

資料1-1

Doc. No. L5-95JY251 R1

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 (コメント回答)

2020.7.21

三菱重工業株式会社

第2回ヒアリング(2020.7.1)からの
主な変更箇所を青字で示す。

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	…3

1. 指摘事項(コメント)リスト

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	・構造・安全機能上の輸送容器との差異を踏まえ、輸送荷姿の分類を蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法に変更し、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)」に変更する。輸送容器と横置き仕様・構造・評価上の差異をP.3～P.10に示す。 ・各貯蔵方式の前提条件の整理、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P.11に示す。	次回審査会合で説明予定。
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P.19～P.31に示す。	次回審査会合で説明予定。
3	2020/6/8 審査会合	17×17燃料と15×15燃料を混載しないことを申請書に明記のこと。また、A型とB型を混載できること、及び安全評価で厳しい燃料条件となる理由について説明すること。	16条	今後回答する(16条説明時)。	未 (今後回答予定)
4	2020/6/8 審査会合	木材の健全性評価では、使用中の他、製造時や保管状態の影響も併せて説明すること。また、使用中の木材の状態について確認する方法があれば併せて説明すること。	16条	今後回答する(16条説明時)。	未 (今後回答予定)

2. 指摘事項への回答 2.1 指摘事項への回答(No.1)

指摘事項(No.1-1)

輸送容器と輸送荷姿の仕様・構造・評価上の差異を説明すること。

(回答)

輸送容器と横置き貯蔵の(1)仕様・構造上の差異及び(2)安全機能上の差異を以下に示す。

なお、「輸送荷姿」として申請している貯蔵方式の分類を、構造・安全機能上の輸送容器との差異を踏まえ、「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) (以下「横置き」という。)」とする。

(1) 輸送容器と横置きの仕様・構造の差異

①MSF-24P型に収納する使用済燃料の仕様

: 差異なし

②MSF-24P型の仕様

(質量、寸法、材料、収納体数、最大崩壊熱量)

: 差異なし

③MSF-24P型の構造

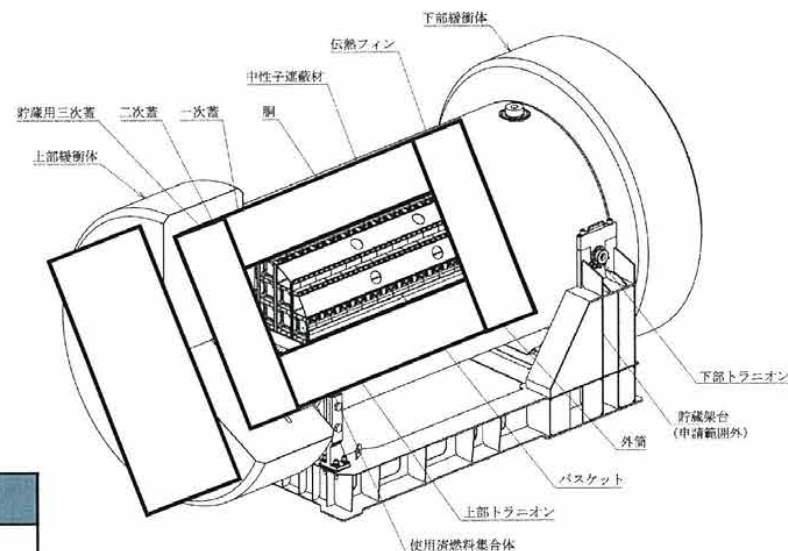
: 差異は以下のとおり。

✓ 三次蓋(輸送容器)と貯蔵用三次蓋の構造(P.4・5参照)

✓ 二次蓋上の圧力センサ・モニタリングポートカバーの有無(P.6参照)

部位	項目	横置き(注1)	輸送容器
三次蓋	シール材	なし	ゴムOリング
二次蓋	圧力センサ	あり	なし
	モニタリングポートカバー	なし	あり

(注1)横置き以外の設置方法も横置きと同一構造である。

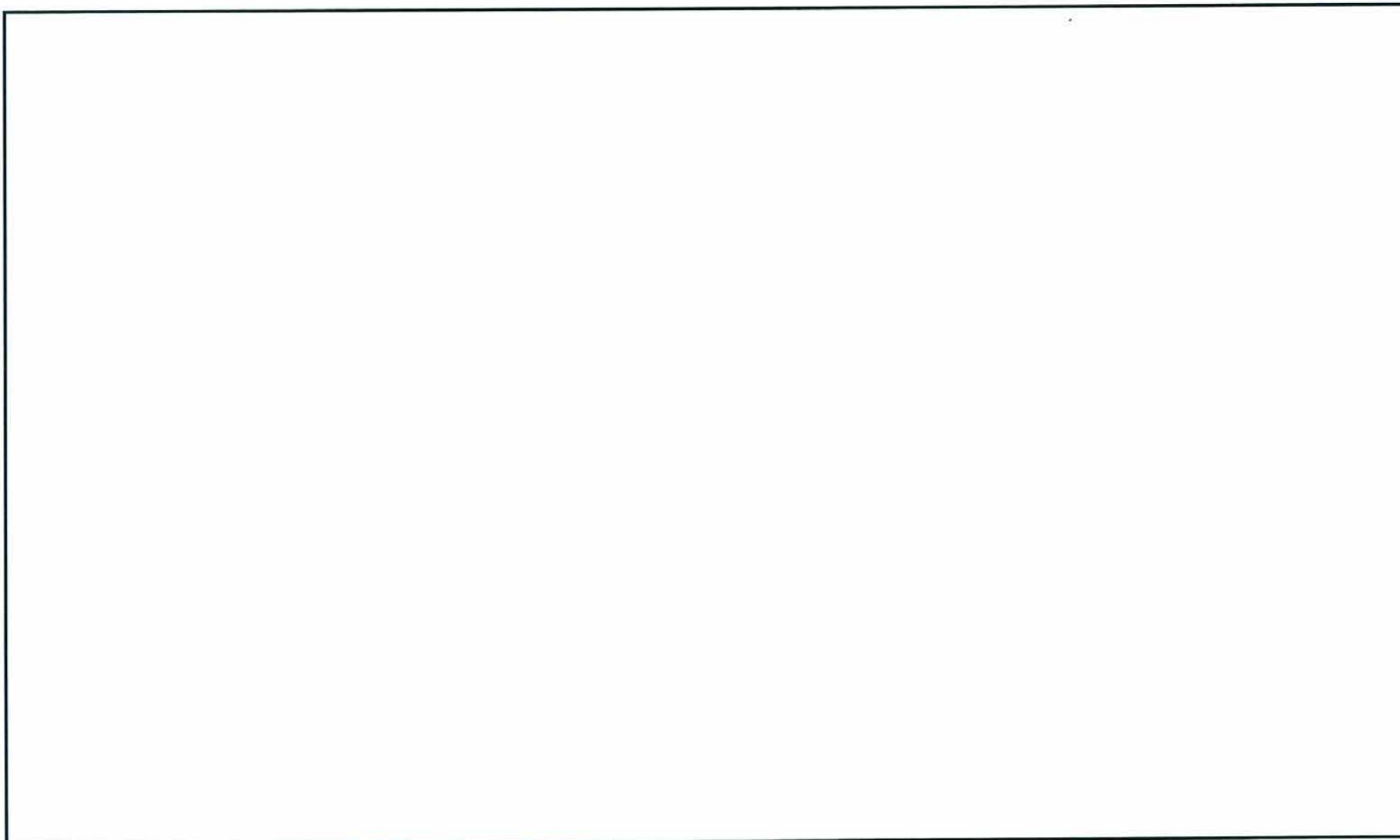


横置き貯蔵

(外観は輸送容器と同一)

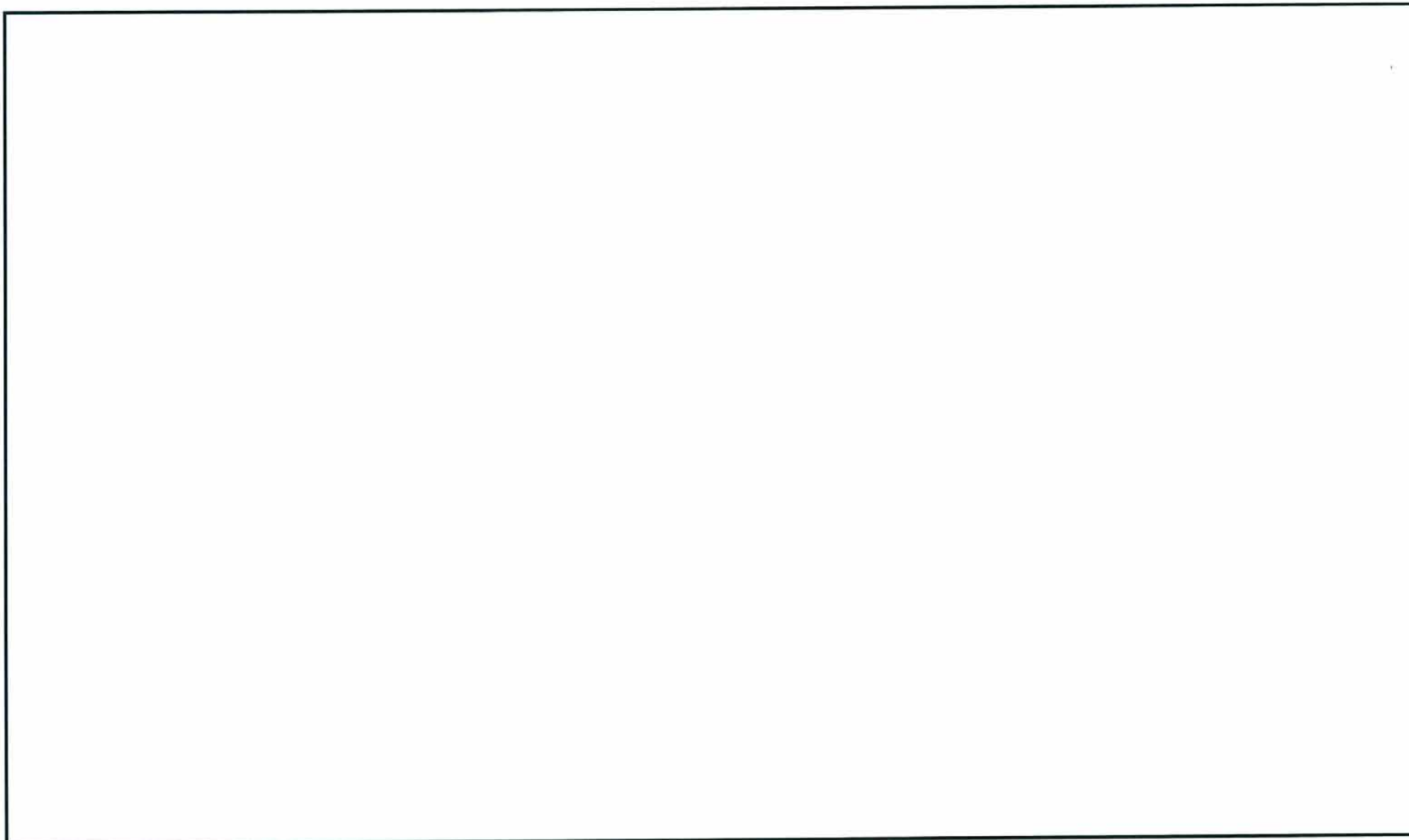
2.1 指摘事項への回答(No.1)

● 貯蔵用三次蓋(横置き)^(注1)の構造



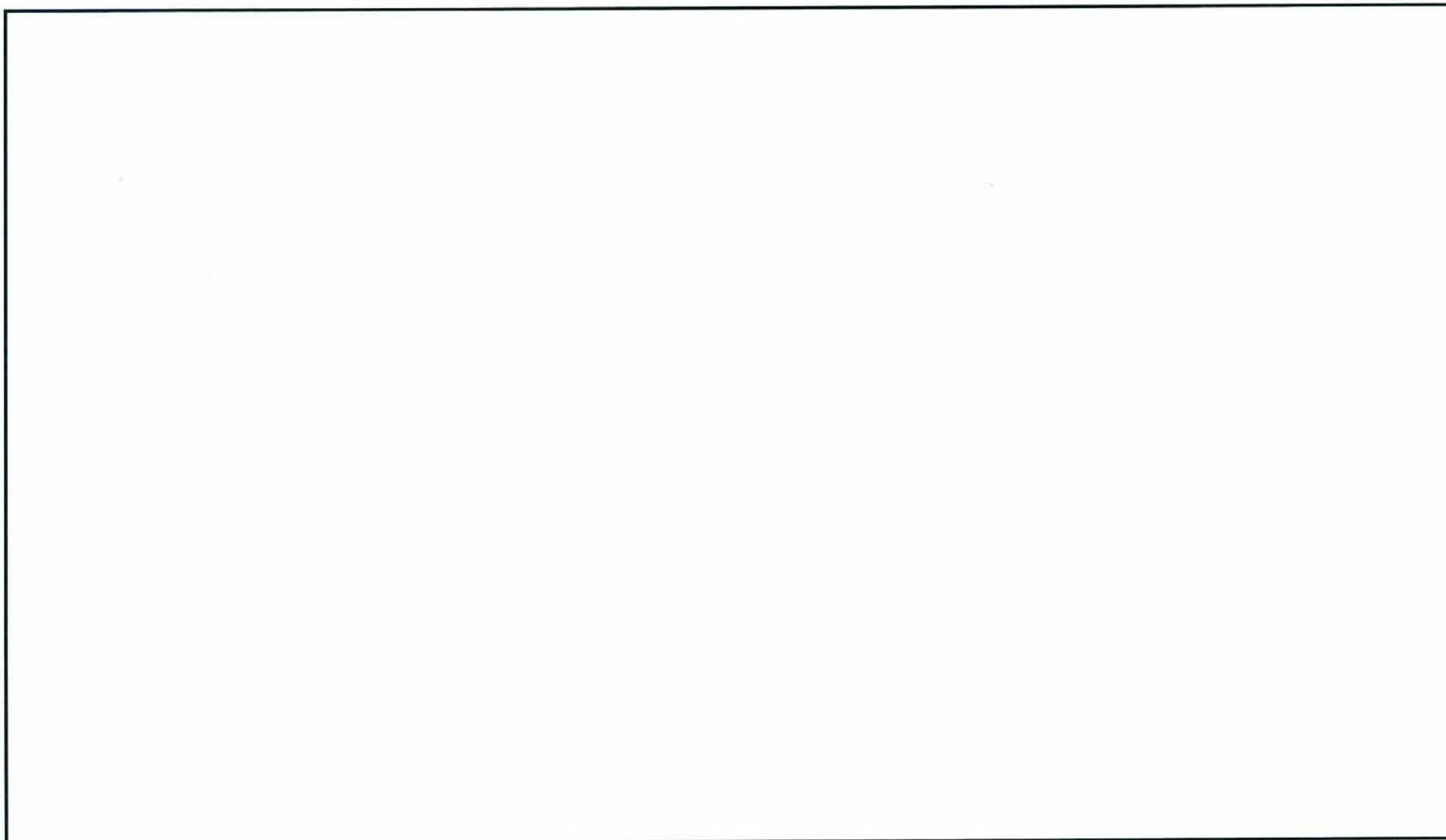
2.1 指摘事項への回答(No.1)

● 三次蓋(輸送容器)の構造



2.1 指摘事項への回答(No.1)

● 二次蓋の構造



2.1 指摘事項への回答(No.1)

(2) 輸送容器と横置き^(注1)の安全機能上の差異

安全機能を担う主な構成部材の差異を下表示す。閉じ込め機能以外は横置き^(注1)と輸送容器で差異はない。

・閉じ込め機能の差異

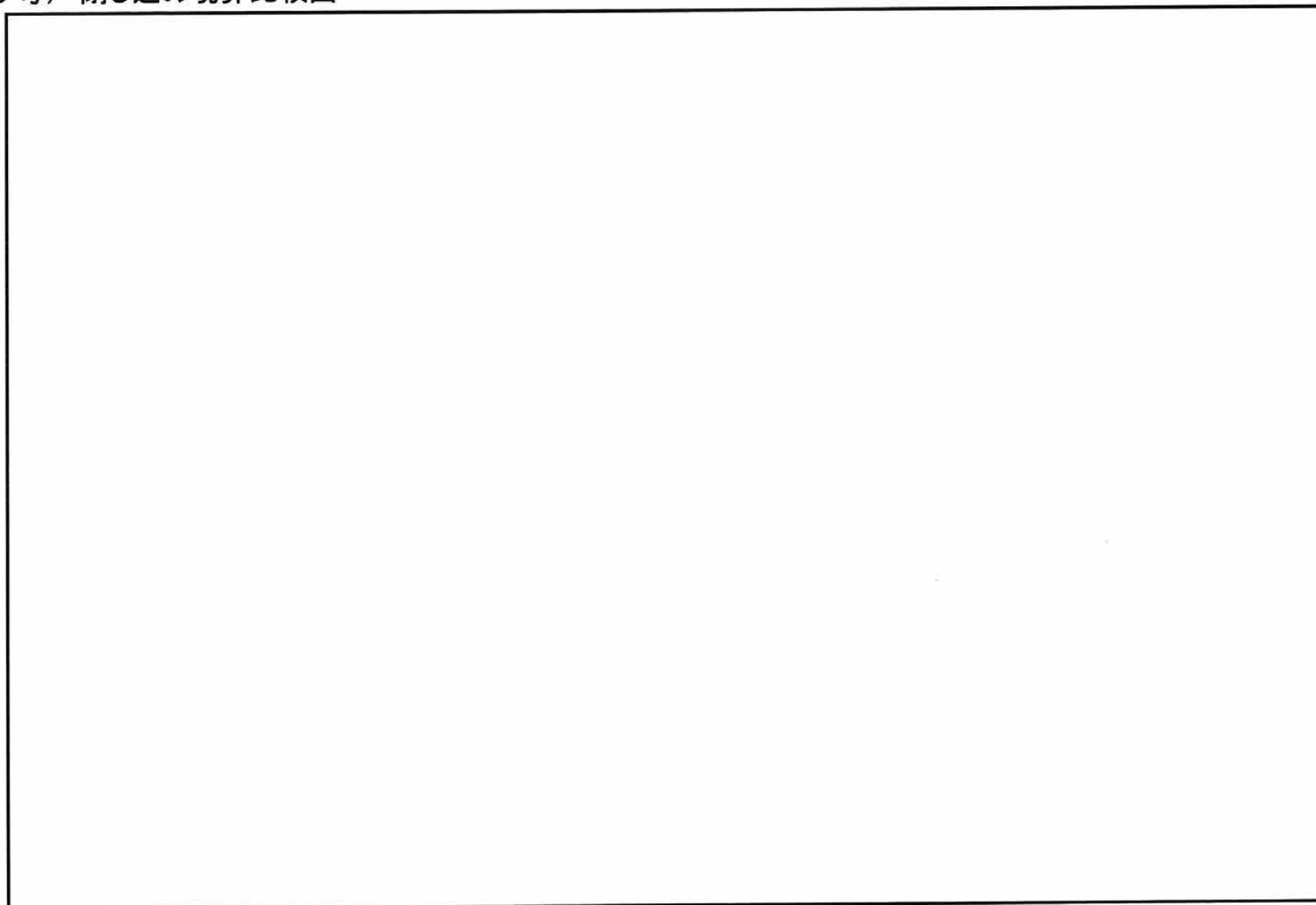
- ✓ 横置きでは、密封境界は一次蓋(金属ガスケット)であり、輸送容器の三次蓋(ゴムリング)と異なる。
ただし、輸送容器においても、横置きと同様に、一次蓋及び二次蓋には金属ガスケットを用いており、使用済燃料を収納する空間を負圧とし、一次蓋と二次蓋の蓋間を正圧とする設計方針は同一である。
- ✓ 閉じ込め機能評価の差異は以下のとおり。
 - ・貯蔵時： 使用済燃料を収納する空間の負圧維持評価(P.9参照)
 - ・輸送時： MSF-24P型蓋部からの放射能放出量評価（一次蓋及び二次蓋のシール機能を保守的に無視）(P.10参照)

安全機能 他	横置き ^(注1)	輸送容器
臨界防止	バスケット	バスケット
遮蔽	胴、一次蓋、二次蓋、貯蔵用三次蓋 他	胴、一次蓋、二次蓋、三次蓋 他
除熱	バスケット、伝熱フィン、胴、一次蓋、二次蓋、貯蔵用三次蓋 他	バスケット、伝熱フィン、胴、一次蓋、二次蓋、三次蓋 他
閉じ込め	貯蔵用三次蓋： －(シール材なし) 二次蓋： 圧力監視境界(金属ガスケット) 一次蓋： 密封境界(金属ガスケット)	三次蓋： 密封境界(ゴムリング) 二次蓋： 水密境界(金属ガスケット) 一次蓋： －(金属ガスケット)
構造強度	胴、一次蓋、二次蓋、貯蔵用三次蓋、バスケット 他	胴、一次蓋、二次蓋、三次蓋、バスケット 他

(注1)横置き以外の設置方法も横置きと同じである。

2.1 指摘事項への回答(No.1)

(参考) 閉じ込め境界比較図

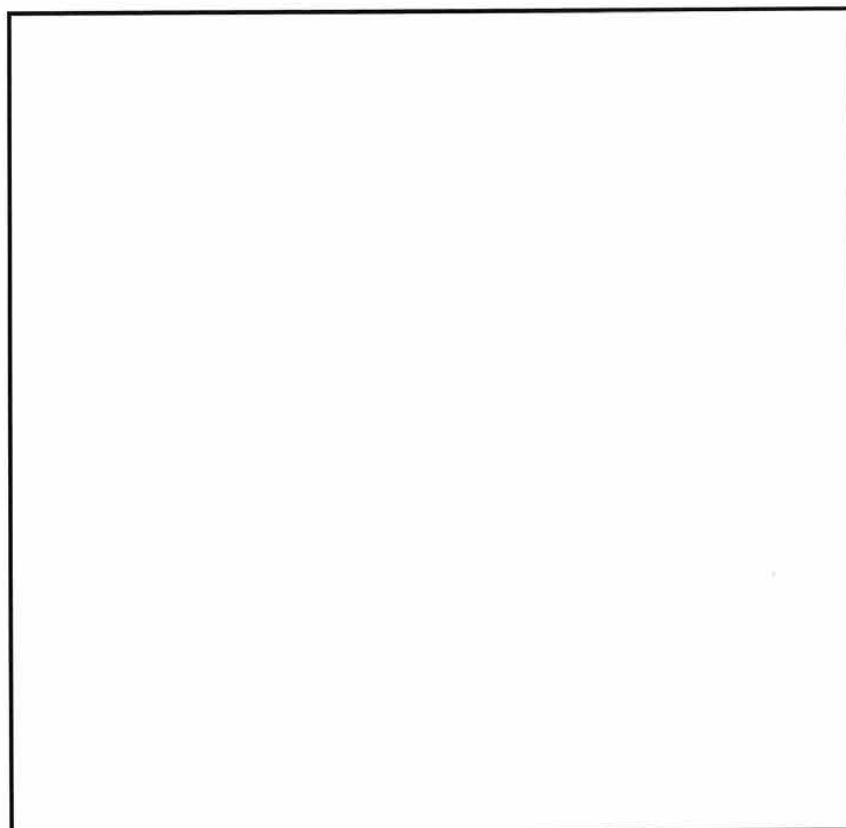


2.1 指摘事項への回答(No.1)

(参考) 型式証明における閉じ込め機能評価について

○評価の概要

設計貯蔵期間(60年)中に内部を負圧に維持可能な基準漏洩率を算出(工学式による)し、基準漏洩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。



項目	貯蔵時
評価燃料	17×17燃料及び15×15燃料
密封境界	胴、一次蓋、 ドレン/ベントバルブカバープレート
内部ガス	ヘリウムガス(初期充填圧0.08MPa) (※上記に燃料棒からのFPガスの放出を考慮する)
評価項目	基準漏洩率 (設計貯蔵期間経過後に兼用キャスク内部圧力が大 気圧となる漏えい率)

2.1 指摘事項への回答(No.1)

(参考) 輸送容器としての閉じ込め機能評価(密封解析)について

○評価の概要

一般の試験条件及び特別の試験条件における密封境界外への放射性物質の漏えい量を算出(工学式による)し、放射性物質漏えい量の基準を満足することを確認する。



項目	一般の試験条件	特別の試験条件
評価燃料	17×17燃料及び15×15燃料	
密封境界	胴、三次蓋、 リリースバルブカバープレート	
放射性物質 (FPガス)	³ H / ⁸⁵ Kr (ORIGEN2コードにより放射エネルギーを算出)	
評価項目	放射性物質漏えい量	
基準値(注1)	³ H: A ₂ 値 × 10 ⁻⁶ /h ⁸⁵ Kr: A ₂ 値 × 10 ⁻⁶ /h	³ H: A ₂ 値/week ⁸⁵ Kr: A ₂ 値の10倍/week

(注1) A₂値は、個々の放射性核種について定められる放射エネルギーの収納限度に関する基準値である(³H: 40TBq、⁸⁵Kr: 10TBq)。

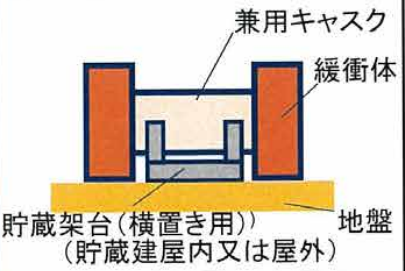
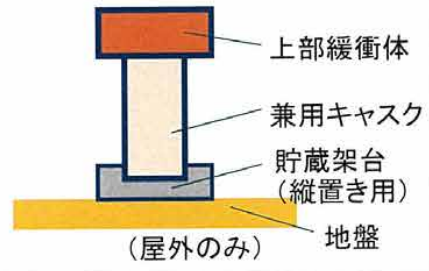
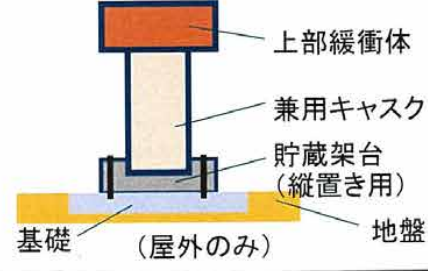
2.1 指摘事項への回答(No.1)

指摘事項(No.1-2)

縦置き姿勢で設置する方式における緩衝体の設置有無について説明すること。

(回答)

設置方法一覧を下表に示す。横置きでは、上部及び下部に、縦置きでは、上部に緩衝体を設置する。各設置方法の概要をP.12に示す。また、縦置き②(貯蔵架台で転倒を防止)の安全評価及び審査方針概要をP.13~P.14に示す。縦置き②では、津波荷重、竜巻荷重及び周辺施設の損壊による重量物落下への安全性向上のために上部緩衝体を設置している。また、各設置方法での想定条件をP.15~P.17に示す。

地盤の状態	兼用キャスクの基礎等への固定(注2)	蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法(注1)		基礎等に固定する設置方法(注1)
		横置き	縦置き①	縦置き②
				
地盤の十分な支持を想定しない	基礎等に固定しない(①②③)	○	○	—
	基礎等に固定する(④)	—	—	—
地盤の十分な支持を想定する	基礎等に固定しない	—	—	—
	基礎等に固定する(⑤)	—	—	○(注3)

(注1) 全ての貯蔵方式において、地震による周辺施設の損壊を考慮する。また、縦置き②の分類は、「蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法」から、「基礎等に固定する設置方法」に適正化する。

(注2) 記号は審査ガイド別表(P.18参照)中の番号に相当する。(注3) 兼用キャスクは基礎に固定された貯蔵架台に設置される。

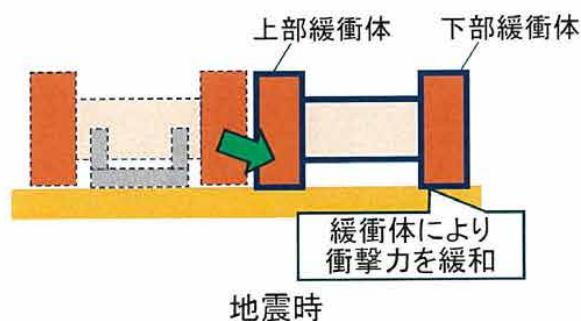
2.1 指摘事項への回答(No.1)

新規追加

● 設置方法の概要

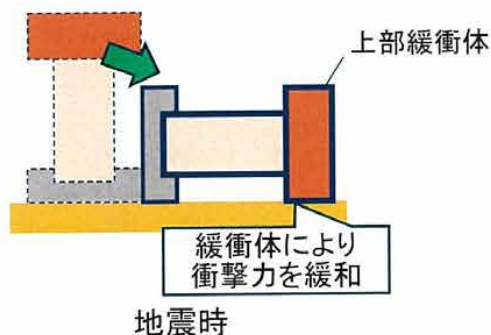
横置き

: 緩衝体の装着により蓋部の金属部への衝突が生じない



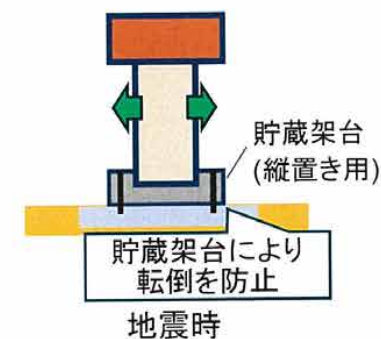
縦置き①

: 緩衝体の装着により蓋部の金属部への衝突が生じない



縦置き②

: 貯蔵架台により兼用キャスクの転倒を防止



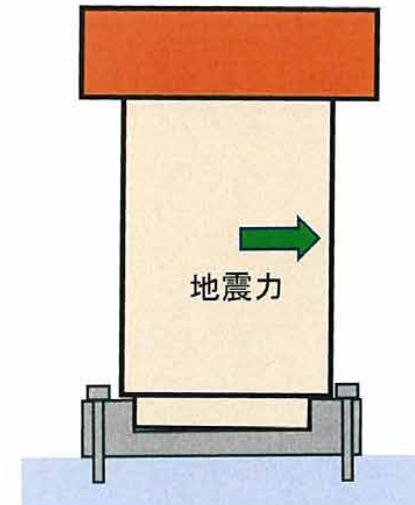
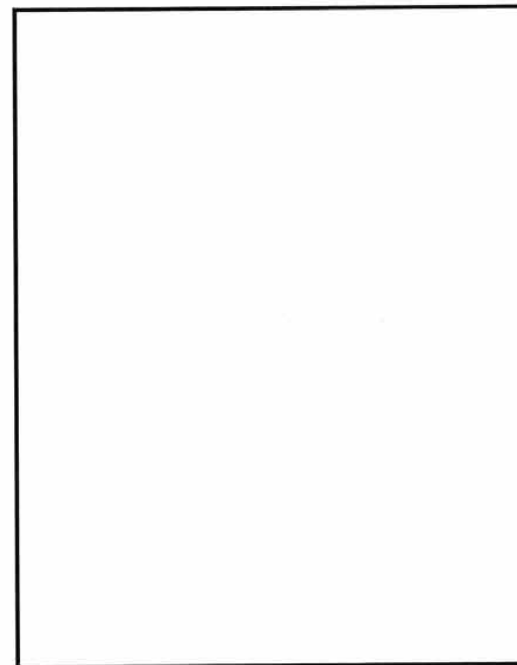
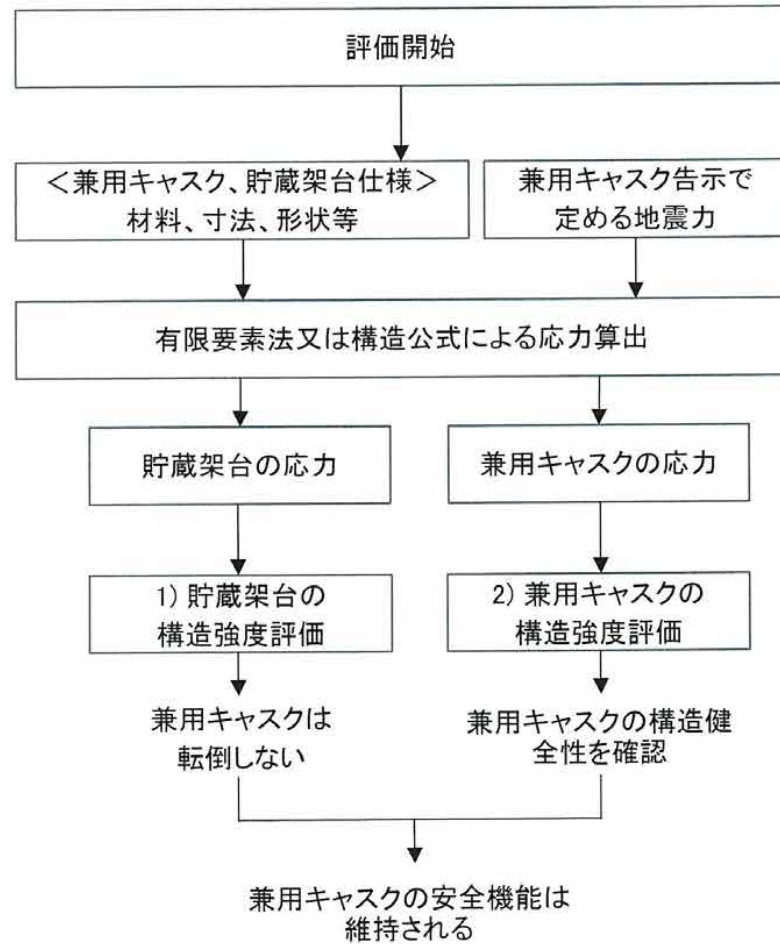
項目		横置き	縦置き①	縦置き②
安全機能を維持するための設計方針		緩衝体の設置 ⇒緩衝体により兼用キャスクの安全機能が維持されるため、貯蔵架台は審査範囲外		貯蔵架台の設置(地盤の十分な支持を前提) ⇒貯蔵架台により兼用キャスクの安全機能が維持されるため、貯蔵架台を審査範囲に含めている
地震時評価	地震力	兼用キャスク告示で定める地震力		
	評価方法	<地震時> 地震力による兼用キャスクの安全機能の維持確認 (地震力による兼用キャスクの構造健全性の確認) <落下・転倒時> 兼用キャスクの安全機能維持の確認 (落下・転倒時の兼用キャスクの構造健全性の確認)		<地震時>(P.13参照) ・地震力による兼用キャスクの安全機能の維持確認 1)地震力による兼用キャスクの転倒しないことの確認 (貯蔵架台の構造健全性の確認) 2)地震力による兼用キャスクの構造健全性の確認

2.1 指摘事項への回答(No.1)

新規追加

● 縦置き②の概要(1/2)

<縦置き②における地震時の兼用キャスクの安全機能維持の確認方法>



2.1 指摘事項への回答(No.1)

● 縦置き②の概要(2/2)

新規追加

＜縦置き②における貯蔵架台の審査方針について＞

- 縦置き②における地震時の兼用キャスクの安全機能は、兼用キャスクが転倒しないこと(貯蔵架台の構造健全性)、及び兼用キャスクの構造強度が問題ないこと(兼用キャスクの構造健全性)の両方を示すことで維持可能となる(P.13参照)。この点から、兼用キャスクと貯蔵架台は関連性が強いため、セットで審査されるべきと判断し、貯蔵架台を申請範囲に含めている。
- ここで、「原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド」において、支持部、架台等の評価には、兼用キャスク告示に定める地震力を適用できることが記載されている(下表参照)。したがって、貯蔵架台についても、兼用キャスク告示に定める地震力を適用できると判断している。
- これより、兼用キャスク告示に定める地震力に対して、兼用キャスクが転倒しないこと、すなわち、貯蔵架台の構造健全性が維持されることで、兼用キャスクの安全機能が維持できることを示す方針である。

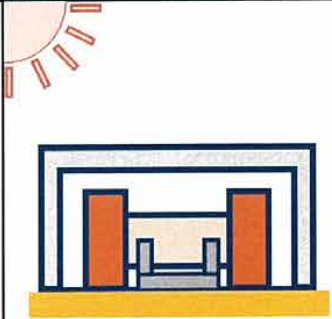

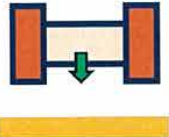

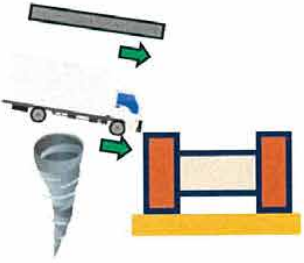
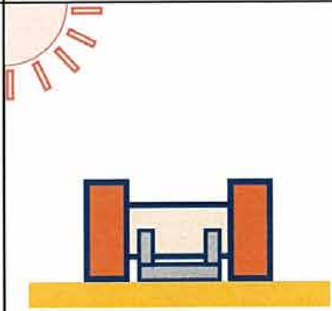
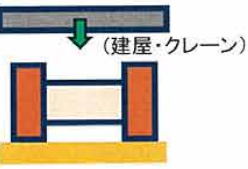
(参考： 関連規定抜粋)

規定	記載内容
原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド	<p>4.3.1.1 基本方針【確認内容】</p> <p>(3)兼用キャスクを基礎等に固定する場合、兼用キャスク告示第1条に定める加速度による地震力又は基準地震動による地震力に対して安全機能が維持できる設計であること。</p> <p>5.1 周辺施設の位置付け及び評価の基本方針【確認内容】</p> <p>(2)支持部、架台及びそれらの基礎の支持性能を期待する場合等は、第6項地震力^(注1)に対して機能が維持される設計がなされていること。</p>

(注1) 第6項地震力とは、設置許可基準規則第4条第6項に規定する地震力であり、兼用キャスク告示で定める地震力又は基準地震動による地震力を示す。

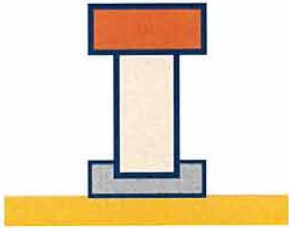


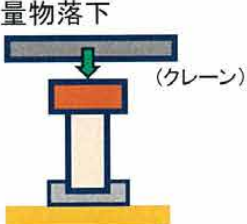
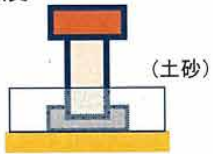


2.1 指摘事項への回答(No.1)

(1) 蓋部への金属衝突が生じない設置方法(横置き)における想定条件

貯蔵場所	貯蔵状態	自然現象			
		地震	地震(波及的影響)	津波	外部からの衝撃(竜巻)
貯蔵建屋内			1) キャスク落下 		
屋外			2) 重量物落下 (建屋・クレーン) 		

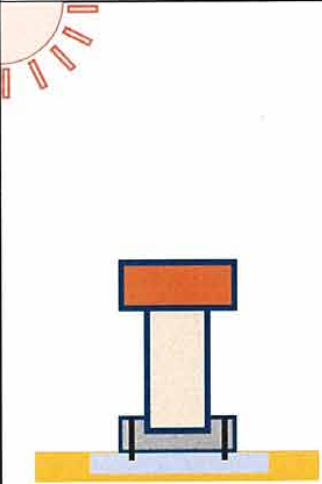

2.1 指摘事項への回答(No.1)

(2)蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法(縦置き①)における想定条件

貯蔵場所	貯蔵状態	自然現象			
		地震	地震(波及的影響)	津波	外部からの衝撃(竜巻)
貯蔵建屋内	(対象外)	—	—	—	—
屋外			<p>1) キャスク落下・転倒</p>  <p>2) 重量物落下 (クレーン)</p>  <p>3) 埋没 (土砂)</p> 		

2.1 指摘事項への回答(No.1)






(3)基礎等に固定する設置方法(縦置き②)における想定条件

貯蔵場所	貯蔵状態	自然現象			
		地震	地震(波及的影響)	津波	外部からの衝撃(竜巻)
貯蔵建屋内	(対象外)	—	—	—	—
屋外			1) キャスク落下・転倒 (縦置き①と同じ) 2) 重量物落下 (縦置き①と同じ) 3) 埋没 (縦置き①と同じ)	(縦置き①と同じ)	(縦置き①と同じ)

2.1 指摘事項への回答(No.1)

(参考)原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド抜粋

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)
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

2.2 指摘事項への回答(No.2)

指摘事項(No.2)

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。


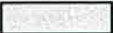
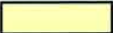
(回答)

「設置許可基準規則」の要求事項に対する型式証明の審査範囲及び設置(変更)許可申請で確認する事項をP.20～P.24に示す。

また、「原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド」の要求事項に対する型式証明での審査範囲(説明事項)及び設置(変更)許可申請で確認する事項をP.25～P.31に示す。

上記整理表では、指摘事項No.1-2への回答で示した貯蔵方式毎に確認事項を示している。

<整理表の記号及び色の説明>

- 「○」: 対象、「-」: 対象外
- **朱書文字** : 型式証明申請書記載事項を明確にした箇所
- 緑色塗り  : 型式証明の範囲とする事項に対して、設置許可(変更)申請において確認する事項
- 灰色塗り  : 型式証明の範囲外事項
- 黄色塗り  : 型式証明の範囲外事項であるが、設置許可(変更)申請において確認する事項(兼用キャスクに係る事項)

設置許可基準規則に対する型式証明での確認事項と設置許可時の確認事項の整理(1/5)

実用発電用原子炉及びその附属施設的位置、構造及び設備の基準に関する規則			型式証明・設置許可申請区分						型式証明申請書記載事項		
No.	タイトル	想定する型式証明審査の適用条文	型式証明範囲		設置許可範囲		設置許可時の審査事項 兼用キヤスクに関する確認事項	特定機器の安全設計に関する説明書（添付書類一）	特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響に関する説明書（添付書類二）	設置許可時の審査・確認事項	
			横置き	縦置き①	縦置き②	横置き					縦置き①
第三条	設計基準対象施設の地盤	設計基準対象施設は、次条第二項の規定により算定する地震力（設計基準対象施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）及び兼用キヤスクにあっては、同条第三項に規定する基準地震動による地震力を含む。）が作用した場合においても当該設計基準対象施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。ただし、兼用キヤスクにあっては、地盤により十分に支持されなくてもその安全機能が損なわれない方法により設けることができるときは、この限りでない。	○	○	○	—	—	○	MSF-24P型（蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法（横置き及び縦置き①））は、地盤により十分に支持されなく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とする。また、MSF-24P型（基礎等に固定する設置方法（縦置き②））は、基準地震動による地震力が作用した場合においても貯蔵施設を十分に支持することができる地盤に設置する。	MSF-24P型は、地盤により十分に支持されなく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（横置き及び縦置き①）により貯蔵する設計とするため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。また、MSF-24P型（基礎等に固定する設置方法（縦置き②））は、基準地震動による地震力が作用した場合においても貯蔵施設を十分に支持することができる地盤に設置するため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。	兼用キヤスクを兼用キヤスク貯蔵施設にて使用する場合確認しなければならない事項 基礎等に固定する設置方法（縦置き②）により貯蔵する場合の地盤が安定であること。
	2 耐震重要施設及び兼用キヤスクは、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。	○	○	○	—	—	○				
	3 耐震重要施設及び兼用キヤスクは、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。ただし、兼用キヤスクにあっては、地盤に変位が生じてもその安全機能が損なわれない方法により設けることができるときは、この限りでない。	○	○	○	—	—	○				
第四条	地震による損傷の防止	設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えるものでなければならない。	—	—	—	—	—	—		(型式証明申請の範囲外)	
	2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。	—	—	—	—	—	—	—		(型式証明申請の範囲外)	
	3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	—	—	—	—	—	—	—		(型式証明申請の範囲外)	
	4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	—	—	—	—	—	—	—		(型式証明申請の範囲外)	
	5 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	—	—	—	—	—	—	—		(型式証明申請の範囲外)	
	6 兼用キヤスクは、次のいずれかの地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。 一 兼用キヤスクが地震力により安全機能を損なうかどうかをその設置される位置のいかにかわらず判断するために用いる合理的な地震力として原子力規制委員会が別に定めるもの 二 基準地震動による地震力	○	○	○	○	○	○	○	MSF-24P型は、兼用キヤスク告示で定める地震力に対して安全機能が損なわれるおそれが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、基礎等に固定する設置方法においては、第一号に規定する地震力に対して、支持性能が確保され、その安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。 なお、地震時、周辺施設等からの波及的影響によりMSF-24P型の安全機能が損なわれるおそれがないものとする。	(略) MSF-24P型の安全機能が損なわれるおそれがない設置方法又は設計とするため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。 なお、地震時、兼用キヤスクで想定する、MSF-24P型の安全機能が損なわれない波及的影響（地盤の不等沈下・貯蔵建屋損壊による土砂/瓦礫埋没、クレーン/貯蔵建屋損壊による重量物落下、クレーン損壊に伴う落下・転倒、地震時の外部からの衝撃による転倒）の条件を示す。	周辺施設等からの波及的影響条件が型式証明の波及的影響評価の条件に包摂されていること。
	7 兼用キヤスクは、地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	—	—	—	○	○	○	○	兼用キヤスク設置位置周辺斜面の離隔確保又は安定性評価		(型式証明申請の範囲外)

設置許可基準規則に対する型式証明での確認事項と設置許可時の確認事項の整理(2/5)

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則			型式証明・設置許可申請区分					型式証明申請書記載事項			
No.	タイトル	想定する型式証明審査の適用条文	型式証明範囲			設置許可範囲		設置許可時の審査事項	特定機器の安全設計に関する説明書(添付書類一)	特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響に関する説明書(添付書類二)	設置許可時の審査・確認事項
			横置き	縦置き①	縦置き②	横置き	縦置き①				
第五条	津波による損傷の防止	設計基準対象施設(兼用キャスク及びその周辺施設を除く。)は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波(以下「基準津波」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。 2 兼用キャスク及びその周辺施設は、次のいずれかの津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。 一 兼用キャスクが津波により安全機能を損なうかどうかをその設置される位置のいかんにかかわらず判断するために用いる合理的な津波として原子力規制委員会が別に定めるもの 二 基準津波	—	—	—	—	—	—	(型式証明申請の範囲外)	(なし)	
第六条	外部からの衝撃による損傷の防止	安全施設(兼用キャスクを除く。)は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。次項において同じ。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。 2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。 3 安全施設(兼用キャスクを除く。)は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。以下「人為による事象」という。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。 4 兼用キャスクは、次に掲げる自然現象が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。 一 兼用キャスクが竜巻により安全機能を損なうかどうかをその設置される位置のいかんにかかわらず判断するために用いる合理的な竜巻として原子力規制委員会が別に定めるもの 二 想定される森林火災 5 前項の規定は、兼用キャスクについて第一項の規定の例によることを妨げない。 6 兼用キャスクは、次に掲げる人為による事象に対して安全機能を損なわないものでなければならない。(以下、略) 7 前項の規定は、兼用キャスクについて第三項の規定の例によることを妨げない。	—	—	—	—	—	—	(型式証明申請の範囲外)	(なし)	
			—	—	—	—	—	—	(型式証明申請の範囲外)	(なし)	
			—	—	—	—	—	—	(型式証明申請の範囲外)	(なし)	
			○	○	○	○	○	○	MSF-24P型は、兼用キャスク告示で定める竜巻により、原子力発電所の竜巻影響評価ガイド解説表 4.11に規定される飛来物が設計飛来物となり衝突した場合には、その安全機能を損なわない設計とする。	(略) MSF-24P型の安全機能が損なわれるおそれがない設計とするため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。	竜巻飛来物条件が、兼用キャスクで想定する設計飛来物の条件に包絡されていること。
			—	—	—	○	○	○	兼用キャスクの森林火災に対する評価	(型式証明申請の範囲外)	(なし)
			○	○	○	—	—	—	MSF-24P型は、想定される自然現象(地震、津波、竜巻及び森林火災を除く)が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。	(略) MSF-24P型の安全機能が損なわれるおそれがない設計とするため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。	(なし)
			—	—	—	○	○	○	兼用キャスクの人為による事象に対する評価	(型式証明申請の範囲外)	(なし)
			—	—	—	○	○	○	兼用キャスクの人為による事象に対する評価	(型式証明申請の範囲外)	(なし)
第八条	火災による損傷の防止	設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備(以下「火災感知設備」という。)及び消火を行う設備(以下「消火設備」といい、安全施設に属するものに限り。)並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。 2 消火設備(安全施設に属するものに限り。)は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても発電用原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものでなければならない。	○	○	○	—	—	—	MSF-24P型は、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、金属製の不燃性材料とし、発火源となる恐れのない設計とする。	(略) MSF-24P型は、発火源となる恐れのない設計とするため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。	(なし)
			—	—	—	—	—	—	(型式証明申請の範囲外)	(なし)	

設置許可基準規則に対する型式証明での確認事項と設置許可時の確認事項の整理 (3/5)

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則			型式証明・設置許可申請区分					型式証明申請書記載事項			
No.	タイトル	想定する型式証明審査の適用条文	型式証明範囲		設置許可範囲		設置許可時の審査事項 兼用キャスクに関する確認事項	特定機器の安全設計に関する説明書（添付書類一）	特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響に関する説明書（添付書類二）	設置許可時の審査・確認事項 兼用キャスクを兼用キャスク貯蔵施設にて使用する場合確認しなければならない事項	
			横置き	縦置き ①	縦置き ②	横置き					縦置き ①
第十二条	安全施設	安全施設は、その安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたものでなければならない。	○	○	○	—	—	MSF-24P型は、発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針に基づき、それが果たす安全機能の性質に応じて安全重要度をPS-2に分類し、十分高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計とする。	MSF-24P型は、十分高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計とするため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。	(なし)	
		2 安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものは、当該系統を構成する機械又は器具の単一故障（単一の原因によって一つの機械又は器具が所定の安全機能を失うこと（従属要因による多重故障を含む。）をいう。以下同じ。）が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保するものでなければならない。	—	—	—	—	—	(型式証明申請の範囲外)			
		3 安全施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものでなければならない。	○	○	○	—	—	MSF-24P型の設計条件を設定するに当たっては、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できる設計とする。	MSF-24P型は、期待されている安全機能を発揮できる設計とするため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。	(なし)	
		4 安全施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができるものでなければならない。	○	○	○	—	—	MSF-24P型の設計条件を設定するに当たっては、それらの健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、設計貯蔵期間中に試験又は検査ができる設計とする。	MSF-24P型は、設計貯蔵期間中に試験又は検査ができる設計とするため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。	(なし)	
		5 安全施設は、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわないものでなければならない。	—	—	—	○	○	○	兼用キャスクの飛散物に対する安全評価 (型式証明申請の範囲外)		
		6 重要安全施設は、二以上の発電用原子炉施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない。ただし、二以上の発電用原子炉施設と共用し、又は相互に接続することによって当該二以上の発電用原子炉施設の安全性が向上する場合は、この限りでない。	—	—	—	—	—	(型式証明申請の範囲外)			
		7 安全施設（重要安全施設を除く。）は、二以上の発電用原子炉施設と共用し、又は相互に接続する場合には、発電用原子炉施設の安全性を損なわないものでなければならない。	—	—	—	○	○	○	兼用キャスクの共用に関する安全評価 (型式証明申請の範囲外)		

設置許可基準規則に対する型式証明での確認事項と設置許可時の確認事項の整理 (4/5)

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則			型式証明・設置許可申請区分					型式証明申請書記載事項			
No.	タイトル	想定する型式証明審査の適用条文	型式証明範囲		設置許可範囲		設置許可時の審査事項 兼用キャスクに関する確認事項	特定機器の安全設計に関する説明書（添付書類一）	特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響に関する説明書（添付書類二）	設置許可時の審査・確認事項 兼用キャスクを兼用キャスク貯蔵施設に使用する場合確認しなければならない事項	
			横置き	縦置き①	縦置き②	横置き					縦置き①
第十六条	燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体又は使用済燃料（以下この条において「燃料体等」という。）の取扱施設（安全施設に係るものに限る。）を設けなければならない。（以下、略）	—	—	—	—	—	—	(型式証明申請の範囲外)		
		2 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設（安全施設に属するものに限る。以下この項において同じ。）を設けなければならない。 イ 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。 イ 燃料体等の落下により燃料体等が破損して放射性物質の放出により公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合において、放射性物質の放出による公衆への影響を低減するため、燃料貯蔵設備を格納するもの及び放射性物質の放出を低減するものとする。こと。	—	—	—	—	—	—	(型式証明申請の範囲外)		
		ロ 燃料体等を必要に応じて貯蔵することができる容量を有するものとする。こと。	—	—	—	—	—	—	(型式証明申請の範囲外)		
		ハ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。こと。	○	○	○	—	—	—	MSF-24P型は、使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持するための断面形状が中空状であるバスケットプレート、及び適切な位置に配置された中性子吸収材により臨界を防止する構造とし、MSF-24P型の貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態、及びMSF-24P型に使用済燃料集合体を収納する際の冠水状態において、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。	MSF-24P型は、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、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。	(なし)
		二 使用済燃料の貯蔵施設（キャスクを除く。）にあつては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。（以下、略）	—	—	—	—	—	—	(型式証明申請の範囲外)		
		3 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならない。（以下、略）	—	—	—	—	—	—	(型式証明申請の範囲外)		
		4 キャスクを設ける場合には、そのキャスクは、第二項第一号に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならない。 一 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。こと。	○	○	○	—	—	—	MSF-24P型は、設計上想定される状態において、使用済燃料集合体からの放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により遮蔽し、通常貯蔵時のMSF-24P型表面の線量当量率を2 mSv/h 以下とし、かつ、MSF-24P型表面から1 m離れた位置における線量当量率を100 μSv/h 以下となる設計とする。	MSF-24P型は、通常貯蔵時のMSF-24P型表面の線量当量率を2 mSv/h 以下とし、かつ、MSF-24P型表面から1 m離れた位置における線量当量率を100 μSv/h 以下となる設計とする。なお、発電用原子炉施設の安全性については影響の範囲外とする。	(なし)
		二 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。こと。	○	○	○	○	○	○	・MSF-24P型を含めた兼用キャスク周囲温度が、45℃（貯蔵建屋内で貯蔵する場合）又は38℃（屋外で貯蔵する場合）以下であることを確認 ・貯蔵建屋内で貯蔵する場合において、貯蔵建屋壁面温度が65℃以下であることを確認	MSF-24P型は、自然冷却によって収納した使用済燃料の崩壊熱を外部に放出できる設計とし、使用済燃料集合体の健全性及び安全機能を有する構成部材の健全性を維持する温度を満足する設計とする。	MSF-24P型は、使用済燃料集合体の健全性及び安全機能を有する構成部材の健全性を維持する温度を満足する設計とするため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。
三 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。こと。	○	○	○	—	—	—	MSF-24P型は、適切に放射性物質を閉じ込めることができ、閉じ込め機能を監視できる設計とする。	MSF-24P型は、適切に放射性物質を閉じ込めることができ、閉じ込め機能を監視できる設計とするため、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。	(なし)		

設置許可基準規則に対する型式証明での確認事項と設置許可時の確認事項の整理(5/5)

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則			型式証明・設置許可申請区分						型式証明申請書記載事項		
No.	タイトル	想定する型式証明審査の適用条文	型式証明範囲		設置許可範囲		設置許可時の審査事項	特定機器の安全設計に関する説明書（添付書類一）	特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響に関する説明書（添付書類二）	設置許可時の審査・確認事項	
			横置き	縦置き①	縦置き②	横置き					縦置き①
第二十九条	工場等周辺における直接線等からの防護	設計基準対象施設は、通常運転時において発電用原子炉施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の空間線量率が十分に低減できるものでなければならない。	○	○	○	○	○	○	MSF-24P型は、通常運転時において発電用原子炉施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の空間線量率が十分に低減できるよう、通常貯蔵時のMSF-24P型表面の線量当量率を2mSv/h以下とし、かつ、MSF-24P型表面から1m離れた位置における線量当量率を100μSv/h以下となる設計とする。 (注1)	空間線量率の評価については、型式証明申請の範囲外とする。	(なし) 工場等周辺の空間線量率評価条件となる兼用キャスク線量当量率が型式証明申請書に記載される条件と同一又は包絡されていること。
第三十条	放射線からの放射線業務従事者の防護	設計基準対象施設は、外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場合には、次に掲げるものでなければならない。 一 放射線業務従事者（実用炉規則第二条第二項第七号に規定する放射線業務従事者をいう。以下同じ。）が業務に従事する場所における放射線量を低減できるものとする。こと。	○	○	○	○	○	○	MSF-24P型は、放射線業務従事者が業務に従事する場所における放射線量を低減できるよう、通常貯蔵時のMSF-24P型表面の線量当量率を2mSv/h以下とし、かつ、MSF-24P型表面から1m離れた位置における線量当量率を100μSv/h以下となる設計とする。 (注1)	放射線業務従事者が業務に従事する場所における放射線量の評価については、型式証明申請の範囲外とする。	(なし) 放射線業務従事者の従事場所における放射線量評価条件となる兼用キャスク線量当量率が型式証明申請書に記載される条件と同一又は包絡されていること。
		二 放射線業務従事者が運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、迅速な対応をするために必要な操作ができるものとする。こと。	—	—	—	—	—	—		(型式証明申請の範囲外)	
		2 工場等には、放射線から放射線業務従事者を防護するため、放射線管理施設を設けなければならない。	—	—	—	—	—	—		(型式証明申請の範囲外)	
		3 放射線管理施設には、放射線管理に必要な情報を原子炉制御室その他当該情報を伝達する必要がある場所に表示できる設備（安全施設に属するものに限る。）を設けなければならない。	—	—	—	—	—	—		(型式証明申請の範囲外)	

(注1) 設置許可変更申請で実施する工場等周辺の空間線量率評価条件及び放射線業務従事者の従事場所における放射線量評価条件となる兼用キャスク線量当量率として、MSF-24P型の表面から1m離れた位置の線量当量率解析結果をインターフェース条件として示す予定（P.32～P.34参照）。

原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド	MSF-24P型式証明での審査範囲			設置許可時の審査・確認事項	対象条文
	横置き	縦置き①	縦置き②		
<p>2.1 臨界防止機能</p> <p>【審査における確認事項】</p> <p>【審査における確認事項】</p> <p>(1) 設計上想定される状態において、使用済燃料が臨界に達するおそれがないこと。</p> <p>(2) 兼用キャスクの臨界防止機能をバスケットで担保している場合は、設計上想定される状態において、バスケットが臨界防止上有意な変形を起こさないこと。</p>	<p>【確認内容】</p> <p>以下を踏まえ臨界防止設計が妥当であること。</p> <p>1) 配置・形状</p> <p>兼用キャスクの配置、バスケットの形状、バスケット格子内の使用済燃料集合体の配置等において、適切な安全裕度を考慮するとともに、設計貯蔵期間を通じてバスケットの構造健全性が維持されること。</p> <p>兼用キャスクが滑動する可能性がある場合は、滑動等による兼用キャスクの配置の変化に伴う中性子実効増倍率の増加についても適切に考慮すること。</p>	○	<p>・MSF-24P型の貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態、及びMSF-24P型に使用済燃料集合体を収納する際の昇水状態において、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。</p> <p>・設計貯蔵期間を通じてバスケットの健全性が維持される設計とする。</p> <p>・臨界評価では、MSF-24P型が無限に配列した体系（完全反射）とする。これにより、MSF-24P型の滑動を考慮しても、MSF-24P型の配置制限は必要ない。</p>	(なし)	16条
	<p>2) 中性子吸収材の効果</p> <p>中性子吸収材の効果に関して、以下について適切な安全裕度を考慮すること。</p> <p>a. 製造公差（濃度、不均質性、寸法等）</p> <p>b. 中性子吸収に伴う原子個数密度の減少</p>	○	<p>・中性子吸収材は、製作公差を考慮し、安全裕度を確保する設計とする。中性子吸収材中のほう素の均質性は製造管理により担保し、ほう素添加量は仕様上の下限値とする。実効増倍率が大きくなくなる寸法として、臨界防止機能を確認する。</p> <p>・中性子吸収材中のほう素の設計貯蔵期間中の減損割合は無視できるほど小さく、臨界防止機能への影響はない。</p>	(なし)	16条
	<p>3) 減速材（水）の影響</p> <p>使用済燃料を兼用キャスクに収納する際、当該使用済燃料が浸水することを、設計上適切に考慮すること。</p>	○	<p>・想定される最も厳しい状態（冠水状態）においても臨界に達しない設計とする。</p>	(なし)	16条
	<p>4) 検証され適用性が確認された臨界解析コード及びデータライブラリを使用すること。</p>	○	<p>・検証され適用性が確認された臨界解析コード（SCALEコードシステム）及びデータライブラリ（ENDF/B-VIIに基づく252群断面横ライブラリ）を使用する。</p>	(なし)	16条
	<p>5) 設計上、バスケットの塑性変形が想定される場合は、塑性変形したバスケットの形状及び使用済燃料の状態を考慮しても臨界が維持されること。</p>	○	<p>・MSF-24P型は、9m落下においてもバスケットに塑性変形が生じない設計としており、通常輸送時及び通常に取り扱う状態においてバスケットに塑性変形は生じない。また、設計上考慮すべき自然現象においても、バスケットに塑性変形が生じない設計とする。</p>	(なし)	4,5,6条
<p>2.2 遮蔽機能</p> <p>【審査における確認事項】</p> <p>(1) 設計上想定される状態において、使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽機能を有すること。</p> <p>(2) 通常貯蔵時の兼用キャスク表面の線量当量率を2mSv/h以下とし、かつ、兼用キャスク表面から1m離れた位置における線量当量率を100μSv/h以下とすること。</p> <p>(3) 通常貯蔵時の直接線及びスカイシャイン線について、原子力発電所敷地内の他の施設からのガンマ線と兼用キャスクからの中性子及びガンマ線とを合算し、ALARAの考えの下、敷地境界において実効線量が50μSv/y以下となることを目標に、線量限度（1mSv/y）を十分下回る水準とすること。</p> <p>(4) 貯蔵建屋等の損傷によりその遮蔽機能が著しく低下した場合においても、工場等周辺の実効線量が線量限度（1mSv/y）を超えないこと。</p>	<p>【確認内容】</p> <p>以下を踏まえ遮蔽設計が妥当であること。</p> <p>1) 使用済燃料の放射線源強度評価</p> <p>使用済燃料の放射線源強度は、検証され適用性が確認された燃焼計算コードを使用して求めること。また、燃料型式、燃焼度、濃縮度、冷却年数等を条件とし、核種の生成及び崩壊を計算して求めること。</p> <p>2) 兼用キャスクの遮蔽機能評価</p> <p>a. 兼用キャスクからの線量当量率は、兼用キャスクの実形状を適切にモデル化し、及び1)で求めた放射線源強度に基づき、検証され適用性が確認された遮蔽解析コード及び断面横ライブラリ（以下「遮蔽解析コード等」と総称する。）を使用して求めること。その際、設計貯蔵期間中の兼用キャスクのガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材の劣化による遮蔽機能の低下を考慮すること。</p> <p>b. 兼用キャスク表面の線量当量率を2mSv/h以下とし、かつ、兼用キャスク表面から1m離れた位置における線量当量率を100μSv/h以下とすること。</p> <p>3) 敷地境界における実効線量評価</p> <p>① 直接線及びスカイシャイン線の評価</p> <p>兼用キャスクが敷地境界に近い場所に設置される場合等に、使用済燃料から放出される中性子の敷地境界線量への寄与が大きくなる可能性があることを適切に考慮した上で、通常貯蔵時の直接線及びスカイシャイン線（ガンマ線及び中性子）による実効線量について評価すること。</p> <p>② ソースターム</p> <p>兼用キャスクの遮蔽機能データ又は兼用キャスク表面から1m離れた位置における線量当量率が100μSv/hとなるよう放射線源強度を規格化したものを用いること。ここで、放射線源強度を規格化して用いる場合は、中性子100%又はガンマ線100%のいずれか保守的な線量評価とすること。また、中性子及びガンマ線の表面エネルギーベクトルは、保守的な線量評価となるものを使用すること。</p> <p>③ 遮蔽解析コード等</p> <p>検証され適用性が確認された遮蔽解析コード等を使用すること。なお、モンテカルロコードを用いる場合は、相互遮蔽効果、ストリーミング及びコンクリート深層透過の観点から検証され適用性が確認されたものであること。</p> <p>④ 通常貯蔵時の線量</p> <p>通常貯蔵時の直接線及びスカイシャイン線について、原子力発電所敷地内の他の施設からのガンマ線と兼用キャスクからの中性子及びガンマ線とを合算し、ALARAの考えの下、敷地境界において実効線量が50μSv/y以下となることを目標に、線量限度（1mSv/y）を十分下回る水準とすること。</p> <p>なお、兼用キャスク以外の施設の線量は、底評価の空気カーマ（Gy/y）を実効線量（Sv/y）へ換算し、又は新たに実効線量（Sv/y）を評価するものとする。換算に当たっては、係数を1とすること。</p> <p>4) 応急復旧</p> <p>貯蔵建屋等を設置する場合は、貯蔵建屋等の損傷によりその遮蔽機能が著しく低下した場合においても、必要に応じて土嚢による遮蔽の追加等の適切な手段による応急復旧を行うことにより、工場等周辺の実効線量が敷地全体で線量限度（1mSv/y）を超えないこと。この場合において、応急復旧による遮蔽機能の回復を期待する場合には、その実施に係る体制を適切に整備すること。</p>	○	<p>・検証され適用性が確認された燃焼計算コード（ORIGEN2コード）を使用し、収納する燃料の仕様を基に核種の生成及び崩壊による線量源強度を計算する。</p>	(なし)	16条
		○	<p>・MSF-24P型の実形状を適切にモデル化し、1)で求めた線源強度を条件として、検証され適用性が確認された遮蔽解析コード（DOT3.5及びMCNP5）及び断面横ライブラリ（MTXSLIB+33[DOT3.5]及びMCPLIB84/FXSLIB+J33[MCNP5]）を使用する。中性子遮蔽材は設計貯蔵期間中の熱的影響による質量減損（2.5%減損）を考慮する。</p>	(なし)	16条
		○	<p>・MSF-24P型表面の線量当量率を2mSv/h以下、かつ、MSF-24P型の表面から1m離れた位置における線量当量率を100μSv/h以下とする。</p>	(なし)	16条
		—	(型式証明申請の範囲外)	(なし)	(29条)
		—	(型式証明申請の範囲外)	(なし)	(29条)
		—	(型式証明申請の範囲外)	(なし)	(29条)
		—	(型式証明申請の範囲外)	(なし)	(29条)
		—	(型式証明申請の範囲外)	(貯蔵建屋等の損傷評価を行い、遮蔽機能が低下する場合には適切な手段による応急復旧措置が講じられること。)	(3,4,5,6,29条)

原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド		MSF-24P型式証明での審査範囲			設置許可時の審査・確認事項	対象条文	
		横置き	縦置き①	縦置き②			説明事項
3. 自然現象等に対する兼用キャスク貯蔵施設の設計の基本方針							
【審査における確認事項】 (1) 兼用キャスクの安全機能の喪失及びそれに続く公衆への放射線による影響を防止する観点から、原則として、兼用キャスクは第6項地震力に対して安全機能を維持する必要がある施設として区分され、周辺施設は一般産業施設や公衆施設と同等の安全性が要求される施設として区分されていること。 (2) 兼用キャスク及び周辺施設は、兼用キャスクの安全機能を維持するためにこれらが担保すべき機能に応じた設計が行われていること。	【確認内容】 (1) 兼用キャスク貯蔵施設のうち、兼用キャスクは以下の(3)に示す自然現象に対して安全機能を維持する必要がある施設として区分され、及び周辺施設は一般産業施設や公衆施設と同等の安全性が要求される施設として区分されていること。 (2) 周辺施設として、兼用キャスクの支持部、計装設備、クレーン類(これらは「機器・配管系」に分類される。)、貯蔵建屋等及び基礎が適切に位置付けられていること。 (3) 兼用キャスク及び周辺施設の設計、評価の位置付け及び評価の対象となる自然現象について以下のように整理していること。なお、他の自然現象等については、関連する実用発電用原子炉施設に係るガイドを参考にし、適切な評価がなされていること。	○	○	○	・MSF-24P型及び貯蔵架台(基礎等に固定する設置方法(設置②)用)は、地震(4条)、津波(5条)、外部からの衝撃(6条)に対して安全機能を損なわない施設として、安全重要度をPS-2に分類する。 (型式証明申請の範囲外)	(なし)	12条
		○	○	○	・1)及び2)に示すとおり設計とする。 ・MSF-24P型は、①のサイトに依存しない、兼用キャスク告示で定める地震力、津波及び竜巻を適用し、安全機能が維持される設計とする。	(周辺施設が適切に位置付けられていること。)	(12条)
		○	○	○	・MSF-24P型は、①のサイトに依存しない、兼用キャスク告示で定める地震力、津波及び竜巻を適用し、安全機能が維持される設計とする。	(なし)	4,5,6条
		○	○	○	(周辺施設が一般産業施設や公衆施設と同等の安全性が要求される施設とすること。)	(4条)	
4. 自然現象等に対する兼用キャスクの設計							
設置(変更)許可に係る審査においては、兼用キャスクの「4.2 考慮する自然現象等の設定方針」に示す自然現象等に対する設計の基本方針の妥当性を確認する。また、工事計画認可に係る審査においては、その詳細の妥当性を確認する。							
4.1 設計方針	【確認内容】 兼用キャスクは、その堅牢性を踏まえ、「4.2 考慮する自然現象等の設定方針」に示す方針により安全機能を維持する設計が行われていること。	○	○	○	・MSF-24P型は、以下のとおり安全機能を維持する設計とする。	(なし)	4,5,6条
【審査における確認事項】 兼用キャスクは、「4.2 考慮する自然現象等の設定方針」に示す自然現象等に対して、「4.3 考慮する自然現象等に対する設計方針」に示す方針により安全機能を維持していること。							
4.2 考慮する自然現象等の設定方針	【確認内容】 (1) 設置許可基準規則の解釈別記4第4条第3項に基づき、第6項地震力を定めていること。 (2) 第6項地震力として、以下のいずれかを適用していること。 ① 兼用キャスク告示で定める地震力 地震力を算出するために必要な加速度及び速度は以下のとおり。 ・加速度：水平2300Gal及び鉛直1600Gal 速度：水平200cm/s及び鉛直140cm/s ② 基準地震動による地震力 解放釜蓋表面から兼用キャスク設置位置までの地震波の伝播特性を適切に考慮するとともに、必要に応じて地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮して求めた地盤の追加加速度に基づく地震力	○	○	○	・(2)①の兼用キャスク告示で定める地震力を適用する。	(なし)	4条
【審査における確認事項】 第6項地震力を適用していること。							
4.2.1 地震	【確認内容】 (1) 設置許可基準規則の解釈別記4第4条第3項に基づき、第6項地震力を定めていること。 (2) 第6項地震力として、以下のいずれかを適用していること。 ① 兼用キャスク告示で定める地震力 地震力を算出するために必要な加速度及び速度は以下のとおり。 ・加速度：水平2300Gal及び鉛直1600Gal 速度：水平200cm/s及び鉛直140cm/s ② 基準地震動による地震力 解放釜蓋表面から兼用キャスク設置位置までの地震波の伝播特性を適切に考慮するとともに、必要に応じて地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮して求めた地盤の追加加速度に基づく地震力	○	○	○	・(2)①の兼用キャスク告示で定める地震力を適用する。	(なし)	4条
【審査における確認事項】 第6項地震力を適用していること。							
4.2.2 津波	【確認内容】 (1) 設置許可基準規則の解釈別記4第5条第1項及び第2項に基づき、兼用キャスク告示で定める津波又は基準津波を定めていること。 (2) 設置許可基準規則第5条第2項に規定する津波として、以下のいずれかを適用していること。 ① 兼用キャスク告示で定める津波による作用力 兼用キャスクの設置位置への津波の題上を前提とし、兼用キャスクに作用する津波荷重として、波力及び漂流物衝突荷重を考慮する。これらを算出するために必要な浸水深、流速及び漂流物質量は以下のとおり。 ・浸水深：10m、・流速：20m/s、・漂流物質量：100t ② 基準津波による作用力 設置許可基準規則の解釈別記3に基づく基準津波を用いた津波伝播解析及び遡上解析により兼用キャスクへの人工津波を評価する。	○	○	○	・(2)①の兼用キャスク告示で定める津波による作用力を適用する。	(なし)	5条
【審査における確認事項】 設置許可基準規則第5条第2項に規定する津波による作用力を適用していること。							
4.2.3 竜巻	【確認内容】 (1) 設置許可基準規則第6条第4項に規定する兼用キャスク告示で定める竜巻として、設置許可基準規則の解釈別記4第6条第2項第1号に基づき、設計竜巻(原子力発電所の竜巻影響評価ガイド「1.4 用語の定義」に規定する「設計竜巻」をいう。以下同じ。)の最大風速を以下のとおり定め、設計荷重を設定していること。 ・最大風速：100m/s (2) 設計荷重の設定に用いる設計飛来物は、原子力発電所の竜巻影響評価ガイド解説表4.1に基づき、兼用キャスクに与える影響が最大となるものを選定していること。	○	○	○	・設計竜巻の最大風速として、100m/sを適用する。 ・原子力発電所の竜巻影響評価ガイド解説表4.1の飛来物のうちMSF-24P型に与える影響が最大となるものを設計飛来物として選定する。	(なし)	6条
【審査における確認事項】 設置許可基準規則第6条第4項に規定する竜巻による作用力を適用していること。							
4.2.4 その他の外部事象	【確認内容】 (1) 設置許可基準規則の解釈別記4第6条第2項第2号及び同条第3項に基づき、森林火災、爆発及び人為による火災(隣接する工場等の火災をいう。以下同じ。)を選定していること。 (2) その他の外部事象のうち、(1)で選定した事象以外の事象については、以下のとおりとする。 ① 火山立地評価 新規制基準(平成25年7月及び同年12月の改正原子炉等規制法の施行に伴い改正された規則等をいう。以下同じ。)への適合性審査を経ていない発電用原子炉施設において、新規制基準の施行時に既に存在していた使用済燃料を使用済燃料貯蔵槽から兼用キャスクに移し替えることは、施設維持・管理上の安全性を高めるものであり、当該移替のための兼用キャスク設置に係る設置変更許可に当たっては、火山の立地評価は不要とする。 ② ①以外の外部事象(火山灰噴厚、積雪、落雷等) 兼用キャスク告示で定める地震力等に対する安全機能の維持を求めることを踏まえ、①以外の外部事象は兼用キャスクの安全機能を損なわせるものではないと考えられるため、個別の確認は不要とする。	○	○	○	(型式証明申請の範囲外)	(森林火災、爆発及び人為による火災を選定すること。)	(6条)
【審査における確認事項】 設置許可基準規則第6条第4項及び第6項に規定する外部事象を適用していること。							
		○	○	○	・MSF-24P型は、想定される自然現象(地震、津波、竜巻及び森林火災を除く)が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。 (※(2)②の外部事象に対する個別の説明は実施しない。)	(なし)	6条

原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド		MSF-24P型型式証明での審査範囲				設置許可時の審査・確認事項	対象条文
		積置さ	縦置き①	縦置き②	説明事項		
4.3 考慮する自然現象等に対する設計方針 4.3.1 地震に対する設計方針 4.3.1.1 基本方針 【審査における確認事項】 (1) 兼用キャスクは、「4.2.1 地震」に示す第6項地震力に対して安全機能が維持されること。 (2) 輸送荷姿により設置する場合は第6項地震力によって安全機能が損なわれるおそれがないこととし、輸送荷姿以外の兼用キャスクを基礎等に固定せず、かつ、緩衝体の設置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は第6項地震力による兼用キャスク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こととする。	【確認内容】 兼用キャスクの評価は、以下によること。(別表中「兼用キャスク本体評価」欄) (1) 兼用キャスクは、第6項地震力の作用に対する評価が行われていること。ただし、輸送荷姿により設置する場合は第6項地震力によって安全機能が損なわれるおそれがないこととし、輸送荷姿以外の兼用キャスクを基礎等に固定せず、かつ、緩衝体の設置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は第6項地震力による兼用キャスク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こととする。 (2) 兼用キャスクを基礎等に固定しない場合、兼用キャスクの設置方法に応じた境界条件が設定されていること。当該境界条件において、兼用キャスク告示第1条に定める加速度による地震力又は基準地震動による地震力に対して安全機能が維持される設計であること。特に、蓋部の金属部への衝突が生じる設置方法であるときは、当該衝突に対して安全機能が維持される設計であること。 (3) 兼用キャスクを基礎等に固定する場合、兼用キャスク告示第1条に定める加速度による地震力又は基準地震動による地震力に対して安全機能が維持される設計であること。 (4) 兼用キャスクは、周辺施設からの波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計すること。この波及的影響の評価に当たっては、敷地全体を俯瞰した調査・検討の内容等を含め、事象選定及び影響評価の結果の妥当性を示すとともに、第6項地震力を適用すること。また、上記の「兼用キャスクが、周辺施設からの波及的影響によって、その安全機能を損なわない」を満たすために、少なくとも次に示す事項について、兼用キャスクの安全機能への影響がないことを確認すること。 1) 設置地盤及び地盤応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響 2) 兼用キャスク間の相互影響 3) 兼用キャスクと周辺施設との相互影響(周辺施設の倒壊、転倒、落下等による兼用キャスクへの影響を含む。) (5) 兼用キャスクの設置位置周辺の斜面が兼用キャスクの安全機能に影響を及ぼす可能性については、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」を参考に必要な距離の有無等によって判断するとともに、必要な距離が確保されない場合は、当該斜面の安定性を評価していること。斜面の安定性評価に当たっては、「6.地盤及び周辺斜面の安定性評価」を参考にしていること。	○			・蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法(積置さ及び縦置き①)；緩衝体の設置等により、MSF-24P型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。 ・蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法(縦置き②)；貯蔵架台による転倒防止により、MSF-24P型蓋部に金属部への衝突が生じないため安全機能が損なわれるおそれがない。	(なし)	4条
		○	○	—	・蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法設置方法(積置さ及び縦置き①)に応じた境界条件を設定し、兼用キャスク告示第1条に定める地震力に対して安全機能が維持される設計とする。	(なし)	4条
		—	—	○	・基礎等に固定する設置方法(縦置き②)において、兼用キャスク告示第1条に定める地震力に対して安全機能が維持される設計とする。 ・MSF-24P型は、1) から3) に示す設計及び影響評価条件において、安全機能への影響がない設計とする。	(なし)	4条
			○		・地盤の不等沈下による土砂埋没に対し、MSF-24P型の埋没率が50%以下	貯蔵施設でのMSF-24P型の埋没率が左記に包絡されること。	3.4条
			○		・兼用キャスク相互衝突する事象による安全機能への影響は、3)に包絡される。	(なし)	4条
			○		周辺施設の損壊により、以下の条件において想定される以下各条件 ・貯蔵建屋損壊による瓦礫堆積に対し、MSF-24P型埋没率が50%以下 ・クレーン又は貯蔵建屋損壊による重量物落下に対し、MSF-24P型に落下する重量物の落下エネルギーが $5.9 \times 10^4 \text{Nm}$ 以下 ・クレーン損壊による取除中のキャスク落下に対し、MSF-24P型に上部及び下部緩衝体を取付けた状態では、MSF-24P型の落下高さが9m以下。また、MSF-24P型に上部緩衝体のみ取付けた状態(縦置き①及び縦置き②のみ)では、MSF-24P型の落下高さが2m以下 ・(縦置き①)及び(縦置き②)のみ クレーン損壊による転倒及び地盤等の外部からの衝撃による転倒に対し、MSF-24P型の転倒落下高さが2m以下	貯蔵施設でのMSF-24P型の埋没率、重量物落下エネルギー、落下高さ及び転倒落下高さが左記に包絡されること。	4条
			—		(型式証明申請の範囲外)	(設置位置周辺の斜面が兼用キャスク安全機能への影響を及ぼさないこと。)	(4条)
4.3.1.2 荷重及び荷重の組合せ 【審査における確認事項】 兼用キャスクに作用する地震力と地震力以外の荷重を適切に組み合わせていること。	【確認内容】 (1) 荷重及び荷重の組合せの考え方が、以下を踏まえ妥当であること。 1) 地震力以外の荷重 兼用キャスクに作用する地震力以外の荷重は、安全上適切と認められる規格等に基づいて、貯蔵時に想定される荷重を考慮していること。 2) 荷重の組合せ 兼用キャスクについて、耐震性評価を行う際、JEA4601等の安全上適切と認められる規格等を参考に、兼用キャスクの設置方法に応じて、兼用キャスクに作用する地震力と地震力以外の荷重を組み合わせていること。 (2) 設計上、転倒等を想定する場合は、これらによる荷重を同時に想定されるその他の荷重と組み合わせた評価を行っていること。	○			・MSF-24P型に作用する地震力以外の荷重として貯蔵時に想定される荷重を考慮し、JEA4601等を参考に、兼用キャスクに作用する地震力と地震力以外の荷重を適切に組み合わせる。	(なし)	4条
4.3.1.3 許容限界 【審査における確認事項】 兼用キャスクの設置方法に応じて、安全上適切と認められる規格等に基づき許容限界を設定していること。	【確認内容】 許容限界の設定が、以下を踏まえ妥当であること。 1) 兼用キャスクの許容限界は、安全上適切と認められる規格等に基づき設定すること。加えて、兼用キャスクの閉じ込め機能及び境界防止機能に関しては以下のとおりとする。 a. 密封境界部がおおむね弾性範囲内となる許容限界としていること。 b. 兼用キャスクの境界防止機能をバスケットで担保している場合、バスケットが境界防止上有意な変形を起こさない許容限界としていること。	—			(対象外)	(なし)	—
			○		・MSF-24P型の許容限界は、JEA4601等に基づき設定することとし、加えて、閉じ込め機能及び境界防止機能に関しては以下のとおりとする。 a. 密封境界部がおおむね弾性範囲内となる許容限界とする。 b. 兼用キャスクの境界防止機能を担保するバスケットが境界防止上有意な変形を起こさない許容限界とする。	(なし)	4条
4.3.1.4 静的解析及び地震応答解析 【審査における確認事項】 (1) 第6項地震力による兼用キャスクの安全機能の評価に際しては、兼用キャスクの設置方法に応じて、静的解析又は地震応答解析を行っていること。 (2) 兼用キャスクの静的解析及び地震応答解析においては、設置方法及び適用する地震力の種類に応じて、適切な解析モデル及び解析手法を設定していること。 (3) 地震応答解析を行う場合は、兼用キャスクの地震応答解析モデルへの入力地震動は兼用キャスクの設置位置の地震応答に基づき算定していること。	【確認内容】 (1) 静的解析及び地震応答解析に用いる解析モデル及び解析手法は、JEA4601の規定を参考に設定していること。 (2) 兼用キャスクの転倒等に併せて解析を行う場合は、兼用キャスク告示で定める地震力又は兼用キャスクの設置位置の地震応答に基づき、エネルギー保存則を用いることにより、衝突時の速度を適切に算定していること。 (3) 静的解析において、兼用キャスク告示で定める地震力を用いる場合の水平地震力及び鉛直地震力については、同時に不利な方向の組合せで作用させること。 (4) スペクトルモーダル解析又は時刻応答解析を用いる場合は、入力地震力として、基準地震動に基づいて兼用キャスクの設置位置の設計用床応答スペクトル又は加速度時刻応答を算定していること。 (5) 基準地震動による水平2方向及び鉛直方向の地震力による応力の組合せは、各方向の入力地震動の位相特性並びに兼用キャスクの構造及び応答特性に留意し、保守的な評価となる組合せ方法を採用すること。なお、各方向の入力地震動の位相特性及び兼用キャスクの応答特性により、必要に応じ、応答の同時性を考慮していること。	○			・解析及び地震応答解析に用いる解析モデル及び解析手法は、JEA4601を参考に設定する。	(なし)	4条
			—		(対象外)	(なし)	—
			○		・解析において、兼用キャスク告示で定める地震力を用いる場合の水平地震力及び鉛直地震力については、同時に不利な方向の組合せで作用させる。	(なし)	4条
			—		(対象外)	(なし)	—
			—		(対象外)	(なし)	—
4.3.1.5 耐震性評価 【審査における確認事項】 (1) 第6項地震力と地震力以外の荷重を組み合わせて、その結果得られる応力等が「4.3.1.3 許容限界」で設定する許容限界を超えていないこと。 (2) 密封境界部以外の部位は、(1)の荷重により塑性ひずみが生ずる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に対して十分な余裕を有すること。 (4) 設計上、転倒等を想定する場合は、その影響を考慮していること。 (5) 兼用キャスクの境界防止機能をバスケットで担保しており、兼用キャスクの転倒又は衝突、貯蔵建屋の天井の落下等によりバスケットに塑性変形が生ずる場合は、バスケットの形状及び使用済燃料の状態を考慮しても未破断が維持されること。	【確認内容】 (1) 兼用キャスクの耐震性を評価する上で必要な箇所を評価対象部位として選定し、安全上適切と認められる規格等の規定を参考に、当該評価対象部位の応力評価及び疲労評価を行っていること。 (2) 兼用キャスクの耐震性評価において、地震力とそれ以外の荷重を組み合わせて、その結果得られる応力等が「4.3.1.3 許容限界」で設定する許容限界を超えていないこと。 (3) 密封境界部以外の部位は、(2)の荷重により塑性ひずみが生ずる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に対して十分な余裕を有すること。 (4) 設計上、転倒等を想定する場合は、その影響を考慮していること。 (5) 兼用キャスクの境界防止機能をバスケットで担保しており、兼用キャスクの転倒又は衝突、貯蔵建屋の天井の落下等によりバスケットに塑性変形が生ずる場合は、バスケットの形状及び使用済燃料の状態を考慮しても未破断が維持されること。	○			・MSF-24P型の耐震性を評価する上で必要な箇所を評価対象部位として選定し、安全上適切と認められる規格等の規定を参考に、当該評価対象部位の応力評価及び疲労評価を行い、その結果得られる応力等が許容限界を超えない設計とする。	(なし)	4条
			○		・密封境界部以外の部位は、(2)の荷重により塑性ひずみが生ずる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に対して十分な余裕を有する設計とする。	(なし)	4条
			—		(対象外)	(なし)	—
			○		・兼用キャスクの転倒又は貯蔵建屋の天井の落下等においてもバスケットに塑性変形が生じない設計とする。	(なし)	4条

原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド	MSF-24P型式証明での審査範囲			設置許可時の審査・確認事項	対象 条文	
	積層さ	縦置き①	縦置き②			説明事項
4.3.2 津波に対する設計方針						
4.3.2.1 基本方針						
【審査における確認事項】 兼用キャスクは、「4.2.2 津波」に示す津波による作用力に対して安全機能が維持されること。						
4.3.2.2 設計・評価の方針						
【審査における確認事項】 兼用キャスクに対する津波の影響については、兼用キャスクの設置方法に応じて適切な評価を実施し、津波による作用力に対して兼用キャスクの安全機能が維持される設計であること。						
【確認内容】 (1) 兼用キャスク告示で定める津波を適用する場合は、津波が兼用キャスクの設置位置へ懸上することを前提とした評価が行われていること。 (2) 津波に対する評価に際しては、必要に応じて「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」及び「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を参考にしていること。	○	○	○	・津波がMSF-24P型の設置位置へ懸上することを評価条件とする。 ・「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」及び「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を参考とする。	(なし)	5条
【確認内容】 以下を踏まえたものであること。また、工事計画認可においては、津波得重の設定、施設の寸法、構造及び強度が要求事項に適合するものであること。 (1) 兼用キャスク告示で定める津波を適用する場合 1) 兼用キャスクの評価において保守的な荷重の作用及び組合せを設定すること 2) 1)において考慮する荷重としては、浸水深に基づく津波波力並びに流速及び漂流物質量に基づく衝突荷重を基本とし、それぞれの荷重については、兼用キャスクの評価上最も厳しくなる位置へ作用させること。 3) 津波波力及び漂流物荷重は、以下の指針等を参考に設定することができる。 ①津波波力（津波波圧） ・東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針 ②漂流物衝突荷重 ・道路標示方書・間解説（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編） 4) 津波荷重に対する兼用キャスクの評価は、既往の研究事例や機能確認試験等の結果との対比、FEM解析に基づく応力評価等により行うこと。	○	○	○	・浸水深に基づく津波波力並びに流速及び漂流物質量に基づく荷重等の組合せを考慮した津波荷重をMSF-24P型に保守的に作用させて設定する。 ・津波波力は、東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針を、漂流物衝突荷重は、道路標示方書・間解説（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）の指針を基に設定する。 ・津波荷重に対するMSF-24P型の評価は、FEM解析に基づく応力評価等により行う。	(なし)	5条
(2) 基準津波を適用する場合 地上解析の結果、兼用キャスクの設置地盤の高さや津波防護施設等により、兼用キャスクの設置位置への津波の懸上がない場合、津波による作用力に対する評価は不要とする。	—	—	—	(対象外)	(なし)	—
4.3.3 竜巻に対する設計方針						
【審査における確認事項】 兼用キャスクは、「4.2.3 竜巻」に示す竜巻による作用力に対して安全機能が維持されること。						
【確認内容】 (1) 竜巻による飛来物の衝突荷重及び衝突による評価は、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」を参考にしていること。 (2) 設計竜巻に対する飛来物及び最大速度は、原子力発電所の竜巻影響評価ガイド解説表4.1に記載の値を参考に設定し、飛来物の衝突荷重を算定（例えば、建築物の耐衝撃設計の考え方（一社）日本建築学会 2015.1）を参考に飛来物の圧潰挙動を無視してRieraの式等で算定）していること。 (3) 竜巻荷重に対する兼用キャスクの評価は、既往の研究事例や機能確認試験等の結果との対比、FEM解析に基づく応力評価等により行われていること。	○	○	○	・竜巻による飛来物の衝突荷重及び衝突による評価は、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」を参考にする。 ・設計飛来物及び最大速度は、原子力発電所の竜巻影響評価ガイド解説表4.1に記載の値を設定し、設計飛来物の衝突荷重は、建築物の耐衝撃設計の考え方（一社）日本建築学会 2015.1）を参考に飛来物の圧潰挙動を無視してRieraの式により算定する。 ・竜巻荷重に対するMSF-24P型の評価は、FEM解析に基づく応力評価等により行う。	(なし)	6条
4.3.4 その他の外部事象に対する設計方針						
【審査における確認事項】 兼用キャスクは、「4.2.4 その他の外部事象」に示す森林火災、爆発及び人為による火災に対して安全機能が維持されること。						
4.4 監視機能						
【審査における確認事項】 蓋間圧力及び兼用キャスク表面温度について、適切な頻度での監視をすること。						
【確認内容】 (1) 蓋間圧力を適切な頻度で監視すること。ここで、適切な頻度とは、閉じ込め機能が低下しても、FPガス等の放出に至る前に、密封シール部の異常を検知できる頻度をいう。頻度の設定に当たっては、設計貯蔵期間中の兼用キャスク発熱量の低下、周囲環境の温度変化及び蓋間圧力の変化を考慮する。 (2) 兼用キャスク表面温度を適切な頻度で監視すること。ここで、適切な頻度とは、除熱機能が低下しても、兼用キャスクや燃料貯蔵管が健全であるうちに異常を検知できる頻度をいう。	—	—	—	(型式証明申請の範囲外)	(森林火災、爆発及び人為による火災に対する評価での監視等の適切な対応が図られていること)	(6条)
4.5 材料・構造健全性						
【審査における確認事項】 設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及び当該環境下での兼用キャスクの経年変化に対して十分な信頼性を有する材料及び構造であること。また、貯蔵建屋を設置しない場合は、雨水等により兼用キャスクの安全機能が喪失しないよう対策が講じられていること。輸送荷室等の緩衝体を装着した状態で貯蔵を行う場合は、緩衝体の経年変化についても考慮していること。						
【確認内容】 (1) 安全機能を維持する上で重要な兼用キャスクの構成部材は、兼用キャスクの最低使用温度における低温脆性を考慮したものであること。また、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及び当該環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化の影響を、設計入力値（例えば、寸法、形状、強度及び材料物性値）又は設計基準値の算定に際し考慮していること。さらに、必要に応じて防食措置等が講じられていること。 (2) 兼用キャスク内部の不活性環境を維持し、温度を制限される範囲に収めることにより、兼用キャスクに収納される使用済燃料の経年変化を低減又は防止する設計であること。	○	○	○	・MSF-24P型の安全機能を維持する上で重要な構成部材は、兼用キャスクの最低使用温度における低温脆性を考慮する。 ・設計貯蔵期間中（60年）の温度、放射線等の環境及び当該環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化の影響を設計入力値（熱的影響による中性子遮蔽材の減損等）において考慮する。 ・兼用キャスクの外側は、塗装等の防食措置を講じる設計とする。	(なし)	16条
4.6 設計貯蔵期間						
【審査における確認事項】 設計貯蔵期間は、設置（変更）許可申請書で明確にされていること。						
【確認内容】 設計貯蔵期間は、当該設計貯蔵期間中の兼用キャスクの安全機能を評価するに当たり、材料及び構造の経年変化の考慮を行うための前提条件となるため、設置（変更）許可申請書で明確にされていること。	○	○	○	・MSF-24P型内部の不活性環境（ヘリウムガス）を維持し、温度を制限される範囲に収めることにより、MSF-24P型に収納される使用済燃料の経年変化を低減又は防止する設計とする。 ・設計貯蔵期間は60年間として、型式証明申請書で明記している。	(なし)	16条

原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド	MSF-24P型式証明での審査範囲			設置許可時の審査・確認事項	対象 条文
	確認①	確認②	確認③		
5. 周辺施設の評価					
5.1 周辺施設の位置付け及び評価の基本方針 【審査における確認事項】 兼用キャスクはそれ自体で安全機能を維持することを基本とすることから、周辺施設は一般産業施設や公衆施設と同等の安全性が要求される施設とすることから、周辺施設は一般産業施設や公衆施設と同等の安全性が要求される施設とすること。	【確認内容】 (1) 周辺施設である機房・配管系、貯蔵建屋等及び基礎は、特段の機能を要求することがなければ一般産業施設や公衆施設と同等の安全性が要求される施設として分類され、一般産業施設や公衆施設と同等の耐震性を有していること。また、具体的な評価内容は「5.2 地震の影響評価」を参考としていること。 (2) 支持部、梁及びそれらの基礎の支持性能を期待する場合等は、第6項地震力に対して機能が維持される設計がなされていること。	—	(型式証明申請の範囲外)	(周辺施設が一般産業施設や公衆施設と同等の耐震性を有していること。)	(4条)
5.2 地震の影響評価					
5.2.1 機器・配管系 【審査における確認事項】 (1) 機器・配管系は、一般産業施設や公衆施設と同等の静的地震力に対して、必要な機能が維持されること。 (2) 機器・配管系に作用する地震力と地震力以外の荷重を適切に組み合わせていること。 (3) 機器・配管系の耐震設計において、安全上適切と認められる規格等に基づき許容限界を設定していること。 (4) 機器・配管系の静的解析において、設置方法に応じて適切な解析モデル及び解析手法を用いていること。 (5) 機器・配管系の耐震性評価については、地震層せん断力係数に基づく水平震度から求めた静的地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ、その結果得られる応力等が上記(3)に示す許容限界を超えていないこと。	【確認内容】 (1) 機器・配管系については、JEA4601に規定される静的地震力に対する評価手法を参考にし、別記2第4条第4項第2号②の規定(Cクラスに属する施設に適用されるものに限る。)による静的地震力に対し、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること。 (2) 荷重及び荷重の組合せの考え方が、以下を踏まえ妥当であること。 1) 地震力以外の荷重 機器・配管系に作用する地震力以外の荷重は、安全上適切と認められる規格等に基づいて、貯蔵時に想定される荷重を考慮していること。 2) 荷重の組合せ 機器・配管系について、一般産業施設や公衆施設と同等の静的地震力に対する耐震性評価を行う際、JEA4601等の安全上適切と認められる規格等を参考に、兼用キャスクの設置方法を踏まえ、機器・配管系に作用する地震力と地震力以外の荷重を組み合わせていること。 (3) 機器・配管系の静的地震力に対する許容限界については、JEA4601又は既往の研究等を参考に設定していること。 (4) 機器・配管系の静的解析に用いる解析モデル及び解析手法は、JEA4601の規定を参考に設定していること。また、機器・配管系の静的解析モデルへの入力地震力は、これらの施設の設置位置における、設置許可基準別記2第4条第4項第2号②の規定(Cクラスに属する施設に適用されるものに限る。)による静的地震力を用いていること。 (5) 機器・配管系の耐震性評価においては、上記(4)による静的地震力とそれ以外の荷重を組み合わせ、これらの施設に生ずる応力等を算定していること。また、当該応力等が上記(3)に示す許容限界を超えていないこと。	—	(型式証明申請の範囲外)	(その他周辺施設の耐震性評価における荷重条件、許容限界、解析手法、評価方法が妥当であること。)	(4条)
5.2.2 貯蔵建屋等 【審査における確認事項】 貯蔵建屋等を設置する場合は、貯蔵建屋等は、一般産業施設や公衆施設と同等の耐震性を有すること。	【確認内容】 貯蔵建屋等は、設置許可基準規則別記2第4条第4項第2号①の規定(Cクラスに属する施設に適用されるものに限る。)による静的地震力に対し、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること。あわせて、一般産業施設や公衆施設と同様に、建築基準法に適合するもの又はこれと同等の耐震設計がなされていること。	—	(型式証明申請の範囲外)	(貯蔵建屋等が一般産業施設や公衆施設と同等の耐震性を有すること。)	(4条)
5.2.3 基礎 【審査における確認事項】 基礎は、一般産業施設や公衆施設と同等の耐震性を有すること。	【確認内容】 (1) 基礎は、設置許可基準規則別記2第4条第4項第2号①の規定(Cクラスに属する施設に適用されるものに限る。)による静的地震力に対し、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるとともに安定性を確保していること。 (2) 基礎の設計における荷重や許容限界、解析手法等の設定においては、基礎の構造形式や設置状況を踏まえ、必要に応じて、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を参考としていること。 (3) 基礎の安定性については、基礎が設置される地盤の地形に伴う傾斜等に対して、兼用キャスクの安全機能が維持されるために必要な状態を確保していること。確認に当たっては、「6. 地盤及び周辺斜面の安定性評価」を参考していること。	—	(型式証明申請の範囲外)	(基礎は、一般産業施設や公衆施設と同等の耐震性を有すること。)	(4条)

原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド		MSF-24P型式証明での審査範囲			設置許可時の審査・確認事項	対象条文	
		積置き	縦置き①	縦置き②			説明事項
6. 地盤及び周辺斜面の安定性評価 6.1 安定性評価の基本方針 【審査における確認事項】 地盤及び周辺斜面は、地震力に対してそれぞれ必要な状態を維持していること。	【確認内容】 (1) 兼用キャスクを設置する地盤については、以下のとおりとしていること。(別表参照) 1) 地盤の十分な支持を想定しない方法により設置する場合 ① 衝突に対して安全機能を損なわないことの確認を要しない場合(別表*1) 兼用キャスクを輸送荷姿その他の兼用キャスクを基礎等に固定せず、かつ、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は、当該衝突に対してその安全機能が損なわれないものとし、その確認を要しない(地盤の安定性評価は不要)。 ② 安全機能を損なわないことの確認を要する場合(別表*2) 次のいずれかにより確認すること。 a. 兼用キャスク蓋部の金属部への衝突評価を行う(地盤の安定性評価は不要)。また、評価に当たっては「4.3.1 地震に対する設計方針」を参考にすること。 b. 地盤の沈下や基礎の傾斜等の評価を行う(地盤の安定性評価が必要)。 2) 地盤の十分な支持を想定する方法により設置する場合(別表*3) 地盤の評価は「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」及び「6.2 安定性評価」を参考にすること。また、設置許可基準規則第3条第2項の変形及び第3項の変位に対して兼用キャスクの安全機能が維持されることを確認するために必要な評価を行うこと。	○	○	—	・MSF-24P型は、地盤の十分に支持されなく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(積置き及び縦置き①)により貯蔵する設計とする(左記③に該当)。 ・基礎等に固定する設置方法(縦置き②)により貯蔵する場合は、基準地震動による地震力が作用した場合においても貯蔵施設を十分に支持することができる地盤に設置する。	(なし)	3条・4条
	(2) 兼用キャスクの周辺斜面については、以下のとおりとしていること。 ① 兼用キャスクの設置位置を斜面から隔離すること。 ② 斜面から隔離しない場合は、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」及び「6.2 安定性評価」を参考に、基準地震動による地震力に対する安定性評価を行い、安定性評価の結果当該斜面の崩壊やすべりが兼用キャスクの安全機能に影響を及ぼすおそれがある場合は、掘削工等の対策を講ずること。 (3) 周辺施設が設置されている地盤は、設置許可基準規則別記2第4条第4項第2号①の規定(Cクラスに属する施設に適用されるものに限る。)による地震力に対して十分な支持力を有すること。	—	—	○	・(兼用キャスクの設置位置を周辺斜面からの隔離すること、隔離しない場合においては安定性評価を行い、キャスクの安全機能に影響を及ぼすおそれがある場合には対策を講じていること。)	(4条)	
		—			・(周辺施設が設置されている地盤の地震力に対する十分な支持を有すること。)	(4条)	
					・(地盤の安定性評価を行う場合は、地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ、その結果得られるすべり等が、許容限界を満足すること。)	(3条)	
6.2 安定性評価 【審査における確認事項】 「6.1 安定性評価の基本方針」を踏まえ、安定性評価を行う場合は、地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ、その結果得られるすべり等が、許容限界を満足すること。	【確認内容】 (1) 基準地震動による地震力を用いた地震応答解析による応答値に対し、以下の照査が行われていること。 ① 地盤の安定性については、基準地震動による地震力に対する地盤のすべり及び基礎の支持力及び傾斜に関して、許容限界を満足すること。 ② 周辺斜面の安定性については、基準地震動による地震力に対するすべりに関して、許容限界を満足すること。 (2) 地盤の沈下や基礎の傾斜等の地盤の変状に対する兼用キャスクの安全機能の維持に係る評価に当たっては、地盤の変状の評価が可能な解析手法を適用し、この応答値が兼用キャスクの安全機能の維持のために必要な沈下や傾斜等の許容限界に対して十分な余裕を有していること。ここで、兼用キャスクの仕様や固定方法等から許容限界が設定される場合は、設置(変更)許可における値を目安値として検討し、仕様が明らかに異なる工事計画認可に係る審査において詳細を確認すること。 (3) キャスク周辺地盤の不平等沈下や地表面の不陸等による変状や地殻変動による地盤の変形の評価に当たっては、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」を参考にしていること。また、キャスク設置地盤における断層等による変位については、安全上適切と認められる規格等に基づき、適切な手法及び条件等を用いた検討により変位量等の評価が行われ、この変位に対して兼用キャスクの安全機能が維持されること。			—	・(型式証明申請の範囲外)	(3条)	

● 第16条、第29条・第30条の説明方針

新規追加

本型式証明における第16条(遮蔽)と第29条・第30条(設置許可インターフェース条件)の兼用キャスクの線量当量率の説明方針は以下のとおりである。

- ✓ 16条(遮蔽)では、貯蔵方式2ケース、代表燃料型式における線量当量率基準適合性を説明する。
- ✓ 29条,30条(設置許可とのI/F条件)では、貯蔵方式2ケース、代表燃料型式におけるインターフェース条件を説明する。

16条(遮蔽)と29,30条(設置許可インターフェース条件)の説明方針

	型式証明 16条(遮蔽)	型式証明 29条,30条(設置許可インターフェース条件) ^(注1)
貯蔵方式	横置き及び縦置き	横置き及び縦置き ※貯蔵建屋を合理的な設計とするために、両貯蔵方式に対するインターフェース条件を設定する
代表燃料型式	17×17燃料(A型)、15×15燃料(A型) ※17×17燃料(B型)、15×15燃料(B型)はそれぞれA型に対する放射線源強度の包絡性を説明する	17×17燃料(A型)、15×15燃料(A型) ※インターフェース条件とする上記燃料型式(A型)に対して、他の型式(B型)の線量当量率の観点での包絡性及び合理的な乾式建屋設計に資するものである点を説明する
線量当量率	3次元解析コード(MCNP5)による詳細解析値	3次元解析コード(MCNP5)による詳細解析値

(注1)兼用キャスクの線量当量率が、設置許可変更申請で実施する29条(工場等周辺における直接線等からの防護)、30条(放射線からの放射線業務従事者の防護)における線量評価の条件となる。この条件をインターフェース条件として型式証明の29条、30条に記載する。

● 燃料型式の代表性 : 16条(遮蔽)

新規追加

✓ 兼用キャスクの線量当量率結果に支配的な燃料有効部ガンマ線源強度及び中性子源強度が高い17×17燃料(A型)及び15×15燃料(A型)を対象に、横置き及び縦置き貯蔵時の各線量当量率(MCNP5コード解析値)を示し、基準適合性を評価する。

各燃料型式の兼用キャスク当たりの線源強度(注1)

17×17燃料(48,000MWd/t型)

線源強度	A型	B型
燃料有効部ガンマ線 (photons/s/基)	1.07×10^{17}	1.01×10^{17}
構造材放射化ガンマ線 (⁶⁰ Co TBq/基) ^(注2)	5.92×10^2	6.02×10^2
燃料有効部中性子 (neutrons/s/基) ^(注3)	1.21×10^{10}	1.12×10^{10}

15×15燃料(48,000MWd/t型)

線源強度	A型	B型
燃料有効部ガンマ線 (photons/s/基)	1.06×10^{17}	9.97×10^{16}
構造材放射化ガンマ線 (⁶⁰ Co TBq/基) ^(注2)	4.44×10^2	4.98×10^2
燃料有効部中性子 (neutrons/s/基) ^(注3)	1.27×10^{10}	1.18×10^{10}

(注1) 中央部12体の燃焼度を48,000MWd/t、外周部12体の燃焼度を44,000MWd/tとした兼用キャスク1基当たりの線源強度。

(注2) バーナブルポイズン集合体の放射化線源を考慮した値。構造材放射化ガンマ線の兼用キャスク外面の線量当量率結果への影響は局所的(燃料集合体端部(ノズル・プレナム部)近傍の評価点)であり、またガンマ線合計(燃料有効部ガンマ線+構造材放射化ガンマ線)の線源強度ではA型が高い。

(注3) 実効増倍率を考慮した全中性子源強度。

(参考) 設置許可基準規則第29条・30条に関するインターフェース条件について

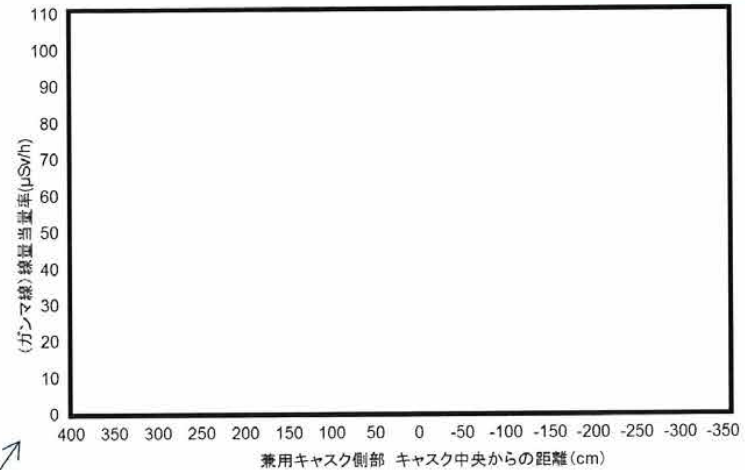
● 燃料型式の代表性 : 29条,30条(設置許可 インターフェース条件)

新規追加

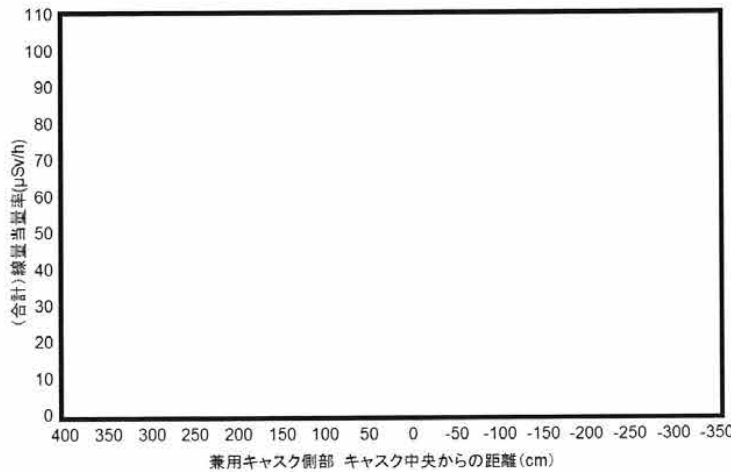
✓ 17×17燃料(A型)、15×15燃料(A型)を対象(16条で示したとおりに)、横置き及び縦置き、それぞれにつきインターフェース条件(MCNP5コードによる兼用キャスクの線量当量率)を示す。

※参考として、各燃料型式における兼用キャスクの線量当量率結果の比較(二次元解析コード:DOT)を示す。

インターフェース条件とする代表燃料型式は他型式を包絡しており、かつ合理的な乾式建屋設計に資することができる。(過度な保守性を持つ建屋設計とならない。)

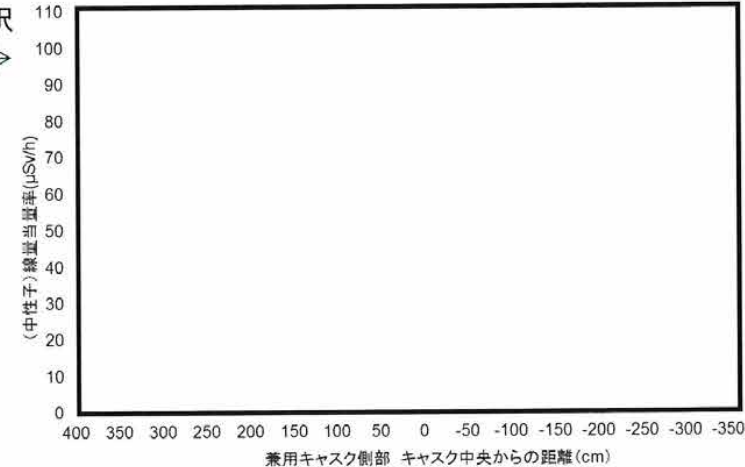


ガンマ線 線量当量率



合計 線量当量率

内訳



中性子 線量当量率

各燃料型式の兼用キャスクの表面から1m位置の線量当量率比較

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