

資料1

Doc. No. L5-95JY253 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)

2020.9.17

三菱重工業株式会社

第4回ヒアリング(2020.9.8)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
3. 今後のご説明スケジュール	…26

1. 指摘事項(コメント)リスト (1/2)

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(P.3~P.10)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P.11に示す。	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	各設置方法における兼用キャスク及び輸送用及び貯蔵用付属品の定義、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(P.4~P.9)。本整理結果を踏まえ、「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範囲外とする。	次回審査会合で説明予定。
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P.10~P.25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。	2020/8/6審査会合で説明。

1. 指摘事項(コメント)リスト (2/2)

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。	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。	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')

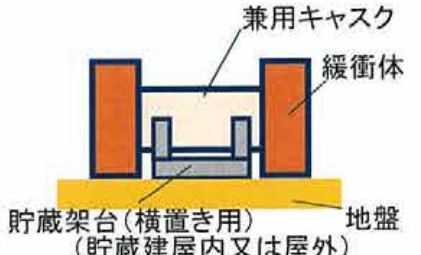
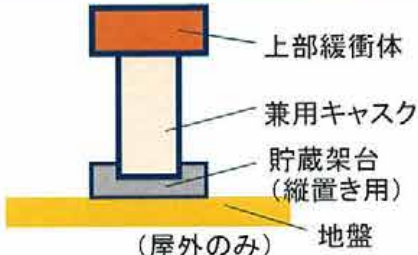
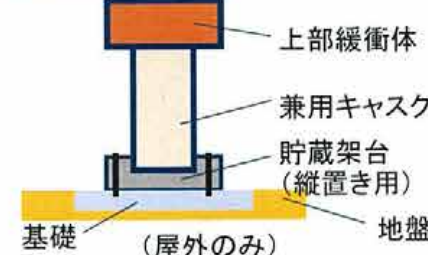
指摘事項(No.1')

新規追加

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。

(回答)

本申請での設置方法を下表に示す。各設置方法における兼用キャスクの定義をP.5に示す。また、型式証明の審査事項及び後段申請の確認事項をP.9に示す。本整理結果を踏まえ、申請範囲として申請している「貯蔵架台(縦置き)」については本申請の範囲外とする。

地盤の状態	兼用キャスクの基礎等への固定	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2)

(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。

(注2) 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

● 兼用キャスクの定義

- 設置許可基準規則の定義^(注)に基づき、MSF-24P型の事業所外運搬及び原子力発電所内貯蔵に関連する部品又は設備について、兼用キャスクとして定義されるものを明確にした(下表)。

(注)設置許可基準規則第2条第2項第41号抜粋:

兼用キャスクとは、**使用済燃料を工場内に貯蔵する乾式キャスクのうち、使用済燃料の工場等外への運搬に使用する容器に兼用することができるものとして、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第6条又は第7条及び第11条に定める技術上の基準(容器に係るものに限る。)**に適合するものをいう。

分類		部品/設備	輸送時 (事業所外運搬)	貯蔵時 (原子力発電所内貯蔵)
乾式 キャスク	兼用 キャスク	キャスク本体 ^(注1)		○
		バスケット		○
		一次蓋		○
		二次蓋		○
	緩衝体	モニタリングポートカバープレート ^(注2)	○	—
		輸送用三次蓋	○	—
		貯蔵用三次蓋 ^(注3)	—	○
		輸送用緩衝体	○	—
周辺施設	貯蔵架台	—	○	
	圧力センサ ^(注5)	—	○	

(注) 輸送時又は貯蔵時に使用される部品又は設備を「○」、使用されないものを「—」として示す。

(注1) 胴、中性子遮蔽材、外筒等で構成される。

(注2) 輸送時に二次蓋上面に設置される。貯蔵時には圧力センサを設置するため、モニタリングポートカバーは設置しない(P.6参照)。

(注3) 貯蔵時に二次蓋上面に設置する圧力センサケーブルの外部への引き出しのために、貯蔵用三次蓋は、輸送用三次蓋(P.7参照)に対し、P.8に示す一部改造を行う。

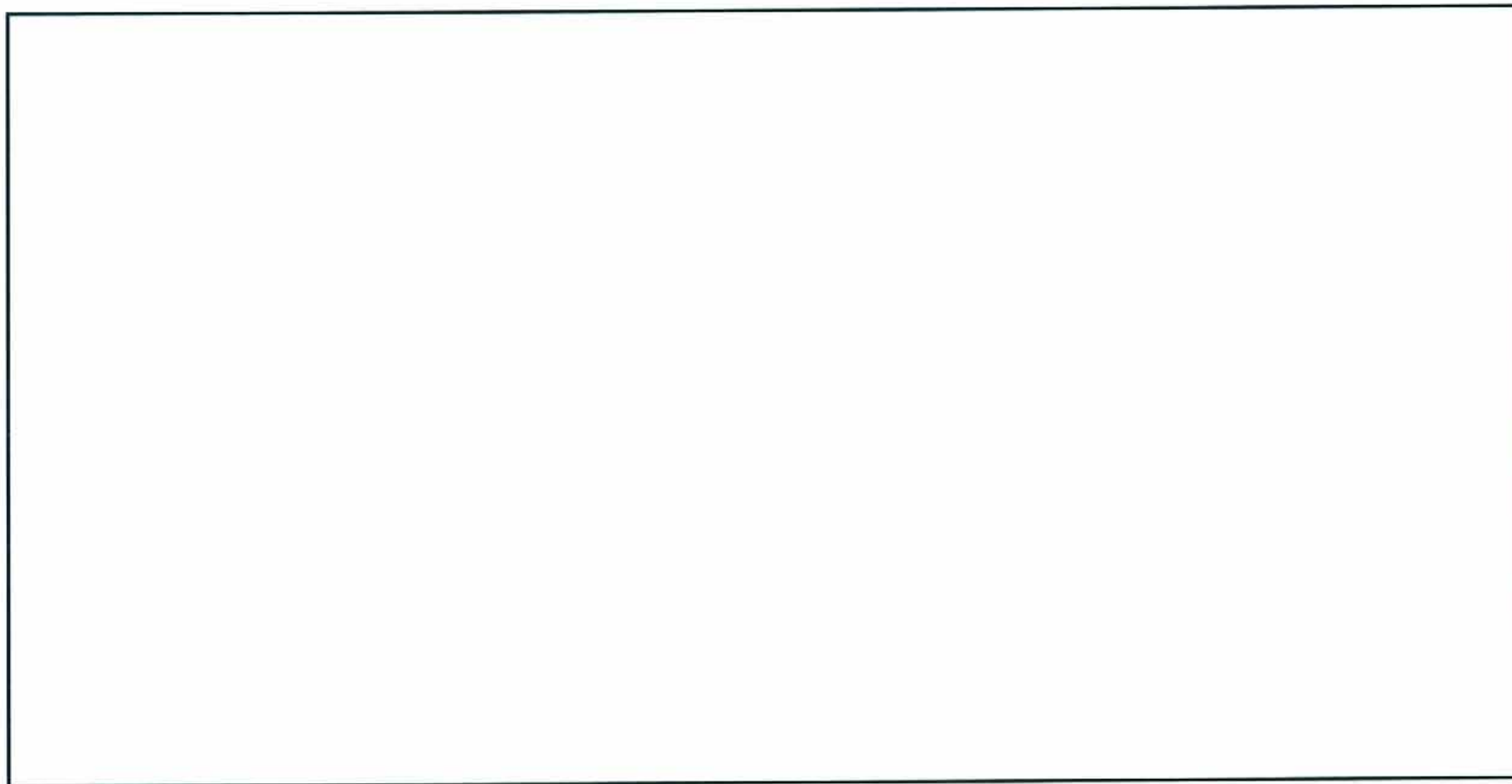
(注4) 貯蔵時に二次蓋上面に設置する圧力センサケーブルの外部への引き出しのために、貯蔵用緩衝体(上部)は、輸送用緩衝体(上部)(P.7参照)に対し、P.8に示す一部改造を行う。

(注5) 貯蔵時に一次蓋と二次蓋の蓋間圧力監視のため、二次蓋上面に設置される(P.6参照)。

2.1 指摘事項への回答(No.1')

● 二次蓋の構造

新規追加



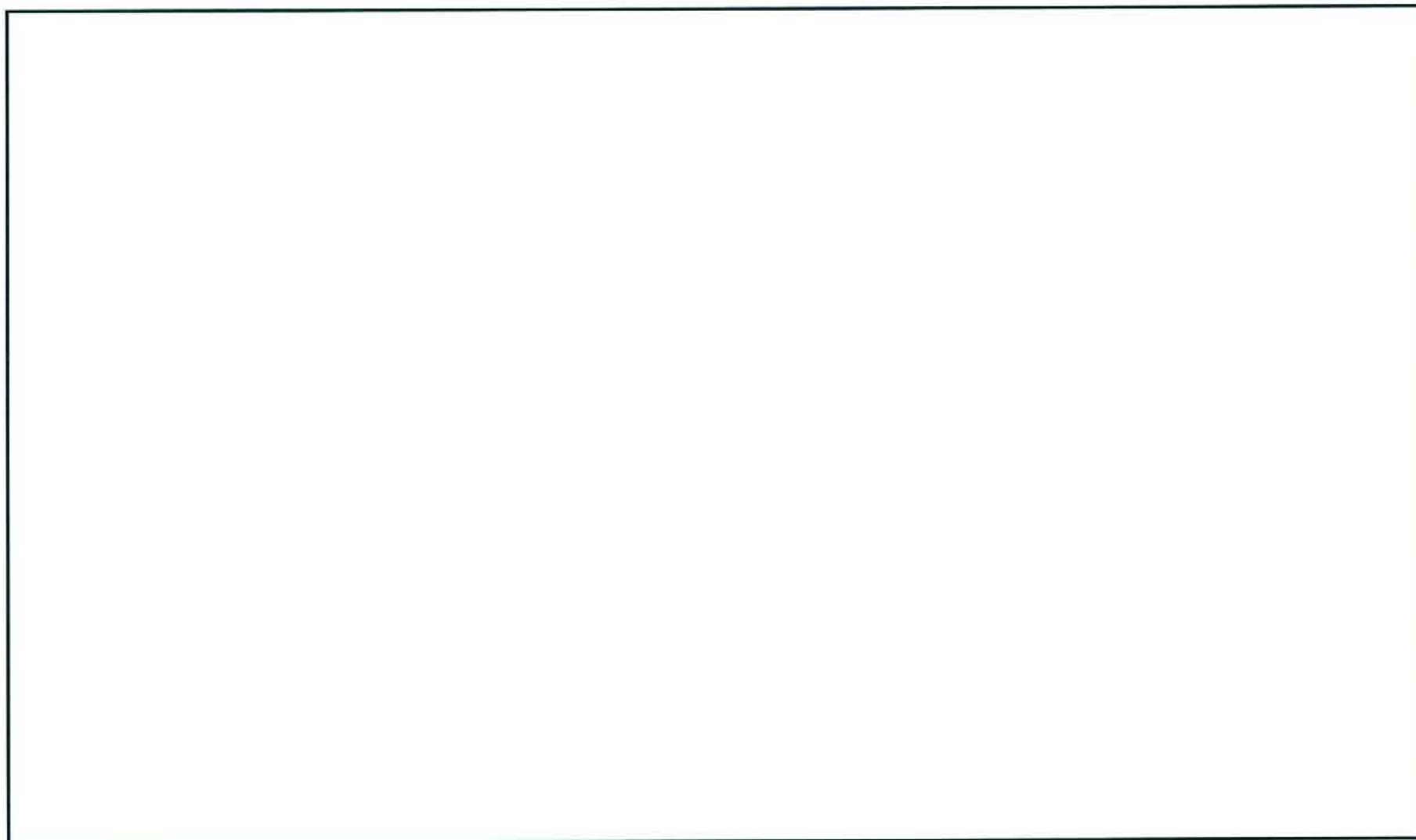
(貯蔵時)

(輸送時)

2.1 指摘事項への回答(No.1')

● 輸送用三次蓋の構造

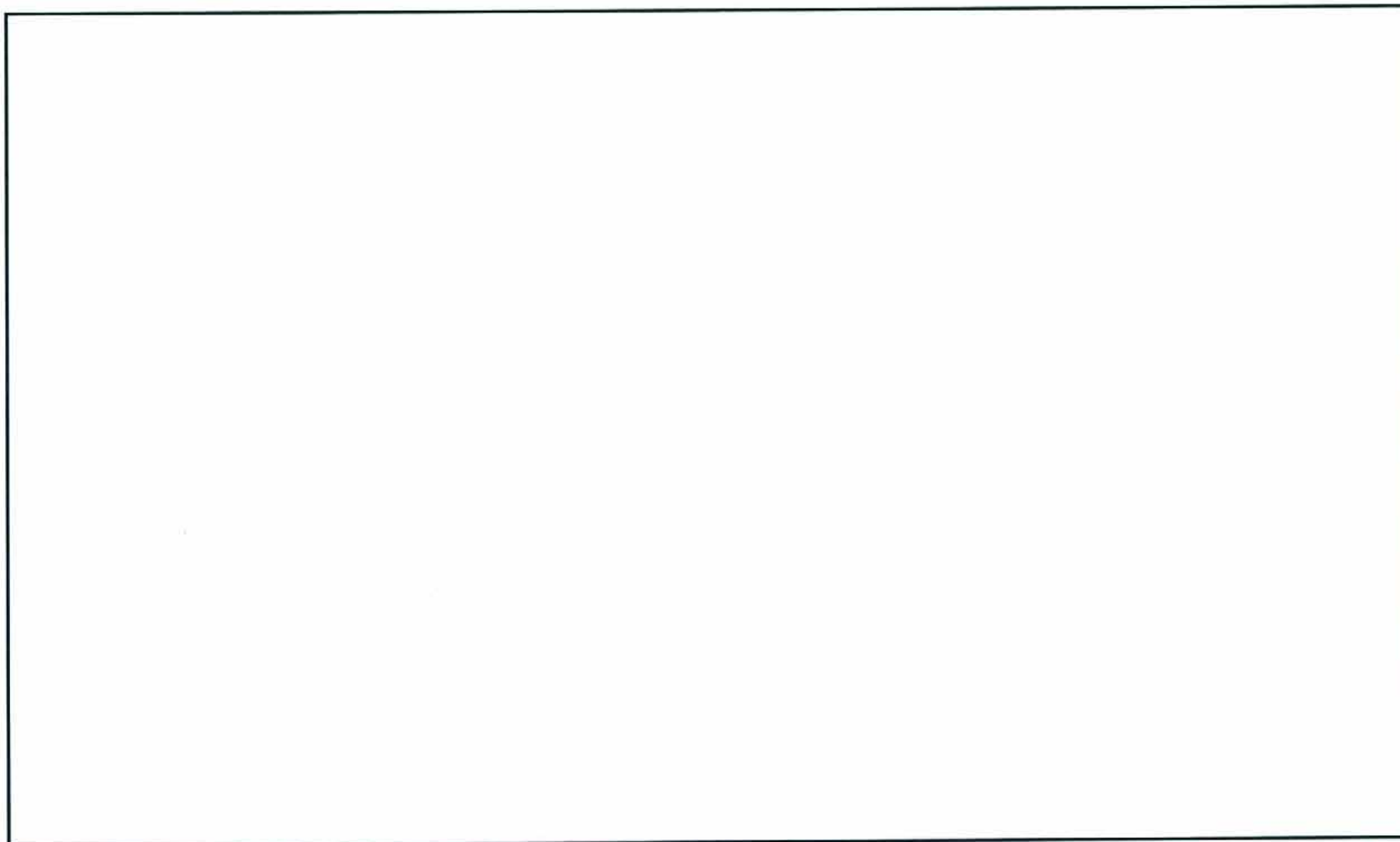
新規追加



2.1 指摘事項への回答(No.1')

● 貯蔵用三次蓋の構造

新規追加



2.1 指摘事項への回答(No.1')

新規追加

● 型式証明での審査事項及び後段審査での確認事項

- P.5の整理を踏まえ、型式証明での審査事項及び後段審査での確認事項を下表に整理した。
- 型式証明では、以下を審査頂く予定である(下表赤枠参照)。
 - ・貯蔵用の兼用キャスク関連部品/設備を使用した状態での兼用キャスク^(注)の設置許可基準規則への適合性

(注)申請範囲として申請している「貯蔵架台(縦置用)」は、申請範囲外へ適正化する。

用途	貯蔵時 設置方法		兼用キャスクの関連部品/設備				型式証明 での 審査事項	後段審査での確認事項 (型式認証制度を用いる場合)			
			緩衝体	三次蓋	モニタリング ポートカバー	圧力 センサ		架台	設置許可	型式指定	設工認
事業所 外運搬	— (輸送荷姿)		輸送用 緩衝体 (上・下部)	輸送用 三次蓋	モニタリング ポートカバー	なし	(輸送架台)	—(注1)	—	○ (外運搬規則 への適合性)	—
原子力 発電所 内貯蔵	蓋部の 金属部 への衝 突が生 じない 設置方 法	横置 き	貯蔵用 緩衝体 (上・下部)	貯蔵用 三次蓋	なし	圧力 センサ	貯蔵架台 (横置用)	○ (左記の部品/ 設備を使用し た状態での兼 用キャスクの 設置許可基準 規則への適合 性)	○ (型式証明を 受けた設計で あること、及び 使用できる条 件に含まれる こと)	○ (型式証明を 受けた設計の 技術基準への 適合性)	○ (外運搬規則 に適合してい ること、及び型 式指定を受け た設計である こと、及び使用 できる条件に 含まれること)
		縦置 き①	貯蔵用 緩衝体 (上部)				貯蔵架台 (縦置用)				
	基礎等 に固定 する設 置方法	縦置 き②									

(注1)型式証明申請において、事業所外運搬に係る適合性説明は行わないが、後段の型式指定において外運搬規則への適合性を示すために必要となる輸送用付属品(輸送架台を除く)の仕様及び構造は、型式証明申請書内に含める。

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”)

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。

(回答)

基礎等に固定する設置方法(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以下に示す。

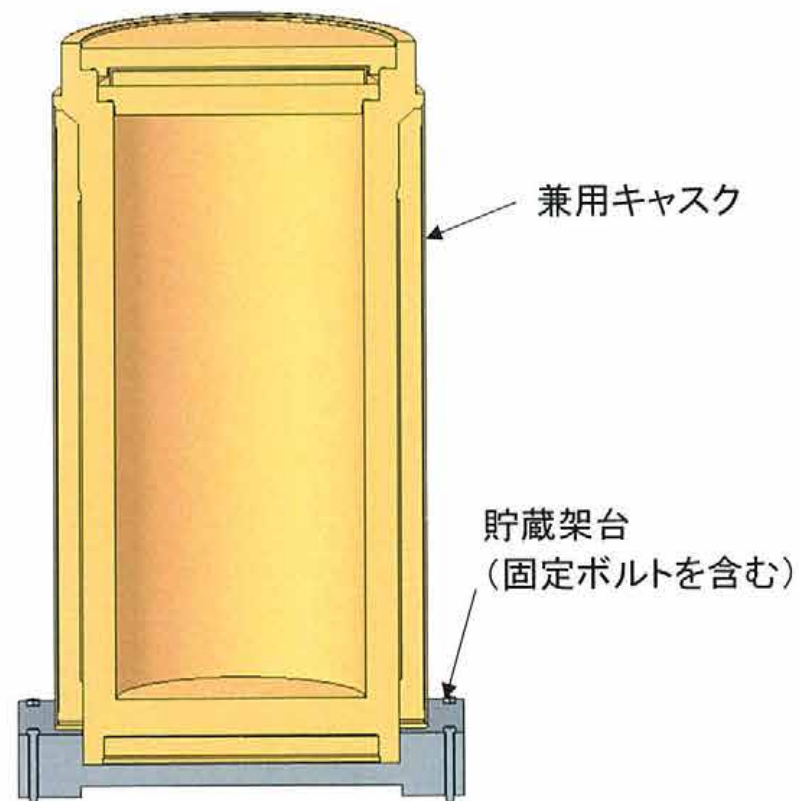
- | | |
|------------------------|------------|
| (1) 縦置き②による設置方法の基本設計方針 | …P.11～12参照 |
| (2) 耐震評価方針 | …P.13～14参照 |
| (3) 耐震評価概要(速度条件) | …P.15～18参照 |
| (4) 耐震評価概要(加速度条件) | …P.19～20参照 |
| (5) 型式証明と後段申請の範囲 | …P.21～25参照 |

2.1 指摘事項への回答(No.1”)

(1) 縦置き②による設置方法の基本設計方針

● 縦置き②による設置方法

縦置き②による設置方法(以下、「カップホルダ貯蔵方式」と称する)は、円柱形状の掘り込みを有する貯蔵架台に兼用キャスクの底部を吻合させることで兼用キャスクを支持する方法である。兼用キャスクは貯蔵架台に固縛しない。



2.1 指摘事項への回答(No.1”)

(1) 縦置き②による設置方法の基本設計方針

● 兼用キャスクの耐震の基本設計方針

第6項地震力に対して、兼用キャスクの安全機能(臨界防止、遮蔽、除熱、閉じ込め)が損なわれるおそれがない設計とする。

● 規則適合性の説明方針

兼用キャスクを貯蔵架台に設置した状態において、第6項地震力によって兼用キャスクに作用する荷重に対し、兼用キャスクの安全機能が維持できることを示す。

(2) 耐震評価方針

● 審査ガイドの規定

審査ガイドでは、地震力として、下の①又は②のいずれかを適用することを定めており、型式申請では、①兼用キャスク告示で定める地震力(加速度及び速度)を適用する。

審査ガイド抜粋 兼用キャスク告示で定める地震力

4.2.1 地震

【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。

【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

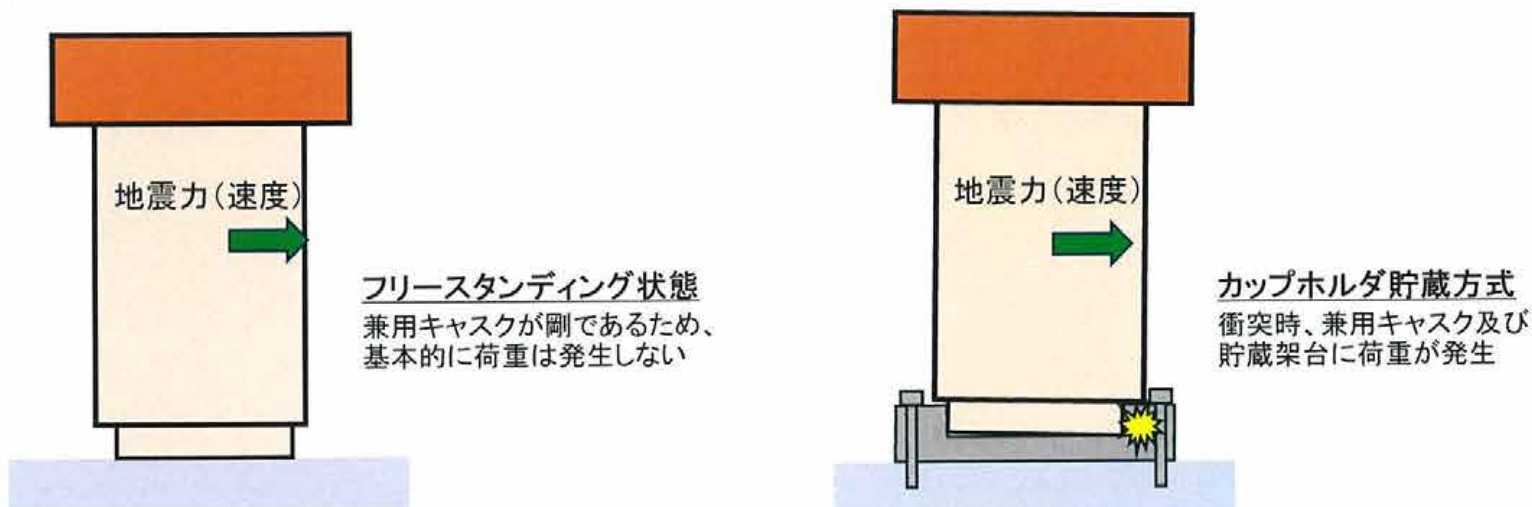
② 基準地震動による地震力

解放基盤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応答加速度に基づく地震力

(2) 耐震評価方針

● 速度条件による評価

- 兼用キャスクは固縛することなく、貯蔵架台とのクリアランス内でガタを有する支持方法である。
- 地震時、兼用キャスクがガタの中で貯蔵架台に対して相対的に移動し、貯蔵架台と接触(衝突)することにより荷重が発生する。
- したがって、兼用キャスク告示で定める地震力の速度条件を用いて兼用キャスクと貯蔵架台との衝突荷重を算出し、兼用キャスクの構造健全性を評価する。



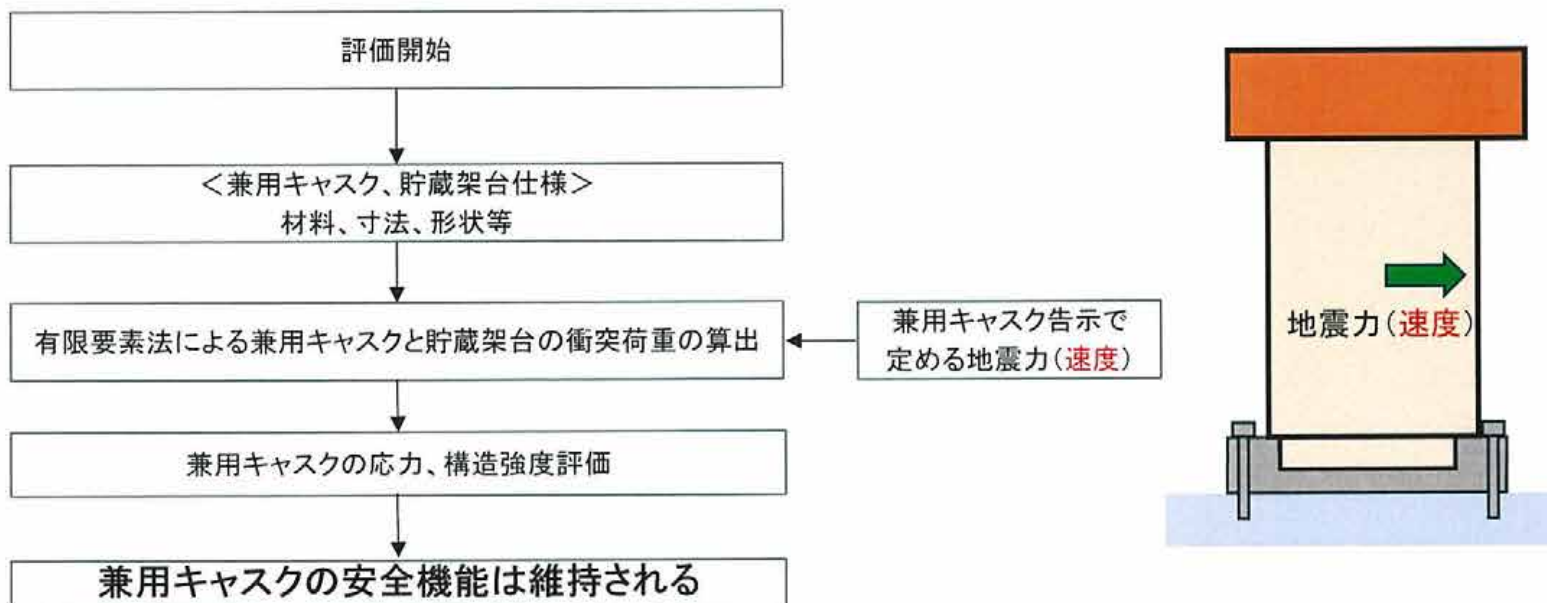
● 加速度条件による評価

- ガタの隙間が十分に小さいため、完全支持状態とみなした上で、兼用キャスク告示で定める地震力の加速度条件を用いて兼用キャスクの構造健全性を評価する。

2.1 指摘事項への回答(No.1”)

(3) 耐震評価概要(速度条件)

● 速度条件を用いた耐震評価フロー

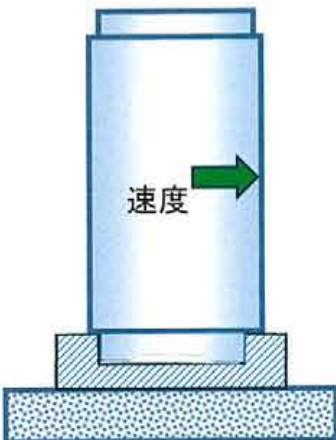


- 兼用キャスクと貯蔵架台の衝突荷重に対して、兼用キャスク各部の発生応力を求め、構造健全性を評価することで、兼用キャスクの安全機能が維持できることを示す。

2.1 指摘事項への回答(No.1”)

(3) 耐震評価概要(速度条件)

- 解析モデル(衝突荷重算出用)

速度条件 水平200cm/s 及び鉛直140cm/s
評価モデル 
解析コード LS-DYNA
解析条件 兼用キャスクに初速(速度条件)を付与して、貯蔵架台に衝突させ、その際の発生荷重を評価する。

2.1 指摘事項への回答(No.1”)

(3) 耐震評価概要(速度条件)

● 境界条件(貯蔵架台の主要仕様)

主要形状(特徴)

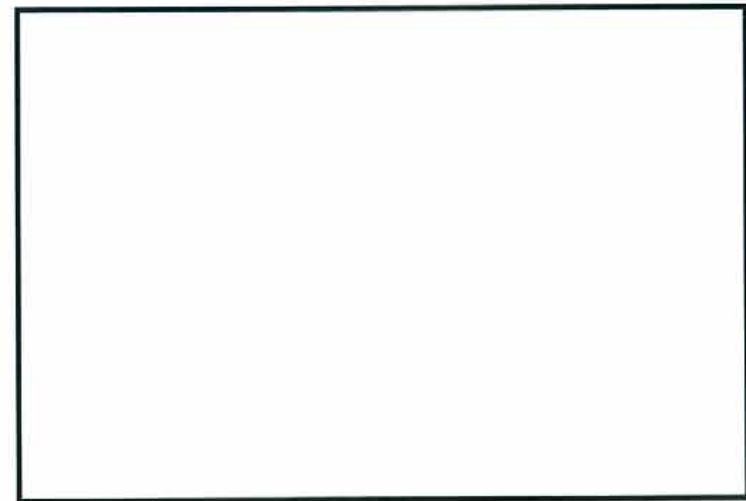
- ・掘り込み部 : 兼用キャスクを縦置き状態で設置
- ・脚部設置 : エアパレットを挿入
- ・固定方法 : 固定ボルトで基礎に固定

主要寸法

- ・外形 : 3100mm × 2700mm × 450mm
- ・勘合部 : 
- ・固定ボルト : M56 × 14本

材料

- ・貯蔵架台 : 炭素鋼
- ・固定ボルト : ニッケルクロムモリブデン鋼



2.1 指摘事項への回答(No.1”)

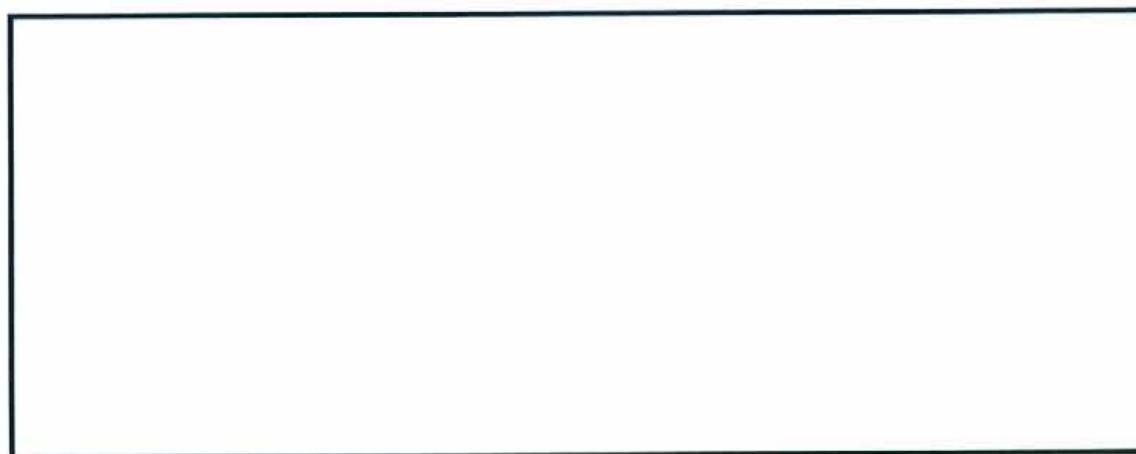
(3) 耐震評価概要(速度条件)

● 構造健全性評価

兼用キャスクの安全機能を担保する主要部材に対して、応力値が民間規格(JEAG4601、JSME金属キャスク構造規格等)を満足することを確認する。

<評価部位>

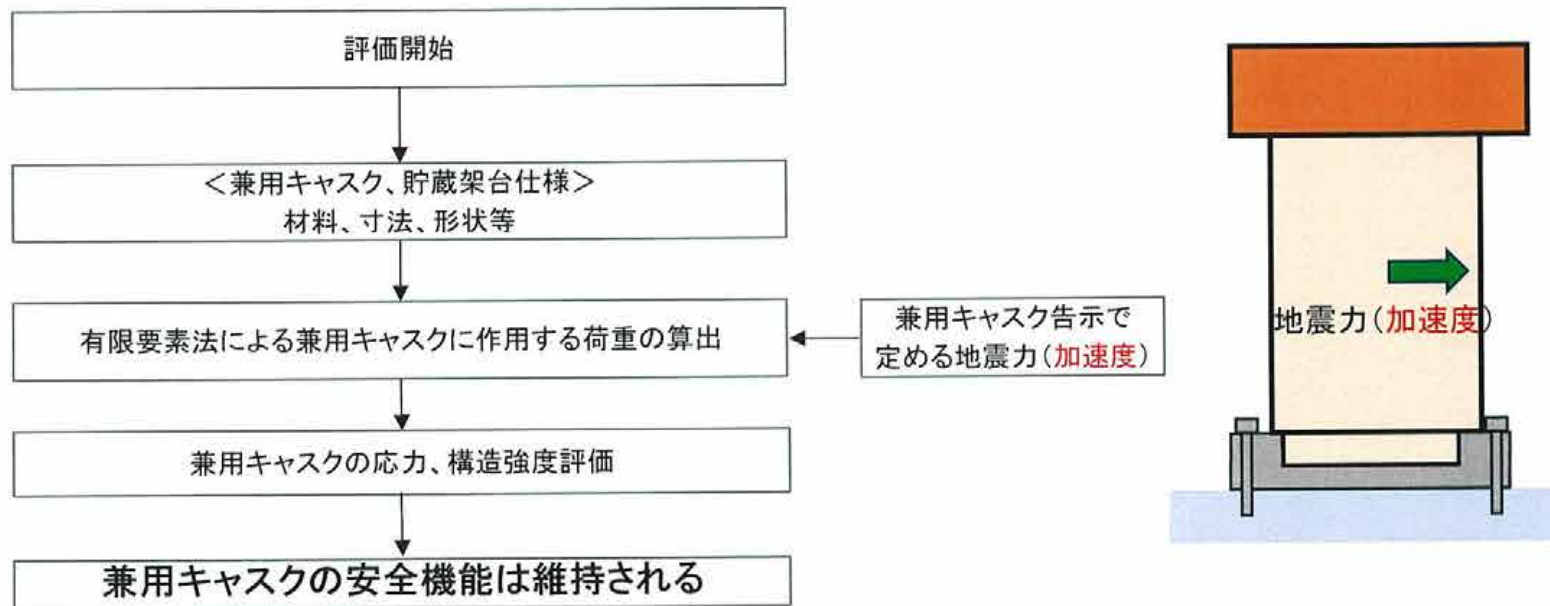
- ・胴
- ・蓋
- ・密封境界部(蓋ボルトを含む)
- ・バスケット



2.1 指摘事項への回答(No.1”)

(4) 耐震評価概要(加速度条件)

● 加速度条件を用いた耐震評価フロー

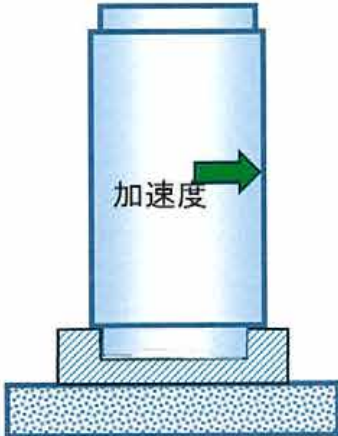


- 兼用キャスクに作用する荷重に対して、兼用キャスク各部の発生応力を求め、構造健全性を評価することで、兼用キャスクの安全機能が維持できることを示す。

2.1 指摘事項への回答(No.1”)

(4) 耐震評価概要(加速度条件)

● 解析モデル(荷重算出用)

加速度条件 水平2300Gal 及び鉛直1600Gal
評価モデル 
解析コード ABAQUS
解析条件 兼用キャスクに慣性力(加速度条件)を付与して、兼用キャスクに作用する荷重を評価する。

● 境界条件(貯蔵架台の主要仕様)

速度条件(P.17)と同じ

● 構造健全性評価

速度条件(P.18)と同じ

(5) 型式証明と後段申請の範囲

● 設置許可申請での確認事項

審査ガイドでは、地震力として、下の①又は②のいずれかを適用することを定めており、設置許可申請では、①兼用キャスク告示で定める地震力(加速度及び速度)又は②基準地震動による地震力のいずれかを適用する。

審査ガイド抜粋 兼用キャスク告示で定める地震力

4.2.1 地震

【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。

【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

解放基盤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応答加速度に基づく地震力

(5) 型式証明と後段申請の範囲

● 設置許可申請での確認事項

①兼用キャスク告示で定める地震力を適用する場合

以下を確認する。なお、地震力は型式申請の条件と一致するため確認不要である。

○寸法、材料等の設計条件が型式申請の条件と同一であること

②基準地震動による地震力を適用する場合

兼用キャスクは固縛することなく、貯蔵架台とのクリアランス内でガタを有する支持方法であることから、時刻歴波による地震応答を評価する。この場合、兼用キャスクに発生する荷重は、貯蔵架台との相対速度に依存するため、時刻歴地震応答における兼用キャスクと貯蔵架台の相対速度が告示地震力(速度条件)以下であることを示すことで型式申請の結果が適用できると判断できる。

したがって、以下を確認する。

○寸法、材料等の設計条件が型式申請の条件と同一であること

○兼用キャスクと貯蔵架台の相対速度が型式申請の条件以下であること(注1)

(注1)カップホルダ貯蔵方式における時刻歴動解析(補足1:P.23参照)によって、兼用キャスクと貯蔵架台の相対速度が型式申請の地震力条件(水平200cm/s、鉛直140cm/s)以下であることを示す。

<評価例>

1000Gal相当のPWR人工地震波(補足2:P.24参照)での時刻歴動解析の場合

- ・水平方向:速度最大値:92cm/s (衝突時最大:76cm/s) < 告示に定める地震力:200cm/s
- ・鉛直方向:速度最大値:51cm/s < 告示に定める地震力:140cm/s

(5) 型式証明と後段申請の範囲

(補足1) 時刻歴動解析の概要

解析モデル

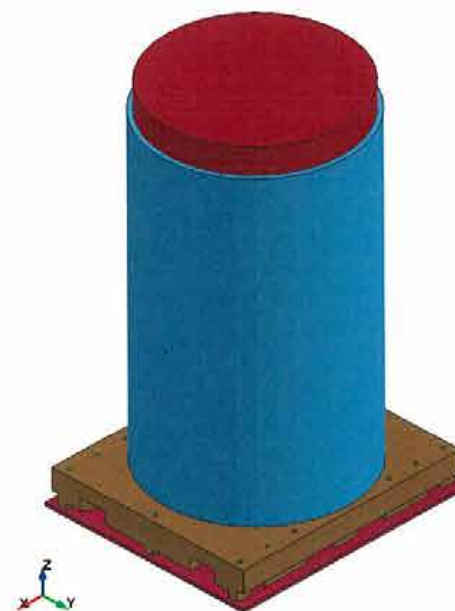
- 兼用キャスク、貯蔵架台、固定ボルトで構成(ソリッド要素でモデル化)
- 貯蔵架台は床面(基礎)に固定ボルトで固定
- 兼用キャスクと貯蔵架台の掘り込み部の隙間:半径2mmを考慮
- 兼用キャスクは、貯蔵架台の掘り込み部に置いた状態を模擬

解析コード

- LS-DYNA

解析条件

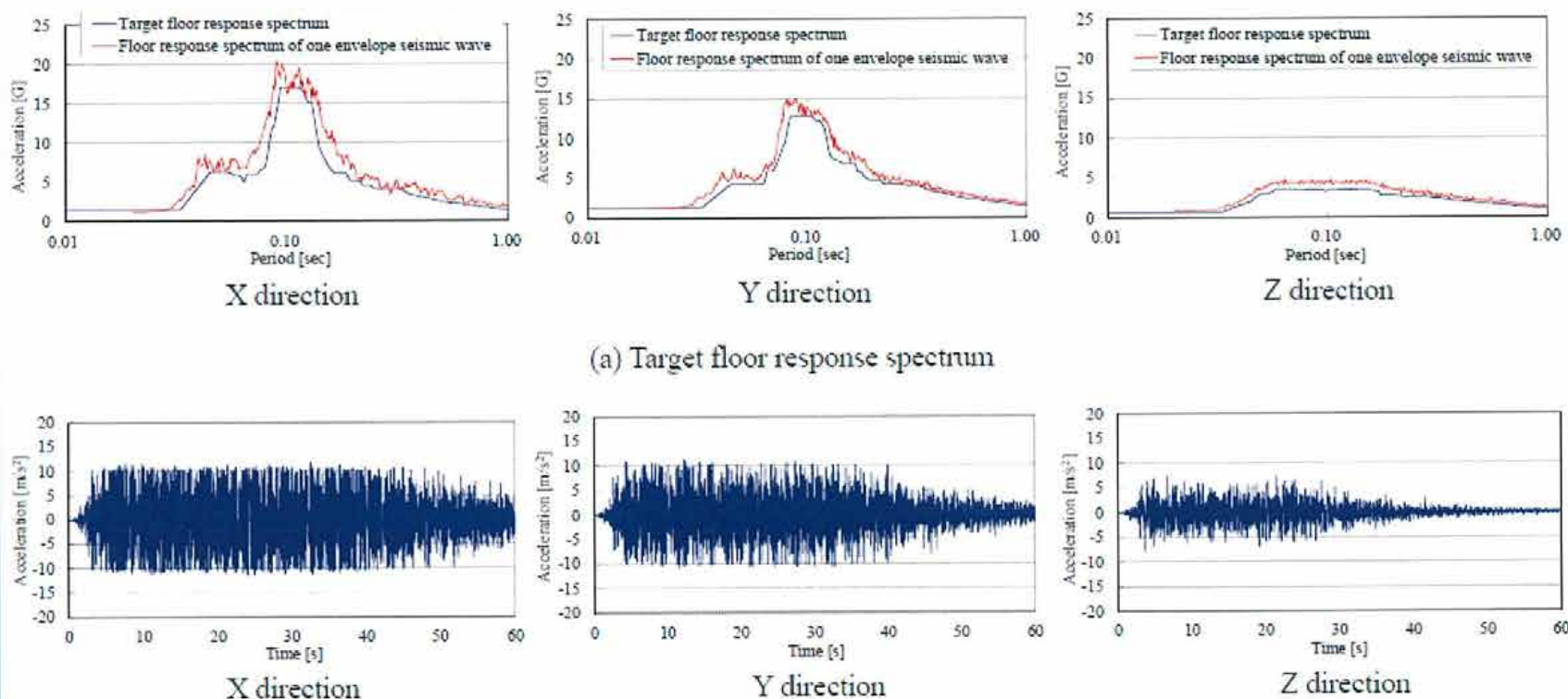
- 弾性評価
- 接触要素による兼用キャスクと貯蔵架台の衝突を考慮
- 床面(基礎)に時刻歴地震波を入力



(5) 型式証明と後段申請の範囲

(補足2) PWRプラントの人工地震波

日本国内PWRプラントの使用済燃料ピット床位置における地震特性を考慮した目標床応答スペクトルを全周波数範囲にわたって1波で包絡する60秒の人工地震波



(出典) 日本機械学会論文集「フリースタANDINGラックの実用化研究(実寸大試験体を用いた耐震試験)」Vol.81, No.831, 2015

2.1 指摘事項への回答(No.1”)

(5) 型式証明と後段申請の範囲

● 各審査フェーズにおける審査範囲

審査	審査事項
型式申請	兼用キャスク告示で定める地震力における縦置き②の耐震評価手法 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 貯蔵架台に設置した状態において、兼用キャスクに作用する荷重に対し、兼用キャスクの安全機能が維持できること。
設置許可申請 (事業者)	型式申請の条件の適合性確認 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 兼用キャスクと貯蔵架台との取合い条件、貯蔵架台の仕様が型式申請と同じであること。 ➤ 設置許可申請における評価条件が型式申請の条件以下であること。 <ul style="list-style-type: none"> ①兼用キャスク告示で定める地震力を適用する場合 (確認不要) ②基準地震動による地震力を適用する場合 兼用キャスクと貯蔵架台の相対速度(時刻歴動解析により算出)が型式申請の条件(水平200cm/s以下、鉛直140cm/s以下)以下であること。
設工認 (事業者)	上記方針に基づく健全性評価

3. 今後のご説明スケジュール

● 審査工程案

- 次回審査会合にて、縦置き②の申請範囲に係るコメントについて、基礎等に固定する設置方法(縦置き②)に係るコメント回答(No.1' 及びNo.1'')をご回答。
- 上記審議と並行して、設置許可基準規則への適合性について、4つの安全機能(16条)をご説明。
- 引き続き、地震(4条)、津波(5条)・竜巻(6条)・その他についてご説明。
(なお、地震(4条)以外の説明事項は、縦置き①と縦置き②は同じである。)

条項		2020年度			
		4月-6月	7月-9月	10月-12月	1月-3月
全般	ヒアリング 審査会合	概要 ▼ 6/8	申請範囲 ▼ 8/6	申請範囲(2) ▼	▽補正
16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		横置き・縦置き①② ▼	縦置き①と縦置き②の 適合性説明事項は同じ	
4条 地震による損傷の防止	ヒアリング 審査会合		横置き・ 縦置き①	縦置き② ▼	
5条 津波による損傷の防止 6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		横置き・ 縦置き①② ▼	縦置き①と縦置き②の 適合性説明事項は同じ	