

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 2-002-10
提出年月日	2022年 11月 7日

VI-2-2-10 廃棄物処理建物の耐震性についての計算書

2022年 11月

中国電力株式会社

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	10
2.4 適用規格・基準等	16
3. 地震応答解析による評価方法	17
4. 地震応答解析による評価結果	19
4.1 耐震壁のせん断ひずみの評価結果	19
4.2 保有水平耐力の評価結果	23

1. 概要

本資料は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、廃棄物処理建物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により行う。

廃棄物処理建物は、建物内部に「Sクラスの施設」が収納されている。このため、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。

以下、廃棄物処理建物の「Sクラスの施設の間接支持構造物」及び「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」としての分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 位置

廃棄物処理建物の設置位置を図 2-1 に示す。

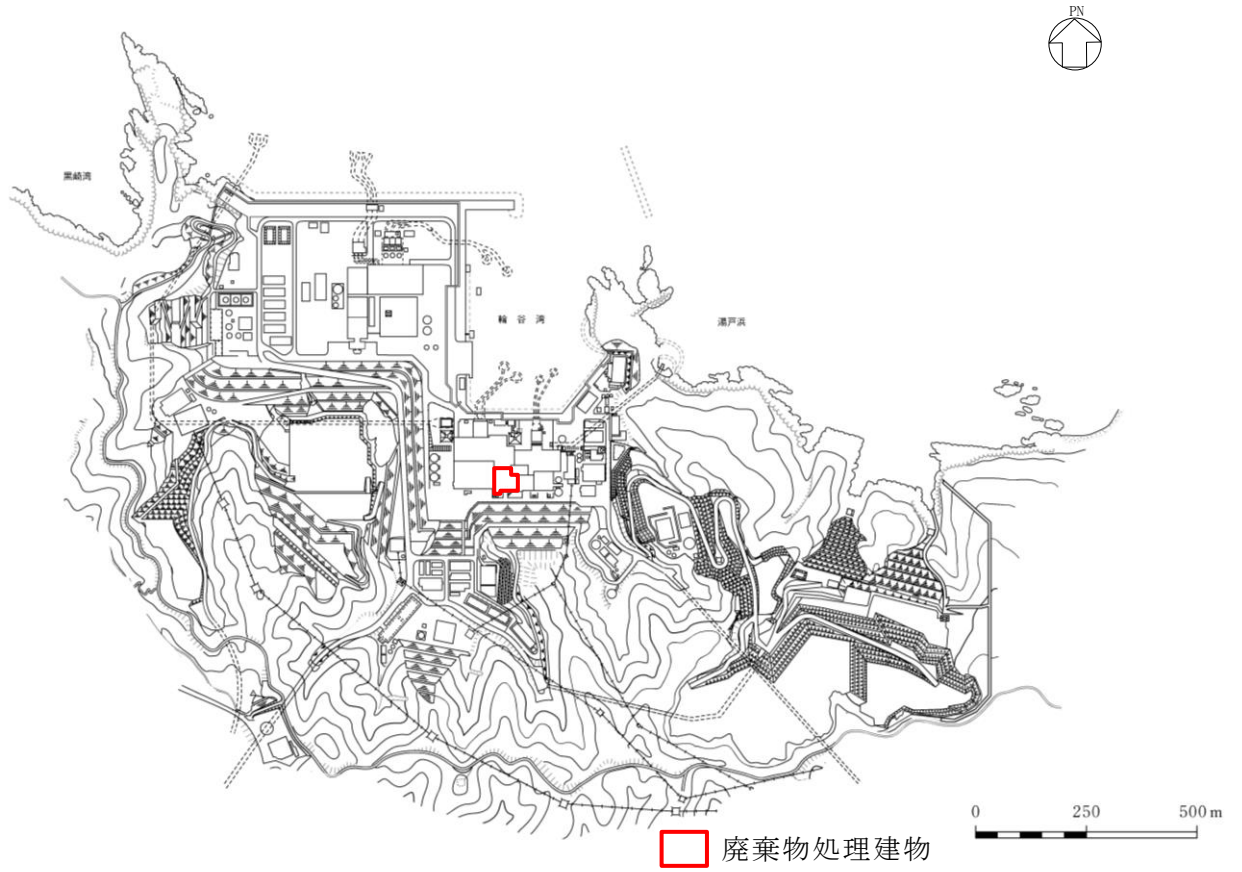


図 2-1 廃棄物処理建物の設置位置

2.2 構造概要

廃棄物処理建物は、地上 5 階、地下 2 階建の鉄筋コンクリート造の建物である。

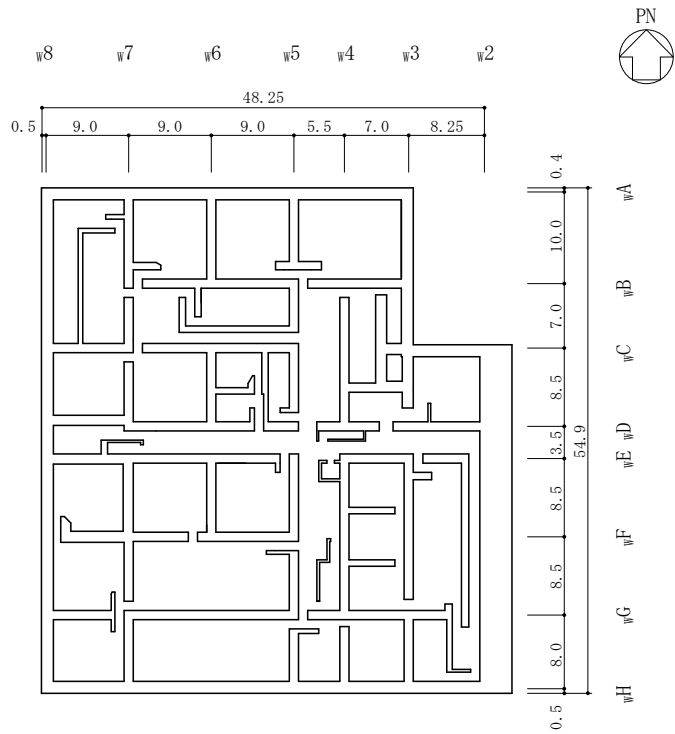
廃棄物処理建物の平面寸法は、54.9m（一部 37.86m）*（NS）×56.97m（一部 40.5m）*（EW）である。基礎スラブ底面からの高さは 42.0m である。また、廃棄物処理建物は隣接する他の建物と構造的に分離している。

廃棄物処理建物の基礎は厚さ 3.0m のべた基礎で、岩盤に直接設置している。

建物に加わる地震時の水平力はすべて耐震壁に負担させている。

廃棄物処理建物の概略平面図及び概略断面図を図 2-2 及び図 2-3 に示す。

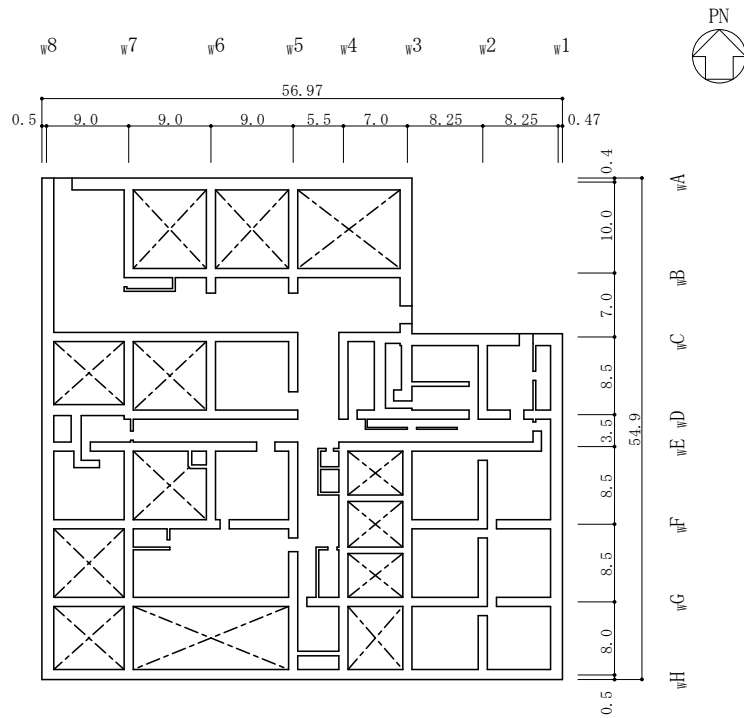
注記*：建物寸法は壁外面寸法とする。



(単位:m)

図 2-2(1) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 3.0m*)

注記* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。



(単位:m)

図 2-2(2) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 8.8m)

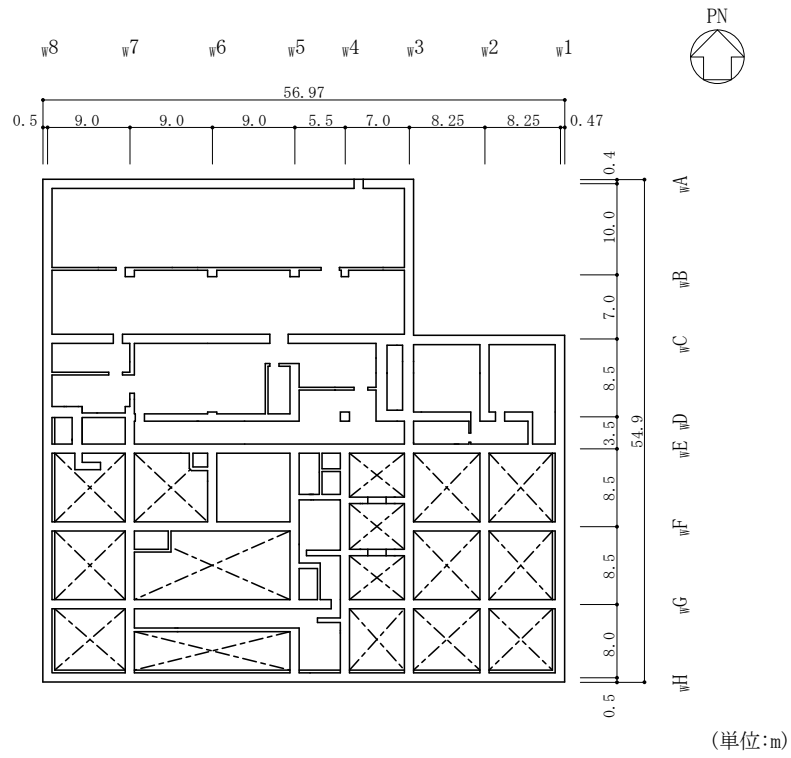


図 2-2(3) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 12.3m)

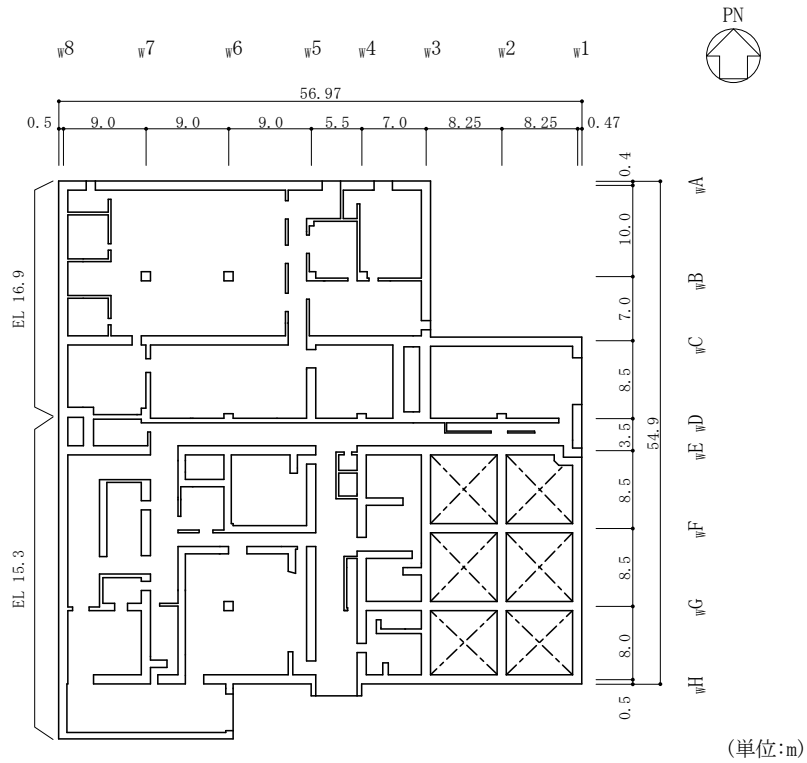


図 2-2(4) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 15.3m, EL 16.9m)

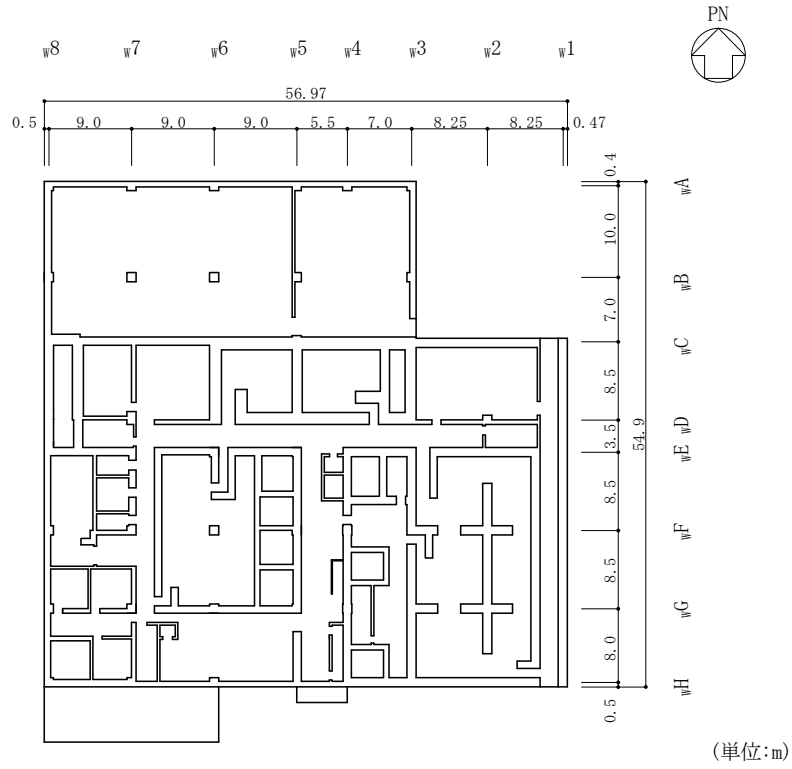


図 2-2(5) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 22.1m)

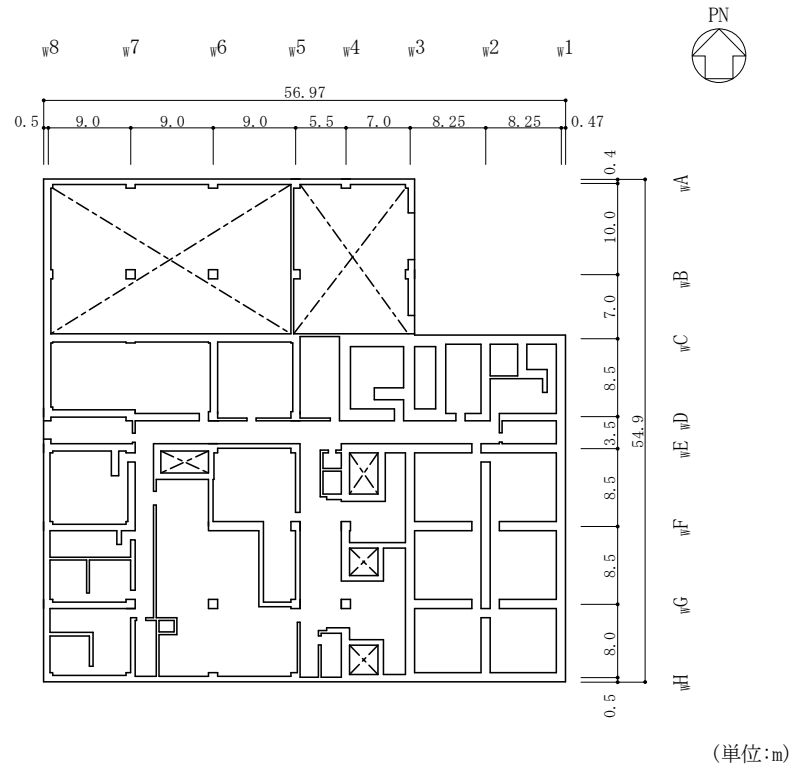


図 2-2(6) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 26.7m)

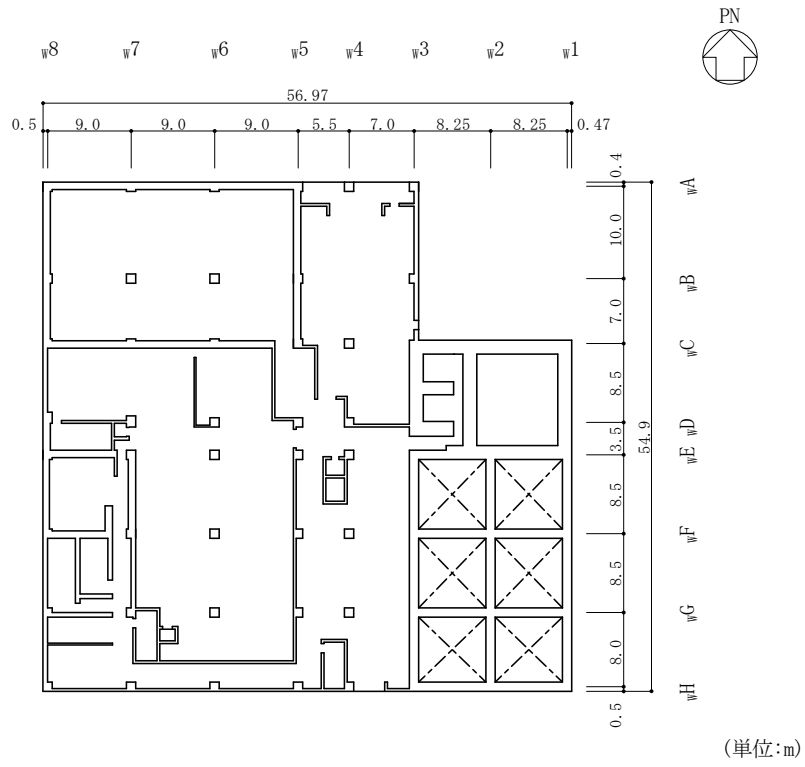


図 2-2(7) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 32.0m)

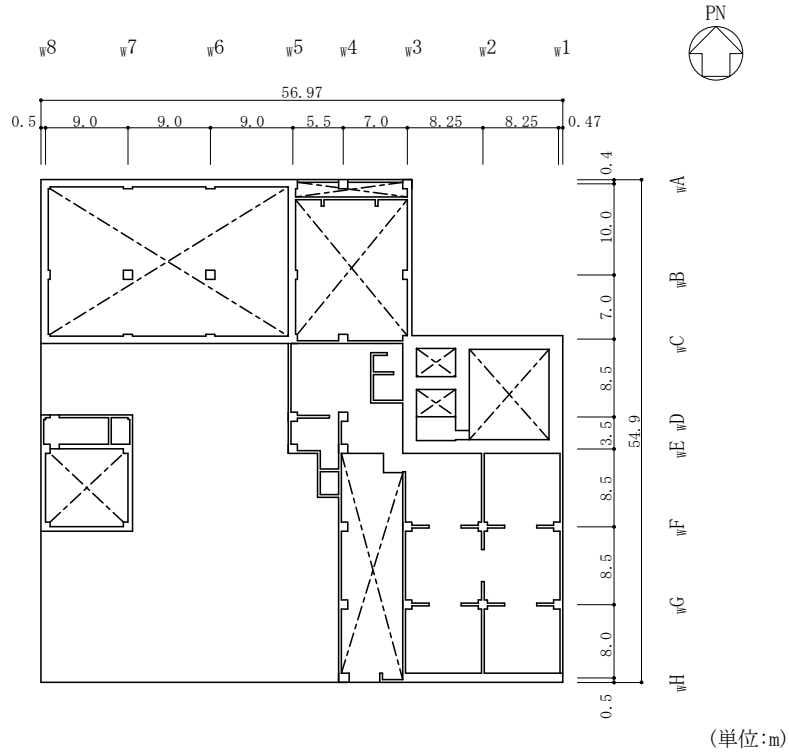


図 2-2(8) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 37.5m)

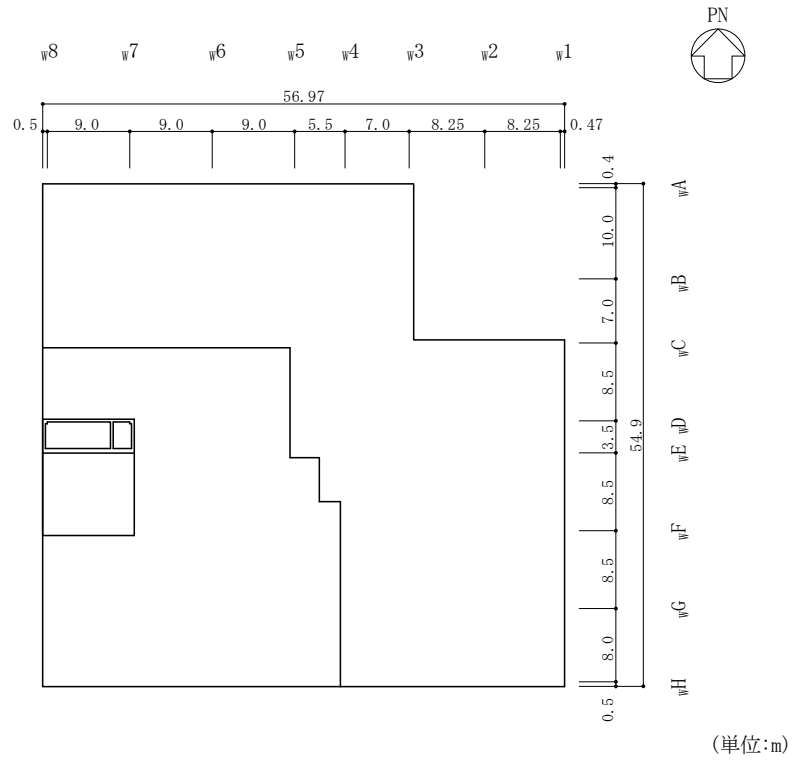


図 2-2(9) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 42.0m)

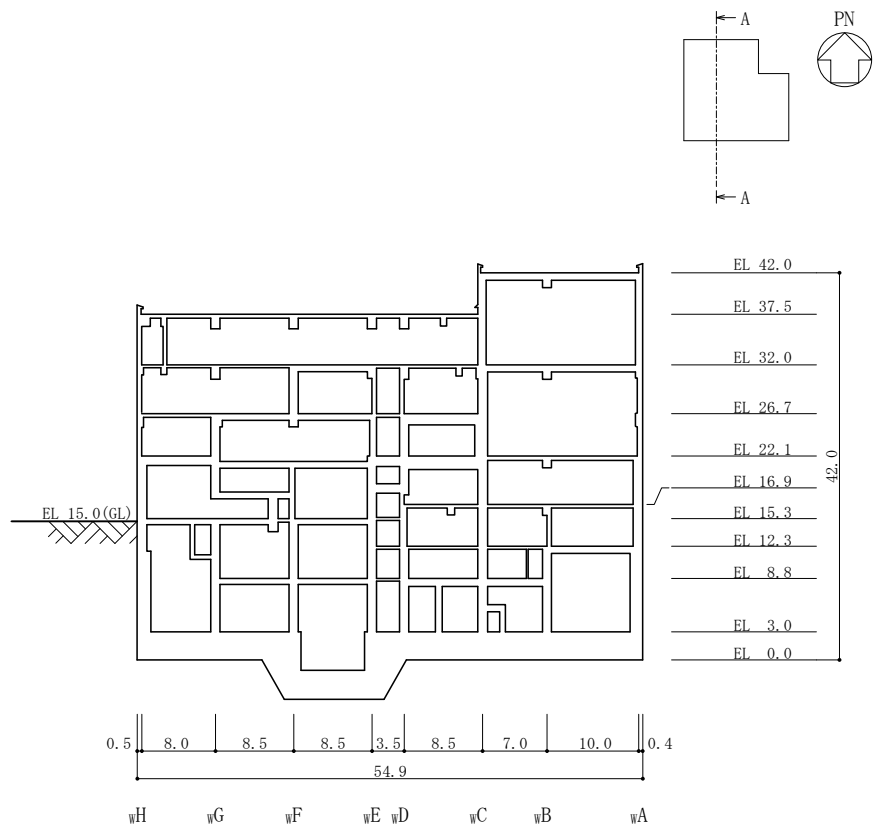


図 2-3(1) 廃棄物処理建物の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

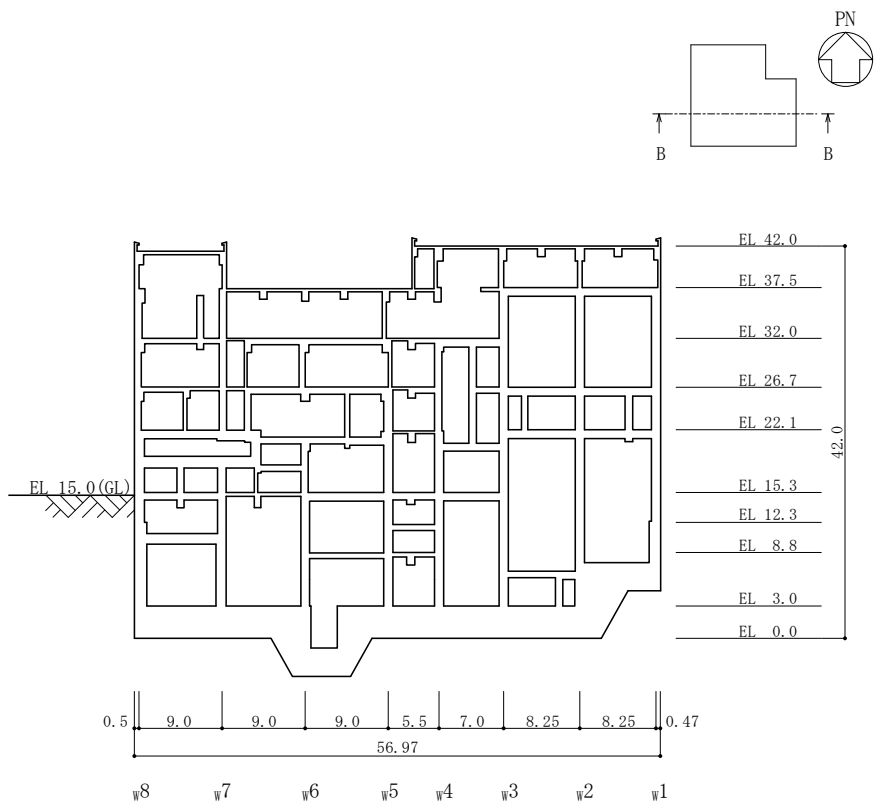


図 2-3(2) 廃棄物処理建物の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.3 評価方針

廃棄物処理建物は、建物内部に「Sクラスの施設」が収納されている。このため、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。

廃棄物処理建物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。）及び保有水平耐力の評価を行うこととし、それぞれの評価は、VI-2-2-9「廃棄物処理建物の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。廃棄物処理建物の評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、耐震壁のせん断ひずみ及び保有水平耐力の評価を行うことで、廃棄物処理建物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、材料物性の不確かさを考慮する。表2-1に材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを示す。

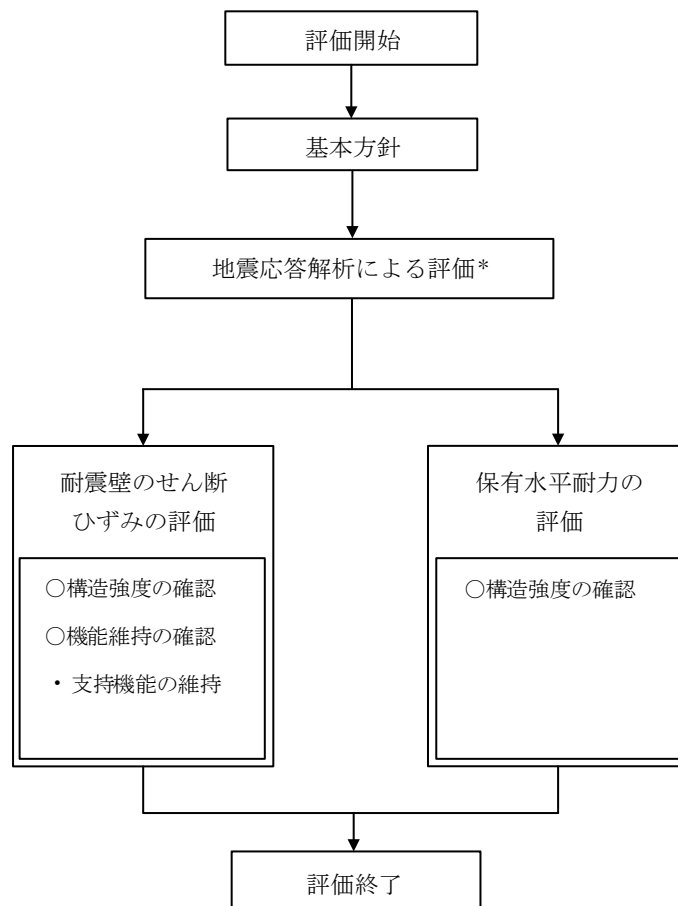
また、重大事故等対処施設としての評価においては、 S_s 地震時に対する評価及び保有水平耐力の評価を行う。ここで、廃棄物処理建物では、運転時、設計基準事故時及び重大事故等時の状態において、圧力、温度等の条件について有意な差異がないことから、重大事故等対処施設としての評価は、設計基準対象施設としての評価と同一となる。

図2-4に廃棄物処理建物の評価フローを示す。

図2-5に基準地震動 S_s に対する機能維持要求エリアを示す。

表 2-1 材料物性の不確かさを考慮する解析ケース

検討ケース	コンクリート 剛性	地盤物性	備考
ケース 1 (工認モデル)	設計基準強度	標準地盤	基本ケース
ケース 2 (地盤物性 + σ)	設計基準強度	標準地盤 + σ (+10%, +20%)	
ケース 3 (地盤物性 - σ)	設計基準強度	標準地盤 - σ (-10%, -20%)	
ケース 4 (積雪)	設計基準強度	標準地盤	積雪荷重との 組合せを考慮



注記* : VI-2-2-9 「廃棄物処理建物の地震応答計算書」の結果を踏まえた評価を行う。

図 2-4 廃棄物処理建物の評価フロー

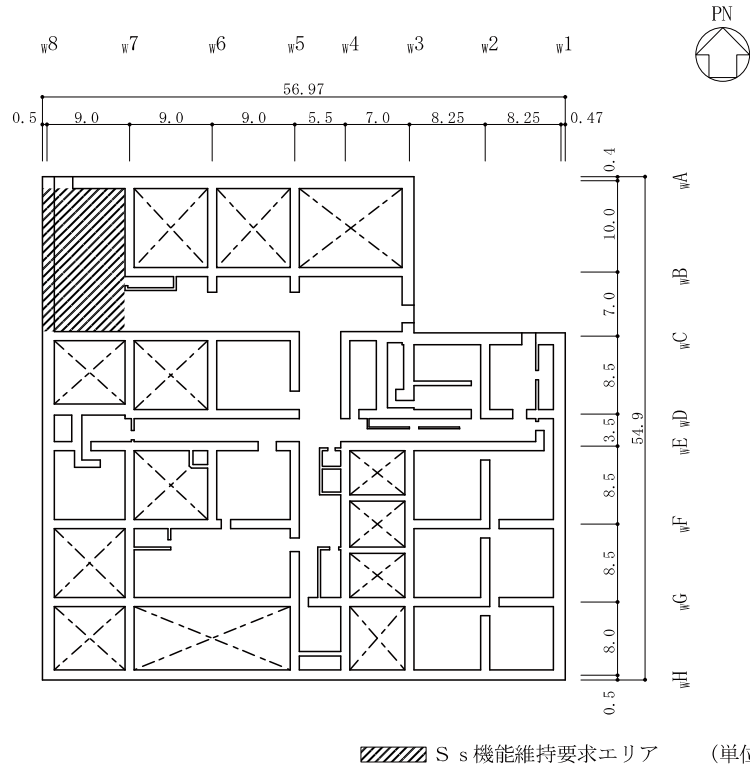


図 2-5(1) 基準地震動 S_s に対する機能維持要求エリア (EL 8.8m)

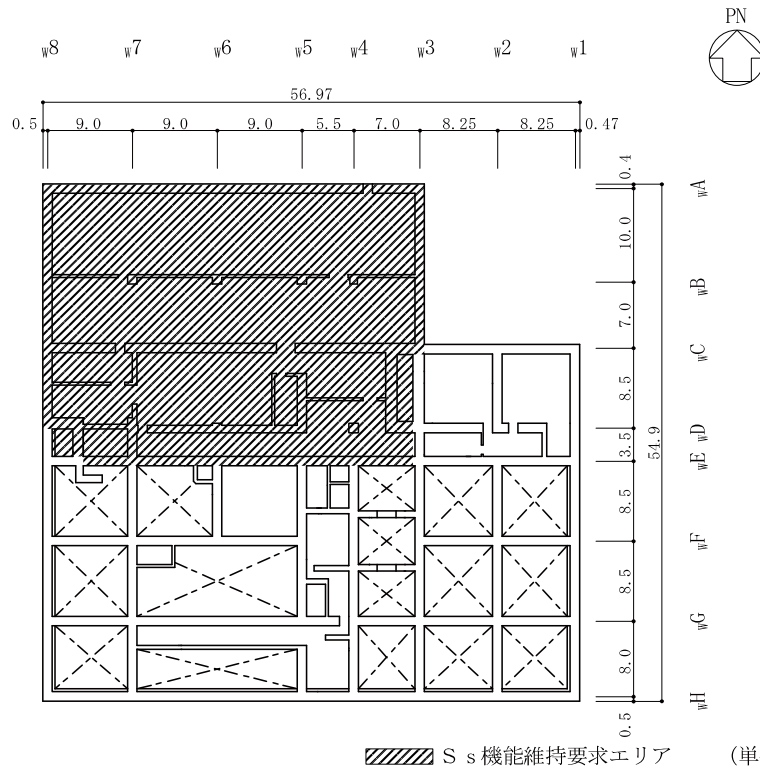


図 2-5(2) 基準地震動 S_s に対する機能維持要求エリア (EL 12.3m)

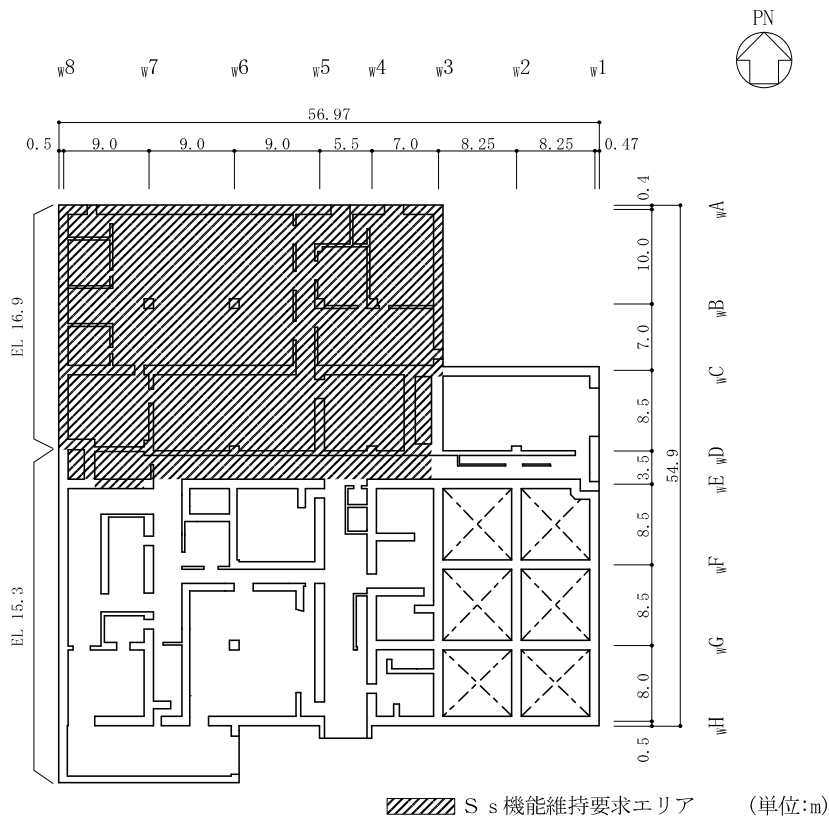


図 2-5(3) 基準地震動 S_s に対する機能維持要求エリア (EL 15.3m, EL 16.9m)

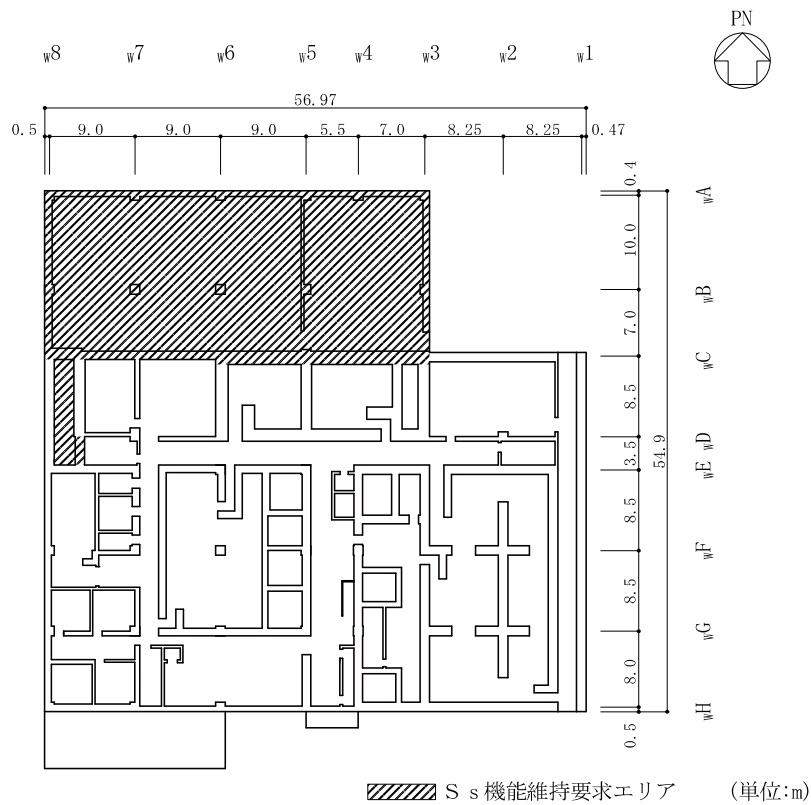


図 2-5(4) 基準地震動 S_s に対する機能維持要求エリア (EL 22.1m)

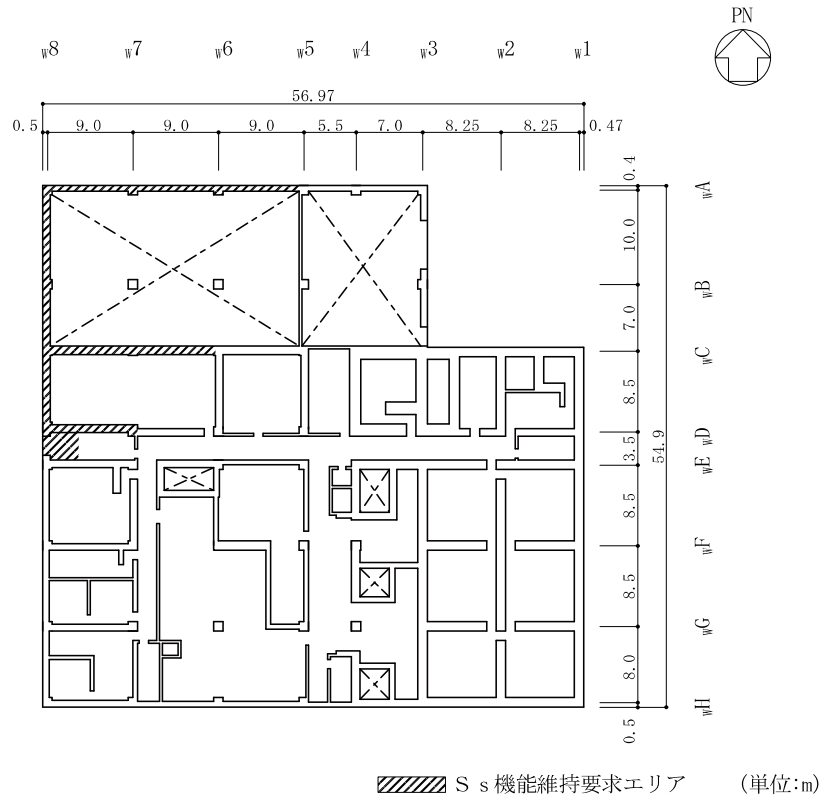


図 2-5(5) 基準地震動 S_s に対する機能維持要求エリア (EL 26.7m)

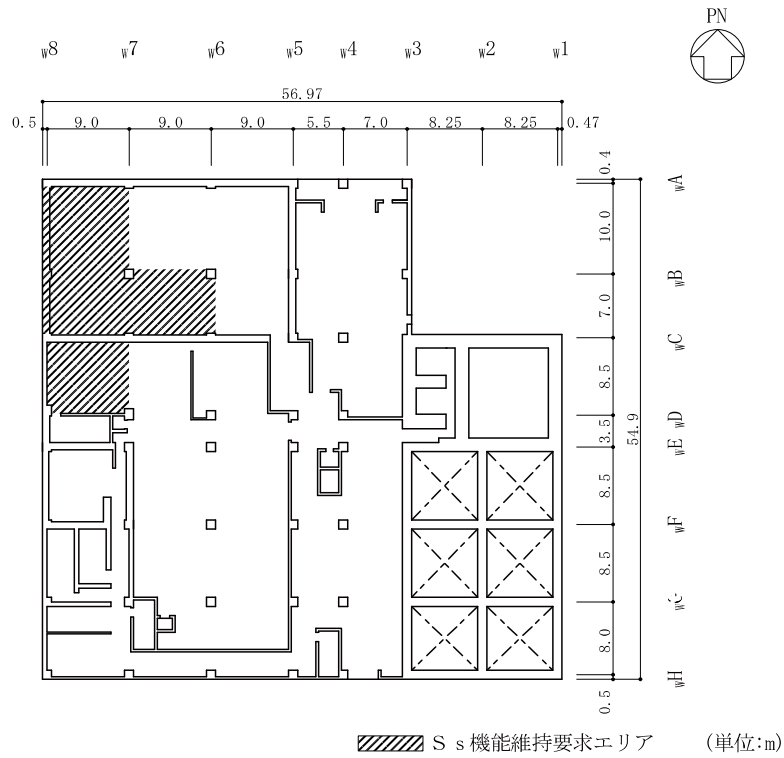


図 2-5(6) 基準地震動 S_s に対する機能維持要求エリア (EL 32.0m)

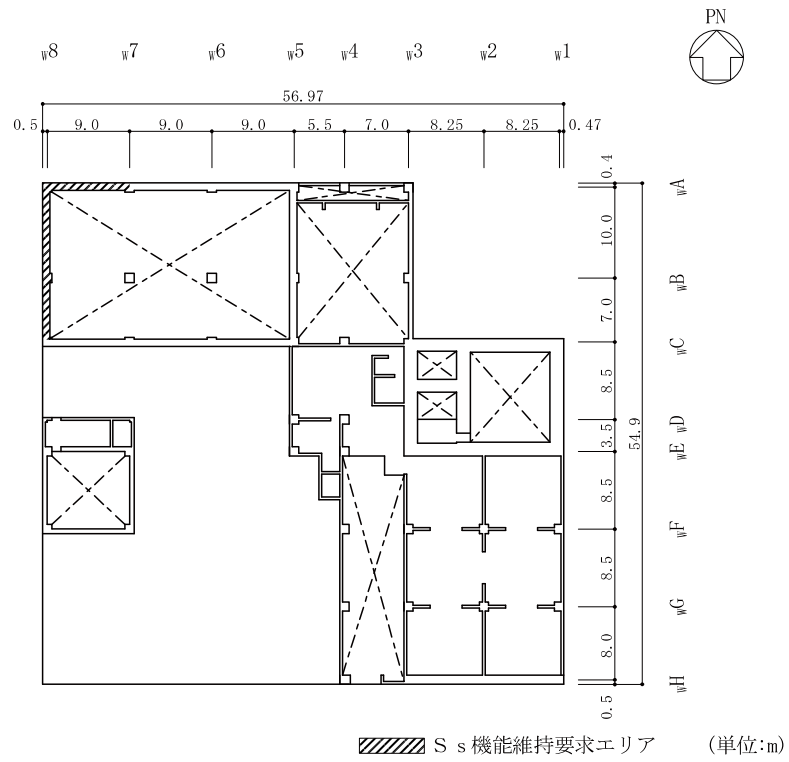


図 2-5(7) 基準地震動 S_s に対する機能維持要求エリア (EL 37.5m)

2.4 適用規格・基準等

本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)
- ・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 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・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 制定)
- ・鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 2005 改定)

3. 地震応答解析による評価方法

廃棄物処理建物の構造強度については、VI-2-2-9「廃棄物処理建物の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮した耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を超えないこと及び保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。

また、支持機能の維持については、VI-2-2-9「廃棄物処理建物の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮した耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界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廃棄物処理建物の許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の構造強度上の制限及び機能維持方針に基づき、表 3-1 及び表 3-2 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
(設計基準対象施設としての評価)

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	耐震壁* ¹	最大応答せん断ひずみ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	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³
		保有水平耐力	構造物全体	保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認	必要保有水平耐力
支持機能* ²	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	耐震壁* ¹	最大応答せん断ひずみ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	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³

注記*1: 建物全体としては、耐震壁で地震力を全て負担する構造となっており、剛性の高い耐震壁の変形に追従する柱、はり、間仕切壁等の部材の層間変形は十分小さいこと、また、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変形が小さく床スラブの変形が抑えられることから、各層の耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

*2: 「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

表 3-2 地震応答解析による評価における許容限界
(重大事故等対処施設としての評価)

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	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみ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	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³
		保有水平耐力	構造物全体	保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認	必要保有水平耐力
支持機能*2	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	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみ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	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³

注記*1: 建物全体としては、耐震壁で地震力を全て負担する構造となっており、剛性の高い耐震壁の変形に追従する柱、はり、間仕切壁等の部材の層間変形は十分小さいこと、また、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変形が小さく床スラブの変形が抑えられることから、各層の耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

*2: 「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

4. 地震応答解析による評価結果

4.1 耐震壁のせん断ひずみの評価結果

鉄筋コンクリート造耐震壁について、 S_s 地震時の各層の最大応答せん断ひずみが許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。

材料物性の不確かさを考慮した最大応答せん断ひずみは 0.42×10^{-3} (NS方向, S_s-D , ケース 2, 要素番号 7) であり, 許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。各要素の耐震壁の最大応答せん断ひずみ一覧を表 4-1 に示す。各表において, 各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値について, せん断スケルトン曲線上にプロットした図を図 4-1 に示す。

表 4-1(1) 最大応答せん断ひずみ一覧 (N S 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断 ひずみ ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)
42.0~37.5	1	0.16	2.0
37.5~32.0	2	0.13	
32.0~26.7	3	0.17	
26.7~22.1	4	0.20	
22.1~16.9	5	0.27	
16.9~15.3	6	0.40	
15.3~12.3	7	0.42	
12.3~8.8	8	0.20	

注：ハッチングは各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値を表示。

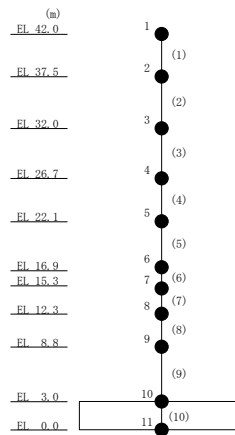
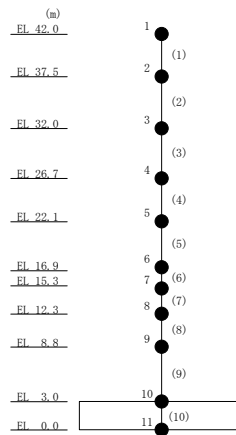
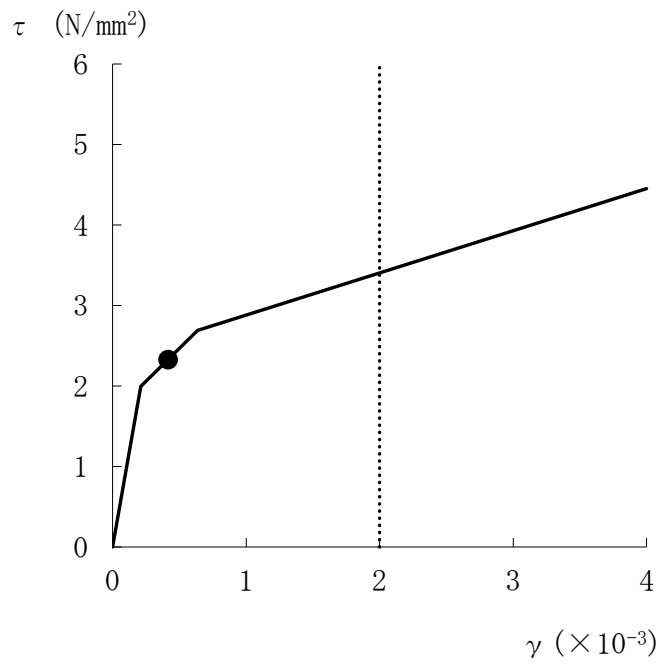


表 4-1(2) 最大応答せん断ひずみ一覧 (E W方向)

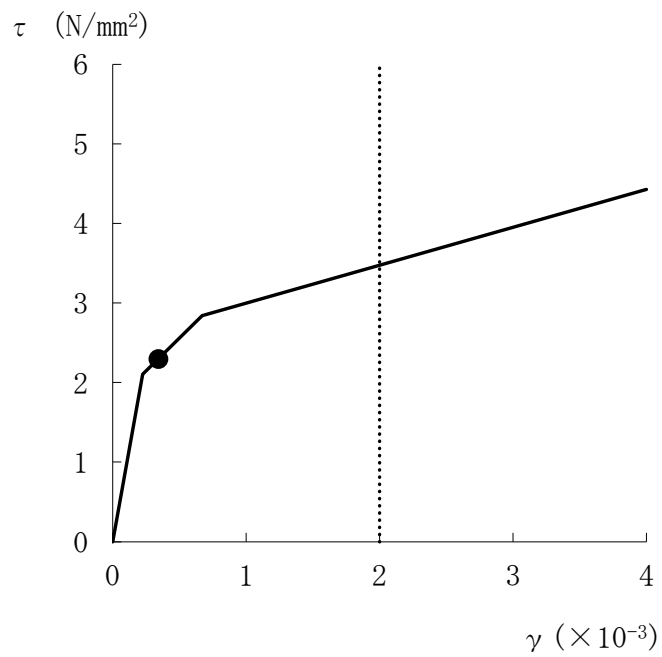
EL (m)	要素 番号	最大応答せん断 ひずみ ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)
42.0~37.5	1	0.09	2.0
37.5~32.0	2	0.12	
32.0~26.7	3	0.15	
26.7~22.1	4	0.28	
22.1~16.9	5	0.31	
16.9~15.3	6	0.34	
15.3~12.3	7	0.21	
12.3~8.8	8	0.19	

注：ハッチングは各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値を表示。





(a) NS方向 (S_s-D, ケース 2, 要素番号 7)



(b) EW方向 (S_s-D, ケース 2, 要素番号 6)

図 4-1 せん断スケルトン曲線上の最大応答せん断ひずみ

4.2 保有水平耐力の評価結果

各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して妥当な安全余裕を有していることを確認する。なお、各層の保有水平耐力 Q_u は昭和59年9月17日付け59資庁第8283号にて認可された工事計画の添付資料IV-2-8「廃棄物処理建物の耐震性についての計算書」によるものとする。

必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果を表4-2に示す。各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して妥当な安全余裕を有していることを確認した。

なお、必要保有水平耐力 Q_{un} に対する保有水平耐力 Q_u の比は最小で2.16である。

表 4-2 必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果

(a) NS 方向

EL (m)	必要保有水平耐力 Q_{un} ($\times 10^3$ kN)	保有水平耐力 Q_u ($\times 10^3$ kN)	Q_u/Q_{un}
42.0~37.5	69.31	177.11	2.55
37.5~32.0	115.10	439.53	3.81
32.0~26.7	185.31	551.23	2.97
26.7~22.1	245.14	593.20	2.41
22.1~16.9	301.27	732.85	2.43
16.9~15.3	322.22	697.25	2.16
15.3~12.3	338.77	796.50	2.35
12.3~8.8	357.01	868.28	2.43
8.8~3.0	434.87	1041.76	2.39

(b) EW 方向

EL (m)	必要保有水平耐力 Q_{un} ($\times 10^3$ kN)	保有水平耐力 Q_u ($\times 10^3$ kN)	Q_u/Q_{un}
42.0~37.5	58.60	297.73	5.08
37.5~32.0	114.61	411.88	3.59
32.0~26.7	184.50	593.99	3.21
26.7~22.1	245.14	531.23	2.16
22.1~16.9	300.42	660.38	2.19
16.9~15.3	321.26	730.20	2.27
15.3~12.3	337.70	1023.62	3.03
12.3~8.8	356.21	1171.11	3.28
8.8~3.0	384.84	960.17	2.49