

第10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8日)

資料1-1

Doc. No. L5-95JY254 R15

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

2021.7.8

三菱重工業株式会社

枠囲いの内容は商業機密のため、非公開とします。

1. 指摘事項(コメント)リスト	…2
2. 指摘事項への回答	…8

1. 指摘事項(コメント)リスト (1/6)

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	型式証明の審査範囲を明確にするために、以下事項について説明すること。 (1-1) 輸送容器と輸送荷姿の仕様・構造・評価上の差異 (1-2) 縦置き姿勢で設置する方法における緩衝体の設置有無	全般	・(1-1) 構造及び安全機能上の輸送容器との差異を踏まえ、「輸送荷姿」として申請している貯蔵方式の分類を「蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法」に適正化し、同設置方法の要求事項を満足する設計とする。また、本貯蔵方法の名称は、「蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法(横置き)」とする。 ・(1-2) 各設置方法の概要、及び縦置き姿勢で設置する方法における緩衝体の有無及び緩衝体の位置づけを示す。	2020/8/6審査会合で説明。
1'	2020/8/6 審査会合	兼用キャスクの定義を整理すると共に、型式証明での審査事項及び後段申請での確認事項を明確にすること。	全般	兼用キャスクの定義、及び型式証明の審査対象とする部品又は設備、並びに型式証明の審査事項及び後段申請での確認事項を明確にした。本整理結果を踏まえ、申請範囲として申請している「基礎等に固定する設置方法(縦置き②)の貯蔵架台」については本申請の審査対象設備から除くこととする。	2020/9/29審査会合で説明。
1''	2020/8/6 審査会合	縦置き②による設置方法における基本設計方針を示すとともに、型式証明と後段申請の範囲を明確にすること。	全般	基礎等に固定する設置方法設置方法(縦置き②)の基本設計方針及び耐震評価方針、並びに耐震評価における型式証明での審査事項及び後段申請での確認事項を示す。	2020/9/29審査会合で説明。
1'''	2020/9/29 審査会合	型式証明における申請範囲と審査対象を明確に分けて整理を行うこと。また、今後、後段審査との関係において詳細設計の評価を行うために必要となる条件を具体化すること。	全般	これまでの審査を踏まえ、特定兼用キャスク及び関連部品/設備の申請範囲及び審査対象、並びに条文適合性説明対象について整理した。また、後段の型式指定申請において実施する詳細設計の評価に用いる条件について明確化するとともに、設置(変更)許可申請への引継ぎ事項を整理した。	本審査会合で説明。
2	2020/6/8 審査会合	型式証明での確認事項と設置(変更)許可段階での確認事項の整理表を作成すること。	全般	・型式証明での確認事項(説明事項)と設置(変更)許可申請における確認事項の整理表を示す。	2020/8/6審査会合で説明。

1. 指摘事項(コメント)リスト (2/6)

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	2020/6/8 審査会合	17×17燃料と15×15燃料の同一キャスクへの混載について説明すること。また、A型とB型の混載について整理して説明すること。	16条	17×17燃料と15×15燃料は同一キャスクに混載しない。また、A型とB型については同一キャスクに混載する。安全評価では、17×17燃料及び15×15燃料でそれぞれ厳しい条件となる燃料(48,000MWd/t型(A型)を代表燃料として設定しており、安全評価は、A型とB型を混載することを包絡した評価条件としている。	2021/1/14審査会合で説明。
4	2020/6/8 審査会合	緩衝体について、材料としている木材の長期健全性を、使用期間中の検査の考え方も含めて説明すること。	16条	MSF-24P型は、貯蔵用緩衝体の装着により蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法とする基本設計方針である。貯蔵用緩衝体の緩衝材に木材を用いる場合の長期健全性については、経年変化要因に対する緩衝性能への影響を評価した結果、腐食及び放射線照射による緩衝性能への影響はないが、熱による影響として、高温状態での長時間保持による強度低下の可能性のあることから、緩衝体のエネルギー吸収を考慮する場合においては、熱による木材の強度低下を考慮する。	2021/3/22審査会合で説明。
4 ¹	2021/3/22 審査会合	緩衝体については、木材以外の可能性も含めて設計が確定したものではないので、型式証明の段階でどこまで申請書に記載するのか検討すること。	16条	型式証明では、「貯蔵用緩衝体の装着により安全機能が損なわれない蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法により貯蔵する設計」を設計方針とすることに加え、貯蔵用緩衝体は型式証明申請の審査対象外の部品であることを踏まえ、兼用キャスクの安全機能を維持するために必要な緩衝性能を有する貯蔵用緩衝体を装着することを、安全設計全般に係る設計方針に係る後段審査(設置(変更)許可申請)への引継ぎ事項として型式証明申請書に含める。	2021/4/27審査会合で説明。
5	2020/11/19 審査会合	臨界評価における評価条件について、特定兼用キャスクへの燃料装荷から貯蔵施設への搬入、搬出、燃料取出までの一連の手順を踏まえた上で、最も厳しい条件をどのような考え方で設定したのか説明すること。	16条	MSF-24P型への燃料装荷から貯蔵施設への搬入、搬出、燃料取出までの一連の作業フローを整理するとともに、各様態におけるMSF-24P型内部及び外部の条件について感度解析を実施し、設計方針の妥当性確認として実施した安全評価の条件が最も厳しいことを確認した。	2021/1/14審査会合で説明。

1. 指摘事項(コメント)リスト (3/6)

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	2020/11/19 審査会合	基準漏えい率、リークテスト判定基準及び金属ガスケットの漏えい率の関係を整理し、閉じ込め機能の成立性について説明すること。	16条	閉じ込め機能の基本設計方針の妥当性確認として、使用する金属ガスケットの性能(設計漏えい率)により閉じ込め機能の成立性を示すこととする。また、基準漏えい率については、設置(変更)許可申請への引継ぎ事項とし、事業者殿において、貯蔵開始前の気密漏えい検査の基準値(リークテスト判定基準)が基準漏えい率を下回るように設定頂くものとする。	2021/1/14審査会合で説明。
6'	2021/1/14 審査会合	リークテスト判定基準について、事業者の運用上の目安であるとのことであるが、それ以外の運用上の管理値も含めて、どのような形で、電気事業者が行う特定兼用キャスクの使用に係る設置(変更)許可申請への引き継ぎ事項として整理すべきか再検討すること。	16条	指摘事項(No.6)への回答として、設計貯蔵期間経過後にMSF-24P型内部が大気圧となる漏えい率として、基準漏えい率を設置(変更)許可申請への引継ぎ事項とし、電気事業者において、貯蔵開始前の気密漏えい検査の基準値(リークテスト判定基準)が基準漏えい率を下回るように設定頂くものとしていた。しかしながら、電気事業者の設置(変更)許可申請書では、基準漏えい率を適用した具体的な記載がないことを踏まえ、設置(変更)許可申請への引継ぎ事項とせず、参考値として示すこととする。	2021/3/22審査会合で説明。
7	2020/11/19 審査会合	型式証明における評価において、後段規制の型式指定、設置変更許可等に引き継ぐべき施設設計の条件について説明すること。	16条	型式証明における評価のうち、設置(変更)許可申請において確認する事項を資料1-7に整理した。なお、型式指定では、型式証明申請で示した全ての施設設計条件について、同一又はその範囲内にあることを確認する。	2021/1/14審査会合で説明。
8	2021/1/14 審査会合	MCNP5コードを遮蔽解析に使用することの妥当性について、許認可審査における使用実績や根拠としている文献の妥当性等も含め、系統立てて再度説明すること。	16条	MCNP5コードをMSF-24P型の遮蔽解析に適用することの妥当性について再整理した。①から③の観点で適用性に問題ないことを確認しており、本型式証明での適用は妥当であると判断している。 ①MSF-24P型について許認可実績が豊富なDOT3.5コード結果(既認可値)との比較により同様の結果が得られていること ②核燃料物質の輸送容器体系や使用済燃料乾式貯蔵建屋の遮蔽解析に対して本コードの国内許認可実績を有すること ③使用済燃料貯蔵容器体系での遮蔽ベンチマーク試験による妥当性検証がなされていること	2021/3/22審査会合で説明。

1. 指摘事項(コメント)リスト (4/6)

No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
8'	2021/3/22 審査会合	許認可実績のない遮蔽解析コードについては、適用に当たって詳細な説明が必要になるが、型式証明申請の段階ですべて説明する必要があるのかどうか整理するとともに、後段の手続きとの関係も考慮の上、本申請における説明の範囲について検討すること。	16条	型式証明では、遮蔽機能に係る設計方針の妥当性確認として、DOT3.5コード(Sn法)及びMCNP5コード(モンテカルロ法)を用いた線量当量率計算により、通常貯蔵時のMSF-24P型の線量当量率が評価基準を満足することを確認した。 許認可実績のないMCNP5コードをMSF-24P型の遮蔽解析に適用することについては、指摘事項(No.8)への回答に示したとおり、①MSF-24P型の設計承認申請における既許認可値(DOT3.5コード)との比較、②MCNPコードの核燃料物質の輸送容器体系での許認可実績(設計承認申請)、及び③使用済燃料貯蔵容器体系での遮蔽ベンチマーク試験結果による解析検証を示し、遮蔽機能に関する基本設計方針の妥当性確認の見通しを示すために用いる解析コードとしての適用妥当性を示した。後段の型式指定申請においては、本コードの適用妥当性について、より詳細な説明を行う予定である。	2021/4/27審査会合で説明。
8''	2021/4/27 審査会合	遮蔽機能の評価に用いる遮蔽解析コードについて、MCNP5とDOT3.5の適用の考え方が整理されたことを踏まえ、後段の手続(特定兼用キャスクの設計の型式指定に係る申請等)との関係を考慮した上で、遮蔽機能の評価方針に関する申請書記載の適正化を検討すること。また、解析検証により示したMCNP5の適用範囲について、補足説明資料を含めた申請書類の中で明確にすること。	16条	型式証明申請では、認可実績のあるDOT3.5コード及び現実的な評価モデルが取り扱えるMCNP5コードを用いて遮蔽機能評価を実施しているが、型式指定申請では、DOT3.5コード又はMCNP5コードのいずれかを選択して遮蔽機能評価に適用する。現状の型式証明申請書では、型式指定申請において上記遮蔽解析コードのうちいずれかを選択して用いる旨が記載されていないため、明記する。 また、遮蔽解析にMCNP5コードを適用することの妥当性検証として、放射性輸送物質輸送・貯蔵容器体系において、実験値とMCNP5コードによる解析値の比較を行っている。この解析値を算出した評価手法は、ORIGEN2コードにより設定した線源強度及びMCNP5コードを用いた線量当量率評価(断面積ライブラリ(中性子:FSXLIB-J33、ガンマ線:MCPLIB84)を組み合わせた手法である。遮蔽解析にMCNP5コードを適用するにあたっては、上記の組合せによることを型式証明申請書の補足説明資料で明確にしており、型式証明申請書においてもその適用範囲について明記する。	本審査会合で説明。

1. 指摘事項(コメント)リスト (5/6)

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	2021/3/22 審査会合	第3条への基準適合性について、基準適合性を説明するのではなく、キャスクの設置方法としての前提条件を説明するのではないのか、再検討すること。	3条	型式証明における第3条の説明事項は、施設設計の適合性説明のための前提条件となるものであることを踏まえ、「地盤の十分な支持がなく、地盤に変形や変位が生じてもその安全機能が損なわれない蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法により貯蔵する設計」については、第3条適合性説明としてではなく、安全設計全般に係る設計方針として申請書に含めることとする。	2021/4/27審査会合で説明。
9'	2021/4/27 審査会合	設置許可基準規則第3条(設計基準対象施設の地盤)への適合のための設計に関し、特定兼用キャスクの設置方法②に関する安全設計全般の設計方針について、電気事業者による設置(変更)許可申請に引き継ぐべき、貯蔵用緩衝体の具体的な設計条件を説明すること。	3条	MSF-24P型の設置方法(蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法)において、兼用キャスク蓋部の金属部への衝突に対して安全機能が損なわれないとする設計条件の考え方及び電気事業者による設置(変更)許可申請に引継ぐべき貯蔵用緩衝体の具体的な設計条件を整理した。また、この整理を踏まえ、第3条及び第4条の前提条件となる安全設計全般に係る設計方針、型式証明及び型式指定での説明事項、並びに事業者審査への引継ぎ事項を整理した。	本審査会合で説明。
10	2021/3/22 審査会合	第4条、第5条、第6条への基準適合性について、構造健全性評価対象の部材を評価することによって、4つの安全機能(臨界、閉じ込め、遮へい、除熱)が維持されることを説明すること。	4条,5条, 6条	閉じ込め機能を担う密封境界部(一次蓋密封シール部及び一次蓋ボルト)並びに臨界防止機能を担うバスケットを代表部位として評価を示していたが、これらに加え、遮蔽機能及び除熱機能については、遮蔽機能を担う外筒(遮蔽構造体として最も板厚が薄い部材)及び除熱機能を担う伝熱フィンの機能維持部材が欠損せず、安全機能を損なわないことを確認した結果を追加した。	2021/4/27審査会合で説明。
11	2021/3/22 審査会合	閉じ込め機能を監視するための構造部材である圧力計及びケーブルについては、適切に検査及び交換が可能となるよう、長期健全性維持の説明をすること。	16条	閉じ込め機能を監視するための圧力計及びケーブルについては、周辺施設であり、審査範囲外であるが、MSF-24P型は二次蓋に圧力計を取り付けた状態において、且つ、蓋間空間の圧力を維持した状態で圧力計及びケーブルの保守及び交換が可能な設計としている。蓋間空間の圧力を維持することで、使用済燃料等を内封する空間を外部と隔離している状態を維持できる設計としていることから、閉じ込め機能に係る長期健全性は維持される。	2021/4/27審査会合で説明。

1. 指摘事項(コメント)リスト (6/6)

No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
12	2021/3/22 審査会合	第8条、第12条、第29条及び第30条の基準の要求事項は施設設計に依存することから、型式証明の審査で説明するのであれば、基準適合性を説明するのではなく、評価の前提条件や設計上の考慮事項として説明するのではないのか、再検討すること。	8条,12条, 29条,30条	型式証明における第8条、第12条、第29条及び第30条の説明事項は、特定兼用キャスクの設計方針のみにおいて適合性を示すものではなく、周辺施設等の施設設計を含めた適合性説明が必要である。型式証明申請では、特定兼用キャスクの貯蔵様式的前提条件を示すのみであり、貯蔵基数、立地条件等を特定するものではないことから、電気事業者が行う設置(変更)許可申請における審査の合理化に寄与する部分は限定的であると判断する。上記を踏まえ、第8条、第12条、第29条及び第30条の説明は審査範囲から除外する。	2021/4/27審査会合で説明。

2. 指摘事項への回答

指摘事項(No.1”)

型式証明における申請範囲と審査対象を明確に分けて整理を行うこと。また、今後、後段審査との関係において詳細設計の評価を行うために必要となる条件を具体化すること。

(回答)

これまでの審査を踏まえ、特定兼用キャスク及び関連部品/設備の申請範囲及び審査対象(P.8)、並びに条文適合性説明対象(P.9～10)について整理した。また、後段の型式指定申請において実施する詳細設計の評価に用いる条件(P.11)について明確化するとともに、設置(変更)許可申請への引継ぎ事項(P.12)を整理した。

(1) 申請範囲・審査対象とする部品/設備

分類	部品/設備 ^(注1)			申請範囲及び審査対象 ^(注2)				
	名称	貯蔵時	輸送時	型式証明	設置(変更)許可	型式指定		設工認
				貯蔵時	貯蔵時	貯蔵時	輸送時	貯蔵時
特定兼用キャスク	キャスク本体/バスケット /一次蓋/二次蓋	□	□	○	○	○	○	○
	モニタリングホートカバープレート	—	□	—	—	—	○	—
	輸送用三次蓋	—	□	—	—	—	○	—
	貯蔵用三次蓋	□	—	○	○	○	—	○
周辺施設	輸送用緩衝体	—	□	—	—	—	○	—
	貯蔵用緩衝体	□	—	△	○	△	—	○
	貯蔵架台	□	—	—	○	—	—	○
	圧力センサ/温度センサ	□	—	—	○	—	—	○

(注1) 部品/設備の□は、供用中に使用することを示し、特定兼用キャスク及びその関連部品/設備として型式証明申請書に含める。

(注2) 申請範囲及び審査対象の○は、申請範囲及び審査対象であることを示す。△で示す貯蔵用緩衝体は、申請範囲外・審査対象外の部品であるが、特定兼用キャスクの安全機能を維持するための安全設計全般に係る設計方針に関連し、後段の設置(変更)許可申請又は設工認への引継ぎ事項(設計条件)を示すために審査に含める。

2. 指摘事項への回答

(2)MSF-24P型及び関連部品/設備の条文適合性説明について

P.8に示した申請範囲及び審査対象のうち、貯蔵時に係る条文適合性説明対象について下表のとおり整理した。

条文適合性説明(1/2) <型式証明及び設置(変更)許可>

分類	部品 /設備	設置許可基準規則							
		第4条		第5条		第6条		第16条	
		地震による損傷防止		津波による損傷防止		外部からの衝撃による損傷防止		燃料体等の取扱施設 及び貯蔵施設	
		第6項		第2項		第4項・5項		第2項・第4項	
		型式証明	設置(変更)許可	型式証明	設置(変更)許可	型式証明	設置(変更)許可	型式証明	設置(変更)許可
特定 兼用 キャスク	キャスク本体 /バスケット /一次蓋 /二次蓋 /貯蔵用 三次蓋	○(注1)	(○)(注1)	○	(○)	○	(○)	○	(○)
周辺 施設	貯蔵用 緩衝体	—	△	—	△(注2)	—	△(注2)	—	○
	貯蔵架台	—	△	—	△	—	△	—	△
	圧力センサ /温度センサ	—	—	—	—	—	—	—	○

(注) ○は、条文要求に対する要求機能を有するもの、(○)は、型式証明の適合性説明での設計方針及び使用条件の範囲内であることの確認を行うもの、△は、条文要求に対する要求機能を有しないが、設計方針を確認する上で機器構成上必要となるもの、—は、適合性説明の対象外であることを示す。

(注1) 第4条第6項のうち、型式証明では、周辺施設からの波及的影響評価を含まないため、波及的影響については、設置(変更)許可で適合性を確認する。

(注2) 条文要求に対する要求機能を有しないが、設計方針を確認する上で、特定兼用キャスクの安全機能維持に係る適合性評価においては貯蔵用緩衝体を設置しない条件で健全性評価を実施し適合性を確認する。

2. 指摘事項への回答

条文適合性説明(2/2) <型式指定及び設工認>

分類	部品 /設備	実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則							
		第5条		第6条		第7条		第26条	
		地震による損傷防止		津波による損傷防止		外部からの衝撃による損傷防止		燃料取扱設備 及び燃料貯蔵設備	
		第5項		第2項		第4項		第2項	
		型式指定	設工認	型式指定	設工認	型式指定	設工認	型式指定	設工認
特定 兼用 キャ スク	キャスク本体 /バスケット /一次蓋 /二次蓋 /貯蔵用 三次蓋	○ ^(注1)	(○) ^(注1)	○	(○)	○	(○)	○	(○)
周辺 施設	貯蔵用 緩衝体	—	△	—	△ ^(注2)	—	△ ^(注2)	—	○
	貯蔵架台	—	△	—	△	—	△	—	△
	圧力センサ /温度センサ	—	—	—	—	—	—	—	○

(注) ○は、条文要求に対する要求機能を有するもの、(○)は、型式指定の適合性説明での仕様及び使用条件の範囲内であることの確認を行うもの、△は、条文要求に対する要求機能を有しないが、設計方針を確認する上で機器構成上必要となるもの、—は、適合性説明の対象外であることを示す。

(注1) 第5条第5項のうち、型式指定では、周辺施設からの波及的影響評価を含まないため、波及的影響については、設工認で適合性を確認する。

(注2) 条文要求に対する要求機能を有しないが、設計方針を確認する上で、特定兼用キャスクの安全機能維持に係る適合性評価においては貯蔵用緩衝体を設置しない条件で健全性評価を実施し適合性を確認する。

2. 指摘事項への回答

(3) 詳細設計の評価を行うために必要となる条件について

詳細設計の評価を行う型式指定では、型式証明で示した設計方針の妥当性詳細を説明する。これまでの型式証明での説明事項に加え、型式指定での評価で必要となる条件(施設側条件)について下表のとおり整理した。

項目	型式指定での評価項目	型式指定での評価に必要な条件 (施設側条件)	備考	
安全設計全般に係る設計方針	貯蔵用緩衝体を装着した状態で、MSF-24P型の蓋部に生じる荷重を算出し、その荷重が事業所外運搬規則への適合性説明で示す特別の試験条件のうち、落下試験 I (9m落下)において蓋部に生じる荷重以下であること、かつ、安全機能を担保する部材に発生する応力が供用状態Dの許容基準を満足することの確認。	貯蔵用緩衝体の仕様 (緩衝体材質、形状)	貯蔵架台の剛性は考慮しない。	
地震による損傷の防止	兼用キャスク告示で定める地震力によるMSF-24P型の安全機能維持の確認	貯蔵架台の特定兼用キャスク支持条件	貯蔵用緩衝体の緩衝性能及び貯蔵架台の剛性は考慮しない。	
津波による損傷の防止	兼用キャスク告示で定める津波による津波荷重作用時のMSF-24P型の安全機能維持の確認			
外部からの衝撃による損傷の防止	兼用キャスク告示で定める竜巻による竜巻津波荷重作用時のMSF-24P型の安全機能維持の確認			
燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備	臨界防止	MSF-24P型に使用済燃料を収納する際の冠水状態・乾燥状態において臨界に達するおそれがないことの確認	なし	貯蔵用緩衝体及び貯蔵架台は機能に影響しない。
	遮蔽	通常貯蔵時のMSF-24P型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100μSv/h以下となることの確認	なし	貯蔵用緩衝体及び貯蔵架台は考慮しない。
	除熱	貯蔵状態において燃料被覆管及びMSF-24P型を構成する部材の健全性を維持できる温度を超えないことの確認	・MSF-24P型の周囲温度 ・貯蔵建屋壁面温度(貯蔵建屋内貯蔵の場合)	貯蔵用緩衝体の装着による影響を評価する。貯蔵架台は機能に影響しない。
	閉じ込め	MSF-24P型内部が設計貯蔵期間中に負圧を維持されることの確認	なし	貯蔵用緩衝体及び貯蔵架台は機能に影響しない。
	長期健全性	設計貯蔵期間中の温度、放射線及びその環境下において、MSF-24P型の兼用キャスクの主要な構成部材の経年変化を考慮した上で、使用済燃料の健全性が維持されることの確認	なし	

2. 指摘事項への回答

(4) 設置(変更)許可申請への引継ぎ事項

これまでの適合性説明で示した設置(変更)許可申請への引継ぎ事項(特定兼用キャスクを使用することができる発電用原子炉施設の条件)について下表に整理した。設置(変更)許可申請では、型式証明申請で示した設計方針と同じであることに加え、下表の条件について確認頂くこととなる。

項目		設置(変更)許可申請への引継ぎ事項	
		特定兼用キャスクを使用することができる発電用原子炉施設の条件 (サイトに依存する事項)	
—	安全設計全般に係る設計方針	・特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重が、事業所外運搬規則への適合性説明で示す特別の試験条件のうち落下試験 I (9m落下)において蓋部に生じる荷重以下であり、かつ安全機能を担保する部材が供用状態Dの許容基準を満足する緩衝性能を有する貯蔵用緩衝体を装着すること。	
4条	地震による損傷の防止	なし ^(注)	
5条	津波による損傷の防止	なし	
6条	外部からの衝撃による損傷の防止	・竜巻により兼用キャスクに衝突し得る飛来物(設計飛来物)の条件が、MSF-24P型で想定する設計飛来物の条件と同じであること。	
16条	燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	臨界防止	なし
		遮蔽	なし
		除熱	・MSF-24P型の除熱機能を阻害せず、MSF-24P型の周囲温度が、貯蔵建屋内で貯蔵する場合にあっては45℃以下、屋外で貯蔵する場合にあっては38℃以下であること。 ・貯蔵建屋内で貯蔵する場合にあっては、貯蔵建屋壁面温度が65℃以下であること。
		閉じ込め	なし
		長期健全性	なし

(注) 地震時、周辺施設からの波及的影響により、MSF-24P型の安全機能を損なわないこと(設置許可基準規則解釈別記4第4条第2項3号)の確認は設置(変更)許可申請において行う。

2. 指摘事項への回答

指摘事項(No.8'')

遮蔽機能の評価に用いる遮蔽解析コードについて、MCNP5とDOT3.5の適用の考え方が整理されたことを踏まえ、後段の手続(特定兼用キャスクの設計の型式指定に係る申請等)との関係を考慮した上で、遮蔽機能の評価方針に関する申請書記載の適正化を検討すること。また、解析検証により示したMCNP5の適用範囲について、補足説明資料を含めた申請書類の中で明確にすること。

(回答)

型式証明申請では、認可実績のあるDOT3.5コード及び現実的な評価モデルが取り扱えるMCNP5コードを用いて遮蔽機能評価を実施しているが、型式指定申請では、DOT3.5コード又はMCNP5コードのいずれかを選択して遮蔽機能評価に適用する。現状の型式証明申請書では、型式指定申請において上記遮蔽解析コードのうちいずれかを選択して用いる旨が記載されていないため、明記する。

また、遮蔽解析にMCNP5コードを適用することの妥当性検証として、放射性輸送物質輸送・貯蔵容器体系において、実験値とMCNP5コードによる解析値の比較を行っている(資料1-2のP.48~61参照)。この解析値を算出した評価手法は、ORIGEN2コードにより設定した線源強度及びMCNP5コードを用いた線量当量率評価(断面積ライブラリ(中性子:FSXLIB-J33、ガンマ線:MCPLIB84)を組み合わせた手法である。遮蔽解析にMCNP5コードを適用するにあたっては、上記の組合せによることを型式証明申請書の補足説明資料(資料1-2のP.50参照)で明確にしておき、型式証明申請書においてもその適用範囲について明記する。

2. 指摘事項への回答

指摘事項 (No.9')

設置許可基準規則第3条(設計基準対象施設の地盤)への適合のための設計に関し、特定兼用キャスクの設置方法②に関する安全設計全般の設計方針について、電気事業者による設置(変更)許可申請に引き継ぐべき、貯蔵用緩衝体の具体的な設計条件を説明すること。

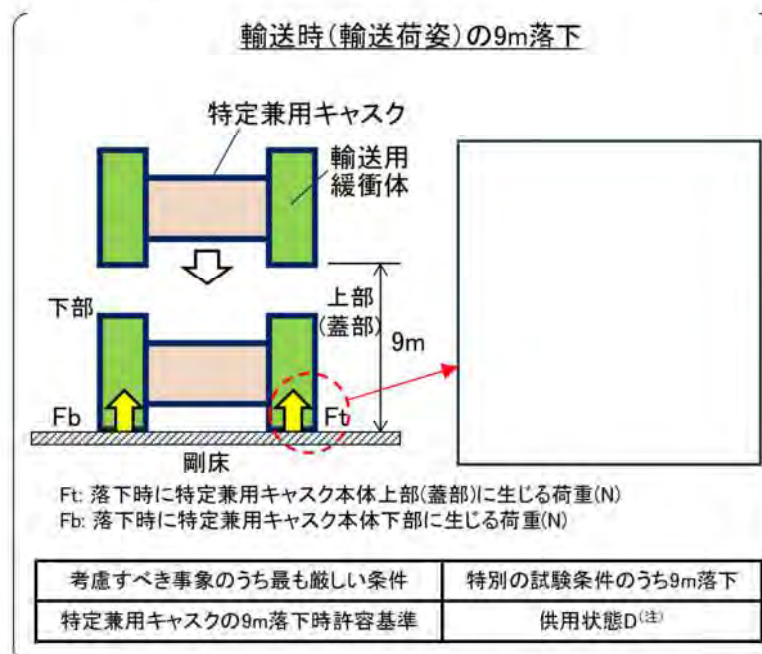
(回答)

MSF-24P型の設置方法(蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法)において、兼用キャスク蓋部の金属部への衝突に対して安全機能が損なわれないとする安全設計条件の考え方及び電気事業者による設置(変更)許可申請に引継ぐべき貯蔵用緩衝体の具体的な設計条件をP.15に整理した。また、この整理を踏まえ、第3条及び第4条の前提条件となる安全設計全般に係る設計方針、型式証明及び型式指定での説明事項、並びに事業者審査への引継ぎ事項等をP.16～21に示した。

2. 指摘事項への回答

● 貯蔵用緩衝体の具体的な設計条件（詳細は資料1-3のP.5～6参照）

- 設置許可基準規則解釈別記4第3条（第1項～第3項）及び別記4第4条（第2項）において、輸送荷姿により設置される場合、及び緩衝体の装着等により兼用キャスク蓋部が金属部へ衝突しない方法により設置する場合（MSF-24P型の設置方法）においては、蓋部の金属部への衝突に対してその安全機能が損なわれるおそれがないものとされている。
- 輸送荷姿は、核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則（以下「事業所外運搬規則」という。）に規定される特別の試験条件のうち、特定兼用キャスクに生じる荷重が最も大きく、安全機能に与える影響が大きい落下試験Ⅰ（9m落下）に耐える設計（供用状態D^{（注）}の許容基準を満足）である。
- MSF-24P型の設置方法が蓋部の金属部への衝突に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを示すために、衝突時に特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重が落下試験Ⅰ（9m落下）において蓋部に生じる荷重以下であり、かつ、その荷重によって特定兼用キャスク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の許容基準を満足する緩衝性能を有することを貯蔵用緩衝体の設計条件とし、設置（変更）許可への引継ぎ条件とする。



項目	貯蔵時（様態例）	
	輸送荷姿	蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法（MSF-24P型の設置方法）
構造	<p>特定兼用キャスク</p> <p>輸送用緩衝体</p> <p>地盤</p>	<p>特定兼用キャスク</p> <p>貯蔵用緩衝体</p> <p>地盤</p>
	輸送荷姿と同じ	輸送荷姿とは異なる貯蔵用緩衝体及び貯蔵用三次蓋を装着（P.23参照）
特定兼用キャスクの安全設計	事業所外運搬規則に適合する設計（9m落下時に特定兼用キャスクに生じる荷重に対し、安全機能を担保する部材に発生する応力が供用状態Dの許容基準を満足する）	輸送荷姿と同等の設計（衝突時に特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重が輸送中の9m落下時に蓋部に生じる荷重以下であり、その荷重により安全機能を担保する部材に発生する応力が供用状態Dの基準を満足する）

（注）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（以下、「金属キャスク構造規格」という。）に規定される供用状態であり、供用状態Dは、輸送時における特別の試験条件時に対応する。

2. 指摘事項への回答

● MSF-24P型の設置方法に関する安全設計全般に係る設計方針（詳細は資料1-3のP.7～8参照）

MSF-24P型は、地盤の十分な支持が想定されない貯蔵施設において、基礎等に固定せず、貯蔵用緩衝体を装着して設置される。P.15の整理を踏まえ、本設置方法におけるMSF-24P型の安全設計全般に係る設計方針について示す。

具体的な設計方針

- MSF-24P型は、貯蔵用緩衝体の装着により、蓋部の金属部への衝突に対してその安全機能が損なわれない蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法により貯蔵する設計とする。
- 蓋部の金属部への衝突に対して、特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重が、事業所外運搬規則への適合性説明で示す特別の試験条件のうち落下試験 I（9m落下）において蓋部に生じる荷重以下であり、かつ、安全機能を担保する部材が供用状態D^(注1)の許容基準を満足する緩衝性能を有することを貯蔵用緩衝体の設計条件とする。

設計方針の妥当性確認(安全評価)【補足説明】

- 特別の試験条件のうち、落下試験 I（9m落下）において蓋部に生じる荷重が特定兼用キャスクの蓋部に作用しても安全機能を担保する部材に発生する応力が供用状態Dの許容基準を満足できる見通しであることを確認した(P.22参照)。
- 型式指定において、貯蔵用緩衝体を装着した状態で、特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重を算出し、その荷重が事業所外運搬規則への適合性説明で示す特別の試験条件のうち、落下試験 I（9m落下）において蓋部に生じる荷重以下であること、かつ、特定兼用キャスク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の許容基準を満足することを説明する。

(注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であり、供用状態Dは、輸送時における特別の試験条件時に対応する。

● 後段審査(設置(変更)許可申請)への引継ぎ事項について

- 特定兼用キャスクに生じる荷重が、事業所外運搬規則への適合性説明で示す特別の試験条件のうち落下試験 I（9m落下）において蓋部に生じる荷重以下であり、かつ、安全機能を担保する部材が供用状態Dの許容基準を満足する緩衝性能を有する貯蔵用緩衝体を装着することを設置(変更)許可への引継ぎ事項とする。

2. 指摘事項への回答

● MSF-24P型の設置方法に関する安全評価方針(1/5) (詳細は資料1-3のP.7~12参照)

安全評価方針、及び後段規制を含む各審査段階での説明事項を以下に示す(P.18~19参照)。

(1) 安全評価方針

- MSF-24P型は、十分な支持を想定しない地盤上に横置き状態で貯蔵される。貯蔵状態で地震力が作用しても、貯蔵架台上に横置き姿勢で設置されたMSF-24P型は転倒しないが、地盤の十分な支持が想定されないことから、地盤(基礎)に衝突(落下)する場合が想定される。
- MSF-24P型は、貯蔵用緩衝体の装着により、蓋部の金属部への衝突に対してその安全機能が損なわれない蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法により貯蔵する設計とし、蓋部の金属部への衝突に対して、特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重が、事業所外運搬規則への適合性説明で示す特別の試験条件のうち落下試験 I (9m落下)において蓋部に生じる荷重以下であり、かつ、安全機能を担保する部材が供用状態Dの許容基準を満足することにより安全機能を損なわない設計であることを確認する。

(2) 型式証明での説明事項

- 型式証明では、特別の試験条件のうち、落下試験 I (9m落下)において蓋部に生じる荷重が特定兼用キャスクの蓋部に作用しても安全機能を担保する部材に発生する応力が供用状態Dの許容基準を満足できる見通しであることを確認する(確認結果:P.22参照)【補足説明】。
- 型式証明(及び型式指定)では、想定される衝突事象の選定ができないため、特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重が、事業所外運搬規則への適合性説明で示す特別の試験条件のうち落下試験 I (9m落下)において蓋部に生じる荷重以下であり、かつ、安全機能を担保する部材が供用状態Dの許容基準を満足する緩衝性能を有する貯蔵用緩衝体を装着することを設置(変更)許可への引継ぎ事項として示す。

(3) 型式指定での説明事項【補足説明】

- 詳細設計に対する評価として、貯蔵用緩衝体を装着した状態で、特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重を算出し、その荷重が事業所外運搬規則への適合性説明で示す特別の試験条件のうち、落下試験 I (9m落下)において蓋部に生じる荷重以下であること、かつ、特定兼用キャスク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の許容基準を満足することの説明を行う。

(4) 設置(変更)許可での確認事項

- 型式証明で示したMSF-24P型の設計方針と同じであることに加え、型式証明での引継ぎ事項を満足する貯蔵用緩衝体を装着する設計方針であること及びその妥当性を見通しを確認頂く。

(5) 設工認での確認事項

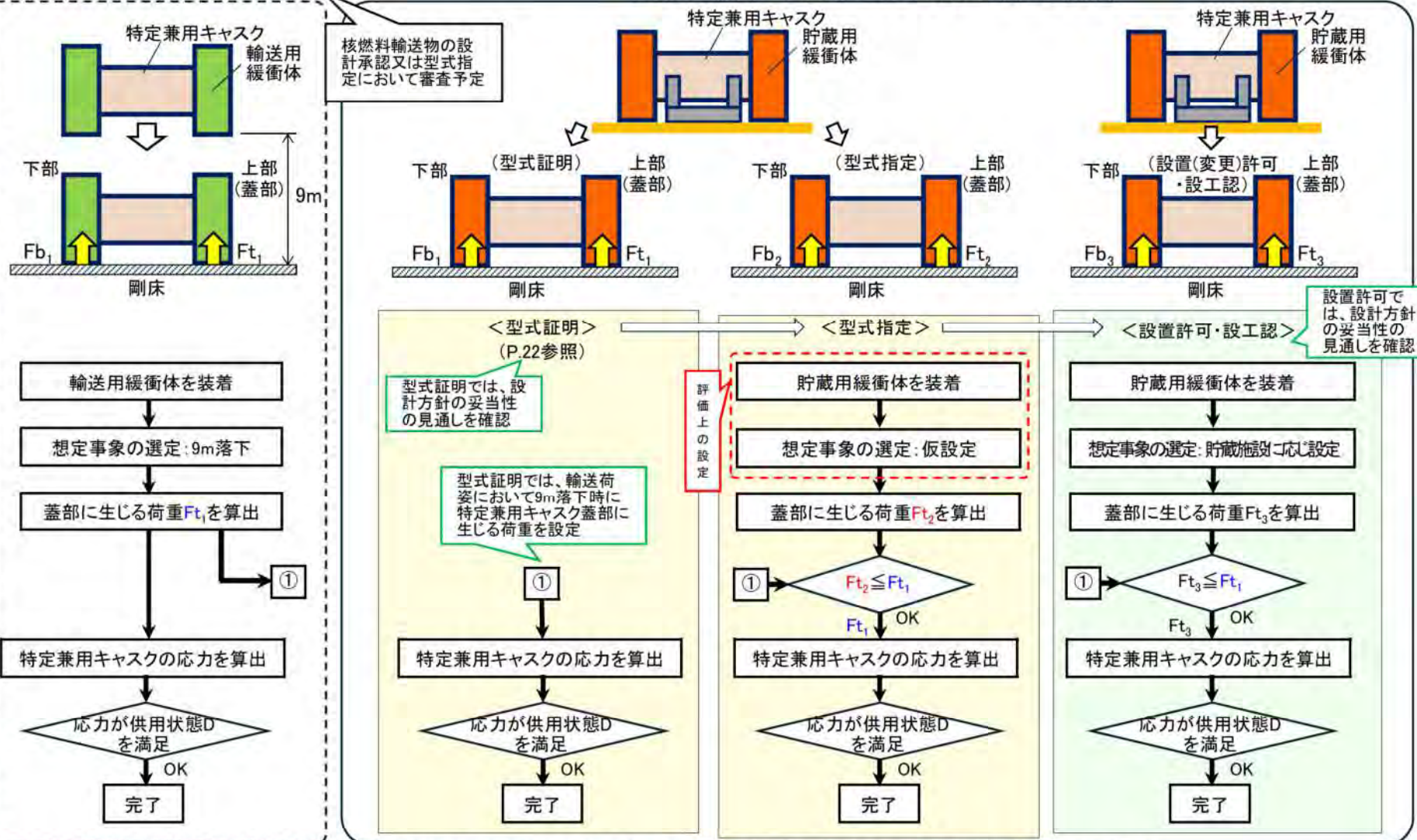
- 設工認では、貯蔵用緩衝体を装着した状態で、特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重を算出し、その荷重が事業所外運搬規則への適合性説明で示す特別の試験条件のうち、落下試験 I (9m落下)において蓋部に生じる荷重以下であること、かつ、その荷重によって特定兼用キャスクの安全機能を担保する部材に発生する応力が供用状態Dの許容基準を満足することを確認頂く。

2. 指摘事項への回答

MSF-24P型の設置方法に関する安全評価方針(2/5)

(事業所外運搬規則への適合説明)

蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法による貯蔵



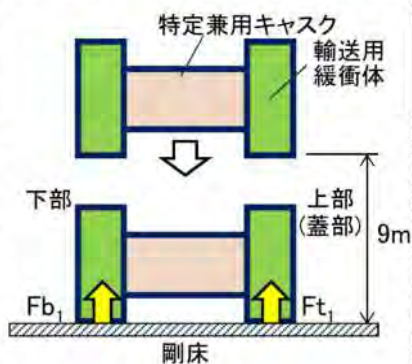
安全設計全般に係る設計方針の妥当性確認(安全評価)フロー (型式指定の後に設置(変更)許可が実施される場合)

2. 指摘事項への回答

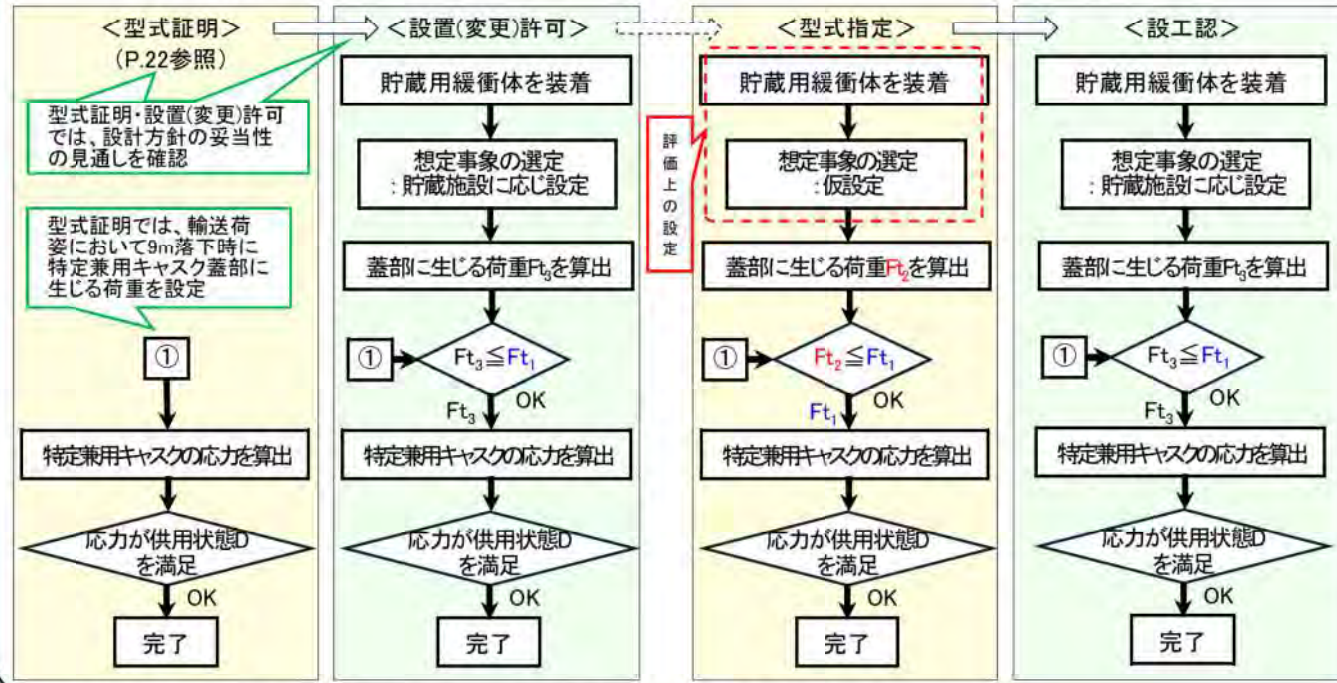
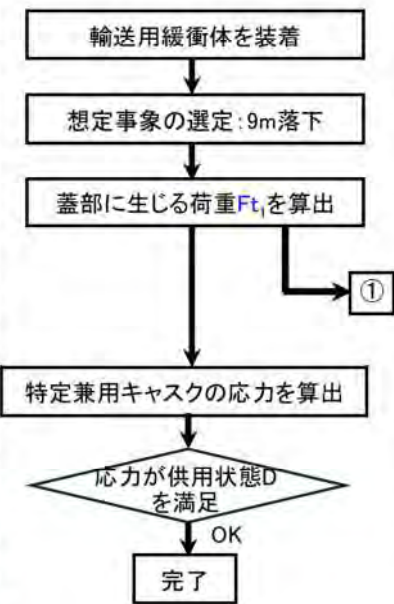
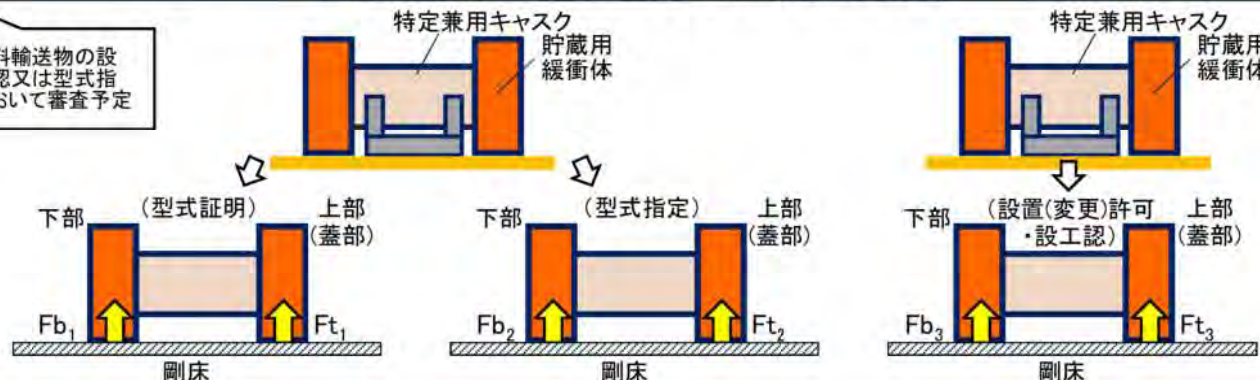
MSF-24P型の設置方法に関する安全評価方針(3/5)

(事業所外運搬規則への適合説明)

蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法による貯蔵



核燃料輸送物の設計承認又は型式指定において審査予定



型式証明・設置(変更)許可では、設計方針の妥当性の見直しを確認

型式証明では、輸送荷姿において9m落下時に特定兼用キャスク蓋部に生じる荷重を設定

評価上の設定

安全設計全般に係る設計方針の妥当性確認(安全評価)フロー (型式指定の前に設置(変更)許可が実施される場合)

2. 指摘事項への回答

● MSF-24P型の設置方法に関する安全評価方針(4/5)

▶ 許容基準に適用する金属キャスク構造規格の供用状態Dの基準は、下表のとおりとする。

部位	部材	担保する安全機能				強度評価対象部材	地震時に想定される事象における強度評価の許容基準(供用状態D) ^(注1)
		臨界防止	遮蔽	除熱	閉じ込め		金属キャスク構造規格
容器本体	胴	—	○	○	○	○	密封容器
	外筒・下部端板・底部中性子遮蔽材カバー	—	○	○	—	○	中間胴準拠 ^(注2)
一次蓋	蓋板	—	○	○	○	○	密封容器
	蓋ボルト	—	○	○	○	○	密封容器(密封蓋ボルト)
	密封シール部	—	—	—	○	○	密封容器(密封シール部)
	蓋部中性子遮蔽材カバー	—	○	○	—	○	中間胴準拠 ^(注2)
二次蓋	蓋板	—	○	○	—	○	密封容器
	蓋ボルト	—	○	○	—	○	密封容器(密封蓋ボルト)
バスケット	バスケットプレート	○	—	○	—	○	バスケット ^(注3)
貯蔵用三次蓋	蓋板	—	○	—	—	— ^(注4)	—
	蓋ボルト	—	○	—	—	— ^(注4)	—

(注1)表中に示す金属キャスク構造規格の適用分類毎の許容基準を適用する。

(注2)外筒等は、多層キャスク(胴部が構造強度を有する複数の層で構成されるタイプのキャスク)の中間胴(密封容器を構成する内筒の外側に配置される密封容器を支持する構造部位)と同様に密封容器を支持する構造ではないが、中性子遮蔽材を保持する機能を有しているため、中間胴に準じた評価を行う。

(注3)バスケットは、金属キャスク規格で評価を行うよう示されているが、アルミニウム合金に対する許容基準がないため、型式設計特定容器等の型式指定申請(三菱重工業(株)、「型式設計特定容器等の型式指定申請書 本文及び添付書類の一部補正について」(2017).)において認可を受けたバスケットの許容基準を適用する。本申請のバスケットには、上記型式設計特定容器等の型式指定申請で認可されているバスケットと同じアルミニウム合金(MB-A3004-H112)を使用し、使用環境も同等でかつ使用可能温度範囲内であることからその許容基準の適用が可能である。

(注4)貯蔵用三次蓋は、貯蔵時においてのみ使用され、金属キャスク構造規格において分類のない部位である。貯蔵時の遮蔽機能を担う部材であるが、変形してもその機能は維持されるため強度評価対象外とする。

2. 指摘事項への回答

● MSF-24P型の設置方法に関する安全評価方針(5/5)

▶ P.16～P.20までに示した内容のうち、型式証明及び型式指定での説明事項、並びに事業者審査への引継ぎ事項等を下表にまとめます。

型式証明での説明事項		型式指定での説明事項
設計方針	MSF-24P型は、貯蔵用緩衝体の装着により、蓋部の金属部への衝突に対してその安全機能が損なわれない蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法により貯蔵する設計とする。また、蓋部の金属部への衝突に対して、特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重が、事業所外運搬規則への適合性説明で示す特別の試験条件のうち落下試験 I (9m落下)において蓋部に生じる荷重以下であり、かつ、安全機能を担保する部材が供用状態D ^(注1) の許容基準を満足する緩衝性能を有することを貯蔵用緩衝体の設計条件とする。	型式証明の設計方針と同じであること。
妥当性説明 【補足説明】	特別の試験条件のうち、落下試験 I (9m落下)において蓋部に生じる荷重が、特定兼用キャスクの蓋部に作用しても安全機能を担保する部材に発生する応力が供用状態D ^(注1) の許容基準を満足できる見通しであること。	貯蔵用緩衝体を装着した状態で、特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重を算出し、その荷重が事業所外運搬規則への適合性説明で示す特別の試験条件のうち、落下試験 I (9m落下)において蓋部に生じる荷重以下であること、かつ、特定兼用キャスク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 ^(注1) の許容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) 特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重が、事業所外運搬規則への適合性説明で示す特別の試験条件のうち落下試験 I (9m落下)において蓋部に生じる荷重以下であり、かつ安全機能を担保する部材が供用状態D ^(注1) の許容基準を満足する緩衝性能を有する貯蔵用緩衝体を装着すること。	(設工認申請) なし

(注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であり、供用状態Dは、輸送時における特別の試験条件時に対応する。

2. 指摘事項への回答

● 型式証明における設計方針の妥当性確認(安全評価) (詳細は資料1-3のP.13~15、別紙3参照)

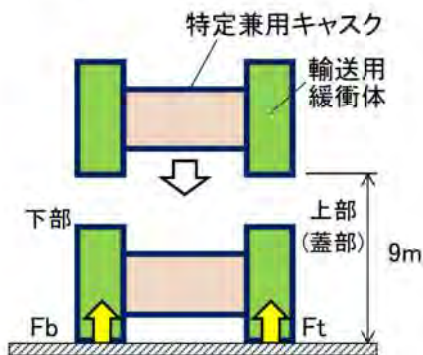
MSF-24P型は、事業所外運搬規則に適合するための技術上の要件を満足するように設計された特定兼用キャスクであり、特別の試験条件のうち落下試験 I (9m落下)においても安全機能が損なわれない設計である。以下に示すとおり、特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重が9m落下時に蓋部に生じる荷重相当であれば、供用状態Dの許容基準を満足できる見通しである。

➤ 9m落下(9m水平落下)時の蓋部に生じる荷重

特定兼用キャスクの蓋部に生じる荷重(Ft)は 4.681×10^7 Nである。

➤ 特定兼用キャスクに発生する応力

- ・9m落下(9m水平落下)時に特定兼用キャスクの安全機能を担保する部材に発生する応力(下表)は、評価基準に対し、21%以上の余裕がある。
- ・貯蔵時のMSF-24P型の構造は、輸送時の構造に対して差異があり、この構造差異による構造応答(応力)への影響は約7%(P.23参照)である。9m落下(9m水平落下)時は、7%を上回る21%以上の余裕を有する設計であり、9m落下時に生じる荷重相当が貯蔵時の構造に作用しても評価基準を満足する。



Ft: 落下時に特定兼用キャスク本体上部(蓋部)に生じる荷重
 $= 4.681 \times 10^7$ (N)
 Fb: 落下時に特定兼用キャスク本体下部に生じる荷重(N)

特別の試験条件における
 9m落下(9m水平落下)

特別の試験条件における9m落下時(9m水平落下)における応力評価結果^(注1)

安全機能	評価位置	応力の種類	計算値 (MPa)	評価基準 (MPa) ^(注2)
閉じ込め ^(注3)	一次蓋密封シール部	$P_L + P_b + Q$	123	185 (S_y)
	一次蓋ボルト	$\sigma_m + \sigma_b$	643	846 (S_y)
臨界防止	バスケットプレート	σ_c	46	56 (S_y)
遮蔽・除熱	外筒	曲げ応力	205	282 ($1.5f_t$)

21%以上の
 余裕

- (注1) 安全機能を担保する主な評価部位の応力のうち、評価基準に対する余裕が最も少ない結果を記載。
 (注2) 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等に規定される供用状態Dの評価基準を基に設定。
 (注3) 貯蔵時の閉じ込め機能を担う部材は一次蓋である。

2. 指摘事項への回答

● 前頁の補足： 貯蔵時と輸送時の構造差異による構造強度への影響確認（詳細は資料1-3の別紙1参照）

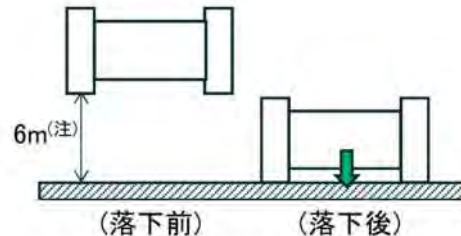
- 貯蔵時と輸送時との構造差異(下表)のうち、構造強度への影響が大きい項目の構造強度への影響確認として、貯蔵時の構造例①②と輸送時との構造健全性への影響確認(同じ落下高さから落下した場合の構造応答の影響評価)を動的解析(LS-DYNAコード)により評価した。
- 構造差異による影響が最も大きい蓋部の構成部材のうち、密封シール部及び蓋ボルトの相当ひずみを比較した。貯蔵時構造例①②と輸送時構造による比較の結果、最大で7%の差異が生じた。したがって、輸送時の落下評価結果を用いて貯蔵時の構造健全性を評価するにあたっては、7%程度のひずみ(応力)の差異が生じることを考慮する必要がある。

輸送用との構造差異(注1)

部位	項目	貯蔵時 構造例① (P.24参照)	貯蔵時 構造例② (P.25参照)
二次蓋	圧力センサ		あり
	モニタリング ポートカバー		なし
貯蔵用 三次蓋	シール材	なし	なし
貯蔵用緩衝体			

(注1) 構造強度上の影響が大きいものを [] で示す。

(注2) []



(注) 落下高さは影響確認用としての一例である。MSF-24P型は9m落下においても蓋部は弾性設計であり、9m落下でも構造差異の影響は同等である。

影響確認ケース



影響確認解析モデル(貯蔵時構造例②)

影響確認解析結果(相当ひずみ)

対象部位	貯蔵時構造				輸送時構造 (③)
	構造例①	比(①/③)	構造例②	比(②/③)	
一次蓋シール部	3.22×10^{-4}	1.00	3.31×10^{-4}	1.02	3.23×10^{-4}
二次蓋シール部	8.83×10^{-4}	0.99	9.14×10^{-4}	1.02	8.95×10^{-4}
一次蓋ボルト	3.29×10^{-3}	1.00	3.30×10^{-3}	1.00	3.30×10^{-3}
二次蓋ボルト	4.06×10^{-3}	1.05	4.12×10^{-3}	1.07	3.85×10^{-3}
三次蓋ボルト	1.89×10^{-3}	0.94	1.93×10^{-3}	0.96	2.01×10^{-3}

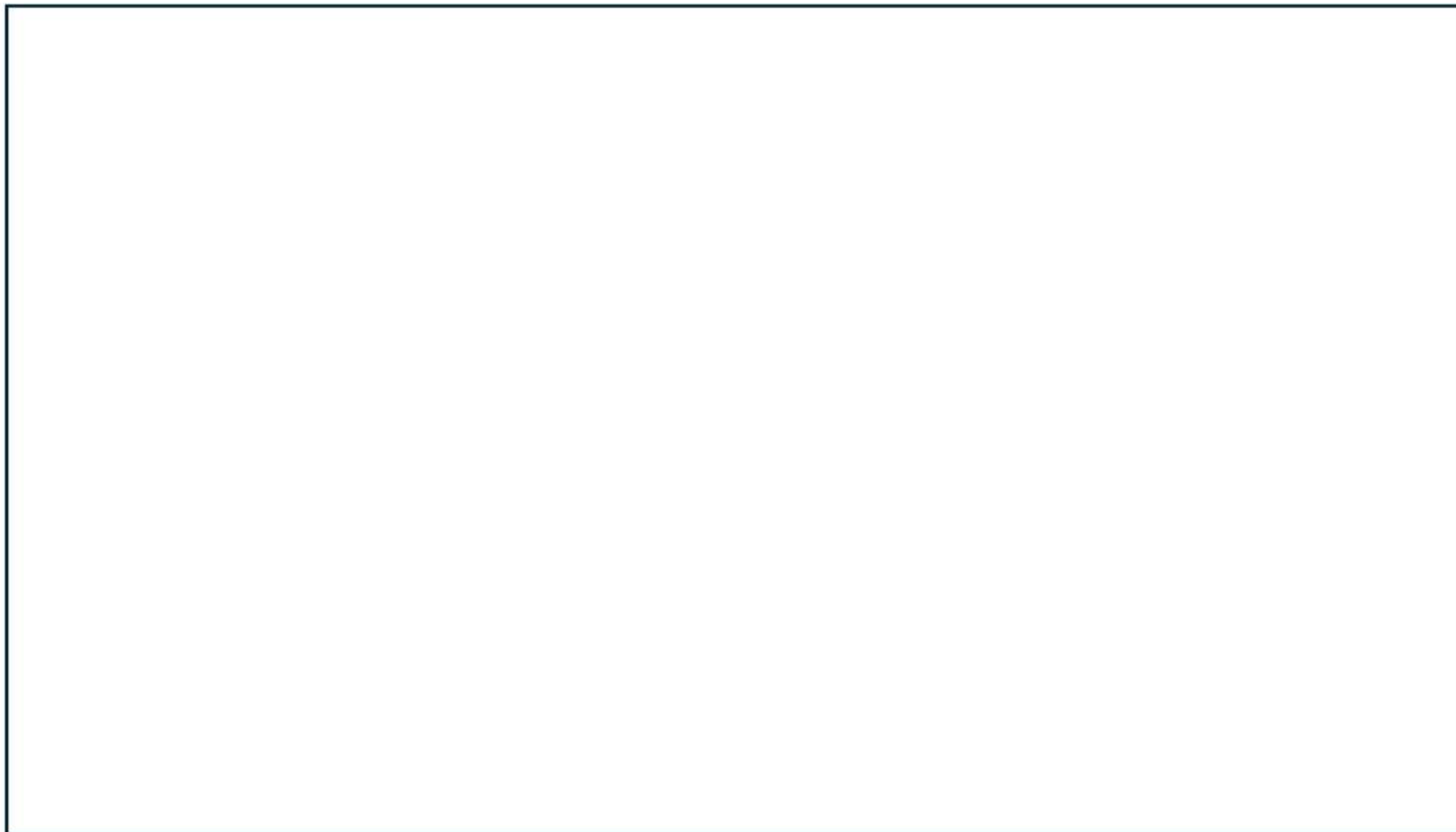
2. 指摘事項への回答

- 貯蔵用上部構造(構造例①)



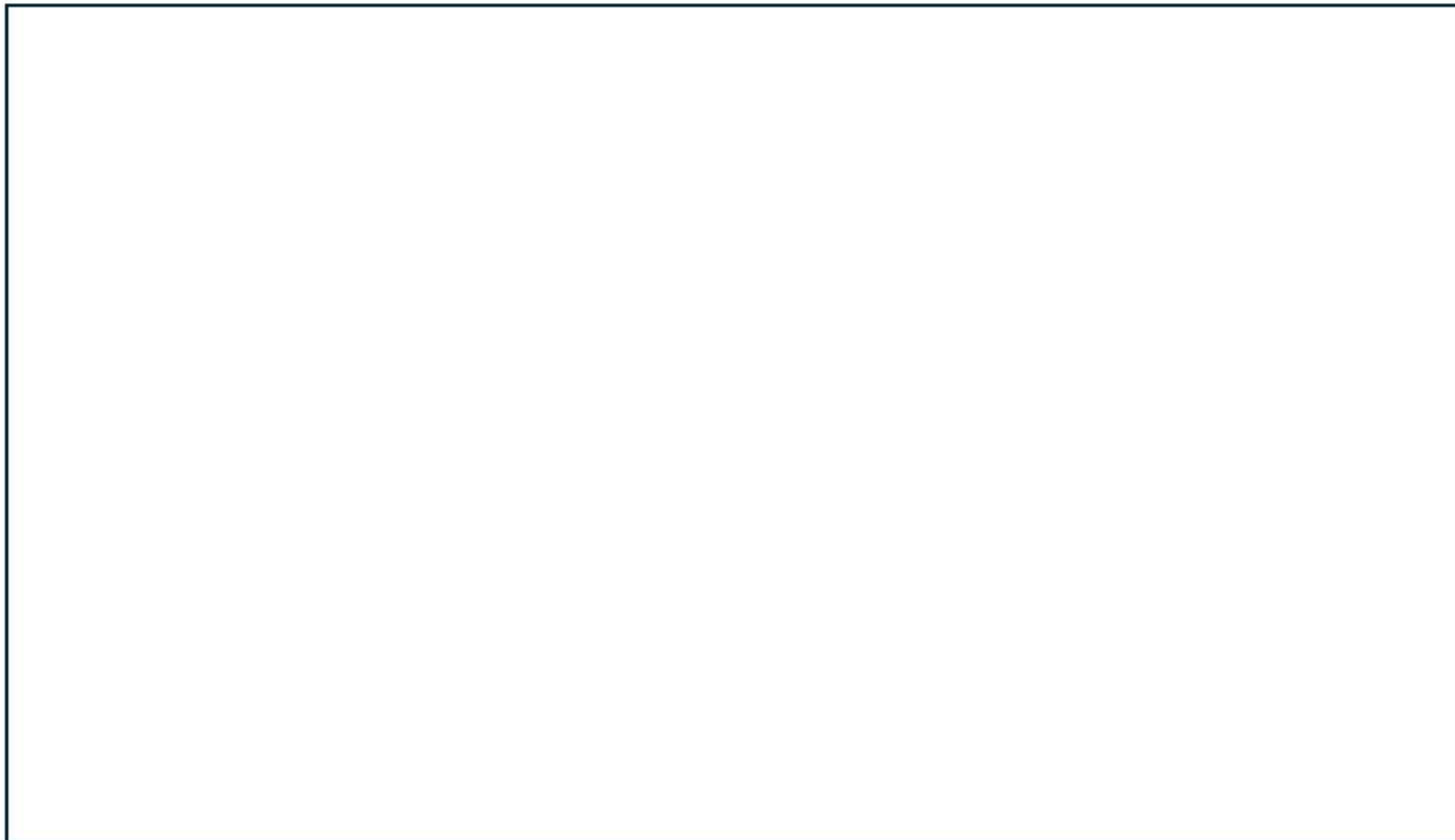
2. 指摘事項への回答

- 貯蔵用上部構造(構造例②)



2. 指摘事項への回答

● 二次蓋の構造



MOVE THE WORLD FORWARD

mitsubishi
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP

無断複製・転載禁止 三菱重工業株式会社