添付資料１

東海第二発電所における火災区域番号について

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その1）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その2）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その3）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その4）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その5）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その6）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その7）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その8）
日本原子力発電株式会社	

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その9）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その10）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その11）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その12）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その13）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その14）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その15）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その16）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その17）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その18）

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所	
名称	火災区域の配置を明示した図面（その19）
日本原子力発電株式会社	

東海第二発電所

名称 火災区域の配置を明示した図面（その20）

日本原子力発電株式会社

添付資料２

東海第二発電所の内部火災影響評価に係る

安全停止パスに必要な系統について

東海第二発電所の内部火災影響評価に係る安全停止パスに必要な系統について

火災防護対象機器には，多重性を有する安全上重要な以下の設備等がある。

ａ．安全保護系

ｂ．原子炉停止系

ｃ．工学的安全施設等

ｄ．非常用所内電源系

ｅ．事故時監視計器

ｆ．残留熱除去系

ｇ．最終的な熱の逃がし場へ熱を輸送する設備

ｈ．上記設備の補助設備（非常用換気空調系等）

これら設備等について，東海第二発電所において原子炉の安全停止パスを確保するために必要な系統を整理した（第 1 表）。安全停止パスは，原子炉冷却材喪失以外の事象を対象に，原子炉の高温停止及び低温停止に必要な安全機能を整理した（第 2 表，第 3 表）。

火災影響評価において，当該火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても，安全停止パスが少なくとも一つ確保される場合には，原子炉の安全停止に影響はない。

一方，安全停止パスを一つも確保できない場合は，火災防護審査基準の「2.3　火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況確認や火災区画での詳細な火災影響評価を行い，安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認する。

第１表　安全停止パスを構成する系統

緩和系	区分Ⅰ	区分Ⅱ	区分Ⅲ
a．安全保護系	原子炉緊急停止系		
	工学的安全施設の作動回路		
b．原子炉停止系	スクラム		
	SLC(A)	SLC(B)	－
c．工学的安全施設等（原子炉補給水機能をもつ系統）	RCIC	－	HPCS
	ADS(A)	ADS(B)	－
	RHR(A)	RHR(B)	－
	LPCS	RHR(C)	－
d．非常用所内電源系	D/G(2C)	D/G(2D)	D/G(HPCS)
	非常用交流電源(2C)	非常用交流電源(2D)	非常用交流電源(HPCS)
	直流電源（Ⅰ）	直流電源（Ⅱ）	直流電源（Ⅲ）
e．事故時監視計器	中性子束（Ⅰ）	中性子束（Ⅱ）	－
	原子炉水位（Ⅰ）	原子炉水位（Ⅱ）	－
	原子炉圧力（Ⅰ）	原子炉圧力（Ⅱ）	－
	S/C 水温（Ⅰ）	S/C 水温（Ⅱ）	－
f．残留熱除去系	RHR(A)	RHR(B)	－
g．最終的な熱の逃がし場へ熱を輸送する系統	RHRS(A)	RHRS(B)	－
h．補助設備	D/G(2C)HVAC	D/G(2D)HVAC	D/G(HPCS)HVAC
	スイッチギア室 HVAC(A)	スイッチギア室 HVAC(B)	－
	バッテリ室 HVAC(A)	バッテリ室 HVAC(B)	－
	MCR-HVAC(A)	MCR-HVAC(B)	－
	RHR(A)/LPCS ポンプ室 HVAC	RHR(B)/(C) ポンプ室 HVAC	HPCS ポンプ室 HVAC
	DGSW(2C)	DGSW(2D)	DGSW(HPCS)

第 2 表　原子炉の高温停止に必要な安全停止パス

安全機能	高温停止に必要な安全停止パス※1
1)原子炉未臨界	スクラム（手動，自動）※2 又は SLC(A) 又は SLC(B)
2)原子炉過圧防止	SRV（安全弁機能）※3
3)炉心冷却	RCIC※4 又は HPCS 又は ADS(A)＋RHR(A) 又は ADS(A)＋LPCS 又は ADS(B)＋RHR(B) 又は ADS(B)＋RHR(C)
4)非常用所内電源系	上記 1)～3)に必要な電源 SLC(A)：D/G(2C)，直流電源(Ⅰ) SLC(B)：D/G(2D)，直流電源(Ⅱ) RCIC：直流電源(Ⅰ) HPCS：D/G(HPCS)，直流電源(Ⅲ) ADS(A)＋RHR(A)：D/G(2C)，直流電源(Ⅰ) ADS(A)＋LPCS：D/G(2C)，直流電源(Ⅰ) ADS(B)＋RHR(B)：D/G(2D)，直流電源(Ⅱ) ADS(B)＋RHR(C)：D/G(2D)，直流電源(Ⅱ)
5) 補機冷却系，補助設備	上記 1)～4)に必要な補機冷却系及び補助設備

※１：火災防護審査指針に基づき，単一故障を想定した上で安全停止パスが少なくとも一つ確保する。

※２：原子炉緊急停止系の単一故障を想定した場合でも，スクラムによる原子炉未臨界機能は維持される。

※３：逃がし安全弁（SRV）は 18 弁あるため，単一故障を想定しても原子炉過圧防止機能は維持される。

※４：原子炉冷却材喪失時は期待できない。

第 3 表　原子炉の低温停止に必要な安全停止パス

安全機能	低温停止に必要な安全停止パス
1)原子炉減圧※1	ADS(A) 又は ADS(B)
2)崩壊熱除去	RHR(A) 又は RHR(B)
3)非常用所内電源系	上記 1)2)に必要な電源 SLC(A)：D/G(2C)＋直流電源(Ⅰ) SLC(B)：D/G(2D)＋直流電源(Ⅱ) RHR(A)：D/G(2C)＋直流電源(Ⅰ) RHR(B)：D/G(2D)＋直流電源(Ⅱ)
4) 補機冷却系，補助設備	上記 1)～4)に必要な補機冷却系及び補助設備

※1：高温停止を RCIC 又は HPCS で達成した場合に必要。

添付資料３

東海第二発電所の火災区域特性表の例

添付資料 3

東海第二発電所の火災区域特性表の例

東海第二発電所の火災区域特性表の内部火災影響評価では，資料 3 にて設定した火災区域の情報（部屋番号，床面積，等価時間，隣接火災区域等）を火災区域特性表に記載し，整理する。

火災区域特性表においては，当該火災区域に設置される原子炉の安全停止に係る機器等（ケーブル含む）を明確にする。その上で，当該火災区域にて最も厳しい単一の火災を想定し，火災区域内の安全停止に係る機器全てを機能喪失したと仮定した場合に火災の影響を受ける緩和系を明確にし，残る緩和系において安全停止パスが少なくとも一つ確保されるか否かについて評価を行い，その結果について火災区域特性表として整理する。

なお，原子炉の高温停止に必要な次の安全機能については，火災防護に関する審査指針に基づき，単一故障を想定しても安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認する。

1)原子炉未臨界

2)原子炉過圧防止

3)炉心冷却

4)非常用所内電源系

5)補機冷却系，補助設備

東海第二発電所における火災区域の代表例として，「R-6（ケーブル処理室)」の火災区域特性表を以下のとおり示す。

なお，その他火災区域も含めた火災区域特性表における評価結果の要約については添付資料 5 にて示す。

火災区域特性表Ⅰ

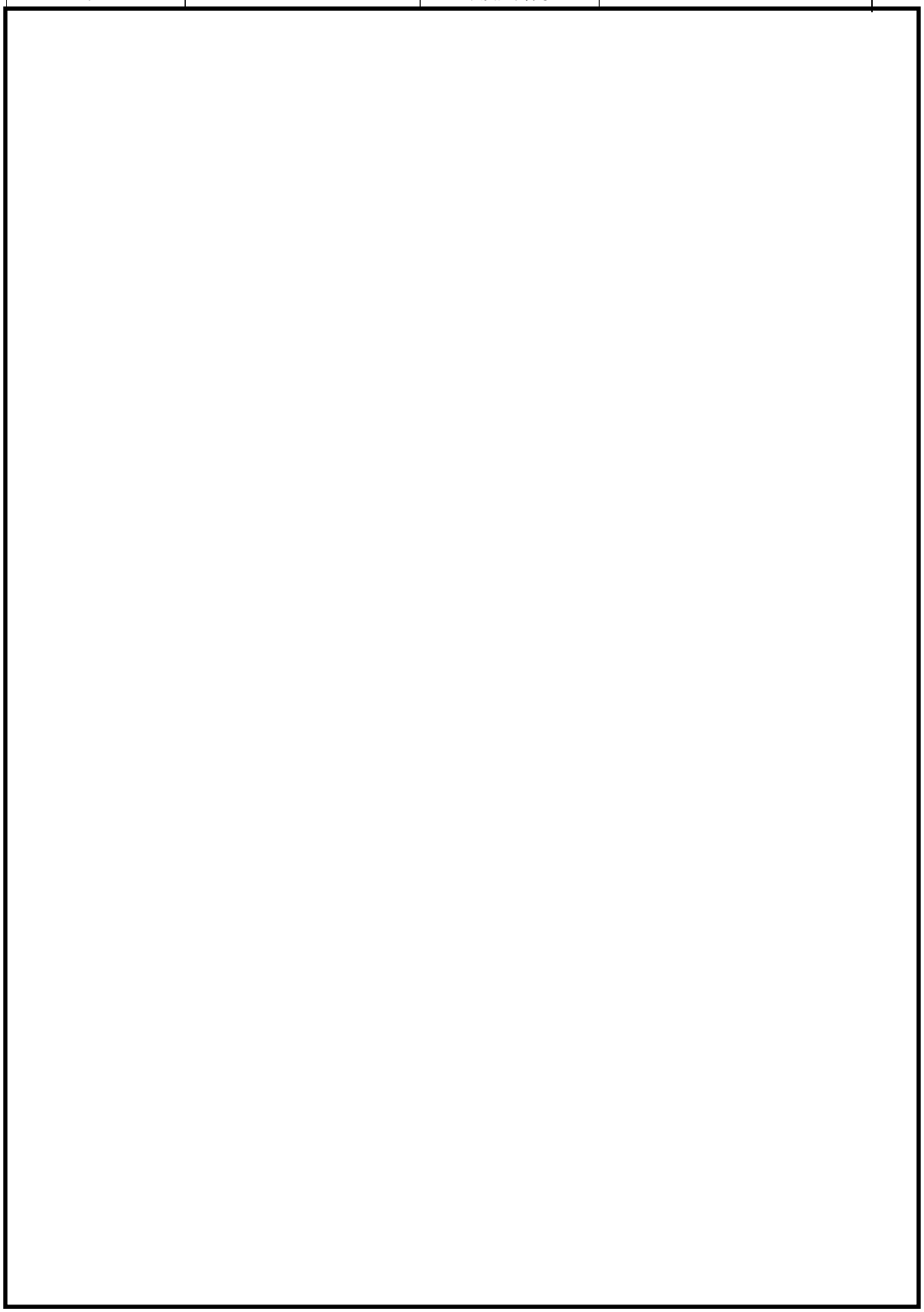
火災区域特性表のまとめ					1/1
プラント	NT-2	建屋	原子炉建屋	火災区域番号	R-6

火災区域特性表Ⅱ

火災区域内の火災源及び防火設備			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6

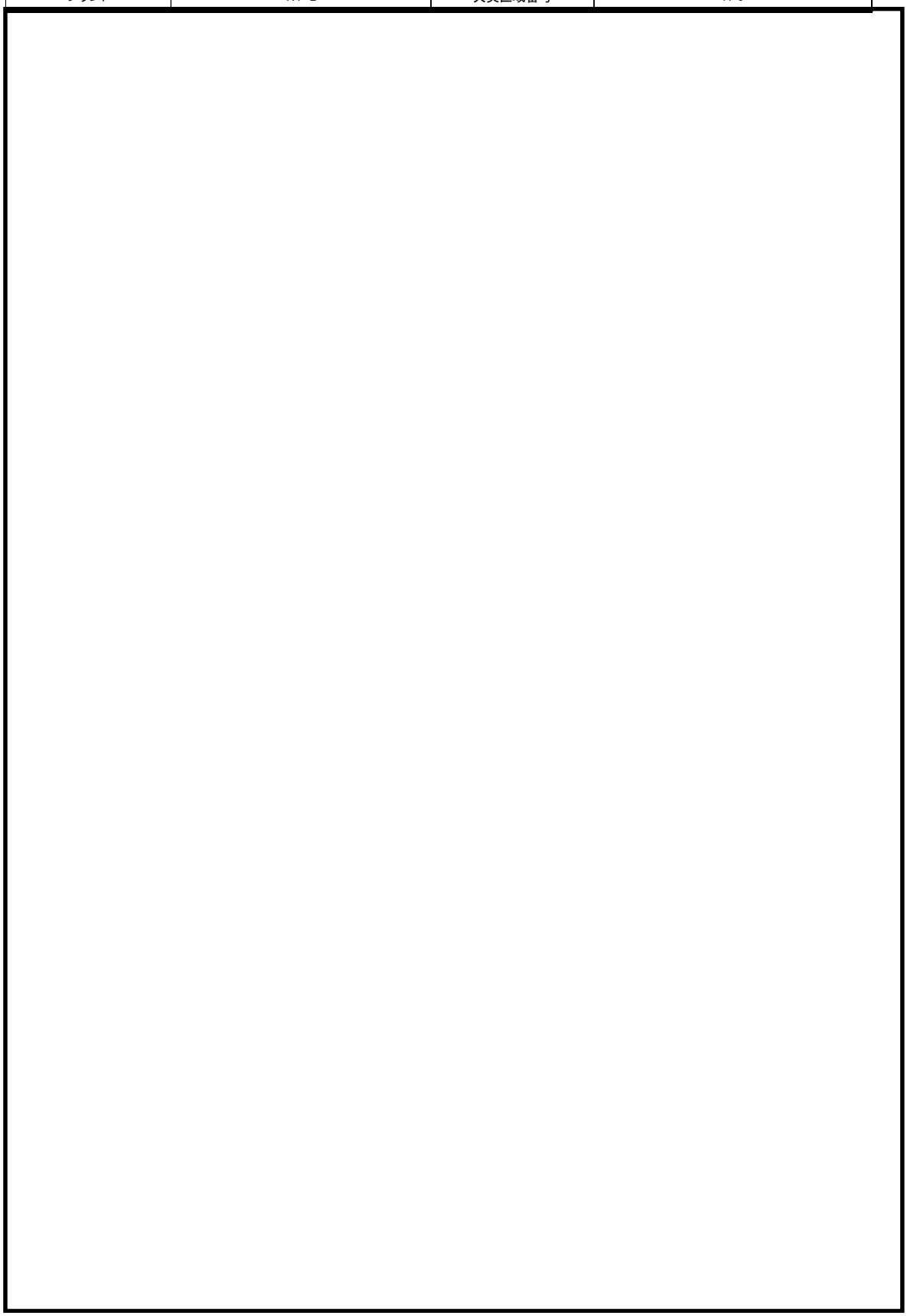
火災区域特性表Ⅲ

火災区域に隣接する火災区域(部屋)と伝播経路			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6



火災区域特性表Ⅳ

火災により影響を受ける設備			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6

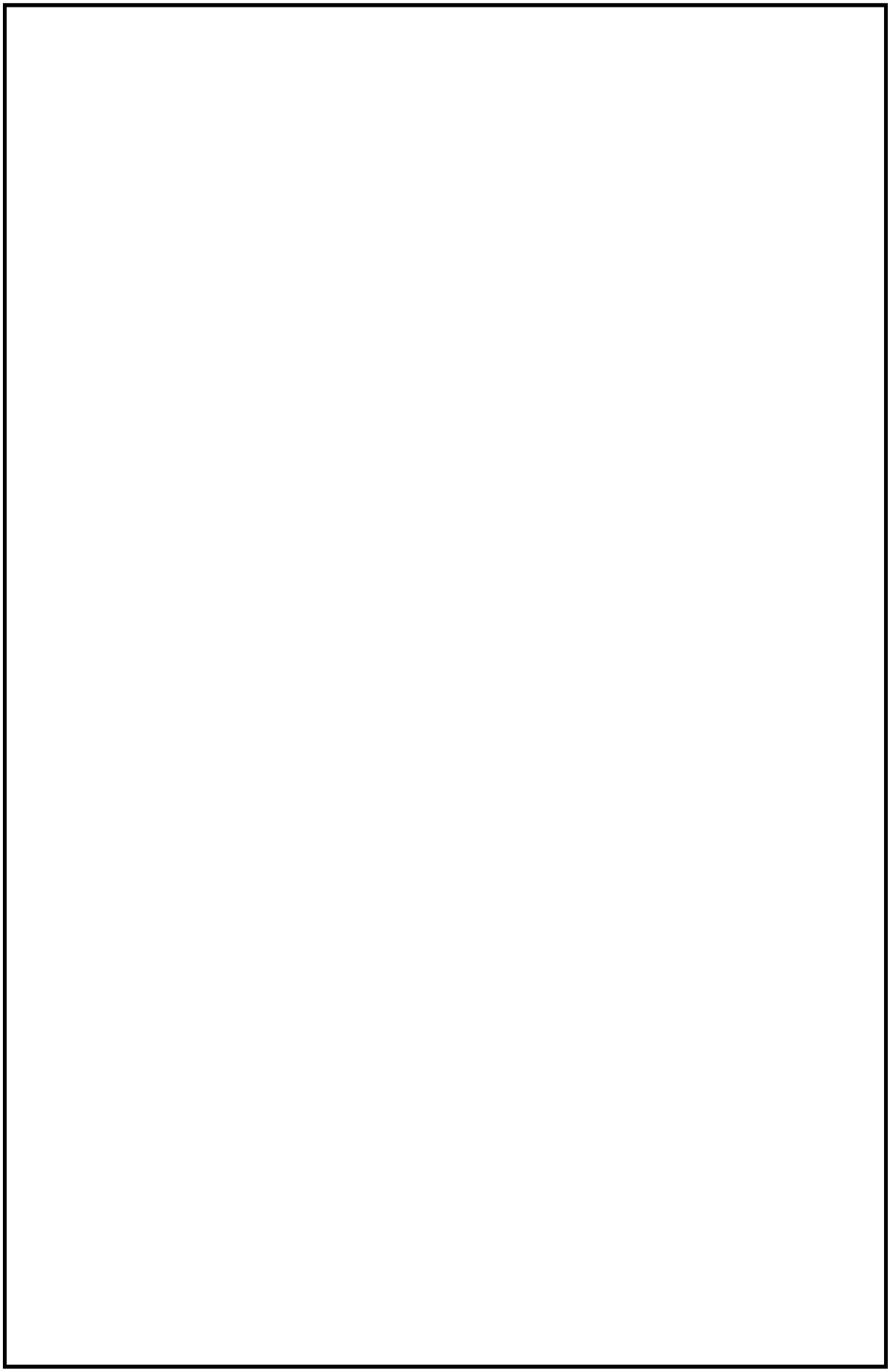


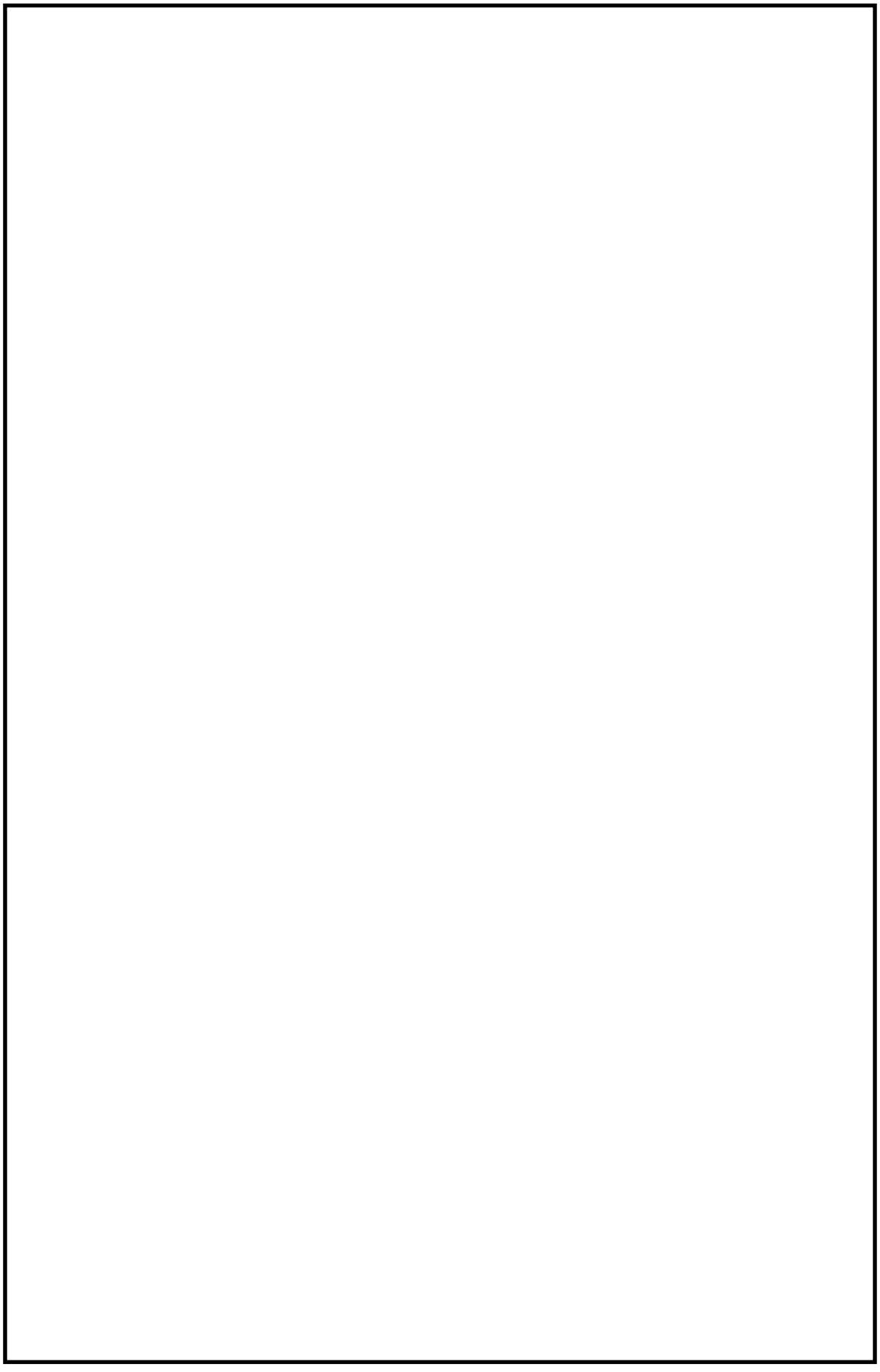
火災区域特性表Ⅴ

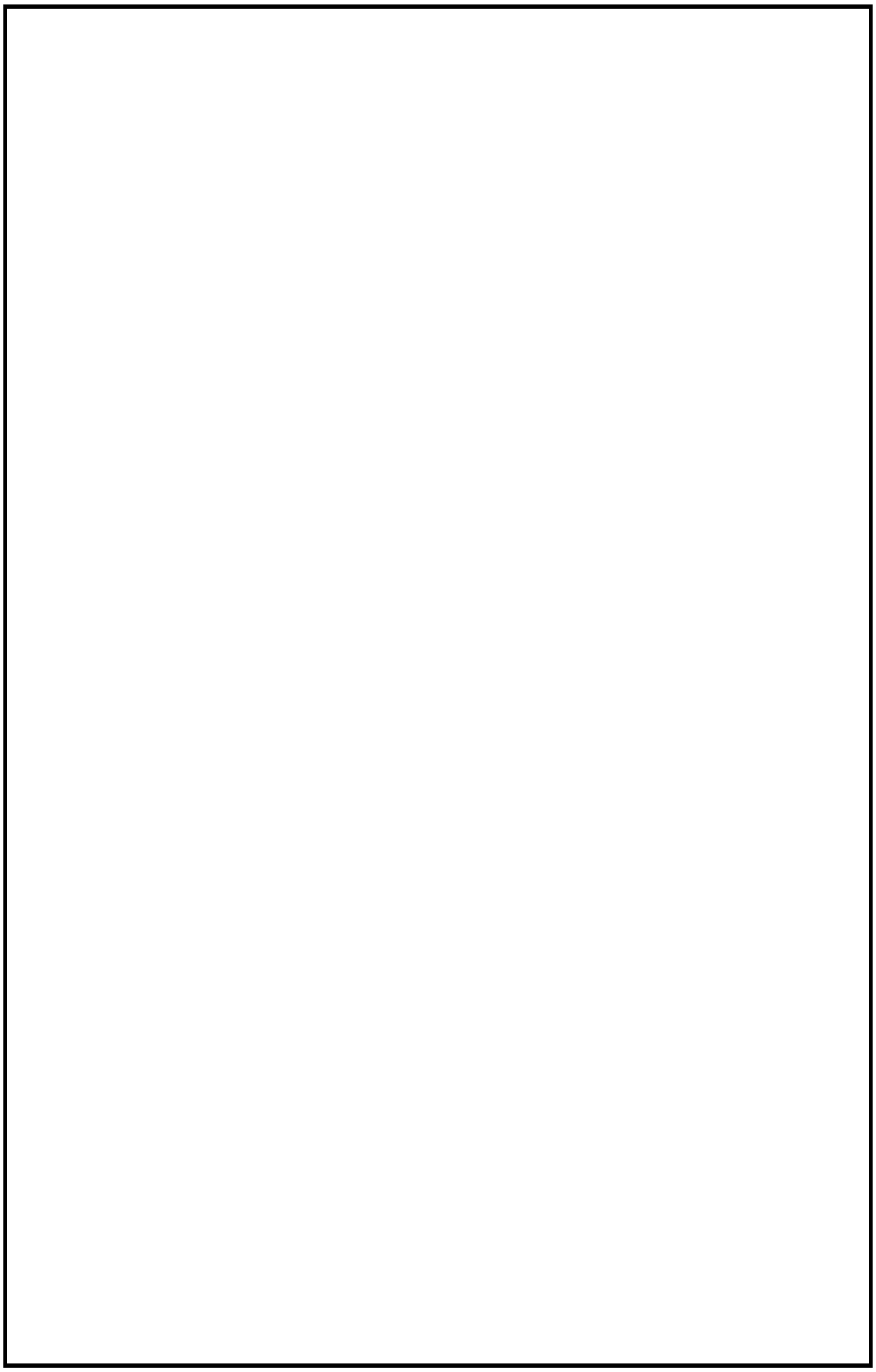
火災により影響を受けるケーブル			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6

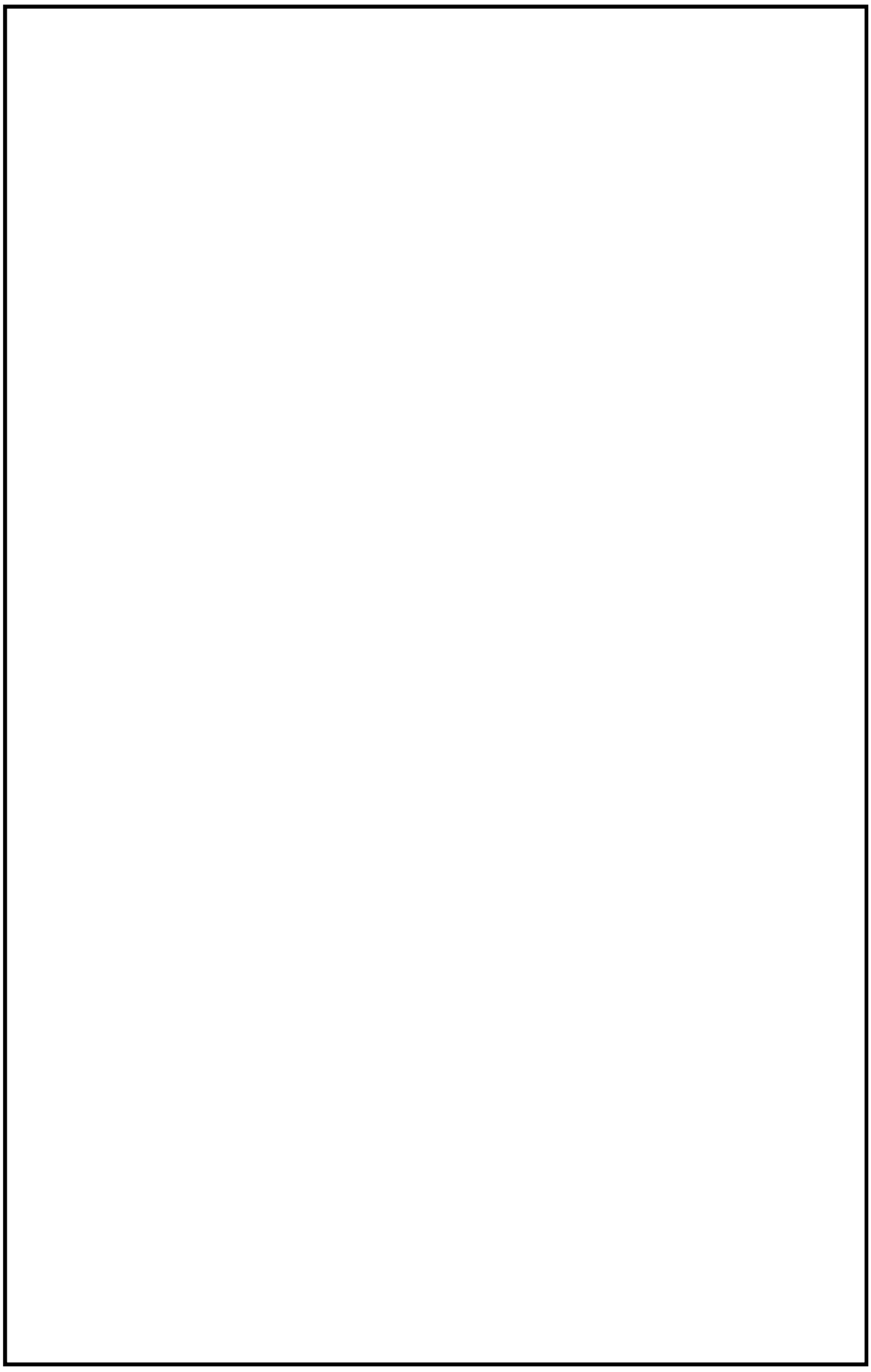
添付資料－1

火災影響評価のデータシート 目次			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-6









別紙１

火災区域特性表における発熱量算出の考え方

1.発熱量算出の考え方

火災区域特性表にて考慮する発熱量は，第１表のとおり既往文献等にて使用される発熱量を参考にしている。

第１表　主な可燃物の項目と発熱量

No.	名　称	発熱量	備　考
1	ポリエチレン、プラスチック	46MJ／kg	(1)
2	ゴム	38MJ／kg	
3	木材、紙	19MJ／kg	
4	潤滑油	42MJ／kg	(2)
5	燃料油		
6	グリース		
7	活性炭/チャコールフィルタ	30MJ／kg	
8	ケーブル		(3)
8.1	トレイ上に敷設したケーブル （ケーブルトレイ１段当の値）		
	a.高圧動力用ケーブル	151MJ／m	ケーブルトレイは占積率40%と仮定
	b.低圧電力用ケーブル	503MJ／m	
	c.制御用ケーブル	503MJ／m	
	d.計装用ケーブル	1,047 MJ／m	
8.2	ケーブル１本当たりの値		
	a.制御用ケーブル	17 MJ／m	
	b.計装用ケーブル	54 MJ／m	
9	盤		
	a.6.9kV M/C	2,587MJ／面	(3)
	b.480V P/C	2,748MJ／面	(3)
	c.480V MCC	198MJ／面	(3)
	d.直立盤	837MJ／面	(4)
	e.ベンチ盤	1,005MJ／面	(4)
10	オイルスナバ	42MJ／ℓ	(2)
11	揚重機器（オイル，グリース）		

出典
(1)建築学大系（第２１）建築防火論（彰国社）
(2)NFPA FIRE PROTECTION HANDBOOK 14TH EDITION
(3)メーカ実験値
(4)過去共同研究値

2.発熱量の算出

発熱量は，現場調査した結果を踏まえ，以下式により算出する。なお，集計した発熱量については，機器や盤内部の部品，ケーブル量を考慮し，さらに余裕率(約 1.2 倍)を加え，最終的に算出している。

発熱量［MJ］　＝　可燃物量［kg or ℓ］×単位発熱量［MJ／kg or MJ／ℓ］

添付資料４

東海第二発電所における隣接火災区域への

火災伝播評価結果について

東海第二発電所における隣接火災区域への火災伝播評価結果について

1. 概要

全ての火災区域について，隣接火災区域への火災影響の有無を確認するため火災伝播評価を実施した。

2. 前提条件

火災伝播評価においては，火災区域の耐火壁（3 時間以上の耐火能力）を前提として，隣接火災区域への火災の伝播の有無を評価する。（8 条-別添 1-資料 7 参照）

3. 評価

全ての火災区域を対象に隣接する火災区域を抽出し，火災伝播評価手順の概要フローに従い，隣接区域への開口部の有無を確認するとともに，等価火災時間と障壁の耐火能力を比較することにより，火災伝播評価を実施した。

その結果，隣接火災区域への火災伝播の可能性がある火災区域はないことを確認した。

評価結果を次頁以降に示す。

東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝播評価結果

火災区域	火災区域内の 主な区画(部屋)名称	等価火災 時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播の可能性	備考

東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝播評価結果

火災区域	火災区域内の 主な区画(部屋)名称	等価火災 時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播の可能性	備考

東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝播評価結果

火災区域	火災区域内の 主な区画(部屋)名称	等価火災 時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播の可能性	備考

添付資料５

東海第二発電所における

火災区域内の火災影響評価結果

火災 区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設等	非常用 所内電源系	事故時 監視計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の逃し 場	補助設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

火災区域番号	安全保護系	原子炉停止系	工学的安全施設等	非常用所内電源系	事故時監視計器	残留熱除去系	最終的な熱の逃し場	補助設備	評価結果		
									高温停止	低温停止	確認事項

火災区域番号	安全保護系	原子炉停止系	工学的安全施設等	非常用所内電源系	事故時監視計器	残留熱除去系	最終的な熱の逃し場	補助設備	評価結果		
									高温停止	低温停止	確認事項

○：火災影響なし（安全機能確保），　―：火災影響あり（安全機能喪失）

火災 区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設等	非常用 所内電源系	事故時 監視計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の逃し 場	補助設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

火災 区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設等	非常用 所内電源系	事故時 監視計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の逃し 場	補助設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

火災 区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設等	非常用 所内電源系	事故時 監視計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の逃し 場	補助設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

火災区域番号	安全保護系	原子炉停止系	工学的安全施設等	非常用所内電源系	事故時監視計器	残留熱除去系	最終的な熱の逃し場	補助設備	評価結果		
									高温停止	低温停止	確認事項

火災 区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設等	非常用 所内電源系	事故時 監視計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の逃し 場	補助設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

火災 区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設等	非常用 所内電源系	事故時 監視計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の逃し 場	補助設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

火災 区域 番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設等	非常用 所内電源系	事故時 監視計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の逃し 場	補助設備	評価結果		
									高温 停止	低温 停止	確認事項

火災区域番号	安全保護系	原子炉停止系	工学的安全施設等	非常用所内電源系	事故時監視計器	残留熱除去系	最終的な熱の逃し場	補助設備	評価結果		
									高温停止	低温停止	確認事項

火災区域番号	安全保護系	原子炉停止系	工学的安全施設等	非常用所内電源系	事故時監視計器	残留熱除去系	最終的な熱の逃し場	補助設備	評価結果		
									高温停止	低温停止	確認事項

火災区域番号	安全保護系	原子炉停止系	工学的安全施設等	非常用所内電源系	事故時監視計器	残留熱除去系	最終的な熱の逃し場	補助設備	評価結果		
									高温停止	低温停止	確認事項

火災区域番号	安全保護系	原子炉停止系	工学的安全施設等	非常用所内電源系	事故時監視計器	残留熱除去系	最終的な熱の逃し場	補助設備	評価結果		
									高温停止	低温停止	確認事項

添付資料６

東海第二発電所における火災区域の詳細な

火災影響評価について

東海第二発電所における火災区域の詳細な火災影響評価について

1. 火災により影響を軽減するための対策

隣接火災区域に影響を与えない火災区域及び隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価を実施した結果，火災区域 [redacted] については，当該火災区域の火災による全機能喪失を想定すると，安全停止パスが確保できないことを確認した。

そこで，これらの火災区域については，火災区域を構成する火災区画について詳細な火災影響評価を行い，系統分離等の火災防護対策を実施することにより，原子炉の高温停止及び低温停止に必要な安全停止パスを少なくとも一つ確保されることを確認する。（第 1 表）

第１表　火災防護対策が必要な火災区域又は火災区画の対策の概要

火災区域	火災区画	部屋名称	火災防護対策

火災区域	火災区画	部屋名称	火災防護対策

2. 火災区画の詳細な火災影響評価結果

1. にて火災により安全停止に影響がある火災区画に対して，異区分の機器等を系統分離するなどの火災防護対策を実施することにより，安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認した。評価結果を第 2 表及び第 3 表に示す。

第２表 東海第二発電所 火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　1／50）

火災を想定する火災区画				火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止（注4）	低温停止（注4）
				ターゲット（注3）	有する機能（注2）								ターゲット（注3）	有する機能（注2）												
火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間（注1）		1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8						

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第２表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　2／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8						

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第２表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　3／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第２表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　4／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間（注1）	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止（注4）	低温停止（注4）
				ターゲット（注3）	有する機能（注2）								ターゲット（注3）	有する機能（注2）												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第２表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　5／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第２表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　6／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　7／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第２表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　8／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第２表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　9／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合に「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　10／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2) 各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4) 各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　11／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間（注1）	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止（注4）	低温停止（注4）
				ターゲット（注3）	有する機能（注2）								ターゲット（注3）	有する機能（注2）												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　12／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　13／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　14／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　15／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2) 各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4) 各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　16／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　17／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1)隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2)各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3)当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4)各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　18／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　19／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　20／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　21／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　22／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間（注1）	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止（注4）	低温停止（注4）
				ターゲット（注3）	有する機能（注2）								ターゲット（注3）	有する機能（注2）												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　23／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間（注1）	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止（注4）	低温停止（注4）
				ターゲット（注3）	有する機能（注2）								ターゲット（注3）	有する機能（注2）												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による変遷部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　24／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　25／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　26／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間（注1）	火災を想定する火災区画 有する機能（注2）									隣接火災区画 有する機能（注2）								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止（注4）	低温停止（注4）
				ターゲット（注3）	1	2	3	4	5	6	7	8	ターゲット（注3）	1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による審査部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　27／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止（注4）	低温停止（注4）
			等価時間＜耐火時間（注1）	ターゲット（注3）	有する機能（注2）							ターゲット（注3）	有する機能（注2）												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8						

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　28／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1)隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2)各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3)当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4)各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　29／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間（注1）	火災を想定する火災区画 有する機能（注2） ターゲット（注3）	1	2	3	4	5	6	7	8	隣接火災区画 ターゲット（注3）	有する機能（注2） 1	2	3	4	5	6	7	8	ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止（注4）	低温停止（注4）

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　30／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　31／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　32／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　33／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　34／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2) 各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4) 各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　35／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　36／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2) 各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4) 各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　37／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2) 各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4) 各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1)隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2)各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3)当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4)各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　38／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間（注1）	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止（注4）	低温停止（注4）
				ターゲット（注3）	有する機能（注2）								ターゲット（注3）	有する機能（注2）												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8						

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　39／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2) 各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4) 各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　40／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8						

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする，
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　41／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1)隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2)各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3)当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4)各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1)隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2)各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3)当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4)各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　42／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　43／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2) 各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4) 各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　44／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2) 各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4) 各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　45／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1)隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2)各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3)当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4)各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　46／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　47／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2) 各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4) 各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　48／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1) 隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
(注2) 各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
(注3) 当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
(注4) 各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　49／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 2 表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-3　50／50）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第２表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-6　1／2）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第２表 東海第二発電所火災区画の火災影響評価（火災区域 R-6　2／2）

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間＜耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画									隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離対策	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止(注4)	低温停止(注4)
				ターゲット(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
					1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8					

分類（注2）
1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

（注1）隣接火災区画への火災伝播の可能性を評価し，「等価時間＜耐火時間」であれば「○」とする。
（注2）各機能を有する場合は「○」，有しない場合は「－」とする。
（注3）当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」，存在しない場合は「－」とする。
（注4）各機能の成功パスが成立する場合，原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため，「○」とする。
なお，本評価については，重大事故等対処施設の設計等による貫通部によって追加及び修正となることもある。

第 3 表 東海第二発電所の火災影響評価（火災区域 R-3）

火災区域番号	安全保護系	原子炉停止系	工学的安全施設等	非常用所内電源系	事故時監視計器	残留熱除去系	最終的な熱の逃し場	補助設備	評価結果		
									高温停止	低温停止	確認事項

第 3 表 東海第二発電所の火災影響評価（火災区域 R-6）

火災区域番号	安全保護系	原子炉停止系	工学的安全施設等	非常用所内電源系	事故時監視計器	残留熱除去系	最終的な熱の逃し場	補助設備	評価結果		
									高温停止	低温停止	確認事項

添付資料 7

東海第二発電所 火災の影響による

原子炉冷却材喪失の発生可能性について

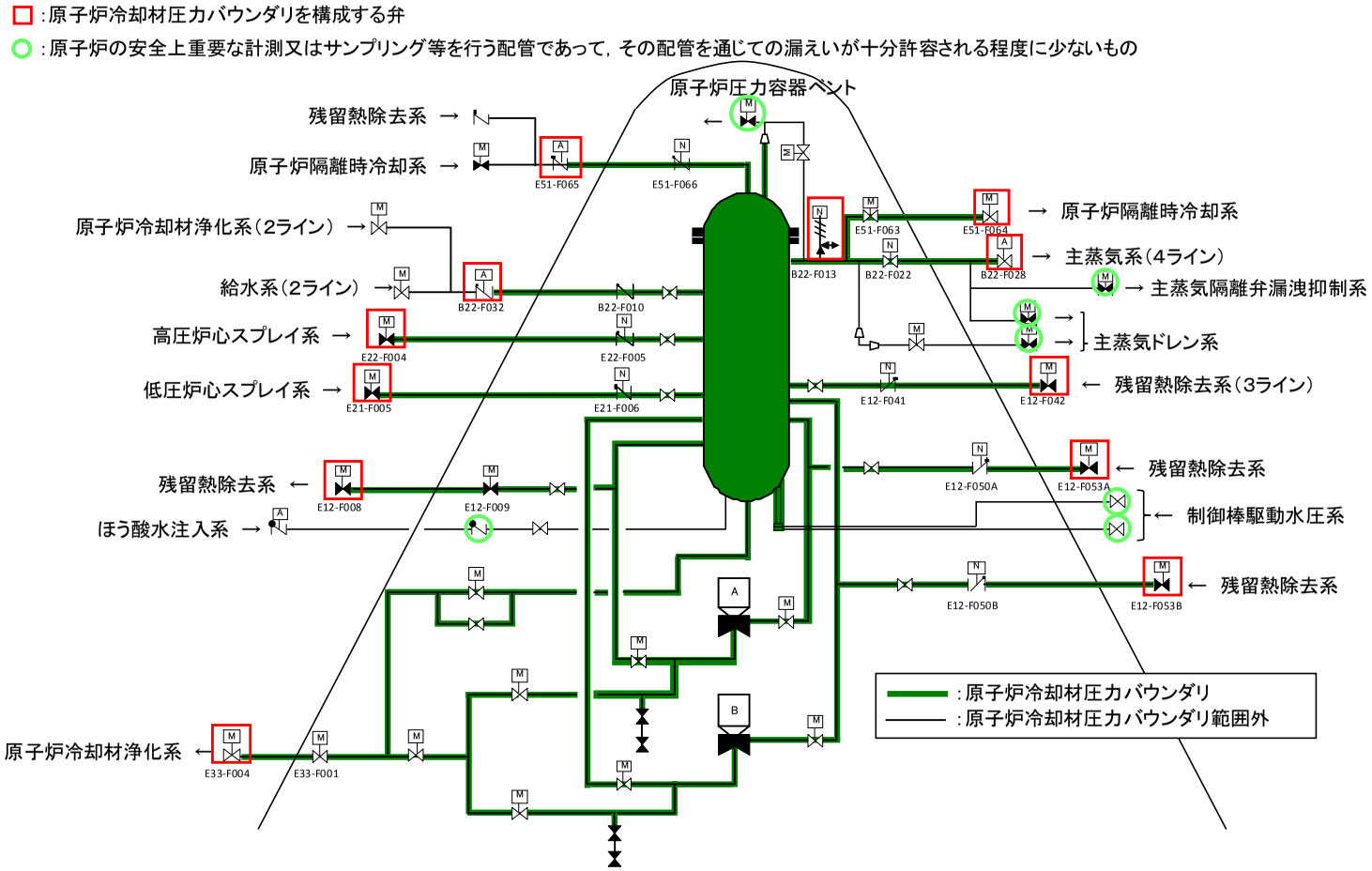
東海第二発電所　火災の影響による原子炉冷却材喪失の発生可能性について

火災の影響により原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する弁の誤作動が発生した場合に原子炉冷却材喪失が発生する可能性について確認した。確認結果を第 1 表に示す。また，原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する弁についての概要図を第 1 図に示す。

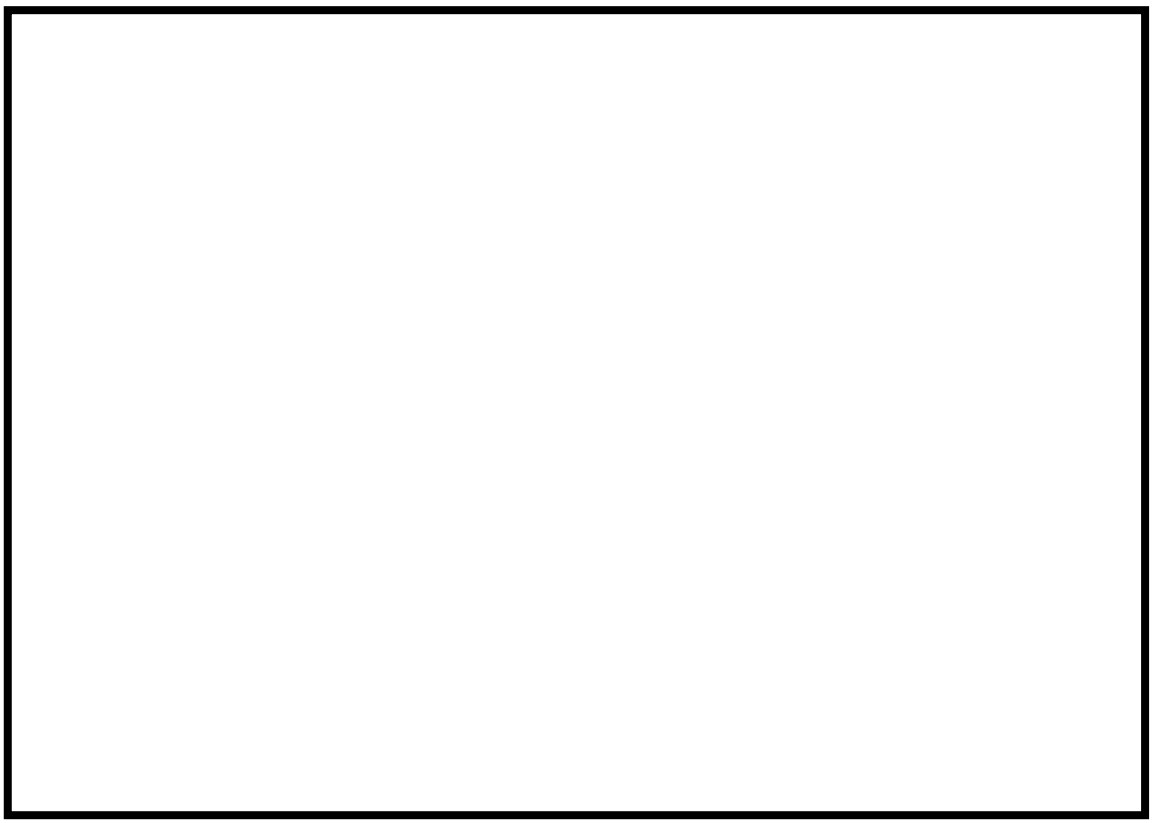
火災の影響により逃がし安全弁が誤開放した場合には，原子炉冷却材がサプレッション・プールに流出する可能性があるが，この場合でも運転員が中央制御室にて回路の直流電源を切断することで，速やかに閉止することが可能である。また，逃がし安全弁以外の弁については，火災の影響により原子炉冷却材の流出は発生しない。

第１表　原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する弁に対する火災発生時の影響

弁名称	弁型式	火災発生時の影響
主蒸気外側隔離弁（B22-AO-F028）	空気作動弁	通常運転中に開の弁であり，火災影響によるLOCA発生の可能性はない。
CUW吸込ライン外側隔離弁（E33-MO-F004）	電動弁	
RCIC外側隔離弁（E51-MO-F064）	電動弁	
HPCS系注入弁（E22-MO-F004）	電動弁	本弁のRPV側に逆止弁が設置されていることから，火災影響によるLOCA発生の可能性はない。
LPCS系注入弁（E21-MO-F005）	電動弁	
RHR注入弁（E12-MO-F042）	電動弁	
RHR停止時冷却注入弁　（E12-MO-F053）	電動弁	
原子炉給水逆止弁（E51-AO-F032）	試験可能逆止弁（空気作動）	
RCIC外側テスト逆止弁（E51-AO-F065）	試験可能逆止弁（空気作動）	
RHR停止時冷却ライン外側隔離弁（E12-MO-F008）	電動弁	原子炉圧力が高い場合には開動作しないインターロックが操作スイッチの制御盤とは異なる盤に設置されているため，単一の火災によるLOCAの可能性はない。（第２図，第３図）
逃がし安全弁（B22-AO-F013）	窒素作動弁	中央制御室内の盤火災により逃がし安全弁の制御回路が誤動作して逃がし安全弁が誤開放した場合でも，中央制御室に常駐している運転員が速やかに火災感知・消火を実施する。また，誤開した逃がし安全弁を中央制御室で特定し，当該制御回路の電源を切断することにより，誤開した逃がし安全弁を速やかに閉止することが可能である。（第４図）

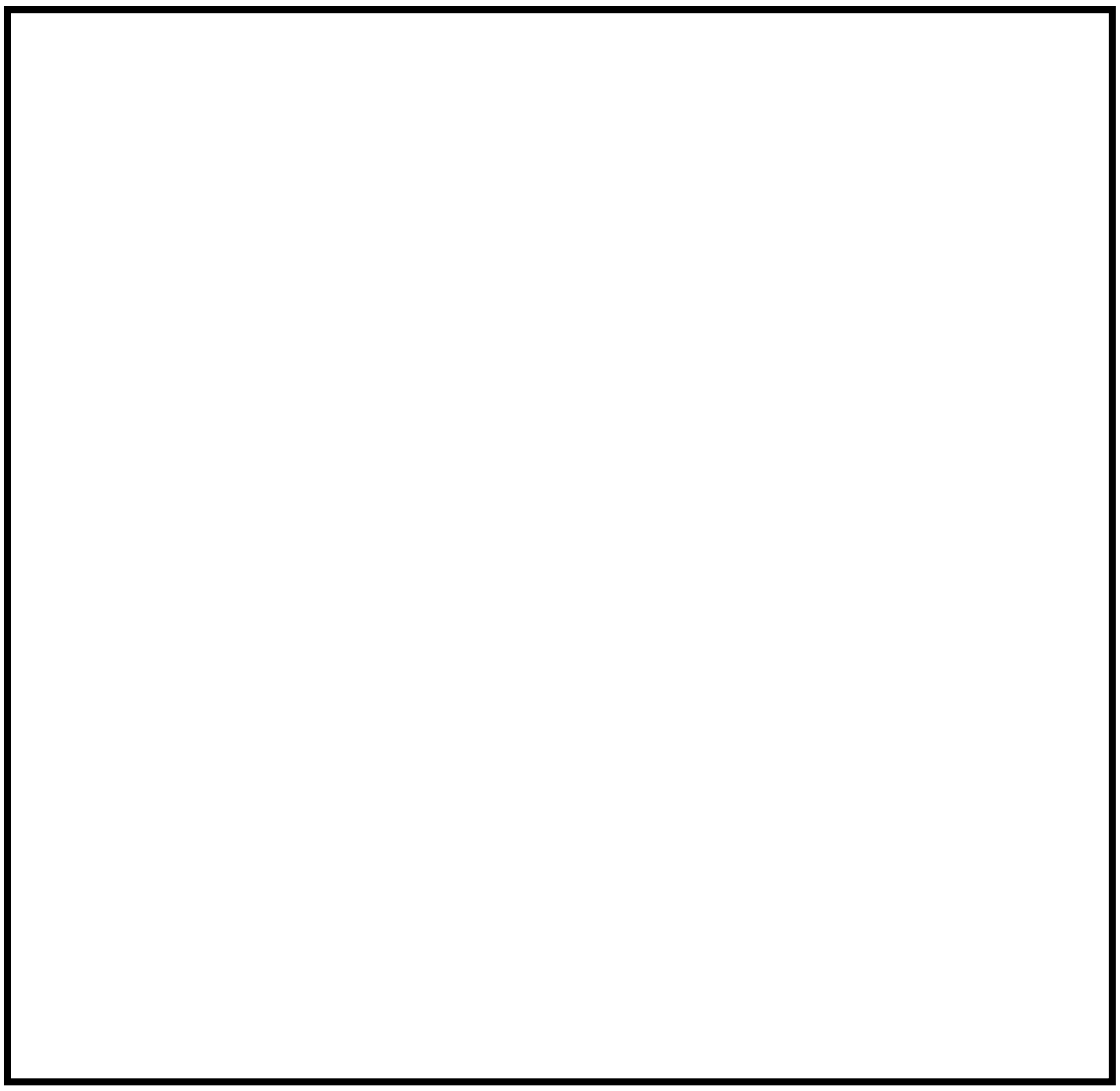


第１図　原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する弁の概要図



第 2 図　RHR 停止時冷却ライン外側隔離弁（E12-MO-F008）の回路図

第 3 図　中央制御室の制御盤配置図



第 4 図　自動減圧系及び過渡時自動減圧機能の制御盤配置図

添付資料８

東海第二発電所　火災を起因とした運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の単一故障を考慮した原子炉停止について

添付資料 8

東海第二発電所　火災を起因とした運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の単一故障を考慮した原子炉停止について

1.　はじめに

単一の内部火災を想定した場合，原子炉に外乱が及び，かつ，安全保護系，原子炉停止系の作動を要求される「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」が発生する可能性があり，「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」（以下「安全評価審査指針」という。）に基づき，「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」に対処するための機器に単一故障を想定しても，事象が収束して原子炉が支障なく低温停止に移行できることを確認する。

2.　要求事項

安全評価審査指針では，「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」について解析することが要求されている。

また，解析に当たっては，想定された事象に加えて「設計基準事故」に対処するために必要な系統，機器について単一故障を想定し，事象が収束して原子炉が支障なく低温停止に移行できることを確認する要求がある。

「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」（抜粋）

2.　評価すべき範囲

2.1　運転時の異常な過渡変化

原子炉の運転中において，原子炉施設の寿命期間中に予想される機器の単一の故障若しくは誤動作又は運転員の単一の誤操作，及びこれらと

類似の頻度で発生すると予測される外乱によって生ずる異常な状態に至る事象を対象とする。

2.2　事故

「運転時の異常な過渡変化」を超える異常な状態であって，発生する頻度はまれであるが，発生した場合は原子炉施設からの放射性物質の放出の可能性があり，原子炉施設の安全性を評価する観点から想定する必要のある事象を対象とする。

5.　解析に当たって考慮すべき事項

5.2　安全機能に対する仮定

(2) 解析に当たっては，想定された事象に加えて，「事故」に対処するために必要な系統，機器について，原子炉停止，炉心冷却及び放射能閉じ込めの各基本的安全機能別に，解析の結果を最も厳しくする機器の単一故障を仮定した解析を行わなければならない。この場合，事象発生後短期間にわたっては動的機器について，また，長期間にわたっては動的機器又は静的機器について，単一故障を考えるものとする。ただし，事象発生前から動作しており，かつ，発生後も引き続き動作する機器については，原則として故障を仮定しなくてもよい。静的機器については，単一故障を仮定したときにこれを含む系統が所定の安全機能を達成できるように設計されている場合，その故障が安全上支障のない時間内に除去又は修復ができる場合，又は，その故障の発生確率が十分低い場合においては，故障を仮定しなくてもよい。

（解説）

4.　解析に当たって考慮すべき事項について

4.1　解析に当たって考慮する範囲

安全設計評価における「運転時の異常な過渡変化」及び「事故」の解析は，通常運転の全範囲及び運転期間の全域にわたって生じ得る異常な事象をすべて包絡して，安全設計の基本方針に関する評価を行うものでなければならない。したがって，具体的な解析条件等の選定は，この趣旨に沿って行う必要がある。さらに，解析結果は，想定した事象が，判断基準を満足しながら支障なく収束できることを，その事象が包絡している全事象について確認できるものでなければならない。そのためには，少なくとも事象が収束して原子炉が支障なく冷態停止に移行できることが，合理的に推定できなければならない。なお，これには事象によって例外もあり，例えば，「原子炉冷却材喪失」の場合について「ＥＣＣＳ性能評価指針」の基準(4)が適用される。

4.2　安全機能に対する仮定

(1) 安全機能を有する構築物，系統及び機器は，「重要度分類指針」において，安全機能の重要度に応じ，三つのクラスに分類され，これに対応して，異常影響緩和機能を有するものは，ＭＳ－１，ＭＳ－２及びＭＳ－３に分類されている。異常状態が発生したときに，これを収束し，あるいはその影響を緩和する機能は，その重要度に応じた信頼性を有するものでなければならない。その見地から，原子炉施設は，原則として，一般の産業施設と同様の信頼性を有するＭＳ－３に属するものの緩和機能を期待することなく，「事故」に対処できることが必要と考える。したがって，指針本文では，「事故」の解析上期待し得る緩和機能は，原則としてＭＳ－１に属するもの及びＭＳ－２に属するも

のによる緩和機能であるとした。ただし，ＭＳ－３に属するものが高い信頼性を有する場合には，それらは，ＭＳ－１あるいはＭＳ－２と同等の高い信頼性を有することが必要である。

同様に，「運転時の異常な過渡変化」についても，解析上期待し得る緩和機能は，原則としてＭＳ－１に属するもの及びＭＳ－２に属するものによる緩和機能であるとした。ただし，ＭＳ－３に属するものの信頼性が十分であれば，その緩和機能を期待することができる。具体的には，付録Ｉ及び付録解説においてこれらを示す。

(2) 「安全設計審査指針」は，重要度の特に高い安全機能を有する系統について，その系統を構成する機器の単一故障を仮定しても，その系統の安全機能が阻害されないことを要求しており，「重要度分類指針」は，この要求が適用される系統を具体的に示している。これは，単一故障の仮定を系統ごとに適用するもので，いわゆる「系統別適用」である。これに対して，旧指針においては，一つの安全機能を果たすべき系統，機器の組合せに対して，結果を最も厳しくする故障を仮定する，いわゆる「機能別適用」を要求していたところである。ここでいう「単一故障」とは，異常状態の発生原因としての故障とは異なるものであり，異常状態に対処するために必要な機器の一つが所定の安全機能を失うことをいい，従属要因に基づく多重故障を含むものである。

今回の指針改訂においても，単一故障の仮定の適用に関する基本的な考え方に変わりはない。すなわち，「事故」に対処するために必要なＭＳの系統，機器について，原子炉停止，炉心冷却及び放射能閉じ込めの各基本的安全機能ごとに，その機能遂行に必要な系統，機器の組

合せに対する単一故障を仮定する。例えば，「原子炉冷却材喪失」において，炉心冷却という一つの安全機能を達成するためには，冷却水を注入する非常用炉心冷却系（以下「ＥＣＣＳ」という。）はもとより，これを起動する安全保護系，ＥＣＣＳを駆動する電源，機器を冷却し最終的な熱の逃がし場まで熱を輸送する系統等が適切に組み合わせられることが必要である。本指針においては，このように一つの安全機能の遂行のために形成される系統，機器の組合せに対して，解析の結果が最も厳しくなる単一故障を仮定することを求めるものである。

本指針において求める単一故障の仮定は，「事故」に対処するために必要なＭＳについて，重要度のクラスの如何を問わず，上記の各基本的安全機能を果たすために必要なすべての系統，機器を対象とするのが原則である。単一故障を仮定する対象となる安全機能を果たすべき系統，機器には，「重要度分類指針」でいう「当該系」のみならず，当該系の機能遂行に直接必要となる関連系も含まれなければならない。ただし，事象発生前から機能しており，かつ，事象の過程中も機能し続ける，いわゆる“on-duty”の機器等については，故障の仮定から除外することができる。

3. 評価の前提条件

次の事項を前提とし，評価を行うことする。

(1) 電動弁は，遮断器に接続される制御ケーブルが，火災の影響による誤作動で，当該系統の機能を考慮し，厳しい方向に動作するものとする。

(2) 空気作動弁は，電磁弁に接続される制御ケーブルが，火災の影響による誤信号で，当該系統の機能を考慮し，厳しい方向に動作するものとする。

(3) 電動補機は，遮断器に接続される制御ケーブルが，火災の影響による誤信号で，当該系統の機能を考慮し，厳しい方向に起動または停止するものとする。

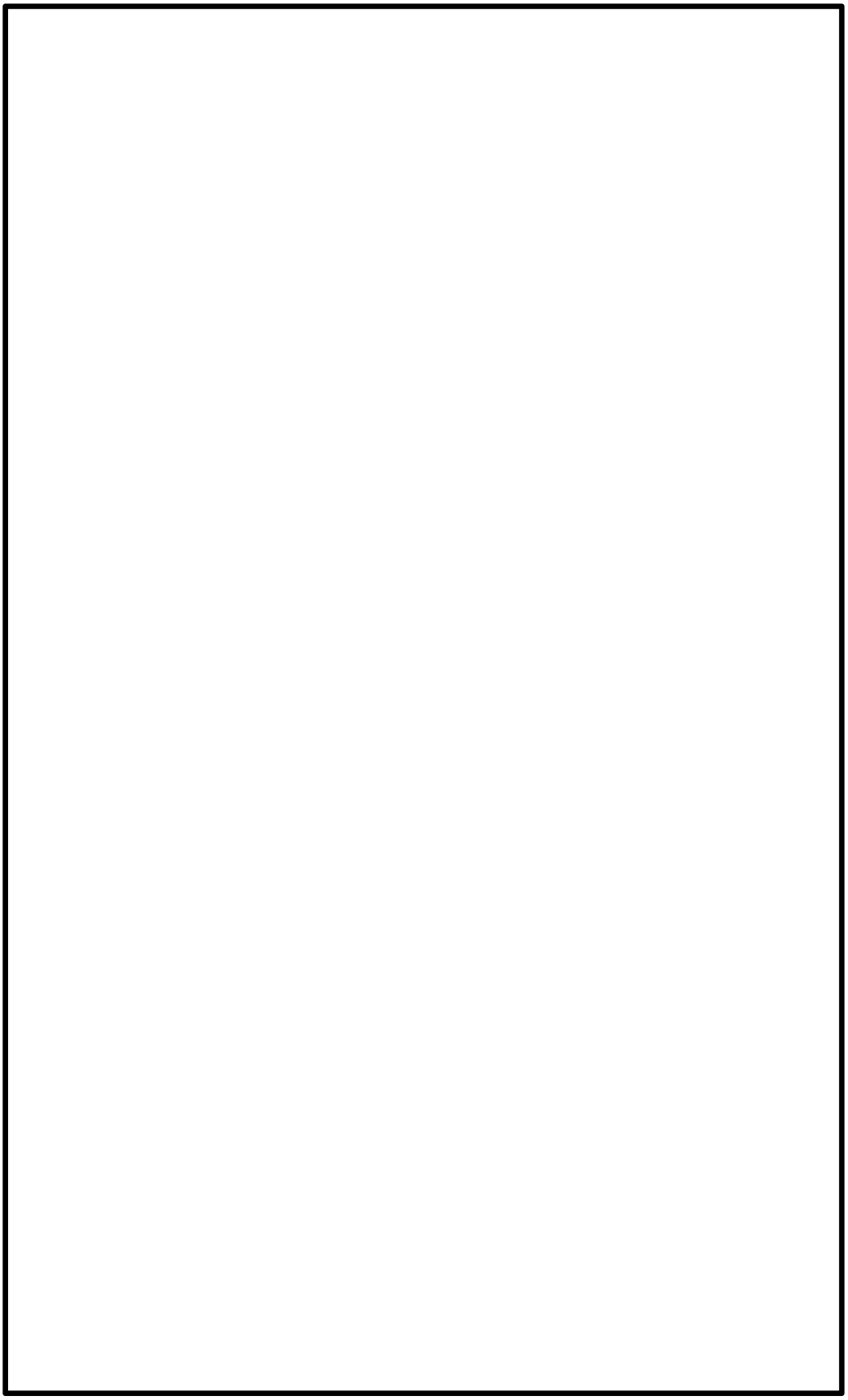
4. 火災により想定される事象の抽出

安全評価審査指針にて評価すべき具体的な事象とされる「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」が，単一の内部火災により発生し得るかを分析した。火災により想定される事象の抽出に当たっては，全ての火災区域を対象に，分析を実施し，評価対象事象を選定した。

なお，内部火災影響評価において，全ての火災区域を対象に，火災による影響を考慮しても，多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく，原子炉の安全停止（高温停止及び低温停止）が可能であることを確認している。(添付資料 5，添付資料 6)

そこで，本評価では，原子炉の制御に重要な役割を担う中央制御室における火災を起因として，「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」が発生した場合の評価を実施することとした（第 1 図)。

なお，現場に敷設されているケーブルが火災の影響を受けて損傷することにより「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」が発生することを想定した場合でも，中央制御室における火災と同様，安全評価審査指針に基づく評価と同様，単一故障を想定しても原子炉の高温停止及び低温停止が達成できる。



第１図　対処系に係る制御盤等の関係図

4.1　火災を起因とした運転時の異常な過渡変化の発生

安全評価審査指針にて評価すべき具体的な事象とされる「運転時の異常な過渡変化」を第1表に示す。

このうち，「原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き」及び「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」については，制御棒駆動系が火災の影響を受けた場合，制御棒の常駆動系が動作不能となるため，単一の内部火災によって発生しない事象と整理した。また，「原子炉冷却材流量の部分喪失」及び「原子炉冷却材系の停止ループの誤起動」については，単一の内部火災により発生する可能性はあるが，原子炉スクラムには至らない事象であるため，単一の内部火災によって発生しない事象と整理した。

したがって，単一の内部火災を想定した場合に発生しうる「運転時の異常な過渡変化」は，上記以外の事象である。

第１表　火災を起因とした運転時の異常な過渡変化

運転時の異常な過渡変化	火災の影響	
（１）炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化		
①原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	－	制御棒駆動系が火災の影響を受けた場合，制御棒の常駆動系が動作不能となる。
②出力運転中の制御棒の異常な引き抜き	－	制御棒駆動系が火災の影響を受けた場合，制御棒の常駆動系が動作不能となる。
（２）炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化		
③原子炉冷却材流量の部分喪失	－	火災の影響による再循環ポンプの１台停止。ただし，原子炉スクラムには至らない事象。
④原子炉冷却材系の停止ループの誤起動	－	火災の影響による再循環ポンプの誤起動。ただし，原子炉スクラムには至らない事象。
⑤外部電源喪失	○	火災の影響による送電系，所内電源系の喪失。本事象は「⑫給水流量の全喪失」の評価に含まれる。
⑥給水加熱喪失	○	火災の影響による抽気逆止弁の誤閉。
⑦原子炉冷却材流量制御系の誤動作	○	火災の影響による流量制御器の誤動作。
（３）原子炉冷却材圧力又は原子炉冷却材保有量の異常な変化		
⑧負荷の喪失	○	火災の影響による蒸気加減弁の誤動作。
⑨主蒸気隔離弁の誤閉止	○	火災の影響による主蒸気隔離弁の誤閉止。
⑩給水制御系の故障	○	火災の影響による原子炉給水制御系の誤動作。
⑪原子炉圧力制御系の故障	○	火災の影響による原子炉圧力制御系の誤動作。
⑫給水流量の全喪失	○	火災の影響による原子炉給水ポンプの機能喪失。

○：評価対象とする事象，－：評価対象外とする事象

4.2　火災を起因とした設計基準事故の発生

安全評価審査指針にて評価すべき具体的な事象とされる「設計基準事故」を第2表に示す。

このうち，「原子炉冷却材ポンプの軸固着」，「制御棒落下」，「放射性気体廃棄物処理施設の破損」，「主蒸気管破断」及び「燃料集合体の落下」については，機械的な損傷に伴い発生する事象であるため，原子炉施設の火災を想定しても発生する可能性はない。

また，「原子炉冷却材喪失」については，単一の内部火災により原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する格納容器内側・外側隔離弁が同時に開となる可能性はないこと，及び単一の内部火災により逃がし安全弁が誤開する可能性はあるが中央制御室に常駐している運転員が誤開した逃がし安全弁を速やかに閉止することが可能であることから，単一の内部火災によって発生しない事象と整理した。

したがって，単一の内部火災を想定した場合に発生しうる「設計基準事故」は「原子炉冷却材流量の喪失」のみである。

第2表　火災を起因とした設計基準事故

設計基準事故	火災の影響	
（1）原子炉冷却材の喪失又は炉心冷却状態の著しい変化		
①原子炉冷却材喪失	－	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する格納容器内側・外側隔離弁が火災の影響により同時に開となる可能性はない。また，逃がし安全弁が火災の影響により誤開する可能性があるが，中央制御室に常駐している運転員が誤開した逃がし安全弁を速やかに閉止することが可能である。そのため，本事象は火災により発生しない。
②原子炉冷却材流量の喪失	○	火災による再循環ポンプトリップ回路の誤動作。
③原子炉冷却材ポンプの軸固着	－	原子炉冷却材ポンプの回転軸は火災の影響により機械的に固着しないため，本事象は発生しない。
（2）反応度の異常な投入又は原子炉出力の急激な変化		
④制御棒落下	－	制御棒駆動機構は火災により機械的に損傷しないため，本事象は発生しない。
（3）環境への放射性物質の異常な放出		
⑤放射性気体廃棄物処理施設の破損	－	気体廃棄物処理施設は火災の影響により機械的に損傷しないため，本事象は発生しない。
⑥主蒸気管破断	－	主蒸気管は火災の影響により機械的に損傷しないため，本事象は発生しない。
⑦燃料集合体の落下	－	燃料取扱装置は火災の影響により機械的に損傷しないため，本事象は発生しない。
⑧原子炉冷却材喪失	－	①と同じ
⑨制御棒落下	－	④と同じ
（4）原子炉格納容器内圧力，雰囲気等の異常な変化		
⑩原子炉冷却材喪失	－	①と同じ
⑪可燃性ガスの発生	－	①と同じ

○：評価対象とする事象，－：評価対象外とする事象

5.　抽出された事象の単一故障評価

上記 4.で抽出された事象に加えて，事象収束に必要な系統，機器（以下「対処系」という。）について，安全評価指針に基づく評価と同様に，解析の結果を最も厳しくする単一故障を想定する。

5.1　火災を起因とした「運転時の異常な過渡変化」における単一故障評価

5.1.1　給水加熱喪失

(1)　事象の概要

「給水加熱喪失」は，原子炉の出力運転中に，給水加熱器への蒸気流量が喪失して，給水温度が徐々に低下し，炉心入口サブクーリングが増加して原子炉出力が上昇する事象である（第 2 図）。

(2)　事象発生に至る火災想定

本事象は，抽気逆止弁に関する制御盤，制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

本評価では，中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し，抽気逆止弁の自動閉となることを想定する。

・タービン発電機補機盤（中央制御室 CP-7）

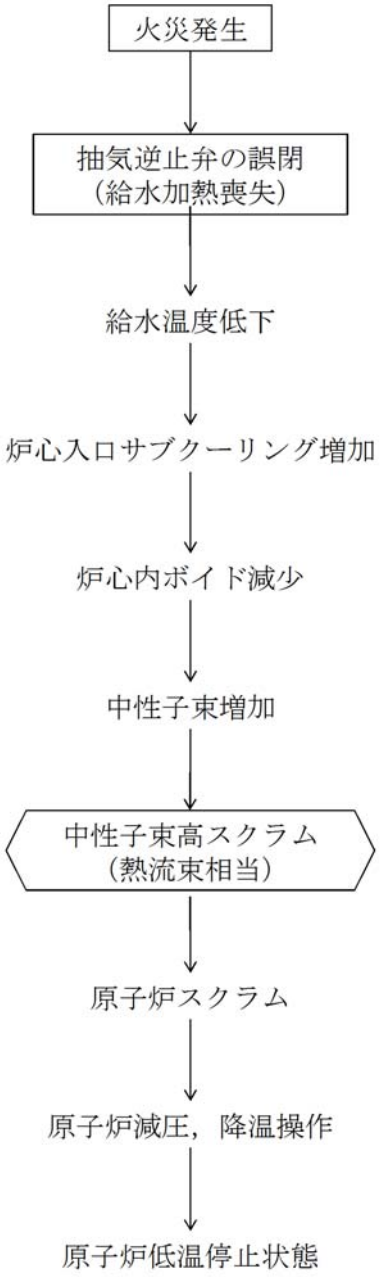
・タービン補機補助継電器盤（中央制御室 CP-9）

(3)　単一故障を想定した事象の収束

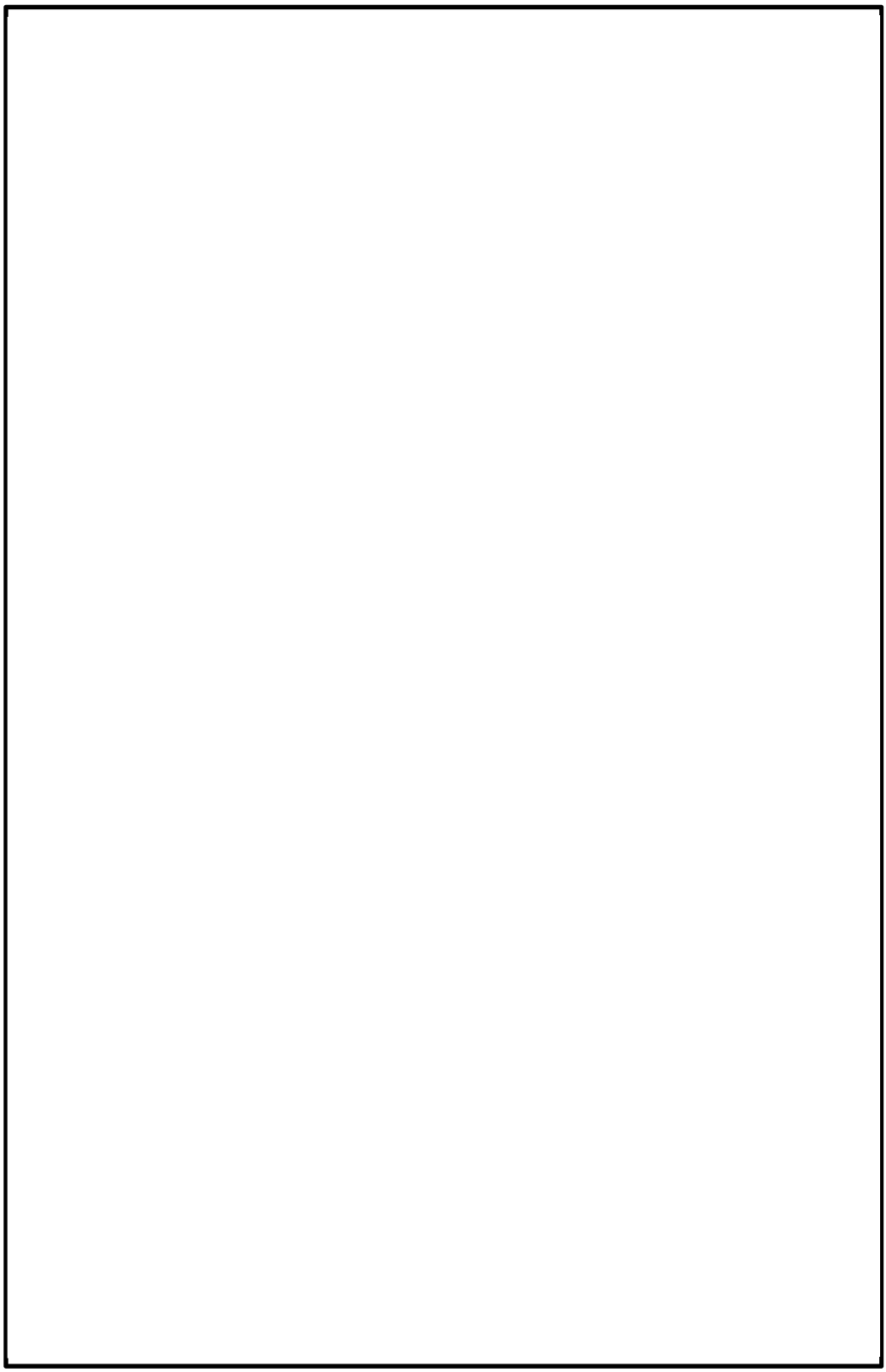
本事象発生時に対処するために必要な系統，機器のうち，解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系（中性子束高スクラム（熱流束相当））の単一故障である。

このことを踏まえ，本事象の収束について確認した結果，本事象の発生に至るタービン発電機補機盤及びタービン補機補助継電器盤と，安全保護

系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されており（第3図），火災の影響を受けないことから，安全保護系の単一故障を考慮しても，他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また，高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから，原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第 2 図　「給水加熱喪失」の事象過程



第３図　中央制御室制御盤の配置図（給水加熱喪失関連）

5.1.2　原子炉冷却材流量制御系の誤動作

(1)　事象の概要

「原子炉冷却材流量制御系の誤動作」は，原子炉の出力運転中に，原子炉冷却材の再循環流量制御系の故障により，再循環流量が増加し，原子炉出力が上昇する事象である（第4図)。

(2)　事象発生に至る火災想定

本事象は，再循環流量制御系に関する制御盤，制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

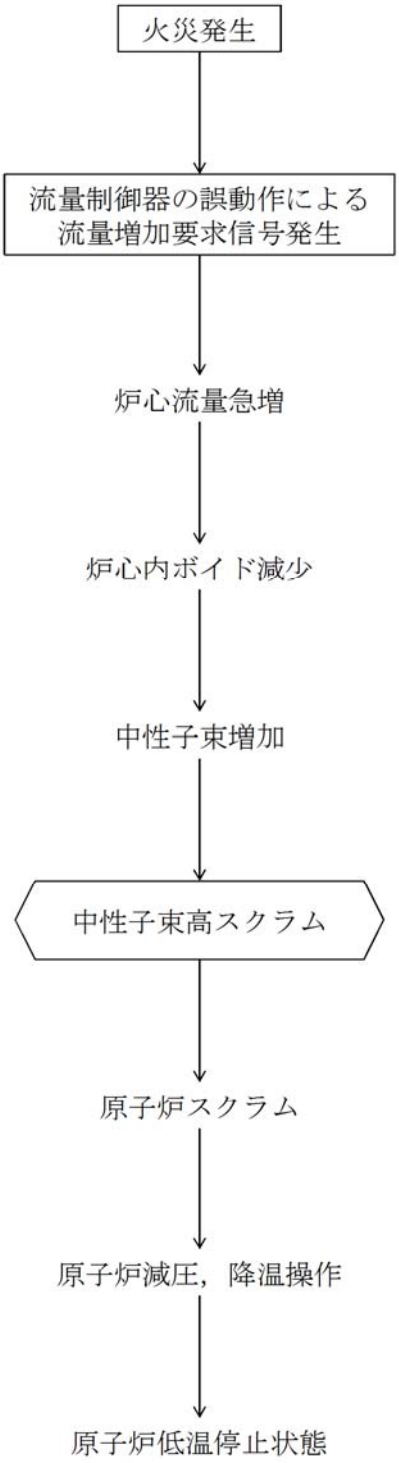
本評価では，中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し，再循環流量が増加することを想定する。

・再循環流量制御系制御盤（中央制御室 H13-P634A，H13-P634B)

(3)　単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統，機器のうち，解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系（中性子束高スクラム）の単一故障である。

このことを踏まえ，本事象の収束について確認した結果，本事象の発生に至る再循環流量制御系制御盤と，安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されており（第5図)，火災の影響を受けないことから，安全保護系の単一故障を考慮しても，他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また，高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから，原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第 4 図　「原子炉冷却材流量制御系の誤動作」の事象過程

第５図　中央制御室制御盤の配置図（原子炉冷却材流量制御系の誤動作）

5.1.3　負荷の喪失

(1)　事象の概要

「負荷の喪失」は，原子炉の出力運転中に，送電系統の故障等により，発電機負荷遮断が生じ，蒸気加減弁が急速に閉止し，原子炉出力が上昇する事象である（第6図）。

(2)　事象発生に至る火災想定

本事象は，タービン制御系に関する制御盤，制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

本評価では，中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し，蒸気加減弁が急速に閉止することを想定する。

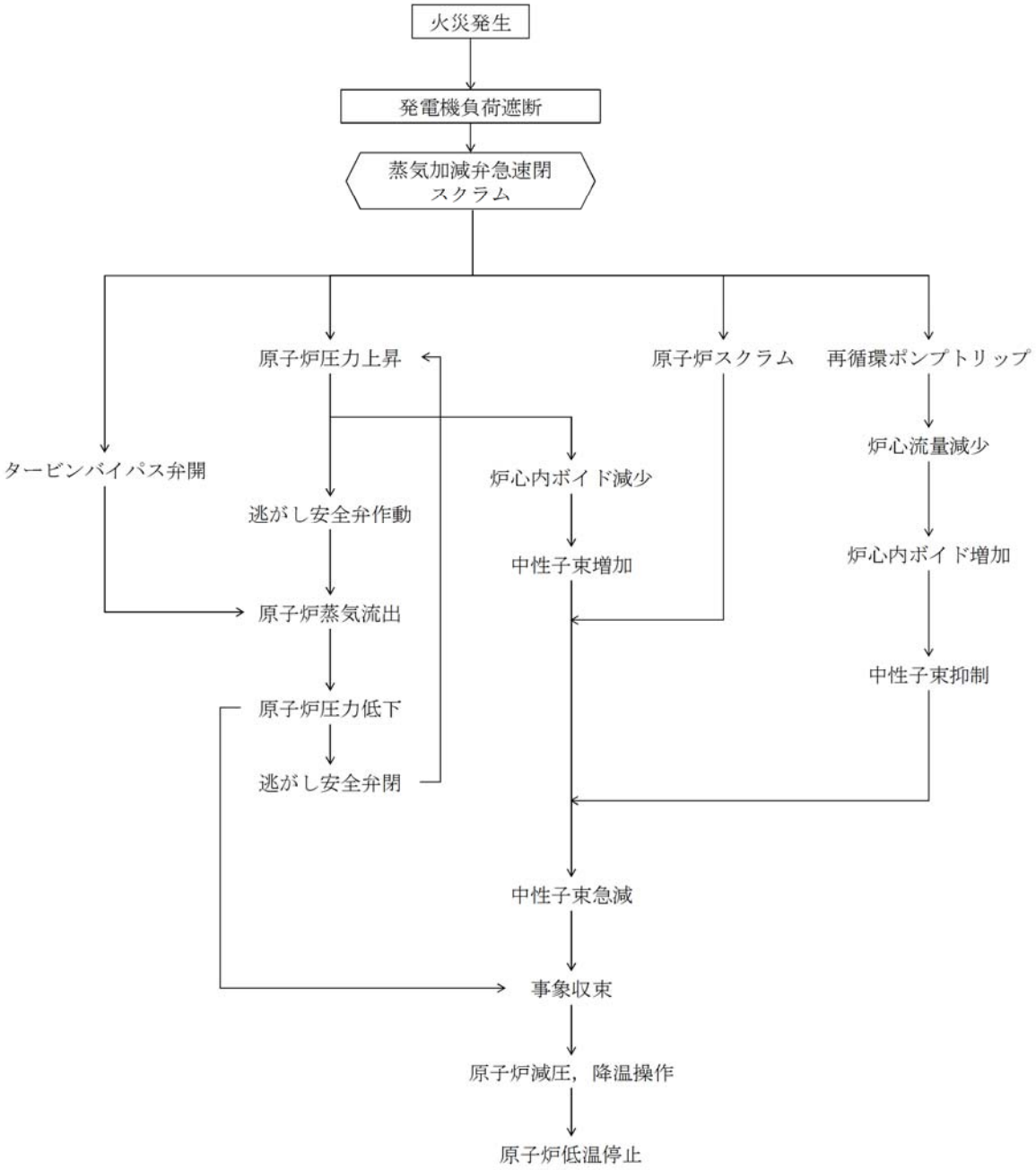
・タービン発電機操作盤（中央制御室 CP-1）

・EHC 制御盤（中央制御室 CP-20A～F）

(3)　単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統，機器のうち，解析の結果を最も厳しくする単一故障の想定は安全保護系（蒸気加減弁急速閉スクラム）の単一故障である。

このことを踏まえ，本事象の収束について確認した結果，本事象の発生に至るタービン発電機操作盤及び EHC 制御盤と，安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されており（第7図），火災の影響を受けないことから，安全保護系の単一故障を考慮しても，他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また，高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから，原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第 6 図　「負荷の喪失」の事象過程

第７図　中央制御室制御盤の配置図（負荷の喪失）

5.1.4　主蒸気隔離弁の誤閉止

(1)　事象の概要

「主蒸気隔離弁の誤閉止」は，原子炉の出力運転中に，原子炉水位異常低下等の誤信号により主蒸気隔離弁が閉止し，原子炉出力が上昇する事象である（第 8 図)。

(2)　事象発生に至る火災想定

本事象は，主蒸気隔離弁に関する制御盤，制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

本評価では，中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し，主蒸気隔離弁が閉止することを想定する。

・緊急時炉心冷却系操作盤（中央制御室 H13-P601）

・格納容器内側隔離系継電器盤（中央制御室 H13-P622）

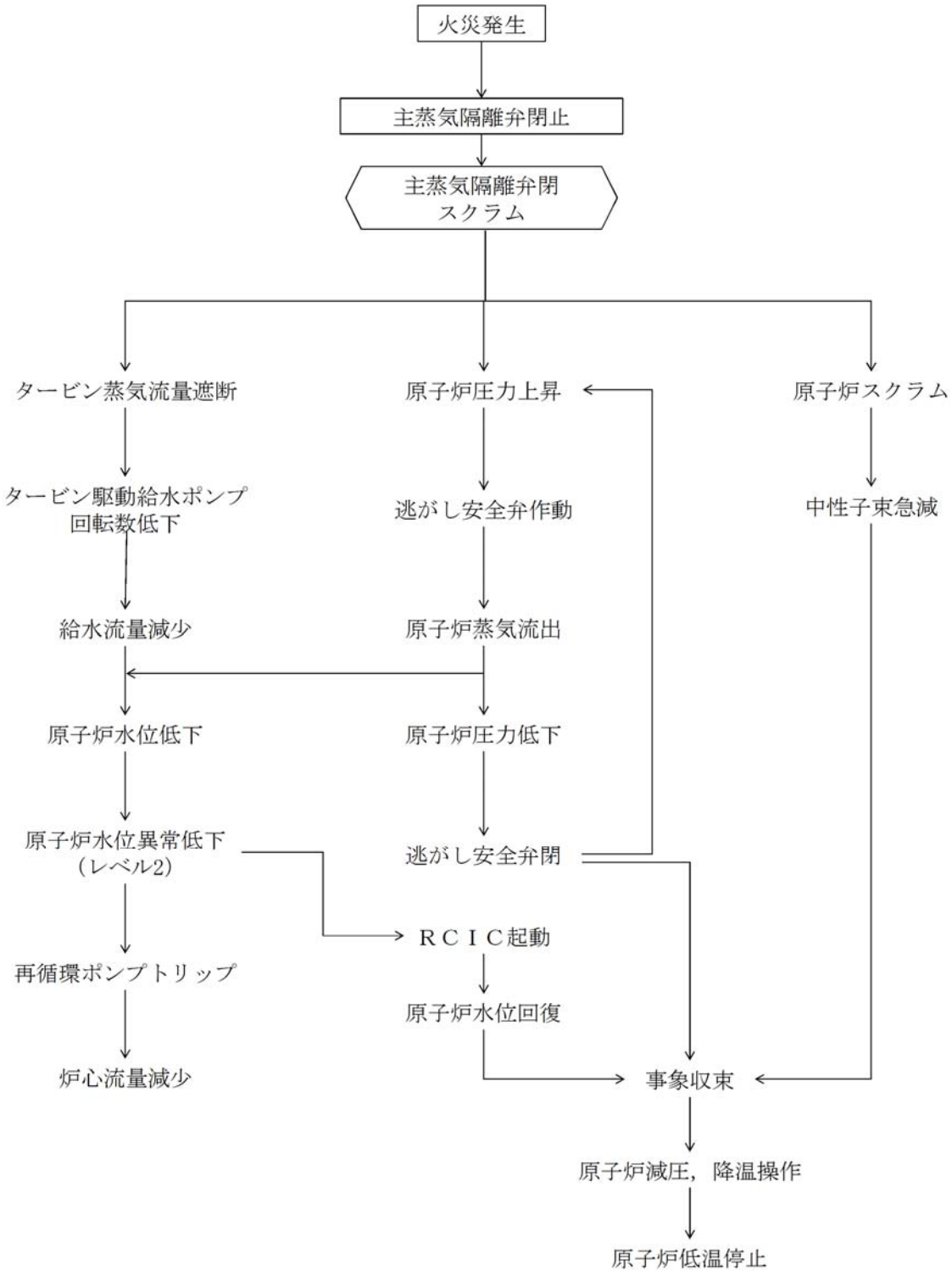
・格納容器外側隔離系継電器盤（中央制御室 H13-P623）

(3)　単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統，機器のうち，解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系（主蒸気隔離弁閉スクラム）の単一故障である。

このことを踏まえ，本事象の収束について確認した結果，本事象の発生に至る緊急時炉心冷却系操作盤，格納容器内側隔離系継電器盤及び格納容器外側隔離系継電器盤と，安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離されており（第 9 図)，火災の影響を受けないことから，安全保護系の単一故障を考慮しても，他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また，高温停止及び低温停止に必要な対処系については，主蒸気隔離弁の論理回路と非常用炉心冷却系等の論理回路が同じ緊急時炉心冷却

系操作盤に存在する（第 9 図）が，当該操作盤は安全区分に応じて分離されているため，原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第 8 図　「主蒸気隔離弁の誤閉止」の事象過程

第 9 図　中央制御室制御盤の配置図（主蒸気隔離弁の誤閉止）

5.1.5　給水制御系の故障

(1)　事象の概要

「給水制御系の故障」は，原子炉の出力運転中に，給水制御系の誤動作により給水流量が急激に増加し，炉心入口サブクーリングが増加して，原子炉出力が上昇する事象である（第 10 図）。

(2)　事象発生に至る火災想定

本事象は，給水制御系に関する制御盤，制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

本評価では，中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し，給水流量が急激に増加することを想定する。

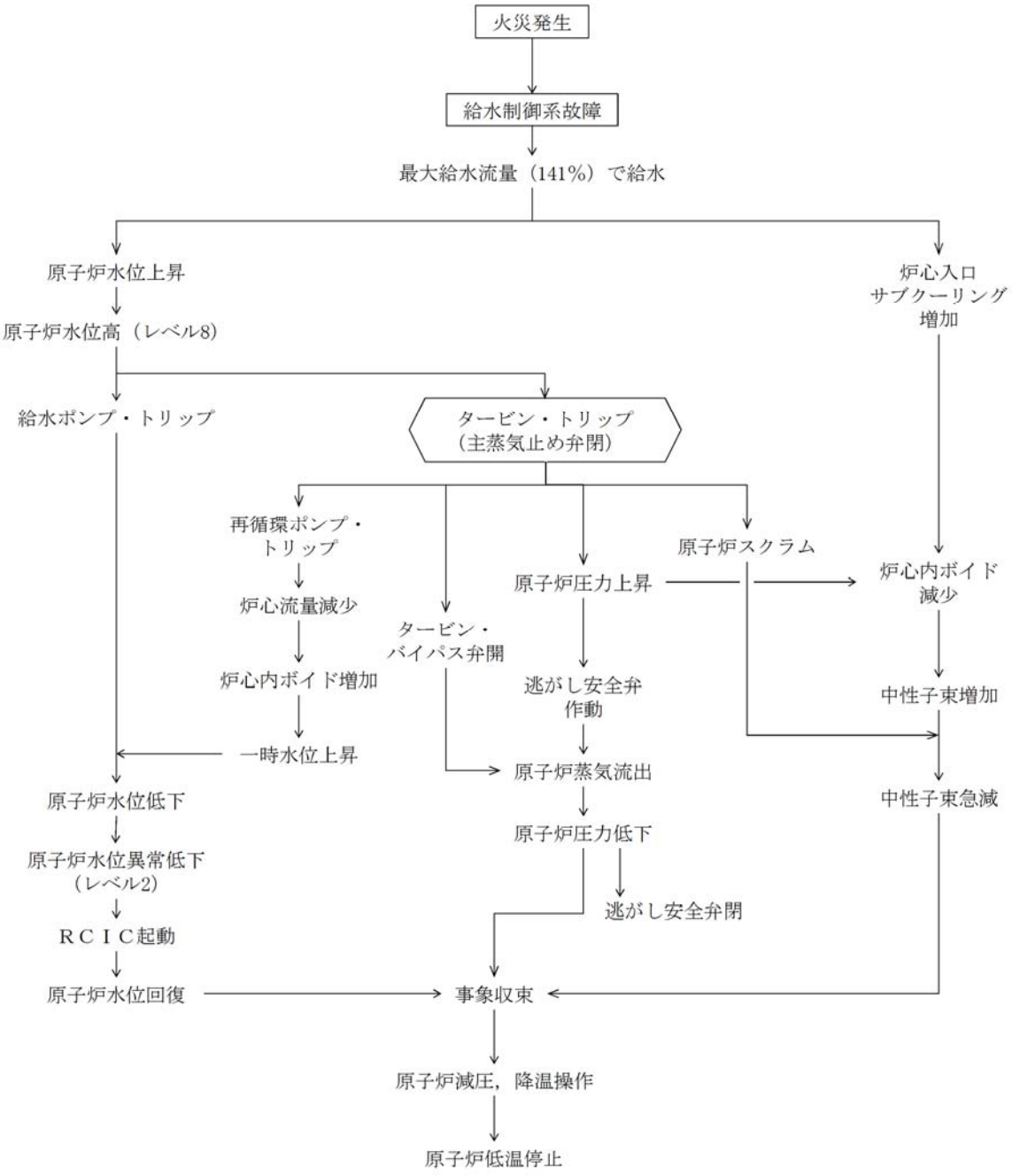
・給水制御系制御盤（中央制御室 H13-P612）

・原子炉給水ポンプ駆動タービン制御盤（中央制御室 CP-34A，34B）

(3)　単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統，機器のうち，解析の結果を最も厳しくする単一故障の想定は安全保護系（主蒸気止め弁閉スクラム）の単一故障である。

このことを踏まえ，本事象の収束について確認した結果，本事象の発生に至る給水制御系制御盤及び原子炉給水ポンプ駆動タービン制御盤と，安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されており（第 11 図），火災の影響を受けないことから，安全保護系の単一故障を考慮しても，他の安全保護系にて原子炉は原子炉停止する。また，高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから，原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第 10 図　「給水制御系の故障」の事象過程

第 11 図　中央制御室制御盤の配置図（給水制御系の故障）

5.1.6　圧力制御系の故障

(1)　事象の概要

「圧力制御系の故障」は，原子炉の出力運転中に，圧力制御系の誤動作により主蒸気流量が変化する事象である（第 12 図)。

(2)　事象発生に至る火災想定

本事象は，圧力制御系に関する制御盤，制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

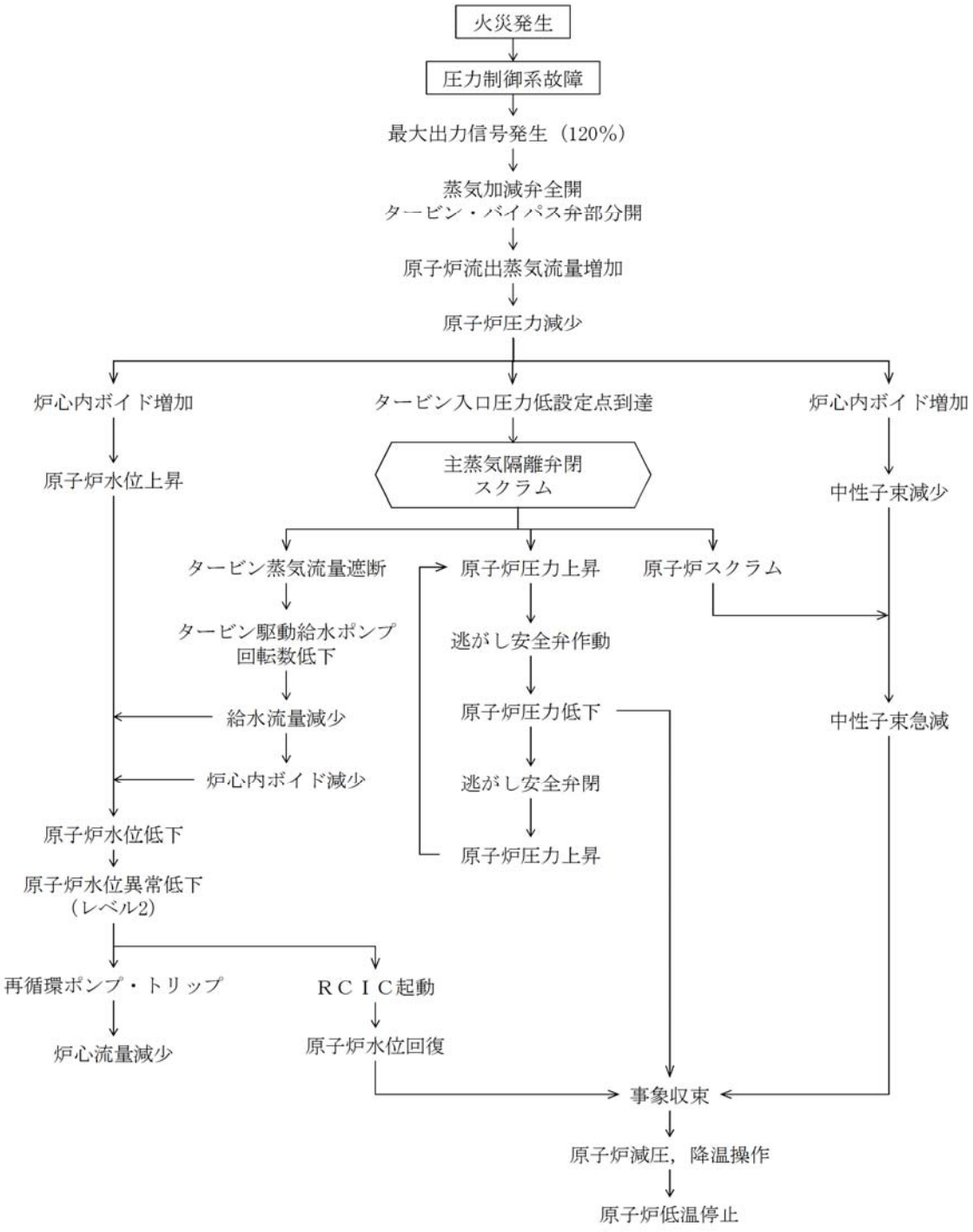
本評価では，中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し，主蒸気流量が増加することを想定する。

・EHC 制御盤（中央制御室 CP-20A～F)

(3)　単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統，機器のうち，解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系（主蒸気隔離弁閉スクラム）の単一故障である。

このことを踏まえ，本事象の収束について確認した結果，本事象の発生に至る EHC 制御盤と，安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されており（第 13 図)，火災の影響を受けないことから，安全保護系の単一故障を考慮しても，他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また，高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから，原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第 12 図　「圧力制御系の故障」の事象過程

第 13 図　中央制御室制御盤の配置図（圧力制御系の故障）

5.1.7　給水流量の全喪失

(1)　事象の概要

「給水流量の全喪失」は，原子炉の出力運転中に，給水制御器の故障又は給水ポンプのトリップにより，部分的な給水流量の減少又は全給水流量の喪失が起こり原子炉水位が低下する事象である（第 14 図）。

(2)　事象発生に至る火災想定

本事象は，給水制御系に関する制御盤，制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

本評価では，中央制御室に設置されている次の制御盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し，全給水ポンプがトリップすることを想定する。

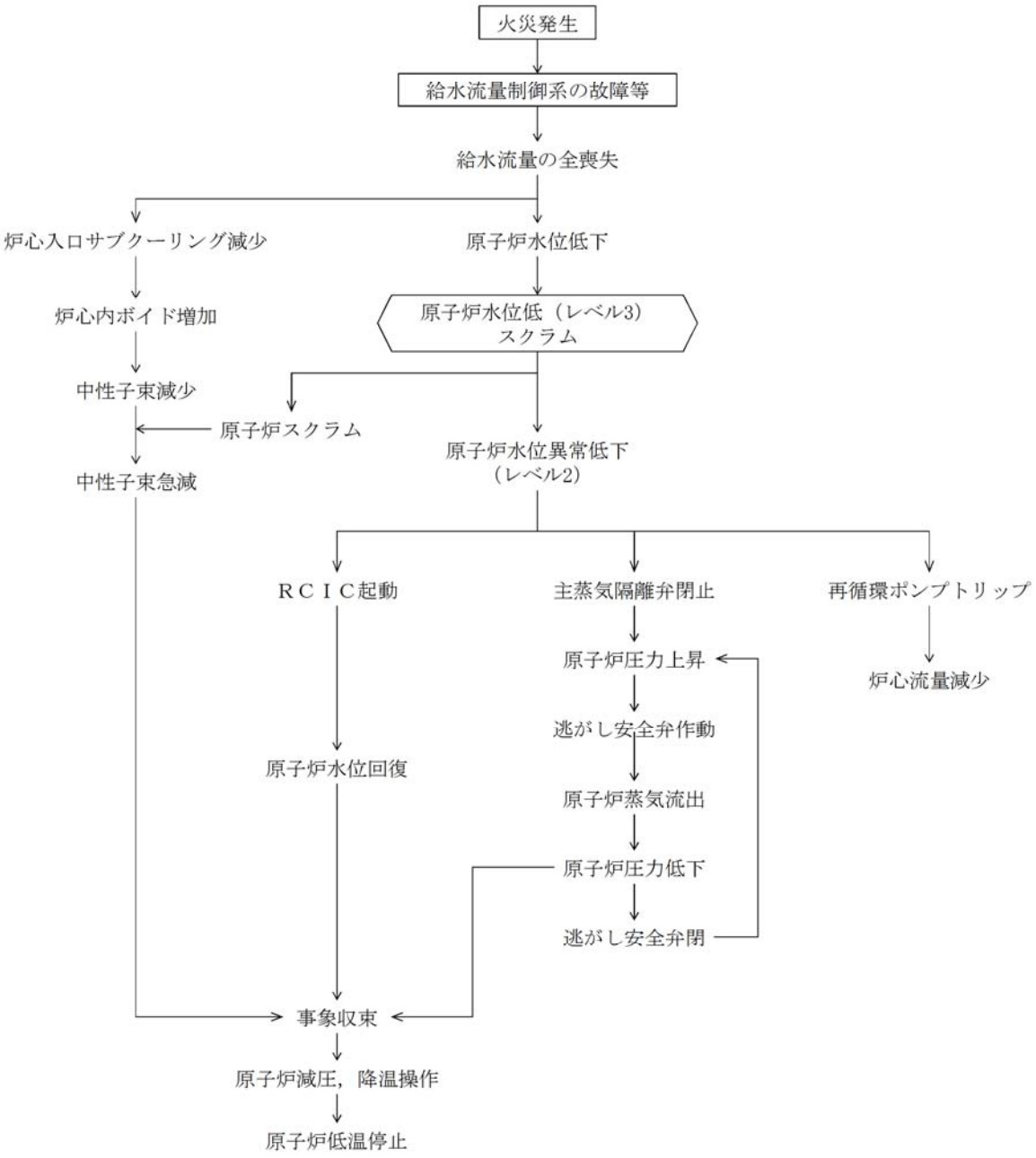
・給水制御系制御盤（中央制御室 H13-P612）

・原子炉給水ポンプ駆動タービン制御盤（中央制御室 CP-34A，34B）

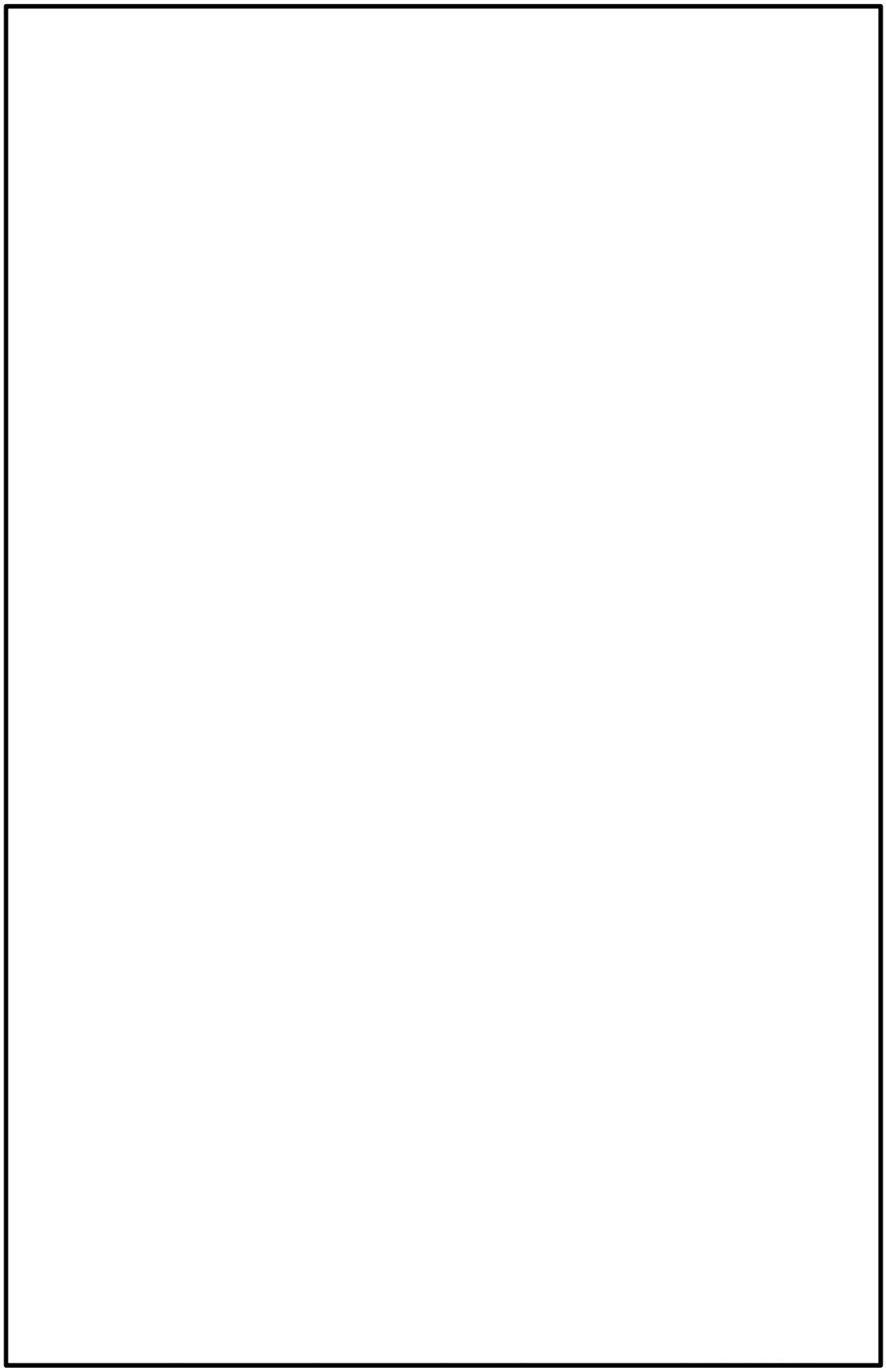
(3)　単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統，機器のうち，解析の結果を最も厳しくするのは安全保護系（原子炉水位低（レベル 3）スクラム）の単一故障である。

このことを踏まえ，本事象の収束について確認した結果，本事象の発生に至る給水制御系制御盤及び原子炉給水ポンプ駆動タービン制御盤と，安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されており（第 15 図），火災の影響を受けないことから，安全保護系の単一故障を考慮しても，他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。また，高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから，原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第 14 図　「給水流量の全喪失」の事象過程



第 15 図　中央制御室制御盤の配置図（給水流量の全喪失）

5.2　火災を起因とした「設計基準事故」における単一故障評価

5.2.1　原子炉冷却材流量の全喪失

(1)　事象の概要

「原子炉冷却材流量の全喪失」は，原子炉の出力運転中に，2 台の再循環ポンプが何らかの原因でトリップすることにより，炉心流量が定格出力時の流量から自然循環流量にまで大幅に低下して，炉心の冷却能力が低下する事象である（第 16 図）。

(2)　事象発生に至る火災想定

本事象は，再循環ポンプトリップ回路に関する制御盤，制御ケーブル等が単一の内部火災による影響を受けると発生する可能性がある。

本評価では，中央制御室に設置されている次の盤が単一の内部火災により影響を受けることでインターロックが誤動作し，再循環ポンプ 2 台がトリップすることを想定する。

・再循環流量制御系制御盤（中央制御室 H13-P634A，H13-P634B）

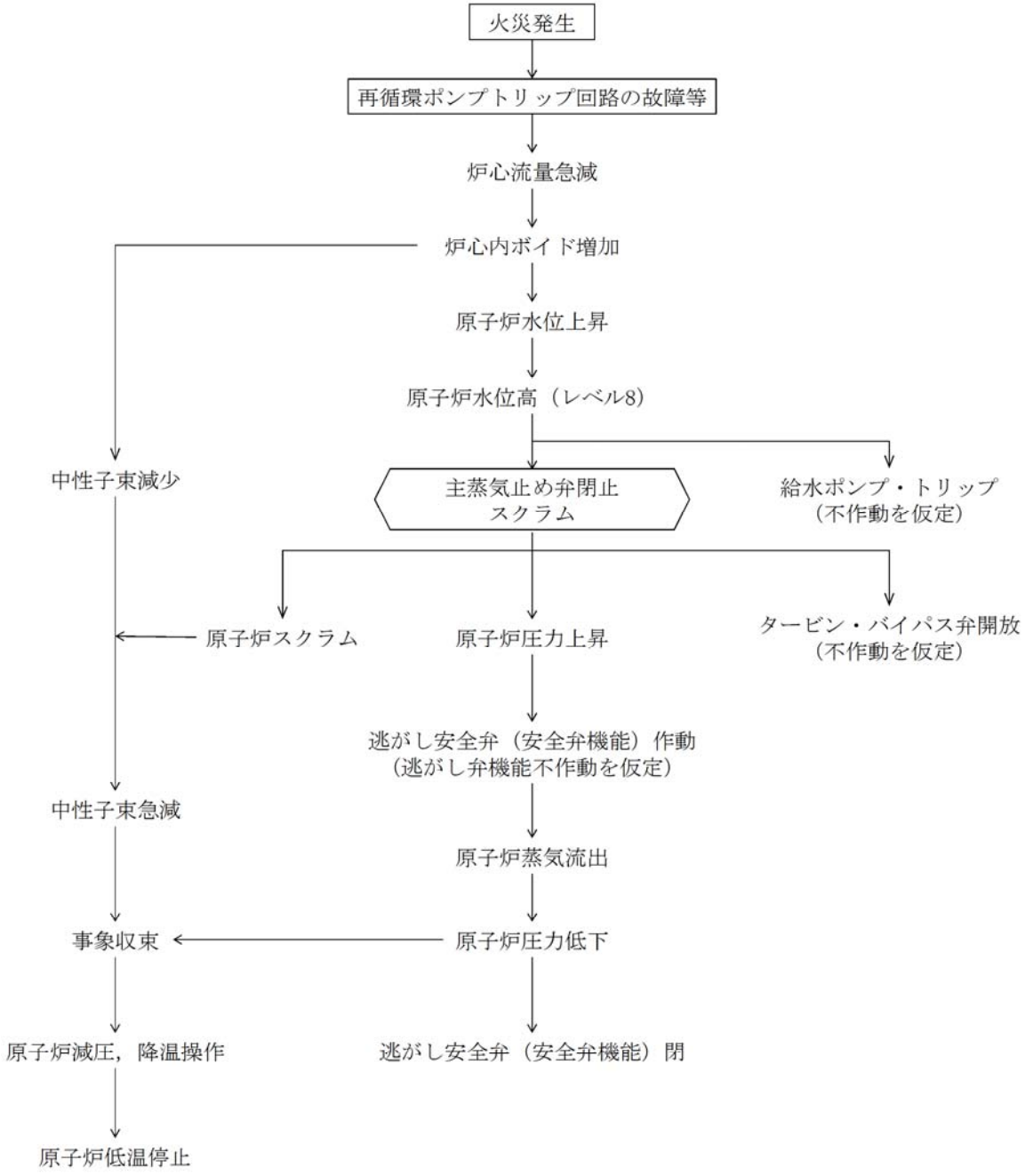
・原子炉保護系継電器盤（中央制御室 H13-P609，H13-P611）

(3)　単一故障を想定した事象の収束

本事象発生時に対処するために必要な系統，機器のうち，解析の結果を最も厳しくする単一故障の想定は安全保護系（原子炉水位低（レベル 3）スクラム）の単一故障である。

このことを踏まえ，本事象の収束について確認した。その結果，本事象の発生に至る再循環流量制御系制御盤と，安全保護系継電器盤及び安全保護系トリップユニット盤は分離して設置されている（第 17 図）ため，安全保護系の単一故障を考慮しても，他の安全保護系にて原子炉は自動停止する。一方，原子炉保護系継電器盤には再循環ポンプトリップに係る制御回路と原子炉スクラムに係る制御回路が存在しているが，原子炉スクラム

に係る論理回路はフェイルセーフの設計としていること，及び当該制御盤は安全区分に応じて分離されていることから，安全保護系の単一故障を考慮しても，他の安全保護系にて原子炉はスクラムする。また，高温停止及び低温停止に必要な対処系の制御盤は火災の影響を受けないことから，原子炉は低温停止状態に移行することができる。



第 16 図　「原子炉冷却材流量の喪失」の事象過程

第 17 図　中央制御室制御盤の配置図（原子炉冷却材流量の喪失）

6. まとめ

安全評価審査指針に基づき，単一の内部火災に起因して発生する可能性のある「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」について，単一故障を想定しても，原子炉を支障なく低温停止に移行できることを確認した（第3表）。

第3表　単一故障を考慮した原子炉停止の評価結果の概要

事象名	火災影響	想定する単一故障	単一故障を想定した事象の対処
給水加熱喪失	抽気逆止弁の誤閉により給水加熱器への蒸気流量が喪失して，給水温度が徐々に低下し，原子炉出力が上昇する。	安全保護系 （中性子束高スクラム（熱流束相当））	他の安全保護系により原子炉は自動停止。その後，高温停止状態並行し，原子炉隔離時冷却系（RCIC），残留熱除去系（RHR）等により原子炉は低温停止状態に移行可能。
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	再循環流量制御系の誤動作により再循環流量が増加し，原子炉出力が上昇する。	安全保護系 （中性子束高スクラム）	同上
負荷の喪失	蒸気加減弁の急速閉により発電機負荷遮断が生じ，原子炉出力が上昇する。	安全保護系 （蒸気加減弁急速閉スクラム）	同上
主蒸気隔離弁の誤閉止	主蒸気隔離弁が誤閉止し，原子炉出力が上昇する。	安全保護系 （主蒸気隔離弁閉スクラム）	同上
給水制御系の故障	給水制御系の誤動作により給水流量が急激に増加し，炉心入口サブクーリングが増加して原子炉出力が上昇する。	安全保護系 （主蒸気止め弁閉スクラム）	同上
原子炉圧力制御系の故障	圧力制御系の誤動作により主蒸気流量が増加し，原子炉圧力が減少する。	安全保護系 （主蒸気隔離弁閉スクラム）	同上
給水流量の全喪失	給水ポンプのトリップにより全給水流量の喪失が起こり，原子炉水位が低下する。	安全保護系 （原子炉水位低（レベル3）スクラム）	同上
原子炉再循環流量の喪失	2台の再循環ポンプがトリップすることにより，炉心の冷却能力が低下する。	安全保護系 （原子炉水位低（レベル3）スクラム）	同上

参考資料１

東海第二発電所における火災により想定される事象の確認結果

参考資料 1

東海第二発電所における火災により想定される事象の確認結果

内部火災により原子炉に外乱が及び，複数の起因が重畳する可能性を考慮した場合においても，単一故障を想定した条件で安全停止が可能であるかについて解析的に確認を行った。

以下に，事象の抽出プロセス，解析前提条件及び解析結果を示す。

1.　想定される事象の評価プロセス

1.1　評価前提

次の事項を前提とし，評価を行うこととする。

・内部火災発生を想定する区域及びその影響範囲のの火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは内部火災発生により機能が喪失するが，それ以外の区域の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは機能が維持される。

・原子炉建屋又はタービン建屋において内部火災が発生することを仮定し，当該建屋内の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブル以外は機能喪失を仮定する。

・原子炉建屋又はタービン建屋において発生した内部火災は，当該建屋以外に影響はおよぼさない。

・中央制御室における火災については，火災感知器による早期感知や運転員によるプラント停止が期待でき，内部火災による影響波及の範囲は限定的である。

1.2　抽出プロセスの考え方

内部火災に起因して様々な機器の故障や誤動作に伴う外乱の発生が想定され，また，いくつかの外乱が同時に発生することも考えられる。

発生する事象の抽出に当たっては，ある火災区域において火災が発生した場合に火災影響を受ける設備を抽出し，どのような外乱が発生し得るのか，外乱発生後に事象がどのように進展するのかについて，安全停止パスの確認と同様に全ての火災区域について評価することが考えられる。そのためには，常用系設備等の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルに該当しない設備に対してそれらの配置を網羅的に整理し，火災区域毎に火災影響を詳細に分析することが必要である。しかしながら，このような詳細な分析を実施することは現実的ではない。また，BWR の過渡解析においては，火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルではないクラス 3 の緩和設備に期待した評価としていることを踏まえ，火災により発生する可能性のある事象をあらためて抽出した上で，火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルに該当しない常用系設備等は設置された火災区域によらず火災影響を受ける可能性があるという保守的な仮定を用いた代替の評価手法により，火災により原子炉に外乱が及び，安全保護系及び原子炉停止系の作動を要求される場合に，単一故障を想定しても原子炉を安全停止することができることを評価することとする。

以上を踏まえ，原子炉建屋及びタービン建屋で内部火災により発生すると考えられる外乱の抽出を行い，内部火災により誘発される過渡事象等の起因事象（以下「代表事象」という。）を特定する。さらに，代表事象が重畳することも考慮する。

また，代表事象の重畳の組合せの評価については，代表事象の事象進展の特徴から重畳した場合の事象進展を定性的に推定することにより，より厳しい評価結果となり得る組合せを選定し，選定した重畳事象の収束が可能であ

るかについて解析的に確認を行う。

以下に，内部火災により想定される事象の抽出から解析評価までのプロセス及びプロセスの各ステップの概要を示す。（第 1 図）

【ステップ 1】

評価事象を網羅的に抽出するため，『発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針』（以下「安全評価審査指針」という。）の評価事象の選定方法に従い，原子炉に有意な影響を与える要因を抽出する。（第 2 図参照）

【ステップ 2】

原子炉に有意な影響を与える要因を誘発する故障を抽出する。（第 2 図参照）

【ステップ 3】

ステップ 2 で抽出した故障が発生し得る火災区域を分析する。ここでは，常用系設備等の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルに該当しない設備は，設置された火災区域によらず，火災影響を受ける可能性があると仮定する。その際，原子炉建屋及びタービン建屋の一方の建屋における火災の影響は他方の建屋に及ばないとする。（第 2 図参照）

【ステップ 4】

ステップ 2 及びステップ 3 での分析を踏まえ，各建屋で発生する代表事象として扱う事象を特定する。代表事象の特定に当たっては，火災影響により発生する可能性のある事象の中から最も厳しい事象を想定する。（例えば，再循環ポンプのトリップについては，火災の規模により 1 台トリップ又は 2 台トリップが考えられるが，最も厳しくなる 2 台トリップを想定する。）（第 2 図参照）

【ステップ 5】

各建屋で発生する代表事象の解析結果等を踏まえ，代表事象の組合せ毎に，重畳を考慮した場合にプラントに与える影響が厳しくなるか否かの分析を行い，解析の要否を整理する。

【ステップ 6】

各建屋での内部火災の発生を想定した場合においても動作を期待できる緩和系を確認する。

【ステップ 7】

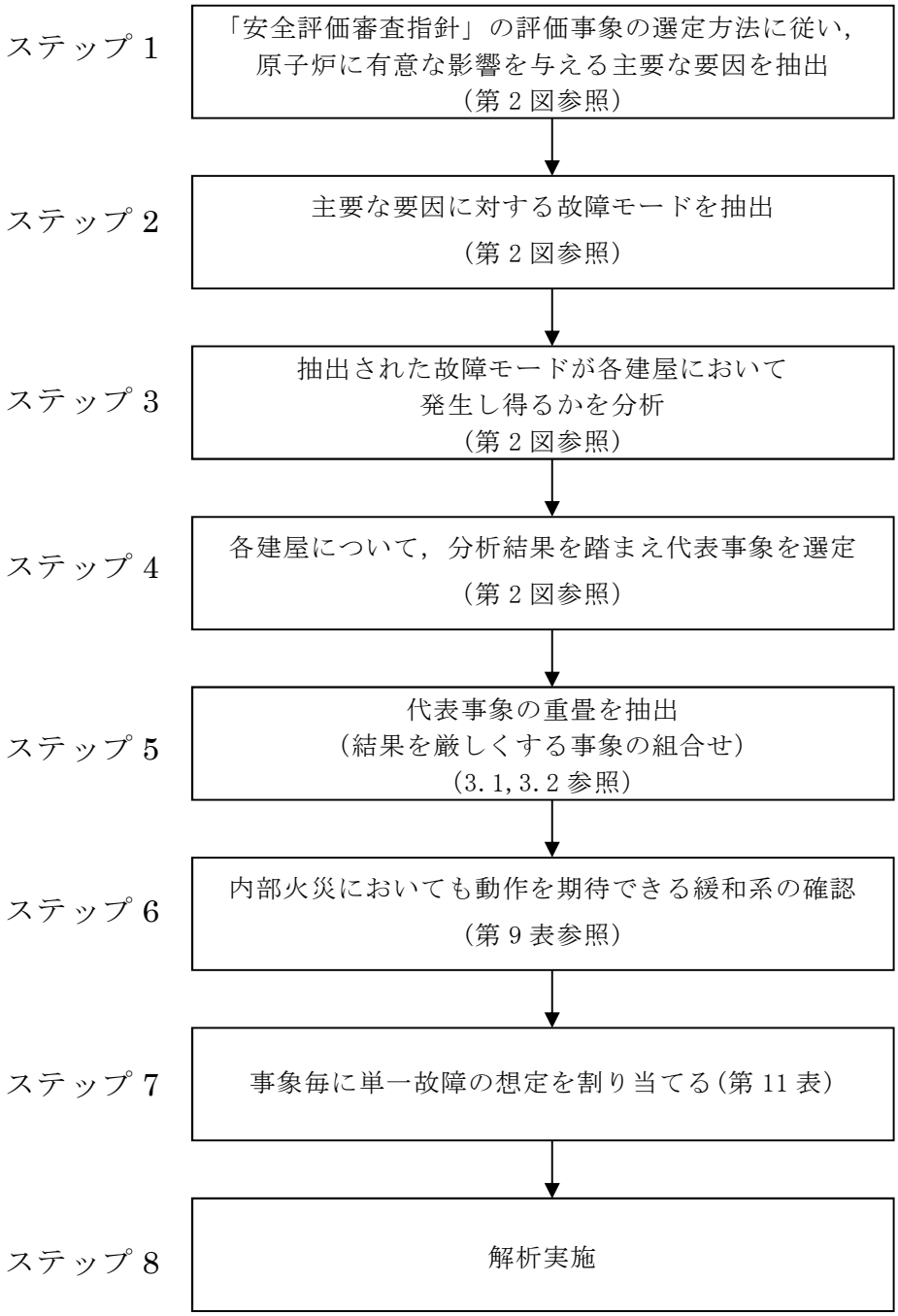
原子炉停止機能及び炉心冷却機能に単一故障を想定する。

なお，ここでは，内部火災により火災影響を受ける設備※が機能喪失していることを前提に，火災影響を受けない火災区域にある設備に単一故障を更に重ねる。

※：本資料「東海第二発電所　内部火災の影響評価について」にて評価されている設備の機能喪失が発生することを前提としている。

【ステップ 8】

ステップ 7 までの分析結果等を踏まえ，抽出した事象の解析を実施し，原子炉が安全停止を維持できることを確認する。


ステップ 1
「安全評価審査指針」の評価事象の選定方法に従い，
原子炉に有意な影響を与える主要な要因を抽出
（第 2 図参照）
ステップ 2
主要な要因に対する故障モードを抽出
（第 2 図参照）
ステップ 3
抽出された故障モードが各建屋において
発生し得るかを分析
（第 2 図参照）
ステップ 4
各建屋について，分析結果を踏まえ代表事象を選定
（第 2 図参照）
ステップ 5
代表事象の重畳を抽出
（結果を厳しくする事象の組合せ）
（3.1,3.2 参照）
ステップ 6
内部火災においても動作を期待できる緩和系の確認
（第 9 表参照）
ステップ 7
事象毎に単一故障の想定を割り当てる（第 11 表）
ステップ 8
解析実施

第 1 図　評価プロセス

2.　代表事象の抽出【ステップ 1～4】

安全評価審査指針の評価事象の選定方法に従い，原子炉に有意な影響を与える主要な要因及びその要因に対する故障の抽出結果を第 2 図に示す。また，同図において，抽出した故障が，原子炉建屋及びタービン建屋において発生し得るかを分析し，各建屋において抽出した代表事象を示す。

第 2 図において抽出された，原子炉建屋及びタービン建屋における内部火災により発生する可能性のある代表事象を第 1 表に示す。

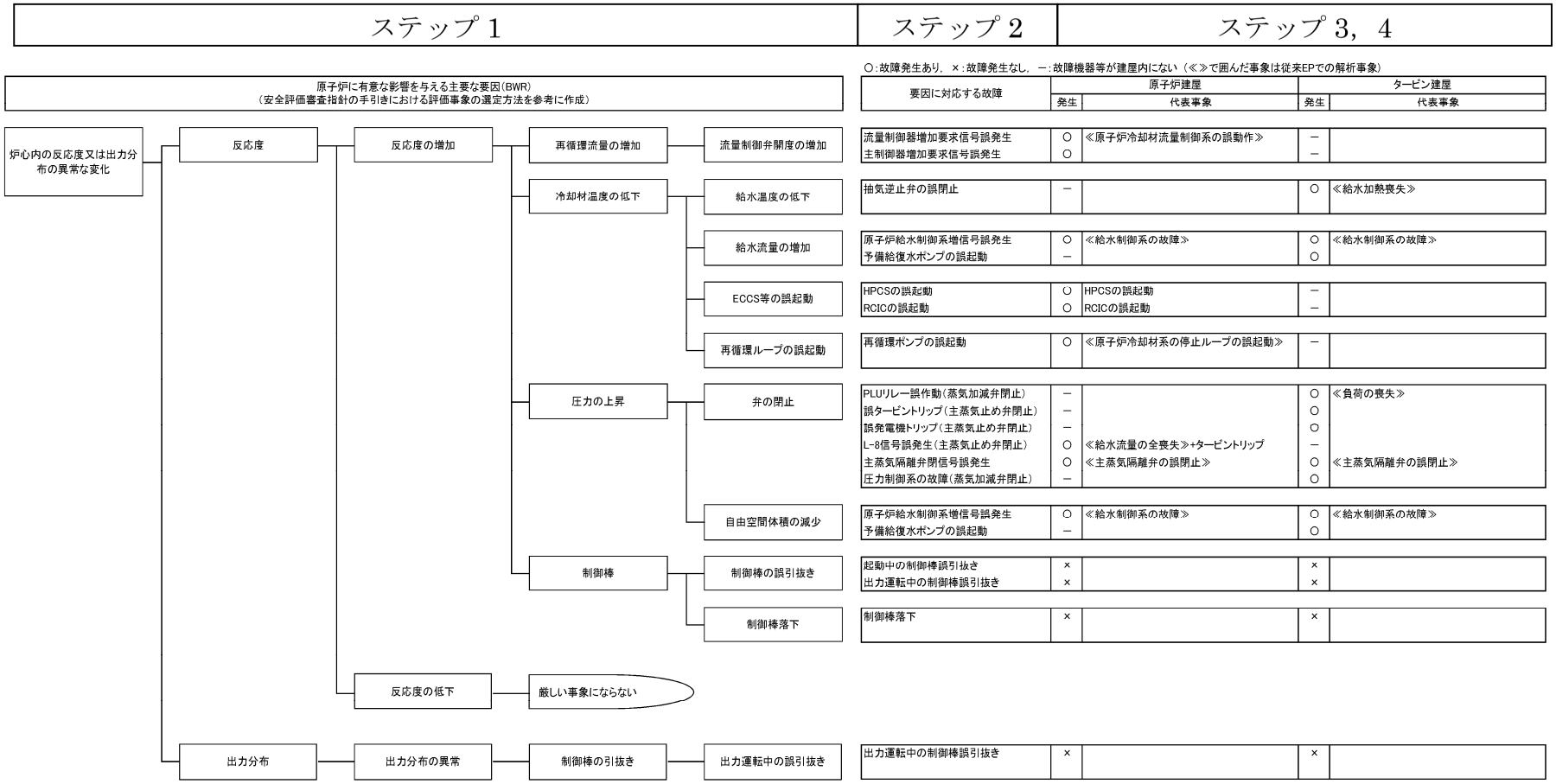
第 1 表　抽出された代表事象

抽出された代表事象	原子炉建屋	タービン建屋
原子炉冷却材の停止ループの誤起動	○	－
原子炉冷却材流量の喪失	○	○
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	○	－
給水流量の全喪失＋タービントリップ※2	○	－
主蒸気隔離弁の誤閉止	○	○
逃がし弁開放	○	－
給水制御系の故障（流量減少）	○	―※1
給水制御系の故障※3	○	○
HPCS の誤起動	○	－
RCIC の誤起動	○	－
給水加熱喪失	－	○
負荷の喪失	－	○
原子炉圧力制御系の故障	－	○
給水流量の全喪失	－	○

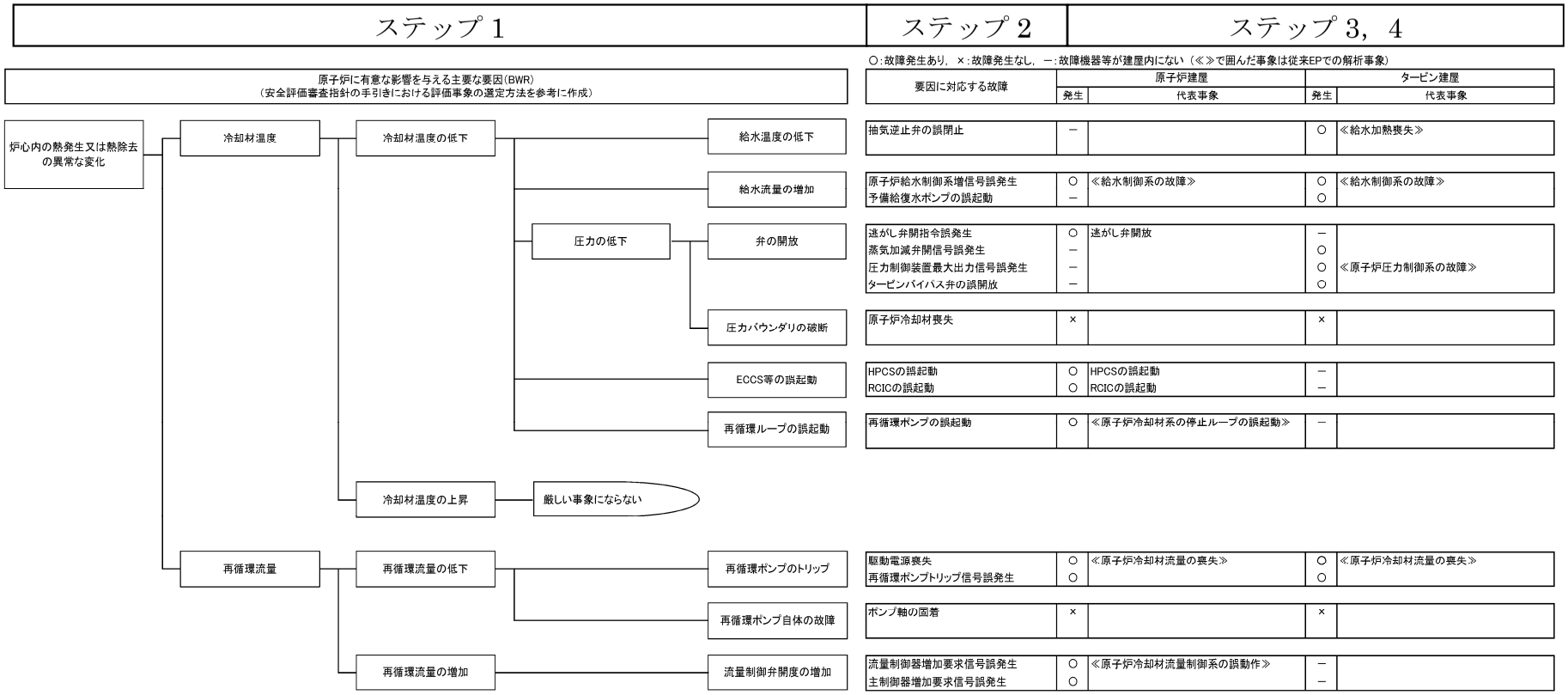
※１：タービン建屋ではより厳しい給水流量の全喪失を想定

※２：原子炉の出力運転中に，原子炉水位高（レベル 8）信号の誤発信により，タービンがトリップするとともに，原子炉給水ポンプがトリップする事象

※３：原子炉給水制御系の誤信号等により，給水流量が増加する事象は，原子炉設置変更許可申請書に倣い，単に「給水制御系の故障」という。

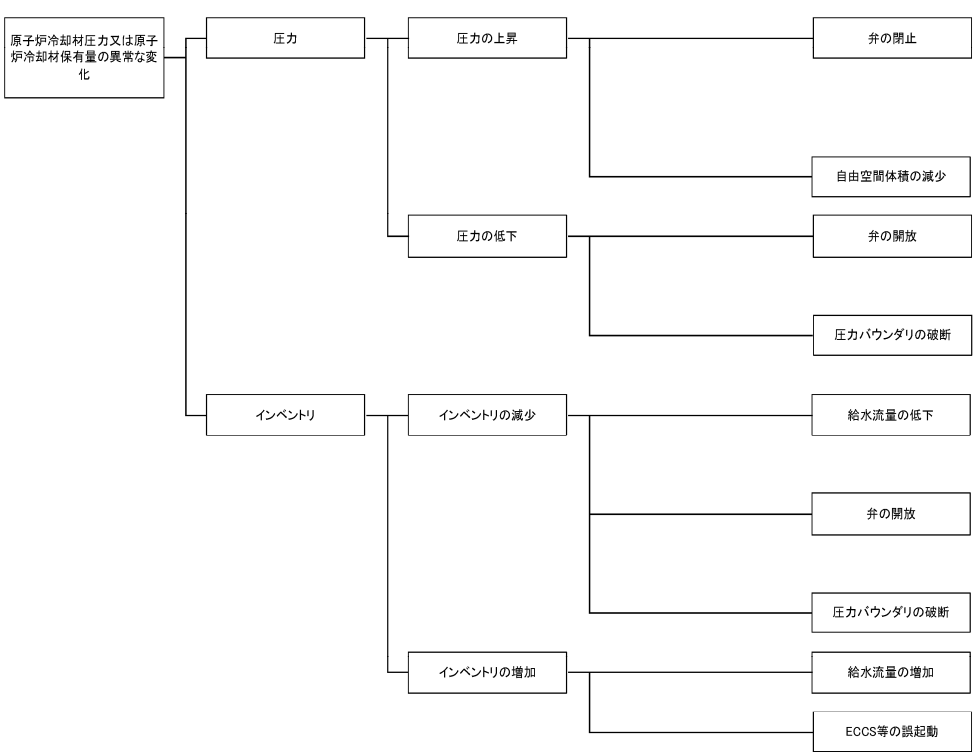

ステップ1
ステップ2
ステップ3，4
○：故障発生あり，×：故障発生なし，－：故障機器等が建屋内にない（≪≫で囲んだ事象は従来EPでの解析事象）
原子炉に有意な影響を与える主要な要因（BWR）
（安全評価審査指針の手引きにおける評価事象の選定方法を参考に作成）
要因に対応する故障
原子炉建屋
タービン建屋
発生
代表事象
炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化
反応度
反応度の増加
再循環流量の増加
流量制御弁開度の増加
流量制御器増加要求信号誤発生 ○
主制御器増加要求信号誤発生 ○
≪原子炉冷却材流量制御系の誤動作≫
－
－
冷却材温度の低下
給水温度の低下
抽気逆止弁の誤閉止 －
○
≪給水加熱喪失≫
給水流量の増加
原子炉給水制御系増信号誤発生 ○
予備給復水ポンプの誤起動 －
≪給水制御系の故障≫
○
○
≪給水制御系の故障≫
ECCS等の誤起動
HPCSの誤起動 ○
RCICの誤起動 ○
HPCSの誤起動
RCICの誤起動
－
－
再循環ループの誤起動
再循環ポンプの誤起動 ○
≪原子炉冷却材系の停止ループの誤起動≫
－
圧力の上昇
弁の閉止
PLUリレー誤作動（蒸気加減弁閉止） －
誤タービントリップ（主蒸気止め弁閉止） －
誤発電機トリップ（主蒸気止め弁閉止） －
L-8信号誤発生（主蒸気止め弁閉止） ○
主蒸気隔離弁閉信号誤発生 ○
圧力制御系の故障（蒸気加減弁閉止） －
≪給水流量の全喪失≫+タービントリップ
≪主蒸気隔離弁の誤閉止≫
－
○
○
○
－
○
○
○
≪負荷の喪失≫
≪主蒸気隔離弁の誤閉止≫
自由空間体積の減少
原子炉給水制御系増信号誤発生 ○
予備給復水ポンプの誤起動 －
≪給水制御系の故障≫
○
○
≪給水制御系の故障≫
制御棒
制御棒の誤引抜き
起動中の制御棒誤引抜き ×
出力運転中の制御棒誤引抜き ×
×
×
制御棒落下
制御棒落下 ×
×
反応度の低下
厳しい事象にならない
出力分布
出力分布の異常
制御棒の引抜き
出力運転中の誤引抜き
出力運転中の制御棒誤引抜き ×
×

第2図　外乱分析図（1/3）


ステップ1
ステップ2
ステップ3，4
○：故障発生あり，×：故障発生なし，－：故障機器等が建屋内にない（≪≫で囲んだ事象は従来EPでの解析事象）
原子炉に有意な影響を与える主要な要因(BWR)
（安全評価審査指針の手引きにおける評価事象の選定方法を参考に作成）
要因に対応する故障
原子炉建屋
タービン建屋
発生
代表事象
発生
代表事象
炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化
冷却材温度
冷却材温度の低下
給水温度の低下
抽気逆止弁の誤閉止 － ○ ≪給水加熱喪失≫
給水流量の増加
原子炉給水制御系増信号誤発生 ○ ≪給水制御系の故障≫ ○ ≪給水制御系の故障≫
予備給復水ポンプの誤起動 － ○
圧力の低下
弁の開放
逃がし弁開指令誤発生 ○ 逃がし弁開放 －
蒸気加減弁開信号誤発生 － ○
圧力制御装置最大出力信号誤発生 － ○ ≪原子炉圧力制御系の故障≫
タービンバイパス弁の誤開放 － ○
圧力バウンダリの破断
原子炉冷却材喪失 × ×
ECCS等の誤起動
HPCSの誤起動 ○ HPCSの誤起動 －
RCICの誤起動 ○ RCICの誤起動 －
再循環ループの誤起動
再循環ポンプの誤起動 ○ ≪原子炉冷却材系の停止ループの誤起動≫ －
冷却材温度の上昇
厳しい事象にならない
再循環流量
再循環流量の低下
再循環ポンプのトリップ
駆動電源喪失 ○ ≪原子炉冷却材流量の喪失≫ ○ ≪原子炉冷却材流量の喪失≫
再循環ポンプトリップ信号誤発生 ○ ○
再循環ポンプ自体の故障
ポンプ軸の固着 × ×
再循環流量の増加
流量制御弁開度の増加
流量制御器増加要求信号誤発生 ○ ≪原子炉冷却材流量制御系の誤動作≫ －
主制御器増加要求信号誤発生 ○ －

第2図　外乱分析図（2/3）

ステップ1	ステップ2	ステップ3，4



○：故障発生あり，×：故障発生なし，－：故障機器等が建屋内にない（≪≫で囲んだ事象は従来EPでの解析事象）

要因に対応する故障	原子炉建屋		タービン建屋	
	発生	代表事象	発生	代表事象
PLUリレー誤作動（蒸気加減弁閉止）	－		○	≪負荷の喪失≫
誤タービントリップ（主蒸気止め弁閉止）	－		○	
誤発電機トリップ（主蒸気止め弁閉止）	－		○	
L-8信号誤発生（主蒸気止め弁閉止）	○	≪給水流量の全喪失≫+タービントリップ	－	
主蒸気隔離弁閉信号誤発生	○	≪主蒸気隔離弁の誤閉止≫	○	≪主蒸気隔離弁の誤閉止≫
圧力制御系の故障（蒸気加減弁閉止）	－		○	
原子炉給水制御系増信号誤発生	○	≪給水制御系の故障≫	○	≪給水制御系の故障≫
予備給復水ポンプの誤起動	－		○	
逃がし弁開指令誤発生	○	逃がし弁開放	－	
蒸気加減弁開信号誤発生	－		○	
圧力制御装置最大出力信号誤発生	－		○	≪原子炉圧力制御系の故障≫
タービンバイパス弁の誤開放	－		○	
原子炉冷却材喪失	×		×	
原子炉給水ポンプのトリップ	－		○	≪給水流量の全喪失≫
L-8信号誤発生	○	≪給水流量の全喪失≫+タービントリップ	－	
原子炉給水制御系減信号誤発生	○	給水制御系の故障（流量減少）	○	
復水ポンプのトリップ（駆動電源喪失）	－		○	
逃がし弁開指令誤発生	○	逃がし弁開放	－	
蒸気加減弁開信号誤発生	－		○	
圧力制御装置最大出力信号誤発生	－		○	≪原子炉圧力制御系の故障≫
タービンバイパス弁の誤開放	－		○	
原子炉冷却材喪失	×		×	
原子炉給水制御系増信号誤発生	○	≪給水制御系の故障≫	○	≪給水制御系の故障≫
予備給復水ポンプの誤起動	－		○	
HPCSの誤起動	○	HPCSの誤起動	－	
RCICの誤起動	○	RCICの誤起動	－	

第2図　外乱分析図（3/3）

3.　重畳を考慮した内部火災影響評価事象の抽出【ステップ 5】

3.1　重畳を考慮すべき事象の分析

2.にて抽出した，原子炉建屋及びタービン建屋における内部火災により発生する可能性のある代表事象について，重畳を考慮した場合に，事象を厳しくする可能性について検討した。結果を第 2 表及び第 3 表に示す。

重畳を考慮すべき事象として抽出された代表事象の概要を第 4 表に示す。

第 2 表　原子炉建屋における抽出事象及び重畳考慮の要否

抽出された事象		重畳	重畳を考慮しない理由※
Ⅰ	原子炉冷却材の停止ループの誤起動	－	部分出力状態での発生事象であり重畳による影響が小さい
Ⅱ	原子炉冷却材流量の喪失	－	①
Ⅲ	原子炉冷却材流量制御系の誤動作	考慮	－
Ⅳ	給水流量の全喪失＋タービントリップ	考慮	－
Ⅴ	主蒸気隔離弁の誤閉止	考慮	－
Ⅵ	逃がし弁開放	－	②
Ⅶ	給水制御系の故障（流量減少）	－	③
Ⅷ	給水制御系の故障	考慮	－
Ⅸ	HPCS の誤起動	－	②（上部プレナムへの注水で蒸気が凝縮し圧力が低下する）
Ⅹ	RCIC の誤起動	－	②（ドーム部への注水で蒸気が凝縮し圧力が低下する）

第 3 表　タービン建屋における抽出事象及び重畳考慮の要否

代表事象		重畳	重畳を考慮しない理由※
Ⅰ	給水加熱喪失	考慮	－
Ⅱ	原子炉冷却材流量の喪失	－	①
Ⅲ	負荷の喪失	考慮	－
Ⅳ	主蒸気隔離弁の誤閉止	考慮	－
Ⅴ	原子炉圧力制御系の故障	－	②
Ⅵ	給水流量の全喪失	－	③
Ⅶ	給水制御系の故障	考慮	－

※　重畳を考慮しない理由

①再循環流量が減少する事象は，BWR-5 では再循環ポンプの慣性が大きく，炉心流量の減少による炉心の冷却能力低下に対し，原子炉出力の減少が早めに作用するため，重畳を考慮しても結果を厳しくしない。

②圧力が低下する事象は重畳を考慮しても結果を厳しくしない。

③再循環流量の減少を伴わず，出力が低下する事象は重畳を考慮しても結果を厳しくしない。

第 4 表　抽出された代表事象の概要

抽出事象	概要
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	原子炉の出力運転中に，再循環流量制御系の誤動作により再循環流量が増加し，原子炉出力が上昇する事象。
給水流量の全喪失 ＋タービントリップ	原子炉の出力運転中に，原子炉水位高信号の誤発生により，タービンがトリップするとともに，原子炉給水ポンプがトリップする事象。
主蒸気隔離弁の誤閉止	原子炉の出力運転中に，主蒸気隔離弁が閉止し，原子炉圧力が上昇する事象。
給水制御系の故障	原子炉の出力運転中に，給水制御器の誤動作等により，給水流量が急激に増加し，炉心入口サブクーリングが増加して，原子炉出力が上昇する事象。
給水加熱喪失	原子炉の出力運転中に，給水加熱器への蒸気流量が喪失して，給水温度が徐々に低下し，炉心入口サブクーリングが増加して，原子炉出力が上昇する事象。
負荷の喪失	原子炉の出力運転中に，電力系統事故等により，発電機負荷遮断が生じ，蒸気加減弁が急速に閉止し，原子炉圧力が上昇する事象。

3.2　抽出事象に対する重畳の分析結果

3.1 で抽出された重畳を考慮した場合に事象を厳しくする可能性のある事象について，スクラムのタイミング等のプラント挙動について整理し，これらの観点から，重畳の組合せを考慮した場合に事象を厳しくする可能性があるかについて，更なる検討を行う。

この検討においては，2 つの事象の組合せについて，重畳を考慮したとしてもどちらか 1 つの事象に包絡される，重畳を考慮した場合には厳しい評価となる可能性がある，又は，重畳を考慮しない（単独の事象）方が厳しい評価となるかについて，定性的に評価を行う。

なお，重畳を考慮した場合に厳しくなる事象の組合せが複数同定される場合には，更なる重畳を検討することが必要となるが，次に示すとおり，厳しくなる組合せが 2 つ以上はなかったことから，3 つ以上の事象の重畳についても 2 つの事象の重畳に包含されることを確認した。

3.2.1　原子炉建屋における代表事象の重畳

第2表にて抽出された事象について，スクラムのタイミング等のプラント挙動について整理した結果を，第5表に示す。

「給水流量の全喪失＋タービントリップ」，「主蒸気隔離弁の誤閉止」，「給水制御系の故障」は，いずれも弁の閉止に伴い発生する原子炉圧力上昇事象である。これらの事象の中では，主蒸気隔離弁に比べて弁の閉止速度が速いタービントリップ（主蒸気止め弁閉）を伴う事象であり，「給水流量の全喪失＋タービントリップ」に比べてタービントリップ時の出力が高い「給水制御系の故障」が最も厳しい結果を与える。また，「給水制御系の故障」と「原子炉冷却材流量制御系の誤動作」を比較すると，弁閉止に伴う原子炉圧力の上昇に起因して大きな反応度の加わる「給水制御系の故障」の方が厳しい結果を与える。なお，「主蒸気隔離弁の誤閉止」については，原子炉圧力が最も高い事象となっているが，ＭＣＰＲの判断基準に対する余裕が大きく「給水制御系の故障」に比べてΔＭＣＰＲが有意に小さいこと，原子炉圧力は最高使用圧力に至らず判断基準に対する裕度が大きいこと及びスクラムのタイミングが早く他の事象との重畳を考慮した場合であっても事象を厳しくしないことから，「給水制御系の故障」の方が厳しい結果を与えると判断した。

また，上記を踏まえ，重畳を考慮した場合について検討した結果を第7表に示す。本表のとおり，事象の重畳が厳しい結果を与えることはない。

以上のことから，原子炉建屋における内部火災を想定した場合の評価事象は，「給水制御系の故障」とする。

3.2.2　タービン建屋における代表事象の重畳

第3表にて抽出された事象について，スクラムのタイミング等のプラント挙動について整理した結果を，第6表に示す。これを踏まえ，重畳を考慮した場合について検討した結果を第8表に示す。

弁の閉止が最も速い事象は，タービン加減弁急速閉を伴う「負荷の喪失」であり，タービントリップ（主蒸気止め弁閉）を伴う「給水制御系の故障」より弁の閉止速度は若干速い。ただし，「給水制御系の故障」は，弁の閉止時までの出力上昇があり，「負荷の喪失」に比べて厳しい結果を与える。また，第8表のとおり，「給水制御系の故障」については，「給水加熱喪失」との重畳が厳しい結果を与えるものと考えられ，その他の事象に比べて厳しい結果を与えるものと考える。

なお，後述のとおり，タービン建屋における内部溢水では MS-3 機能を有するタービンバイパス弁に期待できないことを考慮すると，「負荷の喪失」は他の単独事象に比べて厳しい事象となるが，「給水制御系の故障」と「給水加熱喪失」の重畳事象はスクラム時点での原子炉出力が「負荷の喪失」よりも高くなることから，「負荷の喪失」よりも厳しい結果となると考えられる。

以上のことから，タービン建屋における内部火災を想定した場合の評価事象は，「給水制御系の故障＋給水加熱喪失」とする。

第5表　解析結果（原子炉建屋）

	スクラム	事象発生時の影響		事象発生時の出力／圧力のピーク値	備考
		出力	炉心流量		
Ⅲ　原子炉冷却材流量制御系の誤動作	中性子束高 （約1.5秒後）	炉心流量増加に伴うボイド率減少により出力増加	増加	出力：約172% 圧力：約6.66MPa[gage] ΔMCPR：0.16 （最小値1.45）	初期条件：定格出力の59%，定格炉心流量の41%での解析
Ⅳ　給水流量の全喪失＋タービントリップ （原子炉水位高（レベル8）誤信号）※	主蒸気止め弁閉 （約0.075秒）	原子炉圧力上昇に伴うボイド率減少により出力増加	再循環ポンプトリップにより低下	出力：約157% 圧力：約7.87MPa[gage] ΔMCPR：0.16	タービンバイパス弁不作動時は出力約232%，圧力約8.04MPa[gage]，ΔMCPR：0.28
Ⅴ　主蒸気隔離弁の誤閉止	主蒸気隔離弁閉 （約0.3秒）	原子炉圧力上昇に伴うボイド率減少により出力増加	－	出力：約220% 圧力：約7.99MPa[gage] ΔMCPR：0.11	
Ⅷ　給水制御系の故障	主蒸気止め弁閉 （約9秒後） （原子炉水位高→タービントリップ→）	炉心入口サブクール増大より出力増加	－ （タービントリップに伴う再循環ポンプトリップにより低下）	出力：約207% 圧力：約7.91MPa[gage] ΔMCPR：0.26	

※：給水流量の全喪失は，事象発生後約6.3秒で原子炉水位低スクラムに至る事象進展がタービントリップに比べ緩やかな事象であることから，タービントリップの評価で代表できる（出力／圧力ピーク値の記載はタービントリップとほぼ同等の負荷の喪失での解析結果）。

第6表　解析結果（タービン建屋）

	スクラム	事象発生時の影響		事象発生時の出力／圧力のピーク値	備考
		出力	炉心流量		
Ⅰ　給水加熱喪失※	中性子束高（熱流束相当） （約96秒）	炉心入口サブクール増大により出力増加	－	出力：約122％ 圧力：約7.11MPa［gage］ ΔMCPR：0.17	
Ⅲ　負荷の喪失	蒸気加減弁急閉 （約0.075秒）	原子炉圧力上昇に伴うボイド率減少により出力増加	再循環ポンプトリップにより低下	出力：約157％ 圧力：約7.87MPa［gage］ ΔMCPR：0.16	タービンバイパス弁不作動時は出力約232％，圧力約8.04MPa［gage］，ΔMCPR：0.28
Ⅳ　主蒸気隔離弁の誤閉止	主蒸気隔離弁閉 （約0.3秒）	原子炉圧力上昇に伴うボイド率減少により出力増加	－	出力：約220% 圧力：約7.99MPa［gage］ ΔMCPR：0.11	
Ⅶ　給水制御系の故障	主蒸気止め弁閉 （約9秒後） 原子炉水位高→タービントリップ→）	炉心入口サブクール増大により出力増加	－ （タービントリップに伴う再循環ポンプトリップにより低下）	出力：約207％ 圧力：約7.91MPa［gage］ ΔMCPR：0.26	

※：給水加熱器1段の機能喪失時の解析結果。複数段の機能喪失時には，炉心入口サブクールの増加量が大きくなり，スクラム時刻は早くなるが，スクラムする出力点は変わらず，スクラム後の事象進展は同様となると考えられる。

第7表　重畳を考慮した場合の事象進展の分析（原子炉建屋）

	Ⅳ　給水流量の全喪失 ＋タービントリップ	Ⅴ　主蒸気隔離弁の誤閉止	Ⅷ　給水制御系の故障
Ⅲ　原子炉冷却材流量制御系の誤動作	×	×	×
	スクラムタイミングが遅いⅢが出力上昇の観点から厳しいが，部分出力運転から始まるⅢに比べてⅣは原子炉圧力上昇及びMCPRの観点で厳しく，プラント挙動としては影響が大きい。 重畳事象はタービントリップによりただちにスクラムするため，単独事象であるⅣにより代表できる。 【抽出事象：Ⅳ】	隔離弁が閉止するⅤが部分出力から始まるⅢに比べて出力上昇，原子炉圧力上昇及びMCPRの観点で厳しい。 重畳事象はⅤにより直ちにスクラムするため，単独事象であるⅤにより代表できる。 【抽出事象：Ⅴ】	Ⅷは，給水流量増加による出力上昇の後にタービントリップ（主蒸気止め弁閉）するため，出力上昇，原子炉圧力上昇及びMCPRの観点で厳しい。 重畳事象はⅢに起因した炉心流量の増加による出力上昇によってタービントリップする前に短時間で中性子束高スクラムに至るため，組み合わせない方が結果を厳しくする。したがって，Ⅷにより代表できる。 【抽出事象：Ⅷ】
Ⅳ　給水流量の全喪失 ＋タービントリップ	－	×	×
		タービンバイパス弁に期待できないⅤが出力上昇及び原子炉圧力上昇の観点で厳しい。 MCPRの観点では弁閉止速度の速いⅣが厳しく，この観点が判断基準に対して最も裕度が少ない。 重畳事象はⅣの方が早期にスクラムし，かつ影響が大きいため，単独事象であるⅣにより代表できる。 【抽出事象：Ⅳ】	Ⅷは，給水流量増加による出力上昇の後にタービントリップ（主蒸気止め弁閉）するため，出力上昇，原子炉圧力上昇及びMCPRの観点で厳しい。 重畳事象はⅣによるタービントリップにより直ちにスクラムするため，単独事象であるⅧにより代表できる。 【抽出事象：Ⅷ】
Ⅴ　主蒸気隔離弁の誤閉止	－	－	×
			タービンバイパス弁に期待できないⅤが出力上昇及び原子炉圧力上昇の観点で厳しい。 MCPRの観点では弁閉止時の出力が高く弁閉止速度の速いⅧが厳しく，この観点が判断基準に対して最も裕度が少ない。 重畳事象はⅤにより直ちにスクラムするため，単独事象であるⅧにより代表できる。 【抽出事象：Ⅷ】

○：重畳事象が厳しい　　×：単独事象に包絡される又は単独事象が厳しい　　－：重畳の考慮不要

第8表　重畳を考慮した場合の事象進展の分析（タービン建屋）

	Ⅲ　負荷の喪失	Ⅳ　主蒸気隔離弁の誤閉止	Ⅶ　給水制御系の故障
Ⅰ　給水加熱喪失	×	×	○
	タービン加減弁急速閉による反応度の添加速度が速いⅢが出力上昇及び原子炉圧力上昇の観点で厳しい。MCPR の観点ではスクラムタイミングが遅いⅠが厳しく，この観点が判断基準に対して最も裕度が少ない。 重畳事象はⅢにより直ちにスクラムするため，単独事象であるⅠにより代表できる。 【抽出事象：Ⅰ】	隔離弁閉止による反応度の添加速度が速いⅣが出力上昇及び原子炉圧力上昇の観点で厳しい。MCPR の観点ではスクラムタイミングが遅いⅠが厳しく，この観点が判断基準に対して最も裕度が少ない。 重畳事象はⅣにより直ちにスクラムするため，単独事象であるⅠにより代表できる。 【抽出事象：Ⅰ】	主蒸気止め弁閉止による反応度の添加速度が速いⅦが出力上昇，原子炉圧力上昇及びMCPRの観点で厳しい。 重畳事象は主蒸気止め弁閉止時の出力が高くなるため，Ⅶが単独で発生した場合よりも厳しい事象となる。 【抽出事象：Ⅰ＋Ⅶ】
Ⅲ　負荷の喪失	―	×	×
		タービンバイパス弁に期待できないⅣが出力上昇及び原子炉圧力上昇の観点で厳しい。MCPR の観点では弁閉止速度の速いⅢが厳しく，この観点が判断基準に対して最も裕度が少ない。 重畳事象は弁の閉止速度が速いⅢにより代表できる。 【抽出事象：Ⅲ】	Ⅶは，給水流量増加による出力上昇の後にタービントリップ（主蒸気止め弁閉）するため，出力上昇，原子炉圧力上昇及び MCPR の観点で厳しい。 重畳事象はⅢにより直ちにスクラムするため，単独事象であるⅦにより代表できる。 【抽出事象：Ⅶ】
Ⅳ　主蒸気隔離弁の誤閉止	―	―	×
			タービンバイパス弁に期待できないⅣが出力上昇及び原子炉圧力上昇の観点で厳しい。MCPR の観点では弁閉止時の出力が高く弁閉止速度の速いⅦが厳しく，この観点が判断基準に対して最も裕度が少ない。 重畳事象はⅣにより直ちにスクラムするため，単独事象であるⅦにより代表できる。 【抽出事象：Ⅶ】

○：重畳事象が厳しい　　×：単独事象に包絡される又は単独事象が厳しい　　―：重畳の考慮不要

4.　内部火災発生時に期待できる緩和系の整理【ステップ６】

原子炉建屋又はタービン建屋における内部火災において，動作を期待できる緩和機能を第 9 表に示す。

第 9 表　内部火災発生時に期待できる緩和系

緩和機能	火災発生建屋	
	原子炉建屋	タービン建屋
原子炉 停止機能	原子炉保護系 （中性子束高等のスクラム機能は多重化され，かつ２区分機能維持できる設計）	原子炉保護系 （原子炉建屋側 RPS）
炉心冷却機能	原子炉隔離時冷却系等※	原子炉隔離時冷却系等※
その他機能	主蒸気隔離弁	主蒸気隔離弁
	逃がし安全弁（安全弁機能）	逃がし安全弁（安全弁機能）
	－	逃がし安全弁（逃がし弁機能）
	タービンバイパス弁	－

※：本資料「東海第二発電所　内部火災の影響評価について」にて評価されている設備の機能喪失が発生することを前提としている。

5.　解析における機能喪失の仮定

5.1　内部火災影響による機能喪失の仮定

原子炉建屋又はタービン建屋における内部火災により機能喪失を仮定する緩和機能を第 10 表に示す。MS-3 機能については，内部火災が発生する建屋毎に機能喪失を仮定する。タービン系の原子炉保護系（RPS）(主蒸気止め弁閉スクラム・加減弁急閉スクラム)については，タービン建屋における内部火災に対して機能喪失すると仮定する。

第 10 表　機能喪失を仮定する緩和機能

緩和機能	火災発生建屋	
	原子炉建屋	タービン建屋
再循環ポンプトリップ	機能喪失を仮定	機能喪失を仮定
逃がし安全弁 (逃がし弁機能)	機能喪失を仮定	－
タービンバイパス弁	－	機能喪失を仮定
タービン系(RPS)	－	機能喪失を仮定

5.2　単一故障の仮定【ステップ 7】

解析を行うに際し，安全評価審査指針に従い，想定した事象に加え，原子炉停止機能及び炉心冷却機能に対し，解析の結果を厳しくする機器の単一故障を仮定する。具体的な単一故障の想定と解析への影響を第 11 表に示す。なお，原子炉建屋及びタービン建屋での解析を実施する事象発生時に期待する緩和系は第 9 表のとおりである。

第 11 表　単一故障の仮定と解析への影響

単一故障を仮定する機能	解析への影響
原子炉停止機能	・安全保護系に単一故障を仮定する。 ・安全保護系は多重化されているため，解析には影響しない。
炉心冷却機能	・内部火災影響及び更に単一故障により炉心冷却機能が喪失したとしても，残りの影響緩和系により炉心冷却が可能であるため，解析には影響しない。

6. 解析の実施【ステップ８】

6.1 使用する解析コード

解析に当たっては，第 12 表に示すとおり，設置許可申請解析において使用しているプラント動特性解析コード（REDY）及び単チャンネル熱水力解析コード（SCAT）を使用している。

第 12 表　解析コード

解析項目	コード名
プラント動特性挙動 ・中性子束 ・原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力	REDY
単チャンネル熱水力挙動 ・燃料被覆管温度	SCAT

6.2 解析条件

プラントの初期状態などについて，設計基準事象である過渡事象における前提条件を踏襲する。主要な解析条件を第 13 表に示す。

第 13 表　主要な解析条件

項目	解析条件
原子炉出力	3,440 MW
炉心入口流量	41.06×10^{3} t/h
原子炉圧力	7.03 MPa[gage]
原子炉水位	通常水位
外部電源	あり

6.3 判断基準

内部火災を起因として発生する代表事象に対して，単一故障を想定しても，影響緩和系により事象は収束し，原子炉が安全停止を維持できることを確

認する。ここで，事象が収束することの判断基準は，「設計基準事故」の判断基準を適用することとする。

また，本評価に適用する具体的な判断基準は次のとおりである。

・炉心は著しい損傷に至ることなく，かつ，十分な冷却が可能であること（燃料被覆管の温度が 1,200℃を下回ること）。

・原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は，最高使用圧力である 8.62MPa[gage]の 1.2 倍の圧力 10.34MPa[gage]以下であること。

6.4　解析結果

解析を実施する事象について，解析結果を第 14 表及び第 15 表，第 3 図及び第 5 図に，事象推移のフローチャートを第 4 図及び第 6 図に示す。

6.4.1　原子炉建屋での内部火災に起因する事象

原子炉建屋での内部火災に起因する事象の解析結果について以下に示す。

(1)　給水制御系の故障

(a)　原子炉停止状態

給水制御系故障による炉心入口サブクールの増加により，原子炉出力が上昇する。原子炉水位が上昇し，原子炉水位高（レベル 8）に達するとタービントリップし，主蒸気止め弁閉信号が発生する。主蒸気止め弁の閉信号により，原子炉はスクラムする。

(b)　炉心冷却状態

原子炉水位高（レベル 8）到達により給水ポンプがトリップするため，原子炉水位は徐々に低下するが，原子炉隔離時冷却系等により注水は維持される。また，タービントリップに伴う主蒸気止め弁閉止とともに原子炉圧力は増加するが，逃がし安全弁（安全弁機能）の作動によ

り，原子炉圧力の抑制を図ることが可能である。

(c) 安全停止状態

原子炉スクラム及び原子炉冷却により原子炉の安全停止の維持は可能である。

6.4.2 タービン建屋での内部火災に起因する事象

タービン建屋での内部火災に起因する事象の解析結果について以下に示す。

(1) 給水制御系の故障＋給水加熱喪失

(a) 原子炉停止状態

給水制御系故障と給水加熱喪失による炉心入口サブクールの増加によって，原子炉出力が上昇する。原子炉水位が上昇し，原子炉水位高（レベル 8）に達するとタービントリップし，主蒸気止め弁が閉止する。主蒸気止め弁閉信号によるスクラム機能は喪失を仮定しているため，主蒸気止め弁閉ではスクラムに至らない。ただし，主蒸気止め弁の閉止により原子炉圧力が上昇するため中性子束が上昇して中性子束高スクラムに至る。

(b) 炉心冷却状態

原子炉水位高（レベル 8）到達により，給水ポンプがトリップするため，原子炉水位は徐々に低下するが，原子炉隔離時冷却系等により注水は維持される。また，タービントリップに伴う主蒸気止め弁閉止とともに原子炉圧力は増加するが，逃がし安全弁（逃がし弁機能）の作動により，原子炉圧力の抑制を図ることが可能である。

(c) 安全停止状態

原子炉スクラム及び原子炉冷却により原子炉の安全停止の維持は可能である。

以上より，内部火災を起因として発生する過渡的な事象に対して，単一故障を想定しても，影響緩和系により事象は収束し，原子炉が安全停止を維持できることを確認した。

第 14 表　解析結果まとめ表

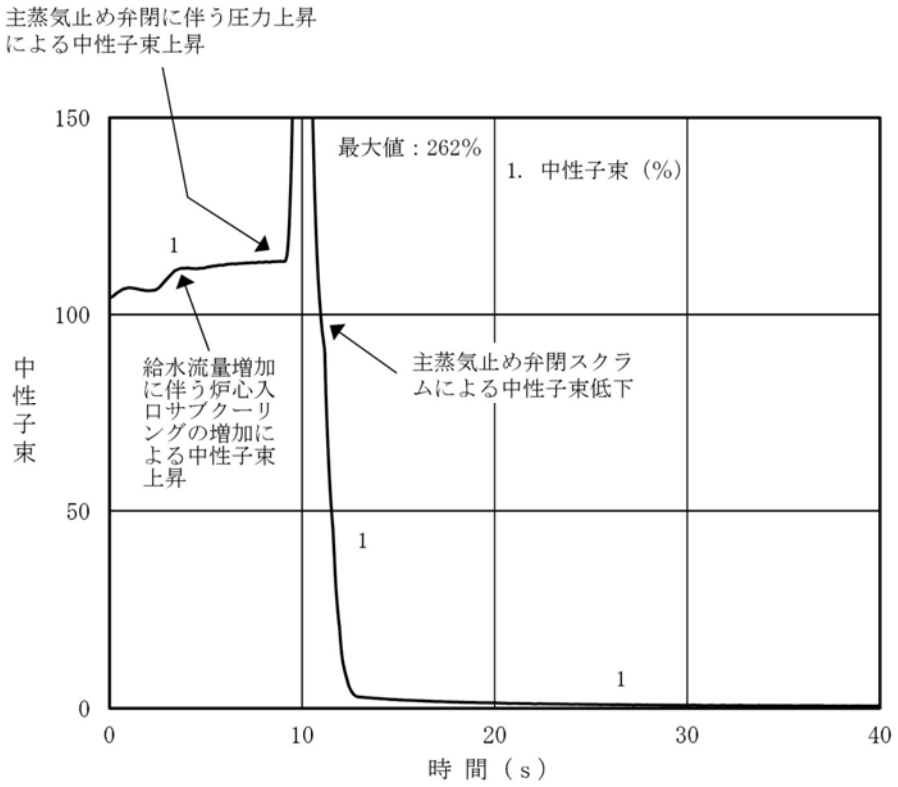
重畳事象	項目	解析結果 ( )内は判断目安
給水制御系の故障 （主蒸気止め弁閉スクラム）	中性子束(%)	262(－)
	原子炉冷却材圧力バウンダリ圧力 (MPa[gage])	8.66(10.34)
	燃料被覆管温度(℃)	約 632(1,200)

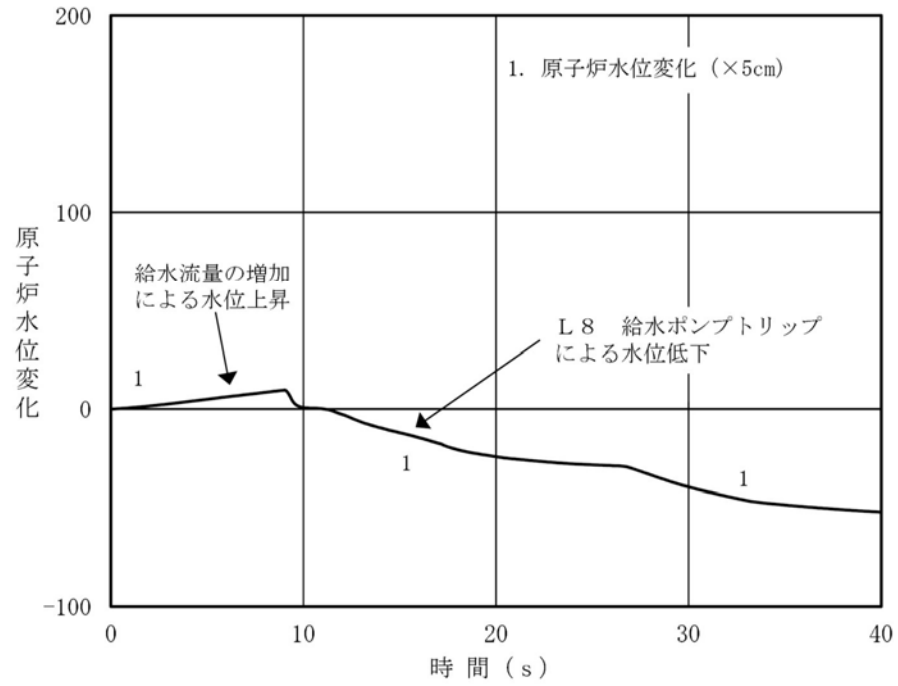
発生事象	時刻(秒)
給水制御系故障発生	0
原子炉スクラム(主蒸気止め弁閉)	8.9
安全弁開開始	10.7

第 15 表　解析結果まとめ表

重畳事象	項目	解析結果 ( )内は判断目安
給水制御系の故障 ＋給水加熱喪失 （中性子束高スクラム）	中性子束(%)	443(－)
	原子炉冷却材圧力バウンダリ圧力 (MPa[gage])	8.45(10.34)
	燃料被覆管温度(℃)	約 662(1,200)

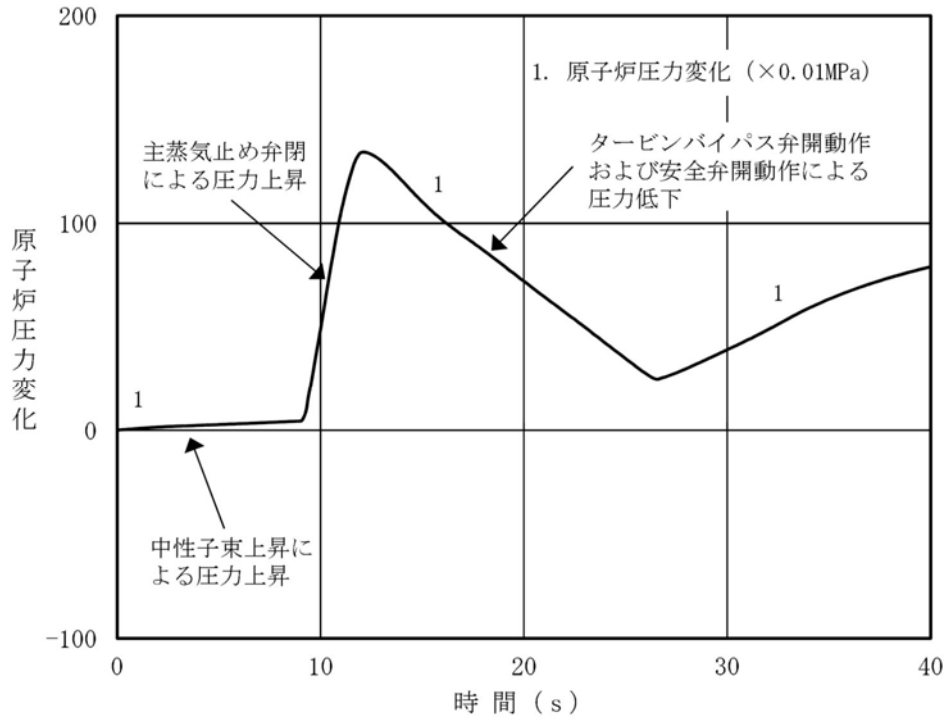
発生事象	時刻(秒)
給水制御系故障＋給水加熱喪失発生	0
原子炉水位 L8(給水ポンプトリップ)	9.0
原子炉スクラム(中性子束高)	9.4
逃がし弁開開始	9.9

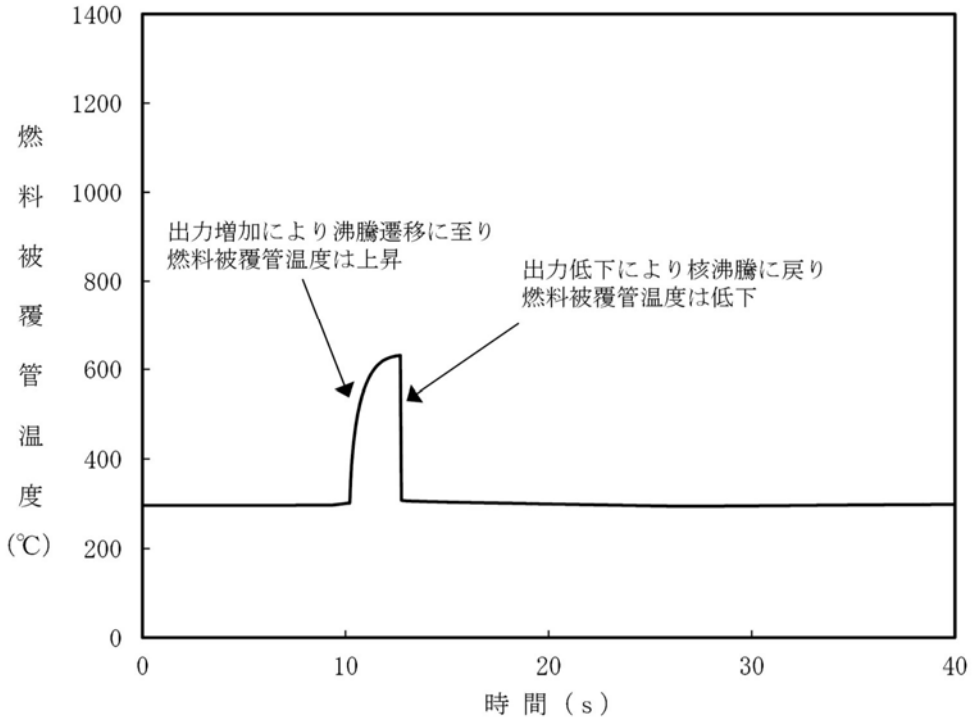




第 3 図　給水制御系の故障解析結果（原子炉建屋起因）

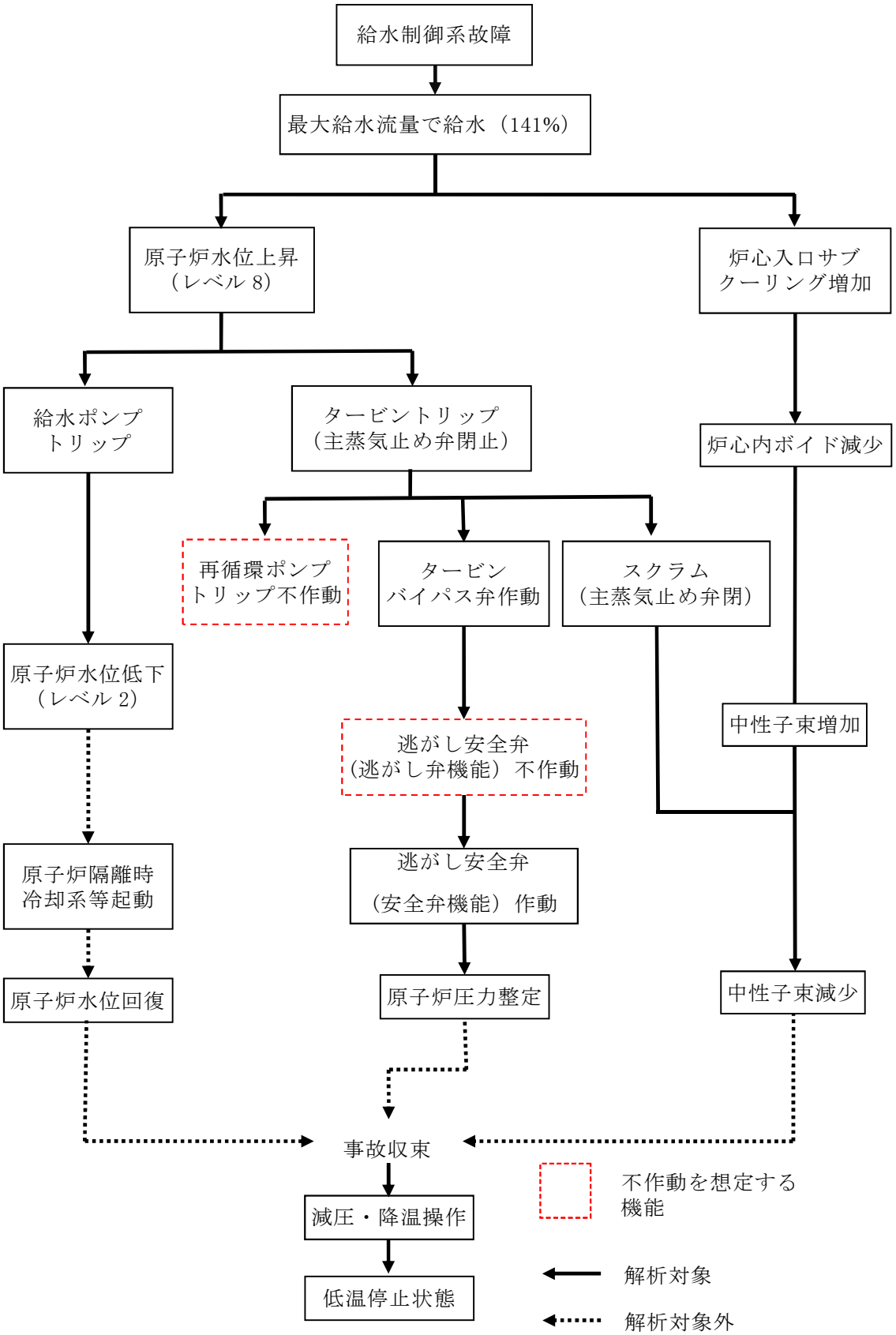
(1／2)



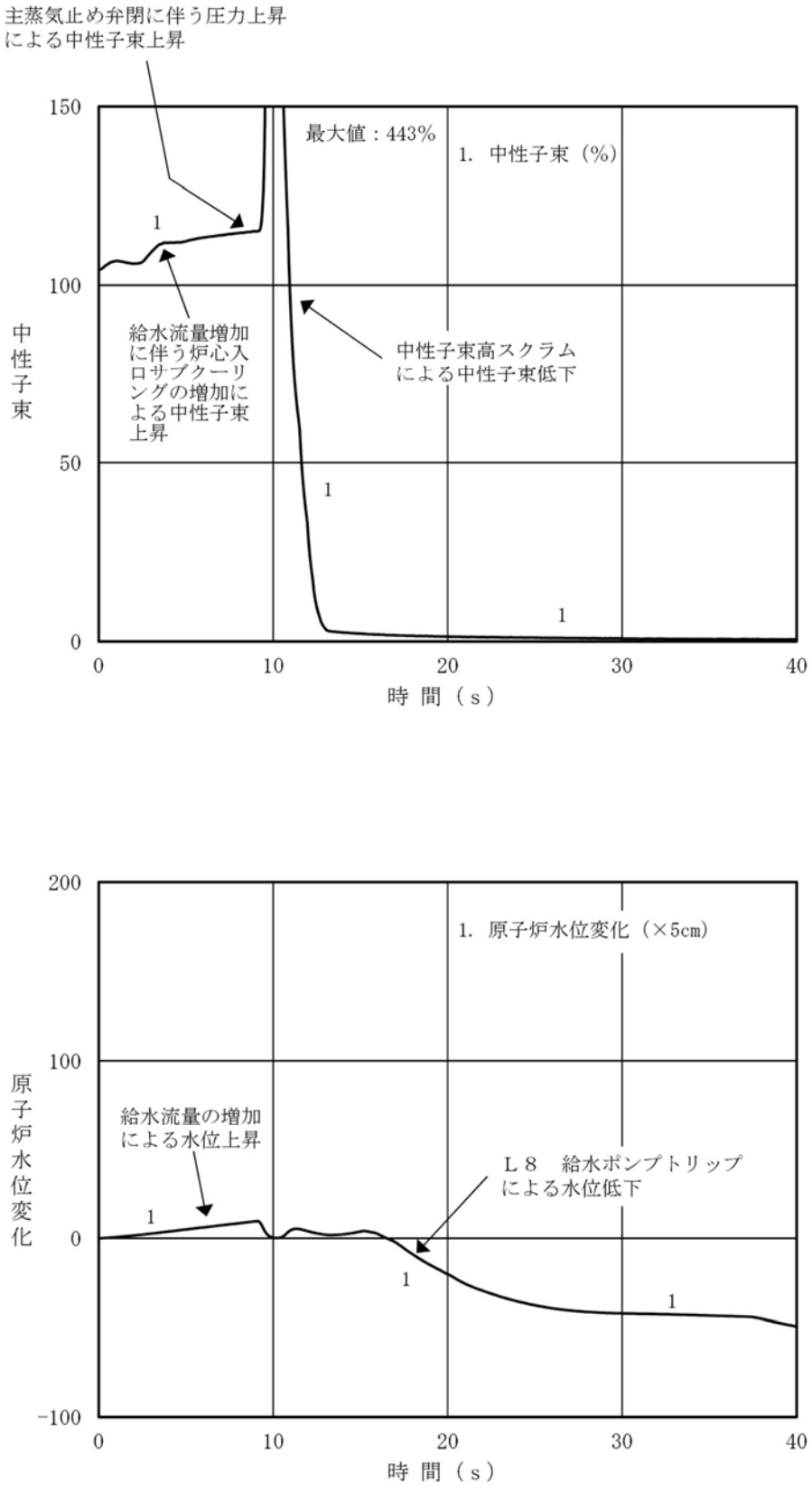


第 3 図　給水制御系の故障解析結果（原子炉建屋起因）

(2／2)

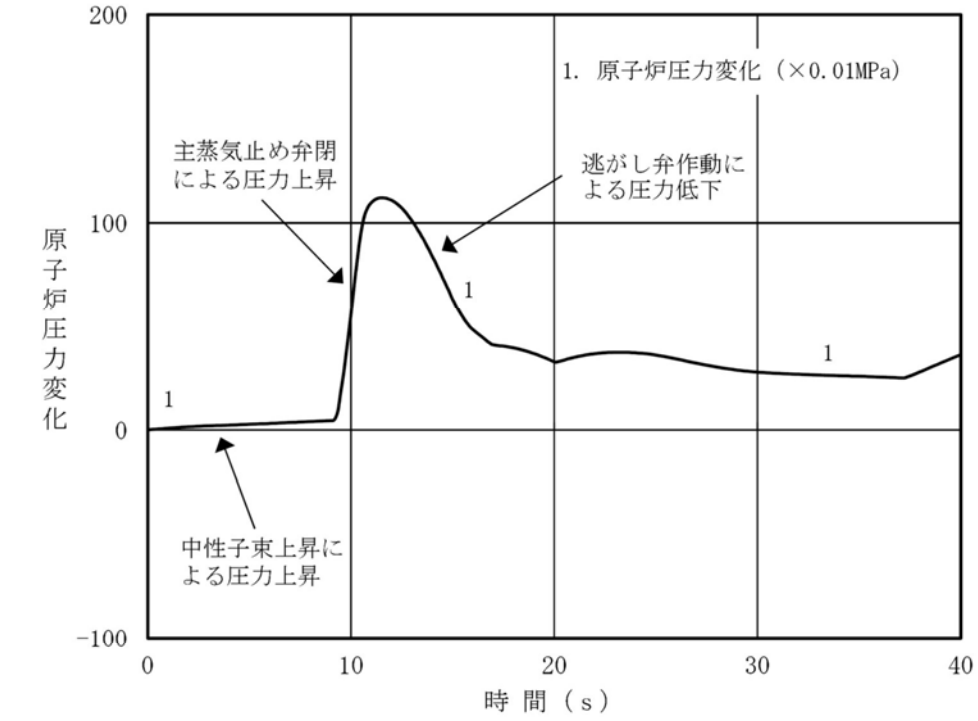


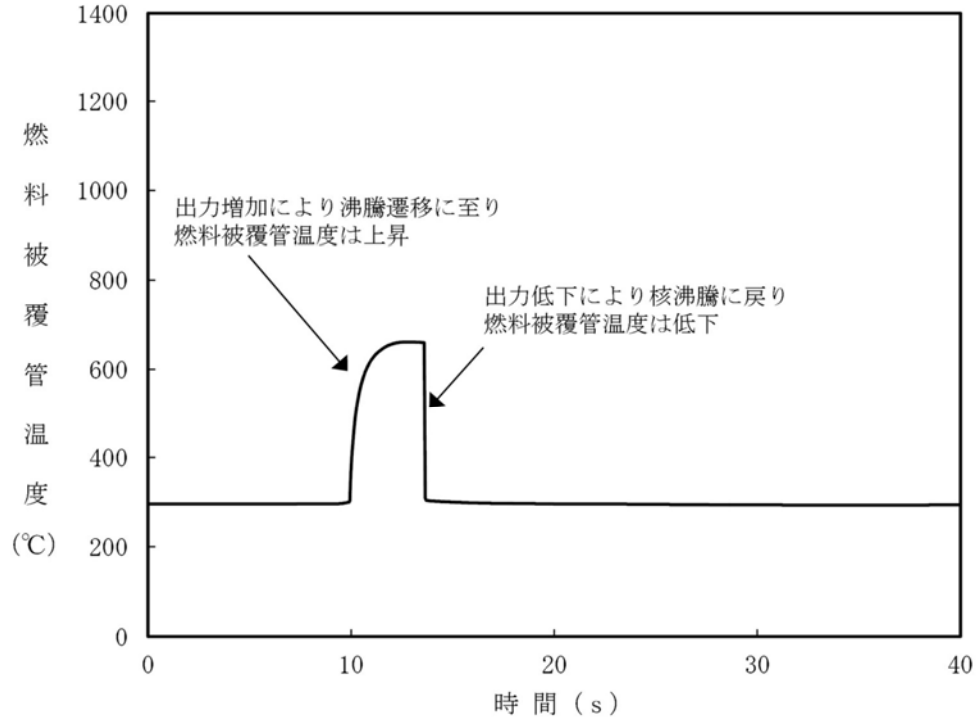
第 4 図　給水制御系の故障事象進展フロー（原子炉建屋起因）



第 5 図　給水制御系の故障＋給水加熱喪失解析結果（タービン建屋起因）

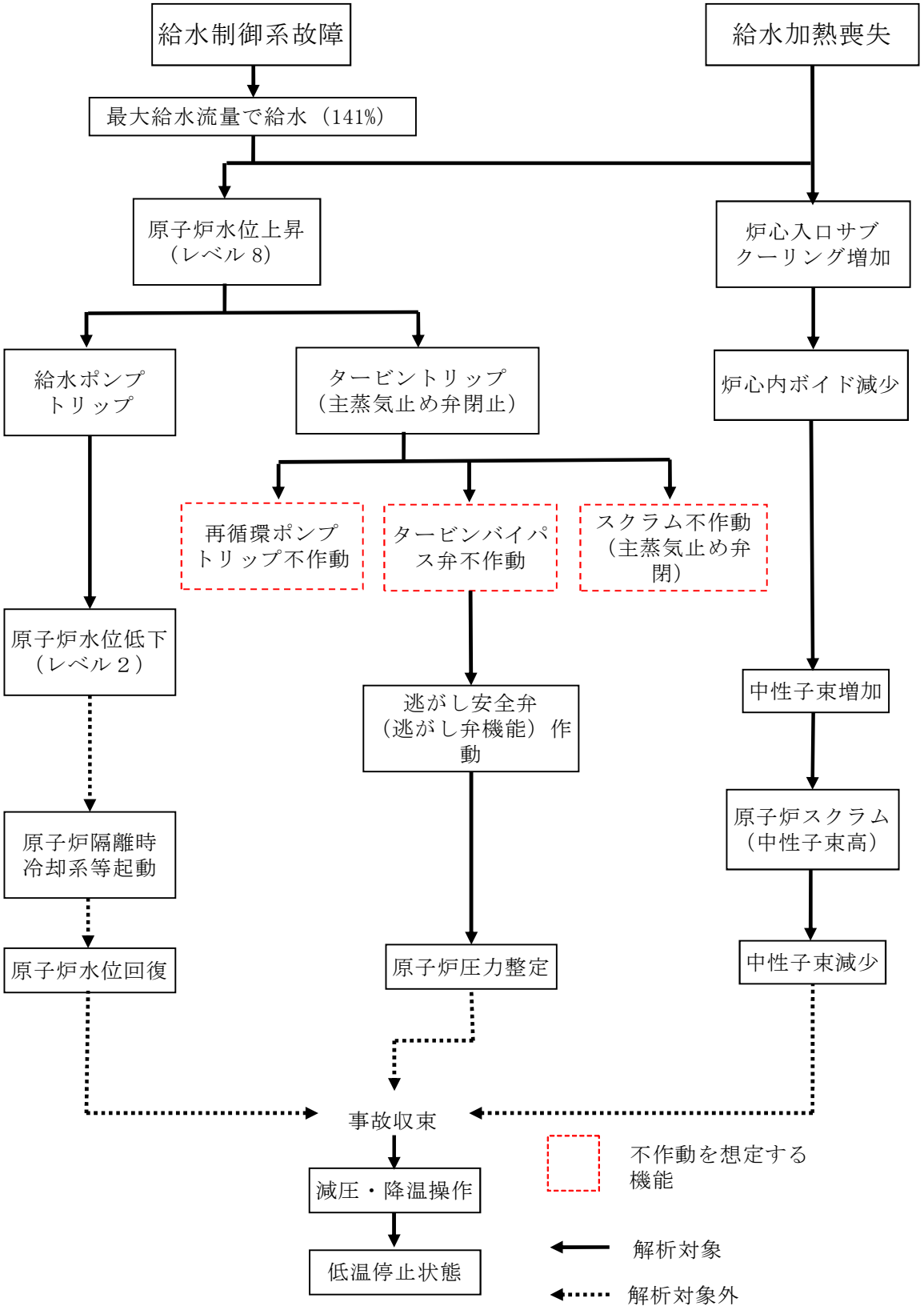
(1／2)





第 5 図　給水制御系の故障＋給水加熱喪失解析結果（タービン建屋起因）

(2／2)



第 6 図　給水制御系の故障＋給水加熱喪失事象進展フロー

（タービン建屋起因）

別添２

東海第二発電所

運用，手順能力説明資料
火災による損傷の防止

第8条 火災による損傷の防止(1/6)

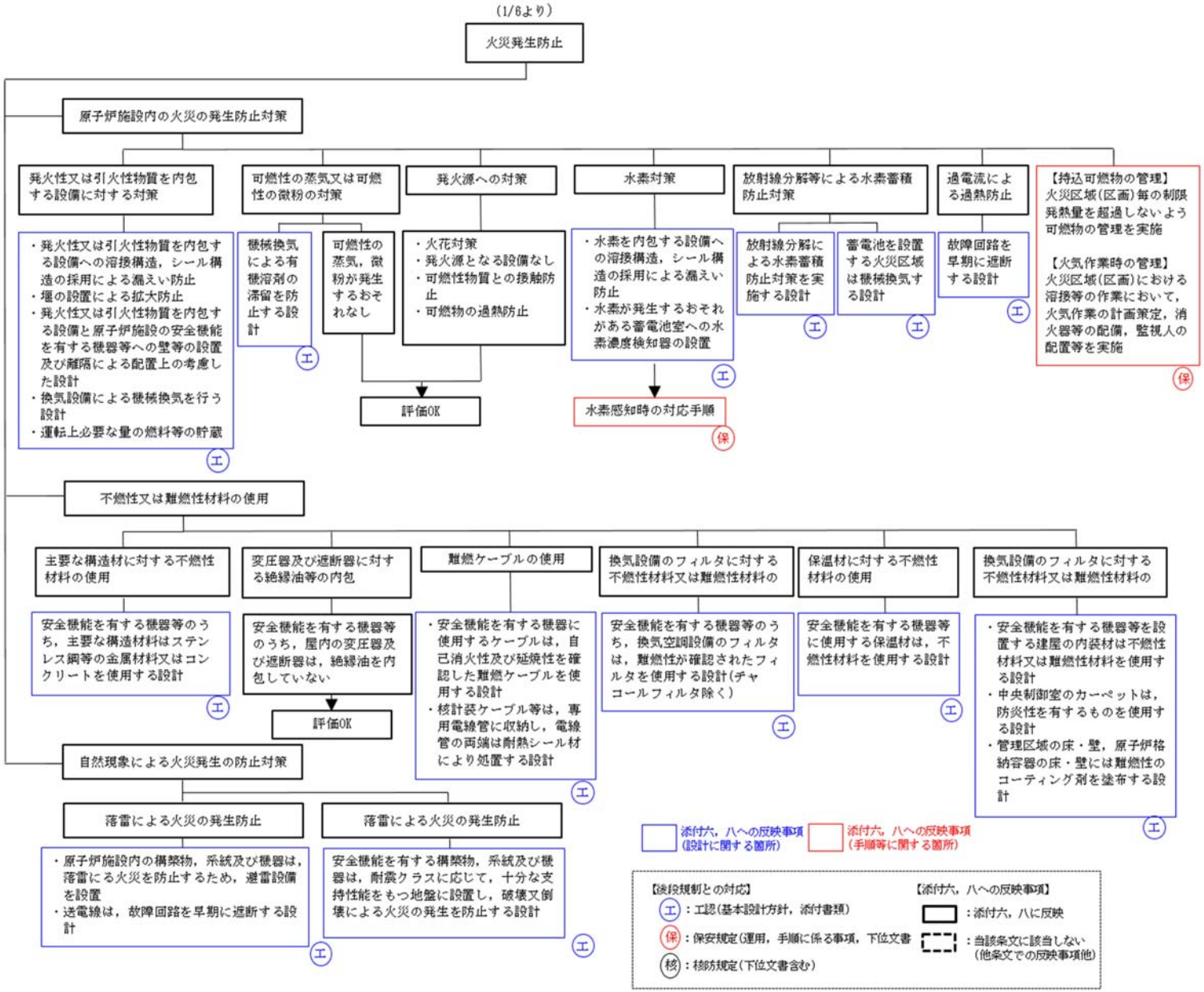
設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備(以下「火災感知設備」という。)及び消火を行う設備(以下「消火設備」といい、安全施設に限る。)並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。

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。

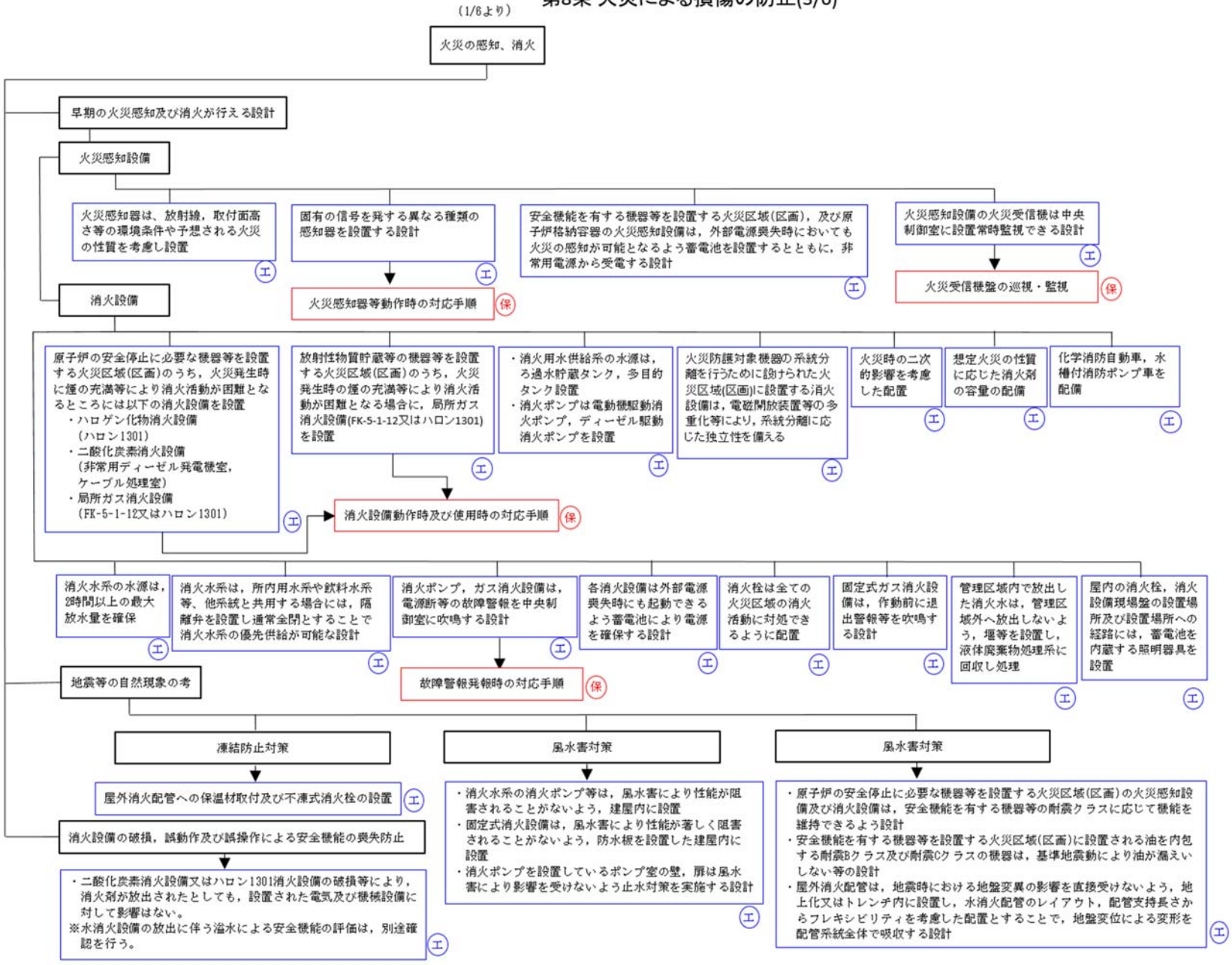
「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(原規技発第1306195号(平成25年6月19日原子力規制委員会決定))に適合するものであること。

- 火災防護対策
  - 火災区域又は区画の分類
    - 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、系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画
      ②放射性物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
      - 火災発生防止 (2/6へ)
      - 火災の感知、消火 (3/6へ)
      - 火災の影響軽減 (4/6へ)
      - 個別の火災区域又は火災区画における留意事項 (5/6へ)
- 火災防護計画 (6/6へ)

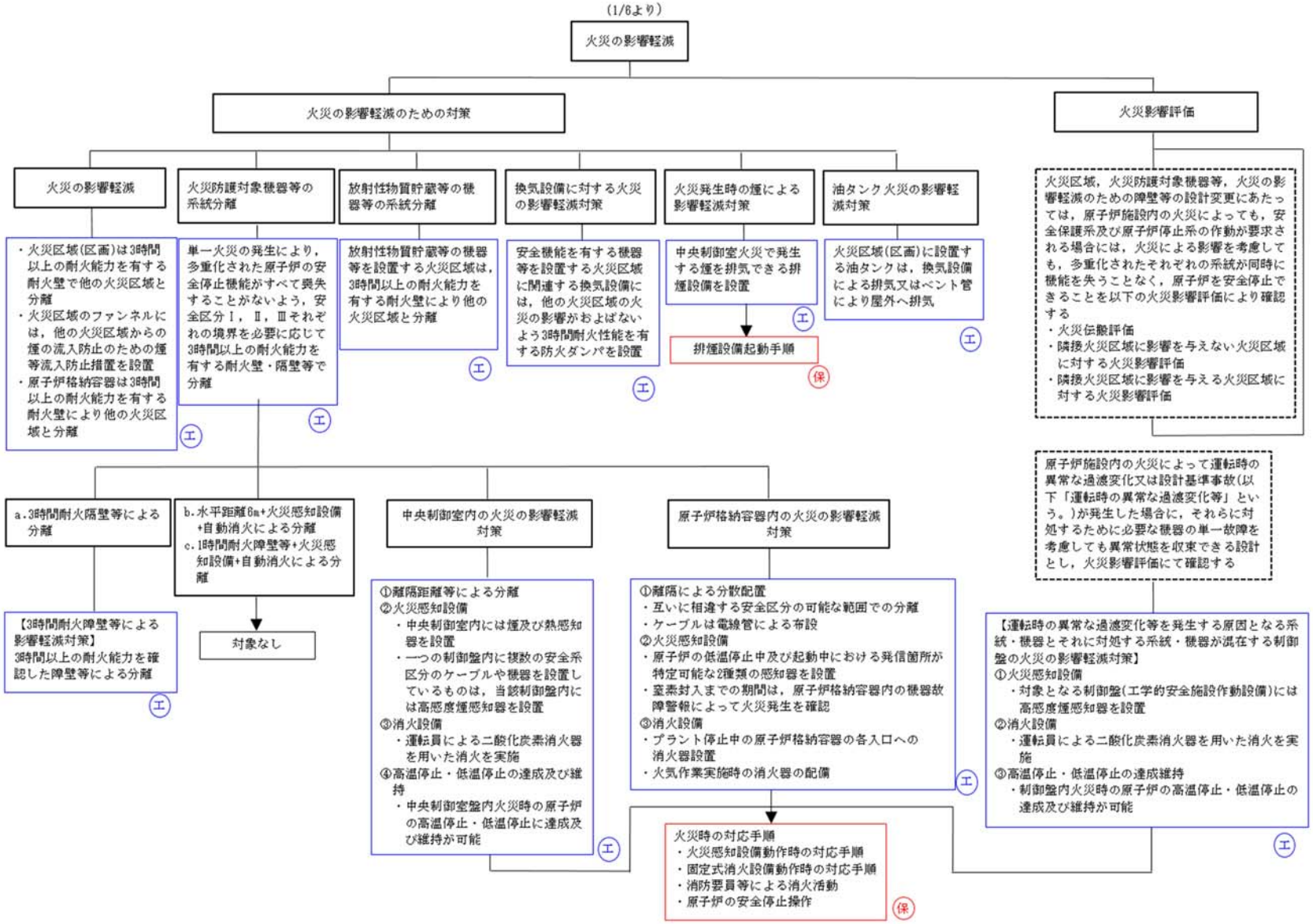
第8条 火災による損傷の防止(2/6)



第8条 火災による損傷の防止(3/6)

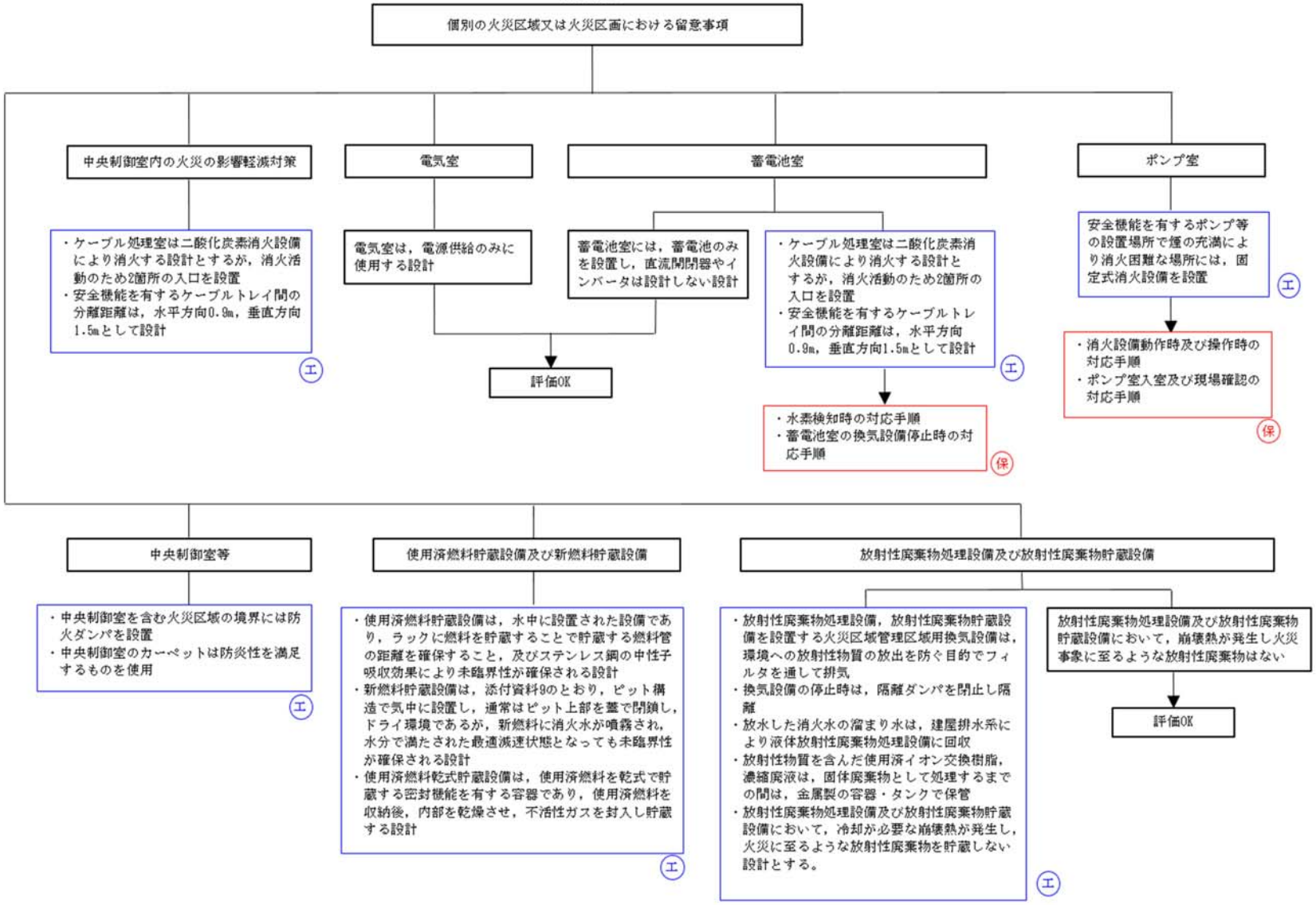


第8条 火災による損傷の防止(4/6)

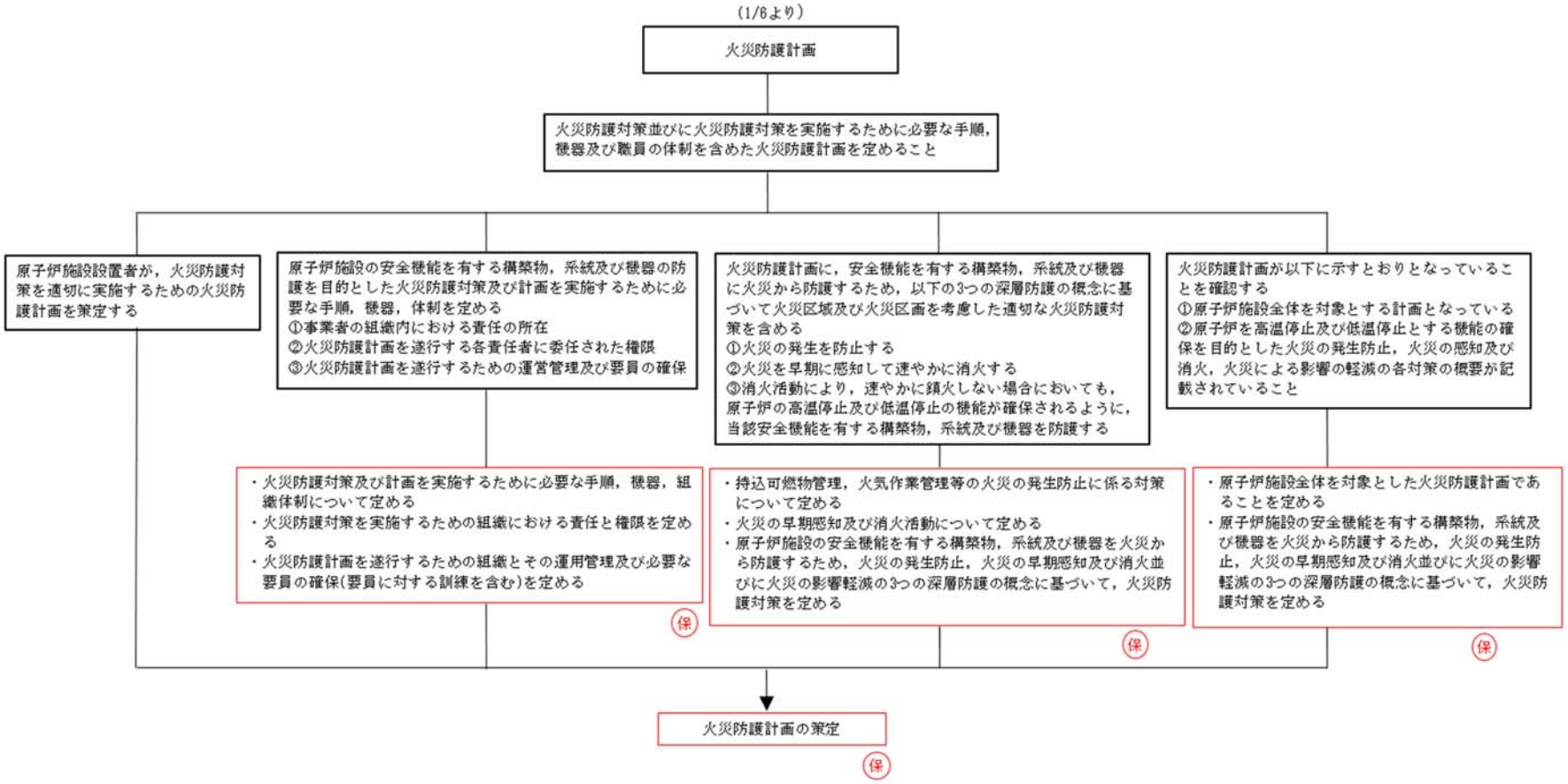


第8条 火災による損傷の防止(5/6)

（1/6より）



第8条 火災による損傷の防止(6/6)



第１表 運用，手順に係る対策等（設計基準）

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第８条　内部火災	○水素感知時の対応手順 ○蓄電池室の換気設備停止時の対応手順	運用・手順	・水素濃度検出時の対応手順(手順整備含む) ・蓄電池室の換気設備停止時の対応手順
		体制	・(運転員の当直体制)
		保守・点検	－
		教育・訓練	・運転員による運転操作等の訓練
	○火災区域，火災区画毎の制限発熱量を超過しないよう可燃物の管理を実施 ○火災区域，火災区画における溶接等の作業において火気作業の計画策定，消火器等の配備，監視人の配置等を実施	運用・手順	・持込可燃物の管理手順(手順整備含む) ・火気作業の管理手順(手順整備含む)
		体制	－
		保守・点検	－
		教育・訓練	・火災防護に関する教育
	○火災受信機盤の巡視・監視	運用・手順	・火災受信機盤の巡視・監視(手順整備含む)
		体制	・(運転員の当直体制)
		保守・点検	－
		教育・訓練	・運転員による運転操作等の訓練
	○故障警報発報時の対応手順	運用・手順	・故障警報発信時の対応手順(手順整備含む)
		体制	・(運転員の当直体制)
		保守・点検	－
		教育・訓練	・運転員による運転操作等の訓練

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第８条　内部火災	○火災感知器等作動時の対応手順	運用・手順	・火災感知器作動時の対応手順(手順整備含む)
		体制	・(運転員の当直体制)
		保守・点検	－
		教育・訓練	・運転員による運転操作等の訓練
	○消火設備作動時及び使用時の対応手順	運用・手順	・消火設備作動時及び使用時の対応手順(手順整備含む)
		体制	・(運転員の当直体制)
		保守・点検	－
		教育・訓練	・火災防護に関する教育
	【原子炉格納容器内火災の影響軽減対策】 ○可能な限りの離隔による分散配置 ○低温停止中及び起動中の火災感知器設置 ○低温停止中の原子炉格納容器の各入口への消火器設置 ○火気作業実施時の消火器の配備 ○火災時の対応手順	運用・手順	・火災感知器作動時の対応手順(手順整備含む) ・運転員による二酸化炭素消火器を用いた消火手順(手順整備含む) ・原子炉の安全停止操作の手順(手順整備含む)
		体制	・(運転員の当直体制) ・(消防要員等による体制)
		保守・点検	・設備の点検 ・設備の故障時の補修
		教育・訓練	・火災防護に関する教育 ・運転員による運転操作等の訓練 ・消防要員等による総合的な訓練 ・所員による消防訓練

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第８条　内部火災	【中央制御室内の火災の影響軽減対策】 ○離隔距離等による分離 ○運転員による二酸化炭素消火器を用いた消火を実施 ○中央制御室内火災時の原子炉の高温停止・低温停止の達成及び維持	運用・手順	・火災感知器作動時の対応手順(手順整備含む) ・運転員による二酸化炭素消火器を用いた消火手順(手順整備含む) ・原子炉の安全停止操作の手順(手順整備含む)
		体制	・(運転員の当直体制) ・(消防要員等による体制)
		保守・点検	・設備の点検 ・設備の故障時の補修
		教育・訓練	・火災防護に関する教育 ・運転員による運転操作等の訓練 ・消防要員等による総合的な訓練
	○排煙設備の起動手順	運用・手順	・排煙装置による排煙の手順(手順整備含む)
		体制	・(運転員の当直体制) ・(消防要員等による体制)
		保守・点検	－
		教育・訓練	・火災防護に関する教育 ・運転員による運転操作等の訓練 ・消防要員等による総合的な訓練

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第８条　内部火災	【火災時の対応手順】 ○火災感知設備作動時の対応手順 ○自動消火設備作動時の対応手順 ○消防要員等による消火活動 ○原子炉の安全停止操作	運用・手順	・火災感知器作動時の対応手順(手順整備含む) ・消防要員等による消火器及び消火栓を用いた消火手順(手順整備含む) ・原子炉の安全停止操作の手順(手順整備含む)
		体制	・(運転員の当直体制) ・(消防要員等による体制) ・(自衛消防組織)
		保守・点検	・設備の点検 ・設備の故障時の補修
		教育・訓練	・火災防護に関する教育 ・運転員による運転操作等の訓練 ・消防要員等による総合的な訓練 ・所員による消防訓練

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第８条　内部火災	●火災防護計画 ○火災防護対策及び計画を実施するために必要な手順，機器，組織体制について定める ○火災防護組織における責任と権限を定める ○管理権限者の役割として，必要な要員を確保し，配置することを定める。	運用・手順	・対象項目のとおり(手順整備含む)
		体制	－
		保守・点検	－
		教育・訓練	・火災防護に関する教育
	○持込み可燃物管理，火気作業管理等の火災の発生防止に係る対策について定める ○火災の早期感知及び消火活動について定める ○原子炉施設の安全機能を有する構築物，系統及び機器を火災から防護するため，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３つの深層防護の概念に基づいて，火災防護対策を定める	運用・手順	・対象項目のとおり(手順整備含む)
		体制	－
		保守・点検	－
		教育・訓練	・火災防護に関する教育
	○原子炉施設全体を対象とした火災防護計画であることを定める ○原子炉施設の安全機能を有する構築物，系統及び機器を火災から防護するため，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３つの深層防護の概念に基づいて，火災防護対策を定める	運用・手順	・対象項目のとおり(手順整備含む)
		体制	－
		保守・点検	－
		教育・訓練	・火災防護に関する教育

別添３

東海第二発電所

火災防護に係る等価時間算出プロセスについて

1.概要

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）」では，原子炉施設が火災によりその安全性が損なわれないよう，必要な火災防護対策を要求しており，「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」（以下「内部火災影響評価ガイド」という。）では，これらの要求に基づく火災防護対策により，原子炉施設内で火災が発生しても，原子炉の安全停止に関わる安全機能が確保されることを確認するために実施する内部火災影響評価の手順の一例が示されている。

本資料では，東海第二発電所に対して「内部火災影響評価ガイド」を参照して内部火災影響評価を行う際のインプット情報となる等価時間の算出プロセスについて，その概要をまとめたものである。

2.火災影響評価における要求事項

内部火災影響評価は，「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減 2.3.2」に基づき実施することが要求されている。

2.3.2 原子炉施設のいかなる火災によっても，安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には，火災による影響を考慮しても，多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく，原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であること。 また，原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを，火災影響評価により確認すること。 （火災影響評価の具体的手法は「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」による。）

(参考)

「高温停止及び低温停止できる」とは，想定される火災の原子炉への影響を考慮して，高温停止状態及び低温停止状態の達成，維持に必要な系統及び機器がその機能を果たすことができることをいう。

また，いかなる火災によっても原子炉を高温停止及び冷温停止できる設計であることを確認する際，原子炉の安全確保の観点により，内部火災影響評価ガイドにおいて要求される以下の事項を考慮する。

4.火災時の原子炉の安全確保

3.に想定する火災に対して，

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

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

内部火災影響評価ガイドでは，「火災影響評価は，『火災区域/火災区画の設定』，『情報及びデータの収集，整理』，『スクリーニング』，『火災伝搬評価』というステップで実施する」ということが示されている。(第1図参照)

等価時間は，「情報及びデータの収集・整理」において設定した火災区域の耐火壁の耐火能力を評価するための指標であり，火災区域内の可燃性物質の量と火災区域の面積から算出される火災の継続時間に相当する。

3. 等価時間の算出

等価時間の算出は以下の手順で行う。

(1)火災区域(区画)の設定

原子炉の安全停止に必要な機器等(具体的には，機器，配管，弁，ダクト，ケーブル，トレイ，電線管，盤等)が設置される火災区域(区画)の設定にあたっては，原子炉の安全停止に必要な機器等の設置箇所，建屋の間取り，障壁，貫通部，扉の設置状況，機器やケーブル等の配置，耐火壁の能力，系統分離基準等を総合的に勘案し設定した。

(2)火災区域(区画)内の可燃物の選定

a. 可燃物量調査範囲について

可燃物量の調査範囲は，火災影響評価の信頼性向上を図るために建屋内の全ての場所について網羅的に把握する観点から，以下のとおりとした。

・原子炉建屋全域

・タービン建屋全域

・廃棄物処理建屋全域

・取水口廻り

b. 可燃物量調査対象について

可燃物量調査対象は，上記 a. の範囲の全ての可燃物を対象とする。

ただし，除外する可燃物については以下のとおりとする。

(a)表示板，パッキン，塗料及び計器内の可燃物，工具棚，本設機器付属品(弁のキャップ)，ページング，保安電話，拡声器，PHS アンテナ

等は発火の可能性が極めて低いこと，可燃物量としては少量であり，油等を加えた総熱量に対してその影響が小さいことから除外する。

(b)電線管内のケーブルは，酸素の供給が不十分で継続的な燃焼とならないので除外する。

(c)仮置き資材については定期検査期間中の一時的な持ち込みであること，持込み可燃物管理にて管理すべきものであることから除外とする。

また，長期設置資機材(発電用資材として保管している潤滑油等は除く)については，足場材や治工具等の鋼材が主であることから，a)と同様な理由から除外する。

(3)火災区域(区画)内の可燃物調査

火災区域(区画)の可燃物量調査については，図面等の設計図書による図書調査，プラントウォークダウンによる現場調査を基本とする。

ただし，火災影響評価を用いる可燃物については本設備の可燃物であり，増減が生じる場合は改造工事に起因するものであることから，工事主管箇所への聞き取り等による調査も考慮する。

なお，火災区域(区画)の面積については，設計図書から算出した。

a.図書調査

上記(2)で選定した可燃物のうち，ポンプや電動機等で使用される潤滑油，グリース，ケーブルの物量については，設計図面等を用いて調査した。

また，新規性基準対応への適合のための火災防護対策の検討に伴い，火災区域(区画)の見直しが発生した場合には，都度，図面等と現場を照合

し，新しい火災区域(区画)における機器の配置等を確認し，可燃物の増減を評価する。

b.現場調査

上記(2)で選定した可燃物のうち，火災区域(区画)にケーブルトレイ，電源盤，油内包機器について，現場ウォークダウンにより調査した。

具体的には，各火災区域に設置されているケーブルトレイの布設状態の確認，油内包機器の種類・数量，現場の各種電気盤の面数及び寸法の確認を実施した。

(4)可燃物の単位発熱量及び可燃物量調査結果に対する考慮

可燃物に係る単位発熱量については，最新の知見及び最も広く使用されている実績のあるNEPA Fire Protection Handbook最新版(20th Edition)を原則として使用する。

火災影響評価に用いる火災区画の総可燃物量の算出に際しては，図書調査，現場調査における可燃物量の不確かさを考慮し，調査した総可燃物量に安全率20%を加味する。

(5)等価時間の算出

等価時間の算出については，火災区域に存在する可燃物の総発熱量を算出し，各火災区域の単位床面積あたりの発熱量である火災荷重を，下式により算定する。(内部火災影響評価ガイドと同様)

等価時間(h)=火災荷重／燃焼率

＝発熱量／火災区画の面積／燃焼率

ここで,

火災荷重＝発熱量／火災区画の面積

燃焼率　：単位時間単位面積当たりの発熱量(908,095kJ/m^2/h)

発熱量　：火災区画内の総発熱量(kJ)

＝可燃性物質の量×熱含有量

可燃性物質の量：火災区画内の各種可燃性物質の量(m^3又はkg)

火災区画の面積：火災区画の床面積(m^2)

燃焼率としてはNEPA(National Fire Protection Association)ハンドブックのFire Protection Handbook Section/Chapter 18, “Confinement of Fire in Buildings Association)”の標準火災曲線のうち最も厳しい燃焼クラスであるCLASS Eの値である908,095kJ/m2/hrを用いる。

(6)火災区域特性表の作成

可燃物量の調査結果は，火災区域特性表として整理した。火災区域特性表の代表例を添付資料1に示す。

各火災区域の可燃物量の調査結果については，火災区域特性表Ⅱにまとめるとともに，火災影響評価のデータシートとして火災区域の部屋毎に設置機器や可燃物量を整理したデータシートを作成した。

改造工事等の設備更新を行う場合は，設計管理の中で可燃物量の増減を確認し，その結果をデータシートに反映する。

(7)今後の対応

a.「火災区域特性表」による火災荷重・等価時間の管理

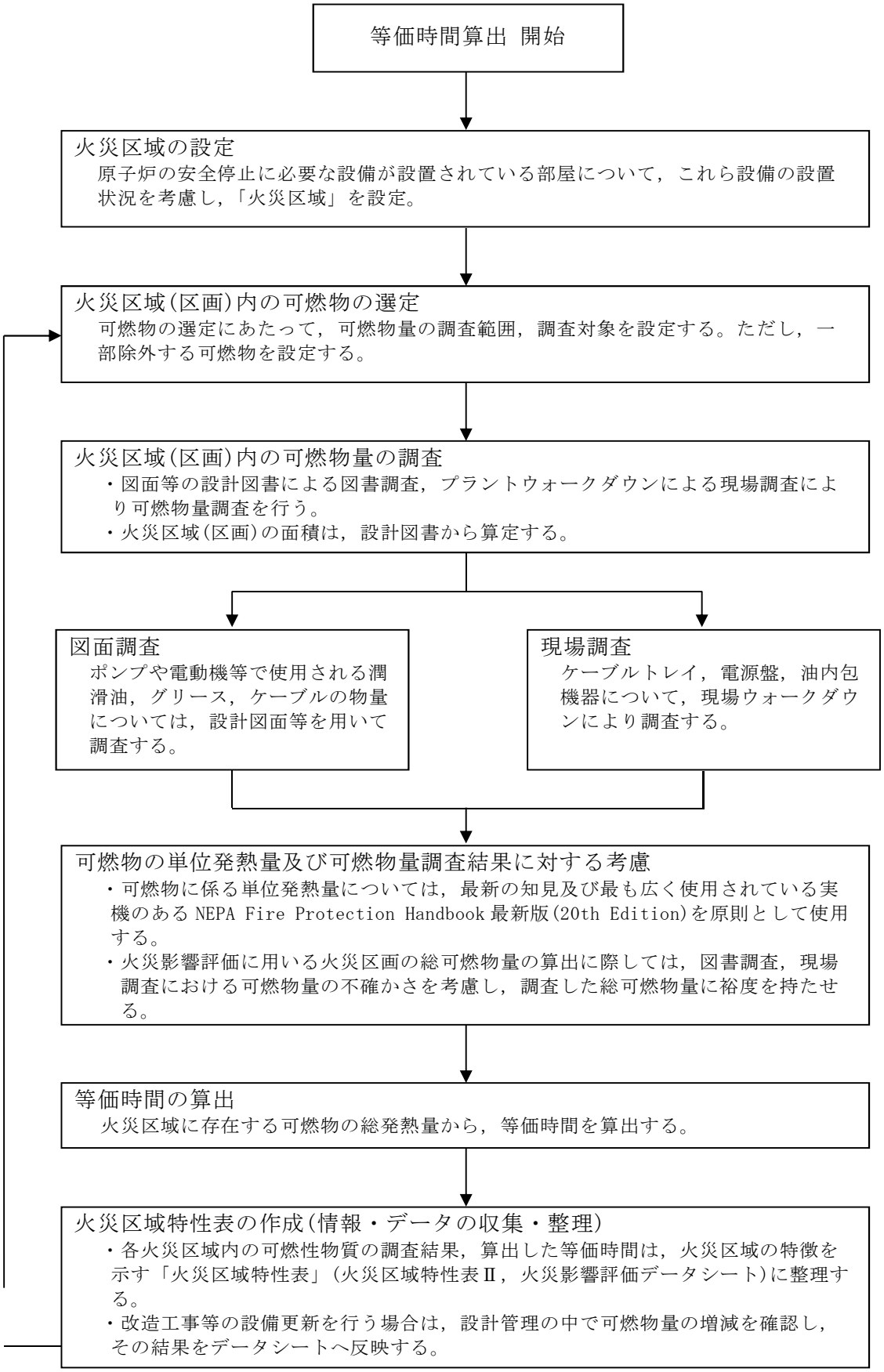
火災荷重・等価時間の管理については,「火災区域特性表」を用いて内部火災影響評価の一環として実施する。等価時間の算出手順を含めた内部火災影響評価の手順及び実施頻度については，火災防護計画で定める。

また，改造工事等の設備更新を行う場合は，設備管理の中で可燃物量の増減の確認，既存の内部火災影響評価結果に影響を与えないことを確認すること火災防護計画に定める。

b.持込み可燃物管理

持込み可燃物の管理は，火災発生防止及び火災発生時の規模の局限化，影響軽減を目的として実施する。持込み可燃物の運用管理手順には，発電所の通常運転に関する可燃物，保守や改造に使用するために持ち込まれる可燃物(一時的に持ち込まれる可燃物含む)の管理を含む。

具体的には，原子炉施設内の各火災区域(部屋)の耐火障壁の耐火能力，設置されている火災感知器，消火設備の情報から管理基準を定め，火災区域(部屋)に持ち込まれ1日以上仮置きされる可燃物と火災区域(部屋)の既存の可燃物の火災荷重の総和を評価し，その管理基準を超過しないよう持込み可燃物を管理する。



第1図 等価時間の算出フロー

東海第二発電所の火災区域特性表の例

火災区域特性表Ⅰ

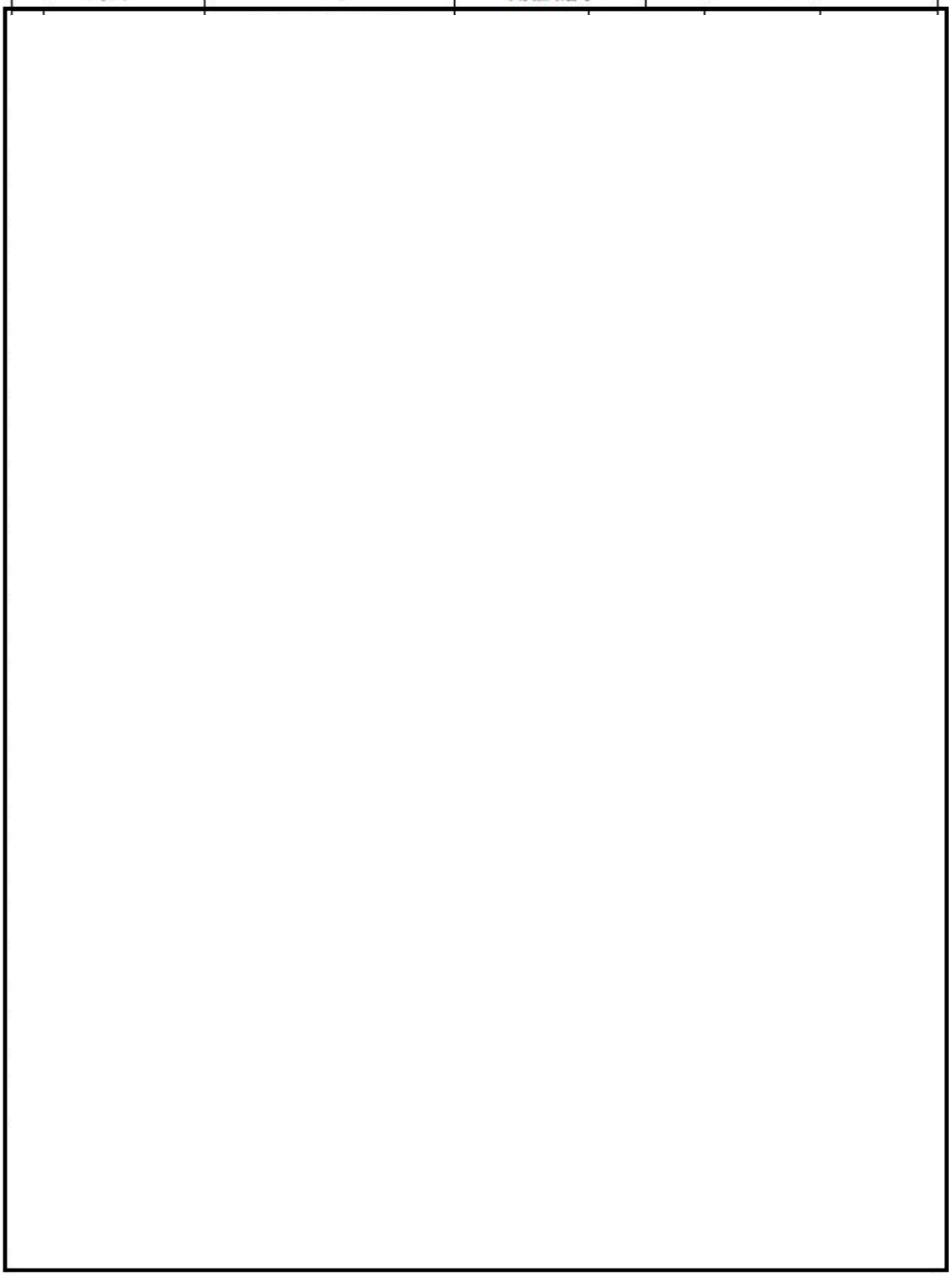
火災区域特性表のまとめ					1/1
プラント	NT-2	建屋	原子炉建屋	火災区域番号	R-1

火災区域特性表Ⅱ

火災区域内の火災源及び防火設備			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-1

火災区域特性表Ⅲ

火災区域に隣接する火災区域(部屋)と伝播経路			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-1



火災区域特性表Ⅳ

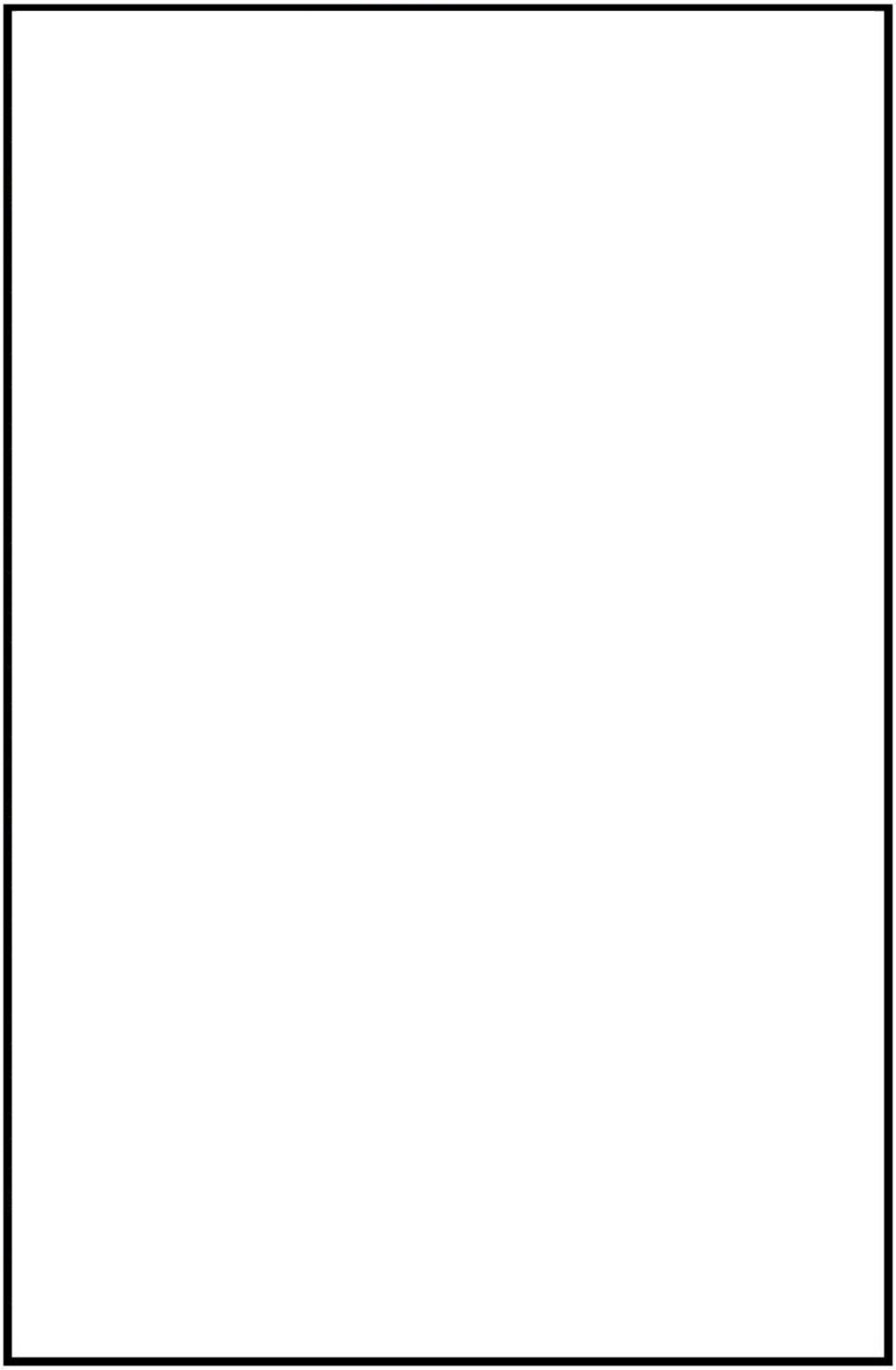
火災により影響を受ける設備			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-1

火災区域特性表Ⅴ

火災により影響を受けるケーブル			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-1

添付資料－1

火災影響評価のデータシート 目次			1/1
プラント	NT-2	火災区域番号	R-1



別添 4

東海第二発電所

非難燃ケーブルの対応について

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.　複合体の概念と設計目標

1.1　複合体の概念

1.2　複合体の設計上考慮すべき事項

1.3　設計目標（難燃性能）の設定

1.4　設計目標を達成するための設計方針

1.5　設計目標の達成確認項目

1.6　複合体の設計上考慮すべき事項に関する確認項目

1.7　基本設計に関する確認項目

1.8　その他詳細設計に係る確認項目

2.　供試体の仕様と試験条件の設定

2.1　試験対象ケーブルの選定

2.2　複合体の構成品の組合せ

2.3　試験条件の設定

3.　複合体外部の火災に対する難燃性能の確認

3.1　耐延焼性の確認（防火シートの遮炎性）

3.2　耐延焼性の確認（耐延焼性試験）

4.　複合体内部の火災を想定した難燃性能の確認

4.1　内部火災と耐延焼性確保の考え方

4.2　自己消火性の確認

4.3　耐延焼性の確認

4.4　過電流模擬試験による遮炎性能評価

5.複合体の難燃性能に対する設計余裕

5.1　不完全な状態を仮定した複合体の外部の火災に対する耐延焼性の確認

5.2　不完全な状態を仮定した複合体の内部の火災に対する耐延焼性の確認

6. 複合体の難燃性能以外の安全機能に係る設計の妥当性

6.1　防火シートによるケーブルへの影響

6.2　防火シートによるケーブルトレイへの影響

7.　代替措置の施工性

7.1　複合体の施工方法

7.2　貫通部及びトレイから分岐する電線管の対応

添付資料

添付資料 1-1　難燃性が要求されるケーブルへの対応

添付資料 1-2　防火シートの基本性能について

添付資料 1-3　防火シートの技術資料

添付資料 1-4　防火シートの延焼防止機能について

添付資料 1-5　防火シート及び結束ベルトの標準施工方法

添付資料 1-6　ファイアストッパの施工方法

添付資料 1-7　耐火シールの性能について

添付資料 1-8　実機火災荷重を考慮した防火シートの限界性能試験の確認方法

添付資料 1-9　防火シート重ね部の遮炎性試験の確認方法

添付資料 1-10　複合体内部の発火に対する自己消火性の確認方法

添付資料 1-11　過電流模擬試験による防火シート健全性評価の確認方法

添付資料 1-12　複合体が不完全な状態を仮定した場合の性能評価の確認方法

添付資料 1-13　複合体による影響の確認方法

添付資料 2-1　発電所で使用する非難燃ケーブルの種類

添付資料 2-2　発電所で使用する非難燃ケーブルの詳細

添付資料 2-3　ケーブルの燃焼メカニズム

添付資料 2-4　ケーブルの使用期間による経年変化

添付資料 2-5　発電所を代表する非難燃ケーブルの抽出結果のまとめ

添付資料 2-6　試験対象ケーブルの詳細

添付資料 2-7　複合体構成品の状態確認

添付資料 2-8　ケーブル種類毎の性能確認方法と確認結果

添付資料 2-9　代表ケーブルの選定方法と選定結果

添付資料 2-10　供試体の仕様と試験条件設定の考え方

添付資料 3-1　実機火災荷重を考慮した防火シートの限界性能試験

添付資料 3-2　防火シート重ね部の遮炎性試験

添付資料 3-3　ケーブルの難燃性能向上評価に係る調達管理

添付資料 3-4　耐延焼性実証試験条件

添付資料 3-5　損傷長の判定方法

添付資料 3-6　難燃ケーブルとの比較

添付資料 3-7　複合体の構成品の組合せによる耐延焼性の確認

参考資料 1　加熱熱量の違いによる性能比較評価の確認方法

参考資料 2　バーナ加熱熱量を変化させた垂直トレイ燃焼試験

添付資料 4-1　過電流によるケーブルの燃焼プロセス

添付資料 4-2　複合体内部ケーブルの自己消火性の実証試験

添付資料 4-3　内部発火に対する延焼防止性能の評価における調達管理

添付資料 4-4　複合体内部の火災に対する延焼防止性能評価の確認方法

添付資料 4-5　トレイの設置方向による延焼性の確認結果

添付資料 4-6　延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応の実証試験

添付資料 4-7　過電流模擬試験による防火シート健全性評価

添付資料 5-1　不完全な状態を仮定した複合体の外部の火災に対する耐延焼性の確認結果

添付資料 5-2　不完全な状態を仮定した複合体の内部の火災に対する耐延焼性の確認結果

添付資料 6-1　防火シートによるケーブルへの影響の確認結果

添付資料 6-2　防火シートによるケーブルトレイへの影響の確認結果

添付資料 7-1　防火シートの施工性の確認

1. 複合体の概念と設計目標

東海第二発電所に敷設されたケーブルは，発電所運転開始以降に改造工事を行った際には難燃ケーブルを採用しているものの，建設時に敷設されたケーブルは非難燃ケーブルが使用されている。ケーブルは建屋全域にわたって敷設されており，ケーブルトレイやケーブルピットに敷設されているものには延焼防止材が施工されている。

一方，「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準（以下「火災防護に係る審査基準」という。）」では，安全機能を有する構築物，系統及び機器（以下「安全機能を有する機器」という。）のケーブルは難燃ケーブルを使用することが要求されており，運転開始以降の増改良工事等で新たに敷設又は引替えしたケーブルは，同要求に適合した状況にある。

このため，東海第二発電所においては，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ることとする。

また，ケーブル取替に伴い安全上の課題が生じる範囲で，かつ，施工後の状態において，安全上の課題を回避し，基準に適合するケーブル取替以外の措置（以下「代替措置」という。）が適用でき，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範囲に限って，代替措置による保安水準の達成を実証したうえで，代替措置を適用する。

なお，代替措置については不燃材の防火シートを適用し，複合体※1を形成することで，難燃ケーブルと同等以上の難燃性能※2を達成可能な設計とする。

難燃性が要求されるケーブルへの対応について添付資料 1-1 に示す。

※１：複合体とは，ケーブル及びケーブルトレイを防火シートで覆い，その状態を維持するため，結束ベルトで固定したものをいう。

※２：難燃性能とは，複合体が自己消火し，耐延焼性を有する（燃え止まる）ことをいう。

1.1　複合体の概念

複合体の形成においては，難燃ケーブルに求められている難燃性能と同等以上の性能を確保する目的から，防火シートを使った複合体の概念を確認する。

(1) 非難燃ケーブルを防火シートにより覆い複合体とする。複合体は可燃物を内包することから，燃焼の3要素のうち，熱，酸素を抑制することにより難燃性能を確保する。

燃焼の3要素について第1.1－1表に示す。

第1.1－1表　複合体概念に対する燃焼の3要素の検討

燃焼の3要素	複合体の特徴
熱エネルギー（火炎）	防火シートは不燃材で火炎を遮るが伝熱はある。
酸素	ケーブルトレイの特徴を考慮してケーブル周囲の空間が少なくなるように防火シートを施工することで酸素量を抑制する。
可燃物（ケーブル）	ケーブル自体が可燃物であるため，ケーブルを排除することは不可能。

(2)難燃性能（自己消火性及び耐延焼性）を確保するための考え方は以下のとおり。

① 複合体内部の非難燃ケーブルは，単体で自己消火性を有することを確認する。

② 複合体として外部の火炎に対し，防火シートにより複合体外部からの火炎を遮断し，非難燃ケーブルの延焼（外部の火災からの伝熱による損傷及び発火）を抑制する。

③ 複合体として内部の火災（過電流発火）に対し，複合体内部の酸素量を抑制することにより非難燃ケーブルの延焼を抑制する。

1.2 複合体の設計上考慮すべき事項

複合体は 1.1 項の概念に基づき防火シート，既設ケーブル及びケーブルトレイ等から構成されることを考慮し，以下の複合体の安全機能について設計上考慮すべき事項について，複合体の妥当性を確認する。

(1) 複合体としての難燃性能

・難燃性（自己消火性，耐延焼性）

・耐久性（腐食，経年劣化）

・外力（地震）による健全性

・施工性（実機トレイへの施工）

(2) ケーブル及びケーブルトレイの安全機能

・電気的機能（通電機能，絶縁機能）

・機械的機能（ケーブルシースの保護機能，ケーブルトレイの保持機能）

① ケーブル及びケーブルトレイに化学的影響を与えない材料として，ケーブル及びケーブルトレイ専用に開発された防火シートを採用する。

②内部ケーブルの電気的機能への影響として熱の蓄積，ケーブルトレイへの機械的な影響として重量増加を考慮し，防火シートは一重巻きとする。

設計目標は，これらの複合体の設計上考慮すべき事項のうち，難燃性（自己消火性，耐延焼性）について設定する。

1.3　設計目標（難燃性能）の設定

複合体は，設置許可基準規則及び火災防護審査基準に定める技術的要件を満足する技術的内容と同一でないため，設置許可基準規則に照らして十分な保安水準を確保すべく，以下の設計目標を定める。

【設計目標】

Ⅰ．複合体外部の火災に対して，難燃ケーブルと同等以上の難燃性能を確保する。

Ⅱ．複合体内部の火災に対して，難燃性能を確保する。

Ⅲ．想定外の施工不良，傷等により複合体の不完全な状態を仮定しても耐延焼性を確保する。

1.4　設計目標を達成するための設計方針

1.3 項で設定した設計目標を達成するために，自己消火性と耐延焼性の設計項目に対し，以下の設計の考え方により設計方針を設定する。

Ⅰ．外部の火災に対する難燃性能

【外部の火災】

・複合体は外部被覆となる防火シート（不燃材）により，外部の火災からの伝熱による内部ケーブルの損傷及び発火を抑制

・内部ケーブルが伝熱により発火する場合の耐延焼性は，設計目標Ⅱとして延焼抑制

(1) 自己消火性

・ケーブルの自己消火性はケーブル発火を模擬する内部の火災にて確認する。

(2) 耐延焼性

・燃焼の 3 要素のうち熱（火炎）を遮断する。

【設計／設計仕様】

① 非難燃ケーブル及びケーブルトレイを不燃材※3の防火シートにより被覆する。

② 防火シートの継ぎ目は一定量の重ね代を設けて形成する。

③ 防火シートは一定間隔以内ごとに結束ベルトにより固定する。

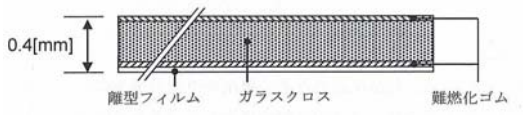
※３：防火シートには，建築基準法で定められた不燃材で防火設備に求められる遮炎性及び使用環境に対応した耐久性を有しているプロテコ®シート-P2・eco を採用する。また，後述する施工方法によることで想定される外力（地震）ではケーブルが露出

することはない。防火シートの基本性能について添付資料 1-2 に示す。

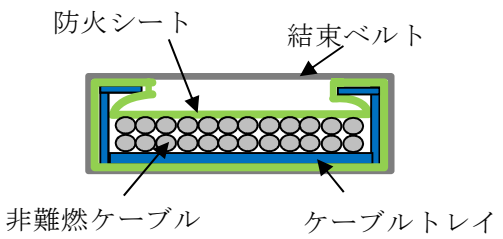
【防火シートの仕様】

基材にガラスクロス（不燃材）を用い，そこに高難燃性を付与した難燃ゴム（アクリロニトリルブタジエンゴムに水酸化アルミニウムを添加したもの）を含浸させたものを，均一な厚さのシート状にした延焼防止材であり，柔軟性を有し直接ケーブルやケーブルトレイに巻いて使用する製品である。防火シートの構造を第 1.4－1 図に複合体の施工例を第 1.4－2 図に示す。

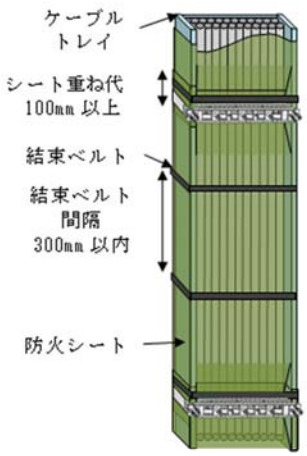
なお，防火シートの技術資料を添付資料 1-3 に，防火シートの延焼防止機能を添付資料 1-4 に示す。



第 1.4－1 図　防火シートの構造（断面）



【複合体断面】



【複合体正面】

第 1.4－2 図　複合体形成の施工例

また，防火シート及び結束ベルトの標準施工方法を添付資料 1-5 に示す。

Ⅱ．内部の火災に対する難燃性能

【内部の火災】

・複合体内部ケーブルの過電流発火に対し，複合体被覆の防火シートが健全であり，酸素抑制空間を維持することで延焼を抑制する。

・外部の火災からの伝熱による発火に対し，複合体内部の酸素量を抑制（防火シート，ファイアストッパ）により耐延焼性を確保する。

(1)自己消火性

・ケーブル単体の自己消火性を確保する。

(2)耐延焼性

・燃焼の 3 要素のうち酸素量を抑制する。

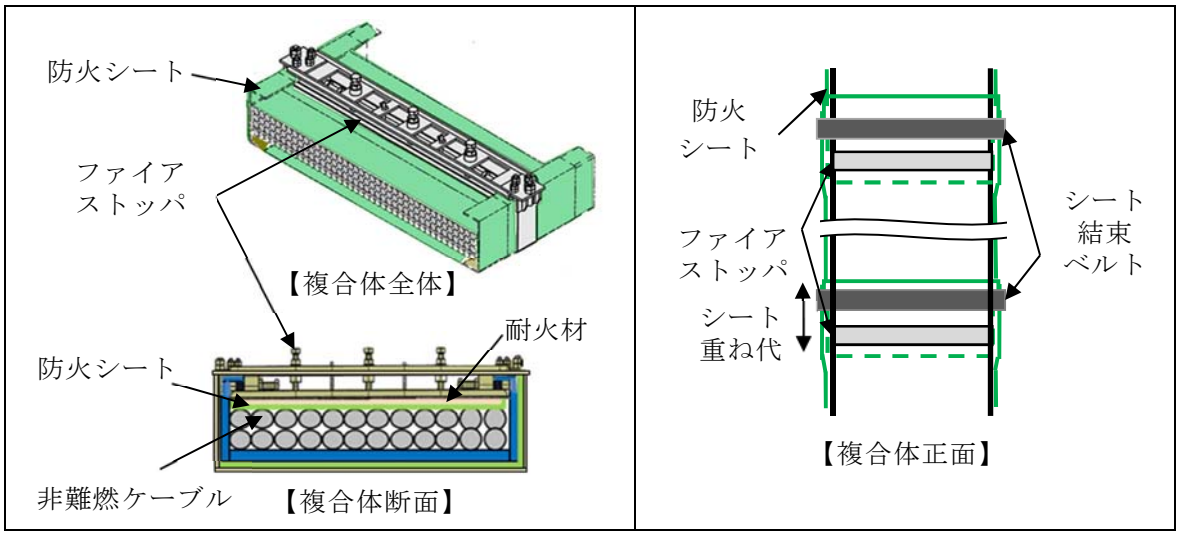
【設計／設計仕様】

① 不燃材の防火シートで覆うこと及び延焼性の高いトレイ設置方向にはファイアストッパ設置による酸素量の抑制空間を形成する。（壁床貫通部や電線管によるケーブルトレイからの分岐部は，開口部の両端に耐火シール※4を施工する。）

② 防火シートを極力密着させ施工することによる複合体内酸素量を抑制する。

ファイアストッパの施工方法を添付資料 1-6 に示す。また，ファイアストッパの施工例を第 1.4－3 図に示す。

※４：耐火シールは建築基準法に基づく防火設備性能試験により耐火性能が確認されたものを採用する。確認結果を添付資料 1-7 に示す。また，耐火シールはケーブルトレイから分岐する電線管開口部の他，火災区域又は火災区画の境界となる壁，天井又は床をケーブルトレイや電線管が貫通する部分に施工する。



第 1.4－3 図　ファイアストッパの施工例

Ⅲ．難燃性能に対する設計余裕

【複合体の不完全な状態での火災】

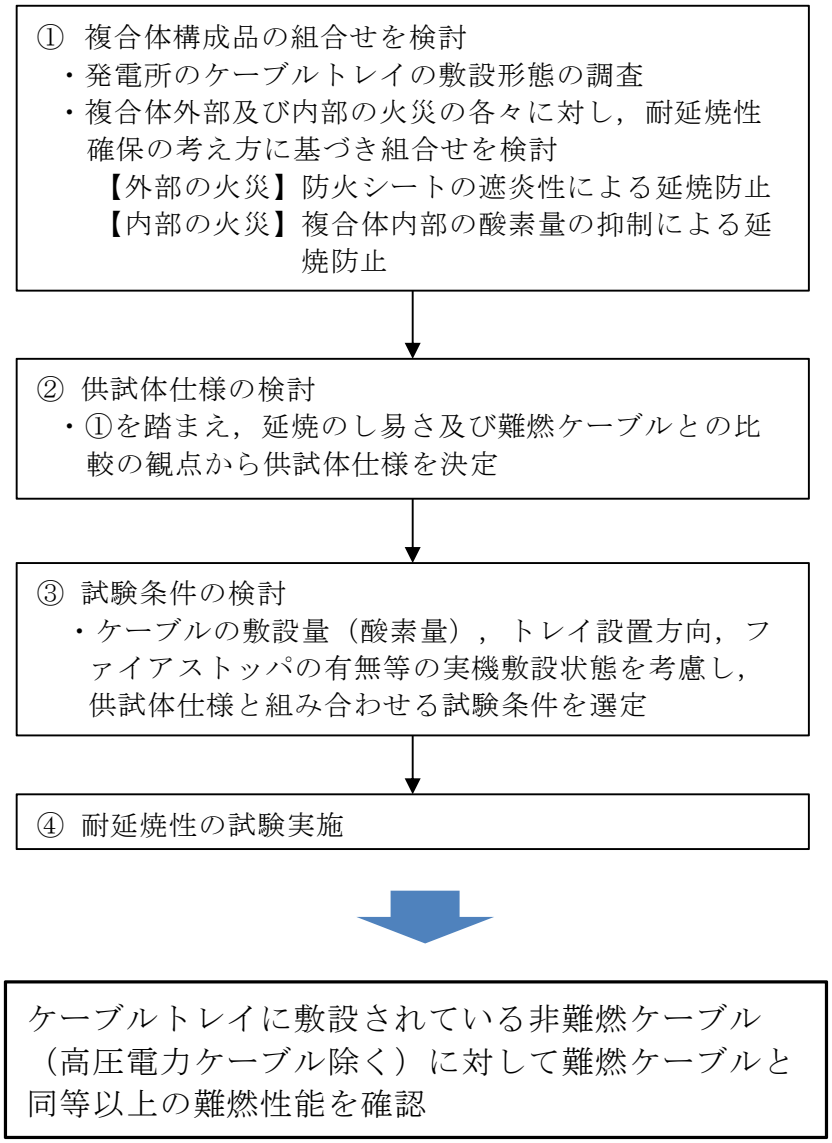
・想定外の施工不良，傷等による複合体の不完全な状態までも考慮し，安全余裕（設計裕度）を持たせた難燃性能の確保を目標として設定

(1)複合体が不完全な状態での耐延焼性

・施工不良，傷等の実機状態での不確かさを考慮しても難燃ケーブルと同等の耐延焼性を確保する。

1.5　設計目標の達成確認項目

設計内容を実現した複合体が，設計目標を達成することを確認するための試験条件の考え方（網羅性と代表性）のフローを第 1.5－1 図に示す。また，以降に設計目標に対する確認項目について示す。



第 1.5－1 図　試験条件の考え方のフロー

1.5.1　設計目標Ⅰの確認項目

【複合体外部の火災に対する難燃性能評価】

(1)　自己消火性の確認

複合体外部の火災に対する自己消火性については，不燃材の防火シートで火炎が遮られることから，ケーブルが発火する複合体内部の火災で確認する。

(2)　耐延焼性の確認

①防火シートの遮炎性の維持

a. 防火シートの遮炎性について，実機の火災荷重を考慮した防火シートの加熱試験（限界性能試験）を実施し，防火シートの損傷，火炎の噴出等が発生しない範囲の確認により遮炎性能を評価する。確認方法を添付資料 1-8 に示す。

b. 防火シートの重ね部の遮炎性について，建築基準法の防火設備に求められる遮炎性試験を準拠して実施し，遮炎性を評価する。確認方法を添付資料 1-9 に示す。

②難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性

第 1.5－1 図　試験条件の考え方のフローに基づき選定された供試体について，難燃ケーブルの耐延焼性試験に燃焼条件を準拠させた試験を実施し，複合体内ケーブルの損傷長と難燃ケーブルの損傷長を比較評価する。

a. 複合体構成品の組合せ（供試体の仕様）

b. 試験条件（実機敷設状態を考慮した供試体との組み合わせ）

上記 a 及び b の確認方法は，2. 項の供試体の仕様及び試験条件に示

す。

1.5.2　設計目標Ⅱの確認項目

【複合体内部の火災に対する難燃性能評価】

(1)非難燃ケーブルの自己消火性の確認

複合体内部の火災を想定した自己消火性の試験を実施し，複合体が自己消火することを確認する（保守的な条件として，燃焼の 3 要素である酸素の供給が防火シートで妨げられないように，非難燃ケーブル単体による自己消火性の試験で確認）。確認方法を添付資料 1-10 に示す。

(2)耐延焼性の確認

①複合体の耐延焼性

第 1.5－1 図　試験条件の考え方のフローに基づき選定された供試体について，内部ケーブルをバーナで燃焼させる耐延焼性試験を実施し，バーナ停止後，複合体が燃え止まることを確認評価する。

a. 複合体構成品の組合せ（供試体の仕様）

b. 試験条件（実機敷設状態を考慮した供試体との組み合わせ）

上記 a 及び b の確認方法は，2. 項の供試体の仕様及び試験条件に示す。

①防火シートによる酸素量抑制空間の維持

a. 過電流発火模擬試験による防火シートの健全性評価

過電流火災は，導体が熱源となり絶縁体及びシースが加熱されて発生する可燃性ガスが発火温度に至り発火するため，この現象を導体に代えてマイクロヒータで模擬し，ケーブルから発生する可燃性ガス及びケーブルからの発火により，防火シートに与える影響を確

認し，外部からの酸素供給パスとなる防火シートの損傷がないことを評価する。確認方法を添付資料 1-11 に示す。

1.5.3　設計目標Ⅲの確認項目

複合体外部の火災及び複合体内部の火災の設計仕様を満足した防火シートの施工ができることを確認するものの，試験条件として保守的な条件を設定し，耐延焼性試験を実施する。

(1)複合体外部の火災に対する耐延焼性評価

①保守的にファイアストッパ及び結束ベルト 1 箇所が脱落し，シート間にずれが生じてケーブルが露出した状態を模擬した耐延焼性試験を実施し，複合体が燃え止まることを確認する。確認方法を添付資料 1-12 に示す。

② 実機施工以降の工事等による機材の接触等の状況により防火シートに傷が発生する極端な状態を設定して耐延焼性試験を実施し，複合体がファイアストッパにて燃え止まることを確認する（上記，1.5.3(1)①項の防火シート間にケーブル露出を設定した試験で包絡）。確認方法を添付資料 1-12 に示す。

(2)複合体内部の火災に対する耐延焼性評価

①保守的にファイアストッパ及び結束ベルト 1 箇所が脱落し，シート間にずれが生じてケーブルが露出した状態を模擬した耐延焼性試験を実施し，複合体が燃え止まることを確認する。確認方法を添付資料 1-12 に示す。

②実機施工以降の工事等による機材の接触等の状況により防火シートに傷が発生する極端な状態を設定して耐延焼性試験を実施し，複合体がファイアストッパにて燃え止まることを確認する（上記，1.5.3(2)①項の防火シート間にケーブル露出を設定した試験で包絡）。確認方法を添付資料 1-12 に示す。

1.6　複合体の設計上考慮すべき事項に関する確認項目

複合体を形成するにあたり複合体の難燃性能を確保するための耐性や，ケーブル及びケーブルトレイの持つ電気的機能及び機械的機能への影響を確認する。

1.6.1　複合体としての難燃性能

複合体の難燃性能を確保するために必要な性能として，使用環境による防火シートの耐久性，外力（地震）からの耐性（被覆性）を確認する。確認方法を添付資料 1-13 示す。

(1) 耐久性（腐食，経年劣化）

① 実機使用環境下における防火シート及び結束ベルトの耐性に問題ないことを確認する。

② 高温及び放射線環境下における防火シート及び結束ベルトの耐久性に問題ないことを確認する。

(2) 外力（地震）による健全性

想定する外力（地震）で結束ベルトが外れないこと，ケーブルが露出しないこと及び垂直トレイではファイアストッパが外れないことを確認する。

1.6.2　ケーブル及びケーブルトレイの保有機能

複合体はケーブル及びケーブルトレイを防火シートで覆ったものであるため，防火シートがケーブル及びケーブルトレイの機能に与える影響が軽微であり，ケーブル及びケーブルトレイの許容範囲内であることを以下の項目により確認する。確認方法を添付資料 1-13 示す。

(1) 防火シートによる電気的機能への影響

ケーブルについては，電動機等の機器を動かすために必要となる電流を供給する機能である通電機能，電源盤から電動機等の機器間に印加される電圧により絶縁破壊することがないように絶縁体に求められる絶縁機能について問題ないか確認する。

(2) 防火シートによる機械的機能への影響確認

ケーブル敷設時の摩擦や外部からの接触等により絶縁体に傷がつかないようにシースに求められる保護機能及びケーブルトレイに求められるケーブル保持機能について，防火シートによる影響がないかを確認する。

1.7　基本設計に関する確認項目

設計目標を達成確認項目・方法に基づき満足するものが設計方針(基本設計)となる。また，実機施工に対する詳細設計及び施工管理の詳細については，確認結果を踏まえて設定する。

ここでは，詳細設計及び施工管理の詳細を設定するに先立ち，1.5 項で示した項目のうち基本設計の目的である難燃性能を確保していること，及び施工性について確認する項目を以下に示す。なお，具体的な確認方法や結果については 3.項以降に示す。

(1)　複合体外部の火災

①自己消火性の確認(1.5.1(1)項)

② 耐延焼性の確認

a. 複合体被覆となる防火シートの遮炎性の維持(1.5.1(2)①項)

b. 複合体難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性(1.5.1(2)②項)

・複合体構成品の組合せ（供試体の仕様）

・試験条件（実機敷設状態を考慮した供試体との組合せ）

(2)　複合体内部の火災

① 自己消火性の確認(1.5.2(1)項)

② 耐延焼性の確認

a. 複合体の耐延焼性(1.5.2(2)①項)

b. 防火シートによる酸素量抑制空間の維持(1.5.2(2)②項)

・過電流発火模擬試験による防火シートの健全性評価

(3)　代替措置の施工性の確認

① ケーブルトレイ形状における防火シートの施工性

1.8　その他詳細設計に係る確認項目

基本設計として確認できた複合体について，実機への施工を考慮した詳細設計に係る確認項目として，1.7 項で示した基本設計としての難燃性能の確保，及び施工性以外の項目について，以下に示す。

(1) 難燃性能に対する設計余裕

想定外の不完全状態に対する耐延焼性の確保

① 複合体外部の火災に対する耐延焼性(1.5.3(1)項)

a.防火シートのずれによりケーブル露出状態での確認

b.防火シートの傷によりケーブル露出状態での確認

② 複合体内部の火災に対する耐延焼性(1.5.3(2)項)

a.防火シートのずれによりケーブル露出状態での確認

b.防火シートの傷によりケーブル露出状態での確認

(2) ケーブル及びケーブルトレイの安全機能に係る設計の妥当性

① 防火シートによるケーブルへの影響(1.6.2(1)項)

a. 通電機能

b. 絶縁機能

c. 化学的影響

② 防火シートによるケーブルトレイへの影響(1.6.2(2)項)

a. 化学的影響

b. 重量増加の影響

(3) ケーブルトレイの実機設置状況を踏まえた代替措置の施工性の確認

・実機状況を踏まえた防火シートの施工性（狭隘部，干渉部）

2. 供試体の仕様と試験条件の設定

2.1　試験対象ケーブルの選定

2.1.1　実機使用ケーブルの抽出

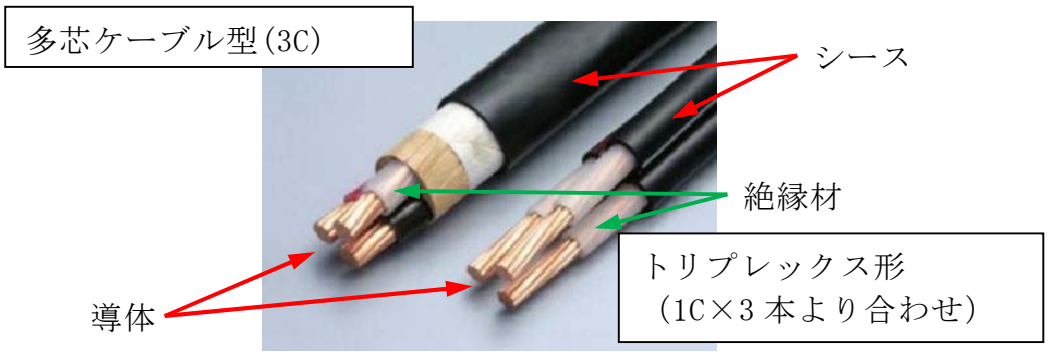
試験対象ケーブルの選定にあたり，東海第二発電所で使用されている非難燃ケーブルを網羅的に抽出する。

発電所建設時のケーブルの選定においてケーブルの型式（絶縁体及びシース材の組合せ），導体サイズ，線芯数等の情報は，ケーブル種類(使用用途による回路種別)により様々に存在することから,ケーブル情報を一括に整理した図書として配線表（以下「ケーブルリスト」という。）がある。そのため，実機で使用される非難燃ケーブルの抽出にあたり，建設時のケーブルリストからケーブル種類（使用用途による回路種別），ケーブルの型式，導体サイズ，芯数を網羅的に抽出する。また，建設時から使用され，難燃性を実証された難燃ケーブル及び運転開始後の改造工事においてケーブルを新設又は引替える場合には，難燃ケーブルを使用していることから，これらのケーブルは抽出対象から除外する。

発電所で使用する非難燃ケーブルの種類を添付資料 2-1 に示す。また，抽出された実機で使用される非難燃ケーブルの一覧を第 2.1－1 表に示す。

第 2.1－1 表　実機で使用される非難燃ケーブルの一覧

ケーブル種類 （回路種別）	ケーブル構成材料	
	絶縁材	絶縁材
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	架橋ポリエチレン
制御ケーブル		
低圧電力ケーブル		
高圧電力ケーブル		



第 2.1－1 図 CV（架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル）の構造（例）

2.1.2　実機を代表するケーブルの抽出

2.1.1 項で抽出した発電所で使用されている非難燃ケーブルの構成材料の組み合わせは，架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースの 1 種類であり，ケーブル種類（使用用途による回路種別）として計装，制御，低圧電力，高圧電力の 4 つに分類され，更に導線サイズや線芯数により多種にわたる。（発電所で使用する非難燃ケーブルの詳細を添付資料 2-2 に示す。）

また，ケーブルの形態として多芯で構成され一体となった多芯ケーブル型と，単芯のケーブルをより合わせたトリプレックス形等が存在する。

このようにケーブルは多種多様にわたるため，以下の方法により保守的に代表性を検討し，実機を代表するケーブルを選定する。なお，高圧電力ケーブルは難燃ケーブルに取替えるため選定対象外とした。

(1)　ケーブルの代表性

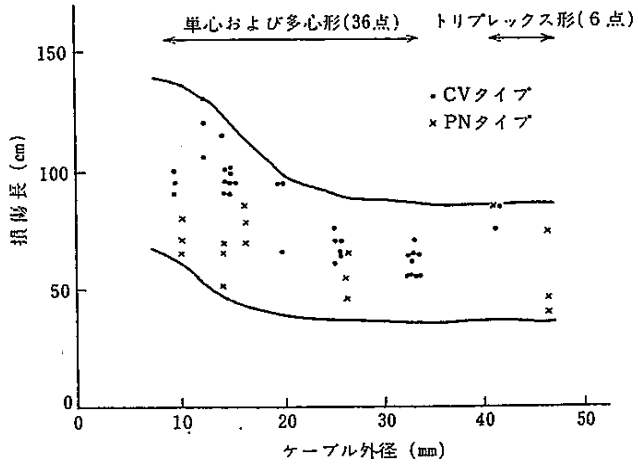
実機で使用されるケーブルの主な構成材料は架橋ポリエチレンの絶縁体とビニルのシース材であり，電気学会技術報告(Ⅱ部)第 139 号 付 2.10 図ケーブル外径と損傷長※5を参考にすると，ケーブルの損傷長はケーブル外径が約 25mm 以下で比較的長くなる傾向がある。このため比較対象とするケーブルの外径を概ね 25mm 以下とし,使用する非難燃ケーブルを網羅的に抽出し，抽出したケーブルは，ケーブル外径とケーブルの種類の観点を踏まえ耐延焼性試験を実施し，延焼性の比較をしたうえで代表ケーブルを選定する。

また,トリプレックス形等は単芯のケーブルをより合わせたもののため,単芯ケーブルとして外径 25mm 以下から選定する。この条件に合致するケーブルサイズとして，100mm^{2}が比較対象には適していることから，太物サイズとしてトリプレックス形の 100mm^{2}を選定する。

なお，ケーブルの代表性では，ケーブルの燃焼メカニズムを把握するとともにケーブルの燃焼と熱容量の関係について考慮する。ケーブルの燃焼メカニズムについて添付資料 2-3 に示す。

※５：電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号では，付 2.10 図にケーブル外径と損傷長の関係が示されており，外径や導体サイズが小さいと損傷長（ケーブル燃焼距離）が大きくなることが記載されている。

・延焼性に及ぼすケーブルサイズからの効果は，それほど顕著には認められないが，比較的ケーブル外径，導体サイズが小さいところで損傷長が大きくなっている。 これは，ケーブルの熱容量，熱放散などの影響が現れたものと考えられる。（引用：電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号）



CV タイプ：架橋ポリエチレンビニル絶縁ビニルシースタイプ
PN タイプ：EP ゴム絶縁クロロプレンシースタイプ

電気学会技術報告(Ⅱ部)第 139 号 付 2.10 図
ケーブル外径と損傷長（抜粋）

(2)　代表ケーブル選定までの流れ

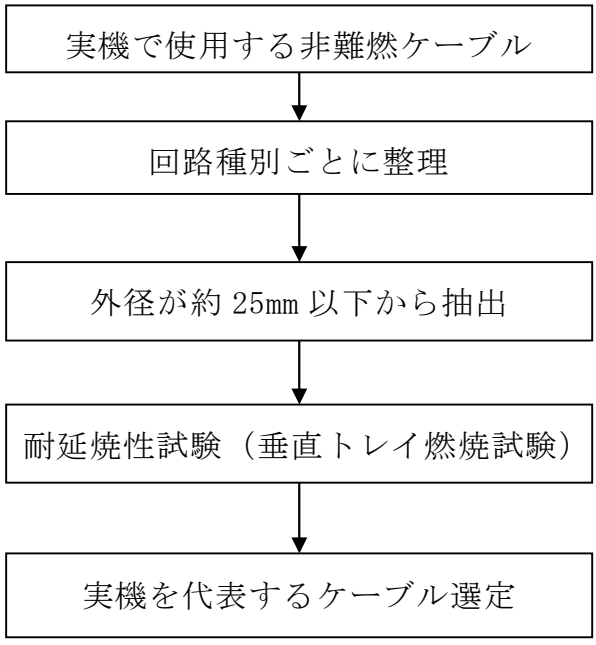
代表ケーブルを選定するためのケーブルは，網羅的に抽出したケーブルの中から以下の観点で耐延焼性試験を実施し，延焼性を比較し代表ケーブルを選定する。なお，耐延焼性試験の供試体は，トレイ上のケーブルに対して一括してシートを巻く施工（少量敷設）とし，垂直トレイ燃焼試験を実施する。

また，延焼性比較においてケーブルの損傷長に差がない場合は，ケーブルの損傷長に差がなかったケーブルを設計最大量にしてケーブルを敷設した供試体で垂直トレイ試験から損傷長を比較し,代表ケーブルを選定する。

ａ．ケーブルの外径による延焼性比較

ｂ．ケーブルの種類（使用用途による回路種別）による延焼性比較

代表ケーブルを選定するためのフローを第 2.1－2 図に，比較内容を第 2.1－2 表に示す。



第 2.1－2 図　実機を代表するケーブル選定フロー

第 2.1－2 表　代表ケーブルを選定するための比較内容

比較内容		対象ケーブル	ケーブル 外形(mm)
ケーブル 外形	① 計装ケーブル(細物径)と低圧電力ケーブル(太物径)による比較	【細物径】 計装ケーブル	9.5mm
		【太物径】 低圧電力ケーブル トリプレックス	1 本：19mm 3 本より合わせ：41mm
	② 制御ケーブルの細物径と低圧電力の太物径の外径の違いによる比較	【細物径】 制御ケーブル	9.9mm
		【太物径】 低圧電力ケーブル	14.5mm
	③ 低圧電力ケーブルの細物径と太物径の外径の違いによる比較	【細物径】 低圧電力ケーブル	14.5mm
		【太物径】 低圧電力ケーブル トリプレックス	1 本：19mm 3 本より合わせ：41mm
回路種別	④ 計装ケーブルと制御ケーブルによる比較	計装ケーブル	9.5mm
		制御ケーブル	9.9mm

(3)　ケーブルの使用期間による経年変化

ケーブルに使用されているビニルは経年変化で添加剤のうち可燃性物質である可塑剤がわずかに揮発して可燃性物質が減少することにより燃えにくくなる。また，架橋ポリエチレンは，揮発性の高い添加剤がないことから経年的に酸化劣化が主となり，可燃性成分の割合は減少し燃えにくくなる。燃焼試験に使用するケーブルは,経年変化を考慮する必要があるため,使用するケーブル材料に対し，熱及び放射線の加速劣化による酸素指数の変化を確認した。その結果，新品ケーブルに対し経年劣化後は酸素指数が高くなり，燃えにくくなっていることから，ケーブルは新品ケーブルを供試体とする。ケーブルの使用期間による経年変化についての第 2.1－3 表に示し，詳細を添付資料 2-4 に示す。

第 2.1-3 表　酸素指数測定結果

構成材料	酸素指数測定結果	
	初期	劣化後(40 年)
ビニル	25.3	28.6
架橋ポリエチレン	18.3	19.3

(4)　実機を代表するケーブルの選定

使用する非難燃ケーブルを抽出し，ケーブルの外径及びケーブル種類（回路種別）を比較条件とした結果，選定ケーブルは 4 種類となり，これらのケーブルを使って延焼性を確認することで使用ケーブルを網羅できる。

ケーブルの種類（回路種別）毎に選定した非難燃ケーブル及び試験対象ケーブル一覧を第 2.1－4 表に示す。また，発電所を代表する非難燃ケーブルの抽出結果のまとめを添付資料 2-5 に，試験対象ケーブルの詳細について添付資料 2-6 に示す。

第 2.1－4 表　実機を代表するケーブルの選定結果

及び試験対象ケーブル一覧

ケーブル種類 （回路種別）	絶縁材	シース材	外形 (mm)
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5
	架橋ポリエチレン	ビニル	19(41)※6

※6 ：トリプレックス型：() 外は外形，() 内は 3 本より合わせ外径を示す。

2.2　複合体の構成品の組合せ

実機への複合体の施工を想定した場合，複合体の構成品（ケーブル，ケーブルトレイ，防火シート）の組合せは多種多様になる。そのため，これら構成品を組合せた保守的な供試体仕様を選定し，2.3(2)の燃焼条件にて耐延焼性の試験を実施し，複合体が燃え止まることを確認する。また，外部の火災については複合体の損傷長と難燃ケーブルの損傷長を比較評価する。

2.2.1　複合体の構成品の組合せの抽出

ケーブル，ケーブルトレイ及び防火シートの組合せにおいて，保守的な実機模擬条件とするため，ケーブル及びケーブルトレイについて実機の設置状態で想定される組合せを抽出する。複合体構成品の状態確認について添付資料２－7 に示す。

2.2.2　実機状態を模擬した試験に使用するケーブル選定

2.1.2（4）で選定された 4 種類のケーブルについて，耐延焼性を確認するとともに実機状態を模擬した試験に使用する代表ケーブルを選定する。なお，試験の内容については 3.項に示す。

2.1.2（4）で選定された 4 種類のケーブルについてケーブル少量敷設の供試体による耐延焼性試験を実施した結果，制御ケーブルと低圧電力ケーブル(外径:14.5mm)のケーブル損傷長に大差なかった。そのためこの 2 種類のケーブルについて，ケーブルを設計最大量敷設した供試体による耐延焼性試験で損傷長を比較した。その結果，制御ケーブルに比べ低圧電力ケーブル（外径：14.5mm）の損傷長が長かったことから，実機状態を模擬した試験に使用するケーブルは，低圧電力ケーブル(外径:14.5mm)とした。ケーブル種類毎の耐延焼性試験によるケーブル損傷

長の比較結果を第 2.2-1 表に示す。また，ケーブル種類毎の性能確認方法と確認結果を添付資料 2-8 に，代表ケーブルの選定方法と選定結果について添付資料 2-9 に示す。

第 2.2-1 表　代表ケーブルを選定するための耐延焼性試験結果

ケーブル種類（回路種別）	絶縁材	シース材	外形（mm）	耐延焼性試験 最大損傷長平均（mm）	
				少量	設計最大量
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5	763	
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	840	635
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	800	663
	架橋ポリエチレン	ビニル	19	595	

2.3　試験条件の設定

(1) 供試体仕様

2.2 複合体の構成品の組合せの確認を踏まえ，耐延焼性試験における複合体の構成品は，複合体の難燃性能に関する設計目標に対する耐延焼性確保の考え方に基づき，複合体の外部の火災（熱の遮断に着目した仕様）及び複合体の内部の火災（酸素量の抑制に着目した仕様）を想定し，延焼し易いものとする。

複合体の構成品として延焼し易い供試体を第 2.3-1 表に示す。また，供試体仕様の考え方について添付資料 2-10 に示す。

第 2.3-1 表　複合体の構成品として延焼し易い供試体

複合体構成品		供試体
ケーブル	種類・サイズ	低圧電力　外径　14.5mm
	使用期間	新品
	延焼防止材有無	無
	埃有無	無
ケーブルトレイ	敷設状態	垂直：整線 水平：整線，波状（参考）
	型式	ラダー
	サイズ（幅）	300mm
	形状	直線形状

(2) 試験条件の設定

耐延焼性試験における試験条件は，ケーブルの敷設量（酸素量），トレイ設置方向，ファイアストッパ有無等の実機敷設状態について，複合体の外部の火災及び複合体の内部の火災を考慮し選定する。

試験条件の選定結果を第 2.3-2 表に示す。また，試験条件の設定の考え方を添付資料 2-10 に示す。

第 2.3-2 表　試験条件の選定結果

試験条件		複合体外部の火災を考慮した試験条件	複合体内部の火災を考慮した試験条件
ケーブル敷設量（ケーブル／シート隙間）	設計最大量(隙間小) 少量（隙間大） 満杯（隙間無）	設計最大量 少量 満杯	設計最大量
ケーブルトレイ	垂直 勾配 45° 水平	垂直 水平（参考）	垂直 勾配 45° 水平（参考）
ファイアストッパ	有／無	垂直：有／無	垂直：有／無
バーナとファイアストッパの距離		近距離，中距離，長距離	1,075mm
バーナ熱量	20kW 30kW	20kW 30kW（参考）	バーナ熱量

3.　複合体外部の火災に対する難燃性能の確認

複合体外部の火災に対する自己消火性については，不燃材の防火シートで火炎が遮られることから，ケーブルが発火する複合体内部の火災で確認する。

複合体外部の火災に対する耐延焼性については，複合体として，被覆する不燃材の防火シートにより外部からの火炎を遮断し，直接ケーブルに火炎が当たり燃焼することを防止するため，防火シートについては遮炎性が維持されることを確認する。また，防火シートは火炎を遮るが伝熱により内部のケーブルが損傷するため，耐延焼性が確保されることを確認する。

3.1 耐延焼性の確認（防火シートの遮炎性）

3.1.1　防火シートの遮炎性の確認

(1)　試験目的

防火シート単体の遮炎性が確保される範囲（限界性能）及び防火シートの重ね部の遮炎性を確認する。

(2)　試験体制

試験は同一供試体を用いて共同で試験しているため，試験体制及び役割分担は，「高浜１，２号炉　設置許可８条まとめ資料 別添１」に記載される試験体制で実施する。

(3)　供試体

本文 1.4 項に記載される防火シート

(4)　試験方法

建築基準法に規定されている指定性能評価機関が定めた遮炎性試験を基に ISO834 加熱曲線による加熱試験（防火シート単体では 60 分以上，防火シート重ね部については，遮炎性試験に準じて 20 分間）を実施し，防火シートの状態を確認する。試験結果の詳細は，添付資料 3-1 に示す。

(5)　判定基準

①防火シート単体：火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間が生じないこと確認する。

②防火シート重ね部：防火設備の遮炎性試験の判定基準

(6)　試験結果

ISO834 の加熱曲線の 70 分間の加熱（968℃）を行い，防火シートに火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間は生じないことを確認した。

また，防火シート重ね部は遮炎性試験を準拠して，ISO834 の加熱曲線の 20 分間の加熱を行い火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間は生じないことを確認した。試験結果を第 3.1-1 表及び第 3.1-2 表に示す。また，なお，試験結果の詳細については，実機火災荷重を考慮した防火シートの限界性能試験結果として添付資料 3-1 に，防火シート重ね部の遮炎性試験結果については添付資料 3-2 に示す。

第 3.1－1 表　防火シートの加熱試験（限界性能）結果

加熱時間（分）	試験回数	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間	判定結果
70※	3	無	良

※：試験設備の限界

第 3.1－2 表　防火シート重ね部の遮炎性試験結果

加熱時間（分）	試験回数	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間	非加熱面で10秒を超えて継続する発炎	非加熱側へ10秒を超えて連続する火炎の噴出	判定結果
20	2	無	無	無	良

(7)　評価

防火シート単体及び防火シート重ね部の遮炎性について性能が維持できることを確認した。

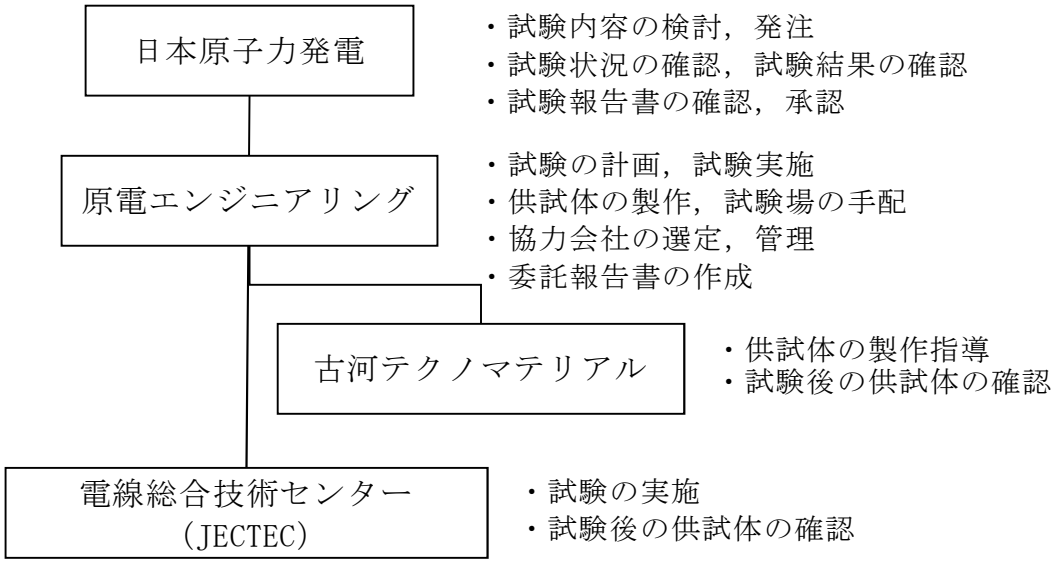
3.2　耐延焼性の確認（耐延焼性試験）

3.2.1　目的

複合体の外部からの火炎にさらされた場合においても加熱源が除去された場合は，複合体被覆及び内部の燃焼部が燃え止まることを確認する。また，複合体として難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性を有していることを確認する。

3.2.2　試験体制

試験は業務委託で実施しており，試験体制と役割分担は第 3.2－1 図のとおりである。また，調達管理は，ケーブルの難燃性向上評価に係る調達管理として添付資料 3-3 に示す。



第 3.2－1 図　試験体制と役割分担

3.2.3　試験内容

(1)　試験条件

外部からの加熱源にて供試体を燃焼させ，加熱源を除去した後に複合体被覆及び内部について燃焼部が燃え止まることを確認する。耐延焼性実証試験条件を添付資料 3-4 に示す。

なお，複合体外郭はケーブルの露出がない状態において結束ベルトで固定した標準的な状態とし，ファイアストッパは外部からの火炎を遮る可能性があることから保守的に設置しない条件の試験とする。

また，複合体内部のケーブルは複合体外郭である防火シートにより火炎が遮られること及び空気の流入が抑制されることから延焼性は低いが，外部からの熱は伝わるため，複合体内部の損傷の確認を行う。なお，外部からの伝熱により内部ケーブルが発火した場合は，加熱源を除去した場合に延焼が停止することを内部の火災として確認を行う。

(2)　判定基準

損傷長の判定方法を添付資料 3-5 に示す。

3.2.4　耐延焼性の確認の流れ

複合体が難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性を有することを以下の流れで確認する。

(1)　ケーブル種類毎の性能比較評価

難燃ケーブルの耐延焼性の試験に試験条件を準拠させた試験を実施し，複合体が燃え止まることを確認する。また，本文 2.2 項で選定した実機を代表するケーブルの複合体の損傷長について難燃ケーブルの損傷長と比較評価する。

(2)　複合体構成品の組合せによる性能評価

3.2.4(1)項の燃焼試験結果を踏まえた燃焼条件にて，本文 2.2 項及び 2.3 項で設定した複合体の構成品による供試体仕様及び試験条件により試験を実施し，複合体が燃え止まることを確認する。また，複合体の損傷長について難燃ケーブルの損傷長と比較評価する。

(3)　加熱熱量の違いによる性能比較評価（参考）

複合体に与える熱量を 3.2.4(1)項の試験から変化させた燃焼条件で試験を実施しても，複合体が燃え止まることを確認する。加熱熱量は，ケーブルの設置環境を考慮すると難燃ケーブルと非難燃ケーブルで同じ条件であることから，3.2.4(1)項の燃焼条件である 20kW を超える 30kW を加熱熱量とする。また，複合体と難燃ケーブルの燃焼状態及び損傷長を比較評価

する。なお，複合体とするケーブルは本文 2.2 項で選定されたケーブルを使用する。

3.2.5　ケーブル種類毎の性能比較評価

(1)　供試体

本文 2.2 項で選定した試験対象ケーブル，ケーブルトレイ及び防火シートを組合せた複合体を供試体とする。供試体（例）を第 3.2－2 図に示す。

（シート施工前）　　（シート施工後）

第 3.2－2 図　耐延焼性を確認する供試体（例）

(2)　試験方法

難燃ケーブルとの耐延焼性を確認するため難燃ケーブルの耐延焼性試験に試験条件を準拠させた方法により実施する。試験方法については，ケーブル種類毎の性能確認として添付資料 2-8 に示す。

(3)　試験結果

試験結果を第 3.2－1 表に示す。試験結果により複合体が燃え止まるこ

とを確認した。試験結果の詳細は，ケーブル種類毎の性能確認として添付資料 2-8 に示す。

第 3.2－1 表　耐延焼性確認試験結果

ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径(mm)	最大損傷長平均（mm）	判定結果
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5	763	良
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	840	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	800	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	19（41）※	595	良

※：トリプレックス形：（ ）外は単芯外径，（ ）内は３本より合わせ外径を示す。

(4)難燃ケーブルとの比較

本文 2.2 項で選定した実機を代表するケーブル，第 3.2－1 表の低圧電力ケーブルの試験結果と同一ケーブルサイズかつ同種材料における難燃ケーブルの耐延焼性試験結果を比較した損傷長を第 3.2－2 表に示す。第 3.2－2 表より，複合体の損傷長は難燃ケーブルの損傷長より短いことから複合体は難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性を有していることが確認できた。なお，難燃ケーブルの試験結果の詳細については，添付資料 3-6 に示す。

第 3.2－2 表　難燃ケーブルとの比較結果

供試体	ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径(mm)	最大損傷長平均(mm)
複合体	低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	800
難燃ケーブル		難燃架橋ポリエチレン	難燃ビニル	14.0	1,010

3.2.6　複合体構成品の組合せによる性能評価

(1) 供試体

3.2.5 項では防火シートの施工条件，ケーブル敷設量，ケーブルトレイ形状を同一にして試験を行っている。実機における複合体の施工においては，様々な複合体構成品の組合せが存在する。そのため， 2.3(1)項で選定した燃焼し易い供試体仕様により耐延焼性を確認する。

(2) 試験方法

燃焼条件として，本文 2.3(2)項で設定した試験条件により耐延焼性試験を実施する。加熱熱量は 3.2.5 項と同一とし，難燃ケーブルと比較する。試験方法及び試験結果の詳細について，添付資料 3-7 に示す。

(3) 試験結果

試験結果を第 3.2－3 表，3.2－4 表に示す。実機状態を模擬した供試体による耐延焼性試験異において，複合体が燃え止まるとともに，ケーブルの損傷長が難燃ケーブルより短いことを確認し，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した。

第 3.2－3 表 ケーブル量を変化させた耐延焼性試験の結果

供試体	トレイ設置方向	ケーブルの種類(回路種別)	絶縁材/シース	ケーブル量	最大損傷長(mm)	判定結果
複合体	垂直	低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン/ビニル	少量	570	良
				設計最大量	663	良
				満杯	980	良
難燃ケーブル			難燃架橋ポリエチレン/難燃ビニル	少量	1,010	―
				設計最大量	1,780	―

第 3.2－4 表　加熱源とファイアストッパの距離による影響確認の結果

供試体	トレイ設置方向	ケーブルの種類(回路種別)	絶縁材/シース	ケーブル量	ファイアストッパとバーナの距離(mm)	最大損傷長(mm)	判定結果
複合体	垂直	低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン/ビニル	設計最大量	362.5	1,220	良
					662.5	890	良
					1,262.5	760	良
難燃ケーブル			難燃架橋ポリエチレン/難燃ビニル		―	1,780	―

3.2.7 加熱熱量の違いによる耐延焼性の比較評価（参考）

(1)　供試体

3.2.6 項では複合体内のケーブルサイズ，加熱条件を同一にして試験を行っている。このため，加熱熱量を変えた耐延焼性の確認においても同一のケーブル，ケーブルトレイを使って試験する。

また，ケーブルの敷設量は設計最大量とし，難燃ケーブルと損傷長を比較するとともに，3.2.6 項の損傷長について傾向を確認する。

(2) 試験方法

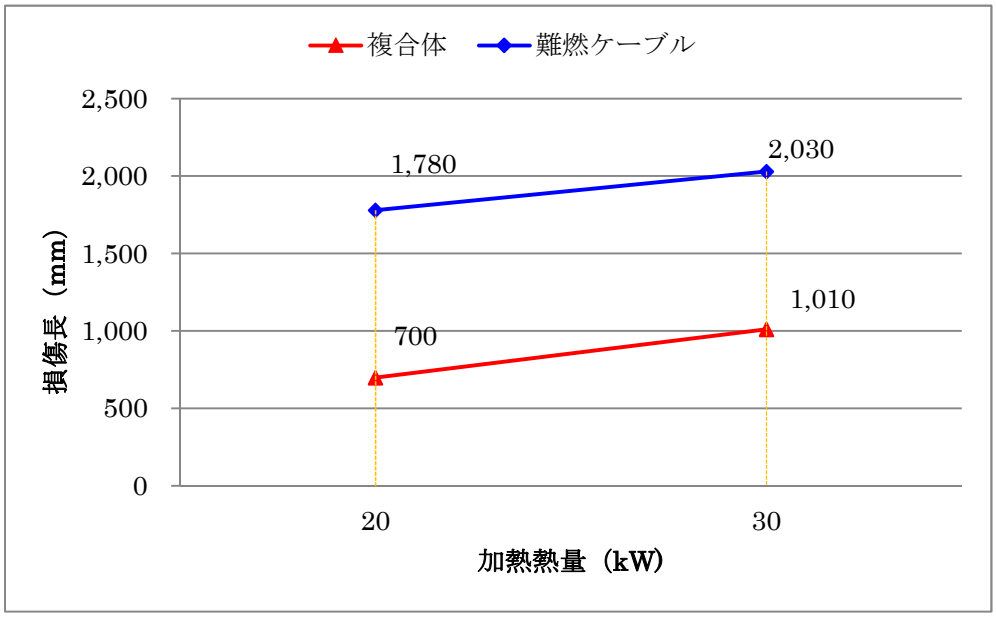
燃焼条件として複合体に与える熱量を 3.2.5 項の試験から変化させた試験を実施する。試験方法については，加熱熱量の違いによる性能比較評価として参考資料 1 に示す。

(3) 試験結果

試験結果を第 3.2－5 表及び第 3.2－3 図に示す。実機状態を模擬した複合体に 3.4.5 項の試験で用いた燃焼条件（熱量）を変化させても，複合体と難燃ケーブル間の耐延焼性の関係性が保たれており，その関係性から複合体が難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性を有していることが確認できた。試験結果の詳細は，加熱熱量の違いによる耐延焼性の性能確認として参考資料 2 に示す。

第 3.2－5 表　加熱熱量の違いによる耐延焼性試験結果（参考）

バーナ熱量（kW）	供試体	ケーブル回路種別	絶縁材/シース材	外径（mm）	敷設量	トレイ形状	最大損傷長（mm）
20	複合体	低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン/ビニル	14.5	設計最大量	ラダー	700
	難燃ケーブル		難燃架橋ポリエチレン/難燃ビニル	14.0			1,780
30	複合体		架橋ポリエチレン/ビニル	14.5			1,010
	難燃ケーブル		難燃架橋ポリエチレン/難燃ビニル	14.0			2,030



第 3.2－3 図　加熱量の違いによる耐延焼性試験結果（参考）

4.　複合体内部の火災を想定した難燃性能の確認

4.1　内部火災と耐延焼性確保の考え方

複合体内部発火における燃焼の 3 要素は第 4.1－1 表のとおりである。

第 4.1－1 表　複合体内部の火災における燃焼の 3 要素

燃焼の 3 要素	複合体内部の状態
熱エネルギー	ケーブルに電気を流すことによりジュール熱が導体に発生
酸素	防火シートを施工するが，空気（酸素）の吸込みは発生
可燃物	ケーブル自体が可燃物

このうち，発火要因となる熱エネルギーについては，その発熱要因を以下の(1)～(3)項に分類し，ケーブルの発火の有無について検討する。また，複合体外部からの伝熱によるケーブルの発火についても検討する。

(1)　通電電流による発熱

負荷となる設備の通電電流によりケーブルは発熱するが，許容電流以内で使用するため，発火には至らない。

(2)　過電流による発熱(保護継電器等の作動時)

地絡，短絡等に起因する過大な電流が流れた場合には，ケーブルの通電電流は通常の数倍以上に達し，ケーブルが発熱する。しかし，上流に設置している保護継電器と遮断器の組合せ等により，過大な電流は瞬時に遮断されることから発火に至らない。

(3)　過電流による発熱(保護継電器等が作動しない場合)

保護継電器等が作動しない場合，地絡，短絡等に起因する過大電流を遮断することができず，ケーブルの発熱は継続する。導体が細いケーブルは導体抵抗も大きく，過電流が継続すると導体が溶断し，電流が遮断されることから導体の発熱による燃焼の継続に至らない。

しかし，導体が太いケーブルの場合，許容電流を超える電流が長時間流れても，導体が溶断しないことから，導体の発熱による発火が継続する可能性がある。

上記(1)～(3)項より,ケーブルの発火は(3)項の過電流発生時に保護継電器等が作動しない場合に生じる。過電流によるケーブルの燃焼プロセスを添付資料 4-1 に示す。

添付資料 4-1 の過電流によるケーブルの燃焼プロセスに示すとおり，ケーブルの過電流による燃焼には，①過電流は遮断されるが燃焼が継続し延焼する状態及び，②過電流の継続による燃焼状態が持続する 2 つのプロセスが存在することから，これらについて以下の評価を実施する。

①　過電流は遮断されるが燃焼が継続し延焼する状態

a.　複合体内部ケーブルの難燃性能評価（4.2，4.3 で説明）

②　過電流の継続による燃焼が持続する状態

b.　過電流模擬試験による遮炎性能評価（4.4 項で説明）

なお，複合体外部からの伝熱によりケーブルが発火した場合を想定すると，加熱源がなくなった状態は過電流が遮断された①と同様の経過となることから，内部の火災として評価する。

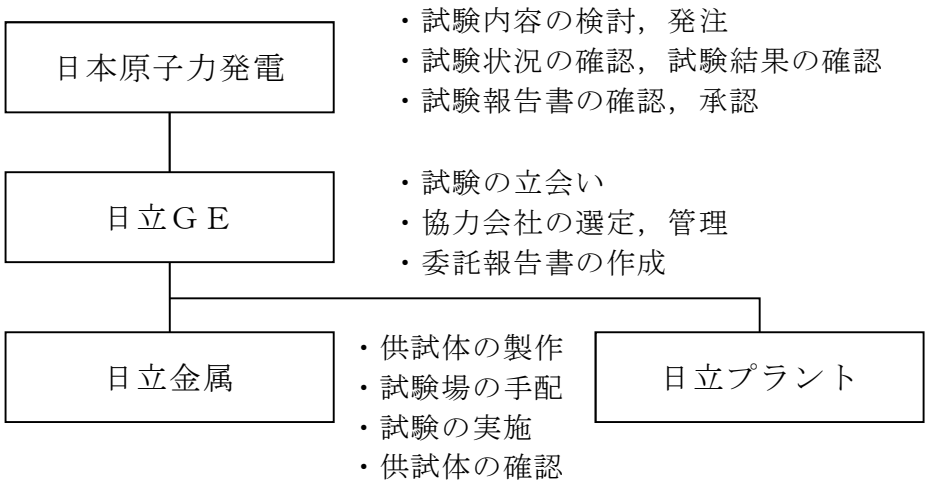
4.2　自己消火性の確認

4.2.1　試験目的

複合体内部の発火を想定した自己消火性の実証試験を実施し，非難燃ケーブルが自己消火することを確認する。

4.2.2　試験体制

試験は業務委託で実施しており，試験体制及び役割分担は第 4.2－1 図のとおりである。



第 4.2－1 図　試験体制と役割分担

4.2.3　試験対象ケーブル

2.1.2 項に示す試験対象ケーブルとする。

4.2.4　供試体

防火シートにより，燃焼の 3 要素である酸素の供給が妨げられる可能性があるため，保守的にケーブルが外気にさらされる条件として，ケーブル単体で防火シートを巻かないものとする。

4.2.5　試験方法

難燃ケーブルの自己消火性試験(UL1581 1080VW-1 Flame Test)を準拠して試験を実施する。

試験方法については，複合体の内部の発火に対する自己消火性の確認方法として添付資料 4-2 に示す。

4.2.6　試験結果

試験結果を第 4.2－1 表に示す。供試体について，自己消火性の性能を満足することを確認できた。試験結果の詳細は，複合体内部ケーブルの自己消火性の実証試験として添付資料 4-2 に示す。

4.2.7　自己消火性の実証

複合体内部のケーブルは，自己消火することを実証した。

第 4.2－1 表　自己消火性の試験結果

ケーブル種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	外径(mm)	判定結果
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5	良
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	19 (41) ※	良

※：トリプレックス形：( )外は単芯外径，( )内は３本より合わせ外径を示す。

4.3　耐延焼性の確認

4.3.1　試験目的

垂直又は水平等のトレイ設置方向による複合体内部の発火を模擬した燃焼試験を実施し，延焼の可能性のある設置方向を確認する。

また，延焼の可能性のあることが確認された設置方向については，ファイアストッパにより複合体内部の閉鎖空間を作ることにより，複合体内部での発火を想定しても複合体内部ケーブルが燃え止まることを確認する。

4.3.2　試験体制

耐延焼性の評価については，内部発火に対する延焼防止性能の評価における調達管理として添付資料 4-3 に示す。

4.3.3　試験及び評価

トレイの設置方向による延焼しやすい方向の特定として，「高浜１，２号炉　設置許可８条まとめ資料 別添１」に記載される，延焼の可能性のあるトレイの設置方向の特定に関する試験結果を参考とすると，垂直設置方向のトレイに敷設されるケーブルは延焼しやすい方向とされている。そのため垂直設置方向は延焼するものと評価し，対策としてファイアストッパを設置することとする。

したがって，垂直を除く水平と勾配（45°）設置方向のトレイによる延焼性を確認する。

4.3.4　試験内容

(1)　試験条件

試験条件は 2.3(1)項の供試体仕様及び 2.3(2)項の試験条件の設定に示

す内容とする。

なお，試験では複合体内部の発火による延焼を考慮するため，複合体内部のケーブルを露出させた部分に外部の加熱源から加熱する。

(2) 判定基準

判定基準については 3.2.3(2)項の判定方法と同様である。

4.3.5 トレイ設置方向による延焼性の確認

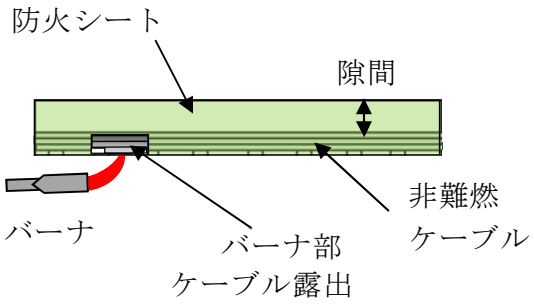
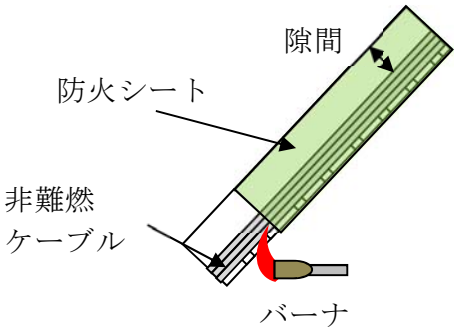
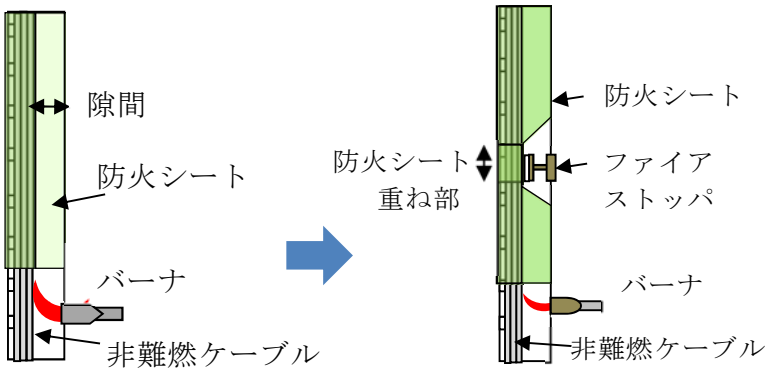
(1) 供試体

水平又は勾配（45°）のトレイ設置方向において,延焼性を確認するため,トレイ設置方向を変化させ燃焼試験を実施する。

水平又は勾配（45°）のトレイに敷設したケーブルに防火シートで複合体を形成し，燃焼部はケーブルを露出させた状態として燃焼試験を実施する。供試体例を第 4.3－1 表に示す。

なお，複合体は内部の酸素量が定量的に管理できないため，保守的に防火シートとケーブル間に隙間を設け，空気がある状態としたものを供試体として，垂直を除く水平と勾配の燃焼試験を実施する。

第 4.3－1 表　トレイ設置方向による延焼性確認試験の供試体（例）

トレイ設置方向	複合体
水平	
勾配 （45°）	
垂直 （隙間ありは延焼すると評価しファイアストッパを設置）	

(2)　確認内容

複合体内部ケーブルをバーナで直接加熱し，加熱源が除去された後，供試体の端までの間で燃え止まることを確認し，供試体の端までの間で燃え止まらない設置方向についてはファイアストッパを設置することとする。試験方法の詳細については，複合体内部の火災に対する延焼防止性能評価の確認方法として添付資料 4-4 に示す。

(3)　確認結果

試験結果を第 4.3－2 表及び第 4.3－3 表に示す。試験結果より，延焼するのは垂直のみで，水平及び勾配（45°）のトレイ設置方向については延焼しないことを確認した。試験結果の詳細は，トレイの設置方向による延焼性の確認結果として添付資料 4-5 に示す。

第 4.3－2 表　垂直設置方向の確認試験結果

（参考試験データ（引用））

トレイ敷設方向	防火シートとケーブル間の隙間有無	最大損傷長［mm］
垂直	有	>1,800

第 4.3－3 表　トレイの設置方向による延焼性の確認試験結果

トレイ設置方向	防火シートとケーブル間の隙間有無	最大損傷長（mm）	判定結果
水平	有	740	良
勾配（45°）	有	850	良
垂直	有	(—)※	否

※：第 4.3－2 表の結果により垂直設置方向のトレイは延焼するものとして評価

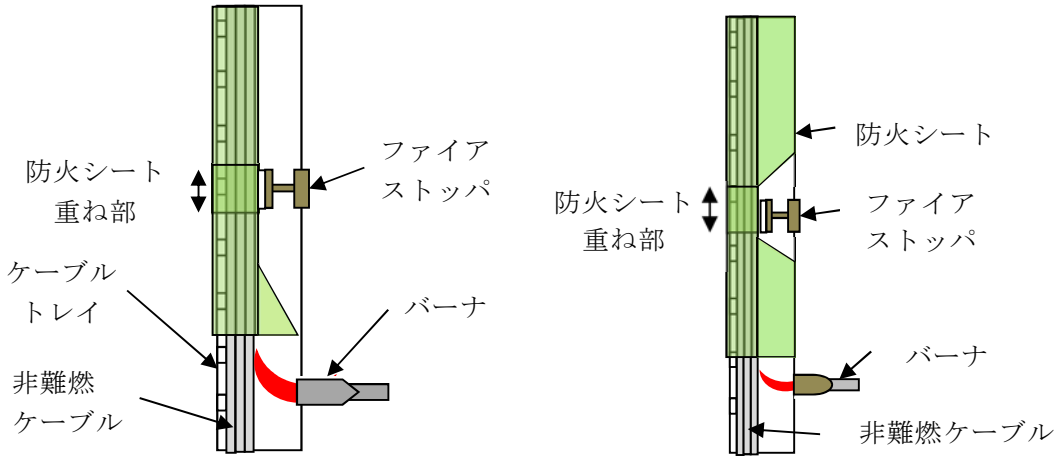
4.3.6　垂直トレイ方向への対応

(1)　供試体

供試体は，4.3.4 項にて延焼すると判断した垂直トレイ設置方向において，内部のケーブルの延焼を抑えるためファイアストッパを設置し，ケーブルとシートの隙間を排除する。

なお，複合体内部の発火を想定するため，燃焼部についてはケーブルを露出させた状態とする。供試体（例）を第 4.3－1 図に示す。

以下【ケース１】は，実機を模擬して複合体と防火シートとの隙間がない状態での内部発火を模擬したものであり，【ケース２】は，保守的に複合体と防火シートとの隙間がある内部発火を模擬する。



【ケース１】　　【ケース 2】

第 4.3－1 図　内部発火を模擬した供試体（例）

(2)　確認内容

ケーブルの燃焼がファイアストッパにて燃え止まることを確認する。試験方法の詳細については，延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応の実証試験として添付資料 4-6 に示す。

(3)　確認結果

試験結果を第 4.3－4 表に示す。その結果，ケーブルの燃焼がファイアストッパにて燃え止まることを確認した。試験結果の詳細は，延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応の実証試験として添付資料 4-7 に示す。

第 4.3－4 表　延焼の可能性のある垂直トレイの確認試験結果

トレイ 設置方向	ファイアストッパの位置 (バーナ高さからの距離) (mm)	最大損傷長 (mm)	判定結果
垂直	1,075～1,150	ケース1	1,070
		ケース 2	1,280※

※：最大損傷長はケーブルトレイ側面のケーブルで観察されており，トレイからの入熱の影響と考える。なお，中心のケーブルはファイアストッパで損傷は停止している。

4.4　過電流模擬試験による遮炎性能評価

4.4.1　試験目的

過電流火災は，導体が熱源となり絶縁体及びシースが加熱されて発生する可燃性ガスが発火温度に至り発火する現象であり，この事象を導体に代えてマイクロヒータで模擬し，可燃性ガス及びケーブルが発火した場合に防火シートが健全であり，酸素の流入パスとなる損傷がないこと（遮炎性能）を確認する。

4.4.2　試験体制

試験は同一供試体を用いて共同で試験しているため，試験体制及び役割分担は，「高浜１，２号炉　設置許可８条まとめ資料 別添１」に記載される試験体制で実施する。

4.4.3　試験対象ケーブル

この試験は過電流継続時の発火を想定しているため，燃焼の 3 要素を考慮した以下により発火時の影響が大きくなるケーブルを選定する。

(1)　熱エネルギー

ケーブルの導体は全て同一材料であり，許容電流が大きいほど発熱量が大きくなることから，導体サイズが太いケーブルを選定する。

(2)　可燃物

導体の発熱による絶縁体の熱分解による可燃性ガスの発生が多くなる絶縁体等の体積が大きいケーブルを選定する。

上記条件を満たすケーブルで，実機で使用しているケーブルの構成材料と

して第 4.4－1 表試験対象ケーブルのとおり選定する。

第 4.4－1 表　試験対象ケーブル

ケーブル種類	芯数－導体サイズ（mm^2）	絶縁材	絶縁体厚さ（mm）	シース材	シース厚さ（mm）	外径（mm）
高圧電力ケーブル	3C-325	架橋ポリエチレン	4.5	ビニル	1.5	71

4.4.4　供試体

複合体内部の酸素量が定量的に管理できないため，保守的に防火シートとケーブル間に隙間を設けた高圧電力ケーブルを供試体とする。

4.4.5　試験方法

過電流ではジュール熱により導体が発熱することから，導体の代替としてケーブル内部の絶縁体に接するようにマイクロヒータを設置し，ケーブル内部を加熱する。

上記の過電流を模擬する要素試験を実施し，ケーブルから発生する可燃性ガス及びケーブルが発火することを確認する。ケーブルが発火した場合は複合体内部の火炎について連続した外部への噴出の有無を確認する。試験方法の詳細を過電流模擬試験による防火シート健全性評価として添付資料 4-7 に示す。

4.4.6　試験結果

過電流模擬試験の試験結果を第 4.4－2 表に示す。4.4.4 で施工した複合体において，過電流による内部ケーブルの発火に対しても防火シートの遮炎性が保たれていることを確認した。試験結果の詳細は，過電流模擬試験による遮炎性能評価として添付資料 4-9 に示す。

第 4.4－2 表　過電流模擬試験結果

防火シートに損傷・発火がなく，複合体外部へ連続的な火炎の噴出がないこと	判定結果
無	良

5. 複合体の難燃性能に対する設計余裕

複合体は設計どおりに施工するものの，防火シートの施工不良や傷等の実機状態の不確かさを考慮しても耐延焼性を確保できるように設計する。そのため，複合体が不完全な状態を模擬した状態においても燃え止まることを，燃焼試験により確認する。

5.1　不完全な状態を仮定した場合の火災に対する耐延焼性の確認

(1)　試験目的

複合体の外郭である防火シートが不完全な状態な場合においても，複合体外部の火災に対し，複合体が燃え止まることを確認する。

(2)　試験体制

試験は業務委託で実施しており，試験体制及び役割分担は 3.2.2 項と同様である。

(3)　供試体

本文 2.2.2 項にて選定した非難燃ケーブルを用いた複合体に対し，防火シートが不完全な状態として以下の条件を模擬する。

① 防火シートのずれ

・ファイアストッパ及び結束ベルトが 1 箇所外れ防火シートがずれケーブルが露出した状態を仮定

② 防火シートの傷

③ 防火シートとケーブルの隙間

(4)　試験方法

試験方法については，複合体外部の火災及び複合体内部の火災を想定し，複合体が不完全な状態を仮定した場合の性能評価の確認方法として添付資料1-12に示す。

なお，防火シートを貫通するような傷を想定した場合，防火シート間にずれが生じてケーブルが露出した状態と同じとなることから，防火シートのずれを想定した耐延焼性試験に包絡される。また，保守的な設定となるように，防火シートとケーブル間には隙間を設定する。

(5) 判定基準

燃え止まること。なお，損傷長の判定方法を添付資料3-5に示す。

(6) 試験結果

防火シートにずれを模擬した供試体による耐延焼性試験の結果，加熱源除去後，複合体内部のケーブルが燃え止まることを確認した。

① 複合体外部の火災

複合体外部の火災に対する試験結果を第5.1－1表に示す。また，試験結果の詳細を，複合体が不完全な状態を仮定した場合の耐延焼性の確認結果として添付資料5-1に示す。

第5.1－1表　防火シートのずれを模擬した耐延焼性能確認結果

供試体	ケーブル量	バーナ熱量(kW)	防火シートのずれ(mm)	最大損傷長(mm)	判定結果
複合体	設計最大量	20	300 (露出:200)	1,280	良

② 複合内部の火災

複合体内部の火災に対する試験結果を第 5.1－2 表に示す。また，試験結果の詳細を，複合体が不完全な状態を仮定した場合の耐延焼性の確認結果として添付資料 5-2 に示す。

第 5.2－1 表　防火シートのずれを模擬した耐延焼性能確認結果

供試体	ケーブル量	バーナ熱量(kW)	防火シートのずれ(mm)	ファイアストッパの設置位置(バーナからの距離)(mm)	最大損傷長(mm)	判定結果
複合体	設計最大量	20	330 (露出:230)	1,675～1,750	1,770	良

(7)　評価

防火シートにずれや傷が生じても複合体の耐延焼性は確保されることを確認した。

6.　ケーブル及びケーブルトレイの安全機能に係る設計の妥当性

6.1　防火シートによるケーブルへの影響

複合体はケーブル及びケーブルトレイを防火シートで覆ったものであるため，防火シートがケーブルの機能に与える影響が軽微でありケーブルの設計範囲内であることを確認する。確認及び評価については，代替措置によるケーブルへの影響の確認方法として添付資料 1-13，防火シートによるケーブルへの影響の確認結果として添付資料 6-1 に示す。

6.2.1　通電機能

(1)　電流低減率試験による影響評価

ケーブルの通電機能への影響を確認するため，電流低減率試験をした結果，ケーブルの設計範囲内であり防火シート施工による通電機能への影響がないことを確認した。

6.2.2　絶縁機能

(1)　絶縁抵抗試験による影響評価

ケーブルの絶縁機能への影響を確認するため，防火シートを施工したケーブルに対し絶縁抵抗試験をした結果，防火シート施工によるケーブルの絶縁特性に影響がないことを確認した。

(2)　耐電圧試験による影響評価

ケーブルの絶縁機能への影響を確認するため，防火シートを施工したケーブルに対し耐電圧試験をした結果，防火シート施工によるケーブルの耐電圧に影響がないことを確認した。

6.2.3　ケーブルシースへの影響

(1)　化学的影響評価

防火シートが直接触れることによるケーブルシースへの化学的な影響の確認として JIS K 6833-1 5.3 に準拠した方法で pH 測定した結果，中性の範囲であり，ケーブルシースへの化学的な影響がないことを確認した。

6.3　防火シートによるケーブルトレイへの影響

防火シートを施工することによるケーブルトレイの保持機能への影響として，シートによる化学的影響及び重量増加の影響を確認する。確認及び評価については，代替措置によるケーブルトレイへの影響の確認方法として添付資料 1-13，防火シートによるケーブルトレイへの影響として添付資料 6-2 に示す。

6.3.1　ケーブルトレイ材質への影響

(1)　化学的影響評価

防火シートが直接触れることによるケーブルトレイ材質への化学的な影響の確認として 6.2.3 項の pH 測定結果から，中性の範囲であり，ケーブルトレイ材質への化学的な影響がないことを確認した。

6.3.2　防火シート施工による重量増加に伴うケーブルトレイ保持機能への影響

(1)　重量増加の影響評価

防火シート施工によるケーブルトレイの重量増加の影響について評価した結果，防火シート施工によってケーブルトレイの重量が増加してもケーブルトレイの設計を下回るため，防火シート施工によるケーブルトレイの

保持機能への影響がないことを確認した。

7.　代替措置の施工性

実機においてケーブルトレイは様々な形状で設置されていることから，添付資料 1-5 の防火シート及び結束ベルトの標準施工方法で示す防火シートの施工方法に基づいて施工し，設計通りの施工ができることを確認する。防火シートの施工については，実機に設置されるトレイの高さを考慮して，できる限り防火シートとケーブルに隙間を作らないように巻く方法を標準施工として採用し，延焼性が高いトレイ設置方向については防火シート内部の閉鎖空間を作るため，ファイアストッパを設置する施工とする。なお，防火シートの施工性確認試験は実機を用いて，ケーブルやケーブルトレイを動かさない状態で，十分な安全性を確保したうえ施工確認する。防火シートの施工性の確認方法を添付資料 7-1 に示す。

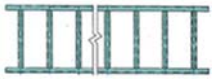
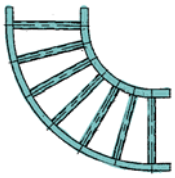
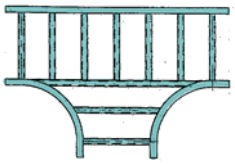
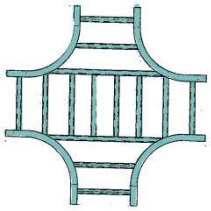
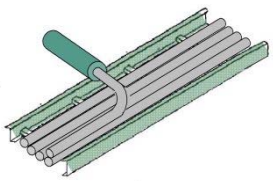
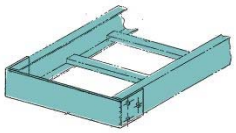
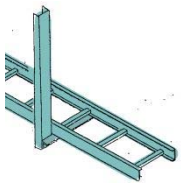
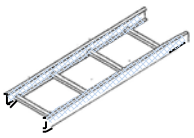
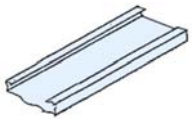
また，標準施工による施工が困難な箇所については，7.1.4 項に対応※を記載する。

※：米国 Regulatory Guide1.75 並びに審査基準 2.3 火災の影響軽減に定めるケーブルの分離基準に留意し，調達管理において設計要求を満足させるよう施工する。

7.1　複合体の施工方法

7.1.1　標準形状における防火シートの施工性

実機に設置されるケーブルトレイの形状を第 7.1－1 図に示す。これらの形状は添付資料 1-5 の防火シート及び結束ベルトの標準施工方法に沿った施工が可能である。

トレイ形状	構造（例）	トレイ形状	構造（例）
直線形		傾斜形	
Ｌ字形		Ｔ字分岐形	
十字分岐形		電線管合流部	
トレイ端部		トレイ サポート部	
トレイタイプ	構造（例）	トレイタイプ	構造（例）
ラダー		ソリッド	

第 7.1－1 図　実機のケーブルトレイ形状

7.1.2　標準形状におけるファイアストッパの施工性

4.3 項の結果より，複合体内部の発火による延焼の可能性があると評価されたトレイ設置方向について，添付資料 1-6 のファイアストッパの施工方法に示すとおりファイアストッパを取り付ける。

7.1.3　ケーブルトレイのケーブルの整理

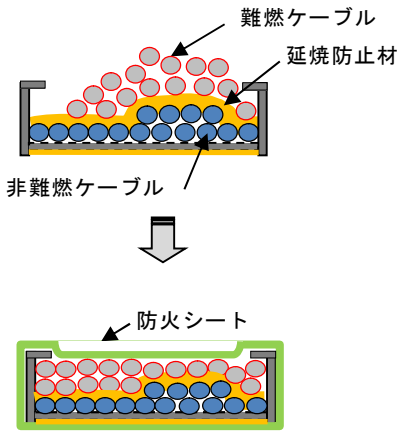
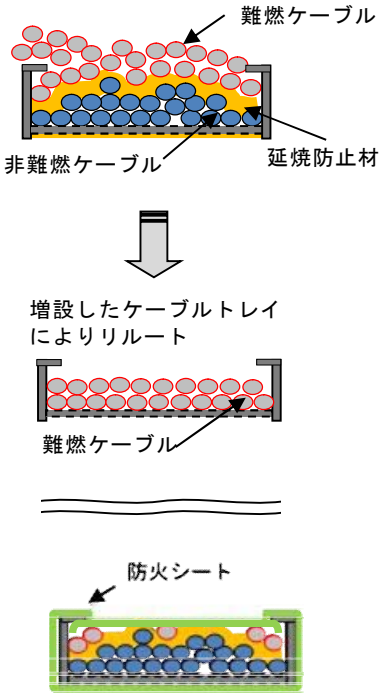
ケーブル処理室など，計装ケーブル又は制御ケーブルが集合するケーブルトレイにおいて延焼防止材を塗布された非難燃ケーブルの上に敷設された難燃ケーブルなどにより標準的な防火シート施工ができない箇所が存在する。そのため，次に示す対応方法によりケーブルを整線し，防火シートを巻ける状態とする。

(1)　トレイ上に敷設されている難燃ケーブルの量及び使用用途の特定

(2)　延焼防止材が干渉する場合は，干渉部の延焼防止材を剥離して整線

(3)　ケーブルを整線したあと非難燃ケーブルが敷設されるトレイには防火シートを施工（第 7.1－1 表にケーブルトレイのケーブル整線方法を示す。）

第 7.1－1 表　ケーブルトレイのケーブル整線方法

No.	トレイの状況	対応方法	イメージ図（トレイ断面）
1	トレイ内，トレイ上部に十分な空間がある場合	防火シートを巻けるようにケーブルを整線したあと防火シートを施工	
2	トレイ内，トレイ上部に十分な空間がない場合	・一つのトレイに整線できない難燃ケーブルは増設したケーブルトレイなどでリルート ・ケーブル長に余裕がない場合は引き直すか中継端子盤から増設したケーブルトレイ（ダクト）で中央制御室の制御盤まで難燃ケーブルを延長	

7.1.4　実機状況を踏まえた施工性

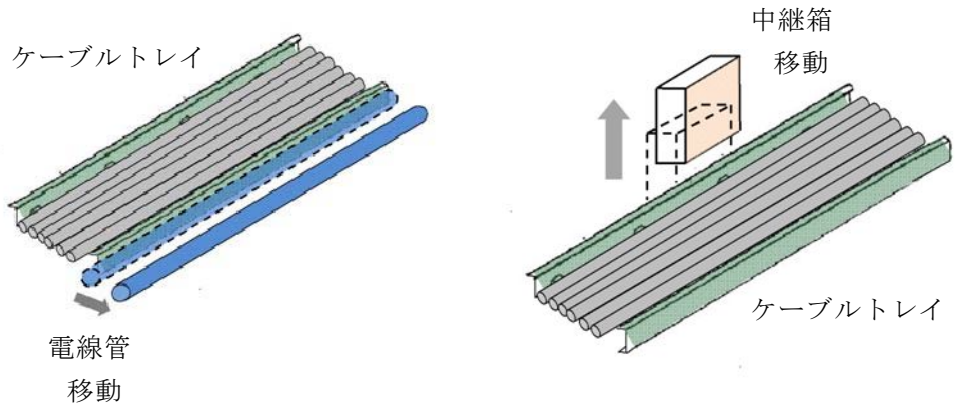
実機プラントにはケーブルトレイ近傍に様々な機器が存在し，標準施工方法に沿った施工が困難な箇所が存在することから，以下に分類される対応を行う。なお，実機における施工は，プラントメーカ等と工事施工会社による適切な施工体制及び設計要求を反映した施工方法を含めた施工計画を策定し実施する。

(1)　接近設備の干渉

第 7.1－2 図に示すように，ケーブルトレイに接近した電線管，中継箱，配管，ダクト等の干渉設備が存在し，防火シートを巻けない箇所が存在する。

ａ．干渉する設備の移設

干渉する設備を移設し，ケーブルトレイとの間にスペースを設けることでメーカの標準施工方法に従った防火シートの施工を可能とする。



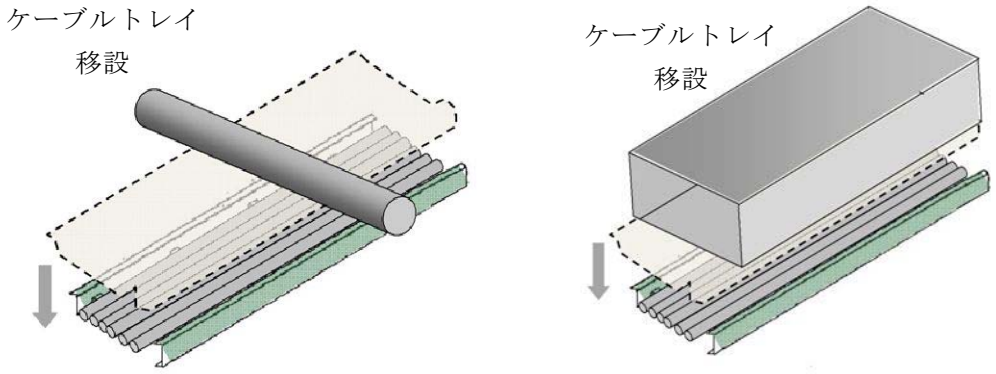
【電線管の干渉】　　【中継箱の干渉】

第 7.1－2 図　干渉設備の移設

ｂ．ケーブルトレイの移設

第 7.1－3 図に示すように，ケーブルトレイを移設し，干渉する設備と

の間にスペースを設けることで標準施工方法に従った防火シートの施工を可能とする。



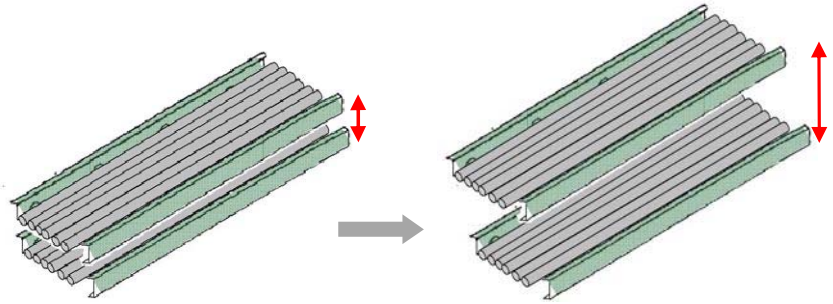
第 7.1－3 図　ケーブルトレイの移設

(2)　ケーブルトレイ同士の干渉

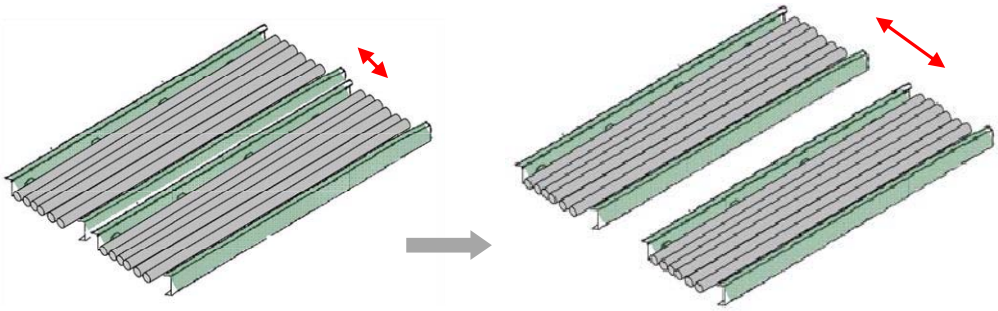
ケーブルトレイ同士が接近し，トレイごとに防火シートを巻くための距離が必要な箇所が存在する。

ａ．ケーブルトレイの移設

第 7.1－4 図に示すように，干渉するケーブルトレイを移設しケーブルトレイ間にスペースを設けることで標準施工要領に従った防火シートの施工を可能とする。



ケーブルトレイ同士の接近（垂直方向）



ケーブルトレイ同士の接近（水平方向）

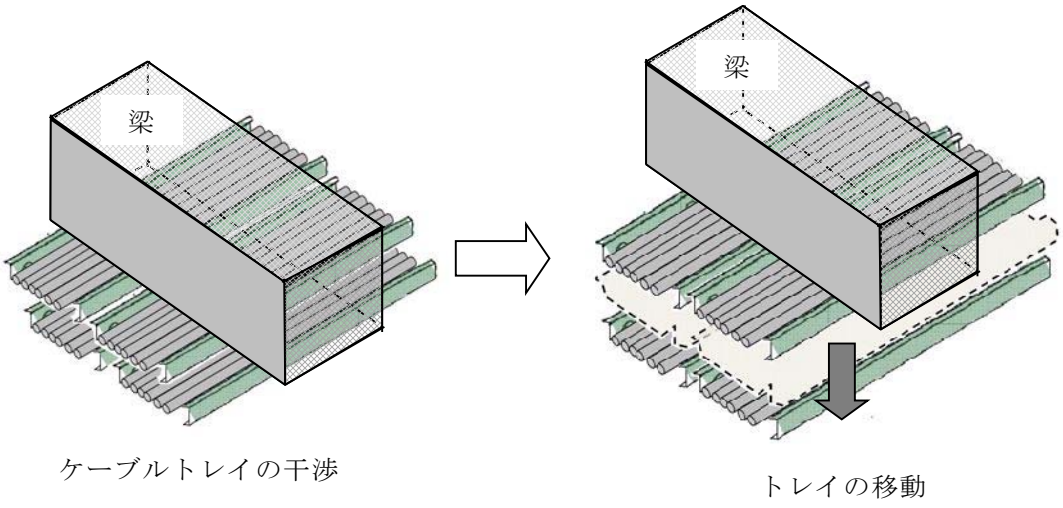
第 7.1－4 図　ケーブルトレイの干渉緩和

(3)　近傍設備による影響

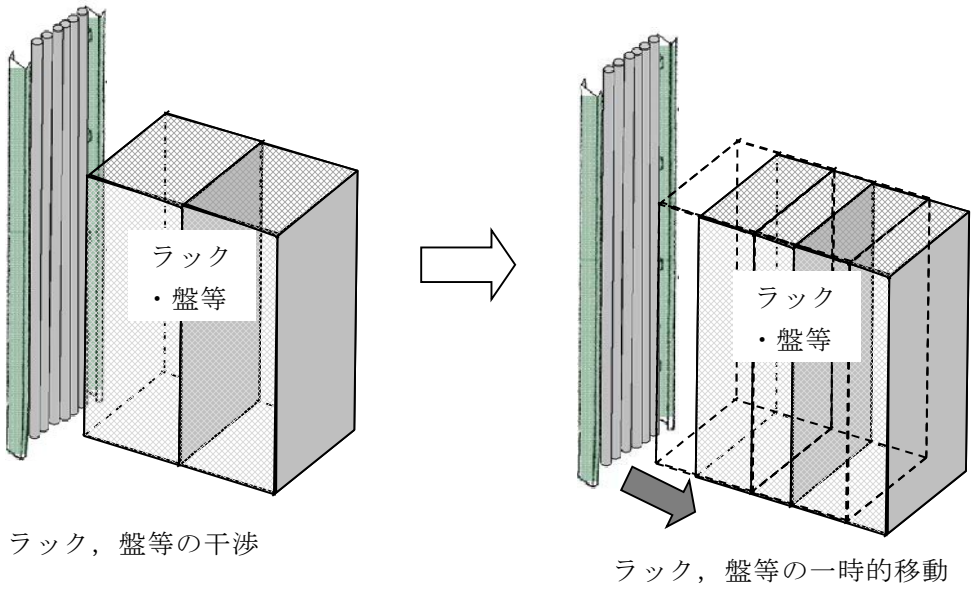
ケーブルトレイ近傍にある設備，ケーブルトレイにより施工作業スペースが確保できない箇所が存在する。

ａ．近傍設備の一時移動

第 7.1－5 図に示すように，施工作業の妨げとなる設備，ケーブルトレイを一時移動することで標準施工要領に従った防火シートの施工を可能とする。



ケーブルトレイの干渉　　トレイの移動

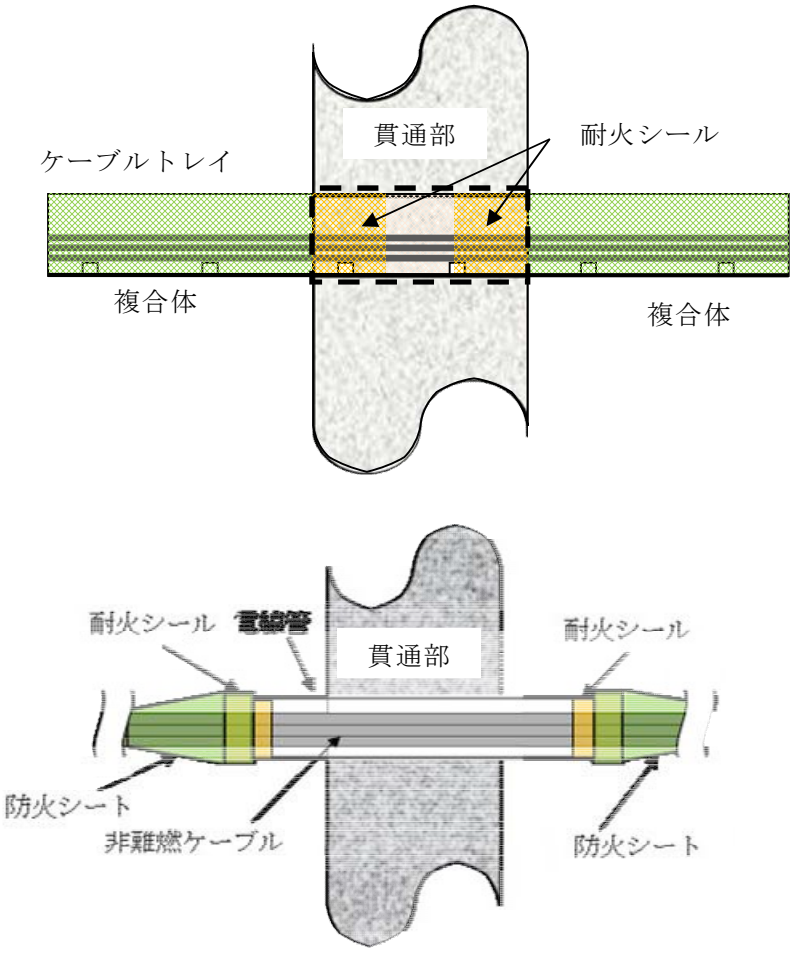


ラック，盤等の干渉　　ラック，盤等の一時的移動

第 7.1－5 図　干渉物移動による作業

7.2　貫通部及びトレイから分岐する電線管の対応

ケーブルトレイは壁や床，天井を通すための貫通部が存在し，防火シートによる複合体を形成することができない箇所が存在するが，貫通部両端に耐火シール施工を行うことで，耐火シールではさまれる壁の厚み部分は外部にケーブルが露出せず，その長さも短いものとなる。また，万一燃焼したとしても貫通部の外部への延焼も防止できる。



第 7.1－6 図　壁・床等の貫通部対応（例）

難燃性が要求されるケーブルへの対応

1. はじめに

東海第二発電所に敷設されたケーブルは，発電所運転開始以降に改造工事を行った際には難燃ケーブルを採用しているものの，建設時に敷設されたケーブルは非難燃ケーブルが使用されている。このため，基準要求に適合するように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。

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る。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

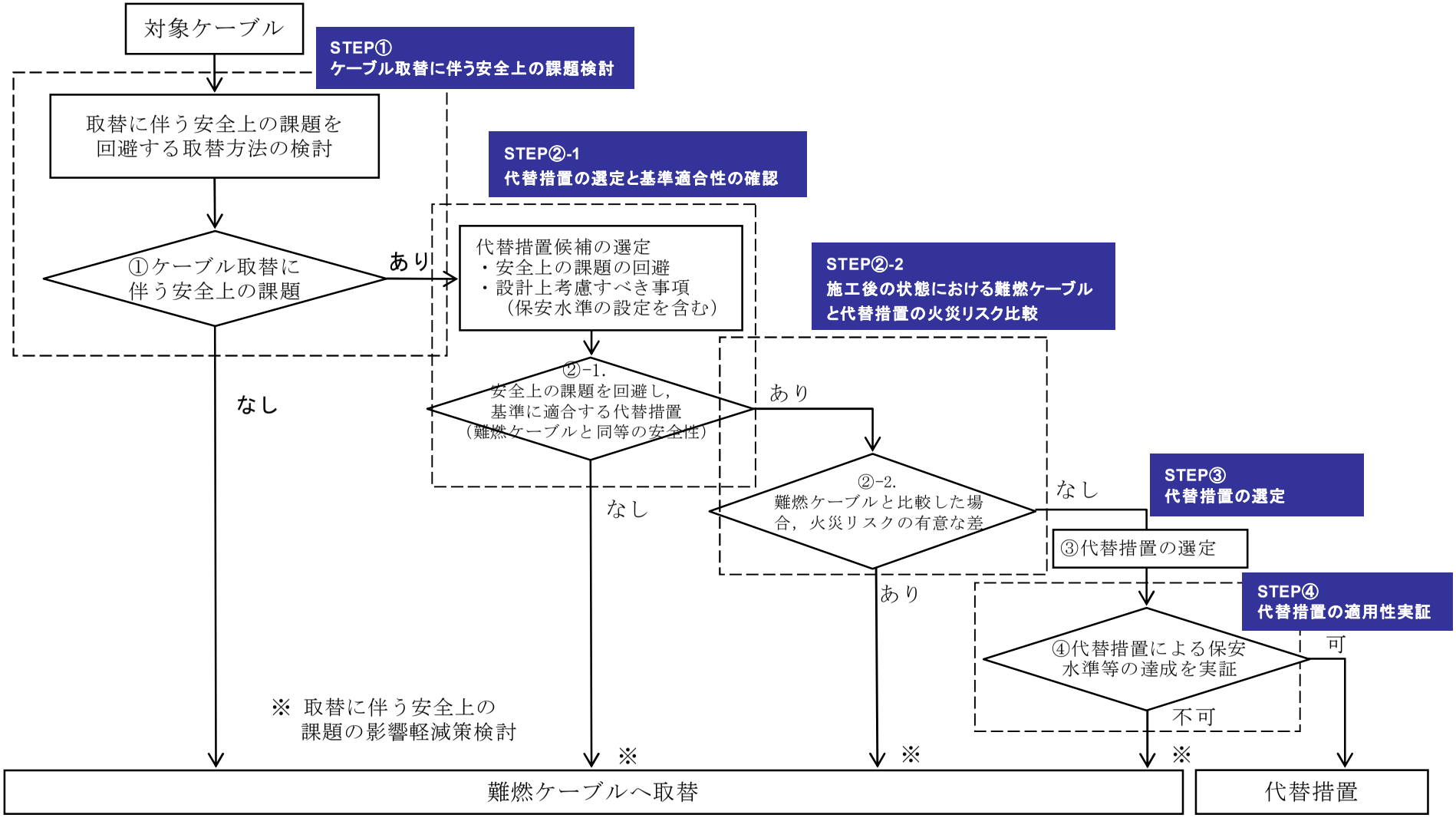
② 施工後の状態において，以下の条件を満足する範囲

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

なお，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。

第 1-1-1 図に安全機能を有するケーブルに使用する非難燃ケーブルの対応フローを示す。



第 1-1-1 図　対象ケーブル対応フロー

2.　取替範囲

現状，敷設されている非難燃ケーブルは，ケーブルトレイ又はケーブルピットにおいて延焼防止材が施工されている。一方で，ケーブル配線表により各ケーブルの始点と終点の特定は可能であるものの，始点と終点の間のケーブルは多層に敷設されたケーブル周囲に延焼防止材が施され束となっていることから，1本毎にケーブルを特定するためには困難性がある。その中でも高圧電力ケーブルに代表されるケーブル単体毎に延焼防止材が施工されているものや，制御・計装ケーブルに代表される中央制御室の床下のコンクリートピット内の盤間連絡ケーブル又は電線管は，始点から終点まで敷設されているケーブルが特定可能であるか,同一区画内ケーブルのみであることから，仮設ケーブル設置により対応が可能である。

2.1　ケーブル取替の基本的な考え方

東海第二発電所で使用するケーブルの敷設形態として,以下に大別される。

(1)　電線管…ケーブルの始点，終点全てを電線管で敷設される形態

(2)　コンクリートピット…ケーブルの全長をピット内に敷設される形態

(3)　ケーブルトレイ…大部分をケーブルトレイ内に敷設され，配線の途中から電線管で分岐又は合流する形態

また，ケーブルは以下に示すとおり，回路種別により4種類に区分されている。

・計装ケーブル

・制御ケーブル

・低圧電力ケーブル

・高圧電力ケーブル

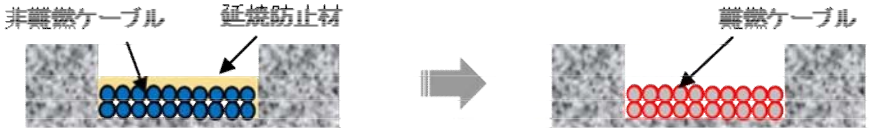
ケーブル取替はこれらの敷設形態に対し，以下の観点から，電線管内，コンクリートピット内，ケーブルトレイ内（回路種別ごと）の全数のケーブル（以下「単位」という。）を取替るものとする。

○各敷設形態の単位で取替ることにより，内挿されるケーブル全てが難燃ケーブルとなり，規制要求に適合することができる。

○可燃物であるケーブルが増加しないように，回路から切離された非難燃ケーブルは撤去する。

ケーブル取替のイメージ図を第 1-1-1 表に示す。

第 1-1-1 表　ケーブル取替のイメージ

敷設形態	ケーブルの取替単位（取替前後のイメージ）
電線管	
コンクリートピット	
ケーブルトレイ	

第 1-1-1 表で示したケーブル敷設形態に対し，ケーブル取替方法を検討するにあたり，ウォークダウンによりケーブル敷設状態を確認した。その結果，ケーブルトレイに関し，以下に分類される状況が確認された。

(1) ケーブルトレイに敷設されるケーブルに関しては，壁，床貫通部の予備管路の余裕が少ない。

(2) ケーブルトレイ内のケーブル量が多く全長に亘って敷設するトレイ内スペースが少ない。

これらの調査をもとに，以下に示す方法で検討を実施した。

2.2 取替方法検討にあたっての考慮事項

(1) 敷設ケーブルは回路種別として４種類，敷設形態として３種類あるため，回路種別及び敷設形態の組み合わせを考慮し，取替方法を網羅的に検討する。組み合わせの方法を第 1-1-2 表に示す。

(2) 敷設ケーブルの途中に新たに接続点を設けての取替えは，接続部の劣化による電気抵抗増加による電気特性の変化が懸念されることから，現状の始点，終点間での取替えを前提に検討する。

第 1-1-2 表　非難燃ケーブルの敷設形態と回路種別の組み合わせの状況

回路種別	敷設形態	ケーブルの敷設状態
高圧電力	ケーブルトレイ	単一区画内又は複数区画に跨って敷設
低圧電力	電線管	同上
	ケーブルトレイ	同上
制御	電線管	同上
	ケーブルトレイ	同上
	コンクリートピット	単一区画内で敷設
計装	電線管	単一区画内又は複数区画に跨って敷設
	ケーブルトレイ	同上
	コンクリートピット	単一区画内で敷設

2.3　安全上の課題を回避する取替方法の検討

(1) 電線管及びコンクリートピット

電線管敷設とコンクリートピット敷設は課題なく取替可能。

(2) ケーブルトレイ

既設ケーブルトレイ内で１本毎にケーブルを撤去・新設する方法から検討をスタートし，検討過程で安全上の課題が抽出された場合，その課題を回避するため，別の取替方法を検討する。これらの検討を繰り返し実施。

ａ．高圧電力ケーブル

既設トレイ内の既設ケーブルを撤去後，既設トレイ内に難燃ケーブルを敷設することで対応可能。

ｂ．低圧電力及び制御・計装ケーブル（ケーブルが複数区画に跨って敷設）

- 取替方法①【既設トレイ内既設ケーブルを撤去後，既設トレイ内に難燃ケーブルを敷設】

・敷設されているケーブル量が多く対象のケーブルを識別できないため，取替対象ケーブルを撤去（引き抜き，細断）する方法が取れない。

- 取替方法②【ケーブルトレイを新設し，新設トレイに対象ケーブルのみを新設】

・取替方法①の課題（対象のケーブルを識別できないため撤去不可能）は回避可能。

・しかしながら，本案では以下の課題あり。

- 建屋耐震性低下（新設トレイ敷設のための躯体開口）
- 可燃物量増加（既設トレイ上には既設ケーブルが残存）

● 取替方法③【ケーブルトレイを新設し，新設トレイに全ケーブルを敷設後に，既設トレイ及びケーブルを撤去】

・取替方法②の課題のうち，可燃物量増加は回避可能。

・しかしながら，本案では以下の課題あり。

➢ 取替時に建屋耐震性低下（新設トレイ敷設のための躯体開口）

● 取替方法④【既設トレイ内の全ケーブルを撤去し，新ケーブルを敷設】

・取替方法③の課題（建屋耐震性低下）は回避可能。

・しかしながら,本案では以下の課題あり取替方法として考慮しない。

➢ 取替時に必要な安全機能の信頼性低下（多段積みトレイ配置であるため，高圧→低圧→制御→計装の順でケーブル及びケーブルトレイを撤去後，逆の順に計装から高圧までのケーブルトレイ及び難燃ケーブルを敷設。維持すべき安全機能の片系列の系統が一括隔離状態。隔離されていない片系列の異常時において隔離系統の短期復旧の期待不可）

➢ 取替時に必要な安全機能の喪失（一部の安全機能を有するケーブルが敷設されている安全区分Ⅰ，Ⅱのケーブルトレイが交差する箇所があり，下側に敷設されている区分のトレイ内ケーブルを取替える場合には，上側に設置されているトレイの撤去が必要となり，この間，両区分の機能が喪失

⇒ 安全上の課題を回避しようとしても，新たな課題が発生。

以上，取替方法に係る検討結果についてのまとめを第 1-1-3 表に示す。

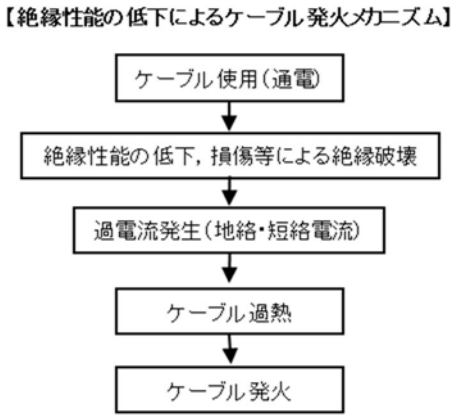
第 1-1-3 表　安全上の課題を回避する取替方法の検討結果

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	代替措置を選定し，取替に伴う安全上の課題により対応を選択
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	代替措置を選定し，取替に伴う安全上の課題により対応を選択

2.4　ケーブル取替の効果

ａ．ケーブルの発火リスク評価

ケーブルは熱等の影響により経年的に絶縁性能が低下し，絶縁破壊によりケーブルが発火に至る可能性がある（右図の発火メカニズムのとおり）。



・高圧電力ケーブルは第 1-1-4 表に示すとおり，絶縁体単位厚さに対する電圧が高いため，低圧電力に比べ絶縁破壊強さ(V/mm)は小さい(ケーブル絶縁体材料が同じであり比誘電率は一律)。

第 1-1-4 表　回路種別におけるケーブルの使用電圧と絶縁体厚さ

回路種別	絶縁体 材料	絶縁体厚さ：t (mm)	使用電圧：V (V)	絶縁破壊強さ ：V/t (V/mm)
高圧電力 ケーブル最細径	架橋 ポリエチレン	4	6,900	1,725
低圧電力 ケーブル最細径	架橋 ポリエチレン	1	480	480

・そのため，発火した高圧電力ケーブルによっては，低圧電源系へ停電範囲が波及する。

したがって，高圧電力ケーブルを未使用品に取替ることは発火リスクの低減に寄与できる。なお，低圧電力ケーブルについては，地絡・短絡に起因する過電流による発火リスクを低減するため，定期的な保守・点検により絶縁抵抗を確認し，必要によりケーブルの取替えを実施する。

ｂ．残存ケーブル撤去による可燃物低減

中央制御室床下コンクリートピット内のケーブルを難燃ケーブルに取替においては，使用している非難燃ケーブルの他，切離されて未使用となっているケーブルについても撤去することによって，可燃物が低減し，火災荷重を小さくする効果がある。

ｃ．信頼性の向上

全長を電線管で配線するケーブルは重要度が高いものが多いため，ケーブル取替によって更なる信頼性向上が期待できる。

2.5　難燃ケーブルに取替る範囲

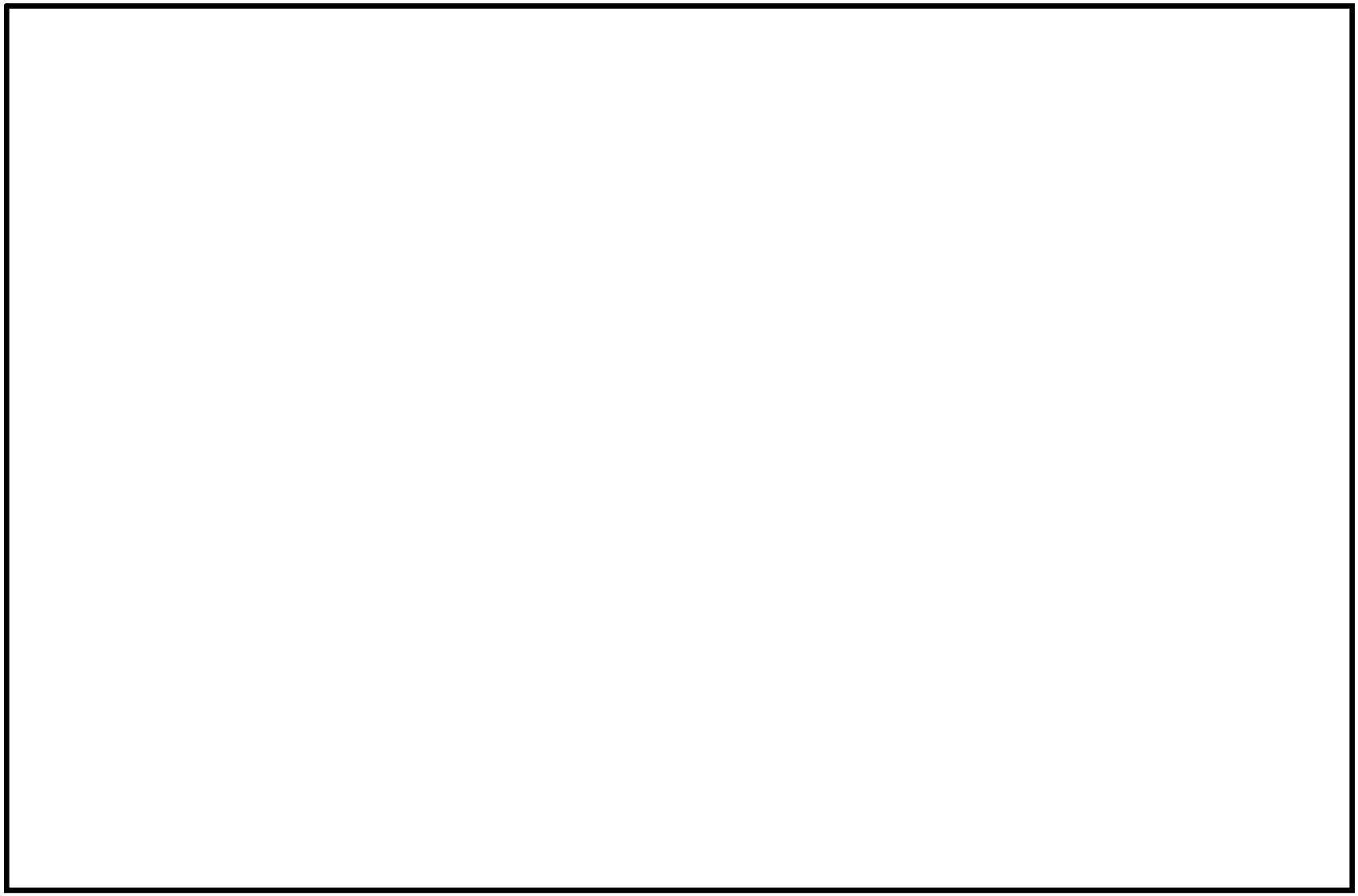
ケーブル識別や前項 2.1～2.4 の検討結果から難燃ケーブルに取替る範囲について以下に示す。

(1)　電線管…ケーブルの始点，終点全てを電線管で敷設されるケーブル

(2)　コンクリートピット…ケーブルの全長をピット内に敷設される中央制御室の制御盤間の連絡ケーブル

(3)　ケーブルトレイ…4 つの回路種別のうち，高圧電力ケーブル

安全機能を有する機器に使用する非難燃ケーブルについて，実際に設置される機器を例にケーブルの取替範囲を第 1-1-2 図に示す。



第 1-1-2 図　安全機能を有するポンプ 1 台に接続されるケーブルの取替範囲（イメージ）

3.　複合体の範囲

難燃ケーブル取替に伴う，安全上の課題が生じる場合は，敷設される非難燃ケーブルについて,代替措置を施すことにより火災発生防止の対応を図る。代替措置の方法は，不燃材の防火シートにより非難燃ケーブル及びケーブルトレイを覆って複合体を形成する設計とする。

3.1　非難燃ケーブルを複合体とする範囲

ケーブルの識別や前項 2.1～2.3 の検討結果から複合体とするケーブルを以下に示す。

・ケーブルトレイ…4 つの回路種別のうち，計装ケーブル，制御ケーブル，低圧電力ケーブル

難燃性が要求されるケーブルトレイへの対応を第 1-1-5 表に示す。また，安全機能を有するケーブルトレイ代替措置範囲図について第 1-1-3 図に示す。取替対象となっているケーブルの全長が電線管で配線されるものについては，エリアが広域にわたるため，電線管のみで配線される一部の区画を第 1-1-3 図で示す。

以上，難燃ケーブルの使用が要求される範囲について，難燃ケーブルに取替て使用する対応と非難燃ケーブルを複合体として使用する対応をケーブル長の割合として第 1-1-4 図に示す。安全機能を有する機器に使用されているケーブルの難燃割合は約 52%(概算値)となった。なお，重大事故等対処設備の新設ケーブルを追加すると難燃割合は約 60%(概算値)となった。

第 1-1-5 表　難燃性が要求されるケーブルへの対応(1/6)

火災区画名称	区画番号	ケーブル種別	取替の観点	対応方法
B2 階通路	R-B2-2	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
RCIC ポンプ室	R-B2-3	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
サンプポンプ室(東)	R-B2-4	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
LPCS ポンプ室	R-B2-5	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
HPCS ポンプ室	R-B2-6	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
サンプポンプ室(西)	R-B2-7	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
RHR ポンプ B 室	R-B2-9	高圧電力	ケーブルトレイ (電線管)	取替
		低圧電力		
		制御・計装		

第 1-1-5 表　難燃性が要求されるケーブルへの対応(2/6)

火災区画名称	区画番号	ケーブル種別	取替の観点	対応方法
RHR ポンプ C 室	R-B2-10	高圧電力	ケーブルトレイ (電線管)	取替
		低圧電力		
		制御・計装		
RHR ポンプ A 室	R-B2-11	高圧電力	ケーブルトレイ (電線管)	取替
		低圧電力		
		制御・計装		
非常用ディーゼル(2C)室	R-B2-12	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
非常用ディーゼル(HPCS)室	R-B2-13	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
A 系スイッチギア室	R-B2-15(1)	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
HPCS 系スイッチギア室	R-B2-15(2)	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
B1 階通路（東）	R-B1-2(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置

第 1-1-5 表　難燃性が要求されるケーブルへの対応(3/6)

火災区画名称	区画番号	ケーブル種別	取替の観点	対応方法
B1 階通路（西）	R-B1-2(2)	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
非常用ディーゼル(2C)室	R-B1-4	高圧電力	ケーブルトレイ （電線管）	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
非常用ディーゼル(HPCS)室	R-B1-5	高圧電力	ケーブルトレイ （電線管）	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
非常用ディーゼル(2D)室	R-B1-6	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
B 系スイッチギア室	R-B1-7(2)	高圧電力	ケーブルトレイ	取替
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
1 階通路（東）	R-1-2(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
1 階通路（西）	R-1-2(2)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置

第 1-1-5 表　難燃性が要求されるケーブルへの対応(4/6)

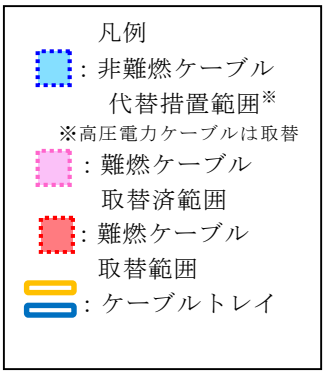
火災区画名称	区画番号	ケーブル種別	取替の観点	対応方法
MG(A)エリア	R-1-6(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
MG(B)エリア	R-1-6(2)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
125V 充電器 2A エリア	R-1-6(3)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
125V 充電器 2B エリア	R-1-6(4)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
エレベータマシン室	R-2-1	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
TIP ドライブメカニズム室	R-2-2	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
2 階通路(東)	R-2-3(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置

第 1-1-5 表　難燃性が要求されるケーブルへの対応(5/6)

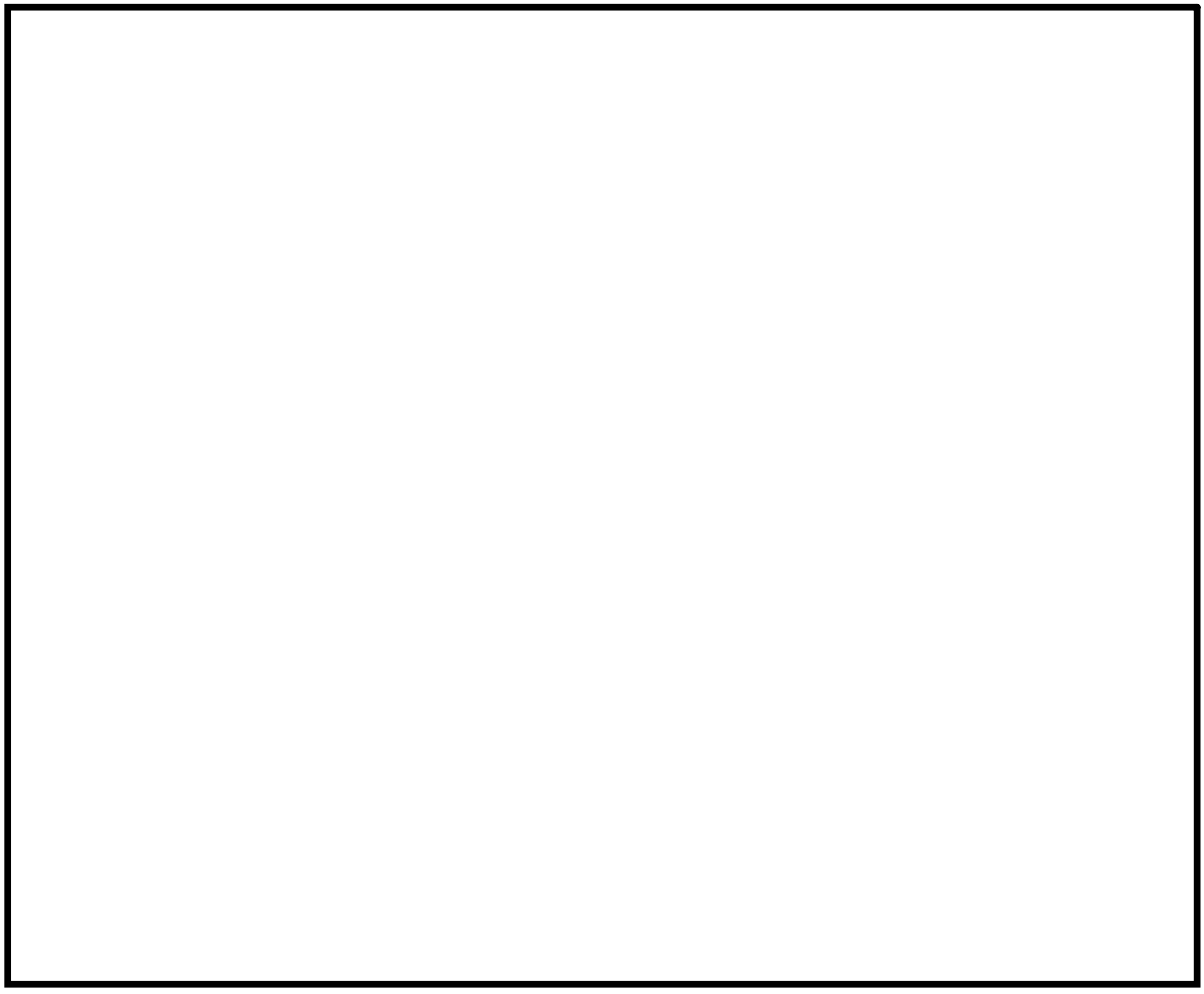
火災区画名称	区画番号	ケーブル種別	取替の観点	対応方法
2 階通路(西)	R-2-3(2)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
ケーブル処理室	R-2-8	高圧電力		
		低圧電力		
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
中央制御室	C-2-2	高圧電力		
		低圧電力		
		制御・計装	コンクリートピット	取替
3 階通路(東)	R-3-1(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
3 階通路(西)	R-3-1(2)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
4 階通路(東)	R-4-3(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
4 階通路(西)	R-4-3(2)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置

第 1-1-5 表　難燃性が要求されるケーブルへの対応(6/6)

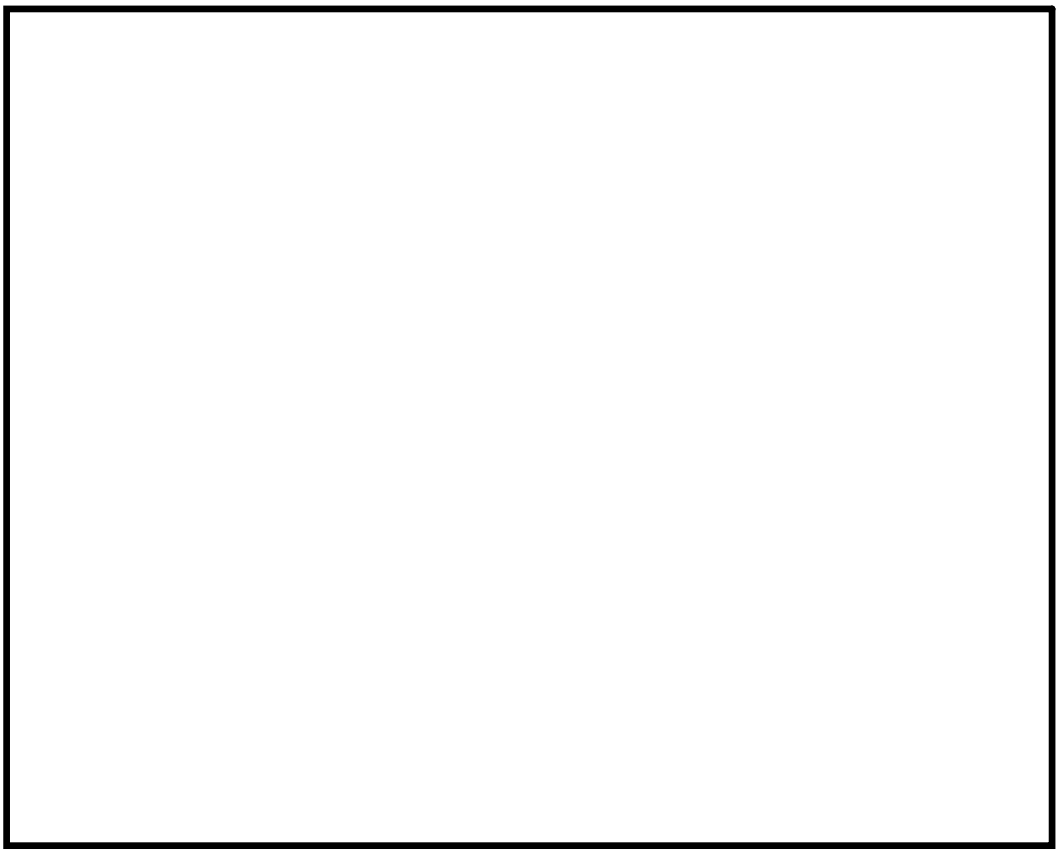
火災区画名称	区画番号	ケーブル種別	取替の観点	対応方法
非常用ガス再循環系(A)エリア	R-5-3(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
非常用ガス再循環系(B)エリア	R-5-3(2)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
5 階通路(西)	R-5-4(1)	高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置

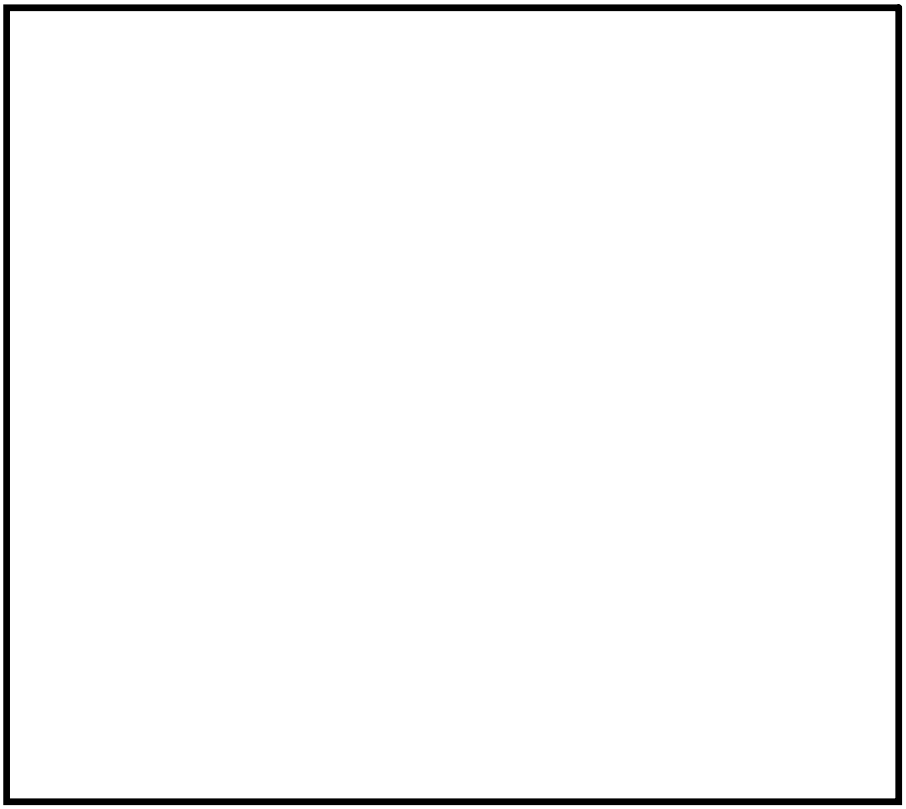


E.L. 38.8



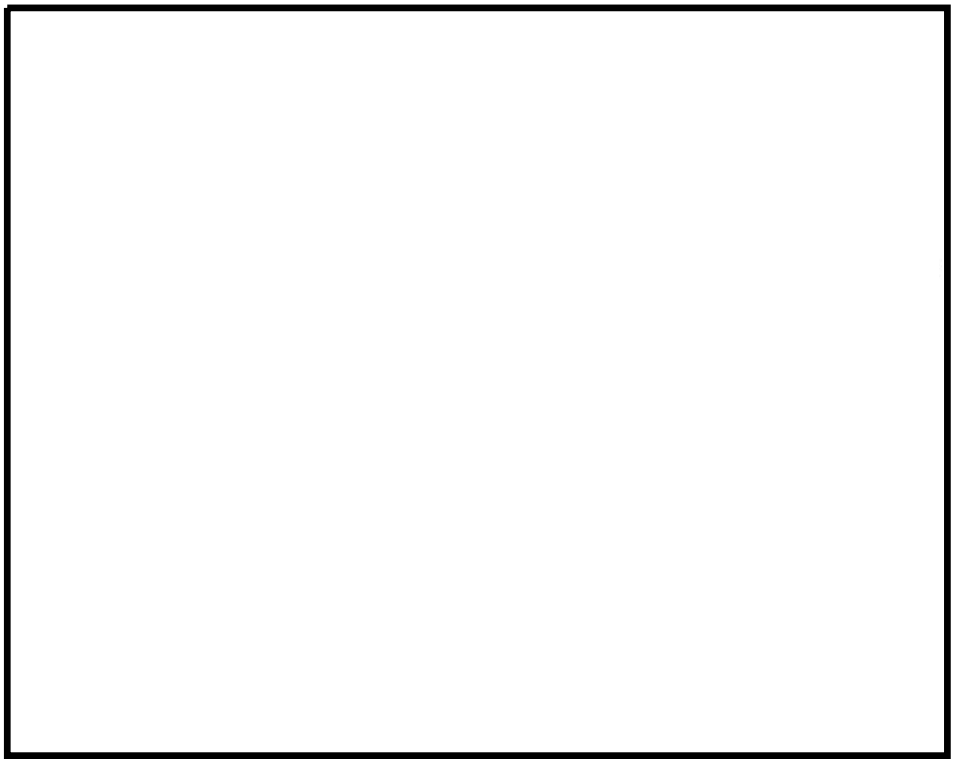
第 1-1-3 図　安全機能を有するケーブルトレイ代替措置範囲図(1/4)



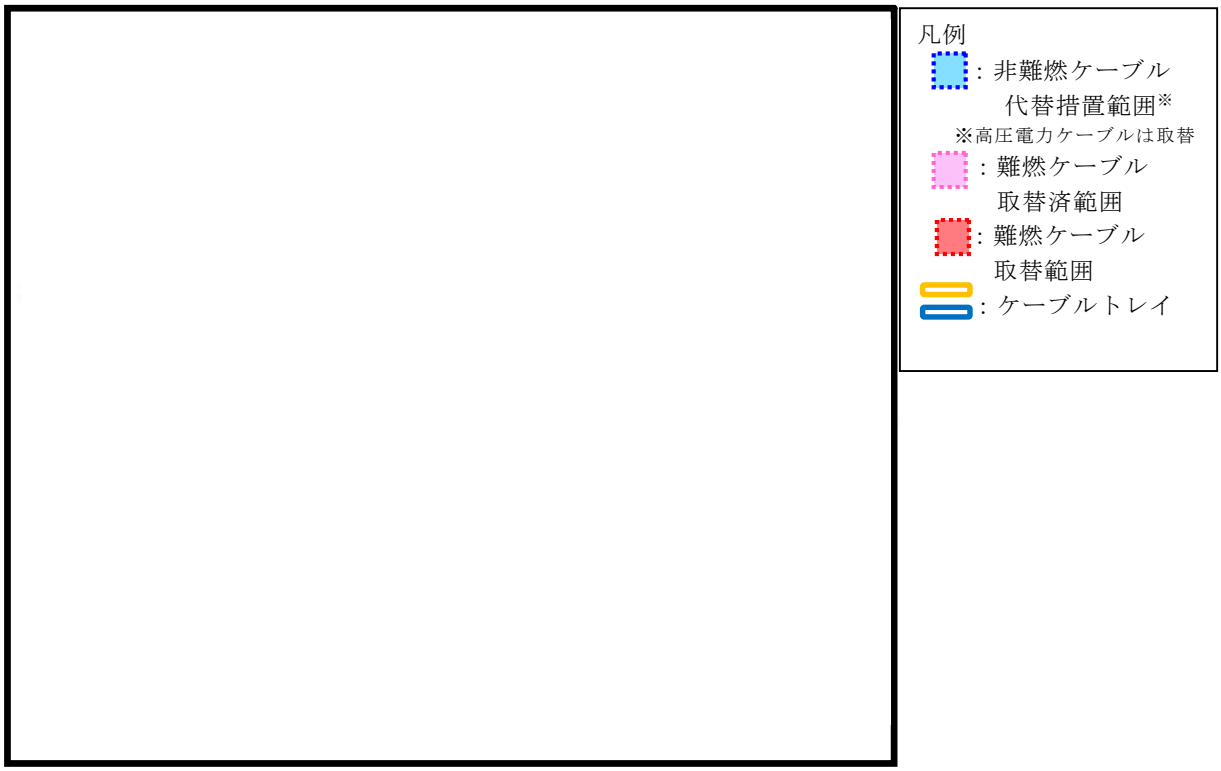


凡例
：非難燃ケーブル
代替措置範囲※
※高圧電力ケーブルは取替
：難燃ケーブル
取替済範囲
：難燃ケーブル
取替範囲
：ケーブルトレイ

第 1-1-3 図　安全機能を有するケーブルトレイ代替措置範囲図（2/4）

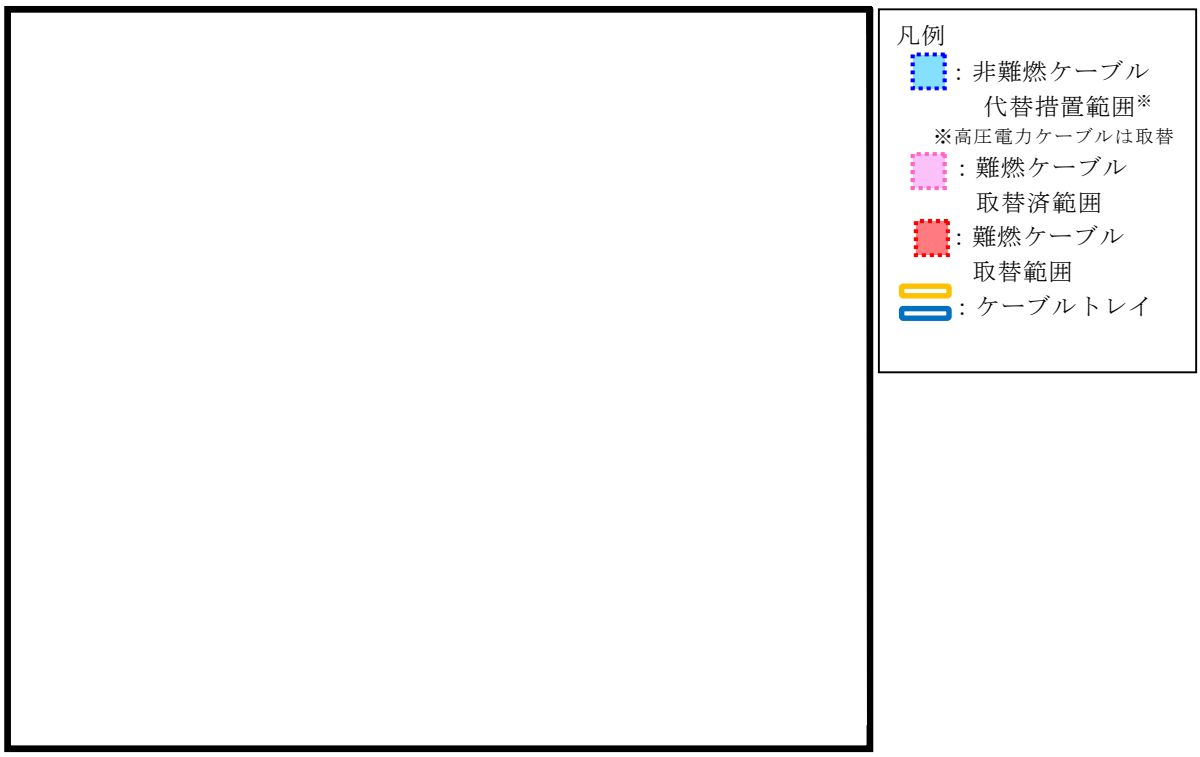


E.L.8.2m



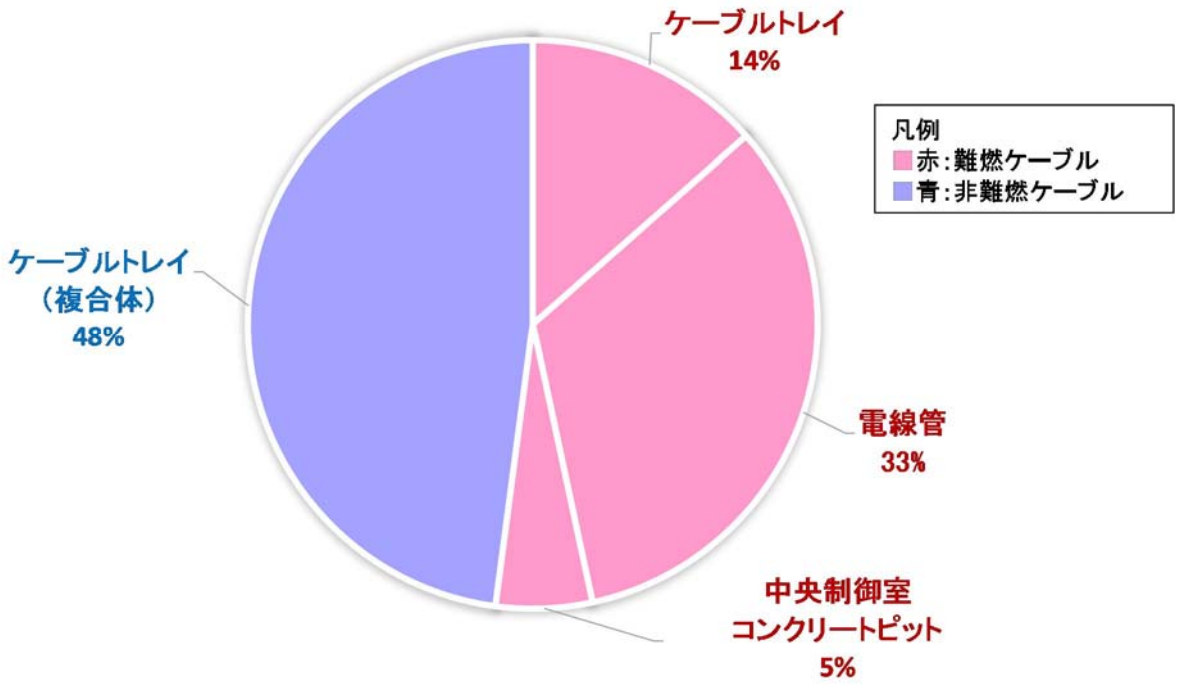
E.L.2.0m

第 1-1-3 図　安全機能を有するケーブルトレイ代替措置範囲図(3/4)



E.L. －4.0m

第 1-1-3 図　安全機能を有するケーブルトレイ代替措置範囲図(4/4)



第 1-1-4 図　難燃ケーブルと非難燃ケーブル(複合体)の長さの割合

防火シートの基本性能について

防火シートとして用いるプロテコⓇシート-P2・eco は，建築基準法で定められた不燃材であり，防火設備に求められる遮炎性及び使用環境に対応した耐久性を有している。また，想定される外力ではケーブルは露出しない。なお，結束ベルトは使用環境に応じた耐久性を有している。以下に試験結果を示す。

1. 発熱性試験

1.1 目的

防火シートが不燃材料としての性能を有していることを確認する。

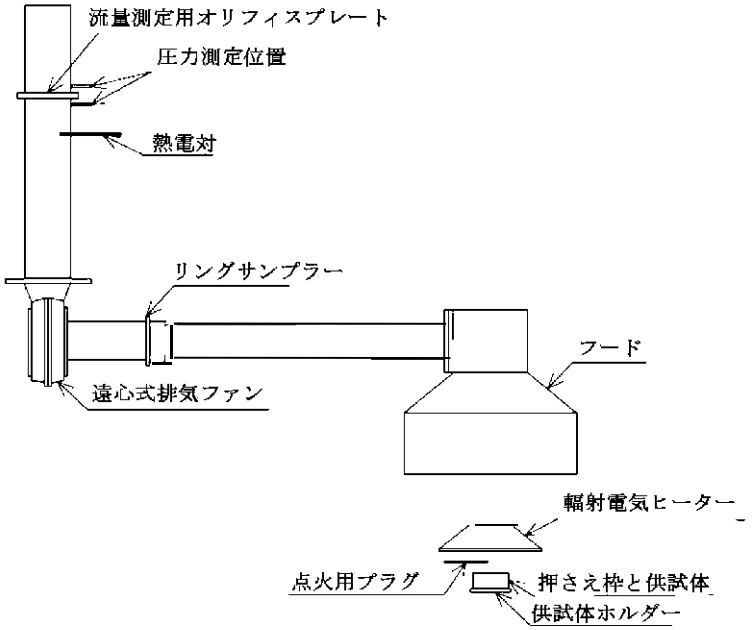
1.2 供試体

防火シート(プロテコⓇシート-P2・eco)

1.3 試験方法及び判定基準

建築基準法に基づき指定性能評価機関が定めた発熱性試験（一般財団法人日本建築総合試験所，防耐火性能試験・評価業務方法書 8A-103-01）による。試験の概要を第 1-2-1 表に示す。

第 1-2-1 表　発熱性試験の概要

試験装置概要	
試験内容	・輻射電気ヒーターから供試体の表面に 50kW/m^{2}の輻射熱を 20 分間照射する。 ・供試体表面に輻射熱を照射すると同時に点火プラグにて電気スパークを作動させる。
試験回数	３回
判定基準	・加熱開始後 20 分間の総発熱量が 8MJ/m^{2}以下であること。 ・加熱開始後 20 分間，防火上有害な裏面まで貫通するき裂及び穴がないこと。 ・加熱開始後 20 分間，最高発熱速度が，10 秒以上継続して 200kW/m^{2}を超えないこと。

1.4　試験結果

試験結果を第 1-2-2 表にまとめる。また，実証試験の詳細を第 1-2-3 表に示す。

第 1-2-2 表　発熱性試験結果

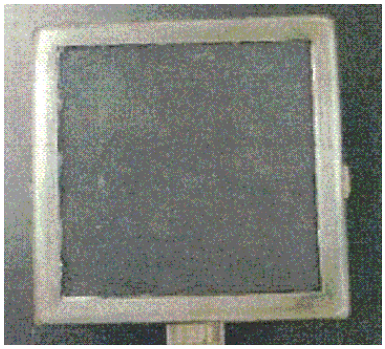
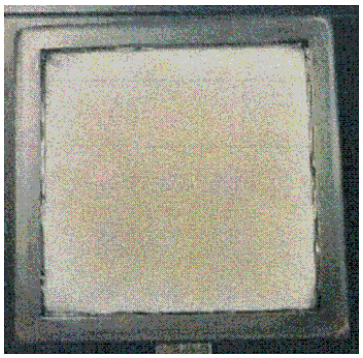
No	総発熱量 (MJ/m^2)	防火上有害となる変形	最高発熱速度 (kW/m^2)	$200kW/m^2$超過継続時間(s)	判定結果
1	1.99	無	92.95	0	良
2	1.81	無	83.63	0	良
3	1.70	無	88.18	0	良

第 1-2-3 表　発熱性試験結果詳細（1/3）

供試体：防火シート（プロテコⓇシート-P2・eco）

試験条件
輻射量：50.0kW/m^2
排気ガス流量：0.024m^3/sec
サンプル距離：25mm

規格
輻射量：50.0kW/m^2
排気ガス流量：0.024±0.002m^3/sec
サンプル距離：25±1mm

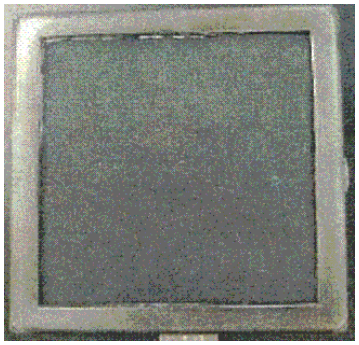
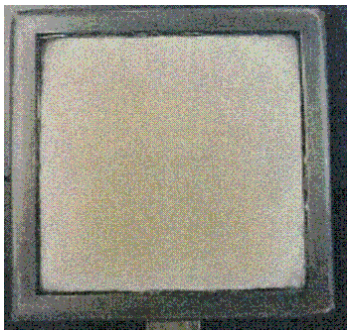
No	試験前	試験後	判定結果
1			良
	総発熱量(MJ/m^2)	1.99	
	防火上有害となる変形	無	
	最高発熱速度(kW/m^2)	92.95	
	200kW/m^{2}超過継続時間(s)	0	

第 1-2-3 表　発熱性試験結果詳細（2/3）

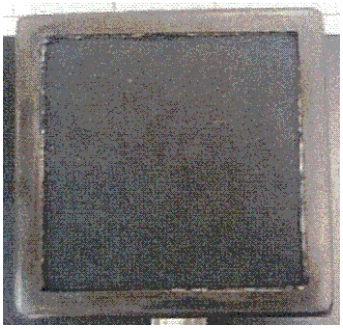
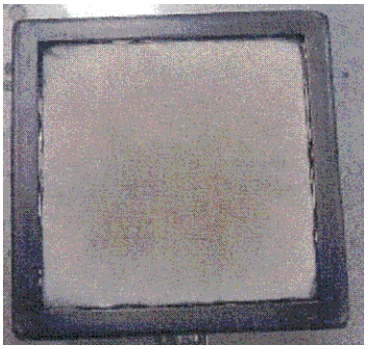
供試体：防火シート（プロテコⓇシート-P2・eco）

試験条件
輻射量：50.0kW/m^2
排気ガス流量：0.024m^3/sec
サンプル距離：25mm

規格
輻射量：50.0kW/m^2
排気ガス流量：0.024±0.002m^3/sec
サンプル距離：25±1mm

No	試験前	試験後	判定結果
2			良
	総発熱量(MJ/m^2)	1.81	
	防火上有害となる変形	無	
	最高発熱速度(kW/m^2)	83.63	
	200kW/m^{2}超過継続時間(s)	0	

第 1-2-3 表　発熱性試験結果詳細（3/3）

供試体：防火シート（プロテコⓇシート-P2・eco） 試験条件 輻射量：50.0kW/m^2 排気ガス流量：0.024m^3/sec サンプル距離：25mm		規格 輻射量：50.0kW/m^2 排気ガス流量：0.024±0.002m^3/sec サンプル距離：25±1mm	
No	試験前	試験後	判定結果
3			良
	総発熱量(MJ/m^2)	1.70	
	防火上有害となる変形	無	
	最高発熱速度(kW/m^2)	88.18	
	200kW/m^{2}超過継続時間(s)	0	

1.5　評価

防火シートは不燃材料としての性能を有している。

2.　遮炎性試験

2.1　目的

防火シートが外部からの火炎を遮る性能を有していることを確認する。

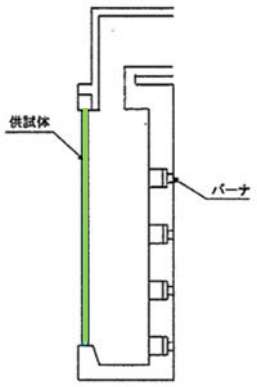
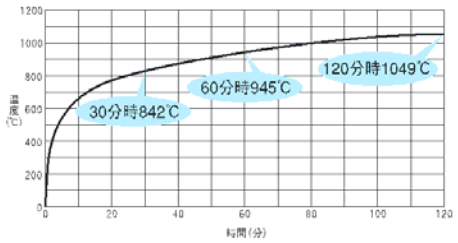
2.2　供試体

防火シート(プロテコⓇシート-P2・eco)

2.3　試験方法及び判定基準

建築基準法に規定されている指定性能評価機関が定めた試験方法，判定基準による。試験の概要を第 1-2-4 表に示す。

第 1-2-4 表　遮炎性試験の概要

試験装置概要	  【ISO834 加熱曲線】
試験内容	・加熱炉に供試体を設置する。 ・ISO834 加熱曲線となるように 20 分間加熱する。
試験回数	2 回
判定基準	・火炎が通るき裂等の損傷及び隙間を生じないこと。 ・非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎がないこと。 ・非加熱側へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出がないこと。

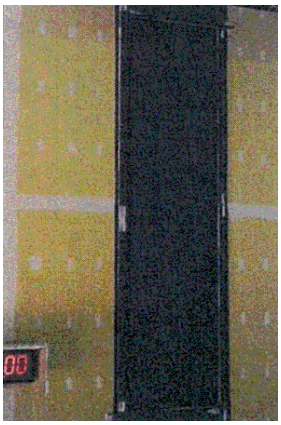
2.4　試験結果

試験結果を第 1-2-5 表にまとめる。また,実証試験の詳細を第 1-2-6 表に示す。なお，試験については，「高浜１，２号炉 設置許可８条まとめ資料別添１」の試験結果を引用した。

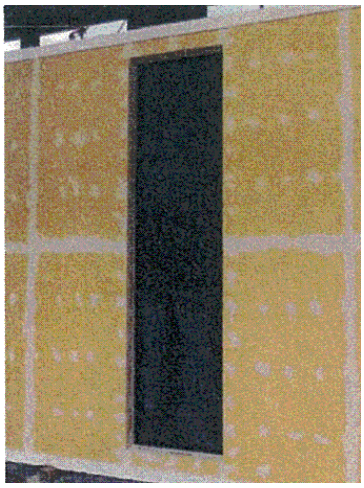
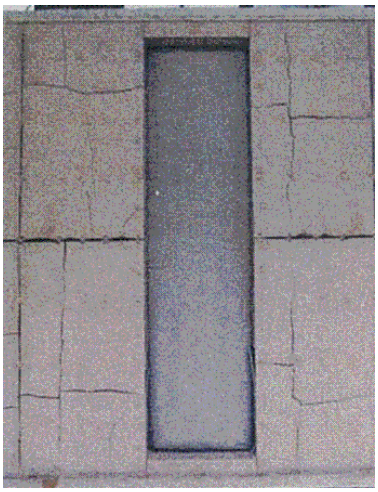
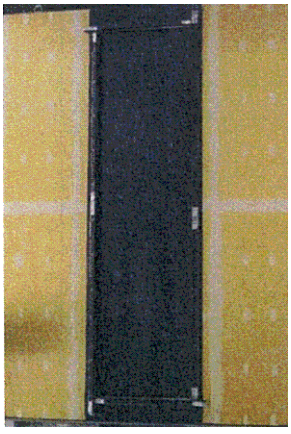
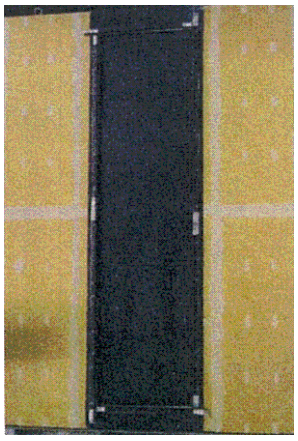
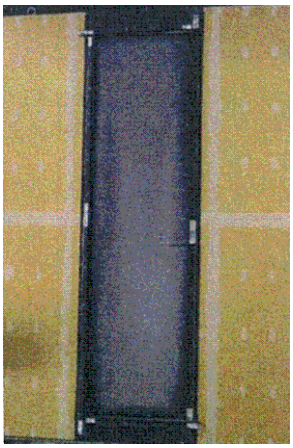
第 1-2-5 表　遮炎性試験結果

No	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間	非加熱面で10 秒を超えて継続する発炎	非加熱側へ10 秒を超えて連続する火炎の噴出	判定結果
1	無	無	無	良
2	無	無	無	良

第 1-2-6 表　遮炎性試験結果詳細(1/2)

<table>
<tr><td colspan="5">供試体：防火シート（プロテコⓇシート-P2・eco）
試験条件：ISO834 に則る加熱曲線での加熱</td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱面</td><td rowspan="2">判定結果</td></tr>
<tr><td>試験前</td><td colspan="2">試験後</td></tr>
<tr><td rowspan="8">1</td><td colspan="2"> </td><td colspan="2"> </td><td rowspan="8">良</td></tr>
<tr><td colspan="4">加熱時間</td></tr>
<tr><td>5</td><td>10</td><td colspan="2">15</td></tr>
<tr><td>  </td><td> </td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td colspan="3">火炎が通るき裂等の損傷及び隙間</td><td>無</td></tr>
<tr><td colspan="3">非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎</td><td>無</td></tr>
<tr><td colspan="3">非加熱側へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出</td><td>無</td></tr>
</table>

第 1-2-6 表　遮炎性試験結果詳細(2/2)

<table>
<tr><td colspan="5">供試体：防火シート（プロテコⓇシート-P2・eco）
試験条件：ISO834 に則る加熱曲線での加熱</td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱面</td><td rowspan="2">判定結果</td></tr>
<tr><td>試験前</td><td colspan="2">試験後</td></tr>
<tr><td rowspan="8">2</td><td>  </td><td colspan="2">  </td><td rowspan="8">良</td></tr>
<tr><td colspan="3">加熱時間</td></tr>
<tr><td>5</td><td>10</td><td>15</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">火炎が通るき裂等の損傷及び隙間</td><td>無</td></tr>
<tr><td colspan="2">非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎</td><td>無</td></tr>
<tr><td colspan="2">非加熱側へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出</td><td>無</td></tr>
</table>

2.5　評価

防火シートは外部からの火炎を遮る性能を有している。

3.　耐久性試験

3.1　耐寒性試験

3.1.1　目的

トレンチ内等の低温環境下において,耐久性を有していることを確認する。

3.1.2　供試体

・防火シート（プロテコⓇシート-P2・eco）

・結束ベルト

3.1.3　試験方法及び判定基準

JIS C 3605 に準拠した試験を行い，外観確認にて割れ，膨れ，変色がないことを確認する。

3.1.4　試験結果

試験結果を第 1-2-7 表に示す。外観確認の結果，供試体に割れ，膨れ，変色がないことが確認した。

第 1-2-7 表　耐寒性試験結果

	試験結果	
	防火シート	結束ベルト
	外観変化(割れ，膨れ，変色)	
初期	―	―
劣化処理後	無	無
判定結果	良	良

3.1.5　評価

防火シート及び結束ベルトは低温環境下において，耐久性を有している。

3.2　耐水性試験

3.2.1　目的

トレンチ内等の高湿度環境下や防火水等に起因する水が付着した場合における，耐久性を有していることを確認する。

3.2.2　供試体

・防火シート（プロテコⓇシート-P2・eco）

・結束ベルト

3.2.3　試験方法及び判定基準

JIS K 5600-6-2 に準拠した試験を行い，外観確認にて割れ，膨れ，変色がないことを確認する。

3.2.4　試験結果

試験結果を第 1-2-8 表に示す。外観確認の結果，供試体に割れ，膨れ，変色がないことを確認した。

第 1-2-8 表　耐水性試験結果

	試験結果	
	防火シート	結束ベルト
	外観変化(割れ，膨れ，変色)	
初期	―	―
劣化処理後	無	無
判定結果	良	良

3.2.5　評価

防火シート及び結束ベルトは高湿度環境下や水の付着に対し，耐久性を有している。

3.3　耐薬品性試験

3.3.1　目的

点検や工事による塗料等の薬品が付着した場合において，耐久性を有していることを確認する。

3.3.2　供試体

・防火シート（プロテコⓇシート-P2・eco）

・結束ベルト

3.3.3　試験方法及び判定基準

JIS K 5600-6-1 に準拠した試験を行い，外観確認にて割れ，膨れ，変色がないことを確認する。

【浸漬条件】

酸：5%塩酸水溶液 3 日間

アルカリ：5%苛性ソーダ水溶液 3 日間

3.3.4　試験結果

試験結果を第 1-2-9 表に示す。外観確認の結果，供試体に割れ，膨れ，変色がないことを確認した。

第 1-2-9 表　耐薬品性試験結果

		試験結果	
		防火シート	結束ベルト
		外観変化(割れ，膨れ，変色)	
初期		—	—
劣化処理後	酸	無	無
	アルカリ	無	無
判定結果		良	良

3.3.5　評価

防火シート及び結束ベルトは塗料等の薬品に対し，耐久性を有している。

3.4　耐油試験

3.4.1　目的

点検等で油が付着した場合において，耐久性を有していることを確認する。

3.4.2　供試体

防火シート（プロテコⓇシート-P2・eco）

3.4.3　試験方法及び判定基準

供試体を JIS C 2320 の 1 種 2 号絶縁油（温度 70℃）に 48 時間浸漬させ，外観確認にて割れ，膨れ，変色等がないことを確認する。

3.4.4　試験結果

試験結果を第 1-2-10 表に示す。外観確認の結果，供試体に割れ，膨れ，変色がないことを確認した。

第 1-2-10 表　耐油性試験結果

	試験結果	
	防火シート	結束ベルト
	外観変化(割れ，膨れ，変色)	
初期	―	―
劣化処理後	無	無
判定結果	良	良

3.4.5　評価

防火シートは油の付着に対し，耐久性を有している。

3.5　耐塩水性試験

3.5.1　目的

海岸近傍の塩分を含んだ環境下において，耐久性を有していることを確認する。

3.5.2　供試体

防火シート（プロテコⓇシート-P2・eco）

3.5.3　試験方法及び判定基準

JIS K 5600 に基づき，3%塩化ナトリウム溶液に 96 時間浸漬させ，外観確認にて割れ，膨れ，変色等がないことを確認する。

3.5.4　試験結果

試験結果を第 1-2-11 表に示す。外観確認の結果，供試体に割れ，膨れ，変色がないことを確認した。なお，試験については，「高浜１，２号炉 設置許可８条まとめ資料 別添１」の試験結果を引用し評価する。

第 1-2-11 表　耐塩水試験結果

	試験結果	
	防火シート	結束ベルト
	外観変化(割れ，膨れ，変色)	
初期	—	—
劣化処理後	無	無
判定結果	良	良

3.5.5　評価

防火シートは塩分の付着に対し，耐久性を有している。

3.6　熱・放射線劣化試験

3.6.1　目的

原子力発電所特有の高温環境及び放射線環境下において，防火シート及び結束ベルトが耐久性を有し，難燃性能を維持できることを確認する。

3.6.2　供試体

・防火シート（プロテコⓇシート-P2・eco）

・結束ベルト

3.6.3　試験方法及び判定基準

本試験は，電気学会技術報告(Ⅱ部)第 139 号「原子力発電所電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨(案)」に準拠し，供試体に 40 年相当の熱及び放射線の劣化をさせ，外観確認にて割れ，膨れ，変色がないことを確認する。また，劣化前後の酸素指数※を比較し，劣化後の数値がシート初期値を上回っていることを確認する。試験条件を第 1-2-12 表に示す。

※酸素指数は値が大きくなるほど燃焼を続けるために多くの酸素を必要とすることをあらわすもので，燃えにくさを示す。

【酸素指数測定試験】

酸素指数測定試験は JIS K 7201 を準拠し，試料を酸素と窒素の気体中で燃焼させ，燃焼を続けるのに必要な酸素量と窒素量を決定し酸素指数を算出する。

第 1-2-12 表　熱・放射線劣化試験条件

供試体	想定年数	試験条件		
		熱劣化		放射線劣化
		温度 (℃)	時間	放射線量※ (kGy)
防火シート	40 年	121	168	500
結束ベルト	40 年	121	168	500

※:放射線線量率は，10kGy/h 以下とする。

3.6.4　試験結果

試験結果を第 1-2-13 表に示す。外観確認の結果，供試体に割れ，膨れ，変色がないことを確認した。

第 1-2-13 表　熱・放射線劣化試験結果

想定年数	試験結果			
	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

3.6.5　評価

防火シート及び結束ベルトは高温環境及び放射線環境下において耐久性を有するとともに，酸素指数の値がシート初期値をいずれも上回っていることから，難燃性を有している。

4.　加振試験

4.1　目的

想定する外力では,結束ベルトが外れないこと,ケーブルが露出しないことを確認する。また，垂直トレイについてはファイアストッパが外れないことを確認する。

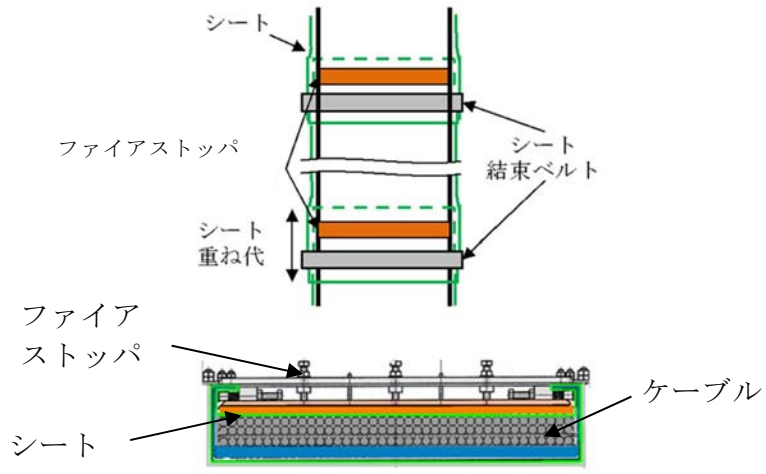
4.2　供試体

防火シート（プロテコⓇシート-P2・eco）

4.3　試験方法及び判定基準

加振により試験体へ外力を与える。試験の概要を第 1-2-14 表に示す。

第 1-2-14 表　加振試験の概要

試験体の例 （垂直トレイ）	
試験内容	・JIS C60068-2-6 及び JIS C60068-3-6，JEAG4601 に準拠した加振試験を行う。なお,実機を模擬して保守的な加速度にて試験を行う。
試験条件	・ケーブルサイズ：低圧電力ケーブル（設計最大量状態） ・トレイ設置方向：水平トレイ，垂直トレイ
判定基準	・結束ベルトが外れないこと。 ・ファイアストッパが外れないこと（垂直トレイ）。 ・ケーブルが外部に露出しないこと。

4.4　試験結果

試験結果を第 1-2-15 表にまとめる。また，試験の詳細を第 1-2-16 表に示す。

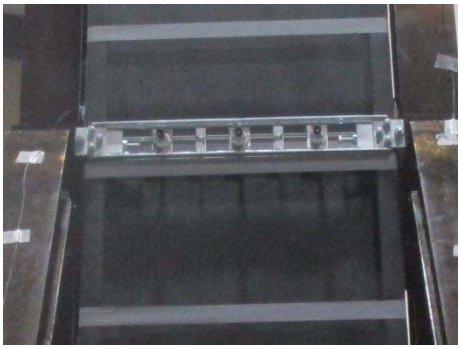
第 1-2-15 表　加振試験結果

トレイ設置方向	試験結果		
	結束ベルトの外れ	ファイアストッパの外れ	ケーブルの露出
水平トレイ	無	―	無
垂直トレイ	無	無	無
判定結果	良	良	良

第 1-2-16 表　加振試験結果の詳細（1/2）

<table>
<tr><td colspan="4">供試体：複合体（低圧電力ケーブル設計最大量，水平トレイ）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="2">複合体の状態</td><td rowspan="2">判定結果</td></tr>
<tr><td>試験前</td><td>試験後</td></tr>
<tr><td rowspan="7">1</td><td> </td><td> </td><td rowspan="7">良</td></tr>
<tr><td colspan="2">結束ベルト，防火シートの状態</td></tr>
<tr><td>試験前</td><td>試験後</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">結束ベルトの外れ</td><td>無</td></tr>
<tr><td colspan="2">ケーブルの露出</td><td>無</td></tr>
<tr><td colspan="2">ファイアストッパの脱落</td><td></td></tr>
</table>

第 1-2-16 表　加振試験結果の詳細（2/2）

<table>
<tr><td colspan="4">供試体：複合体（低圧電力ケーブル設計最大量，垂直トレイ）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="2">複合体の状態</td><td rowspan="2">判定結果</td></tr>
<tr><td>試験前</td><td>試験後</td></tr>
<tr><td rowspan="6">2</td><td> </td><td> </td><td rowspan="6">良</td></tr>
<tr><td colspan="2">結束ベルト，防火シートの状態</td></tr>
<tr><td>試験前</td><td>試験後</td></tr>
<tr><td> 
 </td><td>
 </td></tr>
<tr><td colspan="2">結束ベルトの外れ</td><td>無</td></tr>
<tr><td colspan="2">ケーブルの露出</td><td>無</td></tr>
<tr><td colspan="2">ファイアストッパの脱落</td><td>無</td></tr>
</table>

4.5　評価

想定する外力では結束ベルト及びファイアストッパは外れず，ケーブルは露出しない。

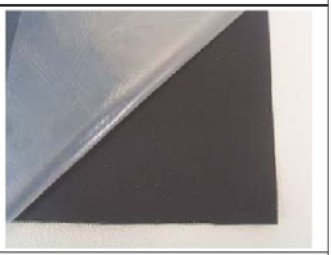
防火シートの技術資料

『プロテコ®シート-P2・eco』および『プロテコ®シート-P2DX・eco』は、シートタイプの延焼防止材です。

各シートを、洞道－変電所間の引き込み部あるいは変電所内配電盤床下貫通部付近などで多条布設されている各種ケーブル（電力、通信、光ファイバなど）に巻付けることにより、その部分が高度な難燃性を備えた防火保護層となり、その先にある重要設備への延焼を確実に防止します。

尚、各種ケーブルの単条布設に対しては、テープタイプの延焼防止材『プロテコテープ２号』があります。詳細につきましては、弊社防災事業部までお問い合わせください。

表１　各シートおよび結束用ベルト仕様

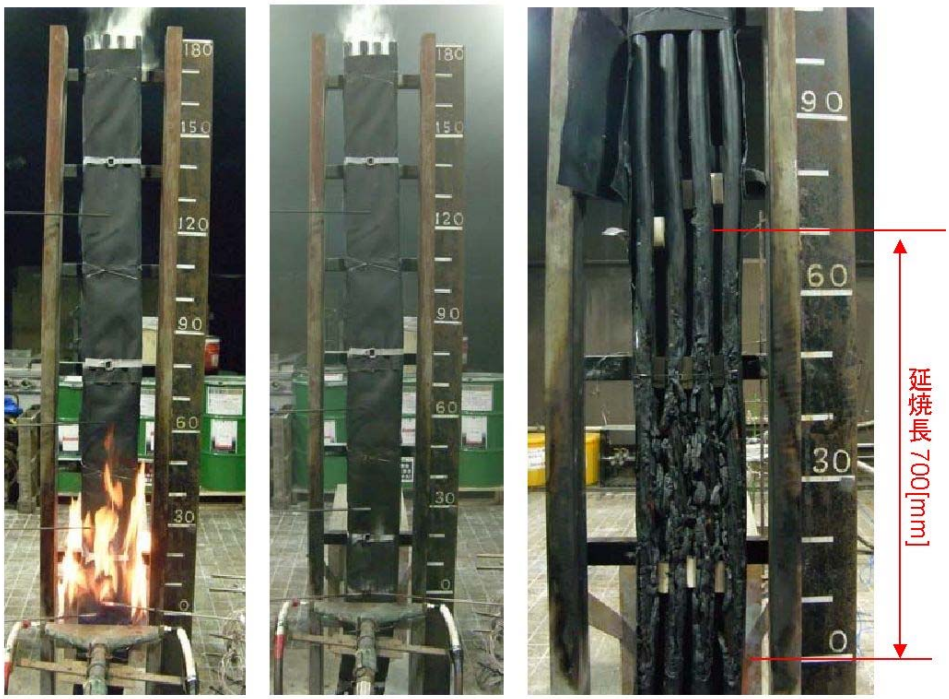
シート名	仕様	適用	外観
プロテコ®シート-P2・eco	基材のガラスクロス両面に難燃化ゴムがコーティングされた構造。 厚さ 0.4[mm]。	電力・光・通信・制御ケーブルなどを延焼防止処置する場合	
プロテコ®シート-P2DX・eco	プロテコ®シート-P2・eco の片端に、熱に反応して膨張する幅 50[mm]×厚さ 3[mm]の熱膨張材（3 項　物性値参照）が縫製された構造。	ケーブルラックごと延焼防止処置する場合	
結束用ベルト	シリコーンコートガラスクロス製ベルトの片端に鋼製バックルが縫い付けられた構造。	KT－35 （幅 35[mm]タイプ）： プロテコ®シート-P2・eco、P2DX・eco 固定用	
		KT－19 （幅 19[mm]タイプ）： プロテコ®シート-P2・eco、P2DX・eco 固定用 および P2DX・eco の熱膨張材部分固定用	

1. 特長

① 延焼防止性

各シートとも、IEEE std.383－1974およびJISC3521準拠「垂直トレイ燃焼試験」(※)（815[℃]加熱×20[min]）に合格しております。試験結果につきましては、2項をご確認ください。

詳細につきましては、当社までお問い合わせください。



燃焼試験中　　燃焼終了直後　　ケーブル表面状態

図1　『プロテコシート-P2・eco』垂直トレイ燃焼試験

（※）IEEE std.383-1974 は、アメリカ電気学会が制定した原子力発電所用ケーブルの試験規準であり、この中に記載されている「垂直トレイ燃焼試験」は、延焼性の有無を評価する試験方法として制定されています。日本国内でも、JISC3521 として規格化されており通信ケーブル、耐火・耐熱電線等の難燃性評価に用いられています。本テープはこれらの規格を流用して、その延焼防止性を評価しております。

② 施工性

各シートとも、厚さ 0.4[mm]と薄肉且つ軽量なので、切断や高所作業が誰でも簡単に行えるため、塗料系延焼防止材と比較して、施工時間を大幅に短縮できます。

また、繰り返し巻付け・取外しが可能なため、各種ケーブルの撤去・再通線作業に対して省力化が図れます。

更に、隙間の生じ易いケーブルラックへの延焼防止措置には、シート端部に熱膨張材が取付けられている『プロテコ®シート-P2DX・eco』を、巻き始めと巻き終わりに適用することで、より効果的な延焼防止措置を行うことができます。

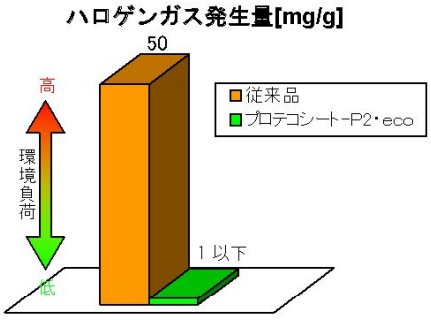
③ 許容電流低減率

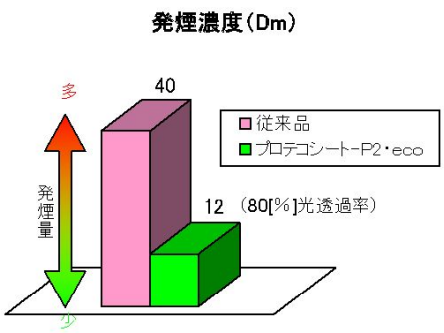
各シートとも、電力ケーブル 600V　CV250mm^2-3C に巻付けた場合での許容電流低減率は約 10[%]です。

詳細につきましては、当社までお問い合わせください。

④ 環境負荷の大幅低減

各シートとも、燃焼時のハロゲン化水素発生量は 1［mg／g］以下、発煙量も当社従来品の 1／3 以下と、環境への負荷を大幅に低減しています（2 項参照）。

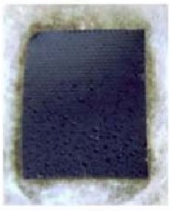




⑤ 優れた防カビ性能

各シートとも、優れた防カビ性を有しており、カビが発生しやすい場所（洞道内など）にも適用することができます。

〔カビ抵抗性試験（インナーミル試験）28日間培養結果〕

P2・eco	従来品（P2）	比較品（＊）
カビの発育が全くみられない	同左	全体の1/3をカビが覆っている
		

（＊）P2・ecoと同組成で防カビ剤を含んでいないもの

2. 物性

各シートおよび結束用ベルトの物性を、表 2 に示します。

表 2　各シートおよび結束用ベルト物性

製品名		項目	試験方法	規格	代表値（※）
プロテコ®シート-P2・eco		機械強度	JISR3420 準拠	引張強度 1300［N／25mm］以上	1846
				伸び率 2［%］以上	5.83
		耐油性	JISC2320：1999「電気絶縁油」に規定の絶縁油 A　2 種 1 号または同等以上の性能を有するアルキルベンゼン系合成油を 40[℃]一定に保ち試料を完全に漬けた状態で 10 日間放置	ワレ、フクレ、ハガレなど異常の生じないこと	異常なし
		耐水性	40℃±2℃の水道水 48H 浸漬後、目視観察	ワレ、破れ、異物の混入等が無いこと	異常なし
		比重	JISK7112 準拠（水中置換法）	1.6～2.0	1.87
		酸素指数	JISK7201－2 準拠	OI 値 60 以上	77.9
		ハロゲン化水素発生量	JCS7397：2004 準拠	5［mg／g］以下	1 以下
		発煙濃度	ASTME662-83 Non-Flaming 法準拠	Dm25 以下	12.4
		防カビ性	インナーミル法によるカビ（真菌）抵抗性試験	実用範囲の防カビ性があること	菌の発育は全く見られない
		延焼防止性能	IEEE std.383-1974 準拠 JISC3521 準拠「垂直トレイ燃焼試験」	①試料上端 1800[mm]まで焼損しないこと	①700[mm] 合格
				②試験終了後、残炎が無いこと	②残炎なし
プロテコ®シート-P2DX・eco	シート	プロテコ®シート-P2・eco と同等			ー
	熱膨張材	膨張倍率	250[℃]×60[min]加熱	12 倍以上	12 倍以上
結束用ベルト		機械強度	JISR3420 準拠	引張強度 1000［N／25mm］以上	1588

（※）数値は代表値であり保証値ではありません。代表値は予告無く変わることがあります。

3. 標準寸法

各シートおよび結束用ベルトの標準寸法を、表３に示します。

表３　各シートおよび結束用ベルトの標準寸法

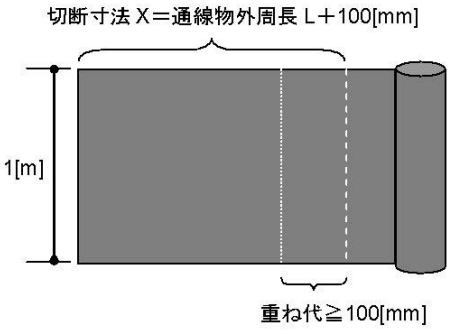
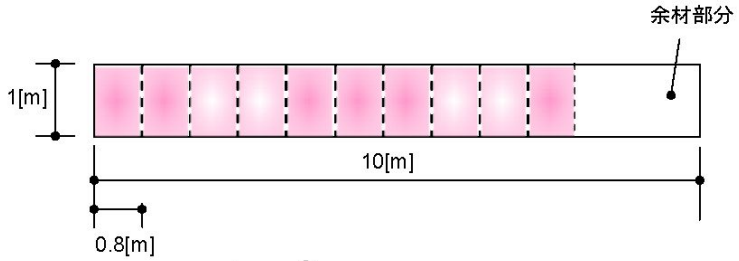
名称	品番	標準寸法[mm]		
		厚さ	幅	長さ
プロテコ®シート-P2・eco (※1)	P2-5	0.4	1,000	5,000
	P2-10			10,000
プロテコ®シート-P2DX・eco (※1)	P2DX-5	0.4（シート部）	1,000	5,000
	P2DX-10			10,000
結束用ベルト (※2)	KT-19	0.5	19	300
				400
				500
				700
				900
	KT-35		35	300
				400
				500
				700
				900

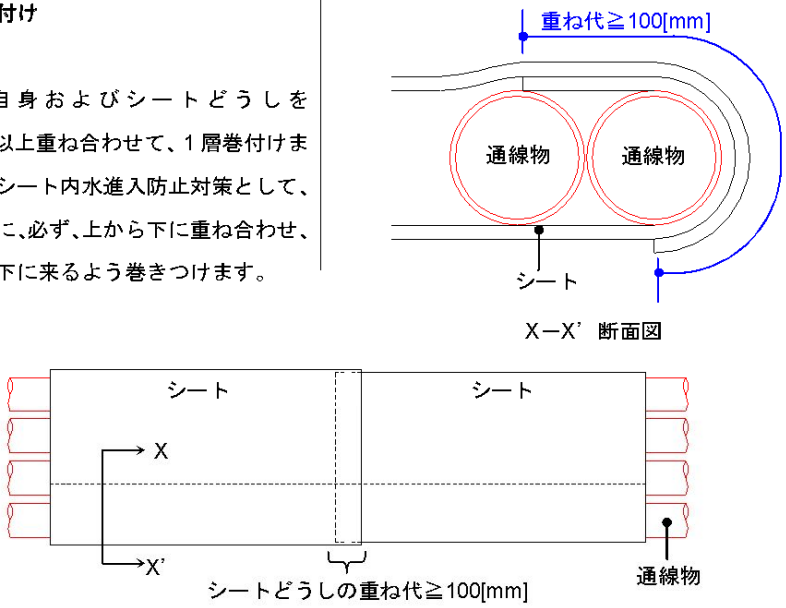
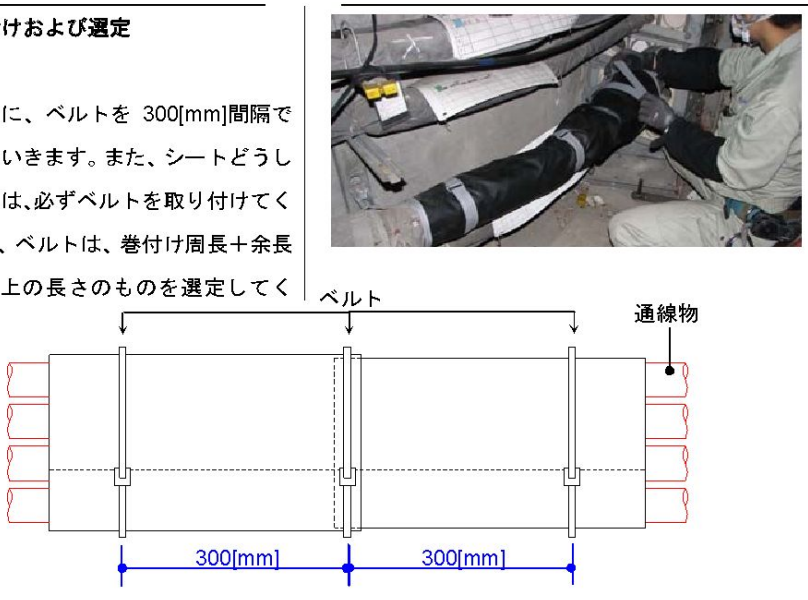
（※1）寸法などの仕様変更を要する際は、当社までお問い合わせください。

（※2）結束用ベルトは受注生産となっております。

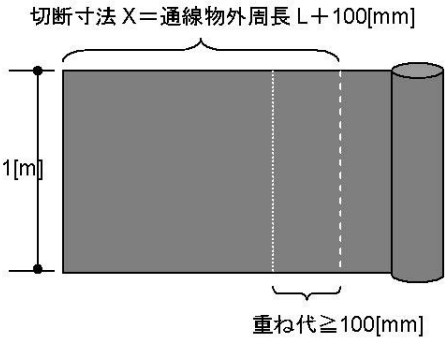
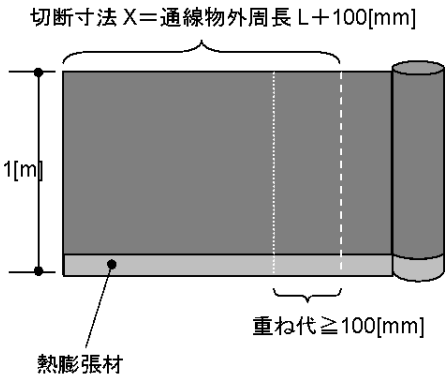
4. 施工

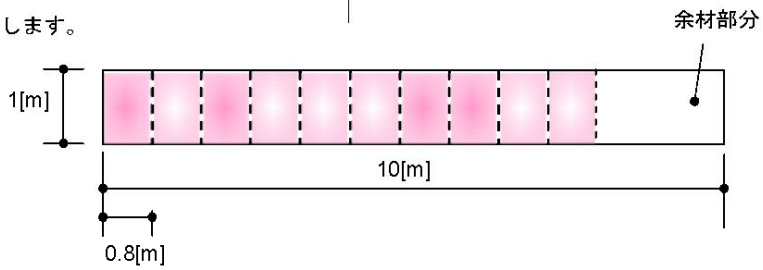
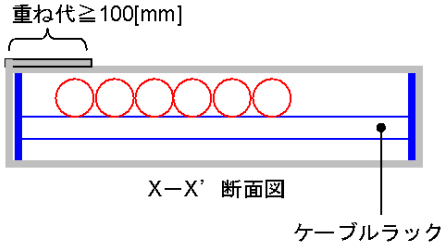
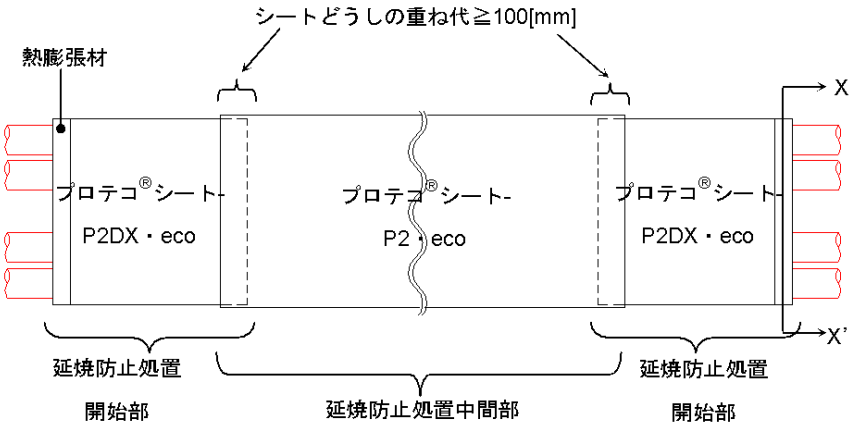
4.1 ケーブル布設部

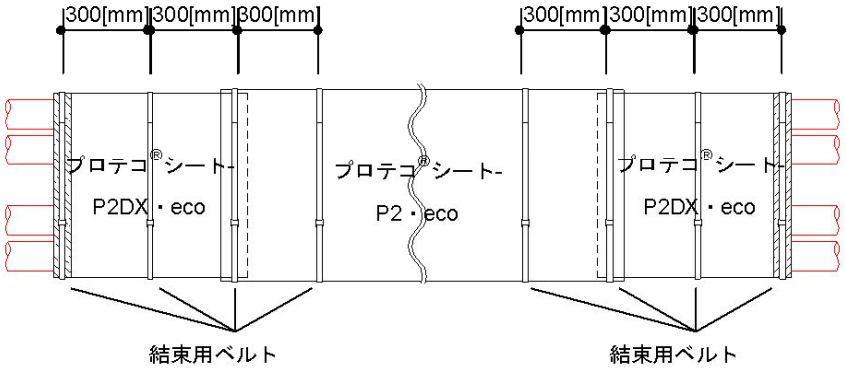
手順	内容	概要図
1	**使用部材の確認** 特殊部に使用する部材の数量および破れ、傷などの破損有無などを目視確認します。	
2	**採寸・シート罫書き** 巻付けの対象となる通線物の外周長Ｌを採寸し、重ね代 100[mm]を加えて切断寸法Ｘを決め、シートに罫書きます。	
3	**シート切断** ハサミあるいはカッターなどで罫書線に沿って真っ直ぐシートを切断します。この際、シートに付着している離型フィルム側を下にします。	 プロテコ®シート-P2・eco　P2-10 切断例

手順	内容	概要図
4	**シート巻付け** シート自身およびシートどうしを100[mm]以上重ね合わせて、1層巻付けます。また、シート内水進入防止対策として、図のように、必ず、上から下に重ね合わせ、重ね目が下に来るよう巻きつけます。	
5	**ベルト取付けおよび選定** 下図のように、ベルトを 300[mm]間隔で取り付けていきます。また、シートどうしの重ね部には、必ずベルトを取り付けてください。尚、ベルトは、巻付け周長＋余長200[mm]以上の長さのものを選定してください。	
6	**1 パート施工完了** 手順 1～5 を繰返して、延焼防止処置範囲のシート巻き付けを行っていきます。	

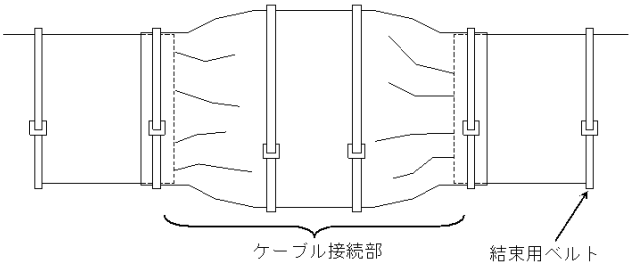
4.2　ケーブルラック部

手順	内容	概要図
1	**使用部材の確認** 特殊部に使用する部材の数量および破れ、傷などの破損有無などを目視確認します。	
2	**採寸・シート罫書き** 巻付けの対象となる通線物の外周長 L を採寸し、重ね代 100[mm]を加えて切断寸法 X を決め、シートに罫書きます。	 プロテコ®シート-P2・eco  プロテコ®シート-P2DX・eco

手順	内容	概要図
3	**シート切断** ハサミあるいはカッターなどで罫書線に沿って真っ直ぐシートを切断します。この際、シートに付着している離型フィルム側を下にします。	 プロテコ®シート-P2・eco　P2－10 切断例
4	**シート巻付け** 下図に示すように、延焼防止処置開始部のケーブルラックには、プロテコ®シート-P2DX・eco を、X－X’ 断面図のように、シート自身を 100[mm]以上重ね合せて巻き付けていきます。それ以外の中間部は、プロテコ®シート-P2・ｅｃｏを、4.1 項の手順に従って巻き付けていきます。	  平面図

手順	内容	概要図
5	**ベルト取付け** 下図のように、ベルトを 300[mm]間隔で取り付けていきます。また、シートどうしの重ね部には、必ずベルトを取り付けます。	 平面図
6	**1 パート施工完了** 延焼防止処置中間部は、4.1 項に示す手順 1～5 を繰返して、延焼防止処置範囲のシート巻き付けを行っていきます。	
*	**ラック支持がある場合** ケーブルラックの支持形状に合わせて、シートを切断して取り付けていきます。絶対に隙間が見えないように、複数枚充ててください。	

4.3　ケーブル接続（クロージャ）部

手順	内容	概要図
*	接続部は外形が大きくなります。シートもこの大きさに合わせて裁断してください。 更に、接続部の両端部は、図のようにシワを寄せて絞った後、結束用ベルトで固定してください。	

5.　取扱い上の注意

5.1　保管・運搬

現場保管の際は、製品保護のため、風雨や直射日光を避けてください。やむをえず屋外に置く場合は、日光の直射や風雨をさけるため防水シートなどの覆いで保護してください。

5.2　施工

(1)　ケーブルから外した線路名板等は、必ず元の位置に戻して下さい。

施工前	施工後

(2)　受け枕、ラック等へのケーブルの結束はケーブル敷設工事基準に従ってください。

(3)　シートは、傷、穴等があると延焼防止機能が低下します。ケーブル敷設工事等で、万一、シートに傷がつき内部のガラス繊維が露出したような場合は、交換してください。

5.3　廃棄

各シートおよび結束用ベルトは、産業廃棄物となります。
廃棄の際は、廃棄処理および清掃に関する法律にしたがって処分してください。

6. 安全に関するご注意

ご使用の前に必ず、この「安全に関するご注意」をよくお読みいただき、正しくお使いください。ここに示した注意事項は、あなたや他の人々への危害や損害を未然に防止するためのものです。

⚠ 警告	この表示を無視して誤った取り扱いをすると、人が死亡または重傷を負う可能性が想定される内容を示しています。
⚠ 注意	この表示を無視して誤った取り扱いをすると、人が傷害を負う可能性および物的損害のみの発生が想定される内容を示しています。

◆ 図記号の意味は、次のとおりになっています。

⚠	**注意** ：	気をつける必要があることを表しています。
⃠	**禁止** ：	してはいけないことを表しています。
❗	**指示** ：	しなければならないことを表しています。

⚠ 警告	⃠	子供・幼児の手の届くところに材料部材を置かないでください。
		単心の電力ケーブルが貫通する場合は周囲に鉄系の金具を配置しないでください。
	❗	取扱説明書また認定書・評定書に従って施工してください。
	⚠	液体状のものを扱う場合は保護めがねを着用してください。
		繊維状または粉状のものを扱う場合はマスクおよび保護めがねを着用してください。
⚠ 注意	⚠	金具を扱う場合は保護具を着用してください。
		特殊な環境下で使用される場合は事前に相談ください。
	❗	防水性が要求される場合は別途施工してください。

7. 免責事項

⑴ 各シートの延焼防止性能を得るためには、施工品質が大変重要になります。これらを施工するにあたり、施工方法をよくご理解いただき、施工者及び建物管理者の責任において施工及び維持管理していただきますようお願い致します。

⑵ 以下のような場合において問題が生じた場合、当社として責任を負いかねますのでご了承ください。

① 弊社指定以外の材料を使用した場合

② 本来の使用目的以外に使用した場合

③ 再通線、改修工事などにおいて、不適切な施工により問題が生じた場合

④ 「安全に関するご注意」を守らなかった場合

⑤ 適切な維持・管理が行われていない場合

⑥ 通常の経年変化（使用に伴う消耗、磨耗など）や経年劣化、またはこれらに伴うほこりによる仕上がりの変化の場合

⑦ 周辺環境に起因する場合（例えば、酸性・アルカリ性のガス、異常な高温・低温・多湿、結露など）

⑧ 躯体の変形など、製品以外の不具合に起因する場合

⑨ 犬、猫、鳥、鼠、蛇などの小動物・昆虫やツルや根などの植物に起因する場合

⑩ 犯罪、いたずらなどの不法な行為に起因する場合

⑪ 戦争・紛争・天災その他の不可抗力による場合（例えば、暴風、豪雨、高潮、地震、落雷、洪水、地盤沈下、など）

⑫ 実用化されている技術では予測不可能な現象、またはこれが原因による場合

8. 問い合わせ先

株式会社　古河テクノマテリアル　防災事業部　市場開発部

TEL：0463-24-9341

FAX：0463-24-9346

E-MAIL：bosai@ftm.fitec.co.jp

URL：http://www.furukawa-ftm.com/

9. その他

本書記載の仕様は製品改良等のため、お断りなく変更する場合がありますので、ご了承ください。

以　上

防火シートの延焼防止機能について

1. 材質

防火シートは，基材であるガラスクロスに高難燃性を付与した難燃ゴム(アクリロニトリルブタジエンゴムに水酸化アルミニウム添加)を含浸させたシート状の延焼防止材である。

2. 延焼性防止機能

ケーブルあるいはケーブルトレイに直接巻き付けて使用するものであり，以下の機能によりケーブルの延焼を防止するものである。

(1) 延焼防止対象物であるケーブルあるいはケーブルトレイに本シートを巻くことで火災時にケーブル自体を直火に曝されることを防ぐ。

(2) 防火シートがケーブルあるいはケーブルトレイの表面に沿って巻き付けられることで防火シートに覆われた内部が酸欠状態になり延焼を防ぐ。

(3) 難燃ゴムに含有される水酸化アルミニウムが火炎に曝されることで，結晶水の解離反応が起こり，この吸熱効果により冷却効果をもたらす。これにより火災時のケーブル温度上昇を抑える。

$$2Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2O \text{ 吸熱量(1.97kJ／g)}$$

(4) 防火シートが高温に曝されることで硬化し，巻き付けた状態で形状を維持することで，防火シートの重ね代および防火シートの連結部分からの火炎の侵入を防ぐ。

(5) 以上の相乗効果によりケーブルが延焼していくことを防ぐ。

出典：延焼防止シート『プロテコ®シート－Ｐ２・eco』延焼防止機能について
FT-外-41103 号（古河電気工業株式会社，株式会社古河テクノマテリアル）

防火シート及び結束ベルトの標準施工方法

1. 適用

本施工方法は，ケーブル及びケーブルトレイへの代替措置として使用する防火シート及び結束ベルトについて適用する。

2. 施工方法

「防火シート（以下「シート」という。）及び結束ベルト（以下「ベルト」という。）」のケーブル及びケーブルトレイ（以下「トレイ」という。）に対する基本的な施工方法を以下に記す。

・ケーブルに対してトレイごとシートを巻き付ける，又はケーブルに直にシートを巻き付ける。シートは，ケーブル及びトレイ断面にできるだけ沿うように巻き付ける。
・ケーブルが束（複数本）の場合は，ケーブル 1 本ずつ又は束ごとシートを巻き付ける。
・シートは 100mm 以上の重ね代を設けて巻き付け，シートの重ね代が十分であることを確認する。トレイごとシートを巻き付ける場合，シート重ね部は原則として外側側面とし，この位置で施工確認をする。
・隣り合うシートと 100mm 以上重ね代を設けて巻き付け，重ね代が十分であることを確認する。なお，トレイごと巻き付ける場合，シートの重ね代の施工確認は原則としてトレイ 4 辺のうちいずれか 2 辺とする。
・ベルトは 300mm ピッチ以下で取り付けてシートを固定し，ピッチが適切であることを確認する。

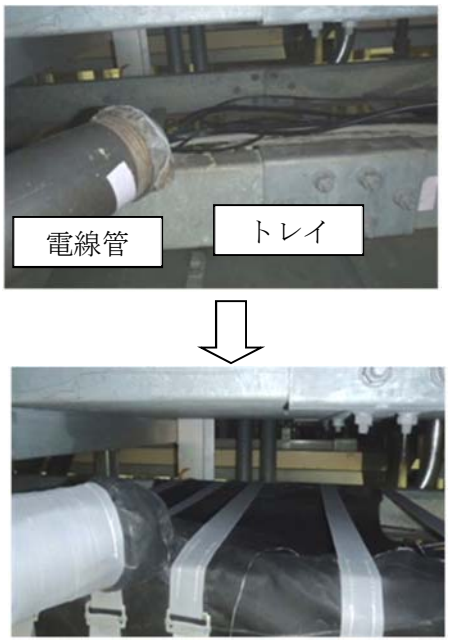
・シートの重ね部には原則として必ずベルトを取付ける。

各種形状のトレイに対する代表施工例を第 1-5-1 表に，以降，標準施工方法を示す。

第 1-5-1 表　防火シートの代表施工例(1/2)

CASE	名　称	施工例	頁
1	直線トレイ巻き （直線トレイ＋トレイサポートへ巻く方法）		1－1 ～ 1－4
2	傾斜トレイ巻き		2－1 ～ 2－2
3	Ｌ字トレイ巻き		3－1 ～ 3－3
4	Ｔ字トレイ巻き		4－1 ～ 4－2

第 1-5-1 表　防火シートの代表施工例(2/2)

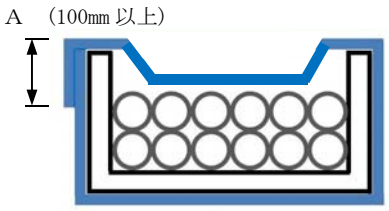
CASE	名　称	施工例	頁
5	電線管からトレイ入線部への施工（シートに切欠きを入れて巻く方法）		5－1 ～ 5－3
6	直巻き（ケーブル単体に巻く方法）		6－1 ～ 6－2
7	ケーブルトレイエンド部への施工		7－1 ～ 7－2

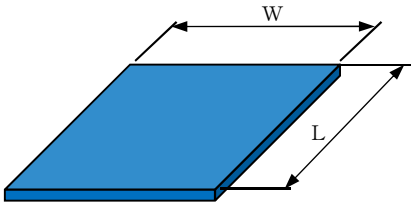
CASE 1	直線トレイへのシートの巻き付け シートの基本的な施工方法です。CASE2 以降においても原則としてこれを基本としてください。

STEP 1　シートの加工

① 右に示すように，シートをトレイに巻き付けた際に巻き付け重ね代 A が 100mm 以上となるように，巻き付け長さ L を採寸して算出してください。右断面図のトレイを囲う線が巻き付け長さ L で，以下のように算出できます。

巻き付け長さ L(mm)＝トレイ高さ×2＋トレイ深さ×2＋トレイ耳幅×2＋最上段布設ケーブル周長＋重ね代 100
シートは幅　W1000mm を用いることを基本としますが，現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。





防火シート

※ 巻き付け重ね代 A がトレイの耳部からトレイの側面にかけて位置するようにシートの巻き始めの位置を調整してください。

② 出した寸法に合わせて，シートをハサミ等で切断してください。

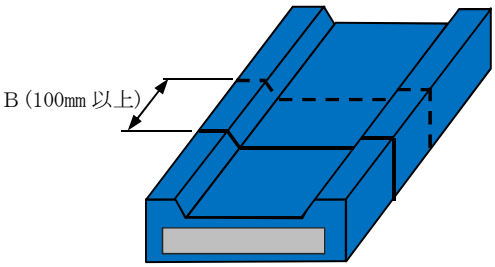
※ シートを対象物に沿わせて巻き付けた際，ケーブル・電線等の凹凸でシートの巻き付け重ね代 A100mm 以上が取れなくなる可能性があるため，通常は算出した寸法＋100～200mm を巻き付け長さの目安としてください。ケーブル・電線等の凹凸が大きい又は多い場合は，適宜長さ L を調整してください。

STEP 2

③ ケーブル・電線及びトレイに対して沿わせるようにシートを巻き付けてください。

④ 巻き付け重ね代 A が 100mm 以上であることを確認してください。(STEP1 図参照)

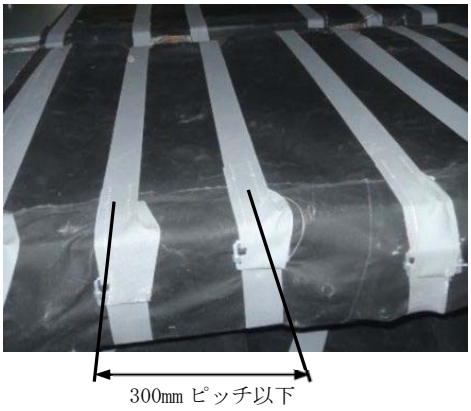
⑤ 隣接する未処理部分のトレイに，隣り合うシートとの連結重ね代Ｂを 100mm 以上設けつつシートを巻き付けてください。④と同様に，巻き付け重ね代Ａが 100mm 以上であることを確認してください。



ＣＡＳＥ１－１

STEP 3　ベルトの巻き付け

⑥　③～⑤で巻き付けたシートにベルト（KT35:幅 W35㎜）を巻き付けてシートを固定してください。バックルが巻き付け重ね代 A の位置でかつトレイ側面部分に位置するように調整してください。
⑦　ベルトは 300㎜ ピッチ以下で取り付けてください。
※　隣り合うシートとの連結重ね代部分には，必ずベルトを巻き付けてシートを固定するようにしてください。
※　ベルト施工の順番は，シート施工後又は施工途中のどちらの順番でも構いません。ベルトを使ってシートを仮止めしておくと，続けて施工がしやすくなります。
注）　ベルトの上からシートを巻き付けてはいけません。



STEP 4

・　右のように，ケーブル・電線に凹凸がある場合は，沿わせながらシートを巻き付けてください。

※　ケーブル･電線等の凹凸に沿うようにシートを沿わせて巻き付けた場合，シートの巻き付け代 A100㎜ 以上が取れなくなる可能性があるため，シートの長さＬの算出にご注意ください。

STEP 5

・垂直トレイ部等へのファイアストッパの設置は，ファイアストッパの施工方法を参照してください。

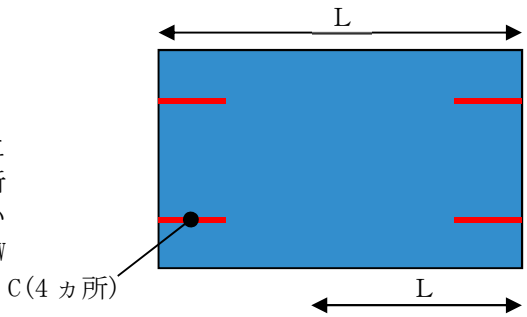
ファイアストッパ

ＣＡＳＥ１－２

サポート部への巻き付け方の加工

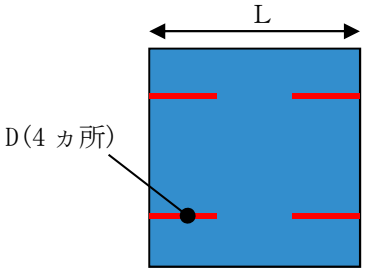
【上側シートの加工】

① 右に示すように，C の長さが 50mm 程度になるようにシートの長さ L を採寸して算出し，ハサミ等で切断してください。サポート部はシート幅 W500mm を用いることを基本としますが，現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。



【下側シートの加工】

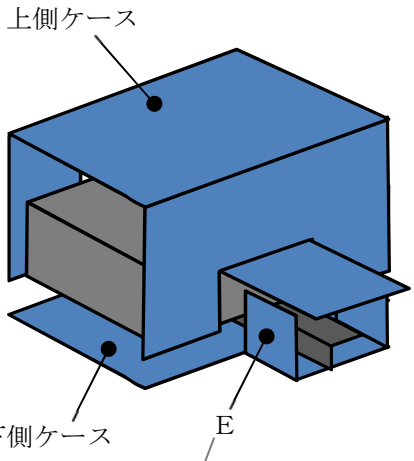
② 右に示すように，D の長さが 50mm 程度になるようにシートの長さ L を採寸して算出し，ハサミ等で切断してください。



【上側・下側シートの巻き付け】

③ 右に示すように，トレイの上面を①で切断した上側シートで覆ってください。続けてトレイとサポートの下面を②で切断したシートで覆ってください。

※ シートがたるんでサポートとシートの間に大きな隙が発生することの無いようにご注意ください。



④ サポートに沿わせて，④の上側シートに C の長さで切り込みを入れてください。また，トレイに沿わせて④の下側シートに切り込みを入れてください。

※ シートを切り込み過ぎると隙間ができるため，現物にシートを合わせながら切り込みを入れてください。

⑤ E 部のシートで，トレイから突き出たサポート部とサポート上面のシートを包み込んでください。

CASE１－３

【直線部へのシートの加工と巻き付け】

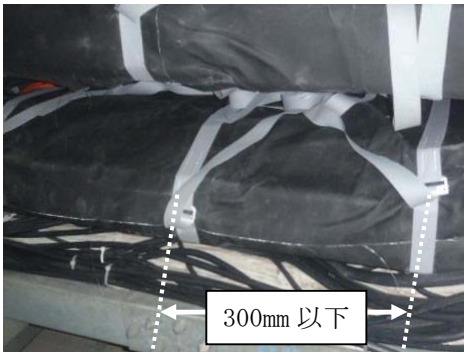
⑥　シートの巻き付け長さを採寸して算出し，シートをハサミ等で切断してください。シート幅 W1000㎜ を用いることを基本としますが，現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。

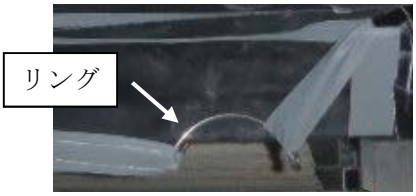
⑦　サポート部のシートとの連結重ね代を 1000㎜以上設けつつ，サポート部のすぐ脇から直線部へシートを巻き付けてください。また，巻き付け重ね代が 100㎜以上であることを確認してください。

⑧　サポート部を覆うシートにベルト(KT35:幅 W35㎜ 又は KT19:幅 W19㎜)を巻き付けてシートを固定してください。

⑨　トレイを覆うシートにベルト(KT35:幅 W35㎜)を巻き付けてシートを固定してください。

⑩　サポート下部が突起上になっている場合は，リングを使ってシートをベルトで固定してください。





ＣＡＳＥ１－４

CASE 2	傾斜トレイへのシートの巻き付け 水平から屈折していて傾斜がついている部位等

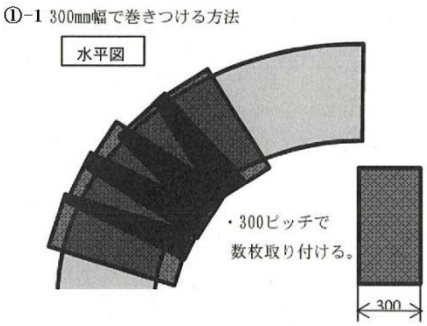
STEP 1　屈折部用のシート加工と巻き付け

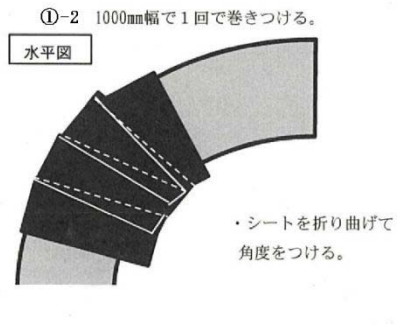
① シートの巻き付け長さを採寸して算出し，シートをハサミ等で切断してください。屈折部はシート幅 W300mm 又は 1000mm を用いることを基本としますが，現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。

※ 屈折角が大きい場合，シート幅 W300mm だと，隣り合う直線部へのシートとの連結重ね代 100mm が取れない可能性がありますので，ご注意ください。

※ 屈折部は巻き付けの重ね代が取れなくなる恐れがありますので，シートの長さを少し長めにするようにしてください。

② 屈折部へシートを巻き付け，巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。





STEP 2　傾斜部へのシート加工と巻き付け

③ シートの巻き付け長さを採寸して算出し，シートをハサミ等で切断してください。シート幅 W1000mm を用いることを基本としますが，現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。

④ 隣り合う屈折部のシートとの連結重ね代を 100mm 以上設けつつ，直線部へシートを巻き付けてください。また，巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。

STEP 3　ベルトの巻き付け

⑤　巻き付けたシートにベルト(KT35:幅 W35mm)を巻き付けてシートを固定してください。

※　屈折部のシートは浮きやすいので，屈折部のシートの両端を必ずベルトで固定するようにしてください。

ＣＡＳＥ２－２

CASE 3	Ｌ字トレイへのシートの巻き付け 水平方向に直角に屈折している部位等（シートを裏返すこと無く施工が可能）

STEP 1　角部上面用のシート加工と巻き付け

角部にトレイサポートがあるため，サポート部に対して CASE2 の STEP1 及び STEP2 と同じ施工をします。

① CASE2 の STEP1 の図に示すように,C の長さが 50㎜ 程度になるようにシートの長さ L を採寸して算出し，ハサミ等で切断してください。サポート部はシート幅 W500㎜ を用いることを基本としますが，現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。

角部・湾曲部のシート幅 W の目安

トレイ幅 〔㎜〕	角部シート幅 〔㎜〕	湾曲部シート幅 〔㎜〕
300	500	500
600	1000	500
750	1000	1000

② CASE2 の STEP1 の図に示すように，角部のトレイとサポートの上面を①で切断したシートで覆ってください。

※ 角部周囲にシワができますが，シワ部分をケーブル・電線トレイの間やトレイの上フランジ部の下に折り込むようにすると綺麗に仕上がります。

STEP 2　角部下面用のシート加工と巻き付け，ベルトの巻き付け

③　CASE2 の STEP2 の図に示すように,D の長さが 50㎜程度になるようにシート長さ L を採寸して算出し，ハサミ等で切断してください。角部はシート幅 W500㎜を用いることを基本としますが，現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。

④　CASE2 の STEP2 の図に示すように，トレイとサポートの下面を③で切断したシートで覆ってください。
※　シートがたるんでサポートとシートの間に大きな隙間が発生することの無いようにご注意ください。

⑤　トレイに沿うようにしてシートに切り込みを入れてください。
※　シートを切り込み過ぎると隙間ができるため,できるだけ現物にシートを合わせながら切り込みをいれてください。

⑥　CASE2 の STEP1 の図の E 部のシートで，サポートとサポート上面のシートを包み込みようにしてください。

⑦　巻き付けたシートにベルト(KT35:幅 W35㎜，又は KT19:幅 W19㎜)を巻き付けてシートを固定してください。

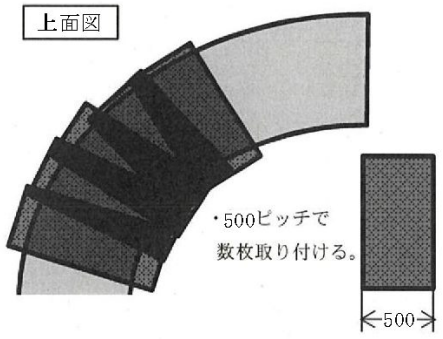
STEP 3　湾曲部のシート加工と巻き付け

⑧　シートの巻き付け長さを採寸して算出し，シートをハサミ等で切断してください。シート幅 W500㎜を用いることを基本としますが，現場状況に合わせて適宜シートを切断し，幅 W を調整してご使用ください。
※　湾曲部はシワの影響で巻き付けの重ね代が取れなくなる恐れがありますので，少しシートを長めにする等，ご注意ください。

⑨　隣り合う角部のシートとの連結重ね代を 100㎜ 以上設けつつ，湾曲部へシートを巻き付けてください。また，巻き付け重ね代が 100㎜ 以上であることを確認してください。

⑩　未処理部分のトレイが直線になるまで必要に応じて⑩，⑪を繰り返してください。
※　トレイの外側でシートを折って裏返しにしても構いません。この方法だとシート施工の進行方向に巻き付けやすくなります。

⑧500㎜幅で巻く方法（例）



CASE３－２

STEP 4　直線部のシート加工と巻き付け

⑪　シートの巻き付け長さを採寸して算出し，シートをハサミ等で切断してください。シート幅 W1000mm を用いることを基本としますが，現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。

⑫　隣り合う湾曲部のシートとの連結重ね代を 100mm 以上設けつつ,2 方向の直線部へシートを巻き付けてください。また，巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。

STEP 5　ベルトの巻き付け

⑬　巻き付けたシートにベルト(KT35:幅 W35mm)を巻き付けてシートを固定してください。角部や湾曲部では，写真のようなリング(溶融亜鉛メッキ鋼又はステンレス製,約φ100mm)をトレイの上面・下面の対象位置に用い，それぞれ 3 方向にベルトを付けてシートを固定してください。

リング

※　トレイの接線に対してベルトが直角になるように，ベルト及びリングの位置を調整してください。直角になっていないとベルトがズレ易くなり，ベルト及びシートにたるみが出る恐れがあります。

※　ピッチが 300mm 以下になるように各ベルトの位置を調整してください。

ＣＡＳＥ３－３

CASE 4	T字トレイへのシートの巻き付け 水平3方向に直角に分岐している部位等

STEP 1　分岐部用のシート加工と巻き付け

① 右図に示すように分岐部の直線側面から直角に伸びたトレイを上下で挟み込むように施工します。右図のように，分岐部の直線側面から直角に伸びたトレイが直線になる位置までを覆うことができるようにシートの長さ L を採寸して算出し，ハサミ等で切断してください。分岐部に用いるシート幅は下表を目安とし，現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。

分岐部・湾曲部のシート幅 W の目安

トレイ幅 〔mm〕	分岐部シート幅 〔mm〕	湾曲部シート幅 〔mm〕
300	500	500
600	1000	500
750	1000	1000

② 右に示すように，当該部分を①で切断したシートでトレイ上下を挟み込んでください。

※ トレイ下側のシートをマグネット等で仮止めすると施工しやすくなります。

STEP 2　湾曲部用のシート加工と巻き付け

③ シートの巻き付け長さを採寸して算出し，シートをハサミ等で切断してください。湾曲部に用いるシート幅は上表を目安とし，現場状況に合う幅 W を適宜調整してご使用ください。

※ 湾曲部は巻き付けの重ね代が取れなくなる恐れがありますので，少しシートを長めにする等，ご注意ください。

④ 隣り合う分岐部のシートとの連結重ね代を 100㎜以上設けつつ平行になるようにし，湾曲部へシートを巻き付けてください。また，巻き付け重ね代が100㎜以上であることを確認してください。

STEP 3　直線部用のシート加工と巻き付け

⑭　シートの巻き付け長さを採寸して算出し，シートをハサミで切断してください。シート幅 W1000㎜ を用いることを基本としますが，現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。

⑮　隣り合う湾曲部のシートとの連結重ね代を 100㎜ 以上設けつつ，3 方向の直線部へシートを巻き付けてください。また，巻き付け重ね代が 100㎜ 以上であることを確認してください。

STEP 4　ベルトの巻き付け

⑯　巻き付けたシートにベルト(KT35:幅 W35㎜)を巻き付けてシートを固定してください。分岐部や湾曲部では，写真のようなリング(溶融亜鉛メッキ鋼又はステンレス製，約φ100㎜)をトレイの上面・下面の対象位置に用い，それぞれ 3 方向にベルトを付けてシートを固定してください。

※　トレイの接線に対してベルトが直角になるように，ベルト及びリングの位置を調整してください。直角になっていないとベルトがズレ易くなり，ベルト及びシートにたるみが出る恐れがあります。

※　ピッチが 300㎜ 以下になるように各ベルトの位置を調整してください。

ＣＡＳＥ４－２

CASE 5	電線管付属トレイへのシートの巻き付け 電線管からのケーブルが上からトレイに合流している部位等

STEP 1　立ち上がっているケーブル・電線の処置方法(2)

① トレイから立ち上がって電線管へ配線されているケーブル・電線に対してシートを 100㎜ 以上の重ね代が出来るよう巻き付けてください。巻き付けたシートにベルト(KT19:幅 W19㎜)を巻き付けてシートを固定してください。隣り合うシートとの連結重ね代は 100㎜ 以上設けてください。

② シートを巻き付けたケーブル・電線は，トレイに載っている部分が 100㎜ 以上になるようにしてください。

③ 電線管口は，右のように電線管とケーブル・電線をまとめてシートで巻き付け，ベルト(KT19:幅 W19㎜)を巻き付けてシートを固定してください。

④ 電線管口の巻き付け重ね代及び電線管への連結重ね代が 100㎜ 以上になるようにしてください。

ＣＡＳＥ５－１

STEP 2　合流部のシート加工との巻き付け

⑤　以下⑥⑦⑧で使用するシートは直線トレイと同様の方法で，巻き付け長さを採寸して算出し，シートをハサミ等で切断してください。⑥⑦のシートは幅 W1000mm を用いることを基本とし，⑧のシートは幅 W500mm を用いることを基本としますが，現場状況に合わせて適宜シートを切断し，幅 W を調整してご使用ください。

⑥　電線管に向かうケーブル・電線の下に 100mm 以上差し込むようにしてトレイにシートを巻き付けてください。また，巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。

⑦　右のように⑥シートと反対の方向からシートを巻き付けます。ケーブル・電線が当たる部分に 300mm 以上の切り込みを入れて，そのシートの切れ目にケーブル・電線が通るようにしてください。また，巻き付けの重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。

※　シートを切り込み過ぎると隙間ができるため，できるだけ現物にシートを合わせながら切り込みを入れてください。

⑧　右のように⑦シートと反対の方向から⑤と同様にシートを巻き付けます。ケーブル・電線が当たる部分に 100mm 以上の切れ込みを入れてください。また，巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。

STEP 3　直線部用のシート加工と巻き付け

⑨　シートの巻き付け長さを採寸して算出し，シートをハサミ等で切断してください。シート幅 W1000mm を用いることを基本としますが，現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。

⑩　隣り合う合流部のシートとの連結重ね代を 100mm 以上設けつつ，直線部へシートを巻き付けてください。また，巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。

CASE５－２

STEP 4　ベルトの巻き付け

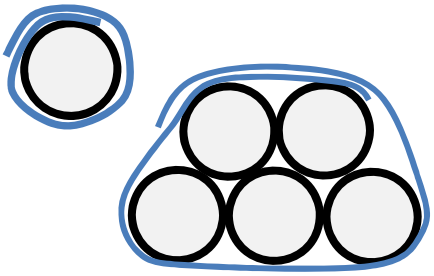
⑪　巻き付けたシートにベルト(KT35:幅 W35mm)を巻き付けてシートを固定してください。
※　ピッチが 300mm 以下になるように各ベルトの位置を調整してください。
※　隣り合うシート(シートの連結)との重ね代部分には，必ずベルトを巻き付けてシートを固定するようにしてください。

ＣＡＳＥ５－３

CASE 6	ケーブル・電線への直巻き・束巻き ケーブル・電線を束にして直接シートを巻く方法

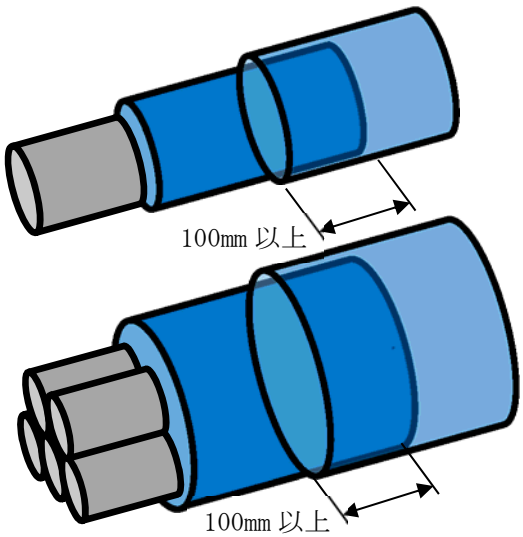
STEP 1　シートの加工

① トレイの外に出ていてトレイごとシートを巻き付けることのできないケーブル・電線に対して直接シートを巻きます。このような場合は，100㎜ 以上の重ね代を設けながら巻き付けることができるように，シートの巻き付け長さを採寸して算出し，シートをハサミ等で切断してください。



STEP 2　シートの巻き付け

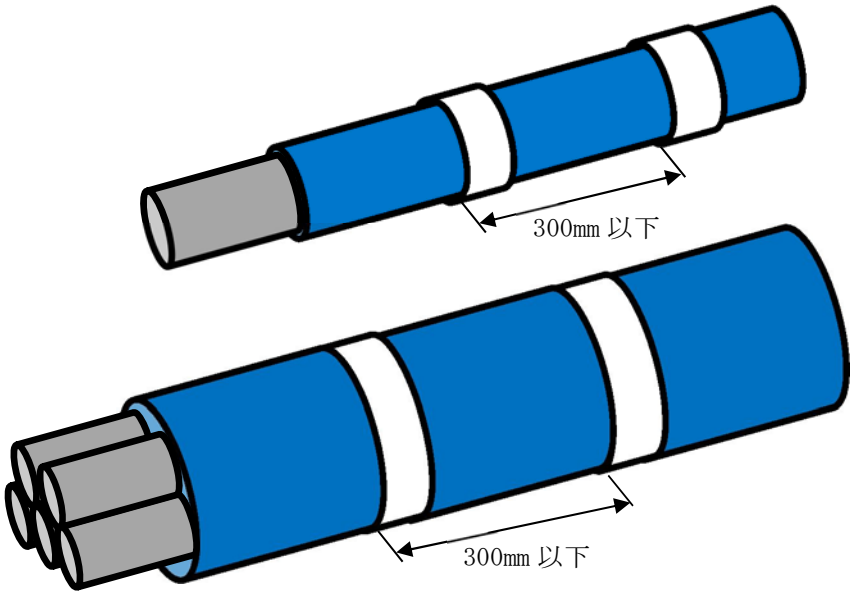
② 隣り合うシートとの連結重ね代を 100㎜ 以上設けつつ，①のシートをケーブル・電線に巻き付けて下さい。巻き付け重ね代は，100㎜ 以上になるようにして下さい。



ＣＡＳＥ６－１

STEP 3　ベルトの巻き付け

③　巻き付けたシートにベルト(KT35:幅 W35mm)を巻き付けてシートを固定してください。
※　ピッチが 300mm 以下になるように各ベルトの位置を調整してください。
※　隣り合うシート(シートの連結)との重ね代部分には，必ずベルトを巻き付けてシートを固定するようにしてください。
※　標準品のベルトですと長さが長い場合がありますので，適切な長さに切断してご使用ください。



ＣＡＳＥ６－２

CASE 7	ケーブルトレイエンドへのシート巻き施工方法 トレイ終結部に対してシートを巻く方法

STEP 1　シートの加工

① シートの巻き付け長さを採寸して算出し，シートをハサミ等で切断してください。角部は屈曲部と同様にシート幅 W500mm を用いることを基本としますが，現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。

※ 屈折角が大きい場合，シート幅 W500mm だと，隣り合う直線部へのシートとの連結重ね代 100mm が取れない可能性がありますので，ご注意ください。

※ 屈折部は巻き付けの重ね代が取れなくなる恐れがありますので，シートの長さを少し長めにするようにしてください。

STEP 2　角部のシート巻き付け

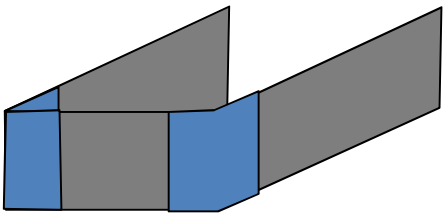
角部は，CASE3 のＬ字トレイと同じ施工をします。

② 各々の角部を架同様にシートを巻き付け，巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。

③ CASE２の STEP1～3 の図に示すように，角部のトレイ上下面をシートで覆ってください。

※ 角部周囲にシワができますが，シワ部分をケーブル・電線とトレイの間やトレイの上フランジ部の下に折り込むようにすると綺麗に仕上がります。

※ トレイ下側のシートをマグネット等で仮止めすると施工しやすくなります。

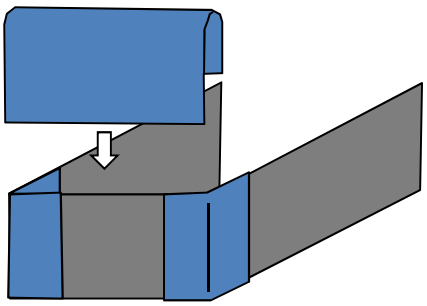


STEP 3　トレイ終端部のシート巻き付け

④ 隣り合うシートとの連結重ね代を 100mm 以上設けつつ，トレイ終端部よりトレイの上下面をシートで覆ってください。

※ トレイ下側のシートをマグネット等で仮止めすると施工しやすくなります。

※ シートがたるんでサポートとシートの間に大きな隙間が発生することの無いようにご注意ください。



STEP 4　直線部のシート，及びベルトの巻き付け

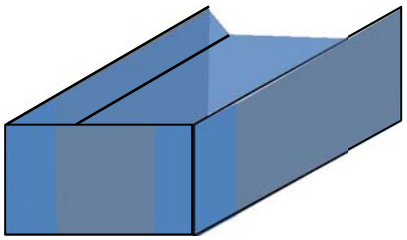
⑤　隣り合う角部のシートとの連結重ね代を100㎜以上設けつつ，トレイ終端側から直線部をシートで覆ってください。

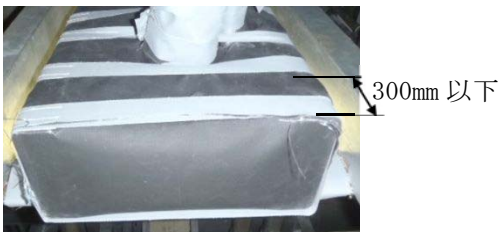
⑥　巻き付けたシートにベルト(KT35:幅 W35㎜)を巻き付けてシートを固定してください。

※　ピッチが300㎜以下になるように各ベルトの位置を調整してください。

※　隣り合うシート(シートの連結)との重ね代部分には，必ずベルトを巻き付けてシートを固定するようにしてください。

※　標準品のベルトですと長さが長い場合がありますので，適切な長さに切断してご使用ください。





ＣＡＳＥ７－２

注意事項

・シートを仮止めする際に用いたテープ・マグネット類は，施工後に取り除いてください。

・シートをケーブル・電線，トレイ又はサポート等へ沿わせる際，ヘラ等の工具類を使うと綺麗に仕上がりますが，シートに傷が付かないようにご注意ください。

ファイアストッパの施工方法

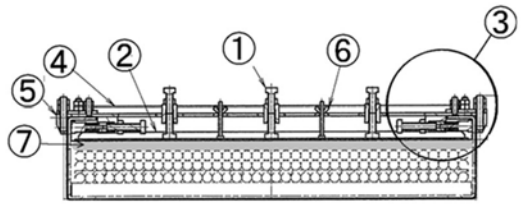
1. 適用

本施工要領は，垂直トレイに対するファイアストッパ施工に適用する。

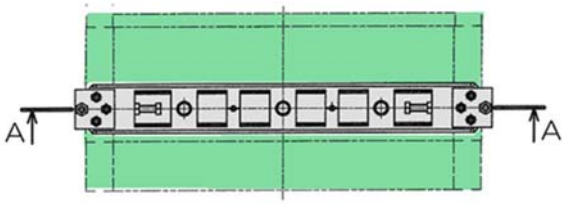
2. 仕様

「ファイアストッパ」の施工図，及び主要構成材料の寸法を以下に記す。

なお，第 1-6-1 図に垂直トレイ用ファイアストッパ概要図を記載する。



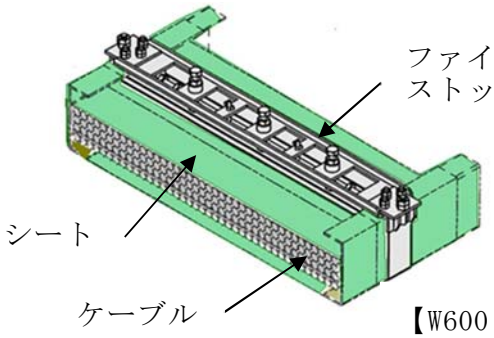
【ファイアストッパ断面図（A-A)】



【ファイアストッパ正面図】

ファイアストッパ部品
① シート押さえボルト
② シート保持板
③ トレイ固定機構
④ 上フレーム
⑤ 下フレーム（ベルト含む）
⑥ 蝶ナット
⑦ 耐火材

使用材料
・ナット，ボルト：SCM435
・フレーム等：SS400
　表面：亜鉛メッキ処理



【W600 トレイへの設置イメージ図】

第 1-6-1 図　垂直トレイ用ファイアストッパ概要図

3.　施工方法

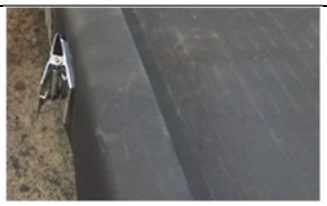
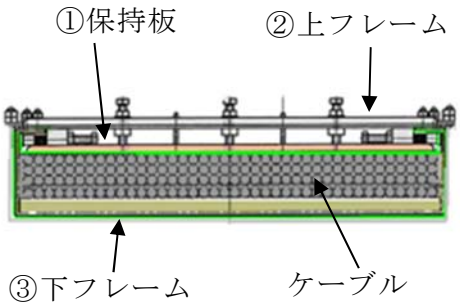
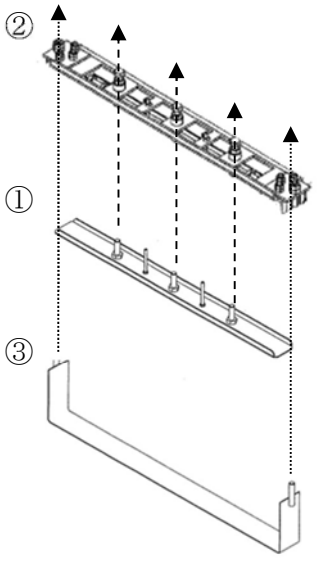
ファイアストッパの基本的な施工方法を以下に記す。

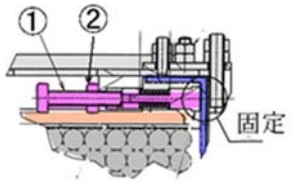
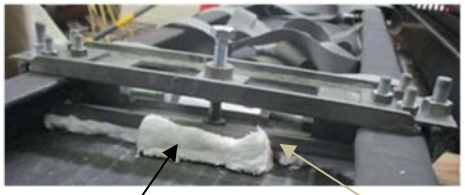
(1)　ファイアストッパの上フレームと下フレームでシートとトレイを挟み，トレイ固定機構により固定する。

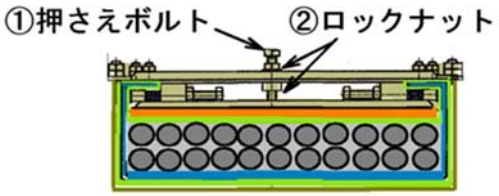
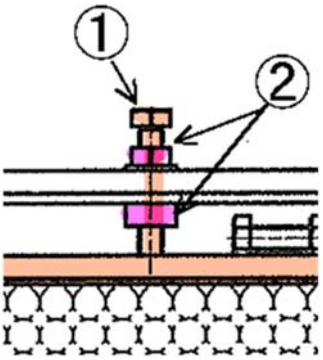
(2)　ケーブル側の防火シートは保持板から出る 3 本のボルトにより固定する。

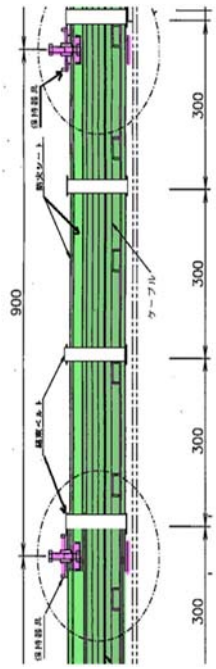
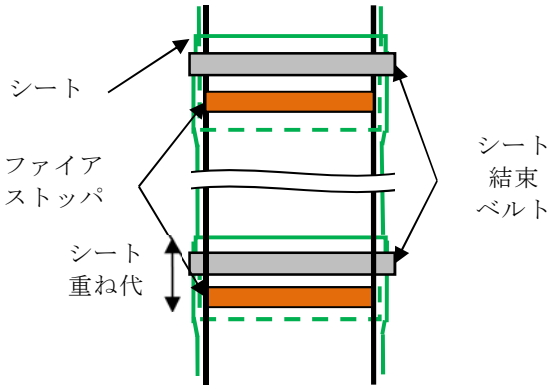
(3)　ファイアストッパはシートの重ね部となる 900mm 以内で設置する。その他の取付け間隔については施工責任者の指示する間隔で取付ける。

(4)　ファイアストッパはケーブルトレイの幅，ケーブル量に応じたサイズものを使用する。

<table>
<tr><th>STEP</th><th>ファイアストッパの設置（垂直トレイ）</th><th>構成部品等</th></tr>
<tr><td>1</td><td>シートの施工
①垂直トレイに防火シートを巻きクリップ等で仮止めする。
②トレイ及びケーブルの形状に合わせてシートを調整する。</td><td>  </td></tr>
<tr><td>2</td><td>ファイアストッパの設置
①シート合わせ面にシート保持板を設置する。
②シート保持板の上から上フレームを設置する。この時トレイ固定機構，ナット類はフリー状態としておく。
③下フレームを上フレームと組合せナットで固定する。
  </td><td> 
例：W600 トレイのファイアストッパ</td></tr>
</table>

STEP	ファイアストッパの設置（垂直トレイ）	構成部品等
3	ファイアストッパのトレイへの固定 ① トレイ固定機構のナットを回しトレイが挟まるのを確認する。 ② ロックナットで固定する。 注意：シートを傷つけないこと。	
4	耐火材によるシートとケーブルの密着 保持板とシートの間に圧縮させた状態の耐火材を挟み，防火シートとケーブルに隙間がないように設置する。  耐火材　　シート保持板 【耐火材設置(W300 トレイ)】	耐火材：セラミックファイバー

STEP	ファイアストッパの設置（垂直トレイ）	構成部品等
5	ケーブルとシートの密閉 ① シート保持板から出る 3 本のシート押さえボルトを回しシートとケーブルを密着させる。 ・この時，トルクレンチの指示が出てきたところで一旦止め，3 本のボルトナットを均一に締める。 ・防火シートと耐火材の間に 0.1mm のスキミゲージを差込み，ゲージが挿入できなくなるまで均一にボルトナットを締める。 ② ロックナットを回しシート保持板を固定する。 注意：シートを傷つけないこと。  【写真はトレイ W300mm】	 トルクレンチで締め込み確認 スキミゲージで確認

STEP	ファイアストッパの設置（垂直トレイ）	構成部品等
6	シートの合わせ面の約 900mm ごとにファイアストッパを設置する。	 【垂直トレイの断面図】
7	結束ベルトの取付け ① ファイアストッパの上流側に結束ベルトを使ってシートを固定する。 ② 結束ベルトは 300mm ピッチで取付ける。 	
8	ステップ 1 から 6 を繰り返し，ファイアストッパを設置する。	

耐火シールの性能について

耐火シールは，建築基準法に基づく耐火試験により耐火性能が確認されたものを採用する。以下に試験方法を示す。

1. 目的

耐火シールが耐火性能を有していることを確認する。

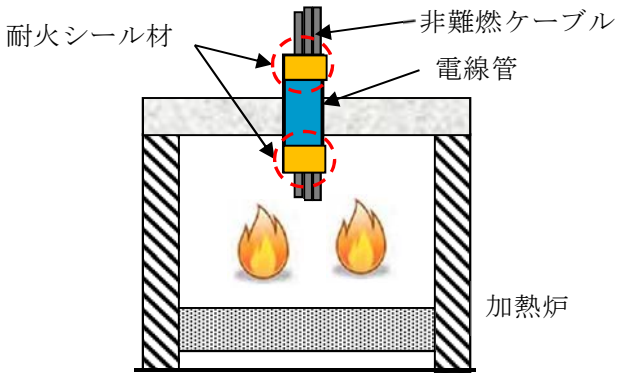
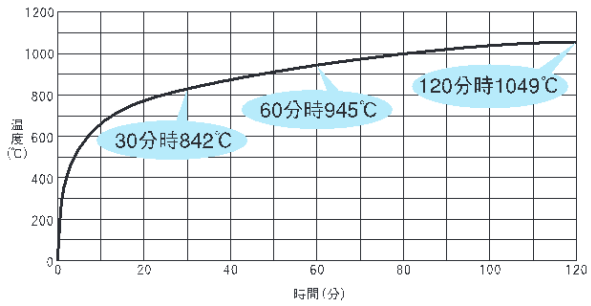
2. 供試体

耐火シール材

3. 試験方法及び判定基準

国土交通省の指定認定機関の性能試験・評価業務方法書（建築基準法施行令第 129 条の 2 の 5 による）に準じた試験方法及び判定基準による。試験の概要を第 1-7-1 表に示す。

第 1-7-1 表　耐火性能の確認試験概要

試験 装置 概要	耐火試験装置の外壁へ耐火シールの供試体を貫通状態となるように設置し，耐火試験装置内を 3 時間加熱する  【耐火試験装置】
加熱 温度	建築基準法の耐火試験で用いられる ISO834 の加熱曲線により加熱 
判定 基準	（１）外観確認 ①非加熱側へ 10 秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと ②非加熱側へ 10 秒を超えて継続する発炎がないこと ③火炎が通るき裂等の損傷及び隙間を生じないこと （２）非加熱側温度測定 シール材表面温度上昇値が ISO834 で定める「平均 140K，最高 180K」を超えないこと

4. 試験結果

試験結果は，第 1-7-2 表のとおり。

5. 評価

耐火シールは耐火性能を有している。

第 1-7-2 表　耐火性能の確認試験結果

非加熱側へ10 秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと	非加熱側へ10 秒を超えて継続する発炎がないこと	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間を生じないこと	外観確認	非加熱側温度上昇（℃）	判定結果
無	無	無	良	101	合格

実機火災荷重を考慮した防火シートの限界性能試験の確認方法

1. 目的

防火シートの遮炎性が確保される範囲（限界性能）を確認する。

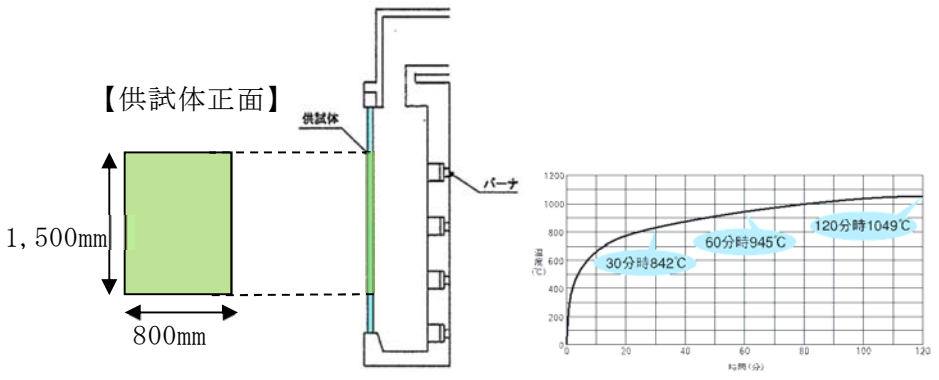
2. 供試体

防火シート(プロテコⓇシート-P2・eco)

3. 試験方法

建築基準法に規定されている指定性能評価機関が定めた遮炎性試験を基にした加熱試験により，防火シートに火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間が生じる温度を確認する。試験の概要を第 1-8-1 表に示す。

第 1-8-1 表　防火シート限界性能試験の概要

試験装置 概要	 【ISO834 加熱曲線】
試験内容	・ISO834加熱曲線で加熱し，防火シートに火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間が生じる温度を確認する。

防火シート重ね部の遮炎性試験の確認方法

1. 目的

防火シート重ね部が複合体内部の火炎を遮る性能を有していることを確認する。

2. 供試体

施工要領に準じて施工した防火シート重ね部

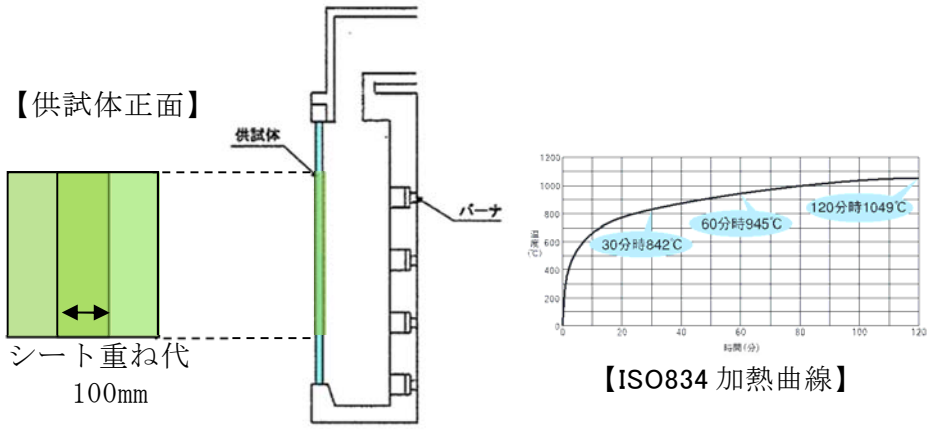
・防火シート(プロテコⓇシート-P2・eco)

3. 試験方法及び判定基準

建築基準法に規定されている指定性能評価機関が定めた試験方法，判定基準による。

試験の概要を第 1-9-1 表に示す。

第 1-9-1 表　遮炎性試験の概要

試験装置 概要	
試験内容	・加熱炉に供試体設置する。 ・ISO834 加熱曲線となるように 20 分間加熱する。
判定基準	・火炎が通るき裂等の損傷及び隙間を生じないこと ・非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎がないこと ・非加熱面に 10 秒を超えて連続する火炎の噴出がないこと

複合体内部の発火に対する自己消火性の確認方法

1. 目的

複合体に対して，難燃ケーブルに実施する自己消火性試験を非難燃性ケーブルに燃焼条件を準拠させて試験を実施し，自己消火することを確認する。

2. 供試体

実機で使用されているケーブルのうち，保守的に代表性を考慮して試験対象ケーブルを抽出し，本文 2.1.2(4)項で選定する試験対象ケーブルに対し実施する。

複合体内部は防火シートで覆われ燃焼の三要素のうち酸素（空気）の供給が断たれる可能性がある。そのため，保守的な条件として酸素（空気）の供給に影響がないケーブル単体とし，防火シートは巻かないこととする。供試体の種類を第 1-10-1 表に示す。

第 1-10-1 表　供試体の種類

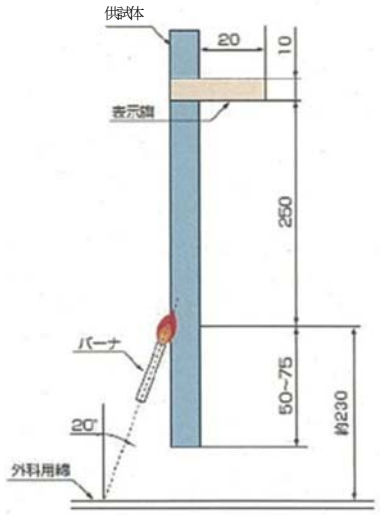
ケーブルの種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	外径 (mm)
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5
	架橋ポリエチレン	ビニル	19（41）※1

※1：トリプレックス形：( )外は単芯外形，( )内は 3 本より合わせ外径を示す。

3.　試験方法及び判定基準

UL 垂直燃焼試験(UL1581 1080VW-1 Flame Test)に準拠した試験を実施する。試験方法については、第 1-10-2 表に示す。

第 1-10-2 表　自己消火性の実証試験の概要（UL1581 1080VW-1 Flame Test）

供試体の設置	 単位：mm
試験内容	・供試体を垂直に保持し，20 度の角度でバーナの炎をあてる。 ・15 秒着火，15 秒休止※2 を 5 回繰り返し，試料の燃焼の程度を確認する。
火源	チリルバーナ
使用燃料	メタンガス
試験回数	３回（回数の規定なし）
判定基準	① 残炎による燃焼が 60 秒を超えない。 ② 表示旗が 25%以上焼損しない。 ③ 落下物によって下に設置した外科用綿が燃焼しない。

※２：「前回のガス接炎が終了した後の接炎休止時間 15 秒を超えて試験品による自己燃焼が持続する場合には、当該自己燃焼が消滅した後に次回のガス炎の接炎を行う。」（UL1581 1080.13 より抜粋）

過電流模擬試験による防火シート健全性評価の確認方法

1. 目的

過電流による複合体内部の発火を想定しても，ケーブルから発生する可燃性ガス，火炎が防火シートの健全性（遮炎性能）に影響ないことを確認する。

2. 供試体

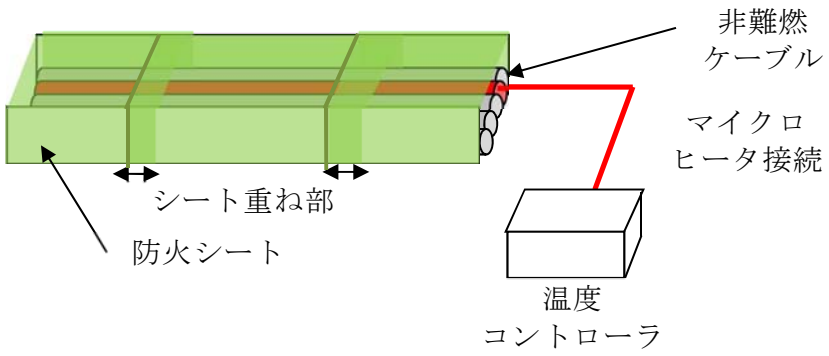
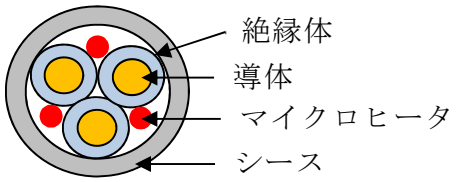
メーカの標準施工方法で施工した高圧電力ケーブルを供試体とする。

3. 試験方法及び判定基準

(1) 過電流模擬試験（ヒータ加熱）

ケーブル内部にヒータを設置し，導体の代わりにヒータに通電することでケーブル内部を加熱し，ケーブルの過電流を模擬する要素試験としてケーブル材料（絶縁体，シース）を発火させる燃焼試験を実施し，ケーブルから発生する可燃性ガス，火炎が防火シートの遮炎性能に与える影響が問題ないことを確認する。試験方法及び判定基準については，第 1-11-1 表に示す。

第 1-11-1 表　過電流模擬試験の概要

試験装置 概要	【試験装置全体】  【加熱ケーブル内部】 
マイクロ ヒータ 温度	650℃
試験内容	・少量敷設した高圧電力ケーブルの内の一条に対して，マイクロヒータを取り付け，絶縁材及びシース材の発火温度を超える温度で加熱する。 ・一定時間後，複合体内部においてケーブルから発生する可燃性ガス及びケーブルが発火することを確認する。 ・複合体内部の火炎について外部への噴出の有無を確認する。
判定基準	複合体外部へ連続した火炎の噴出がないこと。

複合体が不完全な状態を仮定した場合の性能評価の確認方法

1. 目的

防火シートの標準施工方法に基づくことで，設計方針を満足する防火シートの施工ができることの管理及び維持管理を実施するものの，防火シートの施工不良や傷等の実機状態の不確かさえを考慮しても，耐延焼性を確保する。そのため，複合体の外郭である防火シートが不完全な状態でも，複合体が燃え止まることを確認する。

2. 不完全性の抽出

2.1 抽出方法

防火シートの不完全性について，実機のケーブル敷設状況及びシートの施工性確認試験を踏まえ，代表的な不完全性を抽出する。

2.2 抽出結果

抽出した不完全性を第 1-12-1 表に示す。

第 1-12-1 表　不完全性抽出一覧

要因	不完全性
施工状態	防火シートつなぎ部のずれ
	防火シートの隙間
	防火シートの傷

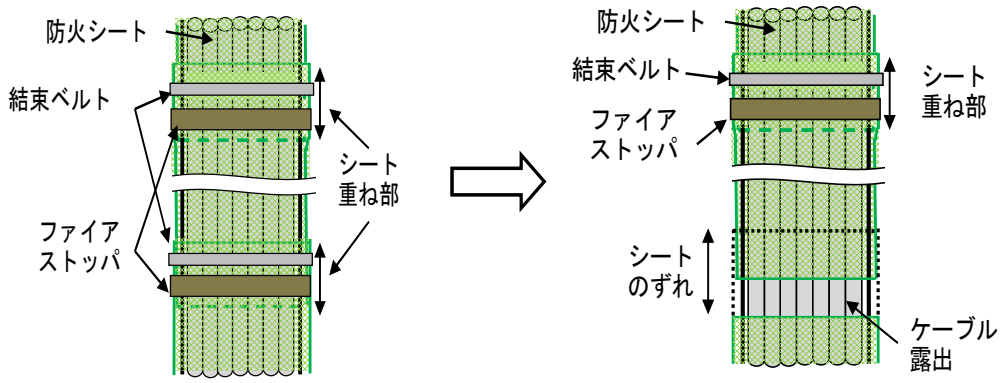
2.3　評価方法

2.2 項で抽出した不完全性を設定した複合体における耐延焼性の評価方法を以下に示す。

2.3.1　防火シートのずれ

(1)　不完全性

第 1-12-1 図に示す通り，防火シートのつなぎ部にずれが生じることにより，メーカの施工要領にて定められているシート間重ね代（100mm）未満となる状態を不完全性とする。



第 1-12-1 図　防火シートつなぎ部のずれ（複合体正面）

(2)　評価方法

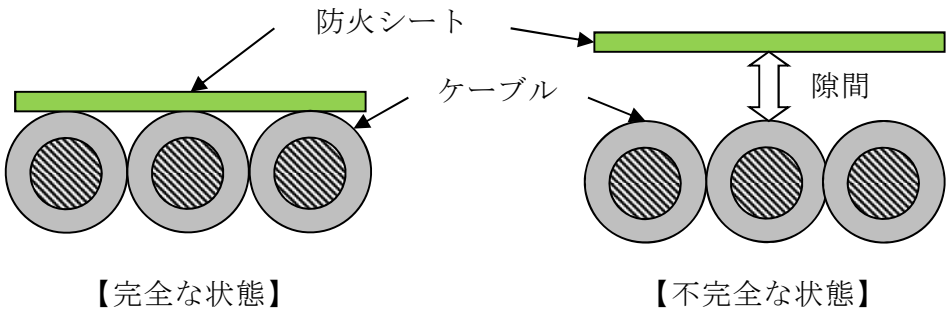
防火シート間にずれが生じてケーブルが露出した場合を設定した耐延焼性の試験を実施し，複合体が燃え止まることを確認する。

2.3.2　防火シートの隙間

(1)　不完全性

第 1-12-2 図に示す通り，防火シートとケーブルの隙間の発生を不完全性とする。

なお，防火シートの施工においては隙間を極力なくするものの，隙間の状態には不確かさがあるため，隙間ができるものとして確認する。なお，この条件は複合体構成品の組合せの供試体仕様の中で包絡される。



第 1-12-2 図　防火シートとケーブルの隙間（複合体断面）

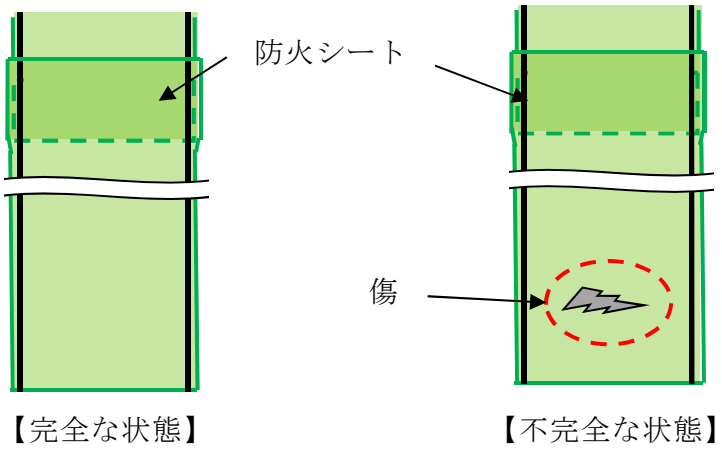
(2)　評価方法

防火シートとケーブルに隙間が発生した場合を設定した複合体の構成品の組合せによる供試体仕様での耐延焼性の試験の中で，複合体が燃え止まることを確認する。

2.3.3　防火シートの傷

(1)　不完全性

第 1-12-3 図に示す通り，機材の接触等による極端な状態の想定による防火シートの傷の発生を不完全性とする。



第 1-12-3 図　防火シートの傷（複合体正面）

(2)　評価方法

防火シートに傷が発生した場合を設定した耐延焼性の試験を実施し，複合体が燃え止まることを確認する。

なお，2.3.1 項のずれが生じてケーブルが露出した場合を設定した試験に包絡するものとする。

3.　供試体

耐延焼性能試験の評価より，最も保守的なケーブルを選定し，本文 2.2.2 項にて比較評価する複合体の損傷長から選定したケーブル及び同じサイズの難燃ケーブルを用いる。

4.　試験方法及び判定基準

メーカの標準施工方法に基づくことで，設計方針を満足する防火シートの施工が可能であるが，保守的に防火シートが不完全な状態における耐延焼性の確認を行なうため，複合体外部の火災，複合体内部の火災の両方について試験を実施する。また，2.項で決定した防火シートの不完全な場合を模擬し

た耐延焼性試験を実施する。

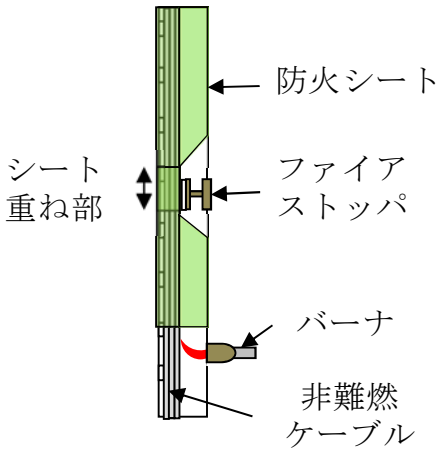
なお，複合体外部の火災においては，複合体のケーブルが露出した不完全な状態でも燃え止まることを確認するとともに，複合体内部の火災については，ケーブルの燃焼がファイアストッパにより燃え止まることを確認する。

(1)　複合体外部の火災に対する不完全な場合における耐延焼性試験

a．防火シートのずれ

防火シートの間にずれが生じてケーブルが露出した場合を設定した耐延焼性試験を実施する。試験方法及び判定基準を第 1-12-2 表に示す。

第 1-12-2 表　防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験の概要

試験体の据付例	【防火シートのずれ模擬】 
不完全性の試験条件	ずれの大きさをケーブルが完全露出する 200mm とし，耐延焼性が確保されることを確認する。
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
バーナ熱量	20kW
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	1 回
判定基準	・燃え止まること。

b．防火シートの傷

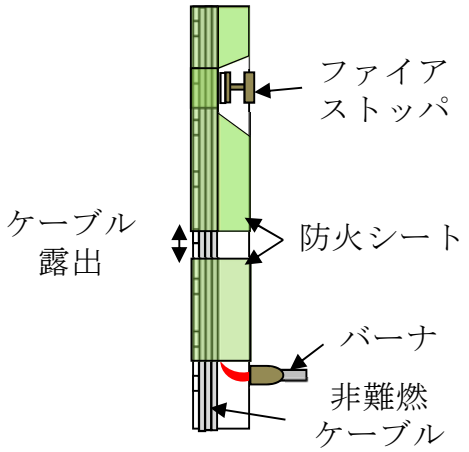
防火シートに傷が生じてケーブルが露出した場合を設定し，耐延焼性試験を実施する。（この状態は防火シートにずれが生じた場合と同じであることから，ケーブル露出を設定した 4.(1)a 項の試験で包絡。）

(2)　複合体内部の火災に対する不完全な場合における耐延焼性試験

a．防火シートのずれ

防火シートの間にずれが生じてケーブルが露出した場合を設定した耐延焼性試験を実施する。試験方法と判定基準を第 1-12-3 表に示す。

第 1-12-3 表　防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験の概要

試験体の据付例	【防火シートのずれ模擬】 
不完全性の試験条件	ずれの大きさは，ファイアストッパ及び結束ベルトが同じ箇所でそれぞれ１つ脱落し，防火シートが剥がれたこととするため，約 330mm のシートずれ（ケーブル露出約 230mm）を設定し，耐延焼性を確認する
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
バーナ熱量	20kW
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	１回
判定基準	燃え止まること。

ｂ．防火シートの傷

防火シートに傷が生じてケーブルが露出した場合を設定し，耐延焼性試験を実施する。（この状態は防火シートにずれが生じた場合と同じであることから，ケーブル露出を設定した 4.(2)a 項の試験で包絡。）

複合体による影響の確認方法

1. 目的

複合体はケーブル及びケーブルトレイを防火シートで覆ったものであるため，防火シートがケーブル及びケーブルトレイの機能に与える影響が軽微でありケーブル及びケーブルトレイの設計範囲内であることを確認する。

2. ケーブル及びケーブルトレイの保有する機能への影響

複合体は，ケーブルトレイに敷設されたケーブルに防火シート等を施工したものであり，ケーブル及びケーブルトレイが保有する機能に影響を及ぼす可能性がある。

防火シート等を施工することにより上記機能を阻害する要因となるものを抽出し，ケーブル及びケーブルトレイが保有する機能への影響要因と影響確認の方法を以下に示す。

(1) ケーブルへの影響要因と影響確認方法

a．通電機能

ケーブルの通電機能は絶縁体の許容温度の範囲内で機器等の使用電流が通電できることである。

ケーブルの機能を阻害する要因としては，導体抵抗の増加，導体の断線，放熱性の低下が考えられるが，機器の使用電流は，電流による導体内の発生熱量とケーブル表面から外部に伝達される熱量が平衡に達しているとき，絶縁体温度がその許容温度となる電流値以内とすることから，複合体の形成により熱的条件が変化し，放熱性が低下した場合，使

用電流による発熱により絶縁体が許容温度に達し，通電機能に影響を与える可能性がある。詳細について添付資料 1-13 別紙 1 に示す。

通電機能への影響度合いについて，防火シートの施工前後の電流値を測定する電流低減率試験に基づき確認する。

b．絶縁機能

ケーブルの絶縁機能は所定の絶縁抵抗及び耐電圧特性を有することであり，導体を覆う絶縁材にて確保される。したがって，ケーブルシース表面に防火シートを施工したとしても絶縁機能に影響を与えるものではないが，防火シートがケーブルに直接触れることによる絶縁性能の低下を考慮し，防火シートの施工後の絶縁機能について絶縁抵抗試験及び耐電圧試験により確認する。

c．シースによる保護機能

シースによる保護機能は，通電機能及び絶縁機能を維持するためケーブル形状を保ち，外的要因から保護することである。

防火シートは，ケーブルに巻付けを行う製品であり，シースに影響を与えるものではない。

ただし，防火シートがケーブルに直接触れることで，化学的にシースを侵食する可能性も考えられることから，念のため，防火シートに使用される材質の性状を pH 試験により確認する。

(2) ケーブルトレイへの影響要因と影響確認方法

a．ケーブル保持機能

ケーブル保持機能は敷設されるケーブルを支持することである。防火

シートは，ケーブルトレイに敷設されたケーブルに巻付けを行う製品であり，ケーブルトレイ材質に影響を与えるものではない。ただし，防火シートがケーブルトレイに直接触れることで，化学的にケーブルトレイ材質を侵食し，形状を損なう可能性がある。また，複合体を形成することによりケーブルトレイの重量が増加することで保持機能に影響を与える可能性がある。これらの影響度合いの確認について以下に示す。

(a)　ケーブルトレイ材質への影響

防火シートに使用される材質の性状は pH 試験の結果で確認する。ケーブルトレイ材質への影響は，防火シートに使用される材質の性状で判断できる。

(b)　重量増加の影響

複合体形成よる重量増加に伴い，ケーブルを支持する機能の低下が考えられるため，複合体による重量増加の度合いを確認する。

3.　化学的影響の評価

3.1　pH 試験

3.1.1　目的

防火シートが直接触れることによるケーブルトレイ材質への化学的な影響を確認する。

3.1.2　試験内容

(1)　供試体

防火シート(プロテコⓇシート-P2・eco)

(2)　試験方法

「JIS C 3605 600V ポリエチレンケーブル」の pH に準拠した方法で pH を測定する。

(3)　判定基準

中性の範囲（pH6～8）であること。

4.　ケーブルに与える影響の評価

4.1　通電機能

4.1.1　電流低減率試験

4.1.1.1　目的

複合体の形成による放熱性の低下によりケーブルの通電機能に問題のないことを確認する。

4.1.1.2　試験内容

(1)　供試体

IEEE848-1996 に準じた供試体とする。

ａ．ケーブル

多層敷設ケーブル

（架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル　外径:17.5mm）

ｂ．ケーブルトレイ

複合体形成前後のラダートレイ

供試体の詳細は添付資料 1-13 別紙 2 に示す。

(2)　試験方法

IEEE848-1996 に準じた試験方法による。試験方法の詳細を添付資料 1-13 別紙 2 に示す。

電流低減率は，ケーブル選定時に使用する設計基準であり，電力ケーブルが敷設してあることで熱影響を受けるラダートレイの防火シート有無による測定電流との比較にて算出する。

なお，実機ではケーブルトレイに多層敷設された全てのケーブルが通電されることはないが，IEEE848-1996 では全てのケーブルに通電するた

め，保守的な試験条件である。

(3) 判定基準

防火シートの施工前後の電流低減率が設計の範囲内であることを確認する。また，設計裕度は確保され，機器等に影響がないことを確認する。

4.2　絶縁機能

4.2.1　絶縁抵抗試験

4.2.1.1　目的

防火シートの施工によりケーブルの絶縁特性に影響がないことを確認する。

4.2.1.2　試験内容

(1)　供試体

防火シート施工後のケーブル

・防火シート(プロテコⓇシート-P2・eco)

・ケーブル

ケーブル種類	絶縁材/シース材	芯数-サイズ	外径(mm)
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン/ビニル	3C-5.5mm^2	14.5

(2)　試験方法

「JIS C 3005 ゴム・プラスチック絶縁電線試験方法」の絶縁抵抗に準拠し，供試体の一部を水中に1時間以上浸した状態で規定電圧（直流：100V 以上）を1分間印加し，絶縁抵抗を測定する。

(3)　判定基準

2500MΩ・km 以上であること。(「JIS C 3605 600V ポリエチレンケーブル」)

4.2.2　耐電圧試験

4.2.2.1　目的

防火シートの施工によって耐電圧特性に影響がないことを確認する。

4.2.2.2　試験内容

(1)　供試体

防火シート施工後のケーブル

・防火シート(プロテコⓇシート-P2・eco)

・ケーブル

ケーブル種類	絶縁材/シース材	芯数-サイズ	外径(mm)
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン/ビニル	3C-5.5mm^2	14.5

(2)　試験方法

「JIS C 3605 600V ポリエチレンケーブル」の耐電圧試験に準拠し，供試体の一部を水中に 1 時間以上浸した状態で規定電圧 AC1,500V を印加し，1 分間耐えることを確認する。

(3)　判定基準

防火シートの施工前後で 1 分間の規定電圧印加に耐えること。

5.　ケーブルトレイに与える影響の評価

5.1　ケーブル保持機能

5.1.1　重量増加の影響

5.1.1.1　目的

複合体の形成に伴う重量増加により，ケーブルトレイのケーブルを保持する機能に影響がないことを確認する。

5.1.1.2　検討内容

防火シート等を施工することによるケーブルトレイの重量増加が，ケーブルトレイの設計の範囲内であることを確認する。

5.1.1.3　判定基準

重量増加がケーブルトレイの設計の範囲内であること。

防火シートの施工によるケーブルの使用電流に与える影響について

1. 伝熱の形態

伝熱とは水が高いところから低いところに流れるように，熱が高温側から低温側に移動する現象であり，熱移動は熱伝導，熱伝達，熱輻射（輻射伝熱）の 3 形態に分類される。以下に伝熱の 3 形態を示す。

(1) 熱伝導

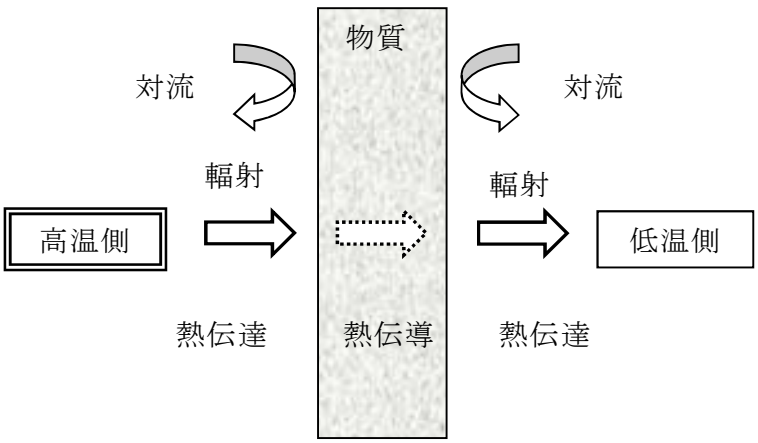
熱伝導とは熱が物質を伝わって，高温側から低温側で移動する現象。

(2) 対流熱伝達

熱が気体や液体など，流体の循環によって移動する現象。

(3) 熱輻射（輻射伝熱）

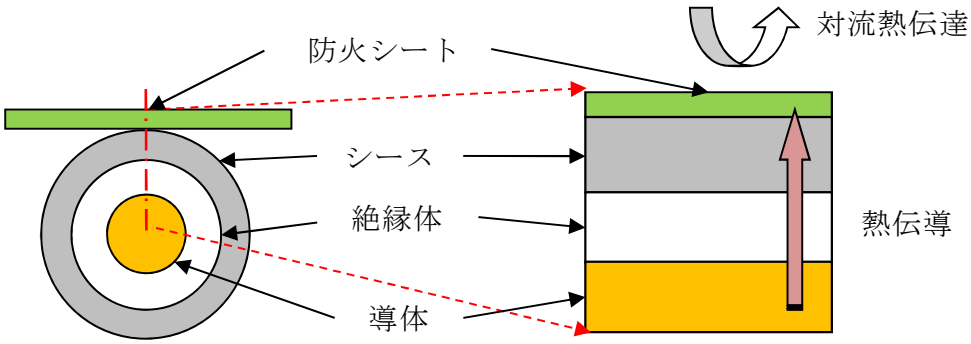
熱輻射（輻射伝熱）とは熱が物体から他の物体へ直接，電磁波の形で移動する現象。



第 1 図　伝熱の 3 形態

2.　防火シートを施工したケーブルの伝熱

防火シートを施工したケーブルは導体，絶縁体，シース及び防火シートからなる多層構造体となる。よって，通電時に導体抵抗により生じる熱の伝熱過程は，絶縁体，シース及び防火シートへと伝わる熱伝導と，防火シートからケーブル外部へと放出される熱対流となる。防火シートを施工したケーブルの伝熱について第 2 図に示す。



【ケーブルとシートの断面】

第 2 図　防火シートを施工したケーブルの伝熱

導体からの発熱量が防火シート表面からの放熱量を上回った場合，差分の熱量はケーブル内で温度上昇として現れる。

絶縁体の温度が許容温度まで上昇した際には，絶縁体の損傷等により通電機能に影響を与える可能性がある。

電流低減率測定試験について

1. 供試体

IEEE848-1996 に準じてラダートレイに敷設したケーブル（架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル）を供試体とする。供試体の仕様を第 1 表に示す。

第 1 表　供試体の仕様

試験供試体		備　考
試験規格	IEEE848-1996	
ケーブル仕様	外径 17.5mm	
トレイ形状	幅 600mm，高さ 120mm，長さ 3,660mm	ラダータイプ
ケーブル配列	32 本×3 段	全 96 本
防火シート	無	
	有	

2. 試験方法

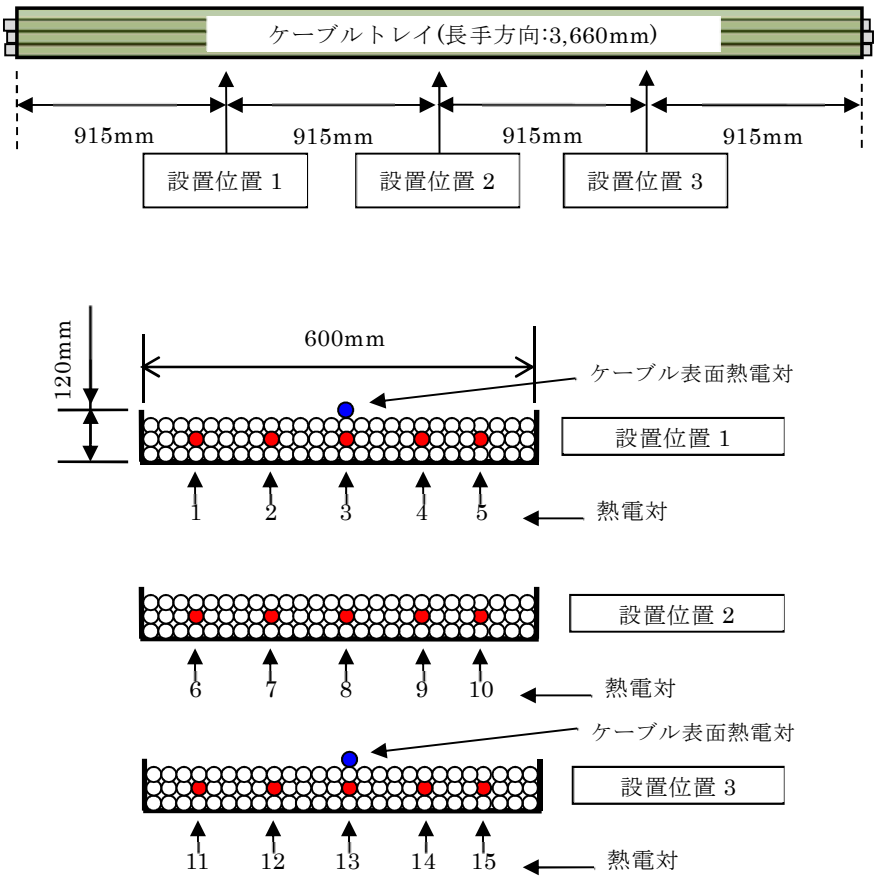
IEEE848-1996 に準じて試験を実施し，防火シートの施工前後におけるケーブルの電流低減率を求める。

2.1　ケーブル敷設方法

(1)　ケーブルを，ケーブルトレイに均等に 3 段に敷設する。全てのケーブル（96 本）に電流を流すため，各ケーブルの端部をそれぞれ接続し，1 本の直列回路になるようにする。

(2)　ケーブルの導体温度を測定するため，導体に直接熱電対を取付けて固定する。

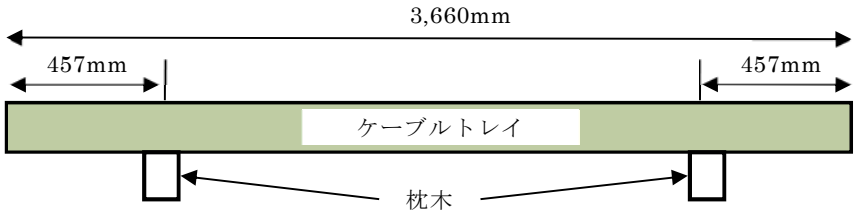
熱電対は第 1 図に示すように，ケーブル中央（設置位置 2）及び中央から 915mm 離れた位置（設置位置 1,3）に設置する。また，熱電対は，トレイに布設している 2 段目のケーブルの設置位置 1～3 に対して 5 箇所ずつ，合計 15 箇所の導体温度を確認できるように設置する。試験中の雰囲気温度は，トレイの側面から 300mm 離れた位置に設置した 3 つの熱電対を用いて確認し，表面温度は，最上段のケーブル表面に 2 箇所（設置位置 1,3）の熱電対を設置する。



第 1 図　熱電対設置位置

2.2　測定条件

ケーブルを敷設したケーブルトレイを第 2 図のように枕木の上に設置し通電試験を行う。通電試験は，防火シートの施工前後で行う。ケーブルに電流を通電し，設置位置 2 の熱電対温度が 90℃±1℃，設置位置 1，3 の熱電対温度の平均温度が設置位置 2 の平均温度の±4℃になるように電流を調整し，導体温度が安定した後，ケーブルへの通電は 3 時間継続して行い，その間の温度測定を行う。



第 2 図　ケーブルトレイ設置方法

2.3　温度補正及び低減率計算

以下の計算式で温度補正後の電流値および防火シート施工前後の電流低減率を計算する。

(1)　温度補正後の電流値

$$I' = I\sqrt{\frac{(T_{c'} - T_{a'})(\alpha + T_c)}{(T_c - T_a)(\alpha + T_{c'})}}$$

I　：温度安定後の試験電流(A)
Tc　：温度安定後設置位置 2 の最大導体温度（℃）
Ta　：試験後の周囲温度（℃）
I’：基準温度での電流（補正値）(A)
Tc’：基準導体温度;90(℃)
Ta’：基準周囲温度；40(℃)
α　：234.5(℃)

(2)　防火シートの施工による電流低減率

$$\mathrm{ADF} = \frac{(I_o - I_f)}{I_o} 100$$

ADF　：電流低減率（%）
Io　：防火シート施工前の電流値（A）
If　：防火シート施工後の電流値（A）
100　：パーセント換算

3.　判定基準

防火シートの施工前後の電流低減率が設計の範囲内であることを確認する。また，設計裕度は確保され，機器等に影響がないことを確認する。

発電所で使用する非難燃ケーブルの種類

1. 目的

発電所で使用されている非難燃ケーブルを網羅的に抽出する。

2. 抽出元となる資料

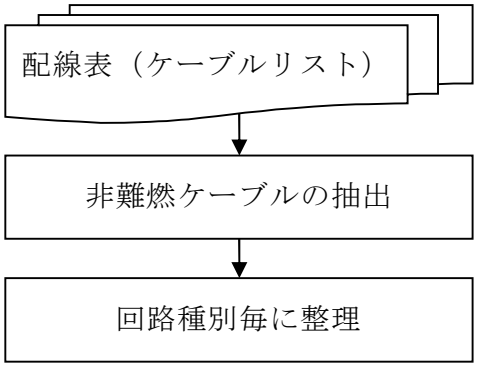
東海第二発電所で使用されているケーブルは配線表(ケーブルリスト)としてケーブル種類(使用用途による回路種別)，ケーブルの型式（絶縁材とシースの組合せ),芯数及び導体サイズなどにまとめられ建設時から図書として管理されている。

3. 抽出対象

安全機能を有するケーブルが敷設される原子炉建屋（附属棟）及び原子炉建屋の非難燃ケーブルを抽出対象とする。

4. 抽出手順

配線表（ケーブルリスト）の型式から非難燃ケーブルを抽出し，回路種別毎にケーブル構成材料，芯数，導体サイズなどを以下のフローにより整理する。(添付資料 2-1 別紙１）



5. 抽出結果

発電所で使用されている非難燃ケーブルの詳細を添付資料 2-2 に示す。

ケーブル No.	ケーブル敷設間 接続元／接続先	場所	型式	芯数	導体	長さ	ケーブル敷設ルート

CABLE-NO	FROM / TO EQUIPMENT	AREA	B/M-NO	CORE	SIZE	LNG	ROUTING
C21329C	PNL H13-P640 LS B22-F028C (B8062-S1)	CR-5 RD-1	D5414	5	3.5	155	C2180-S1,3931,3929,3927,3925,3922,3919,3917,3911 3909,3910,2901,C2120,2902,3007,CC120,8391,C2501
C21329C KGB	LS B22-F028C (B8062-S1) LS B22-F028C	RD-1 RD-1	DKGB1	4X1	3.5	152	95352-S1,C2147-S1,5712,24991-S1,B2500-S1,24697 B5219,21329CZ
C21329D	PNL H13-P640 LS B22-F028D (B8062-S1)	CR-5 RD-1	D5414	5	3.5	155	C2180-S1,3931,3929,3927,3925,3922,3919,3917,3911 3909,3910,2901,C2120,2902,3007,CC120,8391,C2501 8392,8393,8394,8395,CC140-S1,5021,C2140-S1,5411 4410,24637,C2147-S1,5712,95353-S1
C21329D KGB	LS B22-F028D (B8062-S1) LS B22-F028D	RD-1 RD-1	DKGB1	4X1	3.5	140	95352-S1,C2147-S1,5712,24991-S1,B2500-S1,24697 B5219,21329DZ
C21329E	PNL H13-P623 PNL H13-P640	CR-5 CR-5	D5414	5	3.5	37	C2181-S1,3934,WW104-S1,C2180-S1,3931
C21330A S1	SWGR 2C (2) RHR P 2A	CR-1 RA-4	D1207	3	200	98	24154-S1,X2101-S1,4015,4014,4013,4012,4011,4010 4219,4218,B2002-S1,26080-S1,M2001-S1,21330A-S1

第 1 図　配線表（ケーブルリスト）（例）

第1表　発電所で使用されている非難燃ケーブル種類

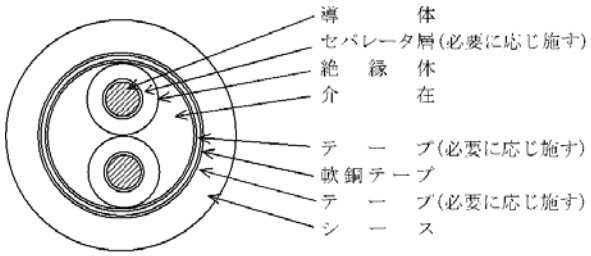
回路種別	構成材料		導線サイズ (mm^2)	芯数
	絶縁体	シース		
計装	架橋ポリエチレン	ビニル	1.25	2～27
制御	架橋ポリエチレン	ビニル	2	2～27
			3.5	2～12
低圧電力	架橋ポリエチレン	ビニル	5.5	3～4
			8	2～3
			14	2～3
			22	2～3
			38	2～3
			60	2～3
			100～325	2～3
高圧電力	架橋ポリエチレン	ビニル	100～325	2～3

発電所で使用する非難燃ケーブルの詳細

1. ケーブルの構造

非難燃ケーブルである架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブルを回路種別ごとに構造を示す。

(1) 計装ケーブル

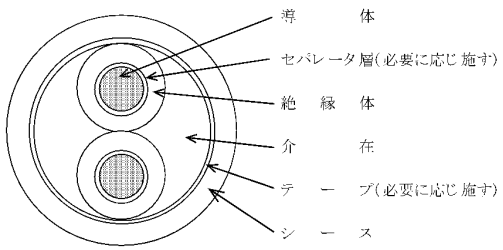


CCV-S 構造（例）

第 2-2-1 表　使用している非難燃ケーブル

回路種別	絶縁材/シース材	絶縁材厚さ(mm)	シース材厚さ(mm)	芯数－導体サイズ(mm^2)	外径(mm)
計装	架橋ポリエチレン/ビニル	0.8	1.5	2C－1.25	9.5
				3C－1.25	10.5
				4C－1.25	11.0
				7C－1.25	13.0
				8C－1.25	13.5
				12C－1.25	16.0
				14C－1.25	17.0
				19C－1.25	19.0
				24C－1.25	21.5
				27C－1.25	21.5

(2)　制御ケーブル(1/2)

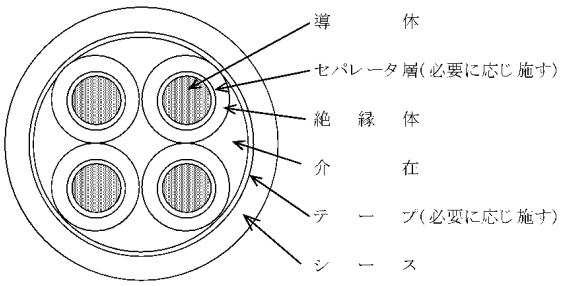


CCV 構造（例：2 芯）

第 2-2-2 表　使用している非難燃ケーブル

回路 種別	絶縁材/ シース材	絶縁材 厚さ(mm)	シース材 厚さ(mm)	芯数－ 導体サイズ (mm^2)	外径 (mm)
制御	架橋ポリエチレン/ ビニル	0.8	1.5	2C－2.0	9.9
				3C－2.0	10.5
				4C－2.0	11.5
				5C－2.0	12.5
				7C－2.0	13.5
				9C－2.0	16.5
				12C－2.0	17.5
				14C－2.0	18.5
				19C－2.0	21.0
				27C－2.0	24.0

(3)　制御ケーブル(2/2)

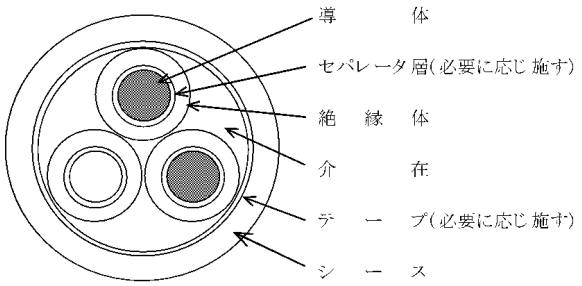


CCV 構造（例：4 芯）

第 2-2-3 表　使用している非難燃ケーブル

回路種別	絶縁材/シース材	絶縁材厚さ(mm)	シース材厚さ(mm)	芯数－導体サイズ(mm^2)	外径(mm)
制御	架橋ポリエチレン/ビニル	0.8	1.5	2C－3.5	11.5
				3C－3.5	12.0
				4C－3.5	13.0
				5C－3.5	14.0
				6C－3.5	15.5
				7C－3.5	15.5
				9C－3.5	17.5
				12C－3.5	20.0

(4)　低圧電力ケーブル(1/2)

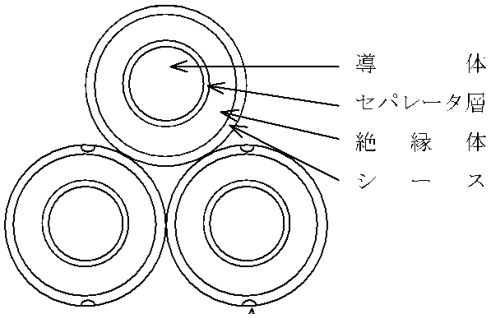


600V　CV 構造

第 2-2-4 表　使用している非難燃ケーブル

回路種別	絶縁材/シース材	絶縁材厚さ(mm)	シース材厚さ(mm)	芯数－導体サイズ(mm^2)	外径(mm)
低圧電力	架橋ポリエチレン/ビニル	1.0	1.5	3C－5.5	14.5
				4C－5.5	16.0
				2C－8	15.0
				3C－8	16.0
				2C－14	16.5
				3C－14	17.5
		1.2		2C－22	19.5
				3C－22	21
			1.6	2C－38	24
			1.7	3C－38	25
		1.5	1.8	2C－60	29
			1.9	3C－60	31

(5)　低圧電力ケーブル(2/2)

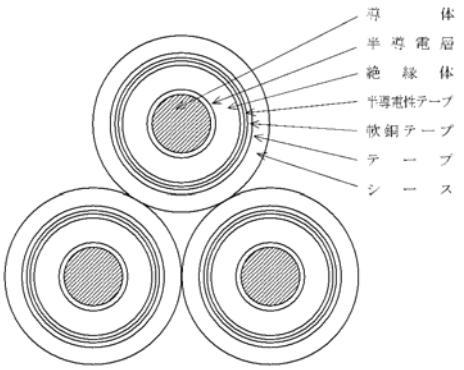


600V　CVT 構造

第 2-2-5 表　使用している非難燃ケーブル

回路種別	絶縁材/シース材	絶縁材厚さ(mm)	シース材厚さ(mm)	導体サイズ(mm^2)	単芯外径(mm)
低圧電力	架橋ポリエチレン/ビニル（トリプレックス形などより合わせ）	2	1.5	100	19
		2	1.5	125	20.5
		2	1.5	150	22
		2.5	1.7	200	26
			1.8	250	28
			1.9	325	31

(6)　高圧電力ケーブル



6600V　CVT 構造

第 2-2-6 表　使用している非難燃ケーブル

回路種別	絶縁材/シース材	絶縁材厚さ(mm)	シース材厚さ(mm)	導体サイズ(mm^2)	単芯外径(mm)
高圧電力	架橋ポリエチレン/ビニル（トリプレックス形などより合わせ）	4	2.4	100	26
		4.5	2.8	200	33
			3.0	250	35
			3.1	325	39

ケーブルの燃焼メカニズム

1. 燃焼メカニズム

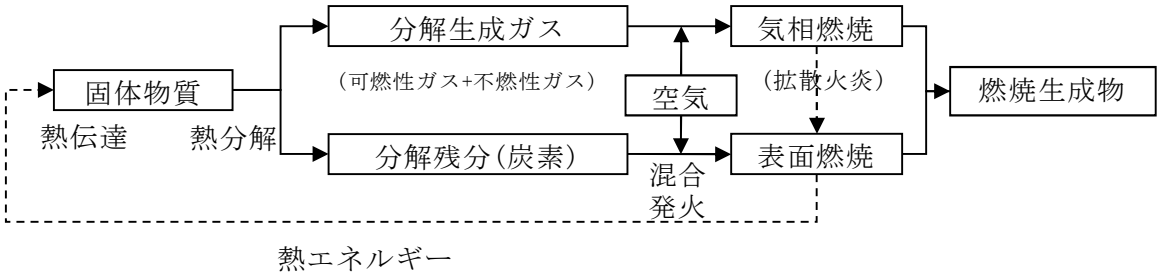
一般に‘燃焼’とは，可燃物に充分な熱と酸素が与えられて生じる気相での発熱をともなう急激な酸化反応である。燃焼を継続させるためには，可燃物，温度(熱エネルギー)，酸素の三要素を全て満たす必要があり，言い換えると，それらの三要素のうち，一つでも欠ければ燃焼を継続することはできない。以下に，ケーブル構成物質である高分子物質の燃焼及びケーブルの燃焼メカニズムを示す。

(1) 高分子物質の燃焼

高分子物質（固体物質）の燃焼は分解燃焼であり，熱を受けると熱分解を起こして炭化水素等の可燃性ガスと塩化水素等の不燃性ガスからなる分解生成ガスが発生する。また，熱分解後には，炭素を主体とする分解残分が形成される。

分解生成ガスは，空気と混合して拡散火炎をつくり気相燃焼し，炭素を主体とする分解残分は固体面の空気によって表面燃焼して，これらは燃焼生成物となる。そして，これらの燃焼により発生した熱エネルギーが固体物質に熱伝達され，熱分解を起こすプロセスを繰り返す。

第 2-3-1 図に分解燃焼の系統図（出典：燃焼概論 疋田強 秋田一雄 共著）に示す。



第 2-3-1 図　分解燃焼の系統図

(2)　ケーブルの燃焼メカニズム

常温で固体のケーブルは，熱により固体表面が加熱され，熱分解，混合，着火，燃焼という過程をたどる。

(3)　ケーブルの燃焼に影響する熱容量とケーブル外径の関係性

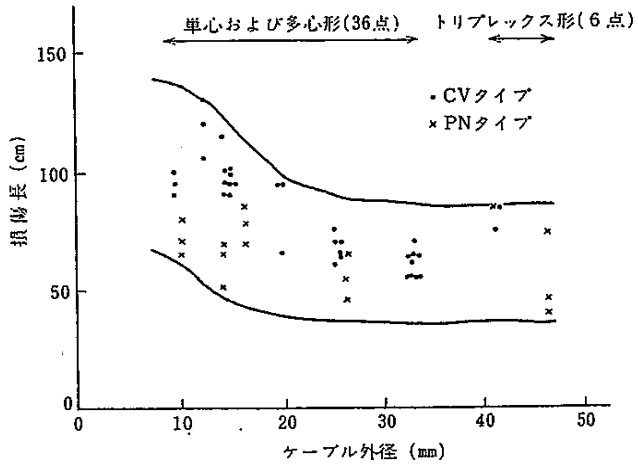
ケーブルが燃焼を継続するためには，加熱によって発生するガス組成を燃焼範囲内に維持する必要があり，熱容量が大きく寄与する。

熱容量は物質の入熱に対する物質の温度変化のしやすさを表すもので，数値が小さいほど加熱されやすく着火温度への到達が早い。ケーブルの熱容量の単位はＪ／℃･cm で表し，単位長さ当たりの物質の温度を上昇させるのに必要な熱量であり，ケーブルの外形が小さいものほど小さい。

また，電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号では，付 2.10 図にケーブル外径と損傷長の関係が示されており，外径や導体サイズが小さいと損傷長（ケーブル燃焼距離）が大きくなることが記載されている。

・延焼性に及ぼすケーブルサイズからの効果は，それほど顕著には認められないが，比較的ケーブル外径，導体サイズが小さいところで損傷長が大きくなっている。 これは，ケーブルの熱容量，熱放散などの影響が現れたものと考えられる。

（引用：電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号）



CV タイプ：架橋ポリエチレンビニル絶縁ビニルシースタイプ
PN タイプ：EP ゴム絶縁クロロプレンシースタイプ

電気学会技術報告(Ⅱ部)第 139 号 付 2.10 図

ケーブル外径と損傷長（抜粋）

このように，高分子物質を燃焼させるには，熱分解により可燃性ガスが発生するよう物質の温度を上昇させる必要がある。同じ材料であれば，熱容量(物質の温度が 1℃上昇するために必要な熱)が小さいほど温度は上昇しやすいため，着火しやすくなる。

2.　ケーブルの燃焼と熱容量の関係

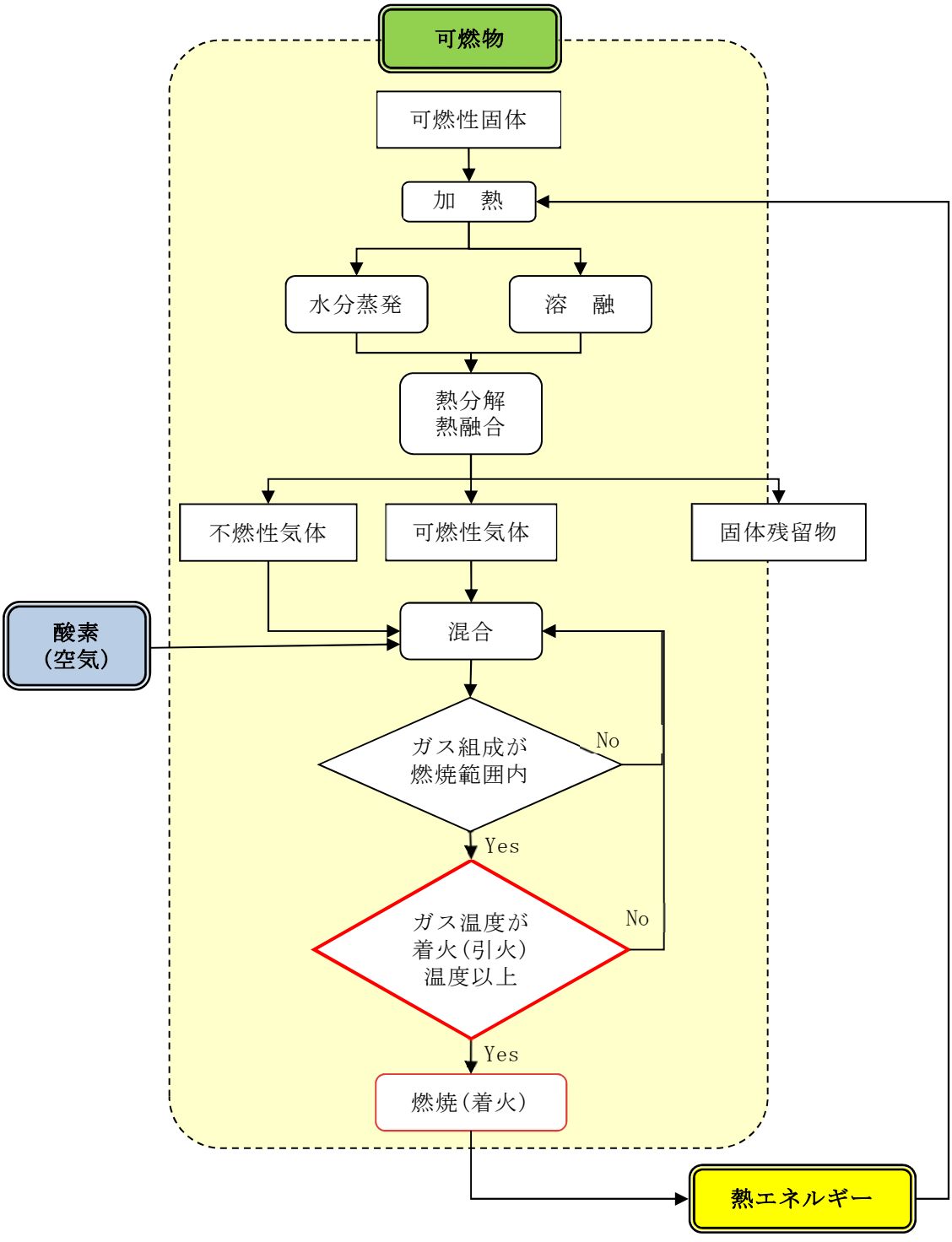
(1)　ケーブルの燃焼プロセス

常温で固体のケーブルの燃焼をミクロ的に見れば，熱により固体表面が加熱され，熱分解，混合，着火，燃焼という過程をたどるため物理，化学的な変化の様相を呈するといえる。

① 加熱された固体表面においては，含有する水分の蒸発や軟化，溶融のように物理的な吸熱過程を経て，化学的な熱分解，熱融合が起り可燃性気体，不燃性気体および固体残留物を生成する。

② 可燃性気体は拡散移動し，その拡散過程で雰囲気の空気や不燃性気体と混合され，混合された気体の組成が燃焼範囲にあり，着火温度に達すると着火，燃焼に至る。

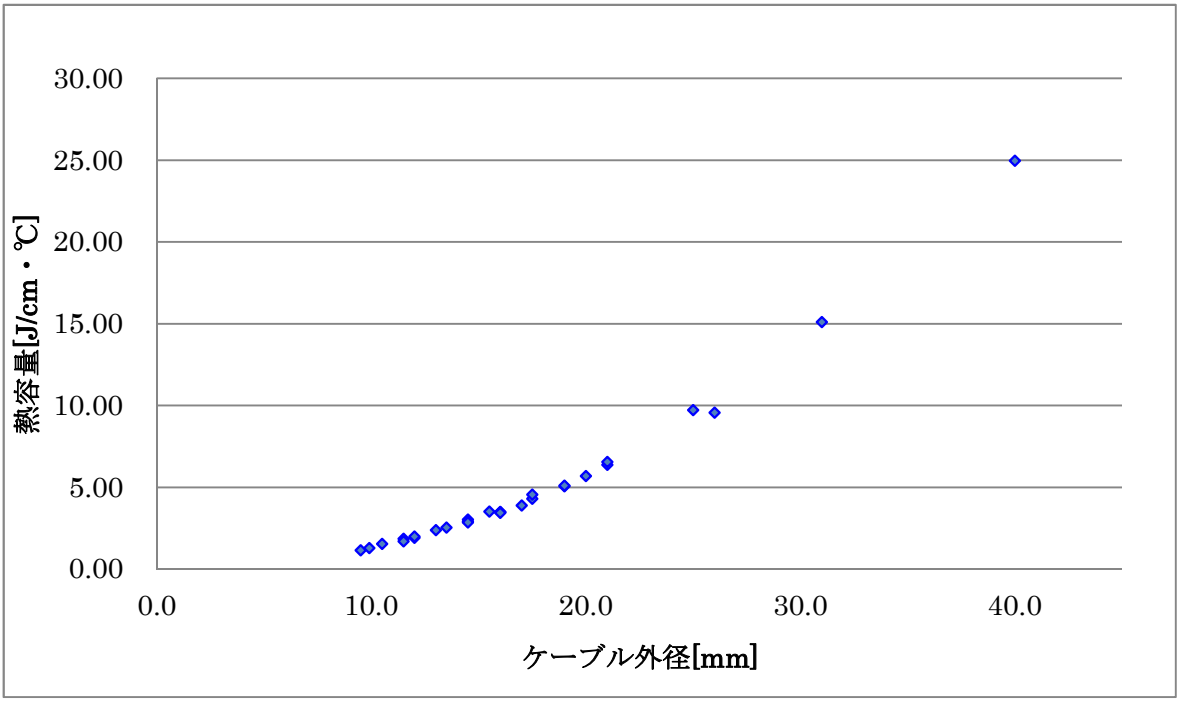
③ この燃焼領域から新しい固体表面へ熱が移動することにより火災の伝播が起り，この繰返しによって可燃物が消費されるまで燃焼が継続される。燃焼プロセスを第 2-3-2 図に示す



第 2-3-2 図　ケーブル材料の燃焼プロセス

(2)　ケーブルの熱容量とケーブル外径の関係

CV（CCV）ケーブル外径と熱容量の相関関係を第 2-3-3 図に示す。



第 2-3-3 図　ケーブル外径と熱容量の相関図

CV ケーブル　：架橋ポリエチレンビニル絶縁ビニルシースケーブル
CCV ケーブル：制御用架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル

ケーブルの使用期間による経年変化

1. 経年変化の確認

敷設されている非難燃ケーブルはプラント運転開始から長期間使用している。

ケーブルの構成材料であるシース材のビニルは本来，ポリ塩化ビニルは非常に高い難燃性ポリマーであるが，ケーブルの取扱いを容易（柔らかく）にするため可塑剤（可燃物）を混入させている。しかし，経年変化により，この可塑剤が溶けだしてくるため，ビニルは燃えにくくなる。また，絶縁材である架橋ポリエチレンも取扱いを容易にするため可塑剤を混入している。この傾向を確認するため，使用するケーブル材料に対し，熱及び放射線の加速劣化による酸素指数の変化を評価することで，ケーブルが燃えやすい性質にならないことを確認する。

2. 供試体

ケーブルの構成材料である絶縁材及びシース材を供試体とする。

・ビニル

・架橋ポリエチレン

3. 熱・放射線加速劣化試験

(1) 初期（劣化前）の酸素指数測定

新品状態にある供試体の酸素指数を測定する。

(2) 熱・放射線加速劣化

ケーブルの経年劣化を模擬するため，40 年相当の熱・放射線加速劣化

を実施する。試験方法の詳細を添付資料 2-4 別紙 1 に示す。

(3) 劣化後の酸素指数測定

加速劣化後（40 年相当）の材料の酸素指数を測定する。

4. 酸素指数測定結果

第 2-4-1 表に加速劣化前後のケーブル材料の酸素指数測定結果を示す。

第 2-4-1 表　酸素指数測定結果

構成材料	酸素指数測定結果	
	初期	劣化後(40 年)
ビニル	25.3	28.6
架橋ポリエチレン	18.3	19.3

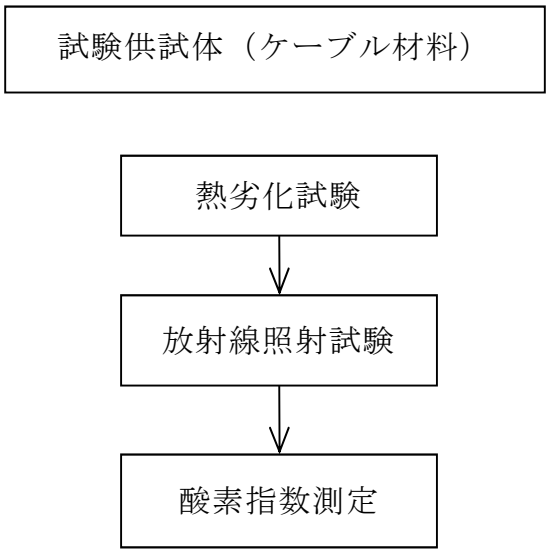
5. 評価

経年変化後のケーブルは新品ケーブルと比べ酸素指数が高くなっており，新品ケーブルを実機模擬条件として用いることが保守的である。

熱・放射線加速劣化試験方法

1. 試験概要

本試験は電気学会技術報告(Ⅱ部)第 139 号「原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼試験方法に関する推奨案」を準拠し，熱劣化試験及び放射線照射試験により 40 年相当で劣化させた後，酸素指数を測定し，値の変化により難燃性を確認する。本試験の手順を第 1 図に示す。



第 1 図　熱・放射線による使用環境耐久試験の手順

2.　試験条件

(1)　熱劣化試験

電気学会推奨案の基本的な熱加速劣化温度により，40 年相当の 168 時間とする。

(2)　放射線照射試験

電気学会推奨案の基本的な放射線照射量により，40 年相当の 500kGy（10kGy／h 以下）で実施する。

上記，試験条件を第 1 表に示す。

第 1 表　熱・放射線劣化試験条件

供試体	試験条件		
	熱劣化		放射線劣化
	温度（℃）	時間	放射線量(kGy)
ビニル	121	168	500
架橋ポリエチレン	121	168	500

注：放射線線量率は，10kGy／h 以下とする。

3.　判定基準

酸素指数を測定し初期の値から低下していないことを確認する。

発電所を代表する非難燃ケーブルの抽出結果のまとめ

第 2-5-1 表　非難燃ケーブルの抽出結果

回路種別	絶縁材/シース材	絶縁材厚さ(mm)	シース材厚さ(mm)	芯数－導体サイズ(mm^2)	外径(mm)
計装	架橋ポリエチレン/ビニル	0.8	1.5	2C－1.25	9.5
				3C－1.25	10.5
				4C－1.25	11.0
				7C－1.25	13.0
				8C－1.25	13.5
				12C－1.25	16.0
				14C－1.25	17.0
				19C－1.25	19.0
				24C－1.25	21.5
				27C－1.25	21.5

第 2-5-2 表　非難燃ケーブルの抽出結果

回路種別	絶縁材/シース材	絶縁材厚さ(mm)	シース材厚さ(mm)	芯数－導体サイズ(mm^2)	外径(mm)
制御	架橋ポリエチレン/ビニル	0.8	1.5	2C－2.0	9.9
				3C－2.0	10.5
				4C－2.0	11.5
				5C－2.0	12.5
				7C－2.0	13.5
				9C－2.0	16.5
				12C－2.0	17.5
				14C－2.0	18.5
				19C－2.0	21.0
				27C－2.0	24.0
				2C－3.5	11.5
				3C－3.5	12.0
				4C－3.5	13.0
				5C－3.5	14.0
				6C－3.5	15.5
				7C－3.5	15.5
				9C－3.5	17.5
				12C－3.5	20.0

第 2-5-3 表　非難燃ケーブルの抽出結果

回路種別	絶縁材/シース材	絶縁材厚さ(mm)	シース材厚さ(mm)	芯数－導体サイズ(mm^2)	外径(mm)
低圧電力	架橋ポリエチレン/ビニル	1.0	1.5	3C－5.5	14.5
				4C－5.5	16.0
				2C－8	15.0
				3C－8	16.0
				2C－14	16.5
				3C－14	17.5
		1.2		2C－22	19.5
				3C－22	21
			1.6	2C－38	24
			1.7	3C－38	25
		1.5	1.8	2C－60	29
			1.9	3C－60	31
	架橋ポリエチレン/ビニル（トリプレックス型など）	2	1.5	100	19
		2	1.5	150	22
		2.5	1.7	200	26
			1.8	250	28
			1.9	325	31

注：トリプレックス型などより合わせのものは単芯の外径を示す。

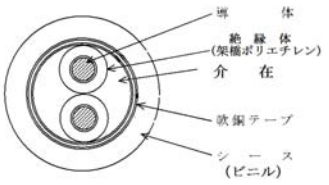
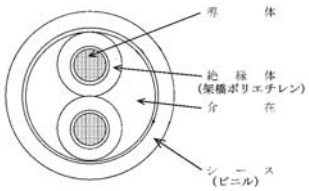
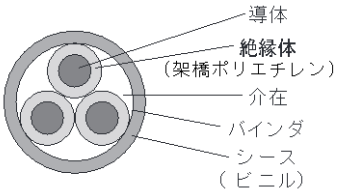
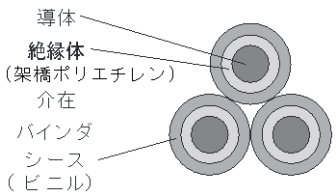
第 2-5-4 表　非難燃ケーブルの抽出結果

回路種別	絶縁材/シース材	絶縁材厚さ(mm)	シース材厚さ(mm)	導体サイズ(mm^2)	単芯外径(mm)
高圧電力	架橋ポリエチレン/ビニル（トリプレックス型など）	4	2.4	100	26
		4.5	2.8	200	33
			3.0	250	35
			3.1	325	39

注：トリプレックス型などより合わせのものは単芯の外径を示す。

試験対象ケーブルの詳細

第 2-6-1 表　試験対象ケーブルの詳細

回路種別	絶縁材厚さ (mm)	シース材厚さ (mm)	芯数－導体サイズ (mm^2)	外径 (mm)	熱容量 (J/cm℃)	構造
計装	0.8	1.5	2C－1.25	9.5	1.17	
制御	0.8	1.5	2C－2.0	9.9	1.31	
低圧電力	1	1.5	3C－5.5	14.5	2.85	
低圧電力	2	1.5	1C－100 ×3 本	19(41)※1	21.78	

注：ケーブルの構成材料（絶縁材：架橋ポリエチレン，シース材：ビニル）

※１：トリプレックス型：( ) 外は単芯外径，( ) 内はより合わせ外径を示す。

複合体構成品の状態確認

1. 目的

複合体は設計方針に基づき防火シートを巻いた完全な状態であるが，複合体の燃焼メカニズムから各構成品（ケーブル，ケーブルトレイ，防火シート）を組合せた供試体仕様を選定する。また，し，本文 2.3 項の燃焼条件にて耐延焼性の試験を実施し，複合体が燃え止まることを確認する。また，外部の火災については複合体の損傷長と難燃ケーブルの損傷長を比較評価する。

1.1 組合せの抽出

ケーブル，ケーブルトレイ及び防火シートの組合せにおいて，保守的な実機模擬条件となるため，ケーブル及びケーブルトレイについて実機の設置状態で想定される組合せを抽出する。

1.1.1 抽出方法

ケーブル及びケーブルトレイのそれぞれの状態について敷設に係る系統設計及び実機の設置状況を踏まえ抽出する。

(1) ケーブルの敷設状態の抽出

（種類（回路種別）・サイズ／使用期間／敷設量（防火シートとケーブルの隙間）／延焼防止材／埃）

(2) ケーブルトレイの設置状態抽出

（トレイタイプ（トレイ有無）／トレイサイズ／トレイ形状／トレイ設置方向／ケーブル敷設形態／ケーブル組合せ）

(3)　防火シートの施工状態の抽出

（外力による防火シートのずれ／傷，ファイアストッパ有無）

1.1.2　抽出結果

抽出した構成品の状態と燃焼の三要素の関係を第 2-7-1 表に示す。

第 2-7-1 表　抽出した構成品の状態と燃焼三要素の関係

構成品	実機の状態		燃焼要素		
			可燃物	酸素	熱
ケーブル	種類・サイズ	複数の種類（回路種別）・サイズが存在	○		
	使用期間	プラント運転開始以降，長期間使用	○		
	敷設量	設置場所によりケーブルの敷設量が変化	○		
	延焼防止材	場所により延焼防止材の有無が存在	○		
	埃(汚れ)	埃(汚れ)の付着	○		
ケーブルトレイ	トレイタイプ（トレイ有無）	ラダートレイ，ソリッドトレイ又はケーブルトレイと電線管，盤の間でケーブルトレイ上に敷設されない形態が存在			○
	トレイサイズ	トレイの幅の違いが存在	○		
	トレイ設置方向	垂直，水平及び勾配が存在		○	○
	ケーブル敷設状態	隙間無，隙間有の形態が存在		○	
	トレイ形状	様々なトレイ形状が存在			
	ケーブルの組合せ	様々なケーブルサイズの組合せが存在		○	
防火シート	防火シートのずれ	外力が加わった場合の防火シートのずれを想定する		○	○
	防火シートの傷	外力が加わった場合の防火シートの傷を想定する。		○	
	ファイアストッパの有無	ファイアストッパ設置の有無を想定する。		○	○

1.2　試験条件の選定

1.1 項で抽出した各構成品の実機状況における組合せについて，燃えやすさの観点で保守的な実機模擬条件を選定する。

1.2.1　ケーブルの実機模擬条件

1.2.1.1　種類・サイズ

本文 2.1 項で選定し，本文 2.2 項にて評価するケーブル損傷長を考慮した試験対象ケーブルを実機模擬条件とする。実機模擬条件を第 2-7-2 表に示す。

第 2-7-2 表　実機模擬条件

ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径(mm)
低圧電力 ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5

1.2.1.2　使用期間

本文 2.2.2 項で選定する新品ケーブルを実機模擬条件とする。

1.2.1.3　敷設量

(1)　ケーブル量

ケーブルは使用箇所により，ケーブル敷設量が変化する。

(2)　実機模擬条件の検討

ケーブル量が少ない方がケーブル全体の熱容量は※小さく，同一熱量を加えた場合，温度上昇が大きくなり燃焼しやすい。一方，防火シートとケーブル間の隙間が大きくなり空気層ができることから，熱伝導（熱伝達）

が悪く燃焼しにくくなる。また，ケーブル量が多くなると可燃物量が多くなり，かつ，防火シートとケーブルの隙間が小さくなることで，熱伝導（熱伝達）が良くなり燃焼継続に影響する可能性があることから，ケーブル量を変化させて複合体の耐延焼性に及ぼす影響を確認する。

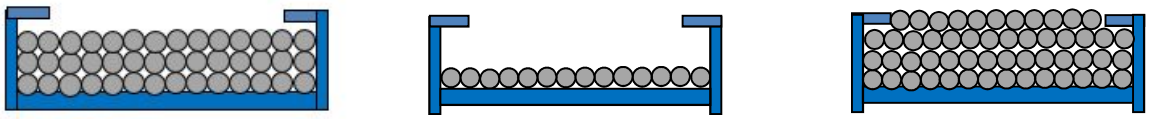
※：熱容量とは，任意の量の物質の温度を 1℃上昇させるのに必要な熱量のことで，値が小さいほど加熱により温度上昇しやすい。熱容量は以下の式で表される。

$C = m \times c$

熱容量：C(J/K)，物質の質量：m(g)，比熱：c(J/g･K)

(3)　実機模擬条件の選定結果

ケーブル敷設量は設計最大量，少量を選定する。なお，参考として，実機の非難燃ケーブル敷設量では存在しないが，満杯のケーブル敷設量にて影響を確認する。



【ケーブル設計最大量】
（占積率 40%：敷設量上限）

【ケーブル少量】
（1 層敷設）

【ケーブル満杯】
（試験のため占積率 40%を超える状態）

第 2-7-1 図　ケーブル敷設量

1.2.1.4　延焼防止材

(1)　延焼防止材の有無

既設ケーブルに延焼防止材が塗布されている箇所，されていない箇所があり，場所により延焼防止材の有無が存在する。

(2)　実機模擬条件の検討

延焼防止材は延焼を防止する目的のものであること及び延焼防止材が塗布された分，ケーブルの熱容量が増大し燃えにくくなることから，延焼防止材なしを選定することが妥当である。ただし，延焼防止材の経年劣化による難燃性能の低下が想定されることから，念のため，延焼防止材を熱・放射線にて加速劣化させた延焼防止材の酸素指数により変化を確認する。

ａ．供試体

ｂ．熱，放射線加速劣化試験

・熱，放射線加速劣化

(a)　初期の酸素指数

延焼防止材の加速劣化試験前の酸素指数を測定する。

(b)　熱・放射線加速劣化

延焼防止材の経年劣化を模擬するため，熱・放射線劣化により酸素指数の変化を確認することを目的とし，40 年，60 年相当の加速劣化を実施する。試験条件を第 2-7-3 表に示し，試験方法の詳細を添付資料 2-7 別紙 1 に示す。

第 2-7-3 表　熱・放射線劣化試験条件

供試体	試験条件			
	想定年数	熱劣化		放射線劣化
		温度（℃）	時間（day）	放射線量※（kGy）
[redacted]	40	140	8 日	500
	60		15 日	750

※放射線線量率は，10kGy／h 以下とする。

(c)　劣化後の酸素指数測定

熱と放射線による加速劣化後の延焼防止材の酸素指数を測定する。

c．酸素指数による難燃性の評価

第 2-7-4 表に酸素指数測定結果を示す。第 2-7-4 表より，加速劣化前後で延焼防止材の酸素指数に低下はなく高い難燃性を有している。

第 2-7-4 表　延焼防止材の酸素指数測定結果

供試体	酸素指数測定結果		
	初期	40 年	60 年
[redacted]	42.6	51.8	53.4

出典：ケーブル及び延焼防止材の難燃性劣化検証（平成 17 年 3 月：電力共同研究）

(3)　実機模擬条件の選定結果

第 2-7-4 表に示すとおり，加速劣化前後で延焼防止材の酸素指数に低下はなく，加速劣化後もケーブル材料であるビニル（酸素指数：25.3）と比較し高い難燃性を有していることから，延焼防止材を塗布していないケーブルを実機模擬条件に選定する。

1.2.1.5　埃（汚れ）

(1)　埃(汚れ)の付着

既設ケーブルにおいては長期間の使用により，埃（汚れ）が付着している。

(2)　実機模擬条件の検討

防火シート施工前にはケーブル及びケーブルトレイ内の清掃を実施するが，念のため，実機のケーブルトレイ内ケーブルからサンプリングした埃（汚れ）を，成分分析により燃焼に影響するものか確認する。

ａ．供試体

実機からサンプリングした埃（汚れ）を供試体とする。第 2-7-5 表に供試体のサンプリング箇所を示す。

第 2-7-5 表　供試体のサンプリング箇所

No.	サンプリング箇所
1	原子炉建屋原子炉棟３階北側
2	原子炉建屋附属棟電気室
3	原子炉建屋原子炉棟３階南側

ｂ．試験方法

サンプリングした埃（汚れ）は，以下の装置を使って分析する。

・SEM（走査型電子顕微鏡）

・EDX（エネルギー分散型 X 線分析装置）

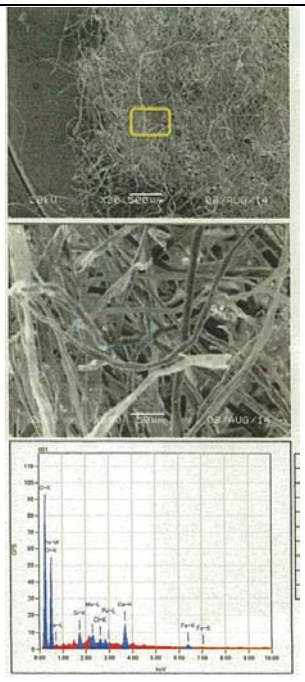
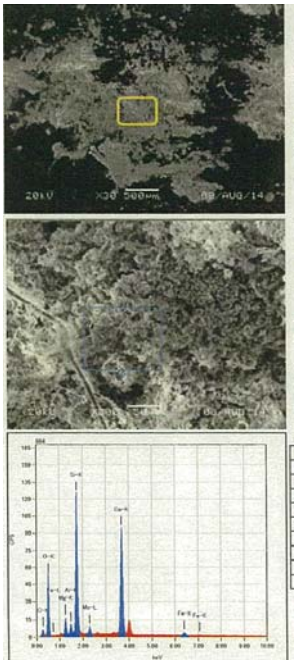
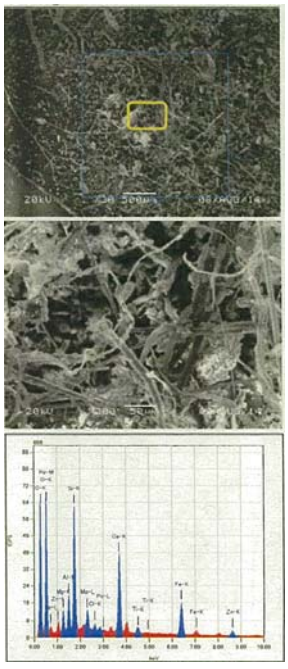
ｃ．試験結果

確認された成分と含有率を第 2-7-6 表に示す。

第 2-7-6 表　汚れ(埃)の成分分析結果(1/2)

サンプル No. / 成分	No. 1	No. 2	No. 3	サンプル用カーボンテープ
炭素	48	6	35	75
酸素	41	43	32	24
マグネシウム	—	2	1	—
アルミニウム	—	2	2	—
シリコン	1	15	5	—
塩素	1	—	1	—
カルシウム	4	26	7	—
チタン	—	—	1	—
鉄	2	2	9	—
亜鉛	—	—	3	—
モリブデン	2	4	3	—
パラジウム	1	—	1	1

第 2-7-6 表　汚れ(埃)の成分分析結果(2/2)

No. 1	No. 2	No. 3
		

ｄ．評価

汚れによって燃焼に影響を与える成分として，含有量の多いカルシウムはコンクリートの成分であることを確認しており，他の成分は自然界や実機から発生するものであることを確認した。仮にプラスチックなどの配合剤であるマグネシウムを含んだ埃が一様に堆積したと想定しても，発熱量は 24kJ／g であり，ケーブルの絶縁材である架橋ポリエチレンは約 46kJ／g である。

ケーブルの構成材料の質量は埃（汚れ）の質量より圧倒的な割合を占めることから，ケーブルの発熱量に対する埃（汚れ）の発熱量は非常に小さく，ケーブル燃焼への影響はほとんどない。

(3)　実機模擬条件の選定結果

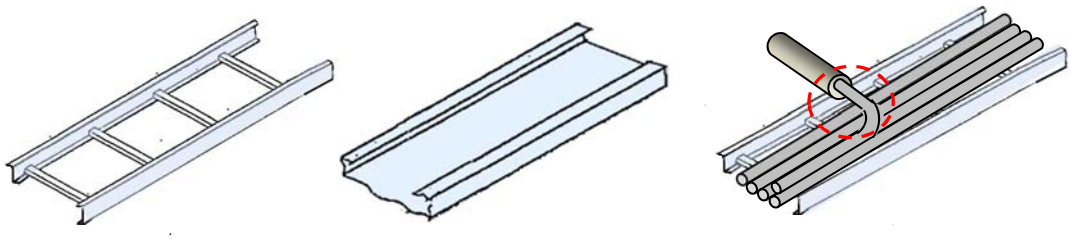
実機でサンプリングした汚れ（埃）の発熱量はケーブル材料の発熱量と比べ非常に小さく，複合体の耐延焼性にほとんど影響しないことから，埃が付着していないケーブルを実機模擬条件に選定する。

1.2.2　ケーブルトレイの実機模擬条件

1.2.2.1　トレイタイプ

(1)　形状

ケーブルトレイには，ケーブル積載面が開口した梯子状のラダータイプとケーブル積載面が板状で開口していないソリッドタイプがあり，このトレイ上にケーブルが敷設された形態又はケーブルトレイと電線管，盤の間でケーブルトレイ上に敷設されない形態が存在する。



【ラダータイプ】　【ソリッドタイプ】　【ケーブル単体部】

第 2-7-2 図　トレイタイプ

(2)　実機模擬条件の検討

ケーブルトレイのケーブル敷設面の開口有無により火炎からケーブルへの熱の伝達に差が生じ，耐延焼性に影響を与えることが想定されるが，ソリッドトレイは敷設面からの空気の供給がなく，溶けたケーブルに引火して落下し延焼する可能性もない。一方，ラダートレイは空気が供給される開口面を有することから延焼リスクが高い。また，ケーブルトレイから電線管部にはケーブル単体となる箇所が存在するが，電線管開口部は耐火シールを施すとともにトレイ敷設に比べ距離が短いため延焼の可能性は少ない。参考として，ケーブルと防火シートの組合せでの耐延焼性を確認する。

(3)　実機模擬条件の選定結果

ケーブルトレイはラダータイプを選定する。参考として，ケーブルトレイの有無の耐延焼性を確認する。

1.2.2.2　トレイサイズ（幅）

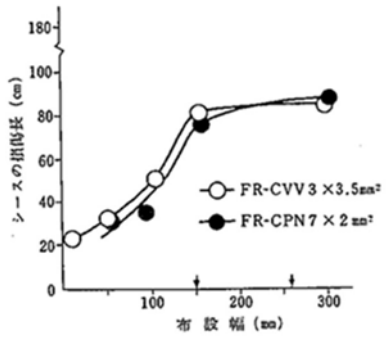
(1)　種類

ケーブルトレイ幅は150mmから750mmまでのトレイ幅が存在し，トレイの幅の違いがある。

(2)　実機模擬条件の検討

ａ．外部の火災源からケーブルトレイに敷設されたケーブルへの熱伝導伝達(熱伝達)を想定した場合，トレイ幅が広がっても幅全体に対して火災源からの火炎が届くことが保守的である。実機模擬試験ではバーナを火災源とすることから，バーナ幅に見合うトレイ幅を選定することで上記条件に合致させることができる。

ｂ．電気学会技術報告によると，垂直トレイ燃焼試験においてケーブル間隔を1/2d（直径の半分）に統一し，ケーブル敷設幅を変化させてケーブル損傷長を比較した結果，概ねケーブルの敷設幅が150mmで損傷長が飽和を示している。よって，トレイ幅が150mm以上であれば耐延焼性を確認する上で差異はないものと考えられる。



出典：電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号 原子力発電用電線・ケーブルの環境試験ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案 昭和 57 年 11 月 電気学会

第 2-7-3 図　ケーブル敷設幅と損傷長の関係

(3)　実機模擬条件の選定結果

IEEE383 垂直トレイ燃焼試験では約 300mm 幅のバーナを使用することを踏まえ，トレイ幅は 300mm を実機模擬条件に選定する。

1.2.2.3　トレイサイズ（高さ）

(1)　種類

ケーブルトレイの高さは 120mm の 1 種類である。

(2)　実機模擬条件の選定結果

トレイ高さは 120mm を実機模擬条件に選定する。

1.2.2.4　トレイ設置方向

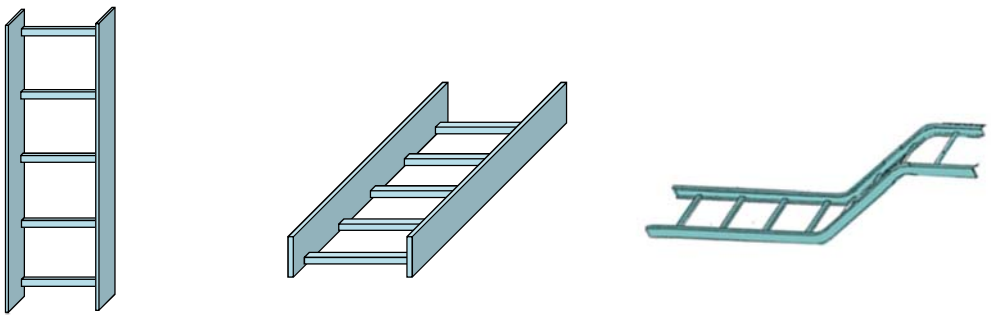
(1)　ケーブルトレイの方向

ケーブルトレイが設置される方向には，垂直，水平及び勾配が存在している。

(2)　実機模擬条件の検討

火災の延焼が広がる速度が最も速いのは火炎が真っ直ぐ上に延びる垂直方向であることから，垂直設置を選定することが保守的である。また，難燃ケーブルは垂直方向で耐延焼性を確認していることを踏まえ，比較のためにも垂直設置を選定する。

なお，勾配設置は水平設置ケーブルトレイ間の僅かな段差を繋ぐ際に用いるため，距離が短く，かつ火炎が上に延びることを考慮すると垂直設置に代表性があるといえる。



【垂直トレイ】　【水平トレイ】　【勾配トレイ】

第 2-7-4 図　ケーブルトレイ設置方向

(3)　実機模擬条件の選定結果

最も延焼が広がる速度が速い垂直トレイを実機模擬条件に選定する。

1.2.2.5　ケーブル敷設形態

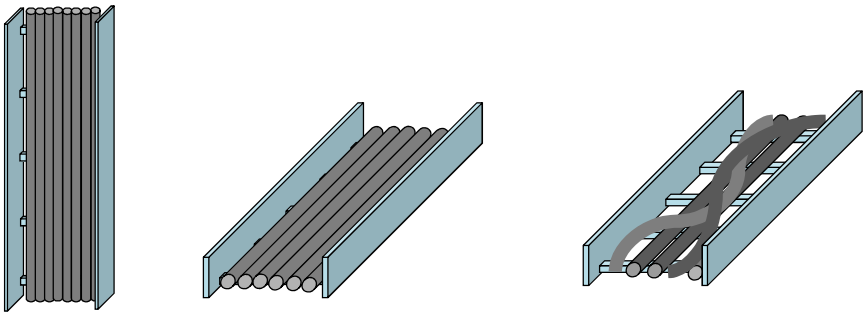
(1)　ケーブルの状態

ケーブルトレイに敷設されるケーブルの形態には，整線され隙間がない形態と隙間がある形態（波状）が存在する。

(2)　実機模擬条件の検討

1.2.2.4 項に示すとおり，火災の延焼速度を考慮すると，垂直トレイに敷設するのが最も延焼が速い形態である。垂直トレイにケーブルを敷設する際，ケーブルは重力により整線された状態を保つことから，敷設形態としては整線された形態を選定する。

一方，ケーブルに隙間がある形態（波状）で敷設されることがあるのは，水平トレイに敷設された場合であり，延焼の速度は垂直トレイと比較して遅い。また，波状の形態はケーブル間に隙間があり，防火シートからの熱伝導（熱伝達）が悪くなるとともに延焼防止材が施工されていることから，水平トレイは整線形態における延焼への影響を確認する。



【整線配列】　　【波状配列】

第 2-7-5 図　ケーブルの配列

(3)　実機模擬条件の選定結果

垂直トレイではケーブルは重力で整線形態が保たれることから，整線形態を実機模擬条件に選定する。なお，水平トレイでの延焼への影響についても確認する。

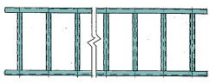
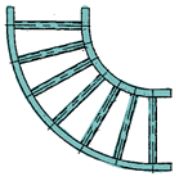
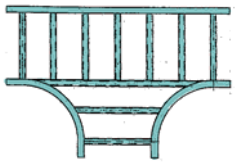
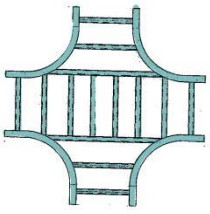
1.2.2.6　トレイ形状

(1)　種類

ケーブルトレイの形状は，直線形，T 字形等，様々なトレイ形状が存在する。

(2)　実機模擬条件の検討

トレイの形状は第 2-7-6 図に示すように，直線形，L 字形，S 字形,T 字分岐形，十字分岐形，傾斜形の 6 種類に整理できる。延焼が広がる速度が最も速いのは火炎が真上に直線状に延びる場合であるため，直線形を垂直にした状態が他のトレイ形状を包括しているといえる。また，難燃ケーブルは垂直方向で耐延焼性を確認していることを踏まえ，比較のためにも垂直トレイを選定する。

トレイ形状	構造（例）	トレイ形状	構造（例）
直線形		傾斜形	
L 字形		T 字分岐形	
十字分岐形		S 字型	

第 2-7-6 図　トレイ形状

(3)　実機模擬条件の選定結果

火炎が最も速く広がる直線形の垂直トレイを実機模擬条件に選定する。

1.2.2.7　ケーブルの組合せ

(1)　ケーブルサイズ

ケーブルトレイに敷設されているケーブルには，様々なサイズの組合せが存在している。

(2)　実機模擬条件の検討

実機では，様々なケーブルのサイズが存在しているが，ケーブルの単位面積にバーナから与えられる熱量は一定であることから，熱容量が小さい細径のケーブルが集合している方が燃えやすい。一方，異なるサイズが混在する場合は，ケーブル間に隙間が発生し，その隙間が耐延焼性に影響する可能性がある。このため，本文 3.4.5 でケーブル種類毎の性能比較評価の中で，同じケーブル種類の外径の小さいケーブルと外径の大きいケーブルにより，比較評価する。

【細径（隙間小）】　　【太径（隙間大）】

第 2-7-7 図　ケーブルの組合せ

(3)　実機模擬条件の選定結果

ケーブル種類における評価から，外径の小さいケーブルのみが集合したものを選定する。

1.2.3　防火シートの実機模擬条件

1.2.3.1　防火シートのずれ

(1)　防火シートの状態

複合体に外力が加わった場合の防火シートのずれを想定する。

(2)　実機模擬条件の検討

防火シートは具体的設計として，想定される外力ではケーブルが露出しないことを確認したものを採用することから，防火シートのずれによりケーブルが露出することは想定されないため，ケーブルが防火シートで覆われた状態を実機模擬条件に選定する。

ただし，ケーブルが露出する事象については，不完全性として添付資料1-12 に記載する

(3)　実機模擬条件の選定結果

ケーブルが防火シートで覆われ，防火シートにずれのない状態を実機模擬条件に選定する。

1.2.3.2　防火シートの隙間

(1)　隙間

複合体の防火シートとケーブルの隙間を想定する。

(2)　実機模擬条件の検討

防火シートの施工は極力防火シートとケーブルを密着させて施工するが，トレイの形状により防火シートとケーブルの隙間には不確かさが生じる。そのため，複合体内部の空気量を最大とした場合の隙間はケーブルの量で変わることから，ケーブル敷設量に包絡される。なお，防火シートは具体的設計として，想定される外力では，結束ベルト及びファイアストッパが外れないことを確認したものを採用する。

(3)　実機模擬条件の選定結果

防火シートの施工は極力防火シートとケーブルを密着させて施工するが，トレイの形状により防火シートとケーブルの隙間には不確かさが生じるため，隙間がある状態を実機模擬条件とする。（ケーブル敷設量で包絡されるため防火シートのばらつきに選定しない。）

1.2.3.3　防火シートの傷

(1)　防火シートの状態

複合体に外力が加わった場合の防火シートの傷を想定する。

(2)　実機模擬条件の検討

防火シートは具体的設計として，想定される外力ではケーブルが露出しないことを確認したものを採用することから，防火シートに傷ができケーブルが露出することは想定されないため，防火シートに傷がない状態を実機模擬条件に選定する。

ただし，ケーブルが露出する事象については，不完全性として添付資料1-12に記載する。

(3)　実機模擬条件の選定結果

防火シートに傷がない状態を実機模擬条件に選定する。

1.2.3.4　ファイアストッパの有無

(1)　ファイアストッパの設置

ファイアストッパの設置の有無を想定する。

(2)　実機模擬条件の検討

複合体の設計として，延焼の可能性があるトレイ設置方向にはファイアストッパを設置する。このため，加熱源により，シート面の状況が異

なることから，ファイアストッパの有無を実機模擬試験条件に選定する。念のため，ファイアストッパと加熱源の距離を変化させた延焼性を確認する。

(3)　実機模擬条件の選定結果

ファイアストッパの有無を実機模擬条件に選定する。念のため，ファイアストッパと加熱源の距離を変化させた延焼性を確認する。

1.2.4　試験条件の選定結果

1.2.1.1～1.2.3.4 項にて選定した実機模擬条件を第 2-7-7 表に示す。

第 2-7-7 表　実機模擬条件の選定結果(1/2)

構成品	実機の状態		実機模擬条件の選定結果
ケーブル	種類・サイズ	構成材料は 1 種類だが，複数の種類(回路種別)，複数のサイズが存在する。	損傷長が長く，発火性及び延焼リスクが高い非難燃ケーブルを選定する。
	使用期間	プラント運転開始以降，長期間使用している。	ケーブルの絶縁材及びシース材は，経年劣化の傾向として燃えにくくなることから，新品ケーブルを選定する。
	敷設量	使用箇所により，ケーブル敷設量が変化する，	ケーブル敷設量が耐延焼性に及ぼす影響を確認するため，少量敷設，設計最大量敷設の 2 種類の敷設量を選定する。参考として満杯敷設による影響を確認する。
	延焼防止材	延焼防止材が塗布されている箇所，されていない箇所が存在する。	延焼防止材は，加速劣化後も高い難燃性を有していることから，延焼防止材を塗布していないケーブルを選定する。
	埃	長期間の使用により，可燃物である埃が付着している。	実機でサンプリングした埃の成分の発熱量はケーブルの発熱量と比べ非常に小さく，耐延焼性にほとんど影響しないことから，埃が付着していないケーブルを選定する。
ケーブルトレイ	トレイタイプ(トレイ有無)	基本的に使用するラダータイプと計装ケーブルを敷設するソリッドタイプが存在。また，電線管等からトレイへの入線部などケーブル単体の状態が存在する。	・トレイタイプは火炎を遮らないラダータイプを選定し，ケーブルトレイごと防火シートを施工する ・ケーブル単体での敷設は距離が短く延焼の可能性は少ないためケーブルトレイ敷設を選定する。参考として，ケーブルに直接，防火シートを巻き確認する。
	トレイサイズ(幅)	150mm から 750mm までのトレイ幅が存在する。	IEEE383 垂直トレイ燃焼試験では約 300mm 幅のバーナを使用することを踏まえ，ケーブルトレイ幅として 300mm を選定する。

第 2-7-7 表　実機模擬条件の選定結果(2/2)

構成品	実機の状態		実機模擬条件の選定結果
ケーブルトレイ	トレイサイズ（高さ）	非難燃性ケーブルを敷設するトレイは120mmの高さのみ。	トレイ高さ120mmを選定する。
	トレイ設置方向	垂直，水平及び勾配が存在する。	最も延焼が広がる速度が速い垂直トレイを選定する。
	ケーブル敷設形態	整線，波状の形態が存在する。	垂直トレイではケーブルは重力で整線形態となることから，整線形態を選定する。念のため，水平トレイにおいても，防火シートからケーブルへの熱伝導（熱伝達）が良い整線形態での延焼への影響を確認する。
	トレイ形状	直線形，L字形等，様々なトレイ形状が存在する。	火炎が最も速く広がる直線形の垂直トレイを選定する。
	ケーブルの組合せ	ケーブルには，様々なサイズの組合せが存在する。	ケーブルの種類（回路種別）で熱容量の小さい細径ケーブルのみが集合したものを選定する。念のため，太径ケーブルのみが集合したものと比較する。
防火シート	シートのずれ	外力が加わった場合の防火シートのずれを想定する。	ケーブルが防火シートで覆われた状態を実機模擬条件に選定する。
	シートの隙間	防火シートの隙間を想定する。	トレイの形状により防火シートとケーブルの隙間には不確かさが生じるため，隙間がある状態とする（ケーブル敷設量による隙間の変化で包絡される。）。
	シートの傷	外力が加わった場合の防火シートの傷を想定する。	防火シートに傷がない状態を実機模擬条件に選定する。
	ファイアストッパ	ファイアストッパの有無を想定する。	ファイアストッパ設置の有無を実機模擬条件に選定する。念のため，ファイアストッパと加熱源の距離を変化させて確認する。

1.3　実機模擬試験の実施

1.2.4 項で選定した組合せに対する実機模擬条件は，ケーブル及びケーブルトレイごとに選定している。実機ではケーブル，ケーブルトレイ及び防火シートを組合せた複合体となるため，実機模擬条件の保守的な組合せにおいても，複合体の損傷長が難燃ケーブルよりも短いことの関係性が保たれていることを確認する。

そのため，下記の通りケーブル及びケーブルトレイごとの実機模擬試験条件を組合せて実機模擬試験を実施する。

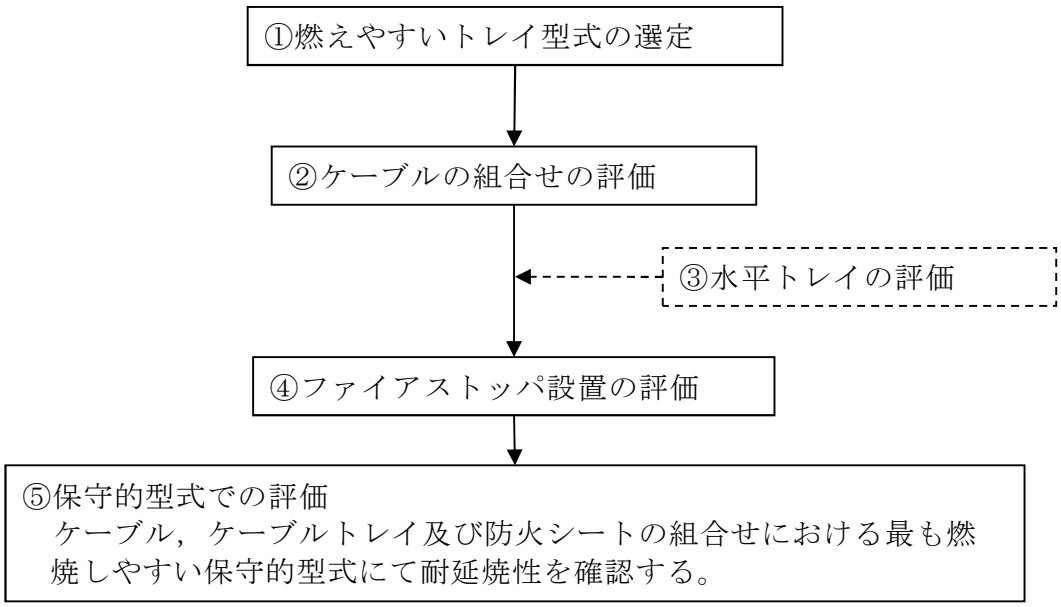
(1)　トレイとケーブルの組合せとして，ケーブルトレイタイプ及びケーブル敷設量の組合せを考慮して実機模擬試験を行う。試験結果からケーブルトレイに関する最も燃えやすい組合せを選定する。参考としてケーブル単体の形態を確認する。

(2)　(1)項のトレイとケーブルの組合せに対して，設計最大量敷設時のケーブル組合せを踏まえた実機模擬試験を行う。この結果から最も保守的なケーブル，ケーブルトレイの組合せを選定し，複合体の損傷長が難燃ケーブルよりも短いことの関係性が保たれていることを確認する。

(3)　水平トレイにおける実機模擬試験を行い，保守的なトレイ設置方向を確認する。なお，参考として波状敷設の形態を確認する。

(4)　ファイアストッパの有無における実機模擬試験を行い，複合体の損傷長への影響を確認する。

上記の実機模擬試験の実施に係る保守的型式の決定フローを第 2-7-8 図に示す。また，各項目の詳細を以下に記載する。



第 2-9-8 図　実機模擬試験の実施に係る保守的型式の決定フロー

① 最も燃えやすいトレイ型式の選定

トレイタイプ及びケーブル敷設量(設計最大量，少量)を組合せた保守的な条件により実機模擬試験を行う。その結果から最も燃えやすいトレイ型式を選定する。

② ケーブル組合せの評価

各ケーブル組合せ(細径のケーブルのみが集合したもの，太径のケーブルのみが集合したもの)において，①から選定された最も燃えやすい条件による実機模擬試験を行う。その結果から最も燃えやすいケーブル組合せを選定する。

③ 水平トレイにおけるケーブル敷設形態の評価

水平トレイにおけるケーブル敷設形態（整線）を条件とした保守的な実機模擬試験を行う。

ケーブル敷設形態の違いによる耐延焼性への影響を評価するとともに，敷設方向が垂直であることが燃えやすい条件であることを確認する。

④　ファイアストッパ設置の評価

ファイアストッパ設置の有無を条件とした保守的な実機模擬試験を行う。ファイアストッパによりシートとケーブル間の空間が異なることから，ファイアストッパと加熱源の距離により，複合体への影響を確認する。

⑤　保守的型式での評価

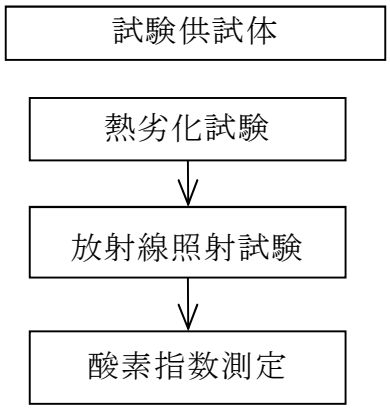
①～④項にて決定するケーブル，ケーブルトレイ及び防火シートの組合せにおける最も燃焼しやすい保守的型式にて実機模擬試験を行い，保守的型式においても損傷長が難燃ケーブルよりも短いことで，難燃ケーブルとの関係性及び耐延焼性が保たれていることを確認する。

複合体の耐延焼性の確認として，ファイアストッパは内部発火を想定したものであるが，外部の火災においても耐延焼性が保たれていることを確認する。

熱・放射線加速劣化試験方法

1. 試験概要

本試験は電気学会技術報告(Ⅱ部)第 139 号「原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼試験方法に関する推奨案」に基づき，60 年相当の熱及び放射線を重畳させた劣化試験を実施，酸素指数測定により難燃性能を確認する。試験手順を第 1 図に示す。



第 1 図　熱・放射線による耐久試験の手順

2. 試験条件

(1)　熱劣化試験

加速熱劣化条件をアレニウス法により求め，試験日数を算出する。

(2)　放射線照射試験

放射線量(積算)は，学会推奨案 40 年相当での放射線照射量である 500kGy(10kGy／h 以下)を試験年数相当に換算する。

3. 判定基準

酸素指数を測定し初期特性から低下していないことを確認する。

ケーブル種類毎の性能確認方法と確認結果

1. 目的

実機で使用している非難燃ケーブルに防火シートを施工した複合体に対して耐延焼性の試験を実施し，燃え止まることを確認する。

2. 供試体

実機で使用されているケーブルのうち，保守的に代表性を考慮して試験対象ケーブルを抽出し，本文 2.1.2(4)項で選定するケーブル全てを供試体とする。防火シートについては，トレイ上のケーブルに対して一括してシートを巻く施工(少量敷設)とする。供試体の種類を第 2-8-1 表に示す。また，第 2-8-1 表の供試体において性能比較評価を行った結果，ケーブルの損傷長に差がない場合は，ケーブルの損傷長に差がなかったケーブルを設計最大量敷設にして性能比較評価を行う。

第 2-8-1 表　供試体の種類

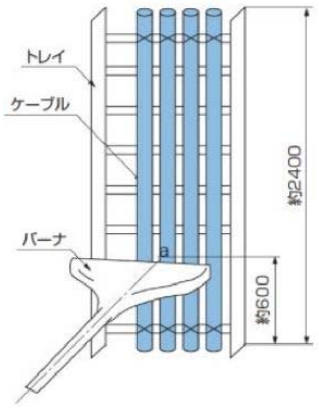
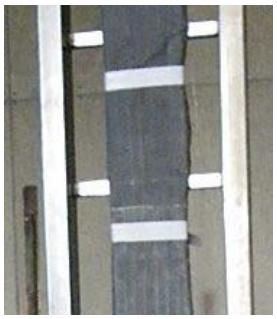
ケーブル種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	外径 (mm)
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5
	架橋ポリエチレン	ビニル	19 (41) ※

※：トリプレックス型：( )外は単芯外形，( )内は 3 本より合わせ外径を示す。

3.　試験方法及び判定基準

難燃ケーブルの耐延焼性試験の燃焼条件に準拠した方法による。試験方法については，第 2-8-2 表に示す。

第 2-8-2 表　ケーブル種類毎の性能確認試験の概要

試験体の据付例	 単位：mm　  【防火シート施工後】
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
熱量	20kW
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	3 回
判定基準	燃え止まること。

4.　試験結果

試験結果のまとめを第 2-8-3 表に，試験結果の詳細を第 2-8-4 表に示す。

第 2-8-3 表　ケーブル回路種別の耐延焼性確認試験の結果

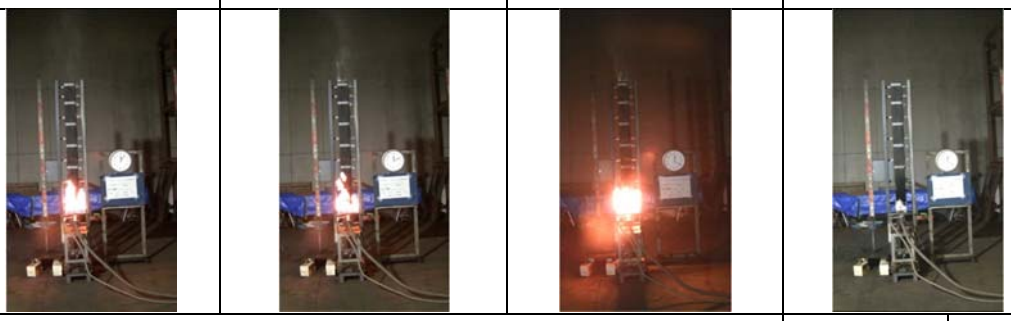
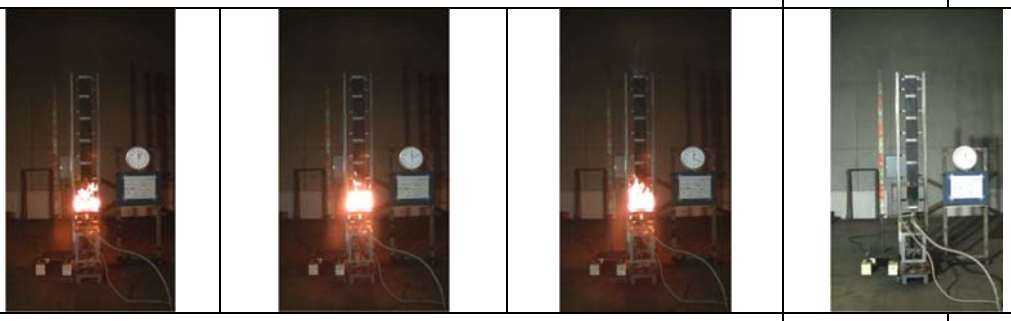
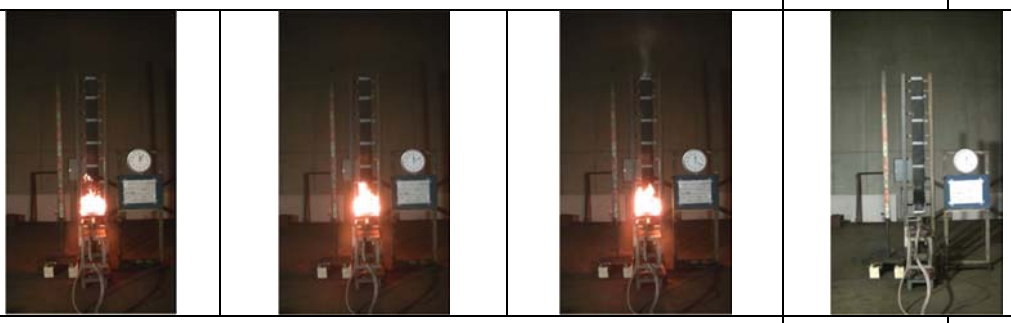
ケーブル種類（回路種別）	絶縁材	シース材	ケーブル外径（mm）	最大損傷長平均（mm）	シート間重ね代（mm）	判定結果
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5	763	100	良
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	840	100	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	800	100	良
			19(41)※2	595	100	良

※２：トリプレックス形：( )外は単芯外形，( )内は 3 本より合わせ外径を示す。

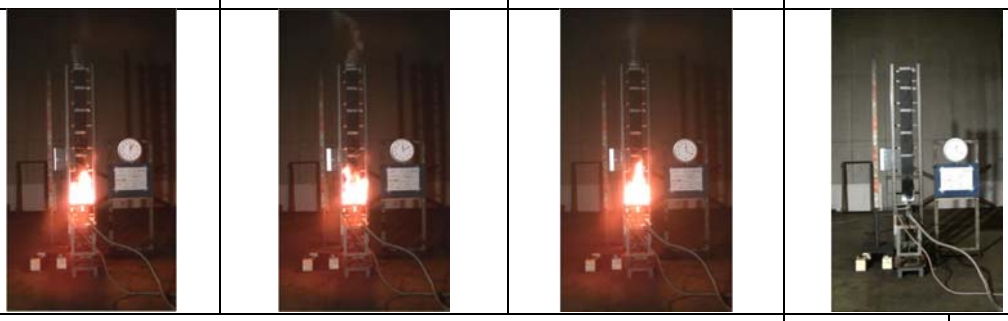
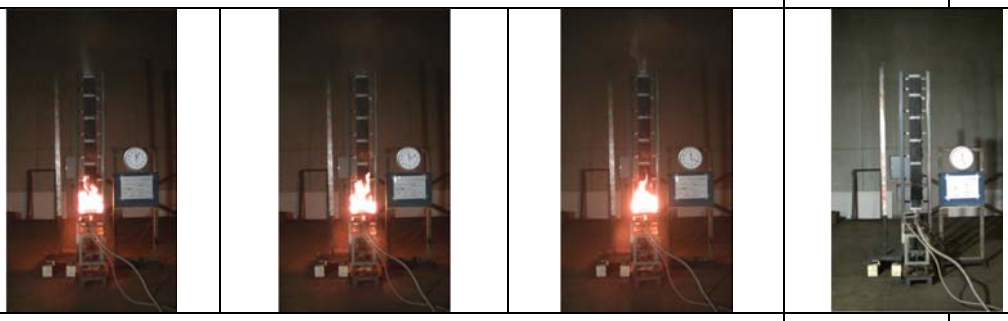
5.　評価

複合体が燃え止まり耐延焼性を有することを確認した。

第 2-8-4 表　ケーブル種類毎の性能確認試験結果の詳細(1/4)

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td>ケーブルの種類</td><td colspan="4">計装ケーブル，ケーブル外径：9.5mm</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>No</td><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td><td colspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td colspan="3">  </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:540mm)，シース(溶融:740mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td colspan="3">  </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:630mm)，シース(溶融:760mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td colspan="3">  </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:600mm)，シース(溶融:790mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="3"> </td></tr>
</table>

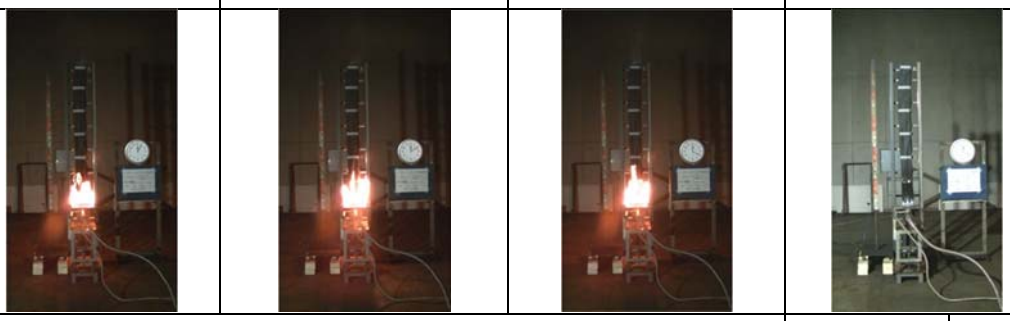
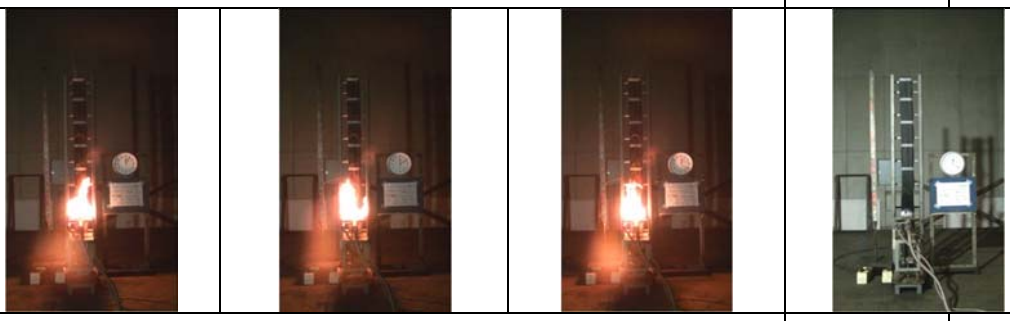
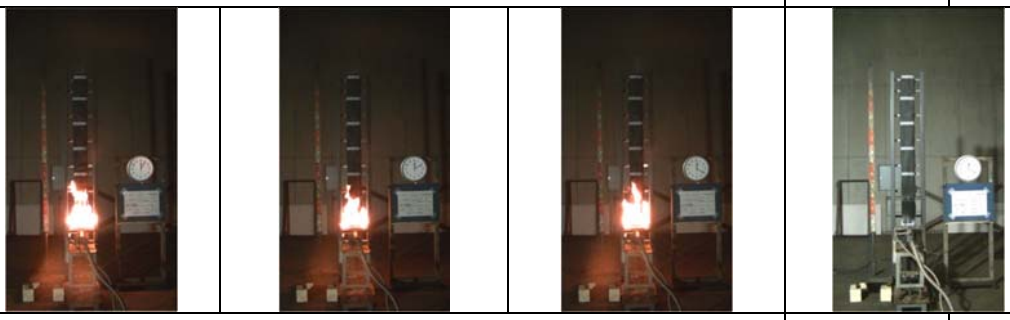
第 2-8-4 表　ケーブル種類毎の性能確認試験結果の詳細(2/4)

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td>ケーブル種類</td><td colspan="4">制御ケーブル，ケーブル外径：9.9mm</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>No</td><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td><td colspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td colspan="3">  </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:600mm)，シース(溶融:780mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td colspan="3">  </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:580mm)，シース(溶融:780mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td colspan="3"> </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:650mm)，シース(溶融:960mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="3"> </td></tr>
</table>

第 2-8-4 表　ケーブル種類毎の性能確認試験結果の詳細(3/4)

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td>ケーブル種類</td><td colspan="3">低圧電力ケーブル，ケーブル外径：14.5mm</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="3">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>No</td><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td><td>消炎後</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:520mm)，シース(溶融:740mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:540mm)，シース(溶融:810mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:580mm)，シース(溶融:850mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="3"> </td></tr>
</table>

第 2-8-4 表　ケーブル種類毎の性能確認試験結果の詳細(4/4)

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td>ケーブル種類</td><td colspan="4">低圧電力ケーブル，ケーブル外径：19 mm</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>No</td><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td><td colspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td colspan="3">  </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:550mm)，シース(溶融:635mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td colspan="3">  </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:510mm)，シース(溶融:510mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td colspan="3">  </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:520mm)，シース(溶融:640mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="4">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="4"> </td></tr>
</table>

代表ケーブルの選定方法と選定結果

1. 目的

実機で使用している非難燃ケーブルに対し，防火シートを施工した複合体に対して耐延焼性の試験を実施し，実機を代表する試験ケーブルの選定を行う。

2. 供試体

本文 2.1.2(4)項で選定し，少量敷設による複合体の耐延焼性を実施した結果，損傷距離に大差がなかった制御ケーブルと低圧電力ケーブル（外径：14.5mm）を供試体とする。防火シートについては，実機施工を考慮して，ケーブルトレイとケーブルに対して一括して巻いた複合体とし，ケーブル敷設量は設計最大量とする。供試体について第 2-9-1 表に示す。

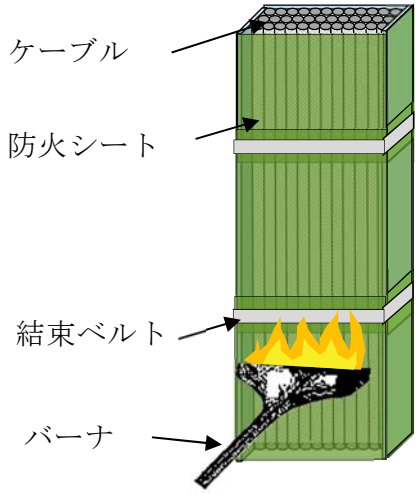
第 2-9-1 表　供試体の種類

形態	ケーブル種類（回路種別）	ケーブル材料		外径 (mm)	ケーブル量
		絶縁材	シース材		
複合体	制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	設計最大量
複合体	低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	設計最大量

3.　試験方法及び判定基準

少量敷設の耐延焼性試験で実施した燃焼条件に準拠した方法による。試験概要について，第 2-9-2 表に示す。

第 2-9-2 表　実機状態を模擬した垂直トレイ燃焼試験の概要

試験体の据付例	
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
熱量	20kW
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。

4.　試験結果

耐延焼性試験（垂直トレイ燃焼試験）によるケーブル損傷長を比較した結果，制御ケーブルに比べ，低圧電力ケーブルの損傷長が長いことを確認した。損傷長比較結果を第 2-9-3 表に，試験結果の詳細を第 2-9-4 表に示す。

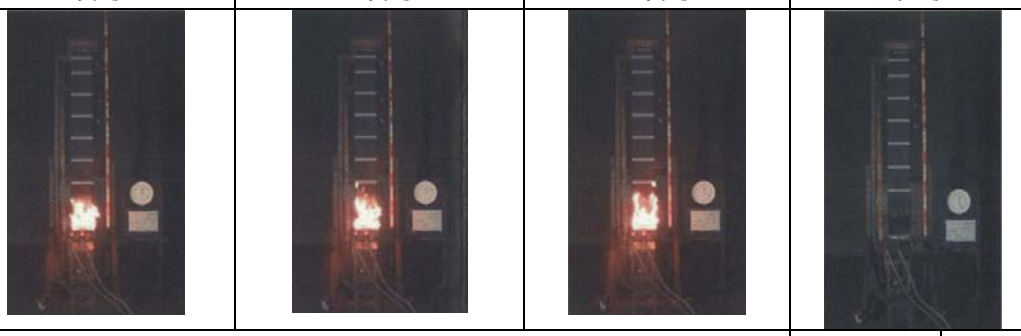
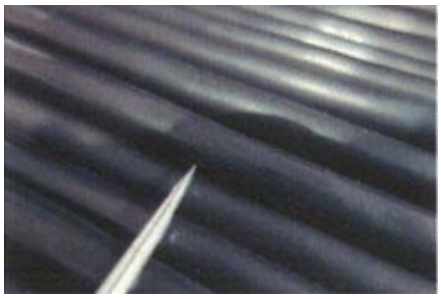
第 2-9-3 表　垂直トレイ燃焼試験による損傷長比較結果

ケーブル種類	絶縁材	シース材	ケーブル外径 (mm)	最大損傷長平均(mm)	シート間重ね代 (mm)	比較結果
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	635	100	―
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	663	100	選定

5.　代表ケーブルの選定

4 項の試験結果を踏まえ，複合体の構成品として，ケーブルは低圧電力ケーブル（外径：14.5mm）を代表に選定する。

第 2-9-4 表　実機模擬ケーブルの性能比較試験結果の詳細(1/2)

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td>ケーブル種類</td><td colspan="3">制御ケーブル，ケーブル外径：9.9mm</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="3">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>No</td><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td><td>消炎後</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td colspan="3">  </td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:670mm)，シース(溶融:670mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td colspan="3"> </td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:670mm)，シース(溶融:600mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="3">  </td></tr>
</table>

第 2-9-4 表　実機模擬ケーブルの性能比較試験結果の詳細(2/2)

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td>ケーブル種類</td><td colspan="3">低圧電力ケーブル，ケーブル外径：14.5mm</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="3">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>No</td><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td><td>消炎後</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:680mm)，シース(溶融:600mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化 680mm)，シース(溶融:690mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:700mm)，シース(溶融:700mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況(No.3)</td><td colspan="3">ケーブルの状況(No.3)</td></tr>
<tr><td colspan="2">
シート炭化</td><td colspan="3">
シース溶融</td></tr>
</table>

供試体の仕様と試験条件設定の考え方

１．供試体仕様

複合体構成品			複合体の外部の火災（熱の遮断に着目した仕様）		複合体の内部の火災（酸素量の抑制に着目した仕様）	
			構成品選定の考え方	供試体	構成品選定の考え方	供試体
ケーブル	種類・サイズ	高圧電力，低圧電力，計装，制御	燃焼試験に基づく損傷長の長いケーブル	低圧電力ケーブル 外径 14.5mm	燃焼試験に基づく損傷長の長いケーブル	低圧電力ケーブル 外径 14.5mm
	使用期間	新品，旧品	燃え易い状態(酸素指数小)	新品	燃え易い状態(酸素指数小)	新品
	延焼防止材	有，無	熱がケーブルに直接伝わる状態	無	燃え易い状態	無
	埃	有，無	発熱量は小さくケーブル燃焼に影響しないことを評価済	無	発熱量は小さくケーブル燃焼に影響しないことを評価済	無
	敷設状態	整線，波状	垂直トレイ：自重で整線 水平トレイ：熱が伝わり易い状態	垂直：整線 水平：整線	垂直トレイ：自重で整線 水平トレイ：空気を取り入れ易い状態（整線状態で供試体両端を開放） 極端な波状は参考	垂直：整線 水平：整線 波状（参考）
ケーブルトレイ	型式	ラダー，ソリッド，トレイ無	熱が伝わり易いトレイ形式 （ソリッドは金属により熱が拡散）	ラダー	空気を取り入れ易いトレイ形式 （開口が多い方）	ラダー
	サイズ （幅）	150mm～750mm	難燃ケーブルと比較するため同サイズ	300mm	外部の火災と比較のため同じ条件 （難燃ケーブルと比較できないため）	300mm
	形状	直線，傾斜，Ｌ字，Ｓ字，十字分岐，Ｔ字分岐	バーナの炎が延びる形状	直線形状	空気の流れが妨げられない形状	直線形状

2．試験条件

試験条件		複合体の外部の火災		複合体の内部の火災	
		試験条件選定の考え方	試験条件	試験条件選定の考え方	試験条件
ケーブル敷設量 （ケーブル／シート隙間）	設計最大量（隙間小） 少量（隙間大） 満杯（隙間無）	隙間による影響を確認するため，3種類のケーブル敷設量	設計最大量 少量 満杯	可燃物量の多い敷設量	満載
ケーブルトレイ	垂直 勾配45° 水平	延焼し易い設置方向	垂直 水平（参考）	延焼し易い設置方向	垂直 勾配45° 水平（参考）
ファイアストッパ	有／無	水平トレイを包絡する条件及び効果の確認	垂直：有／無	必要性及び効果の確認	垂直：有／無
バーナとファイアストッパの距離		距離による伝熱の影響を確認	近距離 中距離 長距離	ケーブルを直接燃焼させるため，バーナ位置は次のシート端部の直下で固定	1,075mm
バーナ熱量	20kW 30kW	難燃ケーブルと損傷長を比較するため同一条件（IEEE383）	20kW 30kW（参考）	着火に十分な熱量	20kW

実機火災荷重を考慮した防火シートの限界性能試験

1. 目的

防火シートの遮炎性が確保される範囲（限界性能）を確認する。

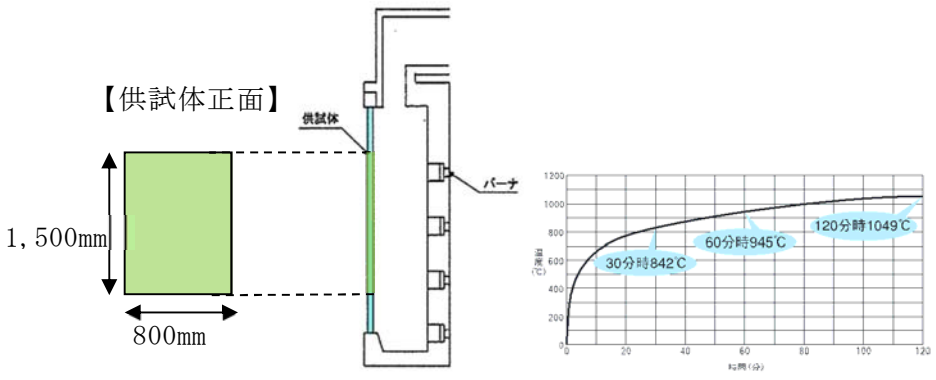
2. 供試体

防火シート(プロテコⓇシート-P2・eco)

3. 試験方法

建築基準法に規定されている指定性能評価機関が定めた遮炎性試験を基にした加熱試験により，防火シートに火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間が生じる温度を確認する。試験の概要を第 3-1-1 表に示す。

第 3-1-1 表　防火シート限界性能試験の概要

試験装置 概要	 【ISO834 加熱曲線】
試験内容	・ISO834加熱曲線で加熱し，防火シートに火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間が生じる温度を確認する。

4.　試験結果

ISO834の加熱曲線の70分間（試験設備の限界）加熱を行ったが，防火シートに火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間は生じない。

試験結果を第3-1-2表に示す。

5.　防火シートの限界性能と東海第二の火災荷重の比較

(1)遮炎性試験時の加熱量

試験時のバーナ平均熱量	500	kW/sec
供試体（防火シート）面積	1.2	m^2
単位面積当たり（1m^2）の熱量	416.7	kW/m^2
	1,500	MJ/m^2

(2)火災区画における最大火災荷重（潤滑油漏洩による火災想定）

火災区画	LPCS ﾎﾟﾝﾌﾟ室
火災荷重	$286MJ/m^2$

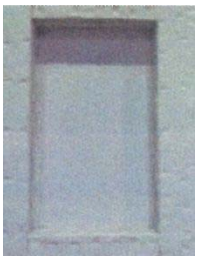
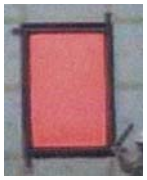
なお，自動消火設備が設置されている部屋は対象外とした。

6.　評価

ISO834 の加熱曲線の 70 分間加熱を行い，防火シートに火炎等が通るき裂等の損傷及び隙間が生じないことを確認した。

また，火災区画の補機火災で想定される最大火災荷重に対し，試験時のバーナによる熱量は十分大きいため，防火シートは外部の火災に対し十分な遮炎性能を有することも確認した。

第 3-1-2 表　防火シートの限界性能評価結果詳細

<table>
<tr><td colspan="4">供試体：防火シート(プロテコⓇシート-P2・eco)</td></tr>
<tr><td colspan="4">試験条件：ISO834 に則る加熱曲線での加熱</td></tr>
<tr><td colspan="4">加熱面</td></tr>
<tr><td colspan="2">試験前</td><td colspan="2">試験後</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td colspan="4">加熱時間　（分）</td></tr>
<tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>50</td><td>60</td><td>70</td><td></td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">加熱温度 968℃まで加熱したが防火シートに損傷及び隙間が生じない</td></tr>
</table>

防火シート重ね部の遮炎性試験

1. 目的

防火シート重ね部が複合体内部の火炎を遮る性能を有していることを確認する。

2. 供試体

施工要領に準じて施工した防火シート重ね部

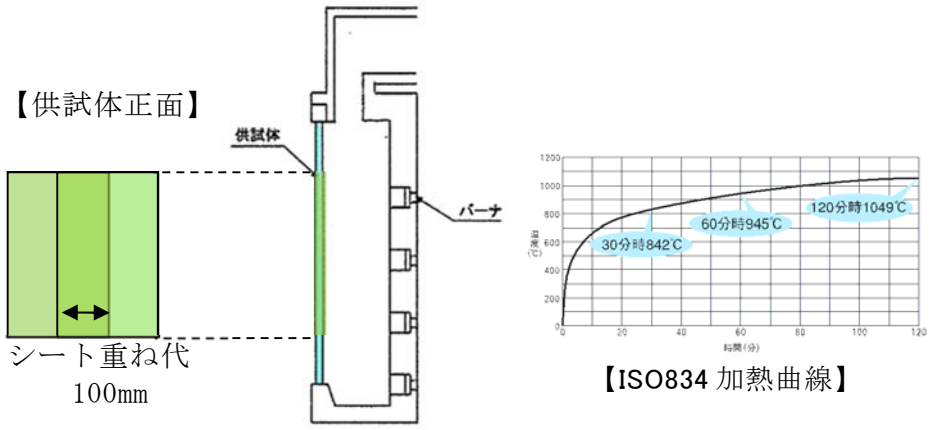
・防火シート(プロテコⓇシート-P2・eco)

3. 試験方法及び判定基準

建築基準法に規定されている指定性能評価機関が定めた試験方法，判定基準による。

試験の概要を第 3-2-1 表に示す。

第 3-2-1 表　遮炎性試験の概要

試験装置 概要	
試験内容	・加熱炉に供試体設置する。 ・ISO834 加熱曲線となるように 20 分間加熱する。
判定基準	・火炎が通るき裂等の損傷及び隙間を生じないこと ・非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎がないこと ・非加熱面に 10 秒を超えて連続する火炎の噴出がないこと

4.　試験結果

試験結果は第 3-2-2 表のとおりである。

また，実証試験の詳細は第 3-2-3 表のとおりである。

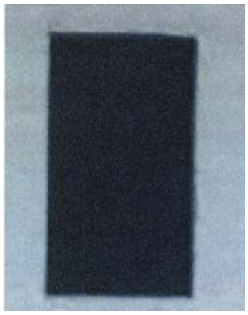
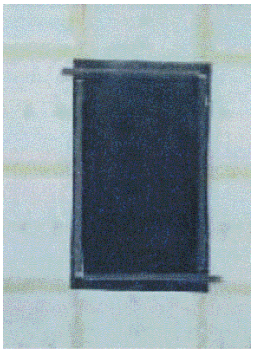
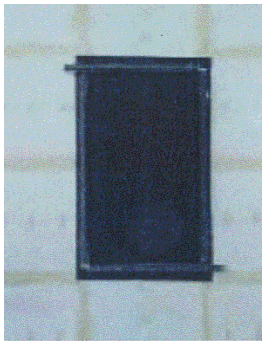
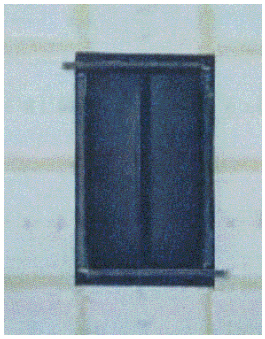
5.　評価

防火シート重ね部は複合体内部の火炎を遮る性能を有している。

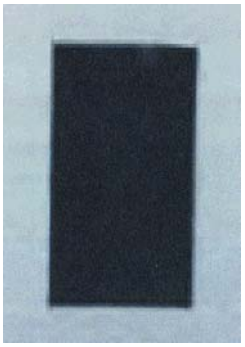
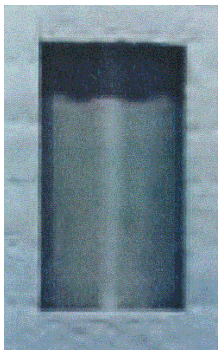
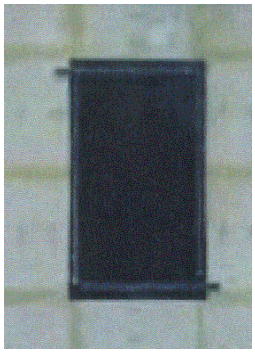
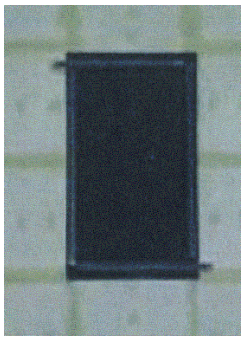
第 3-2-2 表　遮炎性試験結果

No	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間	非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎	非加熱面へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出	判定結果
1	無	無	無	良
2	無	無	無	良

第 3-2-3 表　遮炎性試験結果詳細(1/2)

<table>
<tr><td colspan="5">供試体：防火シート重ね部（プロテコ®シート-P2・eco）
試験条件：ISO834 に則る加熱曲線での加熱</td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱面</td><td rowspan="2">判定
結果</td></tr>
<tr><td>試験前</td><td colspan="2">試験後</td></tr>
<tr><td rowspan="8">1</td><td>  </td><td colspan="2"> </td><td rowspan="8">良</td></tr>
<tr><td colspan="3">加熱時間（min）</td></tr>
<tr><td>1</td><td>10</td><td>15</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="3">火炎が通るき裂等の損傷及び隙間</td><td>無</td></tr>
<tr><td colspan="3">非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎</td><td>無</td></tr>
<tr><td colspan="3">非加熱面へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出</td><td>無</td></tr>
</table>

第 3-2-3 表　遮炎性試験結果詳細(2/2)

<table>
<tr><td colspan="5">供試体：防火シート重ね部（プロテコ®シート-P2・eco）
試験条件：ISO834 に則る加熱曲線での加熱</td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱面</td><td rowspan="2">判定
結果</td></tr>
<tr><td colspan="2">試験前</td><td>試験後</td></tr>
<tr><td rowspan="8">2</td><td colspan="2">  </td><td>  </td><td rowspan="8">良</td></tr>
<tr><td colspan="3">加熱時間（min）</td></tr>
<tr><td>1</td><td>10</td><td>15</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="3">火炎が通るき裂等の損傷及び隙間</td><td>無</td></tr>
<tr><td colspan="3">非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎</td><td>無</td></tr>
<tr><td colspan="3">非加熱面へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出</td><td>無</td></tr>
</table>

ケーブルの難燃性能向上評価に係る調達管理

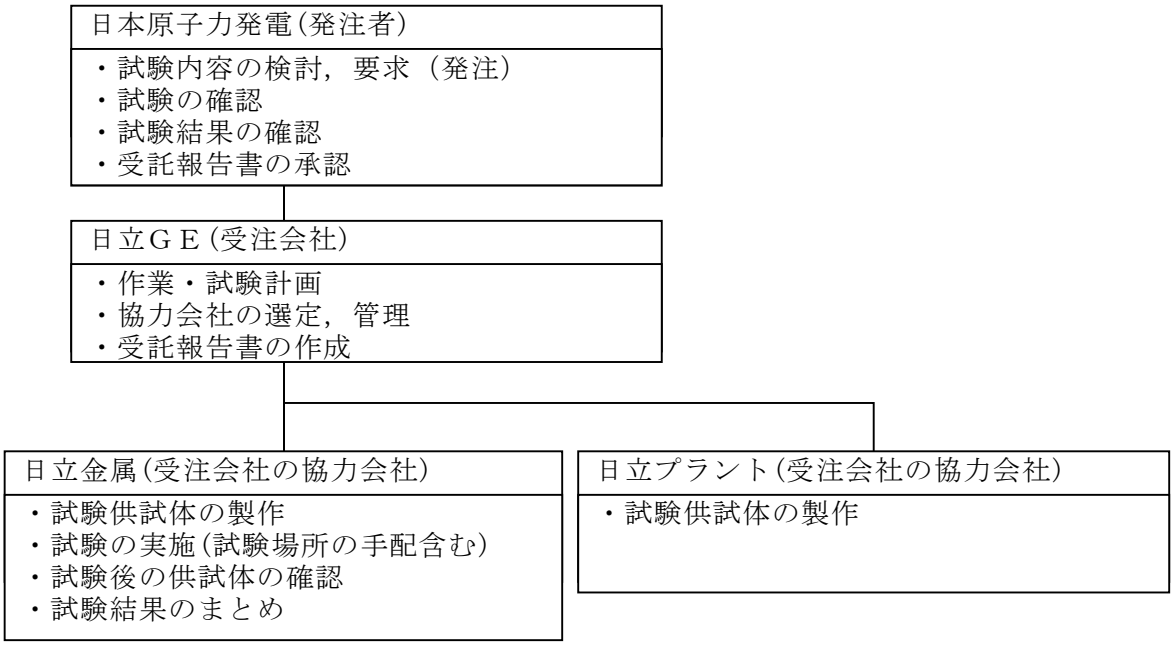
自己消火性及び延焼性確認試験は業務委託により実施しており，その際の調達管理については以下の通りである。

1. 業務委託内容の要求

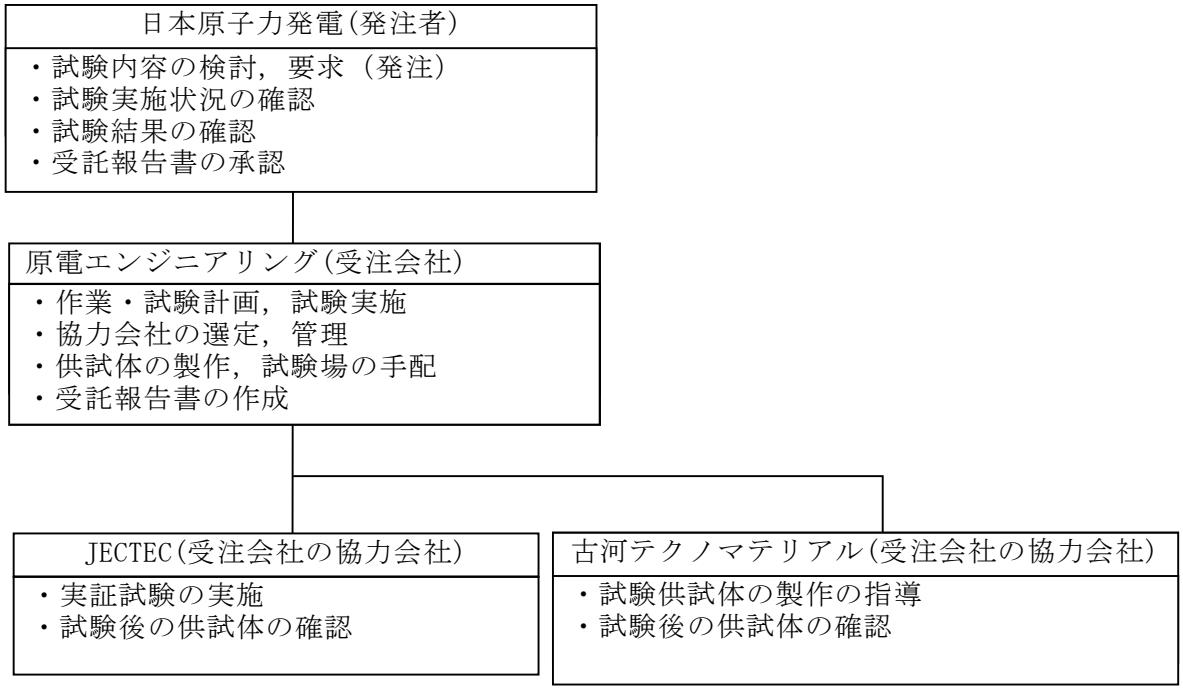
業務委託として，難燃性実証試験の実施体制や試験内容等を記載した調達文書を発注者及び受注会社とで同意し契約することにより，業務委託内容を受注会社へ要求する。受注者は調達文書の要求事項から実施計画書を発注者に提出し，発注者は実施計画書の適合性を確認する。

2. 実施体制と役割分担

(1) 自己消火性



(2)　延焼性確認



3.　難燃性確認試験の実施

受注会社は実施計画書に基づく実証試験を協力会社に実施させ，全数を立会い確認する。また，実証試験結果を受託報告書に纏め発注者へ報告する。なお，発注者は，実施計画書に基づく実証試験が的確に実施されていることを適宜立会いし確認する。

4.　試験結果の確認

発注者は受注会社から提出された受託報告書の内容を確認し承認する。

耐延焼性実証試験条件

項目			実証試験
試験室	サイズ(m) (W×D×H)		W12×D9×H6.5
	換気		自然
トレイ	サイズ(mm) (W×D×H)		実証試験条件の選定結果による
ケーブル	ケーブル配置(mm)		
	ケーブル間隔		
バーナ	種類		AGF 製リボンバーナ
	位置 (mm)	トレイ底面	約 600
		ケーブル表面	約 75※1
ガス・空気	熱量(kW)		20※1
	種類		プロパンとプロピレンの配合量が 95%(モル%)以上の液化石油ガス(LP ガス)
	ガス流量(ℓ/分)		13※1 0.78m^3/h 以上(20℃)
	空気流量(ℓ/分)		65(3.9m^3/h)※1

※1：バーナ熱量を変化させた試験では変更となる。

項目		実証試験
火炎	長さ(mm)	約 400※2
	温度(℃)	約 840 以上※2
試験要領		バーナに点火し，20 分間燃焼させる。
		火源が除去された後，あるいは燃え尽きた後でも燃焼し続けるケーブルは燃焼範囲を測定するため，そのまま燃焼させておく。
判定基準		・燃え止まること。(供試体の最上端まで損傷しないこと) ・火源が除去されたとき自己消火すること。
損傷判定箇所		ケーブル：シース及び絶縁体の火ぶくれ，溶融，炭化，灰化 防火シート：炭化，灰化

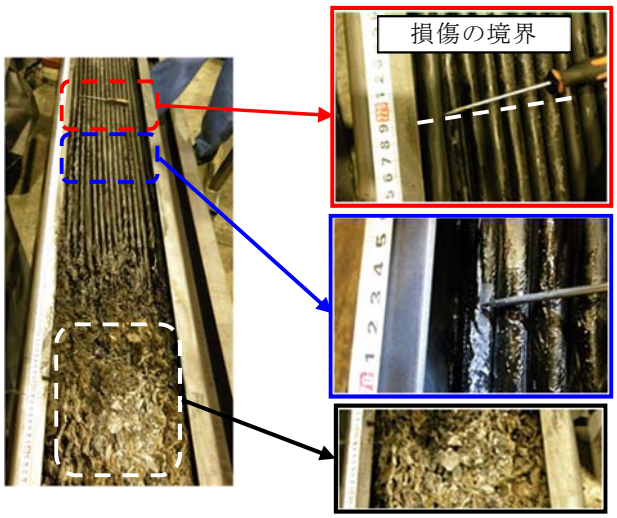
※２：バーナ熱量を変化させた試験では変更となる。

損傷長の判定方法

耐延焼性の実証試験では，損傷の境界を確認し，バーナ位置を基準として最大損傷長を測定する。

損傷長の判定方法を第 3-5-1 図に示す。また，損傷長の判断基準を第 3-5-1 表に示す。

【ケーブルシース】

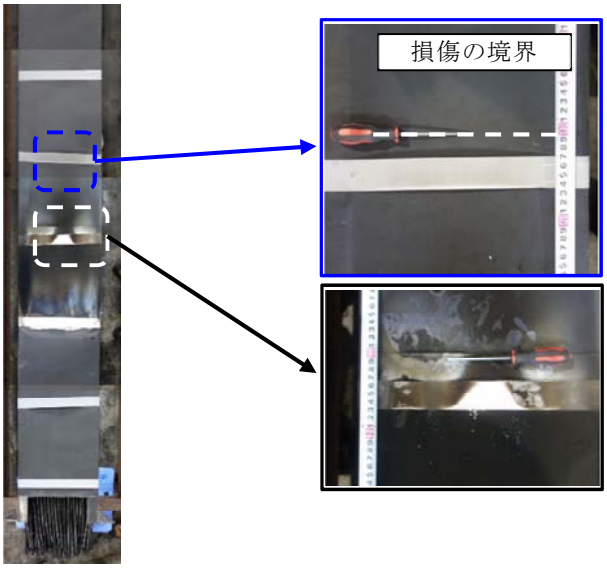


【溶融】
表面が溶けて色が変化

【炭化】
表面が硬化し削れる。

【灰化】
形状を残していない。

【防火シート】



【炭化】
表面が硬化し削れる。

【灰化】
ピックが刺さる。

第 3-5-1 図　ケーブル及び防火シートの損傷長の判定方法

第 3-5-1 表　ケーブル及び防火シートの損傷長判定基準

対象	損傷区分	判定基準	
ケーブル	溶融	シース	ケーブル表面の変形
		絶縁体	絶縁体の異常な変形
	火ぶくれ	シース	ケーブル表面の膨れ
		絶縁体	絶縁体の異常な膨れ
	炭化	シース	シース表面を金属ピックで一定の力で突き刺す。この時素材に弾性がないこと，乾いた音が生じて表面が崩れるなどを確認
		絶縁体	同上
	灰化	シース	シース表面を金属ピックで一定の力で突き刺す。この時乾いた音をたてずに崩れることを確認
		絶縁体	同上
防火シート	溶融	発生しない	
	火ぶくれ	発生しない	
	炭化	防火シート表面に金属ピックで一定の力で突き刺し，穴が開かないことを確認後，シート表面をピックで引っ掻き，表面の難燃ゴムが容易に削れること（ゴム弾性を失う状況）を確認	
	灰化	防火シート表面に金属ピックで一定の力で突き刺す。この時，ほとんど抵抗なくシートを貫通することを確認	

難燃ケーブルとの比較

1. 目的

実機を代表する非難燃ケーブルに防火シートを施工した複合体と難燃ケーブルの損傷長を比較し，複合体として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する。

2. 供試体

比較対象は，実機で使用されているケーブルのうち，本文 2.2 項で選定したケーブルと，同一材料，同一サイズの難燃ケーブルを対象とする。非難燃ケーブルについては，トレイ上のケーブル(IEEE383 と同じケーブル敷設方法)に対して一括してシートを巻く施工とする。供試体の種類を第 3-6-1 表に示す。

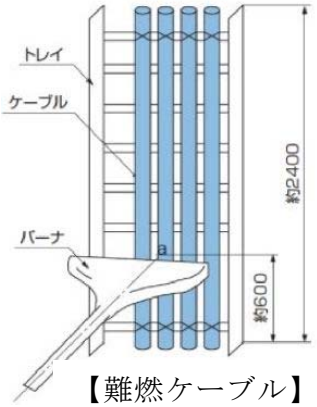
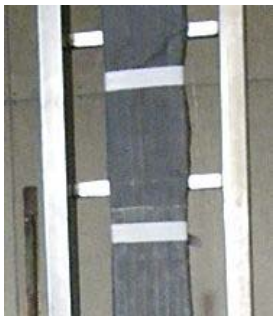
第 3-6-1 表　供試体の種類

形態	ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径(mm)
複合体	低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5
難燃ケーブル		難燃架橋ポリエチレン	難燃ビニル	14.0

3.　試験方法及び判定基準

難燃ケーブルの耐延焼性試験の燃焼条件に準拠した方法による。試験方法について，第 3-6-2 表に示す。

第 3-6-2 表　難燃ケーブルと比較のため耐延焼性試験の概要

試験体の据付例	 【難燃ケーブル】　単位：mm　  【複合体】
ケーブル	ケーブル外径の 1/2 間隔開けて 1 層敷設
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
熱量	20kW
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。

4.　試験結果

試験結果のまとめを第 3-6-3 表に，試験結果の詳細を第 3-6-4 表に示す。

第 3-6-3 表　難燃ケーブルと比較のため耐延焼性試験の結果

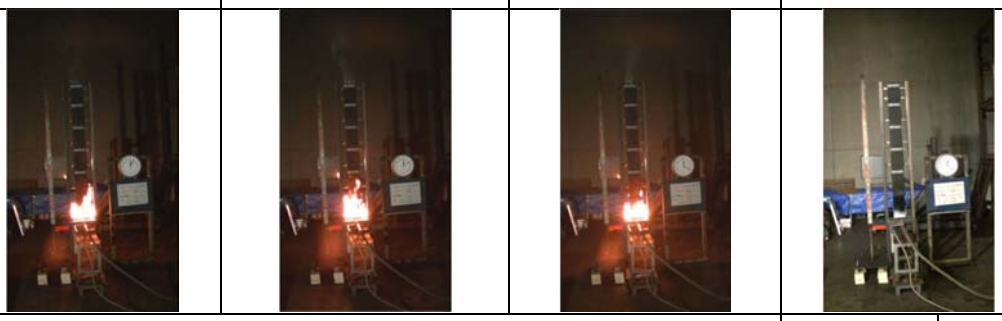
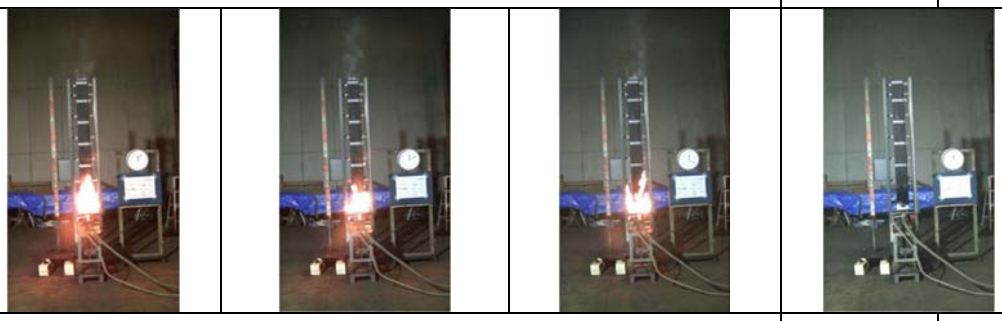
形態	ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径(mm)※	最大損傷長平均(mm)
複合体	低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	800
難燃ケーブル		難燃架橋ポリエチレン	難燃ビニル	14.0	1,010

※：同じ導体サイズ

5.　評価

複合体内のケーブル損傷長は難燃ケーブルの損傷長より短く，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できた。

第 3-6-4 表　難燃ケーブルと比較のため耐延焼性試験の詳細(1/2)

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td>ケーブル種類</td><td colspan="4">低圧電力ケーブル，ケーブル外径：14.5mm</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>No</td><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td><td colspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td colspan="3">  </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:520mm)，シース(溶融:740mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td colspan="3">  </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:540mm)，シース(溶融:810mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td colspan="3"> </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">損傷距離：シート(炭化:580mm)，シース(溶融:850mm)</td><td>判定</td><td>良</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="4">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="4"> </td></tr>
</table>

第 3-6-4 表　難燃ケーブルと比較のため耐延焼性試験の詳細(2/2)

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">ケーブル種類</td><td colspan="3">低圧電力ケーブル，ケーブル外径：14.0mm
難燃架橋ポリエチレン絶縁難燃ビニルシース</td></tr>
<tr><td>No</td><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td><td colspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>―</td><td> </td><td> </td><td> </td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">損傷距離：シース(溶融:1,010mm)</td><td>判定</td><td>―</td></tr>
<tr><td colspan="6">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="3"> </td><td colspan="3"> </td></tr>
</table>

複合体の構成品の組合せによる耐延焼性の確認

1. 目的

複合体は設計方針に基づき防火シートを巻いた完全な状態であるが，複合体の燃焼メカニズムから構成品（ケーブル，ケーブルトレイ）の組合せを考慮しても，複合体とすることで難燃ケーブルを上回る耐延焼性を確認するため，本文 3.2.5 項の燃焼試験結果を踏まえた燃焼試験にて，複合体の延焼が燃え止まること及び複合体の損傷長が比較対象とした難燃ケーブルの延焼による損傷長よりも短いことを確認する。

2. 供試体

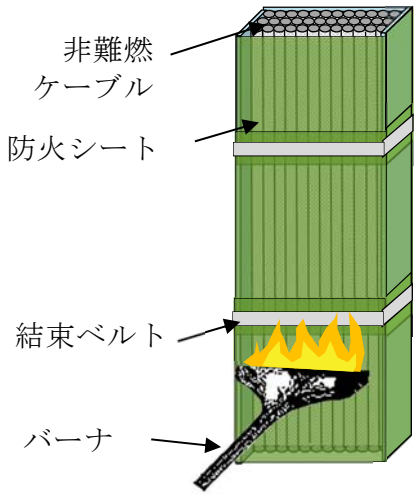
本文 2.2 項にて示した，損傷長の比較によって選定した非難燃ケーブルを用いる。ケーブル及びケーブルトレイのばらつきを考慮した実機模擬条件については，本文 2.3 項にて示した組合せとする。

3. 試験方法及び判定基準

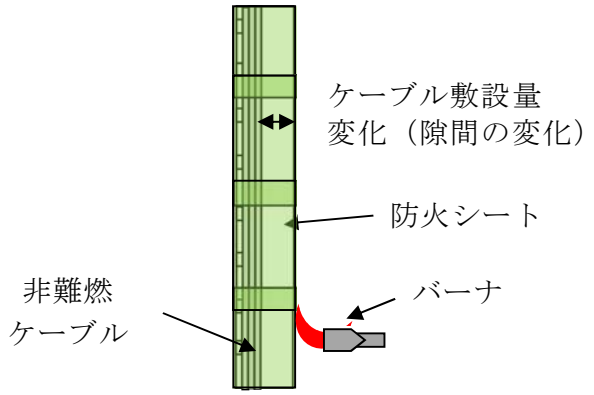
本試験は構成品の組合せによる耐延焼性を難燃ケーブルと比較するため，難燃ケーブルの延焼性を確認する燃焼試験の試験条件に準拠した方法にて試験を実施する。ただし，水平トレイに対する試験については，ケーブルの燃焼に対してより保守的となるように複合体内部に空気層を設け，複合体内部の火災を模擬する試験では，ケーブルを露出させた部分が直接バーナで加熱し着火させて試験する。また，加熱源が除去された場合，複合体が燃え止まるとともに，複合体の損傷長が難燃ケーブルの損傷長（1,780㎜）より短いことを確認する。試験方法については第 3-7-1 表，第 3-7-2 表及び第 3-7-3

表に示す。

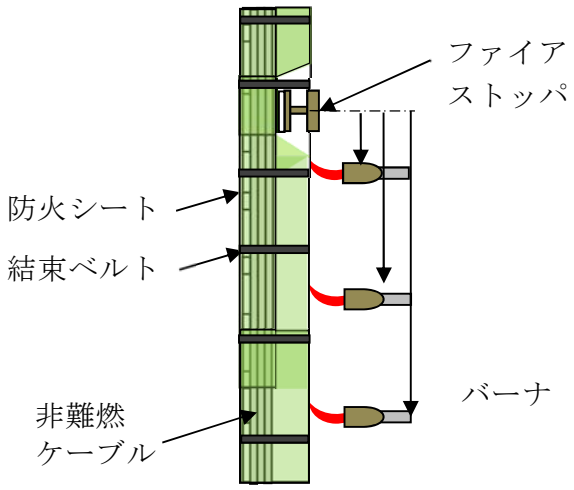
第 3-7-1 表　複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験の概要

試験体の据付例	複合体(非難燃ケーブル) 
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
バーナ熱量	20kW
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	1 回
判定基準	燃え止まること。

第 3-7-2 表　ケーブル敷設量による耐延焼性能試験の概要

試験体の据付例	複合体(非難燃ケーブル) 
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
バーナ熱量	20kW
加熱試験	20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	各 1 回
判定基準	・燃え止まること。

第 3-7-3 表　ファイアストッパと加熱位置の確認試験概要

試験体の据付例	複合体(非難燃ケーブル) 
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
バーナ熱量	20kW（ファイアストッパとバーナの距離を変化させる。）
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	各 1 回
判定基準	・燃え止まること。

4. 試験結果

複合体の構成品のばらつきを組合せた保守的な試験条件とした場合においても，難燃ケーブルを上回る耐延焼性を有することが確認できた。試験結果を第 3-7-4 表～第 3-7-8 表にまとめる。また，試験結果の詳細を第 3-7-9 表～第 3-7-12 表に記載する。

第 3-7-4 表　ケーブル敷設量の変化の確認試験結果

ケーブル 敷設量	ケーブル トレイ形状	防火シートとケーブルの隙間	最大損傷長 (mm)	判定 結果
少量	ラダー	大	570	良
	なし(参考)	なし	800	良
設計最大量	ラダー	小	700	良
満杯	ラダー	なし	980	良

※1：ケーブルトレイに敷設の形態は防火シートとケーブルに隙間がある状態ため加熱源からの熱伝達が悪くなる。一方，隙間が小さくなると熱伝達（熱伝導）が良くなりケーブルがシートに接するため損傷長が大きくなる。なお，実機で非難燃ケーブルがトレイいっぱいに敷設されることはないが，傾向を確認するため実施。また，トレイなし（ケーブル単体）箇所は距離が短く延焼の可能性が小さいことから参考とした。

第 3-7-5 表　ケーブル組合せの確認試験結果

ケーブル の組合せ※2	最大損傷長の平均 (mm)	判定 結果
太径	595	良
細径	800	良

※2：ケーブルの種類毎の性能比較結果より，低圧電力ケーブルの太径と細径で比較した。

第 3-7-6 表　水平トレイにおけるケーブル敷設形態の確認試験結果

トレイ 設置形態	最大損傷長 (mm)	判定 結果
整線	740	良

第 3-7-7 表　ファイアストッパとバーナ距離変化の確認試験結果

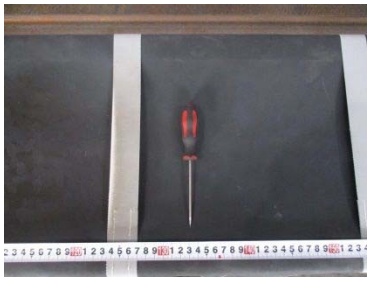
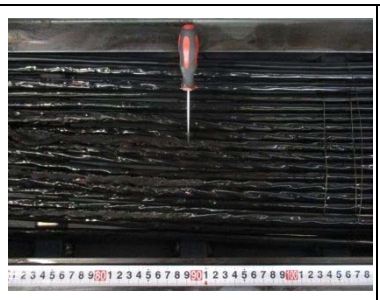
ファイアストッパと バーナの距離(mm)	最大損傷長 (mm)	判定結果
362.5	1,220	良
662.5	890	良
1262.5	760	良

第 3-11-8 表　保守的型式における確認試験結果

供試体	ケーブル 敷設量	トレイ タイプ	ケーブル 組合せ	トレイ 設置方向	最大 損傷長 (mm)	判定 結果
複合体	設計最大量	ラダー	細径	垂直	1,220※3	良

※3：第 3-7-7 表で示した複合体のうち損傷長が最も長いものを再掲した。

第 3-7-9 表　複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験結果詳細(1/2)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：少量
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直
トレイタイプ：ラダートレイ</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm
シートとケーブルの隙間：85mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>―</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
シート炭化</td><td> 
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
<tr><td colspan="2">最大損傷長(mm)</td><td colspan="3">570</td></tr>
</table>

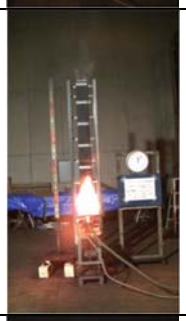
第 3-7-9 表　複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験結果詳細(2/2)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体</td><td colspan="3">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：設計最大量
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直
トレイタイプ：ラダートレイ</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="3">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm
シートとケーブルの隙間：40mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="3">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>―</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2">
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
<tr><td colspan="2">最大損傷長(mm)</td><td colspan="3">700</td></tr>
</table>

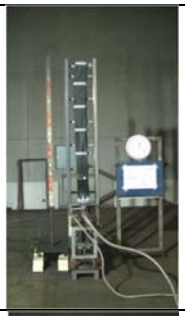
第 3-7-9 表　複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験結果詳細(参考 1/2)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：満杯
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm
シートとケーブルの隙間：0mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td rowspan="2">―</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="4">損傷距離：シート(炭化:620mm)，シース(溶融:980mm，炭化:560mm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2">
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
<tr><td colspan="2">判定結果</td><td colspan="3">良</td></tr>
</table>

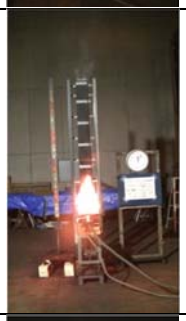
第 3-7-9 表　複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験結果詳細(参考 2/2)

<table>
<tr><td rowspan="2">供試体</td><td>複合体
(ケーブル単体)</td><td colspan="3">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：少量
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
ケーブル敷設方向：垂直
トレイタイプ：なし</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="3">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>No</td><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td><td>消炎後</td></tr>
<tr><td>1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>2</td><td>  </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">損傷長</td><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="2">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td colspan="2">最大損傷長平均(mm)</td><td colspan="3">800</td></tr>
</table>

第 3-11-10 表　ケーブル組合せの確認試験結果の詳細(1/2)

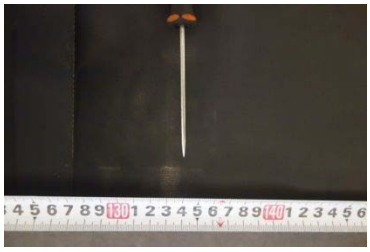
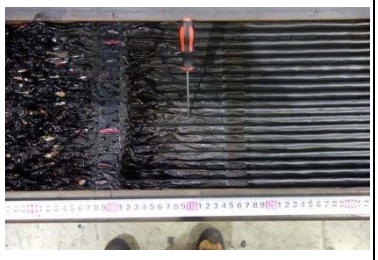
<table>
<tr><td rowspan="2">供試体</td><td>複合体
(太径)</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：19(41※)mm　　敷設量：少量
※：トリプレックス型（3 本より合わせ）
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
ケーブル敷設方向：垂直
トレイタイプ：なし</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>No</td><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td><td>消炎後</td></tr>
<tr><td>1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">損傷長</td><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="2">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td colspan="2">最大損傷長平均(mm)</td><td colspan="3">595</td></tr>
</table>

第 3-11-10 表　ケーブル組合せの確認試験結果の詳細(2/2)

<table>
<tr><td rowspan="2">供試体</td><td>複合体
(細径)</td><td colspan="3">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：少量
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
ケーブル敷設方向：垂直
トレイタイプ：なし</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="3">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>No</td><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td><td>消炎後</td></tr>
<tr><td>1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>2</td><td>  </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">損傷長</td><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="2">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td colspan="2">最大損傷長平均(mm)</td><td colspan="3">800</td></tr>
</table>

第 3-11-11 表　水平トレイにおけるケーブル敷設形態の

確認試験結果詳細(1/2)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体
(完全な状態)</td><td colspan="3">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：設計最大量/整線
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：水平</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="3">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="3">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
シート炭化</td><td> 
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
<tr><td colspan="2">最大損傷長(mm)</td><td colspan="3">740</td></tr>
</table>

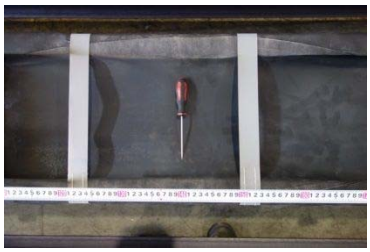
第 3-11-11 表　水平トレイにおけるケーブル敷設形態の

確認試験結果詳細(2/2)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体
(バーナ部シート無)</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：設計最大量/整線
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：水平</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td colspan="4">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2">
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶解</td></tr>
<tr><td colspan="2">最大損傷長(mm)</td><td colspan="3">740</td></tr>
</table>

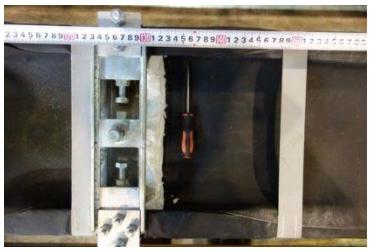
第 3-11-12 表　ファイアストッパとバーナ距離変化の

確認試験結果詳細(1/3)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：設計最大量
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm
ファイアストッパ位置：325mm～400mm
1,225mm～1,300mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">20kW(ファイアストッパとバーナの距離：362.5mm)</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
<tr><td colspan="2">最大損傷長(mm)</td><td colspan="3">1,220</td></tr>
</table>

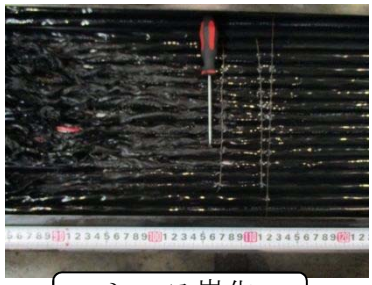
第 3-11-12 表　ファイアストッパとバーナ距離変化の

確認試験結果詳細(2/3)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体</td><td colspan="3">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：設計最大量
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="3">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm
ファイアストッパ位置：625mm～700mm
1,525mm～1,600mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="3">20kW(ファイアストッパとバーナの距離：662.5mm)</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶解</td></tr>
<tr><td colspan="2">最大損傷長(mm)</td><td colspan="3">890</td></tr>
</table>

第 3-11-12 表　ファイアストッパとバーナ距離変化の

確認試験結果詳細(3/3)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体</td><td colspan="3">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：設計最大量
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="3">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm
ファイアストッパ位置：1,225mm～1,300mm
2,125mm～2,200mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="3">20kW(ファイアストッパとバーナの距離：1,262.5mm)</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2">
シート炭化</td><td> 
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
<tr><td colspan="2">最大損傷長平均(mm)</td><td colspan="3">760</td></tr>
</table>

参考資料 1

加熱熱量の違いによる性能比較評価の確認方法

1. 目的

燃焼条件として，実機状態を模擬した複合体に与える熱量を本文 3.2.4(1)項の試験よりも強くした燃焼条件で試験を実施しても複合体が燃え止まるとともに，その損傷長が難燃ケーブルよりも短いことを確認する。

2. 供試体

耐延焼性能試験の評価より，保守的にケーブルを選定し，本文 2.2 項にて比較評価して複合体の損傷長から選定したケーブルを用いる。供試体を第 1 表に示す。

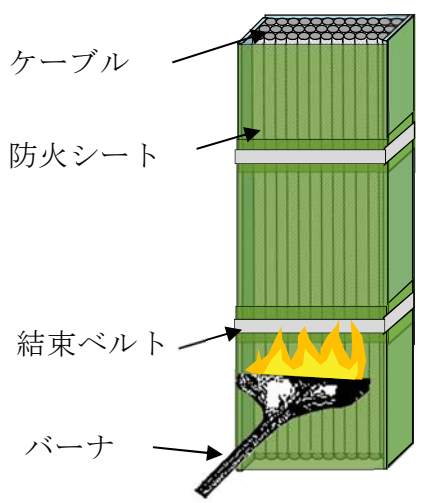
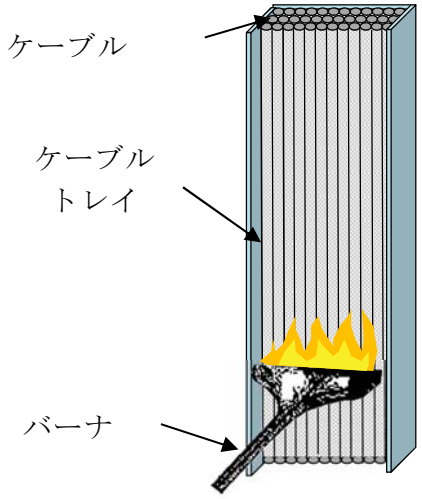
第 1 表　供試体の種類

対象	ケーブル					ケーブルトレイ形状
	ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径 (mm)	敷設量	
複合体	低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	設計最大量	ラダー
難燃ケーブル		難燃架橋ポリエチレン	難燃ビニル	14.0	設計最大量	ラダー

3. 試験方法及び判定基準

難燃ケーブルの耐延焼性試験の燃焼条件以上の加熱量を与える。試験方法については，第 2 表に示す。

第 2 表　加熱量を増加させた性能確認試験の概要

	複合体(非難燃ケーブル)	難燃ケーブル
試験体の据付例		
火源	リボンバーナ	
使用燃料	液化石油ガス	
バーナ熱量	防火シートの遮炎性能が確保される範囲（20,30kW）で試験を行う。	
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。	
試験回数	複合体：3 回(20kW),2 回(30kW),難燃ケーブル 1 回(20kW,30kW)	
判定基準	複合体：燃え止まること。	

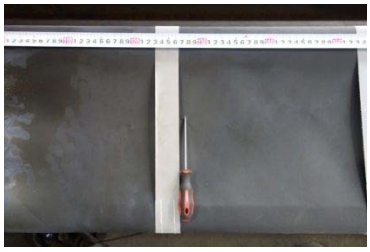
参考資料 2

バーナ加熱熱量を変化させた垂直トレイ燃焼試験

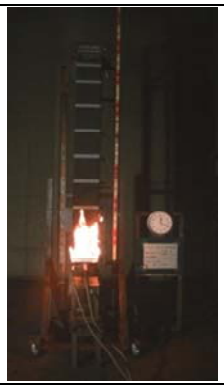
加熱熱量変化時の性能確認試験結果の詳細(1/7)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：満載
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="5">損傷距離：シート(炭化:680mm)，シース(溶融:600mm，炭化:390mm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2">
シート炭化</td><td colspan="2">
シース炭化</td><td>
シース溶融</td></tr>
</table>

加熱熱量変化時の性能確認試験結果の詳細(2/7)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：満載
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="5">損傷距離：シート(炭化:680mm)，シース(溶融:690mm，炭化:380m)</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
</table>

加熱熱量変化時の性能確認試験結果の詳細(3/7)

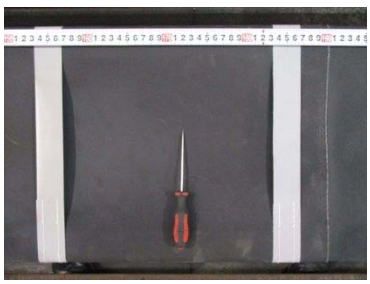
<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：満載
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="4">損傷距離：シート(炭化:700mm)，シース(溶融:700mm，炭化:420mm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2">
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
</table>

加熱熱量変化時の耐延焼性確認試験結果の詳細(4/7)

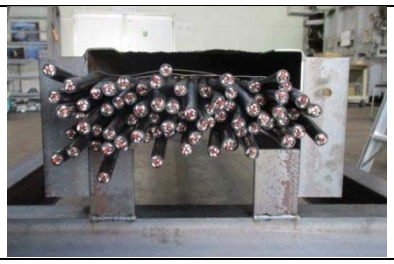
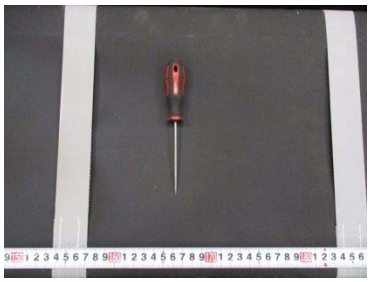
<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>難燃ケーブル</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.0mm
絶縁材：難燃架橋ポリエチレン
シース：難燃ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">なし</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="4">損傷距離：シース(溶融:1,780mm, 炭化:1,690mm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="3">
シース炭化

シース溶融</td></tr>
</table>

加熱熱量変化時の耐延焼性確認試験結果の詳細(5/7)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体</td><td colspan="3">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：満載
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="3">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="3">30kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="4">損傷距離：シート(炭化:1,120mm)，シース(溶融:1,010 mm，炭化:710mm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="2">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td>
シース溶融</td></tr>
</table>

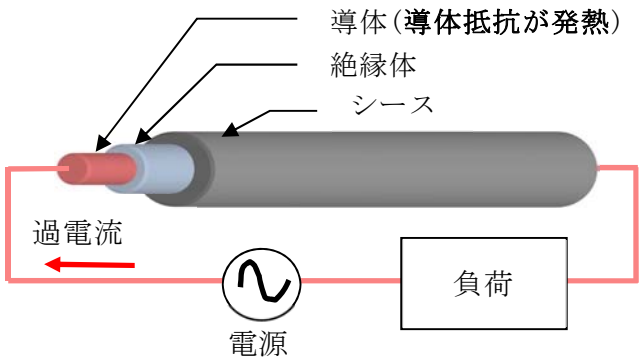
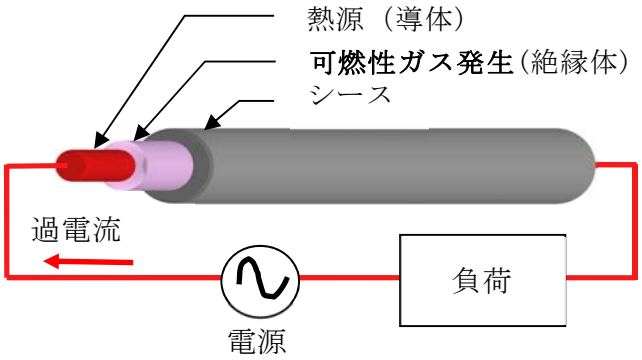
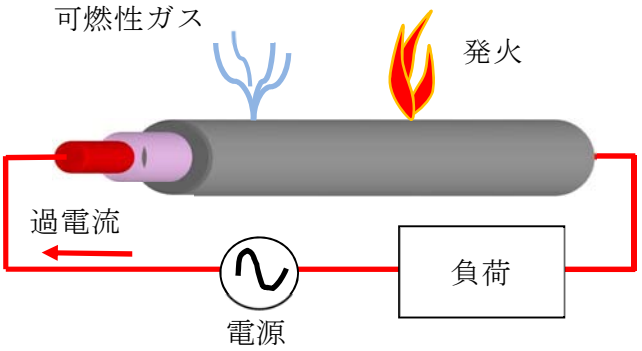
加熱熱量変化時の耐延焼性確認試験結果の詳細(6/7)

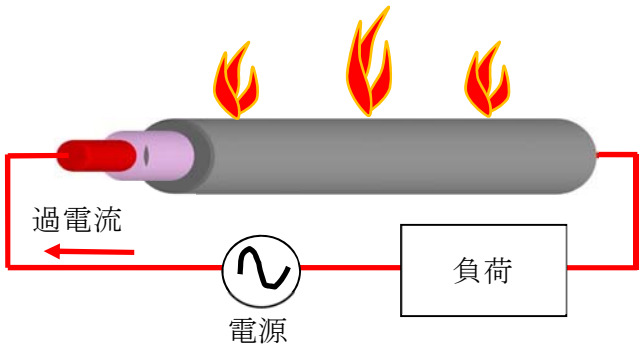
<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：満載
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">30kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4">  </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="4">損傷距離：シート(炭化:1,070mm)，シース(溶融:930mm，炭化:680mm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
</table>

加熱熱量変化時の耐延焼性確認試験結果の詳細(7/7)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>難燃ケーブル</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.0mm
絶縁材：難燃架橋ポリエチレン
シース：難燃ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">なし</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">30kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="5">損傷距離：シース(溶融:2,030mm, 炭化:1,990mm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
</table>

過電流によるケーブルの燃焼プロセス

経過	ケーブルの状態	プロセス
過電流 発生		・過電流（過大電流）が発生するとジュール熱により導体が発熱
可燃性 ガス発生		・導体が熱源となり加熱され，絶縁体が熱分解し，可燃性ガスがシース内側に充満
ケーブル 発火		・可燃性ガスによりシースが膨張し強度の限界を超えると外部に噴出 ・酸素と結合し発火温度となると引火に至る。
パターン 1 電流遮断		・断線等により電流が遮断されると加熱源はケーブルのみになる。

経過	ケーブルの状態	プロセス
パターン2 過電流継続による燃焼の促進		・導体及び発火によるケーブルが熱源となり，ケーブルの燃焼が継続する。

複合体内部ケーブルの自己消火性の実証試験

1. 目的

複合体内部の発火を想定した自己消火性の実証試験を実施し，非難燃ケーブルが自己消火することを確認する。

2. 供試体

複合体内部の非難燃ケーブルは不燃材の防火シートで覆われることなくケーブル単体で敷設されることから，試験対象ケーブルを本文 2.2(2)項で選定したケーブル単体とし，バーナ火炎を直接ケーブルに当てるものとする。供試体の種類を第 4-2-1 表に示す。

第 4-2-1 表　供試体の種類

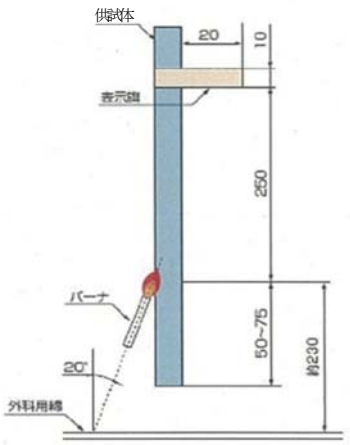
ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径 (mm)
計装 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	9.5
制御 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	9.9
低圧電力 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	14.5
	架橋 ポリエチレン	ビニル	19(41)※1

※1：トリプレックス形：( )外は単芯外形，( )内は 3 本より合わせ外径を示す。

3.　試験方法及び判定基準

UL 垂直燃焼試験(UL1581 1080VW-1 Flame Test)を準拠して試験を実施する。試験方法について，第 4-2-2 表に示す。

第 4-2-2 表　自己消火性の実証試験の概要(UL1581 1080VW-1 Flame Test)

供試体の据付例	 単位：mm
試験内容	・供試体を垂直に保持し，20 度の角度でバーナの炎をあてる。 ・15 秒着火，15 秒休止※2 を 5 回繰り返し，試料の燃焼の程度を確認する。
火源	チリルバーナ
使用燃料	メタンガス
試験回数	３回（回数の規定なし）
判断基準	① 残炎による燃焼が 60 秒を超えない。 ② 表示旗が 25%以上焼損しない。 ③ 落下物によって下に設置した外科用綿が燃焼しない。

※２：「前回のガス接炎が終了した後の接炎休止時間 15 秒を超えて試験品による自己燃焼が持続する場合には，当該自己燃焼が消滅した後に次回のガス炎の接炎を行う。」（UL1581 1080.13 より抜粋）

4.　試験結果

自己消火性の試験結果のまとめを第 4-2-3 表に，各供試体の実証試験結果の詳細を第 4-2-4 表に示す。

5.　評価

供試体ケーブルは自己消火性を有することを実証した。

第 4-2-3 表　自己消火性の実証試験結果のまとめ

ケーブル種類	絶縁材料	シース材料	外径 (mm)	最大残炎時間 (秒)	表示旗の損傷 (%)	綿の燃焼	判定結果
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5	12	0	無	良
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	13	0	無	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	16	0	無	良
	架橋ポリエチレン	ビニル	19(41)※3	0	0	無	良

※３：トリプレックス形：（)外は単芯外径，( )内は３本より合わせ外径を示す。

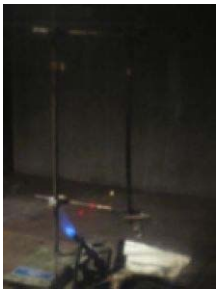
第 4-2-4 表　自己消火性の実証試験結果の詳細(1/8)

ケーブルの仕様
ケーブル種類：計装ケーブル
絶縁材：架橋ポリエチレン
シース材：ビニル
ケーブル外径：9.5mm　熱容量：104J/K・m

No	残炎時間（秒）						表示旗の損傷(%)	綿の損傷
	1	2	3	4	5	最大		
1	0	2	2	2	12	12	0	無
2	0	1	2	3	11	11	0	無
3	0	2	2	7	11	11	0	無

第 4-2-4 表　自己消火性の実証試験結果の詳細(2/8)

ケーブルの仕様
ケーブル種類：計装ケーブル
絶縁材：架橋ポリエチレン
シース材：ビニル
ケーブル外径：9.5mm　熱容量：104J/K・m

No	試験前	残炎後着火時	試験後	判定結果
1				良
	最大残炎時間：12 秒（5 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
2				良
	最大残炎時間：11 秒（5 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
3				良
	最大残炎時間：11 秒（5 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	

第 4-2-4 表　自己消火性の実証試験結果の詳細(3/8)

ケーブルの仕様
ケーブル種類：制御ケーブル
絶縁材：架橋ポリエチレン
シース材：ビニル
ケーブル外径：9.9mm　熱容量：116J/K・m

No	残炎時間（秒）						表示旗の損傷(%)	綿の損傷
	1	2	3	4	5	最大		
1	1	1	3	3	2	3	0	無
2	1	2	2	4	3	4	0	無
3	0	13	3	2	9	13	0	無

第 4-2-4 表　自己消火性の実証試験結果の詳細(4/8)

ケーブルの仕様
ケーブル種類：制御ケーブル
絶縁材：架橋ポリエチレン
シース材：ビニル
ケーブル外径：9.9mm　熱容量：116J/K・m

No	試験前	残炎後着火時	試験後	判定結果
1				良
	最大残炎時間：3 秒（4 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
2				良
	最大残炎時間：4 秒（4 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
3				良
	最大残炎時間：13 秒（2 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	

第 4-2-4 表　自己消火性の実証試験結果の詳細(5/8)

ケーブルの仕様
ケーブル種類：低圧電力ケーブル
絶縁材：架橋ポリエチレン
シース材：ビニル
ケーブル外径：14.5mm　熱容量：252J/K・m

No	残炎時間（秒）						表示旗の損傷(%)	綿の損傷
	1	2	3	4	5	最大		
1	1	3	16	1	2	16	0	無
2	1	2	1	1	0	2	0	無
3	1	1	2	1	1	2	0	無

第 4-2-4 表　自己消火性の実証試験結果の詳細(6/8)

ケーブルの仕様
ケーブル種類：低圧電力ケーブル
絶縁材：架橋ポリエチレン
シース材：ビニル
ケーブル外径：14.5mm　熱容量：252J/K・m

No	試験前	残炎後着火時	試験後	判定結果
1				良
	最大残炎時間：16 秒（3 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
2				良
	最大残炎時間：2 秒（2 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
3				良
	最大残炎時間：2 秒（3 回目）		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	

第 4-2-4 表　自己消火性の実証試験結果の詳細(7/8)

ケーブルの仕様
ケーブル種類：低圧電力ケーブル
絶縁材：架橋ポリエチレン
シース材：ビニル
ケーブル外径：19mm　熱容量：681J/K・m

No	残炎時間（秒）						表示旗の損傷(%)	綿の損傷
	1	2	3	4	5	最大		
1	0	0	0	0	0	0	0	無
2	0	0	0	0	0	0	0	無
3	0	0	0	0	0	0	0	無

第 4-2-4 表　自己消火性の実証試験結果の詳細(8/8)

ケーブルの仕様
ケーブル種類：低圧電力ケーブル
絶縁材：架橋ポリエチレン
シース材：ビニル
ケーブル外径：19mm　熱容量：681J/K・m

No	試験前	残炎後着火時	試験後	判定結果
1				良
	最大残炎時間：0 秒		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
2				良
	最大残炎時間：0 秒		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	
3				良
	最大残炎時間：0 秒		表示旗の損傷：0% 綿の焼損：無	

内部発火に対する延焼防止性能の評価における調達管理

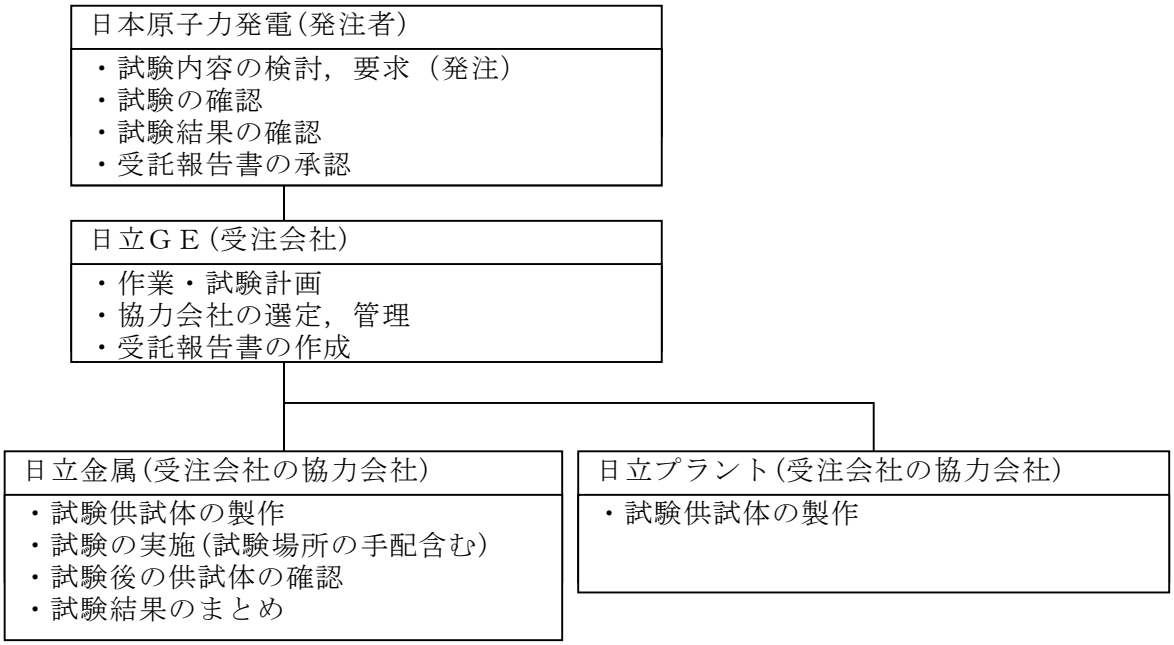
自己消火性及び延焼性確認試験は業務委託により実施しており，その際の調達管理については以下の通りである。

1. 業務委託内容の要求

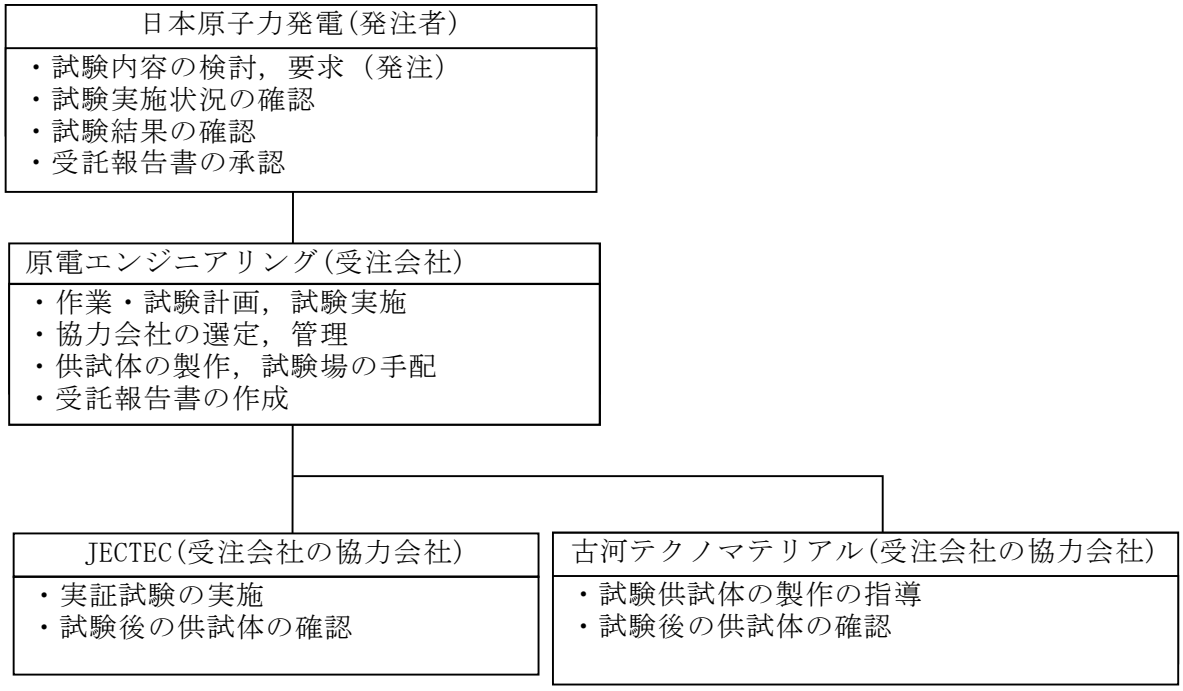
業務委託として，難燃性実証試験の実施体制や試験内容等を記載した調達文書を発注者及び受注会社とで同意し契約することにより，業務委託内容を受注会社へ要求する。受注者は調達文書の要求事項から実施計画書を発注者に提出し，発注者は実施計画書の適合性を確認する。

2. 実施体制と役割分担

(1) 自己消火性



(2)　延焼性確認



3.　難燃性確認試験の実施

受注会社は実施計画書に基づく実証試験を協力会社に実施させ，全数を立会い確認する。また，実証試験結果を受託報告書に纏め発注者へ報告する。なお，発注者は，実施計画書に基づく実証試験が的確に実施されていることを適宜立会いし確認する。

4.　試験結果の確認

発注者は受注会社から提出された受託報告書の内容を確認し承認する。

複合体内部の発火に対する延焼防止性能評価の確認方法

1. 目的

複合体内部の発火により燃焼したとしても，加熱源が除去された場合は複合体外郭，及び内部の燃焼が燃え止まることを確認する。

垂直又は水平等のトレイ設置方向による複合体内部の発火を模擬した燃焼試験を実施し，延焼の可能性のある設置方向を特定する。

また，上記により延焼の可能性のあると特定された設置方向について，ファイアストッパにて延焼を防止するとともに，複合体内部に閉鎖空間を設けることで，複合体内部での発火を想定しても複合体内部ケーブルが燃え止まることを確認する。

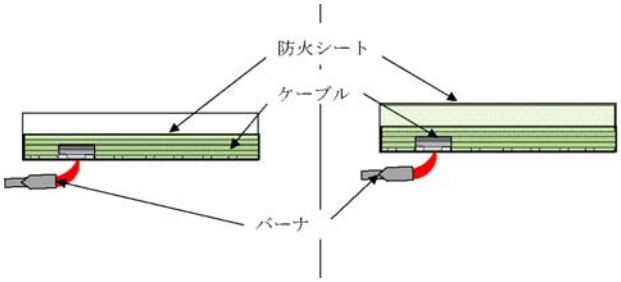
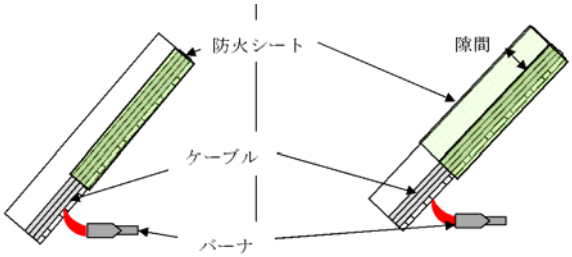
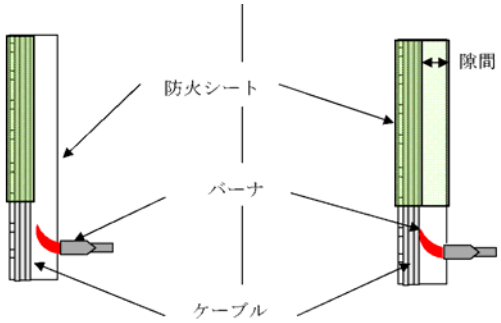
2. 延焼の可能性のあるトレイ設置方向の特定

2.1 供試体

本試験の供試体は，高浜１，２号炉の設置許可８条まとめ資料　別添１における，延焼の可能性のあるトレイの設置方向の特定に関する試験を参考に，試験結果を評価し選定する。引用した試験概要を第 4-4-1 表，試験結果を第 4-4-2 表に示す。

第 4-4-1 表　延焼の可能性のあるトレイ設置方向の

確認試験の概要（引用※1）

<table>
<tr><td rowspan="4">試験体の
据付例</td><td>設置方向</td><td>標準施行</td><td>空気量最大</td></tr>
<tr><td>水平</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>勾配
（45°）</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>垂直</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>火源</td><td colspan="3">リボンバーナ</td></tr>
<tr><td>使用燃料</td><td colspan="3">液化石油ガス</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="3">20kW</td></tr>
<tr><td>加熱時間</td><td colspan="3">20分
20分経過後バーナの燃焼を停止し，そのまま放置してケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。</td></tr>
<tr><td>試験回数</td><td colspan="3">１回</td></tr>
<tr><td>判定基準</td><td colspan="3">供試体の間で燃え止まること。</td></tr>
</table>

※１：引用「高浜１，２号炉の設置許可８条まとめ資料　別添１」

第4-4-2表　延焼の可能性のある設置状態の確認試験結果（引用※2）

トレイ設置方向	防火シートとケーブル間の隙間有無	最大損傷長［mm］
水平	無	440
	有	290
勾配（45°）	無	655
	有	745
垂直	無	500
	有	>1,800

※２：引用「高浜１，２号炉の設置許可８条まとめ資料　別添１」

2.1.1　供試体の選定

実機における複合体の形態として，防火シートは可能な限りケーブルに密着させた施工とするが，ケーブルトレイの形状から複合体内部に空気層ができる不確実性がある。このため，第 4-4-2 表の垂直トレイ設置方向おいて防火シートとケーブル間に隙間がある場合にはケーブルは延焼するものと判断し，垂直以外の水平と勾配におけるトレイ設置方向について試験を行う。

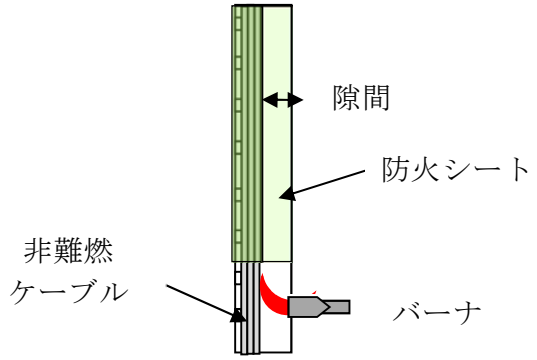
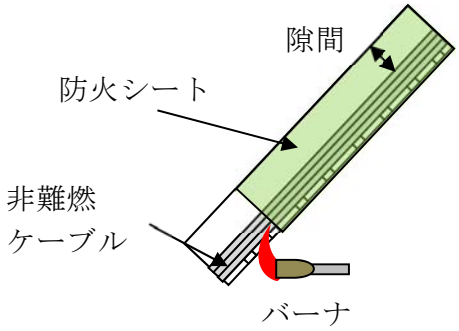
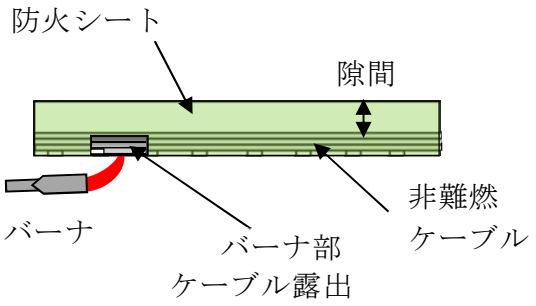
なお，供試体は本文 2.2 項で実機を代表するケーブルに選定した非難燃性ケーブルを用いる。

また，複合体は燃焼部のケーブルを露出させた状態のものについて燃焼試験を行う。

2.2　試験方法及び判定基準

試験では複合体内部の発火による延焼を考慮するため，複合体内部のケーブルを露出させた部分に外部の加熱源から加熱する。試験方法及び判定基準を第 4-4-3 表に示す。

第 4-4-3 表　トレイ設置方向の延焼性確認試験の概要

<table>
<tr><td rowspan="4">試験体の据付例</td><td>トレイ設置方向</td><td>複合体</td></tr>
<tr><td>垂直</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>勾配
（45°）</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>水平</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>火源</td><td colspan="2">リボンバーナ</td></tr>
<tr><td>使用燃料</td><td colspan="2">液化石油ガス</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="2">20kW</td></tr>
<tr><td>加熱時間</td><td colspan="2">20分
・バーナを点火し，20分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。</td></tr>
<tr><td>試験回数</td><td colspan="2">１回</td></tr>
<tr><td>判定基準</td><td colspan="2">供試体の間で燃え止まること。</td></tr>
</table>

3.　延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応

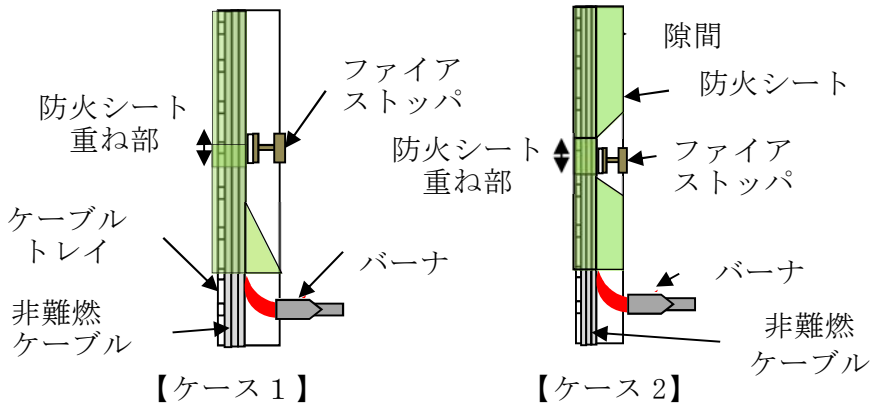
3.1　供試体

供試体は，2.項にて延焼の可能性のあると特定されたトレイ設置方向において，内部のケーブルの延焼を抑えるためファイアストッパを設置し，閉鎖空間を作る。また，防火シートとケーブルに隙間がない状態と隙間がある状態を模擬する。なお，複合体内部の発火を想定するため，燃焼部についてはケーブルを露出させた状態とする。

3.2　試験方法及び判定基準

本文3.項の結果を踏まえ，試験条件，試験方法を第4-4-4表に示す。

第4-4-4表　延焼性の高いトレイ設置方向の耐延焼性試験概要

試験体の据付例	
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
バーナ熱量	20kW
加熱時間	20分 ・バーナを点火し，20分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	各１回
判定基準	燃え止まること。

トレイの設置方向による延焼性の確認結果

1. 目的

複合体内部の発火に対して，垂直又は水平等のトレイ設置方向による複合体内部ケーブルの耐延焼性の試験を実施し，延焼の可能性がある設置方向について確認する。

2. 供試体

「高浜１，２号炉 設置許可８条まとめ資料 別添１」における燃焼の可能性のあるトレイ設置方向の特定に関する試験を参考に，試験結果を評価し選定する。

実機施工においては，複合体内部の酸素の量が定量的に管理できないことから，防火シートとケーブルに隙間が発生する可能性がある。このことから，試験においては，垂直のトレイ設置方向は延焼するものと評価し，トレイ設置方向の確認は水平及び勾配（45°）の 2 種類について延焼性を確認する。水平トレイでは整線形態に加え，念のため参考として，保守的に波状形態にして延焼性を確認する。また，勾配トレイについて，実機では非難燃ケーブル全面に延焼防止材が塗布されており，非難燃ケーブル単体で波状となっている箇所はないことから，整線状態で延焼性を確認する。

なお，実機で使用する非難燃ケーブル及びケーブルトレイについて実機施工を考慮した複合体により試験する。供試体の種類を第 4-5-1 表に示す。

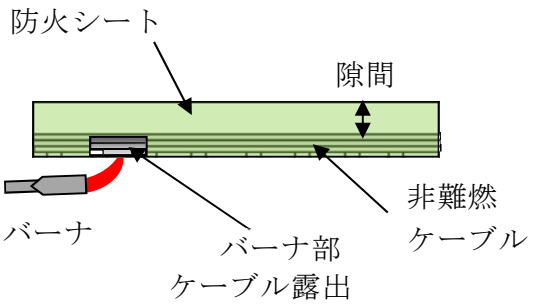
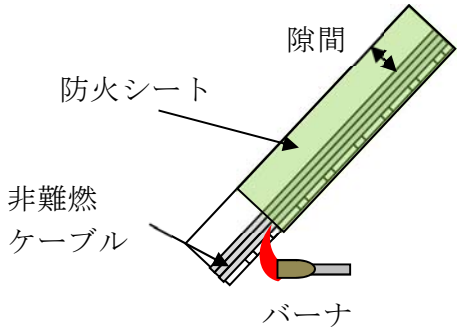
第 4-5-1 表　供試体の種類

<table>
<tr><th colspan="5">ケーブル</th><th colspan="2" rowspan="2">ケーブル
トレイ形状</th><th rowspan="2">防火シートと
ケーブルの
隙間の有無</th></tr>
<tr><th>ケーブル
種類</th><th>絶縁材</th><th>シース
材</th><th>外径
(mm)</th><th>敷設量</th></tr>
<tr><td rowspan="2">低圧電力
ケーブル</td><td rowspan="2">架橋ポリ
エチレン</td><td rowspan="2">ビニル</td><td rowspan="2">14.5</td><td rowspan="2">設計
最大量</td><td rowspan="2">ラダー</td><td>水平</td><td>有
(整線)
(参考:波状)</td></tr>
<tr><td>勾配
(45°)</td><td>有</td></tr>
</table>

3.　試験方法及び判定基準

試験条件，試験方法を第 4-5-2 表に示す。

第 4-5-2 表　トレイ設置方向による確認試験の概要

<table>
<tr><td rowspan="3">試験体の
据付例</td><td>トレイ設置方向</td><td>複合体</td></tr>
<tr><td>水平</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>勾配
（45°）</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>火源</td><td colspan="2">リボンバーナ</td></tr>
<tr><td>使用燃料</td><td colspan="2">液化石油ガス</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="2">20kW</td></tr>
<tr><td>加熱時間</td><td colspan="2">20 分
・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。</td></tr>
<tr><td>試験回数</td><td colspan="2">１回</td></tr>
<tr><td>判定基準</td><td colspan="2">供試体の間で燃え止まること。</td></tr>
</table>

4.　試験結果

試験結果のまとめを第 4-5-3 表，実証試験の詳細を第 4-5-4 表に示す。

5.　評価

複合体内部の発火に対して，延焼の可能性があるトレイ設置方向は垂直トレイである。

第 4-5-3 表　トレイの設置方向による延焼性の確認試験結果

トレイ設置方向	防火シートと ケーブルの隙間有無	最大損傷長 (mm)	判定結果
水平（整線）	有	740	良
水平（波状:参考）	有	1,690	良
勾配（45°）	有	850	良
垂直	有	—※1	否※1

※1：垂直は「高浜１，２号炉 設置許可８条まとめ資料 別添１」の燃焼の可能性の高いトレイ設置方向の試験結果を引用して評価し延焼すると判断した。

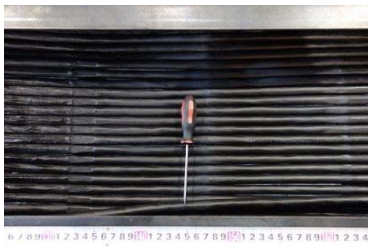
第 4-5-4 表　トレイの設置方向による延焼性の確認試験結果の詳細(1/2)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体
(バーナ部シート無)</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：設計最大量
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：水平</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td colspan="3"> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="5">損傷距離：シート(炭化:430mm)，シース(溶融:740mm，炭化:350mm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2">
シート炭化</td><td colspan="2">
シース炭化</td><td>
シース溶融</td></tr>
</table>

第 4-5-4 表　トレイの設置方向による延焼性の確認試験結果の詳細(参考)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体
(バーナ部シート無)</td><td colspan="3">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：設計最大量/波状
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：水平</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="3">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="3">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td colspan="4">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="5">損傷距離：シート(炭化:550mm)，シース(溶融:1,690mm，炭化:490mm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2">
シート炭化</td><td colspan="2">
シース炭化</td><td>
シース溶解</td></tr>
</table>

第 4-5-4 表　トレイの設置方向による延焼性の確認試験結果の詳細(2/2)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体
(バーナ部シート無)</td><td colspan="3">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：設計最大量
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：勾配（45°）</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="3">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="3">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="4">損傷距離：シート(炭化:770mm)，シース(溶融:850mm，炭化 540mm)</td></tr>
<tr><td>シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td>
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td colspan="2"> 
シース溶融</td></tr>
</table>

延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応の実証試験

1. 目的

複合体内部の発火に対して，延焼の可能性があると特定されたトレイ設置方向について，ファイアストッパにてシートとケーブルの隙間を閉鎖することで，複合体内部のケーブルが燃え止まることを確認する。

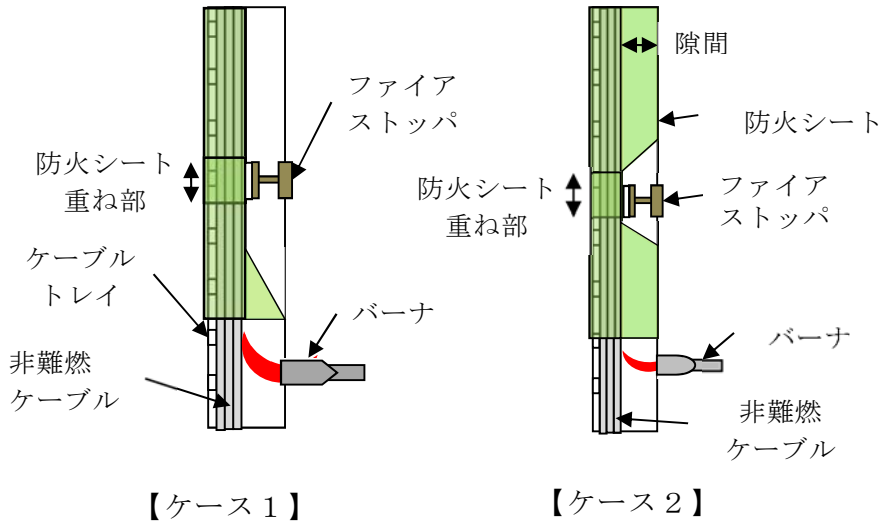
2. 供試体

本文 3.4.5 項にて示した，損傷長の比較による評価と延焼リスクを考慮した非難燃ケーブルを用いる。また，本文 4.3.5 項にて延焼の可能性のあるトレイ設置方向と特定した垂直トレイにおいて，ファイアストッパを取り付けたものとする。なお，ケーブルの量によりシートとケーブル間に隙間がない状態と隙間が発生する状態があるため，それぞれ確認する。

3. 試験方法及び判定基準

本文 3.項の結果を踏まえ，試験条件及び試験方法を延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応の実証試験の概要として第 4-6-1 表に示す。

第 4-6-1 表　延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応の実証試験概要

試験体の 据付例	
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
バーナ熱量	20 kW
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	1 回
判定基準	・燃え止まること。

4.　試験結果

実証試験結果のまとめを第 4-6-2 表に，実証試験結果の詳細を第 4-6-3 表に示す。

5.　評価

複合体内部のケーブル発火に対しては，ファイアストッパにて防火シートとケーブルの密着性を高めることで，複合体内部ケーブルが燃え止まることを確認した。

第 4-6-2 表　延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応の実証試験結果

ケーブル				ケーブルトレイ形状	複合体のケース	最大損傷長(mm)	判定結果
ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径(mm)				
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	ラダー（垂直）	1	1,070	良
					2	1,280	良

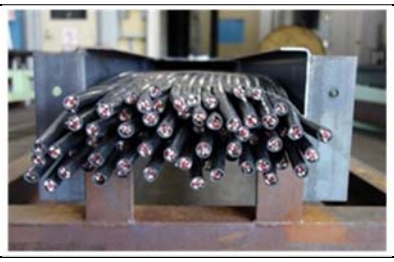
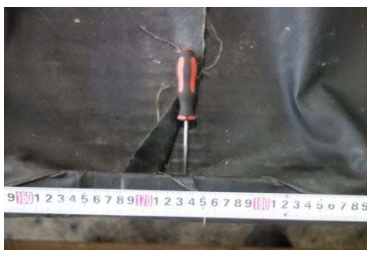
第 4-6-3 表　延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応の

実証試験結果の詳細(1/2)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体
(バーナ部シート無)</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：設計最大量
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm
ファイアストッパ位置：1,075～1,150mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>ケース 1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="5">損傷距離：シート(炭化:850mm)，シース(溶融:1,070mm，炭化:910mm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2">
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
</table>

第 4-6-3 表　延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応の

実証試験結果の詳細(2/2)

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体
(バーナ部シート無)</td><td colspan="3">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：設計最大量
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：水平</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="3">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm
ファイアストッパ位置：1,075～1,150mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="3">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="3">  </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>ケース2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="5">損傷距離：シート(炭化:1,140mm)，シース(溶融:1,280mm，炭化:1,090mm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
</table>

過電流模擬試験による防火シート健全性評価

1. 目的

過電流による過熱で複合体内部のケーブルから可燃性ガスが発生し，発火した場合においても防火シートの健全性（遮炎性能）が維持され，外部からの酸素供給パスになる損傷がないことを確認する。

2. 供試体

本文 2.2(2)項で選定したケーブル種類うち，燃焼の 3 要素を考慮し，発火時の影響が大きくなる最大径の高圧電力ケーブルを少量敷設し，メーカの標準施工方法に基づき施工したものを供試体とする。供試体を第 4-7-1 表に示す。

第 4-7-1 表　供試体

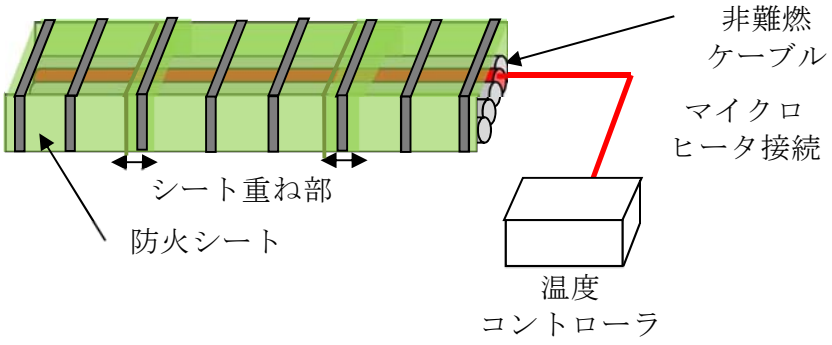
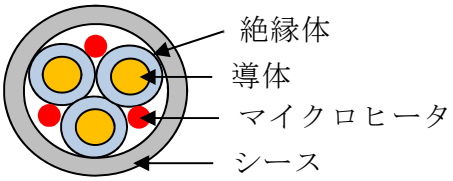
ケーブル種類	芯数-導体サイズ（mm^2）	絶縁材	絶縁材厚さ（mm）	シース材	シース厚さ（mm）	外径（mm）
高圧電力ケーブル	3C-325	架橋ポリエチレン	4.5	ビニル	1.5	71

3. 試験方法及び判定基準

ケーブル内部に設置したマイクロヒータを導体の代わりに通電することで，過電流模擬試験を実施し，ケーブルから発生する可燃性ガスの発火による火炎が防火シートの健全性に影響を与えないことを確認する。試験の概要を第 4-7-2 表に示す。なお，マイクロヒータ温度は高圧電力ケーブルの絶縁

材（架橋ポリエチレン）及びシース材（ビニル）の発火温度以上であり，ケーブルが発火することが確認された温度とする。過電流模擬試験の事前確認を添付資料 4-7 別紙 1 に示す。

第 4-7-2 表　過電流模擬試験の概要

試験装置 概要	【試験装置全体】  【加熱ケーブル内部】 
マイクロ ヒータ温度	650℃
試験内容	・少量敷設した高圧電力ケーブルの内の一条に対して，マイクロヒータを取り付け，絶縁材及びシース材の発火温度を超える温度で加熱する。 ・一定時間後，複合体内部においてケーブルから発生する可燃性ガス及びケーブルが発火することを確認する。 ・複合体内部の火炎について連続した外部への噴出の有無を確認する。
判定基準	複合体外部へ連続した火炎の噴出がないこと。

4.　試験結果

試験結果を第 4-7-3 表にまとめる。また，実証試験の詳細を第 4-7-4 表に示す。

5.　評価

過電流による複合体内部の発火を想定しても，防火シートの健全性は維持され，酸素供給パスとなる損傷は生じない。

第 4-7-3 表　過電流模擬試験結果

複合体外部へ 連続した火炎の噴出	判定結果
無	良

第 4-7-4 表　過電流模擬試験結果詳細

<table>
<tr><td colspan="4">ケーブル仕様
ケーブル敷設量：1 層敷設
ケーブル種類：高圧電力ケーブル
絶縁材：架橋ポリエチレン　　シース材：ビニル
ケーブル外径：71mm</td></tr>
<tr><td colspan="4">試験前</td></tr>
<tr><td>供試体上部</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td colspan="4">試験経過（側面）</td></tr>
<tr><td>0 秒</td><td colspan="3">通電開始</td></tr>
<tr><td>26 秒</td><td colspan="3">発煙(ケーブル)</td></tr>
<tr><td>10 分</td><td> </td><td>30 分</td><td> </td></tr>
<tr><td>43 分 40 秒</td><td>シート重ね部発煙
 </td><td>60 分</td><td> </td></tr>
<tr><td>68 分 07 秒</td><td colspan="3">ケーブル発火</td></tr>
<tr><td>70 分</td><td> </td><td>80 分</td><td> </td></tr>
<tr><td>90 分</td><td> </td><td>110 分</td><td> </td></tr>
<tr><td>供試体上部
（試験後）</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td>発火の有無</td><td colspan="3">有（68 分 07 秒）</td></tr>
<tr><td>火炎の連続噴出</td><td colspan="3">無</td></tr>
</table>

過電流模擬試験の事前確認

1. 目的

過電流による発火をマイクロヒータにて模擬できることを確認する。

2. 供試体

使用するケーブルの構成材料のうち，燃焼の 3 要素を考慮し，発火時の影響が大きくなる最大径の高圧電力ケーブルを供試体とする。供試体を第 1 表に示す。

第 1 表　供試体

ケーブル回路種別	芯数-導体サイズ (mm^2)	絶縁材	絶縁材厚さ (mm)	シース材	シース厚さ (mm)	外径 (mm)
高圧電力ケーブル	3C-325	架橋ポリエチレン	4.5	ビニル	1.5	71

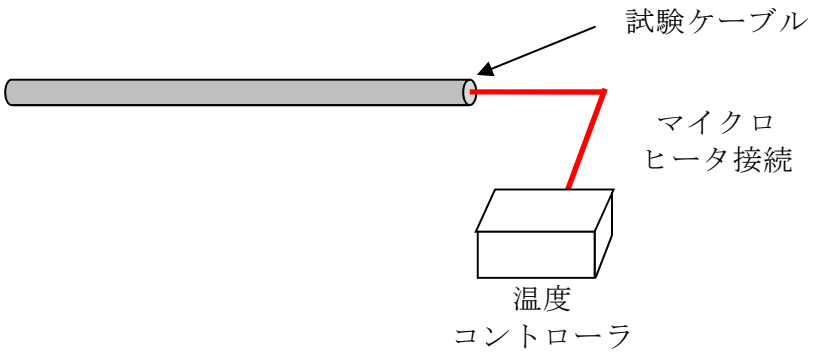
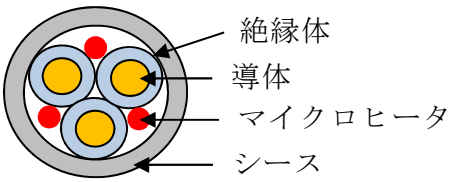
3.　試験方法及び判定基準

ケーブル内部に設置したマイクロヒータを高圧電力ケーブルの絶縁材及びシース材の発火温度以上で加熱することで，過電流発火を模擬できることを確認する。高圧電力ケーブルの絶縁材(架橋ポリエチレン)及びシース材(ビニル)の発火温度を第 2 表に示す。また，試験の概要を第 3 表に示す。

第 2 表　高圧電力ケーブル材料の発火温度

部位	材料	発火温度(℃)
絶縁体	架橋ポリエチレン	410
シース	ビニル	454

第 3 表　過電流模擬試験の事前確認概要

試験装置概要	【試験装置全体】  【試験ケーブル内部】 
マイクロヒータ温度	650℃
試験内容	・高圧電力ケーブルに対して，マイクロヒータを取り付け，絶縁材及びシース材の発火温度を超える温度で加熱する。 ・一定時間後，複合体内部においてケーブルから発生する可燃性ガス及びケーブルが発火することを確認する。 ・ケーブル発火の有無を確認する。
判定基準	ケーブルが発火すること

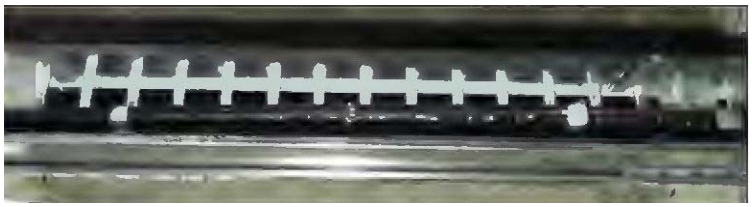
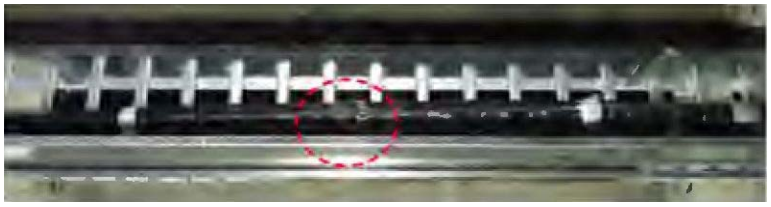
4.　試験結果

事前確認結果を第 4 表にまとめる。また，実証試験の詳細を第 5 表に示す。

第 4 表　過電流模擬試験の事前確認結果

ケーブル 回路種別	絶縁体	シース材	外径 (mm)	結果 (発火)
高圧電力 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	71	有

第 5 表　過電流模擬試験結果詳細

<table>
<tr><td colspan="3">ケーブル単体
ケーブル敷設量：1 条敷設
ケーブル種類：高圧電力ケーブル
絶縁材：架橋ポリエチレン
シース材：ビニル
ケーブル外径：71mm</td></tr>
<tr><td colspan="3">試験前</td></tr>
<tr><td>供試体上部</td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td colspan="3">試験中</td></tr>
<tr><td>試験開始</td><td>0 秒</td><td> </td></tr>
<tr><td>発煙</td><td>46 秒</td><td>  </td></tr>
<tr><td>発火</td><td>45 分 30 秒</td><td> </td></tr>
<tr><td>燃焼継続</td><td>47 分 00 秒</td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">発火の有無</td><td>有（45 分 30 秒）</td></tr>
</table>

複合体が不完全な状態における外部の火災に対する耐延焼性の確認結果

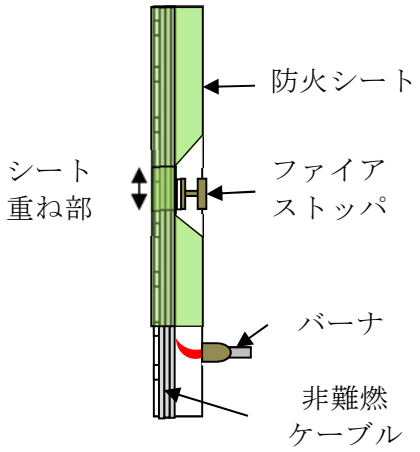
1. 目的

設計方針を満足する防火シートの施工ができることの管理及び維持管理を実施するものの，複合体の外郭である防火シートが不完全な状態でも，複合体外部の火災に対し，複合体が燃え止まることを確認する。

2. 試験方法と判定基準

試験方法と判定基準を第 5-1-1 表に示す。

第 5-1-1 表　防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験の概要

試験体の据付例	
不完全性の試験条件	ずれの大きさをケーブルが完全露出する 200mm とし，耐延焼性が確保されることを確認する。
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
バーナ熱量	20kW
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	1 回
判定基準	・燃え止まること。

3.　試験結果

複合体外部の火災に対して，防火シートのずれ及び傷があっても複合体が燃え止まることを確認した。参考として，難燃ケーブルの損傷長と比較し，複合体の損傷長が難燃ケーブルより短いことを確認した。試験結果を第 5-1-2 表に示す。また，試験結果の詳細を第 5-1-3 表に示す。

第 5-1-2 表　防火シートのずれを模擬した耐延焼性能確認結果

供試体	絶縁材/シース	ケーブル量	バーナ熱量(kW)	防火シートのずれ(mm)	最大損傷長(mm)	判定結果(燃え止まること)
複合体	架橋ポリエチレン/ビニル	設計最大量	20	300 露出:200	1,280	良
難燃ケーブル(参考)	難燃架橋ポリエチレン/難燃ビニル	設計最大量	20	—	1,780	—

第 5-1-3 表　防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験結果の詳細

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体
（バーナ部シート無）</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：設計最大量
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm
シート保持器具位置：1,075～1,150mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>—</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="5">損傷距離：シート（炭化：1,140mm），シース（溶融：1,280mm，炭化：1,090mm）</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2">
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
<tr><td colspan="2">判定結果</td><td colspan="3">良</td></tr>
</table>

複合体が不完全な状態における内部の火災に対する耐延焼性の確認結果

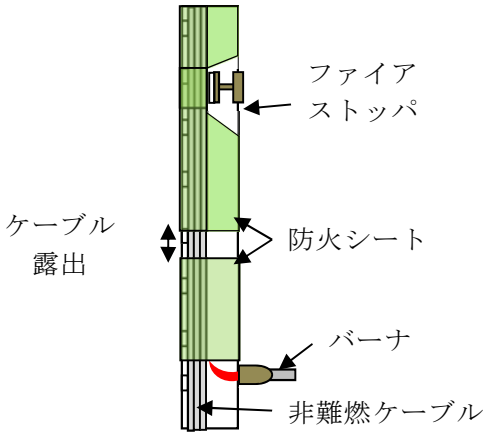
1. 目的

設計方針を満足する防火シートの施工ができることの管理及び維持管理を実施するものの，複合体の外郭である防火シートが不完全な状態でも，複合体内部の火災に対し，複合体が燃え止まることを確認する。

2. 試験方法と判定基準

試験方法と判定基準を第 5-2-1 表に示す。

第 5-2-1 表　防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験の概要

試験体の据付例	
不完全性の試験条件	ずれの大きさは，シート保持器具及び結束ベルトが同じ箇所でそれぞれ 1 つ脱落し，防火シートが剥がれたこととするため，約 330mm のシートずれ（ケーブル露出約 230mm）を設定し，耐延焼性を確認する
火源	リボンバーナ
使用燃料	液化石油ガス
バーナ熱量	20kW
加熱時間	20 分 ・バーナを点火し，20 分経過後，バーナの燃焼を停止し，ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。
試験回数	1 回
判定基準	燃え止まること。

3.　試験結果

複合体内部の火災に対して，防火シートのずれ，隙間及び傷があっても複合体がファイアストッパまでの間で燃え止まることを確認した。試験結果を第 5-2-2 表に示す。また，試験結果の詳細を第 5-2-3 表に示す。

第 5-2-2 表　防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験結果

供試体	ケーブル量	バーナ熱量(kW)	防火シートのずれ(mm)	ファイアストッパの設置位置(バーナからの距離)(mm)	最大損傷長(mm)	判定結果
複合体	設計最大量	20	330 露出:230	1,675～1,750	1,770	良

第 5-2-3 表　防火シートのずれを模擬した耐延焼性能試験結果の詳細

<table>
<tr><td rowspan="4">供試体</td><td>複合体
（バーナ部シート無）</td><td colspan="4">ケーブル種類：低圧電力ケーブル
ケーブル外径：14.5mm　　敷設量：設計最大量
絶縁材：架橋ポリエチレン　シース：ビニル
トレイ設置方向：垂直</td></tr>
<tr><td>防火シートの施工</td><td colspan="4">シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm
シート保持器具位置：1675mm～1750mm
シート間ケーブル露出：230mm</td></tr>
<tr><td>バーナ熱量</td><td colspan="4">20kW</td></tr>
<tr><td>供試体の断面</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">No</td><td colspan="3">加熱時間</td><td rowspan="2">消炎後</td></tr>
<tr><td>5 分後</td><td>10 分後</td><td>20 分後</td></tr>
<tr><td>—</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="5">損傷距離：シート（炭化：1,710mm），シース（溶融：1,770mm，炭化：1,630mm）</td></tr>
<tr><td colspan="2">シートの状況</td><td colspan="3">ケーブルの状況</td></tr>
<tr><td colspan="2">
シート炭化</td><td>
シース炭化</td><td colspan="2">
シース溶融</td></tr>
<tr><td colspan="2">判定結果</td><td colspan="3">良</td></tr>
</table>

防火シートによるケーブルへの影響

複合体はケーブル及びケーブルトレイを防火シートで覆ったものであるため，防火シートがケーブルの機能に与える影響が軽微でありケーブルの設計範囲内であることを確認する。

1. 通電機能

ケーブルの通電機能は絶縁体の許容温度の範囲内で機器等への電流が通電できることである。そのため，通電機能への影響は，防火シートの施工前後の電流値を測定する電流低減率試験に基づき確認する。

1.1 電流低減率試験

(1) 目的

防火シートで複合体を形成することによる放熱性の低下が，ケーブルの通電機能に対し影響がないことを確認する。

(2) 試験結果

試験結果のまとめを第 6-1-2 表に示す。また，試験結果の詳細を第 6-1-3 表に示す。

第 6-1-2 表　試験結果のまとめ

項　目	防火シートなし	防火シート有り
通電電流 (A)	26.97	23.34
基準周囲温度(補正温度) (℃)	40.00	40.00
導体温度(℃)	90.00	90.00
電流低減率(%)	基準	13.46

注：通電電流は基準周囲温度に補正後の値を示す。

第 6-1-3 表　試験結果の詳細

測定項目	防火シートなし		防火シート有り	
	測定値	温度補正	測定値	温度補正
通電電流平均値(A)	32.73	26.97	28.68	23.34
周囲温度平均値(℃)	18.13	40.00	16.42	40.00
導体(6～10)最大温度(℃)	92.31	90.00	92.51	90.00
導体(6～10)平均温度(℃)	89.77		89.99	
導体(1～5)平均温度(℃)	87.96		86.00	
導体(11～15)平均温度(℃)	87.30		85.84	
ケーブル表面平均温度 (℃)	71.34		71.86	
電流低減率(%)		基準		13.46

注：通電電流は基準周囲温度に補正後の値を示す。

(3)　評価

東海第二発電所では使用ケーブル選定時に以下の項目について設計裕度を持たせている。

① ケーブル敷設低減率:ケーブルトレイ又は電線管等のケーブル量による蓄熱を考慮した許容電流の低減率設定

② 負荷となる機器の出力設定（電圧及び力率含む）

③ ケーブル選定時の設計電流と実際の許容電流の設計裕度

火災防護対象機器の中で上記①，②を考慮して保守的に設定しているケーブル設計電流に対し，機器の定格電流が大きく設計裕度が最も小さくなる機器を選定し確認した。設計裕度の確認結果を第 6-1-4 表に示す。

第 6-1-4 表　ケーブルの設計裕度

ケーブル種類	ケーブル材料（絶縁材/シース材）	ケーブル設計電流（A）	定格電流（A）	設計裕度（%）
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン/ビニル	97	72	34

その結果，ケーブルの設計裕度 34%に対し，防火シートによる電流低減率は 13.46%であり，設計裕度の方が大きく，ケーブルの設計範囲内であり防火シートによる通電機能に影響はない。

2.　絶縁機能

2.1　絶縁抵抗試験

(1)　目的

防火シートの施工によりケーブルの絶縁特性に影響がないことを確認する。

(2)　試験結果

試験結果を第 6-1-4 表にまとめる。

第 6-1-4 表　絶縁抵抗試験結果

No	相	判定基準	測定値（MΩ）	判定結果
1	R	2,500MΩ以上	8.98×10^{6}	良
	S		1.02×10^{7}	良
	T		8.86×10^{6}	良
2	R		9.61×10^{6}	良
	S		1.06×10^{7}	良
	T		7.68×10^{6}	良

(3)　評価

防火シートの施工によるケーブルの絶縁特性に影響はない。

2.2　耐電圧試験

(1)　目的

防火シートの施工によって耐電圧特性に影響がないことを確認する。

(2)　試験結果

試験結果を第 6-1-5 表にまとめる。

第 6-1-5 表　耐電圧試験結果

No	相	判定基準	判定結果
1	R	絶縁破壊がないこと	良
	S		良
	T		良
2	R		良
	S		良
	T		良

(3)　評価

防火シートの施工によるケーブルの耐電圧に影響はない。

3.　ケーブルシースへの影響

3.1　化学的影響

(1)　目的

防火シートが直接触れることによるケーブルシースへの化学的な影響を確認する。

(2)　試験結果

測定値（pH）:6.4　試験結果「良」

(3)　評価

防火シートの pH 測定値が，中性の範囲内であり,直接防火シートが触れることによるケーブルシースへの影響がないことを確認した。

防火シートによるケーブルトレイへの影響

東海第二発電所のケーブルに対する代替措置としてケーブルトレイに敷設されたケーブルに対し防火シートを施工することとしている。そのため，ケーブルトレイの保持機能への影響として，シートによる化学的影響及び重量増加の影響を確認する。

1. ケーブルトレイ材質への影響

1.1 化学的影響

(1) 目的

防火シートが直接触れることによるケーブルトレイ材質への化学的な影響を確認する。

(2) 試験結果

測定値（pH）:6.4 試験結果良好。

(3) 評価

防火シートの pH 測定値が，中性の範囲内であり,直接防火シートが触れることによるケーブルトレイ材質への影響がないことを確認した。

2.　防火シート施工による重量増加によるケーブルトレイ保持機能への影響

2.1　重量増加の影響

(1)　ケーブルトレイの種類

非難燃性ケーブルを敷設しているケーブルトレイの形状は，梯子状のラダートレイと鉄板上のソリッドトレイがありケーブルの回路種別により使い分けている。また，ケーブルの量によりケーブルトレイの幅を選定している。

(2)　ケーブルトレイの重量

ケーブルトレイの重量は，ケーブルトレイの形状及び幅により異なり，ケーブルの量を考慮した設計としている。

(3)　防火シートの質量

防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）の質量は技術資料より，1巻（1m×10m）で約7kg，結束ベルトは1束（10本）で約0.1kgである。

(4)　防火シート施工による重量増加

非難燃性ケーブルを敷設するケーブルトレイについて防火シートのメーカの標準施工により増加する重量を確認した結果，防火シート1巻で幅600mm高さ120mmのケーブルトレイを4.5m巻くことができる。また，結束ベルトは300mmごとに設置するためケーブルトレイ3mで0.1kgの増加となる。

第6-2-1表に防火シートによるトレイ重量の増加割合を示す。

第 6-2-1 表　防火シート施工によるケーブルトレイの重量増加

ケーブルトレイ				防火シート	
トレイタイプ	幅（mm）	高さ（mm）	設計重量(kg/m)	重量(kg/m)	重量増加率(%)
ラダー	300	120	40	1.3	3.3
	450	120	60	1.5	2.5
	600	120	75	1.7	2.3
	750	120	93.75	2.0	2.1
ソリッド	150	120	25	1.0	4.0
	300	120	40	1.3	3.3
	450	120	60	1.5	2.5
	600	120	75	1.7	2.3
	750	120	93.75	2.0	2.1

注：防火シートはケーブルトレイの形状に沿った施工とし，裕度を持たせた保守的な質量で計算している。

(5)　評価

ケーブルトレイの設計重量はケーブルトレイにケーブルを設計最大量にした状態における重量に対して，ラダータイプで 5%以上，ソリッドタイプで 14%以上の余裕あり，防火シート施工による重量増加はこの範囲内に納まっており，防火シート施工によるケーブルトレイのケーブル保持機能に影響はない。なお，ケーブルトレイの重量に対する設計裕度は別に保有している。

また，既設のケーブルトレイサポートはケーブル量に応じて耐震補強している。

防火シートの施工性の確認

1. 目的

防火シートが各種形状のトレイに対して設計通りに施工ができるか確認する。また,垂直部に対してはファイアストッパが設置できることを確認する。

2. 施工の試験体

実機に設置されるケーブルトレイを試験体として,ケーブル等は移動せず,ケーブルトレイ等の独立性を維持した状態で防火シートを標準的な方法で施工する。施工確認するケーブルトレイは計装用及び制御用を選定し試験施工することとする。なお，試験施工する範囲は以下とする。

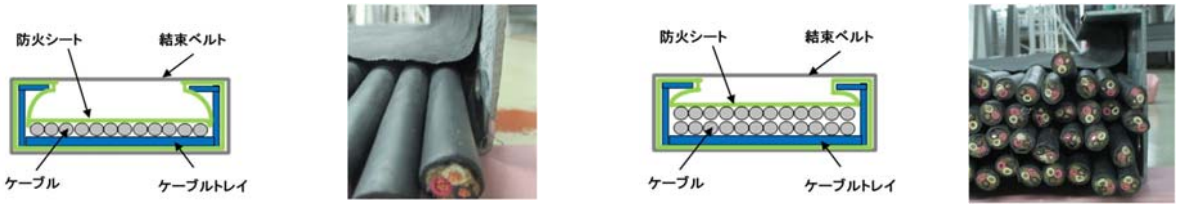
(1) 原子炉建屋付属棟

(2) 原子炉建屋原子炉棟

3. 施工の確認方法

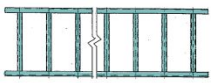
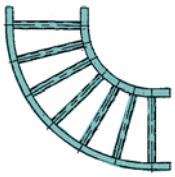
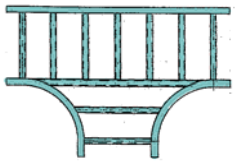
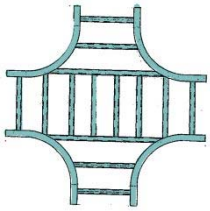
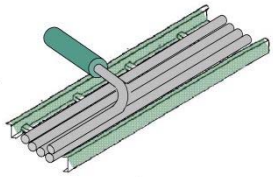
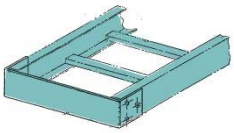
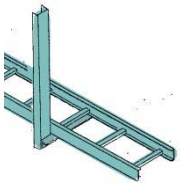
ケーブルトレイは様々な形状で実機に設置されていることから，標準的な防火シートの施工方法に基づいて施工し，設計通りの施工ができることを確認する。防火シートの標準的な施工については，複合体内部の空気を極力抑制する標準施工（第 7-1-1 図）を採用し，延焼の可能性が高いトレイ設置方向については防火シート内部の閉鎖空間を作るため，ファイアストッパを設置する施工とする。また，狭隘部や干渉物などが存在し防火シートの施工が難しい箇所については，標準施工ができることを試験施工で確認し，方法等を施工要領に反映する。なお，試験的な施工性確認として，実機ケーブルトレイを用いるため，独立性及び離隔距離の観点からケーブル及びケーブルト

レイを動かさない状態で，十分な安全性を確保したうえで実施する。施工確認する実機のケーブルトレイ形状について第 7-1-2 図に示す。



a. ケーブル少量時の施工断面　　b. ケーブル満載時の施工断面

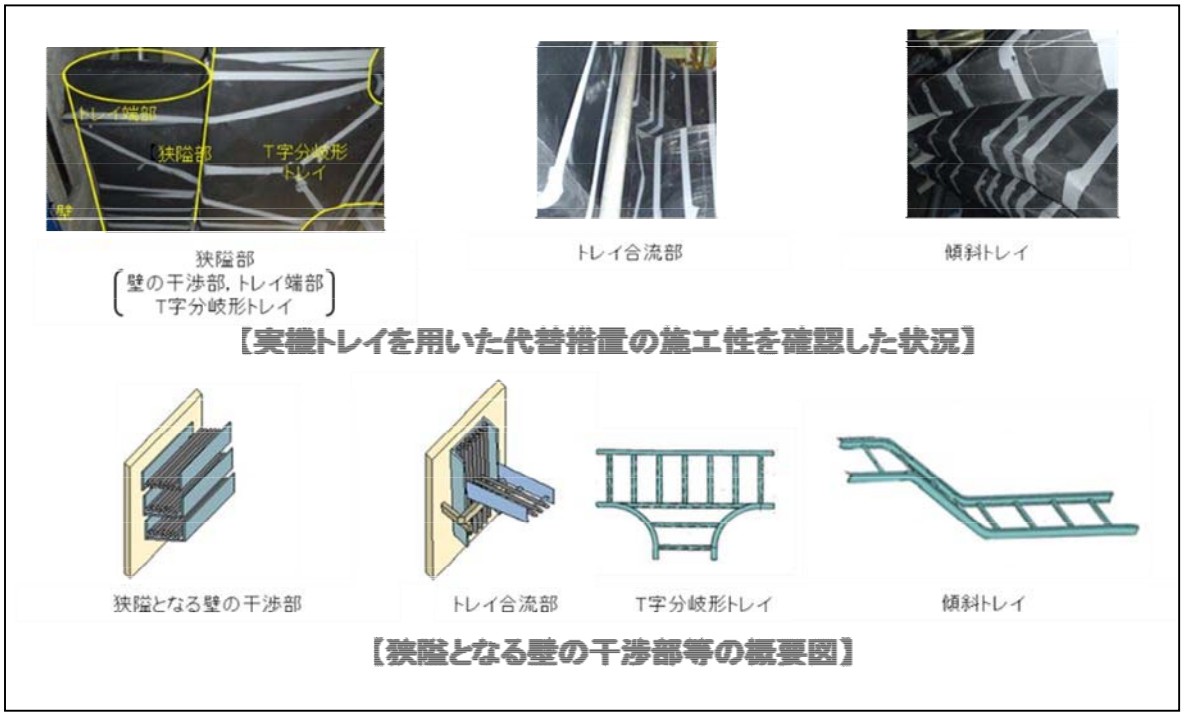
第 7-1-1 図　標準施工の概要

トレイ形状	構造（例）	トレイ形状	構造（例）
直線形		傾斜形	
Ｌ字形		Ｔ字分岐形	
十字分岐形		電線管 合流部	
トレイ端部		トレイ サポート部	

第 7-1-2 図　実機のケーブルトレイ形状

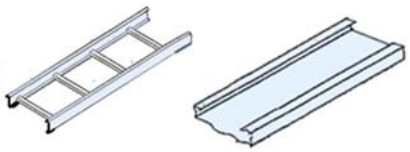
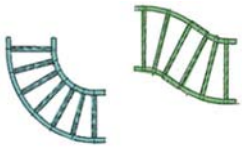
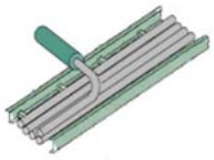
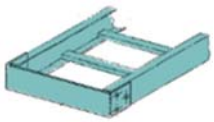
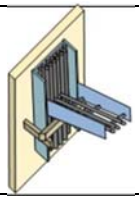
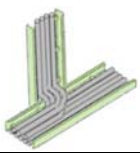
４．施工の確認結果

試験施工の結果，実機で使用しているケーブルトレイの形状に対し，防火シートの標準施工により，設計どおりの複合体が形成できることを確認した。狭隘となる壁の干渉部及びトレイの端部，トレイの合流部，T 字分岐形トレイ，傾斜トレイ等について施工例を第 7-1-3 図に示すとともに，各種ケーブルトレイ形状に対する試験施工確認結果を第 7-1-4 図に示す。また，垂直方向設置トレイに対するファイアストッパの取付けについて，施工方法どおりに設置できることを確認した。実機トレイへの施工例を第 7-1-5 図に示す。

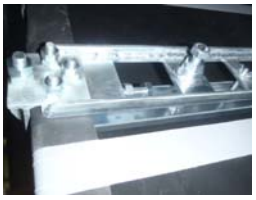


第 7-1-3 図　狭隘部等への施工例

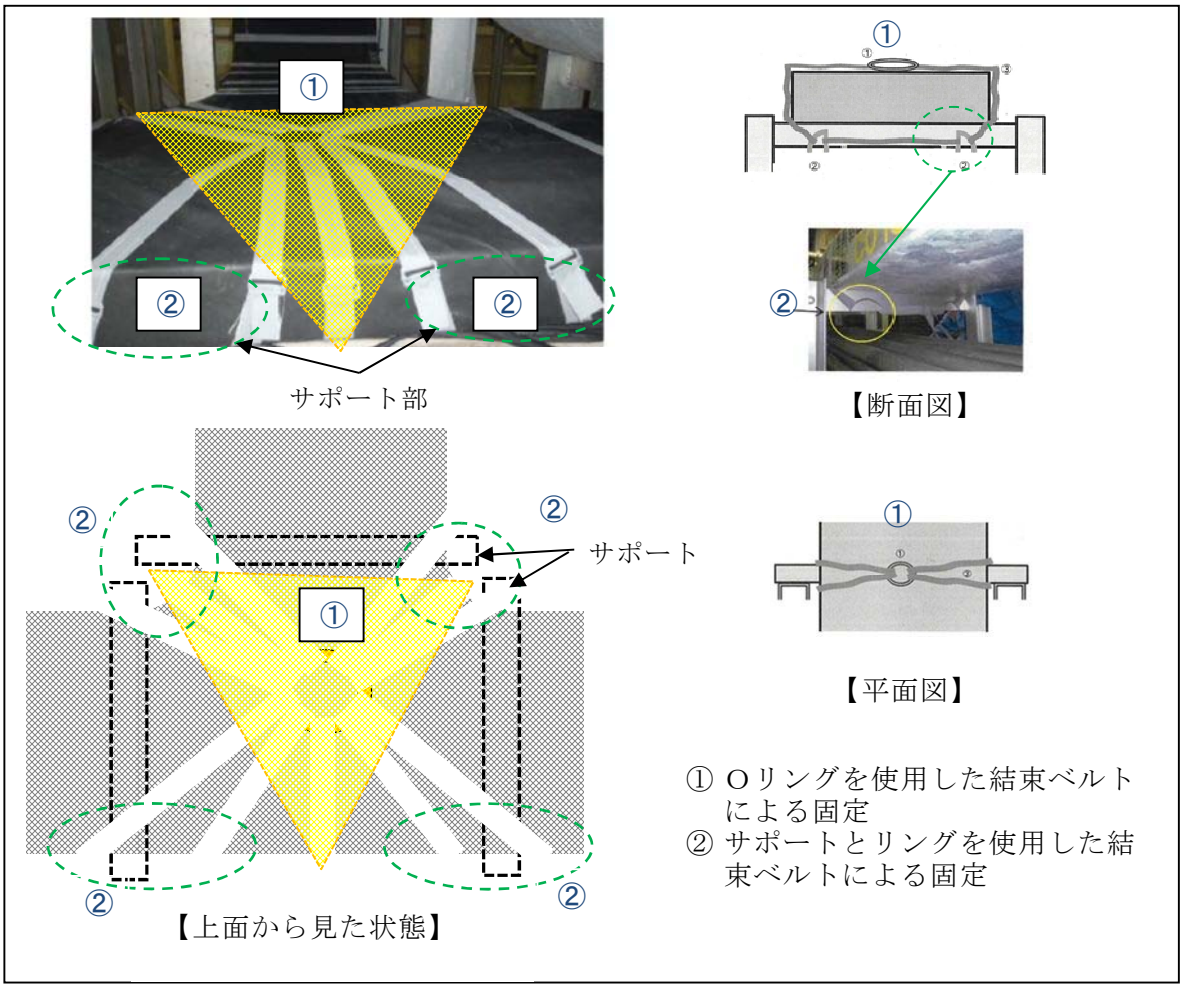
なお，防火シートを固定する結束ベルトの取付けについて，固定が難しいケーブルトレイ形状に対しても，金属製のリングを使うことにより，確実に防火シートを固定することができることを確認した。施工例を第 7-1-6 図に示す。

No.	トレイ形状	構造図	複合体施工例
1	直線形状の水平型		
2	直線形状の垂直型		
3	L 字形，S 字形		
4	T 字分岐形，十字分岐形		
5	電線管分岐(躯体貫通部)		
6	傾斜型		
7	トレイ端部		
8	トレイ合流垂直 (同じ向き)		
9	トレイ合流垂直 (異なる向き)		

第 7-1-4 図　実機のケーブルトレイへの防火シートの施工試験結果



第 7-1-5 図　垂直設置方向トレイに対するファイアストッパ施工例



第 7-1-6 図　T 字分岐ケーブルトレイの結束ベルト施工例