

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)

2022.3.17
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. 指摘事項への回答
5. 今後の説明スケジュール

参考 1. Hitz-P24型の概要（構造・収納条件等）

参考 2. 承認を受けたキャスクとの違い（Hitz-B52型・MSF-24P(S)型）

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	◎	◎	◎	◎	◎ (注)	◎	-
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

(注) アルミニウム合金の温度影響の評価は除く。

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-P24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-P24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（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2) 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-P24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-P24型表面の線量当量率を2mSv/h以下、かつ、Hitz-P24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（M-DPC20002 ^(注3) ）及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271 ^(注4) ）と同様。

(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）（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	臨界防止設計の方針	特記事項
設置許可基準規則解釈(注2) 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2) 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-P24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（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。

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

審査ガイド^(注1)の確認内容に対するHitz-P24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
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)型の考え方と同じ
	燃焼計算コード	ORIGEN2 (ORIGEN2.2UPJ) (ライブラリ：PWRU50)	承認を受けたHitz-B52型・MSF-24P(S)型と同じ
特定兼用カスクの遮蔽機能評価	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するが、密度を密度係数 ^(注2) 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)型の考え方と同じ
	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 ・バスケット最外周部 ・側部中性子遮蔽材	承認を受けたHitz-B52型・MSF-24P(S)型の考え方と同じ
	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)型の考え方と同じ
	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)型の考え方と同じ
	解析コード、ライブラリ	DOT3.5コード ライブラリ：MATXSLIB-J33	承認を受けたHitz-B52型・MSF-24P(S)型と同じ

(注記) 黄色着色箇所は、Hitz-P24型に特有の考慮を含む事項。

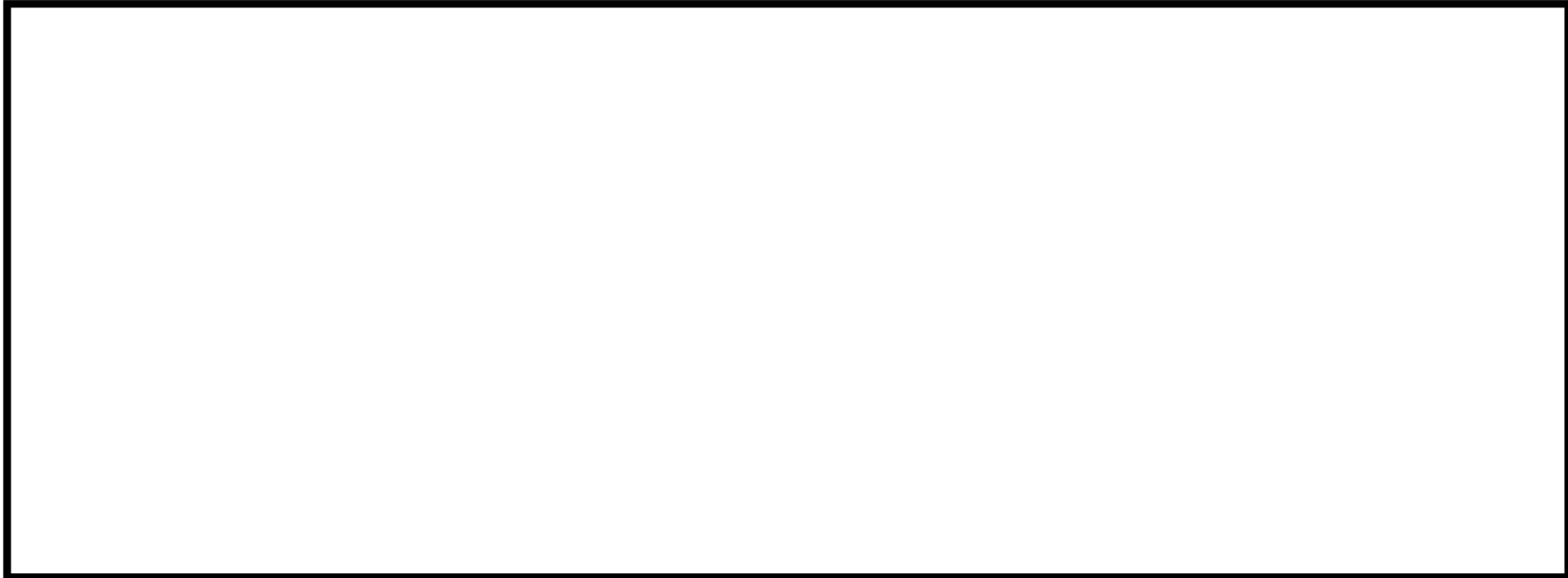
(注1) 「原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式カスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド」

(注2) 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解析モデル（均質化）

解析モデルは以下のとおり、特有のバスケット構造も含め、実形状を適切に考慮し、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 P42~46参照)



Hitz-B52型と異なる構造		遮蔽評価のモデル化	特記事項
バスケット	軸方向：[] プレーートを重ねた構造	水ギャップ部はすべて [] と同じ断面として、アルミニウム合金を少なく保守的にモデル化	Hitz-P24型の設計を考慮した保守的なモデル化
	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：均質化 バスケット最外周部：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	Hitz-B52型の評価手法と同じ

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
	使用済燃料集合体の型式		
	A型	B型	
表面線量当量率	1.5mSv/h	1.4mSv/h	2mSv/h以下
表面から1m離れた位置における線量当量率	84μSv/h	85μSv/h	100μSv/h以下

以上のとおり、Hitz-P24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-P24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、使用済燃料を内封する空間を負圧に維持する設計とする	Hitz-B52型 (M-DPC20002 ^(注3)) 及び MSF-24P(S)型 (C-SE-2110271 ^(注4)) と同様。
	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で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-P24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。	使用済燃料を収納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部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)	—

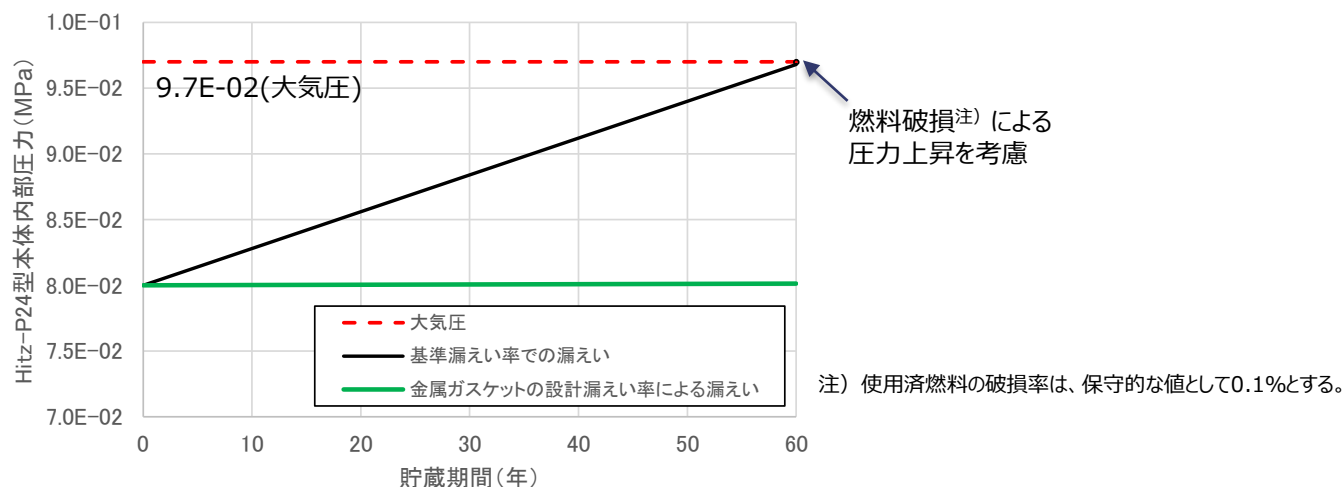
(注) 「原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド」

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-P24型に用いる金属ガスケットの漏えい率は基準漏えい率に対し、小さいことを確認した。

基準漏えい率 (Pa・m ³ /s)	金属ガスケットの性能 (Pa・m ³ /s)
2.43×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻⁸ 以下



Hitz-P24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-P24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-P24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-P24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)	<p>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。</p> <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-P24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-P24型は、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、使用済燃料を不活性ガスであるヘリウムガスとともに封入する。さらに、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) 「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」

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-P24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
	・温度影響を考慮してバスケット（アルミニウム合金材）の設計基準値を設定 （バスケット（アルミニウム合金材）については、今後の審査で詳細を説明予定）	承認を受けたMSF-24P(S)型の考え方と同じ
防食措置等	・大気に触れる部分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	・不活性ガスであるヘリウムとともに封入することで、使用済燃料の腐食等を防止 ・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。なお、バスケット（バスケットプレート）の材質であるアルミニウム合金の温度影響については、今後の審査で別途、詳細を説明する。

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、底板、外筒	156	350
	一次蓋、二次蓋	124	350
	中性子遮蔽材（注1）	138	149
	金属ガスケット（注2）	107	130
	バスケット（バスケットプレート）	171	250
	伝熱フィン	129	200
使用済燃料（燃料被覆管）		203	275

（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2.0%）を考慮し、遮蔽機能が維持されることを確認している。

（注2）設計貯蔵期間（60年）に相当する金属ガスケットのラーソン・ミラー・パラメータ（LMP）は以下の通り。

C=14の場合：約 7.2×10^3

C=20の場合：約 9.6×10^3

これらは、電中研の試験等に基づく、初期の閉じ込め機能を保持できる限界LMPである約 8.0×10^3 （C=14）⁽¹⁾及び 11.0×10^3 （C=20）⁽²⁾を下回るため、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）。

(1) (一財)電力中央研究所、「使用済核燃料貯蔵の基礎」、ERC出版、(2014)

(2) 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. 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、底板、外筒	5.0×10^{14}	10^{16}
	一次蓋、二次蓋	1.8×10^{14}	10^{16}
	中性子遮蔽材	5.0×10^{14}	10^{15}
	金属ガasket	1.8×10^{14}	10^{17}
	バスケット（バスケットプレート）	1.3×10^{15}	10^{19}
	伝熱フィン	5.0×10^{14}	10^{16}
使用済燃料（燃料被覆管）		1.3×10^{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-P24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（コメント）リスト

3. 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	2021/11/11 審査会合	特定機器を使用することができる原子炉施設の条件の記載については、条件が明確に記載されていないものがあるので、今後審査の中で整理して説明すること。	全般	臨界防止機能、除熱機能に係る条件については、 第14回審査会合 資料1-1の中の「2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）」の説明で回答する。 ⇒P.12、17参照	臨界防止機能、除熱機能に対する条件については、 第14回 審査会合で回答。
				遮蔽機能、閉じ込め機能、長期健全性に係る条件については、第15回審査会合資料1-1の中の「2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）」の説明で回答する。 ⇒P.10、14、19参照	遮蔽機能、閉じ込め機能、長期健全性に対する条件については、第15回審査会合で回答予定。

3. 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	2021/11/11 審査会合	評価に用いた解析のコードについて、それぞれの適用性について、検証の方法や適用性を整理して説明すること。既許可で使用したコードであっても、バージョンや核定数の違いがある場合はそれを含めて適用性を説明すること。	4条,5条, 6条,16条	<p>臨界防止機能の評価にはSCALEコードシステム（SCAL6.2.1）（臨界計算はKENO-V.a、断面積ライブラリはENDF/B-VIIに基づく252群の多群断面積ライブラリ）を用いている。</p> <p>SCALEコードシステムについては、Hitz-P24型の評価条件に類似する複数の臨界実験ベンチマーク解析を実施して、適用性を確認している。</p> <p>除熱機能評価では、崩壊熱計算にORIGEN2（ORIGEN2.2UPJ）、温度計算にABAQUSを用いている。ORIGEN2については、ANS標準崩壊熱データにより検証され、Hitz-P24型に収納する使用済燃料と同等の冷却条件における適用性を確認している。</p> <p>ABAQUSについては、Hitz-P24型と同等の伝熱形態を有する兼用キャスクの伝熱試験により検証され適用性が確認されている。</p>	<p>臨界防止機能、除熱機能の評価に用いた解析コードについては、第14回審査会合で回答。</p>
				<p>遮蔽防止機能の評価では線源強度評価にORIGEN2（ORIGEN2.2UPJ）、線量当量率計算にDOT3.5コードを用いている。</p> <p>ORIGEN2については、ANS標準崩壊熱データにより検証され、Hitz-P24型に収納する使用済燃料と同等の冷却条件における適用性を確認している。</p> <p>DOT3.5コードについては、使用済燃料輸送容器において、測定値と解析値の比較により妥当性の確認を行っている。また、断面積ライブラリには、遮蔽性能に関するベンチマーク解析で信頼性が確認されているJENDL-3.3に基づくMATXSLIB-J33を用いる。</p> <p>閉じ込め機能及び長期健全性については、解析コードを使用していない。</p>	<p>遮蔽機能、閉じ込め機能、長期健全性に対する条件については、第15回審査会合で回答予定。</p>

3. 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	2021/11/11 審査会合	バスケットは複雑な構造をしているので、バスケットプレート及びバスケットを支持する部分にどのように力が伝わっていくか説明すること。	4条,5条, 6条,16 条	バスケット構造の詳細については、 第14回審査会合 資料1-1の中の「参考1. Hitz-P24型の概要（構造・収納条件等）」に示す。（P.30～34参照） バスケットは内側部と外側部に分割されており、それぞれアルミニウム合金製のプレートを軸方向に重ねた構造である。プレートはタイロッドで軸方向に連結されており、径方向はリーマピンで位置決めされている。 内側部は外側部に囲まれた空間に挿入される（固定はされていない。）。内側部が径方向に移動する場合は、外側部に平面で支持される構造であり、内側部（燃料集集体含む）の荷重は外側部に伝達される。 外側部は本体胴に支持され、また固定金具により径方向には本体胴に固定されており、外側部（燃料集集体含む）の荷重は内側部から伝達されるものも含めて、本体胴に直接伝達するか、固定金具を介して本体胴に伝達する。	第14回審査会合で回答。
4	2021/11/11 審査会合	地震、津波、竜巻の評価では、一部の部材の応力評価結果のみが示されているが、基準要求事項としては、告示の条件に対してキャスクの安全機能が損なわれないことであるので、4つの安全機能を担保するキャスクの部材の応力評価結果を示し、安全機能の維持の成立性を定量的に説明すること。また、設計基準値の考え方も説明すること。 さらに、津波、竜巻については、外運搬規則の0.3m落下の衝突荷重と比較している考え方や適切性についても説明すること。	4条,5条, 6条	今後回答する。	未 （今後回答予定）

3. 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
5	2021/11/11 審査会合	臨界評価における「技術的に想定されるいかなる場合」について、例えば燃料装荷時の満水状態や、排水時の水位変化などの状態をすべて考慮して臨界防止できることの説明をすること。	16条	<p>Hitz-P24型への燃料装荷から貯蔵施設への搬入、搬出、燃料取出しまでのハンドリングフローを整理し、各取扱いモードにおけるHitz-P24型の条件を踏まえた臨界防止機能の成立性を確認しており、例えば燃料装荷時の満水状態や、排水時の水位変化などの状態等の使用済燃料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中性子実効増倍率が0.95以下となる設計となっていることを確認している。</p> <p>詳細は、第14回審査会合資料1-1の中の「2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）」の説明の中で回答する。 ⇒P.9～12参照</p>	第14回 審査会合で回答。

3. 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
6	2021/11/11 審査会合	金属ガスケットの長期健全性について、公開知見などのような技術的根拠を使ったのかを明確にした上で説明すること。	16条	設計貯蔵期間（60年）に相当する金属ガスケットのラーソン・ミラー・パラメータ（LMP）を求め、それが電中研の試験等に基づく限界LMP（初期の閉じ込め機能を維持できるLMP）を下回ることを確認している。詳細及び使用した参考文献については、第15回審査会合資料1-1（本資料）の中の「2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（長期健全性）」の箇所で説明。 ⇒P.18参照	第15回審査会合で回答予定。
7	2021/11/11 審査会合	バスケット用アルミニウム合金の設計用強度を決めるまでの一連の流れについて、以下の点を明確にすること。 ・考え方、評価方法を含め国内でどのような許認可実績を持っているか ・評価方法、評価結果を使うにあたって具体的にどのような検証がなされてきているか ・今回本申請にこの考え方を適用することについて、どのように適用性を整理し、どのような根拠があるか	全般	今後回答する。	未 (今後回答予定)

3. 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
8	2022/2/8 審査会合	<p>臨界防止機能については、減速材（水）がキャスク内に偏在することなく均一に排出できる構造であるとしていることについて、バスケットプレートの構造面の特性等を踏まえて、詳細に説明すること。</p>	16条	<p>Hitz-P24型の取扱いにおいて、使用済燃料を収納した状態での容器内水の水位の変動が想定されるのは、以下の場合である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料装荷後の排水時 ・燃料取出し前の注水時 <p>Hitz-P24型のバスケットは、燃料格子は軸方向に貫通しており、最底部のバスケットプレートの下面側には、燃料格子間及び燃料格子からバスケット外周部につながる溝が設けてあり、ドレンパイプから容器外へ排水される流路となっている。また、水ギャップ部については、最上部及び最下部のバスケットプレートを除く、その間のプレートは軸方向に貫通しており、最上部のバスケットプレートの下面側及び最底部のバスケットプレートの上面側には、水ギャップから近傍の燃料格子につながる溝が設けてあり、燃料格子内の水と同じ流路で排水される設計となっている。</p> <p>そのため、注排水時にバスケット格子内部と水ギャップとの水位差はほとんど生じない。</p> <p>詳細は、第15回審査会合資料1-1（本資料）の中の「4. 指摘事項への回答」の説明で回答する。 ⇒P.28～29参照</p>	第15回審査会合で回答予定。

3. 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
9	2022/2/8 審査会合	除熱機能については、伝熱解析コード（ABAQUS）の適用性について、本申請の特定兼用キャスクと ABAQUS コードの解析機能の検証に用いた定常伝熱試験用供試体との伝熱形態の比較等を踏まえ、詳細に説明すること。	16条	Hitz-P24型と定常伝熱試験用供試体は、主要な構造及び収納物仕様は同等であり、伝熱形態（伝導、放射、対流）は同様である。そのため、定常伝熱試験用供試体の伝熱試験により検証された伝熱解析コード（ABAQUS）の Hitz-P24型への適用性は確認されている。 詳細は、第15回審査会合資料1-1（本資料）の中の「4. 指摘事項への回答」の説明で回答する。 ⇒P.30～31参照	第15回審査会合で回答予定。
10	2022/2/8 審査会合	第14回審査会合資料1-4の別紙1に記載されている除熱解析の保守性について、保守的となる理由を、感度解析の結果等を踏まえ、より詳細に説明すること。	16条	詳細は、第15回審査会合資料1-1（本資料）の中の「4. 指摘事項への回答」の説明で回答する。 ⇒P.32～33参照	第15回審査会合で回答予定。

指摘事項No.8

臨界防止機能については、減速材（水）がキャスク内に偏在することなく均一に排出できる構造であるとしていることについて、バスケットプレートの構造面の特性等を踏まえて、詳細に説明すること。

（回答）

(1) 水位の変動が生じ得る事象

Hitz-P24型の取扱いにおいて、使用済燃料を収納した状態での容器内水の水位の変動が想定されるのは、以下の場合である。

- ・燃料装荷後の排水時
- ・燃料取出し前の注水時

(2) 排水、注水時の水の流路の設計

29ページにHitz-P24型の排水時の水の流れの模式図を示す。Hitz-P24型のバスケットは、燃料格子は軸方向に貫通しており、最底部のバスケットプレートの下面側（断面D-D）には、燃料格子間及び燃料格子からバスケット外周部につながる溝が設けてあり、ドレンパイプから容器外へ排水される流路となっている。

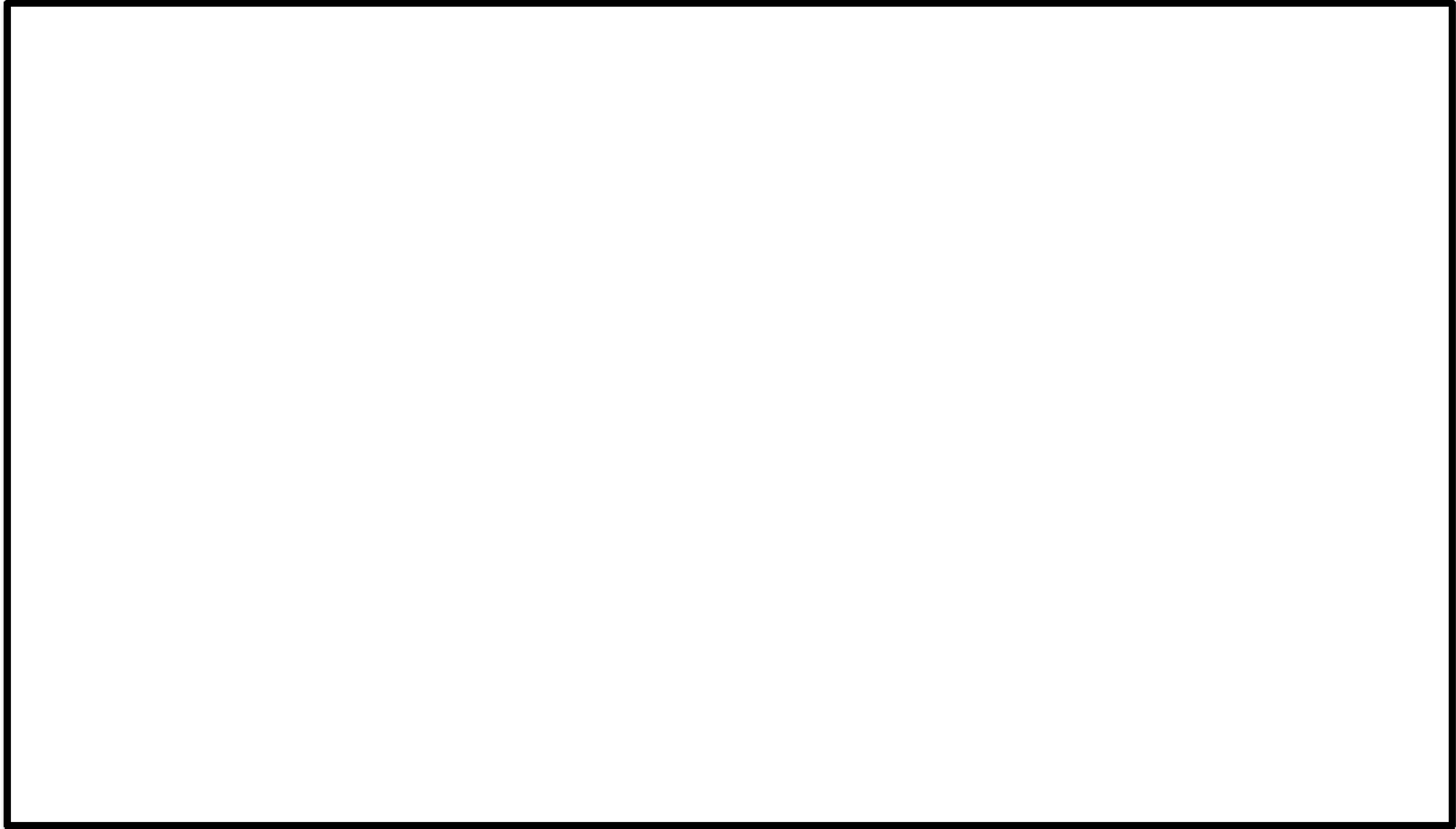
また、水ギャップ部については、最上部及び最下部のバスケットプレートを除く、その間のプレートは軸方向に貫通しており、最上部のバスケットプレートの下面側（断面A-A）及び最底部のバスケットプレートの上面側（断面C-C）には、水ギャップから近傍の燃料格子につながる溝が設けてあり、燃料格子内の水と同じ流路で排水される設計となっている。

(3) 排水、注水作業時の取扱い手順と水位差

燃料集合体を収納した状態での注排水時の流量を [] とした場合、燃料集合体を収納した状態でのバスケット全長 [] 分を水で充填する場合におけるバスケット格子内部と水ギャップとの水位差を評価した結果、水位差は1mm以下であり、水がキャスク内に偏在することなく均一に排出できる構造である。

(回答 (つづき))

Hitz-P24型の排水時の水の流れの模式図



指摘事項No.9

除熱機能については、伝熱解析コード（ABAQUS）の適用性について、本申請の特定兼用キャスクと ABAQUS コードの解析機能の検証に用いた定常伝熱試験用供試体との伝熱形態の比較等を踏まえて、詳細に説明すること。

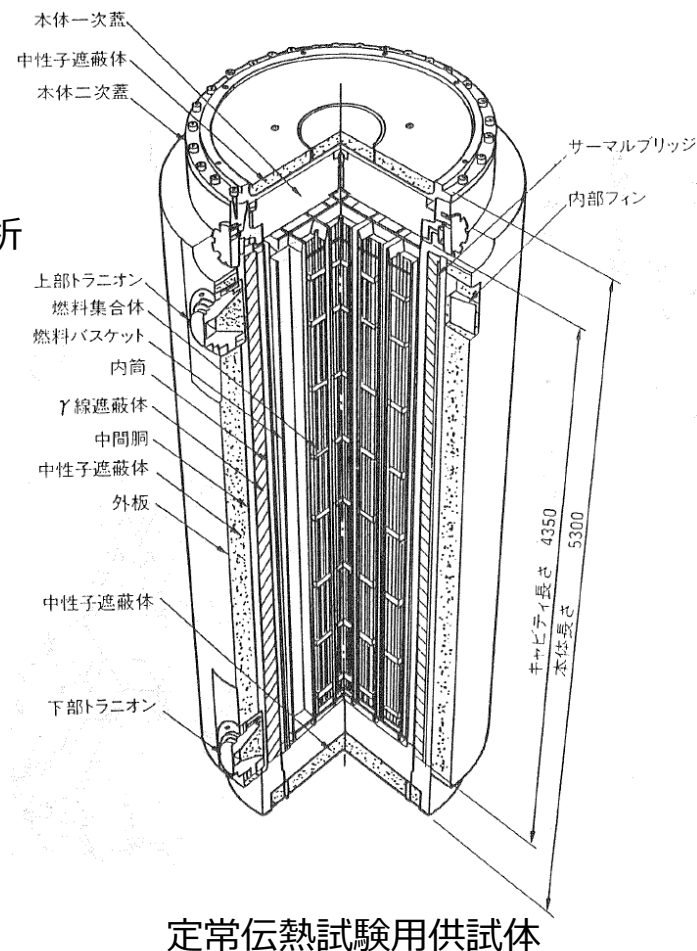
(回答)

Hitz-P24型と定常伝熱試験用供試体は、

- 主要な構造及び収納物仕様は下表に示すように同等である。
- 伝熱形態は次ページに示すように同様である。

以上より、定常伝熱試験用供試体の伝熱試験により検証された伝熱解析コード（ABAQUS）のHitz-P24型への適用性は確認されている。

項目	Hitz-P24型 (構造は参考 1. 参照)	定常伝熱試験用 供試体 (構造は左図参照)
本体胴内雰囲気	乾式 (ヘリウム充填)	乾式 (ヘリウム充填)
収納燃料型式	PWR用燃料 (17×17型)	PWR用燃料 (17×17型)
収納体数(体)	24	21
崩壊熱量(kW)	18.1	23
外径(mm)	2659	2400
容器の材質	低合金鋼	ステンレス鋼
バスケットの材質	アルミニウム合金	ステンレス鋼



事項No.10

除熱解析の保守性について、保守的となる理由を、感度解析の結果等を踏まえ、より詳細に説明すること。

(回答)

第14回審査会合の資料1-4の別紙1に示す除熱解析の保守性について、保守的となる理由を以下に示す。

<収納制限に対する解析条件の保守性>

- ウラン濃縮度を最小値である[]とする。
→濃縮度が小さい方が核分裂性核種 (U235)が少なく、同じ出力を得るためにはより多くの中性子を照射しなければならないことから、U238等の中性子吸収量が増加して超ウラン元素の生成量が増加するため、崩壊熱量を保守的に高めに評価する。
- 中央部12体の使用済燃料は最高燃焼度 (48GWd/t) の崩壊熱量とし、外周部12体は、特定兼用キャスク全体の総崩壊熱が平均燃焼度 (44GWd/t) 燃料を24体収納した場合と等しくなるように調整した崩壊熱量を設定する。
→使用済燃料は燃焼度が高いほど崩壊熱量が高くなることから、中央部の使用済燃料の燃焼度を高く設定することにより、中央部の崩壊熱量が高くなる。
崩壊熱はキャスク中央部からキャスク外表面へ伝達されるため、中央部の崩壊熱量を高くすることにより、使用済燃料及びバスケットの最高温度を保守的に高めに評価できる。

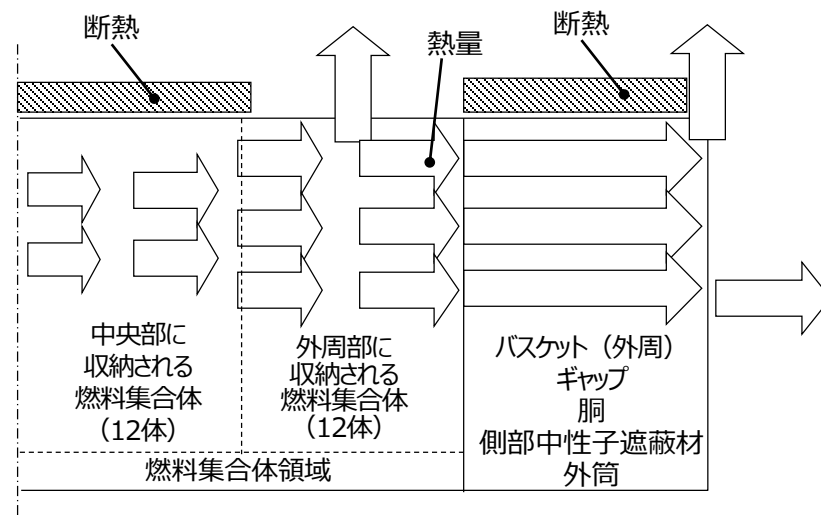
<伝熱解析モデルの保守性>

- 特定兼用キャスク本体内のバスケット及びバスケット内の使用済燃料は空間の中央に配置する。
→接触による部材間の直接の伝熱がない方が燃料集合体の温度を高めに評価するため。
- 燃料集合体モデルは、軸方向への熱移動を考慮しない二次元モデルとする。
→伝熱方向 (面積) が限定される方が燃料集合体の温度を高めに評価するため。
- 燃料集合体モデルにおいて、バーナブルポイズン集合体はモデル化しない。
→バーナブルポイズン集合体は伝熱体となるため、無視する方が熱伝導性が低下し保守側の評価となる。

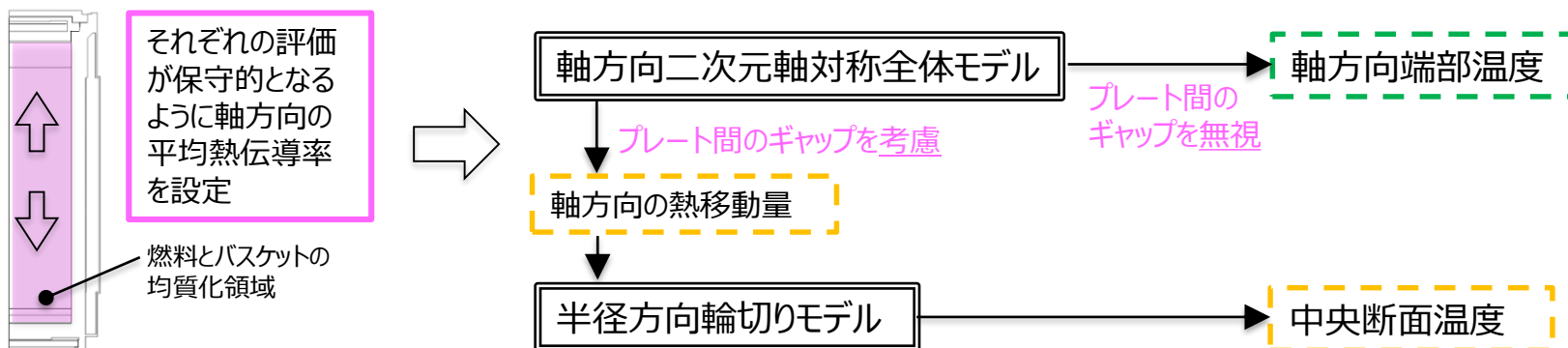
(回答 (つづき))

<伝熱解析モデル化の保守性 (つづき) >

- ・輪切りモデルにおいては、内側部の最高燃焼度燃料領域の軸方向への熱の流れを無視している。
→燃料集合体領域で軸方向への熱移動を考慮するのは外側部領域のみであり、燃料集合体の温度を高め評価している。(右図参照)










- ・全体モデルにおいて、軸方向の平均熱伝導率の設定においては、バスケットプレート間のギャップを考慮しない。
→全体モデルにおいて、軸方向端部温度を保守的に評価するため、軸方向の平均熱伝導率を保守的に設定して軸方向に熱が伝わるやすくするため。(下図参照)
- ・全体モデルにおいて、軸方向の熱移動量設定時はバスケットプレート間のギャップを考慮する。
→全体モデルの軸方向の熱移動量が小さくなるようにすることにより、輪切りモデルにおいて考慮する軸方向の熱移動量が小さくなることから、中央断面温度を保守的に評価するため。(下図参照)



5. 今後の説明スケジュール

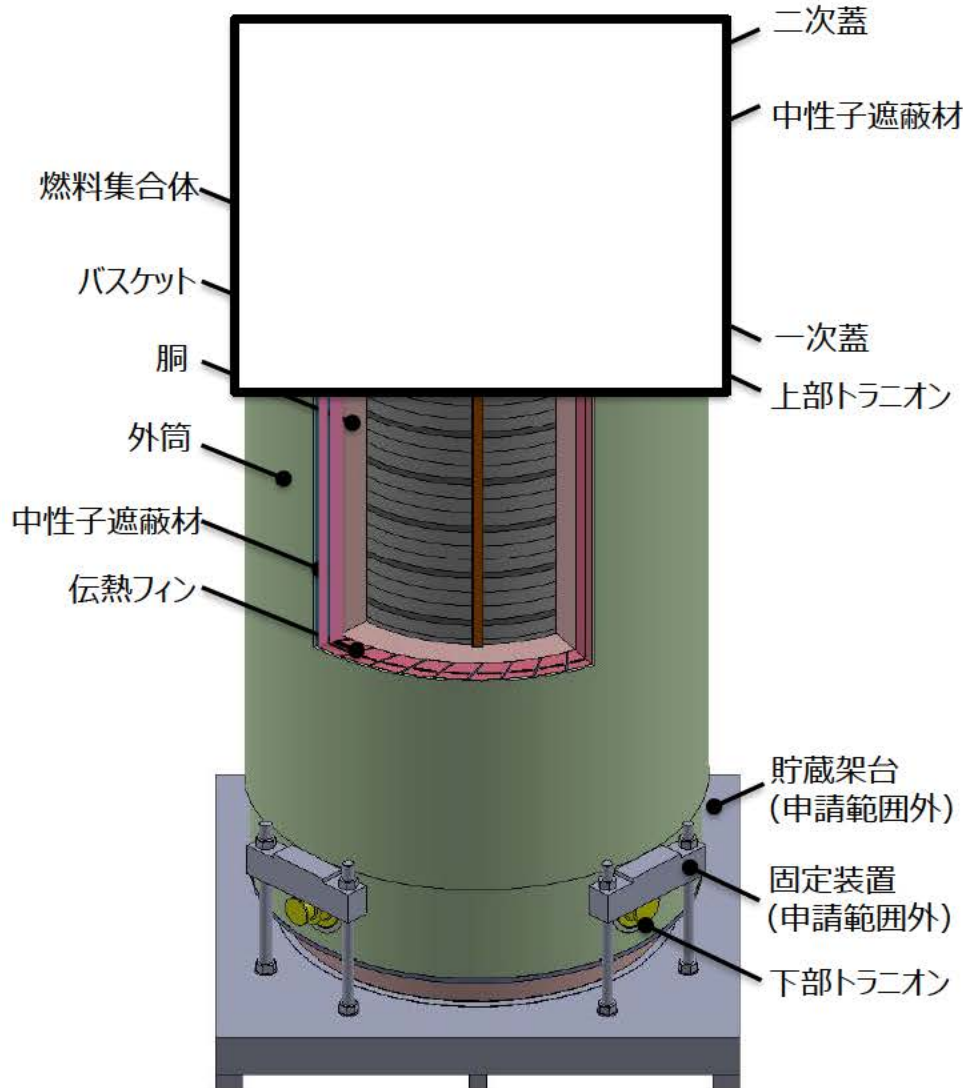
5. 今後の説明スケジュール

- 審査での説明スケジュールを以下に示す。

条項	2021年度		2022年度	
	9月～12月	1月～3月	4月～6月	7月～9月
全般	▼9/16申請			▽補正
型式証明申請の概要	 ▼11/11 審査会合			
バスケット用材料 アルミニウム合金の説明				
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	 2/8 審査会合▼	 ▼3/29 審査会合		

参考 1. Hitz-P24型の概要（構造・収納条件等）

● Hitz-P24型の概要



Hitz-P24型構造図

項目	範囲又は条件
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	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法	下部トランニオン固定
全質量	119t以下 （使用済燃料集合体を含む）
寸法	全長：約5.0m 外径：約2.7m
収納体数	24体

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）とバスケットを除き、類似の設計である。

Hitz-P24型に特有の構造（バスケット以外）は以下のとおりである。

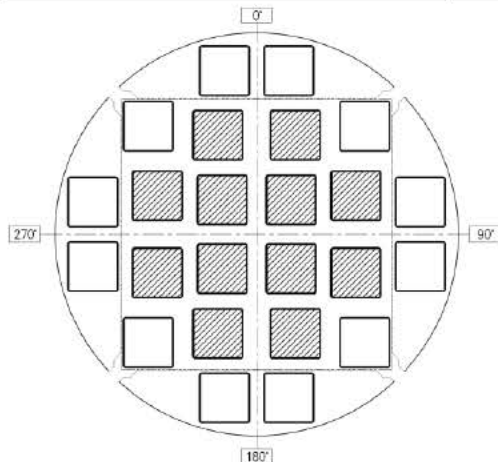
- ・トランニオンが である
- ・側部レジンの径方向に膨張代を設けている

 内は商業機密のため、非公開とします。

参考 1. Hitz-P24型の概要（構造・収納条件等）

● Hitz-P24型の収納物の仕様（収納条件）

使用済燃料集合体の種類と型式（注1）			中央部		外周部	
			17×17燃料（PWR使用済燃料）			
			A型	B型	A型	B型
燃料集合体	1体当たり	初期濃縮度（wt%以下）	[Redacted]			
		最高燃焼度（MWd/t以下）	48,000		44,000	
		冷却期間（年以上）	15	17	15	17
	特定兼用キャスク 1基当たり	平均燃焼度（MWd/t以下）	44,000			
		最大崩壊熱量（kW以下）	15.9			
バーナブルポイズン集合体 1体当たり	照射期間（日以下）	[Redacted]				
	冷却期間（年以上）（注2）					



（注1） A型燃料とB型燃料は区別なく混載することが可能。

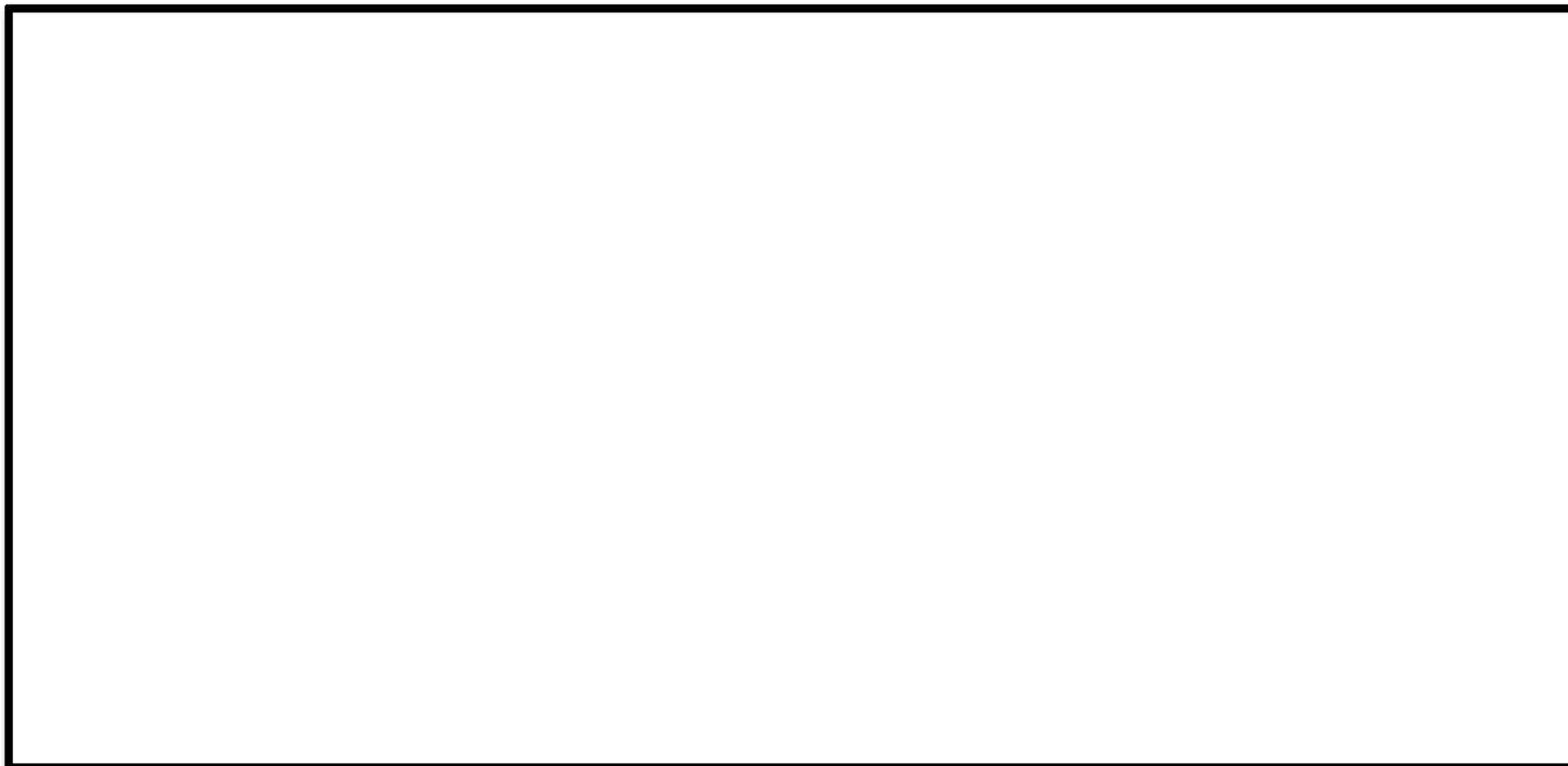
（注2） [Redacted]

- ： 中央部（12体） 最高燃焼度以下の使用済燃料集合体 [Redacted] の収納範囲
- ： 外周部（12体） 平均燃焼度以下の使用済燃料集合体の収納範囲

[Redacted] 内は商業機密のため、非公開とします。

- 本体の構造

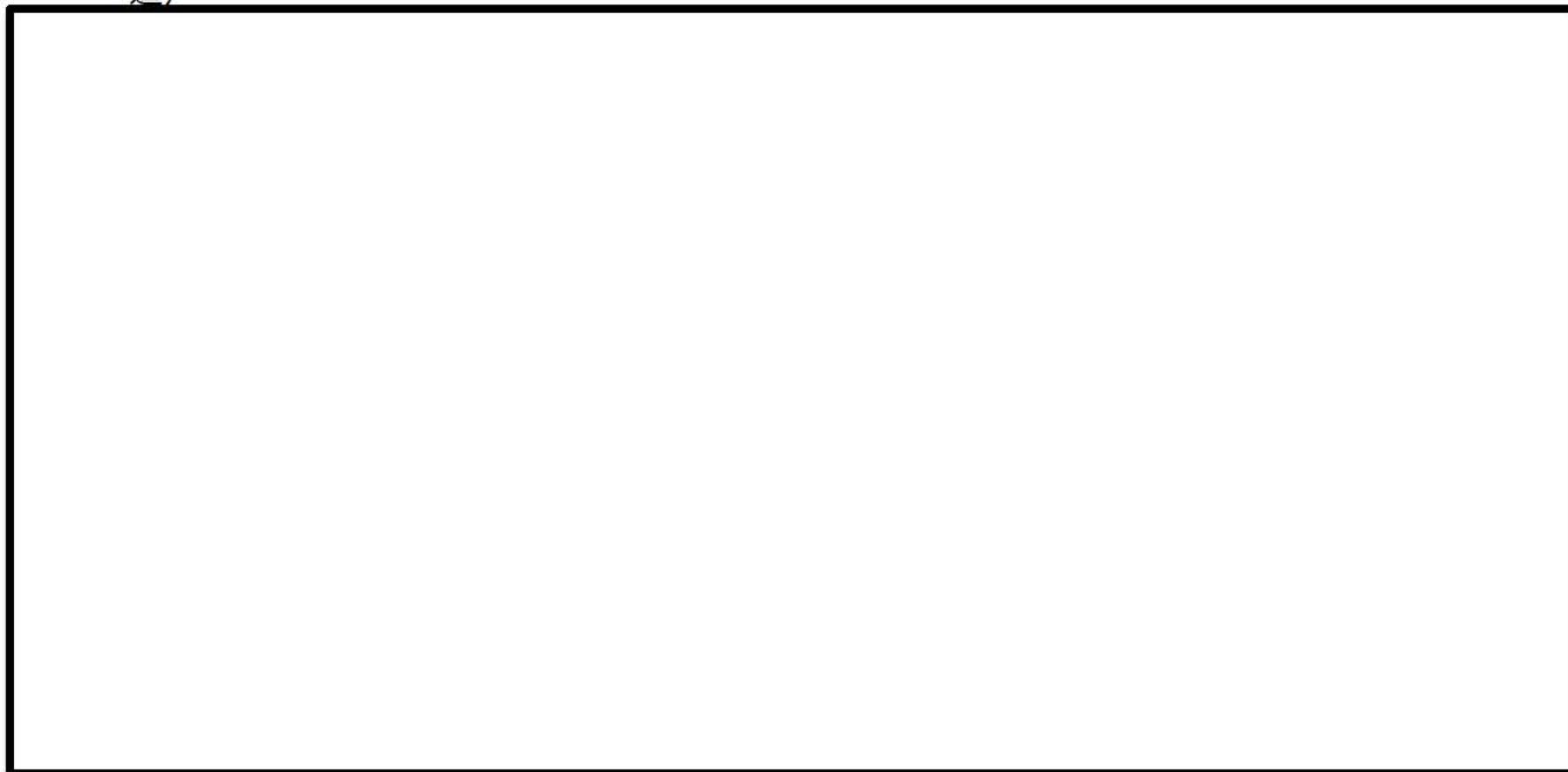
- キャスク本体の主要部は、胴（■）、底板（■）、中性子遮蔽材（■）及び外筒（■）等で構成されている。（Hitz-B52型と同様の構造）
- 胴及び底板は低合金鋼製であり、密封容器として設計されている。また、胴と外筒の間及び底板には主要な中性子遮蔽材として樹脂（レジン）が充填されており、また、胴及び底板の低合金鋼は、主要なガンマ線遮蔽材となっている。（Hitz-B52型と同様の構造）



本体縦断面図

内は商業機密のため、非公開とします。

- 本体の構造（つづき）
 - 胴と外筒の間には、伝熱フィン（■）が設けられている。（Hitz-B52型と同様の構造）
 - キャスク本体の取り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（■）が取り付けられている。（）であり、Hitz-B52型と異なる）
 - 側部中性子遮蔽材には、径方向に膨張代としてスペーサ（■）を設けている。（Hitz-B52型と異なる構造）

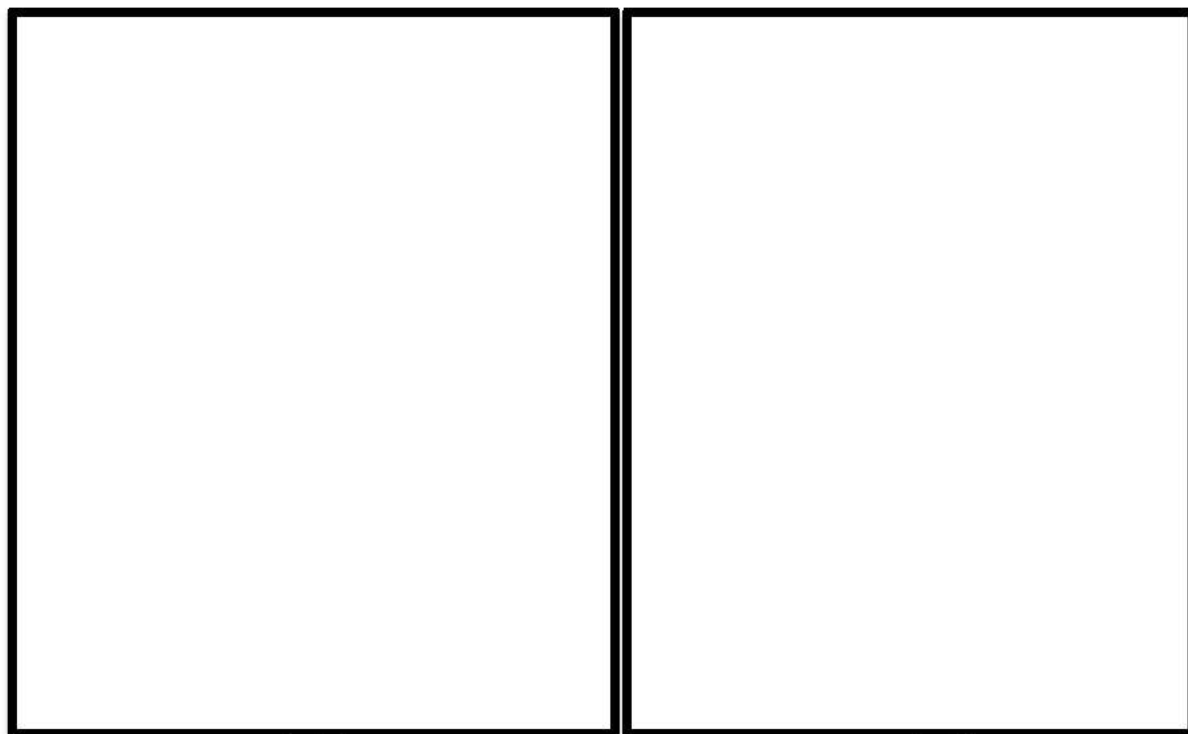


本体横断面図

内は商業機密のため、非公開とします。

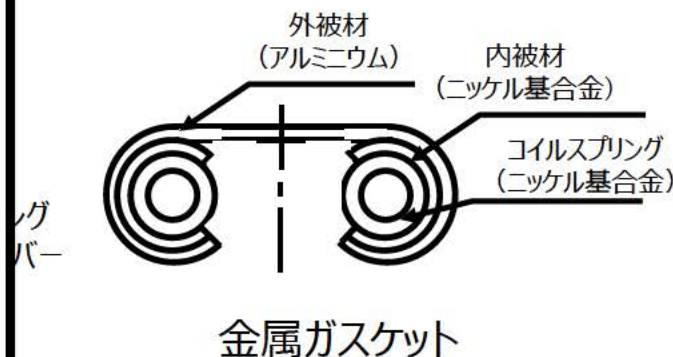
● 蓋部の構造（Hitz-B52型と同様の構造）

- 蓋部は、一次蓋（■）及び二次蓋（■）で構成されており、低合金鋼製の円板状で、ボルトでキャスク本体上面に取り付けられ、主要なガンマ線遮蔽材となっている。
- 一次蓋は、胴及び底板と共に閉じ込め境界を形成している。一次蓋には主要な中性子遮蔽材（■）として樹脂（レジン）が充填されている。
- 二次蓋には、蓋間にヘリウムを充填するため及び蓋間の圧力を測定するための貫通孔が設けられており、モニタリングポートバルブが設置されている。貯蔵時には、その外側にモニタリングポートカバーが取り付けられる。
- 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。



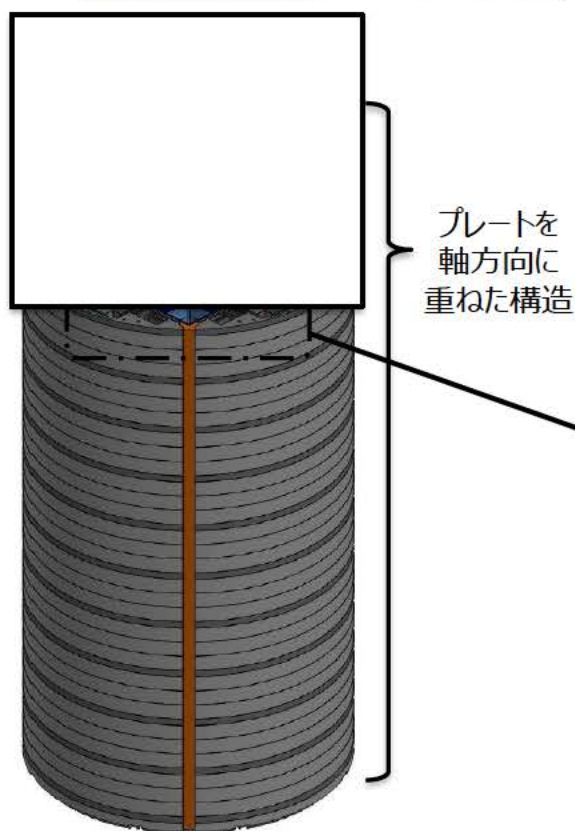
一次蓋

二次蓋

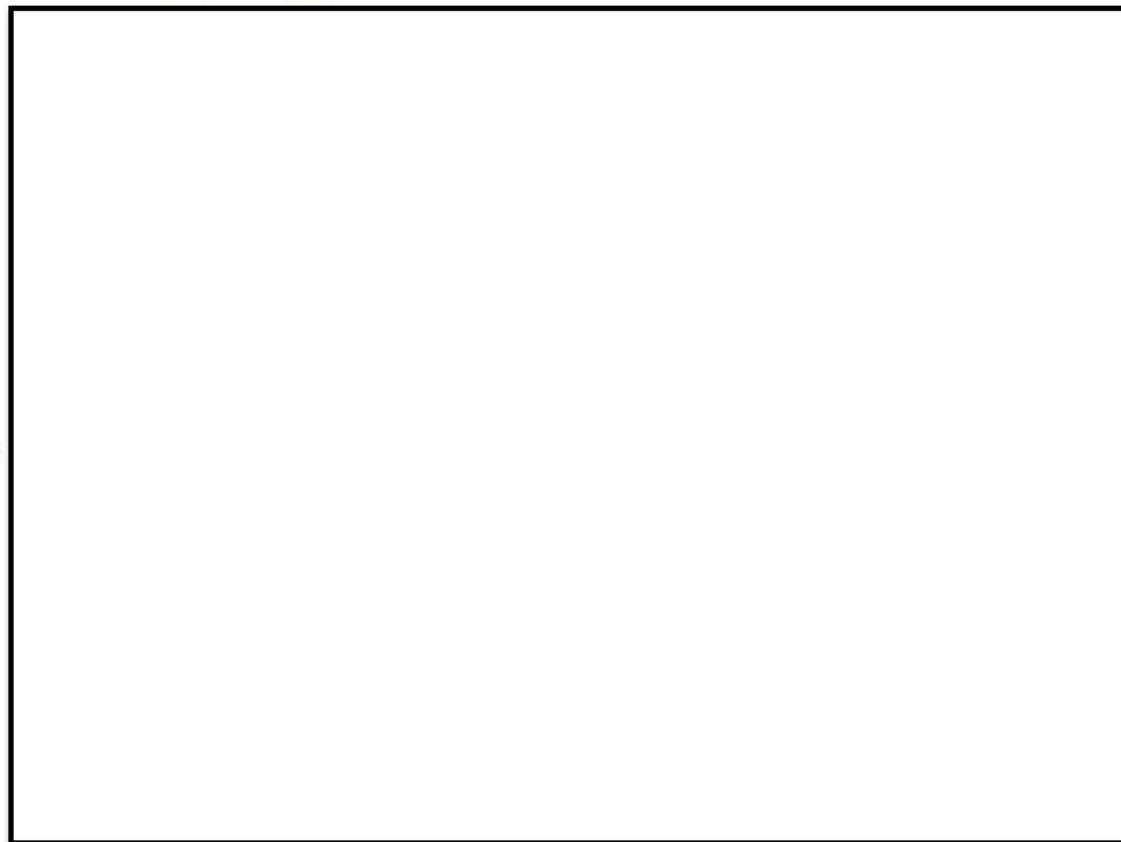


内は商業機密のため、非公開とします。

- バスケットの構造（全体の構造について）
 - 個々の使用済燃料集合体が、バスケットの所定の格子内に収納される。
 - バスケットは**内側部（■及び■）と外側部（■及び■）に分割（詳細はP.44参照）**されており、それぞれアルミニウム合金製の**プレート**を軸方向に重ねた構造（詳細はP.43参照）であり、タイロッド（■）で軸方向に連結されており、径方向はリーマピン（■）で位置決めされている。
 - ほう素を添加したアルミニウム合金等の**中性子吸収材（■及び■）をプレートに設けたスリットに配置（詳細はP.45参照）**することにより、臨界に達することを防止する設計とする。




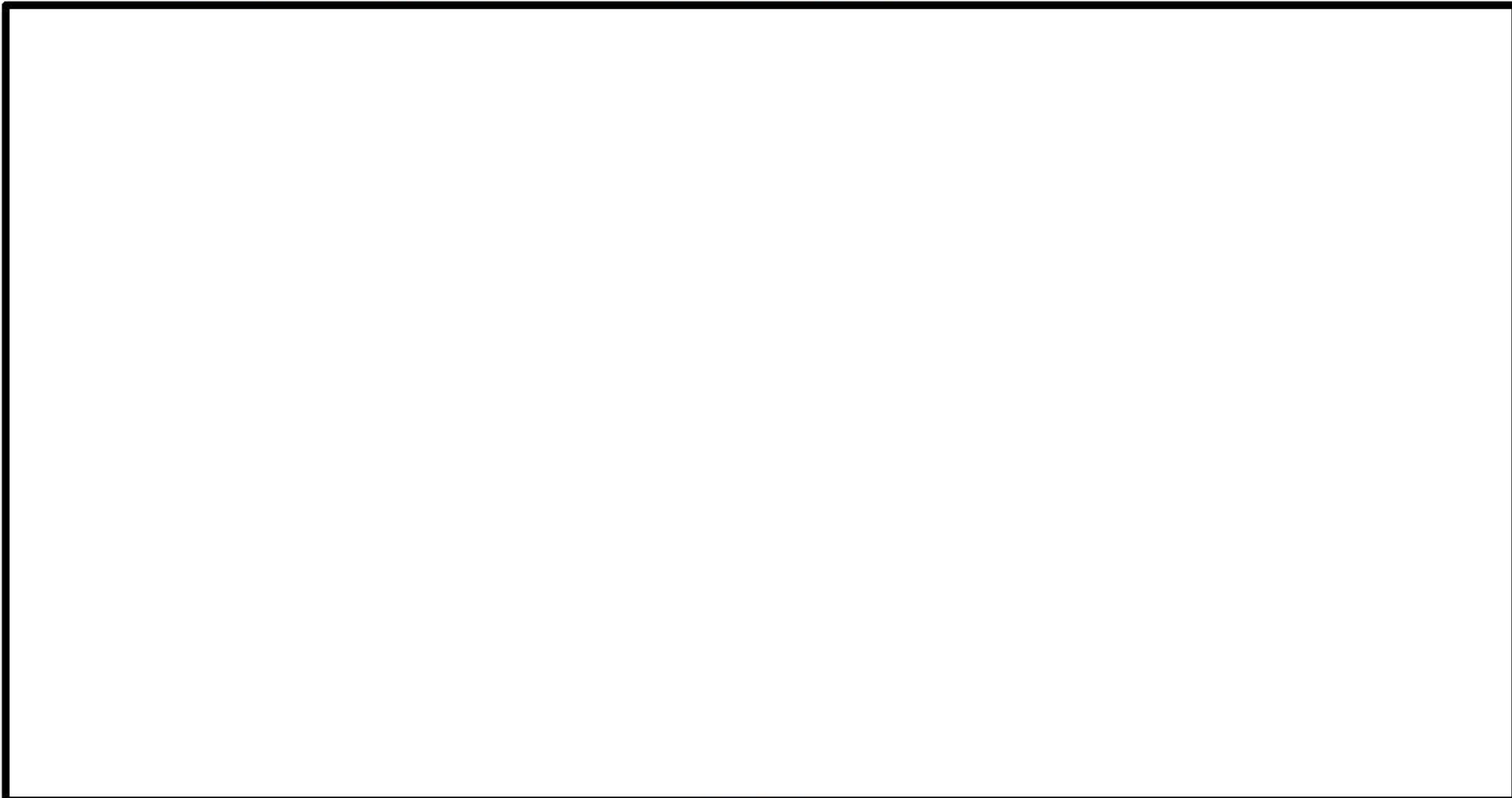
バスケット構造図



バスケット詳細図

- バスケットの構造（プレートを軸方向に重ねた構造）

-  を軸方向に重ねた構造であり、軸方向に重ねたプレートは、タイロッド（■）で軸方向に連結されており、径方向はリーマピン（■）で位置決めされている。（Hitz-P24型に特有の構造）



バスケット

 内は商業機密のため、非公開とします。

参考 1. Hitz-P24型の概要（構造・収納条件等）

- バスケットの構造（内側部（■及び■）と外側部（■及び■）に分割された構造）
 - 外側部（■及び■）は、固定金具（■）によりキャスク本体内部面に固定されており、固定された4つの外側部により囲まれた空間に内側部（■及び■）が挿入される。（Hitz-P24型に特有の構造）



バスケット

□内は商業機密のため、非公開とします。

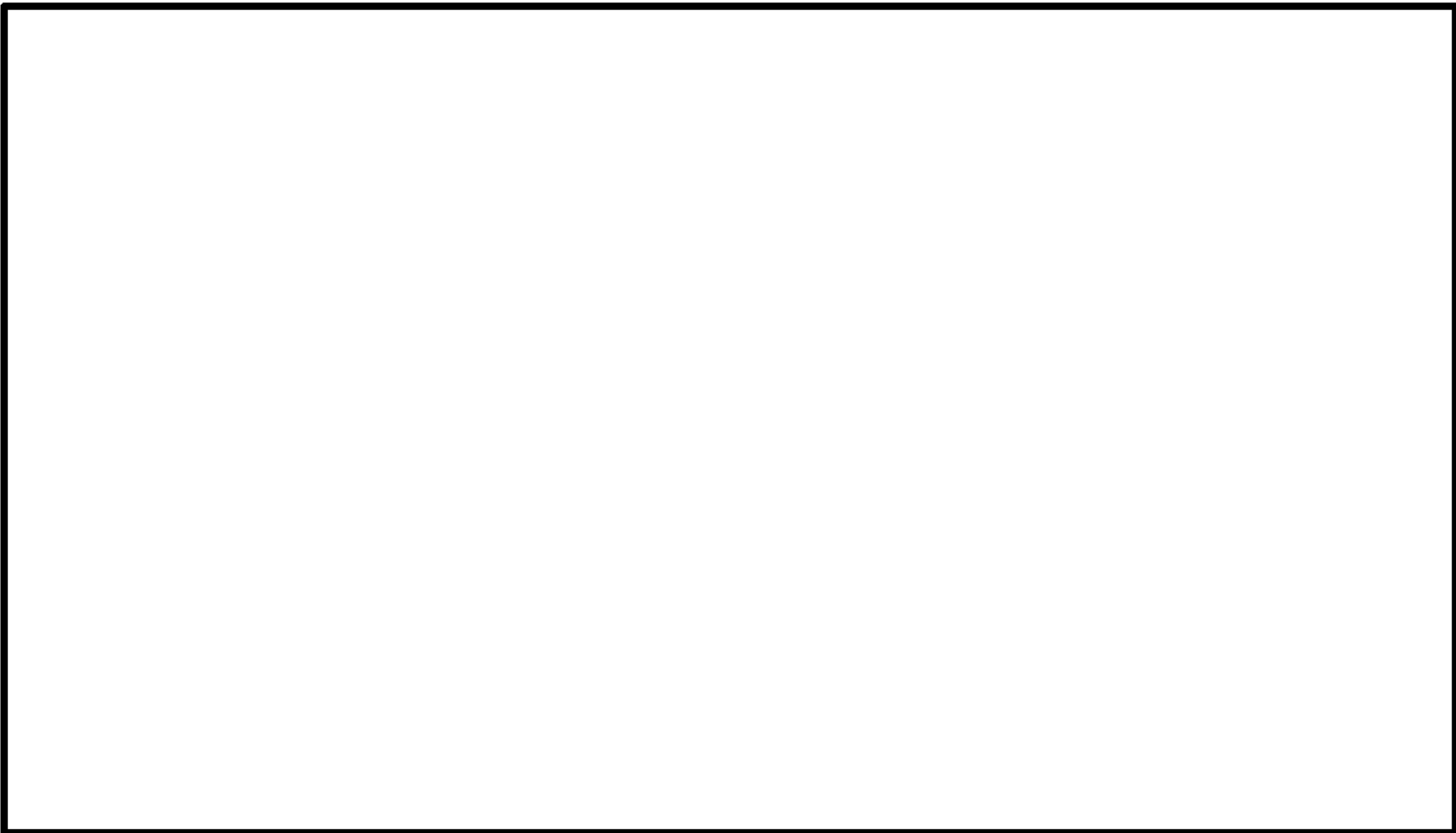
参考 1. Hitz-P24型の概要（構造・収納条件等）

- バスケットの構造（中性子吸収材（■及び■）をプレートに設けたスリットに配置）
 - プレートには [] があり、それぞれのプレートは、中性子を効率的に減速させることで中性子吸収材による中性子の吸収を促進させる役割 [] と、水ギャップ（■）内における中性子吸収材の位置を制限する役割 [] を持つ。（Hitz-P24型に特有の構造）
 - 最上部及び最底部のプレートにはスリットは設けられておらず、中性子吸収材の軸方向位置を制限する役割を持つ。（Hitz-P24型に特有の構造）

バスケット

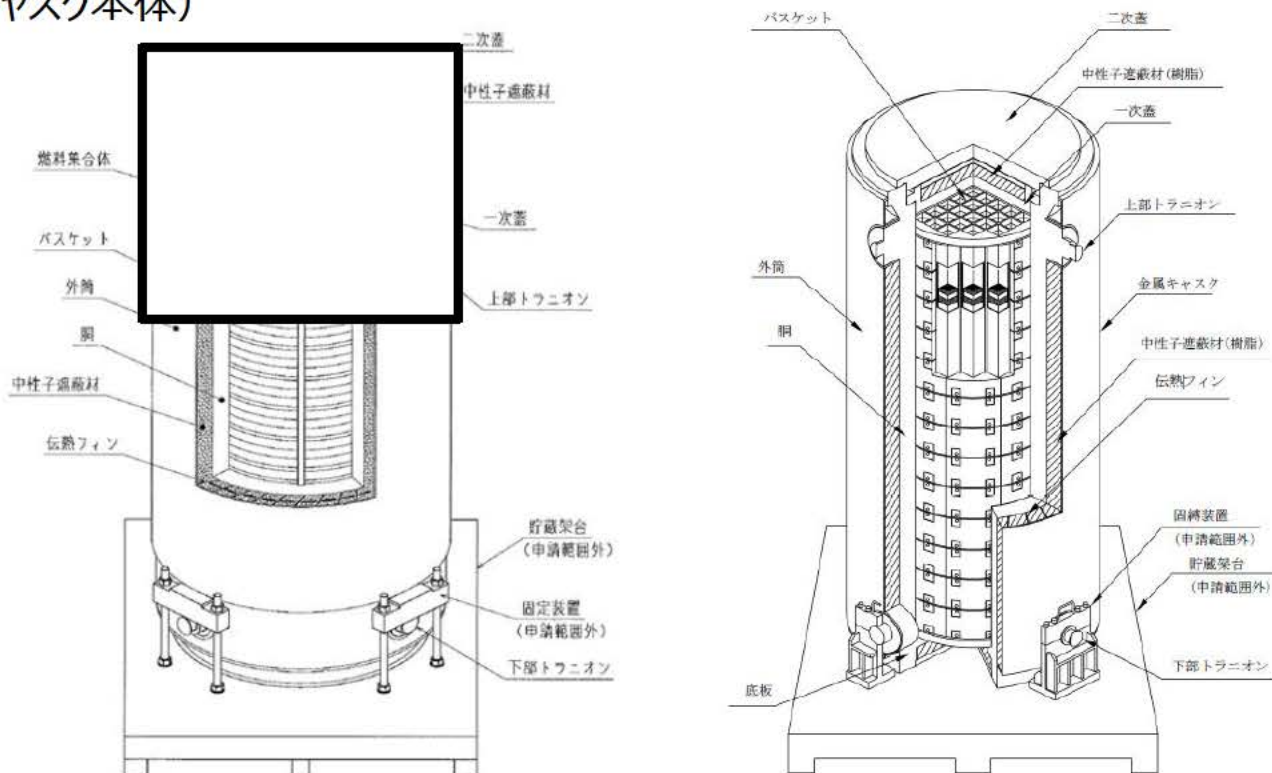
[] 内は商業機密のため、非公開とします。

- バスケットの構造（注水、排水時の水の流れ）
 - 頭部側及び底部側のバスケットプレートに径方向に水が流れる溝が設けてあり、注水、排水時にバスケット（格子、水ギャップ）内で水位差が生じず、また、適切に真空乾燥できる構造となっている。（下図は排水時の例）



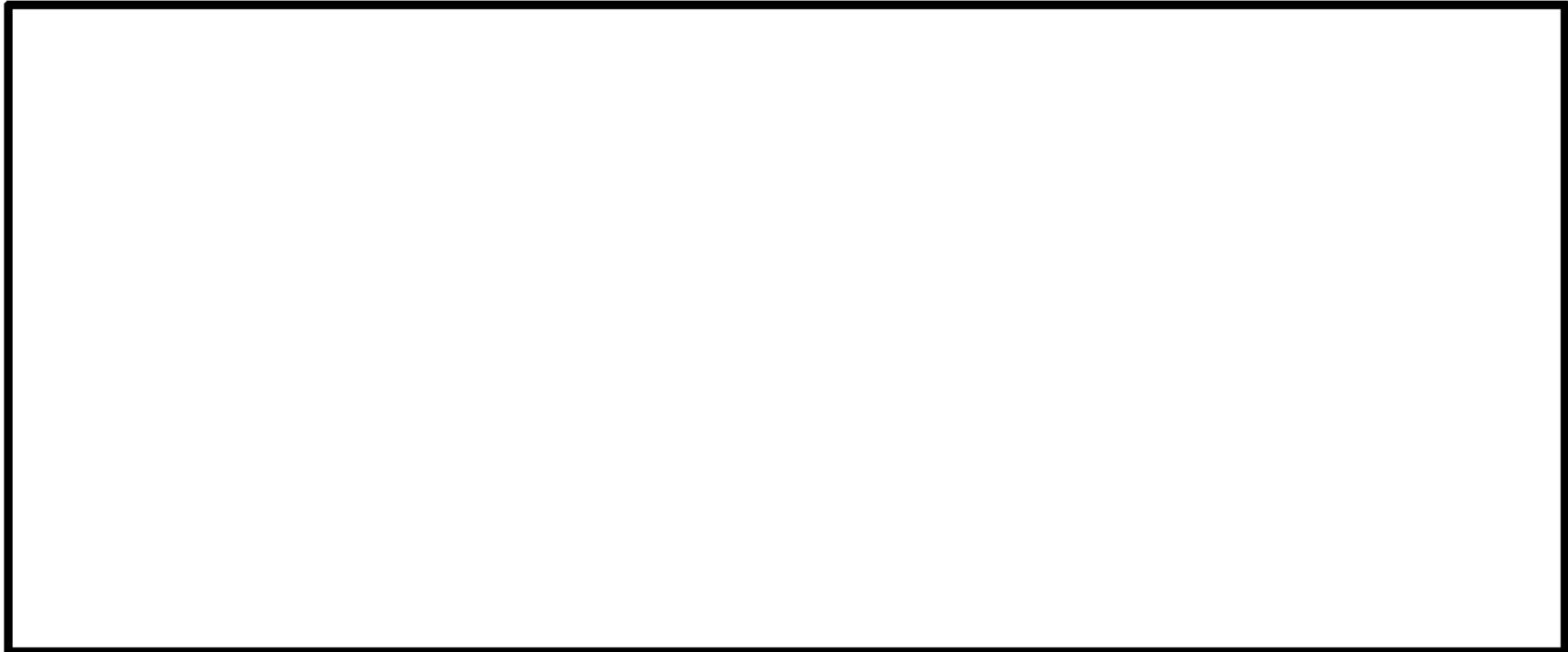
参考 2. 承認を受けたキャスクとの違い (Hitz-B52型・MSF-24P(S)型)

● 構造の比較 (キャスク本体)



項目	Hitz-P24型	Hitz-B52型
胴/底板	・低合金鋼 (レジンカバーはステンレス鋼)	・炭素鋼
外筒	・炭素鋼	・炭素鋼
一次蓋/二次蓋	・低合金鋼	・鍛造ステンレス鋼 (一次蓋)、炭素鋼 (二次蓋)
外筒	・炭素鋼	・炭素鋼
伝熱フィン	・銅	・銅
バスケット	・炭素鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金 (除熱用)、 ほう素添加アルミニウム合金 (中性子吸収材)	・アルミニウム合金、 ほう素添加アルミニウム合金 (中性子吸収材)

- 構造の比較 (バスケット)



項目	Hitz-P24型	Hitz-B52型
構造	<p> プレート (アルミ合金製) を軸方向に連結 ・内側部と外側部に分割され、外側部は本体へ固定 ・中性子吸収材 (B-Al, B-SUS) はプレートに設けたスリットに挿入 ・水ギャップを設置 (PWR用では一般的な構造) </p>	<p> ・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-Al) 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 ・水ギャップなし (BWR用では一般的な構造) </p>

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-P24型	Hitz-B52型	MSF-24P(S)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	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 ・ウラン濃縮度を保守的に設定 ・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: PWRU50)	ORIGEN2 (ORIGEN2-82) (ライブラリBWRU)	ORIGEN2 (ORIGEN2.2UPJ) (ライブラリ: PWRU50, PWRU)	解析コード(ORIGEN2)は3型式とも同じ。コードのバージョン及びライブラリはMSF-24P(S)型と同じ。
特定兼用キャスクの遮蔽機能評価	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※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※で補正 ・使用済燃料の軸方向の位置は縦置き時を考慮	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※で補正 ・使用済燃料の軸方向の移動を保守的に考慮	考え方は同じ

※：密度係数 = 公差を考慮した最小厚さ / 公称厚さ

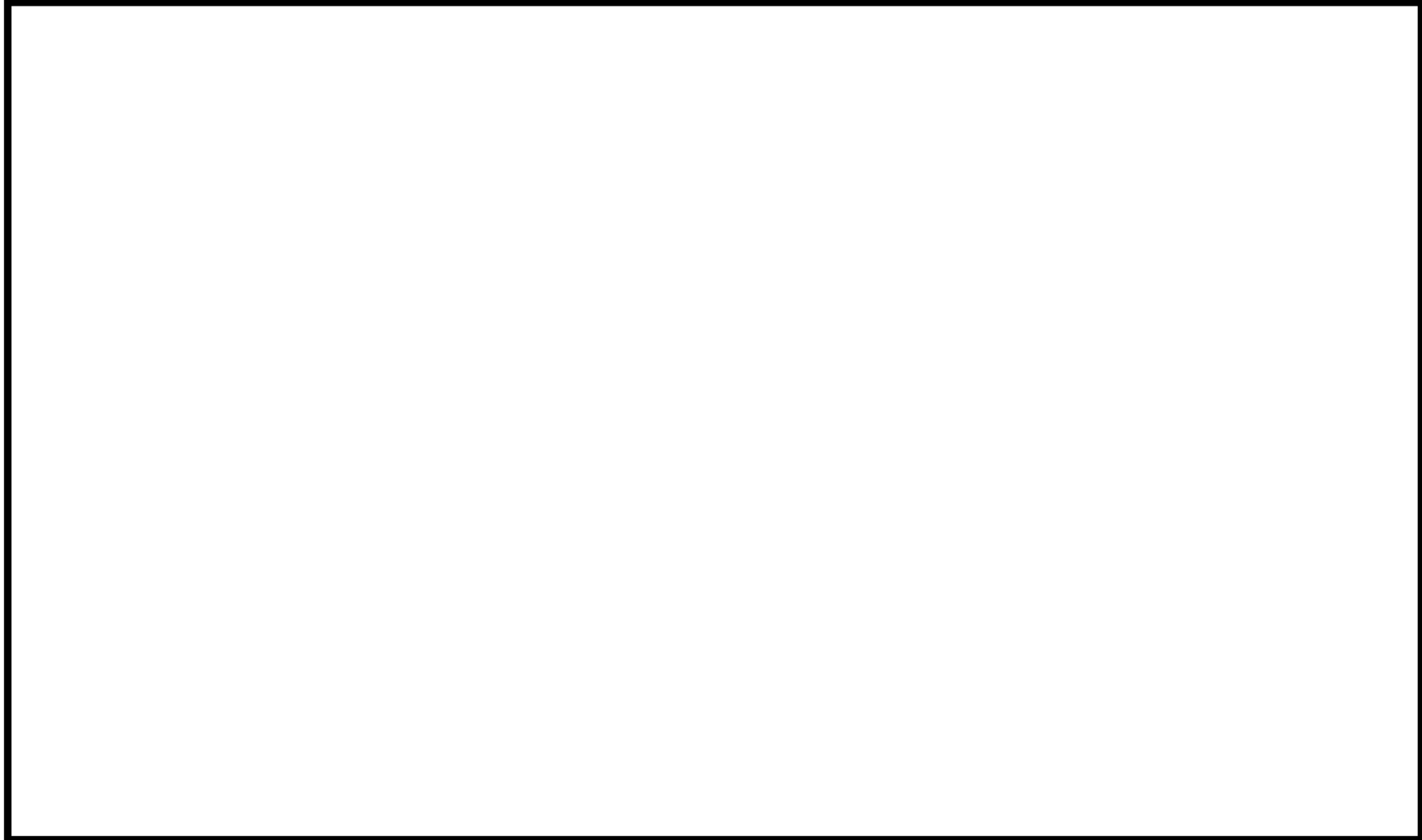
参考2. 承認を受けたキャスクとの違い（遮蔽機能）

● 遮蔽設計の方針の比較

確認内容		遮蔽設計の方針			差異
		Hitz-P24型	Hitz-B52型	MSF-24P(S)型	
特定兼用 キャスクの 遮蔽機能評価	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	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
	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	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	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：MATXSLIB-J33	DOT3.5コード ライブラリ： DLC-23/CASK	DOT3.5コード※ ライブラリ：MATXSLIB-J33	解析コード(DOT3.5)は3型式とも同じ。 ライブラリはMSF-24P(S)型と同じ。

※：MSF-24P(S)型はMCNP5コードによる評価も実施しているが、本表ではHitz-P24型と同じDOT3.5コードでの評価内容のみを比較

- 遮蔽設計方針の比較
遮蔽解析モデルの比較例



Hitz-P24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

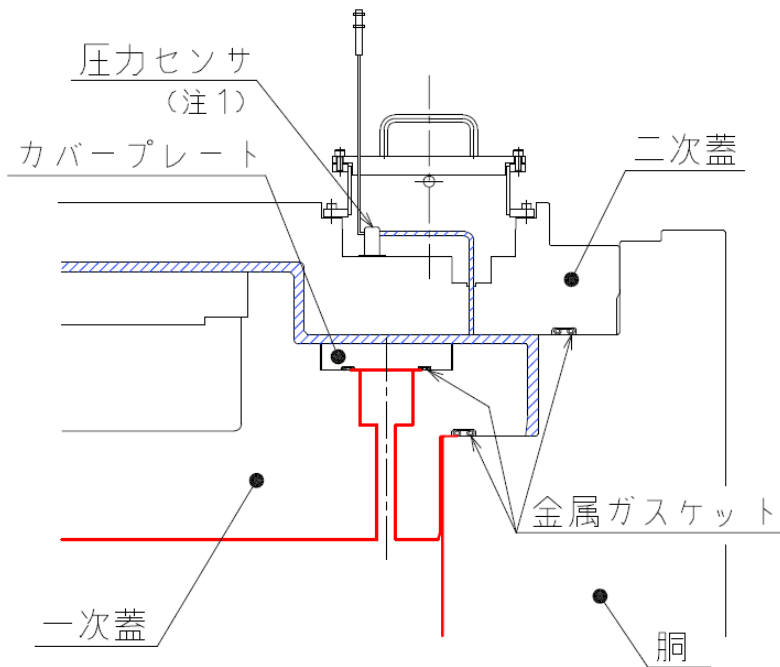
確認内容		閉じ込め設計の方針			差異
		Hitz-P24型	Hitz-B52型	MSF-24P(S)型	
閉じ込め構造及び監視	金属ガスケット等のシーリングを採用するとともに、蓋部を一次蓋と二次蓋の二重とし、蓋間圧力を監視することにより、蓋部が有する閉じ込め機能を監視できること。	一次蓋と二次蓋の二重構造とし、蓋及び蓋貫通孔のシーリング部には金属ガスケットを使用する。また、蓋間空間の圧力を測定することで閉じ込め機能を監視できる構造とする。	一次蓋と二次蓋の二重構造とし、蓋及び蓋貫通孔のシーリング部には金属ガスケットを使用する。また、蓋間空間の圧力を測定することで閉じ込め機能を監視できる構造とする。	一次蓋と二次蓋の二重構造とし、蓋及び蓋貫通孔のシーリング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。	使用済燃料を収納する空間を設計貯蔵期間を通じて負圧に維持する。	使用済燃料を収納する空間を設計貯蔵期間を通じて負圧に維持する。	使用済燃料を収納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リング部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。	考え方は同じ

● 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-P24型	Hitz-B52型	MSF-24P(S)型	
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

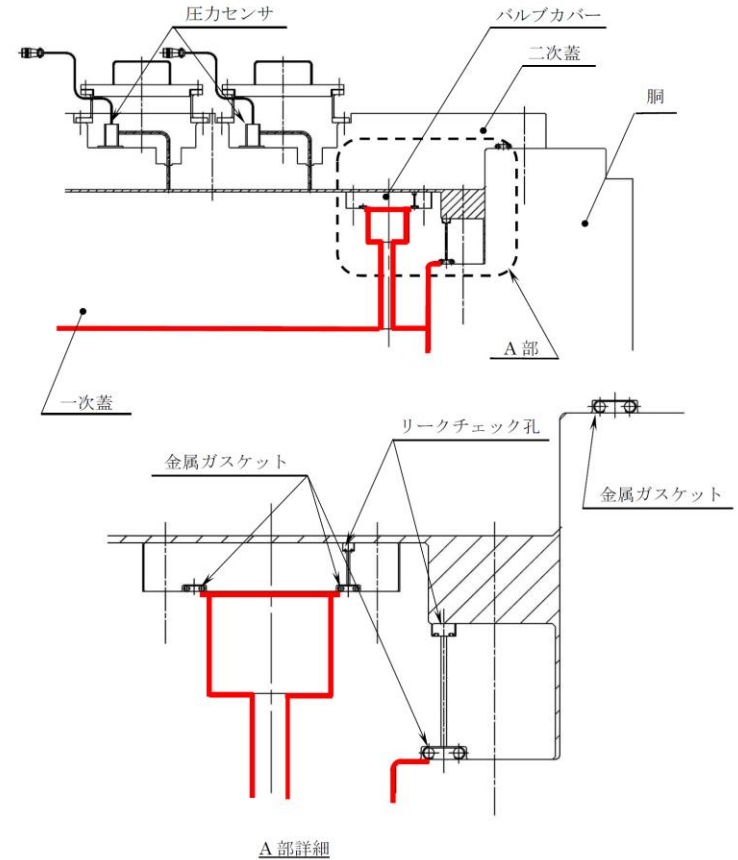
- 閉じ込め設計の方針の比較

閉じ込め機能の監視構造の比較



(注 1) 圧力センサの取付位置は限定しない。

Hitz-P24型



— : 閉じ込め境界 (負圧)
 // : 閉じ込め監視圧力境界 (正圧)

Hitz-B52型

参考 2. 承認を受けたキャスクとの違い（長期健全性）

● 長期健全性維持の方針の比較

確認内容	長期健全性維持の方針			差異
	Hitz-P24型	Hitz-B52型	MSF-24P(S)型	
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	・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	・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	考え方は同じ
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	・中性子遮蔽材の質量減損を考慮	・中性子遮蔽材の質量減損を考慮	考え方は同じ
	・温度影響を考慮してバスケット（アルミニウム合金材）の設計基準値を設定（バスケット（アルミニウム合金材）については、今後の審査で詳細を説明予定）	・構造強度部材としてアルミニウム合金を使用していないため、アルミニウム合金について強度の設計基準値はない。	・温度影響を考慮してバスケット（アルミニウム合金材）の設計基準値を設定	考え方は同じ
防食措置等	・大気に触れる部分は塗装等の防錆措置により腐食を防止	・大気に触れる部分は塗装等の防錆措置により腐食を防止	・大気に触れる部分は塗装等の防錆措置により腐食を防止	考え方は同じ
使用済燃料の経年変化の低減又は防止	・不活性ガスであるヘリウムとともに封入することで、使用済燃料の腐食等を防止 ・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	・不活性ガスであるヘリウムとともに封入することで、使用済燃料の腐食等を防止 ・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	・不活性ガスであるヘリウムとともに封入することで、使用済燃料の腐食等を防止 ・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	考え方は同じ



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/>