

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-026-4 改4
提出年月日	2020年7月15日

廃棄物処理建屋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-2-2-12「廃棄物処理建屋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 応力解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較

別紙 2 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 3 地震荷重の入力方法

別紙 4 応力解析における断面の評価部位の選定

別紙 5 応力解析における応力平均化の考え方

別紙 6 水平・鉛直を分離した解析について

別紙 7 応力解析における壁の健全性評価

下線：今回ご提示資料

別紙 7 応力解析における壁の健全性評価

目 次

1. 概要	別紙 7-1
2. 検討内容	別紙 7-2
2.1 検討方針	別紙 7-2
2.2 解析ケース	別紙 7-3
3. 検討結果	別紙 7-4
3.1 層全体のせん断ひずみ評価	別紙 7-4
3.2 各壁のせん断ひずみ評価	別紙 7-7
4. まとめ	別紙 7-8

1. 概要

廃棄物処理建屋基礎スラブの応力解析では、上部構造からの荷重伝達を詳細に評価するために、上部構造を3次元FEMでモデル化していることから、本資料では、上部構造のうち基礎スラブに直接接続する地下3階（T.M.S.L. -6.1m～T.M.S.L. -1.1m）の耐震壁及び補助壁の耐震健全性について示す。

2. 検討内容

2.1 検討方針

基礎スラブの応力解析に用いている 3 次元 FEM モデルを図 2-1 に示し、このモデルにおいて評価対象となる地下 3 階を赤色で示す。

耐震健全性評価としては、2 ステップに分けて実施する。第 1 ステップでは地下 3 階の層全体のせん断ひずみを評価し、地震応答解析で得られているせん断ひずみと比較する。第 2 ステップでは各壁に着目し、壁位置や壁厚の違いによるせん断ひずみの差異を評価し、許容限界を超えないことを確認する。なお、許容限界は基準地震動 S_s に対する地震応答解析による評価と同様に、せん断ひずみ 2.0×10^{-3} とする。

- ① 第 1 ステップ：層全体のせん断ひずみの評価
- ② 第 2 ステップ：各壁のせん断ひずみの評価

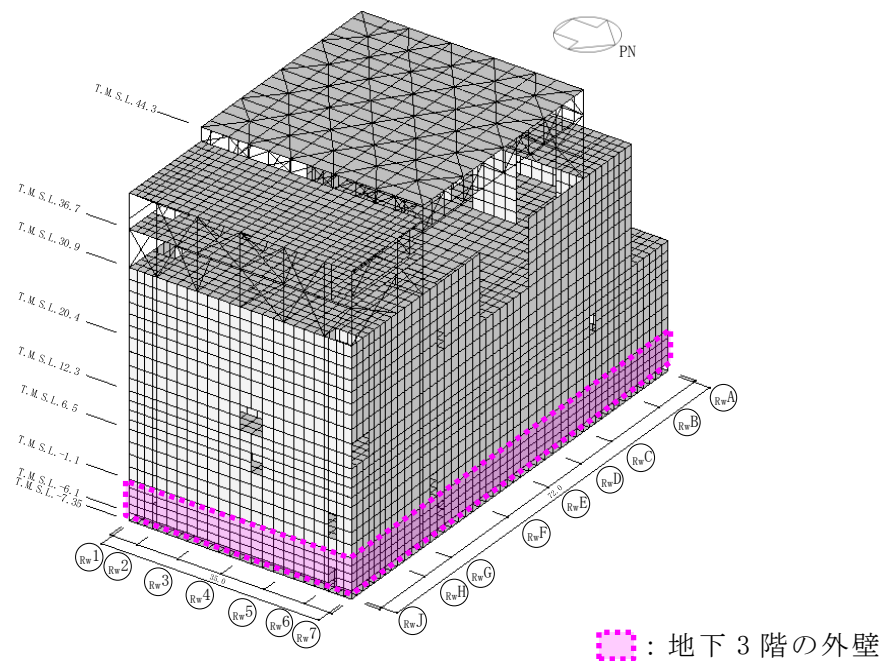


図 2-1 基礎スラブ応力解析モデル

2.2 解析ケース

基礎スラブの応力解析の荷重の組合せケースを表 2-1 に示す。第 1 ステップでは表 2-1 の全ケースについて、地下 3 階のせん断ひずみを算定し、この中でせん断ひずみが最大となるケースについて、第 2 ステップのせん断ひずみの評価を行う。

表 2-1 荷重の組合せケース

ケース No.	水平：鉛直	鉛直震度	荷重の組合せケース
1	1.0 : 0.4	下向き	$(1.0 + 0.4K_v) V L + S_{s_{SN}} + S_{OE} + B L$
2		上向き	$(1.0 - 0.4K_v) V L + S_{s_{SN}} + S_{OE} + B L$
3		下向き	$(1.0 + 0.4K_v) V L + S_{s_{NS}} + S_{OE} + B L$
4		上向き	$(1.0 - 0.4K_v) V L + S_{s_{NS}} + S_{OE} + B L$
5		下向き	$(1.0 + 0.4K_v) V L + S_{s_{WE}} + S_{OE} + B L$
6		上向き	$(1.0 - 0.4K_v) V L + S_{s_{WE}} + S_{OE} + B L$
7		下向き	$(1.0 + 0.4K_v) V L + S_{s_{EW}} + S_{OE} + B L$
8		上向き	$(1.0 - 0.4K_v) V L + S_{s_{EW}} + S_{OE} + B L$
9	0.4 : 1.0	下向き	$(1.0 + K_v) V L + 0.4 S_{s_{SN}} + 0.4 S_{OE} + B L$
10		上向き	$(1.0 - K_v) V L + 0.4 S_{s_{SN}} + 0.4 S_{OE} + B L$
11		下向き	$(1.0 + K_v) V L + 0.4 S_{s_{NS}} + 0.4 S_{OE} + B L$
12		上向き	$(1.0 - K_v) V L + 0.4 S_{s_{NS}} + 0.4 S_{OE} + B L$
13		下向き	$(1.0 + K_v) V L + 0.4 S_{s_{WE}} + 0.4 S_{OE} + B L$
14		上向き	$(1.0 - K_v) V L + 0.4 S_{s_{WE}} + 0.4 S_{OE} + B L$
15		下向き	$(1.0 + K_v) V L + 0.4 S_{s_{EW}} + 0.4 S_{OE} + B L$
16		上向き	$(1.0 - K_v) V L + 0.4 S_{s_{EW}} + 0.4 S_{OE} + B L$

$V L$: 鉛直荷重

$S_{s_{SN}}$: 水平地震荷重 (S→N 入力, NS 方向)

$S_{s_{NS}}$: 水平地震荷重 (N→S 入力, NS 方向)

$S_{s_{EW}}$: 水平地震荷重 (E→W 入力, EW 方向)

$S_{s_{WE}}$: 水平地震荷重 (W→E 入力, EW 方向)

K_v : 鉛直震度

S_{OE} : 土圧荷重

$B L$: 浮力

3. 検討結果

3.1 層全体のせん断ひずみ評価

(1) せん断ひずみ評価方法

層全体のせん断ひずみ評価は、各階床の節点のうち、地下3階の建屋外周部の壁に該当する節点を用いて求めた平均層間変位 (${}_{B_2}X - {}_{B_3}X$) を階高Hで除してせん断ひずみ γ (以下「平均せん断ひずみ」という。) を求める。図 3-1 に評価に用いる外周壁の節点を示す。なお、平均層間変位 (${}_{B_2}X - {}_{B_3}X$) には基礎浮上りによるロッキングの影響が含まれることから、建屋外周部の鉛直変位に基づく全体回転変形分の水平変位 ($H \cdot \theta$) を除いて算定する。

$$\gamma = \left({}_{B_2}X - {}_{B_3}X - H \cdot \theta \right) / H$$

ここで、

${}_{B_2}X$: 基礎スラブに直接接続する壁に所属する上部節点の水平変位

$${}_{B_2}X = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N {}_{B_2}X_i$$

N : 接点数

${}_{B_3}X$: 基礎スラブに直接接続する壁に所属する下部節点の水平変位

$${}_{B_3}X = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N {}_{B_3}X_i$$

N : 接点数

H : 階高 (5.0m)

θ : 建屋外周部の鉛直変位に基づく全体回転変形量

$$\theta = \left({}_{B_3}Z_1 - {}_{B_3}Z_2 \right) / W$$

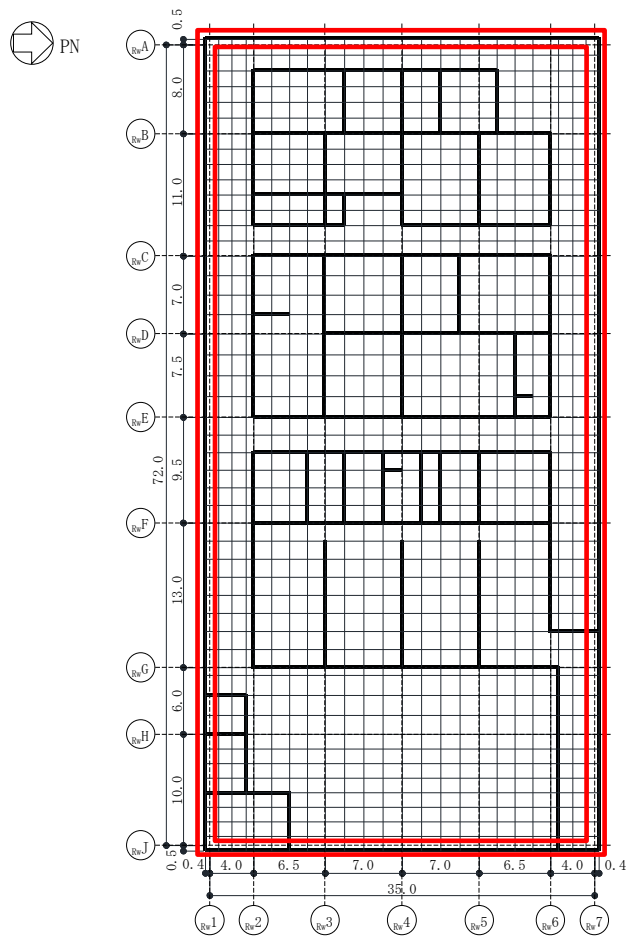
${}_{B_3}Z_1$: 基礎スラブに直接接続する壁に所属する下部節点の鉛直変位 (負側)

$${}_{B_3}Z_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N {}_{B_3}Z_{1i}$$

${}_{B_3}Z_2$: 基礎スラブに直接接続する壁に所属する下部節点の鉛直変位 (正側)

$${}_{B_3}Z_2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N {}_{B_3}Z_{2i}$$

W : 建屋寸法 (NS:35.8m, EW:73.0m)



□ : 平均層間変位を算定する節点

図 3-1 地下 3 階の壁及び評価に用いる節点位置図

(2) 評価結果

NS 方向及び EW 方向の最大の平均せん断ひずみを表 3-1 に示す。最大の平均せん断ひずみは、NS 方向については 0.249×10^{-3} (ケース 2) であり、EW 方向については 0.247×10^{-3} (ケース 5) であり、どちらも許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。

なお、地震応答解析における不確かさを考慮した最大せん断ひずみは、NS 方向は 0.178×10^{-3} 、EW 方向は 0.163×10^{-3} であり、本検討にて算定した値の方がやや大きな値となっているが、この理由としては、不確かさを考慮した全ての地震荷重の包絡値を応力解析モデルに静的に作用させていることが考えられる。

表 3-1 層全体の平均せん断ひずみ

方向	ケース No.	平均せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)
NS 方向	2	0.249
EW 方向	5	0.247

3.2 各壁のせん断ひずみ評価

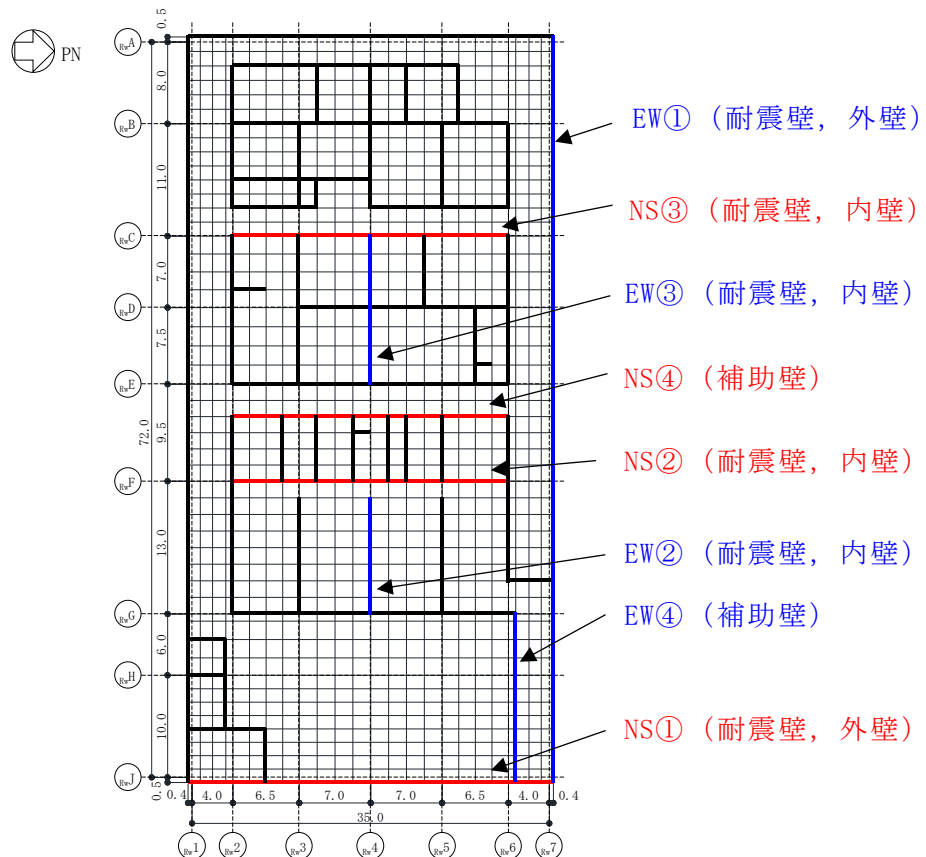
(1) ひずみ評価方法

評価対象部位については、耐震壁及び補助壁のうち、耐震壁は外壁及び建屋中心付近の内壁、補助壁は壁厚が薄い壁を評価対象部位として選定し、選定した結果を表3-3及び図3-2に示す。

ステップ1の結果に基づき、平均せん断ひずみが最も大きいケース（NS方向：ケース2，EW方向：ケース5）を対象として、選定した各壁の平均せん断ひずみを算定する。平均せん断ひずみを算定方法は、「3.1 層全体のせん断ひずみ評価」の式を用いる。ただし、Wの建屋寸法は壁の長さを読み替える。

表3-3 評価対象

評価対象		NS方向	EW方向
耐震壁	外壁	NS①	EW①
	内壁	NS②，NS③	EW②，EW③
補助壁		NS④	EW④



注記：赤線はNS方向，青線はEW方向の評価対象壁を示す

図3-2 評価対象

(2) 評価結果

算定結果を表 3-4 に示す。各壁の平均せん断ひずみは許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。

表 3-4 各壁の平均せん断ひずみ

(a) NS 方向 (ケース 2)

評価対象		壁厚 (m)	位置	平均せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	
耐震壁	外壁	NS①	1.2	RwJ 通り	0.150
	内壁	NS②	1.4	RwF 通り	0.177
		NS③	0.8	RwC 通り	0.190
補助壁		NS④	0.3~0.5	RwE~RwF 通り	0.238

(b) EW 方向 (ケース 5)

評価対象		壁厚 (m)	位置	平均せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	
耐震壁	外壁	EW①	1.2	Rw7 通り	0.162
	内壁	EW②	1.6	Rw4 通り	0.294
		EW③	0.8, 0.9	Rw4 通り	0.319
補助壁		EW④	0.3	Rw6~Rw7 通り	0.248

4. まとめ

基礎スラブ直上階である地下 3 階の耐震壁及び補助壁の耐震健全性を確認するために、3 次元 FEM 応力解析結果を用いて得られた平均せん断ひずみを算定した。その結果、各壁の平均せん断ひずみは、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。