

三菱重工業株式会社の発電用原子炉施設に係る特定機器の 型式の指定に関する審査結果

令和5年5月31日
原子力規制庁

1. 審査内容

原子力規制委員会原子力規制庁（以下「規制庁」という。）は、三菱重工業株式会社（以下「申請者」という。）の発電用原子炉施設に係る型式設計特定機器の型式指定申請書（令和4年7月13日付け Doc No. L5-95KV100 R0 をもって申請、令和5年3月31日付け Doc No. L5-95KV151 R0 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43条の3の31第3項第1号に規定する法第43条の3の30第1項の型式証明を受けた設計に基づいたものであるかどうか、法第43条の3の31第3項第2号に規定する法第43条の3の14の技術上の基準として定める「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成25年原子力規制委員会規則第6号。以下「技術基準規則」という。）に適合しているものであるかどうか、法第43条の3の31第3項第3号に規定する均一性を有するものであるかどうかについて審査した。

また、本申請における型式設計特定機器は、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年通商産業省令第77号）第100条第2号で規定する特定兼用キャスクであり、実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第5号。以下「設置許可基準規則」という。）第2条第2項第41号に規定する兼用キャスクには、使用済燃料を工場等内に貯蔵する乾式キャスクのうち、使用済燃料の工場等外への運搬に使用する容器に兼用することができるものとして、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規則（昭和53年総理府令第57号。以下「外運搬規則」という。）第6条及び第11条に定める技術上の基準（容器に係るものに限る。）に適合することが求められていることから、当該適合性についても併せて確認することとした。

特定兼用キャスクに係る輸送容器の設計及び核燃料物質等を当該輸送容器に収納した核燃料輸送物（以下「輸送物」という。）の安全性に関して、輸送物は外運搬規則第3条第1項第3号に規定するBM型輸送物及び外運搬規則第11条に規定する核分裂性物質に係る核燃料輸送物であることから、外運搬規則第3条第3項の規定に従い輸送物の経年変化を考慮した上で、外運搬規則第6条に定めるBM型輸送物に係る技術上の基準及び外運搬規則第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ものであるかどうかについて審査した。

規制庁は、審査に当たり、申請書本文、新技術の内容を十分に説明した書類、型式証明を受けた設計との整合性に関する説明書、自然現象による損傷の防止に関する説明書、耐震性に関する説明書、強度に関する説明書、構造図、容量、最高使用圧力及び最高使用温度の設定根拠に関する説明書、核燃料物質が臨界に達しないことに関する説明書、特定兼用キャスクの冷却能力に関する説明書、放射線遮蔽材の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書、特定兼用キャスクの閉じ込めに関する説明書、特定兼用キャスクが使用される条件下における健全性に関する説明書、外運搬規則第六条若しくは第七条及び第十一条に定める技術上の基準（容器に係るものに限る。）への適合性に関する説明書、申請に係る型式設計特定機器の設計及び製作に係る品質管理の方法並びにその実施に係る組織に関する説明書、並びに申請に係る型式設計特定機器の特定機器型式証明変更承認通知書の写しを確認の対象とした。

また、本審査においては、原子力規制委員会が定めた原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド（原規技発第 1903131 号（平成 31 年 3 月 13 日原子力規制委員会決定））等を参照するとともに、その他法令で定める基準、学協会規格等も参照した。

なお、申請者は、特定兼用キャスクを基礎等に固定せず、かつ、特定兼用キャスク蓋部が金属部へ衝突しない方法として、特定兼用キャスクに貯蔵用緩衝体を装着する設計とするとしているが、貯蔵用緩衝体は、特定兼用キャスクの設計の型式指定の申請対象設備等に含まれず、2.(5)②に示すとおり、特定兼用キャスクの使用に係る発電用原子炉施設の設計及び工事の計画の認可申請において、その設計及び工事の計画を確認するものである。

2. 申請の概要

本申請は、法第 4 3 条の 3 の 3 0 第 1 項の規定に基づき、発電用原子炉施設に係る特定機器の設計の型式証明申請書（令和 2 年 1 月 27 日付け Doc No. L5-95JY100 R0 をもって申請、令和 3 年 8 月 31 日付け Doc No. L5-95JY101 R0 及び令和 3 年 10 月 8 日付け Doc No. L5-95JY102 R0 をもって一部補正）により、令和 3 年 10 月 27 日付け原規規発第 2110274 号で型式証明を受け、法第 4 3 条の 3 の 3 0 第 3 項の規定に基づき、発電用原子炉施設に係る特定機器の設計の型式証明変更申請書（令和 4 年 1 月 28 日付け Doc No. L5-95JY103 R0 をもって申請、令和 4 年 4 月 6 日付け Doc No. L5-95JY104 R0 をもって一部補正）により、令和 4 年 6 月 2 日付け原規規発第 2206025 号で変更の承認を受けた設計に係る型式設計特定機器に関するものであり、その概要は以下のとおり。

なお、当該特定機器の設計の型式証明に係る申請書を、以下「型式証明申請書」という。

- (1) 型式設計特定機器の種類：特定兼用キャスク
- (2) 型式設計特定機器の名称及び型式：MSF-24P (S) 型（以下「当該特定兼用キャスク」という。）
- (3) 型式設計特定機器の型式証明の番号：C-S E-2110271
- (4) 型式設計特定機器の設計及び製作の方法の概要

①設計仕様

特定兼用キャスク 1 基あたりの貯蔵能力： PWR 使用済燃料集合体 24 体

全長： 5.2 m 以下

外径： 2.6 m 以下

全質量（使用済燃料を含む。）：120 t 以下

貯蔵する使用済燃料集合体の種類：

PWR 使用済燃料集合体（17×17 燃料（A型、B型）、15×15 燃料（A型、B型））

特定兼用キャスク 1 基あたりの最大崩壊熱量：15.8kW

貯蔵する使用済燃料集合体の種類に応じた燃焼度及び冷却期間：

PWR 使用済燃料集合体（ウラン燃料）

17×17 燃料 48,000Mwd/t 型（A型）を収納する場合

収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 48,000Mwd/t 以下

冷却期間 15 年以上

17×17 燃料 48,000Mwd/t 型（B型）を収納する場合

収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 48,000Mwd/t 以下

冷却期間 17 年以上

17×17 燃料 39,000Mwd/t 型（A型）を収納する場合

収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 39,000Mwd/t 以下

冷却期間 15 年以上

17×17 燃料 39,000MWd/t 型 (B型) を収納する場合 収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 冷却期間	39,000MWd/t 以下 17 年以上
15×15 燃料 48,000MWd/t 型 (A型) を収納する場合 収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 冷却期間	48,000MWd/t 以下 15 年以上
15×15 燃料 48,000MWd/t 型 (B型) を収納する場合 収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 冷却期間	48,000MWd/t 以下 17 年以上
15×15 燃料 39,000MWd/t 型 (A型) を収納する場合 収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 冷却期間	39,000MWd/t 以下 15 年以上
15×15 燃料 39,000MWd/t 型 (B型) を収納する場合 収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 冷却期間	39,000MWd/t 以下 17 年以上

(5) 型式設計特定機器を使用することができる発電用原子炉施設の範囲又は条件

①範囲

以下に示す条件により設計された型式設計特定機器を使用することができる貯蔵施設であること。

特定兼用キャスクの設計貯蔵期間	60 年以下
特定兼用キャスクの貯蔵場所	貯蔵建屋内
特定兼用キャスクの貯蔵姿勢	横置き
特定兼用キャスクの設置方式	貯蔵架台上に設置
特定兼用キャスクの固定方式	トランシオン固定
特定兼用キャスクの表面における線量当量率	2 mSv/h 以下
特定兼用キャスク表面から1m 離れた位置における線量当量率	100µSv/h 以下
貯蔵状態における特定兼用キャスク周囲温度	最低温度 -20℃ 最高温度 45℃
貯蔵状態における貯蔵建屋壁面温度	最高温度 65℃
地震力	加速度 水平 2300Gal 及び 鉛直 1600Gal (※1) 又は 速度 水平 2m/s 及び 鉛直 1.4m/s (※1)
津波荷重の算出条件	浸水深 10m (※1) 流速 20m/s (※1) 漂流物質量 100 t
竜巻荷重の算出条件	風速 100m/s (※1)
設計飛来物	兼用キャスク告示に定める竜巻により、特定兼用キャスクに衝突し得る飛来物として、原子力発電所の竜巻影響評価ガイド (原規技発第 13061911 号 (平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会決定)) を参考に条件を設定

(※1) 兼用キャスクが安全機能を損なうかどうかをその設置される位置のいかんにかかわらず判断するために用いる地震力等を定める告示 (平成 31 年原子力規制委員会告示第 2 号。以下「兼用キャスク告示」という。) に規定される値

②条件

発電用原子炉施設の設計及び工事の計画の認可申請時に別途確認を要する条件は以下のとおり。

- ・当該特定兼用キャスク蓋部が金属部へ衝突しない方法として貯蔵用緩衝体を装着して設置するものとし、当該貯蔵用緩衝体は、貯蔵用緩衝体の経年変化を考慮した上で、一般社団法人 日本機械学会「使用済燃料貯蔵施設規格金属キャスク構造規格（2007年版）」（以下「金属キャスク構造規格」という。）に規定される供用状態Dに対して、当該特定兼用キャスクの安全機能を担保する部材が許容基準を満足するために必要な緩衝性能を有すること。必要な緩衝性能を有することとは、貯蔵施設における想定事象により、当該特定兼用キャスク本体に水平落下、軸方向衝突（上部側）及び軸方向衝突（下部側）の衝撃加速度が生じた場合に、当該特定兼用キャスクの上部（蓋部）及び下部（底部）に作用する荷重が、金属キャスク構造規格の供用状態Dの許容基準を満たすために本申請において設定した荷重条件を満たす場合とする。
- ・当該特定兼用キャスクに使用済燃料集合体を収納するに当たっては、当該特定兼用キャスクの臨界機能に関する評価で考慮した因子についての条件又は範囲を逸脱しないような措置、並びに当該特定兼用キャスクの遮蔽機能及び除熱機能に関する評価で考慮した使用済燃料集合体の燃焼度に応じた使用済燃料集合体の配置の条件又は範囲を逸脱しないような措置が講じられること。
- ・貯蔵建屋の損傷によりその遮蔽機能が著しく低下した場合においても、工場等周辺の実効線量は周辺監視区域外における線量限度を超えないこと。
- ・貯蔵建屋は、当該特定兼用キャスクの除熱機能を阻害しない設計であること。また、貯蔵建屋の給排気口は、積雪等により閉塞しない設計であること。
- ・当該特定兼用キャスク周囲温度が、(5)①で示す最高温度以下であること。また、貯蔵建屋壁面温度が、(5)①で示す最高温度以下であること。さらに、貯蔵建屋内の周囲温度が異常に上昇しないことを監視できること。
- ・当該特定兼用キャスクの万一の閉じ込め機能の異常に対する修復性の考慮がなされていること。
- ・地震時に、貯蔵施設における周辺施設等からの波及的影響により当該特定兼用キャスクの安全機能が損なわれないこと。
- ・竜巻により当該特定兼用キャスクに衝突し得る飛来物の条件が、(5)①で示す設計飛来物の条件に包絡されていること。
- ・法第43条の3の9第1項に基づく設計及び工事の計画の認可の申請までに外運搬規則第21条第2項の規定に基づく輸送容器の設計に関する原子力規制委員会の承認を受けること。

輸送容器の設計に関する原子力規制委員会の承認を受ける際には、次のとおりとする。

- ・核燃料輸送物の運搬は、添付書類13「外運搬規則第六条若しくは第七条及び第十一条に定める技術上の基準（容器に係るものに限る。）への適合性に関する説明書」（イ）章に示す輸送容器の緩衝体を装着し、専用積載として周囲温度 -20°C 以上で実施すること。また、輸送容器の使用予定年数は60年、使用予定回数は10回であること。
- ・輸送用の緩衝体の使用に際しては、都度、輸送容器の使用履歴を蓄積し、輸送前に、輸送容器の使用履歴、収納物の発熱量及び輸送時に想定される環境温度を踏まえ、木材温度が、概ね実績のある温度の範囲内であることを確認した後に輸送を行うこと。

- ・核燃料輸送物の発送前検査（温度測定検査）により、太陽熱放射のない条件において輸送中人が容易に近づくことができる表面温度が 85℃を超える場合には、近接防止金網を装着して輸送すること。
- ・核燃料輸送物の発送前検査（外観検査）により、核燃料輸送物が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措置されていることを確認すること。
- ・核燃料輸送物の発送前検査（表面密度検査）により、核燃料輸送物の表面の放射性物質の密度が外運搬規則第 4 条第 1 項第 8 号に規定される表面密度限度以下であることを確認すること。
- ・核燃料輸送物の発送前検査（収納物検査）により、核燃料物質等の使用等に必要書類その他の物品（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を確認すること。

3. 審査の内容

1. 審査内容のとおり、法第 4 3 条の 3 の 3 1 第 3 項各号並びに外運搬規則第 6 条及び第 1 1 条に定める技術上の基準（容器に係るものに限る。）に適合することが求められていることから、それぞれの適合性について 3-1 及び 3-2 に記載する。

3-1. 法第 4 3 条の 3 の 3 1 第 3 項各号への適合性

3-1-1. 法第 4 3 条の 3 の 3 1 第 3 項第 1 号への適合性

規制庁は、当該特定兼用キャスクが型式証明を受けた設計に基づいたものであるかに関して、次の事項を確認したことから、本申請が法第 4 3 条の 3 の 3 1 第 3 項第 1 号の規定に適合しているものと認める。

- (1) 型式設計特定機器の設計及び製作の方法のうち設計仕様について、型式証明申請書に記載された当該特定兼用キャスク及び収納する使用済燃料集合体の仕様と整合していること。
- (2) 型式設計特定機器の設計及び製作の方法のうち設計方針について、型式証明申請書に記載された特定機器の構造及び設備における設計方針と整合していること。
- (3) 当該特定兼用キャスクを使用することができる発電用原子炉施設の範囲又は条件について、型式証明申請書に記載された発電用原子炉施設の範囲又は条件と整合していること。また、本申請においては、当該特定兼用キャスクの貯蔵場所は貯蔵建屋内とし、貯蔵姿勢は横置きに限定としていること。

3-1-2. 法第 4 3 条の 3 の 3 1 第 3 項第 2 号への適合性

規制庁は、本申請の技術基準規則各条文への適合性に関して、型式設計特定機器の設計及び製作の方法について、3-1-1 の法第 4 3 条の 3 の 3 1 第 3 項第 1 号への適合性に関する審査において確認した設計方針に対応する技術基準規則として、第 5 条（地震による損傷の防止）、第 6 条（津波による損傷の防止）、第 7 条（外部からの衝撃による損傷の防止）、第 1 7 条（材料及び構造）及び第 2 6 条（燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備）への適合性を確認した。

本審査では、当該規定の条項のうち、本申請である当該特定兼用キャスクの設計の型式指定に係る事項を審査の対象範囲とし、申請者の詳細設計について審査した。上記以外の条項については審査の対象外とした（本審査の対象範囲については表 1 を参照）。以下、本節において用いる条番号は、断りのない限り技術基準規則のものである。

また、製作の方法は、上記各条に規定される設備ごとの要求事項等を踏まえ、当該設備が期待される機能を確実に発揮することを示すため、製作の手順や検査の方法等を記載す

るものであることから、製作の方法に係る技術基準規則の規定への適合性については、上記各条への適合性とは別に記載した。

(1) 第5条（地震による損傷の防止）

第5条の規定は、特定兼用キャスクについて、設置許可基準規則第4条第6項第1号に規定する兼用キャスク告示に定める地震力（以下「告示地震力」という。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならないこと等を要求している。

申請者は、地震による損傷の防止について、以下のとおり設計している。

①告示地震力に対して蓋部が金属部へ衝突しない方法で横置きに設置し、貯蔵用緩衝体を装着する。

②①の場合において、自重その他の貯蔵時に想定される荷重と告示地震力を組み合わせた荷重条件に対して、当該特定兼用キャスクの安全機能を担保する部位のうち、閉じ込め機能を担保する部位はおおむね弾性状態に留まるようにし、臨界防止機能を担保するバスケットプレートは弾性状態に留まるように設計する。それ以外の部位については、塑性ひずみが生じる場合であっても、破断延性限界に十分な余裕を有し、安全機能が維持される設計とする。

規制庁は、地震による損傷の防止に関して、告示地震力が作用した場合に、当該特定兼用キャスクの安全機能を担保する部位に発生する応力に対して必要な強度を有しており、構造強度を確保できるよう設計していることを確認したことから、第5条の規定に適合していると認める。

(2) 第6条（津波による損傷の防止）

第6条の規定は、特定兼用キャスクについて、設置許可基準規則第5条第2項第1号に規定する兼用キャスク告示に定める津波（以下「告示津波」という。）によりその安全性が損なわれるおそれがないように防護措置その他の適切な措置を講じなければならないこと等を要求している。

申請者は、津波による損傷の防止について、告示津波による遡上波の波力及び漂流物の衝突による荷重が同時に作用する荷重条件に対して、当該特定兼用キャスクの安全機能を担保する部位のうち、閉じ込め機能を担保する部位はおおむね弾性状態に留まるようにし、臨界防止機能を担保するバスケットプレートは弾性状態に留まるように設計している。それ以外の部位については、塑性ひずみが生じる場合であっても、破断延性限界に十分な余裕を有し、安全機能が維持される設計としている。

規制庁は、津波による損傷の防止に関して、告示津波が作用した場合に、当該特定兼用キャスクの安全機能を担保する部位に発生する応力に対して必要な強度を有しており、構造強度を確保できるよう設計していることを確認したことから、第6条の規定に適合していると認める。

(3) 第7条（外部からの衝撃による損傷の防止）

第7条の規定は、特定兼用キャスクについて、設置許可基準規則第6条第4項第1号に規定する兼用キャスク告示に定める竜巻（以下「告示竜巻」という。）により安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならないこと等を要求している。

申請者は、外部からの衝撃による損傷の防止について、告示竜巻による荷重及び設計飛来物の衝突荷重を組み合わせた荷重条件に対して、当該特定兼用キャスクの安全機能を担保する部位のうち、閉じ込め機能を担保する部位はおおむね弾性状態に留まるようにし、臨界防止機能を担保するバスケットプレートは弾性状態に留まるように設計している。それ以外の部位については、塑性ひずみが生じる場合であっても、破断延性限界に十分な余裕を有し、安全機能が維持される設計とされている。

規制庁は、外部からの衝撃による損傷の防止に関して、告示竜巻が作用した場合に、当該特定兼用キャスクの安全機能を担保する部位に発生する応力に対して必要な強度を有しており、構造強度を確保できるよう設計していることを確認したことから、第7条の規定に適合していると認める。

(4) 第17条（材料及び構造）

第17条の規定は、クラス3容器である特定兼用キャスクについて、以下の①から③に掲げる要件に適合することを要求している。

- ①特定兼用キャスクに使用する材料は、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有すること。
- ②特定兼用キャスクの構造及び強度は、設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること、また、設計上定める条件において、座屈が生じないこと。
- ③特定兼用キャスクの主要な耐圧部の溶接部は、不連続で特異な形状でないものであること、溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認したものであること、適切な強度を有するものであること、機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法、溶接設備及び技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものであり溶接したものであること。

申請者は、材料及び構造について、以下のとおり設計している。

- ①クラス3容器である当該特定兼用キャスクの材料及び構造について、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012年度版）＜第I編 軽水炉規格＞JSME S NC1-2012」（日本機械学会）等に従い設計する。

当該特定兼用キャスクの材料については、使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有する設計とする。

- ②当該特定兼用キャスクの構造及び強度について、容器は、取扱い時及び貯蔵時において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする、また、座屈が生じない設計とする。
- ③容器の主要な耐圧部の溶接部は、不連続で特異な形状でないものであり、溶接による割れが生じるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保と有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認したものであり、適切な強度を有するものとする。また、機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法、溶接設備及び適切な技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものであり溶接する。

規制庁は、材料及び構造に関して、使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有するよう設計していること、取扱い時及び貯蔵時において全体的な変形を弾性域に抑え、座屈が生じない設計とすること、容器の主要な耐圧部の溶接部は、有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験によ

り確認したものであり、適切な強度を有するものとする等を確認したことから、第17条の規定に適合していると認める。

(5) 第26条（燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備）

第26条の規定は、特定兼用キャスクについて、燃料体等が臨界に達するおそれがない構造であること、崩壊熱により燃料体等が溶融しないものであること、使用済燃料が内包する放射性物質を適切に閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視できること、使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有すること、使用済燃料の被覆管の著しい腐食又は変形を防止できること、キャスク本体その他のキャスクを構成する部材は、使用される温度、放射線、荷重その他の条件に対し、適切な材料及び構造であることを要求している。

このため、規制庁は、以下の項目について審査を行った。

- ①臨界防止
- ②崩壊熱の除去
- ③閉じ込め及び監視
- ④遮蔽能力
- ⑤材料・構造健全性

規制庁は、これらの項目について、以下のとおり本申請の内容を確認したことから、技術基準規則に適合するものと判断した。

各項目についての審査内容は以下のとおり。

①臨界防止

第26条第2項第1号の規定は、特定兼用キャスクについて、燃料体等が臨界に達するおそれがない構造であることを要求している。

申請者は、使用済燃料の臨界防止について、以下のとおり設計するとしている。

- a. 使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持するためのバスケットプレート及び中性子吸収能力を有するほう素を偏在することなく添加した中性子吸収材を適切な位置に配置することにより、当該特定兼用キャスク単体として、使用済燃料集合体を収納した条件下で、臨界を防止する。
- b. 臨界解析上厳しい結果を与えるよう、最も反応度の高い未照射燃料を収納し、当該特定兼用キャスクの周囲を完全反射とするなどの条件で評価を行った結果、中性子実効増倍率は冠水状態の場合に最大で0.912となり0.95以下であることから、技術的に想定されるいかなる場合でも使用済燃料が臨界に達するおそれはない。

規制庁は、使用済燃料の臨界防止に関して、バスケットプレートを適切な位置に配置することにより使用済燃料の幾何学的配置が維持できること、また、臨界計算により、燃料が臨界に達しない構造等である設計としていることを確認したことから、第26条第2項第1号に適合していると認める。

②崩壊熱の除去

第26条第2項第2号の規定は、特定兼用キャスクについて、崩壊熱により燃料体等が溶融しないものであることを要求している。

申請者は、崩壊熱の除去について、以下のとおり設計するとしている。

- a. 動力を用いずに使用済燃料の崩壊熱を適切に除去するため、使用済燃料の崩壊熱を当該特定兼用キャスクの外表面に伝え、周囲の空気等に伝達することにより除熱できる構造とする。
- b. 使用済燃料の種類、燃焼度、冷却期間等の条件から、除熱評価の結果が厳しくなる入力条件を設定した上で求めた使用済燃料の崩壊熱量及び使用済燃料集合体の燃焼度に応じた収納配置を考慮して評価を行った結果、燃料被覆管及び当該特定兼用キャスクの構成部材の温度はいずれも使用済燃料の健全性及び安全機能を維持できる制限温度以下であることから、使用済燃料等の崩壊熱を除去できる。

規制庁は、崩壊熱の除去に関して、動力を用いずに使用済燃料集合体から発生する崩壊熱を当該特定兼用キャスクの外表面に伝え周囲の空気等に伝達して除熱できるよう設計していること、また、設計計算により、燃料が熔融しないことが確認された冷却能力を有するよう設計していることを確認したことから、第26条第2項第2号の規定に適合していると認める。

③閉じ込め及び監視

第26条第2項第6号イの規定は、特定兼用キャスクについて、使用済燃料が内包する放射性物質を適切に閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視できることを要求している。

申請者は、閉じ込め機能及びその監視について、以下のとおり設計するとしている。

- a. 長期にわたって閉じ込め機能を維持する観点から、当該特定兼用キャスクの蓋部及び蓋貫通孔のシール部に金属ガスケットを用いることにより、設計貯蔵期間60年間を通じて、使用済燃料集合体を内封する空間を不活性雰囲気を保つとともに負圧に維持する。
- b. 当該特定兼用キャスクの蓋部を一次蓋及び二次蓋による二重の閉じ込め構造とし、一次蓋と二次蓋との空間部（以下「蓋間」という。）を正圧に維持することにより圧力障壁を形成し、使用済燃料集合体を内封する空間を当該特定兼用キャスク外部から隔離する。
- c. 蓋間の圧力を測定することにより、閉じ込め機能を監視できる設計とする。

規制庁は、閉じ込め機能及び監視に関して、当該特定兼用キャスクの蓋部及び蓋貫通孔のシール部に金属ガスケットを用いることにより、設計貯蔵期間を通じて、使用済燃料を収納する空間を負圧に維持できるよう設計していること、蓋間圧力の測定により、閉じ込め機能を監視できるよう設計していることを確認したことから、第26条第2項第6号イの規定に適合していると認める。

④遮蔽能力

第26条第2項第6号ロの規定は、特定兼用キャスクについて、使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有することを要求している。

申請者は、遮蔽能力について、以下のとおり設計するとしている。

- a. 使用済燃料から放出される放射線を、ガンマ線遮蔽材（鋼製材）及び中性子遮蔽材（レジン）を用いた当該特定兼用キャスクの本体及び蓋部により遮蔽する。
- b. 設計貯蔵期間 60 年間の熱による中性子遮蔽材の遮蔽能力の低下を考慮しても、当該特定兼用キャスク表面及び当該特定兼用キャスク表面から 1 m 離れた位置における線量当量率を、それぞれ 2mSv/h 以下、100 μ Sv/h 以下となるようにする。
- c. 収納する使用済燃料の種類、燃焼度、冷却期間等の条件から、遮蔽評価の結果が厳しくなる入力条件を設定した上で、線源強度を求め、評価を行った結果、当該特定兼用キャスクの表面における最大線量当量率は 1.64mSv/h、同表面から 1m 離れた位置における最大線量当量率は 84.6 μ Sv/h であり、2.（5）①の当該特定兼用キャスクを使用することができる発電用原子炉施設の範囲としている当該特定兼用キャスクの表面及び表面から 1m 離れた位置における線量当量率を下回ること。

規制庁は、遮蔽に関して、ガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材による遮蔽により、当該特定兼用キャスク表面及び表面から 1m 離れた位置における線量当量率（それぞれ 2mSv/h、100 μ Sv/h）を下回るよう設計していることを確認した。

なお、審査の過程において、遮蔽解析に使用した MCNP5 コードの適用妥当性については、申請者は当初、解析条件の保守性について、学会標準のガイドラインに基づき、測定の不確かさを定性的に評価し、MCNP5 コードの適用妥当性を説明した。これに対し、規制庁は、MCNP5 コードの適用妥当性を説明するために、線量当量率の計算値の評価条件と測定条件の違い等を明確かつ定量的に示すよう求めた。申請者は、線量当量率の測定値に付随する測定誤差及び測定の不確かさを定量的に評価することが困難であることから、許認可実績のある解析コードとの比較等により、本申請の遮蔽解析は保守的に評価されていることを示し、遮蔽に係る基準適合性を説明した。これらの説明を踏まえて、規制庁は、学会標準のガイドラインを参考にして、開発者による検証事例の確認や、計算精度の確認を目的として金属キャスク体系の測定値に対するベンチマーク解析の結果より両者の線量当量率及びその空間分布傾向等の比較を基に定性的な予測性能を評価した上で、許認可実績のある解析コードとの比較等により、本申請の遮蔽解析は保守的に評価されていることを確認した。

以上のことから、第 26 条第 2 項第 6 号ロの規定に適合していると認める。

⑤材料・構造健全性

第 26 条第 2 項第 6 号ハ及びニの規定は、使用済燃料の被覆材の著しい腐食又は変形を防止できること、並びにキャスク本体その他のキャスクを構成する部材は、使用される温度、放射線、荷重その他の条件に対し、適切な材料及び構造であることを要求している。

申請者は、材料・構造健全性について、以下のとおり設計するとしている。

- a. 当該特定兼用キャスクの設計貯蔵期間を 60 年とし、当該特定兼用キャスクの構成部材について、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化に対して十分な信頼性を有する材料を選定し、その必要とされる強度及び性能を維持することで、当該特定兼用キャスクに収納する使用済燃料の健全性を確保する。
- b. 当該特定兼用キャスク本体内部、バスケット及び使用済燃料集合体の腐食等を防止するために、使用済燃料集合体を不活性ガスであるヘリウムガスとともに封入し、当該特定兼用キャスク本体及び蓋部表面の必要な箇所には塗装等による防錆措置を施す。

- c. バスケットの構造部材であるバスケットプレートに使用されるアルミニウム合金については、金属キャスク構造規格等では規定されていない材料であることから、アルミニウム合金の設計用強度を、設計貯蔵期間中の熱ばく露による強度低下を考慮し、設計貯蔵期間中の熱ばく露条件を模擬した条件での材料試験により得られた材料特性を保守的に包絡するように設定する。また、衝撃荷重が負荷される場合においても、バスケットプレートが弾性状態に留まるようにすることで、延性き裂進展に対して十分な余裕を有する設計とする。

規制庁は、当該特定兼用キャスクを構成する部材については、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境条件下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等を考慮して材料を選定するとともに、使用済燃料集合体をヘリウムガスとともに封入する等により、当該特定兼用キャスクを構成する部材及び使用済燃料の被覆材の健全性を確保できるように設計していることを確認したことから、第26条第2項第6号ハ及びニの規定に適合していると認める。

(6) 製作の方法

規制庁は、製作の方法について、上記各条に規定される設備ごとの要求事項等を踏まえ、当該設備が期待される機能を確実に発揮できるように、製作の手順、発電用原子炉設置者において実施する使用前事業者検査を含め、型式設計特定機器の製造者として必要な検査の項目及び方法が適切に定められ、また、従事者及び公衆の安全確保等の観点から、当該特定兼用キャスクに対する悪影響防止対策等が製作上の留意事項として定められていることから、製作の方法として妥当であり、上記各条の規定に適合していると認める。

規制庁は、上記の事項を確認したことから、本申請が、法第43条の3の31第3項第2号の規定に適合していると認める。

3-1-3. 法第43条の3の31第3項3号への適合性

規制庁は、型式設計特定機器が均一性を有するものであるかに関して、①型式設計特定機器の設計及び製作の方法、②型式設計特定機器の設計及び製作に係る品質管理の方法並びにその実施に係る組織について、次の事項を確認したことから、本申請が法第43条の3の31第3項第3号の規定に適合しているものと認める。

- (1) 型式設計特定機器が均一に製作されるよう、設計計画及び製作要領書等を作成し、留意事項に従って設計及び製作を行うとしていること。
- (2) 品質マネジメントシステムを構築し、当該品質マネジメントシステムの体系下において型式設計特定機器が均一に製作されるよう、記録の作成及び管理、調達製品の検証、必要な検査等の品質管理を行うとしていること。

3-2. 外運搬規則第6条及び第11条に定める技術上の基準（容器に係るものに限る。）への適合について

3-2-1には、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、3-2-2及び3-2-3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。

3-2-1. 外運搬規則第3条第3項及び第11条（輸送物の経年変化の考慮）

外運搬規則第3条第3項及び第11条は、輸送物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。

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、輸送容器の構成部品及び収納物については、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10回として繰り返し荷重の影響を受けるとしている。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。なお、三次蓋Oリングについては、1回の運搬ごとに交換するため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輸送容器本体に使用する炭素鋼、ステンレス鋼、ニッケルクロムモリブデン鋼及び銅については、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142℃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。また、収納物である燃料集合体の燃料被覆管に使用するジルカロイについては、使用予定期間中に想定される最高温度及び周方向発生応力は解析的評価からそれぞれ215℃及び99MPaであり、水素化物再配向等により機械的特性が変化する温度及び応力を下回る。

これらのことから、輸送容器本体に使用する金属材料及び燃料被覆管に使用するジルカロイは、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緩衝材に使用する木材については、これまで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く解析的評価から、緩衝材の温度は最大でも約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いことから、これまでの実績に基づく温度範囲で使用するのであれば熱による影響が生じるおそれはないと考えられる。

なお、当該評価は、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。

- ③中性子遮蔽材に使用するレジンについては、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135℃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質量減損が生じ、その量は約1.9%と想定される。この質量減損については、外運搬規則第6条第1号、第2号及び第3号に定める最大線量当量率に係る技術上の基準に対する適合性を評価する上で、遮蔽解析の条件として、レジンの質量減損の量を保守的に2.5%としており、使用予定期間中に想定される最高温度を踏まえた質量減損の想定を包含している。

- ④容器本体内部に収納される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188℃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時効により強度低下が生じることが想定される。この強度低下については、輸送物を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。以下この節において「告示」という。）第14条に定めるBM型輸送物に係る一般の試験条件、告示第16条に定めるBM型輸送物に係る特別の試験条件、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及び告示第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くこととした場合にもバスケットが構造健全性を維持することを確認する上で、最高温度である貯蔵開始時の温度が60年間継続することによるアルミニウム合金の強度低下を考慮しており、使用予定期間中に想定されるバスケットの強度低下を考慮してもバスケットが構造健全性を維持し、バスケット格子内のり等の寸法が変化しないことを確認している。

- ⑤金属ガスケットに使用するアルミニウム／ニッケル基合金については、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118℃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リラクゼーションが生じ、このリラクゼーションに起因して、落下等により金属ガスケットを配置したシール部の密封性能が低下するため、容器本体内部へ水が浸入し、その量は約2Lと想定される。この容器本体内部への水の浸入については、外運搬規則第11条第2号に定める輸送物が臨界に達しないことに係る技術上の基準に対する適合性を評価する上で、臨界解析の条件として、容器本体内部に存在する水の量を保守的に5Lとしており、密封性能の低下による水の浸入の想定を包含している。

(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炭素鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金、ニッケルクロムモリブデン鋼、銅、アルミニウム／ニッケル基合金及び木材並びに燃料被覆管に使用するジルカロイについては、使用予定期間中に受ける中性子照射量は最大で $10^{15}\text{n}/\text{cm}^2$ 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。
- ②中性子遮蔽材に使用するレジンについては、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、著しい質量減損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容器本体のうち大気に触れる外部部分に使用するステンレス鋼については、不動態被膜を表面に形成し腐食しにくい材料である。炭素鋼及びニッケルクロムモリブデン鋼については、塗装等の防錆措置を施し、必要に応じ補修する。
- ②容器本体のうち内部（以下「胴内」という。）及び一次蓋と二次蓋の間の空間部で使用する炭素鋼、ステンレス鋼、アルミニウム／ニッケル基合金及びニッケルクロムモリブデン鋼並びに胴内に収納されるバスケット及び燃料被覆管にそれぞれ使用するアルミニウム合金及びジルカロイについては、ヘリウムガスで周辺の不活性雰囲気維持される構造になっている。
- ③中性子遮蔽材に使用するレジン、伝熱フィンに使用する銅及び緩衝材に使用する木材については、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

ステンレス鋼を使用している輸送容器の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る。炭素鋼、ステンレス鋼及びニッケルクロムモリブデン鋼を使用している容器本体、一次蓋、二次蓋及び三次蓋については、運搬中に内

圧変化による荷重を繰り返し受ける。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 10 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。

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及び収納物とし、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、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、熱及び繰り返し荷重については経年変化の考慮を必要とし、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。

3-2-2. 外運搬規則第 6 条各号及び第 11 条第 3 号への適合性

(1) 外運搬規則第 6 条第 1 号

① 容易かつ安全な輸送物の取扱い

外運搬規則第 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、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胴にトラニオンを設ける設計としている。トラニオンの設計は、輸送容器重量、収納される使用済燃料の最大収納体数、取扱い時等の荷重及び 3-2-1 のとおり設定した繰り返し回数における疲労を考慮し、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胴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等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、外運搬規則第 6 条第 1 号に定める技術上の基準に適合していると認める。

② 運搬中に予想される温度、内圧等及び振動等に対する輸送物の耐性

外運搬規則第 6 条第 1 号は、輸送物は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のないこと、構成部品は、 -40°C から 70°C 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、外運搬規則第 6 条第 4 号及び第 11 条第 3 号は、輸送物の運搬中に予想される最も低い温度から 38°C 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、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。

- a. 温度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 -20°C から 38°C に設定した上で、使用済燃料の収納体数、崩壊熱等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構成部品（炭素鋼、ステンレス鋼、ゴム製 Oリング等）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等による構成部品に係る熱応力、変形等に対して構造健全性が確保されるとしている。

- b. 内圧の変化に対する耐性については、上記の温度に対する耐性の評価結果を踏まえ、輸送容器の胴内、一次蓋と二次蓋との間及び二次蓋と三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及び3-2-1のとおり設定した繰り返し回数における疲労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、一次蓋と二次蓋との間及び二次蓋と三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三次蓋と胴フランジ部との合わせ面の口開き量は、三次蓋に装着されたOリングの初期締め付け代を下回る設計としていることから三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。
- c. 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緩衝体を設置し、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ことから、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含まれるとしている。

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ことを確認したことから、外運搬規則第6条第1号及び第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認める。

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

外運搬規則第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が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炭素鋼、ステンレス鋼等を使用し、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、中性子遮蔽材であるレジン及び三次蓋に装着されるOリングの材料であるゴムは、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、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はないことを確認したことから、外運搬規則第6条第1号に定める技術上の基準に適合していると認める。

④弁の誤操作防止措置

外運搬規則第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、輸送容器の三次蓋に設置しているリリーフバルブには弁が誤って操作されないようカバーを設ける設計としている。

規制庁は、リリーフバルブの誤操作防止のため、カバーを設置する設計であり、誤って操作されない措置が講じられていることから、外運搬規則第6条第1号に定める技術上の基準に適合していると認める。

⑤最大線量当量率

外運搬規則第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100 μ Sv/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、収納物である使用済燃料の燃焼度及びバーナブルポイズンの放射化の考慮に加え、3-2-1のとおり中性子遮蔽材であるレジン^①の質量を減損させる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1.17mSv/h、表面から1m離れた位置における最大線量当量率は86.1 μ Sv/hであるとしている。

規制庁は、申請者による最大線量当量率の評価において、使用済燃料の燃焼度、中性子遮蔽材の質量減損等を考慮して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100 μ Sv/hを超えないことを確認したことから、外運搬規則第6条第1号に定める技術上の基準に適合していると認める。

⑥その他の措置

外運搬規則第6条第1号は、表面の放射性物質の密度が告示第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及び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、輸送物は発送前に以下のa.からc.が確認されるとしている。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及びバーナブルポイズン以外の物品が収納されていないこと。
- c. 上部緩衝体を取付けた後に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な措置をすること。
- d. 表面には取扱い時に使用されるトランニオン以外の突起物を設けない。
- e. 外筒の表面等は塗装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、収納物及び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な措置が確認され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、外運搬規則第6条第1号に定める技術上の基準に適合していると認める。

(2) 外運搬規則第6条第2号及び第3号

外運搬規則第6条第2号は、BM型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、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、外運搬規則第6条第3号は、BM型輸送物に係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 A_2 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が、輸送中人が容易に近づくことができる表面で 85°C 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 にあつては 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、BM型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、解析的評価結果に基づき輸送容器の緩衝体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、通常時からの増加はなく 1.17mSv/h であるとしている。また、BM型輸送物に係る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、0.896mSv/h であるとしている。

規制庁は、輸送物の最大線量当量率について、BM型輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた輸送物の緩衝体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増加はなく 2mSv/h を超えないこと、BM型輸送物に係る特別の試験条件の下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 を超えないことから、外運搬規則第 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認める。

②放射性物質の漏えい量（上記の b. 及び f.）

申請者は、BM型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るとしている。放射性物質の 1 時間当たりの漏えい量の評価においては、胴内を大気圧の上限、輸送物の周囲の圧力を大気圧の下限とした上で、収納されている全燃料被覆管のうち、0.1%の燃料被覆管の密封性が失われ、核分裂生成ガスが胴内に放出されると仮定し評価した結果、放射性物質の 1 時間当たりの漏えい量はトリチウムが $6.46 \times 10^1 \text{Bq}$ 、クリプトン 85 が $9.52 \times 10^2 \text{Bq}$ であり、 A_2 値の 100 万分の 1 の値（トリチウムが $4 \times 10^7 \text{Bq}$ 、クリプトン 85 が $1 \times 10^7 \text{Bq}$ ）を超えないとしている。また、BM型輸送物に係る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、解析的評価結果を踏まえ、厳しい評価結果となるよう、一次蓋及び二次蓋の密封性が損なわれること並びに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三次蓋一胴内部に放出され三次蓋一胴内部の圧力を上昇させるとともに三次蓋一胴内部に放射性物質が存在することを仮定して評価した結果、放射性物質の 1 週間あたりの漏えい量はトリチウムが $1.42 \times 10^8 \text{Bq}$ 、クリプトン 85 が $2.09 \times 10^9 \text{Bq}$ であり、トリチウムは A_2 値（ $4 \times 10^{13} \text{Bq}$ ）、クリプトン 85 は A_2 値の 10 倍の値（ $1 \times 10^{14} \text{Bq}$ ）を超えないとしている。

規制庁は、BM型輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた輸送物について、放射性物質の 1 時間当たりの漏えい量が A_2 値の 100 万分の 1 を超えないこと及びBM型輸送物に係る特別の試験条件の下に置いた輸送物について、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 は A_2 値の 10 倍）を超えないことを確認したことから、外運搬規則第 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

ていると認める。

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、BM型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、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 82℃であるとしている。ただし、輸送物の表面の一部は 85℃を超えることから、近接防止金網を設けることで 85℃（近接防止金網表面の最高温度は 66℃）を超えないとしている。

規制庁は、BM型輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた輸送物について、人が容易に近づくことのできる表面及び近接防止金網の表面の温度は、いずれも 85℃を超えないことを確認したことから、外運搬規則第 6 条第 2 号ハに定める技術上の基準に適合していると認める。

④表面密度限度（上記の d.）

申請者は、BM型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、BM型輸送物に係る一般の試験条件に置いた輸送物について、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こと及び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ことから、外運搬規則第 6 条第 2 号ニに定める技術上の基準に適合していると認める。

（3）外運搬規則第 6 条第 5 号

外運搬規則第 6 条第 5 号は、 A_2 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、輸送容器の密封装置である胴、底板及び三次蓋に 200m の水深相当の圧力を作用させた場合にも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、輸送物が深さ 200m の水中に 1 時間浸漬させる条件下で密封装置である胴、底板及び三次蓋は破損しないことを確認したことから、外運搬規則第 6 条第 5 号に定める技術上の基準に適合していると認める。

3-2-3. 外運搬規則第 11 条第 1 号及び第 2 号への適合性

（1）外運搬規則第 11 条第 1 号

外運搬規則第11条第1号は、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緩衝体に限られ、その変形は一辺10cmの立方体を包含するようなくぼみは生じることはなく、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、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた輸送物について、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を生じるような変形は生じないこと及び輸送物に外接する直方体の各辺が10cm以上であることを確認したことから、外運搬規則第11条第1号に定める技術上の基準に適合していると認める。

(2) 外運搬規則第11条第2号

外運搬規則第11条第2号は、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。

- ①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
- ②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
- ③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
- ④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
- ⑤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、外運搬規則で要求する上記の条件を全て包含し、臨界解析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並びに3-2-1のとおりバスケット格子内のり等寸法が変化しないこと及び容器本体内部に存在する水の量を保守的に設定した5L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0.387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、外運搬規則第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、臨界に達しないことを確認したことから、外運搬規則第11条第2号に定める技術上の基準に適合していると認める。

4. 審査結果

規制庁は、3-1及び3-2の事項を確認したことから本申請が法第43条の3の31第3項各号のいずれにも適合しているものと認める。

表1 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則における本審査の対象範囲

条番号	見出し	審査範囲
第5条	地震による損傷の防止	第5項に係る事項 設置許可基準規則第4条第6項第1号に規定する地震力（告示地震力）に係る事項
第6条	津波による損傷の防止	第2項に係る事項 設置許可基準規則第5条第2項第1号に規定する津波（告示津波）に係る事項
第7条	外部からの衝撃による損傷の防止	第4項に係る事項 設置許可基準規則第6条第4項第1号に規定する自然現象（告示竜巻）に係る事項
第17条	材料及び構造	第1項第3号イ、第10号イ及びハ、並びに第15号イ、ロ、ハ及びニ クラス3機器に使用する材料、クラス3機器の構造及び強度、及びクラス3容器のうち主要な耐圧部の溶接部に係る事項
第26条	燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備	1. 臨界防止（第2項第1号） 第2項第1号に規定する「燃料体等が臨界に達するおそれがない構造」に係る事項 2. 崩壊熱の除去（第2項第2号） 第2項第2号に規定する「崩壊熱により燃料体等が溶融しないもの」に係る事項 3. 閉じ込め及び監視（第2項第6号イ） 第2項第6号イに規定する「放射性物質を適切に閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視できること」に係る事項 4. 遮蔽能力（第2項第6号ロ） 第2項第6号ロに規定する「適切な遮蔽能力を有する」ことに係る事項 5. 経年変化を考慮した材料・構造健全性（第2項第6号ハ及びニ） 第2項第6号ハ及びニに規定する「使用済燃料の被覆材の著しい腐食又は変形を防止できること」及び「キャスク本体その他のキャスクを構成する部材は、使用される温度、放射線、荷重その他の条件に対し、適切な材料及び構造であること」に係る事項