

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8月8日
日本原子力発電株式会社

1. 指摘事項

代替措置がケーブル取替と比較して、火災防護上同等以上であることを説明すること。

2. 回答

- ◆ 代替措置(複合体)を適用する場合は、適用範囲を限定するとともに、難燃性能※1について設計目標を定め、難燃ケーブルと同等以上の難燃性能(保安水準)を有することを実証試験にて確認
- ◆ 更に、複合体内部には、熱感知器及び消火設備を設置する方針であり、「火災の発生防止」、「感知・消火」を含む火災防護の観点からも同等以上

※1:自己消火し、燃え広がらない(耐延焼性)こと

- ① 燃焼の3要素のうち熱(火炎)と酸素量を抑制するため、防火シートにより火炎を遮るとともに酸素の吸込み量を抑制することにより、難燃ケーブルと同等以上の難燃性能を確保する設計目標を設定
- ② 自己消火性については、難燃ケーブルと同じUL垂直燃焼試験を実施し、同等の自己消火性を有することを確認
- ③ 耐延焼性については、複合体の内部及び外部からの火災を想定し、同条件で試験した難燃性ケーブルと損傷距離を比較することにより、同等以上の難燃性能を確認。
- ④ 想定外の施工不良、傷等により代替措置の不完全な状態を仮定し耐延焼性試験で、難燃性能を確認
- ⑤ 代替措置による非難燃ケーブル及びケーブルトレイに与える影響(化学的な影響、熱的影響、耐震性への影響等)については、実証試験にて問題ないことを確認

※2:設計目標の設定においては、代替措置により燃焼の3要素(熱、酸素、可燃物)のうち1つでも完全に断つことが可能であれば不燃とできるが、熱、酸素は抑制はできるものの遮断はできないため難燃性能について設計目標を設定

参考 代替措置の設計目標と達成の確認

【代替措置の設計目標】

- I. 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. 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、傷等により代替措置の不完全な状態を仮定しても、耐延焼性を確保する

【設計目標の達成の確認】

◆ 耐延焼性

- I. 燃焼の3要素のうち熱(火災)を遮断する設計仕様により難燃ケーブルと同等以上の耐延焼性が確保できることを燃焼試験により確認
- II. 燃焼の3要素のうち酸素量を抑制する設計により、複合体内部の構成物に対し耐延焼性を確保できることを燃焼試験により確認
- III. 複合体が不完全な状態でも耐延焼性を確保できることを燃焼試験により確認

◆ 自己消火性については、非難燃ケーブル自体が自己消火性を有することを燃焼試験で確認

【その他の考慮すべき事項】

- ◆代替措置の耐久性:使用環境での耐久性,外力(地震等)による耐性を確認
- ◆電气的影響:絶縁性能,通電機能への影響に問題ないことを確認
- ◆機械的影響:ケーブル,ケーブルトレイの保持機能に影響ないことを確認
- ◆代替措置の施工性:実機のケーブルトレイの設置状況を踏まえ,実際に施工が可能であることを確認
 - ケーブル量が多くて施工ができない部位については,整線,トレイ上層の難燃ケーブルを新ルートでリルートすることでケーブル量を調整し施工
 - 非難燃ケーブルの一部が山状となりトレイ内のケーブルが片寄ってしまっている部位については,防火シートを施工できる状態に整線

1. 指摘事項

区域、区画の分離は影響緩和も含め確認すること。

2. 回答

影響緩和については本日まで説明

1. 指摘事項

ケーブルトレイに使用する耐火ラッピングの試験について詳細に説明すること。

2. 回答

◆試験体

1時間、3時間ともに、耐火ラッピングはケーブルトレイ(複合体)に直接巻き付けるタイプ

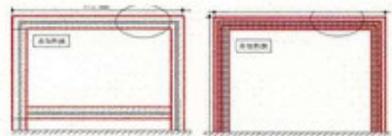
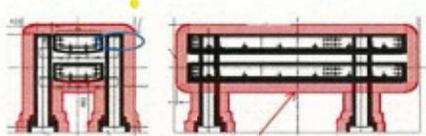
◆試験方法

1時間:加熱条件はケーブルトレイ間の延焼を考慮し、IEEE383の加熱条件を参考にバーナ出力40kw、幅約600mmのバーナを用いて火源トレイの幅方向全体を強制燃焼
3時間:建築基準法(ISO834)の加熱曲線を採用し加熱

◆【ケーブルトレイ等※の1時間耐久試験】

供試体	確認内容	試験概要	判定基準	試験結果
1時間耐火ラッピング	①火災防護対象ケーブルの延焼による異区分のケーブルへの影響		電気特性確認 ・導通確認 ・絶縁抵抗の低下がないこと(10MΩ以上)	合格
	②異区分のケーブル延焼による火災防護対象ケーブルへの影響			合格

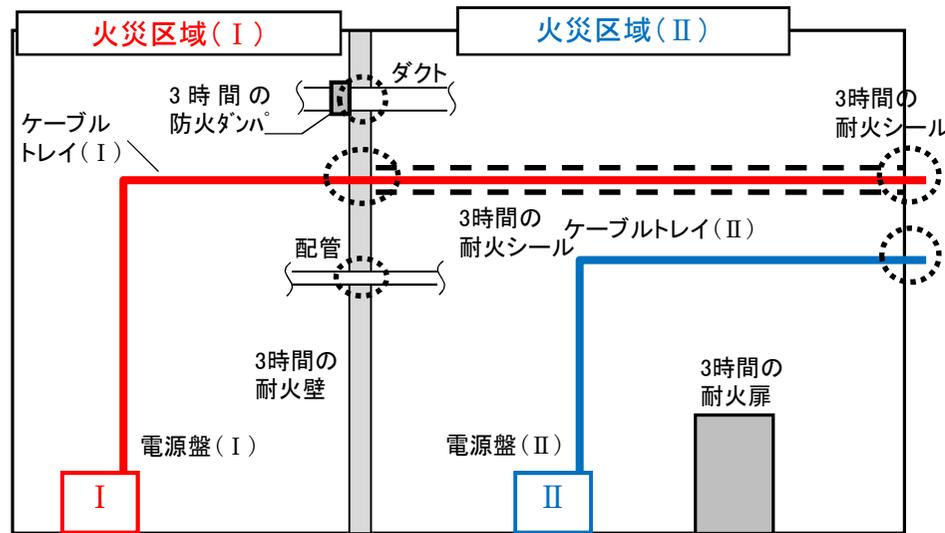
◆【間仕切り(障壁)、ケーブルトレイ等※ラッピングの3時間耐久試験】

供試体	供試体外観	判定基準	試験結果
間仕切り		①火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと ②非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと ③非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと	合格
3時間耐火ラッピング		①外観確認 ・著しい変化が生じないこと ・試験後、ケーブル及びトレイ表面に延焼の痕跡がないこと ・放水試験後、ラッピングに貫通口が生じないこと ②電気特性確認 ・導通確認、絶縁抵抗の低下がないこと(10MΩ以上)	合格

参考 火災の影響軽減(系統分離)

【系統分離に対する代表例】

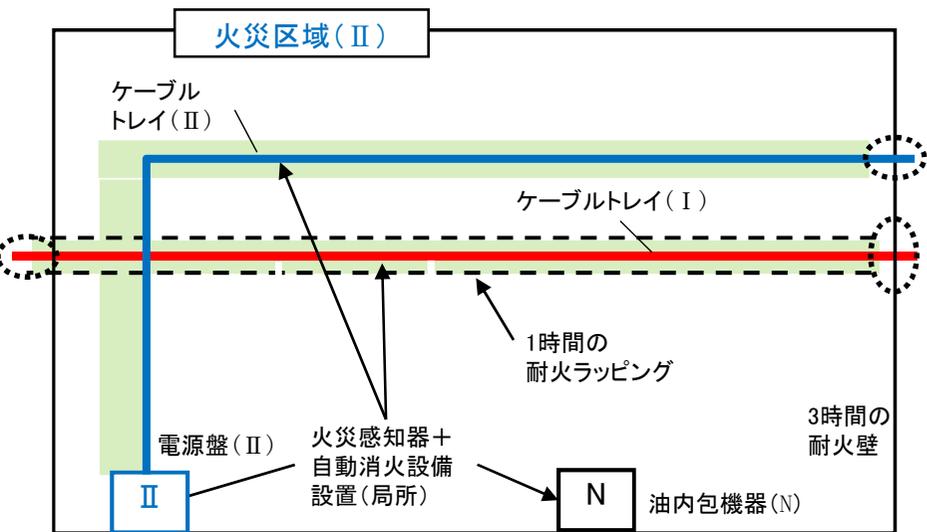
◆ 異区分の区画を跨いで敷設されているケーブル類に対しては、審査基準2.3.1(2)のa,b,cに従い系統分離を実施



⊙ : 3時間の耐火貫通部耐火処理 ≡ : 3時間の耐火ラッピング

対策後(審査基準2.3.1(2)aの例)

- ◆ 火災区域を3時間の耐火壁(耐火障壁含む)及び耐火シール等で分離
- ◆ 火災区域2において、安全区分 I のケーブルトレイに3時間の耐火ラッピングを施工により、火災区域2の火災時でも安全区分 I のケーブルを防護



⊙ : 3時間の耐火貫通部耐火処理 ■ : 複合体(防火シート施工)

対策後(審査基準2.3.1(2)cの例)

- ◆ 火災区域を3時間の耐火壁(耐火障壁含む)及び耐火シール等で分離
- ◆ 火災区域 II において、安全区分 I のケーブルトレイに1時間の耐火ラッピング及び火災感知器、自動消火設備の設置により、安全区分 I 又は II の火災時でも安全区分 I 又は安全区分 II のケーブルを防護

1. 指摘事項

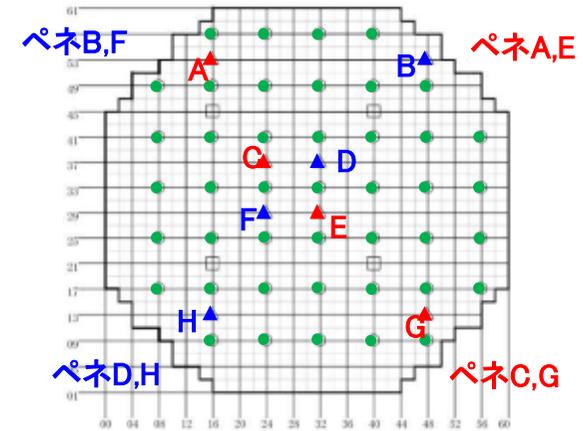
ペDESTAL部の露出ケーブルについて配線を含め説明すること。

2. 回答

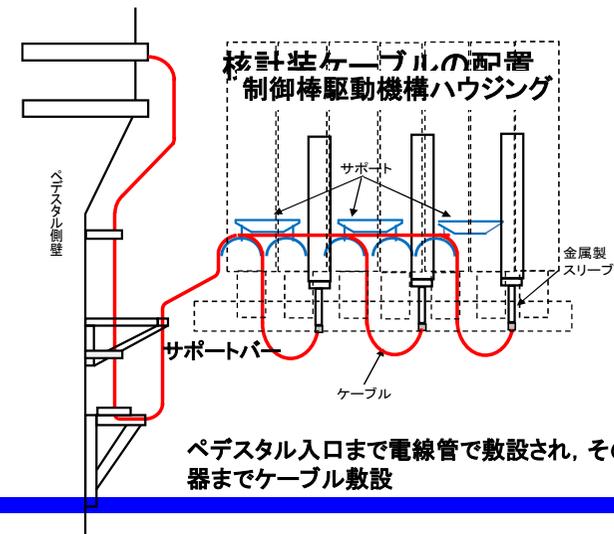
- ◆ ペDESTAL部の露出ケーブルである核計装，制御棒位置指示用ケーブルは，難燃ケーブルを使用
- ◆ 核計装は数mAの微弱電流であり過電流によるケーブル発火可能性小
 - 運転中は窒素雰囲気中で火災は想定されない
 - 火災防護対象の起動領域計装 (SRNM) はA系，B系に分散配置され，ペDESTAL，PCV外へは4方向に電線管で敷設



原子炉圧力容器底部(ペDESTAL部)の核計装ケーブルの状況



●: 出力領域計装 (LPRM) 43箇所 (ペネ数 4か所)
 △: 起動領域計装 (SRNM) 8箇所 (ペネ数 4か所)
 ▲A系 (ch.A,C,E,G), ▲B系 (ch.B,D,F,H)
 □: ドライチューブ



ペDESTAL入口まで電線管で敷設され，その後は検出器までケーブル敷設

1. 指摘事項

火災防護計画の記載項目について別途説明すること。

2. 回答

- ◆火災防護対策並びに火災防護対策を実施するために必要な手順、機器及び消火体制について火災防護計画を定める。

審査基準

1. 原子炉施設設置者が、火災防護対策を適切に実施するための火災防護計画を策定していること。
2. 原子炉施設の安全機能を有する構築物、系統及び機器の防護を目的として実施される火災防護対策及び計画を実施するために必要な手順、機器、組織体制が定めること。
 - ① 事業者の組織内における責任の所在。
 - ② 同計画を遂行する各責任者に委任された権限。
 - ③ 同計画を遂行するための運営管理及び要員の確保。
3. 安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護するため、以下の3つの深層防護の概念に基づいて火災区域及び火災区画を考慮した適切な火災防護対策が含まれていること。
 - ① 火災の発生を防止する。
 - ② 火災を早期に感知して速やかに消火する。
 - ③ 消火活動により、速やかに鎮火しない事態においても、原子炉の高温停止及び低温停止の機能が確保されるように、当該安全機能を有する構築物、系統及び機器を防護する。
4. 同計画が以下のとおりとなっていることを確認すること。
 - ① 原子炉施設全体を対象とする計画になっていること。
 - ② 原子炉を高温停止及び低温停止する機能の確保を目的とした火災の発生防止、火災の感知及び消火、火災による影響の軽減の各対策の概要が記載されていること。

火災防護計画の記載項目及び概要

審査基準要求事項を踏まえて、以下の内容を火災防護計画にて規定する計画。【 】内の数値は、該当する審査基準の項目番号を記載

(1)火災防護計画の策定【1】

- ・火災防護計画を、保安規定に基づく社内規程として規定

(2)火災防護に係る責任及び権限【2①】

- ・管理職の火災防護に対する認識と、発電所職員への教育の実施
- ・発電所の作業に従事する職員の責任範囲

(3)文書・記録の保管期間

(4)消防計画の作成【2②】

- ・防火・防災管理者は、消防法に基づき防火・防災管理業務について必要な事項を定め、消防計画を公設消防に届出ることを規定

(5)自衛消防隊の編成及び役割【2③】

- ・災害発生に備えて、自衛消防隊を編成し、役割

(6)火災防護に係る体制【2】

- ・初期消火要員の配備、消火活動に必要な資機材

(7)火災発生時の対応【3】

- ・火災対応手順、火災発生時の注意事項
- ・中央制御盤内の消火活動に関する注意事項
- ・火災鎮火後の処置

(8)格納容器内の火災防護対策【3】

- ・作業に伴う持込み可燃物の管理、火気作業の管理
- ・火災発生に対する、消火戦略

(9)重大事故等対処施設並びにこれらが設置される火災区域に対する火災防護対策【3】【4】

- ・重大事故等対処施設並びにこれらが設置される火災区域
- ・可搬型重大事故等対処設備及びその保管場所の火災防護対策

火災防護計画の記載項目及び概要

(10) 消防法に基づく危険物施設予防管理・活動業務【3】【4】

・防火・防災管理者は、消防法に基づき危険物施設予防規程を作成し、市町村長へ届出するとともに、危険物保安監督者に対し、危険物災害予防規程に基づき、危険物施設の保安業務を指導することを規定

(11) 内部火災影響評価【4】

・防火・防災管理者は、内部火災影響評価の手順及び実施頻度を定め、火災影響評価を定期的実施

(12) 外部火災影響評価【4】

・防火・防災管理者は、外部火災影響評価条件を定期的確認し、評価結果に影響がある場合は火災影響評価の再評価を実施

(13) 防火管理【3】

・防火監視, 持込み可燃物の管理, 火気作業管理
 ・危険物の保管及び危険物取扱作業の管理, 有機溶剤の取扱い

(14) 火災防護設備の維持管理【3】【4】

(15) 森林火災等の敷地外火災発生時の延焼防止対策【3】【4】

(16) 航空機落下等による発電所施設の大規模損壊に伴う火災対策【3】【4】

(17) 教育・訓練【2】

・防火・防災教育の実施, 消防訓練の実施, 初期消火要員に対する訓練, 初期消火要員に対する訓練(委託員), 一般職員に対する教育, 協力会社に対する教育, 定期的な評価

(18) 火災防護設備の保守管理【3】

(19) 固定式消火設備に係わる運用【3】

(20) 火災防護に係る品質保証【4】

(21) 火災防護計画の継続的改善【4】

1. 指摘事項

格納容器内の系統分離について説明すること。

2. 回答

格納容器内は、機器やケーブルが密集しているため、審査基準2.3.1(2)の3つの基準のいずれにも適合させることが困難だが、以下のような火災の発生防止対策、影響軽減対策を実施

- ・「a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等での分離
- ・「b.. 6mの離隔+感知+自動消火」
- ・「c. 1時間以上の耐火能力を有する隔壁等での分離+感知+自動消火」

- ◆可燃物であるケーブル(難燃ケーブル)は、原子炉圧力容器下部(ペDESTAL部※)の除き、全て電線管内に敷設
※ペDESTAL部に火源はなく、電線管内に敷設されていないケーブルは、制御棒位置検出用や核計装用であり、使用電流値も非常に小さく発火の可能性は極めて小さい。なお、安全区分毎に異なるペネトレーションを用いて可能な限り分散
- ◆主蒸気隔離弁、原子炉再循環ポンプモータ、原子炉再循環流量調整弁は潤滑油が使用されているが、潤滑油は引火点が最高使用温度より高いものを使用。再循環ポンプ及び流量調整弁は難燃性潤滑油を使用
- ◆通常プラント運転中は火災の発生が想定されない窒素雰囲気であり、定期検査中は、持込可燃物等の管理(持込量、持込期間、持込場所等)により、不要な可燃物は持ち込まない運用。
- ◆不要な機器は電源を切る運用であり、試運転時には要員を配置し火災発生防止を徹底
- ◆格納容器内の消火活動の手順を社内規定に定めて、自衛消防隊の訓練を実施



格納容器内は、油内包機器も少なく、ペDESTAL部の核計装ケーブルを除くケーブルは電線管で敷設されることにより、火災が全域に影響することを抑えることができると判断



更に保守的な評価として、火災により格納容器内の安全機能の喪失を仮定して評価を行い、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持は、運転員の操作を相まって可能であることを確認