

HITACHI



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

資料1-1

Doc No. FRO-TA-0070/REV.0

第11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
(2021年7月13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)

2021年7月13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

- 1. 1 コメント回答(コメントNo.9)
- 1. 2 コメント回答(コメントNo.10)
- 1. 3 コメント回答(コメントNo.11)
- 1. 4 コメント回答(コメントNo.12)
- 1. 5 コメント回答(コメントNo.13)
- 1. 6 コメント回答(コメントNo.14)
- 1. 7 コメント回答(コメントNo.15)
- 1. 8 コメント回答(コメントNo.16)
- 1. 9 コメント回答(コメントNo.17)

2. 今後の進め方

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
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、三次蓋等を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、型式証明の範囲で特定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	<p>第五条及び第六条の設置許可基準規則への適合性については、特定兼用キャスクに作用する設計荷重及び設計加速度を設定し、設計荷重及び設計加速度条件で安全機能が損なわれないことをご説明する。</p> <p>【詳細は、資料1-9参照】</p>	本審査会合で 回答
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
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、貯蔵時の特定兼用キャスクの密封境界に影響を及ぼさず、改造による特定兼用キャスクの安全機能への影響はない。 特定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O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

1. コメントリスト(つづき)

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
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	設置方法⑤について、特定兼用キャスクはトラニオンを介して貯蔵架台に支持される。兼用キャスク告示の地震力が作用してもトラニオンがおおむね弾性範囲に留まることを評価条件とする。 【詳細は、資料1-7に示す】	本審査会合で 回答
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 遮蔽、除熱	使用済燃料の軸方向燃焼度分布は、事業者が炉心解析コードで評価した値である。崩壊熱量、線源強度等を計算する燃焼解析コードでは、入力条件やライブラリ設定において、保守的な崩壊熱量、線源強度にしている。そのため、燃焼度については、炉心解析コードの計算誤差を入力条件に取り込んでおらず、その保守性は文献等で確認している。 【詳細は、資料1-4に示す】	本審査会合 で回答
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	貯蔵時の設置方法②(よこ置き)は、HDP-69BCH(B)型の両端に貯蔵用緩衝体を装着することで、蓋部が金属部に衝突しない設置方法とする。貯蔵用緩衝体の設計方針のうち、放熱量については、輸送用緩衝体を装着した状態での放熱量以上とする設計方針であることを審査いただく。また、設計荷重及び設計加速度については、地震時の特定兼用キャスクの転倒等による衝撃によって安全機能を損なわない設計荷重及び設計加速度を、事業者による貯蔵用緩衝体設計のための条件として定義する方針であることを審査いただく。 【詳細は、資料1-5、1-12に示す】	本審査会合で 回答
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	貯蔵用三次蓋は、閉じ込め機能等の安全機能を有しないことから、貯蔵用緩衝体取付用フランジと称する。輸送用緩衝体を一部改造し、設置方法②として、貯蔵用緩衝体取付用フランジ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、HDP-69BCH(B)型の安全機能(除熱機能と遮蔽機能)に影響を及ぼさないよう設計するものとする。	本審査会合 で回答

1. コメントリスト(つづき)

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
13	2020/10/5 審査会合	蓋部以外の特定兼用キャスクに使用する部品(金属ガスケット、ボルト等)についても説明すること	全般	一次蓋、二次蓋、三次蓋取付け用のボルト、一次蓋及び二次蓋のシール部に使用する金属ガスケット、三次蓋及びモニタリングポートカバープレートのシール部に使用するOリングについては、特定兼用キャスクの構成部品として分類する。	本審査会合 で回答
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	輸送用三次蓋は、容器本体と一体となって外運搬時の閉じ込め機能を有することから特定兼用キャスクとして分類する。 一方、貯蔵用緩衝体及び貯蔵用三次蓋については、特定兼用キャスクに取り付けて耐震機能を達成することから支持構造物と同じ周辺施設として分類する。なお、貯蔵用三次蓋は、貯蔵用緩衝体取付用フランジと称する。 型式証明では、設置方法②及び⑤の周辺施設の設計方針は設置変更許可で、詳細設計は設工認で審査いただくものとする。	本審査会合 で回答
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	設置方法②は、貯蔵用緩衝体等の装着により蓋部が金属部に衝突しない方法で申請し、貯蔵架台は地盤によって十分に支持されることを要しない。設置方法②は、特定兼用キャスクの両端に貯蔵用緩衝体を装着していることから、仮に特定兼用キャスクが転倒しても安全機能が損なわれることはないため、貯蔵架台及びトラニオンの固定を要しない。 一方、設置方法⑤(よこ置き)は、基礎等に固定する方法で申請し、貯蔵架台は、基礎ボルト等により基礎に支持され、基礎は地盤の十分な支持が期待されることを前提条件とし、特定兼用キャスクはトラニオンを介して、貯蔵架台に固定される設置方法とする。	本審査会合 で回答

1. コメントリスト(つづき)

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
16	2020/10/20 審査会合	臨界等の安全機能に係る評価について、前提としている評価条件の考え方について説明すること。また、過度に保守性を持たせている理由についても説明すること	第十六条	HDP-69BCH(B)型は、収納できる使用済燃料の条件として、燃焼度は上限のみ設定している。臨界防止の観点では、燃焼度の上限値より小さい燃焼度で反応度のピークが存在する。したがって、対象となる使用済燃料の反応度が最も高くなる条件を包絡できる燃料モデルで評価を実施する。また、IAEA輸送規則の要件も踏まえて、十分に保守性のあるモデルで臨界解析を実施する。 【詳細は、資料1-3に示す】	本審査会合 で回答
17	2020/10/20 審査会合	閉じ込め機能の設計方針について、60年間の設計貯蔵期間経過時の一次蓋と二次蓋間の圧力が大気圧まで低下すると設定している理由を説明すること。また、閉じ込め監視機能の成立性について説明すること	第十六条	仮に蓋間の圧力が低下した場合には、再充填することで、蓋間圧力は大気圧以上に回復できる設計としている。 蓋間の容積は、特定兼用キャスク内部の容積より十分に小さく、一次蓋からの漏えいによって、蓋間圧力が仮に大気圧まで低下しても、特定兼用キャスク内部の圧力は負圧を維持できる。また、特定兼用キャスク内部が負圧を維持できるように、金属ガスケットは、設計貯蔵期間経過後も大気圧以下を確保可能な密封性能を有するものとする。 一次蓋と二次蓋の蓋間の圧力を測定する圧力センサを設置できる設計とすることにより閉じ込め機能を監視する。 【詳細は、資料1-6に示す】	本審査会合 で回答
18	2020/10/20 審査会合	緩衝体の経年変化の影響を考慮しても特定兼用キャスクの基準適合性を確保できるとする設計方針について、申請範囲の再整理結果を踏まえて、考え方を説明すること	第十六条	貯蔵用緩衝体は、周辺施設として分類し、型式証明では、特定兼用キャスクが貯蔵用緩衝体を装着できる設計とする方針であることを説明する。貯蔵用緩衝体の経年変化の影響については、設置変更許可又は設工認で審査いただく。	本審査会合 で回答

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



No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
19	2020/10/20 審査会合	今回の審査会合で提示した補足説明資料の記載を拡充すること	第十六条	<p>審査会合の指摘を踏まえて、以下の内容を補足説明資料に追加・修正し、記載を拡充している。</p> <p>【経年変化】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中性子照射量の算出に用いた中性子束が全中性子束であること ・監視装置の経年変化について <p>【遮蔽】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・寸法、密度の製造公差の考慮の考え方 ・国内文献における燃焼度の誤差の値とその影響 ・JENDLライブラリによる評価 <p>【除熱】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・除熱機能の設計方針 ・最大崩壊熱量、設計基準値の考え方 ・伝熱フィン等の設計基準温度の追加 ・設置方法②(よこ置き)の評価結果の追加 <p>【臨界防止機能】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ベンチマーク解析の詳細 ・内部雰囲気の設定条件の詳細、水位を変化させた時の影響 <p>【閉じ込め機能】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面温度監視の設計方針 ・蓋間圧力低下時の充填回数、貯蔵期間中の圧力の変化 <p>【その他】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・審査ガイドの確認内容を追記 ・設計思想と設計方針 ・計算コードの記載拡充 	本審査会合で回答

1.1 コメント回答(コメントNo.9)

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致します

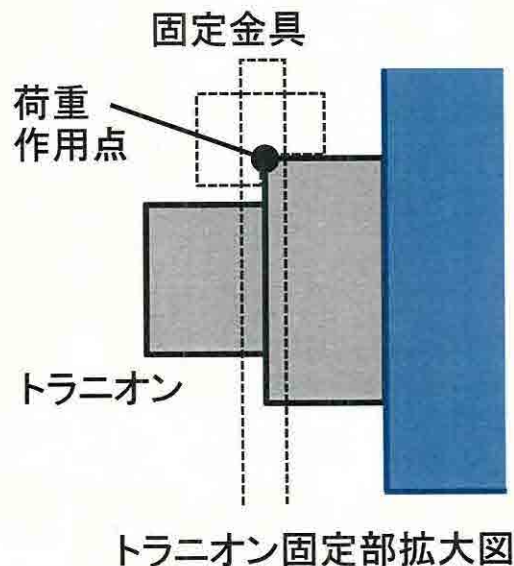


○設置方法⑤のトランオン固定方法に関する条件

$$F_m < F_1$$

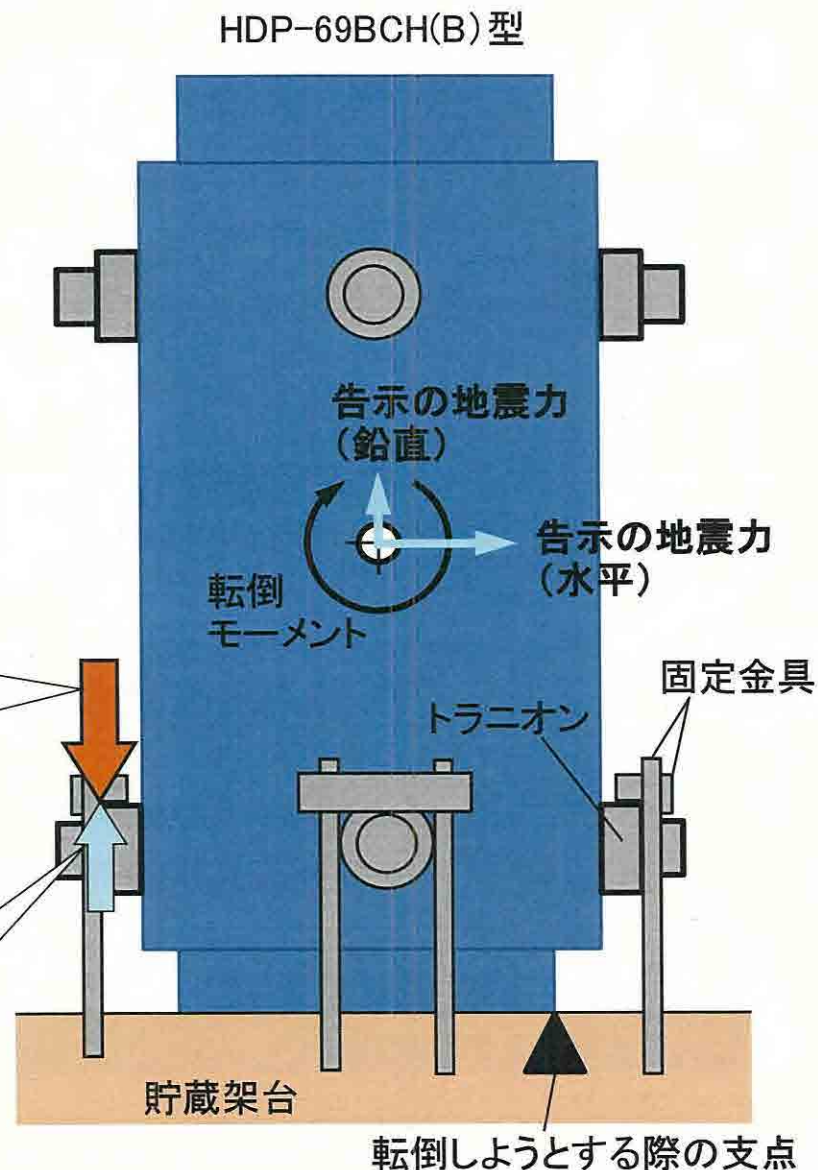
型式証明では、告示の地震力での転倒を防止するために、地震による荷重 F_m よりも大きなトランオン固定荷重 F_1 でトランオンを固定できることを、貯蔵架台の条件とする。

設置(変更)許可申請では、基準地震動による地震力で固定装置及び貯蔵架台の健全性が維持され、上記の固定荷重でトランオンを固定できる設計とする方針であることを確認いただく。



F_1 :
転倒を防止するためにトランオンを下方へ押さえつける荷重(トランオン固定荷重)

F_m :
告示の地震力によって転倒しようとして浮き上がろうとする荷重(地震による荷重)

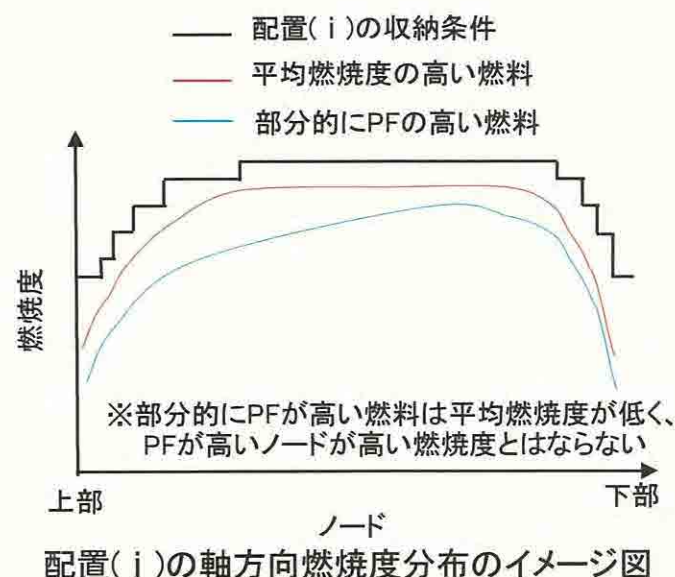
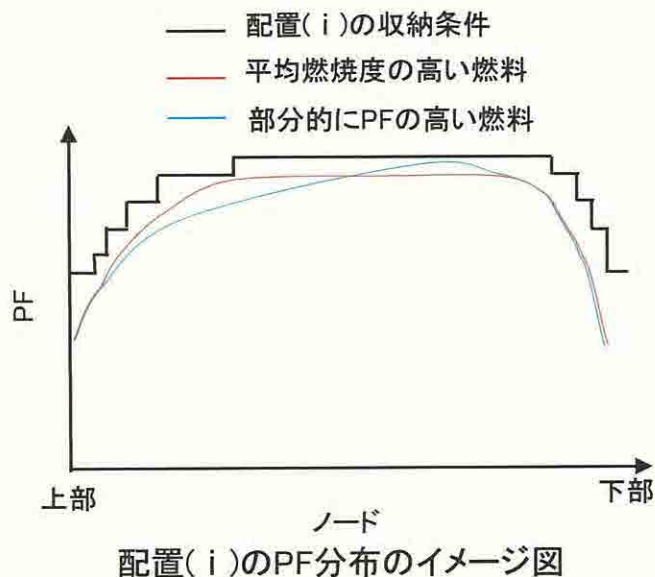


○ 燃焼度分布の設定について¹⁾

HDP-69BCH(B)型は3つの燃料収納条件を設定している。そのうち、配置(i)、(iii)は、収納条件とする使用済燃料の軸方向燃焼度分布を保守的^{*}に設定しており、軸方向燃焼度分布の確認は不要である。

一方、配置(ii)では、使用済燃料プールに保管されている使用済燃料 の軸方向燃焼度分布を調査し、その調査結果から、一部の燃焼度の高い燃料が収納対象外となるものの、配置(i)、(iii)よりも合理的に収納できる使用済燃料の軸方向燃焼度分布を設定した。そのため、特定兼用キャスクへの収納時において、事業者によって軸方向燃焼度分布は確認されるものとした。なお、設定した軸方向燃焼度分布が包含されない使用済燃料については、HDP-69BCH(B)型の収納対象外とする。

注記1*: 調査対象の全ての使用済燃料の軸方向燃焼度分布を包絡でき、かつ各ノードの燃焼度と平均燃焼度の比(ピーキングファクタ:PF)の分布とした場合でも包絡できる収納条件とした(下図参照)。



1) 資料1-4 参考1 1、2、8~10頁参照

 内は商業機密のため非公開

1.2 コメント回答(コメントNo.10)

この資料及びこの資料に基づく計算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



○ 燃焼度の計算について¹⁾

- (1) 燃焼度の設定に用いた使用済燃料プールに保管されている使用済燃料の軸方向燃焼度分布は、事業者が炉心解析コードで評価した値である。
- (2) 崩壊熱量、線源強度などを計算する燃焼解析コードでは、入力条件やライブラリ設定において、以下のように、保守的な崩壊熱量、線源強度になるように設定しているため、入力条件としての燃焼度については、炉心解析コードの計算誤差は入力条件に取り込んでいない。

- ① 設定した軸方向燃焼度分布は、複数の使用済燃料の軸方向燃焼度分布の包絡値であり、1体当たりの燃焼度は、炉心解析コードの計算誤差より大きい保守性を有している。
- ② 遮蔽解析において、上記(1)の実燃料の軸方向燃焼度分布の最大値に計算誤差を加算した燃焼度分布を別途作成し、線量当量率の評価を行ったところ、現状の評価を超えないことを確認している。また、第三者が事業者と独立して実施した炉心解析コードによる解析値と実測値との比較において、計算誤差は①の誤差の約2倍とされているものがあり⁽¹⁾、①の誤差の約2倍の計算誤差を仮定した線源強度を計算しても、その線量当量率は、キャスク表面及びキャスク表面から1 mにおける設計基準値を超えないことを確認している。

出典(1): (独)原子力安全基盤機構、「CASMO-4/SIMULATE-3コードシステムによるBWR実機炉心解析に関する報告書」、(独)原子力安全基盤機構、(2005年12月)

配置(ii)の燃料ごとのPF

燃料種類	新型8×8 ジルコニウムライナ燃料	高燃焼度8×8燃料		備考
	燃焼度(MWd/t)	40.000	40.000	
最大のPF				
平均のPF				

1) 資料1-4 参考1 3、4、13~15頁参照

☐ 内は商業機密のため非公開

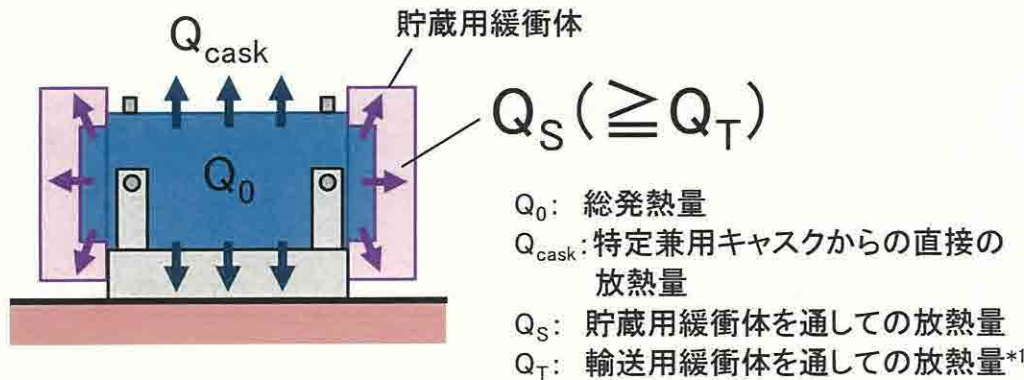
1.3 コメント回答(コメントNo.11)

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致します



○設置方法②で使用する貯蔵用緩衝体の設計条件

✓ 緩衝体の放熱量

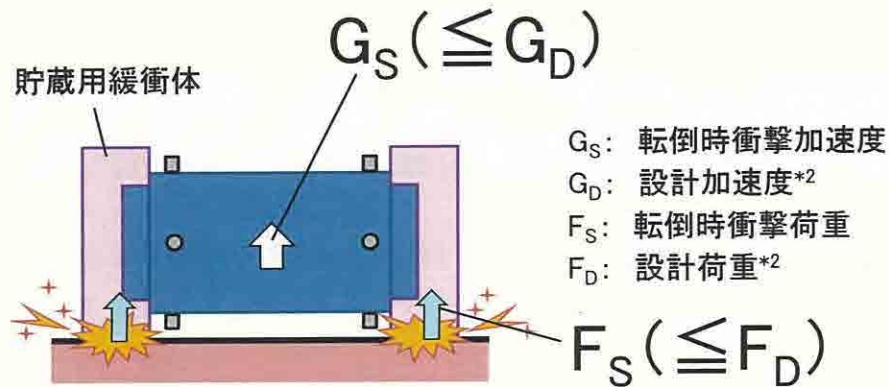


$Q_S \geq Q_T$

貯蔵用緩衝体を通しての放熱量が、輸送用緩衝体を装着した状態での放熱量以上であることを貯蔵用緩衝体の除熱設計の条件とする(参考4参照)。

貯蔵用緩衝体の設計については、設置(変更)許可申請にて、貯蔵用緩衝体装着時の放熱量を輸送用緩衝体装着時の放熱量以上とする設計方針であることを確認いただく。

✓ 転倒時の衝撃加速度/衝撃荷重



$G_S \leq G_D, F_S \leq F_D$

転倒時の衝撃加速度及び衝撃荷重が安全機能を損なわないことを確認した設計加速度及び設計荷重*2以下となることを貯蔵用緩衝体の構造設計の条件とする。

貯蔵用緩衝体の設計については、設置(変更)許可申請にて貯蔵用緩衝体装着時の衝撃加速度及び衝撃荷重が、設計加速度及び設計荷重以下となるよう設計する方針であることを確認いただく。

注記*1: 安全機能を損なわないことを別途確認している最も厳しい条件の放熱量として、輸送用緩衝体を通しての放熱量を設計条件として採用する

注記*2: 安全機能を損なわないことを別途確認している加速度及び荷重

1.3 コメント回答(コメントNo.11)

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



○貯蔵用緩衝体の説明範囲と事業者への条件について¹⁾

- ・設置方法②(よこ置き)では、HDP-69BCH(B)型の両端に貯蔵用緩衝体を装着した状態で貯蔵する。
- ・貯蔵用緩衝体の設計方針及び事業者への条件として型式証明及び型式指定では以下の内容を説明する。

項目	型式証明での説明事項	型式指定での説明事項
設計方針	HDP-69BCH(B)型は、貯蔵用緩衝体を装着できること。特定兼用キャスクに荷重が作用しても、安全機能を担保する部材が供用状態D ^{*1} の評価基準を満足できる荷重及び加速度を設定し、貯蔵用緩衝体の設計条件として定義する方針であること。	型式証明の設計方針にしたがって、HDP-69BCH(B)型は、貯蔵用緩衝体を装着できること。特定兼用キャスクに荷重が作用しても、安全機能を担保する部材が供用状態D ^{*1} の評価基準を満足できる荷重及び加速度を、貯蔵用緩衝体の設計条件として設定していること。
成立性	— ^{*2}	貯蔵用緩衝体の設計条件として設定した荷重及び加速度において、特定兼用キャスクの貯蔵時の安全機能を担保する部材に発生する応力が供用状態D ^{*1} の評価基準を満足すること。
事業者審査への引継ぎ事項	(設置(変更)許可申請) 貯蔵用緩衝体の設計条件とする荷重及び加速度は、特定兼用キャスクの安全機能が損なわれない荷重及び加速度以下とする方針であること。	(設工認申請) 第6項地震力に起因する衝突事象を設定して、貯蔵用緩衝体を詳細設計し、特定兼用キャスクに作用する荷重及び加速度が、型式指定で設定した貯蔵用緩衝体の設計条件としての荷重及び加速度以下であること。

*1: 日本機械学会 使用済燃料貯蔵施設規格 金属キャスク構造規格に規定される供用状態

*2: 参考として、HDP-69BCH(B)型は、特定兼用キャスクとして、設計する方針であり、外運搬規則に適合するように輸送用緩衝体設計のために別途設定する設計加速度及び設計荷重を貯蔵用緩衝体の設計条件として適用すれば、供用状態Dの評価基準を満足することができる(参考5参照)

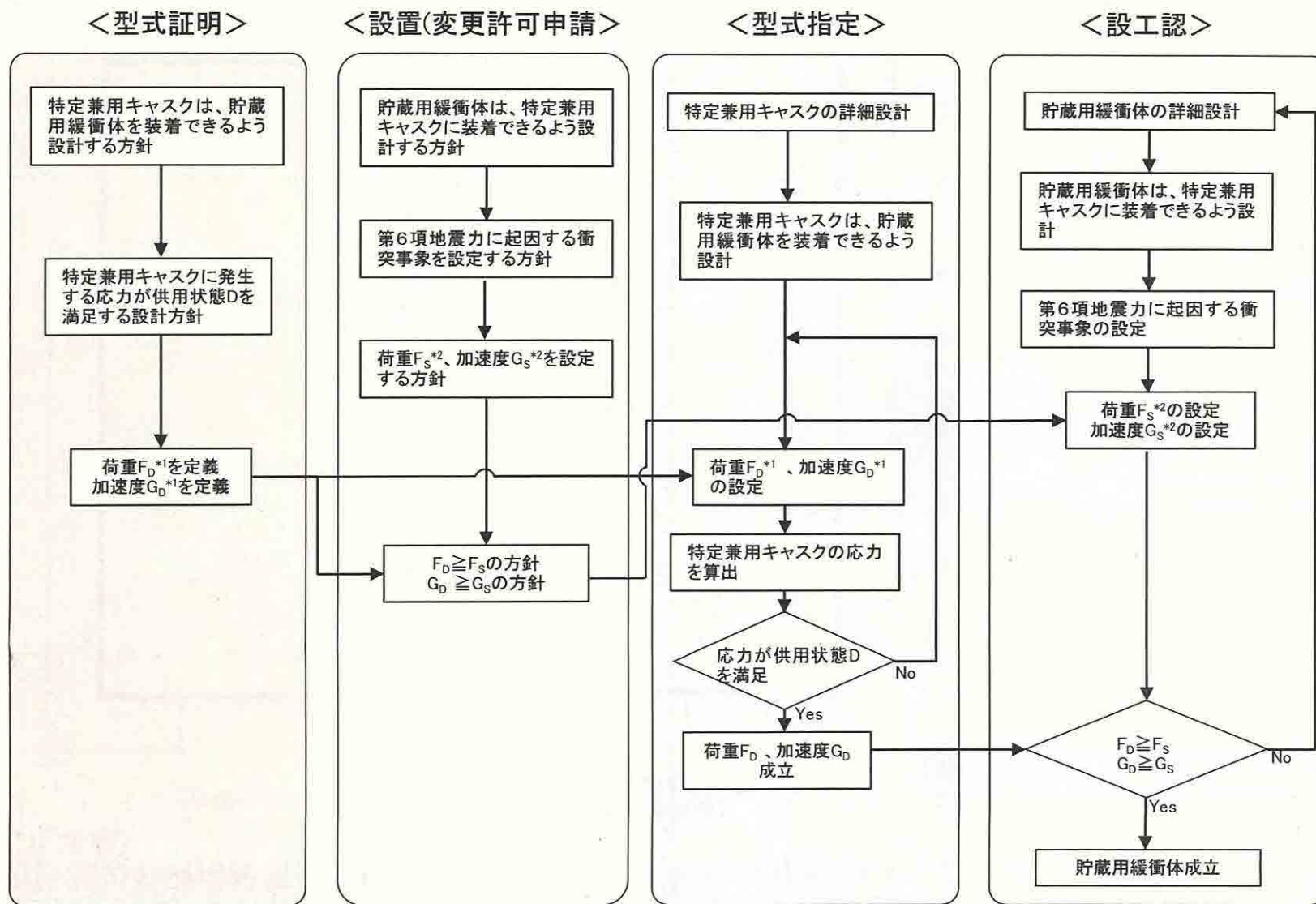
1) 資料1-12 45、46頁参照

1.3 コメント回答(コメントNo.11)

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致します



○貯蔵用緩衝体の設計に関する説明のフロー¹⁾



*1：供用状態Dを満足する荷重
*2：第6項地震力に起因する衝突事象を考慮して設計した貯蔵用緩衝体を装着した場合に特定兼用キャスクに作用する荷重及び加速度

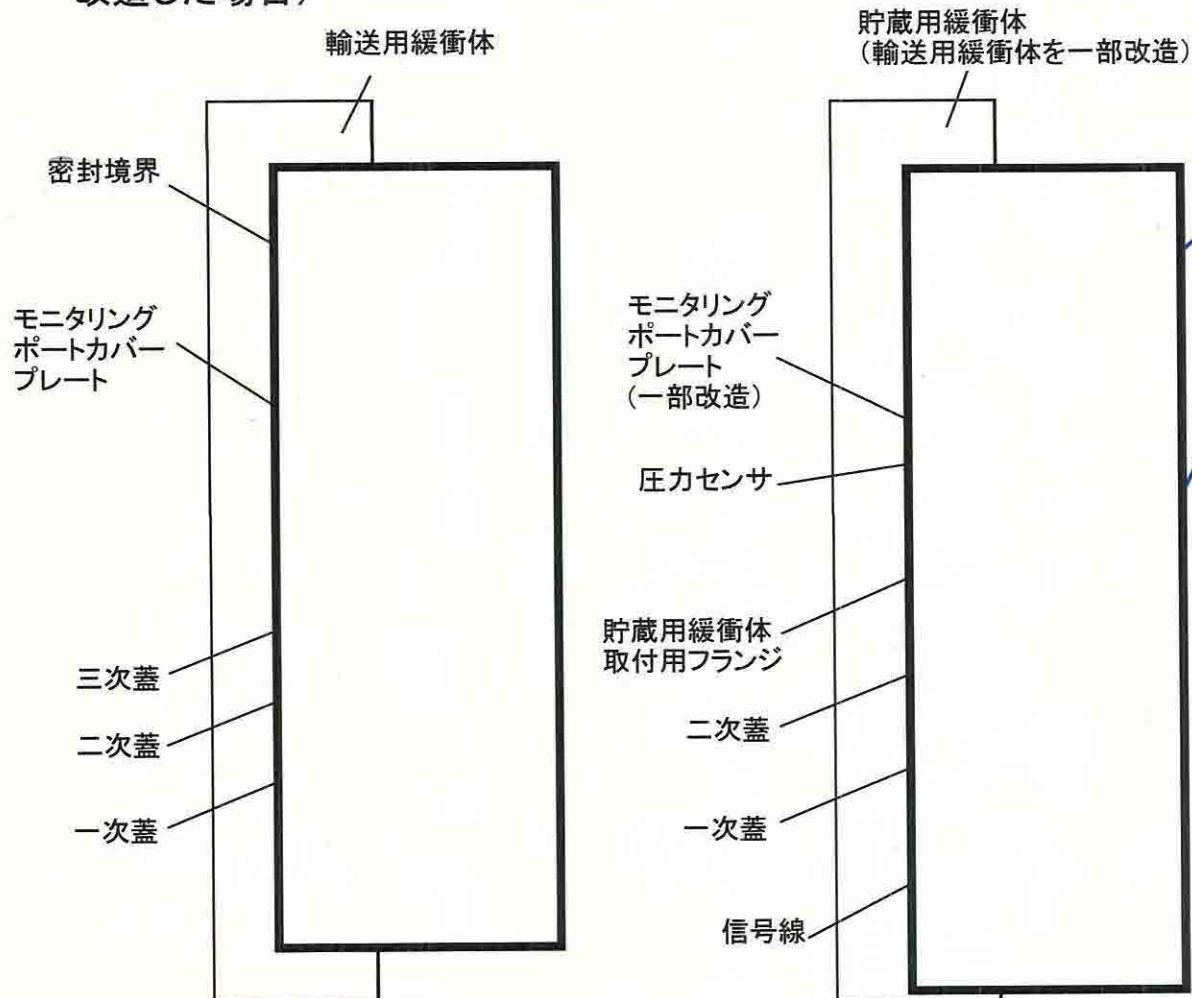
1) 資料1-12 47頁参照

1.4 コメント回答(コメントNo.12)

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致します



○設置方法②の貯蔵用緩衝体取り付け用フランジ、モニタリングポートカバープレートの一例(輸送用付属品を改造した場合)



輸送荷姿

設置方法②の例
(輸送用緩衝体を一部改造した場合)

一部改造の概要(例)	
モニタリングポートカバープレート	
輸送用緩衝体	

安全機能	一部改造の条件(例)	
	輸送用緩衝体	モニタリングポートカバープレート
臨界防止	(評価条件に影響なし)	
遮蔽	ストリーミングが軽微であること	ストリーミングが軽微であること
除熱	熱伝導の影響が軽微であること	熱伝導の影響が軽微であること
閉じ込め	(評価条件に影響なし)	

内は商業機密のため非公開

1.5 コメント回答(コメントNo. 13)

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致します



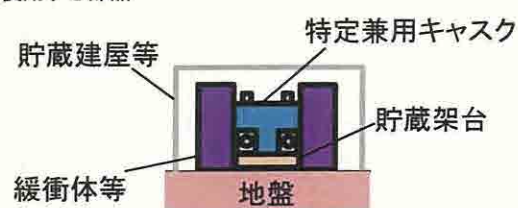
○兼用キャスクと周辺施設の種類

分類	名称	担保すべき安全機能		特定兼用キャスク による乾式貯蔵の 構成機器(型式申 請書に記載)	審査で確認いただく安全機能					
		貯蔵時*1	輸送時		型式証明	設置(変更)許可	型式指定		設計承認	設工認
						貯蔵	輸送			
特定兼用 キャスク	特定兼用キャスク本体 (バスケットを含)	4つの 安全機能	4つの 安全機能	◎	◎	—(同左)	◎	◎	—(同左)	—(同左)
	一次蓋(ボルト*2含)	遮蔽 閉じ込め	遮蔽				◎	◎		
	二次蓋(ボルト*2含)						—	◎		
	三次蓋(ボルト*2含)	—	閉じ込め	◎	—	◎	—(同左)	—		
	金属ガスケット*2 (一次蓋、二次蓋)	閉じ込め	閉じ込め	◎	◎	—(同左)	◎	◎	—(同左)	—(同左)
	モニタリングポートカバー プレート*2(輸送用)	—	閉じ込め	◎	—	—	—	◎	—(同左)	—
	Oリング*2(三次蓋、モニタ リングポートカバープレート)	—	閉じ込め	◎	—	—	—	◎	—(同左)	—
周辺施設	貯蔵用緩衝体	②: 地震防護 ⑤: —	—	②: ◎ ⑤: —	②: ◎ ⑤: —	—(同左)	②: ◎ ⑤: —	—	—	②: ◎ ⑤: —
	貯蔵用緩衝体取付用フラン ジ(モニタリングポートカ バープレート含)	②: 地震防護 ⑤: —	—	②: ○ ⑤: —	②: ○ ⑤: —	—(同左)	②: ○ ⑤: —	—	—	②: ○ ⑤: —
	貯蔵架台 (固定装置を含)	②: — ⑤: 地震防護	—	②: — ⑤: —	—	②: △ ⑤: ◎	—	—	—	②: △ ⑤: ◎
	監視装置	監視機能	—	◎	—	—	—	—	—	◎
外運搬するた めに必要な機器	輸送用緩衝体	—	落下時の 外力防護	◎	—	—	◎	—(同左)	—	

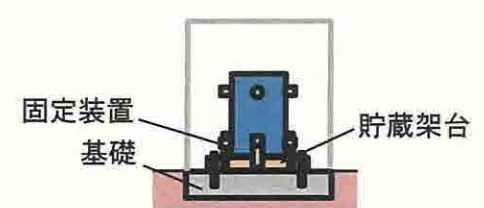
◎: 機能要求があり、審査いただくもの ○: 他の部品と機能を一体化して無くす場合がある △: 重要な機能要求がないが運用上必要なもの

* 1: ②、⑤は、下図に示す通り、設置方法②(緩衝体等の装着により蓋部が金属部に衝突しない方法)、設置方法⑤(トランオンによって特定兼用キャスクを基礎等に固定する方法)をそれぞれ示す。

* 2: 蓋部以外の特定兼用キャスクに使用する部品



設置方法②



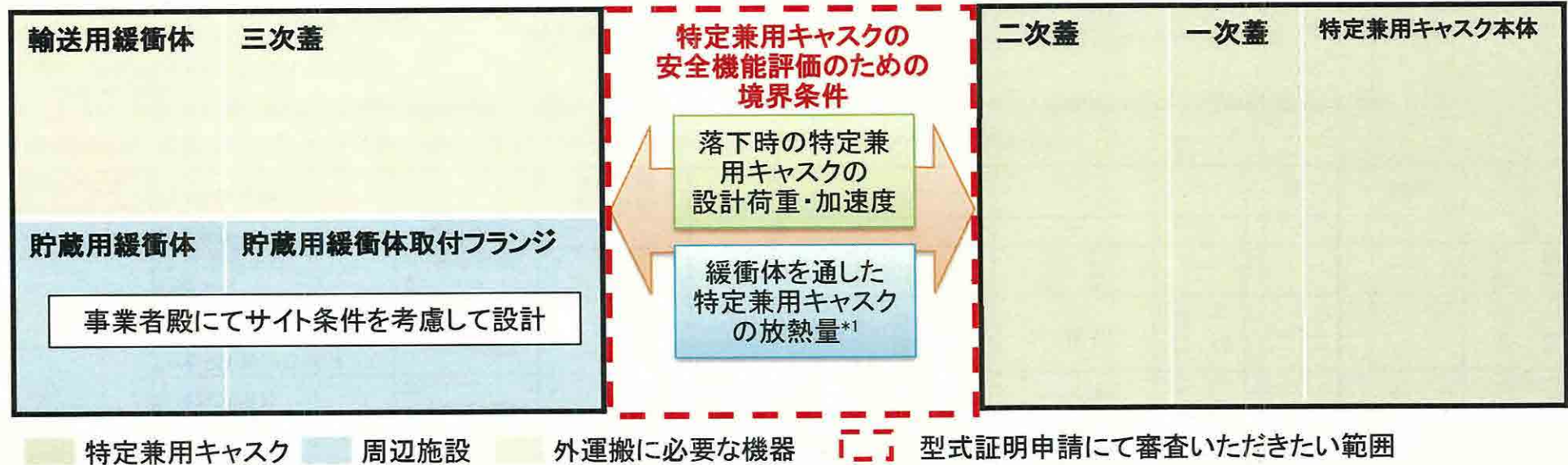
設置方法⑤

1.6 コメント回答(コメントNo.14)

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致します



○設置方法②で使用する貯蔵用緩衝体の型式証明における申請方法



型式証明では、設置方法②の貯蔵用緩衝体について以下の内容を確認いただく。

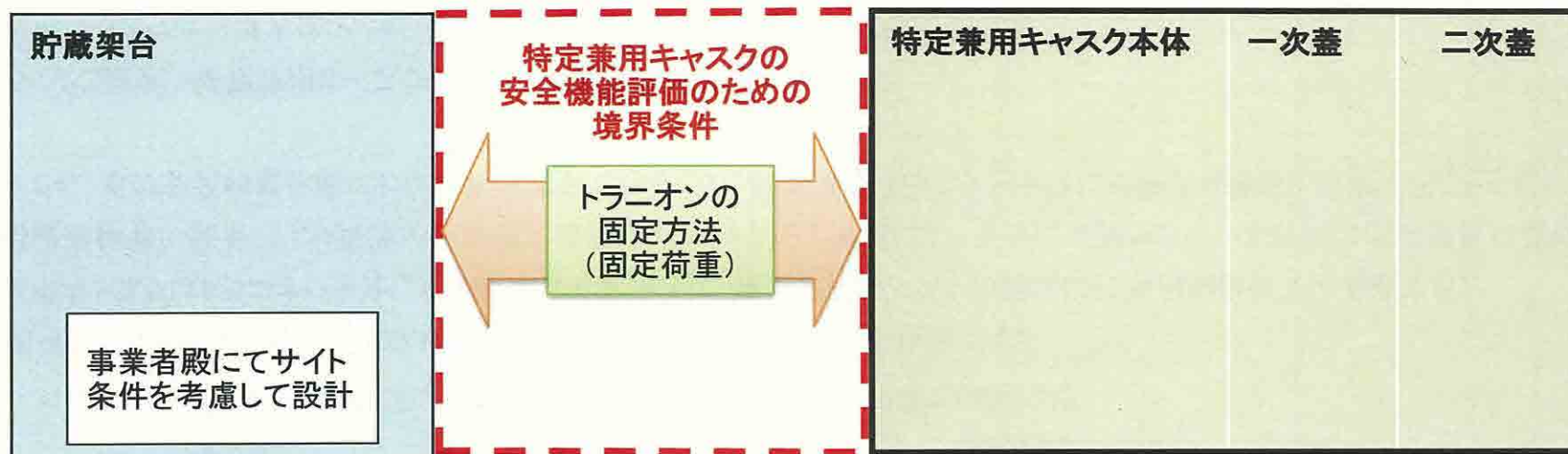
- 特定兼用キャスクは、貯蔵用緩衝体及び貯蔵用緩衝体取付フランジを装着できる設計とする。
- 貯蔵用緩衝体及び貯蔵用緩衝体取付フランジは、周辺施設として分類する。
- (輸送用緩衝体及び三次蓋は、外運搬に必要な機器として分類する。)
- 特定兼用キャスクの安全機能を損なわない条件として、貯蔵用緩衝体を装着した状態での設計荷重、設計加速度、設計放熱量を、貯蔵用緩衝体の設計条件とする。
→ 事業者殿が本設計条件を満足する貯蔵用緩衝体を設計する方針であることについて、設置(変更)許可にて確認いただく。

*1: 貯蔵用緩衝体装着時の放熱量を輸送用緩衝体装着時の放熱量以上とする

1.6 コメント回答(コメントNo.14)

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致します

○設置方法⑤で使用する貯蔵架台の型式証明における申請方法



■ 特定兼用キャスク ■ 周辺施設 ■ 型式証明申請にて審査いただきたい範囲

型式証明では、設置方法⑤の貯蔵架台について以下の内容を確認いただく。

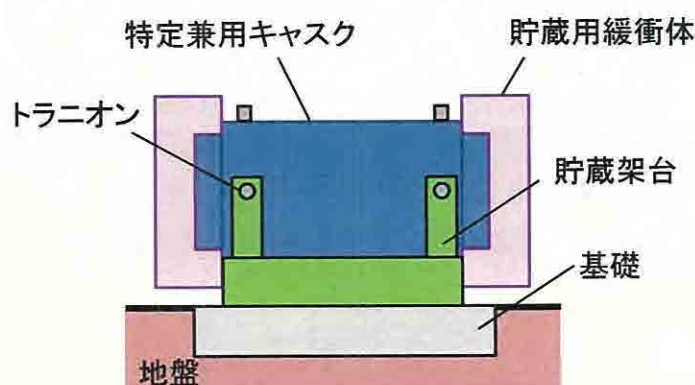
- 特定兼用キャスクは、トラニオンを介して貯蔵架台に固定できる設計とする。
- 貯蔵架台は、周辺施設として分類する。
- 特定兼用キャスクの安全機能を損なわない条件として、告示の地震力で特定兼用キャスクが転倒しないようなトラニオン固定荷重でトラニオンを固定できることを、貯蔵架台の設計条件とする。
→ 事業者殿が本設計条件を満足する貯蔵架台を設計する方針であることについて、設置(変更)許可にて確認いただく。

1.7 コメント回答(コメントNo.15)

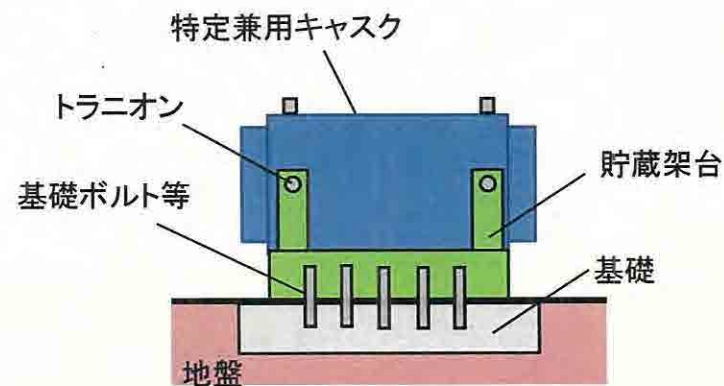
この資料及びこの資料に基づく計算書並びに記録等の出力を複写、第三者へ開示または公開しないようお願い致します

○設置方法②と設置方法⑤（よこ置き）の固定方法について

設置方法②と設置方法⑤（よこ置き）の固定方法は以下のとおりである。



設置方法②



設置方法⑤(よこ置き)*1

*1: 貯蔵架台の基礎等への固定方法は一例であり、詳細は設置(変更)許可申請で確認いただく。

設置方法②: 貯蔵用緩衝体等の装着により蓋部が金属部に衝突しない方法を申請する。

- ・特定兼用キャスクはトラニオンを介して貯蔵架台で支持され、特定兼用キャスクの両端に貯蔵用緩衝体等を装着する。
- ・貯蔵用緩衝体等の装着により蓋部が金属部に衝突しないことから、地盤により十分に支持されず、基礎等の固定機能に期待されない場合でも、その安全機能を損なわない設置方法であるため、特定兼用キャスクを十分に支持する地盤に設置することを要しない。

設置方法⑤(よこ置き): 特定兼用キャスクを基礎等に固定する方法を申請する。

- ・特定兼用キャスクは設置方法②と同様に、トラニオンを介して貯蔵架台で固定される。
- ・貯蔵架台は、基礎ボルト等により基礎に固定される。基礎は地盤の十分な支持が期待されることを前提条件とする。特定兼用キャスクの固定方法は設置方法⑤(たて置き)と同様であり、トラニオンが健全であれば、特定兼用キャスクが転倒することはなく、特定兼用キャスクの安全機能が損なわれることはない。

1.8 コメント回答(コメントNo.16)

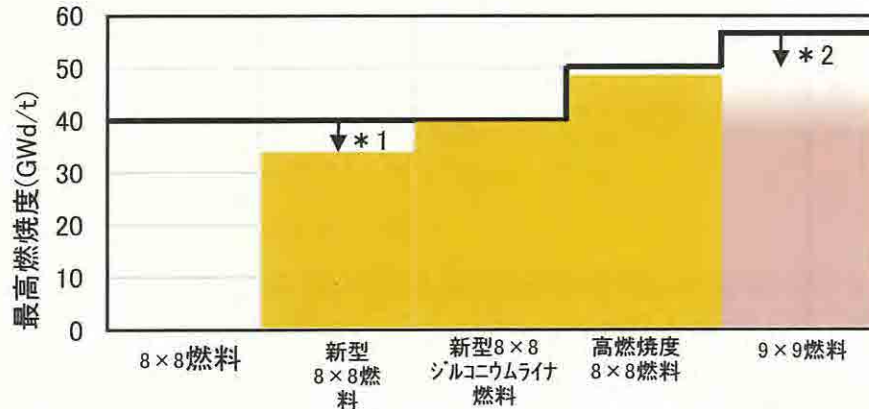
この資料及びこの資料に基づく計算書並びに記録等の出力を複写、第三者へ開示または公開しないようお願い致します



○臨界解析の燃料条件と保守性の考え方¹⁾

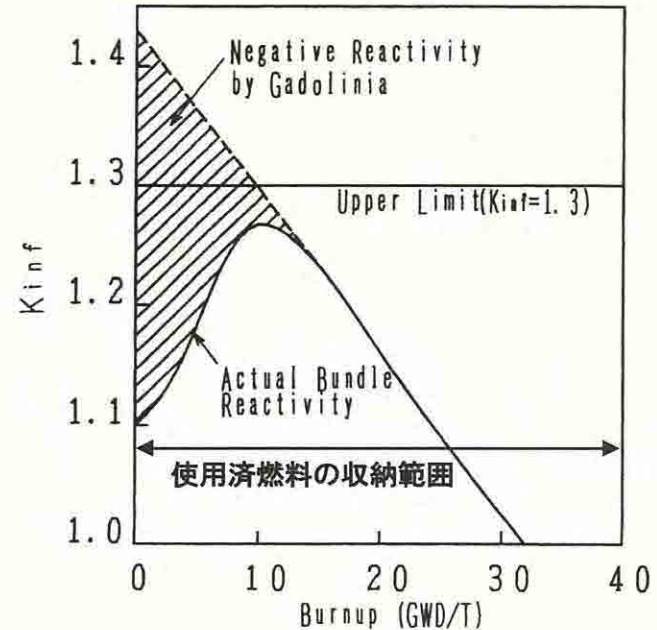
- ・HDP-69BCH(B)型への使用済燃料の収納条件は、燃焼度の上限値以下であることとしているため、上限値以下の燃焼度であれば、低燃焼度の燃料も収納できる仕様としている。
- ・除熱機能及び遮蔽機能の観点では燃焼度が最も高い条件が厳しいが、臨界防止の観点では、燃焼度の上限値より小さい燃焼度で反応度のピークが存在する。したがって、対象となる使用済燃料の反応度が最も高くなる条件を包絡できる燃焼を考慮しない燃料モデルで評価を実施する。
 乾燥時:水のない状態ではガドリニアの中性子吸収効果を期待できないことから、燃焼度0 GWd/t(燃焼を考慮しない) の燃料モデルで評価
 冠水時:ガドリニアの中性子吸収効果を考慮し、反応度のピークを包絡できる燃料モデル(ガドリニアクレジットモデルバンドル)で評価
- ・なお、放射性物質安全輸送規則(IAEA輸送規則)より、燃焼度を考慮した場合、収納の前に未臨界度の測定が必要とされており、臨界防止機能は、他の安全機能よりも厳密な安全管理を要求されている。以上より、特定兼用キャスクの臨界解析は、十分に保守性を持たせた燃料モデルで解析を行う。

— 設計上の最高燃焼度 ■ 収納する使用済燃料の範囲 ▨ 将来収納可能な燃料の範囲



注記*1 燃料被覆管の基準温度が低い
 注記*2 将来は9×9燃料(A型、B型)も燃焼度と冷却期間の選択で収納可能

収納する使用済燃料の範囲(燃焼度)²⁾



BWR燃料の反応度特性の例³⁾

1) 資料1-3 8、9頁参照 2) 資料1-2 52頁参照 3) 資料1-3 19頁参照

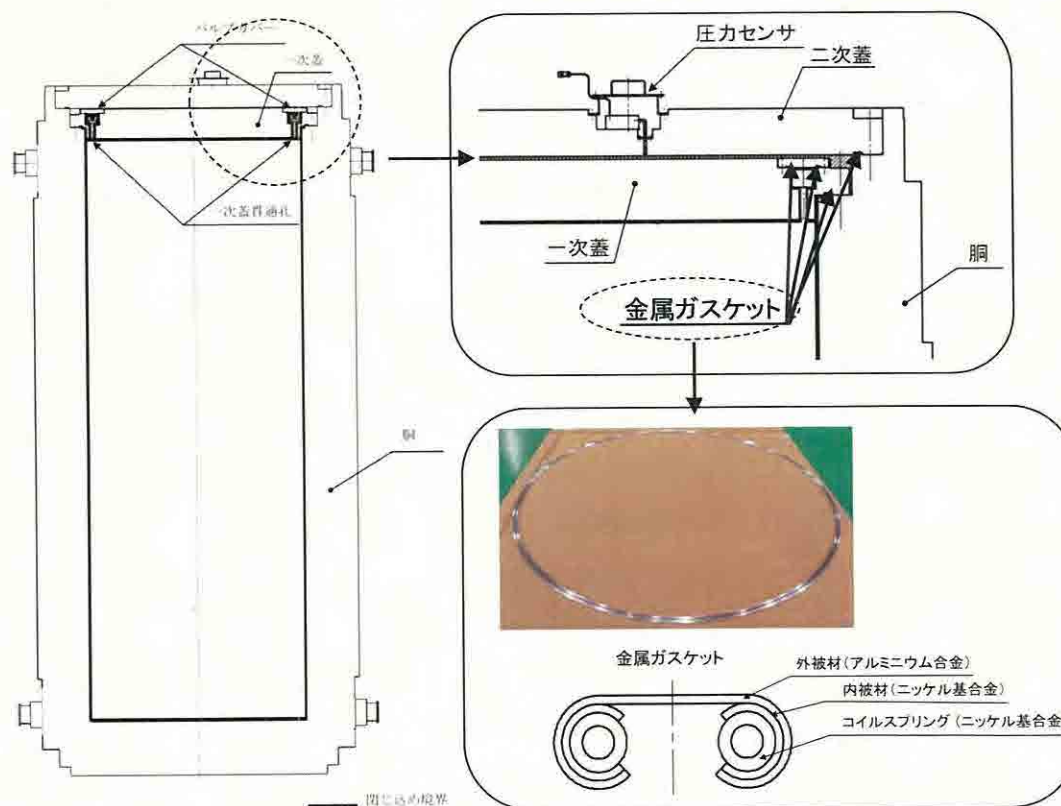
1.9 コメント回答(コメントNo.17)

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致します



○閉じ込め監視機能について¹⁾

- 二次蓋に一次蓋と二次蓋の蓋間圧力を測定する圧力センサを設置できる構造とすることにより、閉じ込め機能を監視する設計としている。蓋間の容積は、特定兼用キャスク内部の容積より十分に小さく、仮に一次蓋から漏れが生じ、蓋間圧力が大気圧まで低下しても、特定兼用キャスク内部の圧力は大気圧を超えることはない。また、蓋間圧力が低下した場合には、ヘリウムガスを再充填することで、蓋間圧力は大気圧以上に回復できる設計としている。



1) 資料1-6 4頁参照 2)資料1-6 6~8頁参照

HDP-69BCH(B)型の型じ込め構造²⁾

1.9 コメント回答(コメントNo.17)

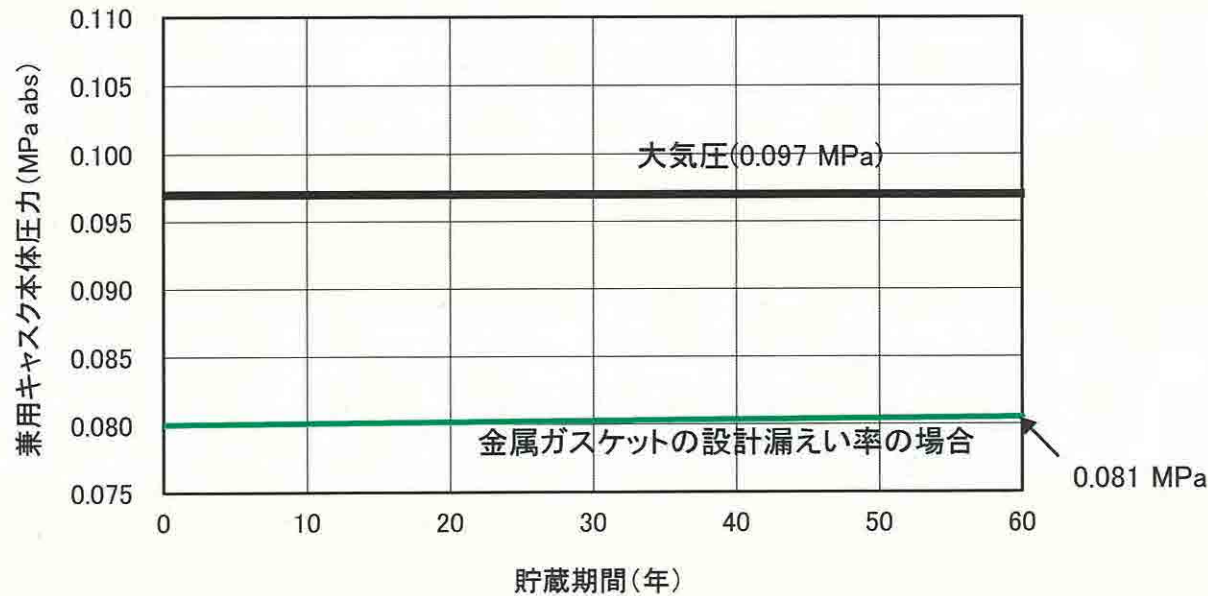
この資料及びこの資料に基づく計算書並びに記録等の出力を複写、第三者へ開示または公開しないようお願い致します



○漏えい率と内部圧力の関係¹⁾

- ・特定兼用キャスクが負圧を維持できるように、使用する金属ガスケットが確保可能な密封性能(金属ガスケットの設計漏えい率)は、設計貯蔵期間経過後も大気圧以下であるものとする。なお、金属ガスケットの単体の性能だけでなく、特定兼用キャスクの蓋部に金属ガスケットを組み込んだ状態の気密漏えい検査時の検査精度も考慮して、設定する。
- ・金属ガスケットの設計漏えい率が約 10^{-7} Pa・m³/sであれば、設計貯蔵期間60年後の特定兼用キャスク本体内部圧力は0.081 MPa程度となり、初期圧力0.080 MPaに対してほとんど変化せず、大気圧0.097 MPa以下であり、十分に負圧を維持することができることを確認した。

特定兼用キャスク内部初期圧力 (MPa)	金属ガスケットの設計漏えい率による設計貯蔵期間経過後の特定兼用キャスク内部圧力 (MPa)	大気圧 (MPa)
0.080	0.081	0.097



貯蔵期間中の特定兼用キャスク本体内部圧力²⁾

1) 資料1-6 26頁参照
2) 資料1-6 25頁参照

2. 今後の説明の進め方

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致します



○今回の審査会合にて、設置許可基準規則への適合性について、4つの安全機能(第十六条)に対するコメントについてご説明した。また、地震(第四条)、津波(第五条)、竜巻(第六条)の適合性についてご説明した。

○緩衝体を装着した時のHDP-69BCH(B)型の安全機能に及ぼす影響については、輸送用緩衝体を装着した状態を用いて評価した。

HDP-69BCH(B)型 型式証明審査工程(案)

条項		2020年			2021年	
		4月～12月			1月～9月	
全般	ヒアリング 審査会合	概要 ↓ 6/8	申請対象 ↓ 8/6	申請対象(2) ↓ 10/5	申請対象(3) ↓ 7/13	(コメント回答) ↓ 補正申請 ↓
第十六条 燃料体等の取扱施設 及び貯蔵施設	ヒアリング 審査会合	設置方法⑤(たて置き)*1 ↓ 10/20			コメント回答、設置方法②(よこ置き) ↓ 7/13	
第四条 地震による損傷の防止	ヒアリング 審査会合				設置方法⑤、設置方法②(よこ置き) ↓ 7/13	
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 その他	ヒアリング 審査会合				設置方法⑤、設置方法②(よこ置き) ↓ 7/13	

▼: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10/20審査会合でご説明した

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		地盤、基礎、支持部等の評価	蓋部の金属部への衝突評価	兼用キャスク本体評価	備考
地盤の十分な支持を想定しない 基礎等に固定しない	①輸送荷姿 	-	-	-	*1
	②蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法 	-	-	○ (加速度)	
	③蓋部の金属部への衝突が生じる設置方法 	-	○ (速度)	○ (加速度)	*2
	④基礎等に固定する 	○ (基準地震動)	/	○ (加速度)	
地盤の十分な支持を想定する	⑤基礎等に固定する 	○ (基準地震動)	/	○ (加速度)	*3

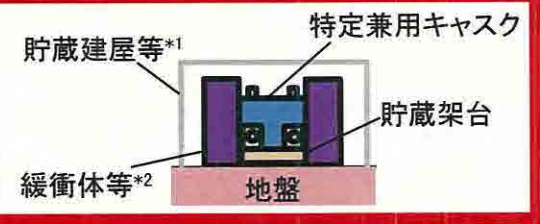
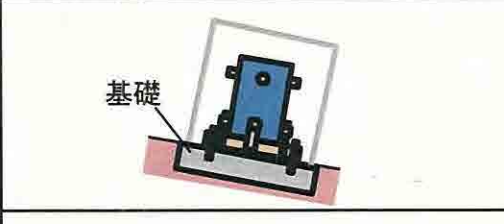
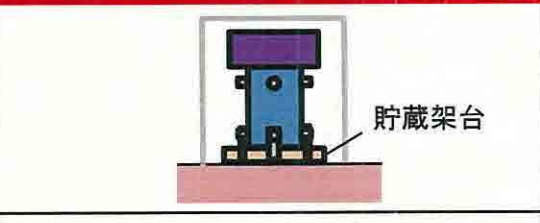

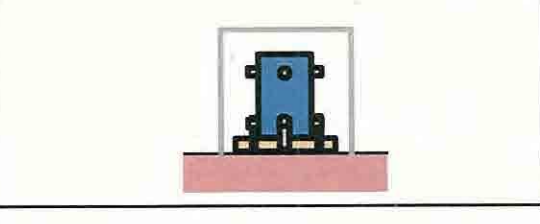
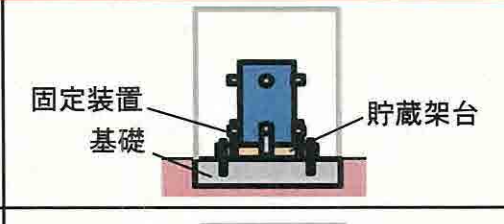
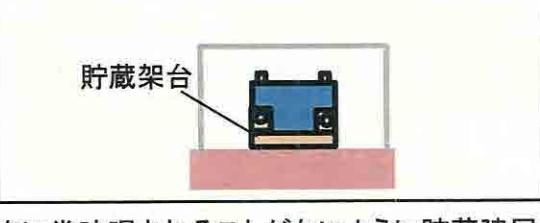
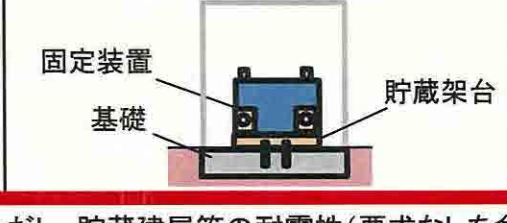
○：評価要
-：評価不要

*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致します

○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。

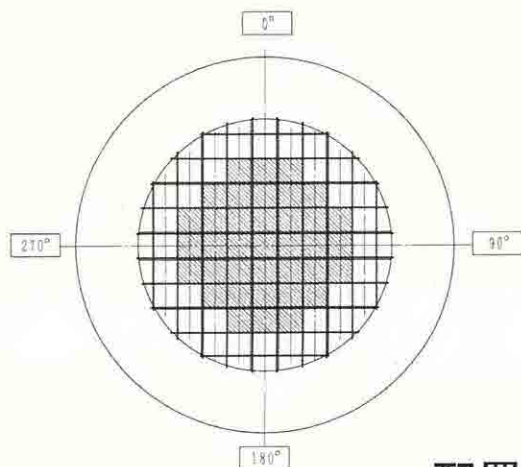
		設置方法				設置方法			
地盤の十分な支持を想定しない	基礎等に固定しない	設置方法② よこ置き		ない	地盤の十分な支持を想定し	設置方法④ たて置き			
		設置方法② たて置き				設置方法④ よこ置き			
		設置方法③ たて置き				る	地盤の十分な支持を想定する	設置方法⑤ たて置き	
		設置方法③ よこ置き						設置方法⑤ よこ置き	

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、特定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		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 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			
特定兼用キャスク 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			



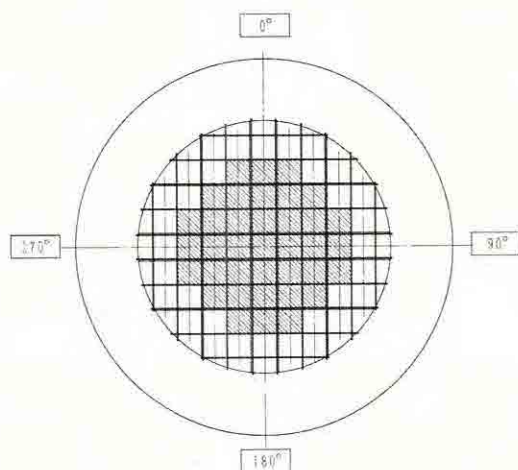
 中央部 : 最高燃焼度40,000MWd/t以下の使用済燃料を収納(37体)

 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	
特定兼用キャスク 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		



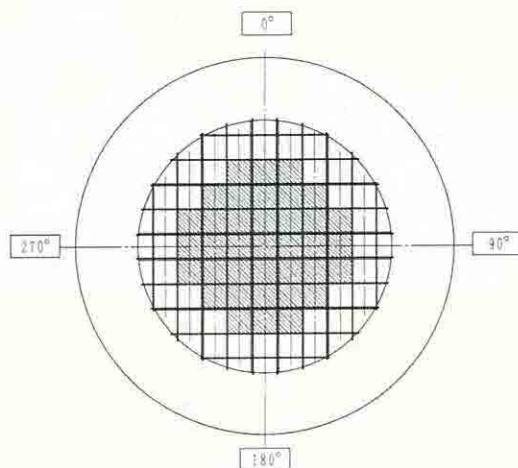
 中央部 : 最高燃焼度48,000MWd/t以下の使用済燃料を収納(37体)



 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	
特定兼用キャスク 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

参考4 貯蔵用緩衝体の設計条件(放熱量)

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致します



○貯蔵用緩衝体の放熱量について¹⁾

・貯蔵用緩衝体装着時の除熱機能の影響は、輸送用緩衝体の条件で評価した。その結果、除熱機能の設計基準を満足することを確認した。

貯蔵用緩衝体装着時の温度評価結果

対象となる部位		評価結果(°C)			設計基準値(°C)
		設置方法② (よこ置き)	輸送用緩衝体を装着した外搬時の評価結果(参考)	設置方法⑤ (たて置き)	
特定兼用 キャスク	一次蓋	106	105	96	350
	二次蓋	98	97	85	350
	一次蓋ボルト	98	97	89	350
	二次蓋ボルト	96	95	85	350
	金属ガスケット	98	97	89	130
	胴(底板)	136	134	142	350
	全体モデルの最高温度	240	238	244	—

1) 資料1-5 44頁参照

○輸送用緩衝体設計用の設計荷重及び設計加速度¹⁾

・HDP-69BCH(B)型は、特定兼用キャスクとして、設計する方針であり、輸送用緩衝体の設計条件として、供用状態Dの評価基準を満足できる設計加速度及び設計荷重を以下のように設定する。

輸送用緩衝体の設計加速度及び設計荷重

落下時の姿勢	水平の場合	垂直の場合
設計加速度 (m/s ²)	637	588
設計荷重 (MN)	84.1	77.8

○設計荷重及び設計加速度の貯蔵用緩衝体設計への適用について¹⁾

- ・設置方法②(よこ置き)では、HDP-69BCH(B)型の両端に貯蔵用緩衝体を装着した状態で貯蔵する。
- ・貯蔵用緩衝体は、地震力によってHDP-69BCH(B)型が貯蔵架台から転倒した場合にHDP-69BCH(B)型に作用する加速度及び荷重が、HDP-69BCH(B)型の安全機能を損なわない衝撃加速度及び荷重以下となることを、貯蔵用緩衝体の設計条件とする。
- ・貯蔵用緩衝体の設計条件として、輸送用緩衝体設計のための上記設計加速度及び設計荷重を適用することで、供用状態Dの評価基準を満足することができる。

1) 資料1-12 26、45頁参照

HITACHI



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)

日立GEニュークリア・エナジー株式会社