

# 東海第二発電所

## 内部火災への対応について

平成29年12月

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. 火災防護に関する設置許可基準規則について
  2. 火災防護に関する基本方針
  3. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器等の選定
  4. 審査基準に対する設計方針(発生防止)
  5. 火災の発生防止(非難燃ケーブル対応)
  6. 火災の感知, 消火【火災感知設備の概要】
  7. 審査基準に対する設計方針(火災の感知)
  8. 火災の感知, 消火【消火設備の概要】
  9. 審査基準に対する設計方針(火災の消火)
  10. 火災区域・区画設定の考え方
  11. 審査基準に対する設計方針(火災の影響軽減)
  12. 特徴的な火災区画の火災防護
    - ・中央制御室(制御盤)                      ・中央制御室(床下コンクリートピット)                      ・原子炉格納容器
    - ・ケーブル処理室                      ・原子炉建屋付属棟1階電気室                      ・常設代替高圧電源装置置場
    - ・地下ケーブルトンネル                      ・格納容器圧力逃がし装置等
  13. 審査基準に対する設計方針(個別の留意事項への対応)
- 【参考資料】
- 参考1: 防火シートによる複合体形成
  - 参考2: 複合体施工と耐延焼性試験
  - 参考3: 特徴的な火災感知設備の概要
  - 参考4: 複合体の消火設備の概要
  - 参考5: ケーブルトレイ等の耐火試験結果
  - 参考6: 安全機能を有する構築物, 系統及び機器の選定

# 1. 火災防護に関する設置許可基準規則について

火災防護に関する「**实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（設置許可基準規則）**」での内部火災に関する要求事項は以下のとおり。

## 【第八条】

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。

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。

## 【第四十一条】

重大事故等対処施設は、火災により重大事故等に対処するために必要な機能を損なうおそれがないよう、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、火災感知設備及び消火設備を有するものでなければならない。

※ 「**实用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈**」にて、8条の第1項については、別途定める「**实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**」に適合するものであること、41条については、8条の第1項の解釈に準ずることが要求されている。

## 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。(DB)
- ◆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。(DB)
- ◆重大事故等対処施設は、火災により重大事故等により対処するために必要な機能を損なうおそれがないよう、火災防護対策を講じる設計とする。(SA)
- ◆火災防護対策を講じる設計を行うに当たり、重大事故等対処施設を設置する区域を火災区域及び火災区画に設定する。(SA)
- ◆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のそれぞれ（設計基準対処施設の場合は影響軽減も含む）を考慮した火災防護対策を講じる設計とする。

### 【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ることがないように、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、火災防護対象機器及び対象ケーブルは、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. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器等の選定

#### (1) 火災防護対象系統・設備等の選定

- ◆ 「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及び放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能を抽出し, 火災による影響を考慮して, 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

#### (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機能・系統

- ◆ 原子炉の緊急停止機能や原子炉停止後の除熱機能等の13機能及びこれを達成するために必要な残留熱除去系等の20系統を抽出

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
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))
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 他	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 他

#### (3) 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能・系統

- ◆ 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な5機能及びこれを達成するために必要な非常用ガス処理系等の16系統を抽出

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	・非常用ガス処理系
	・非常用再循環ガス処理系 他
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 他	・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 他

## 4. 審査基準に対する設計方針(発生防止)

- ◆ 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
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"> <li>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する設計とする。また、堰等を設置し、漏えいした油の拡大防止する設計とする。</li> <li>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する設計とする。</li> </ul>
	配置上の考慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>油や水素内包機器の火災により、重大事故等の対処する機能が損なわれないように、壁等による配置上の考慮を行う設計とする。</li> </ul>
	換気	<ul style="list-style-type: none"> <li>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する設計する。</li> <li>なお、海水ポンプエリア等の屋外エリアは自然換気とする。</li> </ul>
	防爆	<ul style="list-style-type: none"> <li>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を防止する設計とする。</li> <li>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。</li> <li>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をする設計とする。</li> <li>「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する設計とする。</li> </ul>
	貯蔵	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要な量に制限して貯蔵する設計とする。(全交流動力電源喪失及び全交流動力電源喪失以外の重大事故等を想定しても、100%負荷で7日間の連続運転できる量を貯蔵)</li> </ul>

## 4. 審査基準に対する設計方針(発生防止)

審査基準の要求項目	設計方針
可燃性の蒸気又は可燃性の粉体の対策	<ul style="list-style-type: none"><li>・「防爆」に示す通り可燃性の蒸気を発生するおそれはない。</li><li>・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する運用管理を実施する設計とする。</li><li>・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設計とする。</li></ul>
発火源への対策	<ul style="list-style-type: none"><li>・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とする設計とする。</li><li>・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とする。</li></ul>
水素対策	<ul style="list-style-type: none"><li>・「漏えいの防止、拡大防止(換気)」に示すような対策を実施する設計とする。</li><li>・蓄電池を設置する火災区域(区画)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とする。</li></ul>
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"><li>・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」に従った水素対策を実施する設計とする。</li></ul>
過電流による過熱防止対策	<ul style="list-style-type: none"><li>・電気系統は、保護継電器、遮断器を設置し過電流に対する過熱防止対策を実施する設計とする。</li></ul>

## 4. 審査基準に対する設計方針(発生防止)

審査基準の要求項目		設計方針
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"> <li>・ 主要構造材は金属, コンクリート等の不燃材を使用する設計とする。</li> <li>・ 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とする。</li> </ul>
	変圧器及び遮断器に対する絶縁油	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 火災区域(区画)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とする。</li> </ul>
	難燃ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原則, 難燃ケーブルを使用する設計とし, 建設時に敷設された非難燃ケーブルを使用する場合は, 難燃ケーブルと同等以上の難燃性能を確認した防火シートによる代替措置(複合体形成)を実施する設計とする。</li> <li>・ 核計装ケーブルは, 難燃ケーブルを使用する設計とする。なお, 放射線モニタケーブルについては, IEEE383に基づく延焼試験の要求を満足しないため, 専用電線管で敷設するとともに, 酸素供給防止を目的として, 電線管両端には耐火性を有するシール材を施工し, 延焼防止を図る設計とする。</li> </ul>
	換気装置フィルタ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「JIS L 1091(繊維製品の燃焼性試験方法)」や, 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)する設計とする。</li> </ul>
	保温材	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設省告示又は建築基準法に基づく不燃材を使用する設計とする。</li> </ul>
	建屋内装材	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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する設計とする。</li> </ul>
落雷に対する火災発生防止	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建築基準法に基づく避雷設備及び接地網を設置する設計とする。</li> </ul>
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"> <li>・ 設置許可基準規則の解釈に従い設計する設計とする。</li> </ul>

## 5. 火災の発生防止(非難燃ケーブル対応)

### 【基準要求に適合するための設計方針】

審査基準では、安全機能を有する機器は、難燃ケーブルを使用する設計が要求されているが、東海第二発電所はプラント建設時に非難燃ケーブルを使用している。このため、基準要求に適合するよう非難燃ケーブルに対する設計方針を以下のとおりとする。

なお、建設以降に改造工事を行った際には難燃ケーブルを使用している。

1. 安全機能を有する機器に使用している非難燃ケーブルについては、原則、難燃ケーブルに取替える。
2. ケーブル取替以外の措置(以下「代替措置」という。)によって、非難燃ケーブルを使用する場合は、以下の範囲に限定する。
  - ① ケーブル取替に伴い安全上の課題が生じる範囲  
及び
  - ② 施工後の状態において、以下の条件を満足する範囲
    - a. 安全上の課題を回避し、基準に適合する代替措置※が適用できること
    - b. 難燃ケーブルと比較した場合、火災リスクの有意な増加がないこと

※ 代替措置の難燃性能については、設置許可基準規則の解釈に基づき、保守的に設定した保安水準が達成できることを実証する。

【設置許可基準規則の解釈(抜粋)】

設置許可基準規則に定める技術的要件を満足する技術的内容は、本解釈に限定されるものではなく、設置許可基準規則に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、設置許可基準規則に適合するものと判断する。

## 5. 火災の発生防止(非難燃ケーブル対応)

### 【安全上の課題を回避する取替方法の検討結果】

◆既設非難燃ケーブル取替に伴う安全上の課題回避に係る検討結果を以下に示す。

回路種別	敷設形態	安全上の課題	対応
高圧電力	ケーブルトレイ	なし	取替
低圧電力	電線管	なし	取替
	ケーブルトレイ	・可燃物量の増加 ・建屋耐震性への影響	代替措置
制御・計装	電線管	なし	取替
	コンクリートピット	なし	取替
	ケーブルトレイ	・可燃物量の増加 ・建屋耐震性への影響	代替措置

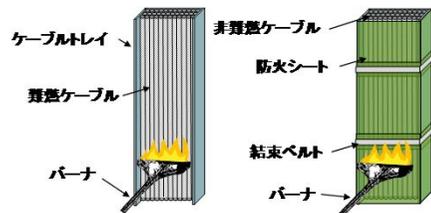
#### <参考>

- ◆新設するケーブルは、難燃ケーブルを使用
- ◆同じケーブルトレイに非難燃ケーブルと難燃ケーブルが混在する場合には、難燃ケーブルも含めて代替措置(複合体)を適用

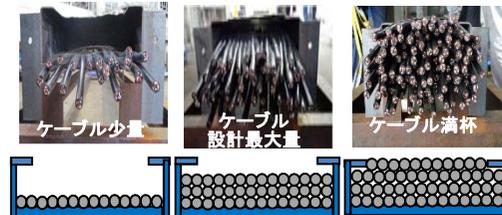
## 5. 火災の発生防止(非難燃ケーブル対応 耐延焼性確認試験結果)

◆ 複合体の外部の火災に対し、複合体の耐延焼性、同条件の難燃ケーブルと同等以上の性能があることを確認

試験区分	供試体	トレイ方向	ケーブル量	バーナ熱量 (kW)	最大損傷距離 (mm)	判定結果 (燃え止まること)	備考
標準状態	複合体	垂直	少量	20	570	良	・複合体は同条件の難燃ケーブルより損傷長が短いことを確認 ・難燃ケーブル満杯は設計最大量よりケーブル量が長く損傷長が長くなるため実施せず
			設計最大量		663	良	
			満杯		980	良	
	難燃ケーブル		少量		1010	良	
			設計最大量		1780	良	
複合体	水平(参考)	設計最大量	740	良			
加熱源とFS (ファイアストッパ)の距離	複合体	垂直	設計最大量	20	①1220	良	・FS(ファイアストッパ)とバーナの距離が短いほど損傷長は長い ・難燃ケーブルはFSは設置しないためFSなしの条件
					②890	良	
					③760	良	
	難燃ケーブル				1780	良	
バーナ熱量を变化	複合体	垂直	設計最大量	30	1010	良	・バーナ熱量を50%増加させた条件でも、複合体の損傷長は難燃ケーブルより短いことを確認
					930	良	
	難燃ケーブル				2030	良	



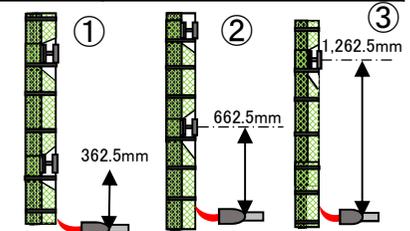
耐延焼性確認試験(垂直トレイ)概要



ケーブル量



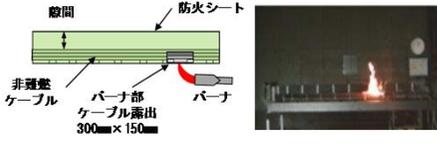
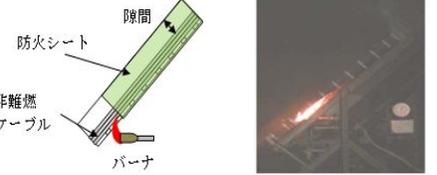
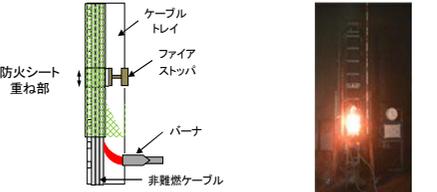
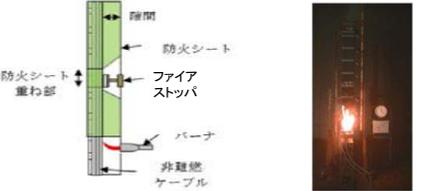
耐延焼性確認試験(水平トレイ)概要



FSとバーナの位置関係

## 5. 火災の発生防止(非難燃ケーブル対応 耐延焼性確認試験結果)

- ◆ 複合体の内部の火災に対して、複合体の耐延焼性を確認し、燃えとまること(延焼しないこと)を確認

トレイ方向	ケーブル量	バーナ熱量(kW)	間隙有無 (FS有無)	最大損傷距離(mm)	判定結果 (燃え止まること)	試験状況	備考
水平	設計 最大量	20	間隙有 (FS無)	740	良		<ul style="list-style-type: none"> <li>・複合体(ケーブルトレイ)の勾配が45°以下では、FS(ファイアストップ)がなく、空気層がある状態でも複合体は燃え止まることを確認</li> <li>・複合体(ケーブルトレイ)が垂直の場合は、FSにより複合体は燃え止まることを確認</li> </ul>
勾配45°				850	良		
垂直			—	否	—		
			間隙有 (FS有)	1280	良		
			間隙無 (FS有)	1070	良		

FS(ファイアストップ): 45° を超える傾きのケーブルトレイに対して、延焼防止を目的に防火シートをケーブルに密着させるために90cm毎に設置する器具

## 5. 火災の発生防止(非難燃ケーブル対応 耐延焼性以外の影響確認結果)

### ◆ 複合体がケーブル及びケーブルトレイ機能に与える影響を確認し、問題ないことを確認

#### (1) 防火シート等の耐久性試験

①実機使用環境を模擬し、各JISに準拠した防火シート等の耐久性確認試験

試験項目	準拠規格	試験対象	判定基準	判定結果
耐寒性	JIS C 3605	防火シート, 結束ベルト	試験前後の外観に異常がないこと (割れ, 膨れ, 変色)	良
耐水性	JIS K 5600-6-2			良
耐薬品性	JIS K 5600-6-1			良
耐油性	JIS C 2320(1種2号)			良
耐塩水性	JIS K 5600			良

②高温及び放射線環境下における防火シート等の耐久性確認試験

想定年数	外観変化 (割れ, 膨れ, 変色)		酸素指数	
	シート	ベルト	シート	ベルト
初期	—	—	40.4	63
40年	無	無	70以上	45
判定結果	良	良	良	良

③複合体の外力(地震)による健全性確認試験

実機を模擬した保守的な加速度(水平4G,垂直3G)にて複合体の健全性を確認(JEAG4601に準拠した加振試験)

対象トレイ	結束ベルトの外れ	ファイアストップの外れ	ケーブルの露出	判定結果
水平トレイ	無	—	無	良
垂直トレイ	無	無	無	良

#### (2) 防火シートによる電氣的機能への影響確認

①通電機能への影響確認

IEEE848-1996に準拠した電流低減率試験にて設計余裕内(設計余裕34%に対して電流低下率は約13.4%)にあることを確認

ケーブル設計電流(A)	定格電流(A)	設計裕度(%)
97	72	34



②絶縁機能への影響確認

a. 絶縁抵抗測定試験

「JIS C 3005ゴム・プラスチック絶縁電線試験方法」

・水中に1時間以上浸し, 規定電圧(直流: 100V以上)を1分間印加してもケーブルの絶縁抵抗値の低下がないことを確認



b. 耐電圧試験

「JIS C 3605 600Vポリエチレンケーブル」

・規定電圧(交流: 1500V)で1分間耐えることを確認

#### (3) 防火シートによる機械的機能への影響確認

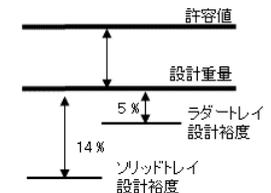
①防火シートによる化学的影響を確認するため, JISに準拠したpH測定試験を実施し, 中性範囲(pH6~8)にあることを確認(実測値pH6.4)

②防火シートによる耐震性低下

複合体形成後に増加する重量を算出し耐震裕度を評価

判定基準: 重量余裕の範囲内

- ・重量増加率(ラダー): (最大)3.3% < 設計重量の余裕: 5%
- ・重量増加率(ソリッド): (最大)4.0% < 設計重量の余裕: 14%



## 6. 火災の感知, 消火【火災感知設備の概要】

- ◆ 火災感知設備は, 温度, 放射線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

### 【アナログ式感知設備】

- 熱及び煙感知器 ……固有の信号を発する異なる種類の火災感知器の組合せの原則として選定
- 光ファイバーケーブル式熱感知器……非難燃ケーブル複合体に選定
- 熱感知カメラによる火災感知 ……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

### 【非アナログ式感知設備 (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) ……可燃性ガスの蓄積が想定され防爆型が必要な箇所に選定
- 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選定

火災感知器の設置場所	火災感知器の設置型式	
一般的な火災区画 (常設高圧代替注入系ポンプ, 代替循環冷却系ポンプ, 格納容器圧力逃がし装置等)	アナログ式煙感知器	アナログ式熱感知器
原子炉格納容器	アナログ式煙感知器*	アナログ式熱感知器*
蓄電池室, 軽油貯蔵タンク/非常用DG燃料移送ポンプ等を設置する火災区画 (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)	非アナログ式煙感知器(防爆型)	非アナログ式熱感知器(防爆型)
海水ポンプ, 常設代替高圧電源装置を設置する火災区画 (屋外環境のため火災による煙, 熱が拡散する区画)	非アナログ式炎感知器(赤外線)	アナログ式熱感知カメラ(赤外線)
原子炉建屋オペレーティングフロア(火災区画) (天井が高く床面積が広い火災による熱が拡散する区画)	非アナログ式炎感知器(赤外線)	アナログ式煙感知器(光電式分離型)
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)	アナログ式煙感知器(煙吸引式)	非アナログ式熱感知器 (感度: 温度70~93℃)

※: 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

■: 非アナログ式

## 7. 審査基準に対する設計方針(火災の感知)

### 【火災感知に対する基本方針】

- ◆安全機能を有する構築物, 系統及び機器並びに重大事故等対処設備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する
- ◆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する

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設計とする。 ◆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設備を設置
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て設置すること。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, 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」を設置する設計とする。 ◆誤作動を防止するため, 感知器は多重化して設置する設計とする。
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。	◆火災感知設備は, 外部電源喪失時においても, 火災の感知が可能なように非常用電源(DB)及び緊急用電源(SA)からも受電可能とするとともに, 受信設備には蓄電池を設置する設計とする。
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, 中央制御室等に設置し, 常時監視できる設計とする。

## 8. 火災の感知, 消火【消火設備の概要】

- ◆ 火災時の煙の充満等により消火活動が困難なところには, 自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置する

### 【消火設備選定の基本的な考え方】

- ◆ 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

### 【基本的な考え方と異なる消火設備】

- ◆ 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
  - 非常用ディーゼル発電機室, 緊急時対策所用非常用発電機室等……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)  
(火災区域(区画)の消火設備とは別に複体内ケーブルの早期消火のため自動消火設備(局所)を設置)

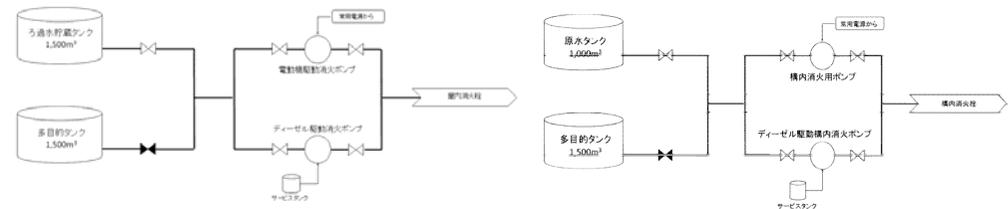
消火設備	設置箇所
水消火設備(消火栓)	各建屋及び屋外
消火器	各建屋内
ハロゲン化物自動消火設備(全域)	電気室, ポンプ室, ケーブル処理室等の全域消火可能な区画等
ハロゲン化物消火設備(局所)	ハロン1301:原子炉建屋通路部の油内包機器, 電源盤, 制御盤, 常設低圧代替注水系ポンプ室等 FK-5-1-12:ケーブルトレイ(非難燃ケーブル複合体)
二酸化炭素消火設備(全域)	非常用ディーゼル発電機室, 緊急時対策所用非常用発電機室等
消火用水(水源)	屋内消火栓用:・多目的タンク(約1, 500m <sup>3</sup> ), ろ過水タンク(約1, 500m <sup>3</sup> ) 屋外消火栓用:・多目的タンク(約1, 500m <sup>3</sup> ), 原水タンク(約1, 000m <sup>3</sup> ) 多目的タンクは屋内屋外共用
消火ポンプ	屋内消火栓用:電動機駆動消火ポンプ×1台, ディーゼル駆動消火ポンプ×1台 屋外消火栓用:電動機駆動消火ポンプ×1台, ディーゼル駆動消火ポンプ×1台
移動式消火設備	・化学消防自動車×1台, 水槽付消防ポンプ車×1台

## 9. 審査基準に対する設計方針(火災の消火)

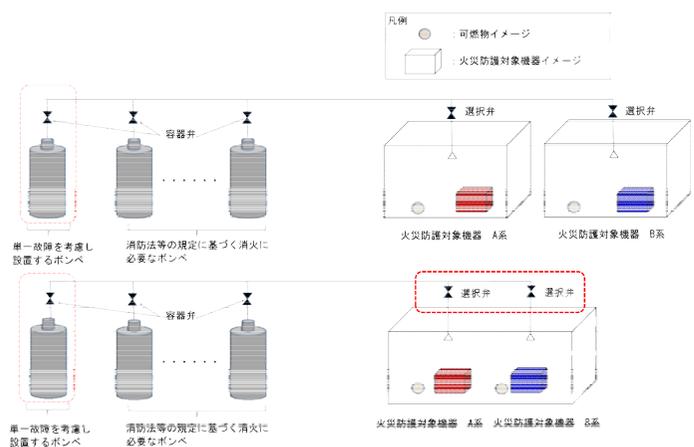
### 【消火に対する基本方針】

- ◆安全機能を有する構築物, 系統及び機器並びに重大事故等対処設備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
2.2.1(2) 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自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置する設計とする。
②	◆放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物, 系統及び機器が設置される火災区域又は火災区画であって, 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自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置する設計とする。
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	<p>◆屋内消火栓については, 必要水量を確保できる水源(タンク)を多重化(ろ過水タンク及び多目的タンク各1,500m<sup>3</sup>)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</p> <p>◆構内(屋外)消火栓については, 必要水量を確保できる水源(タンク)を多重化(原水タンク1,000m<sup>3</sup>, 多目的タンク1,500m<sup>3</sup>)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</p>



## 9. 審査基準に対する設計方針(火災の消火)

審査基準	設計方針
<p>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</p>	<p>◆ 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、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とする。</p> <p>◆ 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、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とする。</p>  <p>凡例  <span style="color:red">■</span> : 可燃物イメージ  <span style="color:blue">■</span> : 火災防護対象機器イメージ</p> <p>単一故障を考慮し設置するポンペ      消防法等の規定に基づく消火に必要なポンペ      容器弁      選択弁      火災防護対象機器 A系      火災防護対象機器 B系      単一故障を考慮し設置するポンペ      消防法等の規定に基づく消火に必要なポンペ      容器弁      選択弁      選択弁      火災防護対象機器 A系      火災防護対象機器 B系</p>
<p>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</p>	<p>◆ 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とする。</p> <p>◆ これら設備のポンペ等は、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する設計とする。</p>
<p>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</p>	<p>◆ ガス消火設備については、消火対象に応じて、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する設計とする。</p> <p>◆ 消火器については、消防法施行規則第六条～第八条に基づき必要量を配備する設計とする。</p>

## 9. 審査基準に対する設計方針(火災の消火)

審査基準		設計方針
⑦	◆ 移動式消火設備を配備	◆ 「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」第八十三条に基づき、化学消防自動車及び水槽付消防ポンプ車を配備する設計とする。
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、消防法施行令第十一条(屋内消火栓)及び十九条(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とする。
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とする。 ◆ 水道水系とは共用しない設計とする。 <div style="text-align: center;"> <p>The diagram shows a cylindrical tank labeled 'タンク' connected to a circular fire pump labeled '消火ポンプ'. A horizontal pipe extends from the pump to the right, ending in an arrow labeled '消火設備'. A vertical pipe branches off upwards from the main pipe, containing a valve labeled '隔離弁'. This vertical pipe then turns right to a horizontal pipe labeled '他系統供給へ'.</p> </div>
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とする。
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	◆ ディーゼル消火ポンプ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とする。 ◆ ガス消火設備は、非常用電源(DB)、緊急用電源(SA)からも受電可能とするとともに、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とする。 ◆ ケーブルトレイ(複合体内)の局所ガス消火設備は作動電源が不要な設計とする。
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、消防法施行令第十一条及び十九条に準拠して、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の範囲における消火活動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設計とする。

## 9. 審査基準に対する設計方針(火災の消火)

審査基準		設計方針
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 全域ガス自動消火設備(ハロン1301又は二酸化炭素)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とする。</li> <li>◆ ハロゲン化物消火設備(局所)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とする。</li> <li>◆ ケーブルトレイ用のハロゲン化物消火設備(局所)は、消火ガスがトレイ内に留まり、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とする。</li> </ul>
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	◆ 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、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、処理する設計とする。
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する設計とする。

## 9. 審査基準に対する設計方針(火災の消火)

審査基準		設計方針
2.2.2 (1)	火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。	—
	(1) 凍結するおそれがある消火設備は、凍結防止対策を講じた設計であること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 屋外に設置する火災感知設備は、東海第二発電所において考慮している最低気温-12.7℃(水戸地方気象台(1897年～2012年))を踏まえ、-20℃まで気温が低下しても使用可能な火災感知設備を設置する設計とする。</li> <li>◆ 屋外消火設備の配管は、保温材により凍結防止対策を実施。また、屋外消火栓は、消火栓内部に水が溜まらないような構造とし、自動排水弁により通常は排水弁を開で通水状態とし、消火栓使用時は排水弁を閉にして放水する設計とする。</li> </ul>
	(2) 風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されない設計であること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 消火用水供給系のポンプ等の機器は、風水害に対してその性能が著しく阻害されることがないように、防潮堤が設置された敷地内の建屋内に配置する設計とする。</li> <li>◆ 二酸化炭素自動消火設備(全域)、ハロゲン化物自動消火設備(全域)、ハロゲン化物自動消火設備(局所)についても、風水害に対してその性能が著しく阻害されることがないように建屋内等に配置する設計とする。</li> <li>◆ ディーゼル駆動消火ポンプ、電動機駆動消火ポンプを設置しているポンプ室の壁、扉に対してその性能が著しく阻害されることがないように浸水対策を実施する設計とする。</li> <li>◆ 屋外の火災感知設備は、火災感知器の予備を確保し、風水害の影響を受けた場合にも、早期に火災感知器の取替を行うことにより、当該設備の機能及び性能を復旧する設計とする。</li> </ul>
	(3) 消火配管は、地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 屋外消火配管は、地上又はトレンチに設置し、地震時における地盤変動に対し、配管の自重や内圧、外的荷重を考慮し地盤沈下による建屋と周辺地盤との相対変位を考慮する設計とする。</li> <li>◆ 地盤変位対策としては、水消火配管のレイアウト、配管曲げ加工や配管支持長さからフレキシビリティを考慮した配置とすることで、地盤変位による変形を配管系統全体で吸収する設計とする。</li> <li>◆ さらに、万が一、屋外消火配管が破断した場合でも消防車を用いて屋内消火栓へ消火水の供給ができるよう、原子炉建屋の東西(各1ヶ所)に給水接続口を設置する設計とする。</li> </ul>

## 9. 審査基準に対する設計方針(火災の消火)

審査基準		設計方針
(2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 消火設備を構成するポンプ等の機器が水没等で機能しなくなることはないよう、設計に当たっては配置が考慮されていること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ ディーゼル駆動消火ポンプ、電動機駆動消火ポンプを設置しているポンプ室の壁、扉に対してその性能が著しく阻害されないよう浸水対策を実施する設計とする。</li> </ul>
2.2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、消火設備の破損、誤動作又は誤操作によって、安全機能を失わない設計であること。また、消火設備の破損、誤動作又は誤操作による溢水の安全機能への影響について「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」により確認すること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 二酸化炭素は不活性であること、ハロゲン化物消火剤は、電気絶縁性が大きく揮発性も高いことから、設備の破損、誤作動または誤操作により消火剤が放出されても電気及び機械設備に影響を与えない。なお、非常用ディーゼル発電機は、二酸化炭素自動消火設備(全域)の破損、誤作動または誤操作により二酸化炭素が放出されることによる室内充満を考慮しても機能が喪失しないよう、外部から直接燃焼用空気を取り入れる設計とする。</li> <li>◆ 第9条「内部溢水」にてご説明。内部溢水による防護区画内は、「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」に従い屋内消火栓の3時間2か所同時放水を仮定し、影響のないことを確認</li> </ul>

## 10. 火災区域・区画設定の考え方

- ◆ 下記の要領で火災区域，区画を設定し，火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響を軽減

### (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)等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

# 10. 火災区域・区画設定の考え方

## 【火災区域/火災区画の設定】



原子炉建屋原子炉棟及び原子炉建屋付属棟 地下2階

3時間以上の耐火能力を有する耐火壁により、他の火災区域から分離  
・安全区分Ⅰ（オレンジ）とⅠ以外（水色）の設備の設置されるエリアを考慮して設定



各火災区域について、機器配置を考慮し、延焼防止及び系統分離の観点から火災区画を設定



火災区画にある異区分の機器について、審査基準2.3.1(2)のa,b,cのいずれかの方法により、系統分離を実施  
・安全区分ⅠとⅠ以外（Ⅱ，Ⅲ）を分離し、延焼を防止

- 凡例
- : 火災区域
  - : 火災区画
  - - : 3時間以上耐火壁追設
  - - : 1時間以上の耐火隔壁追設
  - 赤字: 安全区分Ⅰの火災防護対象機器
  - 青字: 安全区分Ⅱの火災防護対象機器
  - 緑字: 安全区分Ⅲの火災防護対象機器
- 安全区分Ⅰの火災区域  
■ 安全区分Ⅰ以外の火災区域

## 11. 審査基準に対する設計方針(火災の影響軽減)

### 【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、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 ◆ 対象例: 異区分の火災区域(区画)に配置された伝送器等の機器
	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、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
	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、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 ◆ 対象例: 異区分の火災区域(区画)に敷設されたケーブル

## 11. 審査基準に対する設計方針(火災の影響軽減)

審査基準	設計方針
(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。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 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</li> </ul>
(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。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 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</li> <li>◆ 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</li> </ul>
(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。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 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</li> <li>◆ 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</li> <li>◆ 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</li> </ul>
(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。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 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</li> </ul>

# 11. 火災の影響軽減

## ◆火災防護の審査基準「2.3 火災の影響軽減」にて要求される以下の系統分離対策を実施する

①火災区域については、3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で他の火災区域から分離

◆「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」等が設置されている火災区域については、3時間の耐火能力を有する耐火壁、貫通部シール、防火扉及び防火ダンパ等で分離

②安全停止に係る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を行うため、a, b, cのいずれかで延焼を防止する分離方法a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等

● 3時間の耐火性能を確認した以下のいずれかで分離

- ・鉄板＋発泡性耐火被覆
- ・鉄板＋断熱材

分離方法b. 6m隔離＋火災感知・自動消火 ⇒ 適用せず

● 6mの隔離(可燃物なし)を確保した系統分離

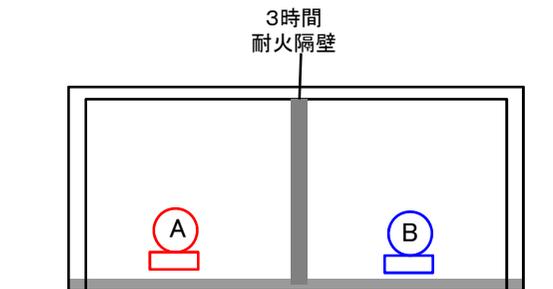
分離方法c. 1時間の耐火能力を有する隔壁等＋火災感知・自動消火

● 1時間の耐火性能を確認した以下のいずれかで分離

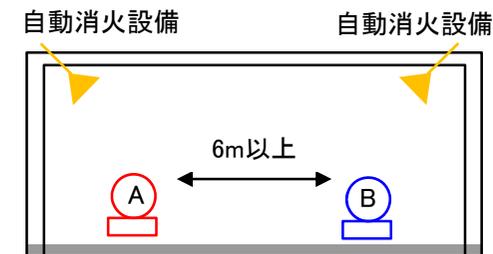
- ・鉄板＋発泡性耐火被覆
- ・鉄板＋断熱材

③審査基準にある系統分離(②の方針a,b,c)以外の適用箇所

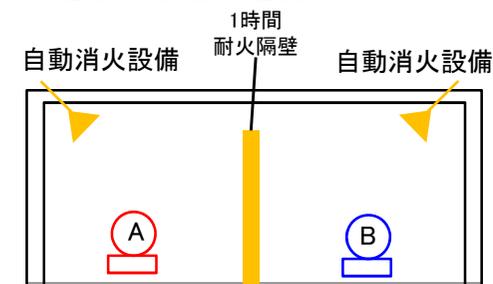
- 中央制御室
- 格納容器内



a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離



b. 6m隔離＋火災感知・自動消火

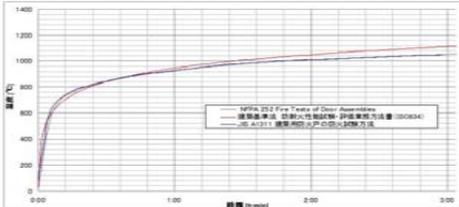


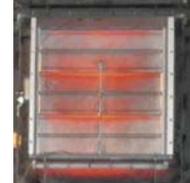
c. 1時間の耐火能力を有する隔壁等＋火災感知・自動消火

# 11. 火災の影響軽減

## 【3時間耐火壁及び隔壁等の耐久試験】

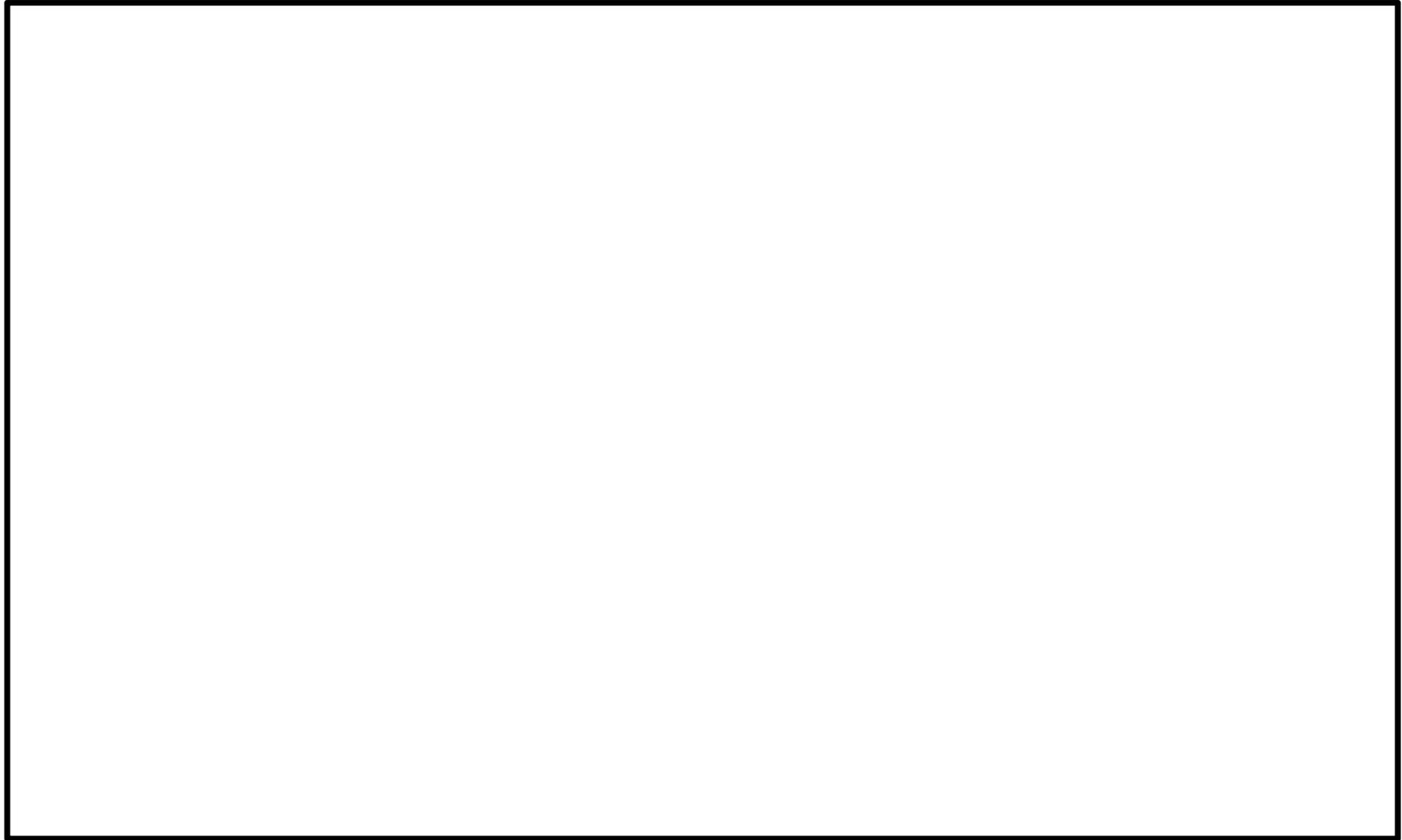
- ◆「火災防護に係る審査基準」では、耐火壁，隔壁等の設計の妥当性が耐久試験によって確認されることを要求
- ◆火災区域を構成する壁，貫通部シール，防火扉及び防火ダンパについて，3時間耐火性能を有していることを確認

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 (建築基準法より保守的なNFPAを採用)	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)
					

## 11. 火災の影響軽減

【耐火隔壁の3時間及び1時間耐久試験】



## 12. 特徴的な火災区画の火災防護(中央制御室(制御盤))

### ◆ 中央制御室制御盤内のスイッチ等は、以下に示す分離対策を実施

#### a. 離隔距離等による分離

◆ 中央制御室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

◆ 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

#### 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

◆ 中央制御室制御盤内には、上記区域の感知器に加え、高感度煙感知設備を設置

#### c. 消火設備

◆ 中央制御室制御盤内の消火は、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を配備

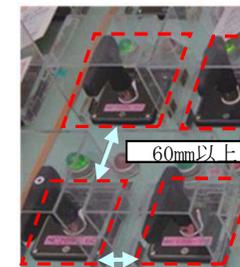
#### d. 原子炉の高温停止及び低温停止の達成、維持

◆ 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

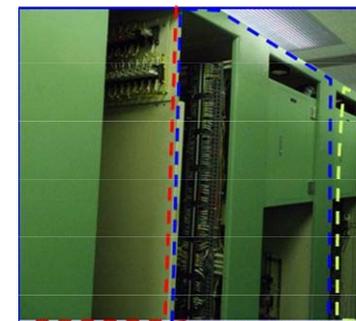
【操作スイッチ裏面】 【操作スイッチ表面】



金属製筐体  
厚さ:3.2mm



約35mm



3.2mm以上の鉄板で分離



【制御盤間の分離】

区分の境界

## 12. 特徴的な火災区画の火災防護(中央制御室(床下コンクリートピット))

◆中央制御室の床下は、「1時間の耐火能力を有する隔壁+火災感知・自動消火」による系統分離を実施

a. 1時間の耐火能力を有する隔壁による系統分離

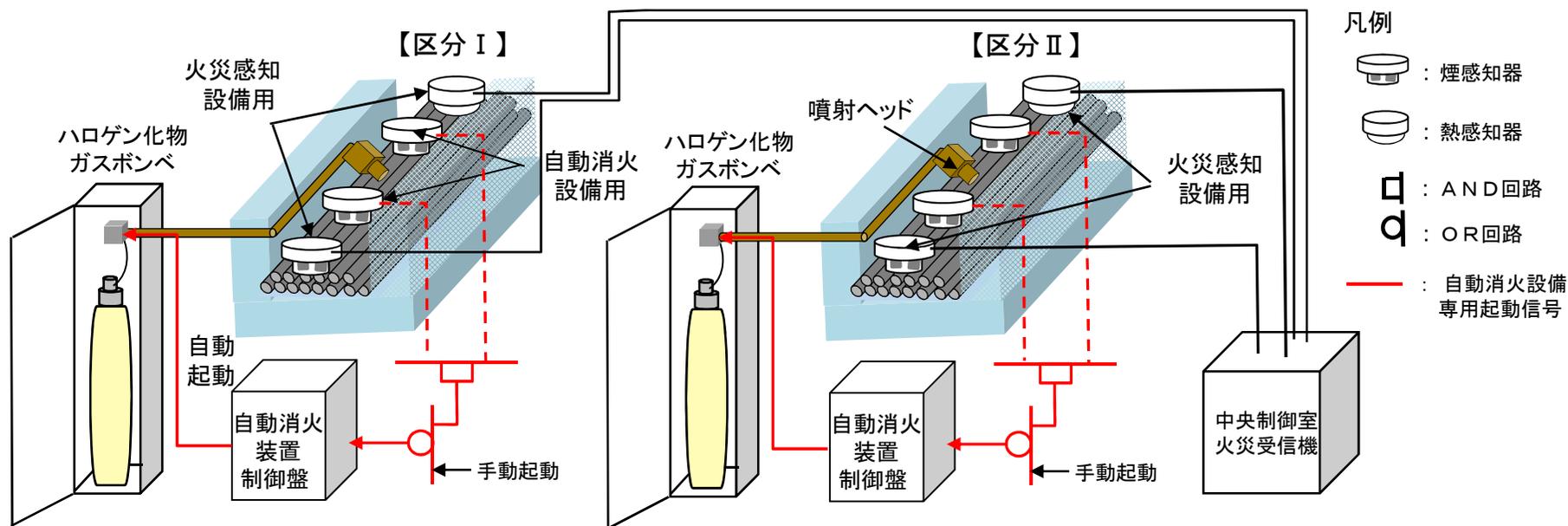
ケーブルは安全区分に応じ、区分された1時間の耐火能力を有するコンクリートピットに敷設

b. 火災感知設備

コンクリートピット内の自動消火のための専用の煙感知器を設置。なお、感知設備用としては、種類の異なる熱感知器と煙感知器を区分分離されたコンクリートピット毎に設置

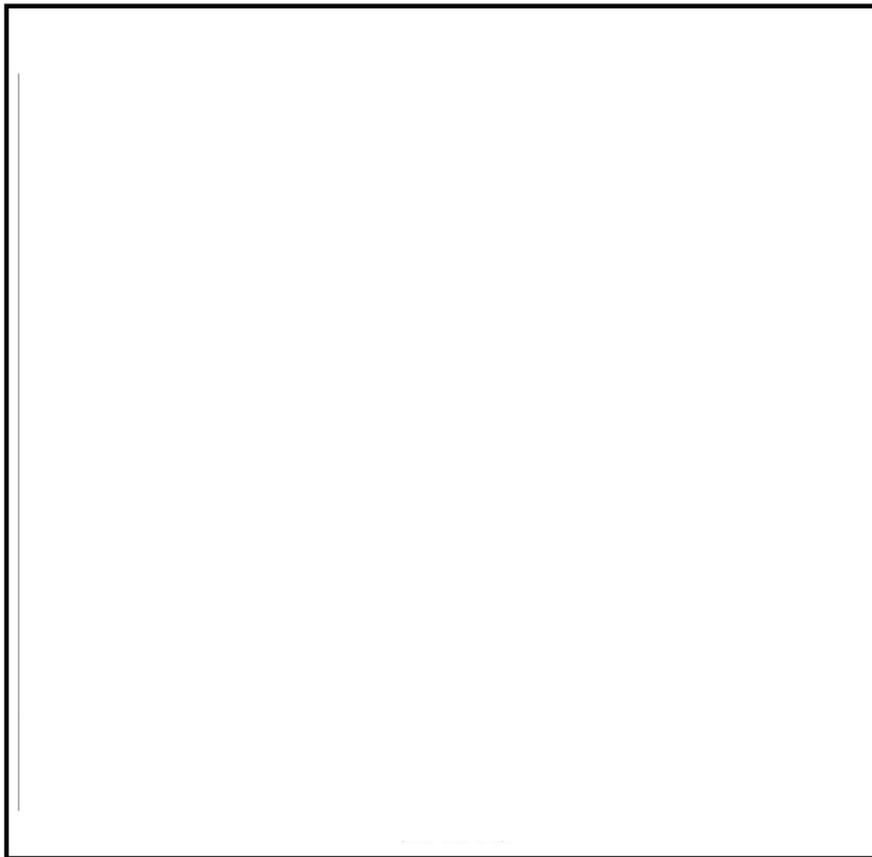
c. 自動消火設備

ハロゲン化物自動消火設備(ハロン1301)を設置(手動起動可能)



## 9. 特徴的な火災区画の火災防護対策(原子炉格納容器)

◆原子炉格納容器内にも火災感知器を設置し、火災の発生が想定される期間の火災防護を強化する



### <火災の発生防止>

- ・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

### <火災の感知>

- ・原理の異なる火災感知器として、熱感知器及び熱感知器を設置
- ・原子炉運転中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があるため、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
- ・原子炉停止後(窒素パージ後)は速やかに復旧(感知器は取替)  
⇒火災感知器設置により、プラント停止時及び原子炉起動時、格納容器閉鎖から窒素置換完了までの期間の火災感知機能の強化

### <火災の消火>

#### ◆ 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)に配置
- ・今後、訓練等を計画的に実施し、原子炉起動時の消火器又は消火栓を用いた消火活動に対する技量の維持向上を図る

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	約1000(A) 約770(B)
原子炉再循環ポンプ用電動機(A,B)	250℃		約620/台	(現在の油サンプルはMCCI対応で撤去のため、新たな堰を新設)
主蒸気内側隔離弁(A~D)	204℃		約9/台	

格納容器内の火災源となる得る油内包設備の設置状況

万一、格納容器内で火災が発生した場合でも、運転員の操作と相まって、プラントは安全に低温停止可能

## 12. 特徴的な火災区画の火災防護対策(ケーブル処理室)

ケーブル処理室には、以下の火災防護対策を実施する

- ◆ ケーブル処理室(火災区画)の感知と消火
  - 感知設備: 2種類の感知器(煙・熱)(①-1)
  - 消火設備: ハロゲン化物自動消火設備(全域)(②-1)  
自動消火設備専用煙感知器(①-2)

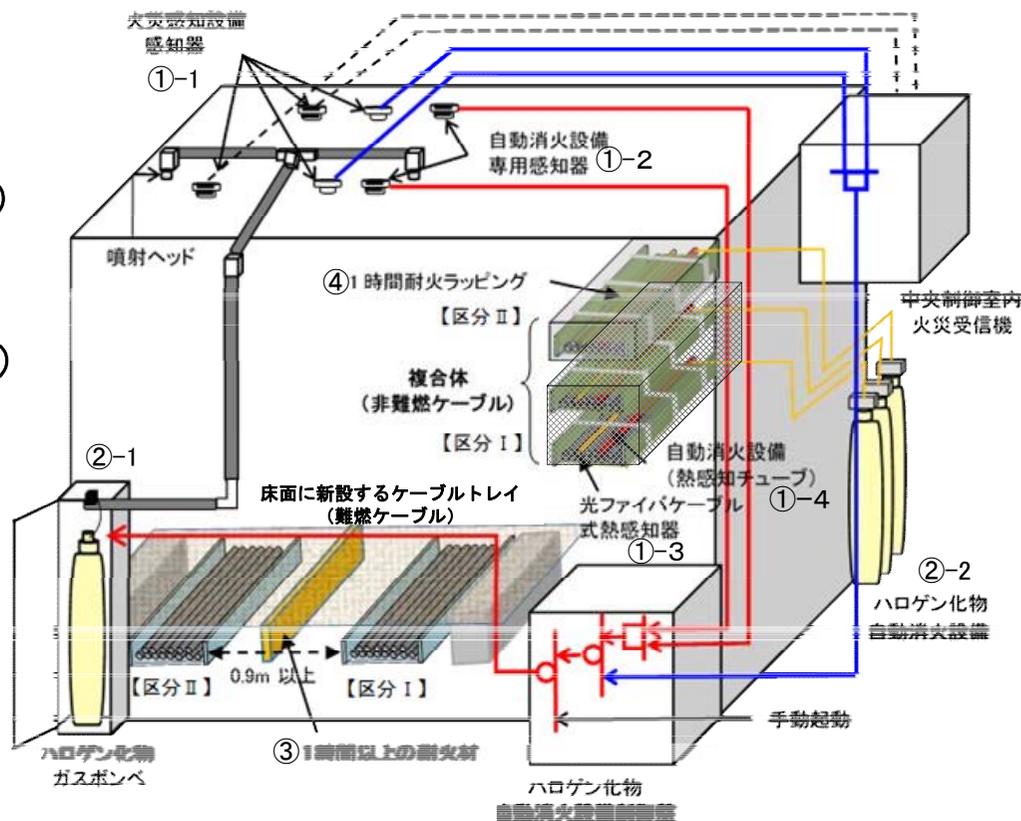
- ◆ 床面に新設するケーブルトレイ(難燃ケーブル)の系統分離
  - 系統分離
    - ・ 離隔: 1時間以上の耐火能力を有する耐火材(③)
    - ・ 感知設備: 2種類の感知器(煙・熱)(①-1と兼用)
    - ・ 消火設備:  
ハロゲン化物自動消火設備設置(②-1と兼用)

- ◆ 複合体の系統分離
  - 系統分離
    - ・ 離隔: 1時間以上の耐火能力を有する耐火ラッピング(④)
    - ・ 感知設備: 熱感知チューブ(①-4)  
光ファイバケーブル式熱感知器(①-3)
    - ・ 消火設備:  
ハロゲン化物自動消火設備(局所)(②-2)

＜ケーブル処理室の火災防護対応全体イメージ＞

凡例  

 : 熱感知器    □ : AND回路    — (blue) : 火災感知設備起動信号  
 : 煙感知器    ○ (d) : OR回路    — (red) : 自動消火設備起動信号



## 12. 特徴的な火災区画の火災防護(原子炉建屋付属棟1階電気室)

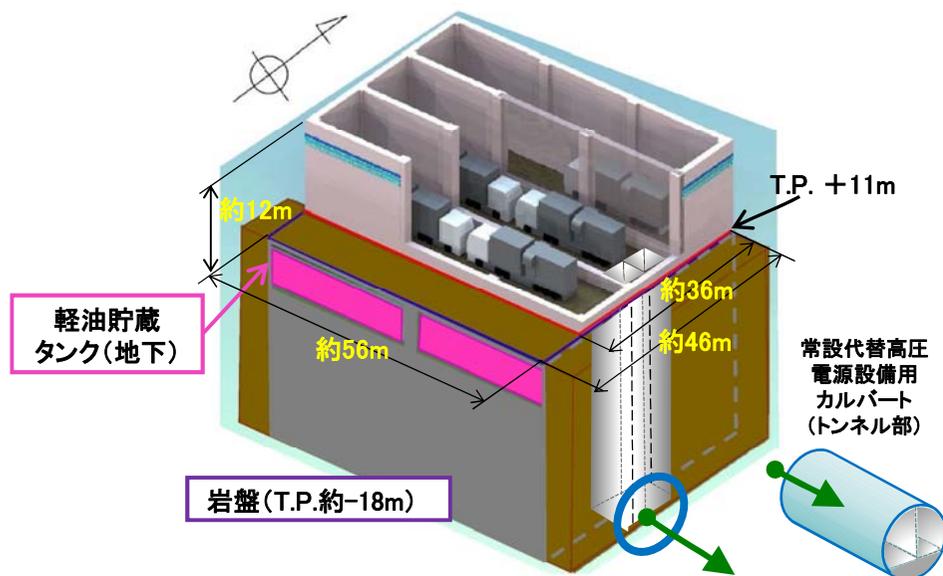
- ◆ 原子炉建屋1階電気室には、ひとつの火災区画中に安全区分Ⅰ，Ⅱ，Ⅲの設備が配置されているため、機器を安全区分毎に、「1時間耐火能力を有する隔壁+火災感知設備・自動消火設備」の基準要求に従い、火災区画を更に分割し、系統分離(ⅠとⅡ，Ⅲ)を実施する
- ◆ 火災区画を跨がるケーブルトレイは、安全区分毎に「1時間耐火能力を有する隔壁+火災感知設備・自動消火設備」の基準要求に従い系統分離を実施する



- : アナログ式煙感知器
- : アナログ式煙感知器 (自動消火設備起動専用)
- ⊗: アナログ式熱感知器
- ▲: 消火ノズル

- ◆ 火災の影響軽減として、以下のように、火災区画内又は隣接する火災区画間の延焼を防止する設計とする
  - 機器を安全区分毎に系統分離(1時間の耐火能力を有する隔壁を設置し、火災区画R-1-6をR-1-6(1)~(4)の4つの火災区画に分割)
  - 火災感知設備は、区画毎に、固有の信号を発する異なる種類の感知器(アナログ式熱及び煙)を設置
  - 自動消火設備は、全域自動消火設備(消火ガス:ハロン1301)とし、区画毎に単一故障を考慮し、選択弁を多重化
  - ケーブルトレイについても、トレイ単位で1時間の耐火隔壁で分離するとともに、トレイ単位(複合体体内)に感知・自動消火設備を設置

## 12. 特徴的な火災区画の火災防護(常設代替高圧電源装置置場(新設SA設備))



設備仕様

- ◆ 常設代替高圧電源装置
  - ディーゼル発電装置(容量:1,725kVA, 電圧:6,600V)
  - 台数:全6台(5台+予備1台)
- ◆ 軽油貯蔵タンク
  - 有効貯蔵量:800kL (400kL×2基)

- ◆ 常設代替高圧電源装置置場を火災区域として設定
- ◆ 電源装置2台毎に火災区画を設定。なお、区画間の隔壁は3時間耐火に十分なコンクリート厚さを確保
- ◆ 屋外であるため火災感知器は、炎感知器及び熱感知カメラを選定
- ◆ 消火困難とならないことから、消火器(化学消防車含む)による消火を念頭にして、複数ルート、電源装置と壁間の十分な離隔(約3m)を確保

常設代替高圧電源装置置場(1階)

## 12. 特徴的な火災区画の火災防護(カルバート(トンネル部))

### 常設代替高圧電源設備用カルバート(トンネル部)の火災防護

常設代替高圧電源設備用カルバートは、常設代替高圧電源装置置場と原子炉建屋間にケーブル、軽油配管及び水配管を敷設するための構造物

#### 【火災発生防止】

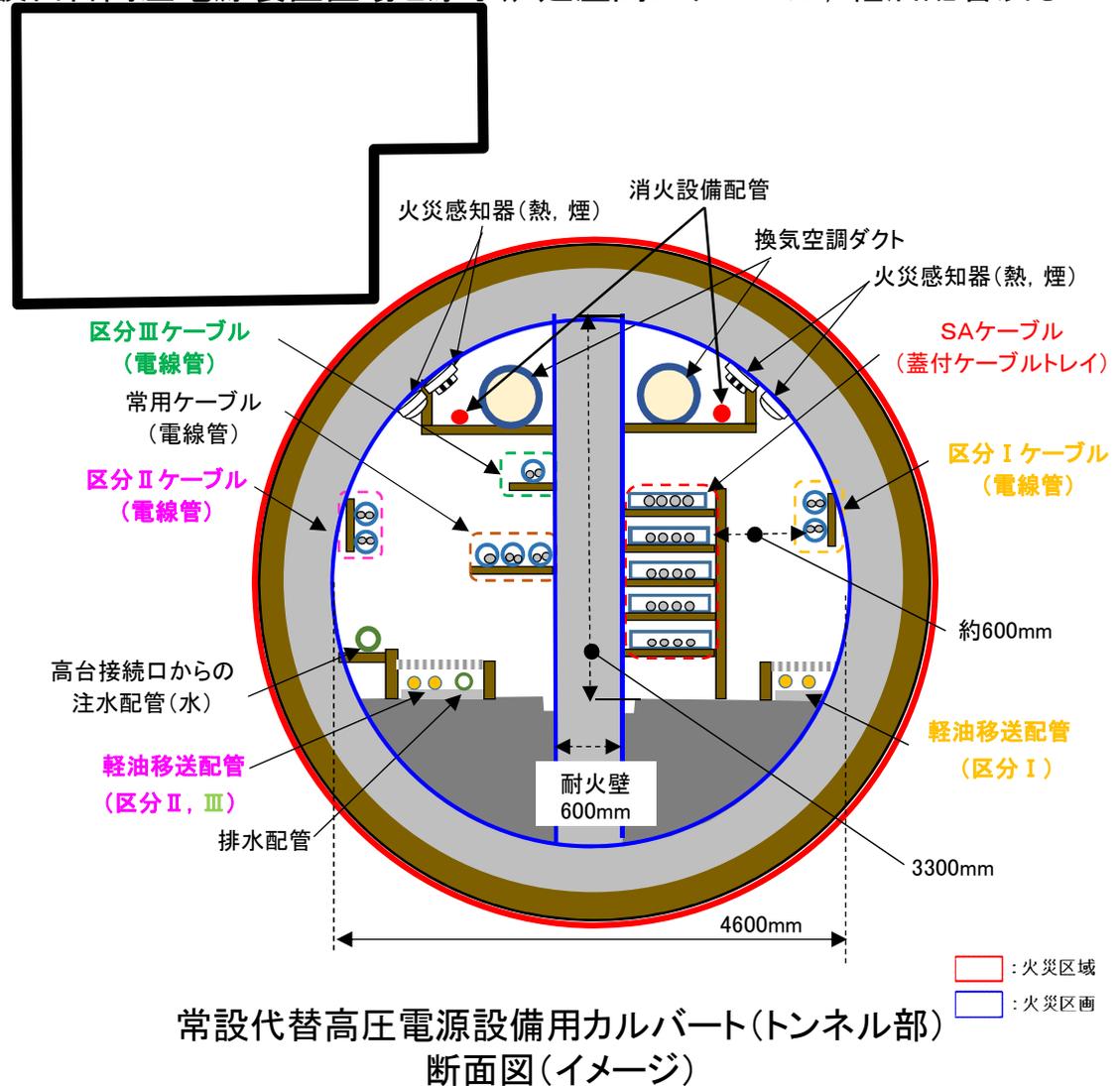
- ◆ 軽油移送配管は溶接構造(フランジ, 弁なし)
- ◆ ケーブルは難燃ケーブル使用
- ◆ 重大事故等対処設備用以外のケーブルは電線管で敷設
- ◆ 電気系統は保護継電器と遮断器の組合せ等により過熱防止

#### 【火災感知・消火】

- ◆ 感知設備: アナログ式の熱及び煙感知器
- ◆ 消火設備: 固定式消火設備  
(ハロゲン化物消火設備(全域))
- ・換気空調装置※による排煙は可能だが、全長が約140mと長く、手動操作による固定式消火設備を設置
- ※: DB用, SA用シャフト(立坑)内に十分な排気容量の排気ファンを設置する計画

#### 【その他(影響軽減等)】

- ◆ DB設備用ケーブルは安全区分ⅠとⅡ, Ⅲを3時間以上の耐火壁で分離
- ◆ SA設備用ケーブル(蓋付トレイ)と安全区分Ⅰケーブル(電線管)はIEEE384の離隔距離水平, 垂直25mm以上を確保

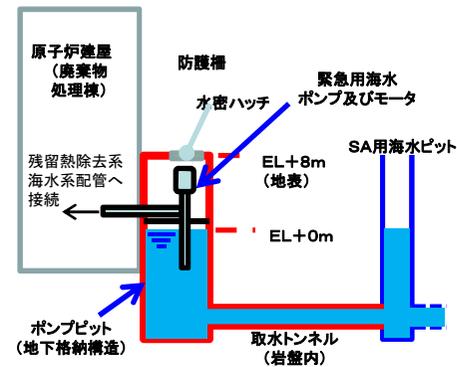
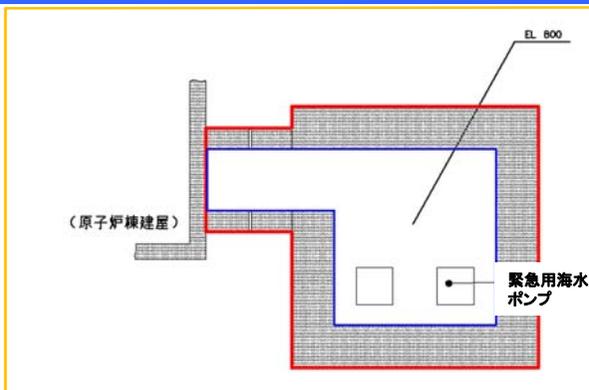
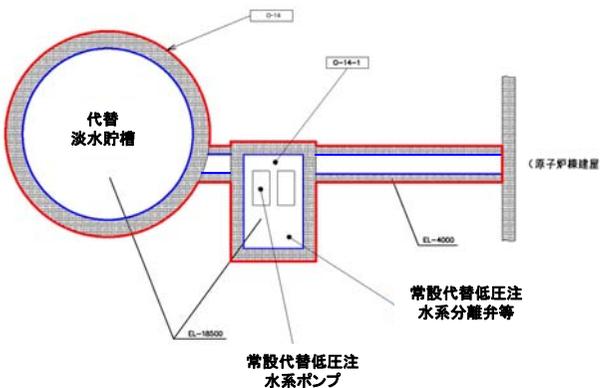
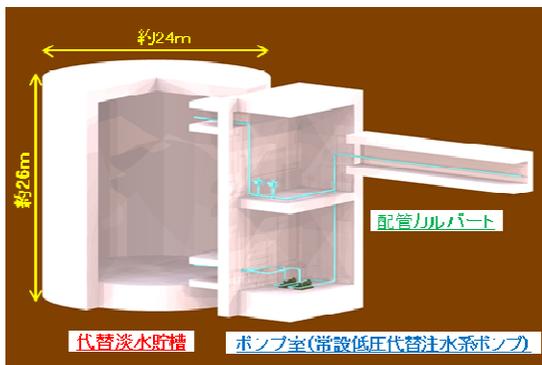


# 12. 特徴的な火災区画の火災防護(格納容器圧力逃がし装置等の新設SA設備)

: 火災区域  
 : 火災区画

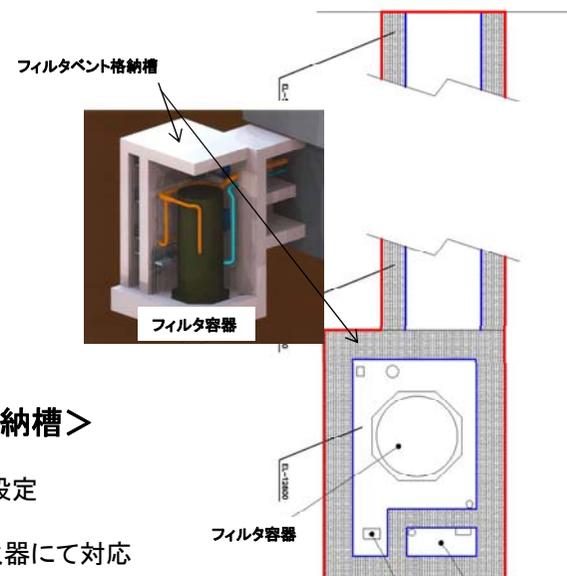
## <常設代替低圧注水系ポンプ等>

- ◆ エリア全体を火災区域(区画)に設定
- ◆ 火災感知器: 煙及び熱感知器
- ◆ 消火設備: ハロゲン化物自動消火設備(局所)



## <緊急用海水系ポンプピット>

- ◆ エリア全体を火災区域(区画)に設定
- ◆ 火災感知器: 煙及び熱感知器
- ◆ 消火設備: ハロゲン化物自動消火設備(局所)



## <格納容器圧力逃がし装置格納槽>

- ◆ エリア全体を火災区域に設定
- ◆ フィルタ容器室等を火災区画)に設定
- ◆ 火災感知器: 煙及び熱感知器
- ◆ 消火設備: 可燃物はないため消火器にて対応

### 13. 審査基準に対する設計方針(個別の留意事項への対応)

#### 【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>	<p>◆ 2箇所の入口を設置する設計</p> <p>◆ 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>
<p>(2)電気室</p> <p>電気室を他の目的で使用しないこと。</p>	<p>◆ 電気室は電源供給のみに使用する設計</p>
<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収容しないこと。</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>	<p>◆ 蓄電池室には蓄電池のみを設置</p> <p>◆ 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</p> <p>◆ 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>
<p>(4)ポンプ室</p> <p>煙を排気する対策を講じること。</p>	<p>◆ 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</p> <p>◆ 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</p>

### 13. 審査基準に対する設計方針(個別の留意事項への対応)

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"> <li>◆ 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</li> <li>◆ 中央制御室のカーペットは、消防法施行令第4条の三の防炎性を満足するカーペットを使用する設計</li> </ul>
<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"> <li>◆ 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</li> <li>◆ 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</li> <li>◆ 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</li> </ul>
<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> <p>④放射性物質の崩壊熱による火災の発生を考慮した対策を講じること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 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</li> <li>◆ 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</li> <li>◆ 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</li> <li>◆ 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</li> </ul>

---

# 参考資料

# 参考1 防火シートによる複合体形成

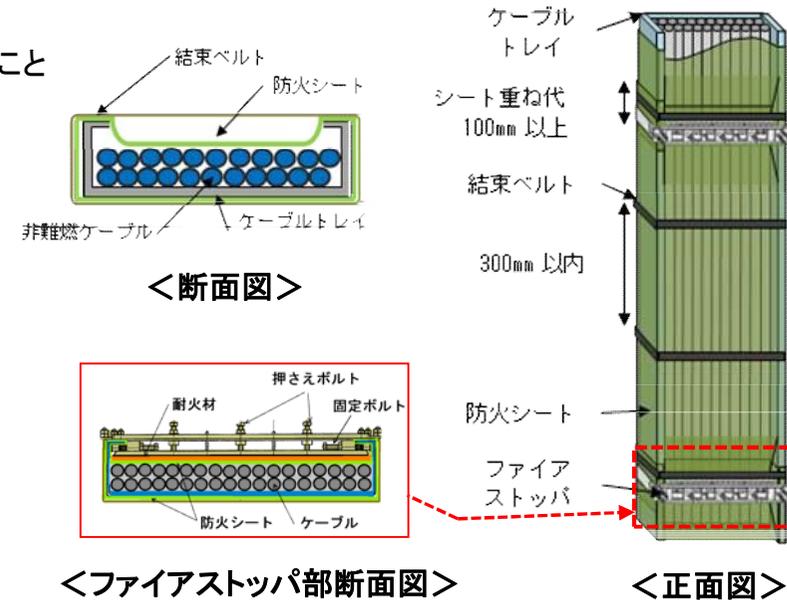
## 1. 複合体

- ◆ 複合体はケーブル及びケーブルトレイ全体を防火シートで覆い、結束ベルトで固定したもの
- ◆ 複合体を構成する防火シートは下記の仕様を満足するものを採用
  - 建築基準法で定められた不燃材であること
  - 防火設備に要求される遮炎性を有し、使用環境下での耐久性を持つこと
- ◆ 施工(設計)要件
  - ・防火シート重ね代は100mm以上設ける
  - ・結束ベルトを300mm以内ごとに設置
  - ・延焼しやすいトレイ設置方向にはファイアストップを900mm以下の間隔で設置して防火シートを密着、閉鎖空間とする

複合体構成品のスペック

- ・防火シート : 不燃材(ガラスクロス両面に難燃化ゴムをコーティング)
- ・結束ベルト : 不燃材(シリコンガラスクロス製ベルト)
- ・ファイアストップ: 鋼材:SS400,SCM435 亜鉛メッキ

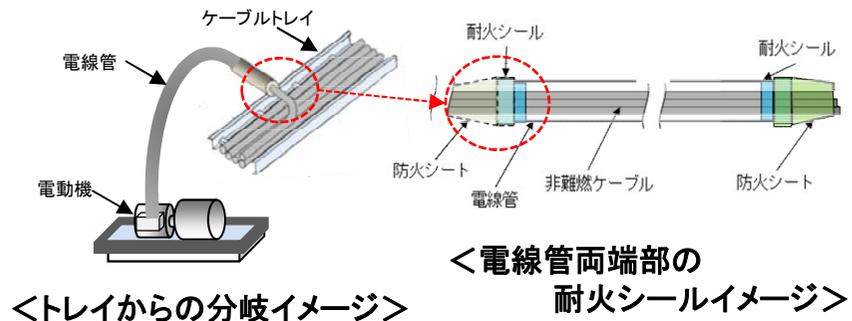
【複合体イメージ】



## 2. ケーブルトレイから分岐する電線管

- ◆ ケーブルトレイから分岐する電線管敷設ケーブルは、開口部両端に耐火シールを施工
  - 電線管内の酸素の供給を遮断

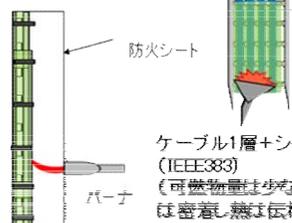
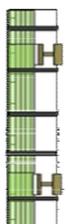
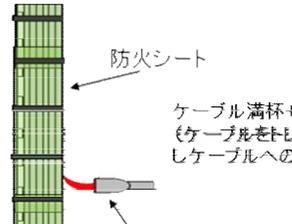
耐火シール: 耐火性能を有する難燃性シール材(難燃パテ)



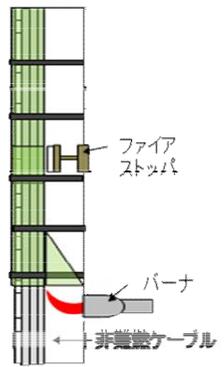
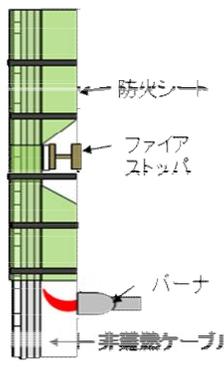
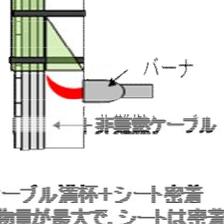
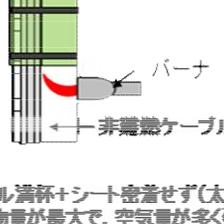
## 参考2 複合体施工と耐延焼性試験

- ◆ 最も延焼条件の厳しい垂直トレイに対する具体的な試験条件(概要)は以下のとおりであり、実機の施工状態を包含した保守的な条件としている

### <複合体の外部の火災に対する試験条件(概要)>

垂直トレイ (45°を超えるもの)	試験条件
実機施工範囲	実機状態模擬
 <p>ケーブル1層 +シート密着 (ケーブル量少)</p>	 <p>防火シート</p> <p>ケーブル1層+シート密着 (IEEE383) (可燃物量は少ないが、シートは密着し熱は伝わり易い状態)</p> <p>バーナ</p>
 <p>設計最大値 +シート密着 (ケーブル量最大)</p>	 <p>防火シート</p> <p>ケーブル満杯+シート密着 (ケーブルをトレイ満杯に敷設しケーブルへの伝熱を促進)</p> <p>バーナ</p>

### <複合体の内部の火災に対する試験条件(概要)>

垂直トレイ (45°を超えるもの)	試験条件	
実機施工範囲	実機模擬状態	ばらつき(空気量)を考慮した保守的な状態
 <p>ケーブル1層 +シート密着 (ケーブル量少)</p>	 <p>防火シート</p> <p>ファイア ストップ</p> <p>バーナ</p> <p>←非燃焼ケーブル</p>	 <p>防火シート</p> <p>ファイア ストップ</p> <p>バーナ</p> <p>←非燃焼ケーブル</p>
 <p>設計最大値 +シート密着 (ケーブル量最大)</p>	 <p>ケーブル満杯+シート密着 (可燃物量が最大で、シートは密着しており、酸素が少ない状態)</p>	 <p>ケーブル満杯+シート密着せず(太鼓巻) (可燃物量が最大で、空気量が多く延焼しやすい条件)</p>

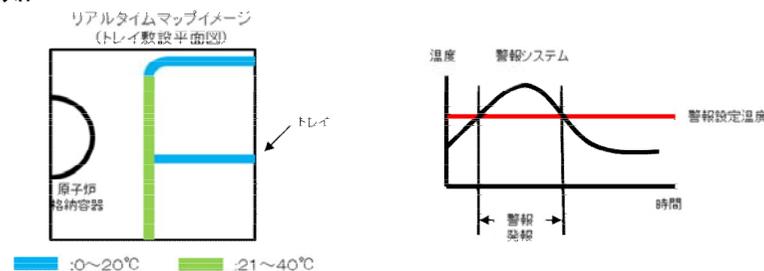
※:外部火災について、ケーブルとシート間に隙間を設けた試験も実施しているが、外部火災については空気量が熱の伝達を抑制するため掲載した試験条件より損傷距離は短い

# 参考3 特徴的な火災感知設備の概要

## 【非難燃ケーブルに対する代替措置(複合体)の火災感知】

◆ 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／特徴	
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"> <li>・外被材料: SUS (被覆: 難燃架橋ポリエチレン)</li> <li>・光ファイバ材質: 石英</li> <li>・適用温度範囲: -20℃~150℃</li> </ul>	
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光ファイバ布設方向に対し2m以下の分解能</li> <li>・ケーブル敷設エリア毎に温度表示</li> <li>・温度測定値が設定値(60℃)を超えた場合に警報を発報</li> </ul>	<p>代表的な機種の外観</p> 

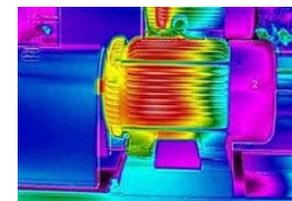


光ファイバ温度監視装置による監視

## 【海水ポンプエリア(屋外)の火災感知】

◆ 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／特徴	
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	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>代表的な機種の外観</p> 

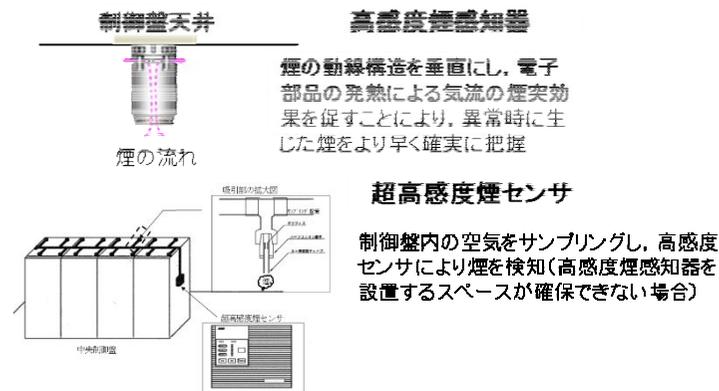


熱感知カメラによる監視

## 【中央制御室制御盤内の火災感知】

◆ 制御盤内に高感度煙感知器又は超高感度煙センサを追加設置

火災感知器の種類	説明／特徴
高感度煙感知器 (感度: 煙濃度 0.1~0.5%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 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</li> <li>◆ 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</li> </ul>
高感度煙センサ (感度: 煙濃度 0.01~20%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 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</li> </ul>



## 参考4 複合体の消火設備の概要

### 【ハロゲン化物消火設備(局所)について(複体内)】

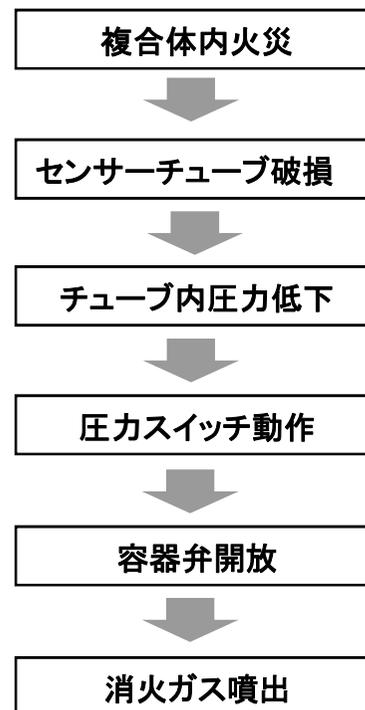
- ◆ 火災区域(区画)に設置する感知器とは別に, 光ファイバケーブル式熱感知器設置
- ◆ 複体内設置する火災検知チューブにより局所ハロゲン化物消火設備(FK-5-1-12)が自動作動する設計

#### <誤動作防止と信頼性>

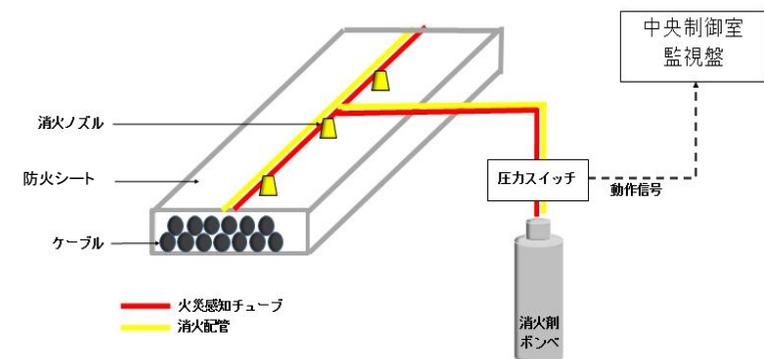
- 単純構造で誤動作の可能性小
- 中央制御室では消火ガスの放出信号を検知する設計で, 現場確認で消火設備が動作していない場合には, 現場での手動起動可能
- また, 複体内の感知器(光ファイバケーブル式熱感知器)により中央制御室に警報が発するため, 現場での手動起動可能

#### <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(複体内)の  
消火設備の概念図

## 参考5 ケーブルトレイ等の耐火試験

### 【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 (ISO834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	合格
電線管貫通部					ないこと

### 【ケーブルトレイ用耐火隔壁の1時間耐久試験】



## 参考6. 安全機能を有する構築物，系統及び機器等の選定

(1/3)

### (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

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

## (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"> <li>・放射性廃棄物処理施設(放射能インベントリの大きいもの)</li> <li>・使用済燃料プール(使用済燃料貯蔵ラック含む)</li> <li>・使用済燃料乾式貯蔵容器</li> </ul>
燃料プール水の補給機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用補給水系</li> </ul>
放射性物質放出の防止機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射性気体廃棄物処理系の隔離弁</li> <li>・排気筒</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サプレッション・プール水排水系</li> </ul>
放射性物質の貯蔵機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・復水貯蔵タンク</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射性廃棄物処理施設(放射能インベントリが小さいもの)</li> </ul>