

2022年12月23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社  
代表取締役社長 森本 康裕

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

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第四十三条の三の三十第1項の規定に基づき、下記のとおり発電用原子炉施設に係る特定機器の設計の型式証明の申請をいたします。

記

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	代表取締役社長 森本 康裕

二 特定機器の種類

特定兼用キャスク

三 特定機器の名称及び型式

TK-26型

四 特定機器の構造及び設備

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原子力発電所敷地外への運搬に使用する輸送容器の機能を併せ持つ、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第百条第1項第二号に規定する金属製の特定兼用キャスク（以下「特定兼用キャスク」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。）、特定兼用キャスクに収納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。）、特定兼用キャスクに収納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。）、及び特定兼用キャスクに収納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。）といった安全性を確保するために必要な機能である安全機能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」、「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」、「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」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. 使用済燃料集合体の臨界防止に関する構造

TK-26型は、使用済燃料集合体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) 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

- a. TK-26型は、特定兼用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。
- b. 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。
- c. 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。
- d. 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、乾燥状態では特定兼用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又は特定兼用キャスク中心側に偏向して配置する。
  - ③特定兼用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。

- e. 上記a. からd. により、特定兼用キャスク単体として、使用済燃料集合体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) 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

TK-26型は、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。上記における特定兼用キャスク単体による臨界防止評価において、特定兼用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、特定兼用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核燃料物質が臨界に達するおそれがない設計とする。

## 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型が設置される原子力発電所敷地等の周辺、及び管理区域その他原子力発電所敷地等内の人が立ち入る場所の放射線量を低減できるように、使用済燃料集合体から放出される放射線を特定兼用キャスクの本体胴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年間における中性子遮蔽材の熱による遮蔽機能の低下を考慮しても、特定兼用キャスク表面及び特定兼用キャスク表面から1mの位置における線量当量率は、それぞれ2mSv/h以下及び100 $\mu$ Sv/h以下となる設計とする。

TK-26型の遮蔽機能に関する評価は、収納する使用済燃料集合体の種類、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、線源強度を求める。特定兼用キャスクの実形状を三次元でモデル化し、特定兼用キャスク表面及び特定兼用キャスク表面から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. 使用済燃料集合体等の除熱に関する構造

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

TK-26型は、特定兼用キャスクについて動力を用いないで使用済燃料集合体等の崩壊熱を適

切に除去するため、使用済燃料集合体の崩壊熱を特定兼用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、特定兼用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、使用済燃料集合体の健全性を維持する観点から、特定兼用キャスクの周囲温度を50℃、貯蔵建屋壁面温度を65℃とし、収納する使用済燃料集合体の種類、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、当該燃料被覆管の温度について、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が低下しない温度以下とし、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) 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

TK-26型は、特定兼用キャスクの安全機能を維持する観点から、特定兼用キャスクの周囲温度を50℃、貯蔵建屋壁面温度を65℃とし、収納する使用済燃料集合体の種類、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、特定兼用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設計とする。

## 二. 使用済燃料集合体等の閉じ込めに関する構造

TK-26型は、使用済燃料集合体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、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負圧に維持できる設計とする。

(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、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め閉じ込め構造とし、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特定兼用キャスク外部から隔離する設計とする。

(3) 閉じ込め機能を監視するための設計方針

TK-26型は、蓋間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。

#### ホ. 地震による損傷防止に関する構造

TK-26型は、地震による損傷の防止に関して、次の方針に基づき安全設計を行う。

- (1) TK-26型は、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として、使用済燃料集合体の貯蔵施設（以下「貯蔵施設」という。）内の貯蔵架台等に固定された状態で、縦置きに設置できる設計とする。
- (2) TK-26型は、自重その他の貯蔵時に想定される荷重と「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にかわらず判断するために用いる地震力等を定める告示」（以下「兼用キャスク告示」という。）に定める地震力を組み合わせた荷重条件に対して、特定兼用キャスクの基礎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) 上記の荷重条件に対して、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については、臨界防止上有意な変形が生じないように設計する。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対して十分な余裕を有し、特定兼用キャスクの安全機能を維持する設計とする。

#### ヘ. 津波による損傷の防止に関する構造

TK-26型は、津波による損傷の防止に関して、次の方針に基づき安全設計を行う。

- (1) TK-26型は、兼用キャスク告示に定める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、特定兼用キャスクの安全機能が損なわれるおそれのない設計とする。
- (2) 兼用キャスク告示に定める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、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については、臨界防止上有意な変形が生じないように設計する。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対して十分な余裕を有し、特定兼用キャスクの安全機能を維持する設計とする。

#### ト. 竜巻による損傷の防止に関する構造

TK-26型は、竜巻による損傷の防止に関して、次の方針に基づき安全設計を行う。

- (1) TK-26型は、兼用キャスク告示に定める竜巻による荷重及び設計飛来物の衝突による荷重を組み合わせた荷重条件に対して、特定兼用キャスクの安全機能が損なわれるおそれのない設計とする。
- (2) 兼用キャスク告示に定める竜巻による荷重及び設計飛来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、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については、臨界防止上有意な変形が生じないように設計する。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対して十分な余裕を有し、特定兼用キャスクの安全機能を維持する設計とする。TK-26型に衝突し得る設計飛来物は、原子力発電所の竜巻影響評価ガイドを踏まえて、飛来物の種類、寸法、質量、及びその最大速度を設定する。

#### チ. その他の主要な構造

TK-26型は、イからトに加え、次の方針に基づき安全設計を行う。

- (1) TK-26型は、特定兼用キャスクの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、使用済燃料集合体の健全性を確保する設計とする。
- (2) TK-26型は、特定兼用キャスク本体内面、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、特定兼用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、貯蔵施設への搬入、貯蔵、及び搬出にかかる特定兼用キャスクの取扱いにより生じる荷重等に対して、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であるバスケット格子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から核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第四十三条の二十六の二第1項の規定により、特定容器等の型式の設計について型式証明(M-DPC21001)を受けた金属製の乾式キャスク(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)の適用範囲内で使用する。当該材料の設計許容応力は、設計貯蔵期間60年間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の材料試験結果に基づき設定されており、TK-26型は、その設計許容応力を使用することにより、バスケット格子材の構造健

全性を維持する設計とする。

## 2. 主要な設備及び機器の種類

### 特定兼用キャスク

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集合体の種類及びその種類ごとの最大貯蔵能力

### イ. 使用済燃料集合体の種類

#### PWR使用済燃料集合体 (ウラン燃料)

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の使用済燃料集合体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型へ収納する場合がある。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

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	26体
最大崩壊熱量	17.2kW

五 特定機器を使用することができる範囲を限定し、又は条件を付する場合にあっては、当該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. 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

以下に示す条件により設計された特定兼用キャスク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	地盤の十分な支持を想定する基礎等に固定する設置方法（縦置き）
特定兼用キャスクの固定方式	下部トラニオン固定
特定兼用キャスクの全質量（使用済燃料集合体を含む）	約118t
特定兼用キャスクの主要寸法	全長約5.1m 外径約2.6m
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1m離れた位置における	



線量当量率		100 $\mu$ Sv/h以下
貯蔵施設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 50℃
貯蔵施設における貯蔵建屋等壁面温度		最高温度 65℃
地震力	加速度	水平2, 300Gal <sup>(注1)</sup> 以下 鉛直1, 600Gal <sup>(注1)</sup> 以下
	速度	水平2m/s <sup>(注1)</sup> 以下 鉛直1.4m/s <sup>(注1)</sup> 以下
津波荷重の算出条件	浸水深	10m <sup>(注1)</sup> 以下
	流速	20m/s <sup>(注1)</sup> 以下
	漂流物質量	100t以下
竜巻荷重の算出条件	風速	100m/s <sup>(注1)</sup> 以下 設計飛来物 第1表 のとおり <sup>(注2)</sup>

(注1) 兼用キャスク告示に規定される値

(注2) 「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」解説表4.1に示される値

## 2. 特定機器を使用することができる発電用原子炉施設の条件

発電用原子炉施設の設置（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. 特定兼用キャスクの設置場所の地盤は十分に支持することができる地盤であること。
- ロ. TK-26型に使用済燃料集合体を収納するに当たっては、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。
- ハ. TK-26型は、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、原子力発電所敷地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。
- ニ. TK-26型を貯蔵する貯蔵建屋は、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、貯蔵建屋の吸排気口は、積雪等により閉塞しない設計であること。
- ホ. TK-26型を含めた特定兼用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、五.1.に示したそれぞれの温度条件の範囲内にあること。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。

- へ. TK-26型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。
- ト. 地震時の周辺施設からの波及的影響によって、TK-26型の安全機能が損なわれないこと。
- チ. 竜巻によりTK-26型に衝突し得る設計飛来物の条件が、五 1. に示した設計飛来物の条件に包絡されていること。
- リ. 原子炉等規制法第四十三条の三の九第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第二十一条第2項の規定による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。

申請書添付参考図表目録

第1表	使用済燃料集合体の軸方向燃焼度分布	(添付書類一第1-8表)
第2表	設計飛来物条件	(添付書類一第1-12表)
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	貯蔵施設の概要図 (例)	(添付書類一第1-4図)

第1表 使用済燃料集合体の軸方向燃焼度分布

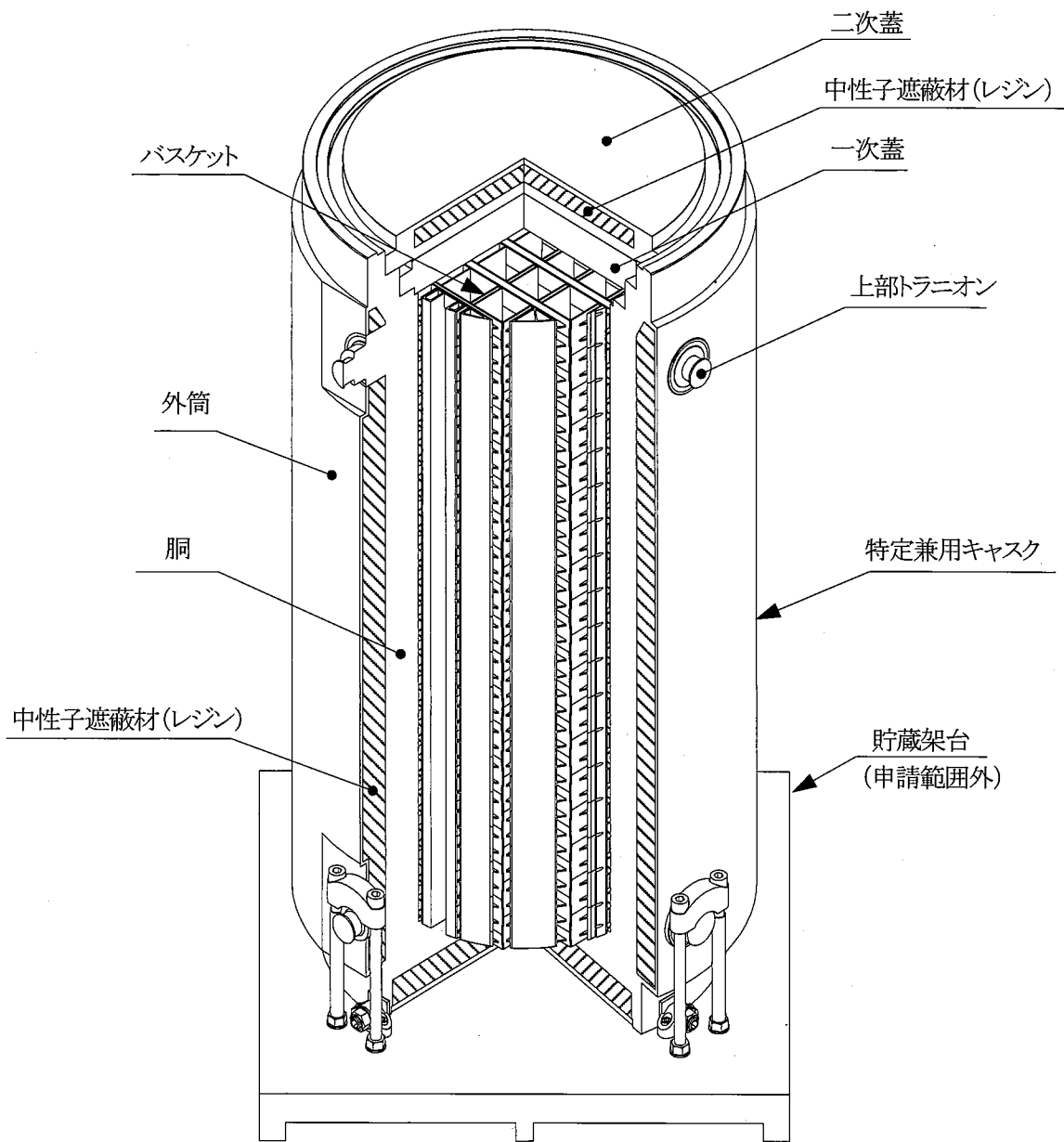
項目	17×17燃料及び15×15燃料	
	A型	B型
軸方向燃焼度分布 <sup>(注1)</sup> (ピーキングファクター：PF)		

(注1) ノードは燃料有効部を軸方向に□したものである。

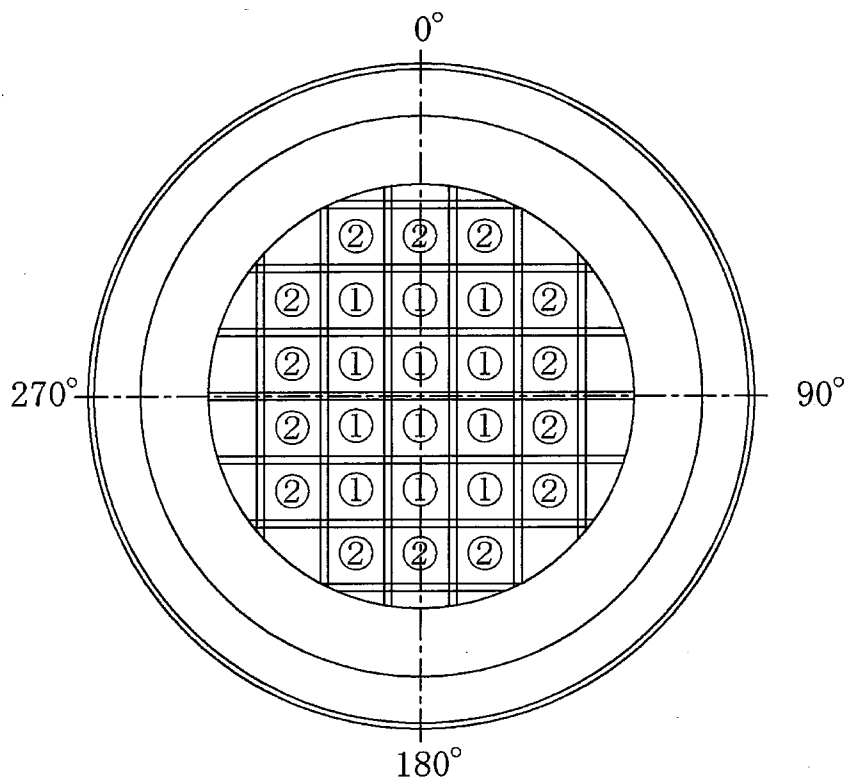
第2表 設計飛来物条件

飛来物の種類	棒状物		板状物	塊状物	
	鋼鉄パイプ	鋼製材	コンクリート板	コンテナ	トラック
寸法 (m)	長さ×直径 2×0.05	長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2	長さ×幅×厚さ 1.5×1×0.15	長さ×幅×奥行 2.4×2.6×6	長さ×幅×奥行 5×1.9×1.3
質量 (kg)	8.4	135	540	2300	4750
最大水平速度 (m/s)	49	51	30	60	34
最大鉛直速度 (m/s)	33	34	20	40	23

枠囲みについては商業機密のため非公開とします。



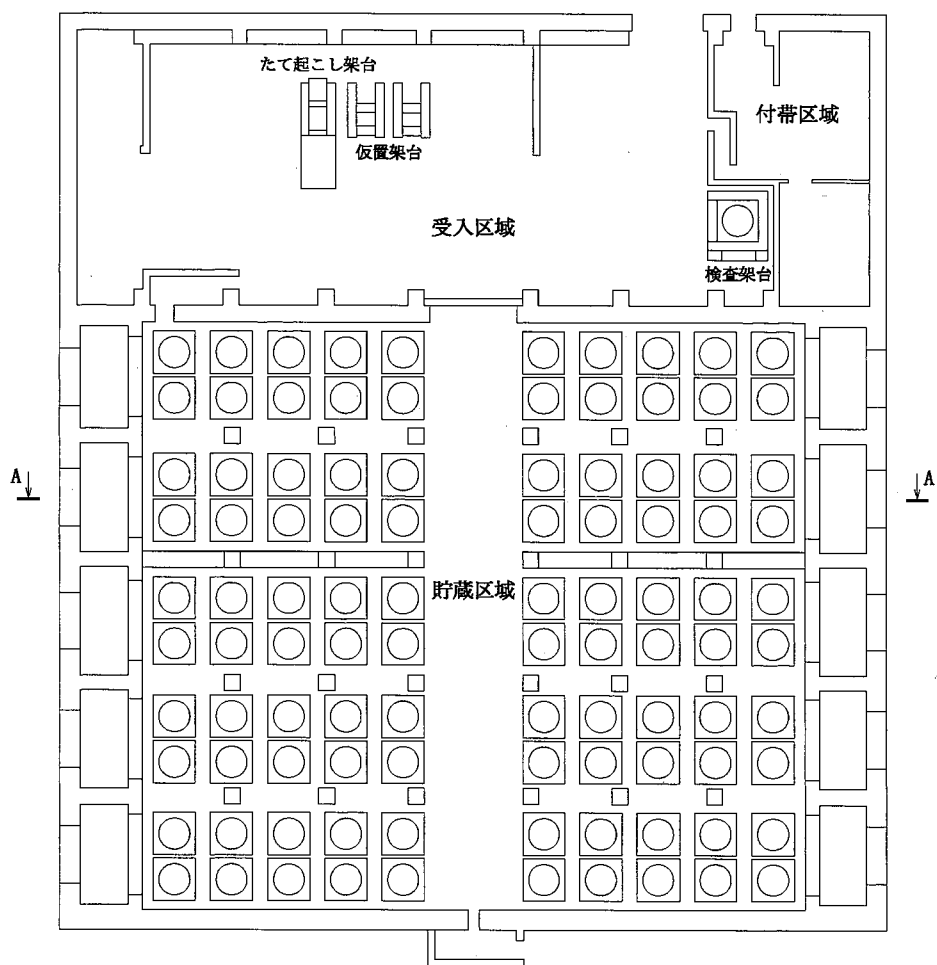
第1図 TK-26型構造図



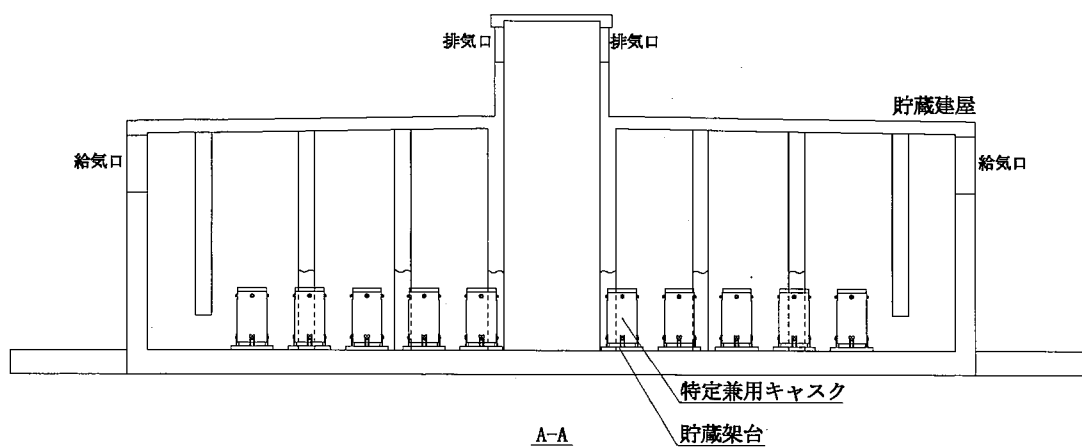
- ①： 燃焼度が 48,000Mwd/t 以下 (17×17 燃料) 又は 47,000Mwd/t 以下 (15×15 燃料) の使用済燃料集合体の収納位置
- ②： 燃焼度が 44,000Mwd/t 以下 (17×17 燃料) 又は 43,000Mwd/t 以下 (15×15 燃料) の使用済燃料集合体の収納位置

第2図 使用済燃料集合体の収納位置条件

枠囲みについては商業機密のため非公開とします。



(1) 機器配置図



(2) 施設断面図

第3図 貯蔵施設の概要図 (例)

## 添付書類

### 添付書類目次

今回の申請に係る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の添付書類は以下のとおりである。

添付書類一 特定機器の安全設計に関する説明書

別添1に示すとおりである。

添付書類二 特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響に関する説明書

別添2に示すとおりである。



別添1

添付書類一 特定機器の安全設計に関する説明書

## 目 次

1. TK-26 型の概要.....	1-1
2. 設計方針及び設計条件.....	1-3
2.1 基本設計方針.....	1-3
2.2 安全機能に係る設計方針.....	1-3
2.2.1 臨界防止機能に係る設計方針.....	1-3
2.2.2 遮蔽機能に係る設計方針.....	1-3
2.2.3 除熱機能に係る設計方針.....	1-4
2.2.4 閉じ込め機能に係る設計方針.....	1-4
2.2.5 構造強度に係る設計方針.....	1-5
2.2.6 長期健全性に関する設計方針.....	1-5
2.3 自然現象等に対する特定兼用キャスクの安全機能に係る設計方針.....	1-5
2.3.1 地震に対する設計方針.....	1-5
2.3.2 津波に対する設計方針.....	1-5
2.3.3 竜巻に対する設計方針.....	1-6
2.4 設計条件.....	1-6
2.5 貯蔵施設の前提条件.....	1-7
3. 特定機器型式証明申請に係る要求事項に対する適合性.....	1-8
4. 安全設計に関する構造及び評価.....	1-52
4.1 臨界防止機能.....	1-52
4.2 遮蔽機能.....	1-53
4.3 除熱機能.....	1-54
4.4 閉じ込め機能.....	1-55
4.5 構造強度.....	1-57
4.6 長期健全性.....	1-58
4.7 自然現象等に対する安全機能に関する評価.....	1-63
4.5.1 地震.....	1-63
4.5.2 津波.....	1-63
4.5.3 竜巻.....	1-63

5. 参考文献..... 1-93

別添1-1 バasket用材料 ほう素添加アルミニウム合金 (1B-A3J04-O) に関する説明書

## 1. TK-26型の概要

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原子力発電所敷地外への運搬に用いる輸送容器としての機能を併せ持つ特定兼用キャスク（以下「特定兼用キャスク」という。）である。

TK-26型を用いることにより、発電用原子炉施設内の特定兼用キャスクを用いた使用済燃料集合体の貯蔵施設（以下「貯蔵施設」という。）へ搬入して貯蔵を行うとともに、貯蔵期間中及び貯蔵終了後において、TK-26型の蓋等を開放することなく原子力発電所敷地外へ運搬することができる。

TK-26型は、特定兼用キャスク本体、蓋部、バスケット等で構成され、貯蔵施設内において貯蔵架台を介して床面に固定される。

TK-26型の構造及び仕様をそれぞれ第1-1図及び第1-1表に示す。

### (1) 特定兼用キャスク本体

特定兼用キャスク本体の主要部は、胴、底板、中性子遮蔽材、及び外筒等で構成されている。

胴及び底板は炭素鋼製であり、密封容器として設計されている。また、胴と外筒の間には主要な中性子遮蔽材としてレジンが設置されており、また、胴及び底板の炭素鋼は、主要なガンマ線遮蔽材となっている。

特定兼用キャスク本体の取扱い、及び貯蔵中の固定のために、上部及び下部にそれぞれ2対のトラニオンが取付けられている。

### (2) 蓋部

蓋部は、一次蓋及び二次蓋で構成されている。

一次蓋は炭素鋼製の円板状であり、ボルトで特定兼用キャスク本体上面に取付けられ、閉じ込め境界が形成される。一次蓋の炭素鋼は、主要なガンマ線遮蔽材となっている。

二次蓋は炭素鋼製の円板状であり、ボルトで特定兼用キャスク本体上面に取付けられる。また、二次蓋には主要な中性子遮蔽材としてレジンが設置されている。

一次蓋及び二次蓋のシール部には、長期にわたって閉じ込め機能を維持するために金属ガスケットが取り付けられている。

なお、原子力発電所敷地外への搬出時に、三次蓋が取付けられる。三次蓋はステンレス鋼製の円板状であり、ボルトで特定兼用キャスク本体上面に取り付けられる。

### (3) バスケット

TK-26型のバスケットの構造図を第1-2図に示す。バスケットは、断面に中空部を有するほ

う素添加アルミニウム合金で構成された格子構造であり、個々の使用済燃料集合体が特定兼用キャスク本体内部に配置されたバスケットの所定の位置に収納される。なお、本ほう素添加アルミニウム合金は、臨界防止機能を維持するために、中性子吸収材及び構造部材としての機能を有する。

#### (4) 使用済燃料集合体の仕様及び収納位置条件

TK-26型に収納する使用済燃料集合体の仕様を第1-2表に示す。なお、使用済燃料集合体は、第1-3表に示す仕様のバーナブルポイズン集合体を挿入した状態でTK-26型へ収納する場合がある。

TK-26型に収納する使用済燃料集合体及びバーナブルポイズン集合体を挿入する使用済燃料集合体の収納位置条件を第1-3図に示す。

なお、使用済燃料集合体をTK-26型に収納するにあたり、17×17燃料と15×15燃料、48,000MWd/t型と39,000MWd/t型、A型とB型は混載可能である。

## 2. 設計方針及び設計条件

### 2.1 基本設計方針

TK-26型は、PWR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原子力発電所敷地外への運搬に使用する輸送容器の機能を併せ持つ設計とする。また、その設計貯蔵期間60年間において、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。）、特定兼用キャスクに収納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。）、特定兼用キャスクに収納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。）、及び特定兼用キャスクに収納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。）といった安全性を確保するために必要な機能である安全機能を有する設計とする。

また、TK-26型は、原則として、現行国内法規に基づく以下の規格及び基準等によって設計する。ただし、外国の規格及び基準による場合、又は規格及び基準で一般的でないものを適用する場合には、それらの規格及び基準の適用の根拠、国内法規に基づく規格、及び基準との対比、並びに適用の妥当性を明らかにする。

- ・日本産業規格（JIS）
- ・日本機械学会規格（JSME）
- ・日本原子力学会標準（AESJ）等

### 2.2 安全機能に係る設計方針

#### 2.2.1 臨界防止機能に係る設計方針

TK-26型は、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中性子吸収機能を有するバスケット格子により臨界を防止する設計とする。

バスケット格子構造は、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。

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以下とする設計とする。

#### 2.2.2 遮蔽機能に係る設計方針

TK-26型は、設置される貯蔵施設等の周辺、及び管理区域その他原子力発電所等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。また、TK-26型は、原子力

発電所敷地外への運搬に使用する輸送容器の機能を持つ特定兼用キャスクであるため、「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」（以下「外運搬規則」という。）に示されている以下の要求事項を満足する設計とする。

- ・表面における最大線量当量率が2mSv/hを超えないこと。
- ・表面から1m離れた位置における最大線量当量率が100 $\mu$ Sv/hを超えないこと。

さらに、設計貯蔵期間60年間におけるTK-26型の中性子遮蔽材の熱による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設計とする。

### 2.2.3 除熱機能に係る設計方針

TK-26型は、使用済燃料集合体の健全性及び特定兼用キャスクの安全機能を有する構成部材の健全性を維持するために、使用済燃料集合体の崩壊熱を除去する設計とする。

燃料被覆管の温度は、設計貯蔵期間60年間を通じて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集合体に以下の制限を設ける。

- ・17 $\times$ 17燃料及び15 $\times$ 15燃料 275 $^{\circ}$ C以下<sup>①</sup>

また、TK-26型は、特定兼用キャスクの安全機能を維持する観点から、特定兼用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、特定兼用キャスクの安全機能を維持する観点から以下の制限を設ける。

- ・胴、底板、外筒、及び蓋部 350 $^{\circ}$ C以下<sup>②</sup>
- ・中性子遮蔽材 150 $^{\circ}$ C以下<sup>③</sup>
- ・金属ガスケット 130 $^{\circ}$ C以下<sup>④</sup>
- ・バスケット格子材 250 $^{\circ}$ C以下<sup>⑤</sup>

### 2.2.4 閉じ込め機能に係る設計方針

TK-26型は、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負圧に維持する設計とする。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圧力障壁を形成し、使用済燃料集合体を内封する空間を特定兼用キャスク外部から隔離する設計とする。さらに、蓋間の圧力を測定することにより、閉じ込め機能について監視ができる設計とする。

### 2.2.5 構造強度に係る設計方針

TK-26型は、自重、内圧、熱荷重等を考慮し、(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」(以下「金属キャスク構造規格」という。)及び(一社)日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」(以下「設計・建設規格」という。)に基づき設計する。

### 2.2.6 長期健全性に関する設計方針

TK-26型は、特定兼用キャスクの安全機能を維持する上で重要な構成部材について、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、使用済燃料集合体の健全性を確保する設計する。また、TK-26型は、特定兼用キャスク本体内面、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収納して貯蔵する設計とする。また、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講ずる設計とする。

## 2.3 自然現象等に対する特定兼用キャスクの安全機能に係る設計方針

### 2.3.1 地震に対する設計方針

TK-26型は、貯蔵施設内の貯蔵架台等に固定された状態で縦置きに設置する設計とする。TK-26型は自重その他の貯蔵時に想定される荷重と兼用キャスク告示に定める地震力を組み合わせた荷重条件に対して、基礎等に固定するための指示部(下部トラニオン)に発生する応力が、破断延性限界に対して十分な余裕を有することで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。また、上記荷重条件に対してTK-26型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については、臨界防止上有意な変形が生じないように設計する。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、破断延性限界に対して十分な余裕を有し、特定兼用キャスクの安全機能を維持する設計とする。

### 2.3.2 津波に対する設計方針

TK-26型は、兼用キャスク告示に定める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(以下「津波荷重」という。)の条件に対して、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設計とする。また、津波荷重の条件に対して、TK-26型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



ケットについては、臨界防止上有意な変形が生じないように設計する。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、破断延性限界に対して十分な余裕を有し、特定兼用キャスクの安全機能を維持する設計とする。

津波荷重による加速度がTK-26型に作用した場合に各部位に生じる応力は、より大きな設計加速度（0.3m落下等）が作用した場合に生じる応力以下となり、許容応力を満足する。

### 2.3.3 竜巻に対する設計方針

TK-26型は、兼用キャスク告示に定める竜巻による荷重及び設計飛来物の衝突による荷重を組み合わせた荷重（以下「竜巻荷重」という。）の条件に対して、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設計とする。また、竜巻荷重の条件に対して、TK-26型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については、臨界防止上有意な変形が生じないように設計する。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、破断延性限界に対して十分な余裕を有し、特定兼用キャスクの安全機能を維持する設計とする。なお、TK-26型に衝突し得る設計飛来物は、原子力発電所の竜巻影響評価ガイドを踏まえて、飛来物の種類、寸法、質量、及びその最大速度を設定する。

竜巻荷重による加速度がTK-26型に作用した場合に各部位に生じる応力は、より大きな設計加速度（0.3m落下等）が作用した場合に生じる応力以下となり、許容応力を満足する。

## 2.4 設計条件

### (1) TK-26型の設計条件

TK-26型の設計条件は以下のとおりである。

- a. 設計貯蔵期間は60年とする。
- b. 特定兼用キャスクの貯蔵場所は貯蔵建屋内とする。
- c. 特定兼用キャスクの設置方法は、地盤の十分な支持を想定する基礎等に固定する設置方法（縦置き）とする。
- d. 特定兼用キャスクの固定は、床面に固定された貯蔵架台を介した下部トラニオンによる固定方式とする。
- e. 特定兼用キャスクの全重量（使用済燃料集合体を含む）は約118tとする。
- f. 特定兼用キャスクの主要寸法は、全長約5.1m及び外径約2.6mとする。
- g. 特定兼用キャスクの最大崩壊熱量は17.2kW/基とする。

- h. 特定兼用キャスクの表面放射率は0.8とする。
  - i. 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は、それぞれ2mSv/h以下及び100 $\mu$ Sv/h以下とする。
  - j. 貯蔵施設における特定兼用キャスク周囲の最低温度及び最高温度は、それぞれ-20℃及び50℃とする。
  - k. 貯蔵施設における貯蔵建屋壁面最高温度は65℃とする。
  - l. 貯蔵施設における貯蔵建屋壁面放射率は0.8とする。
  - m. 貯蔵施設における特定兼用キャスク配列ピッチ寸法は3.5m以上とする。
  - n. 貯蔵施設における地震による水平方向及び鉛直方向の加速度は、それぞれ2,300Gal及び1,600Galとする。また、地震による水平方向及び鉛直方向の速度は、それぞれ2m/s及び1.4m/sとする。
  - o. 貯蔵施設における津波荷重の算出条件は、浸水深10m、流速20m/s、及び漂流物質量100tとする。
  - p. 貯蔵施設における竜巻荷重の算出条件となる風速は、100m/sとする。また、特定兼用キャスクに衝突し得る設計飛来物の条件は、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」解説表4.1に示される値（第1-12表）とする。
- (2) 使用済燃料集合体の条件

TK-26型に収納される使用済燃料集合体の条件は以下のとおりである。

- a. 特定兼用キャスクに収納される使用済燃料集合体の仕様は、第1-2表に示すとおりとする。
- b. 特定兼用キャスクに収納される使用済燃料集合体は、燃料被覆管の健全性が確認されたものであることとする。
- c. 特定兼用キャスクには、貯蔵する使用済燃料集合体の仕様、及び特定兼用キャスクの最大崩壊熱量等を満足するように使用済燃料集合体が収納されるとともに、第1-3図に示すとおり収納位置が制限される。
- d. 使用済燃料集合体は、第1-3表に示す仕様のバーナブルポイズン集合体を挿入した状態で収納される場合がある。その場合、第1-3図に示すとおり収納位置が制限される。

## 2.5 貯蔵施設の前提条件

TK-26型を使用することができる貯蔵施設の概要図（例）を第1-4図に示す。貯蔵施設は、発電用原子炉施設内に設置され、特定兼用キャスク、特定兼用キャスクを床面に設置するための貯蔵架台、特定兼用キャスクの受入れに使用する設備及び貯蔵建屋等からなり、特定兼用キャスク及び貯蔵架台は貯蔵建屋に収容される。

3. 特定機器型式証明申請に係る要求事項に対する適合性

発電用原子炉施設に使用する特定機器の設計の型式証明申請に係る安全設計の方針について、設計基準対象施設であるTK-26型の「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（令和4年9月26日施行）」に対する適合性を以下に示す。

(適用範囲)

第一条 この規則は、実用発電用原子炉及びその附属施設について適用する。

適合のための設計方針

TK-26型は、法等の関連法規の要求を満足するとともに、適切と認められる規格及び基準等によって設計する。

(設計基準対象施設の地盤)

第三条 設計基準対象施設は、次条第二項の規定により算定する地震力(設計基準対象施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの(以下「耐震重要施設」という。)及び兼用キャスクにあっては、同条第三項に規定する基準地震動による地震力を含む。)が作用した場合においても当該設計基準対象施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。ただし、兼用キャスクにあっては、地盤により十分に支持されなくてもその安全機能が損なわれない方法により設けることができるときは、この限りでない。

2 耐震重要施設及び兼用キャスクは、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。

3 耐震重要施設及び兼用キャスクは、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。ただし、兼用キャスクにあっては、地盤に変位が生じてもその安全機能が損なわれない方法により設けることができるときは、この限りでない。

適合のための設計方針

1 について

型式証明申請の範囲外とする。

2 について

型式証明申請の範囲外とする。

3 について

型式証明申請の範囲外とする。

(地震による損傷の防止)

- 第四条 設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。
- 2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。
  - 3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。
  - 4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。
  - 5 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。
  - 6 兼用キャスクは、次のいずれかの地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。
    - 一 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
    - 二 基準地震動による地震力
  - 7 兼用キャスクは、地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

#### 適合のための設計方針

- 1 について  
型式証明申請の範囲外とする。
- 2 について  
型式証明申請の範囲外とする。
- 3 について  
型式証明申請の範囲外とする。
- 4 について  
型式証明申請の範囲外とする。
- 5 について  
型式証明申請の範囲外とする。

## 6 について

TK-26型は、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として、貯蔵施設内の貯蔵架台等に固定された状態で、縦置きに設置できる設計とする。

TK-26型は、自重その他の貯蔵時に想定される荷重と、第一号に規定される地震力を組み合わせた荷重条件に対して、特定兼用キャスクの基礎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。

また、上記の荷重条件に対して、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については、臨界防止上有意な変形が生じないように設計する。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対して十分な余裕を有し、特定兼用キャスクの安全機能を維持する設計とする。

なお、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TK-26型の安全機能が損なわれないことについては、設置（変更）許可申請時に別途確認されるものとする。

## 7 について

型式証明申請の範囲外とする。

(津波による損傷の防止)

第五条 設計基準対象施設（兼用キャスク及びその周辺施設を除く。）は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

2 兼用キャスク及びその周辺施設は、次のいずれかの津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

- 一 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に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
- 二 基準津波

適合のための設計方針

1 について

型式証明申請の範囲外とする。

2 について

TK-26型は、第一号に規定される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、特定兼用キャスクの安全機能が損なわれるおそれのない設計とする。

上記荷重条件に対して、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については、臨界防止上有意な変形が生じないように設計する。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対して十分な余裕を有し、特定兼用キャスクの安全機能を維持する設計とする。



(外部からの衝撃による損傷の防止)

第六条 安全施設（兼用キャスクを除く。）は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

3 安全施設（兼用キャスクを除く。）は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。以下「人為による事象」という。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

4 兼用キャスクは、次に掲げる自然現象が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

一 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

二 想定される森林火災

5 前項の規定は、兼用キャスクについて第一項の規定の例によることを妨げない。

6 兼用キャスクは、次に掲げる人為による事象に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

一 工場等内又はその周辺において想定される兼用キャスクの安全性を損なわせる原因となるおそれがある爆発

二 工場等の周辺において想定される兼用キャスクの安全性を損なわせる原因となるおそれがある火災

#### 適合のための設計方針

1 について

型式証明申請の範囲外とする。

2 について

型式証明申請の範囲外とする。

3 について

型式証明申請の範囲外とする。

#### 4 について

- 一 TK-26型は、第一号に規定される竜巻による荷重及び設計飛来物の衝突による荷重を組み合わせた荷重条件に対して、特定兼用キャスクの安全機能が損なわれるおそれのない設計とする。

上記竜巻による荷重条件に対して、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については、臨界防止上有意な変形が生じないように設計する。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対して十分な余裕を有し、特定兼用キャスクの安全機能を維持する設計とする。なお、TK-26型に衝突し得る設計飛来物は、原子力発電所の竜巻影響評価ガイドを踏まえて、飛来物の種類、寸法、質量、及びその最大速度を設定する。

- 二 型式証明申請の範囲外とする。

#### 5 について

型式証明申請の範囲外とする。

#### 6 について

型式証明申請の範囲外とする。

#### 7 について

型式証明申請の範囲外とする。

(発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止)

第七条 工場等には、発電用原子炉施設への人の不法な侵入、発電用原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為(不正アクセス行為の禁止等に関する法律(平成十一年法律第二百二十八号)第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。第二十四条第六号において同じ。)を防止するための設備を設けなければならない。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(火災による損傷の防止)

第八条 設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備(以下「火災感知設備」という。)及び消火を行う設備(以下「消火設備」といい、安全施設に属するものに限る。)並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。

- 2 消火設備(安全施設に属するものに限る。)は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても発電用原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

- 1 について  
型式証明申請の範囲外とする。
- 2 について  
型式証明申請の範囲外とする。

(溢水による損傷の防止等)

第九条 安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

2 設計基準対象施設は、発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしないものでなければならない。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(誤操作の防止)

第十条 設計基準対象施設は、誤操作を防止するための措置を講じたものでなければならない。

2 安全施設は、容易に操作することができるものでなければならない。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(安全避難通路等)

第十一条 発電用原子炉施設には、次に掲げる設備を設けなければならない。

- 一 その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路
- 二 照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明
- 三 設計基準事故が発生した場合に用いる照明(前号の避難用の照明を除く。)及びその専用の電源

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(安全施設)

第十二条 安全施設は、その安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたものでなければならない。

- 2 安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものは、当該系統を構成する機械又は器具の単一故障(単一の原因によって一つの機械又は器具が所定の安全機能を失うこと(従属要因による多重故障を含む。))をいう。以下同じ。)が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保するものでなければならない。
- 3 安全施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものでなければならない。
- 4 安全施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができるものでなければならない。
- 5 安全施設は、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわないものでなければならない。
- 6 重要安全施設は、二以上の発電用原子炉施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない。ただし、二以上の発電用原子炉施設と共用し、又は相互に接続することによって当該二以上の発電用原子炉施設の安全性が向上する場合は、この限りでない。
- 7 安全施設(重要安全施設を除く。)は、二以上の発電用原子炉施設と共用し、又は相互に接続する場合には、発電用原子炉施設の安全性を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

- 1 について  
型式証明申請の範囲外とする。
- 2 について  
型式証明申請の範囲外とする。
- 3 について  
型式証明申請の範囲外とする。



4 について  
型式証明申請の範囲外とする。

5 について  
型式証明申請の範囲外とする。

6 について  
型式証明申請の範囲外とする。

7 について  
型式証明申請の範囲外とする。

(運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止)

第十三条 設計基準対象施設は、次に掲げる要件を満たすものでなければならない。

- 一 運転時の異常な過渡変化時において次に掲げる要件を満たすものであること。
  - イ 最小限界熱流束比 (燃料被覆材から冷却材への熱伝達が低下し、燃料被覆材の温度が急上昇し始める時の熱流束 (単位時間及び単位面積当たりの熱量をいう。以下同じ。) と運転時の熱流束との比の最小値をいう。) 又は最小限界出力比 (燃料体に沸騰遷移が発生した時の燃料体の出力と運転時の燃料体の出力との比の最小値をいう。) が許容限界値以上であること。
  - ロ 燃料被覆材が破損しないものであること。
  - ハ 燃料材のエンタルピーが燃料要素の許容損傷限界を超えないこと。
- 二 原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力が最高使用圧力の一・一倍以下となること。
- 二 設計基準事故時において次に掲げる要件を満たすものであること。
  - イ 炉心の著しい損傷が発生するおそれがないものであり、かつ、炉心を十分に冷却できるものであること。
  - ロ 燃料材のエンタルピーが炉心及び原子炉冷却材圧力バウンダリの健全性を維持するための制限値を超えないこと。
  - ハ 原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力が最高使用圧力の一・二倍以下となること。
  - ニ 原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力及び原子炉格納容器バウンダリにおける温度が最高使用圧力及び最高使用温度以下となること。
  - ホ 設計基準対象施設が工場等周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものであること。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(全交流動力電源喪失対策設備)

第十四条 発電用原子炉施設には、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、発電用原子炉の停止後に炉心を冷却するための設備が動作するとともに、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作することができるよう、これらの設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の設計基準事故に対処するための電源設備(安全施設に属するものに限る。)を設けなければならない。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(炉心等)

第十五条 設計基準対象施設は、原子炉固有の出力抑制特性を有するとともに、発電用原子炉の反応度を制御することにより核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有するものでなければならない。

2 炉心は、通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時に発電用原子炉の運転に支障が生ずる場合において、原子炉冷却系統、原子炉停止系統、反応度制御系統、計測制御系統及び安全保護回路の機能と併せて機能することにより燃料要素の許容損傷限界を超えないものでなければならない。

3 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、停止後に炉心の冷却機能を維持できるものでなければならない。

4 燃料体及び反射材並びに炉心支持構造物、熱遮蔽材並びに一次冷却系統に係る容器、管、ポンプ及び弁は、一次冷却材又は二次冷却材の循環、沸騰その他の一次冷却材又は二次冷却材の挙動により生ずる流体振動又は温度差のある流体の混合その他の一次冷却材又は二次冷却材の挙動により生ずる温度変動により損傷を受けないものでなければならない。

5 燃料体は、通常運転時における圧力、温度及び放射線に起因する最も厳しい条件において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。

6 燃料体は、次に掲げるものでなければならない。

一 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における発電用原子炉内の圧力、自重、附加荷重その他の燃料体に加わる負荷に耐えるものとする。

二 輸送中又は取扱中において、著しい変形を生じないものとする。

#### 適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)

第十六条 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体又は使用済燃料(以下この条において「燃料体等」という。)の取扱施設(安全施設に係るものに限る。)を設けなければならない。

- 一 燃料体等を取り扱う能力を有するものとする事。
- 二 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする事。
- 三 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとする事。
- 四 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事。
- 五 燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できるものとする事。

2 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設(安全施設に属するものに限る。以下この項において同じ。)を設けなければならない。

- 一 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。
  - イ 燃料体等の落下により燃料体等が破損して放射性物質の放出により公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合において、放射性物質の放出による公衆への影響を低減するため、燃料貯蔵設備を格納するもの及び放射性物質の放出を低減するものとする事。
  - ロ 燃料体等を必要に応じて貯蔵することができる容量を有するものとする事。
- ハ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする事。
- 二 使用済燃料の貯蔵施設(キャスクを除く。)にあっては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。
  - イ 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事。
  - ロ 貯蔵された使用済燃料が崩壊熱により溶融しないものであって、最終ヒートシンクへ熱を輸送できる設備及びその浄化系を有するものとする事。
- ハ 使用済燃料貯蔵槽(安全施設に属するものに限る。以下この項及び次項において同じ。)から放射性物質を含む水があふれ、又は漏れないものであって、使用済燃料貯蔵槽から水が漏れいした場合において水の漏れいを検知することができるものとする事。
- 二 燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないものとする事。

- 3 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならない。
- 一 使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、それを原子炉制御室に伝え、又は異常が生じた水位及び水温を自動的に制御し、並びに放射線量を自動的に抑制することができるものとする。
  - 二 外部電源が利用できない場合においても温度、水位その他の発電用原子炉施設の状態を示す事項(以下「パラメータ」という。)を監視することができるものとする。
- 4 キャスクを設ける場合には、そのキャスクは、第二項第一号に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならない。
- 一 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。
  - 二 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。
  - 三 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。

#### 適合のための設計方針

##### 1 について

型式証明申請の範囲外とする。

##### 2 について

一

イ 型式証明申請の範囲外とする。

ロ 型式証明申請の範囲外とする。

ハ TK-26型は、以下のように設計する。

- (1) TK-26 型は、その内部のバスケットの幾何学的な配置、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アルミニウム合金により、使用済燃料集合体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機能を有する。
- (2) 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、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。
- (3) 使用済燃料集合体を収納した TK-26 型を、貯蔵建屋の貯蔵容量最大に収納した条件下で、TK-26 型の搬入から搬出までの全工程において、TK-26 型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、TK-26 型は臨界を防止する設計で

ある。

(4) TK-26 型は、未臨界に有意な影響を与える以下の因子を考慮した設計である。

a. 配置・形状

バスケットの板厚、内のり寸法公差を考慮するなど、貯蔵区域内の TK-26 型の配置、バスケット格子の形状、バスケット格子内の使用済燃料集合体の配置等において安全裕度を考慮している。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 TK-26 型中心側に偏向して配置し、冠水状態では格子中央又は TK-26 型中心側に偏向して配置することで、中性子実効増倍率が最大となるように考慮している。

b. 中性子吸収材の効果

製造公差（濃度、非均質性、寸法等）、及び中性子吸収に伴う原子個数密度の減少について適切に考慮している。

c. 減速材（水）の影響

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、乾燥状態、及び冠水状態を考慮している。

d. 燃焼度クレジット

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。

e. 特定兼用キャスク相互の中性子干渉

TK-26 型の境界条件を完全反射条件（無限配列）とすることで、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ている。

なお、TK-26 型に使用済燃料集合体を収納するに当たっては、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必要な措置が講じられることについては、設置（変更）許可申請時に別途確認されるものとする。

## 二 型式証明申請の範囲外とする。

### 3 について

型式証明申請の範囲外とする。

### 4 について

一 TK-26型は、以下のように設計する。

- (1) 使用済燃料集合体から放出される放射線は、TK-26型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。
- (2) TK-26型の遮蔽評価においては、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型の実形状を三次元でモデル化し、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。

- (3) TK-26型は、設計貯蔵期間60年間における中性子遮蔽材の熱による遮蔽機能の低下を考慮しても、表面及び表面から1m離れた位置における最大線量当量率がそれぞれ2mSv/h以下及び100 $\mu$ Sv/h以下となる設計である。

なお、TK-26型に使用済燃料集合体を収納するに当たっては、特定兼用キャスクの遮蔽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必要な措置が講じられること、及び貯蔵建屋の損傷によりその遮蔽性能が著しく低下した場合においても、原子力発電所等敷地周辺の実効線量率が周辺監視区域外における線量限度を超えないことについては、設置（変更）許可申請時に別途確認されるものとする。

## 二 TK-26型は、以下のように設計する。

- (1) TK-26 型は、使用済燃料集合体の健全性、及び特定兼用キャスクの安全機能を維持する観点から、使用済燃料集合体の崩壊熱を特定兼用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である。
- (2) TK-26 型は、使用済燃料集合体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集合体の制限温度以下となる設計である。
- (3) TK-26 型は、特定兼用キャスクの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。

なお、TK-26型に使用済燃料集合体を収納するに当たっては、特定兼用キャスクの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必要な措置が講じられること、及び貯蔵建屋が特定兼用キャスクの除熱機能を阻害せず、貯蔵建屋の吸排気口が積雪等により閉塞しない設計であること、TK-26型を含めた特定兼用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、本文五に示したそれぞれの温度範囲内であること、並びに、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については、設置（変更）許可申請時に別途確認されるものとする。

## 三 TK-26型は、以下のように設計する。

- (1) 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、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負圧に維持できる設計である。



- (2) TK-26 型は、蓋部を一次蓋、二次蓋の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内封する空間を TK-26 型の外部から隔離する設計である。
- (3) TK-26 型は、蓋間の圧力を測定することにより、閉じ込め機能について監視ができる設計である。

なお、TK-26型は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については、設置（変更）許可申請時に別途確認されるものとする。

(原子炉冷却材圧力バウンダリ)

第十七条 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器(安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。)を設けなければならない。

- 一 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に生ずる衝撃、炉心の反応度の変化による荷重の増加その他の原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器に加わる負荷に耐えるものとする。
- 二 原子炉冷却材の流出を制限するため隔離装置を有するものとする。
- 三 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に瞬間的破壊が生じないよう、十分な破壊じん性を有するものとする。
- 四 原子炉冷却材圧力バウンダリからの原子炉冷却材の漏えいを検出する装置を有するものとする。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(蒸気タービン)

第十八条 蒸気タービン(安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。)は、当該蒸気タービンが損壊し、又は故障した場合においても、発電用原子炉施設の安全性を損なわないものでなければならない。

2 蒸気タービンには、当該蒸気タービンが損壊し、又は故障した場合においても発電用原子炉施設の安全性を損なわないよう、その運転状態を監視できる設備を設けなければならない。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(非常用炉心冷却設備)

第十九条 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、非常用炉心冷却設備(安全施設に属するものに限る。)を設けなければならない。

- 一 一次冷却材を喪失した場合においても、燃料被覆材の温度が燃料材の熔融又は燃料体の著しい損傷を生ずる温度を超えて上昇することを防止できるものとする。
- 二 一次冷却材を喪失した場合においても、燃料被覆材と冷却材との反応により著しく多量の水素を生じないものとする。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(一次冷却材の減少分を補給する設備)

第二十条 発電用原子炉施設には、通常運転時又は一次冷却材の小規模漏えい時に発生した一次冷却材の減少分を補給する設備(安全施設に属するものに限る。)を設けなければならない。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(残留熱を除去することができる設備)

第二十一条 発電用原子炉施設には、発電用原子炉を停止した場合において、燃料要素の許容損傷限界及び原子炉冷却材圧力バウンダリの健全性を維持するために必要なパラメータが設計値を超えないようにするため、原子炉圧力容器内において発生した残留熱を除去することができる設備(安全施設に属するものに限る。)を設けなければならない。

#### 適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備)

第二十二条 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備(安全施設に属するものに限る。)を設けなければならない。

- 一 原子炉圧力容器内において発生した残留熱及び重要安全施設において発生した熱を除去することができるものとする。
- 二 津波、溢水又は工場等内若しくはその周辺における発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるものに対して安全性を損なわないものとする。

#### 適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(計測制御系統施設)

第二十三条 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、計測制御系統施設を設けなければならない。

- 一 炉心、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリ並びにこれらに関連する系統の健全性を確保するために監視することが必要なパラメータは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時においても想定される範囲内に制御できるものとする。
- 二 前号のパラメータは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時においても想定される範囲内で監視できるものとする。
- 三 設計基準事故が発生した場合の状況を把握し、及び対策を講ずるために必要なパラメータは、設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲及び期間にわたり監視できるものとする。
- 四 前号のパラメータのうち、発電用原子炉の停止及び炉心の冷却に係るものについては、設計基準事故時においても二種類以上監視し、又は推定することができるものとする。
- 五 発電用原子炉の停止及び炉心の冷却並びに放射性物質の閉じ込めの機能の状況を監視するために必要なパラメータは、設計基準事故時においても確実に記録され、及び当該記録が保存されるものとする。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。



(安全保護回路)

第二十四条 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、安全保護回路(安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。)を設けなければならない。

- 一 運転時の異常な過渡変化が発生する場合において、その異常な状態を検知し、及び原子炉停止系統その他系統と併せて機能することにより、燃料要素の許容損傷限界を超えないようにできるものとする。
- 二 設計基準事故が発生する場合において、その異常な状態を検知し、原子炉停止系統及び工学的安全施設を自動的に作動させるものとする。
- 三 安全保護回路を構成する機械若しくは器具又はチャンネルは、単一故障が起きた場合又は使用状態からの単一の取り外しを行った場合において、安全保護機能を失わないよう、多重性を確保するものとする。
- 四 安全保護回路を構成するチャンネルは、それぞれ互いに分離し、それぞれのチャンネル間において安全保護機能を失わないように独立性を確保するものとする。
- 五 駆動源の喪失、系統の遮断その他の不利な状況が発生した場合においても、発電用原子炉施設をより安全な状態に移行するか、又は当該状態を維持することにより、発電用原子炉施設の安全上支障がない状態を維持できるものとする。
- 六 不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止することができるものとする。
- 七 計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合には、その安全保護機能を失わないよう、計測制御系統施設から機能的に分離されたものとする。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(反応度制御系統及び原子炉停止系統)

第二十五条 発電用原子炉施設には、反応度制御系統(原子炉停止系統を含み、安全施設に係るものに限る。次項において同じ。)を設けなければならない。

2 反応度制御系統は、計画的な出力変化に伴う反応度変化を燃料要素の許容損傷限界を超えることなく制御できる能力を有し、かつ、次に掲げるものでなければならない。

一 制御棒、液体制御材その他反応度を制御するものによる二以上の独立した系統を有するものとする。

二 通常運転時の高温状態において、二以上の独立した系統がそれぞれ発電用原子炉を未臨界に移行し、及び未臨界を維持できるものであり、かつ、運転時の異常な過渡変化時の高温状態においても反応度制御系統のうち少なくとも一つは、燃料要素の許容損傷限界を超えることなく発電用原子炉を未臨界に移行し、及び未臨界を維持できること。この場合において、非常用炉心冷却設備その他の発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合に作動する設備の作動に伴って注入される液体制御材による反応度値を加えることができる。

三 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における低温状態において、反応度制御系統のうち少なくとも一つは、発電用原子炉を未臨界に移行し、及び未臨界を維持できること。

四 一次冷却材喪失その他の設計基準事故時において、反応度制御系統のうち少なくとも一つは、発電用原子炉を未臨界へ移行することができ、かつ、少なくとも一つは、発電用原子炉を未臨界に維持できること。この場合において、非常用炉心冷却設備その他の発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合に作動する設備の作動に伴って注入される液体制御材による反応度値を加えることができる。

五 制御棒を用いる場合にあっては、反応度値の最も大きな制御棒一本が固着した場合においても前三号の規定に適合すること。

3 制御棒の最大反応度値及び反応度添加率は、想定される反応度投入事象(発電用原子炉に反応度が異常に投入される事象をいう。)に対して原子炉冷却材圧力バウンダリを破損せず、かつ、炉心の冷却機能を損なうような炉心、炉心支持構造物及び原子炉圧力容器内部構造物の損壊を起こさないものでなければならない。

4 制御棒、液体制御材その他の反応度を制御する設備は、通常運転時における圧力、温度及び放射線に起因する最も厳しい条件において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(原子炉制御室等)

第二十六条 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、原子炉制御室(安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。)を設けなければならない。

- 一 設計基準対象施設の健全性を確保するために必要なパラメータを監視できるものとする。
  - 二 発電用原子炉施設の外の状況を把握する設備を有するものとする。
  - 三 発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な操作を手動により行うことができるものとする。
- 2 発電用原子炉施設には、火災その他の異常な事態により原子炉制御室が使用できない場合において、原子炉制御室以外の場所から発電用原子炉を高温停止の状態に直ちに移行させ、及び必要なパラメータを想定される範囲内に制御し、その後、発電用原子炉を安全な低温停止の状態に移行させ、及び低温停止の状態を維持させるために必要な機能を有する装置を設けなければならない。
- 3 一次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が発生した場合に発電用原子炉の運転の停止その他の発電用原子炉施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく原子炉制御室に入り、又は一定期間とどまり、かつ、当該措置をとるための操作を行うことができるよう、次の各号に掲げる場所の区分に応じ、当該各号に定める設備を設けなければならない。
- 一 原子炉制御室及びその近傍並びに有毒ガスの発生源の近傍 工場等内における有毒ガスの発生を検出するための装置及び当該装置が有毒ガスの発生を検出した場合に原子炉制御室において自動的に警報するための装置
  - 二 原子炉制御室及びこれに連絡する通路並びに運転員その他の従事者が原子炉制御室に出入りするための区域 遮蔽壁その他の適切に放射線から防護するための設備、気体状の放射性物質及び原子炉制御室外の火災により発生する燃焼ガスに対し換気設備を隔離するための設備その他の適切に防護するための設備

#### 適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(放射性廃棄物の処理施設)

第二十七条 工場等には、次に掲げるところにより、通常運転時において放射性廃棄物(実用炉規則第二条第二項第二号に規定する放射性廃棄物をいう。以下同じ。)を処理する施設(安全施設に係るものに限る。以下この条において同じ。)を設けなければならない。

- 一 周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を十分に低減できるよう、発電用原子炉施設において発生する放射性廃棄物を処理する能力を有するものとする。
- 二 液体状の放射性廃棄物の処理に係るものにあつては、放射性物質を処理する施設から液体状の放射性廃棄物が漏えいすることを防止し、及び工場等外へ液体状の放射性廃棄物が漏えいすることを防止できるものとする。
- 三 固体状の放射性廃棄物の処理に係るものにあつては、放射性廃棄物を処理する過程において放射性物質が散逸し難いものとする。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(放射性廃棄物の貯蔵施設)

第二十八条 工場等には、次に掲げるところにより、発電用原子炉施設において発生する放射性廃棄物を貯蔵する施設(安全施設に係るものに限る。)を設けなければならない。

- 一 放射性廃棄物が漏えいし難いものとする事。
- 二 固体状の放射性廃棄物を貯蔵する設備を設けるものにあつては、放射性廃棄物による汚染が広がらないものとする事。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(工場等周辺における直接線等からの防護)

第二十九条 設計基準対象施設は、通常運転時において発電用原子炉施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の空間線量率が十分に低減できるものでなければならない。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(放射線からの放射線業務従事者の防護)

第三十条 設計基準対象施設は、外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場合には、次に掲げるものでなければならない。

- 一 放射線業務従事者(実用炉規則第二条第二項第七号に規定する放射線業務従事者をいう。以下同じ。)が業務に従事する場所における放射線量を低減できるものとする。
  - 二 放射線業務従事者が運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、迅速な対応をするために必要な操作ができるものとする。
- 2 工場等には、放射線から放射線業務従事者を防護するため、放射線管理施設を設けなければならない。
  - 3 放射線管理施設には、放射線管理に必要な情報を原子炉制御室その他当該情報を伝達する必要がある場所に表示できる設備(安全施設に属するものに限る。)を設けなければならない。

適合のための設計方針

- 1 について  
型式証明申請の範囲外とする。
- 2 ついて  
型式証明申請の範囲外とする。
- 3 について  
型式証明申請の範囲外とする。

(監視設備)

第三十一条 発電用原子炉施設には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、当該発電用原子炉施設及びその境界付近における放射性物質の濃度及び放射線量を監視し、及び測定し、並びに設計基準事故時における迅速な対応のために必要な情報を原子炉制御室その他当該情報を伝達する必要がある場所に表示できる設備(安全施設に属するものに限る。)を設けなければならない。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。



(原子炉格納施設)

第三十二条 原子炉格納容器は、一次冷却系統に係る発電用原子炉施設が損壊し、又は故障した場合において漏えいする放射性物質が公衆に放射線障害を及ぼさないようにするため、想定される最大の圧力、最高の温度及び適切な地震力に十分に耐えることができ、かつ、適切に作動する隔離機能と併せて所定の漏えい率を超えることがないものでなければならない。

2 原子炉格納容器バウンダリを構成する設備は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に瞬間的破壊が生じないよう、十分な破壊じん性を有するものでなければならない。

3 原子炉格納容器を貫通する配管には、隔離弁(安全施設に属するものに限る。次項及び第五項において同じ。)を設けなければならない。ただし、計測装置又は制御棒駆動装置に関連する配管であって、当該配管を通じての漏えい量が十分許容される程度に抑制されているものについては、この限りでない。

4 主要な配管(事故の収束に必要な系統の配管を除く。)に設ける隔離弁は、設計基準事故時に隔離機能の確保が必要となる場合において、自動的、かつ、確実に閉止される機能を有するものでなければならない。

5 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより隔離弁を設けなければならない。

一 原子炉格納容器に近接した箇所に設置するものとする。

二 原子炉格納容器内に開口部がある配管又は原子炉冷却材圧力バウンダリに接続している配管のうち、原子炉格納容器の外側で閉じていないものにあつては、原子炉格納容器の内側及び外側にそれぞれ一個の隔離弁を設けるものとする。ただし、その一方の側の設置箇所における配管の隔離弁の機能が、湿気その他隔離弁の機能に影響を与える環境条件によって著しく低下するおそれがあると認められるときは、貫通箇所の外側であつて近接した箇所に二個の隔離弁を設けることをもって、これに代えることができる。

三 原子炉格納容器を貫通し、貫通箇所の内側又は外側において閉じている配管にあつては、原子炉格納容器の外側に一個の隔離弁を設けるものとする。ただし、当該格納容器の外側に隔離弁を設けることが困難である場合においては、原子炉格納容器の内側に一個の隔離弁を適切に設けることをもって、これに代えることができる。

四 前二号の規定にかかわらず、配管に圧力開放板を適切に設けるときは、原子炉格納容器の内側又は外側に通常時において閉止された一個の隔離弁を設けることをもって、前二号の規定による隔離弁の設置に代えることができる。

- 五 閉止後において駆動動力源が喪失した場合においても隔離機能が失われないものとする。
- 6 発電用原子炉施設には、一次冷却系統に係る発電用原子炉施設が損壊し、又は故障した際に生ずる原子炉格納容器内の圧力及び温度の上昇により原子炉格納容器の健全性に支障が生ずることを防止するため、原子炉格納容器内において発生した熱を除去する設備(安全施設に属するものに限る。)を設けなければならない。
- 7 発電用原子炉施設には、一次冷却系統に係る発電用原子炉施設が損壊し、又は故障した際に原子炉格納容器から気体状の放射性物質が漏えいすることにより公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合は、放射性物質の濃度を低減させるため、原子炉格納施設内の雰囲気の浄化系(安全施設に係るものに限る。)を設けなければならない。
- 8 発電用原子炉施設には、一次冷却系統に係る発電用原子炉施設が損壊し、又は故障した際に生ずる水素及び酸素により原子炉格納容器の健全性を損なうおそれがある場合は、水素及び酸素の濃度を抑制するため、可燃性ガス濃度制御系(安全施設に係るものに限る。)を設けなければならない。

#### 適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(保安電源設備)

第三十三条 発電用原子炉施設は、重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該重要安全施設に供給するため、電力系統に連系したものでなければならない。

2 発電用原子炉施設には、非常用電源設備(安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。)を設けなければならない。

3 保安電源設備(安全施設へ電力を供給するための設備をいう。)は、電線路、発電用原子炉施設において常時使用される発電機及び非常用電源設備から安全施設への電力の供給が停止することがないように、機器の損壊、故障その他の異常を検知するとともに、その拡大を防止するものでなければならない。

4 設計基準対象施設に接続する電線路のうち少なくとも二回線は、それぞれ互いに独立したものであって、当該設計基準対象施設において受電可能なものであり、かつ、それにより当該設計基準対象施設を電力系統に連系するものでなければならない。

5 前項の電線路のうち少なくとも一回線は、設計基準対象施設において他の回線と物理的に分離して受電できるものでなければならない。

6 設計基準対象施設に接続する電線路は、同一の工場等の二以上の発電用原子炉施設を電力系統に連系する場合には、いずれの二回線が喪失した場合においても電力系統からこれらの発電用原子炉施設への電力の供給が同時に停止しないものでなければならない。

7 非常用電源設備及びその附属設備は、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保し、その系統を構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であっても、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備がその機能を確保するために十分な容量を有するものでなければならない。

8 設計基準対象施設は、他の発電用原子炉施設に属する非常用電源設備及びその附属設備から受電する場合には、当該非常用電源設備から供給される電力に過度に依存しないものでなければならない。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(緊急時対策所)

第三十四条 工場等には、一次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊その他の異常が発生した場合に適切な措置をとるため、緊急時対策所を原子炉制御室以外の場所に設けなければならない。

- 2 緊急時対策所及びその近傍並びに有毒ガスの発生源の近傍には、有毒ガスが発生した場合に適切な措置をとるため、工場等内における有毒ガスの発生を検出するための装置及び当該装置が有毒ガスの発生を検出した場合に緊急時対策所において自動的に警報するための装置その他の適切に防護するための設備を設けなければならない。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(通信連絡設備)

第三十五条 工場等には、設計基準事故が発生した場合において工場等内の人に対し必要な指示ができるよう、警報装置(安全施設に属するものに限る。)及び多様性を確保した通信連絡設備(安全施設に属するものに限る。)を設けなければならない。

2 工場等には、設計基準事故が発生した場合において発電用原子炉施設外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができるよう、多様性を確保した専用通信回線を設けなければならない。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

(補助ボイラー)

第三十六条 発電用原子炉施設には、設計基準事故に至るまでの間に想定される使用条件に応じて必要な蒸気を供給する能力がある補助ボイラー(安全施設に属するものに限る。次項において同じ。)を設けなければならない。

2 補助ボイラーは、発電用原子炉施設の安全性を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

型式証明申請の範囲外とする。

## 4. 安全設計に関する構造及び評価

### 4.1 臨界防止機能

#### (1) 臨界防止機能に関する構造

TK-26型の内部には、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、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。また、バスケット格子材として、中性子吸収材であ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使用することで臨界を防止する。

#### (2) 臨界解析

臨界解析フローを第1-5図に示す。

臨界解析では、TK-26型及び燃料集合体の実形状を三次元でモデル化し、中性子実効増倍率の計算を臨界解析コードKENO-VIで行うSCALEコードシステム(6.2.1)を用いる。また、断面積ライブラリには、SCALEコードシステムに内蔵の252群ライブラリデータを用いる。

臨界解析に用いる使用済燃料集合体の仕様を第1-4表に、臨界解析条件を第1-5表に示す。臨界解析の対象とする使用済燃料は17×17燃料(A型)で代表し、新燃料を仮定して評価する。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は考慮しない。使用済燃料集合体をTK-26型に26体収納した状態を設定し、TK-26型相互の中性子干渉を考慮して、TK-26型が無限に配列している体系とする。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、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、又はTK-26型の中心側に偏向して配置とする(第1-6図)とともに、バスケット格子材の厚さ、格子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など、安全裕度を見込むこととする。なお、設計貯蔵期間60年経過後のバスケット格子材中のほう素の減損割合は非常に小さいため、これを無視する。

上記条件に基づく解析の結果、第1-6表に示すように、統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は0.95以下を満足している。

## 4.2 遮蔽機能

### (1) 遮蔽機能に関する構造

TK-26型は、使用済燃料集合体からの放射線を特定兼用キャスクの本体及び蓋部により遮蔽する。ガンマ線遮蔽材には、炭素鋼製の材料を用い、中性子遮蔽材には、水素を多く含有するレジンを用いる。

### (2) 遮蔽解析

遮蔽解析フローを第1-7図に示す。

遮蔽解析では、三次元モンテカルロコードMCNP5を用いて線量当量率を評価する。

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を用いて求める。

使用済燃料集合体の線源強度計算条件を第1-7表に、線源強度計算に使用したピーキングファクターを第1-8表に示す。線源強度の計算には、使用済燃料集合体の平均燃焼度に対する軸方向の燃焼度の比を包含する燃焼度分布（以下「ピーキングファクター」という。）を考慮する。なお、バーナブルポインズン集合体は、構造材としての遮蔽効果は無視し、線源強度のみを考慮する。線源強度の計算結果を第1-9表に示す。

線量当量率の評価は、第1-9表より、線源強度の高い17×17燃料（A型）を対象として実施する。線量当量率の評価に当たっては、第1-3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考慮する。また、設計貯蔵期間60年間におけるTK-26型の中性子遮蔽材の熱による遮蔽性能の低下を考慮する。

上記条件に基づく解析の結果、第1-6表に示すように、表面及び表面から1m離れた位置における線量当量率は、それぞれ2mSv/h及び100 $\mu$ Sv/h以下を満足している。



### 4.3 除熱機能

#### (1) 除熱機能に関する構造

TK-26型は、使用済燃料集合体から発生する崩壊熱を伝導、対流、放射によりTK-26型の外表面に伝え、周囲の空気等に伝達する。特定兼用キャスク本体側部の中性子遮蔽材には熱伝導率の低いレジンが用いられているので、伝熱フィンを設けることにより必要な除熱機能を確保する。

#### (2) 除熱解析

除熱解析フローを第1-8図に示す。

除熱解析は、TK-26型の実形状を軸方向断面、径方向断面にそれぞれ二次元で、使用済燃料集合体の実形状を軸直交方向断面に二次元でモデル化し、有限要素法コードABAQUSを用いて行う。

除熱解析条件を第1-10表に示す。収納する使用済燃料集合体の種類、燃焼度、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1-9図に示す使用済燃料集合体の燃焼度に応じた収納配置を入力条件として、燃料被覆管及び特定兼用キャスクの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する。燃料被覆管は貯蔵する使用済燃料集合体の種類ごとに定める制限温度、構成部材はその健全性に影響を与えない温度以下となることを確認する。

保守的な温度評価を行うために、特定兼用キャスクの蓋部及び底部の温度は、軸方向断面の二次元モデル、それ以外の構成部材の温度は軸直交方向断面の二次元モデルで評価し、燃料被覆管の温度は、使用済燃料集合体の軸直交方向断面の二次元モデルで評価する。また、構成部材の温度評価に当たっては、第1-8表に示す使用済燃料集合体のピーキングファクターを考慮して、最大崩壊熱量を上回る崩壊熱量を設定するとともに、特定兼用キャスク本体底部を断熱条件とし、さらに、燃料被覆管の温度評価に当たっては、軸方向を断熱条件とするなど十分な保守性を見込むこととする。

上記条件に基づく解析の結果、第1-6表に示すように、燃料被覆管の最高温度は制限温度を満足している。また、構成部材の温度は、その健全性に影響を与えない温度以下である。

#### 4.4 閉じ込め機能

##### (1) 閉じ込め機能に関する構造

TK-26型の閉じ込め構造を第1-10図に、シール部詳細を第1-11図に示す。TK-26型は、特定兼用キャスク本体及び蓋部により使用済燃料集合体を収納する空間を特定兼用キャスク外部から隔離し、設計貯蔵期間60年間を通じて負圧に維持する。TK-26型は、蓋部を一次蓋、二次蓋の二重閉じ込め構造とし、その蓋間をあらかじめ正圧として圧力障壁を形成することにより、放射性物質を特定兼用キャスク内部に閉じ込める。また、使用済燃料集合体を収納する空間に通じる一次蓋貫通孔にはシール部を設ける。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。

金属ガスケットの漏えい率は、設計貯蔵期間60年間を通じて、蓋間の空間に充填されているヘリウムが蓋間の圧力を一定とした条件下で使用済燃料集合体を収納する空間側に漏えいし、かつ、燃料被覆管からの核分裂生成ガスの放出を仮定しても、使用済燃料集合体を収納する空間を負圧に維持できるように設定し、その漏えい率を満足していることを気密漏えい検査により確認する。蓋間の圧力に異常が生じた場合でも、あらかじめ特定兼用キャスク内部を負圧に維持するとともに、蓋間の圧力を正圧としているので、内部の気体が外部に漏えいすることはない。

##### (2) 閉じ込め評価

閉じ込め評価フローを第1-12図に示す。

閉じ込め評価では、使用する金属ガスケットの設計漏えい率によるTK-26型内部の圧力変化を計算し、設計貯蔵期間60年間にTK-26型内部が負圧に維持されることを確認する。

漏えい率は、シールされる流体、シール部温度、及び漏えいの上流側と下流側の圧力に依存する。したがって、特定兼用キャスク内部圧力変化は、蓋間圧力と内部圧力の圧力差の下で、ある漏えい率を持つシール部を通じて特定兼用キャスク内部へ流入する気体の漏えい量を積分することによって求められる。

TK-26型の閉じ込め評価の基準となる基準漏えい率は、設計貯蔵期間60年間、特定兼用キャスク内部の負圧が維持できる漏えい率として定義される。使用する金属ガスケットが確保可能な閉じ込め機能、及び搬出前の漏えい検査の判定基準として確認可能な漏えい率（リークテスト判定基準）は、この基準漏えい率の性能を上回るものでなければならない。基準漏えい率を求めるに当たり設定した評価条件を第1-11表に示す。蓋間圧力は一定とし、蓋間空間のガスが特定兼用キャスク内部に漏えいするものとして漏えい率の計算を行う。また、大気圧は、気象変化による圧力変動を考慮した値として $9.7 \times 10^4 \text{Pa}$ とする。特定兼用キャスク内部圧力の算定に当たっては、使用済燃料の破損率として、米国の使用済燃料の乾式貯蔵中における漏えい燃料発生率（約0.01%）と日本の軽水炉における運転中の漏えい燃料発生率

(約0.01%以下)を考慮し、保守的な値として0.1%とする<sup>④</sup>。

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、第1-6表に示すように、設計貯蔵期間60年間、TK-26型内部は負圧に維持される。

## 4.5 構造強度

### (1) 構造

TK-26型は、自重、内圧、熱荷重等を考慮して設計するとともに、貯蔵施設内での取り扱い時に生じる荷重等を考慮しても構造健全性を維持する設計とする。TK-26型は、貯蔵建屋内においてトラニオンを天井クレーン等により吊上げて取り扱う。また、貯蔵中は、貯蔵建屋内の支持構造物である貯蔵架台を介して床面に設置される。

### (2) 構造解析

TK-26型の各評価部位に対する構造強度解析フロー図を第1-18図に示す。TK-26型に発生する応力は、想定される荷重をもとにTK-26型の実形状をモデル化し、構造解析コードABAQUS又は応力評価式を使用して求める。貯蔵施設における取り扱い時の構造強度評価は、取り扱いによって発生する加速度として、TK-26型を垂直姿勢で吊り上げる事象を想定し、以下に示す加速度を考慮して行う。

・鉛直方向：3G

上記の加速度による構造解析の結果、第1-6表に示すように、TK-26型の各部位に発生する応力は、金属キャスク構造規格等の供用状態に定められた許容応力以下である。

## 4.6 長期健全性

使用済燃料集合体の貯蔵中に構成部材が劣化する要因としては、放射線照射、熱、及び腐食が考えられるため、これら要因に対する構成部材の設計貯蔵期間60年間における健全性評価を以下に示す。

### (I) 特定兼用キャスク本体及び蓋部（金属ガスケットを除く）の長期健全性

TK-26型本体及び蓋部（金属ガスケットを除く）の主要な構成部材は、胴、底板、外筒、一次蓋、二次蓋、蓋ボルト、トラニオン、中性子遮蔽材、及び伝熱フィンである。

#### (a) 放射線照射による劣化

##### イ. 胴、底板、外筒、一次蓋、二次蓋、蓋ボルト

胴、底板、外筒、一次蓋、二次蓋、蓋ボルトに使用する材質は炭素鋼、又は合金鋼であり、中性子照射量が $10^{16}$  (n/cm<sup>2</sup>) までは、顕著な機械的特性変化は見られないことが示されており<sup>(9)</sup>、使用環境はその範囲内である。

##### ロ. トラニオン

トラニオンに使用する材質はステンレス鋼であり、中性子照射量が $10^{17}$  (n/cm<sup>2</sup>) までは、顕著な機械的特性変化は見られないことが示されており<sup>(9)</sup>、使用環境はその範囲内である。

##### ハ. 中性子遮蔽材

中性子遮蔽材に使用する材質はレジン（エチレンプロピレン系ゴム）であり、加熱・照射試験（140℃、 $8.5 \times 10^4$  Gy程度）の重量減損率は加熱試験（140℃）の結果とほぼ等しく、放射線照射が質量減損に与える影響は小さいことが示されており<sup>(9)</sup>、使用環境はその範囲内である。

##### ニ. 伝熱フィン

伝熱フィンに使用する材質は銅である。伝熱フィンは構造強度部材ではないため、照射による強度変化を考慮する必要はない。なお、中性子照射量が $10^{16}$  (n/cm<sup>2</sup>) までは、顕著な機械的特性変化は見られないことが示されており<sup>(10)</sup>、使用環境はその範囲内である。

#### (b) 熱による劣化

##### イ. 胴、底板、外筒、一次蓋、二次蓋、蓋ボルト

胴、底板、外筒、一次蓋、二次蓋、蓋ボルトの温度は160℃以下であり材質が変化することはない。また、クリープによる変形を考慮すべき温度は融点（絶対温度）の1/3に相当する約300℃を超える場合であり、クリープを考慮する必要はない<sup>(11), (12)</sup>。

##### ロ. トラニオン

トラニオンの温度は160℃以下であり材質が変化することはない。また、クリープによる変形を考慮すべき温度は融点（絶対温度）の1/3に相当する約280℃を超える場合であり、クリープを考慮する必要はない<sup>(1)</sup>。

#### ハ. 中性子遮蔽材

遮蔽解析では、TK-26型で用いる中性子遮蔽材の性能を報告した資料<sup>(9)</sup>に基づいて設計貯蔵期間60年後の熱によるレジンの（エチレンプロピレン系ゴム）の質量減損量を評価し、質量減損量を考慮した遮蔽設計を行っている。

#### ニ. 伝熱フィン

構造強度部材ではないため、熱による強度変化を考慮する必要はない。なお、伝熱フィンの温度は160℃以下であり、材質が変化することはない。

### (c) 腐食による劣化

#### イ. 胴、底板、外筒、一次蓋、二次蓋、蓋ボルト

胴内面、底板内面、一次蓋、及び二次蓋内面は、胴内及び蓋間にヘリウムを封入し、不活性ガス雰囲気維持されるため、腐食の影響はない。

また、胴外面及び外筒内面、並びに底板、及び二次蓋のレジン設置部は、レジン（エチレンプロピレン系ゴム）の熱劣化により僅かに水が生じるが、レジン充填空間は閉鎖環境にあり、酸素が連続的に供給されないため、腐食による影響はない。

なお、大気に触れる部分については、塗装又はメッキによる防錆措置を施す。

#### ロ. トラニオン

トラニオンに使用するステンレス鋼は大気に触れるが、耐食性に優れた材料であり、腐食の影響はない。

#### ハ. 中性子遮蔽材

中性子遮蔽材はレジン（エチレンプロピレン系ゴム）であり腐食することはない。なお、熱により化学的に劣化するため、(b)「熱による劣化」に示すとおりレジンの質量減損量を評価し、質量減損量を考慮した遮蔽計算を行っている。

#### ニ. 伝熱フィン

伝熱フィンは胴と外筒との間に取付けられており、レジンの熱劣化により僅かに水が生じるが、レジンの設置空間は閉鎖環境にあり、連続的に酸素が供給されないため、伝熱フィンと胴及び外筒との接合部において異種金属による腐食促進の影響はなく、伝熱フィンの腐食による影響はない。

### (2) 金属ガスケットの長期健全性

#### (a) 放射線照射による劣化

金属ガスケットに使用する材質はニッケル基合金及びアルミニウム合金であり、中性子

照射量がそれぞれ $10^{17}$  (n/cm<sup>2</sup>) 及び $10^{19}$  (n/cm<sup>2</sup>) までは、顕著な機械的特性変化は見られないことが示されており<sup>(13), (14), (15)</sup>、使用環境はその範囲内である。

(b) 熱による劣化

(一財) 電力中央研究所による試験において、第1-13図に示す金属ガスケットの塑性変形率と閉じ込め機能の温度・時間依存性は、以下のLarson-Millerパラメータ（以下「LMP」という。）により表されることが第1-14図により確認されている<sup>(16)</sup>。

$$LMP = T \times (C + \log(t))$$

ここで、

T: 温度 (K)

C: LMPの定数

t: 時間 (h)

なお、第1-14図の塑性変形率の定義は、第1-15図に示すとおりである。

上記より、金属ガスケットの長期閉じ込め機能は、閉じ込め機能が維持できる限界のLMPを求め、ある温度における限界時間を予測する手法により評価することができる。第1-16図に示すとおり、TK-26型に用いる金属ガスケットについてのLMPの定数を $C=20$ とした場合の漏えい率とLMPの関係から、初期の閉じ込め機能 ( $1 \times 10^{-10}$  Pa $\cdot$ m<sup>3</sup>/s以下) を保持できる限界のLMPは、アルミニウム被膜 (ガスケットC) の場合は約 $11.0 \times 10^3$ である<sup>(16)</sup>。また、上式で定数を $C=14$ とした場合の漏えい率とLMPの関係は第1-17図に示すとおりであり、初期の閉じ込め機能 ( $1 \times 10^{-10}$  Pa $\cdot$ m<sup>3</sup>/s以下) を保持できる限界のLMPは、約 $8.0 \times 10^3$ である。TK-26型の金属ガスケット部温度は $110^\circ\text{C}$ 以下であり、設計貯蔵期間である60年の条件で求められるLMPは、LMPの定数 $C$ を14又は20とするいずれの場合においても、初期の閉じ込め機能を保持できる限界のLMPを下回る。したがって、金属ガスケットは設計貯蔵期間60年間に對して健全性を維持できる。

(c) 腐食による劣化

一次蓋の金属ガスケット、及び二次蓋の金属ガスケットの内側はヘリウム雰囲気であり、腐食の影響はない。また、二次蓋の金属ガスケットの外側は大気と接触するが、使用環境より厳しい塩水噴霧環境においても金属ガスケットの漏えい率に変化がないことが確認されている<sup>(18)</sup>。

(3) バスケットの長期健全性

バスケットの主要な構成部材は、バスケット格子を形成する押出材である。

(a) 放射線照射による劣化

バスケット格子に使用する押出材の材質は、ほう素添加アルミニウム合金であり、中性子照射量が $10^{19}$  (n/cm<sup>2</sup>) までは、顕著な機械的特性変化は見られないことが示されており<sup>(14), (15)</sup>、使用環境はその範囲内である。

TK-26型に収納する使用済燃料集合体の全中性子束は約 $8.0 \times 10^5$  (n/cm<sup>2</sup>/s) である。保守的にTK-26型に収納する使用済燃料集合体の全中性子束を用いて評価しても、設計貯蔵期間60年間経過後の中性子吸収材中のほう素の減損割合は $10^{-6}$ 程度であり、劣化による臨界防止機能への影響は無視し得るレベルである。

#### (b) 熱による劣化

バスケット格子材の温度は230℃以下であり、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。

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。当該材料の設計許容応力は、設計貯蔵期間60年間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。なお、本材料は、主な強化機構であるMg固溶強化が設計貯蔵期間60年後も低下せず、粒子分散強化に寄与するMn化合物は殆ど変化しないことが確認されている<sup>(19), (20)</sup>。また、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。

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、かつ、衝撃特性及び破壊靱性値（J<sub>q</sub>値）が低下しないことを確認している。さらに、TK-26型では、外運搬規則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。

また、アルミニウム合金及びほう素添加アルミニウム合金のクリープひずみが0.1%から1.0%程度の範囲において、クリープひずみが材料の機械的特性に影響を与えないことが示されている<sup>(21)</sup>。構造強度部材であるバスケット格子材について、設計貯蔵期間60年間経過後のクリープひずみが0.1%となるための応力は4MPa程度の応力であるが、バスケット格子材に発生する応力は1MPa未満であり、熱による材料の機械的特性への影響はない。

#### (c) 腐食による劣化

バスケット格子材が設置される胴内にヘリウムを封入し、不活性ガス雰囲気維持され



るため、腐食の影響はない。

## 4.7 自然現象等に対する安全機能に関する評価

### 4.5.1 地震

#### (1) 地震に対する構造

TK-26型は、第1-1図に示すように下部トラニオンにより貯蔵架台に固定され、縦置き姿勢で貯蔵され、本文五に示す地震力に対して支持性能が確保され、TK-26型の安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

#### (2) 構造評価

地震荷重として、本文五に示す評価条件に基づき、TK-26型に発生する地震荷重を算定し、自重、内圧等を考慮した上で、第1-18図に示す構造強度解析フロー図で評価する。地震荷重は、水平地震力と鉛直地震力を同時に不利な方法の組合せで作用させることに加え、供用中にTK-26型に作用する荷重を組み合わせる。上記組合せ荷重により、トラニオン、一次蓋ボルトに生じる応力は、第1-6表に示すように設計基準値以下であり構造健全性は維持される。また、密封境界部及びバスケットに生じる応力も設計基準値を満足しており、TK-26型の安全機能は維持される。

### 4.5.2 津波

#### (1) 津波に対する構造

TK-26型は、第1-1図に示すように下部トラニオンにより貯蔵架台に固定され、縦置き姿勢で貯蔵され、本文五に示す津波による遡上波の波力及び漂流物の衝突に対して、TK-26型の安全機能が損なわれない設計とする。

#### (2) 構造評価

津波荷重として、本文五に示す評価条件に基づき、浸水深に基づく津波波力並びに流速、及び漂流物質量に基づく漂流物衝突荷重の組合せを考慮してTK-26型に発生する津波荷重を算定し、第1-18図に示す構造強度解析フロー図で評価する。津波波力の算定には、「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」に示される評価式を、また、漂流物衝突荷重の算定には、「道路橋示方書・同解説（I 共通編 IV 下部構造編）」に示される評価式を用いる。

上記条件に基づく評価の結果、第1-6表に示すように、津波荷重は外運搬規則に示される一般の試験条件（0.3m落下等）で作用する設計荷重より小さいため、TK-26型の安全機能は維持される。

### 4.5.3 竜巻

#### (1) 竜巻に対する構造

TK-26型は、第1-1図に示すように下部トラニオンにより貯蔵架台に固定され、縦置き姿勢で貯蔵され、本文五に示す竜巻による飛来物の衝突において、TK-26型の安全機能を損

なわない設計とする。

## (2) 構造評価

竜巻荷重として、本文五に示す評価条件に基づき、TK-26型に発生する竜巻荷重を算定し、第1-18図に示す構造強度解析フロー図で評価する。竜巻荷重として、竜巻影響評価ガイドに基づき、風圧力による荷重、気圧差による荷重、及び設計飛来物による衝撃荷重を組み合わせた複合荷重を考慮し、TK-26型に発生する竜巻荷重を算定する。なお、設計飛来物については、第1-12表に示す竜巻影響評価ガイド 解説4.1表に示される5種類とし、設計飛来物による衝撃荷重は、設計飛来物の圧潰挙動を無視したRieraの式を適用する。

上記条件に基づく評価の結果、第1-6表に示すように、竜巻荷重は、外運搬規則に示される一般の試験条件（0.3m落下等）で作用する設計荷重より小さいため、TK-26型の安全機能は維持される。また、TK-26型の設計飛来物が直接衝突する部位は、設計飛来物による衝突荷重により破断しない板厚であるため、TK-26型の安全機能は維持される。

第1-1表 TK-26型の仕様

項 目		仕 様
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
収納体数		26体
最大崩壊熱量		約17.2kW
主 要 材 質	特定兼用キャスク本体	
	胴/底板 (ガンマ線遮蔽材)	炭素鋼
	外筒 (ガンマ線遮蔽材)	炭素鋼
	ト ラ ニ オ ン	析出硬化系ステンレス鋼
	中 性 子 遮 蔽 材	レジン (エチレンプロピレン系ゴム)
	伝 熱 フ ィ ン	銅
	蓋 部 <sup>(注1)</sup>	
	一 次 蓋	炭素鋼
	二 次 蓋	炭素鋼
	蓋 ボ ル ト	合金鋼
バ ス ケ ッ ト		
バスケット格子材	ほう素添加アルミニウム合金 <sup>(注2)</sup>	
内 部 充 填 ガ ス		ヘリウム
シ ー ル 材		金属ガスケット
閉じ込め監視方式		圧力センサ (圧力計) による蓋間圧力監視

(注1) 原子力発電所敷地外への搬出時には、ゴムOリングをシール材とした三次蓋を装着する。

(注2) バスケット格子材に使用するほう素添加アルミニウム合金の材料名称は1B-A3J04-Oである。(別添1-1)

第1-2表 (1/2) 使用済燃料集合体の仕様

項 目		仕 様			
使用済燃料集合体の種類		17×17燃料			
		48,000Mwd/t型		39,000Mwd/t型	
		A型	B型	A型	B型
形状	集 合 体 幅	約214mm			
	全 長	約4,100mm			
質 量		約680kg			
使用済燃料集合体1体の仕様	初期濃縮度 (集合体平均)	4.2wt%以下		3.0wt%以下	
	最高燃焼度 <sup>(注1)</sup>	48,000Mwd/t以下		39,000Mwd/t以下	
	冷却期間	15年以上	20年以上	20年以上	
特定兼用キヤスク1基当たりの仕様	収 納 体 数	26体			
	平均燃焼度 <sup>(注2)</sup>	44,000Mwd/t以下		39,000Mwd/t以下	
	崩 壊 熱 量	17.2kW以下 <sup>(注3)</sup>			

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

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

(注3) 17×17燃料のうち、最も崩壊熱量が大きい48,000Mwd/t (A型) がTK-26型1基当たりの平均燃焼度44,000Mwd/tまで燃焼後、15年冷却した場合の崩壊熱量を基に設定した値。

第1-2表 (2/2) 使用済燃料集合体の仕様

項 目		仕 様			
使用済燃料集合体の種類		15×15燃料			
		48,000Mwd/t型		39,000Mwd/t型	
		A型	B型	A型	B型
形状	集 合 体 幅	約214mm			
	全 長	約4,100mm			
質 量		約670kg			
使用済燃料集合体1体の仕様	初 期 濃 縮 度 (集合体平均)	4.1wt%以下		3.2wt%以下	
	最 高 燃 焼 度 <sup>(注1)</sup>	47,000Mwd/t以下		39,000Mwd/t以下	
	冷 却 期 間	15年以上	20年以上	20年以上	
特定兼用キャスク1基当たりの仕様	収 納 体 数	26体			
	平 均 燃 焼 度 <sup>(注2)</sup>	43,000Mwd/t以下		39,000Mwd/t以下	
	崩 壊 熱 量	16.8kW以下 <sup>(注3)</sup>			

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

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

(注3) 15×15燃料のうち、最も崩壊熱量が大きい48,000Mwd/t (A型) がTK-26型1基当たりの平均燃焼度43,000Mwd/tまで燃焼後、15年冷却した場合の崩壊熱量を基に設定した値。

第1-3表 (1/2) バーナブルポイズン集合体の仕様

項 目		仕 様			
バーナブルポイズン集合体の種類		17×17燃料用			
		A型	B型		
形 状	集 合 体 幅				
	全 長				
質 量					
照 射 期 間					
冷 却 期 間				15年又は20年以上 <sup>(注1)</sup>	
特定兼用キャスク1基当たりの 収 納 体 数				□	

(注1) バーナブルポイズン集合体が挿入される使用済燃料集合体タイプの冷却期間による。

第1-3表 (2/2) バーナブルポイズン集合体の仕様

項 目		仕 様			
バーナブルポイズン集合体の種類		15×15燃料用			
		A型	B型		
形 状	集 合 体 幅				
	全 長				
質 量					
照 射 期 間					
冷 却 期 間				15年又は20年以上 <sup>(注1)</sup>	
特定兼用キャスク1基当たりの 収 納 体 数				□	

(注1) バーナブルポイズン集合体が挿入される使用済燃料集合体タイプの冷却期間による。

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	

枠囲みについては商業機密のため非公開とします。



第1-5表 臨界解析条件

項目		条件			
特定兼用キャスク内雰囲気		乾燥状態		冠水状態	
使用済燃料集合体の種類		17×17燃料	15×15燃料	17×17燃料	15×15燃料
濃縮度		4.2wt%	4.1wt%	4.2wt%	4.1wt%
収納体数		26体		26体	
バスケット内の燃料配置		TK-26型中心偏向配置		バスケット格子中央配置	TK-26型中心偏向配置
バスケット格子材寸法 (注1)	バスケット格子材厚さ	最小		最大	
	バスケット格子材幅	最小		最小	
	バスケット格子内のり	最小		最大	
ほう素添加量		仕様上の下限值		仕様上の下限值	
TK-26型内雰囲気		真空		冠水 (水密度1.0g/cm <sup>3</sup> )	
TK-26型外雰囲気		真空		真空	
TK-26型配列		無限配列 (完全反射境界条件)		無限配列 (完全反射境界条件)	
バーナブルポイズン集合体		無し		無し	
中性子遮蔽材 (レジン)		真空中に置換		真空中に置換	

(注1) 第1-2図のとおり。

第1-6表 TK-26型評価結果

項目			評価結果		設計基準値
			17×17燃料	15×15燃料	
防 止 臨 界	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		82μSv/h (注1)		100μSv/h
除 熱	燃料被覆管最高温度		255℃		275℃
	構成部材最高温度	胴、蓋部	151℃		350℃
		中性子遮蔽材 (レジン)	143℃		150℃
		金属ガスケット	106℃		130℃
		バスケット格子材	225℃		250℃ (注2)
込 閉 め じ	金属ガスケットの漏えい率		1.0×10 <sup>-6</sup> Pa・m <sup>3</sup> /s (注3)		2.2×10 <sup>-6</sup> Pa・m <sup>3</sup> /s (注4)
構 造 強 度	取扱時	密 封 容 器 の 応 力 強 さ	33MPa		182MPa (注2)
		一 次 蓋 ボ ル ト の 応 力	209MPa		648MPa (注2)
		上 部 ト ラ ニ オ ン の 応 力 強 さ	574MPa		636MPa (注2)
自 然 現 象 長	地震	トラニオンの組合せ応力	433MPa		588MPa
		一次蓋締付ボルトの応力	275MPa		973MPa
	津波	津 波 荷 重	5.77×10 <sup>3</sup> kN		2.88×10 <sup>4</sup> kN (注5)
	竜巻	竜 巻 荷 重	8.45×10 <sup>3</sup> kN (注6)		2.88×10 <sup>4</sup> kN (注5)
		貫 通 限 界 厚 さ	8.9mm		22mm

(注1) 線源強度が高い17×17燃料で代表。

(注2) 別添1-1で設定した最高使用温度。

(注3) 特定兼用キャスク内部温度が高い17×17燃料で代表。

(注4) 設計貯蔵期間中、特定兼用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5) 0.3m垂直落下及び0.3m水平落下時に特定兼用キャスクに生じる衝撃力の小さい方の値。

(注6) 竜巻影響評価ガイドに示される飛来物のうち、竜巻荷重が最も大きいものの結果。

第1-7表 使用済燃料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)							

第1-8表 使用済燃料集合体の軸方向燃焼度分布

項目	17×17燃料及び15×15燃料	
	A型	B型
軸方向燃焼度分布 (注1) (ピーキングファクター：PF)		

(注1) ノードは燃料有効部を軸方向に  したものである。

枠囲みについては商業機密のため非公開とします。

第1-9表 ガンマ線及び中性子の線源強度

項目			17×17燃料		15×15燃料	
			A型	B型	A型	B型
最高燃焼度となる 使用済燃料集合体 1体当たり	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	$4.6 \times 10^{15}$	$4.0 \times 10^{15}$	$4.5 \times 10^{15}$	$3.9 \times 10^{15}$
		構造材放射化 ( $^{60}\text{Co}$ :Bq) (注1)	$3.1 \times 10^{13}$	$2.0 \times 10^{13}$	$2.6 \times 10^{13}$	$1.7 \times 10^{13}$
	中性子	燃料有効部 (n/s)	$5.9 \times 10^8$	$4.9 \times 10^8$	$5.7 \times 10^8$	$4.8 \times 10^8$
平均燃焼度となる 使用済燃料集合体 1体当たり	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	$4.3 \times 10^{15}$	$3.7 \times 10^{15}$	$4.2 \times 10^{15}$	$3.6 \times 10^{15}$
		構造材放射化 ( $^{60}\text{Co}$ :Bq)	$1.2 \times 10^{13}$	$1.0 \times 10^{13}$	$1.1 \times 10^{13}$	$8.7 \times 10^{12}$
	中性子	燃料有効部 (n/s)	$4.1 \times 10^8$	$3.4 \times 10^8$	$3.9 \times 10^8$	$3.3 \times 10^8$
特定兼用キャスク 1基当たり	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	$1.2 \times 10^{17}$	$1.0 \times 10^{17}$	$1.1 \times 10^{17}$	$9.7 \times 10^{16}$
		構造材放射化 ( $^{60}\text{Co}$ :Bq) (注1)	$5.4 \times 10^{14}$	$3.8 \times 10^{14}$	$4.6 \times 10^{14}$	$3.2 \times 10^{14}$
	中性子	燃料有効部 (n/s) (注2)	$1.3 \times 10^{10}$	$1.1 \times 10^{10}$	$1.2 \times 10^{10}$	$1.0 \times 10^{10}$

(注1) 使用済燃料集合体及びバーナブルポイズン集合体の放射化ガンマ線源強度の合計値。

(注2) 中性子増倍の効果を考慮した値。

第1-10表 除熱解析条件

項目		解析条件	
使用済燃料集合体のピーキングファクター		第1-8表に示す ピーキングファクターを考慮	
使用済燃料集合体の収納位置		第1-9図に示す収納位置ごとの 崩壊熱量を設定	
境界 条件	対流環境温度		50℃
	放射環境温度		65℃
	放射率	特定兼用キャスク表面	0.8
		貯蔵建屋の天井、床面	0.8
	特定兼用キャスク側面の放射形態係数		0.214 <sup>(注1)</sup>

(注1) 特定兼用キャスク配列ピッチ寸法3.5mから算出される値を示す。

第1-11表 閉じ込め評価条件

項目		評価条件
圧力	特定兼用キャスク内部（初期）	$8.0 \times 10^4 \text{Pa [abs]}$
	蓋間空間（初期）	$4.1 \times 10^5 \text{Pa [abs]}$
	大気圧	$9.7 \times 10^4 \text{Pa [abs]}$ <sup>(注1)</sup>
空間容積	特定兼用キャスク内部 <sup>(注2)</sup>	
	蓋間空間	
温度	特定兼用キャスク内部 <sup>(注3)</sup>	260℃
	漏えい気体 <sup>(注4)</sup>	-30℃
内部気体		ヘリウム
設計貯蔵期間		60年

(注1) 収納された使用済燃料集合体の破損率 (0.1%) による圧力上昇を別途考慮する。

(注2) 特定兼用キャスク内部の全空間容積から、使用済燃料集合体及びバスケットの容積を除いた空間容積を示す。

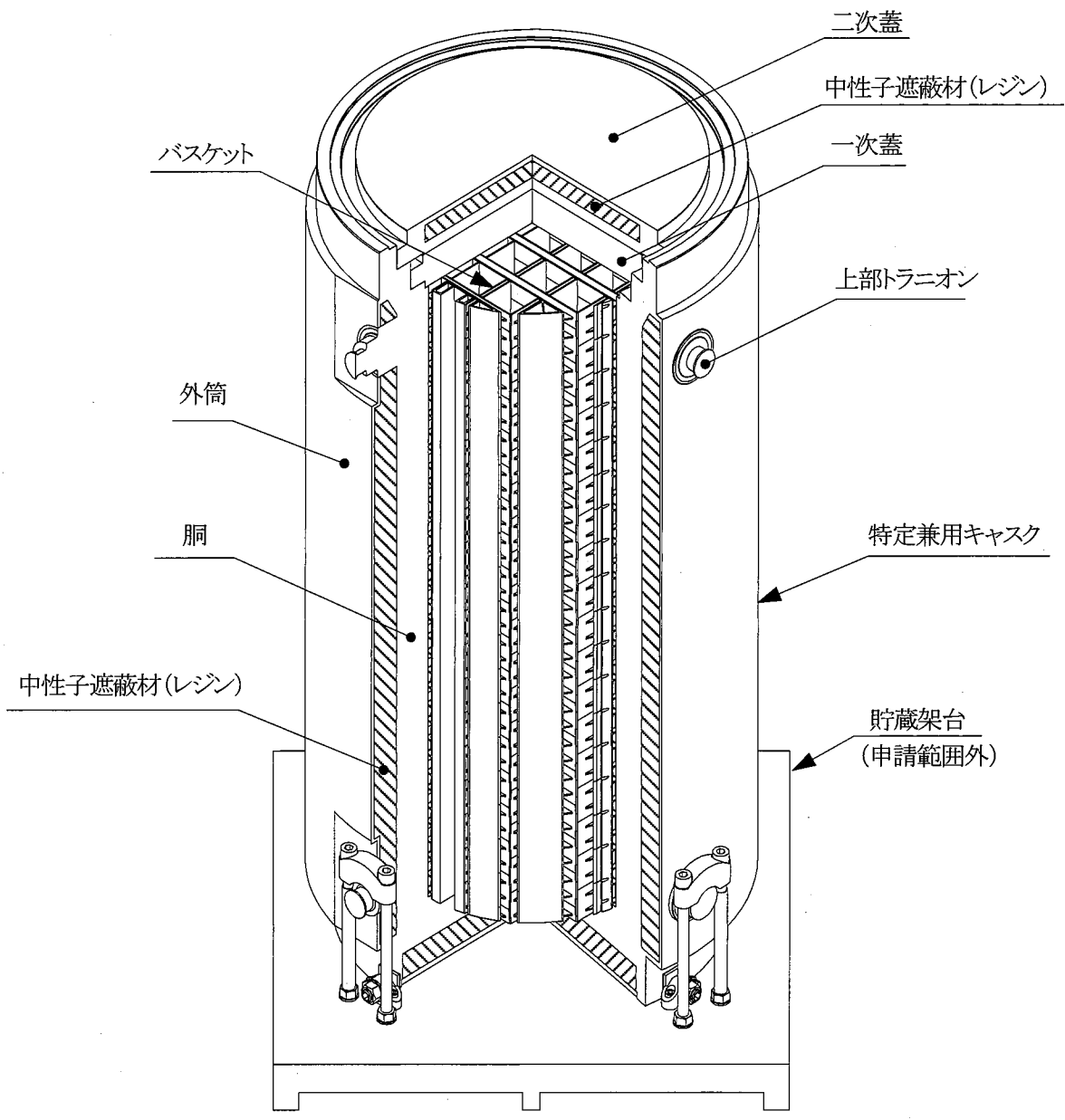
(注3) 使用済燃料集合体最高温度を保守的に設定した値を示す。

(注4) 特定兼用キャスク周囲最低温度 (-20℃) を保守的に設定した値を示す。

枠囲みについては商業機密のため非公開とします。

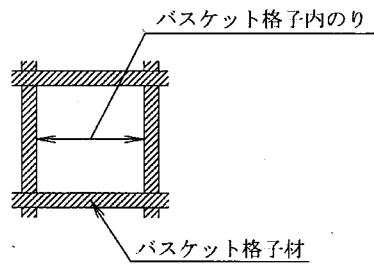
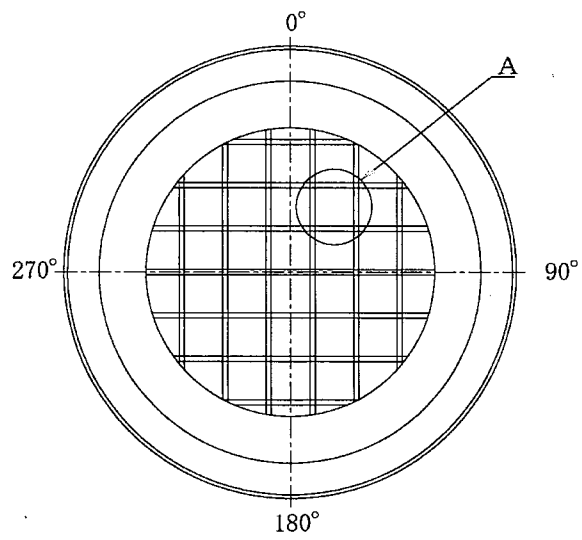
第1-12表 設計飛来物条件

飛来物の種類	棒状物		板状物	塊状物	
	鋼鉄パイプ	鋼製材	コンクリート板	コンテナ	トラック
寸法 (m)	長さ×直径 2×0.05	長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2	長さ×幅×厚さ 1.5×1×0.15	長さ×幅×奥行 2.4×2.6×6	長さ×幅×奥行 5×1.9×1.3
質量 (kg)	8.4	135	540	2300	4750
最大水平速度 (m/s)	49	51	30	60	34
最大鉛直速度 (m/s)	33	34	20	40	23

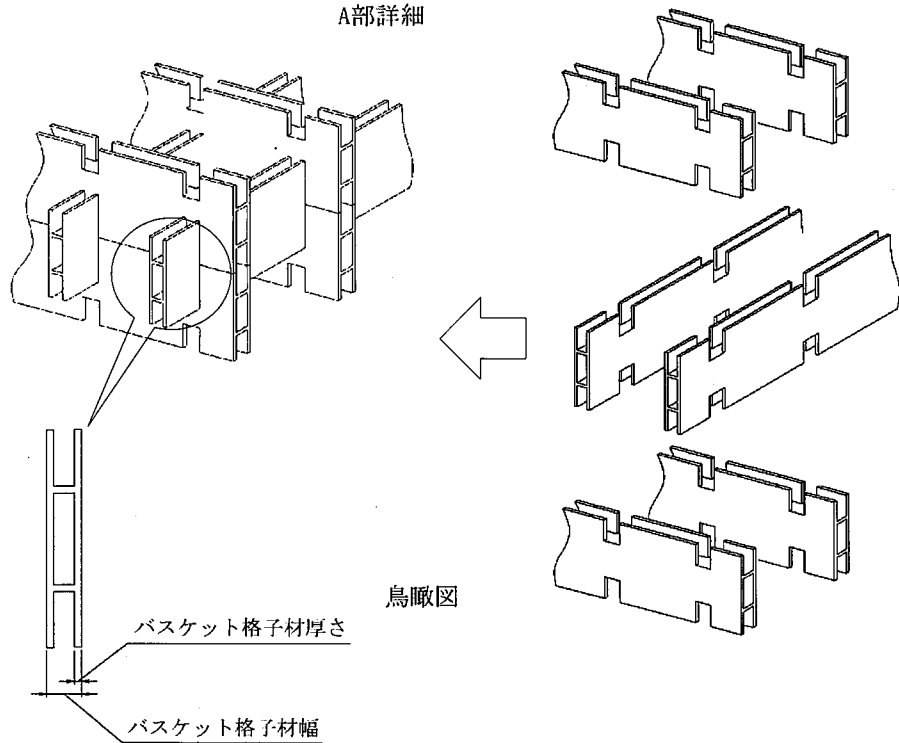


第1-1図 TK-26型構造図



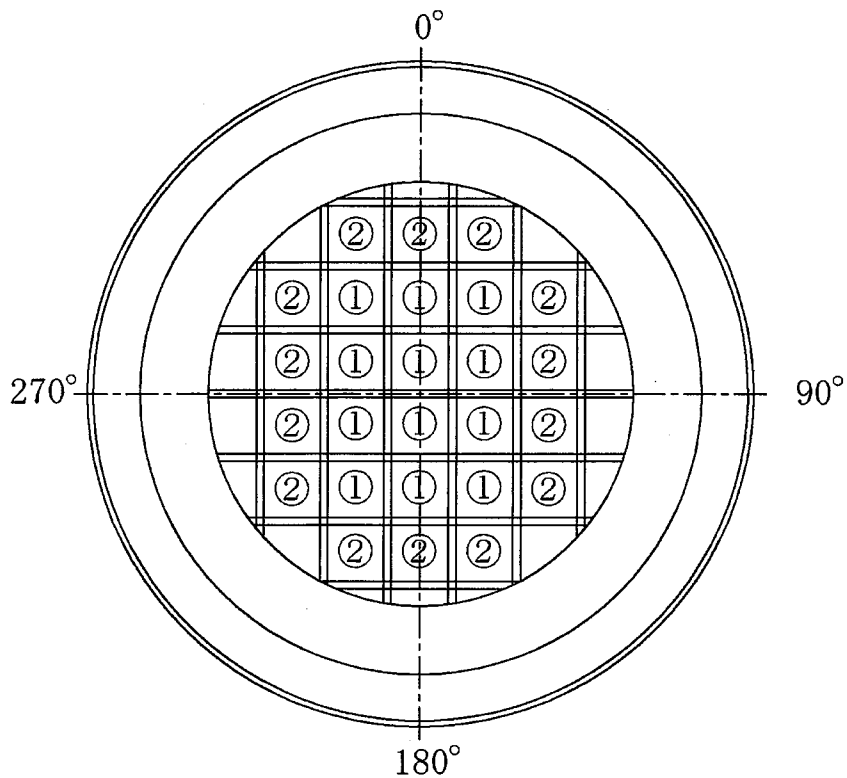


A部詳細



鳥瞰図

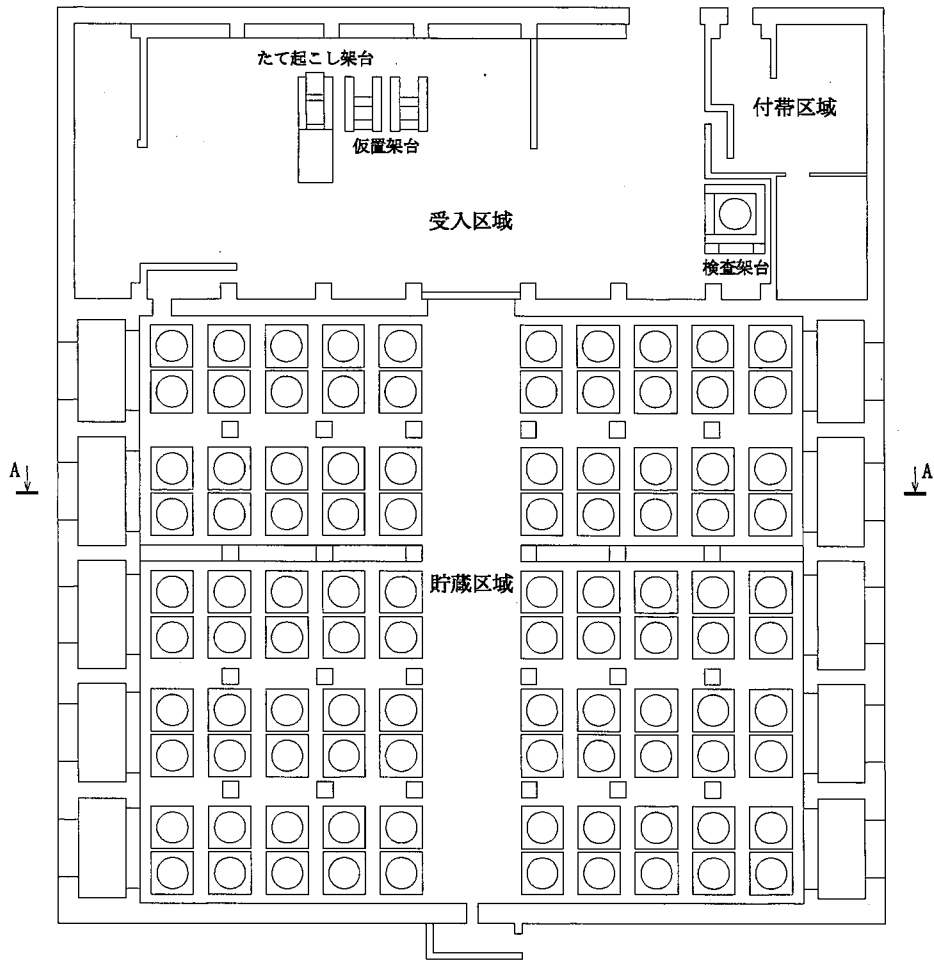
第1-2図 TK-26型バスケット構造図



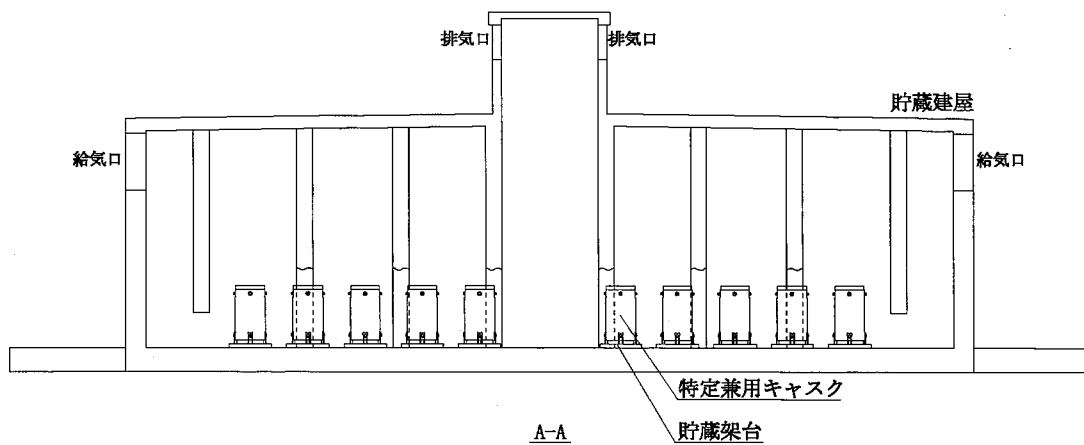
- ①： 燃焼度が 48,000Mwd/t 以下 (17×17 燃料) 又は 47,000Mwd/t 以下 (15×15 燃料) の使用済燃料集合体の収納位置
- ②： 燃焼度が 44,000Mwd/t 以下 (17×17 燃料) 又は 43,000Mwd/t 以下 (15×15 燃料) の使用済燃料集合体の収納位置

第1-3図 使用済燃料集合体の収納位置条件

枠囲みについては商業機密のため非公開とします。

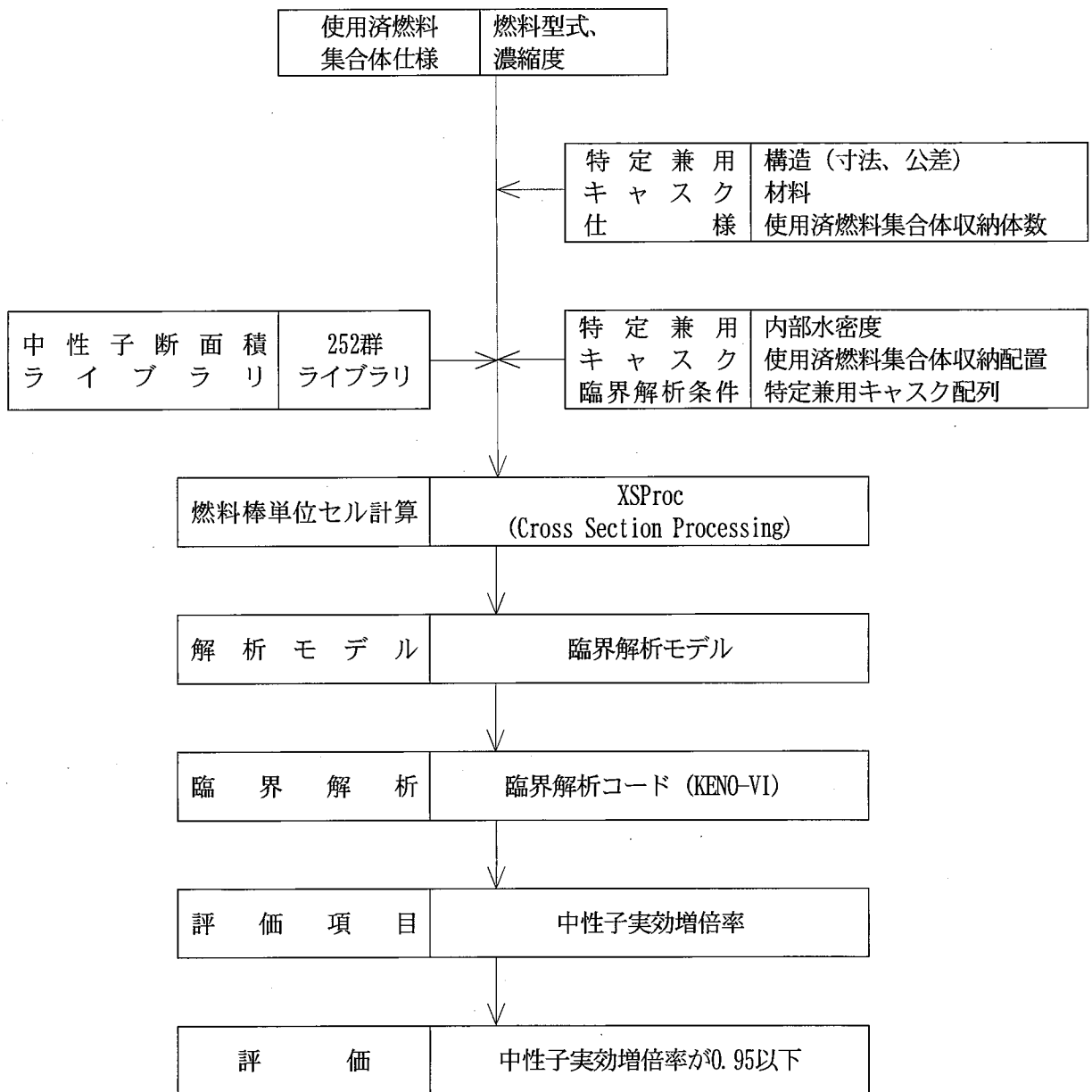


(1) 機器配置図

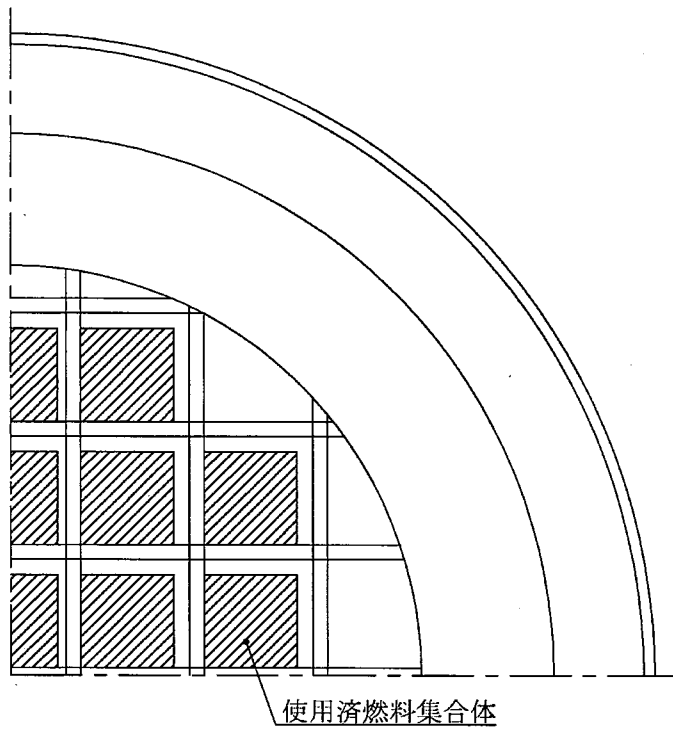


(2) 施設断面図

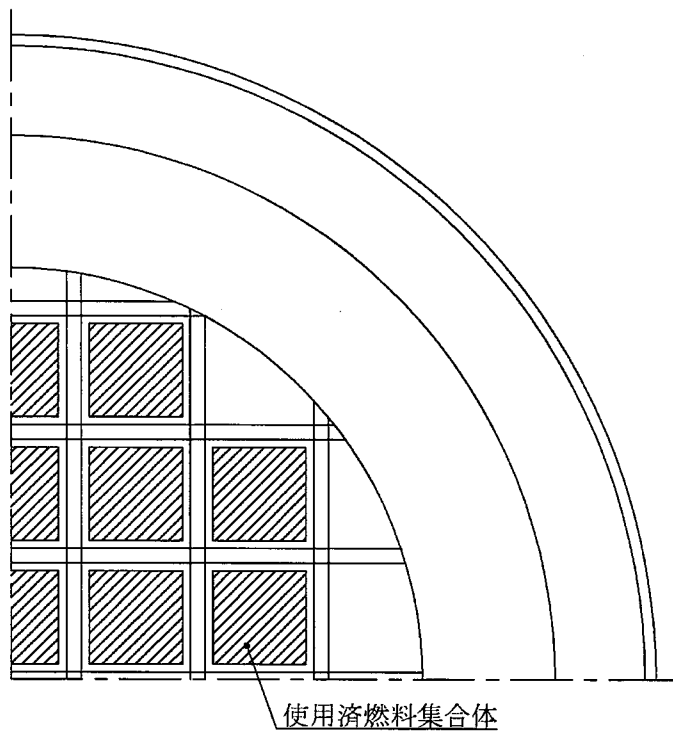
第1-4図 貯蔵施設の概要図 (例)



第1-5図 臨界解析フロー図

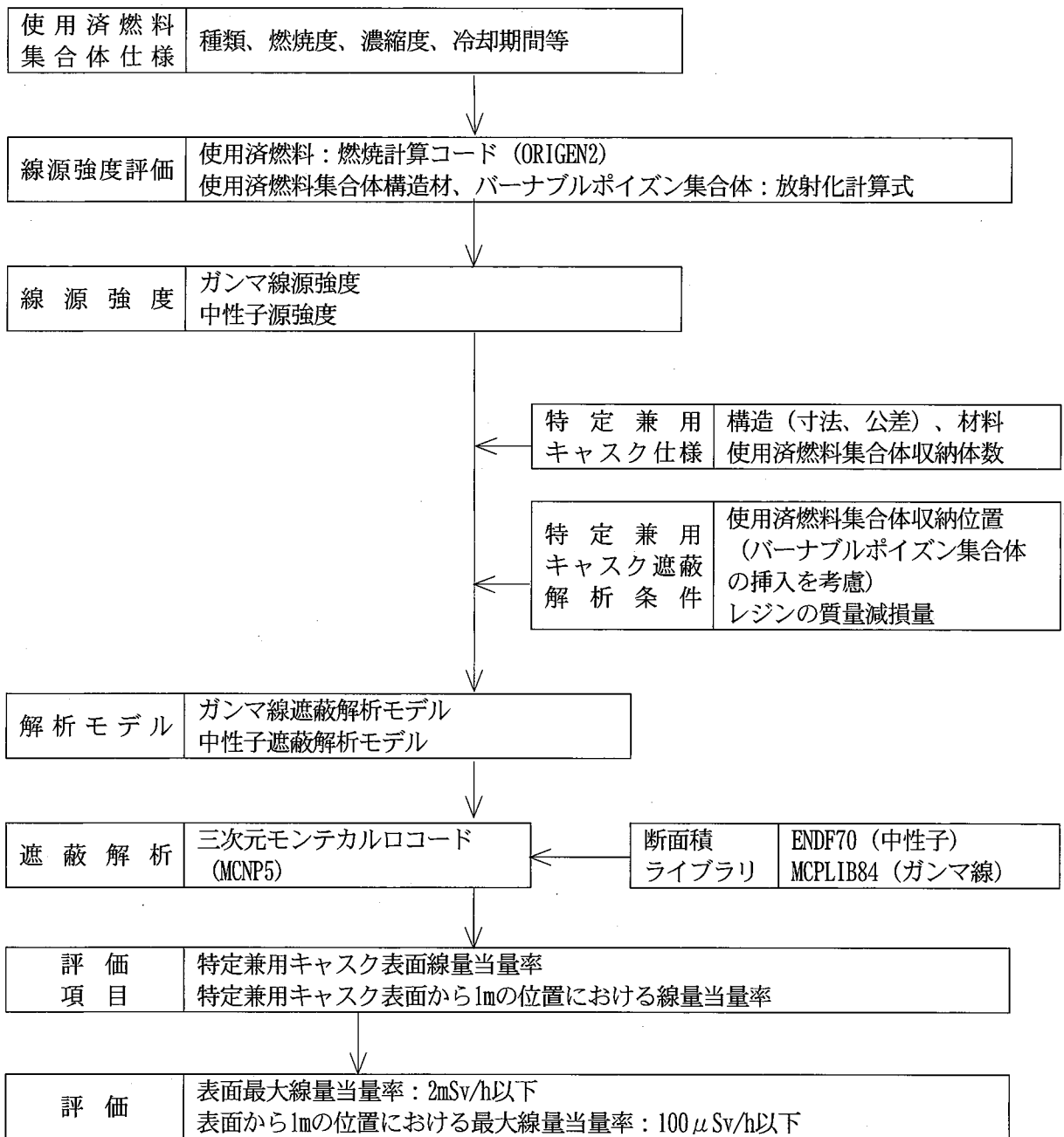


TK-26型中心偏向配置

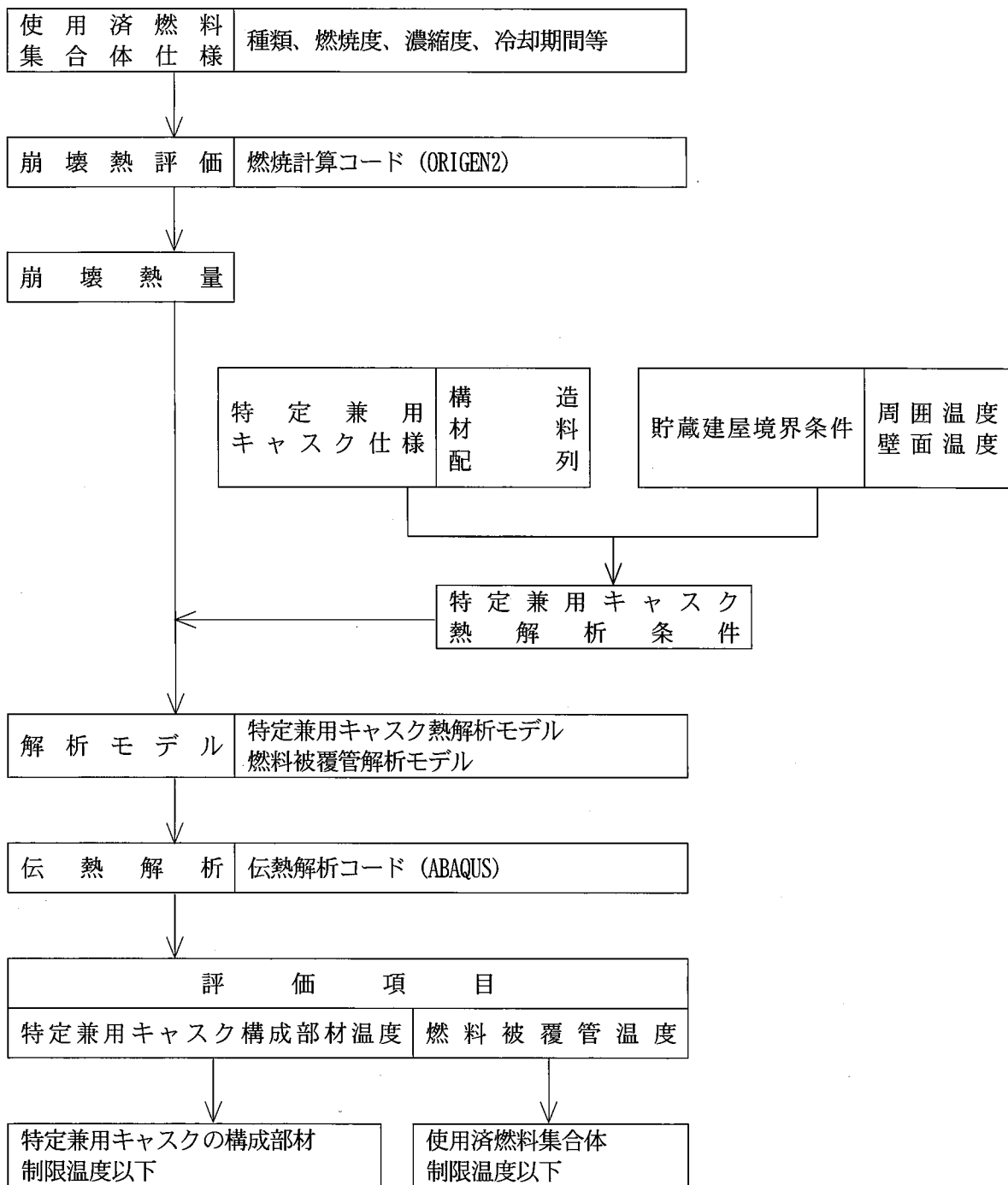


バスケット格子中央配置

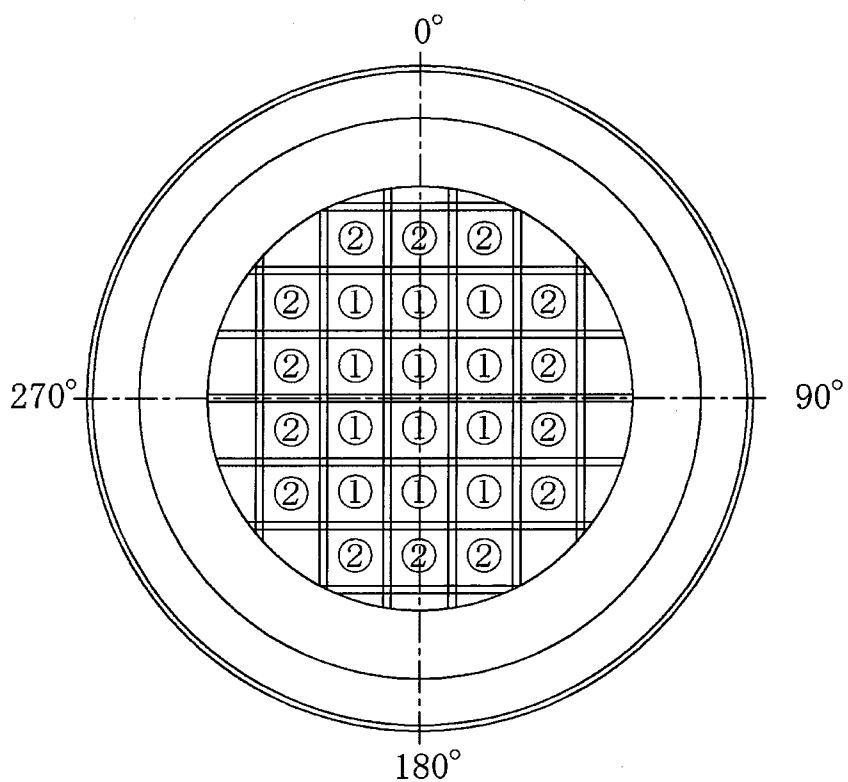
第1-6図 臨界解析における使用済燃料集合体配置条件



第1-7図 遮蔽解析フロー図



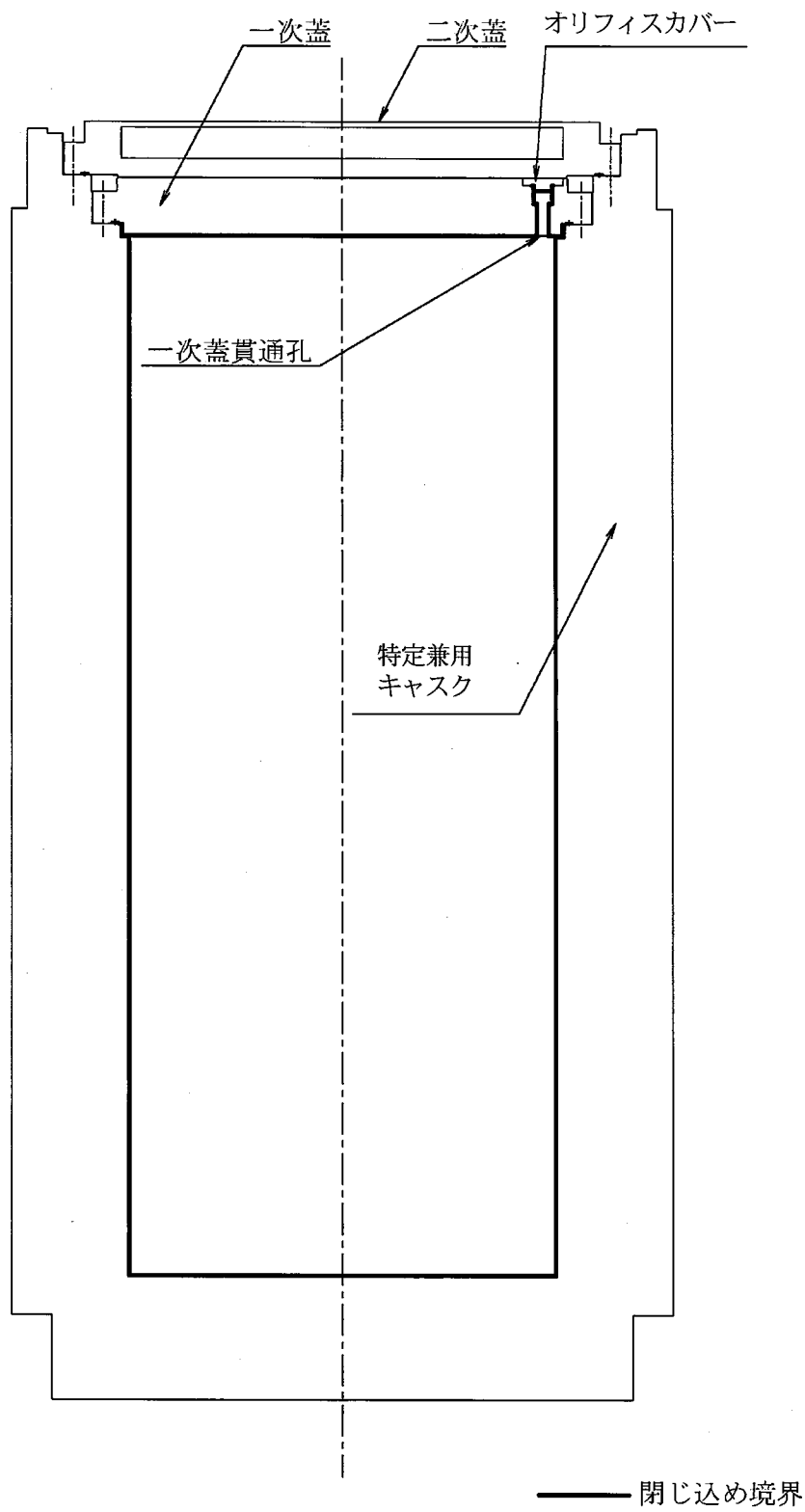
第1-8図 除熱解析フロー図



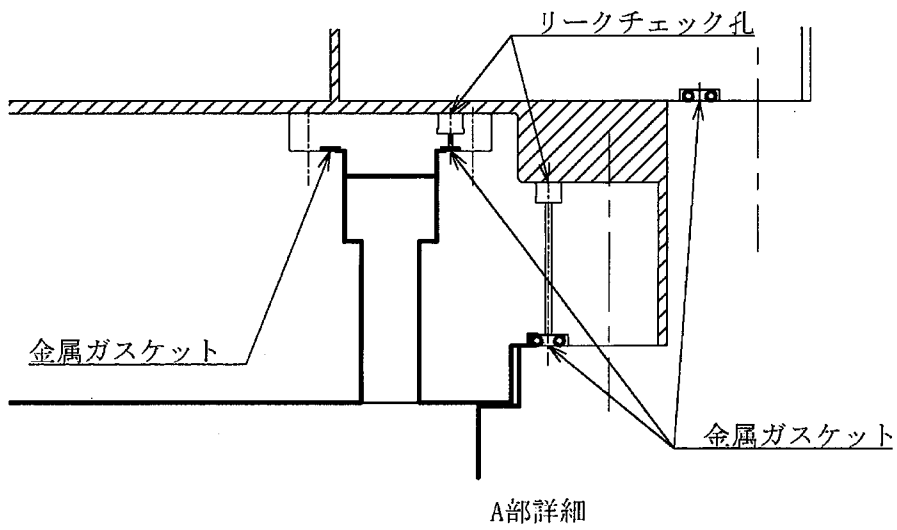
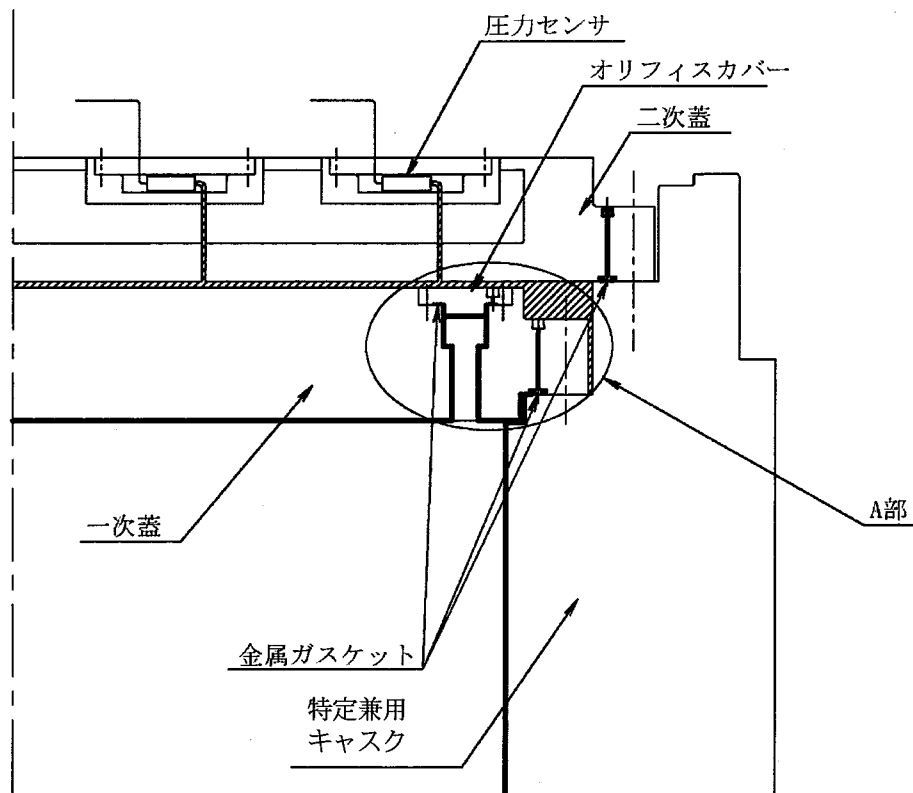
- ①：最高燃焼度に相当する崩壊熱量
- ②：平均燃焼度に相当する崩壊熱量（26 体分）から、①の最高燃焼度に相当する崩壊熱量（12 体分）を差し引き、②の収納体数（14 体）で平均化した崩壊熱量

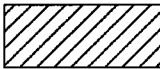
第1-9図 除熱解析における使用済燃料集合体の収納位置と崩壊熱量設定条件



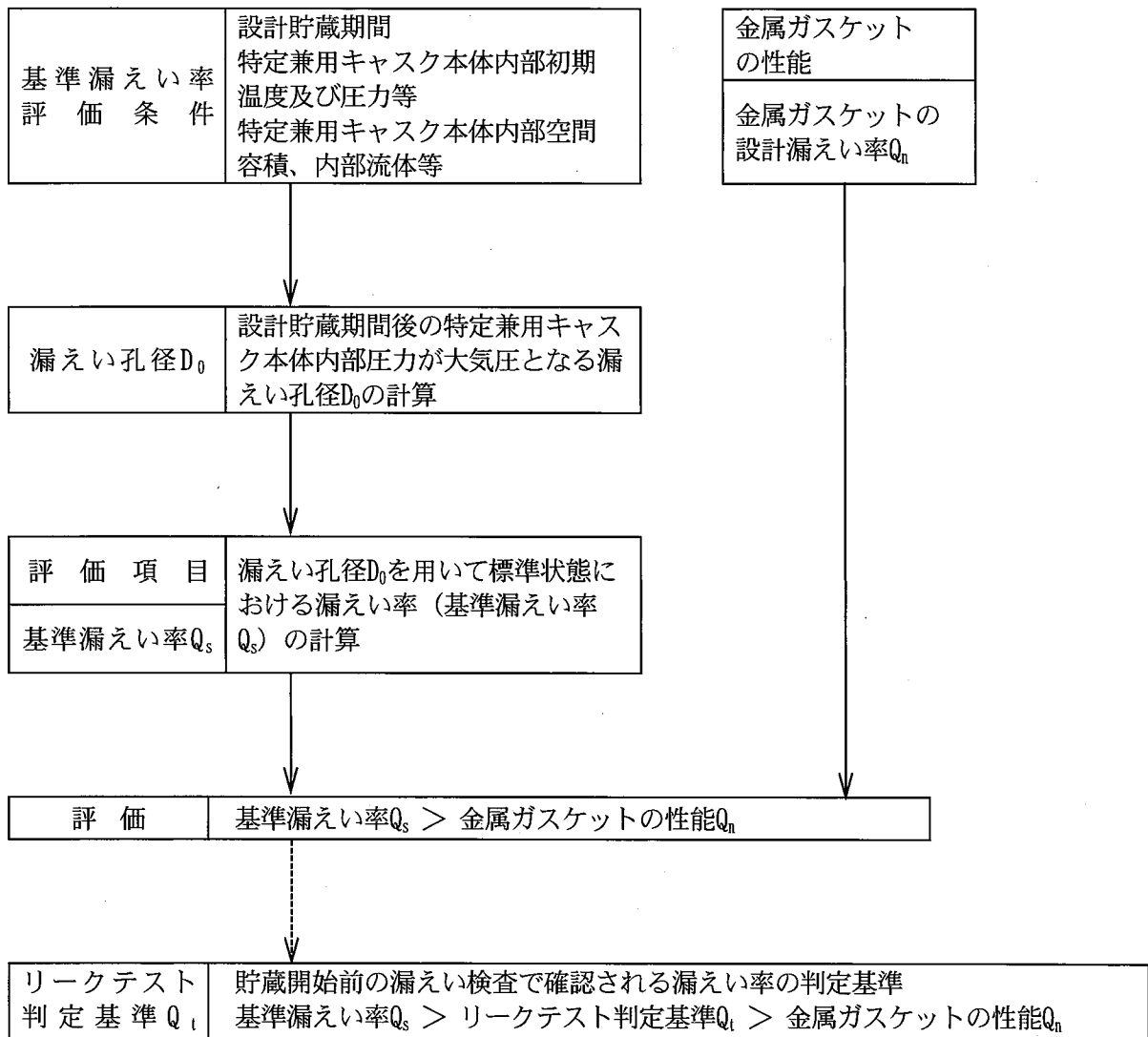


第1-10図 TK-26型の閉じ込め構造

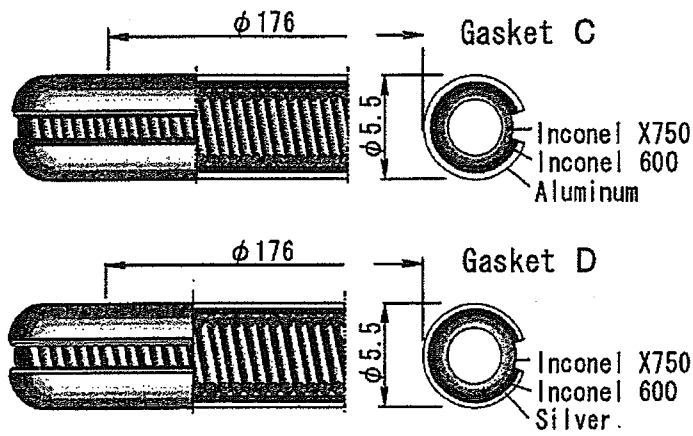
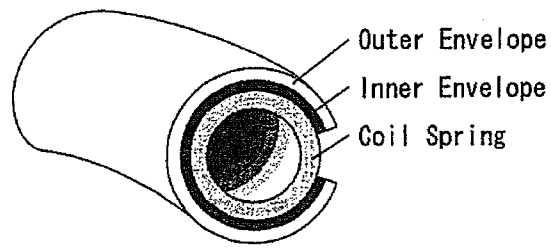


————— 閉じ込め境界 (負圧)  
 閉じ込め監視圧力空間 (正圧)

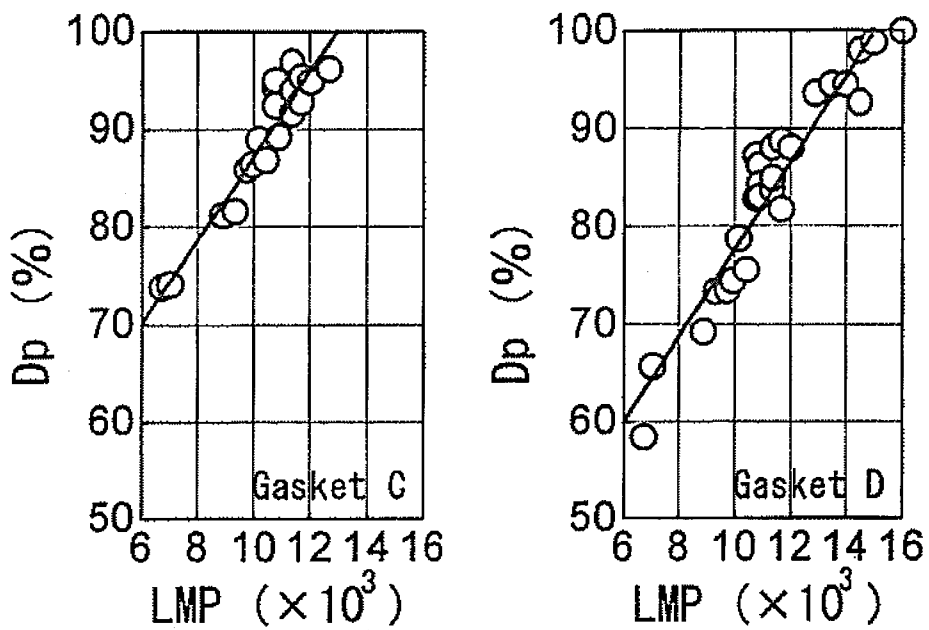
第1-11図 TK-26型のシール部詳細



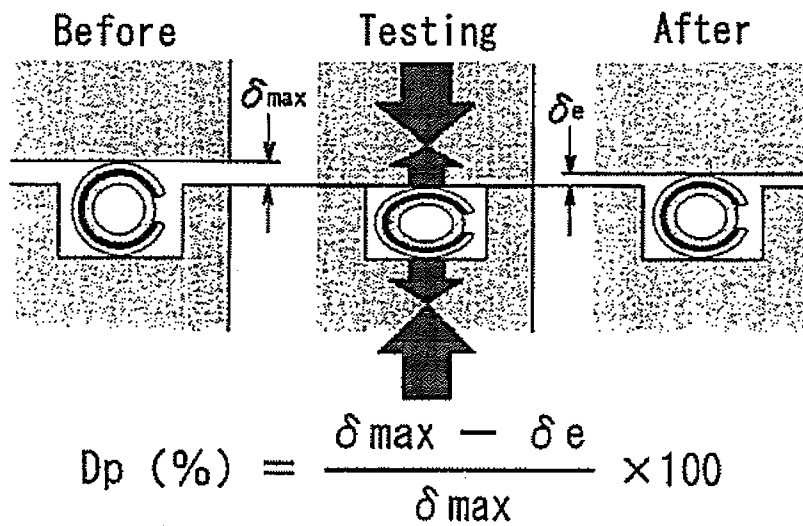
第1-12図 閉じ込め評価フロー図



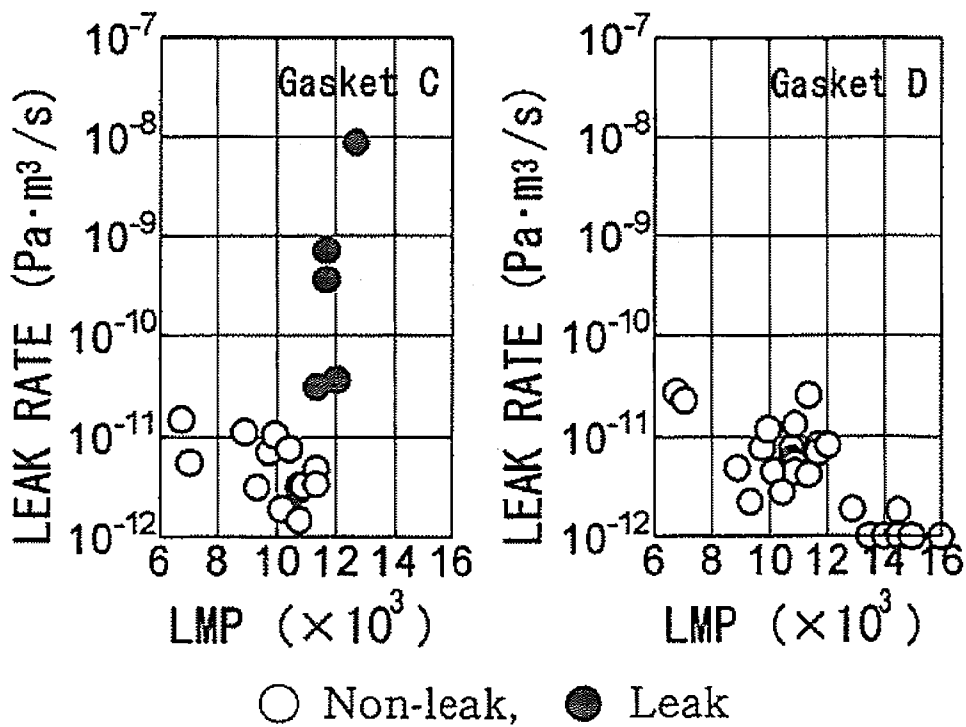
第1-13図 供試ガスケットの形状寸法<sup>(16)</sup>



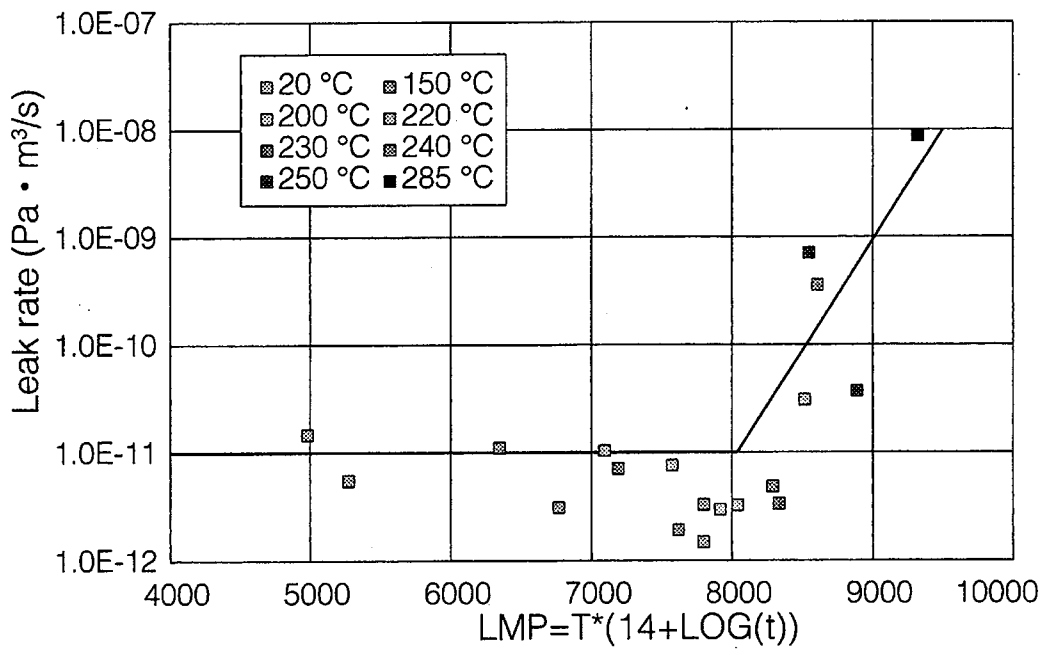
第1-14図 塑性変形率DpとLMPの関係<sup>(16)</sup>



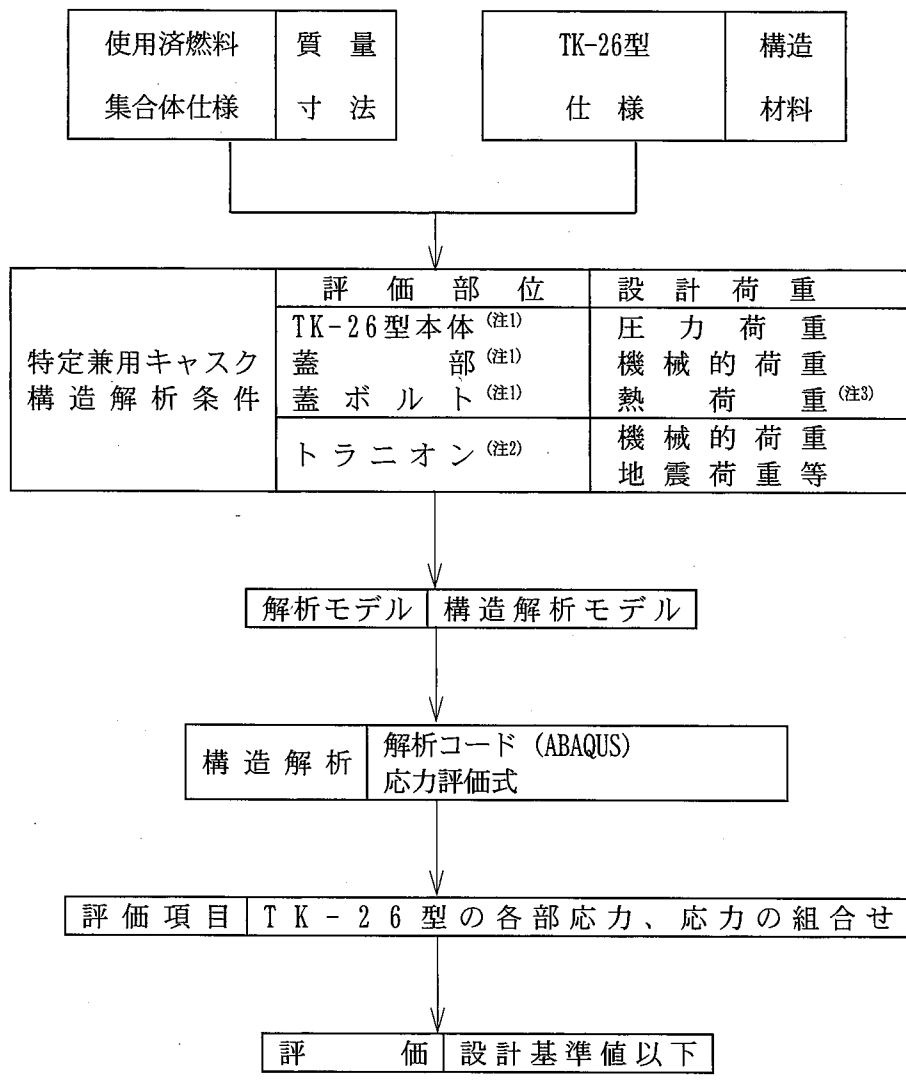
第1-15図 塑性変形率の定義<sup>(16)</sup>



第1-16図 漏えい率とLMPの関係 (定数C=20)<sup>(16)</sup>



第1-17図 漏えい率とLMPの関係 (定数C=14) <sup>(17)</sup>



(注1) 構造解析コード又は応力評価式による評価。

(注2) 応力評価式による評価。

(注3) 貯蔵施設内の取扱い時の評価で考慮する。

第1-18図 構造強度解析フロー図

## 5. 参考文献

- (1) (独) 原子力安全基盤機構、「平成18年度 リサイクル燃料資源貯蔵技術調査等(貯蔵燃料長期健全性等確証試験に関する試験最終成果報告書)」、(2007)
- (2) (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)(JSME S FA1-2007)」、(2007)
- (3) (一社) 日本ゴム協会編、「新版 ゴム技術の基礎 改訂版」、(2014)
- (4) (一財) 電力中央研究所、「平成21年度 リサイクル燃料資源貯蔵技術調査等(中間貯蔵設備等長期健全性等試験) 報告書」、(2010)
- (5) トランスニュークリア(株)、(株) 神戸製鋼所、「補足説明資料1-7 バスケット用ほう素添加アルミニウム合金(1B-A3J04-O)について」、18-180-I-017 Rev. 3、(2021)
- (6) (一社) 日本原子力学会、「使用済燃料中間貯蔵施設用金属キャスクの安全設計及び検査基準: 2021 (AESJ-SC-F002: 2021)」、(2022)
- (7) K. Farrell, et al., "An evaluation of low temperature radiation embrittlement mechanisms in ferritic alloys", Journal of Nuclear Materials, Vol. 210, (1994)
- (8) J. P. Robertson, et al., "Temperature dependence of the deformation behavior of type 316 stainless steel after low temperature neutron irradiation", ASTM STP 1325, (1999)
- (9) A. Oishi, et al., "Evaluation of Neutron Shielding Materials, TN VYAL B<sup>TM</sup> and KOBESH EPR<sup>TM</sup> Resin for Interim Storage Casks", Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Symposium on the Packaging and Transportation of Radioactive Materials, PATRAM 2013, August 18-23, 2013, San Francisco, CA, USA, (2013)
- (10) S. J. Zinkle, et al., "Low-Load Microhardness Changes in 14-MeV Neutron Irradiated Copper Alloys", The use of small scale specimens for testing irradiated material, ASTM STP 888, (1986)
- (11) ステンレス協会、「ステンレス鋼便覧 第3版」、日刊工業新聞社、(1995)
- (12) (公社) 日本金属学会、「改訂6版 金属便覧」、丸善(株)、(2000)
- (13) T. S. Byun, et al., "Tensile properties of Inconel 718 after low temperature neutron irradiation", Journal of Nuclear Materials, Vol. 318, (2003)
- (14) H. Yoshida, et al., "Reactor irradiation effects on Al 1100", Proc. Jpn. Congr. Mater. Res., Vol. 24, (1981)
- (15) Jeffrey A. Dunlap, et al., "Effect of irradiation in a spallation neutron environment on tensile properties and microstructure of aluminum alloys 5052 and 6061", Effects of Radiation on Materials: 17th Int. Sympo., ASTM STP 1270, (1996)
- (16) 加藤治、伊藤千浩、三枝利有、「使用済燃料貯蔵キャスクの長期密封性能評価手法の開



- 発」、日本原子力学会誌、Vol. 38、No. 6、 (1996)
- (17) (一財) 電力中央研究所、「使用済核燃料貯蔵の基礎」、ERC出版、 (2014)
- (18) 小崎明朗、「使用済燃料貯蔵中の耐久性に関する海外動向他」、(株) 日本原子力情報センター主催セミナー「使用済燃料貯蔵技術の現状と課題」、(1998)
- (19) 篠崎崇ら、「Al-Mn-Mg合金における $\beta$ 相の析出挙動に及ぼすMg添加量の影響とそのモデル化」、軽金属、Vol. 70、No. 2、 (2020)
- (20) 篠崎崇ら、「Al-Mn-Mg-B合金における $\beta$ 相の析出挙動に及ぼすB添加の影響」、軽金属、Vol. 72、No. 12、 (2022)
- (21) (独) 原子力安全基盤機構、「平成15年度 金属キャスク貯蔵技術確証試験 報告書 最終報告」、(2004)

別添1-1

バスケット用材料 ほう素添加アルミニウム合金 (1B-A3J04-O) に関する説明書

## 目 次

1. 概要.....	別添 1-1-1
2. 適用範囲 .....	別添 1-1-1
3. 材料規定 .....	別添 1-1-2
3.1 材料名称 .....	別添 1-1-2
3.2 化学成分 .....	別添 1-1-2
3.3 設計応力強さ .....	別添 1-1-2
3.4 許容引張応力.....	別添 1-1-2
3.5 設計降伏点 .....	別添 1-1-2
3.6 設計引張強さ .....	別添 1-1-2
3.7 縦弾性係数 .....	別添 1-1-2
3.8 線膨張係数 .....	別添 1-1-2
4. 製造管理規定 .....	別添 1-1-6

## 1. 概要

本書は、TK-26型のバスケットに適用するほう素添加アルミニウム合金（1B-A3J04-O）に関する材料規定および製造管理規定について説明するものである。

## 2. 適用範囲

本材料、及びこれを使用するバスケットの適用範囲について以下のとおり規定する。

- (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特定兼用キャスク本体内部には、設計貯蔵期間中ヘリウムを封入し、不活性ガス雰囲気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

本材料規定は、設計貯蔵期間60年間における熟劣化を考慮した設計評価に適用するものである。なお、本規定を適用する材料は、4. 製造管理規定を満たす。

#### 3.1 材料名称

材料名称は表3-1に示すものであること。

#### 3.2 化学成分

化学成分は表3-2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

設計応力強さは表3-3の規定によること。

#### 3.4 許容引張応力

許容引張応力は表3-4の規定によること。

#### 3.5 設計降伏点

設計降伏点は表3-5の規定によること。

#### 3.6 設計引張強さ

設計引張強さは表3-6の規定によること。

#### 3.7 縦弾性係数

縦弾性係数は表3-7の規定によること。

#### 3.8 線膨張係数

線膨張係数は表3-8の規定によること。

表3-1 材料名称の規定

材料の名称	記号	質別
バスケット用材料 ほう素添加アルミニウム合金	1B-A3J04	○

表3-2 化学成分の規定

記号	化学成分 (mass%)									
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	B	その他		Al
								個々	合計	
1B-A3J04	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

表3-3 材料の各温度における設計応力強さ $S_m$ <sup>(注1)(注2)</sup>

(単位：MPa)

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

(注1) 各温度の中間における値は、比例法によって算出する。

(注2) 時効による強度低下を考慮した値である。

表3-4 材料の各温度における許容引張応力 $S$ <sup>(注1)(注2)</sup>

(単位：MPa)

記号	温 度 (°C)								
	-40 ~40	75	100	125	150	175	200	225	250
1B-A3J04-○	44	44	44	42	30	21	15	10	7.3

(注1) 各温度の中間における値は、比例法によって算出する。

(注2) 時効による強度低下を考慮した値である。

表3-5 材料の各温度における設計降伏点 $S_y$ <sup>(注1)(注2)</sup>

(単位：MPa)

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

(注1) 各温度の中間における値は、比例法によって算出する。

(注2) 時効による強度低下を考慮した値である。

表3-6 材料の各温度における設計引張強さ $S_u$  <sup>(注1) (注2)</sup>

(単位：MPa)

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

(注1) 各温度の中間における値は、比例法によって算出する。

(注2) 時効による強度低下を考慮した値である。

表3-7 材料の各温度における縦弾性係数 <sup>(注1)</sup>

(単位： $\times 10^3$ MPa)

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

(注1) 各温度の中間における値は、比例法によって算出する。

表3-8 材料の各温度における線膨張係数 <sup>(注1)</sup>

(単位： $\times 10^{-6}$  mm/mm°C)

記号	区分 <sup>(注2)</sup>	温 度 (°C)									
		20	50	75	100	125	150	175	200	225	250
1B-A3J04-○	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

(注1) 各温度の中間における値は、比例法によって算出する。

(注2) 区分Aは瞬時線膨張係数、区分Bは常温から各温度までの平均線膨張係数を示す。



#### 4. 製造管理規定

本規定は、材料の製造管理に関する規定である。

- (1) 化学成分は、表 3-2 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、図 4-1 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。質別〇は、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、表 4-1 に掲げる値に満足すること。
- (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、機械的性質が表 4-1 を満足することを確認すること。
- (6) 押出比<sup>(注1)</sup>は、20 以上であること。  
(注1) ビ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
- (7) 材料は、図 4-1 の製造フローの各段階において、表 4-2 に示す製造管理を行う。
- (8) 上記規定以外の規定については、JIS H 4100 によること。

表4-1 機械的性質<sup>(注1)</sup>

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

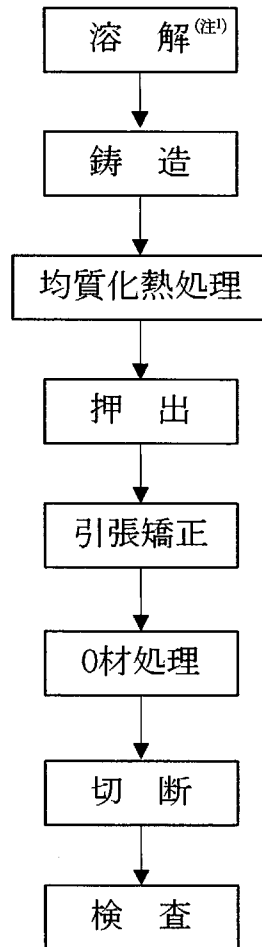
(注1) 時効による強度低下を考慮しない初期材の値による規定。

表4-2 1B-A3J04-Oの製造管理項目<sup>(注1)</sup>

工程			製造管理項目	管理程度 <sup>(注1)</sup>		
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	ピレット成型 (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	ピレット温度、押出速度		
			引張矯正	矯正量		
⑤	焼鈍	0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		寸法、外観	○	—
		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	—	○	

(注1) メーカー自主管理項目を含む。

枠囲みについては商業機密のため非公開とします。



注1) この溶解工程でAl-B母合金を所定量加えることにより、ほう素添加量を調整する。その他の成分についても、溶解工程で調整する。

図4-1 製造フロー

別添2

添付書類二 特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響に関する説明書

## 目 次

- 1. 特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響..... 2-1
  - 1.1 特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認..... 2-1
  - 1.2 特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認結果..... 2-11

1. 特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響

1.1 特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認

TK-26型は、TK-26型を発電用原子炉施設において使用した場合に発電用原子炉施設の安全性を損なうような影響を及ぼさない設計とする。

以下、TK-26型を発電用原子炉施設において使用した場合に発電用原子炉施設の安全性を損なうような影響を及ぼさないことを、「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（令和4年9月26日施行）」の各条に沿って確認する。

なお、添付書類一の3.「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」に対する適合性において型式証明申請の範囲外とした条文は、確認対象から除くものとする。

(地震による損傷の防止)

- 第四条 設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。
- 2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。
- 3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力(以下「基準地震動による地震力」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。
- 4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。
- 5 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。
- 6 兼用キャスクは、次のいずれかの地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。
- 一 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
  - 二 基準地震動による地震力
- 7 兼用キャスクは、地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

兼用キャスクを使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認

1から5 について

TK-26型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

6 について

TK-26型は、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として、貯蔵施設内の貯蔵架台等に固定された状態で、縦置きに設置できる設計とする。

TK-26型は、自重その他の貯蔵時に想定される荷重と、第一号に規定される地震力を組み合わせた荷重条件に対して、特定兼用キャスクの基礎等に固定する支持部(下部トランニオン)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。

また、上記の荷重条件に対して、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については、臨界防止上有意な変形が生じないように設計する。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対して十分な余裕を有し、特定兼用キャスクの安全機能を維持する設計とする。

よって、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

## 7 について

TK-26型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。



(津波による損傷の防止)

第五条 設計基準対象施設(兼用キャスク及びその周辺施設を除く。)は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波(以下「基準津波」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

2 兼用キャスク及びその周辺施設は、次のいずれかの津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

一 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

二 基準津波

兼用キャスクを使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認

1 について

TK-26型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

2 について

TK-26型は、第一号に規定される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、特定兼用キャスクの安全機能が損なわれるおそれのない設計とする。

上記荷重条件に対して、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については、臨界防止上有意な変形が生じないように設計する。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対して十分な余裕を有し、特定兼用キャスクの安全機能を維持する設計とする。

よって、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第六条 安全施設(兼用キャスクを除く。)は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。次項において同じ。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

3 安全施設(兼用キャスクを除く。)は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であつて人為によるもの(故意によるものを除く。以下「人為による事象」という。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

4 兼用キャスクは、次に掲げる自然現象が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

一 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

二 想定される森林火災

5 前項の規定は、兼用キャスクについて第一項の規定の例によることを妨げない。

6 兼用キャスクは、次に掲げる人為による事象に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

一 工場等内又はその周辺において想定される兼用キャスクの安全性を損なわせる原因となるおそれがある爆発

二 工場等の周辺において想定される兼用キャスクの安全性を損なわせる原因となるおそれがある火災

#### 兼用キャスクを使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認

1から3 について

TK-26型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

4 について

一 TK-26型は、第一号に規定される竜巻による荷重及び設計飛来物の衝突による荷重を組み合わせた荷重条件に対して、特定兼用キャスクの安全機能が損なわれるおそれのない設計とする。

上記竜巻による荷重条件に対して、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については、臨界防止上有意な変形が生じないように設計する。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対して十分な余裕を有し、特定兼用キャスクの安全機能を維持する設計とする。なお、TK-26型に衝突し得る設計飛来物は、原子力発電所の竜巻影響評価ガイドを踏まえて、飛来物の種類、寸法、質量、及びその最大速度を設定する。

よって、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

二 TK-26型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

5から7 について

TK-26型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

(燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)

第十六条 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体又は使用済燃料(以下この条において「燃料体等」という。)の取扱施設(安全施設に係るものに限る。)を設けなければならない。

- 一 燃料体等を取り扱う能力を有するものとする事。
- 二 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする事。
- 三 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとする事。
- 四 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事。
- 五 燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できるものとする事。

2 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設(安全施設に属するものに限る。以下この項において同じ。)を設けなければならない。

- 一 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。
  - イ 燃料体等の落下により燃料体等が破損して放射性物質の放出により公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合において、放射性物質の放出による公衆への影響を低減するため、燃料貯蔵設備を格納するもの及び放射性物質の放出を低減するものとする事。
  - ロ 燃料体等を必要に応じて貯蔵することができる容量を有するものとする事。
  - ハ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする事。
- 二 使用済燃料の貯蔵施設(キャスクを除く。)にあつては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。
  - イ 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事。
  - ロ 貯蔵された使用済燃料が崩壊熱により溶融しないものであつて、最終ヒートシンクへ熱を輸送できる設備及びその浄化系を有するものとする事。
  - ハ 使用済燃料貯蔵槽(安全施設に属するものに限る。以下この項及び次項において同じ。)から放射性物質を含む水があふれ、又は漏れないものであつて、使用済燃料貯蔵槽から水が漏れいした場合において水の漏れいを検知することができるものとする事。
  - ニ 燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないものとする事。

- 3 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならない。
- 一 使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、それを原子炉制御室に伝え、又は異常が生じた水位及び水温を自動的に制御し、並びに放射線量を自動的に抑制することができるものとする。
  - 二 外部電源が利用できない場合においても温度、水位その他の発電用原子炉施設の状態を示す事項(以下「パラメータ」という。)を監視することができるものとする。
- 4 キャスクを設ける場合には、そのキャスクは、第二項第一号に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならない。
- 一 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。
  - 二 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。
  - 三 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。

#### 兼用キャスクを使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認

##### 1 について

TK-26型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

##### 2 について

イ及びロ TK-26型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

ハ TK-26型は、以下のように設計するため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

- (1) TK-26型は、その内部のバスケットの幾何学的な配置、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アルミニウム合金により、使用済燃料集合体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機能を有する。
- (2) 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、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。
- (3) 使用済燃料集合体を収納した TK-26 型を、貯蔵建屋の貯蔵容量最大に収納した条件下で、TK-26 型の搬入から搬出までの全工程において、TK-26 型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、TK-26 型は臨界を防止する設計である。

- (4) TK-26型は、未臨界に有意な影響を与える以下の因子を考慮した設計である。
- a. 配置・形状  
バスケットの板厚、内のり寸法公差を考慮するなど、貯蔵区域内のTK-26型の配置、バスケット格子の形状、バスケット格子内の使用済燃料集合体の配置等において安全裕度を考慮している。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TK-26型中心側に偏向して配置し、冠水状態では格子中央又はTK-26型中心側に偏向して配置することで、中性子実効増倍率が最大となるように考慮している。
  - b. 中性子吸収材の効果  
製造公差（濃度、非均質性、寸法等）、及び中性子吸収に伴う原子個数密度の減少について適切に考慮している。
  - c. 減速材（水）の影響  
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、乾燥状態、及び冠水状態を考慮している。
  - d. 燃焼度クレジット  
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。
  - e. 特定兼用キャスク相互の中性子干渉  
TK-26型の境界条件を完全反射条件（無限配列）とすることで、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ている。

二 TK-26型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

### 3 について

TK-26型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

### 4 について

- 一 TK-26型は、以下のように設計するため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。
- (1) 使用済燃料集合体から放出される放射線は、TK-26型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用いている。
  - (2) TK-26型の遮蔽評価においては、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型の実形状を三次元でモデル化し、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。
  - (3) TK-26型は、設計貯蔵期間60年間における中性子遮蔽材の熱による遮蔽機能の低下を考慮しても、表面及び表面から1m離れた位置における最大線量当量率がそれぞれ2mSv/h以下及び100 $\mu$ Sv/h以下となる設計である。

二 TK-26型は、以下のように設計するため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

- (1) TK-26 型は、使用済燃料集合体の健全性、及び特定兼用キャスクの安全機能を維持する観点から、使用済燃料集合体の崩壊熱を特定兼用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である。
- (2) TK-26 型は、使用済燃料集合体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集合体の制限温度以下となる設計である。
- (3) TK-26 型は、特定兼用キャスクの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。

三 TK-26型は、以下のように設計するため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

- (1) 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、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負圧に維持できる設計である。
- (2) TK-26 型は、蓋部を一次蓋、二次蓋の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内封する空間を TK-26 型の外部から隔離する設計である。
- (3) TK-26 型は、蓋間の圧力を測定することにより、閉じ込め機能について監視ができる設計である。

## 1.2 特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認結果

確認の結果、TK-26型を発電用原子炉施設において使用した場合に、発電用原子炉施設の安全性を損なうような影響を及ぼすおそれはない。

なお、第四条第6項に記載する周辺施設等からの波及的影響については、発電用原子炉施設の設置（変更）許可申請において確認されるものとする。