

HITACHI



この資料及びこの資料に基づき計算書並びに図等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願い致します

資料1-1

Doc No. FRO-TA-0069/REV.1

第5回 特定兼用キャスクの設計の型式証明等に係る審査会合
(2020年10月20日)

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 (審査会合コメント回答、設置許可基準規則への適合性)

2020年10月20日

日立GEニュークリア・エナジー株式会社

内は商業機密のため非公開



目次

1. コメントリスト(本日コメント回答なし)
2. 設置許可基準規則への適合性(第十六条)
3. 安全機能評価の設置方法による代表性
4. 今後の説明の進め方

1. コメントリスト

この資料及びこの資料に基づき
計算書並びに図等等の出力
を複製、第三者へ開示または
公開しないようお願いいたします



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	2020/6/8 審査会合	申請対象に、三次蓋、貯蔵架台は含まれるか等、考え方を明確にすること。	第四条	<p>本型式証明申請の対象には、輸送荷姿に圧力監視装置を取り付けるために輸送用緩衝体、三次蓋等の一部改造した付属品、及びそれらと同等の機能を有する貯蔵用緩衝体を装着した状態を含めるものとする。</p> <p>一方、貯蔵架台は本申請の対象外として、設置(変更)許可申請にて確認いただく。ただし、トラニオンを固定する貯蔵方式では、トラニオンを貯蔵架台に固定するための構造物(以下「固定装置」という)及び貯蔵架台が健全であることを前提として、トラニオンの地震時の構造健全性の評価方法を申請対象とする。</p> <p>【詳細は、8/6審査会合 資料1の4～8ページに示す】</p>	8/6 審査会合 で説明
2	2020/6/8 審査会合	緩衝体付きの方式の申請の方法として、型式証明と設置(変更)許可の間では、代表的又は制限となる緩衝体の具体的設計の条件を取り合う等、申請対象の区分けの方法は複数考えられる。それを踏まえて、型式証明での緩衝体の申請方法を明確にすること。	全般	<p>緩衝体付きの方式では、輸送荷姿の性能を評価条件として、型式証明の範囲で兼用キャスクの許可範囲が完結するものとし、後段の設置(変更)許可で確認する範囲について明確にした。</p> <p>本型式証明での説明範囲と申請対象及び設置(変更)許可で確認いただく範囲等の詳細については、2020年6月8日の審査会合資料2-1を修正した資料を用いてご説明する。</p> <p>【詳細は、8/6審査会合 資料1の9～16ページに示す】</p>	
3	2020/6/8 審査会合	輸送荷姿を含め型式証明/設置(変更)許可で確認する範囲のすみ分けについて明確にすること。	全般	<p>【詳細は、8/6審査会合 資料1の9～16ページに示す】</p>	

1. コメントリスト(つづき)

この資料及びこの資料に基づき
計算書並びに図表等の図表を
複写、第三者へ開示または
公開しないようお願い致します



No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
4	2020/6/8 審査会合	安全評価について説明する際は、核燃料輸送物設計承認を受けた類似キャスクと同様である旨の説明のみではなく、設置許可基準規則への適合性の観点で明確に説明をすること。	第五、六条	(今後詳細をご説明する)	次回以降の審査会合で回答予定
5	2020/6/8 審査会合	配置(i)~(ii)の燃料収納条件は、中央部、外周部それぞれに複数タイプの燃料が記載されているが、どちらかの燃料のみ収納できるのか、混載可能なのか。また、配置(iii)は1種類のタイプのみ収納するのか。安全評価の代表性を含めて説明すること。 また、初期濃縮度の記載の考え方について説明すること。	第十六条	<p>新型8×8ジルコニウムライナ燃料と高燃焼度8×8燃料の構造健全性を維持できる温度(以下「被覆管制限温度」という)は同一であり、申請した配置(i)~(ii)の収納条件であれば、キャスクの4つの安全機能を維持でき、被覆管制限温度の範囲に収まるため、混載可能である。</p> <p>新型8×8燃料の被覆管制限温度は、他の燃料タイプに比べて低い。収納する位置を温度が低い外周部に限定して他の燃料タイプと混載する方法もあるが、本型式証明で申請する配置(iii)は新型8×8燃料を単独で多く収納するために設定した収納条件である。</p> <p>配置(i)、(ii)、(iii)の4つの安全機能の評価は、収納燃料の初期濃縮度、崩壊熱量、線源強度の入力条件の大小から代表評価を決定するか、又は配置ごとの評価結果からより厳しい方の結果で代表するかのいずれかとしている。</p> <p>なお、初期濃縮度は、燃料仕様の概要では、燃料タイプごとに値が異なることを示すために設置(変更)許可申請の記載を例に「約」とした。一方、今後提示する安全解析の入力条件となる初期濃縮度は、詳細値を記載する。</p> <p>【詳細は、8/6審査会合 資料1の17~22ページに示す】</p>	8/6 審査会合 で説明

1. コメントリスト(つづき)

この資料及びこの資料に基づき計算書並びに図表等の出力を複写、第三者へ提示または公開しないようお願いいたします



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	2020/8/6 審査会合	外運搬規則に定める車両運搬時の荷姿である輸送荷姿を構成する貯蔵用付属品(輸送用緩衝体、三次蓋及びモニタリングポートカバープレート)と今回申請されたものとは、一部がそれぞれ改造されていることから、外運搬規則の要求事項に対する適合性説明時に用いた評価結果の引用には考慮が必要と考えられる。このことを踏まえ、改造による特定兼用キャスクの安全機能への影響について説明すること	全般	貯蔵用として想定する付属品は、貯蔵用緩衝体、貯蔵用三次蓋、モニタリングポートカバープレート(貯蔵用)、圧力センサ及び監視装置である。このうち、貯蔵用緩衝体、貯蔵用三次蓋及びモニタリングポートカバープレート(貯蔵用)は、監視装置に信号線を通すために三次蓋及びモニタリングポートカバープレート(貯蔵用)を貫通させるが、貯蔵時の兼用キャスクの密封境界に影響を及ぼさず、改造による兼用キャスクの安全機能への影響はない。 兼用キャスクに装着する貯蔵用付属品は周辺施設に分類し、貯蔵用付属品の実設計を用いた詳細設計・詳細評価は設工認で確認いただく予定である。なお、設計例は型式指定の段階で提示する場合もある。 【詳細は、10/5審査会合 資料1 の6～16ページに示す】	10/5 審査会合 で説明
7	2020/8/6 審査会合	後段の型式指定の申請範囲を考慮した上で、上記の改造されている特定兼用キャスク貯蔵用付属品の申請範囲を明確にすること	全般	【詳細は、10/5審査会合 資料1 の6～16ページに示す】	10/5 審査会合 で説明
8	2020/8/6 審査会合	閉じ込め機能の評価について、貯蔵時と輸送時では健全性の判断に用いる指標が異なることから、今後は、貯蔵時と輸送時の評価手法の差異を含めて、閉じ込め機能の成立性を説明すること	第十六条	貯蔵時は一次蓋の金属ガスケット部、輸送時は三次蓋のゴムリング部がシール部となる。 貯蔵時の場合、設計貯蔵期間60年の間に密封境界の内部が負圧を維持できる基準漏えい率を定義し、金属ガスケットの漏えい率が基準漏えい率を満足することを確認する。 一方、輸送時の一般の試験条件では、密封境界の内部が大気圧となること、輸送時の特別の試験条件では、密封境界の内部が正圧となることを想定して、漏えい試験時のガス漏えい率に基づいて放射性物質の放出率を算出し、外運搬規則に定められる基準を満足することを確認する。 【詳細は、10/5審査会合 資料1 の17～19ページに示す】	10/5 審査会合 で説明
9	2020/8/6 審査会合	地震時の評価について、トラニオンの固定方法の適用範囲を示すこと	第四条	(今後詳細をご説明する)	次回以降の審査 会合で回答予定

1. コメントリスト(つづき)

この資料及びこの資料に基づき
計算書並びに図等々の出力
を複製、第三者へ開示または
公開しないようお願いいたします



No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
10	2020/8/6 審査会合	特定兼用キャスクの評価で示されている使用済燃料体の燃焼度と電力事業者の管理値には、燃焼度計算に用いる計算機プログラムの違いによる差異が生じるため、特定兼用キャスクへの使用済燃料集合体の収納体数等の収納条件検討における、この相違への考慮の考え方を説明すること	第十六条	(今後詳細をご説明する)	次回以降の審査会合で回答予定
11	2020/10/5 審査会合	貯蔵時の設置方法②(よこ置き)で使用する貯蔵用緩衝体の説明方針について、貯蔵用緩衝体の評価条件として、輸送用緩衝体の条件を用いる場合には、その適用性について、定量的に説明すること	第四、 十六条	(今後詳細をご説明する)	次回以降の審査会合で回答予定
12	2020/10/5 審査会合	貯蔵時の設置方法②について、貯蔵用三次蓋及びモニタリングポートカバープレートを有する構造とする場合には、具体的な条件について説明すること	全般	(今後詳細をご説明する)	次回以降の審査会合で回答予定
13	2020/10/5 審査会合	蓋部以外の兼用キャスクに使用する部品(金属ガasket、ボルト等)についても説明すること	全般	(今後詳細をご説明する)	次回以降の審査会合で回答予定
14	2020/10/5 審査会合	周辺施設として分類する設備について、貯蔵用三次蓋、輸送用三次蓋等の設備も分類の考え方を再検討し説明すること	全般	(今後詳細をご説明する)	次回以降の審査会合で回答予定
15	2020/10/5 審査会合	型式証明で申請する設置方法について、設置方法②及び設置方法⑤(よこ置き)における貯蔵架台の具体的な固定方法を説明すること	全般	(今後詳細をご説明する)	次回以降の審査会合で回答予定

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) -適合性についてのまとめ-

この資料及びこの資料に基づき
計画書並びに記録等の出力を
複製、第三者へ開示または
公開しないようお願ひ致します



安全機能	要求事項	設計方針	設計方針のポイント	評価結果
臨界防止	第2項 第一号ハ	燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。	兼用キャスクの運用上想定されるすべての状態で中性子実効増倍率が0.95を下回る設計とする。	設計上想定される状態において、中性子実効増倍率が0.95以下となる。
遮蔽	第4項 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が適切に配置された構造とすることで、使用済燃料からの放射線を適切に遮蔽できる設計とする。	設計上想定される状態において、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100 μ Sv/h以下となる。
除熱	第4項 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。	部材の熱伝導、対流、ふく射によって、使用済燃料から発生する崩壊熱を適切に外部に除熱できる設計とする。	設計上想定される状態において、燃料被覆管のクリーブ破断、機械的特性の低下を防止できる温度以下となり、かつ兼用キャスク構造部材の温度が、健全性を維持できる温度以下となる。
閉じ込め	第4項 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。	一次室と二次室の間を正圧とすることで、使用済燃料を内包する空間を兼用キャスク外部から隔離することができ、かつ、評価期間中に兼用キャスク内部を負圧に維持できる金属ガスケット及び密封境界部の設計とする。	想定される最も高い温度(兼用キャスク内温度、一次室シール部温度)においても、金属ガスケットを用いることで、設計貯蔵期間中に兼用キャスク内部を負圧に維持できる。
経年変化	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こと。	兼用キャスクを構成する部材及び使用済燃料に対して、熱的影響、放射線の照射による影響、化学的影響による経年変化を考慮する必要がない設計とする。	兼用キャスクを構成する部材及び使用済燃料に対して、設計貯蔵期間中の最高温度、照射量、環境が経年変化を考慮する必要がない条件である。

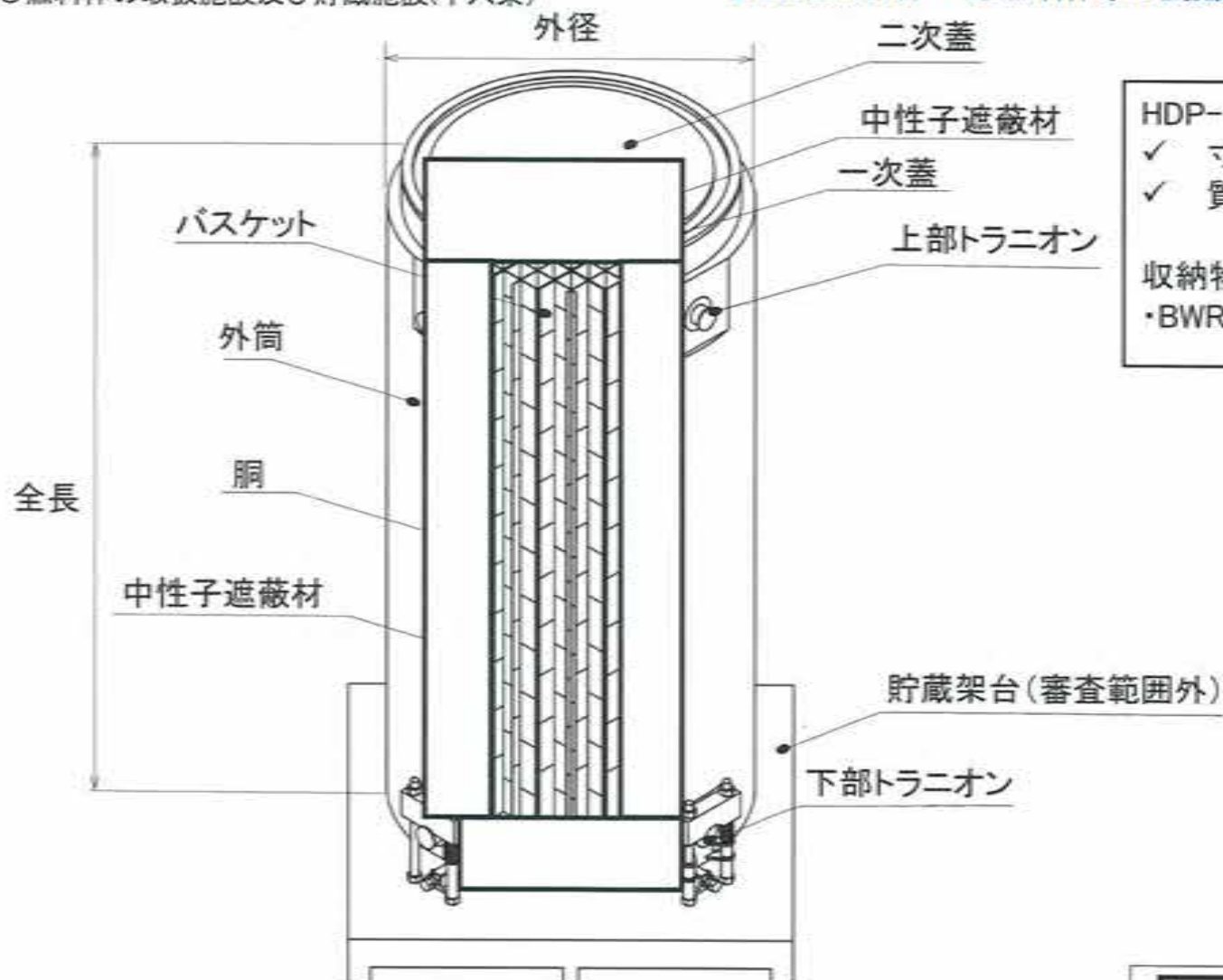
2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) —兼用キャスクの構造—

この資料及びこの資料に基づき計算された数値等の出力を複写、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条)

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 図2.1-1参照】



HDP-69BCH(B)型の形状

- ✓ 寸法:(外径)2.5m(全長)5.4m
- ✓ 質量:約119t(使用済燃料を含む)

収納物

- ・BWR使用済燃料:69体/基

HDP-69BCH(B)型構造図 設置方法⑤(たて置き)の例

□ 内は商業機密のため非公開

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) ー使用済燃料収納条件ー

この資料及びこの資料に基づき計算された数値等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条)

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 表2.4-1参照】

項目		キャスク収納制限、配置制限							
		配置(i)		配置(ii)		配置(iii)			
		中央部	外周部	中央部	外周部	中央部	外周部		
収納物仕様	使用済燃料1体の仕様	燃料タイプ		新型8×8ジルコニウムライク燃料、高燃焼度8×8燃料	高燃焼度8×8燃料	新型8×8ジルコニウムライク燃料、高燃焼度8×8燃料	新型8×8燃料		
		初期濃縮度(wt%)		≤3.7		≤3.1			
		最高燃焼度(GWd/t)		≤40	≤34	≤48	≤40	≤34	≤29
		冷却期間(年)		18≥		20≥	22≥	28≥	
	兼用キャスク1基当たり	キャスク内平均燃焼度(GWd/t)		≤34		≤40		≤29	
		最大崩壊熱量(kW)		≤12.1		≤13.8		≤8.4	
配置									

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) — 臨界防止機能 —

この資料及びこの資料に基づき計算書並びに記録等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第2項一号ハ、16条解釈別記4 16条第1項)

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添1図2.4.1-1参照】

《要求事項》

燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。

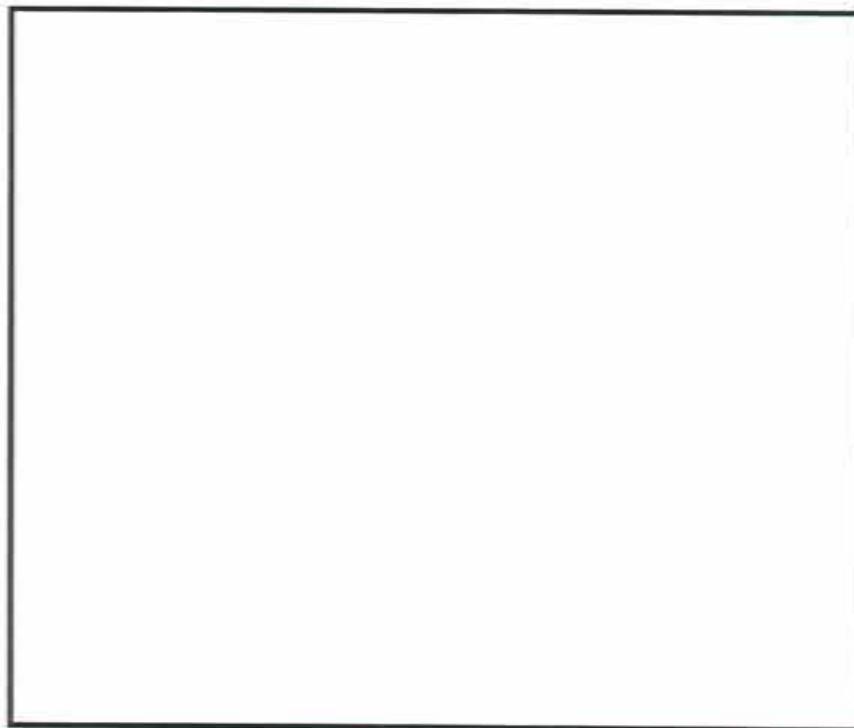
【設計方針】:兼用キャスクの運用上想定されるすべての状態で中性子実効増倍率が0.95を下回る設計とする。

【臨界防止構造】:

- ・兼用キャスク内のバスケットは、格子構造とし、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を所定の配置に維持できる構造とする。
- ・また、中性子吸収材であるほう素を含有するバスケットプレートを用いる。

【評価方法】:

- ・使用済燃料を兼用キャスクに収納する際の冠水状態を設計上考慮して、冠水状態を含めて臨界評価を実施し、中性子実効増倍率が0.95以下となることを次ページ以降で説明する。



内は商業機密のため非公開

HDP-69BCH(B)型のバスケット構造図

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) — 臨界防止機能 —

この資料及びこの資料に基づき計算された結果等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします

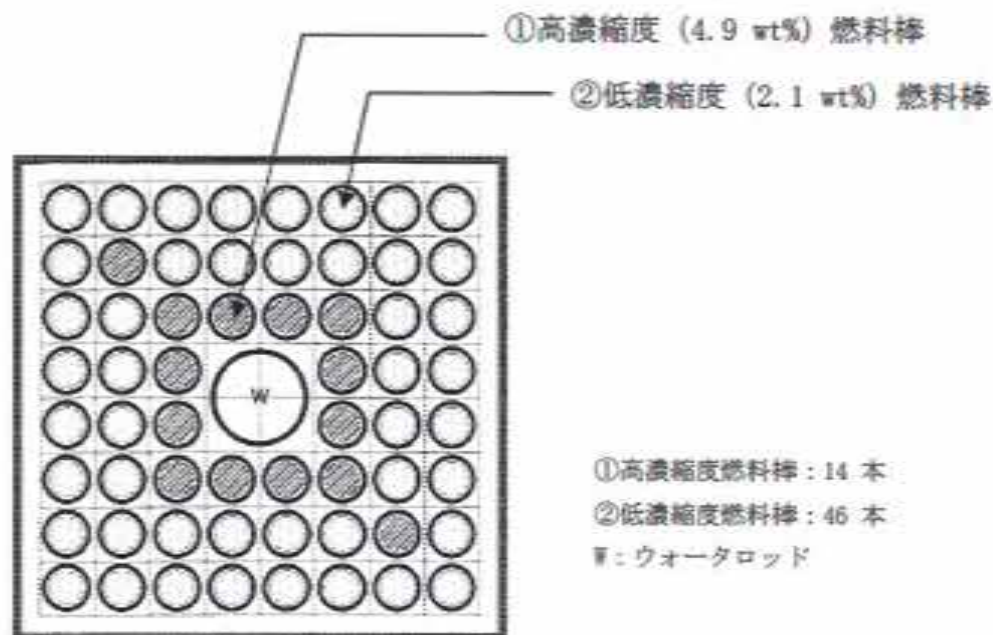


○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第2項一号ハ、16条解釈別記4 16条第1項)

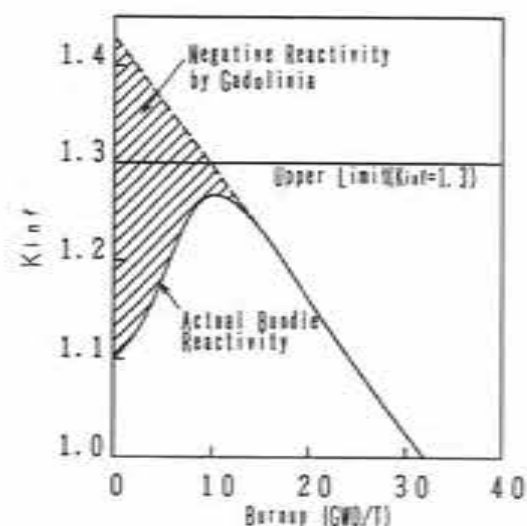
臨界評価条件(収納物仕様)

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添1図2.4.1-5, 6参照】

- ✓ 保守的な評価となるように、最も反応度の高い(濃縮度の大きい)高燃焼度8×8燃料を69体収納する配置とする。
- ✓ 冠水時の臨界評価では、炉心冷温状態における無限増倍率が1.3となる仮想のモデルバンドルを用いる。
- ✓ 乾燥時にはガドリニアの存在を無視し、初期濃縮度の最大値、燃焼度は0GWd/tとする。



高燃焼度8×8燃料モデルバンドル



上図⁽¹⁾に示すように、一般的なBWR燃料では、ガドリニアは、ほぼ1サイクル照射で燃え尽きるように設計され、燃料としての反応度のピークは10 GWd/t程度の燃焼度で現れる。炉心装荷冷温状態での無限増倍率が1.3を超えることがない使用済燃料を収納する

出典 (1): K. Kawakami, M. Matsumoto, H. Asano, T. Takakura, T. Matsumoto, T. Mochida, M. Yanaguchi, "The Use of Gadolinia Credit for Criticality Evaluation of a Spent-Fuel Cask," The 11th International Conference on the Packaging and Transportation of Radioactive Materials (PATRAM '95), December 3-8, 1995, Las Vegas, USA (1995).

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) — 臨界防止機能 —

この資料及びこの資料に基づき計算書並びに記録等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第2項一号ハ、16条解釈別記4 16条第1項)

臨界評価条件(解析モデル)

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添1図2.4.1-4, 7参照】

- ✓ 解析モデルは、以下のとおり配置・形状等適切に考慮し、保守的な条件とする。
 - ・バスケット格子内での使用済燃料等の偏り等を考慮し、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の製造公差は実効増倍率が最も大きくなる寸法とする。
 - ・バスケットプレートのほう素添加量は、仕様上の下限値とする。
 - ・臨界防止の寄与を設計上考慮しない中性子遮蔽材は無視する。
 - ・兼用キャスクの配置の変化による影響を包含できるモデルとするために兼用キャスクが無限に配列した体系(完全反射境界)とする。

横断面図

縦断面図

臨界解析モデル 冠水時(乾燥時)



内は商業機密のため非公開

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) — 臨界防止機能 —

この資料及びこの資料に基づき計算書並びに記録等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第2項一号ハ、16条解釈別記4 16条第1項)

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添1図2.4.1-4, 7参照】

HDP-69BCH(B)型の各部のモデル上の考慮の考え方(臨界防止機能)

名称	各部	モデル上の考慮	備考	
兼用キャスク 本体	胴、底板			
	外筒			
	中性子遮蔽材			
	伝熱フィン(炭素鋼/銅)			
	バスケット			バスケットプレート 伝熱プレート
	トラニオン			
一次蓋	一次蓋			
	中性子遮蔽材			
二次蓋	二次蓋			
BWR使用済 燃料集合体	燃料体			
	チャンネルボックス			

○:考慮している部材 - :考慮していない部材



内は商業機密のため非公開

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) — 臨界防止機能 —

この資料及びこの資料に基づき計算された数値等は出力を複写、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第2項一号ハ、16条解釈別記4 16条第1項)

臨界評価手法

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添1 図2.4.1-2, 9.10, 表2.4.1-10】

- ✓ 前ページまでの収納物仕様及び解析モデルを用いて、SCALEコードシステムを用い、実効増倍率の計算には同じコードシステム内に含まれるKENO-V.aコードにより評価する。
- ✓ 上記解析コードを用いる評価手法には技術的な特殊性・新規性はない(いずれも許認可で使用実績のあるコード)

臨界評価結果

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添1表2.4.1-4】

- ✓ 兼用キャスクに使用済燃料を収納する際の乾燥状態に加え、使用済燃料を収納する際の冠水状態を考慮し、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以下となることを確認した。

中性子実効増倍率		基準値	
乾燥状態	0.41	≤0.95	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ため、乾式キャスクの判定基準*1である中性子実効増倍率の計算結果に計算誤差を考慮しても0.95を上回らないことを基準とした
冠水状態	0.89		

注記*1: 原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵について(平成4年8月27日原子力安全委員会了承)

《設計方針の妥当性》

以上より、設計上想定される状態において、兼用キャスクの中性子実効増倍率が0.95以下となる設計としていることから、兼用キャスク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について(第十六条) — 遮蔽機能 —

この資料及びこの資料に基づき計算書並びに記録等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第4項一号、16条解釈別記4 16条第2項)

《要求事項》

HDP-69BCH(B)型は、使用済燃料に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。

【設計方針】 兼用キャスクは、ガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材が適切に配置された構造とすることで、使用済燃料からの放射線を適切に遮蔽することができる設計とする。

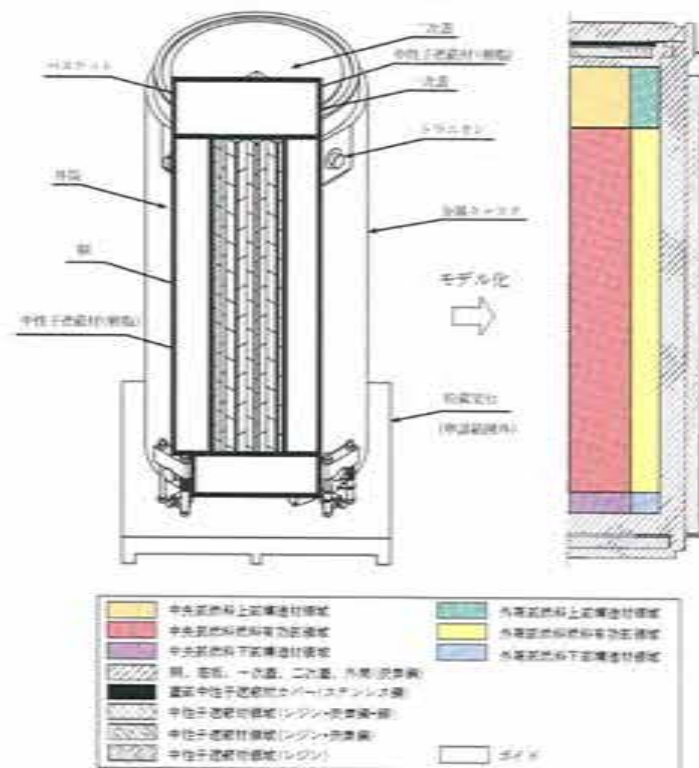
【遮蔽構造】

兼用キャスクは、使用済燃料からの放射線を兼用キャスク本体(胴、中性子遮蔽材、外筒)及び蓋部(一次蓋、二次蓋)により遮蔽する。

【評価方法】

使用済燃料を線源として遮蔽解析を実施し、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 $100\ \mu\text{Sv/h}$ 以下となることを次ページ以降で説明する。

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添2図2.4.2-3参照】



遮蔽材の配置



内は商業機密のため非公開

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) — 遮蔽機能 —

この資料及びこの資料に基づき計算された数値等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願ひ致します



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第4項一号、16条解釈別記4 16条第2項)

遮蔽評価条件(収納物仕様)

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添2表2.4.2-4.別添2参考1参照】

- ✓ 使用済燃料の燃焼度は、中央部に最高燃焼度の燃料、外周部に平均燃焼度の燃料を配置している。
- ✓ 使用済燃料の収納条件、配置(i)と配置(ii)を個別に評価し、厳しい値を確認する。
- ✓ チャンネルボックスは、放射化線源強度のみ考慮し、設計において遮蔽効果を期待しないため、下記のモデルからは無視している。
- ✓ 使用済燃料の線源強度を算出する際には、HDP-69BCH(B)型が収納対象とする使用済燃料の軸方向の燃焼度分布を包絡できるように設定した燃焼度分布を基に線源強度を保守的に算出する。

遮蔽評価条件(解析モデル)

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添2 図2.4.2-4~7参照】

- ✓ 解析モデルは、以下のとおり配置・形状等適切に考慮し、保守的な条件とする。
 - ・解析モデルの各種寸法は公称値でモデル化するが、マイナス側の寸法公差(最小厚さ)は原子個数密度で考慮する。
 - ・材料密度は、最小密度を使用する。
 - ・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する。

遮蔽解析モデル図
(上部モデル)

遮蔽解析モデル図
(下部モデル)

遮蔽解析モデル図
(上部ウランモデル)

遮蔽解析モデル図
(下部ウランモデル)

□ 内は商業機密のため非公開

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) — 遮蔽機能 —

この資料及びこの資料に基づき計算書並びに記録等の出力を複写、第三者へ提供または公開しないようお願ひ致します



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第4項一号、16条解釈別記4 16条第2項)

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添2 図2.4.2-4～7参照】

HDP-69BCH(B)型の各部のモデル上の考慮の考え方(遮蔽機能)

名称	各部	モデル上の考慮	備考	
兼用キャスク 本体	胴、底板			
	外筒			
	中性子遮蔽材			
	伝熱フィン(炭素鋼/銅)			
	バスケット	バスケットプレート		
		伝熱プレート		
	トラニオン			
一次蓋	一次蓋			
	中性子遮蔽材			
二次蓋	二次蓋			
BWR使用済 燃料集合体	燃料体			
	チャンネルボックス			

○:考慮している部材 - :考慮していない部材



内は商業機密のため非公開

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) — 遮蔽機能 —

この資料及びこの資料に基づく計算書並びに記録等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願い致します

HITACHI



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第4項一号、16条解釈別記4 16条第2項)

遮蔽評価手法

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添2 図2.4.2-9～12参照】

- ✓ 使用済燃料の線源強度計算は、ORIGEN2コード、兼用キャスクの線量当量率の解析にはDOT3.5コードを使用して評価する。
- ✓ 上記解析コードを用いる評価手法には技術的な特殊性・新規性はない(いずれも許認可で使用実績のあるコード)

遮蔽評価結果

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添2 表2.4.2-5参照】

評価位置	評価結果	基準値	
表面	1.1 mSv/h	≤ 2 mSv/h	適切な遮蔽能力を有する設計とするため、設置許可基準規則 解釈別記4 第16条2号を基準とした
表面から1m離れた位置	81 μ Sv/h	≤ 100 μ Sv/h	

◀設計方針の妥当性▶

以上より、設計上想定される状態において、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100 μ Sv/h以下となる設計としていることから、兼用キャスク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について(第十六条) — 除熱機能 —

この資料及びこの資料に基づき計算書並びに記録等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします

HITACHI 

○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第4項二号、16条解釈別記4 16条第3項)

《要求事項》

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。

【設計方針】: 部材の熱伝導、対流、ふく射によって、使用済燃料から発生する崩壊熱を適切に外部に除熱できる設計とする。

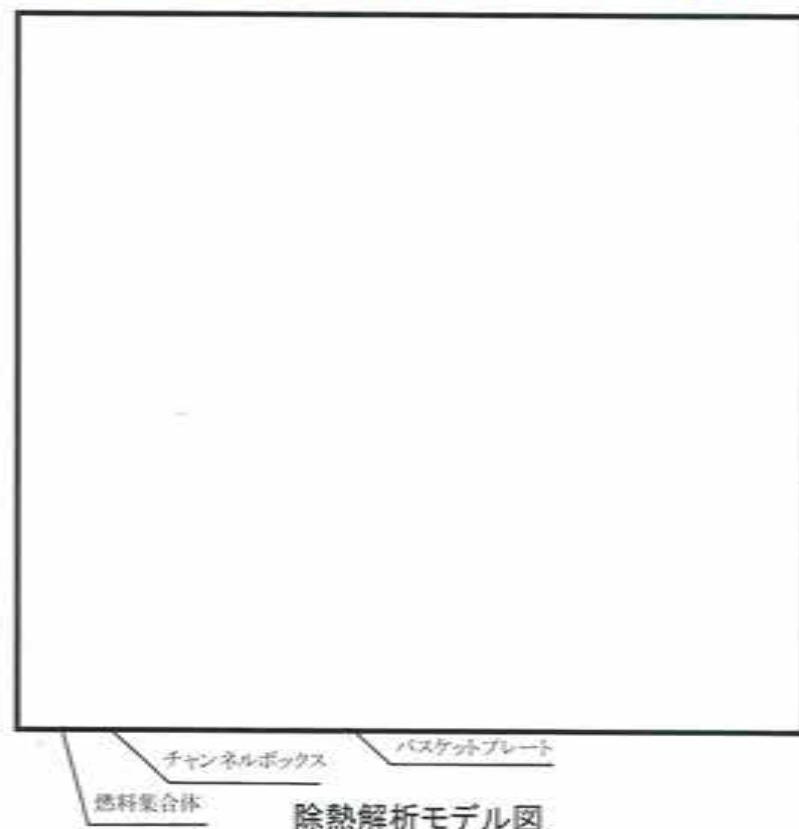
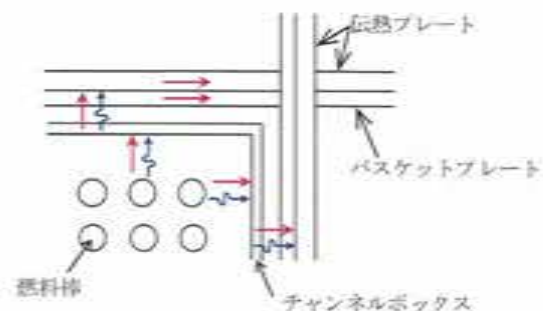
【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添3 図2.4.3-1】

【除熱構造、伝熱構造】:

・兼用キャスクは、使用済燃料から発生する崩壊熱を熱伝導及びふく射により兼用キャスク外表面に伝え、対流及びふく射により周囲の空気等に伝達する。兼用キャスク本体側部の中性子遮蔽材には熱伝導率の低いレジンを用いるため、伝熱フィンを設けることにより必要な伝熱性能を確保する。

【評価方法】:

・燃料被覆管及び兼用キャスク構造部材の健全性が維持できる温度を超えないこと。



 内は商業機密のため非公開

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) — 除熱機能 —

この資料及びこの資料に基づく計算書並びに記録等の出力を複写、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第4項二号、16条解釈別記4 16条第3項)

除熱評価条件(収納物仕様)

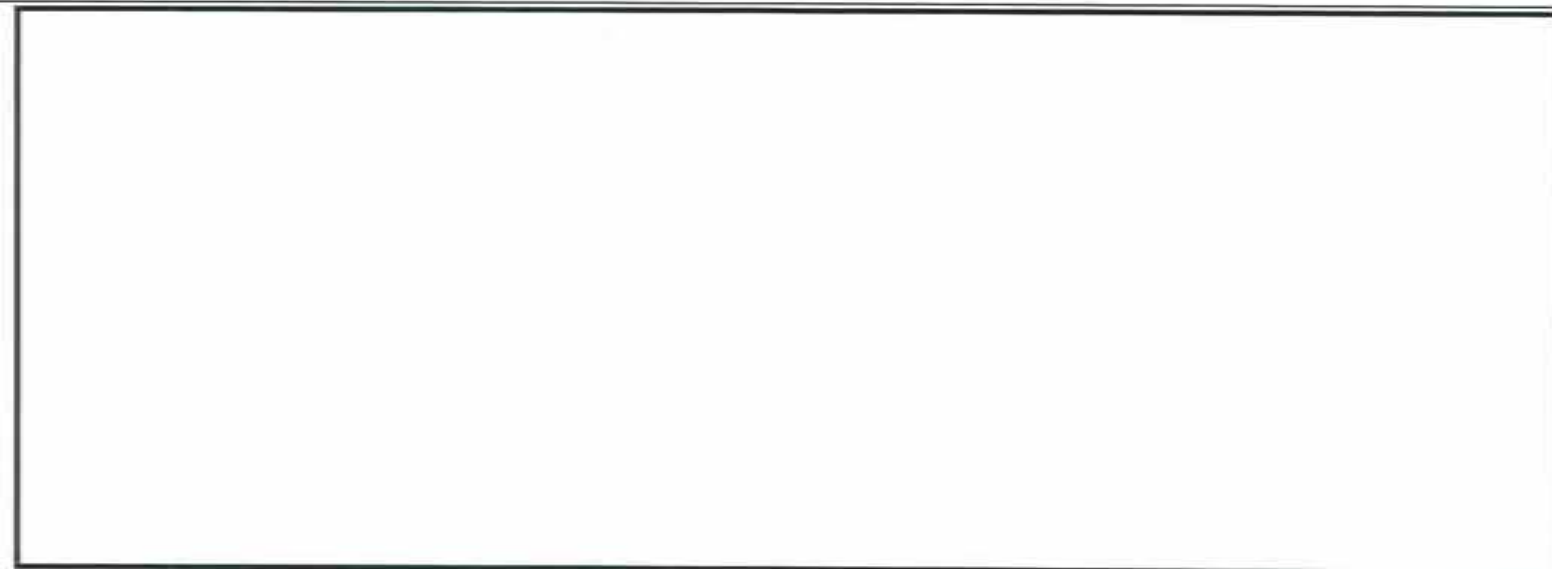
【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添3 2.章a.】

- ✓ 使用済燃料の収納条件、配置(i)と配置(ii)を個別に評価し、各部の温度を確認する。また、配置(iii)も一部評価し、燃料被覆管の温度を確認する。
- ✓ 燃料温度を高く評価できるよう、中央部に燃焼度の大きい燃料を配置する。
- ✓ 発熱量には、使用済燃料の発熱量(最大崩壊熱量)よりも大きな発熱量(設計崩壊熱量)を適用する。

除熱評価条件(解析モデル)

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添3 2.章b. 図2.4.3-8,10,13】

- ✓ 解析モデルは、以下のとおり配置・形状等適切に考慮し、保守的な条件とする。
 - ・解析モデルは、軸方向全体モデル、径方向輪切りモデル、燃焼集合体モデルを用いて、各部の温度を評価する。
 - ・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、温度を高めめに評価するよう、空間の中央に配置する。
 - ・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。



軸方向全体モデル

径方向輪切りモデル

燃料集合体モデル

除熱解析モデル要素分割図



内は商業機密のため非公開

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) — 除熱機能 —

この資料及びこの資料に基づき計算書並びに設備等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六條第4項二号、16條解釈別記4 16條第3項)

【補足説明資料 16條 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添3 2章b. 図2.4.3-8,10,13】

HDP-69BCH(B)型の各部のモデル上の考慮の考え方(除熱機能)

名称	各部	モデル上の考慮	備考	
兼用キャスク 本体	胴、底板			
	外筒			
	中性子遮蔽材			
	伝熱フィン(炭素鋼/銅)			
	バスケット	バスケットプレート		
		伝熱プレート		
	トラニオン			
一次蓋	一次蓋			
	中性子遮蔽材			
二次蓋	二次蓋			
BWR使用済 燃料集合体	燃料体			
	チャンネルボックス			

○:考慮している部材 - :考慮していない部材



内は商業機密のため非公開

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) — 除熱機能 —

この資料及びこの資料に基づき計算された結果等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第4項二号、16条解釈別記4 16条第3項)

除熱評価手法

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添3 図2.4.3-23,24】

- ✓ 使用済燃料の崩壊熱計算はORIGEN2コード、兼用キャスク及び燃料被覆管の温度解析にはABAQUSコードを使用して評価する。
- ✓ 上記解析コードを用いる評価手法には技術的な特殊性・新規性はない(いずれも許認可で使用実績のあるコード)

除熱評価結果

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添3 表2.4.3-5.6】

項目		評価結果(°C)	基準値(°C)	
燃料被覆管 最高温度	新型8×8燃料	196	200	使用済燃料の温度を、燃料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温度以下に維持できる設計とするため、燃料被覆管の累積クリープ量が1%を超えない温度、照射硬回復現象により被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物再配向による燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度以下となる温度を文献に基づき設定した
	新型8×8ジルコニウムライフ燃料 高燃焼度8×8燃料	262	300	
兼用キャスク 構成部材 最高温度	胴、外筒、蓋部	142	350	兼用キャスクの温度を、安全機能を維持する観点から制限される値以下に維持できる設計とするため、安全機能及び構造用強度の維持が必要な構成部材は、健全性が維持できる温度以下となる温度を文献、規格等に基づき設定した
	中性子遮蔽材	128	150	
	金属ガスケット	90	130	
	バスケットプレート	251	300	

《設計方針の妥当性》

以上より、設計上想定される状態において、燃料被覆管のクリープ破断、機械的特定の低下を防止する温度以下、かつ、兼用キャスク構成部材の温度が、健全性を維持できる温度以下となる設計としていることから、兼用キャスクの除熱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について(第十六条) — 閉じ込め機能 —

この資料及びこの資料に基づく計算書並びに記録等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第4項三号、16条解釈別記4 16条第4項)

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添4 図2.4.4-1.2】

《要求事項》

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。

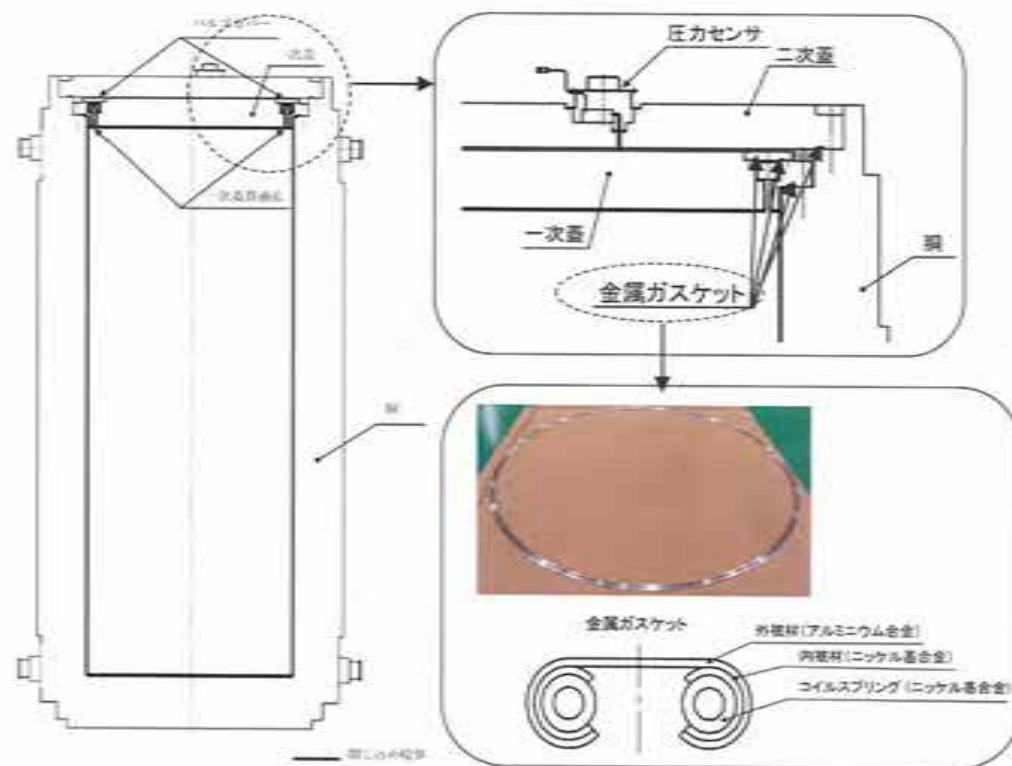
【設計方針】: 一次蓋と二次蓋の間を正圧とすることで、使用済燃料を内包する空間を兼用キャスク外部から隔離することができ、かつ、評価期間中に兼用キャスク内部を負圧に維持できる金属ガスケット及び密封境界部の設計とする。

【閉じ込め構造】:

- 兼用キャスク内部を設計貯蔵期間を通じて負圧に維持する。一次蓋と二次蓋の蓋間を正圧とし圧力障壁を形成することにより、放射性物質を兼用キャスク内部に閉じ込める。蓋及び蓋貫通孔のシール部は、金属ガスケットを使用し、設計貯蔵期間中に兼用キャスク内部を負圧に維持できる漏えい率(以下「基準漏えい率」という。)を満足するものを使用する。
- 蓋間の空間圧力を測定することにより閉じ込め機能を監視する。

【評価方法】:

- 蓋間の空間に充填されているヘリウムガスが兼用キャスク内部に漏えいするとともに、燃料棒からの核分裂生成ガス放出を仮定しても、兼用キャスク内部を負圧に維持可能な基準漏えい率を求める。
- 基準漏えい率よりも漏えい率の小さい金属ガスケットを用いることを確認する。



HDP-69BCH(B)型の型じ込め構造

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) — 閉じ込め機能 —

この資料及びこの資料に基づき
計算書並びに記録等の出力
を複写、第三者へ開示または
公開しないようお願いいたします



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第4項三号、16条解釈別記4 16条第4項)

閉じ込め計算条件、計算式

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添4 2章a.図2.4.4-6.7】

- ✓ 除熱評価の結果から兼用キャスク各部の温度は最も高い温度を適用して評価する。
- ✓ ボイル・シャルルの式及びクヌッセンの式(工学式)を用い、設計貯蔵期間(60年)経過後の兼用キャスク本体内部圧力が大気圧となる漏えい率(基準漏えい率)を算出する。
- ✓ 基準漏えい率は、以下のとおり保守的な条件を設定し計算する。
 - ・設計貯蔵期間中に、蓋間の圧力に充填されているヘリウムガスは減少していくが、本評価では保守的に蓋間圧力を貯蔵開始時の圧力が一定とした条件下で、兼用キャスク内部に漏えいするものとする。
 - ・設計貯蔵期間中に、蓋間の空間の温度は低下していくが、本評価では保守的に蓋間温度を貯蔵開始時の温度で一定とした条件下で、兼用キャスク内部に漏えいするものとする。
 - ・燃料棒からの核分裂生成ガスの放出(0.1%破損)を仮定する。

ボイル・シャルルの式

$$\frac{dPd}{dt} = \frac{Q}{Vd} \cdot \frac{Td}{T}$$

クヌッセンの式

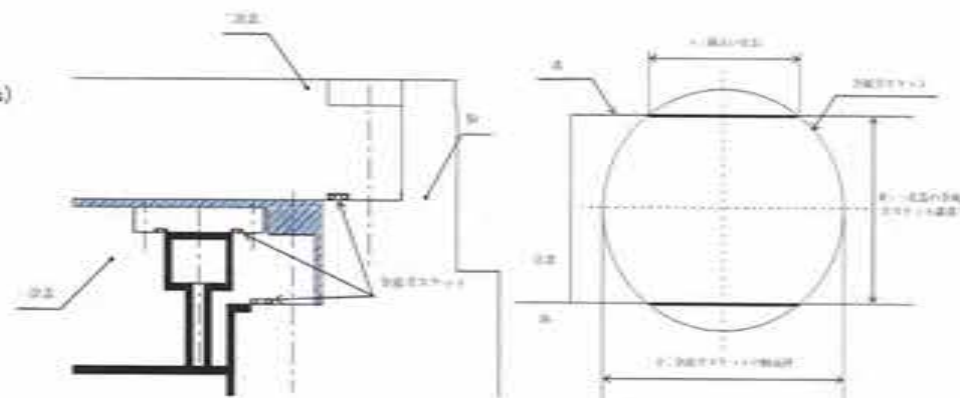
$$Q = L \cdot Pa$$

$$L = (Fe + Fm) \cdot (Pu - Pd)$$

$$Fe = \frac{\pi}{128} \times \frac{D_0^4}{a \cdot \mu}$$

$$Fm = \frac{\sqrt{2 \pi \cdot R_0}}{6} \times \frac{D_0^3 \sqrt{T}}{a \cdot Pa}$$

- Q : 漏えい率 (Pa·m³/s)
- L : 流れの平均圧力Paにおける体積漏えい率 (m³/s)
- Fe : 連続流のコンダクタンス係数 (m³/(Pa·s))
- Fm : 自由分子流のコンダクタンス係数 (m³/(Pa·s))
- Pu : 上流側の圧力 (Pa)
- Pd : 下流側の圧力 (Pa)
- D₀ : 漏えい孔径 (m)
- a : 漏えい孔長 (m)
- Pa : 流れの平均圧力 (Pa)、Pa = (Pu + Pd)/2
- μ : 漏えいガスの粘性係数 (Pa·s)
- T : シール部の代表温度 (= 漏えいガスの温度) (K)
- M : 漏えいガスの分子量 (kg/mol)
- R₀ : 気体定数 (J/(mol·K))



- ・兼用キャスクの一次-二次蓋間圧力、ガス温度: 貯蔵開始時から一定
- ・兼用キャスク本体内部圧力: 貯蔵開始時に約0.08 MPa、60年後に大気圧 (燃料棒からの核分裂生成ガス放出(0.1%破損)考慮)

2. 設置許可基準規則への適合性について(第十六条) — 閉じ込め機能 —

この資料及びこの資料に基づき計算並びに記録等の出力を複写、第三者へ開示または公開しないようお願いします



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(十六条第4項三号、16条解釈別記4 16条第4項)

閉じ込め評価結果

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添4 表2.4.4-2,図2.4.4-8~10】

- ✓ 設計貯蔵期間(60年)を通じて、兼用キャスク内部を負圧に維持可能な基準漏えい率を求め、基準漏えい率よりも小さい漏えい率であることを確認した。

リークテスト判定基準 (Pa・m ³ /s)	基準値 (Pa・m ³ /s)	
$1.6 \times 10^{-6*1}$	2.4×10^{-6}	設計貯蔵期間中に兼用キャスク内部を負圧に維持できる設計とするため、密封境界部の漏えい率が、設計貯蔵期間、内部初期圧力及び自由空間容積、初期の蓋間圧力及び蓋間の容積、温度等を条件として、工学式に基づき計算した基準漏えい率を基準とした

注記*1:ラーソン・ミラー・パラメータ(LMP)による評価を実施し、シール部の温度条件下で、金属ガスケットのクリープによる応力緩和が生じても、金属ガスケットの設計漏えい率は、設計貯蔵期間を通じて、 10^{-10} Pa・m³/s以下を確保できることを確認している。

《設計方針の妥当性》

以上より、想定される最も高い温度(兼用キャスク内部温度、一次蓋シール部温度)においても、設計貯蔵期間中に兼用キャスク内部を負圧に維持することができる設計としていることから、兼用キャスクの閉じ込め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について(第十六条) — 経年変化を考慮した材料及び構造 —

この資料及びこの資料に基づき
計算書並びに記録等の出力
を複写、第三者へ開示または
公開しないようお願い致します



○燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条解釈別記4 16条第5項)

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 表2.5.2-1~3】

《要求事項》

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うえで、使用済燃料の健全性を確保すること。

【設計方針】:兼用キャスクを構成する部材及び使用済燃料に対して、熱的影響、放射線の照射による影響、化学的影響による経年変化を考慮する必要がない設計とする。

【評価方法】

・設計貯蔵期間(60年)における温度、放射線及びキャスク内部環境下における兼用キャスク各部部材及び使用済燃料が健全であることを文献等により確認する。

【熱的影響】

・使用済燃料及び兼用キャスクの構成部材温度が文献等に示される温度以下であることから、熱による経年変化は考慮する必要はない(P.21参照)

【放射線の照射影響】

・設計貯蔵期間の中性子照射量が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ことから、照射による経年変化は考慮する必要はない

評価部材	評価結果(n/cm ²)	基準値(n/cm ²)	設計貯蔵期間中の放射線の環境条件下での経年変化を考慮した設計とするため、文献に基づき、材質の機械的特性に影響しない照射量を基準とした
胴、底板、外筒、蓋	<10 ¹⁵	<10 ¹⁶	
中性子遮蔽材	<10 ¹⁴	<10 ¹⁵	
金属ガスケット	<10 ¹⁴	<10 ¹⁷	
バスケットプレート	<10 ¹⁶	<10 ¹⁷	

* 使用済燃料の設計貯蔵期間中の中性子照射量は、炉内の照射量に比べて小さい

【化学的影響】

・兼用キャスク内部及び一次蓋と二次蓋の間に不活性ガス(He)を封入する設計、また、中性子遮蔽材充填空間は閉鎖環境にあり、腐食環境にない。

以上のとおり、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うえで、使用済燃料の健全性を確保する設計としている。

3. 安全機能評価の設置方法による代表性

この資料及びこの資料に基づき
（計画書並びに設計等の出力）
を複写、第三者へ譲渡または
公開しないようお願いいたします



○4つの安全機能の成立性確認のため、白抜き範囲のうち、赤字の詳細について本日ご説明する（灰色部は今後ご説明）。

【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 表2.4-2】

安全機能	トラニオンを固定		緩衝体等を兼用キャスクの両端に装着
	設置方法⑤ (たて置き)	設置方法⑤ (よこ置き)	設置方法②
臨界防止	使用済燃料仕様、内部水密度、収納位置、兼用キャスク配列を最も厳しい条件として中性子実効増倍率を評価	← (姿勢によらないため設置方法⑤(たて置き)でご説明)	← (姿勢、緩衝体有無によらないため設置方法⑤(たて置き)でご説明)
遮蔽	線源強度、収納位置を最も厳しい条件として線量当量率を評価	← (姿勢によらないため設置方法⑤(たて置き)でご説明)	← (姿勢によらず、緩衝体による遮蔽効果を無視して設置方法⑤(たて置き)でご説明)
除熱	使用済燃料の崩壊熱量、貯蔵建屋の境界条件から最も厳しい条件として各部の温度を評価	← (評価結果はたて置きを下回るため設置方法⑤(たて置き)で代表可能なことをたて置きを下回る評価結果を用いてご説明する)	輸送荷姿における緩衝体装着による熱抵抗の効果を考慮して各部の温度を評価
閉じ込め	設計貯蔵期間、兼用キャスク本体内部の温度、圧力、容積、内部流体を考慮した最も厳しい条件として、基準漏えい率を評価	← (同上)	(上記の除熱評価を反映)
地震	兼用キャスク告示の地震力の条件でトラニオンの構造健全性を評価 (地震力が作用しても固定装置及び貯蔵架台が構造健全性を維持することを前提条件とする)	← (たて置きの方が厳しいため設置方法⑤(たて置き)で代表可能なことをトラニオンに作用する荷重の大きさの比較でご説明する)	貯蔵架台からの転倒時の衝撃加速度が輸送荷姿の設計加速度以下となる緩衝体を条件とする。 (詳細な荷重条件等による健全性評価については、設工認で確認いただく)
波及的影響	衝撃*1	兼用キャスク本体に対する構造健全性を評価	← (緩衝体有無によらず、兼用キャスク本体を評価するため設置方法⑤(たて置き)でご説明)
	熱的*2	← (緩衝体による熱抵抗を考慮した保守的な設置方法②でご説明)	← (緩衝体による熱抵抗を考慮した保守的な設置方法②でご説明) 輸送荷姿における緩衝体装着による熱抵抗の効果を考慮して各部の温度を評価

注記*1: 周辺施設の損傷で生じる落下物

注記*2: 周辺施設の損傷で生じるがれきや地盤の不等沈下による土砂による兼用キャスク埋没

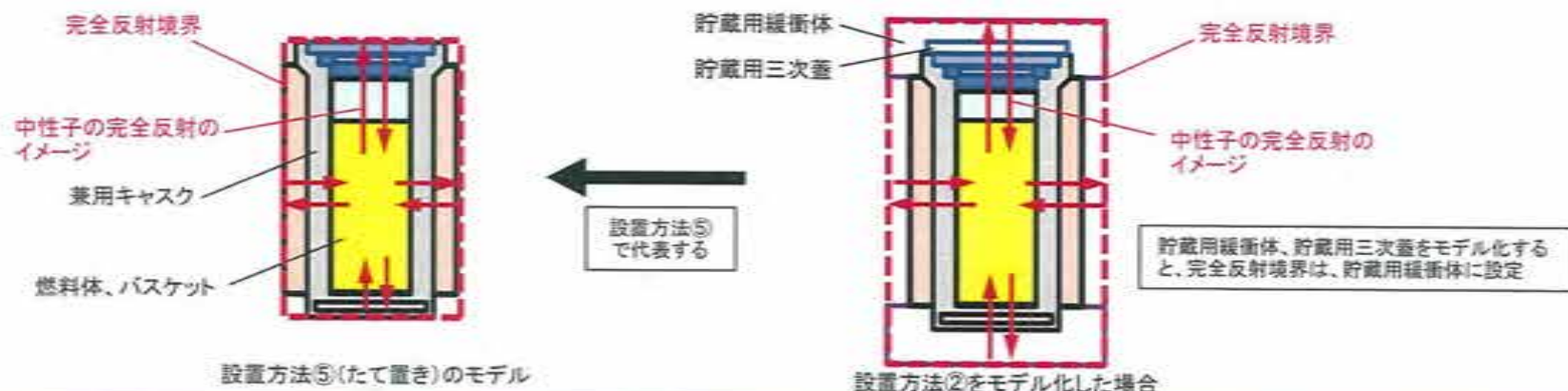
3. 安全機能評価の設置方法による代表性 — 臨界防止機能 —

この資料及びこの資料に基づく計算書並びに記録等の出力を譲渡、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 表2.4-3】

項目	設置方法⑤(たて置き)	設置方法⑤(よこ置き)	設置方法②
貯蔵用緩衝体、貯蔵用三次蓋のモデル化	— (貯蔵時に使用しない)	— (設置方法⑤(たて置き)と同じ)	— (貯蔵用緩衝体等を考慮した場合、貯蔵用緩衝体等での中性子の吸収、及び、中性子の減速効果により、中性子は燃料体以外の兼用キャスク各部に吸収されやすくなり、反応度が増加することはない。そのため、設置方法⑤(たて置き)の評価結果を使用している)
使用済燃料仕様	最も反応度(初期濃縮度)の大きい高燃焼度8×8燃料で評価	設置方法⑤(たて置き)と同じ	
内部水密度	乾燥時 兼用キャスク内部に水がない状態で評価	設置方法⑤(たて置き)と同じ	
	冠水時 兼用キャスク内部を冠水の状態で評価		
収納位置	燃料の収納位置の影響評価を行い、兼用キャスク中心に偏向した条件で評価	設置方法⑤(たて置き)と同じ	
兼用キャスクのモデル化	兼用キャスク本体(バスケットを含む)、一次蓋及び二次蓋を三次元でモデル化	設置方法⑤(たて置き)と同じ	
境界条件	境界条件として完全反射境界を設定した条件で、兼用キャスクが無限に配列した評価	設置方法⑤(たて置き)と同じ	



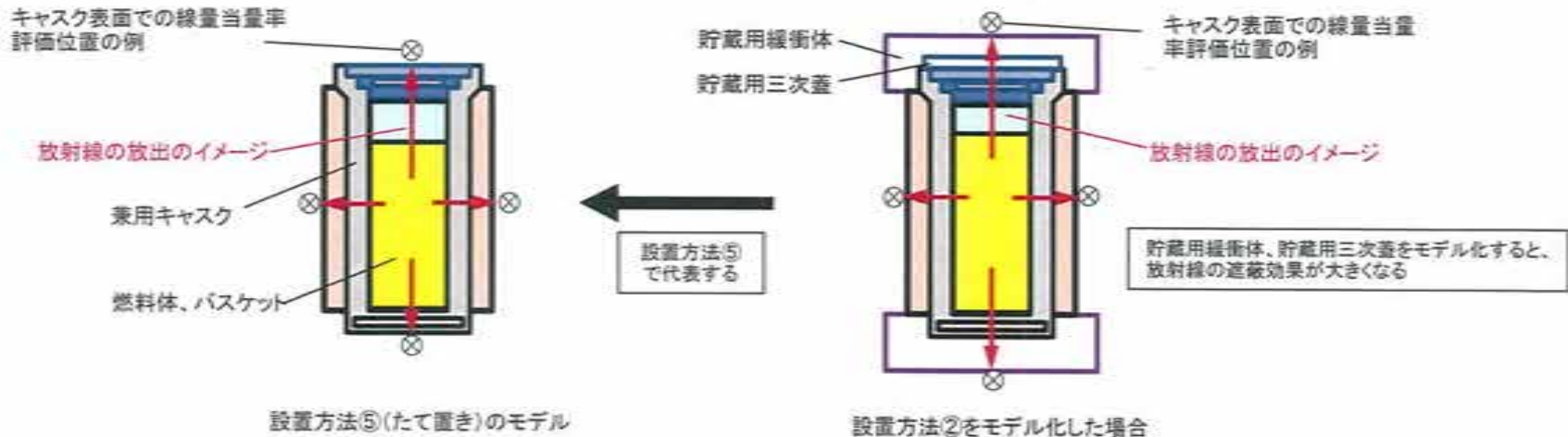
3. 安全機能評価の設置方法による代表性 — 遮蔽機能 —

この資料及びこの資料に基づき計算書並びに図表等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 表2.4-3】

項目	設置方法⑤(たて置き)	設置方法⑥(よこ置き)	設置方法②
貯蔵用緩衝体、貯蔵用三次蓋のモデル化	— (貯蔵時に使用しない)	— (設置方法⑤(たて置き)と同じ)	— (貯蔵用緩衝体等を考慮した場合、中性子・ガンマ線等の放射線の遮蔽効果が大きくなる。そのため、設置方法⑤(たて置き)の評価結果を使用している)
使用済燃料仕様	配置(i)、配置(ii)の使用済燃料仕様の線源強度を用いて配置ごとに評価	設置方法⑤(たて置き)と同じ	
容器内雰囲気	真空	設置方法⑤(たて置き)と同じ	
収納位置	兼用キャスクの中央部に最高燃焼度の燃料を37体、平均燃焼度の燃料32体配置	設置方法⑤(たて置き)と同じ	
兼用キャスクのモデル化	兼用キャスク本体(バスケットを含む)、一次蓋及び二次蓋を二次元でモデル化	設置方法⑤(たて置き)と同じ	



3. 安全機能評価の設置方法による代表性 — 除熱機能 —

この資料及びこの資料に基づく計算書並びに記録等の出力を複写、第三者へ開示または公衆しないようお願い致します



【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 表2.4-3】

項目	設置方法⑤(たて置き)	設置方法⑤(よこ置き)	設置方法②
貯蔵用緩衝体、貯蔵用三次蓋のモデル化	— (貯蔵時に使用しない)	— (貯蔵時に使用しない)	考慮してモデル化 (輸送用緩衝体、三次蓋装着時の評価結果を用いて次回以降の審査会合でご説明)
兼用キャスクからの放熱条件	兼用キャスク本体外面の対流により兼用キャスク周囲の空気に伝達。兼用キャスク本体外面からのふく射により貯蔵建屋等に伝達。	— (設置方法⑤(よこ置き)の評価例を次ページに示す。兼用キャスク各部の温度は、設置方法⑤(たて置き)の温度に包含される。)	今後評価結果を提示 (次回以降の審査会合でご説明予定)
使用済燃料仕様	配置(i)、配置(ii)の使用済燃料仕様で個別に評価		設置方法⑤(たて置き)と同じ
容器内雰囲気	ヘリウムガス		設置方法⑤(たて置き)と同じ
収納位置	兼用キャスクの中央部に最高燃焼度の燃料を37体、平均燃焼度の燃料32体配置		設置方法⑤(たて置き)と同じ
兼用キャスクのモデル化	兼用キャスク本体(バスケットを含む)、一次蓋及び二次蓋を二次元でモデル化		設置方法⑤(たて置き)と同じ
兼用キャスクの周囲条件	周囲温度:45℃ 周囲コンクリート壁面温度:65℃		設置方法⑤(たて置き)と同じ

3. 安全機能評価の設置方法による代表性 —除熱機能—

この資料及びこの資料に基づき
計算書並びに記録等の出力を
複写、第三者へ開示または
公開しないようお願ひ致します



【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 別添3 表2.4.3-7】

設置方法⑤(たて置き)と設置方法⑤(よこ置き)の温度評価結果の比較(配置(i))

対象となる部位		設置方法⑤(たて置き) (°C)	設置方法⑤(よこ置き) (°C)
燃料被覆管	新型8×8ジルコニウムライナ燃料	259	249
兼用キャスク	胴	142	123
	二次蓋	85	83
	中性子遮蔽材(蓋部、底部、側部)	128	117
	金属ガスケット	89	86
	バスケットプレート	248	238

3. 安全機能評価の設置方法による代表性 —閉じ込め機能—

この資料及びこの資料に基づき計算された数値等の出力を複製、第三者へ提供または公開しないようお願いいたします



【補足説明資料 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 表2.4-3】

項目	設置方法⑤(たて置き)	設置方法⑤(よこ置き)	設置方法②
兼用キャスク内部温度	内部ガスの最高温度は、配置(ii)の燃料被覆管の最高温度とする。	← (P.30より、設置方法⑤(たて置き)の方が燃料被覆管の最高温度は大きくなる。)	今後評価結果を提示 (次回以降の審査会合でご説明予定)
評価方法	一次蓋-二次蓋間に充填されたヘリウムガスが胴内に漏えいする計算を行い、キャビティ内圧が負圧を維持できる基準漏えい率を計算 その基準漏えい率を満足するように、金属ガスケットを使用する設計	設置方法⑤(たて置き)と同じ	
評価式	クヌッセンの式 ポイル・シャルルの式	設置方法⑤(たて置き)と同じ	
密封境界	一次蓋 (金属ガスケット)	設置方法⑤(たて置き)と同じ	
燃料破損率	0.1%	設置方法⑤(たて置き)と同じ	
圧力条件	上流側 一次蓋-二次蓋間: 初期充填圧	設置方法⑤(たて置き)と同じ	
	下流側 兼用キャスク内部: 初期充填圧	設置方法⑤(たて置き)と同じ	
評価期間	設計貯蔵期間	設置方法⑤(たて置き)と同じ	

4. 今後の説明の進め方

この資料及びこの資料に基づき計算書並びに記号等の出力を複写、第三者へ開示または公開しないようお願いいたします



○本審査会合にて、設置許可基準規則への適合性について、以下の内容をご説明した。

- ・設置方法⑤(たて置き)の4つの安全機能(第十六条)
- ・設置方法⑤(よこ置き)及び設置方法②(よこ置き)の一部は、設置方法⑤(たて置き)で代表可能であること

○設置方法②(よこ置き)の一部の評価(第十六条)、津波(第五条)、竜巻(第六条)、地震(第四条)は今後ご説明する。これらの安全機能維持について、既認可の同一構造の設計承認の評価結果を引用してご説明する。

HDP-69BCH(B)型 型式証明審査工程(案)

条項	2020年度			
	4月～6月	7月～9月	10月～12月	1月～3月
全般	概要 ▼ 6/8	申請対象 ▼ 8/6	申請対象(2) ▼ 10/5	申請対象(3) ▼ 補正申請(1月末)
第十六条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設			設置方法⑤(たて置き)*1 ▼ 10/20	設置方法②(よこ置き)
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			設置方法⑤*2 ▼	
第四条 地震による損傷の防止 その他			設置方法⑤、設置方法②(よこ置き) ▼	

▼:審査会合実施日 ▼:審査会合希望

注記*1:設置方法⑤(よこ置き)及び設置方法②(よこ置き)の一部は、設置方法⑤(たて置き)で代表可能なことをご説明した(P.26参照)

注記*2:兼用キャスク本体への影響を評価するため、緩衝体を考慮しない設置方法⑤で成立性を示す

参考1 原子力発電所内での輸送・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 抜粋

この資料及びこの資料に基づき計算書並びに図様等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願い致します



別表 兼用キャスクの設置方法に応じた評価の例

設置方法	地震、基礎、支持部等の評価	蓋部の全周部への衝突評価	兼用キャスク本体評価	備考
①輸送用として設置する ②蓋部の全周部への衝突が生じない設置方法 ③蓋部の全周部への衝突が生じる設置方法	-	-	-	*1
			○ (加速度)	
			○ (速度)	
④基礎等に固定する	○ (基準地震動)	△	○ (加速度)	*2
⑤基礎等に固定する	○ (基準地震動)	△	○ (加速度)	*3

○：評価要
 -：評価不要

*1～*3：「6.1 安定性評価の基本方針」参照

参考2 当社が型式証明で申請する設置方法について

この資料及びこの資料に基づき計算書並びに図等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願い致します。

HITACHI



○設置方法の名称は、第2回審査会合(8月6日)の連番から審査ガイド 別表の記載に変更する。

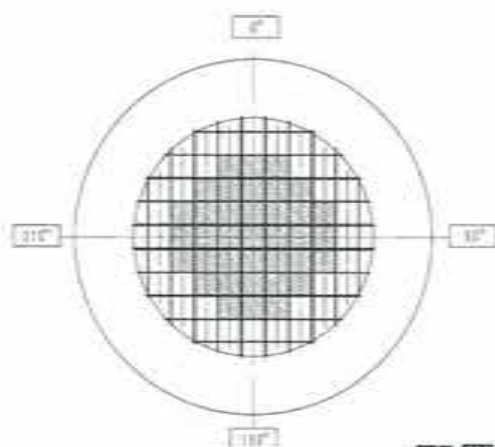
設置方法		設置方法	
地盤の十分な支持を想定しない	基礎等に固定しない	設置方法② よこ置き 	設置方法④ たて置き
		設置方法② たて置き 	設置方法④ よこ置き
		設置方法③ たて置き 	設置方法⑤ たて置き
		設置方法③ よこ置き 	設置方法⑤ よこ置き
		地盤の十分な支持を想定する	基礎等に固定する


注記*1 HDP-69BCH(B)型が雨水等に常時曝されることがないように貯蔵建屋やコンクリートモジュール等を設置。ただし、貯蔵建屋等の耐震性(要求なしを含む)は、設置(変更)許可申請において選択する。

注記*2 HDP-69BCH(B)型の蓋部が金属部へ衝突しない方法により設置するために、兼用キャスクに装着する貯蔵用緩衝体等の貯蔵用付属品を指す。

○ 配置(i)の使用済燃料収納条件

種類		中央部		外周部	
		新型8×8 ジルコニウムライナ 燃料	高燃焼度 8×8燃料	新型8×8 ジルコニウムライナ 燃料	高燃焼度 8×8燃料
使用済燃料の種類					
使用済燃料 1体当たり	最高燃焼度(MWd/t以下)	40,000		34,000	
	冷却期間(年以上)			18	
兼用キャスク 1基当たり	収納体数(体)	37		32	
	キャスク内平均燃焼度 (MWd/t以下)			34,000	
	最大崩壊熱量(kW以下)			12.1	

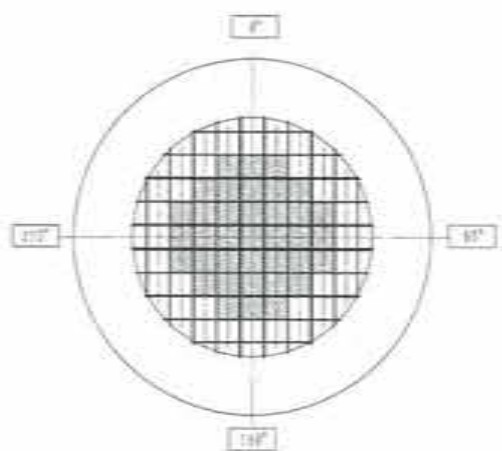




-  中央部 : 最高燃焼度40,000MWd/t以下の使用済燃料を収納(37体)
-  外周部 : 最高燃焼度34,000MWd/t以下の使用済燃料を収納(32体)

配置(i)の使用済燃料収納位置

○ 配置(ii)の使用済燃料収納条件

種類		中央部	外周部	
使用済燃料の種類		高燃焼度 8×8燃料	新型8×8 ジルコニウムライナ 燃料	高燃焼度 8×8燃料
使用済燃料 1体当たり	最高燃焼度(MWd/t以下)	48,000	40,000	
	冷却期間(年以上)	20	22	
兼用キャスク 1基当たり	収納体数(体)	37	32	
	キャスク内平均燃焼度 (MWd/t以下)	40,000		
	最大崩壊熱量(kW以下)	13.8		

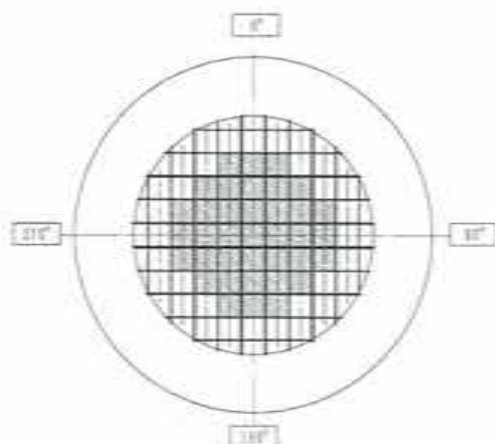




-  中央部 : 最高燃焼度48,000MWd/t以下の使用済燃料を収納(37体)
-  外周部 : 最高燃焼度40,000MWd/t以下の使用済燃料を収納(32体)

配置(ii)の使用済燃料収納位置

○ 配置(iii)の使用済燃料収納条件

種類		中央部	外周部
使用済燃料の種類		新型8×8燃料	
使用済燃料 1体当たり	最高燃焼度(MWd/t以下)	34,000	29,000
	冷却期間(年以上)	28	
兼用キャスク 1基当たり	収納体数(体)	37	32
	キャスク内平均燃焼度(MWd/t以下)	29,000	
	最大崩壊熱量(kW以下)	8.4	



-  中央部 : 最高燃焼度34,000MWd/t以下の使用済燃料を収納(37体)
-  外周部 : 最高燃焼度29,000MWd/t以下の使用済燃料を収納(32体)

配置(iii)の使用済燃料収納位置

HITACHI



この資料及びこの資料に基づき計算された数値等の出力を複製、第三者へ開示または公開しないようお願い致します

END

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
(審査会合コメント回答、設置許可基準規則への適合性)

日立GEニュークリア・エナジー株式会社