

川内原子力発電所第1号機及び2号機
玄海原子力発電所第3号機及び4号機

電線管内ケーブルの系統分離対策に係る
設計及び工事計画認可申請並びに
原子炉施設保安規定変更認可申請について

九州電力株式会社
2023年 月 日

目次

1. はじめに
2. 設計及び工事計画認可申請の概要
 2. 1 本設工認の系統分離対策の対象について
 2. 2 申請内容及び審査対象条文について
 2. 3 基本設計方針の変更内容について
 2. 4 発電用原子炉の設置の許可との整合性について
3. 火災源に応じた対策による系統分離
 3. 1 基本設計八項の概要について
 3. 2 (イ)相違する系列との分離について
 3. 3 (ロ)固定火災源との分離について
 3. 4 (ハ)持込み可燃性物質との分離について
 3. 5 (ロ)(ハ)に係る詳細について
4. 原子炉施設保安規定変更認可申請の概要
 4. 1 可燃物持込み管理方法の見直しについて
 4. 2 可燃物の持込み管理についての教育訓練について
 4. 3 火災防護のうち電線管内ケーブルの系統分離対策の適用開始日について
5. 本工事に係るスケジュール

1. はじめに

○電線管等^{※1}に敷設する火災防護対象ケーブルの系統分離については、現在、既工事計画に則した現場状況になっていない。また、既工事計画に則した現場状況とするための工事に長期間を要することから、以下の手続き及びこれらに基づく対策を実施する。

○電線管等に敷設する火災防護対象ケーブルの系統分離について、耐火隔壁等の設備対策と可燃性物質を保管しない管理等の運用対策を組み合わせた対策を行うため、電線管等内ケーブルの系統分離に係る設計及び工事計画の認可（以下「設工認」という。）を以下のとおり申請している。

2023年5月31日 原発本第36号（川内原子力発電所第1号機）
原発本第37号（川内原子力発電所第2号機）
原発本第38号（玄海原子力発電所第3号機）
原発本第39号（玄海原子力発電所第4号機）

○また、運用対策を追加するにあたって、川内原子力発電所第1号機及び第2号機並びに玄海原子力発電所第3号機及び第4号機の原子炉施設保安規定変更認可申請を行っている。

2023年5月31日 原発本第43号（川内原子力発電所第1号機及び第2号機）
原発本第44号（玄海原子力発電所第3号機及び第4号機）

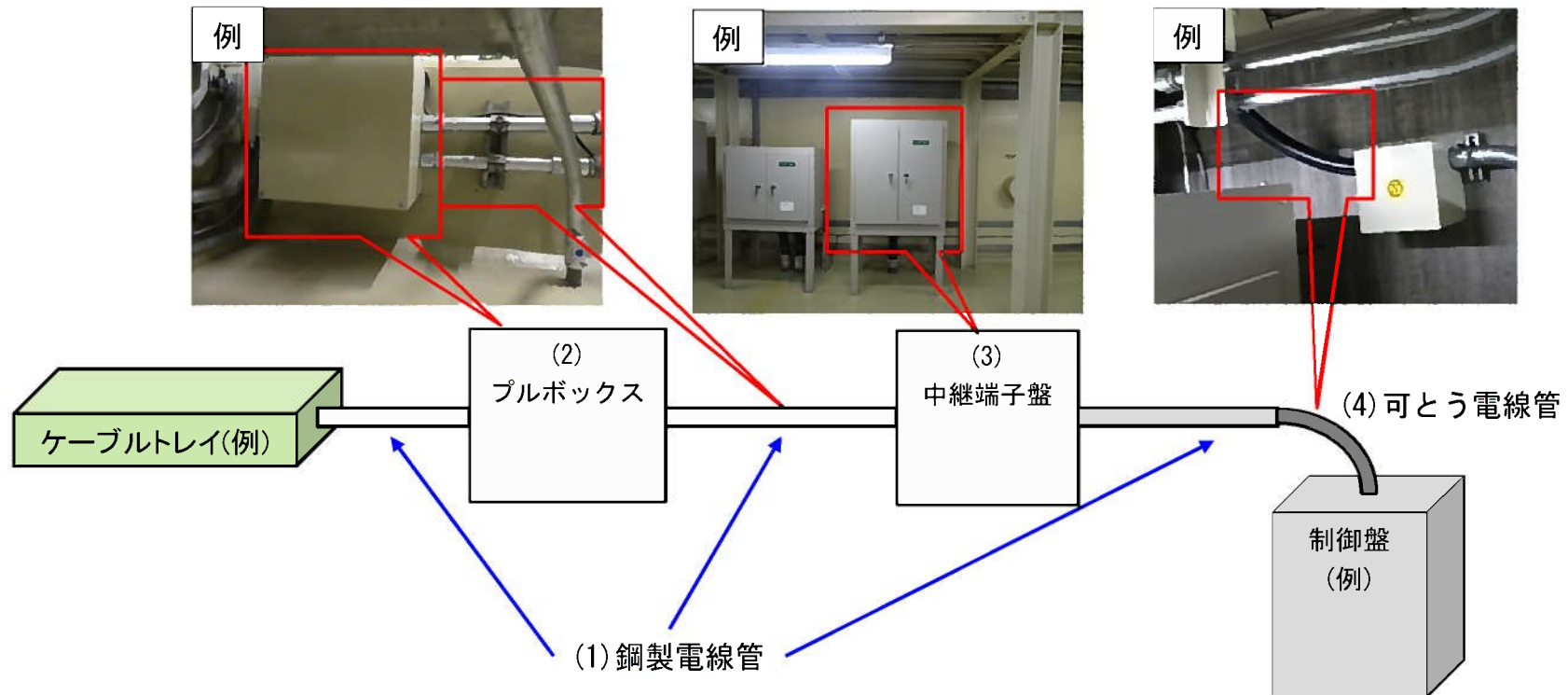
※1 鋼製電線管及び可とう電線管、並びに、これらの電線管の敷設路に設置されるプルボックス、中継端子盤を含め、「電線管等」とする。

2. 設計及び工事計画認可申請の概要

1. はじめに
2. 設計及び工事計画認可申請の概要
 2. 1 本設工認の系統分離対策の対象について
 2. 2 申請内容及び審査対象条文について
 2. 3 基本設計方針の変更内容について
 2. 4 発電用原子炉の設置の許可との整合性について
3. 火災源に応じた対策による系統分離
 3. 1 基本設計八項の概要について
 3. 2 (イ)相違する系列との分離について
 3. 3 (ロ)固定火災源との分離について
 3. 4 (ハ)持込み可燃性物質との分離について
 3. 5 (ロ)(ハ)に係る詳細について
4. 原子炉施設保安規定変更認可申請の概要
 4. 1 可燃物持込み管理方法の見直しについて
 4. 2 可燃物の持込み管理についての教育訓練について
 4. 3 火災防護のうち電線管内ケーブルの系統分離対策の適用開始日について
5. 本工事に係るスケジュール

2. 1 本設工認の系統分離対策の対象について

本設工認で申請する系統分離対策の対象は、電線管等に敷設する火災防護対象ケーブルであり、電線管等とは(1)鋼製電線管、(2)プルボックス、(3)中継端子盤及び(4)可とう電線管が該当する。



	(1) 鋼製電線管	(2) プルボックス	(3) 中継端子盤	(4) 可とう電線管
材質	鋼管	鋼板	鋼板	鋼板+ポリ塩化ビニル
厚さ	1.6mm以上	1.6mm以上	1.6mm以上	2.5mm以上

2. 設計及び工事計画認可申請の概要

2. 2 申請内容及び審査対象条文について

○本設工認申請では、「その他発電用原子炉の附属施設のうち火災防護設備」に係る基本設計方針を変更する。申請内容及び審査対象条文を以下に示す。

設工認資料		申請内容
本文	基本設計方針	✓ 電線管等に敷設する火災防護対象ケーブルの系統分離対策について基本設計方針を変更
	適用基準及び適用規格	✓ 変更なし
	工事の方法	
	設計及び工事に係る品質マネジメントシステム	
添付資料		✓ 関連する以下の資料を添付 <ul style="list-style-type: none"> ・ 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書 ・ 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書 ・ 発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書 ・ 耐震性に関する説明書 ・ 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書

審査対象条文	理由
第11条 火災による損傷の防止	電線管等に敷設する火災防護対象ケーブルの系統分離対策が、火災の影響を軽減できる措置であることを確認する必要があるため、審査対象条文とする。
第5条 地震による損傷の防止 第14条 安全設備 第15条 設計基準対象施設の機能	設計基準対象施設等に該当する申請対象設備が、当該条文の要求事項に適合することを確認する必要があるため、審査対象条文とする。

2. 3 基本設計方針の変更内容について

○基本設計方針の変更内容（変更箇所は下線で示す。）

本設工認の基本設計方針（変更後）	備 考
<p>第2章 個別項目 1. 火災防護設備の基本設計方針 1.1 設計基準対象施設及び重大事故等対処施設 (3) 火災の影響軽減 a. 火災の影響軽減対策 火災の影響軽減対策の設計に当たり、発電用原子炉施設において火災が発生した場合に、原子炉の安全停止に必要な機能を確保するための手段を策定し、この手段に必要な火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを火災防護対象機器等とする。 火災が発生しても、原子炉を安全停止するためには、プロセスを監視しながら原子炉を停止し、冷却を行うことが必要であり、このためには、原子炉の安全停止に必要な機能を確保するための手段を、手動操作等に期待してでも、少なくとも1つ確保する必要がある。 <u>手動操作等に期待したうえで、原子炉の安全停止に必要な機能を確保するための手段を少なくとも1つ確保するために、火災区域又は火災区画内の火災の影響を軽減するための対策や隣接する火災区域又は火災区画における火災の影響を軽減する対策が必要な火災防護対象機器等に対して、以下の対策を講じる。</u></p> <p>(a)火災防護対象機器等の系統分離対策 中央制御盤及び原子炉格納容器内を除く火災防護対象機器等は、以下のイ若しくはロ又はこれらと同等の系統分離に係る設計であるハのいずれかによって、火災の影響軽減のための対策を講じる。</p>	<p>記載の見直し (既工事計画の設計内容から変更なし)</p> <p>ハ項の追加に伴う変更</p>
<p>イ 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による系統分離 火災防護対象機器等は、火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を確認した隔壁等によって、互いに相違する系列間の系統分離を行う設計とする。</p>	
<p>ロ 1時間耐火隔壁等、火災感知設備及び自動消火設備による系統分離 火災防護対象機器等は、想定される火災に対して1時間の耐火能力を有する隔壁等の設置によって、互いに相違する系列間の系統分離を行う設計とする。 隔壁等は、材料、厚さ等を設計するための火災耐久試験により1時間の耐火性能を有する設計であることを確認する設計とする。 1時間耐火隔壁を施工するケーブルトレイの上部には火災源を置かない設計とし、ケーブルトレイ真下に火災源がある場合は、火災源の火災に伴う火災が、ケーブルトレイ上面まで達しない設計とする。 火災感知設備は、自動消火設備の誤作動防止を考慮した火災感知器の作動により自動消火設備を作動させる設計とする。 消火設備は、早期消火を目的として、自動消火設備である全域ハロン自動消火設備又は海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備を設置し、「(2)火災の感知及び消火 b.消火設備 (b) 消火設備の系統構成 ロ」に示す系統分離に応じた独立性を有する設計とする。</p>	<p>火災防護審査基準による系統分離 (既工事計画の設計内容から変更なし)</p>

2. 3 基本設計方針の変更内容について

○基本設計方針の変更内容（変更箇所は下線で示す。）

本設工認の基本設計方針（変更後）	備 考
<p>ハ 火災源に応じた対策による系統分離 <u>電線管等の電路(ケーブルトレイを除く。)(以下「電線管等」という。)</u>に敷設する火災防護対象ケーブルは、以下の(イ)、(ロ)及び(ハ)の対策によって、互いに相違する系列間の系統分離を行う設計とする。</p> <p>(イ) <u>電線管等に敷設する火災防護対象ケーブルの火災に対して、1時間の耐火能力を有する隔壁等により相違する系列の火災防護対象機器等を分離し、且つ、「(1)火災発生防止 b.不燃性材料又は難燃性材料の使用」に示す火災防護上重要な機器及び重大事故等対処施設に使用するケーブルに係る設計により自己消火する設計とする。</u></p> <p>(ロ) <u>火災区域若しくは火災区画に設置若しくは保管する可燃性物質を有する設備(火災防護対象ケーブルに火災による影響を及ぼさない設備及び電線管等に敷設する火災防護対象ケーブルを除く。)(以下「固定火災源」という。)</u>で発生する火災に対して、<u>互いに相違する系列のいずれか一方(以下「防護対象系列」という。)</u>の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等で分離する設計、又は、防護対象系列の火災防護対象ケーブルを収納する電線管等から水平距離6mの範囲内の固定火災源で発生する火災に対して、当該火災防護対象ケーブルを1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離するとともに、<u>火災感知設備及び自動消火設備を設置する設計とする。</u> <u>火災感知設備及び自動消火設備は、「ロ 1時間耐火隔壁等、火災感知設備及び自動消火設備による系統分離」と同じ設計とする。</u></p> <p>(ハ) <u>防護対象系列の火災防護対象ケーブルを収納する電線管等から水平距離6mの範囲内には、原子炉容器に燃料が装荷されている期間中、原則、可燃性物質を保管せず、原子炉の安全確保等に必要な資機材の可燃性物質以外を持ち込まない運用とする。</u>加えて、自動消火設備が設置されていない火災区域又は火災区画においては、当該火災区域又は火災区画に、原子炉容器に燃料が装荷されている期間中、可燃性物質を原則保管せず、原子炉の安全確保等に必要な資機材の可燃性物質以外を持ち込まない運用とする。 <u>また、可燃性物質を保管しない運用とする範囲に、一時的に持ち込まれる原子炉の安全確保等に必要な資機材の可燃性物質については、当該資機材で発生する火災が火災防護対象ケーブルに影響を及ぼさないよう、可燃性物質を持ち込む者等が監視を行うことで、当該資機材が火災源となった場合においても早期に火災を感知し、消火する運用とする。</u> <u>これらの運用については保安規定に定め、管理する。</u></p>	<p>火災防護審査基準によらない系統分離 (本設工認にて追加)</p> <p>防護対象系列の火災防護対象ケーブルについては参考資料1に示す。</p>

2. 4 発電用原子炉の設置の許可との整合性について

設置許可本文には、基本設計段階での火災の影響軽減に係る設計として、火災防護審査基準2.3.1(2)a.~c.に基づく系統分離対策（以下「基本方針」という。）に加え、中央制御盤及び原子炉格納容器に係る基本方針と同水準の系統分離対策を記載している。

一方、「火災源に応じた対策による系統分離」は、詳細設計段階である設工認において、現場の状況を考慮し、具体的な対策として設工認本文に追加したものであり、イ項・ロ項と同水準の設計であることから設置許可の設計と整合している。

設置許可申請書本文	設工認基本設計方針
<p>(c-4) 火災の影響軽減</p> <p style="text-align: center;">基本方針</p> <p>火災の影響軽減については、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又は火災区画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するため、互いに相違する系列間の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは、3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離する設計、又は水平距離が6 m以上あり、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する設計、又は1 時間の耐火能力を有する隔壁等で互いの系列間を分離し、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する設計とする。系統分離を行うために設置する消火設備は、系統分離に応じた独立性を有する設計とする。</p> <p>ただし、火災の影響軽減のための措置を講じる設計と同等の設計として、中央制御盤に関しては、金属外装ケーブル、操作スイッチの離隔等による分離対策、高感度煙感知器の設置、常駐する運転員による消火活動等により、上記設計と同等又はそれを上回る設計とする。また、原子炉格納容器に関しては、一部ケーブルトレイへの蓋の設置、消火要員による早期の手動消火活動、多重性を有する原子炉格納容器スプレイ設備の手動作動等により、上記設計と同等又はそれを上回る設計とする。</p>	<p>(a) 火災防護対象機器等の系統分離対策</p> <ul style="list-style-type: none"> イ 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による系統分離 ロ 1時間耐火隔壁等、火災感知設備及び自動消火設備による系統分離 <p style="text-align: center;">基本方針と同水準の設計（詳細設計段階）</p> <p style="text-align: center;">ハ 火災源に応じた対策による系統分離</p> <ul style="list-style-type: none"> (b) 中央制御盤の火災の影響軽減のための対策 (c) 原子炉格納容器内の影響軽減のための対策

3. 火災源に応じた対策による系統分離

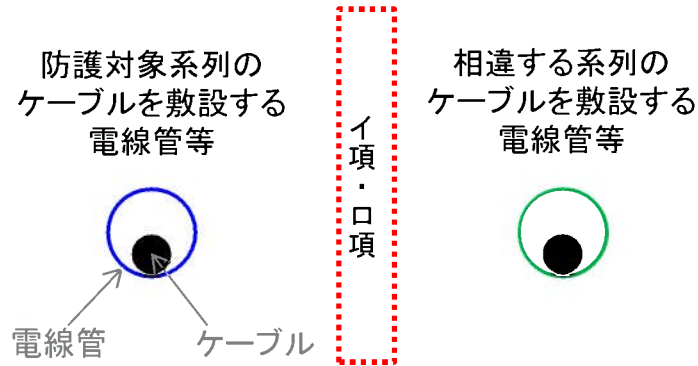
1. はじめに
2. 設計及び工事計画認可申請の概要
 2. 1 本設工認の系統分離対策の対象について
 2. 2 申請内容及び審査対象条文について
 2. 3 基本設計方針の変更内容について
 2. 4 発電用原子炉の設置の許可との整合性について
3. 火災源に応じた対策による系統分離
 3. 1 基本設計八項の概要について
 3. 2 (イ)相違する系列との分離について
 3. 3 (ロ)固定火災源との分離について
 3. 4 (ハ)持込み可燃性物質との分離について
 3. 5 (ロ)(ハ)に係る詳細について
4. 原子炉施設保安規定変更認可申請の概要
 4. 1 可燃物持込み管理方法の見直しについて
 4. 2 可燃物の持込み管理についての教育訓練について
 4. 3 火災防護のうち電線管内ケーブルの系統分離対策の適用開始日について
5. 本工事に係るスケジュール

3. 火災源に応じた対策による系統分離

3. 1 基本設計八項の概要について

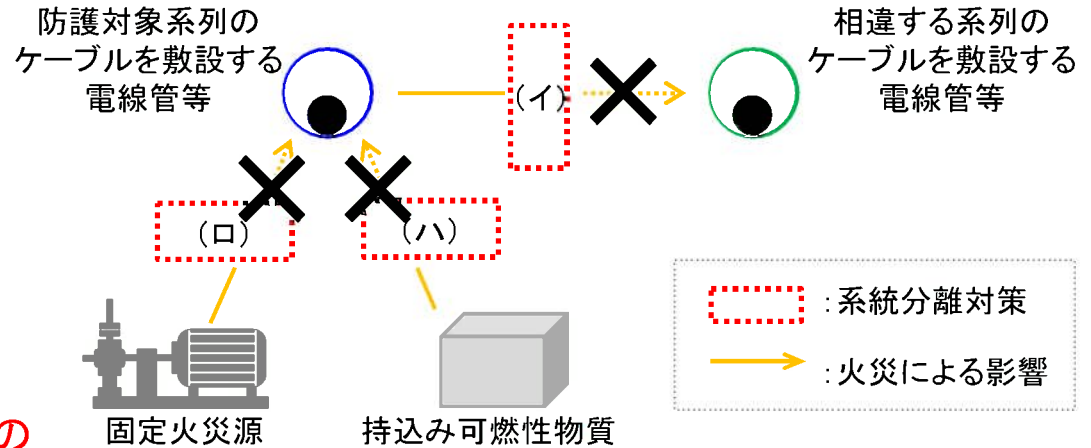
基本設計方針イ項、ロ項 (従来からの設計)

火災防護審査基準による系統分離対策



基本設計方針ハ項 (今回の設工認にて追加する設計)

火災防護審査基準によらない火災源に応じた対策による系統分離



同水準の
系統分離対策

	イ 項		ロ 項		ハ 項				
	3 時間耐火隔壁	1 時間耐火隔壁	隔壁 ※1	(イ) 相違する系列との分離 1 時間耐火隔壁	(ロ) 固定火災源との分離		(ハ) 持込み可燃性物質との分離		
					3 時間耐火隔壁	1 時間耐火隔壁	保管	一時持込み	
隔壁 ※1						火災区域・区画内での保管禁止	防護対象ケーブルを敷設する電線管等から6m範囲内での保管禁止	-	-
感知・消火	-	火災感知 + 自動消火	感知・消火	難燃ケーブルの使用等による自己消火	-	火災感知 + 自動消火	-	火災感知 + 手動消火	火災感知 + 自動消火

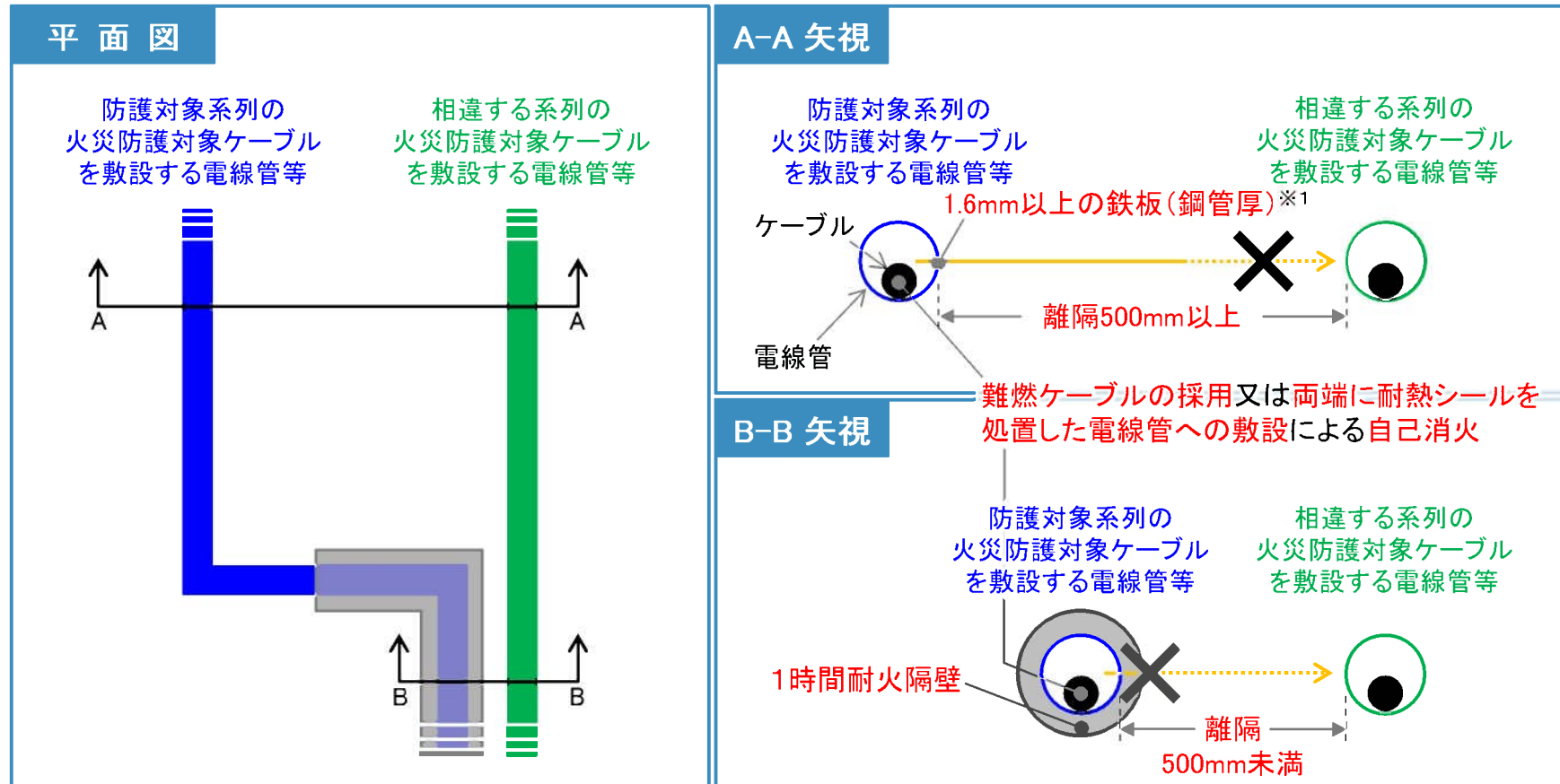
ハ項(イ)(ロ)の対策による耐火隔壁の施工は、イ項又はロ項の対策により火災区域又は火災区画内の防護対象系列の電線管等全長に亘って耐火隔壁を施工する場合と比較して、施工範囲を限定することができるため早期の改善が見込まれる。

※1 耐火隔壁の仕様等については参考資料2に示す。

3. 火災源に応じた対策による系統分離

3. 2 (イ) 相違する系列との分離について①

電線管等に敷設する火災防護対象ケーブルの火災による影響が、相違する系列の火災防護対象機器等に及ぶことを防ぐために、「1時間耐火隔壁+自己消火」によって分離する。



※1 電線管等のうち可とう電線管は当該設計の対象外

3. 2 (イ) 相違する系列との分離について②

電線管等の内部にて火災が発生した場合、「難燃ケーブルの採用」又は「両端に耐熱シールを処置した電線管への敷設」によって、火災防護対象ケーブルが自己消火する設計を以下に示す。

これらは既工事計画において火災の発生防止に係る設計として認可を受けたものであり、本設工認においては、火災の影響軽減に係る設計として期待するものである。

難燃ケーブルの採用

火災防護対象ケーブルは、核計装用ケーブルを除き、難燃ケーブルを採用している。

難燃ケーブルは、以下の燃焼試験によって自己消火性及び延焼性を確認しているため、電線管等内の火災防護対象ケーブルにおいて発生した火災は自己消火する。

【自己消火性】

- ・ UL 1581(Fourth Edition)1080.VW-1垂直燃焼試験

【延焼性】

- ・ IEEE Std 383-1974 垂直トレイ燃焼試験
- ・ IEEE Std 1202-1991垂直トレイ燃焼試験

両端に耐熱シールを処置した電線管への敷設

火災防護対象ケーブルのうち核計装用ケーブルは難燃ケーブルではないが、以下によって自己消火性及び延焼性が難燃ケーブルと同等であることを確認しているため、電線管等内の火災防護対象ケーブルにおいて発生した火災は自己消火する。

【自己消火性】

- ・ UL 1581(Fourth Edition)1080.VW-1垂直燃焼試験

【延焼性】

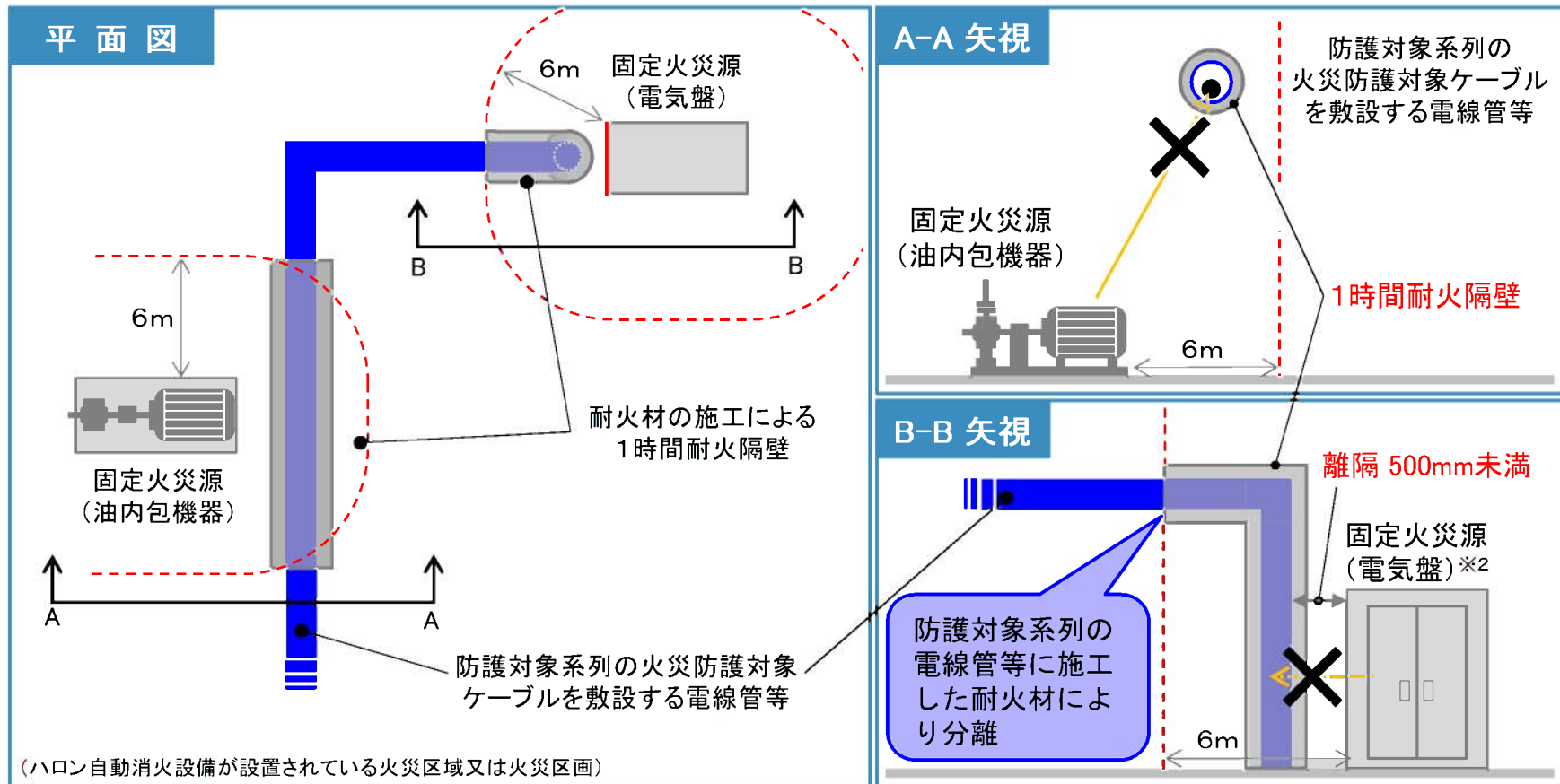
- ・ 電線管の両端に難燃性の耐熱シールを処置し、ケーブルの燃焼に必要な酸素の供給を防止することで、燃焼を維持できず自己消火し、ケーブルは延焼しない。

3. 火災源に応じた対策による系統分離

3. 3 (ロ) 固定火災源との分離について①

固定火災源の火災による影響が電線管等に敷設する防護対象系列の火災防護対象ケーブルへ及ぶことを防ぐために、電線管等と固定火災源^{※1}の間を「3時間耐火隔壁」又は「1時間耐火隔壁+感知・自動消火」によって分離する。

○耐火材による固定火災源との分離



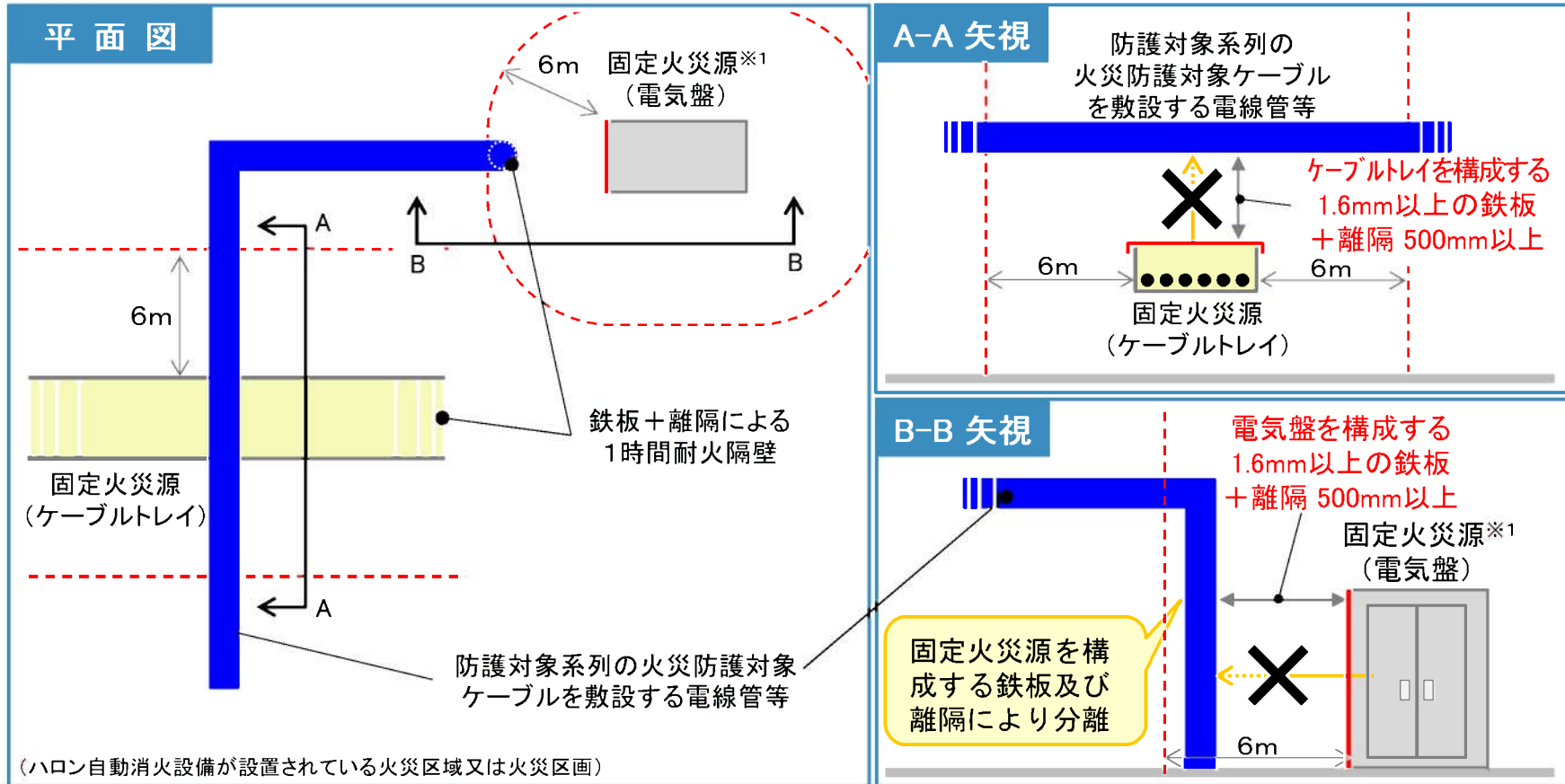
※1 全域ハロン自動消火設備が設置されている火災区域又は火災区画では、防護対象系列の火災防護対象ケーブルを敷設する電線管等から水平距離6mの範囲内の固定火災源が対象。それ以外の火災区域又は火災区画では、火災区域又は火災区画内全域の固定火災源が対象。

※2 電線管等に1時間耐火隔壁を施工できない場合は、電気盤に1時間耐火隔壁を施工する。

3. 火災源に応じた対策による系統分離

3. 3 (ロ) 固定火災源との分離について②

○鉄板および離隔距離による分離



※1 電気盤の筐体を分離のための鉄板として期待する設計は、電線管側の電気盤の面に内部が見える開口及び指示計等がない場合に限る。開口及び指示計等の筐体形状については参考資料3に示す。

3. 3 (ロ) 固定火災源との分離について③

火災区域及び火災区画の可燃性物質を有する設備を火災荷重管理表^{※1}を基に抽出し、電線管等に敷設する火災防護対象ケーブルに対して明らかに影響を与えないものを除き、固定火災源として選定した。

対象設備	主な可燃性物質	評価	固定火災源の選定
油内包機器 (ポンプ等)	潤滑油 モータ	潤滑油は引火点は高いものの、発熱量が大きいことから、固定火災源として扱う。	対象
ケーブルトレイ	ケーブル	ケーブルを多数敷設しており、火災が延焼した場合、周辺への火災影響があることから、固定火災源として扱う。	対象
電気盤 (440V以上)	ケーブル 電気器具	電気盤(440V以上)は、過去の燃焼試験 ^{※2} により火災の影響が電気盤内に限定されることを確認しているが、電気エネルギーが大きいことや高エネルギーアーク損傷の発生を考慮し、固定火災源として扱う。	対象
電気盤 (440V未満)	ケーブル 電気器具	電気盤(440V未満)は、過去の燃焼試験により火災の影響が電気盤内に限定されることを確認しているため、固定火災源としての考慮は不要。	—
電動弁、 空気作動弁	グリス 駆動機構	発熱量が小さく、且つ、金属筐体に覆われて着火し難いこと、また、仮に内部で火災が発生しても自己消火し、火災の影響は限定的であるため、固定火災源としての考慮は不要。	—
配管、タンク、 手動弁	パッキン	<ul style="list-style-type: none"> ・弁は金属筐体で構成され、グリスは躯体内部に充填しているため着火し難い。 ・配管等の接続部のパッキンは金属筐体の隙間に取り付けるため着火し難い。 	—
ラフフィルタ、 ヘパフィルタ、 チャコールフィルタ	フィルタ	フィルタは発熱量が大きいことから、固定火災源として扱う。	対象
照明、通話装置、 監視カメラ等の 電気器具	ケーブル 電気器具	これら電気器具は発熱量が小さく、火災の影響は限定的 ^{※3} であるため、固定火災源としての考慮は不要。	—

※1 火災区域又は火災区画ごとの可燃性物質の量を管理するために、火災荷重管理表を作成することについて火災防護計画に定めている。

※2 過去の燃焼試験については参考資料4に示す。

※3 火災影響を及ぼさない可燃性物質については参考資料5に示す。

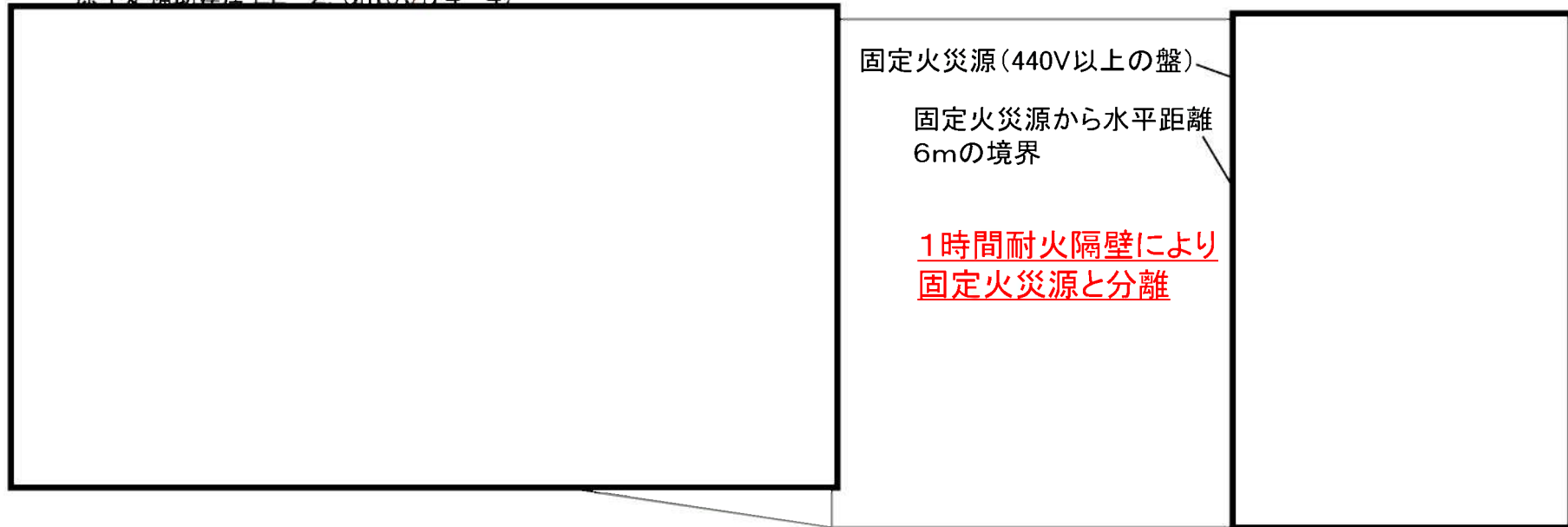
3. 火災源に応じた対策による系統分離

3. 3 (口) 固定火災源との分離について④

電線管等に対する1時間耐火隔壁の施工対象の考え方を示す。

火災区域又は火災区画		固定火災源との分離			感知・自動消火
番号	名称	固定火災源	隔壁設置箇所		
			電線管等	固定火災源	
A/B4-4	A/B EL-2.0M エリア	電気盤	電線管等に 1時間耐火隔壁を 施工	—	全域ハロン 自動消火設備

例：川内原子力発電所第1号機
原子炉補助建屋 EL-2.0m(A/B 4-4)



— : 火災区域又は火災区画境界

— : 防護対象系列の火災防護対象ケーブルを敷設する電線管等

■ : 可燃性物質の保管禁止範囲

▨ : 固定火災源(電気盤)

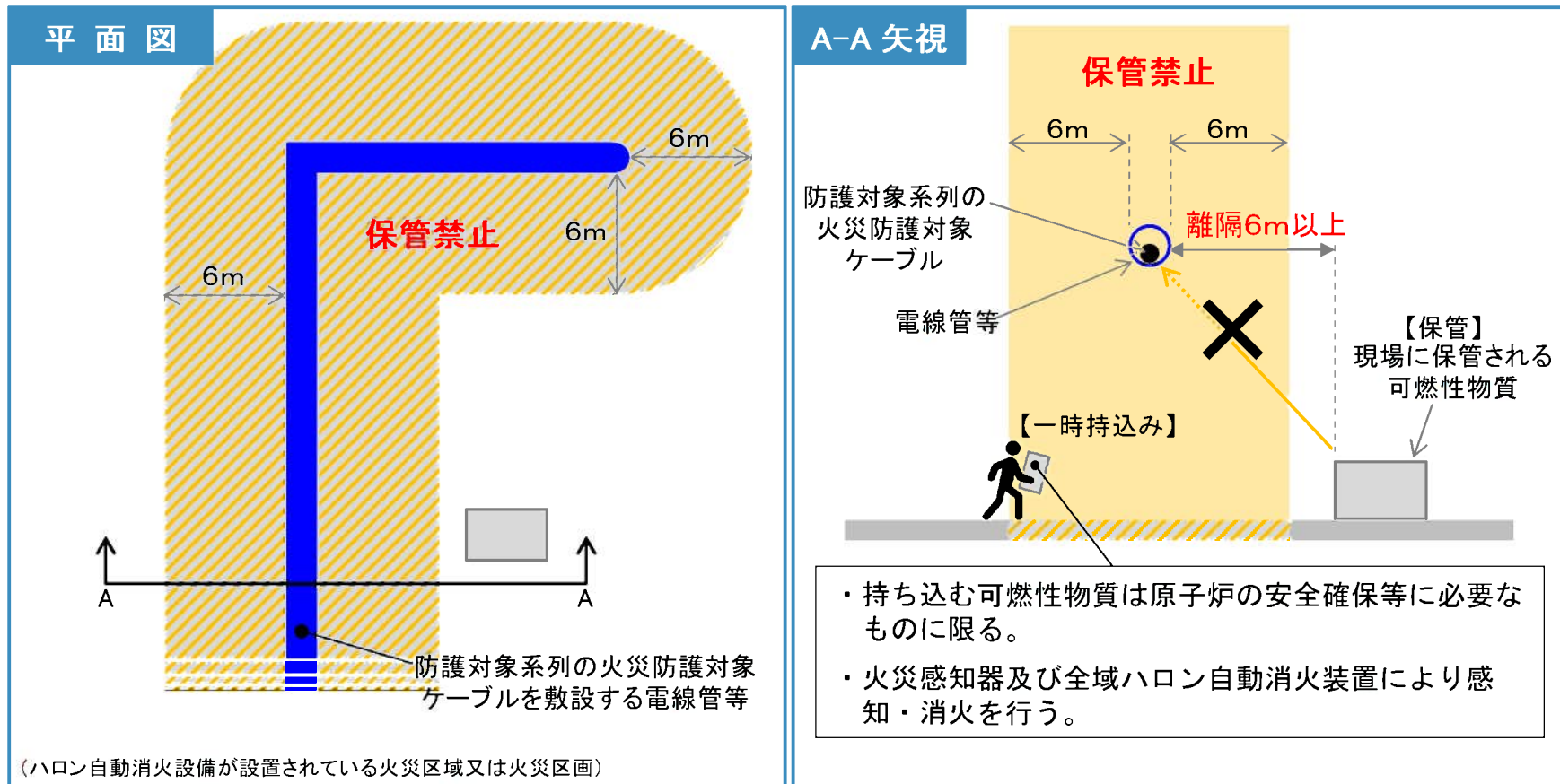
- · - : 固定火災源から水平距離6mの境界

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

3. 火災源に応じた対策による系統分離

3. 4 (ハ) 持込み可燃性物質との分離について①

火災源に応じた対策による系統分離を行う場合^{※1}、防護対象系列の火災防護対象ケーブルを敷設する電線管等から水平距離6mの範囲^{※2}には、原子炉容器に燃料が装荷されている期間中、原則、可燃性物質を保管せず、原子炉の安全確保等に必要な資機材の可燃性物質以外を持ち込まない運用を行う。



※1 火災防護設備の基本設計方針のうち1.1(3)a.(a)のイ項又はロ項による系統分離行う場合は対象外。

※2 全域ハロン自動消火設備が設置されていない火災区域又は火災区画においては、当該火災区域又は火災区画の全域。

3. 4 (ハ) 持込み可燃性物質との分離について②

○可燃性物質の保管および一時持込みについての補足説明

保管

安全管理や品質管理等の観点から日々の作業完了時に持ち出すことが困難であり、作業期間に亘って当該区域・区画に保管する必要がある可燃性物質については、可燃性物質の火災荷重を帳票により管理し、火災感知器及び巡視等により監視を継続し、火災の早期検知、消火対応を行う運用とする。また、保管する可燃性物質は鉄製箱等の筐体に収納するか不燃シートにより養生する。

保管する持込み可燃性物質の管理については参考資料6に示す。

一時持込み

一時持込みする可燃性物質は原子炉の安全確保等に必要なものに限る。持ち込みを行う作業等が一時持込みする可燃性物質の監視を行い、火災が発生した場合にも早期に感知し、消火活動を行う運用とする。全域ハロン消火装置の有無に応じて適切に対応する。

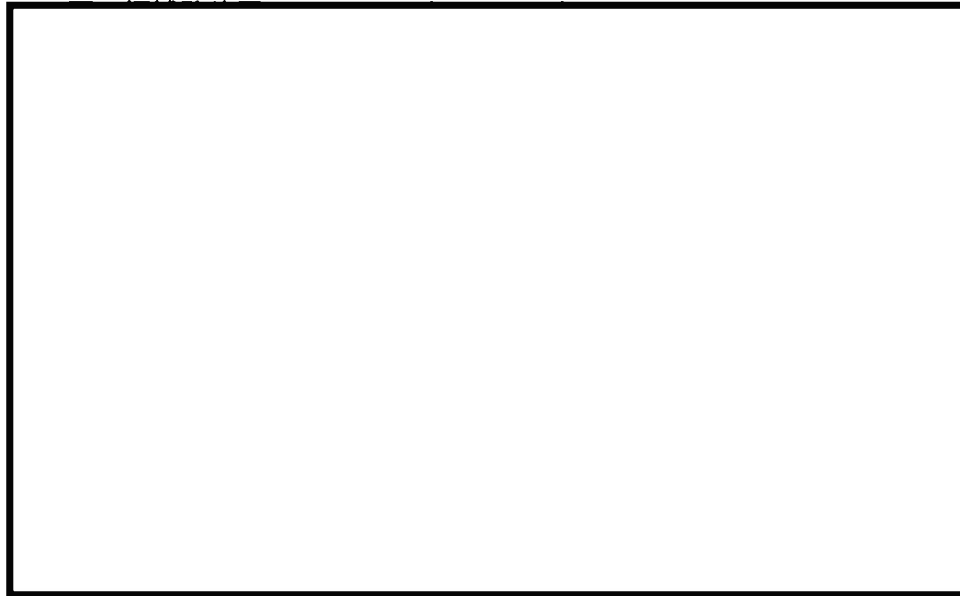
一時持込みする可燃性物質の例については参考資料7に示す。



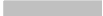


3. 火災源に応じた対策による系統分離

3. 4 (ハ) 持込み可燃性物質との分離について③

電線管等に対する可燃性物質保管禁止範囲の設定の考え方を示す。

例：川内原子力発電所第1号機



-  : 火災区域又は火災区画境界
-  : 防護対象系列の火災防護対象ケーブルを敷設する電線管等
-  : 可燃性物質の保管禁止範囲
-  : 固定火災源（電気盤）
-  : 固定火災源から水平距離6mの境界



対象の電線管等から水平距離6mの範囲は
可燃性物質の保管を行わない。

3. 火災源に応じた対策による系統分離

3. 5 (ロ)(ハ)に係る詳細について

(ロ) 固定火災源との分離						
全域ハロン 自動消火なし		全域ハロン自動消火あり				防護対象系列 電線管等から 水平6m範囲外
		防護対象系列電線管等から水平6m範囲内				
		油内包機器	ケーブルトレイ・電気盤等 ^{※1}		固定火災源に 1時間耐火隔壁	
離隔500mm 以内	離隔500mm を超える					
隔壁	3時間 耐火隔壁	1時間 耐火隔壁	電線管等に 1時間耐火隔壁	電線管等又は 固定火災源に 1時間耐火隔壁	固定火災源に 1時間耐火隔壁	水平6m離隔距離 (1時間耐火隔壁相当 ^{※2})
感知・ 消火	—	火災感知 + 海水ポンプ用 二酸化炭素自動消火	火災感知 + 全域ハロン自動消火			火災感知 + 全域ハロン自動消火 の手動起動

(ハ) 持込み可燃性物質との分離							
保 管				一時持込み			
全域ハロン 自動消火なし		全域ハロン自動消火あり		全域ハロン 自動消火なし		全域ハロン自動消火あり	
		防護対象系列 電線管等から 水平6m範囲内	防護対象系列 電線管等から 水平6m範囲外			防護対象系列 電線管等から 水平6m範囲内	防護対象系列 電線管等から 水平6m範囲外
運用	火災区域・区画内 での保管禁止	保管禁止	—	—	—	—	—
感知・ 消火	—	—	火災感知 + 全域ハロン 自動消火の 手動起動	火災感知 + 全域ハロン 手動消火	持込み作業等 による火災感知・ 消火活動	火災感知 + 全域ハロン 自動消火	火災感知 + 全域ハロン 自動消火の 手動起動

※1 ケーブルトレイ・電気盤等が厚さ1.6mm以上の鉄板により構成される場合に限る。

※2 互いに相違する系列間に可燃性物質がない水平距離6m以上の離隔があれば、相互に火災の影響がないため、1時間の耐火能力を有する隔壁相当であると解釈し、水平距離6mの範囲内に可燃性物質がなければ、1時間耐火隔壁を有すると整理した。

4. 原子炉施設保安規定変更認可申請の概要

1. はじめに
2. 設計及び工事計画認可申請の概要
 2. 1 本設工認の系統分離対策の対象について
 2. 2 申請内容及び審査対象条文について
 2. 3 基本設計方針の変更内容について
 2. 4 発電用原子炉の設置の許可との整合性について
3. 火災源に応じた対策による系統分離
 3. 1 基本設計八項の概要について
 3. 2 (イ)相違する系列との分離について
 3. 3 (ロ)固定火災源との分離について
 3. 4 (ハ)持込み可燃性物質との分離について
 3. 5 (ロ)(ハ)に係る詳細について
4. 原子炉施設保安規定変更認可申請の概要
 4. 1 可燃物持込み管理方法の見直しについて
 4. 2 可燃物の持込み管理についての教育訓練について
 4. 3 火災防護のうち電線管内ケーブルの系統分離対策の適用開始日について
5. 本工事に係るスケジュール

4. 原子炉施設保安規定変更認可申請の概要

4. 1 可燃物持込み管理方法の見直しについて

<添付2（火災、内部溢水、火山現象、自然災害、有毒ガス対応及び火山活動のモニタリング等に係る実施基準）>

- ・本来は設備対策で対応すべき範囲を運用で担保が必要になったことから、電線管等に敷設する防護対象系列の火災防護対象ケーブルから水平距離6mの範囲内に可燃物を原則持ち込まない運用を確実にするため、現行の保安規定を下線部のとおり変更し、**赤字**のとおり可燃物持込み管理方法を明確に規定する。

【申請内容（川内原子力発電所の例）】

添付2 火災、内部溢水、火山現象、自然災害、有毒ガス対応及び火山活動のモニタリング等に係る実施基準

1 火災

1. 5 手順書の整備

(2) 各課長（当直課長を除く。）は、火災発生時における原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な体制の整備として、以下の活動を実施することを規定文書に定める。

<中略>

セ 火災予防活動（可燃物管理）

(ア) 防災課長は、原子炉施設の安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画については、当該施設を火災から防護するため、恒設機器及び点検等に使用する可燃物（資機材）の総発熱量が、制限発熱量を超えない管理（持込みと保管）を実施する。

(イ) 防災課長は、ケーブルトレイを除く電線管等に敷設する火災防護対象ケーブル（電気盤及び制御盤を除く。）（以下、「火災防護対象ケーブル」という。）について、火災源に対する対策を考慮した系統分離対策に係る運用を行う場合※、火災防護対象ケーブルから水平距離6mの範囲内は、可燃性物質を原則持ち込まない運用として、原子炉容器に燃料が装荷されている期間は、当該範囲内に原子炉の安全確保等に必要な資機材の可燃性物質以外を持ち込まない管理を実施する。

なお、各課（室、センター）長（当直課長を除く。）は、原子炉容器に燃料が装荷されている期間において、当該範囲内に原子炉の安全確保等に必要な資機材の可燃性物質を持ち込む必要がある場合には、当該可燃性物質を火災源とする火災が火災防護対象ケーブルに影響を及ぼさないように、早期に火災を感知し消火するための措置として、監視人の配置及び消火設備の配備等を実施する。

※：互いに相違する系列の火災防護対象ケーブルのいずれか一方のケーブルの周囲の火災源に対して対策を講じることを基本とし、固定火災源（火災区域又は火災区画内に常に設置又は保管している火災防護対象ケーブル以外の設備の可燃性物質（火災防護対象ケーブルに火災による影響を及ぼさないものを除く。））となる火災防護対象機器等を設置している火災区域又は火災区画においては、当該の火災防護対象機器等の系列と相違する系列の火災防護対象ケーブルの周囲の火災源に対して対策を講じることをいう。

(ウ) 防災課長は、重大事故等対処施設を設置する屋外の火災区域については、当該施設を火災から防護するため、可燃物を置かない管理を実施する。

4. 2 可燃物の持込み管理についての教育訓練について

○可燃物の持込み管理についての教育訓練を明記

＜添付2（火災、内部溢水、火山現象、自然災害、有毒ガス対応及び火山活動のモニタリング等に係る実施基準）＞

- ・可燃物の持込み管理についての教育訓練については、従前より以下に記載の a 項の訓練にて実施している。
今回の設計及び工事計画認可申請において、設備対応で実施する対策に加えて可燃物を持ち込まない運用を追加することを明確に記載することから、現行の保安規定においても下線部のとおり変更し、赤字のとおり可燃物の持込み管理についての教育訓練を追加する。具体的な内容は、火災防護計画及び社内基準に定める。

【申請内容（川内原子力発電所の例）】

添付2 火災、内部溢水、火山現象、自然災害、有毒ガス対応及び火山活動のモニタリング等に係る実施基準

1 火災

1. 3 教育訓練の実施

(1) 防災課長及び発電課長は、火災防護の対応に関する以下の教育訓練を定期的実施する。

ア 火災防護教育

(ア) 防災課長は、全所員に対して、以下の教育訓練を実施する。また、専属消防隊に対して、以下の教育訓練が実施されていることを確認する。

- a 原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構築物、系統及び機器の機能を火災から防護することを目的として、火災から防護すべき機器等の火災の発生防止、火災の早期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教育訓練
- b 原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される重大事故等対処施設の機能を火災から防護することを目的として、火災から防護すべき機器等の火災の発生防止並びに火災の早期感知及び消火のそれぞれを考慮した教育訓練
- c 原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構築物、系統及び機器の機能を火災から防護することを目的とした可燃物の持込み管理についての教育訓練
- d 安全施設を外部火災から防護するために必要な以下の教育訓練

4. 3 火災防護のうち電線管内ケーブルの系統分離対策の適用開始日について

火災防護のうち電線管内ケーブルの系統分離対策に関連する規定については、火災源に対する対策を考慮した系統分離対策に係る運用を行う場合、設備対策で対応すべき範囲を運用での担保が必要であり、具体的な運用として、火災防護対象ケーブルから水平距離6mの範囲内に可燃性物質を原則持ち込まない運用を規定するものである。したがって、本申請内容の適切な適用時期は設備対策として申請している設工認の認可後に必要な工事及び検査が完了した時であり、以下に示す附則のとおり使用前事業者検査終了日以降に適用する。

【申請内容（川内原子力発電所の例）】

(施行期日)

- 1 この規定は、20XX年XX月XX日から施行する。
→施行期日は、認可から10日以内を記載する。

<中略>

- 3 本規定施行の際、添付2（火災、内部溢水、火山現象、自然災害、有毒ガス対応及び火山活動モニタリング等に係る実施基準）については、火災防護のうち電線管内ケーブルの系統分離対策工事の使用前事業者検査終了日以降に適用することとし、それ以前は従前の例による。

5. 本工事に係るスケジュール

1. はじめに
2. 設計及び工事計画認可申請の概要
 2. 1 本設工認の系統分離対策の対象について
 2. 2 申請内容及び審査対象条文について
 2. 3 基本設計方針の変更内容について
 2. 4 発電用原子炉の設置の許可との整合性について
3. 火災源に応じた対策による系統分離
 3. 1 基本設計八項の概要について
 3. 2 (イ)相違する系列との分離について
 3. 3 (ロ)固定火災源との分離について
 3. 4 (ハ)持込み可燃性物質との分離について
 3. 5 (ロ)(ハ)に係る詳細について
4. 原子炉施設保安規定変更認可申請の概要
 4. 1 可燃物持込み管理方法の見直しについて
 4. 2 可燃物の持込み管理についての教育訓練について
 4. 3 火災防護のうち電線管内ケーブルの系統分離対策の適用開始日について
5. 本工事に係るスケジュール

5. 本工事に係るスケジュール

		2023年度				2024年度					
主要 工程	審査工程		5/31申請 ▼	審査	認可(希望) ▽						
	工事 工程	玄海3号機 玄海4号機 川内1号機 川内2号機			▼	工事期間					



參考資料

参考 1. 防護対象系列の火災防護対象ケーブルの選定について①

系統分離対策を実施する防護対象系列の選定について以下に示す。

火災区域又は火災区画で火災が発生し、当該火災区域又は火災区画に設置される全機器の動的機能喪失を想定する。



火災区域又は火災区画毎の火災防護対象機器の設置状況及び火災防護対象ケーブルの敷設状況を考慮し、火災が発生した場合の原子炉の安全停止に必要な機能への影響を確認する。



原子炉の安全停止に必要な機能を確保するための手段である「成功パス」を少なくとも1つ確保するために、火災の影響を受ける原子炉の安全停止に必要な機能に係る系統のうち、系統分離対策を実施する系統を「防護対象系列」として選定する。

本設工認においては、防護対象系列の電線管等に敷設される火災防護対象ケーブルに対して、基本設計方針八項の系統分離対策を実施する。

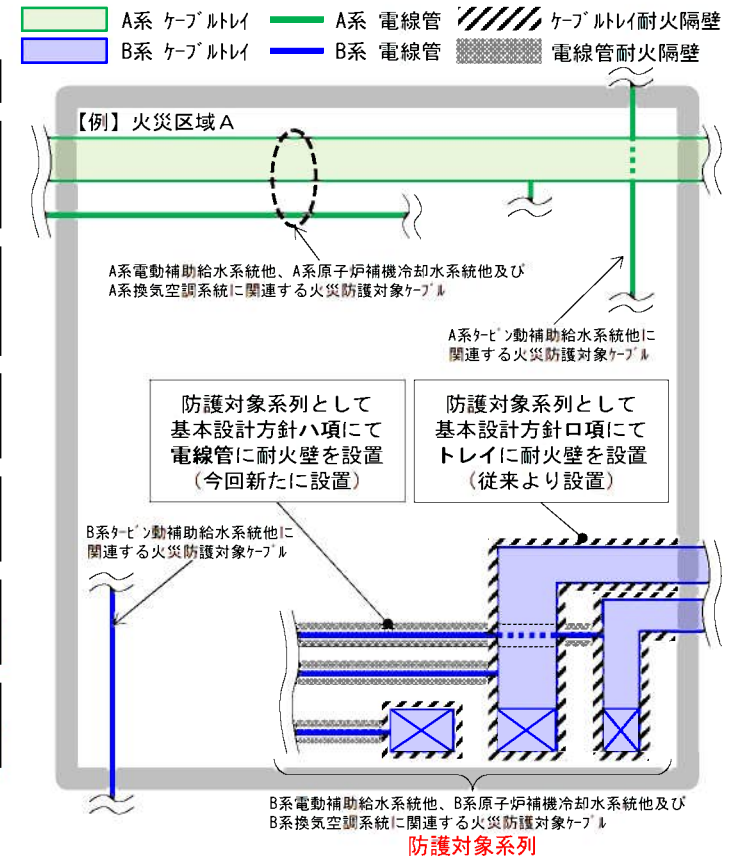
参考 1. 防護対象系列の火災防護対象ケーブルの選定について②

【例】火災区域 A の場合

崩壊熱除去機能（①）及びサポート機能（⑤⑥）が火災の影響を受けるため、火災防護対象ケーブルの敷設状況等を踏まえた現地工事の施工性等を考慮し、B系 電動補助給水系統他、B系 原子炉補機冷却水系統他及びB系 換気空調系統を防護対象系列として選定して、隔壁等により互いに相違する系列間を分離することで成功パスを確保する。

【例】火災区域 A ■ 系統分離対策により成功パスを確保する防護対象系列

原子炉の安全停止に必要な機能		成功パス（○：火災の影響なし、×：火災の影響あり）			
①	崩壊熱除去機能 補助給水系統/主蒸気系統	A系 電動補助 給水系統 他 ×	B系 電動補助 給水系統 他 ×	A系 タービン動 補助給水系統 他 ×	B系 タービン動 補助給水系統 他 ×
②	RCSインベントリ/圧力制御機能 (反応度制御機能)	A系 ほう酸タンク 注入系統 ○	B系 ほう酸タンク 注入系統 ○	A系 燃料取替用水 タンク注入系統 ○	B系 燃料取替用水 タンク注入系統 ○
③	崩壊熱除去機能 余熱除去系統	A系 余熱除去系統 ○		B系 余熱除去系統 ○	
④	プロセス監視機能	A系 プロセス監視系統 ○		B系 プロセス監視系統 ○	
⑤	サポート機能 原子炉補機冷却水系統等	A系 原子炉補機冷却水系統 他 ×		B系 原子炉補機冷却水系統 他 ×	
⑥	サポート機能 換気空調系統	A系 換気空調系統 ×		B系 換気空調系統 ×	



参考2. 耐火隔壁の仕様と施工箇所について

○電線管等又は固定火災源に施工する耐火隔壁の仕様等を以下に示す。

隔壁等の耐火能力		隔壁等の仕様	施工箇所	既設工認より採用している隔壁の仕様
3時間以上	①			
	②			
	③			
1時間	④			
	⑤			
	⑥			
	⑦			
	⑧			
	⑨			
	⑩			

※可とう電線管を除く。

参考3. 電気盤の筐体形状について

○固定火災源が電気盤の場合、電気盤の筐体の形状により以下のとおり施工方法を選定する。

分類	密閉型	下向きスリット型 (側面)	スリット型	計器/スイッチ型	メッシュ/ パンチングメタル型
外観 (例)	[Blank area for appearance examples]				
施工方法	電気盤筐体の1.6mm以上の鉄板+離隔500mm以上により、一時間耐火隔壁を構成する。	防護対象系列電線管等へ向いた筐体面に下向きスリットがある場合、電気盤筐体の1.6mm以上の鉄板+離隔500mm以上により、一時間耐火隔壁を構成する。 (防護対象系列電線管等と電気盤内部が互いに直視できない場合は輻射の影響を受けない)	防護対象系列電線管等へ向いた筐体面にスリットがある場合、防護対象系列電線管等に1時間耐火隔壁を施工する。 (またはスリットを下向きスリットに加工する)	防護対象系列電線管等へ向いた筐体面に計器/スイッチがある場合、防護対象系列電線管等に1時間耐火隔壁を施工する。	防護対象系列電線管等へ向いた筐体面にメッシュ/パンチングメタルがある場合、防護対象系列電線管等に1時間耐火隔壁を施工する。

参考4. 固定火災源のうち電気盤について

固定火災源のうち電気盤については、下表に示す過去の電気盤火災に関する実証試験によって、火災影響が電気盤内に限定されることを確認しているが、440V以上の電気回路は電気エネルギーが大きいこと及び電気盤火災に関する実証試験の後に得られた高エネルギーアーク損傷に係る知見を考慮し、固定火災源の対象とする。なお、重大事故等対象設備のうち常時通電されない電気盤については対象外とする。

過去に実施した電気盤火災に関する実証試験の結果から得られた知見

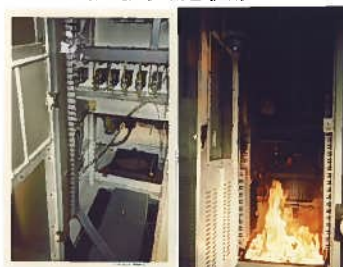
1. 盤内の電気器具の燃焼特性試験結果
 - ・ 難燃性試験の結果
電気器具36品目で実施。用品定格の2～5倍の電流で断線、発火に至らず。
 - ・ アーク模擬試験の結果
操作スイッチ、リレー、MCCB 11品目で実施。接点部の20A電流遮断で発火せず。
 - ・ 自己消火性試験の結果
電気器具39品目で実施。バーナーで強制着火後、20秒以内に自己消火。
 - ・ 配線ダクト内電線の過電流試験の結果
発炎したが発火せず。
2. 電気盤の電気事故模擬試験結果
 - ・ 過電流試験の結果
壁掛け盤2面、自立盤2面で実施。温度は最大110℃であり、発火はなかった。
 - ・ バーナー点火試験
壁掛け盤2面、自立盤2面で実施。バーナー炎を止めると自己消火した。

上記試験により、電気盤及び盤内の電気器具は、自ら発火することとはなく、また、自己消火性を有していることを確認した。

3. 電気盤の強制的な燃焼試験結果

- ・ 油点火試験の結果
盤内で油を燃焼させ、強制的に火災を発生させた結果、当該盤は機能を失うが、隣接盤に影響が及ばないことを確認した。(盤内にオイルパンを設け、油を入れて点火、強制燃焼させて隣接盤への影響を確認)

試験実施状況



440V以上の試験対象盤



マクラ パワーセンタ コントロールセンタ

上記試験により、万一、電気盤火災が発生した場合でも火災の影響は限定され、隣接盤に影響を及ぼさないことを確認した。

参考5. 火災防護対象ケーブルに火災影響を及ぼさない可燃性物質について

- 発熱量が小さく、明らかに火災防護対象ケーブルへ火災の影響を及ぼさない可燃性物質は、火災防護対象ケーブルの系統分離対策に考慮する固定火災源から除外している。
- 上記の扱いとする可燃性物質の発熱量の上限を1,000MJとし、発熱量1,000MJの非難燃性ケーブルによる火災の影響範囲を以下のとおり確認^{※1}した。（金属筐体に囲われていない可燃性物質のうち、発熱量の高いものとして非難燃ケーブルを選定）
- 火災の影響範囲の確認は、火災力学ツール Fire Dynamics Tools(FDTs)によって実施する。以下に評価条件と結果を示す。
- 確認の結果、発熱量1,000MJ以下の可燃性物質の火災の影響範囲は極めて小さいため、固定火災源から除外する。（ただし、確認結果に示す火災影響範囲に火災防護対象ケーブルを敷設しない等の措置を講じる。）

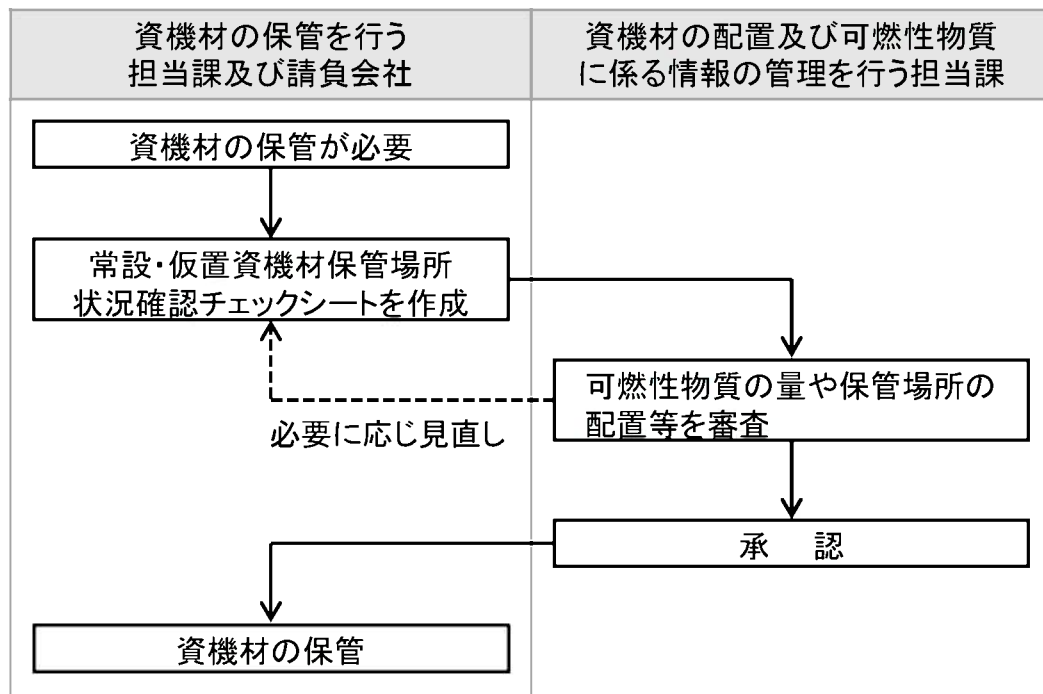
条件項目	設定値	備考
HRR	277kW	発熱量1,000MJの可燃性物質が1時間で燃え尽きることを想定
燃焼面積	6.6m ²	1,000MJの非難燃ケーブル(外径55mm、単位発熱量8.5MJ/m)が全て燃焼することを想定
エリア初期温度	40°C	建屋内の環境温度設計値
ケーブル損傷基準	205°C	NUREG/CR-6850 Table8-2 から保守的に熱可塑性ケーブルの損傷基準を採用
	6kW/m ²	

確認項目	確認結果
火炎高さ	0.1m未満
プルーム高さ	0.59m
輻射範囲	0.1m未満
高温ガス温度	固定火災源であるポンプ等の火災による高温ガス温度に包括

※1 この確認は限定された対象物の影響範囲を確認するものであり、FDTsによって火災の影響軽減対策の妥当性を確認するものではない。

参考6. 保管する持込み可燃性物質の管理について

- 火災源に応じた対策による系統分離を行う場合、防護対象系列の火災防護対象ケーブルを敷設する電線管等から水平距離6mの範囲には、原子炉容器に燃料が装荷されている期間中、原則、可燃性物質を保管^{※1}しない運用を行う。
- 上記の運用は、可燃性物質の保管を禁止する範囲をこれまでの範囲から拡大し、従来からの資機材の保管に係る規定に基づき実施するものである。
- 可燃性物質の保管を禁止する範囲は、規定文書及び現場においてその範囲を明示する。



規定文書での保管禁止範囲の明示(例)



現場での保管禁止範囲の明示(例)

※1 保管される可燃性物質の例

- ・大型作業用資機材（溶接機器、開先加工機、アンカードリル類）
- ・放射線管理上必要な可搬型局所排気装置類（ダクト含む）
- ・試験・検査用機器・測定装置（連続的にデータ採取する必要があるものに限る）
- ・異物混入防止のために養生しているシート類
- ・汚染防止・床面保護のために養生しているシート、クリーンハウス類
- ・作業区画、安全ネット、トラロープ類、足場用プラスチックカバー

参考7. 一時持込みする可燃性物質について

一時持込みする可燃性物質の例

- ・日々の作業完了後に持ち出す作業中資機材
- ・作業手順書、記録用紙類（運転員・保修員等による巡回点検用の用紙類を含む）
- ・トラブル対応用工具・機器類
- ・試験・検査用機器・測定装置（ケーブル含む）
- ・その他作業用資機材（ゴム手袋、ウェス、ポリ製品、木製品、有機溶剤等）

参考8. 狭隘部へのハロン消火設備の有効性について

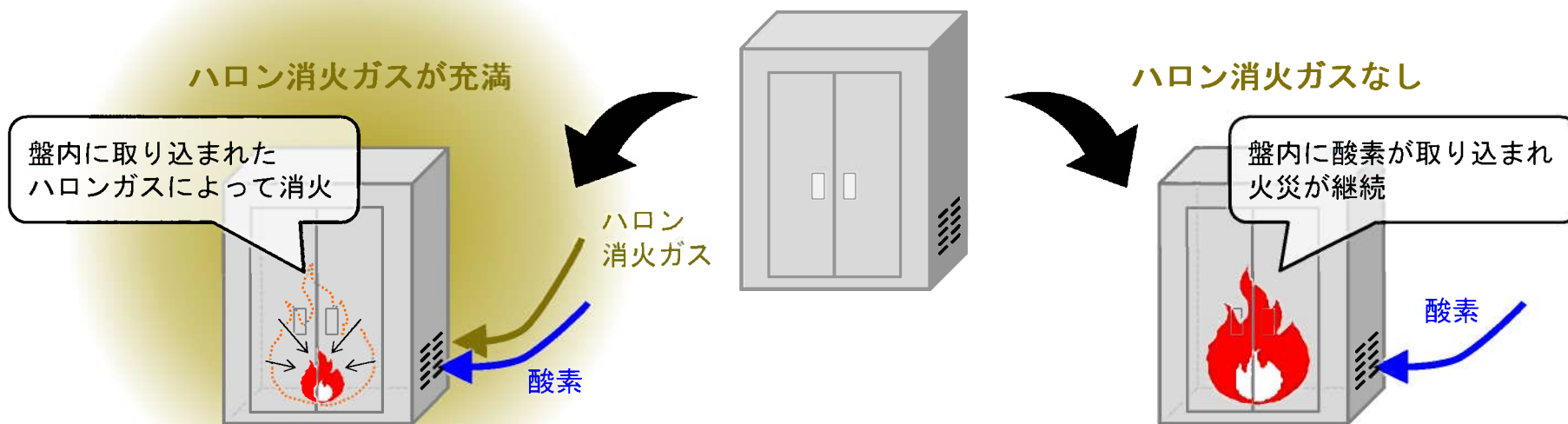
○ケーブルトレイや電気盤等の狭隘部で発生した火災に対するハロン消火設備の有効性について以下に示す。なお、本設計は既工事計画から変わらない設計である。

○燃焼は以下の3要素全てが必要であり、燃焼を継続するためには連鎖反応を要する。

- ①可燃物があること。
- ②点火源（熱エネルギー）があること。
- ③酸素供給源があること。

○狭隘部で発生した火災は、燃焼を継続するために火災区域又は火災区画内から酸素を取込もうとするが、火災区域又は火災区画内に放出されたハロン消火ガスを酸素とともに取り込むため、化学的に燃焼反応が抑止され、消火される。

（仮に、酸素及びハロン消火ガスが取込まれない場合は、火災の燃焼は継続しない。）



参考9. 火災防護審査基準（抜粋）について

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

2.3.1 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に対し、以下の各号に掲げる火災の影響軽減のための対策を講じた設計であること。

中略

(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。
- 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。
- 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。