

# MH I 原子力研究開発株式会社に係る核燃料輸送物設計変更承認申請 (MS-1型) についての審査結果

原規規発第 2301113 号  
令和 5 年 1 月 11 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、MH I 原子力研究開発株式会社（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 9 月 26 日付け NDC 社発第 22-289 号をもって申請、令和 4 年 12 月 22 日付け NDC 社発第 22-373 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

本申請は既に平成 20 年 4 月 22 日付け 19 諸文科科第 4879 号（平成 25 年 4 月 22 日付け原管廃発第 1304191 号及び平成 30 年 4 月 11 日付け原規規発第 1804113 号をもって期間更新）をもって第 21 条第 2 項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（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から変更はない。

(1) 対象核燃料輸送物の概要

① 名称：MS－1型

② 輸送容器

輸送容器は、円筒形状であり運搬中は横置き姿勢、取扱い中は縦置き姿勢で保持される。また、密封境界を形成する本体（容器本体、上部蓋、下部蓋、シャッタ蓋及びOリング）、収納物を保持するために本体内部に設置するシャッタ及びバスケット並びに落下時等の衝撃を吸収するために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

加圧水型原子炉の炉内で照射され放射化した以下の試験片、ロッド等

（放射能の量： $2.98 \times 10^2$  TBq 以下/輸送容器）

- サーベイランスキャプセル\*1 最大 ■ 体
- 制御棒ロッド及び収納缶\*2 最大 ■ 体
- 二次中性子源ロッド及び収納缶\*2 最大 ■ 体
- 非核炉心構成品\*3の被覆管及び収納缶\*2 最大 ■ 体
- バッフルフォーマ板固定ボルト及び収納缶\*2 最大 ■ 体
- 照射サンプル及び照射用ロッド 最大 ■ 体
- 炉内計装用チューブ及び収納缶\*2 最大 ■ 体

\*1：キャプセルには照射試験片、線量計及び温度計を収納している。

\*2：ロッド等は収納缶に入れた上で輸送容器に収納する。なお、収納缶は運搬毎に新品を使用する。

\*3：制御棒集合体、バーナブルポイズン集合体、中性子源集合体をいう。

(2) 核燃料輸送物の種類：BM型輸送物

(3) 核燃料輸送物設計承認番号：J / 1 2 4 / B (M) - 9 6 (R e v . 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、輸送物の経年変化を考慮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

第3条第3項は、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の有無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確認した内容を記載する。その上で、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。

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、輸送容器の構成部品については、使用予定期間である60年の間に熱、放射線照射及び化学変化の影響を受ける環境にあるとした上で、通算300回の運搬に伴う繰り返し荷重を含め、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。なお、本体に使用するOリングについては、1回の運搬ごとに交換することから評価の対象としないとしている。

#### (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及び低合金鋼については、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70℃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 緩衝材に使用する木材については、本体の最高温度が保守的な解析的評価から約60℃であることから、当該の温度と同等またはそれ以下であると考えられる。一方、実用炉の使用済燃料輸送時における輸送物の温度測定実績に基づき解析的に評価すると緩衝材に使用する木材の温度は最大でも約70℃であること及び実用炉の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に関する圧潰強度試験結果において製造時の強度との差異が無かったことを確認していることから、これまでの輸送実績に基づく温度範囲で使用する限り、熱の影響による強度低下が生じるおそれはないと考えている。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、緩衝材の温度を確認した上で使用する。
- ③ ガンマ線遮蔽体に使用する鉛及び断熱材に使用するアルミナセメントについては、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60℃であり、いずれも材料の組織や性状が変化する温度を下回る。

以上のことから、輸送容器に使用するステンレス鋼、木材、鉛及びアルミナセメントは、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

収納物から放出される線質はガンマ線のみであり、輸送容器に使用するステンレス鋼及び低合金鋼、緩衝材に使用する木材、ガンマ線遮蔽体を使用する鉛及び断熱材に使用するアルミナセメントについて、使用予定期間を通してガンマ線の照射を受けるという保守的な仮定をした場合でも、放射線照射量は最大で  $10^2\text{Gy}$  のオーダーであり、ガンマ線照射による材料の機械的特性や組織等に変化が生じるおそれはない。

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放射線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。
- ② 輸送容器に使用する低合金鋼については、メッキ等の防錆措置を施すとともに、発送前に外観を確認し腐食等の異常が確認された場合には補修又は交換する。
- ③ 緩衝材に使用する木材については、ステンレス鋼で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。
- ④ ガンマ線遮蔽材に使用する鉛については、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い上、酸化皮膜を表面に形成し腐食しにくい材料である。
- ⑤ 断熱材に使用するアルミナセメントについて、ステンレス鋼の内部に充填して使用することから、日光や雨水に直接晒されることはなく性状や形状の変化は生じない。

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

ステンレス鋼を使用しているトラニオンについては、使用予定期間中において取扱いによる荷重を繰り返し受け、ステンレス鋼を使用している本体、上部蓋、下部蓋及びシャッタ蓋並びに低合金鋼を使用している蓋締付けボルトについては、運搬中の内圧変化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、繰り返し回数を想定している運搬回数300回に基づき保守的に設定する。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、繰り返し荷重については経年変化の考慮として、輸送物の取扱いによる荷重及び運搬中の内圧変化による荷重を繰り返し受けること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号及び第4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並びに同条第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がないことを求めている。

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トラニオンに負荷されること並びに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低温度として設定した-20℃から最高温度の38℃に変化することに伴う本体内の内圧変化により生じる荷重が容器本体、上部蓋、下部蓋及びシャッタ蓋に負荷されることから、これらの荷重を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節のとおり想定している運搬回数よりも保守的に設定した繰り返し回数に対して、亀裂、破損等が生じるおそれがない設計としている。

規制庁は、申請者が取扱い中にトラニオンに負荷される荷重並びに運搬中に本体、上部蓋、下部蓋及びシャッタ蓋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、トラニオン並びに容器本体、上部蓋、下部蓋及びシャッタ蓋に亀裂、破損等が生じるおそれはないことを確認したとすることから、第6条第1号及び第4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無いとしている。

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無いことを確認した。