

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10回

令和4年3月3日（木）

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10回 議事録

1. 日時

令和4年3月3日(木) 11:00～11:24

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

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

原子燃料工業株式会社

井出 秀一 エンジニアリング事業部 燃料サイクル技術部 部長

北野 祐樹 エンジニアリング事業部 燃料サイクル技術部 燃料輸送技術グループ
技師

高田 真人 エンジニアリング事業部 燃料サイクル技術部 燃料輸送技術グループ
担当

政岡 義唯 エンジニアリング事業部 炉心・安全技術部 炉心技術グループ 技師

4. 議題

(1) 原子燃料工業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 核燃料輸送物設計承認申請(熊原第21-021号)の概要について
(TNF-XI型)

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10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、原子燃料工業株式会社による核燃料輸送物設計承認申請についてです。

本日の会合は、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してください。

映像から発言者が特定できるように、挙手をしてから発言をお願いします。

それから、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。

また、音声について聞き取れないところがあれば、遠慮せずにその旨を伝え、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 本日、事業者から資料の説明を受ける前に、事務局から会合の趣旨の説明をしていただければと思います。

○石井企画調査官 原子力規制庁の石井です。本核燃料輸送物の設計につきましては、先月の審査会合において事業者から説明がありましたが、設計の前提条件や追加するブロッキングシステムの構造、それから経年劣化などについて、十分な説明がなされなかったことから、本日の会合で再度説明を求めるものになります。

以上です。

○小野審議官 それでは原子燃料工業から資料についての説明をお願いいたします。

○原燃工（井出部長） 原子燃料工業の井出でございます。本日はよろしく申し上げます。

本日、TNF-XI型輸送物の核燃料輸送物設計承認申請について御説明いたします。

今回は、先ほど御説明いただきましたように、前回2月7日開催の第9回の審査会合時の説明から、説明が不足していた部分、輸送物の仕様ですとかブロッキングシステム追加に関する影響評価等、これらの内容を追加したものとなっております。

それでは資料のほう、北野から御説明申し上げます。

○原燃工（北野技師） それでは、資料のほう、まず共有させていただきますので少々お

待ちください。

原子燃料工業の北野です。資料見えておりますでしょうか。

○石井企画調査官 規制庁の石井です。資料見えています。よろしく申し上げます。

○原燃工（北野技師） それでは、御説明させていただきます。

今回の御説明の順番ですが、まず本申請の概要のほうを御説明した上で、核燃料輸送物の概要についての御説明、そして本申請に係る設計の主なポイントについてという流れで御説明いたします。

まず、本申請の概要についてです。

本輸送物はウラン酸化物及びウラン残渣の輸送に使用いたします。なお、ウラン残渣とは本設計におきまして、ウラン酸化物・ウラン化合物を含む各種物品のことを称して、ウラン残渣と呼んでおります。

2点目、輸送容器の材質及び構造についてですが、こちらは既に承認を受けた二つの設計と同じ材質構造を有したものとなっております。

3点目、収納物についてですが、まず核燃料物質の特徴としては、こちら未照射のウランになりますので、発熱量は極めて小さく、設計上の考慮が必要となるような発熱がないものとなります。また、発生するガンマ線及び中性子の線量は十分に小さく、特別な遮蔽を設けなくても取り扱えるものとなっております。核燃料物質以外のものとしましては、核燃料物質を収納する収納缶及びブロッキングシステムが主な収納物に該当します。ブロッキングシステムについては後ほど詳細御説明いたします。

4点目、既に承認を受けた設計と相違する点についてですが、以下の3点が異なります。

一つ目はブロッキングシステムの追加です。内蓋と粉末収納缶のギャップにより落下時に内蓋にかかる衝撃力が大きくなる可能性がございます。落下時の衝撃力を低減するための措置としてギャップ低減のためブロッキングシステムを追加しております。

二つ目、テクネチウム濃度の設計です。長尺粉末収納缶を用いて収納するケースについて、ウラン酸化物のテクネチウム99濃度制限値を $0.05 \mu\text{g/gU}$ に設定しております。

3点目、経年変化を考慮した安全性評価。こちら熱、放射線、化学変化及び疲労による経年変化が、輸送容器の安全機能を担う部品及び収納物への影響を評価しまして、技術上の基準への適合性の評価を行いました。

以上が本申請の概要になります。

続きまして、核燃料輸送物の概要について御説明いたします。

まず右の図に概要図を示しております。本輸送物は四つの内容器が存在する構造となっておりまして、それぞれの内容器の部分に内蓋及び外蓋で閉じられる二重蓋、また、内容器内には収納缶が収められ、その収納缶の中に核燃料物質が収まるといった構造となっております。

本輸送物の外形寸法は長さ約1.1(m)、幅約1.1(m)、高さ約1.04(m)という形状となっておりまして、おおよそ立方体に近い形状となっております。輸送容器の重量としては660kg以下、輸送物の重量としては1050kg以下となっております。輸送容器の主要材料としては、主にステンレス鋼から構成されております。また外容器と内容器の領域については耐熱衝撃緩衝材としてフェノリックフォームを使用しております。また、中性子吸収材としましては、内容器の壁の部分にボロン入りレジン、また、外蓋の裏側、内容器の底面部分にボロン入りステンレス鋼を使用しております。本輸送物の種類としましては、A型核分裂性輸送物となります。

続いて収納する核燃料物質等の主な仕様について御説明いたします。本輸送物には3種類のケースがございます。

まずケース1ですが、粉末収納缶を使用しウラン酸化物を収納するケースです。こちら、ウラン酸化物の濃縮度は5%以下、ウラン重量は、ウラン酸化物重量で284kg以下となっております。なおウラン量が最も多く収められているのはこちらのケース1になります。

収納缶としては、先ほど4ページ目で御説明した図のように粉末収納缶を3缶入れる形となっており、またブロッキングシステム、後ほど詳細説明しますがブロッキングシステムを本ケースにおいては採用しております。

続いてケース2ですが、こちらは長尺粉末収納缶を使用し、ウラン酸化物を収納するケースです。ウラン酸化物の濃縮度は5.0%以下、重量は10kg以下となっております。

また、収納缶としては粉末収納缶3缶分の高さを持つ長尺粉末収納缶を使用し、ブロッキングシステムについては使用いたしません。また、テクネチウム濃度については他の2ケースと比べて高い $0.05 \mu\text{g/gU}$ としております。

続いてケース3についてですが、粉末収納缶を使用し、ウラン残渣を収納するケースになります。こちら、濃縮度は20%以下、ウラン重量としては濃縮度5%以下のケースで20kg以下、濃縮度20%以下で2kg以下としております。収納缶は粉末収納缶を使用しブロッキングシステムについて使用いたします。

以上が核燃料輸送物の概要となります。

続いて本申請に係る設計の主なポイントについて御説明いたします。まずブロッキングシステムの追加についてです。

ブロッキングシステムは落下時の衝撃力を低減するための措置として、内蓋と粉末収納缶の間のギャップ低減のため追加しております。

下の図に示しておりますとおり、ブロッキングシステムは三つのパーツで構成されます。まず内容器の底部に配置しているセンタリングシステムと呼ばれるプラスチック材のパーツについてですが、こちらは内容器内の粉末収納缶の偏心を防ぎ、内容器の上部に配置するステンレス鋼スペーサーを置いた場合にそちらが内容器へ干渉するのを防止する効果がございます。

続いて、上部に配置しているのはステンレス鋼のスペーサーとプラスチックスペーサーとなります。ステンレス鋼製スペーサーは内容器当たり1個配置し、プラスチックスペーサーについては、こちらステンレス鋼スペーサーと内蓋の間のギャップ量のばらつきを考慮して、プラスチックスペーサーの枚数を調整する形で使用いたします。ブロッキングシステムについて本設計では収納物として取り扱ひまして、またブロッキングシステムは繰り返し使用されます。

次に9m落下におけるブロッキングシステムの健全性について御説明します。ブロッキングシステムを収納した状態で9m落下した場合において、ブロッキングシステムが破損しないことを評価しております。評価対象としましたのは、落下時において、内容器内の収納物の全重量が負荷される構成部品、スペーサーのうち、強度が低いプラスチックスペーサーを対象としております。評価条件としましては、まず落下姿勢としては、収納物の全重量がプラスチックスペーサーに負荷される姿勢として、輸送容器上面を下向きに落下したケースを評価条件としております。

次に収納物重量についてはケース1と3の収納物の最大重量を基に、保守的に100kgと設定しております。収納物の衝撃加速度としては過去の試験用容器を用いた落下試験の結果を基に設定し、530Gとしました。荷重を受ける面積としてはプラスチックスペーサーが実際に荷重を受ける面積を基に設定しております。

評価結果は、プラスチックスペーサーに加わる圧縮応力は28MPa以下となりまして、プラスチックスペーサーに使用する材料の圧縮強さが100MPa以上であるため、プラスチックスペーサーが破損することはありません。

続いて、ブロッキングシステムの追加によって輸送物に与える影響の評価について御説

明します。

まずブロッキングシステムを追加することで重量増加しますが、そちらに対する対応についてですが、ブロッキングシステムの重量を考慮し、ウラン酸化物及びウラン残渣の最大収納量を減らすことで、輸送物の最大重量は既に承認を受けた設計と同一としております。

次に熱的安定性ですが、プラスチック製スペーサー及びセンタリングシステムは、運搬中に予想される温度の範囲において熱的に安定な材料を採用しております。熱膨張による影響ですがセンタリングシステムは熱膨張を考慮しても内容器及び粉末収納缶と干渉しない設計としております。プラスチックスペーサーは、内蓋とステンレス鋼製スペーサーのギャップ量に応じて枚数を調整するため熱膨張を考慮しても内蓋と接触することのない設計としております。

線量当量率についてですが、ブロッキングシステムは核燃料物質より外側に配置するため線量を下げる効果がございます。また、核燃料物質から発生する中性子源強度は小さく、ブロッキングシステムからの二次放射線の影響は無視できるものとなります。

未臨界性への影響ですが、本輸送物の臨界評価については、内容器内が水に満たされた状態で臨界に達しないことを確認しております。プラスチック製のブロッキングシステムは水素の原子個数密度が水の85%程度であるため、中性子の反射効果及び減速効果が水より低くなり、内容器内にブロッキングシステムを配置した場合の臨界評価の結果は、内容器内に水を満たした状態にかかる結果に包絡されます。このことから、ブロッキングシステムを配置した輸送物が臨界に達することはございません。

最後に経年変化の影響ですが、後ほど詳細説明しますが、経年変化の影響を受けないことを確認しております。また使用前に外観を確認し有害な傷、割れ及び形状に異常がないことを確認することといたします。

以上に示しますように、ブロッキングシステムの追加によって輸送物に悪影響を与えることはございません。

続いてケース2のテクネチウム濃度制限値についてです。ケース2のテクネチウム濃度制限値は $0.05 \mu\text{g/gU}$ に設定しておりますがこちら安全解析上、安全解析に与える影響について御説明します。

まず、遮蔽評価については、以下の表に示しておりますとおり、ケース2のテクネチウム濃度制限値は、ケース1及び3と比較して高い値に設定しておりますが、ウラン量、ウラ

ン酸化物量がケース1が非常に他のケースと比べて高くなっておりまして、全ウラン量、ウラン235量、235U以外のウラン同位体量、テクネチウムの量、いずれの観点においても、核燃料物質の量が最もケース1が多くなります。よって線源強度はケース1が最も強いこととなります。

そのため、ケース1を遮蔽評価における代表……。

○石井企画調査官 原子力規制庁の石井ですけれども、資料を全部読んでいただく必要はなくて、書かれている内容で重要なポイントを簡潔に説明していただければと思います。よろしく申し上げます。きちんとその辺を考えて説明をよろしく申し上げます。

○原燃工（北野技師） はい。承知いたしました。

ケース1を遮蔽評価における代表として評価を行い、基準を満足することを確認しております。

続いて臨界評価についてですがこちらは前回の御説明と同じ内容となりますので省略させていただきます。

続いて、核燃料輸送物の経年変化の考慮についてです。こちらは法令改正に対応した内容で経年変化の考慮について、評価を追加しております。前回の審査会合において、評価条件等は御説明しておりますが、この主要材料の五つのうちブロッキングシステムを使用しているポリオキシメチレンについて評価を追加しておりますので、そちらについて御説明いたします。他の四つについては今回は御説明を割愛いたします。

ポリオキシメチレンについては、まず熱的影響ですが試用期間中に想定される温度範囲において、温度範囲は使用可能温度の範囲内であり、熱分解が発生しないことから経年変化の影響は受けません。

放射線については、使用期間における累積照射量及びガンマ線の累積照射量は、材料強度に影響を与えるとされる照射量と比較して十分に小さいため経年変化の影響は受けません。

化学変化については、内容物の内部で使用され、日光や雨に直接さらされることがないといった点、また、発送前検査による確認が可能で、交換可能な点を考慮しますと、経年変化の影響は受けません。

疲労については、当該材料は内外圧差や取扱いに起因する応力は生じないため疲労による経年変化を考慮する必要はございません。

以上のことからポリオキシメチレンについても、経年変化を考慮した場合でも、輸送物

が規則に定める技術基準に適合していることへの影響はございません。

以上が説明となります。

○小野審議官 どうもありがとうございます。

それでは質疑に移りたいと思います。

○石井企画調査官 原子力規制庁の石井です。

まず最初に、今日説明を受けたわけですが、資料は全部読むことをするのではなくて、やはりきちんとポイントを絞って、どこが変更になったかということも含めて、説明すべきだと考えています。今後審査会合を行って、こういう資料を説明する場合には、そういう対応をきちんとしていただけるように、まずよろしくお願いします。まず最初にそれを伝えたいと思います。

今日説明を受けたところですが、本核燃料輸送物の設計については、先月2月7日の審査会合で説明があったところですが、そのとき設計の前提条件、それから収納物であるブロッキングシステムの構造や経年変化、並びにブロッキングシステムが輸送物の安全性に与える影響についてなどが十分な説明がされてなかったということで、本日再度説明を求めたものです。今日説明いただいた内容につきましては理解できまして、現状で、論点は見受けられないというふうに思っています。しかしながら、説明の内容が現行申請書上に記載されていない状況であるので、今後修正が必要と考えていますので、その対応をお願いしたいというふうに考えています。原燃工側よろしいでしょうか。

○原燃工（北野技師） 原燃工、北野でございます。

今後補正、適切に対応していきたいと考えております。以上です。

○石井企画調査官 原子力規制庁の石井です。

もう1点、今適切に対応というふうに御発言いただきましたけれども、今後必要な修正を行う際には、今日の説明の部分だけではなくて、記載の適正化等も含めて全体をきちんと適切に確認を行うようにしていただきたいというふうに考えてございます。よろしいでしょうか。

○原燃工（北野技師） 原燃工、北野です。はい、適切に対応していきたいと思います。

はい。以上です。

○石井企画調査官 規制庁の石井です。よろしく申し上げます。以上です。

○小野審議官 ほか、よろしいですか。原燃工側から何か質問とか御意見とかございますでしょうか。

○原燃工（北野技師） 原燃工、北野です。特にございません。以上です。

○小野審議官 分かりました。

それでは、この申請につきましては今後補正がなされるということと理解しましたが、補正がなされれば規制庁におきまして事実関係の確認をして、またその中で論点が出てくれば、改めて審査会合を開催したいと思います。

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10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。