

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

Doc No. FRO-TA-0070/REV.4

第16回 特定兼用キャスクの設計の型式証明等に係るヒアリング
(2021年6月24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6月24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.10)
 1. 2 コメント回答(コメントNo.11)
 1. 3 コメント回答(コメントNo.12、14)
 1. 4 コメント回答(コメントNo.13)
 1. 5 コメント回答(コメントNo.15)
 1. 6 コメント回答(コメントNo.16)
 1. 7 コメント回答(コメントNo.17)

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荷重及び応力を算出し、特定兼用キャスクの閉じ込め機能を構成する部位がおおむね弾性範囲に留まる荷重及び応力以下であることをご説明する。</p> <p>【詳細は、資料2-1参照】</p>	次回審査会合で 回答
5	2020/6/8 審査会合	<p>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。</p> <p>また、初期濃縮度の記載の考え方について説明すること。</p>	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
9	2020/8/6 審査会合	地震時の評価について、トラン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ン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ン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3-1に示す】	次回審査会合 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、入力条件やオプション設定の初期濃縮度、ウラン重量、核データの断面積ライブラリ等において、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。その保守性は確認している。 【詳細は、資料1-4に示す】	次回審査会合 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)でHDP-69BCH(B)型の両端に装着する貯蔵用緩衝体は、地震力によって特定兼用キャスクの安全機能を損なわないことを確認した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。この時の加速度及び荷重は、輸送用緩衝体も同じ値である。また、貯蔵用緩衝体を装着することによる除熱機能への影響は、輸送用緩衝体の条件で評価し、除熱機能の設計基準を満足することを確認している。 【詳細は、資料1-5、3-2に示す】	次回審査会合 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	貯蔵時の閉じ込め機能に必要な一次蓋及び二次蓋の取付け用ボルト、シール部に使用する金属ガスケット、輸送時の閉じ込め機能に必要な三次蓋及びモニタリングポートカバープレートの取付け用ボルト、シール部に使用するリングについては、特定兼用キャスクの構成機器として分類する。	次回審査会合 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製、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asket、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asket、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。	次回審査会合 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、閉じ込め機能を有しないため、貯蔵用緩衝体取付用フランジに名称変更する。型式証明申請では、輸送用緩衝体と三次蓋(一部改造)を装着した状態での放熱量、設計加速度を、事業者がサイト条件を考慮した上で貯蔵用緩衝体及び貯蔵用緩衝体取付用フランジを設計する際に満足すべき境界条件として申請する。なお、設置変更許可では設計方針に変更がないこと、設工認申請では、貯蔵用緩衝体及び貯蔵用緩衝体取付用フランジの詳細設計を、事業者からの申請に含めていただくものとする。	次回審査会合 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する。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、トラニオンが健全である限り転倒することはない、特定兼用キャスクの安全機能が損なわれることはない。	次回審査会合 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製、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】	次回審査会合 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	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。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、一次蓋から漏えいが生じ、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。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。特定兼用キャスク内部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。 【詳細は、資料1-6に示す】	次回審査会合 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	緩衝体は、外運搬するために必要な機器、あるいはそれを例にした周辺施設としていることから、緩衝体の経年変化の影響については、後段の型式指定の申請の外運搬規則への適合性の中でご説明する。	次回審査会合 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
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 <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"> ・審査ガイドの適合性 ・設計思想と設計方針 ・計算コードの記載拡充 	次回審査会合で回答

1. 1 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

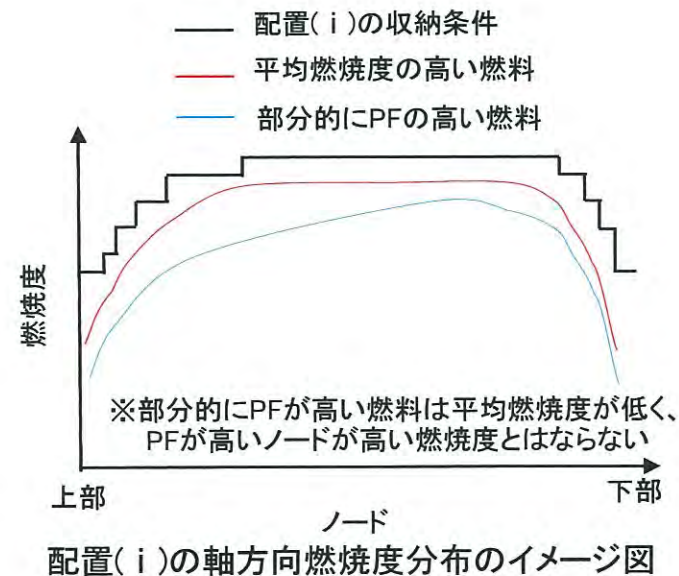
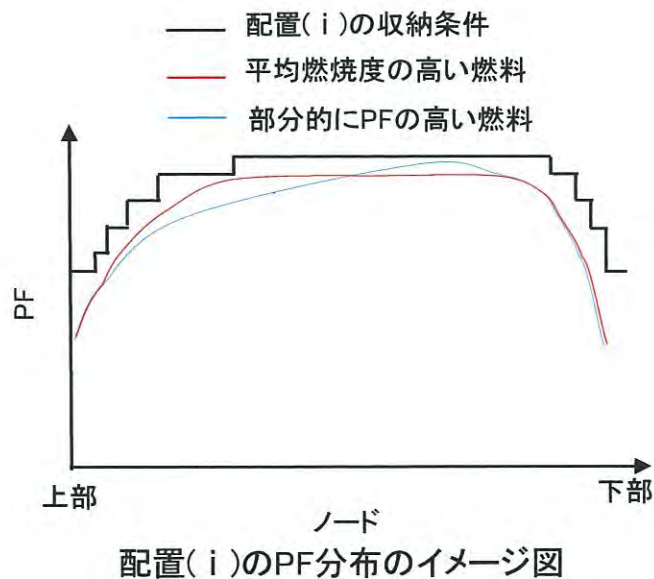


○燃焼度分布の設定について¹⁾

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^{*1}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

1.1 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、入力条件やオプション設定の初期濃縮度、ウラン重量、核データの断面積ライブラリ等において、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	48,000	—
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

1.2 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条件と輸送用緩衝体の適用性について^{1) 2)}

- ・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加速度及び設計荷重の条件

転倒時の姿勢	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

1) 資料3-1 11頁

2) 資料3-2 42, 43頁

1.2 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条件と輸送用緩衝体の適用性について¹⁾

・また、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、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

1.3 コメント回答(コメントNo.12、14)

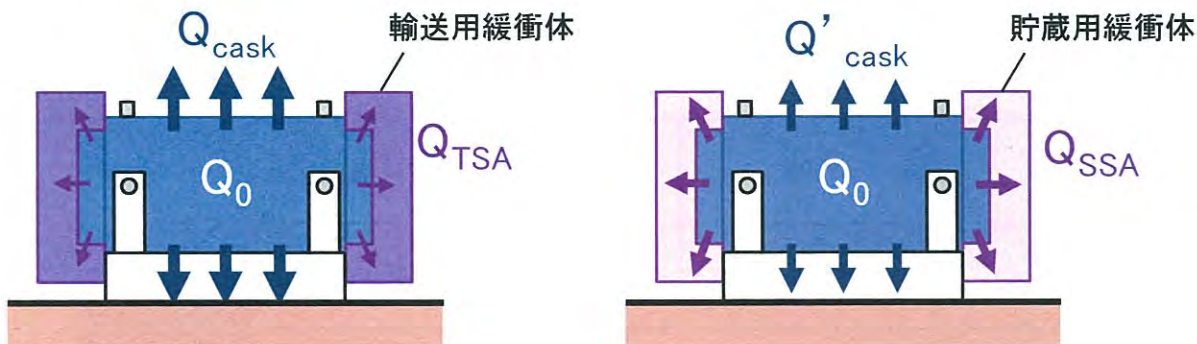
この資料及びこの資料に基づく計算書並びに記録等の出力を複写、第三者へ開示または公開しないようお願い致します



○設置方法②で使用する貯蔵用緩衝体の設計成立性の説明方法(1)

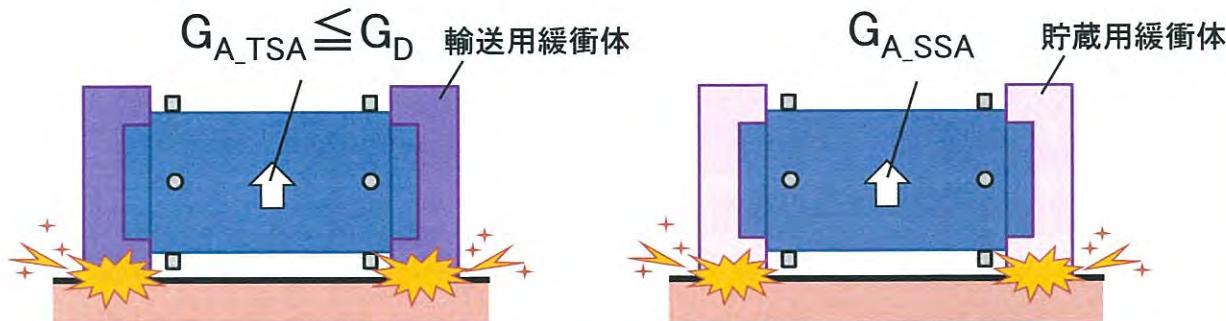
(第2回 特定兼用キャスクの設計の型式証明等に係る審査会合(8月6日)資料 P.10より。一部修正)

✓ 緩衝体の放熱量



Q_0 : 総発熱量
 Q_{cask} : 特定兼用キャスクからの直接の放熱量(輸送用緩衝体装着状態)
 Q'_{cask} : 特定兼用キャスクからの直接の放熱量(貯蔵用緩衝体装着状態)
 Q_{TSA} : 輸送用緩衝体を通しての放熱量 Q_{SSA} : 貯蔵用緩衝体を通しての放熱量

✓ 転倒時の衝撃加速度



$G_{A_{TSA}}$: 転倒時衝撃加速度(輸送用緩衝体装着状態)
 $G_{A_{SSA}}$: 転倒時衝撃加速度(貯蔵用緩衝体装着状態)
 G_D : 輸送荷姿での設計加速度*1

注記*1 構造評価で用いた加速度(閉じ込め機能を構成する特定兼用キャスク各部分がおおむね弾性範囲に留まる)

$$Q_{TSA} \leq Q_{SSA}$$

型式証明では、最も厳しい輸送荷姿の放熱量を貯蔵用緩衝体の条件とする。

設置(変更)許可申請では、緩衝体装着時の放熱量を輸送荷姿以上とする設計方針であることを確認いただく。

$$G_{A_{SSA}} \leq G_D$$

型式証明では、転倒時の衝撃加速度が輸送荷姿での設計加速度*1以下となる設計とする。

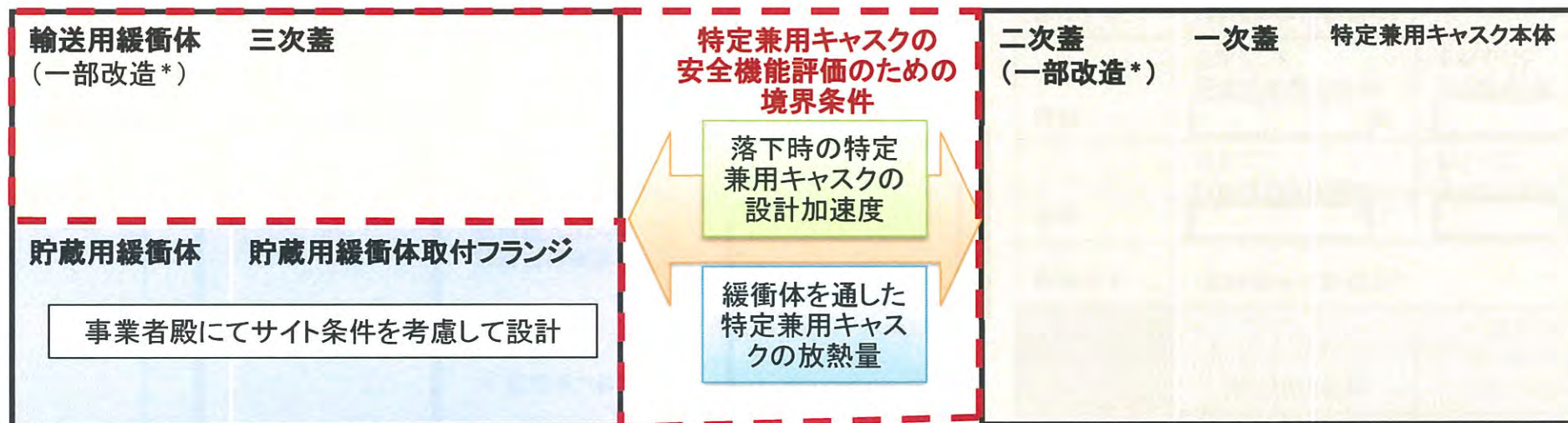
詳細な荷重条件に基づいた具体的な評価については、型式指定又は設工認で確認いただく。

1.3 コメント回答(コメントNo.12、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設計成立性の説明方法(2)



特定兼用キャスク 周辺施設 外運搬に必要な機器 型式証明申請にて審査いただきたい範囲

*: 蓋間圧力センサを取り付けるため、以下の例に示すような一部改造を実施する。



- 設置方法②の一例として、輸送用緩衝体と三次蓋を装着した状態での、緩衝体を通した特定兼用キャスクの放熱量、落下時の設計加速度の条件で、設計成立性を説明する。
 - ・ 安全機能評価の詳細は、型式指定にて外運搬規則への適合性説明を引用して説明
- 貯蔵用緩衝体及び貯蔵用緩衝体取付フランジは、事業者殿にてサイト条件を考慮して設計いただけるよう、上記の放熱量、設計加速度の条件を満たすことを型式証明の条件として、設置変更許可申請での確認事項とする。安全機能評価の詳細は設工認申請にて説明する。
 - ・ 型式証明申請では、輸送用緩衝体と三次蓋を装着した状態での放熱量、設計加速度を条件とする。貯蔵用緩衝体及び貯蔵用緩衝体取付フランジを新たに設計する場合は、当該の放熱量及び設計加速度の条件に包絡されることとする

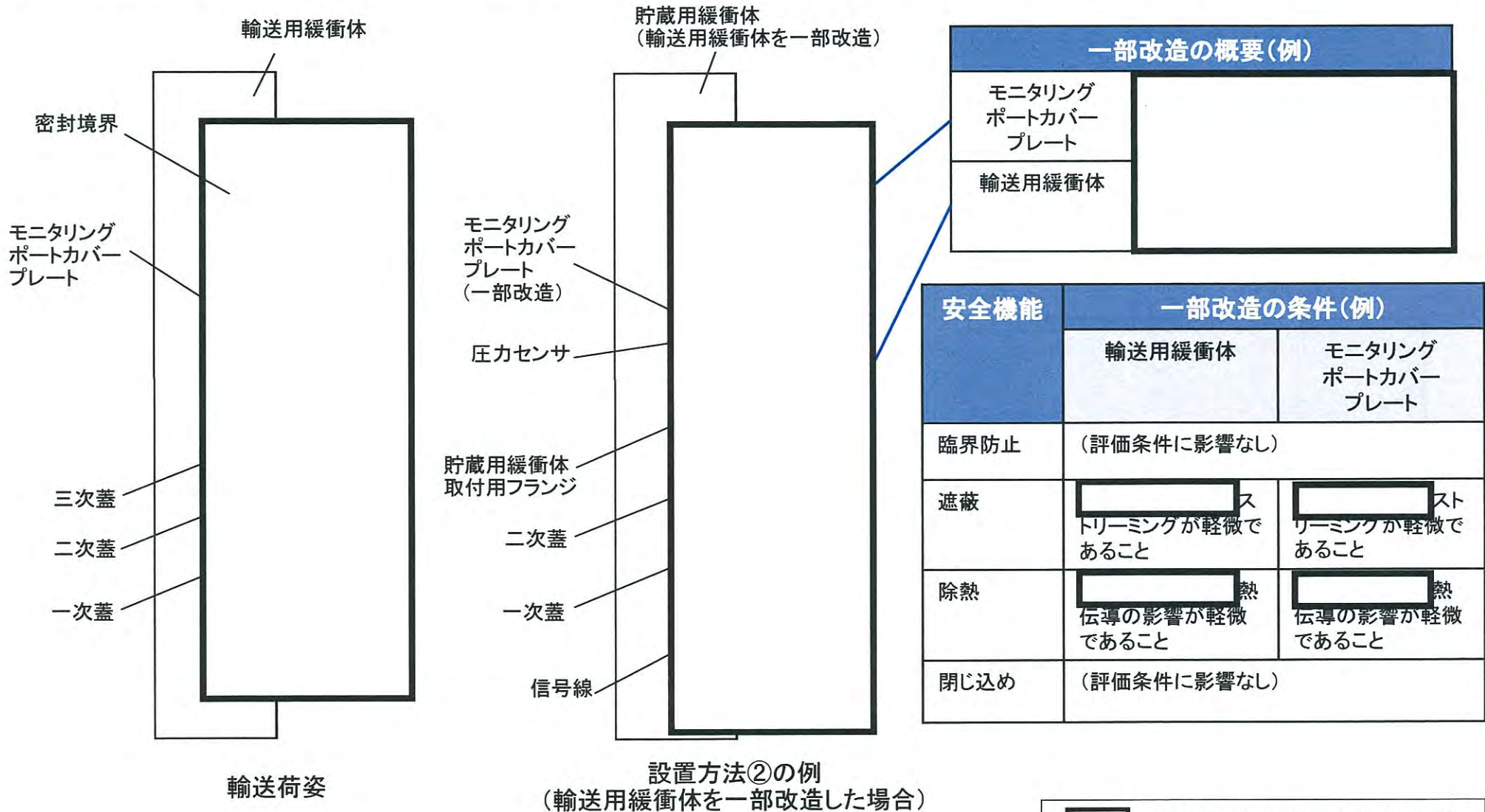
内は商業機密のため非公開

1.3 コメント回答(コメントNo.12、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として、輸送用付属品を改造した場合



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.12、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



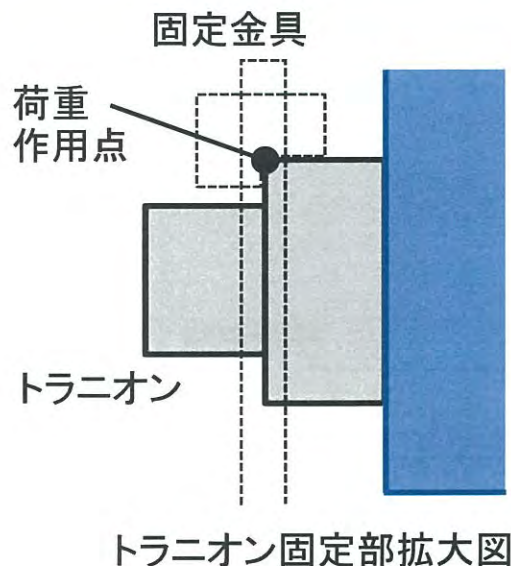
○設置方法⑤で使用する貯蔵用緩衝体の設計成立性の説明方法(1) (第2回 特定兼用キャスクの設計の型式証明等に係る審査会合(8月6日)資料 P.11より)

HDP-69BCH(B)型

$$F_m < F_1$$

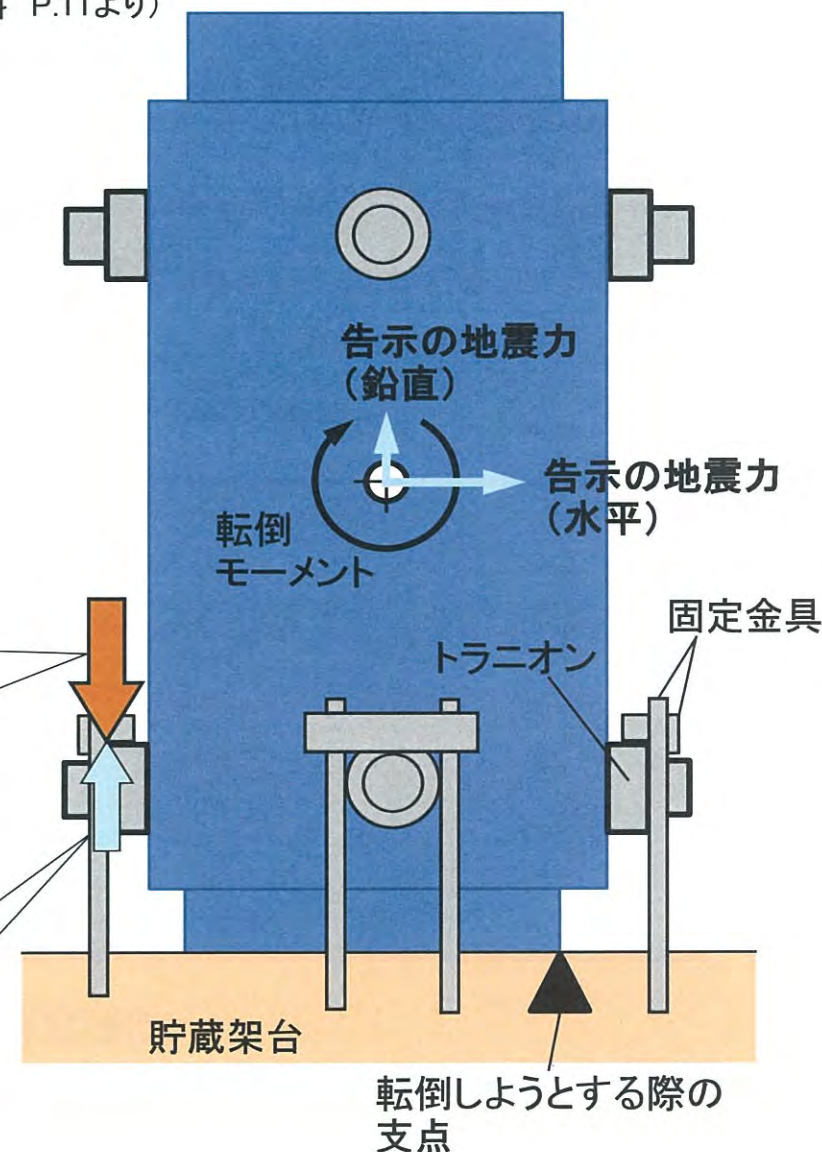
型式証明では、告示の地震力での転倒を防止するために、地震による荷重 F_m よりも大きなトランオン固定荷重 F_1 を作用させた場合のトランオンの構造健全性の評価方法を確認いただく。

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る設計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)

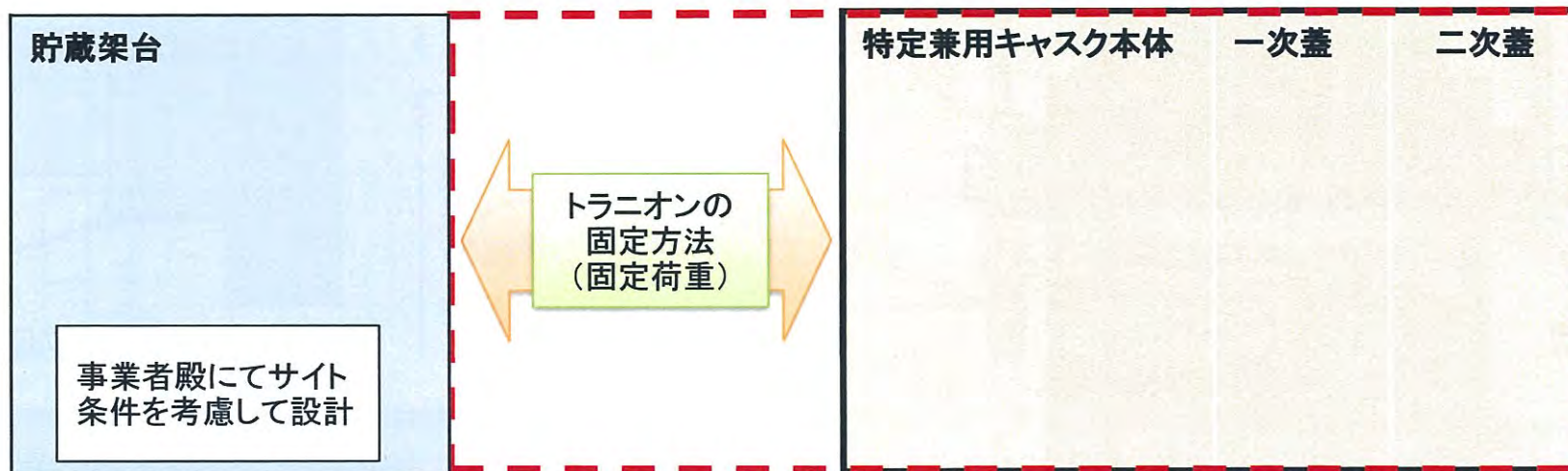


1.3 コメント回答(コメントNo.12、14)

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で使用する貯蔵用緩衝体の設計成立性の説明方法(2)



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

- 特定兼用キャスクがトラニオンを介して貯蔵架台に固定されることを前提として、地震力が作用しても特定兼用キャスクが転倒しないことの設計成立性を説明する。
 - ・ 貯蔵架台は、地震力が作用した場合に特定兼用キャスクが転倒しようとして底部が浮き上がらないような十分な固定荷重を、トラニオン鉛直下向きに作用させる固定金具を有する構造であることを前提とする。
 - ・ トラニオンの構造上最も厳しい断面について、固定荷重が作用した場合に発生する応力がおおむね弾性範囲に留まることを確認することで、地震力が作用しても特定兼用キャスクが転倒しないことの設計成立性を説明する。
 - ・ なお、貯蔵架台の設計成立性は、事業者殿にてサイト条件を考慮して設計いただけるよう、本型式認定を受けたトラニオンの固定荷重の条件を満足し、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る設計であることを設置(変更)許可、安全機能評価の詳細は設工認にて確認いただく。

1.4 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



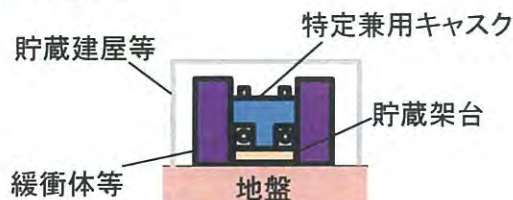
○兼用キャスクと周辺施設の種類

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(バスケットを含む)	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	遮蔽							
	二次蓋(ボルト*2含)	閉じ込め	閉じ込め							
	三次蓋(ボルト*2含)	—	閉じ込め	◎	—	—	—	◎	—(同左)	—
	金属バスケット*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(固定装置を含む)	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)	—

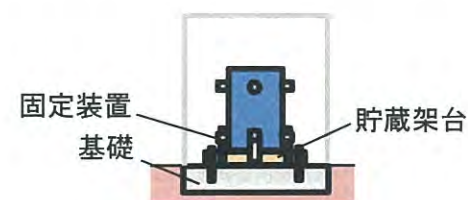
◎: 機能要求があり、審査いただくもの ○: 他の部品と機能を一体化して無くす場合がある △: 重要な機能要求がないが運用上必要なもの

*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(トランシ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



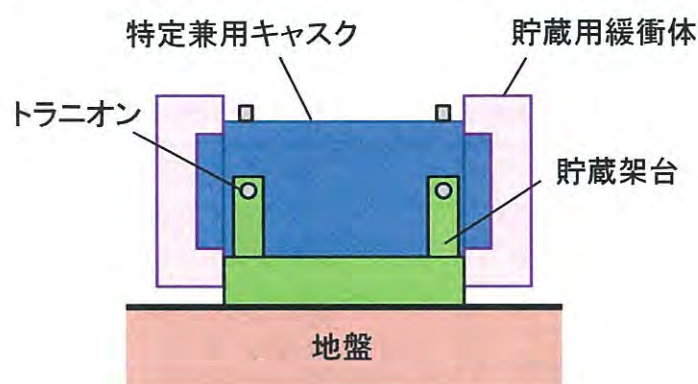
設置方法⑤

1.5 コメント回答(コメントNo.15)

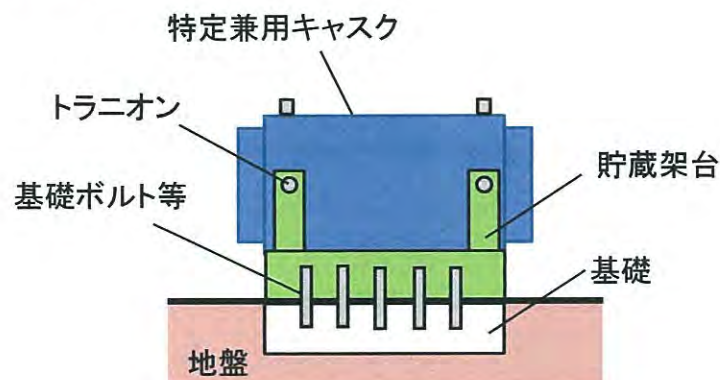
この資料及びこの資料に基づく計算書並びに記録等の出力を複写、第三者へ開示または公開しないようお願い致します

○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なくて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、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。

1.6 コメント回答(コメントNo.16)

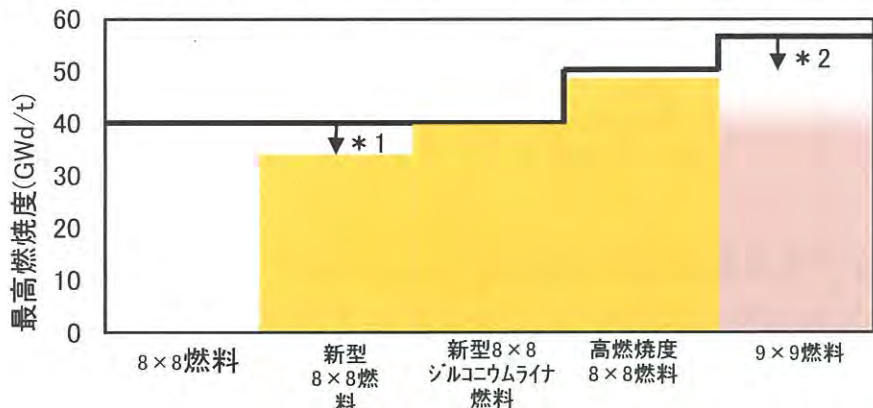
この資料及びこの資料に基づく計算書並びに記録等の出力を複写、第三者へ開示または公開しないようお願い致します



○臨界解析の燃料条件と保守性の考え方¹⁾

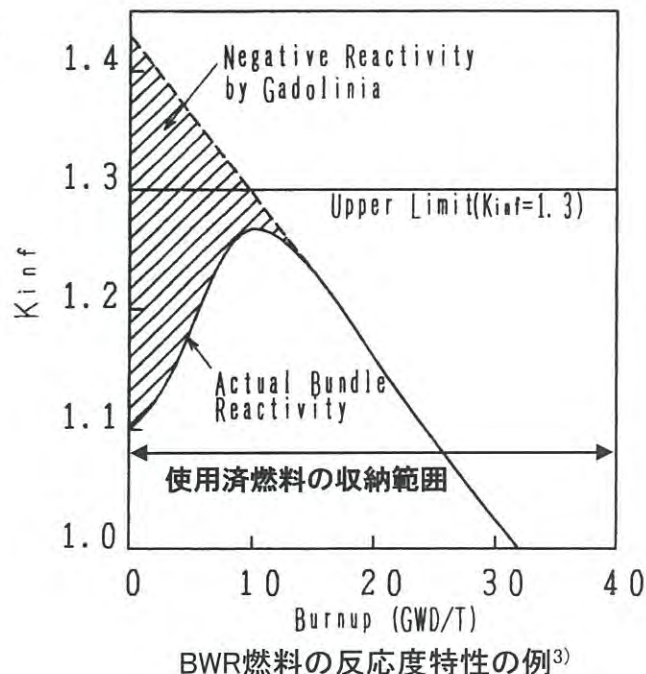
- ・HDP-69BCH(B)型への使用済燃料の収納条件は、燃焼度の上限値以下であることとしているため、上限値以下の燃焼度であれば、低燃焼度の燃料も収納できる仕様としている。
- ・除熱機能及び遮蔽機能の観点では燃焼度が最も高い条件が厳しいが、臨界防止の観点では、燃焼度の上限値より小さい燃焼度で反応度のピークが存在する。したがって、対象となる使用済燃料の反応度が最も高くなる条件を包絡できる燃焼を考慮しない燃料モデルで評価を実施する。
 乾燥時: 水のない状態ではガドリニアの中性子吸収効果を期待できないことから、燃焼度0 GWd/t(燃焼を考慮しない) の燃料モデルで評価
 冠水時: ガドリニア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ため
 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⁾

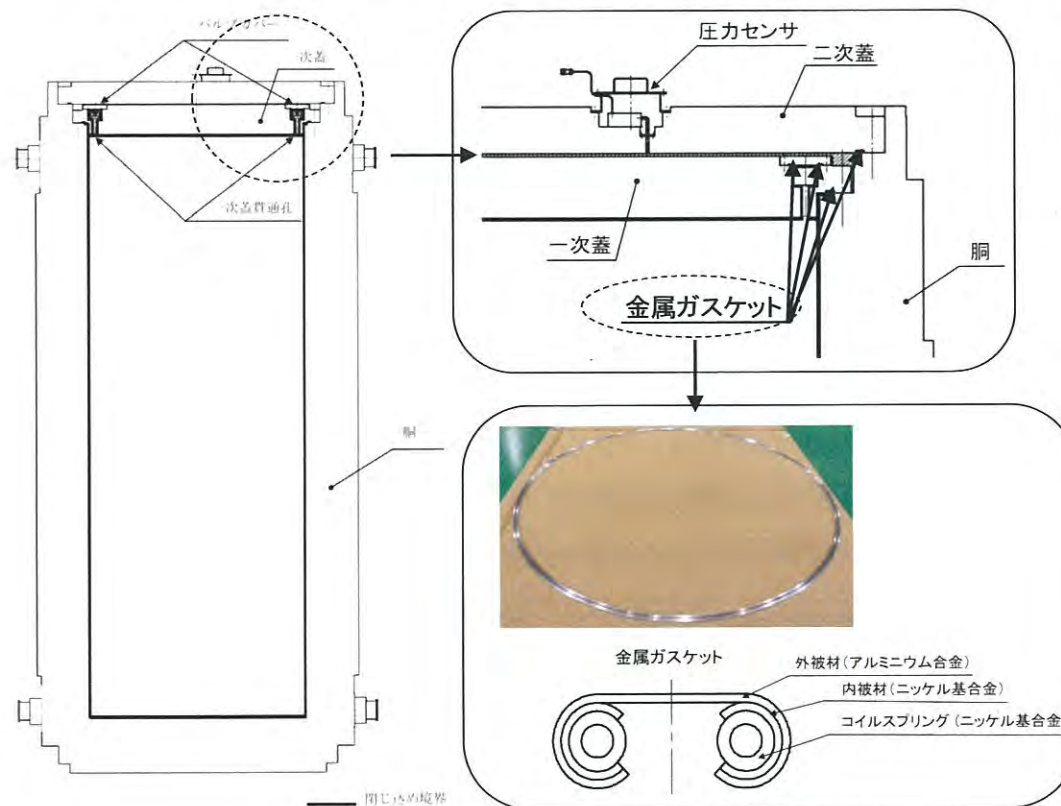
1) 資料1-3 8、9頁参照 2) 資料1-2 表2.2-1参照 3) 資料1-3 図2.4.1-5参照

1.7 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 図2.4.4-1～3参照

HDP-69BCH(B)型の型じ込め構造²⁾

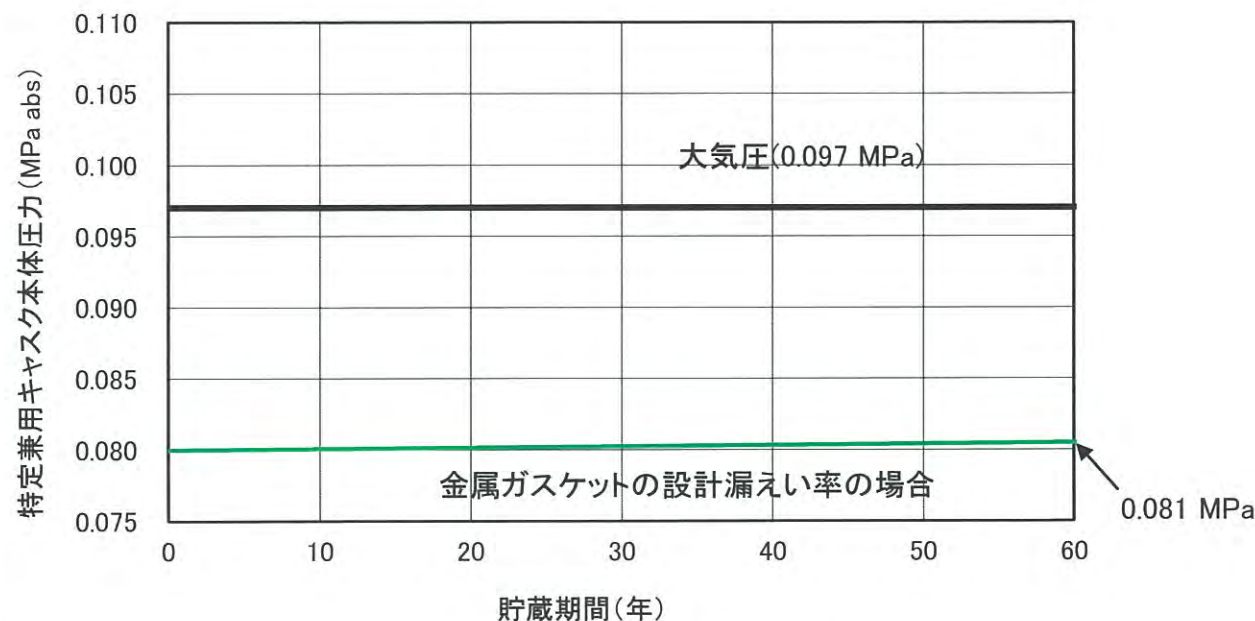
1.7 コメント回答(コメントNo.17)

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製、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 \cdot 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



1) 資料1-6 26頁参照

2) 資料1-6 図2.4.4-12参照






貯蔵期間中の特定兼用キャスク本体内部圧力²⁾

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 	-	-	-
	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)
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。

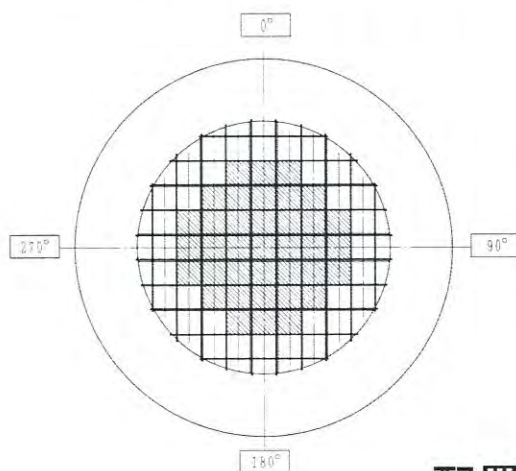
		設置方法				設置方法	
地盤の十分な支持を想定しない	基礎等に固定しない	設置方法② よこ置き		地盤の十分な支持を想定しない	基礎等に固定する	設置方法④ たて置き	
		設置方法② たて置き				設置方法④ よこ置き	
		設置方法③ たて置き		地盤の十分な支持を想定する	基礎等に固定する	設置方法⑤ たて置き	
		設置方法③ よこ置き				設置方法⑤ よこ置き	



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	
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			

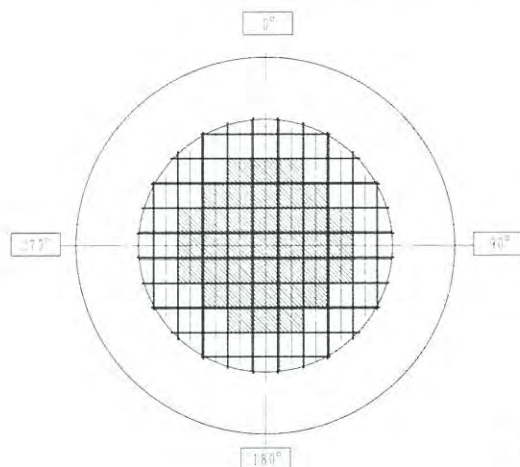


-  中央部 : 最高燃焼度40,000MWd/t以下の使用済燃料を収納(37体)
-  外周部 : 最高燃焼度34,000MWd/t以下の使用済燃料を収納(32体)

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		

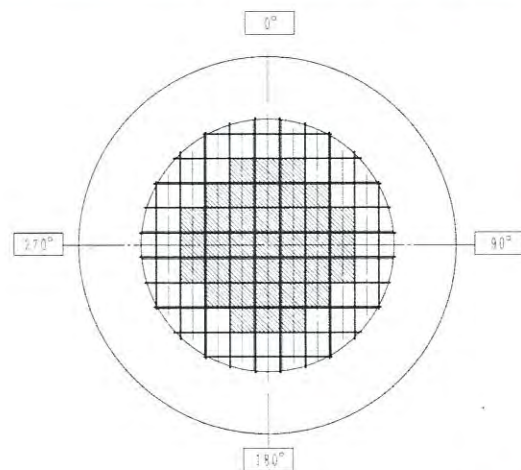



- 中央部 : 最高燃焼度48,000MWd/t以下の使用済燃料を収納(37体)
- 外周部 : 最高燃焼度40,000MWd/t以下の使用済燃料を収納(32体)

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

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