

核燃料輸送物設計承認に係る審査書
(TN JA型、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

原規規発第 2105132 号
令和 3 年 5 月 13 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、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下「申請者」という。）から平成 2 年科学技術庁告示第 5 号（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）の一部を改正する告示（令和 2 年原子力規制委員会告示第 4 号）による改正前の平成 2 年科学技術庁告示第 5 号（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）第 4 1 条第 1 項の規定に基づき申請のあった「核燃料輸送物設計承認申請書」（令和 2 年 2 月 28 日付け令 01 原機(ふ)381(令和 3 年 4 月 23 日付け令 03 原機(ふ)047 をもって一部補正)。以下「本申請」という。）について、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）第 5 9 条第 1 項に規定する原子力規制委員会規則（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等の一部を改正する規則（令和 2 年原子力規制委員会規則第 20 号）による改正前の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。）で定める技術上の基準に従って保安のために必要な措置が講じられているか審査した。

審査の結果、本申請は、輸送容器の設計及び運搬することを予定する核燃料物質等を当該輸送容器に収納した場合の核燃料輸送物の安全性に関し、技術上の基準に適合しているものと認められる。

具体的な内容は以下のとおり。なお、本審査書においては、法令の規定等や申請書の内容について、必要に応じ、文章の要約や言い換え等を行っている。

2. 申請の概要

(1) 対象輸送物

- ① 名称：TN JA型
- ② 収納する核燃料物質等（以下「収納物」という。）
 - ・新型転換炉原型炉ふげん使用済燃料集合体 32 体以下

(2) 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. 審査の方針

TN JA型核燃料輸送物（以下「輸送物」という。）に係る輸送容器の設計及び運搬する使用済燃料を輸送容器に収納した場合の安全性に関して、輸送物はBM型輸送物及び核分裂性物質に係る核燃料輸送物であることから規則第6条に定めるBM型輸送物に係る技術上の基準及び規則第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、品質マネジメントの基本方針並びに輸送容器の保守及び輸送物の取扱い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 規則第6条各号に対する適合性について

(1) 規則第6条第1号、第6条第4号及び第11条第3号への適合性

① 容易かつ安全な輸送物の取扱い

規則第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、固定等が容易に行えるよう輸送容器の本体に円筒形状の金物（以下「トラニオン」という。）を設ける設計としている。トラニオンの設計は、輸送容器の重量、収納物の最大重量及び取扱い時等の荷重を考慮し、必要な強度を有する設計としている。

規制庁は、申請者が輸送物を容易に、かつ、安全に取扱うことができるよう輸送容器の本体にトラニオンを設ける設計とし、トラニオンは取扱い時に予想される荷重に対して必要な強度を有する設計としていることを確認したことから、規則第6条第1号に定める技術上の基準に適合していると判断する。

② 運搬中に予想される温度、内圧及び振動等に対する輸送物の耐性

規則第6条第1号は、輸送物は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のないこと、構成部品は、-40℃から70℃まで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（運搬中に予想される温度の範囲が特定できる場合は、この限りでない）並びに周囲の圧力を60kPaとした場合に、放射性物質の漏えいがないことを求めている。また、第6条第4号及び第11条第3号は、-40℃から38℃まで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（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、輸送物について以下のとおり、運搬中に予想される温度及び内圧の変化並びに振動等に対して耐性を有するとしている。

温度の変化に対する耐性については、運搬中に予想される輸送物の周囲の温度

の範囲を□℃から 38℃に設定した上で、収納物の発熱量を踏まえて輸送容器の各部及び収納物の温度の解析的評価を実施した結果、想定される温度範囲において輸送容器の構成部品（□）（以下「合金鋼」という。）、ステンレス鋼、□製ガスケット等に必要とされる材料強度等に影響はないとしている。また、運搬中に想定される温度変化による熱応力、変形等に対して構造健全性が確保されるとしている。

内圧の変化に対する耐性については、上記の温度の変化に対する耐性の評価結果を踏まえ、輸送容器の胴内及び一次蓋と二次蓋との間の内圧の変化を評価した結果、内圧の変化による荷重に対して構造健全性が確保されるとしている。また、輸送物の周囲の圧力を 60kPa とした場合において、輸送容器の胴内及び一次蓋と二次蓋との間の最大内圧との差圧を評価した結果、差圧による荷重に対して輸送容器の構造健全性が確保されるとしている。さらに、密封境界を形成する本体のフランジ部と一次蓋との合わせ面の口開き量は、一次蓋に装着されたガスケットの初期締め付け代を下回る設計としていることから一次蓋の密封性を損なうことはなく、放射性物質の漏えいはないとしている。

振動等に対する耐性については、輸送物は運搬中に、落下等による衝撃荷重を吸収するための衝撃吸収カバーを設置し、トラニオンを用いて固縛する設計としており、輸送物の重量及び運搬中に発生が予想される加速度等を考慮した荷重に対してトラニオンは必要な強度が確保されるとしている。また、運搬時の振動により生じる励振力による荷重は、励振力の持つ振動数域と輸送物の固有振動数との差が大きいため、輸送物の応答増幅の影響はなく、落下時に発生する荷重に包含されるとしている。

規制庁は、申請者が運搬中に予想される温度及び内圧の変化並びに振動等に対する耐性に関して、温度、内圧及び振動等を保守的に設定し評価した結果、輸送物の構造健全性が確保されるとしていることを確認したことから、規則第 6 条第 1 号及び同条第 4 号並びに第 11 条第 3 号に定める技術上の基準に適合していると判断する。

③ 輸送容器構成部品の材料相互及び収納物との危険な物理的作用又は化学反応

規則第 6 条第 1 号は、材料相互の間及び材料と収納される核燃料物質等との間で危険な物理的作用又は化学反応の生じるおそれのないことを求めている。

申請者は、輸送容器の構成部品には化学的に安定した合金鋼、ステンレス鋼等を使用し、材料相互及び収納物との接触による亀裂、破損がなく、腐食等の発生がない設計としている。また、中性子遮蔽材に用いる樹脂（レジン）及び一次蓋に装着されるガスケットの材料である□は金属と接触しても化学反応を起こすおそれはないとしている。

規制庁は、申請者が輸送容器に使用される材料は化学的に安定した材料であり、材料相互の間及び材料と収納される核燃料物質等との間で危険な物理的作用又は化学反応が生じるおそれがない設計としていることを確認したことから、規則第6条第1号に定める技術上の基準に適合していると判断する。

④ 弁の誤操作防止措置

規則第6条第1号は、弁が誤って操作されないような措置が講じられていることを求めている。

申請者は、弁が誤って操作されないよう、胴に設置しているドレン弁及びベント弁は[]、一次蓋に設置しているサンプリング弁は[]としている。

規制庁は、申請者が誤操作防止のためドレン弁及びベント弁は[]し、サンプリング弁は[]とし、誤って操作されない措置を講じていることを確認したことから、規則第6条第1号に定める技術上の基準に適合していると判断する。

⑤ 最大線量当量率

規則第6条第1号は、表面における最大線量当量率が2mSv/hを超えないこと及び表面から1m離れた位置における最大線量当量率が100µSv/hを超えないことを求めている。

申請者は、最大線量当量率の評価において、収納される使用済燃料は[] []での線源強度とすること、使用済燃料を収納する円管（ロジメント）以外のバスケット構造部品を無視すること等の保守的な評価条件を設定し評価した結果、輸送物表面（以下、単に「表面」という。）の最大線量当量率は約0.7mSv/h、表面から1m離れた位置における最大線量当量率は約 $6 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ であるとしている。

規制庁は、申請者が最大線量当量率について、収納される使用済燃料は[] []での線源強度とする、バスケット構造部品の一部を無視する等、保守的に評価条件を設定した上で評価した結果、表面の最大線量当量率が2mSv/h及び表面から1m離れた位置における最大線量当量率が100µSv/hを超えないとしていることを確認したことから、規則第6条第1号に定める技術上の基準に適合していると判断する。

⑥ その他の措置

規則第6条第1号は、表面の放射性物質の密度が平成2年科学技術庁告示第5号（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)及び平成2年科学技術庁告示第7号(放射性同位元素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)の一部を改正する告示(令和2年原子力規制委員会告示第13号)による改正前の平成2年科学技術庁告示第5号(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。以下「告示」という。)第9条に定める密度(以下「表面密度限度」という。)を超えないこと、核燃料物質等の使用等に必要な書類その他の物品(核燃料輸送物の安全性を損なうおそれのないものに限る。)以外のものが収納されていないこと、みだりに開封されないように、かつ、開封された場合に開封されたことが明らかになるように、容易に破れないシールの貼付け等の措置が講じられていること、表面に不要な突起物はなく、かつ、表面の汚染の除去が容易であること、輸送物は外接する直方体の各辺が10cm以上であることを求めている。

申請者は、輸送物の発送前に以下のa)からc)を確認するとしている。また、輸送容器について、以下のd)からf)のとおり設計であるとしている。

- a) 表面の放射性物質の密度を測定し、表面密度限度を超えないこと。
- b) 容器内には使用済燃料以外の物品が収納されていないこと。
- c) 上部衝撃吸収カバー及び弁カバーを取付けた後に□すること。
- d) 表面には取扱い時に使用されるトランニオン及びスカート支持リング等以外の突起物を設けない。
- e) 表面はメッキ等により平滑にする。
- f) 輸送容器の外径、全長とも10cm以上とする。

規制庁は、申請者が発送前に表面の放射性物質の密度の測定、収納物の確認及び□等を確認すること並びに表面の汚染の除去が容易なように輸送容器を設計していること等を確認したことから、規則第6条第1号に定める技術上の基準に適合していると判断する。

(2) 規則第6条第2号及び第3号

規則第6条第2号は、輸送物について、告示第14条に定める一般の試験条件の下に置くこととした場合に以下のa)からd)に掲げる要件に適合することを求めている。また、規則第6条第3号は、輸送物について、告示第16条に定める特別の試験条件の下に置くこととした場合に以下のe)及びf)に掲げる要件に適合することを求めている。

- a) 表面における最大線量当量率が著しく増加せず、かつ、2mSv/hを超えないこと。
- b) 放射性物質の1時間当たりの漏えい量がA₂値の100万分の1を超えないこと。

- c) 日陰における表面の温度について、輸送中人が容易に近づることができる表面において 85℃を超えないこと。
- d) 表面の放射性物質の密度が表面密度限度を超えないこと。
- e) 表面から 1m 離れた位置における最大線量当量率が 10mSv/h を超えないこと。
- f) 放射性物質の 1 週間当たりの漏えい量が A_2 値 (クリプトン 85 にあっては A_2 値の 10 倍)を超えないこと。

① 最大線量当量率 (上記の a)及び e)

申請者は、一般の試験条件において、輸送物に対して最大の破損を及ぼすよう落下の方法等の条件を想定し、解析的評価結果に基づき輸送容器の衝撃吸収カバー及びスカート支持リングの変形を踏まえて表面における最大線量当量率の評価を行った結果、通常時からの有意な増加はなく約 0.7mSv/h であるとしている。また、特別の試験条件において、輸送物に対して最大の破損を及ぼすよう落下の方法等の条件を想定し、これらの試験による輸送物の損傷を踏まえて表面から 1m 離れた位置における最大線量当量率の評価を行った結果、約 4mSv/h であるとしている。

規制庁は、申請者が輸送物の最大線量当量率について、一般の試験条件に置いた輸送物の衝撃吸収カバーの変形を考慮して評価した結果、表面において通常時からの有意な増加はなく 2mSv/h を超えないこと、また、特別の試験条件に置いた輸送物の損傷を考慮して評価した結果、表面から 1m 離れた位置において 10mSv/h を超えないとしていることを確認したことから、規則第 6 条第 2 号イ及び第 3 号イに定める技術上の基準に適合していると判断する。

② 放射性物質の漏えい量 (上記の b)及び f)

申請者は、一般の試験条件において、輸送物に対して最大の破損を及ぼすよう落下の方法等の条件を想定し、解析的評価の結果から輸送容器の密封性及び収納される使用済燃料の燃料被覆管の構造健全性は確保されること並びに胴内は運搬中負圧が確保されることから放射性物質の漏えいはないとしている。

また、特別の試験条件において、輸送物に対して最大の破損を及ぼすよう落下の方法等の条件を想定し、解析的評価の結果から輸送容器の密封性及び収納される使用済燃料の燃料被覆管の破損はないとしている。放射性物質の 1 週間当たりの漏えい量評価においては、収納されている全燃料被覆管の密封性が失われ燃料被覆管内のヘリウム及び核分裂生成ガスが胴内部に放出され胴内部の圧力を上昇させるとともに胴内部に放射性物質が存在すると仮定し評価した結果、放射性物質の 1 週間あたりの漏えい量は が約 Bq、 が約

□ Bq であり、□ は A₂ 値 (□ Bq)、□ は □
□ を超えないとしている。

規制庁は、申請者が一般の試験条件の下に置いた輸送物の放射性物質の漏えい量について、放射性物質の漏えいはなく 1 時間当たりの漏えい量が A₂ 値の 100 万分の 1 を超えないとしていること及び特別の試験条件の下に置いた輸送物の放射性物質の漏えい量について、放射性物質の 1 週間当たりの漏えい量が A₂ 値 (□ □) を超えないとしていることを確認したことから、規則第 6 条第 2 号ロ及び第 3 号ロに定める技術上の基準に適合していると判断する。

③ 輸送物の表面温度 (上記の c)

申請者は、輸送物を専用積載で運搬するとしており、一般の試験条件において、輸送物に対して最大の破損を及ぼすよう落下の方法等の条件を想定し、解析的評価を実施し、その結果を踏まえて、表面の温度が高く評価される条件の下で輸送物の周囲の温度 38℃ の日陰に最大発熱量がある輸送物を置くこととした場合に、輸送中人が容易に近づくことができる部分の表面において最高温度は 75℃ であるとしている。

規制庁は、申請者が一般の試験条件に置いた輸送物の表面温度について、人が容易に近づくことのできる表面の温度は、85℃ を超えないとしていることを確認したことから、規則第 6 条第 2 号ハに定める技術上の基準に適合していると判断する。

④ 表面密度限度 (上記の d)

申請者は、一般の試験条件において、輸送物に対して最大の破損を及ぼすよう落下の方法等の条件を想定し、解析的評価等の結果から、輸送容器の密封性及び収納される使用済燃料の燃料被覆管の構造健全性は確保され、放射性物質の漏えいはないとしている。また、発送前の点検においては、表面の放射性物質の密度を測定し、表面密度限度を超えないことを発送前に確認するとしている。

規制庁は、申請者が一般の試験条件に置いた輸送物の表面密度について、輸送容器の密封性及び収納される使用済燃料の燃料被覆管の構造健全性が確保されることから放射性物質の漏えいはないとしていること並びに発送前の点検で表面密度限度を超えないことを確認するとしていることを確認したことから、規則第 6 条第 2 号ニに定める技術上の基準に適合していると判断する。

(3) 規則第 6 条第 5 号

規則第 6 条第 5 号は、A₂ 値の 10 万倍を超える量の放射能を有する核燃料物質等が収納されている核燃料輸送物にあつては、深さ 200m の水中に 1 時間浸漬さ

せることとした場合に密封装置の破損のないことを求めている。

申請者は、解析的評価により、輸送容器の密封装置である胴、底板及び一次蓋が200mの水深相当の圧力に1時間耐える強度をもつことを確認したことから密封装置が破損することはないとしている。

規制庁は、申請者が輸送物に深さ200mの水深相当の圧力を1時間作用させる条件の下で密封装置である胴、底板及び一次蓋の破損はないとしていることを確認したことから、規則第6条第5号に定める技術上の基準に適合していると判断する。

4-2 規則第11条各号に対する適合性について

(1) 規則第11条第1号

規則第11条第1号は、核分裂性輸送物について、告示第24条に定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置くこととした場合に容器の構造部に一辺10cmの立方体を包含するようなくぼみが生じないこと及び外接する直方体の各辺が10cm以上であることを求めている。

申請者は、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件において、輸送物に対して最大の破損を及ぼすよう落下の方法等の条件を想定し、解析的評価を実施した結果、輸送容器に生じる変形は衝撃吸収カバー及びスカート支持リングに限られ、一辺が10cmの立方体を包含するようなくぼみを生じることなく、また、輸送物に外接する直方体の各辺は10cm以上であるとしている。

規制庁は、申請者が核分裂性輸送物に係る一般の試験条件に置いた輸送物について、容器の構造部に一辺が10cmの立方体を包含するようなくぼみを生じるような変形は生じないとしていること及び輸送物に外接する直方体の各辺が10cm以上であるとしていることを確認したことから、規則第11条第1号に定める技術上の基準に適合していると判断する。

(2) 規則第11条第2号

規則第11条第2号は、核分裂性輸送物は以下のいずれの場合にも臨界に達しないことを求めている。

- ・ 告示第25条に定める孤立系の条件の下に置くこととした場合
- ・ 核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いたものを孤立系の条件の下に置くこととした場合
- ・ 告示第26条に定める核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置いたものを孤立系の条件の下に置くこととした場合
- ・ 核分裂性輸送物と同一のものであって核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いたものを、告示第27条に定める配列系の条件の下で、かつ、

核分裂性輸送物相互の間が最大の中性子増倍率（原子核分裂の連鎖反応において、核分裂により放出された 1 個の中性子ごとに、次の核分裂によって放出される中性子の数をいう。以下同じ。）になるような状態で、核分裂性輸送物の輸送制限個数（1 箇所（集合積載した核分裂性輸送物が、他のどの核分裂性輸送物とも 6m 以上離れている状態をいう。）に集合積載する核分裂性輸送物の個数の限度として定められる数をいう。以下同じ。）の 5 倍に相当する個数積載することとした場合

- ・ 核分裂性輸送物と同一のものであって核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置いたものを、配列系の条件の下で、かつ、核分裂性輸送物相互の間が最大の中性子増倍率になるような状態で、輸送制限個数の 2 倍に相当する個数積載することとした場合

申請者は、規則で要求する上記の条件を全て包含し、臨界評価上厳しい結果を与えるよう収納物を未照射燃料とすること、完全反射条件とすること等を条件とし評価を行った結果、中性子実効増倍率は約 0.5 であり、1 未満であることから臨界に達しないとしている。

規制庁は、申請者が規則第 1 1 条第 2 号に掲げる要件を包含した保守的な条件で解析した結果、中性子実効増倍率が 1 未満であり、臨界に達しないとしていることを確認したことから、規則第 1 1 条第 2 号に定める技術上の基準に適合していると判断する。

4-3 品質マネジメントの基本方針、保守及び輸送物の取扱い方法

申請者は、輸送物の設計にあたり、品質マネジメントシステムにより以下のとおり、設計、製造発注及び取扱い・保守を行うとしている。なお、品質マネジメントシステムの要求事項は品質マニュアルとして文書化したとしている。

- ・ 設計、製造発注及び取扱い・保守に係る業務に従事する者に対する教育・訓練について、原子力安全に影響のある業務に従事する要員に必要な力量を明確化すること、要員が必要な力量に到達するための教育・訓練及びその有効性の評価を実施すること、要員に自分の活動の重要性を認識させること及びこれらの活動に関する記録を維持することとしている。
- ・ 設計管理について、設計の計画、機能及び性能等の要求に係る設計のインプットの明確化、設計のインプットを踏まえたアウトプットの確認、要求事項に対する設計のレビュー、原設計者以外の者又はグループによる設計の検証及び設計変更管理を実施するとしている。
- ・ 輸送容器の製造に係る調達要求について、容器製造者の評価、容器製造者への調達要求事項の明確化、輸送容器製作に係る検査及び品質監査による検証を実施するとしている。

- ・取扱い・保守について、発送前検査、定期自主検査、密封装置の保守及び輸送容器の保管等に関する実施要領等を策定し実施している。
- ・以上の活動が適切に実施されていることの確認のため、内部監査を実施している。

規制庁は、申請者における輸送物に係る設計、製造発注及び取扱い・保守に関し、業務に従事する者の教育訓練の実施を含めた力量管理を実施すること、設計管理について、機能及び性能に係るインプットの明確化並びに設計のレビュー等を実施すること、調達管理について、容器製造者への調達要求事項の明確化、製作に係る検査及び検証の実施並びにプロセスに対する監査等を実施すること及び取扱い・保守について、それぞれ実施要領等を策定し実施していることを確認した。