



リサイクル燃料備蓄センター 使用済燃料貯蔵事業変更許可申請

標準応答スペクトルを考慮した評価について (基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価)

令和 4 年 7 月 6 日
リサイクル燃料貯蔵株式会社

基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果（概要）

【基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価概要】

➤ 既許可（R2.11.11）の申請での評価

- ・ 使用済燃料貯蔵建屋が設置される地盤には、「将来活動する可能性のある断層等」は認められない。
- ・ 砂子又層（Sn₄層）の強度特性については、建屋を設置したことによる地盤への影響範囲内で設定した。
- ・ 地殻変動による基礎地盤の変形の影響について、横浜断層に伴う地盤の傾斜を食い違い弾性論に基づき評価した。
- ・ 基準地震動（Ss-A, Ss-B1～B3）による地震力に対して、基礎地盤のすべり、基礎の支持力、基礎底面の傾斜（地殻変動含む）について、いずれも評価基準値を満足することを確認した（慣用法及び動的解析）。また、水平方向の地震動のみ定義されている基準地震動Ss-B4について、Ss-B4（水平動）と一関東評価用地震動（鉛直動）により基礎地盤のすべり、支持力及び傾斜の評価基準値を満足していることを確認した。
- ・ 以上のことから、使用済燃料貯蔵建屋の基礎地盤は、基準地震動による地震力に対して十分な安定性を有しており、使用済燃料貯蔵建屋の安全機能が重大な影響を受けることがないことを確認した。

➤ 今回申請（R4.1.20）での評価

- ・ 基準地震動（Ss-B5）による地震力に対して、基礎地盤のすべり、基礎の支持力、基礎底面の傾斜について、いずれも評価基準値を満足することを確認した。
- ・ 既許可（R2.11.11）の申請での評価及び以上のことから、使用済燃料貯蔵建屋の基礎地盤は、基準地震動による地震力に対して十分な安定性を有しており、使用済燃料貯蔵建屋の安全機能が重大な影響を受けることがないことを確認した。

※使用済燃料貯蔵建屋には隣接する建物及び構造物がないことから、周辺地盤の変状（不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等）による影響を受けるおそれはなく、評価対象外とする。

基準地震動の地震力により使用済燃料貯蔵建屋に重大な影響を与える周辺斜面は存在しないことから、評価対象外とする。

目次

1. 評価方針	3
(1) 評価方針 (既許可申請と同じ)	3
(2) 評価項目 (今回申請)	4
(3) 評価諸元 (既許可申請と同じ)	5
(4) 入力地震動	6
2. 基礎地盤の安定性評価	7
(1) すべり安全率の算定 (安全率算定結果)	7
(2) 地盤物性のばらつきを考慮した場合	8
(3) 支持力評価	9
(4) 傾斜評価	10
(5) 液状化の検討	11
(6) まとめ	13
3. まとめ	14
【参考資料】	15

1. 評価方針

(1) 評価方針 (既許可申請と同じ)

使用済燃料貯蔵建屋※の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(以下、「事業許可基準規則」という。)を踏まえ、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」(以下「審査ガイド」という)に準拠し以下に示す事項を確認する。

■ 基礎地盤

1. 活断層の有無 (事業許可基準規則第8条第3項)

使用済燃料貯蔵建屋が設置される地盤には、将来も活動する可能性のある断層等が露頭していないことを確認する。

2. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 (事業許可基準規則第8条第1項及び第2項)

使用済燃料貯蔵建屋が設置される地盤の安定性について以下を確認する。

- (1) 基礎地盤のすべり
- (2) 基礎の支持力
- (3) 基礎底面の傾斜

3. 周辺地盤の変状による建屋への影響評価 (事業許可基準規則第8条第2項)

使用済燃料貯蔵建屋には隣接する建物及び構造物がないことから、周辺地盤の変状(不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等)による影響を受けるおそれはなく、評価対象外とする。

4. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価 (事業許可基準規則第8条第2項)

地震発生に伴う地殻変動による基礎地盤の傾斜及び撓みにより、使用済燃料貯蔵建屋が重大な影響を受けないことを確認する。

■ 周辺斜面 (事業許可基準規則第9条第4項)

基準地震動の地震力により使用済燃料貯蔵建屋に重大な影響を与える周辺斜面は存在しないことから、評価対象外とする。

※ 使用済燃料貯蔵施設のうち「基本的安全機能を確認する上で必要な施設」の間接支持構造物

1. 評価方針

(2) 評価項目 (今回申請)

- 今回の申請において、基準地震動 (Ss-B5) が追加となる。
- 基準地震動 (Ss-B5) による地震力に対する基礎地盤の安定性評価として、基礎地盤のすべり、基礎の支持力、基礎底面の傾斜について、いずれも評価基準値を満足することを確認する。

■ 基礎地盤のすべり

基礎地盤のすべり安全率が評価基準値以上であることを確認する。

■ 基礎の支持力

基礎地盤は接地圧に対して十分な支持力を有していることを確認する。

■ 基礎底面の傾斜

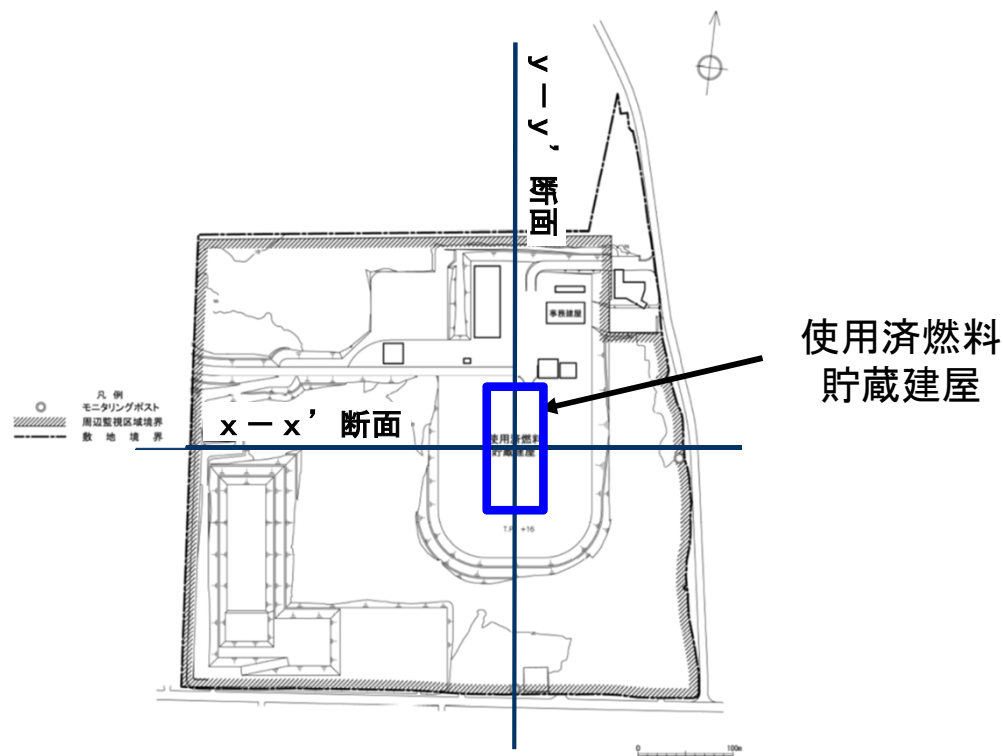
基礎底面の傾斜は評価基準値の目安である $1/2,000$ *を下回ることを確認する。

※ 審査ガイドでは、一般建築物の構造的な障害が発生する限界として、 $1/2,000$ 以下 (目安値) が示されている。

1. 評価方針

(3) 評価諸元 (既許可申請と同じ)

- 基準地震動について、使用済燃料貯蔵建屋の基礎地盤の安定性評価を実施した結果、基礎地盤のすべり・基礎の支持力・基礎底面の傾斜について、いずれも評価基準値を上回ることを確認する。
- なお、使用済燃料貯蔵建屋の周辺には、安定性評価の対象とすべき斜面は存在しない。



使用済燃料貯蔵建屋の配置と諸元、地盤の解析用物性値、解析モデル、及び評価フローは既許可申請と同じ。

評価対象施設位置図

1. 評価方針

(4) 入力地震動

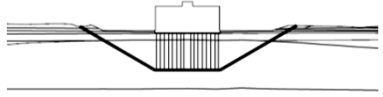
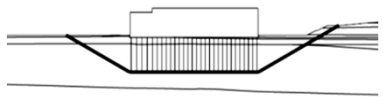
基準地震動		最大加速度 (cm/s ²)		
		水平方向1	水平方向2	鉛直方向
Ss-A	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動に基づく基準地震動	<p>600</p>	<p>600</p>	<p>400</p>
Ss-B1	2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET港町)	<p>620</p>	<p>620</p>	<p>320</p>
Ss-B2	2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム右岸地山)	<p>450</p>	<p>490</p>	<p>320</p>
Ss-B3	2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net金ヶ崎)	<p>430</p>	<p>400</p>	<p>300</p>
Ss-B4	2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net一関東)	<p>540</p>	<p>500</p>	<p>360※</p>
Ss-B5	標準応答スペクトルを考慮した地震動	<p>697</p>	<p>697</p>	<p>442</p>

※ 一関東評価用地震動 (鉛直方向) : 審査会合資料 (H29. 11. 20) 資料1-5 「耐震設計の基本方針について」より

2. 基礎地盤の安定性評価

(1) すべり安全率の算定 (安全率算定結果)

- 基準地震動Ssを入力した結果、最小すべり安全率はy-y'断面における2.1である(基準地震動(Ss-B5)による地震力に対するすべり安全率は最小とならず、既許可での評価から変更なし)。

評価対象	想定すべり線形状の パターン	すべり安全率								
		Ss-A	Ss-B1	Ss-B2H1	Ss-B2H2	Ss-B3H1	Ss-B3H2	Ss-B4H1	Ss-B4H2	Ss-B5 (追加)
使用済燃料 貯蔵建屋 x-x'断面		2.6(-, -) [41.67]	2.5(+, +) [7.99]	8.3(+, +) [14.40]	4.6(+, +) [14.80]	5.5(+, +) [11.25]	4.6(-, +) [11.17]	6.3(+, +) [9.97]	4.2(-, +) [8.68]	2.7(-, -) [7.41]
使用済燃料 貯蔵建屋 y-y'断面		2.2(+, -) [41.68]	2.1(-, +) [8.00]	6.4(-, +) [14.40]	3.8(-, +) [14.78]	4.3(+, +) [11.26]	3.6(+, +) [11.17]	5.0(-, +) [7.99]	3.6(+, +) [8.69]	2.2(+, -) [7.42]

※ 下線は、すべり安全率の最小値を示す。

※ Ssに記載の, (+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

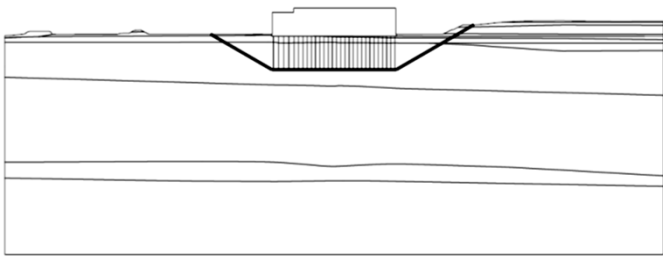
※ [] は、発生時刻(秒)を示す。

※すべり安全率の算定には、安全側に盛土・埋土(bk)、ローム層(Lm)、中段丘堆積物(M)の強度は無視する。

2. 基礎地盤の安定性評価

(2) 地盤物性のばらつきを考慮した場合

- 平均強度において、すべり安全率が最小 (2.1) となったケースについて、強度のばらつき (平均-1 σ 強度) を考慮した評価を行った結果、すべり安全率は1.5以上であり、評価基準値1.5を満足していることを確認した (基準地震動 (Ss-B5) による地震力に対するすべり安全率 [平均強度] は最小とならず、既許可での評価から変更なし)。

評価対象断面 及び地震動	想定すべり線形状のパターン	すべり安全率 [平均強度]	すべり安全率 [平均-1 σ 強度]
y - y' 断面 【Ss-B1 (-, +) ※1】		2.1 [8.00] ※2	1.5※3 [8.01] ※2

※1 基準地震動Ss-B1の(-, +)は、水平反転を示す。

※2 [] は、発生時刻 (秒) を示す。

※3 すべり安全率1.54の小数第二位を切り捨てて表記

2. 基礎地盤の安定性評価

(3) 支持力評価

- 使用済燃料貯蔵建屋の地震時最大接地圧は 1.37N/mm^2 であり、砂子又層の支持力の評価基準値である 4.58N/mm^2 を超えていないことを確認した（基準地震動（Ss-B5）による地震力に対する最大接地圧は最大とならず、既許可での評価から変更なし）。

評価対象	評価基準値 (N/mm^2)	地震時最大接地圧 (N/mm^2)								
		Ss-A	Ss-B1	Ss-B2H1	Ss-B2H2	Ss-B3H1	Ss-B3H2	Ss-B4H1	Ss-B4H2	Ss-B5 (追加)
使用済燃料貯蔵建屋 x-x' 断面	4.58	1.28(-, -) [41.89]	1.08(+, +) [7.73]	1.17(+, +) [17.27]	1.16(-, +) [17.28]	1.10(-, +) [9.51]	1.11(+, +) [9.51]	1.13(-, +) [8.77]	1.15(-, +) [8.76]	1.23(+, -) [5.18]
使用済燃料貯蔵建屋 y-y' 断面	4.58	<u>1.37</u> (+, -) [28.41]	1.14(-, +) [7.73]	1.26(+, +) [17.27]	1.26(+, +) [17.28]	1.19(-, +) [9.51]	1.19(+, +) [9.51]	1.23(+, +) [8.77]	1.23(+, +) [8.76]	1.32(+, -) [5.18]

※ 下線は、地震時最大接地圧の最大値を示す。

※ Ssに記載の, (+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※ [] は、発生時刻（秒）を示す。

2. 基礎地盤の安定性評価

(4) 傾斜評価

- 使用済燃料貯蔵建屋の地震時の基礎底面の最大傾斜は1/10,000であり，許容値の目安である1/2,000を下回り，建屋や機器に対して影響を与えないことを確認した（基準地震動（Ss-B5）による地震力に対する最大傾斜は最大とならず，既許可での評価から変更なし）。

評価対象	上段：最大相対変位 (cm)， 下段：最大傾斜								
	Ss-A	Ss-B1	Ss-B2H1	Ss-B2H2	Ss-B3H1	Ss-B3H2	Ss-B4H1	Ss-B4H2	Ss-B5 (追加)
使用済燃料 貯蔵建屋 x-x' 断面	0.5(+,+) [41.95]	0.6(-,+) [8.02]	0.2(+,+) [15.29]	0.2(-,+) [15.17]	0.2(-,+) [11.27]	0.3(+,+) [8.48]	0.2(-,+) [8.65]	0.3(+,+) [8.72]	0.4(+,+) [6.48]
	1/13,000	<u>1/10,000</u>	1/27,000	1/36,000	1/31,000	1/24,000	1/29,000	1/19,000	1/14,000
使用済燃料 貯蔵建屋 y-y' 断面	0.6(+,+) [42.01]	0.4(-,+) [8.11]	0.2(-,+) [15.96]	0.2(+,+) [18.51]	0.2(+,+) [9.48]	0.3(-,+) [9.81]	0.2(-,+) [10.10]	0.3(+,+) [8.78]	0.4(+,+) [7.52]
	1/22,000	1/36,000	1/65,000	1/60,000	1/74,000	1/49,000	1/56,000	1/43,000	1/32,000

※ 下線は，最大傾斜の最大値を示す。

※ Ssに記載の，(+,+)は位相反転なし，(-,+)は水平反転，(+,-)は鉛直反転，(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※ [] は，発生時刻（秒）を示す。

2. 基礎地盤の安定性評価

(5) 液状化の検討①

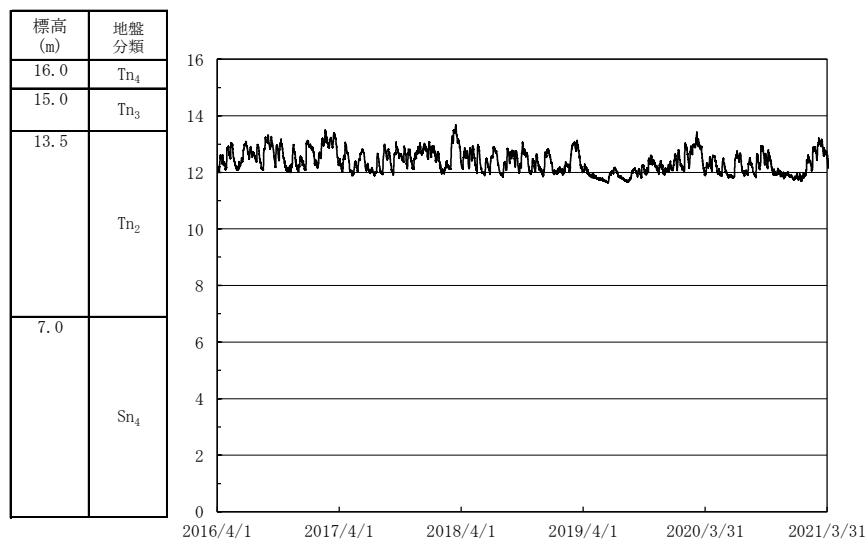
(1) 準拠基準

乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程⁴⁾(以下、「JEAC4616-2009」という。)に示される方法に基づく検討を実施する。

(2) 液状化検討対象層

地下水位以深の飽和砂質土層を対象とし、建屋直下地盤のうち田名部層下部砂質土(Tn₂)層とする。

なお、田名部層中部粘性土(Tn₃)は粘性土、砂子又層上部軽石混じり砂岩(Sn₄)は半固結の岩石であるため検討対象から除外する。



地下水位の観測結果(2016.4.1~2021.3.31)
(地下水位の観測結果に大きな変化は見られない)

No.	地層名	地盤分類	上端深度 T.P. (m)	層厚 (m)
1	田名部層	Tn ₄ 田名部層中部砂質土	16.0	1.0
2		Tn ₃ 田名部層中部粘性土	15.0	1.5
3		Tn ₂ 田名部層下部砂質土	13.5	6.5
4	砂子又層	Sn ₄ 砂子又層上部軽石混じり砂岩	7.0	46.5

地下水位
▽設定位置
T.P. 14.0m

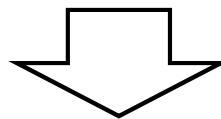
建屋直下地盤の概要

2. 基礎地盤の安定性評価 (6) まとめ

- 基準地震動Ss-A, Ss-B1, Ss-B2, Ss-B3
- 基準地震動Ss-B4 (水平方向) と一関東評価用地震動 (鉛直方向)
- 基準地震動Ss-B5

を入力した結果,

- 最小すべり安全率はy-y' 断面における1.5であり, 評価基準値1.5を満足することを確認した (既許可での評価から変更なし)。
- 最大接地圧はy-y' 断面における 1.37N/mm^2 であり, 評価基準値 4.58N/mm^2 を満足していることを確認した (既許可での評価から変更なし)。
- 基礎底面に生じる最大傾斜はx-x' 断面における $1/10,000$ であり, 評価基準値の目安である $1/2,000$ を十分に下回ることを確認した (既許可での評価から変更なし)。

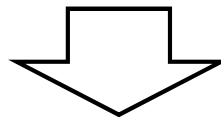


基準地震動Ss-A, Ss-B1, Ss-B2, Ss-B3, Ss-B4, Ss-B5による基礎地盤の安定性を確認した。

3. まとめ

■ 基礎地盤

- 使用済燃料貯蔵建屋が設置される地盤には、「将来も活動する可能性のある断層等」は認められない（既許可での評価にて確認済み）。
- 使用済燃料貯蔵建屋が設置される地盤は、基準地震動 S_s による地震力に対して、基礎地盤のすべり、基礎の支持力、基礎底面の傾斜（地殻変動含む）について、いずれも評価基準値を満足することを確認した（既許可での評価から変更なし）。
- 使用済燃料貯蔵建屋には隣接する建物及び構造物がないことから、周辺地盤の変状（不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等）による影響を受けるおそれはなく、評価対象外とする（既許可での評価にて確認済み）。



- 使用済燃料貯蔵建屋の基礎地盤は、基準地震動による地震力に対して十分な安定性を有しており、使用済燃料貯蔵建屋が重大な影響を受けることがないことを確認した（既許可での評価から変更なし）。

■ 周辺斜面

- 基準地震動の地震力により使用済燃料貯蔵建屋に重大な影響を与える周辺斜面は存在しないことから、評価対象外とする（既許可での評価にて確認済み）。

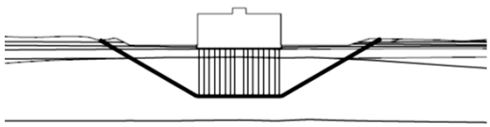
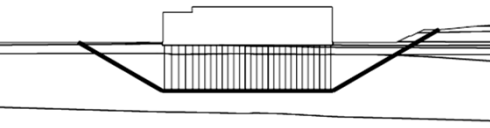
参考資料 目次

① 地震力に対する安定性評価	15
----------------	-------	----

参考資料：①地震力に対する安定性評価

すべり安全率一覧 (Ss-B5)

■基礎地盤のすべり評価 (Ss-B5)

評価対象	想定すべり線形状のパターン (建屋付近拡大図)	すべり安全率			
		Ss-B5			
		(+, +)	(+, -)	(-, +)	(-, -)
使用済燃料貯蔵建屋 x - x' 断面		2.9 [7.42]	2.7 [7.41]	2.8 [7.41]	2.7 [7.41]
使用済燃料貯蔵建屋 y - y' 断面		2.3 [7.42]	2.2 [7.42]	2.3 [7.42]	2.3 [7.42]

※ Ssに記載の, (+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※ [] は, 発生時刻 (秒) を示す。

※ すべり安全率の算定には, 安全側に盛土・埋土 (bk), ローム層 (Lm), 中位段丘堆積物 (M) の強度は無視する。

参考資料：①地震力に対する安定性評価

地震時最大接地圧一覧 (Ss-B5)

■基礎の支持力評価 (Ss-B5)

評価対象	評価基準値 (N/mm ²)	地震時最大接地圧 (N/mm ²)			
		Ss-B5			
		(+, +)	(+, -)	(-, +)	(-, -)
使用済燃料貯蔵建屋 x - x' 断面	4.58	1.20 [12.17]	1.23 [5.18]	1.19 [12.17]	1.23 [5.18]
使用済燃料貯蔵建屋 y - y' 断面	4.58	1.28 [4.75]	1.32 [5.18]	1.28 [4.75]	1.32 [5.18]

※ Ssに記載の, (+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※ [] は, 発生時刻 (秒) を示す。

※ Ss-B4の鉛直動は, 一関東評価用地震動 (鉛直動) を入力している。

参考資料：①地震力に対する安定性評価

地震時最大傾斜一覧 (Ss-B5)

■基礎底面の傾斜評価 (Ss-B5)

評価対象	上段：最大相対変位 (cm), 下段：最大傾斜			
	Ss-B5			
	(+, +)	(+, -)	(-, +)	(-, -)
使用済燃料貯蔵建屋 x - x' 断面	0.4 [6.48]	0.4 [6.48]	0.4 [6.48]	0.4 [6.48]
	1/14,000	1/14,000	1/14,000	1/14,000
使用済燃料貯蔵建屋 y - y' 断面	0.4 [7.52]	0.4 [10.80]	0.4 [10.80]	0.4 [7.52]
	1/32,000	1/33,000	1/33,000	1/32,000

※ Ssに記載の, (+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※ [] は, 発生時刻 (秒) を示す。