

リサイクル燃料貯蔵株式会社	
提出日	2022年3月18日
管理表No.	0209-56 改訂01

項目	コメント内容
地盤 (第6条)	<p>事業変更許可で整理した液状化以外の事象（PDF237：傾斜、撓み、不等沈下、揺すり込み沈下、変位が生ずるおそれがない地盤）に対しても問題がないことについて、添付書類にて説明すること。</p> <p><3/15 追加コメント></p> <p>次の項目について、許可整合の観点から評価内容を追記すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「1. 活断層の有無」における、変位が生ずる恐れがない地盤であることの評価結果。 ・「4. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価」における、撓みに関する影響評価。

(回 答)

事業許可段階での基礎地盤安定性に係る評価内容は以下のとおりである。

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。
5. 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。

上記の方針および結論は、「事業変更許可申請書 添付書類四 3.地盤 3.5 使用済燃料貯蔵建屋設置位置付近の地質・地質構造及び地盤 3.5.3 地質・地質構造及び地盤の調査結果の評価」にその内容が記載されている。

設工認への記載にあたっては、「添付5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針」の一部として事業変更許可申請書の当該部分の主要な考え方と結果を取り込む。

別紙：添付5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 追加内容

以上

(別紙：添付 5-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針 追加内容)

目 次*

1. 概要	1
2. 基本方針	2
3. 地盤の物性値	3
4. 基礎の許容支持力	13
4.1 直接基礎の許容支持力	13
4.2 杭基礎の許容支持力	14
5. 地質断面図	16
6. 使用済燃料貯蔵建屋の耐震評価における地盤のモデル化	20
6.1 入力地震動算定に用いる地下構造モデル	20
6.2 地震応答解析に用いる地盤の解析モデル	22
7. 地質・地質構造及び地盤の調査結果の評価	23
7.1 使用済燃料貯蔵建屋設置位置付近の地質・地質構造	23
7.2 使用済燃料貯蔵建屋基礎地盤の安定性	23
7.3 周辺地盤の変状による重要な安全機能を有する施設への影響評価	24
7.4 地殻変動による基礎地盤の変形の影響	24
7.5 周辺斜面の安定性評価	25

追加

*：令和3年8月20日付け原規規発第2108202号にて変更認可され、今回申請で変更がない事項については、当該事項を記載した章、節又は項等の表題に「前回申請に同じ」と記載する。

7. 地質・地質構造及び地盤の調査結果の評価

7.1 使用済燃料貯蔵建屋設置位置付近の地質・地質構造

ボーリング調査結果等によると、砂子又層中の鍵層の分布は、東西断面ではほぼ水平であり、南北断面では南方に約 1° ～約 2° 傾斜している。標高約 -120m ～約 -140m に分布する火山礫凝灰岩も鍵層と同様の分布を示している。

孔間反射法地震探査結果によると、ボーリング孔間で連続するほぼ水平な反射面が確認されており、ボーリング調査結果による地質構造と一致している。また、ボアホールテレビ調査においても大きな不連続構造は確認されない。

以上のことから、貯蔵建屋設置位置付近には、基礎地盤の安定性を検討する上で考慮すべき断層は存在しないと判断される。

7.2 使用済燃料貯蔵建屋基礎地盤の安定性

(1) 解析条件

a. 基礎地盤及び貯蔵建屋のモデル化

有限要素法による動的解析では、地質調査結果に基づくとともに、日本電気協会原子力規格委員会（2016）に準拠し、モデル化範囲を設定している。解析対象断面を第7-1図、解析要素分割図を第7-2図に示す。

貯蔵建屋のモデルは、質点系モデルと等価な振動特性の有限要素モデルとし、杭にはビーム要素を用いた。

解析用物性値は、室内試験及び原位置試験から得られた各種物性値に基づき設定した。解析用地下水位は、地表面に設定した。

b. 地震力

動的地震力としては、基準地震動（ S_s-A 及び $S_s-B1\sim S_s-B4$ ）を用い、解放基礎表面である基礎地盤のモデル下端から水平方向及び鉛直方向に同時に入力した。

また、 S_s-A については水平地震動及び鉛直地震動の位相反転、 $S_s-B1\sim S_s-B4$ については水平地震動の位相反転を考慮した場合についても検討した。

(2) 解析手法

a. 支持力に対する検討

支持力については、有限要素法による動的解析により検討した。

動的解析により求まる地震時増分応力と静的解析により求まる常時応力を重ね合わせた地震時応力から、支持力に対する安全性を検討した。

b. すべりに対する検討

すべりについては、有限要素法による動的解析により検討した。

動的解析は、上記 a. と同様の手法を用い、地震時増分応力と静的解析により求まる常時応力を重ね合わせた地震時応力から、すべりに対する安全性を検討した。

c. 沈下に対する検討

沈下については、有限要素法による動的解析により検討した。

動的解析では、上記 a. と同様の手法を用い、相対変位及び傾斜に対する安全性を検討した。

(3) 解析結果

a. 支持力に対する安全性

貯蔵建屋基礎地盤の地盤分類、室内試験及び原位置試験の結果を評価して行った動的解析に基づく支持力に対する評価結果を第 7-1 表に示す。基礎地盤の支持力は、地盤の支持力 4.58N/mm^2 と評価され、地震時の最大接地圧約 1.37N/mm^2 は支持力を十分に下回る。

以上のことから、貯蔵建屋基礎地盤は、支持力に対し十分な安全性を有している。

b. すべりに対する安全性

想定すべり線におけるすべり安全率を第 7-2 表に示す。貯蔵建屋基礎地盤におけるすべり安全率は 2.1 以上であり、評価基準値 1.5 を上回る。

また、すべり安全率が最小となるケースについて、地盤物性の強度のばらつき（平均強度 $-1.0 \times$ 標準偏差 (σ) 強度) を考慮した場合、すべり安全率は 1.54 であり、評価基準値 1.5 を上回る（第 7-3 表）。

以上のことから、貯蔵建屋基礎地盤は、地震力によるすべりに対し十分な安全性を有している。

c. 沈下に対する安全性

貯蔵建屋基礎の傾斜の評価結果を第 7-4 表に示す。貯蔵建屋基礎の最大相対変位は 0.6cm、傾斜は約 $1/10,000$ であり、貯蔵建屋基礎の傾斜は、基本設計段階の目安値である $1/2,000$ を十分に下回る。

以上のことから、貯蔵建屋基礎地盤は、沈下に対し十分な安全性を有している。

7.3 周辺地盤の変状による重要な安全機能を有する施設への影響評価

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、ゆすり込み沈下等）による影響を受けるおそれはない。

7.4 地殻変動による基礎地盤の変形の影響

(1) 評価手法

敷地及び敷地近傍には将来活動する可能性のある断層等が存在しないことから、貯蔵建屋付近において地殻の広域的な変形による著しい基礎地盤の傾斜及び撓みが生じることはないが、敷地に最も近い横浜断層を対象として地殻変動による基礎地盤の傾斜及び撓みによる貯蔵建屋の傾斜量を評価した。

検討を行うにあたっては、基準地震動策定の際に用いた断層モデルを用いた。

(2) 評価結果

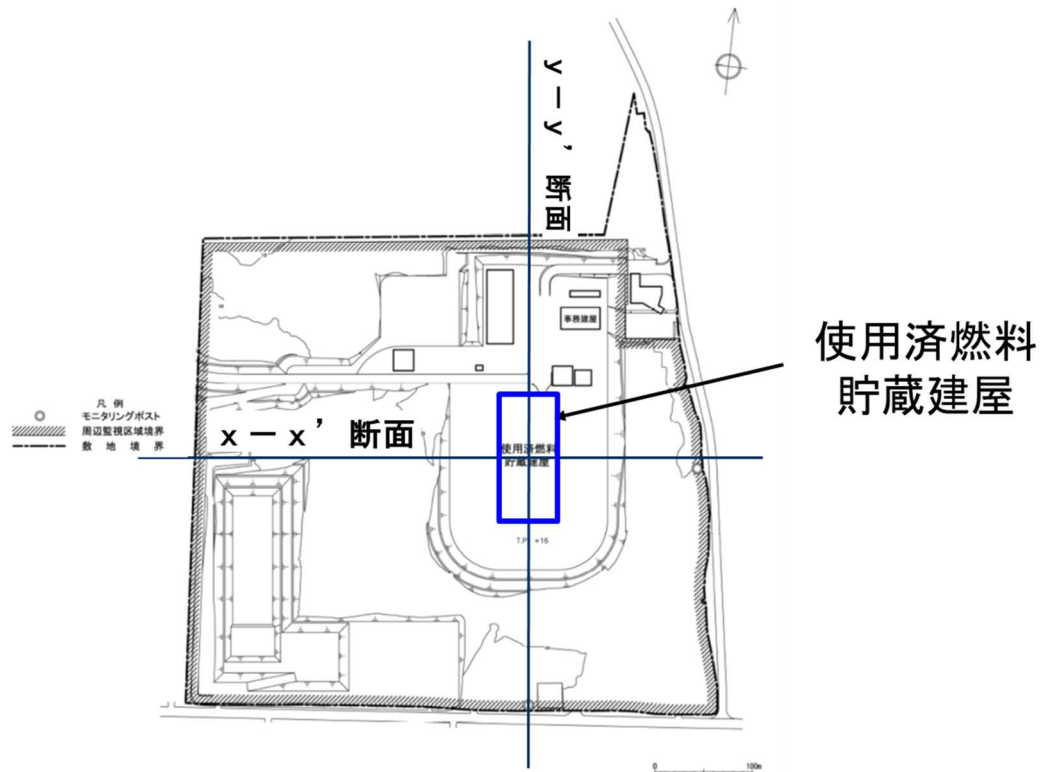
貯蔵建屋の傾斜を第7-5表に示す。

貯蔵建屋基礎の傾斜は最大1/460,000であり、基本設計段階の目安値である1/2,000を十分に下回ることから、建屋及び機器・配管系の安全機能に影響を及ぼすものではない。また、地震動による傾斜との重畳を考慮した場合の貯蔵建屋の傾斜は最大1/12,000であり、基本設計段階の目安値である1/2,000を十分に下回るため、**基礎地盤の傾斜及び撓み**が施設の安全機能に影響を及ぼすものとはならない。

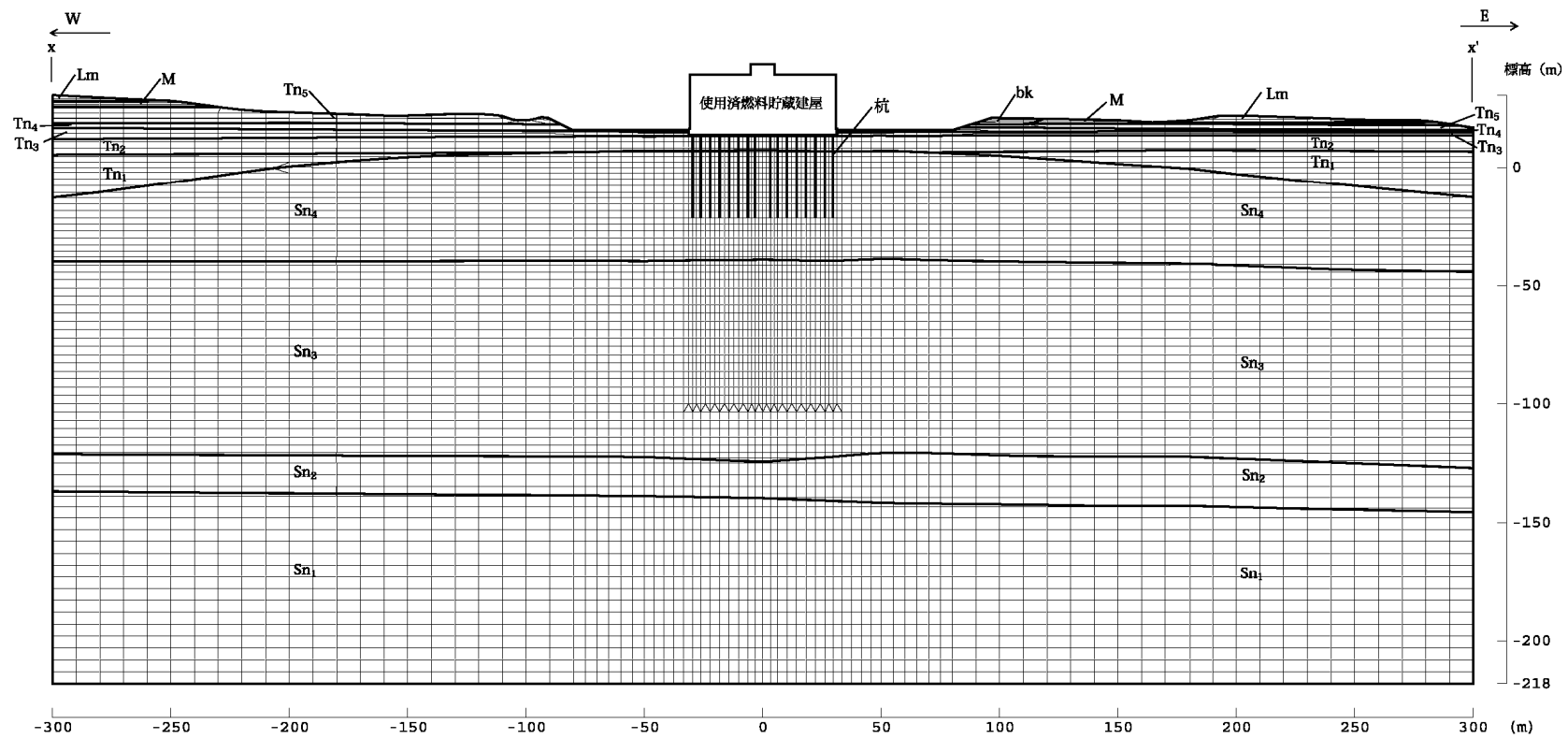
7.5 周辺斜面の安定性評価

貯蔵建屋と周辺斜面の離隔距離に基づき、地震時における安定性評価の対象とすべき斜面の有無を確認した。安定性評価の対象とすべき斜面は、日本電気協会 原子力規格委員会（2016）及び「土砂災害防止法」を参考として、斜面法尻と対象施設の離隔距離が約50m以内または斜面高さの約1.4倍以内の斜面とした。なお、斜面の高さは最大で約13mである。

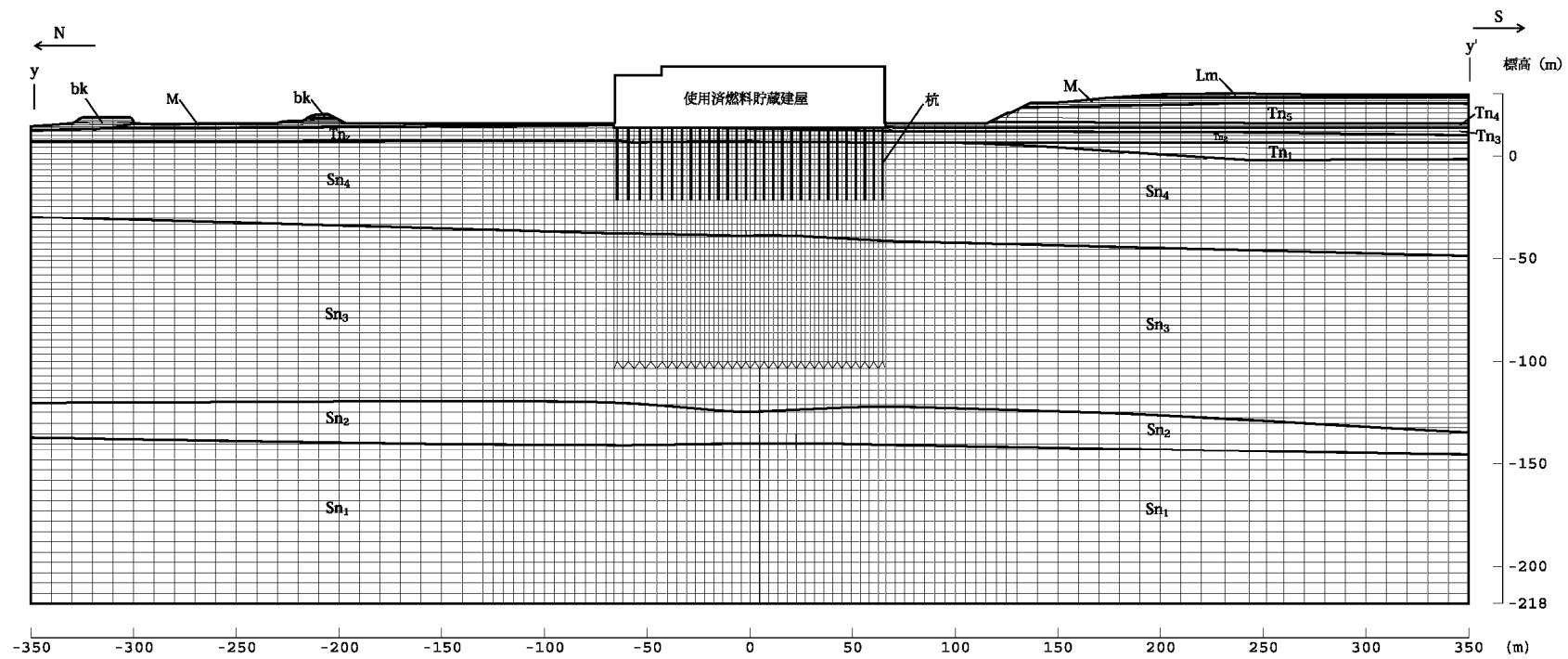
貯蔵建屋は、周辺の斜面の法尻から50mの離隔距離を確保しており、安定性評価の対象とすべき周辺斜面はない。



第7-1図 解析対象断面



第7-2図(1) 解析要素分割図 (x-x'断面)



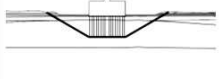

第 7 - 2 图 (2) 解析要素分割图 ($y - y'$ 断面)

第7-1表 基礎地盤の支持力 評価結果一覧

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
使用済燃料 貯蔵建屋 x-x' 断面	4.58	1.28(-,-) [41.88]	1.08(+,+) [7.73]	1.17(+,+) [17.27]	1.16(-,+) [17.23]	1.10(-,+) [9.51]	1.11(+,+) [9.51]	1.13(-,+) [8.77]	1.15(-,+) [8.76]
使用済燃料 貯蔵建屋 y-y' 断面	4.58	1.37 (+,-) [28.41]	1.14(-,+) [7.73]	1.26(+,+) [17.27]	1.26(+,+) [17.23]	1.19(-,+) [9.51]	1.19(+,+) [9.51]	1.23(+,+) [8.77]	1.23(+,+) [8.76]

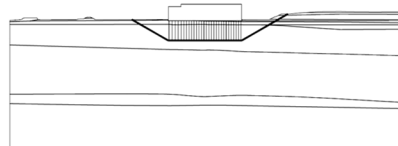
※ 上線は、地震時最大接地圧の最大値を示す。
 ※ Setに記載の、(+,+)は位相反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ []は、発生時刻(秒)を示す。
 ※ Ss-B4は、水平方向のみ定義されており、鉛直動として一関東評価用地震動(鉛直方向)を用いた。

第7-2表 すべり安全率一覧

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
使用済燃料 貯蔵建屋 x-x' 断面		2.6(-,-) [41.87]	2.5(+,+) [7.98]	8.3(+,+) [14.40]	4.6(+,+) [14.80]	5.5(+,+) [11.25]	4.6(-,+) [11.17]	6.3(+,+) [9.97]	4.2(-,+) [8.68]
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(+,+) [11.28]	3.6(+,+) [11.17]	5.0(-,+) [9.98]	3.6(+,+) [8.68]

※ 上線は、すべり安全率の最小値を示す。
 ※ Set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(Ln)、中位段丘堆積物(M)の強度は無視する。
 ※ Ss-B4は、水平方向のみ定義されており、鉛直動として一関東評価用地震動(鉛直方向)を用いた。

第7-3表 すべり安全率一覧

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-1σ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の小數第二位を切り捨てて表記

第7-4表 基礎底面の傾斜 評価結果一覧

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
使用済燃料 貯蔵建屋 x-x' 断面	0.5(+,+) 〔41.95〕	0.6(-,+) 〔8.02〕	0.2(+,+) 〔15.23〕	0.2(-,+) 〔15.17〕	0.2(-,+) 〔11.27〕	0.3(+,+) 〔8.48〕	0.2(-,+) 〔8.65〕	0.3(+,+) 〔8.72〕
	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
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(-,+) 〔8.81〕	0.2(-,+) 〔10.10〕	0.3(+,+) 〔8.78〕
	1/22,000	1/36,000	1/65,000	1/60,000	1/74,000	1/49,000	1/56,000	1/43,000

※ 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。
 ※ Ss-B4は、水平方向のみ定義されており、鉛直動として一関東評価用地震動 (鉛直方向) を用いた。

第7-5表 くいちがい弾性論に基づく解析 建屋傾斜

ケース	①地震動による最大傾斜	②地殻変動による最大傾斜	①+② ^{※2}
・基本震源モデル ・応力降下量の不確かさを考慮したケース	1/13,000	1/610,000	1/12,000
・断層傾斜角の不確かさを考慮したケース	1/13,000	<u>1/460,000</u> ^{※1}	1/12,000

※1 下線は、地殻変動による最大傾斜の最大値を示す。
 ※2 分母は、千の単位で切り捨てて表記