

原子燃料工業株式会社に係る核燃料輸送物設計変更承認申請 (TNF-XI型) についての審査結果

原規規発第 2211307 号
令和 4 年 11 月 30 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、原子燃料工業株式会社（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 11 日付け熊原第 22-006 号をもって申請、令和 4 年 11 月 16 日付け熊原第 22-028 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、既に令和 4 年 4 月 15 日付け原規規発第 2204152 号をもって第 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承認申請書（令和 4 年 1 月 26 日付け熊原第 21-021 号をもって申請、令和 4 年 3 月 17 日付け熊原第 22-002 号をもって一部補正。以下「既に承認された申請書」という。）に関し、収納する核燃料物質等（以下「収納物」という。）に、下記（1）③に示すとおり新たに収納物 4 を追加すること及び繰り返し使用する粉末収納缶等の使用予定期間を一部変更することについて、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 4

1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、輸送容器の構造及び材質については、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：TNF-XI型

② 輸送容器

輸送容器は、直方体形状であり、運搬時及び取扱い時ともに縦置き姿勢で保持される。また、外容器（外容器本体及び容器外蓋）、密封装置である内容器（内容器本体、容器内蓋及びガスケット）4個、内容器の周りに配置される中性子吸収材、内容器及び外容器の間に充填される耐熱衝撃緩衝材等から構成されている。

③ 収納物

○ 収納物1

- ・各内容器に3個の粉末収納缶を収納
- ・粉末収納缶に収納されるウラン酸化物
(輸送容器に収納されるウラン酸化物量 (^{235}U 濃縮度:5%以下):最大284kg)
- ・ブロッキングシステム¹⁾

○ 収納物2

- ・1個の内容器のみに1個の長尺収納缶を収納
- ・長尺収納缶に収納されるウラン酸化物
(輸送容器に収納されるウラン酸化物量 (^{235}U 濃縮度:5%以下):最大10kg)

○ 収納物3

- ・各内容器に3個の粉末収納缶を収納
- ・粉末収納缶に収納されるウラン残渣²⁾
(輸送容器に収納されるウラン残渣:最大284kg)
[残渣に含まれるウラン量 (^{235}U 濃縮度5%以下):最大20kg]
[残渣に含まれるウラン量 (^{235}U 濃縮度20%以下):最大2kg]
- ・ブロッキングシステム¹⁾

○ 収納物4

- ・各内容器に1個のスラッジ収納缶を収納
- ・スラッジ収納缶に収納される低照射金属ウランスラッジ³⁾
(輸送容器に収納される金属スラッジ:最大2kg)
[スラッジに含まれる金属ウラン量 (^{235}U 濃縮度 %以下):最大1.2kg]
- ・スラッジ収納缶用緩衝材⁴⁾

(注1)

- 1) 輸送容器落下時において内容器本体及び容器内蓋と粉末収納缶の衝突により発生する衝撃力を低減するための措置として、容器内蓋裏面と粉末収納缶上面の距離を減少させることを目的として内容器本体及び容器内蓋と粉末収納缶の隙間に配置される構造体であり、繰り返し使用する。
- 2) 固体のウラン化合物と金属化合物、ガラス等の混合体である。
- 3) 高濃縮ウラン金属とステンレス鋼、真鍮の切粉の混合体である。
- 4) 内容器の内部でスラッジ収納缶の周囲に配置される構造体であり、繰り返し使用はしない。

(注2)

収納物1のウラン酸化物を収納する粉末収納缶、収納物2のウラン酸化物を収納する長尺収納缶、収納物3のウラン残渣を収納する粉末収納缶及び収納物4の低照射金属ウランスラッジを収納するスラッジ収納缶は混載されることはない。また、収納物3において²³⁵U濃縮度が5%以下と20%以下のウラン化合物を混載する場合には収納されるウラン総重量は2kg以下とする。

(2) 核燃料輸送物の種類：A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 / 2 0 4 2 / A F

3. 審査の方針

本申請の内容が、既に承認された申請書から、収納物の追加及び繰り返し使用する粉末収納缶等の使用予定期間の変更を行うものであることから、本審査では、これらの変更が第3条第3項及び第5条に定めるA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。

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、その影響の考慮について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確認する内容を記載する。その上で、4-2節において収納物4が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、既に承認された申請書において設定した一律 40 年の使用予定期間（XXXXXXXXXX）に対し、収納物 1 及び 3 に係る粉末収納缶に関しては使用予定期間を 80 年（通算 200 回の運搬）、収納物 2 に係る長尺収納缶に関しては使用予定期間を 10 年（通算 10 回の運搬）に変更し、また、収納物 4 に係るスラッジ収納缶に関しては、運搬の他、運搬までの期間に施設内において低照射金属ウランスラッジの保管に使用されることから、これらの期間を通算して使用予定期間を 20 年（使用期間中の運搬は 1 回）としている。これら使用予定期間中に熱、放射線照射及び化学変化の影響を受ける環境にあることから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、収納物 2 に係る長尺収納缶及び収納物 4 に係るスラッジ収納缶については、設定した使用予定期間及び通算の運搬回数並びに運搬中に想定される最高温度、累積照射量等の条件は既に承認された申請書における設定に包含され、その際、これらの経年変化の影響については技術上の基準を確認する上で考慮する必要はないことを確認している。

（1）熱による経年変化の影響

熱による経年変化の影響について、粉末収納缶に使用するステンレス鋼及びホウ素入りステンレス鋼の運搬中に想定される最高温度（72℃）は、既に承認された申請書からの変更はないことから、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

中性子照射による経年変化の影響について、粉末収納缶に使用するステンレス鋼及びホウ素入りステンレス鋼が使用予定期間中に受ける累積中性子照射量は 10^{11}n/cm^2 オーダーであり機械的特性に影響を与えるおそれがあるとされる照射量を下回ること、中性子吸収機能を有するホウ素入りステンレス鋼が含有する ^{10}B の使用予定期間中における減損量は全 ^{10}B 量の約 10^{-9} 倍であることから、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

化学変化による経年変化の影響について、粉末収納缶に使用するステンレス鋼及びホウ素入りステンレス鋼の運搬中における使用環境は、既に承認された申請書からの変更はないことから、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

繰り返し荷重による経年変化の影響について、全ての収納缶に使用するステンレス鋼には、輸送容器の使用期間中において温度変化に伴い発生する繰り返し負荷が加わることはないことから、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。

規制庁は、申請者が、収納物 4 の追加及び繰り返し使用する収納缶の使用予定期間の変更に対し、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、技術上の基準に適合していることの確認において、考慮する必要はないと評価していることを確認した。

4-2 第5条各号の適合性

(1) 第5条第1号

第5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、収納物であるスラッジ収納缶及びスラッジ収納缶用緩衝材にはそれぞれ化学的に安定したステンレス鋼及びアルミニウム合金を使用していること並びに核燃料物質である金属ウラン酸化物はスラッジ収納缶に収納される設計であることから、輸送容器の構成部品に使用する材料と核燃料物質等の接触による亀裂、破損等はなく、腐食等の発生がない設計としている。また、スラッジ収納缶用緩衝材に用いるエチレンプロピレンゴム等は接触するステンレス鋼と化学反応が生じるおそれはないとしている。

規制庁は、申請者が収納物 4 を輸送容器に収納した場合においても、輸送容器の構成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はない設計としていることを確認したことから、第5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) 第5条第7号及び第8号

第5条第7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、同条第8号は、表面から 1m 離れた位置における最大線量当量率が 100 μ Sv/h を超えないことを求めている。

申請者は、収納物 4 を収納した場合における最大線量当量率の評価において、金属ウランが最大収納量収納されているとし、ウラン同位体の燃焼に伴う崩壊を考慮した上で、スラッジ収納缶及びスラッジ収納缶用緩衝材の存在を無視し、金属ウランのみが内容器に収納されているとする保守的な条件を設定し評価した結果、輸送容器の表面（以下単に「表面」という。）の最大線量当量率は約 9×10^{-1} mSv/h、表面から 1m 離れた位置における最大線量当量率は約 70μ Sv/h であるとしている。

規制庁は、申請者が収納物 4 を収納した場合における最大線量当量率の評価について、保守的な条件を設定し評価した結果、表面の最大線量当量率が 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 100μ Sv/h を超えないことを確認したことから、第 5 条第 7 号及び第 8 号に定める技術上の基準に適合していると判断する。

(3) 第 5 条第 9 号口

第 5 条第 9 号口は、輸送物について、告示第 13 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 を超えないことを求めている。

申請者は、収納物 4 を収納した輸送物を一般の試験条件の下に置くこととした場合において、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設定し、実物大の試験用容器を用いた落下試験を実施した結果に基づき、外容器の変形を考慮した上で、スラッジ収納缶及びスラッジ収納缶用緩衝材の存在を無視し、金属ウランのみが収納されているとする保守的な条件を設定し、表面の最大線量当量率の評価を行った結果、通常時から著しい増加はなく約 1mSv/h であるとしている。

規制庁は、申請者が収納物 4 を収納した場合における表面の最大線量当量率について、一般の試験条件の下に置いた輸送物の変形を考慮した上で、保守的な条件を設定し評価した結果、表面の最大線量当量率が通常時に比べて著しく増加することはなく 2mSv/h を超えないとしていることを確認したことから、第 5 条第 9 号口に定める技術上の基準に適合していると判断する。

4-3 第11条第2号の適合性

第11条第2号は、核燃料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。

- a) 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
- b) 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
- c) 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
- d) 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
- e) 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、収納物4を収納した場合について、上記a)～e)のすべての条件を包含し、臨界評価上厳しい結果を与えるよう濃縮度100%の金属ウランが最大収納量収納され、内容器の中に配置されるスラッジ収納缶及びスラッジ収納缶用緩衝材の中性子の反射効果等が高くなるように水素密度が高い水に置き換える等を条件として評価を行った結果、中性子実効増倍率の最大値は約0.94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、申請者が収納物4を収納した場合について、申請者が第11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、第11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。

4-4 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から変更は無いことを確認した。