

# 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)

2022.1.31  
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. 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. Hitz-B52型との構造の違い**

# 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）（臨界防止機能）

- ◆ 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（第十六条第2項第一号八）（臨界防止機能）
- 設置許可基準規則の要求事項

設置許可基準規則<sup>(注1)</sup>の要求事項に対するHitz-P24型の臨界防止設計の方針を下表に示す。

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 <sup>(注1)</sup> 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。	中性子実効増倍率が0.95以下となるように設計する。	Hitz-B52型（M-DPC20002 <sup>(注3)</sup> ）及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271 <sup>(注4)</sup> ）と同様。
貯蔵事業許可基準規則解釈 <sup>(注2)</sup> 第3条	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臨界を防止する設計であること。	Hitz-P24型の貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態、及びHitz-P24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も臨界を防止する設計とする。	Hitz-B52型（M-DPC20002 <sup>(注3)</sup> ）及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271 <sup>(注4)</sup> ） なお、Hitz-P24型の取扱フロー例を踏まえた臨界防止機能の成立性確認を実施。 ⇒P.14～15
	設計貯蔵期間を通じてバスケットの構造健全性が保たれる設計であること。	バスケットプレートは、設計貯蔵期間中の経年変化に対して十分な信頼性を有する材料及び構造とすることで、構造健全性を維持できる設計とする。	詳細は長期健全性の資料で別途説明。
	キャスク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臨界を防止する対策が講じられていること。	Hitz-P24型が無限に配列した体系（完全反射）とすることでHitz-P24型相互の中性子干渉を考慮。	Hitz-B52型（M-DPC20002 <sup>(注3)</sup> ）及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271 <sup>(注4)</sup> ）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）（臨界防止機能）

### ● 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	
貯蔵事業 許可基準 規則解釈 (注2)第3 条	未臨界性に有意な影響を与える因子が考慮されていること。	以下の項目について、中性子実効増倍率が最も大きくなる条件を適用。なお、Hitz-P24型は床等に固定するため、滑動等は生じず、配置の変化はない。	Hitz-B52型（M-DPC20002(注3)）と同様、滑動等が生じない設計。 Hitz-P24型の設計に特有の中性子吸収材及びバスケット内側部の配置、寸法設定について影響評価を実施。 ⇒P.12 上記以外の基本的な考え方はHitz-B52型（M-DPC20002(注3)）及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271(注4)）と同様。	
	①配置・形状 ・キャスクの配置、バスケットの形状、バスケット格子内の燃料集合体の配置等 ・滑動等によるキャスクの配置の変化に伴う中性子実効増倍率の増加 ・事故時にバスケット及び使用済燃料集合体の変形(破損)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Hitz-P24型が無限に配列した体系（完全反射）</li> <li>・ 水ギャップ(*)、バスケット格子内のり等の寸法公差</li> <li>・ バスケット格子内の使用済燃料の配置、中性子吸収材及びバスケット内側部の配置</li> </ul> (*) バスケットプレートに設けられた、冠水時に水で満たされるスペース	設計上考慮すべき自然現象（地震、津波及び竜巻）に対しては、バスケットに塑性変形は生じない。なお、Hitz-P24型は特定兼用キャスクであるため、輸送時のバスケットの塑性変形を保守的に考慮したバスケット格子の変形量を設定する。	Hitz-P24型は塑性変形を許容する設計としている。 ⇒P.13
	②中性子吸収材の効果 a) 製造公差(濃度、非均質性、寸法等) b) 中性子吸収に伴う原子個数密度の減少	以下の項目について、中性子実効増倍率が最も大きくなる条件を適用。なお、ほう素の均質性は製造管理により担保。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 中性子吸収材の濃度（ほう素添加量）</li> <li>・ 中性子吸収材の寸法公差</li> </ul> 設計貯蔵期間経過後の中性子吸収材に含まれるほう素の減損割合は、保守的に評価しても $10^{-5}$ 程度であるため無視。	Hitz-B52型（M-DPC20002(注3)）及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271(注4)）と同様。 なお、ほう素の減損割合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）（臨界防止機能）

### ● 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
貯蔵事業許可基準規則解釈（注2）第3条	③減速材(水)の影響	冠水状態（水密度1.0g/cm <sup>3</sup> ）を考慮。	Hitz-B52型（M-DPC20002（注3））及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271（注4））と同様。
	④燃焼度クレジット	採用しない。	MSF-24P(S)型（C-SE-2110271（注4））と同様に新燃料（燃焼度0GWd/t）として評価。
	使用済燃料をキャスクに収納するにあたっては、臨界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。	型式証明申請の範囲外とする。	—
設置許可基準規則解釈別記4第16条第5項（注5）	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計貯蔵期間を明確にしていること。</li> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計貯蔵期間は60年とする。</li> <li>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。</li> </ul>	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）（臨界防止機能）

### ● Hitz-P24型の臨界防止機能における評価条件

項目	Hitz-P24型の評価条件	Hitz-B52型あるいはMSF-P24(S)型との考え方の差異	備考
燃料仕様	17×17燃料（A型）で評価	—	
	ウラン濃縮度は上限値	—	
	バーナブルポイズン集合体は無視	—	
解析モデル	Hitz-P24型及び燃料集合体の実形状を3次元でモデル化	—	
	公差等を考慮した寸法設定	—	影響評価を実施した上でモデル寸法に考慮
	格子内の燃料集合体の移動を考慮	—	影響評価を実施した上でモデル設定に考慮
	中性子吸収材の移動を考慮	○ (P.12にて説明)	
	バスケット内側部の移動を考慮	○ (P.12にて説明)	
	側部、蓋部及び底部の中性子遮蔽材を真空に置換	—	
	一次蓋及び二次蓋を考慮	—	
解析コード及びライブラリ	SCALE 6.2.1（KENO-V.a）	—	ベンチマーク解析で検証を実施（P.11にて説明）
	ENDF/B-VIIに基づく252群ライブラリ	—	

—：Hitz-B52型あるいはMSF-P24(S)型と同様の考え方    ○：Hitz-P24型に特有の項目

## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（臨界防止機能）

### ● 解析コード及びライブラリの検証

#### 審査ガイド(注1)の確認事項

「検証され適用性が確認された臨界解析コード及びデータライブラリを使用すること。」

- 臨界解析には、米国のオークリッジ国立研究所（ORNL）で開発されたSCALEコードシステムを用い、中性子実効増倍率の計算には同コードシステムに含まれるKENO-V.aコードを使用。
- 断面積ライブラリはSCALEコードシステムに付属の252群ライブラリを使用。
- SCALEコードシステムは、検証例や使用実績(注2)のあるものとして学会標準に記載あり。（AESJ-SC-F002:2010 附属書K）
- Hitz-B52型及びMSF-24P(S)型との臨界防止機能の評価で使用する解析コードの比較を下表に示す。なお、KENO-V.aコードとKENO-VIコードが同等であることは、文献(注3)により確認されている。

項目	Hitz-P24型	Hitz-B52型	MSF-24P(S)型
SCALEコードシステム	SCALE6.2.1	SCALE4.4a	SCALE6.2.1
臨界計算	KENO-V.a	KENO-V.a	KENO-VI
共鳴計算	BONAMI CENTRM PMC	BONAMI NITAWL- II	BONAMI CENTRM PMC
均質化群定数計算	—	XSDRNPM	—
断面積ライブラリ	252群 (ENDF/B-VIIベース)	238群	252群 (ENDF/B-VIIベース)

以上より、本コードは技術的な特殊性、新規性はなく、また許認可で使用実績のあるコード、ライブラリである。

(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) 日立造船(株)、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（M-DPC20002）、他多数

(注3) P. B. Fox and L. M. Petrie, "Validation and Comparison of KENO-V.a and KENO-VI", Oak Ridge National Laboratory, ORNL/TM-2001/110, (2002)

## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（臨界防止機能）

- 解析コード及びライブラリの検証
  - 解析コード及びライブラリについては、今回の評価で使用するバージョンを用いて、Hitz-P24型の評価条件に類似（下図参照）する複数の臨界実験ベンチマーク解析を実施し、その妥当性を確認している。
  - 臨界実験ベンチマークは以下のような条件（類似点）を踏まえて選定：
    - 複数の燃料棒を配列した集合体を、複数配置した体系
    - 集合体間に中性子吸収材が配置された体系
    - 乾燥体系あるいは冠水体系 など



（注1）「International Handbook of Evaluated Criticality Safety Benchmark Experiments」

## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（臨界防止機能）

- Hitz-P24型の設計に特有の評価条件

中性子吸収材がバスケットに固定されていない及びバスケットの内側部が移動する設計であることを踏まえ、以下の影響を確認し、保守的な条件を解析モデルに考慮。

- スリット内における中性子吸収材の移動 → 下図(左)の配置でモデル化
- バスケットの内側部の移動 → 中央配置でモデル化

点線はバスケット内側部

中性子吸収材の移動  
(概略図)

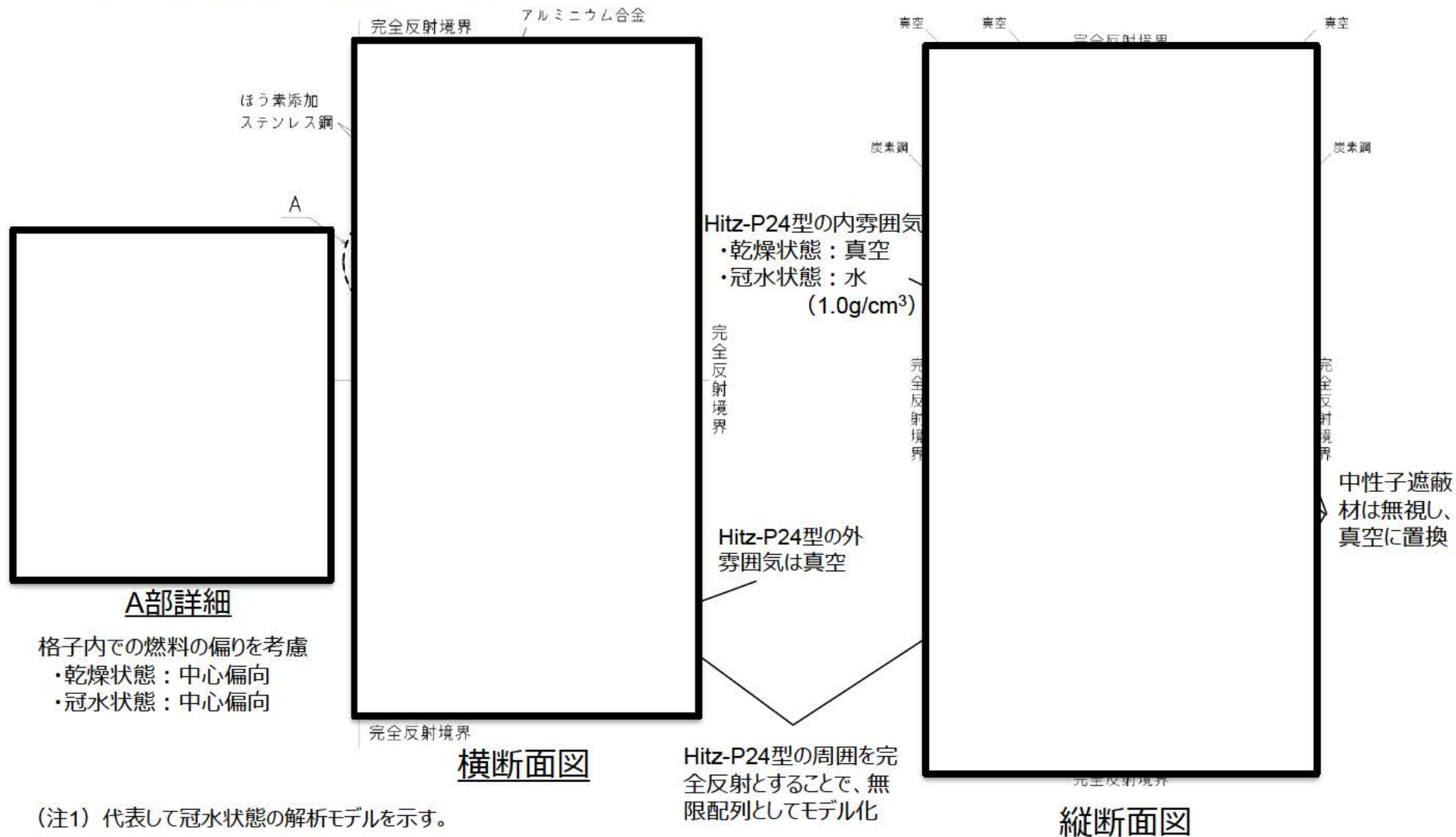
バスケットの内側部の移動  
(概略図)

## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（臨界防止機能）

### ● 臨界防止機能の安全評価における解析モデル

解析モデルは、以下のとおり配置・形状等を適切に考慮し、保守的な条件とする。

（基本的な考え方はHitz-B52型と同様。）

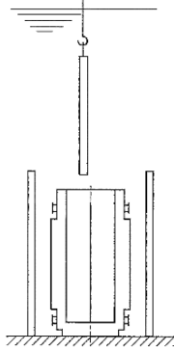
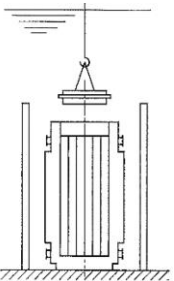
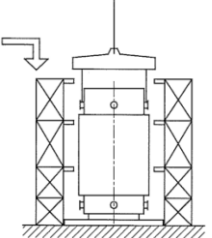
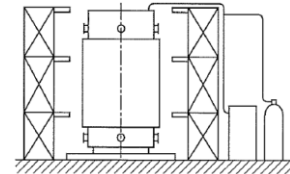
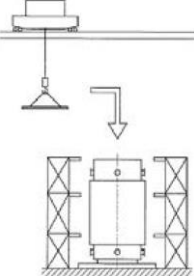
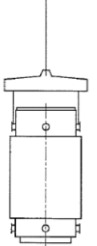
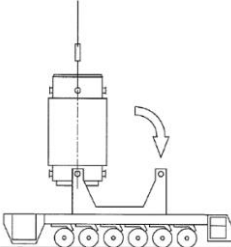
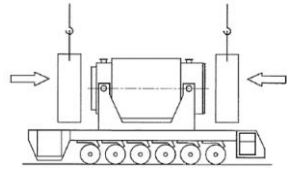
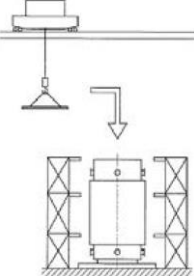
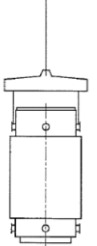
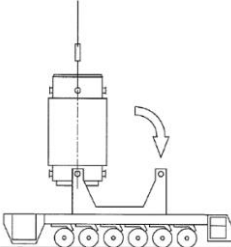
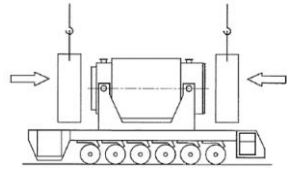


(注1) 代表して冠水状態の解析モデルを示す。

## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（臨界防止機能）

### ● Hitz-P24型の取扱フロー例を踏まえた臨界防止機能の成立性（燃料装荷～緩衝体取付け）

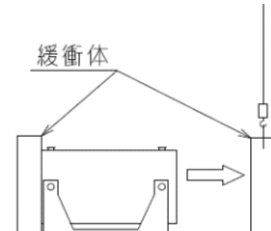
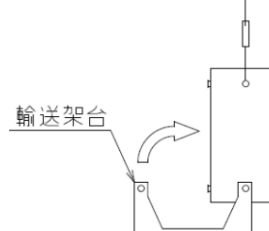
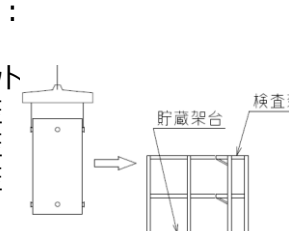
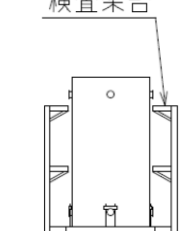
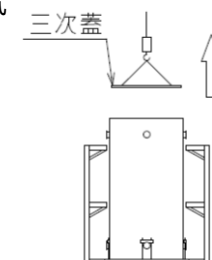
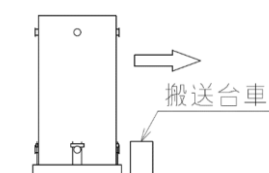
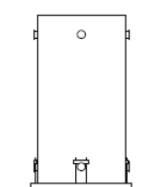
Hitz-P24型の取扱時に想定される各段階において、臨界防止機能の成立性（P17の評価結果への包絡性）を確認。

1-1a. 使用済燃料集合体装荷	1-1b. 一次蓋取付け	1-2. 容器吊上げ、移動、吊降し	1-3. 排水、真空乾燥、不活性ガス充填																
<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：水</li> <li>外雰囲気：水</li> <li>構成部品：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：水</li> <li>外雰囲気：水</li> <li>構成部品：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：水</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：水～真空、不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> </ul> </li> </ul> <p>水位変動の影響確認（P16）</p> 	冠水状態に包絡	冠水状態に包絡	冠水状態に包絡	冠水状態、乾燥状態に包絡	1-4. 二次蓋取付け、蓋間圧力調整、密封確認	1-5. 三次蓋取付け、密封確認 1-6. 容器移動	1-7. 横倒し	1-8. 緩衝体取付け	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> <li>✓三次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> <li>✓三次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> <li>✓三次蓋</li> <li>✓緩衝体</li> </ul> </li> </ul> 	乾燥状態に包絡	乾燥状態に包絡	乾燥状態に包絡	乾燥状態に包絡
冠水状態に包絡	冠水状態に包絡	冠水状態に包絡	冠水状態、乾燥状態に包絡																
1-4. 二次蓋取付け、蓋間圧力調整、密封確認	1-5. 三次蓋取付け、密封確認 1-6. 容器移動	1-7. 横倒し	1-8. 緩衝体取付け																
<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> <li>✓三次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> <li>✓三次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> <li>✓三次蓋</li> <li>✓緩衝体</li> </ul> </li> </ul> 	乾燥状態に包絡	乾燥状態に包絡	乾燥状態に包絡	乾燥状態に包絡												
乾燥状態に包絡	乾燥状態に包絡	乾燥状態に包絡	乾燥状態に包絡																

## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（臨界防止機能）

### ● Hitz-P24型の取扱フロー例を踏まえた臨界防止機能の成立性（緩衝体取外し～貯蔵）

Hitz-P24型の取扱時に想定される各段階において、臨界防止機能の成立性（P17の評価結果への包絡性）を確認。

2-1. 緩衝体取外し	2-2. 立て起こし	3-3. 検査架台への移送	2-4. 貯蔵架台上への設置、下部トランシオンの固定
<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> <li>✓三次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> <li>✓三次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> <li>✓三次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> <li>✓三次蓋</li> </ul> </li> </ul> 
乾燥状態に包絡	乾燥状態に包絡	冠水状態に包絡	乾燥状態に包絡
2-5. 三次蓋取外し、監視装置取付け	2-6. 容器移動	2-7. 基礎ボルトによる固定	
<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>内雰囲気：不活性ガス</li> <li>外雰囲気：空気</li> <li>構成部品： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本体</li> <li>✓バスケット</li> <li>✓一次蓋</li> <li>✓二次蓋</li> </ul> </li> </ul> 	
乾燥状態に包絡	乾燥状態に包絡	乾燥状態に包絡	

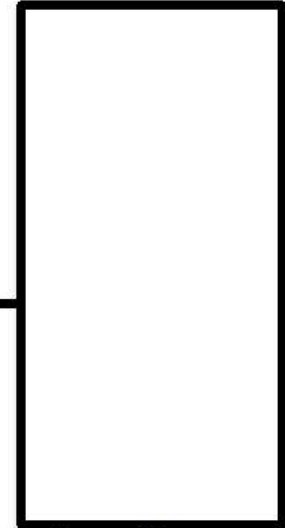


## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（臨界防止機能）

- 水位変動による中性子実効増倍率の感度評価結果

Hitz-P24型の排水から真空乾燥までに想定される水位変動による影響確認を実施。

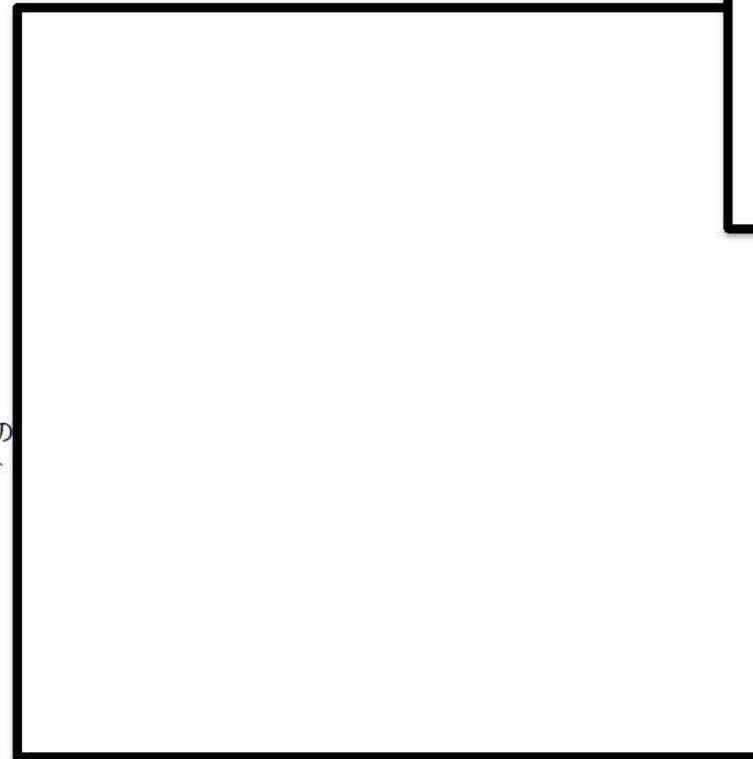
→冠水状態の実効増倍率に包絡されることを確認



左図は点線内を  
底部側（矢印方  
向）から見た図

Hitz-P24型の水位変動による影響評価結果

最底部の  
プレート



ドレンパイプ  
設置箇所

ドレンパイプからの排水時（P14の1-3.排水時）にバスケット（格子、水ギャップ）内で水位差が生じない構造になっている。

バスケット構造図（底部側）  
※黄色矢印は排水時の水の流れの例



## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（臨界防止機能）

### ● 臨界評価結果

Hitz-P24型の貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態、及びHitz-P24型に使用済燃料集合体を収納する際の冠水状態における臨界評価を実施し、中性子実効増倍率が0.95を下回ることを確認した。

項目		評価結果（注1）	評価基準（注2）
中性子実効増倍率	冠水状態	0.908	0.95以下
	乾燥状態	0.356	

（注1）統計誤差（ $\sigma$ ）の3倍（ $3\sigma$ ）を加えた値である。

（注2）「臨界安全ハンドブック 第2版」によると、「十分に検証された臨界安全解析コードシステムを用いる場合には、そのコードシステムによって算出された実効増倍率が0.95以下となることにより未臨界性を判定できる」と記載されている。評価基準はHitz-B52型及びMSF-24P(S)型と同様。

以上のとおり、技術的に想定される状態においても、燃料体等が臨界に達するおそれはない。したがって、Hitz-P24型の臨界防止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**

- 使用済燃料集合体を収納するに当たり、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。

## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（除熱機能）

### ◆ 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設(第十六条第4項第二号)（除熱機能）

#### ● 設置許可基準規則の要求事項

設置許可基準規則<sup>(注1)</sup>の要求事項に対するHitz-P24型の除熱設計の方針を下表に示す。

規則等	要求事項	除熱設計の方針	特記事項
設置許可基準規則 <sup>(注1)</sup> 第16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	動力を用いずに使用済燃料の崩壊熱を適切に除去するため、使用済燃料の崩壊熱を特定兼用キャスクの外表面に伝え、周囲空気等に伝達することにより除熱する設計とする。	基本的な考え方はHitz-B52型（M-DPC20002 <sup>(注3)</sup> ）及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271 <sup>(注4)</sup> ）と同様。 なお、バスケット構造の差異を考慮しても同様の伝熱形態である。 ⇒P.24
貯蔵事業許可基準規則解釈 <sup>(注2)</sup> 第6条	使用済燃料の温度を、被覆管のクリープ破損及び被覆管の機械的特性の低下を防止する観点から制限される値以下に維持できる設計であること	燃料被覆管の温度に制限値を設定し、燃料被覆管の温度が制限値以下となる設計とする。	基本的な考え方はHitz-B52型（M-DPC20002 <sup>(注3)</sup> ）及びMSF-24P(S)型（C-SE-2110271 <sup>(注4)</sup> ）と同様。 ただし、バスケット構造の差異を考慮した除熱解析モデル化。 ⇒P.25
	金属キャスクの温度を、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される値以下に維持できる設計であること	特定兼用キャスク各部の温度に制限値を設定し、特定兼用キャスク各部の温度が制限値以下となる設計とする。	
	貯蔵建屋は、金属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	型式証明申請の範囲外とする。	—

(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）（除熱機能）

### ● 設置許可基準規則の要求事項（続き）

規則等	要求事項	除熱設計の方針	特記事項
貯蔵事業許可基準規則解釈(注2)第17条第1項	使用済燃料を金属キャスクに収納するに当たっては、除熱機能に関する評価で考慮した使用済燃料の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。	—
	貯蔵建屋内の雰囲気温度が異常に上昇しないことを監視できること	型式証明申請の範囲外とする。	—
	使用済燃料及び金属キャスクの温度が制限される値以下に維持されていることを評価するために必要なデータを測定等により取得できること	特定兼用キャスク外表面の温度を測定できる設計とする。	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計貯蔵期間を明確にしていること</li> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計貯蔵期間は60年である。</li> <li>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。</li> </ul>	詳細は長期健全性の資料で説明。

(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）

### ● 除熱機能の安全評価について

#### 除熱機能の安全評価手法（概要）

##### 使用済燃料の崩壊熱計算

- 米国のオークリッジ国立研究所（ORNL）で開発された公開のORIGEN2コードを使用

⇒ 使用実績等の詳細はP.21参照

⇒ 評価条件の詳細はP.22参照

##### 特定兼用キャスクの構成部材及び燃料被覆管の温度解析

- 上記崩壊熱計算結果を使用
- 米国で開発された有限要素法に基づく汎用の伝熱解析コードABAQUSを使用
- 軸方向二次元軸対称全体モデル（以下、「全体モデル」）、半径方向輪切りモデル（以下、「輪切りモデル」）及び燃料集合体モデルを使用

⇒ 使用実績等の詳細はP.23参照

⇒ 除熱解析の詳細はP.24～27参照

## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（除熱機能）

### ● 除熱機能の安全評価について

#### 使用済燃料の崩壊熱計算

- キャスクの評価で使用実績<sup>(注1)</sup>のある燃焼計算コードORIGEN2を使用
  - 学会標準<sup>(注2)</sup>附属書Lにて原子力設備・機器の設計に検証例や使用実績ありと記載
  - Hitz-P24型に収納する使用済燃料と同等の冷却条件のANS標準崩壊熱データにより検証され適用性が確認されている
- Hitz-B52型及びMSF-24P(S)型との臨界防止機能の評価で使用する解析コードの比較を下表に示す。

項目		Hitz-P24型	Hitz-B52型	MSF-24P(S)型	
		48GWd/t 燃料		48GWd/t 燃料	39GWd/t 燃料
崩壊熱 計算	燃焼計算 コード	ORIGEN2 (ORIGEN2.2UPJ)	ORIGEN2 (ORIGEN2-82)	ORIGEN2 (ORIGEN2.2UPJ)	
	ライブラリ	PWRU50 ライブラリ	BWR-U ライブラリ	PWRU50 ライブラリ	PWRU ライブラリ

以上より、本コードは技術的な特殊性、新規性はなく、また許認可で使用実績のあるコード、ライブラリである。

(注1) 日立造船(株)、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 (M-DPC20002)、他多数

(注2) 「日本原子力学会標準」使用済燃料・混合酸化物新燃料・高レベル放射性廃棄物輸送容器の安全設計及び検査標準：2013」

## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（除熱機能）

### ● 除熱機能の安全評価について

#### 使用済燃料の崩壊熱計算

- 燃焼計算条件は下表のとおり
- ORIGEN2コードの計算結果に5%の不確かさを考慮
- 使用済燃料の軸方向燃焼度分布を考慮して、仕様上の最大崩壊熱量(15.9kW)を上回る設計崩壊熱量(18.1kW)を適用

項目			キャスク収納位置制限		解析条件	
			中央部	外周部	中央部	外周部
収納物仕様	燃料集合体1体の仕様	種類	17×17型 (A型・B型)		17×17型 (A型)	
		初期濃縮度 (wt%)				
		ウラン重量 (kg)				
		最高燃焼度 (GWd/t)	≤48	≤44	48	(40)
	冷却期間 (年)	A型 : ≥15、B型 : ≥17		15		
1基当たりの仕様	平均燃焼度 (GWd/t)	≤44		44		
配置					<p>※数値は燃焼度（外周部は相当値）</p>	

以上の評価条件はMSF-24P(S)型（C-SE-2110271（注））と同様であり、技術的な特殊性、新規性はない。

（注）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、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）（除熱機能）

### ● 除熱機能の安全評価について

#### 特定兼用キャスクの構成部材及び燃料被覆管の温度解析

- キャスクの評価で使用実績<sup>(注1)</sup>のある伝熱計算コードABAQUSを使用

- ▶ 学会標準<sup>(注2)</sup>附属書Lにて原子力設備・機器の設計に検証例や使用実績ありと記載
- ▶ Hitz-P24型と同等の伝熱形態を有する兼用キャスク（主な仕様の比較は下表参照）の伝熱試験により検証され適用性が確認されている

	Hitz-P24型	伝熱試験に適用された兼用キャスク
本体胴内雰囲気	乾式（ヘリウム充填）	同左
収納燃料型式	PWR燃料（17×17型）	同左
収納体数(体)	24	21
崩壊熱量(kW)	18.1（設計崩壊熱量）	23
外径(mm)	2659	2400
材質	本体：低合金鋼、バスケット：アルミニウム合金	本体及びバスケット：ステンレス鋼

- Hitz-B52型及びMSF-24P(S)型との臨界防止機能の評価で使用する解析コードの比較を下表に示す。

項目		Hitz-P24型	Hitz-B52型	(参考) MSF-24P(S)型	
		48GWd/t 燃料		48GWd/t 燃料	39GWd/t 燃料
温度解析	伝熱計算 コード	ABAQUS	ABAQUS	ABAQUS	

以上より、本コードは技術的な特殊性、新規性はなく、また許認可で使用実績のあるコードである。

(注1) 日立造船(株)、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（M-DPC20002）、他多数

(注2) 「日本原子力学会標準」使用済燃料・混合酸化物新燃料・高レベル放射性廃棄物輸送容器の安全設計及び検査標準：2013」



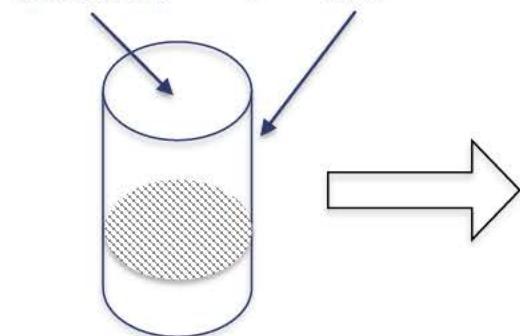
## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（除熱機能）

### ● 除熱機能の安全評価について

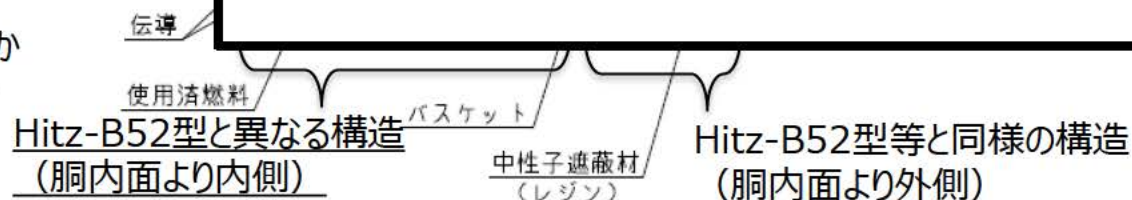
#### 特定兼用カスクの構成部材及び燃料被覆管の温度解析

#### Hitz-P24型の伝熱形態

表面積  
軸方向端面 < 側面



使用済燃料の崩壊熱は  
Hitz-P24型の主に側面から外部に放散される設計



#### Hitz-B52型と異なる構造

- ①プレートの断面形状：内側部、外側部の分割構造
- ②本体胴への固定：あり（外側のみ）
- ③プレート段積み構造
  - 構成部材内は熱伝導、構成部材間はヘリウムの熱伝導及び放射により伝熱する設計はHitz-B52型等と同様。
  - Hitz-B52型よりも径方向の伝熱経路にギャップが少ないことから、よりシンプルに除熱評価が可能。

除熱設計上、①②の差異は小さく、部材間をヘリウムの熱伝導及び放射でモデル化することにより、類似の兼用カスクと同様に妥当な除熱評価が可能  
また、プレート間は接触しているため③の差異は小さく、燃料及びバスケット温度を評価する場合にはプレート間のギャップを考慮することにより、類似の兼用カスクと同様に妥当な除熱評価が可能

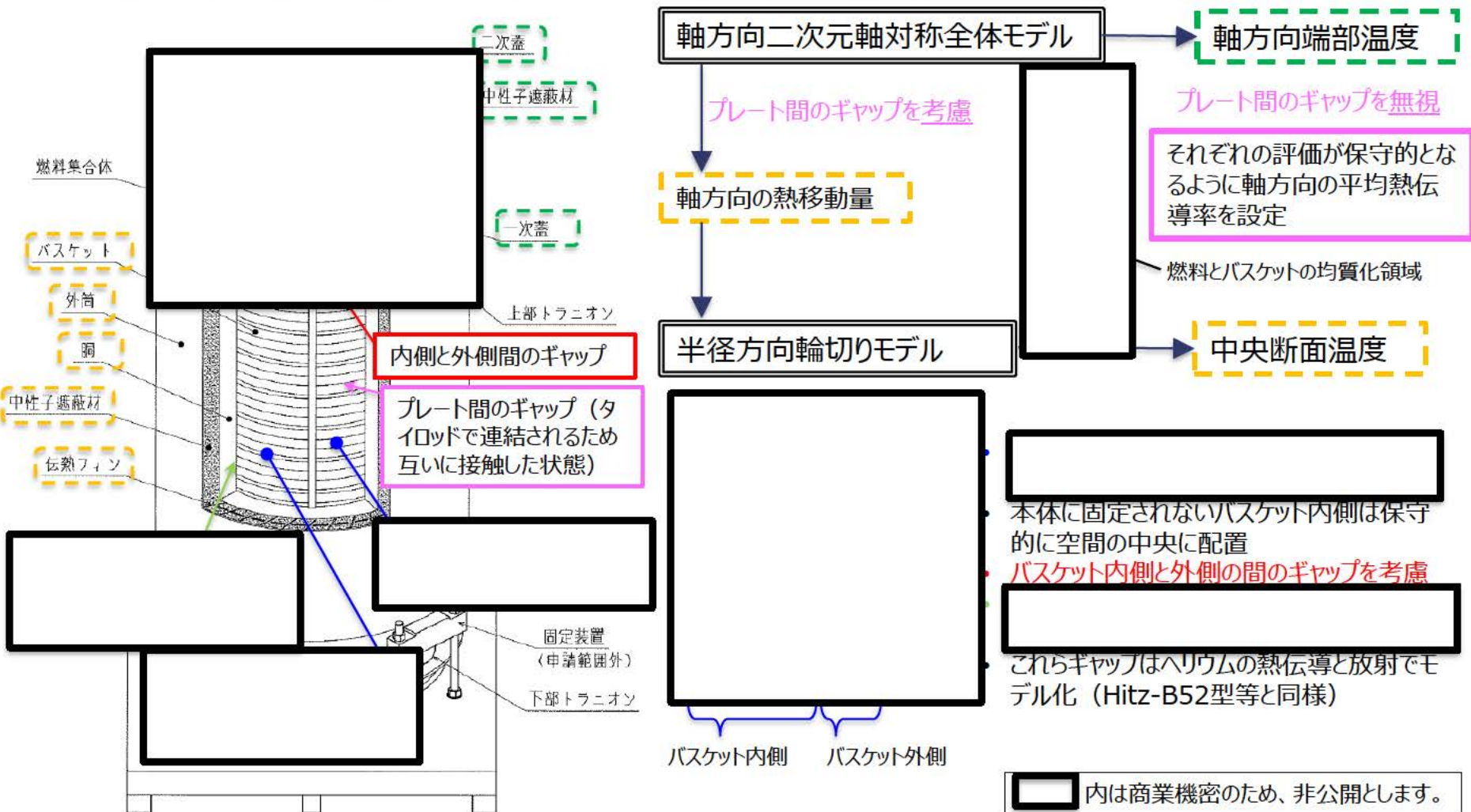


## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（除熱機能）

- 除熱機能の安全評価について

特定兼用カスクの構成部材及び燃料被覆管の温度解析

除熱解析評価条件（解析モデル：バスケット構造の差異を考慮したモデル化内容）



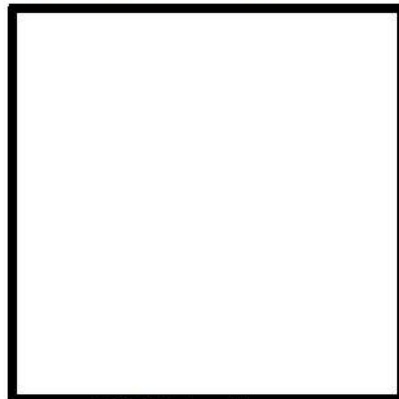
## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（除熱機能）

### ● 除熱機能の安全評価について

#### 特定兼用キャスクの構成部材及び燃料被覆管の温度解析

除熱解析評価条件（解析モデル：類似の兼用キャスクと同様のモデル化内容）

- 全体モデル、輪切りモデル及び燃料集合体モデルを組み合わせて評価
- 全体モデルにおいて底板は貯蔵架台と接していると仮定し、**底板及び底部中性子遮蔽材カバー底面全体を断熱条件**と設定（保護カバー取付面も同様）
- 燃料及びバスケットの温度を高く評価できるよう、**中央部(12体)に最高燃焼度(48GWd/t)の崩壊熱量**を設定し、**外周部(12体)には、特定兼用キャスク1基の総崩壊熱量が平均燃焼度(44GWd/t)の崩壊熱量24体分(18.1kW)となるように調整した崩壊熱量**を設定
- 燃料及びバスケットの温度を高く評価できるよう、伝熱体となるバーナブルポイズン集合体を無視
- 燃料集合体モデルは、軸方向の熱移動を考慮しない二次元モデルとする。



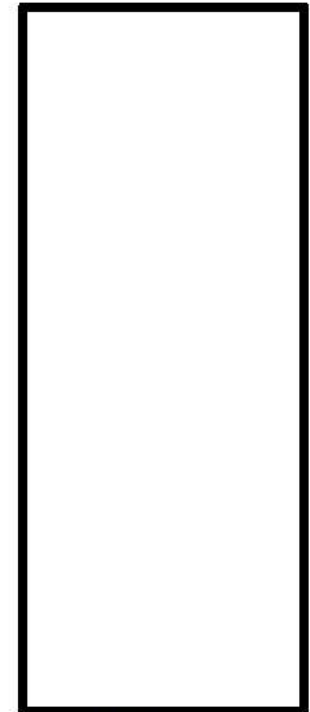
輪切りモデル  
(崩壊熱量の設定)



最高燃焼度(48GWd/t)の崩壊熱量



特定兼用キャスク1基の総崩壊熱量が平均燃焼度(44GWd/t)の崩壊熱量24体分(18.1kW)となるように調整した崩壊熱量



全体モデル  
(断熱条件の設定箇所)





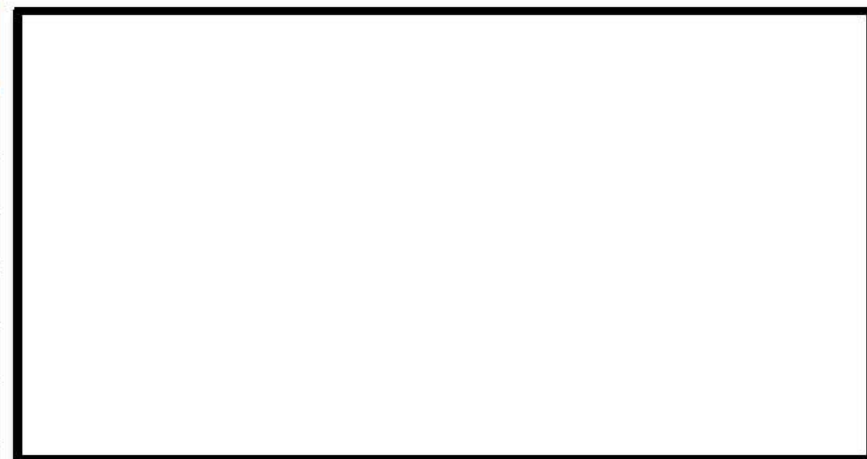
## 2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）（除熱機能）

### ● 除熱機能の安全評価について

#### 除熱評価結果

貯蔵時における除熱解析評価により、各評価部位の最高温度が設計基準値を下回ることを確認した。

評価部位		評価結果 (°C)	設計基準値 (°C)
Hitz-P24型	胴・底板	156	375
	一次蓋	124	375
	一次蓋ボルト	108	350
	中性子遮蔽材	138	149
	金属ガスケット	107	130
	バスケット	171	250
	伝熱フィン	129	200
燃料被覆管		203	275



全体モデル      輪切りモデル      燃料集合体モデル

温度分布

以上のとおり、燃料被覆管及び特定兼用キャスクを構成する部材の健全性を維持できる温度以下であり、Hitz-P24型は使用済燃料の崩壊熱を適切に除去できる設計である。したがって、Hitz-P24型の除熱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

- 除熱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。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。
- 特定兼用キャスクの周囲温度が-11°C以上50°C以下であること。また、貯蔵建屋壁面温度が65°C以下であること。

### 3. 指摘事項（コメント）リスト

# 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、資料1-1（仮）の中の「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.17、27参照	臨界防止機能、除熱機能に対する条件については、2/8審査会合で回答予定。
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（SCALE6.2.1）（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。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.10、11参照</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。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.21、23参照</p> <p>詳細は、資料1-1（仮）の中の「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>	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、2/8審査会合で回答予定。

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	<p>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。</p> <p>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（燃料集合体含む）の荷重は外側部に伝達される。</p> <p>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（燃料集合体含む）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。</p> <p>バスケット構造の詳細については、資料1-1（仮）の中の「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.40～43参照</p>	2/8審査会合で回答予定。
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)

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	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。  詳細は、資料1-1（仮）の中の「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.14～16参照	2/8審査会合で回答予定。
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	今後回答する。	未 (今後回答予定)
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)








---

## 4. 今後の説明スケジュール



### 3. 今後の説明スケジュール

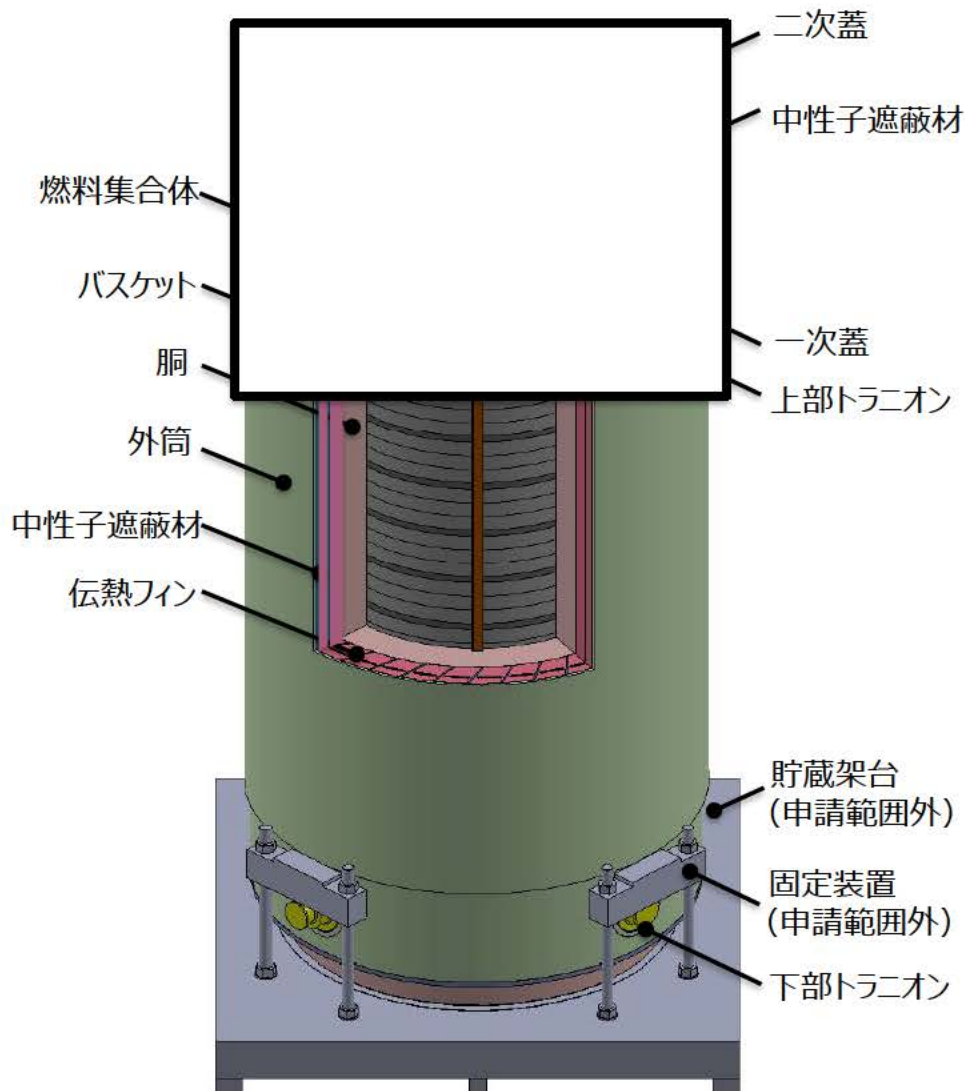
- 審査での説明スケジュールを以下に示す。

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		

---

## 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。

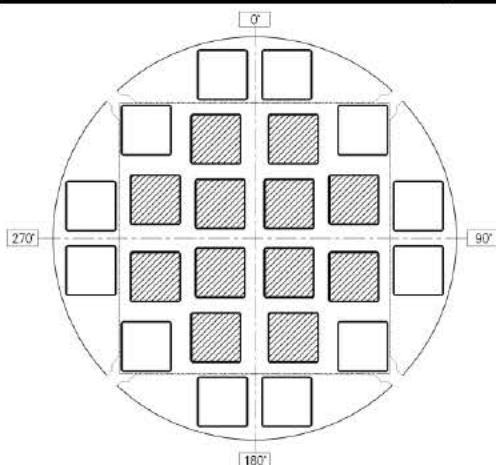
- ・トラニオンが  である
- ・側部レジンの径方向に膨張代を設けている

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。

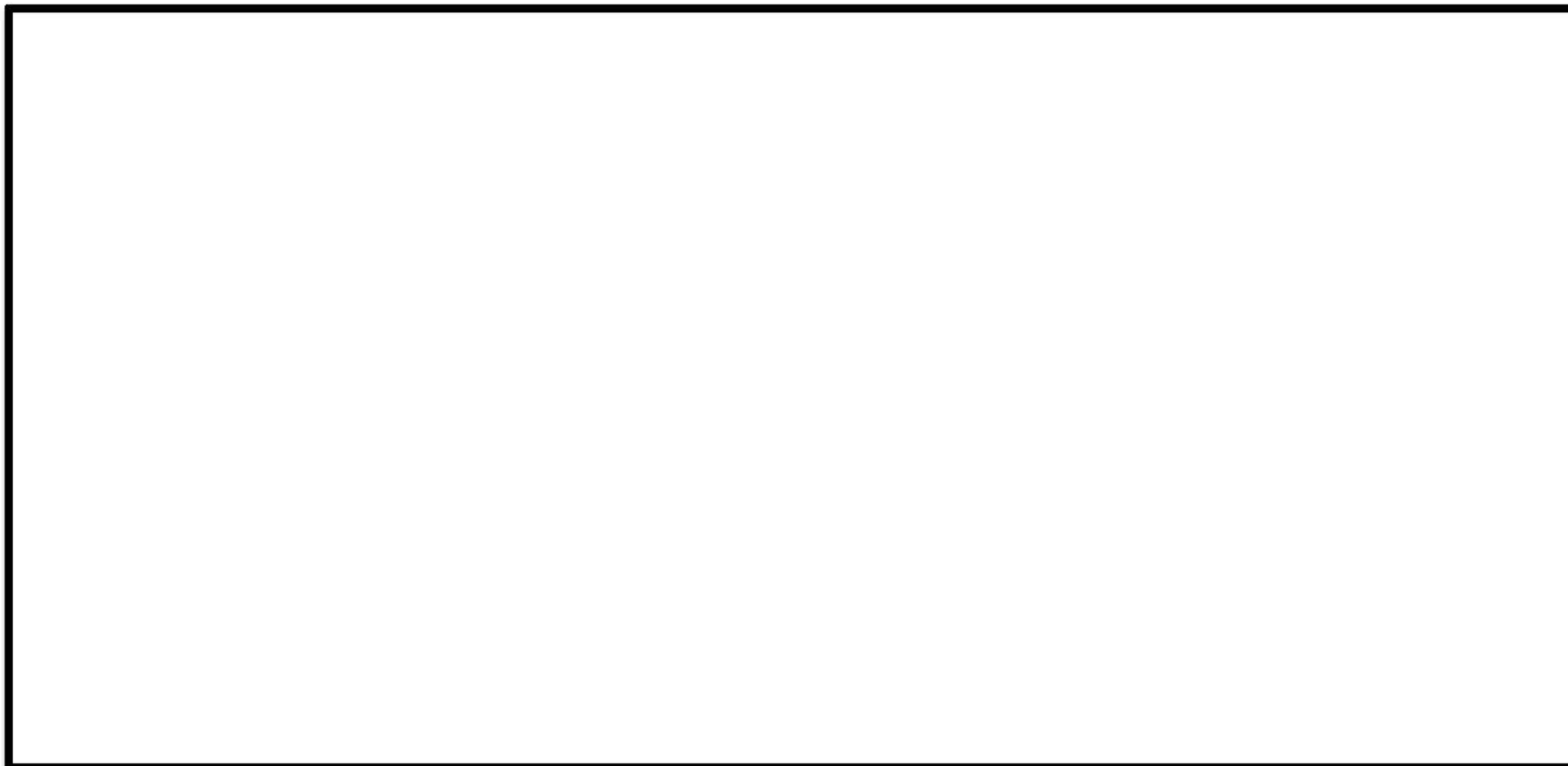
（注2） [Redacted]

- : 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

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）

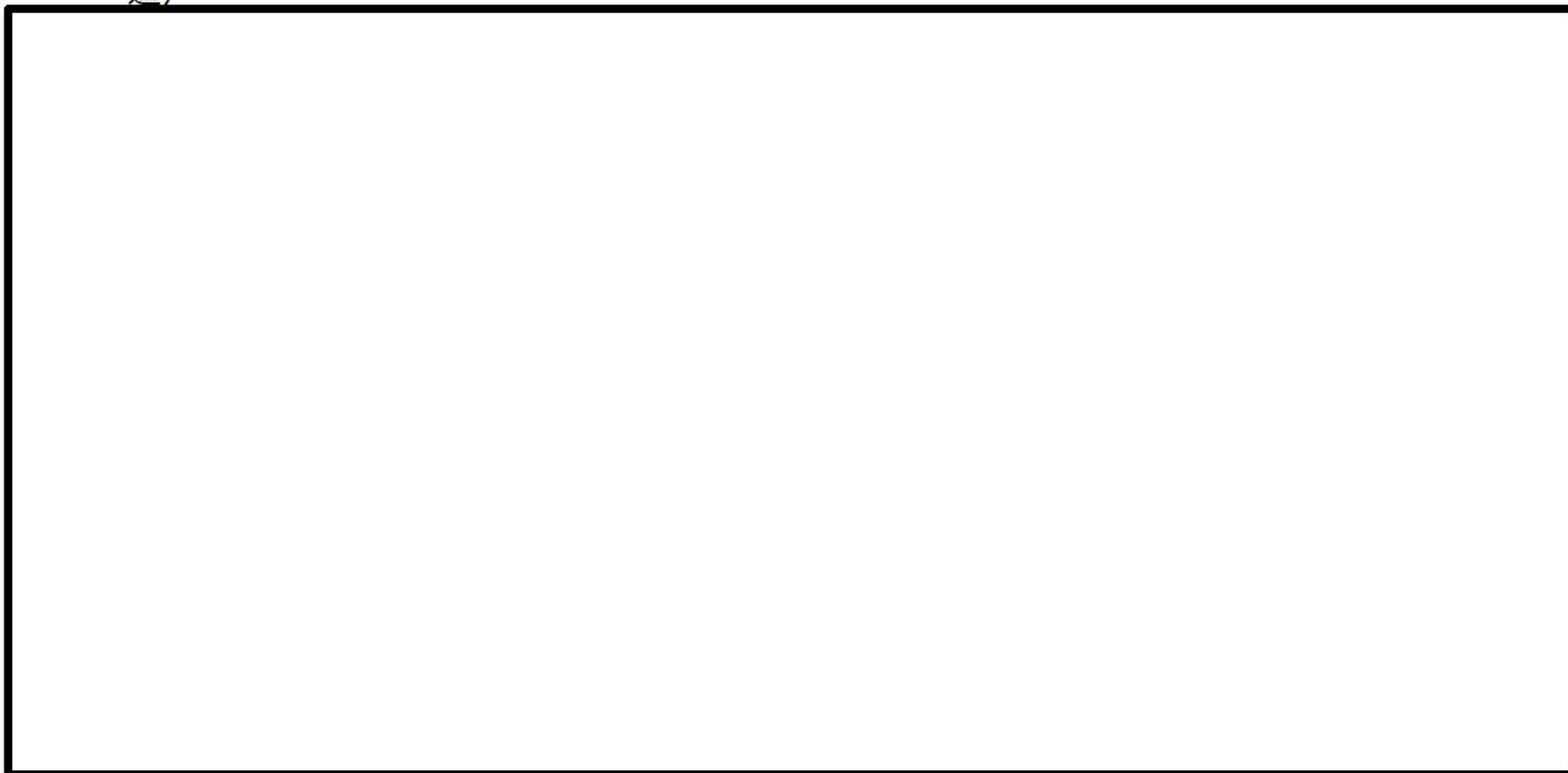


本体縦断面図

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）

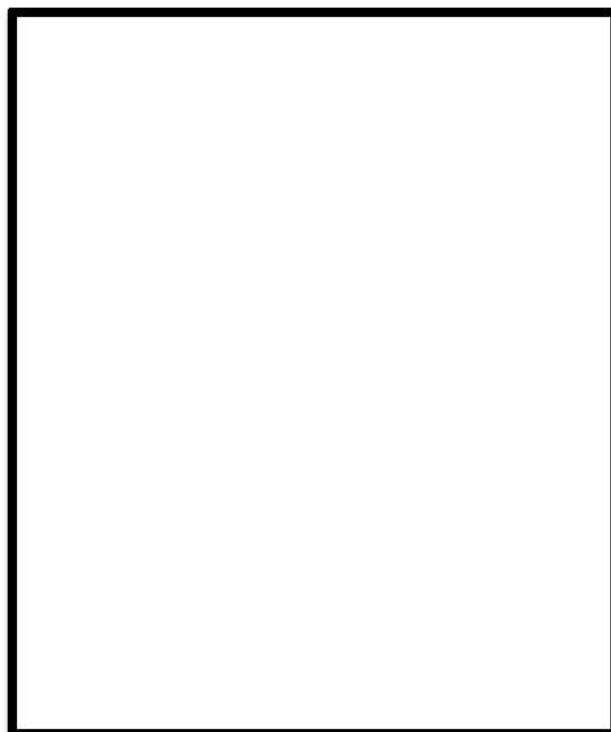


本体横断面図

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）

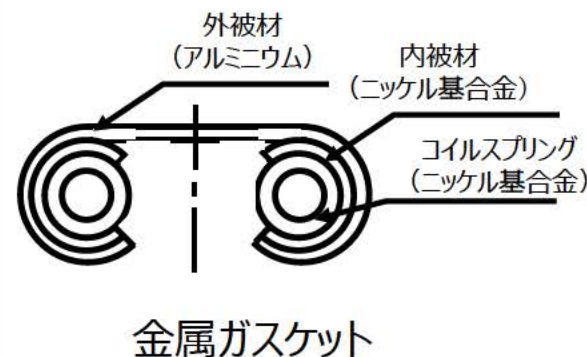
- 蓋部は、一次蓋（■）及び二次蓋（■）で構成されており、低合金鋼製の円板状で、ボルトでキャスク本体上面に取り付けられ、主要なガンマ線遮蔽材となっている。
- 一次蓋は、胴及び底板と共に閉じ込め境界を形成している。一次蓋には主要な中性子遮蔽材（■）として樹脂（レジン）が充填されている。
- 二次蓋には、蓋間にヘリウムを充填するため及び蓋間の圧力を測定するための貫通孔が設けられており、モニタリングポートバルブが設置されている。貯蔵時には、その外側にモニタリングポートカバーが取り付けられる。
- 一次蓋及び二次蓋のシール部には、長期にわたって閉じ込め機能を維持するために金属ガスケット（■）が取り付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



一次蓋

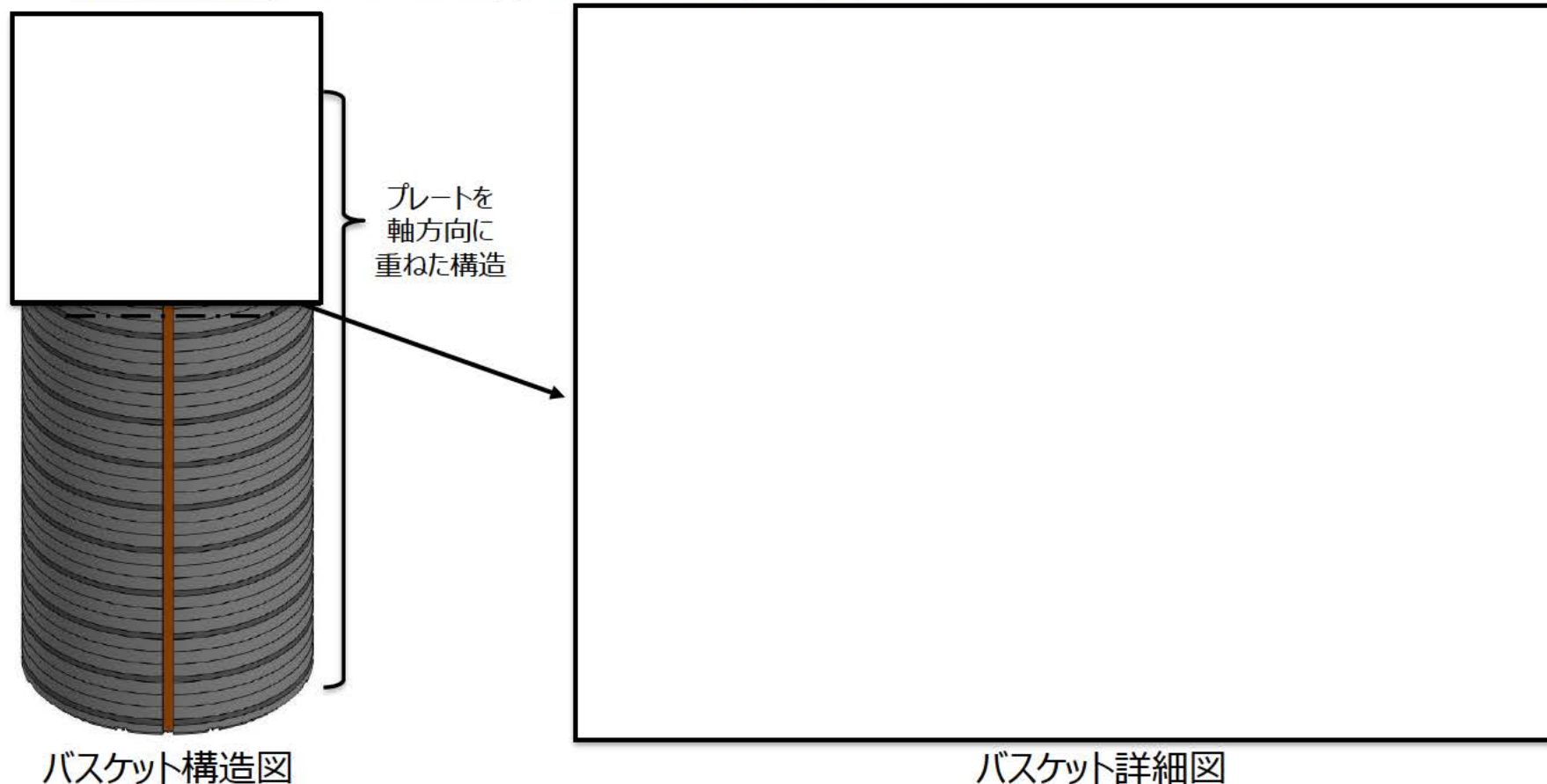


二次蓋




□内は商業機密のため、非公開とします。

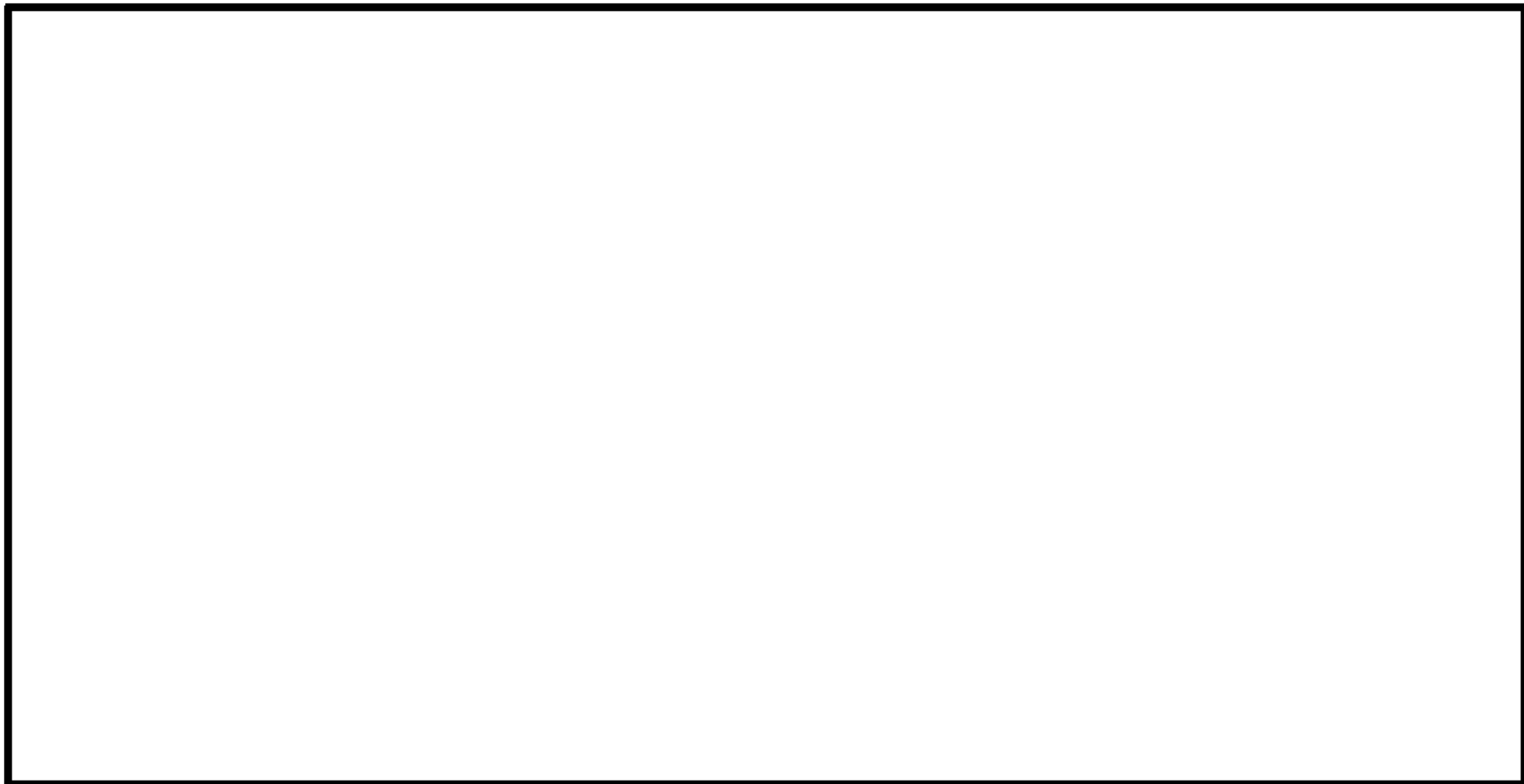
- バスケットの構造（全体の構造について）
  - 個々の使用済燃料集合体が、バスケットの所定の格子内に収納される。
  - バスケットは**内側部（■及び■）と外側部（■及び■）に分割（詳細はP.42参照）**されており、それぞれアルミニウム合金製の**プレートを軸方向に重ねた構造（詳細はP.41参照）**であり、タイロッド（■）で軸方向に連結されており、径方向はリーマピン（■）で位置決めされている。
  - ほう素を添加したアルミニウム合金等の**中性子吸収材（■及び■）をプレートに設けたスリットに配置（詳細はP.43参照）**することにより、臨界に達することを防止する設計とする。






- 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）

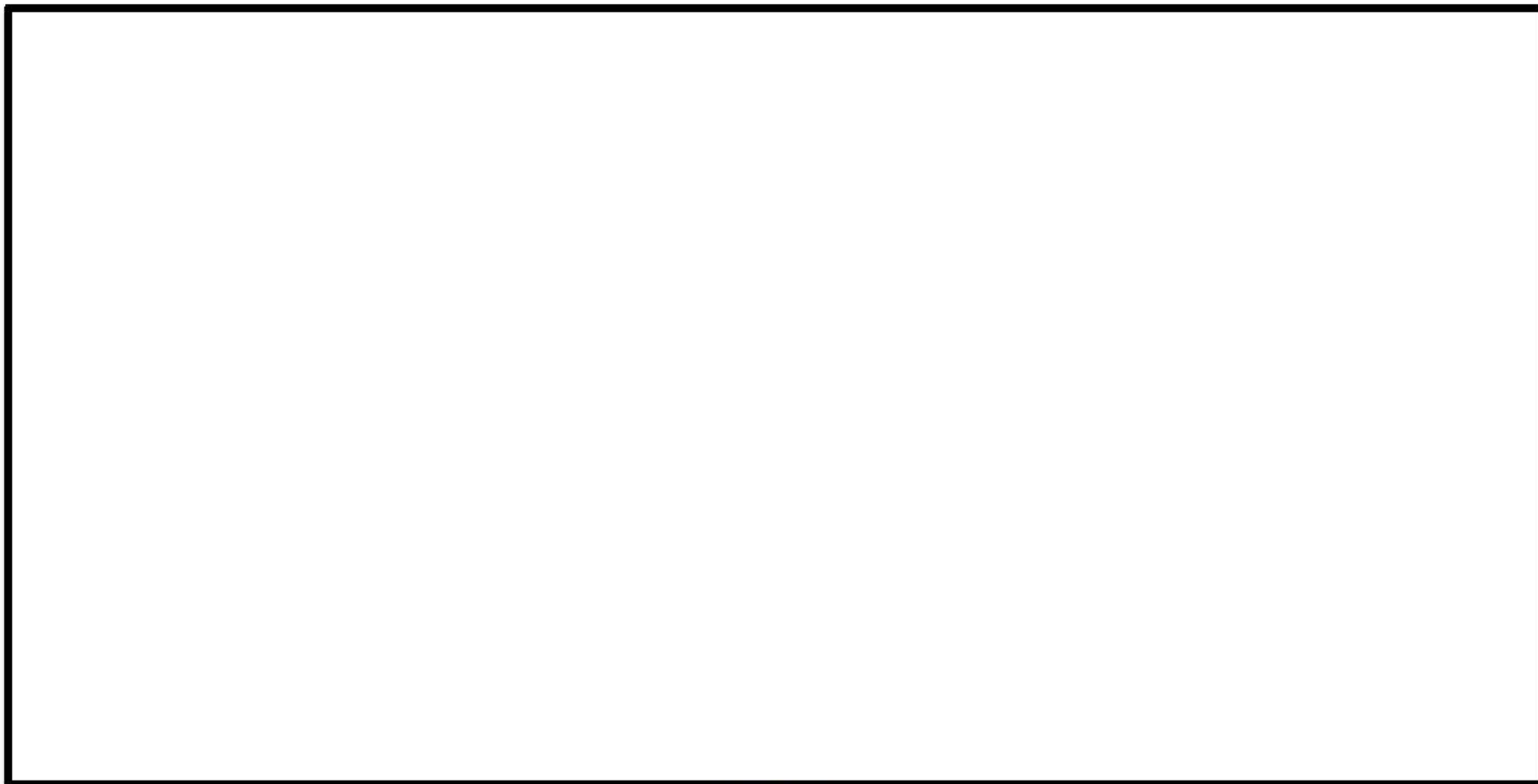


バスケット

 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）

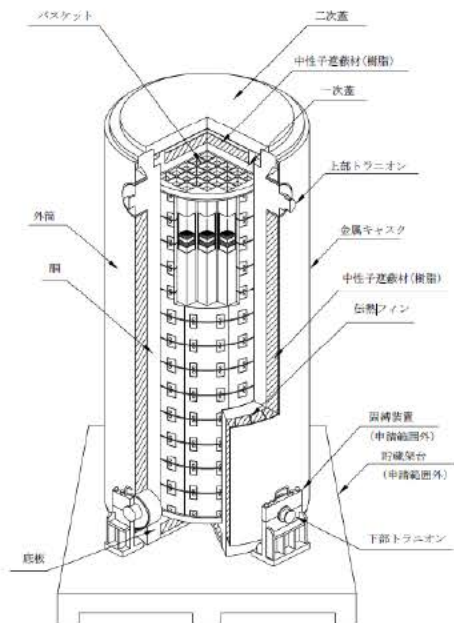
- バスケットの構造（中性子吸収材（■及び■）をプレートに設けたスリットに配置）
  - プレートには [ ] があり、それぞれのプレートは、中性子を効率的に減速させることで中性子吸収材による中性子の吸収を促進させる役割 [ ] と、水ギャップ（■）内における中性子吸収材の位置を制限する役割 [ ] を持つ。（Hitz-P24型に特有の構造）
  - 最上部及び最底部のプレートにはスリットは設けられておらず、中性子吸収材の軸方向位置を制限する役割を持つ。（Hitz-P24型に特有の構造）

バスケット

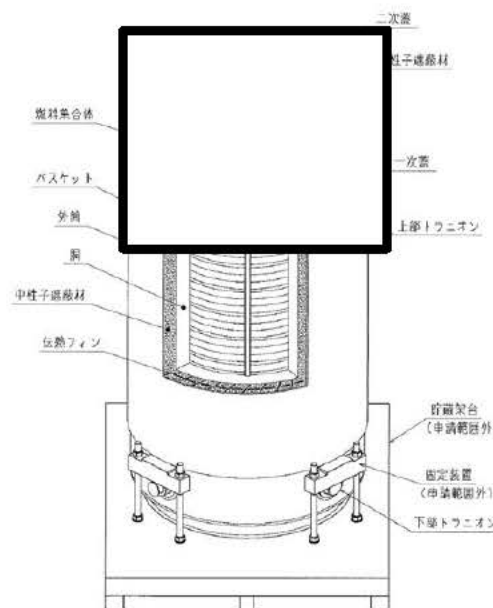
[ ] 内は商業機密のため、非公開とします。

## 参考 2. Hitz-B52型との構造の違い

## ● 構造の違い（キャスク本体）（1/2）



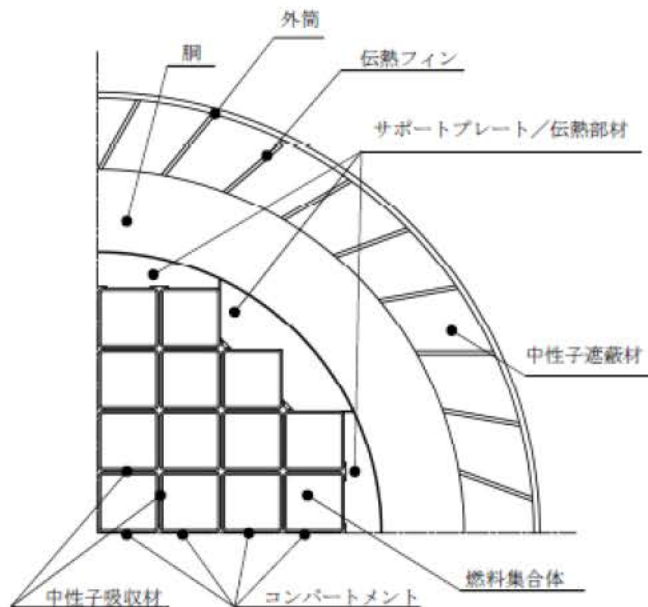
Hitz-B52型



Hitz-P24型

項目	Hitz-B52型	Hitz-P24型
胴/底板	・炭素鋼	・低合金鋼（レジンカバーはステンレス鋼）
外筒	・炭素鋼	・炭素鋼
トランニオン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・析出硬化系ステンレス鋼</li> <li>・上下に2対</li> <li>・取付け方法：<input type="text"/></li> <li>・貯蔵姿勢：縦置き、下部トランニオン固縛</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・析出硬化系ステンレス鋼</li> <li>・上下に2対</li> <li>・取付け方法：<input type="text"/></li> <li>・貯蔵姿勢：縦置き、下部トランニオン固縛</li> </ul>

### ● 構造の違い（キャスク本体）（2/2）



Hitz-B52型



Hitz-P24型

項目	Hitz-B52型	Hitz-P24型
中性子遮蔽材	<ul style="list-style-type: none"> <li>・樹脂</li> <li>・軸方向端部に中性子遮蔽材の膨張代を確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・樹脂</li> <li>・スペーサによる中性子遮蔽材の膨張代を設置</li> </ul>
伝熱フィン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・銅</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・銅</li> </ul>



### ● 構造の違い（蓋部）（1/2）

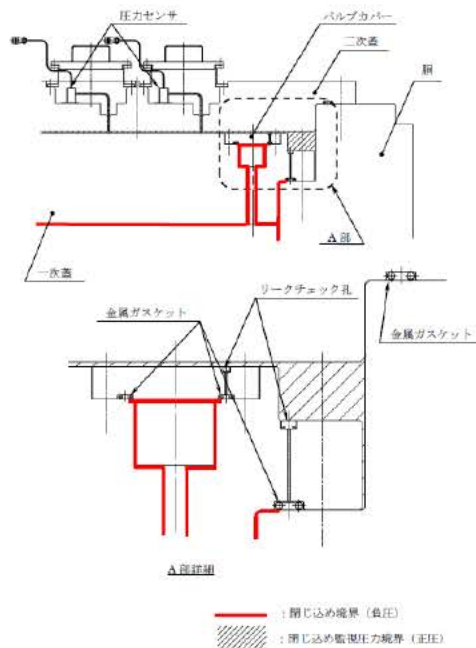


Hitz-B52型

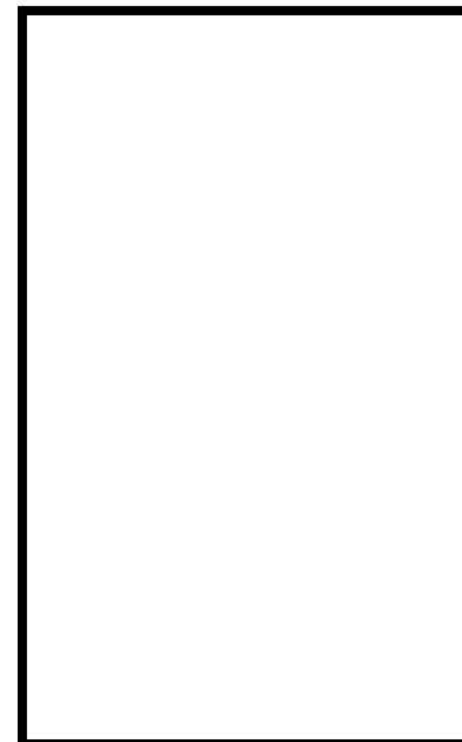
Hitz-P24型

項目	Hitz-B52型	Hitz-P24型
一次蓋	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ステンレス鋼</li> <li>・中性子遮蔽材（樹脂）を設置</li> <li>・シール材：金属ガスケット</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低合金鋼（レジカバーはステンレス鋼）</li> <li>・中性子遮蔽材（樹脂）を設置</li> <li>・シール材：金属ガスケット</li> </ul>
二次蓋	<ul style="list-style-type: none"> <li>・炭素鋼</li> <li>・シール材：金属ガスケット</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低合金鋼</li> <li>・シール材：金属ガスケット</li> </ul>
蓋ボルト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・合金鋼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・合金鋼</li> </ul>

## ● 構造の違い（蓋部）（2/2）



Hitz-B52型



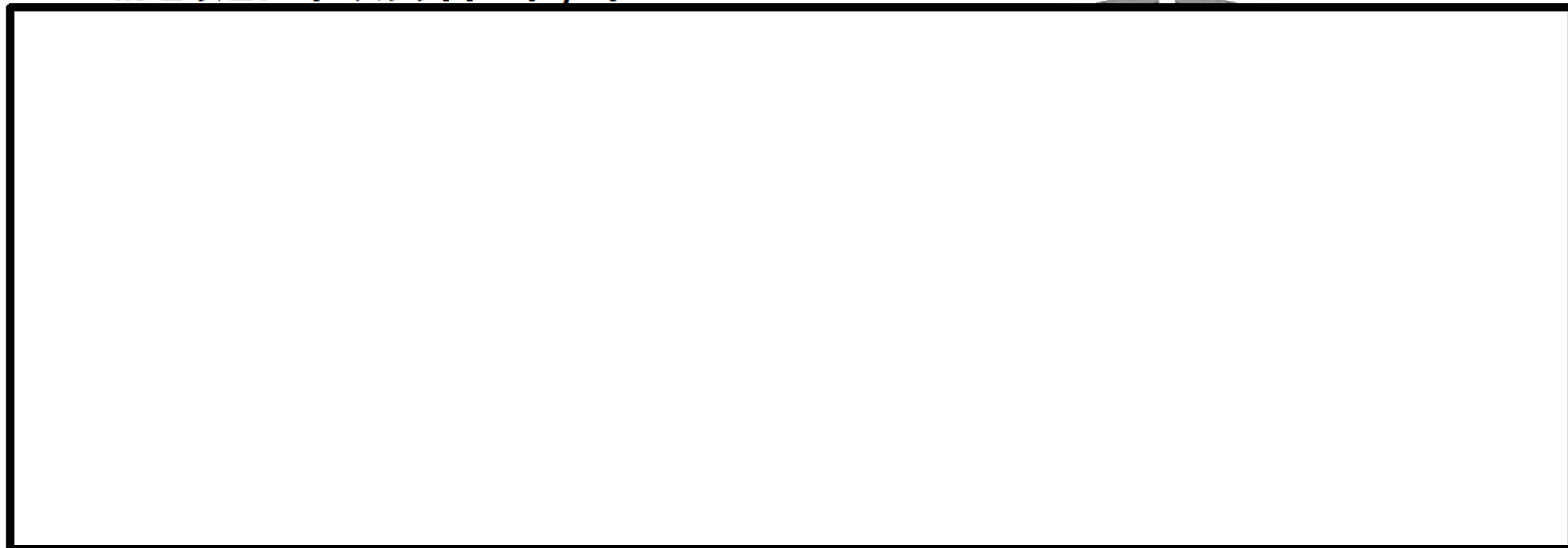
Hitz-P24型

項目	Hitz-B52型	Hitz-P24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。

## ● 構造の違い（バスケット）（1/1）

リーマピン

バスケットプレート



Hitz-B52型

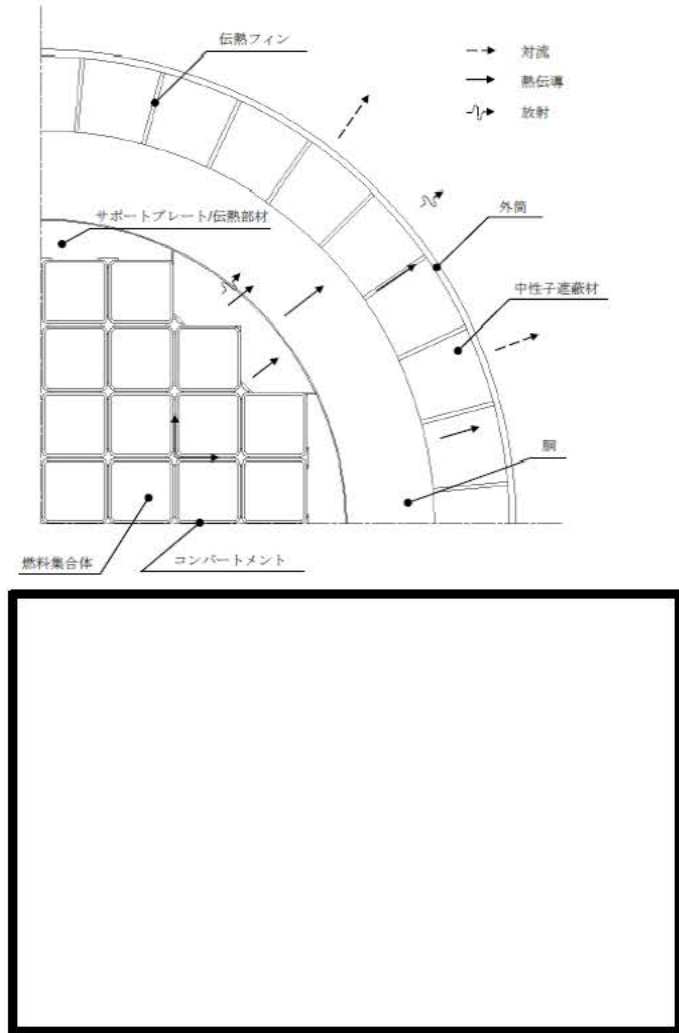
Hitz-P24型

項目	Hitz-B52型	Hitz-P24型
バスケット (材質)	<ul style="list-style-type: none"> <li>炭素鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金（除熱用）</li> <li>中性子吸収材：ほう素添加アルミニウム合金</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アルミニウム合金、ステンレス鋼</li> <li>中性子吸収材：ほう素添加アルミニウム合金、ほう素添加ステンレス鋼</li> </ul>
バスケット (構造)	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>バスケットは一体組立構造で容器本体に挿入</li> <li>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</li> <li>水ギャップなし（BWR用では一般的な構造）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プレート（アルミ合金製）を軸方向に連結</li> <li>内側部と外側部に分割され、外側部は本体へ固定</li> <li>中性子吸収材（B-AI, B-SUS）はプレートに設けたスリットに挿入</li> <li>水ギャップを設置（PWR用では一般的な構造）</li> </ul>

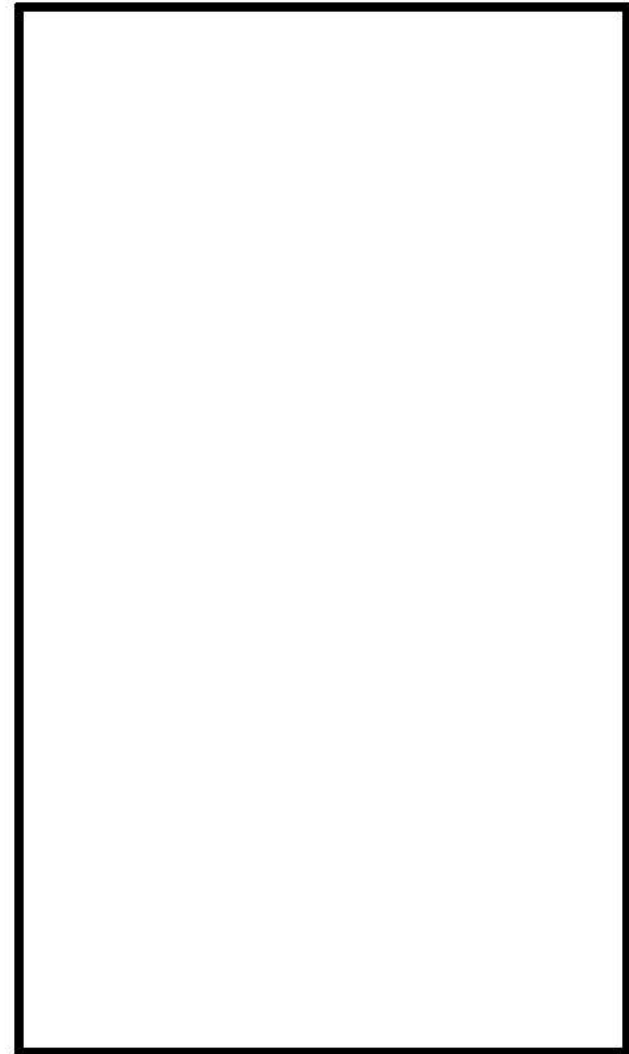
### ● 構造の違いによる安全機能の違い

	項目	Hitz-B52型	Hitz-P24型	差異
除熱機能 《次頁参照》	本体	本体は鋼材及び伝熱フィン（銅）の熱伝導により除熱する。	本体は鋼材及び伝熱フィン（銅）の熱伝導により除熱する。	本体の除熱設計は同じ。
	バスケット	バスケットは炭素鋼製コンパートメント、スペーサ及びアルミニウム合金製の伝熱ブロックの熱伝導により除熱する。	バスケットはアルミニウム合金の熱伝導により除熱する。	バスケットは除熱設計が異なる。Hitz-P24型の方が主要材質の熱伝導率が高く、径方向の伝熱経路にギャップが少ない構造である。
	バスケット（部材間）	部材間はヘリウム熱伝導及び放射で除熱する設計。	部材間はヘリウム熱伝導及び放射で除熱する設計。	
臨界防止機能	バスケット格子構造	炭素鋼製コンパートメント、スペーサ及びサポートプレートによる格子構造により燃料集合体を所定の位置に収納。	アルミニウム合金製のプレートによる格子構造により燃料集合体を所定の位置に収納。	臨界防止機能に係る基本設計方針は同じだが、構造・材質は異なる。
	中性子吸収材	ほう素添加アルミニウム合金により中性子を吸収。	ほう素添加アルミニウム合金及びほう素添加ステンレス鋼により中性子を吸収。プレートに設けたスリットに挿入。	主要な中性子吸収材の種類は同じ。設置方法は異なる。
	水ギャップ	— (意図的に設けた水領域なし)	中性子吸収材間に水領域を設置	水ギャップの有無は異なる。PWR用では一般的な構造。

### ● 構造の違いによる安全機能の違い 伝熱形態の比較



Hitz-B52型



Hitz-P24型



# 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/>