

核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合

第373回

令和2年9月14日（月）

原子力規制委員会

核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合

第373回 議事録

1. 日時

令和2年9月14日(月) 13:30～13:52

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室BCD

3. 出席者

担当委員

山中 伸介 原子力規制委員会委員

原子力規制庁

山形 浩史 原子力規制部 新基準適合性審査チーム チーム長

大島 俊之 原子力規制部 新基準適合性審査チーム チーム長補佐

戸ヶ崎 康 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

守谷 謙一 原子力規制部 火災対策室 室長

加藤 淳也 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

村山 洋二 研究炉加速器技術部長

永富 英記 研究炉加速器技術部 次長

細谷 俊明 研究炉加速器技術部 JRR-3管理課 技術副主幹

鈴木 真琴 研究炉加速器技術部 JRR-3管理課

川村 奨 研究炉加速器技術部 JRR-3管理課

菊地 将宣 研究炉加速器技術部 JRR-3管理課

木村 和也 研究炉加速器技術部 JRR-3管理課 主査

4. 議題

- (1) 日本原子力開発機構原子力科学研究所のJRR-3原子炉施設に係る設計及び工事の計画の認可申請について

5. 配付資料

資料1 設工認その10に係る難燃シートを用いたケーブル分離について

資料2 設工認その13に係る内部火災に対する原子炉停止後30秒の冷却確保について

6. 議事録

○山中委員 定刻になりましたので、ただいまから第373回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合を開催します。

本日は議題1、日本原子力研究開発機構原子力科学研究所のJRR-3原子炉施設に係る設計及び工事の計画の認可申請について審査を行ってまいります。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症拡大防止対策への対応を踏まえまして、原子力機構はテレビ会議システムを使用した参加となります。

本日の会合の注意点を申し上げますが、資料の説明においては資料番号とページ数を明確にさせていただき、説明お願いいたします。発言において不明瞭な点があれば、その都度その旨をお伝えいただき、説明や指摘を再度繰り返していただくようお願いいたします。会合中に機材のトラブル等が発生した場合には、いったん議事を中断し、機材の調整を実施いたします。円滑な議事進行のため御協力お願いをいたします。

それでは議題1について、JAEAから資料の説明お願いいたします。

○日本原子力機構（木村主査） 原子力機構の木村です。

それでは資料1につきまして説明させていただきます。

1ページ目でございます。設工認その10に係る難燃シートを用いたケーブル分離についてということで、これは令和2年4月20日の審査会合コメント、実証試験の結果が踏まえたケーブル分離の妥当性を説明することということに関する回答となっております。

1. 難燃シートを用いたケーブル分離に係る経緯についてでございます。JRR-3は、炉心を火災の影響により損傷させないために、原子炉の運転中において火災を確認した場合は原子炉を停止し、その後30秒間の強制冷却をすることとしております。この考え方のもと、内部火災に対する防護対象設備を防護することを基本方針としております。

原子炉建家貫通部周辺の安全保護系ケーブルの対象となる計測制御系ケーブルは、建家貫通部においては安全保護系ケーブルを共用している、及び一次冷却材補助ポンプの運転

に必要な非常用電源ケーブル、以下防護対象ケーブルと言いますが、こちらについてはケーブルトレイ等による物理的な分離がなされておらず、また周囲には防護対象以外の一般系ケーブルが敷設されているため、万が一原子炉建家貫通部周辺で防護対象ケーブルまたは一般系のケーブルによる火災が発生した場合には、この火災により2系統のケーブルが同時に機能喪失し、原子炉停止後30秒の強制冷却が維持できない可能性があります。このため、令和2年4月30日の審査会合におきまして、これらの物理的分離がされていない防護対象ケーブルについて、難燃シートを巻設することで物理的分離を行い、火災発生時にも、少なくともどちらか一方の系統の機能を有することで、原子炉停止後30秒の強制冷却を確保すること。また施工に先立って、難燃シートの巻設に当たりましては、難燃シートの性能に係る実証試験を実施し、それらの性能が物理的分離に十分な性能を有していることを確認することを説明しております。

この資料につきましては、こちらの実証試験の結果を踏まえたケーブル分離の妥当性について説明するものでございます。

それでは資料の2ページ目、こちらが図1.1と図1.2を載せております。こちらが原子炉建家貫通部の周辺、ケーブルダクト室側と原子炉建家側のほうの写真を示しているものでございます。

続きまして3ページ目でございます。

2. 原子炉建家貫通部のケーブル分離についてです。まず原子炉建家貫通部のケーブル分離の設計方針ですけれども、防護対象ケーブルの大部分につきましては、既にケーブルダクト、ケーブルトレイ、または電線管等に設置するなど、火災に対する防護対策がされております。ただし、原子炉建家の貫通部、こちらにつきましては構造上の制約からケーブルトレイから外れ、比較的近い場所に集まり、建家を貫通しているため、火災に対する物理的な独立性が確保されていない状況でございます。そのため当該箇所については、防護対象ケーブルA系、B系をそれぞれ鋼板で囲い、その外側に難燃シートを施工し、系統を分離することにより、独立性を確保することをいたします。これにより原子炉停止後30秒間の強制冷却を確保します。

なお書きでございます。原子炉建家内側の貫通部のうち、原子炉建家壁により物理的に分離されている箇所については厚さ140mmの鉄筋コンクリートで分離が図られており、どちらか一方の貫通部よりケーブル火災が発生した場合にも、原子炉停止後30秒の強制冷却が確保できることから、難燃シート等の施工による分離は不要といたします。また貫通部

のMCTは耐火構造を有しており、火災が貫通部を通過することはありません。

ここでページの4ページ目、図2.1、それから6ページ目のほうに図2.3を示しております。こちらが貫通部のイメージ図と難燃シート等の施工概略図となっております。

4ページ目の図2.1のほうで説明いたしますと、一番右下のところの貫通部①というところで、万が一火災発生した場合、左側の貫通部②、こちらがB系のほうがケーブルが通っている箇所でございますが、そちらのほうには炎が行かないように、この真ん中の142mmのところの原子炉建家の壁、これで既に分離が図られているということでございます。

また6ページ目の図2.3のほうを御覧いただきますと、真ん中に原子炉建家の壁がございまして、上側が貫通部②、B系用のほうです。それから下側が貫通部①、A系用ということで、こちらの色かけてあるところですね、こちらの部分につきましてはこの壁、真ん中にあります壁で分離ができているということで、難燃シートを施工する範囲にはしていないということでございます。

それでは、資料の3ページ目のほうに戻っていただきまして、2.2難燃シートの要求性能についてでございます。こちらの難燃シートに要求される性能としましては、火災発生から検知して原子炉停止し、30秒の強制冷却を完了するまで、防護対象ケーブルが機能喪失しないように防護することでありまして、JRR-3の原子炉建家の貫通部周辺には煙感知器が設置されておりまして、当該区画にて火災が発生した場合、火災発生から煙感知器による検知までに10分、それから検知後の現場確認と原子炉停止操作及び炉心の強制冷却に20分要したと保守的に想定しても、火災発生から原子炉停止後30秒間の強制冷却は30分以内に完了する。以上のことから難燃シートに要求される性能は、火災発生から30分後の難燃シートの内側の温度が機能喪失温度、ケーブル損傷基準205℃、こちらに達しないことであるしております。

続いて、2.3難燃シートの施工方法です。以下の表、2.1の表にあります難燃シート、それから鋼板を設置することとしております。

資料の4ページ目でございます。施工方法、先ほどの表2.1に示すものについて、下記に従った上で施工するとしております。

(1) は表の2.1で示す仕様のもので用いるとしております。(2) でケーブル、A系、B系の鋼板で囲い、その外側を難燃シートで巻設する。それから(3) で、難燃シートの固定には耐熱性を有する止め具、こちらを用いることとしております。(4) で難燃シートの設置範囲の境界部分について、こちらはUL規格のUL94V-0相当以上の難燃性を有するパ

テを用いて隙間を埋めることとしております。

資料の5ページ目が、図2.2、分離設備の設置図となっております。こちらの黒く囲ってあるところ、四角く囲っているところが今回の分離設備の設置範囲を示しております。

資料の7ページ目のほうに移らせていただきます。

3.の難燃シートの実証試験についてでございます。原子炉建家貫通部の防護対象ではない一般のケーブルが発火源となる火災発生を想定した場合に、防護対象ケーブルの機能喪失を防止するための分離設備として施工する難燃シート、こちらにつきましてIS0834の標準加熱曲線で30分加熱したときの非加熱面側の温度を確認するため、試験体を用いた実証試験を行っております。以下に内容、結果等を示しております。

なお、実証試験につきましては加熱時間を1時間として温度データのほうを取得してございます。

3.1には試験の内容ということで、3.1.1試験体の仕様を記載しております。以下に示す機器等を組み合わせて試験体を構成しております。

詳細は割愛させていただきます。

資料の8ページ目でございます。3.1.2試験方法です。試験は建築基準法に基づく標準加熱曲線、こちらを用いて実施しております。

加熱の条件です。(1) IS0834曲線に基づきまして、加熱開始から30分経過後の温度が842℃となるように、試験体の片面を加熱するという形で行っております。(2) 試験ケースです。こちらは2パターンで実施しております。ケース1としては難燃シート(断熱材)の厚さが50mmのもの、ケース2としましては難燃シート(断熱材)の厚さが40mmのもの、40mmに圧縮したものとしております。

米印のところですがけれども、他のケーブルとの取り合いにより、50mmでの施工が困難となる可能性のある一部の箇所、全体が20~30%程度につきましては、断熱材を圧縮して施工することを想定し、断熱材40mmの圧縮した場合の影響について実証試験より確認しております。(3)の判定基準です。加熱開始から30分後の試験体内部温度が機能喪失温度205℃以下であるということとしてしております。

資料の9ページ目が、図3.1、試験体の概略図となっております。

資料の10ページ目、こちらが標準加熱試験温度表、表3.1、それから図3.2で標準加熱曲線の図面をつけております。

資料の11ページ目、3.2、実証試験結果です。こちらでケース1及びケース2の実証試験

の結果を示しております。こちらのほうで各地点の温度、それからグラフのほうで示しております。

資料の12ページ目のほうがケース2の実証試験結果となっております。

資料の13ページ目、こちらのケース1とケース2の試験の結果でございます。ケース1の試験の結果、加熱開始から30分経過後の試験体内部温度が最高で63.9℃となりました。一方、ケース2の試験結果につきましては104.3℃となりました。このことから両ケースとも判定基準205℃以下を満足することを確認しております。

3.3、実施設計への反映です。ケース1及びケース2の試験において判定基準を満足することを確認しております。今回試験を実施したいずれのケースにおいても、難燃シートは必要な時間、火災発生から強制冷却完了までの時間、30分に対して火災から防護対象ケーブルの性能を維持することができるものであります。

以上の結果から、建家貫通部周辺の防護対象ケーブルについては、50mmの難燃シートで保護することとします。また他のケーブルの取り合いにより、50mmの施工が困難な箇所につきましては40mmまでシートを圧縮し、施工することといたします。

資料の14ページ、15ページ目が実証試験の写真となっております。

資料1の説明につきましては以上でございます。

○日本原子力機構（細谷技術副主幹） 続きまして、資料2に基づいて説明させていただきます。原子力機構の細谷です。

設工認その13に係る内部火災に対する原子炉停止後30秒の冷却の確保についてということで、7月13日の審査会合において、現状の分離により原子炉停止後の30秒の冷却を確保できることを説明することと、コメントを受けております。

1パラ目のところは、資料1の内容と重なりますので、説明は割愛させていただきます。

1ページ目、1.のケーブル火災のところですが、防護対象ケーブルに対してはIEEE384に準拠したケーブルトレイによって、物理的に分離を図っております。また鋼製可とう電線管に収納して敷設していますケーブルについては、IEEEには準拠していませんが、構造上の特徴ですね、不燃材により密閉された構造でありまして、酸素不足となることから、万が一ケーブル火災が発生しても、これらが長く継続することはない構造となっております。

安全保護系のケーブルは計装ケーブル及び制御ケーブルから構成されておりまして、これはJEACにおいて、これらのケーブルによる想定は、当該ケーブルの断線・短絡のみを引

き起こす火災でありまして、他に広がらないものとされておりまして、ですから安全保護系のうち1系統のケーブルが断線・短絡した場合でも、独立したもう一方の系統により安全機能は維持されることとなります。

また非常用電源ケーブルは電力ケーブルでありまして、JEACにおいて、これらのケーブルによる火災想定は、ケーブルトレイ内の全ケーブルの断線・短絡を引き起こす火災とされておりまして、今回、非常用電源が流れています、一次冷却材補助ポンプが接続されています非常用ケーブルのうち、一方がケーブル火災により断線・短絡した場合には、当該系統に接続する補助ポンプが停止します。そうしますと「一次冷却材補助ポンプ停止」のスクラム信号が出まして、原子炉が停止します。ケーブル火災が引き起こしたケーブルとは独立して敷設されています一次冷却材補助ポンプ2台及び一次冷却材補助ポンプ1台より、30秒の強制冷却が可能であります。

以上のことから、ケーブル火災が発生した場合においては、防護対象ケーブルは安全性が守られることとなります。

2ページ目に行きまして、ケーブル火災以外の内部火災というところです。2.1で、内部火災を考慮すべき区画についてですが、防護対象ケーブルのうち、安全保護ケーブルについてはフェールセーフの設定になってございます。原子炉停止後30秒の強制冷却に必要な系統としましては、一次冷却材補助ポンプの運転に必要な電源ケーブル、こちらは非常用電源ケーブルとなっております。あと一次冷却材流量を監視するために必要なプロセス計装設備になります。こちらのケーブルになります。これらケーブルにつきましては原子炉建家、ケーブルダクト室、ケーブル処理室、電気室、中央制御室に敷設されております。

ページをめくっていただきまして、4ページ目に敷設状況を示した図1がございまして。

2ページ目に戻っていただきまして、このうち、電気室と中央制御室につきましては床下の埋設配管にケーブルが敷設されているので、内部火災の影響は受けることはありません。またケーブルダクト室及びケーブル処理室につきましては、ケーブル以外の可燃性物質がございません。これらの区域は、原子炉運転中に立入禁止等をしまして施錠管理を行っていることから、こちらでケーブル火災以外の火災が発生することはございません。

以上のことから、ケーブル火災以外の内部火災から防護を考慮すべきエリアにつきましては、原子炉建家地階のみになります。

2. ですが、原子炉建家地階における内部火災の想定ですが、防護対象のケーブルは床面から2m以上の高さに敷設されてございます。原子炉建家につきましては発火性物質、引火

性物質の持ち込みを管理しておりまして、それらを持ち込み、保管をする場合には金属製の容器に収納することとしております。また原子炉運転中に、原子炉建家内において工事等が実施されることはございません。また原子炉建家地階には、実験利用設備等はありませんで、運転以外の立入りを禁止しております。加えて原子炉建家地階には運転員による一日3回の巡視点検が行われております。

これらの状況を踏まえまして、火災源につきましては運転員が使用する巡視記録等の紙類を想定しまして、入力ファイナルレポートにおける仮置可燃物を燃焼試験結果から表1を選定しております。これら表1に示したダンボール、コピー用紙とか、しわくちやの紙、こういったものが最も厳しい条件としまして、これら仮置可燃物が高さ2mに敷設されたケーブルというのを直下において、発火した場合のケーブルへの影響を評価してございます。

2.3の評価ですが、今申し上げました条件で、Fire Dynamic Toolsの計算モデルに基づいて計算しております。評価条件及び評価結果につきましては次のページ、3ページ目の表2に示してございます。

これら評価の結果、ケーブルトレイ1におけるブルーム中心軸温度は最大でも101.96℃となりまして、ケーブル損傷基準であります205℃まで上昇することはないことを確認してございます。

3ページ目に行っていただきまして、以上のことから、これらの仮置可燃物から火災が発生した場合でも、防護対象ケーブルを損傷することはないため、運転員は施設に設置されております火災報知器により感知し、火災発生した後に原子炉を停止することで、30秒の強制冷却を行うことが可能でございます。

資料2の説明につきましては以上になります。

○山中委員 それでは質疑に移ります。質問、コメントございますか。

よろしいですか。特によろしいでしょうか。JAEA側から何かございますか。

○日本原子力機構（細谷技術副主幹） 原子力機構の細谷です。

こちらからは特にございません。

○山中委員 よろしいですか。どうぞ。

○守谷火災対策室長 1点だけ、資料1の確認だけです。2ページ目、図1.2の状態が現状で、それを今回、図2.3の状態にきれいにするというので、この図2.1というのは現状図だということですので理解してよろしかったでしょうか。

○日本原子力機構（細谷技術副主幹） 原子力機構の細谷です。

はい、そのとおりでございます。

○山中委員 そのほか、何か確認しておきたいことはございますか。よろしいですか。

それでは、本日の会合でJRR-3の設工認に係る議論は終了したと考えるので、JAEAにおかれましては、補正等の必要な対応をとっていただければと考える。よろしくお願いたします。

○日本原子力機構（細谷技術副主幹） 原子力機構の細谷です。

承知いたしました。

○山中委員 他に特にいないようでしたら、以上で本日の審査会合を終了いたします。