

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
(補足説明資料)

搬送台車の耐震性

令和5年3月

リサイクル燃料貯蔵株式会社

目次

1. 目的	1
2. 既設工認からの変更点	1
3. 設計用地震力	1
4. 搬送台車での金属キャスクの取扱い中における地震動の影響	4
4. 1 評価方法	4
4. 2 評価条件	4
4. 3 転倒評価結果	5
4. 4 既設工認との比較	6
別紙1 変更前後比較表 (添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書)	7
別紙2 変更前後比較表 (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)	10

平成 22 年 8 月 27 日付け平成 22・06・16 原第 7 号にて認可され、令和 3 年 8 月 20 日付け原規規発第 2108202 号、令和 4 年 8 月 16 日付け原規規発第 2208161 号をもって変更の認可を受け、令和 4 年 9 月 30 日 RFS 発官 4 第 8 号にて変更を届け出た設計及び工事の計画を、本補足説明資料において「既設工認」という。

1. 目的

本補足説明資料では、令和5年3月28日RFS発官4第18号にて申請した、「使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の計画の変更の認可申請書」の添付書類のうち、搬送台車の耐震性について説明している「添付5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書」の既設工認からの変更点について説明する。

また、「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」記載の金属キャスク取扱い中における地震動の影響について説明する。

2. 既設工認からの変更点

(1) 評価方法

既設工認で用いている評価方法から変更点はない。

(2) 評価箇所

既設工認で評価を行っている評価部位から変更点はない。

(3) 入力地震動

既設工認で評価を行っている評価から新たな地震動に変更となる。

3. 設計用地震力

Bクラス評価における設計用地震力について以下に記載する。

なお、既設工認との設計用地震力との比較について表1に示す。

(1) 水平方向

搬送台車が床面と接触している箇所は2個の駆動輪のみであり、地震による水平方向加速度が搬送台車に付加された場合、床面上ですべりが生じ、搬送台車には床面と搬送台車走行車輪間の最大静止摩擦力以上の水平力は加わらない。

搬送台車が浮上状態であるときの摩擦係数は「0.001」と評価している。この数値は1/3スケールモデルでの試験により算出したものである。エアキャスタに圧縮空気を供給した状態で、加振台により荷重を負荷し、滑り始めた荷重を摩擦力として摩擦係数を算出している。

このことから、水平方向の地震動に対して評価対象となる地震荷重は、搬送台に付加される荷重の1/1000となり、搬送台への水平方向の地震力は無視できる。

(2) 鉛直方向 (UD 方向)

耐震重要度分類Bクラスの機器は、その固有周期を算出して剛柔判断を行い、柔構造と判断される場合には、共振のおそれのある施設として、弾性設計用地震動 S_d に2分の1を乗じたものを用いてその影響を検討しなければ

ならない。しかし、ここでは保守的に浮上状態における固有周期の算出は行わず、鉛直方向弾性設計用地震動 S_d による床面の設計用床応答曲線に2分の1を乗じたもの（図1）の最大値を設計用地震力としてその影響を評価する。

表1 設計用地震力の比較（Bクラス評価）

設計震度	既設工認	本変更申請
水平方向	—	変更なし
鉛直方向	0.95	0.96

既設工認

今回申請

【SB-SdV-SB2】

【SB-SdV-SB2】

構造物名：使用済燃料貯蔵建屋

標高：T.P. 16.300m

—— 鉛直方向

構造物名：使用済燃料貯蔵建屋

標高：T.P. 16.300m

—— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：弾性設計用地震動 S_d

減衰定数：1.0%

波形名：弾性設計用地震動 S_d

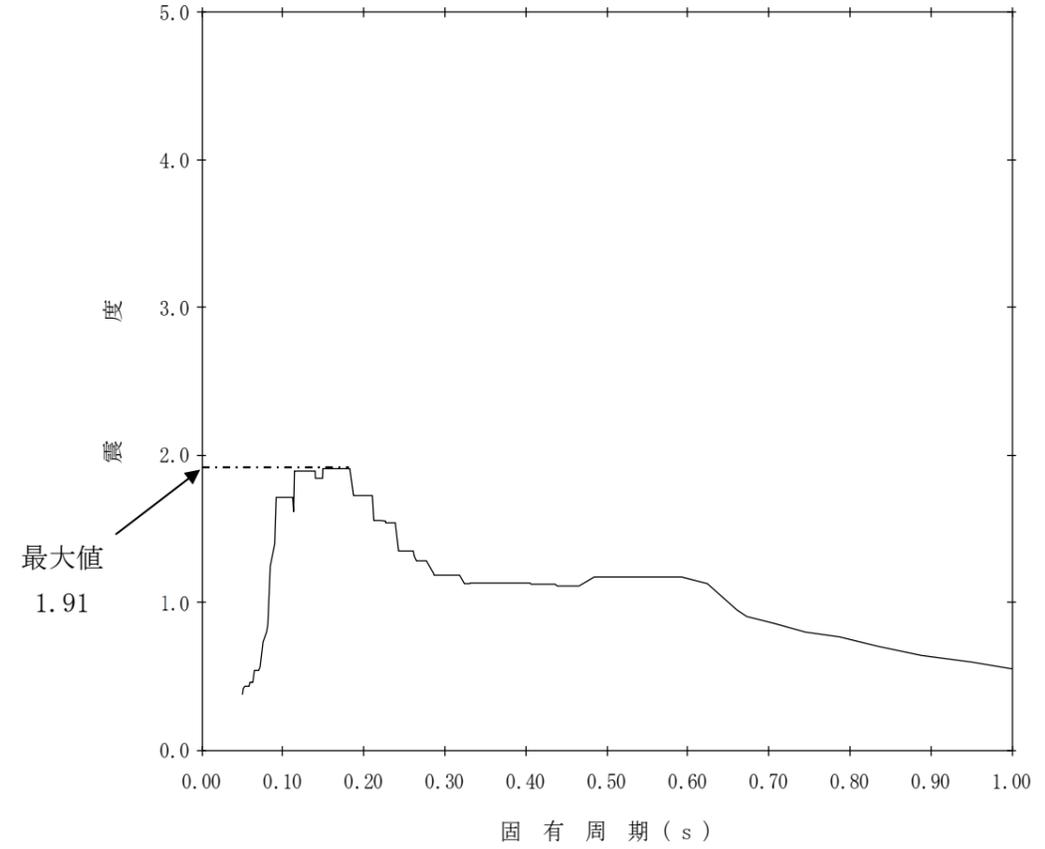
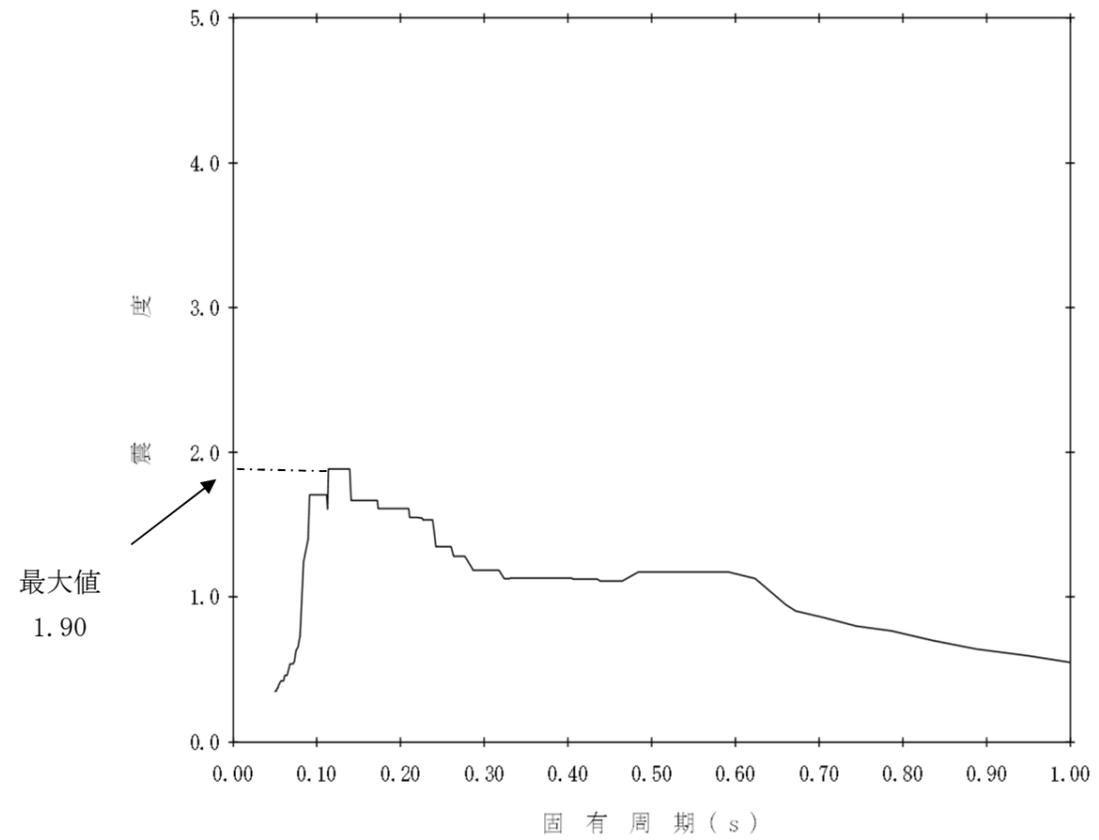


図1 設計用床応答曲線 (S_d (鉛直))

4. 搬送台車での金属キャスクの取扱い中における地震動の影響

「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」において搬送時における地震動の影響として以下を記載している。

【既設工認添付 11-2 抜粋】

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 1.97m/s であり、転倒限界速度の 2.75m/s より小さいため、金属キャスクは転倒に至らないことを確認している。また、水平 2 方向の地震力を想定した場合についても、設備が有する耐震性に影響のないことを確認した。

本項では、搬送台車搬送中着床時の金属キャスク転倒解析評価について既設工認より変更はないが転倒解析結果について説明する。

4. 1 評価方法

既設工認で用いている評価方法から変更点はない。

4. 2 評価条件

既設工認で用いている評価条件から地震動について S_s-B5H を追加する。なお、地震動の追加以外の評価条件について変更はない。

S_s-B5 を追加した転倒評価を実施する地震動を表 2 に示す。

表 2 転倒評価を実施する地震動一覧

地震動名	最大加速度 (Gal)	備考
Ss-AH	600	
Ss-B1H	620	EW 方向
Ss-B2H1	450	ダム軸方向
Ss-B2H2	490	上下流方向
Ss-B3H1	430	NS 方向
Ss-B3H2	400	EW 方向
Ss-B4H1	540	NS 方向
Ss-B4H2	500	EW 方向
Ss-B5H	697	NS 方向

4. 3 転倒評価結果

S_s-B5H を追加した搬送台車搬送中着床時の金属キャスク転倒評価結果を表3に示す。

評価の結果、地震動より求めた等価速度の最大値が転倒限界速度より小さい値となっており、転倒しない結果となることを確認した。

評価においてS_s-B5Hの最大加速度は他の地震動より大きい697Galであるが、既設工認記載の等価速度最大値(S_s-AH: 1.97m/s)を超えることはなかった。これはS_s-B5Hが他の地震動と比較して地震動の継続時間が短いためである。

なお、表3を参考として角度換算した結果を表4に示す。算定にあたっては、等価速度より求めた運動エネルギーが重心位置の位置エネルギーの増加量と等しいと仮定し、重心位置の高さ方向の変位量より応答角度を換算した。

表3 搬送台車搬送中着床時の金属キャスクの転倒評価結果

地震動名	方向	等価速度 ${}_{ov}V_E'$ 最大値 (m/s)	転倒限界速度 (m/s)	評価結果
S _s -AH	NS	1.97	2.75	非転倒
	EW	1.95		非転倒
S _s -B1H	NS	1.08		非転倒
	EW	1.07		非転倒
S _s -B2H1	NS	0.71		非転倒
	EW	0.70		非転倒
S _s -B2H2	NS	1.42		非転倒
	EW	1.41		非転倒
S _s -B3H1	NS	1.53		非転倒
	EW	1.53		非転倒
S _s -B3H2	NS	1.05		非転倒
	EW	1.04		非転倒
S _s -B4H1	NS	1.18		非転倒
	EW	1.18		非転倒
S _s -B4H2	NS	0.69		非転倒
	EW	0.69		非転倒
S _s -B5H	NS	1.97		非転倒
	EW	1.95		非転倒

表 4 搬送台車搬送中着床時の金属キャスクの転倒評価結果（角度）

地震動名	方向	浮き上がり角度 (°)	転倒限界角度 (°)	評価結果
S _s -AH	NS	9	27	非転倒
	EW	9		非転倒
S _s -B1H	NS	3		非転倒
	EW	3		非転倒
S _s -B2H1	NS	1		非転倒
	EW	1		非転倒
S _s -B2H2	NS	5		非転倒
	EW	5		非転倒
S _s -B3H1	NS	5		非転倒
	EW	5		非転倒
S _s -B3H2	NS	3		非転倒
	EW	3		非転倒
S _s -B4H1	NS	3		非転倒
	EW	3		非転倒
S _s -B4H2	NS	1		非転倒
	EW	1		非転倒
S _s -B5H	NS	9		非転倒
	EW	9		非転倒

4. 4 既設工認との比較

既設工認「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」では等価速度の最大値である 1.97m/s を記載している。

S_s-B5 の等価速度の最大値についても既設工認と同一の値であり、設工認の記載の変更はない。

添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書

変更前（既設工認）	変更後	変更理由
<p>添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書</p> <p>1. 概要</p> <p> <中略></p> <p>2. 適用基準</p> <p> <中略></p> <p>3. 計算条件</p> <p> <中略></p> <p>4. 計算方法</p> <p> <中略></p> <p>5. 評価方法</p> <p> <中略></p>	<p>添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書</p> <p>1. 概要</p> <p> 今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書 1. 概要」に同じである。</p> <p>2. 適用基準</p> <p> 今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書 2. 適用基準」に同じである。</p> <p>3. 計算条件</p> <p> 今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書 3. 計算条件」に同じである。</p> <p>4. 計算方法</p> <p> 今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書 4. 計算方法」に同じである。</p> <p>5. 評価方法</p> <p> 今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書 5. 評価方法」に同じである。</p>	<p>(変更なし)</p> <p>(変更なし)</p> <p>(変更なし)</p> <p>(変更なし)</p> <p>(変更なし)</p>

		変更前 (既設工認)					変更後					変更理由			
6. 計算結果															
6.1 設計条件															
機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用温度 (°C)	機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用温度 (°C)
搬送台車	B	使用済燃料貯蔵建屋 T.P. 16.30*1	水平方向	鉛直方向	—	C v = 0.95*2	130	搬送台車	B	使用済燃料貯蔵建屋 T.P. 16.30*1	水平方向	鉛直方向	—	C v = 0.96*2	130
注記															
*1: 搬送台車走行床面レベルを示す。															
*2: 床応答スペクトルの最大値を使用する。															
6. 計算結果															
6.1 設計条件															
機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用温度 (°C)	機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用温度 (°C)
搬送台車	B	使用済燃料貯蔵建屋 T.P. 16.30*1	水平方向	鉛直方向	—	C v = 0.96*2	130	搬送台車	B	使用済燃料貯蔵建屋 T.P. 16.30*1	水平方向	鉛直方向	—	C v = 0.96*2	130
注記															
*1: 搬送台車走行床面レベルを示す。															
*2: 床応答スペクトルの最大値を使用する。															
Sd-B5 の追加に伴う設計震度の変更															

変更前 (既設工認)							変更後							変更理由
6.2 機器要目 <中略>							6.2 機器要目 今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-6-1 搬送台車の耐震性に関する計算書 6.2 機器要目」に同じである。							(変更なし)
6.3 評価結果及び結論 以下に示すとおり、計算応力値は許容応力値を下回っており、Bクラスの設計地震力に対して耐える設計である。 (単位：MPa)							6.3 評価結果及び結論 以下に示すとおり、計算応力値は許容応力値を下回っており、Bクラスの設計地震力に対して耐える設計である。 (単位：MPa)							
部位	応力評価面	材料	応力	計算応力値	許容応力値	判定	部位	応力評価面	材料	応力	計算応力値	許容応力値	判定	
搬送台 (中央部)	①-①'	ASTM A500B (STKR400 相当)	圧縮	$\sigma_c = 6$	$f_c = 187$	良	搬送台 (中央部)	①-①'	ASTM A500B (STKR400 相当)	圧縮	$\sigma_c = 6$	$f_c = 187$	良	
搬送台 (端部)	②-②'	ASTM A36 (SS400 相当)	曲げ	$\sigma_b = 55$	$f_b = 212$	良	搬送台 (端部)	②-②'	ASTM A36 (SS400 相当)	曲げ	$\sigma_b = 56$	$f_b = 212$	良	
			せん断	$\tau = 6$	$f_s = 122$	良				せん断	$\tau = 6$	$f_s = 122$	良	
			組合せ	$\sigma = 56$	$f_t = 212$	良				組合せ	$\sigma = 57$	$f_t = 212$	良	

Sd-B5 の追加に伴う応力の変更

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

変更前 (既設工認)	変更後	変更理由
<p>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</p> <p>1. 概要</p> <p style="padding-left: 40px;">< 中略 ></p> <p>2. 設計方針</p> <p style="padding-left: 40px;">< 中略 ></p> <p>3. 搬送台車の金属キャスクの取扱いについて</p> <p style="padding-left: 40px;">< 中略 ></p> <p>4. 操作性及び検査又は試験等</p> <p style="padding-left: 40px;">< 中略 ></p> <p>5. 参考文献</p> <p style="padding-left: 40px;">< 中略 ></p>	<p>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</p> <p>今回の申請に係る本説明は、既設工認の「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」に同じである。</p>	<p>(変更なし)</p>