

Doc No. 18-180-I-032 Rev.0

2021年6月24日

原子力規制委員会 殿

東京都港区新橋一丁目18番16号

トランスニュークリア株式会

取締役社長 森本 康



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

本文及び添付書類の一部補正について

2018年10月15日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev.0をもって申請しました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の本文及び添付書類を下記のとおり一部補正いたします。

記

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の本文及び添付書類を、別紙1及び別紙2のとおり補正する。

以上

本文の一部補正

本文を以下のとおり補正する。

頁 ^注	行	補正前	補正後
1～4	—	(記載変更)	(別紙 1-1 の記載に変更)
5	—	(記載変更)	(別紙 1-2 の記載に変更)
6	—	(記載変更)	(別紙 1-3 の記載に変更)
—	—	(図の追加)	(別紙 1-4 の記載に変更)
7	—	(記載変更)	(別紙 1-5 の記載に変更)

注：2018年10月15日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev. 0 の頁を示す。

一 氏名又は名称及び住所並びに代表者の氏名

氏名又は名称 トランスニュークリア株式会社
住所 東京都港区新橋一丁目 18 番 16 号
代表者の氏名 取締役社長 森本 康裕

二 特定容器等の種類

金属製の乾式キャスク

三 特定容器等の名称及び型式

TK-26 型

四 特定容器等の構造及び設備

1. 構造

TK-26 型は、軽水減速、軽水冷却、加圧水型原子炉（以下「PWR」という。）で発生した使用済燃料集合体を貯蔵する機能を有するとともに、使用済燃料集合体の事業所外運搬に使用する輸送容器の機能を併せ持つ金属製の乾式キャスク（以下「金属キャスク」という。）である。

TK-26 型は、使用済燃料集合体が臨界に達することを防止する機能（以下「臨界防止機能」という。）、金属キャスクに封入された使用済燃料集合体からの放射線を遮蔽する機能（以下「遮蔽機能」という。）、金属キャスクに封入された使用済燃料集合体を閉じ込める機能（以下「閉じ込め機能」という。）、及び金属キャスクに封入された使用済燃料集合体の崩壊熱を除去する機能（以下「除熱機能」という。）といった安全性を確保するために必要な機能（以下「基本的安全機能」という。）を有する構造とする。

TK-26 型は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」等の関連法規の要求を満足するとともに、原則として、現行国内法規に基づく規格、及び基準等によって設計する。

イ. 使用済燃料の臨界防止に関する構造

TK-26 型は、使用済燃料の臨界防止に関して、次の方針に基づき安全設計を行う。

1. 金属キャスク単体として臨界を防止するための設計方針

- (1) TK-26 型は、金属キャスクの内部に格子状のバスケットを設け、バスケット格子の中に使用済燃料集合体を収納することにより、使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持できる設計とする。
- (2) TK-26 型は、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アルミニウム合金をバスケットの構成部材に使用する設計とする。
- (3) TK-26 型のバスケットは、臨界防止上有意な変形を起こさず、設計貯蔵期間 60

年間を通じて構造健全性が保たれる設計とする。

- (4) TK-26 型の臨界評価において、中性子実効増倍率が 0.95 以下となるように設計する。この際、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とする。
- 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に、乾燥状態では金属キャスク中心側に偏向して配置し、冠水状態では格子中央若しくは金属キャスク中心側に偏向して配置する。
 - ③ 金属キャスク周囲を完全反射条件（無限配列）とする。
 - ④ バスケット格子材の厚さ、内のり等の寸法条件について公差を考慮し、バスケット格子材のほう素添加量を仕様上の下限値とする。
 - ⑤ 使用済燃料集合体の燃焼に伴う反応度低下は考慮しない。
 - 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。
- (5) 上記(1)から(4)により、金属キャスク単体として、使用済燃料が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においても、核燃料物質が臨界に達するおそれのない設計とする。

2. 金属キャスク相互の中性子干渉を考慮した臨界防止

TK-26 型は、金属キャスク相互の中性子干渉を考慮した臨界防止について、中性子実効増倍率が 0.95 以下となるように設計する。上記における金属キャスク単体による臨界防止評価において、金属キャスクの境界条件を完全反射条件（無限配列）としていることから、金属キャスク相互の中性子干渉による影響は考慮しており、複数の金属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核燃料物質が臨界に達するおそれがない。

ロ. 放射線の遮蔽に関する構造

TK-26 型は、放射線の遮蔽に関して、次の方針に基づき安全設計を行う。

TK-26 型が設置される使用済燃料貯蔵施設の事業所周辺及び管理区域その他事業所内の人が立ち入る場所の線量を低減できるように使用済燃料から放出される放射線を金属キャスクの本体及び蓋部により遮蔽する設計とし、ガンマ線遮蔽材には十分な厚みを有する炭素鋼製の材料を用い、中性子遮蔽材にはレジンを用いる。設計貯蔵期間 60 年間における金属キャスクの中性子遮蔽材の熱による遮蔽能力の低下を考慮しても、金属キャスク表面及び金属キャスク表面から 1m の位置における線量当量率は、それぞれ 2mSv/h 以下、100 μ Sv/h 以下となるように設計する。

TK-26 型の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ような入力条件を設定したうえで、線源強度を求める。金属キャスクの実形状を三次元でモデル化し、金属キャスク表面及び金属キャスク表面から 1m の位置における線量当量率を求め、上記に示す線量当量率の基準を満足することを確認する。

ハ. 使用済燃料等の閉じ込めに関する構造

TK-26 型は、使用済燃料等の閉じ込めに関して、次の方針に基づき安全設計を行う。

1. 使用済燃料集合体を内封する空間を負圧に維持するための設計方針

TK-26 型は、長期にわたって閉じ込め機能を維持する観点から、金属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と保つとともに負圧に維持できるように設計する。

2. 使用済燃料集合体を内封する空間を容器外部から隔離するための設計方針

TK-26 型は、使用済燃料集合体を内封する空間を金属キャスク外部から隔離する設計として、金属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、その蓋間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金属キャスク外部から隔離する設計とする。

3. 金属キャスクの閉じ込め機能の修復性に関する考慮

TK-26 型は、万一の金属キャスクの閉じ込め機能の異常に対して、二次蓋の閉じ込め機能の異常が認められた場合には、使用済燃料集合体を内封する空間が負圧に維持されていること及び一次蓋の金属ガスケットが健全であることを確認のうえ、二次蓋の金属ガスケットを交換し、閉じ込め機能を修復できる設計とする。また、一次蓋の閉じ込め機能に異常があると考えられる場合には、三次蓋を取り付け、使用済燃料貯蔵施設外へ搬出できる設計とする。

ニ. 使用済燃料等の除熱に関する構造

TK-26 型は、使用済燃料等の除熱に関して、次の方針に基づき安全設計を行う。

TK-26 型は、金属キャスクについて動力を用いないで使用済燃料等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金属キャスク表面に伝え、周囲空気等に伝達することにより除去できる設計とする。

TK-26 型は、以下のとおり使用済燃料集合体の温度及び金属キャスクの温度を制限される値以下に維持する方針とする。

1. 使用済燃料集合体の温度を制限される値以下に維持するための設計方針

TK-26 型は、金属キャスクに収納する使用済燃料集合体の燃料被覆管の温度においては、機械的特性の低下を防止する観点から、金属キャスクの周囲温度 50℃、貯蔵建屋壁面温度 65℃とし、収納する使用済燃料の種類、燃焼度、冷却期間等の条件が

ら、除熱評価の結果が厳しくなるような入力条件を設定したうえで求めた使用済燃料集合体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除熱評価を行う。当該燃料被覆管の温度については、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保たれる温度以下に維持する設計とする。

2. 金属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

TK-26 型は、金属キャスクの基本的安全機能を維持する観点から、金属キャスクの周囲温度 50℃、貯蔵建屋壁面温度 65℃とし、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、除熱評価の結果が厳しくなるような入力条件を設定したうえで求めた使用済燃料集合体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除熱評価を行う。除熱評価の結果、金属キャスクの温度を構成部材の健全性が保たれる温度以下となるように設計する。

ホ. 地震による損傷の防止に関する構造

TK-26 型は、地震による損傷の防止に関して、基本的安全機能が損なわれる恐れがないよう、次の方針に基づき安全設計を行う。

TK-26 型は、金属キャスクをたて置き姿勢にて使用済燃料貯蔵施設の貯蔵建屋内の床等に下部トラニオン及び支持構造物である貯蔵架台を介して固定した状態で、水平方向 1.5G 及び鉛直方向 1.0G の加速度により作用する地震力に対して、金属キャスクが転倒しないよう金属キャスクの本体胴等を設計する。またこの場合において、この金属キャスクの本体胴等の応答が弾性状態に留まるよう設計する。

ヘ. その他の主要な構造

TK-26 型は、イからホに加え、次の方針に基づき安全設計を行う。

- (1) TK-26 型は、金属キャスクの基本的安全機能を維持する上で重要な構成部材には、設計貯蔵期間 60 年間における温度、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のある材料を選定することにより、その必要とされる強度、性能を維持し、使用済燃料の健全性を確保する設計とする。
- (2) TK-26 型は、金属キャスク本体内面、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とともに封入し、金属キャスク表面の必要な箇所には、塗装等による防錆措置を講ずる設計とする。
- (3) TK-26 型は、三次蓋を取り付けて輸送できる構造を有する設計とする。
- (4) TK-26 型は、使用済燃料貯蔵施設への搬入、貯蔵、及び搬出にかかる金属キャスクの

移動の際に想定される金属キャスクの転倒事象、落下事象、及び金属キャスクへの重量物の落下事象に対して、基本的な安全機能を維持できる設計とする。

- (5) TK-26 型は、バスケットの構造部材に、ほう素添加アルミニウム合金を使用している。当該材料は、(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」等では規定されていない材料であることを踏まえ、設計貯蔵期間中の熱ばく露条件に対し保守側に設定された熱処理条件を経験した供試材を用いて、(一社)日本機械学会「発電用原子力設備規格材料規格新規材料採用ガイドライン」に準拠して設定した許容応力を用いることにより、バスケットの構造健全性を確保する設計とする。

2. 主要な設備及び機器の種類

金属キャスク

種 類	鍛造キャスク (鋼-レジン遮蔽体タイプ)
全 質 量 (使用済燃料集合体を含む)	約 118t
寸 法	
全 長	約 5.1m
外 径	約 2.6m

3. 貯蔵する使用済燃料の種類及びその種類毎の最大貯蔵能力

イ. 使用済燃料の種類

PWR 使用済燃料集合体

- | | |
|-------------------------------|----------------|
| ①17×17 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 |
| 収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度 | 44,000MWd/t 以下 |
| 冷却期間 | 15 年以上 |
| ②17×17 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 |
| 収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度 | 44,000MWd/t 以下 |
| 冷却期間 | 20 年以上 |
| ③17×17 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 |
| ④17×17 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 | 20 年以上 |
| ⑤15×15 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 | 47,000MWd/t 以下 |

収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度	43,000MWd/t 以下
冷却期間	15 年以上
⑥15×15 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	47,000MWd/t 以下
収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度	43,000MWd/t 以下
冷却期間	20 年以上
⑦15×15 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	20 年以上
⑧15×15 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	20 年以上

使用済燃料集合体を TK-26 型へ収納するに当たり、①②⑤⑥の使用済燃料については使用済燃料集合体の燃焼度に応じて収納位置が制限される。また、使用済燃料集合体は、バーナブルポイズン集合体を挿入した状態で TK-26 型へ収納する場合もある。使用済燃料集合体及びバーナブルポイズン集合体の収納位置条件を第 2 図に示す。なお、17×17 燃料及び 15×15 燃料は混載ができる設計である。

ロ. 最大貯蔵能力

金属キャスク 1 基当たりの貯蔵能力

PWR 使用済燃料集合体	26 体
最大崩壊熱量	17.2kW

五 本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. 本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

以下に示す条件により設計された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	たて置き
金属キャスクの固定方式	下部トラニオン固定
金属キャスクの全質量（使用済燃料集合体を含む）	118t 以下
金属キャスクの主要寸法	全長 約 5.1m 外径 約 2.6m
金属キャスク表面における線量当量率	2mSv/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 -30°C 最高温度 50°C
貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度	最高温度 65°C
貯蔵区域における地震力	水平方向 1.5G 鉛直方向 1.0G

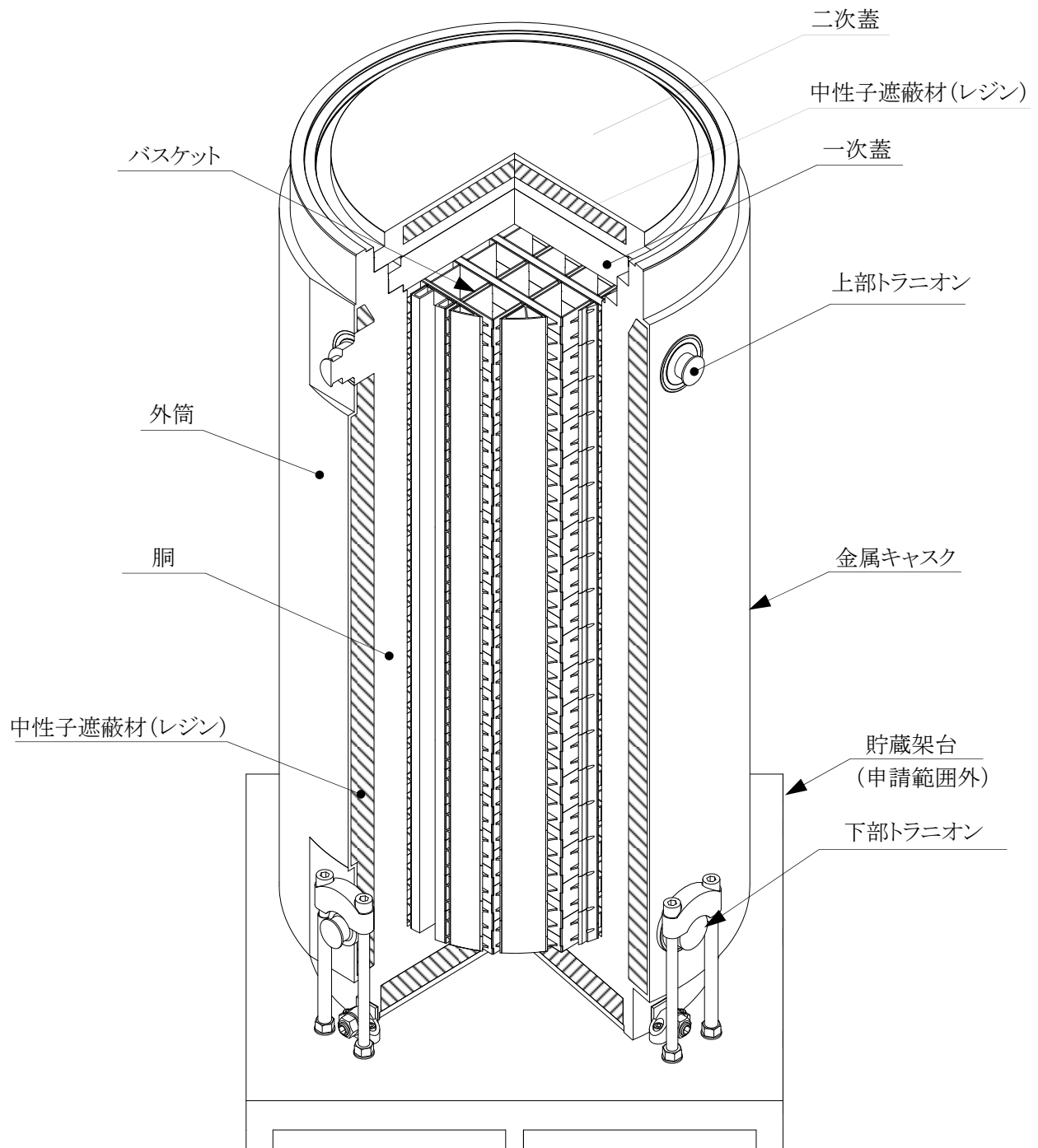
2. 本特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の条件

使用済燃料の貯蔵の事業（変更）許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である。

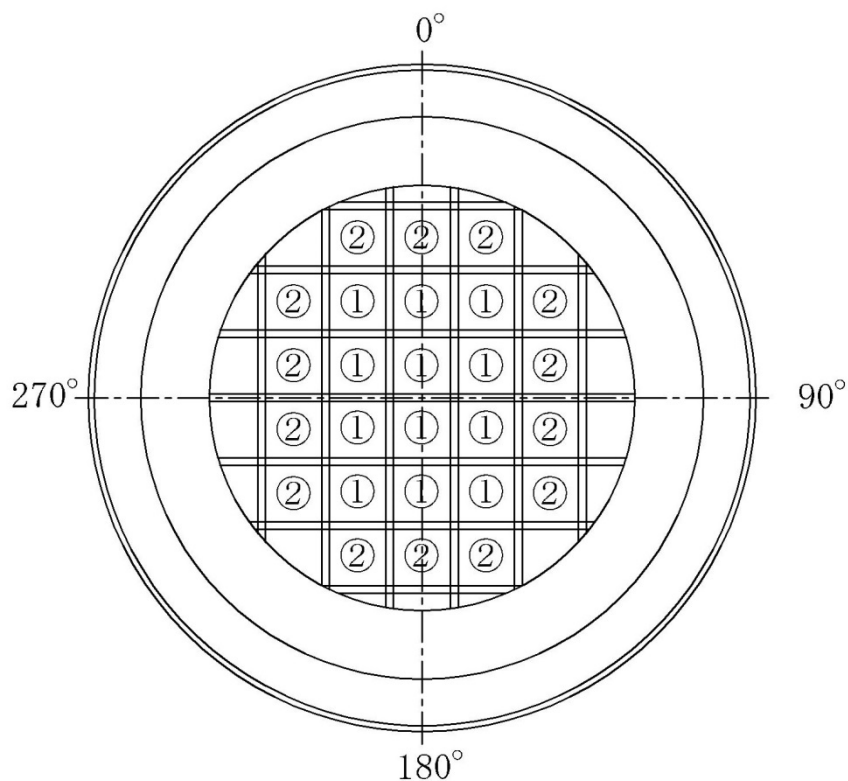
- イ. TK-26 型を貯蔵した場合に、使用済燃料貯蔵施設を設置する事業所周辺の線量が原子力規制委員会の定める線量限度を十分下回ること。
- ロ. TK-26 型を貯蔵した場合に、貯蔵区域における金属キャスク周囲温度、及び貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度が、前項に示したそれぞれの最高温度以下であること。
- ハ. 使用済燃料貯蔵施設の貯蔵架台の設計地震力が前項に示した貯蔵区域における地震力に包絡され、TK-26 型を貯蔵した場合にこの設計地震力に対して貯蔵架台が概ね弾性状態に留まる範囲で耐え得る設計であること。
- ニ. 火災等、津波、及び外部からの衝撃については、使用済燃料貯蔵施設で想定される条件において TK-26 型の基本的安全機能が損なわれないこと。
- ホ. 使用済燃料貯蔵施設の設計最大評価事故を選定し、設計最大評価事故が発生した場合において、事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないこと。

申請書添付参考図目録

- 第 1 図 TK-26 型構造図 (添付書類一 第 1-1 図)
- 第 2 図 使用済燃料集合体の収納位置条件 (添付書類一 第 1-3 図)
- 第 3 図 使用済燃料貯蔵施設概要図 (例) (添付書類一 第 1-4 図)



第 1 図 TK-26 型構造図

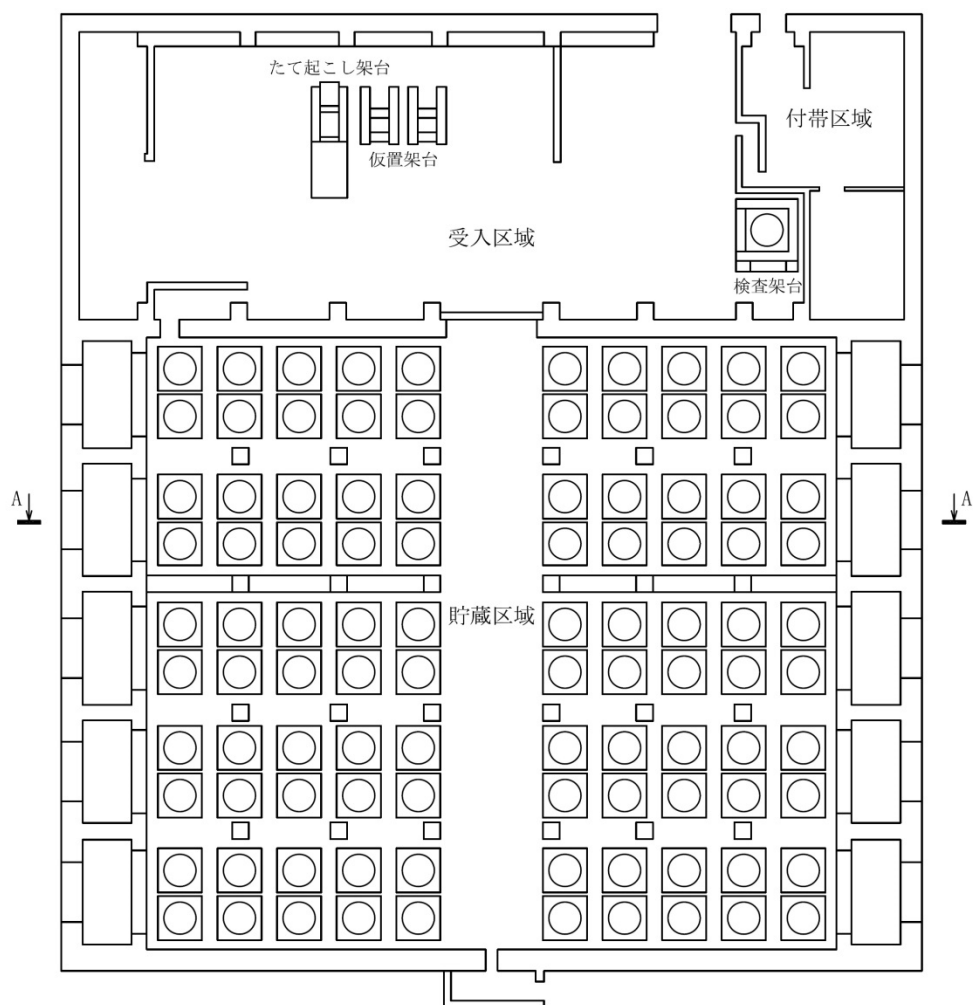


- ①： 燃焼度が 48,000MWd/t 以下（17×17 燃料）及び 47,000MWd/t 以下（15×15 燃料）の使用済燃料集合体の収納位置

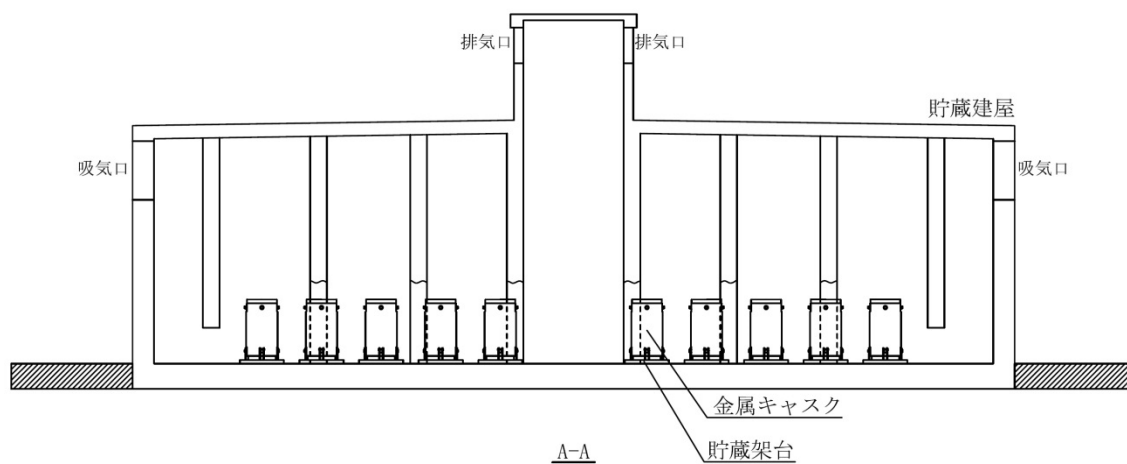


- ②： 燃焼度が 44,000MWd/t 以下（17×17 燃料）及び 43,000MWd/t 以下（15×15 燃料）の使用済燃料集合体の収納位置

第 2 図 使用済燃料集合体の収納位置条件



(1) 機器配置図



(2) 施設断面図

第 3 図 使用済燃料貯蔵施設概要図 (例)

添付書類の一部補正

添付書類を以下のとおり補正する。

頁 ^注	行	補正前	補正後
1-1	上 7	貯蔵建屋内の	<u>下部</u> <u>トラニオン及び貯蔵建屋内の</u>
1-1	上 31	(記載追加)	<u>なお、本ほう素添加アルミニウム合金は、中性子吸収機能及び構造部材としての機能を有する。</u>
1-2	上 3	設計貯蔵期間	設計貯蔵期間 <u>60 年間</u>
1-2	上 14	日本工業規格	日本 <u>産業</u> 規格
1-2	上 21	また、TK-26 型の使用済燃料貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態、及びTK-26 型に使用済燃料集合体を収納する際の冠水状態において、技術的に想定されるいかなる場合でも、中性子実効増倍率を 0.95 以下となるように設計する。	<u>バスケット格子は、設計貯蔵期間 60 年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保つ設計とする。</u> また、 <u>使用済燃料集合体を貯蔵容量最大に収納した条件下で、TK-26 型の使用済燃料貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態、及び TK-26 型に使用済燃料集合体を収納する際の冠水状態において、技術的に想定されるいかなる場合でも、中性子実効増倍率を 0.95 以下となるように設計する。</u>
1-2	上 27	TK-26 型は、使用済燃料集合体からの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設計とする。	TK-26 型は、 <u>設置される使用済燃料貯蔵施設の事業所周辺及び管理区域その他事業所内の人が立ち入る場所の線量を低減できるように使用済燃料集合体からの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設計とする。</u>
1-2	上 29	「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（昭和五十三年総理府令第五十七号）」	「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規則」

注：2018 年 10 月 15 日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev. 0 の頁を示す。

頁 ^注	行	補正前	補正後
1-2	上 34	さらに、設計貯蔵期間中における TK-26 型の中性子遮蔽材の遮蔽機能の低下を考慮しても、これらの要求事項を満足するように設計する。	さらに、設計貯蔵期間 <u>60 年間</u> における TK-26 型の中性子遮蔽材の <u>熱による遮蔽機能</u> の低下を考慮しても、これらの要求事項を満足するように設計する。
1-3	上 2	TK-26 型は、使用済燃料集合体を限定された区域に閉じ込めるため、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料集合体を封入する空間を負圧に維持する設計とする。	TK-26 型は、使用済燃料集合体を限定された区域に閉じ込めるため、 <u>金属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</u> 、設計貯蔵期間 <u>60 年間</u> を通じて使用済燃料集合体を <u>内封</u> する空間を負圧に維持する設計とする。
1-3	上 3	また TK-26 型は、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を正圧に維持することにより、使用済燃料集合体を封入する空間を金属キャスク外部から隔離する設計とする。	また TK-26 型は、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を正圧に維持することにより <u>圧力障壁を形成し</u> 、使用済燃料集合体を <u>内封</u> する空間を金属キャスク外部から隔離する設計とする。
1-3	上 8	なお、一次蓋の閉じ込め機能に異常が発生したと判断される場合には、三次蓋を取り付け、三次蓋の気密漏えい検査等運搬に必要な措置を講じ、搬出できるように設計する。	なお、 <u>二次蓋の閉じ込め機能の異常が認められた場合には</u> 、使用済燃料集合体を内封する空間が負圧に維持されていること及び一次蓋の金属ガスケットが健全であることを確認のうえ、二次蓋の金属ガスケットを交換し、閉じ込め機能を修復できる設計とする。また、一次蓋の閉じ込め機能に異常が発生したと判断される場合には、三次蓋を取り付け、三次蓋の気密漏えい検査等運搬に必要な措置を講じ、 <u>使用済燃料貯蔵施設外へ搬出</u> できるように設計する。

注：2018 年 10 月 15 日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev. 0 の頁を示す。

頁 ^注	行	補正前	補正後
1-3	上 12	及び基本的安全機能	及び <u>金属キャスクの基本的安全機能</u>
1-3	上 14	燃料被覆管の温度は、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料集合体の健全性を維持する観点から、燃料被覆管の累積クリープ量が 1%を超えない温度、照射硬化回復現象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る燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度以下とするため、貯蔵する使用済燃料の種類ごとに以下の制限が設けられる。	燃料被覆管の温度は、設計貯蔵期間 <u>60 年間</u> を通じて <u>機械的特性の低下を防止する観点から</u> 、燃料被覆管の累積クリープ <u>歪み</u> が 1%を超えない温度、照射硬化の <u>回復</u> 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る燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度以下とするため、貯蔵する使用済燃料の種類ごとに <u>以下の制限を設ける</u> 。
1-3	上 20	また、TK-26 型の主要な構成部材の温度は、基本的安全機能を維持する観点から以下の制限を設ける。	また、 <u>TK-26 型は、金属キャスクの基本的安全機能を維持する観点から、金属キャスクの温度を構成部材の健全性が保たれる温度以下に制限する設計とする。TK-26 型の主要な構成部材の温度は、金属キャスクの基本的安全機能を維持する観点から以下の制限を設ける。</u>
1-3	上 26	注) 補足説明資料 1-7 により設定した最高使用温度	注) <u>別添 1.1 に示す材料規定に関する温度範囲の上限値である。</u>
1-3	上 28	TK-26 型は、自重、内圧、熱荷重等を考慮し、(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」 ⁽²⁾ (以下「金属キャスク構造規格」という。)に基づき設計する。	TK-26 型は、自重、内圧、熱荷重等を考慮し、 <u>(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」⁽²⁾ (以下「金属キャスク構造規格」という。)</u> 、又は <u>(一社)日本機械学会「発電用原子力設備規格設計・建設規格」⁽²¹⁾ (以下「設計・建設規格」という。)</u> に基づき設計する。

注：2018 年 10 月 15 日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev. 0 の頁を示す。

頁 ^注	行	補正前	補正後
1-3	上 30	また、TK-26 型は、設計条件として設定する地震力に対して概ね弾性状態に留まる範囲で耐え得る設計とする。	また、TK-26 型は、 <u>耐震評価において設計条件として設定した、水平方向 1.5G、鉛直方向 1.0G の加速度により作用する地震力に対して、金属キャスクの本体胴等の応答が弾性状態に留まる範囲で耐え得る設計とする。</u>
1-3	上 33	TK-26 型は、基本的安全機能を維持するうえで重要な構成部材について、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等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度、性能を維持するように設計する。	TK-26 型は、 <u>金属キャスクの基本的安全機能を維持するうえで重要な構成部材について、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等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度、性能を維持することで、使用済燃料の健全性を確保するように設計する。</u>
1-4	上 3	防錆処理	防錆措置
1-4	上 11	金属キャスクの固縛	金属キャスクの <u>固定</u>
1-4	上 12	固縛方式	<u>固定方式</u>
1-4	上 24	貯蔵区域における水平方向、及び鉛直方向の地震力は、それぞれ 1.5G、及び 1.0G とする。	貯蔵区域における <u>地震による水平方向、及び鉛直方向の加速度は、それぞれ 1.5G、及び 1.0G とする。</u>
1-5	上 12	基本的安全機能に損傷が生じないように	基本的安全機能が <u>損なわれないように</u>
1-6	上 4	TK-26 型の内部には、格子状のバスケットが設けられており、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し臨界を防止するために、バスケット格子の構造健全性を保たれる。	TK-26 型の内部には、格子状のバスケットを設け、 <u>バスケット格子の中に使用済燃料集合体を収納することにより、設計貯蔵期間 60 年間を通じて使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持できる設計とする。</u>

注：2018 年 10 月 15 日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev. 0 の頁を示す。

頁 ^注	行	補正前	補正後
1-6	上 6	また、バスケット格子として、中性子吸収材であるほう素を添加したアルミニウム合金を使用する。	また、バスケット格子として、中性子吸収材であるほう素を <u>偏在することなく</u> 添加したアルミニウム合金を使用する <u>ことで臨界を防止する</u> 。
1-6	上 19	(記載追加)	<u>また、バーナブルポイズン集合体は考慮しない。</u>
1-6	上 20	さらに、バスケット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に配置するとともに（第1-6図）、バスケット格子材の厚さ、内のり等の寸法条件について公差を考慮し、バスケット格子材のほう素添加量を仕様上の下限值とするなど、安全裕度を見込むこととする。	さらに、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に、 <u>乾燥状態ではTK-26型の中心側に偏向して配置し、冠水状態では格子中央若しくはTK-26型の中心側に偏向して配置</u> するとともに（第1-6図）、バスケット格子材の厚さ、内のり等の寸法条件について公差を考慮し、バスケット格子材のほう素添加量を仕様上の下限值とするなど、安全裕度を見込むこととする。
1-6	上 31	金属キャスク本体	金属キャスク <u>の</u> 本体
1-6	上 32	鋼製	<u>炭素鋼製</u>
1-7	上 1	線量当量率評価に用いる線源強度は、収納する使用済燃料の種類、燃焼度、濃縮度、冷却期間等を条件に、燃焼計算コードORIGEN2を用いて求める。	線量当量率評価に用いる線源強度は、収納する使用済燃料の種類、燃焼度、濃縮度、冷却期間等を <u>考慮し、遮蔽評価が厳しくなるような条件を設定し、燃焼計算コードORIGEN2を用いて求める</u> 。
1-7	上 4	使用済燃料集合体平均燃焼度に対する	(記載削除)
1-7	上 12	遮蔽性能	<u>遮蔽機能</u>

注：2018年10月15日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev.0 の頁を示す。

頁 ^注	行	補正前	補正後
1-7	上 20	TK-26 型は、金属キャスク本体、及び蓋部により使用済燃料集合体を封入する空間を金属キャスク外部から隔離し、設計貯蔵期間を通じて負圧に維持する。	TK-26 型は、金属キャスク本体、及び蓋部により使用済燃料集合体を <u>内封</u> する空間を金属キャスク外部から隔離し、設計貯蔵期間 <u>60 年間</u> を通じて負圧に維持する。
1-7	上 21	(記載追加)	<u>使用済燃料集合体を内封する空間に通じる貫通孔は一次蓋に設ける。蓋、及び蓋貫通孔のシール部には、長期にわたって閉じ込め機能を維持する観点から金属ガスケットを用いる。</u>
1-7	上 21	TK-26 型は、蓋部を一次蓋、二次蓋の二重閉じ込め構造とし、その蓋間をあらかじめ正圧とし圧力障壁を形成することにより、放射性物質を金属キャスク内部に閉じ込める。また、使用済燃料集合体を封入する空間に通じる貫通孔のシール部は一次蓋に設ける。蓋、及び蓋貫通孔のシール部には、長期にわたって閉じ込め機能を維持する観点から金属ガスケットを用いる。	TK-26 型は、蓋部を一次蓋、二次蓋の二重閉じ込め構造とし、その蓋間を正圧に維持することで圧力障壁を形成することにより、放射性物質を金属キャスク内部に閉じ込める。
1-7	上 27	設計貯蔵期間	設計貯蔵期間 <u>60 年間</u>
1-7	上 28	封入する空間側に	<u>内封</u> する空間側に
1-7	上 30	封入する空間を	<u>内封</u> する空間を
1-8	上 18	閉じ込め評価の結果、	<u>一次蓋及び蓋貫通孔のオリフィスカバーシール部に対する閉じ込め評価の結果、</u>
1-8	上 20	(記載追加)	<u>なお、搬出前の漏えい検査では、一次蓋及び蓋貫通孔のオリフィスカバーシール部の漏えい率の合計がリークテスト判定基準を満足することを確認する。</u>

注：2018 年 10 月 15 日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev. 0 の頁を示す。

頁 ^注	行	補正前	補正後
1-8	上 32	使用済燃料集合体の種類、燃焼度、濃縮度、冷却期間等を条件に燃焼計算コードORIGEN2を用いて求めた崩壊熱量、及び第 1-13 図に示す使用済燃料集合体の燃焼度に応じた収納位置を入力条件として、燃料被覆管、及び基本的安全機能を維持するうえで重要な構成部材の温度を評価し、燃料被覆管の温度が制限温度以下となること、また、構成部材は、その健全性に影響を与えない温度となることを確認する。	<u>収納する使用済燃料集合体の種類、燃焼度、濃縮度、冷却期間等を考慮し、除熱評価の結果が厳しくなるような条件を設定し、燃焼計算コードORIGEN2を用いて求めた使用済燃料集合体の崩壊熱量、及び第 1-13 図に示す使用済燃料集合体の燃焼度に応じた収納位置を入力条件として、燃料被覆管、及び金属キャスクの基本的安全機能を維持するうえで重要な構成部材の温度を評価し、燃料被覆管の温度が制限温度以下となること、また、構成部材は、その健全性に影響を与えない温度となることを確認する。</u>
1-9	上 2	蓋部	<u>金属キャスクの蓋部</u>
1-9	上 16	生じる荷重	<u>作用する地震力</u>
1-9	上 19	貯蔵建屋内	<u>下部トラニオン及び貯蔵建屋内</u>
1-9	上 33	(記載追加)	<u>TK-26 型は、自重、内圧、外圧、熱荷重、及びその地震力に対して、金属キャスクの本体胴等の応答が弾性状態に留まる範囲で耐え得る設計とする。</u>
1-9	上 36	金属キャスク構造規格	金属キャスク構造規格等
1-10	上 4	設計貯蔵期間	設計貯蔵期間 60 年間
1-10	上 12	合金銅	合金鋼
1-11	上 13	(記載追加)	<u>さらに、中性子遮蔽材（エチレンプロピレン系ゴム）に接する胴外面及び外筒内面は、中性子遮蔽材の経年変化に伴い生じる水による腐食を考慮しても、構造強度への影響はない。</u>

注：2018年10月15日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev. 0 の頁を示す。

頁 ^注	行	補正前	補正後
1-11	上 14	防錆処理	防錆措置
1-11	上 25	伝熱フィンは胴と外筒間の閉鎖空間に取り付けられており、腐食環境にないことから、腐食が問題となることはない。	伝熱フィンは胴と外筒間の閉鎖空間に取り付けられているが、 <u>胴外面と外筒内面の炭素鋼が中性子遮蔽材の経年変化に伴い生じる水と選択的に結合し腐食することから、銅の腐食環境にないことから、腐食が問題となることはない。</u>
1-12	上 2	$LMP=T \cdot (20+\log(t))$	<u>$LMP=T \cdot (C+\log(t))$</u>
1-12	上 5	(記載追加)	<u>C : LMP の定数</u>
1-12	上 35	バスケット格子材の温度は 230℃以下であり、材質が劣化することはない。	バスケット格子材の温度は 230℃以下であり、 <u>別添 1.1 に示す材料規定に関する温度範囲の上限値を下回っている。</u>

注 : 2018 年 10 月 15 日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev. 0 の頁を示す。

頁 ^注	行	補正前	補正後
1-12	上 35	(記載追加)	<p><u>構造強度部材であるバスケット格子材の設計許容応力を別添 1.1 に示す。当該の設計許容応力は、設計貯蔵期間中の熱ばく露条件に対し保守側に設定された熱処理条件を経験した供試材（以降、「加速試験材」という）の材料試験結果に基づき設定されている。このため、設計貯蔵期間中の熱による劣化により、本材料の強度が当該設計許容応力を下回ることは無い。本バスケット格子材について設計貯蔵期間中の組織変化と機械的強度に関する説明を別添 1.2 に示す。なお、本バスケット格子材を使用するにあたっては、設計貯蔵期間 60 年間における設計許容応力を保証するために、別添 1.1 に示す製造管理規定を満足するように製造管理を行う。</u></p> <p><u>本バスケット格子材は、加速試験材の材料試験により、脆性破壊することなく、且つ、衝撃特性、及び破壊靱性値（J_Q 値）が低下しないことを確認している。</u></p> <p><u>さらに、TK-26 型では、「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」（以降、「外運搬規則」という）で定められている特別の試験条件においても、バスケットに塑性変形が生じないようにバスケット格子材の発生応力が設計降伏点以下となるように設計している。また、外運搬規則で規定されている特別の試験条件に対応する衝撃荷重が作用した場合においても延性き裂進展に対して裕度を有していることを確認しており、破壊靱性に対する特別の配慮は不要である。</u></p>

注：2018 年 10 月 15 日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev. 0 の頁を示す。

頁 ^注	行	補正前	補正後
1-15	—	(記載変更)	(別紙 2-1 の記載に変更)
1-17	—	(記載変更)	(別紙 2-2 の記載に変更)
1-19	—	(記載変更)	(別紙 2-3 の記載に変更)
1-20	—	(記載変更)	(別紙 2-4 の記載に変更)
1-24	—	(記載変更)	(別紙 2-5 の記載に変更)
1-26	—	(記載変更)	(別紙 2-6 の記載に変更)
1-31	—	(記載変更)	(別紙 2-7 の記載に変更)
1-32	—	(記載変更)	(別紙 2-8 の記載に変更)
1-33	—	(記載変更)	(別紙 2-9 の記載に変更)
1-38	—	下部トラニオン固縛図	下部トラニオン <u>固定</u> 図
1-43	上 7	(記載追加)	(21) (一社)日本機械学会、「 <u>発電用原子力設備規格設計・建設規格(JSME S NC1-2012)</u> 」、(一社)日本機械学会発電用設備規格委員会、(2012年12月)
1-43 の次頁	—	(記載追加)	(別紙 2-10～別紙 2-11 の記載を追加)
2-3	上 7	中性子を吸収する材料	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アルミニウム合金
2-3	上 10	バスケット格子は、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保つ設計である。	バスケット格子は、設計貯蔵期間 60 年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、 <u>臨界防止上有意な変形を起こさず、必要な構造健全性を保つ設計である。</u>
2-3	上 18	貯蔵区域内の TK-26 型の配置	バスケットの板厚、内のり寸法公差を考慮するなど、 <u>貯蔵区域内の TK-26 型の配置</u>
2-3	上 19	(記載追加)	なお、バスケット格子内の使用済燃料集合体は、乾燥状態では金属キャスク中心側に偏向して配置し、冠水状態では格子中央若しくは金属キャスク中心側に偏向して配置することで、 <u>中性子実効増倍率が最大となるように考慮している。</u>

注：2018年10月15日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev. 0 の頁を示す。

頁 ^注	行	補正前	補正後
2-3	上 24	使用済燃料集合体を TK-26 型に収納するにあたり冠水することを考慮している。	使用済燃料集合体を TK-26 型に収納するにあたり冠水することから、 <u>乾燥状態、及び冠水状態を考慮している。</u>
2-3	上 27	(記載追加)	e. <u>金属キャスク相互の中性子干渉 金属キャスクの境界条件を完全反射条件（無限配列）とすることで、金属キャスク相互の中性子干渉による影響を考慮している。</u>
2-4	上 12	(記載追加)	<u>使用済燃料集合体から放出される放射線は、金属キャスクの本体及び蓋部により遮蔽する設計とし、ガンマ線遮蔽材は十分な厚みを有する炭素鋼製の材料を用い、中性子遮蔽材にはレジンをを用いている。</u> <u>TK-26 型の遮蔽評価においては、収納する使用済燃料の種類、燃焼度、濃縮度、冷却期間等を考慮した厳しい条件を設定し、実績のある燃焼計算コードを用いて線源強度を求め、TK-26 型の実形状を軸方向断面で三次元モデル化し、算出した線源強度に基づき、三次元モンテカルロコードを用いて、TK-26 型の線量当量率を評価している。</u>
2-4	上 14	設計されている	<u>設計である</u>

注：2018 年 10 月 15 日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev. 0 の頁を示す。

頁 ^注	行	補正前	補正後
2-5	上 7	TK-26 型は、使用済燃料を限定された区域に閉じ込めるため、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料集合体を封入する空間を負圧に維持できる設計である。	TK-26 型は、使用済燃料を限定された区域に閉じ込めるため、 <u>金属キヤスクの蓋部、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</u> を通じて使用済燃料集合体を <u>内封</u> する空間を負圧に維持できる設計である。
2-5	上 17	なお、一次蓋の閉じ込め機能に異常が発生したと判断される場合には、三次蓋を取り付け、三次蓋の気密漏えい検査等運搬に必要な措置を講じ、搬出できるように設計する。	なお、 <u>二次蓋の閉じ込め機能の異常が認められた場合には、使用済燃料集合体を内封する空間が負圧に維持されていること及び一次蓋の金属ガスケットが健全であることを確認のうえ、二次蓋の金属ガスケットを交換し、閉じ込め機能を修復できる設計とする。</u> また、一次蓋の閉じ込め機能に異常が発生したと判断される場合には、三次蓋を取り付け、三次蓋の気密漏えい検査等運搬に必要な措置を講じ、 <u>使用済燃料貯蔵施設外へ搬出できる設計である。</u>
2-6	上 7	使用済燃料の健全性を維持する観点から	使用済燃料の健全性、 <u>及び金属キヤスクの基本的安全機能を維持する観点から</u>
2-6	上 9	(記載追加)	(2) <u>TK-26 型は、使用済燃料の被覆管の機械的特性の低下を防止する観点から、設計貯蔵期間 60 年間を通じて貯蔵する使用済燃料の制限温度以下となる設計である。</u>

注：2018 年 10 月 15 日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev. 0 の頁を示す。

頁 ^注	行	補正前	補正後
2-6	上 9	(2) TK-26 型は、基本的安全機能を維持する観点から設計貯蔵期間を通じてその構成部材の健全性が保たれる温度範囲にあるように設計されている。	(3) TK-26 型は、 <u>金属キャスクの基本的安全機能を維持する観点から設計貯蔵期間 60 年間を通じてその構成部材の健全性が保たれる温度範囲となる設計である。</u>
2-9	上 16	(記載追加)	<u>TK-26 型は、貯蔵中はたて置き姿勢であり、TK-26 型が貯蔵中転倒しないように、貯蔵建屋内の支持構造物である貯蔵架台に下部トラニオン4個を固定することで床面に固定される。</u>
2-9	上 16	TK-26 型は、設計条件として設定する地震力に対して概ね弾性状態に留まる範囲で耐え得る設計とすることから、TK-26 型を使用済燃料貯蔵施設において使用した場合、当該施設の安全機能に影響を与えることはない。	TK-26 型は、設計条件として、 <u>水平方向 1.5G、鉛直方向 1.0G に設定した加速度により作用する地震力に対して、金属キャスクを剛体としたモデルにその地震力を作用させることで評価を行い、金属キャスクの本体胴等の応答が弾性状態に留まる範囲で耐え得る設計とすることから、TK-26 型を使用済燃料貯蔵施設において使用した場合、<u>金属キャスクの安全機能が損なわれるおそれはない。</u></u>
2-9	上 19	ただし、使用済燃料の貯蔵の事業（変更）許可申請時には、使用済燃料貯蔵施設の貯蔵架台の設計地震力が、TK-26 型の設計条件に包絡されることを確認する必要がある。	ただし、使用済燃料の貯蔵の事業（変更）許可申請時には、使用済燃料貯蔵施設の貯蔵架台の設計地震力が <u>上記の TK-26 型の設計条件に包絡され、TK-26 型を貯蔵した場合にこの設計地震力に対して貯蔵架台が概ね弾性状態に留まる範囲で耐え得る設計であること。</u>

注：2018年10月15日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev.0 の頁を示す。

頁 ^注	行	補正前	補正後
2-15	上 12	<p>基本的安全機能を維持する上で重要なTK-26型の構成部材は、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境、並びに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し、その必要とされる強度、性能を維持し、必要な安全機能を失うことのないように設計されている。</p>	<p><u>TK-26 型の基本的安全機能を維持する上で重要な TK-26 型の構成部材は、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等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度、性能を維持し、必要な安全機能を失うことのない設計とすることにより、使用済燃料の健全性を確保している。</u></p>

注：2018年10月15日付け Doc No. 18-180-I-002 Rev. 0 の頁を示す。

第 1-2 表 使用済燃料集合体の仕様（その 1）

項 目		仕 様			
使用済燃料の種類		17×17 燃料 48,000MWD/t 型		15×15 燃料 48,000MWD/t 型	
		A 型	B 型	A 型	B 型
形状	集 合 体 幅	約 214mm		約 214mm	
	全 長	約 4100mm		約 4100mm	
質 量		約 680kg		約 670kg	
燃料 集合体 一体の仕様	初 期 濃 縮 度	4.2wt%以下		4.1wt%以下	
	最 高 燃 焼 度 ^(注1)	48,000MWD/t 以下		47,000MWD/t 以下	
	冷 却 期 間	15 年以上	20 年以上	15 年以上	20 年以上
1 基 当 た り の 仕 様 金 属 キ ャ ス ク	収 納 体 数	26 体		26 体	
	平 均 燃 焼 度 ^(注2)	44,000MWD/t 以下		43,000MWD/t 以下	
	崩 壊 熱 量	17.2kW 以下		16.8kW 以下	

(注 1) 最高燃焼度とは、収納する燃料集合体 1 体の燃焼度の最大値を示す。

(注 2) 平均燃焼度とは、収納する全燃料集合体に対する燃焼度の平均値を示す。

第 1-2 表 使用済燃料集合体の仕様（その 2）^(注 1)

項 目		仕 様			
使用済燃料の種類		17×17 燃料 39,000MWD/t 型		15×15 燃料 39,000MWD/t 型	
		A 型	B 型	A 型	B 型
燃料 集合体 一体の仕様	初 期 濃 縮 度	3.0wt%以下		3.2wt%以下	
	最 高 燃 焼 度 ^(注2)	39,000MWD/t 以下		39,000MWD/t 以下	
	冷 却 期 間	20 年以上		20 年以上	

(注 1) その他の条件は第 1-2 表 使用済燃料集合体の仕様（その 1）と同じである。

(注 2) 39,000MWD/t 型には平均燃焼度を設定しない。

第 1-4 表 臨界解析に用いる使用済燃料集合体の仕様

項目	単位	17×17 燃料 48,000MWd/t 型		15×15 燃料 48,000MWd/t 型	
		A 型	B 型	A 型	B 型
燃料材質	—	二酸化ウラン		二酸化ウラン	
被覆管材質	—	ジルカロイ-4		ジルカロイ-4	
燃料密度	%理論密度				
ペレット直径	mm				
燃料有効長	mm				
燃料棒配列	—	17×17		15×15	
燃料集合体当たりの 燃料棒数	本	264		204	
初期濃縮度	wt%	4.2 以下		4.1 以下	

第 1-6 表 TK-26 評価結果

項 目			評 価 結 果		設 計 基 準 値
			17×17 燃料	15×15 燃料	
臨 界 防 止	中 性 子 実 効 増 倍 率	乾 燥 状 態	0.409	0.404	0.95
		冠 水 状 態	0.914	0.914	
遮 蔽	表 面 最 大 線 量 当 量 率		1.2mSv/h (注1)		2mSv/h
	表 面 から 1m 離 れ た 位 置 に お け る 最 大 線 量 当 量 率		82 μSv/h (注1)		100 μSv/h
閉 じ 込 め	金 属 ガ ス ケ ッ ト の 漏 え い 率	一 次 蓋 シ ー ル 部	1.0×10 ⁻⁶ (注2) Pa・m ³ /s		2.2×10 ⁻⁶ Pa・m ³ /s (注3)
		オ リ フ ィ ス カ バ ー シ ー ル 部			2.3×10 ⁻⁶ Pa・m ³ /s (注3)
除 熱	燃 料 被 覆 管 最 高 温 度		255℃		275℃ (1)
	金 属 キ ャ ス ク 構 成 部 材 最 高 温 度	胴、外筒、蓋部	151℃		350℃ (2)
		中 性 子 遮 蔽 材 (レジン)	143℃		150℃ (3)
		金 属 ガ ス ケ ッ ト	106℃		130℃ (4)
	バスケット格子材		225℃		250℃ (注4)
構 造 強 度	取 扱 時	密 封 容 器 の 応 力 強 さ	33MPa		182MPa (2)
		一 次 蓋 ボ ル ト の 応 力	209MPa		648MPa (2)
		上 部 ト ラ ニ オ ン の 応 力 強 さ	574MPa		636MPa (2)
	地 震 時	下 部 ト ラ ニ オ ン の 応 力 強 さ	246MPa		588MPa (2)

(注 1) 線源強度が高い 17×17 型で代表

(注 2) 金属キャスク内部温度が高い 17×17 型で代表

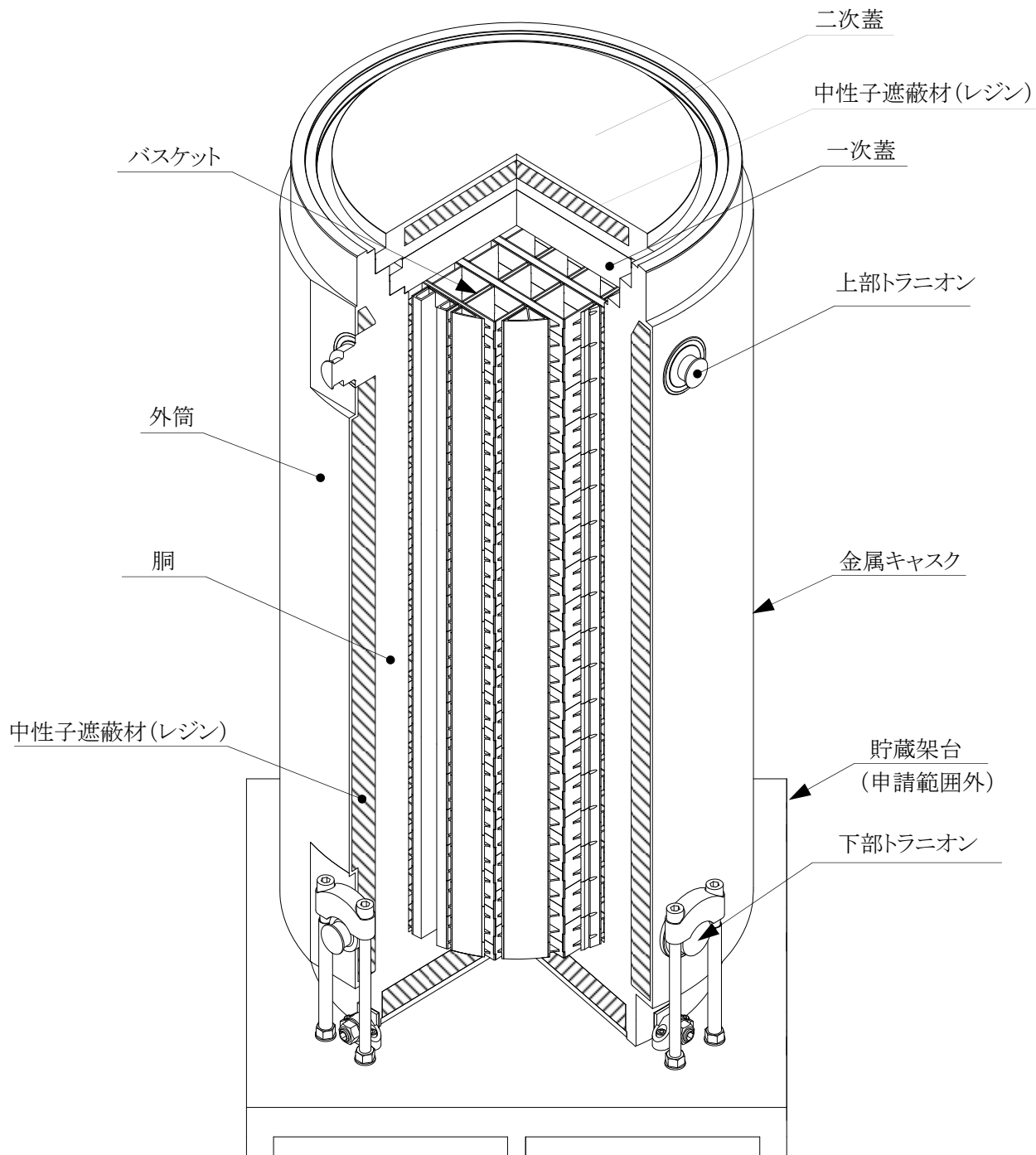
(注 3) 設計貯蔵期間中に金属キャスク本体内部の負圧が維持できる漏えい率 (標準状態) を示す。

(注 4) 別添 1.1 に示す材料規定に関する温度範囲の上限値である。

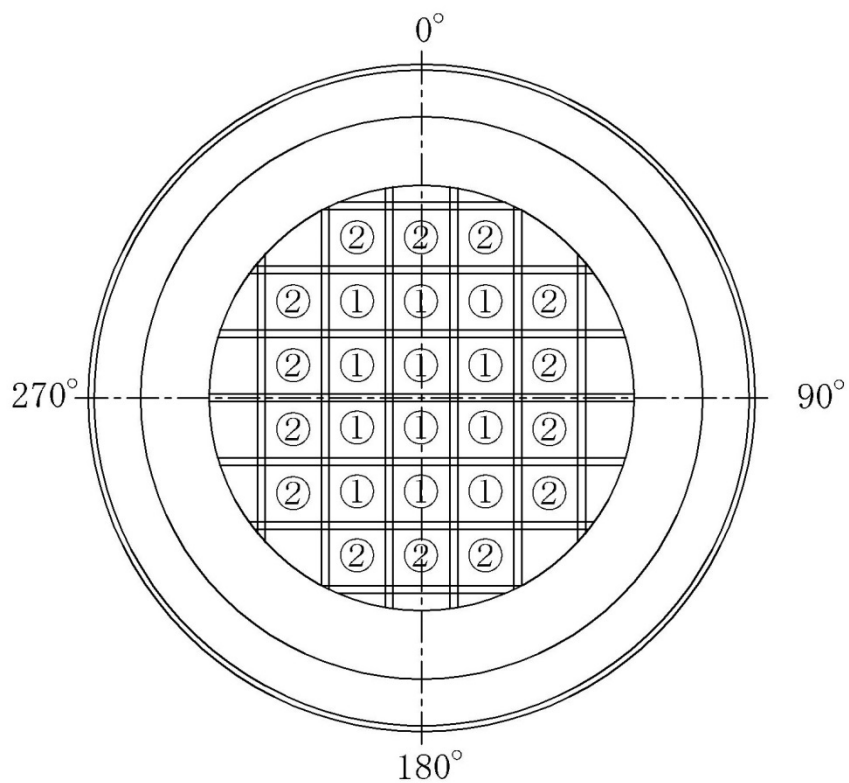
第 1-7 表 使用済燃料集合体、及びバーナブルポイズン集合体の線源強度計算条件

項目			17×17 燃料		15×15 燃料	
			A 型	B 型	A 型	B 型
最高燃焼度 (MWd/t)			48,000		47,000	
平均燃焼度 (MWd/t)			44,000		43,000	
比出力 (MW/t)						
照射 期間 (日)	使用済燃料 集合体	最高燃焼度				
		平均燃焼度				
バーナブルポイズン集合体						
濃縮度 (wt%)						
冷却期間 (年)			15	20	15	20
ウラン質量 (kg)						
(上部)		ノード	ピーキングファクター			
ピーキングファクター (注1)						
(下部)						

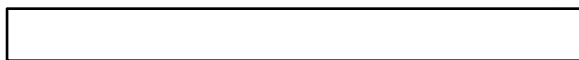
(注 1) ノードは燃料有効部を軸方向に 48 分割したものである。



第 1-1 図 TK-26 型構造図

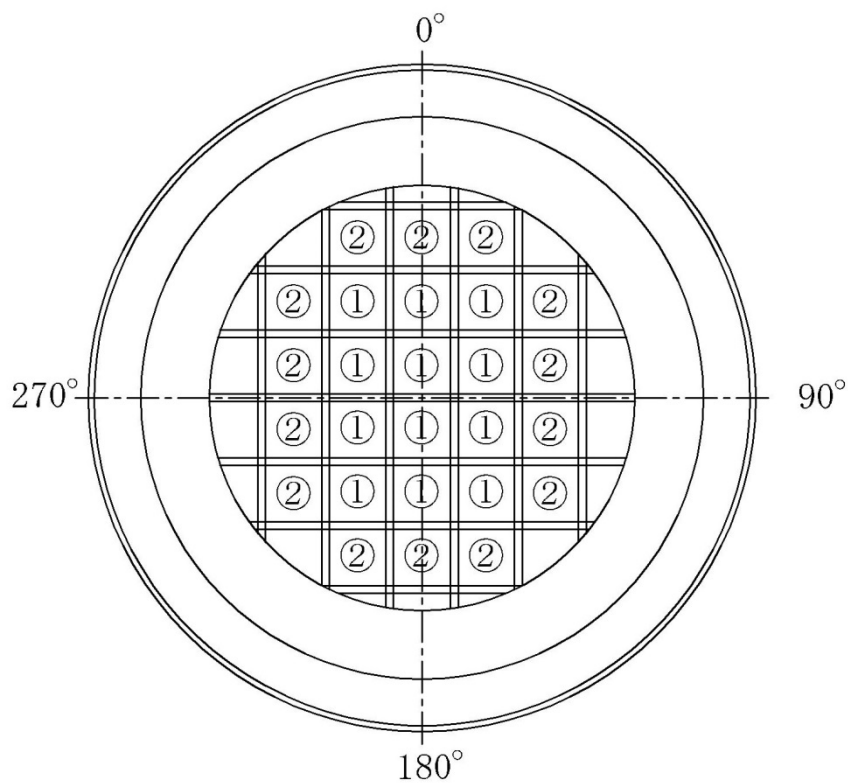


- ① : 燃焼度が 48,000MWd/t 以下 (17×17 燃料) 及び 47,000MWd/t 以下 (15×15 燃料) の使用済燃料集合体の収納位置

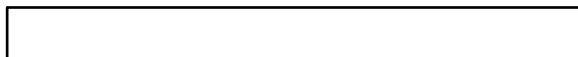


- ② : 燃焼度が 44,000MWd/t 以下 (17×17 燃料) 及び 43,000MWd/t 以下 (15×15 燃料) の使用済燃料集合体の収納位置

第 1-3 図 使用済燃料集合体の収納位置条件

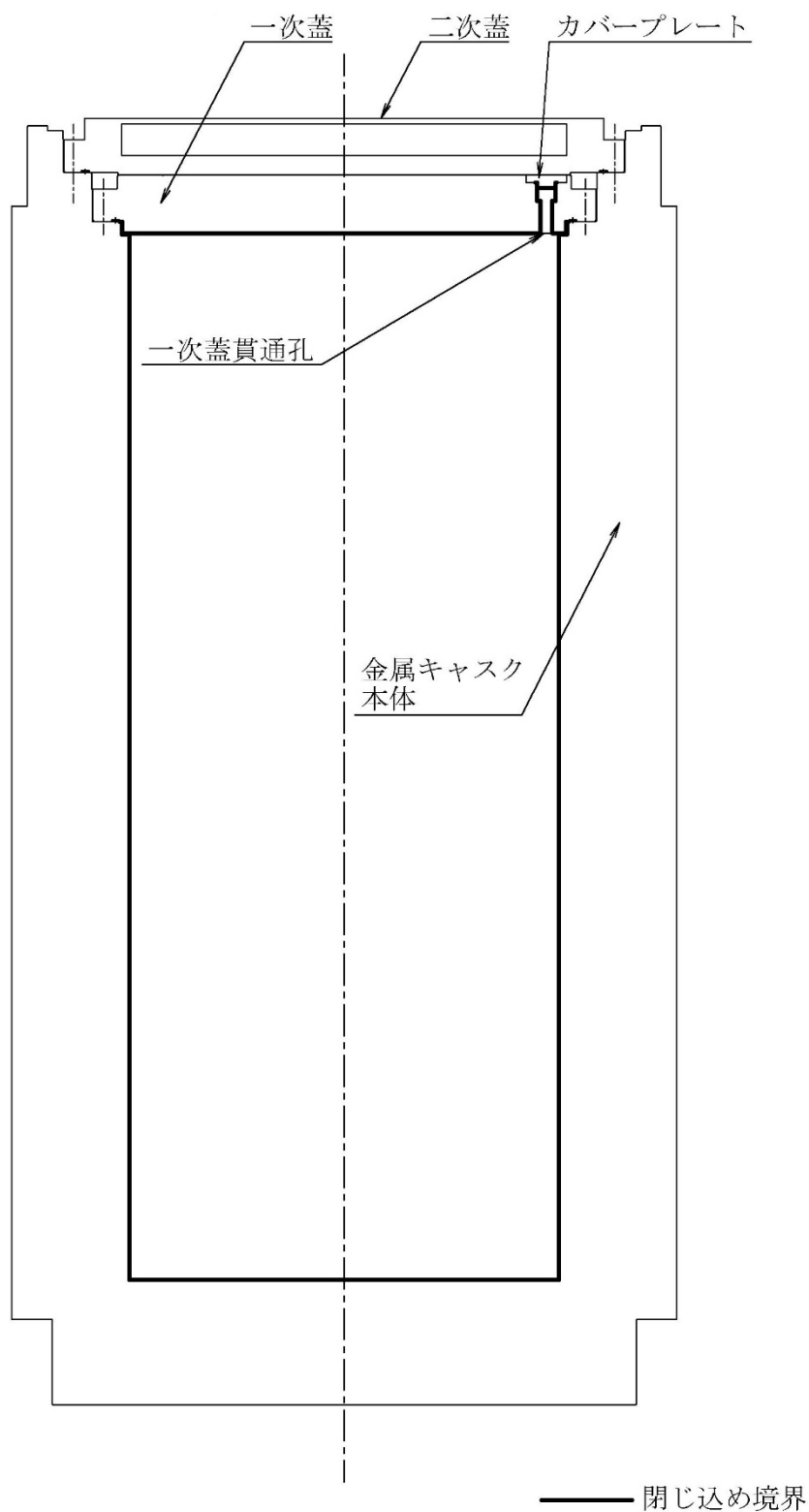


① : 燃焼度が 48,000Mwd/t (17×17 燃料) の使用済燃料集合体の収納位置 (12 体)

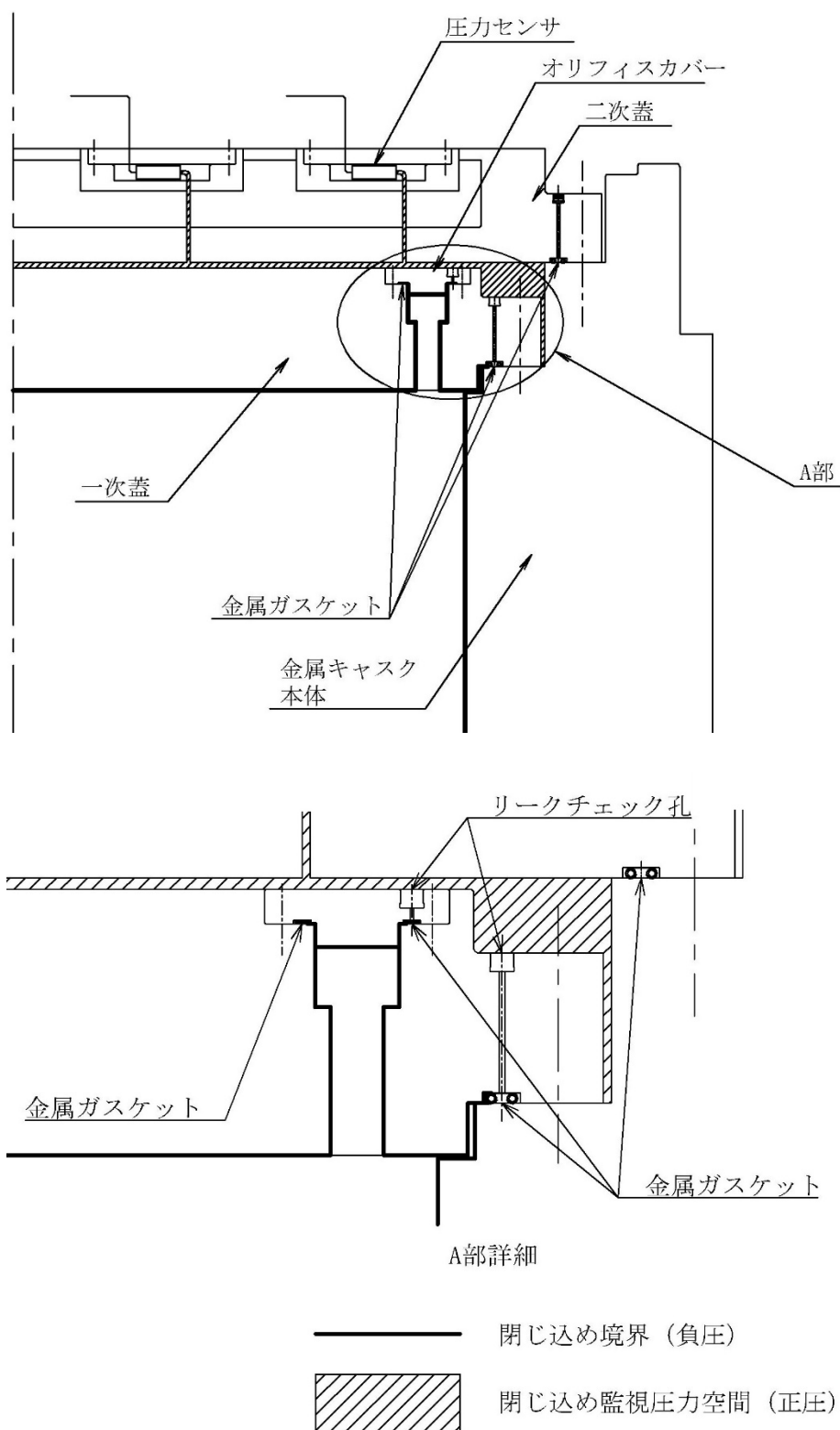


② : 燃焼度が 44,000Mwd/t (17×17 燃料) の使用済燃料集合体の収納位置 (14 体)

第 1-8 図 遮蔽解析における使用済燃料集合体の収納位置条件



第 1-9 図 TK-26 型の閉じ込め構造



第 1-10 図 TK-26 型のシール部詳細

バスケット用ほう素添加アルミニウム合金（1B-A3J04-O）の材料規定、及び製造管理規定

1. 概要

TK-26 型のバスケットに適用するバスケット用材料 アルミニウム合金（1B-A3J04-O）の材料規定、及び製造管理規定について説明する。

2. 適用範囲

本材料を TK-26 型のバスケットに適用するにあたり、本材料及びこれを使用するバスケットは以下の事項に適合すること。

- (1) 設計貯蔵期間（供用期間）は 60 年以下であること。
- (2) バスケットが収納されるキャスク本体内部には、供用期間中ヘリウムガスを封入し、不活性ガス雰囲気は維持されていること。
- (3) バスケットは耐圧構造でないこと。
- (4) バスケットは溶接部がない構造であること。
- (5) 本材料はボルト材として使用しないこと。

3. 材料規定

本規定は、供用期間における熱劣化を考慮した設計評価に適用する材料規定である。本規定を適用する材料は、4. に示す製造管理規定を満足しなければならない。

3.1 材料名称

材料の規定名称は別添 1.1-1 表に示すものであること。

3.2 化学成分

化学成分は別添 1.1-2 表に示す百分率の値の範囲内にあること。

3.3 設計応力強さ

設計応力強さは別添 1.1-3 表の規定によること。

3.4 許容引張応力

許容引張応力は別添 1.1-4 表の規定によること。

3.5 設計降伏点

設計降伏点は別添 1.1-5 表の規定によること。

3.6 設計引張強さ

設計引張強さは別添 1.1-6 表の規定によること。

3.7 縦弾性係数

縦弾性係数は別添 1.1-7 表の規定によること。

3.8 線膨張係数

線膨張係数は別添 1.1-8 表の規定によること。

4. 製造管理規定

本規定は、製造管理に係る規定である。

- (1) 化学成分は、別添 1.1-2 表に示す百分率の値の範囲内にあること。この場合において、化学成分は溶湯の取りべ分析（レードル分析）によること。化学成分の分析試験は、JIS H 4100「アルミニウム及びアルミニウム合金の押出型材」（以下「JIS H 4100」という。）によること。
 - (2) 材料の製造は別添 1.1-1 図に示す製造フローに従い、熱間押出成形加工されたものであること。
 - (3) 引張矯正後、焼なましを行い最も軟らかい状態とすること。質別 O は、JIS H 0001「アルミニウム、マグネシウム及びそれらの合金—質別記号」によること。
 - (4) 機械的性質は、別添 1.1-9 表に掲げる値に適合すること。
 - (5) 製品の寸法の許容差は、以下及び JIS H 4100 によること。これを逸脱する寸法を適用する場合、機械的性質が別添 1.1-9 表を満足することを確認すること。
 - ・ 押出比[※] : 20 以上
- ※ピレットの押出方向に垂直な断面積と押出材の押出方向に垂直な断面積の比
- (6) 材料は、別添 1.1-1 図の製造フローの各段階において、別添 1.1-10 表に示す品質管理を行う。
 - (7) 上記規定以外の規定については、JIS H 4100 によること。

別添 1.1-1 表 材料の規定名称

材料の名称	記号	質別
ほう素添加アルミニウム合金	1B-A3J04-O	O

別添 1.1-2 表 化学成分規定

記号	化学成分 (mass%)									
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	B	その他		Al
								個々	合計	
1B-A3J04-O	0.25 以下	0.25 以下	0.05 以下	1.2 以上 1.6 以下	1.0 以上 1.4 以下	0.05 以下	0.8 以上 1.3 以下	0.05 以下	0.15 以下	残部

別添 1.1-3 表 材料の各温度における設計応力強さ S_m ※1、※2

(単位：MPa)

記号	温 度 (°C)								
	-40 ~40	75	100	125	150	175	200	225	250
1B-A3J04-O	44	44	44	43	42	40	34	29	25

※1) 温度の中間における値は、比例法によって計算する。

※2) 加速試験材で設定した値である。

別添 1.1-4 表 材料の各温度における許容引張応力 S ※1、※2

(単位：MPa)

記号	温 度 (°C)								
	-40 ~40	75	100	125	150	175	200	225	250
1B-A3J04-O	44	44	44	42	12	8.7	6.7	5.4	4.1

※1) 温度の中間における値は、比例法によって計算する。

※2) 加速試験材で設定した値である。

別添 1.1-5 表 材料の各温度における設計降伏点 S_y ※1、※2

(単位：MPa)

記号	温 度 (°C)								
	-40 ~40	75	100	125	150	175	200	225	250
1B-A3J04-O	66	66	66	65	63	60	56	51	45

※1) 温度の中間における値は、比例法によって計算する。

※2) 加速試験材で設定した値である。

別添 1.1-6 表 材料の各温度における設計引張強さ S_u ※1、※2

(単位：MPa)

記号	温 度 (°C)								
	-40 ~40	75	100	125	150	175	200	225	250
1B-A3J04-O	155	149	144	135	123	109	94	81	70

※1) 温度の中間における値は、比例法によって計算する。

※2) 加速試験材で設定した値である。

別添 1.1-7 表 材料の各温度における縦弾性係数^{※1}

(単位 : GPa)

記号	温 度 (°C)								
	-40 ~40	75	100	125	150	175	200	225	250
1B-A3J04-O	77.7	76.5	75.8	75.1	74.3	73.5	72.6	71.7	70.3

※1) 温度の中間における値は、比例法によって計算する。

別添 1.1-8 表 材料の各温度における線膨張係数^{※1}(単位 : $\times 10^{-6}$ mm/mm°C)

記号	区分 ※2	温 度 (°C)									
		20	50	75	100	125	150	175	200	225	250
1B-A3J04-O	A	22.3	22.4	22.6	23.1	23.8	24.6	25.4	25.9	26.3	26.4
	B	22.3	22.3	22.4	22.5	22.8	23.0	23.4	23.7	24.0	24.2

※1) 温度の中間における値は、比例法によって計算する。

※2) 区分 A は瞬時線膨張係数、区分 B は室温から当該温度までの平均線膨張係数を表す。

別添 1.1-9 表 機械的性質^{※1}

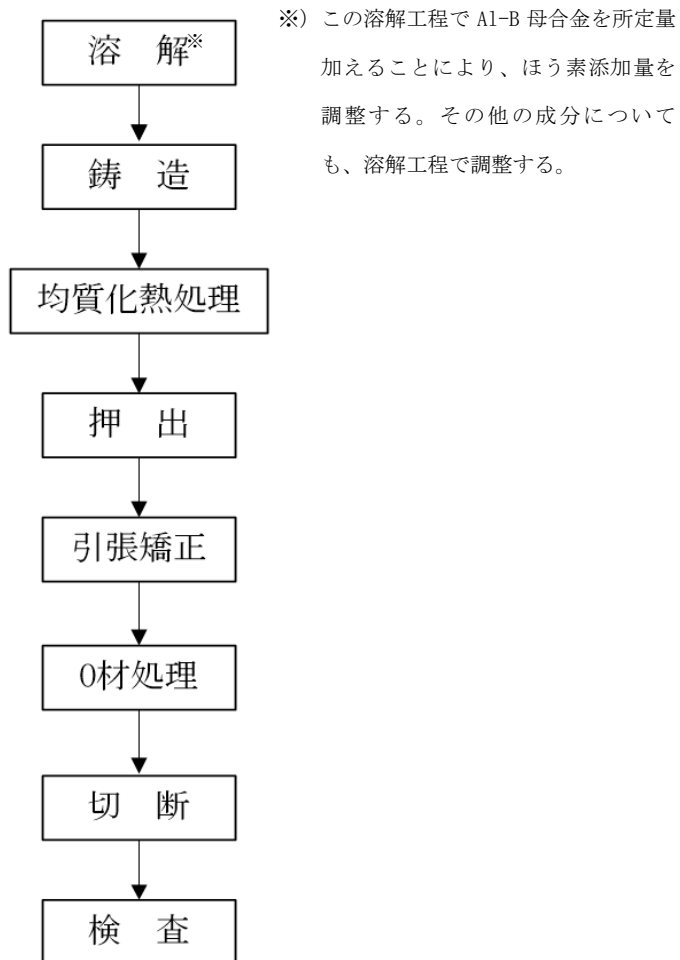
記号	引張試験 (試験温度：室温)		
	引張強さ (MPa)	耐力 (MPa)	伸び (%)
1B-A3J04-O	155 以上	70 以上	10 以上

※1) 加速試験をしない供用開始前の製造管理値である。

別添 1.1-10 表 1B-A3J04-Oの製造管理項目

工程			製造管理項目	管理程度 [※]			
概要	細目			材料保証	製造管理		
①	合金溶解	溶解／検査	化学組成	○	—		
②	ビレット成型 (鋳造)	鋳造	外観、寸法	—	○		
③	均質化熱処理	均質化熱処理	温度、保持時間	—	○		
④	熱間押出	製造条件	押出条件	—	○		
			引張矯正			矯正量	
⑤	焼鈍	○材熱処理	温度、保持時間	—	○		
⑥	切断・加工	切断	長さ	—	○		
		試験片採取	採取位置と採取数	—	○		
⑦	検査	製品検査		○	—		
		材料特性 (初期材)	材料試験	引張試験 (0.2%耐力、引張強さ、伸び)		○	—
				組織観察		○	—
⑧	梱包	梱包	員数・荷姿	—	○		

※) メーカー自主管理項目を含む。



別添 1.1-1 図 製造フロー

バスケット用ほう素添加アルミニウム合金（1B-A3J04-O）の設計貯蔵期間 60 年間における組織変化及び機械的強度について

1. 概要

TK-26 型のバスケット格子材に適用するほう素添加アルミニウム合金（1B-A3J04-O）（以下、「本アルミ合金」という）は、強化機構としてマグネシウム（Mg）の固溶強化及びマンガン（Mn）化合物の粒子分散強化を用いている。ここでは、本アルミ合金の設計貯蔵期間 60 年間における組織変化及び機械的強度について説明する。

2. 設計貯蔵期間 60 年間におけるほう素添加アルミニウム合金の組織変化について

- ・ 結晶粒組織については、偏光顕微鏡の観察結果及び結晶粒径の評価から、ほう素（B）添加により結晶粒組織が微細かつ均一となりより安定した状態となっていることが確認されている。これより、B 添加が本アルミ合金の結晶粒組織に及ぼす影響により強度が低下することはない。
- ・ Mg については、その一部が B 化合物中に固溶しているため、後述の加速試験及び時効処理試験の前後において、B 化合物に対する電子線マイクロアナライザ（EPMA）による組織観察及び X 線回折分析（XRD）による化合物同定分析を行っている。その結果、B 化合物に組織変化及び相変化が認められないことから、当該化合物は、熱的に極めて安定しており、金属キャスクの使用条件で変化しないと判断している。これより、Mg による固溶強化の効果が低下することはない。また、B 添加していない Al-Mn-Mg 合金と同様に、本アルミ合金に過剰に Mg を添加した供試材について Mg 化合物の析出速度を評価した結果、Al-Mn-Mg 合金の場合と同等であると確認されたことから、B 添加により当該の析出速度が変化することはない。したがって、設計貯蔵期間 60 年間において Mg の固溶強化は維持される。
- ・ Mn については、透過型電子顕微鏡（TEM）による組織観察の結果、析出した Mn 化合物の分散粒子のサイズ・分布状態が B 添加により変化しないことを確認している。これより、B 添加により Mn 化合物の粒子分散強化の効果が低下することはない。

また、析出した Mn 化合物の分散粒子による強化機構について、キャスクでの使用温度条件における時効処理試験（125, 150, 175, 200℃×10, 000h）及び設計貯蔵期間 60 年間の熱履歴を模擬した加速試験（300℃×1, 000h）を行った結果、本アルミ合金の Mn 化合物の分散粒子のサイズ・分布状態がこれらの試験前後で変化しないことから、設計貯蔵期間 60 年間において当該強化機構は維持される。

3. ほう素添加アルミニウム合金の機械的強度について

- 上記の加速試験を経た供試材の引張試験データを用いて、(一社)日本機械学会「発電用原子力設備規格材料規格新規材料採用ガイドライン」に準拠して本アルミニウム合金の許容応力について評価を行っている。また、当該供試材の機械的強度データの不確かさを、データ点数が限定されていることを適切に考慮した上で評価するため、標本毎に誤差範囲を求め、その下限値がいずれも当該許容応力を上回っていることを確認している。これより、本アルミニウム合金の機械的強度は設計貯蔵期間 60 年間において当該許容応力を下回ることはないため、バスケットに使用する構造部材として適切であると判断している。