

輸送容器及び使用済燃料貯蔵施設に係る

特定容器に関する審査会合

第12回

令和4年4月25日（月）

原子力規制委員会

輸送容器及び使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器に関する審査会合

第12回 議事録

1. 日時

令和4年4月25日(月) 10:30～10:53

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室BCD

3. 出席者

原子力規制庁

小野 祐二 長官官房 審議官

長谷川 清光 原子力規制部 安全規制管理官

石井 敏満 原子力規制部 核燃料施設審査部門 企画調査官

甫出 秀 原子力規制部 核燃料施設審査部門 主任安全審査官

四国電力株式会社

篠崎 武志 原子力本部 原子力部 原子燃料サイクル部長

櫃尾 要輔 原子力本部 原子力部 輸送・貯蔵グループリーダー

宮崎 弘士 原子力本部 原子力部 輸送・貯蔵グループ 副リーダー

大矢 賢太郎 原子力本部 原子力部 輸送・貯蔵グループ 担当

十川 昂広 原子力本部 原子力部 輸送・貯蔵グループ 担当

電気事業連合会

山田 倫章 原燃サイクル輸送委員会 主査

藤田 博文 原子力部 部長

春名 潤 原子力部 副長

4. 議題

(1) 四国電力株式会社による核燃料輸送物設計承認申請について

5. 配付資料

資料1 MSF-24P型／MSF-32P型核燃料輸送物設計変更承認申請に係る指摘事項への回答  
について

資料2 核燃料物質等の輸送（貯蔵兼用）キャスクの経年変化に対する今後の取組み

## 6. 議事録

○小野審議官 定刻になりましたので、ただいまから第12回輸送容器及び使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器に関する審査会合を開催いたします。

本日の議題は一つ、四国電力株式会社による核燃料輸送物設計承認申請についてであります。

今回の会合は、新型コロナウイルス感染症対策のため、テレビ会議システムを利用して実施してございます。

最初に、テレビ会議システムを利用した会合におけます注意事項について、事務局から説明をお願いいたします。

○石井企画調査官 原子力規制庁の石井です。

テレビ会議システムでの会合における注意事項について、説明します。

発言する場合には、最初に所属と名前を言ってから発言をしてください。

次に、映像から発言者が特定できるよう、挙手をしてから発言してください。

次に、発言終了時には、終了したことが分かるようにしてください。

最後に、音声について、聞き取れないところがあれば、遠慮せずその旨を伝え、再度説明を求めてください。

注意事項の説明は以上となります。

○小野審議官 それでは、四国電力から説明を受ける前に、事務局から、今回、電事連等が参加していますので、それについての説明をお願いいたします。

○石井企画調査官 原子力規制庁の石井です。

本日は、本年1月の審査会合における輸送容器の構成部材等に使用する材料の経年変化の考慮に関する指摘事項について再度説明を求めるものになってございます。その中で緩衝体の木材の熱的劣化については、輸送容器を製作、使用する業界全体の課題であることから、業界を代表して電事連にも出席してもらい、本日、説明を求めるものでございます。

以上となります。

○小野審議官 それでは、四国電力及び電事連からの説明をお願いいたします。

○四国電力（篠崎原子燃料サイクル部長） 四国電力、篠崎でございます。よろしくお願いいたします。

本日は、今年1月の審査会合におきまして、御指摘いただきました輸送物の経年変化の考慮によります技術基準適合性への影響につきまして体系的に整理しましたので、その結果につきまして御説明させていただきます。

また、整理を進める中で、緩衝材として用いております木材の熱的劣化、これによる影響の有無につきましては、当初、社内で検討を行っておりましたが、検討の過程におきまして当社の文献調査だけでは得られる知見が限られていること、また、木材につきましては当社以外の容器におきましても緩衝材として広く用いられることを踏まえまして、業界大での検討を進めるべきと判断いたしまして、当社から電気事業連合会のほうに協力を要請させていただいております。

電気事業連合会の協力のもと、電力に加えまして、キャスクメーカーも含めた業界大での体制を確立しまして、関連文献の調査、過去の使用済燃料輸送容器の使用実績に関わるデータの整理、評価などを行いまして、知見収集に努めますとともに、それによりまして得られた知見を踏まえまして、緩衝材として用いる木材の熱的劣化に関わる見解の整理を行ってまいりました。

本日は、当社から業界大で整理しました見解を踏まえた説明のほうをさせていただきたいと思います。また、整理の中で業界として取り組むべき課題も見えてまいりましたので、そちらにつきましては、当社からの説明の後、電気事業連合会からも説明させていただきたいと思います。

私のほうからは以上です。

○電気事業連合会（山田主査） 電気事業連合会、原燃サイクル輸送委員会の主査を務めております、山田でございます。本日はよろしくお願いいたします。

今、四国電力から説明がありましたように、緩衝材として用いる木材の熱的劣化による影響につきましては、四国電力からの要請を受けて、業界大で取り組むべき課題として検討を進めてまいりました。本日は、今後の取組について御説明させていただきます。

私からは以上です。

○四国電力（篠崎原子燃料サイクル部長） 四国電力、篠崎でございます。

そうしましたら、当社担当のほうより資料について説明させていただきたいと思います。

○四国電力（宮崎副リーダー） 四国電力原子力部の宮崎です。よろしくお願いいたします。

す。

それでは、お手元の資料に基づき、MSF-24P型及びMSF-32P型核燃料輸送物設計変更承認申請に係る指摘事項について御回答させていただきます。

2枚めくっていただきまして、右下のページ、2ページ目を御覧ください。前回の審査会合におきまして、バスケットに使用するアルミニウム合金を含め、輸送物の各構成部材について、経年変化の考慮による技術基準適合性への影響を体系的に整理し、説明することとの御指摘をいただきました。

御回答ですが、まず考慮すべき経年変化要因といたしまして、熱的劣化、放射線照射による劣化、化学的劣化及び疲労による劣化となります。これらの要因を踏まえ、経年変化の考慮による技術基準適合性への影響について、矢羽根で記載いたしました考え方を基に評価いたしました。次ページ以降、MSF-24P型輸送物を代表としてお示ししてございます。

次のページを御覧ください。最初に、熱的劣化について御説明いたします。熱的劣化については、貯蔵または輸送時における最高温度評価結果を用いて、表のとおり評価いたしました。なお、表は、左から構成部材名、評価温度、技術基準適合性への影響を記載してございます。

まず、中性子遮蔽材に用いるレジンについて、想定される経年変化としましては、高温環境下で水分が放出されることによる質量減損が考えられます。評価温度を踏まえ、経年変化を考慮することとし、評価しました結果、線量当量率は技術基準に適合していることを確認いたしました。

次に、バスケットに用いるアルミニウム合金について想定される経年変化としては、高温環境下では組織変化による過時効の効果を含む強度低下及びクリープによる変形が考えられます。前回審査会合での御指摘を踏まえ検討しました結果、経年変化を考慮することとし評価し、バスケットは変形しないこと及びクリープの影響はないことを確認しました。よって、実効増倍率は技術上の基準に適合していることを確認いたしました。

次のページを御覧ください。次に、金属ガスケットに用いるアルミニウム/ニッケル基合金について、想定される経年変化としては、リラクゼーションに伴う、密封性能の低下が考えられます。評価温度を踏まえ、経年変化を考慮することとし、評価した結果、実効増倍率は技術上の基準に適合していることを確認いたしました。

次に、被覆管に用いるジルカロイについて、想定される経年変化としては、変形や強度低下、機械的特性の劣化が考えられます。評価温度及び周方向応力は経年変化の考慮に必

要ない範囲であることから、経年変化の影響はなく、技術上の基準に適合していることを確認いたしました。次のページを御覧ください。

本ページの表に示す、胴や一次蓋等について、想定される経年変化としては、強度低下や変形が考えられます。それぞれの評価温度は、経年変化の考慮に必要な範囲であることから、経年変化の影響はなく、技術上の基準に適合していることを確認いたしました。

次に、緩衝材に用いる木材について別紙にて御説明いたします。別紙を御覧ください。

次に、緩衝材に求められる性能及び影響を与える熱的劣化について別紙にて整理いたしました。緩衝材に求められる性能としましては、輸送物の落下時のエネルギーを吸収する性能が求められます。構造解析において、圧潰特性データを基に、緩衝体の変形量及びその際の衝撃加速度の評価を行っており、圧潰特性の取得に当たっては、緩衝材の使用環境を模擬した状態で試験を行っております。

緩衝材の熱的劣化の影響については、木材は従来からキャスクの緩衝材として一般的に用いられてきた材料であることを踏まえ、業界全体で緩衝材の熱的劣化による影響について検討を行いました。具体的には、文献等の調査、使用実例の調査結果及び調査結果を踏まえた評価について御説明いたします。

まず、文献等を調査した結果、木材の熱的劣化の要因は、高温環境下における木材の熱分解であり、木材温度が200℃に達すると木材の熱分解が進むとの文献が確認できました。

一方、緩衝材に求められる性能への影響を直接示す文献は確認できませんでした。

なお、面談の際に当社から木材の強度低下に関する文献をお示ししましたが、緩衝材の使用環境を模擬した知見でないとともに、圧潰特性の変化を示す知見でないことから、当該文献は緩衝材の熱的劣化に係る根拠とできるまで技術的な見解には至っておりません。

次のページをお願いします。次に、使用実例を調査した結果、過去に使用済燃料輸送容器から採取した木材試験片をもとに、圧潰強度及び密度測定を実施した結果、木材のエネルギー吸収性能は健全であり、緩衝材の性能劣化は確認されませんでした。こちらについては、詳細については別添1を御覧ください。

製造後10年以上、表1に示すとおり、計15回の輸送に供されたTN-17型輸送容器を用い、欧州容器メーカーによる実証実験を行っております。その結果、圧潰試験や密度測定の結果、衝撃吸収性能は健全であり、性能劣化はないことを確認しております。

また、これまでの輸送実績を踏まえ、現在、国内事業者が使用または使用予定のキャスクについて、緩衝材の温度評価を行っております。詳細については、別添2を御覧ください。

い。

上側の表に示すとおり、各キャスクの緩衝材の温度評価結果は、約40℃～70℃となります。また、下のグラフに示すとおり、実際の収納物及び環境温度に基づく温度は、概ね上記1に示す温度以下であることを確認いたしました。

別紙に戻っていただき、別紙の2枚目、(2)の使用事例の調査結果の3項目めですが、そもそも木材は一般的に広く用いられており、強度低下が問題になることはありませんが、緩衝材については、ステンレス鋼に密封された環境下にあるとともに、常時高温状態で使用するものではなく、輸送時に多少の温度変化が生じる程度であるため、より劣化が生じにくい環境にあります。

以上の調査で確認された文献及び試験結果、さらに輸送実績における緩衝材の温度評価を踏まえると、大きな強度低下が生じているとは言えないと考えております。

また、キャスクの設計においては、構造強度を含め、各評価において十分な保守性をもって設計を行っており、仮に多少の強度低下が生じたとしても、緩衝材の性能に問題はなく、輸送物の安全性に影響が生じるものではありません。よって、キャスクが通常使用される条件においては、緩衝材の熱的劣化による技術基準適合性への影響はないと考えております。

(4)の今後の取組みにつきましては、後ほど電気事業連合会のほうから説明がございしますので、割愛させていただきます。

それでは、資料の6ページ目のほうにお戻りください。

続きまして、放射線照射による劣化、化学的劣化及び疲労による劣化について御説明いたします。

放射線照射による劣化については、想定される経年変化としては、中性子照射による強度、弾性、脆化等の機械的性質影響が考えられます。各部材における照射量は、経年変化の考慮の必要のない範囲であることから、経年変化の影響はなく、技術基準適合性への影響はないことを確認いたしました。

化学的劣化については、想定される経年変化としては、腐食による強度低下が考えられますが、各部材において経年変化の影響はなく、技術基準適合性への影響はないことを確認いたしました。

最後に、疲労による劣化については、想定される経年変化としては、繰り返し荷重の作用による疲労破壊が考えられますが、疲労による技術基準適合性への影響はないことを確

認いたしました。

次のページを御覧ください。評価結果の総括としまして、想定される使用条件を踏まえ、経年変化の考慮による技術基準適合性への影響について評価した結果、本輸送物は経年変化を考慮した上で、技術上の基準に適合していることを確認いたしました。

今後の対応といたしまして、2点ございます。1点目は、補正手続におきまして、今回の検討結果を（ロ）章-Fに反映するとともに、（ロ）章-Gにおいて経年変化の考慮に関する説明を明確化いたします。

2点目は、緩衝材の経年変化に関する知見が十分でないこと等も踏まえ、今後も経年変化に係る知見の収集に努めるとともに、新たな知見が得られた場合は、設計への影響を評価し、必要に応じて設計変更承認申請等の手続を講じること、緩衝体の使用に際しては、輸送の都度、使用に問題ないことを確認することを、（二）章のほうに追記いたします。

当社からの説明は以上です。

引き続き、電気事業連合会のほうより説明がございました。

○電気事業連合会（山田主査） 電気事業連合会、山田でございます。

今後の取組みについて、資料に沿って御説明いたします。

四国電力からの要請を受け、緩衝材として用いる木材の熱的劣化による影響について、業界大で取り組むべき課題として検討を行ってまいりました。

緩衝材の経年変化に係る議論は、国際的にも、今後行われるところと認識してございます。電気事業連合会として、安全性向上の観点から、国際的な議論の状況を注視するなど自主的に緩衝材の経年変化に係る知見の拡充に取り組み、新たな知見が得られた場合は、設計への影響を確認する必要があると考えております。

また、今後、キャスクを廃止する機会を含めて、データ取得のための試験の実施について検討を進めます。あわせて国際的な知見の拡充及び情報共有に資するため、国内外の学会で発表を行うなど、積極的な情報公開に努めてまいります。

こうした取組みは、電力会社だけではなく、電力中央研究所、メーカー、JAEA等、業界関係者が広く関与できる会議体を活用し、原子力に関わる者全体として推進してまいります。

次ページに参考資料を添付してございますけれども、この業界関係者が広く関与する会議体の説明を補足させていただきます。

キャスクの設計・使用に係る業界関係者が広く関与できる体制というものを、記載のと

おり、こういった電力会社だけでなく、学識経験者など、いろいろな方に広く関与できる体制というものを予定してございます。

知見拡充及び情報公開として、IAEA規則の議論状況のフォローなど、キャスク長期健全性に係る国内外の情報収集、また、緩衝材データ取得試験の検討・実施、そして、キャスク長期健全性に係る検討状況及び試験結果の情報公開という内容を考えております。

説明は以上となります。

○小野審議官 どうもありがとうございました。

それでは、質疑に入りたいと思います。

どうぞ。

○甫出主任安全審査官 規制庁の甫出でございます。

まず四国電力のほうに対してなんですけども、前回の審査会合における指摘を踏まえまして、輸送容器の構成部品、構成部材、材料について、経年変化を考慮した上で技術基準に適合していることの説明及び経年変化の考慮を不要とした理由など、これが明確に示されていると考えております。

つきましては、同じく説明資料の中に書いてあったとおりでございますけども、今後、適切に申請書のほうに反映するようお願いしたいと思います。

以上です。

○小野審議官 ほか、いかがですか。

○甫出主任安全審査官 引き続きまして、規制庁の甫出からです。

緩衝体の木材の経年変化のうち、熱による影響については、熱による強度低下については、直接参照できる文献が少ない状況であると。また、緩衝体については、四国電力に限らず同じような構造が広く使用されているということを踏まえ、輸送容器に係る業界関係者が一体となって広く調査及び検討を実施したという結果、国内事業者がこれまで確認した実輸送時における輸送容器の緩衝体の温度及び使用済燃料の輸送実績のある輸送容器、これらの輸送容器を廃棄する際に、採取した木材を使用した強度試験の結果から、これまでの実績と同様の使用環境であれば、木材の熱による強度低下は生じないと考えられると、こういう説明に対しては、こちらは理解をいたしました。

なお、木材の熱による強度低下が生じないという判断ですけども、これまでの輸送容器の使用実績に基づくものであると考えます。本日の四国電力の説明のとおり、今後は、運搬時の緩衝体の温度を運搬の都度に評価した上で、調査の温度を超えないことを確認する

というようなこと、また、実態調査を超える温度になるような場合には、必要な検討を行うということをお願いしたいと思います。あわせて、これらについては、申請書に明記していただきたいと考えております。

以上でございます。

○小野審議官 どうぞ。

○四国電力（樫尾グループリーダー） 四国電力、樫尾でございます。

2点、御指摘いただきまして。1点目の今回の部材ごとに体系的に整理しました結果につきましては、適切に申請書のほうに反映させていただきます。

また、2点目につきましても、運搬時の評価及びそれを越えた場合の対応につきましても、こちらにつきましても申請書のほうに記載させていただきます。

以上でございます。

○小野審議官 そのほか、いかがですか。

○石井企画調査官 規制庁の石井です。

私のほうから、電事連の説明のほうに対してコメントさせていただければと思います。

甫出のコメントのほかに、緩衝材の木材の熱による経年変化の影響については、類似の輸送容器を使用する業界全体の問題であることから、本日、出席している電事連においては、今後も業界全体としての知見の収集や、緩衝体の廃棄の機会を活用した強度データの蓄積等を進めてもらえるように努めてもらいたいと考えています。よろしく申し上げます。

○電気事業連合会（山田主査） 電気事業連合会の山田でございます。

ただいまの御指摘、拝承いたします。しっかりと業界全体として、こうしたデータの取得に努めてまいりたいと考えております。

以上でございます。

○小野審議官 そのほか、よろしいですか。

四国電力、それから電事連のほうから、何か質問、御意見等ございますでしょうか。

○四国電力（樫尾グループリーダー） 四国電力の樫尾でございます。

四国電力は特にございませぬ。

○電気事業連合会（山田主査） 電気事業連合会、山田でございます。

電気事業連合会からもございませぬ。

○小野審議官 ありがとうございます。

それでは、最後に、私のほうから。本日、前回会合で指摘しました、この経年変化の考

慮、これについての整理がなされまして、大きな論点や追加の指摘はないということが確認できたと思います。

また、緩衝体の中で扱われています木材、これの経年変化については、業界全体で知見をさらに収集していただくということなので、引き続き、これについての調査等をお願いしたいと思います。

この申請につきましては、引き続き、必要な確認を進めてまいりまして、また、論点等があれば、改めて審査会合を開催したいというふうに考えてございます。

それでは、本日予定していた議題は以上でございます。これをもちまして、第12回輸送容器及び使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器に関する審査会合を終了いたします。どうもありがとうございました。