

日立GEニュークリア・エナジー株式会社に係る使用済燃料貯蔵施設の 特定容器等の型式指定申請についての審査結果

原規規発第 2107065 号

令和 3 年 7 月 6 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、日立GEニュークリア・エナジー株式会社（以下「申請者」という。）の使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の型式指定申請書（令和元年 5 月 8 日付け Doc No. FRO-TA-0024/REV.0 をもって申請、令和 3 年 6 月 24 日付け Doc No. FRO-TA-0084/REV.0 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 4 3 条の 2 6 の 3 第 3 項第 1 号に規定する法第 4 3 条の 2 6 の 2 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 4 3 条の 2 6 の 3 第 3 項第 2 号に規定する法第 4 3 条の 1 0 の技術上の基準として定める「使用済燃料貯蔵施設の技術基準に関する規則」（令和 2 年原子力規制委員会規則第 8 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 4 3 条の 2 6 の 3 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。

なお、技術基準規則第 1 4 条の規定に適合するものであるかどうかについては、使用済燃料貯蔵施設の技術基準に関する規則の解釈（原規規発第 2002054 号-3（令和 2 年 2 月 5 日原子力規制委員会決定）。以下「技術基準規則解釈」という。）を基に判断した。

審査の結果、本申請は、法第 4 3 条の 2 6 の 3 第 3 項各号のいずれにも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、断りのない限り技術基準規則のものである。

2. 申請の概要

本申請は、法第43条の26の2第1項の規定に基づき、使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の設計の型式証明申請書（平成29年11月17日付け Doc No. FRO-TA-0001 をもって申請、平成30年7月23日付け Doc No. FRO-TA-0023/REV.0 及び平成30年12月3日付け Doc No. FRO-TA-0042/REV.0 をもって一部補正。以下「型式証明申請書」という。）により平成31年3月26日付け原規規発第1903259号で型式証明を受けた設計に係る特定容器等（以下「型式設計特定容器等」という。）に関するものであり、その概要は以下のとおり。

- (1) 型式設計特定容器等の種類：金属製の乾式キャスク（以下「金属キャスク」という。）
- (2) 型式設計特定容器等の名称及び型式：HDP-69B (B) 型
- (3) 型式設計特定容器等の型式証明の番号：M-DPC19001
- (4) 型式設計特定容器等の設計及び製作の方法の概要

① 設計仕様

- ・金属キャスク1基あたりの貯蔵能力：BWR使用済燃料69体
- ・全長：約5.4 m
- ・外径：約2.5 m
- ・全質量（使用済燃料を含む。）：118.3 t 以下
- ・収納する使用済燃料集合体の種類：
新型8×8燃料、新型8×8ジルコニウムライナ燃料、高燃焼度8×8燃料
- ・金属キャスク1基あたりの最大崩壊熱量：13.8kW
- ・収納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：
新型8×8ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度8×8燃料を収納する場合

配置 (i)

収納する使用済燃料の最高燃焼度：40,000 MWd/t 以下

収納する使用済燃料の平均燃焼度：34,000 MWd/t 以下

冷却期間：18年以上

配置 (ii)

収納する使用済燃料の最高燃焼度：48,000 MWd/t 以下*¹

収納する使用済燃料の平均燃焼度：40,000 MWd/t 以下*¹

冷却期間：22年以上*²

* 1：軸方向燃焼度が確認された使用済燃料を収納可能とする。

* 2 : 収納位置によっては冷却期間 20 年以上の使用済燃料を収納可能とする。

新型 8×8 燃料のみを収納する場合

配置 (iii)

収納する使用済燃料の最高燃焼度 : 34,000 MWd/t 以下

収納する使用済燃料の平均燃焼度 : 29,000 MWd/t 以下

冷却期間 : 28 年以上

② 設計方針

技術基準規則の以下の条項に適合させるように設計する。

- ・ 使用済燃料の臨界防止 (第 5 条)
- ・ 地震による損傷の防止 (第 7 条)
- ・ 閉じ込めの機能 (第 11 条)
- ・ 材料及び構造 (第 14 条)
- ・ 除熱 (第 16 条)
- ・ 遮蔽 (第 21 条)

(5) 型式設計特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵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容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設であること。

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| ・ 金属キャスクの設計貯蔵期間 | 60 年以下 |
| ・ 金属キャスクの貯蔵場所 | 貯蔵建屋内 |
| ・ 金属キャスクの貯蔵姿勢 | 縦置き |
| ・ 金属キャスクの固定方式 | 下部トラニオン固定 |
| ・ 金属キャスクの表面における線量当量率 | 2 mSv/h 以下 |
| ・ 金属キャスク表面から 1m 離れた位置における線量当量率 | 100 μ Sv/h 以下 |
| ・ 貯蔵区域における金属キャスク周囲温度 | 最低温度 -22.4℃
最高温度 45℃ |
| ・ 貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度 | 最高温度 65℃ |
| ・ 貯蔵区域における地震力 | 水平方向 1.40G
鉛直方向 0.87G |

② 条件

使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事の計画の認可申請時に別途確認しなければならない事項等の条件は以下のとおり。

- ・当該金属キャスクを貯蔵した場合に、使用済燃料貯蔵施設を設置する事業所周辺の線量が原子力規制委員会の定める線量限度を十分下回ること。
- ・当該金属キャスクを貯蔵した場合に、貯蔵区域における金属キャスク周囲温度及び貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度が、①の範囲で示すそれぞれの最高温度以下であること。
- ・当該金属キャスクを使用した場合、使用済燃料貯蔵施設の貯蔵架台が、①の範囲で示す地震力に対して概ね弾性状態にとどまる範囲で耐え得る設計であること。
- ・火災等、津波及び外部からの衝撃については、使用済燃料貯蔵施設で想定される条件において当該金属キャスクの基本的安全機能が損なわれないこと。

3. 審査の内容

3-1 法第43条の26の3第3項第1号への適合性

規制庁は、当該金属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43条の26の3第3項第1号の規定に適合しているものと認める。

- (1) 型式設計特定容器等の設計及び製作の方法のうち設計仕様については、型式証明申請書に記載された当該金属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) 型式設計特定容器等の設計及び製作の方法のうち設計方針については、型式証明申請書に記載された特定容器等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) 当該金属キャスクを使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲又は条件については、型式証明申請書に記載された使用済燃料貯蔵施設の範囲又は条件と整合していること。

3-2 法第43条の26の3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、型式設計特定容器等の設計及び製作の方法について、法第43条の26の3第3項第1号への適合性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（使用済燃料の臨界防止）の規定（金属キャスクに係る部分に限る。）、第7条（地震による損傷の防止）の規定（金属キャスクに設定された地震力に対する設計に係る部分に限る。）、第11条（閉じ込めの機能）の規定（金属キャスクに係る部分に限る。）、第14条（材料及び構造）の規定（金属キャスクに係る部分に限る。）、第16条（除熱）の規定（金属キャスクに係る部分に限る。）及び第21条（遮蔽）の規定（金属キャスクに係る部分に限る。）への適合性を確認した。

(1) 第5条（使用済燃料の臨界防止）

第5条の規定は、使用済燃料貯蔵施設について、使用済燃料が臨界に達するおそれがないようにするため、核的に安全な形状寸法にすることその他の適切な措置が講じられてい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、以下のとおりとしている。

- ① 使用済燃料を収納し保持するバスケットについては、使用済燃料の幾何学的配置を維持できる形状とするとともに、中性子を吸収するほう素を添加したステンレス鋼を使用することにより、使用済燃料が臨界に達するおそれがないよう設計している。
- ② 当該金属キャスクについて、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、金属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約0.9で最大となり0.95以下であることから、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、バスケットについて使用済燃料の幾何学的配置を維持できる形状とするなど使用済燃料が臨界に達するおそれがない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（金属キャスクに係る部分に限る。）に適合していることを確認した。

(2) 第7条（地震による損傷の防止）

第7条の規定は、使用済燃料貯蔵施設について、基準地震動による地震力に対してその基本的安全機能が損なわれるおそれがないものであることなどを要求している。

申請者は、地震による損傷の防止について、以下のとおりとしている。

- ① 当該金属キャスクを使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲としている金属キャスクの貯蔵姿勢及び固定方式並びに貯蔵区域における地震力を条件とした場合において、金属キャスクの構成部材を剛構造とし、発生する応力を弾性状態に留め、基本的安全機能を損なうおそれがないよう設計している。
- ② ①の場合において、金属キャスクの構成部材である使用済燃料又は使用済燃料によって汚染された物（以下「使用済燃料等」という。）を閉じ込めるための容器（一次蓋及び一次蓋のシール部を含む。以下「密封容器」という。）、二次蓋（二次蓋のシール部を含む。）、バスケット、トラニオン、外筒及び中性子遮蔽材カバー（以下「当該金属キャスクの各部」と総称する。）に発生する応力が弾性状態に留まることから、基本的安全機能が損なわれるおそれはない。

規制庁は、地震による損傷の防止に関して、当該金属キャスクを使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲としている金属キャスクの貯蔵姿勢及び固定方式並びに貯蔵区域における地震力を条件とした場合において、当該金属キャスクの各部の応力が弾性状態に留まり、基本的安全機能が損なわれるおそれがない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（金属キャスクに設定された地震力に対する設計に係る部分に限る。）に適合していることを確認した。

(3) 第11条（閉じ込めの機能）

第11条の規定は、使用済燃料貯蔵施設について、使用済燃料等を限定された区域に閉じ込める機能を保持するように設置されたものであることなどを要求している。

申請者は、閉じ込めの機能について、以下のとおりとしている。

- ① 当該金属キャスクの一次蓋、二次蓋及び一次蓋貫通孔（ドレン用貫通孔及びベント用貫通孔）のシール部に、既往の試験結果等から経年変化による閉じ込めの機能への有意な影響がないとされるニッケル基合金及びアルミニウム製の金属ガスケット

トを用いることにより、当該金属キャスクを使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲としている設計貯蔵期間（60年間）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。

- ② 当該金属キャスクの一次蓋及び二次蓋にリークチェック孔を設けることにより、当該金属キャスクを使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲としている設計貯蔵期間を通じて金属ガスケットが使用済燃料を収納する空間を負圧に維持するための性能を有していることを確認できるよう設計している。
- ③ 当該金属キャスクの一次蓋及び二次蓋の蓋間圧力を測定するための圧力センサを取り付けることができる貫通孔（圧力センサ用貫通孔）を二次蓋に設けることにより、閉じ込めの機能が維持されていることを監視できるよう設計している。

規制庁は、閉じ込めの機能に関して、当該金属キャスクの一次蓋、二次蓋及び一次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、当該金属キャスクを使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲としている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、金属ガスケットが必要な性能を有していることを確認できるよう設計していること、閉じ込めの機能が維持されていること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11条の規定（金属キャスクに係る部分に限る。）に適合していることを確認した。

（４）第14条（材料及び構造）

第14条の規定は、使用済燃料貯蔵施設について、以下の①から④に掲げる要件に適合することを要求している。

- ① 使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を確保する上で必要なものに使用する材料は、その使用される圧力、温度、水質、放射線、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（耐食性を含む。）を有すること及び有害な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。密封容器に使用する材料は、その使用される圧力、温度、放射線、荷重その他の使用条件に対して適切な破壊じん性を有することを機械試験その他の評価方法により確認したものであること。
- ② 使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を確保する上で必要なものの構造及び強度

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、座屈が生じないこと。また、密封容器にあつては、破断延性限界に十分な余裕を有し、金属キャスクに要求される機能に影響を及ぼさないこと、取扱い時及び貯蔵時において疲労破壊が生じず、試験状態において全体的な塑性変形が生じないこと。閉じ込め機能を担保する部位（以下「密封シール部」という。）については、変形を弾性域に抑えること。

- ③ 密封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こと、溶接による割れが生じるおそれがなく、溶け込み不良等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及び溶接設備並びに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したものであること。
- ④ 使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を確保する上で重要なものは、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないように設置されたものであること。

申請者は、材料及び構造について、以下のとおりとしている。

- a. 耐食性については、使用済燃料を不活性ガスであるヘリウムガスとともに封入し、金属キャスク表面の必要な箇所に塗装等の防錆措置を施すことにより、金属キャスク及び使用済燃料の腐食等を防止するよう設計している (①)。
- b. 当該金属キャスクの基本的安全機能を確保する上で必要な構成部材については、化学的に安定した炭素鋼、ステンレス鋼等を使用し、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）（JSME S FA1-2007）」（以下「金属キャスク構造規格」という。）に基づく機械試験、破壊じん性試験及び非破壊試験を行い、適切な強度を有すること及び有害な欠陥がないことを確認する (①)。
- c. 当該金属キャスクについて、当該金属キャスクを使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲としている貯蔵区域における金属キャスク周囲温度等を前提として、金属キャスクの取扱い時、貯蔵時及び試験状態において発生する自重、内圧、熱荷重等を考慮した応力評価を行い、座屈、疲労破壊及び塑性変形が生じないように設計している。また、密封シール部については変形を弾性域に抑えられるよう設計している。(②)。
- d. 密封容器の主要な耐圧部の溶接部及び耐圧・漏えい試験については、金属キャス

ク構造規格に基づく機械試験、非破壊試験等により母材と同等以上の強度を有することを確認するとともに、同規格に基づく耐圧・漏えい試験を行い、技術基準規則の要求事項に適合していることを確認する（③、④）。

規制庁は、基本的安全機能を確保する上で必要な構成部材の材料及び構造に関して、耐食性を有するよう設計していること、座屈等が生じないよう設計していること、機械試験等により適切な強度を有し、有害な欠陥がないことを確認することなどを確認したことから、第14条の規定（金属キャスクに係る部分に限る。）に適合していることを確認した。

（5）第16条（除熱）

第16条の規定は、使用済燃料貯蔵施設について、使用済燃料等の崩壊熱を適切に除去できるよう設置することを要求している。

申請者は、当該金属キャスクの除熱について、以下のとおりとしている。

- ① 当該金属キャスクについては、バスケットに伝熱プレートを設け、使用済燃料を収納する空間には熱伝導率の高いヘリウムガスを充填するなど熱伝導率を高めることにより使用済燃料の崩壊熱を金属キャスクの表面に伝え、周囲の空気等に伝達して除去できるよう設計している。
- ② 当該金属キャスクについて、当該金属キャスクを使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲としている貯蔵区域における金属キャスク周囲温度等を前提として、除熱解析上厳しい結果を与えるよう、収納する使用済燃料の最高燃焼度及び最短冷却期間から崩壊熱量を設定して評価を行った結果、燃料被覆管及び当該金属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基本的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、除熱に関して、金属キャスク内部の熱伝導率を高めることなど使用済燃料の崩壊熱を除去できるよう設計していることを確認したことから、第16条の規定（金属キャスクに係る部分に限る。）に適合していることを確認した。

(6) 第21条(遮蔽)

第21条の規定は、使用済燃料貯蔵施設について、当該使用済燃料貯蔵施設からの直接線及びスカイシャイン線による当該使用済燃料貯蔵施設を設置する事業所周辺の線量が原子力規制委員会の定める線量限度を十分下回るよう設置することなどを要求している。

申請者は、当該金属キャスクを使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲として、金属キャスク表面における線量当量率を2 mSv/h以下、同表面から1m離れた位置における線量当量率を100 μ Sv/h以下としていることから、当該金属キャスクの遮蔽について、以下のとおりとしている。なお、当該事業所周辺の線量限度については、使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事の計画の認可申請時において評価される。

- ① 当該金属キャスクについては、ガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により使用済燃料等からの放射線を遮蔽することにより、当該金属キャスクの表面における最大線量当量率が2 mSv/h、同表面から1m離れた位置における最大線量当量率が100 μ Sv/hを超えないよう設計している。
- ② 当該金属キャスクについて、線量評価上厳しい結果を与えるよう、収納する使用済燃料の最高燃焼度及び最短冷却期間から線源強度を設定して評価を行った結果、当該金属キャスクの表面における最大線量当量率は約1.2 mSv/h、同表面から1m離れた位置における最大線量当量率は約81 μ Sv/hであり、当該金属キャスクを使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲としている金属キャスクの表面及び同表面から1m離れた位置における線量当量率を下回る。

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、当該金属キャスクを使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲としている金属キャスクの表面及び同表面から1m離れた位置における線量当量率を下回るよう設計していることを確認したことから、第21条の規定(金属キャスクに係る部分に限る。)に適合していることを確認した。

以上のことから、規制庁は、本申請が法第43条の26の3第3項第2号の規定に適合しているものと認める。

3-3 法第43条の26の3第3項第3号への適合性

規制庁は、型式設計特定容器等が均一性を有するものであるかに関して、①型式設計特定容器等の設計及び製作の方法、②型式設計特定容器等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26の3第3項第3号の規定に適合しているものと認める。

- (1) 型式設計特定容器等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容器等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。