

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)

2021.12.13
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. 今後の説明スケジュール

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 ◻ (赤枠) : 本資料で説明する事項

※ 12/13の面談では臨界防止、遮蔽、長期健全性についてご説明予定

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

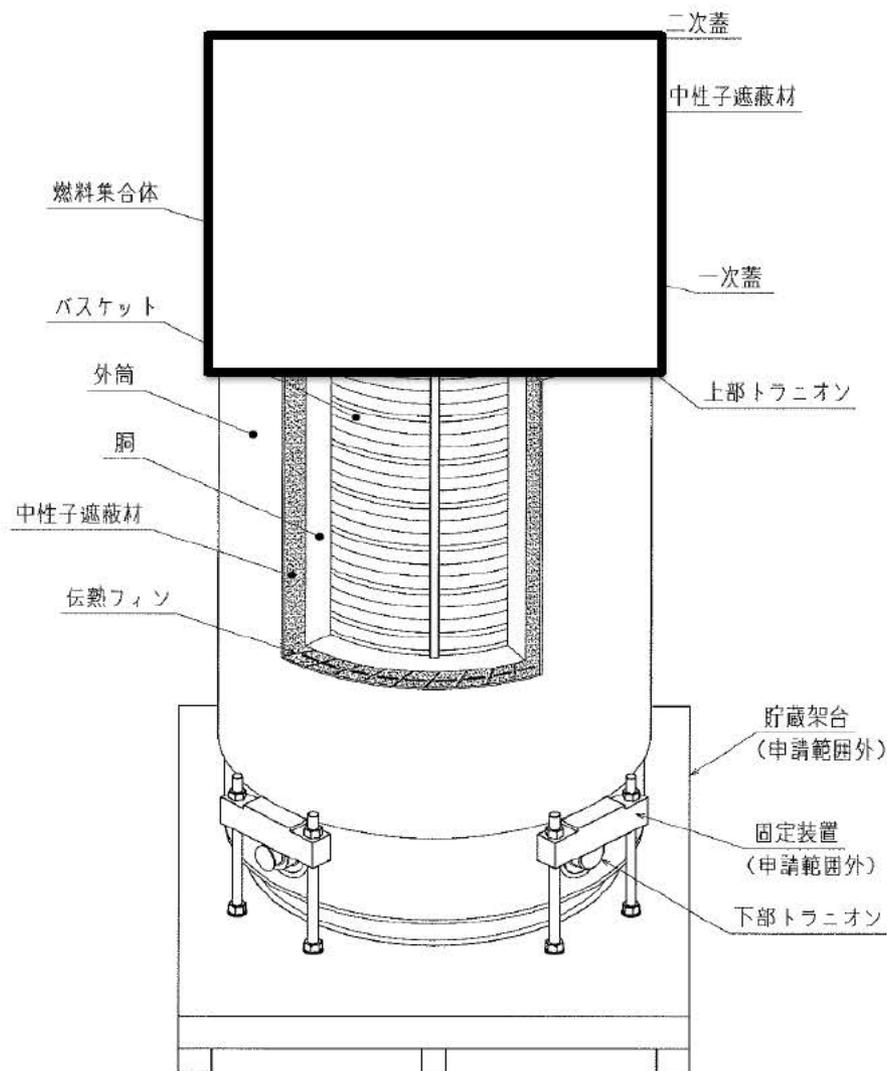
2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

● 設置許可基準規則の要件に対する適合性の概要（まとめ）

安全機能	要求事項	設計方針	設計方針の妥当性 (安全評価結果)	
臨界防止	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。	臨界を防止する構造により、貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態及び使用済燃料を収納する際に冠水状態になること等、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とする。	乾燥状態及び冠水状態における臨界評価により、中性子実効増倍率は0.95を下回ることから臨界に達するおそれはない。
遮蔽	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。	ガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により、使用済燃料からの放射線を適切に遮蔽する設計とする。	使用済燃料を線源とした遮蔽評価により、通常貯蔵時の特定兼用キャスク表面の線量当量率が2mSv/h以下、及び表面から1m離れた位置における線量当量率が100μSv/h以下となることから適切な遮蔽能力を有している。
除熱	第4項 第二号	使用済燃料から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面に伝え、周囲空気等に伝達し、除熱する設計とする。	使用済燃料を熱源とした除熱評価により、貯蔵状態の燃料被覆管及び特定兼用キャスクの構成部材の温度が健全性を維持できる温度以下となることから崩壊熱を適切に除去できる。
閉じ込め	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。	蓋シール部に金属ガスケットを用いることにより、使用済燃料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とともに、一次蓋及び二次蓋の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外部から隔離する設計とする。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。	設計貯蔵期間中に特定兼用キャスク内部を負圧に維持できる金属ガスケットを用いることから放射性物質を適切に閉じ込めることができる。また、蓋間空間の圧力を監視できる構造であり、閉じ込め機能を監視できる。
長期健全性及び構造強度	解釈別記4 第16条 第5項	兼用キャスク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。また、貯蔵施設への搬入、貯蔵及び搬出に係る特定兼用キャスクの取扱いにより生じる荷重等に対して、安全機能を維持できる設計とする。	使用環境における温度、放射線照射、腐食に係る長期健全性評価により、経年変化を考慮した上で、使用済燃料の健全性を維持できる。構造強度評価により、貯蔵施設における取扱い及び想定される事象により生じる荷重等に対して、安全機能を維持できる構造である。

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

● Hitz-P24型の概要



Hitz-P24型構造図

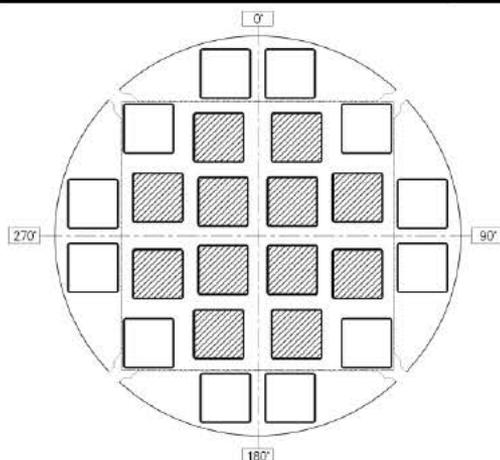
項目	範囲又は条件
特定兼用キャスクの設計貯蔵期間	60年以下
特定兼用キャスクの貯蔵場所	貯蔵建屋内
特定兼用キャスクの貯蔵姿勢	基礎等に固定する設置方法（縦置き）
特定兼用キャスクの固定方法	下部トラニオン固定
全質量	約119t （使用済燃料集合体を含む）
寸法	全長：約5.0m 外径：約2.7m
収納体数	24体

 内は商業機密のため、非公開とします。

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

● 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）	[]			
		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）	[]				
	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） 組み合わせる使用済燃料集合体の冷却期間以上とする。

- : 中央部（12体） 最高燃焼度以下の使用済燃料集合体 [] 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。

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

- 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）

《設計方針》

【安全設計に関する方針】

Hitz-P24型は、燃料体等が臨界に達するおそれがない設計とする。

【発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認】

Hitz-P24型は、燃料体等が臨界に達するおそれがない設計とするため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

具体的な設計方針

- 使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持するための格子穴等を設けたバスケットプレート、及び中性子吸収能力を有するほう素を偏在することなく添加した中性子吸収材（ほう素添加アルミニウム合金等）を適切な位置に配置することにより、臨界を防止する。
- バスケットプレートは、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持するために必要な構造健全性を維持する。
- 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に冠水状態になること等、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以下となるように設計する。

設計方針の妥当性確認（安全評価）

- Hitz-P24型に使用済燃料を収納する際の冠水状態・乾燥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。

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）

● 審査ガイドの要求事項

審査ガイド（注1）の要求事項に対するHitz-P24型の臨界防止設計への考慮を下表に示す。
これらを考慮した設計方針及び設計方針の妥当性確認結果をP.11～13に示す。

項目	要求事項（確認内容）	臨界防止設計における考慮
配置・形状	兼用キャスクの配置、バスケットの形状、バスケット格子内の使用済燃料集合体の配置等において、適切な安全裕度を考慮すること。	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。 <ul style="list-style-type: none"> • Hitz-P24型が無限に配列した体系（完全反射） • 水ギャップ（*）、バスケット格子内のり等の寸法公差 • バスケット格子内の使用済燃料の配置 （*）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
	兼用キャスクが滑動する可能性がある場合は、滑動等による兼用キャスクの配置の変化に伴う中性子実効増倍率の増加についても適切に考慮すること。	
	設計貯蔵期間を通じてバスケットの構造健全性が維持されること。	
中性子吸収材の効果	中性子吸収材の効果に関して、以下について適切な安全裕度を考慮すること。 a. 製造公差（濃度、非均質性、寸法等）	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"> • 中性子吸収材の濃度（ほう素添加量） • 中性子吸収材の寸法公差
	b. 中性子吸収に伴う原子個数密度の減少	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} 程度であり、無視し得る。
減速材（水）の影響	使用済燃料を兼用キャスクに収納する際、当該使用済燃料が冠水することを、設計上適切に考慮すること。	冠水状態（水密度 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ ）を考慮。
解析コード及びデータライブラリ	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。	臨界解析で使用するSCALEコードシステムは、Hitz-P24型を構成する燃料体及び構造物を模擬した多数の臨界実験のベンチマーク解析により検証され適用性を確認している。
バスケットの状態	設計上、バスケットの塑性変形が想定される場合は、塑性変形したバスケットの形状及び使用済燃料の状態を考慮しても未臨界が維持されること。	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が生じない。なお、Hitz-P24型が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。

（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」

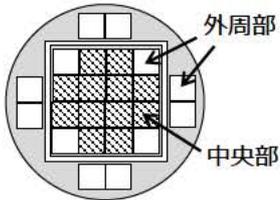
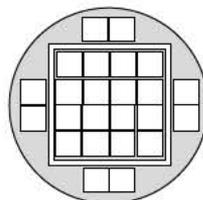
2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

● 臨界防止機能の安全評価について

(1) 臨界解析評価条件（収納物仕様）

解析に用いる収納物仕様は、より反応度の高い17×17燃料（A型）とし、以下のとおり保守的な条件とする。

- ✓ 収納する使用済燃料のウラン濃縮度は照射により減損しているが、新燃料（燃焼度0GWd/t）とし、燃焼度クレジットは採用しない。
- ✓ 初期濃縮度は、収納する使用済燃料の濃縮度の上限値とする。
- ✓ 中性子吸収効果のあるバーナブルポイズン集合体を無視する。

項目		キャスク収納位置制限		臨界解析条件	
		中央部	外周部	中央部	外周部
燃料集合体 1体の仕様	燃料タイプ	17×17型（A型・B型）		17×17型（A型）	
	初期濃縮度	[]		4.2wt%	
	最高燃焼度	≤48GWd/t	≤44GWd/t	0GWd/t	
	冷却期間	A型：≥15年、B型：≥17年		-	
バーナブルポイズン 集合体1体の仕様	最高燃焼度	[]			
	冷却期間（注1）				
Hitz-P24型1基当たり	平均燃焼度	≤44GWd/t		0GWd/t	
配置					

（注1）組み合わせる使用済燃料集合体の冷却期間以上とする。

[] 内は商業機密のため、非公開とします。

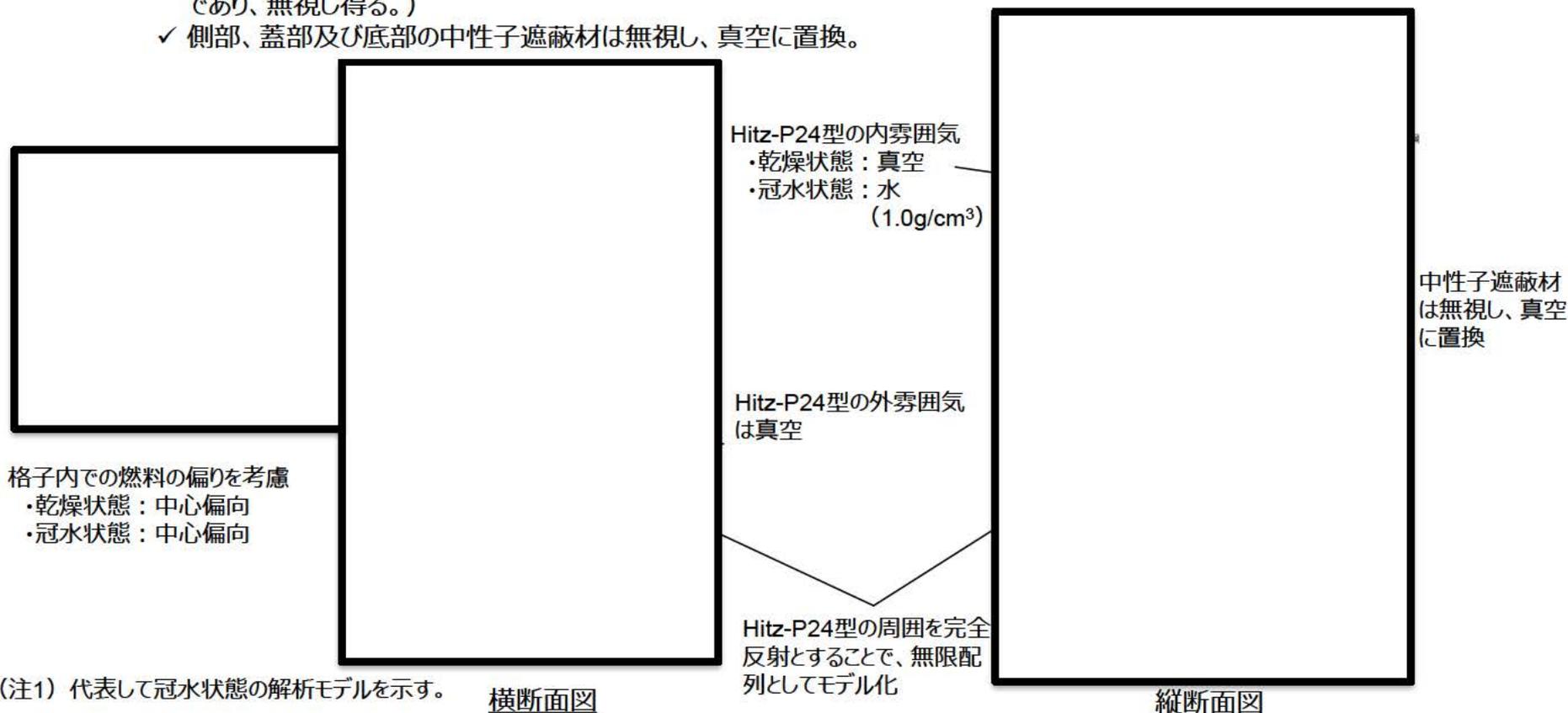
2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

● 臨界防止機能の安全評価について

(2) 臨界解析評価条件（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。

- ✓ Hitz-P24型及び使用済燃料集合体の実形状を三次元でモデル化する。
- ✓ Hitz-P24型が無限に配列した体系（完全反射）とする。（これにより、Hitz-P24型の配置制限は不要となる。）
- ✓ バスケット格子内での使用済燃料の偏りを考慮し、中性子実効増倍率が最も大きくなる配置とする。
- ✓ バスケットプレート及び中性子吸収材は寸法公差を考慮し、中性子実効増倍率が最も大きくなる寸法とする。
- ✓ 中性子吸収材のほう素添加量は仕様上の下限値とする。（設計貯蔵期間経過後のほう素の減損割合は 10^{-5} 程度であり、無視し得る。）
- ✓ 側部、蓋部及び底部の中性子遮蔽材は無視し、真空に置換。



2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

- 臨界防止機能の安全評価について

- (3) 臨界解析評価条件（解析コード及び検証）

- 米国のオークリッジ国立研究所（ORNL）で開発された公開の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コードを用いる。
 - SCALEコードシステムは、米国NRCにより認証された標準解析コードであり、国内外の臨界解析の分野で幅広く使用されている。
 - SCALEコードシステムに対しては、Hitz-P24型を構成する燃料体及び構造物を模擬した多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。
 - 本コードは技術的な特殊性、新規性は無く、許認可での使用実績があるコードである。

- (4) 臨界解析評価結果

乾燥状態に加え、キャビティ内水位や外部の水の存在など、Hitz-P24型の取扱時に想定される条件を踏まえた感度解析結果※から、最も厳しい条件となる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。

※ 資料1-2 別紙1参照

項目		評価結果（注1）	評価基準
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（ σ ）の3倍（ 3σ ）を加えた値である。

- 設計方針の妥当性

以上のとおり、設計上想定される状態において、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計方針は妥当である。

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

- 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）

《設計方針》

【安全設計に関する方針】

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。

【発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認】

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ため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

具体的な設計方針

- 設計上想定される状態において、使用済燃料集合体からの放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により遮蔽し、通常貯蔵時のHitz-P24型表面の線量当量率を2mSv/h以下とし、かつ、Hitz-P24型表面から1m離れた位置における線量当量率を100μSv/h以下とする設計とする。

設計方針の妥当性確認（安全評価）

- 使用済燃料を線源として遮蔽評価を実施し、通常貯蔵時のHitz-P24型の表面における線量当量率が2mSv/h以下、及び表面から1m離れた位置における線量当量率が100μSv/h以下となることを確認した。

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）

● 審査ガイドの要求事項

審査ガイド^(注1)の要求事項に対して、Hitz-P24型の遮蔽設計において考慮する事項を下表に示す。これらを考慮した設計方針及び設計方針の妥当性確認結果をP.16～19に示す。

項目	要求事項（確認内容）	遮蔽設計における考慮
使用済燃料の放射線源強度評価	使用済燃料の放射線源強度は、検証され適用性が確認された燃焼計算コードを使用して求めること。また、燃料型式、燃焼度、濃縮度、冷却年数等を条件とし、核種の生成及び崩壊を計算して求めること。	<ul style="list-style-type: none"> 放射線源強度は、収納する燃料型式、燃焼度、冷却期間等を条件とし、核種の生成及び崩壊に基づき燃焼計算コードORIGEN2により求める。 燃焼計算コードORIGEN2は、Hitz-P24型に収納する使用済燃料と同等の冷却条件のANS標準崩壊熱データ等により検証され適用性を確認している。
兼用キャスクの遮蔽機能評価	兼用キャスクからの線量当量率は、兼用キャスクの実形状を適切にモデル化し、及び計算した放射線源強度に基づき、検証され適用性が確認された遮蔽解析コード及び断面積ライブラリを使用して求めること。その際、設計貯蔵期間中の兼用キャスクのガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材の熱劣化による遮蔽機能の低下を考慮すること。	<ul style="list-style-type: none"> Hitz-P24型からの線量当量率は、Hitz-P24型の実形状を二次元でモデル化し、使用済燃料等の放射線源強度等を条件として、遮蔽解析コードDOT3.5により求める。その際、設計貯蔵期間中の熱影響による中性子遮蔽材（レジン）の質量減損（1.4～2.0%）を考慮する。 DOT3.5コード及び断面積ライブラリは、使用済燃料輸送容器体系での遮蔽ベンチマーク試験により検証され適用性を確認している。 三次元輸送計算コード（MCNP5）を用いた解析結果との比較を行い、二次元モデル設定の妥当性確認を行う。
	兼用キャスク表面の線量当量率を2mSv/h以下とし、かつ、兼用キャスク表面から1m離れた位置における線量当量率を100μSv/h以下とすること。	<ul style="list-style-type: none"> Hitz-P24型表面の線量当量率は2mSv/h以下、かつ、Hitz-P24型表面から1m離れた位置における線量当量率は100μSv/h以下となるように設計する。

(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」

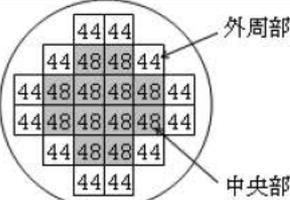
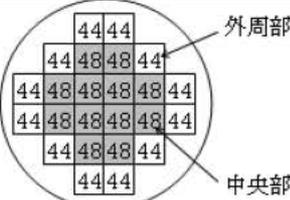
2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

● 遮蔽機能の安全評価について

(1) 遮蔽解析評価条件（収納物仕様）

遮蔽解析に用いる燃料タイプについては、17×17燃料（A型、B型）とし、使用済燃料の放射線源強度は、下表の初期濃縮度、燃焼度、及び冷却期間を基にORIGEN2コードにより算出する。

- ✓ 初期濃縮度は、収納する使用済燃料の濃縮度の下限値とする。
- ✓ 使用済燃料の燃焼度は、中央部、外周部ともに当該配置の収納制限の最高燃焼度を設定する。
- ✓ 使用済燃料の軸方向燃焼度分布を考慮して、放射線源強度を計算する。
- ✓ バーナブルポイズン集合体は放射化による放射線源強度については考慮するが、構造材の遮蔽効果は無視する。

項目		キャスク収納位置制限		遮蔽解析条件	
		中央部	外周部	中央部	外周部
燃料集合体 1体の仕様	燃料タイプ	17×17型（A型・B型）		17×17型（A型・B型）	
	初期濃縮度				
	ウラン重量				
	最高燃焼度	≤48GWd/t	≤44GWd/t	48GWd/t	44GWd/t
	冷却期間	A型：≥15年、B型：≥17年		A型：15年、B型：17年	
バーナブルポイズン 集合体1体の仕様	最高燃焼度				
	冷却期間（注1）				
Hitz-P24型1基当たり	平均燃焼度	≤44GWd/t		46GWd/t	
配置		 （注2） （注3）		 （注4）	

（注1）組み合わせる使用済燃料集合体の冷却期間以上とする。

（注2）数値は燃焼度（GWd/t以下）を示す。

（注3）A型とB型は区別なく同一キャスクへ混載可能である。

（注4）数値は燃焼度（GWd/t）を示す。

 内は商業機密のため、非公開とします。

- 遮蔽機能の安全評価について

- (3) 遮蔽解析評価条件（解析コード及び検証）

- ①線源強度評価に用いる解析コード

- 遮蔽解析評価のうち、線源強度評価には、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、ライブラリはORIGEN2コードに内蔵されるPWRU50を用いる。
 - ORIGEN2コードは、米国原子力学会（ANS）において、ANS標準崩壊熱との比較により妥当性の確認を行っている。
 - ORIGEN2コードは技術的な特殊性、新規性は無く、許認可で使用実績（注1）があるコード、ライブラリである。

- ②遮蔽解析に用いる解析コード

- 遮蔽解析評価のうち、線量当量率評価には、米国のオークリッジ国立研究所（ORNL）で開発されたDOT3.5コードを用いる。断面積ライブラリには、JENDL-3.3に基づく断面積ライブラリとして日本原子力研究所にて整備されたMATXSLIB-J33を用いる。
 - DOT3.5コードは、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。
 - DOT3.5コードは、技術的な特殊性、新規性は無く、許認可で使用実績（注1）があるコードである。

（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申請、他

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

- 遮蔽機能の安全評価について

- (4) 遮蔽解析評価結果

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
	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	84 μ Sv/h	85 μ Sv/h	100 μ Sv/h以下

- 設計方針の妥当性

以上のとおり、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、基準を満足することから、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る。したがって、Hitz-P24型の遮蔽機能に係る設計方針は妥当である。

2. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

- 使用済燃料集合体の混載について
各安全機能の評価において、燃料型式（A型又はB型）については、以下のとおり考慮している。
 - ① 臨界防止評価に用いる燃料型式
 - 臨界防止評価に用いる燃料集合体仕様の項目のうち、17×17燃料のA型とB型では、ペレット直径及び被覆管肉厚が異なる。臨界評価においては、ペレット直径が大きく反応度の高いA型燃料を代表とし、24体すべてをA型燃料として評価することで、一部または全部のバスケット格子にB型燃料を装荷したケースを包絡する。なお、一部のB型燃料にはA型燃料と仕様が同じ燃料が存在するが、臨界防止評価上はA型と同等として扱う。
 - ② 遮蔽評価に用いる燃料型式
 - 遮蔽評価においては、モデル化する燃料集合体各領域の放射化ガンマ線源、燃料有効部ガンマ線源及び中性子源のそれぞれの線源強度について、17×17燃料のA型とB型のうち必ずしも一方の型式が他方すべてを包絡しておらず、また、線源となる燃料集合体各領域の軸方向の位置も異なるため、A型とB型のどちらが線量当量率が大きくなるかは、線量当量率の評価位置によって異なる。そのため、遮蔽評価においては24体すべてをA型燃料としたケースと、すべてをB型燃料としたケースの両方を評価する。A型とB型を混載した場合の線量当量率はこれらのいずれかの評価結果に包絡される。

1. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

- 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（解釈別記 4 第 1 6 条第 5 項）（長期健全性）

《設計方針》

Hitz-P24型は、主要な構成部材について、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食等の経年変化に対して信頼性を有する材料及び構造とし、使用済燃料の健全性を維持する設計とする。

具体的な設計方針

- Hitz-P24型の安全機能を維持する上で重要な構成部材には、設計貯蔵期間（60年）における温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度及び性能を維持することで、使用済燃料集合体の健全性を確保する設計とする。
- Hitz-P24型の本体内面、バスケット及び使用済燃料集合体の腐食等を防止するために、使用済燃料集合体を不活性ガスであるヘリウムガスとともに封入し、Hitz-P24型表面の必要な箇所には、塗装等による防錆措置を講じる設計とする。

設計方針の妥当性確認（健全性評価）

- 設計貯蔵期間中の温度、放射線及びその環境下におけるHitz-P24型の主要な構成部材の経年変化、及び経年変化の影響を防止するための防錆措置等を考慮した上で、使用済燃料の健全性が維持されることを確認した（文献・試験データによる確認）。

設置（変更）許可申請において別途確認を要する条件

- なし。

1. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

● 審査ガイドの要求事項

審査ガイド（注1）の要求事項に対するHitz-P24型の長期健全性維持における考慮を下表に示す。これらを考慮した設計方針及び設計方針の妥当性確認結果をP.23及びP.24に示す。

要求事項（確認内容）	長期健全性維持における考慮
安全機能を維持する上で重要な兼用カスクの構成部材は、兼用カスクの最低使用温度における低温脆性を考慮したものであること。	安全機能を維持する上で重要な特定兼用カスクの構成部材は、最低使用温度における低温脆性を考慮した上で、その必要とされる強度、性能を維持するように設計する。
設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及び当該環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化の影響を、設計入力値又は設計基準値の算定に際し考慮していること。さらに、必要に応じて防食措置等が講じられていること。	Hitz-P24型は、特定兼用カ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の影響を設計入力値又は設計基準値に考慮する。また、特定兼用カ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。
兼用カスク内部の不活性環境を維持し、温度を制限される範囲に収めることにより、兼用カスクに収納される使用済燃料の経年変化を低減又は防止する設計であること。	Hitz-P24型は、特定兼用カスク本体内面、バスケット及び使用済燃料の腐食等を防止するために、使用済燃料集合体を不活性ガスであるヘリウムとともに封入して貯蔵する。経年変化要因に対して、主要な構成部材の健全性を維持することで不活性環境を維持し、温度を制限される範囲に収めることにより、使用済燃料の健全性を維持する設計とする。

（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」

1. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

● 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、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	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。

1. 設置許可基準規則への適合性（第十六条）

● 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
	金属ガスケット	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 ～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。

● 設計方針の妥当性

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。

3. 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				



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/>