

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。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-162 改1
提出年月日	平成30年2月22日

V-2-2-5 使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 位置	1
2.2 構造概要	2
2.3 評価方針	5
2.4 適用規格・基準等	7
3. 地震応答解析による評価方法	8
4. 応力解析による評価方法	9
4.1 評価対象部位及び評価方針	9
4.2 荷重及び荷重の組合せ	11
4.3 許容限界	15
4.4 解析モデル及び諸元	17
4.5 評価方法	21
5. 評価結果	26
5.1 地震応答解析による評価結果	26
5.2 応力解析による評価結果	26

1. 概要

本資料は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎（基礎スラブ及び杭）の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものであり、その評価は、地震応答解析による評価及び応力解析による評価により行う。

使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎（基礎スラブ及び杭）は、設計基準対象施設における「Sクラス施設の間接支持構造物」に分類される。以下、分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 位置

使用済燃料乾式貯蔵建屋の設置位置を図2-1に示す。

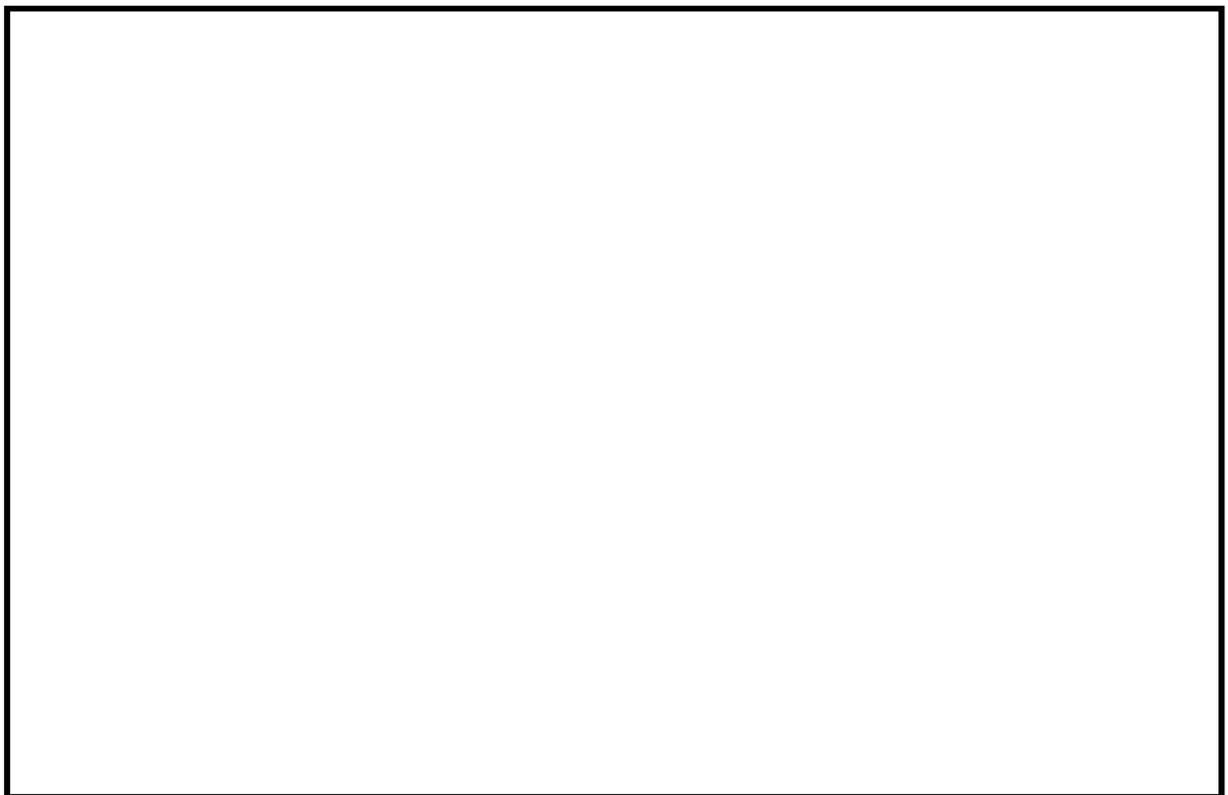


図2-1 使用済燃料乾式貯蔵建屋の設置位置

2.2 構造概要

使用済燃料乾式貯蔵建屋は、使用済燃料乾式貯蔵容器を 24 基収納する地上 1 階建、平面が約 52 m（南北方向）×約 24 m（東西方向）、地上高さ約 21 m の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物である。使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎スラブは平面が約 60 m（南北方向）×約 33 m（東西方向）、厚さ約 2.5 m（一部約 2.0 m）で、鋼管杭を介して、砂質泥岩である久米層に岩着している。使用済燃料乾式貯蔵建屋に加わる地震時の水平力は、外周部に配置された耐震壁と柱及び梁（屋根トラス）からなるフレーム構造で負担する。耐震壁には冷却空気取り入れのための開口がある。

使用済燃料乾式貯蔵建屋の概要を図 2-2 及び図 2-3 に示す。

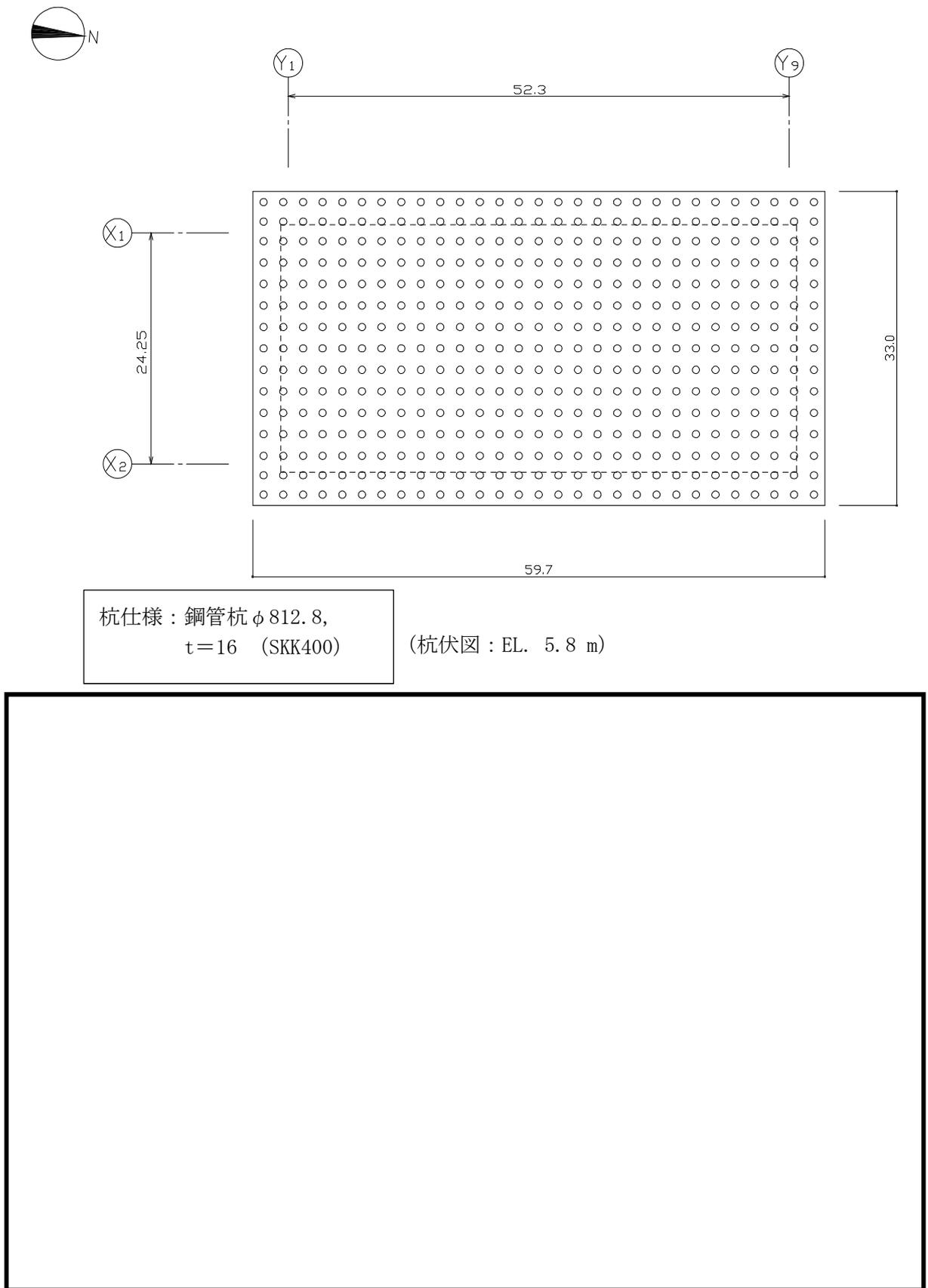
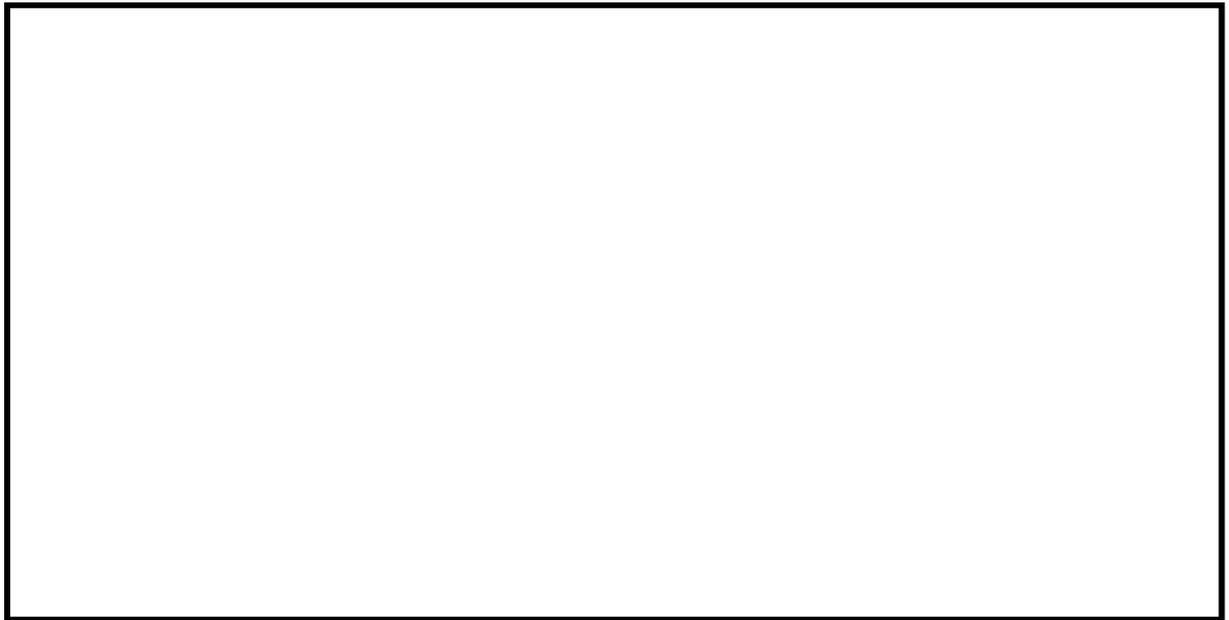
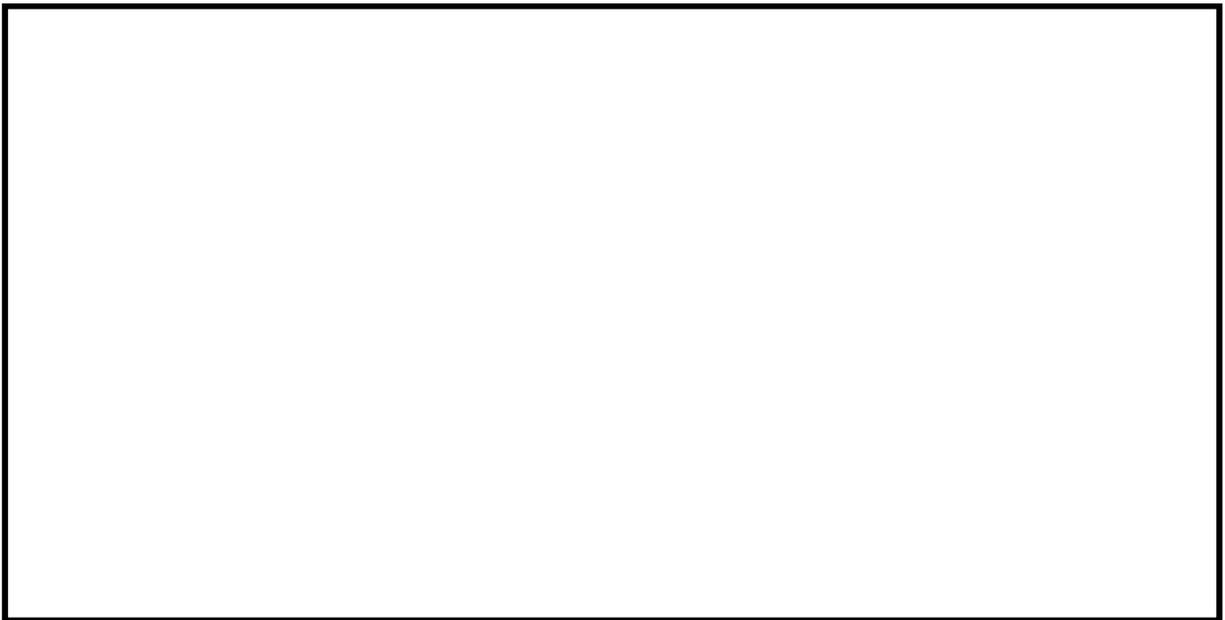


図 2-2 使用済燃料乾式貯蔵建屋の概要 (平面図)



(NS 方向, A-A 断面)



(EW 方向, B-B 断面)

図 2-3 使用済燃料乾式貯蔵建屋の概要 (断面図)

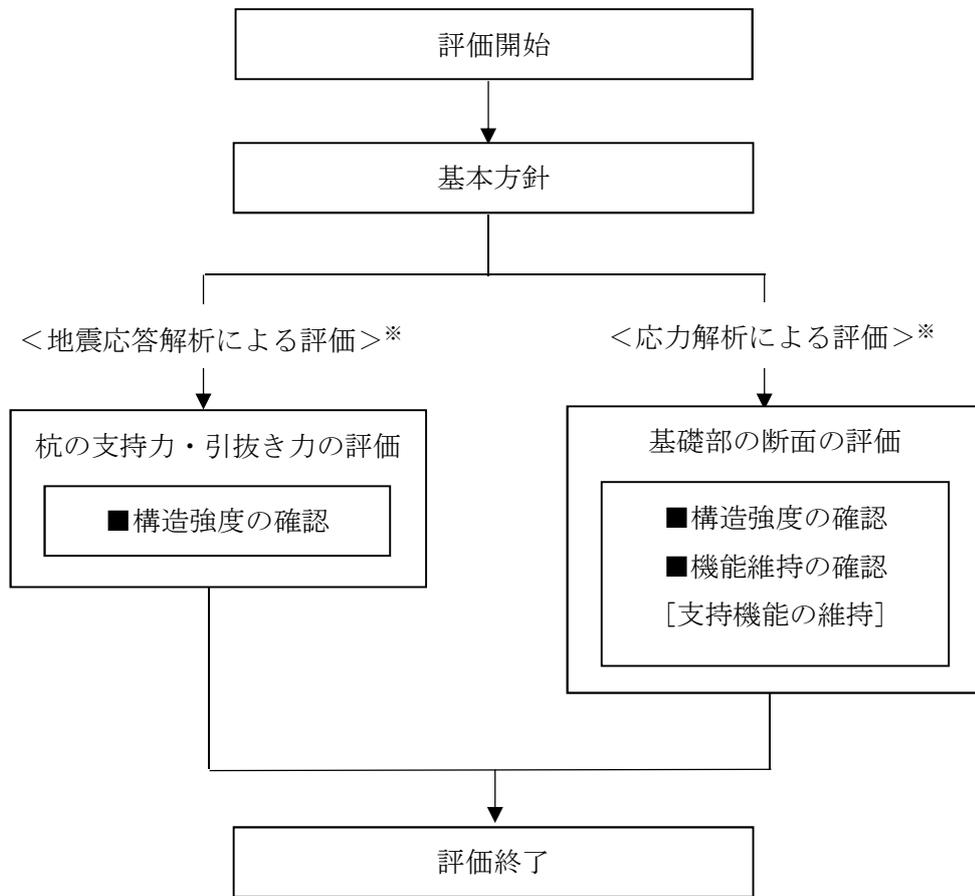
2.3 評価方針

使用済燃料乾式貯蔵建屋の**基礎**は、設計基準対象施設において「S クラス施設の間接支持構造物」に分類される。

使用済燃料乾式貯蔵建屋の**基礎**の設計基準対象施設としての評価においては、基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）を行うこととし、その評価は資料V-2-2-4「使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。

使用済燃料乾式貯蔵建屋の**基礎**の評価は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、地震応答解析による評価においては杭の支持力・引抜き力の評価を、応力解析による評価においては基礎スラブ及び杭の断面の評価を行うことで、**基礎**の地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価にあたっては地盤物性のばらつきを考慮する。

図2-4に使用済燃料乾式貯蔵建屋の評価フローを示す。



※：資料V-2-2-4「使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえた評価を行う。

図 2-4 使用済燃料乾式貯蔵建屋の評価フロー（基礎部）

2.4 適用規格・基準等

使用済燃料乾式貯蔵建屋の評価において、適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力度編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会) (以下「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」という。)
- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 1999)
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005) (以下「R C -N規準」という。)
- ・ 建築基礎構造設計指針 ((社) 日本建築学会, 2001)
- ・ 鋼構造塑性設計指針 ((社) 日本建築学会, 2017)
- ・ 2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書 (国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所) (以下「技術基準解説書」という。)
- ・ 「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 (J E A C 4 6 1 6 -2009) 」

3. 地震応答解析による評価方法

地震応答解析による評価において、使用済燃料乾式貯蔵建屋の構造強度については、資料V-2-2-4「使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答計算書」に基づき、地盤物性のばらつきを考慮した杭の最大鉛直力及び最大引抜き力が、終局鉛直支持力及び終局引抜き抵抗力を超えないことを確認する。

地震応答解析による評価における使用済燃料乾式貯蔵建屋の許容限界は、表 3-1 のとおり設定する。

表 3-1 地震応答解析による評価における許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	基礎地盤	杭の最大鉛直力が終局鉛直支持力を超えないことを確認 杭の最大引抜き力が終局引抜き抵抗力を超えないことを確認	終局鉛直支持力 2280 kN 終局引抜き抵抗力 840 kN

4. 応力解析による評価方法

4.1 評価対象部位及び評価方針

使用済燃料乾式貯蔵建屋の応力解析による評価対象部位は、基礎（基礎スラブ及び杭）とし、S₃地震時に対して以下の方針に基づき評価を行う。

基礎スラブにおけるS₃地震時に対する評価は、3次元FEMモデルを用いた弾性応力解析によることとし、地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が、適用規格・基準等に**基づき**設定した許容限界を超えないことを確認する。

杭におけるS₃地震時に対する評価は、杭及び杭周地盤をモデル化した非線形応力解析によることとし、地震力（上部構造の慣性力と地盤**変位**）と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が、適用規格・基準等を参考に設定した許容限界を超えないことを確認する。

応力解析に当たっては、資料V-2-2-4「使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答計算書」より得られた結果を用いて、荷重の組合せを行う。また、地震荷重の設定においては、地盤物性のばらつきを考慮する。応力解析による評価フローを図4-1に示す。

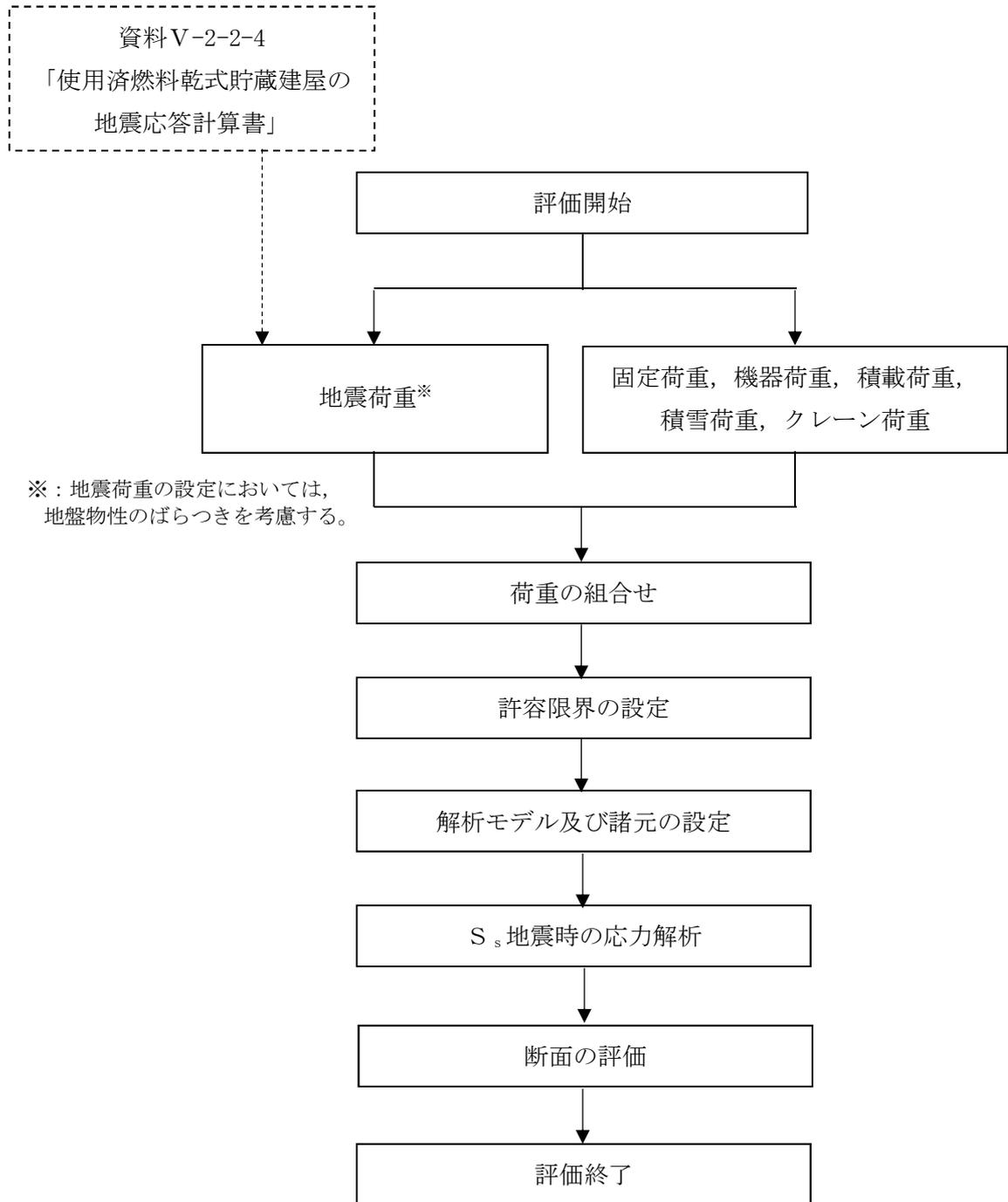


図 4-1 応力解析による評価フロー（基礎部）

4.2 荷重及び荷重の組合せ

4.2.1 荷重

(1) 固定荷重 (G)

使用済燃料乾式貯蔵建屋に作用する固定荷重は、『既工事計画認可申請書「IV-2-3 使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震性についての計算書」(平成11・06・2資第1号 平成11年9月2日認可)』に基づき表4-1のとおり設定する。

表4-1 固定荷重 (G)

部位	部材厚さ等	固定荷重※ (kN/m ²)
屋根部	コンクリート厚 0.45 m	10.8
中間床 (1)	コンクリート厚 0.30 m	7.2
中間床 (2)	コンクリート厚 0.45 m	10.8
基礎版	コンクリート厚 2.5 m	60

※：屋根部については、非構造質量として2 (kN/m²) を別途考慮する。

(2) 機器荷重 (E)

機器荷重は、表4-2のとおり設定する。

表4-2 機器荷重 (E)

	機器荷重
キャスク重量：計 24 基	1180 kN/基

(3) 積載荷重 (P)

積載荷重は、表4-3のとおり設定する。

表4-3 積載荷重 (P)

荷重及び外力について想定する状態	積載荷重
一般屋根 (地震時)	600 N/m ²
中間床 (地震時)	1500 N/m ²
床 (地震時)	800 N/m ²

(4) 積雪荷重 (S)

積雪荷重は、表 4-4 のとおり設定する。

表 4-4 積雪荷重 (S)

荷重及び外力について想定する状態	積雪荷重
一般屋根 (地震時)	210 N/m ²

(5) クレーン荷重 (CL)

クレーン荷重は、表 4-5 のとおり設定する。

表 4-5 クレーン荷重 (CL)

	クレーン荷重
クレーン自重	1470 kN

(6) 地震荷重 (Ks)

水平地震力及び鉛直地震力は、基準地震動 S_s に対する地震応答解析より算定される動的地震力より設定する。

このとき、基準地震動 S_s に対する地震応答解析より算定される動的地震力は、図 4-1 に示すとおり、資料 V-2-2-4 「使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答計算書」に基づく応答値の最大値より算定する。

S_s 地震荷重の算定に用いる最大応答値を表 4-6～表 4-10 に示す。

表 4-6 最大応答せん断力 (EW 方向)

部位	最大応答せん断力 (MN)							
	S _s -D 1	S _s -1 1	S _s -1 2	S _s -1 3	S _s -1 4	S _s -2 1	S _s -2 2	S _s -3 1
BM03	53.3	33.3	28.9	32.4	34.9	41.9	50.3	51.6
BM02	62.1	38.8	34.2	38.2	40.6	47.8	56.7	66.2
BM13	3.93	2.73	2.35	2.44	1.77	3.69	3.76	3.13
BM12	29.7	18.1	14.4	15.9	16.0	24.1	26.9	33.2
基礎下端	204	98.6	98.1	104	105	131	186	252

注：網掛けは最大値を示す。

表 4-7 最大応答曲げモーメント (EW 方向)

部位	最大応答曲げモーメント (MN・m)							
	S _s -D 1	S _s -1 1	S _s -1 2	S _s -1 3	S _s -1 4	S _s -2 1	S _s -2 2	S _s -3 1
BM03	630	391	337	378	408	501	586	609
BM02	1220	760	665	743	799	969	1120	1230
BM13	25.1	18.6	17.0	17.7	14.4	25.3	30.1	24.4
BM12	275	153	128	142	145	206	232	294
基礎下端	1950	1160	1030	1150	1220	1480	1770	1980

注：網掛けは最大値を示す。

表 4-8 最大応答せん断力 (NS 方向)

部位	最大応答せん断力 (MN)							
	S _s -D 1	S _s -1 1	S _s -1 2	S _s -1 3	S _s -1 4	S _s -2 1	S _s -2 2	S _s -3 1
BM03	45.8	33.4	36.6	36.7	24.6	62.9	64.1	45.4
BM02	80.7	53.9	60.0	58.3	39.5	112	110	88.3
基礎下端	199	93.5	122	119	88.8	224	222	239

注：網掛けは最大値を示す。

表 4-9 最大応答曲げモーメント (NS 方向)

部位	最大応答曲げモーメント (MN・m)							
	S _s -D 1	S _s -1 1	S _s -1 2	S _s -1 3	S _s -1 4	S _s -2 1	S _s -2 2	S _s -3 1
BM03	665	552	575	571	384	971	953	535
BM02	1590	1180	1270	1260	856	2300	2270	1390
基礎下端	2050	1510	1620	1600	1070	2800	2820	1760

注：網掛けは最大値を示す。

表 4-10 最大応答軸力 (鉛直方向)

部位	最大応答軸力 (MN・m)							
	S _s -D 1	S _s -1 1	S _s -1 2	S _s -1 3	S _s -1 4	S _s -2 1	S _s -2 2	S _s -3 1
BM03	31.6	22.8	19.0	19.1	17.1	25.1	28.1	8.08
BM02	44.8	40.1	36.5	37.4	31.9	44.2	50.9	16.4
基礎下端	119	110	101	104	88.6	125	134	47.9

注：網掛けは最大値を示す。

4.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 4-11 に示す。

表 4-11 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S _s 地震時	G+E+P+S+CL+Ks

- G : 固定荷重
- E : 機器荷重
- P : 積載荷重
- S : 積雪荷重
- CL : クレーン荷重
- Ks : 地震荷重

4.3 許容限界

応力解析による評価における使用済燃料乾式貯蔵建屋の**基礎**（基礎スラブ及び杭）の許容限界は、表 4-12 のとおり設定する。

また、コンクリート、鉄筋及び鋼材の許容応力度を表 4-13～表 4-15 に示す。

表 4-12 応力解析による評価における許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	基礎スラブ 杭	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	適用規格・基準等に基づく終局耐力
支持機能	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S_s	基礎スラブ 杭	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	適用規格・基準等に基づく終局耐力

表 4-13 コンクリートの許容応力度

設計基準強度 F_c (N/mm^2)	短期	
	圧縮 (N/mm^2)	せん断 (N/mm^2)
23.5	15.6	1.08

表 4-14 鉄筋の許容応力度

外力の状態	SD390 (D22 以上)		SD345 (D19 以下)	
	引張及び圧縮 (N/mm^2)	せん断補強 (N/mm^2)	引張及び圧縮 (N/mm^2)	せん断補強 (N/mm^2)
S_s 地震時	390	390	345	345

・材料強度は許容応力度（引張及び圧縮）を 1.1 倍して算出する。

表 4-15 鋼材の許容応力度

外力の状態	鋼材種類	杭径 (mm) 板厚 (mm)	基準強度 F (N/mm^2)
S_s 地震時	SKK400	$\phi 812.8$ $t=16$	235

- ・材料強度は基準強度を 1.1 倍して算出する。
- ・杭外周は腐食代 2 mm を考慮する。

4.4 解析モデル及び諸元

4.4.1 基礎スラブ

4.4.1.1 モデル化の基本方針

(1) 基本方針

応力解析は、3次元FEMモデルを用いた弾性応力解析とする。応力解析における評価対象部位は基礎スラブであり、上屋の荷重伝達を考慮するために、応力解析モデルには使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎とその上屋を一体とした全体モデルを用いる。図4-2に解析モデルを示す。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN Ver.2008r1」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、付録15「計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

(2) 使用要素

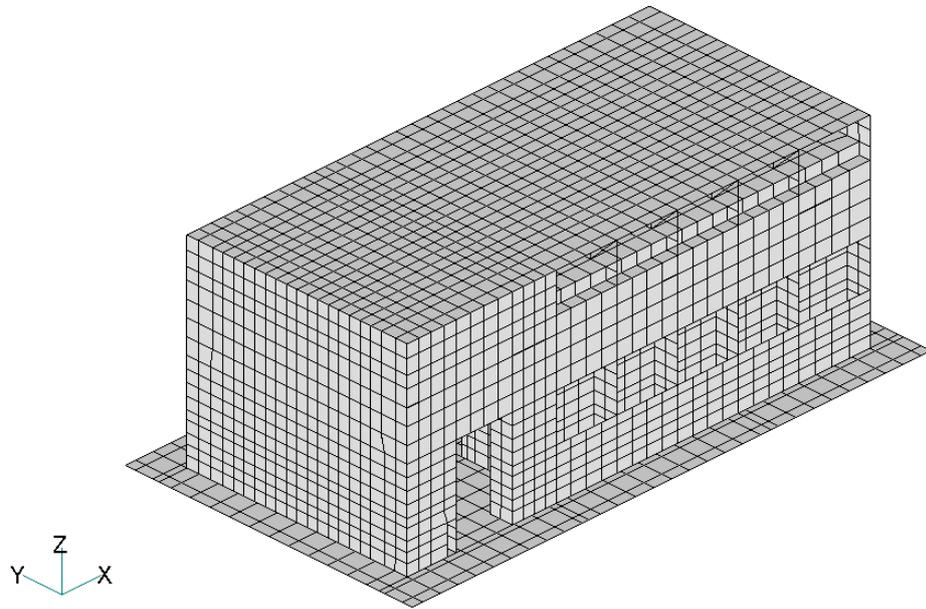
解析モデルに使用するFEM要素は、基礎スラブ、壁及び屋根スラブをシェル要素として剛性を考慮する。解析モデルの節点数は4344、要素数は5567である。

4.4.1.2 境界条件

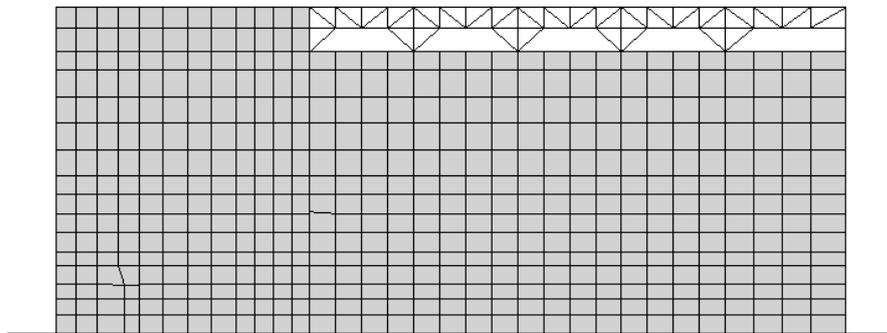
3次元FEMモデルの基礎底面に、基礎の杭（計435本）の分布に応じて離散化したばねを設ける。ばねについては、水平方向はNS、EW各々の地盤の水平ばね定数、鉛直方向はNS、EW各々の地盤の回転ばね定数（長期荷重のケースでは鉛直ばね定数）に基づき設定する。

4.4.1.3 解析諸元

使用材料（コンクリート）の物性値を表4-16に示す。



(a) 鳥瞰図



(b) 側面図

図 4-2 解析モデル図

表 4-16 コンクリートの物性値

諸元		物性値
設計基準強度	F_c	23.5 N/mm ²
ヤング係数	E_c	2.25×10^4 N/mm ²
ポアソン比	ν	0.2

4.4.2 杭

4.4.2.1 モデル化の基本方針

杭のS_s地震時に対する検討では、杭応力（せん断力と曲げモーメント）を図4-3に示すように、上部構造の慣性力と地盤震動による地盤変位を同時に作用させて求める（以下、応答変位法という）。上部構造の慣性力は、水平方向の地震応答解析より得られる地盤水平ばね反力を各々の杭頭に均等配分して用いる。また、地盤震動による地盤変位は、自由地盤の応答解析で求められる地盤変位を用いる。この際、地盤変位としては、杭先端位置に対する各地盤の相対変位の最大値分布を作用させる。

応答変位法で用いる杭周地盤ばねは、「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（J E A C 4 6 1 6 -2009）」に示される方法に基づき、群杭効果を考慮して評価する。なお、杭及び地盤ばねには非線形性を考慮する。

杭の復元力特性には杭軸力を考慮し、杭軸力は、図4-4に示すように、基礎スラブを剛体、基礎スラブ下の杭反力分布を三角形分布と仮定し、水平方向の地震応答解析より得られる地盤回転ばね反力を軸力に換算し、これに建屋総重量と鉛直方向の地震応答解析より得られる地盤鉛直ばね反力による軸力を組み合わせて算定する。

4.4.2.2 境界条件

杭の境界条件として、杭頭は回転に対して固定条件とする。

また、杭周にはJ E A C 4 6 1 6 -2009に示される群杭効果を考慮した杭一本あたりの水平及びせん断による杭周地盤ばねを設ける。

4.4.2.3 解析諸元

杭の断面性能を表4-17に示す。

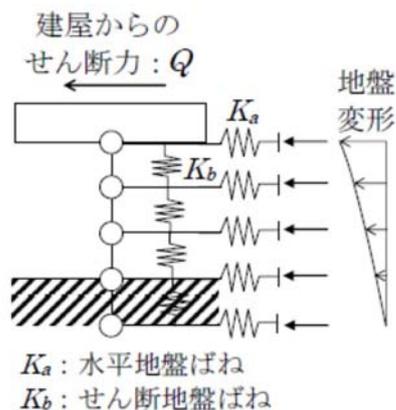


図 4-3 応答変位法による杭応力の算定方法（概念図）

$$P_i = \frac{N'}{n} + \frac{M}{\sum_j X_j^2} \cdot X_i$$

ここに、 P_i : i 番目の杭の軸力

N' : 建屋基礎版底面における軸力 $N' = N \pm \Delta N$

N : 建屋総重量

ΔN : 鉛直方向応答解析で得られる地盤鉛直ばね反力

M : 建屋基礎版底面における転倒モーメント（地盤回転ばね反力）

n : 杭本数

X_i : i 番目の杭の杭群図心線からの距離

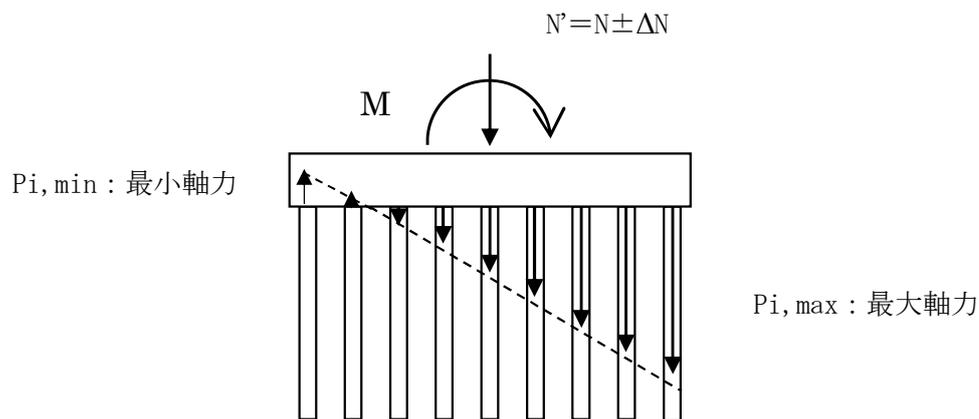


図 4-4 杭の軸力算定概念

表 4-17 杭の断面性能（腐食代考慮）

外径 D (mm)	板厚 t (mm)	内径 d (mm)	断面積 A (cm ²)	せん断 断面積 As (cm ²)	塑性断面係数 Zp (cm ³)
808.8	14	780.8	349.6	174.8	8844.8

4.5 評価方法

4.5.1 基礎スラブ

(1) 応力解析方法

使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎スラブについて、3次元FEMモデルを用いた弾性応力解析を実施する。

a. 荷重ケース

S_s 地震時の応力は次の荷重ケースによる応力を組み合わせて求める。

G : 固定荷重

E : 機器荷重

P : 積載荷重

S : 積雪荷重

CL : クレーン荷重

K_{SNS} : NS方向 S_s 地震荷重

K_{SEW} : EW方向 S_s 地震荷重

K_{SUD} : 鉛直方向 S_s 地震荷重

b. 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを表4-18に示す。

水平地震力と鉛直地震力の組合せは、組合せ係数法（組合せ係数は1.0と0.4）を用いる。

表 4-18 荷重の組合せケース

	ケース No.	荷重の組合せ
S _s 地震時	101	$G+E+P+S+CL+1.0K_{SEW}+0.4K_{SUD}$
	102	$G+E+P+S+CL+1.0K_{SEW}-0.4K_{SUD}$
	103	$G+E+P+S+CL-1.0K_{SEW}+0.4K_{SUD}$
	104	$G+E+P+S+CL-1.0K_{SEW}-0.4K_{SUD}$
	105	$G+E+P+S+CL+1.0K_{SNS}+0.4K_{SUD}$
	106	$G+E+P+S+CL+1.0K_{SNS}-0.4K_{SUD}$
	107	$G+E+P+S+CL-1.0K_{SNS}+0.4K_{SUD}$
	108	$G+E+P+S+CL-1.0K_{SNS}-0.4K_{SUD}$
	109	$G+E+P+S+CL+0.4K_{SEW}+1.0K_{SUD}$
	110	$G+E+P+S+CL-0.4K_{SEW}+1.0K_{SUD}$
	111	$G+E+P+S+CL+0.4K_{SEW}-1.0K_{SUD}$
	112	$G+E+P+S+CL-0.4K_{SEW}-1.0K_{SUD}$
	113	$G+E+P+S+CL+0.4K_{SNS}+1.0K_{SUD}$
	114	$G+E+P+S+CL-0.4K_{SNS}+1.0K_{SUD}$
	115	$G+E+P+S+CL+0.4K_{SNS}-1.0K_{SUD}$
	116	$G+E+P+S+CL-0.4K_{SNS}-1.0K_{SUD}$

注 : K_{SEW} は西向きを, K_{SNS} は北向きを, K_{SUD} は上向きをそれぞれ正とする。

c. 荷重の入力方法

(a) 固定荷重，機器荷重，積載荷重及び積雪荷重

固定荷重，機器荷重，積載荷重及び積雪荷重はFEMモデルの各節点又は各要素に集中荷重又は分布荷重として入力する。

(b) 地震荷重

上部構造物の基礎への地震時反力を考慮する。基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を考慮し，基礎底面に生じる反力が，地震応答解析結果と等価になるように設定する。基礎内に作用する荷重は， S_s 地震時の上部構造による入力荷重と基礎底面に発生する荷重の差をFEMモデルの各要素の大きさに応じて分配し，節点荷重として入力する。

(2) 断面の評価方法

基礎スラブの断面の評価に用いる応力は，3次元FEMモデルを用いた応力解析により得られた各荷重による断面力（軸力，曲げモーメント，せん断力）に対して算定する。

基礎スラブの曲げモーメント及び面外せん断力については，「技術基準解説書」に基づき，発生応力が終局曲げ強度及び終局せん断強度以下であることを確認する。

3次元FEMモデルを用いた応力の算定において，FEM要素に応力集中等が見られる場合については，応力の再配分等を考慮してある一定の領域の応力を平均化したうえで，「技術基準解説書」及び「RC-N規準」に基づき断面の評価を行う。

なお，断面の評価には，解析コード「SCARC ver.2014」を用いる。また，解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については，付録52「計算機プログラム（解析コード）の概要・SCARC」に示す。

4.5.2 杭

(1) 応力評価方法

使用済燃料乾式貯蔵建屋の杭について、杭—地盤ばねによる応答変位法モデルを用いた応力解析を実施する。

a. 荷重ケース

S_s 地震時の応力は次の荷重ケースによる応力を組み合わせて求める。

- G : 固定荷重
- E : 機器荷重
- P : 積載荷重
- S : 積雪荷重
- CL : クレーン荷重
- K_{SNS} : NS 方向 S_s 地震荷重
- K_{SEW} : EW 方向 S_s 地震荷重
- K_{SUD} : 鉛直方向 S_s 地震荷重

b. 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを表 4-19 に示す。

水平地震力と鉛直地震力の組合せは、組合せ係数法（組合せ係数は 1.0 と 0.4）を用いる。

表 4-19 杭の評価における荷重の組合せケース

	ケース No.	荷重の組合せ
S_s 地震時	1	$G+E+P+S+CL+1.0K_{SNS}+0.4K_{SUD}$
	2	$G+E+P+S+CL+1.0K_{SNS}-0.4K_{SUD}$
	3	$G+E+P+S+CL+0.4K_{SNS}+1.0K_{SUD}$
	4	$G+E+P+S+CL+0.4K_{SNS}-1.0K_{SUD}$
	5	$G+E+P+S+CL+1.0K_{SEW}+0.4K_{SUD}$
	6	$G+E+P+S+CL+1.0K_{SEW}-0.4K_{SUD}$
	7	$G+E+P+S+CL+0.4K_{SEW}+1.0K_{SUD}$
	8	$G+E+P+S+CL+0.4K_{SEW}-1.0K_{SUD}$

注 : K_{SEW} は西向きを, K_{SNS} は北向きを, K_{SUD} は上向きをそれぞれ正とする。

c. 荷重の入力方法

建屋慣性力を杭頭に、地盤震動による強制変位を杭全長にわたり入力する。

建屋慣性力は、水平方向の地震応答解析で得られる地盤水平ばね反力を杭本数（435本）で除した、杭1本当たりのせん断力とする。地盤震動による強制変位は、自由地盤応答解析から得られる杭先端位置に対する各地盤の相対変位の最大値分布とする。

(2) 断面の評価方法

杭の支持力に対する評価は、 S_s 地震時に発生する杭軸力（最大鉛直力及び最大引抜き力）が終局鉛直支持力及び終局引抜き抵抗力以下であることを確認する。

また、杭の断面の評価に用いる応力は、杭-地盤ばねによる応答変位法モデルを用いた非線形応力解析より得られた各断面力（曲げモーメント、せん断力）とする。

曲げモーメントに対する検討は、杭に生じる曲げモーメントまたは曲率が、 S_s 地震時に発生する杭軸力を考慮した全塑性モーメント及び終局点の曲率以下であることを確認する。

せん断力に対する検討は、杭に生じるせん断力が、杭の終局せん断強度以下であることを確認する。

5. 評価結果

5.1 地震応答解析による評価結果

追而

5.2 応力解析による評価結果

追而