

東海第二発電所安全性検討ワーキングチーム 説明資料改訂版

2021年2月16日

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

内部火災への対応について(改訂版)

2021年2月16日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

1. 火災防護に関する基本方針	3
2. 火災防護における安全対策の主要なポイント	4
3. 安全機能を有する構築物、系統及び機器等の選定	9
4. 火災区域・区画設定の考え方	10
5. 内部火災防護対策における安全性の向上	11
6-1. 火災の発生防止(全般)	14
6-2. 火災の発生防止(非難燃ケーブル対応)	16
7-1. 火災の感知, 消火(火災感知設備)	22
7-2. 火災の感知, 消火(消火設備)	23
7-3. 火災の感知, 消火(非難燃ケーブル対応)	24
8. 火災の影響軽減	25
9. 特徴的な火災区域(区画)の火災防護	28
・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	
10. まとめ	36

補足説明資料 内部火災への対応について

1. 火災防護に関する基本方針



<設計基準対処施設に対する基本方針>

- ◆設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性を損なうことがないよう、火災防護対策を講じる設計とする。
- ◆火災防護対策を講じる設計を行うに当たり、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する区域や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等に設定し、火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる。
- ◆上記に含まれない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。

<重大事故等対処施設に対する基本方針>

- ◆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。
- ◆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等に設定し、火災の発生防止、火災の感知及び消火のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる。

2. 火災防護における安全対策の主要なポイント(1/5)

【基本事項】

- ◆ 以下の火災区域及び火災区画に対し、火災発生防止①、火災の感知及び消火②、火災の影響軽減③の3つの深層防護の概念に基づいた対策により、火災防護を強化

- (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構築物、系統、機器(以下、「原子炉の安全停止機器等」)が設置される火災区域及び火災区画
- (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

※: 火災区域: 耐火壁によって囲まれ、他の区域と分離されている建屋内の区域

火災区画: 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

(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)



内部火災の深層防護の概念

- ◆ 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し、保安規定に基づく社内規定として定めて適切に管理
 - (1)計画遂行のための体制、責任者の権限、必要な要員の確保・教育訓練・火災防護対策に必要な手順等を定める。
 - (2)安全機能を有する機器等を設置する火災区域(区画)等について、必要な火災防護対策(発生防止、感知・消火、影響軽減)について定める。

2. 火災防護における安全対策の主要なポイント(2/5)



【火災区域/火災区画の設定】

(1) 火災区域

火災区域は耐火壁で囲まれている建屋内の区域として設定

- ① 火災区域は, 3時間以上の耐火能力を有する耐火壁, 貫通部シール, 防火扉及び防火ダンパ等によって他の火災区域から分離
- 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

(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として設定

- 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耐火壁等による系統分離の概要

区分	安全区分Ⅰ	安全区分Ⅱ	安全区分Ⅲ
高温停止	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・自動減圧系(B) ・低圧注水系(B)／低圧注水系(C) 	<ul style="list-style-type: none"> ・高圧炉心スプレイ系
低温停止	<ul style="list-style-type: none"> ・残留熱除去系(A) ・残留熱除去系海水系(A) 	<ul style="list-style-type: none"> ・残留熱除去系(B) ・残留熱除去系海水系(B) 	-
電源	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用ディーゼル発電機(C)系 ・直流電源(A)系 	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用ディーゼル発電機(D)系 ・直流電源(B)系 	<ul style="list-style-type: none"> ・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安全区分ⅠとⅡ、Ⅲが同時に機能喪失することを回避し, 高温停止・低温停止機能を確保

2. 火災防護における安全対策の主要なポイント(3/5)

【火災の発生防止】

(1) 原子炉施設の火災の発生を防止するための火災防護対策

- ①発火性、引火性物質を内包する設備及びこれらを設置する火災区域に対する対策
 - ・油内包機器に対する、**漏えい防止、拡大防止対策**実施
 - ・安全機能を有する機器等を設置する火災区域への**貯蔵は、運転上必要な量に制限**
- ②可燃性の蒸気・微粉が滞留する可能性のある火災区域への対策
- ③水素の漏えいに対する対策
 - ・爆発限界以下になるように**換気装置**の設置、**水素検知器設置**による漏えい検知
- ④電気系統は**保護継電器と遮断器等により過電流を遮断し、過熱を防止**



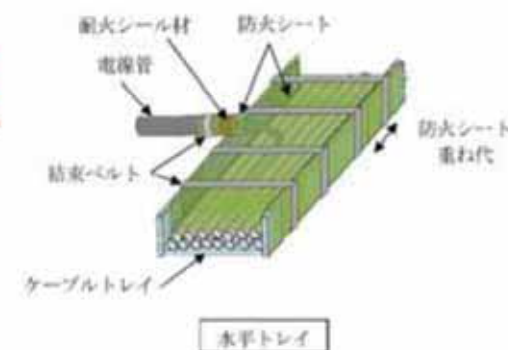
防油堤の設置



水素検知器の設置(蓄電池室等)

(2) 安全機能を有する構築物、系統及び機器への不燃性又は難燃性材料を使用した設計

- ①機器、配管、トレイ、盤の筐体等**主要な構造材は不燃性材料**を使用
- ②建屋内変圧器、遮断器は**絶縁油を内包しないもの**を使用
- ③ケーブルは難燃ケーブルを使用
 - ・**東海第二は非難燃ケーブルを使用しているため、原則、取替えし、非難燃ケーブルを使用する場合は範囲を限定し、代替措置により難燃ケーブルと同等以上の難燃性能を確保したうえで使用**
- ④換気用のフィルタ、保温材、建屋内装材の材料選定



非難燃ケーブルへの対応(代替措置)

(3) 落雷、地震等の自然現象によっても火災が発生しないように設計

- ①落雷による火災発生防止のため**建屋等には避雷設備**を設置
- ②安全機能を有する機器等は、**十分な支持性能をもつ地盤**に設置

2. 火災防護における安全対策の主要なポイント(4/5)



【火災の感知・消火】

安全機能を有する機器等の火災の影響を考慮し、早期の火災感知、消火できる設計

(1) 火災感知設備

- ①放射線や温度等の環境条件、火災の性質により感知器を選定
- ②固有の信号を発する異なる種類の感知器を組合わせて設置
 - ・平常時の温度等を監視し、急激な温度上昇を把握できるアナログ式の採用
 - ・煙感知器と熱感知器、煙感知器と炎感知器等の組合せ
 - ・感知器の作動を1個ずつ特定できる受信機の設置
- ③外部電源喪失時にも機能を失わないように電源確保可能な設計
(非常用電源(非常用ディーゼル発電機)から給電し、機能維持可能)

火災感知器設置例	火災感知器の組合せ	
一般的な火災区画	アナログ式煙感知器 	アナログ式熱感知器 
屋外 (海水ポンプ室)	炎感知器 	熱感知カメラ 

(2) 消火設備

- ①煙の充満や放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域(区画)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
- ②消火用水の水源及び消火ポンプの多重性又は多様性を装備
- ③安全停止機器等の系統分離のために設置される消火設備は、系統分離に応じた独立性を装備
- ④外部電源喪失時にも機能を失わないように電源確保可能な設計
(非常用電源(非常用ディーゼル発電機)から給電し、機能維持可能)
- ⑤移動式消火設備を配備
- ⑥消火設備の破損、誤動作又は誤操作によっても安全機能を失わない設計

消火設備設置例	設置箇所
水消火設備(消火栓)	各建屋及び屋外
ハロゲン化物自動消火設備(全域)	電気室、ケーブル処理室等の全域消火
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
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

2. 火災防護における安全対策の主要なポイント(5/5)

【火災の影響軽減】

◆ 影響軽減(系統分離)により、如何なる火災区域(区画)で火災が発生しても、多重化された系統が同時に機能喪失することなく原子炉を安全に停止できる手段を確保

- (1) 原子炉の安全停止機器等を設置する火災区域は、3時間以上の耐火能力を有する、耐火壁等によって他の火災区域から分離
- (2) 原子炉の安全停止機器等は、その相互の系統分離を行うため、以下のいずれかの方法により、火災区画内又は隣接火災区画間の延焼を防止する設計とする。
 - a. 異区分の機器等を3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離
 - b. 異区分の機器等を水平距離で6m離隔し、かつ、火災感知・自動消火設備を設置(離隔内への可燃物の仮置き禁止)
 - c. 異区分の機器等を1時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離、かつ、火災感知・自動消火設備を設置

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とⅠ以外の設備の設置されるエリアを考慮して設定



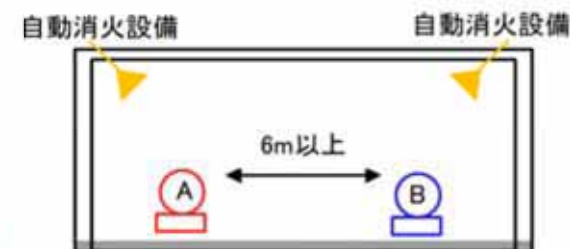
各火災区域について、機器配置を考慮し、延焼防止及び系統分離の観点から火災区画を設定



更に、火災区画にある異区分の機器について、系統分離を実施・安全区分ⅠとⅡ、Ⅲを分離し、延焼を防止



a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離



b. 6m離隔+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

◆ 単一火災による影響を考慮しても、多重化された系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を安全停止(高温停止及び低温停止)できる設計であることを、火災影響評価により確認(系統分離対策の妥当性の再確認)

系統分離対策

3. 火災防護対象機器の設定



(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) [※] <small>※: 非常時に原子炉の圧力を下げるための安全弁</small>
原子炉停止後の除熱機能 他	自動減圧系 ^{※1} 、逃がし安全弁(手動逃がし機能) ^{※2} <small>※1: 原子炉水位低信号等により逃がし安全弁を動作させ炉心の圧力を下げるための系統 ※2: 逃がし安全弁を手動で動作させる機能</small>
	原子炉隔離時冷却系 [※] <small>※: 原子炉で発生した蒸気を駆動源として原子炉に外から注水する系統</small>
	残留熱除去系(停止時冷却モード) [※] <small>※: 原子炉から崩壊熱を除去し低温停止させるための系統</small>
	高圧炉心スプレイ系 [※] 他 <small>※: 事故時に外から原子炉に注水する系統(非常用炉心冷却系の一部)</small>

(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	・原子炉格納容器
	・非常用ガス処理系 [※] 他 <small>※: 事故時に原子炉建屋の負圧を維持し、放射性物質の拡散を防止する系統</small>
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. 火災区域・火災区画の設定

- ◆ 非常用ディーゼル発電機, 安全上重要な電源盤等は, 耐火壁等により火災に対して相互に独立性を確保し, 系統機能を維持可能とする。
- ◆ 電源を安全区分ⅠとⅠ以外(Ⅱ,Ⅲ)に分け, 既存の構造躯体や耐火隔壁の追設等により, 系統分離を実施することで, 他方への延焼を防止可能とする。

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, 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	安全区分Ⅰの火災区域
火災区域	安全区分Ⅰ以外の火災区域
火災区画	
	: 3時間以上の耐火隔壁追設
	: 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

原子炉建屋原子炉棟及び原子炉建屋附属棟 地下2階 火災区域の設定
 内部火災-10

*3時間耐火隔壁による分離, 距離+感知・自動消火設備による分離, 1時間耐火隔壁+感知・自動消火による分離

5. 内部火災防護対策における安全性の向上(1/3)



①基本的な考え方及び火災の発生防止

安全性向上	項目	従来の方策	新規制対応	備考
深層防護概念の適用	基本的な考え方	火災発生防止, 火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の 3方策の組み合わせ による安全性確保	火災発生防止, 火災の感知及び消火, 火災の影響軽減の 3方策のそれぞれで火災防護を強化 し安全性を更に向上	強化
火災の発生防止	火災発生源となる要因を排除	発火性又は引火性の液体又は気体の漏えい防止, 地絡, 短絡等に起因する過電流による過熱防止	同左(個別要求事項の明確化)	強化
	火災防護計画策定による火災防護の徹底	持込物品や可燃性材料の管理を含む火災防護に関する計画の策定	発生防止のみならず, 火災防護全体にわたっての 火災防護計画の策定	新規
	水素対策	水素対策(放射線分解等に伴う水素による火災発生の可能性の防止, 換気対策, 水素使用システムの監視, バッテリー室の換気設備)	同左(個別要求事項の明確化)	強化
	不燃性材料又は難燃性材料の使用	安全機能を有する機器等には, 実用上可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用	安全機能を有する機器等には, 不燃性材料又は難燃性材料を使用	強化
		<ケーブル> ・ <u>非難燃ケーブル(建設時)は米国基準に基づき防火塗料にて延焼防止</u>	原則, 難燃ケーブルの使用。取替に伴い安全上の課題がある範囲については, 同等以上の保安水準が確保できることを確認して代替措置(複合体)にて対応	強化
自然現象による火災発生防止	・建屋等に避雷設備設置/安全機能を有する機器等の耐震性確保	・同左	—	

5. 内部火災防護対策における安全性の向上(2/3)

②火災感知・消火

安全性向上	項目	従来対策	新規制対応	備考
火災の感知	異なる種類の感知器設置(多重性・多様性)	消防法等に基づく感知設備の配備	固有の信号を発する異なる種類(煙・熱)の感知器 又は同等の機能の機器(炎・赤外線カメラ等)を組合わせて設置	新規
	電源の信頼性	外部電源喪失時にも機能を失わない電源確保	同左	—
火災の消火	消火活動困難箇所への自動消火設備又は固定式消火設備設置	消防法に基づく消火設備の配備	煙の充満等により消火活動が困難となるケーブル処理室、電気室、非常用ディーゼル発電機室、油内包機器等には 自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備設置	新規
	消火設備(動的機器)の単一故障の考慮		<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・選択弁についても多重化し、単一故障により機能を喪失しないよう設計 	新規
	多重性、多様性	・消火用水の水源、消火ポンプは多重性、多様性を確保	・同左	—

5. 内部火災防護対策における安全性の向上(3/3)



③火災の影響軽減

安全性向上	項目	従来の方策	新規制対応	備考
影響軽減 (複数の安全機能が同時に機能喪失しないよう分離要求)	火災区域(区画)内及び隣接火災区域(区画)の影響軽減対策	火災区域の設定と重要度に応じた影響軽減対策	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 原子炉の<u>安全停止機器等を設置する火災区域を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁で他の火災区域から分離</u> ◆ 原子炉の安全停止に係る安全区分の異なる機器、ケーブル(以下「機器等」という。)を以下の方法で系統分離 <ul style="list-style-type: none"> a. 安全区分の異なる機器等を<u>3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離</u> b. 安全区分の異なる機器等を<u>水平距離で6m以上離隔し、かつ、火災感知設備、自動消火設備設置</u>(機器間は可燃物管理) c. 安全区分の異なる機器等を<u>1時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離し、かつ、火災感知設備、自動消火設備設置</u> ◆ 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器等が設置される火災区域は、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 	・新規
	火災の影響を考慮しても安全停止できる設計	想定される火災に対して、単一故障を想定しても <u>高温停止できる設計</u>	◆ 上記の影響軽減対策(系統分離)を実施することにより、 <u>単一火災によっても、1系統以上の安全停止機能(高温停止及び低温停止)を確保</u> (安全停止パス)できることを確認	・強化
	影響評価(対策の妥当性確認)	—	◆ 火災により原子炉に外乱が及び、かつ、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、 <u>単一故障を想定しても、事象が収束し、低温停止可能であることを火災影響評価により確認(対策の妥当性を再確認)</u>	・新規

6-1. 火災の発生防止(全体) (1/2)



- ◆ 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」、「自然現象による火災の発生防止」を考慮した設計とする

対応項目		対応方針
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"> 潤滑油、燃料油を内包する機器は、溶接構造・シール構造の採用により漏えいを防止。また、堰等を設置し、漏えいした潤滑油の拡大を防止 発火性又は引火性の気体として水素を内包する機器は、ペローズ弁及び溶接構造等を採用し漏えいを防止
	配置上の考慮	<ul style="list-style-type: none"> 油や水素内包機器の火災により、重大事故等の対処する機能が損なわれないように、壁等による配置を考慮
	換気	<ul style="list-style-type: none"> 発火性又は引火性物質を内包する設備のある建屋等は、空調機器による機械換気を実施 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
	防爆	<ul style="list-style-type: none"> 潤滑油や燃料油を内包する機器は、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。潤滑油の引火点は設置するエリアの室内温度、機器運転温度よりも高く、可燃性蒸気となることはない。また、燃料油を内包する設備が設置されるエリアについても換気されるため可燃性蒸気が滞留することはない 水素については、溶接構造等による漏えい防止策を実施するとともに機械換気を実施。また、水素ポンベについては使用時を除き元弁を閉とする運用 「原子力発電工作物に係る電気設備の技術基準を定める省令」により、必要な接地を実施
	貯蔵	<ul style="list-style-type: none"> 必要な量に制限して貯蔵(全交流動力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)
可燃性の蒸気又は可燃性の粉体の対策		<ul style="list-style-type: none"> 「防爆」に示す通り可燃性の蒸気を発生するおそれはない 塗料等の有機溶剤は、社内規程により、必要量のみの持ち込みに制限 可燃性粉塵及び静電気が滞まるおそれのある設備は設置しない
発火源への対策		<ul style="list-style-type: none"> 火花発生のおそれのあるブラシが設置されている設備(直流電動機等)では、ブラシは金属製の本体内に収納され火花が外部に出ない構造 最高使用温度が60°C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

6-1. 火災の発生防止(全体) (2/2)



対応項目		対応方針
水素対策		<ul style="list-style-type: none"> 「漏えいの防止, 拡大防止(換気)」に示すような対策を実施。 蓄電池を設置する火災区域は, 水素の漏えいを検知できるように水素濃度検出器を設置し, 中央制御室に警報を発する設計。
放射線分解による発生, 蓄積する水素の燃焼対策		<ul style="list-style-type: none"> 審査指針で示された火力原子力発電技術協会「ガイドライン」に従った水素対策を実施。
過電流による過熱防止対策		<ul style="list-style-type: none"> 電気系統は, 保護継電器, 遮断器を設置し過電流に対する過熱防止対策を実施。
不燃性材料 又は難燃性 材料の使用	主要な構造材料	<ul style="list-style-type: none"> 主要構造材は金属, コンクリート等の不燃材を使用 なお, 配管パッキンや金属に覆われたポンプや弁等の潤滑油(グリース)及び金属に覆われた機器内部の電気配線は, 発火した場合でも他の安全機能を有する機器等に延焼しないことから不燃性材料または難燃性材料ではない材料を使用
	変圧器及び遮断器に対する絶縁油	<ul style="list-style-type: none"> 火災区域内の変圧器及び遮断器は絶縁油を内包していないものを使用
	難燃ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> を実施原則, 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) 核計装ケーブルは, 難燃ケーブルを使用。なお, 放射線モニタケーブルについては, 代替ケーブルがなく要求を満足しないため, 専用電線管で敷設し, 酸素供給防止のため電線管両端には耐火性を有するシール材を施工し延焼を防止
	換気装置フィルタ	<ul style="list-style-type: none"> 日本空気清浄協会「空気清浄装置用ろ材燃焼性試験方法指針(JACA No.11A)」を満足する難燃性が確認されたものを使用(チャコールフィルタ除く)
	保温材	<ul style="list-style-type: none"> 建設省告示又は建築基準法に基づく不燃材を使用
	建屋内装材	<ul style="list-style-type: none"> 建築基準法に基づく不燃材又は消防法に基づく認定品を使用
落雷, 地震等の自然現象による火災発生防止	落雷に対する火災発生防止	<ul style="list-style-type: none"> 建築基準法に基づく避雷設備を設置
	安全機能を有する構築物, 系統及び機器の耐震設計	<ul style="list-style-type: none"> 設置許可基準規則の解釈に従い耐震設計を実施

【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。

6-2. 火災の発生防止(非難燃ケーブル対応) (2/6)



【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検討結果を以下に示す。なお、**代替措置(複合体)は、難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性を有することを確認**

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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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

6-2. 火災の発生防止(非難燃ケーブル対応) (3/6)

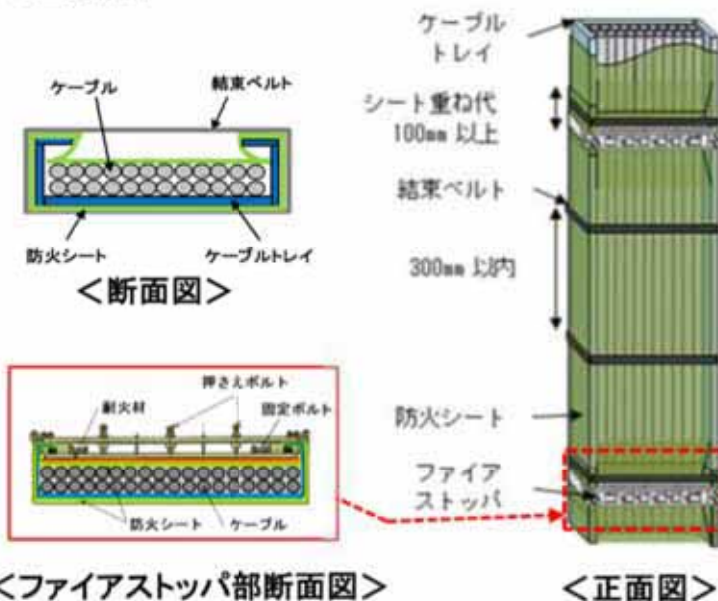
(1) 複合体

- ◆ 複合体はケーブル及びケーブルトレイ全体を**不燃材の防火シート**で覆い、**不燃材の結束ベルト**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

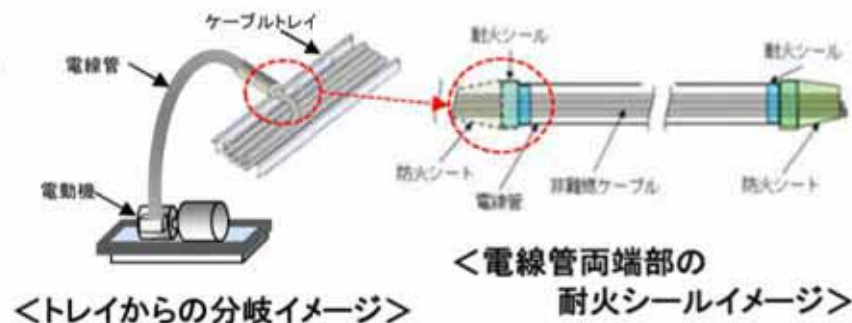
【複合体イメージ】



(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

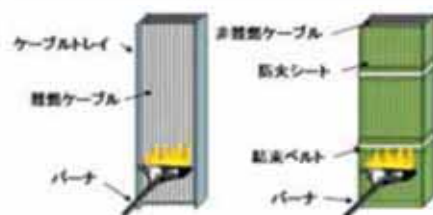
耐火シール: 耐火性能を有する難燃性シール材(難燃パテ)



6-2. 火災の発生防止(非難燃ケーブル対応) (4/6)

◆ 複合体の外部の火災に対し、複合体の耐延焼性及び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	<ul style="list-style-type: none"> 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多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 (ファイアストップパ)の距離	複合体	垂直	設計最大量	20	①1220	良	<ul style="list-style-type: none"> FSとバーナの距離に関わらず、複合体の方が難燃ケーブルより損傷長が短いことを確認 FS(ファイアストップパ)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
					② 890	良	
					③ 760	良	
	難燃ケーブル		1780		良		
バーナ熱量を変化 (50%増加)	複合体	垂直	設計最大量	30	1010	良	<ul style="list-style-type: none"> 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 複合体は同条件で2回実施
					930	良	
難燃ケーブル		2030	良				



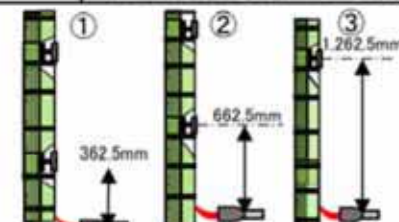
耐延焼性確認試験(垂直トレイ)概要



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

6-2. 火災の発生防止(非難燃ケーブル対応) (5/6)

◆ 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、燃え止まること(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	隙間有(FS無)	740	良		・FS(ファイアストップパ)がなく、空気層がある状態でも、複合体(ケーブルトレイ)配置が水平、勾配45°では、複合体は燃え止まることを確認
勾配45°				850	良		
垂直			— (>1800)	否	— (非難燃ケーブルの延焼試験と同じ)	・複合体(ケーブルトレイ)が垂直の場合は、FSが無い場合は燃焼が継続と判断 FSを設置することで、複合体は燃え止まることを確認	
	隙間無(FS有)	1070	良				
	隙間有(FS有)	1280	良				

FS(ファイアストップパ):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

6-2. 火災の発生防止(非難燃ケーブル対応) (6/6)



◆ 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 <別紙1参照>

IEEE848-1996に準拠した電流低減率試験にて設計余裕内にあることを確認
(設計余裕34%に対して電流低下率は約14%)

ケーブル設計電流(A)	定格電流(A)	設計余裕(%)
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余裕度を評価

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%



7-1. 火災の感知, 消火(火災感知設備)



- ◆ 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, **固有の信号を発する異なる種類の感知器を設置する**

【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 …………… 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

火災区域(区画)	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

※: アナログ式感知器とは, 平常時の状態(温度, 煙の濃度)を連続して監視し, かつ, 火災現象(急激な温度や煙の濃度の上昇)を把握できるもの

■: 非アナログ式

7-2. 火災の感知, 消火(消火設備)



- ◆ 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合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)

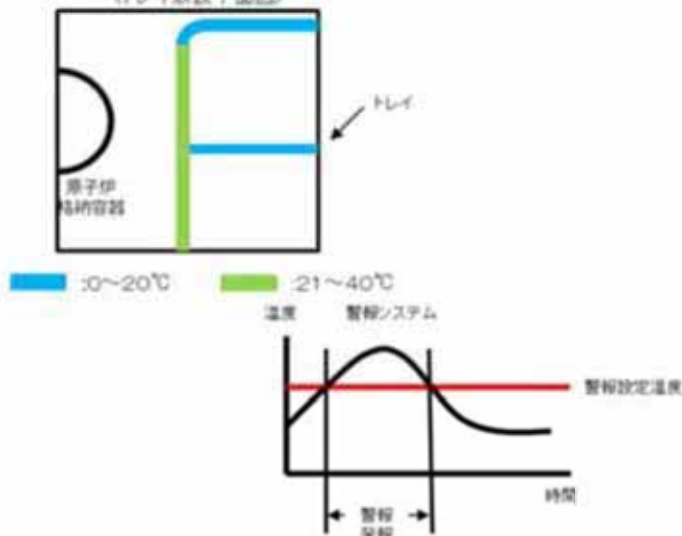
消火設備	設置箇所
水消火設備(消火栓)	各建屋及び屋外
消火器	各建屋内
ハロゲン化物自動消火設備(全域)	電気室, ポンプ室, ケーブル処理室等の全域消火可能な区画等
ハロゲン化物消火設備(局所)	ハロン1301: 原子炉建屋通路部の油内包機器, 電源盤, 制御盤, 常設低圧代替注水系ポンプ室等 FK-5-1-12: ケーブルトレイ(非難燃ケーブル複合体)
二酸化炭素消火設備(全域)	非常用ディーゼル発電機室, 緊急時対策所用非常用発電機室等
消火用水(水源)	屋内消火栓用: ・多目的タンク(約1,500m ³), ろ過水タンク(約1,500m ³) 屋外消火栓用: ・多目的タンク(約1,500m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

7-3. 火災の感知, 消火(非難燃ケーブル)

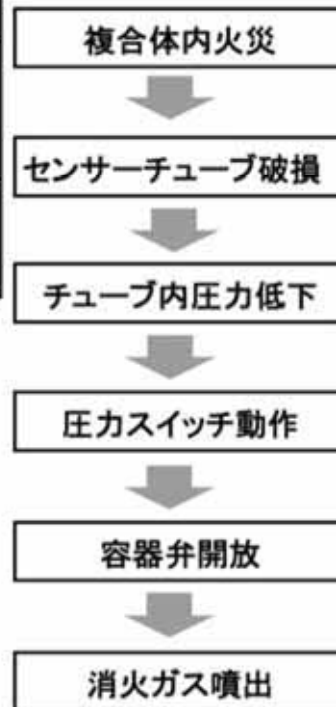
- ◆ 複合体の火災感知設備としては、**火災区域(区画)に設置する感知器とは別に、複合体内に光ファイバケーブル式熱感知器を設置し、火災感知機能を強化**
- ◆ 複合体の消火設備として、自動及び手動で作動する**局所ハロゲン化物消火設備(FK-5-1-12)を設置し、消火機能を強化、電源不要で自動消火が可能**
- ◆ これらの設備は単純な構造で信頼性が高く、故障や誤動作の可能性が小さいものを採用
ケーブルトレイ(複体内)の感知設備

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

リアルタイムマップイメージ (トレイ敷設平面図)

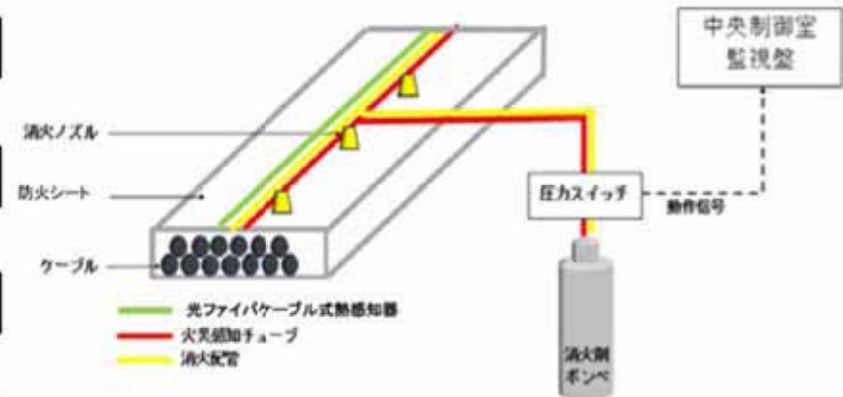


ケーブルトレイ(複体内)の消火設備



消火設備動作フロー図 (自動消火の流れ(電源不要))

内部火災-24



<誤動作防止と信頼性>

- 単純構造で信頼性が高く故障や誤動作の可能性が小さい
- 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
- 複体内の感知器(光ファイバ式熱感知器)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
- 定期的な試験により健全性を確認

<消火ガス>

FK-5-1-12(代替ハロン)
(CF₃-CF₃-C(O)-CF(CF₃)₂)

8. 火災の影響軽減(1/3)

◆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

(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

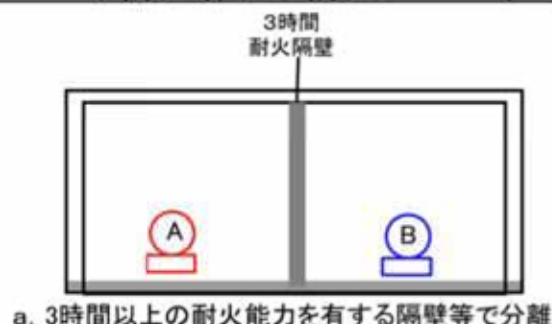
- 6mの隔離(可燃物なし)を確保した系統分離

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

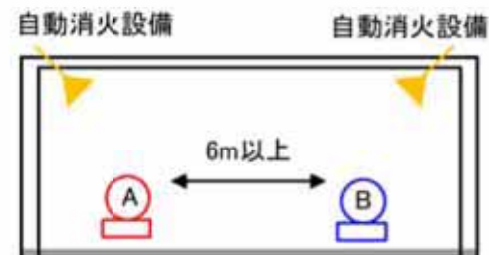
- 1時間の耐火性能を確認した以下のいずれかで分離
 - ・鉄板＋発泡性耐火被覆
 - ・鉄板＋断熱材

(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

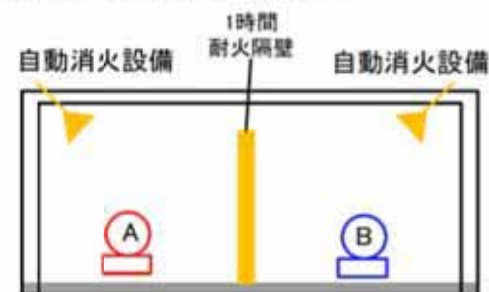
- 中央制御室
- 原子炉格納容器内



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

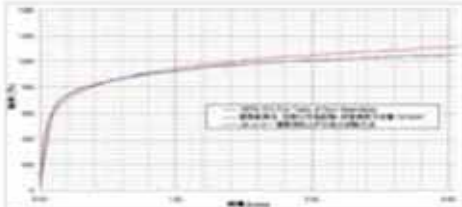


c. 1時間の耐火能力を有する隔壁等＋火災感知・自動消火

8. 火災の影響軽減(2/3)

【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(ISO834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)
					

8. 火災の影響軽減(3/3)

【ケーブルトレイ貫通部及び電線管貫通部の3時間耐久試験】

供試体	経過時間		試験概要	判定基準	試験結果
	試験開始前	試験終了後(3時間)			
ケーブルトレイ貫通部			建築基準法 (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ないこと	合格
電線管貫通部					

【ケーブルトレイ用耐火隔壁の1時間耐久試験】

供試体	供試体仕様	試験概要	判定基準	試験結果
1時間耐火材		建築基準法 (ISO834加熱曲線による加熱試験) (2時間)	製造メーカーにて、ISO834加熱曲線に基づく2時間の耐火性能について、国土交通大臣からの認定取得済(認定番号 PF120CN-0512)	合格
		建築基準法 (ISO834加熱曲線による加熱試験) (1時間)	<ケーブルの健全性> ・電気抵抗: 0.4MΩ以上 ・電圧引加試験: 充電電流に優位な変動がないこと。 <ケーブルトレイ内温度(参考)> ケーブルトレイ内温度: 205℃未満(「内部火災影響評価ガイド」に記載されているNUREG/CR-6850を参照した値)	合格

9. 特徴的な火災区画の火災防護対策(中央制御室(制御盤))



◆中央制御室制御盤のスイッチ等は以下の分離対策を実施

a. 離隔距離等による分離

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

- ◆操作スイッチは、厚さ1.6mm以上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、制御盤内には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、常駐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**

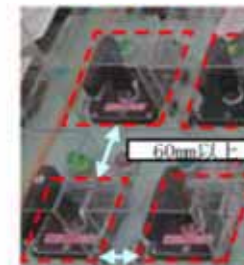
d. 原子炉の高温停止及び低温停止の達成、維持

- ◆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
60mm以上



3.2mm以上の鉄板で分離 区分の境界



【制御盤間の分離】

9. 特徴的な火災区画の火災防護対策(MCR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

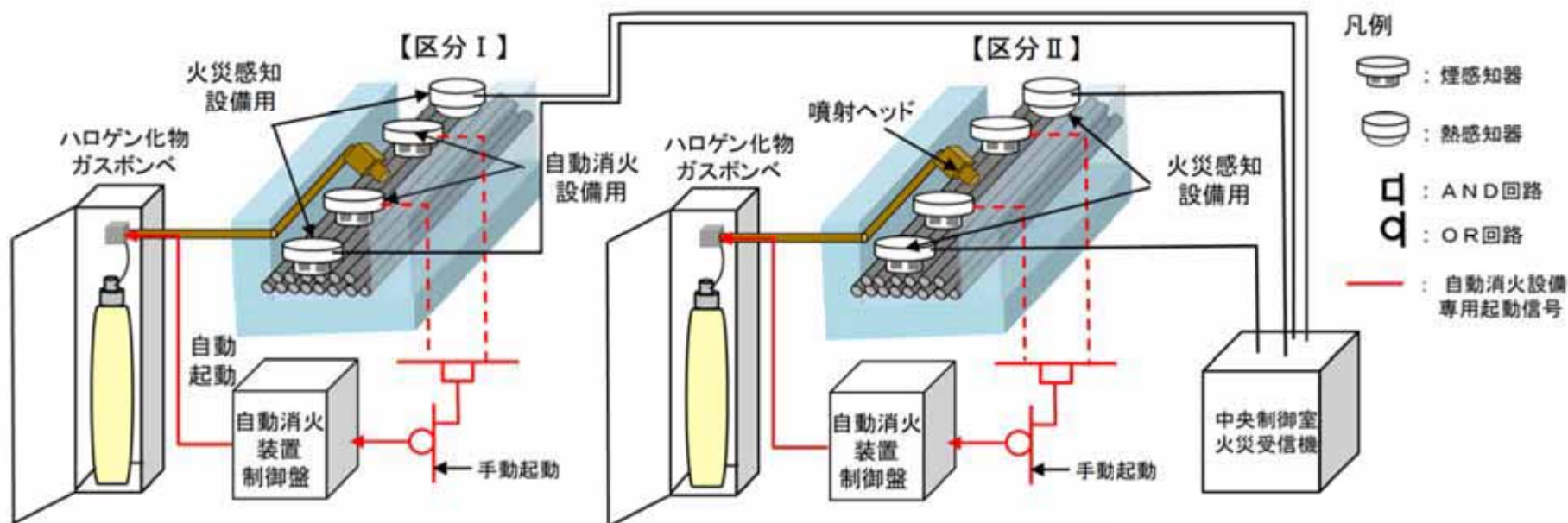
ケーブルは安全区分に応じ、区分された1時間の耐火能力を有するコンクリートピットに敷設

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

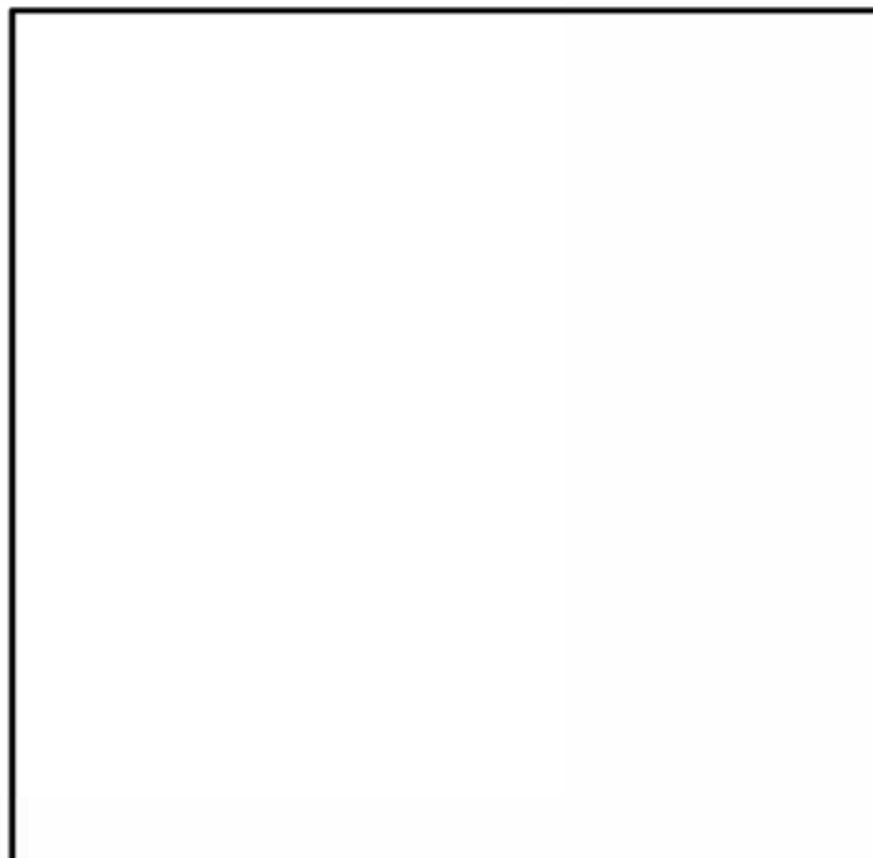
ハロゲン化物自動消火設備(ハロン1301)を設置(手動起動可能)



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

なお、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

9. 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)

＜ケーブル処理室の火災防護対応全体イメージ＞

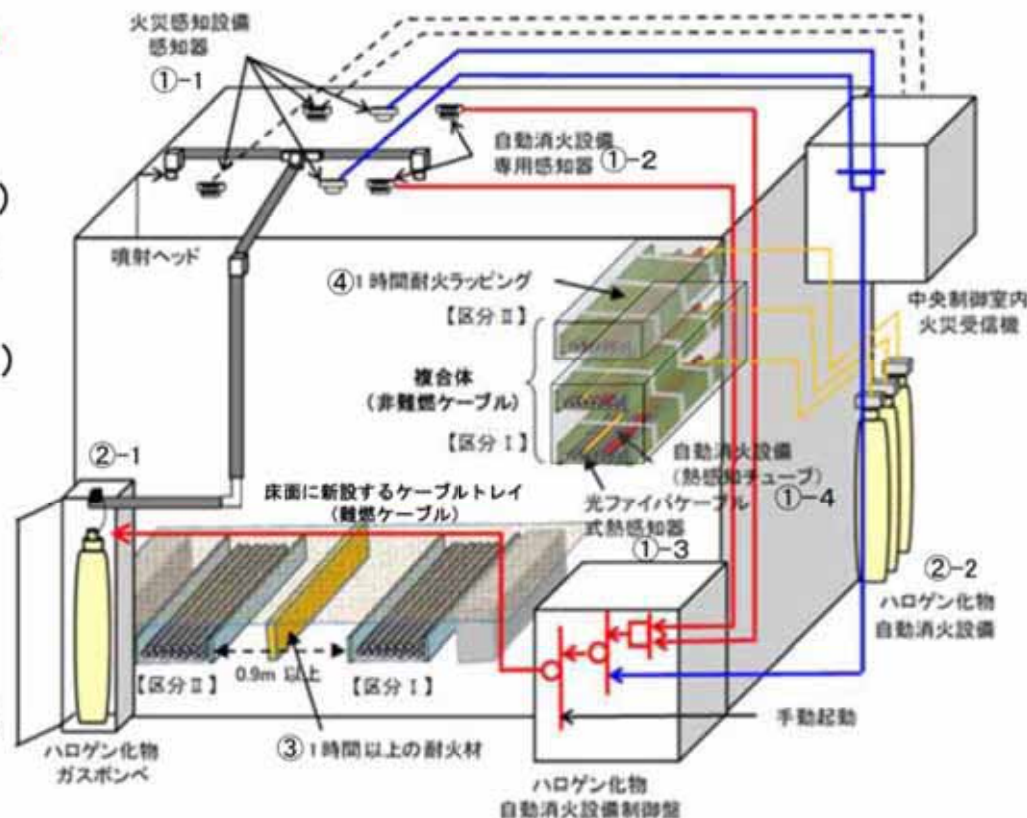
- 凡例
- : 熱感知器
 - : 煙感知器
 - : AND回路
 - : OR回路
 - : 火災感知設備起動信号
 - : 自動消火設備起動信号

◆ 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)



9. 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再配置した上で、「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。分離対策は運転操作の作業性を低下させないよう配慮
- ◆ 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



1時間の耐火能力を有する隔壁(新設)

<原子炉建屋1階の機器配置、分離壁のイメージ>

- : 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

9. 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)

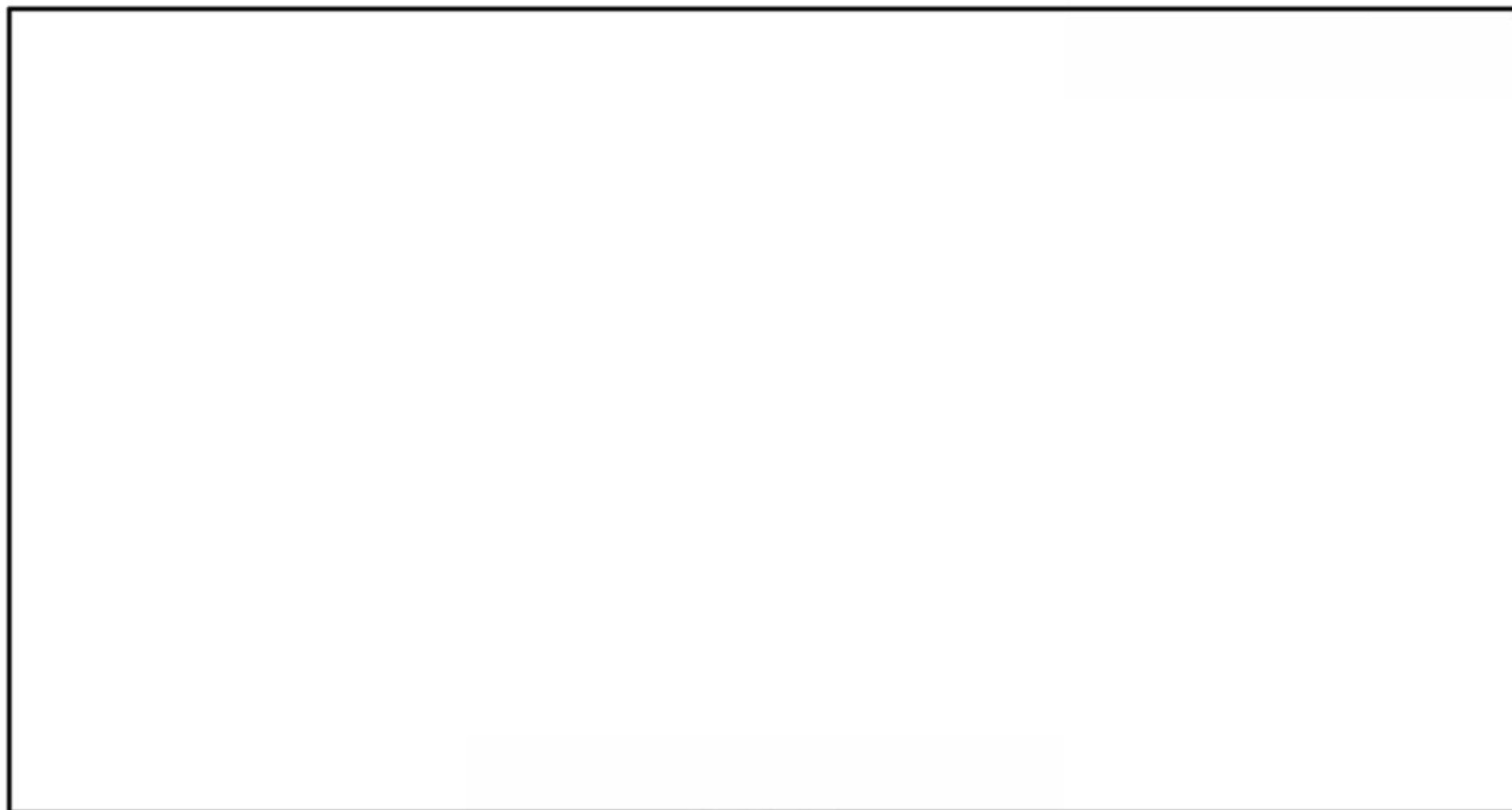
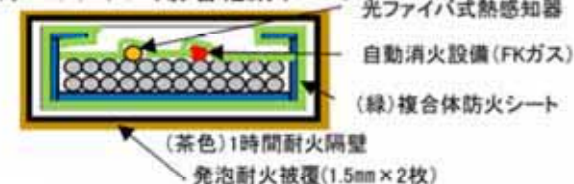


<原子炉建屋1階の機器配置, 分離壁のイメージ>

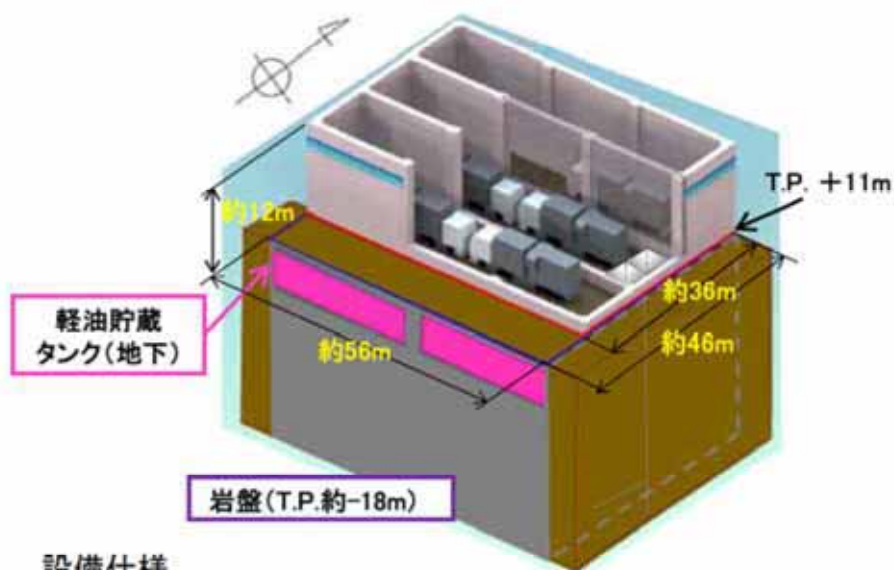
- ◆ 系統分離のため, 安全区分Ⅰと, 安全区分Ⅱ, Ⅲの間に1時間の耐火能力を有する隔壁を新設し, 火災感知設備・自動消火設備を設置

- : 安全区分Ⅰの機器・ケーブルトレイ
- : 安全区分Ⅱの機器・ケーブルトレイ
- : 安全区分Ⅲの機器

<ケーブルトレイ影響軽減イメージ>



9. 特徴的な火災区画の火災防護対策(常設代替高圧電源装置置場)



設備仕様

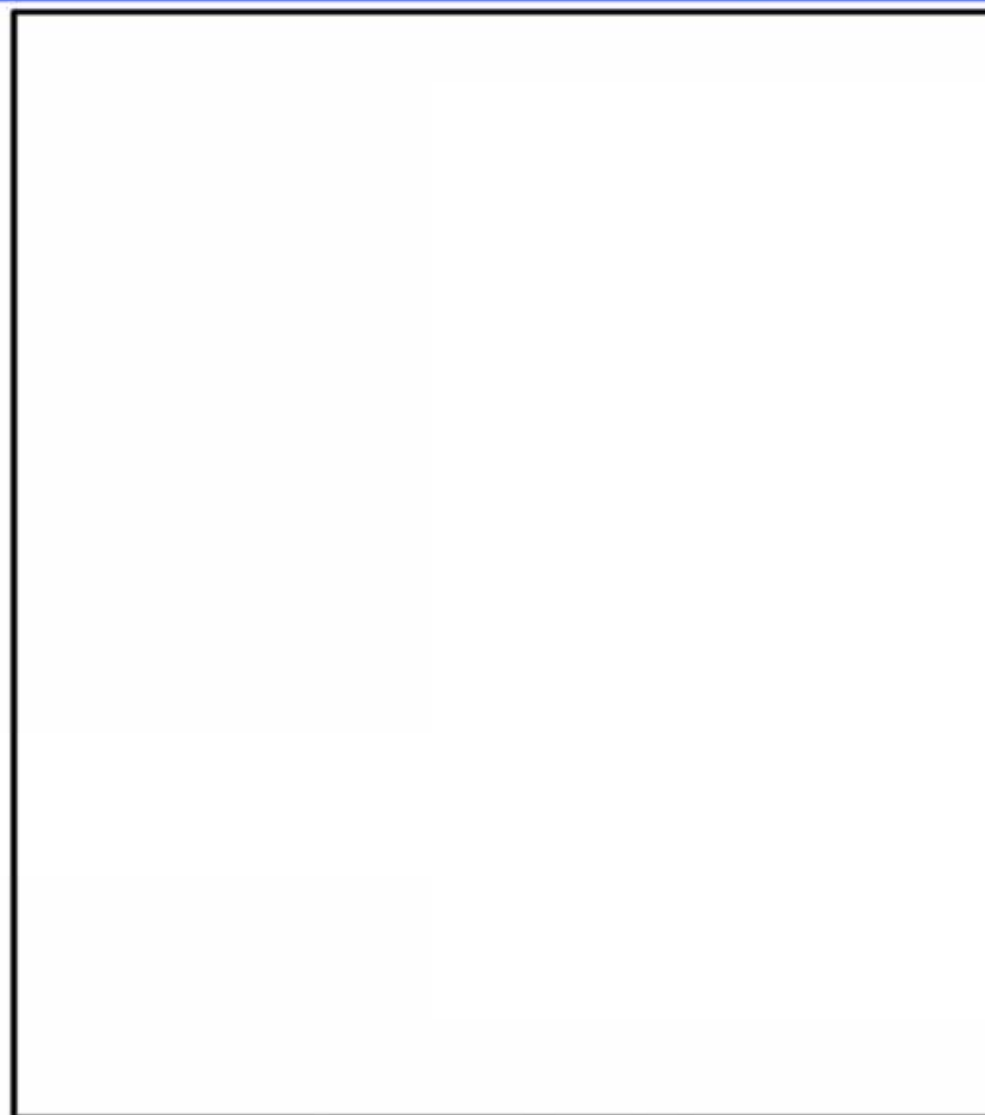
◆ 常設代替高圧電源装置

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)

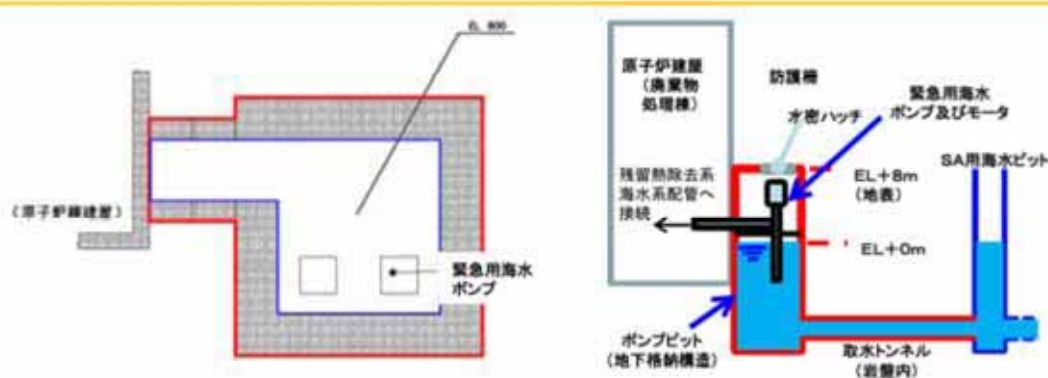
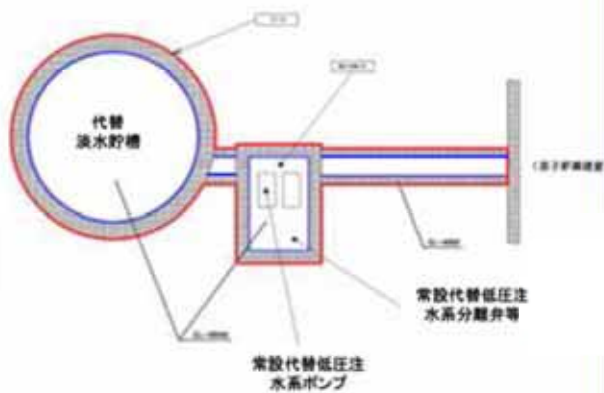
9. 特徴的な火災区画の火災防護対策(緊急用海水ポンプピット等)



- : 火災区域
- : 火災区画

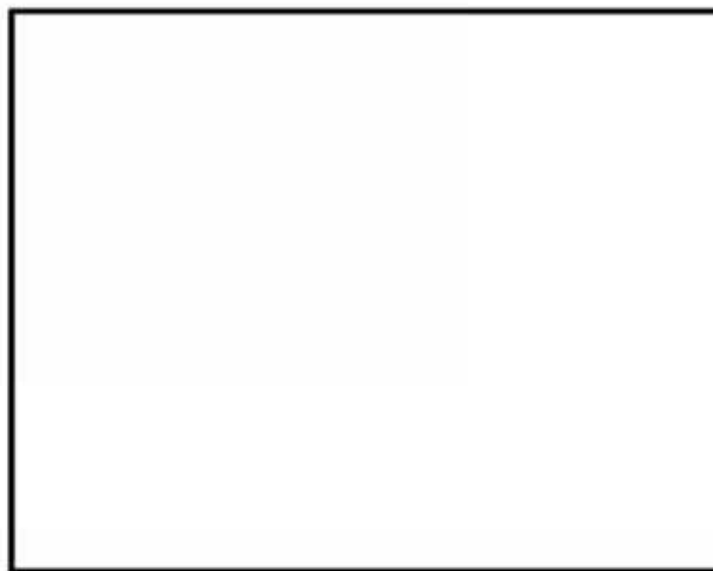
<常設代替低圧注水系ポンプ等>

- ◆ 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)



各施設配置図

- ◆可燃物である潤滑油，燃料油，水素等に対する火災防護，不燃材・難燃材の使用，自然現象に対する火災発生防止を徹底することにより，**更なる火災の発生防止**を図る。
- ◆想定される火災の特性を考慮した上で，異なる種類の火災感知器を複数設置することにより，信頼性を確保するとともに，**早期の火災感知**を図る。
- ◆煙や放射線等により消火が困難となる区域(区画)に対して，自動消火設備又は遠隔手動による固定式消火設備を設置することにより，**早期の消火**を図る。
- ◆影響軽減(系統分離)の徹底により，発電所内で，**万一，火災が発生した場合でも，確実に原子炉の安全停止(高温停止及び冷温停止)を達成し，維持**することが可能である。
- ◆また，ハード対策のみならず，火災防護対策並びに火災防護対策を実施するために必要な手順，機器及び消火体制(教育，訓練含む)を含めた**火災防護計画を策定し，ソフトの面からも確実な火災防護対策**を図る。