

使用済燃料貯蔵施設に係る 特定容器等(TS-69B型)の 型式証明申請の概要

2019年7月4日
東芝エネルギーシステムズ株式会社
RS-5218380 Rev.0

© 2019 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation

目 次

1. 特定容器等(TS-69B型)の仕様及び構造について
2. TS-69B型に収納する使用済燃料集合体の仕様
3. TS-69B型の基本的安全機能に対する設計方針
4. TS-69B型の構造設計及び長期健全性
5. 基本的安全機能及び構造強度の評価結果
6. 現在の申請状況と今後の申請計画

1.特定容器等（TS-69B型）の仕様及び構造について

- ◆ 特定容器等の種類 : 金属製の乾式キャスク
- ◆ 特定容器等の名称及び型式 : TS-69B型
- ◆ 特定容器等の設計の概要
 - BWR使用済燃料を貯蔵する機能及び事業所外運搬に使用する輸送容器の機能を有する金属キャスク
 - 使用済燃料が臨界に達することを防止する機能、金属キャスクに収納された使用済燃料からの放射線を遮蔽する機能、金属キャスクに収納された使用済燃料を閉じ込める機能、金属キャスクに収納された使用済燃料の崩壊熱を除去する機能を有する構造
- ◆ 主要寸法等
 - 全長 : 約5.4m
 - 外径 : 約2.6m
 - 全質量（使用済燃料集合体69体を含む） : 約116t
- ◆ 使用済燃料の最大貯蔵能力
 - 金属キャスク1基当たりの貯蔵能力 : BWR使用済燃料集合体69体
 - 最大崩壊熱量 : 15.98kW

1.特定容器等（TS-69B型）の仕様及び構造について

TS-69B型を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲は、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

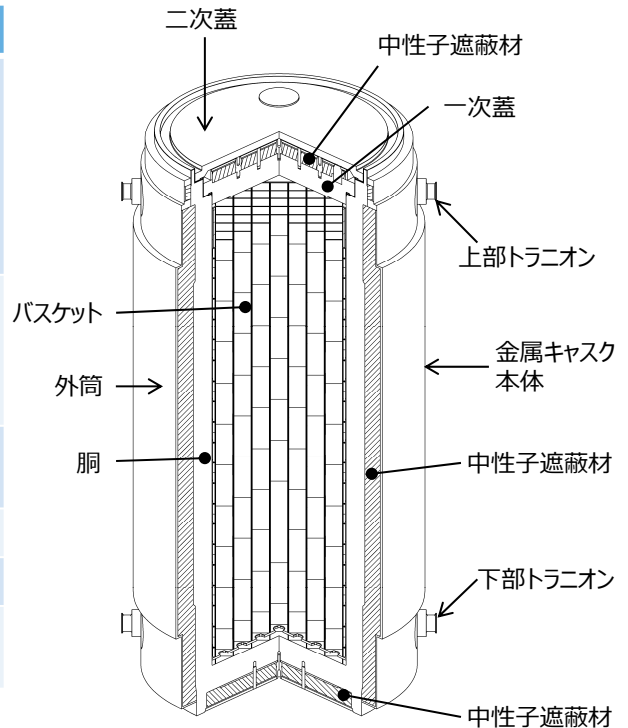
項目	仕様
金属キャスクの設計貯蔵期間	60年以下
金属キャスクの貯蔵場所	貯蔵建屋内
金属キャスクの貯蔵姿勢	たて置き
金属キャスクの固定方式	下部トラニオンを固定 (架台上に金属キャスク底面を着座)
金属キャスクの全質量(使用済燃料集合体を含む)	116t 以下
金属キャスクの主要寸法	全長 5.4m 以下 外径 2.6m 以下
金属キャスク表面から1m 離れた位置における線量当量率	100 μ Sv/h 以下
貯蔵区域における金属キャスク周囲温度	最低温度 -22.4 $^{\circ}$ C 以上 最高温度 45 $^{\circ}$ C 以下
貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度	最高温度 65 $^{\circ}$ C 以下
貯蔵区域における地震力	水平方向 1.4G 以下 鉛直方向 0.93G 以下

1.特定容器等（TS-69B型）の仕様及び構造について

TS-69B型の仕様及び構造は以下のとおり

項目	仕様	
主要材質	金属キャスク本体	低温用合金鋼又は炭素鋼
	胴	炭素鋼
	外筒	ステンレス鋼
	中性子遮蔽材	樹脂
	伝熱フィン	銅
蓋部（注1）	一次蓋、二次蓋	低温用合金鋼又は炭素鋼
	蓋ボルト	合金鋼
	中性子遮蔽材	樹脂
	バスケット格子	炭素鋼(中性子吸収材、伝熱部材を配置)
内部充填ガス	ヘリウムガス	
シール材	金属ガスケット	
閉じ込め監視方式	圧力センサによる蓋間圧力監視	

(注1) 使用済燃料貯蔵施設への搬入時、使用済燃料貯蔵施設からの搬出時には、ゴムリングをシール材とした三次蓋を装着する



TS-69B型 鳥瞰図
(部位説明用に一部切り欠き、詳細は省略)

© 2019 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 4

1.特定容器等（TS-69B型）の仕様及び構造について

TS-69B型は、使用済燃料貯蔵施設に搬入された後も使用済燃料集合体を別の容器に詰め替えることなく貯蔵が可能な機能を有し、使用済燃料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固定する構造である

◆ 金属キャスク本体（胴、トラニオン、中性子遮蔽材及び外筒等で構成）

- 胴 : 密封容器として設計
- 外筒 : 中性子遮蔽材及び伝熱フィンを支持する
- トラニオン : 金属キャスク本体の取扱い及び貯蔵中の固定のため取付け

◆ 蓋部（一次蓋及び二次蓋等で構成）

- 一次蓋 : 閉じ込め境界を構成
- 二次蓋 : 蓋間圧力監視機能を取付け可能
- 蓋ボルト : 密封容器の密封蓋ボルトとして設計
- ・ シール部には、長期の閉じ込め機能を維持するため金属ガスケットを取付ける
- ・ 事業所外運搬時は三次蓋を金属キャスク本体上面に取付ける

◆ バスケット（バスケット格子、中性子吸収材、伝熱部材で構成）

- バスケット格子 : 炭素鋼製。使用済燃料を金属キャスク本体内部の所定の位置に収納。
- 中性子吸収材 : ほう素添加アルミニウム製。使用済燃料が臨界に達することを防止。
- 伝熱部材 : アルミニウム合金製。伝熱性向上による除熱機能の向上。

2. TS-69B型に収納する使用済燃料集合体の仕様

TS-69B型に収納する使用済燃料集合体の仕様は以下のとおり

項目		仕様				
		新型8×8燃料	新型8×8ジルコニウムライナ燃料			高燃焼度8×8燃料
使用済燃料の種類			(注1)	(注2)	(注3)	
使用済燃料集合体の仕様	初期濃縮度	約3.3wt%以下	約3.3wt%以下			約3.7wt%以下
	最高燃焼度 ^(注4)	40000MWd/t以下	40000MWd/t以下			48000MWd/t以下
	冷却期間	24年以上	24年以上	18年以上		17年以上
金属キャスク1基あたりの仕様	収納体数	69体				
	平均燃焼度 ^(注5) (注6)	32000MWd/t以下	32000MWd/t以下	—	43000MWd/t以下	43000MWd/t以下
	崩壊熱量	10.06kW以下	10.06kW以下	15.98kW以下		15.98kW以下

(注1) 新型8×8燃料及び新型8×8ジルコニウムライナ燃料を収納する場合

(注2) 新型8×8ジルコニウムライナ燃料のみを収納する場合

(注3) 新型8×8ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度8×8燃料を収納する場合

(注4) 最高燃焼度とは、収納する使用済燃料集合体1体の燃焼度の平均値の最大を示す

(注5) 平均燃焼度とは、収納する全燃料集合体に対する使用済燃料集合体の種類ごとの燃焼度の平均値を示す

(注6) 使用済燃料集合体の収納時及び貯蔵時に、金属キャスク1基当たりの平均燃焼度と各ノードの燃焼度の確認を要する

3. TS-69B型の基本的安全機能に対する設計方針

◆ 臨界防止設計

TS-69B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バスケット格子及び適切な位置に配置された中性子吸収材により臨界を防止する設計としている。

また、使用済燃料集合体を貯蔵容量最大に収納した条件下で、TS-69B型の搬入から搬出までの全工程において、技術的に想定されるいかなる場合（金属キャスク内部の満水状態、水没状態等）でも、中性子実効増倍率を0.95以下となるように設計としている。

◆ 遮蔽設計

TS-69B型は、使用済燃料からの放射線をガンマ線遮蔽材（胴、一次蓋、二次蓋、外筒）及び中性子遮蔽材により遮蔽する設計としている。また、TS-69B型は事業所外運搬に使用する輸送容器の機能持つため、「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（平成30年6月8日施行）」に示されている以下の要求事項を貯蔵時の状態（三次蓋及び衝撃緩衝体なし）で満足する設計としている。

- ・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100µSv/hを超えないこと（局部不連続部を含む）。

3.TS-69B型の基本的安全機能に対する設計方針

◆ 閉じ込め設計

TS-69B 型は、使用済燃料等を限定された区域に閉じ込めるため、設計貯蔵期間（60年）を通じて使用済燃料を収納する空間を負圧に維持する設計としている。また、TS-69B 型は、一次蓋と二次蓋の間（以下「蓋間」という。）を正圧とすることにより形成される圧力障壁及びシール部に金属ガスケットを用いる一次蓋による二重の閉じ込め構造により、使用済燃料等を閉じ込める設計としている。さらに、閉じ込め機能が確保されていることを使用済燃料の貯蔵中においても監視できるように、蓋間の圧力を測定できる蓋部構造としている。

◆ 除熱設計

TS-69B型は、使用済燃料集合体の健全性及び基本的安全機能を有する構成部材の健全性を維持するため、使用済燃料集合体の崩壊熱を適切に除去する設計（バスケットに伝熱部材及び伝熱プレート、胴-外筒間に伝熱フィンを配置）としている。

燃料被覆管の温度を、設計貯蔵期間（60年）を通じて、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、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及び燃料被覆管のフープ応力が70MPa 以下となる温度以下とするため、貯蔵する使用済燃料の種類ごとに温度制限を設け、制限温度以下となるような設計としている。

また、TS-69B型の主要な構成部材の温度を、基本的安全機能を維持する観点から制限される値以下に維持できる設計としている。

4.TS-69B型の構造設計及び長期健全性

◆ 構造設計

TS-69B 型は、自重、内圧、熱荷重等を考慮して設計するとともに、使用済燃料貯蔵施設内での取扱時の荷重及び貯蔵中の地震により生じる荷重等を考慮しても基本的安全機能を維持できる構造強度を確保する設計としている。

TS-69B 型は、貯蔵建屋内においてトランシオンを天井クレーンにより吊り上げて取扱う。また、貯蔵中はたて置き姿勢であり、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固定される。

◆ 長期健全性

TS-69B 型は、基本的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に信頼性のある材料を選定し、それらの構成部材に必要とされる強度、性能を維持し、必要な安全機能を損なうことのない設計としている。

TS-69B 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ガスとともに封入して貯蔵する設計としている。また、金属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。

5. 基本的な安全機能及び構造強度の評価結果

TS-69B型の設計が基本的な安全機能及び構造強度の設計基準を満足することを確認

項目		評価結果	設計基準値
臨界防止	中性子実効増倍率	乾燥状態（貯蔵時）	0.39
		冠水状態（キャスク内部満水時）	0.85
遮蔽	表面最大線量当量率		0.9mSv/h
	表面から1m離れた位置における最大線量当量率		71μSv/h
閉じ込め	金属ガasketの設計漏えい率		約 10^{-10} Pa・m ³ /s
除熱	燃料被覆管 最高温度	新型8×8燃料	187℃
		高燃焼度8×8燃料	264℃
		新型8×8ジルコニウムライナ燃料	264℃
	金属キャスク 構成部材 最高温度	胴、蓋部	150℃
		外筒	122℃
		中性子遮蔽材(樹脂)	145℃
		金属ガasket	94℃
	バスケット格子	254℃	
構造強度	貯蔵時	一次蓋密封シール部の応力強さ	18MPa
		一次蓋締付けボルトの応力	373MPa
	取扱時	上部トランシオンの応力強さ	343MPa
	地震時	下部トランシオンの組合せ応力	497MPa

(注1) 設計貯蔵期間中（60年間）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

© 2019 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 10

6. 現在の申請状況と今後の申請計画

◆ 現在の申請状況

- 平成28年9月16日に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を提出し、計49回のヒアリングを経て平成31年3月にヒアリングを完了。
- 同月平成31年3月18日に使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の型式証明申請の補正書を提出。現在、原子力規制委員会殿にて審査実施中の状態。

◆ 今後の申請計画

- 特定容器等型式証明通知書の受領後3ヶ月以内に使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の型式指定申請書を提出する計画。
- 同一型式、同一設計による申請を計画しており、現在指定申請準備中。

© 2019 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 11