

R F S 発 5 第 4 号

令和 5 年 6 月 8 日

原子力規制委員会 殿

青森県むつ市大字関根字水川目 596 番地 1

リサイクル燃料貯蔵株式会社

代表取締役社長 高橋 泰成

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
添付書類の一部補正について

令和 5 年 3 月 28 日付け R F S 発官 4 第 18 号にて申請した設計及び工事の計画の
変更の認可申請書の添付書類を、別紙のとおり一部補正します。

本資料のうち、枠囲みの内容は、
商業機密あるいは防護上の観点
から公開できません。

別 紙

添付書類を以下のとおり補正する。

添付書類3 添付5-2-1

頁*1	行	補正前	補正後
102	(頁全体)	(8.3 検討用地震力)	別紙1のとおり変更する。
108	6	・・・「 <u>1</u> 基礎スラブの設計」・・・	・・・「 <u>6.3</u> 基礎スラブの設計」・・・
119	(頁全体)	(8.6 杭の検討 (5) 水平力に対する検討)	別紙2のとおり変更する。
122	12	・・・「 <u>1</u> 」・・・	・・・「 <u>6.5</u> ランウェイガードの設計」・・・
170	9	・・・「 <u>1</u> 基礎スラブの設計」・・・	・・・「 <u>6.3</u> 基礎スラブの設計」・・・
181	(頁全体)	(9.7 杭の検討 (5) 水平力に対する検討)	別紙3のとおり変更する。

*1：頁は、令和5年3月28日付けRFS発官4第18号にて申請した頁を示す。

添付書類3 添付5-3-1

頁*1	行*2	補正前	補正後
目-2	5の下	(行の追加)	第5-15表 カバープレート及びカバープレート締付けボルトの応力評価条件
3	21~24	5.4.2 カバープレート及びカバープレート締付けボルト 今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A） 5.4.2 カバープレート及びカバープレート締付けボルト」に同じである。	別紙4のとおり変更する。
4	13~16	5.5 応力評価条件 <u>今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ2A） 5.5 応力評価条件」に同じである。</u>	5.5 応力評価条件 <u>金属キャスクの設計震度を第5-13表に示す。また、各評価箇所の応力評価条件を第5-14表から第5-21表に示す。</u>
8の次	(頁の追加)	(記載の追加)	別紙5の記載を追加する。
17	(第5-26表(3/3)) 左4, 下1, 1	<u>139</u>	<u>142</u>
17	(第5-26表(3/3)) 右1, 下1, 1	<u>5.97</u>	<u>5.85</u>

*1：頁は、令和5年3月28日付けRFS発官4第18号にて申請した頁を示す。

*2：表の訂正位置の特定は、マス目と行数を記載する。

例) 左から3マス目、上から1マス目、8行目の場合は、左3, 上1, 8と記載。

8.3 検討用地震力

検討用地震力は水平地震力と鉛直地震力を設定する。

検討用の水平地震力は、基準地震動 S_s により材料の不確かさを考慮した地震応答解析を行って求めた動的水平地震力に余裕をみて設定した値とする。検討用の水平地震力を表 8.3-1 に、検討用の転倒モーメントを表 8.3-2 に示す。

検討用の鉛直地震力は、当該部分が支える重量に鉛直震度を乗じて算定する。鉛直震度は、基準地震動 S_s により材料の不確かさを考慮した地震応答解析を行って求めた最大加速度を重力加速度で除した値に余裕をみて設定する。検討用の鉛直地震力（鉛直震度）を表 8.3-3 に示す。

検討用地震力の設定過程を以下に示す。

まず、不確かさを考慮するため、基本ケースの最大応答値を包絡する地震力とは別に、不確かさケースの最大応答値を包絡する地震力を算定し、この地震力を不確かさを考慮した地震力とする。基本ケースの最大応答値を包絡する地震力及び不確かさケースの最大応答値を包絡する地震力は、図 8.2-49～図 8.2-82 に示される最大応答値より算定される。

次に、この不確かさを考慮した地震力に、更に余裕をみて検討用地震力を設定するため、不確かさケースの最大応答値を包絡する地震力と基本ケースの最大応答値を包絡する地震力の比率を算定し、この比率を上回る余裕倍率を基本ケースの最大応答値を包絡する地震力に乗じて検討用地震力を設定する。

水平地震力と鉛直地震力の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C 4 6 0 1 - 2008）」に基づき、組合せ係数法を用いて次のとおりとする。

- ① $1.0 \times \text{水平地震力} + 0.4 \times \text{鉛直地震力}$
- ② $0.4 \times \text{水平地震力} + 1.0 \times \text{鉛直地震力}$

杭の終局強度は、下式により算定する。

a. 終局曲げ強度

終局曲げ強度 (M_u) は、コンクリート及び鉄筋が材料強度に達した際の杭断面の応力のつり合いより中立軸を算定し、この中立軸から杭断面の応力までの距離とコンクリート及び鉄筋の応力を考慮して算定する。

なお、コンクリート及び鉄筋の応力度は以下のとおりである。

(a) 圧縮側コンクリートの応力度分布を矩形分布とし、コンクリートの圧縮応力度はコンクリートの設計基準強度の 0.85 倍の値とし、引張応力度は無視する。

(b) 鉄筋の降伏応力度は、圧縮側、引張側共に降伏応力度とする。

b. 終局せん断強度

$$Q_u = \left\{ \frac{0.092 \cdot k_u \cdot k_p \cdot (17.7 + F_c)}{M / (Q \cdot D) + 0.12} + 0.846 \sqrt{p_w \cdot s \cdot \sigma_y} + 0.1 \cdot \sigma_0 \right\} \cdot b \cdot j \quad (8.1)$$

ここで、

Q_u : 終局せん断強度 (N)

$k_u \cdot k_p$: 補正係数

F_c : コンクリートの設計基準強度 (N/mm²)

M : 検討用地震力による曲げモーメント (N・mm)

Q : 検討用地震力によるせん断力 (N)

D : 杭径 (mm)

p_w : せん断補強筋比 (小数)

$s \cdot \sigma_y$: せん断補強筋の降伏強度 (N/mm²)

σ_0 : 軸方向応力度 (N/A) (N/mm²)

N : 検討用地震力による軸力 (N)

A : 断面積 (mm²)

b : 等価正方形断面の幅 (0.89 · D) (mm)

j : 等価正方形断面の応力中心距離 ($j = 0.875 \cdot d$, $d = 0.9 \cdot b$) (mm)

検討用地震力により杭体に生じる曲げモーメントの終局曲げ強度に対する検討結果を表 8.6-4 に、せん断力の終局せん断強度に対する検討結果を表 8.6-5 に、それぞれ短辺方向 (EW 方向) に関して示す。

表 8.6-4 及び表 8.6-5 より、検討用地震力により杭体に生じる曲げモーメント及びせん断力は、それぞれ終局強度以下となることを確認した。

また、表 8.6-6 に示す結果より、検討用地震力により杭体に生じる曲率 ϕ の鉄筋降伏時の曲率 ϕ_y に対する比は 2 以下であることを確認した。

杭の終局強度は、下式により算定する。

a. 終局曲げ強度

終局曲げ強度 (M_u) は、コンクリート及び鉄筋が材料強度に達した際の杭断面の応力のつり合いより中立軸を算定し、この中立軸から杭断面の応力までの距離とコンクリート及び鉄筋の応力を考慮して算定する。

なお、コンクリート及び鉄筋の応力度は以下のとおりである。

(a) 圧縮側コンクリートの応力度分布を矩形分布とし、コンクリートの圧縮応力度はコンクリートの設計基準強度の 0.85 倍の値とし、引張応力度は無視する。

(b) 鉄筋の降伏応力度は、圧縮側、引張側共に降伏応力度とする。

b. 終局せん断強度

$$Q_u = \left\{ \frac{0.092 \cdot k_u \cdot k_p \cdot (17.7 + F_c)}{M / (Q \cdot D) + 0.12} + 0.846 \sqrt{p_w \cdot s \sigma_y + 0.1 \cdot \sigma_0} \right\} \cdot b \cdot j \quad (9.4)$$

ここで、

Q_u	: 終局せん断強度 (N)
$k_u \cdot k_p$: 補正係数
F_c	: コンクリートの設計基準強度 (N/mm ²)
M	: 検討用地震力による曲げモーメント (N・mm)
Q	: 検討用地震力によるせん断力 (N)
D	: 杭径 (mm)
p_w	: せん断補強筋比 (小数)
$s \sigma_y$: せん断補強筋の降伏強度 (N/mm ²)
σ_0	: 軸方向応力度 (N/A) (N/mm ²)
N	: 検討用地震力による軸力 (N)
A	: 断面積 (mm ²)
b	: 等価正方形断面の幅 (0.89 · D) (mm)
j	: 等価正方形断面の応力中心距離 ($j = 0.875 \cdot d$, $d = 0.9 \cdot b$) (mm)

検討用地震力により杭体に生じる曲げモーメントの終局曲げ強度に対する検討結果を表 9.7-5 に、せん断力の終局せん断強度に対する検討結果を表 9.7-6 に示す。

表 9.7-5 及び表 9.7-6 より、検討用地震力により杭体に生じる曲げモーメント及びせん断力は、それぞれ終局強度以下となることを確認した。

また、表 9.7-7 に示す結果より、検討用地震力により杭体に生じる曲率 ϕ の鉄筋降伏時の曲率 ϕ_y に対する比は 2 以下であることを確認した。

5.4.2 カバープレート及びカバープレート締付けボルト

(1) 荷重条件

今回の申請に係る本説明は、既設工認の「添付 5-3-1 金属キャスクの耐震性に関する計算書（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A））」 5.4.2 カバープレート及びカバープレート締付けボルト (1) 荷重条件」に同じである。

(2) 応力計算

カバープレート及びカバープレート締付けボルトの応力計算は、応力評価式により行う。

a. カバープレート

(a) 一次応力

密封容器内圧力と蓋間圧力の差圧及び慣性力により発生する一次膜＋一次曲げ応力（ σ_r , σ_θ , σ_z ）は、カバープレートを周辺支持の円板とモデル化し、密封容器内圧力と蓋間圧力の差圧により発生する応力（ σ_{r1} , $\sigma_{\theta1}$, σ_{z1} ）と慣性力により発生する応力（ σ_{r2} , $\sigma_{\theta2}$, σ_{z2} ）より次式で計算される。

$$\begin{aligned}
 \sigma_r &= \sigma_{r1} + \sigma_{r2} \\
 \sigma_\theta &= \sigma_{\theta1} + \sigma_{\theta2} \\
 \sigma_z &= \sigma_{z1} + \sigma_{z2} \\
 \sigma_{r1} &= \frac{1.24 \cdot P \cdot r^2}{t^2} \\
 \sigma_{\theta1} &= \sigma_{r1} \\
 \sigma_{z1} &= 0 \\
 \sigma_{r2} &= \frac{1.24 \cdot w \cdot r^2}{t^2} \\
 \sigma_{\theta2} &= \sigma_{r2} \\
 \sigma_{z2} &= 0
 \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (5.1)$$

ここで、 P : 密封容器内圧力と蓋間圧力の差圧 (MPa)

$$P = P_2 - P_1$$

P₁ : 密封容器内圧力 (MPa)

P₂ : 蓋間圧力 (MPa)

r : カバープレート締付けボルトのピッチ半径 (mm)

t : カバープレートの板厚 (mm)

w : 慣性力による分布荷重 (MPa)

$$w = t \cdot \rho \cdot G \cdot (1 + C_v)$$

ρ : カバープレート材料の密度 (kg/mm³)

C_v : 鉛直方向設計震度

G : 重力加速度 (m/s²)

(b) 一次+二次応力

応力の計算方法は(5.1)式の σ_{r2} と同じである。ただし、荷重条件は地震力のみとして振幅を考慮し、2倍して求める。

b. カバープレート締付けボルト

(a) 平均引張応力

カバープレート締付けボルトに発生する平均引張応力 (σ_{n1}) は次式で計算する。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{n1} &= \frac{W_{m1}}{A} \\ W_{m1} &= H + H_P \\ &= \frac{\pi}{4} \cdot D_G^2 \cdot P + H_P \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5.2)$$

ここで、 W_{m1} : 使用状態での必要な最小ボルト荷重 (N)

A : 全数のカバープレート締付けボルト最小断面積 (mm²)

H : フランジに加わる内圧による全荷重 (N)

D_G : ガスケット反力のかかる位置 (mm)

H_P : 気密を十分保つために、ガスケット又は継手接触面にかける
圧縮力 (N)

P : 密封容器内圧力と蓋間圧力の差圧 (MPa)

(b) 平均引張応力+曲げ応力

カバープレート締付けボルトに発生する平均引張応力+曲げ応力 (σ_{n+b}) は次式で計算する。

$$\sigma_{n+b} = \sigma_{n1} + \sigma_{b1}$$

ここで、 σ_{b1} : カバープレート締付けボルトに発生する曲げ応力 (MPa)

$$\sigma_{b1} = M / Z$$

M : 曲げモーメント (N・mm)

$$M = m_r \cdot G \cdot C_H \cdot L$$

m_r : カバープレートの質量 (kg)

C_H : 水平方向設計震度

G : 重力加速度 (m/s²)

L : カバープレート締付けボルト軸部の長さ (mm)

Z : カバープレート締付けボルト断面係数 (mm³)

今回の申請に係る第 5-13 表及び第 5-14 表は、既設工認に同じである。

第 5-15 表 カバープレート及びカバープレート締付けボルトの応力評価条件

項目	記号	単位	数値
密封容器内圧力	P_1	MPa	-0.101325
蓋間圧力	P_2	MPa	0.4
カバープレート締付けボルトピッチ半径	r	mm	76.5
カバープレートの板厚	t	mm	35
カバープレート材料の密度	ρ	kg/mm ³	7.93×10^{-6}
重力加速度	G	m/s ²	9.80665
全数のカバープレート締付けボルト最小断面積	A	mm ²	
ガスケット反力のかかる位置	D_G	mm	111
気密を十分保つために、ガスケット又は継手接触面にかける圧縮力	H_P	N	1.604×10^5
カバープレートの質量	m_r	kg	8
カバープレート締付けボルト軸部の長さ	L	mm	
全数のカバープレート締付けボルトの断面係数	Z	mm ³	

今回の申請に係る第 5-16 表～第 5-21 表は、既設工認に同じである。

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。