

島根原子力発電所2号炉 内部火災について

令和元年5月
中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

Energia

1. 適合のための基本方針	.....	P.2
2. 火災防護に関する基本方針	.....	P.4
3. 島根原子力発電所の火災防護に関する主な対策	.....	P.6
4. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器等の選定	.....	P.7
5. 火災区域・区画設定の考え方	.....	P.9
6. 火災の発生防止	.....	P.1 2
7. 火災の感知及び消火 (火災感知設備)	.....	P.1 8
8. 火災の感知及び消火 (消火設備)	.....	P.2 5
9. 火災の影響軽減 (系統分離)	.....	P.3 4
1 0. 火災の影響軽減 (火災影響評価)	.....	P.5 6
1 1. 火災防護計画	.....	P.6 5
1 2. 審査会合での指摘事項に対する回答	.....	P.6 6

1. 適合のための基本方針 要求事項の整理

- 設置許可基準規則第8条及び技術基準規則第11条（火災による損傷の防止）、並びに「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下、「火災防護審査基準」という。）に適合することが要求されている。
- 設置許可基準規則第8条及び技術基準規則第11条における追加要求事項を以下に示す。

設置許可基準規則第8条	技術基準規則第11条	備考
<p>設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備（以下「火災感知設備」という。）及び消火を行う設備（以下「消火設備」といい、安全施設に属するものに限る。）並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。</p>	<p>設計基準対象施設が火災によりその安全性が損なわれないよう、次に掲げる措置を講じなければならない。</p> <p>一 火災の発生を防止するため、次の措置を講ずること。</p> <p>イ 発火性又は引火性の物質を内包する系統の漏えい防止その他の措置を講ずること。</p> <p>ロ 安全施設（設置許可基準規則第二条第二項第八号に規定する安全施設をいう。以下同じ。）には、不燃性材料又は難燃性材料を使用すること。ただし、次に掲げる場合は、この限りでない。</p> <p>(1) 安全施設に使用する材料が、不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの（以下「代替材料」という。）である場合</p> <p>(2) 安全施設の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって、安全施設における火災に起因して他の安全施設において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合</p> <p>ハ 避雷設備その他の自然現象による火災発生を防止するための設備を施設すること。</p> <p>ニ 水素の供給設備その他の水素が内部に存在する可能性がある設備にあっては、水素の燃焼が起きた場合においても発電用原子炉施設の安全性を損なわないよう施設すること。</p> <p>ホ 放射線分解により発生し、蓄積した水素の急速な燃焼によって、発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合には、水素の蓄積を防止する措置を講ずること。</p> <p>二 火災の感知及び消火のため、次に掲げるところにより、早期に火災発生を感知する設備（以下「火災感知設備」という。）及び早期に消火を行う設備（以下「消火設備」という。）を施設すること。</p> <p>イ 火災と同時に発生すると想定される自然現象により、その機能が損なわれないこと。</p>	<p>追加要求事項</p>

1. 適合のための基本方針 要求事項の整理

設置許可基準規則第8条	技術基準規則第11条	備考
2 消火設備（安全施設に属するものに限る。）は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても発電用原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものでなければならない。	□ 消火設備にあつては、その損壊、誤作動又は誤操作が起きた場合においても発電用原子炉施設の安全性が損なわれることがないこと。	追加要求事項
—	三 火災の影響を軽減するため、耐火性能を有する壁の設置その他の延焼を防止するための措置その他の発電用原子炉施設の火災により発電用原子炉を停止する機能が損なわれないようにするための措置を講ずること。	変更なし (ただし、防火壁及びその他の措置を明確化)

2. 火災防護に関する基本方針

➤ 火災防護対策を講じるための基本方針と、その基本事項を以下に示す。

項目	内容
基本方針	<ul style="list-style-type: none"> ■ 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あたって、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。
基本事項 火災区域及び 火災区画の設定	<ul style="list-style-type: none"> ■ 原子炉建物等の建物内の火災区域は、耐火壁によって囲まれ、他の区域と分離されている建物内の区域を、「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、系統及び機器並び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を有するコンクリート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（耐火障壁、貫通部シール、防火扉、防火ダンパ）により隣接する他の火災区域と分離するよう設定する。

2. 火災防護に関する基本方針

項目	内容
基本事項 安全機能を有する構築物、系統及び機器	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なうことがないよう、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対象として重要度分類のクラス1、クラス2及び安全評価上その機能を期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器を設定する。 ■ 上記構築物、系統及び機器の中から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、系統及び機器並びに放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器を抽出し、必要な火災防護対策を講じる設計とする。 ■ 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・指針に基づき設備に応じた火災防護対策を講じる設計とする。 ■ 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、及び放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するために必要な火災防護対象設備を、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルとして選定する。
基本事項 火災防護計画	<ul style="list-style-type: none"> ■ 発電用原子炉施設全体を対象とした火災防護対策を実施するため、火災防護計画を策定する。 ■ 火災防護計画には、計画を遂行するための体制、責任の所在、責任者の権限、体制の運営管理、必要な要員の確保及び教育訓練、火災から防護すべき安全機能を有する構築物、系統及び機器、火災発生防止のための活動、火災防護設備の保守点検及び火災情報の共有、火災防護を適切に実施するための対策並びに火災発生時の対応といった火災防護対策を実施するために必要な手順等について定める。 ■ 安全機能を有する構築物、系統及び機器、その他の発電用原子炉施設について、必要な火災防護対策を行うことについて定める。

3. 島根原子力発電所の火災防護に関する主な対策

➤ 主な対策を以下に示す。

項目	内容
火災の発生防止	<p>難燃ケーブルの使用</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全機能を有する構築物，系統及び機器に使用するケーブルには，実証試験により自己消火性（UL垂直燃焼試験）及び耐延焼性（IEEE383（光ファイバケーブルの場合はIEEE1202）垂直トレイ燃焼試験）を確認した難燃ケーブルを使用する。 核計装・放射線モニタ用の同軸ケーブルについても，実証試験により自己消火性（UL垂直燃焼試験）及び耐延焼性（IEEE383垂直トレイ燃焼試験）を確認した難燃ケーブルを使用する。
火災の感知及び消火	<p>異なる感知方式（2種類）の火災感知器の設置</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全機能を有する機器等を設置する火災区域は，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を設置する。 天井が高い箇所や引火性又は発火性の雰囲気形成のおそれがある箇所のように周囲の環境条件により，アナログ式感知器の設置が適さない箇所には，誤操作防止を考慮した上で，非アナログ式感知器を設置し，十分な保安水準を確保する。（原子炉建物4階，取水槽等） <p>全域ガス消火設備の設置</p> <ul style="list-style-type: none"> 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，基本的に「煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域」として設定し，当該区域に必要となる固定式消火設備として，「全域ガス消火設備（自動又は中央制御室からの遠隔手動）」を設置する。
火災の影響軽減	<p>1時間又は3時間の耐火性能を有する隔壁等の設置</p> <ul style="list-style-type: none"> 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（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，互いの系列間を3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離する。 3時間以上の耐火性能を有する隔壁等を適用できない箇所は，互いの系列間を1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離し，かつ，火災感知器及び自動消火設備を設置する。

4. 安全機能を有する構築物，系統及び機器等の選定

【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構築物，系統及び機器】

- 設計基準対象施設のうち，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確保するための構築物，系統及び機器を「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構築物，系統及び機器」として選定する。

原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持するために必要な機能	左記機能を達成するための系統
①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を構成する機器・配管系
②過剰反応度の印加防止機能	制御棒カップリング
③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）
④原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系の制御棒による系（制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能））
⑤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）
⑥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（安全弁としての開機能）
⑦原子炉停止後の除熱機能	残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード），原子炉隔離時冷却系，高圧炉心スプレイ系，逃がし安全弁（手動逃がし機能），自動減圧系（手動逃がし機能）
⑧炉心冷却機能	原子炉隔離時冷却系，非常用炉心冷却系（残留熱除去系（低圧注水モード），低圧炉心スプレイ系，高圧炉心スプレイ系，自動減圧系）
⑨工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系
⑩安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系，中央制御室及びその遮へい・非常用空調換気系，非常用補機冷却水系，直流電源系
⑪安全弁及び逃がし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）
⑫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
⑬制御室外からの安全停止機能	制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）

4. 安全機能を有する構築物，系統及び機器等の選定

【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】

- 設計基準対象施設のうち，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機能を確保するために必要な以下の構築物，系統及び機器を，「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」として選定する。

放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能	左記機能を達成するための系統
①放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器 ・原子炉格納容器隔離弁 ・原子炉格納容器スプレイ冷却系 ・原子炉建物 ・非常用ガス処理系 ・可燃性ガス濃度制御系
②原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能	<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） ・燃料プール（燃料貯蔵ラックを含む） ・新燃料貯蔵庫 ※：放射線監視設備のうち，排気筒モニタを含む。
③燃料プール水の補給機能	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用補給水系（残留熱除去系）
④放射性物質放出の防止機能	<ul style="list-style-type: none"> ・気体廃棄物処理系の隔離弁 ・排気筒（非常用ガス処理系排気管の支持機能以外） ・燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系（原子炉建物，非常用ガス処理系）
⑤放射性物質の貯蔵機能	<ul style="list-style-type: none"> ・液体廃棄物処理系（サブプレッション・チェンバ排水機能） ・復水貯蔵タンク，補助復水貯蔵タンク ・放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの） ・新燃料貯蔵庫 ・サイトバンカ建物

5. 火災区域・区画設定の考え方

- 安全機能を有する構築物，系統及び機器のうち，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確保するための構築物，系統及び機器並びに放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器が設置される区域に対して，火災区域及び火災区画を設定する。

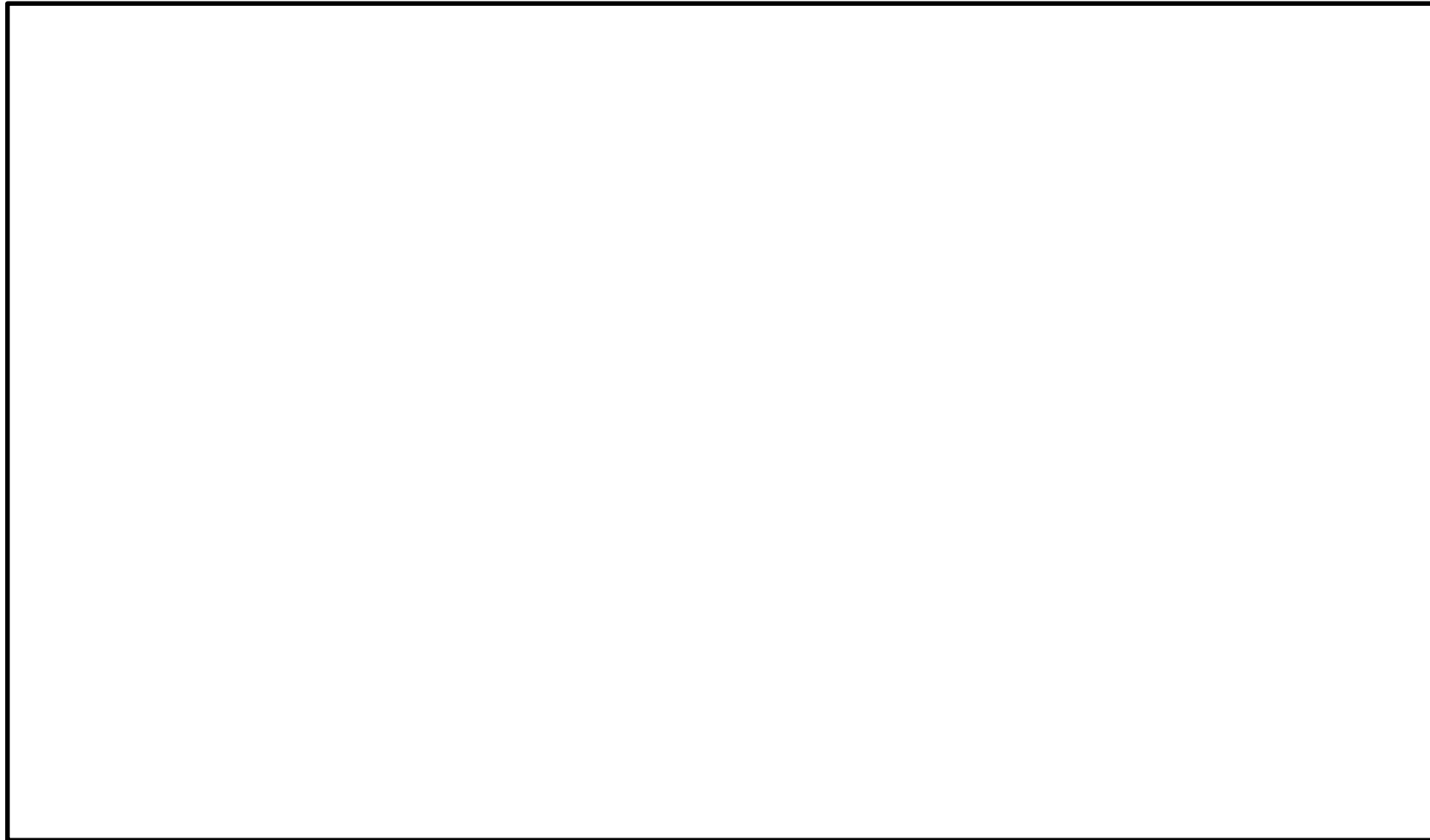
項目	内容
火災区域	<ul style="list-style-type: none"> ■ 原子炉建物，タービン建物，廃棄物処理建物，制御室建物，復水貯蔵タンク設置区域，固体廃棄物貯蔵所及びサイトバンク建物の建物内の火災区域は，耐火壁によって囲まれ，他の区域と分離されている建物内の区域であり，以下により設定する。 なお，火災の影響軽減を考慮する場合には，3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離するように設定する。 ①建物毎に，耐火壁（床，壁，天井，扉等耐火構造物の一部であって，必要な耐火能力を有するもの）により囲まれた区域を火災区域として設定する。 ②系統分離されて配置されている場合には，それを考慮して火災区域を設定する。 ■ 屋外の火災区域は，他の区域と分離して火災防護対策を実施するために，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構築物，系統及び機器を設置する区域を火災区域として設定する。
火災区画	<ul style="list-style-type: none"> ■ 「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り，以下により設定する。 ①火災区画は，全範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火災防護の観点から設定する。 ②火災区画の範囲は，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構築物，系統及び機器の系統分離，機器の配置状況に応じて設定する。

5. 火災区域・区画設定の考え方

- 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確保するための構築物、系統及び機器並びに放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置されている建物内の区域について、以下のように火災区域を設定する。
 - ① 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器並びに放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置されている建物内について、火災区域として設定する。
 - ② 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構築物、系統及び機器について、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する。
特に、単一火災（任意の一つの火災区域で発生する火災）の発生によって、多重化された原子炉の安全停止のための機能が全て喪失することのないよう、安全系区分Ⅰ、Ⅲに属する機器等と安全系区分Ⅱに属する機器等を、3時間耐火に設計上必要な123mm以上の壁厚を有するコンクリート壁並びに3時間耐火に設計上必要なコンクリート厚である219mmより厚い床、天井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（耐火障壁、貫通部シール、防火扉、防火ダンパ）により隣接する他の火災区域と分離するよう、火災区域を設定する。
 - ③ 原子炉格納容器、中央制御室及び補助盤室は、高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器が設置されており、安全系区分Ⅰに属する構築物、系統及び機器と安全系区分Ⅱに属する構築物、系統及び機器が存在するため、設置許可基準規則第8条に基づき設置エリア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する。
 - ④ 屋外の火災区域である海水ポンプエリア、非常用ディーゼル発電機燃料移送系ポンプエリア、ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク室等は、他の区域と分離して火災防護対策を実施するため、周囲の耐火壁等の構築物の状況を考慮して火災区域を設定する。
- 上記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することになるが、島根2号炉では火災区画の設定はしていない。

5. 火災区域・区画設定の考え方

- 基本的な考え方に従って設定した火災区域（例）を以下に示す。



原子炉建物 EL1300

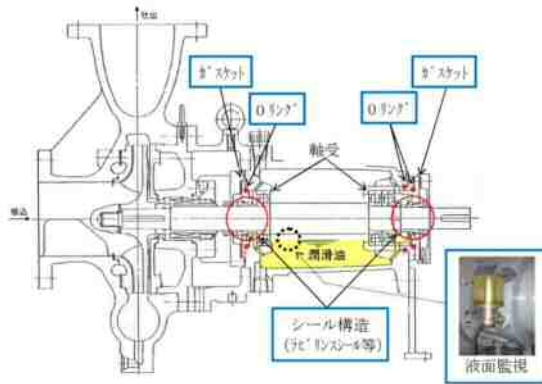
6. 火災の発生防止 火災区域・区画に対する火災の発生防止対策

- 火災の発生防止にあたっては、発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域又は火災区画に対する火災の発生防止対策を講じる設計とする。

(1) 発火性又は引火性物質

①漏えいの防止, 拡大防止

- 潤滑油又は燃料油を内包する設備は、溶接構造、シール構造の採用による漏えい防止対策を講じる。また、堰を設置し、漏えいした潤滑油又は燃料油が拡大することを防止する。
- 水素ガスを内包する機器は、溶接構造等による水素ガスの漏えい防止対策を講じる。



溶接構造, シール構造による漏えい防止対策例



漏えいの拡大防止対策例

②配置上の考慮

- 発火性又は引火性物質を内包する設備と、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、壁等の設置及び離隔による配置上の考慮を行う設計とする。

③換気

- 発火性又は引火性物質を内包する設備（蓄電池等）を設置する火災区域の建物等は、空調機器による機械換気を行う設計とする。
- 屋外開放の火災区域（海水ポンプエリア等）は、自然換気を行う設計とする。

6. 火災の発生防止

火災区域・区画に対する火災の発生防止対策

(1) 発火性又は引火性物質

④ 防爆

- ・ 潤滑油又は燃料油を内包する設備は、溶接構造やシール構造による漏えい防止対策を講じるとともに、堰等の設置による漏えい拡大防止対策を講じる。
- ・ 潤滑油又は燃料油の引火点は、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、可燃性の蒸気となることはない。また、燃料油である軽油が漏えいし、可燃性の蒸気が発生した場合であっても、機械換気又は自然換気で換気されるため、可燃性の蒸気が滞留するおそれはない。
- ・ 水素ガスを内包する機器は、溶接構造等による漏えい防止対策を講じるとともに、機械換気により水素濃度を燃焼限界濃度以下とする。
- ・ 水素ガスポンベは、使用時を除き、元弁を閉とする運用とし、また、燃焼限界濃度を超える水素ガスを内包する水素ガスポンベは、使用時のみ持ち込む運用とする。
- ・ 電気設備の必要な箇所には、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」に基づく接地を施す設計とする。

⑤ 貯蔵

- ・ 発火性又は引火性物質を内包する貯蔵機器については、運転上必要な量を考慮し貯蔵する。
(例) ディーゼル燃料貯蔵タンクは、非常用ディーゼル発電機を7日間連続運転するために必要な量 等

(2) 可燃性の蒸気又は微粉の対策

- ・ 「防爆」に示すとおり、可燃性の蒸気が発生するおそれはない。
- ・ 有機溶剤を使用する場合は、必要量以上持ち込まない運用とする。
- ・ 「可燃性の微粉が滞留するおそれのある設備」、「静電気が溜まるおそれのある設備」は、設置しない。

6. 火災の発生防止 火災区域・区画に対する火災の発生防止対策

(3) 発火源への対策

- 設備を金属製の筐体内に収納する等の対策を行い、設備外部に出た火花が発火源となる設備を設置しない。
- 高温設備は、高温部分を保温材で覆い、可燃性物質との接触防止や潤滑油等可燃物の過熱を防止する。

(4) 水素ガス対策

- 「漏えいの防止，拡大防止」，「換気」に示す対策を実施する。
- 水素ガスを内包する設備（蓄電池等）を設置する火災区域には、水素ガスの漏えいを検知できるよう、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とする。



水素濃度検出器



水素濃度監視設備
水素漏えい監視設備の概要



中央制御室制御盤（警報表示）

(5) 放射線分解等により発生，蓄積する水素ガスの蓄積防止対策

- （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）」等に基づき、水素ガスの蓄積を防止する。

(6) 過電流による過熱防止対策

- 電気系統は、保護継電器，遮断器により故障回路を早期に遮断することにより、過電流による過熱や焼損を防止する。

6. 火災の発生防止 不燃性材料又は難燃性材料の使用

- 安全機能を有する構築物，系統及び機器には，不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とする。
 - 不燃性材料又は難燃性材料が使用できない場合は以下のいずれかの設計とする。
 - 不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するものを使用する設計とする。
 - 構築物，系統及び機器の機能を確保するために必要な不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するものの使用が技術上困難な場合には，当該構築物，系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物，系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置を講じる設計とする。
- (1) 主要な構造材に対する不燃性材料の使用
- 機器，配管，ダクト，トレイ，電線管，盤の筐体及びこれらの支持構造物の主要な構造材は，ステンレス鋼，低合金鋼，炭素鋼等の金属材料，又はコンクリート等の不燃性材料を使用する。
 - 配管のパッキン類※，金属に覆われたポンプ及び弁等の駆動部の潤滑油並びに金属に覆われた機器躯体内部に設置される電気配線は，発火した場合でも，他の安全機能を有する構築物，系統及び機器に延焼しないことから，不燃性材料又は難燃性材料でない材料を使用することもあり得る。
※：配管フランジ等には，漏えい防止のため，不燃性ではないパッキン類が取り付けられていることから，燃焼試験により火災影響について評価を実施したものを使用する。
- (2) 変圧器及び遮断器に対する絶縁油等の内包
- 屋内の変圧器及び遮断器は，可燃性物質である絶縁油を内包していないものを使用する。



メタクラ（真空遮断器）



ロードセンタ（気中遮断器）
屋内の遮断器の例



コントロールセンタ（気中遮断器）

6. 火災の発生防止 不燃性材料又は難燃性材料の使用

(3) 難燃ケーブルの使用

- ケーブルは、実証試験により自己消火性（UL垂直燃焼試験）及び延焼性（IEEE383（光ファイバケーブルの場合はIEEE1202）垂直トレイ燃焼試験）を確認した難燃ケーブルを使用する。

(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

- 換気空調設備のフィルタは、チャコールフィルタを除き、「JIS L 1091 繊維製品の燃焼性試験方法」又は「JACA No.11A 空気清浄装置用ろ材燃焼性試験方法指針（公益社団法人 日本空気清浄協会）」を満足する難燃性材料を使用する。



フィルタ（例）：中央制御室空調換気系
外気処理装置 フィルタ

(5) 保温材に対する不燃性材料の使用

- 保温材は、平成12年建設省告示第1400号に定められたもの、建築基準法の不燃材料認定品、又は建築基準法に基づく試験により不燃性材料であることを確認したものを使用する。

建設省告示第1400号：ケイ酸カルシウム、金属等
不燃性材料認定品：ロックウール、パーライト等
建築基準法に基づく試験：ウレタン

(6) 建物内装材に対する不燃性材料の使用

- 建物の内装材は、ケイ酸カルシウム等、建築基準法で不燃性材料として認められたものを使用する。
- 中央制御室の床のカーペットは、消防法施行規則第四条の三に基づき、防災性能を有することを確認した材料を使用する。
- 耐放射線性、除染性、防塵性及び耐腐食性を確保するために、コンクリート表面及び原子炉格納容器内の床、壁に塗布するコーティング剤※は、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらないことを確認した塗料を使用する。

※：建築基準法に基づく発熱性試験（不燃性能確認）又は消防法に基づく防災性能試験により確認する。

6. 火災の発生防止 自然現象に対する火災防護対策

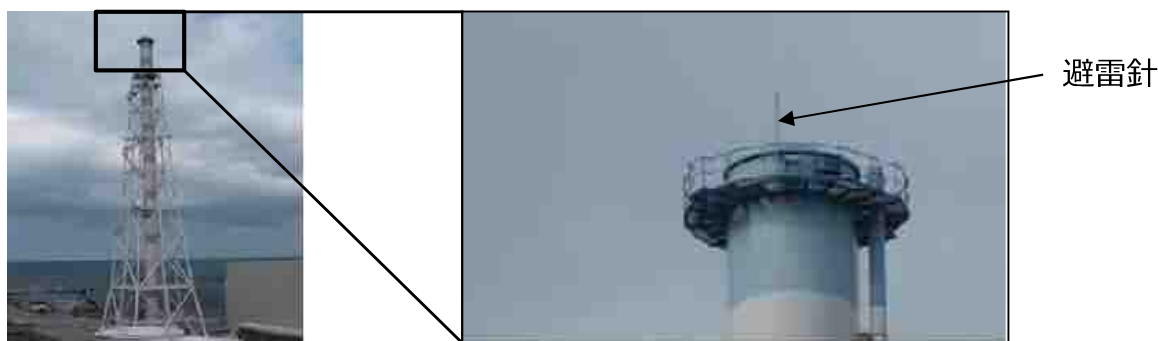
- 落雷，地震等の自然現象によって，発電用原子炉施設内の構築物，系統及び機器に火災が発生しないように，火災防護対策を講じる設計とする。

(1) 落雷による火災の発生防止

- 建築基準法に基づき，「JIS A 4201 建築物等の避雷設備（避雷針）」又は「JIS A 4201 建築物等の雷保護」に準拠した避雷設備（避雷針，架空地線，棟上導体）を設置する。

【避雷設備設置箇所】

原子炉建物（棟上導体，避雷針），廃棄物処理建物（棟上導体），排気筒（避雷針），サイトバンカ建物（棟上導体），緊急時対策所（避雷針），無線用通信鉄塔（避雷針）



避雷設備の設置例（排気筒）

(2) 地震による火災の発生防止

- 安全機能を有する構築物，系統及び機器は，耐震クラスに応じて十分な支持性能をもつ地盤に設置する。
- 設置許可基準規則第4条に示す要求を満足するよう，同解釈に従い耐震設計を実施する。
- 安全機能を有する構築物，系統及び機器の設置場所にある油内包の耐震 B クラス，C クラス機器は，基準地震動により油が漏えいしないよう設計する。

7. 火災の感知及び消火（火災感知設備）

火災感知設備の設置方針

➤ 火災感知設備及び消火設備は、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計とする。火災感知設備の設置方針を以下に示す。

内 容	火災感知設備の設置方針
<p>① 各火災区域における放射線，取付面高さ，温度，湿度，空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し，早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等をそれぞれ設置すること。また，その設置にあたっては，感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 環境条件等に応じて，原則として，アナログ式の「煙感知器」及び「熱感知器」を設置する。 ■ 設置にあたっては，消防法施行規則第23条第4項に従った設置条件で設置する。 ■ 周囲の環境条件から，アナログ式の感知器を設置することが適さない箇所には，誤作動防止を考慮した非アナログ式の感知器を設置する。 ■ 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の火災感知器は，安全機能を有する機器等の耐震クラスに応じて，地震に対して機能を維持できる設計とする。
<p>② 感知器については消防法施行規則第23条第4項に従い，感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。</p>	
<p>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。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 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。 ■ 非常用電源から電力が供給されるまでの間も火災の感知が可能となるように，蓄電池を設置する。
<p>④ 中央制御室で適切に監視できる設計であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 火災感知設備の火災受信機盤は，中央制御室及び補助盤室に設置し，中央制御室で平常時の状況監視及び火災現象（急激な温度や煙の濃度上昇）を把握できる設計とするとともに，作動した火災感知器を1つずつ特定できる設計とする。

7. 火災の感知及び消火（火災感知設備）

火災感知設備の設置方針

➤ 原則として、異なる感知方式であるアナログ式の煙感知器及び熱感知器を、以下のとおり設置する。

設置対象区域	具体的区域	周囲の環境条件と感知器の選定方針	種類	アナログ式／非アナログ式	非アナログ式火災感知器の特徴及び優位点	設置環境を踏まえた火災感知器の誤作動防止対策
通路部・部屋等	通路部・部屋等	<ul style="list-style-type: none"> 消防法施行規則に則り煙感知器と熱感知器を設置 	煙感知器	アナログ式	—	—
			熱感知器	アナログ式	—	—
放射線量が高い場所	原子炉格納容器	<ul style="list-style-type: none"> プラント運転中は高線量環境となることからアナログ式感知器を室内に設置すると故障する可能性あり プラント運転中の原子炉格納容器は窒素封入により不活性化しており火災の発生の可能性がないため、プラント運転中は受信機にて作動信号を除外 消防法施行規則に則り煙感知器と熱感知器を設置 	熱感知器	アナログ式	—	—
			煙感知器	アナログ式	—	—

7. 火災の感知及び消火（火災感知設備）

火災感知設備の設置方針

➤ 周囲の環境条件から、アナログ式の熱感知器及び煙感知器を設置することが適さない箇所の火災感知器等の選定を以下に示す。

設置対象区域	具体的区域	周囲の環境条件と感知器の選定方針	種類	アナログ式／非アナログ式	非アナログ式火災感知器の特徴及び優位点	設置環境を踏まえた火災感知器の誤作動防止対策
天井高さが高く、煙が拡散しない場所	原子炉建物オペレーティングフロア	<ul style="list-style-type: none"> 天井が高く大空間であり熱が周囲に拡散することから熱感知器による感知は困難 炎感知器は、非アナログ式であるが、炎が発する赤外線を検知するため、炎が生じた時点で感知することができ、火災の早期感知に優位 	光電分離式煙感知器	アナログ式	-	-
			炎感知器	非アナログ式（アナログ式炎感知器が存在しないため）	<ul style="list-style-type: none"> 炎感知器は、炎から放出される熱エネルギーの特有の波長成分とちらつきを赤外線により検出 非アナログ式の火災感知器であるが、火災の感知に時間遅れがなく、火災の早期感知が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 火災特有の性質を検出する赤外線方式を採用 外光が当たらず、高温物体が近傍にない箇所に設置
放射線量が高い場所	主蒸気トンネル室	<ul style="list-style-type: none"> プラント運転中は高線量環境となることからアナログ式感知器を室内に設置すると故障する可能性あり 放射線の影響を受けないよう検出器部位を当該エリア外に配置する煙吸引式検出設備、及び放射線の影響を受けにくい動作原理を有する非アナログ式の熱感知器を設置 	煙吸引式検出設備	アナログ式	-	-
			熱感知器（接点式）	非アナログ式（アナログ式接点式熱感知器が存在しないため）	<ul style="list-style-type: none"> 煙感知器以外の動作原理を有する感知器として熱感知器及び炎感知器等があるが放射線の影響を受けにくいものは非アナログ式の接点式熱感知器しかない 	<ul style="list-style-type: none"> 熱感知器は、作動温度が周囲温度より高い温度のものを選定

7. 火災の感知及び消火（火災感知設備）

火災感知設備の設置方針

設置対象区域	具体的区域	周囲の環境条件と感知器の選定方針	種類	アナログ式／非アナログ式	非アナログ式火災感知器の特徴及び優位点	設置環境を踏まえた火災感知器の誤作動防止対策
屋外エリア	海水ポンプエリア, B-非常用ディーゼル発電機給気消音器フィルタ室	<ul style="list-style-type: none"> 屋外であるため, エリア全体の火災を感知する必要があるが, 火災による煙が周囲に拡散し煙感知器による火災感知は困難 エリア全体の火災を感知するために, アナログ式の熱感知器及び非アナログ式の炎感知器を設置 	屋外仕様熱感知器	アナログ式	-	<ul style="list-style-type: none"> 降水等の浸入を考慮して, 屋外仕様等の火災感知器を選定することで, 火災感知器の故障を防止
			屋外仕様炎感知器	非アナログ式 (アナログ式炎感知器が存在しないため)	<ul style="list-style-type: none"> 炎感知器は, 炎から放出される熱エネルギーの特有の波長成分とちらつきを赤外線により検出 非アナログ式の火災感知器であるが, 火災の感知に時間遅れがなく, 火災の早期感知が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 降水等の浸入を考慮して, 屋外仕様等の火災感知器を選定することで, 火災感知器の故障を防止 太陽光の波長を識別できる感知器を採用することに加え, 遮光板を設置して誤作動を防止
	A, HPCS-ディーゼル燃料移送ポンプエリア, ディーゼル燃料貯蔵タンク設置区域	<ul style="list-style-type: none"> 屋外であるため, エリア全体の火災を感知する必要があるが, 火災による煙が周囲に拡散し煙感知器による火災感知は困難 エリア全体の火災を感知するために, アナログ式の熱感知器及び非アナログ式の炎感知器を設置 	屋外仕様防爆型熱感知器	非アナログ式 (アナログ式防爆型熱感知器が存在しないため)	<ul style="list-style-type: none"> 引火性又は発火性の雰囲気形成のおそれがあるため, 感知器作動時の爆発を考慮した防爆型の火災感知器を選定 	<ul style="list-style-type: none"> 降水等の浸入を考慮して, 屋外仕様等の火災感知器を選定することで, 火災感知器の故障を防止
			屋外仕様炎感知器	非アナログ式 (アナログ式炎感知器が存在しないため)	<ul style="list-style-type: none"> 炎感知器は炎から放出される熱エネルギーの特有の波長成分とちらつきを赤外線により検出 非アナログ式の火災感知器であるが, 火災の感知に時間遅れがなく, 火災の早期感知が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 降水等の浸入を考慮して, 屋外仕様等の火災感知器を選定することで, 火災感知器の故障を防止 太陽光の波長を識別できる感知器を採用することに加え, 遮光板を設置して誤作動を防止

7. 火災の感知及び消火（火災感知設備）

火災感知設備の設置方針

設置対象区域	具体的区域	周囲の環境条件と感知器の選定方針	種類	アナログ式／非アナログ式	非アナログ式火災感知器の特徴及び優位点	設置環境を踏まえた火災感知器の誤作動防止対策
引火性又は発火性の雰囲気形成するおそれがある場所	蓄電池室、B-ディーゼル燃料移送ポンプエリア及びケーブルトレンチ	<ul style="list-style-type: none"> 充電時に水素発生のおそれがある蓄電池室は、引火性又は発火性の雰囲気形成するおそれがあるため、防爆型の煙感知器及び熱感知器を設置 B-ディーゼル燃料移送ポンプエリア及びケーブルトレンチは、格納槽内の区画であり、引火性又は発火性の雰囲気形成するおそれがある場所であるため、万一の軽油燃料の気化を考慮し、防爆型の煙感知器及び熱感知器を設置 	防爆型煙感知器	非アナログ式（アナログ式防爆型煙感知器が存在しないため）	<ul style="list-style-type: none"> 引火性又は発火性の雰囲気形成するおそれがあるため、感知器作動時の爆発を考慮した防爆型の火災感知器を選定 	<ul style="list-style-type: none"> 蓄電池室は、誤作動を誘発する蒸気等が発生する設備がない 換気空調設備により安定した室内環境を維持
			防爆型熱感知器	非アナログ式（アナログ式防爆型熱感知器が存在しないため）		<ul style="list-style-type: none"> 熱感知器は、作動温度が周囲温度より高い温度のものを選定
制御盤内	中央制御室及び補助盤室※に設置の制御盤	<ul style="list-style-type: none"> 火災の影響軽減の観点から、制御盤内に高感度の煙感知器（煙吸引式）を設置 	煙吸引式検出設備	アナログ式	—	—

※：中央制御室及び補助盤室には、アナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置

7. 火災の感知及び消火（火災感知設備）

火災感知設備の設置方針

➤ 以下に示す火災区域は、火災の影響を受けることが考えにくいことから、消防法又は建築基準法に基づき火災感知器を設置する。

設置対象区域	具体的区域	周囲の環境条件と感知器の選定方針
消防法又は建築基準法に基づき設置する場所	タービン建物1階、2階及び3階フロア	<ul style="list-style-type: none"> タービン建物は、地下1階に火災防護対象機器が設置されているが、復水器周辺の開口により地下1階から3階まで空間がつながっているため、タービン建物全体を一つの火災区域として設定している。 地下1階以外は、火災防護対象機器が設置されておらず、復水器周辺の開口を除き、各フロアはコンクリートの床により分離されているため、安全機能が影響を受けることは考えにくい。
	海水ポンプエリアのうち北側エリア	<ul style="list-style-type: none"> 海水ポンプエリアは、北側エリアと原子炉補機海水ポンプ設置エリアが、一部、開口でつながっているため、一つの火災区域として設定している。 北側エリアは、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが設置されておらず、一部開口を除き、コンクリートの壁により分離されているため、安全機能が影響を受けることは考えにくい。
	不燃性材料であるコンクリート又は金属により構成された火災防護対象機器のみを設けた火災区域	<ul style="list-style-type: none"> 不燃性材料であるコンクリート又は金属により構成された配管、容器、タンク、手動弁、コンクリート構築物は、流路、バウンダリとしての機能が火災により影響を受けることは考えにくい。
	フェイルセーフ設計の設備のみが設置された火災区域	<ul style="list-style-type: none"> 火災により動作機能を喪失した場合であっても、安全機能が影響を受けることは考えにくい。
	排気筒モニタ設置区域	<ul style="list-style-type: none"> 放射線モニタ検出器は、異なる区分の検出器をそれぞれ異なる火災区域に設置する。これにより、火災発生時に同時に監視機能を喪失することは考えにくい。 重要度クラス3の設備として火災に対して代替性を有する。

7. 火災の感知及び消火（火災感知設備） 火災感知設備の設置方針

➤ 以下に示す火災区域は、火災の影響を受けることが考えにくいことから、火災感知器を設置しない。

設置対象区域	具体的区域	周囲の環境条件と感知器の選定方針
火災感知器を設置しない場所	格納容器所員用エアロック及び機器搬出入用ハッチ室	<ul style="list-style-type: none"> 照明設備以外の発火源となるようなものが設置されておらず、可燃物管理により可燃物を持ち込まない運用とし、通常時（プラント運転中）は、ハッチにて閉鎖されており、照明の電源を「切」運用とすることから、火災が発生するおそれはない。 原子炉の低温停止及び起動中のハッチ開放時は、通路の火災感知器にて感知が可能である。
	ルーバー室、A、HPCS-非常用ディーゼル発電機給気消音器フィルタ室	<ul style="list-style-type: none"> 照明設備以外の発火源となるようなものが設置されておらず、可燃物管理により可燃物を持ち込まない運用とし、コンクリートの壁で囲まれていることから、火災の影響を受けない。
	非常用ディーゼル発電機排気管室	<ul style="list-style-type: none"> 排気を屋外に通すための部屋であり、照明設備以外の発火源となるようなものが設置されておらず、可燃物管理により可燃物を持ち込まない運用とし、コンクリートの壁で囲まれていることから、火災の影響を受けない。
	燃料プール	<ul style="list-style-type: none"> 内部が水で満たされており、火災が発生するおそれはない。

8. 火災の感知及び消火（消火設備）

消火設備の設置方針

- 火災感知設備及び消火設備は、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計とする。消火設備の設置方針を以下に示す。

内 容	消火設備の設置方針
1. 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画に設置する消火設備	<ul style="list-style-type: none"> ■ 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構築物、系統及び機器を設置する火災区域に設置する消火設備は、当該構築物、系統及び機器の設置場所が、火災発生時の煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難となるかを考慮する。
2. 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画に設置する消火設備	<ul style="list-style-type: none"> ■ 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火災区域に設置する消火設備は、当該火災区域が、火災発生時の煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画であることを考慮する。
3. 消火用水供給系の多重性又は多様性の考慮	<p>【補助消火水槽を水源とする例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 水源のうち、補助消火水槽（約200m³）を2基設置し、多重性を有する設計とする。 ■ 消火ポンプは、電動機駆動消火ポンプを2台設置し、多重性を有する設計とし、外部電源喪失時であっても機能を喪失しないよう、電源は非常用電源より供給する。

8. 火災の感知及び消火（消火設備）

消火設備の設置方針

内 容	消火設備の設置方針
4. 系統分離に応じた独立性の考慮	<ul style="list-style-type: none"> ■ 火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルの系統分離のために設けた火災区域に設置する全域ガス消火設備は、区域ごとに設置する。 ■ 系統分離された火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを設置するそれぞれの火災区域に対して1つの消火設備で消火を行う場合は、系統分離に応じた独立性を備えた設計とする。
5. 火災に対する二次的影響の考慮	<ul style="list-style-type: none"> ■ 全域ガス消火設備は、電気絶縁性の高いガスを採用することで、火災が発生している火災区域からの火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、流出流体、断線及び爆発等の二次的影響が、火災が発生していない安全機能を有する構築物、系統及び機器に及ぼさない設計とする。 ■ 防火ダンパを設け、煙の二次的影響が、安全機能を有する構築物、系統及び機器に及ぼさない設計とする。 ■ 消火設備のボンベ及び制御盤は、消火ガス放出エリアとは別のエリアに設置し、火災による熱の影響を受けても破損及び爆発が発生しないよう、ボンベに接続する安全弁によりボンベの過圧を防止する。
6. 想定火災の性質に応じた消火剤の容量	<ul style="list-style-type: none"> ■ 全域ガス消火設備は、消防法施行規則第20条に基づき、単位体積あたり必要な消火剤（ハロゲン化物：ハロン1301）を配備する。 ■ 複数の場所に対して消火する設備の消火剤の容量は、複数の消火対象場所のうち必要な消火剤が最大となる場所の必要量以上となるよう設計する。 ■ 火災区域に設置する消火器は、消防法施行規則に基づき延床面積又は床面積から算出される必要量の消火剤を配備する。
7. 移動式消火設備の配備	<ul style="list-style-type: none"> ■ 移動式消火設備は、実用炉規則第83条第5号に基づき、消火ホース等の資機材を備え付けている化学消防自動車（1台、泡消火薬剤500L/台、水槽1,300L/台）、小型動力ポンプ付水槽車（1台、水槽5,000L/台）、泡消火薬剤（1,000L）を配備する。

8. 火災の感知及び消火（消火設備） 消火設備の設置方針

内 容	消火設備の設置方針
8. 消火用水の最大放水量の確保	■ 消火用水供給系の水源の供給先である屋内，屋外の消火栓は，消防法施行令第11条及び第19条を満足するよう，2時間の最大放水量（120m ³ ）を確保する。
9. 水消火設備の優先供給	■ 消火用水供給系は，水道水系等と共用する場合には，隔離弁を設置し通常全閉し，消火用水供給系の供給を優先する。
10. 消火設備の故障警報	■ 消火ポンプ，全域ガス消火設備等の消火設備は，電源断等の故障警報を中央制御室に吹鳴する設計とする。
11. 消火設備の電源確保	■ 消火用水供給系のうち電動機駆動消火ポンプは，外部電源喪失時でも起動できるように非常用電源から電源を確保する。 ■ 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の全域ガス消火設備は，外部電源喪失時にも消火が可能となるよう，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も設ける。
12. 消火栓の配置	■ 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又は火災区画に設置する消火栓は，消防法施行令第11条及び第19条に準拠し，屋内は消火栓から半径25mの範囲を考慮して配置し，屋外は消火栓から半径40mの範囲を考慮して配置することによって，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。

8. 火災の感知及び消火（消火設備） 消火設備の設置方針

内 容	消火設備の設置方針
13. 固定式消火設備等の職員退避警報	■ 固定式消火設備（全域ガス消火設備）は、作動前に職員等の退出ができるように警報を吹鳴し、20秒以上の時間遅れをもってガスを放出する設計とする。
14. 管理区域内からの放出消火剤の流出防止	■ 管理区域内で放出した消火水は、放射性物質を含むおそれがあることから、汚染された液体が管理されない状態で管理区域外へ流出することを防止するため、管理区域と非管理区域の境界に堰等を設置するとともに、建物内排水系によって液体廃棄物処理系に回収し、処理する設計とする。 ■ 万一、流出した場合であっても建物内排水系から系外に放出する前にサンプリングを実施し、検出が可能な設計とする。
15. 消火用非常照明	■ 建物内の消火栓、消火設備現場盤の設置場所及び設置場所への経路には、移動及び消火設備の操作を行うため、8時間以上の容量の蓄電池を内蔵する照明器具を設置する。

8. 火災の感知及び消火（消火設備） 全域ガス消火設備

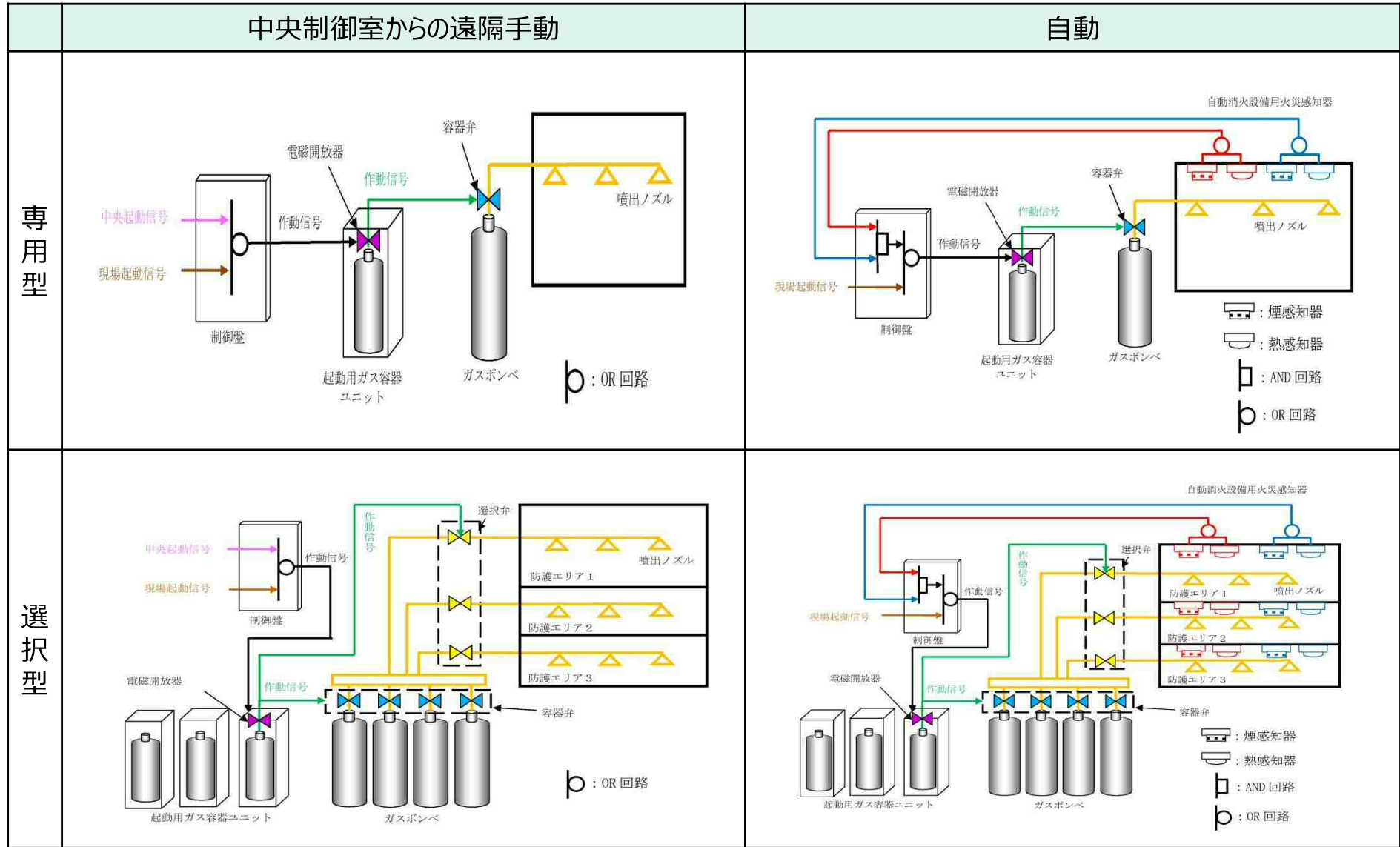
- 安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域は，基本的に「煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域」として設定し，当該区域に必要な固定式消火設備として，人体，設備への影響を考慮し，「全域ガス消火設備（自動又は中央制御室からの遠隔手動）」を設置する。
- 全域ガス消火設備は，単一の部屋に対して使用する専用型と，複数の部屋の火災発生時に当該火災エリアを選択する選択型を設置する。

全域ガス消火設備の仕様の概要

項 目		消火設備の設置方針
消火剤	消火薬剤	ハロン1301
	消火原理	燃焼連鎖反応抑制（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	消防法その他関係法令
	火災感知	火災感知器（複数の感知器のうち2系統の作動信号）
	放出方式	自動起動又は手動起動
	消火方式	全域放出方式
	電 源	非常用電源及び蓄電池を盤内に設置

8. 火災の感知及び消火（消火設備） 全域ガス消火設備

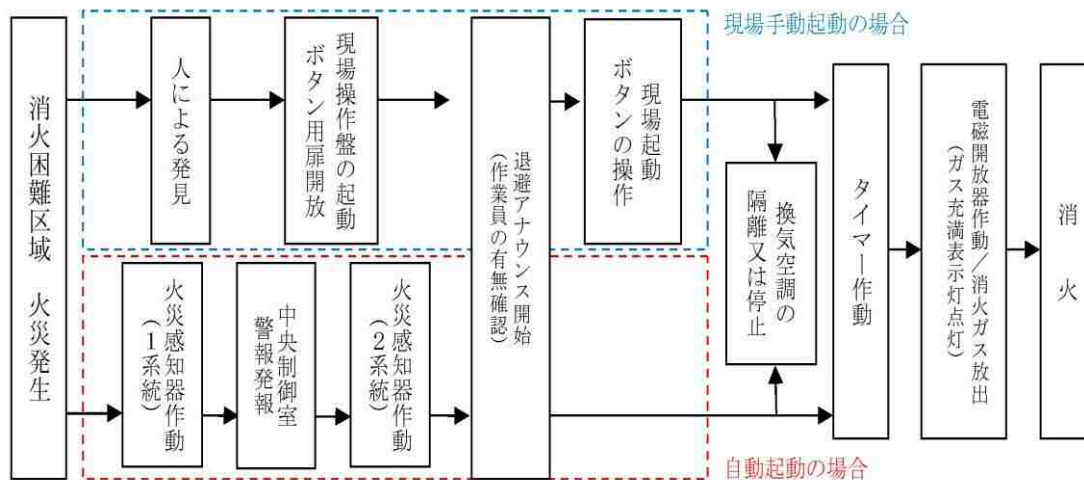
➤ 全域ガス消火設備の概要を以下に示す。



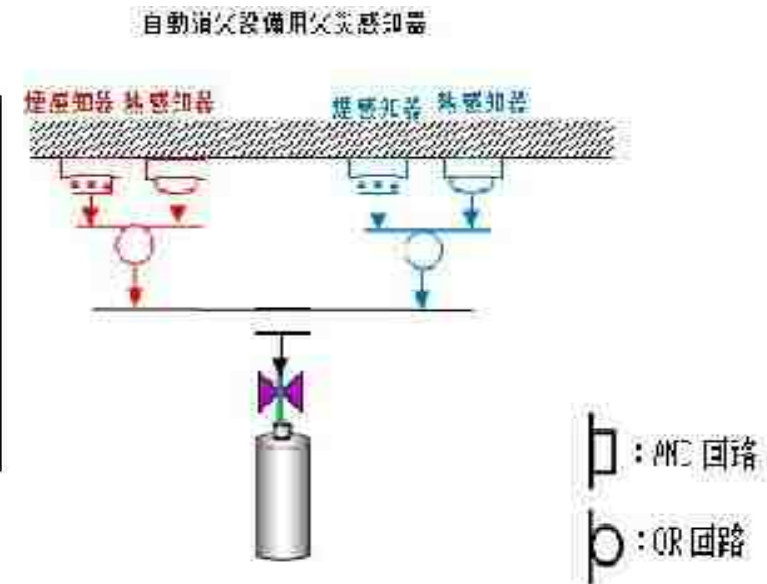
8. 火災の感知及び消火（消火設備）

全域ガス消火設備

- 全域ガス消火設備（自動）の起動条件は、誤作動防止の観点から自動消火設備専用の煙感知器と熱感知器のOR回路1系統が作動した場合、注意喚起として中央制御室に警報が発報され、2系統が作動した場合、自動起動する設計とする。
 - 人による火災発見時に早期消火ができるよう、現地（火災エリア外）での手動起動が可能な設計とする。
 - 煙感知器又は熱感知器のうち一方の誤作動、不動作により消火設備が自動起動しない場合であっても、もう一方の感知器の作動によって中央制御室に警報が発報するため、運転員による現場手動起動が可能な設計とする。



全域ガス消火設備（自動）の火災発生時の信号の流れ



全域ガス消火設備（自動）起動条件

8. 火災の感知及び消火（消火設備）

消火活動が困難とならない箇所の消火設備

- 火災発生時の煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難となるかを考慮した結果、消火活動が困難とならない箇所は、消火器又は移動式消火設備にて消火する。

対象エリア	内 容
屋外の火災区域（海水ポンプエリア，A ,H PCS -ディーゼル燃料移送ポンプエリア）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 屋外開放であり，火災が発生しても，煙は大気に開放され，煙の充満により消火活動は困難とならないため。
可燃物の設置状況等により火災が発生しても煙が充満しない火災区域 （非常用ディーゼル室送風機室及びH PCSディーゼル室送風機室，非常用ディーゼル発電機給気消音器フィルタ室及びH PCS給気消音器フィルタ室，復水系配管室）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 当該エリアの状況から，可燃物が少なく，機器の配置状況及び環境条件から火災が発生した場合でも，火災規模は小さいことから，煙の充満の可能性は低いと判断できるため。 ■ 不要な可燃物を持ち込まないよう，可燃物管理を実施するとともに，点検に係る資機材等の可燃物を一時的に仮置きする場合は，不燃シートで養生を実施する。 ■ 非常用ディーゼル室送風機室等は，屋外と通じているため，煙は大気に開放され，煙の充満により消火活動は困難とならないため。
原子炉建物オペレーティングフロア	<ul style="list-style-type: none"> ■ 大空間となっており，煙の充満により消火活動が困難とならないため。 ■ 原子炉建物天井クレーン，燃料取替機等があるが，使用時以外は電源「切」の運用とし，可燃物管理等を行い，可燃物を少なく管理する。
中央制御室，運転員控室及び補助盤室	<ul style="list-style-type: none"> ■ 中央制御室に常駐する運転員によって早期の火災感知及び消火活動が可能のため。
原子炉格納容器	<ul style="list-style-type: none"> ■ 原子炉格納容器の空間体積（約7,900m³）に対してパージ排風機の容量が25,000m³/hであることから，煙の充満により消火活動が困難とならないため。
ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	<ul style="list-style-type: none"> ■ ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク室は，屋外に設置されており，煙は大気に放出されることから，煙の充満により消火活動が困難とならないため。なお，タンク室内は，乾燥砂が充てんされており，タンク室内の火災の発生は防止できる。

8. 火災の感知及び消火（消火設備）

消火活動が困難とならない箇所の消火設備

➤ 可燃物の設置状況等により火災が発生しても煙が充満しない火災区域の例を以下に示す。

【A-非常用ディーゼル室送風機室】

- A-非常用ディーゼル室送風機室には、送風機、電動機及び火山灰対策フィルタが設置されており、不燃性、難燃性材料で構成されているうえ、可燃物として軸受の潤滑油グリスがあるが不燃性材料である金属で覆われており、設備外部に燃え広がることはない。
- その他に可燃物はなく、ケーブルは電線管及び金属製の可とう電線管に布設している。
- 可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、火災が発生した場合でも火災規模は小さく、設備の設置状況及び当該エリア容積を踏まえても煙の充満により消火活動が困難とはならないと判断できる。

(設置されている機器)



電動機及び電線管



送風機及び
火山灰対策フィルタ

9. 火災の影響軽減（系統分離）

系統分離の基本方針

- 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内の火災及び隣接する火災区域における火災の影響に対し，火災の影響軽減のための対策を講じる設計とする。

内 容		分離方針
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。		<ul style="list-style-type: none"> ■ 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（壁厚123mm以上）又は3時間以上の耐火能力を有する耐火壁（耐火障壁，貫通部シール，防火扉，防火ダンパ）により他の火災区域から分離する。
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。	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。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 互いに相違する系統の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを、3時間以上の耐火能力を確認した隔壁等（耐火間仕切り，耐火ラッピング）で分離する。
	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。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 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、水平距離6m以上の離隔距離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する。 ■ 本分離措置を講じている箇所はない。
	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。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 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、1時間以上の耐火能力を確認した隔壁（耐火ラッピング等）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する。

9. 火災の影響軽減（系統分離）

系統分離の考え方

- 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安全機能を有する構築物，系統及び機器における「その相互の系統分離」を行う際には，単一火災の発生によって，相互に分離された安全系区分のすべての安全機能が喪失することのないよう，原則，安全系区分Ⅰ，Ⅲと安全系区分Ⅱの境界を火災区域の境界として3時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等で分離する。
- 中央制御室及び補助盤室，ケーブル処理室及び計算機室並びに原子炉格納容器は，上記の対策を講じることが困難なため，ケーブルの布設状況を踏まえた火災の影響軽減対策を講じる。

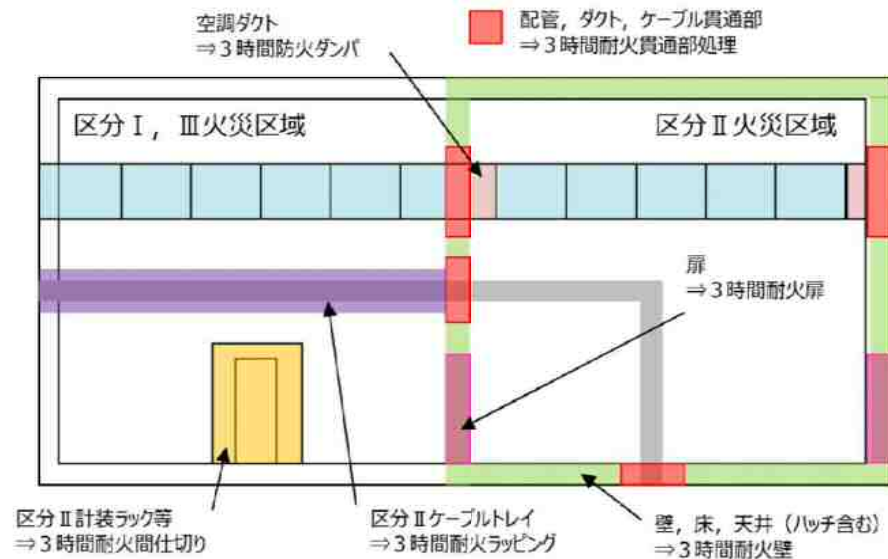
区分Ⅱと区分Ⅰ，Ⅲの境界を火災区域として3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離



単一火災によっても区分Ⅱと区分Ⅰ，Ⅲ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

安全系区分	区分Ⅱ	区分Ⅰ	区分Ⅲ
高温停止	原子炉隔離時冷却系 [RCIC]	-	高圧炉心スプレイ系 [HPCS]
低温停止	自動減圧系(B) [SRV(ADS(B))]	自動減圧系(A) [SRV(ADS(A))]	-
	残留熱除去系 [RHR(B)]	残留熱除去系 [RHR(A)]	-
	残留熱除去系 [RHR(C)]	低圧炉心スプレイ系 [LPCS]	-
	原子炉補機冷却系 [RCW(B)]	原子炉補機冷却系 [RCW(A)]	高圧炉心スプレイ系補機冷却系 [HPCW]
	原子炉補機海水系 [RSW(B)]	原子炉補機海水系 [RSW(A)]	高圧炉心スプレイ系補機海水系 [HPSW]
動力電源	非常用ディーゼル発電機(B)	非常用ディーゼル発電機(A)	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(H)
	非常用交流電源(B)	非常用交流電源(A)	非常用交流電源 (HPCS)
	非常用直流電源(B)	非常用直流電源(A)	高圧炉心スプレイ系直流電源(H)

3時間耐火能力を有する隔壁等による系統分離の概要



火災の影響軽減対策の全体イメージ

9. 火災の影響軽減（系統分離） 3時間耐火隔壁等（3時間耐火ラッピング）

- ▶ 火災防護対象ケーブル（難燃ケーブルを使用）に係る火災の影響軽減対策としては、審査基準を考慮し、ケーブルトレイ及び電線管に対して、3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離することを採用し、3時間耐火ラッピングを設置し分離している。
- ▶ ケーブルトレイへ施工する場合には、5層構造（吸熱材、パイロジェル、FF又はFFB IO ブランケット）のラッピングを設置する。

【ケーブルトレイ3時間耐火ラッピング設置における考え方】

ラッピング内の火災に対しては、以下の理由から、早期の消火活動は必要ではなく、また、設備故障警報によりケーブルの異常状態の確認は可能であると考える。

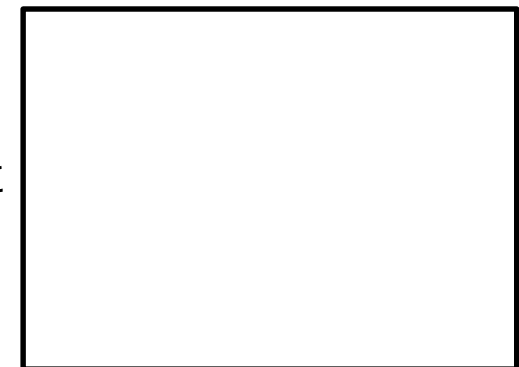
- ラッピング内で火災が発生した場合を考慮し、実証試験により、窒息消火できることを確認している。
- 難燃ケーブルを使用しているため、外部に延焼せず自己消火するため、ラッピング内で火災が継続することはない。
- ラッピング内の火災は、短絡等の過電流によるケーブル火災が考えられるが、ケーブル火災が発生した場合、保護リレーが作動し、直ちに電源が遮断されることから、ケーブルの異常状態は設備故障警報で確認することができる。

【ケーブルトレイ3時間耐火ラッピング内の火災発生箇所の特定】

火災による発生箇所の特定を容易にする観点から、ラッピング内の火災感知のための感知設備を設置する。なお、感知設備は、実証試験により、その感知性能を確認した煙感知器を設置する。



ケーブルトレイラッピングの設置イメージ



ケーブルトレイラッピングの構造イメージ

9. 火災の影響軽減（系統分離） 耐火壁及び隔壁等の耐久試験

- 火災区域の境界を構成する耐火壁及び隔壁等について、火災耐久試験によって耐久性能を確認し、1時間／3時間の耐火性能を有していることを確認する。

耐火壁及び隔壁等の仕様等

種類		仕様等	
3時間の耐火壁	(1) 耐火障壁	耐火被覆材	鉄板 + 耐火被覆材又は発泡性耐火被覆材
		耐火ボード	耐火パネル
	(2) 貫通部シール	配管貫通部	FFブランケット, モルタル
		ケーブルトレイ貫通部	ハイシール, ロックウール 等
		電線管貫通部	ハイシール, ロックウール 等
	(3) 防火扉	片開き/両開き扉, ドアクローザ（発炎対策品）	
(4) 防火ダンパ	鉄板, 鉄鋼材 等		
3時間の隔壁等	(5) 耐火間仕切り		鉄板, ロスリムボードGH, FF又はFFB IO ブランケット
	(6) ケーブルトレイ耐火ラッピング	ラッピングタイプ	吸熱材, パイロジェル, FF又はFFB IO ブランケット
		ボードタイプ	鉄板, ロスリムボードGH, FF又はFFB IO ブランケット
(7) 電線管耐火ラッピング		吸熱材, パイロジェル, FF又はFFB IO ブランケット	
1時間の隔壁等※	(1) 電線管耐火ラッピング		吸熱材, パイロジェルXT, FFB IO ブランケット, SUS鋼板
	(2) フレキシブル電線管耐火ラッピング		フレキシブル電線管, SKタイカシート
	(3) ケーブルトレイ耐火ラッピング		火災耐久試験を実施し, 耐火性能を確認したものを使用





※：現地の施工性等から、3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離ができない場合には、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対して、1時間の耐火能力を有している隔壁等を使用する。

9. 火災の影響軽減（系統分離）

3時間耐火壁及び隔壁等の耐久試験

耐火障壁の火災耐久試験結果

試験体		3時間耐火の確認方法	判定基準	結果
(1) 耐火障壁	耐火被覆材	建築基準法 (ISO 834の加熱曲線で3時間加熱した際に、判定基準を満足するか確認)	①火炎が通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	良
	耐火ボード			良





(1) 耐火障壁（耐火被覆材）		(1) 耐火障壁（耐火ボード）	
開始前	3時間後 (試験終了後)	開始前	3時間後 (試験終了後)
			

※：試験前後の写真は一例を示す。

9. 火災の影響軽減（系統分離） 3時間耐火壁及び隔壁等の耐久試験

貫通部シールの火災耐久試験結果

試験体		3時間耐火の確認方法	判定基準	結果
(2) 貫通部 シール	配管貫通部	建築基準法 (ISO 834の加熱曲線で3時間加熱した際に、判定基準を満足するか確認)	①火炎が通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	良
	ケーブルトレイ貫通部			良
	電線管貫通部			良

(2) 貫通部シール (配管貫通部)		(2) 貫通部シール (ケーブルトレイ貫通部)		(2) 貫通部シール (電線管貫通部)	
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)
					






※：試験前後の写真は一例を示す。

9. 火災の影響軽減（系統分離） 3時間耐火壁及び隔壁等の耐久試験

防火扉，防火ダンパ及び耐火間仕切りの火災耐久試験結果

試験体	3時間耐火の確認方法	判定基準	結果
(3) 防火扉	建築基準法 (ISO834の加熱曲線で3時間加熱した際に，判定基準を満足するか確認)	①火炎が通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	良
(4) 防火ダンパ			良
(5) 耐火間仕切り			良※1

※1：耐火間仕切りの試験体においては，試験後の耐火間仕切り内部の損傷状態，煤等の付着がないことを確認し，判定基準②③の試験結果を良と判定した。

(3) 防火扉		(4) 防火ダンパ		(5) 耐火間仕切り	
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)
					

※2：試験前後の写真は一例を示す。

9. 火災の影響軽減（系統分離）







3時間耐火壁及び隔壁等の耐久試験

ケーブルトレイ耐火ラッピング及び電線管耐火ラッピングの火災耐久試験結果

試験体		3時間耐火の確認方法	判定基準※1	結果
(6) ケーブルトレイ耐火ラッピング	ラッピングタイプ	建築基準法 (ISO 834の加熱曲線で3時間加熱した際に、判定基準を満足するか確認)	①耐火ラッピングの非加熱側の温度上昇値が平均139K, 最大181Kを超えないこと。 ②火災耐久試験及び放水試験※2においてケーブルトレイ等が見える貫通口が生じないこと。	良
	ボードタイプ			良
(7) 電線管耐火ラッピング				良

※1：REGULATORY GUIDE 1.189 Rev.2:Appendix Cの規定に基づく。

※2：ケーブルトレイ耐火ラッピングのボードタイプは除く。

(6) ケーブルトレイ耐火ラッピング (ラッピングタイプ)		(6) ケーブルトレイ耐火ラッピング (ボードタイプ)		(7) 電線管耐火ラッピング	
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)
					

※3：試験前後の写真は一例を示す。

9. 火災の影響軽減（系統分離）

1時間耐火壁及び隔壁等の耐久試験

電線管耐火ラッピングの火災耐久試験

試験体	1時間耐火の確認方法	判定基準	結果
(1) 電線管耐火ラッピング	建築基準法 (ISO 834に基づく加熱曲線 で1時間加熱した際に、判 定基準を満足するか確認)	①電線管表面の温度上昇が、平均で140K以下、最高で180K 以下であること。*1 ②ケーブルシース表面温度が171℃*2を超えないこと。 ③非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。*1 ④非加熱面側へ10秒を超えて継続する発煙がないこと。*1 ⑤火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。*1 ⑥導通があること。(断線していないこと) ⑦試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと。*3	良*4

※1：建築基準法に基づく防火設備性能試験の壁に要求される耐火性能の判定基準から選定。

※2：LOCA試験時最大温度。

※3：電気設備に関する技術基準（第58条 低圧の回路の絶縁性能）に基づき選定。

- 使用電圧300Vを超えるもの：0.4MΩ以上

※4：試験後の電線管耐火ラッピングの損傷状態、煤等の付着がないことを確認し、判定基準③④の試験結果を良と判定した。



※5：試験前後の写真は一例を示す。

9. 火災の影響軽減（系統分離） 1時間耐火壁及び隔壁等の耐久試験

フレキシブル電線管耐火ラッピングの火災耐久試験

試験体	1時間耐火の確認方法	判定基準	結果
(2) フレキシブル電線管耐火ラッピング	建築基準法 (加熱温度がISO 834の加熱曲線の最大温度945.4℃以上になるように試験体下部からバーナで1時間加熱した際に、判定基準を満足するか確認)	①導通があること。(断線していないこと) ②試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと。※1	良

※1：電気設備に関する技術基準（第58条 低圧の電路の絶縁性能）に基づき選定。

- 使用電圧300Vを超えるもの：0.4MΩ以上



※2：試験前後の写真は一例を示す。

9. 火災の影響軽減（系統分離）

影響軽減に関する主な特徴

▶ 島根2号炉における影響軽減対策に関する主な特徴を以下に示す。

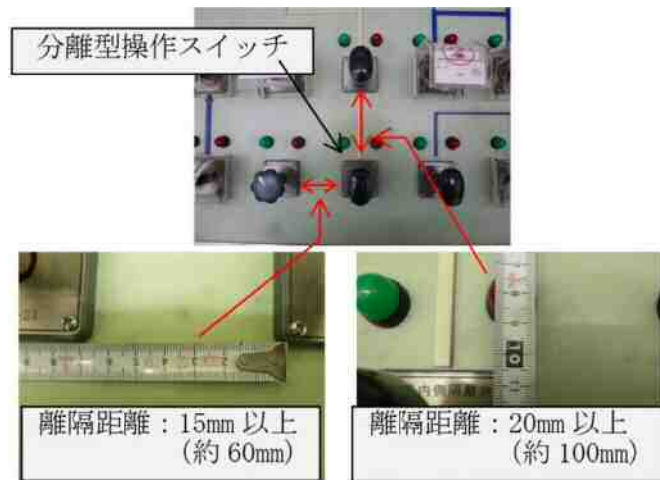
対象エリア	エリアの状況	影響軽減対策の方針
中央制御室 及び補助盤室 の制御盤内	中央制御室及び補助盤室の制御盤内の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは、運転員の操作性及び視認性向上を目的として近接して設置することから、互いに相違する系列の水平距離を6m以上確保することや互いに相違する系列を1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離することが困難である。	<p>火災により中央制御室及び補助盤室の制御盤の1つの区画の安全機能が全て喪失しても、他の区画の制御盤は機能が維持されることを確認した。</p> <p>①離隔距離等による系統分離 スイッチ、配線等の構成部品に単一火災を想定しても、近接する他の構成部品に影響が波及しないことを確認した実証試験の知見に基づき分離する。</p> <p>②高感度煙検出設備の設置による早期の火災感知 中央制御室及び補助盤室内には、異なる2種類の火災感知器を設置することに加え、制御盤内へ高感度煙検出設備を設置する。</p> <p>③常駐する運転員による早期の消火活動 常駐する運転員が早期に消火活動を実施する手順を定める。</p>
原子炉 格納容器	原子炉格納容器内は、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の設置が困難である。 運転中の原子炉格納容器は、閉鎖した状態で長期間高温かつ高線量環境となることから、アナログ式の火災感知器が故障する可能性がある。	<p>原子炉格納容器内は、プラント運転中は窒素ガスが封入され雰囲気の不活性化されていることから、火災の発生は想定されない。</p> <p>一方、窒素ガスが封入されていない期間のほとんどは原子炉が低温停止に到達している期間であるが、わずかではあるものの原子炉が低温停止に到達していない期間もあることを踏まえ、以下の対策を講じる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 持込み期間、可燃物量、持込み場所等を管理する。 ・ 異なる区分の機器等を可能な限り離隔して配置し、異なる区分の機器間にある介在物（ケーブル、電磁弁）は金属製の筐体に収納する。 ・ アナログ式の異なる感知方式の火災感知器を設置する。
ケーブル 処理室及び 計算機室	ケーブル処理室及び計算機室の火災防護対象ケーブルは、中央制御室及び補助盤室の制御盤から異区分のケーブルが近接した状態で布設されることから、互いに相違する系列の水平距離を6m以上確保することや互いに相違する系列を3時間以上の耐火能力を有する隔壁で分離することが困難である。	<p>ケーブル処理室及び計算機室は、以下の対策を講じる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 異なる区分の火災防護対象ケーブルを布設する場合は、1時間の耐火能力を有する隔壁（耐火ラッピング、耐火シート）により分離する。 ・ アナログ式の異なる感知方式の火災感知器（煙・熱感知器）を設置する。 ・ 全域ガス自動消火設備（消火薬剤：ハロン1301）を設置する。 <p>なお、異なる区分のケーブル処理室間は、3時間の耐火能力を有する耐火壁で分離する。</p>

9. 火災の影響軽減（系統分離）

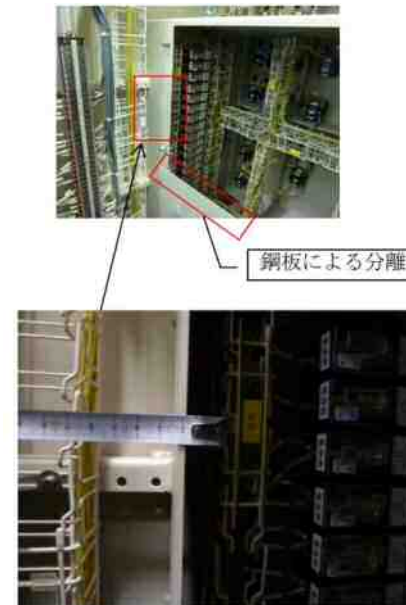
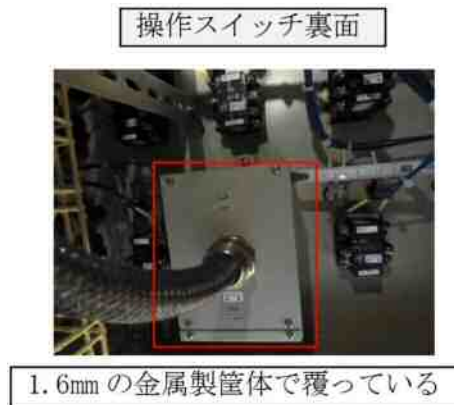
（1）中央制御室及び補助盤室の制御盤内の火災防護

① 離隔距離等による系統分離

- スイッチ、配線等の構成部品に単一火災を想定しても、近接する他の構成部品に影響が波及しないことを確認した実証試験の知見に基づき分離する。
 - 制御盤は、厚さ3.2mm以上の金属製筐体で覆う。
 - 安全系異区分が混在する制御盤内では、区分間に厚さ3.2mm以上の金属製バリアを設置するとともに盤内配線ダクトの離隔距離を3cm以上確保する。
 - 安全系異区分が混在する制御盤内にある操作スイッチは、厚さ1.6mm以上の金属製筐体で覆う。
 - 安全系異区分が混在する制御盤内にある配線は、金属製バリアにより覆う。
 - 当該ケーブルに火災が発生しても延焼せず、また、周囲への火災の影響を与えない金属外装ケーブル、難燃ビニル電線、難燃性ポリフレックス及びテフゼル電線を使用する。



()：実機計測値



()：実機計測値

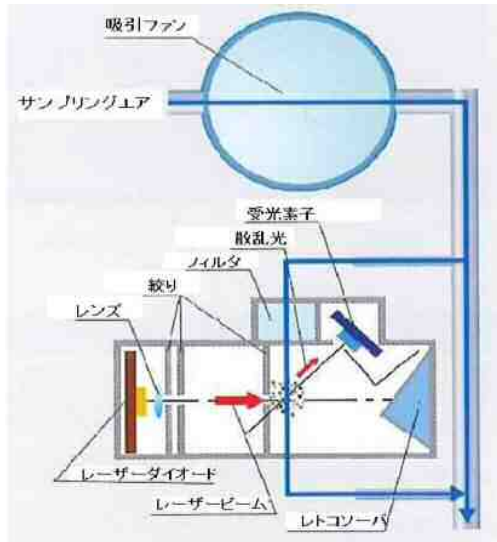
中央制御室及び補助盤室の制御盤内のバリア状況

9. 火災の影響軽減（系統分離）

（1）中央制御室及び補助盤室の制御盤内の火災防護

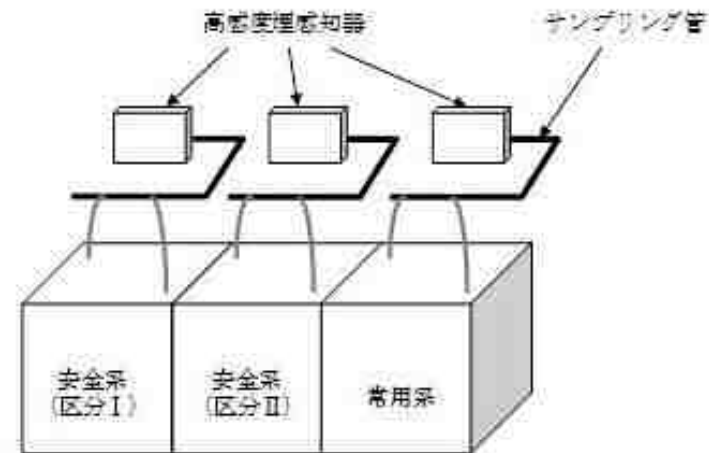
②高感度煙検出設備の設置による早期の火災感知

- 中央制御室及び補助盤室内には、異なる感知方式の火災感知器（煙感知器及び熱感知器）を設置することに加え、制御盤内へ高感度煙検出設備を設置する。
- 盤内のケーブル延焼火災の初期段階を検知するため、制御装置や電源盤用が開発された、吸引式の高感度煙検出設備（感度：煙濃度0.001～20%/m）を設置する。



サンプリングエアは、吸引ファン内部で攪拌・均一化された後、フィルタにより塵埃を除去し、高感度における誤作動防止を図る。

高感度煙検出設備 概要図



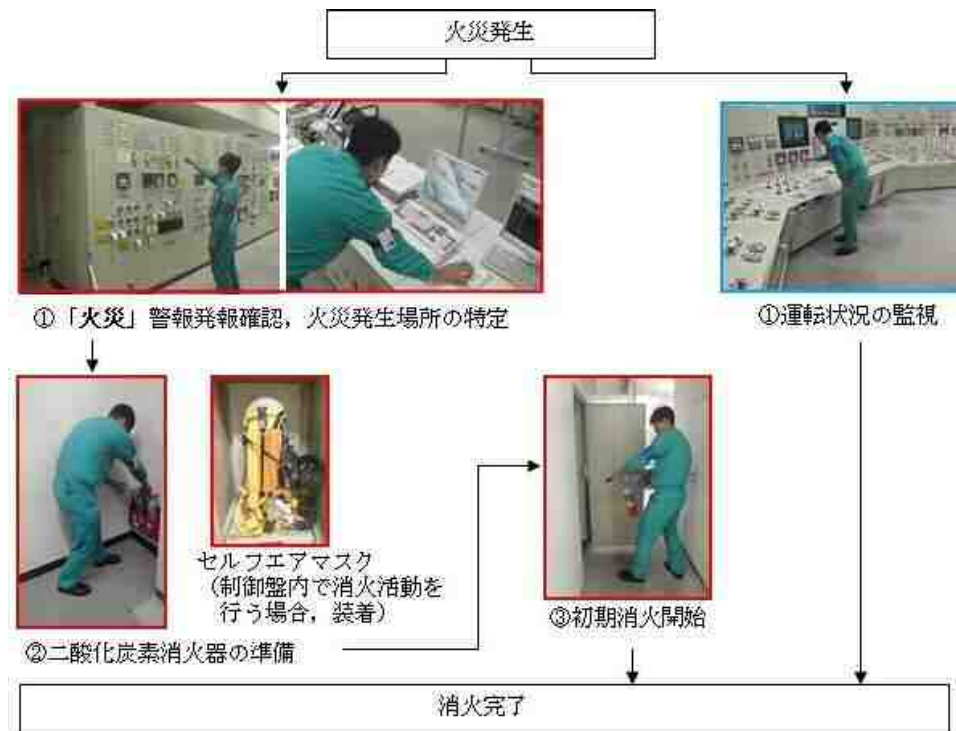
高感度煙検出設備 設置イメージ

9. 火災の影響軽減（系統分離）

（1）中央制御室及び補助盤室の制御盤内の火災防護

③ 常駐する運転員による早期の消火活動

- 中央制御室及び補助盤室の制御盤内に自動消火設備は設置しないが、中央制御室及び補助盤室の制御盤内に火災が発生しても、高感度煙検出設備や室内の火災感知器からの感知信号により、常駐する運転員が消火器で早期に消火活動を実施する手順を定め、定期的に訓練を実施する。
 - 消火設備は、電気機器へ悪影響を与えない、二酸化炭素消火器を使用する。
 - 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装置を配備する。



運転員による制御盤内の火災に対する消火の概要

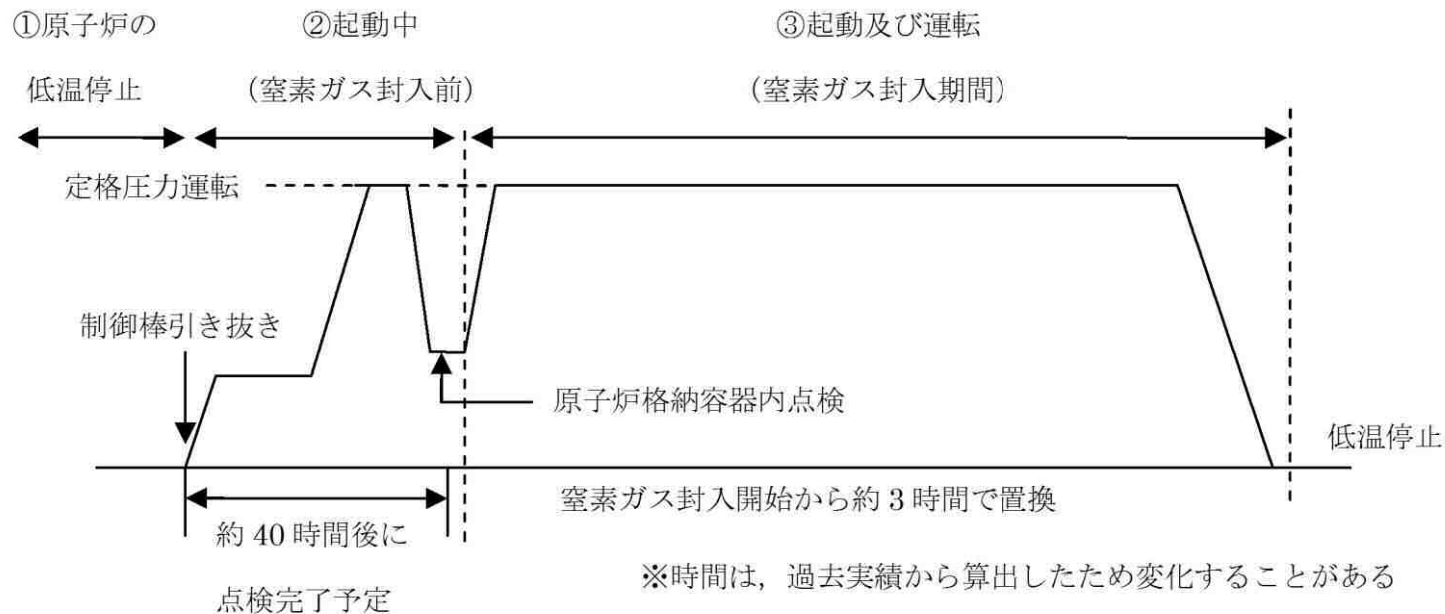


中央制御室及び補助盤室

9. 火災の影響軽減（系統分離）

（2）原子炉格納容器内の火災防護

- 原子炉格納容器内は，プラント運転中は窒素ガスが封入され雰囲気の不活性化されていることから，火災の発生は想定されない。
- 一方，窒素ガスが封入されていない期間のほとんどは原子炉が低温停止に到達している期間であるが，わずかではあるものの原子炉が低温停止に到達していない期間もあることを踏まえ，火災防護対策を講じる。
- 火災の発生リスクを低減するためには，原子炉の起動時において窒素ガス置換されない期間をできるだけ少なくすることが有効であるため，プラント起動時は原子炉格納容器内点検が終了した後，速やかに原子炉格納容器内の窒素ガス封入作業（窒素ガス置換～加圧）を行い，原子炉停止時は低温停止到達後に窒素ガス排出を行う。



火災発生リスクの低減を考慮した原子炉の運転サイクル

9. 火災の影響軽減（系統分離）

（2）原子炉格納容器内の火災防護

項目	内容
火災区域の設定	<ul style="list-style-type: none"> ■ 原子炉格納容器は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁により他の火災区域と分離する。
火災の発生防止	<ul style="list-style-type: none"> ■ 油内包機器に対し、溶接構造又はシール構造の採用により潤滑油の漏えい防止対策を講じるとともに、万一の漏えいを考慮し、漏えいした潤滑油が拡大しないよう堰の設置又は使用時以外は内包油の抜き取りを実施する。 ■ 油内包機器の原子炉再循環ポンプ用電動機、主蒸気内側隔離弁及びCRD交換装置の付近に可燃物は置かない。 ■ 原子炉格納容器内は、原子炉の低温停止期間中には機械換気が可能な設計とする。起動中は、原子炉格納容器内の換気を行わないが、起動中における火災発生のおそれがないよう、発火性又は引火性物質である潤滑油は、起動中の格納容器内温度より引火点が十分高いものを使用する。 ■ 原子炉格納容器内のケーブルは、核計装ケーブルを含めて自己消火性及び耐延焼性を有する難燃ケーブルを使用するとともに、ケーブル火災が発生しても他の機器へ延焼することを防止するため、原子炉圧力容器下部の一部のケーブルを除き金属製の電線管、可とう電線管及び金属製の蓋付きケーブルトレイに布設する。 (原子力圧力容器下部の核計装ケーブルは、狭隘な設置環境であるため、一部ケーブルを露出した状態で布設)
火災感知設備	<ul style="list-style-type: none"> ■ 低温停止中及び起動中、原子炉格納容器内には窒素ガスが封入されていないため、異なる感知方式の感知器としてアナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置する。 ■ 原子炉格納容器内は、通常運転中、窒素ガス封入により不活性化しており、火災が発生する可能性がない。運転中の原子炉格納容器内は、閉鎖した状態で長期間高温かつ高線量環境となり、火災感知器が故障する可能性があるため、窒素ガス封入後に作動信号を除外する。
消火設備	<ul style="list-style-type: none"> ■ 原子炉格納容器は、空間体積（約7,900m³）に対して、パージ排風機の容量が25,000m³/hであり、煙が充満しないことから、原子炉格納容器内の消火は、消火器、消火栓を用いて対応する。 ■ 原子炉格納容器内点検終了後から窒素ガス封入完了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は、火災による延焼防止の観点から酸素濃度が十分低下するまで窒素ガス封入作業を継続し、消火する。
系統分離	<ul style="list-style-type: none"> ■ 原子炉格納容器内は、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が困難であるため、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは、離隔距離の確保及び金属製の蓋付きケーブルトレイの使用等により、火災の影響軽減対策を実施する。
持込み可燃物等の運用管理	<ul style="list-style-type: none"> ■ 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、持込み期間・可燃物量・持込み場所等を管理する。原子炉格納容器内への持込み可燃物の仮置きは禁止とするが、やむを得ず仮置きする場合には、不燃シートで覆う又は金属箱の中に収納するとともに、その近傍に消火器を準備する。

9. 火災の影響軽減（系統分離）

（2）原子炉格納容器内の火災防護

- 原子炉格納容器内の油内包機器の内包油は、機器の最高使用温度及び原子炉格納容器内の雰囲気温度よりも十分に高い引火点の物を使用する。
- 油を内包する箇所は、溶接構造又はシール構造として漏えい防止を図るとともに、堰等を設置し漏えい拡大防止を図る。

油内包機器の延焼防止対策（例）

機器名称	内包油引火点	最高使用温度	内包量	漏えい拡大防止対策
原子炉再循環ポンプ用電動機（2台）	248℃	171℃	445L/台	堰（928L）
主蒸気内側隔離弁（4台）	226℃		7L/台	堰（63L）
CRD交換装置（1台）	272℃		5L/台	使用時以外の油抜取・電源遮断

- 原子炉格納容器内の火災防護対象機器は、系統分離の観点から区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔間において可燃物が存在することのないように、離隔間にある介在物（ケーブル、電磁弁）は、以下のとおり、それぞれ延焼防止対策を行う設計とする。

火災防護対象機器の影響軽減としての機器等の延焼防止対策（例）

種別	具体的設備	延焼防止対策
ケーブル	常用系及び安全系のケーブル※	・ 金属電線管又は金属製の蓋付ケーブルダクトに布設する。
分電盤	作業用分電盤及び照明用分電盤	・ 金属製の筐体に収納する。
その他	電動弁、電磁弁※ サンプポンプ等	・ 金属製の筐体に収納する。



金属電線管及び蓋付ケーブルトレイ

※：区分Ⅰと区分Ⅱ機器の間に介在する機器等

9. 火災の影響軽減（系統分離）

（2）原子炉格納容器内の火災防護

《原子炉格納容器内における火災感知設備及び消火手段》

原子炉の運転状態		原子炉格納容器内の状態	設置する火災感知器の種類	消火手段
① 低温停止		窒素ガス排出	アナログ式煙感知器 アナログ式熱感知器	消火器，消火栓
② 起動中	原子炉格納容器内点検前	窒素ガス排出	アナログ式煙感知器 アナログ式熱感知器	消火器，消火栓
	原子炉格納容器内点検後	窒素ガス封入中		窒素ガス封入継続（原子炉格納容器内の酸素濃度が十分低下するまで継続）
③ 起動及び運転		窒素ガス封入	— (火災発生のおそれなし)	— (火災発生のおそれなし)
④ 停止過程（高温停止）		窒素ガス封入	— (火災発生のおそれなし)	— (火災発生のおそれなし)
⑤ 停止過程（低温停止）		窒素ガス排出	アナログ式煙感知器(取替) アナログ式熱感知器(取替)	消火器，消火栓

【消火手段】

- 消火器は、原子炉格納容器内（原子炉格納容器上部の各フロアに粉末消火器10型を6本ずつ，原子炉格納容器下部に粉末消火器10型を7本ずつ）に設置する。設置位置は、原子炉格納容器内の各フロアに対して火災防護対象機器並びに火災源から消防法施行規則における20m 以内の距離に配置する。
- 原子炉格納容器入口近傍の消火栓の使用を考慮し、油内包機器である主蒸気内側隔離弁，原子炉再循環ポンプ用電動機及びCRD 交換装置に加え，原子炉圧力容器上部エリア及び下部エリアでの火災に対し，消火栓による消火活動を行うため，消火ホース（20m /本）を所員用エアロック室の金属箱に3本収納し配備する。

9. 火災の影響軽減（系統分離）

（2）原子炉格納容器内の火災防護

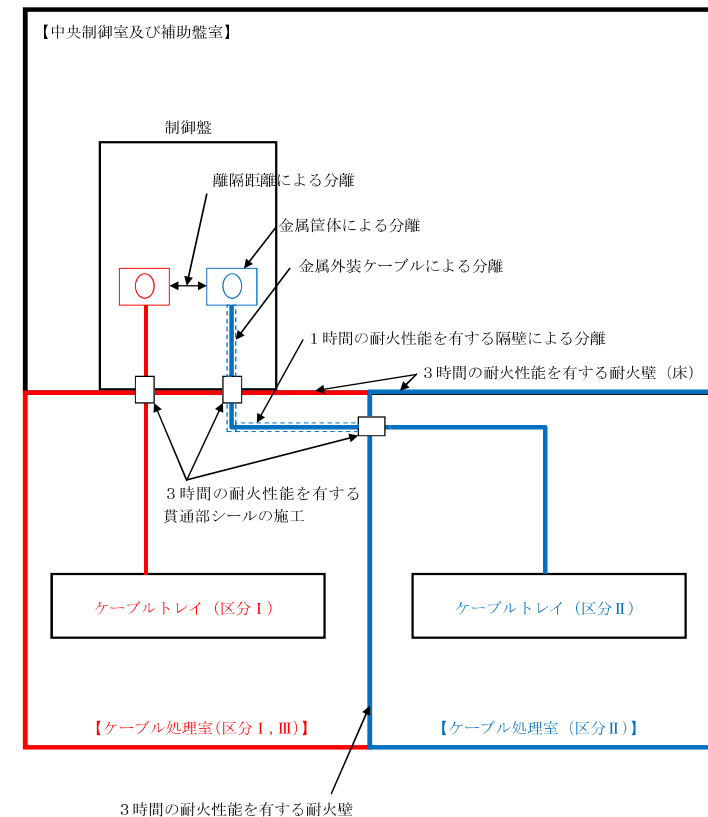
《火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルの系統分離，分散配置》

- ▶ 原子炉格納容器内は，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の設置が困難であることから，以下の設計とする。
 - 火災防護対象ケーブル
 - 原子炉格納容器貫通部は区分毎に離れた場所に配置
 - 異区分のケーブルへの延焼を防止するため，全て電線管又は蓋付ケーブルトレイに布設
 - 区分Ⅰと区分Ⅱのケーブルは離隔を確保
 - 火災防護対象機器
 - 区分Ⅰと区分Ⅱの機器は離隔を確保
 - 異区分への延焼を防止するため，離隔間にある介在物（ケーブル，電磁弁等）に対する延焼防止対策の実施
- ▶ 原子炉圧力容器下部においては，中性子源領域計装（SRM）の核計装ケーブルを一部露出して布設するが，難燃ケーブルを使用するとともに，チャンネル毎に位置的分散を図っている。
 - 中性子源領域計装（SRM）は，合計4チャンネルを有しているが，原子炉の未臨界監視機能は最低1つのチャンネルが健全であれば達成可能である。
（各チャンネルの離隔間においては，介在物として中性子源領域計装（SRM），中間領域計装（IRM）及び出力領域計装（LPRM）の核計装ケーブル及び制御棒位置指示回路用ケーブルが存在）
 - 核計装ケーブル及び制御棒位置指示回路用ケーブルは，自己消火性を有しており，万一，過電流等により発火源になったとしても火災が継続するおそれは小さい。
 - 核計装ケーブルは，耐延焼性を有しており，1チャンネルの中性子源領域計装（SRM）のケーブルが発火源となった場合においても，他のチャンネルのケーブルが同時に延焼する可能性は低い。

9. 火災の影響軽減（系統分離）

（3）ケーブル処理室の火災防護

- 中央制御室及び補助盤室の制御盤床下構造は、制御盤フロア下にケーブル処理室を設けて、ケーブルを布設する構造であるため、ケーブル処理室内で、異区分の火災防護対象ケーブルが近接した状態で布設されている状況である。
- このため、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3 時間以上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。
- 本現場状況から、ケーブル処理室内の火災防護対象ケーブルについて、以下の分離対策を実施する。
 - ① 異なる区分の火災防護対象ケーブルを布設する場合は、1時間の耐火能力を有する隔壁（耐火ラッピング、フレキシブル電線管＋耐火シート）により分離する。
 - ② アナログ式の異なる感知方式の火災感知器（煙感知器及び熱感知器）を設置する。
 - ③ 全域ガス自動消火設備（消火薬剤：ハロン1301）を設置する。
- 異なる区分のケーブル処理室間は、3時間の耐火能力を有する耐火壁で分離する。

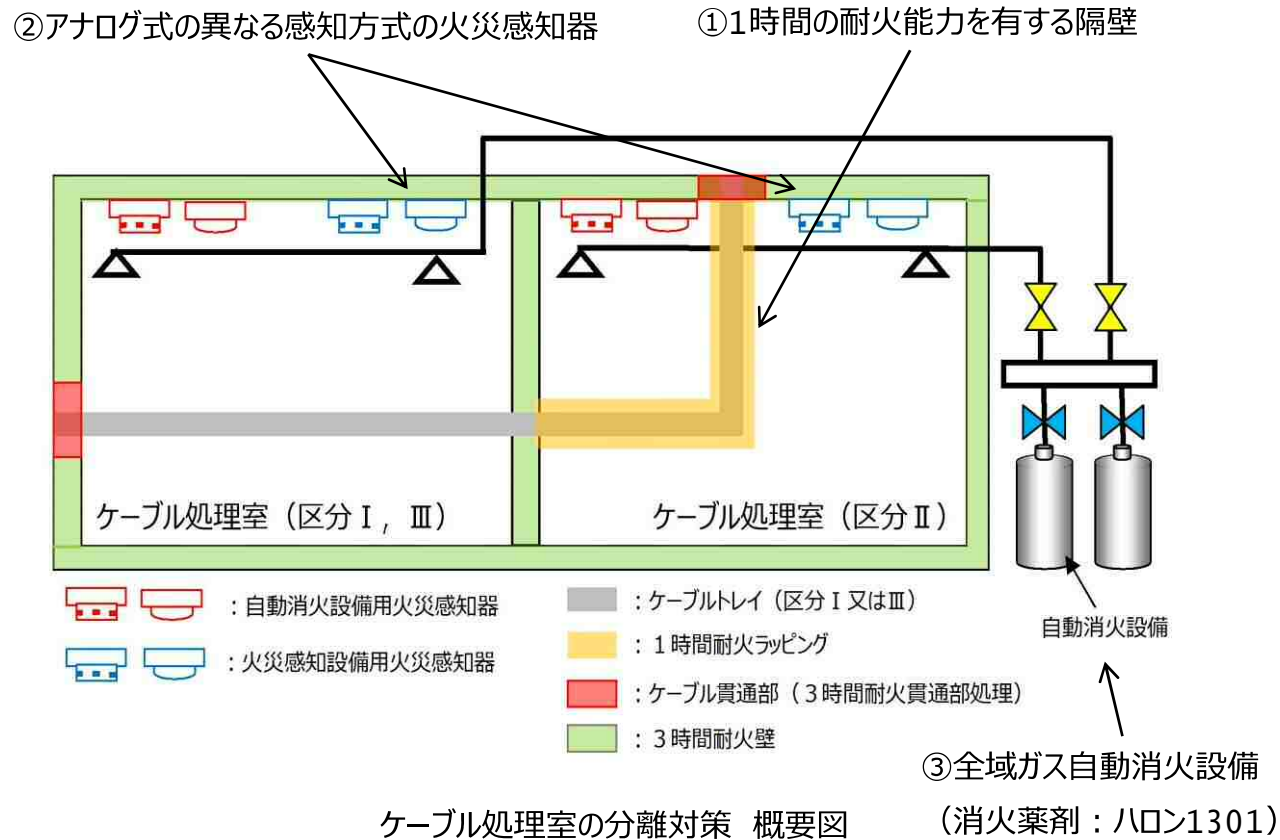


中央制御室及び補助盤室の制御盤下構造 概要図

9. 火災の影響軽減（系統分離）

(3) ケーブル処理室の火災防護

➤ 中央制御室の制御盤下のケーブル処理室内の火災防護対象ケーブルの分離対策の概要を以下に示す。



9. 火災の影響軽減（系統分離）

（3）ケーブル処理室の火災防護



▶ケーブル処理室内は、1時間の耐火能力を有する隔壁（1時間耐火ラッピング、フレキシブル電線管 + 耐火シート）により以下の分離対策を講じる。

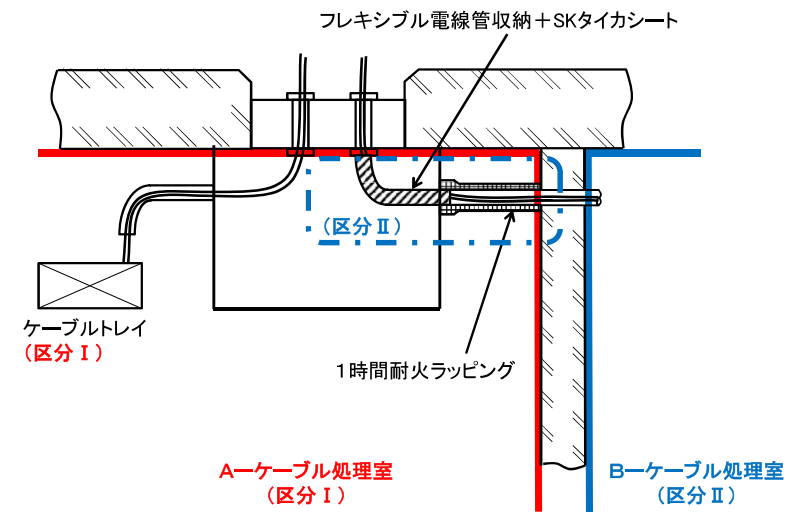
- 中央制御室及び補助盤室の制御盤直下は、異なる区分の火災防護対象ケーブルが近接して布設され、狭隘であるため、異なる区分のケーブルを収納したフレキシブル電線管を隔壁（耐火シート※1）で覆って分離する。
- 制御盤からのケーブルは、区分毎にケーブル処理室を通じて現場と繋がるが、ケーブル処理室内の異なる区分のケーブルを収納した電線管又はケーブルトレイは、1時間の耐火能力を有する隔壁（1時間耐火ラッピング※2）で覆って分離する。

※1：1時間加熱した際、耐火性能（ケーブルの電気特性）を有することを確認したもの

※2：1時間加熱した際、耐火性能（表面温度，外観，ケーブルの電気特性）を有することを確認したもの

制御盤直下の分離対策（例）

フレキシブル電線管収納 + SKタイカシート	
施工前	施工後
	



制御盤下部の分離対策 概要図

10. 火災の影響軽減（火災影響評価）

火災影響評価

➤ 内部火災の影響軽減対策として、原子炉の安全停止を達成し、維持するために必要な系統は、内部火災によって同時に機能が喪失しないように、系統分離の対策を講じており、安全停止パスの確保が可能であることを確認した。

■ 「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冷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」

3. 火災の想定

原子炉の安全機能に影響を及ぼす可能性がある最も苛酷な単一の火災を火災区域／火災区画内に想定する。地震時においては、耐震 B、Cクラスの機器を火災源として、最も苛酷な単一の火災を、火災区域／火災区画に想定する。

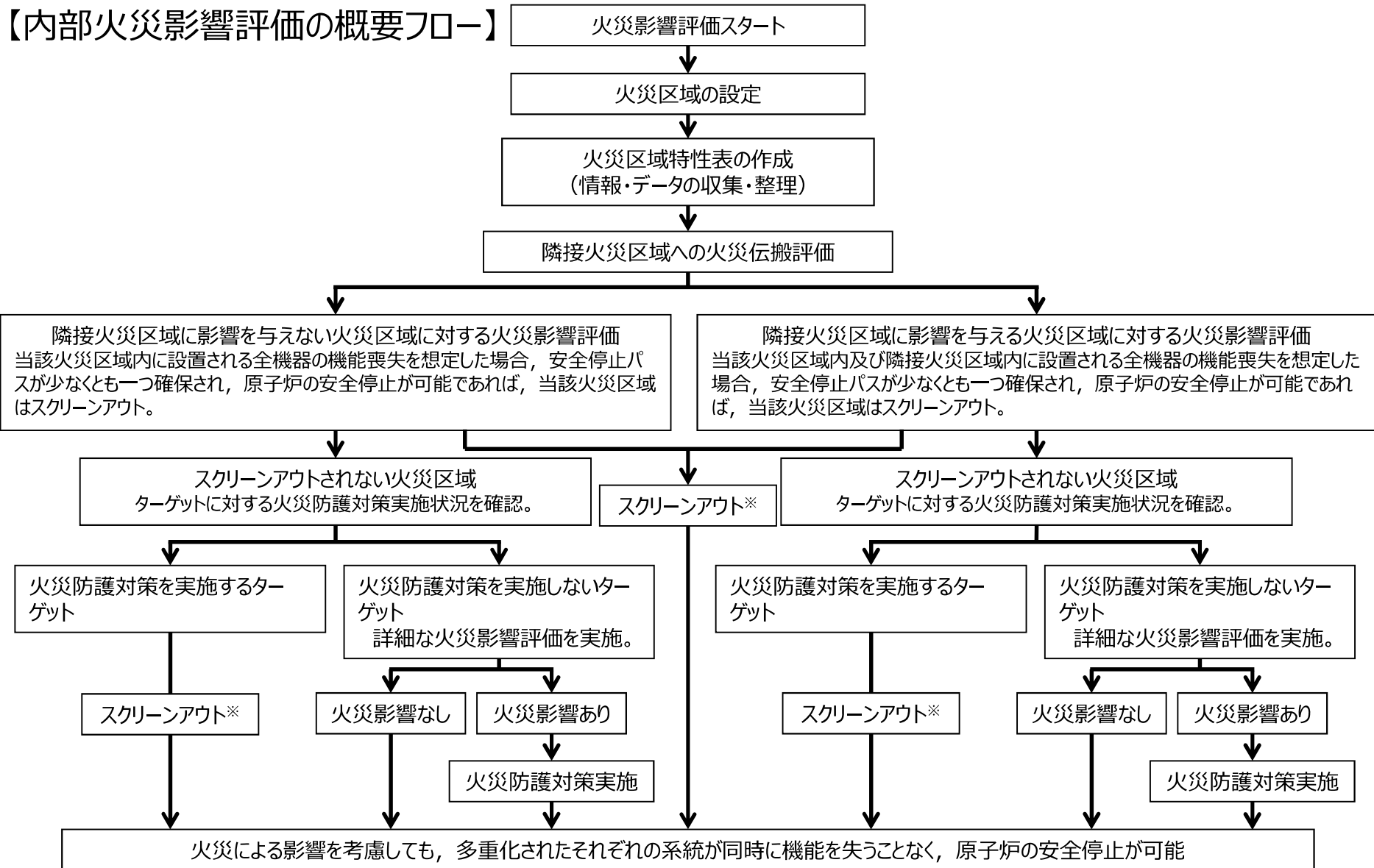
4. 火災時の原子炉の安全確保

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

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

10. 火災の影響軽減（火災影響評価）

内部火災影響評価の概要フロー



※：安全停止パスが少なくとも1つ確保され、原子炉の安全停止が可能であれば、当該火災区域をスクリーンアウトする。

10. 火災の影響軽減（火災影響評価） 安全停止パス

- 火災影響評価において、当該火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、安全停止パスが少なくとも一つ確保される場合には、当該火災区域の火災発生を想定しても、原子炉の安全停止に影響はない。
- 安全停止パスに必要な系統・機器を確保することにより、原子炉の安全停止の達成が可能となる。
- 高温停止に必要な系統に対しては2つの手段を確保するパスを設定する。

3時間耐火能力を有する隔壁等による系統分離の概要

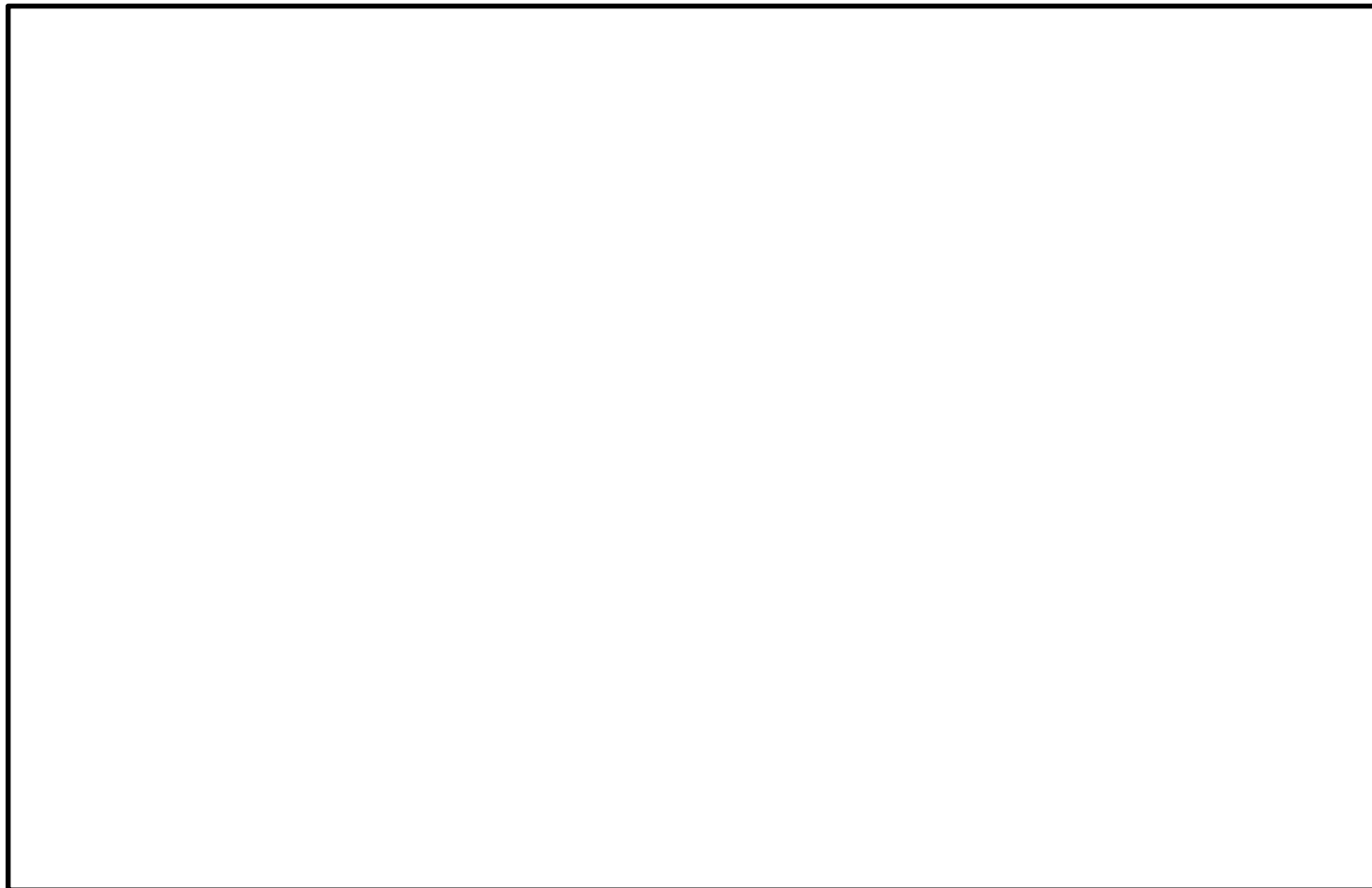
安全系区分		区分Ⅱ	区分Ⅰ	区分Ⅲ
高温停止	原子炉隔離時冷却系 [RCIC]	原子炉隔離時冷却系 [RCIC]	—	高圧炉心スプレイ系 [HPCS]
	低温停止	自動減圧系 (B) [SRV(ADS(B))]	自動減圧系(A) [SRV(ADS(A))]	—
		残留熱除去系 [RHR(B)]	残留熱除去系 [RHR(A)]	—
		残留熱除去系 [RHR(C)]	低圧炉心スプレイ系 [LPCS]	—
		原子炉補機冷却系 [RCW (B)]	原子炉補機冷却系 [RCW (A)]	高圧炉心スプレイ系補機冷却系 [HPCW]
		原子炉補機海水系 [RSW (B)]	原子炉補機海水系 [RSW (A)]	高圧炉心スプレイ系補機海水系 [HPSW]
動力電源	非常用ディーゼル発電機(B)	非常用ディーゼル発電機(A)	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(H)	
	非常用交流電源(B)	非常用交流電源(A)	非常用交流電源(HPCS)	
	非常用直流電源(B)	非常用直流電源(A)	高圧炉心スプレイ系直流電源(H)	

安全停止パス①……区分Ⅰ + Ⅲ (区分Ⅱ機能喪失)
 安全停止パス②……区分Ⅱ (区分Ⅰ + Ⅲ機能喪失)

10. 火災の影響軽減（火災影響評価） 評価結果

【内部火災影響評価結果の例】

- RX-B1F-1区域（安全区分Ⅰ，Ⅲ）の火災影響評価結果について，評価結果の例を以下に示す。



火災区域の例

10. 火災の影響軽減（火災影響評価） 評価結果

【隣接火災区域に影響を与えない火災区域の火災影響評価結果】

表1：火災伝搬影響評価結果（例）

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝搬 の可能性

表2：火災区域の火災伝搬影響評価結果（例）

火災 区域	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的安 全施設	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

10. 火災の影響軽減（火災影響評価） 評価結果

【隣接火災区域に影響を与える火災区域の火災影響評価結果】

表1：火災伝搬影響評価結果（例）

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝搬 の可能性

表2：火災区域の火災伝搬影響評価結果（例）

火災 区域	安全保 護系	原子炉 停止系	工学的安 全施設	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

表3：隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価（例）

当該火災区域			隣接火災区域			成功パス		評価
火災区 域番号	火災区域内の 主な部屋名称	ターゲット	火災区 域番号	火災区域内の主 な部屋名称	ターゲット	2火災区域機 能喪失想定	成功パス	

10. 火災の影響軽減（火災影響評価）

単一故障を考慮した原子炉停止（基本的な考え方）

- 審査基準及び評価ガイドの要求事項に対する対応として、内部火災を起因として発生する可能性のある過渡的な事象に対して、単一故障を想定しても、影響緩和系により事象が収束し、原子炉を安全停止できることを確認する。

- 「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」 「2.3 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」 「4. 火災時の原子炉の安全確保」

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

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

- 内部火災の影響軽減対策として、原子炉の安全停止を達成し、維持するために必要な系統は、内部火災によって同時に機能が喪失しないように、系統分離、現場における手動操作等の対策を講じており、安全停止パスの確保が可能である。
- その上で、内部火災を起因として可能性のある過渡的な事象に対して、単一故障を想定しても、影響緩和系により事象が収束し、原子炉を安全停止できることを確認する。

10. 火災の影響軽減（火災影響評価）

内部火災により想定される事象の確認

【内部火災により想定される事象の選定】

- 内部火災により原子炉に外乱が及ぶ場合について、重畳事象も含めどのような事象が起こる可能性があるかを分析し、代表事象を選定した。

【内部火災により想定される事象の評価】

- 選定した代表事象について、単一故障を想定した場合においても収束が可能であることを安全解析により確認した。
評価にあたっては、常用系設備等の火災防護対象設備に該当しない設備は、火災影響を受けるという保守的な設定を用いて評価した。

各建物において火災を想定した場合の代表事象の安全解析結果

内部火災を想定する建物	代表事象	原子炉圧力(M Pa [gage])		燃料被覆管温度(°C)	
		解析結果	判断目安	解析結果	判断目安
原子炉建物	主蒸気隔離弁の誤閉止	8.52	10.34以下	沸騰遷移に至らない	1,200以下
	給水制御系の故障	7.47		沸騰遷移に至らない	
タービン建物	給水制御系の故障 + 給水加熱喪失	8.68		約710	

10. 火災の影響軽減（火災影響評価）

除熱機能に関する確認

【除熱機能（残留熱除去系等）に関する確認】

- 残留熱除去系等の機器配置場所を調査し、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」の発生と同時に除熱機能が喪失する状況にあるかについて網羅的に確認した。
- 確認の結果、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」の発生と同時に残留熱除去系等が機能喪失する事象がないことを確認した。この結果より、内部火災を起因として発生する可能性のある過渡的な事象に対して単一故障を想定しても、原子炉の低温停止が可能であることを確認した。

除熱機能に関する確認結果（例）

原子炉に有意な影響を与える 主要な要因（BWR）	要因に対応 する故障	発生の可能性が ある事象	事象発生の要因となりうる設備	火災区域	残留熱除去系等 関連機器	残留熱除去系等の 同時機能喪失※1	備考	
炉心内の反応度 又は出力分布の 異常な変化	再循環ポンプ 速度の増加	速度制御器 増加要求信号 誤発生	原子炉冷却材流量 制御系の誤動作	A-再循環ポンプMGセット	RX-1F-3	-	○	-
				B-再循環ポンプMGセット				
				A-原子炉再循環ポンプ	PCV	RHR炉水入口内側隔離弁 A-主蒸気逃がし安全弁 B-主蒸気逃がし安全弁 C-主蒸気逃がし安全弁 D-主蒸気逃がし安全弁 E-主蒸気逃がし安全弁 F-主蒸気逃がし安全弁 G-主蒸気逃がし安全弁 H-主蒸気逃がし安全弁 J-主蒸気逃がし安全弁 K-主蒸気逃がし安全弁 L-主蒸気逃がし安全弁 M-主蒸気逃がし安全弁	○	※2
				B-原子炉再循環ポンプ				

※1：○：機能喪失無， ×：機能喪失有

※2：PCV内はプラント運転中は、窒素で置換されていることから、火災は発生しない

1 1. 火災防護計画

- 発電用原子炉施設全体を対象とした火災防護対策を実施するため、「火災防護計画」を策定する。
- 火災防護計画には、火災防護対策を実施するために必要な手順等を定める。
 - 計画を遂行するための体制
 - 責任の所在，責任者の権限
 - 体制の運営管理（要員の権限を含む）
 - 必要な要員の確保及び教育訓練・力量管理
 - 火災から防護すべき安全機能を有する構築物，系統及び機器の火災防護対策
 - 火災発生防止のための活動
 - 火災防護設備の保守点検及び火災情報の共有
 - 火災防護を適切に実施するための対策並びに火災発生時の対応（消火活動に係る手順）
 - 火災防護に係る品質管理
- 「火災防護計画」は，島根原子力発電所原子炉施設保安規定に基づく社内規程として定める。
- 「火災防護計画」の継続的な改善を図るため，火災防護活動を定期的に評価し，火災防護計画が有効に機能していることを確認するとともに，結果に応じて必要な措置を講じる。

1 2. 審査会合での指摘事項に対する回答

番号	審査会合日	指摘事項の内容
1	平成26年12月4日	重大事故等対処設備への火災防護対策について、別途説明を行うこと。
2	平成26年12月4日	重大事故対処設備の火災により設計基準対象施設に影響を与える場合を考慮し、基準適合性を説明すること。
3	平成27年7月28日	<p>基準適合性について、基準の要求を踏まえ、どのように適合する方針なのか丁寧に説明すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火災発生時に他に影響を及ぼさないか ・早期検知の観点から、異なる二種類の感知器を設置する方針か ・原子炉の安全停止の観点から、自動消火設備の設置について ・安全上重要な機器の安全機能が同時に機能を損なわないか ・火災が局所に留まるとする場合、煙充満の評価がなされているか ・発火しにくいとする場合、発火したとしても影響がないか ・潤滑油のシールについて、軸受けで発火しないか
4	平成27年7月28日	スクラム機能を阻害するおそれのある火災について説明すること。
5	平成27年7月28日	火災に対する独立性の確保については、詳細に説明すること。
6	平成27年7月28日	格納容器内の火災防護対策について、消火手順、火災発生可能性を知らせる警報判断手順について、手順書作成・訓練について担保方策をどのように考えているか。

12. 審査会合での指摘事項に対する回答

番号	審査会合日	指摘事項の内容
7	平成27年7月28日	系統分離設計に対し十分早く感知できる旨は示されているが、消火の迅速性については消火作業者のスキルに依存するので、体制整備、手順書作成、訓練の実施について担保方策をどのように考えているか。
8	平成27年7月28日	可燃物管理により消火が困難とならないとしている場所について、可燃物制限量、出火防止対策等具体的な方法を補足説明すること。
9	平成27年7月28日	固化剤保管場所は燃料油より引火点が低いにもかかわらず換気をCクラスとしている考え方を確認したい。
10	平成27年8月6日	発火性、引火性物質の漏えいの有無について、地震荷重以外の破損モードを考慮して考え方を説明すること。
11	平成27年8月6日	ペDESTALにある非難燃ケーブルの取扱いについて、格納容器内の火災防護との関係を整理して説明すること。
12	平成27年8月6日	3時間耐火ラッピングについて、地震時においても性能が担保できることを説明すること。
13	平成27年8月6日	同区画に設置する常用蓄電池と非常用蓄電池について、信頼性及び火災防護の観点から火災影響について説明すること。

1 2. 審査会合での指摘事項に対する回答（No.1, 2）

■ 指摘事項（審査会合 平成26年12月4日）

重大事故等対処設備への火災防護対策について、別途説明を行うこと。

【回答】

重大事故等対処設備への火災防護対策に係る事項のため、設置許可基準規則第41条（火災による損傷の防止）にて説明する。

■ 指摘事項（審査会合 平成26年12月4日）

重大事故対処設備の火災により設計基準対象施設に影響を与える場合を考慮し、基準適合性を説明すること。

【回答】

重大事故等対処設備の火災による設計基準対象施設への影響に係る事項のため、設置許可基準規則第41条（火災による損傷の防止）にて説明する。

1 2. 審査会合での指摘事項に対する回答（No.3）

■ 指摘事項（審査会合 平成27年7月28日）

基準適合性について、基準の要求を踏まえ、どのように適合する方針なのか丁寧に説明すること。

- ・火災発生時に他に影響を及ぼさないか
- ・早期検知の観点から、異なる二種類の感知器を設置する方針か
- ・原子炉の安全停止の観点から、自動消火設備の設置について
- ・安全上重要な機器の安全機能が同時に機能を損なわないか
- ・火災が局所に留まるとする場合、煙充満の評価がなされているか
- ・発火しにくいとする場合、発火したとしても影響がないか
- ・潤滑油のシールについて、軸受けで発火しないか

【回答】

基準要求を踏まえて、以下のとおり対応する方針である。

- 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あたって、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。

12. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.3)

項目	対応方針
火災発生時に他に影響を及ぼさないか	<ul style="list-style-type: none"> 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ことで、火災発生時に他に影響を及ぼさないようにする。
早期検知の観点から、異なる二種類の感知器を設置する方針か	<ul style="list-style-type: none"> 安全機能を有する機器等を設置する火災区域は、異なる感知方式（2種類）の火災感知器を消防法施行規則に従って設置することとし、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を設置する。 天井が高い箇所や引火性又は発火性の雰囲気を形成するおそれがある箇所のように周囲の環境条件により、アナログ式感知器の設置が適さない箇所には、誤操作防止を考慮した上で、非アナログ式感知器を設置する。
原子炉の安全停止の観点から、自動消火設備の設置について	<ul style="list-style-type: none"> 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構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は区画には、原則、全域ガス消火設備（自動起動又は遠隔手動起動）を設置する設計とする。ただし、現場を確認し、可燃物が少ない又は屋外開放等により、煙の充満により消火活動が困難とならないと判断できる火災区域又は火災区画は全域ガス消火設備を設置せず、消火器等により消火する設計としている。
安全上重要な機器の安全機能が同時に機能を損なわないか	<ul style="list-style-type: none"> 安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものについて、重要度と火災影響の有無を考慮して、火災の発生防止対策、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減対策を講じているが、火災防護上の区分分離を行っていないものは、個別評価を行い、火災によって同時に全機能が喪失することがないことを確認し、火災に対する独立性が確保されていることを確認する。
火災が局所に留まるとする場合、煙充満の評価がなされているか	<ul style="list-style-type: none"> 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構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は区画に設置する消火設備は、当該設置場所が、火災発生場所の煙の充満により消火活動が困難となるかを考慮して設計する。 「大空間の区域」、「屋外開放の区域」及び「可燃物を少なくすることで煙の発生を抑える設計とすることができる区域」は、機器設置の環境条件を踏まえ、火災発生時の煙の充満により消火活動が困難とならない区域として設定する。
発火しにくいとする場合、発火したとしても影響がないか	<ul style="list-style-type: none"> 安全機能を有する構築物、系統及び機器は不燃性材料、難燃性材料又は同等以上の性能を有する代替材料を使用する設計としているが、構築物、系統及び機器の機能を確保するために技術的にそれらの材料を使用する事が困難な場合は、使用量を最小限とし、配管のパッキン類等は、金属に覆われた狭隘部等に使用するため、発火したとしても他の安全機能を有する構築物、系統及び機器に延焼しないことから、他の安全機能を有する構築物、系統及び機器には影響はない。
潤滑油のシールについて、軸受けで発火しないか	<ul style="list-style-type: none"> 潤滑油の引火点は、潤滑油を内包する設備を設置する室内温度よりも十分高く、機器運転時の温度よりも高いため、可燃性蒸気となることはなく、発火することはない。

1 2. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.4)

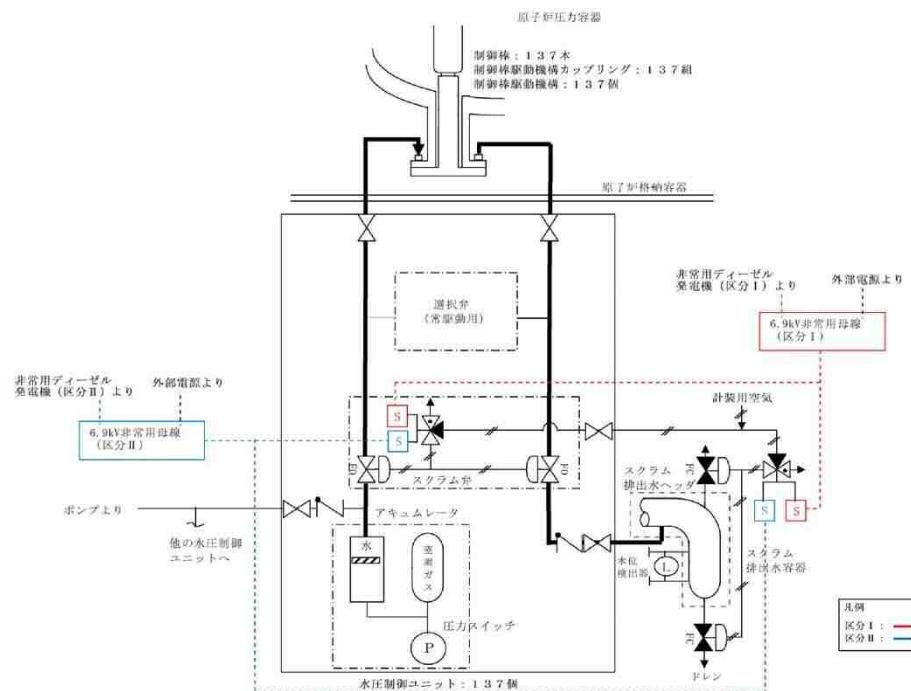
■ 指摘事項 (審査会合 平成27年7月28日)

スクラム機能を阻害するおそれのある火災について説明すること。

【回答】

原子炉の緊急停止機能に該当する「制御棒による系（制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能））」に関する火災による機能影響は、以下のとおりであり、火災によって原子炉の緊急停止機能に影響が及ぶおそれはない。

- 制御棒及び制御棒案内管は、原子炉格納容器内に設置されており、原子炉の状態が運転・起動・高温停止・低温停止の状態にあつては、原子炉冷却材を含む閉じた系統となり、原子炉圧力容器内で火災が発生するおそれはない。
- 制御棒駆動機構及び水圧制御ユニットのアクムレータ、窒素容器、配管は、金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため、火災による機能喪失は考えにくい。
- スクラム弁及びスクラムパイロット弁は、フェイルセーフ設計であり、火災により電磁弁が機能喪失するとスクラムされること、万一誤動作した場合であっても電源を切ることによりスクラム動作させることが可能である。
- スクラムドレン弁・ベント弁、スクラムパイロット弁は、通常開、機能要求時閉である。万一誤動作した場合であっても電源を切ることにより閉動作させることが可能である。



制御棒及び制御棒駆動系（水圧制御ユニット）の系統概略図

1 2. 審査会合での指摘事項に対する回答（No.5）

■ 指摘事項（審査会合 平成27年7月28日）

火災に対する独立性の確保については、詳細に説明すること。

【回答】

安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものについて、重要度と火災影響の有無を考慮して、火災の発生防止対策、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減対策を講じているが、火災防護上の区分分離を行っていないものについては、個別評価を行い、火災によって同時に全機能が喪失することがないことを確認し、火災に対する独立性が確保されていることを確認した。

なお、火災防護上の区分分離を行っていない機能に係る評価結果を次頁に示す。

12. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.5)

火災防護上の区分分離を行っていない機能の評価結果

評価対象機能	評価結果
①原子炉の緊急停止機能	本機能は火災によって影響を受けないことから、火災が発生した場合でも、独立した複数個の機能を有している。
②原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	
③未臨界維持機能	火災によって「制御棒、制御棒カップリング、制御棒駆動機構カップリング」及び「ほう酸水注入系」の独立した感知方式の系統が同時に喪失することはない、本機能は独立性を有している。
④格納容器内又は放射性物質が格納容器内から漏れ出た場所の雰囲気中の放射性物質の濃度低減機能	火災によって非常用ガス処理系2系統は同時に機能喪失することはない、本機能は独立性を有している。
⑤格納容器の冷却機能	火災によって残留熱除去系（格納容器冷却モード）2系統は同時に喪失することはない、本機能は独立性を有している。
⑥格納容器内の可燃性ガス制御機能	火災によって可燃性ガス濃度制御系2系統は同時に喪失することはない、本機能は独立性を有している。
⑦原子炉制御室非常用空調換気機能	火災によって中央制御室非常用空調換気系2系統は同時に機能喪失することはない、本機能は独立性を有している。
⑧原子炉格納容器バウンダリを構成する配管の隔離機能	火災によって各ラインの配管、隔離弁が全て機能喪失することはない、本機能は独立した感知方式の機能を有している。
⑨圧縮空気供給機能	火災によって同時に全機能が喪失しないことから、火災が発生した場合でも独立した複数個の機能を有している。
⑩原子炉停止系に対する作動信号（常用系として作動させるものを除く）の発生機能	
⑪工学的安全施設に分類される機器若しくは系統に対する作動信号の発生機能	
⑫事故時の原子炉の停止状態の把握機能	
⑬事故時のプラント操作のための情報の把握機能	

1 2. 審査会合での指摘事項に対する回答（No.6）

■ 指摘事項（審査会合 平成27年7月28日）

格納容器内の火災防護対策について、消火手順、火災発生可能性を知らせる警報判断手順について、手順書作成・訓練の実施について担保方策をどのように考えているか。

【回答】

原子炉格納容器内は、プラント運転中については、窒素ガスが封入され雰囲気の不活性化されていることから、火災の発生は想定されない。

一方で窒素ガスが封入されていない期間のほとんどは原子炉が低温停止に到達している期間であるが、わずかではあるものの原子炉が低温停止に到達していない期間もあることを踏まえ、原子炉格納容器内の火災防護対策及び以下の運用を行うことを火災防護計画に定め、適切に実施する。

- 火災発生判断
 - 原子炉格納容器内での火災発生判断は、原子炉格納容器内に設置したアナログ式の煙感知器及び熱感知器の作動状況により判断する。
- 手順書作成
 - 原子炉格納容器内での火災に対して、原子炉格納容器内への入退域箇所や、原子炉格納容器内外の消火器・近傍の消火栓・通信連絡設備の位置、原子炉格納容器内の安全系設備やハザードの位置を明記した消火戦略を作成する。
- 初期消火要員に対する訓練
 - 原子炉格納容器内での消火活動を迅速に行うため、原子炉格納容器内火災に対する消火戦略を予め作成し、迅速に消火活動ができるよう定期的に訓練を行う。

12. 審査会合での指摘事項に対する回答（No.7）

■ 指摘事項（審査会合 平成27年7月28日）

系統分離設計に対し十分早く感知できる旨は示されているが、消火の迅速性については消火作業者のスキルに依存するので、体制整備、手順書作成、訓練の実施について担保方策をどのように考えているか。

【回答】

消火活動の体制、火災発生時の対応及び教育・訓練の実施、並びに火災防護対策について、火災防護計画に定め、適切に実施する。

- 消火活動の体制整備（初期消火要員の配備）
 - ・ 火災及び地震等の災害発生に備えて、自衛消防組織を編成し、役割に応じて、10名以上の初期消火要員を常駐させる。なお、初期消火要員の役割に応じて、必要な力量及び教育訓練を設定する。
 - ・ 火災発生時の初期消火要員の火災現場への参集について、通報連絡体制を定める。
- 火災発生時の対応手順
 - ・ 発電所構内での火災発生に備え、火災対応手順（役割と権限、消火体制と連絡先等）及び消火戦略（Pre-Fire Plan）を定めるとともに、維持・管理を行う。
 - ・ 火災発生時の注意事項、火災鎮火後の処置を定める。
- 教育・訓練の実施
 - ・ 自衛消防組織に配備される要員をはじめとする職員等に対し防火・防災に関する教育を計画的に実施する。なお、発電所に従事する協力会社に対して、作業員に火災発生時における対応手順等の教育を実施するよう指導する。
 - ・ 消火対応の力量を維持するために、訓練の年間計画を踏まえて、訓練を計画的に実施する。
- 定期的な評価
 - ・ 消火活動に必要な体制について、総合的な訓練と実際の消火活動の結果を年1回以上評価して、より適切な体制となるように見直しを行う。

1 2. 審査会合での指摘事項に対する回答（No.8）

■ 指摘事項（審査会合 平成27年7月28日）

可燃物管理により消火が困難とならないとしている場所について、可燃物制限量、出火防止対策等具体的な方法を補足説明すること。

【回答】

可燃物管理により消火困難とならない場所についても、持込み可燃物管理等の防火管理，火災区域の維持管理等の火災防護設備維持管理に係る必要事項を火災防護計画に定め，適切に実施する。

➤ 持込み可燃物管理

火災発生防止及び火災発生時の規模の局限化，影響軽減を目的とした，持込み可燃物の運用管理手順を定め，その管理状況を定期的を確認する。持込み可燃物の運用管理手順には，発電所の通常運転に関する可燃物，保守や改造に使用するために持ち込まれる可燃物（一時的に持ち込まれる可燃物を含む）の管理を含む。

- 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火災区域又は火災区画は，プラント運転中，可燃物の仮置きを禁止する。なお，定期検査中，当該火災区域又は火災区画の機器の点検において放射線管理資機材等の設置，工事用仮設分電盤設置，工事用ケーブル・ホース類架設等の可燃性の資機材を設置する場合には，防火監視の強化，可燃性の資機材から6m以内での火気作業禁止といった措置を行い，火災の発生防止・延焼防止に努める。

➤ 火災区域の維持管理

- 屋内の火災区域を構成する耐火壁，防火戸，貫通部等の火災防護設備の管理は社内規程に則り管理する。
- 可燃物が少ない火災区域又は火災区画について，設備を追加設置（常設）する場合は，可燃物の仮置き禁止を前提に管理対象としている可燃物と合算して可燃物量1,000MJ，等価火災時間0.1時間のいずれも超えないように管理する。

1 2. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.9)

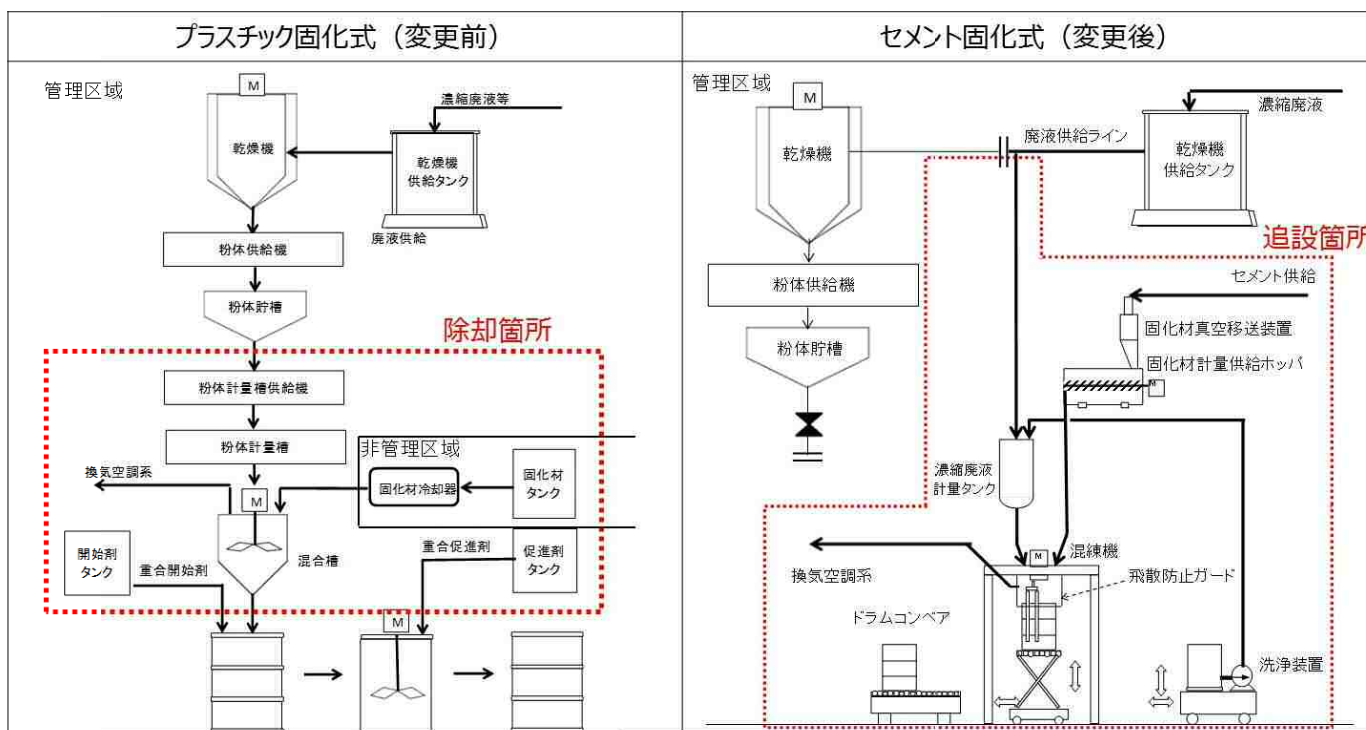
■ 指摘事項 (審査会合 平成27年7月28日)

固化剤保管場所は燃料油より引火点が低いにもかかわらず換気をCクラスとしている考え方を確認したい。

【回答】

濃縮廃液を固化するために廃棄物処理建物に設置したドラム詰装置の固化材を「プラスチック」から「セメント」に変更することに伴い、ドラム詰装置のうち可燃性の固化剤を取り扱うプラスチック固化に関する機器等を撤去し、セメント固化専用の機器を追設するため、引火点の低い発火性又は引火性物質がなくなる。

このため、当該エリアの換気設備の耐震クラスは、Cクラスとしている。



ドラム詰装置変更概略図

1 2. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.10)

78

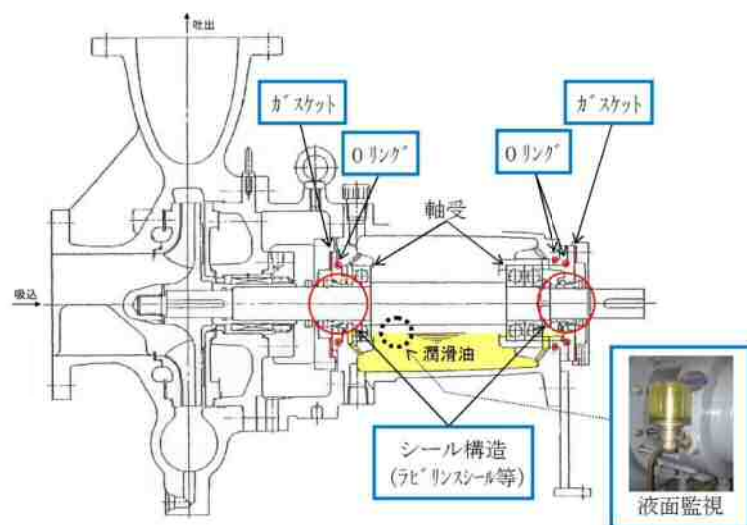
■ 指摘事項 (審査会合 平成27年8月6日)

発火性、引火性物質の漏えいの有無について、地震荷重以外の破損モードを考慮して考え方を説明すること。

【回答】

火災区域に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油又は燃料油を内包する設備は、溶接構造、シール構造の採用による漏えい防止対策を講じるとともに、万一の漏えいを考慮して、堰を設置し、漏えいした潤滑油又は燃料油が拡大することを防止する設計としている。

地震以外の機器故障によって、油が漏えいしたとしても堰の中に留まる。また、使用している潤滑油又は燃料油の引火点は、当該機器の設置環境温度よりも十分に高いことから、潤滑油又は燃料油の漏えいにより可燃性の蒸気が発生し火災が発生するおそれはない。



溶接構造、シール構造による漏えい防止対策概要図



堰による漏えい拡大防止対策概要図

12. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.11)

■ 指摘事項 (審査会合 平成27年8月6日)

ペDESTALにある非難燃ケーブルの取扱いについて、格納容器内の火災防護との関係を整理して説明すること。

【回答】

原子炉圧力容器下部の核計装ケーブル (同軸ケーブル) を含めて、島根2号炉の火災防護対象ケーブルは、全て、実証試験により自己消火性 (UL垂直燃焼試験) 及び耐延焼性 (IEEE383垂直トレイ燃焼試験) を確認した難燃ケーブルを使用する。

自己消火性の事象試験結果

分類	No.	絶縁体	シース	残炎時間 [秒] *	インジケータの燃焼 [%] *	脱脂綿の燃焼有無*	可否	試験日
高圧ケーブル	1	架橋ポリエチレン	難燃性 特殊耐熱ビニル	0	0	無	合格	2013.6.26
低圧ケーブル	2	難燃性 架橋ポリエチレン	難燃性 特殊耐熱ビニル	0	0	無	合格	2013.7.03
	3	難燃性エチレン プロピレンゴム	特殊 クロロブレンゴム	0	0	無	合格	2013.6.26
	4	難燃性 架橋ポリエチレン	難燃性 特殊耐熱ビニル	1	0	無	合格	2013.6.20
	5	シリコンゴム	ガラス編組	0	0	無	合格	2013.6.20
	6	難燃性エチレン プロピレンゴム	特殊 クロロブレンゴム	2	0	無	合格	2013.6.26
	7	難燃性ビニル	難燃性ビニル	0	0	無	合格	2014.7.20
	同軸ケーブル	8	架橋ポリエチレン	難燃性 架橋ポリエチレン	4	0	無	合格	2013.6.20
9		架橋ポリエチレン	難燃性 特殊耐熱ビニル	0	0	無	合格	2013.6.26
10		架橋ポリエチレン (同軸心) 架橋ポリエチレン (同軸心 (高圧)) 難燃性架橋ポリエチレン (制御心)	難燃性ビニル	0	0	無	合格	2015.4.9
11		難燃性ビニル (単心光コード) 架橋ポリエチレン (同軸心) 難燃性架橋ポリエチレン (制御心)	低煙害ビニル	6	0	無	合格	2015.4.9

※試験結果の最も厳しい結果を記載

延焼性の実証試験結果

分類	No.	絶縁体	シース	損傷距離 [mm] *	残炎時間 [秒] *	可否	試験日
高圧ケーブル	1	架橋ポリエチレン	難燃性 特殊耐熱ビニル	650	265	合格	1979.2.20
低圧ケーブル	2	難燃性 架橋ポリエチレン	難燃性 特殊耐熱ビニル	1000	0	合格	1979.3.15
	3	難燃性エチレン プロピレンゴム	特殊 クロロブレンゴム	850	0	合格	1979.3.16
	4	難燃性 架橋ポリエチレン	難燃性 特殊耐熱ビニル	1150	0	合格	1979.3.15
	5	シリコンゴム	ガラス編組	780	0	合格	1979.5.30
	6	難燃性エチレン プロピレンゴム	特殊 クロロブレンゴム	690	0	合格	1979.3.16
	7	難燃性ビニル	難燃性ビニル	800	0	合格	2014.7.26
	同軸ケーブル	8	架橋ポリエチレン	難燃性 架橋ポリエチレン	1070	0	合格	2014.7.9
9		架橋ポリエチレン	難燃性ビニル	1730	0	合格	2014.7.15
10		架橋ポリエチレン (同軸心) 架橋ポリエチレン (同軸心 (高圧)) 難燃性架橋ポリエチレン (制御心)	難燃性ビニル	970	0	合格	2015.4.9
11		難燃性ビニル (単心光コード) 架橋ポリエチレン (同軸心) 難燃性架橋ポリエチレン (制御心)	低煙害ビニル	1190	0	合格	2015.4.9

※試験結果の最も厳しい結果を記載

1 2. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.12)

■ 指摘事項 (審査会合 平成27年8月6日)

3時間耐火ラッピングについて、地震時においても性能が担保できることを説明すること。

【回答】

ケーブルトレイ等へ耐火ラッピングを施工する場合は、以下の観点から耐震性の評価を行い、基準地震動の発生後に機能を維持できる設計とする。

▶ ケーブルトレイ及び電線管の耐震性評価

- 島根2号炉では、ケーブルトレイ及び電線管へ耐火ラッピング材を施工することにより、ケーブルトレイサポートに掛かる最大荷重は173.7kg/m、電線管サポートに掛かる最大荷重は70.8kg/m 増加する。
- 耐火ラッピング施工後の状態において、基準地震動が発生しても、機能が維持できるよう、個別に強度評価を実施し、必要に応じてサポート補強を実施する。

▶ 耐火ラッピング材の耐震性評価

- 基準地震動発生時にも耐火ラッピングがケーブルトレイ及び電線管から脱落しないよう、耐火クロスベルト及び番線にて固定するが、耐火クロスベルトの強度は、引張試験を実施した結果、2,000N以上であることを確認しており、また、番線の強度は、644Nと評価した。
- 耐火ラッピング材は、耐火クロスベルト及び番線にて固定した状態において、基準地震動が発生した場合においても脱落することのないように、耐火クロスベルト及び番線に加わる地震力を評価し、必要に応じて耐火クロスベルト及び番線のスパンを調整する。
- 基準地震動 s_s に基づく、耐火ラッピング施工エリアの評価用震度を踏まえた設計条件で評価を行った結果、耐火クロスベルト及び番線に加わる地震力はそれぞれ最大で492.7N及び557.1Nであり、それぞれの強度2,000N及び644Nを下回ることから、耐火クロスベルト及び番線が破断するおそれがないことを確認した。



耐火ラッピングの固定状況

1 2. 審査会合での指摘事項に対する回答 (No.13)

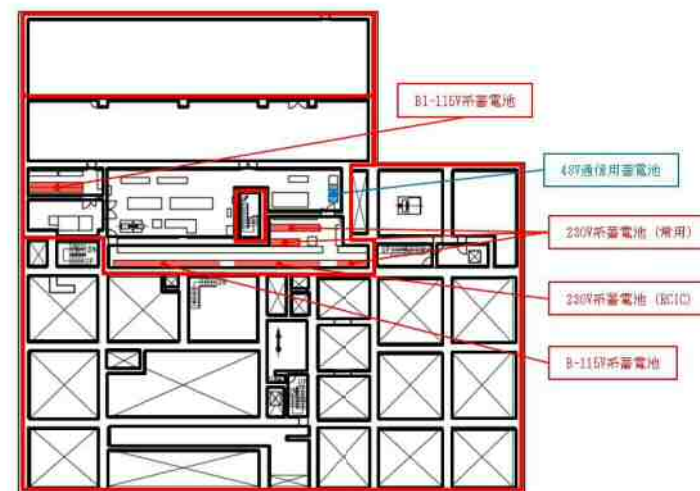
■ 指摘事項 (審査会合 平成27年8月6日)

同区画に設置する常用蓄電池と非常用蓄電池について、信頼性及び火災防護の観点から火災影響について説明すること。

【回答】

廃棄物処理建物 (非管理区域) の中には、常用系の蓄電池と非常用系の蓄電池を同じ火災区域に設置している区域があるが、当該区域には同一の安全区分の蓄電池を設置しない設計として系統分離を行うとともに、以下の対策を講じている。

- 常用系の蓄電池が非常用の蓄電池に影響を及ぼすことがないように、位置的分散が図られた設計とするとともに、電気的にも2つ以上の遮断器により切り離された設計としている。
- 常用系の蓄電池は、耐震Cクラスの要求ではあるが、基準地震動Ssに対して機能維持を確保し、非常用系の蓄電池と同様の信頼性を確保することとしている。
- 同じ部屋に設置されている230V系蓄電池 (常用) 及び230V系蓄電池 (RCIC) は、火災発生防止含めて、同様な設計としており、また、耐震Sクラスで設計し隣接する蓄電池に波及的影響を与えない設計としている。
- 当該エリアは、同一の換気設備 (中央制御室送風機、排風機) により換気を行うとともに、水素濃度検知器を設置している。



常用系蓄電池と非常用系蓄電池の分離状況



蓄電池設置エリアの設置状況