

女川原子力発電所2号炉 内部火災について (審査会合コメント回答)

平成30年5月10日
東北電力株式会社

1. 審査会合での指摘事項
2. 指摘事項に対する回答

1. 審査会合での指摘事項

番号	審査 会合日	指摘事項の内容	回答頁
51	H27.1.8	ケーブルトレイの1時間耐火壁等に用いている耐火クロス・耐火カーテンについて、その使用形状を明確に示すとともに、当該形状において十分な性能を有していることを説明すること。	3～14
59	H27.1.8	系統分離並びに火災影響軽減対策として1時間耐火性能の隔離壁を使用する場合には、隔離壁の材質や耐火性能実証試験結果等を示すこと。	
81	H29.11.14	中央制御室床下構造を踏まえた、検知性の実証試験結果及びハロン消火設備の有効性について考え方を示すこと。	15～18
82	H29.11.14	中央制御室床下1時間耐火性能について、床下構造を踏まえた全体の耐火性能を示すこと。	19～22
83	H29.11.14	中央制御室の総合的な火災防護について、感知・消火の観点から火災発生時の考え方を整理し、説明すること。	23
95	H30.2.27	3時間耐火ラッピングについて、トレイの多段部、合流部に関する加振試験の妥当性を説明すること。	24
96	H30.2.27	3時間耐火ラッピングが施工可能であることを示すこと。	25～29
97	H30.2.27	3時間耐火ラッピング内の消火方法について形状の違いも考慮した説明をすること。	30～32
98	H30.2.27	系統分離対策についてガイド要求にそって再整理すること	33～34
99	H30.2.27	自動消火設備に関し系統分離、配置の状況を整理すること	35～37

指摘事項

- ケーブルトレイの1時間耐火壁等に用いるとしている耐火クロス・耐火カーテンについて、その使用形状を明確に示すとともに、当該形状において十分な性能を有していることを説明すること。
- 系統分離並びに火災影響評価軽減対策として1時間耐火性能の隔離壁を使用する場合には、隔離壁の材質や耐火性能実証試験結果等を示すこと。

回答

- 火災の影響軽減対策として「火災感知設備及び自動消火設備、1時間耐火隔壁等」で分離する場合に使用する1時間耐火隔壁等は火災防護対象機器であるケーブルトレイ、計装ラック、制御盤のそれぞれの設備に適した隔壁等を設置する設計とする。
- 隔壁等の仕様を検討し、女川2号炉で使用する隔壁等として、以下の耐火材とした。
 - a. 発泡性耐火被覆＋延焼防止シート
 - b. 鉄板＋断熱材
 - c. 鉄板＋発泡性耐火被覆
 - d. 耐火隔壁(耐火材)
- 対象箇所と仕様の組合わせは以下のとおり。

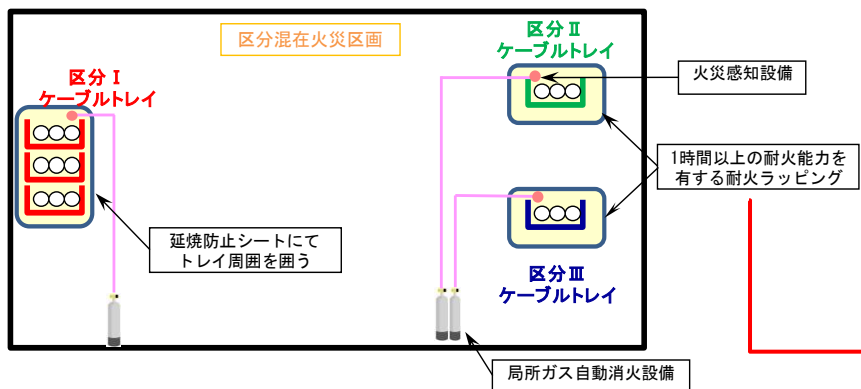
No.	対象箇所	仕様
①	ケーブルトレイ(局所ガス消火設備)	発泡性耐火被覆＋延焼防止シート
②	ケーブルトレイ(全域ガス消火設備)	鉄板＋断熱材
③	計装ラック	鉄板＋発泡性耐火被覆
④	制御盤	耐火隔壁(耐火材)

※1時間耐火隔壁に用いる耐火材は、女川2号炉で用いる系統分離対策に適した設計とするため、耐火クロス・耐火カーテンを使用しない。

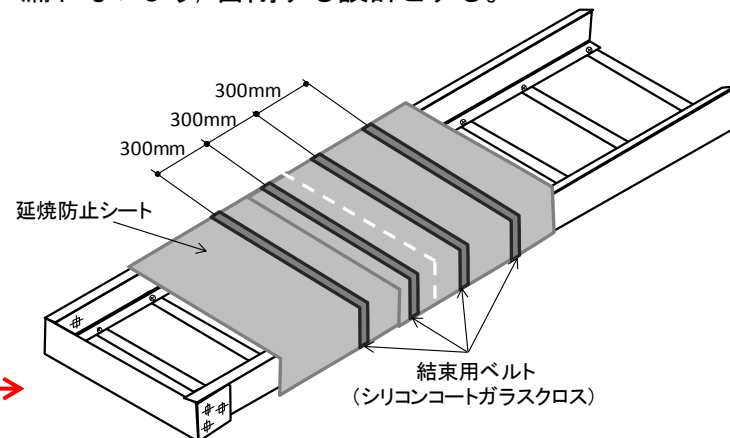
- 1時間耐火性能を確認するため、耐火炉にて加熱条件が厳しい建築基準法の加熱曲線(ISO834加熱曲線)で1時間加熱する火災耐久試験を実施し、判定基準を満足することを確認した。火災耐久試験の詳細を次ページに示す。

【① ケーブルトレイ(局所ガス消火設備)(発泡性耐火被覆+延焼防止シート)】

断熱材と延焼防止シートを組み合わせた耐火隔壁は、防護対象ケーブルが敷設されたケーブルトレイのうち、局所ガス消火設備を設置するケーブルトレイに使用する。耐火隔壁は消火ガスが外部に漏れないよう、密閉する設計とする。



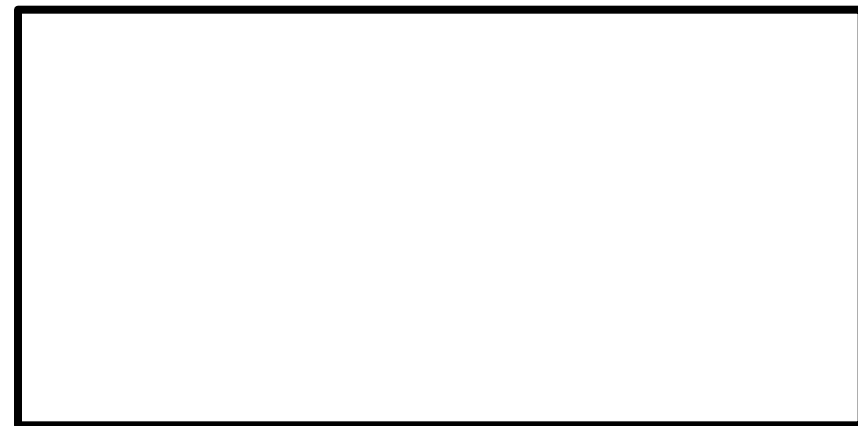
ケーブルトレイ(局所)感知・消火の概要



1時間耐火ラッピング施工図(局所)

1時間耐火ラッピング耐火材仕様(局所)

仕様	発泡性耐火被覆	延焼防止シート
厚さ		
主な組成		



1時間耐火ラッピング断面図(局所)

【①ケーブルトレイ(局所ガス消火設備)(発泡性耐火被覆+延焼防止シート)】

【火災耐久試験について】

「目的」

防護対象ケーブルが火災により機能喪失しないよう、遮熱性を有した耐火隔壁により、ケーブル表面温度をケーブル損傷温度(205℃)以下に維持できることを確認する。

「試験条件」

耐火炉は、加熱温度条件が厳しい建築基準法(ISO834)の加熱曲線に従って加熱する。

試験体上部はフードで覆い、NUREG-1805で定められた算出法(FDT^S)にて火災時の室温上昇を模擬した温度曲線に従い、ヒーターで加熱する。

「判定基準」

- ①ケーブルの表面温度が損傷温度(205℃)を超えないこと。※1
- ②ケーブルが健全であること。(導通確認, 絶縁抵抗測定※2)
- ③耐火隔壁に著しい変形がないこと。※3
- ④ケーブルトレイ表面及びケーブル表面に延焼の痕跡がないこと。※4

※1: 内部火災影響ガイド 表8.2ケーブルの損傷基準から、NUREG/CR-6850に基づき選定。

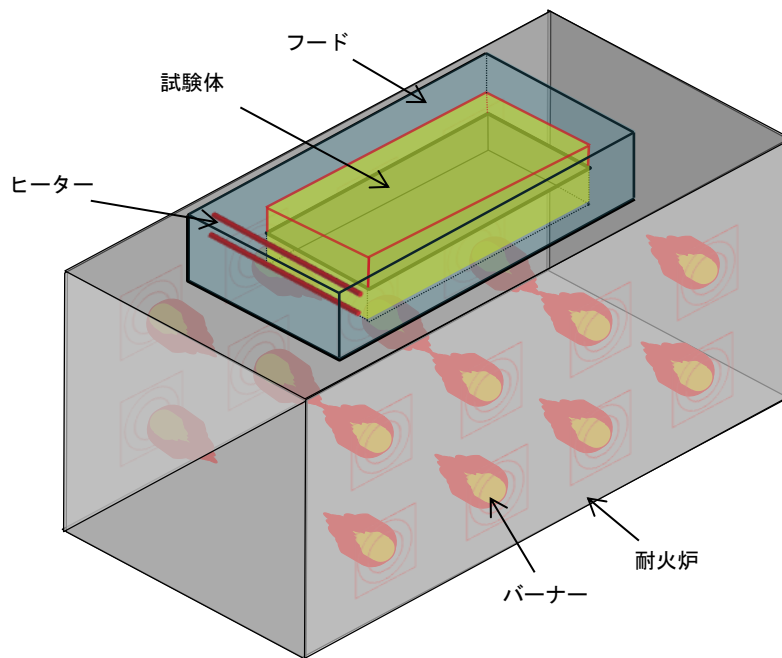
(女川2号炉の防護対象ケーブルには、ケーブル損傷基準の205℃よりも損傷温度が高い材質のケーブルを使用。)

※2: 電気設備の技術基準(第58条)に基づき選定。

(300V以上のケーブルの絶縁抵抗値は、0.3MΩ以上と規定。)

※3: 非加熱側に火炎が通ずる亀裂及び隙間を生じていないこと。

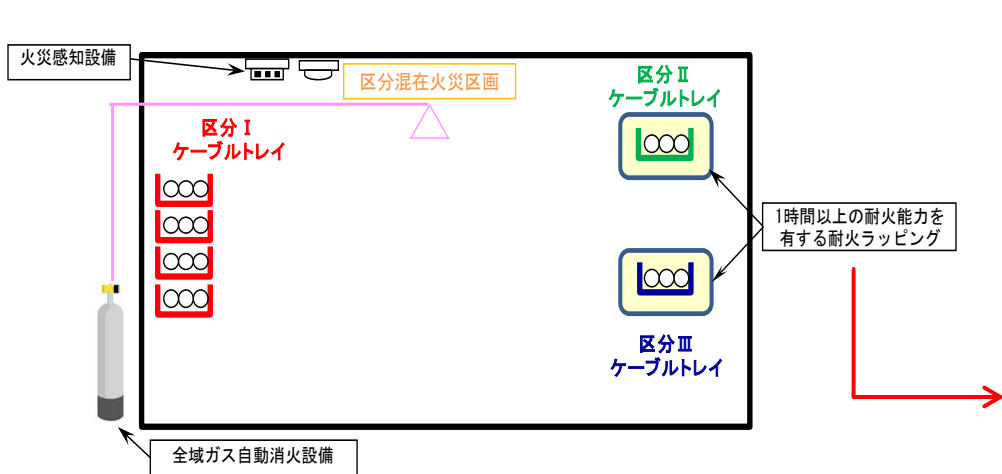
※4: 表面に火ぶくれ, 熔融, 炭化, 灰化がないこと。



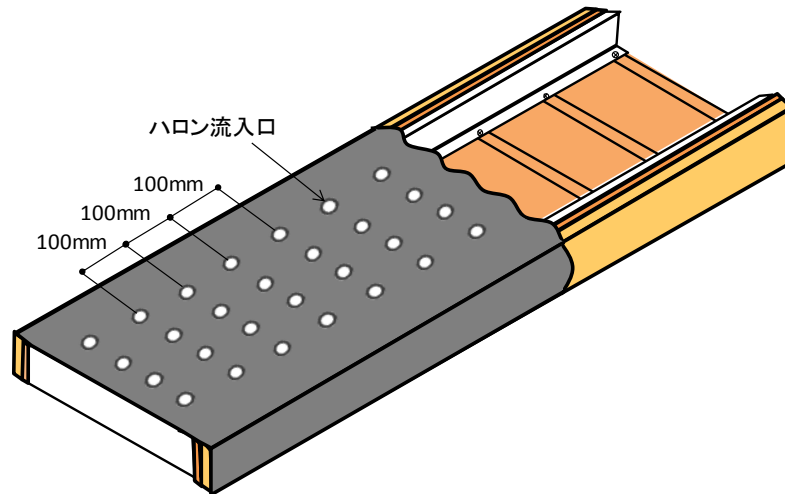
ケーブルトレイ火災耐久試験概要図(局所)

【②ケーブルトレイ(全域ガス消火設備)(鉄板+断熱材)】

鉄板と断熱材を組み合わせた耐火隔壁は、防護対象ケーブルが敷設されたケーブルトレイのうち、全域ガス消火設備設置エリアのケーブルトレイに設置する。隔壁の上部は消火ガスが流入するよう、100mmピッチで流入口を設ける設計とする。



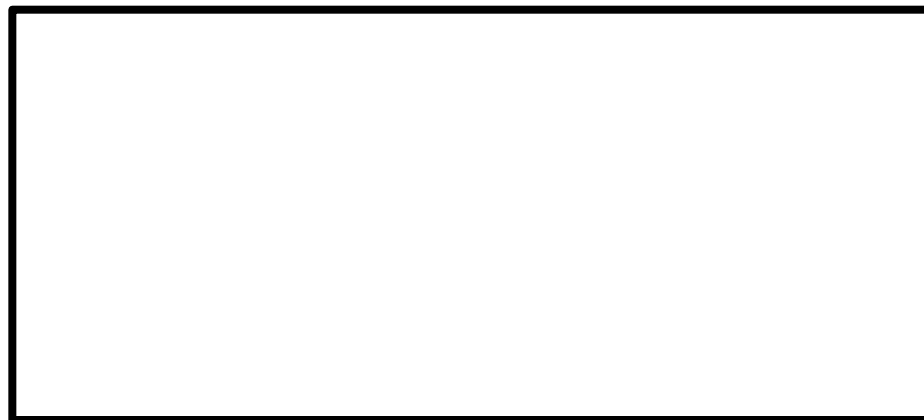
ケーブルトレイ(全域)感知・消火の概要



1時間耐火ラッピング施工図(全域)

1時間耐火ラッピング耐火材仕様(全域)

仕様	断熱材	断熱材
厚さ		
主な組成		



1時間耐火ラッピング断面図(全域)

【②ケーブルトレイ(全域ガス消火設備)(鉄板+断熱材)】

【火災耐久試験について】

「目的」

防護対象ケーブルが火災により機能喪失しないよう、遮熱性を有した耐火隔壁により、ケーブル表面温度をケーブル損傷温度(205℃)以下に維持できることを確認する。

「試験条件」

耐火炉は、加熱温度条件が厳しい建築基準法(ISO834)の加熱曲線に従って加熱する。

試験体上部はフードで覆い、NUREG-1805で定められた算出法(FDT^S)にて火災時の室温上昇を模擬した温度曲線に従い、ヒーターで加熱する。

「判定基準」

- ①ケーブルの表面温度が損傷温度(205℃)を超えないこと。※1
- ②ケーブルが健全であること。(導通確認, 絶縁抵抗測定※2)
- ③耐火隔壁に著しい変形がないこと。※3
- ④ケーブルトレイ表面及びケーブル表面に延焼の痕跡がないこと。※4

※1: 内部火災影響ガイド 表8.2ケーブルの損傷基準から、NUREG/CR-6850に基づき選定。

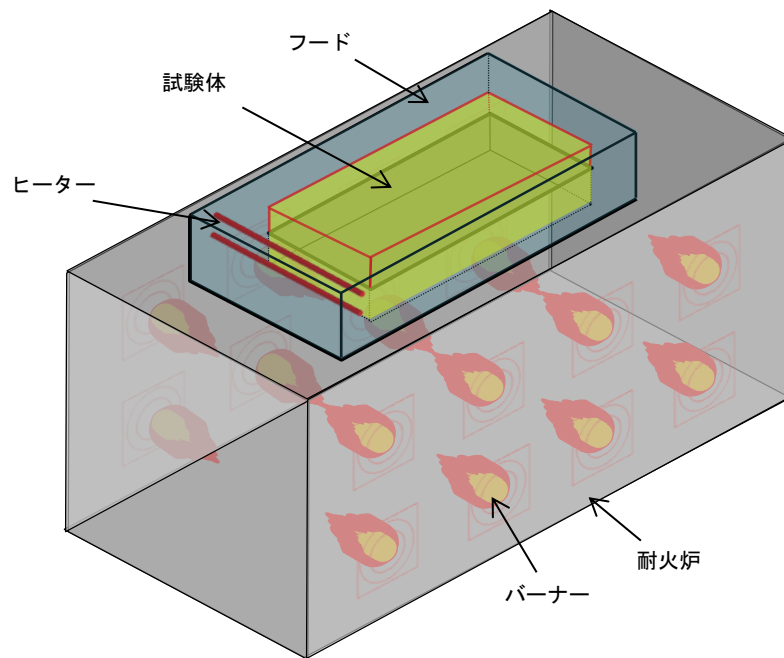
(女川2号炉の防護対象ケーブルには、ケーブル損傷基準の205℃よりも損傷温度が高い材質のケーブルを使用。)

※2: 電気設備の技術基準(第58条)に基づき選定。

(300V以上のケーブルの絶縁抵抗値は、0.3MΩ以上と規定。)

※3: 非加熱側に火炎が通ずる亀裂及び隙間を生じていないこと。

※4: 表面に火ぶくれ, 熔融, 炭化, 灰化がないこと。



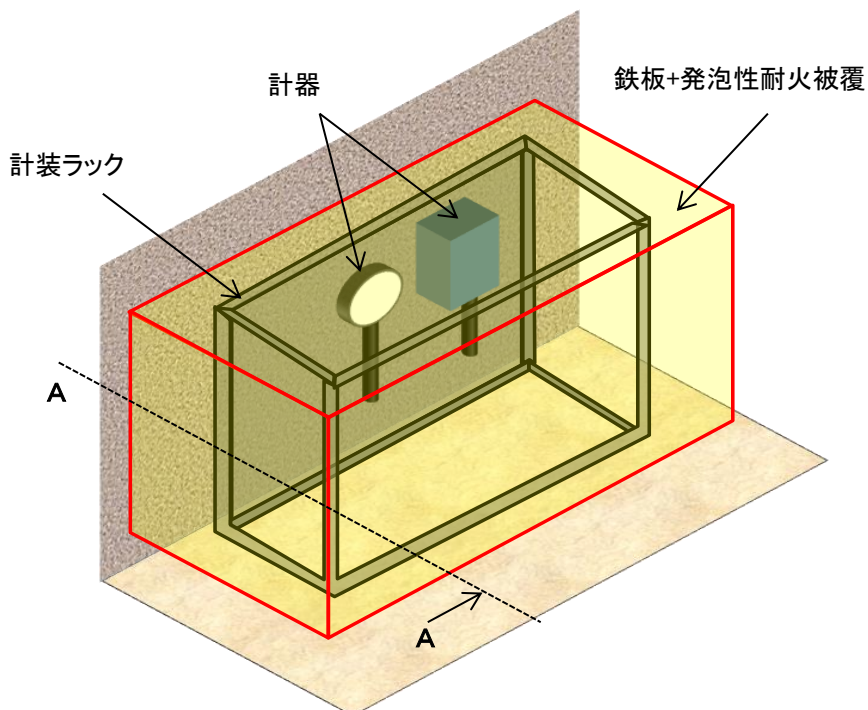
ケーブルトレイ火災耐久試験概要図(局所)

【③計装ラック(鉄板+発泡性耐火被覆)】

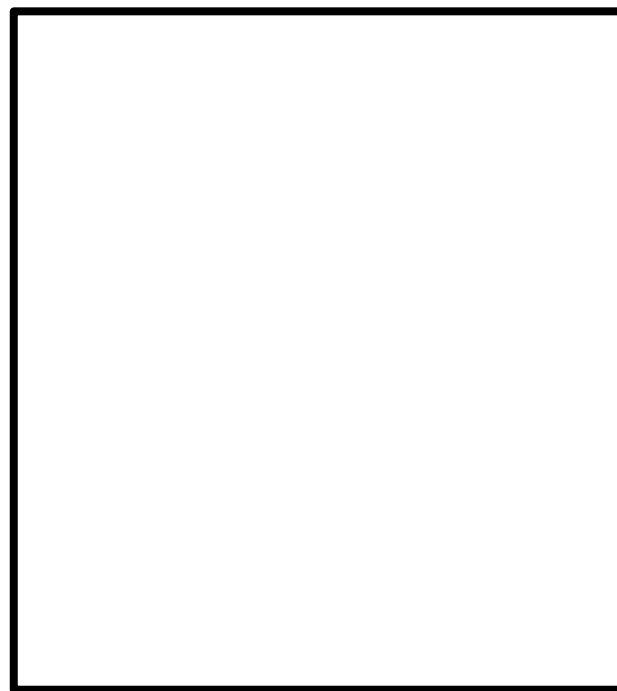
鉄板と発泡性耐火被覆を組み合わせた耐火隔壁は、異なる安全区分の防護対象機器が設置されているエリアの計装ラックに設置する。

耐火材仕様(計装ラック)

仕様	発泡性耐火被覆
厚さ	
主な組成	



1時間耐火隔壁施工図(計装ラック)



1時間耐火隔壁断面図(計装ラック) A-A矢視

【③計装ラック(鉄板+発泡性耐火被覆)】

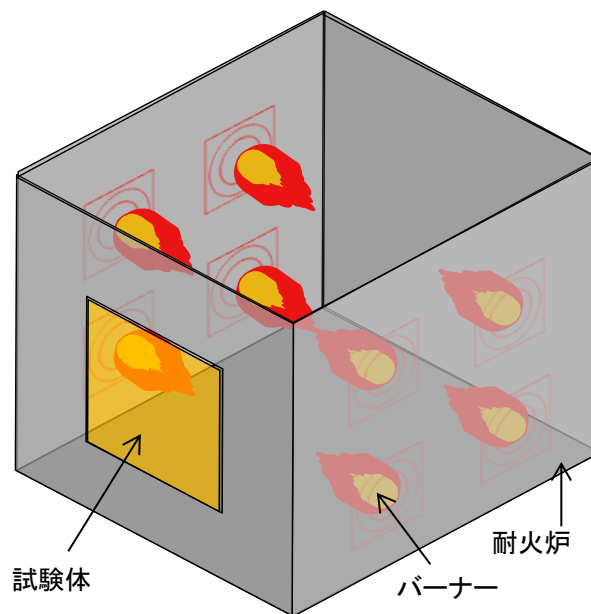
【火災耐久試験について】

「目的」
火災により防護対象機器が機能喪失に至らないよう、遮熱性及び遮炎性を有した耐火隔壁の耐火性能を確認する。

「試験条件」
加熱温度条件が厳しい建築基準法(ISO834)の加熱曲線に従って加熱する。

「判定基準」※
①試験体の裏面温度上昇が、平均で140K以下、最高で180K以下であること。
②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。
③非加熱面で10秒を超えて継続する発炎がないこと。
④火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。

※:(財)建材試験センター「防耐火性能試験・評価業務方法書」の壁に要求される耐火性能の判定基準に基づき選定。



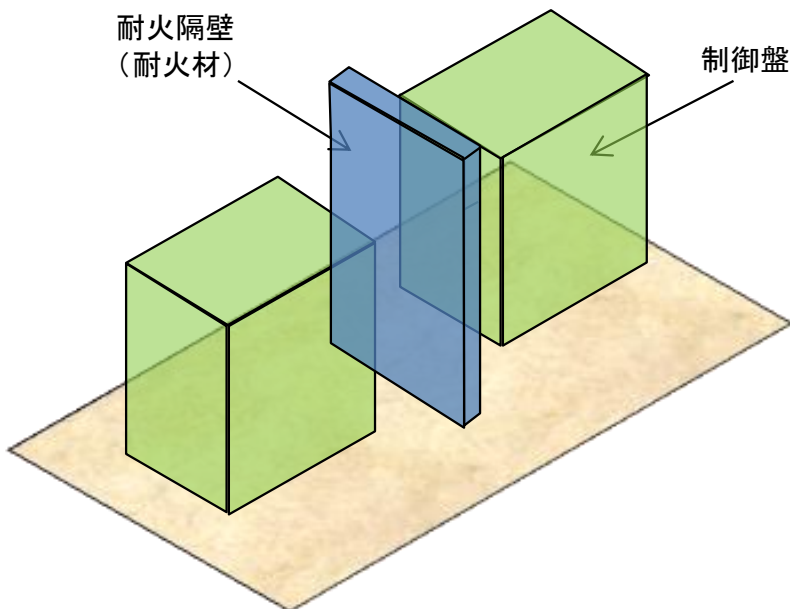
火災耐久試験概要図(計装ラック)

【④制御盤(耐火隔壁(耐火材))】

耐火材による耐火隔壁は、異なる安全区分の制御盤が火災により同時に機能喪失しないよう設置する。また、耐火隔壁は制御盤が互いに直視できないように設置する。

耐火材仕様(制御盤)

仕様	耐火材	耐火材
厚さ		
主な組成		



1時間耐火隔壁施工図(制御盤)



1時間耐火隔壁断面図(制御盤)

【④制御盤(耐火隔壁(耐火材))】

【火災耐久試験について】

「目的」

火災により防護対象機器が機能喪失に至らないよう、遮熱性及び遮炎性を有した耐火隔壁の耐火性能を確認する。

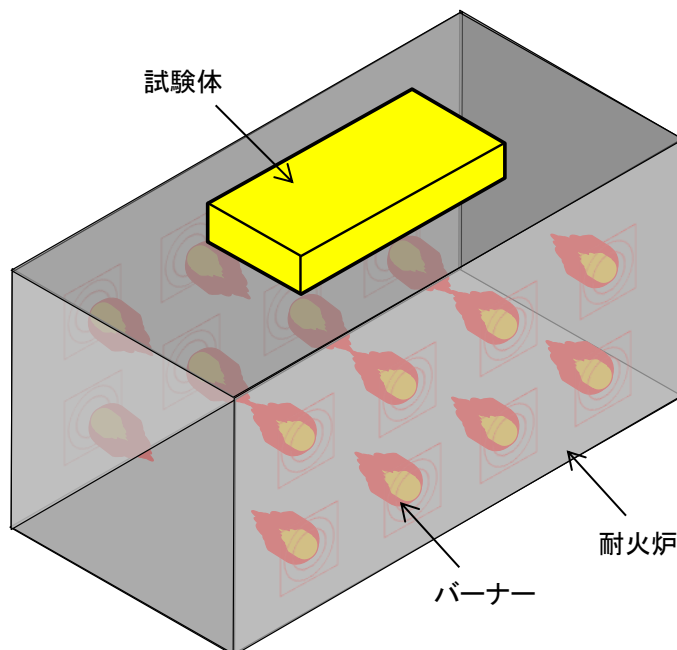
「試験条件」

加熱温度条件が厳しい建築基準法(ISO834)の加熱曲線に従って加熱する。

「判定基準」※

- ①試験体の裏面温度上昇が、平均で140K以下、最高で180K以下であること。
- ②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。
- ③非加熱面で10秒を超えて継続する発炎がないこと。
- ④火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。

※:(財)建材試験センター「防耐火性能試験・評価業務方法書」の壁に要求される耐火性能の判定基準に基づき選定。



火災耐久試験概要図(制御盤)

【1時間耐火隔壁の火災耐久試験結果】

①ケーブルトレイ(局所ガス消火設備)			
時間	開始前	1時間後 (ケーブルトレイの状況)	1時間後 (ケーブルの状況)
写真			

判定基準	試験結果
ケーブルの表面温度が205℃以下であること。	良
ケーブルが健全であること。	良
耐火隔壁に著しい変形がないこと。	良
ケーブルトレイ表面及びケーブル表面に延焼の痕跡がないこと。	良

※1:1時間後の耐火隔壁で白く変色した部分については、加熱側の延焼防止シートが熱により変色した色である。

※2:結束用バンドは火災耐久試験により破損したが、耐火隔壁の耐火性能については判定基準を満足しているため、金属性のステンレス針金等による耐火材の固定により、耐火材が脱落しない設計とする。

【1時間耐火隔壁の火災耐久試験結果】

②ケーブルトレイ(全域ガス消火設備)			
時間	開始前	1時間後 (ケーブルトレイの状況)	1時間後 (ケーブルの状況)
写真			

判定基準	試験結果
ケーブルの表面温度が205℃以下であること。	良
ケーブルが健全であること。	良
耐火隔壁に著しい変形がないこと。	良
ケーブルトレイ表面及びケーブル表面に延焼の痕跡がないこと。	良

※: 1時間後の耐火隔壁で亀裂のような部分については, 加熱側の鉄板に施されていた塗装が熱により一点に集中し, その状態で冷えて固まったことにより亀裂のような模様になった。

【1時間耐火隔壁の火災耐久試験結果】

試験項目		③計装ラック	④制御盤
時間	試験前		
	1時間耐火試験後		
判定基準	試験体の裏面温度上昇が、平均で140K以下、最高で180K以下であること。	良	良
	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。	良	良
	非加熱面で10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良	良
	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。	良	良
試験結果		良	良

指摘事項

○中央制御室床下構造を踏まえた、検知性の実証試験結果及びハロン消火設備の有用性を示すこと。

回答

女川2号炉の中央制御室床下における系統分離対策は以下の設計としており、感知性能、消火設備の有用性について実証試験を行った結果を次ページに示す。

① 1時間以上の耐火能力を有する分離板等による分離

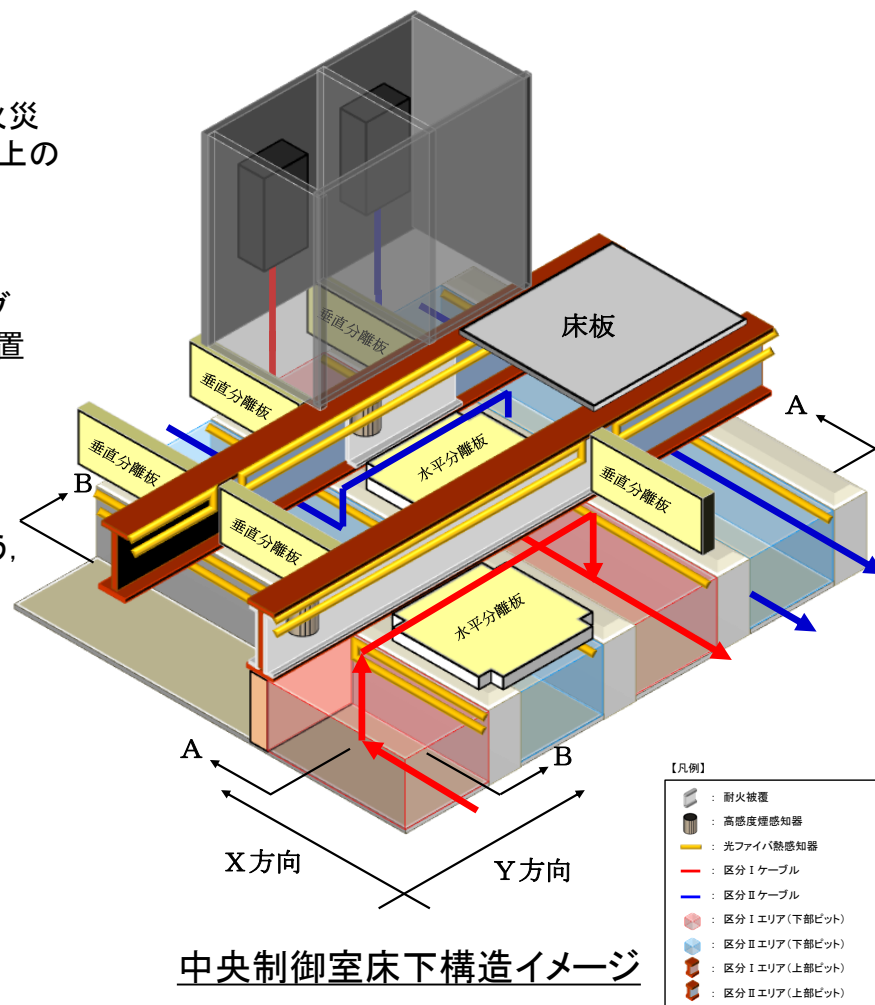
中央制御室床下ケーブルピットに敷設する互いに相違する系列の火災防護対象ケーブルについては、非安全系ケーブルも含めて1時間以上の耐火能力を有する分離板又は障壁(耐火材付H型钢等)で分離。

②異なる2種類の火災感知器の追加設置

- ケーブルピット内の火災を早期感知することを目的として、アナログ式の煙感知器と光ケーブル式の熱感知器を組み合わせる追加設置
- 煙感知器として感度の高い煙感知器を設置。
- 熱感知器として光ファイバ式熱感知器を設置。

③ 固定式ガス消火設備の設置

- 火災防護対象機器及びケーブルへの火災の影響を防止できるよう、機器や運転員への2次的影響対策を考慮した上で、固定式ガス消火設備を設置。
- 固定式ガス消火設備の消火薬剤であるハロン1301は、消火時に炎と反応して有毒ガス(フッ化水素)が発生することを踏まえ、起動前に保護具を装着。
- 固定式ガス消火設備は、保護具を装着したことを確認した後に起動させる必要があるため、自動起動とはせず手動により起動。
- 中央制御室床下ケーブルピットに設置する異なる2種類の火災感知器の一方が作動すると、中央制御室に警報が発報することから、中央制御室に常駐する運転員により速やかに固定式ガス消火設備の手動起動が可能のため、自動起動と同等に早期の消火が可能な設計。
- 消火活動の手順を定めて訓練を実施。



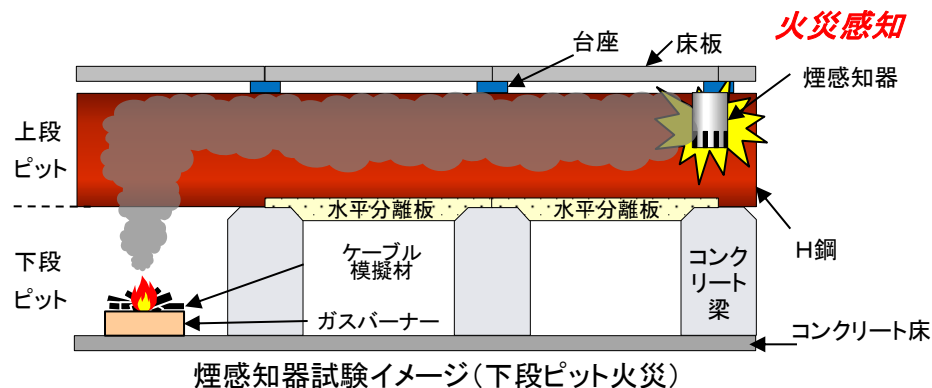
【感知性能】

・煙感知器及び熱感知器の設置範囲を設計するため、中央制御室床下ケーブルピットの実機を模擬した試験設備で、感知可能範囲の実証試験を実施した。試験概要は以下のとおりである。

感知器	試験概要
高感度煙感知器	<p>【目的】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実機を模擬した試験設備にて、ピット内に火災を模擬し、感知可能範囲を確認 <p>【試験条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火災源としては実機に敷設されているケーブルと同じシース材料のケーブル模擬材をガスバーナーで燃焼 <p>【試験結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・煙感知器の感知可能範囲を確認 <p>【実機への反映内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・煙感知器は、高感度煙感知器を採用する ・実証試験における感知範囲を踏まえ、早期感知が可能となるよう、消防法施行規則の設置基準(1個/150m²)以内で上部/下部ケーブルピット合計面積(1,445m²)における必要数を詳細設計に反映する。

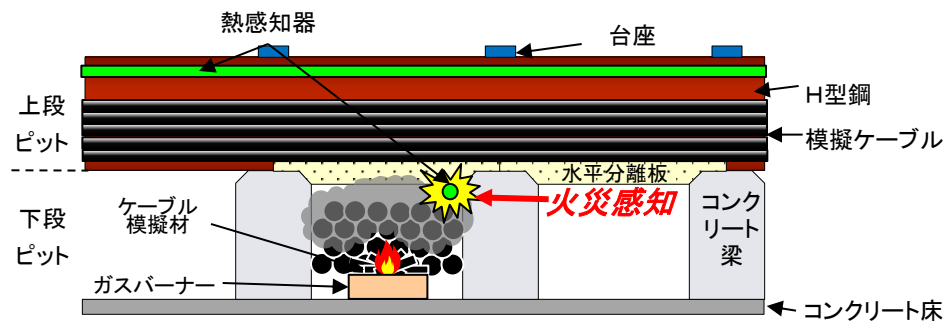


感知性能試験設備

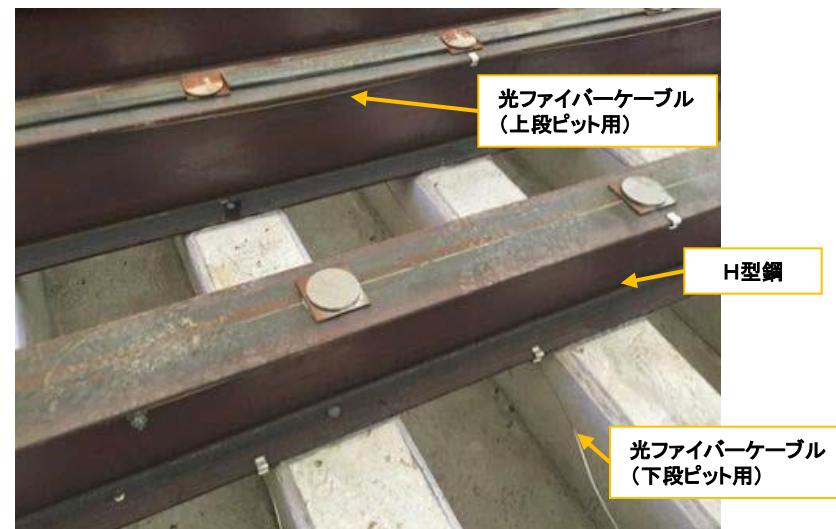


【感知性能】

感知器	試験概要
光ファイバー式熱感知器	<p>【目的】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実機を模擬した試験設備にて、ピット内火災を模擬し、感知状況を確認 <p>【試験条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火災源としては実機に敷設されているケーブルと同じシース材料のケーブル模擬材をガスバーナーで燃焼 ・火災源と光ファイバー式熱感知器間にケーブル模擬材を敷設し、火災源から感知器の距離が遠くなる条件とした <p>【試験結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火災源と光ファイバー式熱感知器間にケーブルを敷設した場合でも早期に感知可能であることを確認 <p>【実機への反映内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光ファイバー式熱感知器は、ケーブル火災による熱の早期感知が可能となるよう、ケーブルが敷設されているピットすべてに設置するよう詳細設計に反映する



熱感知器試験イメージ(下段ピット火災)

光ファイバー式熱感知器
試験状況

【消火性能】

・中央制御室床下ケーブルピットの実機を模擬した試験設備で、ハロゲン化物消火設備により噴射ヘッドの消火範囲を確認する消火性能実証試験を実施した。試験概要は以下のとおりである。

試験概要

【目的】

・実機を模擬した試験設備にて、ピット内に火災を模擬し、噴射ヘッド1つあたりの消火可能範囲を確認する

【試験条件】

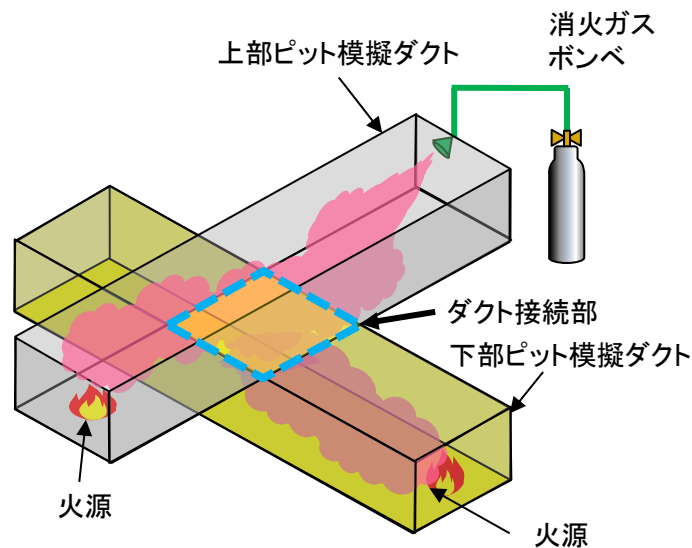
・消火確認用の火源はn-ヘプタンを使用
 ・消火剤はハロゲン化物消火剤(HFC-227ea)を使用
 ・実機には多数のケーブルが敷設されていることを踏まえ、障害物としてケーブル有無による消火範囲の確認

【試験結果】

・噴射ヘッド1つあたりの消火範囲を確認
 ・ケーブル有無により消火範囲に差がないことを確認

【実機への反映内容】

・今回の実証試験結果を踏まえ、実機の中央制御室床下ケーブルピットの体積から、消防法施行規則第二十条に基づく消火剤必要容量を算出する。
 ・消火ガス噴射ヘッド1つあたりの消火範囲を踏まえ、実機のケーブル敷設状況から噴射ヘッドの設置位置を詳細設計に反映する。



消火性能試験イメージ



消火性能試験装置

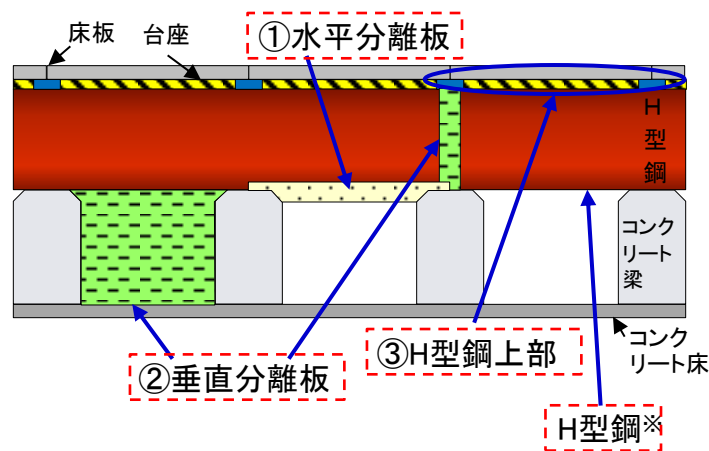
指摘事項

○中央制御室床下1時間耐火性能について、床下構造を踏まえた全体の耐火性能を示すこと。

回答

・中央制御室床下ケーブルピットの構成部材に対して、火災耐久試験により1時間耐火性能を確認した。

【中央制御室床下ケーブルピットの構造と構成部材】



中央制御室床下ケーブルピット構造

⋯ : 1時間火災耐久試験の実施箇所

※H型鋼は再試験実施予定(H30.5)

構成部材	使用材料
①水平分離板	
②垂直分離板	
③H型鋼上部	

【①水平分離板の火災耐久試験について】

試験目的

・中央制御室床下ケーブルピットを構成する部材の火災耐久試験を実施し、1時間耐火性能を有していることを確認すること。

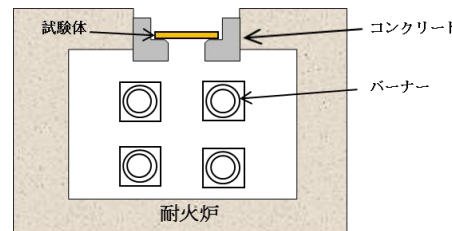
試験条件

・建築基準法(ISO834)の標準加熱曲線を用いて、耐火炉にて1時間加熱した際に判定基準(外観及び非加熱面温度上昇が平均140K以下、最高180K以下)を実機への固定する際の接合部を含めて満足するかを確認。



水平分離板設置イメージ

耐火炉イメージ



判定基準及び試験結果

◎判定基準

(財)建材試験センター「防耐火性能試験・評価業務方法書」の壁に要求される耐火性能の判定基準に基づき選定。

試験体の裏面温度上昇が、平均で140K以下、最高で180K以下であること。	良
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。	良
非加熱面で10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良
火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。	良

◎試験体の状況(加熱側)



◎試験結果

火災耐久試験の結果から、1時間耐火性能を有していることを確認した。

【②垂直分離板の火災耐久試験について】

試験目的

・中央制御室床下ケーブルピットを構成する部材の火災耐久試験を実施し、1時間耐火性能を有していることを確認すること。

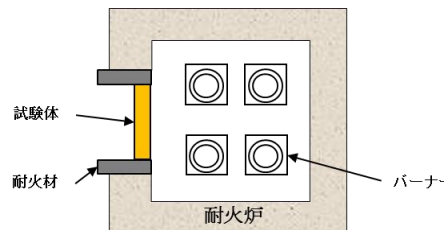
試験条件

・建築基準法(ISO834)の標準加熱曲線を用いて、耐火炉にて1時間加熱した際に判定基準(外観及び非加熱面温度上昇が平均140K以下, 最高180K以下)を実機への固定する際の接合部を含めて満足するかを確認。



垂直分離板試験体図

耐火炉イメージ



判定基準及び試験結果

◎判定基準

(財)建材試験センター「防耐火性能試験・評価業務方法書」の壁に要求される耐火性能の判定基準に基づき選定。

試験体の裏面温度上昇が、平均で140K以下, 最高で180K以下であること。

良

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。

良

非加熱面で10秒を超えて継続する発炎がないこと。

良

火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。

良

◎試験体の状況(加熱側)



◎試験結果

火災耐久試験の結果から、1時間耐火性能を有していることを確認した。

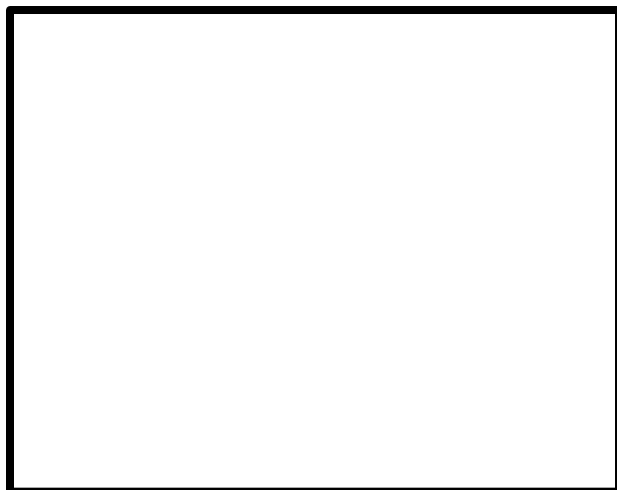
【③H型鋼上部の火災耐久試験について】

試験目的

・中央制御室床下ケーブルピットを構成する部材の火災耐久試験を実施し、1時間耐火性能を有していることを確認すること。

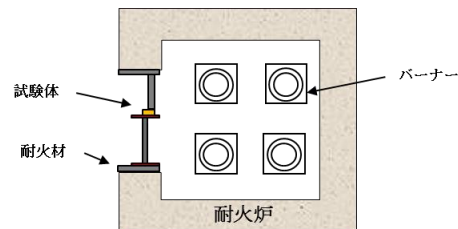
試験条件

・建築基準法(ISO834)の標準加熱曲線を用いて、耐火炉にて1時間加熱した際に判定基準(外観及び非加熱面温度上昇が平均140K以下、最高180K以下)を実機への固定する際の接合部を含めて満足するかを確認。



H型鋼上部の耐火材設置イメージ

耐火炉イメージ



判定基準及び試験結果

◎判定基準

(財)建材試験センター「防耐火性能試験・評価業務方法書」の壁に要求される耐火性能の判定基準に基づき選定。

試験体の裏面温度上昇が、平均で140K以下、最高で180K以下であること。	良
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。	良
非加熱面で10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良
火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。	良

◎試験体の状況(非加熱側)



◎試験結果

火災耐久試験の結果から、1時間耐火性能を有していることを確認した。

指摘事項

○中央制御室の総合的な火災防護について、感知・消火の観点から火災発生時の考え方を整理し、説明すること。

回答

中央制御室は1号炉及び2号炉の共用としていたが、複数号炉同時被災時の対応性向上のため、共用しない設計に変更している。

当初1号炉中央制御室も含めた火災区域設定としていたが、1号炉中央制御室を除外した火災区域に再設定した。

隣接する1号炉側での火災を想定した場合、2号炉と1号炉との境界には3時間耐火壁を設置することから、2号炉側への影響はない。

表 2号炉中央制御室の火災防護対策

中央制御室内 火災防護対象機器	感知	消火
制御盤	煙感知器 熱感知器	運転員による 早期消火活動
床下ケーブルピット	高感度煙検出設備 光ファイバー式熱感知器	固定式消火設備 (ハロン1301)

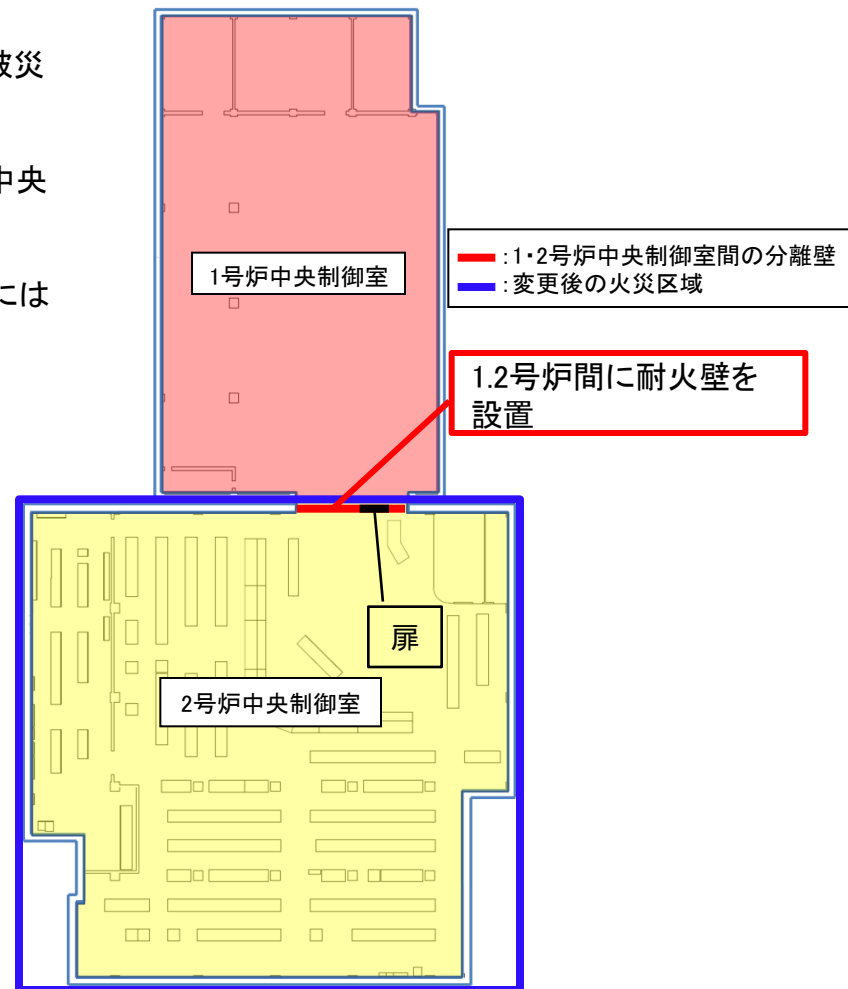


図 中央制御室の分離イメージ

指摘事項

○3時間耐火ラッピングについて、トレイの多段部、合流部に関する加振試験の妥当性を説明すること。

回答

【試験概要】

加振試験により耐火ラッピングのずれによる影響がないことを確認する。

【試験体の選定・形状】

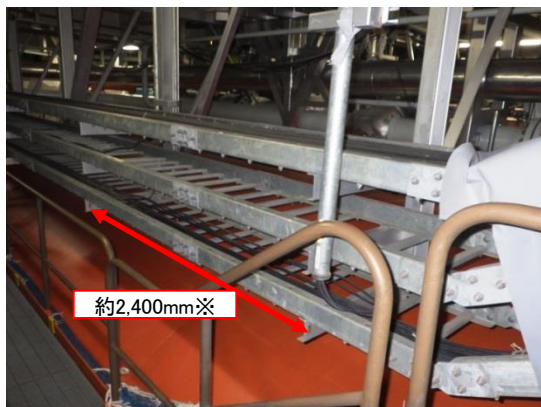
トレイサポート1つあたりに負荷する荷重が大きいサポート間隔が最長のケーブルトレイを代表試験体として選定する。

【試験方法】

基準地震動 S_s による地震力に対して、耐火ラッピングを設置する床レベルの地震応答解析により求めた最大応答加速度以上の地震力で耐火ラッピングを施工したケーブルトレイの加振試験を行う。基準地震動 S_s による応答加速度が変更となった場合においても、加振試験条件で実施した加速度を超えないことを確認する。なお、加振試験後にサポート位置を基準点として耐火ラッピング全体の位置測定を行う。

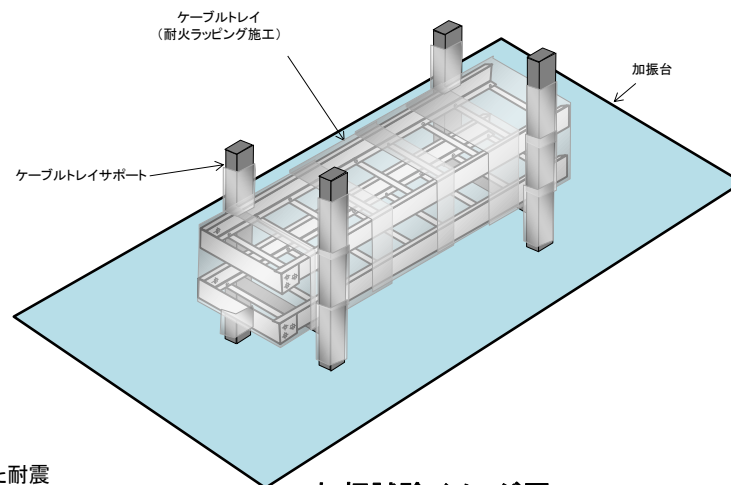
【判定基準】

加振試験後にケーブルトレイが露出するような耐火性能及び密閉性に影響を及ぼす耐火材の損傷、アルミテープの剥がれ、耐火ラッピングのずれが生じないこと。



直線トレイのサポート間隔

※耐火ラッピングによる重量増加を踏まえた耐震評価を行い、必要に応じてサポートを追加する
(加振試験では耐震評価の結果から、間隔が最長となる箇所を選定する)



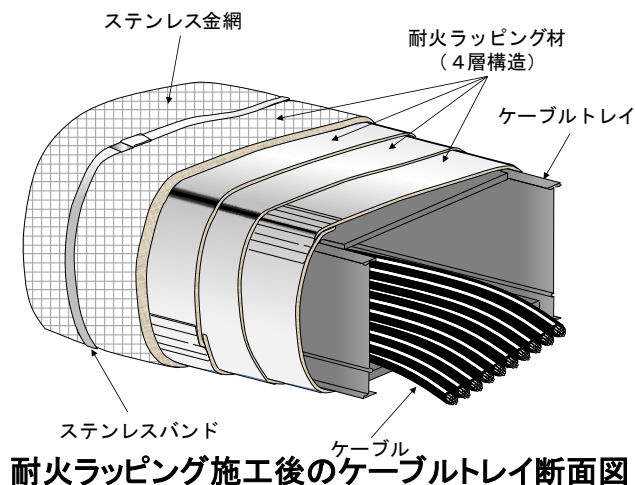
加振試験イメージ図
(詳細検討により変更はありうる)

指摘事項

○3時間耐火ラッピングが施工可能であることを示すこと。

回答

▶ トーラス室の3時間耐火ラッピングのケーブルトレイサポート部、多段トレイ、L型トレイに対して、それぞれ施工成立性を確認した。なお、ケーブルトレイ形状を踏まえた施工手順は、モックアップにて確認する計画である。



○ケーブルトレイへの標準施工手順

- ①1層目から3層目の耐火材(13mm)を施工※
- ②4層目の耐火材(32mm)を施工※
- ③ステンレス金網で全体を覆い固定
- ④金網の上からステンレスバンドで500mm間隔で固定

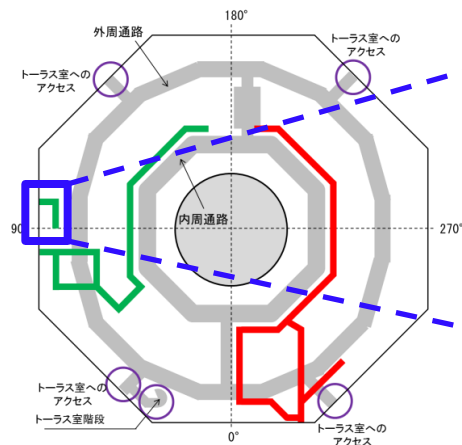
※密閉性を確保するため、耐火材の貼り合わせは、アルミテープを使用し、テープのズレ、剥がれ、浮きがないことを確認する。



3時間ラッピングの施工イメージ

資料7添付5 3時間耐火壁及び隔壁等の火災耐久試験について

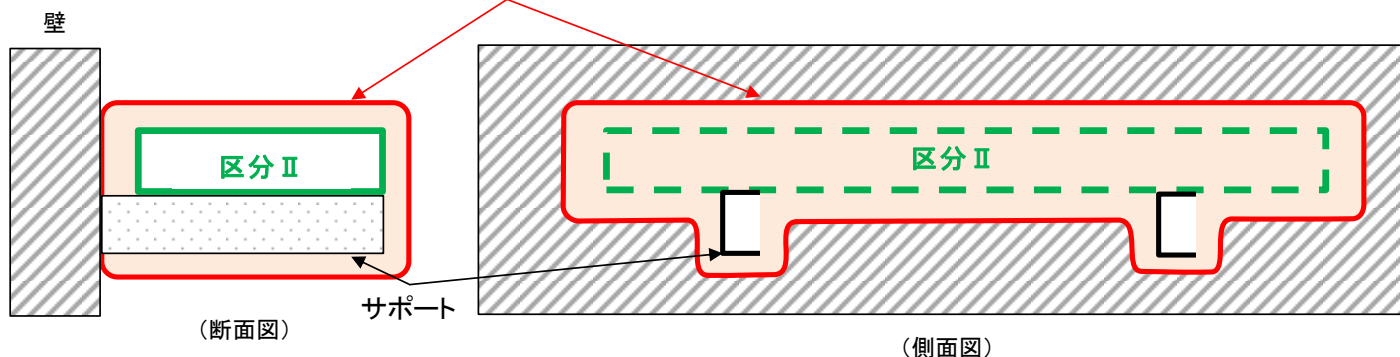
①サポート部の耐火ラッピング施工



対象トレイの写真

※トレイ上部の足場は工事のための仮設資材

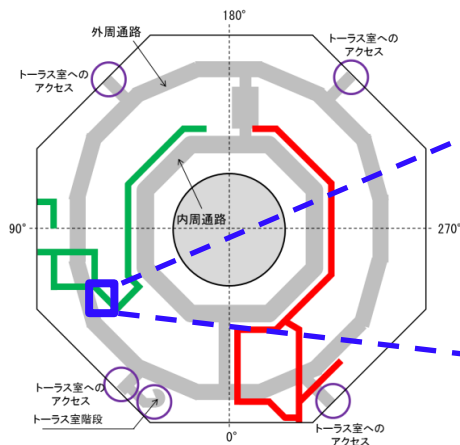
ケーブルトレイのサポート含めて耐火材を4層施工する



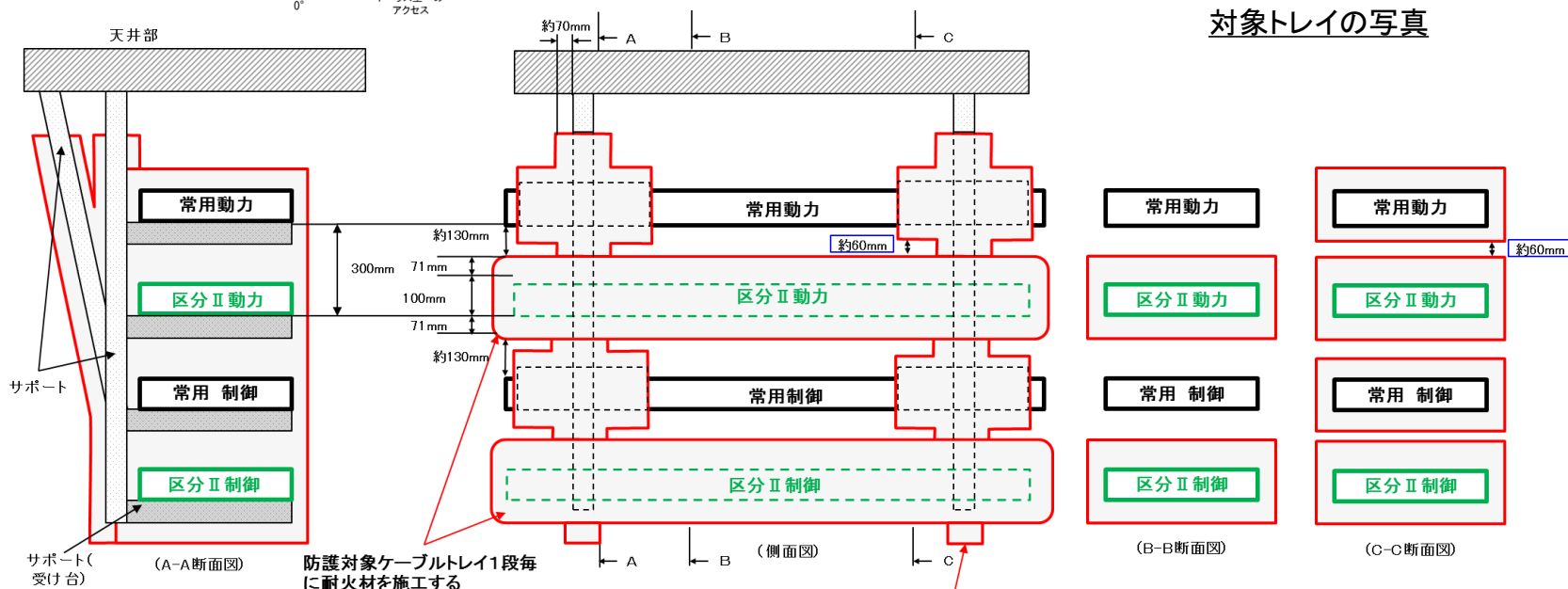
耐火材施工概略図

ケーブルトレイサポート部を含めて、火災耐久試験で確認された耐火材(4層)が施工可能

②多段トレイの耐火ラッピング施工(1段施工)



対象トレイの写真



防護対象ケーブルトレイ1段毎に耐火材を施工する

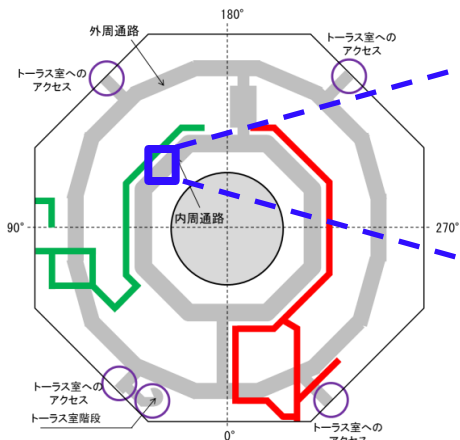
耐火材施工概略図

伝熱抑制のため、サポート部、常用トレイにも耐火材を施工する

耐火ラッピング施工後の間隙(最小60mm)について確認し、最大厚さの耐火材(32mm)の施工に影響がなく、火災耐久試験で確認された耐火材(4層)が施工可能

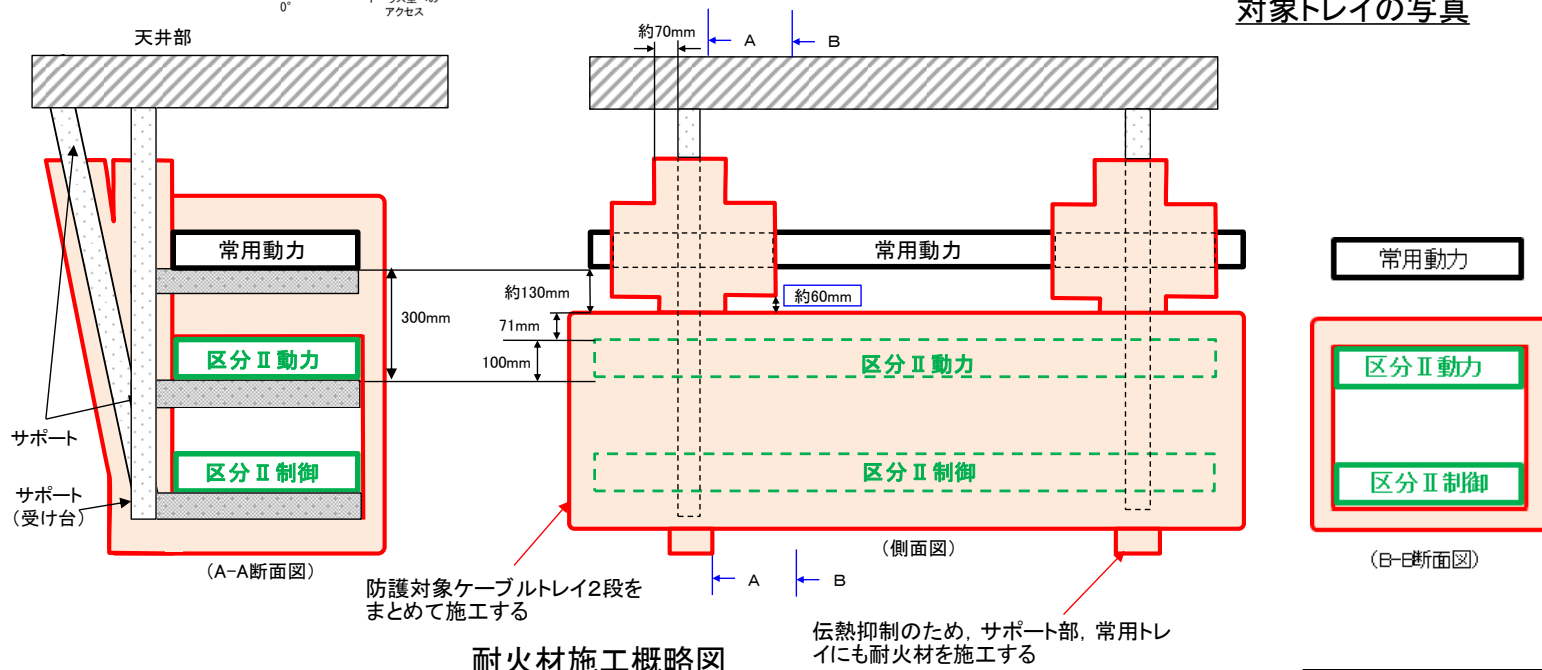
資料7添付5 3時間耐火壁及び隔壁等の火災耐久試験について

③多段トレイの耐火ラッピング施工(2段施工)



対象トレイ

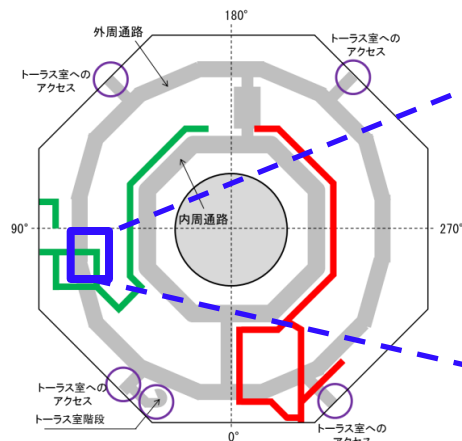
対象トレイの写真



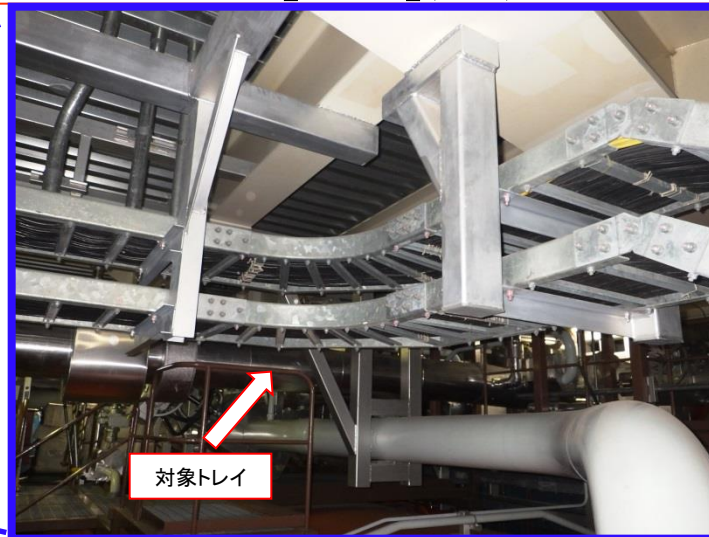
耐火ラッピング施工後の間隙(最小60mm)について確認し、最大厚さの耐火材(32mm)の施工に影響がなく、火災耐久試験で確認された耐火材(4層)が施工可能

資料7添付5 3時間耐火壁及び隔壁等の火災耐久試験について

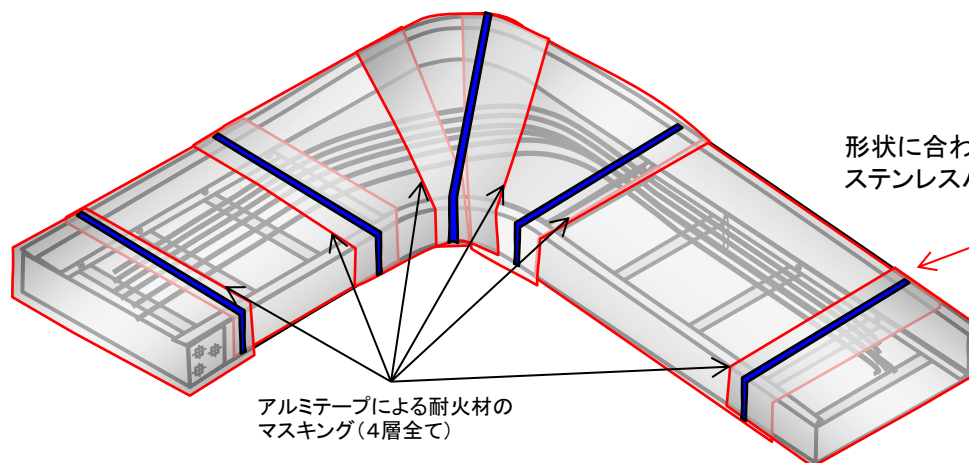
④L型トレイの耐火ラッピング施工



トラス室ケーブルトレイ概略図



対象トレイの写真



耐火材施工概略図

L型トレイの形状に合わせて施工することで、火災耐久試験で確認された耐火材(4層)が施工可能

指摘事項

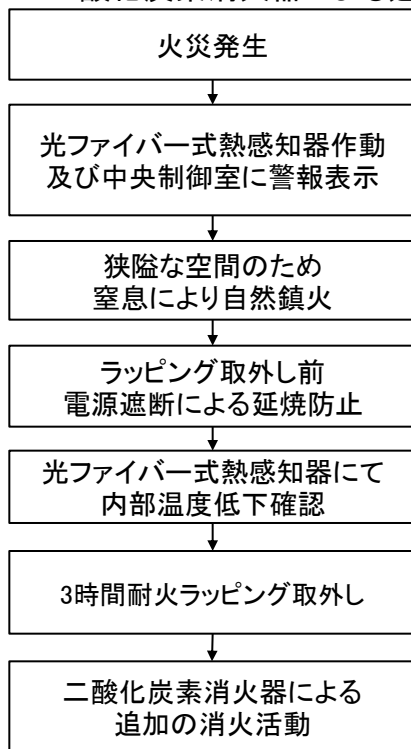
○3時間耐火ラッピング内の消火方法について形状の違いも考慮した説明をすること。

回答

3時間耐火ラッピングの形状を踏まえてもケーブルトレイ内部が消火可能であることを確認した。

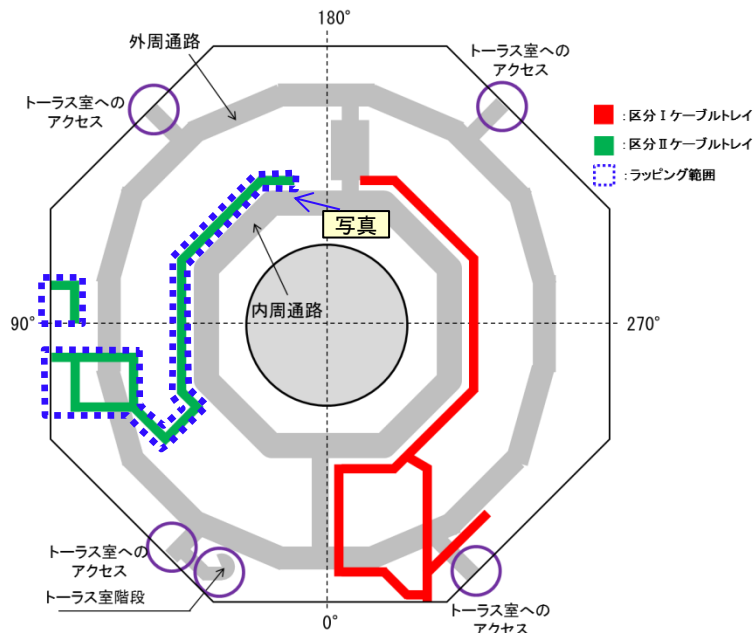
(1) 感知・消火の基本方針

- 光ファイバ式熱感知器の設置(火災発生箇所特定)
- 酸素不足による自然鎮火
- 二酸化炭素消火器による追加の消火活動



ラッピング内部の消火活動フロー

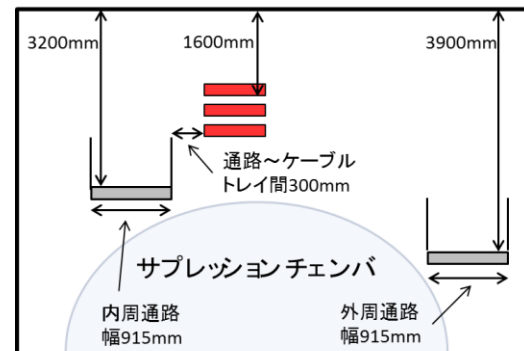
窒息による自然鎮火
1段施工:約1分
2段施工:約4分(動力ケーブルの場合)



トランス室ケーブルトレイ概略図



内周通路



区Ⅱケーブルトレイ ※工事のための仮設養生

(2) 消火活動

ラッピング内部で火災が発生した場合、ケーブルが短絡するため保護リレー作動により直ちに電源が遮断されることから火災は拡大せず、密閉された狭隘な空間であることから酸素がなくなれば自然鎮火すると考えられるが、鎮火確認のためケーブルトレイ内の電源遮断処置による延焼防止、光ファイバー式熱感知器にてトレイ内部の温度低下を確認し、ラッピングを取外し内部を露出させ追加の消火活動を行う。

追加の消火活動に必要な消火器は、トラス室全体を消火するために必要な粉末消火器に加えて、消火対象となるケーブルトレイが電気設備であることを踏まえ、消防法施行規則第六条第四項を準用し、ケーブルトレイの面積100m²以下毎に二酸化炭素消火器を1本設置する設計とする。

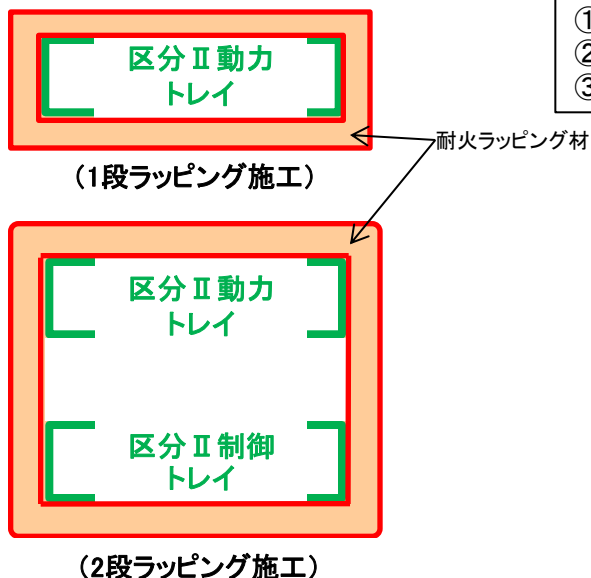
なお、消火対象となる耐火ラッピング対象のケーブルトレイの面積(33.6 m²)から必要な二酸化炭素消火器の本数は1本となるが、消火対象のケーブルトレイまでのアクセス性を考慮して、4箇所あるトラス室の入口近傍にそれぞれ1本設置する設計とする。

(3) ラッピング取外し手順

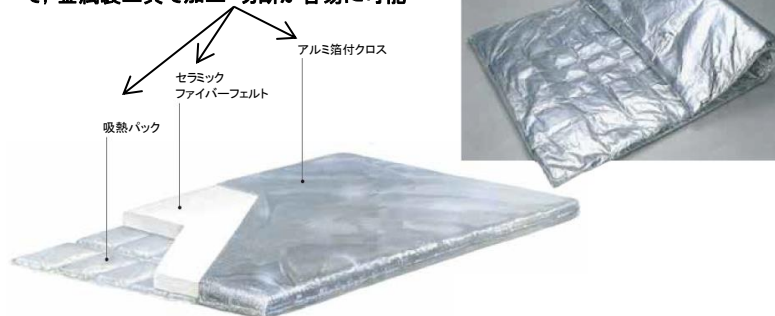
耐火ラッピングの取付形状は1段と2段の種類があるが、何れの施工においてもラッピングを取外すことが可能

○ラッピング取外し手順

- ①警報及び現場状況から火災発生場所を特定する
- ②全体を覆っているステンレス金網及びステンレスバンドを工具により外す
- ③4層目から1層目の耐火材を工具により一部取外す(ケーブルに接触しないよう側面から)



各部材は施工しやすいよう柔軟性のある材質で、金属製工具で加工・切断が容易に可能



耐火ラッピング材の材質

(4)火災の影響軽減対策に対する適合性

火災の影響軽減のために設置する耐火ラッピングを火災鎮火確認のために一部取外す場合の基準適合性について確認した。

火災防護に係る審査基準(抜粋)

2.3.1(2) 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その相互の系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離を行うために、火災区画内又は隣接火災区画間の延焼を防止する設計であること。

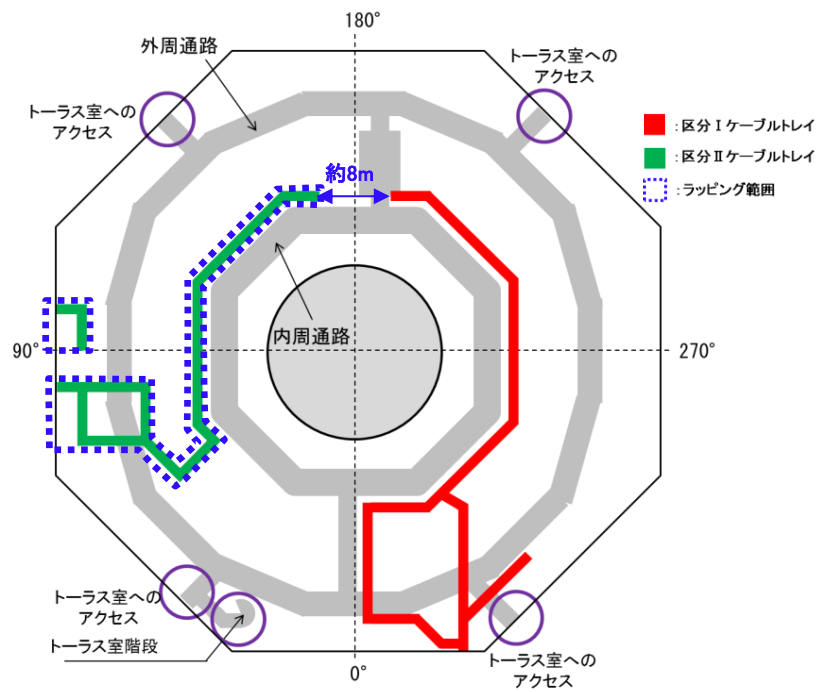
a. 離隔距離の確保

トラス室の火災防護対象となるケーブルトレイは、系統分離の観点から離隔距離を6m以上確保することで延焼防止対策を行う。

b. ケーブルトレイ内部の延焼防止処置

耐火ラッピングを取外す場合にはケーブルトレイ内の電源遮断処置が完了していること、近傍のケーブルトレイを不燃シートで養生すること、ケーブルトレイ周辺に可燃物(持込み可燃物)が設置しない運用とすることで、他の機器への延焼を防止する設計とする。

よって、耐火ラッピングを取外すことによる延焼防止対策が図られていることから、区分Ⅰと区分Ⅱのケーブルトレイが同時に機能喪失することなく、系統分離が確保され、火災区画内の延焼を防止することが可能であることを確認した。



トラス室ケーブルトレイ概略図

2. 指摘事項に対する回答(重要度の特に高い系統の火災に対する独立性)【No.98】(1/2)

指摘事項

○系統分離対策についてガイド要求にそって再整理すること。

回答

- 設置許可基準規則第十二条では重要度が特に高い安全機能を有する系統に対し、単一故障が発生した場合であっても独立性を確保することが要求されている
- 重要度が特に高い安全機能を有する系統のうち、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な機能を有する系統に対し、火災防護審査基準及びガイド要求に基づく系統分離対策を実施することから、第十二条で要求される独立性は確保されている
- 火災防護審査基準に基づく系統分離対策を実施する系統も含めて、これらが火災に対して独立性が確保されていることを、火災の発生防止、火災の感知・消火、火災の影響軽減の観点から確認した

表 重要度が特に高い安全機能を有する系統に対する独立性の確認結果(1/2)

設置許可基準規則	重要度が特に高い安全機能を有するものJEAG 4612 2010	原子炉安全停止機能	放射性物質貯蔵等機能	審査基準に基づく系統分離	火災に対する独立性	
原子炉の緊急停止機能	制御棒, 制御棒案内管, 制御棒駆動機構, 水圧制御ユニット	○	—	×	○	
未臨界維持機能	制御棒, 制御棒カップリング, 制御棒駆動機構カップリング, 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	○	—	×	○	
原子炉冷却材圧カバウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁(安全弁開機能)	○	—	×	○	
原子炉停止後における除熱のための	崩壊熱除去機能 原子炉が隔離された場合の注水機能 原子炉が隔離された場合の圧力逃がし機能	残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード, サプレッションプール冷却モード), 高圧炉心スプレイ系, 原子炉隔離時冷却系, 逃がし安全弁(逃がし弁機能, 自動減圧系) 原子炉隔離時冷却系, 高圧炉心スプレイ系 主蒸気逃がし安全弁(逃がし弁機能, 自動減圧系)	○	—	○	○
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 原子炉内低圧時における注水機能 原子炉内高圧時における減圧系を作動させる機能	高圧炉心スプレイ系, 低圧炉心スプレイ系, 残留熱除去系(低圧注水モード), 主蒸気逃がし安全弁(自動減圧系) 高圧炉心スプレイ系, 低圧炉心スプレイ系, 残留熱除去系(低圧注水モード) 自動減圧系	○	—	○	○
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	—	○	×	○	
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 残留熱除去系(再結合装置への冷却水供給を司る部分)	—	○	×	○	

資料1 参考資料2 重要度が特に高い安全機能を有する系統の火災防護

2. 指摘事項に対する回答(重要度の特に高い系統の火災に対する独立性)【No.98】(2/2)

表 重要度が特に高い安全機能を有する系統に対する独立性の確認結果(2/2)

設置許可基準規則	重要度が特に高い安全機能を有するものJEAG 4612 2010	原子炉安全停止機能	放射性物質貯蔵等機能	審査基準に基づく系統分離	火災に対する独立性
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(ディーゼル機関等)	○	—	○	○
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	直流電源系	○	—	○	○
非常用の計測制御用直流電源機能	計装制御電源系	○	—	○	○
補機冷却機能	原子炉補機冷却水系, 高圧炉心スプレイ補機冷却水系	○	—	○	○
冷却用海水供給機能	原子炉補機冷却海水系, 高圧炉心スプレイ補機冷却海水系	○	—	○	○
原子炉制御室非常用換気空調機能	中央制御室換気空調系	○	—	○	○
圧縮空気供給機能	逃がし安全弁(駆動用窒素源)	○	—	×	○
	自動減圧系(駆動用窒素源)	○	—	×	○
	主蒸気隔離弁(駆動用空気又は窒素源)	○	—	×	○
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を構成する機器(隔離弁)	○	—	○	○
原子炉格納容器バウンダリを構成する配管の隔離機能	原子炉格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管	—	○	×	○
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	原子炉緊急停止の安全保護回路	○	—	○	○
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	非常用炉心冷却系作動の安全保護回路	○	—	○	○
	主蒸気隔離の安全保護回路	—	○	×	○
	原子炉格納容器隔離の安全保護回路	—	○	×	○
	非常用ガス処理系作動の安全保護回路	—	○	×	○
事故時の原子炉の停止状態の把握機能	中性子束(起動領域モニタ)	○	—	○	○
	原子炉スクラム用電磁接触器状態, 制御棒位置	○	—	×	○
事故時の炉心冷却状態の把握機能	原子炉水位(広帯域, 燃料域), 原子炉圧力	○	—	○	○
事故時の放射能閉じ込め状態の把握機能	原子炉格納容器圧力, サプレッションプール水温度, 原子炉格納容器エリア放射線量率	○	—	○	○
事故時のプラント操作のための情報の把握機能	[低温停止への移行]				
	原子炉圧力, 原子炉水位(広帯域)				
	[ドライウェルスプレイ]				
	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	○	—	○	○
	[サプレッションプール冷却]				
原子炉水位(広帯域, 燃料域), サプレッションプール水温度					
[可燃性ガス濃度制御系起動]					
原子炉格納容器水素濃度, 酸素濃度					
放射能監視設備		—	○	×	○

指摘事項

○自動消火設備に関し系統分離、配置の状況を整理すること

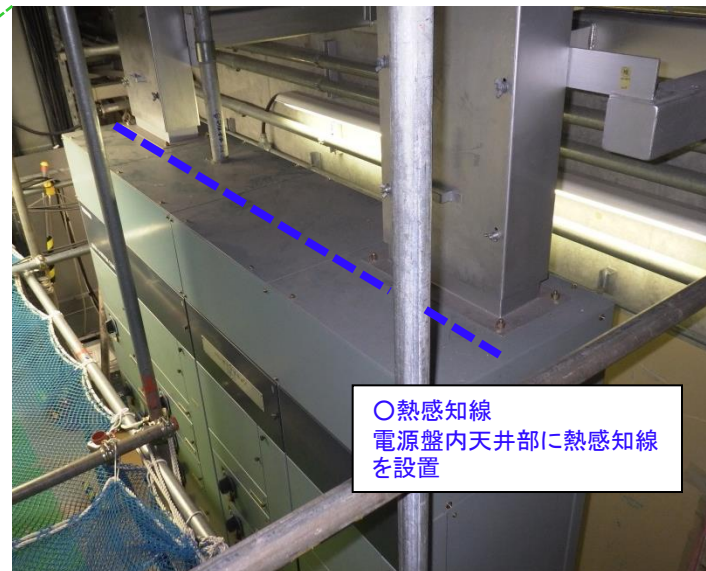
回答

○系統分離対策として設置する全域ガス消火設備の自動起動条件は、煙感知器と熱感知器のAND条件を基本とするが、系統分離対策対象エリアに火災源(電源盤、ケーブルトレイ)がある場合は、火災源に対して早期自動起動対策を図る設計とする。

○なお、消火困難となるエリアに設置する自動消火設備についても、中央制御室からの遠隔手動起動機能に加え、火災源(電源盤、ケーブルトレイ、油内包機器)に対して同様の早期自動起動対策を図る設計とする。

○電源盤(メタクラ、パワーセンタ、モータコントロールセンタ)

対象となる電源盤内天井部に熱感知線を追加設置し、熱感知器(天井高8m以上は炎感知器)又は熱感知線のうち1つと煙感知器作動のAND条件により、消火設備の早期自動起動を図る設計とする。(系統分離対策対象エリアにある電源盤はモータコントロールセンタのみ)



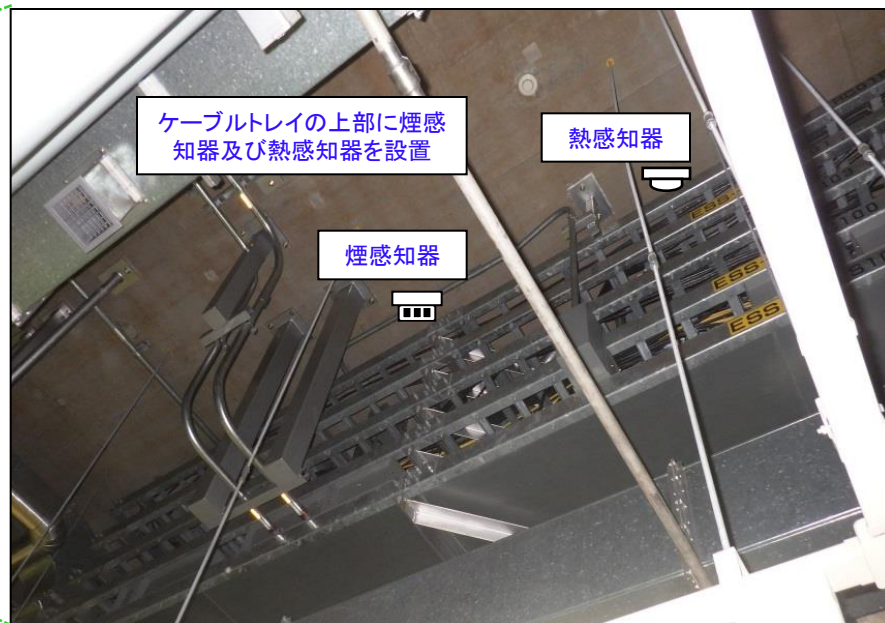
熱感知線設置イメージ ※足場は仮設

電源盤の火災感知器設置例

資料7 添付資料7 自動消火設備について

○ケーブルトレイ

対象となるケーブルトレイの上部に煙感知器及び熱感知器を設置することから、感知器の配置上、早期感知・消火設備の自動起動が可能な設計である。



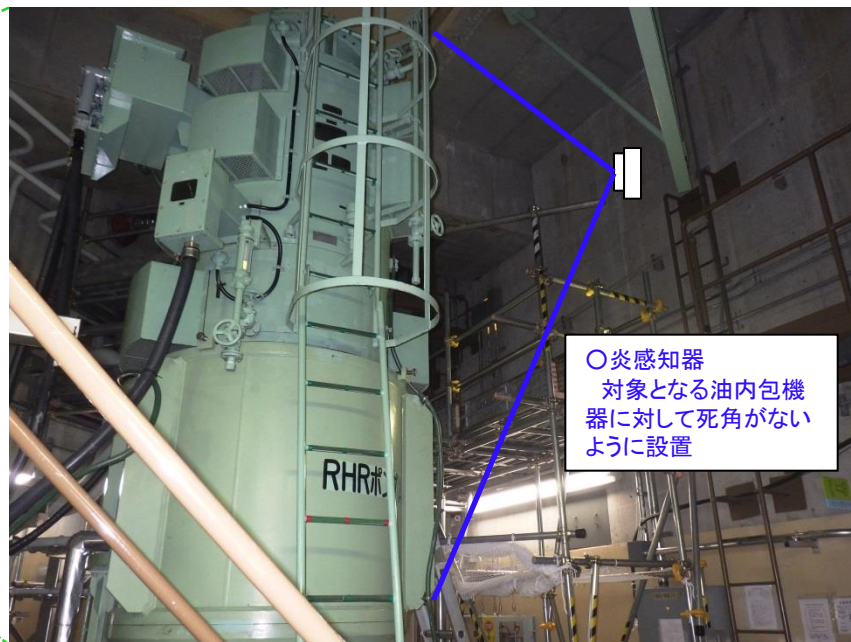
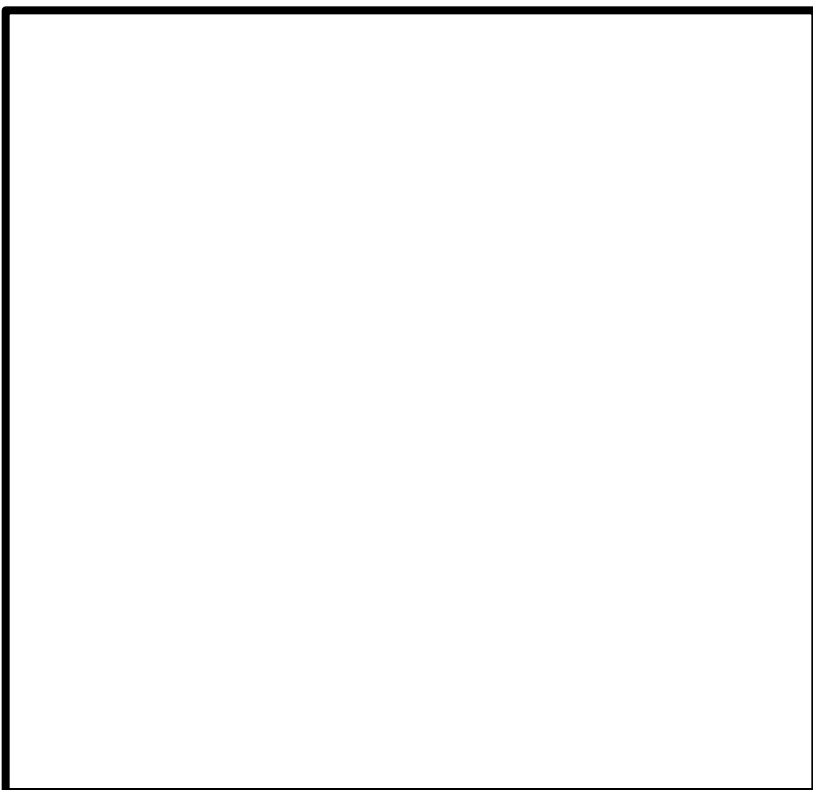
煙感知器及び熱感知器設置イメージ

ケーブルトレイの火災感知器設置例

○油内包機器

対象となる油内包機器に対して炎感知器を死角がないように追加設置し、熱感知器又は炎感知器のうち1つと煙感知器作動のAND条件により、消火設備の早期自動起動が可能な設計とする。

(系統分離対策対象エリアに油内包機器はなし。)



○炎感知器
対象となる油内包機器に対して死角がないように設置

炎感知器設置イメージ

※足場は仮設

油内包機器の火災感知器設置例