

リサイクル燃料備蓄センター設工認
設 2-参-004 改 1
2022 年 5 月 24 日

リサイクル燃料備蓄センター  
設計及び工事の計画の変更認可申請書

補正の概要について

令和 4 年 5 月

リサイクル燃料貯蔵株式会社

## 目次

1.	概要	1
2.	補正の方針	1
3.	補正に係る説明	2
4.	各設備等の補正方針	3
4.1	使用済燃料の臨界防止について	3
4.2	使用済燃料の閉じ込めについて	4
4.3	使用済燃料の除熱について	6
4.4	放射線による被ばくの防止について	8
4.5	金属キャスクへの使用済燃料の収納と搬出への備えについて	13
4.6	使用済燃料の受入施設（搬送設備及び受入設備）について	14
4.7	計測制御系統施設について	17
4.8	汚染の拡大防止	21
4.9	放射線管理施設について	23
4.10	使用済燃料貯蔵施設の耐震性について	29
4.11	自然現象について	43
4.12	安全機能を有する施設について	44
4.13	通信連絡設備について	46
4.14	工事の方法（金属キャスク以外の設備）	51
4.15	変更理由等の記載について	53
4.16	仮想的な大規模津波に対する貯蔵架台の影響評価について	65

## 1. 概要

これまでの審査会合等を踏まえて、設工認申請書に関して、追加記載が必要な箇所、余分な記載がある箇所、修正すべき点について、今後、補正を行う。

本資料では、その補正内容について概要を述べる。

## 2. 補正の方針

補正内容は次のとおり分類される。

### A. コメント対応

#### A-1. 審査会合でのコメントへの対応

・次の6項目である。

→(A-1-1)液状化の検討について追記

→(A-1-2)申請対象設備の抽出について再確認し、抽出漏れがないことの説明を追記

→(A-1-3)事業所外運搬との責任分界点を明確にするため、原子炉設置者との取り合いを追記

→(A-1-4)使用済燃料貯蔵建屋の最大貯蔵能力(約3,000t)を追記

→(A-1-5)計算機プログラムの説明(竜巻関係)を追記

→(A-1-6)受入施設の空気圧縮機のパッケージ機器の付属機器の記載を削除

#### A-2. ヒアリングでのコメントへの対応…No.は当社コメントリストにおける番号

・ヒアリングでのコメントへの対応

→(A-2-1)コメント回答(文書)にて回答し、了承を得た案件

No. 1214-06

No. 0113-14, 17, 20, 21, 22, 23, 25, 27

No. 0209-16, 17, 18, 21, 22, 23, 26, 30, 32, 33, 35, 37, 38, 41, 42, 43, 44,  
-45, 46, 56, 63, 69, 78, 81, 84, 85, 86, 89, 90, 91, 92

No. 0309-04, 06, 09, 10, 16, 17, 23, 24, 25

→(A-2-2)口頭又は補足説明資料にて回答し、了承を得た案件

No. 1206-07, 0113-14

→(A-2-3)口頭にて回答し、了承を得た案件(コメントリストにないもの)

→(A-2-4)申請書の体裁等に係る案件

No. 1206-02

No. 0331-01, 02, 03, 04

## B. 当社検討に基づく補正

- ・ヒアリングでの議論や当社での検討を経て補正するもので、コメント回答等による確認を得ていない案件

B-1. 方針や考え方を変更するもの

B-2. 説明が不十分と考えられることから、記載を変更するもの

B-3. 記載の整合, 用語修正, 誤字・誤記訂正等

## 3. 補正に係る説明

本資料では、A-2-4, B-1, B-2 及び A-1 の一部について、設備等毎に補正内容の説明を行う。

なお、A-2-1, A-2-2, A-2-3 については、コメント回答等で補正内容を説明済であることから、本資料では説明を省いている。

4. 各設備等の補正方針（「別添 I」は、申請書の別添 I を示す。「添付」等も同様）

4.1 使用済燃料の臨界防止について

(B-2)

① 第 3 表 臨界解析条件へのボロン密度の追記。

変更後の具体例を以下に示す。

添付 1-1-1 使用済燃料が臨界に達しないことに関する説明書

(BWR 用大型キャスク (タイプ 2 A))

(PDF639)

枠囲みの内容は商業機密に属しますので公開できません。

第 3 表 臨界解析条件

項目	乾燥状態	冠水状態
金属キャスク 内雰囲気	真空	冠水 (水密度 1.0 g/cm <sup>3</sup> )
金属キャスク 外雰囲気	真空	
収納物	可燃性毒物の反応度抑制効果を見 無視した初期濃縮度の燃料集合 体 高燃焼度 8 × 8 燃料, 濃縮度 3.66 wt%	濃縮度の異なる 2 種類の燃料棒を 用いた炉心装荷冷温状態での無限 増倍率が 1.3 となる燃料集合体モ デル
収納体数 (体)	69 (金属キャスクの最大収納体数)	
金属キャスク の配列	無限配列 (金属キャスクに外接する四角柱表面で完全反射)	
バスケット部 材中の中性子 吸収材含有量	ボロン添加ステンレス鋼の天然ボロン含有率については、仕様上の下 限から <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span> に設定 (B-2)-①	

## 4.2 使用済燃料の閉じ込めについて

(B-2)

- ① 閉じ込めの検査に用いるリークチェック孔の説明及び図面を追記。

変更後の具体例を以下に示す。

### 添付 2-1-1 金属キャスクの閉じ込めの機能に関する説明書

(BWR用大型キャスク(タイプ2A))

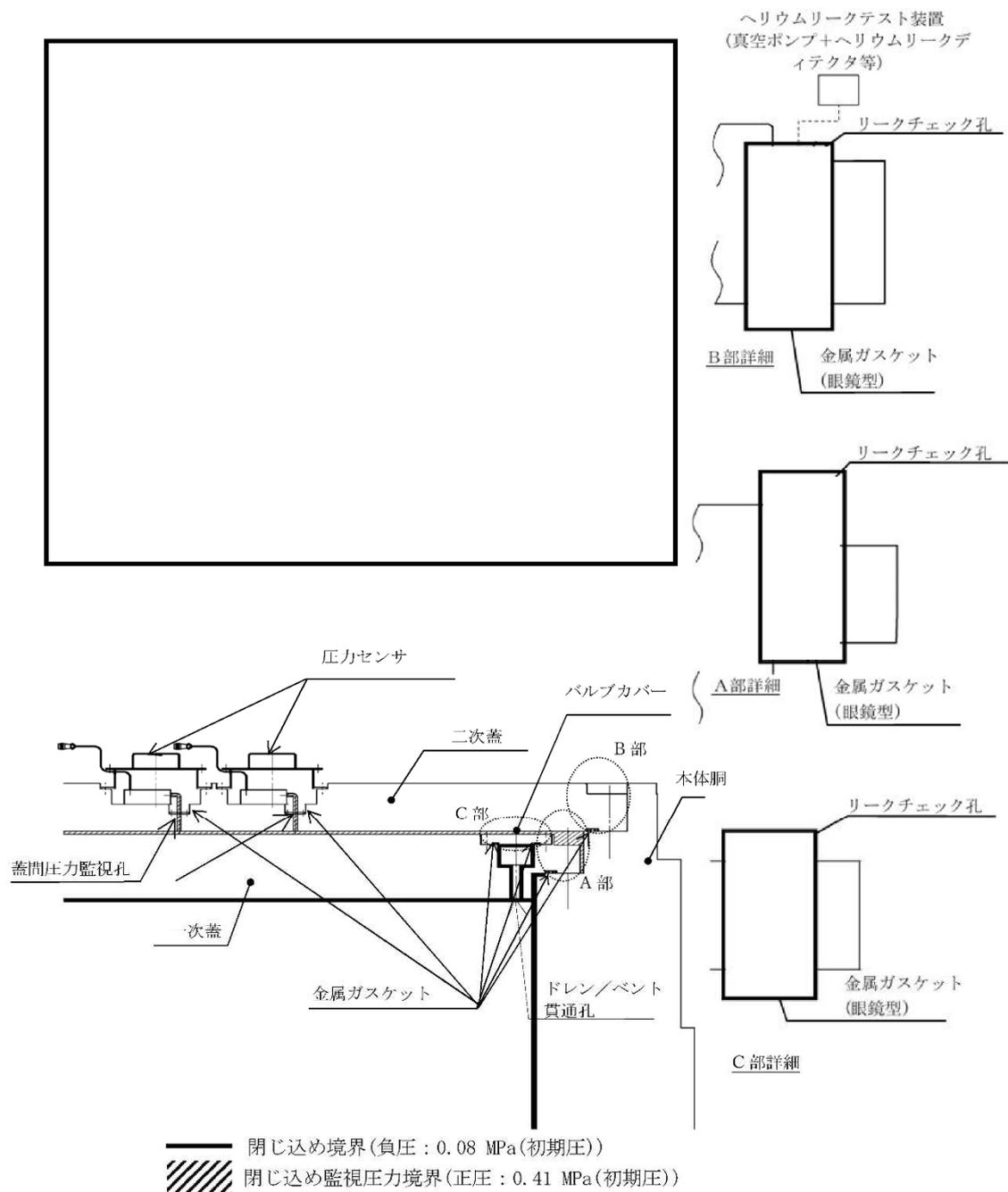
(PDF671)

#### 2. 閉じ込め設計

金属キャスクの閉じ込め構造を第1図に、シール部詳細を第2図に、金属ガスケット構造を第3図に、蓋間圧力の監視システムの構成を第4図に示す。

なお、設計貯蔵期間を通じて金属ガスケットが使用済燃料を収納する空間を負圧に維持するための性能を有することを確認できるよう、蓋及び蓋貫通孔のシール部にはリークチェック孔を設ける。 (B-2)-①

枠囲みの内容は商業機密に属しますので公開できません。



第2図 金属キャスクのシール部詳細 (B-2)-①

4.3 使用済燃料の除熱について

(B-2)

- ① 構造計算を行う新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料の部位毎の除熱解析結果を追記。

変更後の具体例を以下に示す。

添付 3-1-1 金属キャスクの除熱に関する説明書

(BWR用大型キャスク(タイプ2A))

(PDF721)

第1表 評価基準値の考え方

材 料	評価基準値の考え方
燃料被覆管	<p>機械的特性の低下を防止する観点から、水素化物再配向及び照射硬化回復による機械的特性の低下が見られない制限温度として、300℃（ライナあり）及び200℃（ライナなし）を設定。</p> <p>また、クリープ変形防止の観点からは、判断基準として累積クリープ量が1%を超えない温度であることを確認している。</p>
炭素鋼(胴, 外筒及び蓋部) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(B-2)-①</span>	<p>(一社)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 J S M E S F A 1-2007」で定めている温度範囲の上限値(350℃)を評価基準値と設定。除熱解析の結果、各部材の評価温度は基準値よりも十分に低く、また、クリープの影響が考えられる温度領域(約285~315℃)よりも低いため、クリープを考慮する必要はない。</p>
ステンレス鋼(トラニオン) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(B-2)-①</span>	<p>(一社)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 J S M E S F A 1-2007」で定めている温度範囲の上限値(350℃)を評価基準値と設定。<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(B-2)-①</span></p>

第5表 金属ギヤスクの除熱解析結果

	新型8×8ジルコニウムライナ燃料(ライナあり)	高燃焼度8×8燃料(ライナあり)	新型8×8ジルコニウムライナ燃料と新型8×8燃料	新型8×8燃料(ライナなし)	評価基準値	備考
設計崩壊熱量 (kW)	15.3 (最大値)	14.6	13.6	9.78	—	軸方向の燃焼度分布を包絡するように設定
最大崩壊熱量 (kW)	12.1	12.1	10.9	8.0	—	—
燃料被覆管温度 (°C)	259 (最大値) (ライナあり)	(注)	189 (最大値) (ライナなし) *	185 (ライナなし)	300 以下 <sup>1)</sup> (ライナあり) 200 以下 <sup>1)</sup> (ライナなし)	—
金属ギヤスク各部最高温度 (°C)	胴 (炭素鋼)	135 (最大値)	(注)	(注)	(注)	—
	胴 (底板) (炭素鋼)	142 (最大値)	(注)	(注)	(注)	—
	外筒 (炭素鋼)	113 (最大値)	(注)	(注)	(注)	—
	一次蓋 (炭素鋼)	96 (最大値)	(注)	(注)	(注)	—
	二次蓋 (炭素鋼)	85 (最大値)	(注)	(注)	(注)	—
	一次蓋ポルト (低合金鋼)	89 (最大値)	(注)	(注)	(注)	—
	二次蓋ポルト (低合金鋼)	85 (最大値)	(注)	(注)	(注)	350 以下 <sup>2)</sup>
	中性子遮蔽材 (レジン)	128 (最大値)	(注)	(注)	(注)	150 以下 <sup>3)</sup>
	金属ガスケット	89 (最大値)	(注)	(注)	(注)	130 以下 <sup>4)</sup>
	バスケット(ボロン添加ステンレス鋼)	248 (最大値)	(注)	(注)	(注)	300 以下 <sup>5)</sup> (ボロン添加ステンレス鋼)
トラニオン (ステンレス鋼)	120 (最大値)	(注)	(注)	(注)	350 以下 <sup>2)</sup>	
収納配置	配置A	配置A	配置B	配置C	—	—

(注)：設計崩壊熱量が最大である新型8×8ジルコニウムライナ燃料を収納した状態で各部温度が最大値となる。

なお、冷却期間は18年(配置A)及び24年(配置B、C)を前提。

※：安全側に評価するため、ライナなしとして評価とした。

#### 4.4 放射線による被ばくの防止について

(B-2)

- ① 断面積ライブラリ MATXSLIB-J33 による評価結果の追記。
- ② 直接線及びスカイシャイン線の評価で考慮している遮蔽材への遮蔽扉（仕様）の追記。
- ③ 放射線漏えいの低減措置の位置づけの説明を追記。

変更後の具体例を以下に示す。

添付 4-1-1 金属キャスクの放射線の遮蔽に関する説明書  
(BWR用大型キャスク(タイプ2A))

(PDF825)

別添 2

二次元輸送計算コードで使用する断面積ライブラリについて (B-2)-①

1. 断面積ライブラリの妥当性

金属キャスクの遮蔽解析では、最も実績のある手法である二次元輸送計算コードDOT3.5及び断面積ライブラリDLC-23/CASKの組合せで評価をしている。しかし、本断面積ライブラリは、鉄等の共鳴領域の反応を補正する自己遮蔽因子が考慮されていないため、鉄透過の際の中性子線量当量率を過小評価することが文献等で知られている。

そこで、鉄の共鳴領域の自己遮蔽因子も考慮でき、中性子線量当量率の評価が向上するとされている断面積ライブラリMATXSLIB-J33を用いたBWR用大型キャスク(タイプ2A)の金属キャスク表面及び同表面から1m位置の線量当量率による評価を確認・分析した結果、金属キャスク表面における最大線量当量率は1.811 mSv/hであり2 mSv/h以下となること、金属キャスク表面から1mの位置における最大線量当量率は98.6  $\mu$ Sv/hであり100  $\mu$ Sv/h以下となることが、それぞれ確認されている(別添2-1表)。

別添 2-1-1 表 線量当量率評価結果の比較の例 (配置A\*5) (1)

評価点	頭部						側中央		底部						
	軸方向		径方向		径方向 (トラネオン部)		A	B	径方向		径方向 (トラネオン部)		軸方向		
	①	③a	③a	③b	⑦a	⑦b			⑧a	⑧b	⑩				
ライブラリ* 3	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
表面から1m	燃料有効部	0.1	0.1	0.5	0.3	0.5	0.3	95.8	70.6	1.3	0.9	24.2	17.5	3.0	2.0
	構造材放射化	4.9	3.9	132.5	169.7	110.4	118.2	< 0.1*4	< 0.1*4	12.8	9.8	63.2	47.6	19.1	13.3
	二次ガンマ線	0.7	0.6	2.0	2.6	2.1	2.7	26.9	38.9	4.6	7.8	7.8	10.8	2.3	3.2
中性子	188.2	296.3	253.9	347.2	505.2	770.1	72.7	87.8	706.9	1445.7	1012.5	1735.1	265.9	598.4	
合計	193.9	300.9	388.9	519.8	618.2	891.3	195.5	195.4	725.6	1464.2	1107.7*2	1811.0*2	290.3	616.9	
評価点	②		④a		④b		⑥		⑧a		⑧b		⑩		
ライブラリ* 3	A	B	A	B*4	A	B*4	A	B	A	B*4	A	B	A	B	
表面から1m	燃料有効部	0.5	0.3	12.9	8.9 (2.6)	12.9	8.9 (3.2)	40.5	29.6	21.2	15.4 (0.8)	21.2	15.4	3.9	2.9
	構造材放射化	45.6	45.4	24.0	20.4 (27.1)	24.0	20.4 (26.2)	0.7	0.5	8.1	6.3 (8.8)	8.1	6.3	59.3	44.9
	二次ガンマ線	0.2	0.2	3.1	4.3 (2.0)	3.1	4.3 (2.2)	10.5	14.3	5.3	7.3 (0.6)	5.3	7.3	0.9	1.0
中性子	28.7	52.7	17.3	23.0 (38.4)	20.9	30.5 (39.1)	26.2	32.2	13.4	16.7 (53.8)	24.5	40.8	16.2	31.4	
合計	75.0	98.6*2	57.3	56.6 (70.1)	60.9	64.1 (70.7)	77.9	76.6	48.0	45.7 (64.0)	59.1	69.8	80.3*2	80.2	

注記\*1: “<0.1”の値は、“0.1”として合計値に合算した。  
 \*2: 下線で示す値は、表面及び表面から1m離れた位置における線量当量率の最大値である。  
 \*3: DLC-23/CASKを用いた評価をA、MATSLIB-J33を用いた評価をBとする。  
 \*4: AとBで評価方向ごとの最大値を与える位置が異なる。Aと同じ評価位置における結果を示し、()内にはBの評価位置における結果を示す。  
 \*5: 申請書添付書類3 添付3-1-1 第2表に基づく配置Aを示す。

(B-2)-①

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

第2-1表 遮蔽設備の主要仕様

		主要仕様	
遮蔽壁	厚さ (m)	<input type="text"/>	(貯蔵区域側壁 (東側及び西側))
		<input type="text"/>	(貯蔵区域側壁 (南側) 及び天井)
		<input type="text"/>	(受入れ区域側壁 (東側及び西側))
		<input type="text"/>	(受入れ区域側壁 (北側))
		<input type="text"/>	(受入れ区域天井)
		0.40	(貯蔵区域区画壁)
		1.00	(貯蔵区域仕切壁)
	材料	コンクリート	
遮蔽ルーバ	厚さ (m)	0.32	
	長さ (m)	4.00	
	枚数 (枚)	5	
	材料	コンクリート	
遮蔽扉※ <input type="text"/>	厚さ (m)	(SSD-1) 0.80	
		(SSD-2) <input type="text"/>	
		(SSD-3) 0.40	
		(SSD-4) 0.30	
	材料	コンクリート	

※遮蔽扉の位置は添付 19-2-2 を参照。

放射線漏えいの低減措置

「遮蔽設備に開口部又は配管その他貫通部がある場合は、必要に応じ放射線漏えいの低減措置を講ずる」としている。具体的な貫通部箇所及び措置内容には以下のとおりである。

貯蔵建屋の機器搬出入口、人の出入口（貯蔵区域 2 箇所，受入れ区域 1 箇所），貯蔵区域から受入れ区域へのケーブル貫通口（3 箇所）が該当し，以下の対策を実施している。

- ① 機器搬出入口：遮蔽扉の設置（設工認対象設備）
- ② 人の出入口：迷路（構造：遮蔽モデルでは壁とみなす）＋遮蔽扉（設工認対象設備）
- ③ 人の出入口：迷路（構造：遮蔽モデルでは壁とみなす）
- ④ ケーブル貫通口：鉛毛マットによる貫通部の隙間を埋める（自主）
- ⑤ 排気口までの経路：遮蔽ルーバの設置（設工認対象設備）
- ⑥ 給気口：迷路構造の設置（構造：遮蔽モデルに反映）

(B-2)-③

（ ） 低減措置の位置づけ

#### 4.5 金属キャスクへの使用済燃料の収納と搬出への備えについて

(B-2)

- ① キャスク及び付属設備は最初の設置で使用前確認証の交付を受け、以後については使用前事業者検査で運用することの工事の方法への追記。
- ② 施設が金属キャスクを受け入れ可能であることの工事の方法への追記。

変更後の具体例を以下に示す。

#### 別添Ⅲ 2 工事の方法（金属キャスク）

(PDF188)

本別添資料は、使用済燃料貯蔵設備本体を構成する設備のうち金属キャスクの工事の方法について示すものである。

金属キャスクの工事の方法として、別添Ⅱに示す主な法令、規格及び基準に準拠し、事業の変更許可を受けた事項及び「使用済燃料貯蔵施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）の要求事項に適合するための設計（基本設計方針及び設計仕様）に従い実施する工事の手順と、それら設計や工事の手順に従い工事が行われたことを確認する使用前事業者検査の方法を以下に示す。計測制御系施設のうち金属キャスクに取り付ける蓋間圧力検出器や表面温度検出器については、以下に示す工事の手順や使用前事業者検査の方法に合わせて必要な工事及び検査を行う。

なお、金属キャスクの使用前事業者検査を行うため、金属キャスクを除く基本的安全機能を確保する上で必要な施設及びその他の安全機能を有する施設（蓋間圧力検出器や表面温度検出器を除く。）については、金属キャスクをリサイクル燃料備蓄センターに搬入する前に検査を行う。 (B-2)-②

(PDF202)

#### 3. 工事上の留意事項

- k. 金属キャスク、貯蔵架台、蓋間圧力検出器及び表面温度検出器は、使用前確認を受けたものと同一設計仕様の場合は、使用済燃料の貯蔵の事業に関する規則第8条第5号により、使用前事業者検査を行い判定基準を満足することを確認した後使用する。

(B-2)-①

#### 4.6 使用済燃料の受入施設（搬送設備及び受入設備）について

(B-2)

- ①遮蔽扉（機器搬出入口）は通常，閉運用とすることから，搬送台車の仮想的大規模津波の水流に対する評価は行わない旨を記載（添付 11-2）
- ②遮蔽扉（機器搬出入口）を開とする時間は必要最小限とすることを保安規定に定め運用する旨を記載（添付 11-2）
- ③搬送台車の限界加速度を記載（添付 11-2）
- ④加振台の水平加速度に対する金属キャスク上部の水平加速度の比が小さくなることを確認している旨を記載（添付 11-2）
- ⑤各地震動より求めた等価速度の最大値と転倒限界速度の比較を記載（添付 11-2）

受入施設（搬送設備及び受入設備）における具体的な補正内容を以下に示す。

添付書類 3 添付 11-2 搬送台車の金属キャスクの取扱いに関する説明書  
(PDF 2478～2479)

## 2. 設計方針

使用済燃料貯蔵施設には、金属キャスクの搬入、貯蔵、検査及び搬出に係る金属キャスクの移送及び取扱いに対して、基本的安全機能を確保できる使用済燃料の受入施設を設ける。

搬送台車は、使用済燃料を収納した金属キャスクを固定した貯蔵架台を圧縮空気により浮上させ、床面との摩擦力を低減して受入れ区域から貯蔵区域の貯蔵指定場所まで金属キャスクを搬送する設備である。

搬送台車による、金属キャスクの移送及び取扱いに対して手順を定め、金属キャスク単独及び金属キャスク相互の衝突防止対策並びに転倒防止対策を講ずる設計とする。

### (1) 金属キャスクの移送及び取扱い

#### a. 転倒防止対策

##### (a) 搬送台車による移送及び取扱い

- i 搬送台車は、電源喪失時や空気圧縮機の停止により動力源である圧縮空気の供給が停止した場合には、金属キャスクを着床させ衝突を防止する。
- ii 搬送台車は障害物との接触を検知する装置を設け、衝突を防止する。また、操作員及び補助員による緊急停止機構を設ける。
- iii 貯蔵架台は転倒しない寸法に設計する。

#### b. 金属キャスク単独及び金属キャスク相互の衝突防止対策

##### (a) 搬送台車による移送及び取扱い

- i 搬送台車は、電源喪失時や空気圧縮機の停止により動力源である圧縮空気の供給が停止した場合には、金属キャスクを着床させ衝突を防止する。
- ii 搬送台車には障害物との接触を検知する装置を設け、衝突を防止する。また、操作員及び補助員による緊急停止機構を設ける。
- iii 金属キャスクは、貯蔵期間中に操作員の単一の誤操作により発生すると予想される貯蔵架台への衝突、金属キャスク取扱時の他の構造物及び機器との衝突事象に対し、基本的安全機能を損なわない構造強度を有する設計とする。

なお、遮蔽扉（機器搬出入口）は通常、閉運用とすることから、搬送台車の仮想的大規模津波の水流に対する評価は行わない。(B-2) -①遮蔽扉（機器搬出入口）を開とする時間は必要最小限とすることを保安規定に定め、運用する。(B-2) -②

### 3. 搬送台車の金属キャスクの取扱いについて

#### 3.1 搬送時における緊急停止等の影響

搬送台車の緊急停止時の安定性確認試験<sup>(1)</sup>において、定格速度 10m/分での直進走行から緊急停止したときの金属キャスク上部に発生する加速度の最大値は、装置進行方向で  $0.55\text{m/s}^2$  (約 0.06G) であることを確認している。この加速度は、**金属キャスクの転倒限界加速度の  $5.6\text{m/s}^2$  より小さく、** (B-2) -③ 基準地震動  $S_s$  による床面の加速度の 1/10 以下である。3.2 に示すとおり地震時に金属キャスクは転倒に至らないことから、加速度の小さい本事象においても、転倒に至ることはない。

本試験は、動力源である圧縮空気の供給が停止した状態と同じ挙動であり、問題なく金属キャスクが安全な状態に保持されていることを確認している。

#### 3.2 搬送時における地震動の影響

移送時は搬送台車下部より圧縮空気を吹き出して浮上していること、また、搬送台車を搬送するための駆動輪を有することにより免震効果がある。この効果は、加振台による、搬送台車の浮上状態における地震時の挙動確認試験<sup>(1)</sup>において、加振台の水平加速度 610Gal に対して、金属キャスク上部の水平加速度が 1/2 程度に低減されていることにより確認している。

また、加振台の水平加速度 610Gal 以上に対しては、**駆動輪が加振台に設置した床を滑り始め、免震の効果がより大きくなるため、金属キャスク上部の水平加速度は 400 Gal 未満の推移で概ね飽和状態となり、加振台の水平加速度に対する金属キャスク上部の水平加速度の比が小さくなることを確認している。** (B-2) -④

以上に示すとおり、移送時には免震効果があることから、地震時に金属キャスクは転倒には至らない。

#### 3.3 着床時における地震動の影響

着床時における基準地震動  $S_s-H$  の地震動での転倒評価をエネルギー時間累積評価法によりエネルギーの累積量の比較を行った結果、**各地震動より求めた等価速度の最大値は  $1.97\text{m/s}$  であり、転倒限界速度の  $2.75\text{m/s}$  より小さいため、** (B-2) -⑤ 金属キャスクは転倒に至らないことを確認している。

#### 3.4 金属キャスクの転倒防止について

上記に示す緊急停止時の安定性確認試験、浮上時における地震時の挙動確認試験及び着床時における転倒評価から、たて 3000mm、横 3000mm の貯蔵架台に金属キャスクを固縛し、搬送台車の移送速度を 10m/分に制限する設計とすることにより、搬送台車による搬送中及び着床時において金属キャスクが転倒に至らないことがわかる。