中央制御室の火災受信機盤に表示することにより、複合体内の感知器は、光ファイバー式熱感知器と2種類となる

場所	感知消火	設計方針	備考
ケーブル処理室 (全域消火)	<p>区画の感知・消火設備 ▲ ● ■</p> <p>● 複合体内の感知・消火設備を設置</p>	<p>区画の感知・消火設備 ▲ ● ■</p> <p>● 1時間耐火隔壁等の内部にある火災源は、複合体内のケーブルのみであり、複合体内の感知消火設備で影響軽減も実施</p>	<p>複体内アナログ式煙感知器を設置することは困難であるため、ハロゲン化物消火設備(局所)を作動させるための熱感知チューブの動作信号を中央制御室の火災受信機盤に表示することにより、複数の感知器を確保</p>
原子炉建屋通路部 (局所消火)	<p>区画の感知・消火設備 ▲ ●</p> <p>● 複合体内の感知・消火設備を設置</p>	<p>区画の感知・消火設備 ▲ ●</p> <p>● 1時間耐火隔壁等の内部にある火災源は、複合体内のケーブルのみであり、複合体内の感知消火設備で影響軽減も実施</p>	<p>同上</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p>▲: 煙感知器 ●: 熱感知器 ■: 消火設備(自動消火設備) ●: 熱感知器 ■: ハロゲン化物消火設備(局所) 熱感知チューブ(★)により動作し、動作時(火災時)にはMCRに警報発報機能有</p> <p>※: 光ファイバー式はケーブル等の温度上昇を感知、熱感知チューブは熱によりチューブが熔融し、内部圧力が下がることで火災を感知</p> </div>

【格納容器】

- ◆ 格納容器内は、機器やケーブルが密集しているため、審査基準2.3.1(2)の3つの基準のいずれにも適合させることが困難
 - ・「a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等での分離
 - ・「b. 6mの離隔+感知+自動消火」
 - ・「c. 1時間以上の耐火能力を有する隔壁等での分離+感知+自動消火」



- ◆ 可燃物であるケーブル(難燃ケーブル)は、原子炉圧力容器下部(ペDESTAL部*)の除き、全て電線管内に敷設
※ペDESTAL部に火源はなく、電線管内に敷設されていないケーブルは、制御棒位置検出用や核計装用であり、使用電流値も非常に小さく発火の可能性は極めて小さい。なお、安全区分毎に異なるペネトレーションを用いて可能な限り分散
- ◆ 主蒸気隔離弁、原子炉再循環ポンプモータ、原子炉再循環流量調整弁は潤滑油が使用されているが、潤滑油は引火点が最高使用温度より高いものを使用。再循環ポンプ及び流量調整弁は難燃性潤滑油を使用
- ◆ 通常プラント運転中は火災の発生が想定されない窒素雰囲気であり、定期検査中は、持込可燃物等の管理(持込量、持込期間、持込場所等)により、不要な可燃物は持ち込まない運用。
- ◆ 不要な機器は電源を切る運用であり、試運転時には要員を配置し火災発生防止を徹底
- ◆ 格納容器内の消火活動の手順を社内規定に定めて、自衛消防隊の訓練を実施



格納容器内は、油内包機器も少なく、ペDESTAL部の核計装ケーブルを除くケーブルは電線管で敷設されることにより、火災が全域に影響することを抑えることができると判断



更に保守的な評価として、火災により格納容器内の安全機能の喪失を仮定して評価を行い、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持は、運転員の操作を相まって可能であることを確認

8. 火災の影響軽減(1)系統分離 ケーブル処理室全体概要 (19/21)

◆ケーブル処理室には、ケーブルが集中しており、難燃ケーブルの代替措置として複合体を形成

(1)感知設備(火災区域(区画))

◆火災区域:アナログ式の煙感知器及び熱感知器

(2)消火設備(火災区域(区画))

◆火災区域:ハロゲン化物自動消火設備(全域)

(3)影響軽減

◆ケーブル処理室には安全区分Ⅰ,Ⅱ,Ⅲのケーブルトレイが敷設されているため、安全区分Ⅰと安全区分Ⅰ以外(区分Ⅱ,Ⅲ)の系統分離を実施

◆系統分離方法:

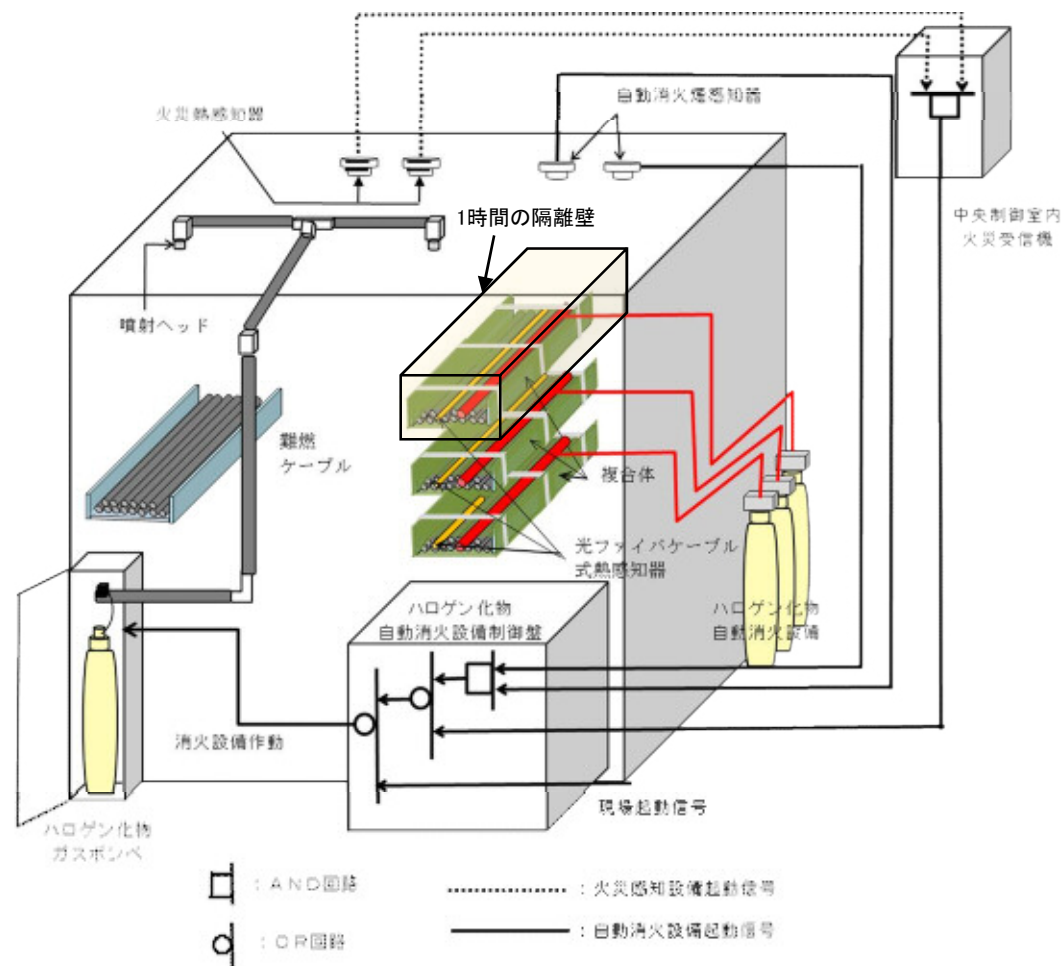
審査基準2.3.1(2)c「1時間の耐火能力を有する隔壁等+火災感知・自動消火」にて系統分離

【火災区画】

- ・火災感知:アナログ式の煙感知器及び熱感知器
- ・消火設備:ハロゲン化物自動消火設備(全域)

【複合体】

- ・火災感知:光ファイバー式熱感知器及び火災感知チューブ
- ・消火設備:ハロゲン化物消火設備(局所)



ケーブル処理室の防火対策全体概要

8. 火災の影響軽減(1)系統分離 中央制御室全体概要

(20/21)

(1)感知設備(火災区域(区画))

- ◆アナログ式の煙感知器及び熱感知器

(2)消火設備(火災区域(区画))

- ◆消火器(二酸化炭素消火器及び粉末消火器)

(3)影響軽減

<影響軽減対策>

①制御盤

- ◆隣接する制御盤間 3.2mm以上の鋼板で分離
- ◆操作スイッチ:厚さ1.6mm以上の鋼板性筐体で覆うとともに、上下20mm、左右15mmの離隔距離を確保
- ◆盤内配線は、金属バリアによる離隔又は離隔距離30mmを確保した盤内配線ダクトで敷設
- ◆感知設備:高感度煙感知器
- ◆消火設備:消火器(運転員による早期消火のため、火災源特定用サーモグラフカメラ配備)

②床下コンクリートピット

- ◆1時間の耐火性能を有するコンクリートピットで分離
- ◆感知設備:煙感知器+光ファイバ式熱感知器
- ◆消火設備:消火器(運転員による早期消火のため、火災源特定用サーモグラフカメラ配備)

<保守的な評価>

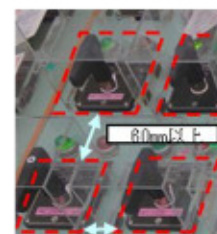
- ◆中央制御室盤内の1つの制御盤の機能が全て喪失したと仮定しても、他の制御盤での運転操作や現場での操作(RSS盤含む)により、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持は可能であることを確認

【操作スイッチ裏面】



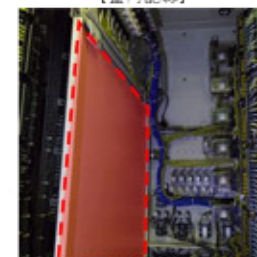
金属製筐体
厚さ3.2mm

【操作スイッチ表面】



約15mm

【盤内配線】



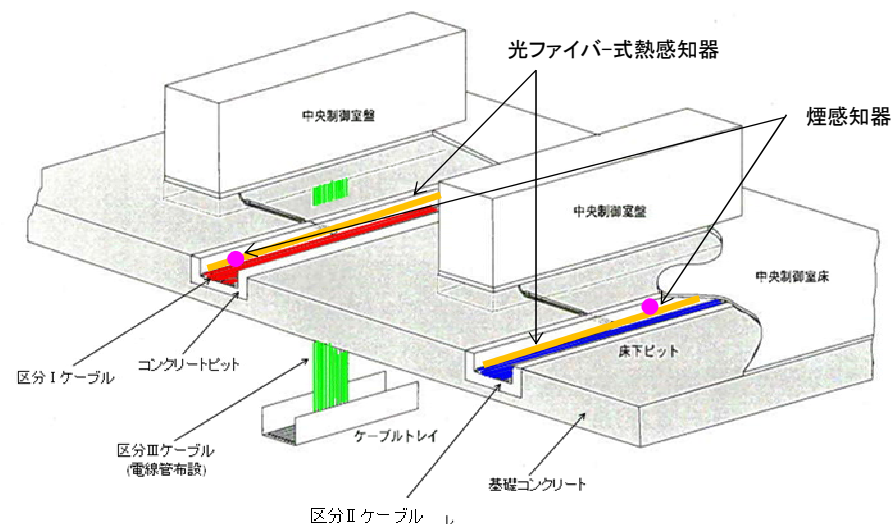
金属バリア厚さ:4mm
離隔距離:30mm以上

区分I 区分II 区分III

【制御盤間の分離】



3.2mm以上の鉄板で分離 区分の境界



(1)感知設備(火災区域(区画))

- ◆アナログ式の煙感知器及び熱感知器
- ◆但し、原子炉運転中は故障の可能性があるため窒素置換完了後に信号回路を隔離

(2)消火設備(火災区域(区画))

- ◆消火器(消火栓も使用可能)

(3)影響軽減

<影響軽減対策>

- ◆原子炉運転中は火災の発生しない窒素雰囲気
- ◆可燃物であるケーブル(難燃ケーブル)は、原子炉圧力容器下部(ペDESTAL部※)の除き、全て電線管内に敷設
※ペDESTAL部に火源はなく、電線管内にないケーブルも核計装用のケーブルであり使用電流値も数mAと非常に小さく発火の可能性は極めて小さい
- ◆機器は漏えいを防止するため溶接又はシール構造。万一、油が漏えいしても拡大しないように堰等を設置
- ◆主蒸気隔離弁、原子炉再循環ポンプモータ、原子炉再循環流量調整弁は潤滑油が使用されているが、潤滑油は引火点が最高使用温度より高いものを使用。なお、再循環ポンプ及び流量調整弁は難燃性潤滑油を使用
- ◆定期検査中、不要な機器は電源を切る運用であり、試運転時には要員を配置し火災発生防止を徹底
- ◆持込可燃物等の管理(持込量、持込期間、持込場所等)

<保守的な評価>

- ◆更に保守的な評価として、火災により格納容器内の安全機能の喪失を仮定して評価を行い、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持は、運転員の操作を相まって可能であることを確認

【審査基準】

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」 「2. 火災の影響軽減」

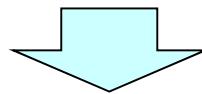
2.3.2 原子炉施設内のいかなる火災によっても、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であること。

また、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを、火災影響評価により確認すること。

(火災影響評価の具体的手法は「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」による。)

【原子力発電所の内部火災影響評価ガイド】

○火災防護対策により、原子炉施設内で火災が発生しても、原子炉の高温停止及び低温停止（以下、高温停止及び低温停止を総称して「安全停止」という。）に係わる安全機能が確保されることを確認するために実施する内部火災影響評価の手順の例を提示

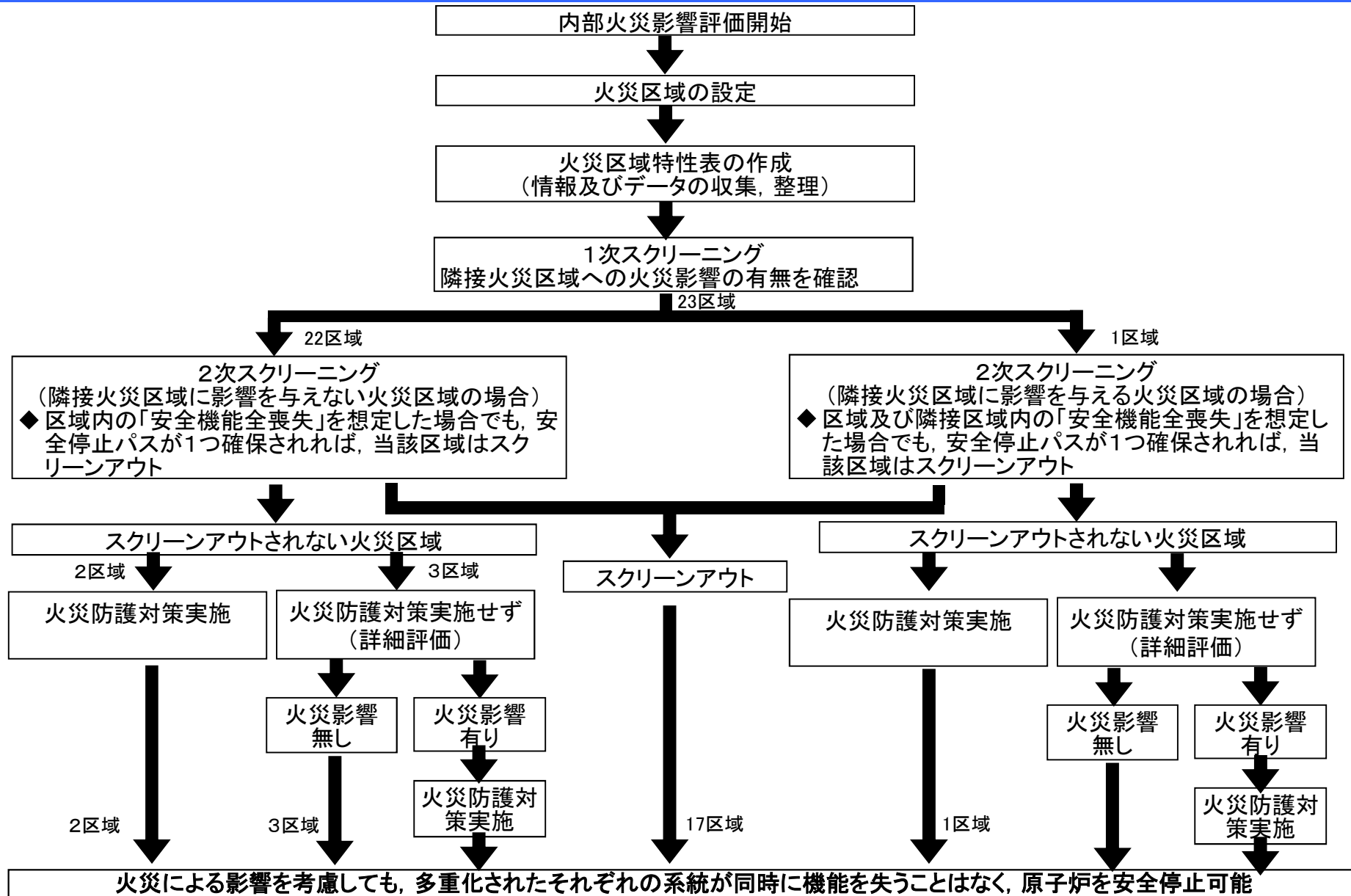


各火災区域（区画）ごとの火災影響を評価

- ・火災区域（区画）の火災による安全機能喪失を想定し、原子炉の安全停止に影響を与える区域（区画）を確認
- ・当該火災区域（区画）の火災影響軽減（系統分離）を実施することで、安全停止パスが確保できることを確認

8. 火災の影響軽減（2）内部火災影響評価

(2/10)



<概要>

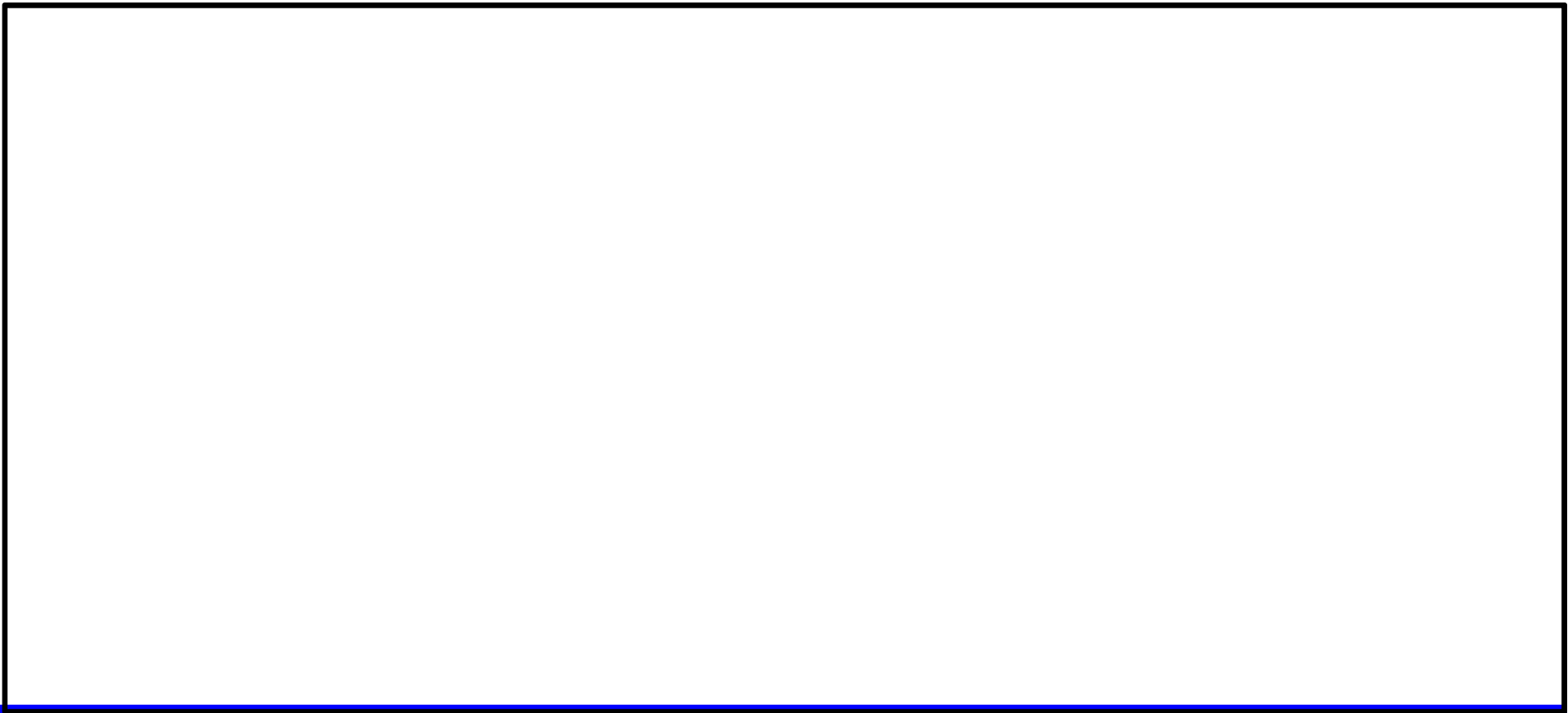
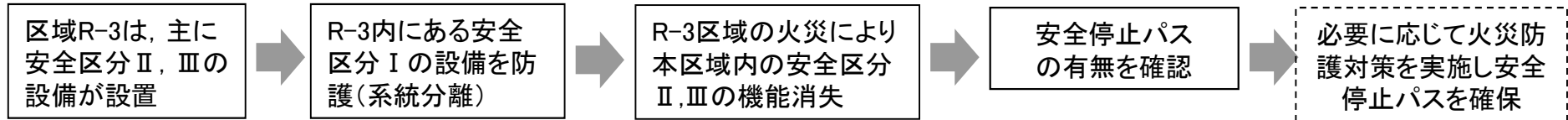
- ◆ 火災区域(区画)設定後に内部火災影響評価を実施
- ◆ この結果, 現状では, 火災区域R-3, 4, 6について, 安全停止パスが確保できないことを確認
- ◆ 中央制御室(R-7),格納容器についても異なる安全区分の機器が設置されているが, これについては別途評価して安全停止可能であることを確認
- ◆ 当該火災区域について, 原子炉の安全停止が可能なように火災防護対策を実施することにより, 安全停止パスが少なくとも1つ確保できることを確認

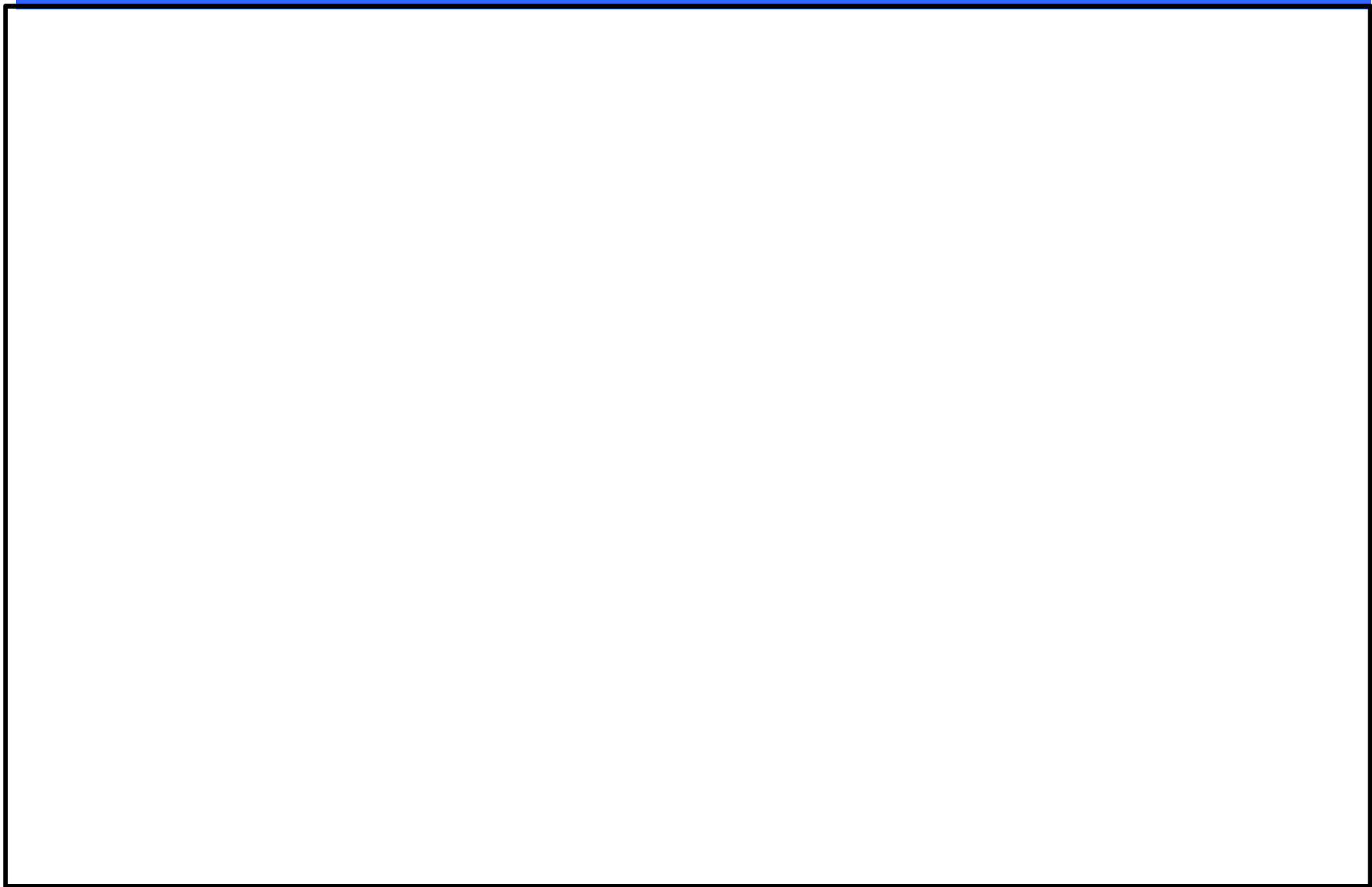


8. 火災の影響軽減（2）内部火災影響評価

（4／10）

【火災区域R-3の内部火災影響評価結果】



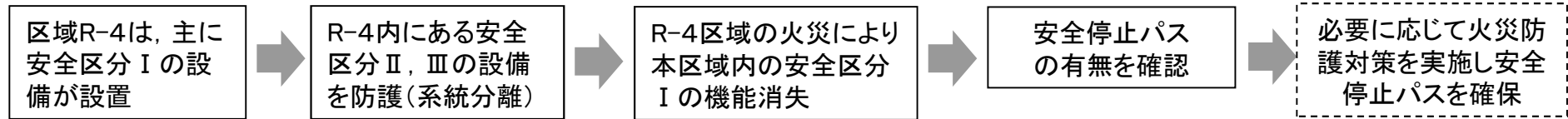




8. 火災の影響軽減（2）内部火災影響評価

(7/10)

【火災区域R-4の内部火災影響評価結果】



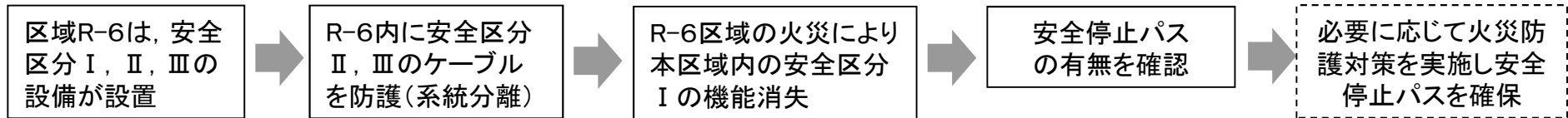
<火災区域R-4:電気室>

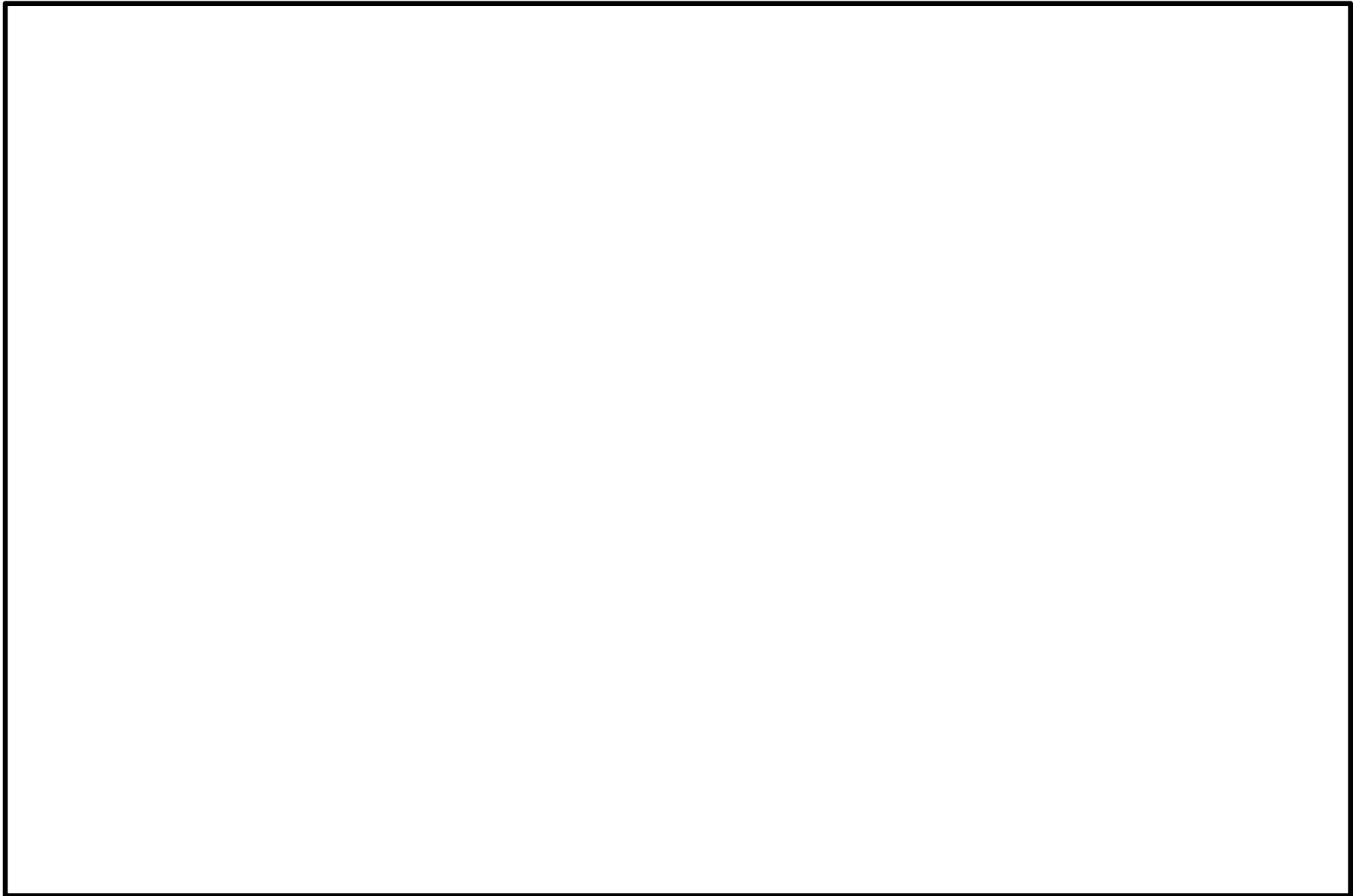
- ◆ 火災区域R-4は、安全区分Ⅰの設備が配置されているが、安全区分Ⅲに属するHPCS系のケーブル2本がR-4区域内に敷設されているため、系統分離

8. 火災の影響軽減（2）内部火災影響評価

(9/10)

【火災区域R-6の内部火災影響評価結果】





10. 個別の火災区域又は火災区画における留意事項

(1/2)

【個別の火災区域(区画)における留意事項に対する基本方針】

- ◆ 火災防護対策の設計においては、安全機能を有する構築物、系統及び機器のそれぞれの特徴を考慮した火災防護対策を実施

基準事項	設計方針
<p>(1) ケーブル処理室</p> <p>① 消火要員のアクセスのために、少なくとも二箇所の入口を設けること。</p> <p>② ケーブルトレイ間は、少なくとも幅0.9m、高さ1.5m分離すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2箇所の入口を設置する設計 ◆ 異なる区分のケーブルトレイ間では、互いに相違する系列の間で水平方向0.9m、垂直方向1.5mを最小分離距離として設計。距離が確保できない場合には、耐火障壁を設置する設計
<p>(2) 電気室</p> <p>電気室を他の目的で使用しないこと。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 電気室は電源供給のみに使用する設計
<p>(3) 蓄電池室</p> <p>① 蓄電池室には、直流開閉装置やインバータを收容しないこと。</p> <p>② 蓄電池室の換気設備が、2%を十分に下回る水素濃度を維持できるようにすること。</p> <p>③ 換気機能の喪失時には制御室に警報を発する設計であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 蓄電池室には蓄電池のみを設置 ◆ 蓄電池室の換気設備は、社団法人電池工業会「蓄電池室に関する設計指針(SBA G 0603-2001)」に基づき、水素ガスの排気に必要な換気量以上となるよう設計することによって、蓄電池室内の水素濃度を2vol%以下の0.8vol%程度に維持する設計 ◆ 蓄電池室の換気設備が停止した場合には、中央制御室に警報を発報する設計
<p>(4) ポンプ室</p> <p>煙を排気する対策を講じること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 安全機能を有するポンプの設置場所のうち、火災発生時の煙の充満により消火困難な場所には、消火活動によらなくても迅速に消火できるよう固定式消火設備を設置する設計 ◆ 固定式消火設備による消火後、鎮火の確認のために運転員や消防隊員がポンプ室に入る場合については、消火直後に換気してしまうと新鮮な空気が供給され、再発火するおそれがあることから、十分に冷却時間を確保した上で、可搬型の排煙設備を準備し、扉の開放、換気空調系、可搬型排煙装置により換気し、呼吸具の装備及び酸素濃度を測定し安全確認後に入室する設計

10. 個別の火災区域又は火災区画における留意事項

(2/2)

基準事項	設計方針
<p>(5) 中央制御室等</p> <p>① 周辺の部屋との間の換気設備には、火災時に閉じる防火ダンパを設置すること。</p> <p>② カーペットを敷かないこと。ただし、防炎性を有するものはこの限りではない。なお、防炎性については、消防法施行令第4条の3によること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 中央制御室を含む火災区域の境界には、防火ダンパを設置する設計 ◆ 中央制御室のカーペットは、消防法施行令第4条の3の防炎性を満足するカーペットを使用する設計
<p>(6) 使用済燃料貯蔵設備、新燃料貯蔵設備</p> <p>消火中に臨界を生じないように、臨界防止を考慮した対策を講じること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 使用済燃料貯蔵設備は、水中に設置された設備であり、ラックに燃料を貯蔵することで貯蔵燃料間の距離を確保すること、及びステンレス鋼の中性子吸収効果によって未臨界性が確保される設計 ◆ 新燃料貯蔵設備については、気中に設置している設備（ピット構造上部は蓋で閉鎖）であり通常ドライ環境であるが、消火活動により消火水が噴霧され、水分雰囲気を満たされた最適減速状態となっても未臨界性が確保される設計 ◆ 使用済燃料乾式貯蔵設備は、使用済燃料を乾式で貯蔵する密封機能を有する容器であり、使用済燃料を収納後、内部を乾燥させ、不活性ガスを封入し貯蔵する設計であり、消火水が噴霧されても容器内部に浸入することはない
<p>(7) 放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備</p> <p>① 換気設備は、他の火災区域や環境への放射性物質の放出を防止するために、隔離できる設計であること。</p> <p>② 放水した消火水の溜り水は汚染のおそれがあるため、液体放射性廃棄物処理設備に回収できる設計であること。</p> <p>③ 放射性物質を含んだ使用済イオン交換樹脂、チャコールフィルタ及びHEPAフィルタなどは、密閉した金属製のタンク又は容器内に貯蔵すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 放射性廃棄物処理設備、放射性廃棄物貯蔵設備を設置する火災区域の管理区域用換気設備は、放射性物質の放出を防ぐために、空調を停止し、風量調整ダンパを閉止し、隔離できるよう設計 ◆ 放水した消火水の溜り水は、建屋排水系により液体放射性廃棄物処理設備に回収できる設計 ◆ 放射性物質を含んだ使用済イオン交換樹脂、濃縮廃液は、固体廃棄物として処理するまでの間は、ドラム缶等に収納し保管する設計。チャコールフィルタは、固体廃棄物として処理するまでの間、ドラム缶に収納し保管する設計。HEPAフィルタは、固体廃棄物として処理するまでの間、不燃シートに包んで保管する設計 ◆ 放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備において、冷却が必要な崩壊熱が発生し、火災に至るような放射性廃棄物を貯蔵しない設計

【基本方針】

- ◆火災防護対策並びに火災防護対策を実施するために必要な手順，機器及び消火体制について火災防護計画を定める。

審査基準

1. 原子炉施設設置者が，火災防護対策を適切に実施するための火災防護計画を策定していること。
2. 原子炉施設の安全機能を有する構築物，系統及び機器の防護を目的として実施される火災防護対策及び計画を実施するために必要な手順，機器，組織体制が定めること。
 - ① 事業者の組織内における責任の所在。
 - ② 同計画を遂行する各責任者に委任された権限。
 - ③ 同計画を遂行するための運営管理及び要員の確保。
3. 安全機能を有する構築物，系統及び機器を火災から防護するため，以下の3つの深層防護の概念に基づいて火災区域及び火災区画を考慮した適切な火災防護対策が含まれていること。
 - ① 火災の発生を防止する。
 - ② 火災を早期に感知して速やかに消火する。
 - ③ 消火活動により，速やかに鎮火しない事態においても，原子炉の高温停止及び低温停止の機能が確保されるように，当該安全機能を有する構築物，系統及び機器を防護する。
4. 同計画が以下のとおりとなっていることを確認すること。
 - ① 原子炉施設全体を対象とする計画になっていること。
 - ② 原子炉を高温停止及び低温停止する機能の確保を目的とした火災の発生防止，火災の感知及び消火，火災による影響の軽減の各対策の概要が記載されていること。

火災防護計画の記載項目及び概要

審査基準要求事項を踏まえて以下を規定

(1)火災防護計画の策定【1】

- ・火災防護計画を、保安規定に基づく社内規程として規定

(2)火災防護に係る責任及び権限【2①】

- ・管理職の火災防護に対する認識と、発電所職員への教育の実施
- ・発電所の作業に従事する職員の責任範囲

(3)文書・記録の保管期間

(4)消防計画の作成【2②】

- ・防火・防災管理者は、消防法に基づき防火・防災管理業務について必要な事項を定め、消防計画を公設消防に届出ることを規定

(5)自衛消防隊の編成及び役割【2③】

- ・災害発生に備えて、自衛消防隊を編成し、役割

(6)火災防護に係る体制【2】

- ・初期消火要員の配備、消火活動に必要な資機材

(7)火災発生時の対応【3】

- ・火災対応手順、火災発生時の注意事項
- ・中央制御盤内の消火活動に関する注意事項
- ・火災鎮火後の処置

(8)格納容器内の火災防護対策【3】

- ・作業に伴う持込み可燃物の管理、火気作業の管理
- ・火災発生に対する、消火戦略

(9)重大事故等対処施設並びにこれらが設置される火災区域に対する火災防護対策【3】【4】

- ・重大事故等対処施設並びにこれらが設置される火災区域
- ・可搬型重大事故等対処設備及びその保管場所の火災防護対策

火災防護計画の記載項目及び概要

(10) 消防法に基づく危険物施設予防管理・活動業務【3】【4】

・防火・防災管理者は、消防法に基づき危険物施設予防規程を作成し、市町村長へ届出するとともに、危険物保安監督者に対し、危険物災害予防規程に基づき、危険物施設の保安業務を指導することを規定

(11) 内部火災影響評価【4】

・防火・防災管理者は、内部火災影響評価の手順及び実施頻度を定め、火災影響評価を定期的を実施

(12) 外部火災影響評価【4】

・防火・防災管理者は、外部火災影響評価条件を定期的を確認し、評価結果に影響がある場合は火災影響評価の再評価を実施

(13) 防火管理【3】

・防火監視, 持込み可燃物の管理, 火気作業管理
・危険物の保管及び危険物取扱作業の管理, 有機溶剤の取扱い

(14) 火災防護設備の維持管理【3】【4】

(15) 森林火災等の敷地外火災発生時の延焼防止対策【3】【4】

(16) 航空機落下等による発電所施設の大規模損壊に伴う火災対策【3】【4】

(17) 教育・訓練【2】

・防火・防災教育の実施, 消防訓練の実施, 初期消火要員に対する訓練, 初期消火要員に対する訓練(委託員), 一般職員に対する教育, 協力会社に対する教育, 定期的な評価

(18) 火災防護設備の保守管理【3】

(19) 固定式消火設備に係わる運用【3】

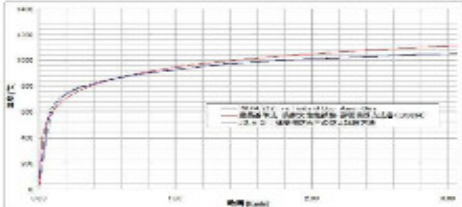
(20) 火災防護に係る品質保証【4】






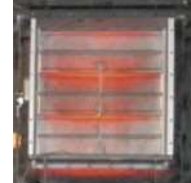
(21) 火災防護計画の継続的改善【4】

参考資料

【3時間耐火壁及び隔壁等の耐久試験】

- ◆「火災防護に係る審査基準」には，耐火壁，隔壁等の設計の妥当性が耐久試験によって確認されることを要求
- ◆火災区域を構成する，壁，貫通部シール，防火扉及び防火ダンパについて，耐火性能を確認し，3時間耐火性能を有していることを確認





試験体	3時間耐火の試験(確認)概要	判定基準	試験結果
耐火壁	米国NFPAハンドブック	コンクリートの壁圧 約150mm	150mm以上
貫通部シール	建築基準法（IS0834加熱曲線による加熱試験） 以降，耐久性試験共通 	①火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。 ②非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと ③非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと	合格
防火扉			合格
防火ダンパ			合格

貫通部シール		防火扉		防火ダンパ	
開始前	3時間後(試験終了後)	開始前	3時間後(試験終了後)	開始前	3時間後(試験終了後)
					

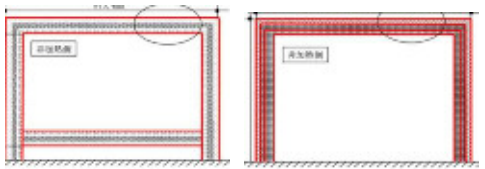
火災の影響軽減（１）系統分離 隔壁等の耐久性試験結果

（２／３）

◆ケーブルトレイ貫通部及び電線管貫通部の３時間耐久試験

供試体	経過時間		試験概要	判定基準	試験結果
	試験開始前	試験終了後（３時間）			
ケーブルトレイ貫通部			建築基準法（IS0834加熱曲線による加熱試験）	①火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと ②非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと ③非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと	合格
電線管貫通部					合格

【間仕切り（障壁）、ケーブルトレイ等※ラッピングの３時間耐久試験】

供試体	供試体外観	判定基準	試験結果
間仕切り		①火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと ②非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと ③非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと	合格
３時間耐火ラッピング		①外観確認 ・著しい変化が生じないこと ・試験後、ケーブル及びトレイ表面に延焼の痕跡がないこと ・放水試験後、ラッピングに貫通口が生じないこと ②電気特性確認 ・導通確認、絶縁抵抗の低下がないこと（10MΩ以上）	合格

【耐火障壁の3時間及び1時間耐久試験】

供試体	供試体仕様	試験概要	判定基準	試験結果
1時間耐火材		建築基準法 (IS0834加熱曲線による加熱試験)	①火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと ②非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと ③非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと	合格
3時間耐火材				合格

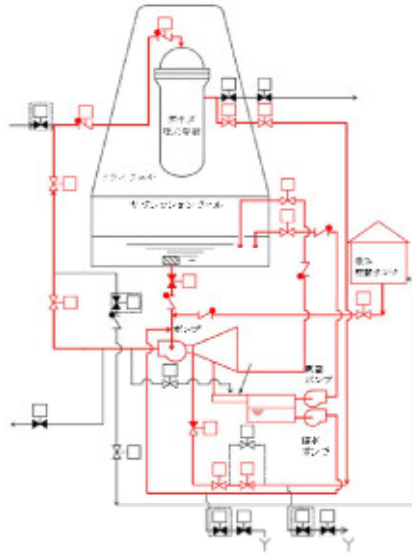
【ケーブルトレイ等※の1時間耐久試験】

供試体	確認内容	試験概要	判定基準	試験結果
1時間耐火ラッピング	①火災防護対象ケーブルの延焼による異区分のケーブルへの影響		電気特性確認 ・導通確認 ・絶縁抵抗の低下がないこと(10MΩ以上)	合格
	②異区分のケーブル延焼による火災防護対象ケーブルへの影響			合格

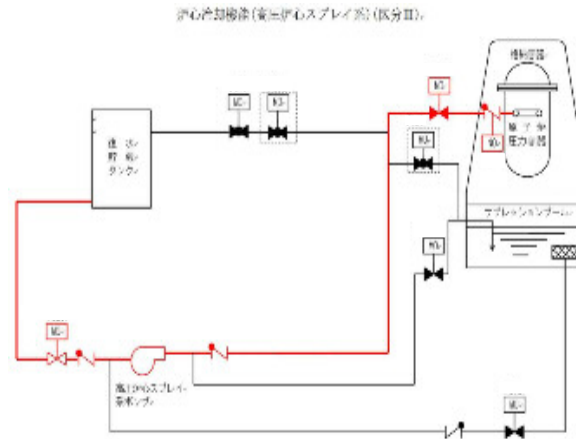
※電線管についても1時間の耐久試験を実施し合格

【高温停止(注水)に必要な系統】

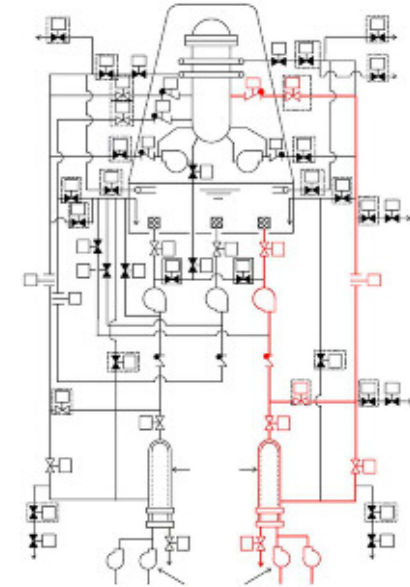
①原子炉隔離時冷却系(I)



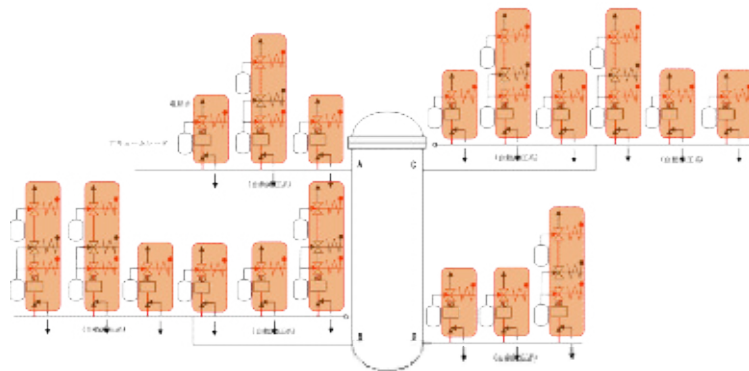
②高圧炉心スプレイ系(III)



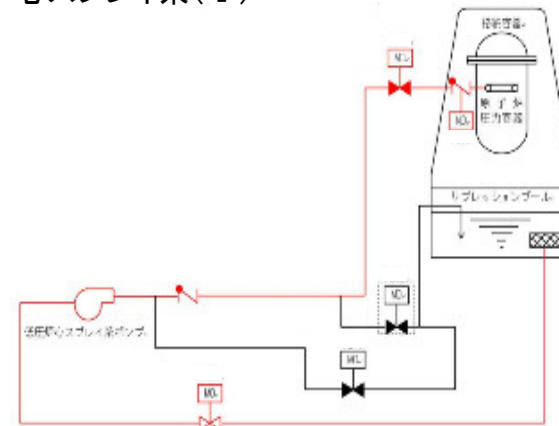
③残留熱除去系(低圧注水モード)(I), (II)



④自動減圧系(I), (II)



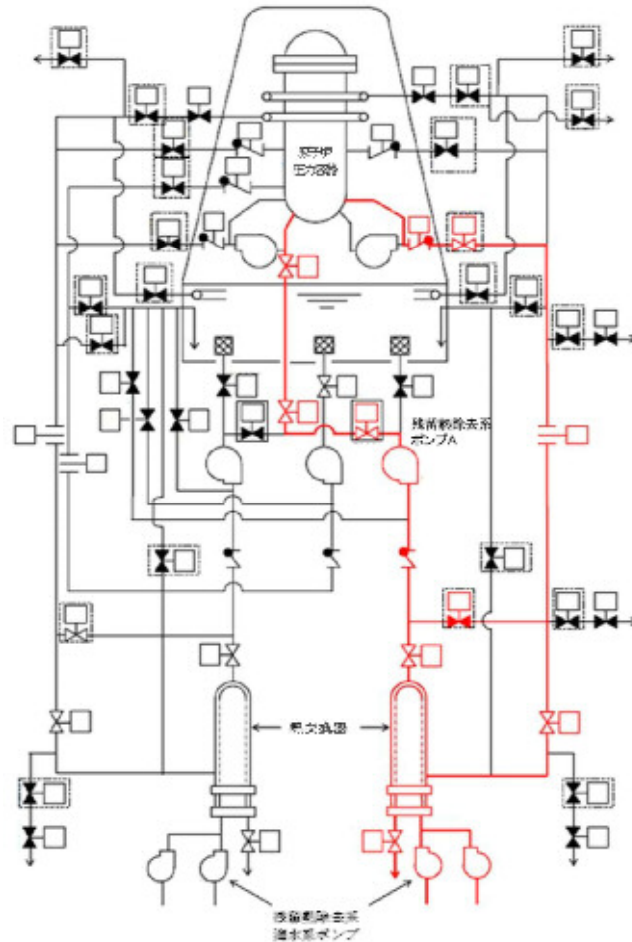
⑤低圧炉心スプレイ系(I)



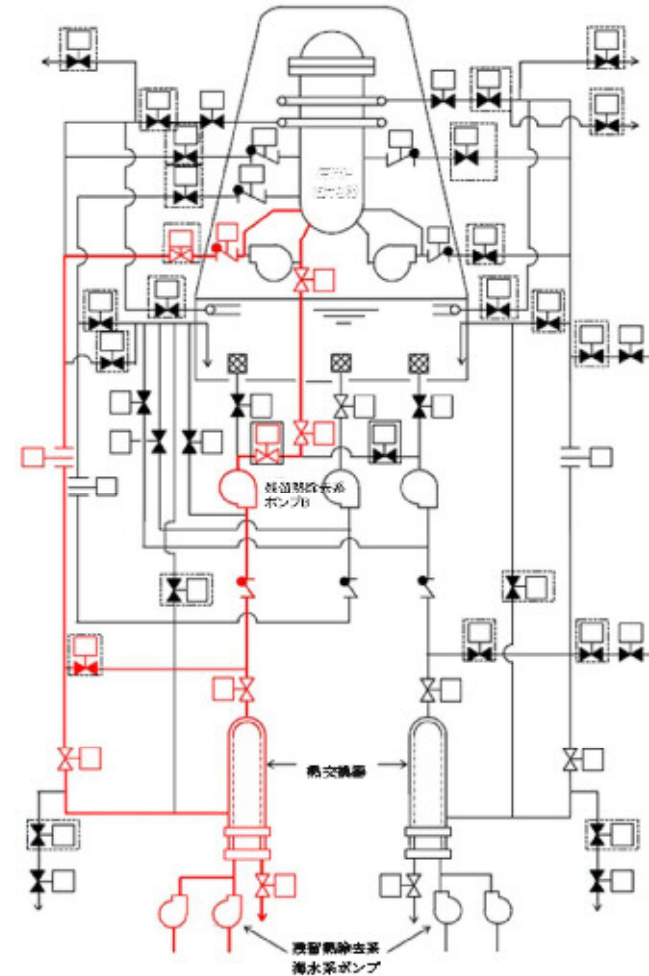
・高温停止(注水)に必要な系統として5つの系統を抽出

【冷温停止及び維持に必要な系統】

①残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)(I)

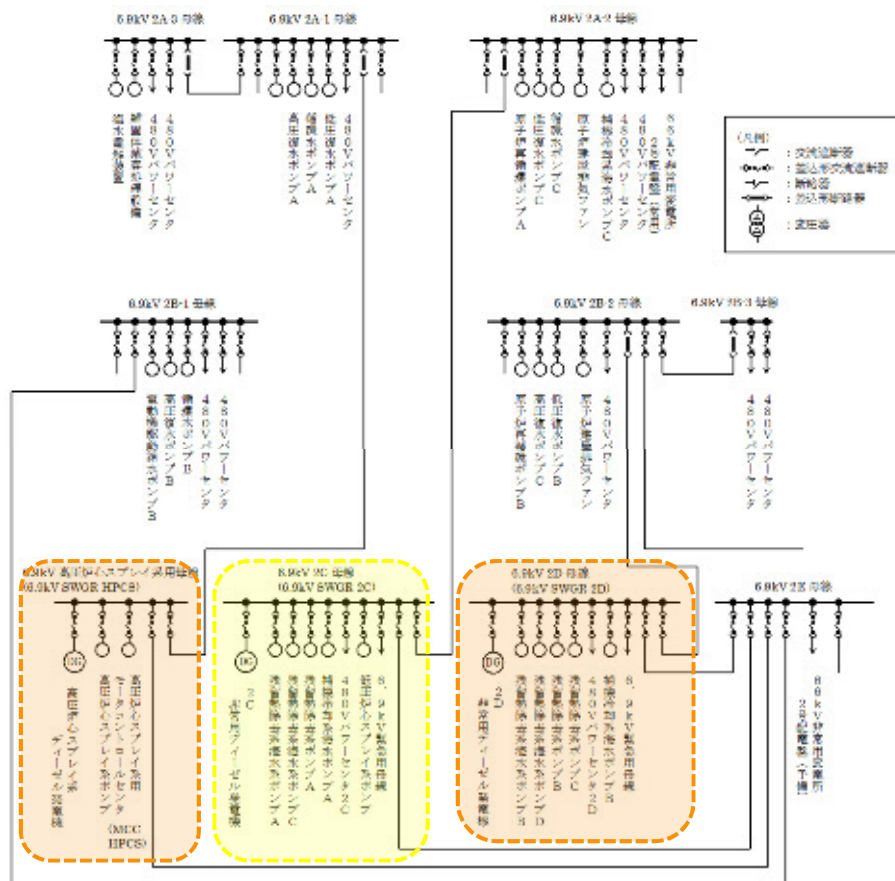


②残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)(II)



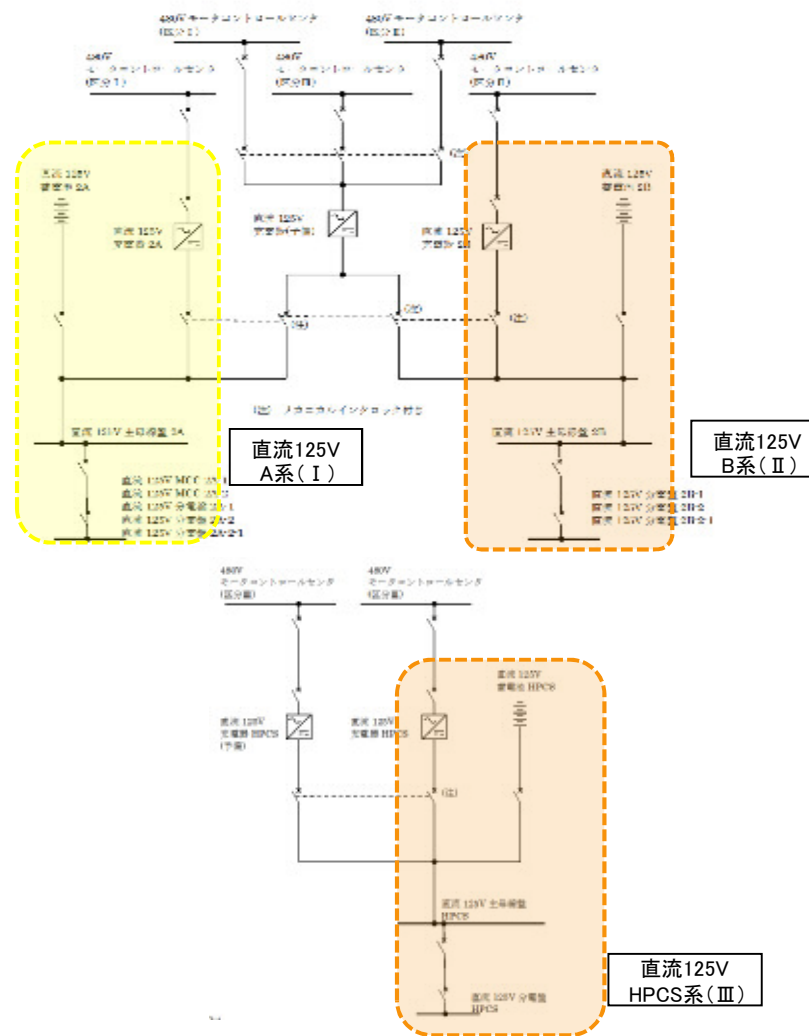
【高温停止, 冷温停止及び維持に必要な電源系統】

①交流電源系(I), (II)・(III)



- 高圧炉心スプレイ系
ディーゼル発電機
及び非常用母線(Ⅲ)
- 非常用ディーゼル発
電機2C及び非常用
母線(Ⅰ)
- 非常用ディーゼル発
電機2D及び非常用
母線(Ⅱ)

②直流電源系(I), (II)・(III)



- 直流125V
HPCS系(Ⅲ)

- ◆異区分の区域に配置されている機器について、系統分離対策及び影響評価時の系統分離の考慮の必要性について整理
- ◆なお、ケーブルについては、敷設場所に応じて、分離a,b,cを選択して系統分離を実施

区域番号 (火災区分)	場所	機種	異区分設置機器(区分)	系統分離対策

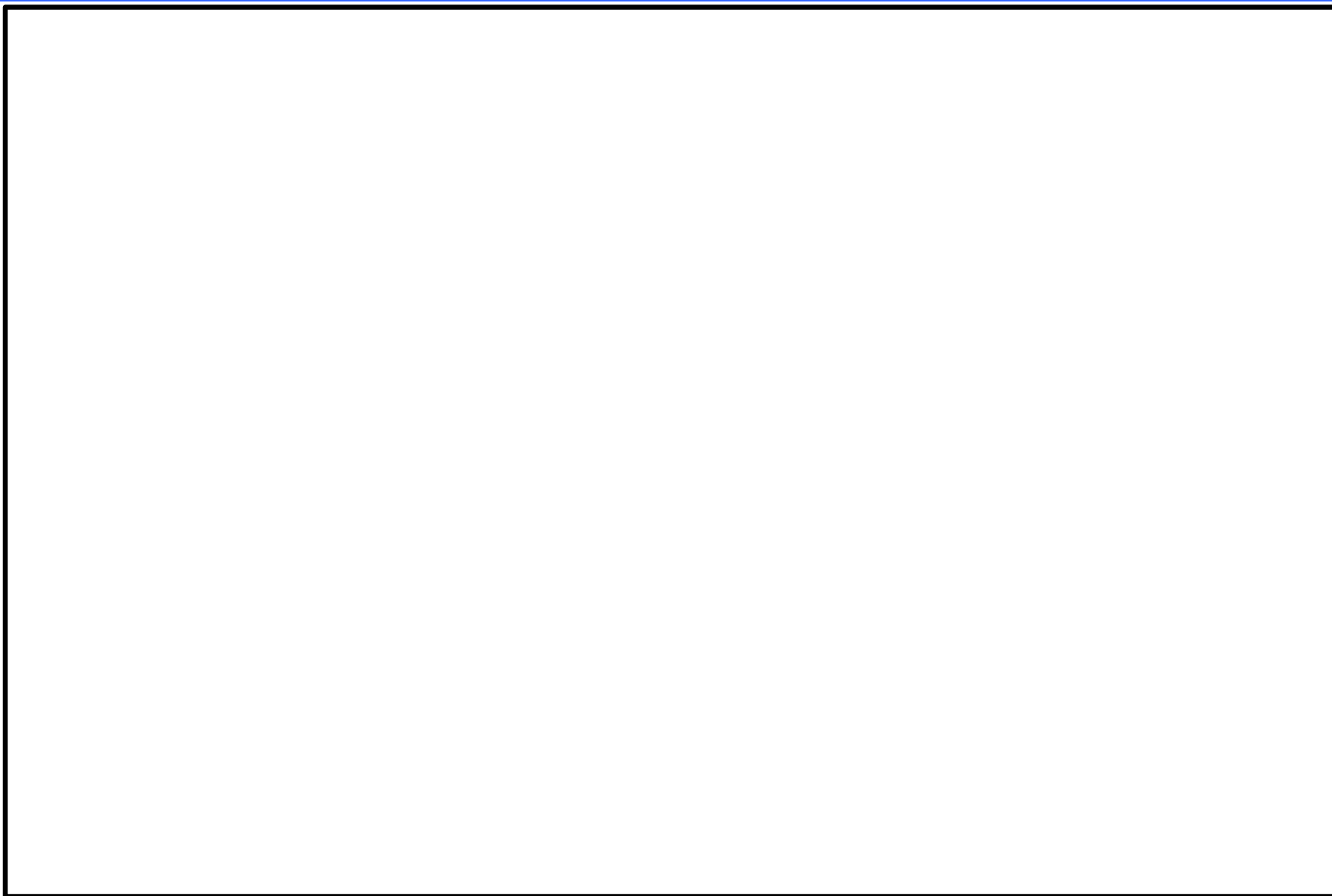
分離a:3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離
 分離b:6m離隔+火災感知・自動消火
 分離c:1時間以上の耐火能力を有する隔壁等+火災感知・自動消火

区域番号 (火災区分)	場所	機種	異区分設置機器(区分)	系統分離対策

分離a:3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離
 分離b:6m離隔+火災感知・自動消火
 分離c:1時間以上の耐火能力を有する隔壁等+火災感知・自動消火

区域番号 (火災区分)	場所	機種	異区分設置機器(区分)	系統分離対策

分離a:3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離
 分離b:6m離隔+火災感知・自動消火
 分離c:1時間以上の耐火能力を有する隔壁等+火災感知・自動消火

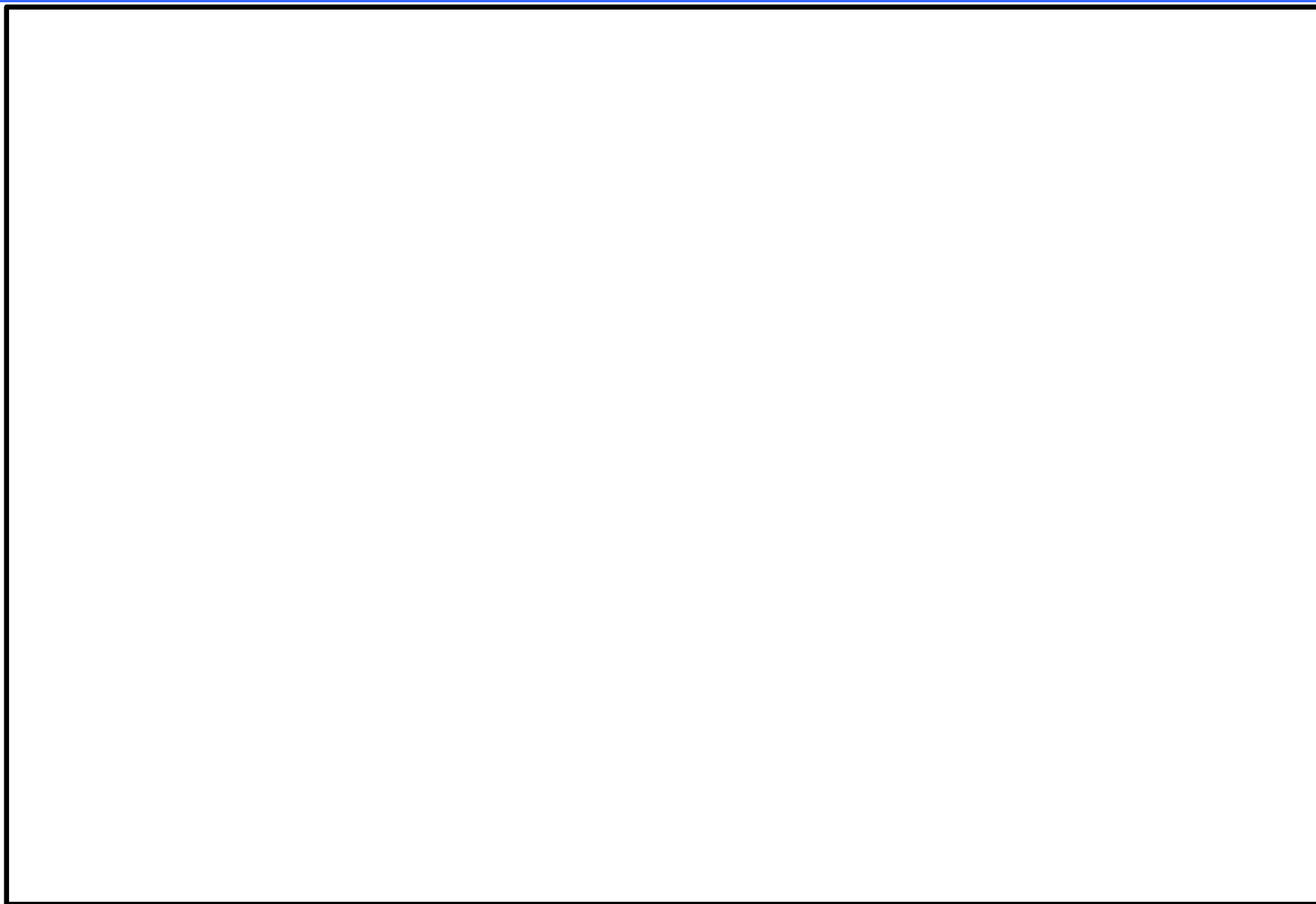


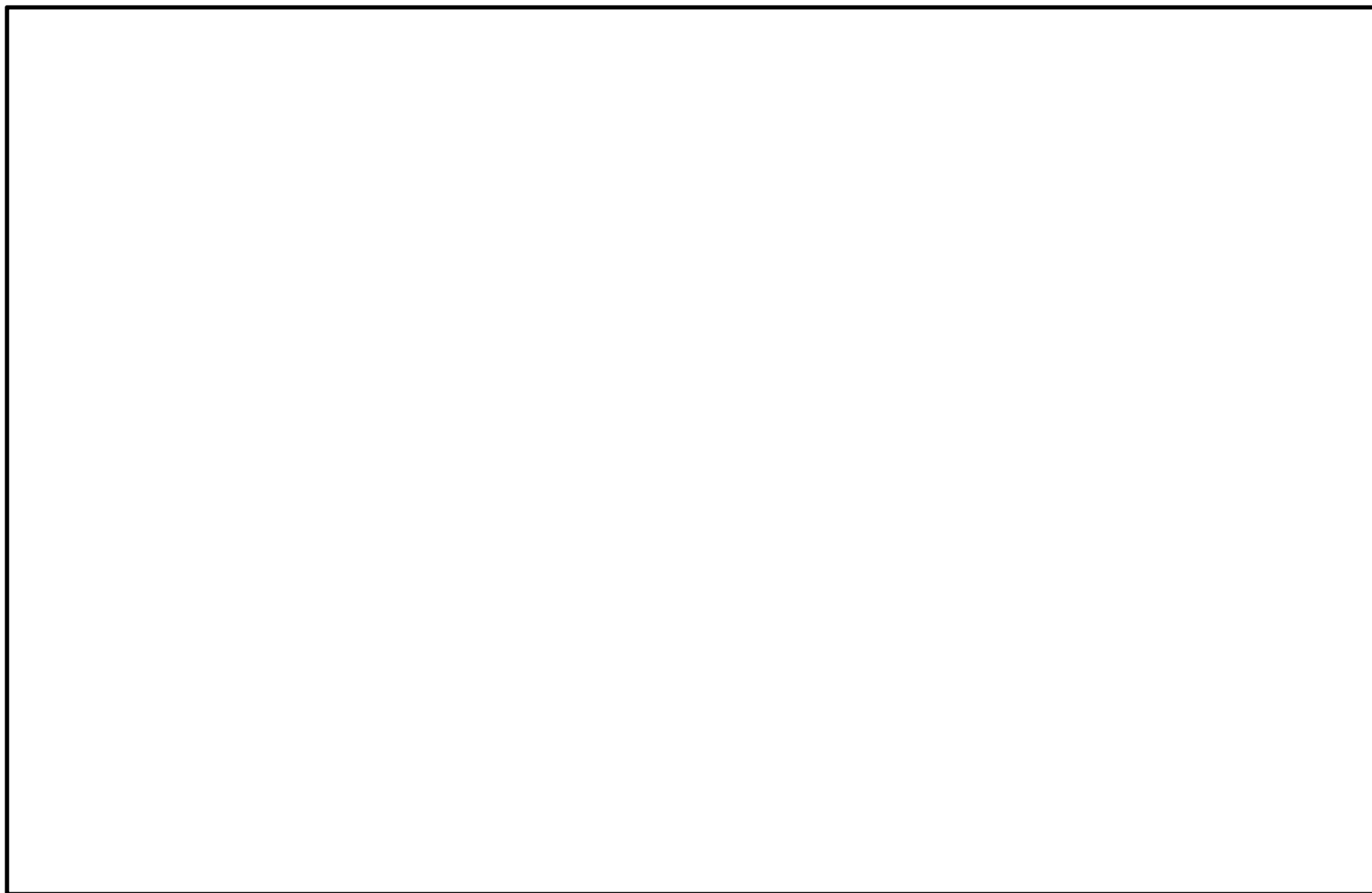


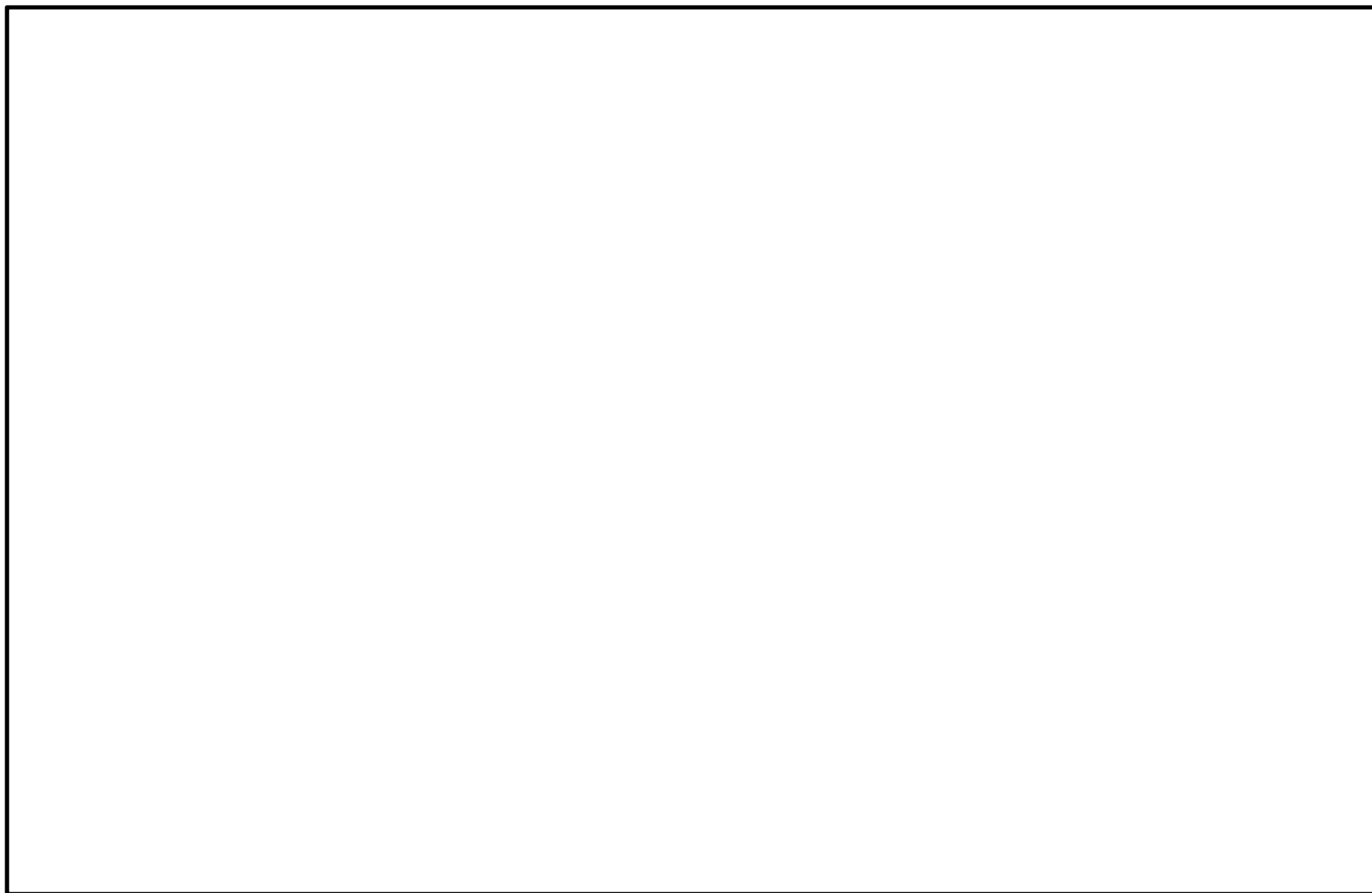


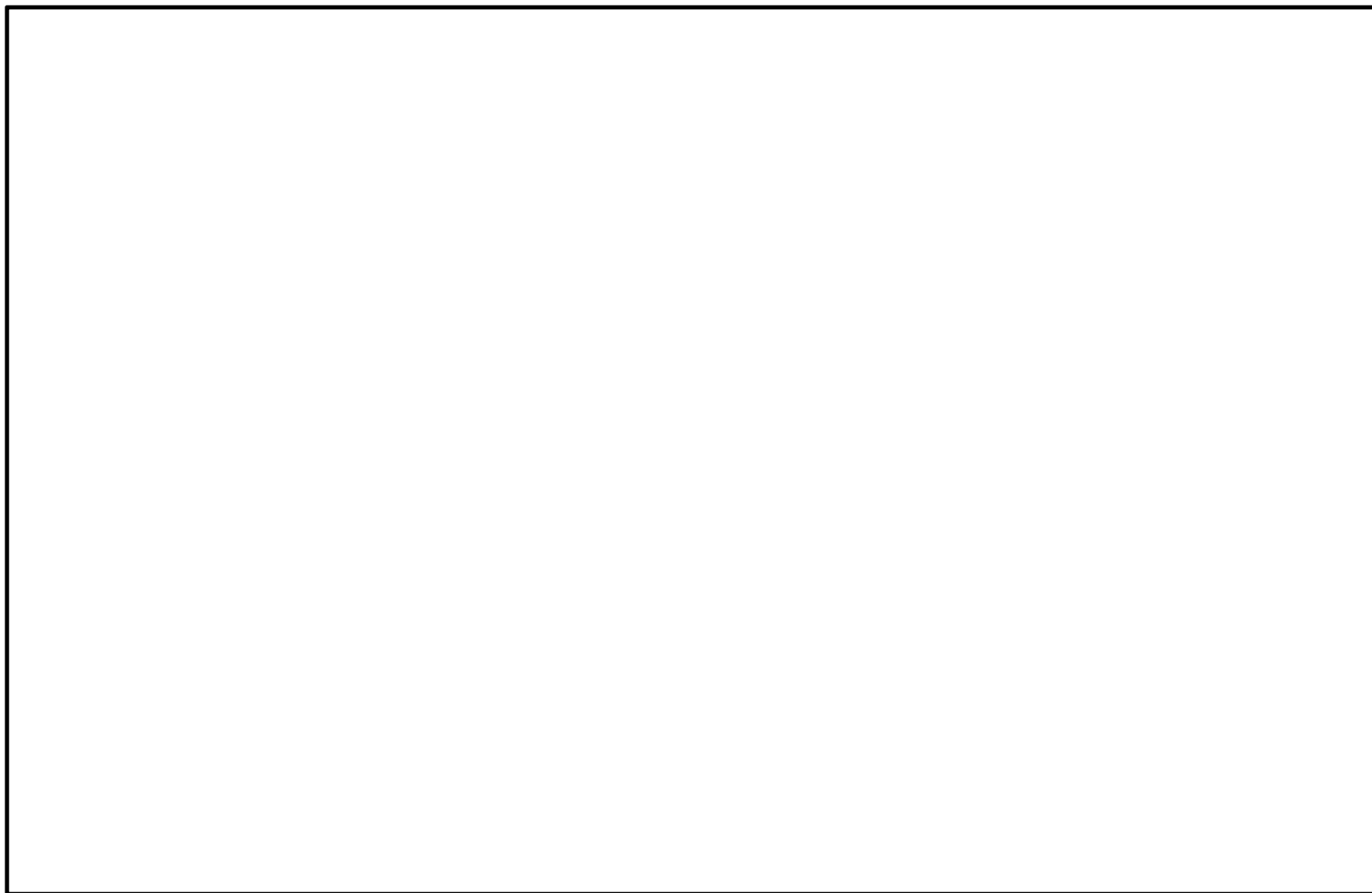












前回審査会合資料

東海第二発電所

内部火災について

平成29年7月20日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

目 次

1. 目 的
2. 火災防護に関する基本方針
3. 東海第二発電所の火災防護に関する主な特徴
(火災区画・区域設定, 発生防止及び格納容器内火災防護)
4. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器等の選定
5. 火災区域・区画設定の考え方
6. 火災発生防止
7. 火災の感知, 消火
 - (1) 火災感知設備の概要
 - (2) 消火設備の概要
8. 火災の影響軽減
 - (1) 系統分離
 - (2) 内部火災影響評価
9. 格納容器内の火災防護

別途ご説明

1. 目的

基本事項

新規制基準により「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第八条及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第十一条で火災防護対策が示され、「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」に適合することを要求

新規制基準の“「発生防止」「感知・消火」「影響軽減」のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じること”を踏まえ、適合性確保に必要な火災防護対策を実施

1. 火災発生防止

火災源となる可燃物の持込管理、不燃性材料の使用及び発火性、引火性物質の漏えい防止の措置等、を講じてきたが、新規制基準への適合性を現場確認も含め確認し、対策としてポンプの油漏えい拡大防止、水素の発生のおそれのある蓄電池室に水素漏えい検出器を設置、絶縁油を内包しない遮断器へ変更等火災発生防止の強化実施

2. 火災の感知、消火

火災発生時に早期に感知し、適確に消火活動が行えるよう火災感知器及び消火設備を設置するとともに初期消火体制を組んできたが、確実な早期感知、早期消火の観点から異なる感知器の設置、消火困難箇所への自動消火設備の設置等の対策強化実施

3. 火災の影響軽減

火災の影響軽減の更なる強化として、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルに対して隔壁等による分離と合わせ火災感知器及び自動消火設備の設置により火災による影響を軽減するとともに、内部火災影響評価により火災によっても原子炉が安全に停止できることを確認

2. 火災防護に関する基本方針

【基本方針】

- ◆ 設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性を損なうことがないように、火災防護対策を講じる設計とする。
- ◆ 火災防護対策を講じる設計を行うに当たり、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する区域を火災区域及び火災区画に、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器を設置する区域を火災区域に設定する。
- ◆ 設定する火災区域及び火災区画に対して、火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計とする。

【火災区域及び火災区画の設定】

- ◆ 原子炉建屋、タービン建屋、廃棄物処理建屋、原子炉複合建屋の火災区域は、耐火壁によって囲まれ、他の区域と分離されている区域を、「安全機能を有する構築物、系統及び機器」において選定する機器等の配置も考慮し、火災区域(火災区画)として設定する。
- ◆ 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁として、設計上必要なコンクリート壁厚である150mm以上の壁厚を有するコンクリート耐火壁又は火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火壁(貫通部シール、防火扉、防火ダンパ含む)により他の区域と分離するように設定する。

【安全機能を有する構築物、系統及び機器】

- ◆ 発電用原子炉施設は、火災によりその安全性が脅かされないように、適切に火災防護対策を施す設計とし、対象は重要度分類のクラス1、クラス2、クラス3に属する構築物、系統及び機器とする。
- ◆ その上で、火災防護対象設備は、発電用原子炉施設内において火災が発生した場合においても、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための構築物、系統及び機器、および放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器とする。
- ◆ その他の設計基準対象施設は、消防法、建築基準法、日本電気協会電気技術規程・指針に基づき設備等に応じた火災防護対策を講じる設計とする。

3. 東海第二発電所の火災防護に関する主な特徴

- ◆ 先行BWRプラントと比較し、特徴的な点(火災区画・区域設定, 発生防止及び格納容器内火災防護)について以下に整理

項 目		東海第二の特徴的な箇所
火災区域・区画の設定	—	<ul style="list-style-type: none"> • 設定の考え方は先行BWRプラントと同様だが配置等の違いから以下の相違あり 【主な区域, 区画について】 ◆ ケーブル処理室 : 先行は安全区分毎に区画分離されているが, 東海第二は配置上の制限からケーブル処理室は1つの区域。安全区分毎の影響軽減対策で対応 ◆ 電気室(充電器室): 先行は安全区分毎に区画分離されている。東海第二は先行のように区画分離されていないが, 3時間耐火壁を追設し, 同様な区画分離を実施 ◆ 格納容器 : 先行, 東海第二ともに格納容器内は1区域
火災の発生防止	不燃性材料又は難燃性材料の使用	<ul style="list-style-type: none"> • 東海第二は, 建設時に敷設したケーブルが非難燃ケーブルである。このため, 取替あたって安全上の課題があり, 代替措置により安全上の課題を回避でき, かつ, 仕上がり状態で発火リスクの有意な差がない場合には代替措置を採用 • 代替措置のない核計装ケーブルのうち, 電線管内に敷設されていない原子炉圧力容器下部(ペDESTAL部)の露出範囲が先行に比べて長い
格納容器内の火災防護	火災の発生防止	<ul style="list-style-type: none"> • ペDESTAL部の核計装ケーブルについては「不燃性材料又は難燃性材料の使用」に記載のとおり

4. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器等の選定

(1/5)

(1) 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し, 維持するための安全機能を有する機器等の選定

- ◆ 「発電用軽水炉型原子力施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(以下, 「重要度分類審査指針」)に基づき, 発電用原子炉施設において火災が発生した場合に, 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し, 維持するために必要な機能を抽出
- ◆ 抽出された機能に該当する系統を重要度分類審査指針, 重要度分類指針(JEAC)等を参考に抽出
- ◆ 抽出された系統から系統図, 単線結線図等により, 原子炉の安全停止に必要なポンプ, 電動機, 弁, 計器等, およびこれらに関連する電源盤, 制御盤, ケーブル等を抽出

原子炉の安全停止に必要な機能の抽出(13機能)	安全停止に必要な機能を達成するための系統(20系統)
原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ
過剰反応度の印加防止機能	制御棒カップリング
炉心形状の維持機能	炉心支持構造物
	燃料集合体(燃料を除く)
原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))
未臨界維持機能	原子炉停止系(制御棒による系, ほう酸水注入系)
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁(安全弁機能)
原子炉停止後の除熱機能	自動減圧系, 逃がし安全弁(手動逃がし機能)
	原子炉隔離時冷却系
	残留熱除去系(停止時冷却モード)
	高圧炉心スプレイ系

4. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器の選定

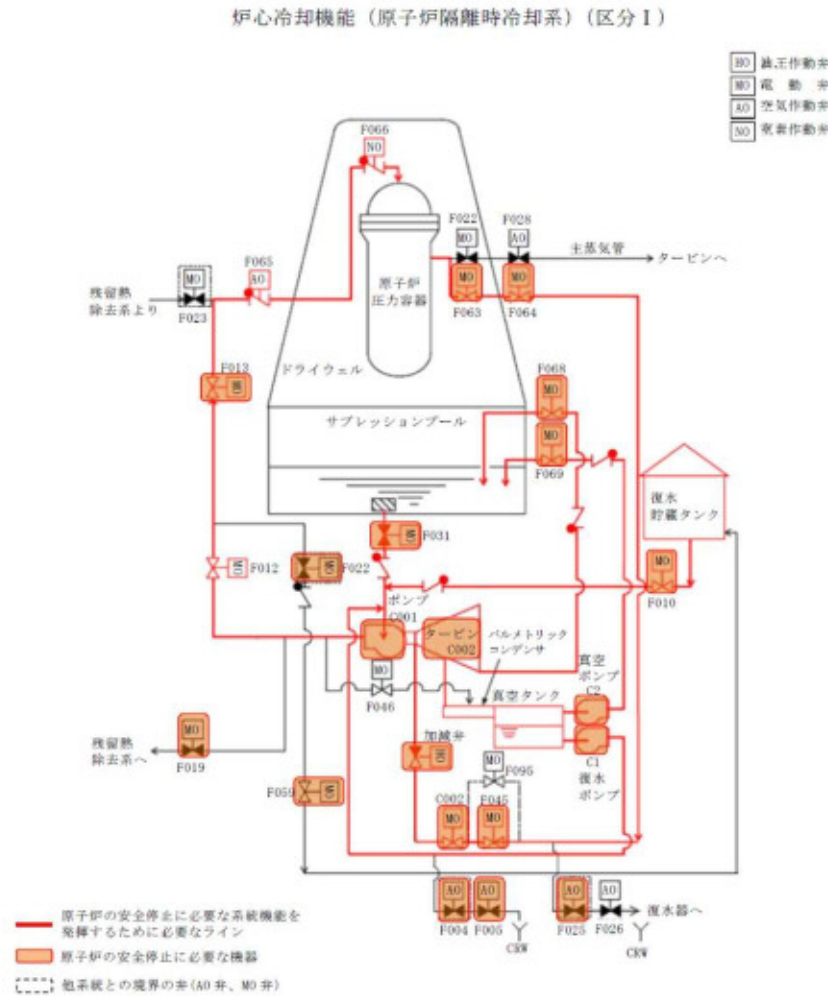
(2/5)

原子炉の安全停止に必要な機能の抽出(13機能)	安全停止に必要な機能を達成するための系統(20系統)
炉心冷却機能	低圧炉心スプレイ系
	高圧炉心スプレイ系
	残留熱除去系(低圧注水モード)
	自動減圧系
安全上重要な関連機能	非常用換気空調系(中央制御室換気空調系)
	残留熱除去系海水系
	非常用ディーゼル発電機海水系
	非常用所内電源系(非常用ディーゼル含む)
	直流電源系
安全弁及び逃がし安全弁の吹き止まり機能	逃がし安全弁(吹き止まり機能に関連する部分)
制御室外からの安全停止機能	制御室外原子炉停止装置
事故時のプラント状態の把握機能	事故時監視計器の一部(計装制御系)
工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系

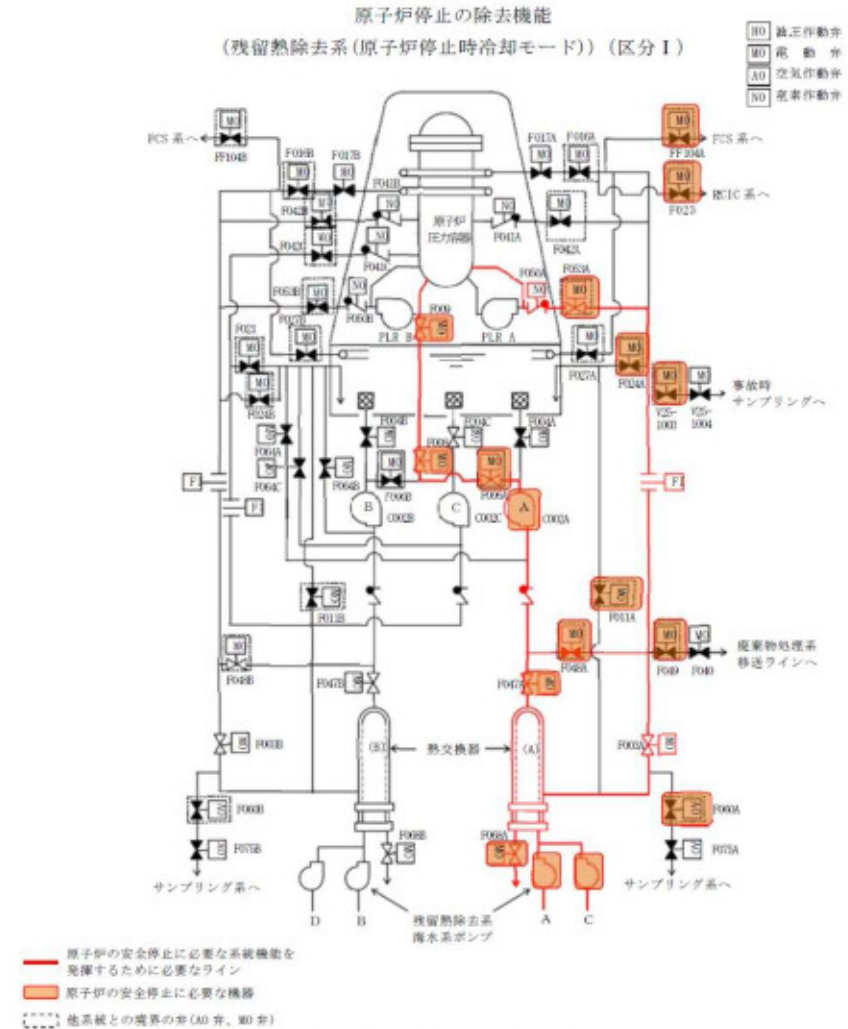
4. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器の選定

(4/5)

安全機能を有する構築物, 系統及び機器の選定結果の例



第4図 原子炉隔離時冷却系



第5図 残留熱除去系(その1)

4. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器の選定

(5/5)

(2) 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器等の選定

- ◆ 「発電用軽水炉型原子力施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(以下, 「重要度分類審査指針」)に基づき, 発電用原子炉施設において火災が発生した場合に, 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能を抽出
- ◆ 抽出した機能に該当する系統を重要度分類審査指針, 重要度分類指針(JEAC)等を参考に抽出
- ◆ 抽出された系統から系統図, 単線結線図等により, 放射性物質の貯蔵, 閉じ込めに必要なポンプ, 電動機, 弁, 計器等, およびこれらに関連する電源盤, 制御盤, ケーブル等を抽出

放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能の抽出 (5機能)	放射性物質の貯蔵等に必要な機能を達成するための系統 (16系統)
放射性物質の閉じ込め機能, 放射線の遮蔽及び放出低減機能	・原子炉格納容器
	・原子炉建屋
	・原子炉格納容器隔離弁
	・原子炉格納容器スプレイ冷却系
	・非常用ガス処理系
	・非常用再循環ガス処理系
	・可燃性ガス濃度制御系
原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって, 放射性物質を貯蔵する機能	<ul style="list-style-type: none"> ・放射性廃棄物処理施設(放射能インベントリの大きいもの) ・使用済燃料プール(使用済燃料貯蔵ラック含む) ・使用済燃料乾式貯蔵容器
燃料プール水の補給機能	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用補給水系
放射性物質放出の防止機能	<ul style="list-style-type: none"> ・放射性気体廃棄物処理系の隔離弁 ・排気筒
	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系
	<ul style="list-style-type: none"> ・サプレッション・プール水排水系
放射性物質の貯蔵機能	<ul style="list-style-type: none"> ・復水貯蔵タンク
	<ul style="list-style-type: none"> ・放射性廃棄物処理施設(放射能インベントリが小さいもの)

5. 火災区域・区画設定の考え方

(1/4)

安全機能を有する構築物、系統及び機器※について、下記の要領で火災区域、区画を設定

※機器については、タンク、熱交換器、配管、弁等を含む

(1) 火災区域

火災区域は耐火壁で囲まれ、他の区域と分離されている建屋内の区域であり、下記により設定

- ① 建屋ごとに、耐火壁により囲われた区域を火災区域として設定
- ② 系統分離されて配置されている場合には、それを考慮して火災区域を設定
- ③ 3時間以上の耐火能力を有する、耐火壁(コンクリート厚さ150mm以上)によって他の火災区域から分離

(2) 火災区画

火災区画は、火災区域を細分化したものであって、耐火壁、離隔距離、固定式消設備等により分離された火災防護上の区画であり、下記により設定

- ① 火災区域を分割し、火災区画を設定する。火災区画は全周囲を耐火壁で囲まれている必要は必ずしもなく、隔壁や扉の配置状況を目安に設定
- ② 火災区画の範囲は、原子炉の安全停止に係わる系統分離等に応じて設定

3時間耐火能力を有する隔壁等により系統分離の概要

	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) 低圧注水系(A)／低圧炉心スプレイ系	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系 直流電源(HPCS)系

▲ 区分Ⅰと区分Ⅱ、Ⅲの境界を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁等で分離

単一火災によっても区分Ⅰ・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

◆ 具体的な火災区域・区画の設定の考え方

(1)火災区域の設定

◆ 「原子炉の安全停止に必要な機器等」に選定された機器が設置されている建屋内の区域について、以下のように火災区域を設定

a.原子炉の安全停止に必要な機器等が設置されている建屋について、火災区域として設定する。また、放射性物質の貯蔵等における建屋についても火災区域として設定

b. 原子炉の安全停止に必要な機器等について、系統分離されて配置されている場合には、それを考慮して火災区域を設定。特に、単一の火災(任意の一つの火災区域で発生する火災)によって、多重化された原子炉の安全停止機能が喪失することのないよう、安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ、Ⅲに属する機器等を設置するエリアは、3時間耐火に設計上必要なコンクリート壁厚である150mm以上の壁厚を有するコンクリート耐火壁又は火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を有する耐火壁(貫通部シール, 防火扉, 防火ダンパ等)により分離するよう、火災区域を設定

c.格納容器は、安全停止に必要な機器が設置されており、安全区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲに属する機器等が存在するが、格納容器の特性を考慮した火災防護対策を行うことから、火災区域として設定

(2)火災区画の設定

(1)で設定した火災区域について、間取り、機器の配置等の確認を行い、系統分離等の観点から総合的に勘案し、更に細分化し、火災区画として設定

5. 火災区域・区画設定の考え方

(3/4)

- ◆ 基本的な考え方に従って、火災防護区域・区画を設定
- ◆ 3時間耐火壁の設置による区画分離(原子炉建屋地下1階)を例示



【特徴的な火災区域・区画について】

- ◆ 以下のエリアは、異なる安全区分に属する機器等が設置されているが、機器等が密集しており、安全区分毎に3時間以上の耐火能力を有する耐火壁等の設置による区分分離は困難
- ◆ このため1つの火災区域として設定し、エリアの特徴を踏まえて火災の影響軽減を実施

(1) 中央制御室 ⇒ 別途、「火災の感知・消火」「火災の影響軽減」にて説明

- ◆ 中央制御盤内に複数の安全区分の機器が設置されている場合は、実証試験結果に基づく離隔距離等による分離対策、高感度煙感知器等の設置による早期の火災感知、常駐する運転員による早期の消火活動にて対応
- ◆ 中央制御室床下のケーブルは、安全区分毎に分けられたコンクリート製のケーブルピットに敷設し分離。ピットには、煙感知器と光ファイバ式熱感知設備を組合わせて設置。消火は、運転員が常駐していることを踏まえ、粉末消火器または二酸化炭素消火器で行う設計
- ◆ なお、1つの制御盤の機能がすべて喪失したと仮定しても、他の制御盤での運転操作により、原子炉の安全停止可能。また、制御室外原子炉停止装置による原子炉の安全停止も可能

(2) 格納容器 ⇒ 「9. 格納容器内の火災防護」にて説明

(3) ケーブル処理室 ⇒ 別途、「火災の感知・消火」「火災の影響軽減」にて説明

- ◆ 「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」(2)c.に従った影響軽減(系統分離)を実施
「c. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。」
⇒ 「1時間の耐火性能が確認されたケーブルトレイ耐火ラッピング」+ 「自動消火設備(全域)」
また、複合体内には、光ファイバ温度監視装置+ハロゲン化物消火設備を設置

6. 火災発生防止

(1/4)

- ◆ 火災発生防止にあたっては、「火災防護対策」、「不燃性材料又は難燃性材料の使用」等を考慮した設計とする

審査基準の要求項目		設計方針(基本的な考え方)
発火性又は引火性物質を内包する設備の火災発生防止	漏えい防止・拡大防止	<ul style="list-style-type: none"> 火災区域内に設置している潤滑油、燃料油を内包する機器は、溶接構造・シール構造の採用により漏えいを防止。また、堰等を設置し、漏えいした潤滑油の拡大防止 発火性又は引火性の気体として水素を内包する機器は、ベローズ弁及び溶接構造等を採用し漏えいを防止
	配置上の考慮	<ul style="list-style-type: none"> 油や水素内包機器と原子炉施設の安全機能を有する機器は壁等の設置により配置上の考慮を行う設計
	換気	<ul style="list-style-type: none"> 発火性又は引火性物質を内包する設備のある火災区域の建屋等は、空調機器による機械換気を実施 例: バッテリー室換気系送風機、排風機等 海水ポンプエリア(屋外)は自然換気
	防爆	<ul style="list-style-type: none"> 潤滑油や燃料油を内包する機器については、溶接構造やシール構造による漏えい防止や堰等の設置による拡大防止 潤滑油の引火点は設置するエリアの室内温度、機器運転温度よりも高く、可燃性蒸気となることはない。また、燃料油を内包する設備が設置されるエリアについても換気されるため可燃性蒸気が滞留することはない。 水素については、溶接構造等による漏えい防止策を実施するとともに機械換気を実施。また、水素ポンベについては使用時を除き元弁を閉とする運用 「原子力発電工作物に係る電気設備の技術基準を定める省令」により、必要な電気設備には接地を実施
	貯蔵	<ul style="list-style-type: none"> 必要な量に制限して貯蔵 (例: 非常用ディーゼルを7日間連続運転できる量等)

6. 火災発生防止

(2/4)

審査基準の要求項目		設計方針(基本的な考え方)
可燃性の蒸気又は可燃性の粉体の対策	—	<ul style="list-style-type: none"> 「防爆」に示す通り可燃性の蒸気を発生するおそれはない 塗料等の有機溶剤は、社内規程により、必要量のみの持ち込みに制限 可燃性粉塵及び静電気が滞まるおそれのある設備は設置しない
発火源への対策	—	<ul style="list-style-type: none"> 火花発生のおそれのあるブラシが設置されている設備(直流電動機等)では、ブラシは金属製の本体内に収納され火花が外部に出ない構造 最高使用温度が60℃を超える系統は、保温材で覆うことにより、可燃性物質との接触防止や潤滑油等の可燃物の過熱防止を行う設計
水素対策	—	<ul style="list-style-type: none"> 「漏えいの防止、拡大防止(換気)」に示すような対策を実施 蓄電池を設置する火災区域は、水素の漏えいを検知できるように水素濃度検出器を設置し、中央制御室に警報を発する設計
放射線分解による発生、蓄積する水素の燃焼対策	—	<ul style="list-style-type: none"> 審査指針で示された火力原子力発電技術協会「ガイドライン」に従った水素対策実施(p18 参照)
過電流による過熱防止対策	—	<ul style="list-style-type: none"> 電気系統は、保護継電器、遮断器を設置し過電流に過熱防止対策を実施

6. 火災発生防止

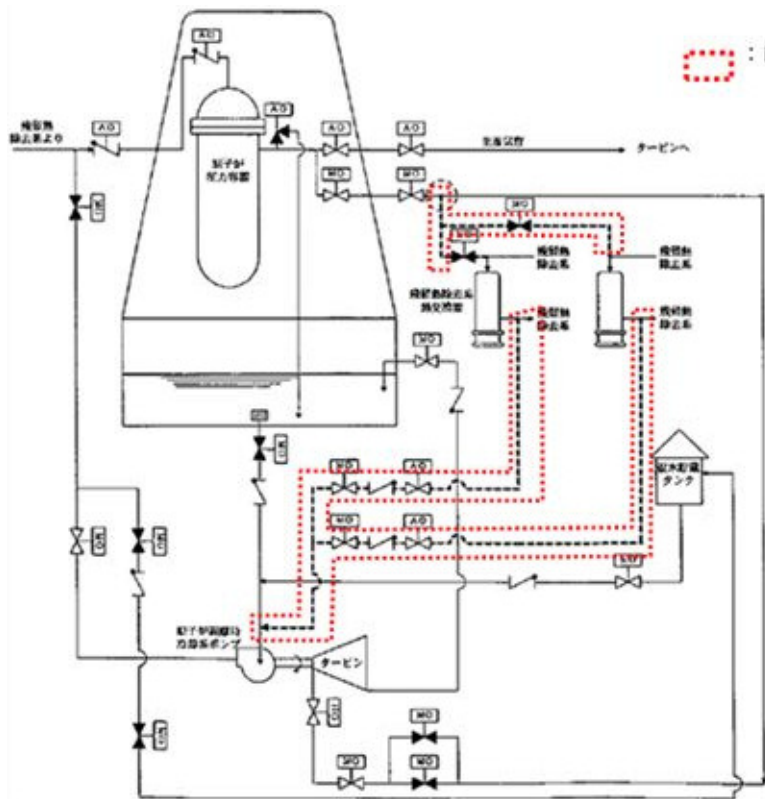
(3/4)

審査基準の要求項目		設計方針(基本的な考え方)
不燃性材料又は難燃性材料の使用	主要な構造材料	<ul style="list-style-type: none"> • 主要構造材は金属, コンクリート等の不燃材を使用 • なお, 配管パッキンや金属に覆われたポンプや弁等の潤滑油(グリース)及び金属に覆われた機器内部の電気配線は, 発火した場合でも他の安全機能を有する機器等に延焼しないことから不燃性材料または難燃性材料ではない材料を使用する設計
	変圧器及び遮断器に対する絶縁油	<ul style="list-style-type: none"> • 火災区域内の変圧器及び遮断器は絶縁油を内包していないものを使用する設計
	難燃ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> • 建設時に敷設された非難燃ケーブルについては, 防火シートによる代替措置を実施 • 核計装ケーブル及び放射線モニター用ケーブルは, 耐延焼性を確認するためのIEEE383垂直トレイ燃焼試験の要求を満足しないため, 以下を実施 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 専用電線管に収納するとともに, 電線管端部は酸素供給防止を目的として難燃性の耐熱シール材を処置することにより延焼を抑制 ✓ しかしながら, 原子炉圧力容器下部における核計装ケーブルは, 一部が露出された設計(格納容器内の火災防護にて別途説明)
	換気装置フィルタ	<ul style="list-style-type: none"> • 日本空気清浄協会「空気清浄装置用ろ材燃焼性試験方法指針(JACA No.11A)」を満足する難燃性が確認されたものを使用(チャコールフィルタ除く)
	保温材	<ul style="list-style-type: none"> • 建設省告示又は建築基準法に基づく不燃材を使用
	建屋内装材	<ul style="list-style-type: none"> • 建築基準法に基づく不燃材又は消防法に基づく認定品を使用
落雷, 地震等の自然災害対策	—	<ul style="list-style-type: none"> • 建築基準法に基づく避雷設備を設置
安全機能を有する構築物, 系統及び機器の耐震設計	—	<ul style="list-style-type: none"> • 設置許可基準規則の解釈に従い設計

6. 火災発生防止

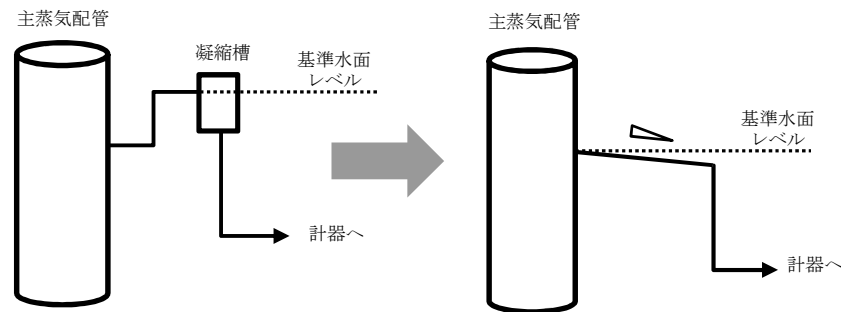
(4/4)

放射線分解により発生、蓄積する水素の燃焼対策



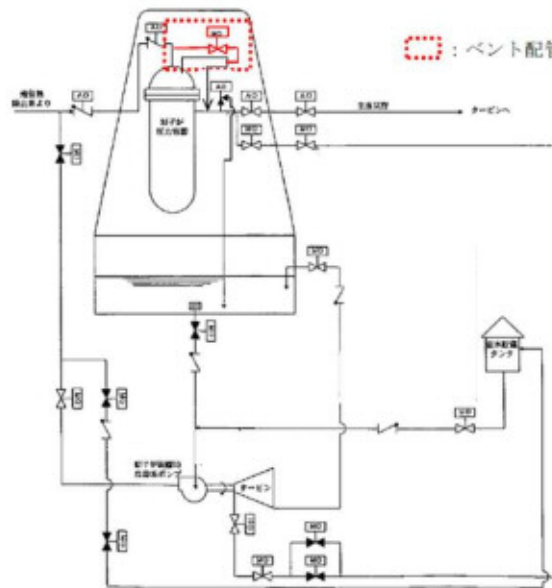
- ◆ 類似事象が発生する可能性がある余熱除去系の蒸気凝縮モード配管を撤去

浜岡1号機余熱除去系配管破断の対応

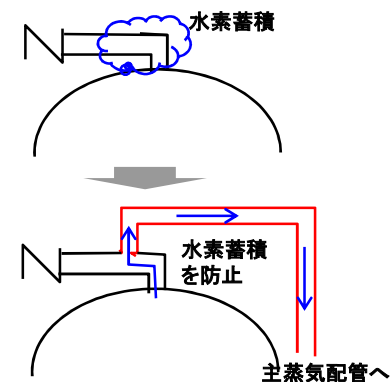


- ◆ 水素が蓄積する可能性がある凝縮槽撤去
- ◆ 蓄積を防止するための配管勾配

計装配管の対応例



- ◆ 原子炉圧力容器頂部スプレイ配管に水素が蓄積する可能性があるため、当該配管と頂部ベント配管を接続し、水素の滞留を防止



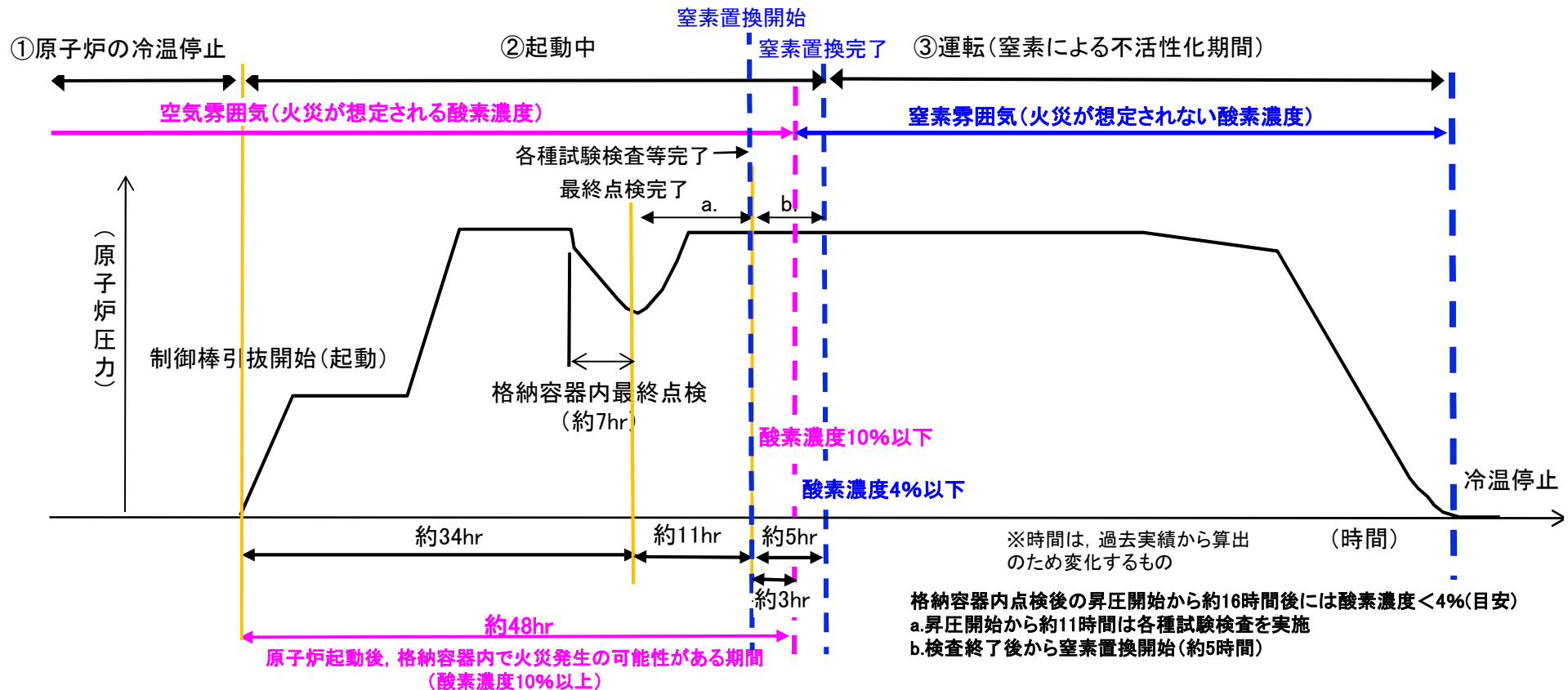
ベント配管設置の対応例

9. 格納容器内の火災防護

(1/17)

(1) 格納容器の特徴 (火災防護の観点)

- ◆ 格納容器は設計基準対処施設であり、内部に異なる安全区分に属する機器等が設置されているが、機器等が密集しており、安全区分毎に3時間以上の耐火能力を有する耐火壁等の設置による区分分離は困難
- ◆ プラント運転中は、格納容器内には窒素が封入され雰囲気の不活性状態となることから火災の発生は想定されないが、雰囲気の不活性状態にない期間として、原子炉が冷温停止中（定期検査中）及びわずかな期間もあるものの原子炉が冷温停止に到達していない期間もあることを踏まえて火災防護対策を実施



運転状態と格納容器雰囲気概要

(2) 火災の発生防止

格納容器内の火災発生防止対策として、下記対応を実施

- ◆格納容器内の火災防護対象ケーブルは難燃ケーブルを使用し電線管内に敷設。代替品のない核計装ケーブル，放射線モニター用ケーブルも電線管で敷設されるが，原子炉圧力容器下部（ペDESTアル内）の核計装ケーブルは露出して敷設
- ◆格納容器内の油内包機器のうち，原子炉再循環ポンプモータ及び主蒸気隔離弁用に新たな堰等を設置し漏えい拡大を防止（現在のペDESTアル内の油サンプルはMCCI/FCI対応として撤去）
- ◆窒素雰囲気でない定期検査中及び窒素置換が完了までの期間は，可燃物量の持ち込みを制限

9. 格納容器内の火災防護

(3/17)

【核計装ケーブルの延焼防止対策】



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しないこと。	良
試験結果		合格

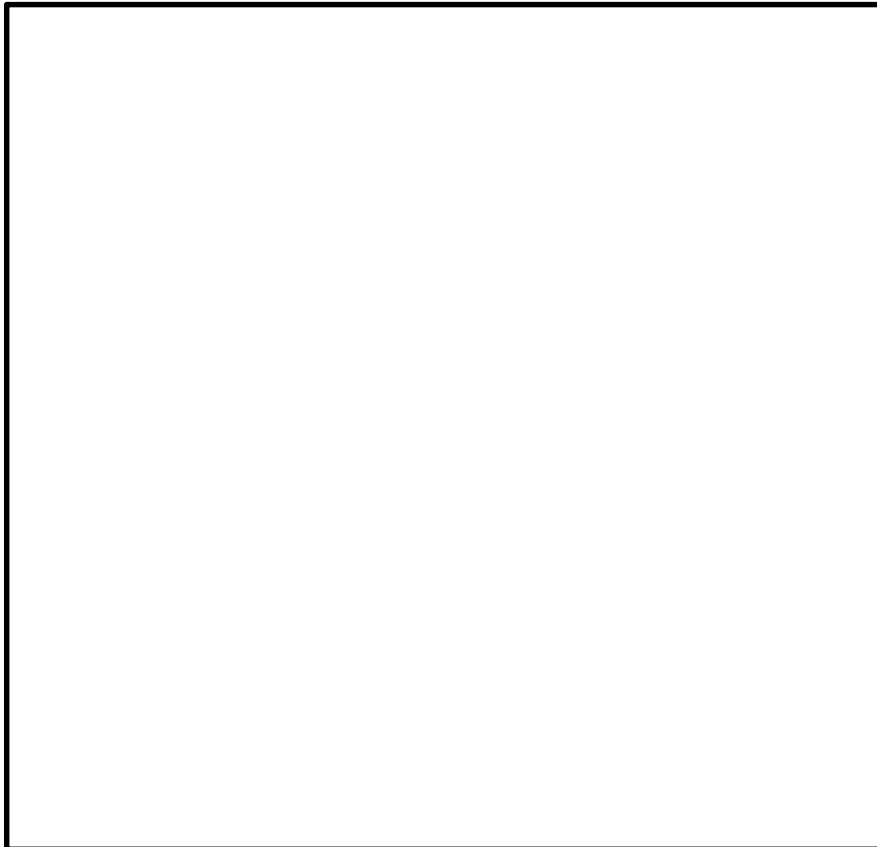
- ◆ 核計装ケーブルの周囲に可燃物はなく、核計装は数mAの微弱電流であり過電流発火の可能性は小さい
- ◆ 電線管両端は、電線管外部からの酸素供給防止を目的として、難燃性のSFエコシールで処理し延焼を防止
- ◆ 定検中は空気雰囲気であるが、ペDESTAL部の通常作業で火災が想定される作業はなし（火気作業が発生する場合には、消火器及び監視人を配置）
- ◆ ペDESTALは、高線量区域であり、定期検査中も人の立ち入りは制限
- ◆ 運転中は窒素雰囲気であり、火災は想定されない

原子炉の状態にかかわらず、火災発生の可能性は小さい

9. 格納容器内の火災防護

(4/17)

【油内包設備：原子炉再循環系流量調整弁，原子炉再循環ポンプ用電動機，主蒸気内側隔離弁】



機器名称	潤滑油引火点	最高使用温度	内包量(L)	堰容量(L)
原子炉再循環系流量制御弁(A,B)	254℃	171℃	約450/台	(A)約1000 (B)約770
原子炉再循環ポンプ用電動機(A,B)	250℃		約620/台	—※
主蒸気内側隔離弁(A~D)	204℃		約9/台	

※堰等を設置し漏えい拡大防止（現在油サンプはMCCI/FCI対応として撤去）

- ・ 機器は漏えいを防止するため溶接又はシール構造
- ・ 油が漏えいしても拡大しないように堰等を設置
- ・ 潤滑油は引火点が最高使用温度より高いものを使用
- ・ 周囲に可燃物なし
- ・ 原子炉運転中は火災の発生しない窒素雰囲気
- ・ 定期検査中は当該機器は電源を切る運用であり，試運転時には要員を配置し火災発生防止を徹底

(3) 火災の感知・消火

格納容器内の火災の感知・消火として、下記対応を実施

①火災感知設備

- ◆格納容器内での火災を早期感知し、安全機能を有する構築物、系統及び機器への影響を限定するために、火災感知器を設置
- ◆火災感知器は、早期に火災を感知するため、火災感知器の取付面高さ、火災感知器を設置する周囲の温度、湿度及び空気流等の環境条件を考慮し、火災時に炎が生じる前の発煙段階から感知できるアナログ式の「煙感知器」を設置
- ◆「固有の信号を発する異なる種類の火災感知器」の設置要求を満足するため、アナログ式の「熱感知器」を設置

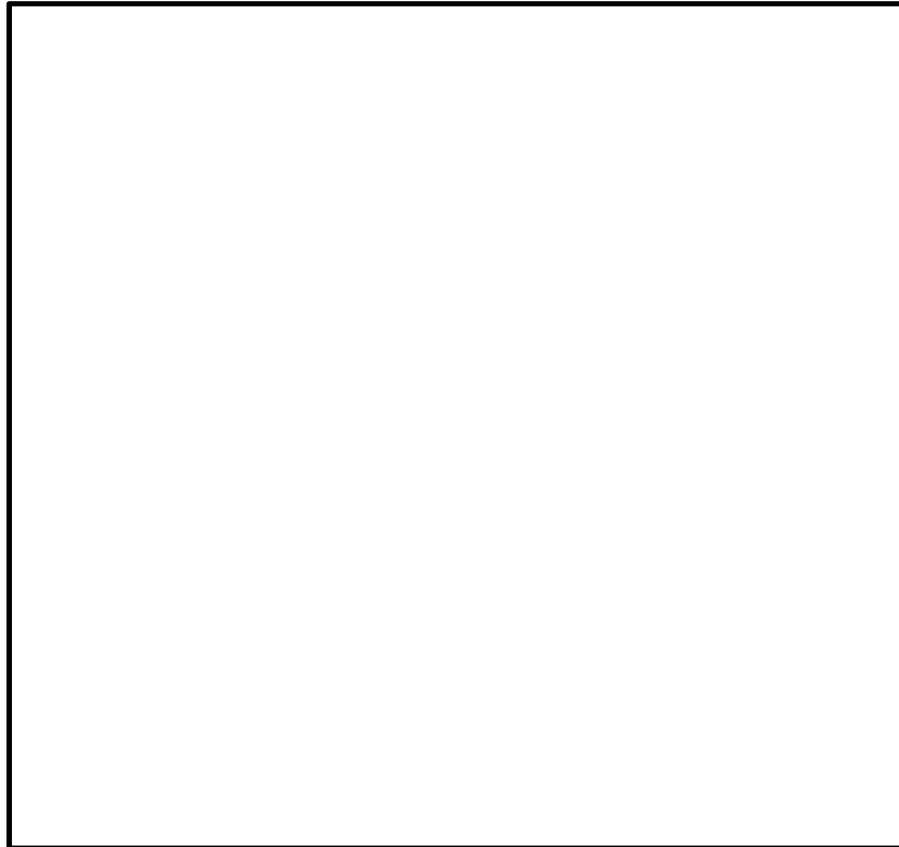


原子炉運転中、火災感知器は、格納容器内の温度及び放射線の影響による故障※の可能性有



火災感知設備は、原子炉起動時の窒素置換完了後(火災が想定されない状態)、回路を隔離し誤動作防止を図る運用とし、原子炉停止後(窒素パージ後)に速やかに復旧(感知器は取替)
(原子炉起動時、格納容器閉鎖から窒素置換完了までの期間の感知器による火災感知機能の強化)

※: アナログ式火災感知器は電子部品を内蔵していることから、約100Gyの積算照射線量にて故障する可能性有
出典:「半導体部品を使用した火災感知器の耐放射線性能について」、TR10241, 能美防災(株) 平成11年2月



格納容器内の火災感知器の設置場所

火災感知設備

◆ 型式:アナログ式熱感知器及び煙感知器

煙感知器 感度:煙濃度10%

熱感知器 感度:温度70~80°C

◆ 配置位置:

・消防法施行規則第23条に基づき設置

・火災発生の可能性がある油内包設備(主蒸気内側隔離弁, 原子炉再循環ポンプ電動機, 原子炉再循環系流量制御弁)の配置を考慮し, それらの上部近傍に配置

◆ 運用上の留意事項

・格納容器内は, 原子炉運転中, 窒素により不活性化しており火災は発生しないが, 原子炉運転中の格納容器内は閉鎖した状態で長期間にわたり高温, 高線量の環境となり火災感知器が故障し, 誤動作するおそれがあるため, 窒素置換完了後に中央制御室の受信機にて作動信号を除外

・原子炉停止後(窒素パージ後)に速やかに感知器を取替えて復旧

② 消火設備

<消火器>

◆ 冷温停止中

- ・消防法により消火能力を満足する消火器を、火災防護対象機器並びに火災源から消防法施行規則に定めるところの20m以内の距離(格納容器内)に配置
- ・溶接等火災を発生させるおそれのある作業を実施する場合には、別途、必要な消火器を準備するとともに監視人を配置

◆ 原子炉の起動中

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

◆ 消火器配備本数

- ・消防法施行令、消防施行規則に従い配備

	床面積 (m ²)	必要な消火器の能力単位 (施行令別表第一(十五)項)	電気火災に適応する消火器 (施行規則第六条第四項)	重大事故等対処設備 の独立性確保のため の本数	合計 (予備)
格納容器	527	2 (10型粉末消火器1本相当)	6	1	8 (1)

※: 床面積400m²毎に1能力単位を有する消火器が必要。また、電気火災に対しては、100m²毎に1本の消火器の設置が必要。このため、要求本数の多い電気火災を念頭にSA対応として1本、これに予備1本を含め合計8本以上の消火器を配備

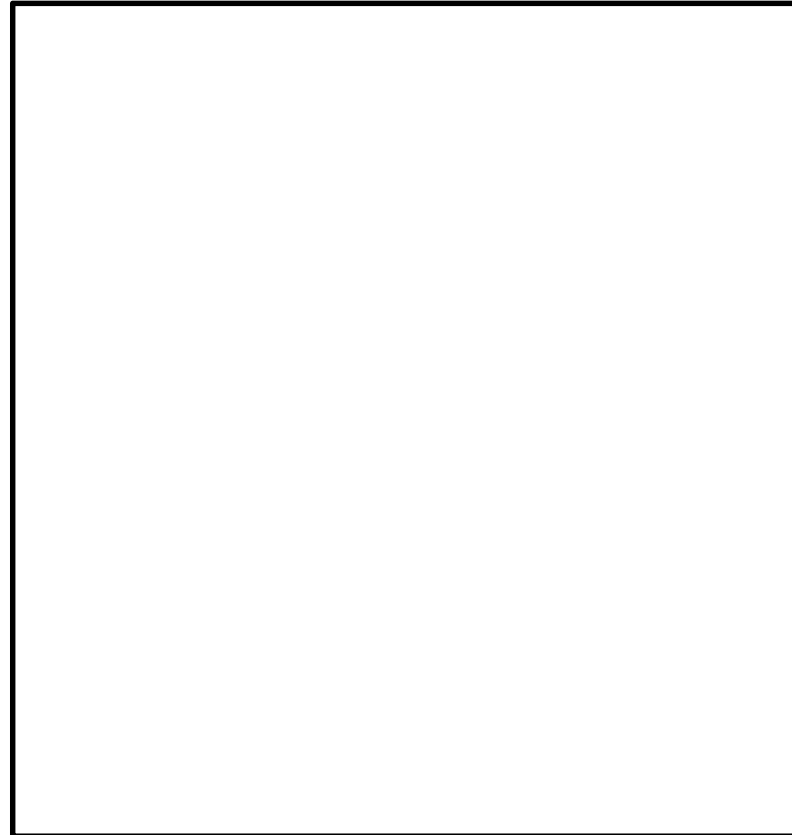
9. 格納容器内の火災防護

(8/17)

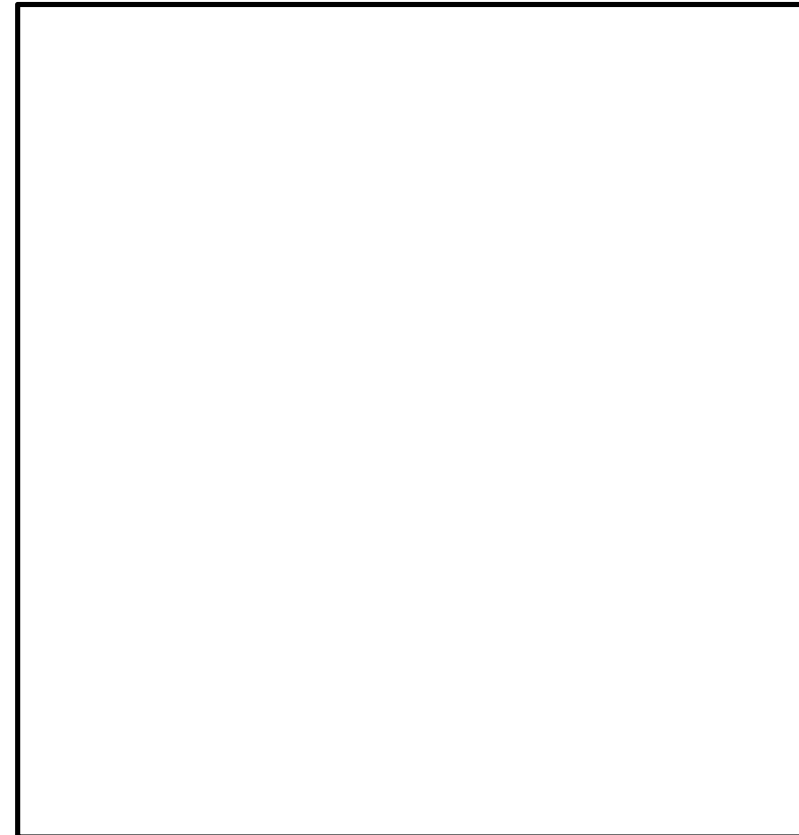
② 消火設備

<消火栓>

- ◆格納容器入口近傍の消火栓の使用を考慮し、格納容器の入口となる所員用エアロック及び機器ハッチから最も遠い位置にある火災源まで届く消火ホースを配備
- ◆消火ホースは、消火栓内に保管するものの他、所員用エアロック及び機器ハッチ近傍にそれぞれ配備



No.9消火栓～MSIVまで約47m



No.10消火栓～PLR(A)/FCV(A)まで約71m

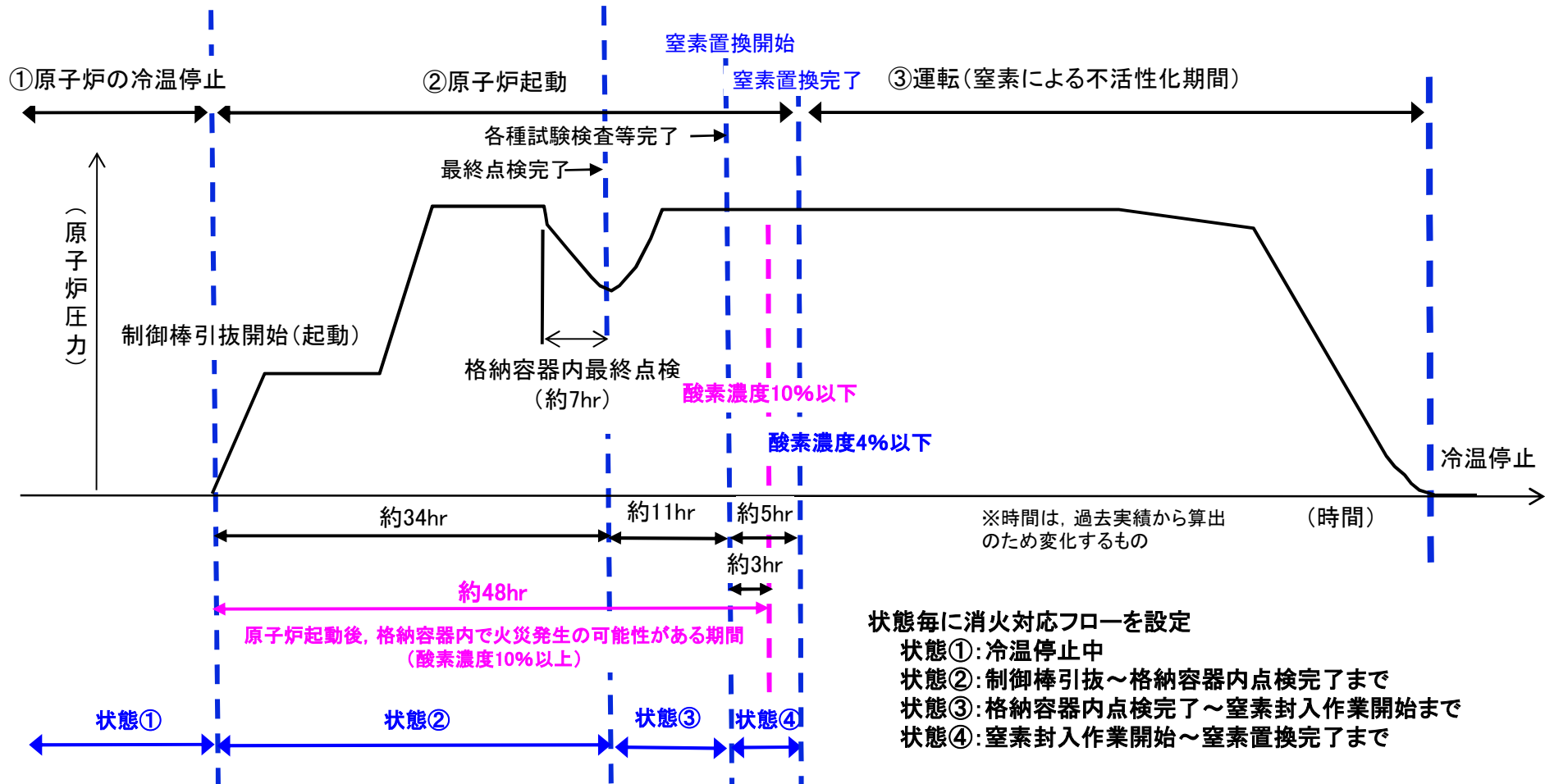
No.10消火栓～PLR(B)/FCV(B)まで約71m

..... :EL+17m — :EL+14m

【消火活動】

○原子炉状態に応じて消火対応フローを検討（運転中は窒素封入状態で火災は想定されず）

原子炉起動時の原子炉状態



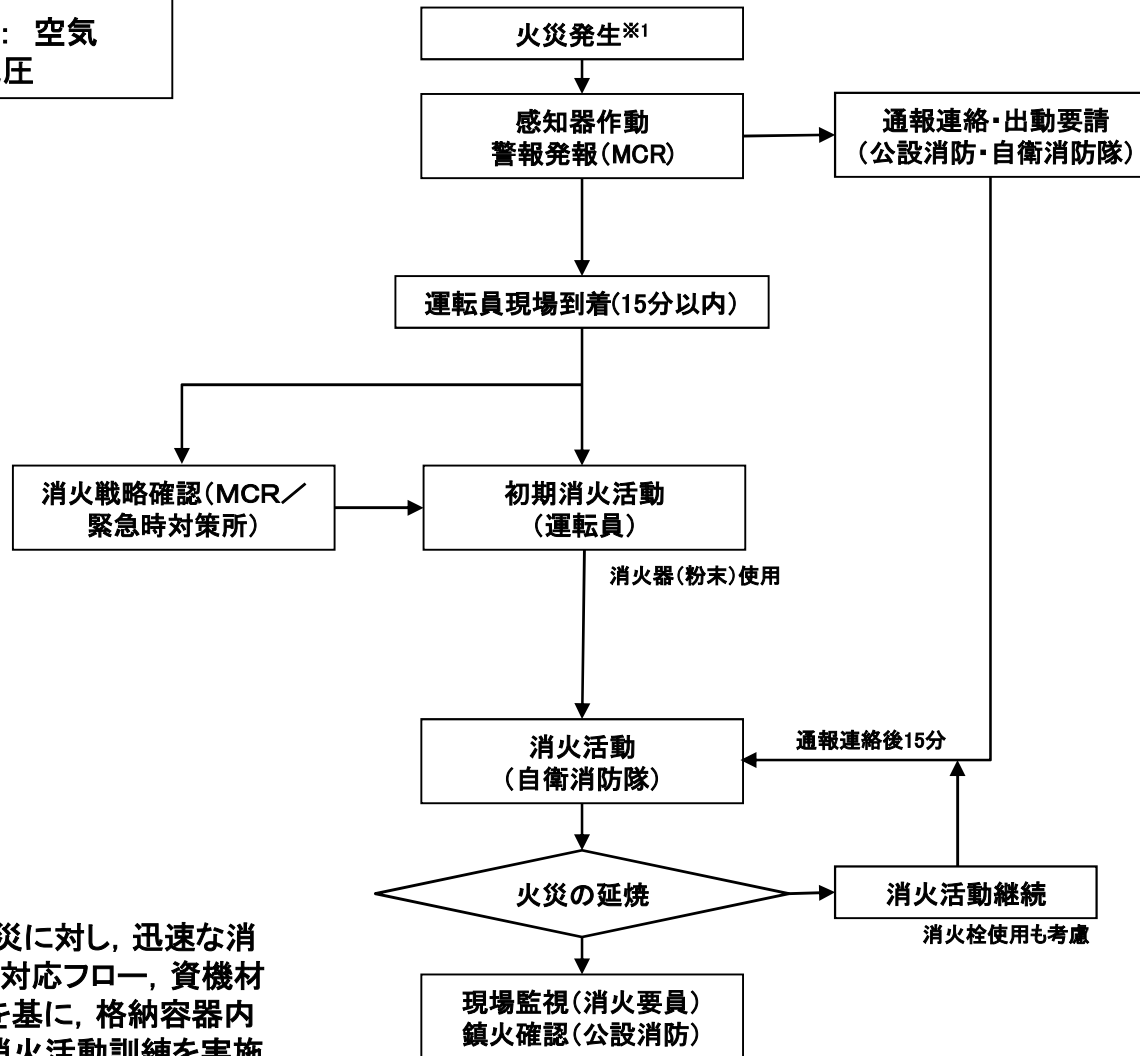
9. 格納容器内の火災防護

(10/17)

【消火活動 (冷温停止中)】

格納容器：開放
格納容器内雰囲気：空気
原子炉圧力：大気圧

※1: 作業に伴う火災は、作業員が初期消火を実施



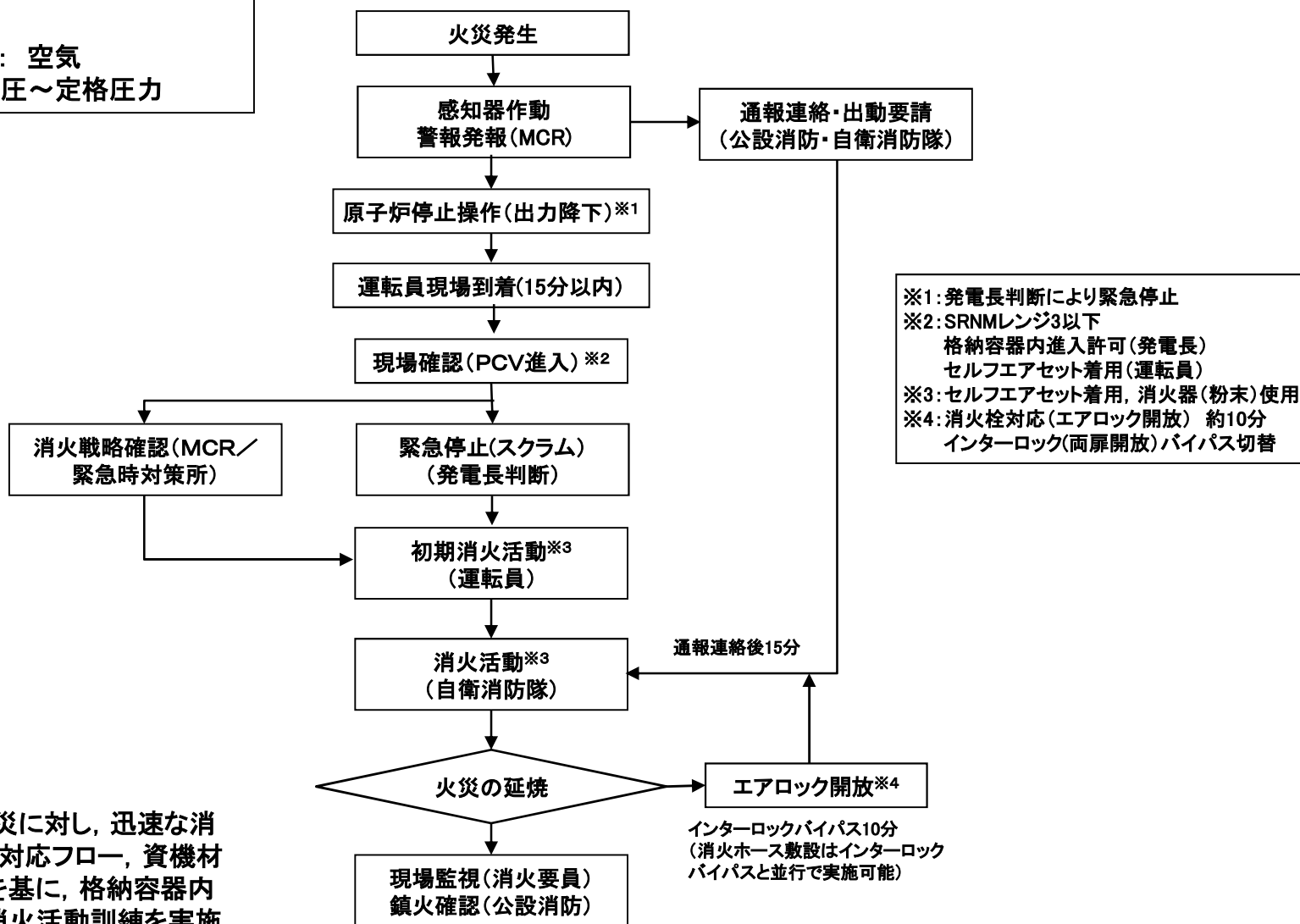
格納容器内での火災に対し、迅速な消火活動を行うため、対応フロー、資機材の配備、所要時間を基に、格納容器内の火災を想定した消火活動訓練を実施

9. 格納容器内の火災防護

(11/17)

【消火活動 原子炉起動中（制御棒引抜～格納容器内点検完了まで）】

格納容器：閉鎖
 格納容器内雰囲気：空気
 原子炉出力：大気圧～定格圧力



※1: 発電長判断により緊急停止
 ※2: SRNMLレンジ3以下
 格納容器内進入許可(発電長)
 セルフエアセット着用(運転員)
 ※3: セルフエアセット着用, 消火器(粉末)使用
 ※4: 消火栓対応(エアロック開放) 約10分
 インターロック(両扉開放)バイパス切替

エアロック開放※4
 インターロックバイパス10分
 (消火ホース敷設はインターロック
 バイパスと並行で実施可能)

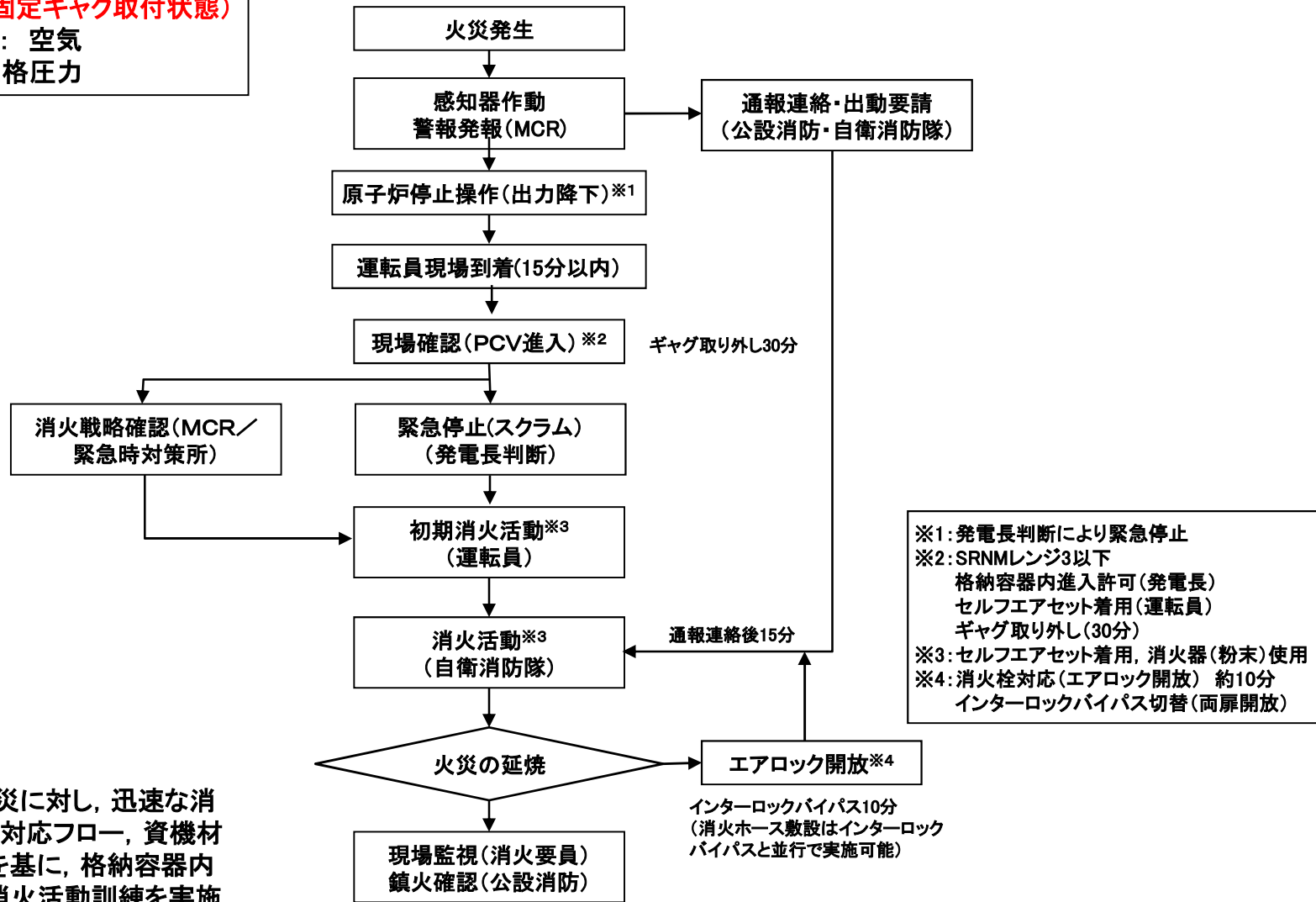
格納容器内での火災に対し、迅速な消火活動を行うため、対応フロー、資機材の配備、所要時間を基に、格納容器内の火災を想定した消火活動訓練を実施

9. 格納容器内の火災防護

(12/17)

【消火活動 原子炉起動中（格納容器内点検完了～窒素封入作業開始まで）】

格納容器：閉鎖(固定ギャグ取付状態)
 格納容器内雰囲気：空気
 原子炉圧力：～定格圧力

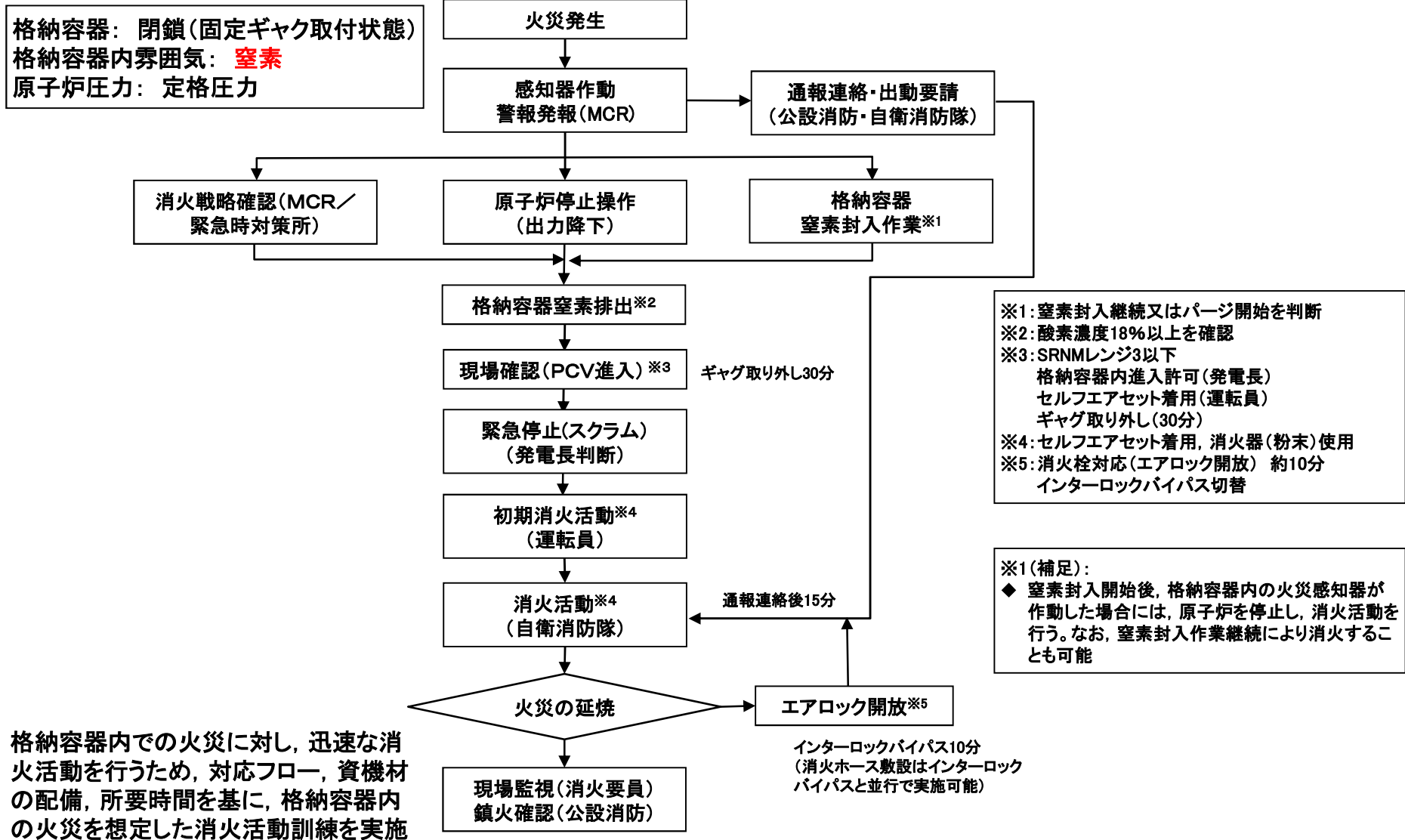


格納容器内での火災に対し、迅速な消火活動を行うため、対応フロー、資機材の配備、所要時間を基に、格納容器内の火災を想定した消火活動訓練を実施

9. 格納容器内の火災防護

(13/17)

【消火活動 原子炉起動中（窒素封入作業開始～窒素置換完了まで）】



(4) 火災の影響軽減

- 格納容器内の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについては、「2.3 火災の影響軽減」で要求される火災の影響軽減対策が必要
- 一方、東海第二の格納容器(Mark II型)は出力に対して比較的小さく、格納容器内には機器等が密集しており、3時間の耐火性能をもつ耐火壁設置や離隔距離6mの確保は困難
- 「2.3 火災の影響軽減」への適合性を以下に評価

火災防護審査基準「2. 基本事項」

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



火災の影響軽減対策の本来の目的は、

「火災が発生しても原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持する」こと



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



保守的な評価として、火災による格納容器内の安全機能の全喪失を仮定した評価を行い、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持が、運転員の操作と相まって、可能であることを確認する

○火災の影響軽減対策

◆格納容器内は、プラント運転中については、窒素封入により雰囲気の不活性化し火災の発生は想定されない。
一方で、窒素が封入されていない期間のほとんどは、原子炉が冷温停止に到達している期間(停止期間中)であるが、わずかではあるものの原子炉が冷温停止に到達していない期間もあることを踏まえ、以下のとおり火災防護対策を講じる。

(1)持込み可燃物等の運用管理

・作業に伴う持込み可燃物について、持込み期間・可燃物量・持込み場所等を管理

(2)原子炉の安全停止に係る火災区域の分離

・格納容器は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁により他の火災区域と分離

(3)火災防護対象機器等の系統分離

・格納容器内は、機器やケーブル等が密集、干渉物が多く、耐火ラッピング等3時間以上の耐火能力を有する隔壁の設置や、6m以上の離隔距離の確保が困難

(4)火災の影響軽減対策への適合について

・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、区分Ⅰと区分Ⅱ(Ⅲ)機器の離隔間に可燃物が存在することのないよう、異なる区分の機器間にある介在物(ケーブル、電磁弁)については、電線管に敷設することや、金属製の筐体に収納することで延焼防止対策を行う

○格納容器内火災による影響の想定

(1) 火災発生想定期間

原子炉起動中において、窒素置換されていない「制御棒引抜」から「窒素置換完了」までの期間
(通常運転中は、格納容器は窒素置換されているため火災は想定されない)

(2) 火災源

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電動機及び主蒸気内側隔離弁のうち、主蒸気系の隔離が想定される主蒸気内側隔離弁1台の火災を想定

なお、火災影響により主蒸気内側隔離弁4台全て閉止を仮定

(3) その他

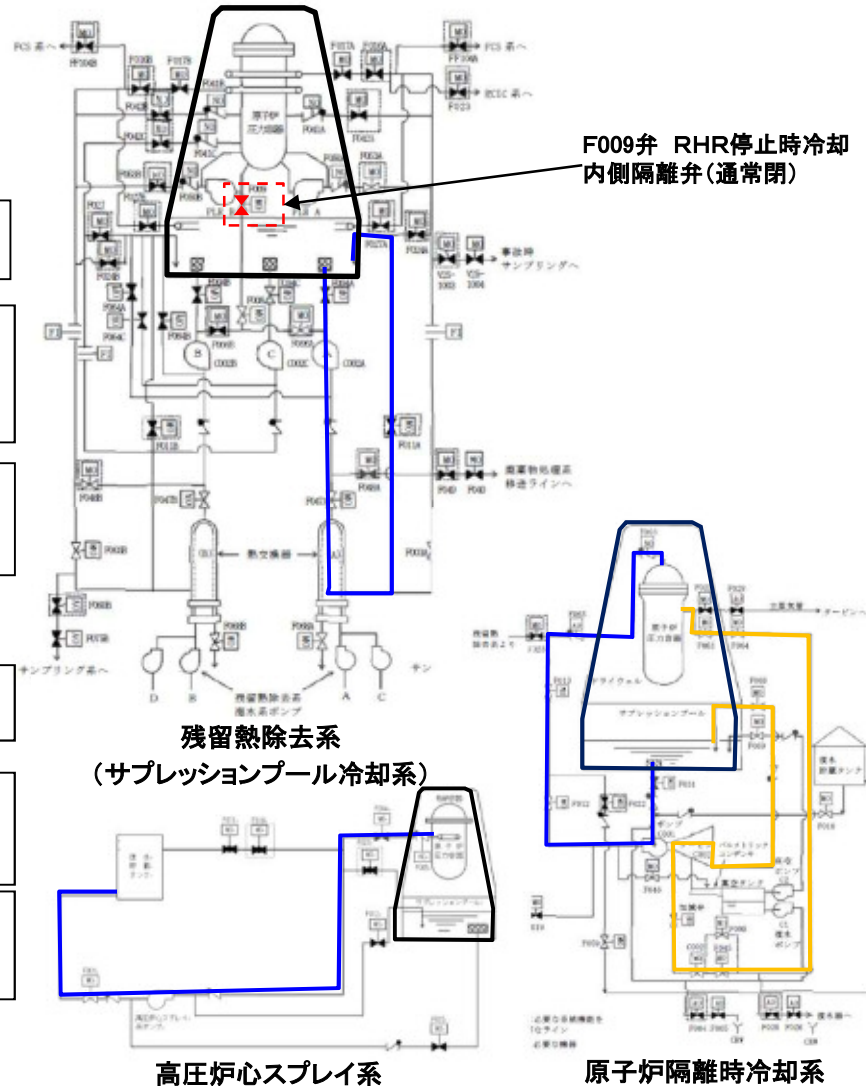
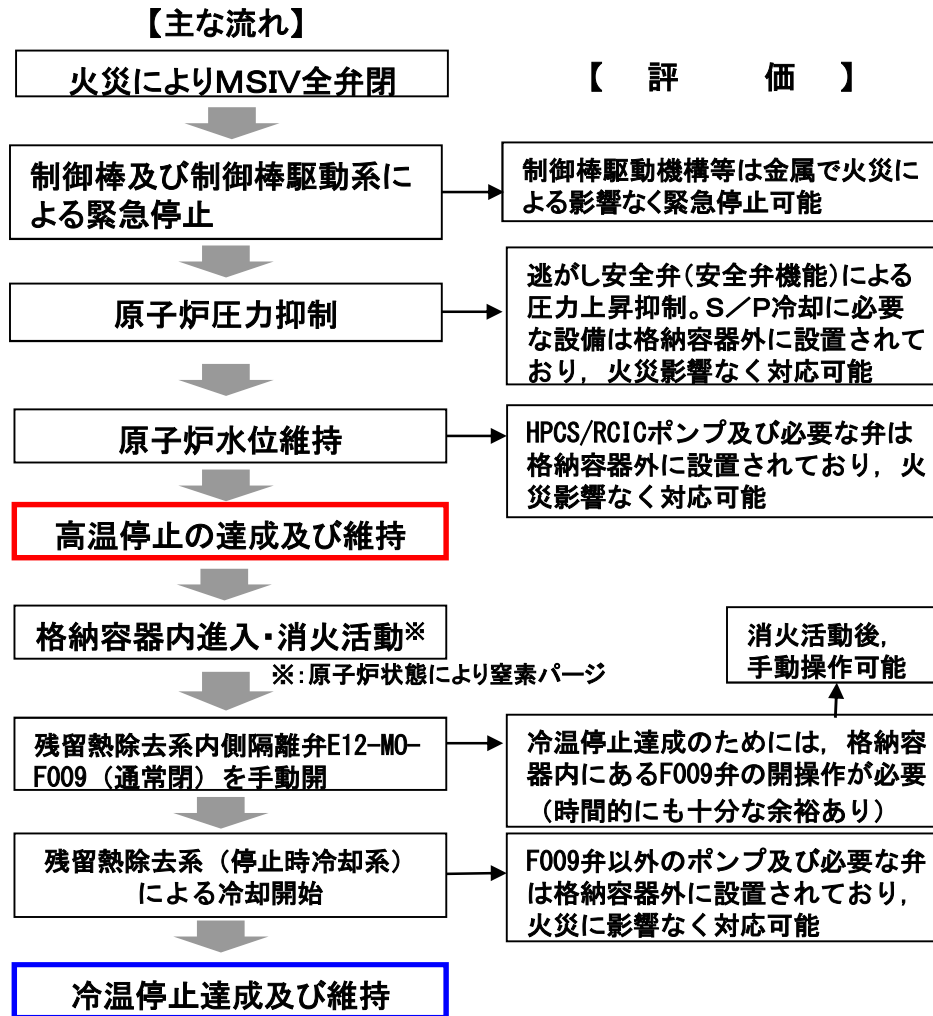
- ・ 空気作動弁は、制御ケーブル断線によるフェイルセーフ動作を想定
- ・ 電動弁は、ケーブルが断線し作動できないが火災発生時の開度を維持
- ・ 監視計器については、同一パラメータを監視する複数の計器が分散配置されているため、火災発生直後は全監視計器が同時に機能喪失するとは想定しないが、「火災が経過時間とともに進展すること」を考慮し、火災の進展に伴い監視計器全てが機能喪失と想定

9. 格納容器内の火災防護

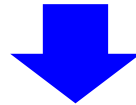
(16/17)

【格納容器内火災に対する影響軽減対策への適合(保守的評価)】

◆ 格納容器内で火災が発生した場合も、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持が運転員の操作と相まって達成可能であることを確認



格納容器の火災に対し、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持が可能であることを示すことができれば、「2.3 火災の影響軽減」の要求に適合していることと同等であると判断可能



保守的に、火災による格納容器内の安全機能の完全喪失を仮定した評価を行い、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持は、運転員の操作と相まって、可能であることを確認



格納容器内は、「2.3 火災の影響軽減」の要求に適合

【高温停止・低温停止の達成及び低温停止の維持】

○原子炉の高温停止

火災の影響を受けても、制御棒は全挿入されるため、高温停止の達成は可能

○原子炉の高温停止の維持

格納容器外(火災の影響を受けない)に設置される「高圧炉心スプレイ系」と「原子炉隔離時冷却系」を用いた注水と、逃がし安全弁による減圧機能と「残留熱除去系(サプレッションプール冷却系)」によるサプレッションプール冷却により、高温停止の維持は可能

○原子炉の低温停止への移行

火災鎮火後、残留熱除去システムをインサービスするために、格納容器内の電動弁を手動操作することで低温停止移行可能