

原規規発第2309267号  
令和5年9月26日  
原子力規制庁

三菱重工業株式会社に係る  
発電用原子炉施設の特定機器の  
設計の型式証明に関する審査書

## 目 次

I	はじめに.....	1
II	申請の概要.....	2
III	特定機器の設計.....	7
III-1	地震による損傷の防止（第4条関係）.....	7
III-2	津波による損傷の防止（第5条関係）.....	8
III-3	外部からの衝撃による損傷の防止（第6条関係）.....	8
III-4	燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（第16条関係）.....	9
IV	審査結果.....	17

## **I はじめに**

### **1. 本審査書の位置付け**

本審査書は、「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「原子炉等規制法」という。）第 4 3 条の 3 の 3 0 第 1 項の規定に基づいて、三菱重工業株式会社（以下「申請者」という。）が原子力規制委員会に提出した「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（特定兼用キャスク）」（令和 4 年 12 月 28 日付け Doc No. L5-95LC100 R0 をもって申請、令和 5 年 9 月 20 日付け Doc No. L5-95LC101 R0 をもって一部補正。以下「本申請」という。）の内容が、原子炉等規制法第 4 3 条の 3 の 3 0 第 2 項に規定する、原子炉等規制法第 4 3 条の 3 の 6 第 1 項第 4 号の基準（発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること。）のうち、技術上の基準に係る部分に適合しているかどうかを審査した結果を取りまとめたものである。

### **2. 判断基準及び審査方針**

本審査では、申請のあった特定機器の種類が、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 6 月 28 日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 4 1 号に規定する兼用キャスクであって、同規則第 4 条第 6 項第 1 号、第 5 条第 2 項第 1 号及び第 6 条第 4 項第 1 号の基準を満たすとするもの（以下「特定兼用キャスク」という。）であることから、「II 申請の概要」の 1. に示す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において、特定兼用キャスクの設計が、設置許可基準規則及び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の解釈（原規技発第 1306193 号（平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会決定）。以下「設置許可基準規則解釈」という。）のうち、第 4 条（地震による損傷の防止）、第 5 条（津波による損傷の防止）、第 6 条（外部からの衝撃による損傷の防止）及び第 1 6 条（燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）の規定に適合しているかどうかを確認した。

本審査では、当該規定の条項のうち、本申請である特定兼用キャスクの設計の型式証明に係る事項を本審査の対象範囲とし、申請者の設計方針について審査した。上記以外の条項については本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）。

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

部が金属部への衝突に対してその安全機能を損なわない方法（以下「蓋部が金属部へ衝突しない設置方法」という。）及び、地盤の十分な支持を想定して特定兼用キャスクを基礎等に固定し、かつ、その安全機能を損なわない方法（以下「基礎等に固定する設置方法」という。）の2つの方法を申請している。このうち、蓋部が金属部へ衝突しない設置方法においては、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証明の申請対象設備等に含まれず、II 6.（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置（変更）許可申請において、その設計を確認するものである。

### 3. 本審査書の構成

「II 申請の概要」には、本申請に記載された特定機器の名称、型式等を示した。

「III 特定機器の設計」には、上記2. に示した設置許可基準規則第4条、第5条、第6条及び第16条の規定への適合性に関する審査内容を示した。

「IV 審査結果」には、原子力規制委員会原子力規制庁（以下「規制庁」という。）としての結論を示した。

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。

以下、本審査書で用いる条番号は、断りのない限り設置許可基準規則のものである。

## II 申請の概要

1. 特定機器の名称及び型式：  
MSF-28P 型（以下「当該特定兼用キャスク」という。）
2. 特定兼用キャスク 1 基当たりの貯蔵能力：PWR 使用済燃料集合体 28 体
3. 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））
4. 特定兼用キャスク 1 基当たりの最大崩壊熱量：15.7kW
5. 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）  
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 20 年以上

17×17 燃料 48,000MWd/t 型 (B型)	
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	22 年以上
17×17 燃料 39,000MWd/t 型 (A型)	
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	20 年以上
17×17 燃料 39,000MWd/t 型 (B型)	
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	22 年以上
15×15 燃料 48,000MWd/t 型 (A型)	
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	24 年以上
15×15 燃料 48,000MWd/t 型 (B型)	
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	26 年以上
15×15 燃料 39,000MWd/t 型 (A型)	
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	24 年以上
15×15 燃料 39,000MWd/t 型 (B型)	
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	26 年以上

## 6. 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貯蔵施設（特定兼用キャスク本体を含む。）であること。

#### ① 蓋部が金属部へ衝突しない設置方法

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	トラニオン固定
特定兼用キャスクの全質量（使用済燃料集合体を含む）	122t 以下
特定兼用キャスクの主要寸法	全長 5.2m 以下 外径 2.7m 以下

特定兼用キャスク表面における線量当量率	2mSv/h 以下
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	100 $\mu$ Sv/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 $-20^{\circ}\text{C}$ 最高温度 $45^{\circ}\text{C}$
貯蔵状態における貯蔵建屋壁面温度	最高温度 $65^{\circ}\text{C}$
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

(※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基礎等に固定する設置方法

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	たて置き
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	トラニオン固定
特定兼用キャスクの全質量（使用済燃料集合体を含む）	118t 以下
特定兼用キャスクの主要寸法	全長 5.2m 以下 外径 2.7m 以下
特定兼用キャスク表面における線量当量率	2mSv/h 以下
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	100 $\mu$ Sv/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 $-20^{\circ}\text{C}$

貯蔵状態における貯蔵建屋壁面温度	最高温度 50℃
地震力	最高温度 65℃
	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

(※1) 兼用キャスク告示に規定される値

## (2) 条件

発電用原子炉施設の設置（変更）許可時に別途確認を要する条件は以下のとおり。

### ① 蓋部が金属部へ衝突しない設置方法

- ・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、(一社)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。
- ・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防止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。
- ・当該特定兼用キャスクを貯蔵する貯蔵建屋は、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及び貯蔵建屋壁面温度が、(1)①に示したそれぞれ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（設計飛来物）の条件が、（１）①に示す設計飛来物の条件に包絡されていること。
- ・原子炉等規制法第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）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。

#### ②基礎等に固定する設置方法

- ・当該特定兼用キャスクの設置場所の地盤は、当該特定兼用キャスクを十分に支持することができる地盤であること。
- ・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防止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。
- ・当該特定兼用キャスクを貯蔵する貯蔵建屋は、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及び貯蔵建屋壁面温度が、（１）②に示したそれぞれ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（設計飛来物）の条件が、（１）②に示す設計飛来物の条件に包絡されていること。
- ・原子炉等規制法第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)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。

### Ⅲ 特定機器の設計

#### Ⅲ-1 地震による損傷の防止(第4条関係)

第4条の規定は、特定兼用キャスクについて、同条第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。)に対してその安全機能が損なわれるおそれがないものとするを要求している。

申請者は、当該特定兼用キャスクについて、以下のとおり設計するとしている。

##### 1. 蓋部が金属部へ衝突しない方法

- (1) 告示地震力に対して蓋部が金属部へ衝突しない方法として、当該特定兼用キャスクの両端に貯蔵用緩衝体を装着し、横置きに設置する設計とする。
- (2) 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密封境界部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。その他の部位については、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。

##### 2. 基礎等に固定する方法

- (1) 地盤の十分な支持を想定し、貯蔵架台等に固定された当該特定兼用キャスクを基礎等に固定する方法として、たて置きに設置する設計とする。
- (2) 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貯蔵架台等に固定する支持部(下部トラニオン)は、破断延性限界に対して十分な余裕を有することで当該特定兼用キャスクが転倒せず、特定兼用キャスクに要求される安全機能に影響を及ぼさない設計とする。
- (3) 上記(2)の荷重条件に対して、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密封境界部は、おおむね弾性状態に留まるように設計し、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。その他の部位については、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、当該特定兼用キャス

クの安全機能が維持する設計とする。

規制庁は、申請者の設計方針が、告示地震力に対して、基礎等に固定する設置方法においては、当該特定兼用キャスクの支持部(下部トラニオン)について破断延性限界に対して十分な余裕を有するものであること、また、蓋部が金属部へ衝突しない設置方法においては、蓋部が金属部への衝突に対してその安全機能が損なわれるおそれがないものであることを確認するとともに、いずれの設置方法においても、当該特定兼用キャスクは、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、安全機能を担保する部位の機能を保持するものであり、当該特定兼用キャスクの安全機能が損なわれるおそれがないものであることを確認したことから、設置許可基準規則に適合するものと判断した。

### **Ⅲ－２ 津波による損傷の防止（第５条関係）**

第５条の規定は、特定兼用キャスクについて、同条第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。）に対してその安全機能が損なわれるおそれがないものとすることを要求している。

申請者は、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密封境界部は、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。その他の部位については、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としている。

規制庁は、申請者の設計方針が、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を同時に作用させる荷重条件に対して、安全機能を担保する部位の機能を保持するものであり、当該特定兼用キャスクの安全機能が損なわれるおそれがないものであることを確認したことから、設置許可基準規則に適合するものと判断した。

### **Ⅲ－３ 外部からの衝撃による損傷の防止（第６条関係）**

第６条の規定は、特定兼用キャスクについて、同条第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。）に対してその安全機能を損なわないものとすることを要求している。

申請者は、当該特定兼用キャスクについて、以下のとおり設計するとしている。

- (1) 告示竜巻により当該特定兼用キャスクに衝突し得る飛来物について、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））を踏まえて、設計飛来物の種類、寸法、質量及びその最大速度を設定する。
- (2) 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密封境界部は、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。その他の部位については、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、申請者の設計方針が、告示竜巻に対して、設計飛来物を適切に設定した上で、告示竜巻による荷重及び飛来物の衝突荷重を組み合わせた荷重条件に対して、安全機能を担保する部位の機能を保持するものであり、当該特定兼用キャスクの安全機能が損なわれないものであることを確認したことから、設置許可基準規則に適合するものと判断した。

#### **Ⅲ－４ 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（第 16 条関係）**

第 16 条第 2 項第 1 号及び第 4 項の規定は、特定兼用キャスクについて、使用済燃料が臨界に達するおそれがないものとする、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ものとする、使用済燃料の崩壊熱を適切に除去することができるものとする、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することができるものとする等々を要求している。

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. 遮蔽能力
3. 崩壊熱の除去
4. 閉じ込め及び監視
5. 経年変化を考慮した材料・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、設置許可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

設置許可基準規則解釈別記4第16条第1項は、「燃料体等が臨界に達するおそれがない」ことについて、使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原管廃発第1311272号（平成25年11月27日原子力規制委員会決定）。以下「貯蔵事業許可基準規則解釈」という。）第3条に規定する金属キャスクの設計に関する基準を満たすことを要求している。

貯蔵事業許可基準規則解釈第3条の規定のうち、特定兼用キャスクに係る項目としては、以下を要求している。

- (1) 使用済燃料貯蔵施設における金属キャスクは単体として、使用済燃料を収納した条件下で、技術的に想定されるいかなる場合でも臨界を防止する設計であること。
- (2) 金属キャスク内部のバスケットが臨界防止機能の一部を構成する場合には、設計貯蔵期間を通じてバスケットの構造健全性が保たれる設計であること。
- (3) 使用済燃料貯蔵施設は、当該施設内における金属キャスク相互の中性子干渉を考慮し、技術的に想定されるいかなる場合でも臨界を防止する対策が講じられていること。
- (4) 臨界評価において、配置・形状、中性子吸収材の効果、減速材（水）の影響、燃焼度クレジットを含め、未臨界性に有意な影響を与える因子が考慮されていること。

これら要求事項に対して、申請者の設計方針及び規制庁として確認した内容は以下のとおり。

### (1) 特定兼用キャスク単体として臨界を防止するための設計方針

申請者は、使用済燃料集合体をバスケットプレートにより所定の幾何学的配置に維持すること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、使用済燃料集合体を収納した条件下で、臨界を防止する設計とするとしている。

また、貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態、及び使用済燃料集合体を収納する際に冠水状態となること等の技術的に想定されるいかなる場合でも、中性子実効増倍率が0.95以下となるように設計するとしている。

規制庁は、申請者の中性子実効増倍率の評価を確認した結果、使用済燃料を収納した条件で技術的に想定されるいかなる場合でも、臨界を防止する設計であることを確認した。

(2) 臨界防止機能の一部を構成するバスケットの構造健全性を保つための設計方針

申請者は、バスケットプレートについて、設計貯蔵期間（60年）中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食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により、設計貯蔵期間を通じて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に必要な構造健全性を維持する設計とするとしている。

規制庁は、申請者の設計方針が、バスケットプレートについて、温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定することにより、設計貯蔵期間を通じてバスケットの構造健全性を維持するものであることを確認した。

(3) 特定兼用キャスク相互の中性子干渉を考慮した臨界防止のための設計方針

申請者は、当該特定兼用キャスク相互の中性子干渉を考慮しても、中性子実効増倍率が0.95以下となるようにするため、当該特定兼用キャスク単体による臨界防止評価において、当該特定兼用キャスクの境界条件を完全反射境界条件（無限配列）として、当該特定兼用キャスク相互の中性子干渉による影響を考慮し、複数の当該特定兼用キャスクが接近する等の技術的に想定されるいかなる場合でも臨界に達するおそれがない設計とするとしている。

規制庁は、申請者の設計方針が、当該特定兼用キャスク相互の中性子干渉を考慮した臨界防止評価において中性子実効増倍率が0.95以下となるように構造設計等を行うことにより、使用済燃料が技術的に想定されるいかなる場合でも臨界を防止するものであることを確認した。

(4) 臨界評価において、未臨界性に有意な影響を与える因子の考慮

申請者は、上記（1）及び（3）の中性子実効増倍率の評価において、未臨界性に有意な影響を与える因子については以下のとおり考慮するとしている。

- ① 乾燥状態及び冠水状態で臨界評価を実施する。
- ② バスケット格子内の使用済燃料集合体は、中性子実効増倍率が最大となるよう配置する。
- ③ 当該特定兼用キャスク周囲を完全反射境界条件（無限配列）とする。
- ④ バスケットプレート幅、バスケット格子内のり、中性子吸収材板厚等の寸法条件について公差を考慮し、中性子吸収材のほう素添加量を仕様上の下限値とする。

- ⑤ 燃焼度クレジットは考慮しない。
- ⑥ 使用済燃料集合体には可燃性毒物としてガドリニアを添加した燃料棒が含まれる場合があるが、中性子実効増倍率の評価に当たってはガドリニアの存在を無視する。また、バーナブルポイズン集合体は考慮しない。

規制庁は、申請者の臨界評価において、当該特定兼用キャスクの配置・形状、中性子吸収材の効果、減速材（水）の影響及び燃焼度クレジットを含め、未臨界性に有意に影響を与える因子が考慮されていることを確認した。

以上のとおり、規制庁は、申請者の臨界防止に係る設計方針が、臨界に達するおそれがないものであることを確認した。

## 2. 遮蔽能力

設置許可基準規則解釈別記4第16条第2項は、「適切な遮蔽能力を有する」ことについて、特定兼用キャスクに係る項目として、兼用キャスク表面の線量当量率が1時間当たり2mSv以下であり、かつ、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が1時間当たり100μSv以下であることを要求している。

申請者は、当該特定兼用キャスクに係る遮蔽等について、以下のとおり設計している。

- (1) 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。
- (2) 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1m離れた位置における線量当量率を、それぞれ2mSv/h以下、100μSv/h以下となるようにする。
- (3) 遮蔽機能に関する評価は、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うえで、線源強度を求め、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1m離れた位置における線量当量率を評価する。

規制庁は、申請者の設計方針が、使用済燃料集合体から放出される放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により遮蔽するものであること、設計貯蔵期間の熱による中性子遮蔽材の遮蔽機能の低下を考慮し、遮蔽機能に関する評価の結果が厳しくなるように入力条件を設定しても、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表面及び表面から 1m の位置における線量当量率をそれぞれ 2mSv/h 以下、100 $\mu$ Sv/h 以下とするものであることを確認した。

### 3. 崩壊熱の除去

設置許可基準規則解釈別記 4 第 16 条第 3 項は、「崩壊熱を適切に除去することができる」ことについて、特定兼用キャスクに係る項目として、貯蔵事業許可基準規則解釈第 6 条第 1 項第 1 号及び第 2 号並びに第 17 条第 1 項第 3 号に規定する金属キャスクの設計に関する基準を満たすことを要求している。具体的な要求内容は以下のとおり。

- (1) 使用済燃料の温度を、被覆管のクリープ破損及び被覆管の機械的特性の低下を防止する観点から制限される値以下に維持できる設計であること。
- (2) 金属キャスクの温度を、基本的安全機能を維持する観点から制限される値以下に維持できる設計であること。
- (3) 使用済燃料及び金属キャスクの温度が制限される値以下に維持されていることを評価するために必要なデータを測定等により取得できること。

これら要求事項に対して、申請者の設計方針及び規制庁として確認した内容は以下のとおり。

#### (1) 使用済燃料の温度を制限される値以下に維持するための設計方針

申請者は、以下のとおり設計するとしている。

- ①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、使用済燃料集合体の崩壊熱を当該特定兼用キャスクの外表面に伝え、周囲空気等に伝達することにより除熱する。
- ②使用済燃料集合体の燃料被覆管の温度については、燃料被覆管のクリープ破損及び燃料被覆管の機械的特性の低下を防止する観点から、燃料被覆管の累積クリープ歪みが 1%を超えない温度、照射硬化の回復により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向により燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度以下とし、使用済燃料集合体の健全性が維持される温度以下となるようにする。
- ③除熱機能に関する評価においては、当該特定兼用キャスクの周囲温度等を前提とするとともに、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た評価を行う。

規制庁は、申請者の設計方針が、動力を用いないで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表面に伝え周囲の空気等に伝達して除熱するものとしていること、使用済燃料集合体の燃料被覆管の温度を機械的特性の低下を防止する観点から設定される制限温度以下に維持するものとしていること及び除熱評価の結果が厳しくなるように入力条件等を設定するものとしていることを確認した。

(2) 特定兼用キャスクの温度を制限される値以下に維持するための設計方針

申請者は、以下のとおり設計するものとしている。

- ①当該特定兼用キャスクの構成部材の温度について、当該特定兼用キャスクの安全機能を維持する観点から、当該特定兼用キャスクの構成部材の健全性が保たれる温度以下に維持する。
- ②除熱機能に関する評価においては、上記(1)③と同様に、除熱評価の結果が厳しくなる入力条件を設定した上で、使用済燃料集合体の崩壊熱量を求め、当該特定兼用キャスクの構成部材の温度を評価する。

規制庁は、申請者の設計方針が、当該特定兼用キャスクの構成部材の温度を当該特定兼用キャスクの安全機能を維持する観点から設定される制限温度以下に維持するものとしていること及び除熱評価の結果が厳しくなるように入力条件等を設定するものとしていることを確認した。

(3) 評価のために必要なデータを測定等により取得できるための設計方針

申請者は、使用済燃料及び当該特定兼用キャスクの温度が制限される値以下に維持されていることを評価するために、特定兼用キャスク外表面の温度を測定できる設計とするものとしている。

規制庁は、申請者の設計方針が、使用済燃料及び当該特定兼用キャスクの温度が制限される値以下に維持されていることを評価するために必要なデータを測定等により取得できるものであることを確認した。

以上のとおり、規制庁は、申請者の設計方針が、使用済燃料の崩壊熱を適切に除去することができるものであることを確認した。

#### 4. 閉じ込め及び監視

設置許可基準規則解釈別記4第16条第4項は、「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することができる」ことについて、特定兼



用キャスクに係る項目として、貯蔵事業許可基準規則解釈第5条第1項第1号及び第2号並びに第17条第1項第1号に規定する金属キャスクの設計に関する基準を満たすことを要求している。具体的な要求内容は以下のとおり。

- (1) 金属キャスクは設計貯蔵期間を通じて使用済燃料等を内封する空間を負圧に維持できる設計であること及び多重の閉じ込め構造を有する蓋部により使用済燃料等を内封する空間を容器外部から隔離できる設計であること。
- (2) 蓋部が有する閉じ込め機能を監視できること。

これら要求事項に対して、申請者の設計方針及び規制庁として確認した内容は以下のとおり。

#### (1) 放射性物質の閉じ込めに関する設計方針

申請者は、以下のとおり設計するとしている。

- ①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。
- ②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。

規制庁は、申請者の設計方針が、蓋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集合体を内封する空間を負圧に維持できるものであること、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する等により、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ものであることを確認した。

#### (2) 閉じ込め機能の監視に関する設計方針

申請者は、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としている。

規制庁は、申請者の設計方針が、蓋間圧力の測定により、蓋部が有する閉じ込め機能を監視できるものとしていることを確認した。

以上のとおり、規制庁は、申請者の設計方針が、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することができるものであることを確認した。

## 5. 経年変化を考慮した材料・構造健全性

設置許可基準規則解釈別記4第16条第5項は、上記の1. から4. について、特定兼用キャスクが、特定兼用キャスクを構成する部材及び使用済燃料の経年変化を考慮した上で、使用済燃料の健全性を確保する設計として、設計貯蔵期間を明確にしていること、並びに設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境条件下での経年変化を考慮した材料及び構造であることを要求している。

申請者は、経年変化を考慮した材料・構造健全性について、以下のとおり設計するとしている。

- (1) 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、使用済燃料の健全性を確保する。
- (2) 当該特定兼用キャスクの本体内面及びバスケット並びに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。
- (3) 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は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、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、衝撃荷重が負荷される場合においても、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、申請者の設計方針が、本申請において設計貯蔵期間を明確に定めていること、また、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経年変化を考慮した上で使用済燃料の健全性を確保するものであることを確認した。

#### **IV 審査結果**

三菱重工業株式会社から原子力規制委員会に申請された「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4年12月28日申請、令和5年9月20日補正）を審査した結果、本申請は、原子炉等規制法第43条の3の30第2項に規定する第43条の3の6第1項第4号の基準のうち技術上の基準に係る第4条（特定兼用キャスクに係る部分に限る。）、第5条（特定兼用キャスクに係る部分に限る。）、第6条（特定兼用キャスクに設定された竜巻に対する設計に係る部分に限る。）、及び第16条（特定兼用キャスクに係る部分に限る。）に適合しているものと認められる。

表1 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における本審査の対象範囲

条番号	見出し	審査範囲
第4条	地震による損傷の防止	第6項に係る事項 第6項第1号に定める兼用キャスクが地震力により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合理的な地震力として原子力規制委員会が別に定めるものに係る事項
第5条	津波による損傷の防止	第2項に係る事項 第2項第1号に定める兼用キャスクが津波により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合理的な津波として原子力規制委員会が別に定めるものに係る事項
第6条	外部からの衝撃による損傷の防止	第4項に係る事項 第4項第1号に定める兼用キャスクが竜巻により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合理的な竜巻として原子力規制委員会が別に定めるものに係る事項
第16条	燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	1. 臨界防止（第2項第1号ハ） 第2項第1号ハに規定する「燃料体等が臨界に達するおそれがない」ことについて、設置許可基準規則解釈別記4第16条第1項に基づく貯蔵事業許可基準規則解釈第3条第1項第1号から第4号に係る事項  2. 遮蔽能力（第4項第1号） 第4項第1号に規定する「適切な遮蔽能力を有する」ことについて、設置許可基準規則解釈別記4第

		<p>16条第2項に規定する兼用キャスク表面及び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に係る事項</p> <p>3. 崩壊熱の除去（第4項第2号）  第4項第2号に規定する「崩壊熱を適切に除去することができる」ことについて、設置許可基準規則解釈別記4第16条第3項の規定に基づく貯蔵事業許可基準規則解釈第6条第1項第1号及び第2号並びに第17条第1項第3号に係る事項</p> <p>4. 閉じ込め及び監視（第4項第3号）  第4項第3号に規定する「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することができる」ことについて、設置許可基準規則解釈別記4第16条第4項の規定に基づく貯蔵事業許可基準規則解釈第5条第1項第1号及び第2号並びに第17条第1項第1号に係る事項</p> <p>5. 経年変化を考慮した材料・構造健全性  設置許可基準規則解釈別記4第16条第5項に係る事項</p>
--	--	--