

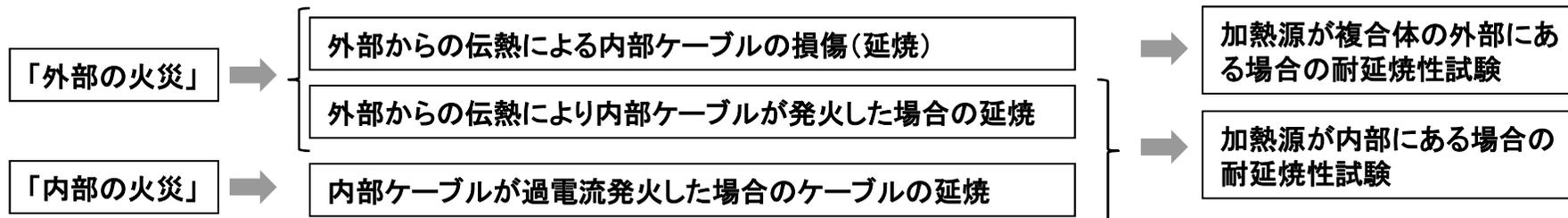
東海第二発電所
火災による損傷防止
(非難燃ケーブルの対応:コメント回答)

平成29年6月22日
日本原子力発電株式会社

1. 指摘事項

複合体内部, 外部の火災試験にIEEE383を適用する説明を整理して示すこと。

- ◆「外部の火災」と「内部の火災」の定義を明確にするとともに, 耐延焼性試験との関係について整理
- ◆「外部の火災」からの伝熱による複合体内部のケーブルの損傷及び発火は「外部の火災」として整理
 なお, 発火に対する耐延焼性は, 「加熱源が複合体の内部にある場合の耐延焼性試験」で確認



火災の定義		設計の考え方	試験目的	耐延焼性試験
外部の火災	加熱源は複合体外部	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複合体内部のケーブルの損傷及び発火を抑制	・防火シートの遮炎性により火炎が内部ケーブルに直接曝されないことを確認 ・難燃ケーブルと損傷長を比較	・ケーブルと防火シートを極力密着させた状態で, 複合体の外からバーナで加熱 ・内部ケーブルの損傷長を確認
			伝熱により内部ケーブルが発火しても加熱源除去後ケーブルの延焼が停止することを確認	・ケーブルと防火シートの間に酸素が十分に供給できるように隙間を設けた状態で, 複合体内部のケーブルをバーナで直接加熱 ・バーナによる加熱を停止後, 延焼が停止すること(燃え止まること)を確認
内部の火災	加熱源は複合体内部	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延焼を抑制	過電流発火後, 過電流が解消した場合, 酸素の抑制により延焼が停止することの確認	

審査会合における指摘事項に対する回答(2/10) 【No.469-1】

2. 回答

- ◆IEEE383は難燃ケーブルの型式試験であり、複合体の燃焼試験には直接、適用できるものではない。
- ◆しかしながら、加熱条件(バーナ熱量や加熱時間)については、これを参考にできるため、試験全体の考え方も含めて以下に整理

【複合体外部の火災について】

- ・加熱源が複合体外部にある場合の耐延焼性については、燃焼の3要素のうち熱(火炎)を遮断することで達成
- ・この確認として、①防火シートの遮炎性と、②難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性を確認
- ・①については、建築基準法で求められる不燃材としての防火シートの加熱試験を実施し健全性を確認
- ・②のうち、外部からの火炎(伝熱)によりケーブルが損傷する形態は、難燃ケーブルが外部から加熱される形態と同じと考えられるため、IEEE383の加熱条件を採用し、損傷距離を難燃ケーブルと比較

設計目標		設計項目	設計の考え方	確認事項	確認方法	判定基準
外部の火災に対する難燃性能	難燃ケーブルと同等以上の難燃性能	耐延焼性	燃焼の3要素のうち熱(火炎)を遮断 設計仕様 ◆ 非難燃ケーブル、ケーブルトレイを不燃材の防火シートにより被覆 ◆ 防火シート重ね代の形成 ◆ 結束ベルトによる防火シートの固定	①防火シートの遮炎性の維持 ②難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性	実機火災荷重を考慮した防火シート加熱試験(ISO834加熱曲線) 防火シート重ね部加熱試験(建築基準法遮炎性試験) a. 耐延焼性試験(伝熱による損傷)(難燃ケーブルの耐延焼性試験と同じ加熱条件バーナ熱量20kW、加熱時間20分) b. 耐延焼性試験(伝熱による発火)(内部の火災の耐延焼性試験④にて確認)	防火シート損傷、火炎噴出がないこと 防火シート重ね部からの火炎噴出がないこと ケーブル損傷長が難燃ケーブル未満

□ :ケーブルの損傷距離を難燃ケーブルと比較するため、難燃ケーブルの耐延焼性試験と同じ加熱条件で複合体の耐延焼性を比較

審査会合における指摘事項に対する回答(3/10) 【No.469-1】

【複合体内部の火災について】

- 加熱源が複合体内部にある場合の耐延焼性については、燃焼の3要素のうち酸素量を抑制する設計
- 火災原因は、過電流による発火及び複合体外部からの伝熱により内部ケーブル発火を想定
- この確認として、③(過電流火災発生時の)防火シートによる酸素量抑制空間の維持確認、④ケーブルの耐延焼性を確認
- ③については、過電流発火模擬による防火シートの健全性確認試験を実施し防火シートの健全性を確認
- ④については、複合体内部の非難燃ケーブルを着火させる十分な加熱条件と加熱時間を採用(IEEE383を適用したものではない)し、加熱源除去後の耐延焼性を確認*

※: 過電流による発火は、ケーブル内部の導体からの着火であるが、絶縁材、シースともに着火するため、ケーブルを外部から直接バーナで加熱し、絶縁材、シースを着火させた状態で模擬可能

設計目標		設計項目	設計の考え方	確認事項	確認方法	判定基準
内部の火災に対する難燃性能	難燃性能	耐延焼性	燃焼の3要素のうち酸素量を抑制 設計仕様 ◆ 防火シート/ファイアストップパによる酸素量抑制空間の形成 ◆ 防火シートの密着施工による複合体内部酸素量の抑制	③防火シートによる酸素量抑制空間の維持 ④ケーブルの耐延焼性	過電流発火模擬による防火シートの健全性確認 ケーブルを燃焼させ加熱源を除去した場合、延焼が停止することを確認する試験	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 ケーブルの延焼が停止する(燃え止まる)こと

□ : 内部ケーブルをバーナで直接燃焼させ、バーナ停止より、延焼が停止することを確認

1. 指摘事項

・防火シートの遮炎性を、多段積トレイでの複合体のメリットとする説明について、難燃ケーブル発火による上段トレイへの影響の前提を示すこと。また、メリットとしての記載が妥当か再整理すること。

2. 回答

- ◆ 難燃ケーブル(取替)と複合体の火災リスク比較における防火シートの遮炎性による火災伝播抑制の優位性について、前提条件を踏まえて再整理
- ◆ その結果、防火シートの遮炎性は、対応手段を設定するための「難燃ケーブル」との比較項目から除外

<前提条件>

- ①ケーブル火災の上段トレイへの延焼は、過電流によるケーブル火災が継続することが前提
- ②電気系統は、保護継電器等により地絡、短絡等に起因する過電流による過熱、焼損を防止する設計
- ③難燃ケーブルは難燃材で構成され、過電流に対し保護継電器の作動やケーブル溶断により過電流が遮断された場合には延焼が停止するため、火災継続による上段トレイへの延焼リスク小



防火シートの遮炎性による上段トレイへの延焼抑制は、東海第二のトレイ敷設状態（トレイ多段数、トレイ間隔狭）を前提に非難燃ケーブルに対し複合体により難燃性能を確保する場合における効果として整理



防火シートの遮炎性は、対応手段を設定するための「難燃ケーブル」との比較項目から除外

1. 指摘事項

・(【No.469-2】の指摘を踏まえ、)多段トレイの記載に合わせて、“具体的方針”を修正すること。

2. 回答

- ◆ 資料 1-1-2 「東海第二発電所 火災による損傷防止（非難燃ケーブルの対応について）の 4. 基準適合のための具体的対応方針（非難燃ケーブル）」P8 を修正
 - STEP②-2 「施工後の状態における難燃ケーブル（取替）と代替措置の火災リスク比較」から「防火シートの遮炎性による上部トレイへの火災延焼の抑制効果を火災リスク比較項目から除外
 - 代替措置選定理由の記載を下記のとおり適正化

<変更前>

- ・ 取替に伴う安全上の課題を回避でき、対象範囲において基準に適合
- ・ 施工後の取替と代替措置の火災リスク比較では有意な差なし
- ・ 東海第二のトレイ敷設の特徴を考慮した場合には代替措置による火災低減効果ありと評価

<変更後>

- ・ 対象範囲において基準に適合
- ・ 取替に伴う安全上の課題を回避可能
- ・ 施工後の取替と代替措置の火災リスク比較において有意な差なし

1. 指摘事項

難燃ケーブルと比較した代替措置の火災リスクについて対象(主語)を明確にすること。

ご指摘対象資料

「東海第二発電所 火災による損傷防止（非難燃ケーブルの対応について）」のP8「基準適合のための具体的な対応方針（非難燃ケーブル）」

2. 回答

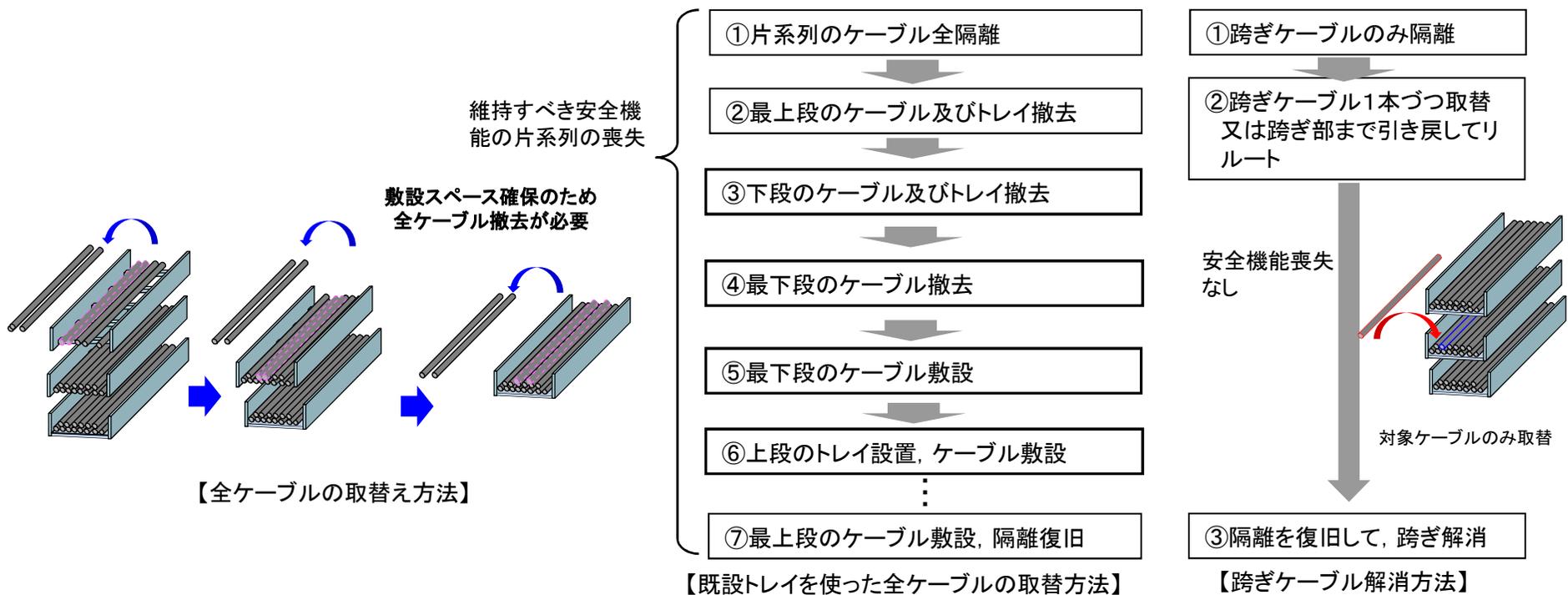
- ◆資料 1 - 1 - 2 「東海第二発電所 火災による損傷防止（非難燃ケーブルの対応について）」のP8「基準適合のための具体的な対応方針（非難燃ケーブル）」のうち、「施工後の状態における難燃ケーブル（取替）と代替措置の火災リスク比較」の各項目の説明文については、代替措置を主語として記載

1. 指摘事項

8条(火災防護)における安全機能の信頼性に係る説明と、跨ぎケーブル解消するための作業において信頼性低下がないことを説明する

2. 回答

- ◆ 非難燃ケーブルの難燃ケーブルへの取替にあたっては、ケーブル敷設スペース確保のため、最上段から最下段のケーブルを撤去した後、最下段からケーブルを順次敷設する必要がある。このため、安全機能の片系列の系統が同時に隔離必要(下図参照)。
- ◆ 一方、跨ぎケーブルの対応は、予備の貫通部やケーブルトレイの余裕を利用して対象のケーブル1本ずつ隔離・取替ることが可能。したがって、片系列の安全機能の同時隔離のような信頼性低下は生じない。



審査会合における指摘事項に対する回答(8/10) 【No.469-6】

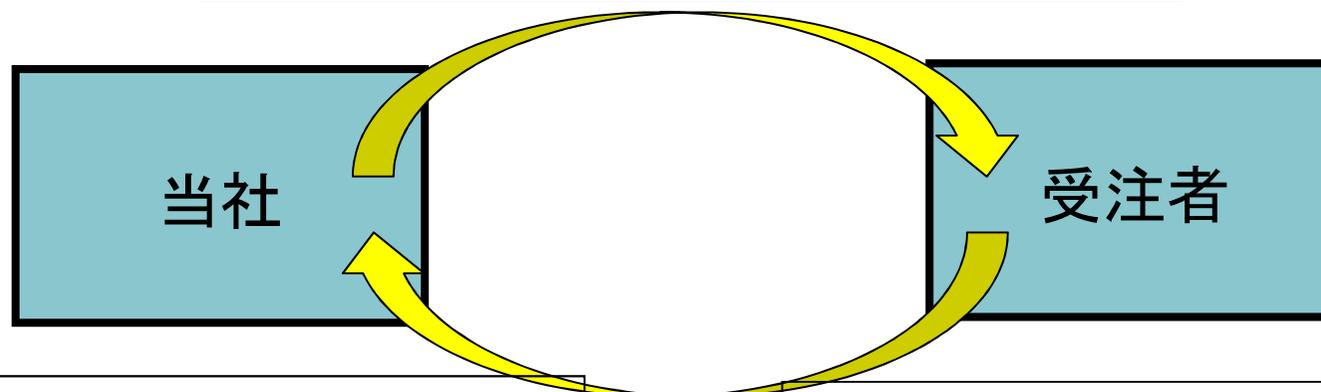
1. 指摘事項

跨ぎケーブル関連調査における、現場調査者の力量について説明すること。

2. 回答

本調査においては、当社からプラントメーカーへ業務を発注する際に、その内容を工事等仕様書に明記するとともに、同仕様書にて「適用設計基準、技術基準を熟知した者が判定すること」を要求している。これを受け、プラントメーカーは調査に従事するにあたって必要な力量を有していると認められた者を選任し、当社へ力量評価書を提出している。当社は、この力量評価書をもとに、調査に従事する者の力量を判断している。

受注者へ力量を要求
「適用設計基準、技術基準を熟知した者」



力量評価書を受領
当社は、力量評価書の内容を確認し、
従事する者の力量を判断

当社へ力量評価書を提出
これまでの経歴を踏まえ、当社
の要求事項を満たす者を選任

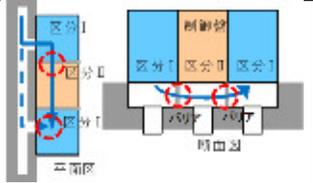
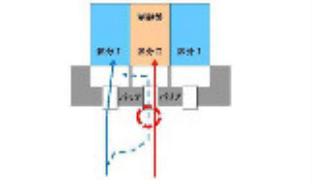
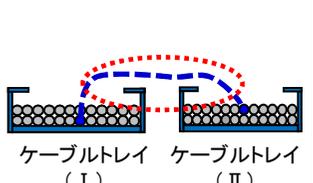
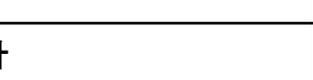
審査会合における指摘事項に対する回答(9/10) 【No.469-7】

1. 指摘事項

跨ぎケーブル調査等の進捗, 結果について審査の中で説明すること。

2. 回答

平成28年3月の指示文書報告時点で用途(負荷)の特定ができなかった320箇所中197箇所についての特定作業状況は下記のとおり(H29年6月16日現在)。特定作業は7月中に完了の見通し。

区分			ケーブル跨ぎ箇所数(対象箇所数320箇所)					
			用途(負荷)特定済み				調査中	合計
			H28年 3月末	H29年 3月~4月	H29年 5月~ (6月16日現在)	特定済み 合計		
中央 制御室	パターン1 (異区分の制 御盤間の跨 ぎ)		26	4	92	122	37	159
ケー ブル 処 理 室	パターン2 (制御盤入線 部の跨ぎ)		61	10	1	72	0	72
	パターン3 (ケーブルト レイ間跨ぎ)		36	25	6	67	10	77
現場*	同上	ケーブルトレイ (I) ケーブルトレイ (II) 	0	6	4	10	2	12
合計			123	45	103	271	49	320

審査会合における指摘事項に対する回答(10/10) 【No.469-8】

1. 指摘事項

新旧技術基準の要求比較について、東二固有で整理すること。

2. 回答

東海第二発電所は、電源が3区分となっており、同区分の安全系と非安全系のケーブルは同一のトレイに敷設される設計となっている。

新旧技術基準の要求比較表を当社プラント共通の敷設パターンから東海第二発電所の敷設パターンに見直した。

【当社3プラント共通の敷設パターン】

敷設パターン	イメージ図	旧技術基準 適合性		新技術基準 適合性	
		電力 ケーブル	制御・ 計装 ケーブル	電力 ケーブル	制御・ 計装 ケーブル
(i) 非安全系と安全系全てが分離		○	○	○	○
(ii) 非安全系・安全系1区分時		○	○	○	○
(iii) 非安全系・安全系複数区分時		×	○	×	×
(iv) 安全系異区分時		×	○*	×	×

※東海第二発電所では320箇所を調査にて確認

- ◆ 東二の場合、同区分(例えば区分Ⅰ)の非安全系と安全系は同一トレイに敷設されるため、(ii)は跨ぎなしと同じ
- ◆ 東二の場合、同区分(例えば区分Ⅰ)の非安全系と安全系は同一トレイに敷設されるため、(iii)は(iv)と同じ

【東海第二発電所の敷設パターン】

敷設状況	イメージ図	旧技術基準 適合性		新技術基準 適合性	
		電力 ケーブル	制御・ 計装 ケーブル	電力 ケーブル	制御・ 計装 ケーブル
区分間の 跨ぎ無し		○	○	○	○
区分間の 跨ぎ有り	 【区分Ⅰ～区分Ⅱ間跨ぎの例】	×	○*	×	×

第12条において、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ケーブルが敷設されたトレイ等の区分間跨ぎ

※東海第二発電所では320箇所を調査にて確認