

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、現場の各種電源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 NFPA 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/m²/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(m³又はkg)

火災区画の面積: 火災区画の床面積(m²)

燃焼率としてはNFPA(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

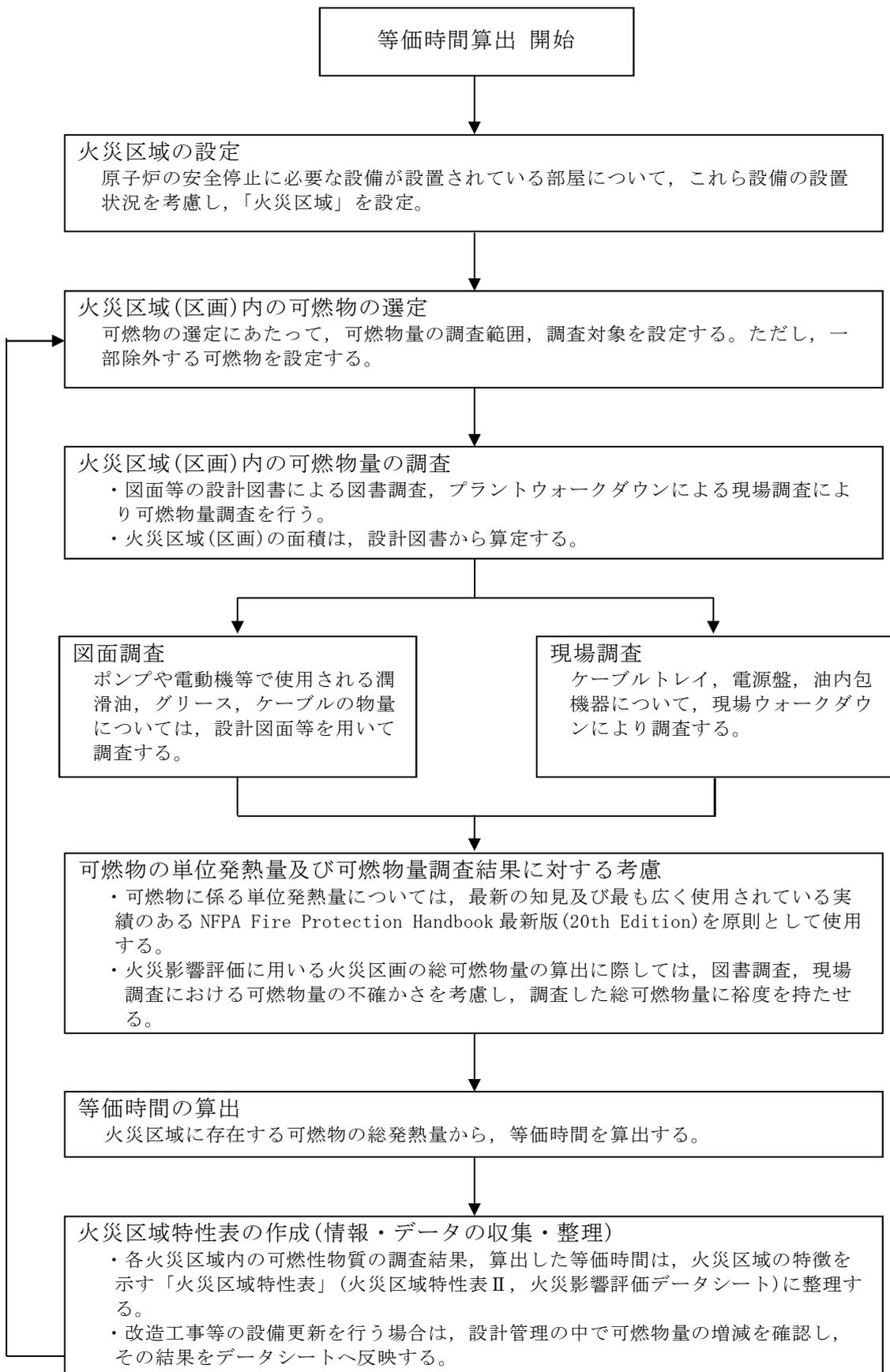
火災荷重・等価時間の管理については、「火災区域特性表」を用いて内部火災影響評価の一環として実施する。等価時間の算出手順を含めた内部火災影響評価の手順及び実施頻度については、火災防護計画で定める。

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-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

--	--	--	--

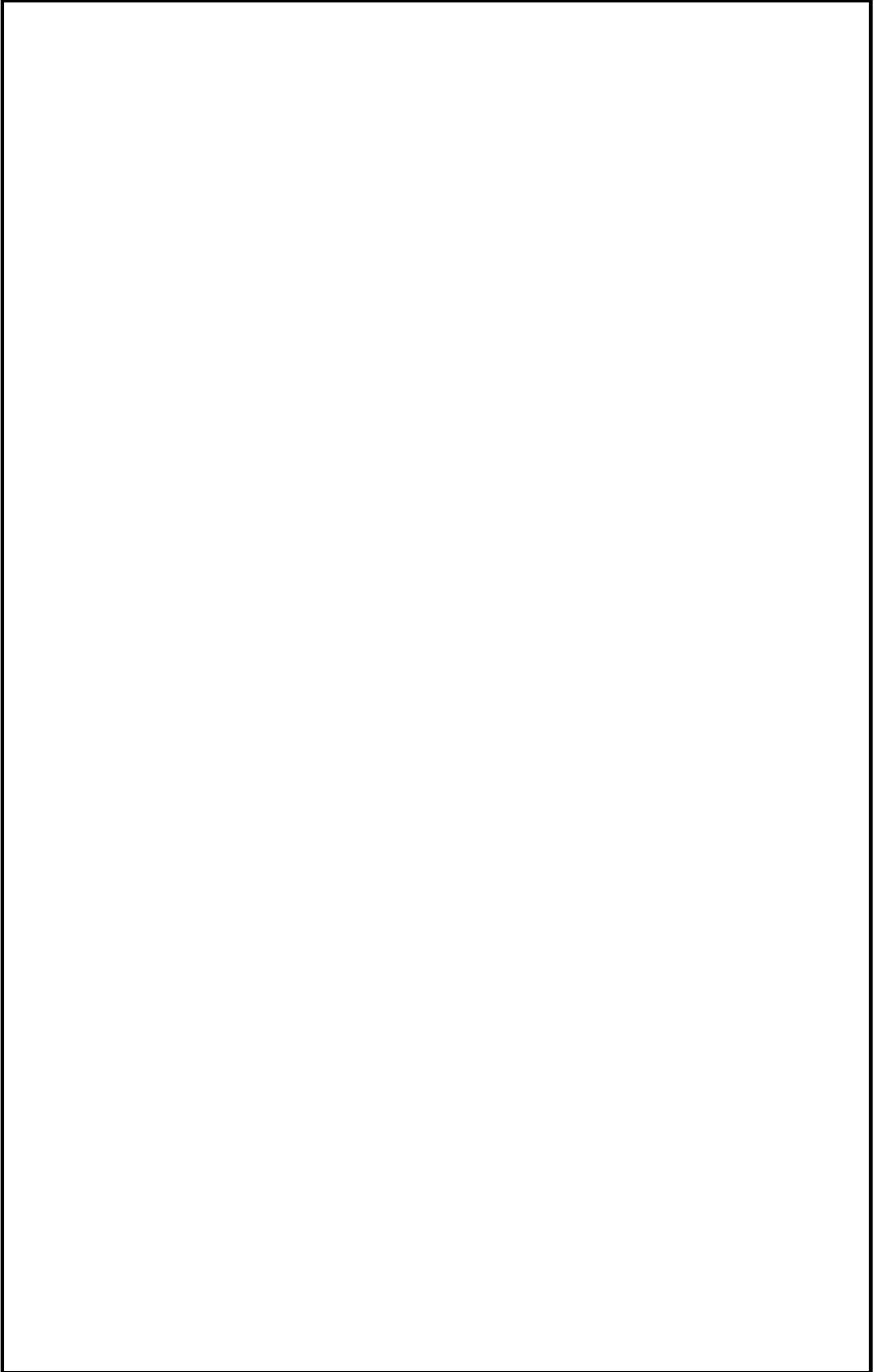
火災区域特性表Ⅴ

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

--	--	--	--



東海第二発電所

非難燃ケーブルの対応について

<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場合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 複合体内部の発火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 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
- 添付資料 5-2 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

添付資料 6-1 防火シートによるケーブルへの影響

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

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取り替えたケーブルは、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（外部の火炎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

- ・電氣的機能（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開発された防火シートを採用する。

②内部ケーブルの電氣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。

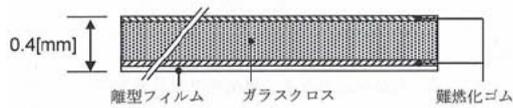
※3：防火シートには、建築基準法で定められた不燃材で防火設備に求められる遮炎性及び使用環境に対応した耐久性を有しているプロテコ®シート-P2・ecoを採用する。また、後述する施工方法によることで想定される外力（地震）ではケーブルが露出

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。

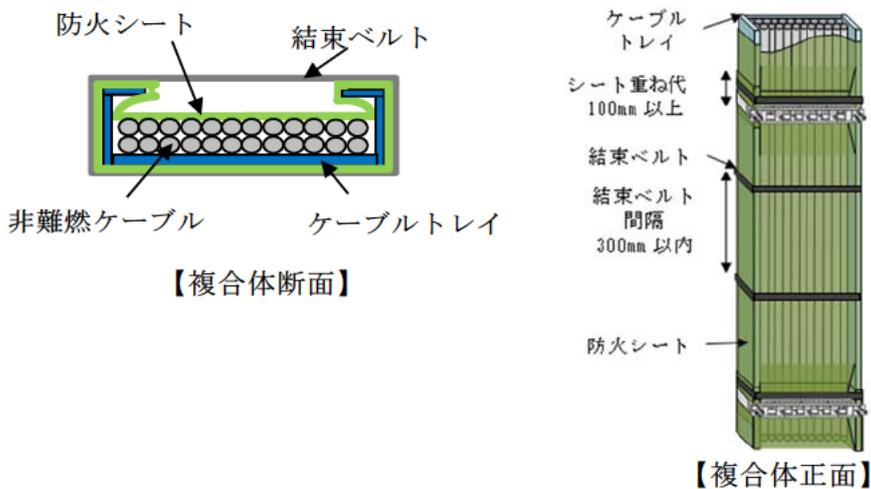
【防火シートの仕様】

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）



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、ファイアストップ）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】

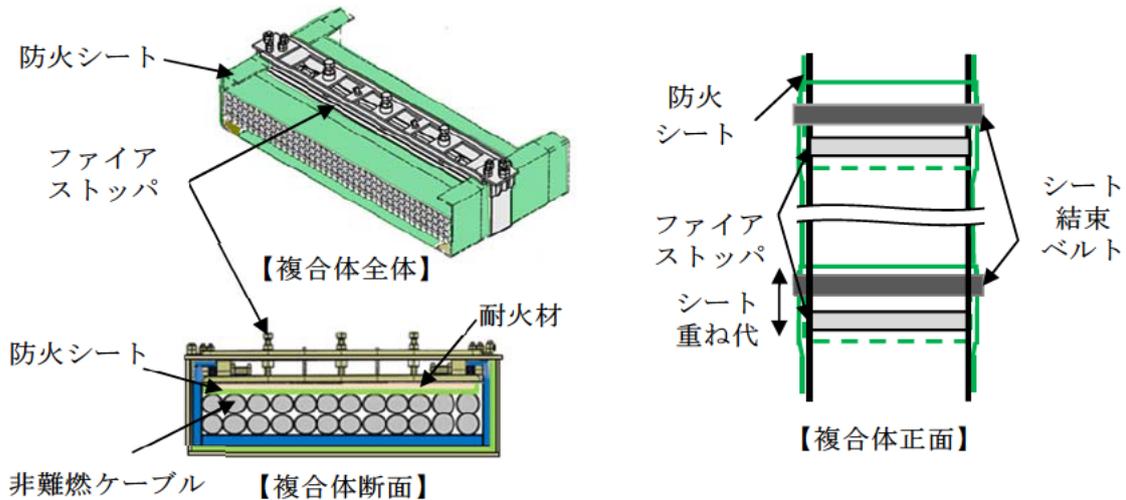
- ① 不燃材の防火シートで覆うこと及び延焼性の高いトレイ設置方向にはファイアストップ設置による酸素量の抑制空間を形成する。

（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体内酸素量を抑制する。

ファイアストップの施工方法を添付資料 1-6 に示す。また、ファイアストップの施工例を第 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 ファイアストップの施工例

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】

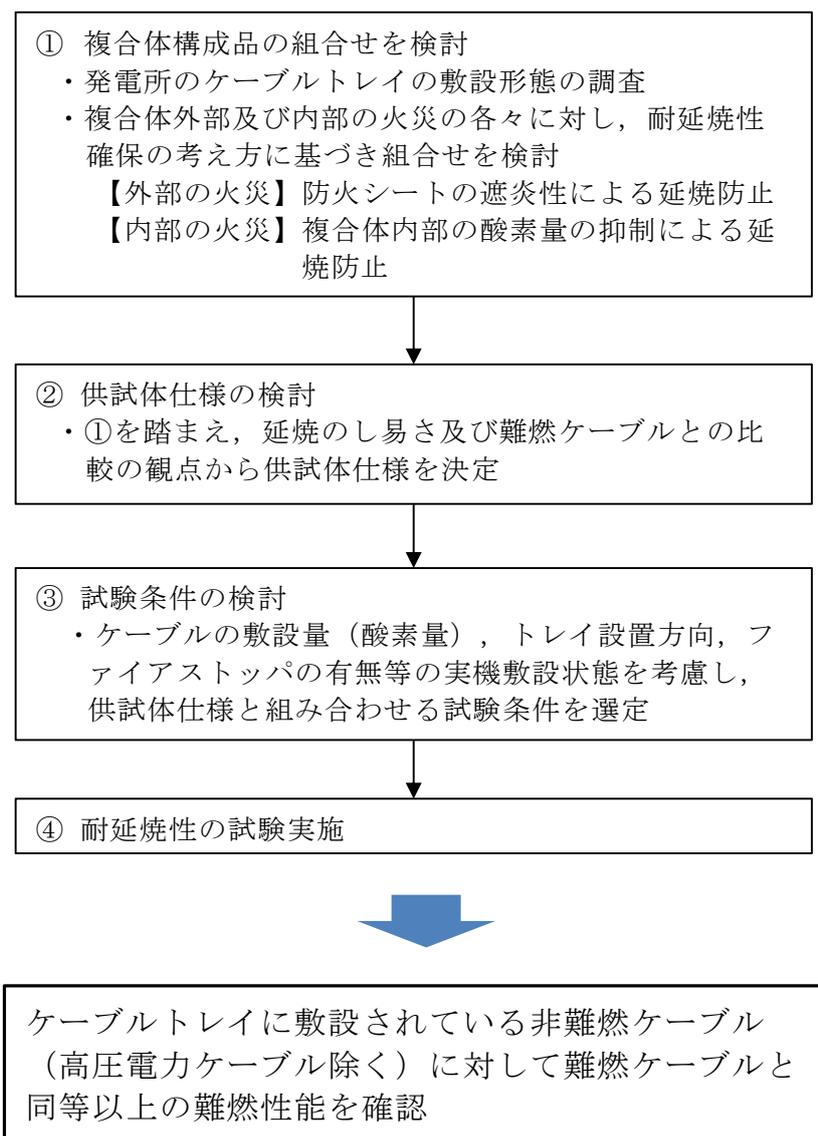
- ・ 想定外の施工不良，傷等による複合体の不完全な状態までも考慮し，安全余裕（設計裕度）を持たせた難燃性能の確保を目標として設定

(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、複合体内部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プ及び結束ベルト 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プ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プ及び結束ベルト 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氣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氣的機能への影響

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

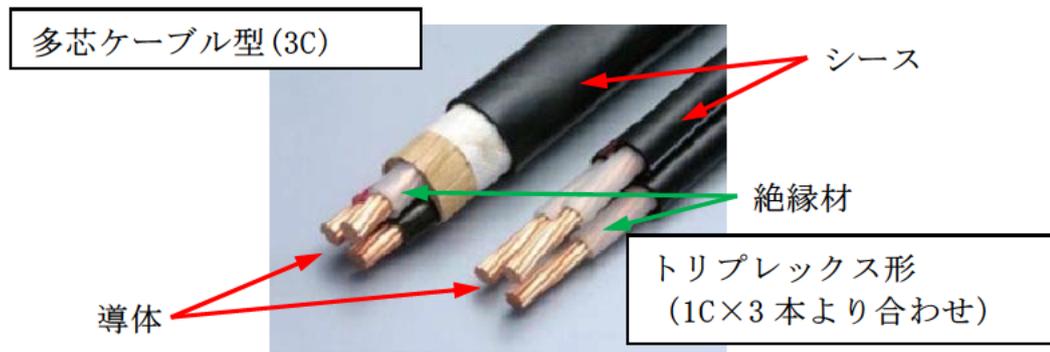
試験対象ケーブルの選定にあたり、東海第二発電所で使用されている非難燃ケーブルを網羅的に抽出する。

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取り替える場合には、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	シース材
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル
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

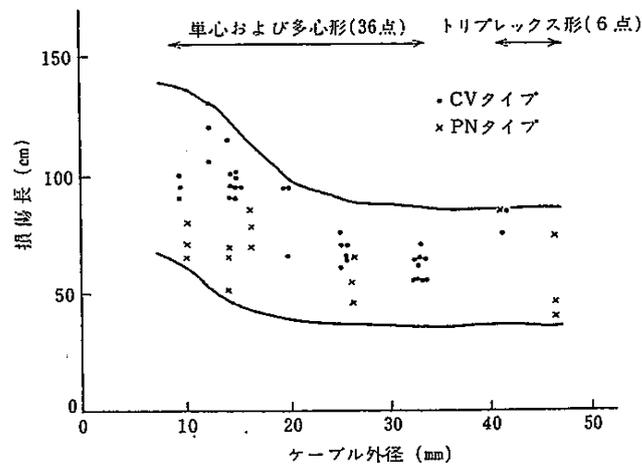
実機で使用されるケーブルの主な構成材料は架橋ポリエチレンの絶縁体とビニルのシース材であり，電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号付2.10図ケーブル外径と損傷長^{*5}を参考にすると，ケーブルの損傷長はケーブル外径が約25mm以下で比較的長くなる傾向がある。このため比較対象とするケーブルの外径を概ね25mm以下とし，使用する非難燃ケーブルを網羅的に抽出し，抽出したケーブルは，ケーブル外径とケーブルの種類の観点で踏まえ耐延焼性試験を実施し，延焼性の比較をしたうえで代表ケーブルを選定する。

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)

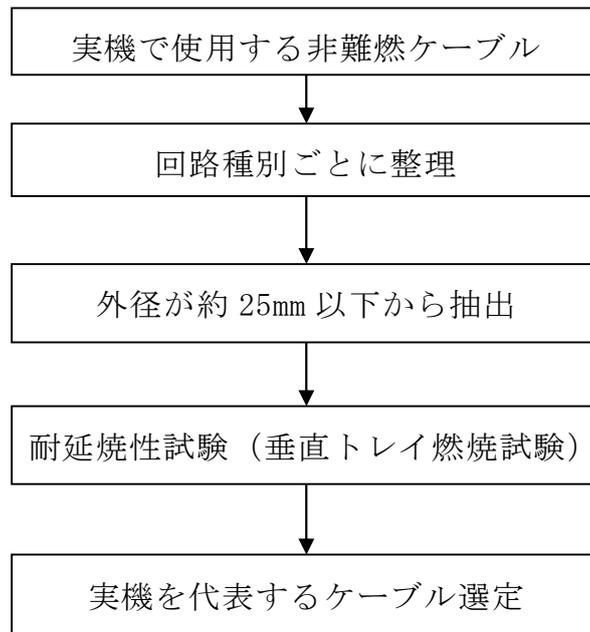
(2) 代表ケーブル選定までの流れ

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	<u>840</u>	635
低圧電力 ケーブル	架橋ポリ エチレン	ビニル	14.5	<u>800</u>	<u>663</u>
	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、ファイアストップ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）
ファイアストップ	有／無	垂直：有／無	垂直：有／無
バーナとファイアストップの距離		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 IS0834 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を確認する。
- 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

IS0834 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，IS0834 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。

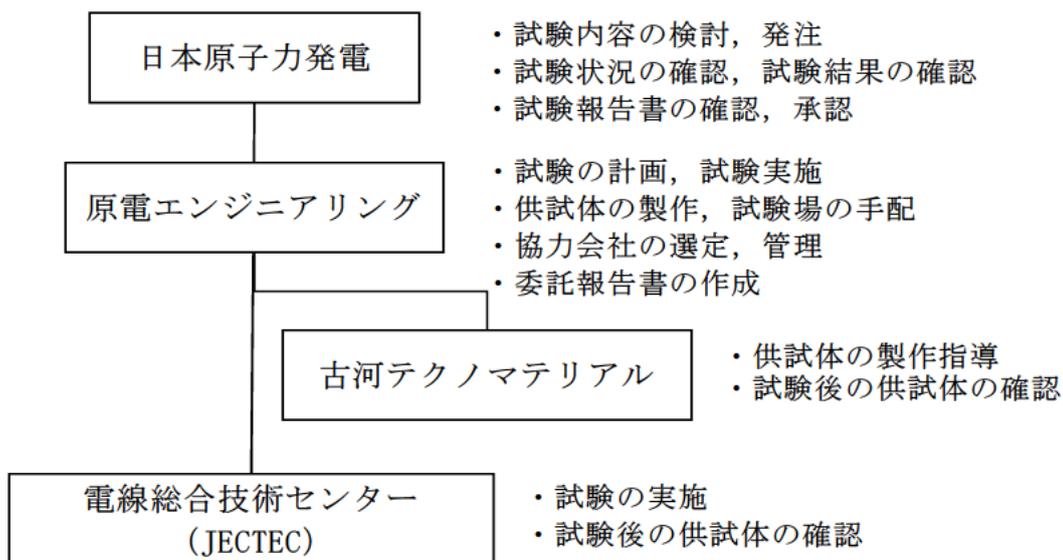
3.2 耐延焼性の確認（耐延焼性試験）

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，ファイアストップ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，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。

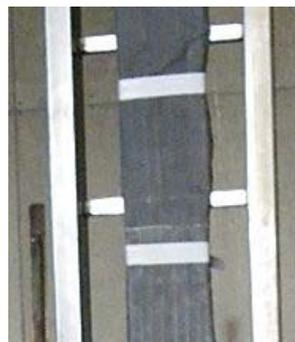
3.2.5 ケーブル種類毎の性能比較評価

(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プ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	ファイアストップとバーナの距離(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

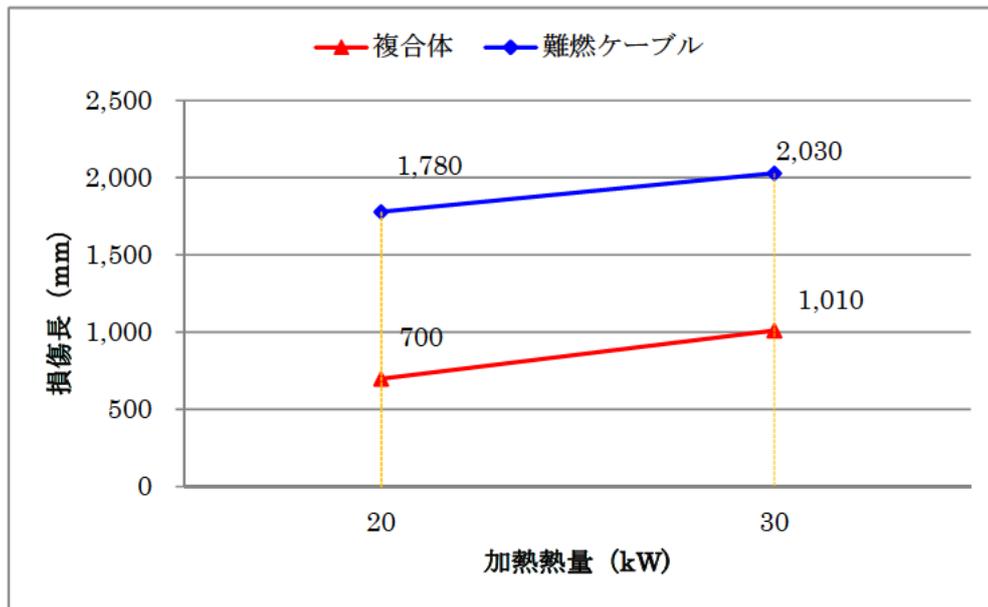
燃焼条件として複合体に与える熱量を3.2.5項の試験から変化させた試験を実施する。試験方法については、加熱熱量の違いによる性能比較評価として参考資料1に示す。

(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熔断し、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、導体が熔断しないことから、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。

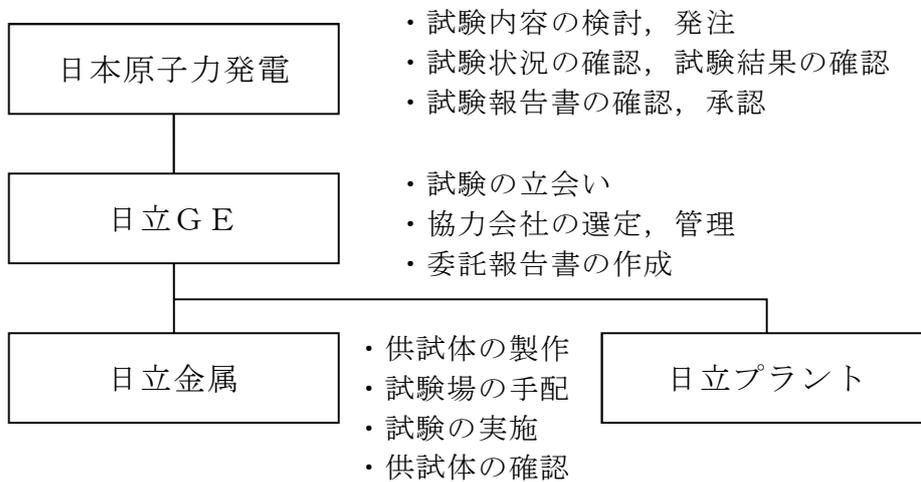
4.2 自己消火性の確認

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、ファイアストップ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プ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

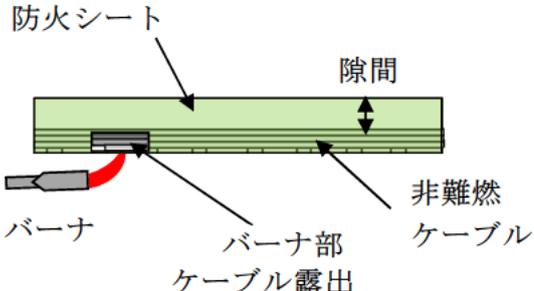
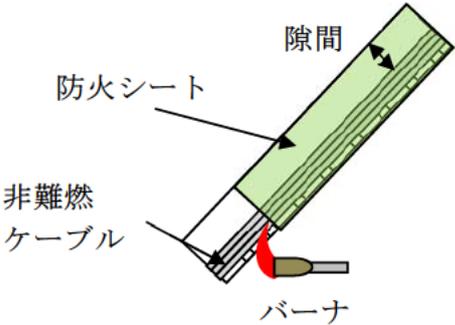
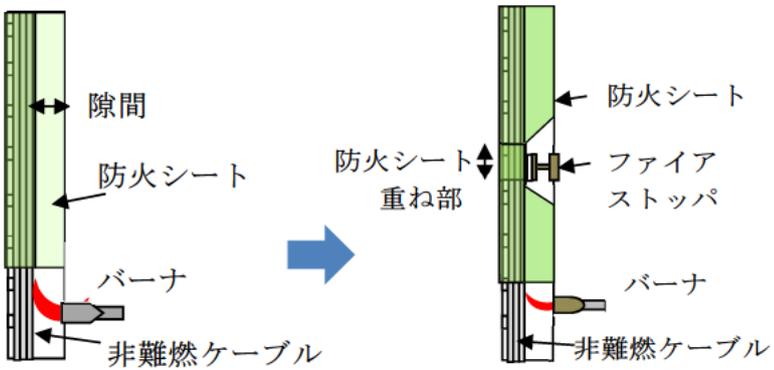
(1) 供試体

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

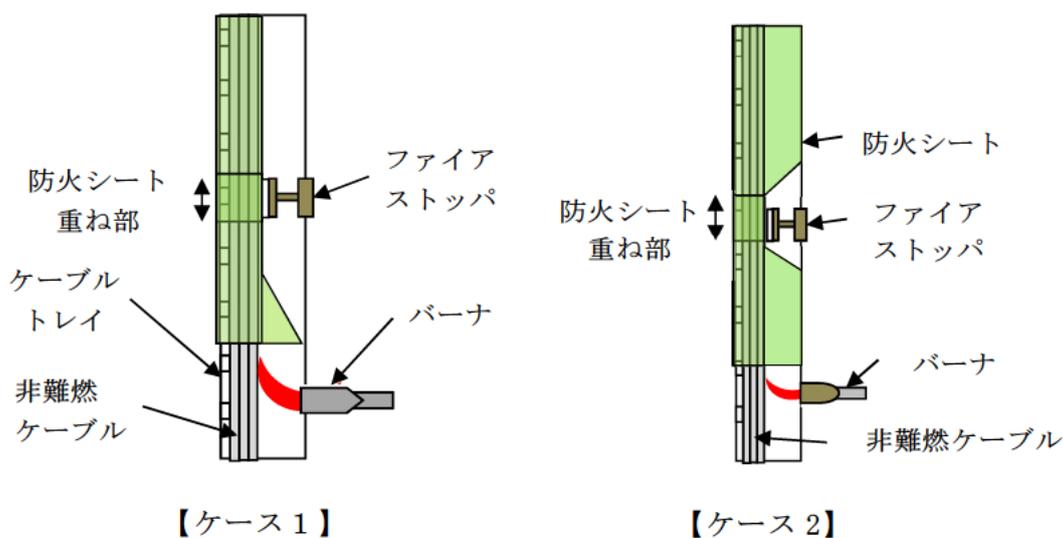
4.3.6 垂直トレイ方向への対応

(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プを設置し、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。



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プ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プ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	ファイアストップパの位置 (バーナ高さからの距離) (mm)	複合体のケース	最大損傷長 (mm)	判定結果
垂直	1,075~1,150	ケース1	1,070	良
		ケース2	1,280*	良

※：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プ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

- ・ファイアストップ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	約 300 (露出:約 200)	1,280	良

② 複合体内部の火災

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 5.1-2 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	ケーブル量	バーナ熱量 (kW)	防火シートのずれ (mm)	ファイアストップパの設置位置 (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	約 330 (露出: 約 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. 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

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。

6.1.1 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。

6.1.2 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。

6.1.3 ケーブルシースへの影響

(1) 化学的影響評価

防火シートが直接接触す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。

6.2 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。

6.2.1 ケーブルトレイ材質への影響

(1) 化学的影響評価

防火シートが直接接触す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。

6.2.2 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、ファイアストップ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で施工確認する。防火シートの施工性の確認方法を添付資料 7-1 に示す。

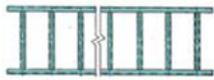
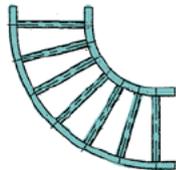
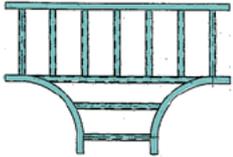
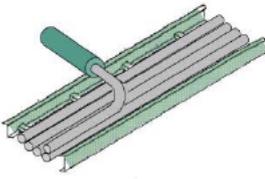
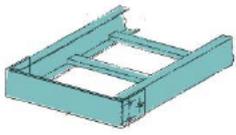
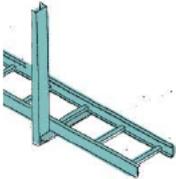
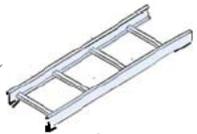
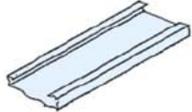
また、標準施工による施工が困難な箇所については、7.1.4 項に対応※を記載する。

※：米国 Regulatory Guide 1.75 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プの施工性

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 のファイアストップの施工方法に示すとおりファイアストップを取り付ける。

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	<p>難燃ケーブル 延焼防止材 非難燃ケーブル 防火シート</p>
2	トレイ内，トレイ上部に十分な空間がない場合	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>難燃ケーブル 延焼防止材 非難燃ケーブル 増設したケーブルトレイによりリルート 難燃ケーブル 防火シート</p>

7.1.4 実機状況を踏まえた施工性

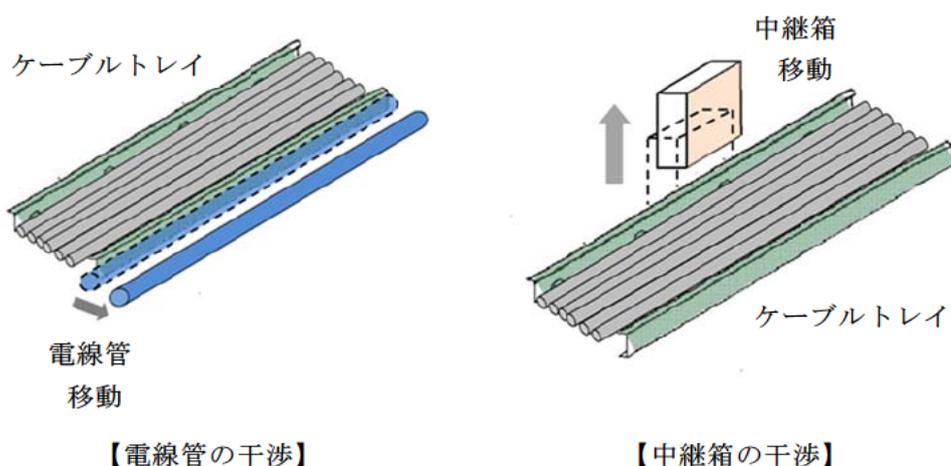
実機プラントにはケーブルトレイ近傍に様々な機器が存在し、標準施工方法に沿った施工が困難な箇所が存在することから、以下に分類される対応を行う。なお、実機における施工は、プラントメーカ等と工事施工会社による適切な施工体制及び設計要求を反映した施工方法（ケーブルの保守・点検として、絶縁抵抗測定を阻害しない施工とする。）を含めた施工計画を策定し実施する。

(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

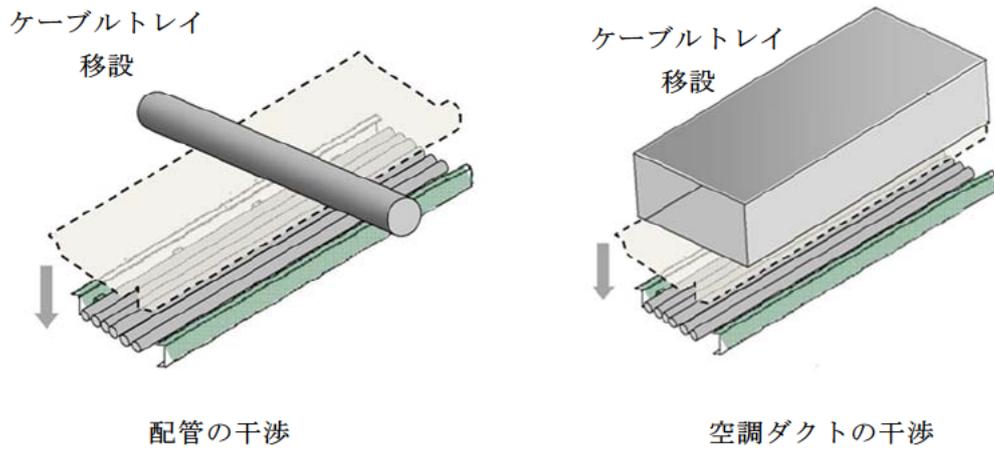
干渉する設備を移設し、ケーブルトレイとの間にスペースを設けることでメーカの標準施工方法に従った防火シートの施工を可能とする。



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。



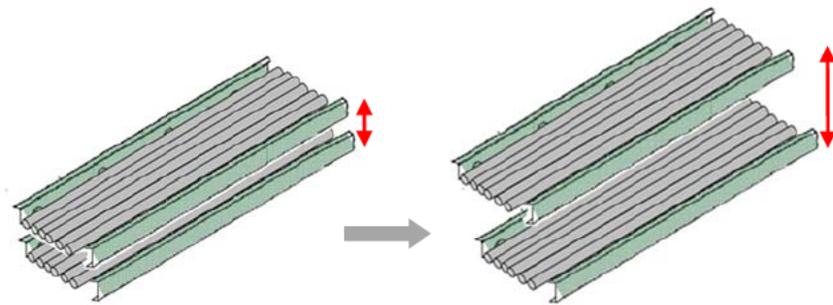
第7.1-3図 ケーブルトレイの移設

(2) ケーブルトレイ同士の干渉

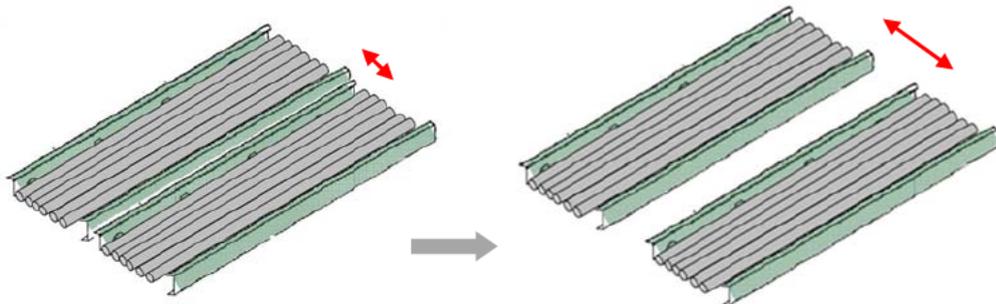
ケーブルトレイ同士が接近し、トレイごとに防火シートを巻くための距離が必要な箇所が存在する。

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）

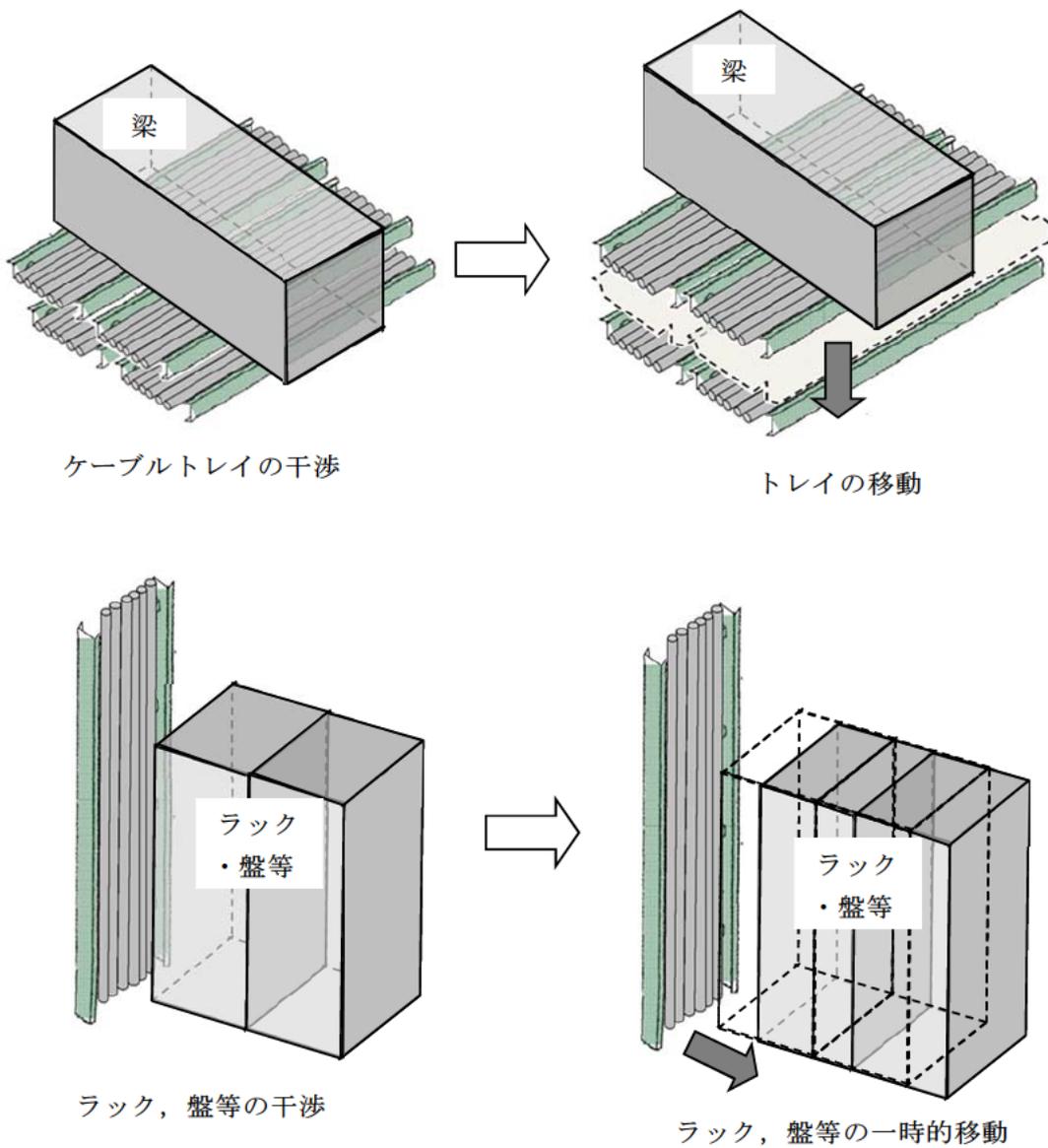
第7.1-4図 ケーブルトレイの干渉緩和

(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业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

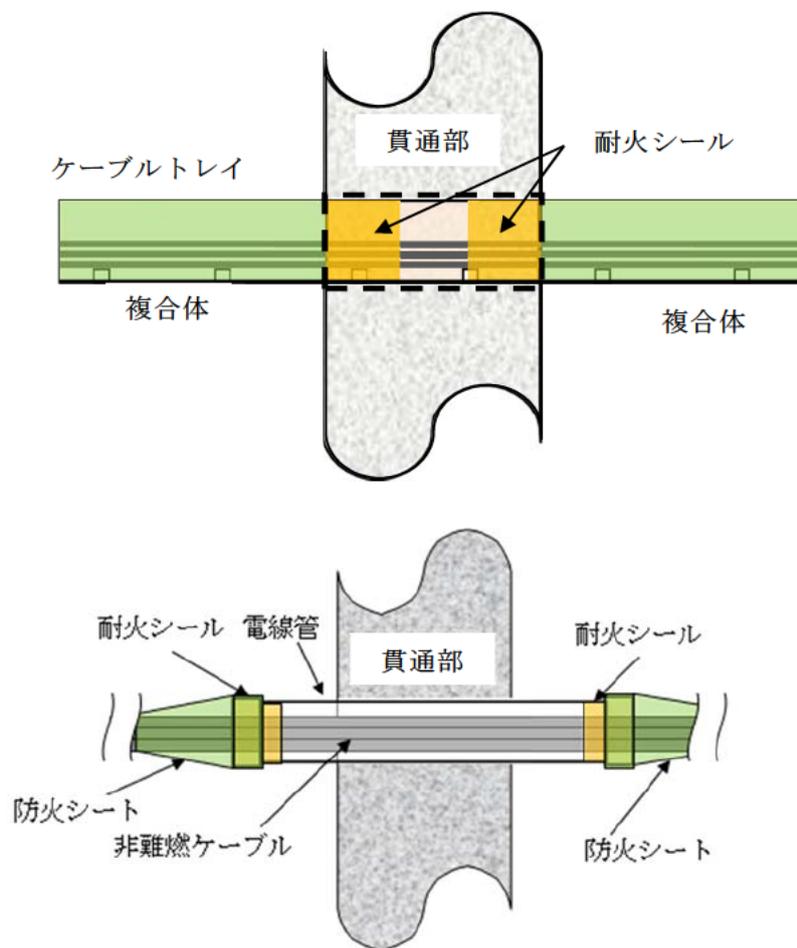
第7.1-5図に示すように，施工作业の妨げとなる設備，ケーブルトレイを一時移動することで標準施工要領に従った防火シートの施工を可能とする。



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

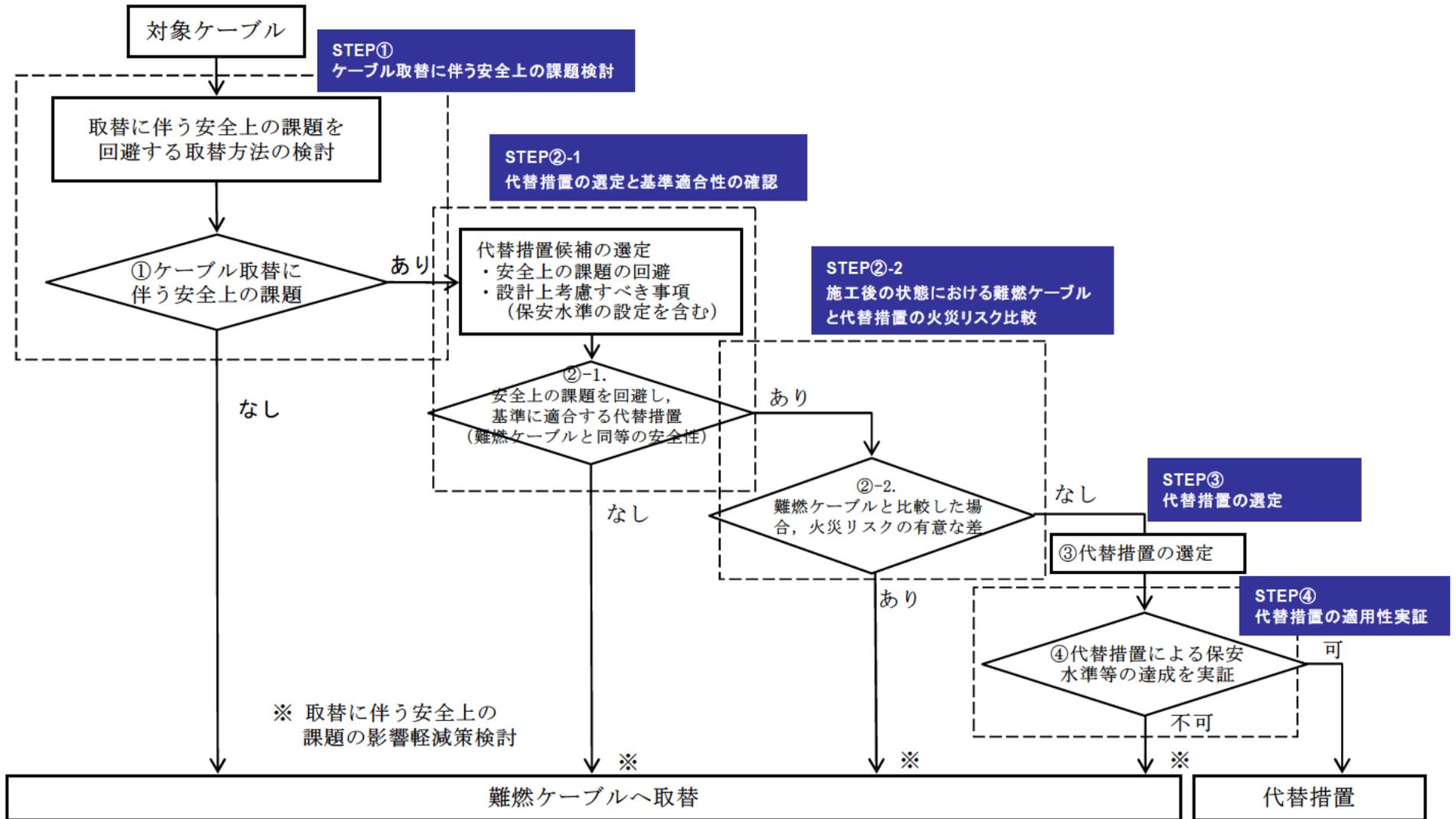
及び

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

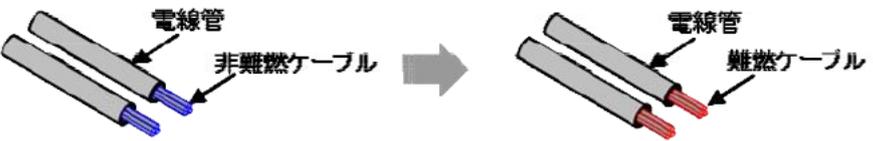
ケーブル取替はこれらの敷設形態に対し，以下の観点から，電線管内，コンクリートピット内，ケーブルトレイ内（回路種別ごと）の全数のケーブル（以下「単位」という。）を取替るものとする。

○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で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	<ul style="list-style-type: none"> 可燃物量の増加 建屋耐震性への影響 	代替措置を選定し、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	<ul style="list-style-type: none"> 可燃物量の増加 建屋耐震性への影響 	代替措置を選定し、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

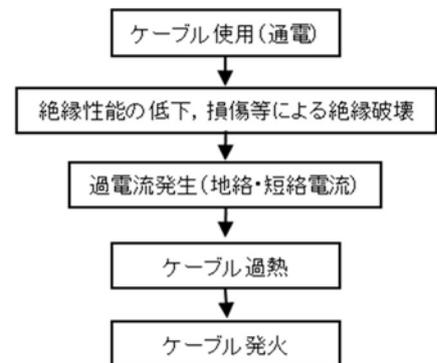
a. ケーブルの発火リスク評価

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)。

【絶縁性能の低下によるケーブル発火メカニズム】



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え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

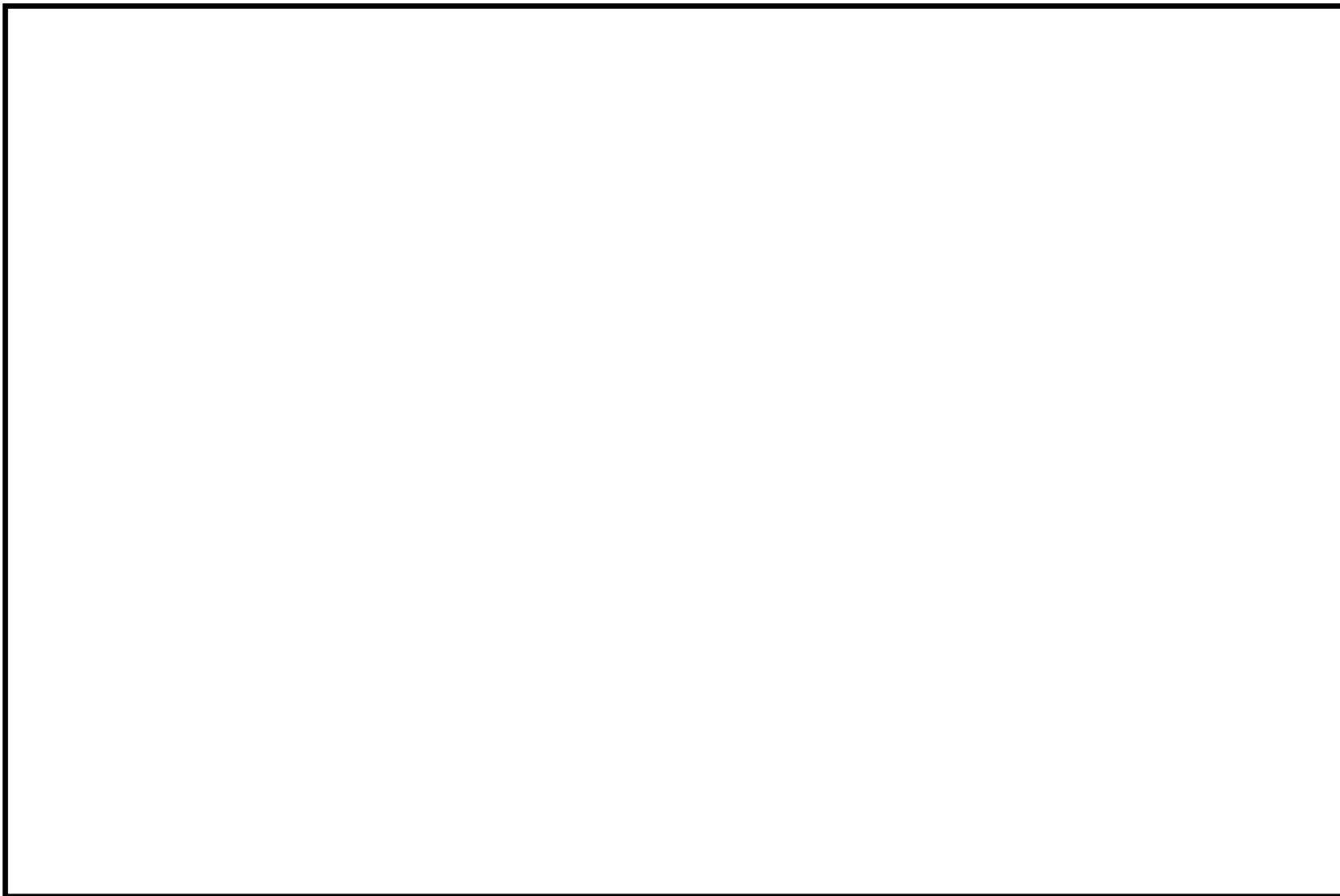
全長を電線管で配線するケーブルは重要度が高いものが多いため、ケーブル取替によって更なる信頼性向上が期待できる。

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え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		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		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)		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		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		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)		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		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		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		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		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		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		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		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)		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)		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		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		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		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		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)		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)		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		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		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		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		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		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		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)		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)		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		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		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)		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)		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)		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)		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)

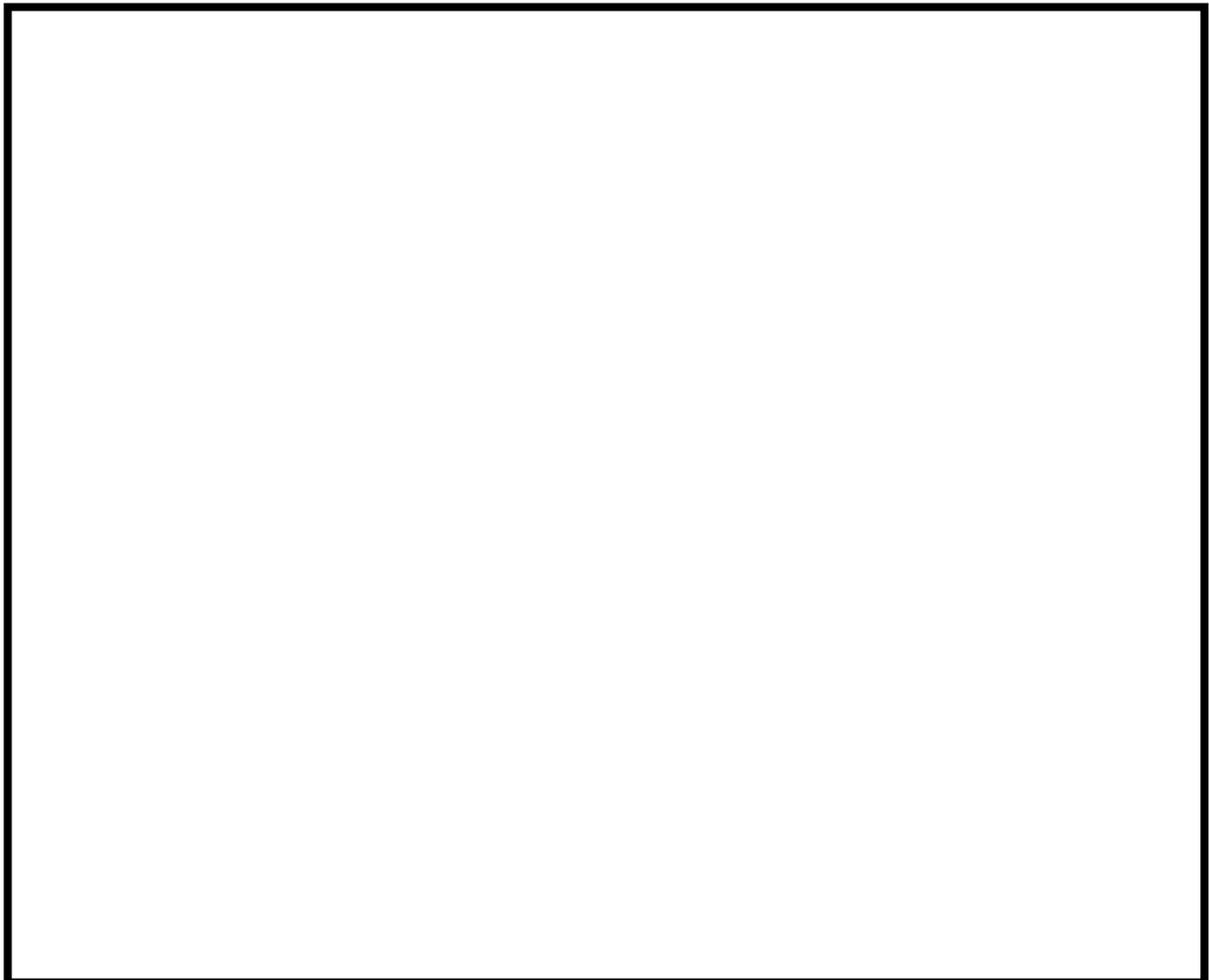
火災区画名称	区画番号	ケーブル種別	取替の観点	対応方法
非常用ガス再循環系(A) エリア		高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
非常用ガス再循環系(B) エリア		高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
		制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置
5階通路(西)		高圧電力		
		低圧電力	ケーブルトレイ	代替措置
	制御・計装	ケーブルトレイ	代替措置	



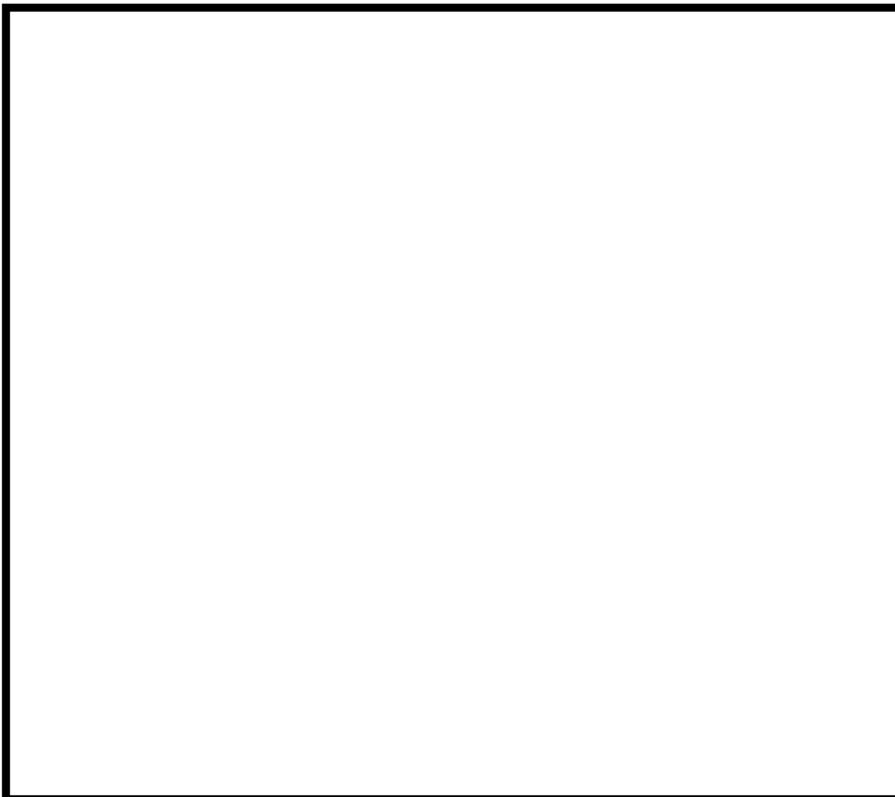
凡例

-  : 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

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

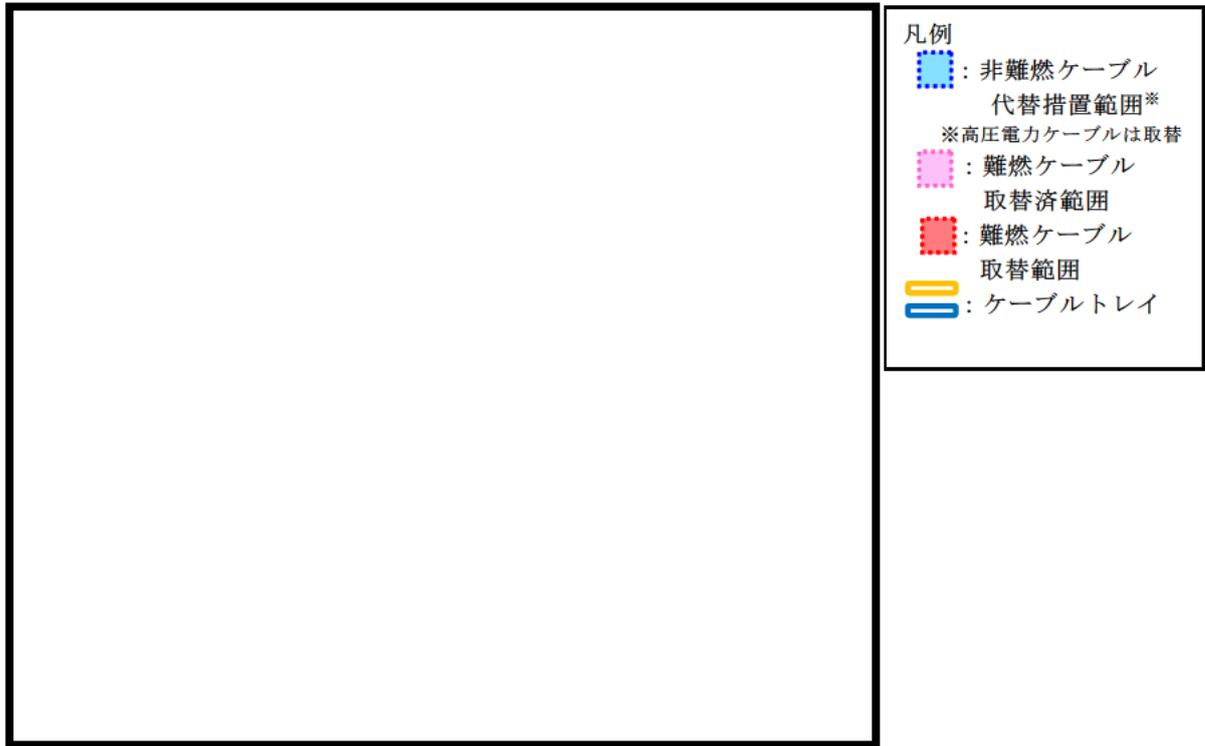


E. L. 2. 0m

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 (3/4)



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

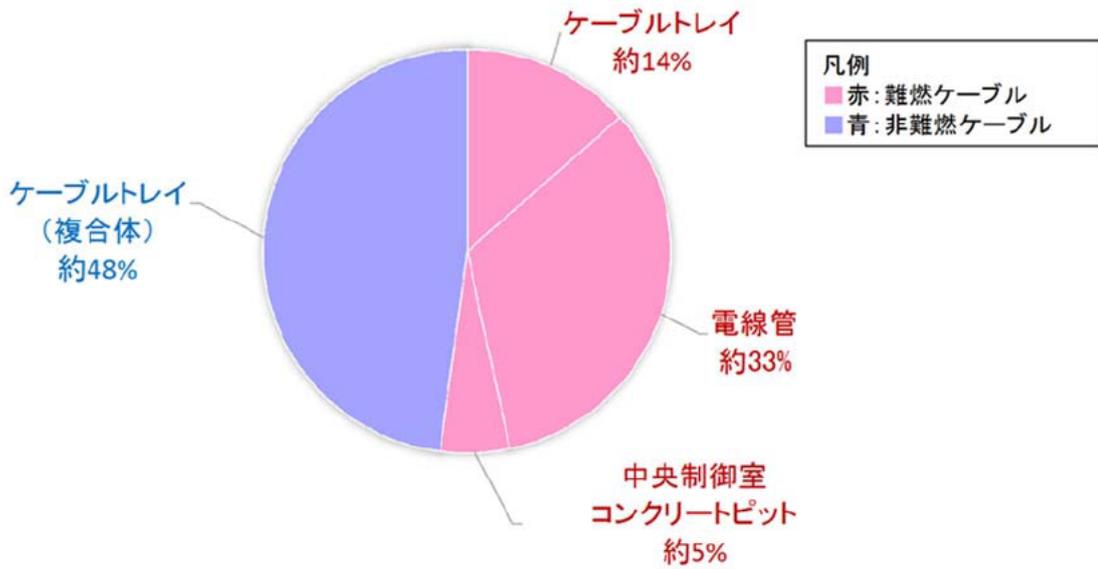
■: 難燃ケーブル
取替済範囲

■: 難燃ケーブル
取替範囲

==: ケーブルトレイ

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

<p>試験装置概要</p>	
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。
<p>試験回数</p>	<p>3 回</p>
<p>判定基準</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。

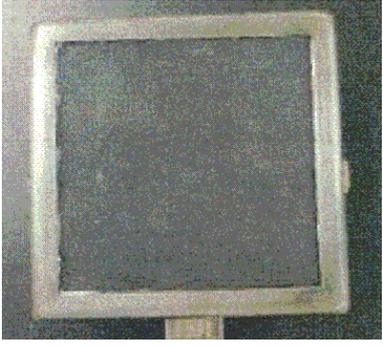
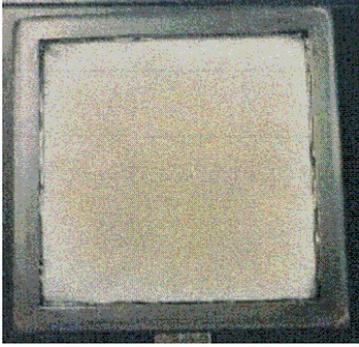
1.4 試験結果

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

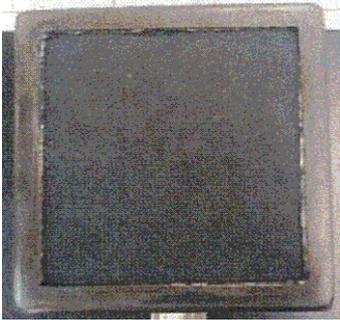
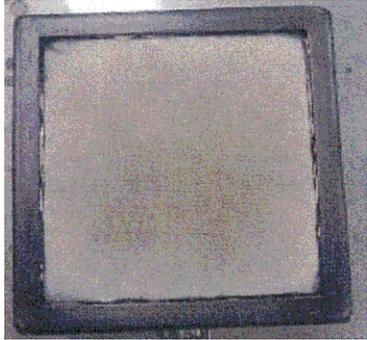
第 1-2-3 表 発熱性試験結果詳細 (1/3)

供試体：防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）			
試験条件		規格	
輻射量：50.0kW/m ²		輻射量：50.0kW/m ²	
排気ガス流量：0.024m ³ /sec		排気ガス流量：0.024±0.002m ³ /sec	
サンプル距離：25mm		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		規格	
輻射量：50.0kW/m ²		輻射量：50.0kW/m ²	
排気ガス流量：0.024m ³ /sec		排気ガス流量：0.024±0.002m ³ /sec	
サンプル距離：25mm		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		規格	
輻射量：50.0kW/m ²		輻射量：50.0kW/m ²	
排気ガス流量：0.024m ³ /sec		排気ガス流量：0.024±0.002m ³ /sec	
サンプル距離：25mm		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。

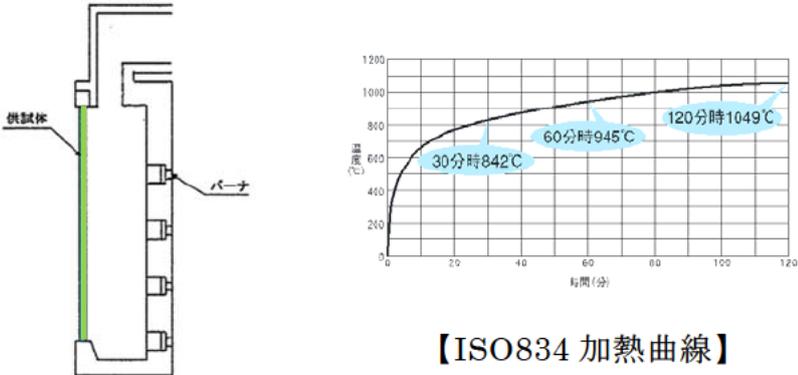
2.2 供試体

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	 <p>【ISO834 加熱曲線】</p>
試験内容	<ul style="list-style-type: none">・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	<ul style="list-style-type: none">・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。

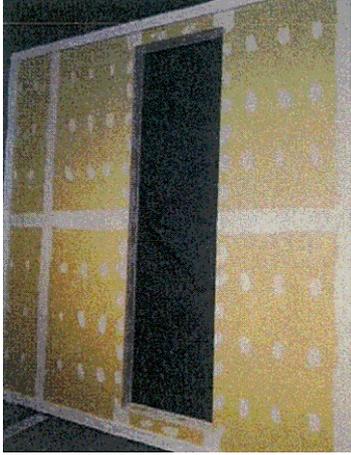
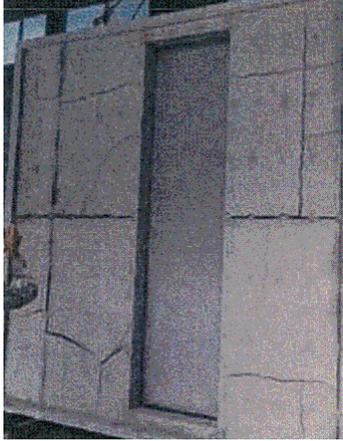
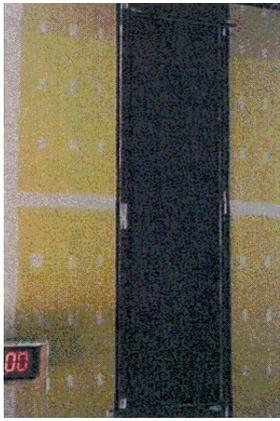
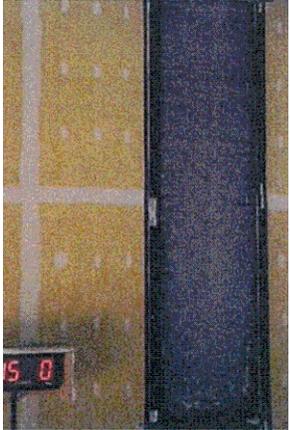
2.4 試験結果

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。

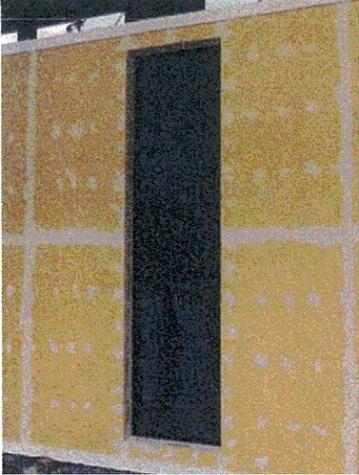
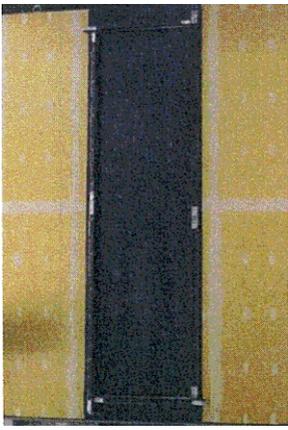
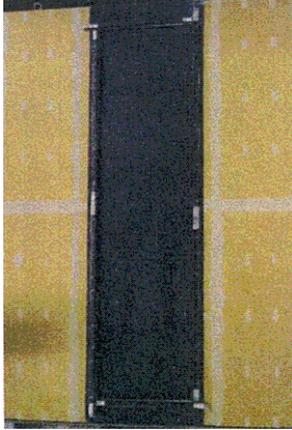
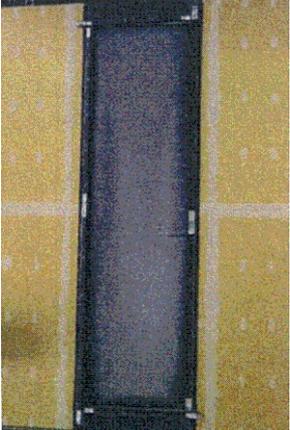
第 1-2-5 表 遮炎性試験結果

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)

供試体：防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）					
試験条件：IS0834 に則る加熱曲線での加熱					
No	加熱面			判定結果	
	試験前	試験後			
1					
	加熱時間				
	5		10		良
					
					
	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間			無	
非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎			無		
非加熱側へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出			無		

第 1-2-6 表 遮炎性試験結果詳細 (2/2)

供試体：防火シート（プロテコ®シート-P2・eco）							
試験条件：IS0834 に則る加熱曲線での加熱							
No	加熱面			判定結果			
	試験前	試験後					
2					良		
	加熱時間						
	5	10		15			
							
	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間			無			
	非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎			無			
非加熱側へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出			無				

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 (°C)	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プが外れないことを確認する。

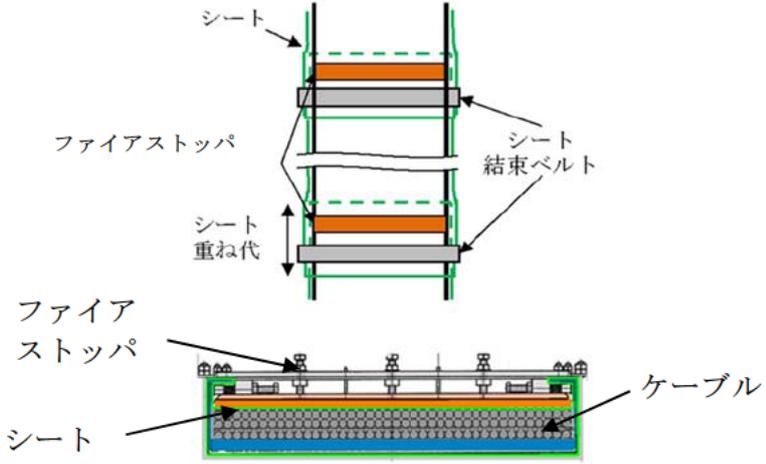
4.2 供試体

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)	 <p>The diagram illustrates the test specimen for vibration testing. The top part is a side view of a vertical tray assembly. It shows two fireproof sheets (シート) stacked vertically, separated by fire stops (ファイアストップ). The sheets are held together by end belts (結束ベルト). A label 'シート重ね代' (sheet overlap) indicates the gap between the sheets. The bottom part is a top view of the cable tray structure, showing the fireproof sheet (シート) covering the tray, with cables (ケーブル) running through it. Fire stops (ファイアストップ) are also shown in this view.</p>
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。 ・ ファイアストップが外れないこと（垂直トレイ）。 ・ ケーブルが外部に露出しないこと。

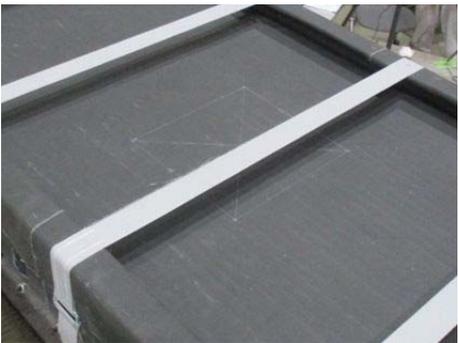
4.4 試験結果

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)

供試体：複合体（低圧電力ケーブル設計最大量，水平トレイ）				
No	複合体の状態		判定結果	
	試験前	試験後		
1			良	
	結束ベルト，防火シートの状態			
	試験前	試験後		
				
	結束ベルトの外れ			無
	ケーブルの露出			無
	ファイアストップの脱落			

第 1-2-16 表 加振試験結果の詳細 (2/2)

供試体：複合体（低圧電力ケーブル設計最大量，垂直トレイ）				
No	複合体の状態		判定結果	
	試験前	試験後		
2			良	
				
	結束ベルト，防火シートの状態			
	試験前			試験後
				
				
	結束ベルトの外れ			無
ケーブルの露出		無		
ファイアストップパの脱落		無		

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



FT-資料-第 0843 号

延焼防止シート

『プロテコ[®]シート-P2・eco』

『プロテコ[®]シート-P2DX・eco』

シート固定用

『結束用ベルト』

技術資料・施工要領書

古河電気工業株式会社

株式会社古河テクノマテリアル

『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[°C]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。

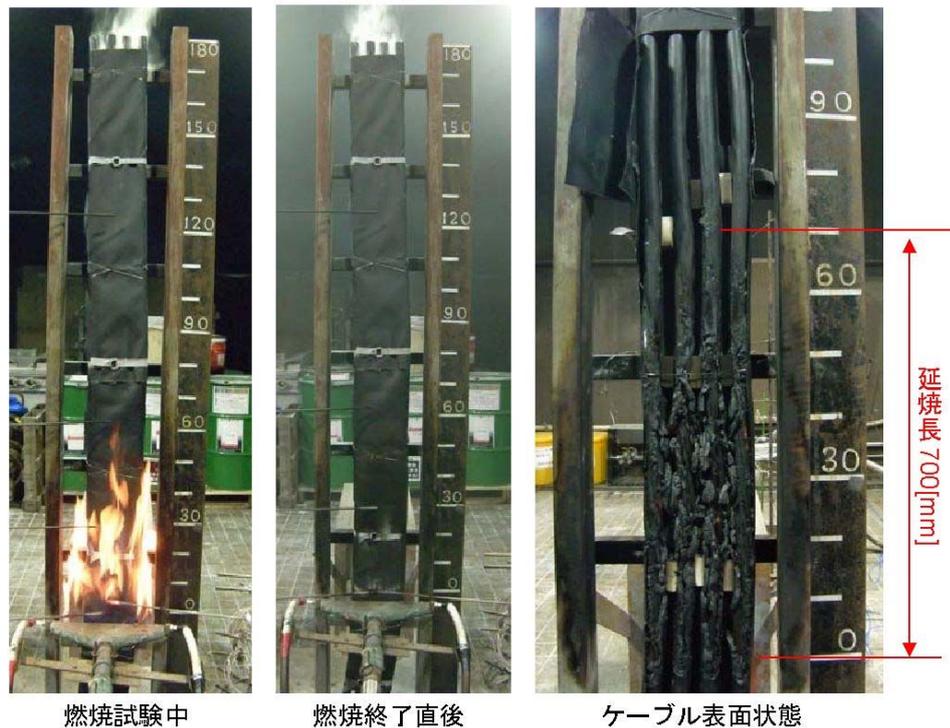


図1 『プロテコシート-P2・eco』垂直トレイ燃焼試験

(※) 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。

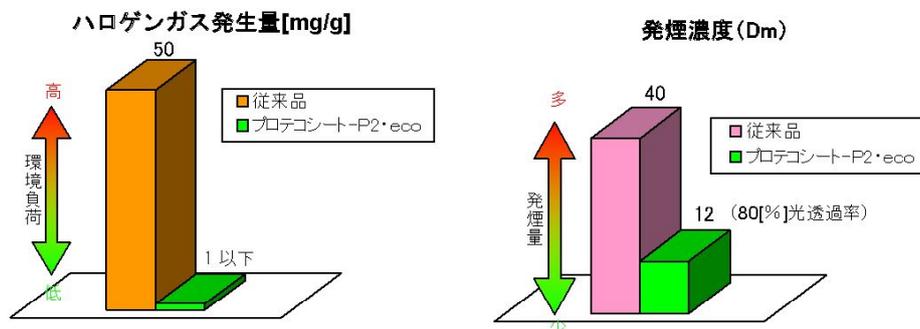
③ 許容電流低減率

各シートとも、電力ケーブル 600V CV250mm²-3C 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まないもの

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[°C]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°C±2°C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		—
	熱膨張材	膨張倍率	250[°C]×60[min]加熱	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

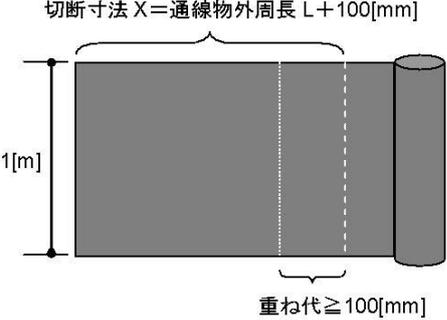
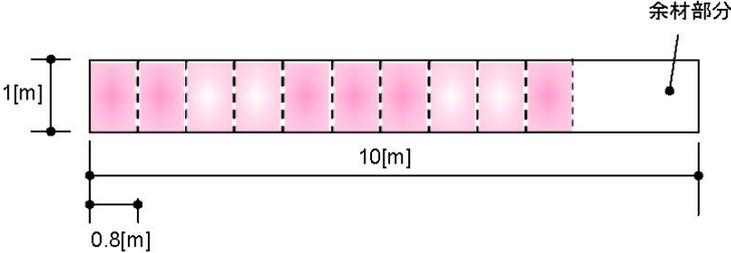
名称	品番	標準寸法[mm]		
		厚さ	幅	長さ
プロテコ®シート-P2・eco ^(※1)	P2-5	0.4	1,000	5,000
	P2-10			10,000
プロテコ®シート-P2DX・eco ^(※1)	P2DX-5	0.4 (シート部)	1,000	5,000
	P2DX-10			10,000
結束用ベルト ^(※2)	KT-19	0.5	19	300
				400
				500
				700
				900
	KT-35			300
				400
				500
				700
				900

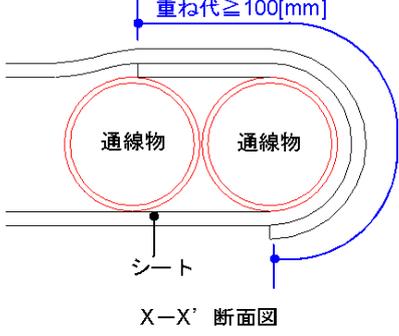
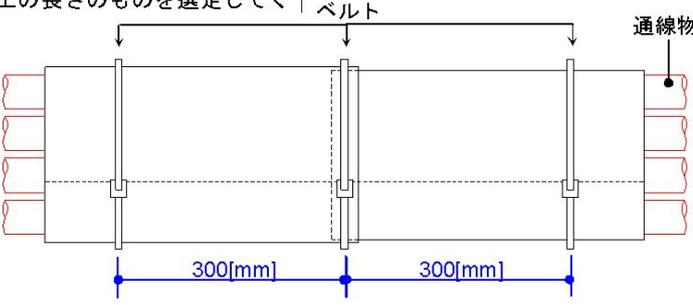
(※1) 寸法などの仕様変更を要する際は、当社までお問い合わせください。

(※2) 結束用ベルトは受注生産となっております。

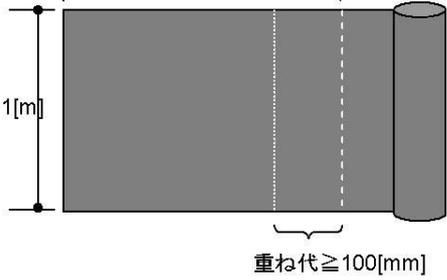
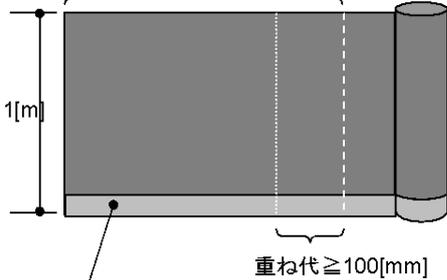
4. 施工

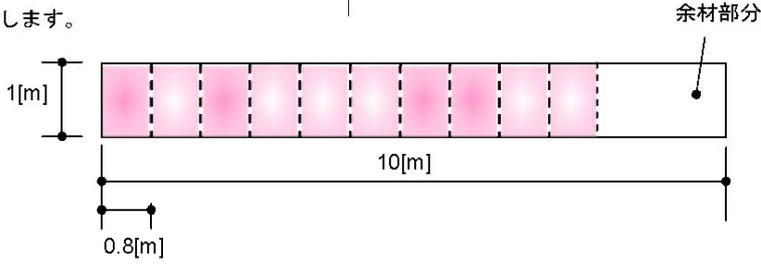
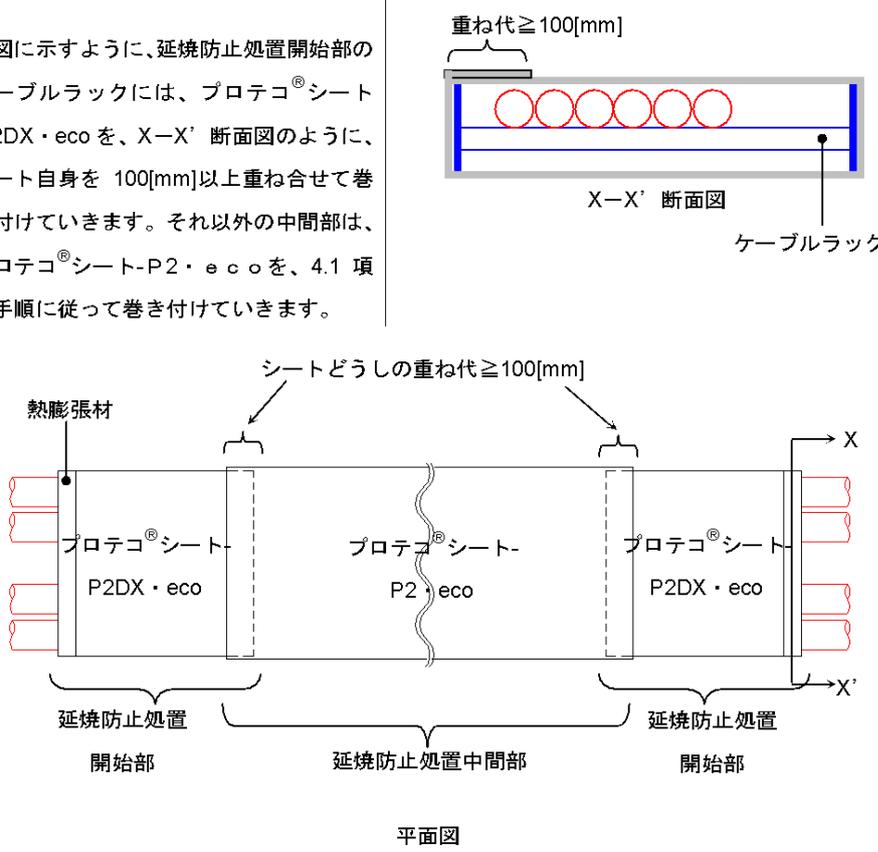
4.1 ケーブル布設部

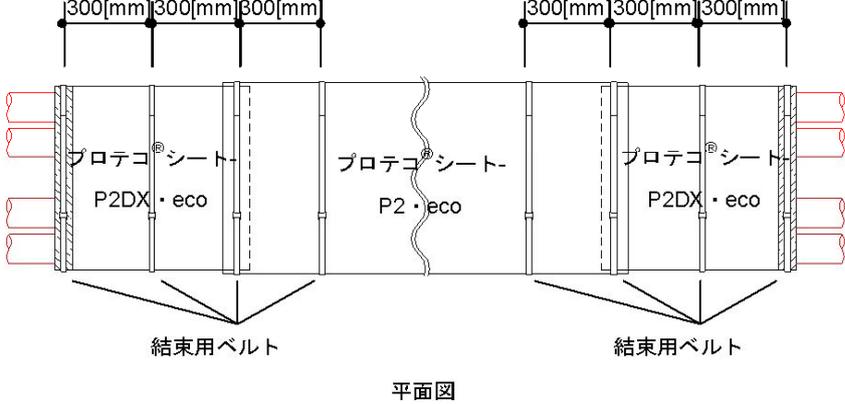
手順	内容	概要図
1	<p>使用部材の確認</p> <p>特殊部に使用する部材の数量および破れ、傷などの破損有無などを目視確認します。</p>	
2	<p>採寸・シート罫書き</p> <p>巻付けの対象となる通線物の外周長 L を採寸し、重ね代 100[mm] を加えて切断寸法 X を決め、シートに罫書きします。</p>	 <p>切断寸法 X = 通線物外周長 L + 100[mm]</p> <p>重ね代 ≥ 100[mm]</p> <p>1[m]</p>
3	<p>シート切断</p> <p>ハサミあるいはカッターなどで罫書線に沿って真っ直ぐシートを切断します。この際、シートに付着している離型フィルム側を下にします。</p>	 <p>余材部分</p> <p>1[m]</p> <p>10[m]</p> <p>0.8[m]</p> <p>プロテコ®シート-P2・eco P2-10 切断例</p>

手順	内容	概要図
4	<p>シート巻付け</p> <p>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。</p>	<p>概要図</p>  <p>X-X' 断面図</p>  <p>平面図</p>
5	<p>ベルト取付けおよび選定</p> <p>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。</p>	  <p>平面図</p>
6	<p>1パート施工完了</p> <p>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。</p>	

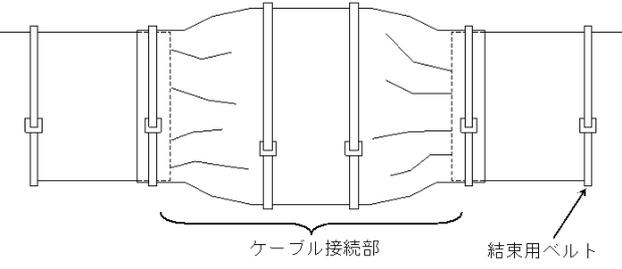
4.2 ケーブルラック部

手順	内容	概要図
1	<p>使用部材の確認</p> <p>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。</p>	
2	<p>採寸・シート罫書き</p> <p>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、シートに罫書きします。</p>	<p>切断寸法 $X = \text{通線物外周長 } L + 100[\text{mm}]$</p>  <p>重ね代 $\geq 100[\text{mm}]$</p> <p>プロテコ®シート-P2・eco</p> <hr/> <p>切断寸法 $X = \text{通線物外周長 } L + 100[\text{mm}]$</p>  <p>重ね代 $\geq 100[\text{mm}]$</p> <p>熱膨張材</p> <p>プロテコ®シート-P2DX・eco</p>

手順	内容	概要図
3	<p>シート切断</p> <p>ハサミあるいはカッターなどで野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。</p>	 <p>プロテコ®シート-P2・eco P2-10 切断例</p>
4	<p>シート巻付け</p> <p>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]以上重ね合わ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。</p>	 <p>平面図</p>

手順	内容	概要図
5	<p>ベルト取付け</p> <p>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。</p>	
6	<p>1パート施工完了</p> <p>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。</p>	
*	<p>ラック支持がある場合</p> <p>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。</p>	

4.3 ケーブル接続（クロージャ）部

手順	内容	概要図
*	<p>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。</p> <p>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。</p>	

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。



(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、シートに傷が付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

(1) 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。

(2) 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

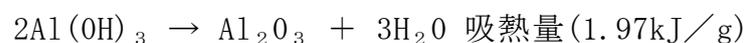
1. 材質

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。



- (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-P 2・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。

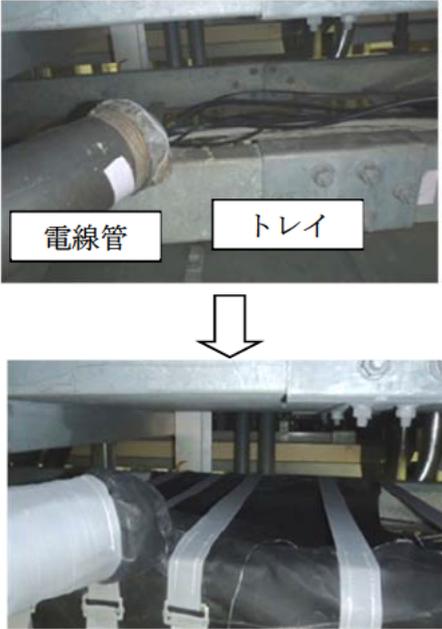
- ・シートの重ね部には原則として必ずベルトを取付ける。

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)	 <p>水平トレイ</p> <p>垂直トレイ</p> <p>ファイアストップ</p>	1-1 ～ 1-4
2	傾斜トレイ巻き	 <p>傾斜トレイ</p>	2-1 ～ 2-2
3	L字トレイ巻き	 <p>L字トレイ</p>	3-1 ～ 3-3
4	T字トレイ巻き	 <p>T字トレイ</p>	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。

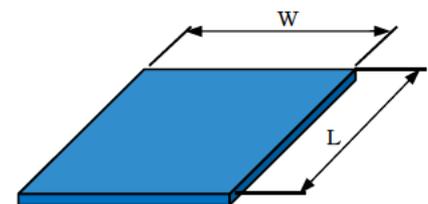
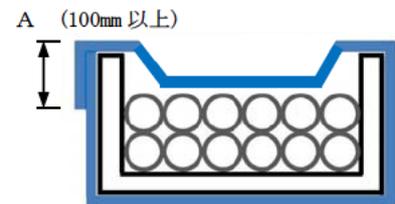
STEP 1 シートの加工

- 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。

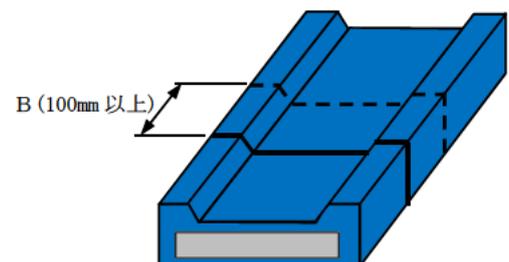
- ※ 巻き付け重ね代 A がトレイの耳部からトレイの側面にかけて位置するようにシートの巻き始めの位置を調整してください。
- ② 出した寸法に合わせて、シートをハサミ等で切断してください。
- ※ シートを対象物に沿わせて巻き付けた際、ケーブル・電線等の凹凸でシートの巻き付け重ね代 A100mm 以上が取れなくなる可能性があるため、通常は算出した寸法 + 100mm ~ 200mm を巻き付け長さの目安としてください。ケーブル・電線等の凹凸が大きい又は多い場合は、適宜長さ L を調整してください。



防火シート

STEP 2

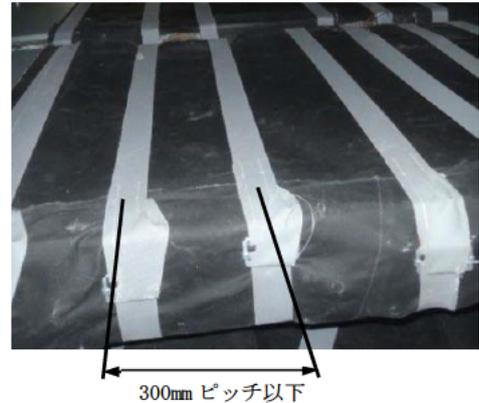
- ③ ケーブル・電線及びトレイに対して沿わせるようにシートを巻き付けてください。
- ④ 巻き付け重ね代 A が 100mm 以上であることを確認してください。(STEP1 図参照)
- ⑤ 隣接する未処理部分のトレイに、隣り合うシートとの連結重ね代 B を 100mm 以上設けつつシートを巻き付けてください。④と同様に、巻き付け重ね代 A が 100mm 以上であることを確認してください。



CASE 1-1

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 W35mm) 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 300mm 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し、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 A100mm 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プの設置は、ファイアストップの施工方法を参照してください。

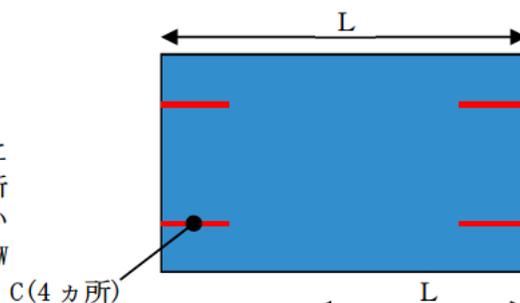


CASE 1-2

サポート部への巻き付け方の加工

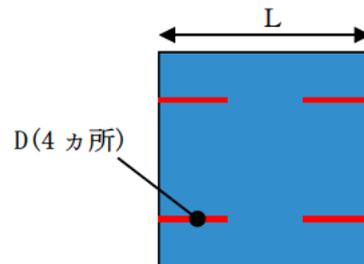
【上側シートの加工】

- 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。



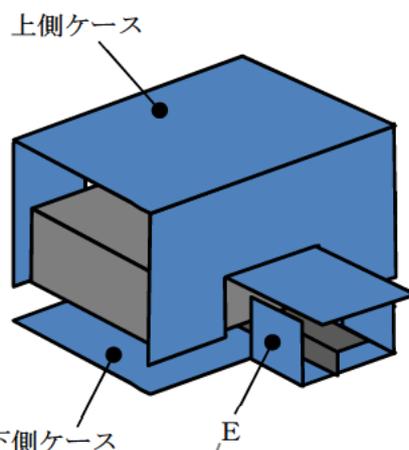
【上側・下側シートの巻き付け】

- 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上に大きな隙が発生することの無いようご注意ください。

- 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。

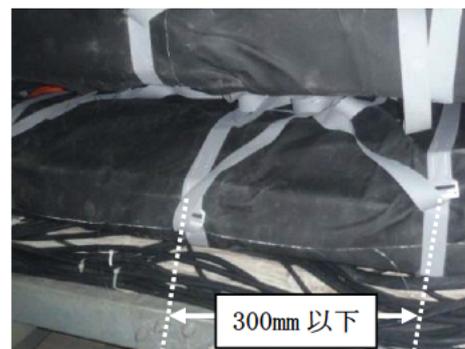
- ⑤ E部のシートで、トレイから突き出たサポート部とサポート上面のシートを包み込んでください。



CASE 1-3

【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 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。
- ⑦ サポート部のシートとの連結重ね代を 1000mm 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 100mm 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 W35mm 又は KT19:幅 W19mm) 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 W35mm) 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。



CASE 1-4

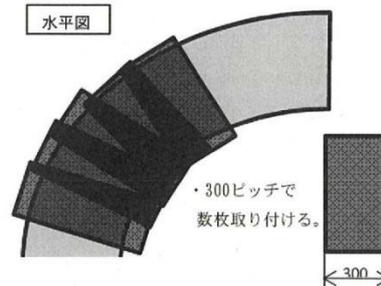
STEP 1 屈折部用のシート加工と巻き付け

- 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。

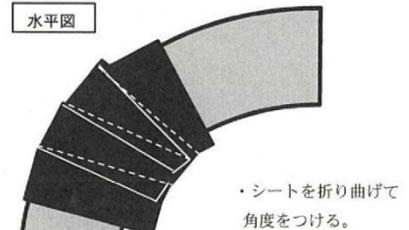


- ② 屈折部へシートを巻き付け、巻き付け重ね代が 100mm 以上であることを確認してください。

①-1 300mm幅で巻きつける方法



①-2 1000mm幅で1回で巻きつける。



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。



CASE 2-2

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。

角部・湾曲部のシート幅Wの目安

トレイ幅 [mm]	角部シート幅 [mm]	湾曲部シート幅 [mm]
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。



CASE 3-1

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

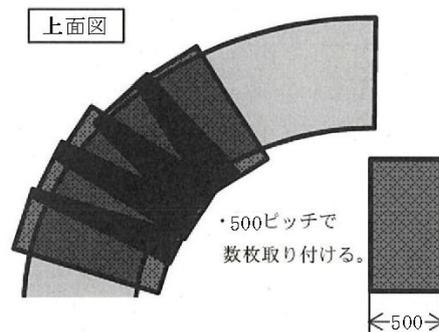
- ③ CASE2 の STEP2 の図に示すように、D の長さが 50mm 程度になるようにシート長さ L を採寸して算出し、ハサミ等で切断してください。角部はシート幅 W500mm を用いることを基本としますが、現場状況に合わせて幅 W を適宜調整してください。
- ④ CASE2 の STEP2 の図に示すように、トレイとサポートの下面を③で切断したシートで覆ってください。
※ シートがたるんでサポートとシートの間に大きな隙間が発生することの無いようご注意ください。
- ⑤ トレイに沿うようにしてシートに切り込みを入れてください。
※ シートを切り込み過ぎると隙間ができるため、できるだけ現物にシートを合わせながら切り込みを入れてください。
- 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 W35mm, 又は KT19: 幅 W19mm) 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 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。
※ 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 100mm 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 100mm 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。

⑧ 500mm幅で巻く方法 (例)



CASE 3-2

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 (熔融亜鉛メッキ鋼又はステンレス製、約 ϕ 100mm) 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 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。



CASE 3-3

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100mm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100mm以上であることを確認してください。



CASE 4-1

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 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。
- ⑮ 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、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 100mm 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 W35mm) 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 ϕ 100mm) 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 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。



CASE 4-2

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 100mm 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 W19mm) 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 100mm 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、トレイに乗っている部分が 100mm 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 W19mm) 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 100mm 以上になるようにしてください。



CASE 5-1

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。



CASE 5-2

STEP 4 ベルトの巻き付け

- ① 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。



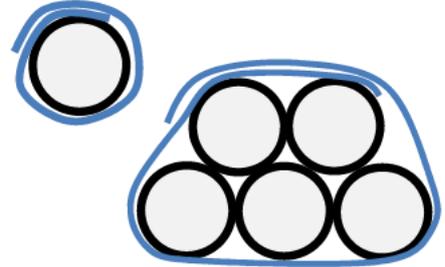
CASE 5-3

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

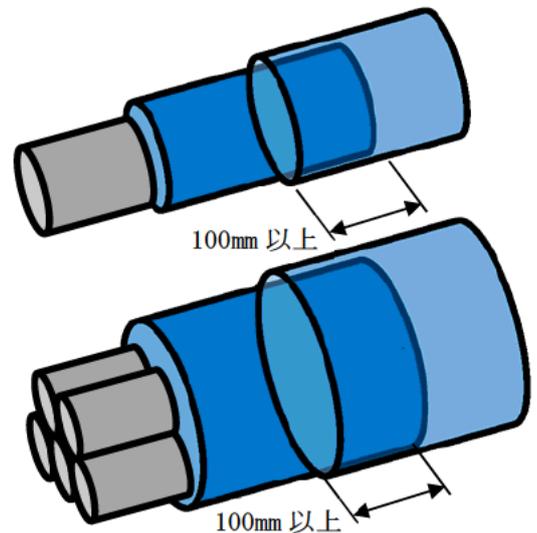
STEP 1 シートの加工

- 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、100mm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

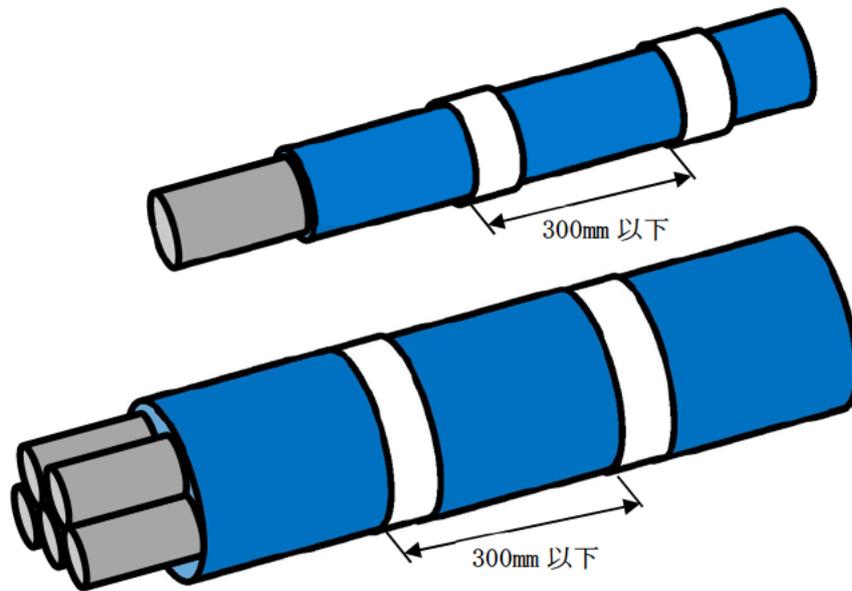
- ② 隣り合うシートとの連結重ね代を 100mm 以上設けつつ、①のシートをケーブル・電線に巻き付けて下さい。巻き付け重ね代は、100mm 以上になるようにして下さい。



CASE 6-1

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。



CASE 6-2

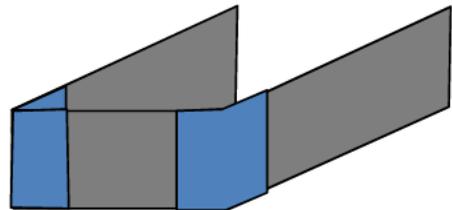
STEP 1 シートの加工

- 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なしてください。

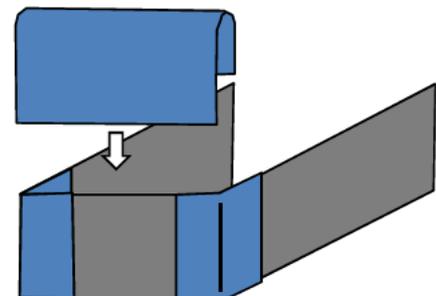
STEP 2 角部のシート巻き付け

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 CASE 2 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。

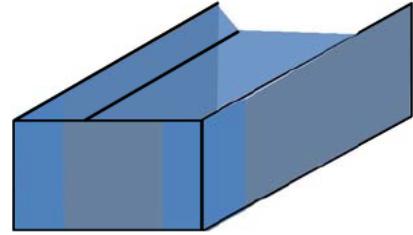
**STEP 3 トレイ終端部のシート巻き付け**

- 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大きな隙間が発生することの無いようご注意ください。



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100mm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 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。



CASE 7-2

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。

ファイアストップの施工方法

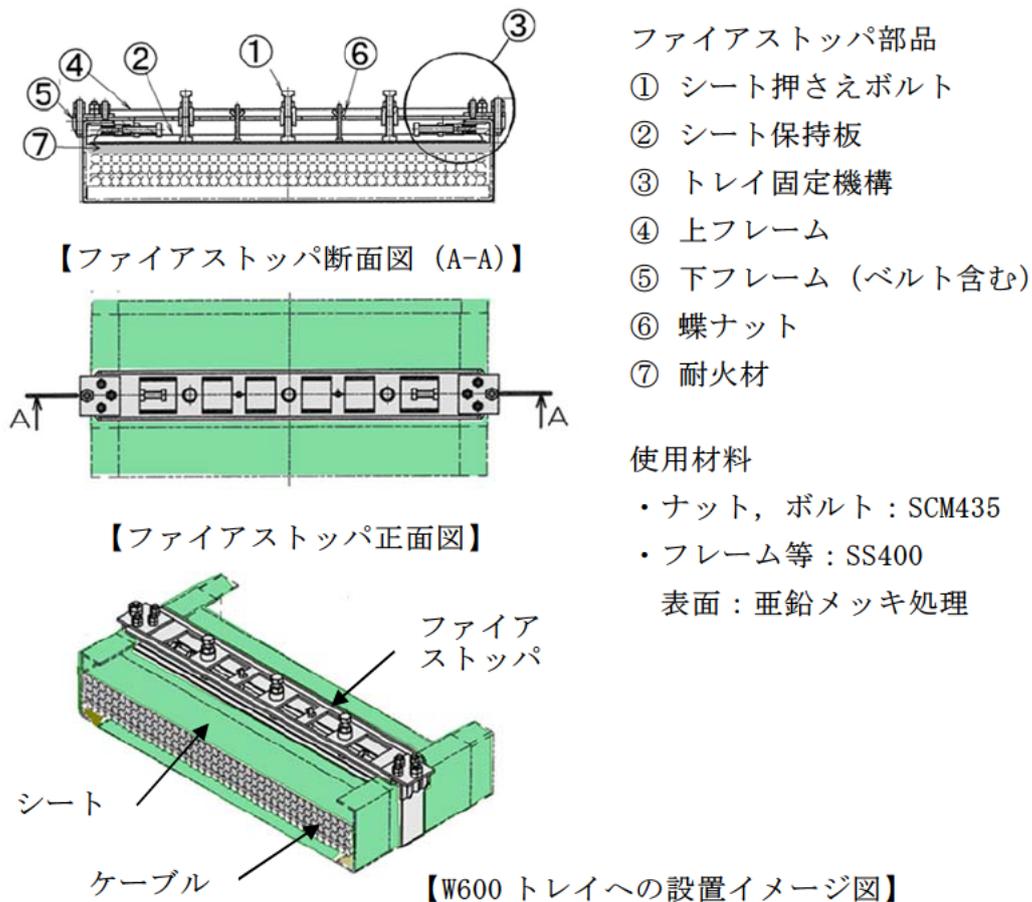
1. 適用

本施工要領は、垂直トレイに対するファイアストップ施工に適用する。

2. 仕様

「ファイアストップ」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プ概要図を記載する。

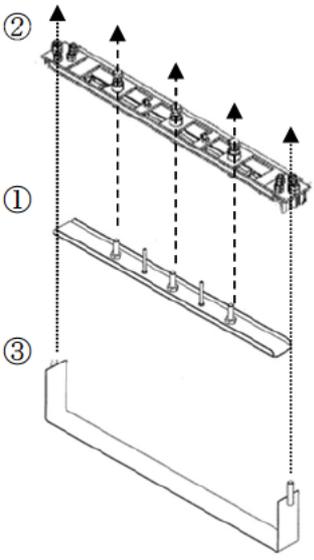


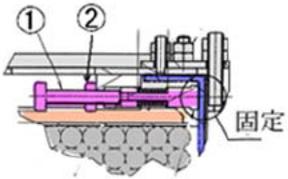
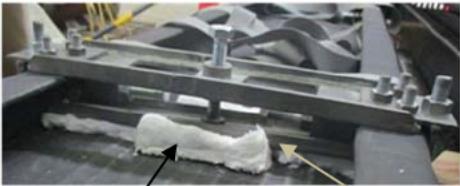
第 1-6-1 図 垂直トレイ用ファイアストップ概要図

3. 施工方法

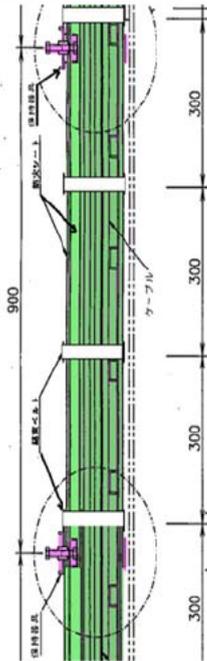
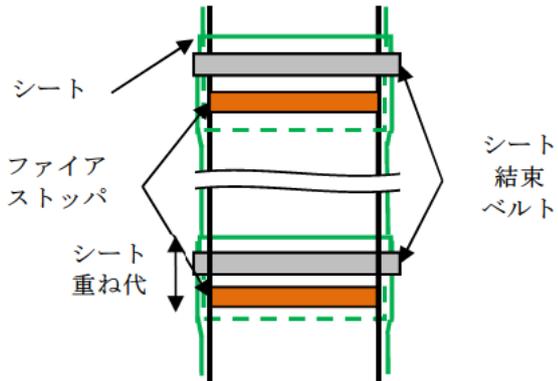
ファイアストップパの基本的な施工方法を以下に記す。

- (1) ファイアストップ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) ファイアストップ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) ファイアストップ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。

STEP	ファイアストップパの設置（垂直トレイ）	構成部品等
1	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。	
2	ファイアストップパの設置 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。 <div style="text-align: center;"> </div>	 <p>例：W600 トレイのファイアストップパ</p>

STEP	ファイアストップパの設置（垂直トレイ）	構成部品等
3	ファイアストップ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 保持板とシートの上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	ファイアストップパの設置 (垂直トレイ)	構成部品等
5	<p>ケーブルとシートの密閉</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p>② ロックナットを回しシート保持板を固定する。</p> <p>注意：シートを傷つけないこと。</p> <div data-bbox="399 907 893 1097" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="470 1176 901 1344" data-label="Image"> </div> <p>【写真はトレイ W300mm】</p>	<p>構成部品等</p> <div data-bbox="1029 280 1348 638" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="1029 683 1364 896" data-label="Image"> </div> <p>トルクレンチで締め込み確認</p> <div data-bbox="1013 1008 1364 1187" data-label="Image"> </div> <p>スキミゲージで確認</p>

STEP	ファイアストップパの設置（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プパを設置する。	 <p data-bbox="1021 907 1340 952">【垂直トレイの断面図】</p>
7	結束ベルトの取付け ① ファイアストップ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、ファイアストップパを設置する。	

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。

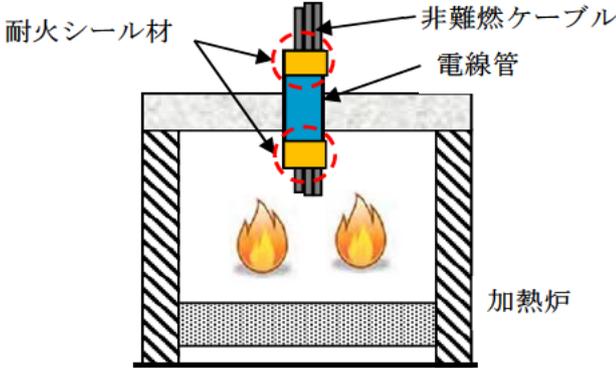
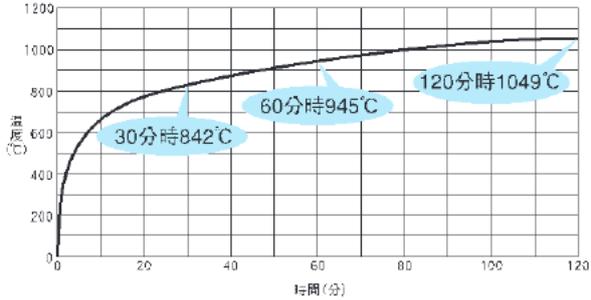
2. 供試体

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

<p>試験 装置 概要</p>	<p>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</p>  <p style="text-align: center;">【耐火試験装置】</p>
<p>加熱 温度</p>	<p>建築基準法の耐火試験で用いられる IS0834 の加熱曲線により加熱</p> 
<p>判定 基準</p>	<p>(1) 外観確認</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 <p>(2) 非加熱側温度測定</p> <p>シール材表面温度上昇値が IS0834 で定める「平均 140K、最高 180K」を超えないこと</p>

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 (°C)	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。

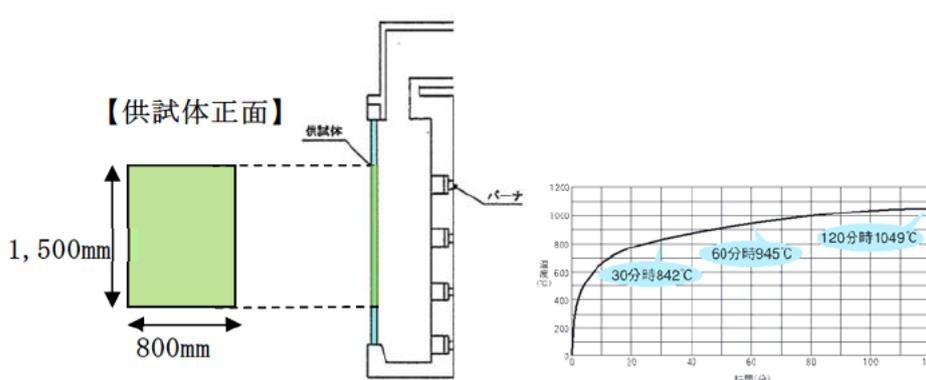
2. 供試体

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を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

<p>試験装置 概要</p>	 <p>【供試体正面】</p> <p>1,500mm</p> <p>800mm</p> <p>供試体</p> <p>ISO834 加熱曲線</p> <p>30分時842°C</p> <p>60分時945°C</p> <p>120分時1049°C</p>
<p>試験内容</p>	<p>・ ISO834加熱曲線で加熱し、防火シートに火炎等を通るき裂等の損傷及び隙間が生じる温度を確認する。</p>

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

<p>試験装置 概要</p>	<p>【供試体正面】</p> <p>供試体</p> <p>バーナ</p> <p>シート重ね代 100mm</p> <p>【ISO834 加熱曲線】</p> <table border="1"> <caption>ISO834 Heating Curve Data</caption> <thead> <tr> <th>時間 (分)</th> <th>温度 (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>842</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>945</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>1049</td> </tr> </tbody> </table>	時間 (分)	温度 (°C)	30	842	60	945	120	1049
時間 (分)	温度 (°C)								
30	842								
60	945								
120	1049								
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 								
<p>判定基準</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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

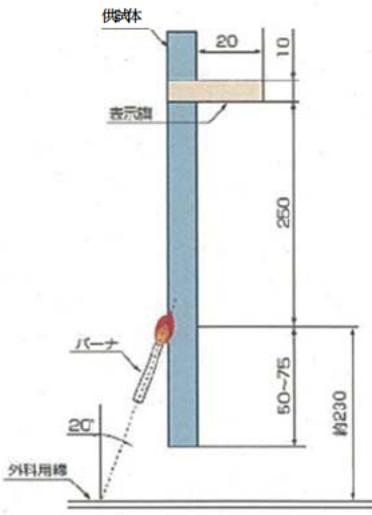
ケーブルの種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	外径 (mm)
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5
	架橋ポリエチレン	ビニル	19 (41) ※1

※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)

<p>供試体の設置</p>	 <p>単位：mm</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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回繰り返す、試料の燃焼の程度を確認する。
<p>火源</p>	<p>チリルバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>メタンガス</p>
<p>試験回数</p>	<p>3回 (回数の規定なし)</p>
<p>判定基準</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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

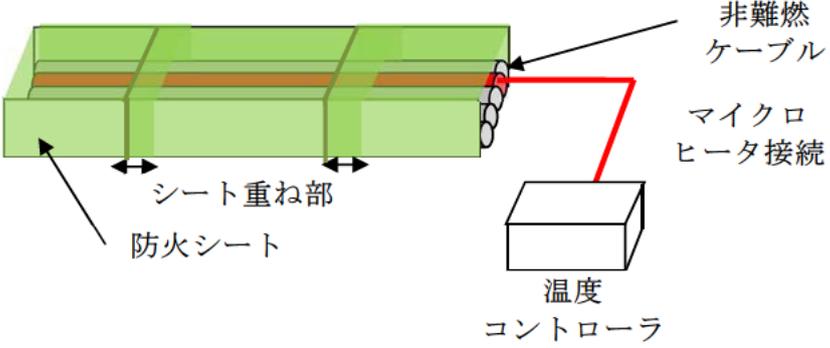
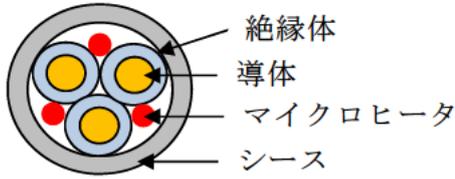
メーカーの標準施工方法で施工した高圧電力ケーブルを供試体とする。

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

<p>試験装置 概要</p>	<p>【試験装置全体】</p>  <p>【加熱ケーブル内部】</p> 
<p>マイクロヒータ 温度</p>	<p>650℃</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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。
<p>判定基準</p>	<p>複合体外部へ連続した火炎の噴出がないこと。</p>

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

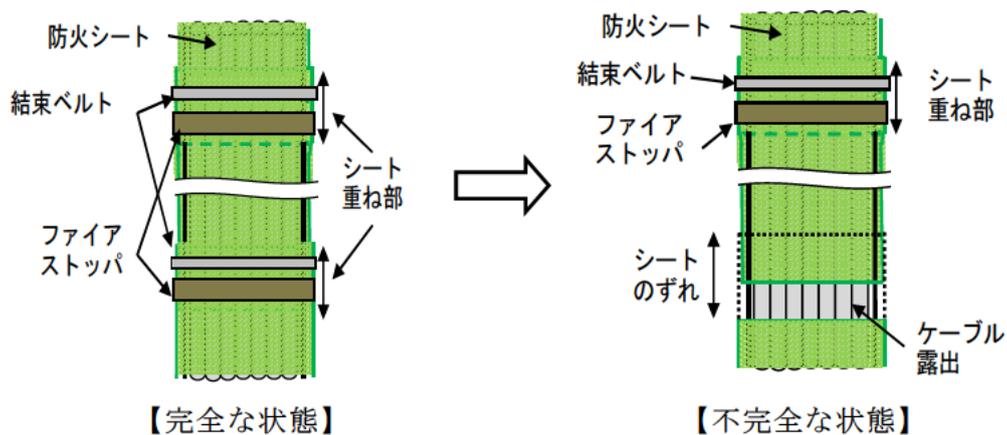
2.3 評価方法

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、メーカー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

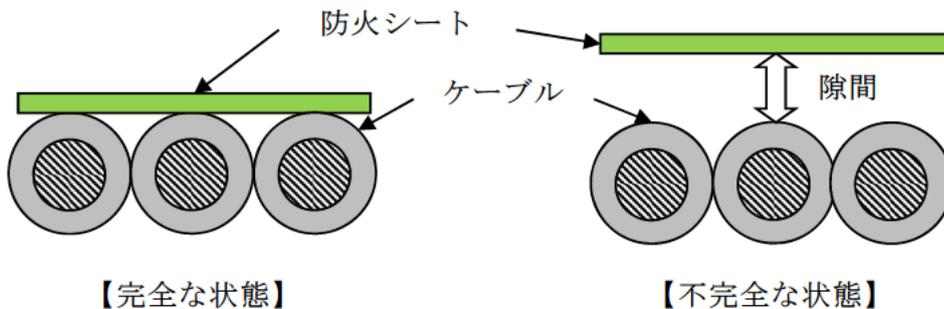
防火シート間にずれが生じてケーブルが露出した場合を設定した耐延焼性の試験を実施し、複合体が燃え止まることを確認する。

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）

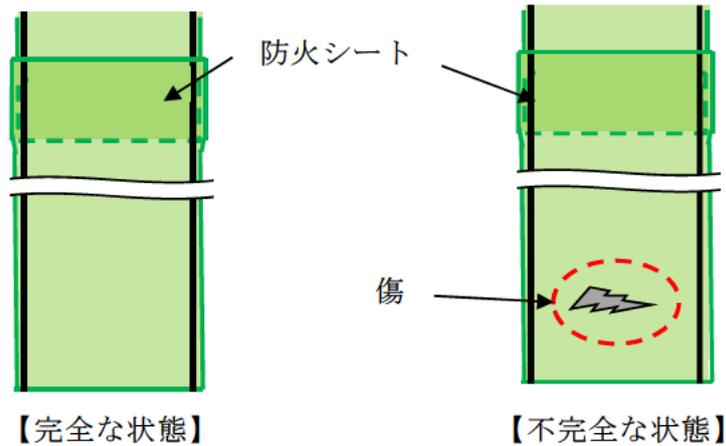
(2) 評価方法

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

メーカー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。

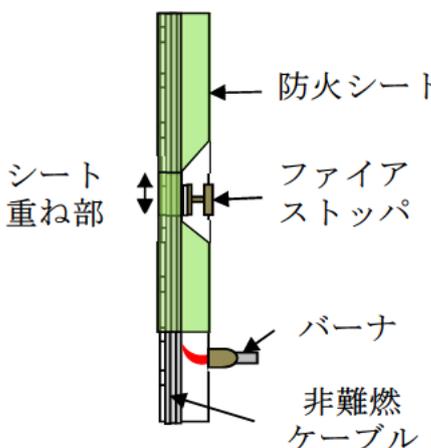
なお、複合体外部の火災においては、複合体のケーブルが露出した不完全な状態でも燃え止まることを確認するとともに、複合体内部の火災については、ケーブルの燃焼がファイアストッパにより燃え止まることを確認する。

(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

防火シートの間には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

<p>試験体の 据付例</p>	<p style="text-align: center;">【防火シートのずれ模擬】</p> 
<p>不完全性の試験条件</p>	<p>ずれの大きさをケーブルが約 200mm 完全露出する約 300mm とし、耐延焼性が確保されることを確認する。</p>
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>バーナ熱量</p>	<p>20kW</p>
<p>加熱時間</p>	<p>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。</p>
<p>試験回数</p>	<p>1 回</p>
<p>判定基準</p>	<p>・燃え止まること。</p>

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

防火シートの間には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

<p>試験体の 据付例</p>	<p style="text-align: center;">【防火シートのずれ模擬】</p>
<p>不完全性の試験条件</p>	<p>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</p>
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>バーナ熱量</p>	<p>20kW</p>
<p>加熱時間</p>	<p>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。</p>
<p>試験回数</p>	<p>1 回</p>
<p>判定基準</p>	<p>燃え止まること。</p>

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接触す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接触することで、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接触することで、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

複合体形成に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

防火シートが直接接触す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

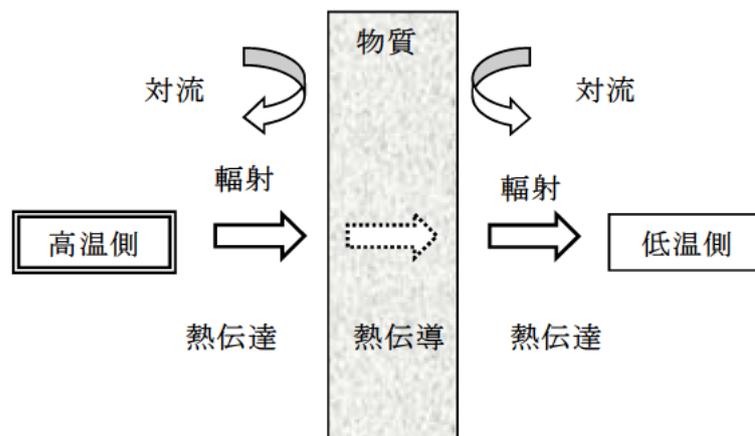
熱伝導とは熱が物質を伝わって、高温側から低温側で移動する現象。

(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）

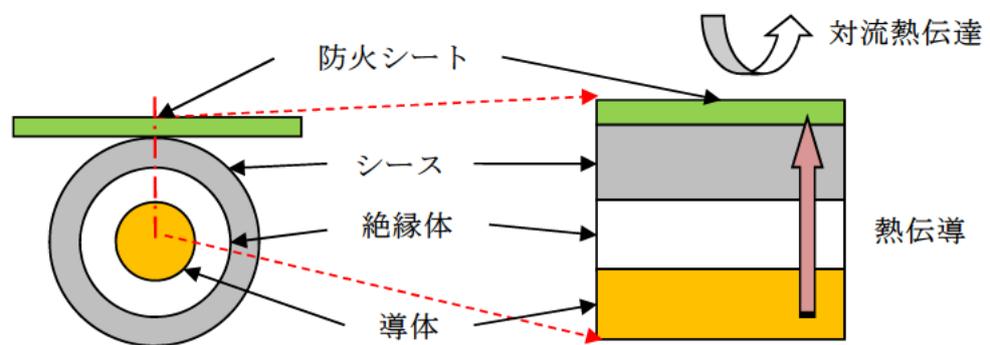
熱輻射（輻射伝熱）とは熱が物体から他の物体へ直接、電磁波の形で移動する現象。



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

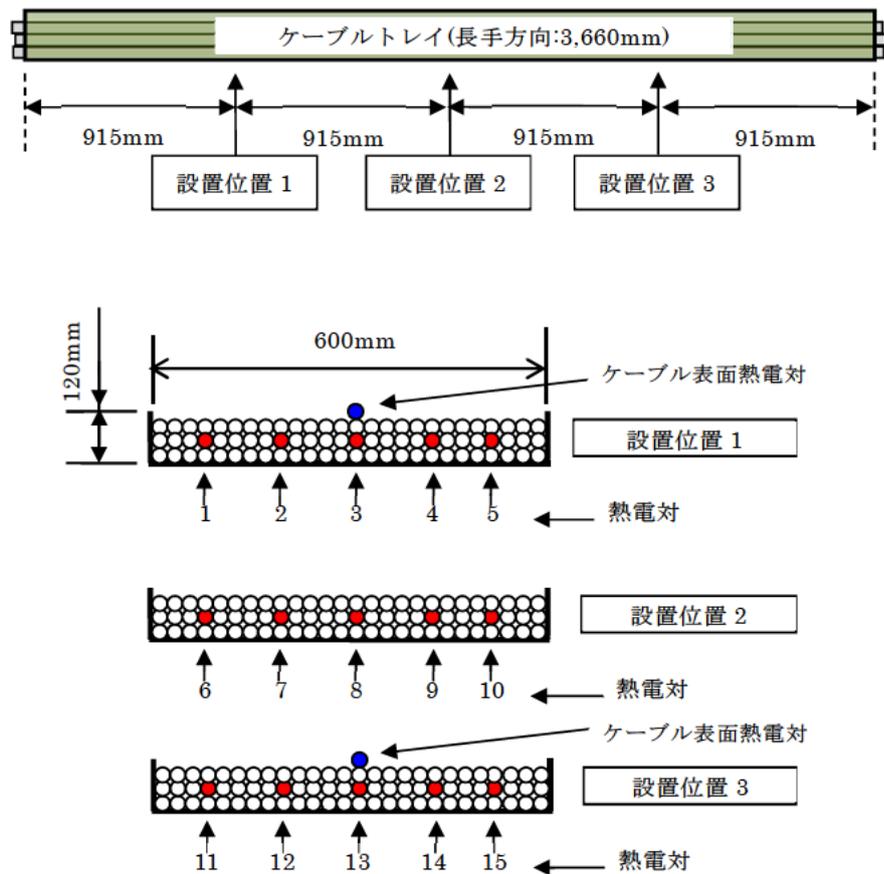
IEEE848-1996 に準じて試験を実施し、防火シートの施工前後におけるケーブルの電流低減率を求める。

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 $90^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、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 $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 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)
- T_c : 温度安定後設置位置2の最大導体温度 (°C)
- T_a : 試験後の周囲温度 (°C)
- I' : 基準温度での電流 (補正值) (A)
- T_{c'} : 基準導体温度; 90 (°C)
- T_{a'} : 基準周囲温度; 40 (°C)
- α : 234.5 (°C)

(2) 防火シートの施工による電流低減率

$$\text{ADF} = \frac{(I_o - I_f)}{I_o} 100$$

ADF : 電流低減率 (%)

I_o : 防火シート施工前の電流値 (A)

I_f : 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

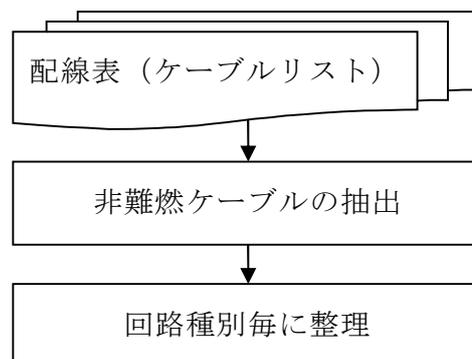
東海第二発電所で使用されているケーブルは配線表(ケーブルリスト)としてケーブル種類(使用用途による回路種別), ケーブルの型式(絶縁材とシースの組合せ), 芯数及び導体サイズなどにまとめられ建設時から図書として管理されている。

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
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
H13-P640 盤～電動弁 LS 中継箱							制御用架橋ポリエチレン絶縁ビニルシース (芯数 5, 導体サイズ 3.5mm ²)
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
KGB ケーブル(難燃)							
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,MM104-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
高圧電源盤 2C～ 残留熱除去系ポンプ 2A							高圧用架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケー ブル(トリプレックス形導体サイズ 200mm ²)

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

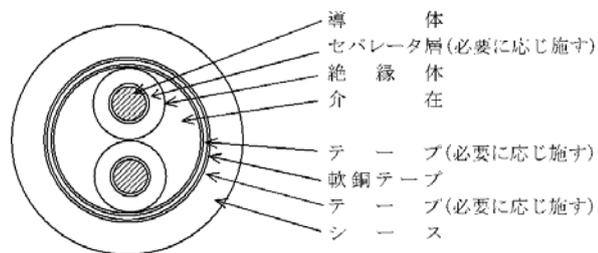
回路 種別	構成材料		導線サイズ (mm ²)	芯数
	絶縁体	シース		
計装	架橋ポリ エチレン	ビニル	1.25	2～27
制御	架橋ポリ エチレン	ビニル	2	2～27
			3.5	2～12
低圧 電力	架橋ポリ エチレン	ビニル	5.5	3～4
			8	2～3
			14	2～3
			22	2～3
			38	2～3
			60	2～3
			100～325	2～3
高圧 電力	架橋ポリ エチレン	ビニル	100～325	2～3

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

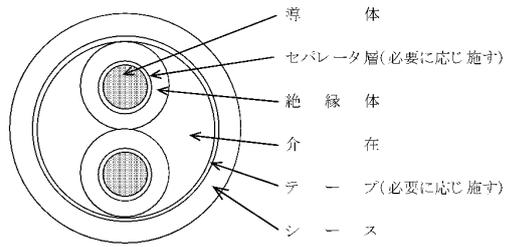


CCV-S 構造 (例)

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)

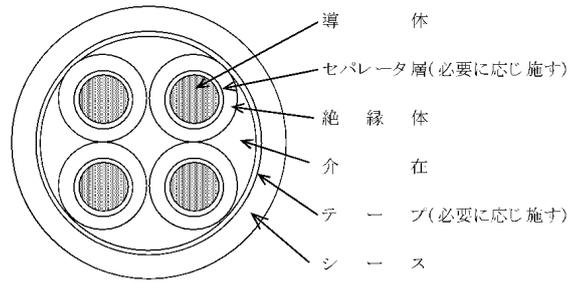


CCV 構造 (例：2 芯)

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)

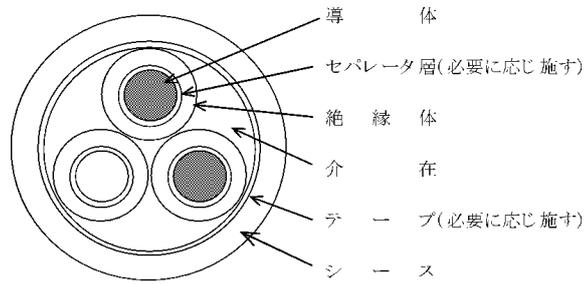


CCV 構造 (例：4 芯)

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)

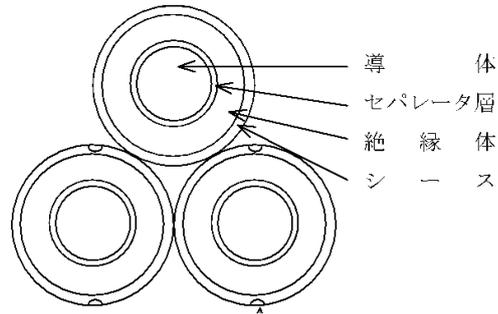


600V CV 構造

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	1.6	2C－22	19.5	
				3C－22	21	
				2C－38	24	
		1.5	1.7	3C－38	25	
				1.8	2C－60	29
				1.9	3C－60	31

(5) 低圧電力ケーブル(2/2)

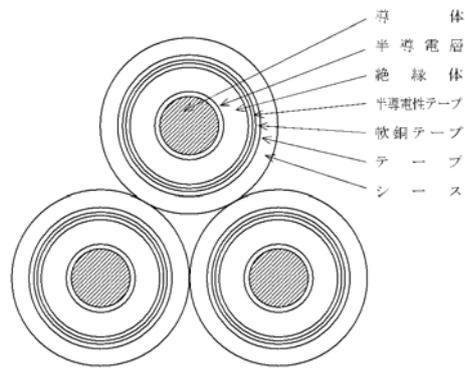


600V CVT 構造

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

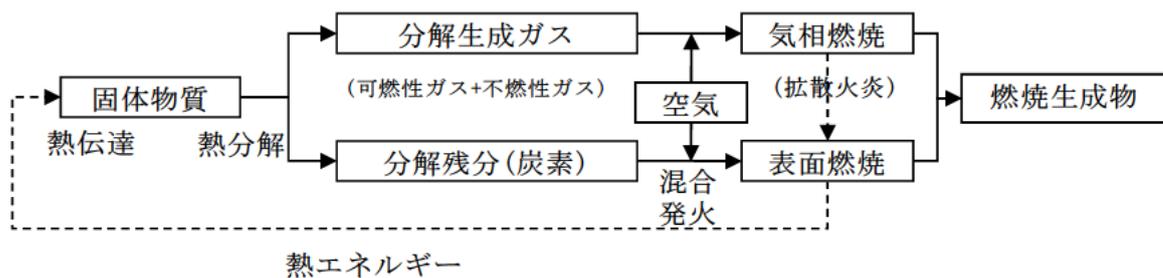
一般に‘燃焼’とは、可燃物に十分な熱と酸素が与えられて生じる気相での発熱をとまなう急激な酸化反応である。燃焼を継続させるためには、可燃物、温度(熱エネルギー)、酸素の三要素を全て満たす必要があり、言い換えると、それらの三要素のうち、一つでも欠ければ燃焼を継続することはできない。以下に、ケーブル構成物質である高分子物質の燃焼及びケーブルの燃焼メカニズムを示す。

(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

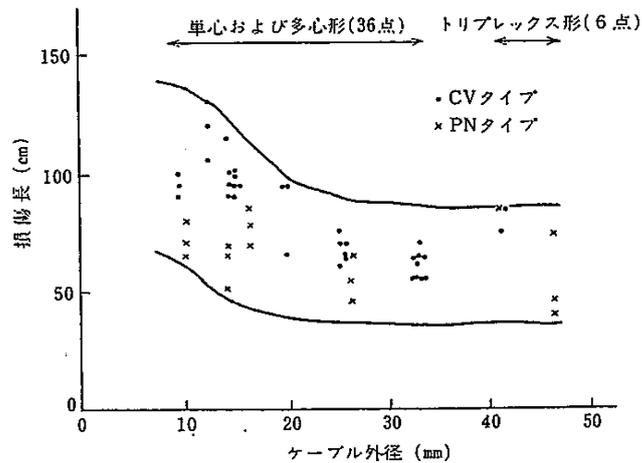
ケーブルが燃焼を継続するためには、加熱によって発生するガス組成を燃焼範囲内に維持する必要がある、熱容量が大きく寄与する。

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 $J / ^\circ C \cdot cm$ 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)

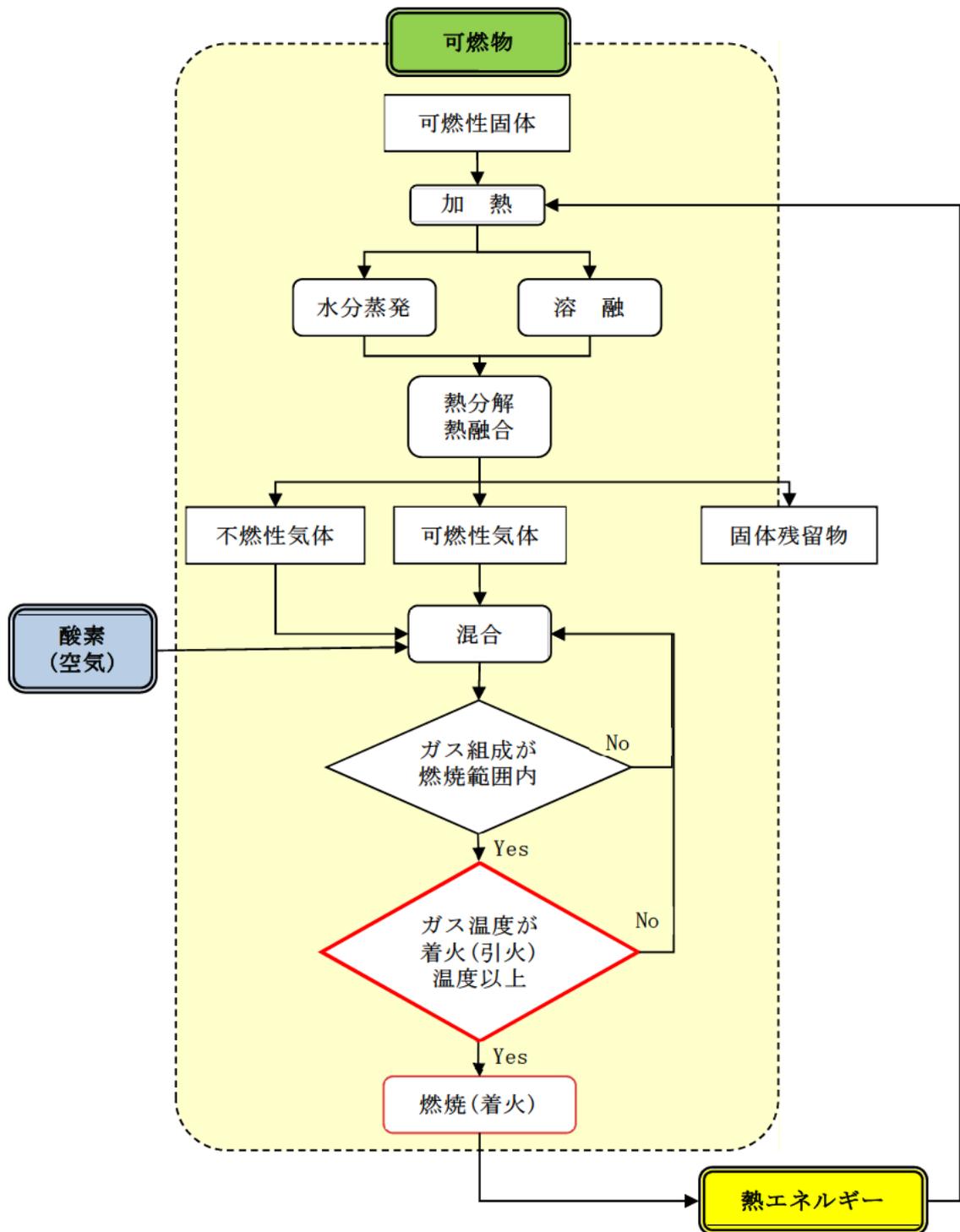
このように、高分子物質を燃焼させるには、熱分解により可燃性ガスが発生するよう物質の温度を上昇させる必要がある。同じ材料であれば、熱容量(物質の温度が1℃上昇するために必要な熱)が小さいほど温度は上昇しやすいため、着火しやすくなる。

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。

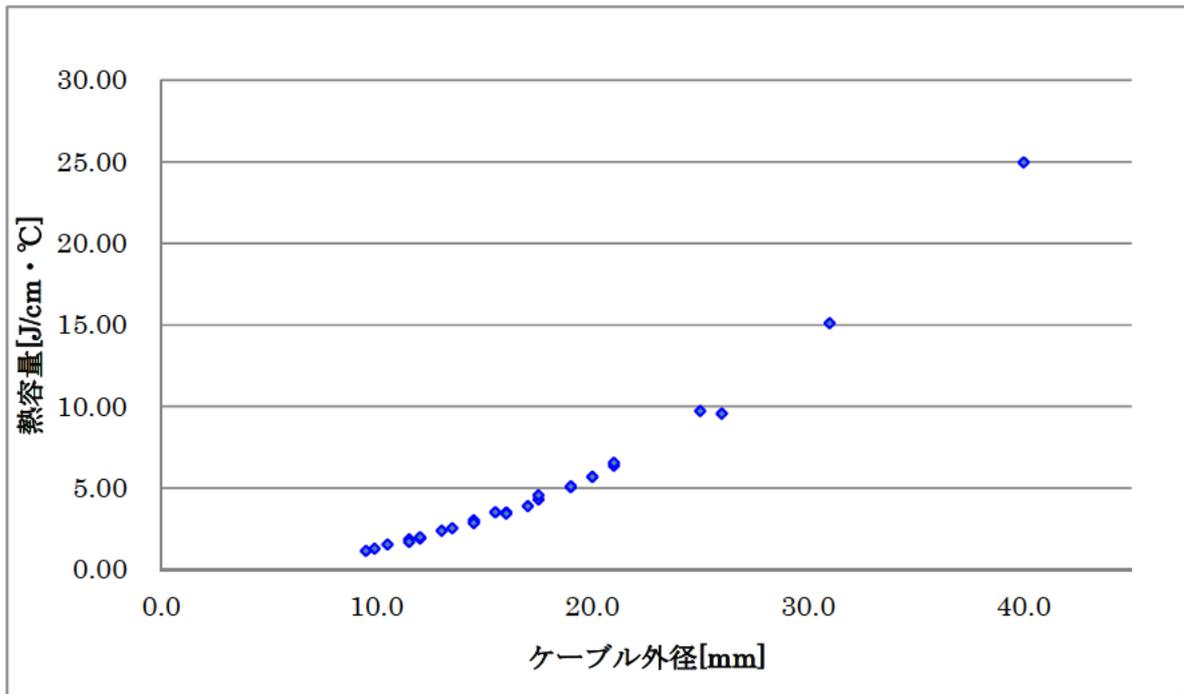
- ① 加熱された固体表面においては、含有する水分の蒸発や軟化、熔融のように物理的な吸熱過程を経て、化学的な熱分解、熱融合が起り可燃性気体、不燃性気体および固体残留物を生成する。
- ② 可燃性気体は拡散移動し、その拡散過程で雰囲気中の空気や不燃性気体と混合され、混合された気体の組成が燃焼範囲にあり、着火温度に達すると着火、燃焼に至る。
- ③ この燃焼領域から新しい固体表面へ熱が移動することにより火災の伝播が起り、この繰返しによって可燃物が消費されるまで燃焼が継続される。燃焼プロセスを第 2-3-2 図に示す



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

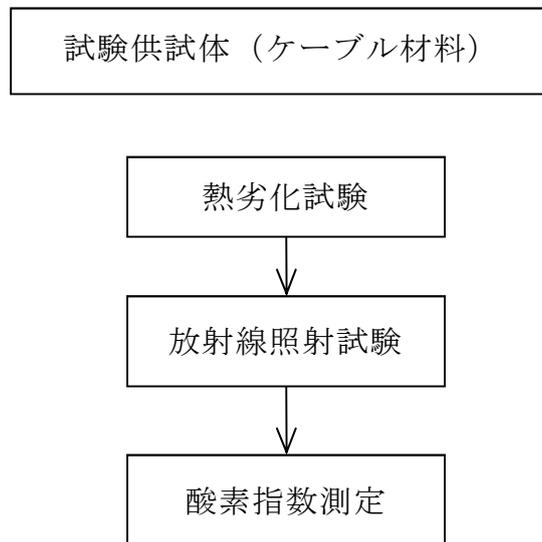
5. 評価

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	
				2C-22	19.5	
				3C-22	21	
				1.6	2C-38	24
				1.7	3C-38	25
	1.2	1.5	1.8	2C-60	29	
			1.9	3C-60	31	
			2	1.5	100	19
	架橋ポリエチレン/ ビニル (トリプレックス型など)	2.5	2	1.5	150	22
				1.7	200	26
1.8				250	28	
1.9				325	31	
1.5				1.5	100	19

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。

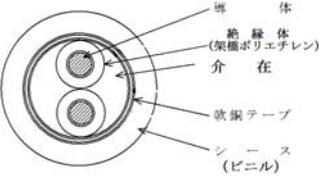
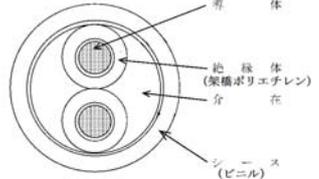
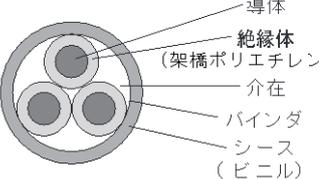
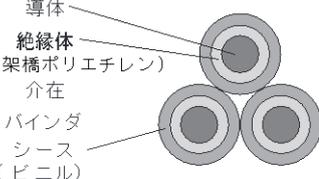
第 2-5-4 表 非難燃ケーブルの抽出結果

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)	4.5	4	2.4	100	26
			4	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 ² °C)	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。

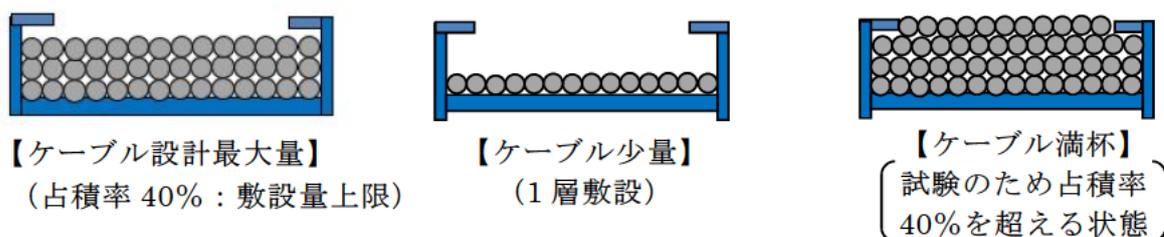
※：熱容量とは、任意の量の物質の温度を1℃上昇させるのに必要な熱量のこと
で、値が小さいほど加熱により温度上昇しやすい。熱容量は以下の式で表される。

$$C = m \times c$$

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。



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 (°C)	時間 (day)	放射線量※ (kGy)
[]	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
[]	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	原子炉建屋付属棟電気室
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）

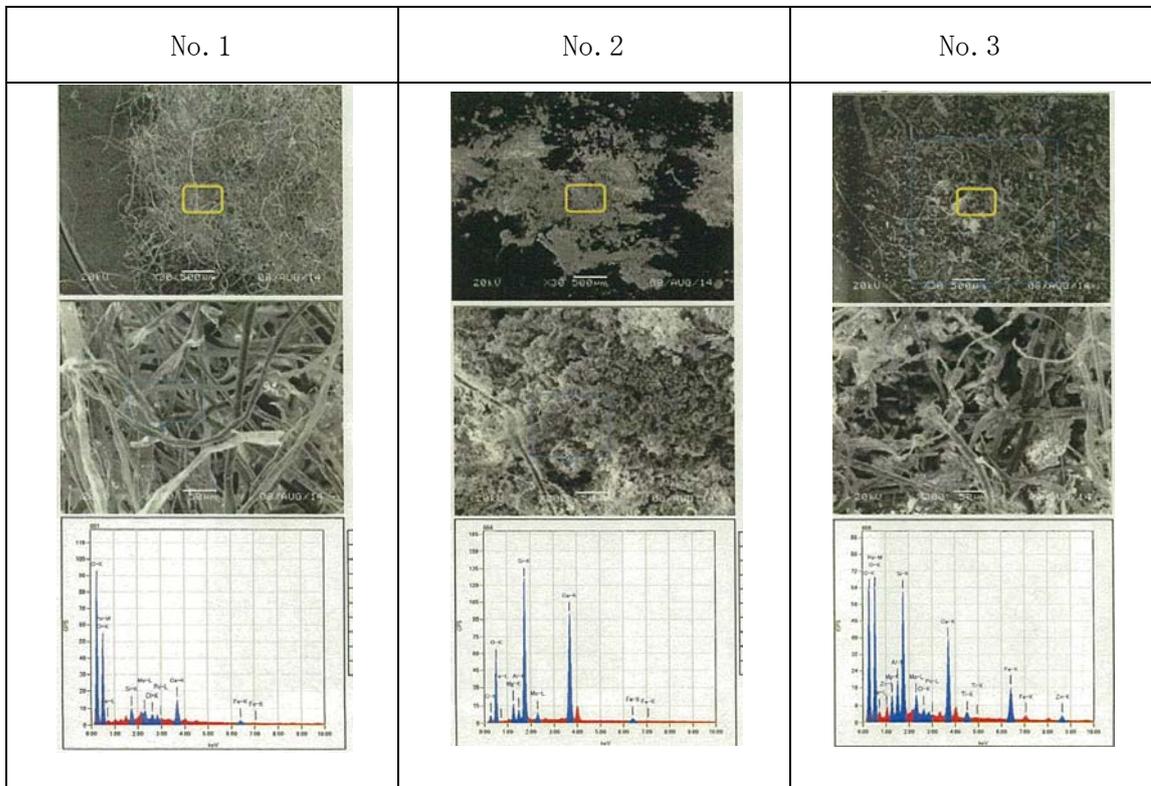
c. 試験結果

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)



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

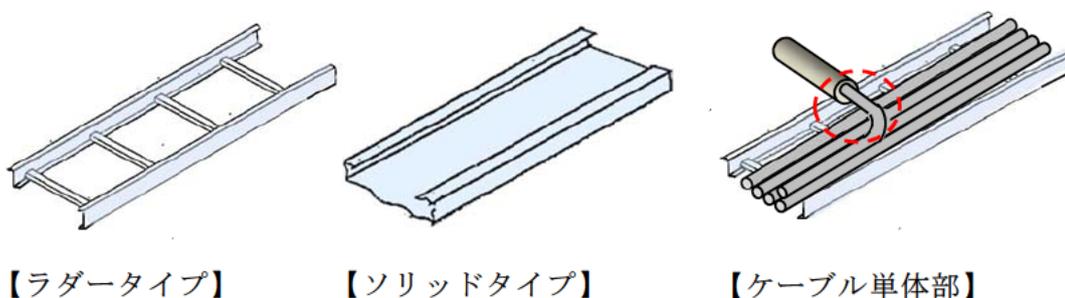
実機でサンプリングした汚れ（埃）の発熱量はケーブル材料の発熱量と比べ非常に小さく、複合体の耐延焼性にほとんど影響しないことから、埃が付着していないケーブルを実機模擬条件に選定する。

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。



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。

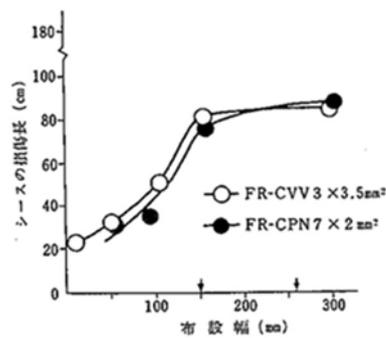
1.2.2.2 トレイサイズ（幅）

(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

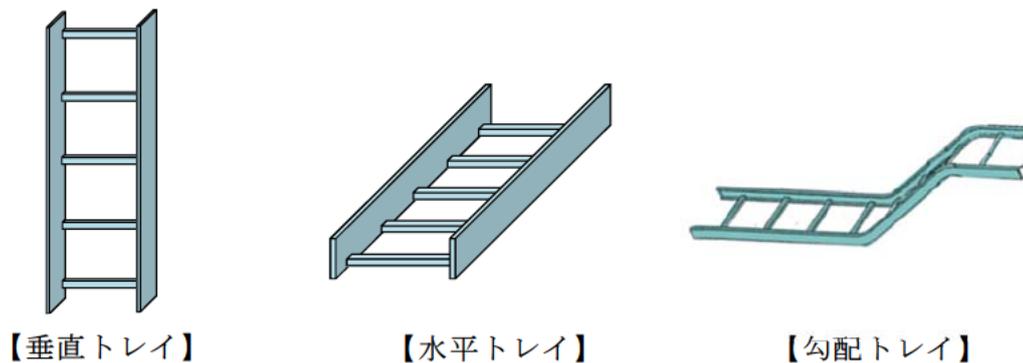
(1) ケーブルトレイの方向

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。



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

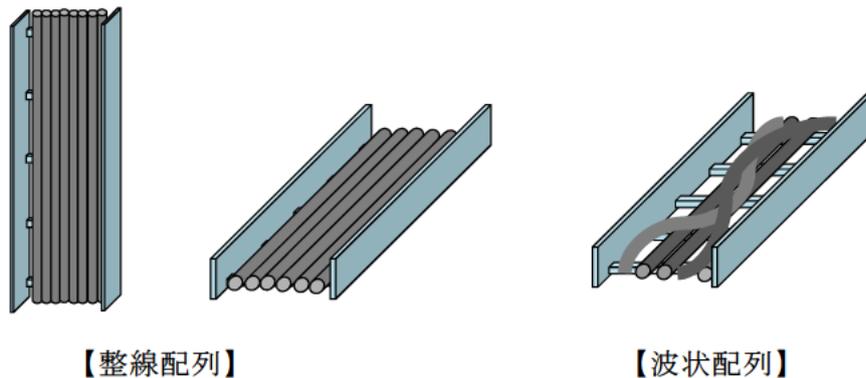
(1) ケーブルの状態

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。



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。

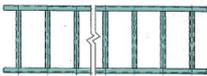
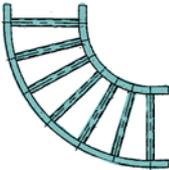
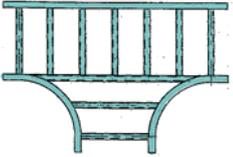
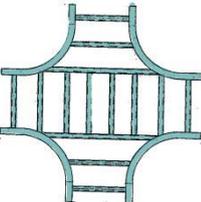
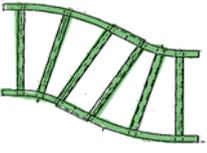
1.2.2.6 トレイ形状

(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。



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 ファイアストップの有無

(1) ファイアストップの設置

ファイアストップ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プを設置する。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、ファイアストップの有無を実機模擬試験条件に選定する。念のため、ファイアストップ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

ファイアストップの有無を実機模擬条件に選定する。念のため、ファイアストップ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
	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。	
ケーブル	使用期間	プラント運転開始以降、長期間使用している。	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。
	敷設量	使用箇所により、ケーブル敷設量に変化する。	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。
ケーブルトレイ	延焼防止材	使用箇所により、ケーブル敷設量に変化する。	ケーブル敷設量が耐延焼性に及ばず影響を確認するため、少量敷設、設計最大敷設の 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。
	埃	延焼防止材が塗布されている箇所、塗布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。
ケーブルトレイ	トレイタイプ（トレイ有無）	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。
	トレイサイズ（幅）	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入線部などケーブル単体の状態が存在する。	<ul style="list-style-type: none"> トレイタイプは火災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。

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
	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。	
ケーブルトレイ	トレイ設置方向	垂直, 水平及び勾配が存在する。	トレイ高さ 120mm 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。	最も延焼が広がる速度が速い垂直トレイを選定する。
	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。	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。
	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。	火炎が最も速く広がる直線形の垂直トレイを選定する。
	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。
	シートの隙間	防火シートの隙間を想定する。	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。
	シートの傷	外力が加わった場合の防火シートの傷を想定する。	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。)
ファイアストップ	ファイアストップの有無を想定する。	防火シートに傷がない状態を実機模擬条件に選定する。	
			ファイアストップの有無を実機模擬条件に選定する。念のため, ファイアストップと加熱源の距離を変化させて確認する。

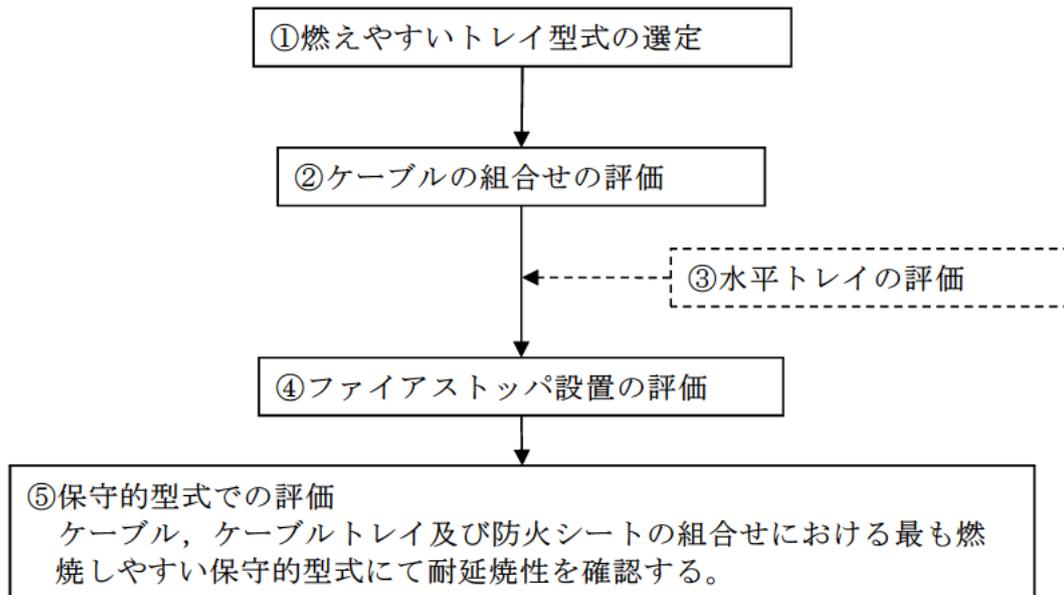
1.3 実機模擬試験の実施

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) ファイアストップ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 ファイアストップ設置の評価

ファイアストップ設置の有無を条件とした保守的な実機模擬試験を行う。ファイアストップによりシートとケーブル間の空間が異なることから、ファイアストップ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

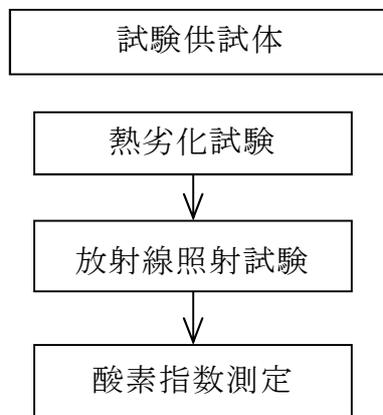
①～④項にて決定するケーブル、ケーブルトレイ及び防火シートの組合せにおける最も燃焼しやすい保守的型式にて実機模擬試験を行い、保守的型式においても損傷長が難燃ケーブルよりも短いことで、難燃ケーブルとの関係性及び耐延焼性が保たれていることを確認する。

複合体の耐延焼性の確認として、ファイアストップ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

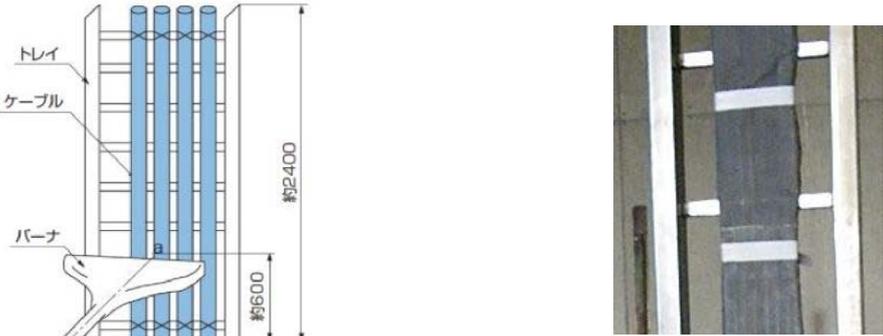
ケーブル種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	外径 (mm)
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5
	架橋ポリエチレン	ビニル	19 (41) ※

※：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

<p>試験体の据付例</p>	 <p>単位：mm</p> <p>【防火シート施工後】</p>
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>熱量</p>	<p>20kW</p>
<p>加熱時間</p>	<p>20 分</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。
<p>試験回数</p>	<p>3 回</p>
<p>判定基準</p>	<p>燃え止まること。</p>

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

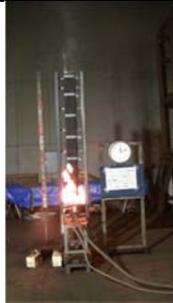
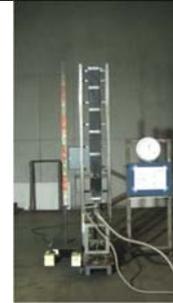
ケーブル種類 (回路種別)	絶縁材	シース材	ケーブル外径 (mm)	最大損傷 長平均 (mm)	シート間 重ね代 (mm)	判定 結果
計装 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	9.5	763	100	良
制御 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	9.9	840	100	良
低圧電力 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	14.5	800	100	良
			19(41) ^{※2}	595	100	良

※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。

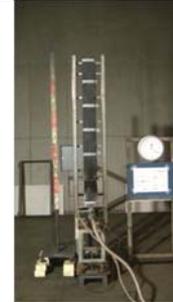
5. 評価

複合体が燃え止まり耐延焼性を有することを確認した。

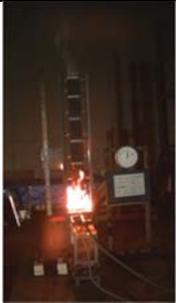
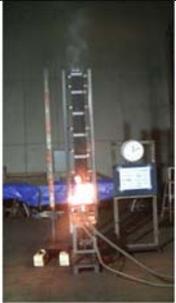
第 2-8-4 表 ケーブル種類毎の性能確認試験結果の詳細 (1/4)

No	ケーブルの種類		計装ケーブル, ケーブル外径 : 9.5mm	
	防火シートの施工		シート重ね代 : 100mm, ベルト間隔 : 300mm	
	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後
1				
	損傷距離 : シート (炭化:540mm), シース (熔融:740mm)			判定 良
2				
	損傷距離 : シート (炭化:630mm), シース (熔融:760mm)			判定 良
3				
	損傷距離 : シート (炭化:600mm), シース (熔融:790mm)			判定 良
シートの状況			ケーブルの状況	
				

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)

	ケーブル種類		制御ケーブル, ケーブル外径 : 9.9mm	
	防火シートの施工		シート重ね代 : 100mm, ベルト間隔 : 300mm	
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後
1				
	損傷距離 : シート (炭化:600mm), シース (熔融:780mm)			判定
2				
	損傷距離 : シート (炭化:580mm), シース (熔融:780mm)			判定
3				
	損傷距離 : シート (炭化:650mm), シース (熔融:960mm)			判定
シートの状況			ケーブルの状況	
				

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)

		ケーブル種類	低圧電力ケーブル，ケーブル外径：14.5mm		
		防火シートの施工	シート重ね代：100mm，ベルト間隔：300mm		
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後	
1					
	損傷距離：シート(炭化:520mm)，シース(熔融:740mm)				判定
2					
	損傷距離：シート(炭化:540mm)，シース(熔融:810mm)				判定
3					
	損傷距離：シート(炭化:580mm)，シース(熔融:850mm)				判定
シートの状況			ケーブルの状況		
					

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)

	ケーブル種類		低圧電力ケーブル, ケーブル外径: 19 mm		
	防火シートの施工		シート重ね代: 100mm, ベルト間隔: 300mm		
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後	
1					
	損傷距離: シート(炭化:550mm), シース(熔融:635mm)				判定
2					
	損傷距離: シート(炭化:510mm), シース(熔融:510mm)				判定
3					
	損傷距離: シート(炭化:520mm), シース(熔融:640mm)				判定
シートの状況			ケーブルの状況		
					

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。

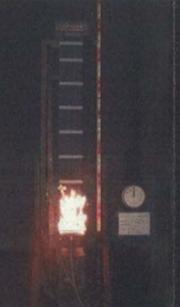
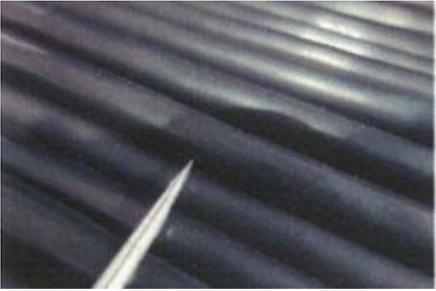
第 2-9-3 表 垂直トレイ燃焼試験による損傷長比較結果

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

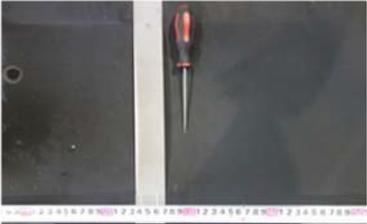
5. 代表ケーブルの選定

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)

No	ケーブル種類		制御ケーブル, ケーブル外径: 9.9mm	
	防火シートの施工		シート重ね代: 100mm, ベルト間隔: 300mm	
	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後
1				
	損傷距離: シート(炭化:670mm), シース(熔融:670mm)			判定
2				
	損傷距離: シート(炭化:670mm), シース(熔融:600mm)			判定
シートの状況		ケーブルの状況		
				

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)

	ケーブル種類		低圧電力ケーブル, ケーブル外径: 14.5mm		
	防火シートの施工		シート重ね代: 100mm, ベルト間隔: 300mm		
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後	
1					
	損傷距離: シート(炭化:680mm), シース(溶融:600mm)				判定
2					
	損傷距離: シート(炭化 680mm), シース(溶融:690mm)				判定
3					
	損傷距離: シート(炭化:700mm), シース(溶融:700mm)				判定
シートの状況 (No. 3)			ケーブルの状況 (No. 3)		
 <p>シート炭化</p>			 <p>シース溶融</p>		

供試体の仕様と試験条件設定の考え方

1. 供試体仕様

種類・サイズ	複合体構成部品		複合体の外部の火災（熱の遮断に着眼した仕様）		複合体の内部の火災（酸素量の抑制に着眼した仕様）	
	高圧電力、低圧電力、計装、制御	新品、旧品	構成部品選定の考え方	供試体	構成部品選定の考え方	供試体
ケーブル			燃焼試験に基づき損傷長の長いケーブル	低圧電力ケーブル 外径 14.5mm	燃焼試験に基づき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			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）
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	試験条件選定の考え方	試験条件	試験条件選定の考え方
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
	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。

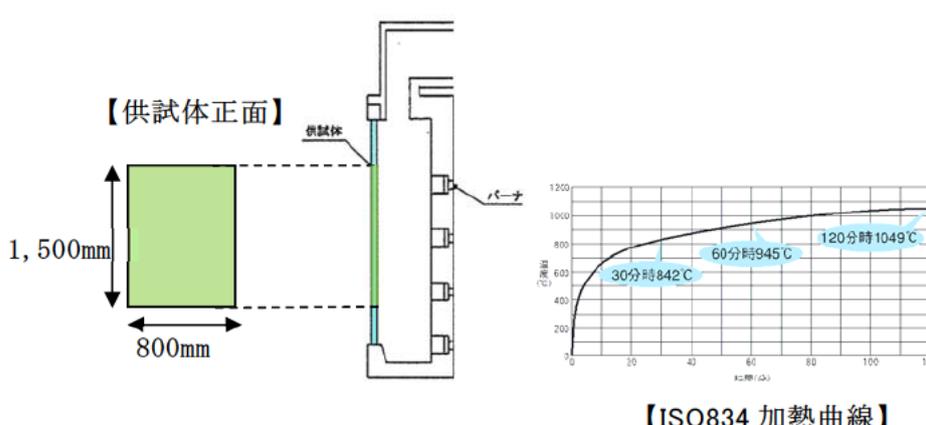
2. 供試体

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を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

<p>試験装置 概要</p>	 <p>【供試体正面】</p> <p>1,500mm</p> <p>800mm</p> <p>供試体</p> <p>ISO834 加熱曲線</p> <p>30分時842°C</p> <p>60分時945°C</p> <p>120分時1049°C</p>
<p>試験内容</p>	<p>・ ISO834加熱曲線で加熱し、防火シートに火炎等を通るき裂等の損傷及び隙間が生じる温度を確認する。</p>

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 ホンブ°室
火災荷重	286MJ/m ²

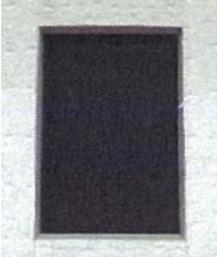
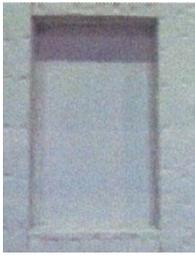
なお、自動消火設備が設置されている部屋は対象外とした。

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

供試体：防火シート(プロテコ®シート-P2・eco)			
試験条件：IS0834 に則る加熱曲線での加熱			
加熱面			
試験前		試験後	
			
加熱時間 (分)			
10	20	30	40
			
50	60	70	/
			/
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			

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

<p>試験装置 概要</p>	
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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。
<p>判定基準</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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。

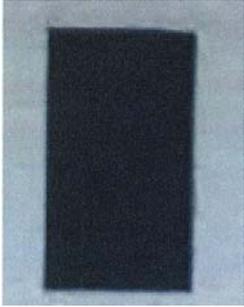
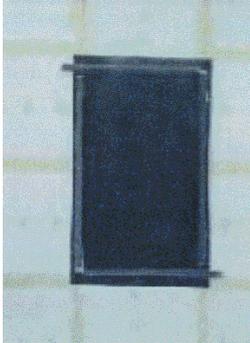
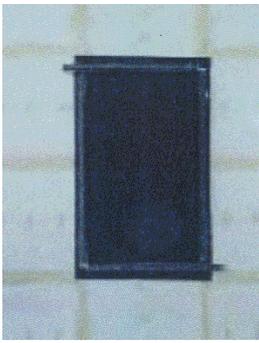
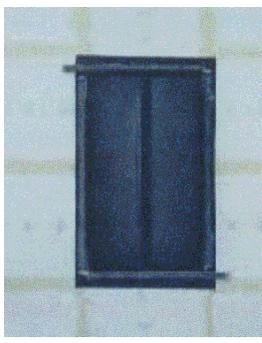
5. 評価

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。

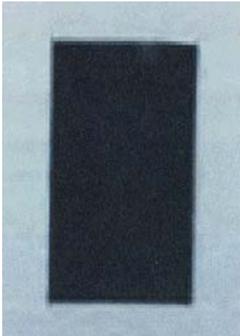
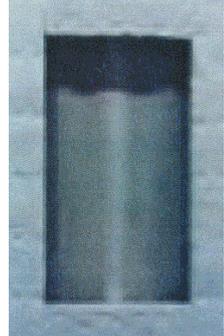
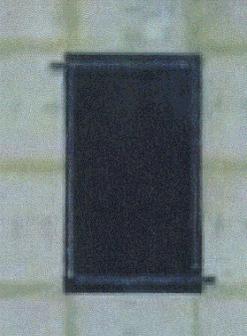
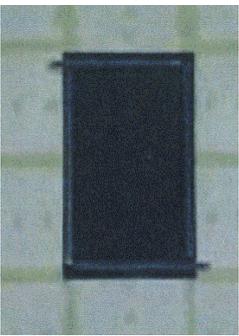
第 3-2-2 表 遮炎性試験結果

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)

供試体：防火シート重ね部（プロテコ®シート-P2・eco）					
試験条件：IS0834 に則る加熱曲線での加熱					
No	加熱面			判定 結果	
	試験前	試験後			
1					良
	加熱時間 (min)				
	1	10	15		
					
	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間			無	
	非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎			無	
	非加熱面へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出			無	

第 3-2-3 表 遮炎性試験結果詳細 (2/2)

供試体：防火シート重ね部（プロテコ®シート-P2・eco）					
試験条件：IS0834 に則る加熱曲線での加熱					
No	加熱面			判定 結果	
	試験前	試験後			
2					良
	加熱時間 (min)				
	1	10	15		
					
	火炎が通るき裂等の損傷及び隙間			無	
	非加熱面で 10 秒を超えて継続する発炎			無	
	非加熱面へ 10 秒を超えて連続する火炎の噴出			無	

ケーブルの難燃性能向上評価に係る調達管理

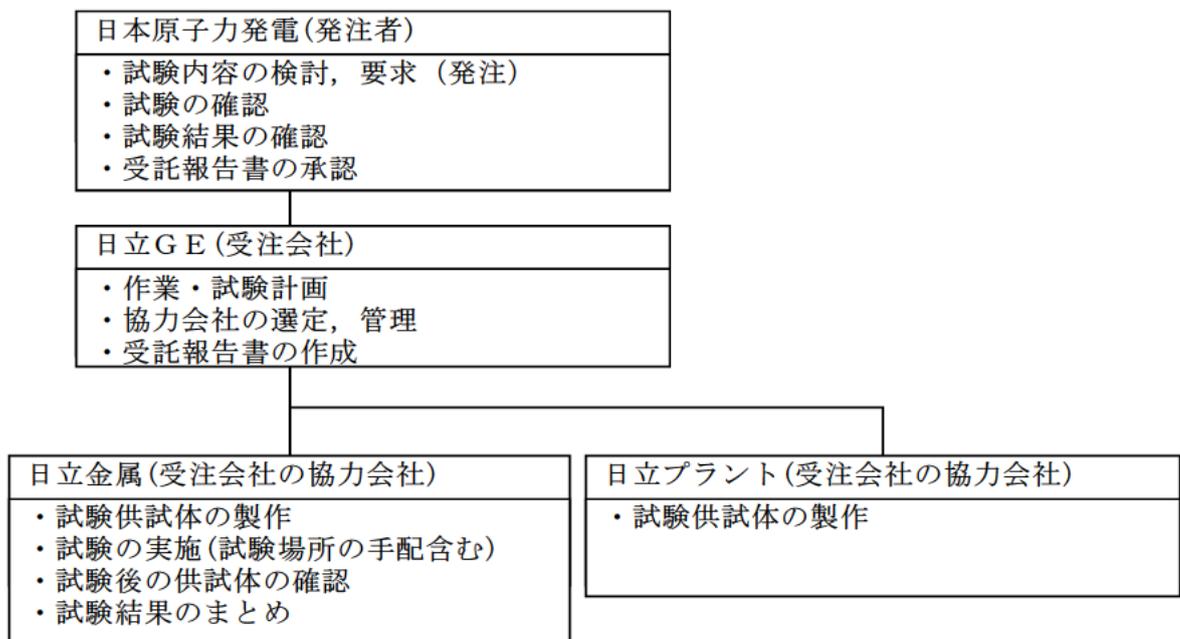
自己消火性及び延焼性確認試験は業務委託により実施しており，その際の調達管理については以下の通りである。

1. 業務委託内容の要求

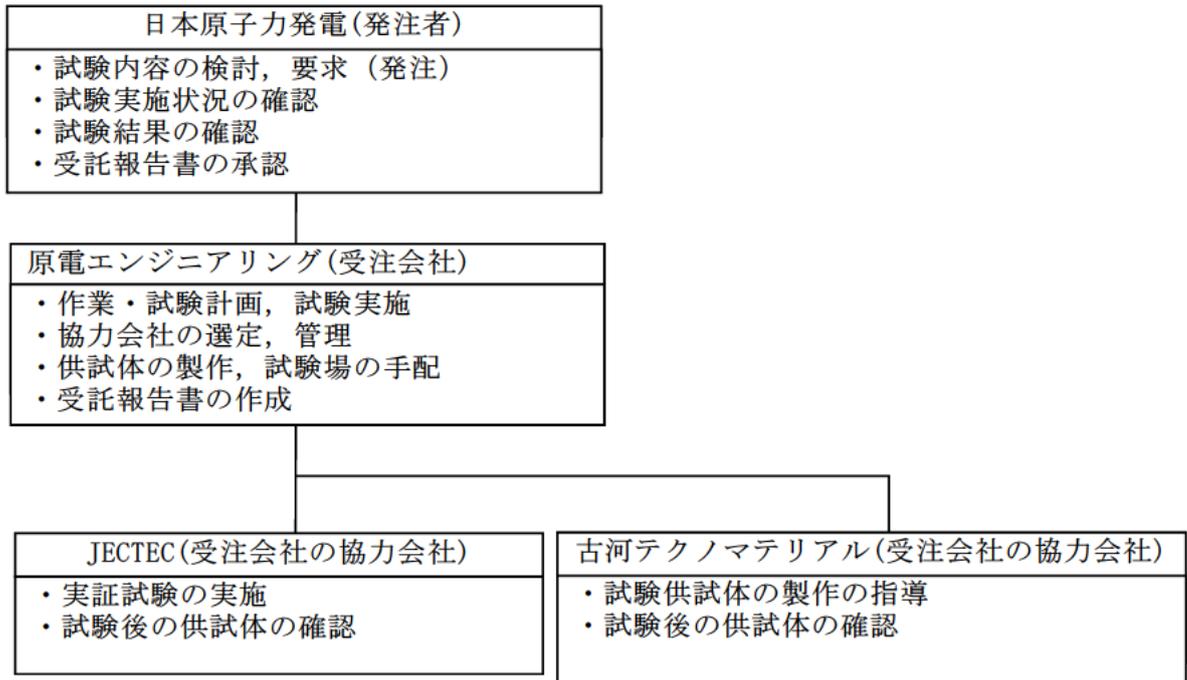
業務委託として，難燃性実証試験の実施体制や試験内容等を記載した調達文書を発注者及び受注会社とで同意し契約することにより，業務委託内容を受注会社へ要求する。受注者は調達文書の要求事項から実施計画書を発注者に提出し，発注者は実施計画書の適合性を確認する。

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 (°C)	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		<ul style="list-style-type: none"> ・ 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

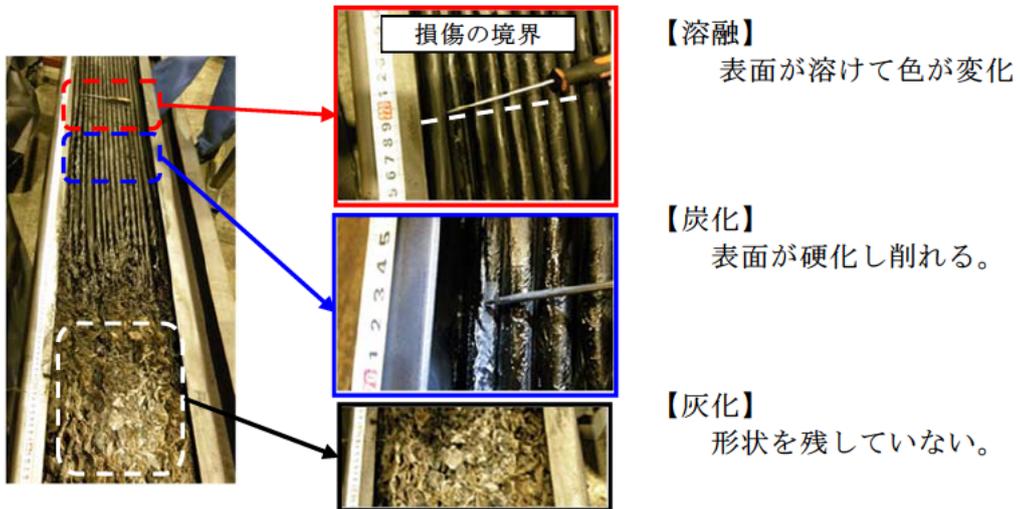
※2：バーナ熱量を変化させた試験では変更となる。

損傷長の判定方法

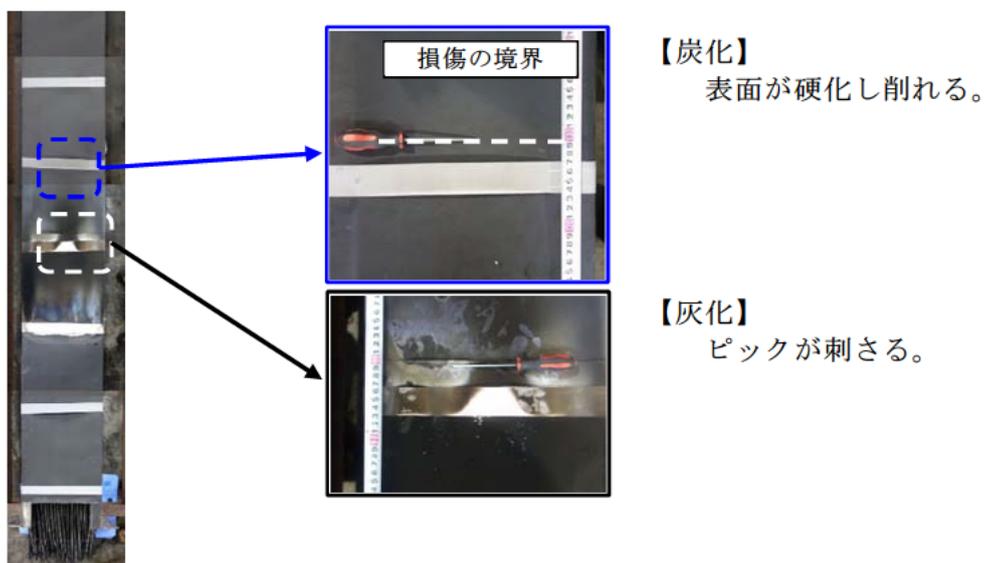
耐延焼性の実証試験では、損傷の境界を確認し、バーナ位置を基準として最大損傷長を測定する。

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】



【防火シート】



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。

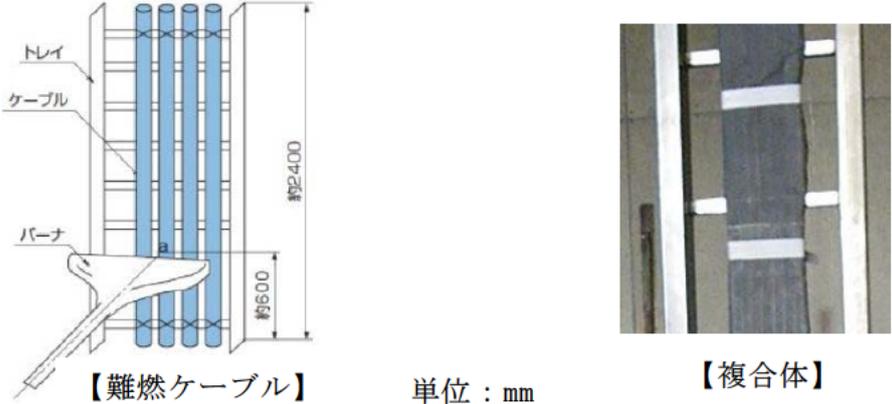
第 3-6-1 表 供試体の種類

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

<p>試験体の据付例</p>	 <p>【難燃ケーブル】 単位：mm 【複合体】</p>
<p>ケーブル</p>	<p>ケーブル外径の 1/2 間隔開けて 1 層敷設</p>
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>熱量</p>	<p>20kW</p>
<p>加熱時間</p>	<p>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。</p>

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

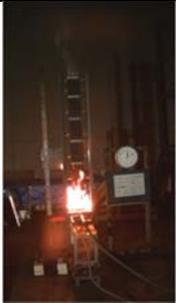
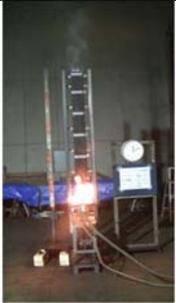
形態	ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径(mm)※	最大損傷長平均(mm)
複合体	低圧電力	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	800
難燃ケーブル	ケーブル	難燃架橋ポリエチレン	難燃ビニル	14.0	1,010

※：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)

No	ケーブル種類		低圧電力ケーブル, ケーブル外径: 14.5mm	
	防火シートの施工		シート重ね代: 100mm, ベルト間隔: 300mm	
	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後
1				
損傷距離: シート(炭化:520mm), シース(熔融:740mm)				判定 良
2				
損傷距離: シート(炭化:540mm), シース(熔融:810mm)				判定 良
3				
損傷距離: シート(炭化:580mm), シース(熔融:850mm)				判定 良
シートの状況			ケーブルの状況	
				

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)

	ケーブル種類		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	
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後		
—						
損傷距離: シース (溶融: 1,010mm)				判定	—	
ケーブルの状況						
						

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

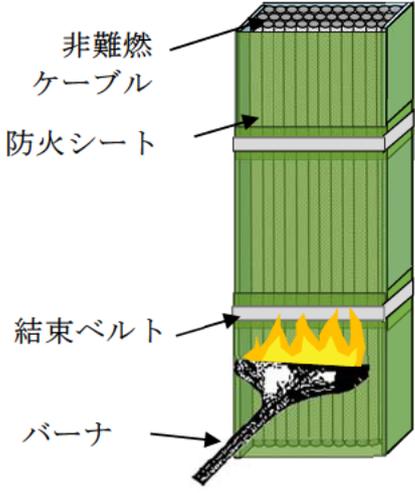
本文 2.2 項にて示した、損傷長の比較によって選定した非難燃ケーブルを用いる。ケーブル及びケーブルトレイのばらつきを考慮した実機模擬条件については、本文 2.3 項にて示した組合せとする。

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（1,780mm）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 ファイアストップ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 (ファイアストップ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 ファイアストップとバーナ距離変化の確認試験結果

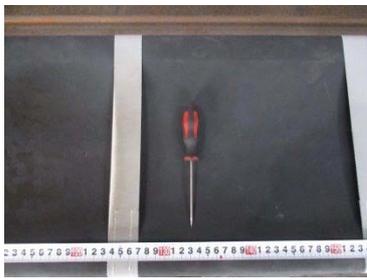
ファイアストップと バーナの距離(mm)	最大損傷長 (mm)	判定結果
362.5	1,220	良
662.5	890	良
1262.5	760	良

第 3-7-8 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。

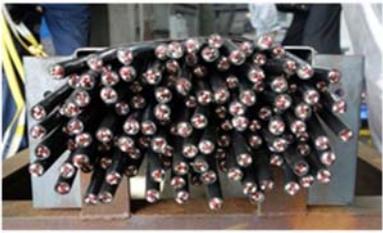
第 3-7-9 表 複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験結果詳細 (1/2)

供試体	複合体	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm シートとケーブルの隙間：約 85mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
—				
シートの状況		ケーブルの状況		
 <p style="text-align: center;">シート炭化</p>		 <p style="text-align: center;">シース炭化</p>	 <p style="text-align: center;">シース熔融</p>	
最大損傷長 (mm)		570		

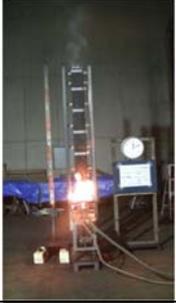
第 3-7-9 表 複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験結果詳細 (2/2)

供試体	複合体	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm シートとケーブルの隙間：約 40mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
—				
シートの状況		ケーブルの状況		
 <p style="text-align: center;">シート炭化</p>		 <p style="text-align: center;">シース炭化</p>	 <p style="text-align: center;">シース溶融</p>	
最大損傷長 (mm)		700		

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)

供試体	複合体	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		
	防火シートの施工	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		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
—				
損傷距離：シート(炭化:620mm)，シース(溶融:980mm，炭化:560mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース溶融	
判定結果		良		

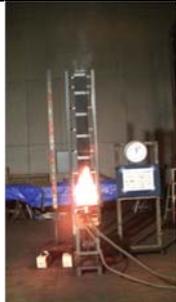
第 3-7-9 表 複合体構成品の組合せによる耐延焼性試験結果詳細(参考 2/2)

供試体	複合体 (ケーブル単体)		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			
	防火シートの施工		シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm			
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後		
1						
2						
3						
損傷長	シートの状況			ケーブルの状況		
						
最大損傷長平均(mm)		800				

第 3-7-10 表 ケーブル組合せの確認試験結果の詳細(1/2)

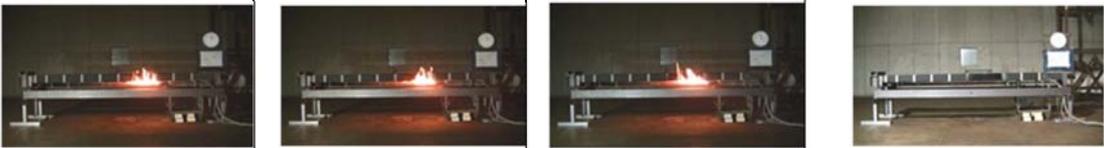
供試体	複合体 (太径)		ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：19(41 [※])mm 敷設量：少量 ※：トリプレックス型(3本より合わせ) 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル ケーブル敷設方向：垂直 トレイタイプ：なし	
	防火シートの施工		シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm	
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後
1				
2				
3				
損傷長	シートの状況		ケーブルの状況	
				
最大損傷長平均(mm)		595		

第 3-7-10 表 ケーブル組合せの確認試験結果の詳細 (2/2)

供試体	複合体 (細径)		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	
	防火シートの施工		シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm	
No	5 分後	10 分後	20 分後	消炎後
1				
2				
3				
損傷長	シートの状況		ケーブルの状況	
				
最大損傷長平均 (mm)		800		

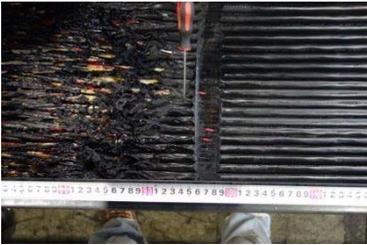
第 3-7-11 表 水平トレイにおけるケーブル敷設形態の

確認試験結果詳細(1/2)

供試体	複合体 (完全な状態)	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
加熱時間				消炎後
5 分後	10 分後	20 分後		
				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	
最大損傷長 (mm)		740		

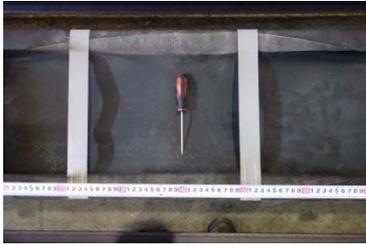
第 3-7-11 表 水平トレイにおけるケーブル敷設形態の

確認試験結果詳細 (2/2)

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
加熱時間				消炎後
5 分後	10 分後	20 分後		
				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース溶解	
最大損傷長 (mm)		740		

第 3-7-12 表 ファイアストップとバーナ距離変化の

確認試験結果詳細(1/3)

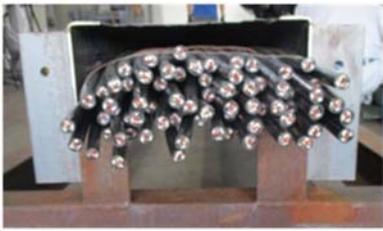
供試体	複合体	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：設計最大量 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm ファイアストップ位置：325mm～400mm 1, 225mm～1, 300mm		
	バーナ熱量	20kW(ファイアストップとバーナの距離：362.5mm)		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
1				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	
最大損傷長 (mm)		1, 220		

第 3-7-12 表 ファイアストップとバーナ距離変化の
確認試験結果詳細 (2/3)

供試体	複合体	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm ファイアストップ位置：625mm～700mm 1,525mm～1,600mm		
	バーナ熱量	20kW(ファイアストップとバーナの距離：662.5mm)		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
2				
シートの状況		ケーブルの状況		
 シート炭化		 シース炭化	 シース溶解	
最大損傷長 (mm)		890		

第 3-7-12 表 ファイアストップとバーナ距離変化の

確認試験結果詳細 (3/3)

供試体	複合体	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm ファイアストップ位置：1, 225mm～1, 300mm 2, 125mm～2, 200mm		
	バーナ熱量	20kW(ファイアストップとバーナの距離：1, 262.5mm)		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
3				
シートの状況		ケーブルの状況		
 シート炭化		 シース炭化	 シース熔融	
最大損傷長平均 (mm)		760		

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

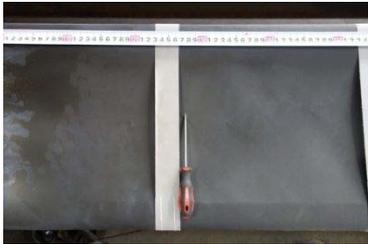
試験体の据付例	複合体(非難燃ケーブル)	難燃ケーブル
火源	リボンバーナ	
使用燃料	液化石油ガス	
バーナ熱量	防火シートの遮炎性能が確保される範囲 (20, 30kW) で試験を行う。	
加熱時間	20分 ・バーナを点火し、20分経過後、バーナの燃焼を停止し、ケーブルの燃焼が自然に停止したならば試験を終了する。	
試験回数	複合体：3回(20kW), 2回(30kW), 難燃ケーブル1回(20kW, 30kW)	
判定基準	複合体：燃え止まること。	

バーナ加熱熱量を変化させた垂直トレイ燃焼試験

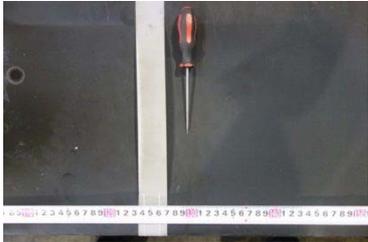
加熱熱量変化時の性能確認試験結果の詳細 (1/7)

供試体	複合体	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
1				
損傷距離：シート(炭化:680mm), シース(溶融:600mm, 炭化:390mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化		シース溶融

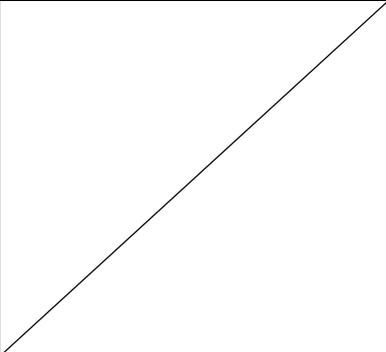
加熱熱量変化時の性能確認試験結果の詳細(2/7)

供試体	複合体	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
2				
	損傷距離：シート(炭化:680mm), シース(熔融:690mm, 炭化:380mm)			
シートの状況		ケーブルの状況		
				
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">シート炭化</div>		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">シース炭化</div>		
				
		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">シース熔融</div>		

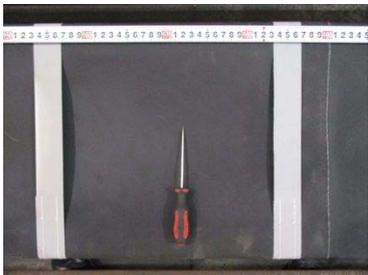
加熱熱量変化時の性能確認試験結果の詳細 (3/7)

供試体	複合体	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
3				
損傷距離：シート(炭化:700mm), シース(熔融:700mm, 炭化:420mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	

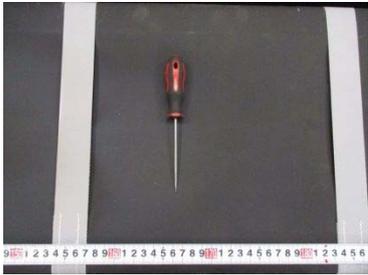
加熱熱量変化時の耐延焼性確認試験結果の詳細(4/7)

供試体	難燃ケーブル	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		
	防火シートの施工	なし		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5分後	10分後	20分後	
1				
損傷距離：シース(溶融:1,780mm, 炭化:1,690mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
		シース炭化	シース溶融	

加熱熱量変化時の耐延焼性確認試験結果の詳細(5/7)

供試体	複合体	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	30kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
1				
	損傷距離：シート(炭化:1,120mm), シース(熔融:1,010 mm, 炭化:710mm)			
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	

加熱熱量変化時の耐延焼性確認試験結果の詳細(6/7)

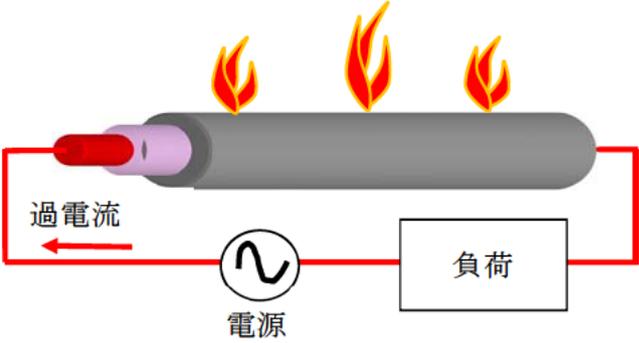
供試体	複合体	ケーブル種類：低圧電力ケーブル ケーブル外径：14.5mm 敷設量：満載 絶縁材：架橋ポリエチレン シース：ビニル トレイ設置方向：垂直		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	30kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
2				
	損傷距離：シート(炭化:1,070mm), シース(熔融:930mm, 炭化:680mm)			
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	

加熱熱量変化時の耐延焼性確認試験結果の詳細(7/7)

供試体	難燃ケーブル	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		
	防火シートの施工	なし		
	バーナ熱量	30kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
1				
損傷距離：シース(溶融:2,030mm, 炭化:1,990mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
				
		シース炭化	シース溶融	

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	<p>导体(导体抵抗が発熱) 絶縁体 シース</p> <p>過電流</p> <p>電源</p> <p>負荷</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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	<p>熱源(导体) 可燃性ガス発生(絶縁体) シース</p> <p>過電流</p> <p>電源</p> <p>負荷</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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	<p>可燃性ガス</p> <p>発火</p> <p>過電流</p> <p>電源</p> <p>負荷</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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	<p>電流遮断</p> <p>発火</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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		<ul style="list-style-type: none"> ・ 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

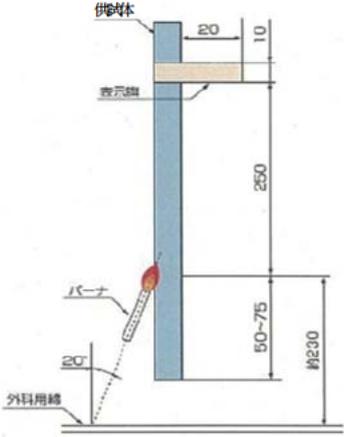
ケーブル種類	絶縁材	シース材	外径 (mm)
計装 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	9.5
制御 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	9.9
低圧電力 ケーブル	架橋 ポリエチレン	ビニル	14.5
	架橋 ポリエチレン	ビニル	19(41) ^{※1}

※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)

<p>供試体の 据付例</p>	 <p>単位：mm</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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回繰り返す、試料の燃焼の程度を確認する。
<p>火源</p>	<p>チリルバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>メタンガス</p>
<p>試験回数</p>	<p>3回（回数の規定なし）</p>
<p>判断基準</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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

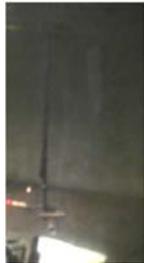
ケーブル種類	絶縁材料	シース材料	外径 (mm)	最大残炎時間 (秒)	表示旗の損傷 (%)	綿の燃焼	判定結果
計装ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.5	12	0	無	良
制御ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	9.9	13	0	無	良
低圧電力ケーブル	架橋ポリエチレン	ビニル	14.5	16	0	無	良
	架橋ポリエチレン	ビニル	19(41) ^{※3}	0	0	無	良

※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

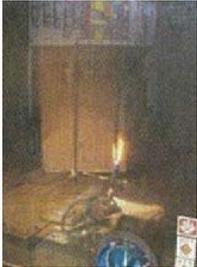
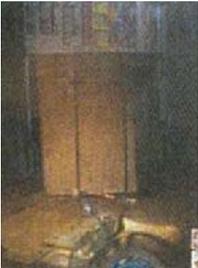
第 4-2-4 表 自己消火性の実証試験結果の詳細 (4/8)

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

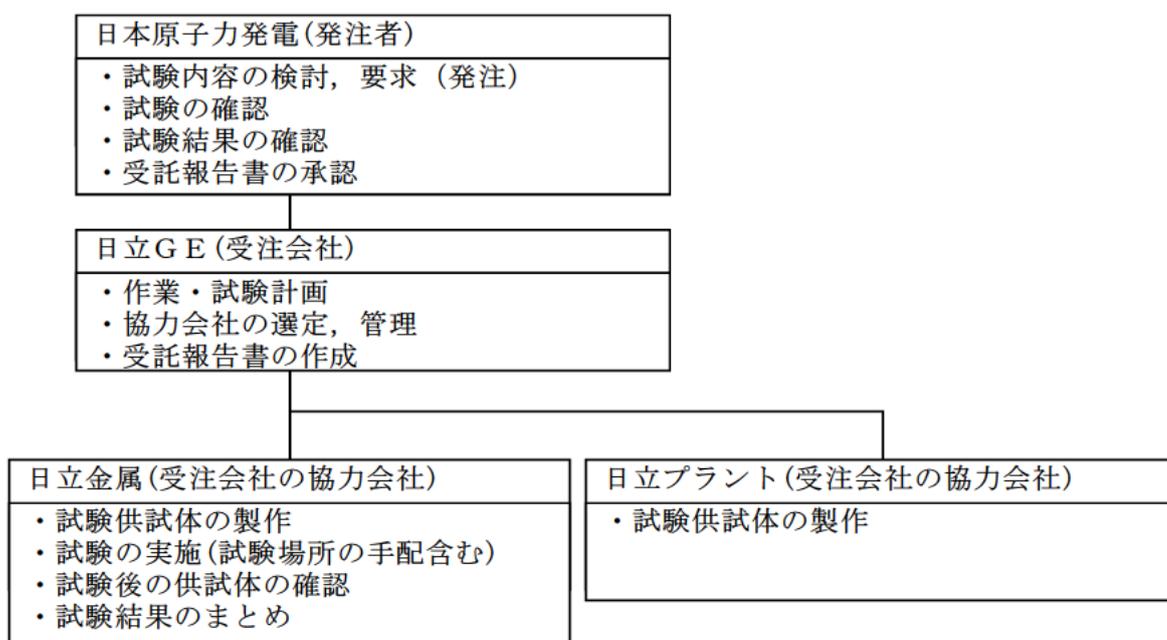
自己消火性及び延焼性確認試験は業務委託により実施しており，その際の調達管理については以下の通りである。

1. 業務委託内容の要求

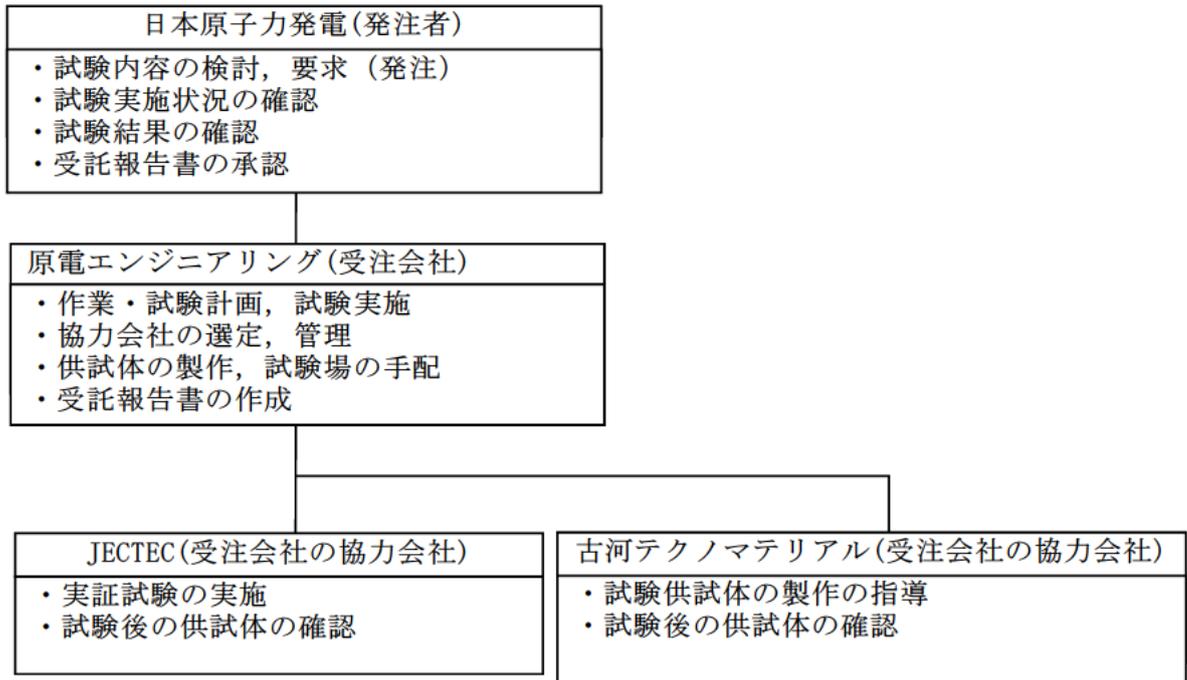
業務委託として，難燃性実証試験の実施体制や試験内容等を記載した調達文書を発注者及び受注会社とで同意し契約することにより，業務委託内容を受注会社へ要求する。受注者は調達文書の要求事項から実施計画書を発注者に提出し，発注者は実施計画書の適合性を確認する。

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。

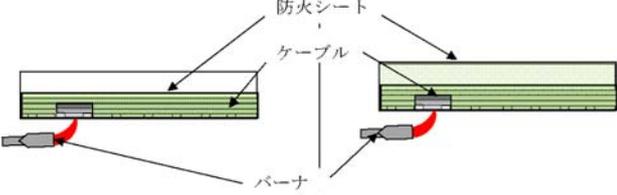
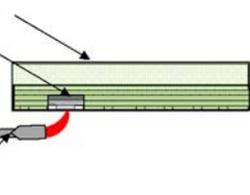
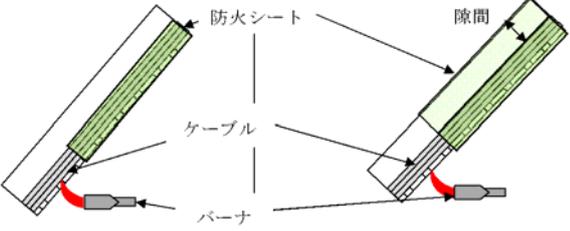
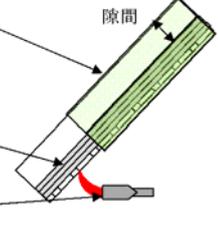
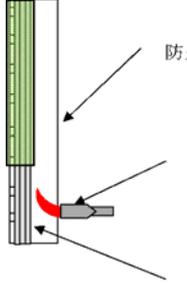
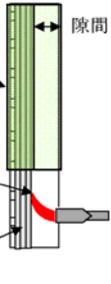
また、上記により延焼の可能性のあると特定された設置方向について、ファイアストップパにて延焼を防止するとともに、複合体内部に閉鎖空間を設けることで、複合体内部での発火を想定しても複合体内部ケーブルが燃え止まることを確認する。

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）

試験体の 据付例	設置方向	標準施行	空気量最大
	水平		
	勾配 (45°)		
	垂直		
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 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。		
試験回数	1回		
判定基準	供試体の中で燃え止まること。		

※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に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。

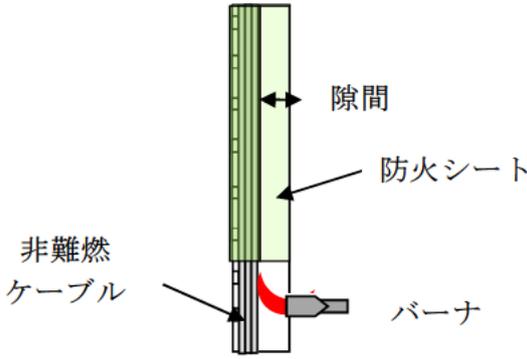
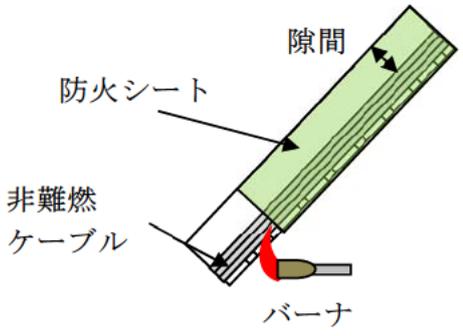
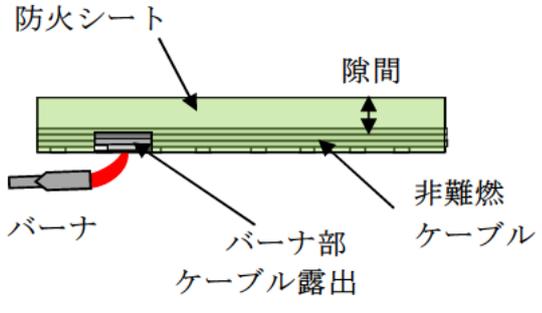
なお、供試体は本文2.2項で実機を代表するケーブルに選定した非難燃性ケーブルを用いる。

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

	トレイ設置方向	複合体
試験体の 据付例	垂直	 <p>複合体</p> <p>隙間</p> <p>防火シート</p> <p>非難燃ケーブル</p> <p>バーナ</p>
	勾配 (45°)	 <p>隙間</p> <p>防火シート</p> <p>非難燃ケーブル</p> <p>バーナ</p>
	水平	 <p>防火シート</p> <p>隙間</p> <p>バーナ</p> <p>バーナ部 ケーブル露出</p> <p>非難燃 ケーブル</p>
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	供試体の間で燃え止まること。	

3. 延焼の可能性のあるトレイ設置方向への対応

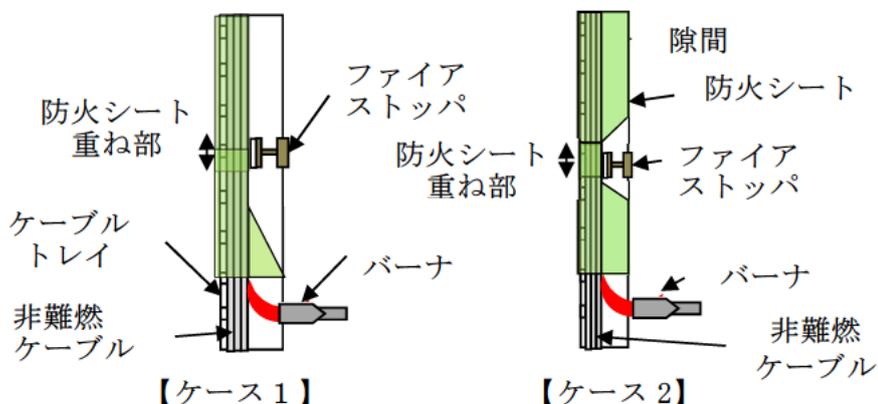
3.1 供試体

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プを設置し、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

<p>試験体の 据付例</p>	
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>バーナ熱量</p>	<p>20kW</p>
<p>加熱時間</p>	<p>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。</p>
<p>試験回数</p>	<p>各 1 回</p>
<p>判定基準</p>	<p>燃え止まること。</p>

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。

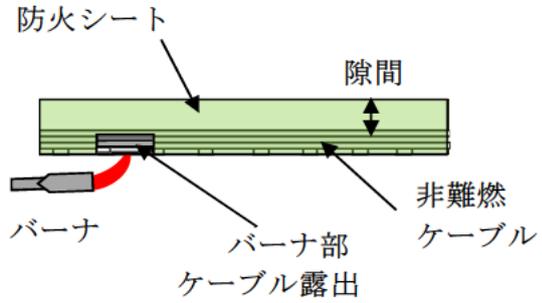
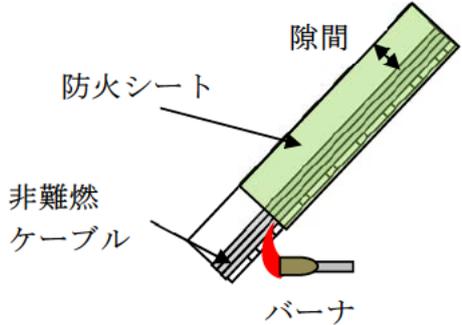
第 4-5-1 表 供試体の種類

ケーブル					ケーブル トレイ形状		防火シートと ケーブルの 隙間の有無
ケーブル 種類	絶縁材	シース 材	外径 (mm)	敷設量			
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	水平	有 (整線) (参考:波状)
						勾配 (45°)	有

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

	トレイ設置方向	複合体
試験体の 据付例	水平	
	勾配 (45°)	
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	供試体の中で燃え止まること。	

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。

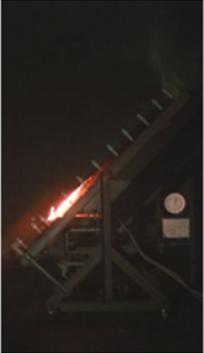
第 4-5-4 表 トレイの設置方向による延焼性の確認試験結果の詳細(1/2)

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
加熱時間				消炎後
5 分後	10 分後	20 分後		
				
				
				
損傷距離：シート(炭化:430mm), シース(溶融:740mm, 炭化:350mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化		シース溶融

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)

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
加熱時間				消炎後
5 分後	10 分後	20 分後		
				
損傷距離：シート(炭化:550mm), シース(熔融:1,690mm, 炭化:490mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
 シート炭化		 シース炭化	 シース溶解	

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)

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	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°）		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
加熱時間				消炎後
5 分後	10 分後	20 分後		
				
損傷距離：シート(炭化:770mm), シース(熔融:850mm, 炭化 540mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化	シース炭化	シース熔融		

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

<p>試験体の 据付例</p>	<p>【ケース 1】</p> <p>【ケース 2】</p>
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>バーナ熱量</p>	<p>20 kW</p>
<p>加熱時間</p>	<p>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。</p>
<p>試験回数</p>	<p>1 回</p>
<p>判定基準</p>	<p>・燃え止まること。</p>

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

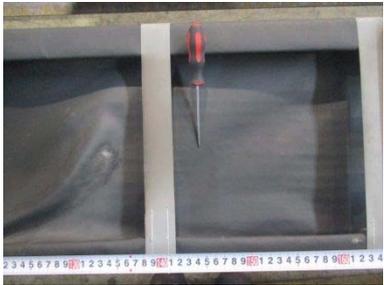
複合体内部のケーブル発火に対しては、ファイアストップパにて防火シートとケーブルの密着性を高めることで、複合体内部ケーブルが燃え止まることを確認した。

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	1	1,070	良
				(垂直)	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)

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm ファイアストップ位置：1,075mm～1,150mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
ケース 1				
	損傷距離：シート(炭化:850mm), シース(熔融:1,070mm, 炭化:910mm)			
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	

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)

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm ファイアストップ位置：1,075mm～1,150mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
ケース 2				
	損傷距離：シート(炭化:1,140mm), シース(熔融:1,280mm, 炭化:1,090mm)			
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	

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、メーカー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

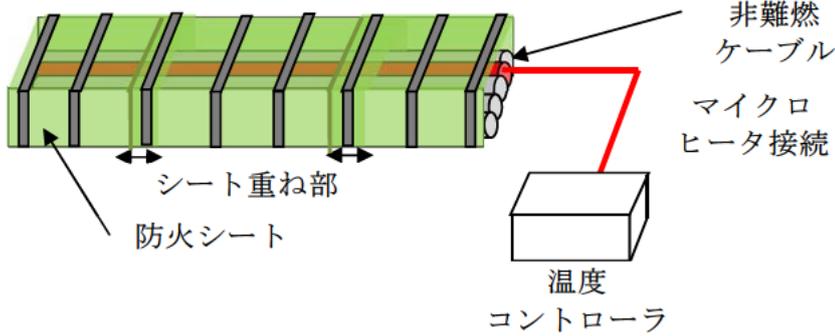
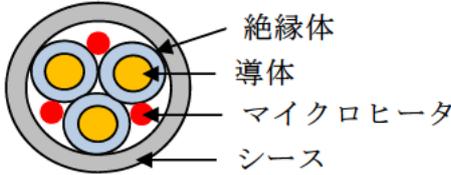
ケーブル種類	芯数- 導体サイズ (mm ²)	絶縁材	絶縁材 厚さ (mm)	シース材	シース 厚さ (mm)	外径 (mm)
高圧電力 ケーブル	3C-325	架橋ポリ エチレン	4.5	ビニル	1.5	71

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

<p>試験装置 概要</p>	<p>【試験装置全体】</p>  <p>【加熱ケーブル内部】</p> 
<p>マイクロ ヒータ温度</p>	<p>650℃</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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。
<p>判定基準</p>	<p>複合体外部へ連続した火炎の噴出がないこと。</p>

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

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			
試験前			
供試体上部			
試験経過（側面）			
0 秒	通電開始		
26 秒	発煙(ケーブル)		
10 分		30 分	
43 分 40 秒	シート重ね部発煙 	60 分	
68 分 07 秒	ケーブル発火		
70 分		80 分	
90 分		110 分	
供試体上部 (試験後)			
発火の有無	有 (68 分 07 秒)		
火炎の連続噴出	無		

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

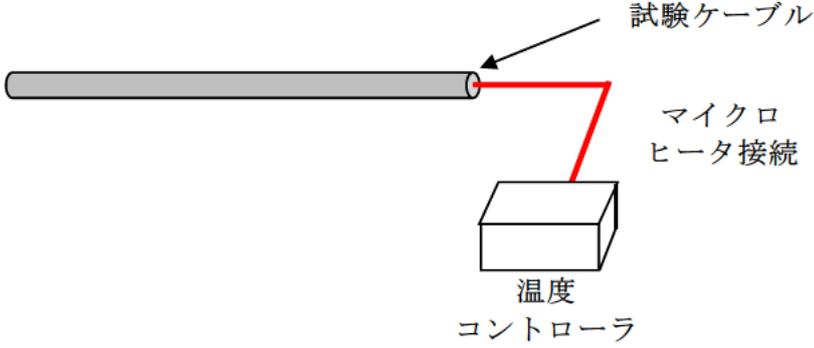
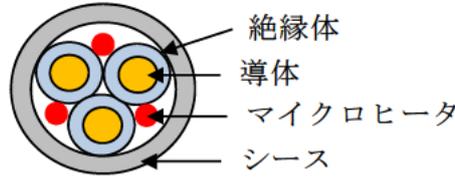
3. 試験方法及び判定基準

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

<p>試験装置概要</p>	<p>【試験装置全体】</p>  <p>試験ケーブル</p> <p>マイクロヒータ接続</p> <p>温度コントローラ</p> <p>【試験ケーブル内部】</p>  <p>絶縁体</p> <p>導体</p> <p>マイクロヒータ</p> <p>シース</p>
<p>マイクロヒータ温度</p>	<p>650℃</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。
<p>判定基準</p>	<p>ケーブルが発火すること</p>

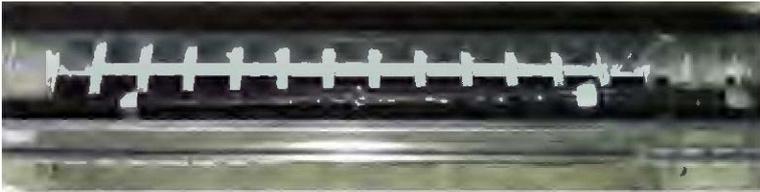
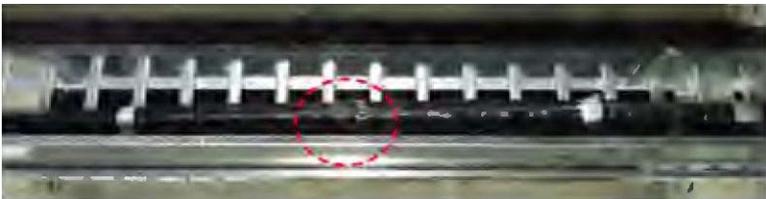
4. 試験結果

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

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	
試験前	
供試体上部	
試験中	
試験開始	0 秒 
発煙	46 秒 
発火	45 分 30 秒 
燃焼継続	47 分 00 秒 
発火の有無	有 (45 分 30 秒)

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約 200mm 完全露出する約 300mm 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	約300 露出:約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

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	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		
	防火シートの施工	シート重ね代：100mm, ベルト間隔：300mm シート保持器具位置：1,075mm～1,150mm		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
—				
損傷距離：シート(炭化:1,140mm), シース(熔融:1,280mm, 炭化:1,090mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	
判定結果		良		

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

<p>試験体の据付例</p>	
<p>不完全性の試験条件</p>	<p>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</p>
<p>火源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>使用燃料</p>	<p>液化石油ガス</p>
<p>バーナ熱量</p>	<p>20kW</p>
<p>加熱時間</p>	<p>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。</p>
<p>試験回数</p>	<p>1 回</p>
<p>判定基準</p>	<p>燃え止まること。</p>

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プ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)	ファイアストップの設置位置 (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	約 330 露出: 約 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

供試体	複合体 (バーナ部シート無)	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		
	防火シートの施工	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		
	バーナ熱量	20kW		
	供試体の断面			
No	加熱時間			消炎後
	5 分後	10 分後	20 分後	
—				
損傷距離：シート(炭化:1,710mm), シース(熔融:1,770mm, 炭化:1,630mm)				
シートの状況		ケーブルの状況		
				
シート炭化		シース炭化	シース熔融	
判定結果		良		

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) (°C)	40.00	40.00
導体温度(°C)	90.00	90.00
電流低減率(%)	基準	約 14

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(°C)	18.13	40.00	16.42	40.00
導体(6~10)最大温度(°C)	92.31	90.00	92.51	90.00
導体(6~10)平均温度(°C)	89.77		89.99	
導体(1~5)平均温度(°C)	87.96		86.00	
導体(11~15)平均温度(°C)	87.30		85.84	
ケーブル表面平均温度(°C)	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	約 34

その結果, ケーブルの設計裕度約 34%に対し, 防火シートによる電流低減率は約 14%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

防火シートが直接接触す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

防火シートが直接接触す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ー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約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で約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プ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、ファイアストップ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

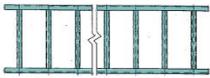
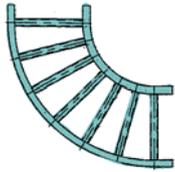
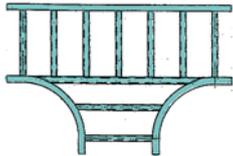
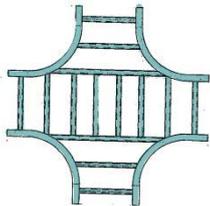
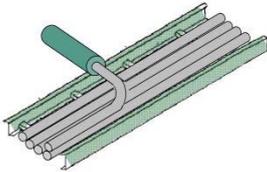
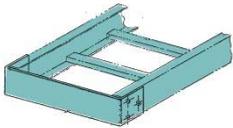
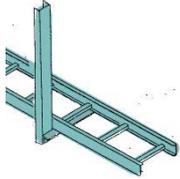
レイを動かさない状態で，十分な安全性を確保したうえで実施する。施工確認する実機のケーブルトレイ形状について第 7-1-2 図に示す。



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

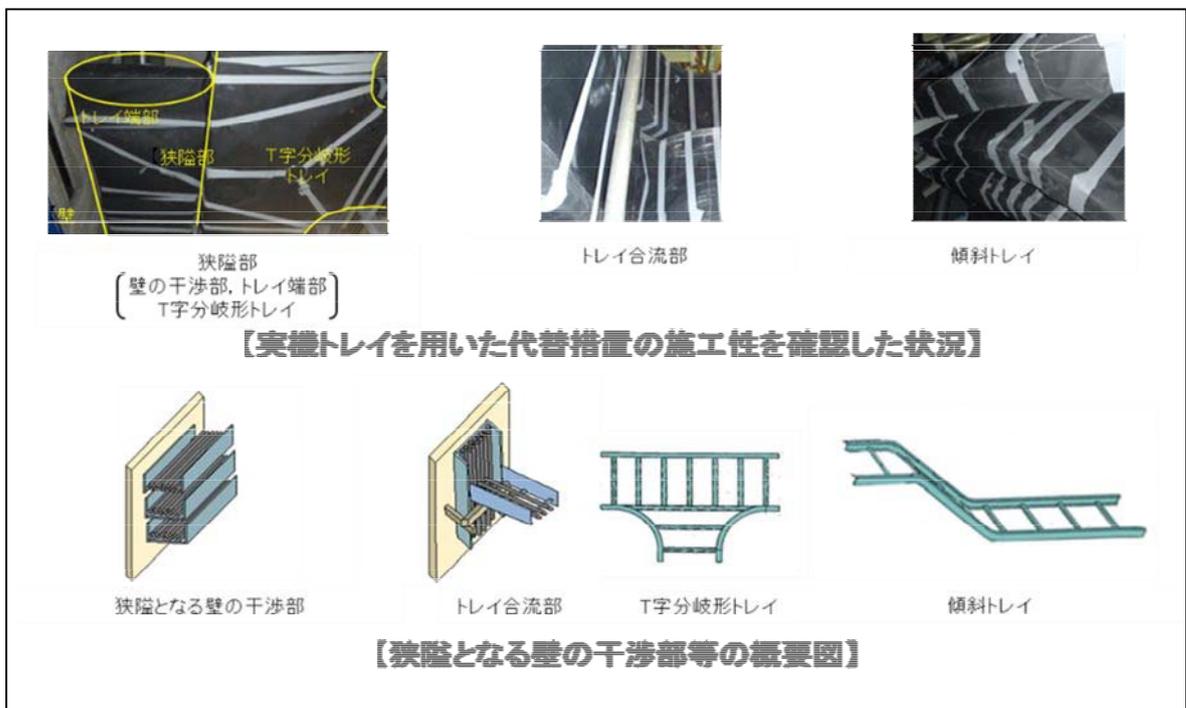
第 7-1-1 図 標準施工の概要

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

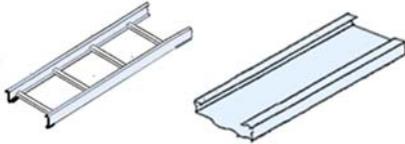
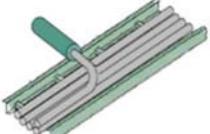
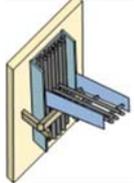
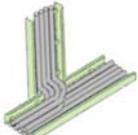
4. 施工の確認結果

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プの取付けについて、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

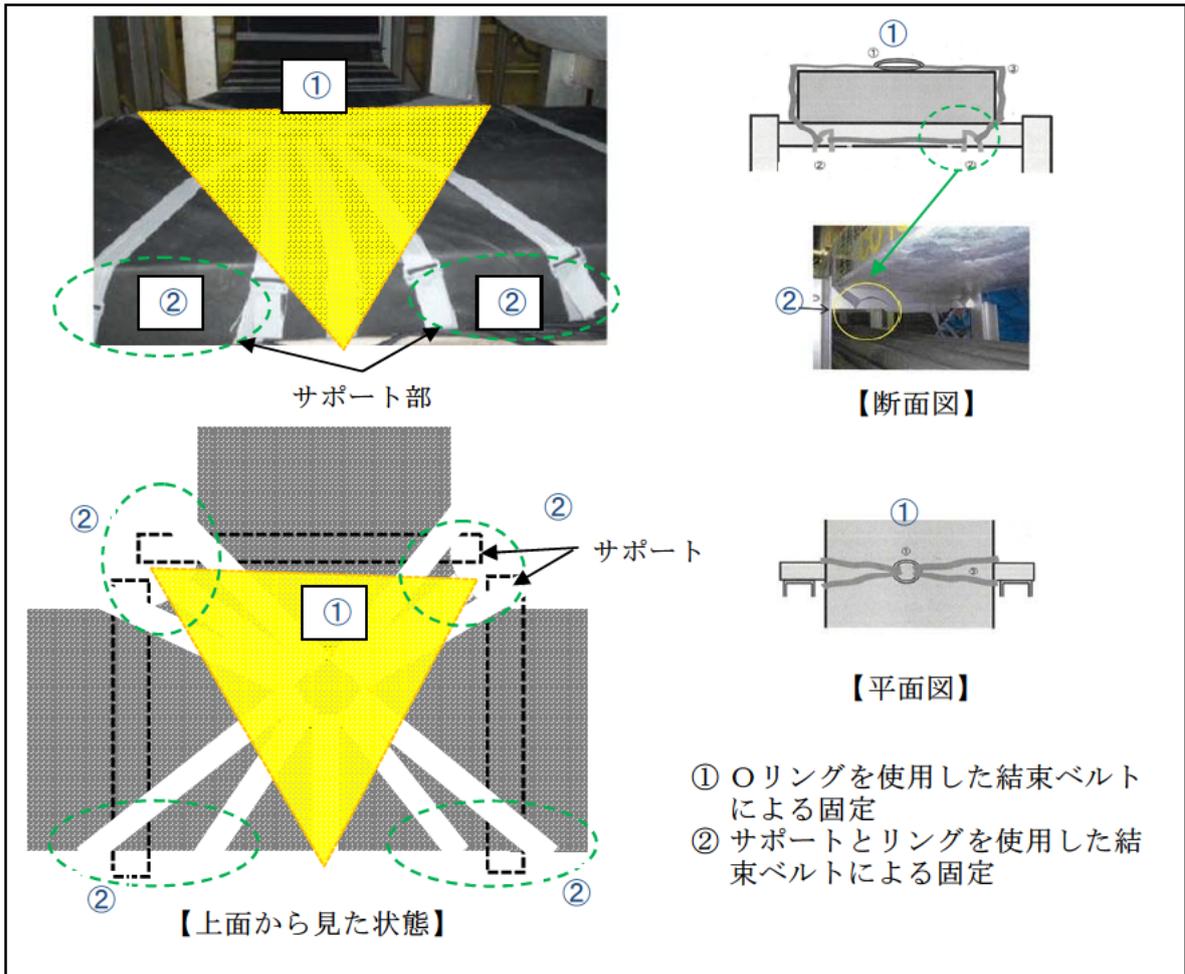
なお、防火シートを固定する結束ベルトの取付けについて、固定が難しいケーブルトレイ形状に対しても、金属製のリングを使うことにより、確実に防火シートを固定することができることを確認した。施工例を第7-1-6図に示す。

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プ施工例



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

東海第二発電所

溢水による損傷の防止等

第9条：溢水による損傷の防止等

<目 次>

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

1.2 追加要求事項に対する適合性

(1) 位置，構造及び設備

(2) 安全設計方針

(3) 適合性の説明

2. 溢水による損傷の防止等

別添資料

別添資料1 東海第二発電所 内部溢水の影響評価について

別添資料2 東海第二発電所 運用，手順説明資料 溢水による損傷の防止

別添資料3 東海第二発電所 内部溢水影響評価における確認プロセスに

ついて

< 概 要 >

1. において，設計基準対処設備の設置許可基準規則，技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに，それら要求事項に対する東海第二発電所における適合性を示す。

2. において，設計基準対処設備について，追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備又は運用等について説明する。

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

溢水による損傷の防止等について、設置許可基準規則第 9 条及び技術基準規則第 12 条を表 1 に示す。また、表 1 において、新規制基準に伴う追加要求事項を明確化する。

表 1 設置許可基準規則第九条及び技術基準規則第十二条 要求事項

設置許可基準規則 第9条 (溢水による損傷の防止等)	技術基準規則 第12条 (発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止)	備考
<p>安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならぬ。</p> <p>2 設計基準対象施設は、発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体が漏れ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしないものでなければならぬ。</p>	<p>設計基準対象施設が発電用原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。</p> <p>2 設計基準対象施設が発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体が漏れ出ること防止するために必要な措置を講じなければならない。</p>	<p>追加要求事項</p>
		<p>追加要求事項</p>

1.2 追加要求事項に対する適合性

(1) 位置、構造及び設備

(3) その他の主要な構造

(i) 本発電用原子炉施設は、(1)耐震構造、(2)耐津波構造に加え、以下の基本的方針のもとに安全設計を行う。

a. 設計基準対処施設

(d) 溢水による損傷の防止

安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、安全機能を損なわない設計とする。

そのために、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、発電用原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計とする。また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できる設計とする。さらに、使用済燃料プールにおいては、使用済燃料プールの冷却機能及び使用済燃料プールへの給水機能を維持できる設計とする。

ここで、これらの機能を維持するために必要な設備（以下「溢水防護対象設備」という。）について、これら設備が、没水、被水及び蒸気の影響を受けて、その安全機能を損なわない設計（多重性又は多様性を有する設備が同時にその安全機能を損なわない設計）とする。また、溢水の影響により発電用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、その溢水の影響を考慮した上で、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」に基づき必要な機器の単一故障を考慮し、発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準

事故について安全解析を行い、炉心損傷に至ることなく当該事象を収束できる設計とする。

溢水評価では、溢水源として発生要因別に分類した以下の溢水を主として想定する。また、溢水評価に当たっては、溢水防護区画を設定し、溢水評価が保守的になるように溢水経路を設定する。

- ・ 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水
- ・ 発電所内で生じる異常状態（火災を含む。）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水
- ・ 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水（使用済燃料プール等のスロッシングにより発生する溢水を含む。）

溢水評価に当たっては、溢水防護対象設備の機能喪失高さ（溢水の影響を受けて、溢水防護対象設備の安全機能を損なうおそれがある高さ）及び溢水防護区画を構成する壁、扉、堰、設備等の設置状況を踏まえ、評価条件を設定する。

溢水評価において、溢水影響を軽減するための壁、扉、堰等の浸水防護設備、床ドレンライン、防護カバー、ブローアウトパネル等の設備については、必要により保守点検や水密扉閉止等の運用を適切に実施することにより、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

また、設計基準対象施設は、発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしない設計とする。

(2) 安全設計方針

1.6 溢水防護に関する基本方針

設置許可基準規則の要求事項を踏まえ、安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、安全機能を損なわない設計とする。

そのために、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計とする。また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できる設計とする。さらに、使用済燃料プールにおいては、使用済燃料プールの冷却機能及び使用済燃料プールへの給水機能を維持できる設計とする。

これらの機能を維持するために必要な設備（以下「溢水防護対象設備」という。）について、設置許可基準規則第九条及び第十二条の要求事項を踏まえ「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド（平成26年8月6日原規技発 第1408064号原子力規制委員会決定）」（以下「溢水評価ガイド」という。）も参照し、以下のとおり選定する。

- ・重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を適切に維持するために必要な設備
- ・プール冷却及びプールへの給水の機能を適切に維持するために必要な設備

発電用原子炉施設内における溢水として、発電用原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む。）、消火系統等の作動並びに使用済燃料プールのスロッシングにより発生した溢水を考慮し、溢水防護対象設備が没水、被水及び蒸気の影響を受けて、その安全機能を損なわない設計（多重性又は多様性を有する設備が同時にその安全機能を損なわない設計）とする。さらに、溢水の影響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、その溢水の影響を考慮した上で、「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「安全評価指針」という。）に基づき必要な機器の単一故障を考慮し、発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故について安全解析を行い、炉心損傷に至ることなく当該事象を収束できる設計とする。

地震、津波、竜巻、降水等の自然現象による波及的影響により発生する溢水に関しては、溢水防護対象設備、溢水源となる屋外タンク等の配置も踏まえて、最も厳しい条件となる自然現象による溢水の影響を考慮し、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

また、放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備が破損することにより、当該容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体の漏えいを想定する場合には、溢水が管理区域外へ漏えいしないよう、建屋内の壁、扉、堰等により伝播経路を制限する設計とする。

1.6.1 設計上対処すべき施設を抽出するための方針

溢水によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を、発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（以下「重要度分類審査指針」という。）における分類のクラス1、クラス2及びクラス3に属する構築物、系統及び機器とする。

この中から、溢水防護上必要な機能を有する構築物、系統及び機器を選定する。具体的には、原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持するために必要な設備、また、停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するため、並びに、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要となる、重要度分類審査指針における分類のクラス1、2に属する構築物、系統及び機器に加え、安全評価上そ

の機能を期待するクラス3に属する構築物，系統及び機器を抽出する。

以上を踏まえ，溢水防護対象設備として，重要度の特に高い安全機能を有する構築物，系統及び機器，並びに，使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要な構築物，系統及び機器を抽出する。

なお，上記に含まれない構築物，系統及び機器は，溢水により損傷した場合であっても，代替手段があること等により安全機能は損なわれない。

以上の考えに基づき選定された溢水から防護すべき系統設備を第1.6.1-1表に示す。

なお，抽出された溢水防護対象設備のうち，以下の設備は溢水影響を受けても，必要とされる安全機能を損なわないことから，溢水による影響評価の対象として抽出しない。

(1) 溢水の影響を受けない静的機器

構造が単純で外部から動力の供給を必要としないことから，溢水の影響を受けて安全機能を損なわない容器，熱交換器，フィルタ，安全弁，逆止弁，手動弁，配管及び没水に対する耐性を有するケーブル。

(2) 原子炉格納容器内に設置されている機器

原子炉格納容器内で想定される溢水である原子炉冷却材喪失（以下「LOCA」という。）時の原子炉格納容器内の状態を考慮しても，没水，被水及び蒸気の影響を受けないことを試験も含めて確認している機器。

(3) 動作機能の喪失により安全機能に影響しない機器

機能要求のない電動弁及び状態が変わらず安全機能に影響しない電動弁。フェイルセーフ設計となっている機器であり，溢水の影響により動作機能を損なった場合においても，安全機能に影響がない機器。（フェイルセーフ設計となっている機器であっても，電磁弁，空気作動弁については，溢水による誤動作等防止の観点から安全側に防護対象設備に分類）

(4) 他の機器で代替できる機器

他の機器により要求機能が代替できる機器。ただし、代替する他の機器が同時に機能喪失しない場合に限る。

第 1.6.1-1 表 溢水から防護すべき系統設備 (1/3)

機能	系統・機器	重要度 分類
原子炉の緊急停止機能	制御棒及び制御棒駆動系	MS-1
未臨界維持機能	制御棒及び制御棒駆動系 ほう酸水注入系	MS-1
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防 止機能	逃がし安全弁 (安全弁としての開機能)	MS-1
原子炉停止後における除熱のための		
崩壊熱除去機能	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード)	MS-1
注水機能	原子炉隔離時冷却系 高圧炉心スプレイ系	MS-1
圧力逃がし機能	逃がし安全弁(手動逃がし機能) 自動減圧系(手動逃がし機能)	MS-1
事故時の原子炉の状態に応じた炉心冷 却のための		
原子炉内高圧時における注水機能	原子炉隔離時冷却系 高圧炉心スプレイ系 自動減圧系	MS-1
原子炉内低圧時における注水機能	低圧炉心スプレイ系 残留熱除去系 (低圧注水モード) 高圧炉心スプレイ系	MS-1
格納容器内又は放射性物質が格納容器内 から漏れ出した場所の雰囲気中の放射性物 質の濃度低減機能	非常用ガス処理系 非常用ガス再循環系	MS-1
格納容器の冷却機能	残留熱除去系 (格納容器スプレイ冷却 系)	MS-1
格納容器内の可燃性ガス制御機能	可燃性ガス濃度制御系	MS-1
非常用交流電源から非常用の負荷に対し 電力を供給する機能	非常用所内電源系 (交流)	MS-1
非常用直流電源から非常用の負荷に対し 電力を供給する機能	非常用所内電源系 (直流)	MS-1
非常用の交流電源機能	非常用所内電源系 (非常用ディーゼル 発電機含む)	MS-1
非常用の直流電源機能	直流電源系	MS-1
非常用の計測制御用直流電源機能	計測制御用電源設備	MS-1
補機冷却機能	残留熱除去系海水系, 非常用ディーゼ ル発電機海水系及び高圧炉心スプレイ 系ディーゼル発電機海水系	MS-1
冷却用海水供給機能		MS-1
原子炉制御室非常用換気空調機能	中央制御室換気系	MS-1

第 1.6.1-1 表 溢水から防護すべき系統設備 (2/3)

機能	系統・機器	重要度 分類
圧縮空気供給機能	逃がし安全弁 自動減圧機能及び主蒸気隔離弁のアク ムレータ	MS-1
原子炉冷却材圧力バウンダリを構成す る配管の隔離機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ隔離弁	MS-1
原子炉格納容器バウンダリを構成する 配管の隔離機能	原子炉格納容器バウンダリ隔離弁	MS-1
原子炉停止系に対する作動信号（常用 系として作動させるものを除く）の発 生機能	原子炉保護系（スクラム機能）	MS-1
工学的安全施設に分類される機器若し くは系統に対する作動信号の発生機能	工学的安全施設作動系 ・非常用炉心冷却系作動の安全保護回路 ・原子炉格納容器隔離の安全保護回路 ・原子炉建屋ガス処理系作動の安全保護回路 ・主蒸気隔離の安全保護回路	MS-1
事故時の原子炉の停止状態の把握機能	計測制御装置 ・中性子束（起動領域計装）	MS-2
事故時の炉心冷却状態の把握機能	計測制御装置及び放射線監視装置 原子炉圧力及び原子炉水位 原子炉格納容器圧力	MS-2
事故時の放射能閉じ込め状態の把握機 能	計測制御装置及び放射線監視装置 原子炉格納容器圧力 格納容器エリア放射線量率及び サプレッション・プール水温度	MS-2
事故時のプラント操作のための情報の 把握機能	計測制御装置 原子炉圧力 原子炉水位（広帯域，燃料域） 原子炉格納容器圧力 サプレッション・プール水温 原子炉格納容器水素濃度及び原子炉格納 容器酸素濃度	MS-2
	主排気筒放射線モニタ 気体廃棄物処理系設備エリア排気放射線 モニタ	MS-3

第 1.6.1-1 表 溢水から防護すべき系統設備 (3/3)

機能	系統・機器	重要度 分類
燃料プール冷却機能	燃料プール冷却浄化系 残留熱除去系	PS-3
燃料プールへの給水機能	残留熱除去系	MS-2

1.6.2 考慮すべき溢水事象

溢水源及び溢水量としては、発生要因別に分類した以下の溢水を想定して評価することとし、評価条件については溢水評価ガイドを参照する。

- a. 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水（以下「想定破損による溢水」という。）
- b. 発電所内で生じる異常状態（火災を含む。）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水（以下「消火水の放水による溢水」という。）
- c. 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水（使用済燃料プールのスロッシングにより発生する溢水を含む。）（以下「地震起因による溢水」という。）
- d. その他の要因（地下水の流入、地震以外の自然現象、機器の誤作動等）により生じる溢水（以下「その他の溢水」という。）

溢水源となり得る機器は、流体を内包する容器及び配管とし、a.又はc.の評価において破損を想定するものは、それぞれの評価での溢水源として設定する。

a.又はb.の溢水源の想定にあたっては、一系統における単一の機器の破損、又は単一箇所での異常状態の発生とし、他の系統及び機器は健全なものとして仮定する。また、一系統にて多重性又は多様性を有する機器がある場合においても、そのうち単一の機器が破損すると仮定する。

1.6.3 溢水源及び溢水量の想定

1.6.3.1 想定破損による溢水

(1) 想定破損における溢水源の想定

想定破損による溢水については、単一の配管の破損による溢水を想定して、配管の破損箇所を溢水源として設定する。

また、破損を想定する配管は、内包する流体のエネルギーに応じて、以下で定義する高エネルギー配管又は低エネルギー配管に分類する。

- ・「高エネルギー配管」とは、呼び径25A（1B）を超える配管であって、プラントの通常運転時に運転温度が95℃を超えるか又は運転圧力が1.9MPa[gage]を超える配管。ただし、被水及び蒸気の影響については配管径に関係なく評価する。
- ・「低エネルギー配管」とは、呼び径25A（1B）を超える配管であって、プラントの通常運転時に運転温度が95℃以下で、かつ運転圧力が1.9MPa[gage]以下の配管。ただし、被水の影響については配管径に関係なく評価する。なお、運転圧力が静水頭圧の配管は除く。
- ・高エネルギー配管として運転している割合が当該系統の運転している時間の2%又はプラント運転期間の1%より小さければ、低エネルギー配管として扱う。

配管の破損形状の想定に当たっては、高エネルギー配管は、原則「完全全周破断」、低エネルギー配管は、原則「配管内径の1/2の長さで配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラック（以下「貫通クラック」という。）」を想定する。ただし、応力評価を実施する配管については、発生応力 S_n と許容応力 S_a の比により、以下で示した応力評価の結果に基づく破損形状を想定する。また、応力評価の結果により破損形状の想定を行う場合は、評価結果に影響するよう

な減肉がないことを確認するために継続的な肉厚管理を実施する。

【高エネルギー配管（ターミナルエンド部を除く。）】

- ・原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリの配管

$$S_n \leq 0.8 \times \text{許容応力}^{*1} \Rightarrow \text{破損想定不要}$$

※1 クラス1 配管は $2.4S_m$ 以下，クラス2 配管は $0.8S_a$ 以下

- ・原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリ以外の配管

$$S_n \leq 0.4 \times \text{許容応力}^{*2} \Rightarrow \text{破損想定不要}$$

$$0.4 \times \text{許容応力}^{*2} < S_n \leq 0.8 \times \text{許容応力}^{*3} \Rightarrow \text{貫通クラック}$$

※2 クラス1 配管は $1.2S_m$ 以下，クラス2，3又は非安全系配管は $0.4S_a$ 以下

※3 クラス1 配管は $2.4S_m$ 以下，クラス2，3又は被安全系配管は $0.8S_a$ 以下

【低エネルギー配管】

- ・原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリの配管

$$S_n \leq 0.4S_a \Rightarrow \text{破損想定不要}$$

- ・原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリ以外の配管

$$S_n \leq 0.4 \times \text{許容応力}^{*4} \Rightarrow \text{破損想定不要}$$

※4 クラス1 配管は $1.2S_m$ 以下，クラス2，3又は非安全系配管は $0.4S_a$ 以下

ここで S_n ， S_m ，及び S_a は日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(JSME S NC1-2005)」による。

(2) 想定破損における溢水量の設定

想定する破損箇所は溢水防護対象設備への溢水影響が最も大きくなる位置とし，溢水量は，異常の検知，事象の判断及び漏えい箇所の特定並

びに現場又は中央制御室からの隔離により漏えい停止するまでの時間（運転員の状況確認及び隔離操作含む。）を適切に考慮し、想定する破損箇所から流出した漏水量と隔離後の溢水量として隔離範囲内の系統の保有水量を合算して設定する。なお、手動による漏えい停止の手順は、保安規定又はその下位規定に定める。

ここで、漏水量は、配管の破損形状を考慮した流出流量に漏水箇所の隔離までに必要な時間（以下「隔離時間」という。）を乗じて設定する。

1.6.3.2 消火水の放水による溢水

(1) 消火水の放水による溢水源の想定

消火水の放水による溢水については、発電用原子炉施設内に設置される消火設備等からの放水を溢水源として設定する。

消火栓以外の設備としては、スプリンクラや格納容器スプレイ冷却系があるが、溢水防護対象設備が設置されている建屋には、スプリンクラは設置しない設計とし、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とすることから溢水源として想定しない。

また、原子炉格納容器内の溢水防護対象設備については、格納容器スプレイ冷却系の作動により発生する溢水により安全機能を損なわない設計とする。なお、格納容器スプレイ冷却系は、単一故障による誤作動が発生しないように設計上考慮されていることから誤作動による溢水は想定しない。

(2) 消火水の放水による溢水量の設定

消火設備等からの単位時間当たりの放水量と放水時間から溢水量を設定する。

消火設備等のうち、消火栓からの放水量については、3時間の放水により想定される溢水量を設定する。

1.6.3.3 地震起因による溢水

(1) 発電所内に設置された機器の破損による漏水

① 地震起因による溢水源の想定

地震起因による溢水については、溢水源となり得る機器（流体を内包する機器）のうち、基準地震動 S_s による地震力により破損が生じる機器を溢水源として設定する。

耐震Sクラス機器については、基準地震動 S_s による地震力によって破損は生じないことから溢水源として想定しない。また、耐震B及びCクラス機器のうち耐震対策工事の実施又は設計上の裕度の考慮により、基準地震動 S_s による地震力に対して耐震性が確保されているものについては溢水源として想定しない。

② 地震起因による溢水量の設定

溢水量の算出に当たっては、漏水が生じるとした機器のうち溢水防護対象設備への溢水の影響が最も大きくなる位置で漏水が生じるものとして評価する。溢水源となる配管については破断形状を完全全周破断とし、溢水源となる容器については全保有水量を考慮した上で、溢水量を算出する。また、漏えい検知による漏えい停止を期待する場合は、漏えい停止までの隔離時間を考慮し、配管の破損箇所から流出した漏水量と隔離後の溢水量として隔離範囲内の系統の保有水量を合算して設定する。ここで、漏水量は、配管の破損箇所からの流出流量に隔離時間を乗じて設定する。なお、地震による機器の破損が複数箇所で同時に発生する可能性を考慮し、漏えい検知による自動隔離機能を有する場合を除き、隔離

による漏えい停止は期待しない。

基準地震動 S_s による地震力に対して、耐震性が確保されない循環水配管については、伸縮継手の全円周状の破損を想定し、循環水ポンプを停止するまでの間に生じる溢水量を設定する。

(2) 使用済燃料プールのスロッシングによる溢水

① 使用済燃料プールのスロッシングによる溢水源の想定

使用済燃料プールのスロッシングによる溢水については、基準地震動 S_s による地震力により生じる使用済燃料プールのスロッシングによる漏えい水を溢水源として設定する。

② 使用済燃料プールのスロッシングによる溢水量の設定

使用済燃料プールのスロッシングによる溢水量の算出に当たっては、基準地震動 S_s による地震力により生じるスロッシング現象を三次元流動解析により評価し、使用済燃料プール外へ漏えいする水量を考慮する。

また、施設定期検査中の使用済燃料プール、原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールのスロッシングについても評価を実施する。

耐震評価の具体的な考え方を以下に示す。

- ・構造強度評価に係る応答解析は、基準地震動 S_s を用いた動的解析によることとし、機器の応答性状を適切に表現できるモデルを設定する。

その上で、当該機器の据付床の水平方向及び鉛直方向それぞれの床応答を用いて応答解析を行い、それぞれの応答解析結果を適切に組み合わせる。

- ・応答解析に用いる減衰定数は、安全上適切と認められる規格及び基準、既往の振動実験、地震観測の調査結果等を考慮して適切な値を定める。

- ・応力評価に当たり、簡易的な手法を用いる場合は、詳細な評価手法に対して保守性を有するよう留意し、簡易的な手法での評価結果が厳しい箇所については詳細評価を実施することで健全性を確保する。
- ・基準地震動 S_s による地震力に対する発生応力の評価基準値は、安全上適切と認められる規格及び基準で規定されている値又は試験等で妥当性が確認されている値を用いる。
- ・バウンダリ機能確保の観点から、設備の実力を反映する場合には、規格基準以外の評価基準値の適用も検討する。

1.6.3.4 その他の溢水

その他要因（地下水の流入、地震以外の自然現象、機器の誤作動等）により生じる溢水については、地下水の流入、降水、屋外タンクの竜巻による飛来物の衝突による破損に伴う漏えい等の地震以外の自然現象に伴う溢水、機器の誤作動、弁グランド部、配管フランジ部からの漏えい事象等を想定する。

1.6.4 溢水防護区画及び溢水経路を設定するための方針

(1) 溢水防護区画の設定

溢水防護に対する評価対象区画を溢水防護区画とし、溢水防護対象設備が設置されている全ての区画並びに中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路について設定する。溢水防護区画は壁、扉、堰、床段差等、又はそれらの組み合わせによって他の区画と分離される区画として設定し、溢水防護区画を構成する壁、扉、堰、床段差等については、現場の設備等の設置状況を踏まえ、溢水の伝播に対する評価条件を設定する。

(2) 溢水経路の設定

溢水影響評価において考慮する溢水経路は、溢水防護区画とその他の区画との間における伝播経路となる扉、壁貫通部、天井貫通部、床面貫通部、床ドレン等の接続状況及びこれらに対する溢水防護措置を踏まえ、溢水防護区画内の水位が最も高くなるよう保守的に設定する。

具体的には、溢水防護区画内で発生する溢水に対しては、床ドレン、貫通部、扉から他区画への流出は想定しない（床ファンネル、機器ハッチ、開口扉等、定量的に他区画への流出を確認できる場合は除く。）保守的な条件で溢水経路を設定し、溢水防護区画内の溢水水位を算出する。

溢水防護区画外で発生する溢水に対しては、床ドレン、開口部、貫通部、扉を通じた溢水防護区画内への流入が最も多くなるよう（流入防止対策が施されている場合は除く。）保守的な条件で溢水経路を設定し、溢水防護区画内の溢水水位を算出する。

なお、上層階から下層階への伝播に関しては、全量が伝播するものとする。溢水経路を構成する壁、扉、堰、床段差等は、基準地震動 S_s による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対し、必要な健全性を維持できるとともに、保守管理及び水密扉閉止等の運用を適切に実施することにより溢水の伝播を防止できるものとする。

また、貫通部に実施した流出及び流入防止対策も同様に、基準地震動 S_s による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対し、必要な健全性を維持できるとともに、保守管理を適切に実施することにより溢水の伝播を防止できるものとする。

なお、火災により貫通部の止水機能が損なわれる場合には、当該貫通部からの消火水の流入を考慮する。消火活動により区画の扉を開放する場合は、開放した扉からの消火水の伝播を考慮する。

また、以下の火災防護対応による措置も区画分離として考慮する。
安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ，Ⅲの境界を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等で分離する。

また、施設定期検査作業に伴う防護対象設備の待機除外や扉の開放等、プラントの保守管理上やむを得ぬ措置の実施により、影響評価上設定したプラント状態と一時的に異なる状態となった場合も想定する。

具体的には、プラント停止中のスロッシングの発生やハッチ開放時における溢水影響について評価を行い、ハッチ開放時の堰の設置や床ドレンファンネルの閉止により、溢水影響が他に及ばない運用を行う。

1.6.5 溢水防護対象設備を防護するための設計方針

想定破損による溢水，消火水の放水による溢水，地震起因による溢水及びその他の溢水に対して，溢水防護対象設備が以下に示す没水，被水及び蒸気の影響を受けても，原子炉を高温停止でき，引き続き低温停止，及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計とする。また，停止状態にある場合は，引き続きその状態を維持できる設計とするとともに，使用済燃料プールのスロッシングにおける水位低下を考慮しても，使用済燃料プールの冷却機能及び使用済燃料プールへの給水機能が維持できる設計とする。

また，溢水評価において，現場操作が必要な設備に対しては，必要に応じて区画の溢水水位，環境の温度及び放射線量を考慮しても，運転員による操作場所までのアクセスが可能な設計とする。ただし，滞留水位が200mmより高くなる区画で，アクセスが必要な場所については，想定される水位に応じて必要な高さの歩廊を設置し，アクセスに影響のないよう措置を講じることとする。なお，必要となる操作を中央制御室で行う場合は，操作を行う運転員は中央制御室に常駐していることからアクセス性を失わずに対応できる。

1.6.5.1 没水の影響に対する設計方針

(1) 没水の影響に対する評価方針

「1.6.2 考慮すべき溢水事象」にて設定した溢水源から発生する溢水量と「1.6.4 溢水防護区画及び溢水経路を設定するための方針」にて設定した溢水防護区画及び溢水経路から算出した溢水水位に対し，溢水防護対象設備が安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

具体的には，以下に示す要求のいずれかを満足していれば溢水防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。

- a. 発生した溢水による水位が，溢水の影響を受けて溢水防護対象設備

の安全機能を損なうおそれがある高さ（以下「機能喪失高さ」という。）を上回らないこと。このとき、溢水による水位の算出にあたっては、区画の床勾配、区画面積、系統保有水量、流入状態、溢水源からの距離、人員のアクセス等による一時的な水位変動を考慮し、保有水量や伝播経路の設定において十分な保守性を確保するとともに、人員のアクセスルートにおいて発生した溢水による水位に対して200mm以上の裕度が確保されていることとする。具体的には、床勾配の考慮を一律100mm、人のアクセス等により一時的な水位変動や流況も考慮し、一律100mmの裕度を確保する設計とする。区画の滞留面積の算出においては、除外面積を考慮した算出面積に対して、30%の裕度を確保する。さらに、溢水防護区画への資機材の持ち込み等による床面積への影響を考慮することとする。系統保有水量の算定にあたっては、算出量に10%の裕度を確保する。

機能喪失高さについては、溢水防護対象設備の各付属品の設置状況も踏まえ、没水によって安全機能を損なうおそれのある最低の高さを設定する。機能喪失高さは実力高さ（各防護対象機器等の機能喪失部位の高さ）に余裕を考慮した評価高さを基本とするが、評価高さで没水する場合には、実力高さを用いて評価する。

溢水防護対象設備の実力高さと評価高さの例を第1.6.5.1-1表に示す。

- b. 溢水防護対象設備が多重性又は多様性を有しており、各々が同時に溢水の影響を受けないような別区画に設置され、同時に安全機能を損なうことのないこと。

その際、溢水の影響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、その溢水の影響を

考慮した上で、安全評価指針に基づき必要な機器の単一故障を考慮し、発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故について安全解析を行うこと。

第1.6.5.1-1表 溢水防護対象設備の機能喪失高さの考え方

機器	機能喪失高さ	
	実力高さ	評価高さ
弁	①電動弁：弁駆動装置下部 ②空気作動弁，各付属品のうち，最低高さの付属品の下端部	・電動弁，空気作動弁とも <u>弁配管の中心高さ</u>
ダンパ 及び ダクト	・各付属品のうち，最低高さの付属品の下端部	・ダンパ，ダクトとも <u>中心高さ</u> (配管ダクトの場合) ・ダンパ，ダクトの下端高さ
ポンプ	①ポンプ又はモータのいずれか低い方の下端 ②モータは下端部	・ポンプ，モータの <u>基礎+架台高さ</u> のいずれか低い箇所
ファン	・モータ下端部又は吸込み口高さの低い方	・ファン又はモータの <u>基礎+架台高さ</u> のいずれか低い箇所の高さ
計器	・計器類は計器本体又は伝送器の下端部のいずれか低い方	・計器類は計器本体又は伝送器の下端部のいずれか低い方 ・計器ラックは <u>床面高さ</u>
電源・盤	・端子台等最下部	・ <u>床面高さ</u>

(2) 没水の影響に対する防護設計方針

溢水防護対象設備が没水により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組み合わせの対策を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

① 溢水源又は溢水経路に対する対策

a. 漏えい検知システム等により溢水の発生を早期に検知し、中央制御室からの遠隔操作（自動又は手動）又は現場操作により漏えい箇所を早期に隔離できる設計とする。

b. 溢水防護区画外の溢水に対して、壁、扉、堰等による流入防止対策を図り溢水の流入を防止する設計とする。

流入防止対策として設置する壁、扉、堰等は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動 S_s による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が損なわれない設計とする。

c. 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより溢水量を低減する。

d. 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動 S_s による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより溢水量を低減する。

e. その他の溢水のうち機器の誤作動や弁グランド部、配管フランジ部からの漏えい事象等に対しては、漏えい検知システムや床ドレンファンネルからの排水等により早期に検知し、溢水防護対象設備の安全機能が損なわれない設計とする。

② 溢水防護対象設備に対する対策

- a. 溢水防護対象設備の設置高さを嵩上げし、評価の各段階における保守性と併せて考慮した上で、溢水防護対象設備の機能喪失高さが、発生した溢水による水位を十分な裕度を持って上回る設計とする。
- b. 溢水防護対象設備周囲に浸水防護堰を設置し、溢水防護対象設備が没水しない設計とする。設置する浸水防護堰については、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できる設計とするとともに、溢水の要因となる地震や火災等により生じる環境や荷重条件に対して当該機能が損なわれない設計とする。

1.6.5.2 被水の影響に対する設計方針

(1) 被水の影響に対する評価方針

「1.6.2 考慮すべき溢水事象」にて設定した溢水源からの直線軌道及び放物線軌道の飛散による被水並びに天井面の開口部若しくは貫通部からの被水の影響を受ける範囲内にある溢水防護対象設備が被水により安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

具体的には、以下に示す要求のいずれかを満足していれば溢水防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。

- a. 溢水防護対象設備があらゆる方向からの水の飛まつによっても有害な影響を生じないように、以下に示すいずれかの保護構造を有していること。
 - (a) 「J I S C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級(IPコード)」における第二特性数字4以上相当の保護等級を有すること。
 - (b) 実機での被水条件を考慮しても安全機能を損なわないことを被水試験等により確認した保護カバーやパッキン等による被水防護措置がなされていること。

- b. 溢水防護対象設備が多重性又は多様性を有しており、各々が同時に溢水の影響を受けないような別区画に設置され、同時に安全機能を損なうことのないこと。

その際、溢水の影響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、その溢水の影響を考慮した上で、安全評価指針に基づき必要な単一故障を考慮し、発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故について安全解析を行うこと。

(2) 被水の影響に対する防護設計方針

溢水防護対象設備が被水により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組み合わせの対策を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

① 溢水源又は溢水経路に対する対策

- a. 溢水防護区画外の溢水に対して、壁、扉、堰等による流入防止対策を図り溢水の流入を防止することにより被水の影響が発生しない設計とする。

流入防止対策として設置する壁、扉、堰等は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動 S_s による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が損なわれない設計とする。

- b. 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより被水の影響が発生しない設計とする。
- c. 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動 S_s による地震力に対

して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより被水の影響が発生しない設計とする。

- d. 消火水の放水による溢水に対しては、溢水防護対象設備が設置されている溢水防護区画において固定式消火設備等の水消火を行わない消火手段を採用することにより、被水の影響が発生しない設計とする。

また、水消火を行う場合には、水消火による被水の影響を最小限に止めるため、溢水防護対象設備に対して不用意な放水を行わないことを消火活動における運用及び留意事項として「火災防護計画」に定める。

② 溢水防護対象設備に対する対策

- a. 「JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級(IPコード)」における第二特性数字4以上相当の保護等級を有する機器への取替を行う。
- b. 溢水防護対象設備に対し、実機での被水条件を考慮しても安全機能を損なわないことを被水試験等により確認した保護カバーやパッキン等による被水防護措置を行う。

1.6.5.3 蒸気放出の影響に対する設計方針

(1) 蒸気放出の影響に対する評価方針

「1.6.2 考慮すべき溢水事象」にて設定した溢水源からの漏えい蒸気の直接噴出及び拡散による影響を受ける範囲内にある溢水防護対象設備が蒸気放出の影響により安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

具体的には、以下に示す要求のいずれかを満足していれば溢水防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。

- a. 溢水防護対象設備が溢水源からの漏えい蒸気を考慮した耐蒸気仕様を有すること。
- b. 溢水防護対象設備が多重性又は多様性を有しており、各々が同時に溢水の影響を受けないような別区画に設置され、同時に安全機能を損なうことのないこと。

その際、溢水の影響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、その溢水の影響を考慮した上で、安全評価指針に基づき必要な機器の単一故障を考慮し、発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故について安全解析を行うこと。

(2) 蒸気放出の影響に対する防護設計方針

溢水防護対象設備が蒸気放出の影響により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組み合わせの対策を行うことにより、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

① 溢水源又は溢水経路に対する対策

- a. 溢水防護区画外の蒸気放出に対して、壁、扉等による流入防止対策を図り蒸気の流入を防止する設計とする。

流入防止対策として設置する壁、扉等は、溢水により発生する蒸気に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動 S_s による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が損なわれない設計とする。

- b. 溢水源となる原子炉棟向け所内蒸気系統を、溢水防護区画外で閉止することにより、溢水防護区画内において蒸気放出による影響が発生しない設計とする。

- c. 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、破損形状を特定することにより蒸気放出による影響を軽減する設計とする。
- d. 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動 S_s による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより蒸気放出による影響が発生しない設計とする。
- e. 蒸気の漏えいを検知し、中央制御室からの遠隔隔離（自動又は手動）を行うための自動検知・遠隔隔離システムを設置し、漏えい蒸気を早期隔離することで蒸気影響を緩和する設計とする。

また、自動検知・遠隔隔離システムだけでは溢水防護対象設備の健全性が確保されない場合には、破損想定箇所に防護カバーを設置することで漏えい蒸気量を抑制して、溢水防護区画内雰囲気温度への影響を軽減する設計とする。

さらに、信頼性向上の観点から、防護カバー近傍には小規模漏えい検知を目的とした特定配置温度検出器を設置し、蒸気の漏えいを早期検知する設計とする。
- f. 主蒸気管破断事故時等には、建屋内外の差圧によるブローアウトパネルの開放により、溢水防護区画内において蒸気影響を軽減する設計とする。

蒸気影響評価における想定破損評価条件を第1.6.5.3-1表に示す。

第 1.6.5.3-1表 蒸気影響における配管の想定破損評価条件

系 統		破損想定	隔離
原子炉隔離時冷却系蒸気系, 補助蒸気系	一般部 (1Bを超える)	貫通クラック	自動/手動
	ターミナルエンド部	完全全周破断	手動
	一般部 (1B以下)		

② 溢水防護対象設備に対する対策

- a. 蒸気放出の影響に対して耐性を有しない溢水防護対象設備については、蒸気曝露試験又は机上評価によって蒸気放出の影響に対して耐性を有することが確認された機器への取替を行う。
- b. 溢水防護対象設備に対し、実機での蒸気条件を考慮しても安全機能を損なわないことを蒸気曝露試験等により確認したシールやパッキン等による蒸気防護措置を行う。

1.6.5.4 その他の溢水に対する設計方針

地下水の流入、屋外タンクの竜巻による飛来物の衝突による破損に伴う漏えい等の地震以外の自然現象に伴う溢水が、溢水防護区画に流入するおそれがある場合には、壁、扉、堰等により溢水防護区画を内包するエリア内及び建屋内への流入を防止する設計とし、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

機器の誤作動や弁グランド部、配管フランジ部からの漏えいに対して、漏えい検知システムや床ドレンファンネルからの排水等により早期に検知し、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

1.6.5.5 使用済燃料プールのスロッシング後の機能維持に関する設計方針

基準地震動 S_s による地震力によって生じるスロッシング現象を三次元流動解析により評価し、使用済燃料プール外へ漏えいする水量を考慮する。その際、使用済燃料プールの初期条件は保守的となるように設定する。算出した溢水量からスロッシング後の使用済燃料プールの水位低下を考慮しても、使用済燃料プールの冷却機能及び使用済燃料プールへの給水機能が確保されるため、それらを用いることにより適切な水温（水温65℃以下）及び遮へい水位を維持できる設計とする。

1.6.6 海水ポンプエリアの溢水評価に関する設計方針

海水ポンプエリア内にある防護対象設備が海水ポンプエリア内及びエリア外で発生する溢水の影響を受けて、安全機能を損なわない設計とする。

具体的には、波及的影響防止及び津波の浸水を防止する目的での低耐震設備の耐震補強対策に加え、海水ポンプエリア外で発生する地震に起因する循環水管の伸縮継手の全円周状の破損や屋外タンク破損による溢水が、海水ポンプエリアへ流入しないようにするために、壁、閉止板等による溢水伝播防止対策を図る設計とする。また、循環水管の伸縮継手については、可撓継手への交換を実施し、溢水量を削減する。

海水ポンプエリア内で発生する想定破損による低エネルギー配管の貫通クラックによる溢水、消火水の放水による溢水及び降水による溢水についても、壁、閉止板等による溢水伝播防止対策を図る設計とする。さらに、海水ポンプエリア内の多重性を有する防護対象設備を別区画に設置することにより、没水により同時に機能を損なうことのない設計とする。海水ポンプエリア内の防護対象設備が安全機能を損なうことのない設計とする。また、防護対象設備の機能喪失高さは、発生した溢水水位に対して裕度を確保する設計とす

る。

1.6.7 溢水防護区画を内包するエリア外及び建屋外からの流入防止に関する設計方針

溢水防護区画を内包するエリア外及び建屋外で発生を想定する溢水が、溢水防護区画に流入するおそれがある場合には、壁、扉、堰等により溢水防護区画を内包するエリア内及び建屋内への流入を防止する設計とし、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

また、地下水に対しては、地震時の排水ポンプの停止により建屋周囲の水位が周辺の地下水位まで上昇することを想定し、建屋外周部における壁、扉、堰等により溢水防護区画を内包する建屋内への流入を防止する設計とし、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

1.6.8 放射性物質を含んだ液体の管理区域外への漏えいを防止するための設計方針

管理区域内で発生した溢水の管理区域外への伝播経路となる箇所については、壁、扉、堰等による漏えい防止対策を行うことにより、機器の破損等により生じた放射性物質を内包する液体が管理区域外に漏えいすることを防止する設計とする。

1.6.9 溢水によって発生する外乱に対する評価方針

溢水の影響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、その溢水の影響を考慮した上で、「安全評価指針」に基づき必要な単一故障を考慮し、発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故について安全解析を行い、炉心損傷に至ることなく当該事象を収束できる設計とし、これらの機能を維持するために必要な設

備（溢水防護対象設備）が、没水、被水及び蒸気の影響を受けて、その安全機能を損なわない設計（多重性又は多様性を有する設備が同時にその安全機能を損なわない設計）とする。

1.6.10 手順等

溢水評価に関して、以下の内容を含む手順を定め、適切な管理を行う。

- (1) 配管の想定破損評価において、応力評価の結果により破損形状の想定を行う場合は、評価結果に影響するような減肉がないことを継続的な肉厚管理で確認する。
- (2) 配管の想定破損による溢水が発生する場合及び基準地震動 S_s による地震力により耐震 B, C クラスの機器が破損し溢水が発生する場合においては、隔離手順を定める。
- (3) 運転実績（高エネルギー配管として運転している割合が当該系統の運転している時間の2%又はプラント運転期間の1%より小さい）により低エネルギー配管としてしている設備については、運転時間管理を行う。
- (4) 内部溢水評価で用いる屋外タンクの水量を管理する。
- (5) 溢水防護区画において、各種対策設備の追加、資機材の持込み等により評価条件としている床面積に見直しがある場合は、予め定めた手順により溢水評価への影響確認を行う。
- (6) 排水を期待する箇所からの排水を阻害する要因に対し、それを防止するための運用を実施する。
- (7) スロッシング対応として、施設定期検査前にプール廻り堰の切欠きに閉塞等のないことの確認及び異物混入防止対策を実施する。
- (8) 施設定期検査中のスロッシング対策として、溢水拡大防止堰の上に止水板を設置し、かつ、原子炉棟6階西側床ドレンファンネルを閉止する運

用※とする。

- (9) 施設定期検査作業に伴う防護対象設備の不待機や扉の開放等，影響評価上設定したプラント状態の一時的な変更時においても，その状態を踏まえた必要な安全機能が損なわれない運用とする。
- (10) 水密扉については，開放後の確実な閉止操作，閉止状態の確認及び閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作の手順等を定める。
- (11) 溢水発生後の滞留区画等での排水作業手順を定める。
- (12) 溢水防護対象設備に対する消火水の影響を最小限に止めるため，消火活動における運用及び留意事項と，それらに関する教育について「火災防護計画」に定める。
- (13) 使用済燃料プール冷却浄化系や原子炉補機冷却系が機能喪失した場合における，残留熱除去系による使用済燃料プールの給水・冷却手順を定める。

※ 運用を行う詳細な期間及び作業の内容は以下とする。

プラント停止直後より格納容器上蓋開放までに止水板及びファンネル閉止装置の取付けを行い，原子炉復旧のための原子炉ウェル及びD S Pの水抜き終了後，格納容器上蓋復旧時に，取外しを行う。

(3) 適合性の説明

第九条 溢水による損傷の防止等

- 1 安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。
- 2 設計基準対象施設は、発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしないものでなければならない。

適合のための設計方針

第1項について

安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、安全機能を損なわない設計とする。

そのために、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計とする。また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できる設計とする。さらに使用済燃料プールにおいては、使用済燃料プールの冷却機能及び使用済燃料プールへの給水機能を維持できる設計とする。

なお、発電用原子炉施設内における溢水として、発電用原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む。）、消火系統等の作動又は使用済燃料プール等のスロッシングにより発生した溢水を考慮する。

第2項について

設計基準対象施設は、原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容

器，配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において，当該液体が管理区域外へ漏えいしない設計とする。

10. その他発電用原子炉の附属施設

10.6.2 内部溢水に対する防護設備

10.6.2.1 概要

発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、施設内に設ける壁、扉、堰等の浸水防護設備により、溢水防護対象設備が、その安全機能を損なわない設計とする。

10.6.2.2 設計方針

浸水防護設備は、以下の方針で設計する。

- (1) 浸水防止堰は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動 S_s による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が損なわれない設計とする。また、浸水防止堰の高さは、溢水水位に対して裕度を確保する設計とする。
- (2) 水密扉は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動 S_s による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が損なわれない設計とする。
- (3) 防護壁は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動 S_s による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が損なわれない設計とする。
- (4) (1)～(3)以外の浸水防護設備についても、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動 S_s による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重

や環境に対して必要な当該機能が損なわれない設計とする。

10.6.2.3 試験検査

浸水防護設備は、健全性及び性能を確認するため、発電用原子炉の運転中又は停止中に、定期的に試験又は検査を実施する。

東海第二発電所

内部溢水の影響評価について

目 次

1. 概要	9 条-別添 1-1
1.1 溢水防護に関する基本方針	9 条-別添 1-1
1.2 東海第二発電所の内部溢水影響評価に係る特徴について	9 条-別添 1-5
1.3 溢水影響評価フロー	9 条-別添 1-6
2. 溢水防護対象設備の設定	9 条-別添 1-7
2.1 設置許可基準規則 第九条及び第十二条並びに溢水評価ガイドの 要求事項について	9 条-別添 1-7
2.2 防護対象設備の抽出	9 条-別添 1-28
2.3 防護対象設備の機能喪失の判定	9 条-別添 1-35
2.4 防護対象設備を防護するための設計方針	9 条-別添 1-36
3. 溢水源の想定	9 条-別添 1-41
3.1 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により 生じる溢水	9 条-別添 1-41
3.2 発電所内で生じる異常状態（火災を含む）の拡大防止のために 設置される系統からの放水による溢水	9 条-別添 1-48
3.3 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水	9 条-別添 1-48
3.4 その他の溢水	9 条-別添 1-50
4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定	9 条-別添 1-60
4.1 溢水防護区画の設定	9 条-別添 1-60
4.2 溢水経路の設定	9 条-別添 1-60
5. 建屋内の防護対象設備を防護するための設計方針	9 条-別添 1-100
5.1 没水の影響に対する評価及び防護設計方針	9 条-別添 1-100
5.2 被水の影響に対する評価及び防護設計方針	9 条-別添 1-105

5.3	蒸気の影響に対する評価及び防護設計方針	9 条-別添 1-108
6.	想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価	9 条-別添 1-112
6.1	溢水量の算定	9 条-別添 1-113
6.2	想定破損による没水影響評価	9 条-別添 1-126
6.3	想定破損による被水影響評価	9 条-別添 1-170
6.4	想定破損による蒸気影響評価	9 条-別添 1-172
6.5	想定破損による影響評価結果	9 条-別添 1-175
7.	消火水評価に用いる各項目の算出及び影響評価	9 条-別添 1-177
7.1	溢水量の算定	9 条-別添 1-177
7.2	消火水による没水影響評価	9 条-別添 1-178
7.3	消火水による被水影響評価	9 条-別添 1-179
7.4	消火水による影響評価結果	9 条-別添 1-179
8.	地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価	9 条-別添 1-181
8.1	地震に起因する溢水源	9 条-別添 1-181
8.2	地震により破損して溢水源となる対象設備	9 条-別添 1-181
8.3	耐震B, Cクラス機器の耐震性評価	9 条-別添 1-182
8.4	使用済燃料プールのスロッシングに伴う溢水量	9 条-別添 1-191
8.5	溢水量の算定	9 条-別添 1-192
8.6	地震時の没水影響評価	9 条-別添 1-197
8.7	地震時の被水影響評価	9 条-別添 1-241
8.8	地震時の蒸気影響評価	9 条-別添 1-241
8.9	地震時の影響評価結果	9 条-別添 1-241
8.10	没水対策	9 条-別添 1-243
9.	使用済燃料プールのスロッシングに伴う溢水影響評価 について	9 条-別添 1-245

9.1	使用済燃料プール溢水量の評価方法	9 条-別添 1-245
9.2	使用済燃料プール溢水量の評価結果	9 条-別添 1-249
9.3	使用済燃料プールの冷却機能及び遮蔽機能維持の確認	9 条-別添 1-249
10.	海水ポンプエリアの溢水影響評価	9 条-別添 1-251
10.1	想定破損による溢水影響評価	9 条-別添 1-252
10.2	消火活動による放水における溢水影響評価	9 条-別添 1-253
10.3	地震起因による溢水影響評価（伸縮継手の破損考慮）	9 条-別添 1-253
10.4	海水ポンプエリアの溢水影響評価結果	9 条-別添 1-256
11.	タービン建屋における溢水影響評価	9 条-別添 1-257
11.1	評価条件等	9 条-別添 1-257
11.2	循環水ポンプ停止及び復水器出入口弁閉止インターロックについて	9 条-別添 1-257
11.3	溢水量	9 条-別添 1-262
11.4	溢水影響評価結果	9 条-別添 1-265
12.	防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価	9 条-別添 1-268
12.1	建屋外からの溢水影響評価	9 条-別添 1-268
12.2	屋外タンクの溢水による影響評価	9 条-別添 1-268
12.3	廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋からの溢水影響評価	9 条-別添 1-277
12.4	その他の地震起因による敷地内溢水影響評価	9 条-別添 1-279
12.5	地下水による影響評価	9 条-別添 1-282
13.	放射性物質を内包する液体の漏えいの防止	9 条-別添 1-285

添付資料

1. 機能喪失判定の考え方と選定された防護対象設備について

- 1.1 防護対象設備の機能喪失判定
- 1.2 抽出された防護対象設備
- 1.3 溢水評価の対象外とする防護対象設備の考え方について
2. 溢水源の分類及び運用について
 - 2.1 高エネルギー配管のうち低エネルギー配管に分類できる系統について
 - 2.2 原子炉建屋内における所内蒸気系の破損評価について
3. 溢水源となる機器のリスト
4. 溢水影響評価において期待する設備について
 - 4.1 伝播経路に対する溢水防護の概要
 - 4.2 溢水防護対策
 - 4.3 貫通部シール材等の止水性能及び耐震性について
5. 想定破損による評価結果について
 - 5.1 想定破損による没水影響評価結果まとめ
 - 5.2 想定破損による被水影響評価結果まとめ
6. 消火活動による溢水影響評価について
 - 6.1 消火活動に伴う溢水の有無について
 - 6.2 消火水による没水影響評価結果まとめ
 - 6.3 消火活動における放水量に関する運用管理について
7. 耐震B, Cクラス機器の評価について
 - 7.1 耐震B, Cクラス配管の耐震性評価について
 - 7.2 耐震B, Cクラス配管支持構造物の耐震性評価について
 - 7.3 耐震B, Cクラス配管及び配管支持構造物の耐震性評価結果について
 - 7.4 耐震B, Cクラス機器の耐震性評価結果について
8. 配管の破損位置及び破損形状の評価について
 - 8.1 応力に基づく評価

- 8.2 高エネルギー配管の評価
- 8.3 低エネルギー配管の評価
- 8.4 重大事故等対処設備を含めた溢水対応方針
- 8.5 応力に基づく評価結果
- 9. 減肉等による評価について
 - 9.1 配管の減肉管理方針について
 - 9.2 検討対象系統の抽出
 - 9.3 検討対象系統の肉厚測定管理について
 - 9.4 強度評価を行った配管の肉厚測定について
- 10. 鉄筋コンクリート壁の水密性について
 - 10.1 各建屋の応答解析結果
 - 10.2 タービン建屋の水密性の考慮について
 - 10.3 検討方法
 - 10.4 検討結果
 - 10.5 通常時及び地震後の建屋の保守管理について
- 11. 東海第二発電所における「重要度分類審査指針」に基づく
防護対象設備の抽出（内部溢水と火災における防護対象の比較）

参考 1 新規制基準への適合状況

参考 2 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイドへの適合状況

補足説明資料-1 設置許可基準規則第十二条の要求について

補足説明資料-2 内部溢水影響評価における判定表

補足説明資料-3 内部溢水により想定される事象の確認結果

補足説明資料-4 自然現象による溢水影響の考慮について

- 補足説明資料-5 耐震B，Cクラス機器の保有量算出要領
- 補足説明資料-6 系統溢水量の算出要領
- 補足説明資料-7 原子炉格納容器内設備（耐環境仕様）を溢水影響評価において対象外とする考え方について
- 補足説明資料-8 滞留面積の算出について
- 補足説明資料-9 消火活動における放水時間設定の考え方について
- 補足説明資料-10 流下開口を考慮した没水高さについて
- 補足説明資料-11 原子炉建屋原子炉棟内防護対象設備の蒸気影響について
- 補足説明資料-12 被水影響評価における防滴仕様の扱いと評価結果について
- 補足説明資料-13 溢水影響評価における床勾配の考え方と評価の保守性について
- 補足説明資料-14 貫通部の止水対策について
- 補足説明資料-15 貫通部シール材等の止水性能及び耐震性について
- 補足説明資料-16 汎用熱流体解析コード STAR-CD について
- 補足説明資料-17 内部溢水影響評価における確認内容について
- 補足説明資料-18 内部溢水影響評価に用いる各項目の保守性と有効数字の処理について
- 補足説明資料-19 循環水管伸縮継手の破損対応について
- 補足説明資料-20 屋外タンク等の溢水による影響評価
- 補足説明資料-21 現場操作が必要な設備のアクセス性について
- 補足説明資料-22 使用済燃料プール水のダクト流入防止対策について
- 補足説明資料-23 過去の不具合事例への対応について
- 補足説明資料-24 内部溢水で考慮すべき最近のトラブル反映事例
- 補足説明資料-25 その他の漏えい事象に対する確認について
- 補足説明資料-26 現場操作の実施可能性について

- 補足説明資料-27 ほう酸水漏えい等による影響について
- 補足説明資料-28 溢水発生時における安全の考慮について
- 補足説明資料-29 現場へのアクセス時における評価
- 補足説明資料-30 施設定期検査中における溢水影響について
- 補足説明資料-31 溢水影響評価における耐震クラスの確認方法について
- 補足説明資料-32 流出係数の根拠について
- 補足説明資料-33 油が溢水した場合の影響について
- 補足説明資料-34 常設物品等の現場調査結果について
- 補足説明資料-35 静的機器の機能喪失高さの確認について
- 補足説明資料-36 海水ポンプ室の防護について
- 補足説明資料-37 原子炉建屋地下部外壁の止水対策について
- 補足説明資料-38 建屋内壁貫通部について
- 補足説明資料-39 床貫通部について
- 補足説明資料-40 ファンネル部について
- 補足説明資料-41 重大事故等対処設備を対象とした溢水防護の
基本方針について
- 補足説明資料-42 溢水影響評価上の防護対象設備の配置について
- 補足説明資料-43 原子炉建屋内の漏えい検知器設置箇所について
- 補足説明資料-44 ケーブルの被水影響評価について
- 補足説明資料-45 火災区域設置を反映した蒸気影響評価について
- 補足説明資料-46 床ドレンファンネル排水における漏えい系統の検知時間
及び溢水量評価について
- 補足説明資料-47 原子炉棟6階スロッシング水の伝播評価について
- 補足説明資料-48 設備対策の考え方について
- 補足説明資料-49 破損配管からの蒸気噴流の影響について

補足説明資料-50 原子炉棟床ドレンファンネルによる排水の考慮について

補足説明資料-51 原子炉棟最終滞留区画における溢水発生後の復旧について

補足説明資料-52 重大事故等対処設備の迫設を考慮した

溢水影響評価について

補足説明資料-53 応力評価に基づくサポート等改造対策の概要について

1. 概要

東海第二発電所については、発電所建設の設計段階において溢水影響を考慮した機器配置、配管設計を実施しており、具体的には、独立した区画への分散配置や堰の設置、基礎高さの考慮等を実施するとともに、各建屋最下層に設置されたサンプに集積し排水が可能な設計としている。

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「設置許可基準規則」という。）第九条（溢水による損傷の防止等）」の要求事項を踏まえ、安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、安全機能を損なわない設計となっていることを確認するものである。

1.1 溢水防護に関する基本方針

安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、安全機能を損なわない設計とする。具体的には、原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む）、消火系統等の作動、使用済燃料プール等のスロッシングその他の事象及び自然現象やその波及的影響等により発生する溢水に対して、原子炉を高温停止し、引き続き低温停止及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計とする。また、原子炉が停止状態にある場合は引き続きその状態を維持できる設計とする。さらに、使用済燃料プールの冷却及び給水機能を維持できる設計とする。

ここで、これらの機能を維持するために必要な設備を、以下「防護対象設備」という。

設置許可基準規則第九条及び第十二条並びに「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド（平成26年8月6日原規技発第1408064号原子力規制委員会決定）」（以下「溢水評価ガイド」という。）の要求事項を踏まえ、以下の

設備を防護対象設備として選定する。

- ・重要度の特に高い安全機能を有する系統が，その安全機能を適切に維持するために必要な設備
- ・燃料プール冷却及び燃料プールへの給水の機能を適切に維持するために必要な設備

発電用原子炉施設内における溢水として，発電用原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む），消火系統等の作動，使用済燃料プール等のスロッシングその他の事象により発生した溢水を考慮し，防護対象設備が没水，被水及び蒸気の影響を受けて，その安全機能を損なわない設計（多重性又は多様性を有する設備が同時にその安全機能を損なわない設計）とする。

自然現象により発生する溢水及びその波及的影響により発生する溢水に関しては，防護対象設備の配置を踏まえて，最も厳しい条件となる影響を考慮し，防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

○ 自然現象による溢水影響の考慮

地震及び津波以外にも，洪水，竜巻，風（台風），降水，高潮といった自然現象により，防護対象設備が機能喪失することはなく，溢水評価に影響ないことを以下のとおり確認している。

現象	理由
地震	・地震起因により屋外タンクが破損することにより発生する溢水を想定しても、防護対象設備設置建屋及び海水ポンプエリアの防護対象設備が機能喪失しないことを確認。
津波	・地震起因による破損及び津波により発生する溢水を想定しても、防護対象設備設置建屋及び海水ポンプエリアの防護対象設備が機能喪失しないことを確認。
洪水	・敷地の地形及び表流水の状況から判断して、洪水による影響はないことを確認。
竜巻	・設計竜巻による最大風速 100m/s の風荷重及び飛来物によって、タンク損傷の可能性があるが、タンク破損による溢水水位が、地震時に発生を想定する溢水水位に包含され、防護対象設備設置建屋及び海水ポンプエリアの防護対象設備が機能喪失しないことを確認。
風 (台風)	・敷地付近で観測された最大瞬間風速は 44.2m/s であり、最大風速 100m/s の竜巻の影響に包絡されることを確認。
降水	・敷地付近における 10 年確率で想定される雨量強度による浸水に対し、構内排水路で集水し海域へ排水される設計であることから、影響は地震時に想定する溢水に包含されることを確認。
高潮	・最高潮位は基準津波高さ以下であり、津波時評価に包含されることを確認。

また、放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管が破損することにより、当該容器又は配管から放射性物質を含む液体の漏えいを想定する場合には、溢水が管理区域外へ漏えいしないよう、建屋内の壁、扉、堰等により伝播経路を制限する設計とする。

溢水防護を考慮した設計にあたり、具体的な設計方針を以下のとおりとする。また、この基本方針を第 1.1-1 図に示す。

- (1) 原子炉施設内で溢水が生じた場合においても、原子炉を高温停止し、引き続き低温停止及び放射性物質の閉じ込め機能を維持するために必要となる設備、原子炉が停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するため

に必要となる設備，使用済燃料プールの冷却及び給水機能を維持するための設備について，以下の設計上の配慮を行う。

- a. 内部溢水の発生を防止するため，原子炉施設内の系統及び機器は，その内部流体の種類や温度，圧力等に従い，適切な構造，強度を有するよう設計する。
- b. 内部溢水発生時の早期検知，溢水発生確認後の適切な隔離措置等が可能な設計とする。
- c. 防護対象設備の設置されている建屋内及び建屋外で発生する溢水に対して，溢水の伝播を考慮し，溢水の拡大防止，他設備や区画等への影響防止を考慮して原子炉施設内の機器の適切な構造，強度及び止水性能を有するよう設計する。

止水処置の選定においては，シール材の選定等における火災防護上の対策も考慮し，可能な限り火災荷重への影響を低減することを考慮する。

- d. 原子炉施設内での溢水事象（地震起因を含む）を想定し，原子炉施設内での溢水の伝播経路及び滞留を考慮して，機器の多重性，多様性，各系統相互の隔離距離の確保，障壁等の設置により，同時に複数区分の安全機能が損なわれない設計とする。さらに，溢水の影響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，その溢水の影響を考慮した上で，「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「安全評価指針」という。）に基づき発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故について安全解析を行い，当該事象を収束できる設計とする。

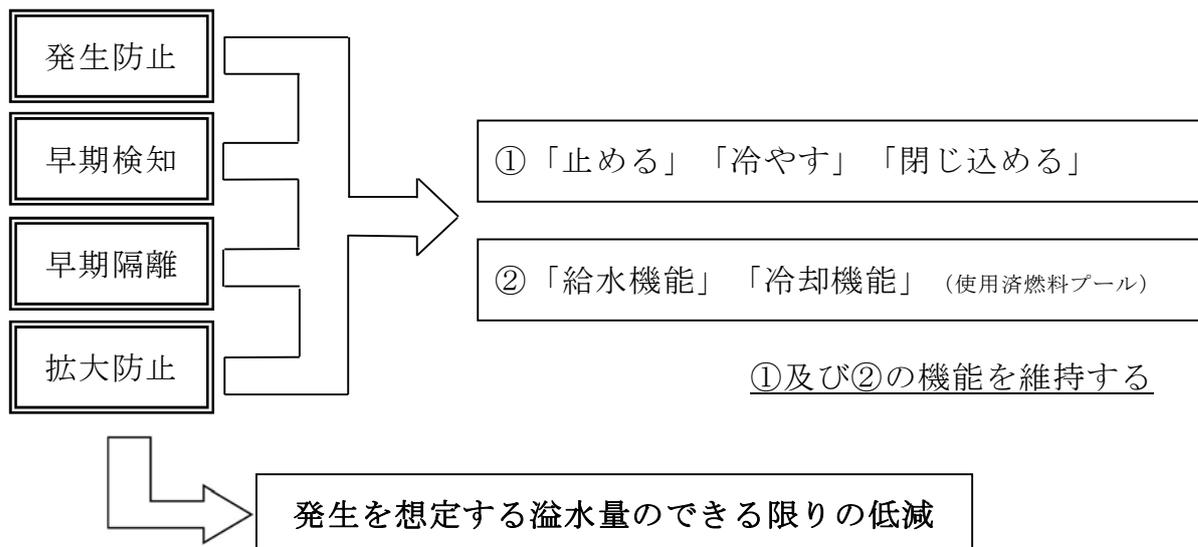
なお，安全解析にあたっては，運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故を収束させるために必要な設備の単一故障を考慮する。

- (2) 原子炉施設内で溢水が発生した場合において、放射性物質によって汚染された液体が管理区域内に留まるよう、以下の設計上の配慮を行う。
- a. 高放射性液体を扱う大容量ポンプの設置区域や、廃液処理設備の設置区域に対して、放射性液体の他区画への流出、拡大を防止する設計とする。
 - b. 原子炉施設内での溢水事象（地震起因を含む）を想定し、管理区域との境界の障壁等により、管理区域外への漏えいを防止する措置を講じる。

1.2 東海第二発電所の内部溢水影響評価に係る特徴について

評価の具体的な内容に入る前に、東海第二発電所の内部溢水評価に係る特徴について以下に示す。

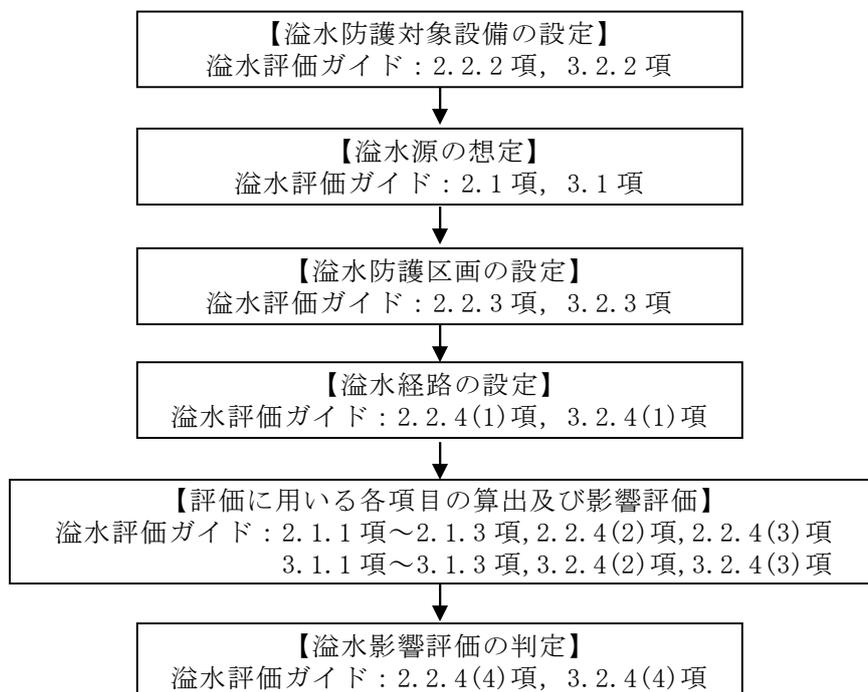
- (1) 基準津波が原子炉建屋及びタービン建屋の設置高さより高いことから、防護建屋や区画に対する津波浸水防止の対応を充実させる。具体的には、各防護区画における建屋外壁等の貫通部に止水措置を行い、区画の水密化を実施している。合わせて、津波の区画内への浸水を防止する措置を実施する。



第 1. 1-1 図 溢水防護に関する基本方針

1. 3 溢水影響評価フロー

以下の第 1. 2-1 図のフローにて溢水影響評価を行う。



第 1. 2-1 図 溢水影響評価フロー

2. 溢水防護対象設備の設定

溢水から防護すべき溢水防護対象設備は、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を適切に維持するために必要な設備、使用済燃料プールの冷却及び給水の機能を適切に維持するために必要な設備とする。

2.1 設置許可基準規則 第九条及び第十二条並びに溢水評価ガイドの要求事項について

設置許可基準規則第九条及び第十二条並びに溢水評価ガイドの要求事項を踏まえ、防護対象設備を選定する。

- (1) 設置許可基準第九条及びその解釈は、安全施設が内部溢水で機能喪失しないことを求めている。さらに、使用済燃料プールにおいては、プール冷却機能及びプールへの給水機能を維持できることを求めている。

設置許可基準規則 第九条	設置許可基準規則の解釈
<p>(溢水による損傷の防止等)</p> <p>第九条 安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、<u>安全機能を損なわないものでなければなら</u>ない。</p>	<p>第9条 (溢水による損傷の防止等)</p> <p>3 第1項に規定する「安全機能を損なわないもの」とは、発電用原子炉施設内部で発生が想定される溢水に対し、<u>原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できること</u>、また、停止状態にある場合は、<u>引き続きその状態を維持できること</u>をいう。さらに、使用済燃料貯蔵槽においては、<u>プール冷却機能及びプールへの給水機能を維持できること</u>をいう。</p>

- (2) さらに、設置許可基準規則第十二条では、安全施設が安全機能を果たすための要求が記載されている。また、第十二条の解釈に示されている安全機能に対応する系統・機器を第 2.1-1 表に示す。

設置許可基準規則 第十二条	内部溢水影響評価での対応
<p>(安全施設)</p> <p>第十二条 安全施設は、その安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたものでなければならない。</p>	<p>安全施設のうち、溢水評価ガイドの要求に従って、重要度の特に高い安全機能を有する系統設備を防護対象設備として選定している。</p>
<p>2 安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものは、当該系統を構成する機械又は器具の単一故障（単一の原因によって一つの機械又は器具が所定の安全機能を失うこと（従属要因による多重故障を含む。）をいう。以下同じ。）が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保するものでなければならない。</p>	<p>発電所内で発生した内部溢水に対して、重要度の特に高い安全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）を確認している。</p>
<p>3 安全施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものでなければならない。</p>	<p>環境条件として、溢水事象となる事故（L O C A や主蒸気管破断）、原子炉外乱、自然現象等を考慮しても、没水や被水、蒸気の影響により防護対象設備が安全機能を失わないことを確認している。</p>

第 2.1-1 表 第十二条の解釈に記載する安全機能と系統・機器 (1/2)

機能	系統・機器	重要度 分類
原子炉の緊急停止機能	制御棒及び制御棒駆動系	MS-1
未臨界維持機能	制御棒及び制御棒駆動系 ほう酸水注入系	MS-1
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁 (安全弁としての開機能)	MS-1
原子炉停止後における除熱のための		
崩壊熱除去機能	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード)	MS-1
注水機能	原子炉隔離時冷却系 高圧炉心スプレイ系	MS-1
圧力逃がし機能	逃がし安全弁 (手動逃がし機能) 自動減圧系 (手動逃がし機能)	MS-1
事故時の原子炉の状態に応じた炉心冷却のための		
原子炉内高圧時における注水機能	原子炉隔離時冷却系 高圧炉心スプレイ系 自動減圧系	MS-1
原子炉内低圧時における注水機能	低圧炉心スプレイ系 残留熱除去系 (低圧注水モード) 高圧炉心スプレイ系	MS-1
格納容器内又は放射性物質が格納容器内から漏れ出た場所の雰囲気中の放射性物質の濃度低減機能	非常用ガス処理系 非常用ガス再循環系	MS-1
格納容器の冷却機能	残留熱除去系 (格納容器スプレイ冷却系)	MS-1
格納容器内の可燃性ガス制御機能	可燃性ガス濃度制御系	MS-1
非常用交流電源から非常用の負荷に対し電力を供給する機能	非常用所内電源系 (交流)	MS-1
非常用直流電源から非常用の負荷に対し電力を供給する機能	非常用所内電源系 (直流)	MS-1
非常用の交流電源機能	非常用所内電源系 (非常用ディーゼル発電機含む)	MS-1
非常用の直流電源機能	直流電源系	MS-1
非常用の計測制御用直流電源機能	計測制御用電源設備	MS-1
補機冷却機能	残留熱除去系海水系, 非常用ディーゼル発電機海水系及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	MS-1
冷却用海水供給機能		MS-1
原子炉制御室非常用換気空調機能	中央制御室換気系	MS-1

第 2.1-1 表 第十二条の解釈に記載する安全機能と系統・機器 (2/2)

機能	系統・機器	重要度 分類
圧縮空気供給機能	逃がし安全弁 自動減圧機能及び主蒸気隔離弁のアク ムレータ	MS-1
原子炉冷却材圧力バウンダリを構成 する配管の隔離機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ隔離弁	MS-1
原子炉格納容器バウンダリを構成す る配管の隔離機能	原子炉格納容器バウンダリ隔離弁	MS-1
原子炉停止系に対する作動信号（常 用系として作動させるものを除く） の発生機能	原子炉保護系（スクラム機能）	MS-1
工学的安全施設に分類される機器若 しくは系統に対する作動信号の発生 機能	工学的安全施設作動系 ・非常用炉心冷却系作動の安全保護回路 ・原子炉格納容器隔離の安全保護回路 ・原子炉建屋ガス処理系作動の安全保護回路 ・主蒸気隔離の安全保護回路	MS-1
事故時の原子炉の停止状態の把握機 能	計測制御装置 ・中性子束（起動領域計装）	MS-2
事故時の炉心冷却状態の把握機能	計測制御装置及び放射線監視装置 原子炉圧力及び原子炉水位 原子炉格納容器圧力	MS-2
事故時の放射能閉じ込め状態の把握 機能	計測制御装置及び放射線監視装置 原子炉格納容器圧力 格納容器エリア放射線量率及び サプレッション・プール水温度	MS-2
事故時のプラント操作のための情報 の把握機能	計測制御装置 原子炉圧力 原子炉水位（広帯域，燃料域） 原子炉格納容器圧力 サプレッション・プール水温度 原子炉格納容器水素濃度及び原子炉格納 容器酸素濃度	MS-2
	主排気筒放射線モニタ 気体廃棄物処理系設備エリア排気放射線 モニタ	MS-3

(3) 使用済燃料プールのプール冷却機能及びプールへの給水機能を維持するための機能・系統について第 2.1-2 表に示す。

第 2.1-2 表 燃料プール冷却及びプールへの給水機能を有する系統・機器

その機能を有する系統の多重性又は多様性を要求する安全機能	系統・機器	重要度分類
燃料プール冷却機能	燃料プール冷却浄化系 残留熱除去系	PS-3
燃料プールへの給水機能	残留熱除去系	MS-2

なお、安全機能を有する構築物，系統及び機器（以下，「安全施設」という。）の全体像は，「重要度分類審査指針」における分類で PS-1, 2, 3, MS-1, 2, 3 に該当する構築物，系統及び機器であり，これら安全施設と重要度の特に高い安全機能を有する系統の関連性について第 2.1-3 表に示す。

重要度分類指針		東海第二発電所		
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	
MS-1	<p>1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンスダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器</p>	機能	重要度が特に高い安全機能(設置許可基準規則の解釈第12条)	
		2) 未臨界維持機能	<p>原子炉停止系(制御棒による系、ほう酸水注入系)</p> <p>制御棒 制御棒カブリング 制御棒駆動機構カブリング 制御棒駆動機構 制御棒駆動機構ハウジング ほう酸水注入系(ほう酸水注入ポンプ、注入弁、タンク出口弁、ほう酸水貯蔵タンク、ポンプ吸込配管及び弁、注入配管及び弁)</p>	【No.2】未臨界維持機能
		3) 原子炉冷却材圧力バウンスダリの過圧防止機能	逃がし安全弁(安全弁開機能)	【No.3】原子炉冷却材圧力バウンスダリの過圧防止機能
		4) 原子炉停止後の除熱機能	<p>残留熱を除去する系統(残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系、逃がし安全弁(手動逃がし機能)、自動減圧系(手動逃がし機能))</p>	<p>残留熱除去系(ポンプ、熱交換器、原子炉停止時冷却モードのルートとなる配管及び弁)</p> <p>残留熱除去系 熱交換器バイパス配管及び弁</p> <p>原子炉隔離時冷却系(ポンプ、サブレッション・プール、タービン、サブレッション・プールから注水先までの配管、弁)</p> <p>タービンへの蒸気供給配管、弁</p> <p>ポンプミニマムフローライン配管、弁</p> <p>サブレッション・プールストレーナ</p> <p>潤滑油冷却器及びその冷却器までの冷却水供給配管</p> <p>原子炉隔離時冷却系</p> <p>高圧炉心スプレイ系(ポンプ、サブレッション・プール、サブレッション・プールからスプレイ先までの配管、弁、スプレイヘッド)</p>

分類	定義	機能	建築物、系統又は機器	重要度が特に高い安全機能(設置許可基準規則の解釈第12条)	
MS-1	<p>1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器</p>	<p>4) 原子炉停止後の除熱機能</p>	<p>残留熱を除去する系統(残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系、逃がし安全弁(手動逃がし機能)、自動減圧系(手動逃がし機能))</p> <p>逃がし安全弁(手動逃がし機能)</p> <p>逃がし安全弁(手動逃がし機能)</p> <p>逃がし安全弁(手動逃がし機能)</p> <p>逃がし安全弁(手動逃がし機能)</p> <p>自動減圧系(手動逃がし機能)</p> <p>自動減圧系(手動逃がし機能)</p>	<p>ポンプミニマムフローライン配管, 弁</p> <p>サブレシジョン・プールのレーナ</p> <p>原子炉压力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管</p> <p>駆動用窒素源(アキユムレータ, アキユムレータから逃がし安全弁までの配管, 弁)</p> <p>原子炉压力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管</p> <p>駆動用窒素源(アキユムレータ, アキユムレータから逃がし安全弁までの配管, 弁)</p>	<p>【No.4】原子炉停止後における除熱のため崩壊熱除去機能</p> <p>【No.5】原子炉停止後における除熱のため原子炉が隔離された場合の注水機能</p> <p>【No.4】原子炉停止後における除熱のため崩壊熱除去機能</p> <p>【No.6】原子炉停止後における除熱のため原子炉が隔離された場合の圧力逃がし機能</p> <p>【No.21】圧縮空気供給機能</p> <p>【No.4】原子炉停止後における除熱のため崩壊熱除去機能</p> <p>【No.6】原子炉停止後における除熱のため原子炉が隔離された場合の圧力逃がし機能</p> <p>【No.21】圧縮空気供給機能</p>

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器
MS-1	<p>1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器</p>	<p>5) 炉心冷却機能</p>	<p>低圧炉心スプレイス系 (ポンプ、サブプレッション・プールの配管、弁、スプレイヘッド)</p>
			<p>ポンプミニマムフローライン配管、弁 サブプレッション・プールのレーナ</p>
			<p>低圧炉心スプレイス系</p>
			<p>残留熱除去系 (低圧注水モード) (ポンプ、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールの注水先までの配管、弁 (熱交換器バイパスライン含む)、注水ヘッド)</p>
			<p>残留熱除去系</p>
			<p>ポンプミニマムフローライン配管、弁 サブプレッション・プールのレーナ</p>
			<p>高圧炉心スプレイス系 (ポンプ、サブプレッション・プールの配管、弁、スプレイヘッド)</p>
			<p>ポンプミニマムフローライン配管、弁 サブプレッション・プールのレーナ</p>
			<p>高圧炉心スプレイス系</p>

重要度が特に高い安全機能(設置許可基準規則の解釈第12条)

【No.7】 事故時の原子炉の状態に応じた炉心冷却のための原子炉内高圧時における注水機能
【No.8】 事故時の原子炉の状態に応じた炉心冷却のための原子炉内低圧時における注水機能

重要度分類指針		東海第二発電所		
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	5) 炉心冷却機能 6) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	<p>非常用炉心冷却系（低圧炉心スプレイス、低圧注水系、高圧炉心スプレイス系、自動減圧系）</p>	<p>構築物、系統又は機器</p> <p>自動減圧系（逃がし安全弁）</p>
			<p>原子炉格納容器、原子炉格納容器隔離弁、原子炉冷却系、原子炉建屋、非常用ガス処理系、非常用再循環ガス処理系、可燃性ガス濃度制御系</p>	<p>原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管</p> <p>原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの配管、弁</p> <p>駆動用窒素源（アキウムレクタ、アキウムレクタから逃がし安全弁までの配管、弁）</p> <p>格納容器（格納容器本体、貫通部、所員用エアロツク、機器搬入ハッチ）</p> <p>ダイヤフラムフロア</p> <p>ベント管</p> <p>スプレイス管</p> <p>ベント管付き真空破壊弁</p> <p>原子炉建屋外側ブローアウトパネル</p> <p>逃がし安全弁排気管のクエンチャ</p> <p>原子炉建屋原子炉棟（ブローアウトパネル付き）</p> <p>原子炉建屋</p> <p>原子炉建屋常用換気空調系隔離弁</p> <p>格納容器隔離弁及び格納容器バウダリ配管</p>
			<p>重要度が特に高い安全機能（設置許可基準規則の解釈第12条）</p> <p>【No.7】 事故時の原子炉の状態に応じた炉心冷却のための原子炉内高圧時における注水機能</p> <p>【No.9】 事故時の原子炉の状態に応じた炉心冷却のための原子炉内高圧時における減圧系を作動させる機能</p> <p>【No.21】 圧縮空気供給機能</p> <p>(対象外)</p> <p>(対象外)</p> <p>【No.23】 原子炉格納容器バウダリを構成する配管の隔離機能</p> <p>【No.21】 圧縮空気供給機能</p>	

重要度分類指針		東海第二発電所		
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷材圧力パウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	6) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	<p>原子炉格納容器、原子炉格納容器隔離弁、原子炉格納容器スプレイ冷却系、原子炉建屋、非常用ガス処理系、非常用再循環ガス処理系、可燃性ガス濃度制御系</p> <p>主蒸気流量制限器 残留熱除去系 (格納容器スプレイ冷却モード) (ポンプ、熱交換器、サプレッション・プール、サプレッション・プールからスプレイ先 (ドライウエル及びサプレッション・プール気相部) までの配管、弁、スプレイヘッド (ドライウエル及びサプレッション・プール)) ポンプミニマムフローラインの配管、弁 サプレッション・プールストレーナ 残留熱除去系 原子炉建屋ガス処理系 (乾燥装置、排風機、フィルタ装置、原子炉建屋原子炉棟吸込口から排気筒頂部までの配管、弁) 原子炉建屋ガス処理系 乾燥装置 (乾燥機能部分) 可燃性ガス濃度制御系 (再結合装置、格納容器から再結合装置までの配管、弁、再結合装置から格納容器までの配管、弁) 残留熱除去系 (再結合装置への冷却水供給を司る部分) 排気筒 (非常用ガス処理系排気筒の支持機能) 遮蔽設備 (原子炉遮蔽壁、一次遮蔽壁、二次遮蔽壁)</p>	<p>重要度が特に高い安全機能 (設置許可基準規則の解釈第12条) (対象外)</p> <p>【No. 11】 格納容器の冷却機能</p> <p>【No. 10】 格納容器又は放射性物質が格納容器から漏れ出た場所の雰囲気中の放射性物質の濃度低減機能</p> <p>【No. 12】 格納容器内の可燃性ガス濃度制御機能 (対象外)</p>
	2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	原子炉緊急停止の安全保護回路	【No. 24】 原子炉停止系に対する作動信号 (常用系として作動させるものを除く) の発生機能

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器
			<p>重要度が特に高い安全機能(設置許可基準規則の解釈第12条)</p> <p>【No.25】 工学的安全施設に分類される機器若しくは系統に対する作動信号の発生機能</p> <p>【No.13】 非常用交流電源から非常用の負荷に対し電力を供給する機能</p> <p>【No.15】 非常用の交流電源機能</p> <p>(対象外)</p> <p>【No.20】 原子炉制御室非常用換気空調機能</p> <p>※</p> <p>【No.18】 補機冷却機能</p> <p>【No.19】 冷却用海水供給機能</p> <p>【No.14】 非常用直流電源から非常用の負荷に対し電力を供給する機能</p> <p>【No.16】 非常用の直流電源機能</p> <p>【No.17】 非常用の計測制御用電源機能</p>
MS-1	<p>2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器</p> <p>2) 安全上特に重要な関連機能</p>	<p>非常用所内電源系、制御室及びその遮蔽・非常用換気空調系、非常用補機冷却水系、直流電源系(いずれも、MS-1関連のもの)</p>	<p>非常用炉心冷却系作動の安全保護回路</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉格納容器隔離の安全保護回路 原子炉建屋ガス処理系作動の安全保護回路 主蒸気隔離の安全保護回路 <p>非常用所内電源系(ディーゼル機関、発電機、発電機から非常用負荷までの配電設備及び電路)</p> <p>燃料系</p> <p>始動用空気系(機関～空気だめ)</p> <p>吸気系</p> <p>冷却水系</p> <p>非常用所内電源系</p> <p>中央制御室及び中央制御室遮蔽</p> <p>中央制御室換気空調系(放射線防護機能及び有毒ガス防護機能)(非常用再循環送風機、非常用再循環フィルタ装置、空調ユニット、送風機、排風機、ダクト及びびダンパ)</p> <p>残留熱除去系海水系(ポンプ、熱交換器、配管、弁、ストレーナ(MS-1関連))</p> <p>ディーゼル発電機海水系(ポンプ、配管、弁、ストレーナ)</p> <p>直流電源系(蓄電池、蓄電池から非常用負荷までの配電設備及び電路(MS-1関連))</p> <p>計装制御電源系(MS-1関連)</p>

※直接海水冷却のため、海水系が補機冷却の機能を有する。

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	機能	構造物、系統又は機器
P S - 2	<p>1) その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構造物、系統及び機器</p>	<p>1) 原子炉冷却材を内蔵する機能（ただし、原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のもの及びバウンダリに直接接続されていないものは除く。）</p> <p>2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能</p>	<p>放射線廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの）、使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）</p> <p>燃料取扱設備</p>
		<p>3) 燃料を安全に取り扱う機能</p>	<p>放射線廃棄物処理系（活性炭式希ガスホールドアップ装置）</p> <p>使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む）</p> <p>新燃料貯蔵庫（臨界を防止する機能）（新燃料貯蔵ラック）</p> <p>使用済燃料乾式貯蔵容器</p> <p>燃料交換機</p> <p>原子炉建屋クレーン</p> <p>使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン</p> <p>燃料取扱設備</p> <p>原子炉ウエル</p>
	<p>2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって、その故障により、炉心冷却が損なわれる可能性の高い構造物、系統及び機器</p>	<p>1) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能</p>	<p>原子炉冷却材浄化系（原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分）</p> <p>主蒸気系</p> <p>原子炉隔離時冷却系タービン蒸気供給ライン（原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分であって外側隔離弁下流からタービン止め弁まで）</p> <p>逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）</p>
			<p>重要度が特に高い安全機能（設置許可基準規則の解釈第12条）</p>

重要度分類指針		東海第二発電所		
分類	定義	機能	構造物、系統又は機器	
MS-2	1) P S - 2 の構造物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構造物、系統及び機器 2) 放射性物質放出の防止機能	1) 燃料プール水の補給機能 2) 放射性物質放出の防止機能	非常用補給水系 放射性気体廃棄物処理系の隔離弁、排気筒（非常用ガス処理系排気管の支持機能以外） 燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系 事故時監視計器の一部	重要度が特に高い安全機能(設置許可基準規則の解釈第12条) (対象外) 【No.26】 事故時の原子炉の停止状態の把握機能 【No.27】 事故時の炉心冷却状態の把握機能 【No.28】 事故時の放射能閉じ込め状態の把握機能
		1) 燃料プール水の補給機能 2) 放射性物質放出の防止機能	非常用補給水系 放射性気体廃棄物処理系の隔離弁、排気筒（非常用ガス処理系排気管の支持機能以外） 燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系 事故時監視計器の一部	残留熱除去系（ポンプ、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールから燃料プールまでの配管、弁） ポンプミニマムフローラインの配管、弁 サプレッション・プールのストレーナ 残留熱除去系 放射性気体廃棄物処理系（オフガス系）隔離弁 排気筒 燃料プール冷却浄化系の燃料プール入口逆止弁 原子炉建屋原子炉棟 原子炉建屋 原子炉建屋常用換気空調系隔離弁 原子炉建屋ガス処理系 原子炉建屋ガス処理系 乾燥装置 排気筒 ・中性子束（起動領域計装） ・原子炉スクラム用電磁接触器の状態 ・制御棒位置 ・原子炉水位（広帯域、燃料域） ・原子炉圧力 ・原子炉格納容器圧力 ・サブプレッション・プール水温度 ・原子炉格納容器エリア放射線量率（高レンジ）

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	機能	構造物、系統又は機器
MS-2	1) 異常状態への対応上特に重要な構造物、系統及び機器	1) 事故時のプラント状態の把握機能	<p>【低温停止への移行】</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力 原子炉水位 (広帯域) <p>[ドライウエルスプレイ]</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉水位 (広帯域, 燃料域) 原子炉格納容器圧力 <p>[サブレーション・プール冷却]</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉水位 (広帯域, 燃料域) サブレーション・プール水温度 <p>[可燃性ガス濃度制御系起動]</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉格納容器水素濃度 原子炉格納容器酸素濃度
		<p>事故時監視計器の一部</p> <p>BWRには対象機能なし</p> <p>制御室外原子炉停止装置 (安全停止に関連するもの)</p>	<p>(対象外)</p> <p>制御室外原子炉停止装置 (安全停止に関連するもの) の操作回路</p> <p>計装配管, 弁</p> <p>試料採取管, 弁</p> <p>ドレン配管, 弁</p> <p>ベント配管, 弁</p> <p>原子炉再循環ポンプ, 配管, 弁, ライザー管 (炉内), ジェットポンプ</p> <p>復水貯蔵タンク</p> <p>液体廃棄物処理系 (低電導度廃液収集槽, 高電導度廃液収集槽)</p> <p>固体廃棄物処理系 (CWF粉末樹脂沈降分離槽, 使用済樹脂槽, 濃縮廃液タンク, 固体廃棄物貯蔵庫 (ドラム缶))</p>
PS-3	1) 異常状態の起回事象となるものであって, PS-1及びPS-2以外の構造物, 系統及び機器	2) 異常状態の緩和機能	
		<p>3) 制御室外からの安全停止機能</p> <p>1) 原子炉冷却材保持機能 (PS-1, PS-2以外のもの)</p> <p>2) 原子炉冷却材の循環機能</p> <p>3) 放射性物質の貯蔵機能</p>	<p>(対象外)</p>

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器
P S - 3	1) 異常状態の起因事象となるものであって、P S - 1 及び P S - 2 以外の構築物、系統及び機器	3) 放射性物質の貯蔵機能	サブレーション・プールの排水系、復水貯蔵タンク、放射性廃棄物処理施設（放射性インベントリの小さいもの）
			新燃料貯蔵庫 給水加熱器保管庫
			新燃料貯蔵ラック
			セメント混練固化装置及び雑固体減容処理設備（液体及び固体の放射性廃棄物処理系）
			発電機及びその励磁装置（発電機、励磁機）
			固定子冷却装置
			発電機水素ガス冷却装置
			軸密封油装置
			励磁電源系
			蒸気タービン（主タービン、主要弁、配管）
			主蒸気系（主蒸気／駆動源）
			タービン制御系
			タービン潤滑油系
			復水系（復水器を含む）（復水器、復水ポンプ、配管／弁）
			復水系（復水器含む） 復水器空気抽出系（蒸気式空気抽出系、配管／弁）
			給水系（電動駆動給水ポンプ、タービン駆動給水ポンプ、給水加熱器、配管／弁）
			給水系 駆動用蒸気
			循環水系（循環水ポンプ、配管／弁）
			循環水系 取水設備（屋外トレンチを含む）
			常用所内電源系（発電機又は外部電源系から所内負荷までの配電設備及び電路（MIS-1 関連以外））
			直流電源系（蓄電池、蓄電池から常用負荷までの配電設備及び電路（MIS-1 関連以外））
			計測制御電源系（電源装置から常用計測制御装置までの配電設備及び電路（MIS-1 関連以外））
		4) 電源供給機能（非常用を除く。）	
			タービン、発電機及びその励磁装置、復水系（復水器を含む。）、給水系、循環水系、送電線、変圧器、開閉所

重要度が特に高い安全機能（設置許可基準規則の解釈第 12 条）

(対象外)

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	機能	構造物、系統又は機器
P S - 3	1) 異常状態の起因事象となるものであって、P S - 1 及び P S - 2 以外の構造物、系統及び機器	4) 電源供給機能（非常用を除く。）	タービン、発電機及びその励磁装置、復水系（復水器を含む。）、給水系、循環水系、送電線、変圧器、開閉所
		5) プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く。）	原子炉制御系（制御棒価値ミニマイザを含む。）、原子炉核計装、原子炉プラントプロセス計装
		6) プラント運転補助機能	<p>送電線</p> <p>変圧器（所内変圧器、起動変圧器、予備変圧器、電路）</p> <p>変圧器</p> <p>油劣化防止装置</p> <p>冷却装置</p> <p>開閉所（母線、遮断機、断路器、電路）</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉制御系（制御棒価値ミニマイザを含む） 原子炉核計装 原子炉プラントプロセス計装 <p>補助ボイラ設備（補助ボイラ、給水タンク、給水ポンプ、配管/弁）</p> <p>補助ボイラ設備</p> <p>電気設備（変圧器）</p> <p>所内蒸気系及び戻り系（ポンプ、配管/弁）</p> <p>計装用圧縮空気設備（空気圧縮機、中間冷却器、配管、弁）</p> <p>後部冷却器</p> <p>気水分離器</p> <p>空気貯槽</p> <p>計装用圧縮空気設備</p> <p>原子炉補機冷却水系（原子炉補機冷却ポンプ、熱交換器、配管/弁）</p> <p>タービン補機冷却水系（タービン補機冷却ポンプ、熱交換器、配管/弁）</p> <p>タービン補機冷却水系</p> <p>サージタンク</p> <p>タービン補機冷却海水系（補機冷却海水ポンプ、配管/弁、ストレーナ）</p> <p>復水補給水系（復水移送ポンプ、配管/弁）</p> <p>復水補給水系</p> <p>復水貯蔵タンク</p>
			重要度が特に高い安全機能（設置許可基準規則の解釈第12条）

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	機能	構造物、系統又は機器
PS-3	2) 原子炉冷却材中放射線物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構造物、系統及び機器	1) 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能	燃料被覆管 上/下部端栓 タイロッド
		2) 原子炉冷却材の浄化機能	原子炉冷却材浄化系 (再生熱交換器, 非再生熱交換器, CUVポンプ, ろ過脱塩装置, 配管, 弁) 復水浄化系 (復水のろ過装置, 復水脱塩装置, 配管, 弁)
MS-3	1) 運転時の異常な過渡変化があつても, MS-1, MS-2とあいまって, 事象を緩和する構造物, 系統及び機器	1) 原子炉圧力の上昇の緩和機能	逃がし安全弁 (逃がし弁機能) 原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管 駆動用窒素源 (アキムレータ, アキムレータから逃がし安全弁までの配管, 弁) タービンバイパス弁
		2) 出力上昇の抑制機能	原子炉圧力容器からタービンバイパスまでの主蒸気配管 駆動用油圧源 (アキムレータ, アキムレータからタービンバイパスまでの配管, 弁) タービンバイパス弁 原子炉再循環制御系 ・制御棒引き抜き阻止回路 ・選択制御棒挿入回路 制御棒駆動水圧系 (ポンプ, 復水貯蔵タンク, 復水貯蔵タンクから制御棒駆動機構までの配管, 弁) ポンプサクションフィルタ ポンプミニマムフローライン配管, 弁
		3) 原子炉冷却材の補給機能	制御棒駆動水圧系

重要度分類指針		東海第二発電所		
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	
MS-3	<p>1) 運転時の異常な過渡変化があっても、MS-1, MS-2とあいまって、現象を緩和する構築物、系統及び機器</p> <p>2) 異常状態への対応上必要な構築物、系統及び機器</p>	<p>3) 原子炉冷却材の補給機能</p>	<p>原子炉隔離時冷却系 (ポンプ, タービン, サプレッション・プール, サプレッション・プールから注水先までの配管, 弁)</p> <p>タービンへの蒸気供給配管, 弁</p> <p>ポンプミニマムフローライン配管, 弁</p> <p>潤滑油冷却系及びその冷却器までの冷却水供給配管</p>	<p>重要度が特に高い安全機能 (設置許可基準規則の解釈第12条)</p> <p>(対象外)</p>
			<p>緊急時対策所</p> <p>情報収集設備</p> <p>通信連絡設備</p> <p>資料及び器材</p> <p>遮蔽設備</p> <p>試料採取系 (異常時に必要な下記の機能を有するもの。原子炉冷却材放射物質濃度サンプリング分析, 原子炉格納容器雰囲気放射物質濃度サンプリング分析)</p> <p>通信連絡設備 (1つの専用回路を含む複数の回路を有する通信連絡設備)</p> <p>放射線監視設備</p>	<p>主排気筒放射線モニタ計装のみ</p> <p>【No.29】 事故時のブランチ操作のための情報の把握機能</p> <p>(対象外)</p>
		<p>制御棒駆動水圧系, 原子炉隔離時冷却系</p>	<p>緊急時対策所</p> <p>放射線監視設備</p> <p>事故時監視計器の一部</p> <p>消火系 (水消火設備, 泡消火設備, 二酸化炭素消火設備, 等)</p> <p>消火系</p> <p>消火ポンプ</p> <p>ろ過水タンク</p> <p>火災検出装置 (受信機含む)</p>	

重要度分類指針		東海第二発電所	
分類	定義	機能	建築物、系統又は機器
			防火扉、防火ダンパ、耐火壁、隔壁（消火設備の機能を維持担保するために必要なもの）
			安全避難通路
			安全避難通路
			非常用照明
MS-3	2) 異常状態への対応上必要な建築物、系統及び機器	1) 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所、試料採取系、通信連絡設備、放射能監視設備、事故時監視計器の一部、消火系、安全避難通路、非常用照明
			重要度が特に高い安全機能(設置許可基準規則の解釈第12条)
			(対象外)

- 溢水評価ガイドでは、発電所で発生した溢水に対して防護すべき設備に関して以下の記載がある。

(2.2.2 溢水から防護すべき対象設備)

2.1 項の溢水源及び溢水量の想定にあたっては発生要因別に分類したが、溢水から防護すべき対象設備は、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を適切に維持するために必要な設備を防護対象設備とする。

(3.2.2 溢水から防護すべき対象設備)

3.1 項の溢水源及び溢水量の想定にあたっては発生要因別に分類したが、溢水から防護すべき対象設備は、溢水の発生場所毎に「プール冷却」及び「プールへの給水」の機能を適切に維持するために必要な設備を防護対象設備とする。

また、溢水評価ガイドには原子炉施設の溢水評価に関して以下の記載があり、想定破損により生じる溢水及び消火水の放水による溢水の想定にあたっては一系統における単一の機器の破損を想定している。

(2.1 溢水源及び溢水量の想定)

溢水源としては、発生要因別に分類した以下の溢水を想定する。

- (1) 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水
- (2) 発電所内で生じる異常状態（火災を含む）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水
- (3) 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水

ここで、上記(1)、(2)の溢水源の想定にあたっては、一系統における単一の機器の破損とし、他の系統及び機器は健全なものと仮定する。また、一系統にて多重性又は多様性を有する機器がある場合においても、そのうち単一の機器が破損すると仮定する。

2.2 防護対象設備の抽出

設置許可基準規則第九条（溢水による損傷の防止等）及び第十二条（安全施設）並びに溢水評価ガイドの要求事項を踏まえ、防護対象設備を選定する。

(1) 重要度の特に高い安全機能を有する系統がその安全機能を適切に維持するために必要な設備

設置許可基準規則第九条の解釈によると「安全機能を損なわないもの」とは、「発電用原子炉施設内部で発生が想定される溢水に対し、原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できること、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できること、さらに、使用済燃料プールにおいては、プール冷却機能及びプールへの給水機能を維持できること」とされている。

一方、溢水評価ガイドでは防護対象設備について「重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を適切に維持するために必要な設備」とされており、さらに「溢水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（溢水）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」という要求がある。

これらの要求を踏まえ、必要な系統・機能を選定し、これらの機能を達成するために必要な以下の系統・設備を防護対象設備として抽出した。

また、発電用原子炉施設の安全評価に関する審査指針を参考に、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故のうち、溢水によって発生する可能性がある原子炉外乱及び溢水の原因となる可能性のある原子炉外乱を抽出し、その対処に必要な系統を第 2.2-1 表～第 2.2-3 表のとおり抽出した。

(2) 使用済燃料プールの冷却・給水機能を適切に維持するために必要な設備
使用済燃料プールを保安規定で定めた水温（65℃以下）に維持する必要があるため、使用済燃料プールの冷却システムの機能維持に必要な設備を防護対象設備として抽出した。また、使用済燃料プールの放射線を遮へいするための水量を維持する必要があるため、使用済燃料プールの給水機能の維持に必要な設備を防護対象設備として抽出した。

(3) 防護対象設備のうち溢水影響評価対象の選定について

溢水影響評価対象の選定フローを第 2.2-1 図に、溢水影響評価の対象外とする理由について第 2.2-4 表に示す。

第 2.2-1 図に示した防護対象設備の選定フローにより選定された防護対象設備について、系統、設備名、設置建屋、機能喪失高さ及び設置高さを防護対象設備リストとして、添付資料-1 第 3 表に示す。

同様に第 2.2-4 表の選定により詳細な評価の対象から除外された設備について、系統、設置場所、設備名及び除外理由をリストとしてまとめ、添付資料-1 第 5 表に示す。

第 2.2-1 表 溢水評価上想定する起回事象の抽出

(運転時の異常な過渡変化)

起回事象	考慮 要否 要：○ 否：－	スクリーンアウトする理由
原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	○	
出力運転中の制御棒の異常な引き抜き	○	
原子炉冷却材流量の部分喪失	－	再循環ポンプ 1 台がトリップし、原子炉出力は低下し整定する。このように、本事象では対処設備は不要であるため、溢水評価上考慮不要。
原子炉冷却材系の停止ループの誤起動	－	停止ループの低温の冷却材が炉心に注入され、炉心に正の反応度が添加された後の反応度フィードバック効果により原子炉出力は低下し整定する。このように、本事象では対処設備は不要であるため、溢水評価上考慮不要。
外部電源喪失	○	
給水加熱喪失	○	
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	○	
負荷の喪失	○	
主蒸気隔離弁の誤閉止	○	
給水制御系の故障	○	
原子炉圧力制御系の故障	○	
給水流量の全喪失	○	

第 2.2-2 表 溢水評価上想定する起回事象の抽出

(設計基準事故)

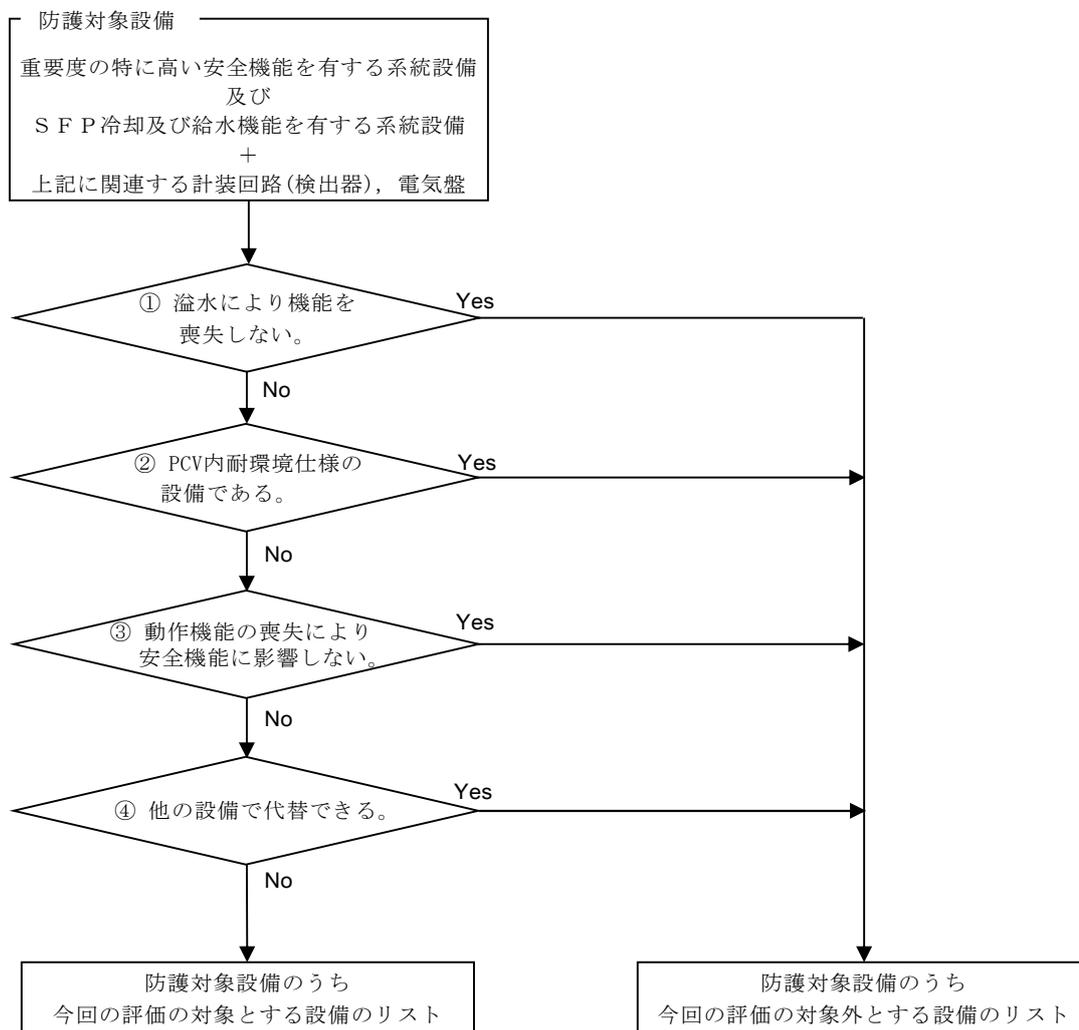
起回事象	考慮 要否 要：○ 否：－	スクリーンアウトする理由
原子炉冷却材喪失（LOCA）	○	※
原子炉冷却材流量の喪失	○	
原子炉冷却材ポンプの軸固着	－	溢水の発生によって原子炉冷却材ポンプの回転軸は固着しない。
制御棒落下	－	溢水の発生によって制御棒落下は発生しない。
放射性気体廃棄物処理施設の破損	－	本事象の発生によって原子炉に外乱は発生しない。
主蒸気管破断	○	※
燃料集合体の落下	－	溢水の影響により燃料集合体は落下しない。
可燃性ガスの発生	○	原子炉冷却材喪失に包含される。
動荷重の発生	○	原子炉冷却材喪失に包含される。

※ 溢水の原因となり得る事象であるため、対策として考慮する。なお、原子炉格納容器外での溢水が想定される「主給水管破断」及び「主蒸気管破断」については、「6.2 想定破損による没水影響評価」において想定破損による没水評価を実施し、結果として防護対象設備が機能喪失しないことを確認している。

第 2.2-3 表 溢水評価上想定する事象とその対処系統

	溢水評価上 想定する事象	左記事象に対する 対処機能	対処系統※
運 転 時 の 異 常 な 過 渡 変 化	<ul style="list-style-type: none"> 「原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き」 「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」 「外部電源喪失」 「給水加熱喪失」 「給水制御系の故障」 「給水流量の全喪失」 「負荷の喪失」 「主蒸気隔離弁の誤閉止」 「原子炉圧力制御系の故障」 「原子炉冷却材流量制御系の誤動作」 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉の緊急停止 ・工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生 ・原子炉圧力の上昇の緩和 ・出力上昇の抑制 	<ul style="list-style-type: none"> ・制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能) ・安全保護系 ・逃がし安全弁(逃がし弁機能)
設 計 基 準 事 故	<ul style="list-style-type: none"> 「原子炉冷却材喪失」 「原子炉冷却材流量の喪失」 「主蒸気管破断」 	上記機能に加え <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止 ・原子炉停止後の除熱 ・炉心冷却 ・放射性物質の閉じ込め ・安全上特に重要な関連機能 	上記機能に加え <ul style="list-style-type: none"> ・逃がし安全弁(安全弁としての開機能) ・残留熱除去系 ・原子炉隔離時冷却系 ・低圧注水系 ・低圧炉心スプレイ系 ・高圧炉心スプレイ系 ・自動減圧系 ・格納容器 ・格納容器隔離弁 ・格納容器冷却系 ・非常用電源系 ・非常用ガス処理系 ・非常用ガス再循環系 ・可燃性ガス濃度制御系

※ 上記系統に係る間接系についても防護対象設備として抽出する。



第 2.2-1 図 防護対象設備のうち溢水影響評価対象の選定フロー

第 2. 2-4 表 溢水影響評価の対象外とする理由

各ステップの項目	理由
① 溢水により機能を喪失しない。	容器，熱交換器，ろ過脱塩器，フィルタ，安全弁，逆止弁，配管等の静的機器は，構造が単純で外部からの動力の供給を必要としないことから，溢水により機能喪失はしない。
② PCV 内耐環境仕様の設備である。	PCV 内設備のうち，温度・圧力条件及び溢水影響を考慮した耐環境仕様の設備は，溢水により機能喪失しない。 なお，対象設備が耐環境仕様であることの確認は，メーカ試験等で行った事故時の環境条件を模擬した試験結果を確認することにより行う。
③ 動作機能の喪失により安全機能に影響しない。 ※	機能要求のない電動弁及び状態が変わらず安全機能に影響しない電動弁等は，機能喪失しても安全機能に影響しない。
④ 他の設備で代替できる。	他の設備により要求機能が代替できる設備は，機能喪失しても安全機能に影響しない。

※フェイルセーフ設計となっている機器であっても，電磁弁，空気作動弁については，溢水による誤動作等防止の観点から安全側に防護対象設備に分類。

2.3 防護対象設備の機能喪失の判定

選定した防護対象設備の没水，被水，蒸気の各溢水モードにおける機能喪失判定について以下のように定める。

◇ 没水

：防護対象設備の機能喪失高さとして、設置されている区画の溢水水位と比較し、溢水水位の方が高い場合には当該設備は機能喪失と判定する。また、現場操作が必要な設備に関しては、そのアクセス通路の溢水水位が歩行に影響のある高さ（堰高さ程度）を超える場合は、機能喪失と判定する。

ただし、溢水水位に対して適切な歩行ルート等の設置等対策を講ずる場合はこの限りではない。

◇ 被水（流体を内包する機器からの被水）

：防護対象設備から被水源となる機器が視認でき、当該防護対象設備に被水防護措置がなされておらず、かつ防滴仕様でもない場合は、機能喪失と判定する。

◇ 被水（上層階からの溢水の伝播による被水）

：防護対象設備の上方に上層階からの溢水の伝播経路が存在し、当該防護対象設備に被水防護措置がなされておらず、かつ防滴仕様でもない場合は、上層階で発生した溢水が伝播経路を経由して被水することにより、当該防護対象設備は機能喪失と判定する。

◇ 蒸気

：防護対象設備の機能維持可能な温度／湿度と、設置されている区画の蒸気影響を想定した雰囲気温度／湿度を比較し、雰囲気温度／湿度の方が高い場合には当該設備は機能喪失と判定する。

2.4 防護対象設備を防護するための設計方針

想定破損による溢水，消火水の放水による溢水，地震起因による溢水及びその他の溢水に対して，防護対象設備が以下に示す没水，被水及び蒸気の影響を受けて，安全機能を損なわない設計とするとともに，使用済燃料プールのスロッシングにおける水位低下を考慮しても，使用済燃料プールの冷却機能，給水機能等が維持できる設計とする。

また，溢水評価において，現場操作が必要な設備に対しては，必要に応じて環境の温度及び放射線量を考慮しても，運転員による操作場所までのアクセスが可能な滞留水位が 20cm 以下となる設計とする。

ただし，滞留水位が 20 cm より高くなる区画で，アクセスが必要な場所については，想定される水位に応じて必要な高さの歩廊を設置し，アクセスに影響のないよう措置を講じることとする。

現場へのアクセス時における評価を補足説明資料-21, 26, 29 に示す。

2.4.1 没水の影響に対する防護設計方針

防護対象設備が没水により安全機能を損なうおそれがある場合には，以下に示すいずれか若しくは組み合わせの対策を行うことにより，安全機能を損なわない設計とする。

(1) 溢水源又は溢水経路に対する対策

a. 漏えい検知システム等により溢水の発生を早期に検知し，中央制御室からの遠隔操作（自動又は手動）又は現場操作により漏えい箇所を早期に隔離できる設計とする。

b. 溢水防護区画外の溢水に対して，壁，扉，堰等による流入防止対策を図り溢水の流入を防止する設計とする。

流入防止対策として設置する壁，扉，堰等は，溢水により発生する水

位や水圧に対して流入防止機能が維持できる設計とするとともに、溢水の要因となる地震や火災等により生じる環境や荷重条件に対して当該機能が損なわれない設計とする。

- c. 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより溢水量を低減する。
- d. 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動 S_s による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより溢水量を低減する。
- e. その他の溢水のうち機器の誤作動や弁グランド部、配管フランジ部からの漏えい事象等に対しては、床漏えい漏えい検知器等による早期発見により、防護対象設備の安全機能が損なわれない程度の溢水に抑える設計とする。

(2) 防護対象設備に対する対策

- a. 防護対象設備の設置高さを嵩上げし、評価の各段階における保守性とあわせて考慮した上で、防護対象設備の機能喪失高さが、発生した溢水による水位を十分な裕度を持って上回る設計とする。
- b. 防護対象設備周囲に浸水防護堰を設置し、防護対象設備が没水しない設計とする。設置する浸水防護堰については、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できる設計とするとともに、溢水の要因となる地震や火災等により生じる環境や荷重条件に対して当該機能が損なわれない設計とする。

2.4.2 被水の影響に対する防護設計方針

防護対象設備が被水により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組み合わせの対策を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

(1) 溢水源又は溢水経路に対する対策

a. 溢水防護区画外の溢水に対して、壁、扉、堰等による流入防止対策を図り溢水の流入を防止することにより被水の影響が発生しない設計とする。

流入防止対策として設置する壁、扉、堰等は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できる設計とするとともに、溢水の要因となる地震や火災等により生じる環境や荷重条件に対して当該機能が損なわれない設計とする。

b. 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより被水の影響が発生しない設計とする。

c. 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動 S_s による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより被水の影響が発生しない設計とする。

d. 消火水の放水による溢水に対しては、防護対象設備が設置されている溢水防護区画において区画壁等の設置により区画分離を行い、屋内消火栓を使用した消火活動の際に発生する被水の影響を受けない設計とする。さらに、電源盤等の設備については、固定式消火設備等の水消火を行わない消火手段を採用することで、被水の影響を受けない設計とする。

また、水消火を行う場合には、水消火による被水の影響を最小限に止めるため、防護対象設備に対して不用意な放水を行わないことを消火活動における運用及び留意事項として「火災防護計画」に定める。

(2) 防護対象設備に対する対策

- a. 「J I S C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級(IP コード)」における第二特性数字 4 以上相当の保護等級を有する機器への取替を行う。
- b. 防護対象設備に対し、実機での被水条件を考慮しても安全機能を損なわないことを被水試験等により確認した保護カバーやパッキン等による被水防護措置を行う。

2.4.3 蒸気放出の影響に対する防護設計方針

防護対象設備が蒸気放出の影響により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組み合わせの対策を行うことにより、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

(1) 溢水源又は溢水経路に対する対策

- a. 溢水防護区画外の蒸気放出に対して、壁、扉等による流入防止対策を図り蒸気の流入を防止する設計とする。

流入防止対策として設置する壁、扉等は、溢水により発生する蒸気に対して流入防止機能が維持できる設計とするとともに、溢水の要因となる地震等により生じる環境や荷重条件に対して当該機能が損なわれない設計とする。

- b. 溢水源となる系統を、溢水防護区画外の元弁で閉止することにより、溢水防護区画内において蒸気放出による影響が発生しない設計とする。

- c. 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより蒸気放出による影響が発生しない設計とする。
- d. 蒸気の漏えいを検知し、中央制御室からの遠隔隔離（自動又は手動）を行うための自動検知・遠隔隔離システムを設置し、漏えい蒸気を早期隔離することで蒸気影響を緩和する設計とする。

また、自動検知・遠隔隔離システムだけでは防護対象設備の健全性が確保されない破損想定箇所については、防護カバーを設置し、漏えい蒸気量を抑制して、溢水防護区画内雰囲気温度への影響を軽減する設計とする。

(2) 防護対象設備に対する対策

- a. 蒸気放出の影響に対して耐性を有しない防護対象設備については、蒸気曝露試験又は机上評価によって蒸気放出の影響に対して耐性を有することが確認された機器への取替を行う。
- b. 防護対象設備に対し、実機での蒸気条件を考慮しても安全機能を損なわないことを蒸気曝露試験等により確認したシールやパッキン等による蒸気防護措置を行う。

3. 溢水源の想定

溢水源としては、発生要因別に分類した以下の溢水を想定する。

- (1) 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等（以下「想定破損」という。）により生じる溢水
- (2) 発電所内で生じる異常状態（火災を含む）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水
- (3) 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水
- (4) その他の要因（地下水の流入，地震以外の自然現象，機器の誤作動等）により生じる溢水（以下「その他の溢水」という。）

想定破損により生じる溢水では、溢水源となり得る機器は流体を内包する配管とし、地震起因による溢水では、防護対象設備の設置された建物・区画内において流体を内包する配管及び容器（タンク，熱交換器，ろ過脱塩器等）を溢水源となりうる機器として抽出した。ここで抽出された機器を想定破損及び地震起因のそれぞれの評価での溢水源として考慮した。

3.1 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水

ここで配管の破損形状は、内包する流体のエネルギーに応じて溢水評価ガイドに従い以下の2種類に分類した。破損形状の評価について添付資料-8に示す。

○高エネルギー配管:完全全周破断

○低エネルギー配管:配管内径の1/2の長さと同径の配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラック（以下「貫通クラック」という。）

なお、高エネルギー配管及び低エネルギー配管の分類は以下とする。分類及び運用について添付資料-2に示す。

○「高エネルギー配管」は、呼び径 25A (1B) を超える配管でプラントの

通常運転時に運転温度が 95℃を超えるか又は運転圧力が 1.9MPa[gage]を超える配管。ただし、被水及び蒸気の影響については配管径に関係なく評価する。

- 「低エネルギー配管」は、呼び径 25A (1B) を超える配管でプラントの通常運転時に運転温度が 95℃以下で、かつ運転圧力が 1.9MPa[gage]以下の配管。ただし、被水及び蒸気の影響については配管径に関係なく評価する。なお、運転圧力が静水頭圧の配管は除く。

ただし、高エネルギー配管として運転している割合が当該系統の運転している時間の 2%又はプラント運転期間の 1%より小さければ、低エネルギー配管として扱う。

3.1.1 高エネルギー配管の評価

破損の想定はターミナルエンドと一般部（ターミナルエンド以外）について実施する。

想定破損評価における高エネルギー配管の破損の形状については、完全全周破断を想定して溢水影響を評価しているが、一部の高エネルギー配管の評価対象（25Aを超える※）に対し、「溢水評価ガイド附属書A」に基づきターミナルエンドは完全全周破断、ターミナルエンド以外（一般部）は、許容応力の0.8倍または0.4倍に応じた破損形状とする旨の記載に従って評価する。

応力評価は3次元はりモデル解析により行い、「溢水評価ガイド附属書A」に基づく一次＋二次応力の評価式と許容応力を用いる。

高エネルギー配管の評価フローを第3.1-1図及び、第3.1-2図に示す。

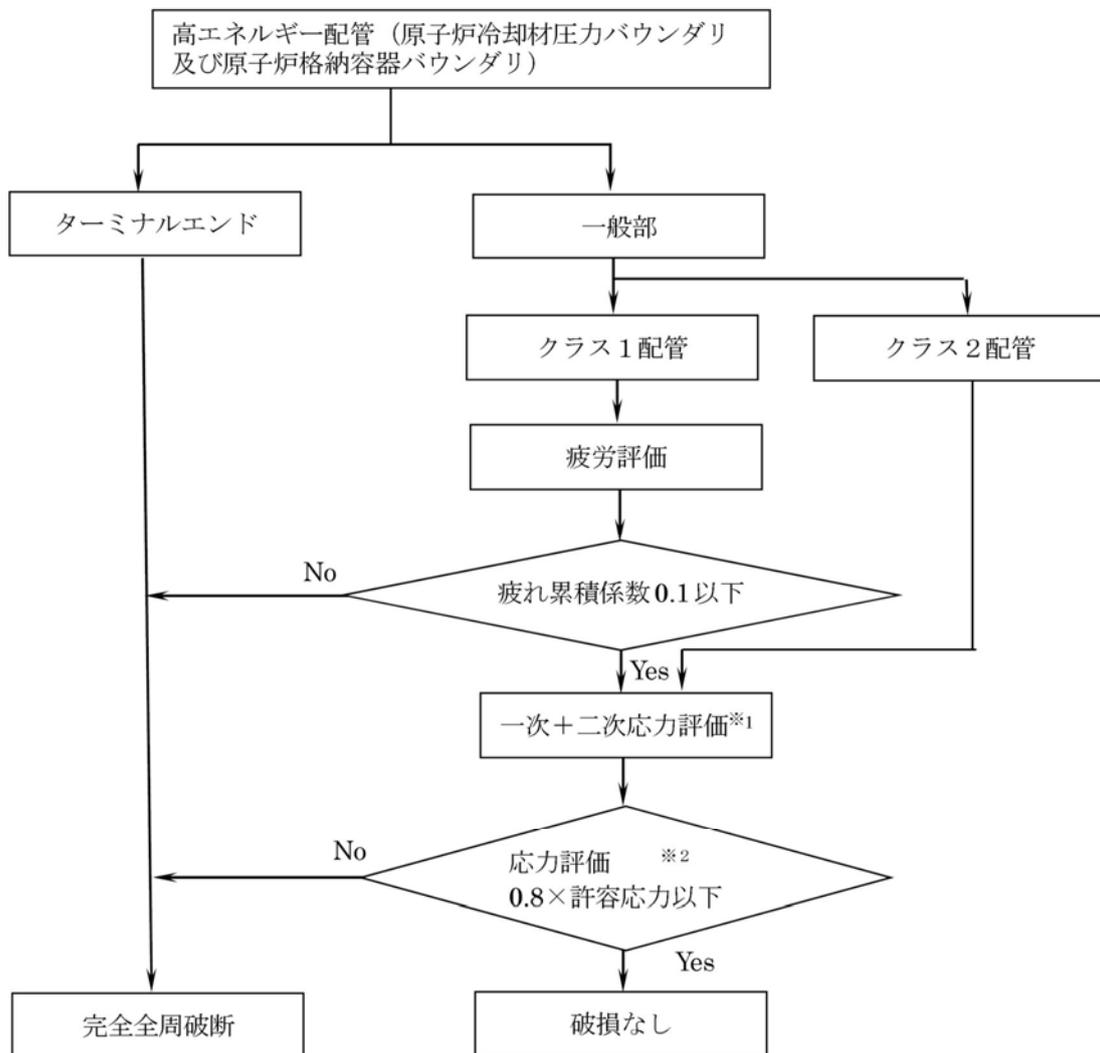
3.1.2 低エネルギー配管の評価

想定破損評価における低エネルギー配管の破損の形状については、貫通クラックを想定して溢水影響を評価しているが、一部の低エネルギー配管の評価対象（25Aを超える）に対し、「溢水評価ガイド附属書A」に基づき許容応力の0.4倍を下回る場合は破損を想定しない旨の記載に従って評価する。

応力評価は3次元はりモデル解析により行い、「溢水評価ガイド附属書A」に基づく一次＋二次応力の評価式と許容応力を用いる。

低エネルギー配管の破損形状の評価フローを第3.1-3図に示す。

※ 蒸気による影響評価の対象となる配管は25A 以下も対象



※1 溢水評価ガイド附属書Aに基づく一次+二次応力評価

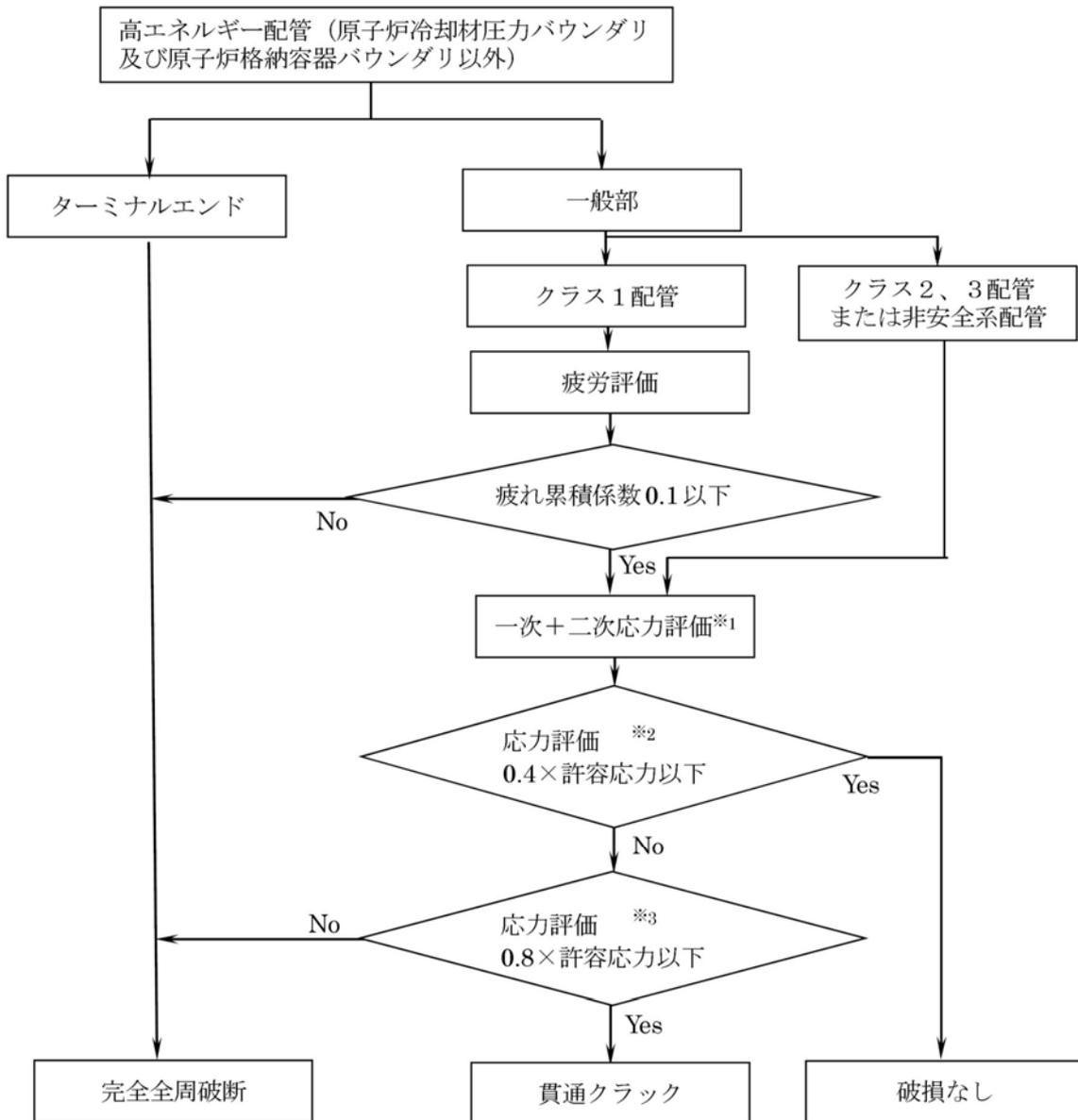
※2 クラス1配管は $2.4S_m$ 以下, クラス2配管は $0.8S_a$ 以下

S_m : 設計応力強さ

S_a : 許容応力 (日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005)」 PPC-3530)

第3.1-1図 高エネルギー配管の破損形状評価フロー

(原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリ)



※1 溢水評価ガイド附属書Aに基づく一次+二次応力評価

※2 クラス1配管は $1.2S_m$ 以下、クラス2、3又は非安全系配管は $0.4S_a$ 以下

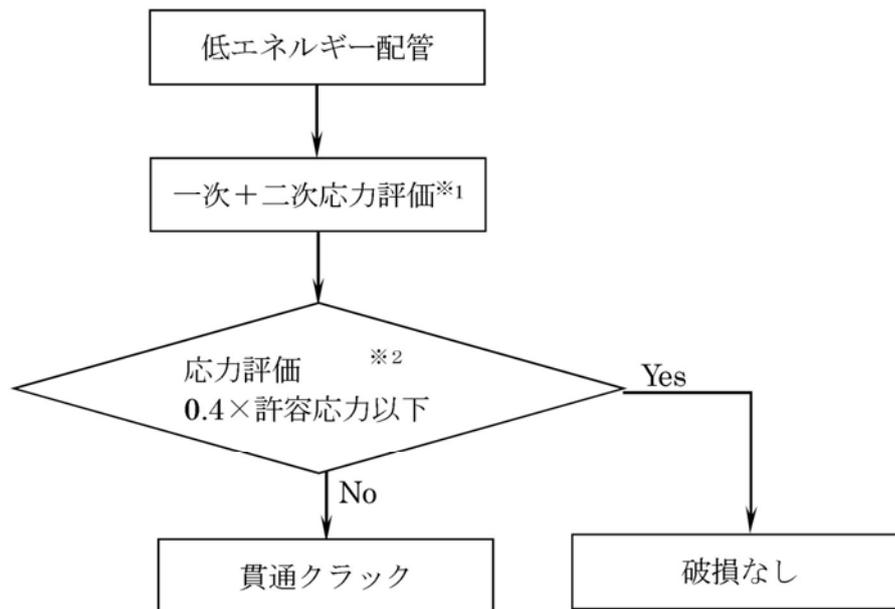
※3 クラス1配管は $2.4S_m$ 以下、クラス2、3又は非安全系配管は $0.8S_a$ 以下

S_m : 設計応力強さ

S_a : 許容応力 (日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (J S M E S N C 1-2005) 」 PPC-3530)

第3.1-2図 高エネルギー配管の破損形状評価フロー

(原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリ以外)



※1 溢水評価ガイド附属書Aに基づく一次+二次応力評価

※2 原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリの配管は $0.4S_a$ 以下
それ以外の配管のうち、クラス1配管は $1.2S_m$ 以下、クラス2、3 又は非安全系配管は $0.4S_a$ 以下

S_m : 設計応力強さ

S_a : 許容応力 (日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (J S M E S N C 1 - 2005) 」 PPC-3530)

第3.1-3図 低エネルギー配管の破損形状評価フロー

3.1.3 応力に基づく評価結果

3.1.1, 3.1.2 にて説明した「溢水影響評価ガイド附属書A 流体を内包する配管の破損による溢水の詳細評価手法について」の規定を満たす配管については、溢水影響評価における破損は想定しない。

3.1.4 想定破損箇所からの溢水量の算定

想定破損による機器から溢水量の算出に当たり、検知するまでの時間、隔離に要する時間、防護対象設備への影響等を考慮し溢水影響評価にあたって最も厳しい破損箇所を選定して評価する。

破損を想定する系統配管（高エネルギー配管）については、系統ごとに以下の手法を用いて溢水量の算定を行う。

- (1) 漏えいが発生した場合の検知方法や運転員が事象を判断する際のパラメータ等を整理し、隔離により漏えいを停止するまでの時間の積み上げを行う。評価した漏えい停止までの時間に漏えい流量を乗じて系統全体の保有水を加えた溢水量を算定する。
- (2) 溢水量を比較して最大となる溢水量を、当該系統の没水評価に用いる溢水量として設定する。

3.2 発電所内で生じる異常状態（火災を含む）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水

火災時における溢水源としては、自動作動するスプリンクラーは設置されていないことから、消火栓からの放水を考慮した。ただし、ガス消火設備や消火器等を用いて消火活動を行うことを前提としている区画については、当該区画における放水を想定しない。

また、格納容器スプレイについては、単一故障による誤作動が発生しないように設計上考慮されていることから（インターロック等の誤作動や運転員の人的過誤がそれぞれ単独で発生しても誤作動しない）スプレイ水の誤動作による溢水の影響は考慮しない。

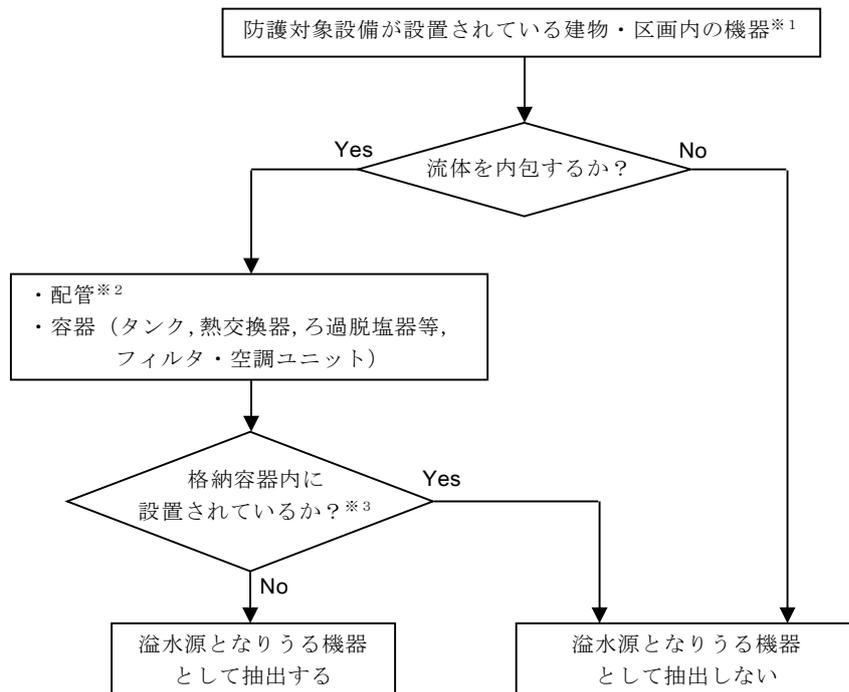
3.3 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水

水、蒸気、油等を内包する系統のうち、基準地震動 S_s による地震力に対する耐震性が確認されていない耐震 B、C クラスに属する系統を溢水源として選定する。ただし、耐震 B、C クラスであっても基準地震動 S_s による地震力に対して耐震性が確保されるものについては、溢水源としないこととする。また、地震による使用済燃料プールのスロッシングについても溢水源として想定する。

原子炉施設の耐震重要度分類については、発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針及び原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C 4601）の記載に準拠して定めた。

溢水源となりうる機器の抽出の考え方を第 3.3-1 図に、溢水源となる機器のリストを添付資料-3 第 1 表に示す。

溢水源として想定する系統として想定破損の場合を第 3.3-1 表に、地震起因による場合を第 3.3-2 表に選定した。



- ※1 溢水防護対象設備が設置されている建物に内部流体が流入する可能性のある機器も対象とした。
- ※2 ポンプ、弁等は溢水源として配管に含める。
- ※3 PCV内に設置される重要度の特に高い安全機能を有する設備はLOCA時のPCV内の状態を考慮した耐環境仕様としているため、溢水の影響を受けない。

第 3.3-1 図 溢水源となりうる機器の抽出の考え方

3.4 その他の溢水

その他の溢水については、地下水の流入、降水、屋外タンクの竜巻による飛来物の衝突による破損に伴う漏えい等の地震以外の自然現象やその波及的影響に伴う溢水、機器の誤作動や弁グランド部、配管フランジ部からの漏えい事象、人的過誤による漏えい等が想定される。

その他の漏えいとして想定する溢水事象のうち、機器の誤作動等からの漏えい事象については、区画毎に漏えいを想定する系統の配管口径と圧力、保有水量等によって設定した最大の漏えい量である想定破損の溢水量を上回ることはない。

また、少量漏えいの想定については、防護対象設備に影響のある全区画について評価を行い、排水や漏えい検知が可能なことを確認している。詳細は、補足説明資料-25参照。

なお、人的過誤に起因する漏えい事象については、漏えい量が大となる可能性があるが、漏えい検知システムによる早期検知は同様に可能である。人的過誤に起因する漏えい事象については、発生の未然の防止を図るために、決められた運用、手順を確実に遵守するとともに、トラブル事例等を参考に継続的な運用改善を行っていく。

第 3.3-1 表 溢水源として想定する系統(想定破損) (1/4)

	溢水源系統名※ ¹	主な系統略語	分類		施設建屋/区域				
			高	低	原子炉建屋			タービン建屋	サービス建屋
					原子炉棟	廃棄物処理棟	附属棟		
水・蒸気・油系	制御棒駆動系	CRD	○	/	○	—	—	—	—
	ほう酸水注入系	SLC	/	○※ ²	○	—	—	—	—
	残留熱除去系	RHR	/	○※ ²	○	—	—	—	—
	残留熱除去系海水系	RHRS	/	○※ ²	○	○	—	—	—
	補機冷却系海水系	ASW	/	○	—	—	—	○	—
	高圧炉心スプレイ系	HPCS	/	○※ ²	○	—	—	—	—
	低圧炉心スプレイ系	LPCS	/	○※ ²	○	—	—	—	—
	原子炉隔離時冷却系	RCIC	/	○※ ²	○	—	—	—	—
	原子炉再循環系	PLR	○	/	○	—	—	—	—
	主蒸気隔離弁漏えい抑制系	MSIV-LCS	○	/	○	—	—	—	—
	原子炉冷却材浄化系	CUW	○	/	○	○	—	○	—
	燃料プール冷却浄化系	FPC	/	○	○	—	—	—	—
	原子炉補機冷却系	RCW	/	○	○	○	—	○	—
	格納容器雰囲気監視系 (残留熱除去系海水系)	CAMS	/	○※ ²	○	—	—	—	—
	可燃性ガス濃度制御系 (残留熱除去系)	FCS	/	○※ ²	○	—	—	—	—
	ドライウェル冷却系 (原子炉補機冷却系)	DHC	/	○	○	—	—	—	—
	主蒸気系	MS	○	/	○	—	—	○	—
	抽気系	ES	○	/	—	—	—	○	—
タービン補助蒸気系	—	○	/	—	—	—	○	—	

※ 1 : () 内記載の系統名は、主系統に含む溢水源として想定する系統

※ 2 : 高エネルギー配管として運転している時間の割合が、プラント運転期間の 1% より小さいため、低エネルギー配管として扱う(添付資料-2 参照)

第3.3-1表 溢水源として想定する系統(想定破損) (2/4)

	溢水源系統名※1	主な系統略語	分類		施設建屋/区域				
			高	低	原子炉建屋			タービン建屋	サービス建屋
					原子炉棟	廃棄物処理棟	附属棟		
水・蒸気・油系	タービン制御系(制御油系)	-	○	/	-	-	-	○	-
	タービン潤滑油系	-	/	○	-	-	-	○	-
	タービングランド蒸気系	-	○	/	-	-	-	○	-
	湿分分離器	-	○	/	-	-	-	○	-
	復水系	C	/	○	-	-	-	○	-
	給水系	FDW	○	/	○	-	-	○	-
	空気抽出系	-	/	○	-	-	-	○	-
	循環水系※2	CW	/	○	-	-	-	○	-
	主復水器	-	/	○	-	-	-	○	-
	弁封水系	-	/	○	-	-	-	○	-
	復水脱塩装置系	CD	/	○	-	-	-	○	-
	給水加熱器ドレン系	HD	○	/	-	-	-	○	-
	給水加熱器ベント系	HV	○	/	-	-	-	○	-
	タービン補機冷却系	TCW	/	○	○	-	-	○	-
	非常用ディーゼル発電設備(潤滑油系)	DGLO	/	○	-	-	○	-	-
	非常用ディーゼル発電設備(冷却水系)	DGCW	/	○	-	-	○	-	-
	非常用ディーゼル発電機海水系	DGSW	/	○	-	-	○	-	-
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備(潤滑油系)	HPCS-DGLO	/	○	-	-	○	-	-
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備(冷却水系)	HPCS-DGCW	/	○	-	-	○	-	-	

※1:()内記載の系統名は、主系統に含む溢水源として想定する系統

※2:循環水系は復水器設置エリア及び循環水ポンプ設置エリアでの溢水を想定

第 3.3-1 表 溢水源として想定する系統(想定破損) (3/4)

	溢水源系統名※1	主な系統略語	分類		施設建屋/区域				
			高	低	原子炉建屋			タービン建屋	サービス建屋
					原子炉棟	廃棄物処理棟	附属棟		
水・蒸気・油系	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機海水系	HPCS -DGSW	/	○	○	-	○	-	-
	ディーゼル発電機燃料油系	DGDO	/	○	-	-	○	-	-
	所内用水系 (サービス建屋飲料水系)	-	/	○	-	-	-	-	○
	所内用水系 (サービス建屋ろ過水系)	-	/	○	-	-	-	-	○
	ろ過水系 (屋内消火系)	FP	/	○	○	-	○	○	○
	復水・純水移送系	MUW	/	○	○	○	-	○	○
	補助系 (ドレンサンプ系)	-	/	○	○	○	○	○	○
	タービン建屋換気系 (所内蒸気系)	-	○	/	-	-	-	○	-
	原子炉建屋換気系 (所内蒸気系)	-	○	/	-	-	-	○	-
	中央制御室換気系 (冷水系)	MCR -HVAC	/	○	-	-	○	-	-
	スイッチギヤ室換気系 (冷水系)	SWGR -HVAC	/	○	-	-	○	-	-
	バッテリー室換気系 (所内蒸気系)	-	○	/	-	-	○	-	-
	オフガス再生室換気系 (原子炉補機冷却系)	-	/	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系換気系 (所内蒸気系)	-	○	/	-	-	-	○	-
	サービス建屋換気系 (ランドリーボイラー系, 冷水・冷却水系)	-	○	○	-	-	-	-	○
	制御用圧縮空気系 (タービン補機冷却系)	IA	/	○	-	-	-	○	-
	所内用圧縮空気系 (タービン補機冷却系)	SA	/	○	-	-	-	○	-
	所内蒸気・所内蒸気戻り系	HS・ HSCR	○	/	○	-	○	○	-
	所内ボイラ系 (給水系)	-	○	○	-	-	-	○	-
	所内ボイラ系 (燃料系)	-	/	○	-	-	-	○	-

※1:()内記載の系統名は、主系統に含む溢水源として想定する系統

第 3.3-1 表 溢水源として想定する系統(想定破損) (4/4)

	溢水源系統名※ ¹	主な系統略語	分類		施設建屋/区域				
			高	低	原子炉建屋			タービン建屋	サービス建屋
					原子炉棟	廃棄物処理棟	附属棟		
水・蒸気・油系	放射性廃棄物処理系 機器ドレン系	-	/	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 床ドレン系	-	/	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 凝集沈殿系	-	/	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 スラッジ系	-	○	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 使用済樹脂貯蔵系	-	○	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 高電導度ドレン系	-	/	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 濃縮廃液・廃液中和 スラッジ系	-	○	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 凝縮水処理系	-	/	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 洗濯廃液系	-	/	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 所内用空気系 (放射性廃棄物処理系 原子炉補機冷却水系)	-	/	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 復水系	-	/	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 純水系	-	/	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 加熱蒸気・加熱蒸気戻り系	-	○	/	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 原子炉補機冷却水系	-	/	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 タービン補機冷却水系	-	/	○	-	○	-	-	-
	放射性廃棄物処理系 タンクベント系 (放射性廃棄物処理系 原子炉補機冷却水系, 加熱蒸気・加熱蒸気戻り系)	-	○	○	-	○	-	-	-
放射性廃棄物処理系 消火系	-	/	○	-	○	-	-	-	

※ 1 : () 内記載の系統名は、主系統に含む溢水源として想定する系統

第 3.3-2 表 溢水源として想定する系統(地震起因による破損) (1/5)

	溢水源系統名※ ¹	耐震 クラス (代表)※ ²	施設建屋/区域				
			原子炉建屋			タービ ン建屋	サービ ス建屋
			原子炉 棟	廃棄物 処理棟	附属棟		
水・蒸気・油系	制御棒駆動系	S, B	×	/	/	/	/
	ほう酸水注入系	S	△※ ³	/	/	/	/
	残留熱除去系	S	—	/	/	/	/
	残留熱除去系海水系	S	—	—	/	/	/
	補機冷却系海水系	C	/	/	/	○	/
	高圧炉心スプレイ系	S	—	/	/	/	/
	低圧炉心スプレイ系	S	—	/	/	/	/
	原子炉隔離時冷却系	S	—	/	/	/	/
	原子炉再循環系	S	△※ ⁴	/	/	/	/
	主蒸気隔離弁漏えい抑制系	S	—	/	/	/	/
	原子炉冷却材浄化系	B	×	○	/	○	/
	燃料プール冷却浄化系	B	×	/	/	/	/
	原子炉補機冷却系	B	×	○	/	○	/
	格納容器雰囲気監視系 (残留熱除去系海水系)	S	—	/	/	/	/
	可燃性ガス濃度制御系 (残留熱除去系)	S	—	/	/	/	/
	ドライウェル冷却系 (原子炉補機冷却系)	B, C	×	/	/	/	/
	主蒸気系	S, B	△※ ⁵	/	/	○	/
	抽気系	B	/	/	/	○	/

“○”: 溢水を想定

“△”: 耐震裕度が確保されていない一部の範囲における溢水を想定

“×”: 系統全体として耐震裕度が確保されていることから溢水を想定せず

“—”: Sクラスのため溢水を想定せず

※1: ()内記載の系統名は、主系統に含む溢水源として想定する系統

※2: 溢水源として想定する系統主配管部の耐震クラス

※3: ほう酸水注入系テストタンク廻りの溢水を想定

※4: 制御油圧発生装置及び原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ廻りの溢水を想定

※5: 耐震クラスがS以外の箇所について溢水を想定

第 3.3-2 表 溢水源として想定する系統(地震起因による破損) (2/5)

	溢水源系統名※ ¹	耐震 クラス (代表)※ ²	施設建屋/区域				
			原子炉建屋			タービ ン建屋	サービ ス建屋
			原子炉 棟	廃棄物 処理棟	附属棟		
水・蒸気・油系	タービン補助蒸気系	B	/	/	/	○	/
	タービン制御系 (制御油系)	C	/	/	/	○	/
	タービン潤滑油系	C	/	/	/	○	/
	タービングランド蒸気系	B	/	/	/	○	/
	湿分分離器	B	/	/	/	○	/
	復水系	B	/	/	/	○	/
	給水系	S, B	△※ ³	/	/	○	/
	空気抽出系	B	/	/	/	○	/
	循環水系	C	/	/	/	○	/
	主復水器	B	/	/	/	○	/
	弁封水系	C	○	○	/	○	/
	復水脱塩装置系	B	/	/	/	○	/
	給水加熱器ドレン系	B	/	/	/	○	/
	給水加熱器ベント系	B	/	/	/	○	/
	タービン補機冷却系	B	○	/	/	○	/
	非常用ディーゼル発電設備 (潤滑油系)	S	/	/	-	/	/
	非常用ディーゼル発電設備 (冷却水系)	S	/	/	-	/	/
非常用ディーゼル発電機 海水系	S	/	/	-	/	/	

“○”: 溢水を想定

“△”: 耐震裕度が確保されていない一部の範囲における溢水を想定

“×”: 系統全体として耐震裕度が確保されていることから溢水を想定せず

“-”: Sクラスのため溢水を想定せず

※ 1: ()内記載の系統名は、主系統に含む溢水源として想定する系統

※ 2: 溢水源として想定する系統主配管部の耐震クラス

※ 3: 耐震クラスがS以外の箇所について溢水を想定

第3.3-2表 溢水源として想定する系統(地震起因による破損) (3/5)

	溢水源系統名※ ¹	耐震 クラス (代表)※ ²	施設建屋/区域				
			原子炉建屋			タービン建屋	サービス建屋
			原子炉棟	廃棄物処理棟	附属棟		
水・蒸気・油系	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 (潤滑油系)	S	/	/	-	/	/
	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 (冷却水系)	S	/	/	-	/	/
	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機海水系	S	-	/	-	/	/
	ディーゼル発電機燃料油系	S	/	/	-	/	/
	所内用水系 (サービス建屋飲料水系)	C	/	/	/	/	○
	所内用水系 (サービス建屋ろ過水系)	C	/	/	/	/	○
	ろ過水系 (屋内消火系)	C	×	/	○	○	○
	復水・純水移送系	B	×	○	○	○	○
	補助系 (ドレンサンプ系)	B	○	○	○	○	○
	タービン建屋換気系 (所内蒸気系)	C	/	/	/	○	/
	原子炉建屋換気系 (所内蒸気系)	C	/	/	/	○	/
	中央制御室換気系 (冷水系)	S	/	/	-	/	/
	スイッチギヤ室換気系 (冷水系)	S	/	/	-	/	/
	バッテリー室換気系 (所内蒸気系)	C	/	/	○	/	/
	オフガス再生室換気系 (原子炉補機冷却系)	B	/	○	/	/	/
	放射性廃棄物処理系換気系 (所内蒸気系)	C	/	/	/	○	/
	サービス建屋換気系 (ランドリーボイラー系, 冷水・冷却水系)	C	/	/	/	/	○
	制御用圧縮空気系 (タービン補機冷却系)	B	/	/	/	○	/

“○”:溢水を想定

“△”:耐震裕度が確保されていない一部の範囲における溢水を想定

“×”:系統全体として耐震裕度が確保されていることから溢水を想定せず

“-”:Sクラスのため溢水を想定せず

※1:()内記載の系統名は、主系統に含む溢水源として想定する系統

※2:溢水源として想定する系統主配管部の耐震クラス

第3.3-2表 溢水源として想定する系統(地震起因による破損) (4/5)

	溢水源系統名※1	耐震クラス (代表)※2	施設建屋/区域				
			原子炉建屋			タービン建屋	サービス建屋
			原子炉棟	廃棄物処理棟	附属棟		
水・蒸気・油系	所内用圧縮空気系 (タービン補機冷却系)	B	/	/	/	○	/
	所内蒸気・所内蒸気戻り系	C	×	/	×	○	/
	所内ボイラ系 (給水系)	C	/	/	/	○	/
	所内ボイラ系 (燃料系)	C	/	/	/	○	/
	放射性廃棄物処理系 機器ドレン系	B	/	○	/	/	/
	放射性廃棄物処理系 床ドレン系	B	/	○	/	/	/
	放射性廃棄物処理系 凝集沈殿系	B	/	○	/	/	/
	放射性廃棄物処理系 スラッジ系	B	/	○	/	/	/
	放射性廃棄物処理系 使用済樹脂貯蔵系	B	/	○	/	/	/
	放射性廃棄物処理系 高電導度ドレン系	B	/	○	/	/	/
	放射性廃棄物処理系 濃縮廃液・廃液中和 スラッジ系	B	/	○	/	/	/
	放射性廃棄物処理系 凝縮水処理系	B	/	○	/	/	/
	放射性廃棄物処理系 洗濯廃液系	B	/	○	/	/	/
	放射性廃棄物処理系 所内用空気系 (放射性廃棄物処理系 原子炉補機冷却水系)	C	/	○	/	/	/

“○”:溢水を想定

“△”:耐震裕度が確保されていない一部の範囲における溢水を想定

“×”:系統全体として耐震裕度が確保されていることから溢水を想定せず

“-”:Sクラスのため溢水を想定せず

※1:()内記載の系統名は、主系統に含む溢水源として想定する系統

※2:溢水源として想定する系統主配管部の耐震クラス

第3.3-2表 溢水源として想定する系統(地震起因による破損) (5/5)

	溢水源系統名※ ¹	耐震 クラス (代表)※ ²	施設建屋/区域				
			原子炉建屋			タービン建屋	サービス建屋
			原子炉棟	廃棄物処理棟	附属棟		
水・蒸気・油系	放射性廃棄物処理系 復水系	B	△	○	△	△	△
	放射性廃棄物処理系 純水系	B	△	○	△	△	△
	放射性廃棄物処理系 加熱蒸気・加熱蒸気戻り系	C	△	○	△	△	△
	放射性廃棄物処理系 原子炉補機冷却水系	C	△	○	△	△	△
	放射性廃棄物処理系 タービン補機冷却水系	C	△	○	△	△	△
	放射性廃棄物処理系 タンクベント系 (放射性廃棄物処理系 原子炉補機冷却水系, 加熱蒸気・加熱蒸気戻り系)	C	△	○	△	△	△
	放射性廃棄物処理系 消火系	C	△	○	△	△	△

“○”: 溢水を想定

“△”: 耐震裕度が確保されていない一部の範囲における溢水を想定

“×”: 系統全体として耐震裕度が確保されていることから溢水を想定せず

“-”: Sクラスのため溢水を想定せず

※1: ()内記載の系統名は、主系統に含む溢水源として想定する系統

※2: 溢水源として想定する系統主配管部の耐震クラス

4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定

4.1 溢水防護区画の設定

防護対象設備が設置されており浸水防護を行う建屋，区域等を耐津波設計において，浸水防護区画として設定し，基準津波の流入防止や地下水等の浸水防止対策を実施する。浸水防護区画の配置図を第 4.1-1 図に示す。

また，浸水防護区画は，以下の観点から溢水防護区画として区分する。

- ・防護対象設備が設置されている全ての区画並びに中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路。
- ・溢水防護対象設備が設置されている区画で，障壁，堰，又はそれらの組合せによって他の区画と分離され，溢水防護の観点から 1 つの単位と考えられる区画。

4.2 溢水経路の設定

溢水防護対象設備が設置されている建屋において，床開口部（機器ハッチ，階段等）及び溢水影響評価において期待することのできる設備（水密扉や堰等）の抽出を行い，溢水経路を設定する。

東海第二発電所における浸水防護区画の配置，他建屋等との接続関係及び主な開口部等の配置を第 4.2-1 図に示す。

溢水影響評価において考慮する溢水経路は，溢水防護区画とその他の区画（防護対象設備が存在しない区画または通路）との間における伝播経路となる扉，壁貫通部，天井開口部及び貫通部，床面開口部及び貫通部，床ドレン等の接続状況及びこれらに対する溢水防護措置の有無を踏まえ，溢水経路モデルとして第 4.2-2 図を設定した。また，溢水防護区画図を第 4.2-3 図に示す。ここでは，火災防護対応による以下の措置も考慮する。

- ・安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ，Ⅲの境界を 3 時間以上の耐火能力を有する耐

火壁・隔壁等で分離する。

なお、扉の水密化，壁貫通部への止水処置，天井や床面開口部及び貫通部への止水処置等の溢水防護対策については，添付資料-4 を参照。

また，施設定期検査作業に伴う防護対象設備の待機除外や扉の開放等，プラントの保守管理上やむを得ぬ措置の実施により，影響評価上設定したプラント状態と一時的に異なる状態となった場合についても想定する。

プラント停止中のスロッシングの発生やハッチ開放時における溢水影響については，詳細を補足説明資料-30 に示す。なお，プラント停止時におけるハッチ運用面での対応及び止水板の設置，床ファンネルの閉止については，保安規定に定めるとともに，関連規程文書に詳細を明記する（別添 2 参照）。

4.2.1 溢水経路設定の基本方針

- ・原子炉棟各階は，6 階を除き東側エリア，西側エリアに分離し，溢水は上層階から下層階へそれぞれのエリアごとに流下させる。
- ・原子炉棟 6 階の溢水は，通常時においては最下階の地下 2 階東側エリアが比較的狭隘であることを考慮し，東側エリアに流下させない。
- ・原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールのスロッシングによる溢水のおそれがある期間は，原子炉棟 6 階の溢水を下層階へ流下させない。
- ・溢水は，床ドレンファンネルからドレンラインを經由して地下 2 階の床ドレンサンプに収集することとし，床ドレンサンプに収集することができないものは各階に滞留しても影響がないようにする。
- ・上層階から下層階への流下経路を限定することにより，溢水影響範囲を可能な限り限定する。
- ・溢水水位はアクセス性に影響のない水位とする。

4.2.2 基本方針を踏まえた対応方針

(1) 原子炉棟 6 階

【通常運転時】

- ・ 溢水を東側に流下させないために、東側エリアに通じる開口部に堰を設けるとともに、東側エリアに通じる床ドレンファンネルを閉止する。
- ・ 溢水は、西側エリアに通じる床ドレンファンネルから流下させる。

【原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールのスロッシングによる溢水のおそれがある期間】

- ・ 下階へ排水及び流下させない。

【その他設備】

- ・ プール外周部の堰に切欠きを設置し、原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールのスロッシングによる溢水を滞留させない

(2) 原子炉棟 5 階～1 階

- ・ 溢水影響範囲を軽減させるために、開口部周りには堰を設け、溢水を床ドレンラインで排水させる。
- ・ 堰高さは溢水水位がアクセス性に影響しないよう設定する。
- ・ 上層階から下層階への流下経路を限定させるために、流下経路とする開口部を選定し、その周りの堰は、その他の開口部の堰より低くする。

(3) 原子炉建屋地下 1 階

- ・ 地下 2 階への流下経路は床ドレン Samp エリアにつながる階段及び床ドレンラインとすることにより溢水経路を限定し、溢水をドレン Samp に導く。
- ・ 下層への流下経路がない区画に開口部を設ける。なお、当該区画の下層階の安全区分は同じ II 区分である。

(4) 原子炉棟地下 2 階

- ・現場操作が必要な設備へのアクセス性を確保するため、歩廊を設ける。

(5) 堰の設定に対する考え方

溢水経路の設定にあたり、以下の堰を設置する。

- ・溢水拡大防止堰

溢水伝播を制限するための堰であり、流下経路としての伝播を考慮しない。

- ・溢水拡大軽減堰

溢水影響範囲を軽減させるための堰であり、溢水を床ドレンファンネルに導くとともに、床ドレンファンネル閉塞時や大量の溢水時には流下経路として考慮する。

上記を踏まえた、溢水伝播経路図を第 4.2-4 図に示す。さらに、施設定期検査中に想定される機器の点検時における、ハッチ等の開放を想定した溢水伝播経路図を、溢水伝播経路図（9/16）以降に示す。

4.2.3 溢水経路の評価方針

- ・没水影響評価においては全量滞留した場合を想定する。但し、堰高さを超えた場合は堰高さまでの滞留とする。
- ・下層階には全量流下を想定する。

4.2.4 溢水防護区画内外における溢水経路

(1) 溢水防護区画内漏えいにおける溢水経路

溢水防護区画内漏えいに関する溢水経路の評価を行う場合、溢水防護対象設備の存在する溢水防護区画の水位が最も高くなるように当該の区画から他の区画への流出がないように溢水経路を設定することを基本と

する。

溢水評価を行う場合の各構成要素の溢水に対する考え方を以下に示す。

a. 床ドレン

評価対象区画に床ドレン配管が設置され、他の区画とつながっている場合であっても、目皿が1つの場合は、他の区画への流出は想定しない。

ただし、同一区画に目皿が複数ある場合は、流出量の最も大きい床ドレン配管1本を除き、それ以外からの流出を期待する。この場合には、ドレン配管における単位時間あたりの流出量を算定し、溢水水位を評価する。

b. 床面開口部及び貫通部

評価対象区画床面に開口部又は貫通部が設置されている場合であっても、床開口部又は貫通部から他の区画への流出は、考慮しない。

ただし、以下に掲げる場合は、評価対象区画から他の区画への流出を期待する。

流出を期待する場合は、床開口部及び床貫通部における単位時間あたりの流出量を算定し、溢水水位を評価する。補足説明資料-10に示す。

- ① 評価対象区画の床面開口部にあつては、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合
- ② 評価対象区画の床貫通部にあつては、貫通する配管、ダクト、ケーブルトレイ又は電線管と貫通部との間に隙間があつて、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合

c. 壁貫通部

評価対象区画の境界壁に貫通部が設置され、隣の区画との貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合であっても、その貫通部からの流出は考慮しない。

ただし、当該壁貫通部を貫通する配管、ダクト、ケーブルトレイ又は電線管と貫通部との間に隙間があつて、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合は、他の区画への流出を考慮する。

流出を期待する場合は、壁貫通部における単位時間あたりの流出量を算定し、溢水水位を評価する。

d. 扉

評価対象区画に扉が設置されている場合であっても、当該扉から他の区画等への流出は考慮しない。

e. 堰及び壁

他の区画への流出は考慮しない。

f. 排水設備

評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の流出は考慮しない。

ただし、溢水防止対策として排水設備を設置することが設計上考慮されており、明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮する。

(2) 溢水防護区画外漏えいにおける溢水経路

溢水防護区画外漏えいでの溢水経路の評価を行う場合、溢水防護対象設備の存在する溢水防護区画の水位が最も高く（当該溢水区画に流入する水量は多く、排水する流量は少なくなるように設定）なるように溢水経路を設定する。

評価を行う場合の各構成要素の溢水に対する考え方を以下に示す。

a. 床ドレン

評価対象区画の床ドレン配管が他の区画とつながっている場合であっても他の区画の溢水水位が評価対象区画より高い場合は、水位差によって

発生する流入量を考慮する。

ただし、評価対象区画内に設置されているドレン配管に逆流防止措置が施されている場合は、その効果を考慮する。

b. 天井面開口部及び貫通部

評価対象区画の天井面に開口部又は貫通部がある場合は、上部の区画で発生した溢水量全量の流入を考慮する。

ただし、天井面開口部自体が鋼製又はコンクリート製の蓋で覆われたハッチに防水処理が施されている場合又は天井面貫通部に止水処置等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画への流入は考慮しない。

なお、評価対象区画上部にある他の区画に蓄積された溢水が、当該区画に残留する場合は、その残留水の流出は考慮しない。

c. 壁貫通部

評価対象区画の境界壁に貫通部が設置されている場合であって、隣の区画の溢水による水位が貫通部より高い位置にある場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮する。

ただし、評価対象区画の境界壁の貫通部に止水処置等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画への流入は考慮しない。

d. 扉

評価対象区画に扉が設置されている場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮する。

ただし、当該扉が溢水時に想定する水位による水圧に対する水密性が確保できる扉である場合は、流入を考慮しない。

e. 堰

溢水が発生している区画に堰が設置されている場合であって、他に流

出経路が存在しない場合は、当該区画で発生した溢水は堰の高さまで滞留とする。

f. 壁

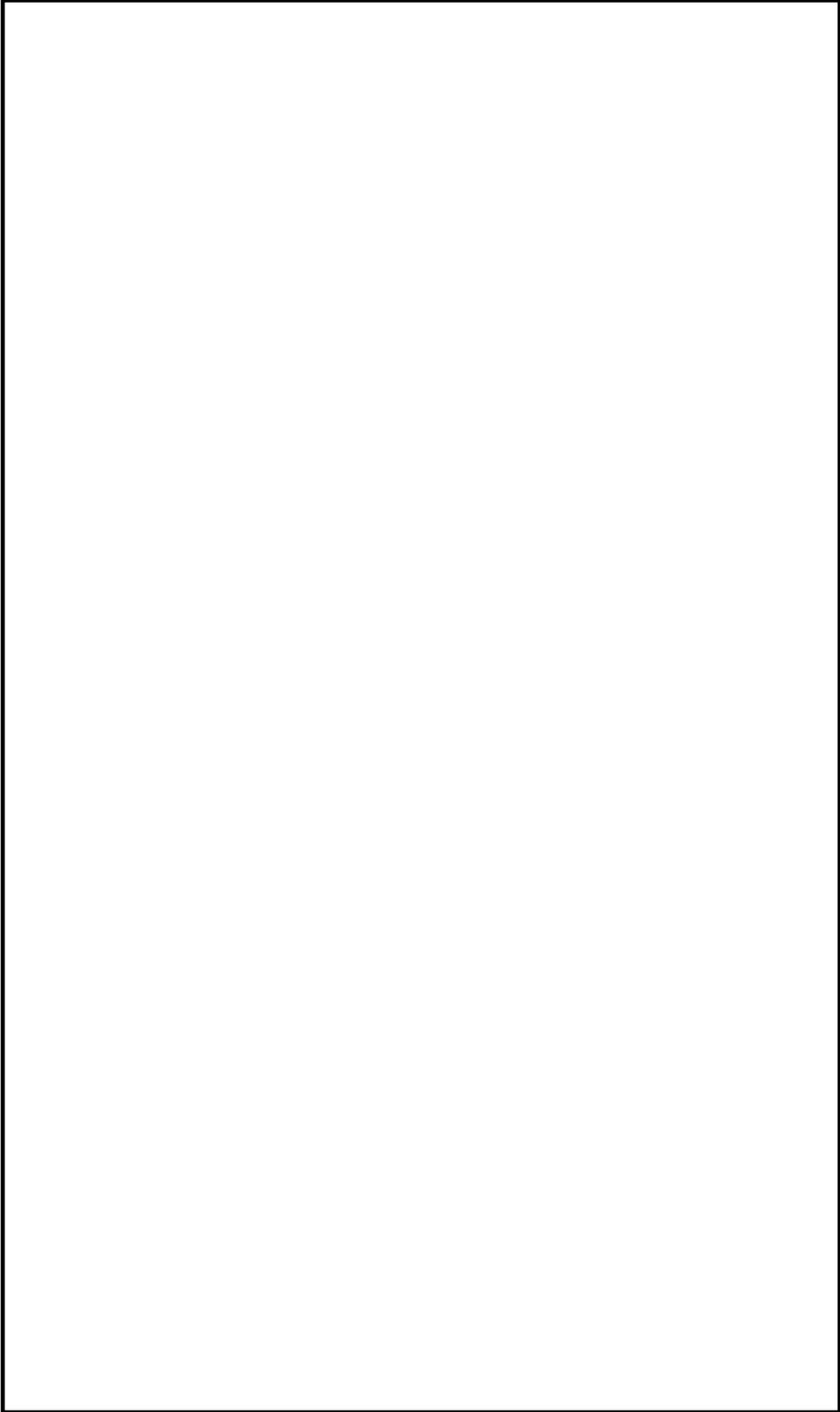
溢水が長時間滞留する区画境界の壁に、基準地震動 S_s による地震力によりひび割れが生じるおそれがある場合は、ひび割れからの漏水量を算出し、溢水評価に影響を与えないことを確認する。基準地震動 S_s による地震力に対し健全性を確認できる壁については、その効果を考慮する。

g. 排水設備

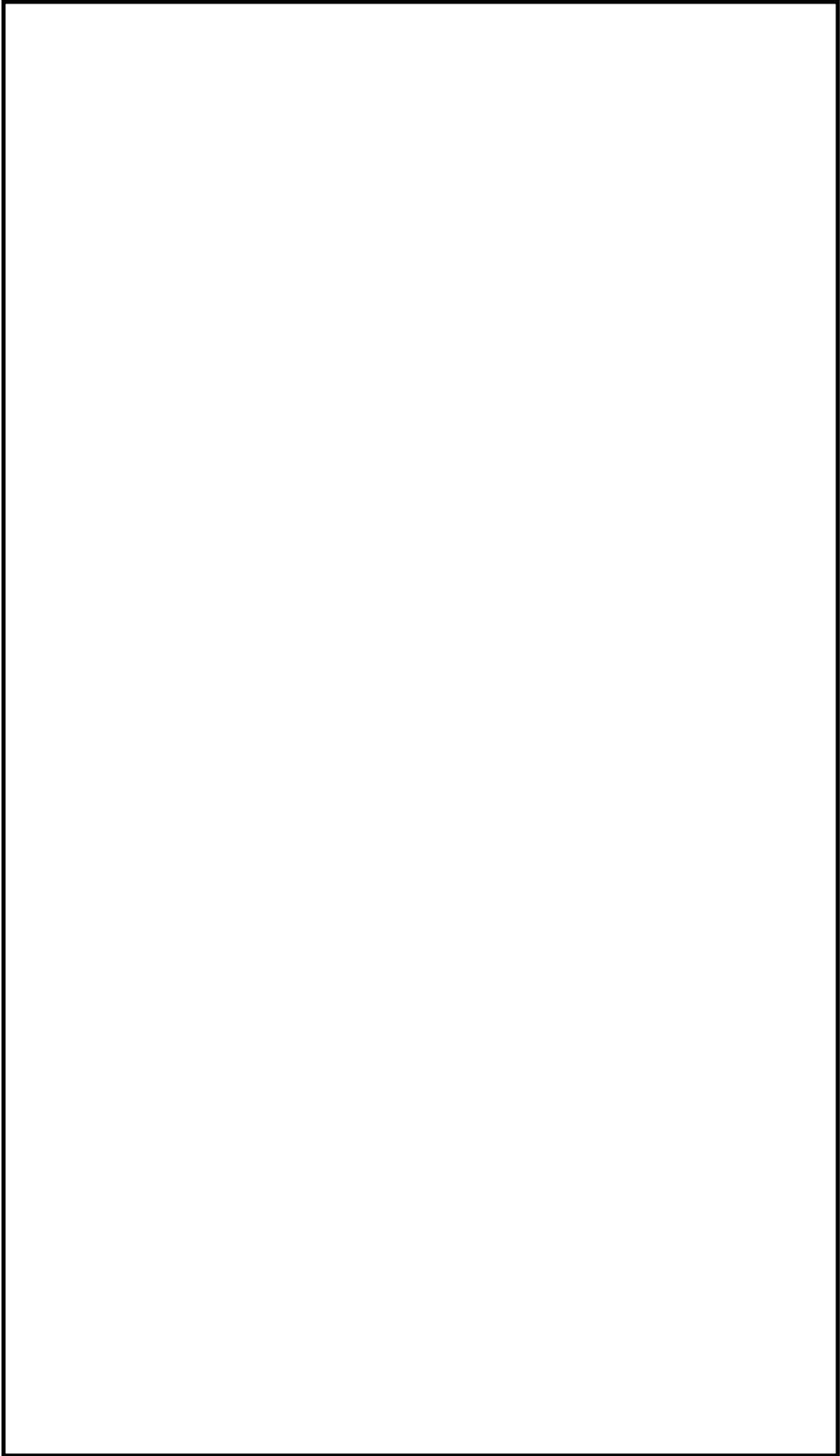
評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しない。ただし、溢水防護対策として排水設備を設置することが設計上考慮されており、明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮する。

(3) 蒸気に対する溢水経路について

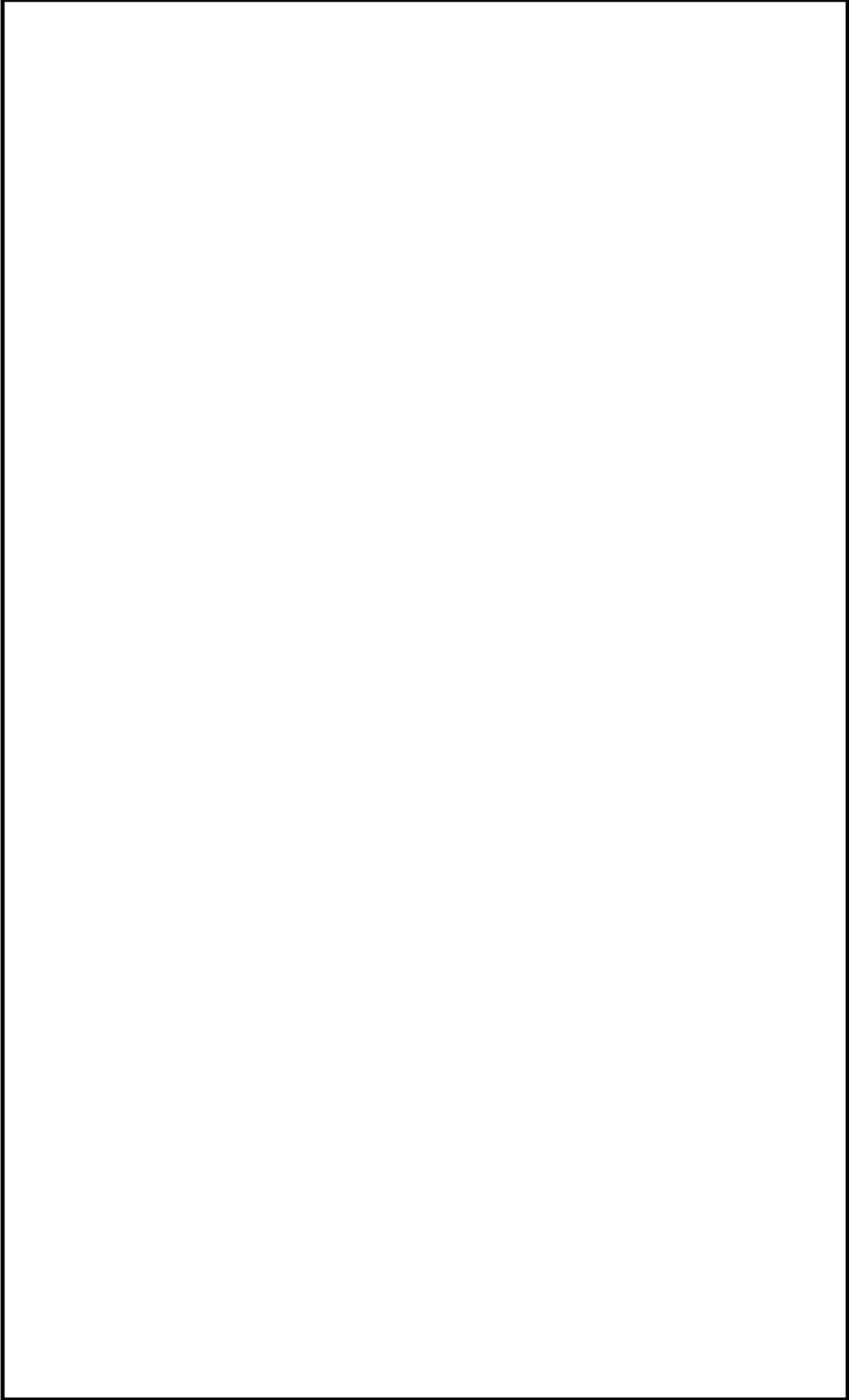
蒸気は液体の場合と伝播の仕方が異なることから、気密要求のある床、壁及び天井等を境界として区域を分割し、それら区域間の伝播経路を設定する。火災防護対応による3時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等による区分分離は考慮する。



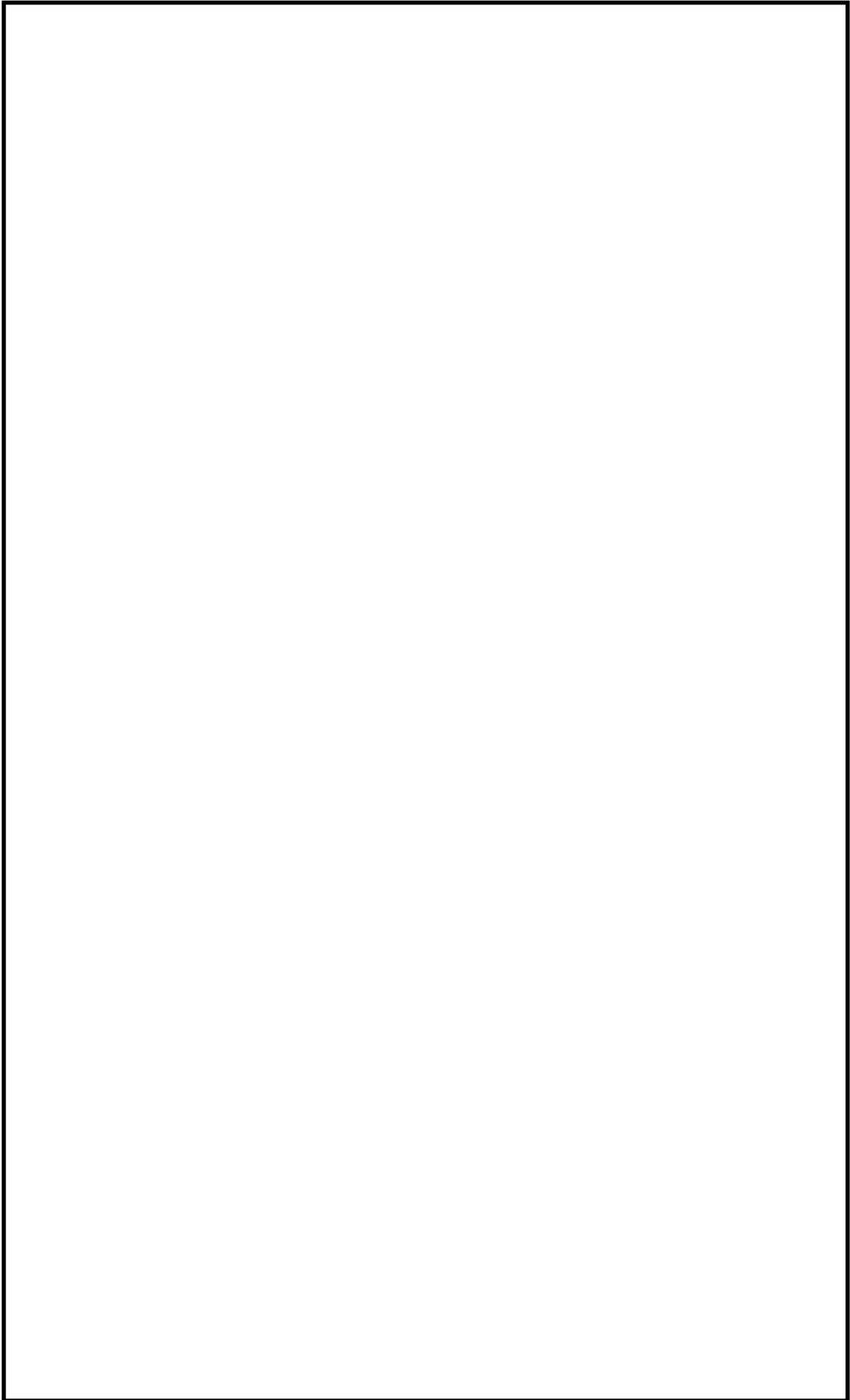
第 4.1-1 図 浸水防護区画の配置図



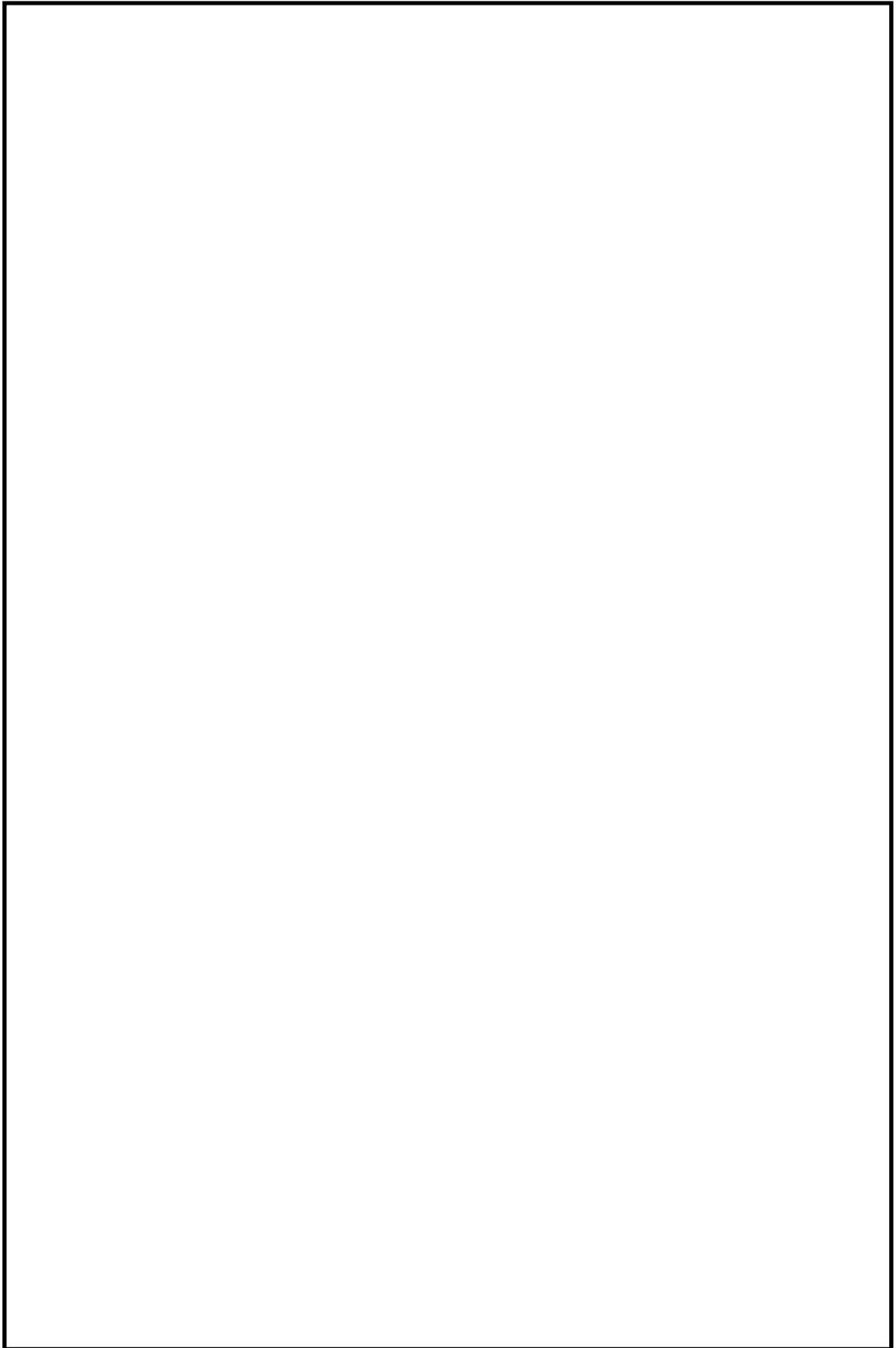
第4.2-1図 東海第二発電所にて評価すべき開口部等



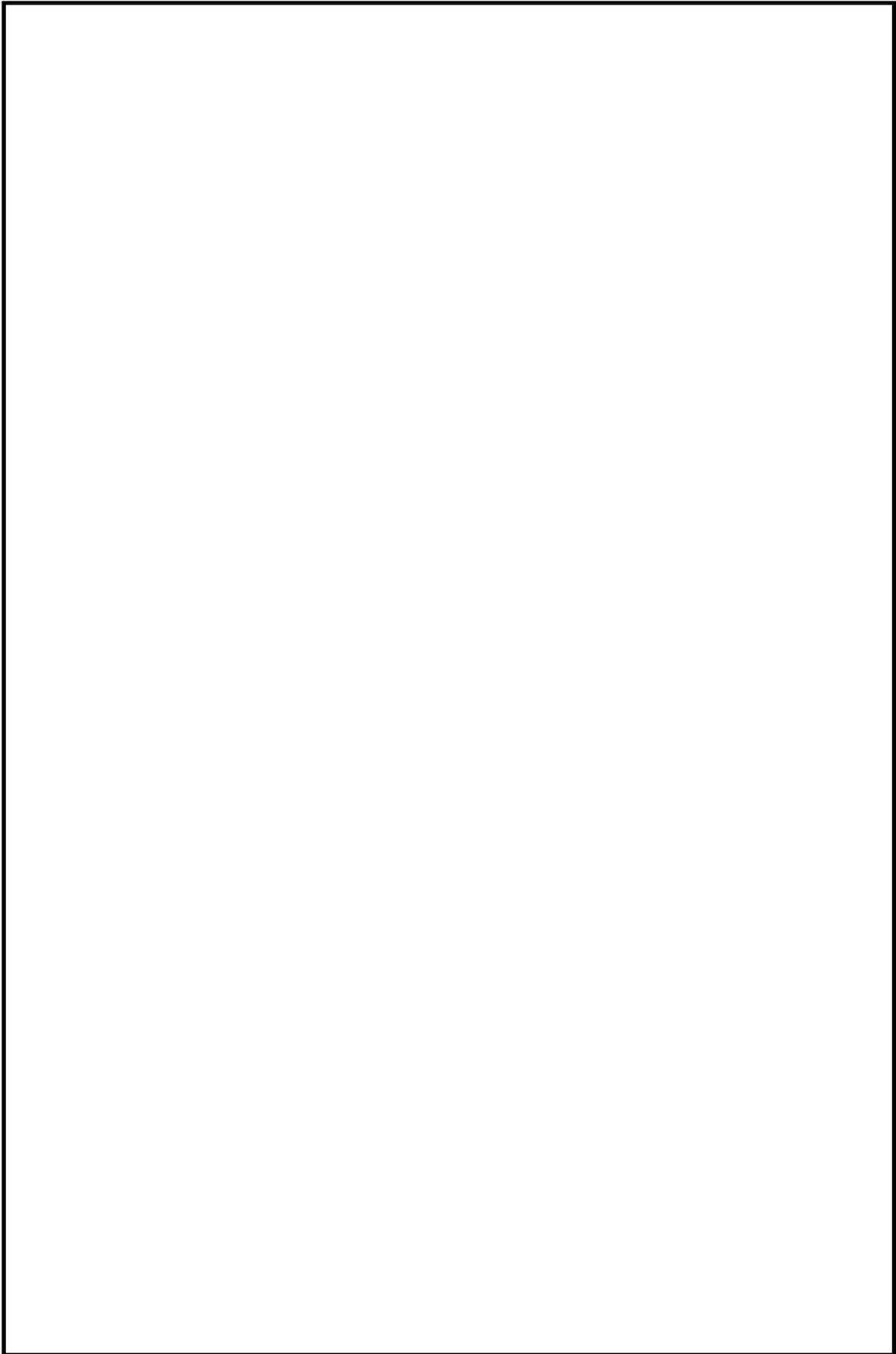
第 4. 2-2 図 溢水経路モデル図 (対策前現況モデル)



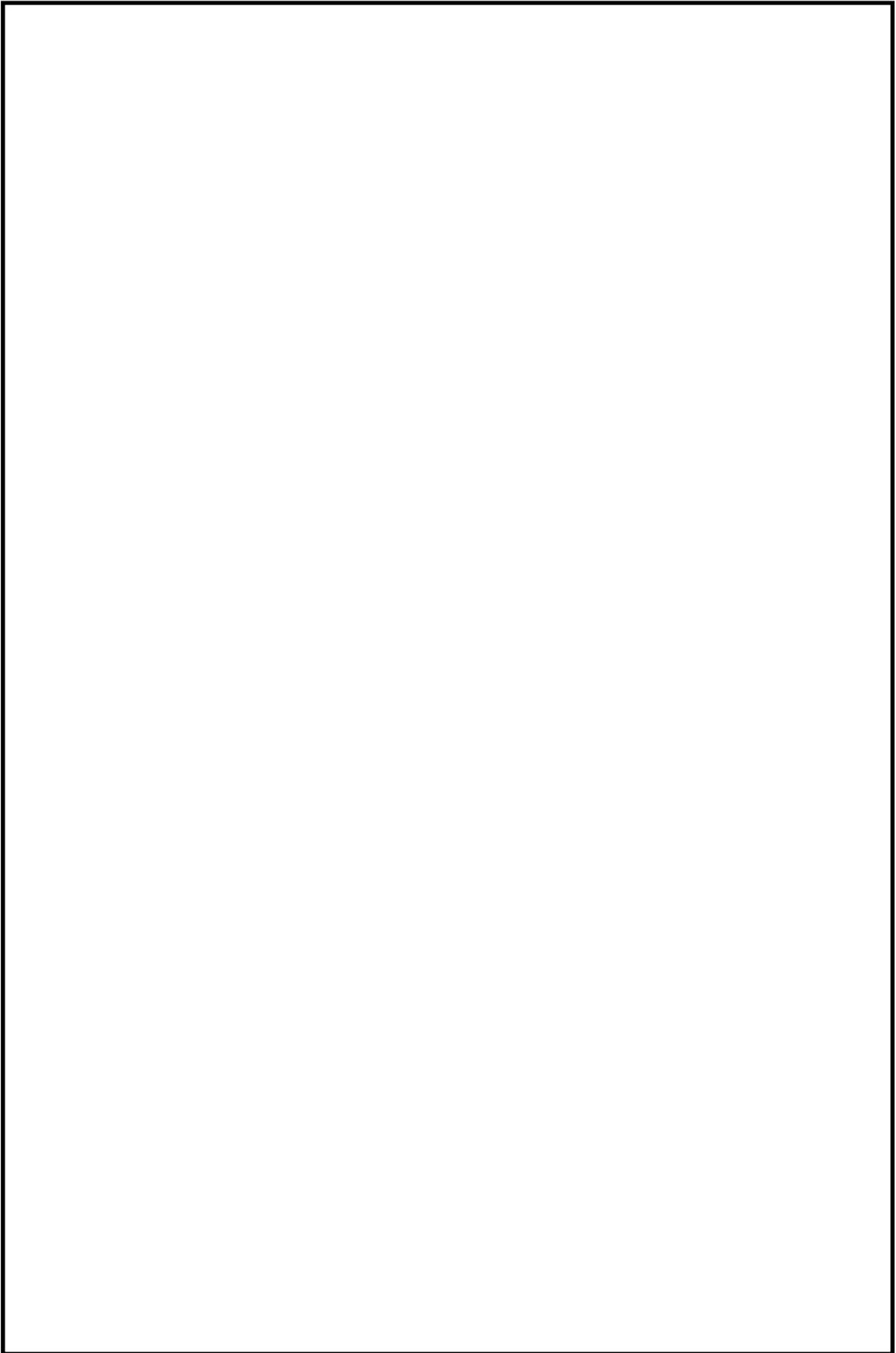
第 4.2-2 図 溢水経路モデル図 (対策後状況)



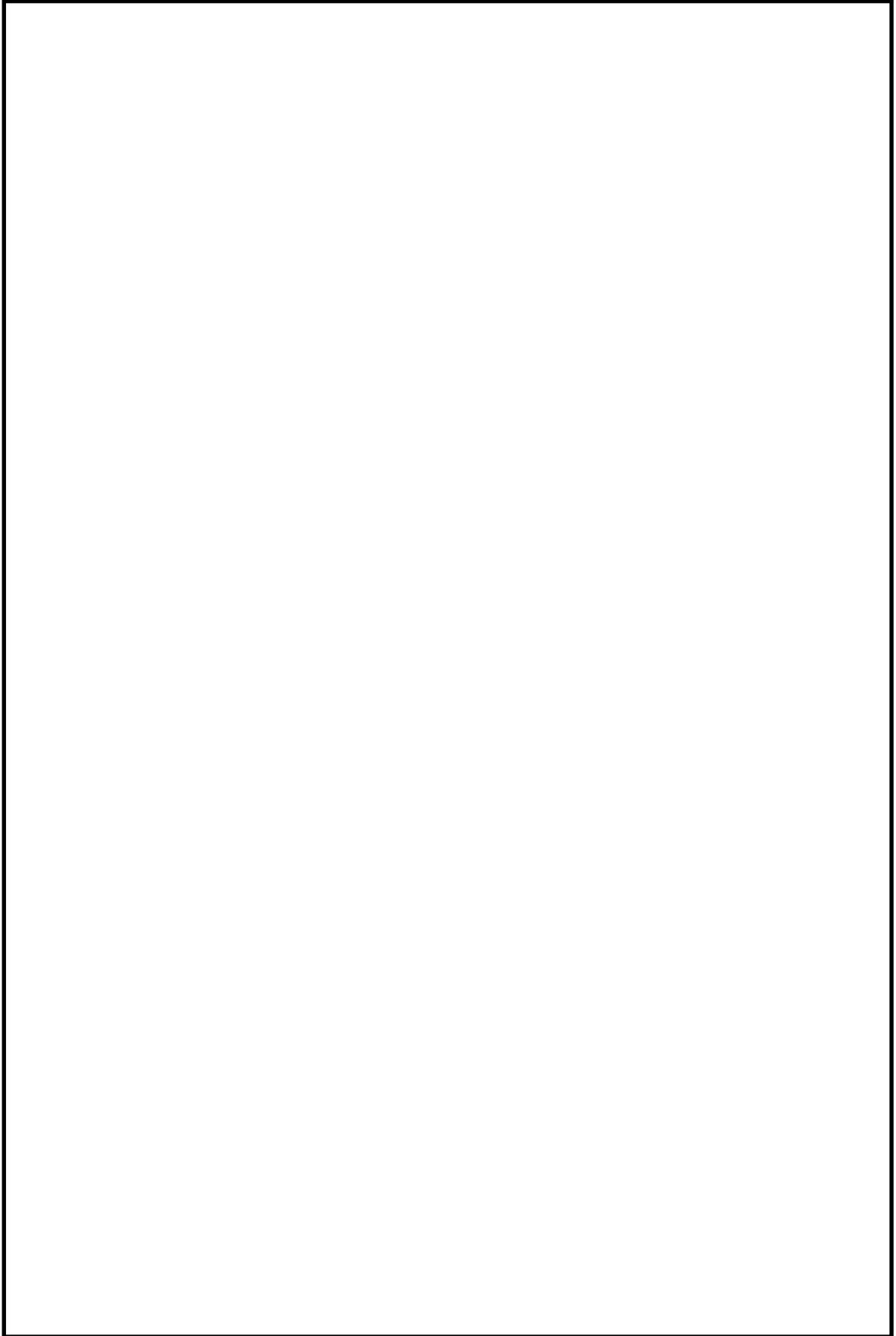
第 4.2-3 図 東海第二発電所 溢水防護区画図 (1/12)



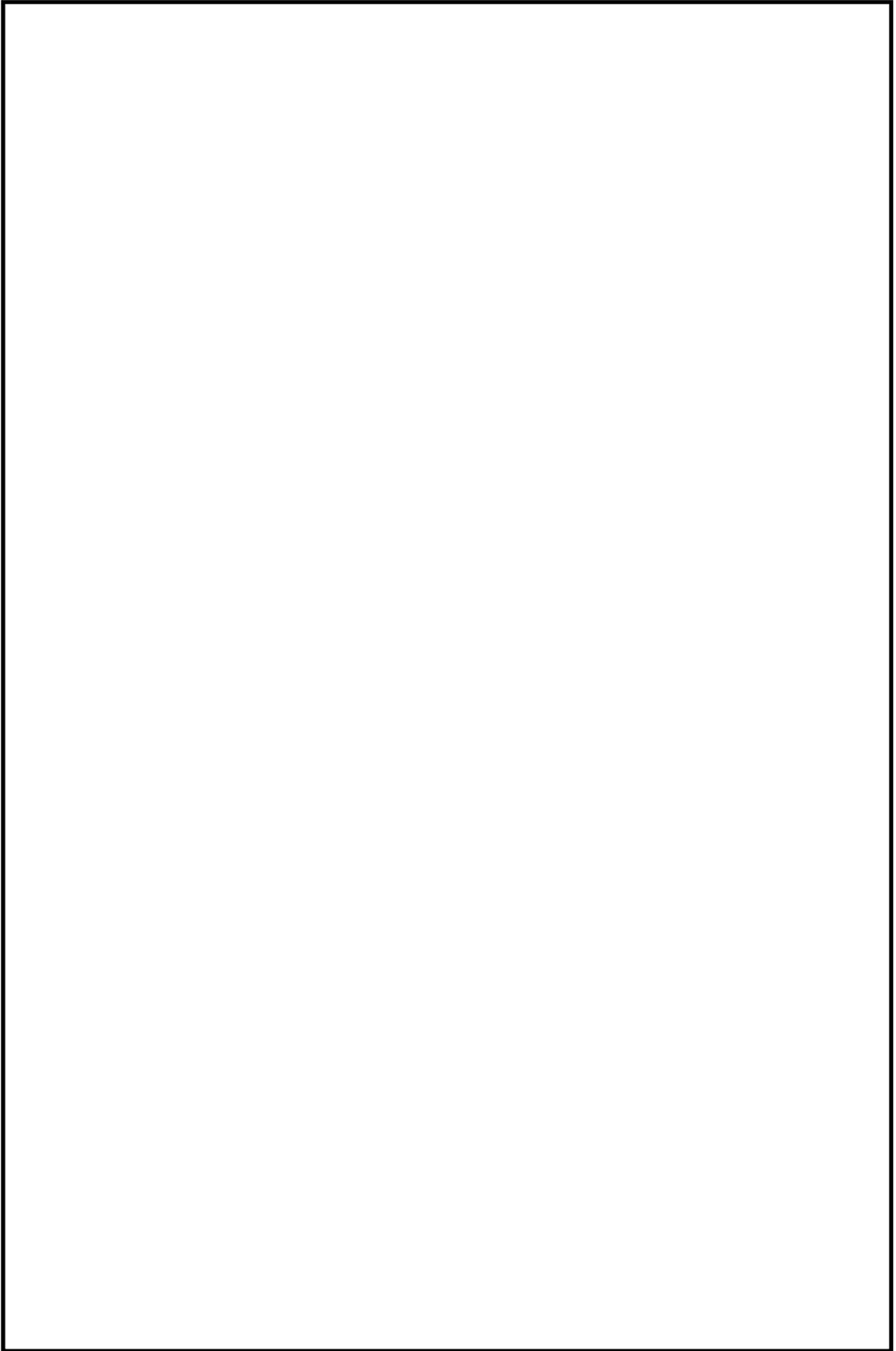
第 4. 2-3 図 東海第二発電所 溢水防護区画図 (2/12)



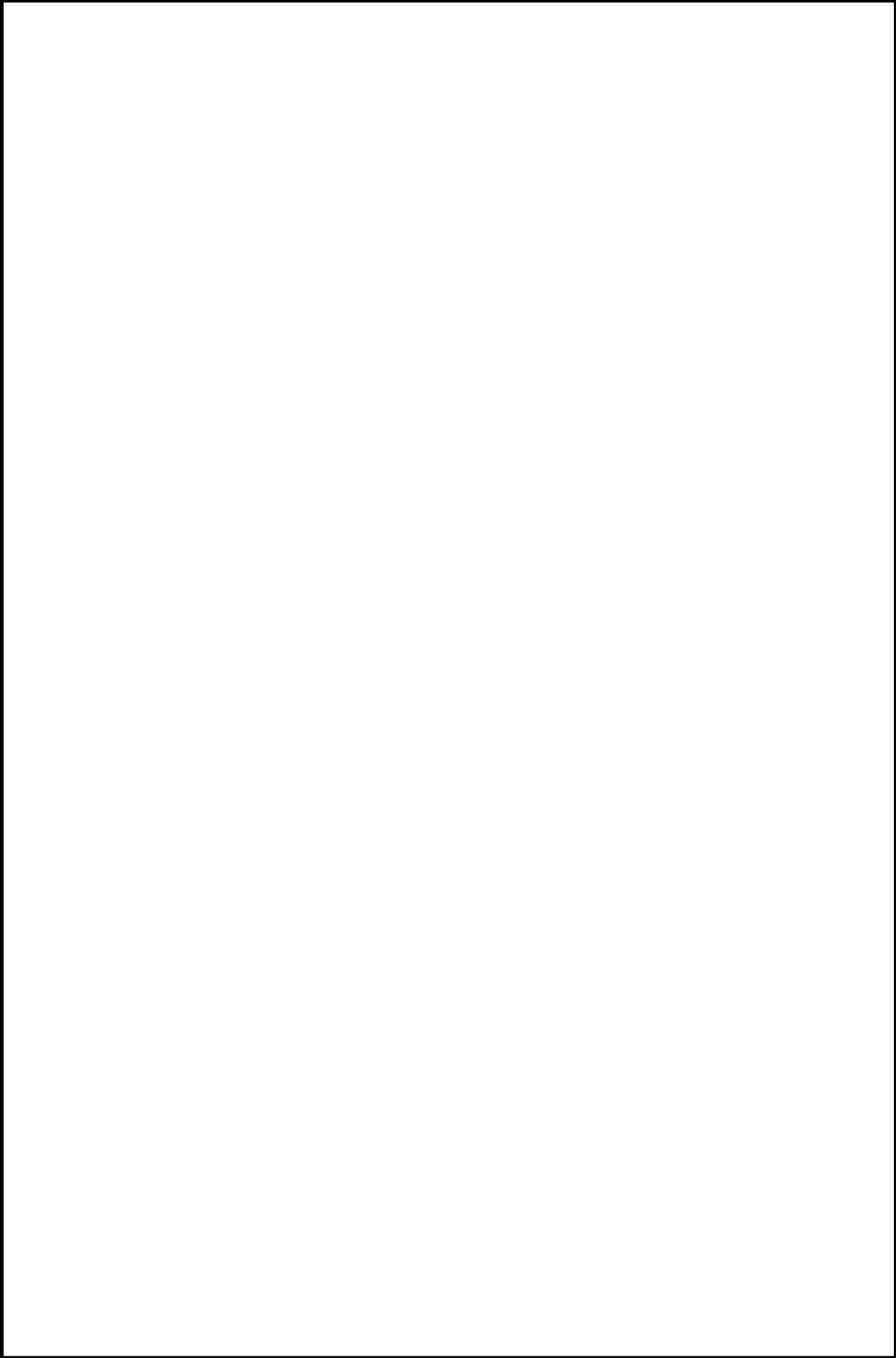
第 4.2-3 図 東海第二発電所 溢水防護区画図 (3/12)



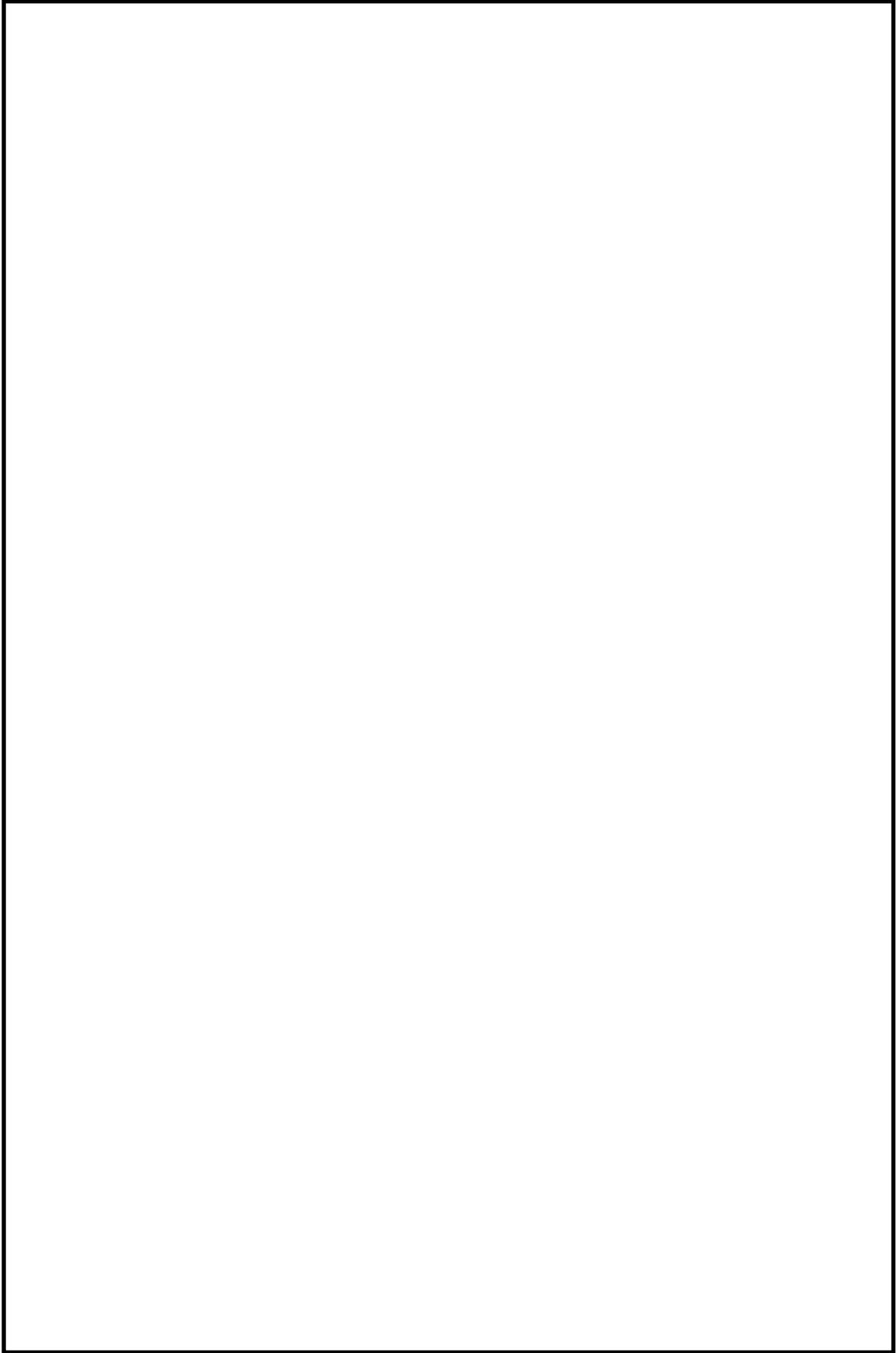
第 4.2-3 図 東海第二発電所 溢水防護区画図 (4/12)



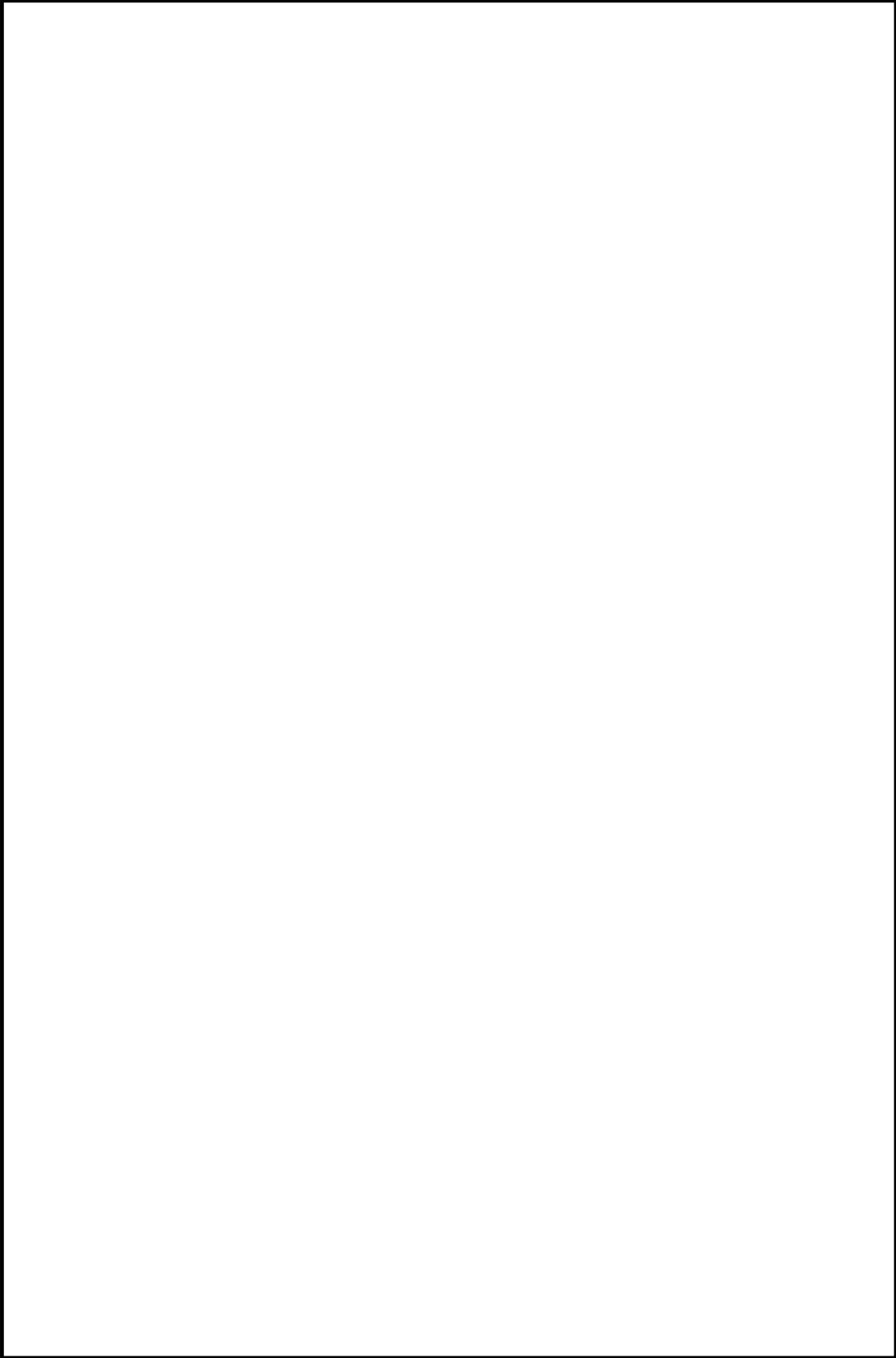
第 4.2-3 図 東海第二発電所 溢水防護区画図 (5/12)



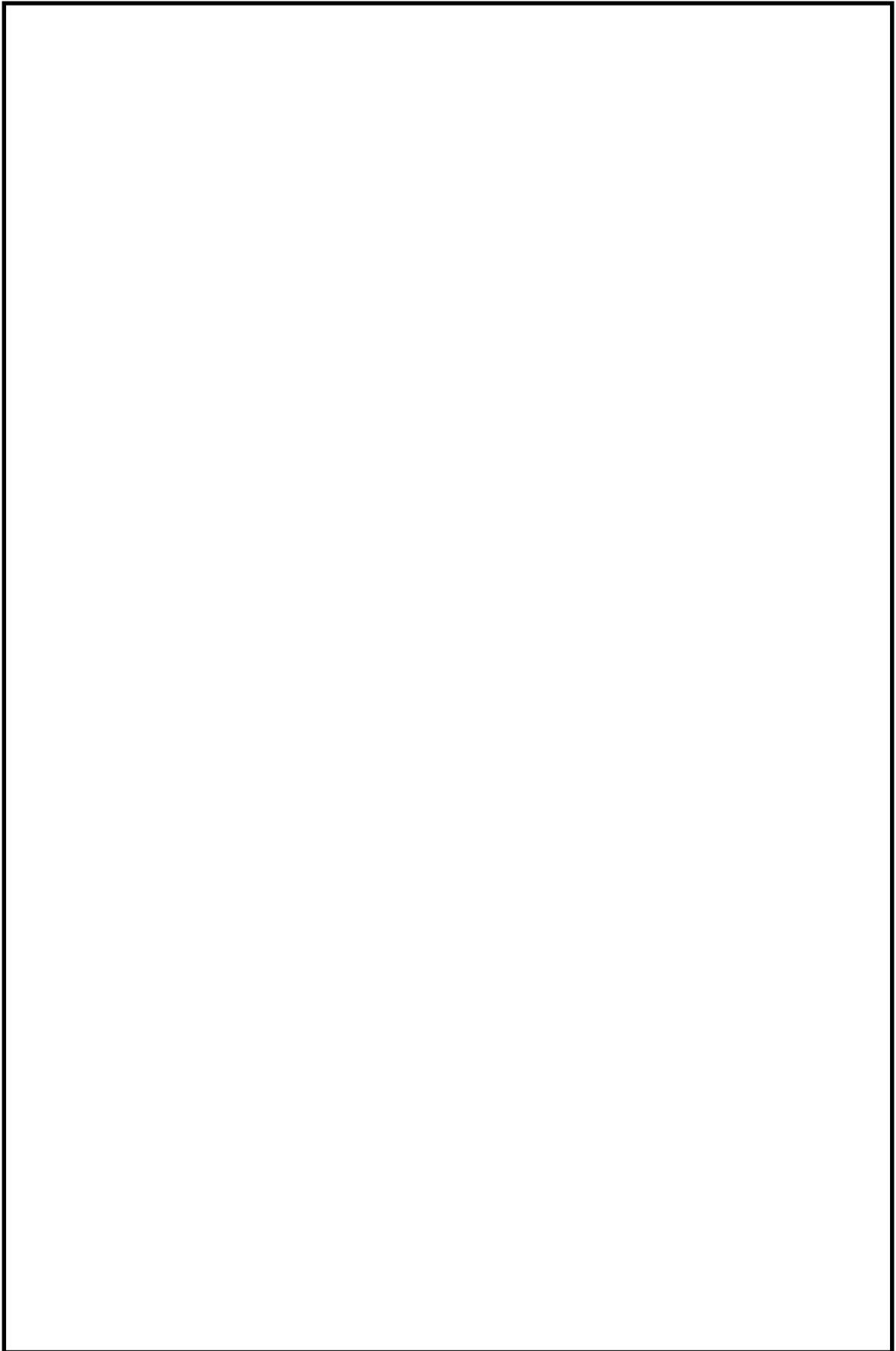
第 4.2-3 図 東海第二発電所 溢水防護区画図 (6/12)



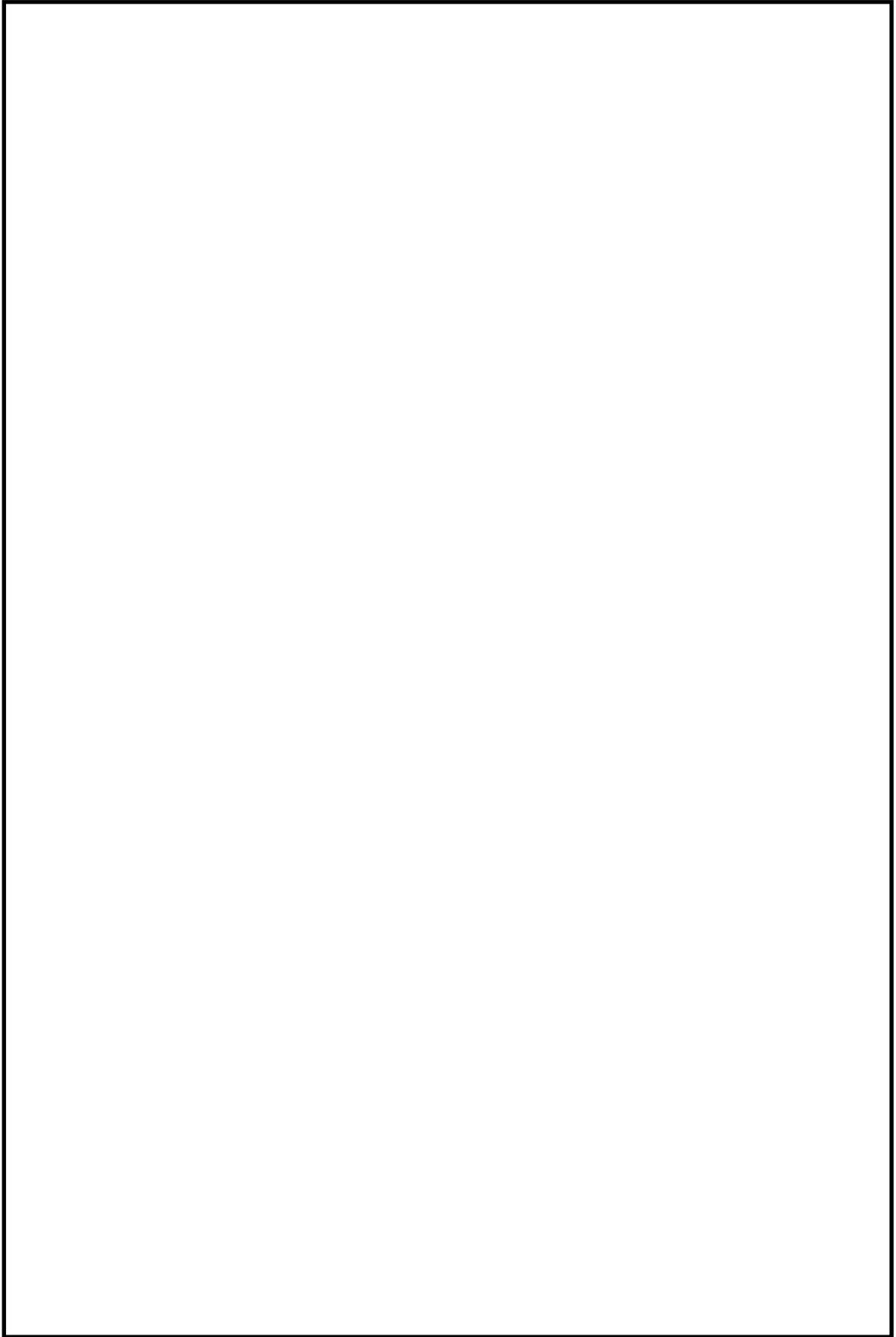
第 4. 2-3 図 東海第二発電所 溢水防護区画図 (7/12)



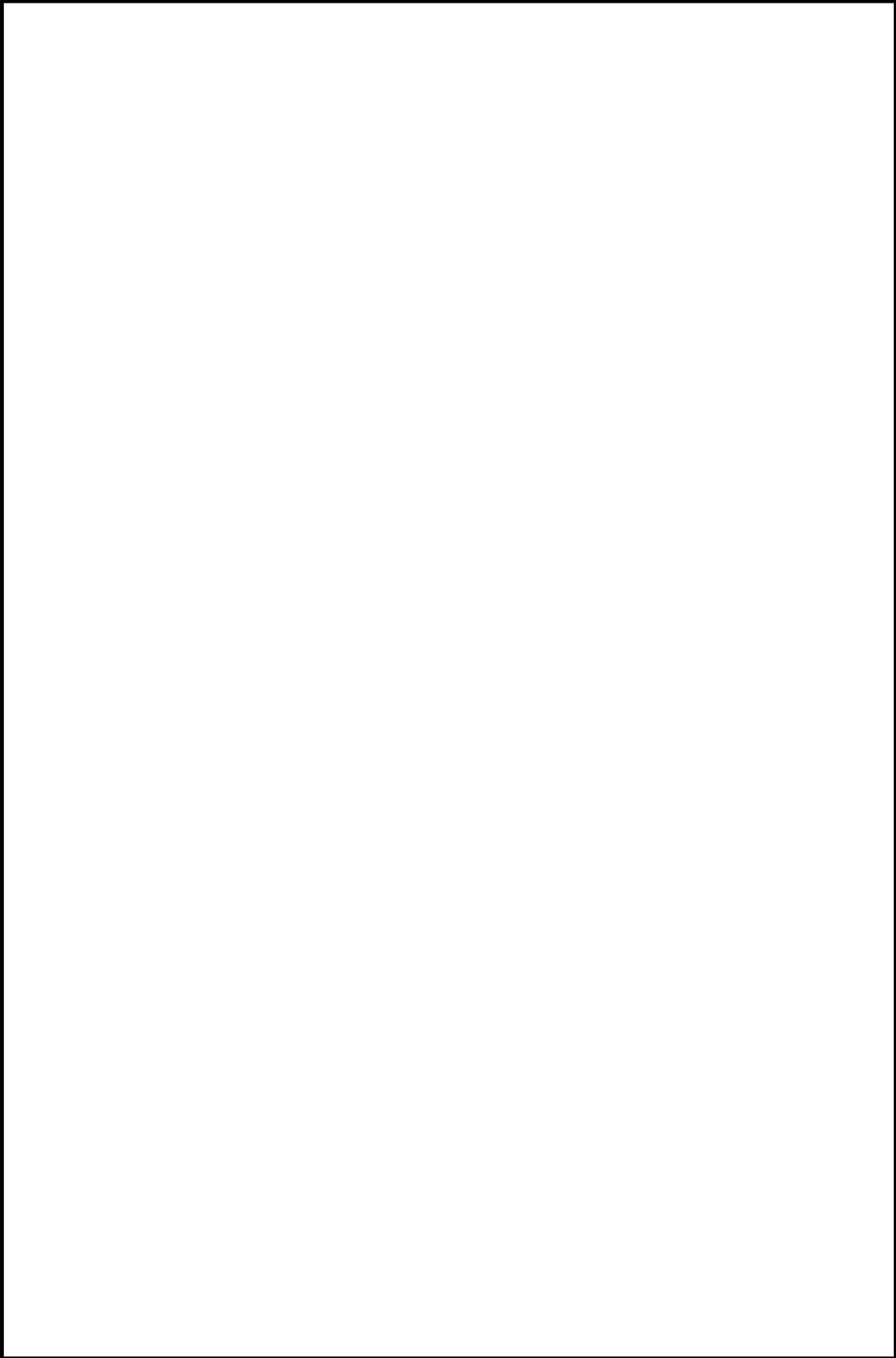
第 4.2-3 図 東海第二発電所 溢水防護区画図 (8/12)



第 4.2-3 図 東海第二発電所 溢水防護区画図 (9/12)



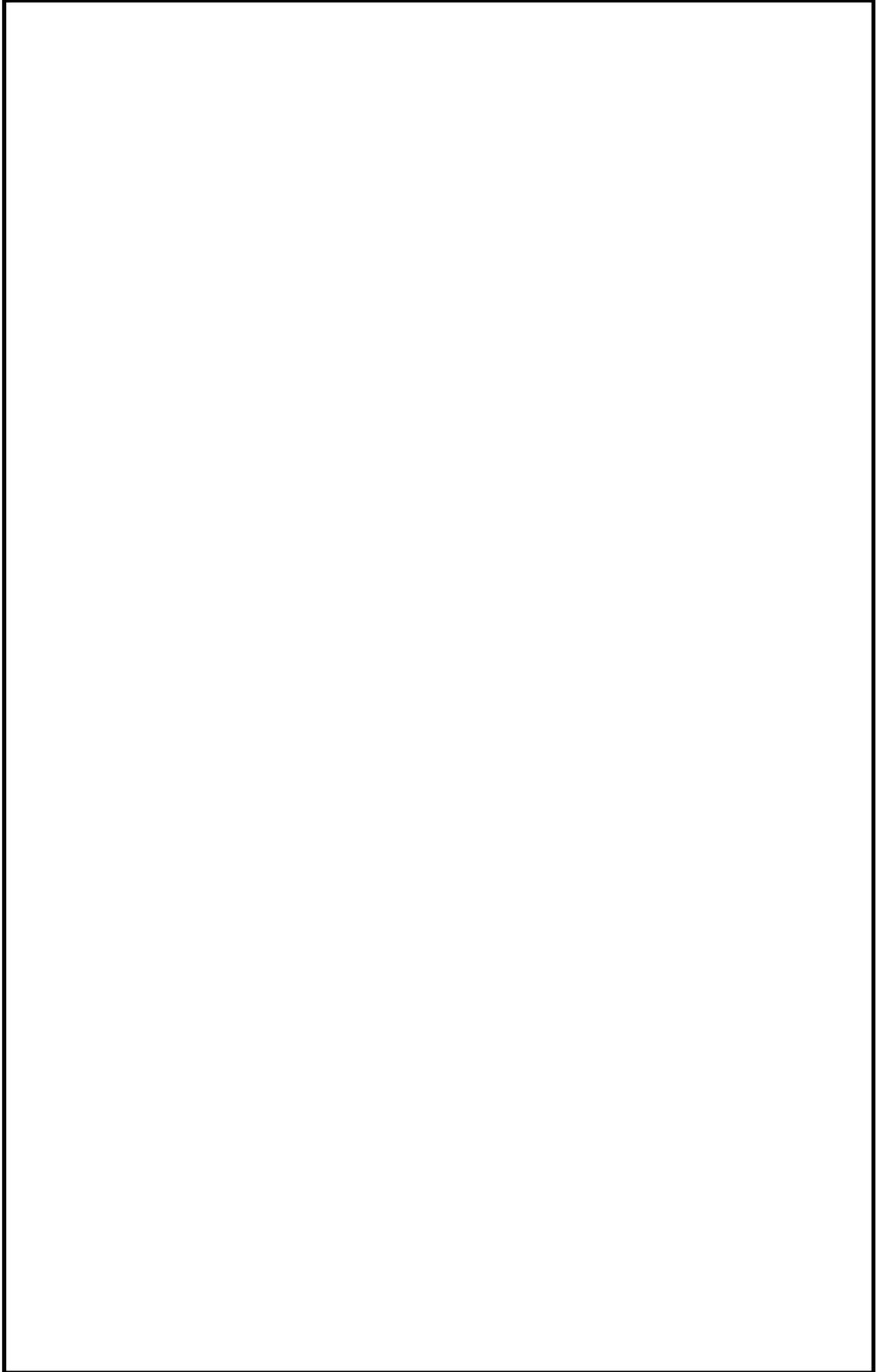
第 4.2-3 図 東海第二発電所 溢水防護区画図 (10/12)



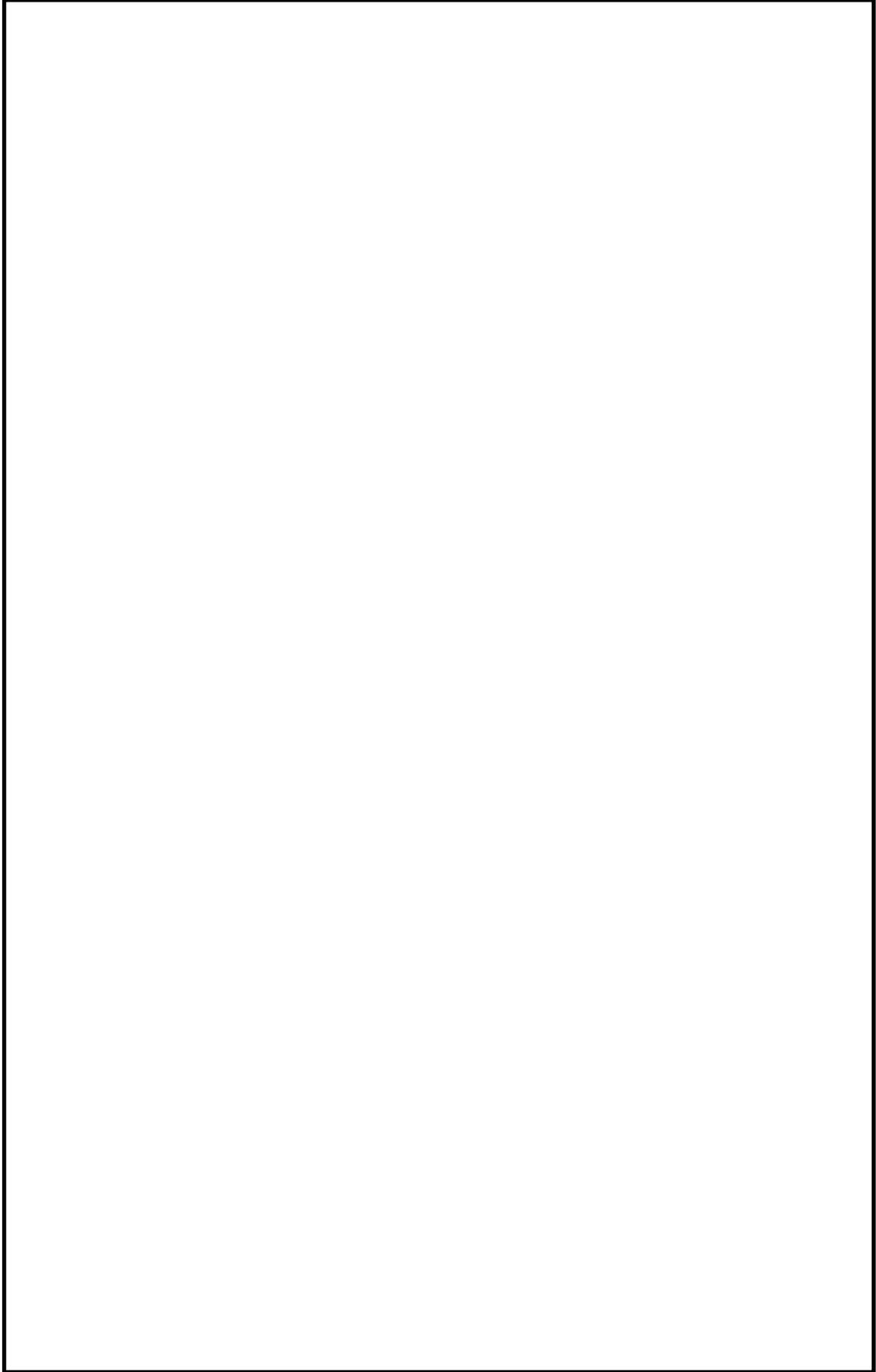
第 4.2-3 図 東海第二発電所 溢水防護区画図 (11/12)



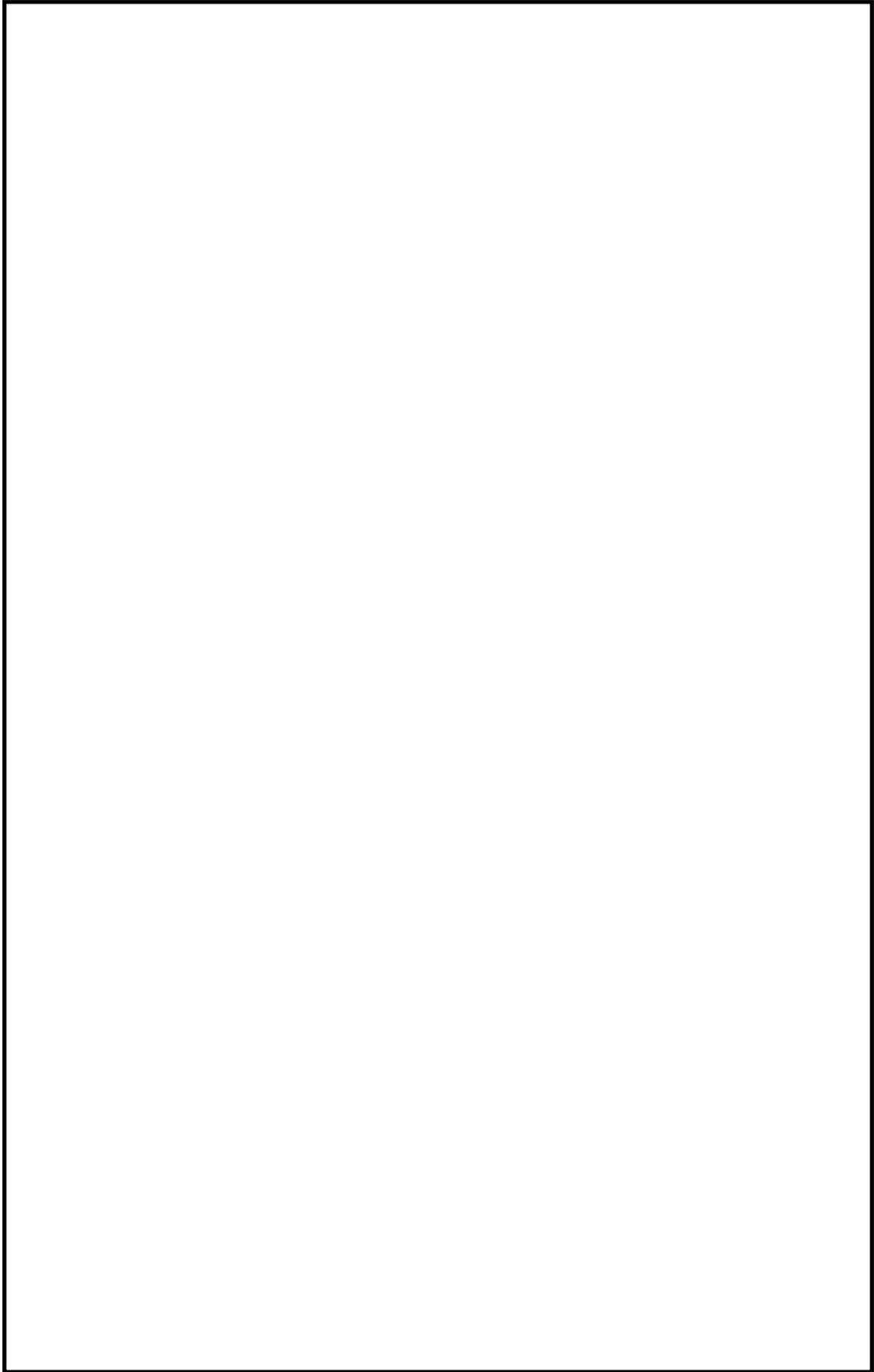
第 4.2-3 図 東海第二発電所 溢水防護区画図 (12/12)



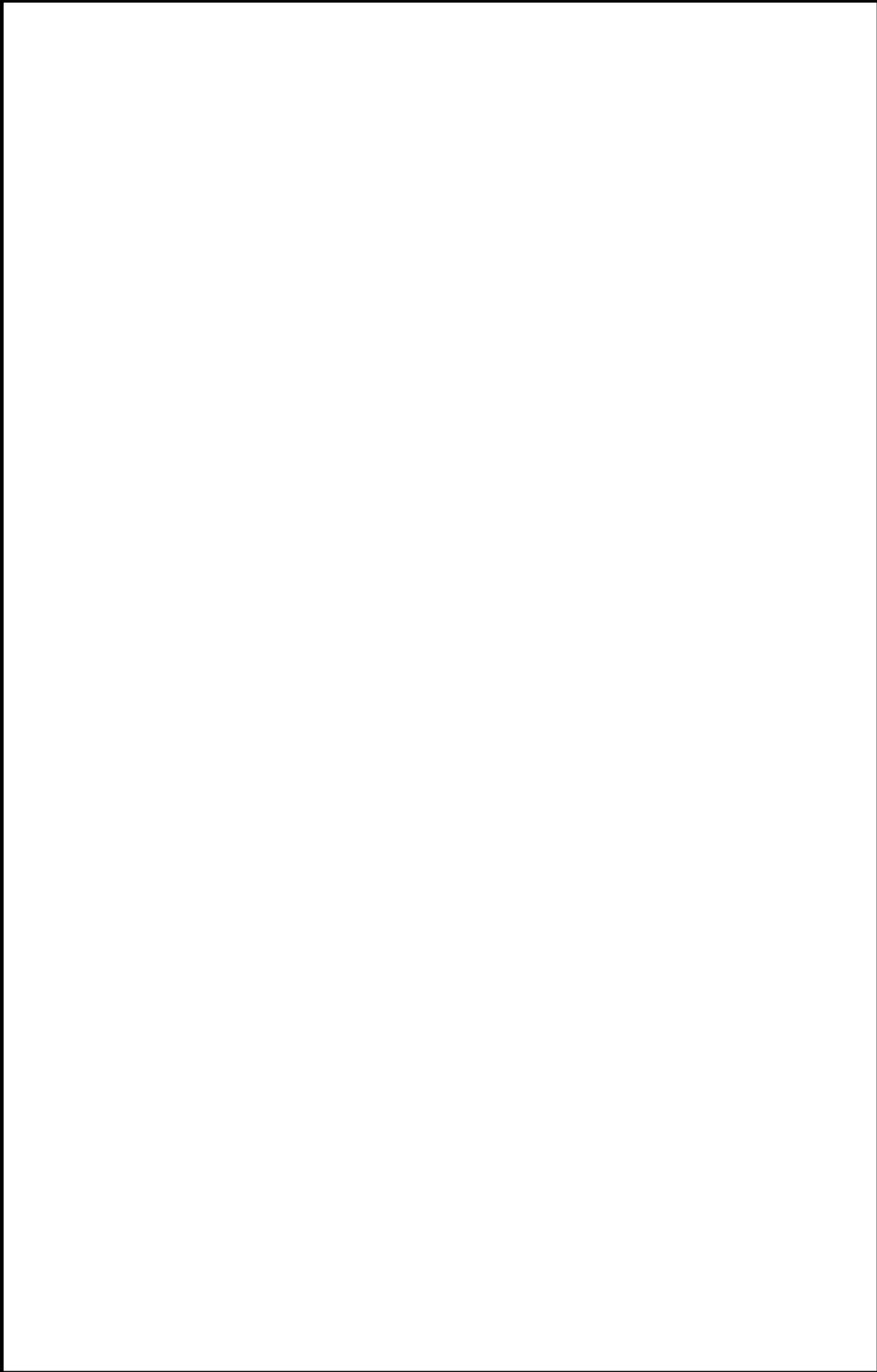
第 4.2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (1/16)



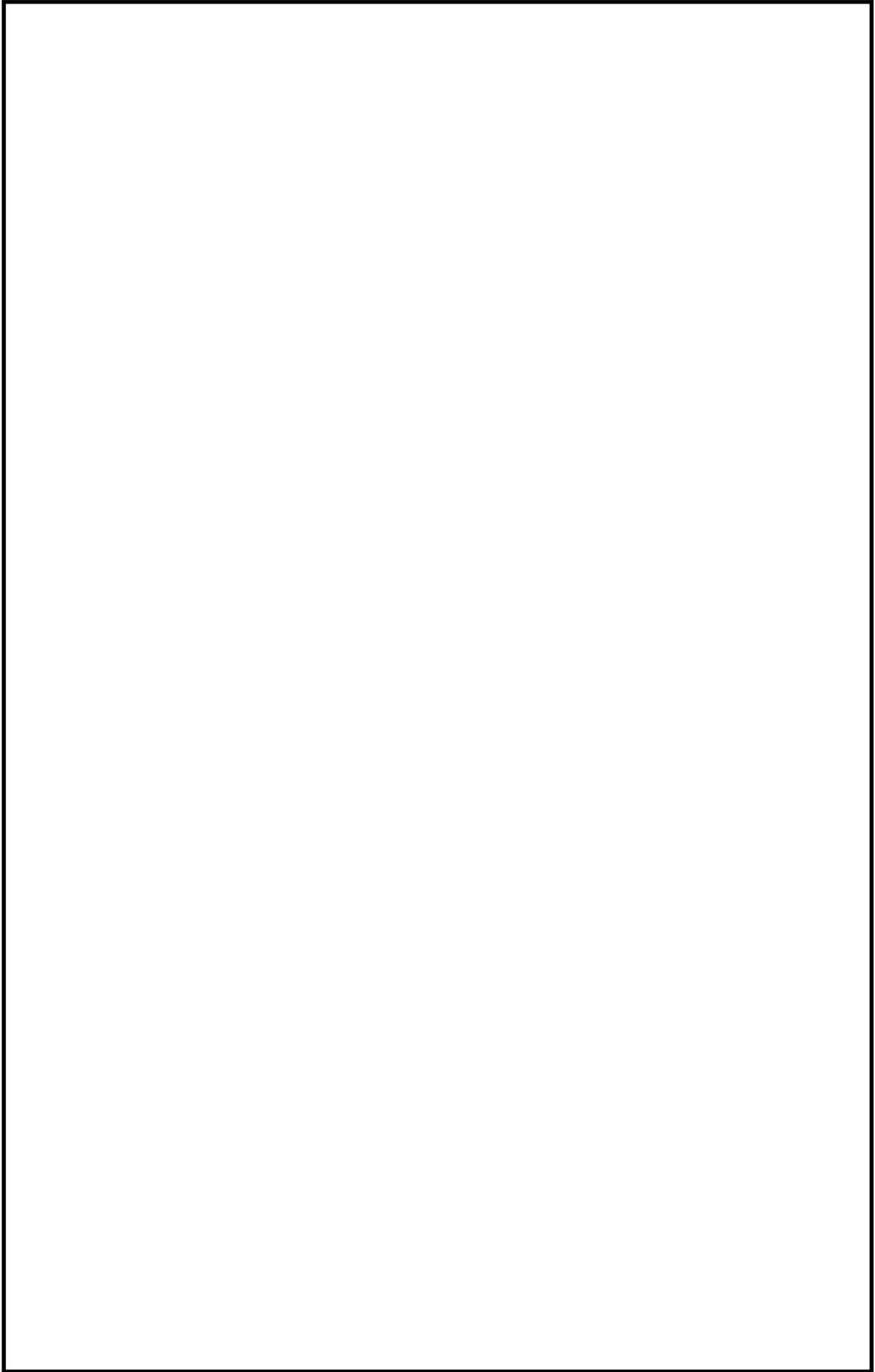
第 4.2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (2/16)



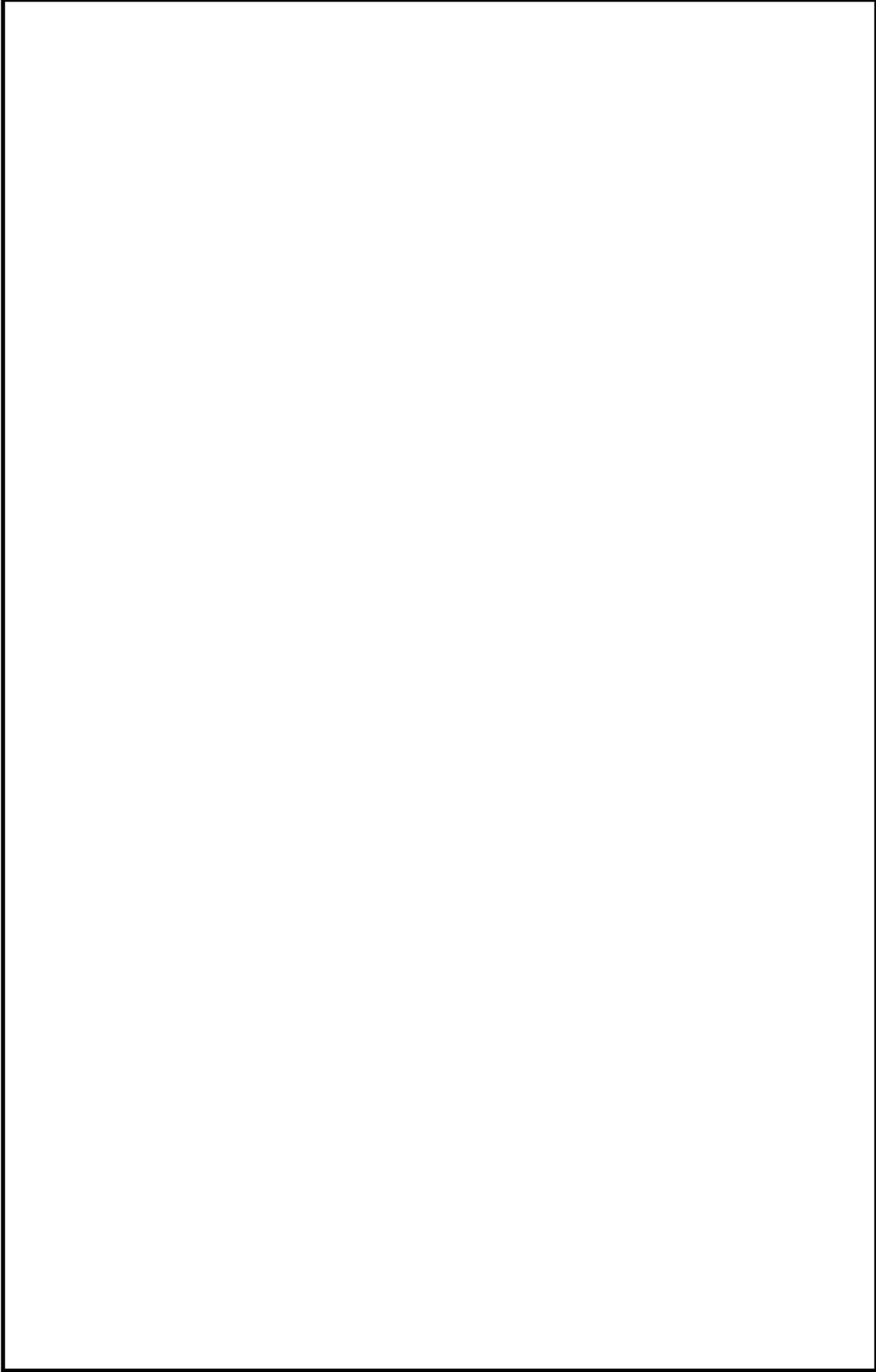
第 4.2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (3/16)



第 4.2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (4/16)



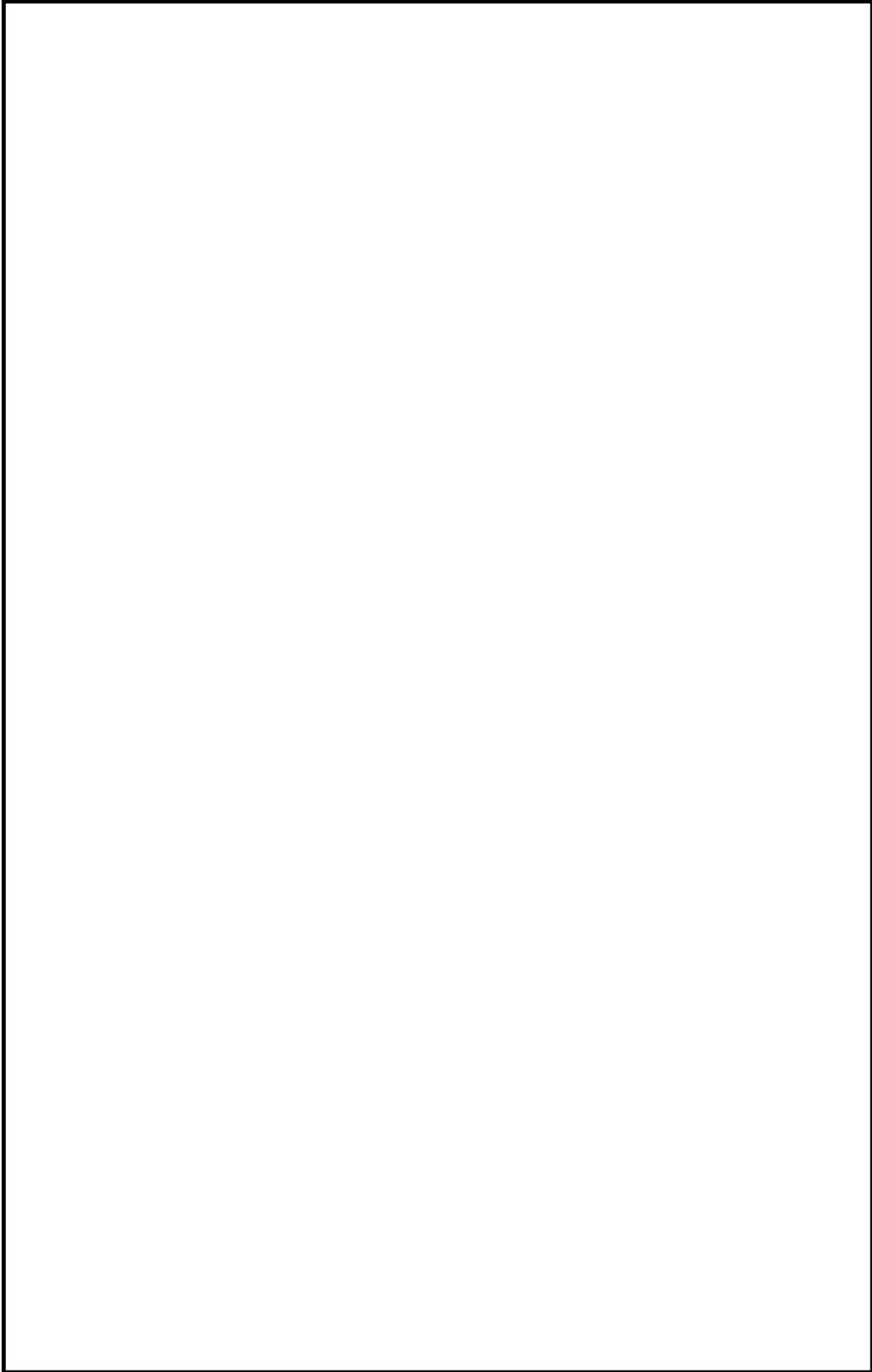
第 4.2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (5/16)



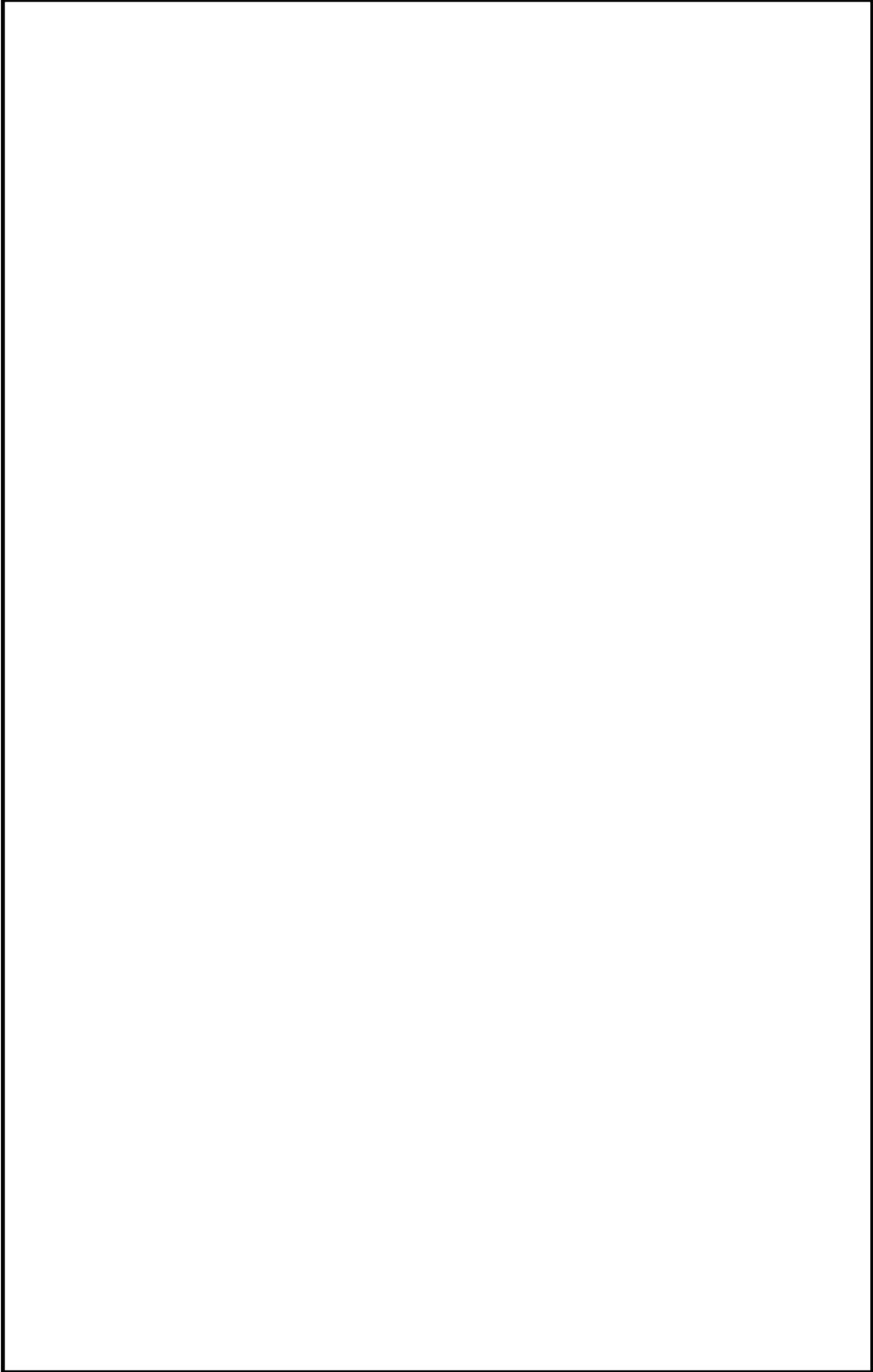
第 4.2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (6/16)



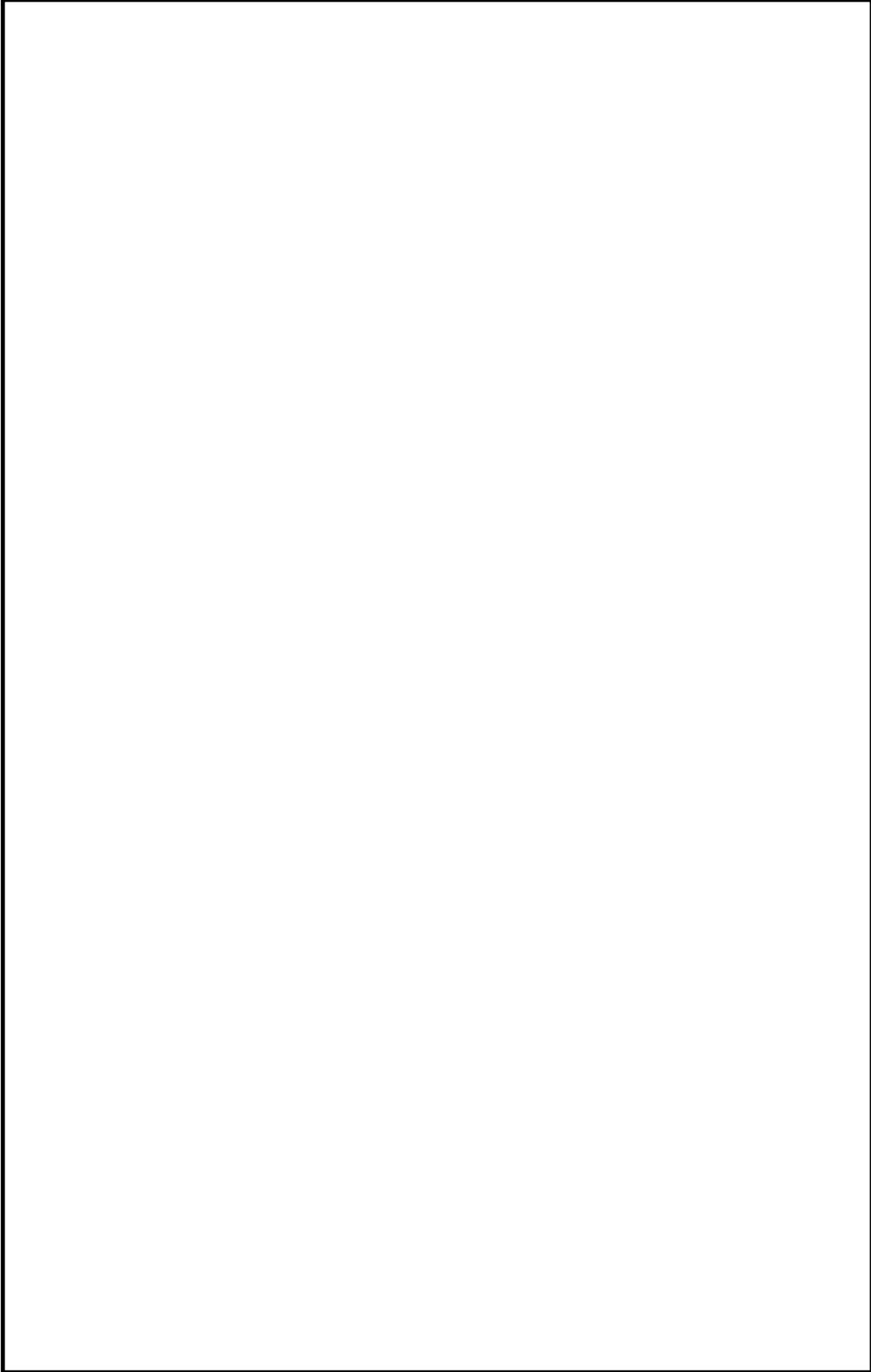
第 4.2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (7/16)



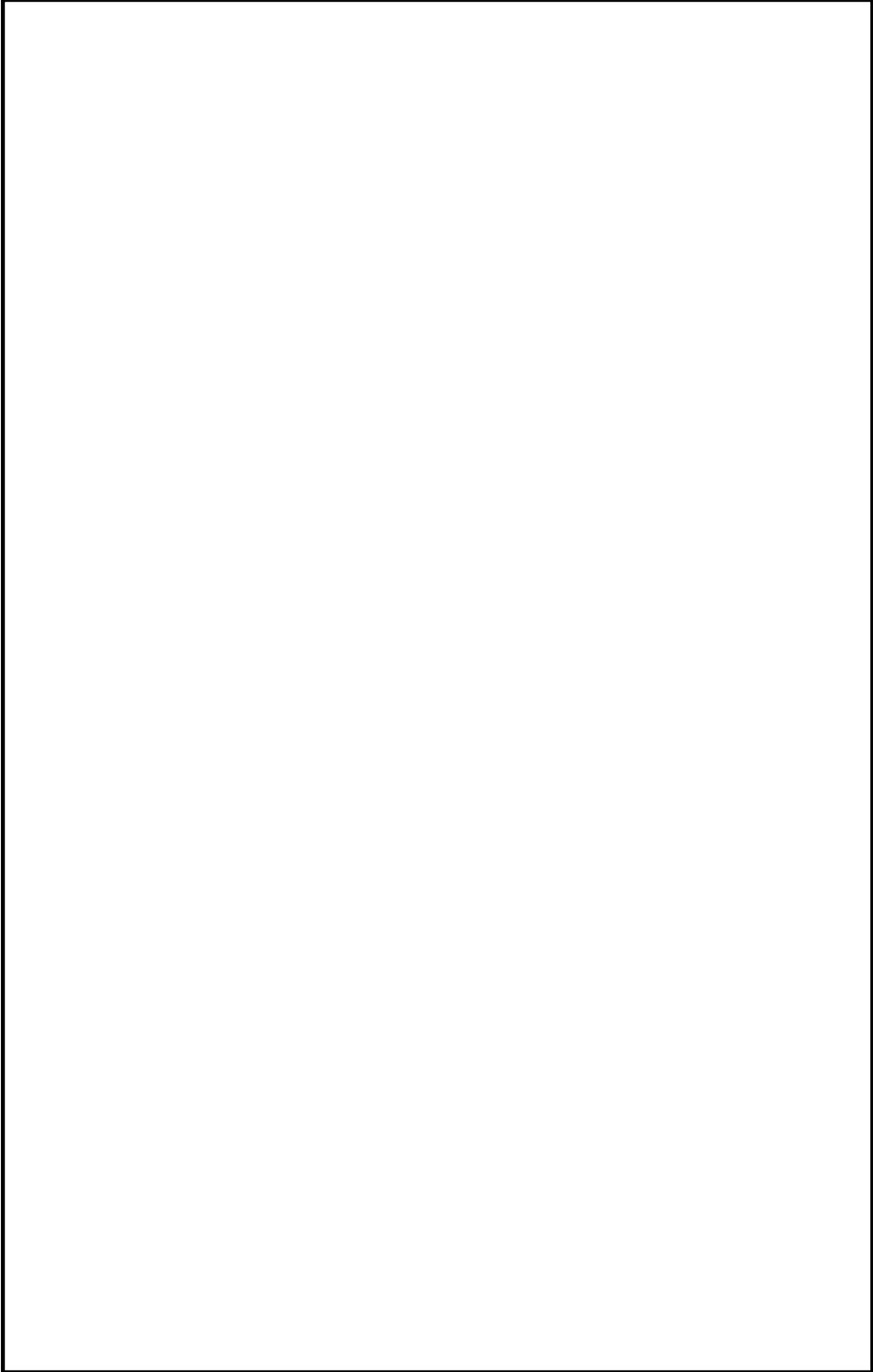
第 4.2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (8/16)



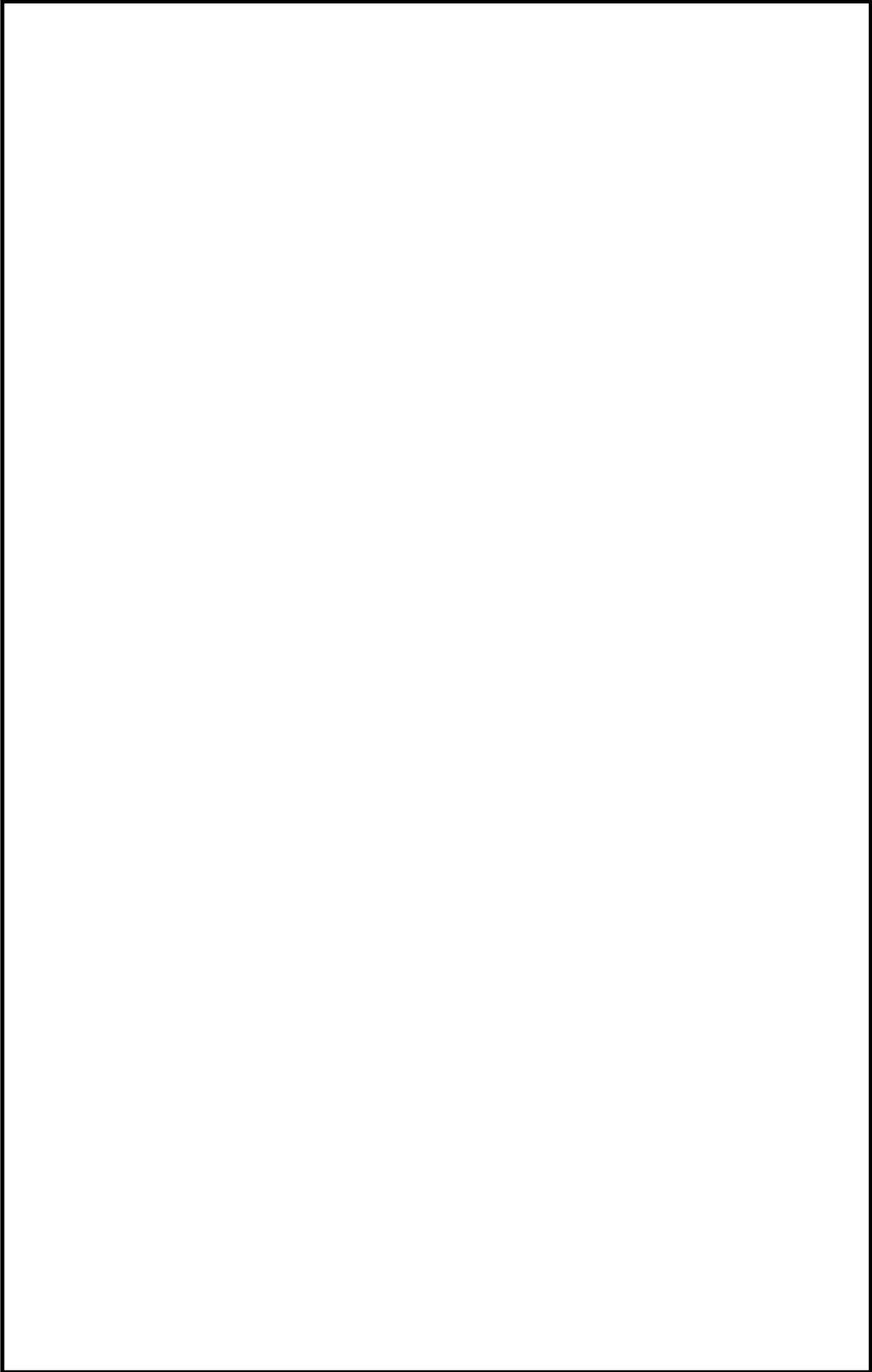
第 4.2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (9/16)



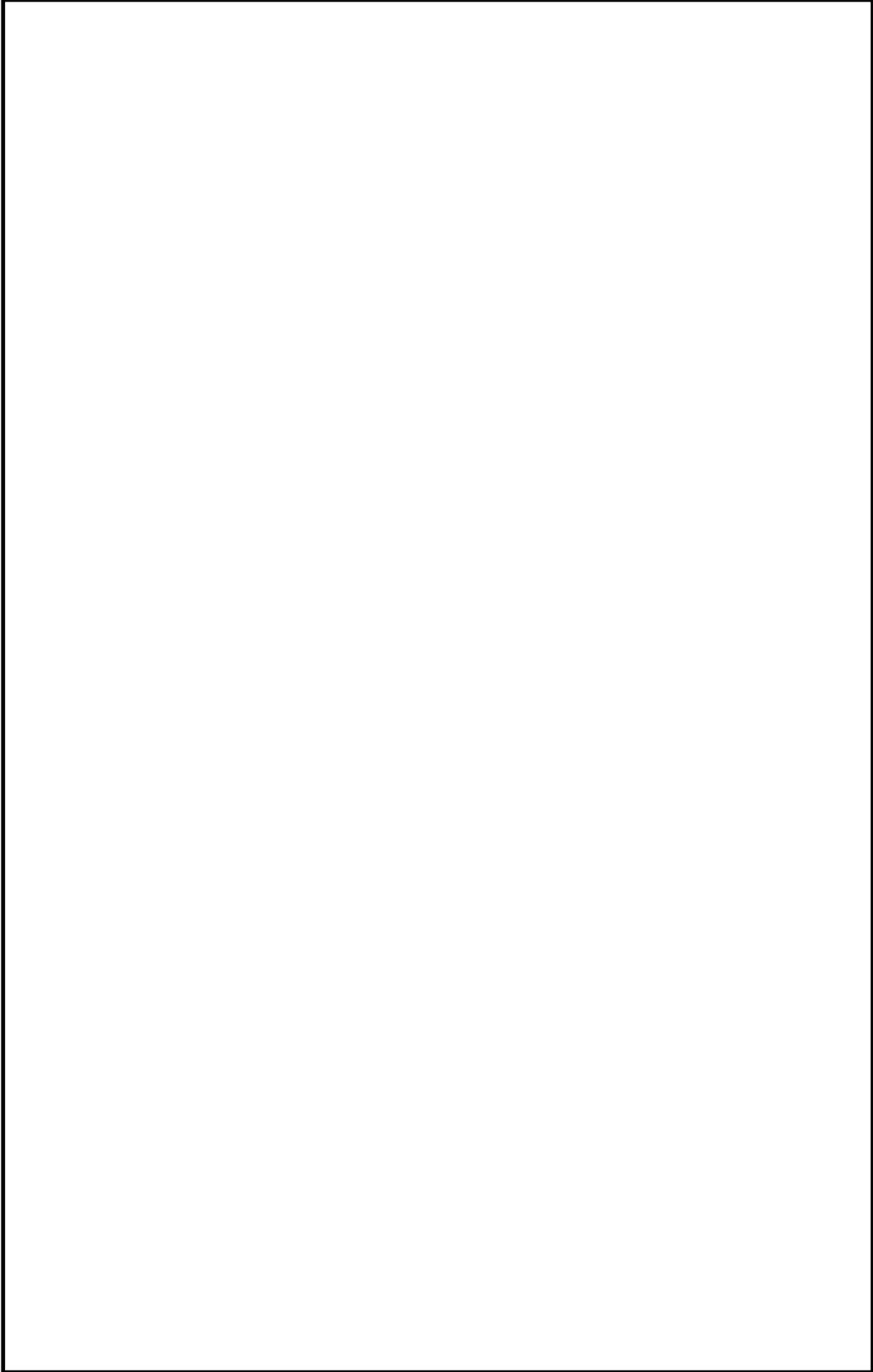
第 4. 2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (10 / 16)



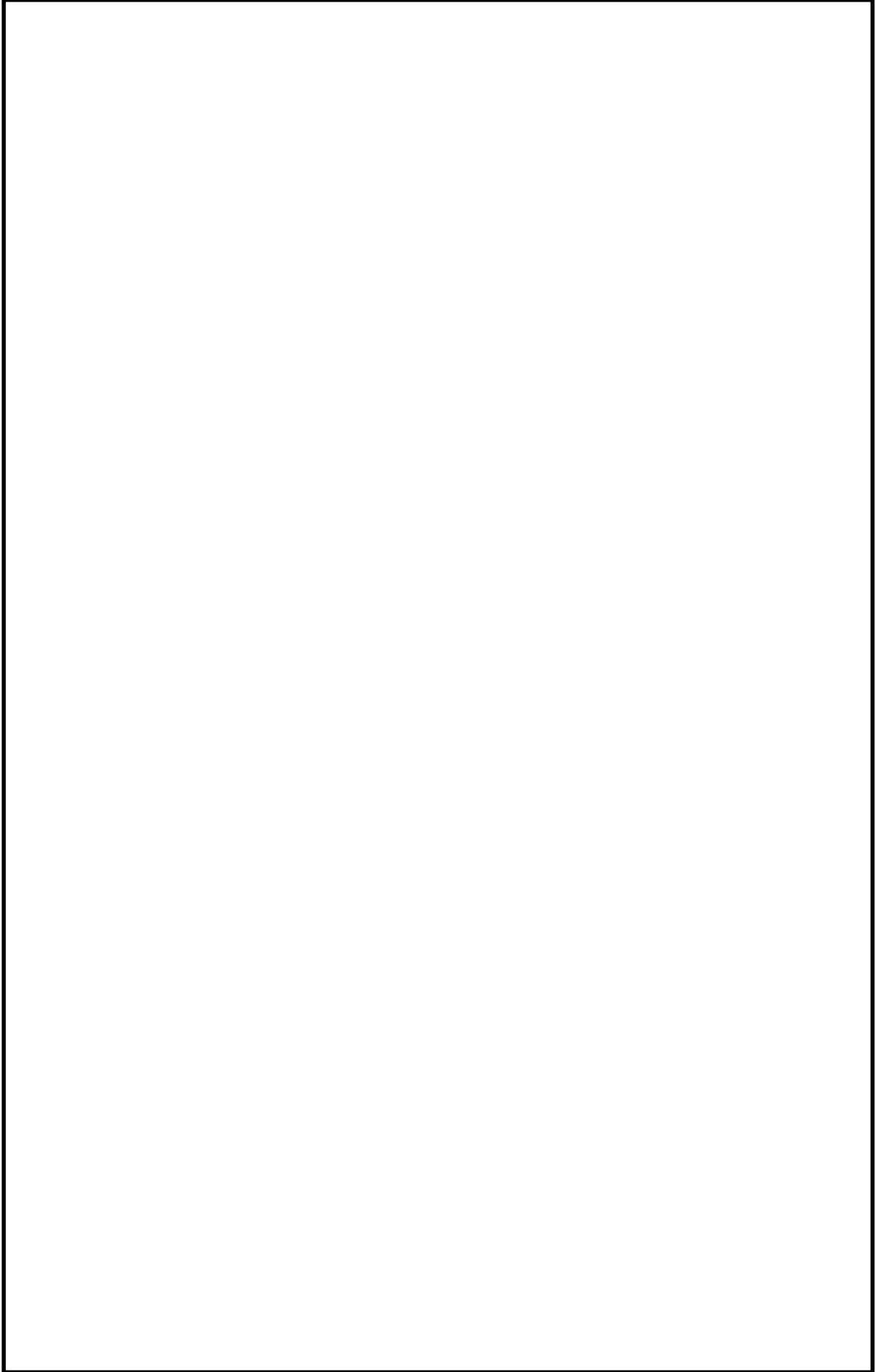
第 4. 2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (11 / 16)



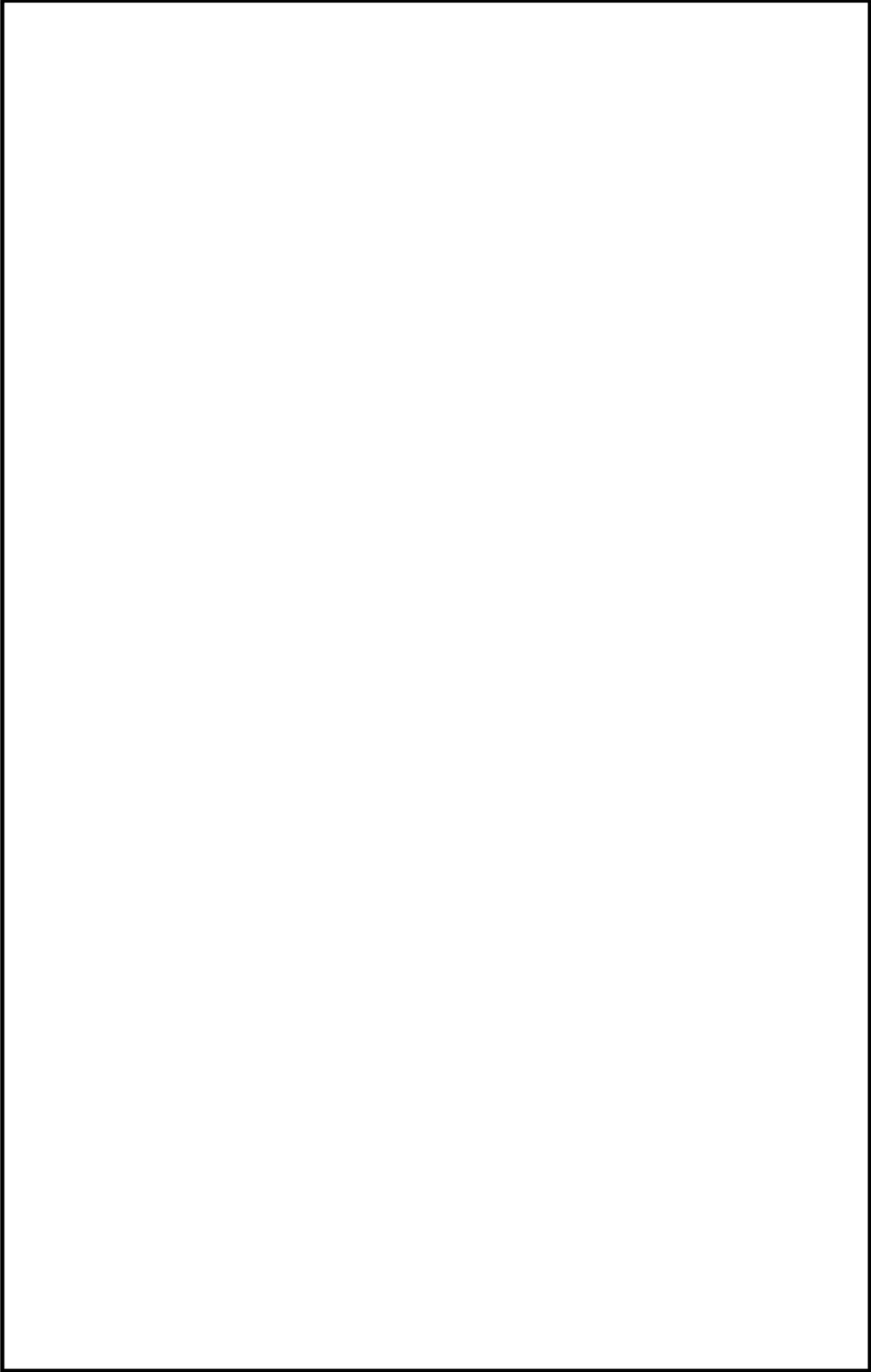
第 4. 2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (12 / 16)



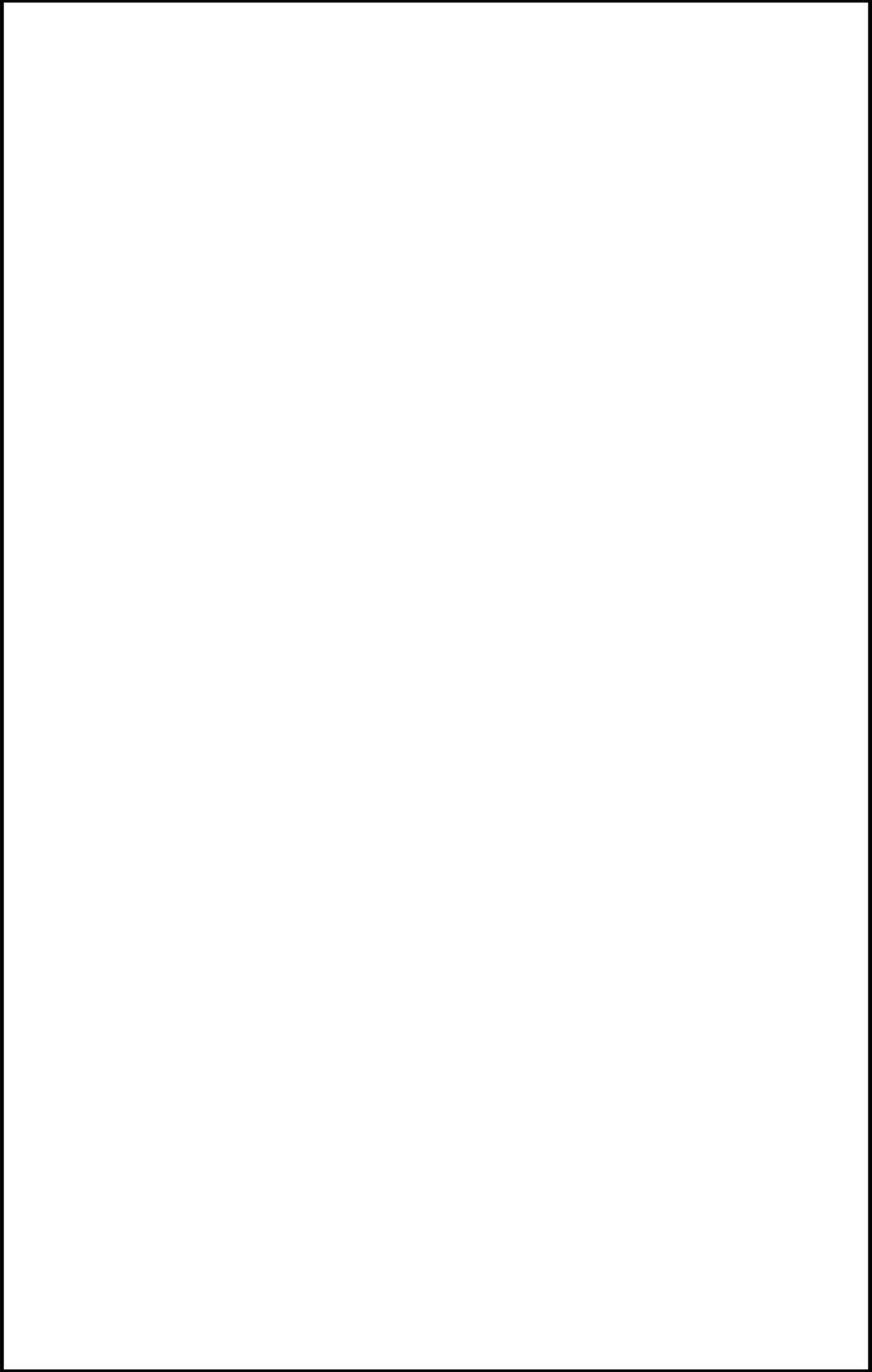
第 4. 2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (13 / 16)



第 4. 2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (14/16)



第 4. 2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (15 / 16)



第 4. 2-4 図 溢水伝播経路図 (全体共通) (16 / 16)

5. 建屋内の防護対象設備を防護するための設計方針

設定した溢水源及び溢水量に対して、防護対象設備が没水、被水及び蒸気の影響を受けて、安全機能を損なわない設計とするとともに、使用済燃料プールのスロッシングによる水位低下を考慮しても、使用済燃料プールの冷却機能及び使用済燃料プールへの給水機能が維持できる設計とする。

また、溢水評価において現場操作が必要な設備に対しては、必要に応じて、環境の温度及び放射線量を考慮しても運転員による操作場所までのアクセスが可能な設計とする。なお、必要となる操作を中央制御室で行う場合は、操作を行う運転員は中央制御室に常駐していることからアクセス性を失わずに対応できる。

5.1 没水の影響に対する評価及び防護設計方針

5.1.1 没水の影響に対する評価方針

「3. 溢水源の想定」にて設定した溢水源から発生する溢水量と「4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定」にて設定した溢水防護区画及び溢水経路から算出した溢水水位に対し、防護対象設備が安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

具体的には、以下に示す要求のいずれかを満足していれば防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。想定破損による没水評価を 6.2，消火水の放水による没水評価を 7.2，地震起因による没水評価を 8.6 に示す。

(1) 発生した溢水による水位が、溢水の影響を受けて防護対象設備の安全機能を損なうおそれがある高さ（以下「機能喪失高さ」という。）を上回らないこと。その際、溢水の流入状態、溢水源からの距離、人のアクセス等による一時的な水位変動を考慮し、発生した溢水に対して裕度を

確保されていること。さらに、溢水防護区画への設備の追加、変更及び資機材の持込みによる床面積への影響を考慮すること。

機能喪失高さについては、防護対象設備の各付属品の設置状況も踏まえ、没水によって安全機能を損なうおそれのある最低の高さを設定する。

防護対象設備の機能喪失高さの考え方の例を第 5.1.1-1 表に示す。

溢水防護区画毎に当該エリアで機能喪失高さが最も低い設備を選定し、機能喪失高さと溢水水位を比較することにより当該エリアの影響評価を実施する。

機能喪失高さは、「評価高さ」を基本とするが、この評価において、没水と評価された機器については、改めてより現実的な設定としている「実力高さ」を用いた再評価による判定をしている。

ただし、当初から電源盤等の没水を許容せず、防護する方針としている設備については、「評価高さ」による判定のみで対策が必要とする。機能喪失高さと評価高さの関係については、添付資料-1 に詳細を示す。

発生した溢水による水位(H)は、以下の式に基づいて算出する。床勾配が溢水評価区画にある場合には、保守的に床勾配分の滞留量は考慮せず、溢水水位の算出は床勾配高さ(※)分嵩上げする。

※ 床勾配の下端から上端までの高さ(保守的に一律 100 mm と設定)

$$H=Q/A + h$$

H：水位(m)

Q：流入量(m³)

設定した溢水量及び溢水経路に基づき評価対象区画への流入量を算出する。

A：滞留面積(m²) (除外面積を考慮した算出面積に対して 30% 裕度を確保)

評価対象区画内と溢水経路に存在する区画の総面積を滞留面積として評価する。滞留面積は、壁及び床の盛り上がり（コンクリート基礎等）範囲を除く有効面積を滞留面積とする。

h：床勾配高さ(m)（溢水防護区画の床勾配を考慮）

没水評価に係る保守性の考慮について補足説明資料-13に示す。

(2) 防護対象設備が多重性又は多様性を有しており、各々が別区画に設置され同時に安全機能を損なうことのないこと。その際、溢水を起因とする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に必要な機器の単一故障を考慮すること。

第 5.1.1-1 表 溢水による各設備の機能喪失高さの考え方

機器	機能喪失高さ	
	実力高さ	評価高さ
弁	①電動弁：弁駆動装置下部 ②空気作動弁，各付属品のうち，最低高さの付属品の下端部	・電動弁，空気作動弁とも 弁配管の中心高さ
ダンパ及びダクト	・各付属品のうち，最低高さの付属品の下端部	・ダンパ，ダクトとも 中心高さ（配管ダクトの場合） ・ダンパ，ダクトの 下端高さ
ポンプ	①ポンプ又はモータのいずれか低い方の下端 ②モータは下端部	・ポンプ，モータの 基礎＋架台高さのいずれか低い箇所
ファン	・モータ下端部又は吸込み口高さの低い方	・ファン又はモータの 基礎＋架台高さのいずれか低い箇所の高さ
計器	・計器類は計器本体又は伝送器の下端部のいずれか低い方	・計器類は計器本体又は伝送器の 下端部のいずれか低い方 ・計器ラックは 床面高さ
電源・盤	・端子台等最下部	・ 床面高さ

5.1.2 没水の影響に対する防護設計方針

溢水防護対象設備が没水により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組み合わせの対策を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

(1) 溢水源又は溢水経路に対する対策

a. 漏えい検知システム等により溢水の発生を早期に検知し、中央制御室からの遠隔操作（自動又は手動）又は現場操作により漏えい箇所を早期に隔離できる設計とする。このうち漏えい検知器の設置については、補足説明資料-43に示す。

b. 溢水防護区画外の溢水に対して、壁、扉、堰等による流入防止対策を図り溢水の流入を防止する設計とする。

流入防止対策として設置する壁、扉、堰等は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動 S_s による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が損なわれない設計とする。

c. 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより溢水量を低減する。

d. 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動 S_s による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより溢水量を低減する。

e. その他の溢水のうち機器の誤作動や弁グランド部、配管フランジ部からの漏えい事象等に対しては、漏えい検知システムや床ドレンファンネルからの排水等により早期に検知し、溢水防護対象設備

の安全機能が損なわれない設計とする。なお、その評価を補足説明資料-25に示す。

(2) 溢水防護対象設備に対する対策

- a. 溢水防護対象設備の機能喪失高さが、発生した溢水による水位を十分な裕度を持って上回る設計とする。
- b. 溢水防護対象設備周囲に浸水防護堰を設置し、溢水防護対象設備が没水しない設計とする。設置する浸水防護堰については、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できる設計とするとともに、溢水の要因となる地震や火災等により生じる環境や荷重条件に対して当該機能が損なわれない設計とする。

5.2 被水の影響に対する評価及び防護設計方針

5.2.1 被水の影響に対する評価方針

「3. 溢水源の想定」にて設定した溢水源からの直線軌道及び放物線軌道の飛散による被水，及び天井面の開口部若しくは貫通部からの被水の影響を受ける範囲内にある防護対象設備が被水により安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

具体的には，以下に示す要求のいずれかを満足していれば防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。想定破損による被水評価を 6.3，消火水の放水による被水評価を 7.3，地震起因による被水評価を 8.7 に示す。

(1) 防護対象設備があらゆる方向からの水の飛まつによっても有害な影響を生じないように，以下に示すいずれかの保護構造を有していること。

a. 「J I S C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級 (IP コード)」

における第二特性数字 4 以上相当の保護等級を有すること。

b. 実機での被水条件を考慮しても安全機能を損なわないことを被水試験等により確認した保護カバーやパッキン等により，被水防護措置がなされていること。

(2) 防護対象設備が多重性又は多様性を有しており，各々が別区画に設置され，同時に安全機能を損なうことのないこと。その際，溢水を起因とする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に必要な機器の単一故障を考慮すること。

5.2.2 被水の影響に対する防護設計方針

溢水防護対象設備が被水により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組み合わせの対策を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

(1) 溢水源又は溢水経路に対する対策

- a. 溢水防護区画外の溢水に対して、壁、扉、堰等による流入防止対策を図り溢水の流入を防止することにより被水の影響が発生しない設計とする。

流入防止対策として設置する壁、扉、堰等は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動 S_s による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が損なわれない設計とする。

- b. 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより被水の影響が発生しない設計とする。
- c. 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動 S_s による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより被水の影響が発生しない設計とする。
- d. 消火水の放水による溢水に対しては、溢水防護対象設備が設置されている溢水防護区画において固定式消火設備等の水消火を行わない消火手段を採用することにより、被水の影響が発生しない設計とする。

また、水消火を行う場合には、水消火による被水の影響を最小限に止めるため、溢水防護対象設備に対して不用意な放水を行わない

ことを消火活動における運用及び留意事項として「火災防護計画」に定める。

(2) 溢水防護対象設備に対する対策

- a. 「J I S C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級(IPコード)」における第二特性数字4以上相当の保護等級を有する機器への取替を行う。
- b. 溢水防護対象設備に対し，実機での被水条件を考慮しても安全機能を損なわないことを被水試験等により確認したシール材塗布等による被水防護措置を行う。

5.3 蒸気の影響に対する評価及び防護設計方針

5.3.1 蒸気の影響に対する評価方針

「3. 溢水源の想定」にて設定した溢水源からの漏えい蒸気の影響による影響を確認するために、防護対象設備が蒸気放出の影響により安全機能を損なうおそれのないことを評価する。

防護対象設備の蒸気による機能喪失判定は、防護対象設備の仕様（温度、湿度及びその継続時間等）と建設時に求めた蒸気漏えい発生時の環境条件を比較する。蒸気漏えい発生時の環境条件は原子炉冷却材喪失事故時の環境条件に包絡されるため、原子炉冷却材喪失事故時の環境条件と防護対象設備の仕様を比較し、原子炉冷却材喪失事故時の環境条件がより厳しい場合は機能喪失と判定する。

具体的には、想定破損発生区画内での漏えい蒸気による防護対象設備への影響及び区画間を拡散する漏えい蒸気による防護対象設備への影響が、蒸気曝露試験又は机上評価によって防護対象設備の健全性が確認されている条件（温度、湿度及び圧力）を超えなければ、防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。想定破損による蒸気評価を 6.4、地震起因による蒸気評価を 8.8 に示す。

このとき、熱流体解析コードを用い、実機を模擬した空調条件や解析区画を設定して解析を実施し、防護対象設備が蒸気放出の影響により安全機能を損なうおそれがないことを評価する。また、破損想定箇所の近傍に防護対象設備が設置されている場合は、漏えい蒸気の直接噴出による防護対象設備への影響も考慮するとともに、溢水を起因とする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に必要な機器の単一故障も考慮する。

5.3.2 蒸気の影響に対する防護設計方針

溢水防護対象設備が蒸気放出の影響により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組み合わせの対策を行うことにより、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

(1) 溢水源又は溢水経路に対する対策

- a. 溢水防護区画外の蒸気放出に対して、壁、扉等による流入防止対策を図り蒸気の流入を防止する設計とする。

流入防止対策として設置する壁、扉等は、溢水により発生する蒸気に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動 S_s による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が損なわれない設計とする。

- b. 溢水源となる系統を、溢水防護区画外で閉止することにより、溢水防護区画内において蒸気放出による影響が発生しない設計とする。

- c. 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより蒸気放出による影響が発生しない設計とする。

- d. 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動 S_s による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより蒸気放出による影響が発生しない設計とする。

- e. 蒸気の漏えいを検知し、中央制御室からの遠隔隔離（自動又は手動）を行うための自動検知・遠隔隔離システムを設置し、漏えい蒸気を早期隔離することで蒸気影響を緩和する設計とする。

また、自動検知・遠隔隔離システムだけでは溢水防護対象設備の健全性が確保されない場合には、破損想定箇所に防護カバーを設置

することで漏えい蒸気量を抑制して、溢水防護区画内雰囲気温度への影響を軽減する設計とする。

さらに、信頼性向上の観点から、防護カバー近傍には小規模漏えい検知を目的とした特定配置温度検出器を設置し、蒸気の漏えいを早期検知する設計とする。

蒸気影響評価における想定破損評価条件を第5.3.2-1表に示す。

応力評価を実施する配管については、応力評価の結果により発生応力（一次＋二次応力）が許容応力の0.4倍を超え0.8倍以下であれば「配管内径の1/2の長さと同配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラック」を想定し、発生応力が許容応力の0.4倍以下であれば破損は想定しない。

第 5.3.2-1表 蒸気影響における配管の想定破損評価条件

系 統		破損想定	隔離
原子炉隔離時冷却系蒸気系， 補助蒸気系	一般部（1Bを超える）	貫通クラック	自動/手動
	ターミナルエンド部	完全全周破断	手動
	一般部（1B以下）		

原子炉隔離時冷却系蒸気配管及び補助蒸気系配管については、重大事故等対処設備の設置工事及び耐震補強工事を実施し、応力評価結果が上記の条件を満足するよう対策を実施する。

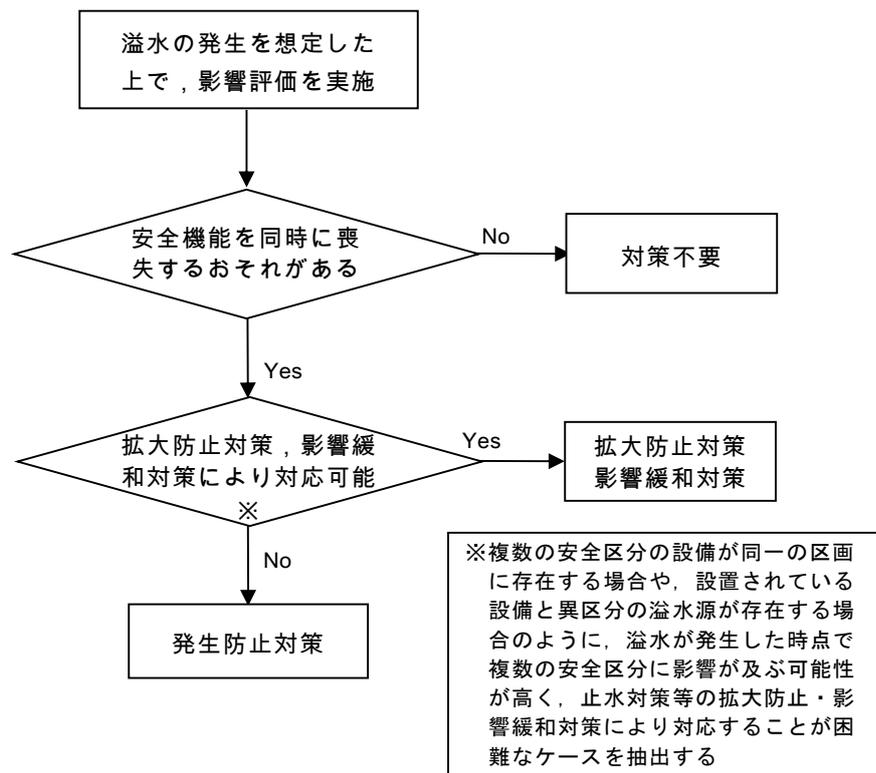
(2) 溢水防護対象設備に対する対策

- a. 蒸気放出の影響に対して耐性を有しない溢水防護対象設備については、蒸気曝露試験又は机上評価によって蒸気放出の影響に対して耐性を有することが確認された機器への取替を行う。
- b. 溢水防護対象設備に対し、実機での蒸気条件を考慮しても安全機能を損なわないことを蒸気曝露試験等により確認したシールやパッキン等による蒸気防護措置を行う。

6. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価

想定破損による溢水に対し、溢水源毎の溢水量を算出し、本文第4章にて設定した溢水経路をもとに、影響評価を実施する。評価方針としては、あらゆる箇所での溢水の発生を想定した上で、想定破損の溢水による防護対象設備への溢水影響の確認及び機能喪失の判定を実施し、多重性、多様性を有する防護対象設備の安全機能が同時に損なわれないことを確認する。

多重性、多様性を有する防護対象設備の安全機能が同時に損なわれるおそれがある場合は、溢水源、溢水経路、又は防護対象設備に対して、拡大防止対策、影響緩和対策、又は発生防止対策を組み合わせることで安全機能を損なわない設計とする。上記の評価及び防護方針をフローとして以下第6-1図に示す。



第6-1図 想定破損に対する評価及び防護方針の概要フロー

6.1 溢水量の算定

想定する機器の破損は，一系統における単一の機器の破損とし，他の系統及び機器は健全なものと仮定する。また，一系統にて多重性又は多様性を有する機器がある場合においても，そのうち単一の機器が破損すると仮定する。

6.1.1 流出流量

破損を想定する機器は配管（容器の一部であって，配管形状のものを含む。）とし，破損形状は内包する流体のエネルギーに応じて以下の2種類に分類した。

- 高エネルギー配管：完全全周破断
- 低エネルギー配管：貫通クラック

なお，高エネルギー配管及び低エネルギー配管の分類は3.1に示したとおり。

それぞれの破損形状に応じ，破損箇所からの流出流量を算定する。

完全全周破断の場合は，原則として系統の定格流量とし，系統上の破断位置，口径，流体圧力等を考慮することにより，より適切な値が定量的に算定できる場合はその値を流出流量とする。

貫通クラックの場合は，破断面積，損失係数，水頭を用いて以下の計算式より求める。

$$Q=A \times C \times \sqrt{(2 \times g \times H)} \times 3600$$

Q：流出流量 (m³/h)

A：破断面積 (m²)

C：損失係数

g：重力加速度 (m/s²)

H：水頭 (m)

ここで損失係数は 0.82 とする。根拠を補足説明資料-32 に示す。

また、破断面積 (A) 及び水頭 (H) は、原則として系統の最大値 (最大口径、最大肉厚、配管の最高使用圧力) を使用するが、破断を想定する系統の各区画内での最大値が明確な場合は、その値を使用する。なお、算出要領を補足説明資料-6 に示す。

6.1.2 隔離時間

溢水の発生後、溢水を検知し隔離するまでの隔離時間を、手動隔離及び自動隔離のそれぞれの場合を想定し、以下のとおり設定した。

(1) 手動隔離

破損を想定する系統や破損箇所等によらず、一般的に溢水を検知する手段として床漏えい検出器等を想定し、これらにより溢水を検知し、手動による隔離操作を行う際の隔離時間を第 6.1.2-1 表のとおり設定した。

第 6.1.2-1 表 隔離時間

	標準	個別 ^{※3}
①溢水発生から検知	10分 ^{※1}	10分 ^{※1}
②現場確認のための移動	20分 ^{※2}	15分 ^{※4}
③漏えい箇所特定	30分	10分 ^{※5}
④隔離操作(弁の特定及び閉操作)	20分	5分 ^{※6}
合計	80分	40分

※1：溢水発生から床漏えい検知器等による検知までの時間

※2：移動速度 4km/h，中央制御室から現場までの距離 1km とし，
着替え時間（5分）を考慮した

※3：残留熱除去系海水系（格納容器雰囲気監視系含む）及び高圧
炉心スプレイ系で個別に設定した時間

※4：移動速度 4km/h，中央制御室から原子炉棟内への移動距離
500m とし，着替え時間（5分）を考慮した時間

※5：個別の漏えい検知器による検知及び残留熱除去系海水系
（格納容器雰囲気監視系含む）及び高圧炉心スプレイ系の
大量漏えいを考慮した，溢水箇所特定までの時間。

※6：中央制御室からの操作によるポンプ停止及び隔離弁閉操作
時間

(2) 自動隔離

以下の系統については，配管破損が生じた場合，各種インターロック等により自動隔離が期待できることから，溢水発生から隔離までの所要時間を個別に設定した。

- ・原子炉冷却材浄化系
- ・給・復水系

6.1.3 系統保有水量

系統保有水量は、配管内及びポンプ等機器内の保有水量の合算値とした。また保守性を確保するため、算出した保有水量を1.1倍する。ただし屋外タンク等、公称容量が定められ、想定する保有水量が大きく変動する可能性の少ない機器に関しては、1.1倍の安全率を乗ずる対象から除外した。

6.1.4 溢水量

6.1.1～6.1.3の条件に基づき、以下の計算式により溢水量を算定した。

$$X=Q \times t + M$$

Q：流出流量 (m³/h)

t：隔離時間 (h)

M：系統保有水量 (m³) (算出量に10%の裕度を確保)

ここで、隔離までの流出量に関しては、当該系統の系統保有水量のみでなく、当該系統への補給水や他系統からの流入等を考慮する。また系統保有水量に関しては、溢水検知による隔離後に系統内の残水の漏えいが継続する可能性を考慮し、保守的に系統の全保有水量を加算する。ただし、隔離操作により隔離が可能と判断できる範囲、及び配管の高さや引き回し等の関係から流出しないと判断できる範囲が明確に示せる場合は、その範囲を除いた保有水量が溢水するものとして溢水量を算定する。

各系統からの溢水量を第6.1.4-1表にまとめる。

第6.1.4-1表 想定破損による溢水量の算定 (1/7)

系統名称	分類 ※1	隔離までの溢水量				保有水量			算出法 ※4,2	溢水量 (m ³)
		破断 形状 ※2	流出流量 (m ³ /h)	隔離時間 (分)	流出量 (m ³)	系統分 (m ³) M1	水源分 (m ³) M2	補給分 ※4,1 (m ³) M3		
制御棒駆動系	高	全	47	80	62	6	4,000※4	—	①	68
ほう酸水注入系	低	貫	21	80	27	2	20※8	—	②	22
残留熱除去系	低	貫	210	80	280	102	3,400※3	—	①	382
残留熱除去系海水系	低	貫	272	40	182	90	∞※6	—	①	272
高圧炉心スプレイ系	低	貫	525	40	350	28	4,000※4	—	①	378
低圧炉心スプレイ系	低	貫	213	80	283	17	3,400※3	—	①	300
原子炉隔離時冷却系	低	貫	208	80	277	11	4,000※4	—	①	288
原子炉再循環系	高	全	5	80	7	1	—	—	②	1
原子炉冷却材浄化系	高	全	82	0	0	54	—	—	①	54
燃料プール冷却浄化系	低	貫	64	80	85	83	—	—	②	83
原子炉補機冷却系	低	貫	172	80	230	258	—	40	②	298
格納容器雰囲気監視系 (残留熱除去系海水系)	低	貫	272	40	182	90	∞※6	—	①	272

※1 高：高エネルギー配管，低：低エネルギー配管 ※2 全：完全全周破断，貫：貫通クランク
 ※3 サプレッション・プール ※4 復水貯蔵タンク ※5 純水貯蔵タンク ※6 海水 ※7 ろ過水貯蔵タンク ※8 ほう酸水貯蔵タンク
 ※9 潤滑油サンプタンク ※10 清水膨張タンク ※11 軽油貯蔵タンク ※12 重油貯蔵タンク ※13 主復水器 ※14 給水タンク
 ※15 廃液収集タンク ※16 サージタンクA ※17 プリコートタンク ※18 廃液サンプルタンク ※19 廃液フィルタ逆洗水受タンク ※20 床ドレン収集タンク ※21 サージタンクB ※22 床ドレンサンプルタンク ※23 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※24 凝集沈殿装置供給タンク
 ※25 凝集装置注タンク ※26 廃液スラッジ貯蔵タンク ※27 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※28 使用済樹脂貯蔵タンク ※29 使用済粉未樹脂貯蔵タンク
 ※30 廃液中和タンク ※31 りん酸ソーダタンク ※32 廃液濃縮器蒸発器・加熱器 ※33 廃液濃縮器補助循環タンク ※34 濃縮廃液貯蔵タンク
 ※35 中和硫酸タンク ※36 中和苛性タンク ※37 凝縮水収集タンク ※38 凝縮水サンプルタンク ※39 洗濯廃液ドレンタンク ※40 凝集沈殿装置
 ※41 通常弁等で隔離されているが，補給容器内の水位低下により隔離時間まで自動にて補給される水量
 ※42 ①：隔離までの流出量+M1 ≤ M1 + M2 + M3 → 溢水量 = 隔離までの流出量 + M1
 ②：隔離までの流出量 + M1 > M1 + M2 + M3 → 溢水量 = M1 + M2 + M3

第6.1.4-1表 想定破損による溢水量の算定 (2/7)

系統名称	分類 ※1	隔離までの溢水量					保有水量			算出法 ※4,2	溢水量 (m ³)
		破断 形状 ※2	流出流量 (m ³ /h)	隔離時間 (分)	流出量 (m ³)	系統分 (m ³) M1	水源分 (m ³) M2	補給分 (m ³) M3			
									系統分 (m ³) M1		
可燃性ガス濃度制御系 (残留熱除去系)	低	貫	210	80	280	102	3,400※3	-	①	382	
ドライウエル冷却系 (原子炉補機冷却系)	低	貫	-	-	-	-	-	-	-	-	
タービン潤滑油系 (潤滑油)	低	貫	19	80	26	195	-	-	②	195	
給・復水系 (R/B内漏えい時)	高	全	4,315	2	144	145	831※1,3	-	①	289	
給・復水系 (T/B内漏えい時)	高	全	8,630	2	288	845	831※1,3	-	①	1133	
循環水系	低	貫	347	70	405	1183	∞※6	-	①	1588	
補機冷却海水系	低	貫	287	80	383	361	∞※6	-	①	744	
弁封水系	低	貫	8	80	11	116	4,000※4	-	①	127	
復水脱塩装置系	低	貫	119	80	159	138	831※1,3	-	①	297	
給水加熱器ドレン系	高	全	1,033	80	1,377	290	-	-	②	290	
タービン補機冷却系	低	貫	217	80	289	211	-	155	②	366	

※1 高：高エネルギー配管，低：低エネルギー配管 ※2 全：完全全周破断，貫：貫通クラック

※3 サプレッション・プール ※4 復水貯蔵タンク ※5 純水貯蔵タンク ※6 海水 ※7 ろ過水貯蔵タンク ※8 ほう酸水貯蔵タンク

※9 潤滑油サンプタンク ※10 清水膨張タンク ※11 軽油貯蔵タンク ※12 重油貯蔵タンク ※13 主復水器 ※14 給水タンク

※15 廃液収集タンク ※16 サージタンクA ※17 プリコートタンク ※18 廃液サンプリングタンク ※19 廃液フィルタ逆洗水受タンク

※20 床ドレン収集タンク ※21 サージタンクB ※22 床ドレンサンプリングタンク ※23 床ドレンフィルタ逆洗水受タンク ※24 凝集沈殿装置供給タンク

※25 凝集装置薬注タンク ※26 廃液スラッジ貯蔵タンク ※27 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※28 使用済樹脂貯蔵タンク ※29 使用済粉未樹脂貯蔵タンク

※30 廃液中和タンク ※31 りん酸ソーダタンク ※32 廃液濃縮器蒸発缶・加熱器 ※33 廃液濃縮器補助循環タンク ※34 濃縮廃液貯蔵タンク

※35 中和硫酸タンク ※36 中和苛性タンク ※37 凝縮水収集タンク ※38 凝縮水サンプリングタンク ※39 洗濯廃液ドレンタンク ※40 凝集沈殿装置

※41 通常弁等で隔離されているが，補給容器内の水位低下により隔離時間まで自動にて補給される水量

※42 ①：隔離までの流出量+M1 ≤ M1 + M2 + M3 → 溢水量 = 隔離までの流出量 + M1

②：隔離までの流出量+M1 > M1 + M2 + M3 → 溢水量 = M1 + M2 + M3

第6.1.4-1表 想定破損による溢水量の算定 (3/7)

系統名称	分類 ※1	隔離までの溢水量					保有水量			算出法 ※4,2	溢水量 (m ³)
		破断 形状 ※2	流出流量 (m ³ /h)	隔離時間 (分)	流出量 (m ³)	系統分 (m ³) M1	水源分 (m ³) M2	補給分 (m ³) M3			
									系統分 (m ³) M1		
非常用ディーゼル 発電設備 (潤滑油系)	低	貫	68	80	91	9	6※9	—	②	15	
非常用ディーゼル 発電設備 (冷却水系)	低	貫	27	80	36	3	2※10	75	①	39	
非常用ディーゼル 発電機 海水系	低	貫	64	80	85	39	∞※6	—	①	124	
高圧炉スプレイス ディーゼル発電設備 (潤滑油系)	低	貫	68	80	91	9	6※9	—	②	15	
高圧炉スプレイス ディーゼル発電設備 (冷却水系)	低	貫	27	80	36	3	2※10	75	①	39	
高圧炉スプレイス ディーゼル発電機 海水系	低	貫	64	80	85	39	∞※6	—	①	124	
ディーゼル発電機 燃料油系	低	貫	3	80	4	15	800※11	—	①	19	
ろ過水系 (屋内消火系)	低	貫	51	80	68	24	1,500※7	—	①	92	

※1 高：高エネルギー配管，低：低エネルギー配管 ※2 全：完全全周破断，貫：貫通クラック
 ※3 サプレション・プール ※4 復水貯蔵タンク ※5 純水貯蔵タンク ※6 海水 ※7 ろ過水貯蔵タンク ※8 ほう酸水貯蔵タンク
 ※9 潤滑油サンプタンク ※10 清水膨張タンク ※11 軽油貯蔵タンク ※12 重油貯蔵タンク ※13 主復水器 ※14 給水タンク
 ※15 廃液収集タンク ※16 サージタンクA ※17 プリコートタンク ※18 廃液サンプルタンク ※19 廃液フィルタ逆洗水受タンク
 ※20 床ドレン収集タンク ※21 サージタンクB ※22 床ドレンサンプルタンク ※23 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※24 凝集沈殿装置供給タンク
 ※25 凝集装置薬注タンク ※26 廃液スラッジ貯蔵タンク ※27 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※28 使用済樹脂貯蔵タンク ※29 使用済粉未樹脂貯蔵タンク
 ※30 廃液中和タンク ※31 りん酸ソーダタンク ※32 凝縮水収集タンク ※33 凝縮水サンプルタンク ※34 濃縮廃液貯蔵タンク
 ※35 中和硫酸タンク ※36 中和苛性タンク ※37 凝縮水収集タンク ※38 凝縮水サンプルタンク ※39 洗滌廃液ドレンタンク ※40 凝集沈殿装置
 ※41 通常弁等で隔離されているが，補給容器内の水位低下により隔離時間まで自動にて補給される水量
 ※42 ①：隔離までの流出量+M1 ≤ M1 + M2 + M3 → 溢水量 = 隔離までの流出量 + M1
 ②：隔離までの流出量+M1 > M1 + M2 + M3 → 溢水量 = M1 + M2 + M3

第6.1.4-1表 想定破損による溢水量の算定 (4/7)

系統名称	分類 ※1	隔離までの溢水量				保有水量			算出法 ※4 2	溢水量 (m ³)
		破断 形状 ※2	流出流量 (m ³ /h)	隔離時間 (分)	流出量 (m ³)	系統分 (m ³) M 1	水源分 (m ³) M 2	補給分 ※4 1 (m ³) M 3		
復水・純水移送系	低	貫	157	80	209	116	4,000※4	—	①	325
所内用水系 (サービス建屋飲料水系)	低	貫	7	80	9	12	—	—	②	12
所内用水系 (サービス建屋ろ過水系)	低	貫	7	80	9	22	—	—	②	22
サービス建屋換気系 (冷水・冷却水系)	低	貫	19	80	25	22	—	—	②	22
補助系 (ドレンサンブ系)	低	貫	21	80	28	9	—	—	②	9
中央制御室換気系 (冷水系)	低	貫	15	80	20	3	500※5	—	①	23
スライチギヤ室換気系 (冷水系)	低	貫	15	80	20	3	500※5	—	①	23
オフガス再生室換気系 (原子炉補機冷却系)	低	貫	172	80	230	258	—	40	②	298
制御用圧縮空気系 (タービン補機冷却系)	低	貫	217	80	289	211	—	155	②	366

※1 高：高エネルギー配管，低：低エネルギー配管 ※2 全：完全全周破断，貫：貫通クラック
 ※3 サプレッション・プール ※4 復水貯蔵タンク ※5 純水貯蔵タンク ※6 海水 ※7 ろ過水貯蔵タンク ※8 ほう酸水貯蔵タンク
 ※9 潤滑油サンブタンク ※10 清水膨張タンク ※11 軽油貯蔵タンク ※12 重油貯蔵タンク ※13 主復水器 ※14 給水タンク
 ※15 廃液収集タンク ※16 サージタンクA ※17 プリコトタンク ※18 廃液サンブタンク ※19 廃液フィルタ逆洗水受タンク ※20 床ドレン収集タンク ※21 サージタンクB ※22 床ドレンサンブタンク ※23 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※24 凝集沈殿装置供給タンク
 ※25 凝集装置薬注タンク ※26 廃液スラッジ貯蔵タンク ※27 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※28 使用済樹脂貯蔵タンク ※29 使用済粉未樹脂貯蔵タンク
 ※30 廃液中和タンク ※31 りん酸ソーダタンク ※32 廃液濃縮器蒸発器・加熱器 ※33 廃液濃縮器補助循環タンク ※34 濃縮廃液貯蔵タンク
 ※35 中和硫酸タンク ※36 中和苛性タンク ※37 凝縮水収集タンク ※38 凝縮水サンブタンク ※39 洗濯廃液ドレンタンク ※40 凝集沈殿装置
 ※41 通常弁等で隔離されているが，補給容器内の水位低下により隔離時間まで自動にて補給される水量
 ※42 ①：隔離までの流出量+M1 ≤ M1 + M2 + M3 → 溢水量 = 隔離までの流出量 + M1
 ②：隔離までの流出量 + M1 > M1 + M2 + M3 → 溢水量 = M1 + M2 + M3

第6.1.4-1表 想定破損による溢水量の算定 (5/7)

系統名称	分類 ※1	隔離までの溢水量				保有水量			算出法 ※4,2	溢水量 (m ³)
		破断 形状 ※2	流出流量 (m ³ /h)	隔離時間 (分)	流出量 (m ³)	系統分 (m ³) M1	水源分 (m ³) M2	補給分 ※4,1 (m ³) M3		
所内用圧縮空気系 (タービン補機冷却系)	低	貫	217	80	289	211	—	155	②	366
所内ボイラ系 (給水系)	高	貫	24	80	32	26	8※1,4	155	①	58
所内ボイラ系 (燃料系)	低	貫	12	80	16	3	500※1,2	—	①	19
放射性廃棄物処理系 機器ドレン系	低	貫	25	80	33	14	428 ※1,5, 1,6, 1,7, 1,8, 1,9	—	①	47
放射性廃棄物処理系 床ドレン系	低	貫	32	80	43	9	352 ※2,0, 2,1, 2,2, 2,3	—	①	52
放射性廃棄物処理系 凝集沈殿系	低	貫	15	80	20	2	137 ※2,4, 2,5, 4,0	—	①	22
放射性廃棄物処理系 スラッジ系	高	貫	7	80	9	1	432 ※2,6, 2,7	—	①	10

※1 高：高エネルギー配管，低：低エネルギー配管 ※2 全：完全全周破断，貫：貫通クランク
 ※3 サプレッション・プール ※4 復水貯蔵タンク ※5 純水貯蔵タンク ※6 海水 ※7 ろ過水貯蔵タンク ※8 ほう酸水貯蔵タンク
 ※9 潤滑油サンプタンク ※10 清水膨張タンク ※11 軽油貯蔵タンク ※12 重油貯蔵タンク ※13 主復水器 ※14 給水タンク
 ※15 廃液収集タンク ※16 サージタンクA ※17 プリコトタンク ※18 廃液サンプルタンク ※19 廃液フィルタ逆洗水受タンク
 ※20 床ドレン収集タンク ※21 サージタンクB ※22 床ドレンサンプルタンク ※23 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※24 凝集沈殿装置供給タンク
 ※25 凝集装置葉注タンク ※26 廃液スラッジ貯蔵タンク ※27 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※28 使用済樹脂貯蔵タンク ※29 使用済粉未樹脂貯蔵タンク
 ※30 廃液中和タンク ※31 りん酸ソーダタンク ※32 廃液濃縮器蒸発缶・加熱器 ※33 廃液濃縮器補助循環タンク ※34 濃縮廃液貯蔵タンク
 ※35 中和硫酸タンク ※36 中和苛性タンク ※37 凝縮水収集タンク ※38 凝縮水サンプルタンク ※39 洗濯廃液ドレンタンク ※40 凝集沈殿装置
 ※41 通常弁等で隔離されているが，補給容器内の水位低下により隔離時間まで自動にて補給される水量
 ※42 ①：隔離までの流出量+M1 ≤ M1 + M2 + M3 → 溢水量 = 隔離までの流出量 + M1
 ②：隔離までの流出量 + M1 > M1 + M2 + M3 → 溢水量 = M1 + M2 + M3

第6.1.4-1表 想定破損による溢水量の算定 (6/7)

系統名称	分類 ※1	隔離までの溢水量				保有水量			算出法 ※4 2	溢水量 (m ³)
		破断 形状 ※2	流出流量 (m ³ /h)	隔離時間 (分)	流出量 (m ³)	系統分 (m ³) M 1	水源分 (m ³) M 2	補給分 ※4 1 (m ³) M 3		
放射性廃棄物処理系 使用済樹脂貯蔵系	高	貫	7	80	9	1	421 ※2 8, 2 9	—	①	10
放射性廃棄物処理系 高電導度ドレン系	低	貫	21	80	28	2	139 ※3 0, 3 1	—	①	30
放射性廃棄物処理系 濃縮廃液・廃液中和 スラッジ系	高	全	250	80	333	19	307 ※3 2, 3 3, 3 4, 3 5, 3 6	—	②	326
放射性廃棄物処理系 凝縮水処理系	低	貫	25	80	33	4	129 ※3 7, 3 8	—	①	37
放射性廃棄物処理系 洗濯廃液系	低	貫	15	80	20	2	61※3 9	—	①	22
放射性廃棄物処理系 所内用空気系 (原子炉補機冷却系)	低	貫	172	80	230	258	—	40	②	298

※1 高：高エネルギー配管，低：低エネルギー配管 ※2 全：完全全周破断，貫：貫通クラック
 ※3 サプレッション・プール ※4 復水貯蔵タンク ※5 純水貯蔵タンク ※6 海水 ※7 ろ過水貯蔵タンク ※8 ほう酸水貯蔵タンク
 ※9 潤滑油サンプタンク ※10 清水膨張タンク ※11 軽油貯蔵タンク ※12 重油貯蔵タンク ※13 主復水器 ※14 給水タンク
 ※15 廃液収集タンク ※16 サージタンクA ※17 プリコートタンク ※18 廃液サンプリングタンク ※19 廃液フィルタ逆洗水受タンク
 ※20 床ドレン収集タンク ※21 サージタンクB ※22 床ドレンサンプリングタンク ※23 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※24 凝集沈殿装置供給タンク
 ※25 凝集装置薬注タンク ※26 廃液スラッジ貯蔵タンク ※27 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※28 使用済樹脂貯蔵タンク ※29 使用済粉末樹脂貯蔵タンク
 ※30 廃液中和タンク ※31 りん酸ソーダタンク ※32 廃液濃縮器蒸発缶・加熱器 ※33 廃液濃縮器補助循環タンク ※34 濃縮廃液貯蔵タンク
 ※35 中和硫酸タンク ※36 中和苛性タンク ※37 凝縮水収集タンク ※38 凝縮水サンプリングタンク ※39 洗濯廃液ドレンタンク ※40 凝集沈殿装置
 ※41 通常弁等で隔離されているが，補給容器内の水位低下により隔離時間まで自動にて補給される水量
 ※42 ①：隔離までの流出量+M1 ≤ M1 + M2 + M3 → 溢水量=隔離までの流出量+M1
 ②：隔離までの流出量+M1 > M1 + M2 + M3 → 溢水量=M1 + M2 + M3

第6.1.4-1表 想定破損による溢水量の算定 (7/7)

系統名称	分類 ※1	隔離までの溢水量				保有水量			算出法 ※4 2	溢水量 (m ³)
		破断 形状 ※2	流出流量 (m ³ /h)	隔離時間 (分)	流出量 (m ³)	系統分 (m ³) M 1	水源分 (m ³) M 2	補給分 ※4 1 (m ³) M 3		
放射性廃棄物処理系 復水系	低	貫	40	80	53	97	4,000※4	—	①	150
放射性廃棄物処理系 純水系	低	貫	27	80	35	20	500※5	—	①	55
放射性廃棄物処理系 原子炉補機冷却水系	低	貫	172	80	230	258	—	40	②	298
放射性廃棄物処理系 タービン補機冷却水系	低	貫	217	80	289	211	—	155	②	366
放射性廃棄物処理系 タンクベント系 (原子炉補機冷却系)	低	貫	172	80	230	258	—	40	②	298
放射性廃棄物処理系 消火系	低	貫	51	80	68	24	1,500※7	—	①	92

※1 高：高エネルギー配管，低：低エネルギー配管 ※2 全：完全全周破断，貫：貫通クラック
 ※3 サプレッション・プール ※4 復水貯蔵タンク ※5 純水貯蔵タンク ※6 海水 ※7 ろ過水貯蔵タンク ※8 ほう酸水貯蔵タンク
 ※9 潤滑油サンプタンク ※10 清水膨張タンク ※11 軽油貯蔵タンク ※12 重油貯蔵タンク ※13 主復水器 ※14 給水タンク
 ※15 廃液収集タンク ※16 サージタンクA ※17 プリコートタンク ※18 廃液サンプルタンク ※19 廃液フィルタ逆洗水受タンク ※20 床ドレン収集タンク ※21 サージタンクB ※22 床ドレンサンプルタンク ※23 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※24 凝集沈殿装置供給タンク
 ※25 凝集装置注タンク ※26 廃液スラッジ貯蔵タンク ※27 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※28 使用済樹脂貯蔵タンク ※29 使用済粉末樹脂貯蔵タンク
 ※30 廃液中和タンク ※31 りん酸ソーダタンク ※32 凝縮水収集タンク ※33 凝縮水サンプルタンク ※34 濃縮廃液貯蔵タンク
 ※35 中和硫酸タンク ※36 中和苛性タンク ※37 凝縮水回収タンク ※38 凝縮水サンプルタンク ※39 洗濯廃液ドレンタンク ※40 凝集沈殿装置
 ※41 通常弁等で隔離されているが，補給容器内の水位低下により隔離時間まで自動にて補給される水量
 ※42 ①：隔離までの流出量+M1 ≤ M1 + M2 + M3 → 溢水量 = 隔離までの流出量 + M1
 ②：隔離までの流出量 + M1 > M1 + M2 + M3 → 溢水量 = M1 + M2 + M3

6.1.5 判定方法について

原子炉の停止機能、冷却機能及び放射性物質の閉じ込め機能が維持されること、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能が維持されることを確認するために、各防護対象設備の機能喪失判定を踏まえ、第6.1.5-1表に基づき安全機能を有する系統の機能が維持されることを確認する。これにより、溢水影響評価の判定基準を満足することを確認する。

判定表については、まず、安全機能別に分類した防護対象機器の溢水評価を実施する。機器が水没等せず、機能維持される場合や、防護対象設備の機能維持に必要な防護対策を実施することにより、必要な各系統機能が維持され、「系列（安全区分）」のうち対応する系列が確保される。

次に、多重性又は多様性を有する系統が「安全機能の維持」に必要な、安全区分の区画分離等の要求事項を満足し、同時に機能喪失しないことを確認することで、「安全機能」が維持される。

上記の手順にて、想定する溢水発生時に、すべての「安全機能」が維持されると確認された場合に、総合判定にてプラントの安全機能維持となる。

評価方法を6.2 想定破損による没水影響評価にて示す。

安全機能を有する系統の機能維持に係る、安全区分・系統と多重性・多様性の関係については、補足説明資料-2 内部溢水影響評価における判定表に示す。

第 6.1.5-1 表 判定表

総合判定	○
評価方法	

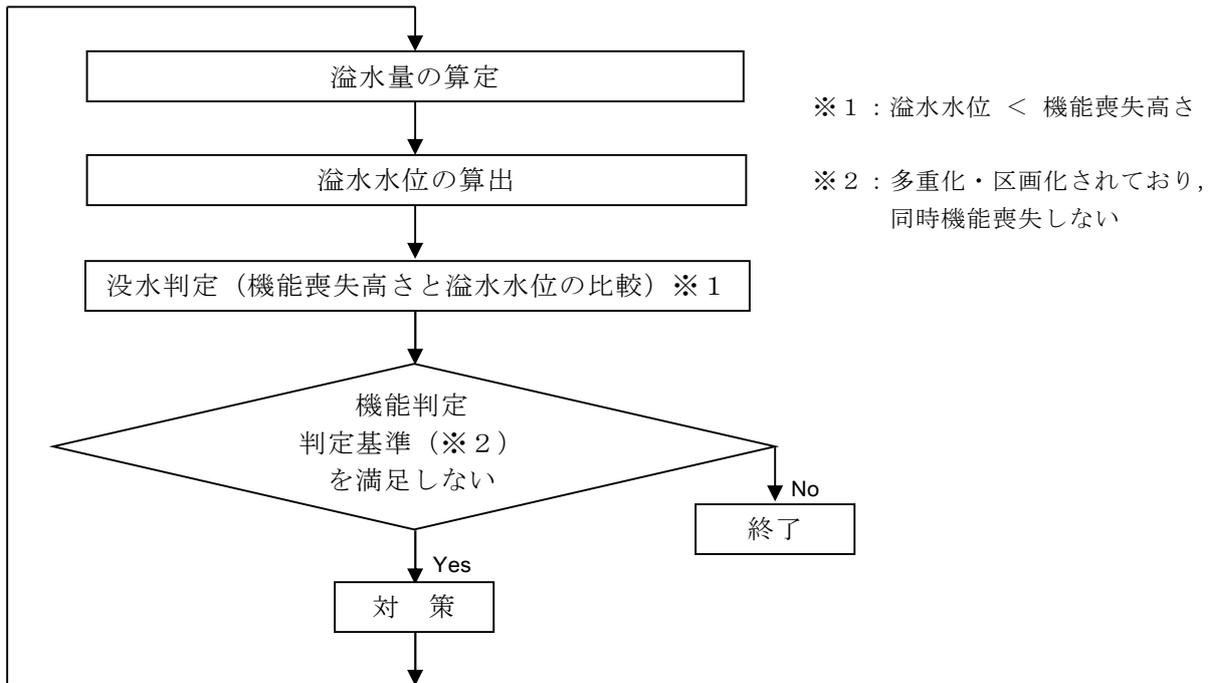
評価種別：
 溢水発生区画：
 溢水源：
 溢水量： (m³)

評価対象	原子炉施設														
	緊急停止機能		未臨界維持機能				高温停止機能				原子炉隔離時注水機能		手動逃がし機能		
安全機能	○														
機能判定	○														
主たる系統	水圧制御ユニット (HCU)	水圧制御ユニット (HCU)	水圧制御ユニット (HCU)	ほう酸水注入系 (SLC)	自動減圧系 (ADS)	残留熱除去系 (RHR)	低圧炉心スプレイス系 (LPSC)	高圧炉心スプレイス系 (HPCS)	自動減圧系 (ADS)	残留熱除去系 (RHR)	高圧炉心スプレイス系 (HPCS)	原子炉隔離時冷却系 (RHC)	高圧炉心スプレイス系 (HPCS)	逃がし安全弁 (SRV)	自動減圧系 (ADS)
系列 (安全区分)	— (I系)	— (II系)	— (I系)	A系 (I系)	A系 (I系)	A系 (I系)	— (I系)	— (III系)	B系 (II系)	— (III系)	— (I系)	— (III系)	— (I・II系)	A系 (I系)	B系 (II系)
系列の判定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
安全機能の維持	機能維持 HCU(I) and HCU(II)		機能維持 HCU(I) and HCU(II) or (SLC(A) and SLC(B))				機能維持 ADS(A) and (RHR(A) or LPSC)				機能維持 RHC(I) or HPCS		機能維持 SRV(I・II) or ADS(A) or ADS(B)		

評価対象	原子炉施設															
	低温停止機能		閉じ込め機能				監視機能				使用済燃料プール		給水機能		中央制御室	
安全機能	○															
機能判定※1	○															
主たる系統	残留熱除去系 (RHR)	非常用ガス処理系 非常用ガス再循環系 (FRVS・SGTS)	可燃性ガス濃度制御系 (and)	事故時計装系	燃料プール冷却浄化系 (FPC)	残留熱除去系 (RHR)	燃料プール補給水系 (CST)	燃料プール補給水系 (CST)	残留熱除去系 (RHR)	中央制御室 換気空調系 (MCR-HVAC)						
系列 (安全区分)	A系 (I系)	A系 (I系)	A系 (I系)	A系 (I系)	A系 (I系)	A系 (I系)	B系 (II系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)
系列の判定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
安全機能の維持	機能維持 RHR(A) or RHR(B)	機能維持 PCIS(I) or PCIS(II) or FRVS・SGTS(A) or FRVS・SGTS(B) 機能維持 PCIS and FRVS・SGTS and FCS	機能維持 FCS(A) or FCS(B)	機能維持 A系 or B系	機能維持 FPC(A) or FPC(B) or RHR(A) or RHR(B)	機能維持 RHR(A) or RHR(B)	機能維持 CST or RHR(A) or RHR(B)	機能維持 RHR(A) or RHR(B)	機能維持 RHR(A) or RHR(B)	機能維持 MCR-HVAC(A) or MCR-HVAC(B)						

6.2 想定破損による没水影響評価

高エネルギー配管及び低エネルギー配管の分類に従い、算定した溢水量に対して、溢水防護対象設備の没水影響評価を行った。想定破損による没水影響評価フローを第 6.2-1 図に示す。



第 6.2-1 図 想定破損による没水影響評価フロー

6.2.1 評価方法

高エネルギー配管の没水評価では、完全全周破断による溢水を想定し、隔離による漏えい停止に必要な時間から溢水量を算定した。低エネルギー配管の没水評価では、貫通クラックによる溢水を想定し、隔離による漏えい停止に必要な時間から溢水量を算定した。想定する破損箇所は溢水評価上最も保守的となる位置での破損を想定した。算定した溢水量による溢水水位と当該区画内の防護対象設備の機能喪失高さとを比較することにより、溢水防護対象設備の没水影響評価を行った。

6.2.2 評価ケースの設定

防護対象区画で想定する単一機器の破損により生じる全ての溢水箇所を起点とし、区画毎に没水評価を実施する。算定した溢水水位と当該区画内の防護対象設備の機能喪失高さを比較することにより、当該設備の機能への影響を評価し、原子炉の停止機能、冷却機能及び放射性物質の閉じ込め機能が維持されること、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能が維持されることを確認する。

以下に評価結果の代表例を示す。

単一機器の破損評価では、同一区画の一部の防護対象設備の機能に影響を及ぼすものの、区画分離の実施により同一の安全機能を有する他の区画（他系列）の機器機能は維持される。このため、代表例としては、流下経路の異なる安全区分毎に、最も溢水量の大きいケースを選定する。

(1) ケース 1

○溢水発生区画

：原子炉建屋 1階 通路（RB-1-1）

○溢水源

：RB-1-1 内に敷設されている全溢水源とそれらの溢水量を以下第 6.2.2-1 表にまとめる。これより最も溢水量の大きい残留熱除去系を溢水源として設定する。

第 6. 2. 2-1 表 対象区画の溢水想定

考慮すべき溢水源	溢水量(m ³)	代表溢水源
屋内消火系	92	—
低圧炉心スプレイ系	300	—
原子炉隔離時冷却系	288	—
残留熱除去系	382	○
原子炉補機冷却系	298	—
復水・純水移送系	325	—

(2) ケース2

○溢水発生区画

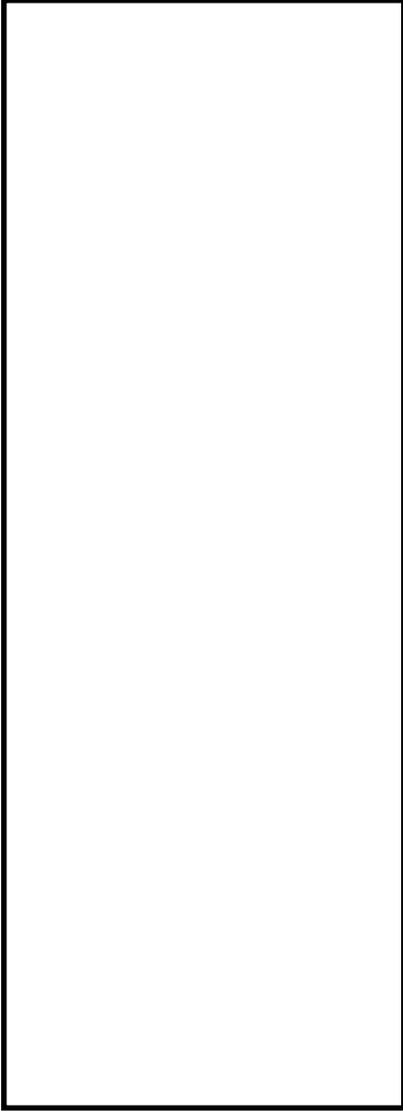
: 原子炉建屋 4階 (RB-4-1)

○溢水源

: RB-4-1 内に敷設されている全溢水源とそれらの溢水量を以下第 6. 2. 2-2 表にまとめる。これより最も溢水量の大きい原子炉補機冷却系を溢水源として設定する。

第 6. 2. 2-2 表 対象区画の溢水想定

考慮すべき溢水源	溢水量(m ³)	代表溢水源
原子炉補機冷却系	298	○
燃料プール冷却浄化系	83	—
原子炉隔離時冷却系	288	—
残留熱除去系	190	—
屋内消火系	33	—
復水・純水移送系	144	—



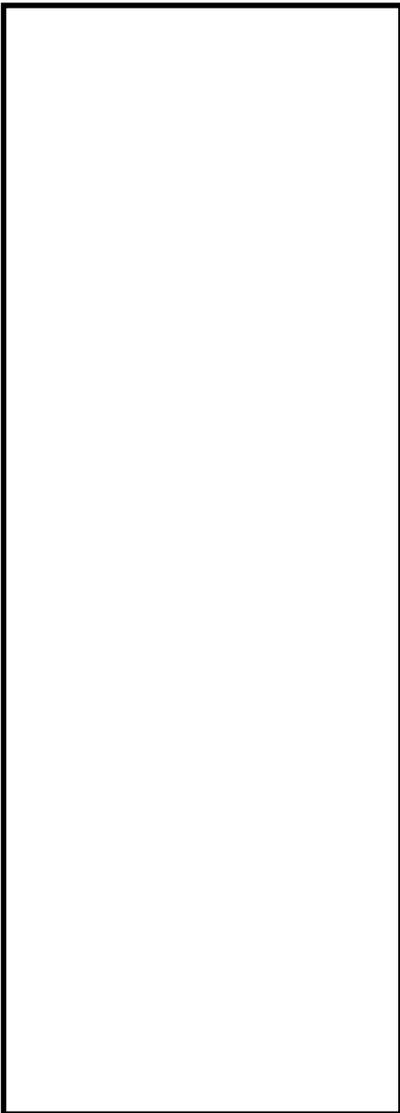
内部溢水伝播範囲

一次伝播評価		RB-1-1
評価対象区画		RB-1-1
溢水量 (m ³)		382.00
面積 (m ²)		246.40
溢水水位 (m)		0.10
全溢水量を面積で割った水位(1.56m)を算出。ただし、床開口が存在するため、溢水量は下層へ伝播する。		
接続区画への伝播有無判定		
接続区画	境界形態	伝播開始高さ (m)
RB-B1-1	開口	0.10
RB-1-2	堰・扉	0.25
RB-1-4	堰	0.25
RB-1-6	扉	0.00
		伝播有無
		有
		有
		無
		無
		有

区画番号	防護対象設備		溢水水位 (m)	没水判別高さ (裕度) ※1 (m)	没水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-1-1 (発生区画)	BHR (A)系サブプレッションポンプスブレイ弁	E12-F027A(M)	0.10	2.70	○		
	BHR (A)系サブストライク弁	E12-F024A(M)		1.04	○		
	R/B INST DIST PNL 1	-		0.00	○	止水対策実施	
	R/B INST DIST PNL 2	-		0.00	○	止水対策実施	
	FCS (A)系出口管隔離弁	2-BV-3A(M)		1.43	○		
	FCS (A)系出口弁	2-BV-2A(M)		1.17	○		
	MSIVステムリリークドレン弁(A)	E32-PF09A(M)		1.66	○		
	SUPP CHAMBER PRESS	PT-26-79.52A		0.99	○		
	サブプレッションチェンバースの破断止め弁	2-26B-3(M)		0.40	○		
	サブプレッションチェンバース異常破断止め弁	2-26B-1(M)		1.13	○		
サブプレッション・チェンバース弁	2-26B-5(M)	0.56	○				
サブプレッション・チェンバース供給弁	2-26B-6(M)	1.33	○				

※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び傾らぎを考慮した値 (0.2m) を差し引いた値

第 6.2.3-1 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 1) (代表例：1/3)



内部溢水伝播範囲

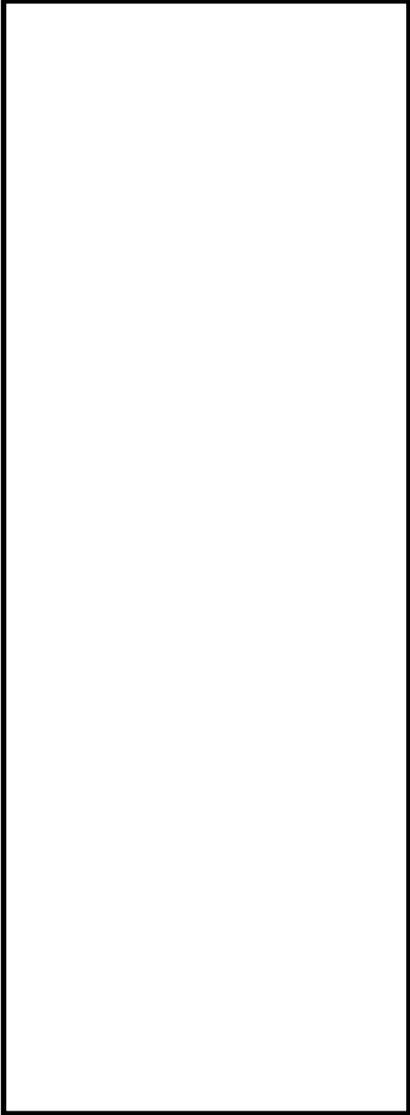
二次伝播評価		評価対象区画	RB-1-6
評価対象区画	伝播開始高さ(m)	382.00	
伝播開始高さ(m)	伝播開始高さ(m)	0.30	
伝播開始高さ(m)	伝播開始高さ(m)	0.10	
RB-1-6の溢水位はRB-1-1との水位差を考慮するとRB-1-1の溢水位(0.15m)以上とはならないため、溢水位は0.15mとなる。			
接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)	伝播有無
RB-1-3	堰	0.30	無

二次伝播評価		評価対象区画	RB-B1-1
評価対象区画	伝播開始高さ(m)	382.00	
伝播開始高さ(m)	伝播開始高さ(m)	219.60	
伝播開始高さ(m)	伝播開始高さ(m)	0.10	
伝播量を面積で割った水位(1.75m)を算出。ただし、床開口が存在するため、その開口の堰高さ(0.10m)以上の溢水位とはならない。			
接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)	伝播有無
RB-B1-2	堰・扉	0.20	無
RB-B1-9	堰・扉	0.20	無
RB-B1-5	堰	0.30	無

区画番号	防護対象設備		溢水水位(m)	溢水判別高さ(裕度)※1(m)	溢水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-1-6	—	—	0.10	—	○		
RB-B1-1	CMS (A) サプレッションプール計装ドレン出口隔離弁	D23-F004A(M)		3.20	○		
	CMS (A) 冷却水入口弁 (RHRS(A)系)	3-12F101A(M)		0.20	○		
	CMS (A) 冷却水出口弁 (RHRS(A)系)	3-12F102A(M)		0.20	○		
	R/W 機器冷却器行き弁	7-9V31(M)		0.30	○		
	RHR (A) 系ミニロープ弁	E12-F064A(M)		0.30	○		
	RHR DIV-1 計装ラック	H22-P018		0.42	○		
	MCC 2C-3	MCC 2C-3		0.00	○	止水対策実施	
	MCC 2C-5	MCC 2C-5		0.00	○	止水対策実施	
	直流125V MCC 2A-1	125V DC MCC 2A-1		0.00	○	止水対策実施	
	核分裂生成物モニタ系サブリング弁	E31-F010B(A)		0.30	○		
	核分裂生成物モニタ系サブリング弁	E31-F011B(A)		0.32	○		
	R/C タービン排気弁	E51-F068(M)		4.00	○		
	R/C 真空ポンプ出口弁	E51-F069(M)		3.92	○		
	R/C DIV-1 計装ラック	H22-P017		0.38	○		
LPS 計装ラック	H22-P001		0.42	○			
ドライウエル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-26V81(電磁弁)		1.00	○			
ドライウエル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-26V82(電磁弁)		0.40	○			
ドライウエル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-26V83(電磁弁)		0.40	○			
ドライウエル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-26V84(電磁弁)		1.00	○			
ドライウエル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-26V85(電磁弁)		1.60	○			
ドライウエル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-26V86(電磁弁)		1.60	○			
格納容器機器分析系排気弁	25-51E1(電磁弁)		3.10	○			
格納容器機器分析系排気弁	25-51E2(電磁弁)		3.10	○			

※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び幅らぎを考慮した値(0.2m)を差し引いた値

第 6.2.3-1 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 1) (代表例：2/3)



内部溢水伝播範囲

三次伝播評価		評価対象区画		RB-B2-13
評価対象区画	溢水量 (m ³)	面積 (m ²)	溢水位 (m)	
	382.00	36.90	4.99	
RB-B2-13とRB-B2-12の境界は堰(0.30m)であり、RB-B2-13とRB-B2-11の境界は堰(0.30m)及び流出入可能な扉へ改造することから、溢水量をRB-B2-11～13の合計面積で割った水位を算出。				
接続区画への伝播有無判定				
接続区画	境界形態	伝播開始高さ (m)	伝播有無	
RB-B2-11	堰・扉	0.30	有	
RB-B2-12	堰	0.30	有	

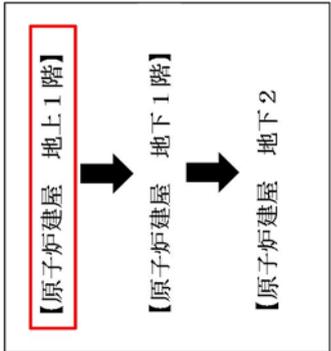
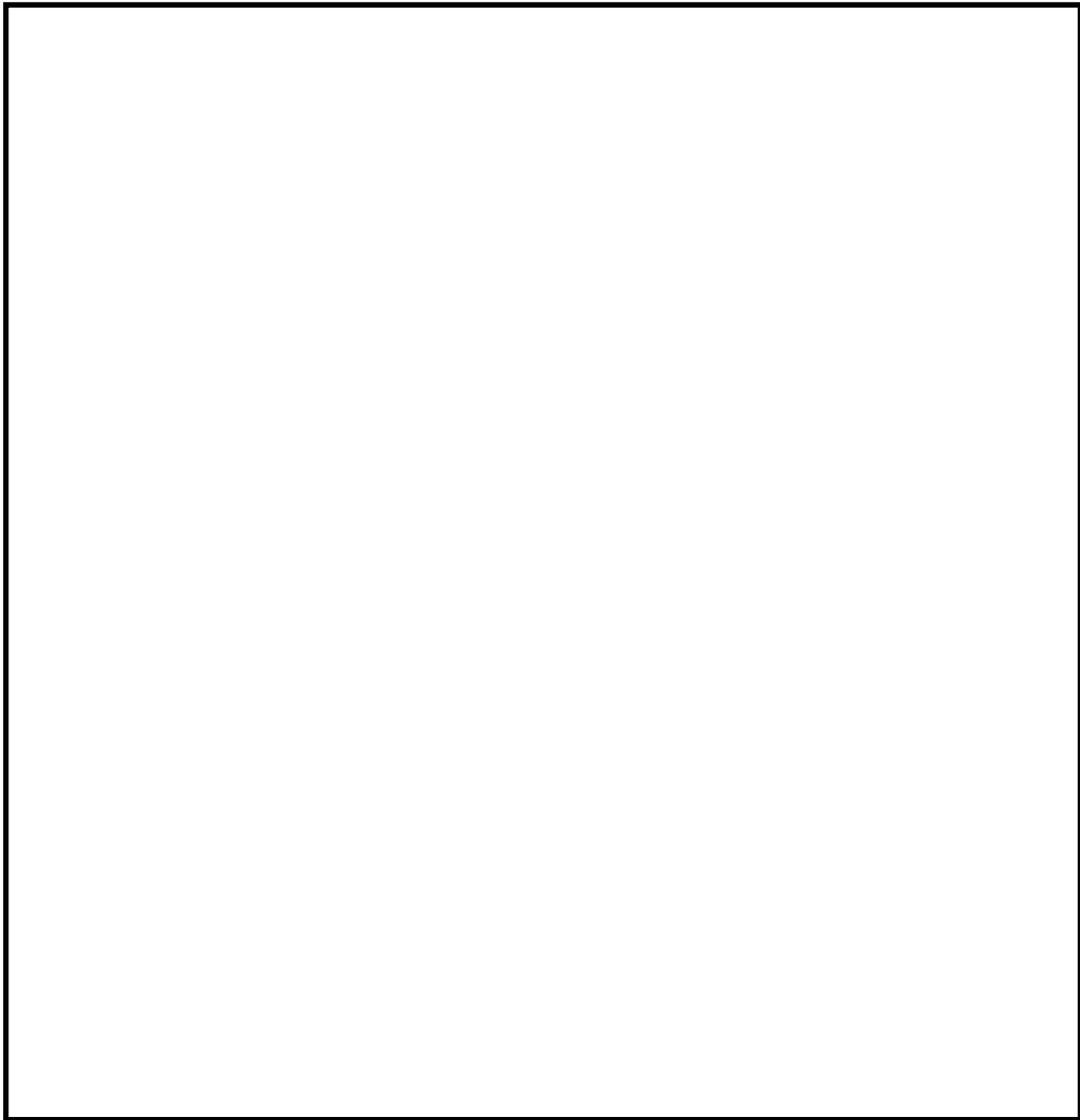
三次伝播評価		評価対象区画		RB-B2-11
評価対象区画	溢水量 (m ³)	面積 (m ²)	溢水位 (m)	
	382.00	18.00	4.99	
RB-B2-13とRB-B2-12の境界は堰(0.30m)であり、RB-B2-13とRB-B2-11の境界は堰(0.30m)及び流出入可能な扉へ改造することから、溢水量をRB-B2-11～13の合計面積で割った水位を算出。				
接続区画への伝播有無判定				
接続区画	境界形態	伝播開始高さ (m)	伝播有無	
RB-B2-10	水密扉	—	無	

三次伝播評価		評価対象区画		RB-B2-12
評価対象区画	溢水量 (m ³)	面積 (m ²)	溢水位 (m)	
	21.70	4.99		
RB-B2-13とRB-B2-12の境界は堰(0.30m)であり、RB-B2-13とRB-B2-11の境界は堰(0.30m)及び流出入可能な扉へ改造することから、溢水量をRB-B2-11～13の合計面積で割った水位を算出。				
接続区画への伝播有無判定				
接続区画	境界形態	伝播開始高さ (m)	伝播有無	
無し				

区画番号	防護対象設備		溢水位 (m)	没水判別高さ (粘度0.2m考慮) ^{※1} (m)	没水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-B2-13	LPCS ポンプ室空調機	HWAC-AR2-3	4.99	0.07	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS
	SUPP CHAMBER LEVEL (A) (伝送器)	LT-26-79.5A		1.20	×	機能喪失判定に影響なし	事故時計装(A)
RB-B2-12	LPCS ポンプ	LPCS-PWP-0001	4.99	2.48	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS
	LPCS ポンプ人口弁	E21-F001(00)		1.30	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS
RB-B2-11	LPCS ミニロープ弁	E21-F011(00)	4.99	0.30	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS
	—	—		—	—		

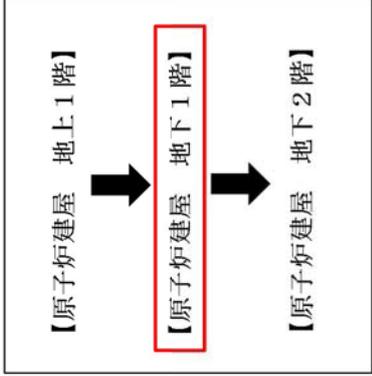
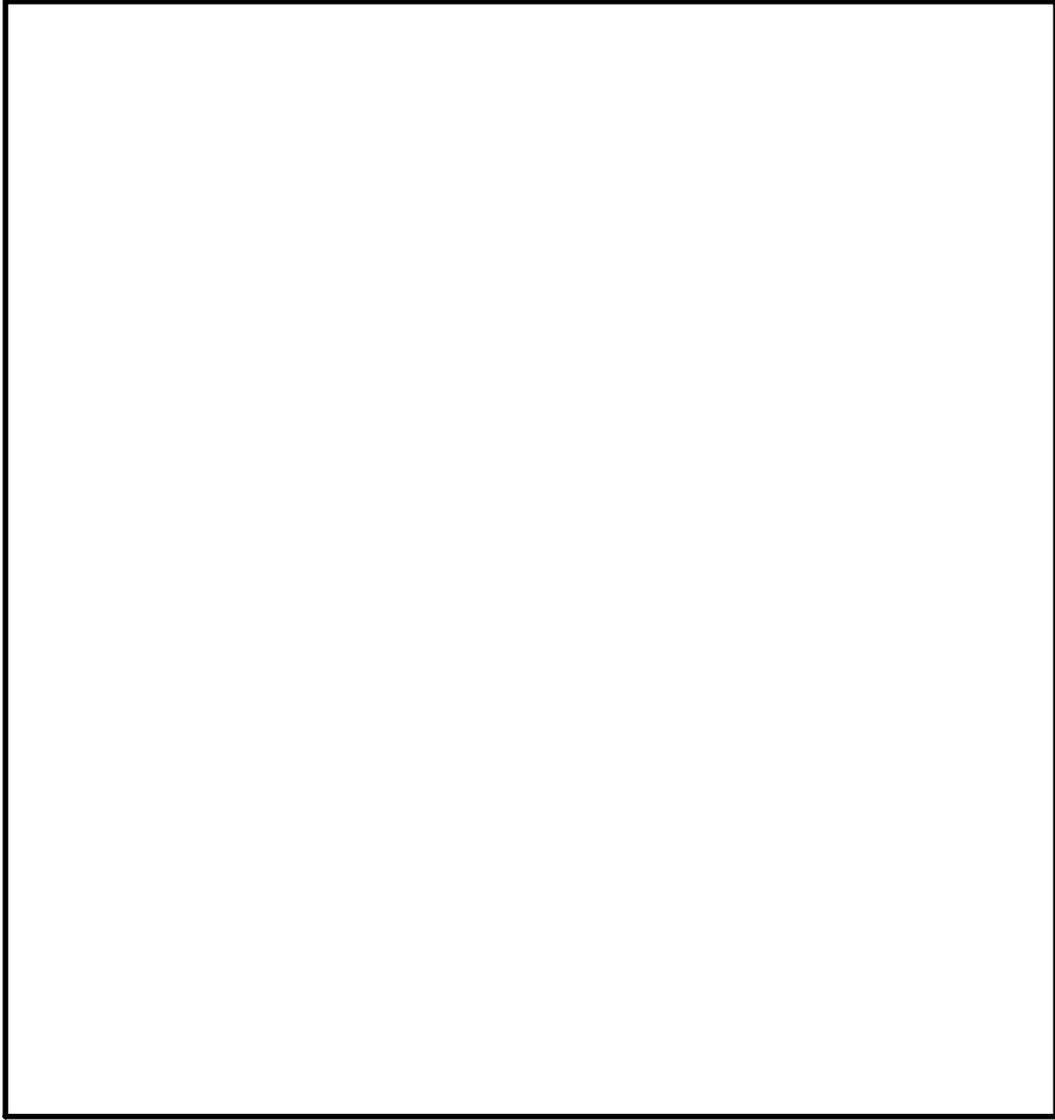
※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び揺らぎを考慮した値(0.2m)を差し引いた値

第 6.2.3-1 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 1) (代表例：3/3)



- 凡例
-  : 溢水の流れ
 -  : 下階への流れ
 -  : 上階からの流れ
 -  : 溢水発生区画
 -  : 伝播区画
 -  : 防護対象区域境界線

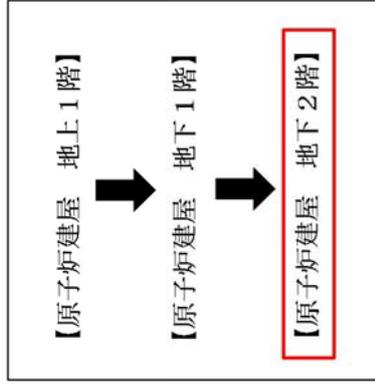
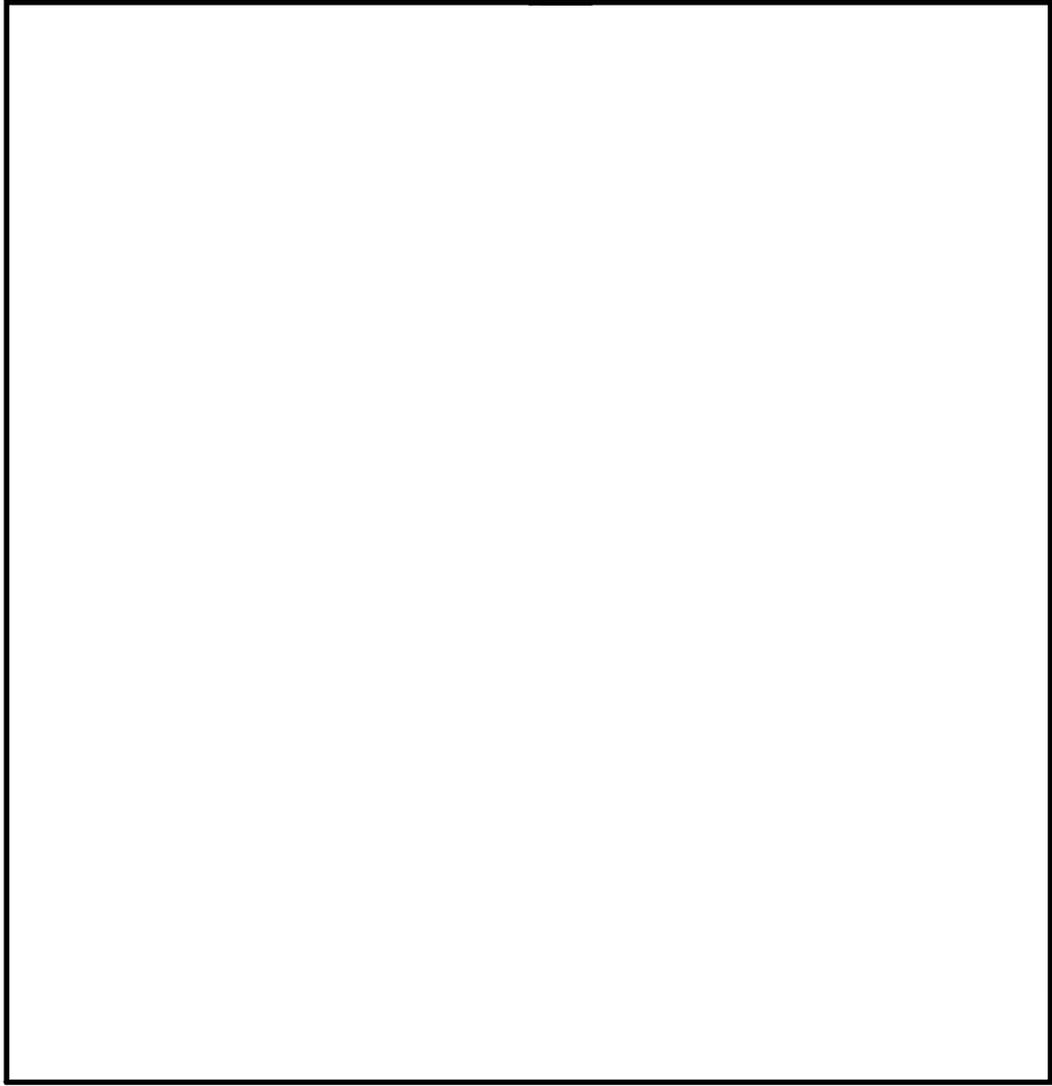
第 6.2.3-2 図 溢水伝播経路概略図 (ケース 1) (代表例: 1 / 3)



凡例

-  : 溢水の流れ
-  : 下階への流
-  : 上階からの流れ
-  : 溢水発生区画
-  : 伝播区画
-  : 防護対象区域境界線

第 6.2.3-2 図 溢水伝播経路概略図 (ケース 1) (代表例: 2/3)



凡例

-  : 溢水の流れ
-  : 下階への流れ
-  : 上階からの流れ
-  : 溢水発生区画
-  : 伝播区画
-  : 防護対象区域境界線

第 6.2.3-2 図 溢水伝播経路概略図（ケース 1）（代表例：3/3）

第 6.2.3-1 表 没水影響評価結果 (ケース 1)

区画番号	防護対象設備		溢水水位 (m)	没水判別高さ (裕度0.2m考慮) ^{※1} (m)	没水判定	備考	機能喪失系統	
	設備名称	機器番号						
RB-1-1 (発生区画)	RHR (A)系サブプレッジョンブールスブレイ弁	E12-F027A(MO)	0.10	2.70	○			
	RHR (A)系ストライン弁	E12-F024A(MO)		1.04	○			
	R/B INST DIST PNL 1	-		0.00	○	止水対策実施		
	R/B INST DIST PNL 2	-		0.00	○	止水対策実施		
	FCS (A)系出口管隔離弁	2-43V-3A(MO)		1.43	○			
	FCS (A)系出口弁	2-43V-2A(MO)		1.17	○			
	MSIVステムリムクドレン弁(A)	E32-FF009A(MO)		1.66	○			
	SUPP CHAMBER PRESS	PT-26-79.52A		0.99	○			
	サブプレッジョンチェンバナー真空破滅止め弁	2-26B-3(AO)		0.40	○			
	サブプレッジョンチェンバナー真空破滅止め弁	2-26B-4(AO)		1.13	○			
	サブプレッジョン・チェンバナー弁	2-26B-5(AO)		0.56	○			
	サブプレッジョン・チェンバナーガス供給弁	2-26B-6(AO)		1.33	○			
					-	○		
					0.10			
RB-1-6								
RB-B1-1	CAMS (A) サプレッジョンブール計装ドレン出口隔離弁	D23-F004A(MO)	3.20	○				
	CAMS (A) 冷却水入口弁 (RHRS(A)系)	3-12F101A(MO)	0.20	○				
	CAMS (A) 冷却水出口弁 (RHRS(A)系)	3-12F102A(MO)	0.20	○				
	RCW 機器冷却器行き弁	7-9V31(MO)	0.30	○				
	RHR (A)系ミニフロー弁	E12-F064A(MO)	0.30	○				
	RHR DIV-1 計装ラック	H22-P018	0.42	○				
	MCC 2C-3	MCC 2C-3	0.00	○	止水対策実施			
	MCC 2C-5	MCC 2C-5	0.00	○	止水対策実施			
	直流125V MCC 2A-1	125V DC MCC 2A-1	0.00	○	止水対策実施			
	核分裂生成物モニタ系サンプリング弁	E31-F010B(AO)	0.30	○				
	核分裂生成物モニタ系サンプリング弁	E31-F011B(AO)	0.32	○				
	RC1C タービン排気弁	E51-F068(MO)	4.00	○				
	RC1C 真空ポンプ出口弁	E51-F069(MO)	3.92	○				
	RC1C DIV-1 計装ラック	H22-P017	0.38	○				
	LPCS 計装ラック	H22-P001	0.42	○				
	ドライウエル真空破滅弁テスト用電磁弁	2-26V81(電磁弁)	1.00	○				
	ドライウエル真空破滅弁テスト用電磁弁	2-26V82(電磁弁)	0.40	○				
	ドライウエル真空破滅弁テスト用電磁弁	2-26V83(電磁弁)	0.40	○				
	ドライウエル真空破滅弁テスト用電磁弁	2-26V84(電磁弁)	1.00	○				
	ドライウエル真空破滅弁テスト用電磁弁	2-26V85(電磁弁)	1.60	○				
ドライウエル真空破滅弁テスト用電磁弁	2-26V86(電磁弁)	1.60	○					
格納容器酸素分析系排気弁	25-51E1(電磁弁)	3.10	○					
格納容器酸素分析系排気弁	25-51E2(電磁弁)	3.10	○					
LPCS ボンプ室空調機	HVAC-AH2-3	0.07	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS			
SUPP CHAMBER LEVEL (A) (伝送器)	LT-26-79.5A	1.20	×	機能喪失判定に影響なし	事故時計表(A)			
LPCS ボンプ	LPCS-FWP-C001	2.48	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS			
LPCS ボンプ入口弁	E21-F001(MO)	1.30	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS			
LPCS ミニフロー弁	E21-F011(MO)	0.30	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS			
RB-B2-11								
			4.99					

※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び揺らぎを考慮した値 (0.2m) を差し引いた値

第 6.2.3-2 表 想定破損による没水影響評価結果まとめ (ケース 1)

評価種別：想定

溢水発生区画：RB-1-1

溢水源：RHR (A)

溢水量：382 (m³)

総合判定	○
評価方法	①
※ 1	

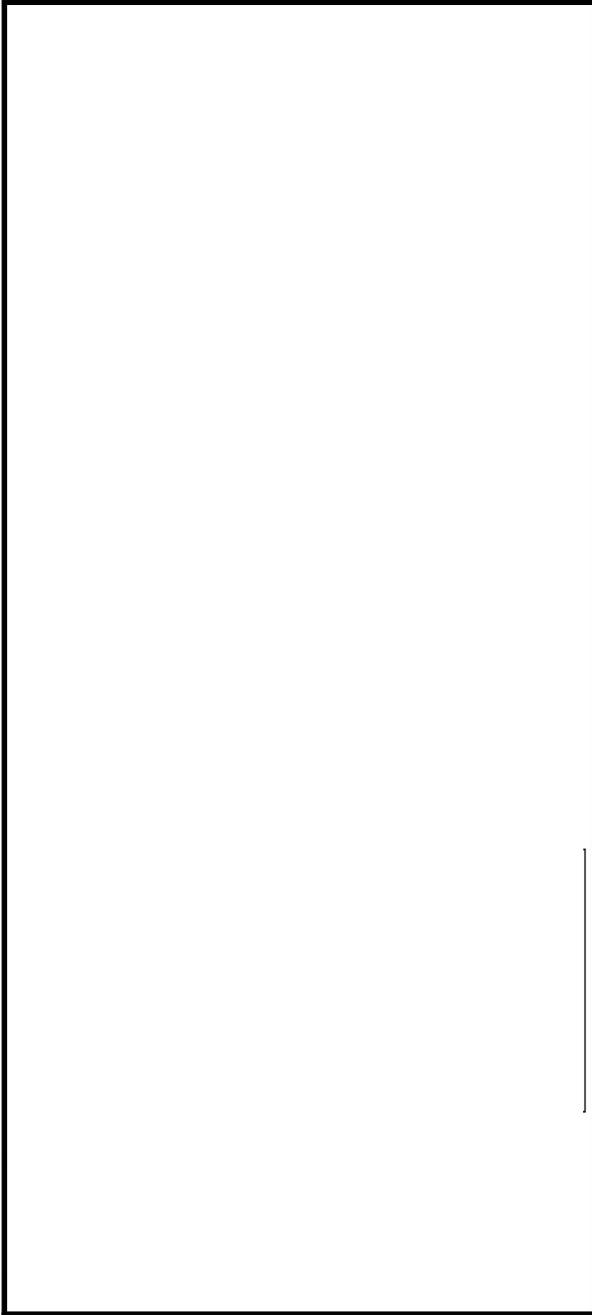
備考：RHR (A) 系の破損想定のため RHR (A) 系及び FCS (A) 系を機能喪失とし評価

評価対象	原子炉施設													
	緊急停止機能		未臨界維持機能		高温停止機能				原子炉隔離時注水機能		手動遮がし機能			
安全機能	○													
機能判定	○													
主たる系統	水圧制御ユニット (HCU)	水圧制御ユニット (HCU)	ほう酸水注入系 (SLC)	自動減圧系 (ADS)	残留熱除去系 (RHR)	低圧炉心スプレイス系 (LPSCS)	自動減圧系 (ADS)	残留熱除去系 (RHR)	高圧炉心スプレイス系 (HPCS)	原子炉隔離時冷却系 (RCLC)	高圧炉心スプレイス系 (HPCS)	速がし安全弁 (SRV)	自動減圧系 (ADS)	
														(I系)
系列 (安全区分) 系列の判定	(I系)	(II系)	(I系)	(I系)	(I系)	(I系)	(I系)	(II系)	(III系)	(I系)	(III系)	(I・II系)	A系 (I系)	B系 (II系)
安全機能の維持	機能維持 (HCU (I) and HCU (II))		機能維持 (HCU (I) and HCU (II)) or (SLC (A) and SLC (B))		機能維持 (ADS (A) and RHR (A) or LPSCS)		機能維持 (ADS (B) and RHR (B) or RHR (C))		機能維持 (HPCS)		機能維持 (RCIC or HPCS)		機能維持 (SRV (I・II) or ADS (A) or ADS (B))	

評価対象	原子炉施設												
	低温停止機能		閉じ込め機能		監視機能		冷却機能		給水機能		中央制御室		
安全機能	○												
機能判定	○												
主たる系統	残留熱除去系 (RHR)	非常用ガス処理系 (FRWS・SGTS)	可燃性ガス濃度制御系 (FCS)	事故時計装系	燃料プールの冷却浄化系 (FPC)	残留熱除去系 (RHR)	燃料プール補給水系 (CST)	残留熱除去系 (RHR)	燃料プール補給水系 (CST)	中央制御室換気系 (MCR-HVAC)	中央制御室換気系 (MCR-HVAC)		
												(I系)	(II系)
系列 (安全区分) 系列の判定	(I系)	(II系)	(I系)	(I系)	(I系)	(I系)	(I系)	(I系)	(I系)	(I系)	(II系)	A系 (I系)	B系 (II系)
安全機能の維持	機能維持 (RHR (A) or RHR (B))		機能維持 (FCS (A) or FCS (B))		機能維持 (A系 or B系)		機能維持 (FPC (A) or FPC (B) or RHR (A) or RHR (B))		機能維持 (CST or RHR (A) or RHR (B))		機能維持 (MCR-HVAC (A) or MCR-HVAC (B))		

※ 1 ①：基本評価 (溢水量；当該系統の最大口径，系統保有水量；当該系統の全保有水量)

②：詳細評価 (溢水量；区画内における当該系統の最大口径，系統保有水量；当該区画への流出範囲を考慮)

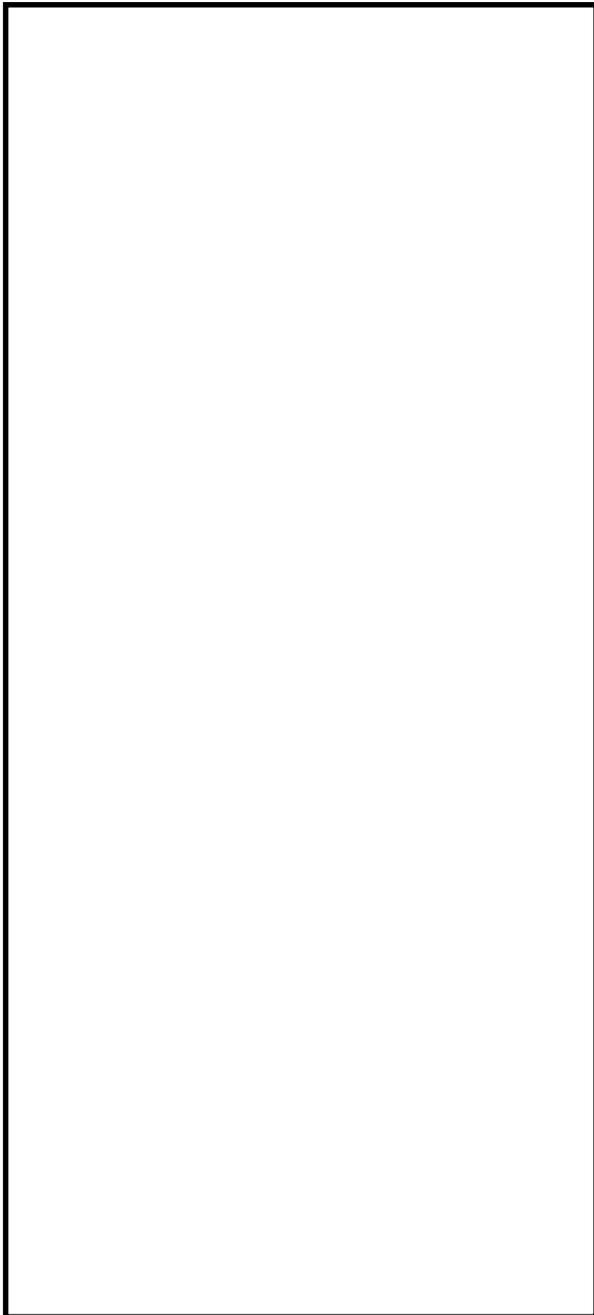


内部溢水伝播範囲

一次伝播評価	
評価対象区画	RB-4-1
溢水量 (m ³)	298.00
面積 (m ²)	196.9
溢水水位 (m)	0.10
全溢水量を面積で割った水位 (1.52m) を算出。ただし、床開口が存在するため、溢水量は下層へ伝播する。	
接続区画への伝播有無判定	
接続区画	境界形態
RB-1-1	開口
伝播開始高さ (m)	0.10
伝播有無	有

区画番号	防護対象設備		溢水水位 (m)	溢水判別高さ (裕度0.2m考慮) ^{※1} (m)	没水判定	備考	機能喪失系統			
	設備名称	機器番号								
RB-4-1 (発生区画)	MCC 2A2-2	MCC 2A2-2	0.10	0.00	○	止水対策実施				
	MCC 2C-9	MCC 2C-9		0.00	○	止水対策実施				
	直流125V MCC 2A-2	125V DC MCC 2A-2		0.00	○	止水対策実施				
	FPC SYS PUMP AREA PNL	G41-P002		0.32	○					
	PUMP SECTION LO PRESS & ALARM (スイッチ)	PSL-G41-N007A		1.04	○					
	PUMP SECTION LO PRESS & ALARM (スイッチ)	PSL-G41-N007B		1.03	○					
	RCE 進入弁	E51-F013(M0)		5.06	○					
	RCE 弁 (E51-F065) 均圧弁	E51-F008(M0)		3.80	○					
	※1：各機器の機能喪失高さを考慮した値 (0.2m) を差し引いた値									

第 6.2.3-1 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 2) (代表例：1/5)



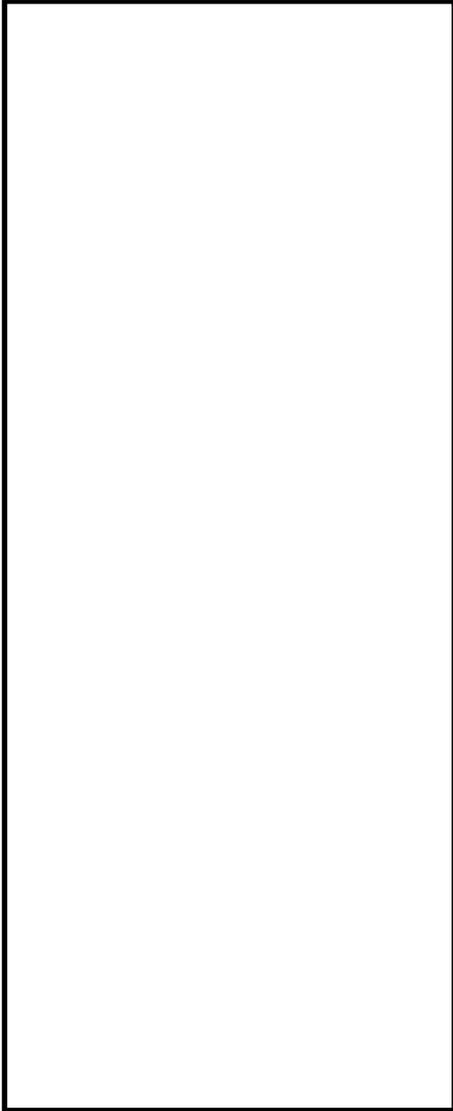
内部溢水伝播範囲

二次伝播評価		評価対象区画	RB-1-1
溢水量 (m ³)			298.00
面積 (m ²)			246.40
溢水水位 (m)			0.10
RB-1-1の溢水水位は堰高さ(0.10m)となる。床開口が存在するため、溢水量は下層へ伝播する。			
接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)	伝播有無
RB-1-1	開口	0.10	有
RB-1-6	扉	0.00	有
RB-1-4	堰	0.30	無

区画番号	防護対象設備		機器番号	溢水水位 (m)	溢水判別高さ (裕度0.2m考慮) ^{※1} (m)	溢水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称							
RB-1-1	R/R (A)系サブプレッジョンバルブスブレイ弁		E12-F027A(00)		2.70	○		
	R/R (A)系テストライン弁		E12-F024A(00)		1.04	○		
	R/B INST DIST PNL 1		—		0.00	○	止水対策実施	
	R/B INST DIST PNL 2		—		0.00	○	止水対策実施	
	FCS (A)系出口管隔離弁		2-43V-3A(00)		1.43	○		
	FCS (A)系出口弁		2-43V-2A(00)		1.17	○		
	MSIVシステムリークドレン弁 (A)		E32-FF009A(00)	0.10	1.66	○		
	SEPP CHAMBER PRESS		PT-26-79-52A		0.99	○		
	サブプレッジョンチェンバール真空破壊止め弁		2-26B-3(A0)		0.40	○		
	サブプレッジョンチェンバール真空破壊止め弁		2-26B-4(A0)		1.13	○		
	サブプレッジョン・チェンバール弁		2-26B-5(A0)		0.56	○		
	サブプレッジョン・チェンバールガス供給弁		2-26B-6(A0)		1.33	○		

※1：各機器の機能喪失高さから床高配及び揺らぎを考慮した値 (0.2m) を差し引いた値

第 6.2.3-1 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 2) (代表例：2/5)



内部溢水伝播範囲

三次伝播評価	
評価対象区画	RB-B1-1
溢水量(m ³)	298.00
面積(m ²)	219.60
溢水位(m)	0.10

床開口が存在するため、溢水量は下層へ伝播する。RB-B1-1は、堰高さ(0.10m)以上の溢水位とはならない。

接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)	伝播有無
RB-B1-2	堰・扉	0.20	無
RB-B1-9	堰	0.20	無
RB-B1-5	堰	0.30	無
RB-B2-13	開口	0.10	有

三次伝播評価	
評価対象区画	RB-1-6
溢水量(m ³)	298.00
面積(m ²)	0.90
溢水位(m)	0.10

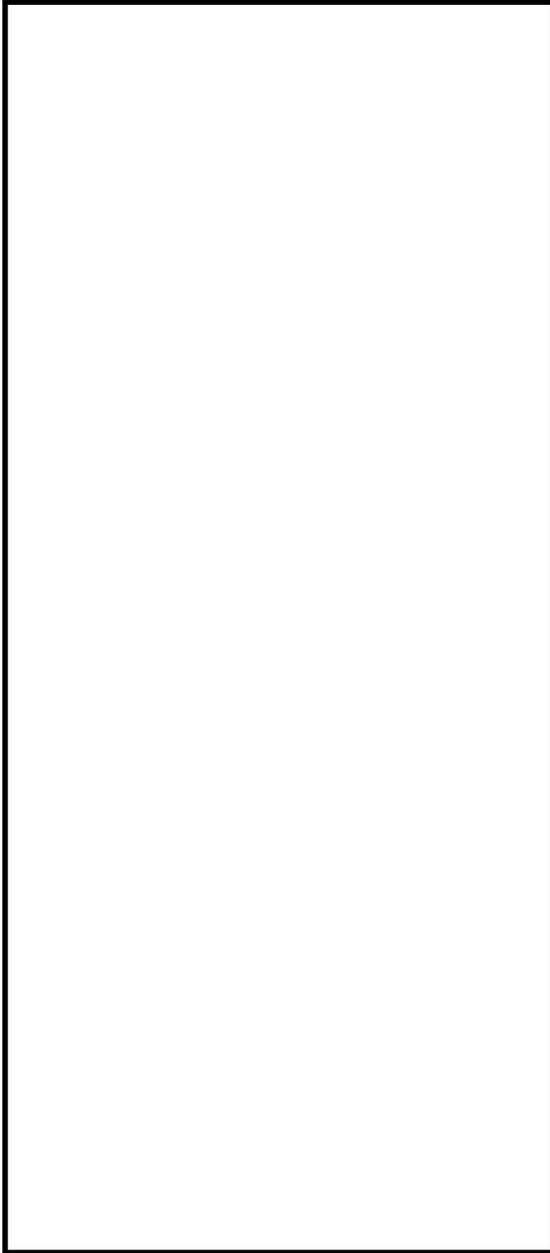
RB-1-6の溢水位はRB-1-1との水位差を考慮するとRB-1-1の溢水位(0.10m)以上とはならないため、溢水位は0.10mとなる。

接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)	伝播有無
RB-1-3	堰	0.30	無

区画番号	防護対象設備		溢水位(m)	溢水判定高 さ(貯留0.2m 考慮) ^{※1} (m)	溢水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-1-1	GMS (A) サプレッションプール計装トレン出口隔離弁	D2B-F004A(00)	0.10	3.20	○		
	GMS (A) 冷却水入口弁 (RHRS (A) 系)	3-12F101A(00)		0.20	○		
	GMS (A) 冷却水出口弁 (RHRS (A) 系)	3-12F102A(00)		0.20	○		
	RCW 機器始動脱行き弁	7-9V31(00)		0.30	○		
	RHR (A) 系ミニフロー弁	E12-F064A(00)		0.30	○		
	RHR DIV-1 計装ラック	HE2-F018		0.42	○		
	MCC 2C-3	MCC 2C-3		0.00	○		止水対策実施
	MCC 2C-5	MCC 2C-5		0.00	○		止水対策実施
	直流125V MCC 2A-1	125V_DC_MCC_2A-1		0.00	○		止水対策実施
	移分裂生成物モニタ系サンプリング弁	E31-F010B(00)		0.30	○		
	RCG タービン排気弁	E31-F011B(00)		0.32	○		
	RCG 真空ポンプ出口弁	E51-F069(00)		4.00	○		
	RCG DIV-1 計装ラック	HE2-F017		3.92	○		
	LPCS 計装ラック	HE2-F001		0.38	○		
	ドライウェル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-20V81(電磁弁)		1.00	○		
	ドライウェル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-20V82(電磁弁)		0.40	○		
	ドライウェル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-20V83(電磁弁)		0.40	○		
	ドライウェル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-20V84(電磁弁)		1.00	○		
	ドライウェル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-20V85(電磁弁)		1.00	○		
	ドライウェル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-20V86(電磁弁)		1.60	○		
蒸餾器機器分析系計装弁	D5-51E1(電磁弁)	3.10	○				
蒸餾器機器分析系計装弁	D5-51E2(電磁弁)	3.10	○				

※1：各機器の機能喪失高さから床均配及び揺らぎを考慮した値(0.2m)を差し引いた値

第 6.2.3-1 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 2) (代表例：3/5)



内部溢水伝播範囲

三次伝播評価		RB-B2-13
評価対象区画		RB-B2-13
溢水量(m ³)		298.00
面積(m ²)		36.90
溢水水位(m)		3.90
RB-B2-13とRB-B2-12の境界は堰(0.30m)であり、RB-B2-13とRB-B2-11の境界は堰(0.30m)及び流出入可能な扉へ改造することから、溢水量をRB-B2-11～13の合計面積で割った水位を算出。		
接続区画への伝播有無判定		
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)
RB-B2-11	堰・扉	0.30
RB-B2-12	堰	0.30
		伝播有無
		有
		有

三次伝播評価		RB-B2-12
評価対象区画		RB-B2-12
溢水量(m ³)		298.00
面積(m ²)		21.70
溢水水位(m)		3.90
RB-B2-13とRB-B2-12の境界は堰(0.30m)であり、RB-B2-13とRB-B2-11の境界は堰(0.30m)及び流出入可能な扉へ改造することから、溢水量をRB-B2-11～13の合計面積で割った水位を算出。		
接続区画への伝播有無判定		
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)
無し		
		伝播有無
		有
		無

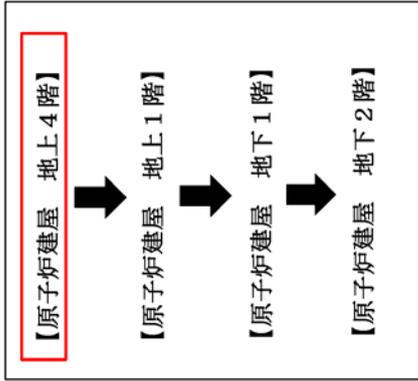
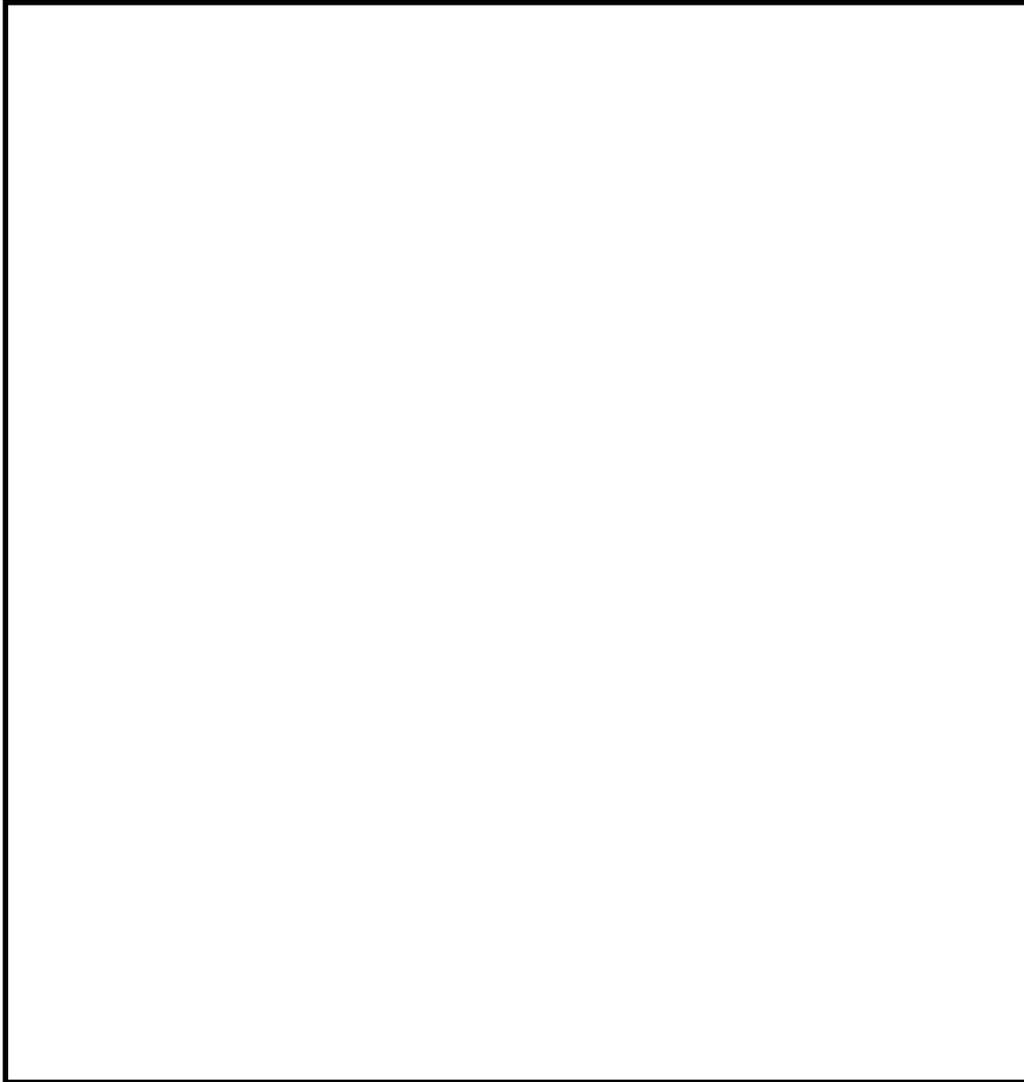
三次伝播評価		RB-B2-11
評価対象区画		RB-B2-11
溢水量(m ³)		298.00
面積(m ²)		18.00
溢水水位(m)		3.90
RB-B2-13とRB-B2-12の境界は堰(0.30m)であり、RB-B2-13とRB-B2-11の境界は堰(0.30m)及び流出入可能な扉へ改造することから、溢水量をRB-B2-11～13の合計面積で割った水位を算出。		
接続区画への伝播有無判定		
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)
RB-B2-10	水密扉	—
		伝播有無
		有
		無

第 6.2.3-1 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 2) (代表例: 4/5)

区画番号	防護対象設備		溢水水位 (m)	没水判別高さ (余裕0.2m 考慮) ^{※1} (m)	没水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-B2-13	LPCS ボンプ室空調機	HVAC-AH2-3	3.90	0.07	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS
	SUPP CHAMBER LEVEL (A) (伝送器)	LT-26-79.5A		1.20	×	機能喪失判定に影響なし	事故時計装(A)
	LPCS ボンプ	LPCS-PMP-C001		2.48	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS
RB-B2-12	LPCS ボンプ入口弁	E21-F001(M0)	3.90	1.30	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS
	LPCS ミニフロー弁	E21-F011(M0)		0.30	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS
RB-B2-11	—	—	3.90	—	—	—	—

※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び揺らぎを考慮した値 (0.2m) を差し引いた値

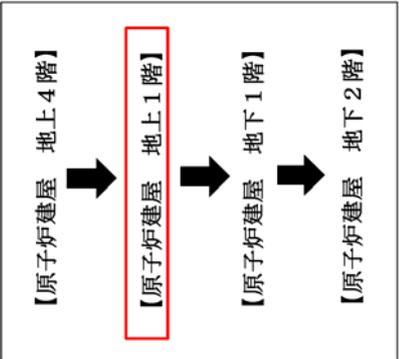
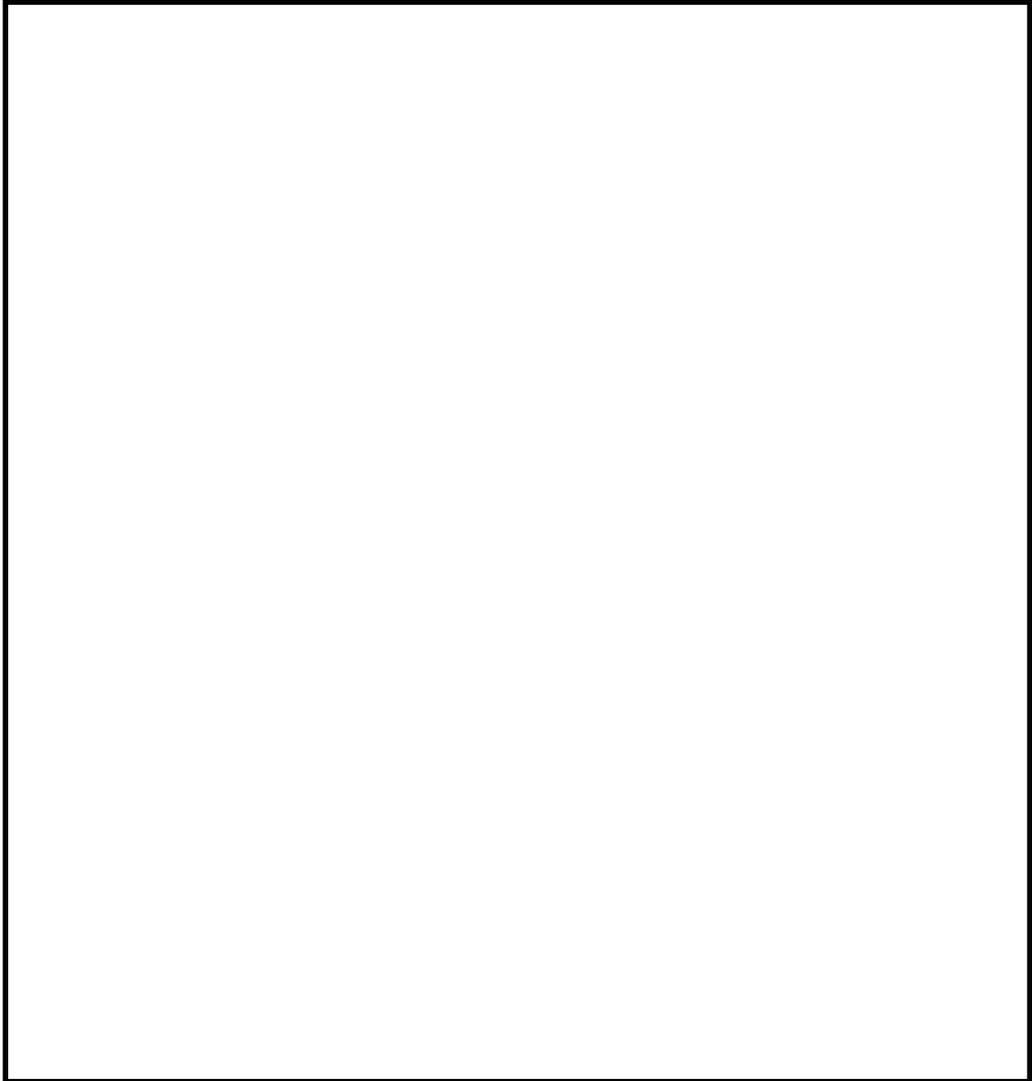
第 6.2.3-1 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 2) (代表例：5/5)



凡例

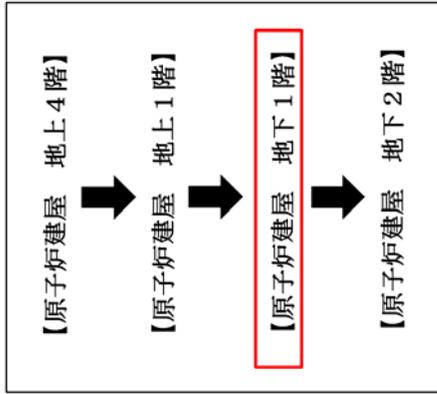
-  : 溢水の流れ
-  : 下階への流れ
-  : 上階からの流れ
-  : 溢水発生区画
-  : 伝播区画
-  : 防護対象区域境界線

第 6.2.3-2 図 溢水伝播経路概略図（ケース 2）（代表例：1 / 4）



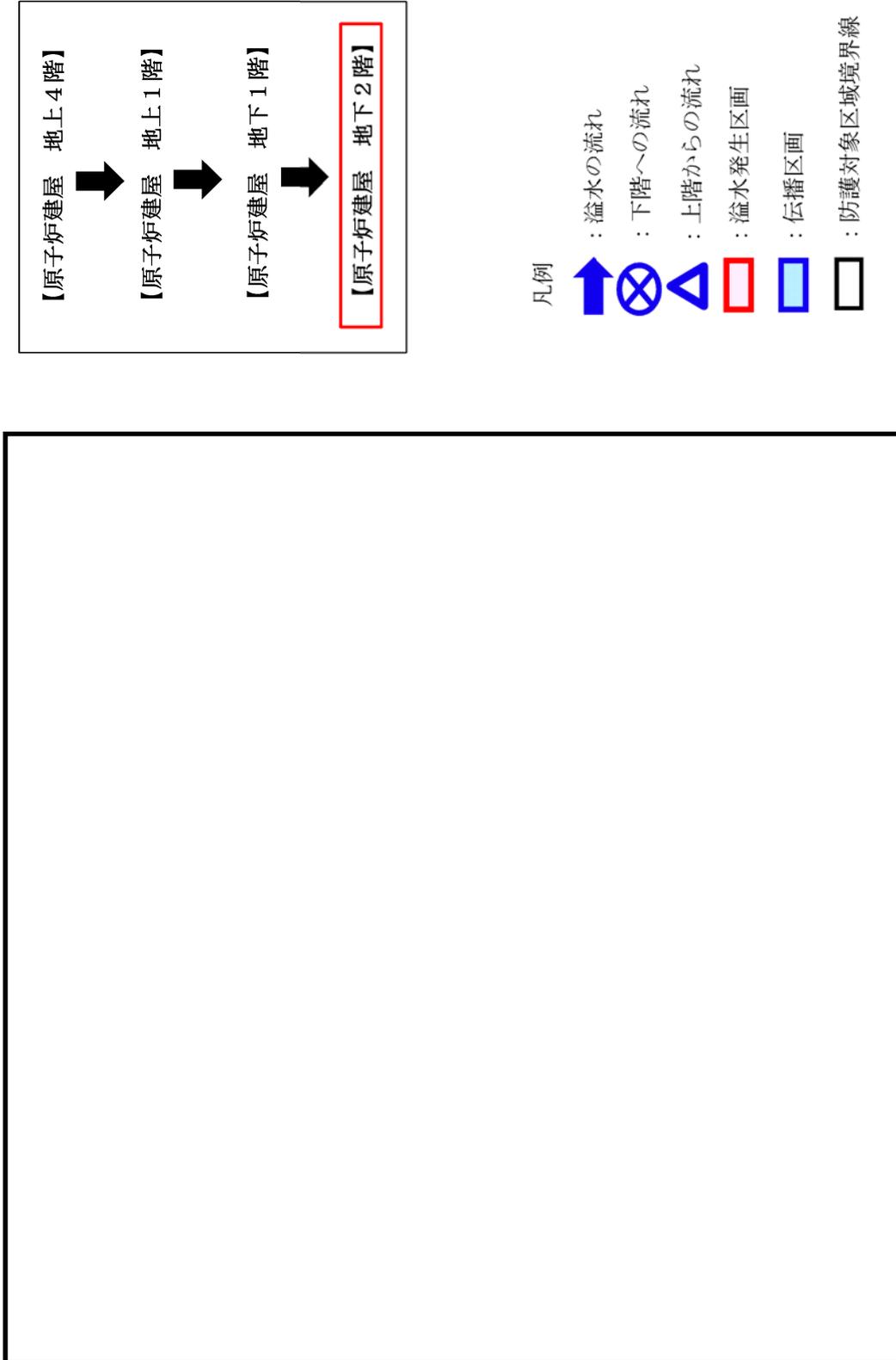
- 凡例
- ↑ : 溢水の流れ
 - ⊗ : 下階への流れ
 - △ : 上階からの流れ
 - : 溢水発生区画
 - : 伝播区画
 - : 防護対象区域境界線

第 6. 2. 3-2 図 溢水伝播経路概略図 (ケース 2) (代表例 : 2 / 4)



- 凡例
- ↑ : 溢水の流れ
 - ⊗ : 下階への流れ
 - △ : 上階からの流れ
 - (red border) : 溢水発生区画
 - (blue border) : 伝播区画
 - (black border) : 防護対象区域境界線

第 6.2.3-2 図 溢水伝播経路概略図（ケース 2）（代表例：3/4）



第 6. 2. 3-2 図 溢水伝播経路概略図（ケース 2）（代表例：4 / 4）

第 6.2.3-1 表 没水影響評価結果 (ケース 2)

区画番号	防護対象設備		溢水水位 (m)	没水判定高 (余裕0.2m考慮) ^{※1} (m)	没水判定	備考	機能喪失系統	
	設備名称	機器番号						
RB-4-1 (発生区画)	MCC 2C2-2	MCC 2A2-2	0.10	0.00	○	止水貯蓄実施		
	MCC 2C-9	MCC 2C-9		0.00	○	止水貯蓄実施		
	直流125V MCC 2A-2	125V DC MCC 2A-2		0.00	○	止水貯蓄実施		
	FFC SYS PUMP AREA PNL	641-P002		0.32	○			
	PUMP SECTION LO PRESS & ALARM (スイッチ)	PSL-G41-N007A		1.04	○			
	PUMP SECTION LO PRESS & ALARM (スイッチ)	PSL-G41-N007B		1.03	○			
	RCIC 注入弁	E51-F013(A0)		5.06	○			
	RCIC 弁(E51-F065)均圧弁	E51-FF008(A0)		3.80	○			
	RB-4-8	-		-	-	-	-	
	RB-4-10	-		-	-	-	-	
RB-4-16	-	-	-	-	-			
RB-4-18	-	-	-	-	-			
RB-4-20	-	-	-	-	-			
RB-4-21	-	-	-	-	-			
RB-4-22	-	-	-	-	-			
RB-1-1	RHR (A)系サブプレッションプールスプレイ弁	E12-F027A(A0)	0.10	2.70	○			
	R/B INST DIST PNL 1	E12-F024A(A0)		1.04	○	止水貯蓄実施		
	R/B INST DIST PNL 2	-		0.00	○	止水貯蓄実施		
	FCS (A)系出口管隔離弁	2-43V-3A(A0)		1.43	○			
	MSIVシステムリークドレン弁(A)	E32-FF009A(A0)		1.17	○			
	サブプレッショントラップ	PT-26-79.52A		0.99	○			
	サブプレッショントラップ	2-26B-3(A0)		0.40	○			
	サブプレッショントラップ	2-26B-4(A0)		1.13	○			
	サブプレッショントラップ	2-26B-5(A0)		0.56	○			
	サブプレッショントラップ	2-26B-6(A0)		1.33	○			
RB-1-6	CAMS (A) サブプレッションプール計装ドレン出口隔離弁	D23-F004A(A0)	0.10	3.20	○			
	CAMS (A)冷却水入口弁 (RHR(A)系)	3-12F10A(A0)		0.20	○			
	CAMS (A)冷却水出口弁 (RHR(A)系)	3-12F102A(A0)		0.20	○			
	RCW 機器冷却器行き弁	7-9V31(A0)		0.30	○			
	RHR (A)系ミニロー弁	E12-F064A(A0)		0.30	○			
	RHR DIV-1 計装ラック	R22-P018		0.42	○			
	MCC 2C-3	MCC 2C-3		0.00	○	止水貯蓄実施		
	MCC 2C-5	MCC 2C-5		0.00	○	止水貯蓄実施		
	直流125V MCC 2A-1	125V DC MCC 2A-1		0.00	○	止水貯蓄実施		
	核分裂生成物モニタ系サブプレッショントラップ	E31-F010B(A0)		0.30	○			
RB-B1-1	RCIC タービン排気弁	E51-F011B(A0)	0.10	0.32	○			
	RCIC 真空ポンプ出口弁	E51-F065(A0)		4.00	○			
	RCIC DIV-1 計装ラック	E51-F069(A0)		3.62	○			
	LPCS 計装ラック	R22-P001		0.38	○			
	ドライウェル真空破砕弁(AST)用電磁弁	2-26S81(電磁弁)		0.42	○			
	ドライウェル真空破砕弁(AST)用電磁弁	2-26S82(電磁弁)		1.00	○			
	ドライウェル真空破砕弁(AST)用電磁弁	2-26S83(電磁弁)		0.40	○			
	ドライウェル真空破砕弁(AST)用電磁弁	2-26S84(電磁弁)		0.40	○			
	ドライウェル真空破砕弁(AST)用電磁弁	2-26S85(電磁弁)		1.00	○			
	ドライウェル真空破砕弁(AST)用電磁弁	2-26S86(電磁弁)		1.60	○			
格納容器凝縮系分析系排気弁	25-51E1(電磁弁)	1.60	○					
格納容器凝縮系分析系排気弁	25-51E2(電磁弁)	3.10	○					
LPCS ポンプ真空隔離機	HVAC-AP9-3	0.07	○		機中発生相対に影響なし	LPCS		
SUPP CHAMBER LEVEL (A) (伝送器)	LT-26-79.5A	3.90	×		機能喪失判定に影響なし	事故時計装(A)		
LPCS ポンプ	LPCS-PMP-C001	1.20	×		機能喪失判定に影響なし	LPCS		
RB-B2-12	LPCS ポンプ入口弁	E21-F001(A0)	3.90	×		機能喪失判定に影響なし	LPCS	
RB-B2-11	LPCS ミニロー弁	E21-F011(A0)	0.30	×		機能喪失判定に影響なし	LPCS	

※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び幅らぎを考慮した値(0.2m)を差し引いた値

第 6.2.3-2 表 想定破損による没水影響評価結果まとめ (ケース 2)

評価種別：想定

溢水発生区画：RB-4-1

溢水源：RCW

溢水量：298 (m³)

備考：RHR (A) 系の破損想定のため RHR (A) 系及び FCS (A) 系を機能喪失とし評価

総合判定	○
評価方法	①

評価対象	原子炉施設												
	緊急停止機能		未臨界維持機能		高温停止機能				原子炉隔離時注水機能		手動遮がし機能		
安全機能	○												
機能判定	○												
主たる系統	水圧制御ユニット (HCU)	水圧制御ユニット (HCU)	ほう酸水注入系 (SLC)	自動減圧系 (ADS)	残留熱除去系 (RHR)	低圧炉心スプレイス系 (LPSCS)	自動減圧系 (ADS)	残留熱除去系 (RHR)	高圧炉心スプレイス系 (HPCS)	原子炉隔離時冷却系 (RCLC)	高圧炉心スプレイス系 (HPCS)	速がし安全弁 (SRV)	自動減圧系 (ADS)
系列 (安全区分) 系列の判定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
安全機能の維持	機能維持 HCU (I) and HCU (II)	機能維持 (HCU (I) and HCU (II)) or (SLC (A) and SLC (B))	機能維持 (HCU (I) and HCU (II)) or (SLC (A) and SLC (B))	機能維持 (ADS (A) and (RHR (A) or LPSCS))	機能維持 (RHR (B) or RHR (C))	機能維持 HPCS	機能維持 ADS (B) and (RHR (B) or RHR (C))	機能維持 (RHR (B) or RHR (C))	機能維持 HPCS	機能維持 RCIC or HPCS	機能維持 RCIC or HPCS	機能維持 SRV (I・II) or ADS (A) or ADS (B)	機能維持

評価対象	原子炉施設										
	低温停止機能		閉じ込め機能		監視機能		冷却機能		給水機能		中央制御室
安全機能	○										
機能判定	○										
主たる系統	残留熱除去系 (RHR)	非常用ガス処理系 (FGS)	可燃性ガス濃度制御系 (FCS)	事故時計装系	燃料プール冷却系 (FPC)	残留熱除去系 (RHR)	燃料プール補給水系 (CST)	残留熱除去系 (RHR)	燃料プール補給水系 (CST)	中央制御室換気系 (MCR-HVAC)	中央制御室換気系 (MCR-HVAC)
系列 (安全区分) 系列の判定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
安全機能の維持	機能維持 RHR (A) or RHR (B)	機能維持 (RHR (A) or FCS (B))	機能維持 (FCS (A) or FCS (B))	機能維持 (A or B 系)	機能維持 (FPC (A) or FPC (B) or RHR (A) or RHR (B))	機能維持 (RHR (A) or RHR (B))					

※ ①：基本評価 (溢水量；当該系統の最大口径，系統保有水量；当該系統の全保有水量)

②：詳細評価 (溢水量；区画内における当該系統の最大口径，系統保有水量；当該区画への流出範囲を考慮)

(3) ケース3

○溢水発生区画

：原子炉建屋 地下2階 (RB-B2-3)

○溢水源

：RB-B2-3 内に敷設されている全溢水源とそれらの溢水量を以下第6.2.2-3表にまとめる。これより最も溢水量の大きい残留熱除去系を溢水源として設定する。

第 6. 2. 2-3 表 対象区画の溢水想定

考慮すべき溢水源	溢水量(m ³)	代表溢水源
屋内消火系	92	—
残留熱除去海水系	272	—
高圧炉心スプレイ系	378	—
残留熱除去系	382	○
復水・純水移送系	325	—

(4) ケース4

○溢水発生区画

：原子炉建屋 5階 (RB-5-6)

○溢水源

：RB-5-6 内に敷設されている全溢水源とそれらの溢水量を以下第6.2.2-4表にまとめる。これより最も溢水量の大きい復水・純水移送系を溢水源として設定する。

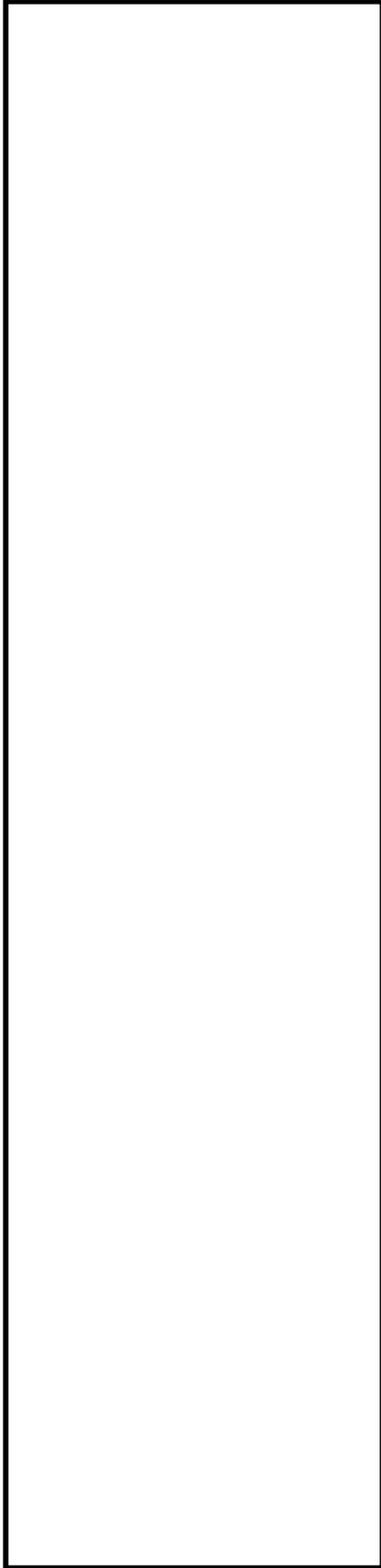
第 6.2.2-4 表 対象区画の溢水想定

考慮すべき溢水源	溢水量(m ³)	代表溢水源
復水・純水移送系	133	○
原子炉冷却材浄化系	54	—

6.2.3 溢水伝播評価

溢水伝播モデルを用いて、6.2.2 の評価ケースにおける最終滞留区画に到達するまでの溢水経路に位置する溢水防護区画の溢水水位を評価する。評価は溢水発生区画を起点（一次）とし、隣接する区画への伝播を段階的に二次、三次と進め、それを最終滞留区画まで実施する。

以下第 6.2.3-1 図、第 6.2.3-3 図に段階毎の溢水水位の評価結果、第 6.2.3-2 図、第 6.2.3-4 図に溢水伝播経路概略図、及び第 6.2.3-1 表、第 6.2.3-2 表に没水影響評価結果を示す。



内部溢水伝播範囲

一次伝播評価		評価対象区画	
接続区画	境界形状	伝播開始高さ(m)	伝播有無
RB-B2-2	堰・扉	0.20	有
RB-B2-14	堰	0.30	有
RB-B2-4	堰・扉	0.20	有

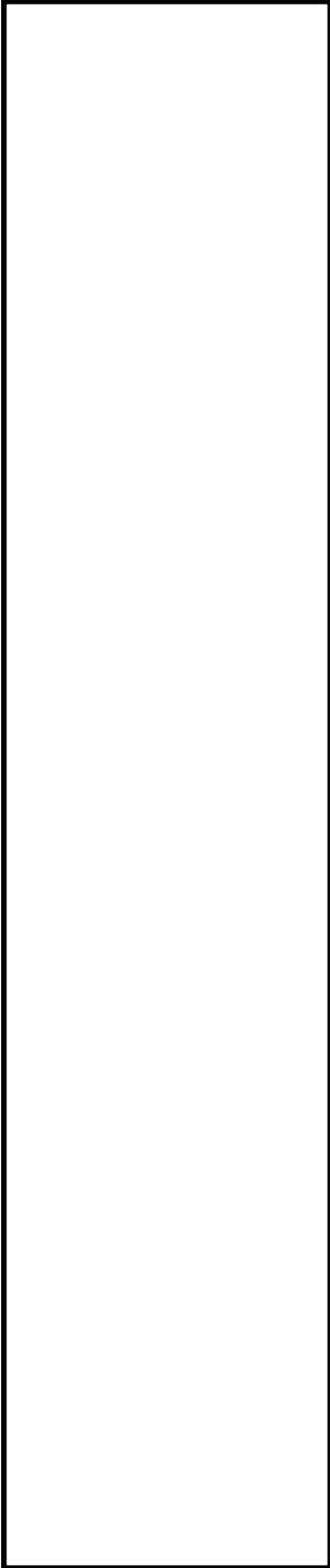
全溢水量を面積で割った水位を算出する。RB-B2-3とRB-B2-14の境界は堰(0.30m)であり、RB-B2-3とRB-B2-4の境界は堰(0.20m)及び流出入可能な扉へ改造する。また、RB-B2-3とRB-B2-2の境界は堰(0.20mm)及び3h耐火扉へ改造することから、溢水量をRB-B2-3からRB-B2-2、RB-B2-4、RB-B2-14へ伝播させる。

接続区画への伝播有無判定

区画番号	防護対象設備		溢水水位(m)	浸水判別高さ(浸度0.2m考慮)*1(m)	浸水判定	備考	機能喪失系統	
	設備名称	機器番号						
RB-B2-3 (保安区画)	水平方向地震加速度検出器	C72-N010A	2.38	0.10	x	機能喪失判定に影響なし	RHR(B)、RHR(S)(B)、RHR(S)給水、RHR(S)冷却・給水	
	水平方向地震加速度検出器	C72-N010B		0.10	x			
	鉛直方向地震加速度検出器	C72-N011A		0.10	x			
	鉛直方向地震加速度検出器	C72-N011B		0.10	x			
	RHR ポンプ(B)停止時冷卻ライン入口弁	E12-F006R(00)		1.74	x			機能喪失判定に影響なし
	RHR ポンプ(B)入口弁	E12-F041B(00)		1.30	x			機能喪失判定に影響なし
	RHR (B)ポンプ室空調機	H04C-012-5		0.07	x			機能喪失判定に影響なし

*1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び揺らぎを考慮した値(0.2m)を差し引いた値

第 6.2.3-3 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 3) (代表例：1/3)



内部溢水伝播範囲

二次伝播評価	
評価対象区画	RB-B2-2
溢水量(m ³)	382.00
面積(m ²)	51.30
溢水水位(m)	2.38

RB-B2-2の溢水水位は堰高さ(0.20m)となる。溢水量をRB-B2-3, RB-B2-2, RB-B2-4, RB-B2-14, RB-B2-5, RB-B2-6の合計面積で割った水位を算出。

接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)	伝播有無
RB-B2-19	水密扉	—	無

二次伝播評価	
評価対象区画	RB-B2-14
溢水量(m ³)	382.00
面積(m ²)	8.90
溢水水位(m)	2.38

RB-B2-14の溢水水位は堰高さ(0.30m)となり、RB-B2-5へ伝播させる。溢水量をRB-B2-3, RB-B2-2, RB-B2-4, RB-B2-14, RB-B2-5, RB-B2-6の合計面積で割った水位を算出。

接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)	伝播有無
RB-B2-5	扉・扉	0.30	有

二次伝播評価	
評価対象区画	RB-B2-4
溢水量(m ³)	382.00
面積(m ²)	38.90
溢水水位(m)	2.38

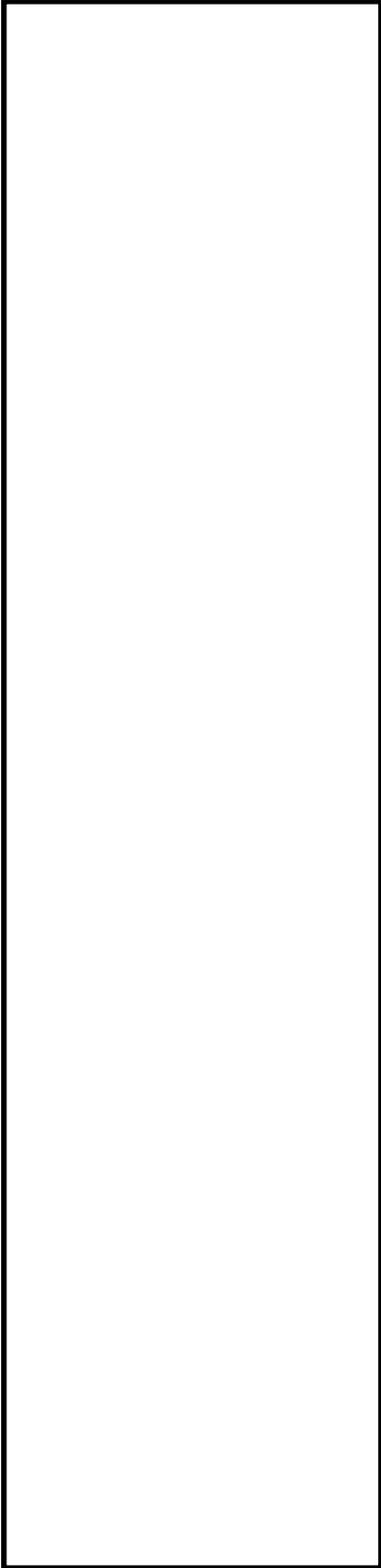
RB-B2-4の溢水水位は堰高さ(0.20m)となる。溢水量をRB-B2-3, RB-B2-2, RB-B2-4, RB-B2-14, RB-B2-5, RB-B2-6の合計面積で割った水位を算出。

接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)	伝播有無
無	—	—	—

区画番号	防護対象設備		溢水水位(m)	没水判定高さ(余裕)※1(m)	没水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-B2-14	ポンプ(B)	RRR-PMP-C002B	2.38	2.32	x	機能喪失判定に影響なし	RRR(B) FCS(B) RRR(B) 冷却・給水
RB-B2-2	—	—	2.38	—	—	—	—
RB-B2-4	—	—	2.38	—	—	—	—

※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び掃らぎを考慮した値(0.2m)を差し引いた値

第 6.2.3-3 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 3) (代表例：2/3)



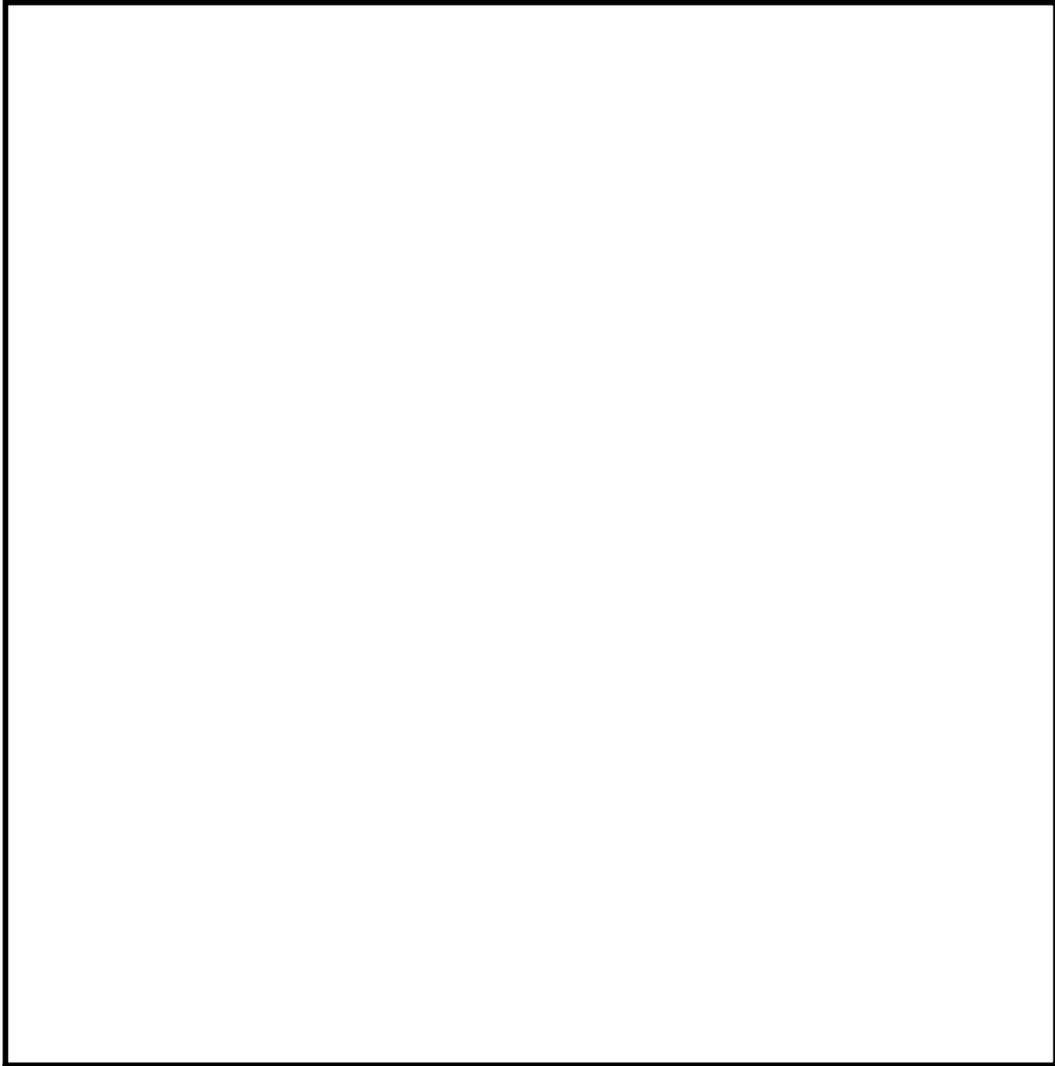
内部溢水伝播範囲

二次伝播評価	
評価対象区画	RB-B2-5
溢水量(m ³)	382.00
面積(m ²)	15.00
溢水水位(m)	1.98
RB-B2-5の溢水水位は堰高さ(0.30m)となり、RB-B2-6へ伝播させる。溢水量をRB-B2-3、RB-B2-2、RB-B2-4、RB-B2-14、RB-B2-5、RB-B2-6の合計面積で割った水位を算出。	
接続区画への伝播有無判定	
接続区画	境界形態
RB-B2-6	堰
伝播開始高さ(m)	0.30
伝播有無	有
三次伝播評価	
評価対象区画	RB-B2-6
溢水量(m ³)	382.00
面積(m ²)	17.7
溢水水位(m)	1.98
RB-B2-5とRB-B2-6の境界は堰(0.30m)であり、溢水量をRB-B2-3、RB-B2-2、RB-B2-4、RB-B2-14、RB-B2-5、RB-B2-6の合計面積で割った水位を算出。	
接続区画への伝播有無判定	
接続区画	境界形態
無し	
伝播開始高さ(m)	
伝播有無	

区画番号	防護対象設備		溢水水位(m)	没水判別高さ(標高0.2m考慮) ^{※1} (m)	没水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-B2-6	RRR ポンプ(C)	RRR-PWP-0002C	1.98	2.32	○		
	RRR ポンプ(C)入口弁	E12-F004C(M)		1.30	×	機能喪失判定に影響なし	RRR(C)
RB-B2-6	RRR (C)ポンプ室空調機	RRR-C-AD2-6	0.07	×	機能喪失判定に影響なし	RRR(C)	
	SUPP CHAMBER LEVEL (伝送器)	LT-206-79.5R	1.18	×			
	SUPP CHAMBER LEVEL (B) (伝送器)	LT-206-79.5B	1.18	×	機能喪失判定に影響なし	事故時計装(B)	

※1：各機器の機能喪失高さから床高配及び積ちぎを考慮した値(0.2m)を差し引いた値

第 6.2.3-3 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 3) (代表例：3/3)



【原子炉建屋 地下2階】

凡例

-  : 溢水の流れ
-  : 下階への流
-  : 上階からの流れ
-  : 溢水発生区画
-  : 伝播区画
-  : 防護対象区域境界線

第 6.2.3-4 図 溢水伝播経路概略図（ケース 3）（代表例）

第 6.2.3-3 表 没水影響評価結果 (ケース 3)

区画番号	防護対象設備		溢水水位 (m)	没水判別高さ (余裕0.2m考慮) ^{*1} (m)	没水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-B2-3 (発生区画)	水平方向地震加速度検出器	C72-N010A	2.38	0.10	×		
	水平方向地震加速度検出器	C72-N010B		0.10	×		
	鉛直方向地震加速度検出器	C72-N011A		0.10	×		
	鉛直方向地震加速度検出器	C72-N011B		0.10	×		
	RHR ポンプ(B)停止時冷却ライン入口弁	E12-F006B(M0)		1.74	×	機能喪失判定に影響なし	RHR(B), RHR(B) 冷却
	RHR ポンプ(B)入口弁	E12-F004B(M0)		1.30	×	機能喪失判定に影響なし	RHR(B), FCS(B), RHR(B) 給水
RB-B2-14	RHR (B) ポンプ室空調機	HVAC-AH2-5	0.07	×	機能喪失判定に影響なし	RHR(B), FCS(B), RHR(B) 冷却・給水	
RB-B2-2	RHR ポンプ(B)	RHR-PMP-C002B	2.38	2.32	×	機能喪失判定に影響なし	RHR(B), FCS(B), RHR(B) 冷却・給水
RB-B2-4	—	—	2.38	—	—		
RB-B2-5	—	—	2.38	—	—		
RB-B2-6	RHR ポンプ(C)	RHR-PMP-C002C	1.98	2.32	○		
	RHR ポンプ(C)入口弁	E12-F004C(M0)		1.30	×	機能喪失判定に影響なし	RHR(C)
	RHR (C) ポンプ室空調機	HVAC-AH2-6		0.07	×	機能喪失判定に影響なし	RHR(C)
	SUPP CHAMBER LEVEL (伝送器)	LT-26-79.5R		1.18	×		
	SUPP CHAMBER LEVEL (B) (伝送器)	LT-26-79.5B		1.18	×	機能喪失判定に影響なし	事故時計装(B)

※ 1 : 各機器の機能喪失高さから床勾配及び揺らぎを考慮した値 (0.2m) を差し引いた値

第 6.2.3-4 表 想定破損による没水影響評価結果まとめ (ケース 3)

評価種別：想定

溢水発生区画：RB-B2-3

溢水源：RHR(B)

溢水量：382 (m³)

総合判定	○
評価方法 ※1	①

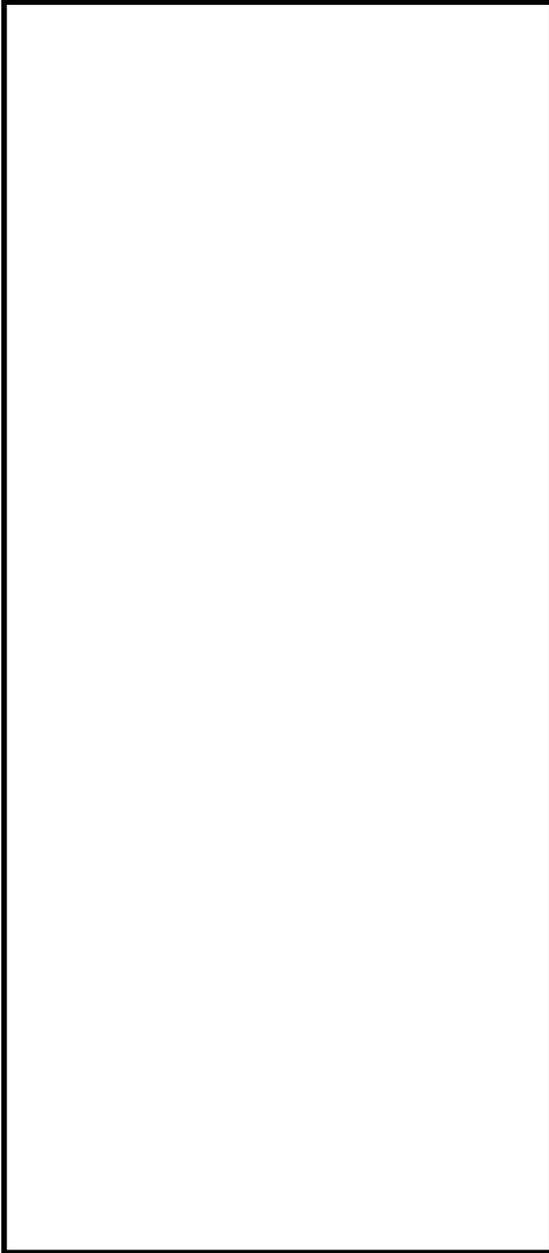
備考：RHR(B)系の破損想定のためRHR(B)系及びFCS(B)系を機能喪失とし評価

評価対象	原子炉施設														
	緊急停止機能		未臨界維持機能		高温停止機能				原子炉隔離時注水機能		手動遮らし機能				
安全機能	○														
機能判定	○														
主たる系統	水圧制御ユニット (HCU)	水圧制御ユニット (HCU)	ほう酸水注入系 (SLC)	自動減圧系 (ADS)	残留熱除去系 (RHR)	低圧炉心スプレイス系 (LPSCS)	高圧炉心スプレイス系 (HPCS)	残留熱除去系 (RHR)	残留熱除去系 (RHR)	高圧炉心スプレイス系 (HPCS)	原子炉隔離時冷却系 (RCLC)	高圧炉心スプレイス系 (HPCS)	速がし安全弁 (SRV)	自動減圧系 (ADS)	
															機能維持 (HCU(I) and HCU(II))
系列 (安全区分) 系列の判定	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	C系 (II系)	B系 (II系)	C系 (II系)	III系 (III系)	I系 (I系)	III系 (III系)	I系 (I系)	A系 (I系)	B系 (II系)
安全機能の維持	機能維持 (HCU(I) and HCU(II))										機能維持 (RCLC(I) or HPCS)	機能維持 (SRV(I・II) or ADS(A) or ADS(B))			

評価対象	原子炉施設											
	低温停止機能		閉じ込め機能		監視機能		冷却機能		給水機能		中央制御室	
安全機能	○										中央制御室	
機能判定	○										中央制御室	
主たる系統	残留熱除去系 (RHR)	非常用ガス処理系 (FRWS・SGTS)	可燃性ガス濃度制御系 (FCS)	事故時計装系	燃料プールの冷却浄化系 (FPC)	残留熱除去系 (RHR)	燃料プール補給水系 (CST)	残留熱除去系 (RHR)	燃料プール補給水系 (CST)	給水機能	中央制御室換気機能	
												機能維持 (RHR(A) or RHR(B))
系列 (安全区分) 系列の判定	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)
安全機能の維持	機能維持 (RHR(A) or RHR(B))										機能維持 (MCR-HVAC(A) or MCR-HVAC(B))	

※1 ①：基本評価 (溢水量；当該系統の最大口径，系統保有水量；当該系統の全保有水量)

②：詳細評価 (溢水量；区画内における当該系統の最大口径，系統保有水量；当該区画への流出範囲を考慮)



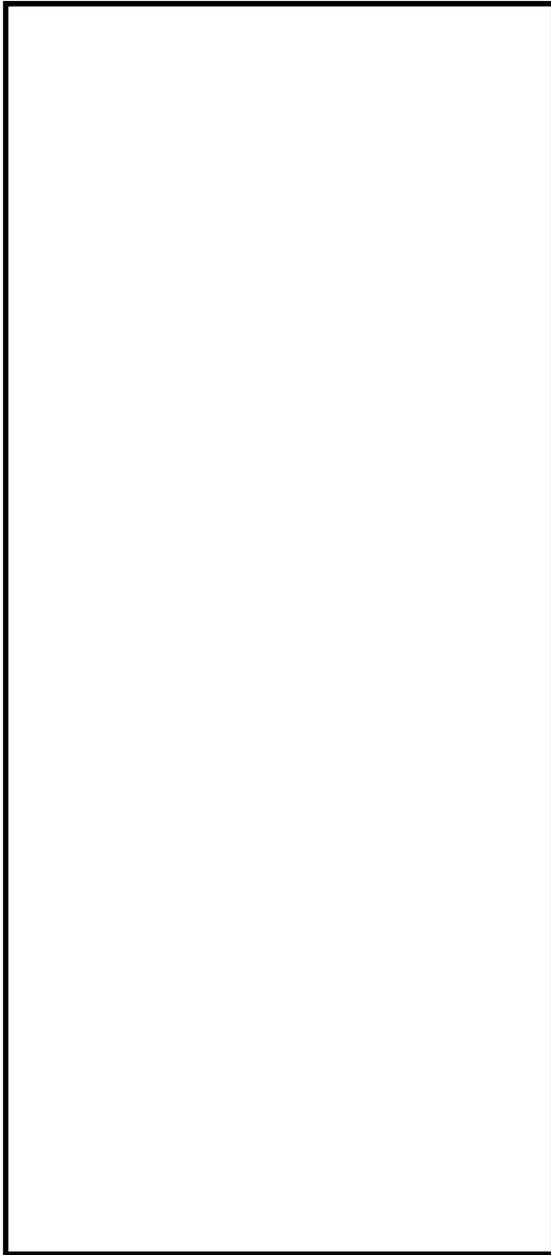
内部溢水伝播範囲

一次伝播評価			
評価対象区画	RB-5-6		
溢水量 (m ³)	133.00		
面積 (m ²)	36.10		
溢水位 (m)	3.60		
全溢水量を面積で割った水位を算出する。RB-5-6とRB-5-5の境界は堰(0.20m)であり、RB-5-5とRB-5-2の境界は流入可能な扉であることから、溢水量をRB-5-6からRB-5-5, RB-5-2へ伝播させる。			
接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形態	伝播開始高さ (m)	伝播有無
RB-5-5	堰	0.20	有
RB-5-2	扉	0.10	有

区画番号	防護対象設備		溢水位 (m)	没水判別高さ (溢度0.2m考慮) ^{※1} (m)	没水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-5-6 (発生区画)	SKIMMER SURGE TANK HI LEVEL(スイッチ)	LSH-64H-N004	0.20	3.31	○		
	SKIMMER SURGE TANK LO LEVEL(スイッチ)	LSL-64H-N005		1.20	○		
	SKIMMER SURGE TANK LO LO LEVEL(スイッチ)	LSLL-64H-N006		0.50	○		
	SKIMMER SURGE TANK HI LEVEL(伝送器)	LT-64H-N100		0.25	○		

※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び溢れ高さを考慮した値(0.2m)を差し引いた値

第 6.2.3-3 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 4) (代表例：1/7)



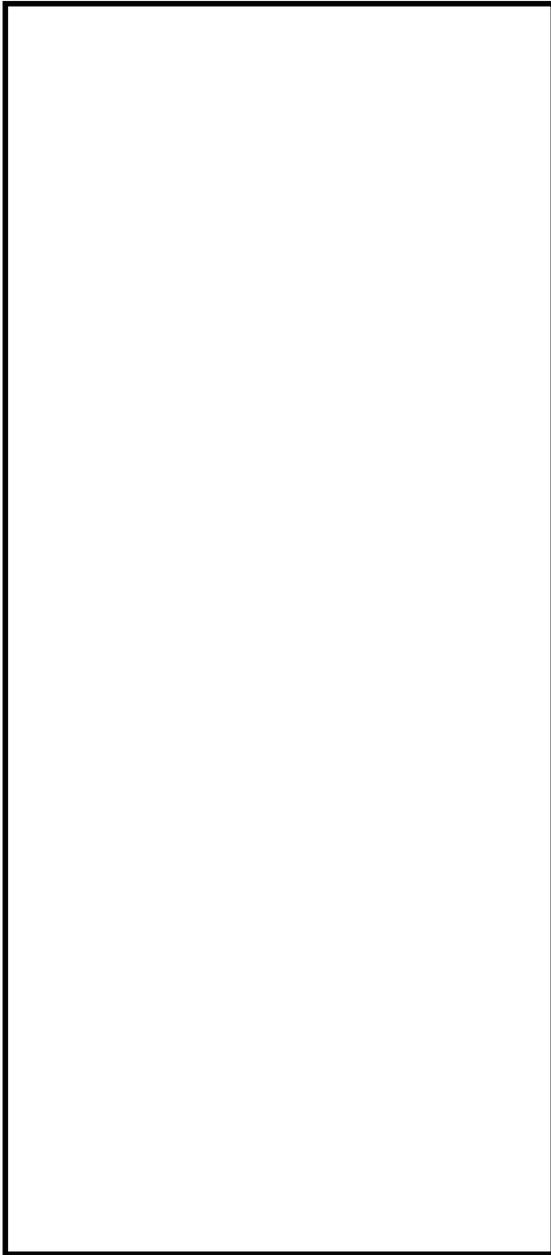
内部溢水伝播範囲

二次伝播評価		RB-5-2
評価対象区画		RB-5-2
溢水量 (m ³)		133.00
面積 (m ²)		159.10
溢水水位 (m)		0.10
RB-5-2, RB-5-5の溢水水位は堰高さ(0.15m)となる。床開口が存在するため、溢水量は下層へ伝播する。		
接続区画への伝播有無判定		
接続区画	境界形態	伝播開始高さ (m)
RB-1-2	開口	0.10
		伝播有無
		有

区画番号	防護対象設備		溢水水位 (m)	浸水開始高さ (浸水0.2m考慮) ^{※1} (m)	浸水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-5-6 (発注区画)	SKIMMER SURGE TANK HI LEVEL(スイッチ)	LSH-G4I-N004	0.20	3.31	○		
	SKIMMER SURGE TANK LO LEVEL(スイッチ)	LSL-G4I-N005		1.20	○		
	SKIMMER SURGE TANK HI LEVEL(スイッチ)	LSL-G4I-N006		0.50	○		
RB-5-5	SKIMMER SURGE TANK HI LEVEL(伝送器)	LT-G4I-N100		0.25	○		
RB-5-2			0.10		—		
			0.10		—		

※1：各機器の機能喪失高さから床高配及び揺らぎを考慮した値 (0.2m) を差し引いた値

第 6.2.3-3 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 4) (代表例：2/7)

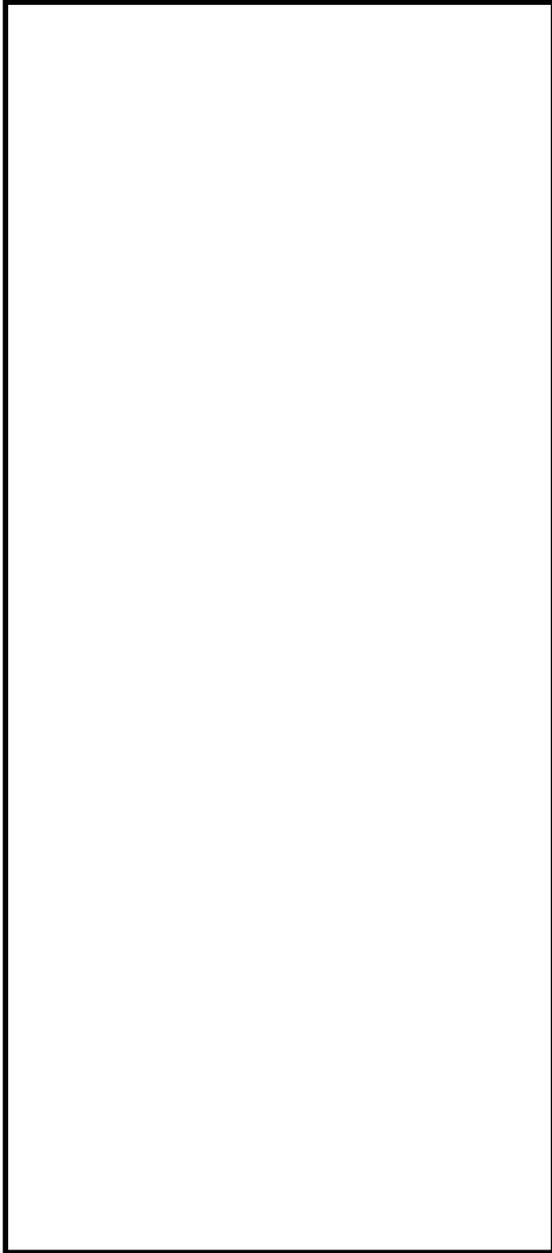


内部溢水伝播範囲

三次伝播評価		RB-1-2
評価対象区画		RB-1-2
溢水量(m ³)		133.00
面積(m ²)		258.50
溢水水位(m)		0.10
RB-1-2の溢水水位は堰高さ(0.15m)となる。床開口が存在するため、溢水量は下層へ伝播する。		
接続区画への伝播有無判定		
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)
RB-B1-2	開口	0.10
		伝播有無
		有

区画番号	防護対象設備		溢水水位(m)	浸水判別高さ(貯度0.2m考慮) ^{*1} (m)	浸水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-1-2	RBR (B) 系サブプレッジョンポンプ・ルースアレイ弁	E12-F02TB(00)		1.55	○		
	FCS (B) 系出口高圧機弁	2-43V-3B(00)		1.60	○		
	FCS (B) 系出口埠 トラトレン弁 (B)	2-43V-2B(00)		1.60	○		
	MSIVシステム・リターン・トラトレン弁 (B)	E52-FF000B(00)		2.32	○		
	SUPP CHAMBER PRESS	PT-26-79.52B	0.10	1.30	○		
	サブプレッジョン・チェンバースメント弁	2-26B-10(A0)		2.86	○		
	サブプレッジョン・チェンバースメント弁	2-26B-11(A0)		1.88	○		
	格納容器機能解析系サブプレッジョン弁	25-51D1(電磁弁)		1.80	○		
	格納容器機能解析系サブプレッジョン弁	25-51D2(電磁弁)		1.80	○		
	※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び貯らぎを考慮した値 (0.2m) を差し引いた値						

第 6.2.3-3 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 4) (代表例：3/7)



内部溢水伝播範囲

四次伝播評価			
評価対象区画	RB-B1-2		
溢水量 (m ³)	133.00		
面積 (m ²)	139.40		
溢水水位 (m)	0.10		
RB-B1-2の溢水水位は堰高さ(0.10m)となる。床開口が存在するため、溢水量は下層へ伝播する。			
接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形態	伝播開始高さ (m)	伝播有無
RB-B2-3	開口	0.10	有

区画番号	防護対象設備		溢水水位 (m)	波水判別高さ (余裕0.2m考慮) ^{※1} (m)	止水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-B1-2	RRR (B)系ミニエフロロー字	E12-F064B(MO)	0.10	0.30	○		
	RRR (C)系ミニエフロロー字	E12-F064C(MO)		0.30	○		
	RRR DIV-II計装ボックス	E22-F021		0.38	○		
	IPCS ボンゾフ入口弁(CST側)	E22-F001(MO)		0.61	○		
	ドライウエル真空脱酸素システム用電磁弁	2-26387(電磁弁)		1.10	○		
	ドライウエル真空脱酸素システム用電磁弁	2-26388(電磁弁)		0.70	○		
	ドライウエル真空脱酸素システム用電磁弁	2-26389(電磁弁)		0.30	○		
	ドライウエル真空脱酸素システム用電磁弁	2-26390(電磁弁)		0.70	○		
	ドライウエル真空脱酸素システム用電磁弁	2-26391(電磁弁)		1.10	○		
	※1：各機器の機能喪失高さから床高配及び槽らきを考慮した値 (0.2m) を差し引いた値						

第 6.2.3-3 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 4) (代表例：4/7)



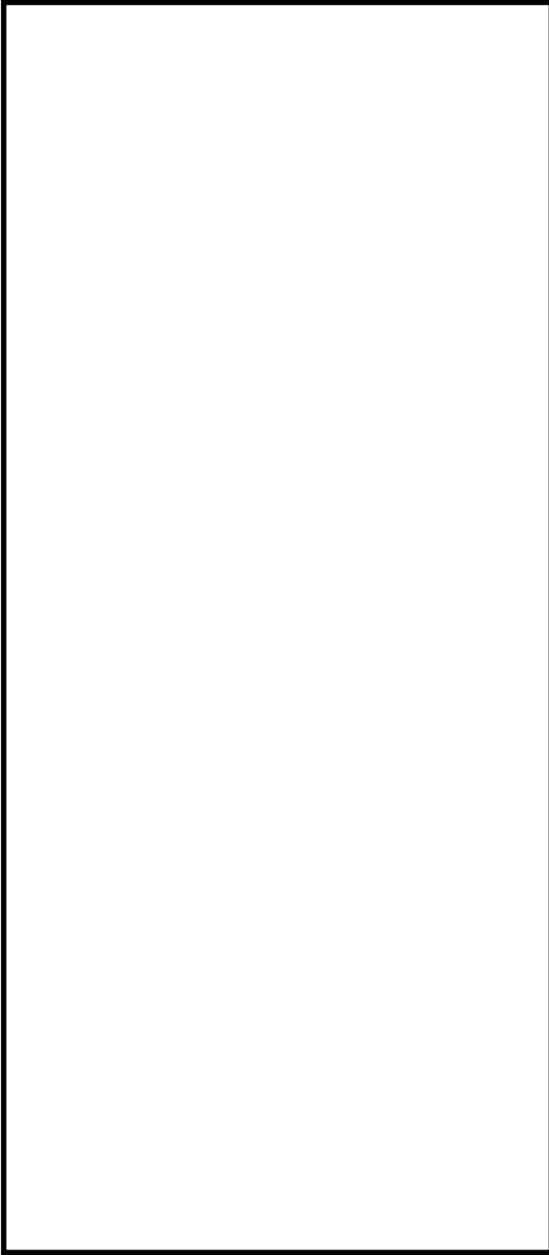
内部溢水伝播範囲

五次伝播評価		評価対象区画	RB-B2-3
溢水量(m ³)			133.00
面積(m ²)			61.80
溢水位(m)			0.83
RB-B2-3とRB-B2-14の境界は堰(0.30m)であり、RB-B2-3とRB-B2-2、RB-B2-3とRB-B2-4の境界は流出入可能な扉であることから、溢水量をRB-B2-2からRB-B2-3、RB-B2-14の合計面積で割った水位を算出。			
接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)	伝播有無
RB-B2-2	扉	0.00	有
RB-B2-4	扉	0.00	有
RB-B2-14	堰	0.30	有

五次伝播評価		評価対象区画	RB-B2-2
溢水量(m ³)			133.00
面積(m ²)			51.30
溢水位(m)			0.83
RB-B2-3とRB-B2-14の境界は堰(0.30m)であり、RB-B2-3とRB-B2-2、RB-B2-3とRB-B2-4の境界は流出入可能な扉であることから、溢水量をRB-B2-2からRB-B2-3、RB-B2-14の合計面積で割った水位を算出。			
接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)	伝播有無

五次伝播評価		評価対象区画	RB-B2-14
溢水量(m ³)			133.00
面積(m ²)			8.90
溢水位(m)			0.83
RB-B2-3とRB-B2-14の境界は堰(0.30m)であり、RB-B2-3とRB-B2-2、RB-B2-3とRB-B2-4の境界は流出入可能な扉であることから、溢水量をRB-B2-2からRB-B2-3、RB-B2-14の合計面積で割った水位を算出。			
接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)	伝播有無

第 6.2.3-3 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース 4) (代表例: 5/7)



内部溢水伝播範囲

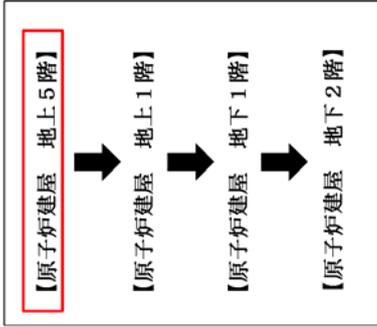
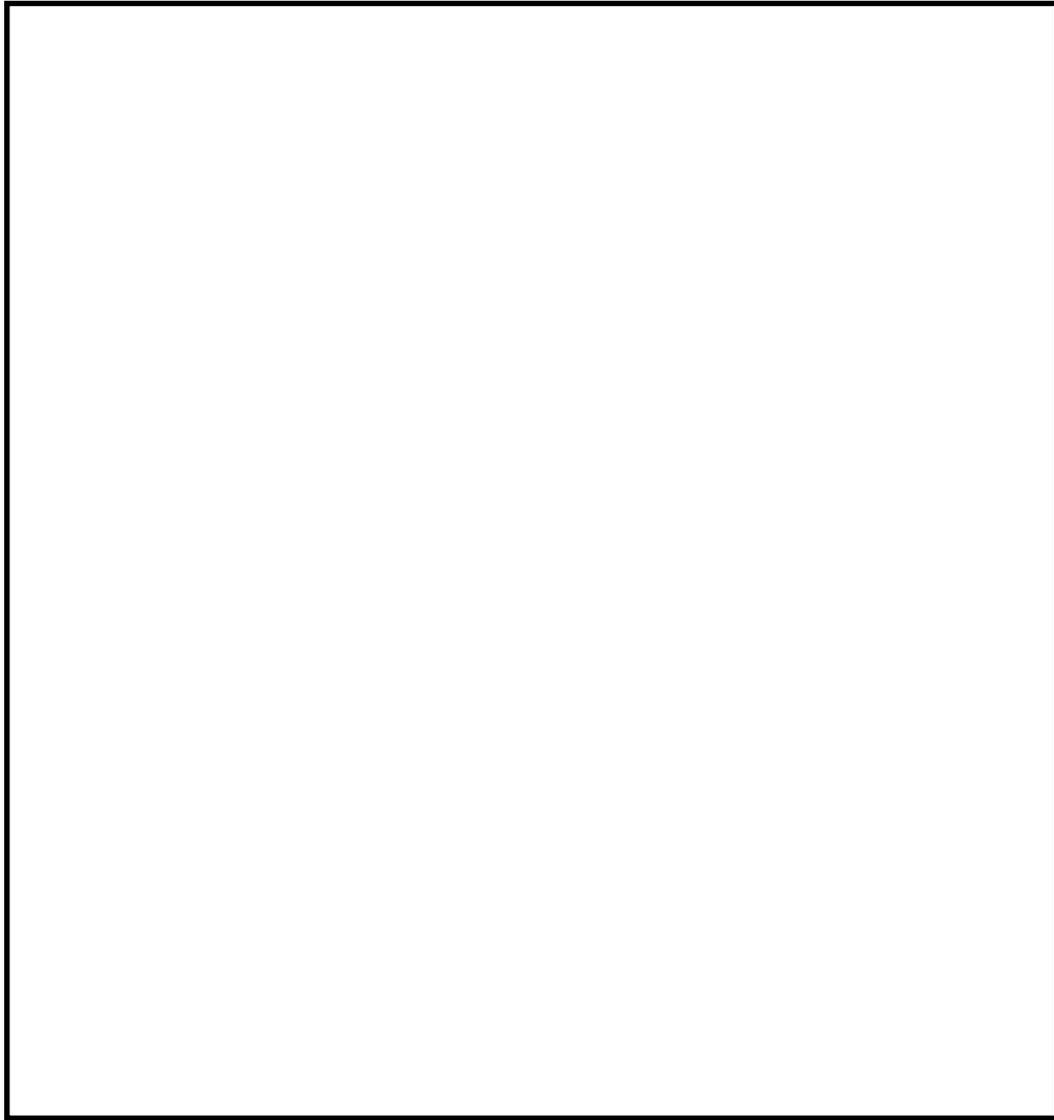
六次伝播評価		評価対象区画		RB-B2-5
評価対象区画		評価対象区画		RB-B2-5
溢水量(m ³)	133.00	溢水量(m ³)	133.00	133.00
面積(m ²)	15.00	面積(m ²)	17.70	15.00
溢水位(m)	0.69	溢水位(m)	0.69	0.69
RB-B2-14とRB-B2-5の境界は流出入可能な扉、RB-B2-5とRB-B2-6との境界は扉(0.30m)であり、RB-B2-14より伝播する。溢水量をRB-B2-2からRB-B2-6、RB-B2-14の合計面積で割った水位を算出。				
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)	伝播有無	有
RB-B2-6	扉	0.30		

六次伝播評価		評価対象区画		RB-B2-6
評価対象区画		評価対象区画		RB-B2-6
溢水量(m ³)	133.00	溢水量(m ³)	133.00	133.00
面積(m ²)	17.70	面積(m ²)	17.70	17.70
溢水位(m)	0.69	溢水位(m)	0.69	0.69
RB-B2-14とRB-B2-5の境界は流出入可能な扉、RB-B2-5とRB-B2-6との境界は扉(0.30m)であり、RB-B2-14より伝播する。溢水量をRB-B2-2からRB-B2-6、RB-B2-14の合計面積で割った水位を算出。				
接続区画	境界形態	伝播開始高さ(m)	伝播有無	有
無し				

区画番号	防護対象設備		溢水位(m)	没水判別高さ(裕度0.2m考慮) ^{*1} (m)	没水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-B2-5	RHR ボンプ(C)	RHR-FMP-C002C	0.69	2.32	○		
	RHR ボンプ(C)入口弁	E12-F004C(M0)		1.30	○		
RB-B2-6	RHR (C)ボンプ室空調機	HVAC-AH2-6	0.69	0.07	○	止水対策実施	
	SUPP CHAMBER LEVEL (伝送器)	LT-26-79.5R		1.18	○		
	SUPP CHAMBER LEVEL (伝送器)	LT-26-79.5B		1.18	○		

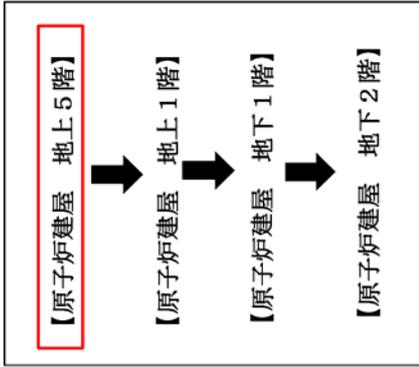
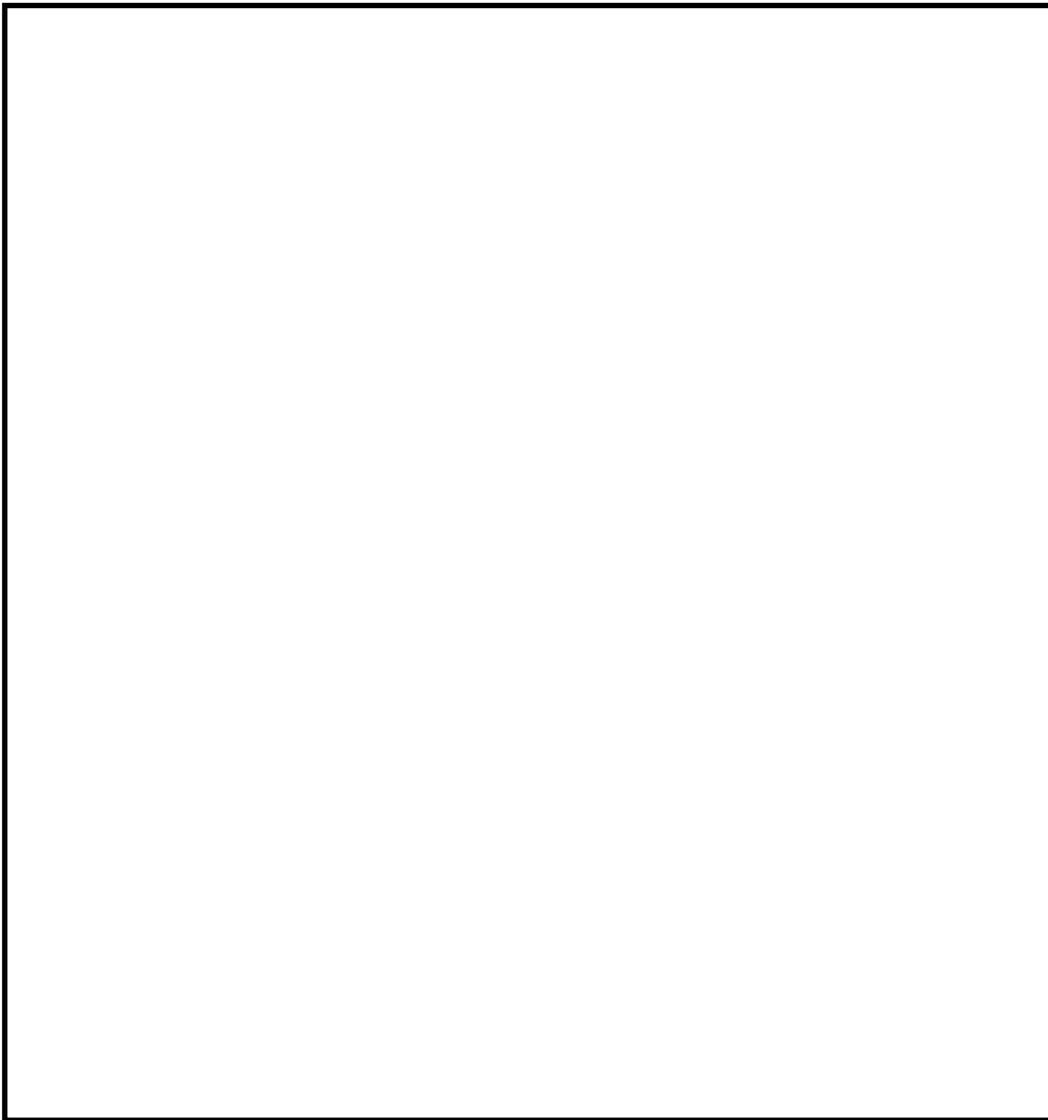
※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び揺らぎを考慮した値(0.2m)を差し引いた値

第 6.2.3-3 図 段階毎の溢水水位の評価結果 (ケース4) (代表例：7/7)



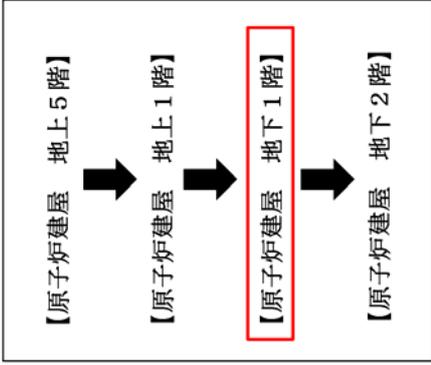
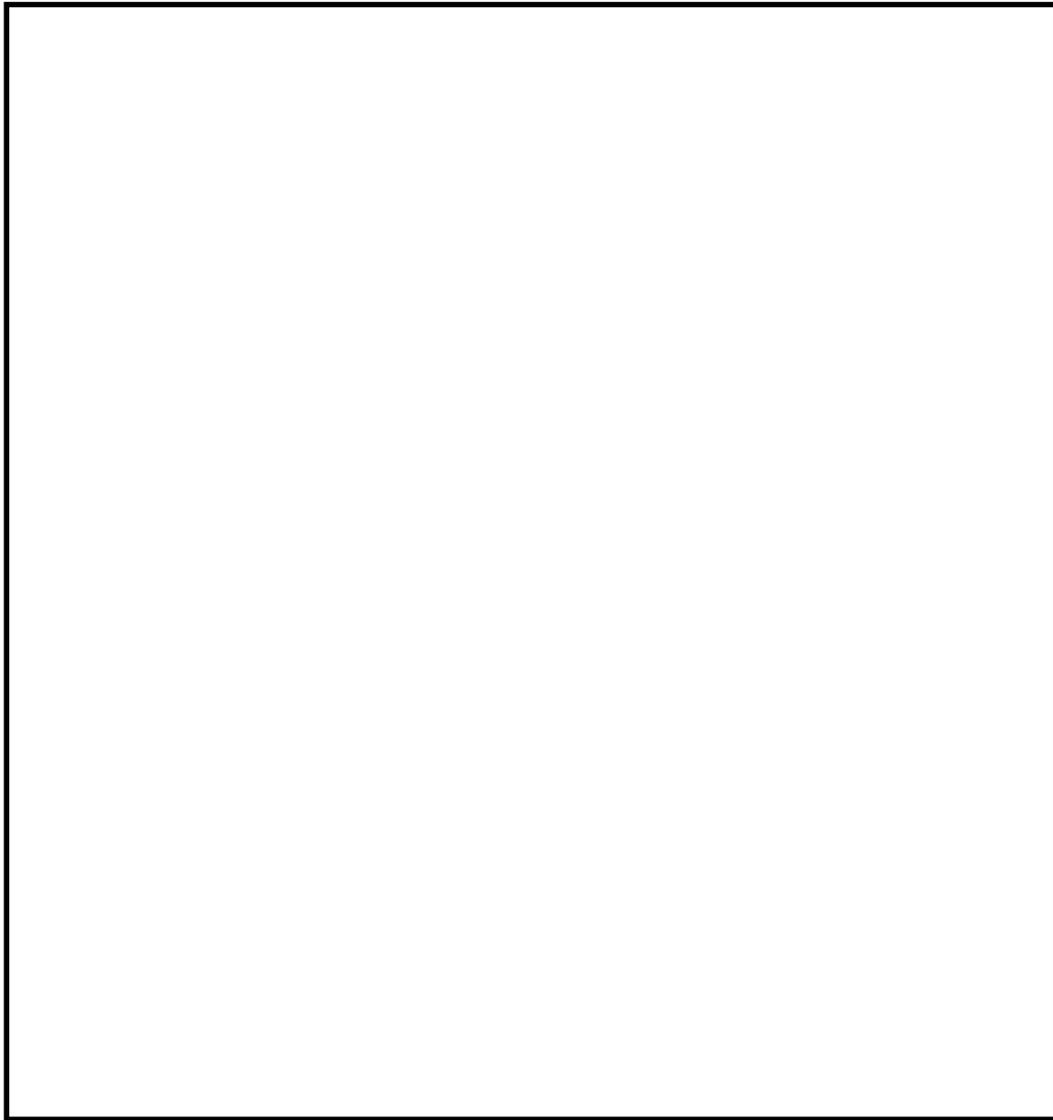
- 凡例
-  : 溢水の流れ
 -  : 下階への流れ
 -  : 上階からの流れ
 -  : 溢水発生区画
 -  : 伝播区画
 -  : 防護対象区域境界線

第 6. 2. 3-4 図 溢水伝播経路概略図（ケース 4）（代表例：1 / 4）



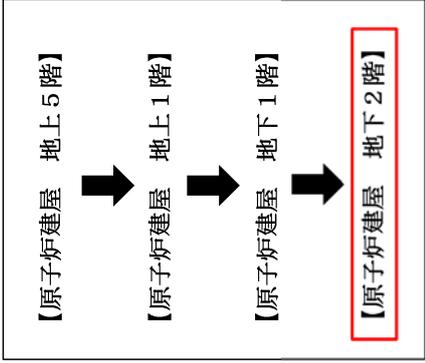
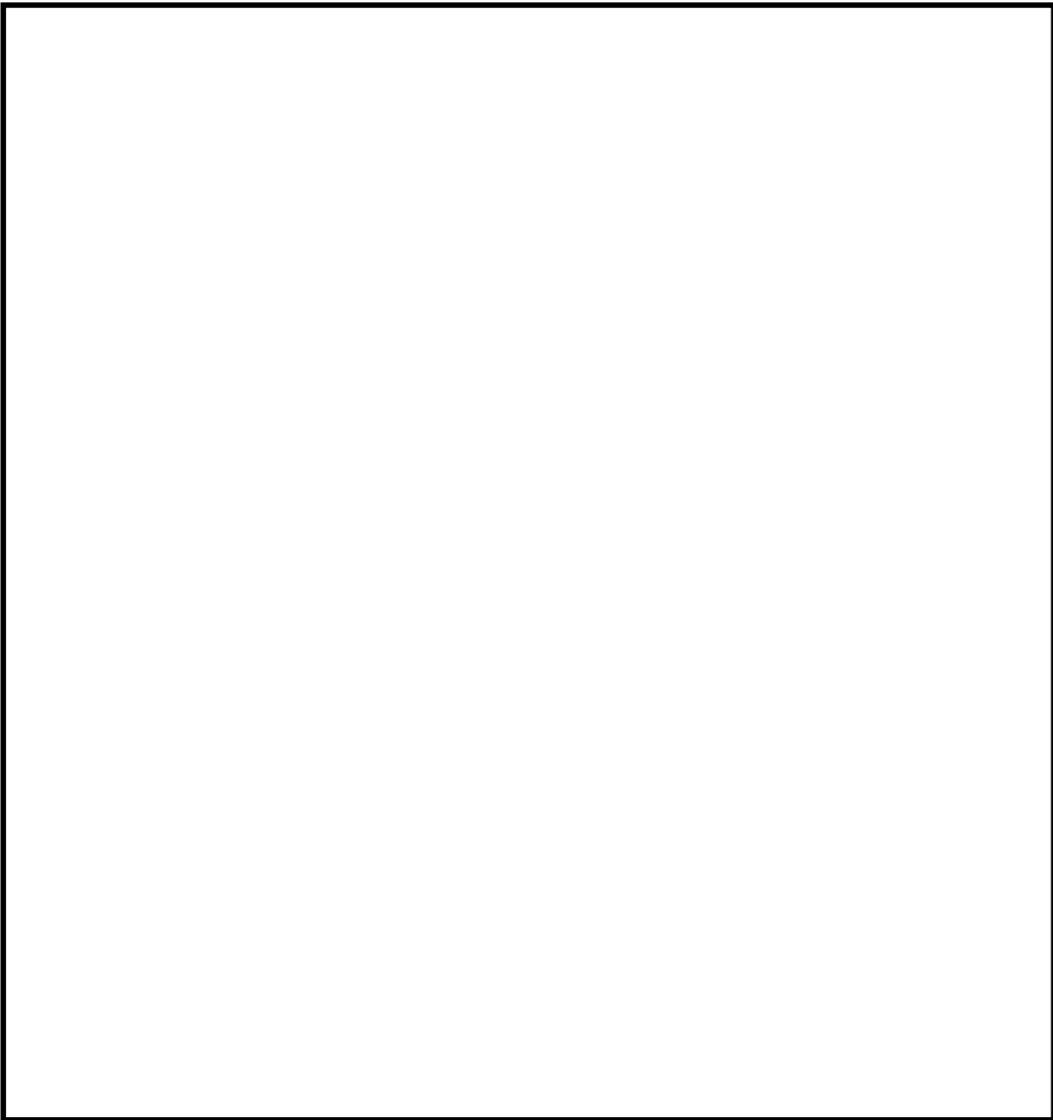
- 凡例
-  : 溢水の流れ
 -  : 下階への流れ
 -  : 上階からの流れ
 -  : 溢水発生区画
 -  : 伝播区画
 -  : 防護対象区域境界線

第 6. 2. 3-4 図 溢水伝播経路概略図 (ケース 4) (代表例 : 2 / 4)



- 凡例
-  : 溢水の流れ
 -  : 下階への流れ
 -  : 上階からの流れ
 -  : 溢水発生区画
 -  : 伝播区画
 -  : 防護対象区域境界線

第 6. 2. 3-4 図 溢水伝播経路概略図 (ケース 4) (代表例 : 3 / 4)



- 凡例
-  : 溢水の流れ
 -  : 下階への流れ
 -  : 上階からの流れ
 -  : 溢水発生区画
 -  : 伝播区画
 -  : 防護対象区域境界線

第 6. 2. 3-4 図 溢水伝播経路概略図（ケース 4）（代表例：4 / 4）

第 6.2.3-1 表 没水影響評価結果 (ケース 4)

区画番号	防護対象設備		機器番号	没水水位 (m)	没水判別高さ (精度0.2m考慮) ^{※1} (m)	没水判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器名称						
RB-5-6 (発生区画)		SKIMMER SURGE TANK HI LEVEL (スイッチ)	LSH-G41-N004	3.31	○			
		SKIMMER SURGE TANK LO LEVEL (スイッチ)	LSL-G41-N005	1.20	○			
		SKIMMER SURGE TANK LO LEVEL (スイッチ)	LSLL-G41-N006	0.50	○			
		SKIMMER SURGE TANK HI LEVEL (伝送器)	LT-G41-N100	0.25	○			
RB-5-5		—	—	—	—			
RB-5-2		—	—	0.10	—			
RB-5-7		—	—	0.10	—			
RB-5-10		—	—	0.10	—			
RB-1-2		RHR (B)系サブレンションポンプスブレイ弁	E12-F027B(M)	1.55	○			
		FCS (B)系出口管隔離弁	2-43V-3R(M)	1.60	○			
		FCS (B)系出口弁	2-43V-2R(M)	1.60	○			
		MSIVシステムリリークドレイン弁 (B)	E32-FF009R(M)	2.32	○			
		SUPP CHAMBER PRESS	PT-26-79-52B	1.30	○			
		サブレンション・チェンバメント弁	2-26B-10(A)	2.86	○			
		サブレンション・チェンバメント弁	2-26B-11(A)	1.88	○			
		格納容器機器分析系サブレンシング弁	25-51D1 (電磁弁)	1.80	○			
		格納容器機器分析系サブレンシング弁	25-51D2 (電磁弁)	1.80	○			
		RHR (B)系ミニフロー弁	E12-F064B(M)	0.30	○			
		RHR (C)系ミニフロー弁	E12-F064C(M)	0.30	○			
		RHR DIV-II計装フック	H22-F021	0.38	○			
		HPCS ポンプ入口弁 (SST側)	E22-F001(M)	0.61	○			
		ドライウエル真空破棄弁テスト用電磁弁	2-26V87 (電磁弁)	1.10	○			
RB-B1-2		ドライウエル真空破棄弁テスト用電磁弁	2-26V88 (電磁弁)	0.70	○			
		ドライウエル真空破棄弁テスト用電磁弁	2-26V89 (電磁弁)	0.30	○			
		ドライウエル真空破棄弁テスト用電磁弁	2-26V90 (電磁弁)	0.70	○			
		ドライウエル真空破棄弁テスト用電磁弁	2-26V91 (電磁弁)	1.10	○			
RB-B1-6		—	0.10	—				
		水平方向地震加速度検出器	C72-N010A	0.10	×			
		水平方向地震加速度検出器	C72-N010B	0.10	×			
		鉛直方向地震加速度検出器	C72-N011A	0.10	×			
		鉛直方向地震加速度検出器	C72-N011B	0.10	×			
RB-B2-3		RHR ポンプ(B)停止時冷却ライ入口弁	E12-F006B(M)	1.74	○			
		RHR ポンプ(B)入口弁	E12-F004B(M)	1.30	○			
		RHR (B) ポンプ室空調機	HVAC-AH2-5	0.07	×	機能喪失判定に影響なし	RHR (B), FCS (B), RHR (B) 台架・給水	
RB-B2-14		RHR ポンプ(B)	RHR-PWP-C002B	2.32	○			
RB-B2-2		—	—	—	—			
RB-B2-5		RHR ポンプ(C)	RHR-PWP-C002C	2.32	○			
		RHR ポンプ(C)入口弁	E12-F004C(M)	1.30	○			
		RHR (C) ポンプ室空調機	HVAC-AH2-6	0.07	○	止水対策実施		
RB-B2-6		SUPP CHAMBER LEVEL (伝送器)	LT-26-79-5R	1.18	○			
		SUPP CHAMBER LEVEL (B) (伝送器)	LT-26-79-5B	1.18	○			
RB-B2-4		—	—	0.83	—			

※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び掃ろぎを考慮した値 (0.2m) を差し引いた値

第 6.2.3-2 表 想定破損による没水影響評価結果まとめ (ケース 4)

評価種別：想定

溢水発生区画：RB-5-6

溢水源：MLW

溢水量：133 (m³)

総合判定	○
評価方法	①
※ 1	

備考：

評価対象	原子炉施設												
	緊急停止機能		未臨界維持機能		高温停止機能				原子炉隔離時注水機能		手動遮がし機能		
安全機能	○												
機能判定	○												
主たる系統	水圧制御ユニット (HCU)	水圧制御ユニット (HCU)	ほう酸水注入系 (SLC)	自動減圧系 (ADS)	残留熱除去系 (RHR)	低圧炉心スプレイス系 (LPSCS)	自動減圧系 (ADS)	残留熱除去系 (RHR)	高圧炉心スプレイス系 (HPCS)	原子炉隔離時冷却系 (RCLC)	高圧炉心スプレイス系 (HPCS)	速がし安全弁 (SRV)	自動減圧系 (ADS)
系列 (安全区分) 系列の判定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
安全機能の維持	機能維持 (HCU(I) and HCU(II)) or (SLC(A) and SLC(B))												

評価対象	原子炉施設										
	低温停止機能		閉じ込め機能		監視機能		使用済燃料プール		給水機能		中央制御室
安全機能	○										
機能判定	○										
主たる系統	残留熱除去系 (RHR)	非常用ガス処理系 (FRWS・SGTS)	可燃性ガス濃度制御系 (FCS)	事故時計装系	燃料プール冷却系 (FPC)	残留熱除去系 (RHR)	燃料プール補給水系 (CST)	燃料プール補給水系 (CST)	残留熱除去系 (RHR)	中央制御室換気系 (MCR-HVAC)	中央制御室換気系 (MCR-HVAC)
系列 (安全区分) 系列の判定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
安全機能の維持	機能維持 (RHR(A) or RHR(B)) or (FRWS・SGTS(A) or FRWS・SGTS(B)) or (FCS(A) or FCS(B)) or (FPC(A) or FPC(B) or RHR(A) or RHR(B)) or (MCR-HVAC(A) or MCR-HVAC(B))										

※ 1 ①：基本評価 (溢水量；当該系統の最大口径，系統保有水量；当該系統の全保有水量)

②：詳細評価 (溢水量；区画内における当該系統の最大口径，系統保有水量；当該区画への流出範囲を考慮)

6.2.4 判定

6.2.3の各防護対象設備の機能喪失判定を踏まえ、プラント全体として安全機能が保たれているかについて判定を実施する。

6.2.2の評価ケースにおいては、一部の防護対象設備の機能に影響を及ぼすものの、同一の安全機能を有する他の系列の機器（残留熱除去系(B)系等）の機能は維持される。

従って、原子炉の停止機能、冷却機能及び放射性物質の閉じ込め機能が維持されるとともに、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能が維持されることから、判定基準を満足する。

以上により代表例の評価終了となる。

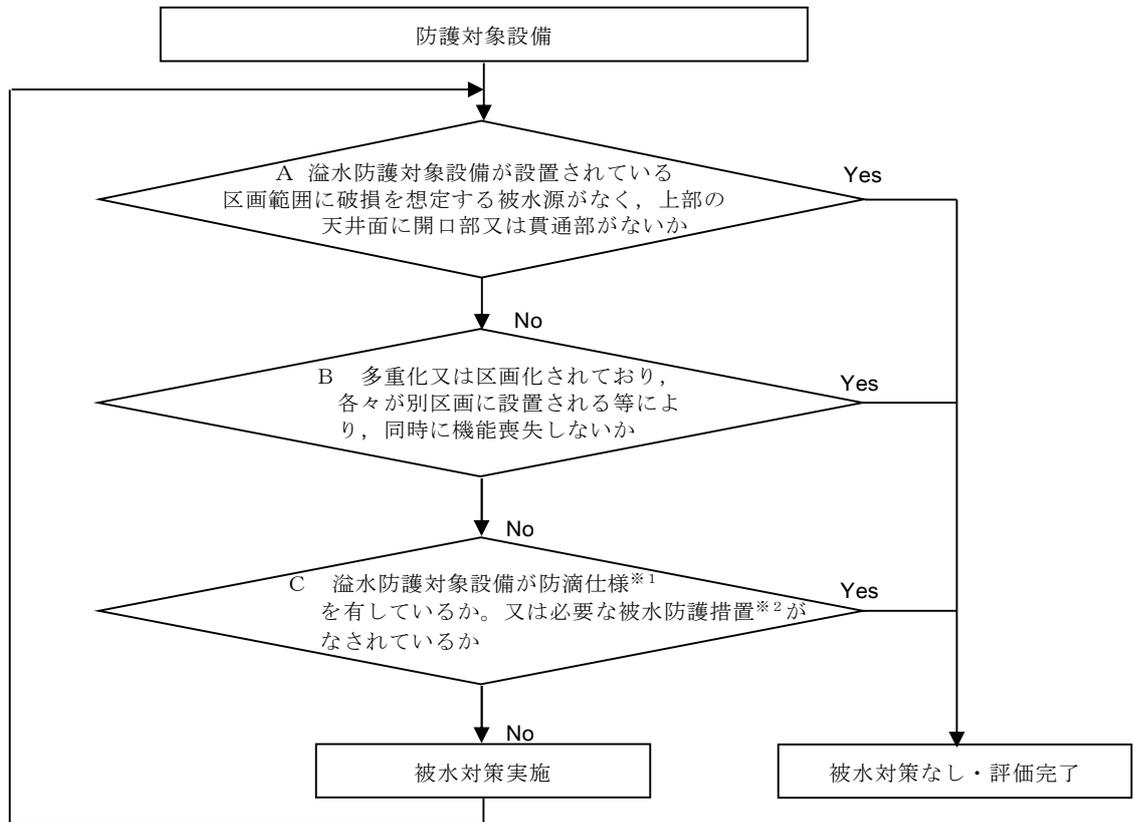
6.2.5 想定破損による没水影響評価結果

単一機器の破損により生じる溢水箇所を起点とし、溢水経路を經由して最終的な滞留箇所に到達するまでを一つの評価ケースと定め、この一連の評価を、想定される全ての単一機器破損のケース毎に実施した。代表例で示した評価ケース以外の結果について、添付資料-5、第2表に示す。

結果として全ての評価ケースにおいて、必要となる対策（区画の水密化、貫通部の止水処置及び堰の改造等）を行うことにより、第6.1.5-1表の判定基準を満足するため、原子炉の停止機能、冷却機能及び放射性物質の閉じ込め機能が維持されること、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能が維持されることを確認した。

6.3 想定破損による被水影響評価

評価対象区画内に設置される配管の想定破損による被水を考慮し、溢水防護対象設備の被水影響評価を行った。想定破損による被水影響評価フローを第 6.3-1 図に示す。なお、防滴仕様の扱いについて補足説明資料-12 に示す。



第 6.3-1 図 被水影響評価フロー

※1 「J I S C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級 (IP コード)」, 「NEMA (National Electrical Manufacturers Association) による保護等級」等による防滴仕様。

※2 保護等級を有していないが、構造上防滴仕様を有していると評価した機器については実際の被水環境を模擬した試験を実施し防滴機能を確認する。

(1) 評価方法

想定破損による直接の被水及び溢水経路からの被水に対し、溢水防護対象設備の被水影響評価を行った。

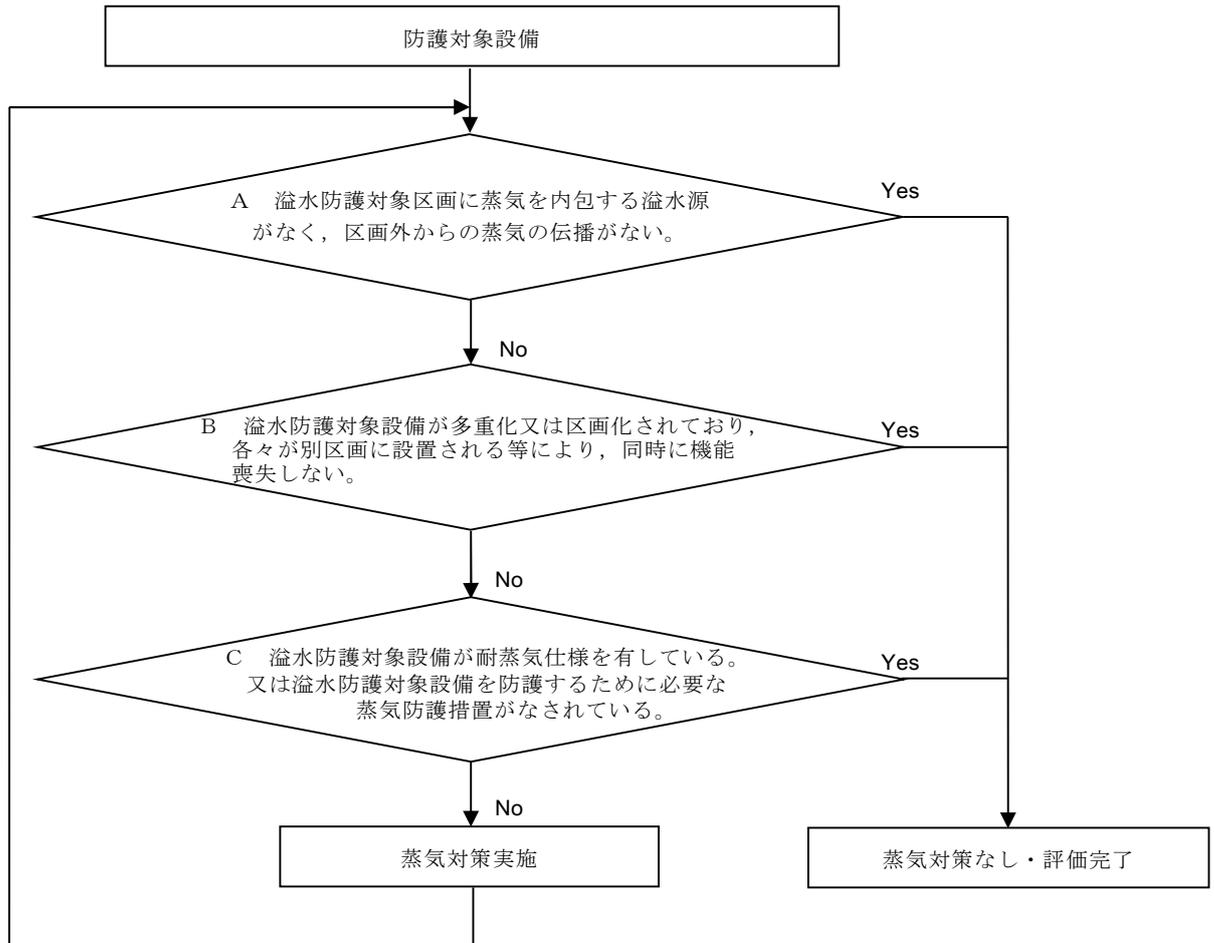
(2) 評価結果

想定した被水に対し、必要となる被水防護対策(保護カバーの設置、コーキング処理等)を実施することにより、判定基準及び第 6.1.5-1 表の判定基準を満足するため、原子炉の停止機能、冷却機能及び放射性物質の閉じ込め機能が維持されること、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能が維持されることを確認した。

想定破損による被水影響評価結果を添付資料-5, 第 3 表に示す。

6.4 想定破損による蒸気影響評価

高エネルギー配管の破損による放出蒸気に対して、溢水防護対象設備の蒸気影響評価を行った。想定破損による蒸気影響評価フローを第 6.4-1 図に示す。



第 6.4-1 図 蒸気影響評価フロー