

HT-198-1

HTTR 設工認 第 2 回申請の一部補正(R2.3.30)の
コメントに係る回答

令和 2 年 6 月 12 日

日本原子力研究開発機構 大洗研究所

高温ガス炉研究開発センター

高温工学試験研究炉部

第 2 回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.1 R2/6/8)：第 5 編（内部火災）

火災影響評価の条件として、可燃物保管量を一定以下に制限している場合（例えば防火帯には車両を置かない等）、それを担保する方法について設工認の申請書において具体的に説明すること。

【回答】火災区画毎に、存在するケーブル、潤滑油、燃料油及び可燃物が全て燃焼しても、潜在的な火災継続時間が火災等価時間を超えないよう、可燃物の保管制限量を管理する。管理の方法については、保安規定に運転手引に定める事項として規定し、具体的な管理方法を運転手引に明確化する。管理方法については、火災区画毎の可燃物保管量、可燃物と火災防護対象機器との分離距離、保守作業時における可燃物管理、管理状況の監視及び可燃物の持込み手続き等を明確化する。

第 2 回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.2 R2/6/8)：第 5 編（内部火災）

難燃性ケーブルが使用できない中性子計装及び放射能計装の検出回路に係るケーブルは鋼製の電線管内敷設し、開口部を熱膨張性のシール材で閉塞させているので、シール材の不燃性（使用する材料、不燃性を示す根拠、施工方法）を説明すること。

【回答】難燃性ケーブルが使用できない中性子計装及び放射能計装の検出回路に係るケーブルの電線管の開口部内に施工する熱膨張性のシール材（CP-25WB+）は、120℃からの熱膨張により体積が 2～4 倍に膨張し、「ASTME 814(UL1479) Standard Test Method for Fire Tests of Penetration Firestop Systems」に準拠した耐火性能を有していること並びにシール処理について、中性子計装盤及び放射能計装盤の出口部、プルボックス及びアンプの出入口部、CV ペネトレーションの出入口部に係る電線管とケーブルの隙間を密閉する旨を設工認本文の設計仕様に明確化する。

第 2 回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.3 R2/6/8)：第 5 編（内部火災）

火災区域及び火災区画の貫通部に使用するシール材の不燃性（不燃性を示す根拠、施工方法）を説明すること。

【回答】火災区域及び火災区画の貫通部に使用するシール材は、建設省告示第 1400 号「不燃材料を定める件」に記載する材料であるモルタル、せっこうボード、ロックウール及び鋼板を使用すること及び各々の施工対象を設工認本文の設計仕様に明確化する。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.5 R2/6/8)：第3編(竜巻)

設計飛来物よりも大きな飛来物に対しては離隔、撤去、固縛、固定を行い、固縛及び固定については、竜巻による荷重が作用した場合でも飛散しない強度を有する設計であることを説明すること。

【回答】

設計飛来物より運動エネルギーが大きい飛来物に対しては、離隔、撤去、固縛、固定のいずれかの措置を行うこととしているが、現状では離隔又は撤去を行うことにより飛散の影響を受けないように対策を進めている。そのため本申請においては、固縛又は固定を行う設備はないことを設工認の添付説明書の評価条件にて明確化する。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.6 R2/6/8)：第3編(竜巻)

設計飛来物よりも小さな飛来物(砂利等)による悪影響(給気系の閉塞など)を受けない設計であることを説明すること。

【回答】

設計飛来物よりも小さな飛来物(砂利等)が竜巻防護施設ではない換気空調設備及び非常用発電機の給気系を閉塞させるなどの悪影響を及ぼして、これらの機能を喪失させた場合でも、竜巻防護施設の機能に影響を与えないことを確認しており、設工認の添付説明書の評価条件にて明確化する。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.7 R2/6/8)：第3編(竜巻)

竜巻随件事象として火災、溢水、外部電源喪失を想定し、防護対象が機能喪失しない設計であることを説明すること。

【回答】

竜巻随件事象としては「原子力発電所の竜巻影響ガイド」を参考に、火災、溢水及び外部電源喪失を想定・評価し、以下により竜巻防護施設が機能喪失しないことを確認しており、「3-2.原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家の構造(竜巻に対する健全性評価)に関する説明書(添3-2-102)」に記載している。

(1) 火災

評価対象施設周辺にある危険物貯蔵施設屋外タンクのうち、最も容量が大きく、かつ、評価対象施設までの直線距離が最短となるHTTR機械棟屋外タンクの火災を想定しても、原子炉建家外壁、使用済燃料貯蔵建家外壁及び排気筒外殻のコンクリート表面温度は許容温度を超えないことから、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家及び排気筒の健全性は維持され、竜巻防護施設への影響はない。

(2) 溢水

原子炉建家及び使用済燃料貯蔵建家の屋根スラブは竜巻飛来物によって貫通しないため、設計竜巻によって原子炉建家の屋外配管が損傷し、溢水しても、原子炉建家及び使用済燃料貯蔵建家内部への浸水はないことから、溢水による竜巻防護施設への影響はない。

(3) 外部電源喪失

設計竜巻が襲来しても竜巻防護施設の外壳である原子炉建家及び使用済燃料貯蔵建家によって、竜巻防護施設である安全保護系用交流無停電電源装置及び直流電源設備の健全性は維持される。よって、外部電源が喪失しても安全保護系による原子炉の自動停止、原子炉停止後の必要な監視を行うことができる。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.8 R2/6/8)：第3編(竜巻)

竜巻及び竜巻随件事象として、全交流動力電源喪失を想定し、可搬型設備による代替措置により、原子炉は安全に停止・維持できる設計であること、7日間の監視が可能であることを説明すること。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.9 R2/6/8)：第3編(火山)

降下火砕物の影響として、全交流動力電源喪失を想定し、可搬型設備による代替措置により、原子炉は安全に停止・維持できる設計であること、7日間の監視が可能であることを説明すること。

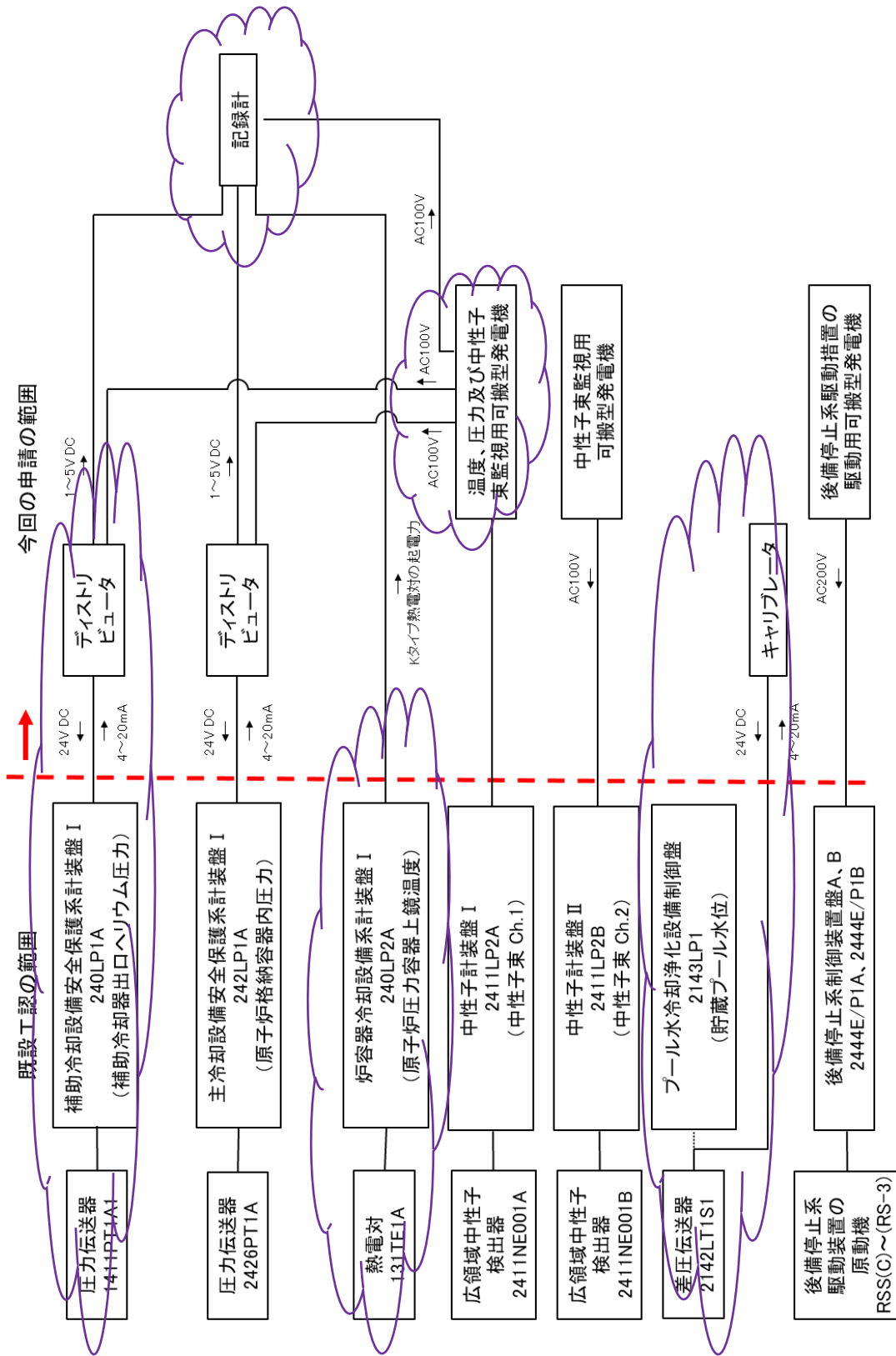
【回答】

竜巻及び火山事象の影響により全交流動力電源が喪失した場合は、全交流動力電源喪失に係る対応措置として、可搬型計器、可搬型発電機等を用いて下記に示す監視を行うことを許可申請書に記載している。


- 1) 炉心冷却機能及び原子炉冷却材圧力バウンダリの閉じ込め機能の監視
原子炉圧力容器上鏡温度及び補助冷却器出口ヘリウム圧力
- 2) 使用済燃料貯蔵プールの貯蔵機能の監視
使用済燃料貯蔵プール水位

全交流動力電源喪失に係る対応措置においては、第4回申請のうち第4編 多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止対策機器(消防自動車・ホース、可搬型計器・可搬型発電機等)で申請している資機材(ディストリビュータ、記録計、キャリブレータ、可搬型発電機)を使用する。可搬型計器、可搬型発電機等の接続イメージを図1に、可搬型発電機の詳細仕様を表1に示す。また、可搬型発電機7日間の運転に必要な量の燃料(軽油)を油脂倉庫に保管することとしている。

なお、資機材及び燃料(軽油)の保管管理、全交流動力電源喪失時の対応要領に係る事項を保安規定に定めることとしている。



* 第4回申請 第3編より抜粋し、加筆

 : 全交流動力電源喪失時の対応範囲

後備停止系盤Aに8基、後備停止系盤Bに8基の合計16基が接続されている。
 各々の配線用遮断器(16台)に対して1台ずつ配線をつなぎ変えて電源を供給し後備停止系を投入する。

図1 可搬型計器、可搬型発電機等の接続概略図

表1 可搬型発電機の詳細仕様

型式	: ディーゼルエンジン発電機（可搬型）
基数	: 1基2組
出力	: 3.1kVA
電圧	: 100V
力率	: 1.0
相数	: 単相
周波数	: 50Hz
保管場所	: 機械棟及び倉庫
使用場所	: 屋外（原子炉建家扉付近）又は原子炉建家内
燃料	: 軽油
連続運転時間	: 10.8時間（定格負荷時）、25.4時間（1/4負荷時）
燃料タンク量	: 15.0L

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.10 R2/6/8)：第2編 (外部火災)

ばい煙又は有毒ガスによる外部火災の二次的影響については、中央制御室において、外気取入ダンパの閉止及び換気空調設備の閉回路循環運転を実施できる設計であることを説明すること。

【回答】

ばい煙又は有毒ガスによる外部火災の二次的影響に対して、中央制御室での居住者の活動性を確保するため、中央制御室系換気空調設備は、外気を取入れを停止し、閉回路循環方式の運転を実施できる設計である(下図参照)。具体的には、HTTR 運転手引に従い、外気取入れダンパの閉止、排風機を停止及び循環送風機を起動すること等により閉回路循環方式に切り替える。

なお、中央制御室系換気空調装置は、設工認申請し使用前検査を受検、合格を得ている設備である。

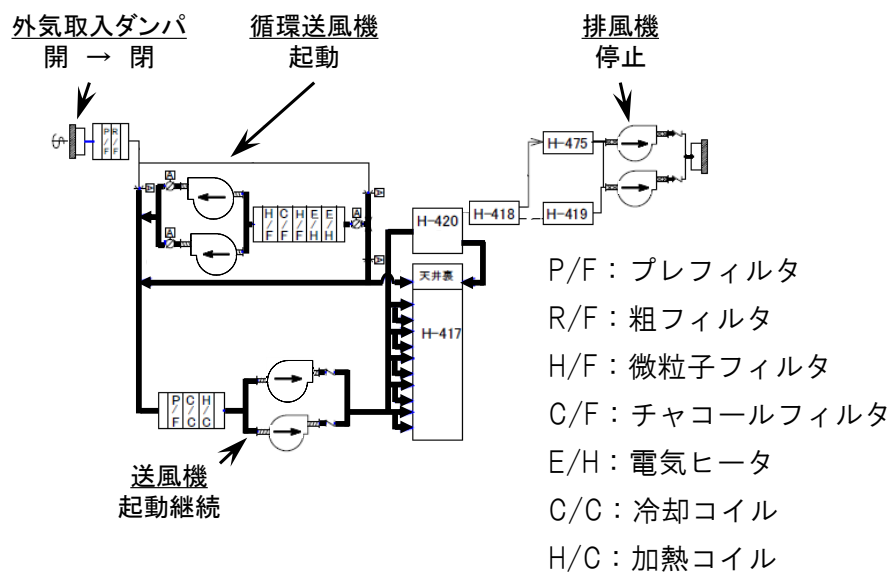


図 中央制御室系換気空調設備 (閉回路循環方式)

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.11 R2/6/8)：第2編 (外部火災)

二次的影響については、外気を取り込む空調系統、外気を直接設備内に取り込む機器 (ガスタービン等) に対しての防護設計を説明すること。

【回答】

外部火災により発生するばい煙は、火災による上昇気流により上空に運ばれ、HTTR 原子炉施設近傍に滞留することはない。

外気を取り込む空調の給気系統には、外気処理器もしくは空調器が設置され、プレフィルタ及び粗フィルタにより外部火災で発生するばい煙をある程度除去できる設計であり、ばい煙が空調系統の外気取入口から建家内に侵入する可能性は小さいと考える。さらに、外気取入れを停止し閉回路循環方式で運転できる中央制御室系換気空調装置以外の換気空調設備については、機器を停止することによりばい煙の侵入を阻止できる。

外気を直接設備内に取り込む機器として非常用発電機がある。設備起動時、外部火災の発生によるばい煙を吸気した場合、機器内部にばい煙が取り込まれるが、ばい煙の主成分は炭素であり、タービンブレード等の鋼製の内部機器より軟らかいため、摩擦による損傷が発生することはない。また、当該機器は重油を燃料とした内燃機関を有しており、通常運転においても燃料の燃焼に伴うばい煙が発生していることから、内部の機器に損傷を与えることや運転機能を阻害することはない。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.12 R2/6/8)：第5編(内部火災)

申請書に、火災区画を構成する耐火壁、耐火扉、貫通部シール等の耐火性能を明らかにすること。

【回答】火災区画を構成する耐火壁は、厚さ10cm以上の鉄筋コンクリート製とすることで、建設省告示1399号に基づく2時間の耐火能力を有し、耐火扉及び防火ダンパは、厚さ1.5mm以上の鋼板製とすることで建設省告示1369号に基づく1時間の耐火能力を有する旨を設工認本文の設計仕様に明確化する。貫通部シール材については、建設省告示第1400号「不燃材料を定める件」に記載する材料であるモルタル、せっこうボード、鋼板を使用する。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.13 R2/6/8)：第5編(内部火災)

火災防護対象機器の配置を系統分離も考慮して火災区域、火災区画を設定していることを説明すること。

【回答】火災区域は、換気系統の考慮により管理区域及び非管理区域に区分するとともに、火災区域を細分化して火災区画を設定していること、多重化が図られている火災防護対象機器は、電氣的及び物理的に分離した上で火災区画に配置することについて、設工認本文の設計仕様に明確化する。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.14 R2/6/8)：第5編(内部火災)

油の漏えい防止、拡大防止の設計方針に記載されているパッキンを挿入している機器、堰を設置している機器が配置されている火災区画を確認し、火災防護対象機器との位置関係、等価時間を説明すること。

【回答】パッキンを挿入している機器、堰を設置する機器並びに油を内包する機器と火災防護対象機器との位置関係を設工認本文の設計仕様に明確化する。なお、油漏えい時における火災区画毎の火災等価時間については、設工認申請書(第2回)の添付書類「火災対策機器に関する説明書(可燃物の保管制限量)」にて明確化している。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.15 R2/6/8)：第5編(内部火災)

潤滑油又は燃料油が設備の外部へ漏えいした場合に可燃性蒸気となって爆発性雰囲気形成しない設計であることを説明すること。(機械換気など)

【回答】燃料油が多量に存在する非常用発電機室には、屋外解放のダンパを有しており、非火災時に開口していることから爆発性雰囲気形成しない。また、機器に内包する潤滑油については、潤滑油の引火点が潤滑油内包機器を設置する室内温度及び機器運転時の潤滑油温度よりも十分高いため、外部へ漏えいした場合においても可燃性蒸気になることはない。潤滑油の引火点、室内温度及び機器運転時の潤滑油温度を設工認本文の設計仕様に明確化する。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.16 R2/6/8)：第5編(内部火災)

蓄電池を設置する火災区域又は火災区画は、換気設備、水素濃度検出器を設置していること。また、水機械換気の停止、水素の漏えいを中央制御室で検出できること。機械換気が停止した場合は、復旧するまで蓄電池に充電を行わないことを説明すること。

【回答】蓄電池室の換気設備が異常により停止した場合は、中央制御室に警報を発信する設計とする。
また、換気停止時における水素ガスの滞留防止の処置を蓄電池室の水素濃度が2%に達するまでの時間内(A系蓄電池室:99h、B系蓄電池室:111h)に講じ、蓄電池室の水素濃度を燃焼限界濃度以下に抑える。滞留防止の処置は、蓄電池室の扉を開放するとともに、蓄電池室上部に水素ガスが滞留することを防止する目的でブローによる送風を行う旨を設工認本文の設計仕様に明確化する。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.17 R2/6/8)：第5編(内部火災)

蓄電池室には、蓄電池充電時に水素が発生することから、発火源となる直流開閉装置やインバータを設置しない設計であることを説明すること。

【回答】蓄電池室には、発火源となる直流開閉装置やインバータを設置しない設計であること旨を設工認本文の設計条件に明確化する。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.18 R2/6/8)：第5編(内部火災)

「第3.2表 火災防護対象機器の不燃性能及び難燃性能」と「第3.3表 火災防護対象機器に使用する難燃性ケーブルの仕様一覧」の使い分けを説明すること。(難燃性を担保している性能試験の記述の有無について)

【回答】「第3.2表」は、火災防護対象機器を構成する盤筐体等に係る不燃性能、火災防護対象ケーブルに係る難燃性能(自己消火性能及び耐延焼性能)を記載しており、「第3.3表」は火災防護対象ケーブルの仕様を明確化している。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.19 R2/6/8)：第5編(内部火災)

難燃ケーブルの耐延焼性の設計において、IEEE383の他に「電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号に適合した耐延焼性能」としているため、これがIEEE383と同等の耐延焼性を有する設計であることを説明すること。

【回答】電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号に定められている垂直トレイ燃焼試験は、米国電気学会(IEEE)により開発された試験方法(IEEE383)を基礎とし、日本の規格として最適と考えられる条件を明確に規定するために作成された規格であり、加熱温度、加熱時間、判定基準共にIEEE383と同一である旨を設工認本文の設計仕様に明確化する。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.20 R2/6/8)：第5編(内部火災)

「4.2 試験・検査項目」において、難燃性ケーブルの検査対象が具体的に明らかになっているか説明すること。

【回答】「4.2 試験・検査項目」のうち火災防護対象機器に係るケーブルの性能検査に係る記載について、

検査対象となるケーブルとして「第 3.3 表 火災防護対象機器に使用する難燃性ケーブルの仕様一覧」を位置づける記載に変更する。

第 2 回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.22 R2/6/8)：第 5 編 (内部火災)

HTTR では、基準地震動による地震力に対しては、非常用発電機を防護しない設計としているため、全交流動力電源喪失状態となり、火災感知器や消火栓ポンプの機能に期待できなくなる。このため、施設に対する基準地震動による地震力については、原子炉停止+自然冷却+状態監視で対応するとしているが(許可添付資料八追補)、内部火災の発生を考慮したとしても、この対策が実施可能な火災区画設定、機器防護設計となっているかを説明すること。

【回答】原子炉の停止が完了する時間(40分)及び火災区画の火災等価時間(20分)を考慮し、停止系及び冷却系に係るケーブルを収納するケーブルトレイのうち系統が混在する火災区画内に設置されるケーブルトレイの1系統については、1.5mm厚の鋼板にて閉塞することで1時間(建設省告示1369号)の遮炎性を担保する。建築基準法(ISO834)により1時間の耐火性が確認された厚さの障壁材を巻設することで熱的影響を低減し、全交流電源喪失時に加え、内部火災の発生を考慮しても、原子炉の停止機能の喪失を防止する。状態監視に必要な多重化された計装盤は、異なる火災区画に分散配置することで、内部火災による機能喪失を防止できる。これらについて、設工認本文の設計条件に明確化する。

第 2 回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.23 R2/6/8)：第 5 編 (内部火災)

消火設備は、消防法施行令及び消防法施行規則に基づく容量等を確保する設計としていることを定量的に説明すること。(設定根拠を説明するという観点から)

【回答】消火設備は、消火器、屋内消火栓、二酸化炭素消火設備及び屋外消火栓から構成しており、消防法に基づき設置している。消火器については、火災区域又は火災区画の床面積400m²毎に1本以上、電気設備が配置されている区画には100m²毎に1本以上配置するとともに、原子炉建家の如何なる部分並びに可燃物を含む発火源の如何なる部分からの歩行距離が20m以下となるように設置する。屋内消火栓については、必要流量(130L/min×2基)を確保できる性能(300L/min)を有したポンプを2基設置するとともに、必要な放水圧力(0.17MPa以上)を有する。屋内消火栓に係る消火用水量は、消防法にて要求されている2時間の放水に必要な水量31.2m³に対し、110m³を確保する。二酸化炭素消火設備については、一立方メートル当たり0.8kg/m³の消火剤量の確保の要求に対し、防護区画の容積に応じた必要消火剤量を有する。屋外消火栓については、放水圧力(0.25MPa以上)及び放水量(350L/min以上)の要求に対し、0.25MPa以上の放水圧力及び360L/min以上の放水量を有する。これらの要求事項に対する機器仕様について、設工認本文の設計仕様に明確化する。

第 2 回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.24 R2/6/8)：第 5 編 (内部火災)

耐火壁の耐火時間(まとめ資料では2時間とされている)、耐火扉、貫通部シールの耐火時間(許可添付八では1時間以上とされている)を明記し、それぞれの耐火能力の根拠を説明すること。

【回答】火災区画を構成する耐火壁は、厚さ10cm以上の鉄筋コンクリート製とすることで、建設省告示

1399号に基づく2時間の耐火能力を有し、耐火扉は厚さ1.5mm以上の鋼板製とすることで建設省告示1369号に基づく1時間の耐火能力を有する旨を設工認本文の設計仕様に明確化する。なお、貫通部シール材は、建設省告示第1400号「不燃材料を定める件」に記載する材料を使用している。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.25 R2/6/8)：第5編(内部火災)

安全系ケーブルと非安全系ケーブルが同一トレイに同載していないか。同載している場合は、安全ケーブルの系統分離に影響がないことを説明すること。

【回答】ケーブルトレイは、安全系と非安全系に分類しており、さらに安全系については多重化している系統ごとに分離(トレイン及びチャンネル)を図っている。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.26 R2/6/8)：第5編(内部火災)

障壁材の施工方法、耐火性能の根拠を説明すること。

【回答】ケーブルトレイに巻設する障壁材は、原子力発電所での使用実績を有する規格品であるシリカ・マグネシア・カルシア系の断熱ブランケット(ファインフレックス BIO)を選定し、所定の厚さ(50mm)を巻設したケーブルトレイ模擬体に対し、建築基準法(ISO834)による標準加熱温度曲線に従い1時間加熱し、ケーブルトレイ模擬体の内部温度がNUREG/CR-6850に基づくケーブルの損傷温度(205℃)を超えないことを、ISO834に準拠した試験方法により確認する。また、障壁材と同等の耐火性能が確認された表皮材にて障壁材を梱包し、隙間・変形なく所定の厚さ(50mm)を確保した上でケーブルトレイに巻設し、同等の耐火性能が確認された結束バンドで固縛する施工方法とする旨を設工認本文の設計条件に明確化する。

第2回申請の一部補正(R2.3.30)に対する確認事項 (No.27 R2/6/8)：第5編(内部火災)

ケーブルトレイの敷設箇所は概略図ではなく、詳細設計を示すこと。(表で識別しているが、図面で障壁材を巻設するケーブルトレイの識別でき、後段の検査で確認ができるように)

【回答】障壁材を巻設するケーブルトレイを識別できるよう、「第3.8図 ケーブルトレイ敷設概略図」に明確化する。