

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 設置許可基準規則への適合性について (第十六条関連)

2023.2.28
日立造船株式会社

目次

1. 設置許可基準規則への適合性の概要
2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）
3. 指摘事項（コメント）リスト
4. 申請書 添付書類 記載事項の誤りについて
5. 今後のスケジュール

1. 設置許可基準規則への適合性の概要

1. 設置許可基準規則への適合性の概要

● 設置許可基準規則での要求事項に対する評価項目概要

設置許可基準規則		特定兼用キャスク安全機能				長期健全性	構造強度	波及的影響
		臨界防止	遮蔽	除熱	閉じ込め			
第三条								
第四条	地震による損傷の防止	—	—	—	—	—	◎	—
第五条	津波による損傷の防止	—	—	—	—	—	◎	—
第六条	外部からの衝撃による損傷の防止	—	—	—	—	—	◎	—
第七条～第十五条								
第十六条	燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	◎	◎	◎	◎	◎	◎	—
第十七条～第三十六条								

◎ : 設計方針及び安全評価を説明する項目

□ : 申請の範囲外

◻ : 本資料で説明する事項

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（遮蔽機能）

- ◆ 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（第十六条第4項第一号）（遮蔽機能）
 - 設置許可基準規則の要求事項

設置許可基準規則^(注1)の要求事項に対するHitz-B69型の遮蔽設計の方針を下表に示す。

規則等	要求事項	遮蔽設計の方針	特記事項
設置許可基準規則 ^(注1) 第十六条第4項第一号	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。	Hitz-B69型は、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設計とする。	Hitz-B52型 ^(注4) 、MSF-24P(S)型 ^(注5) 、HDP-69BCH(B)型 ^(注6) と同様。⇒ 評価結果 P.15
貯蔵事業許可基準規則解釈 ^(注2) 第4条第1項第3号	使用済燃料を金属キャスクに収納するに当たっては、遮蔽評価で考慮した燃焼度に応じた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。	型式証明申請の範囲外とする。	—
設置許可基準規則解釈 ^(注3) 別記4第16条第2項	表面の線量当量率が2mSv/h以下、かつ、表面から1m離れた位置における線量当量率が100μSv/h以下であること。	Hitz-B69型は、使用済燃料集合体からの放射線を本体及び蓋部の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し、Hitz-B69型表面の線量当量率を2mSv/h以下、かつ、Hitz-B69型表面から1メートル離れた位置における線量当量率を100μSv/h以下となる設計とする。	Hitz-B52型 ^(注4) 、MSF-24P(S)型 ^(注5) 、HDP-69BCH(B)型 ^(注6) と同様。⇒ 評価結果 P.15

(注1) 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

(注2) 「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」

(注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の解釈」

(注4) 使用済燃料貯蔵施設の特定期間として型式証明を受けたHitz-B52型（M-DPC20002）を示す。

(注5) 発電用原子炉施設に係る特定期間として型式証明を受けたMSF-24P(S)型（C-SE-2110271）を示す。

(注6) 発電用原子炉施設に係る特定期間として型式証明を受けたHDP-69BCH(B)型（C-SE-2201261）を示す。

ただし、MSF-24P(S)型及びHDP-69BCH(B)型に関する記載は公開情報に基づくものである。

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（遮蔽機能）

● 設置許可基準規則の要求事項（続き）

規則等	要求事項	遮蔽設計の方針	特記事項
設置許可基準規則解釈 ^(注3) 別記4第16条第2項	貯蔵建屋を設置する場合には、建屋の損傷によりその遮蔽機能が著しく低下したときにおいても、工場等周辺の実効線量は周辺監視区域外における線量限度を超えないこと。	型式証明申請の範囲外とする。	—
設置許可基準規則解釈 ^(注3) 別記4第16条第5項	<ul style="list-style-type: none"> 設計貯蔵期間を明確にしていること。 設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境条件下での経年変化を考慮した材料及び構造であること。 	<ul style="list-style-type: none"> 設計貯蔵期間は60年とする。 Hitz-B69型は、構成部材について、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化に対して信頼性を有する材料を選定し、その必要とされる強度及び性能を確保する設計とする。 	Hitz-B52型 ^(注4) 、MSF-24P(S)型 ^(注5) 、HDP-69BCH(B)型 ^(注6) と同様。

(注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の解釈」

(注4) 使用済燃料貯蔵施設の特定期間として型式証明を受けたHitz-B52型（M-DPC20002）を示す。

(注5) 発電用原子炉施設に係る特定機器として型式証明を受けたMSF-24P(S)型（C-SE-2110271）を示す。

(注6) 発電用原子炉施設に係る特定機器として型式証明を受けたHDP-69BCH(B)型（C-SE-2201261）を示す。

ただし、MSF-24P(S)型及びHDP-69BCH(B)型に関する記載は公開情報に基づくものである。

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（遮蔽機能）

● 審査ガイドの確認内容（1/2）

審査ガイド^(注1)の確認内容に対するHitz-B69型の遮蔽設計の方針を下表に示す。

確認内容		遮蔽設計の方針	先行型式との比較 ^(注2)
使用済燃料の放射線源強度	評価条件	以下のように放射線源強度が保守的になる条件を設定 ・中央部、外周部のそれぞれの収納制限の最高の燃焼度を設定 ・ウラン濃縮度は最小値を設定 ・使用済燃料の軸方向の燃焼度分布を考慮	承認を受けたHitz-B52型・MSF-24P(S)型・HDP-69BCH(B)型の考え方と同じ Hitz-B69型の収納制限に基づく評価条件を設定 ⇒ 収納物の条件 P.9
	燃焼計算コード	ORIGEN2 (ORIGEN2.2UPJ) (ライブラリ：BWR-U)	承認を受けたHitz-B52型・MSF-24P(S)型・HDP-69BCH(B)型と同じ ・Hitz-B52型はORIGEN2-82を適用しているが、UO ₂ 燃料に対するORIGEN2のバージョンの違いによる影響は無視できる程度であることを確認している ・MSF-24P(S)型はPWR燃料用のライブラリを適用

(注1) 「原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド」

(注2) Hitz-B52型との比較の詳細は「参考2. 承認を受けたキャスクとの違い」参照

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（遮蔽機能）

● 審査ガイドの確認内容（2/2）

審査ガイド^(注1)の確認内容に対するHitz-B69型の遮蔽設計の方針を下表に示す。

確認内容		遮蔽設計の方針	先行型式との比較 ^(注2)
特定兼用 カスクの 遮蔽機能 評価	実形状を 適切に モデル化	実形状をR-Z体系の有限円筒モデル（以下「二次元モデル」）でモデル化 以下のように配置形状を適切に考慮し、保守的な条件を設定 ・材料密度は最小値を設定 ・各構成部材の寸法は公称寸法とし、密度を密度係数 ^(注3) で補正 ・使用済燃料の軸方向の移動を保守的に考慮	承認を受けたHitz-B52型・ MSF-24P(S)型・HDP- 69BCH(B)型の考え方と同じ
	均質化	二次元モデルにおいて実形状のままモデル化できない以下の領域は均質化 ・燃料領域 ・バスケット外周部 ・側部中性子遮蔽材	承認を受けたHitz-B52型・ MSF-24P(S)型・HDP- 69BCH(B)型と考え方は同じ Hitz-B69型のバスケット構造に 基づく均質化 ⇒ 均質化 P.11,12
	トランニオン 部	別途モデル化し、線束接続により評価	承認を受けたHitz-B52型・ MSF-24P(S)型・HDP- 69BCH(B)型と考え方は同じ
	遮蔽材 の劣化	設計貯蔵期間中の熱影響による中性子遮蔽材の質量減損を考慮	承認を受けたHitz-B52型・ MSF-24P(S)型・HDP- 69BCH(B)型と考え方は同じ
	解析コード、 ライブラリ	DOT3.5コード ライブラリ：DLC23/CASK（MATXSLIB-J33を参考として適用）	承認を受けたHitz-B52型・ HDP-69BCH(B)型と同じ MSF-24P(S)型はライブラリに MATXSLIB-J33を適用

(注1) 「原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式カスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド」

(注2) Hitz-B52型との比較の詳細は「参考2. 承認を受けたカスクとの違い」参照

(注3) 密度係数 = 公差を考慮した最小厚さ / 公称厚さ

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（遮蔽機能）

● 遮蔽機能評価における収納物の条件

Hitz-B69型の収納制限（配置(1)～配置(4)）の中で、線源強度が最も高くなる配置(4)の条件とする。
 (収納制限については参考1 P38,39参照、線源強度評価条件の詳細は補足説明資料16-3 別紙1に記載)

項目		配置(1)		配置(2)		配置(3)			配置(4)			
		中央部 (37体)	外周部 (32体)	中央部 (37体)	外周部 (32体)	中央部 (37体)	中間部 (8体)	外周部 (24体)	中央部 (37体)	外周部 (32体)		
収納物仕様 (制限)	燃料集合体 1体の仕様	燃料タイプ	新型8×8 燃料	8×8燃料	新型8×8 ジルコニウム 燃料	新型8×8 ジルコニウム 燃料	高燃焼度 8×8燃料	新型8×8 ジルコニウム 燃料	新型8×8 燃料	高燃焼度 8×8燃料	新型8×8 ジルコニウム 燃料	
		燃焼度（集合体平均） (GWd/t以下)	38	30	40	35	48	35	30	48	35	
		冷却期間 (年以上)	34	34	28	30	20	30	34	20	30	
	Hitz-B69型 1基当たりの仕様	平均燃焼度 (GWd/t以下)	35		35		44	—	—	44	33	
線源強度 評価 条件	燃料集合体 1体の仕様	燃焼度（集合体平均） (GWd/t)	38	30	40	35	48	35	30	48	35	
		冷却期間(年)	34	34	28	30	20	30	34	20	30	
線源強度	燃料 集合体 1体当たり	ガンマ 線	燃料有効部 (ph./s)	6.7×10^{14}	6.3×10^{14}	8.5×10^{14}	7.4×10^{14}	1.2×10^{15}	7.4×10^{14}	5.8×10^{14}	1.2×10^{15}	7.4×10^{14}
			構造材放射化(Bq)	2.3×10^{11}	2.5×10^{11}	5.3×10^{11}	3.7×10^{11}	1.7×10^{12}	3.7×10^{11}	1.9×10^{11}	1.7×10^{12}	3.7×10^{11}
		中性子 (n/s)	5.5×10^7	6.3×10^7	1.1×10^8	6.3×10^7	2.2×10^8	6.3×10^7	2.6×10^7	2.2×10^8	6.3×10^7	
	キャスク 1基当たり	ガンマ 線	燃料有効部 (ph./s)	4.5×10^{16}		5.5×10^{16}		5.1×10^{16}			6.8×10^{16}	
			構造材放射化(Bq)	1.7×10^{13}		3.1×10^{13}		7.0×10^{13}			7.4×10^{13}	
		中性子 (n/s)	5.8×10^9		8.5×10^9		1.3×10^{10}			1.4×10^{10}		

※：配置(3)及び配置(4)は収納位置毎（燃料型式毎）にキャスク1基当たりの平均燃焼度の制限を設定。それにより、全69体の燃焼度の平均値は“()”内の値に制限される。

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（遮蔽機能）

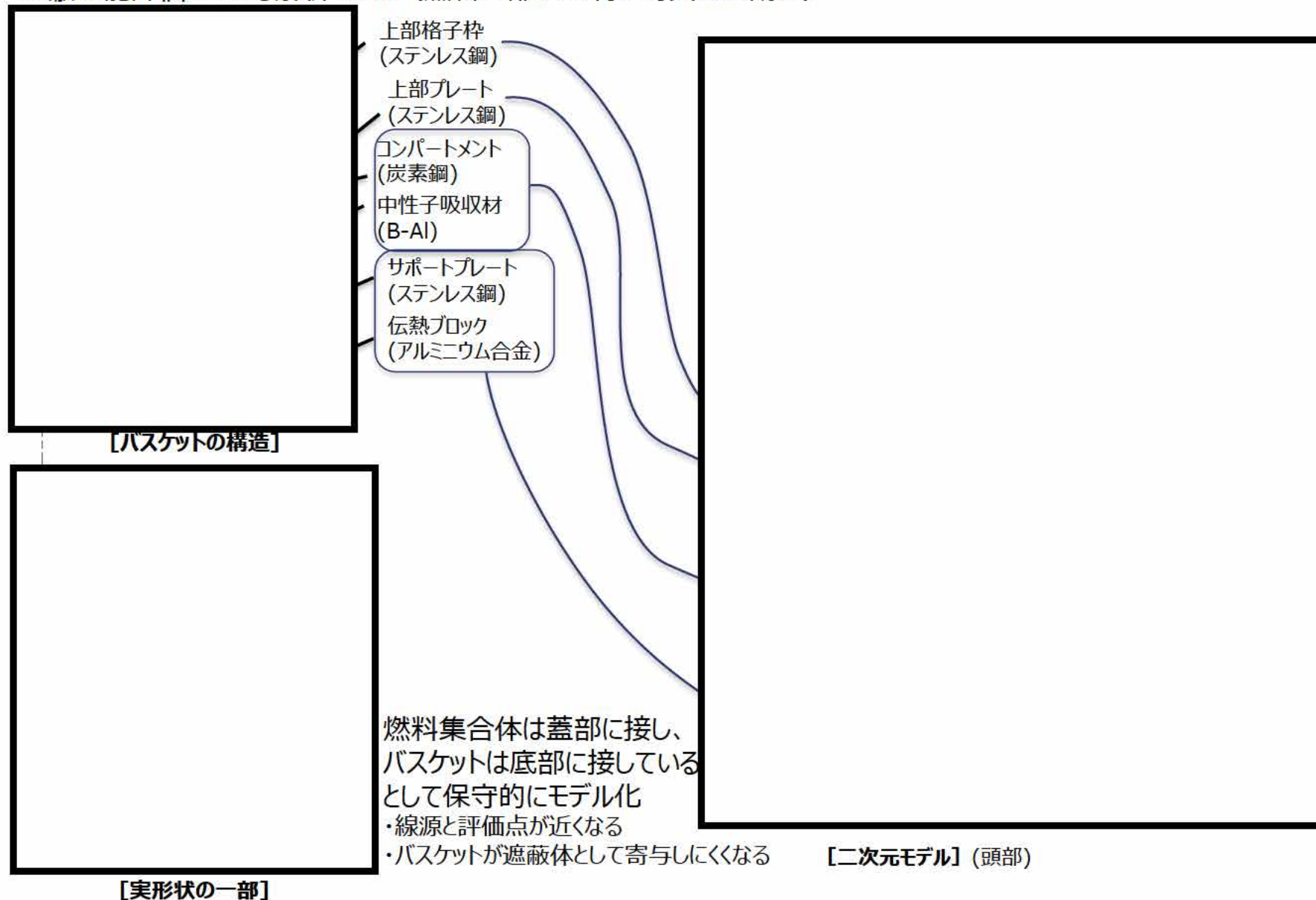
● 遮蔽機能評価における解析モデル

審査ガイドに要求される【兼用キャスクの実形状を適切にモデル化】に適合するよう、Hitz-B69型の実形状を以下のように考慮することで、線量当量率を保守的に評価できるモデルとする。（バスケット構造の詳細は参考1 P45,46参照、モデルの詳細は補足説明資料16-3 別紙2に記載）

Hitz-B69型の実形状		遮蔽評価のモデル化	特記事項
バスケット	径方向：燃料格子、ギャップ、中性子吸収材の配置・形状	燃料領域（燃料有効部領域、燃料上部／下部構造材領域）：均質化 バスケット外周部：実形状の線量当量率分布(X-Yモデル)を包絡する、保守的な密度を設定（→P.13参照）	Hitz-B52型の評価手法と同じ
	軸方向： ・伝熱ブロック(アルミニウム合金)及びサポートプレート ・底部プレート、上部プレート ・上部格子枠	軸方向の実形状を考慮して領域毎に保守的になるよう均質化 ・バスケット外周部（伝熱ブロック及びサポートプレートの領域）は実形状の空隙を考慮して均質化、ボルト等を見捨てる ・底部プレート、上部プレート、上部格子枠は均質化領域相当の実形状範囲内に含む鋼材の量を保守的に設定（→ P.11,12参照）	Hitz-B52型の評価手法と基本的に同じだが、上部格子枠はHitz-B69型で追加した構造である

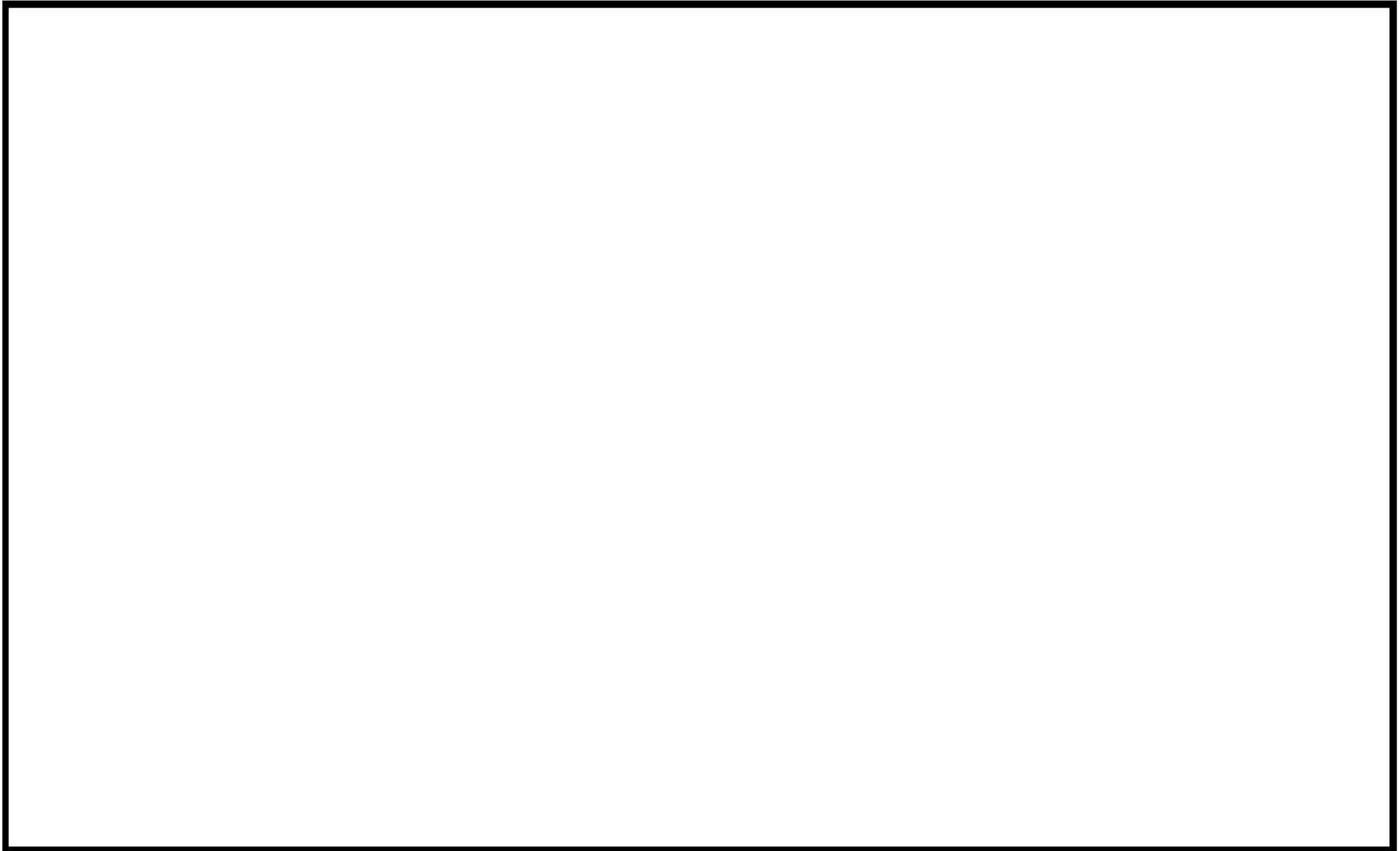
2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（遮蔽機能）

- 遮蔽機能評価における解析モデル（燃料上部構造材の均質化の概要）



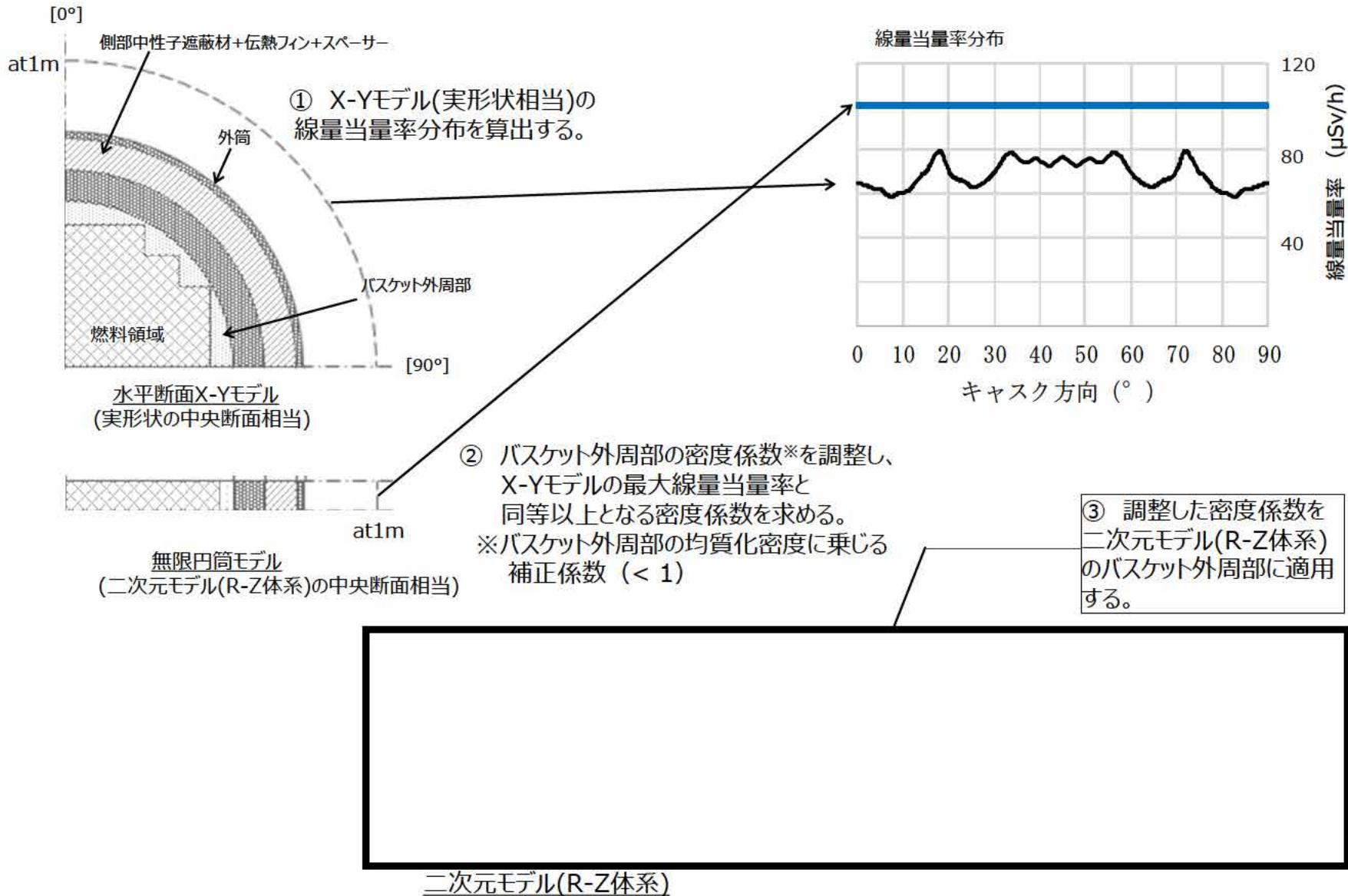
2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（遮蔽機能）

- 遮蔽機能評価における解析モデル（バスケット上部格子枠部の密度設定の考え方）



2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（遮蔽機能）

- 遮蔽機能評価における解析モデル（バスケット外周部の密度設定の考え方）



2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（遮蔽機能）

- 遮蔽機能評価における保守性（補足説明資料16-3 P.8 参照）
 - ・ 収納制限に対する解析条件の保守性
 - 収納制限の中で、**最も線源強度が高くなる配置(4)を代表**とする。(P.9 参照)
 - 線源強度の計算において、**初期濃縮度は**評価条件とする燃焼度に対して**最小値**とする。
 - **収納制限(配置(4))では、燃料型式毎にキャスク1基当たりの平均燃焼度に制限を設けているが、評価条件は、**収納位置に許容する**最高燃焼度の燃料が収納された条件**とする。(P.9 参照)
 - 【収納制限】

高燃焼度8×8燃料のキャスク1基当たりの平均燃焼度	≤ 44,000 MWd/t
新型8×8ジルコニウムライナ燃料のキャスク1基当たりの平均燃焼度	≤ 33,000 MWd/t
 - 【評価条件】

(中央部 37体) : 高燃焼度8×8燃料	48,000 MWd/t
(外周部 32体) : 新型8×8ジルコニウムライナ燃料	35,000 MWd/t
 - ・ モデル化の保守性
 - **中性子遮蔽材は熱的影響による設計貯蔵期間経過後の質量減損を貯蔵初期において考慮する。**
(具体的な考慮の仕方は [補足説明資料16-3 別紙2-14頁](#) に記載)
 - **使用済燃料のキャスク軸方向位置は、評価点に近くなるよう設定する。**
(頭部側の評価においては燃料集合体を蓋部側に寄せ、底部側の評価においては底部側に寄せる。)
 - **貯蔵用緩衝体及び貯蔵用緩衝体アダプターを無視し、表面形状（評価位置）にも考慮しない。**
 - **チャンネルボックスは放射化線源として考慮するが、遮蔽体としては無視する。**

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（遮蔽機能）

● 遮蔽評価結果

遮蔽評価により、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、評価基準を下回ることを確認した。

項目	評価結果	評価基準
表面線量当量率	0.3mSv/h	2mSv/h以下
表面から1m離れた位置における線量当量率	83 μ Sv/h	100 μ Sv/h以下

以上のとおり、Hitz-B69型は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設計であり、遮蔽機能に係る設置許可基準規則の要求事項を満足している。

設置（変更）許可申請において別途確認を要する条件

- 遮蔽評価で考慮した使用済燃料集合体の燃焼度に応じた使用済燃料集合体の配置の条件又は範囲を逸脱しないような措置が講じられること。
- 貯蔵建屋内で貯蔵する場合において、当該貯蔵建屋の損傷によりその遮蔽機能が著しく低下した場合においても、工場等周辺の実効線量は周辺監視区域外における線量限度を超えないこと。

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（閉じ込め機能）

◆ 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設(第十六条第4項第三号)（閉じ込め機能）

● 設置許可基準規則の要求事項

設置許可基準規則^(注1)の要求事項に対するHitz-B69型の閉じ込め設計の方針を下表に示す。

規則等	要求事項	閉じ込め設計の方針	特記事項
設置許可基準規則 ^(注1) 第16条第4項第三号	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	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設計とする	Hitz-B52型 (M-DPC20002 ^(注3)) 及び MSF-24P(S)型 (C-SE-2110271 ^(注4)) と同様。
貯蔵事業許可基準規則解釈 ^(注2) 第5条第1項	金属キャスクは、設計貯蔵期間を通じて、使用済燃料等を内封する空間を負圧に維持できる設計であること	蓋及び蓋貫通孔のシール部に金属ガスケットを用いることにより、設計貯蔵期間を通じて、使用済燃料集合体を内封する空間を負圧に維持できる設計とする	Hitz-B52型 (M-DPC20002 ^(注3)) 及び MSF-24P(S)型 (C-SE-2110271 ^(注4)) と同様。
	金属キャスクは、多重の閉じ込め構造を有する蓋部により、使用済燃料等を内封する空間を容器外部から隔離できる設計であること	一次蓋及び二次蓋による二重の閉じ込め構造とし、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	
	金属キャスクは、貯蔵期間中及び貯蔵終了後において、収納された使用済燃料の検査等のために金属製の乾式キャスクの蓋等を開放しないことを前提としているため、万一の蓋部の閉じ込め機能の異常に対して、蓋を追加装着できる構造を有する設計とすること等、閉じ込め機能の修復性に関して考慮がなされていること	(型式証明申請の範囲外)	—

(注1)「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

(注2)「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」

(注3) 使用済燃料貯蔵施設の特定容器として型式証明を受けたHitz-B52型 (M-DPC20002) を示す。

(注4) 発電用原子炉施設に係る特定機器として型式証明を受けたMSF-24P(S)型 (C-SE-2110271) を示す。

ただし、MSF-24P(S)型に関する記載は公開情報に基づくものである。

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（閉じ込め機能）

● 設置許可基準規則の要求事項（続き）

規則等	要求事項	閉じ込め設計の方針	特記事項
貯蔵事業許可基準規則解釈（注2）第17条第1項	蓋部が有する閉じ込め機能を監視できること	蓋間空間の圧力を測定することにより閉じ込め機能を監視できる設計とする	Hitz-B52型（M-DPC20002 ^{（注3）} ）及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271 ^{（注4）} ）と同様。
設置許可基準規則解釈 ^{（注5）} 別記4第16条第5項	設計貯蔵期間を明確にしていること	設計貯蔵期間は60年である	Hitz-B52型（M-DPC20002 ^{（注3）} ）及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271 ^{（注4）} ）と同様。
	設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境条件下での経年変化を考慮した材料及び構造であること	設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化に対して十分な信頼性を有する材料を選定し、その必要とされる強度及び性能を維持することで使用済燃料の健全性を確保する設計とする	Hitz-B52型（M-DPC20002 ^{（注3）} ）及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271 ^{（注4）} ）と同様。詳細は長期健全性の資料で別途説明。

（注2）「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」

（注3）使用済燃料貯蔵施設の特定容器として型式証明を受けたHitz-B52型（M-DPC20002）を示す。

（注4）発電用原子炉施設に係る特定機器として型式証明を受けたMSF-24P(S)型（C-SE-2110271）を示す。

ただし、MSF-24P(S)型に関する記載は公開情報に基づくものである。

（注5）「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（閉じ込め機能）

● 審査ガイドの確認内容

審査ガイド^(注)の確認内容に対するHitz-B69型の閉じ込め設計の方針を下表に示す。

確認内容		閉じ込め設計の方針	先行型式との比較
閉じ込め構造及び監視	金属ガスケット等のシールを採用するとともに、蓋部を一次蓋と二次蓋の二重とし、蓋間圧力を監視することにより、蓋部が有する閉じ込め機能を監視できること。	一次蓋と二次蓋の二重構造とし、蓋及び蓋貫通孔のシール部には金属ガスケットを使用する。また、蓋間空間の圧力を測定することで閉じ込め機能を監視できる構造とする。	承認を受けたHitz-B52型・MSF-24P(S)型と同じ
負圧維持	設計貯蔵期間中、兼用キャスク内部の負圧を維持できること。	使用済燃料集合体を内封する空間を設計貯蔵期間を通じて負圧に維持する。	承認を受けたHitz-B52型・MSF-24P(S)型と同じ
密封境界部の漏えい率	密封境界部の漏えい率は、兼用キャスク内部の負圧を維持できること。また、使用する金属ガスケット等のシールの性能は、当該漏えい率以下であること。	密封境界部の漏えい率は、設計貯蔵期間中に特定兼用キャスク内部の負圧を維持できる漏えい率（以下「基準漏えい率」という。）とし、金属ガスケットは、その漏えい率を満足するものを使用する。	承認を受けたHitz-B52型・MSF-24P(S)型の考え方と同じ
閉じ込め機能評価	密封境界部の漏えい率が、設計貯蔵期間、内部初期圧力、自由空間容積、初期の蓋間圧力、蓋間の容積、温度等を条件として、適切な評価式を用いて求めること。	密封境界部の漏えい率は、設計貯蔵期間、内部初期圧力、自由空間容積、初期の蓋間圧力、蓋間の容積、温度等を条件として、漏えい孔中の流れの形態を考慮した適切な評価式を用いて求める。	承認を受けたHitz-B52型・MSF-24P(S)型と同じ
兼用キャスクの衝突評価	転倒等による兼用キャスクへの衝突荷重に対して、密封境界部がおおむね弾性範囲内であること。また、使用済燃料を取り出すために、一次蓋及び二次蓋が開放でき、使用済燃料ペレットが燃料被覆管から脱落せず、かつ、使用済燃料集合体の過度な変形を生じないこと。	(型式証明申請の範囲外)	—
閉じ込め機能の修復性	閉じ込め機能の異常に対し、閉じ込め機能の修復性に関して考慮がなされていること。	(型式証明申請の範囲外)	—

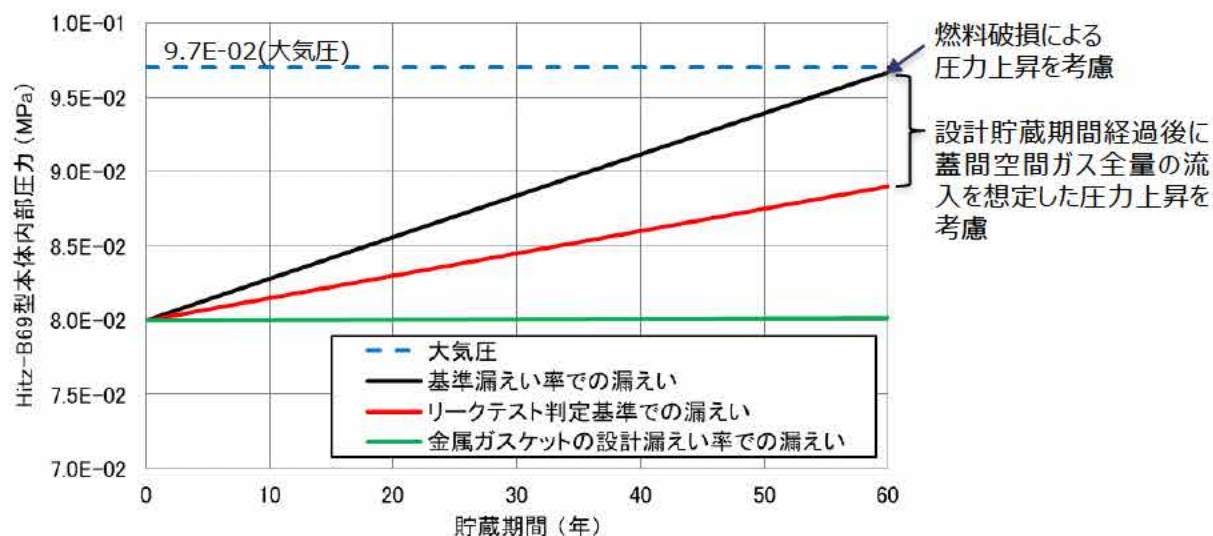
(注) 「原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド」

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（閉じ込め機能）

● 閉じ込め評価結果

Hitz-B69型に用いる金属ガスケットの漏えい率は基準漏えい率、及び基準漏えい率を下回るように設定したリークテスト判定基準に対し、小さいことを確認した。

基準漏えい率 (Pa・m ³ /s)	ヘリウムリークテスト判定基準 (Pa・m ³ /s)	金属ガスケットの性能 (Pa・m ³ /s)
1.81×10 ⁻⁶	1.03×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻⁸ 以下



Hitz-B69型本体内部圧力の経時変化

以上のとおり、設計貯蔵期間中に特定兼用キャスク本体内部を負圧に維持できる設計としている。また、一次蓋と二次蓋の間の圧力を監視できる構造としている。したがって、Hitz-B69型の閉じ込め機能に係る設計方針は妥当である。

設置（変更）許可申請において別途確認を要する条件

- 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。

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（長期健全性）

- ◆ 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（解釈別記4第16条第5項）（長期健全性）
 - 設置許可基準規則の要求事項

設置許可基準規則^(注1)の要求事項に対するHitz-B69型の長期健全性維持の方針を下表に示す。

規則等	要求事項	長期健全性維持の方針	特記事項
設置許可基準規則 ^(注1) 第十六条第2項第一号八	燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。	Hitz-B69型を構成する部材及び使用済燃料の経年変化を考慮した上で、使用済燃料の健全性を確保する設計とする。	Hitz-B52型（M-DPC20002 ^(注2) ）及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271 ^(注3) ）と同様。
設置許可基準規則 ^(注1) 第十六条第4項第一号	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。		
設置許可基準規則 ^(注1) 第十六条第4項第二号	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。		
設置許可基準規則 ^(注1) 第十六条第4項第三号	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。		

（注1）「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

（注2）使用済燃料貯蔵施設の特定期器として型式証明を受けたHitz-B52型（M-DPC20002）を示す。

（注3）発電用原子炉施設に係る特定期器として型式証明を受けたMSF-24P(S)型（C-SE-2110271）を示す。

ただし、MSF-24P(S)型に関する記載は公開情報に基づくものである。

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（長期健全性）

● 設置許可基準規則の要求事項（続き）

規則等	要求事項	長期健全性維持の方針	特記事項
設置許可基準規則解釈別記4第16条第5項 ^(注4)	各安全機能に対する要求事項を満たすため、以下を満たす設計とすること。 <ul style="list-style-type: none"> 設計貯蔵期間を明確にしていること。 設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境条件下での経年変化を考慮した材料及び構造であること。 	<ul style="list-style-type: none"> 設計貯蔵期間は60年とする。 Hitz-B69型は、特定兼用キャスクの構成部材について、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度及び性能を維持することで使用済燃料の健全性を確保する設計とする。 Hitz-B69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、使用済燃料収納時にその内部空間を真空乾燥し、使用済燃料を不活性ガスであるヘリウムガスとともに封入すること及び二重蓋間のヘリウムガスによる圧力障壁を監視することでその内部空間の負圧が維持されることからヘリウムガスによる不活性ガス環境が保たれる。さらに、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じる。 	Hitz-B52型（M-DPC20002 ^(注2) ）及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271 ^(注3) ）と同様。

(注2) 使用済燃料貯蔵施設の特定容器として型式証明を受けたHitz-B52型（M-DPC20002）を示す。

(注3) 発電用原子炉施設に係る特定機器として型式証明を受けたMSF-24P(S)型（C-SE-2110271）を示す。

ただし、MSF-24P(S)型に関する記載は公開情報に基づくものである。

(注4) 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（長期健全性）

● 審査ガイドの確認内容

審査ガイド^(注)の確認内容に対するHitz-B69型の長期健全性維持の方針を下表に示す。

確認内容	長期健全性維持の方針	先行型式との比較
低温脆性の考慮	・最低使用温度における低温脆性破壊のおそれがない材料を使用	承認を受けたHitz-B52型・MSF-24P(S)型の考え方と同じ
設計入力値又は設計基準値の算定に際しての経年変化の影響の考慮	・中性子遮蔽材の質量減損を考慮	承認を受けたHitz-B52型・MSF-24P(S)型の考え方と同じ
防食措置等	・必要な箇所には塗装等の防錆措置により腐食を防止	承認を受けたHitz-B52型・MSF-24P(S)型の考え方と同じ
使用済燃料の経年変化の低減又は防止	<ul style="list-style-type: none"> ・不活性ガスであるヘリウムガスとともに封入することで、使用済燃料の腐食等を防止 ・使用済燃料を内封する空間を負圧に維持するため二重蓋間のヘリウムガスによる圧力障壁を監視し、ヘリウムガスによる不活性ガス環境を保持 ・温度を制限される範囲に収めることで、使用済燃料の健全性を維持 	承認を受けたHitz-B52型・MSF-24P(S)型の考え方と同じ

(注) 「原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド」

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（長期健全性）

● 特定兼用キャスク及び使用済燃料の健全性評価

(1) 温度影響

特定兼用キャスクの構成部材は、最低使用温度において低温脆化しない材料を用いるとともに、各部位の最高温度は文献等に示される健全性を維持できる範囲内であるため、熱による経年変化の影響はない。

主要な評価部材		温度（℃）	基準値（℃）
特定兼用キャスク 構成部材	胴	134	375
	底板	142	375
	外筒	123	375
	一次蓋	118	425
	二次蓋	109	375
	中性子遮蔽材（蓋部、側部、底部）（注1）	132	149
	金属ガスケット（注2）	111	130
	バスケット（コンパートメント）	265	350
	伝熱フィン	130	200
使用済燃料（燃料被覆管／Zrライナあり）		278	300
使用済燃料（燃料被覆管／Zrライナなし）		197	200

(注1) 設計貯蔵期間中の熱影響により質量減損が生じるため、設置許可基準規則第十六条遮蔽機能の設計方針の妥当性確認として実施した遮蔽評価において、中性子遮蔽材の質量減損（最大部位で1.7%）を考慮し、遮蔽機能が維持されることを確認している。（補足説明資料16-3 別紙2-14頁）

(注2) 電中研で実施された金属ガスケットの密封性能に関する試験結果において、漏えい率とラーソン・ミラー・パラメータ（以下「LMP」という）の関係が整理されており、 $LMP=11.0 \times 10^3$ （定数：C=20）以下において、初期の閉じ込め機能を維持できることが確認されている⁽¹⁾。一方、Hitz-B69型において設計貯蔵期間（60年）に相当する金属ガスケットのLMPは約 9.6×10^3 （定数：C=20）であり、上記の 11.0×10^3 （定数：C=20）を下回ることから、設計貯蔵期間を通じて初期の閉じ込め機能は維持される（承認を受けたHitz-B52型の考え方と同じ）。なお、別途、電中研で実施されている金属ガスケットの長期密封性能試験⁽²⁾において130℃～140℃で19年以上、閉じ込め機能が維持されていることから、LMPによる基準に加えて、温度の基準値として130℃を設定している。

(1) 加藤治ほか、「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、（1996）

(2) (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）

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（長期健全性）

● 特定兼用キャスク及び使用済燃料の健全性評価

(2) 放射線の照射影響

設計貯蔵期間中の特定兼用キャスク構成部材及び使用済燃料の照射量は、文献等に示される機械的特性変化が見られない範囲内であるため、照射による経年変化の影響はない。

主要な評価部材		中性子照射量 ^(注1) (n/cm ²)	基準値 (n/cm ²)
特定兼用キャスク 構成部材	胴及び底板	7.2×10^{14}	10^{16}
	外筒	7.2×10^{14}	10^{16}
	トラニオン	7.2×10^{14}	10^{16}
	蓋部	1.1×10^{14}	10^{16}
	中性子遮蔽材（蓋部、側部、底部）	1.1×10^{14}	10^{15}
	バスケット（コンパートメント）	2.2×10^{15}	10^{16}
	伝熱フィン	1.1×10^{14}	10^{16}
使用済燃料（燃料被覆管）		2.2×10^{15}	$10^{21} \sim 10^{22}$

(注1) 貯蔵初期の中性子束が設計貯蔵期間中（60年間）一定であると仮定して算出した値。

(3) 腐食による影響

特定兼用キャスク外面のうち、大気に触れる部分で腐食による影響がある範囲は塗装等による防錆措置により腐食を防止する。また、特定兼用キャスク内部及び一次蓋と二次蓋の間には不活性ガスであるヘリウムを封入する設計としており、使用済燃料の腐食の影響はない。

以上のとおり、Hitz-B69型の主要な構成部材及び使用済燃料の経年変化を考慮した上で、その必要とされる強度及び性能を維持することで、使用済燃料の健全性を確保する設計としている。

設置（変更）許可申請において別途確認を要する条件

➤ なし。

3. 指摘事項に対する回答

3.指摘事項に対する回答：指摘事項（コメント）リスト

No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
1	2022/09/15 審査会合	横置き(Hitz-B69型)と縦置き(Hitz-B52型)の違いによる安全機能の評価の違いについて、審査の中で詳細に説明すること。	全般	<ul style="list-style-type: none"> ・臨界防止機能については、置き方の違いによる影響はない。 ・除熱機能については、横置き配置に対し、保守的な条件設定としている。 	臨界防止機能及び除熱機能については第21回審査会合(2022/12/5)で説明。
				<ul style="list-style-type: none"> ・遮蔽機能については、燃料集合体の胴内部の軸方向位置の考慮の仕方に違いがある。 ⇒ P.29で説明 ・閉じ込め機能については、違いはない。 ⇒P.30で説明。 	遮蔽機能及び閉じ込め機能については第24回審査会合(2023/2/28)で説明。

3.指摘事項に対する回答：指摘事項（コメント）リスト

No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
2	2022/09/15 審査会合	<p>バスケット構造について、上部格子枠の構造にした理由を説明すること。また燃料集合体と格子枠、コンパートメントとの関係を示すこと。</p> <p>クランプとその構成部材に関して、Hitz-B52型と構造が少し異なるが、考え方や構造強度評価上問題ないことを説明すること。</p> <p>JSME金属キャスク構造規格でバスケット材として規定されていないSG295を採用した理由を説明すること。またSG295材に変更することで、遮蔽や構造強度など、安全機能への影響も説明すること。</p>	全般	<p>補足説明資料16-1の別紙2にてバスケット構造（上部格子枠やクランプ構造について）を説明する予定。</p> <p>補足説明資料16-1の別紙3にてSG295材の仕様について説明する予定。</p>	今後回答予定。

3.指摘事項に対する回答：指摘事項（コメント）リスト

No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
3	2022/09/15 審査会合	設計基準値が各安全機能の評価で異なる個所があるが、どのように許容基準を設定しているのか詳細を説明すること。 基本設計方針が示されているが、それと設計基準値との関係、考え方を示すこと。	全般		今後回答予定。 (構造関係)
4	2022/09/15 審査会合	使用済燃料の収納配置条件が4つ示されているが、評価条件の代表性の考え方を具体的に説明すること。	全般	基本的安全機能に対して、各配置条件での評価及びその代表性について説明する。 ⇒P.31で説明。	<p>臨界防止機能及び除熱機能については第21回審査会合(2022/12/5)で説明。</p> <p>遮蔽機能及び閉じ込め機能については第24回審査会合(2023/2/28)で説明。</p>

3. 指摘事項に対する回答

指摘事項 No.1

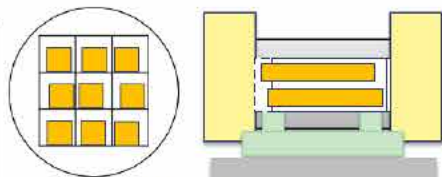
横置き(Hitz-B69型)と縦置き(Hitz-B52型)の違いによる安全機能の評価の違いについて、審査の中で詳細に説明すること。

(遮蔽機能に関する回答)

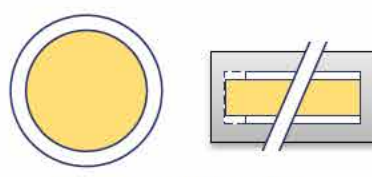
遮蔽機能の評価上影響を与える因子に対して、横置きと縦置きでは次のような違いが想定される。評価条件としてはそれぞれ保守的又は妥当な評価条件を設定している。

因子	横置き (Hitz-B69型)	縦置き (Hitz-B52型)	評価条件
燃料集合体の位置 (キャスク径方向)	<ul style="list-style-type: none"> 鉛直方向：鉛直下方向に偏る 水平方向：特定の方向への偏りなし 	<ul style="list-style-type: none"> 特定の方向への偏りなし 	<p>(横置き・縦置き共通)</p> <p>一般的な手法として、二次元円筒モデルとして燃料領域を均質化する際にキャスク径方向の燃料集合体の位置の偏りを考慮しないため、共通の評価条件となる。</p> <p>なお、P.13に示すバスケット外周部の密度係数を設定する際のXYモデルにおいて線源（燃料集合体）の格子内の位置を考慮することは可能だが、それによる線源位置と評価点の距離の変化が小さいため、影響は微小である。（表面から1mの位置において数mm程度近づく影響は微小である。）</p>
燃料集合体の位置 (キャスク軸方向)	<ul style="list-style-type: none"> 蓋部側にバスケットと独立して移動する可能性あり 底部側には、バスケットを突き抜けることはない 	<ul style="list-style-type: none"> 底部側に偏り、燃料集合体と一次蓋下面の間に空間が生じる 	<p>(横置き)</p> <ul style="list-style-type: none"> 蓋部側の評価では、燃料集合体は蓋部に接し、バスケットは底部に接するものとして評価。 底部側の評価では、燃料集合体とバスケットは底部に接するものとして評価。 <p>(縦置き)</p> <ul style="list-style-type: none"> 貯蔵状態の評価では、燃料集合体と一次蓋下面の間の空間を考慮。
バスケットの位置	<ul style="list-style-type: none"> 蓋部側に移動する可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 底板に接する 	
貯蔵用緩衝体の有無	<ul style="list-style-type: none"> 貯蔵用緩衝体、貯蔵用緩衝体アダプターが取り付けられる 	<ul style="list-style-type: none"> 貯蔵用緩衝体等はない 	横置き(Hitz-B69型)の評価において、貯蔵用緩衝体(申請範囲外)は無視するため、共通の評価条件となる

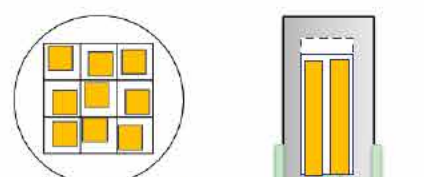
鉛直下方向 ↓



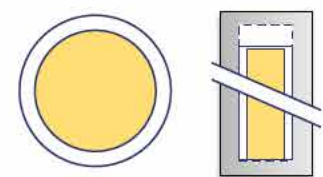
横置き



横置き評価条件



縦置き



縦置き評価条件

3. 指摘事項に対する回答

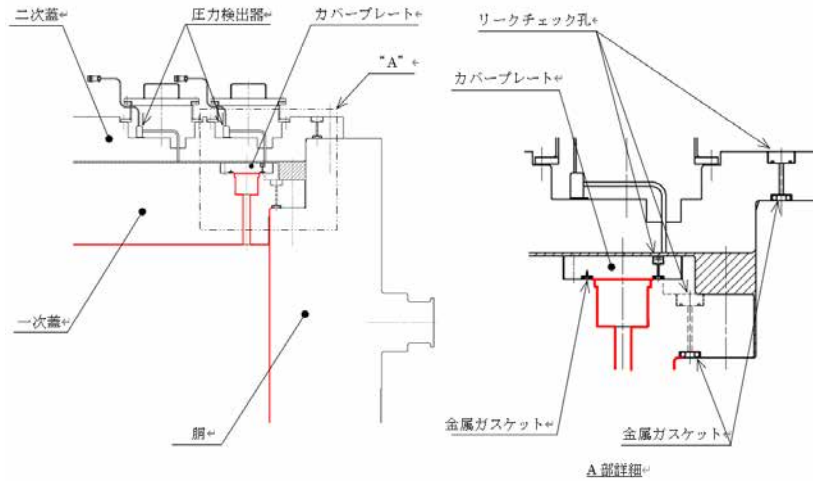
指摘事項 No.1

横置き(Hitz-B69型)と縦置き(Hitz-B52型)の違いによる安全機能の評価の違いについて、審査の中で詳細に説明すること。

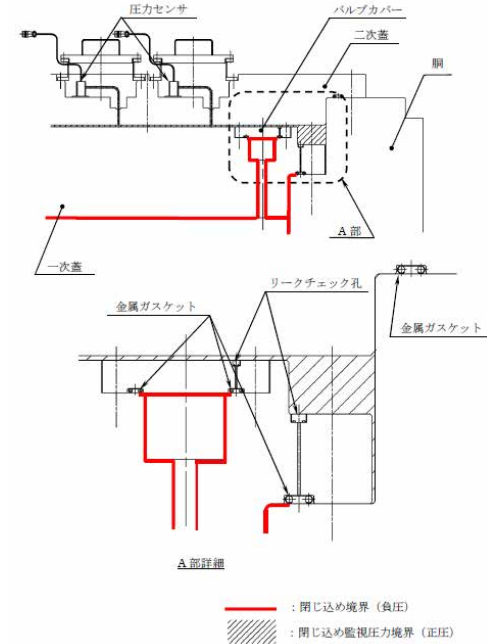
(閉じ込め機能に関する回答)

横置き(Hitz-B69型)と縦置き(Hitz-B52型)に関して、閉じ込め機能に関する監視構造に違いはなく、評価方針も同様(→P.51)である。

したがって、閉じ込め機能に関して、縦置き、横置きの違いはない。



横置き(Hitz-B69型)



縦置き(Hitz-B52型)

項目	Hitz-B69型	Hitz-B52型
一次蓋	・胴、底板とともに閉じ込め境界を形成	・胴、底板とともに閉じ込め境界を形成
二次蓋	・蓋間へのヘリウム充填及び蓋間圧力測定のための貫通孔(モニタリングポートバルブ)を設置。 ・貯蔵時にはモニタリングポートカバーを設置。	・蓋間へのヘリウム充填及び蓋間圧力測定のための貫通孔(モニタリングポートバルブ)を設置。 ・貯蔵時にはモニタリングポートカバーを設置。

3. 指摘事項に対する回答

指摘事項 No. 4

使用済燃料の収納配置条件が4つ示されているが、評価条件の代表性の考え方を具体的に説明すること。

(回答)

基本的安全機能に対して、各収納配置での評価及びその代表性を下表に示す。

項目	配置(1)	配置(2)	配置(3)	配置(4)
臨界防止	全数69体を初期濃縮度が高い高燃焼度8×8燃料とした保守的な条件で評価を実施			
遮蔽	配置(4)で代表	配置(4)で代表	配置(4)で代表	線源強度が最高となることから評価条件とする (P.9参照)
除熱 (構成部材)	解析を実施、 評価は配置(4)で代表	解析を実施、 評価は配置(4)で代表	解析を実施、 評価は配置(4)で代表	発熱量が最大となることから評価条件とする
除熱 (燃料被覆管)	評価を実施	評価を実施	評価を実施 新型8×8燃料が全配置 中、最高温度となったため 結果を記載	評価を実施 高燃焼度8×8燃料が全 配置中、最高温度となっ たため結果を記載
閉じ込め	配置(4)で代表	配置(4)で代表	配置(4)で代表	構成部材温度が全配置 中、最高となることから、評 価条件とする

※臨界、除熱については、2022年12月5日、第21回審査会合で回答済み。

4.申請書 添付書類 記載事項の誤りについて

申請書 添付書類一に記載している線源強度の値が誤っていたため、後の補正にて記載値の修正を行う。

経緯：申請書 添付書類一を作成する際、表計算ソフトの表示値から端数処理を誤って転記してしまった。

影響：解析入力値は正しい値を入力していることを確認しており、その他への影響はない。

型式証明申請書 添付書類一 1-71頁



第1-7表 ガンマ線及び中性子の線源強度 (配置(4))

項 目			新型 8×8 ジルコニウム ライナ燃料	高燃焼度 8×8 燃料
燃焼度 (MWd/t)			35,000	48,000
冷却期間 (年)			30	20
使用済燃料集合体 1体当たり	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	7.353×10^{14}	1.211×10^{15}
		構造材放射化 (⁶⁰ Co : Bq)	<u>3.670×10^{11}</u>	1.676×10^{12}
	中性子	燃料有効部 (n/s)	6.317×10^7	2.184×10^8
収納体数			32体 (外周部)	37体 (中央部)
1基当たり キヤスク	ガンマ線	燃料有効部 (photons/s)	6.833×10^{16}	
		構造材放射化 (⁶⁰ Co : Bq)	<u>7.377×10^{13}</u>	
	中性子	燃料有効部 (注1) (n/s)	1.443×10^{10}	

(注1) 中性子増倍の効果を考慮した値である。

補足説明資料16-3 遮蔽機能に関する説明資料 P.19



表3-2 ガンマ線及び中性子の線源強度

項 目			新型 8×8 ジルコニウム ライナ燃料	高燃焼度 8×8 燃料
燃焼度 (MWd/t)			35,000	48,000
冷却期間 (年)			30	20
使用済燃料集合体 1体当たり	ガンマ線	燃料有効部 (注1) (photons/s)	7.353×10^{14}	1.211×10^{15}
		構造材放射化 (⁶⁰ Co : Bq)	<u>3.671×10^{11}</u>	1.676×10^{12}
	中性子	燃料有効部 (n/s)	6.317×10^7	2.184×10^8
収納体数			32体 (外周部)	37体 (中央部)
1基当たり キヤスク	ガンマ線	燃料有効部 (注1) (photons/s)	6.833×10^{16}	
		構造材放射化 (⁶⁰ Co : Bq)	<u>7.378×10^{13}</u>	
	中性子	燃料有効部 (注2) (n/s)	1.443×10^{10}	







(注1) ORIGEN2 コードのエネルギー群構造を、DLC-23/CASK ライブラリのエネルギー群構造に換算した線源強度を示す。

(注2) 中性子増倍の効果を考慮した値である。

5. 今後の説明スケジュール

5. 今後の説明スケジュール

- 審査での説明スケジュールを以下に示す。

条項	2022年度			2023年度
	6月～9月	10月～12月	1月～3月	4月～6月
全般	▼7/29 申請			▽補正
型式証明申請の概要	 ▼ 9/15審査会合			
4条 地震による損傷の防止				
5条 津波による損傷の防止				
6条 外部からの衝撃による 損傷の防止				
16条 燃料体等の取扱施設 及び貯蔵施設		 (概要) (臨界、除熱) ▼ 12/5 審査会合	 (遮蔽、閉じ込め 長期健全性) ▼ 2/28 審査会合	



地球と人のための技術をこれからも

日立造船はつないでいきます。かけがえのない自然と私たちの未来を。

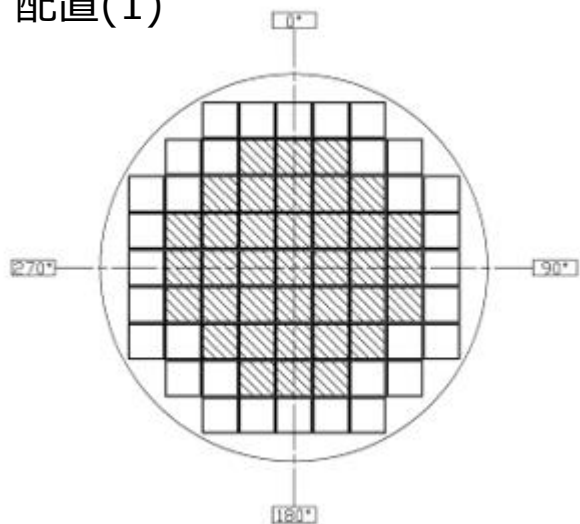
Hitz
Hitachi Zosen

日立造船株式会社 <https://www.hitachizosen.co.jp/>

無断複製・転載禁止 日立造船株式会社

参考1. 使用済燃料の配置制限の考え方

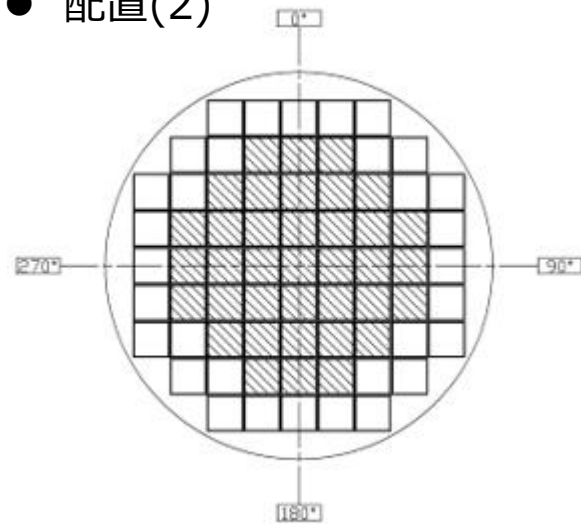
● 配置(1)



- 燃料種類** : 新型 8×8 燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 38,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 34 年以上
- 燃料種類** : 8×8 燃料又は新型 8×8 燃料
 収納体数 : 32 体
 燃焼度 : 30,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 34 年以上

・効率的な運用のため、燃料被覆管制限温度の低い新型8×8燃料及び8×8燃料のみ収納できる配置とする。

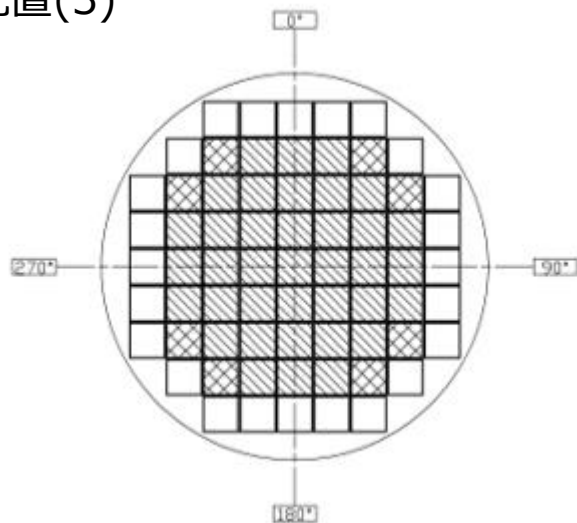
● 配置(2)



- 燃料種類** : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 40,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 28 年以上
- 燃料種類** : 新型 8×8 燃料又は新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料
 収納体数 : 32 体
 燃焼度 : 35,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 34 年以上 (新型 8×8 燃料)
 30 年以上 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料)

・キャスク中央部のほうがキャスク周辺部に比べて温度が高くなるため、燃料被覆管制限温度が高い新型8×8ジルコニウムライナ燃料を中央部に収納し、燃料被覆管制限温度が低い新型8×8燃料を外周部に配置できるようにする。なお、解析条件としては、外周部に新型8×8ジルコニウムライナ燃料を配置するが、新型8×8燃料の燃料被覆管制限温度を超えないことを確認する。

● 配置(3)



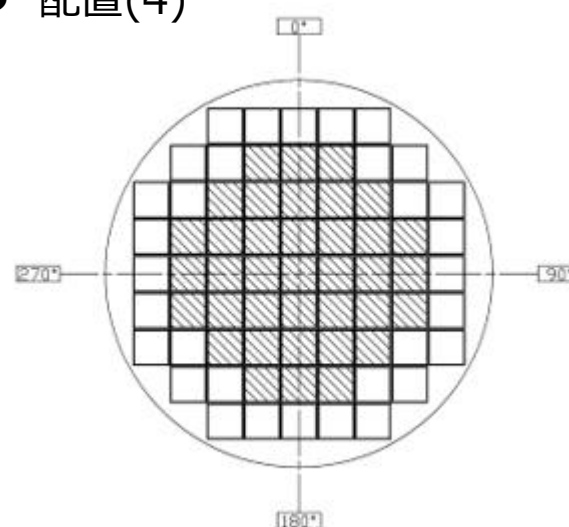
- 燃料種類** : 新型 8×8 シルコニウムライナ燃料又は高燃焼度 8×8 燃料
収納体数 : 37 体
燃焼度 : 40,000MWd/t 以下 (新型 8×8 シルコニウムライナ燃料)
 48,000MWd/t 以下 (高燃焼度 8×8 燃料)
冷却期間 : 28 年以上 (新型 8×8 シルコニウムライナ燃料)
 20 年以上 (高燃焼度 8×8 燃料)

- 燃料種類** : 新型 8×8 シルコニウムライナ燃料
収納体数 : 8 体
燃焼度 : 35,000MWd/t 以下
冷却期間 : 30 年以上

- 燃料種類** : 新型 8×8 燃料
収納体数 : 24 体
燃焼度 : 30,000MWd/t 以下
冷却期間 : 34 年以上

・配置(4)と同様、中央部に高燃焼度 8×8 燃料を可能な限り収納する配置だが、新型 8×8 燃料を外周部に配置する場合において、除熱解析の結果、部分的に燃料被覆管温度が制限値を超えるものは、燃料被覆管制限温度が高い新型 8×8 シルコニウムライナ燃料に置き換える。(置き換えたのは中間部 の燃料。)

● 配置(4)



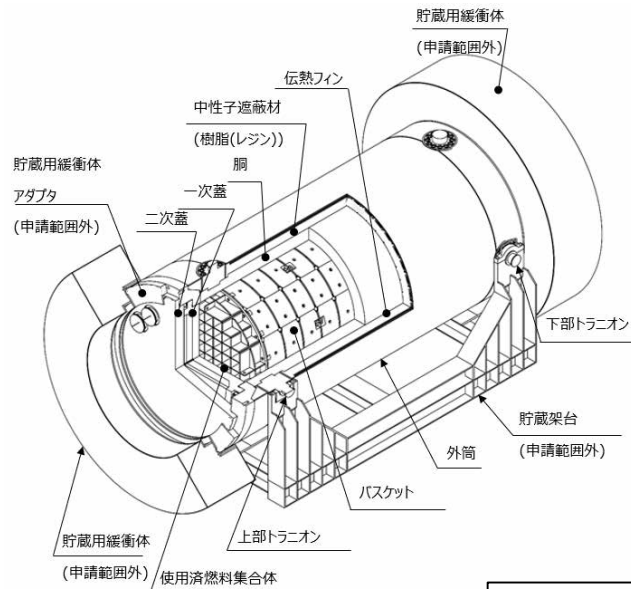
- 燃料種類** : 新型 8×8 シルコニウムライナ燃料又は高燃焼度 8×8 燃料
収納体数 : 37 体
燃焼度 : 40,000MWd/t 以下 (新型 8×8 シルコニウムライナ燃料)
 48,000MWd/t 以下 (高燃焼度 8×8 燃料)
冷却期間 : 28 年以上 (新型 8×8 シルコニウムライナ燃料)
 20 年以上 (高燃焼度 8×8 燃料)

- 燃料種類** : 新型 8×8 シルコニウムライナ燃料
収納体数 : 32 体
燃焼度 : 35,000MWd/t 以下
冷却期間 : 30 年以上

・高燃焼度 8×8 燃料 (発熱量の高い燃料) を可能な限り収納するための配置である。収納する 69 体全体を高燃焼度 8×8 燃料とするのが難しいため、外周部には新型 8×8 シルコニウムライナ燃料を配置する。

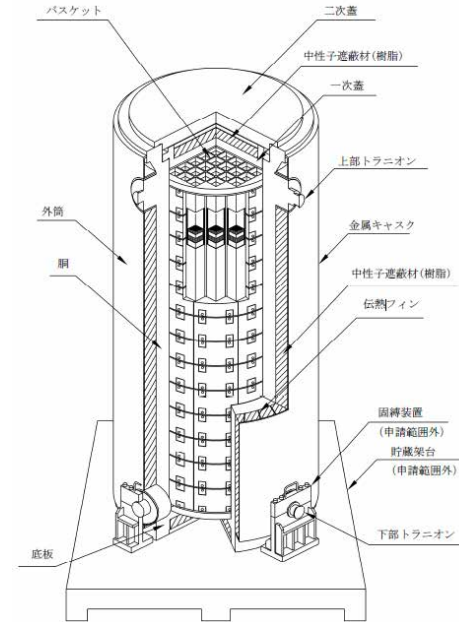
参考2. 承認を受けたキャスクとの違い

● キャスク本体の構造 (1/2)



Hitz-B69型

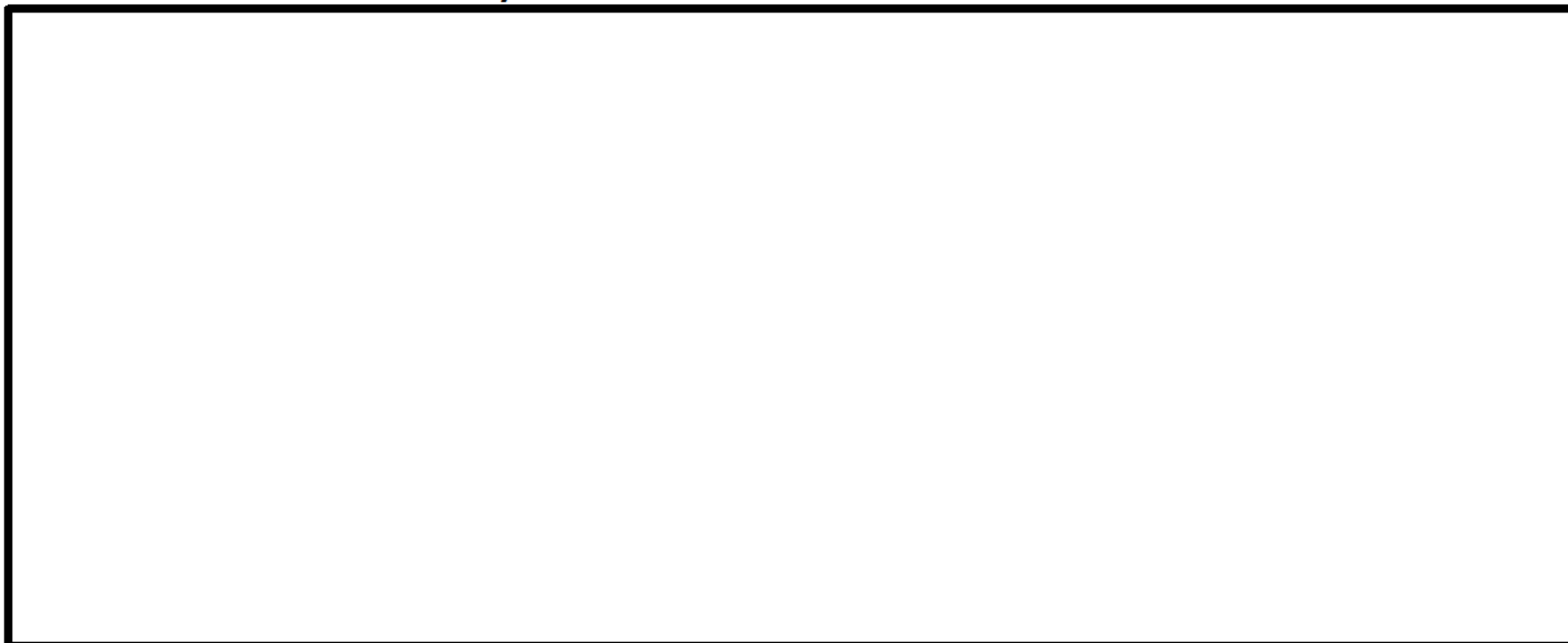
相違点を朱書きで示す。
(以下ページで同様。)



Hitz-B52型

項目	Hitz-B69型	Hitz-B52型
胴/底板	・炭素鋼	・炭素鋼
外筒	・炭素鋼	・炭素鋼
トランニオン	<ul style="list-style-type: none"> ・析出硬化系ステンレス鋼 ・上下に2対 ・取付け方法：<input type="text"/> ・貯蔵姿勢：横置き、上部及び下部トランニオンにて貯蔵架台に設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・析出硬化系ステンレス鋼 ・上下に2対 ・取付け方法：<input type="text"/> ・貯蔵姿勢：縦置き、下部トランニオン固縛

● キャスク本体の構造 (2/2)



Hitz-B69型

Hitz-B52型

項目	Hitz-B69型	Hitz-B52型
中性子遮蔽材	・樹脂 (レジン) ・ スペーサ による中性子遮蔽材の膨張代を設置	・樹脂 (レジン) ・ 軸方向端部 に中性子遮蔽材の膨張代を確保
伝熱フィン	・銅	・銅

● 蓋部構造 (1/2)

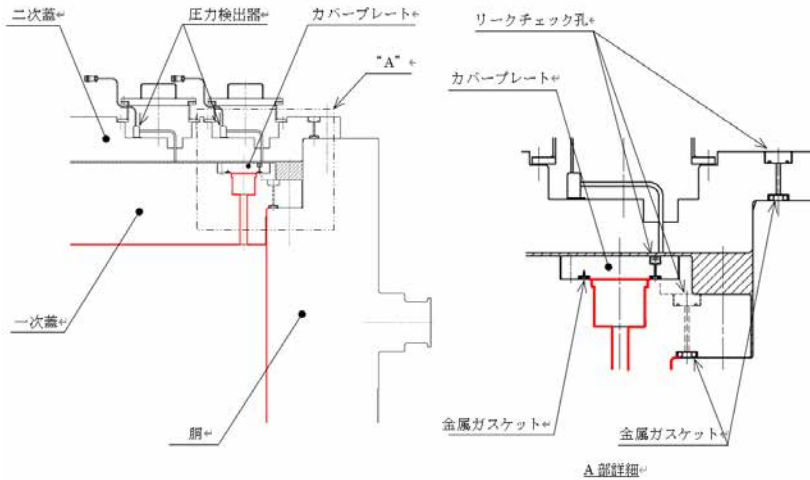


Hitz-B69型

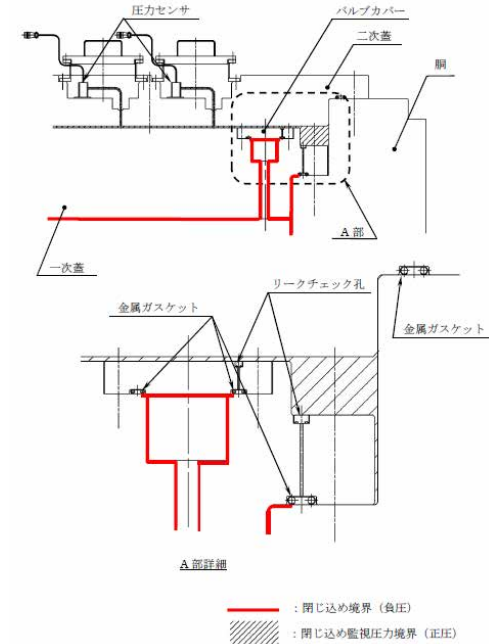
Hitz-B52型

項目	Hitz-B69型	Hitz-B52型
一次蓋	<ul style="list-style-type: none"> ・ステンレス鋼 ・中性子遮蔽材（樹脂（レジン））を設置 ・シール材：金属ガスケット 	<ul style="list-style-type: none"> ・ステンレス鋼 ・中性子遮蔽材（樹脂（レジン））を設置 ・シール材：金属ガスケット
二次蓋	<ul style="list-style-type: none"> ・炭素鋼 ・シール材：金属ガスケット 	<ul style="list-style-type: none"> ・炭素鋼 ・シール材：金属ガスケット
蓋ボルト	<ul style="list-style-type: none"> ・合金鋼 	<ul style="list-style-type: none"> ・合金鋼

● 蓋部構造 (2/2)



Hitz-B69型



Hitz-B52型

項目	Hitz-B69型	Hitz-B52型
一次蓋	<ul style="list-style-type: none"> ・胴、底板とともに閉じ込め境界を形成 	<ul style="list-style-type: none"> ・胴、底板とともに閉じ込め境界を形成
二次蓋	<ul style="list-style-type: none"> ・蓋間へのヘリウム充填及び蓋間圧力測定のための貫通孔（モニタリングポートバルブ）を設置。 ・貯蔵時にはモニタリングポートカバーを設置。 	<ul style="list-style-type: none"> ・蓋間へのヘリウム充填及び蓋間圧力測定のための貫通孔（モニタリングポートバルブ）を設置。 ・貯蔵時にはモニタリングポートカバーを設置。

● バスケットの構造 (1/2)



Hitz-B69型

Hitz-B52型

項目	Hitz-B69型	Hitz-B52型
バスケット (材質)	<ul style="list-style-type: none"> 炭素鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金 (除熱用) 中性子吸収材：ほう素添加アルミニウム合金 コンパートメントの炭素鋼はSG295を使用 	<ul style="list-style-type: none"> 炭素鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金 (除熱用) 中性子吸収材：ほう素添加アルミニウム合金 コンパートメントの炭素鋼は[]を使用
バスケット (構造)	<ul style="list-style-type: none"> 炭素鋼製のコンパートメント (角チューブ)、スペーサ及びサポートプレートで構成された格子構造 バスケットは一体組立構造で容器本体に挿入 中性子吸収材 (B-AI) はコンパートメント間に設置されたスペーサによる間隙に配置 使用済燃料のハンドル及び上部プレナム部の位置のバスケット格子部分は、コンパートメントでなく支持構造物としての上部格子枠を配置 	<ul style="list-style-type: none"> 炭素鋼製のコンパートメント (角チューブ)、スペーサ及びサポートプレートで構成された格子構造 バスケットは一体組立構造で容器本体に挿入 中性子吸収材 (B-AI) はコンパートメント間に設置されたスペーサによる間隙に配置

● バスケットの構造 (2/2)



Hitz-B69型

Hitz-B52型

項目	Hitz-B69型	Hitz-B52型
クランプ (材質)	・ステンレス鋼	・ステンレス鋼
クランプ (構造)	<ul style="list-style-type: none"> ・周方向に分割したサポートプレートをクリックで束ねる構造 ・周方向に分割されたサポートプレート上下に溶接された1組(2個)の [] を、サポートプレート上部及び下部からクランプで挟み込み両者を締結する構造 	<ul style="list-style-type: none"> ・周方向に分割したサポートプレートをクリックで束ねる構造 ・周方向に分割されたサポートプレート上下に溶接された [] を、バスケット外側からクランプで挟み込み両者を締結する構造

参考 2. 承認を受けたキャスクとの違い（遮蔽機能）

● 遮蔽設計の方針の比較

確認内容		遮蔽設計の方針		差異
		Hitz-B69型	Hitz-B52型	
使用済燃料の放射線源強度	評価条件	以下のように放射線源強度が保守的になる条件を設定 ・中央部、外周部のそれぞれの収納制限の最高の燃焼度を設定 ・ウラン濃縮度は最小値を設定 ・使用済燃料の軸方向の燃焼度分布を考慮	以下のように放射線源強度が保守的になる条件を設定 ・中央部、外周部のそれぞれの収納制限の最高の燃焼度を設定 ・ウラン濃縮度は最小値を設定 ・使用済燃料の軸方向の燃焼度分布を考慮	考え方は同じ
	燃焼計算コード	ORIGEN2 (ORIGEN2.2UPJ) (ライブラリ : BWRU)	ORIGEN2 (ORIGEN2-82) (ライブラリ : BWRU)	Hitz-B52型とは同じコードだがバージョンが異なる。ライブラリは同じであり、コードのバージョンの違いによる影響はBWR用UO ₂ 燃料に対してほとんどないことを確認している。なお、特定兼用キャスクとして承認を受けている他のキャスクでは、ORIGEN2.2UPJが用いられている。

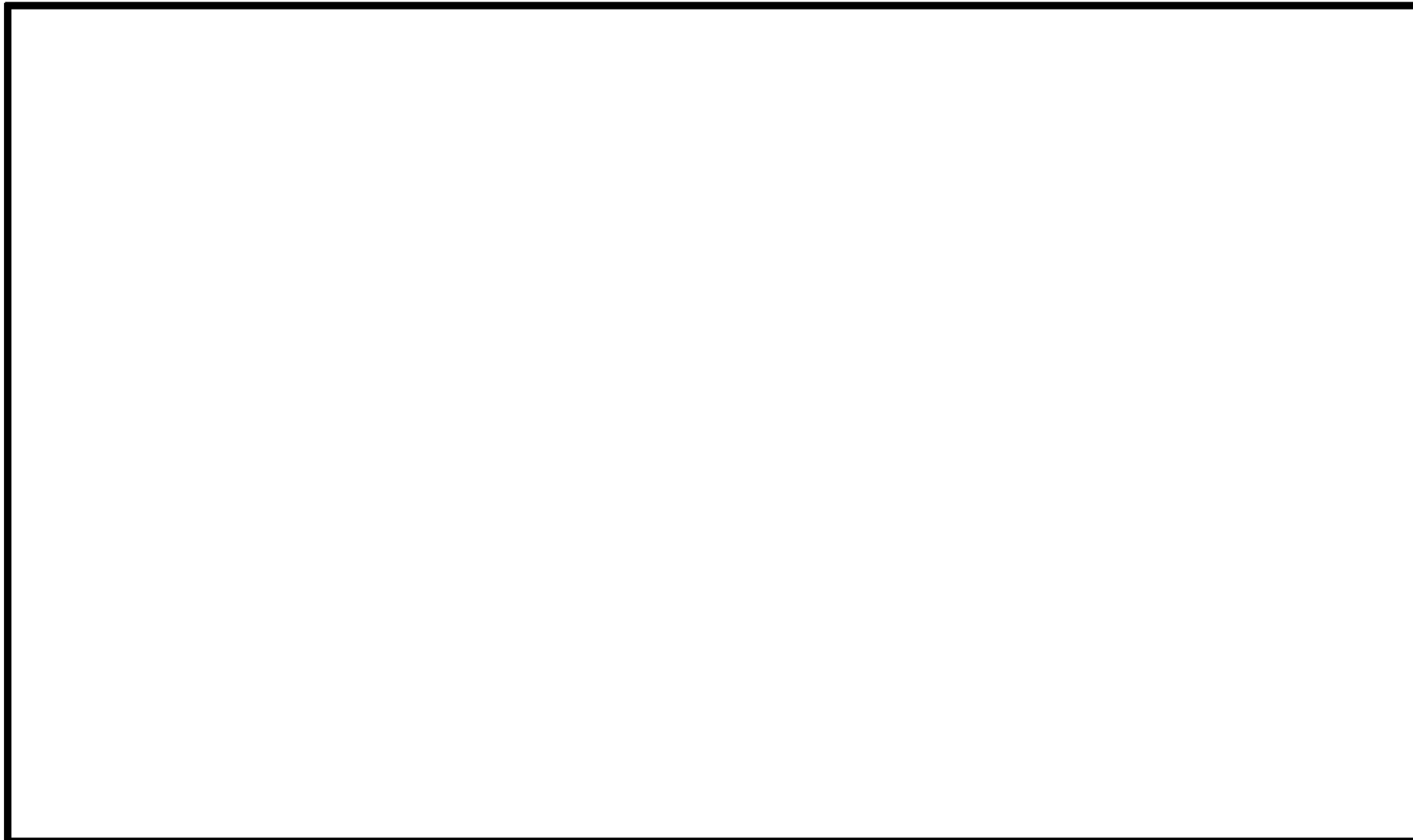
参考2. 承認を受けたキャスクとの違い（遮蔽機能）

● 遮蔽設計の方針の比較

確認内容		遮蔽設計の方針		差異
		Hitz-B69型	Hitz-B52型	
特定兼用 キャスクの 遮蔽機能評価	実形状を 適切に モデル化	以下のように配置形状を適切に考慮し、 保守的な条件を設定 ・材料密度は最小値を設定 ・各構成部材の寸法は公称寸法とし、密 度を密度係数※1で補正 ・使用済燃料の軸方向の移動を保守的 に考慮	以下のように配置形状を適切に考慮し、 保守的な条件を設定 ・材料密度は最小値を設定 ・各構成部材の寸法は公称寸法とし、密 度を密度係数※1で補正 ・使用済燃料の軸方向の位置は縦置き 時を考慮	考え方は同じ
	均質化	有限円筒モデルで直接モデル化できない 以下の領域は均質化 ・燃料領域 ・バスケット外周部 ・側部中性子遮蔽材	有限円筒モデルで直接モデル化できない 以下の領域は均質化 ・燃料領域 ・バスケット外周部 ・側部中性子遮蔽材	考え方は同じ （考え方の詳細は次々 頁参照。）
	トランニオン部	別途モデル化し、線束接続により評価	別途モデル化し、線束接続により評価	考え方は同じ
	遮蔽材 の劣化	設計貯蔵期間中の熱影響による中性子 遮蔽材の質量減損を考慮	設計貯蔵期間中の熱影響による中性子 遮蔽材の質量減損を考慮	考え方は同じ
	解析コード、 ライブラリ	DOT3.5コード ライブラリ：DLC-23/CASK （MATXSLIB-J33を参考として適用）	DOT3.5コード ライブラリ：DLC-23/CASK （MATXSLIB-J33を参考として適用）	同じ

※1：密度係数 = 公差を考慮した最小厚さ / 公称厚さ

- 遮蔽設計方針の比較
遮蔽解析モデルの比較例



Hitz-B69型

Hitz-B52型

参考 2. 承認を受けたキャスクとの違い（遮蔽機能）

● 遮蔽設計の方針の比較

解析モデル上の均質化について、承認を受けた実績のあるキャスクの評価手法では以下の手法を用いている。

均質化部位	実績のある評価手法
燃料領域	<ul style="list-style-type: none">・使用済燃料とバスケットを均質化・中央部の最高燃焼度燃料領域と、外周部の平均燃焼度燃料領域・各燃料領域の断面積と等価な面積となる円（円筒）にモデル化
バスケット外周部	<ul style="list-style-type: none">・燃料領域より外側から胴内面までを均質化し、円筒形状にモデル化・密度を密度係数で調整

Hitz-B69型

Hitz-B52型

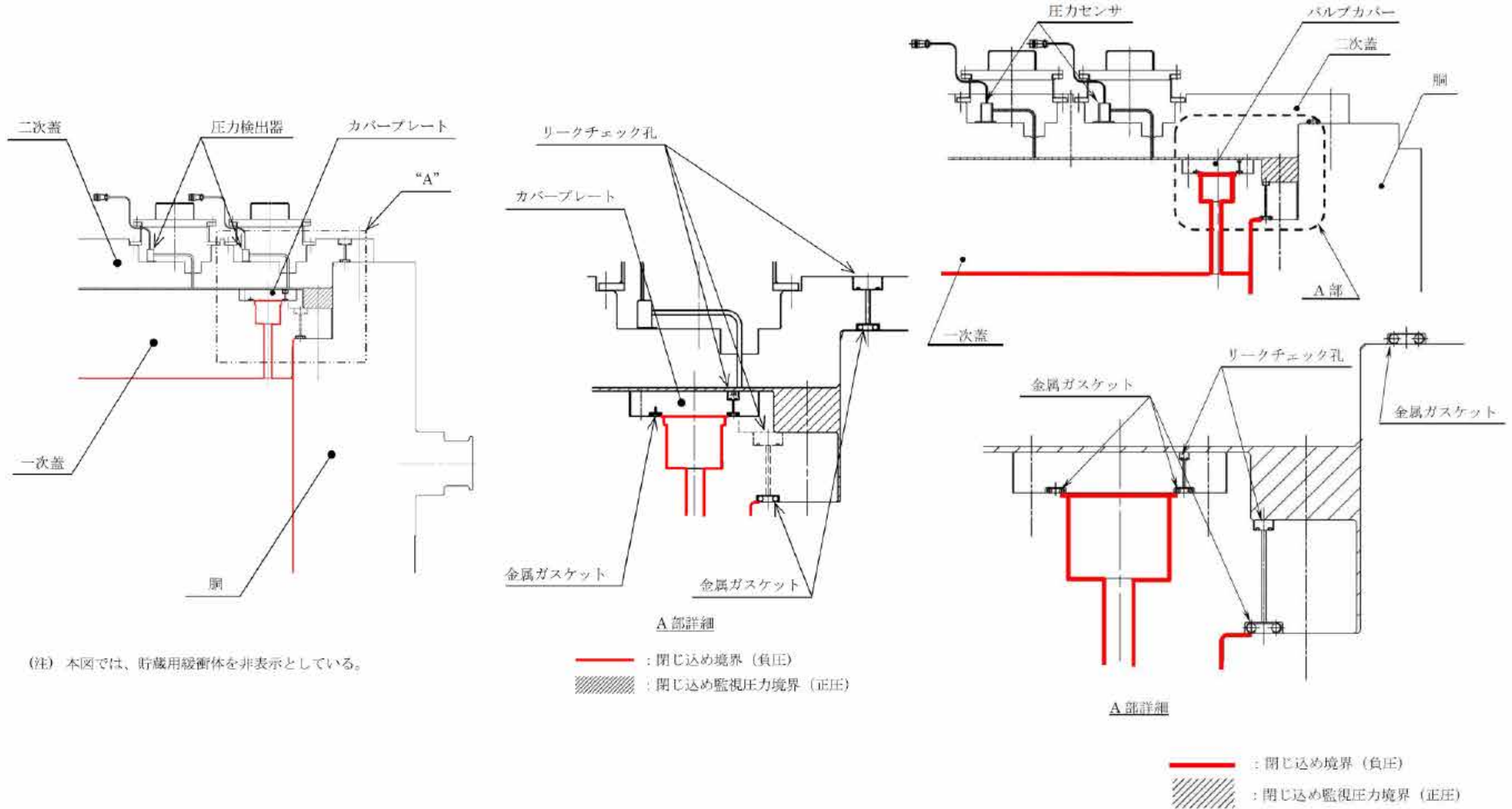
参考 2. 承認を受けたキャスクとの違い（閉じ込め機能）

● 閉じ込め設計の方針の比較

確認内容		閉じ込め設計の方針			差異
		Hitz-B69型	Hitz-B52型	MSF-24P(S)型	
閉じ込め構造及び監視	金属ガスケット等のシールを採用するとともに、蓋部を一次蓋と二次蓋の二重とし、蓋間圧力を監視することにより、蓋部が有する閉じ込め機能を監視できること。	一次蓋と二次蓋の二重構造とし、蓋及び蓋貫通孔のシール部には金属ガスケットを使用する。また、蓋間空間の圧力を測定することで閉じ込め機能を監視できる構造とする。	一次蓋と二次蓋の二重構造とし、蓋及び蓋貫通孔のシール部には金属ガスケットを使用する。また、蓋間空間の圧力を測定することで閉じ込め機能を監視できる構造とする。	一次蓋と二次蓋の二重構造とし、蓋及び蓋貫通孔のシール部には金属ガスケットを使用する。また、蓋間空間の圧力を測定することで閉じ込め機能を監視できる構造とする。	同じ
負圧維持	設計貯蔵期間中、兼用キャスク内部の負圧を維持できること。	使用済燃料等を内封する空間を設計貯蔵期間を通じて負圧に維持する。	使用済燃料等を内封する空間を設計貯蔵期間を通じて負圧に維持する。	使用済燃料等を内封する空間を設計貯蔵期間を通じて負圧に維持する。	同じ
密封境界部の漏えい率	密封境界部の漏えい率は、兼用キャスク内部の負圧を維持できること。また、使用する金属ガスケット等のシールの性能は、当該漏えい率以下であること。	密封境界部の漏えい率は、設計貯蔵期間中に特定兼用キャスク内部の負圧を維持できる漏えい率とし、金属ガスケットは、その漏えい率を満足するものを使用する。	密封境界部の漏えい率は、設計貯蔵期間中に金属キャスク内部の負圧を維持できる漏えい率とし、金属ガスケットは、その漏えい率を満足するものを使用する。	密封境界部の漏えい率は、設計貯蔵期間中に特定兼用キャスク内部の負圧を維持できる漏えい率とし、金属ガスケットは、その漏えい率を満足するものを使用する。	同じ
閉じ込め機能評価	密封境界部の漏えい率が、設計貯蔵期間、内部初期圧力、自由空間容積、初期の蓋間圧力、蓋間の容積、温度等を条件として、適切な評価式を用いて求めること。	密封境界部の漏えい率は、設計貯蔵期間、内部初期圧力、自由空間容積、初期の蓋間圧力、蓋間の容積、温度等を条件として、漏えい孔中の流れの形態を考慮した適切な評価式を用いて求める。	密封境界部の漏えい率は、設計貯蔵期間、内部初期圧力、自由空間容積、初期の蓋間圧力、蓋間の容積、温度等を条件として、漏えい孔中の流れの形態を考慮した適切な評価式を用いて求める。	密封境界部の漏えい率は、設計貯蔵期間、内部初期圧力、自由空間容積、初期の蓋間圧力、蓋間の容積、温度等を条件として、漏えい孔中の流れの形態を考慮した適切な評価式を用いて求める。	同じ

参考 2. 承認を受けたキャスクとの違い（閉じ込め機能）

● 閉じ込め機能の監視構造の比較



Hitz-B69型

Hitz-B52型