

原燃輸送株式会社に係る核燃料輸送物設計変更承認申請 (NFT-M4P型) についての審査結果

原規規発第 2303073 号
令和 5 年 3 月 7 日
原子力規制庁

1. 審査の結果

原子力規制委員会原子力規制庁（以下「規制庁」という。）は、原燃輸送株式会社（以下「申請者」という。）の核燃料輸送物設計変更承認申請書（令和 4 年 10 月 31 日付け原設発第 31 号をもって申請、令和 5 年 2 月 20 日付け原設発第 56 号をもって一部補正。以下「本申請」という。）が、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号。以下「法」という。）第 59 条第 1 項の技術上の基準として定める核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則（昭和 53 年総理府令第 57 号。以下「規則」という。）に適合しているものであるかどうかについて審査した。

審査の結果、本申請に係る輸送容器（以下「輸送容器」という。）の設計及び核燃料輸送物（以下「輸送物」という。）の安全性に関する事項について、法第 59 条第 1 項の技術上の基準に適合しているものと認められる。

具体的な審査の内容等については以下のとおり。なお、本審査結果においては、法令の規定等や本申請の内容について、必要に応じ、文章の要約、言い換え等を行っている。

本審査結果で用いる条番号は、断りのない限り規則のものである。

2. 申請の概要

本申請は、平成 28 年 1 月 26 日付け原規規発第 1601263 号（令和 2 年 12 月 23 日付け原規規発第 20122312 号をもって期間更新）をもって第 21 条第 2 項の規定の適用を受け承認された核燃料輸送物設計変更承認申請書（平成 27 年 12 月 3 日付け原設発第 31 号をもって申請。以下「既に承認された申請書」という。）に関し、令和 3 年 1 月 1 日施行の規則改正を踏まえ、輸送物の経年変化を考慮したものであることについて、核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する技術上の基準に係る細目等を定める告示（平成 2 年科学技術庁告示第 5 号。以下「告示」という。）第 41

条第1項の規定に基づき、承認を求めるものである。輸送物の概要等は以下のとおり。
なお、輸送容器及び収納する核燃料物質等（以下「収納物」という。）については、既に承認された申請書の内容から変更はない。

(1) 対象核燃料輸送物の概要

① 名称：NFT-M4P型

② 輸送容器

輸送容器は、円筒形状であり運搬中は専用の輸送架台において水平状態に保持され、取扱い中は水平状態又は垂直状態に保持される。また、密封境界を形成する輸送容器本体（容器本体、蓋及びOリング）、収納する核燃料物質等を健全に保持するために容器本体内部に設置される燃料バスケット並びに落下時等の衝撃を吸収するため容器本体の上部及び下部に装着される緩衝体より構成される。

③ 収納物

○ 加圧水型軽水炉用ウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料集合体

17×17 配列型 最大4体

・核分裂性プルトニウム富化度：最大 ■■■%

・輸送容器に収納されるウラン・プルトニウム量：最大 ■■■kg

・輸送容器に収納されるウラン・プルトニウムの放射能量：最大 ■■■Bq

(2) 核燃料輸送物の種類：BM型輸送物及び核分裂性物質に係る核燃料輸送物

(3) 核燃料輸送物設計承認番号：J / 2015 / B (M) F - 96 (Rev. 1)

3. 審査の方針

本申請の内容が、既に承認された申請書に対し、輸送物の経年変化の考慮を追加したものであることから、本審査では、輸送容器の構成部品及び収納物に使用する材料の機械的特性、組織、組成及び性状に係る使用予定期間中における経年変化について確認し、その経年変化を踏まえて第3条第3項及び第6条に定めるBM型輸送物に係る技術上の基準並びに第11条に定める核分裂性物質に係る核燃料輸送物の技術上の基準に適合していることを確認することとした。また、第17条の2に規定する輸送容器の設計に係る品質管理の方法を定めていることを確認することとした。

4. 審査の内容

4-1 第3条第3項及び第11条

第3条第3項及び第11条は、輸送物はその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求めている。

本節では、輸送物の使用予定期間中に想定される経年変化による影響が評価されていること及び技術上の基準に適合していることの確認において、その影響の評価の必要性及び必要な場合における考慮すべき事項が抽出されていることについての確認内容を記載する。

申請者は、輸送物の使用予定期間中における経年変化の要因を熱、放射線照射、化学変化及び繰り返し荷重であるとしている。その上で、Oリングを除く輸送容器の構成部品については、使用予定期間を60年とし、当該期間中に熱、放射線照射及び化学変化の影響を受けるとし、また、当該期間中の運搬回数は通算600回として繰り返し荷重の影響を受けるとしている。輸送容器の密封装置であるOリングについては、使用予定期間を1年とし、当該期間中に熱、放射線照射及び化学変化の影響を受けるとしているが、多くとも10回程程度の運搬に限られること並びに定期検査及び発送前の点検において異常のないことを確認し必要に応じ交換することから、繰り返し荷重の影響は評価の対象としないとしている。これらの条件を踏まえ、以下のとおり経年変化の考慮の必要性及び必要な場合における考慮すべき事項を抽出したとしている。

(1) 熱による経年変化の影響

- ① 輸送容器に使用するステンレス鋼、XXXXXXXXXX及びボロン入りステンレス鋼については、使用予定期間中に想定される最高温度は解析的評価から約160℃であり、クリープ等による強度変化が生じる温度を下回る。
- ② バスケットに使用するアルミニウム合金については、使用予定期間中に想定される最高温度は解析的評価から約160℃であり、伝熱性能に影響を与える組織や性状が変化するおそれのある温度を下回る。
- ③ Oリングに使用するXXXXXXXXXXについては、使用予定期間中における最高温度は約90℃であり、1年間の連続使用を前提とした場合における最高使用可能温度を下回る。
- ④ 緩衝材に使用する木材については、運搬中に予想される最高温度は保守的な解析的評価から約100℃と予想されるが、これまでの使用済燃料等の輸送時における輸送物の温度測定実績に基づき、緩衝材の温度は解析的評価から最大でも約70℃であること及び使用済燃料輸送に使用した輸送容器の緩衝材に使用した木材の圧潰強度試験結果は製造時の強度との差異がなかったことから、これまでの実績に基づく温度範囲で使用すれば、熱による経年変化の影響が生じるおそれはないと考えられる。ただし、木材の熱による経年変化に係る知見が

少ないことから、これまでの輸送実績に基づくものであることを踏まえ、運搬の都度、緩衝材の温度が実績に基づく温度の範囲内であることを確認した上で使用する。

- ⑤ 容器本体側部の中性子遮蔽材に使用するプロピレングリコール水溶液については、使用予定期間中に想定される最高温度は解析的評価から約 110℃であるが、ステンレス鋼で密閉された空間で使用することから液体状態が維持される上に、蒸発等による喪失はない。
- ⑥ 蓋部等の中性子遮蔽材に使用する樹脂（以下「レジン」という。）については、使用予定期間中に想定される最高温度は解析的評価から約 110℃であり、使用予定期間を通して同温度環境下で使用した場合には水分の放出により約 1%の質量減損が想定されるが、レジンの質量減損量を 1.5%と設定した解析的評価により線量当量率への影響を確認した結果、最大線量当量率の増加はない。

以上のことから、輸送物に使用する材料は、使用予定期間中における熱による経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。

(2) 放射線照射による経年変化の影響

- ① 輸送容器に使用するステンレス鋼、XXXXXXXXXX、ボロン入りステンレス鋼及び木材については、使用予定期間中に受ける中性子照射量は最大で $10^{14}\text{n}/\text{cm}^2$ のオーダーであり、機械的特性に影響を与える中性子照射量を下回るとともに、ボロン入りステンレス鋼に含有されるボロンの減損は無視することができる。
- ② バスケットに使用するアルミニウム合金については、使用予定期間中に受ける中性子照射量は最大で $10^{14}\text{n}/\text{cm}^2$ のオーダーであり、伝熱性能に影響を与える性状や組織に変化が生じるおそれのある照射量を下回る。
- ③ Oリングに使用するXXXXXXXXXXについては、使用予定期間中に受けるガンマ線照射量及び中性子照射量の合計は最大で 10^2Gy のオーダーであり、脆化が生じるおそれのある照射量を下回る。
- ④ 中性子遮蔽材に使用するレジン及びプロピレングリコール水溶液については、使用予定期間中に受ける中性子照射量は最大で $10^{13}\text{n}/\text{cm}^2$ のオーダーであり、それぞれ質量減損や放射線分解が生じるおそれのある中性子照射量を下回る。

以上のことから、輸送容器に使用する材料は、使用予定期間中における中性子

照射による経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。

(3) 化学変化による経年変化の影響

- ① 輸送容器に使用するステンレス鋼については、不動態膜を表面に形成し腐食しにくい材料である。また、使用予定期間中におけるプロピレングリコール水溶液に触れる面の腐食量は0.1mm以下である。[]については、[]の防錆措置を施すとともに、発送前の点検で異常のないことを確認する。
- ② バスケットに使用するステンレス鋼及びボロン入りステンレス鋼並びにアルミニウム合金については、輸送容器本体の内部で使用することから、日光や雨水に直接晒されることはなく、また、それぞれ不動態膜及び酸化皮膜を表面に形成する腐食しにくい材料である。
- ③ Oリングに使用する[]については、容器本体と蓋の間で使用することから、日光や水分に晒されることはない。
- ④ 緩衝材に使用する木材並びに中性子遮蔽材に使用するレジン及びプロピレングリコール水溶液については、いずれも容器本体内の密閉された空間で使用することから、酸素が連続的に供給される環境にない。

以上のことから、輸送容器に使用する材料は、使用予定期間中における腐食の発生等の化学変化による経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。

(4) 繰り返し荷重による経年変化の影響

ステンレス鋼及び[]を使用している輸送容器本体については、使用予定期間中においてそれぞれ取扱いによる荷重及び運搬中に予想される内圧が変化することによる荷重を繰り返し受けることから、これらの繰り返し荷重による疲労に対して使用材料に亀裂、破損等が生じるおそれがないことを評価する必要がある。評価の条件においては、当該期間中における通算600回の運搬で想定される繰り返し荷重による負荷よりも保守的に設定している。なお、4-2節において技術上の基準に適合していることについて確認した内容を記載する。

規制庁は、申請者が、輸送物の使用予定期間及び想定する使用状況において、輸送物の経年変化による影響の評価対象を輸送容器とし、経年変化の要因である熱、放射線照射、化学変化及び繰り返し荷重による影響を評価した結果、熱、放射線照射及び化学変化については経年変化の考慮は必要ないとしていること、また、繰り返し荷重に係る影響については経年変化の考慮として、使用期間中における輸送物の取扱い及び内圧変化による繰り返し荷重による影響評価を必要とし、評価事項等の考慮すべき事項の抽出がされていることを確認した。

4-2 第6条第1号、第4号及び第11条第3号

第6条第1号は、輸送物は容易に、かつ、安全に取扱うことができること、運搬中に予想される温度及び内圧の変化、振動等により、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと、第6条第4号は運搬中に予想される最も低い温度から38℃までの周囲の温度の範囲において、亀裂、破損等の生じるおそれのないこと及び第11条第3号は、-40℃から38℃までの周囲の温度の範囲において、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと（ただし、運搬中に予想される最も低い温度が特定できる場合は、この限りでない。）を求めている。

申請者は、取扱い中において輸送物の吊上げ、吊下ろしにより生じる荷重が輸送容器本体に負荷されること及び運搬中において輸送物の周囲の温度が運搬中に予想される最も低い温度である-20℃から38℃に変化することに伴う輸送容器本体の内圧変化により生じる荷重が輸送容器本体に負荷されることから、これらの荷重が使用予定期間中に繰り返し受けるとした場合の疲労評価において、上記4-1節のとおり当該期間中の運搬において繰り返し受ける負荷を保守的に設定して評価した結果、亀裂、破損等が生じるおそれがないことを確認したとしている。

規制庁は、申請者が取扱い中や運搬中に輸送容器本体に負荷される荷重の繰り返し回数について、想定している運搬回数よりも保守的な条件下においても、輸送容器本体に亀裂、破損等が生じるおそれはないことを確認したとしていることから、第6条第1号及び第4号並びに第11条第3号の技術上の基準に適合していると判断する。

4-3 輸送容器に係る品質管理の方法について

申請者は、輸送容器に係る品質管理の方法については、既に承認された申請書における品質マネジメントの基本方針に基づく管理方法から変更はないとしている。

規制庁は、申請者における輸送物に係る設計、輸送容器の製造に係る調達及び取扱い・保守に関し、既に承認された申請書における品質マネジメントの基本方針に基づく管理方法から変更はないことを確認した。