

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7 補足-026-8 改3
提出年月日	2020年7月22日

復水貯蔵槽の耐震性についての計算書に関する補足説明資料

2020年7月

東京電力ホールディングス株式会社

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

V-2-5-5-1-2「復水貯蔵槽の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙 1 応力解析におけるモデル化，境界条件及び拘束条件の考え方

別紙 2 地震荷重の入力方法

別紙 3 応力解析における断面の評価部位の選定

別紙 4 鋼製ライナの検討

別紙 5 誘発上下動の検討

下線：今回ご提示資料

別紙 4 鋼製ライナの検討

目 次

1. 概要	別紙 4-1
2. 復水貯蔵槽の鋼製ライナひずみの算出方法	別紙 4-1
2.1 ひずみの評価式	別紙 4-1
2.2 許容値の設定	別紙 4-2
3. ライナひずみの検討結果	別紙 4-2
4. まとめ	別紙 4-3

1. 概要

復水貯蔵槽はコンクリート躯体に鋼製ライナを内張りしたもので、鋼製ライナは耐漏洩機能を、鉄筋コンクリート部分は支持機能を有しており、内張りの下のコンクリート躯体で強度を保持しているため、V-2-5-5-1-2「復水貯蔵槽の耐震性についての計算書」では、鉄筋コンクリート部分の構造強度の確認による評価を実施している。

本資料は、復水貯蔵槽の内面における鋼製ライナひずみの検討の補足説明資料であり、V-2-5-5-1-2「復水貯蔵槽の耐震性についての計算書」の補足説明をするものである。

2. 復水貯蔵槽の鋼製ライナひずみの算出方法

復水貯蔵槽のライナひずみは、V-2-5-5-1-2「復水貯蔵槽の耐震性についての計算書」に示す応力解析結果を元に算出する。復水貯蔵槽内面の鋼製ライナについては、躯体に追従するため、鉄筋コンクリートのひずみを鋼製ライナに生じるひずみとみなして、ひずみの検討を行うことで、耐漏洩機能の確認を行う。

2.1 ひずみの評価式

ライナひずみは、下式により算出した最大主ひずみ（ ε_1 ）及び最小主ひずみ（ ε_2 ）の絶対値が大きい方の値とする。

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{2}(\varepsilon_x + \varepsilon_y) + \frac{1}{2}\sqrt{(\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + \gamma_{xy}^2}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{2}(\varepsilon_x + \varepsilon_y) - \frac{1}{2}\sqrt{(\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + \gamma_{xy}^2}$$

ε_x : x方向の垂直ひずみ

ε_y : y方向の垂直ひずみ

γ_{xy} : せん断ひずみ

2.2 許容値の設定

ライナひずみの許容値は、発電用原子力設備規格（コンクリート製原子炉格納容器規格 JSME S NE 1 - 2003）（日本機械学会 2003年12月）（以下「CCV規格」という。）を準用し、表 CVE-3611-1 ライナプレートの許容ひずみより、引張： 3.0×10^{-3} 、圧縮： 5.0×10^{-3} とする。

CCV規格の許容値は、コンクリート製原子炉格納容器の円筒部ライナプレートに限定されるものではなく、底部の平面のライナプレートにも適用されるものであるため、適用性について形状に依存するものではない。また、ライナプレートは鉄筋コンクリート部分の変形によるひずみに対し、漏洩を生じることなく追従できる変形性能を有していればよい（解説 CVE-3611）。よって、要求機能の観点からも、復水貯蔵槽は鉄筋コンクリートに強度を、鋼製ライナに耐漏洩性をもたせた構造となっているため、CCV規格におけるライナプレートの許容ひずみを準用することは、問題ないものとする。

3. ライナひずみの検討結果

ライナひずみの検討結果を表 3-1 に示す。また、図 3-1 に最大ひずみの要素位置を示す。

表 3-1 検討結果

検討項目	最大ひずみの発生要素	解析結果	許容値
ひずみ	22780	0.209×10^{-3}	5.0×10^{-3}

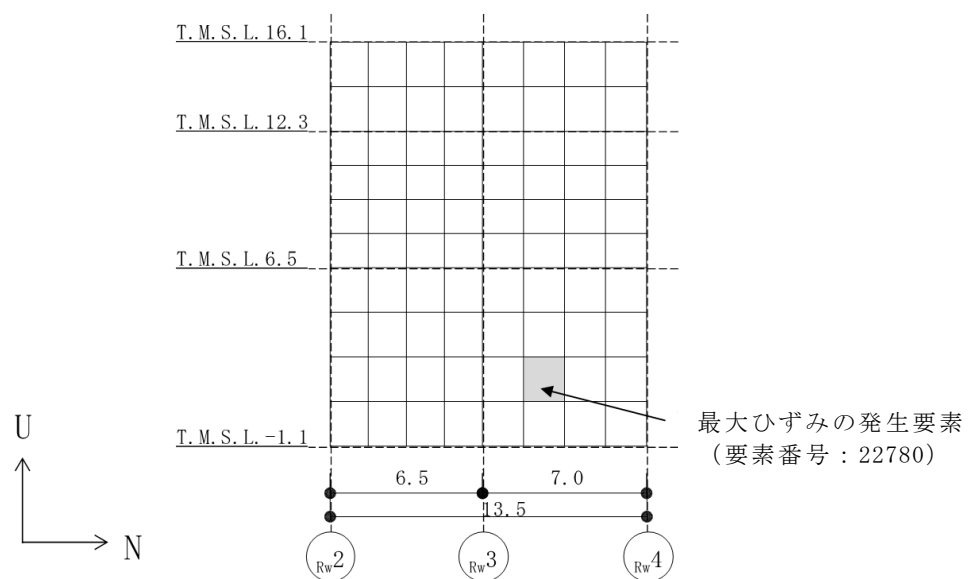


図 3-1 最大ひずみの要素位置図（R_wG 通り壁）

4. まとめ

復水貯蔵槽の内面の鋼製ライナについて、ひずみの検討を行った。その結果、最大ひずみは 0.209×10^{-3} であり、許容値 5.0×10^{-3} に対して十分小さいことを確認した。

別紙 5 誘発上下動の検討

目 次

1. 概要	別紙 5-1
1.1 検討概要	別紙 5-1
1.2 検討方針・検討内容	別紙 5-1
2. 検討結果	別紙 5-3
3. まとめ	別紙 5-6

1. 概要

1.1 検討概要

本資料は、廃棄物処理建屋の復水貯蔵槽の耐震評価における誘発上下動を考慮しない組合せ係数法の適用性について説明するものである。

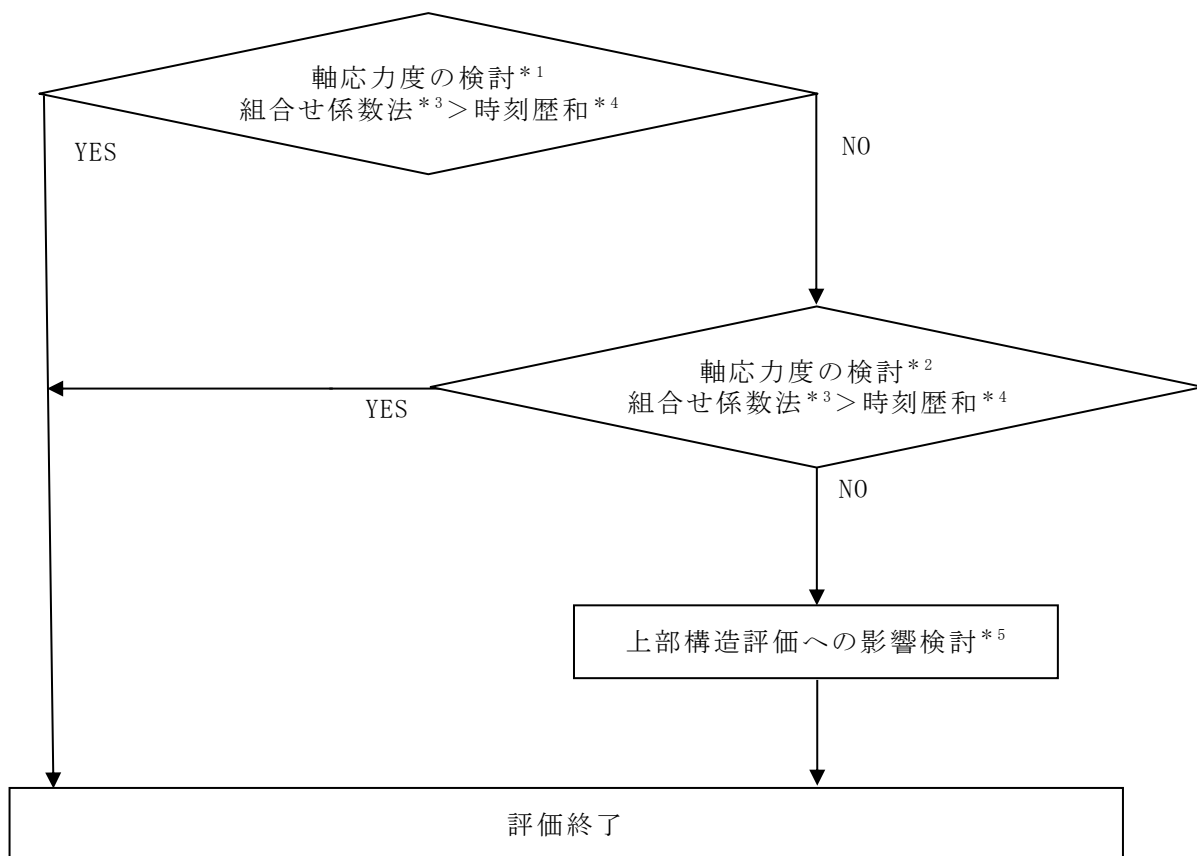
廃棄物処理建屋の復水貯蔵槽の耐震評価として行う水平及び鉛直方向の荷重の組合せを考慮した評価において、誘発上下動を考慮しない組合せ係数法による評価値と水平及び誘発上下動を考慮した鉛直方向の地震応答の時刻歴和による評価値の比較を行うことで、誘発上下動を考慮しない組合せ係数法の適用性を確認する。

1.2 検討方針・検討内容

廃棄物処理建屋の復水貯蔵槽の耐震評価における誘発上下動を考慮しない組合せ係数法の適用性は、軸応力度の評価で確認する。

誘発上下動が生じる $S_s-1\sim 3$, S_s-8 の NS 方向について、水平応答の曲げモーメントによる鉛直軸応力度 σ_H の最大値と誘発上下動を考慮しない鉛直応答による軸応力度 σ_Z の最大値に組合せ係数法を適用した軸応力度（以下「組合せ係数法による最大軸応力度」という。）の包絡値が、水平応答の曲げモーメントによる鉛直軸応力度 σ_H 及び誘発上下動を考慮した鉛直応答による軸応力度 σ_Z の時刻歴を時々刻々組合せて算定した時刻歴の最大値（以下「時刻歴和による最大軸応力度」という。）と同等又は保守的であることを確認する。その結果、同等又は保守的と言えない場合は、時刻歴和による最大軸応力度が上部構造へ及ぼす影響検討を行い、許容限界に対して十分な余裕を有することを確認することにより、誘発上下動を考慮しない組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認する。

検討フローを図 1-1 に示す。



- 注記 *1 : 基本ケース (Ss-1~3, Ss-8, NS 方向) による検討
 *2 : 基本ケース (Ss-1~3, Ss-8, NS 方向) の地震荷重を包絡した検討
 *3 : 誘発上下動非考慮
 *4 : 誘発上下動考慮
 *5 : 材料物性の不確かさを考慮した検討

図 1-1 検討フロー

2. 検討結果

組合せ係数法による最大軸応力度 (①), 時刻歴和による最大軸応力度 (②) 及び最大軸応力度の比 (①/②) を表 2-1 に示す。最大軸応力度の比 (①/②) が 1.0 を下回るケースがあることから, それらのケースについて, S_s-1~S_s-3 及び S_s-8 を包絡し, 誘発上下動を考慮しない組合せ係数法を適用して算出した軸応力度 (③) 及び最大軸応力度の比 (③/②) を表 2-2 に示す。

S_s-1~S_s-3 及び S_s-8 を包絡し, 誘発上下動を考慮しない組合せ係数法を適用して算出した軸応力度は, 時刻歴和による最大軸応力度に比べて保守的な値になっていることから, 誘発上下動を考慮しない組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認した。

表 2-1 最大軸応力度の比較 (基準地震動 S s) *1 (1/2)

(a) Ss-1

T. M. S. L. (m)	組合せ係数法による 最大軸応力度 【誘発上下動非考慮】 (N/mm ²)	②時刻歴和による 最大軸応力度 【誘発上下動考慮】 (N/mm ²)	最大軸応力度の 比 ①/②
	①Ss-1		
12.3	2.91* ²	2.83	1.02
6.5	2.47* ²	2.38	1.03
-1.1	3.24* ²	3.21	1.00* ³

(b) Ss-2

T. M. S. L. (m)	組合せ係数法による 最大軸応力度 【誘発上下動非考慮】 (N/mm ²)	②時刻歴和による 最大軸応力度 【誘発上下動考慮】 (N/mm ²)	最大軸応力度の 比 ①/②
	①Ss-2		
12.3	2.75* ²	2.62	1.04
6.5	2.12* ²	2.03	1.04
-1.1	2.56* ²	2.42	1.05

(c) Ss-3

T. M. S. L. (m)	組合せ係数法による 最大軸応力度 【誘発上下動非考慮】 (N/mm ²)	②時刻歴和による 最大軸応力度 【誘発上下動考慮】 (N/mm ²)	最大軸応力度の 比 ①/②
	①Ss-3		
12.3	2.87* ²	2.89	0.99
6.5	2.44* ²	2.48	0.98
-1.1	3.23* ²	3.28	0.98

注記*1: 基本ケース (NS 方向) の結果

*2: 水平方向に 1.0×最大応答曲げモーメント, 鉛直方向に 0.4×最大応答軸力を考慮したケース

*3: 組合せ係数法による最大軸応力度が時刻歴和による最大軸応力度を上回る。

表 2-1 最大軸応力度の比較 (基準地震動 S_s) *¹ (2/2)

(d) S_s-8

T. M. S. L. (m)	組合せ係数法による 最大軸応力度 【誘発上下動非考慮】 (N/mm ²)	②時刻歴和による 最大軸応力度 【誘発上下動考慮】 (N/mm ²)	最大軸応力度の 比 ①/②
	①S _s -8		
12.3	2.77* ²	2.79	0.99
6.5	2.35* ²	2.35	1.00
-1.1	3.18* ²	3.17	1.00* ³

注記*1: 基本ケース (NS 方向) の結果

*2: 水平方向に 1.0×最大応答曲げモーメント, 鉛直方向に 0.4×最大応答軸力を考慮したケース

*3: 組合せ係数法による最大軸応力度が時刻歴和による最大軸応力度を上回る。

表 2-2 最大軸応力度の比較 (基準地震動 S_s) *¹

(a) S_s-3

T. M. S. L. (m)	組合せ係数法による 最大軸応力度 【誘発上下動非考慮】 (N/mm ²)	②時刻歴和による 最大軸応力度 【誘発上下動考慮】 (N/mm ²)	最大軸応力度の 比 ③/②
	③包絡		
12.3	2.95* ²	2.89	1.02
6.5	2.52* ²	2.48	1.01
-1.1	3.38* ³	3.28	1.03

(b) S_s-8

T. M. S. L. (m)	組合せ係数法による 最大軸応力度 【誘発上下動非考慮】 (N/mm ²)	②時刻歴和による 最大軸応力度 【誘発上下動考慮】 (N/mm ²)	最大軸応力度の 比 ③/②
	③包絡		
12.3	2.95* ²	2.79	1.05
6.5	2.52* ²	2.35	1.07

注記*1: 基本ケース (NS 方向) の結果

*2: 水平方向に 1.0×最大応答曲げモーメント (S_s-3), 鉛直方向に 0.4×最大応答軸力 (S_s-1) を考慮したケース

*3: 水平方向に 1.0×最大応答曲げモーメント (S_s-8), 鉛直方向に 0.4×最大応答軸力 (S_s-1) を考慮したケース

3. まとめ

廃棄物処理建屋の復水貯蔵槽において、組合せ係数法による最大軸応力度が時刻歴和による最大軸応力度よりも保守的であることを確認した。

よって、廃棄物処理建屋の復水貯蔵槽の耐震評価において誘発上下動を考慮しない組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認した。