

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-027-16-1 改 01
提出年月日	2023年3月23日

屋外重要土木構造物等における機器・配管系に対する
影響検討（地下水位低下）

2023年3月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

目 次

1. 概要.....	1
2. 検討方針.....	1
2.1 応答比較.....	4
2.2 簡易評価①.....	4
2.3 影響検討条件の作成.....	5
2.4 条件比率の算定.....	6
2.5 簡易評価②.....	6
2.6 詳細評価.....	6
3. 検討結果.....	7
3.1 応答比較.....	7
3.1.1 取水槽.....	7
3.1.2 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）.....	22
3.1.3 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽.....	23
3.1.4 屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）.....	38
3.1.5 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）.....	45
3.1.6 第1ベントフィルタ格納槽.....	52
3.1.7 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽.....	63
3.2 簡易評価①.....	77
3.3 影響検討条件作成及び条件比率算定.....	77
3.3.1 取水槽.....	77
3.3.2 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽.....	84
3.4 簡易評価②.....	85
4. まとめ.....	85

1. 概要

本資料は、屋外重要土木構造物等に対して地下水位が低下している状態を考慮した解析ケース（以下「地下水位低下ケース」という。）の機器・配管系への影響について、NS2-補-023-13「地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、検討を行うものである。

2. 検討方針

下記の屋外重要土木構造物等を検討対象として、地下水位低下ケースの機器・配管系の耐震評価結果に対する影響を確認する。影響検討フローを図2-1に示す。

- (1) 取水槽
- (2) 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）
- (3) B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽
- (4) 屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）
- (5) 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）
- (6) 第1ベントフィルタ格納槽
- (7) 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽

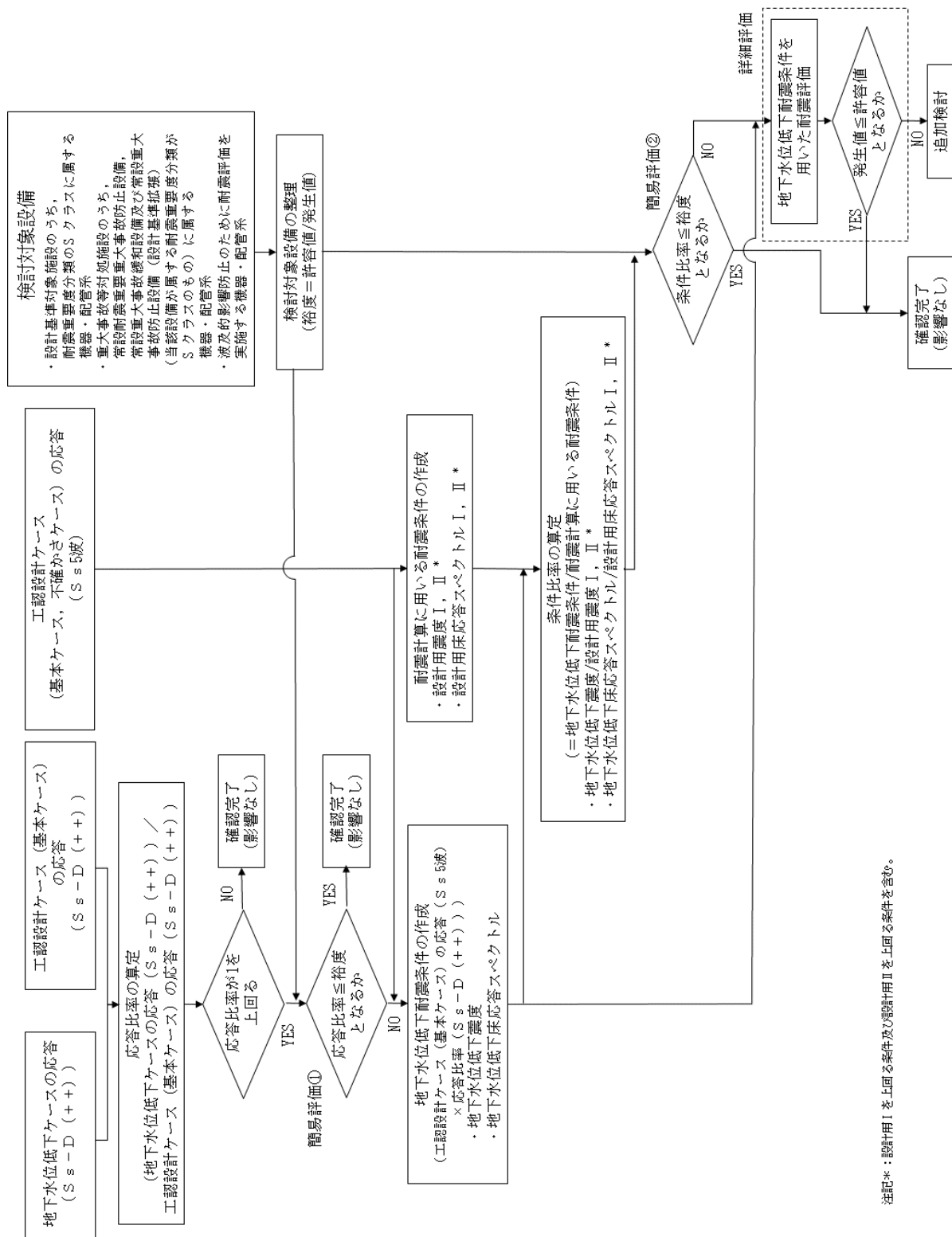
影響検討の対象は、上記の屋外重要土木構造物等に設置される以下の機器・配管系とする。

- ・設計基準対象施設のうち、耐震重要度分類のSクラスに属する機器・配管系
- ・重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）
- ・波及的影響防止のために耐震評価を実施する機器・配管系

なお、機器・配管系への屋外重要土木構造物等における地下水位低下ケースの影響の考慮にあたっては、以下の資料に示す「地下水位低下の影響を考慮した解析ケース」の地震応答解析結果を用いる。

- ・NS2-補-026-02 取水槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料（参考資料7）
- ・NS2-補-026-03 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料（参考資料2）
- ・NS2-補-026-04 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料（参考資料1）
- ・NS2-補-026-05 屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料（参考資料1）
- ・NS2-補-026-06 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料（参考資料1）

- NS2-補-026-09 第1 ベントフィルタ格納槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料（参考資料2）
- NS2-補-026-10 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料（参考資料2）



注記*: 設計用Iを上回る条件及び設計用IIを上回る条件を含む。

図2-1 地下水位低下ケースの影響検討フロー

2.1 応答比較

工認基本ケースと地下水位低下ケースの地震応答解析結果から算出した応答を用い、最大応答加速度（震度）の比及び固有周期（0.05～1.0s）における周期毎の床応答スペクトルの比として応答比率を算出する。なお、応答比率を算出する床応答スペクトルの減衰定数は、検討対象設備の耐震評価に適用している床応答スペクトルの減衰定数を用いる。

応答比率算出のための地震応答解析は、基準地震動 S_s のうち位相特性の偏りがなく、全周期帯において安定した応答を生じさせ、機器・配管系の耐震性評価において支配的な S_s-D のうち、 $S_s-D(++)$ （地震動の位相を反転させないケース）を代表として用いる。

応答比較の結果、全方向、全標高及び全固有周期（0.05～1.0s）における応答比率の最大値が1を上回る場合、その応答による影響を検討する。

$$\text{応答比率} = \frac{\text{地下水位低下ケースの応答 (S}_s\text{-D (++))}}{\text{工認基本ケースの応答 (S}_s\text{-D (++))}}$$

2.2 簡易評価①

2.1 で算定した応答比率と検討対象設備の裕度（許容値／発生値）の比較を行い、応答比率が設備の裕度を上回る設備を選定する。

なお、設備に応じた応答比率の簡易評価への適用方法を以下に示す。

a. 評価に震度を適用する設備

対象設備の標高における応答比率の全方向最大値を適用する。

b. 評価に床応答スペクトルを適用する設備

各方向について対象設備の標高、減衰定数、固有周期（0.05～1.0s）における応答比率の最大値を算出し、全方向最大値を適用する。なお、保守的に固有周期（0.05～1.0s）における最大値あるいは設備の一次固有周期以下の最大値を用いる場合もある。なお、応答比率を算出する床応答スペクトルの減衰定数は、検討対象設備の耐震評価に適用している床応答スペクトルの減衰定数を用いる。

床応答スペクトルの応答比率の適用方法を図 2.2-1 に示す。

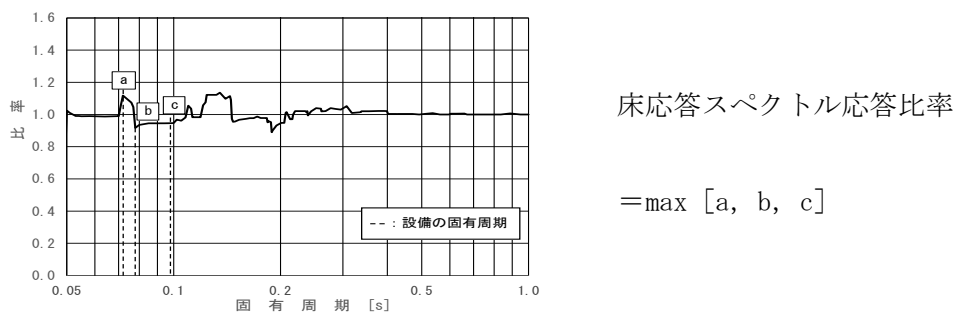


図 2.2-1 簡易評価に用いる各方向における床応答スペクトルの応答比率の適用方法
(評価に床応答スペクトルを適用する設備)

2.3 影響検討条件の作成

簡易評価①で検討対象設備の裕度が応答比率を下回る場合は、地下水位低下を考慮した基準地震動 S s 5 波の震度（以下「地下水位低下震度」という。）及び床応答スペクトル（以下「地下水位低下床応答スペクトル」という。）（以下、地下水位低下震度と地下水位低下床応答スペクトルを総称して「地下水位低下耐震条件」という。）を今回工認モデル（基本ケース）の S s 5 波を用いた地震応答解析結果に応答比率を乗じることにより設定する。地下水位低下耐震条件の設定方法の詳細を以下に示す。

a. 地下水位低下震度

地下水位低下震度は、各標高について、以下のように設定する。作成フローを図 2.3-1 に示す。

$$\text{地下水位低下震度} = \text{最大応答加速度(基本ケース(S s 5 波))} \times \text{応答比率}^{*1}$$

b. 地下水位低下床応答スペクトル

地下水位低下床応答スペクトルは、各標高・各減衰について、以下のように設定する。なお、応答比率を算出する床応答スペクトルの減衰定数は、検討対象設備の耐震評価に適用している床応答スペクトルの減衰定数を用いる。作成フローを図 2.3-2 に示す。

$$\text{地下水位低下床応答スペクトル} = \text{床応答スペクトル(基本ケース(S s 5 波))} \times \text{応答比率}^{*2}$$

注記*1：応答比率は、最大応答加速度の比として算出したものを適用

*2：応答比率は、周期ごとの床応答スペクトルの比として算出したものを適用

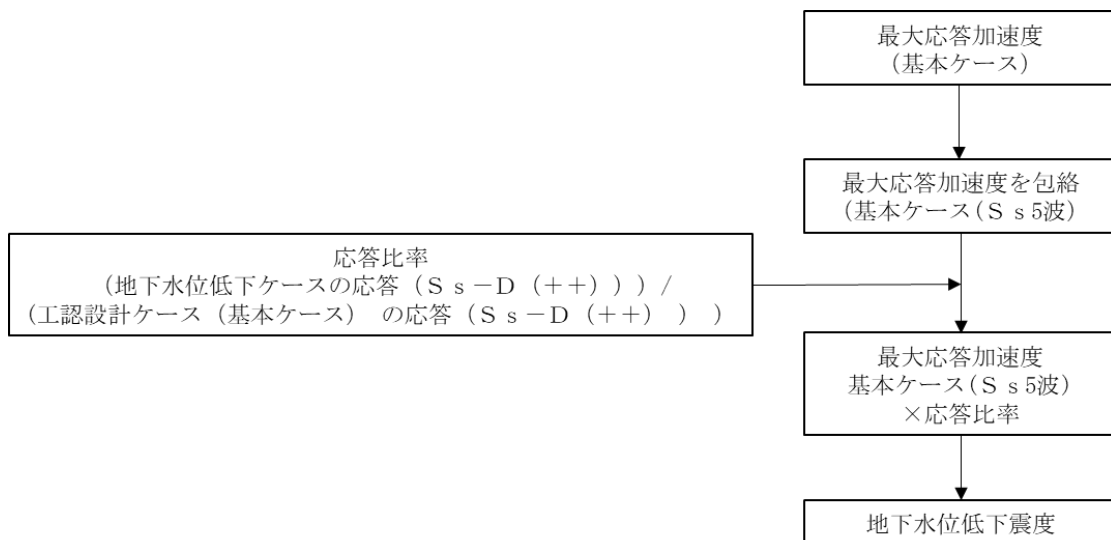


図 2.3-1 地下水位低下震度の作成フロー

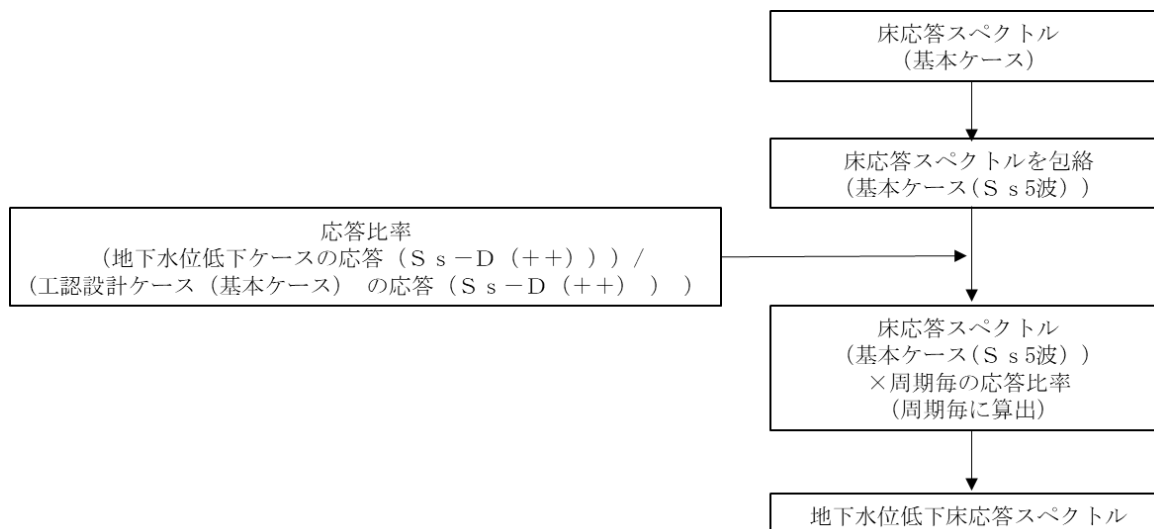


図 2.3-2 地下水位低下床応答スペクトルの作成フロー

2.4 条件比率の算定

2.3 で作成した地下水位低下耐震条件と耐震計算に用いる耐震条件との条件比率について、以下のように算定する。

a. 震度

$$\text{条件比率} = \frac{\text{地下水位低下震度}}{\text{耐震計算に用いる設計用震度}}$$

b. 床応答スペクトル

$$\text{条件比率} = \frac{\text{地下水位低下床応答スペクトル}}{\text{耐震計算に用いる設計用床応答スペクトル}}$$

2.5 簡易評価②

2.4 で算定した条件比率と設備の裕度の比較を行い、簡易評価により条件比率が設備の裕度を上回る設備を検討対象設備の代表として選定する。

なお、条件比率の適用方法は 2.2 と同様とする。

2.6 詳細評価

簡易評価②で応答比率が設備の裕度を上回った設備に対しては影響検討条件を用いた詳細評価（当該設備の耐震計算書と同様の評価手法（スペクトルモーダル解析など）による設備評価）を行い、発生値が許容値以下となることを確認する。

3. 検討結果

3.1 応答比較

各屋外重要土木構造物等の各標高における震度及び床応答スペクトルの応答比率算定結果を3.1.1～3.1.7に示す。なお、床応答スペクトルの減衰定数は、耐震裕度の比較的小さい配管系の主要な減衰定数である2.0%を代表とする。

応答比較の結果、3.1.1～3.1.7に示す通り、各屋外重要土木構造物等において、応答比率の最大値が1を上回ることを確認した。

3.1.1 取水槽

取水槽の震度を表3.1.1-1～6、床応答スペクトルを図3.1.1-1～6に示す。

表3.1.1-1 震度（取水槽（海水ポンプエリア））

（基準地震動 $S_s - D$ （++），水平方向（NS））

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面				
取水槽 (海水ポンプ エリア)	10095 10299 10512	8.800	1.09	1.12	1.03
	10208	1.100	0.88	0.87	0.99
	10008	-9.800	0.47	0.47	1.00

表3.1.1-2 震度（取水槽（海水ポンプエリア））

（基準地震動 $S_s - D$ （++），水平方向（EW））

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	EW断面 (海水ポンプエリア)				
取水槽 (海水ポンプ エリア)	3000 3033	8.800	1.39	1.32	0.95
	41 51 62	1.100	0.81	0.83	1.03
	7 17 28	-9.800	0.68	0.68	1.00

表 3.1.1-3 震度（取水槽（海水ポンプエリア））

（基準地震動 $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号		標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向			① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面	EW断面 (海水ポンプエリア)				
取水槽 (海水ポン プエリア)	10095 10299 10512	3000 3033	8.800	0.60	0.59	0.99
	10208	41 51 62	1.100	0.55	0.53	0.97
	10008	7 17 28	-9.800	0.47	0.47	1.00

表 3.1.1-4 震度（取水槽（除じん機エリア））

（基準地震動 $S_s - D$ （++），水平方向（NS））

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面				
取水槽 (除じん機 エリア)	10380 10018	4.000～ -9.700	0.87	0.87	1.00

表 3.1.1-5 震度（取水槽（除じん機エリア））

（基準地震動 $S_s - D$ （++），水平方向（EW））

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	EW断面 (除じん機エリ ア)				
取水槽 (除じん機 エリア)	10016 10022 10041 10053 10059 10071 10160	4.000～ -9.700	0.88	0.87	0.99

表 3.1.1-6 震度 (取水槽 (除じん機エリア))

(基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向)

構造物名	節点番号		標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向			① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面	EW断面 (除じん機エリア)				
取水槽 (除じん機 エリア)	10380 10018	10016 10022 10041 10053 10059 10071 10160	4.000～ -9.700	0.58	0.56	0.97

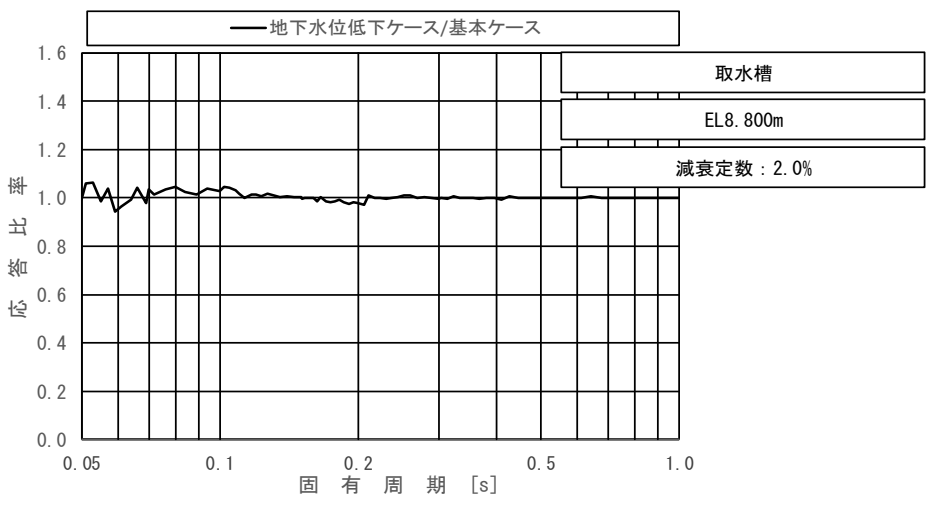
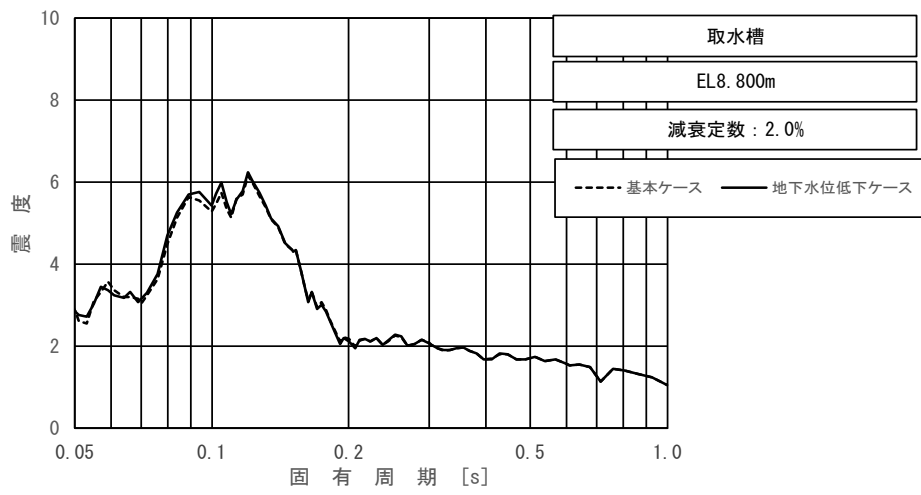


図 3.1.1-1 (1/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (NS), EL8.800m, 減衰 2.0%)

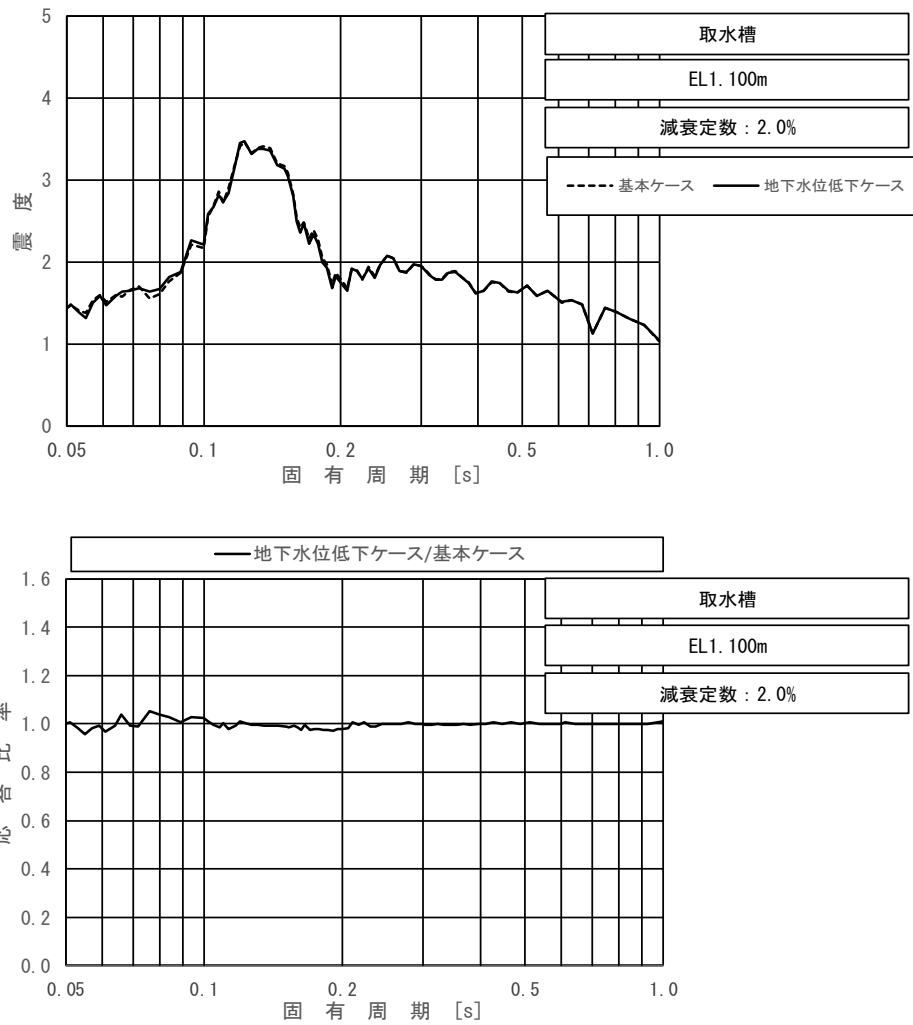


図 3.1.1-1 (2/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL1.100m , 減衰 2.0%)

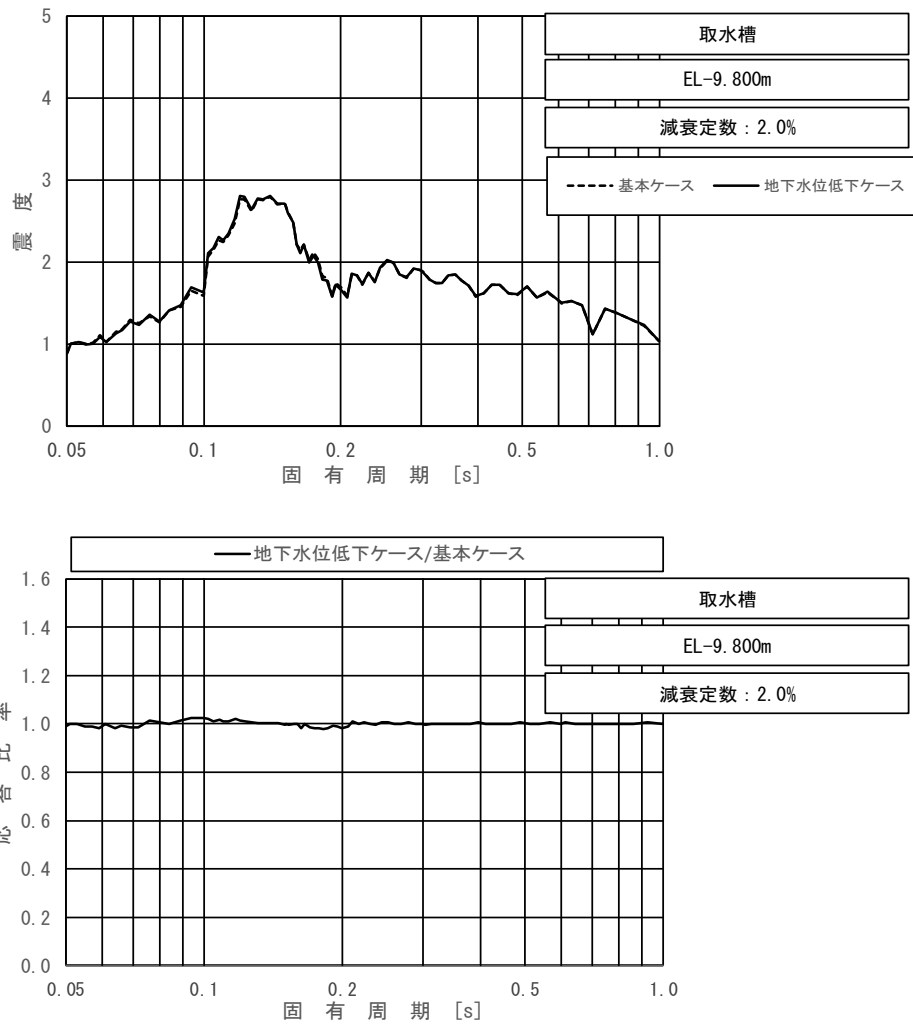


図 3.1.1-1 (3/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S), EL-9.800m, 減衰 2.0%)

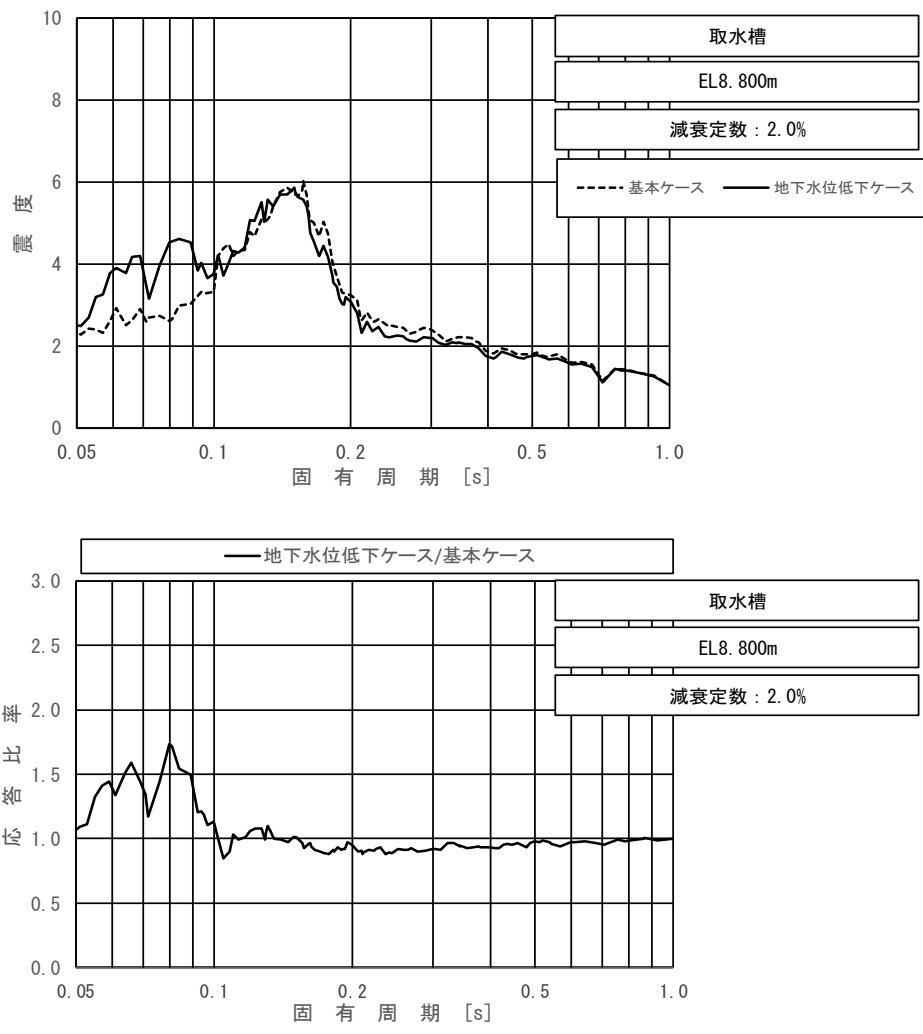


図 3.1.1-2 (1/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (EW), EL8.800m, 減衰 2.0%)

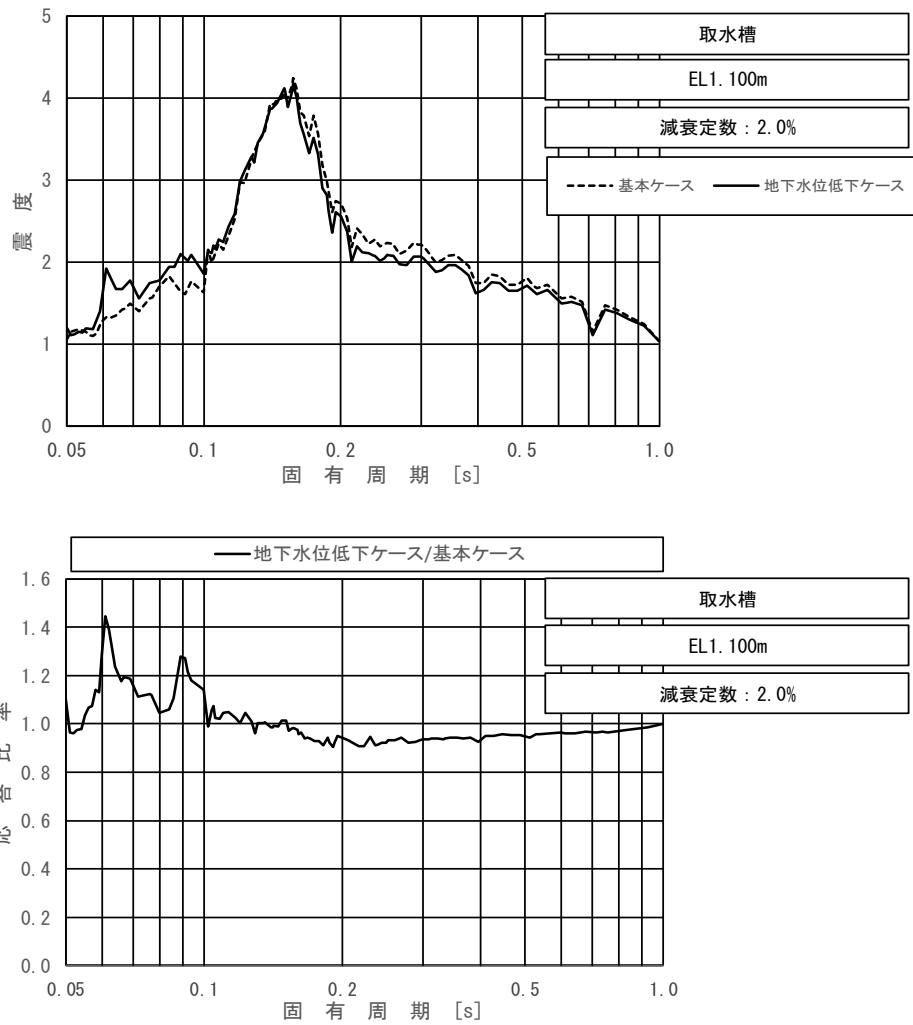


図 3.1.1-2 (2/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (EW), EL1.100m, 減衰 2.0%)

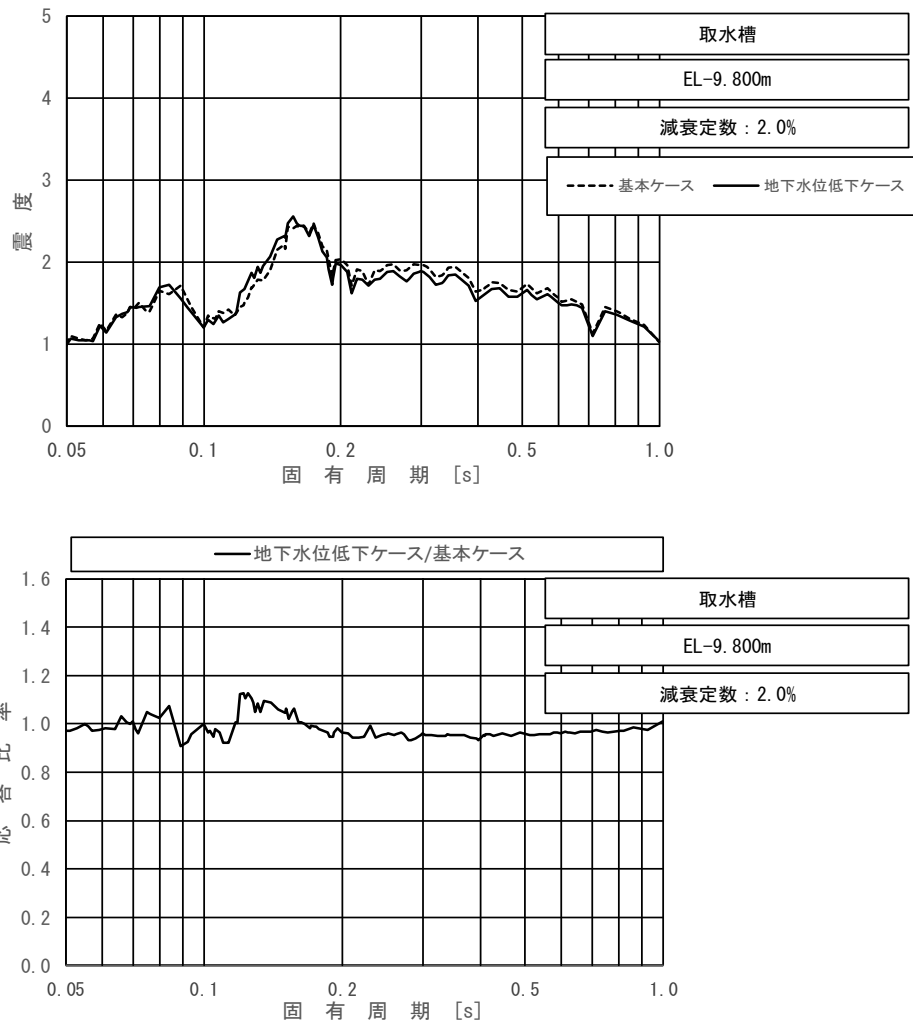


図 3.1.1-2 (3/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
 (基準地震動 S s - D (++)，水平方向 (EW)，EL-9.800m，減衰 2.0%)

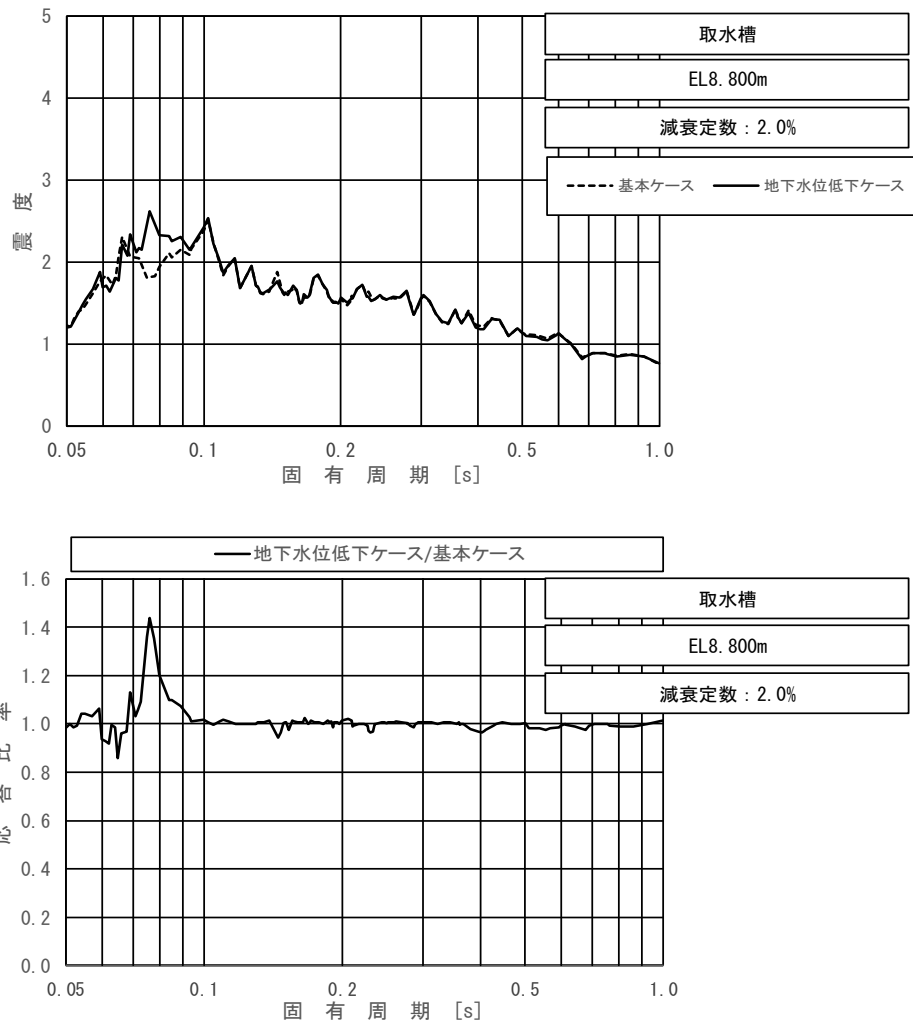


図 3.1.1-3 (1/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 鉛直方向, EL8.800m, 減衰 2.0%)

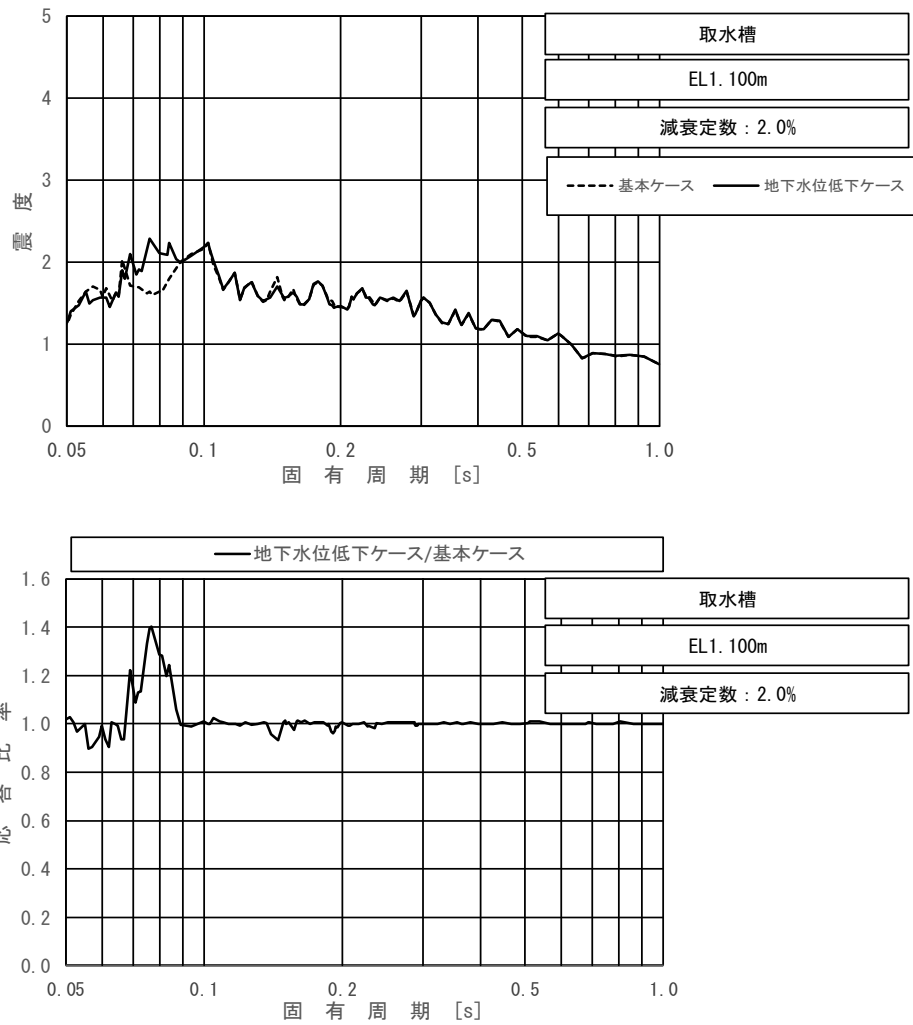


図 3.1.1-3 (2/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
 (基準地震動 $S_s - D$ (++)，鉛直方向，EL1.100m，減衰 2.0%)

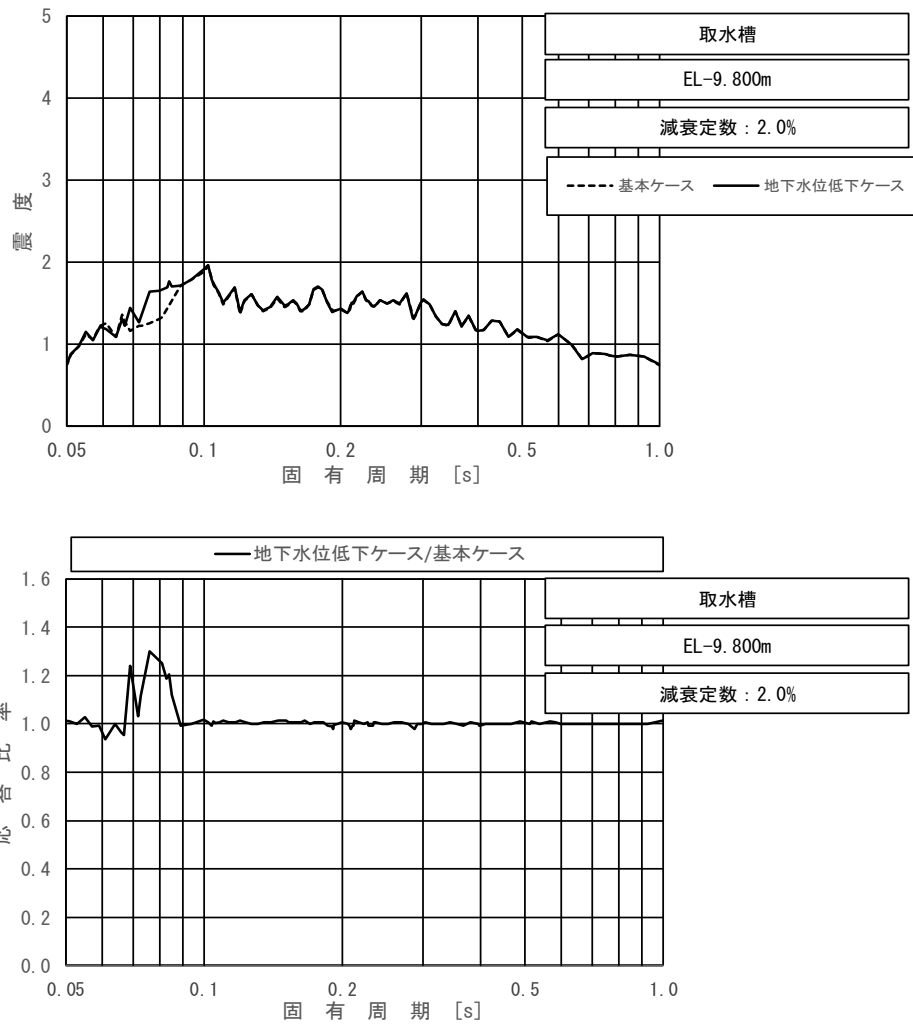


図 3.1.1-3 (3/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 鉛直方向, EL-9.800m, 減衰 2.0%)

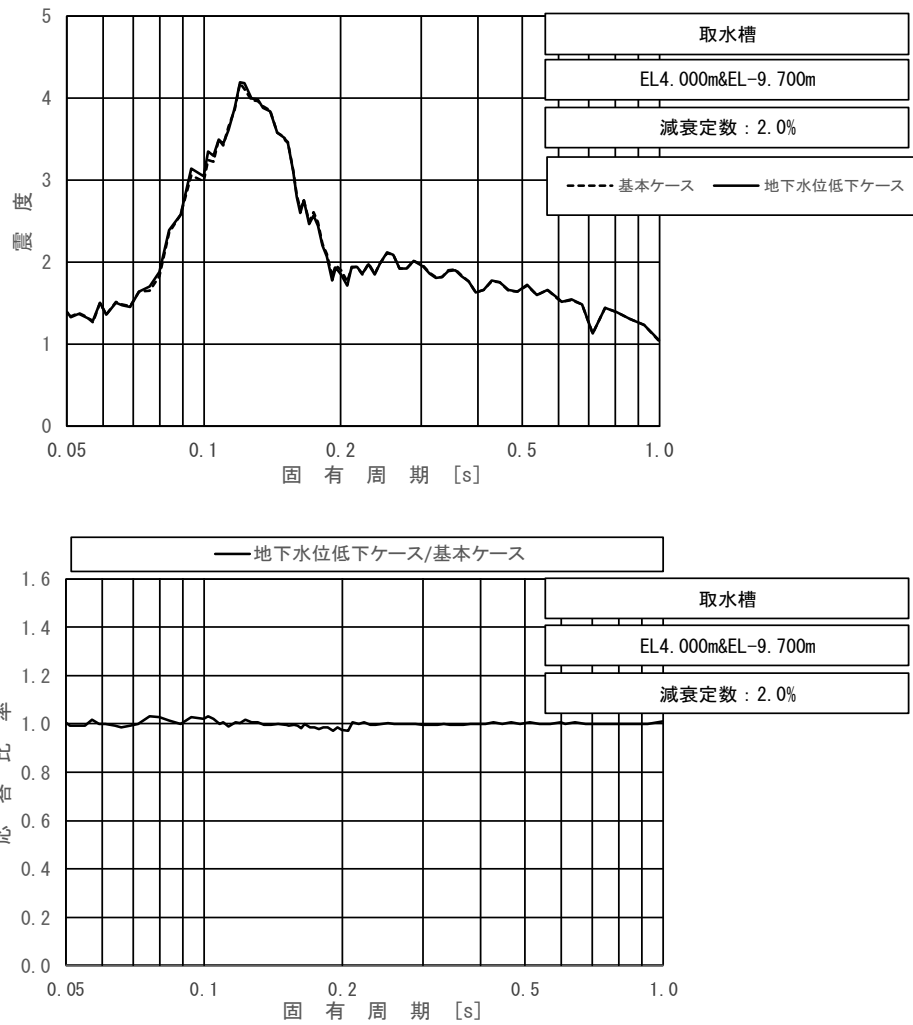


図 3.1.1-4 床応答スペクトル (取水槽 (除じん機エリア))
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (NS) , EL4.000~-9.700m , 減衰 2.0%)

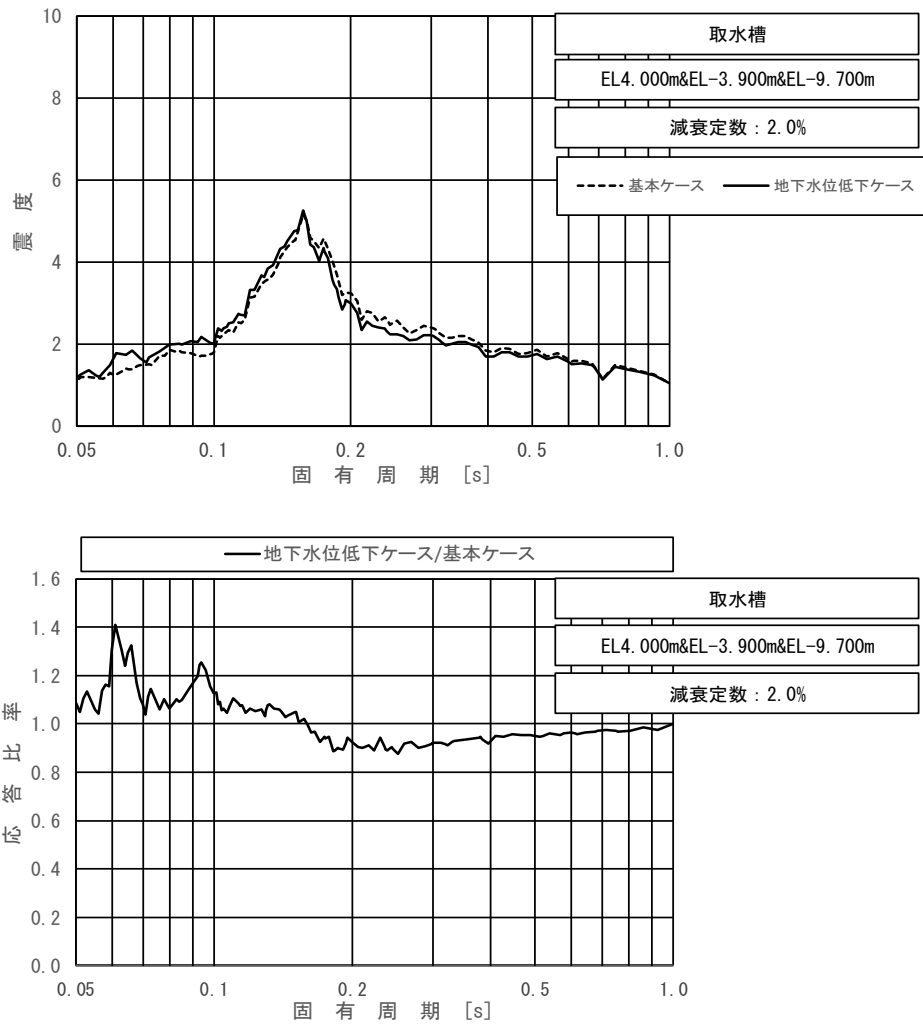


図 3.1.1-5 床応答スペクトル (取水槽 (除じん機エリア))
 (基準地震動 $S_s - D$ (++)，水平方向 (EW)，EL4.000~-9.700m，減衰 2.0%)

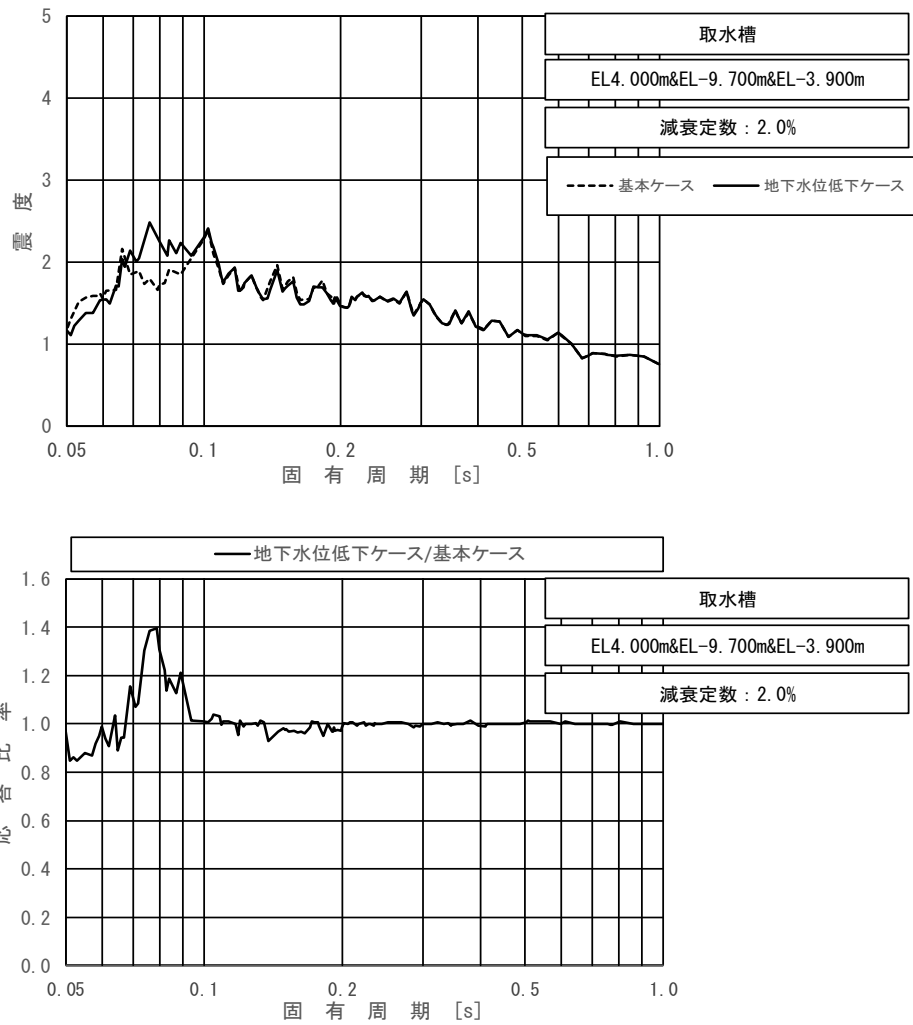


図 3.1.1-6 床応答スペクトル (取水槽 (除じん機エリア))
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 鉛直方向, EL4.000m~9.700m, 減衰 2.0%)

3.1.2 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）
追而

3.1.3 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の震度を表3.1.3-1~3, 床応答スペクトルを図3.1.3-1~3に示す。

表3.1.3-1 震度 (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)

(基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (NS))

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面				
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	437 573 661 745	18.300	1.95	1.96	1.01
	445 581 753 1080 1400	15.300~ 14.400	0.99	0.99	1.00
	586 662 758	13.400	0.98	0.98	1.00
	760 1407	12.000~ 11.900	0.98	0.97	0.99
	766 1093 1413	9.350	0.95	0.95	1.00

表3.1.3-2 震度 (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)

(基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (EW))

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	EW断面				
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	483 555 691 831 897	15.300~ 14.400	1.43	1.69	1.19
	489 628 763 903	12.000~ 11.900	1.30	1.62	1.25
	495 556 692 832 909	9.350	0.89	0.88	0.99

表 3.1.3-3 震度 (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)

(基準地震動 $S_s - D$ (++) , 鉛直方向)

構造物名	節点番号		標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向			① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面	EW断面				
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	437 573 661 745	—	18.300	1.32	1.34	1.02
	445 581 753 1080 1400	483 555 691 831 897	15.300~ 14.400	1.70	1.93	1.14
	586 662 758	—	13.400	0.65	0.65	1.00
	760 1407	489 628 763 903	12.000~ 11.900	0.68	0.70	1.03
	766 1093 1413	495 556 692 832 909	9.350	0.89	0.70	0.79

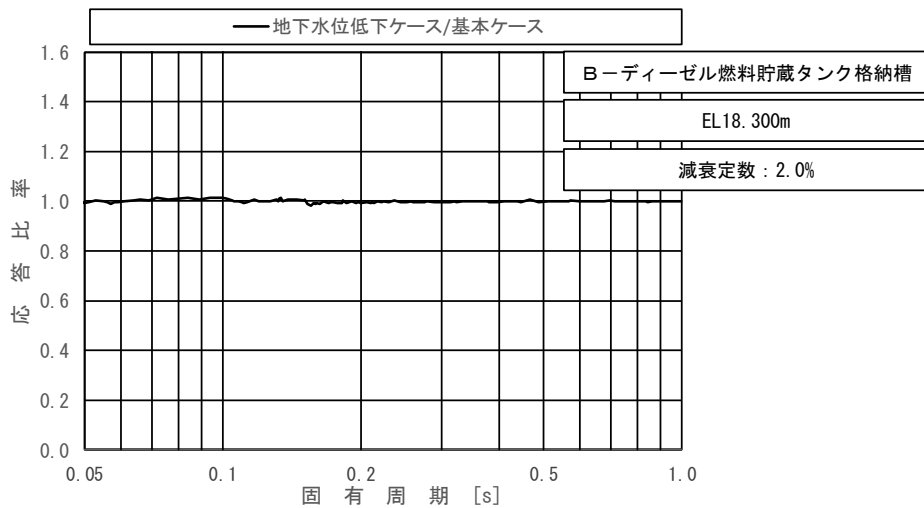
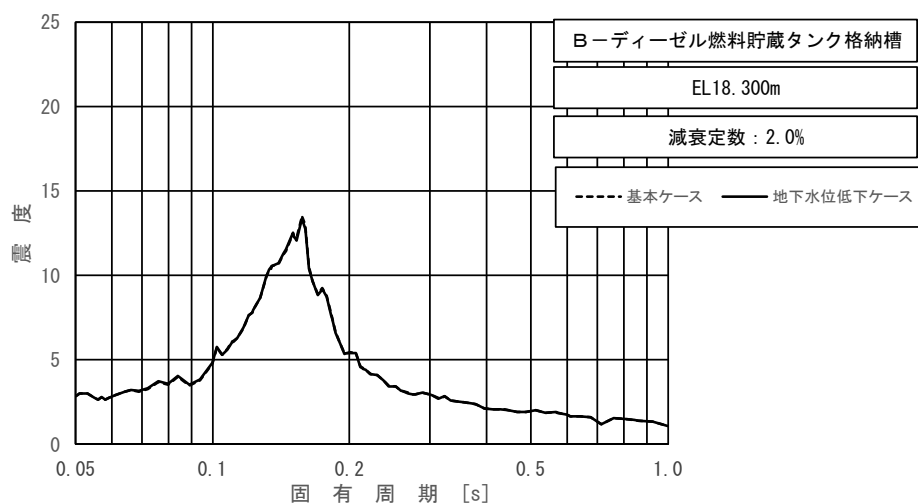


図 3.1.3-1 (1/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL18.300m , 減衰 2.0%)

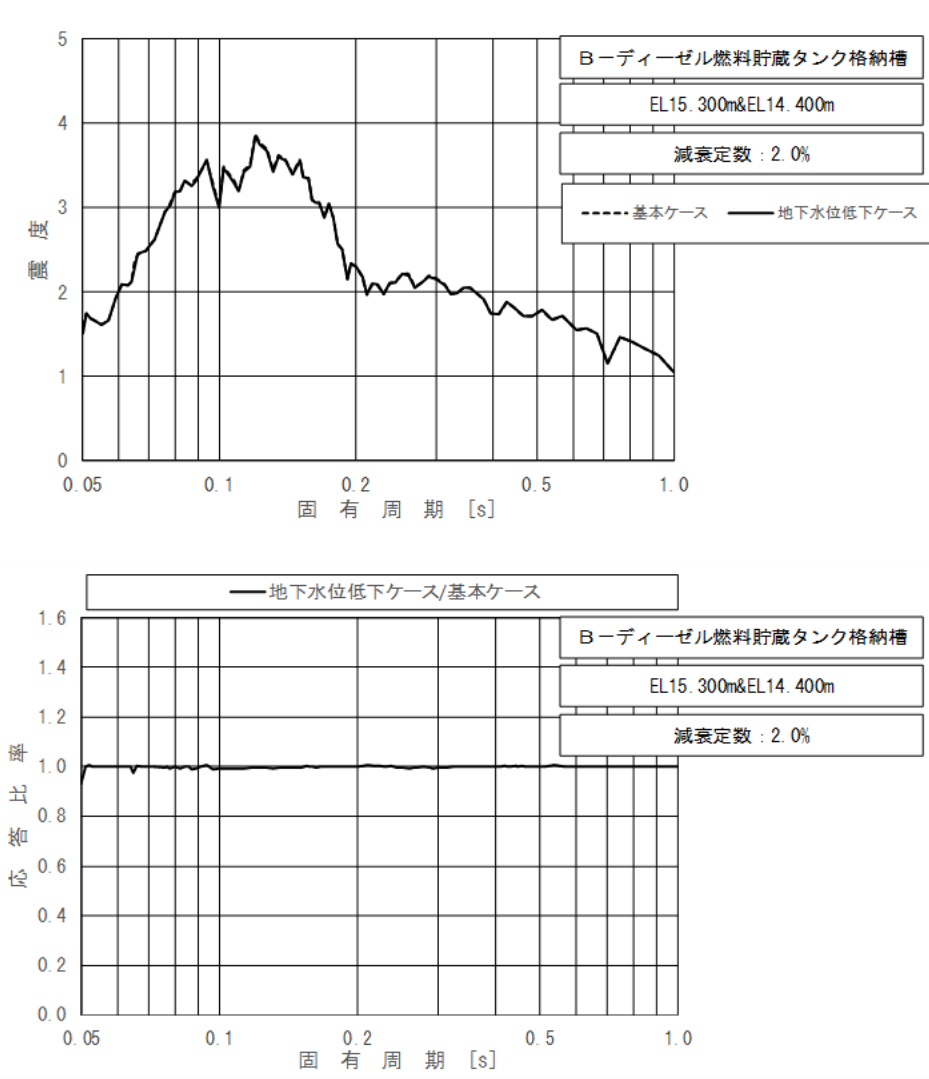


図 3.1.3-1 (2/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (NS) , EL15.300m~EL14.400m , 減衰 2.0%)

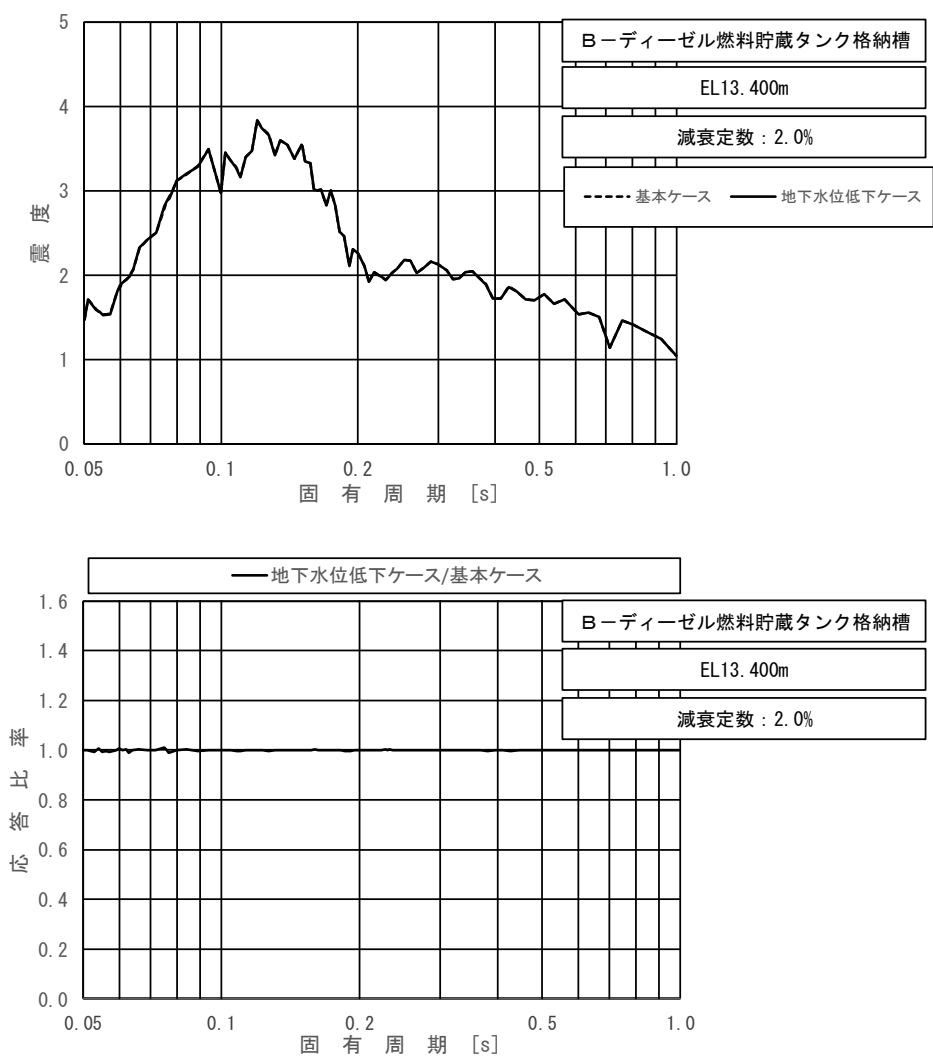


図 3.1.3-1 (3/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL13.400m , 減衰 2.0%)

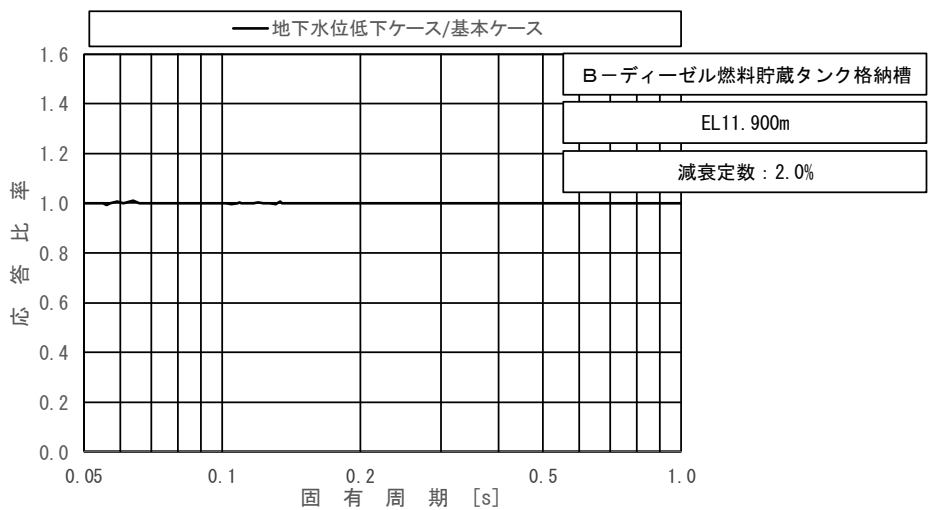
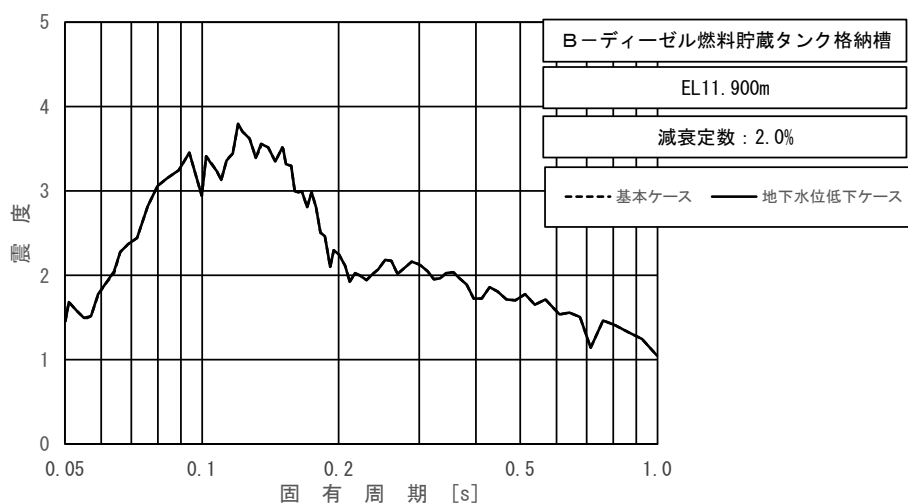


図 3.1.3-1 (4/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL11.900m , 減衰 2.0%)

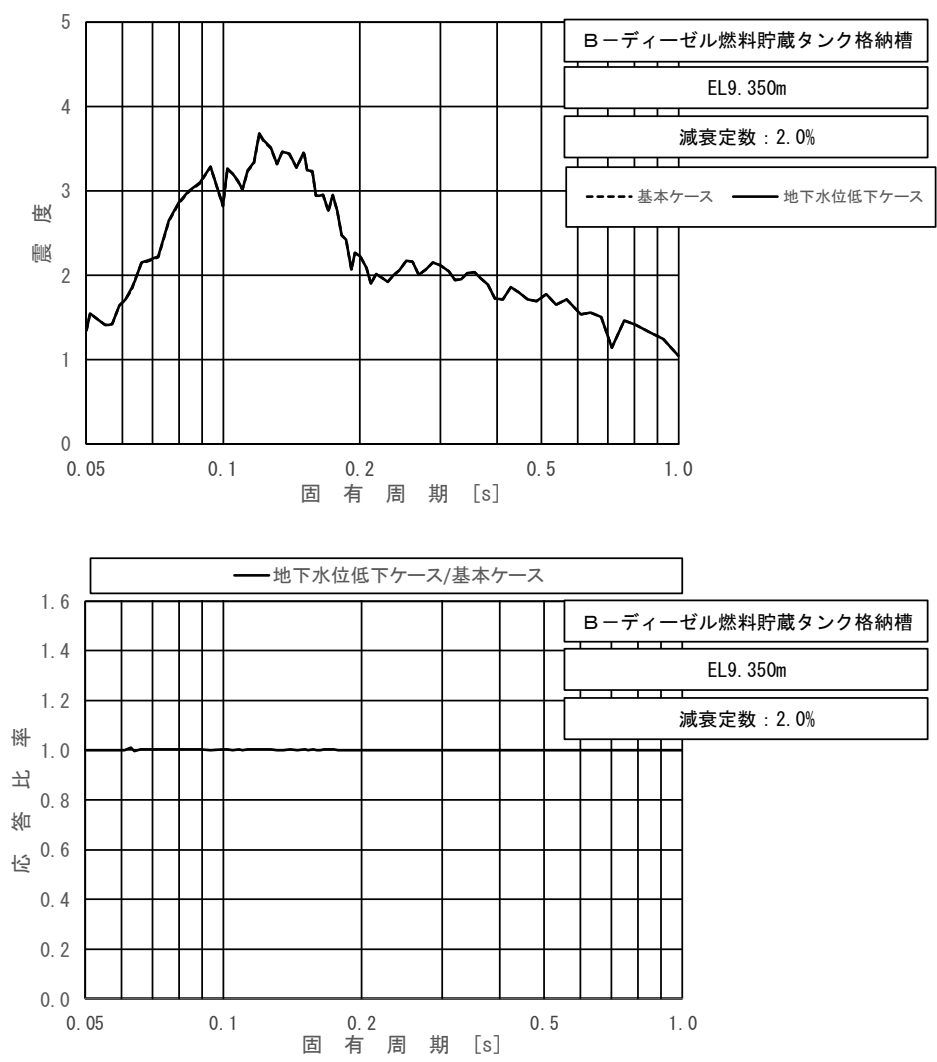


図 3.1.3-1 (5/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (NS), EL9.350m, 減衰 2.0%)

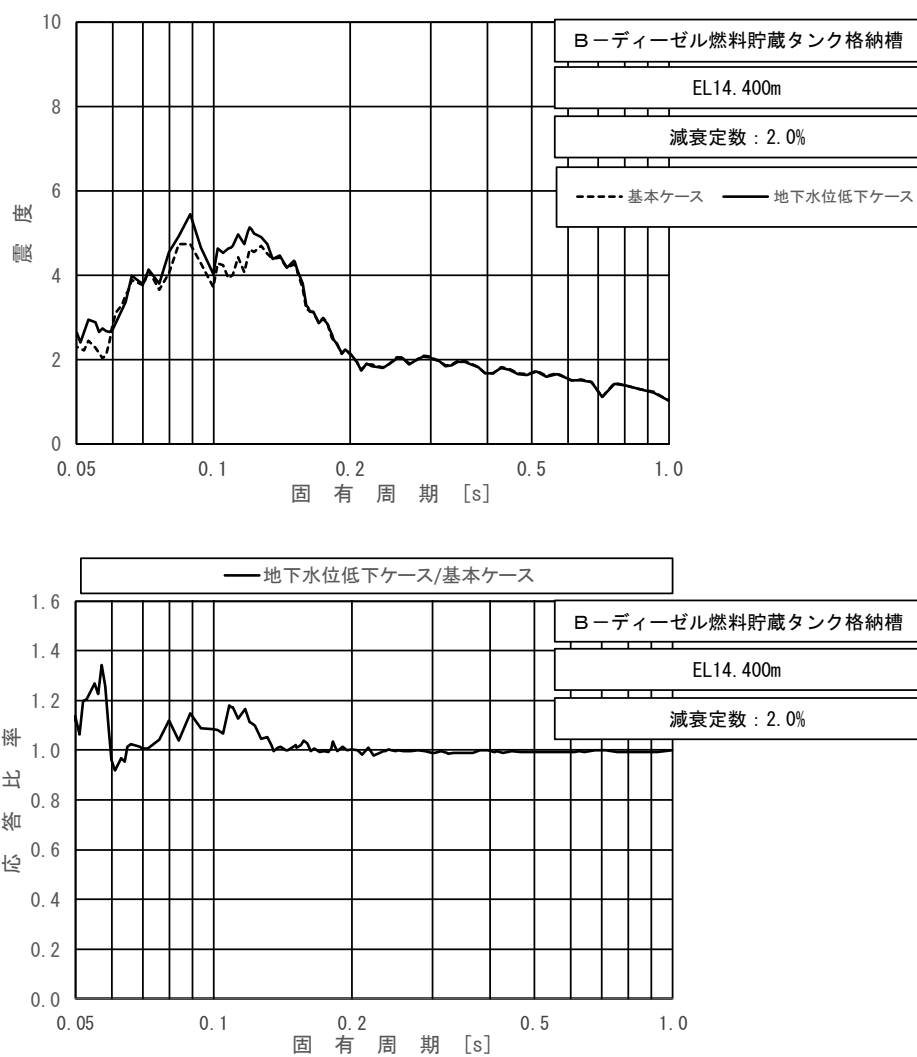


図 3.1.3-2 (1/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (EW) , EL14.400m , 減衰 2.0%)

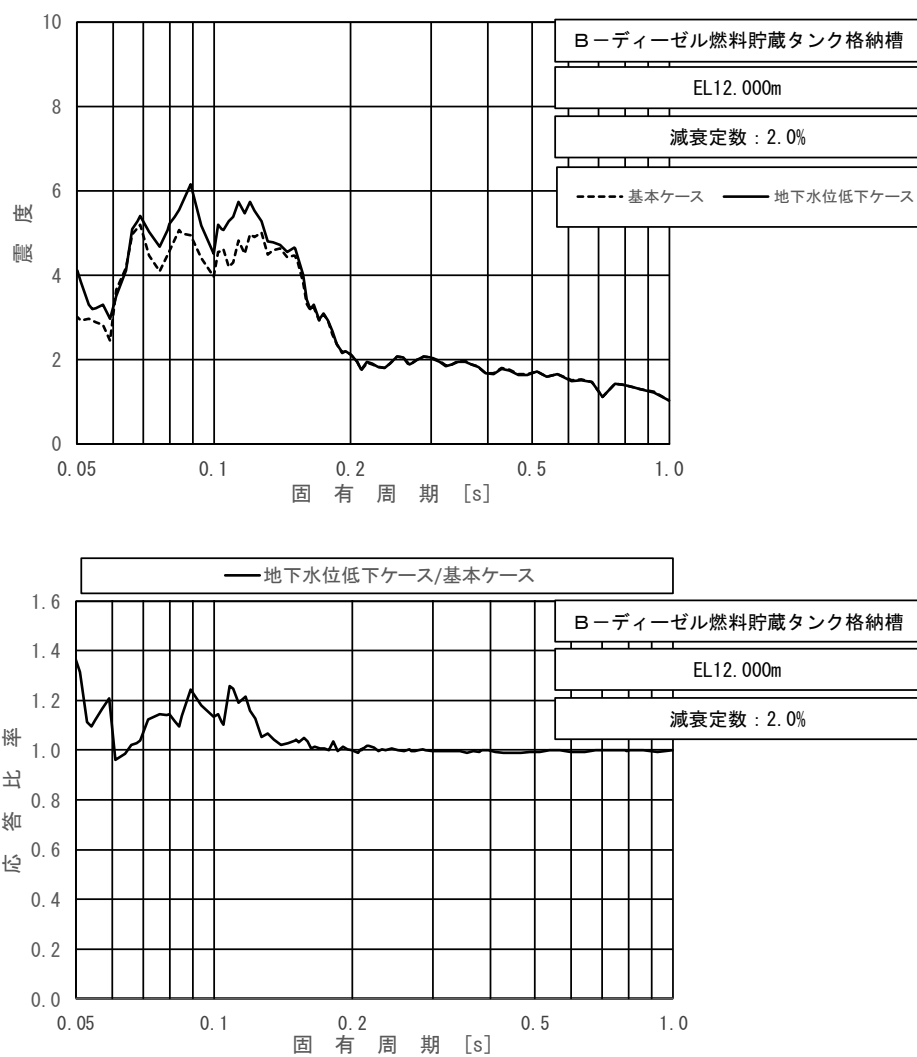


図 3.1.3-2 (2/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (EW), EL12.000m, 減衰 2.0%)

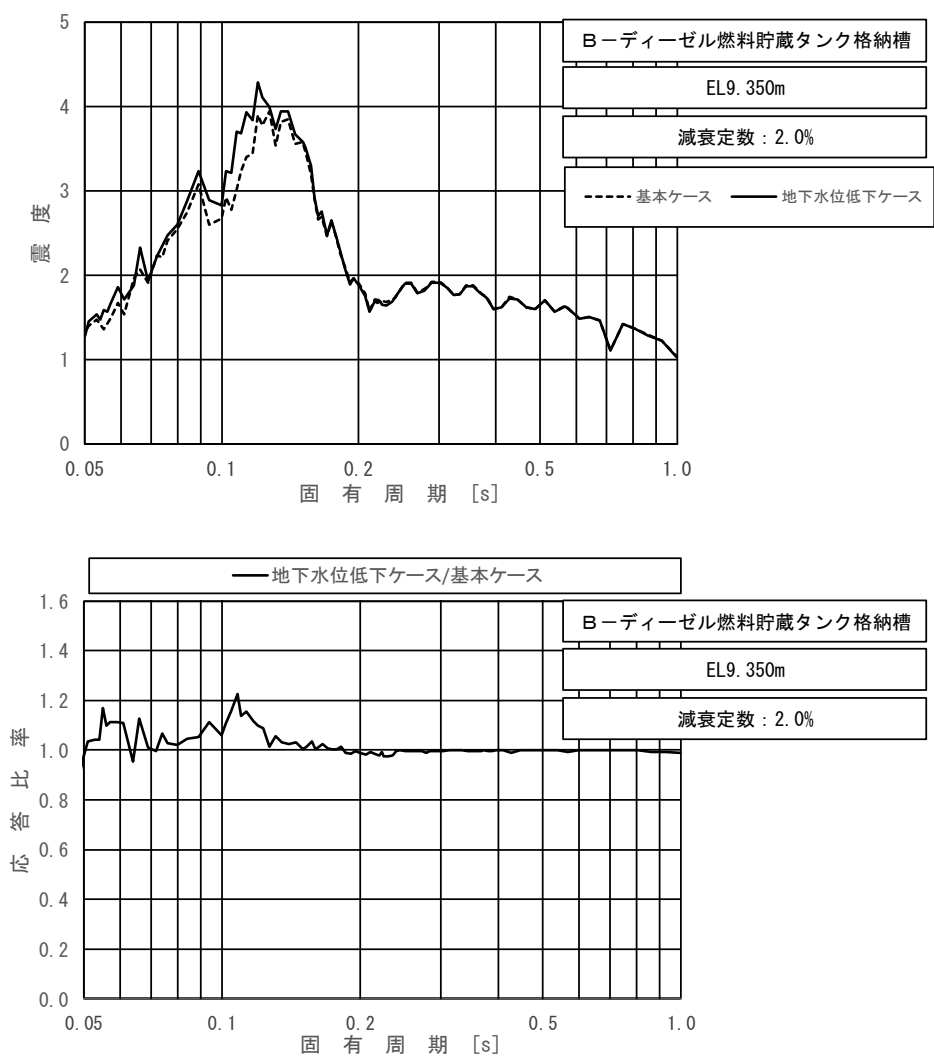


図 3.1.3-2 (3/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (EW), EL9.350m, 減衰 2.0%)

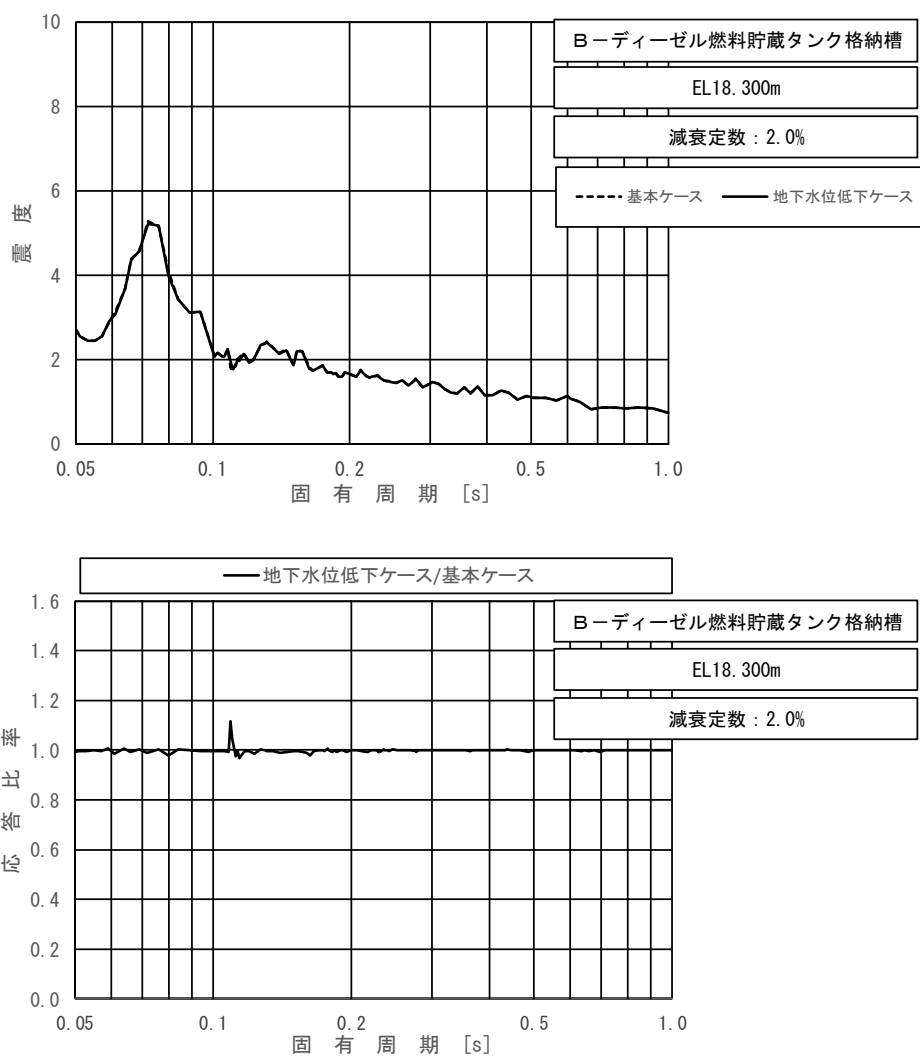


図 3.1.3-3 (1/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL18.300m, 減衰 2.0%)

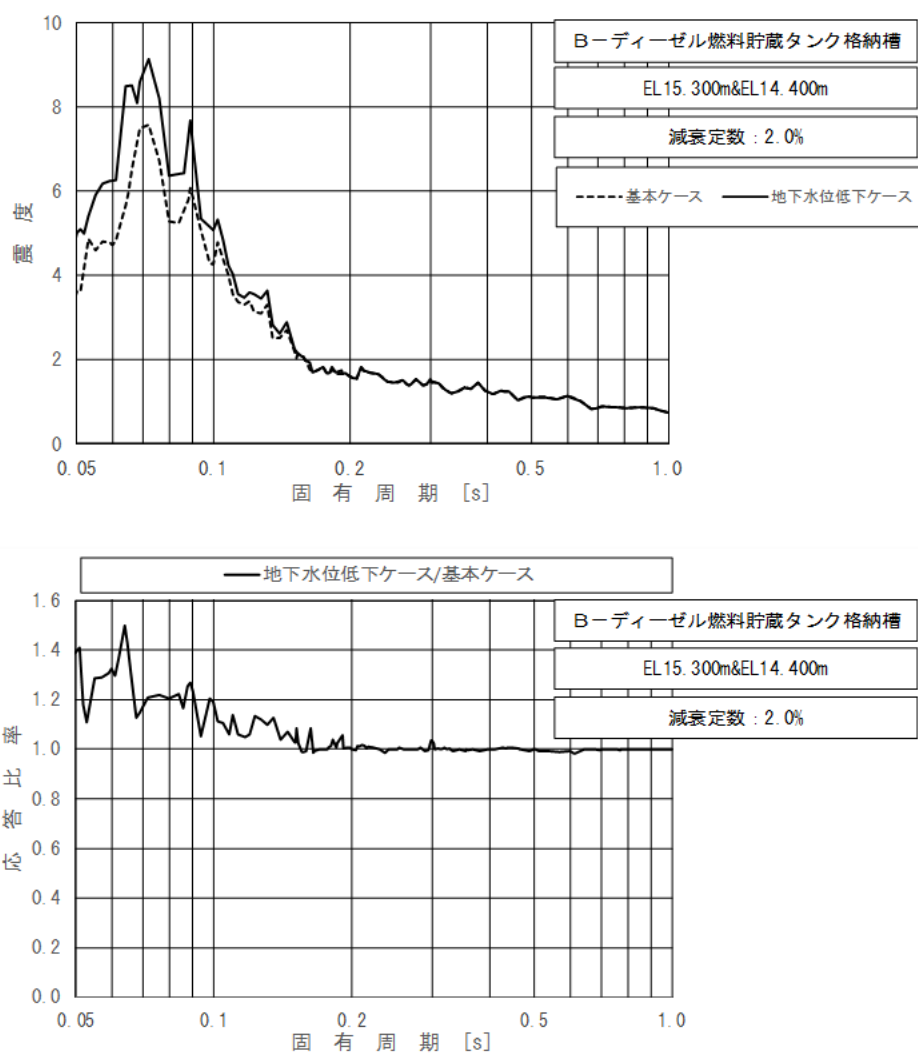


図 3.1.3-3 (2/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL15.300m~EL14.400m, 減衰 2.0%)

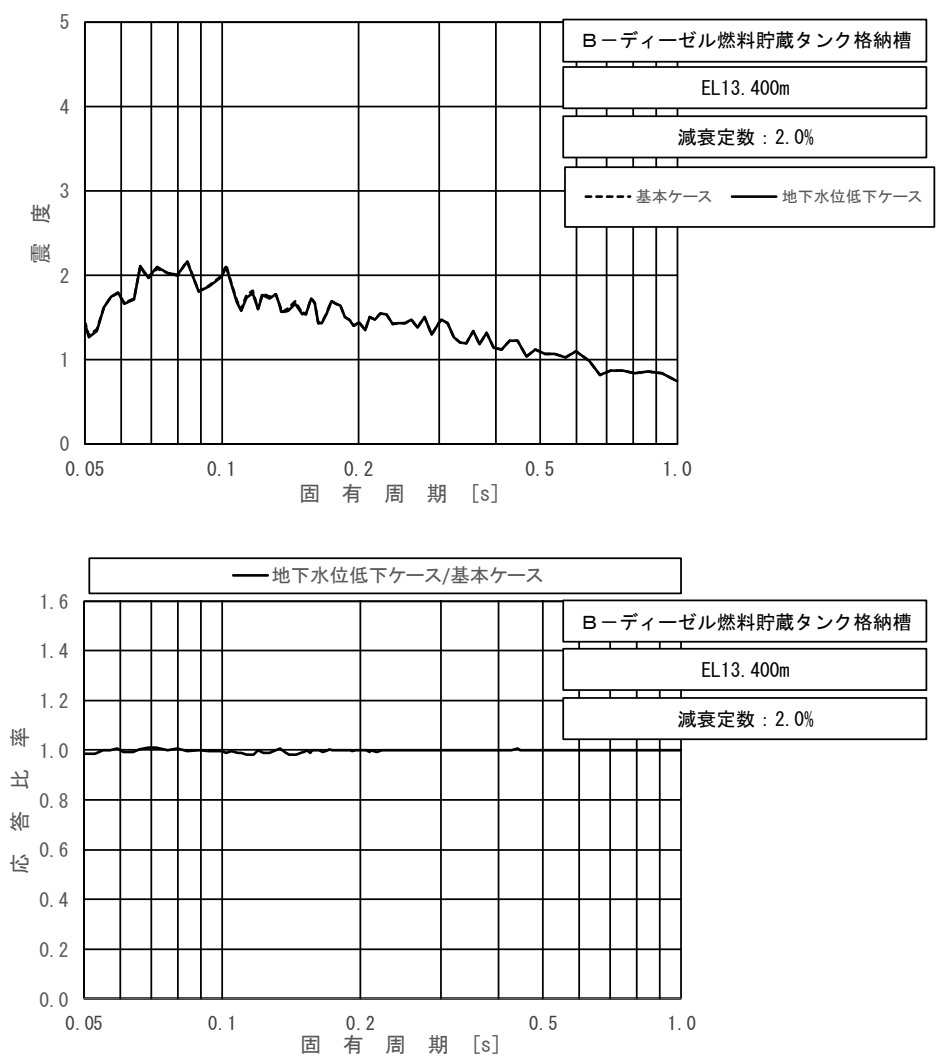


図 3.1.3-3 (3/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 鉛直方向, EL13.400m, 減衰 2.0%)

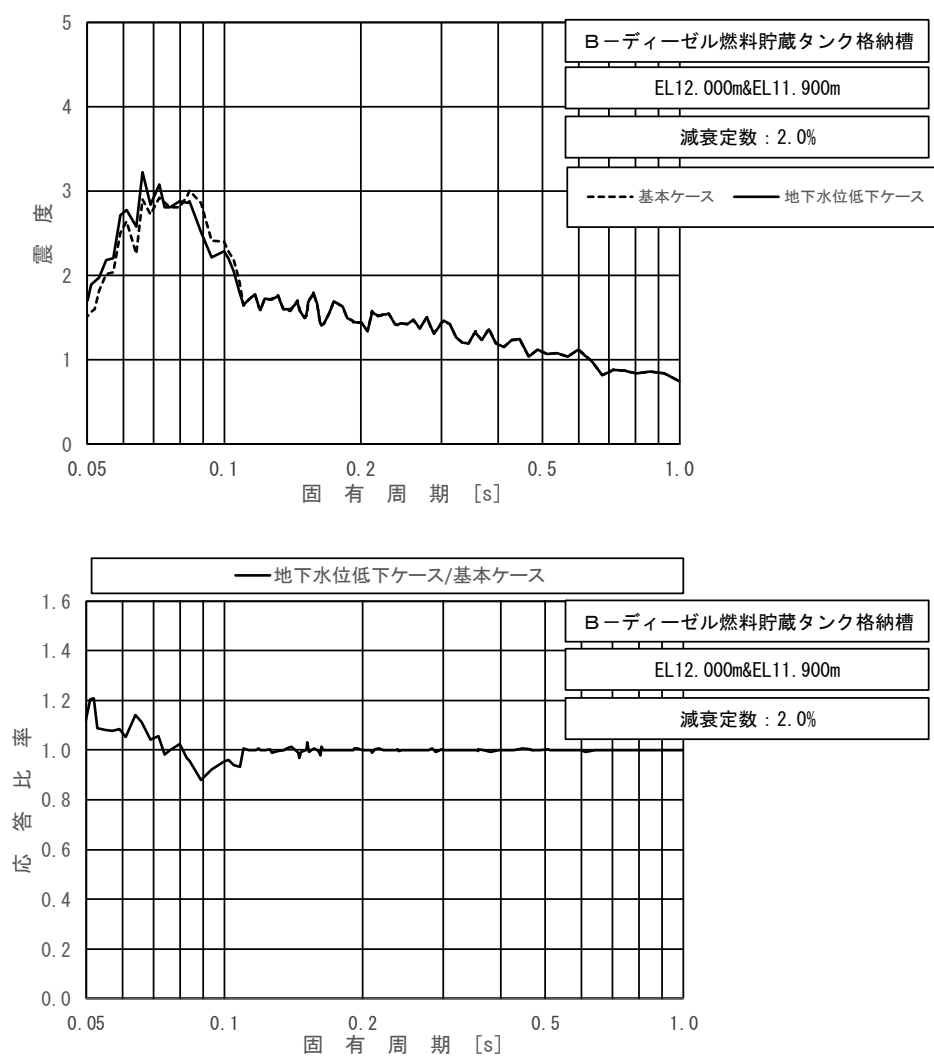


図 3.1.3-3 (4/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL12.000m~EL11.900m, 減衰 2.0%)

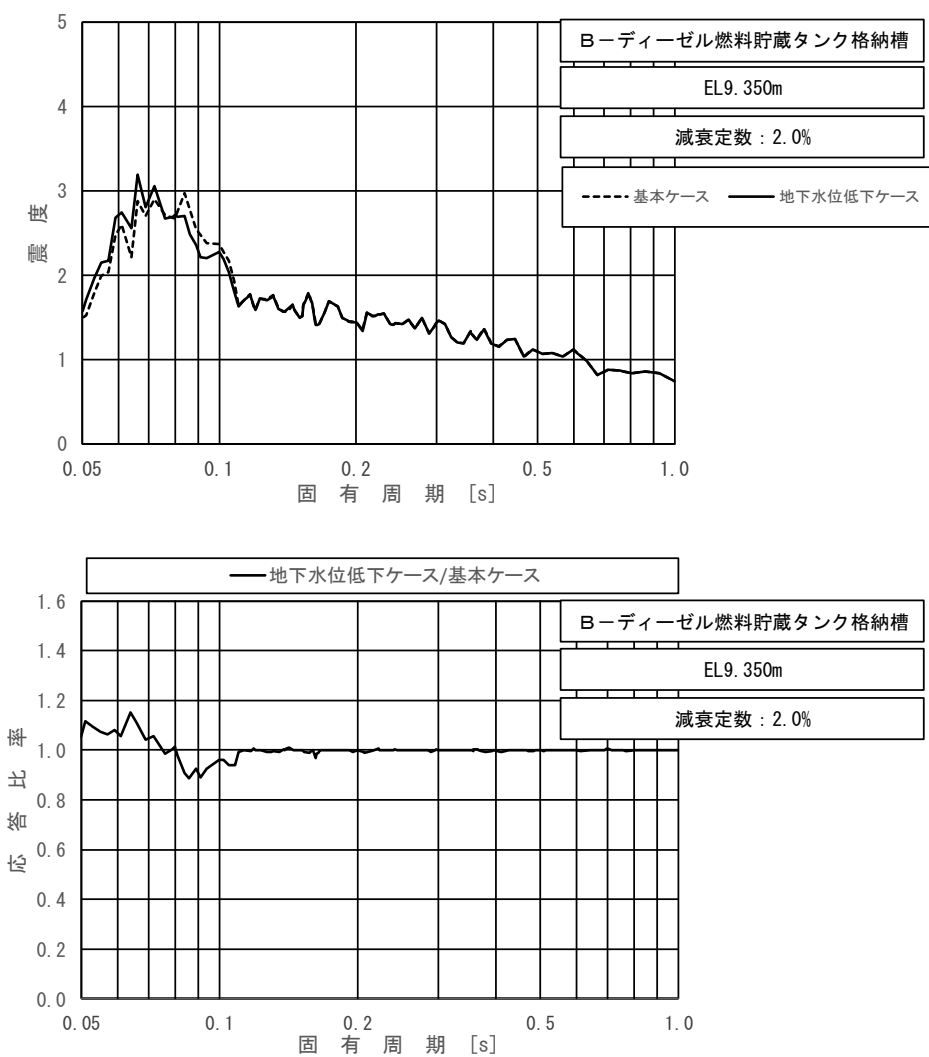


図 3.1.3-3 (5/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 鉛直方向, EL9.350m, 減衰 2.0%)

3.1.4 屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）

屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）の震度を表 3.1.4-1～2，床応答スペクトルを図 3.1.4-1～6 に示す。

表 3.1.4-1 震度（屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物））

（基準地震動 $S_s - D$ （++），水平方向）

構造物名	節点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	水平方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
復水貯蔵タンク 連絡ダクト (F)	535	14.050～ 11.004	0.83	0.83	1.00
	536				
復水貯蔵タンク 連絡ダクト (G)	2126	14.000～ 11.261	1.50	1.02	0.68
	2127				
燃料移送系 配管ダクト	595	14.050～ 11.000	0.92	0.94	1.03
	509				
	681				
	596				

表 3.1.4-2 震度（屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物））

（基準地震動 $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
復水貯蔵タンク 連絡ダクト (F)	535	14.050～ 11.004	0.60	0.59	0.99
	536				
復水貯蔵タンク 連絡ダクト (G)	2126	14.000～ 11.261	0.90	0.55	0.62
	2127				
燃料移送系 配管ダクト	595	14.050～ 11.000	0.73	0.73	1.00
	509				
	681				
	596				

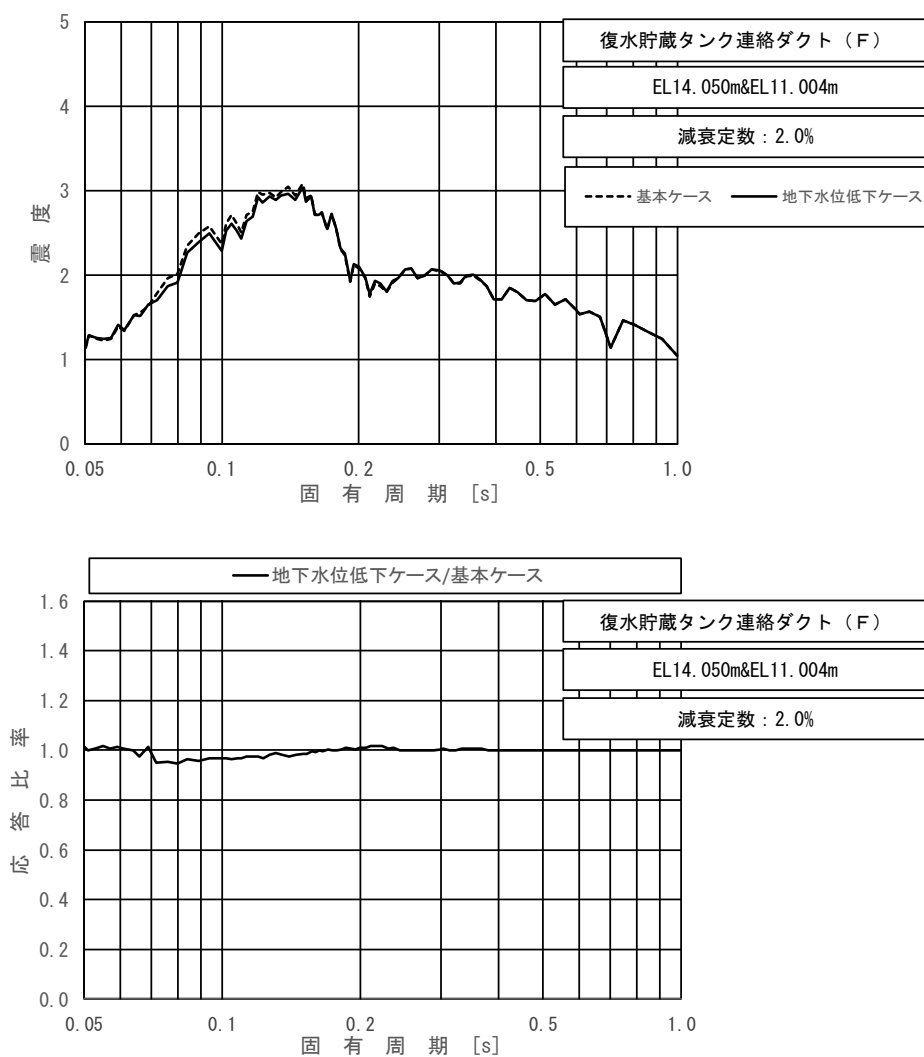


図 3.1.4-1 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (復水貯蔵タンク連絡ダクト (F)))
 (基準地震動 $S_s - D$ (++)，水平方向，EL14.050m～EL11.004m，減衰 2.0%)

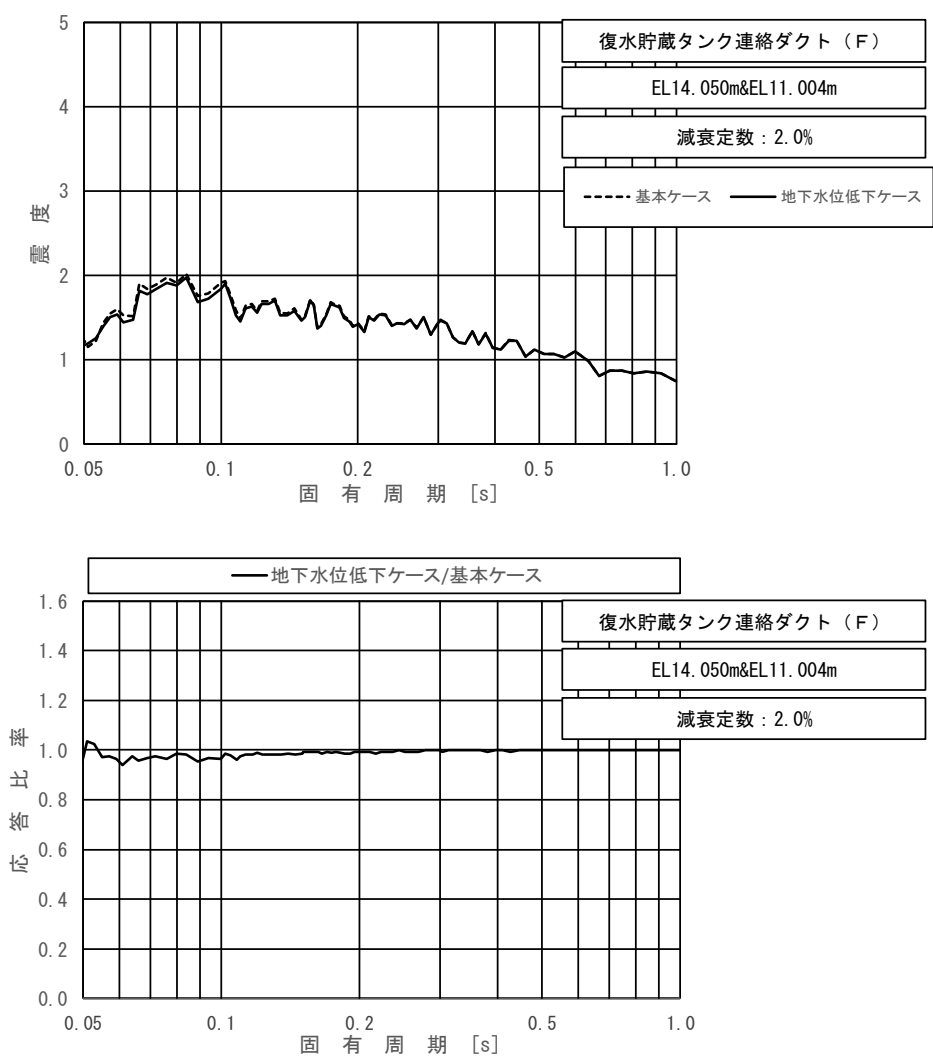


図 3.1.4-2 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (復水貯蔵タンク連絡ダクト (F)))
 (基準地震動 S_s-D (++) , 鉛直方向, EL14.050m～EL11.004m, 減衰 2.0%)

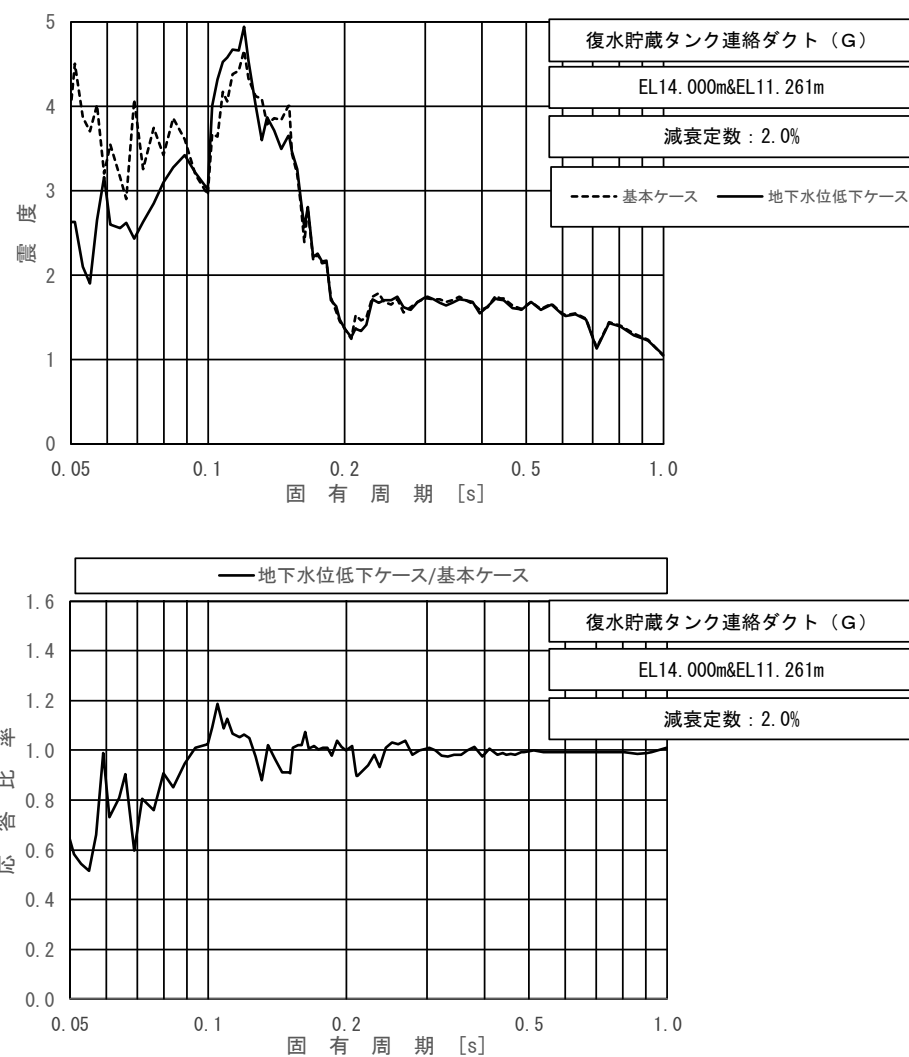


図 3.1.4-3 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (復水貯蔵タンク連絡ダクト (G)))
 (基準地震動 S s-D (++) , 水平方向, EL14.000m～EL11.261m, 減衰 2.0%)

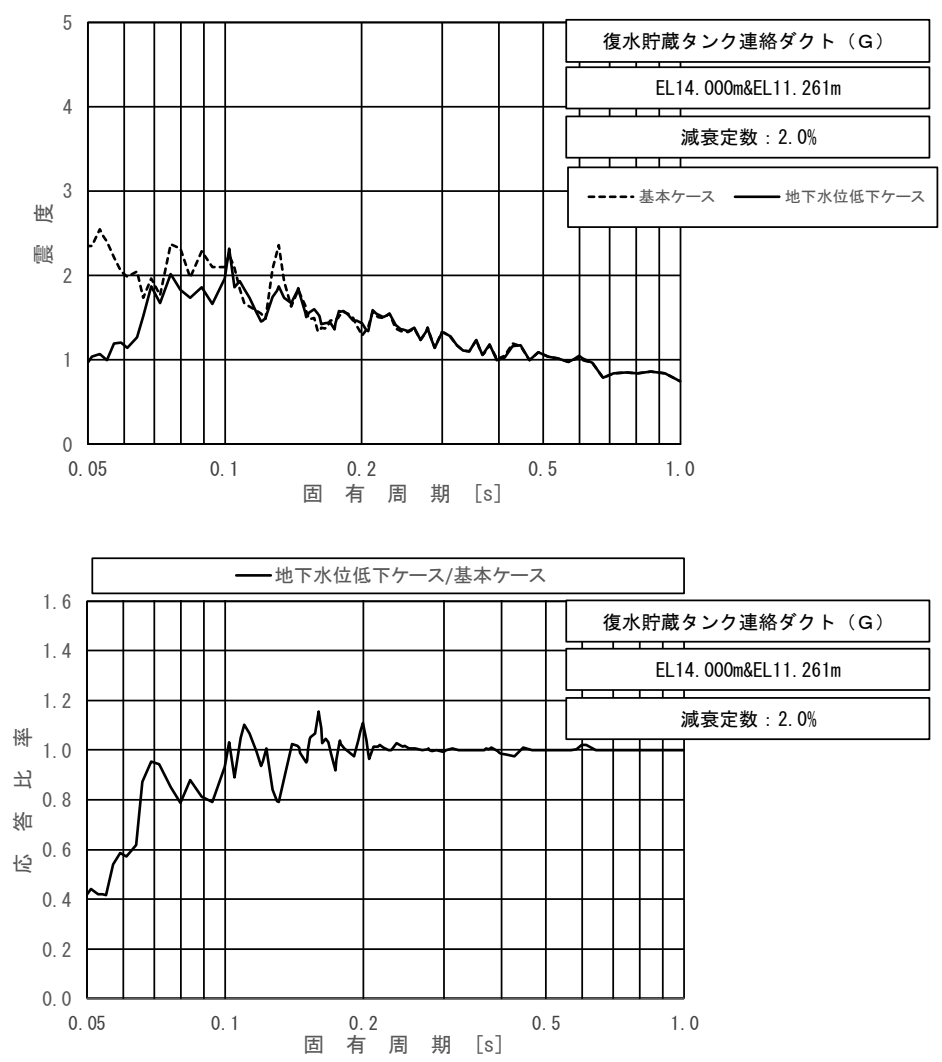


図 3.1.4-4 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (復水貯蔵タンク連絡ダクト (G)))
 (基準地震動 S_s-D (++) , 鉛直方向, EL14.000m～EL11.261m, 減衰 2.0%)

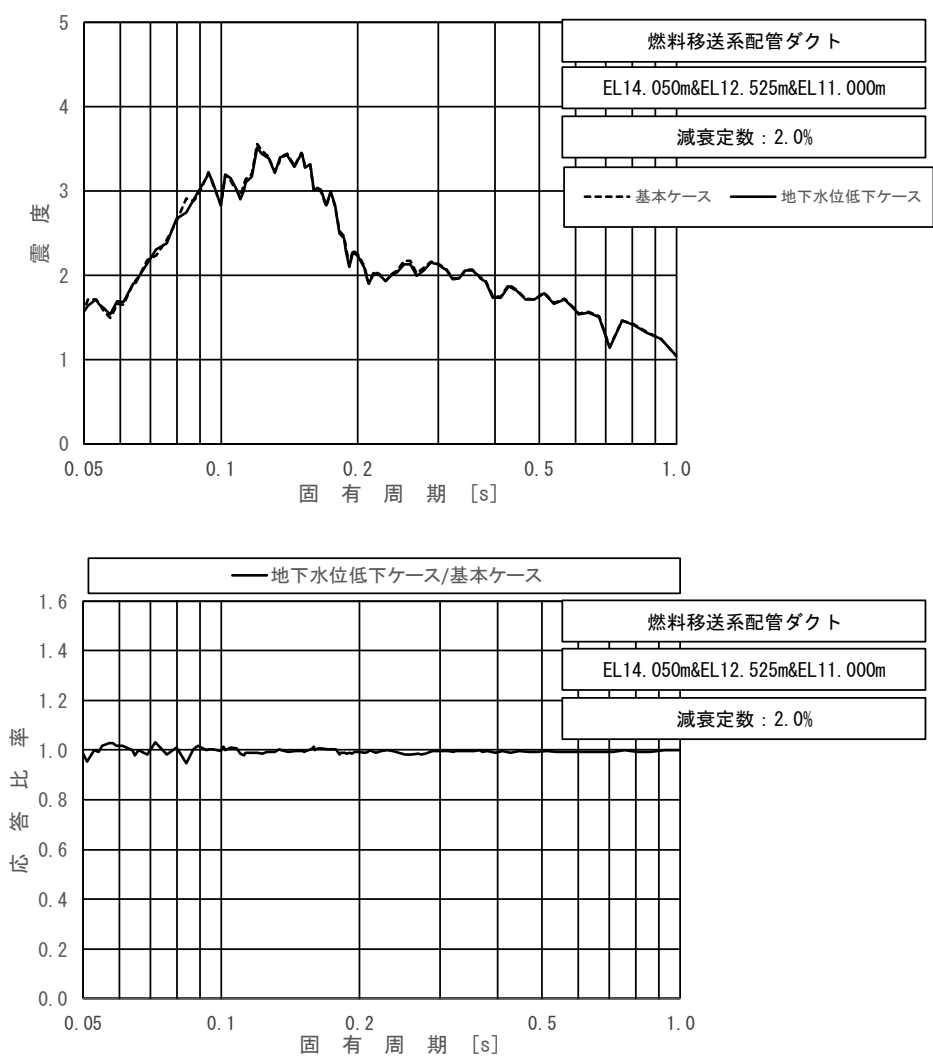


図 3.1.4-5 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (燃料移送系配管ダクト))

(基準地震動 $S_s - D$ (++)，水平方向，EL14.050m～EL11.000m，減衰 2.0%)

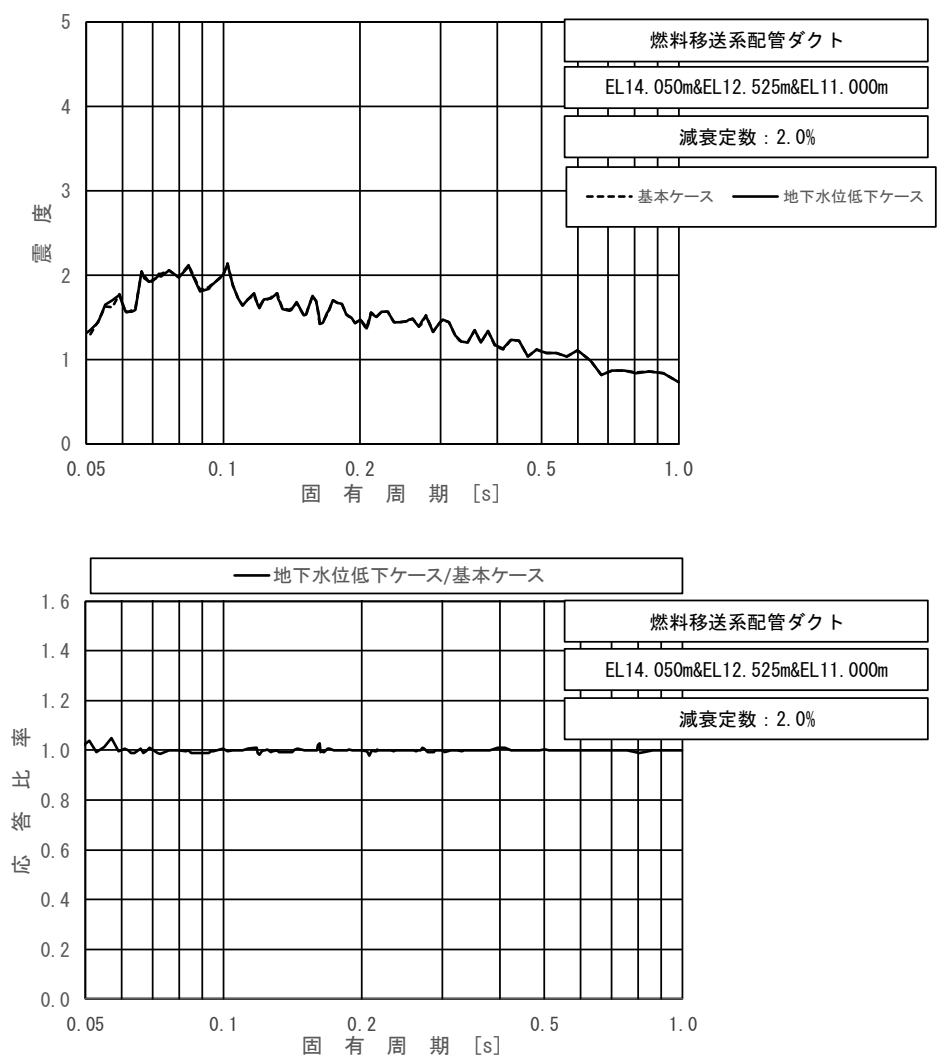


図 3.1.4-6 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉
建物) (燃料移送系配管ダクト))

(基準地震動 S_s-D (++)，鉛直方向，EL14.050m～EL11.000m，減衰 2.0%)

3.1.5 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）

屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の震度を表 3.1.5-1～2，床応答スペクトルを図 3.1.5-1～6 に示す。

表 3.1.5-1 震度（屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽））

（基準地震動 $S_s - D$ （++），水平方向）

構造物名	節点番号			標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	水平方向				① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面 (立坑部)	NS断面	EW断面				
屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）	11574 11820 11580 11826 1587 1833 2161 1376 1760	—	—	8.500～ 1.900	1.38	1.38	1.00
	—	1759 1376 2161 1760	—	4.900～ 1.900	1.25	1.09	0.88
	—	—	2288 2072 2499 2289	4.900～ 1.900	1.13	1.27	1.13

表 3.1.5-2 震度（屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽））

（基準地震動 $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号			標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向				① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面 (立坑部)	NS断面	EW断面				
屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）	11574 11820 11580 11826 1587 1833 2161 1376 1760	—	—	8.500～ 1.900	1.07	0.97	0.91
	—	1759 1376 2161 1760	—	4.900～ 1.900	1.64	0.99	0.61
	—	—	2288 2072 2499 2289	4.900～ 1.900	1.17	0.73	0.63

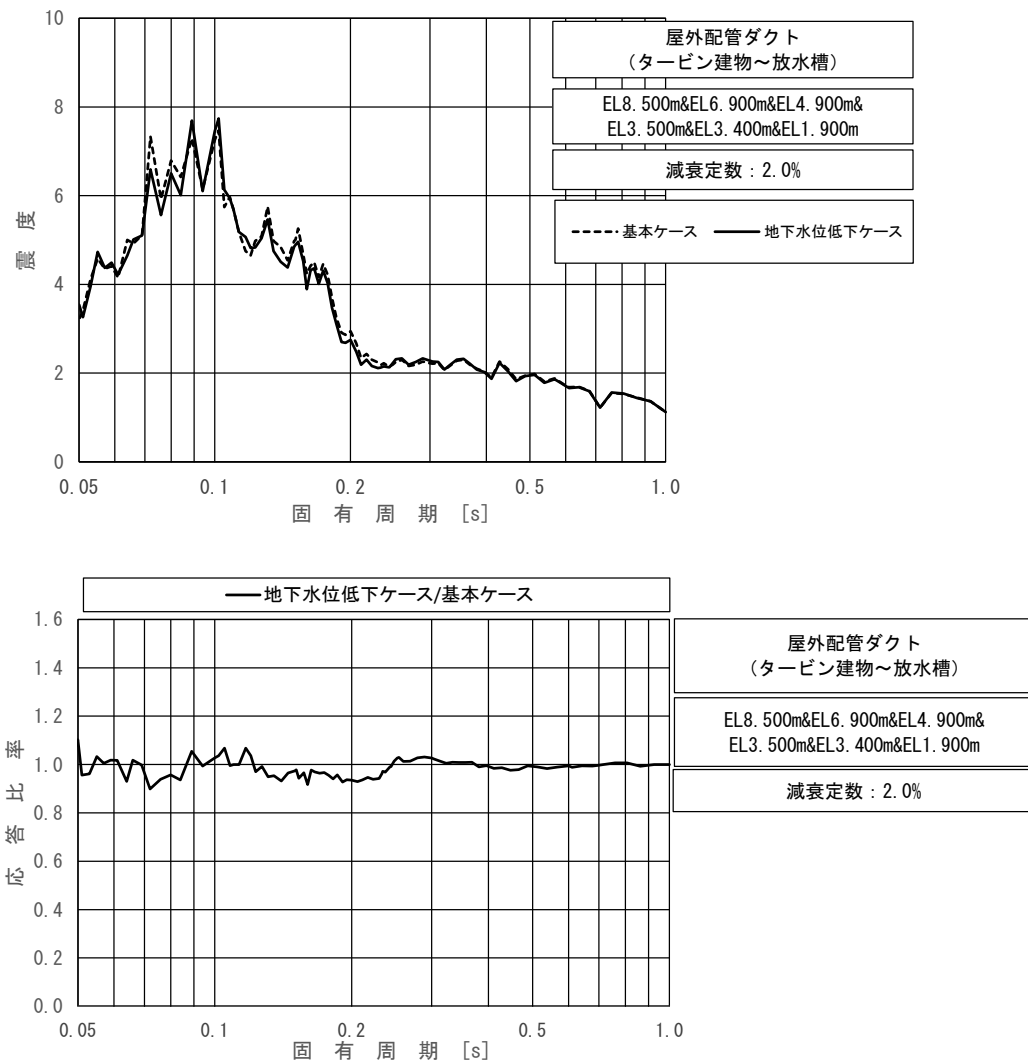


図 3.1.5-1 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (N S 断面 (立坑部)))

(基準地震動 S s - D (++) , 水平方向, EL8.500m~EL1.900m, 減衰 2.0%)

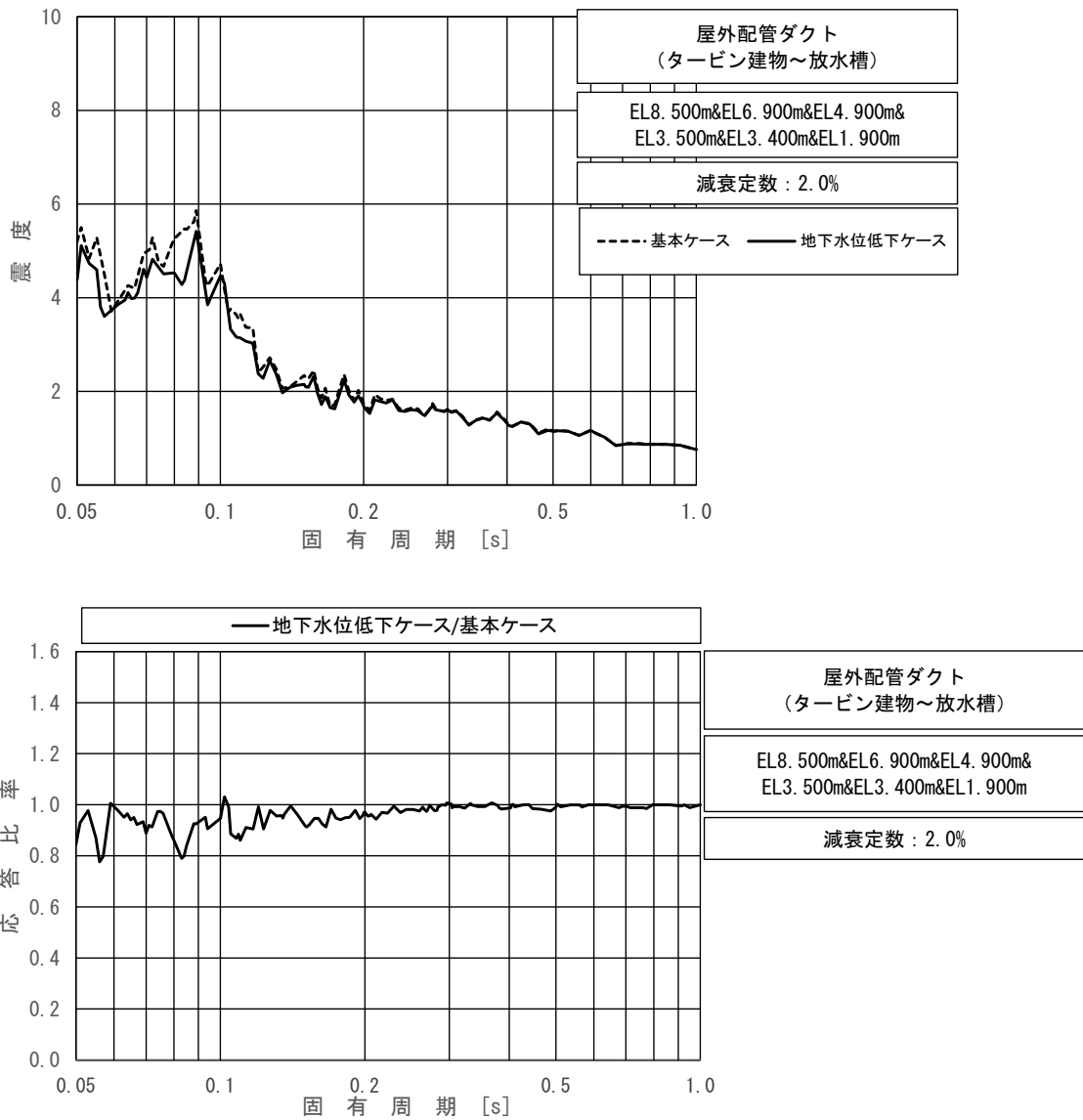


図 3.1.5-2 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (N S 断面 (立坑部)))

(基準地震動 S s - D (++)，鉛直方向，EL8.500m～EL1.900m，減衰 2.0%)

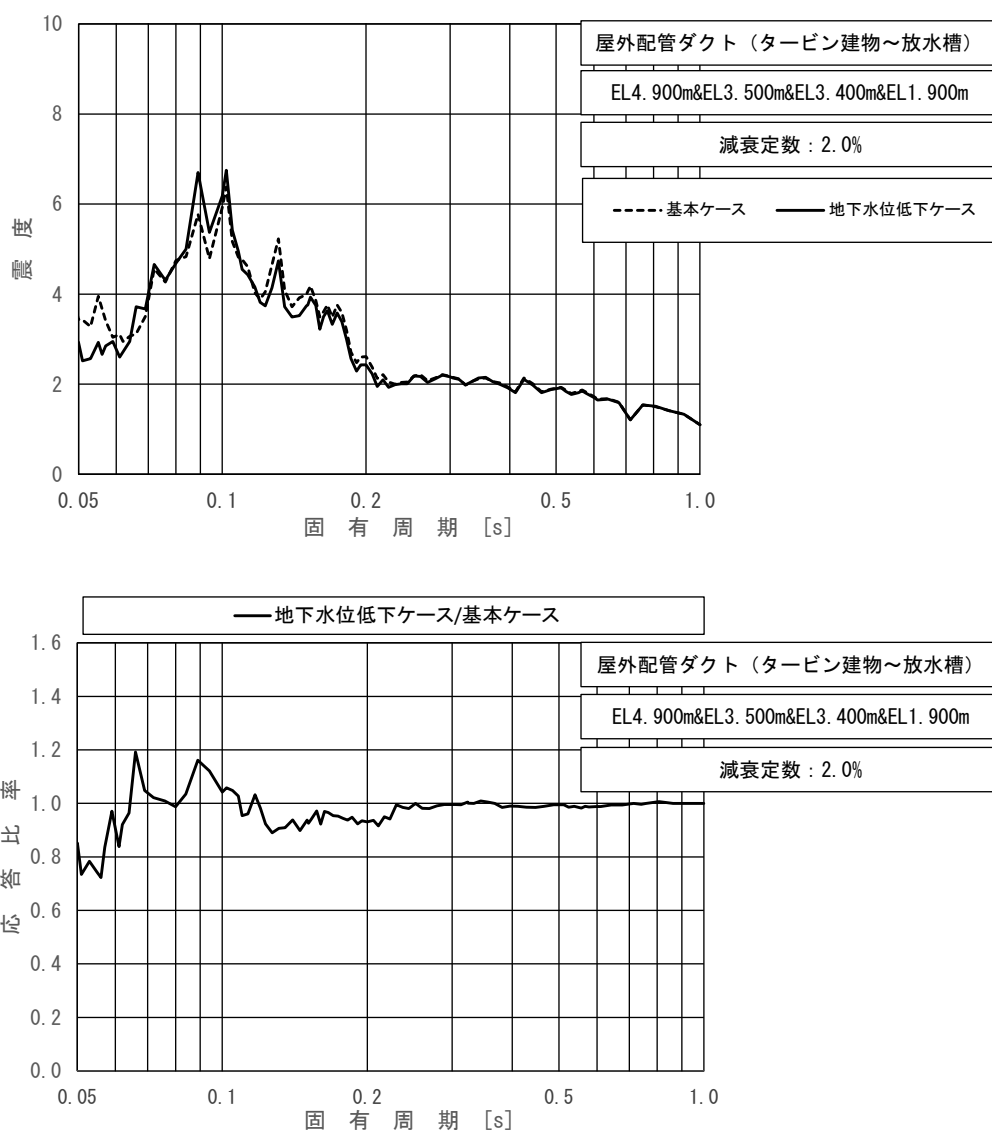


図 3.1.5-3 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物~放水槽) (N S 断面))
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向, EL4.900m~EL1.900m, 減衰 2.0%)

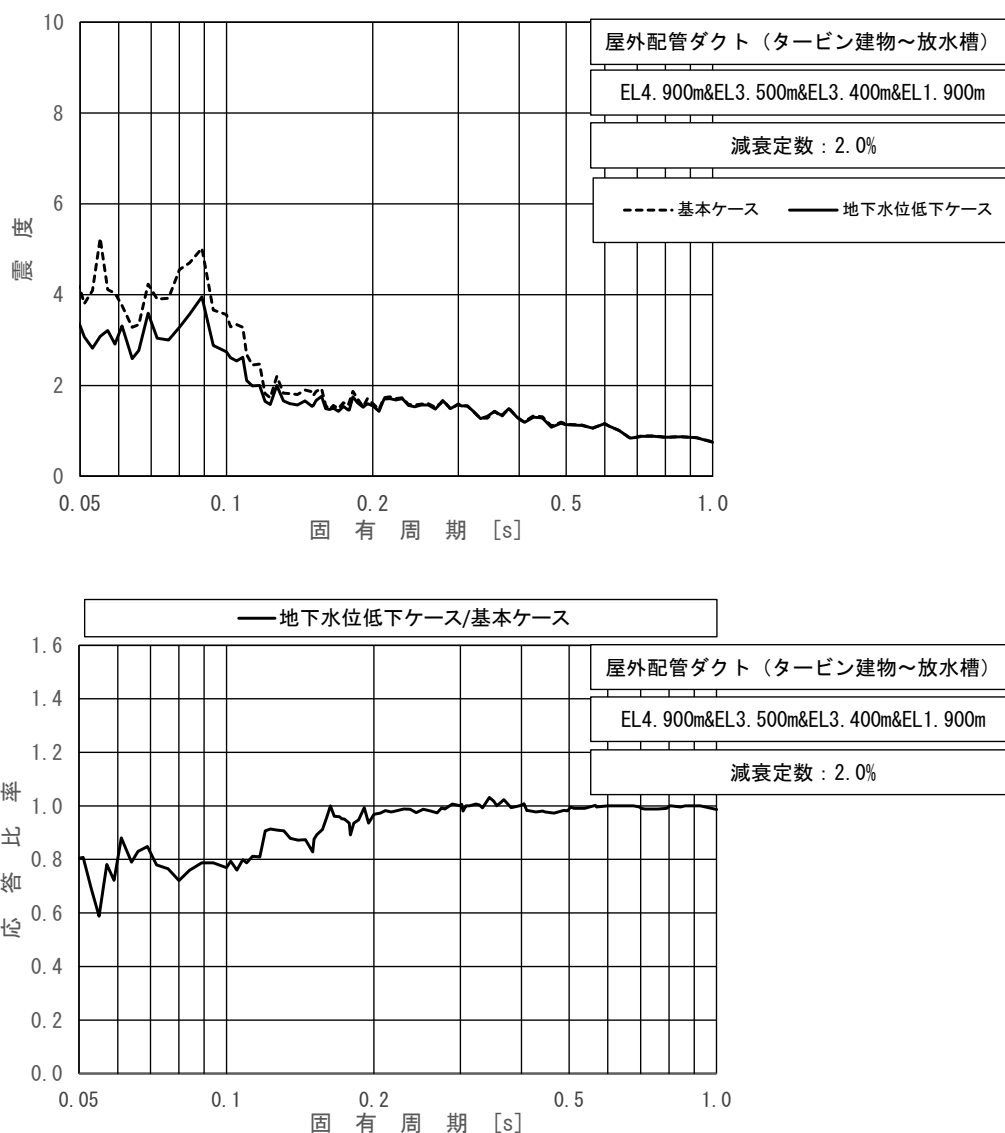


図 3.1.5-4 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (N S 断面))
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL4.900m~EL1.900m, 減衰 2.0%)

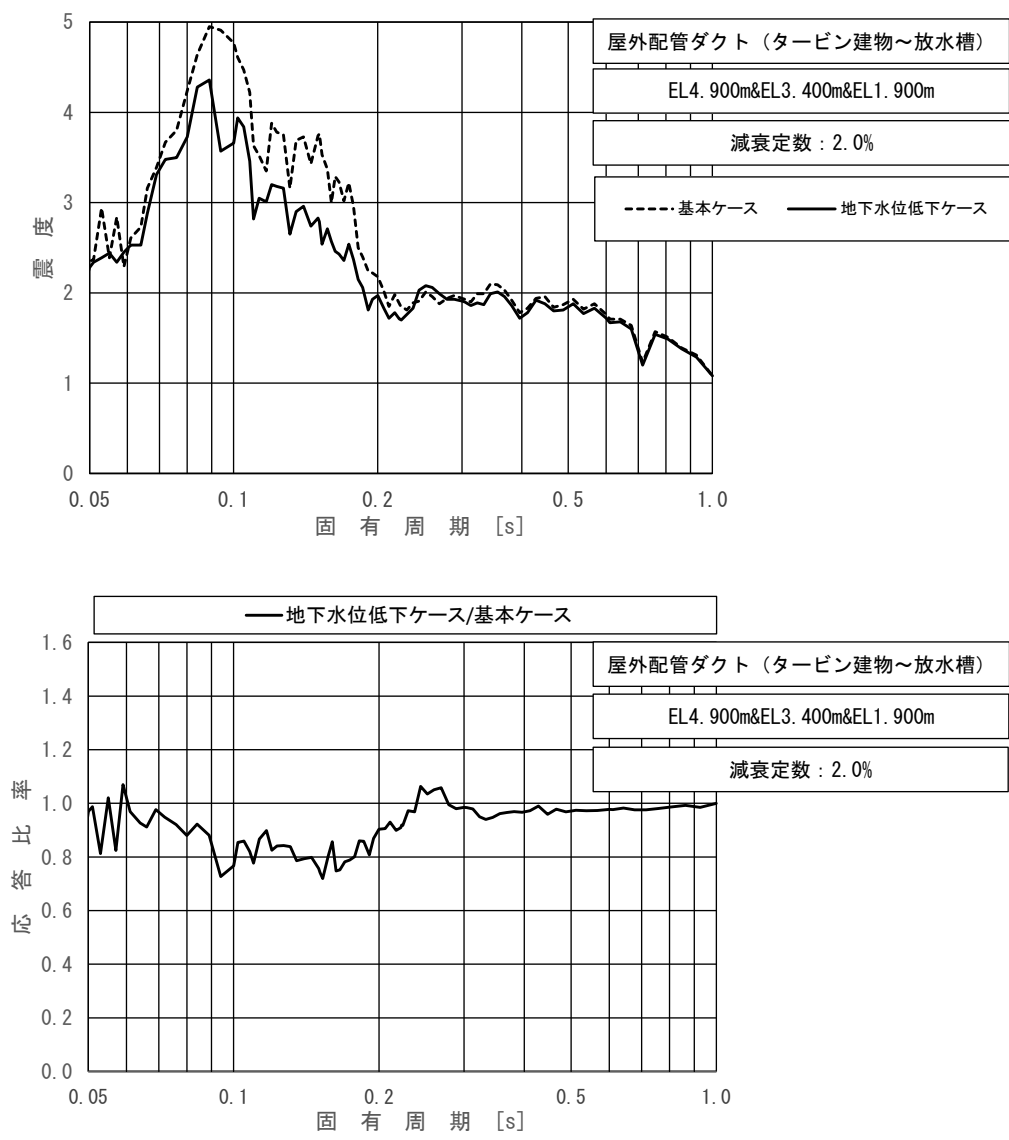


図 3.1.5-5 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (EW断面))
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向, EL4.900m～EL1.900m, 減衰 2.0%)

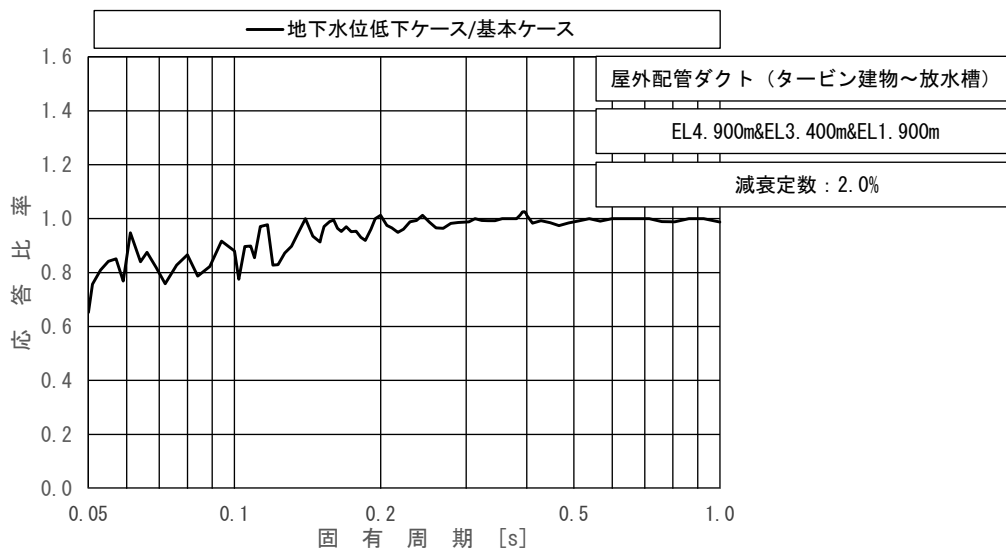
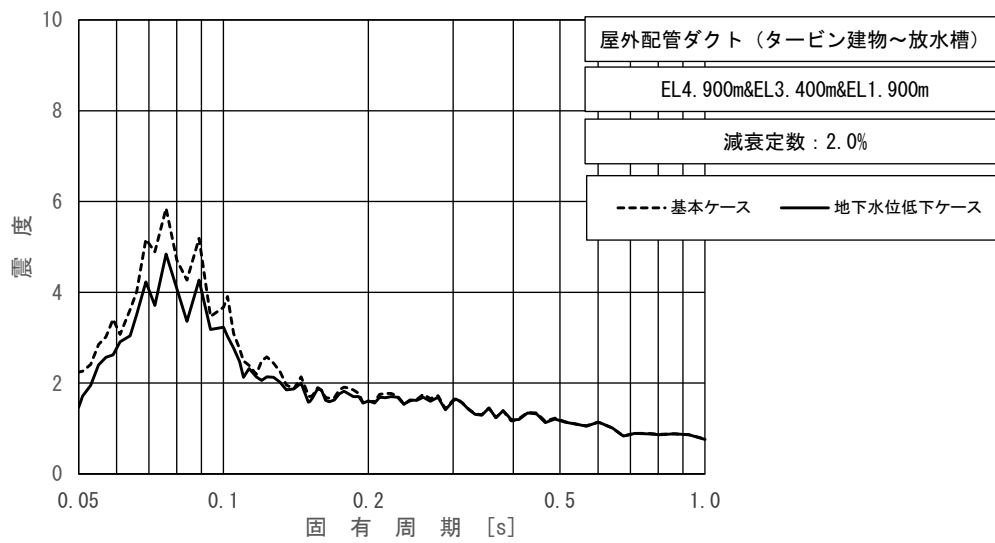


図 3.1.5-6 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (EW断面))
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 鉛直方向, EL4.900m~EL1.900m, 減衰 2.0%)

3.1.6 第1ベントフィルタ格納槽

第1ベントフィルタ格納槽の震度を表3.1.6-1~3, 床応答スペクトルを図3.1.6-1~3に示す。

表3.1.6-1 震度 (第1ベントフィルタ格納槽)

(基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (NS))

構造物名	節点番号		標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向			① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面 (銀ゼオライト 容器エリア)	NS断面 (スクラバ 容器エリア)				
第1ベント フィルタ格 納槽	1858 2457	1789 1795 2271	19.400~ 14.700	1.22	1.55	1.28
	1865 2160 2466	1802	8.800~ 7.600	0.80	0.76	0.95
	1872 2472	2286	2.700	0.77	0.72	0.94

表3.1.6-2 震度 (第1ベントフィルタ格納槽)

(基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (EW))

構造物名	節点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	EW断面				
第1ベント フィルタ格 納槽	1480 1486 1696 2235	19.400~ 14.700	2.10	1.13	0.54
	2243	8.800~ 7.600	0.70	0.79	1.13
	1500 2249	2.700	1.40	0.71	0.51

表 3.1.6-3 震度 (第1ベントフィルタ格納槽)

(基準地震動 $S_s - D$ (++) , 鉛直方向)

構造物名	節点番号			標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向				① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面 (銀ゼオライト 容器エリア)	NS断面 (スクラバ 容器エリア)	EW断面				
第1ベント フィルタ格納槽	1858 2457	1789 1795 2271	1480 1486 1696 2235	19.400~ 14.700	2.69	0.66	0.25
	1865 2160 2466	1802	2243	8.800~ 7.600	0.82	0.56	0.69
	1872 2472	2286	1500 2249	2.700	1.55	0.56	0.37

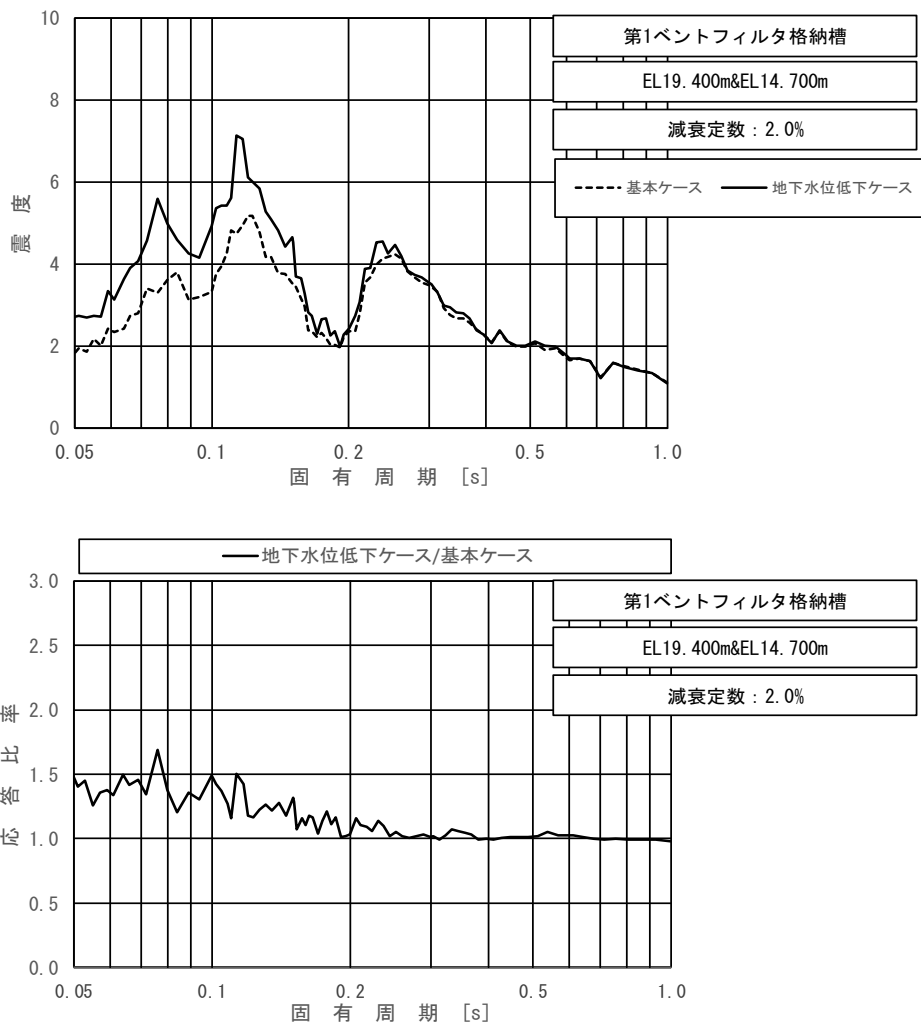


図 3.1.6-1 (1/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL19.400m~14.700m , 減衰 2.0%)

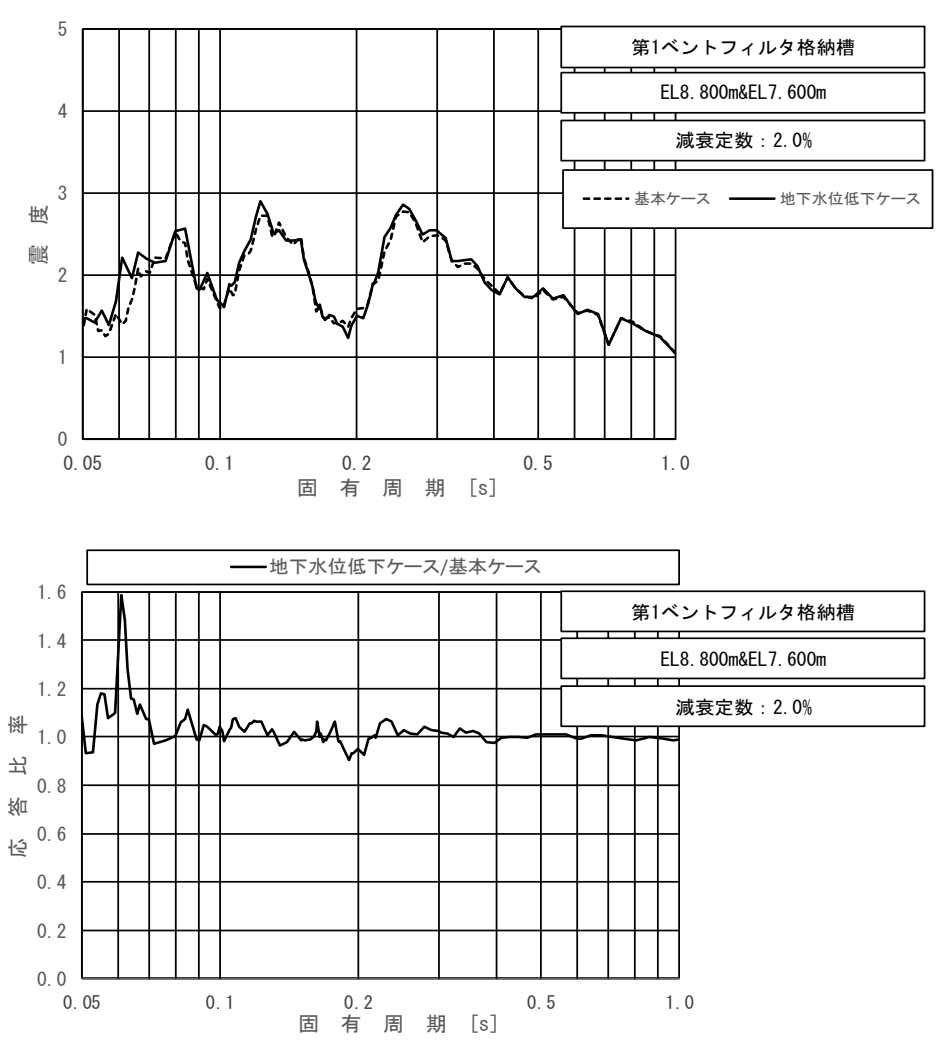


図 3.1.6-1 (2/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (NS) , EL8.800m~7.600m , 減衰 2.0%)

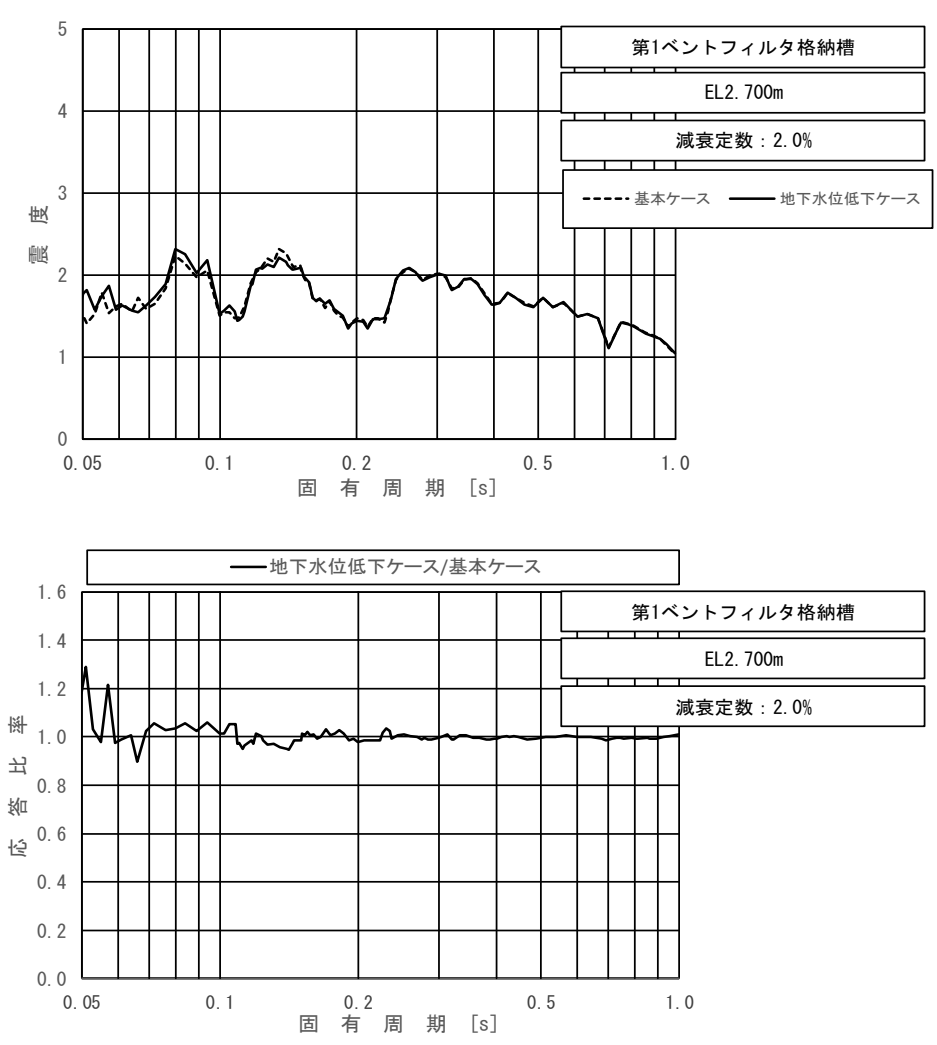


図 3.1.6-1 (3/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (NS) , EL2.700m , 減衰 2.0%)

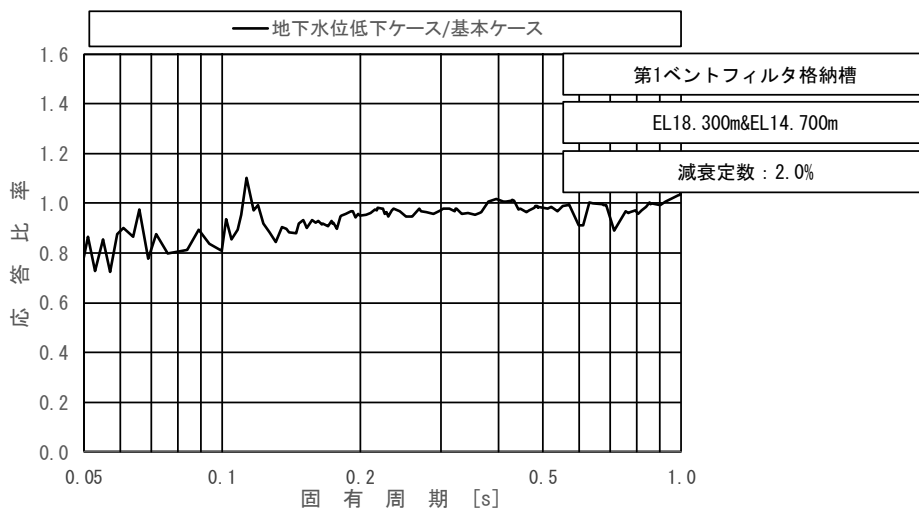
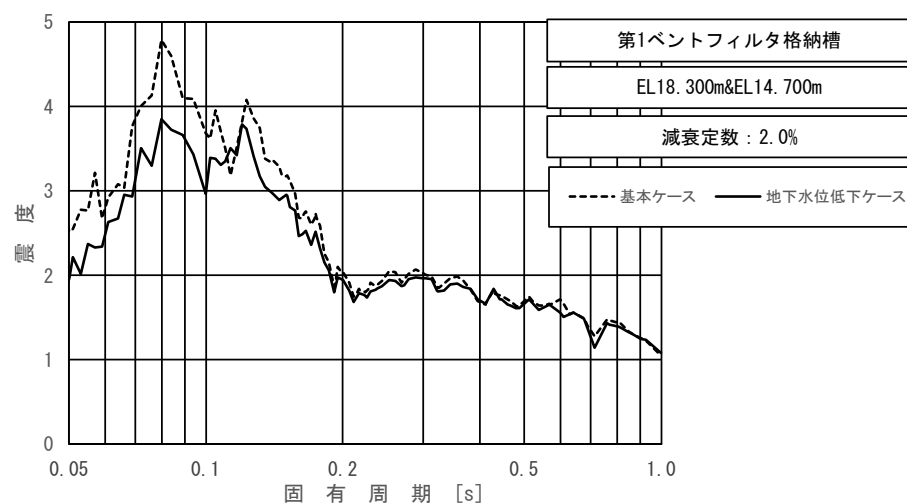


図 3.1.6-2 (1/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (E W) , EL18.300m~14.700m , 減衰 2.0%)

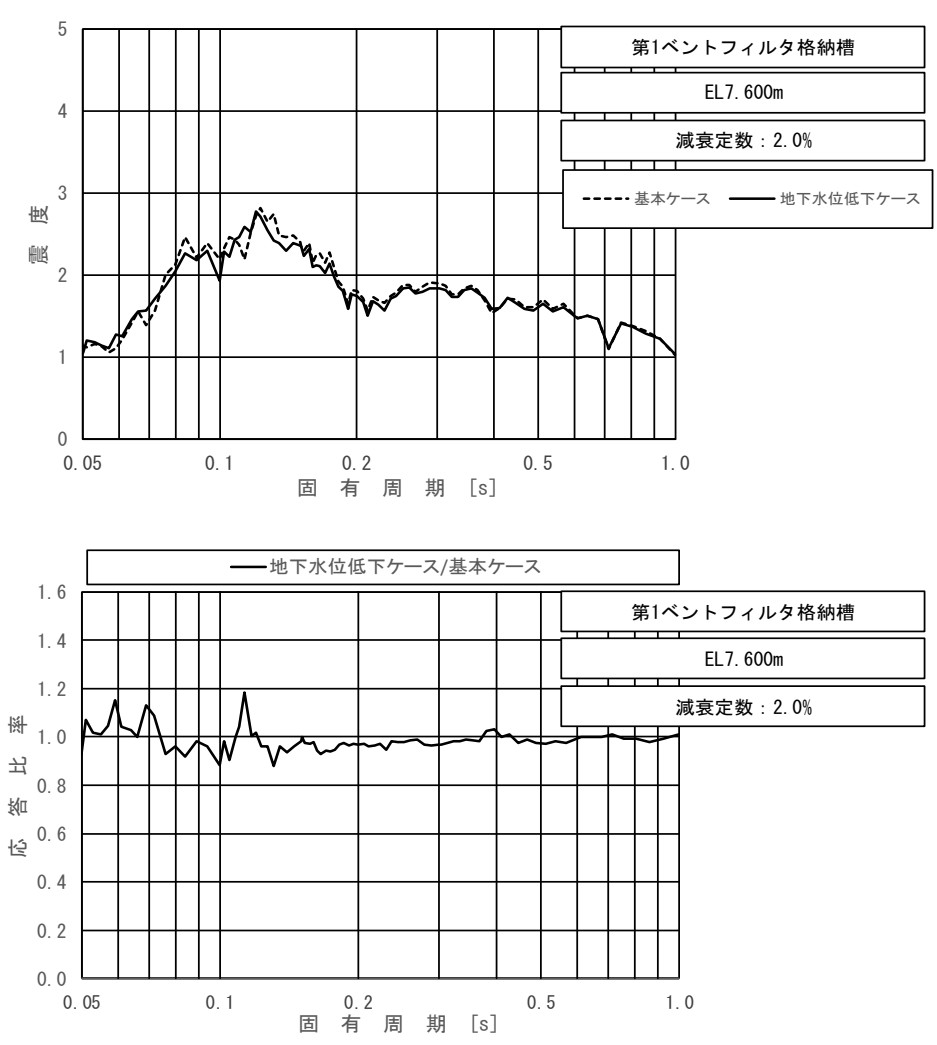


図 3.1.6-2 (2/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (EW), EL7.600m, 減衰 2.0%)

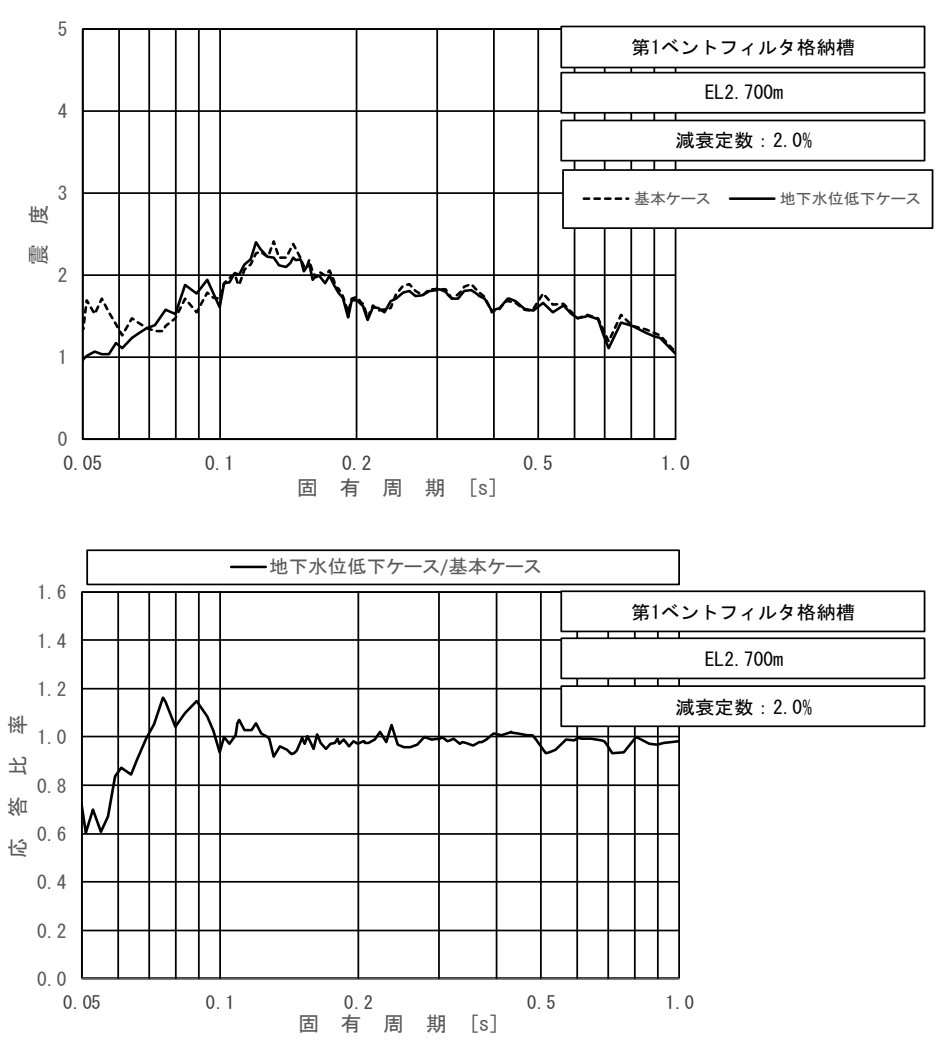


図 3.1.6-2 (3/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (EW), EL2.700m, 減衰 2.0%)

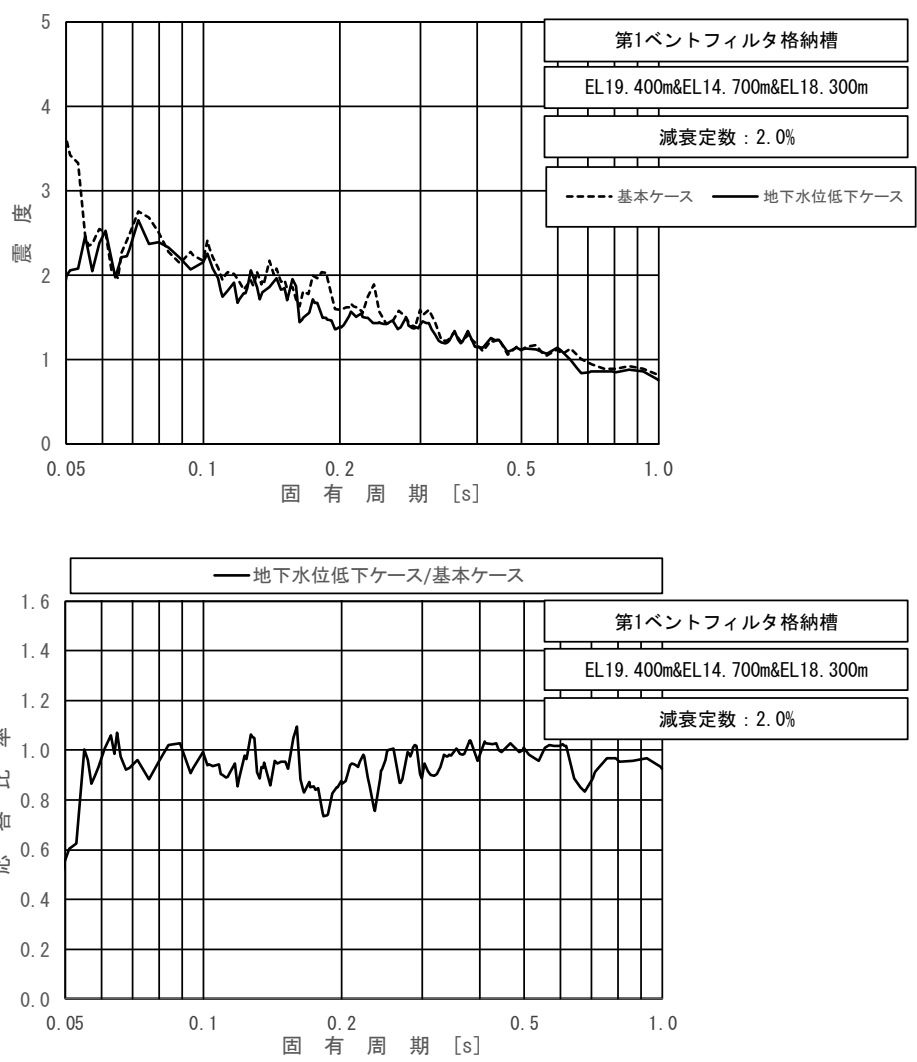


図 3.1.6-3 (1/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
(基準地震動 $S_s - D$ (++)，鉛直方向，EL19.400m~14.700m，減衰 2.0%)

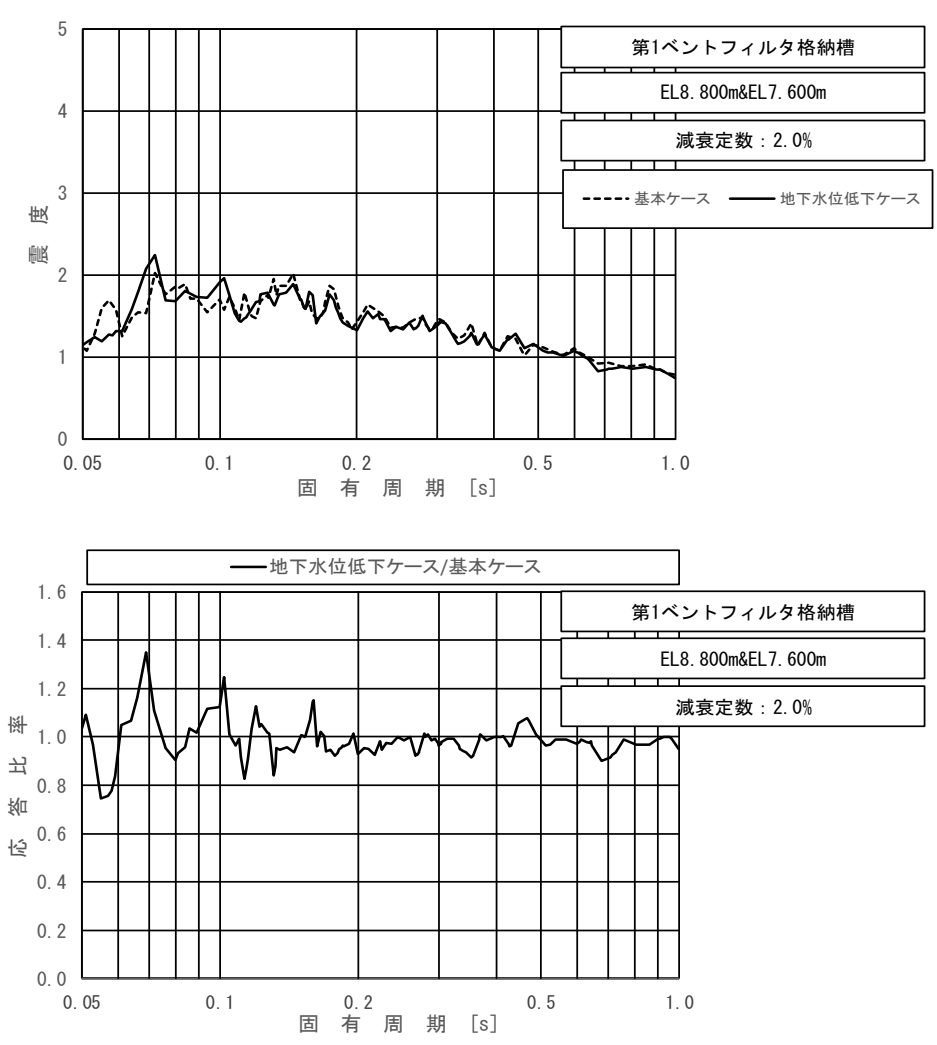


図 3.1.6-3 (2/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL8.800m~7.600m, 減衰 2.0%)

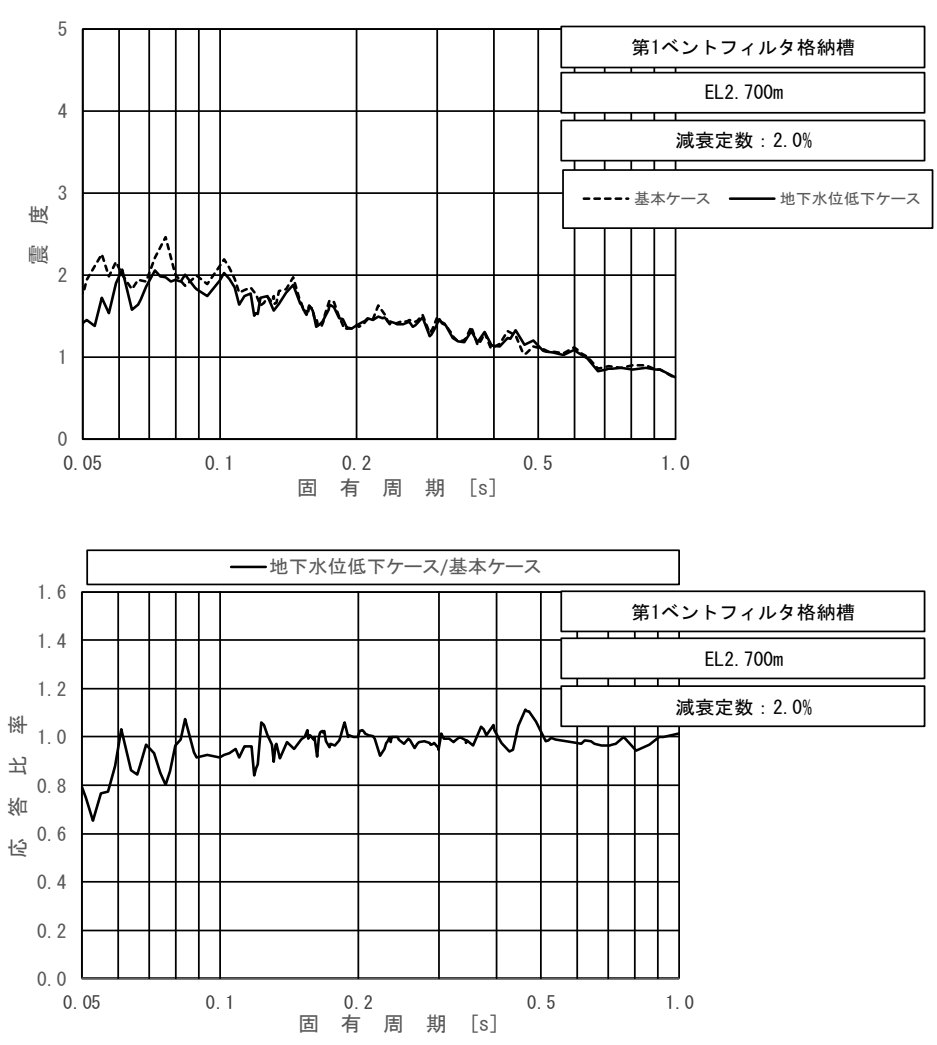


図 3.1.6-3 (3/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 鉛直方向, EL2.700m, 減衰 2.0%)

3.1.7 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の震度を表 3.1.7-1~3, 床応答スペクトルを図 3.1.7-1~3 に示す。

表 3.1.7-1 震度 (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)

(基準地震動 $S_s - D(++)$, 水平方向 (NS))

構造物名	節点番号		標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向			① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面 (水室)	NS断面 (ポンプ室)				
低圧原子炉 代替注水 ポンプ格納 槽	—	2042	18.300	0.95	0.94	0.99
	1931	1946 2121	14.700	0.98	1.08	1.11
	1939	1954	8.200	0.84	0.77	0.92
	1949 2189	1964	0.700	0.68	0.68	1.00

表 3.1.7-2 震度 (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)

(基準地震動 $S_s - D(++)$, 水平方向 (EW))

構造物名	節点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	EW断面				
低圧原子炉 代替注水 ポンプ格納 槽	2743	18.300	1.01	1.02	1.01
	2397 2751	14.700	1.00	1.00	1.00
	2404	8.200	0.86	0.87	1.02
	2413 2777 3472	0.700	1.22	1.07	0.88

表 3.1.7-3 震度（低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽）

（基準地震動 S s - D（++），鉛直方向）

構造物名	節点番号			標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向				① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面 (水室)	NS断面 (ポンプ室)	EW断面				
低圧原子炉 代替注水ポンプ 格納槽	—	2042	2743	18.300	0.69	0.78	1.14
	1931	1946 2121	2397 2751	14.700	0.82	0.76	0.93
	1939	1954	2404	8.200	0.59	0.87	1.48
	1949 2189	1964	2413 2777 3472	0.700	0.56	0.85	1.52

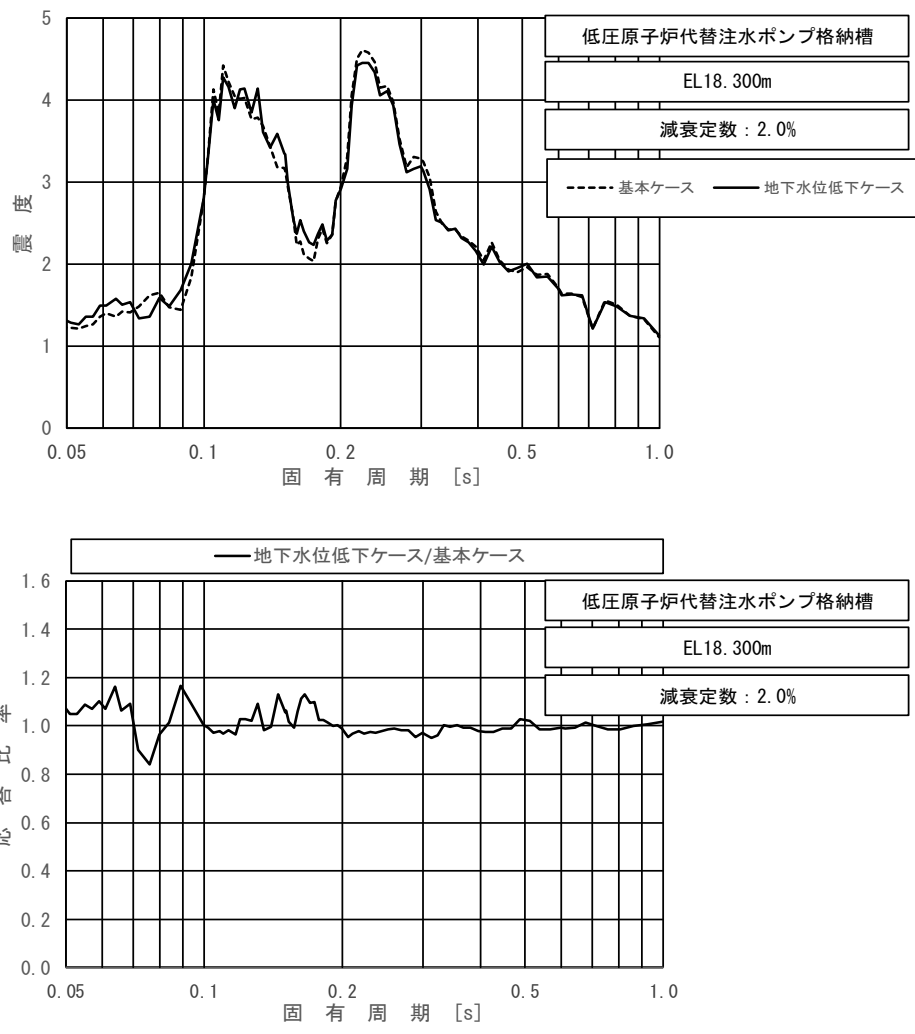


図 3.1.7-1 (1/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL18.300m , 減衰 2.0%)

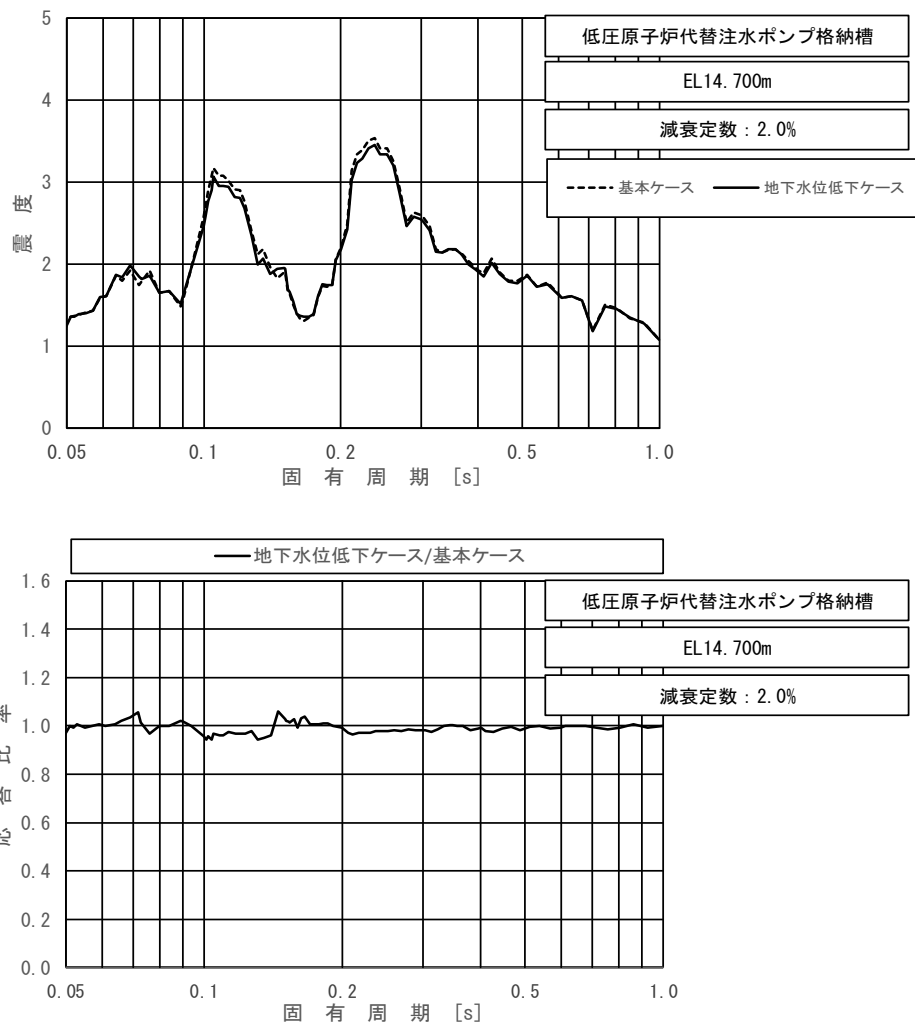


図 3.1.7-1 (2/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL14.700m , 減衰 2.0%)

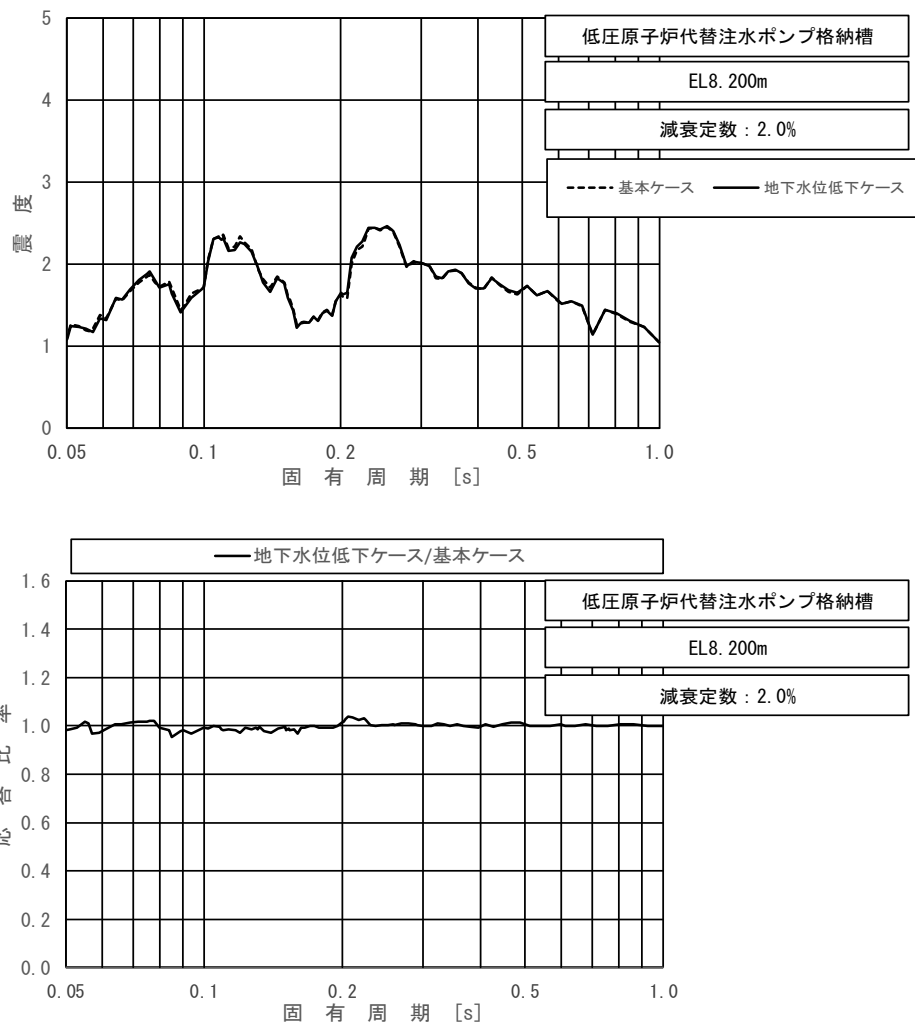


図 3.1.7-1 (3/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (NS), EL8.200m, 減衰 2.0%)

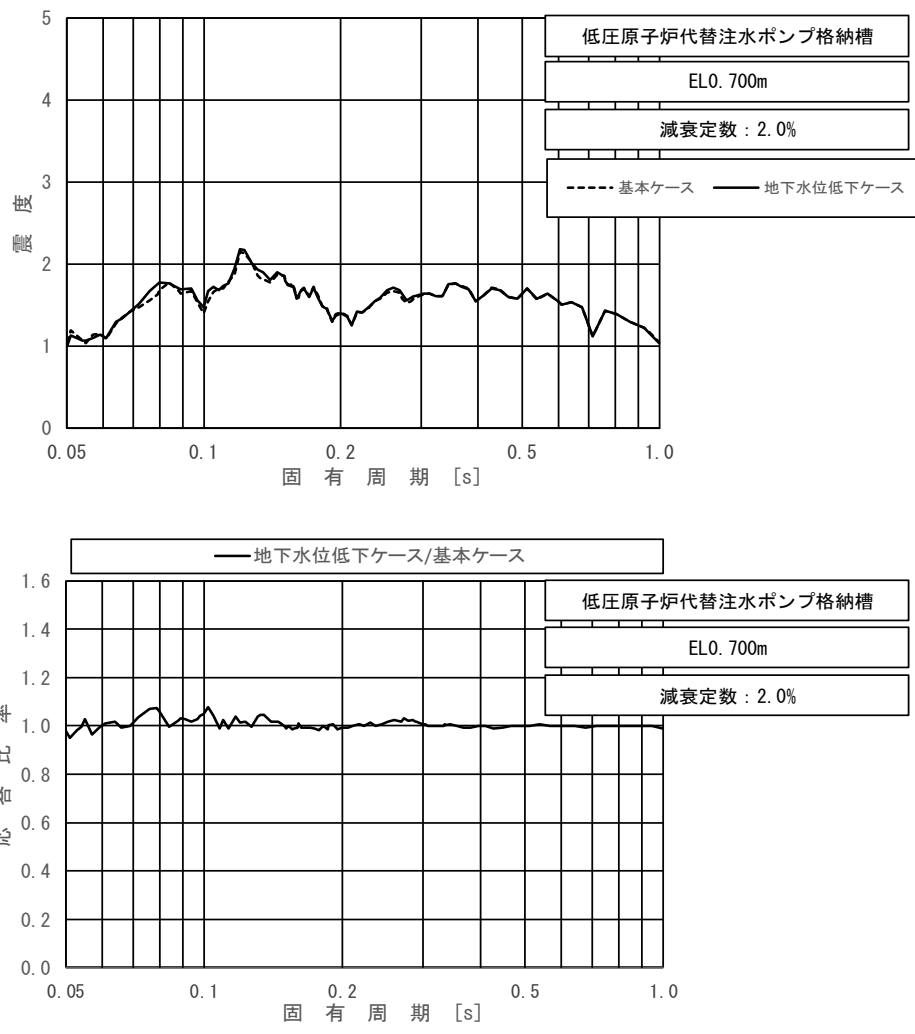


図 3.1.7-1 (4/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++)，水平方向 (NS)，EL0.700m，減衰 2.0%)

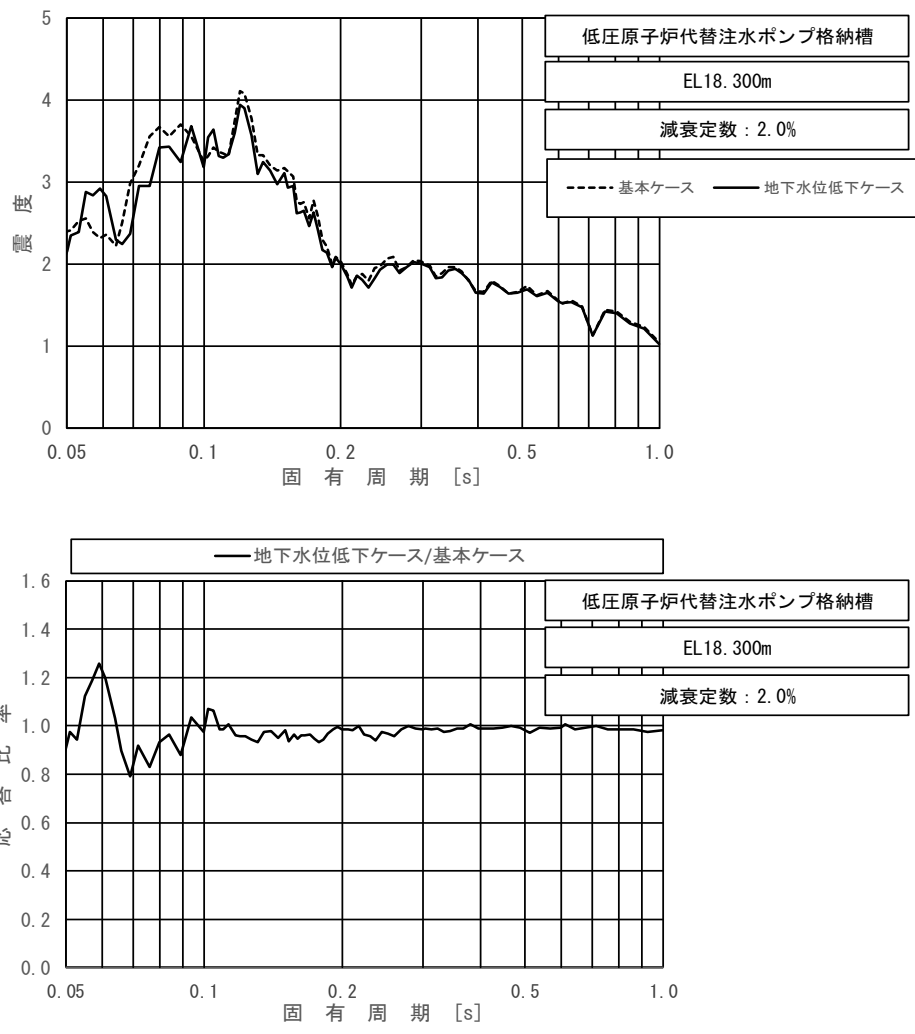


図 3.1.7-2 (1/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (E W) , EL18.300m , 減衰 2.0%)

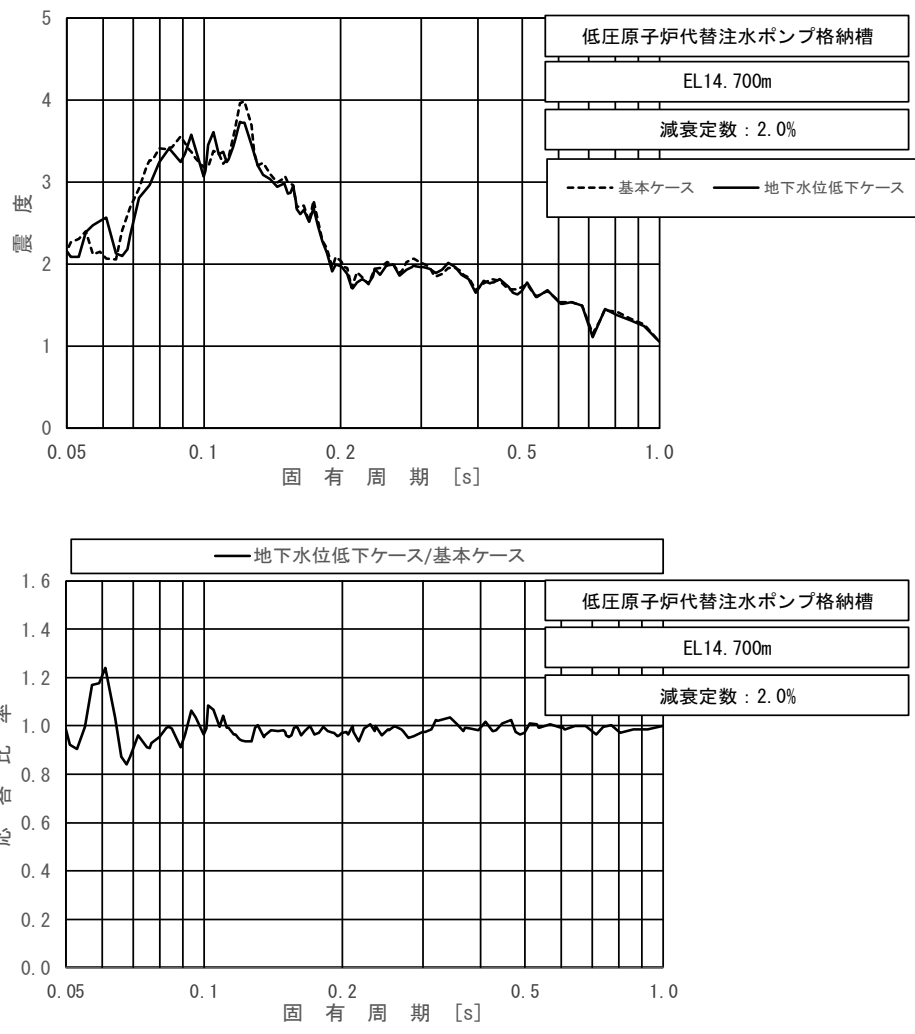


図 3.1.7-2 (2/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (EW), EL14.700m, 減衰 2.0%)

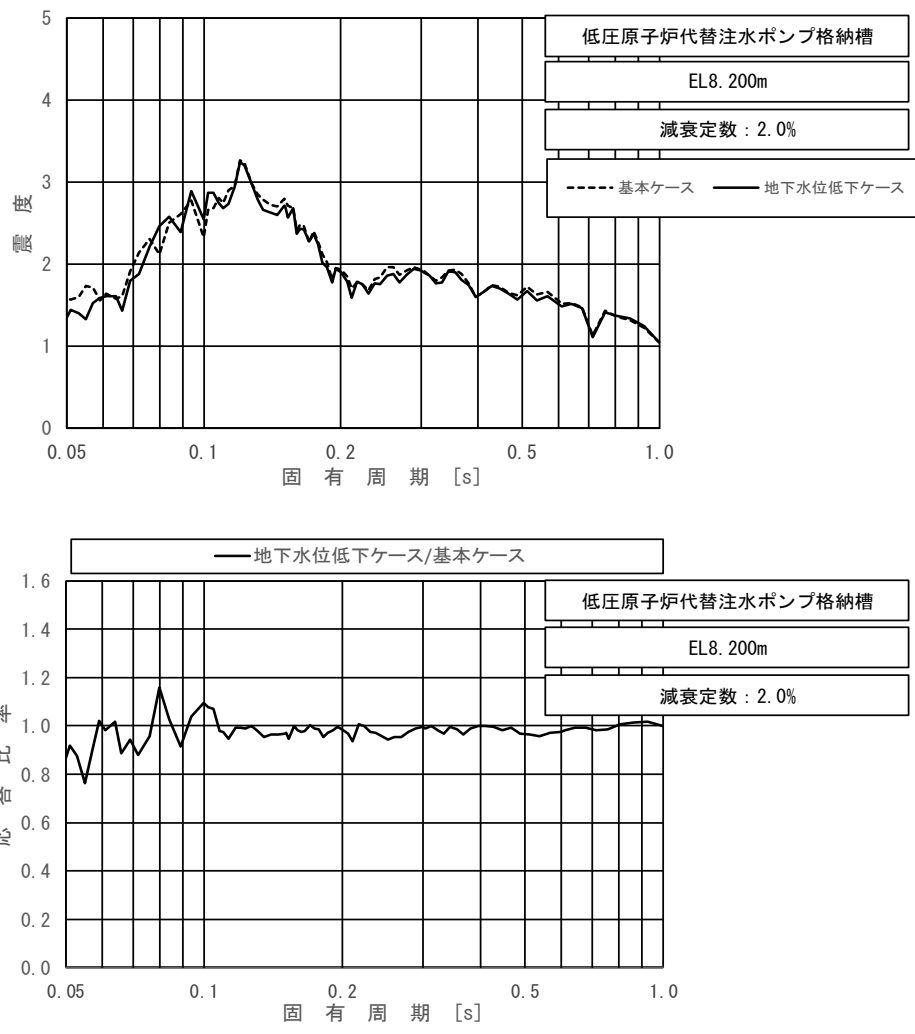


図 3.1.7-2 (3/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (EW), EL8.200m, 減衰 2.0%)

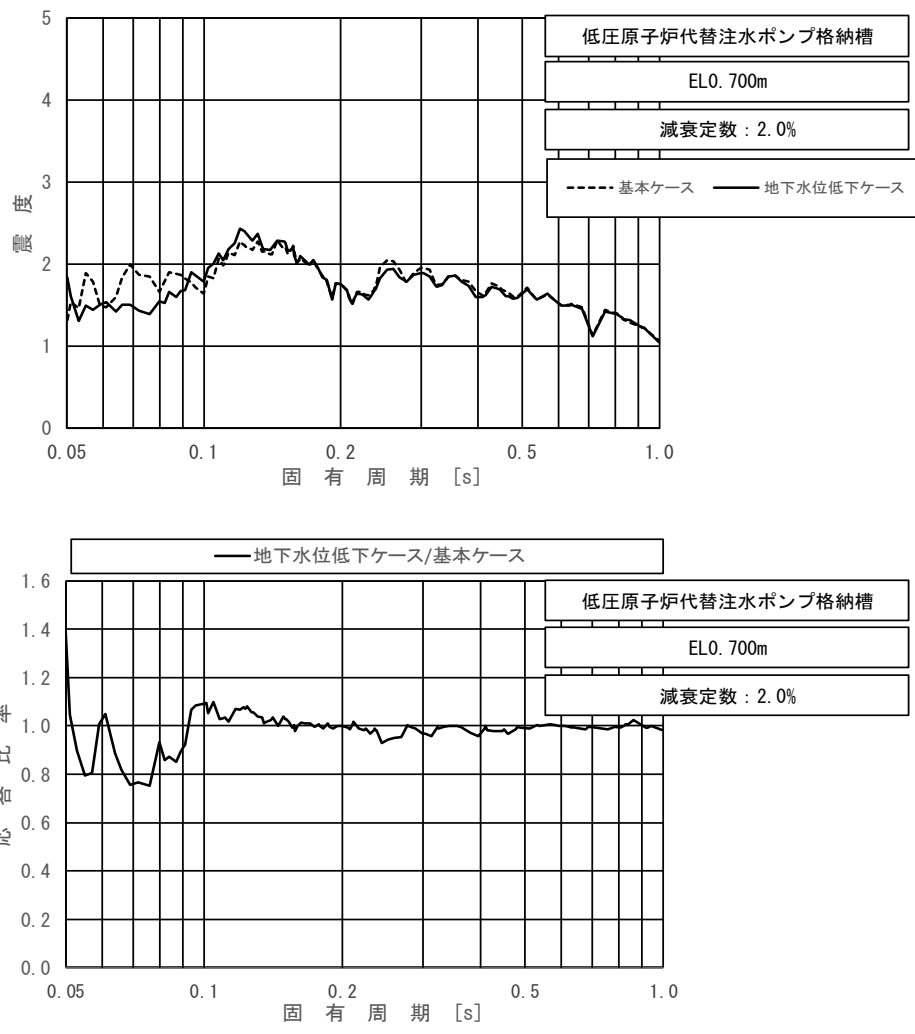


図 3.1.7-2 (4/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (EW), EL0.700m, 減衰 2.0%)

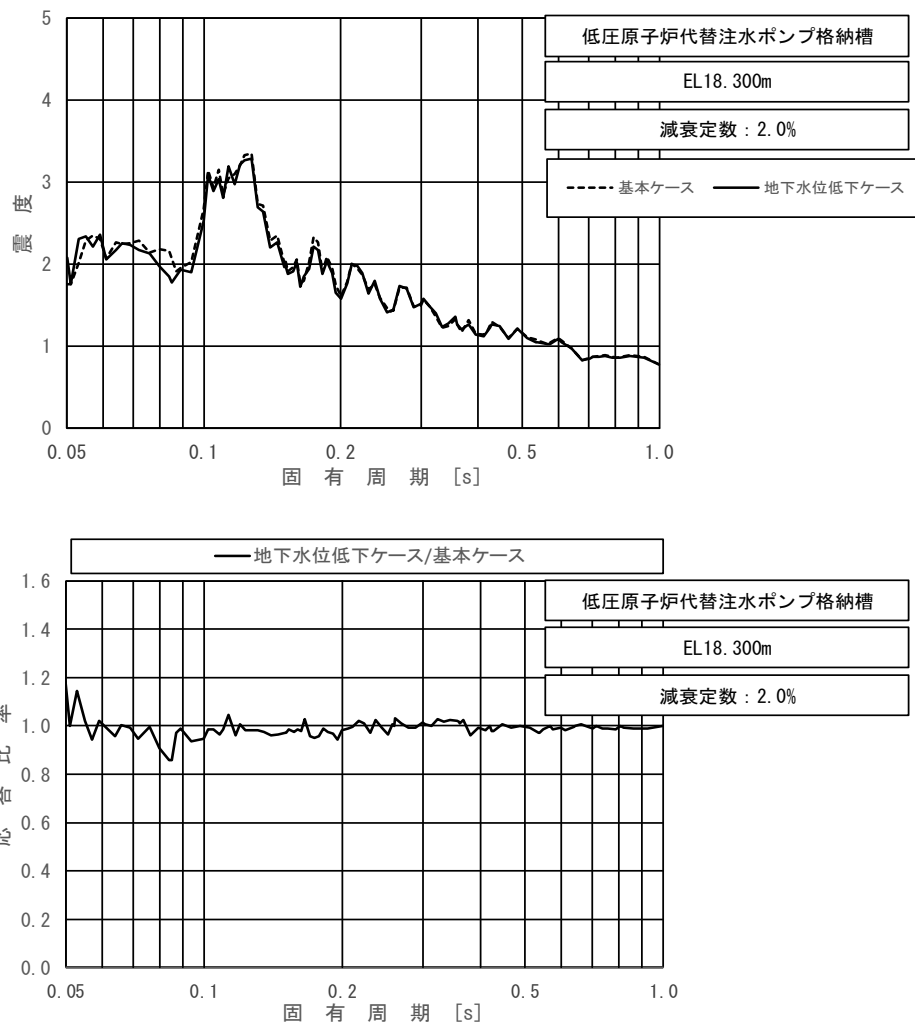


図 3.1.7-3 (1/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++)，鉛直方向，EL18.300m，減衰 2.0%)

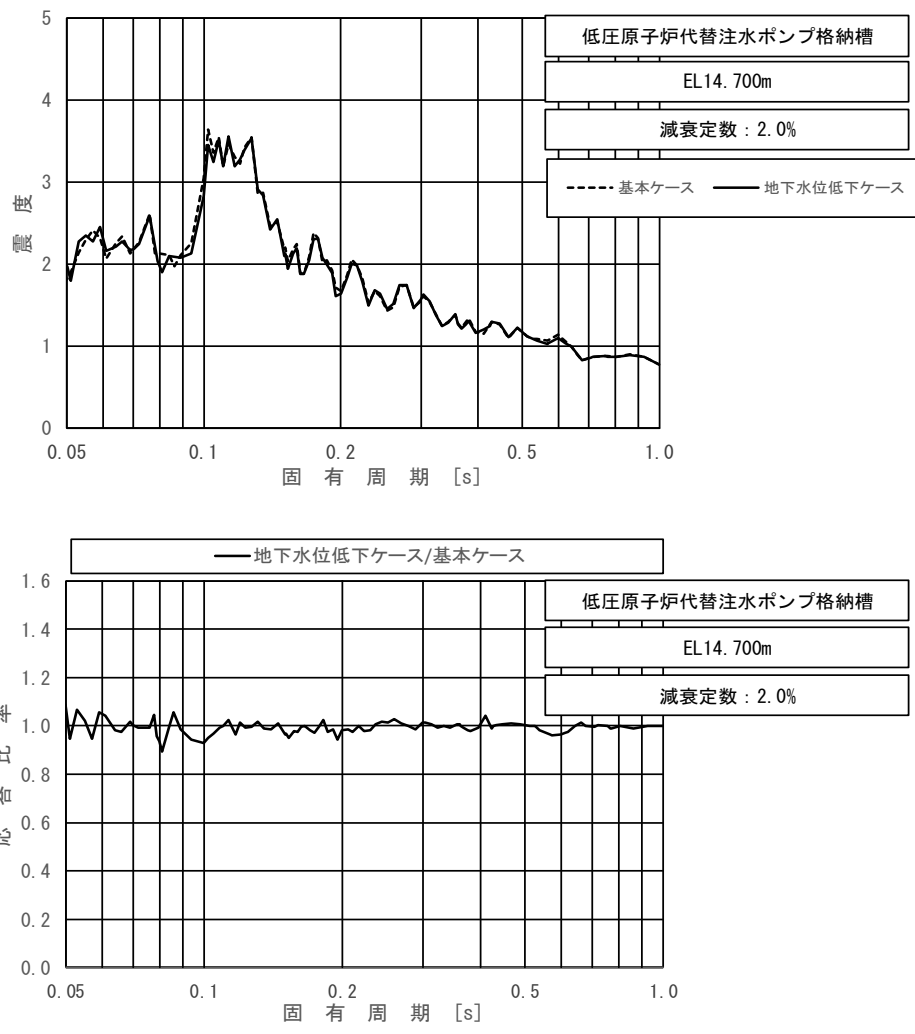


図 3.1.7-3 (2/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL14.700m, 減衰 2.0%)

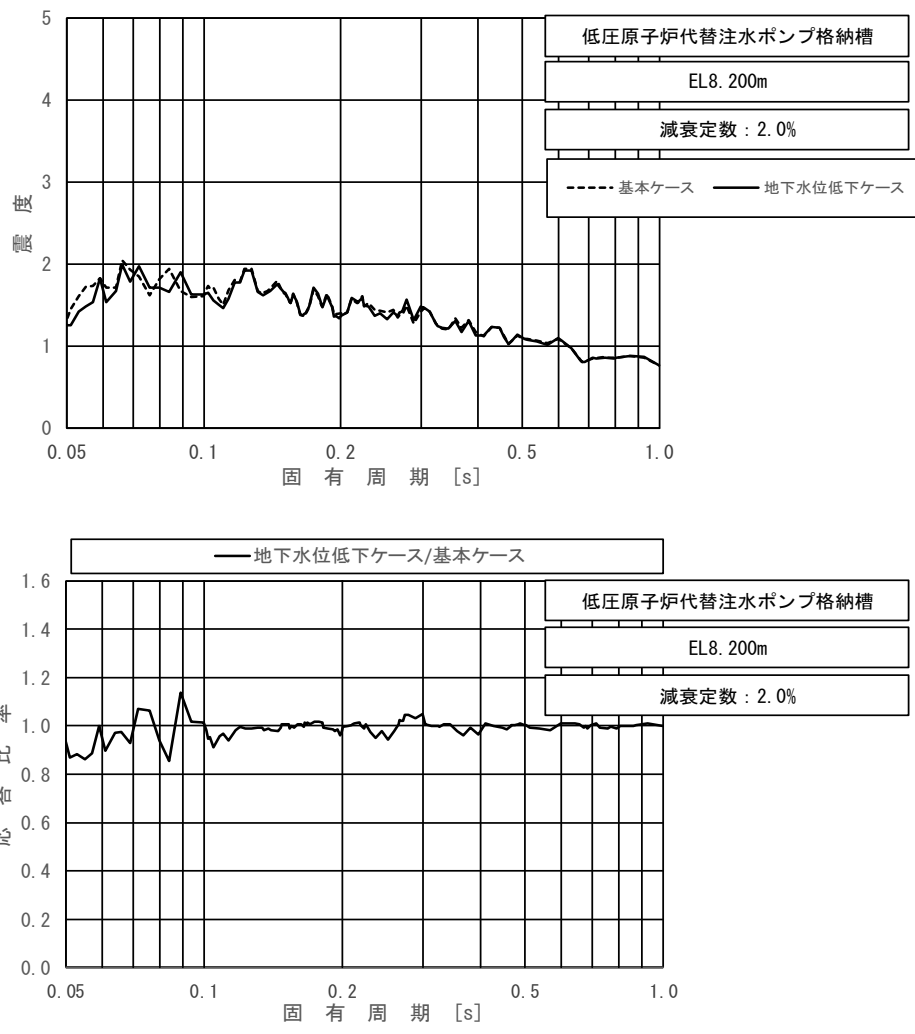


図 3.1.7-3 (3/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 鉛直方向, EL8.200m, 減衰 2.0%)

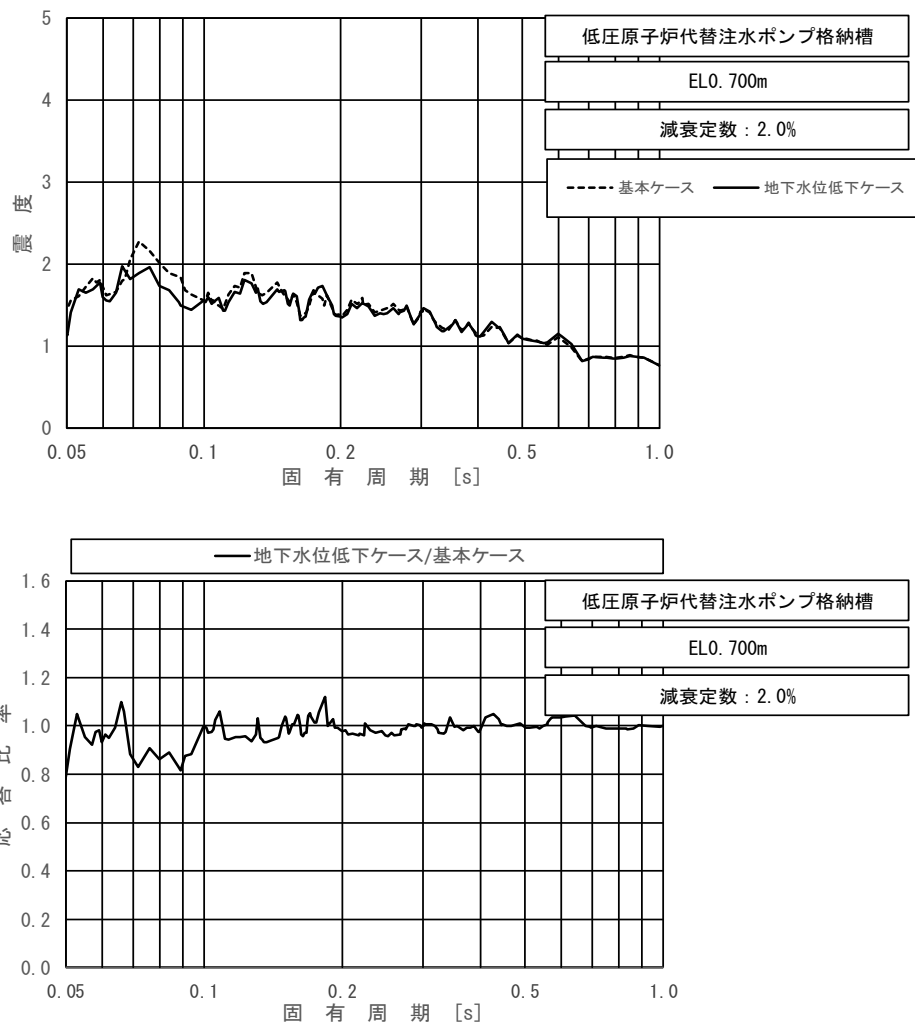


図 3.1.7-3 (4/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++)，鉛直方向，EL0.700m，減衰 2.0%)

3.2 簡易評価①

簡易評価①の結果、一部の設備（2設備）を除き、応答比率が設備の裕度以下となることを確認した。応答比率が裕度を上回った設備の結果を表3.2-1に示す。

表3.2-1 応答比率が裕度を上回った2設備の簡易評価①の結果
(地下水位低下ケースの影響検討)

構造物及び標高	設備名称	評価部位	応力分類	一次固有周期 (s)	設計用条件の種類	今回工認の耐震評価 (基準地震動 S s)			簡易評価①	
						発生値 (MPa)	許容値 (MPa)	裕度	応答比率	結果
取水槽 EL. 8.800m	配管 (HPSW-T-1)	配管本体	一次+二次応力		設計用条件 I	323	490	1.51	1.74	×
低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 EL. 8.200m	SA ロードセンタ	取付ボルト	引張		設計用条件 II を上回る	161	210	1.30	1.48	×

3.3 影響検討条件作成及び条件比率算定

簡易評価①において応答比率が設備の裕度を上回った設備が設置される以下の構造物について影響検討条件を作成し、条件比率を算定した結果を3.3.1及び3.3.2に示す。

【対象構造物】

- ・ 取水槽（海水ポンプエリア）（震度及び床応答スペクトル）
- ・ 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽（震度）

3.3.1 取水槽

取水槽の地下水位低下震度を表3.3.1-1~3, 地下水位低下床応答スペクトルを図3.3.1-1~3に示す。

表3.3.1-1 地下水位低下震度（取水槽（海水ポンプエリア））（NS方向）

構造物	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	NS断面		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 地下水位低下耐震条件	③/①	③/②
取水槽 (海水ポンプエリア)	10095 10299 10512	8.800	1.39	2.09	1.44	1.04	0.69
	10208	1.100	1.05	1.58	1.05	1.00	0.67
	10008	-9.800	0.88	1.32	0.88	1.00	0.67

表 3.3.1-2 地下水位低下震度（取水槽（海水ポンプエリア））（EW方向）

構造物	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.2			条件比率	
	EW断面 (海水ポンプエ リア)		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 地下水位低下 耐震条件	③/①	③/②
取水槽 (海水ポンプエリア)	3000 3033	8.800	1.83	2.58	1.66	0.91	0.65
	41 51 62	1.100	1.11	1.50	1.04	0.94	0.70
	7 17 28	-9.800	0.93	1.23	0.82	0.89	0.67

表 3.3.1-3 地下水位低下震度（取水槽（海水ポンプエリア））（鉛直方向）

構造物	質点番号		標高	震度×1.2			条件比率	
	鉛直方向			① 設計用 I	② 設計用 II	③ 地下水位低下 耐震条件	③/①	③/②
	NS断面	EW断面 (海水ポンプエ リア)						
取水槽 (海水ポンプエリア)	10095 10299 10512	3000 3033	8.800	0.97	1.16	0.77	0.80	0.67
	10208	41 51 62	1.100	0.87	1.13	0.75	0.87	0.67
	10008	7 17 28	-9.800	0.72	0.92	0.61	0.85	0.67

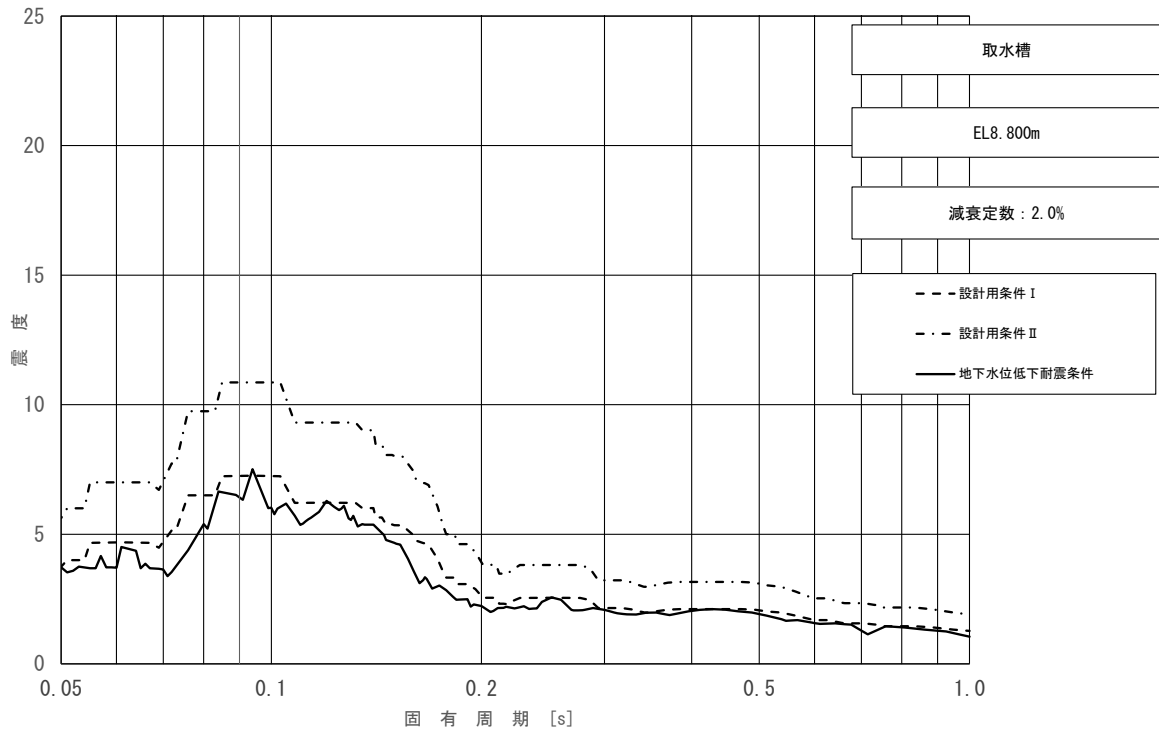


図 3.3.1-1(1/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
(水平方向 (N S 方向), EL. 800m, 減衰 2.0%)

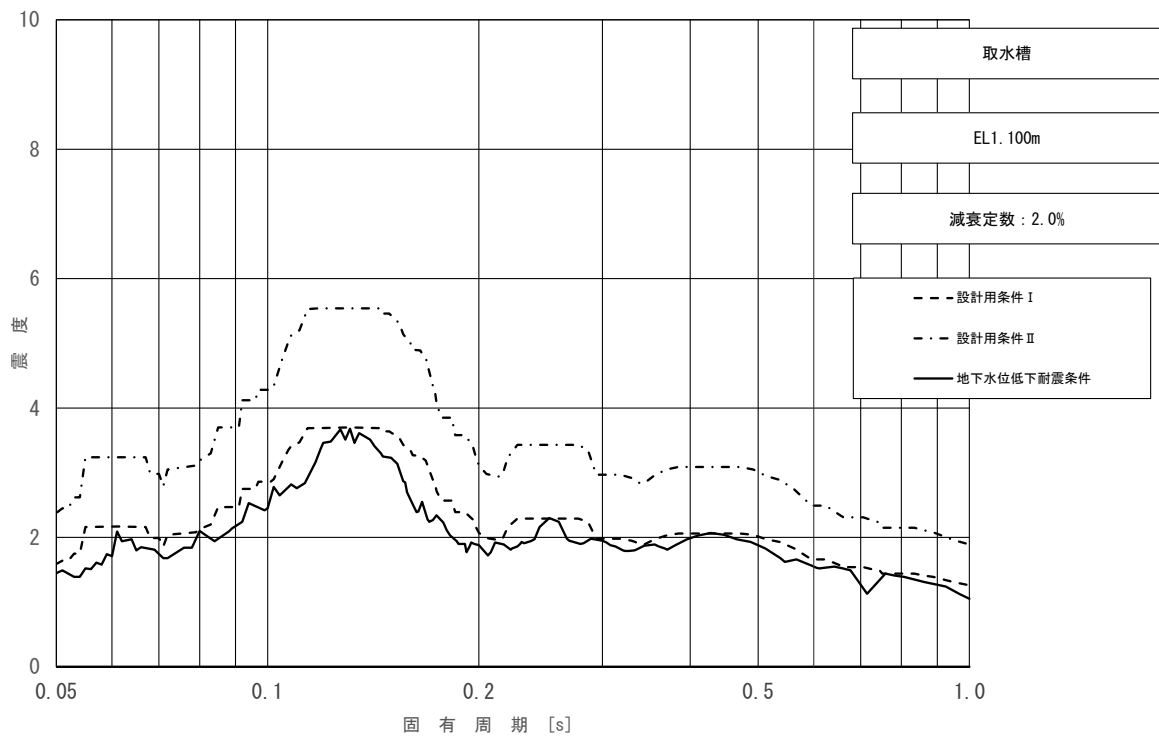


図 3.3.1-1(2/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
(水平方向 (N S 方向), EL. 1.100m, 減衰 2.0%)

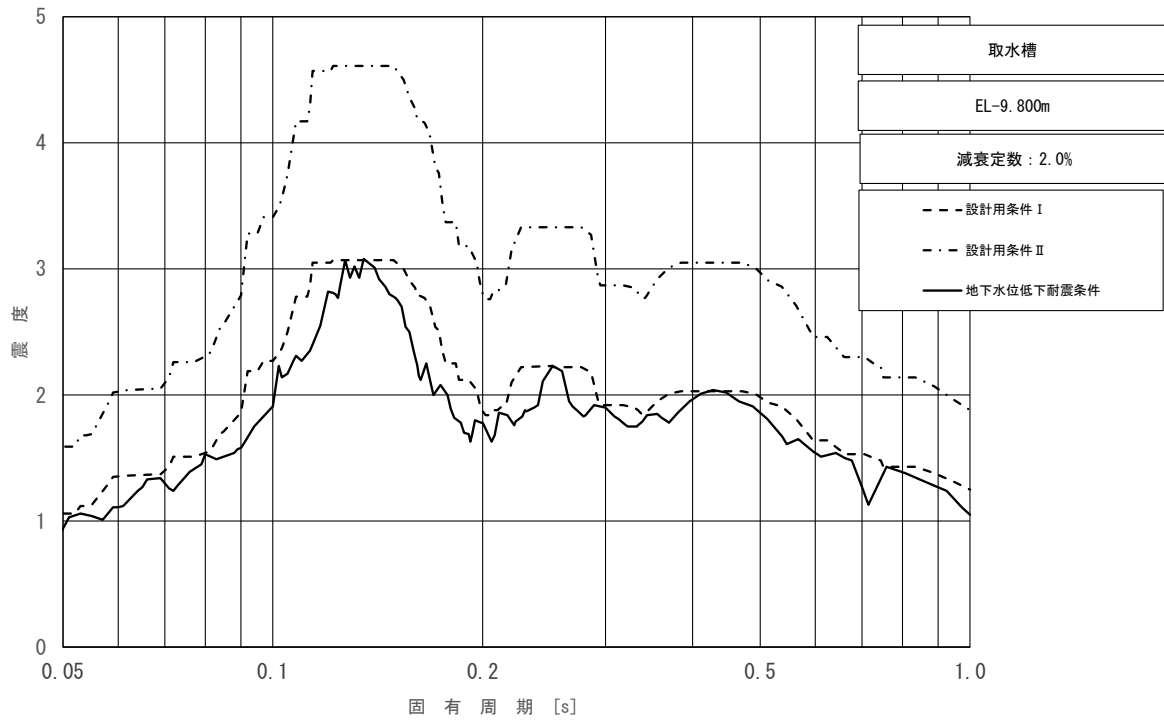


図 3. 3. 1-1(3/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
(水平方向 (N S方向), EL-9.800m, 減衰 2.0%)

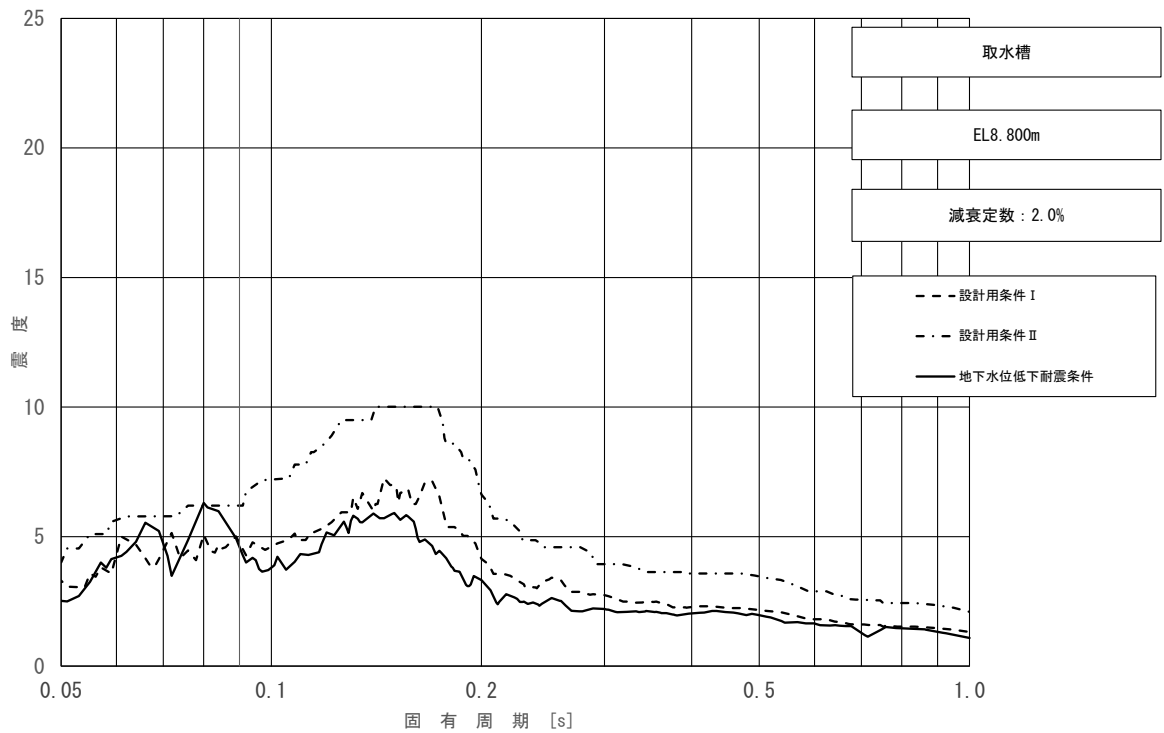


図 3. 3. 1-2(1/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
(水平方向 (E W方向), EL8.800m, 減衰 2.0%)

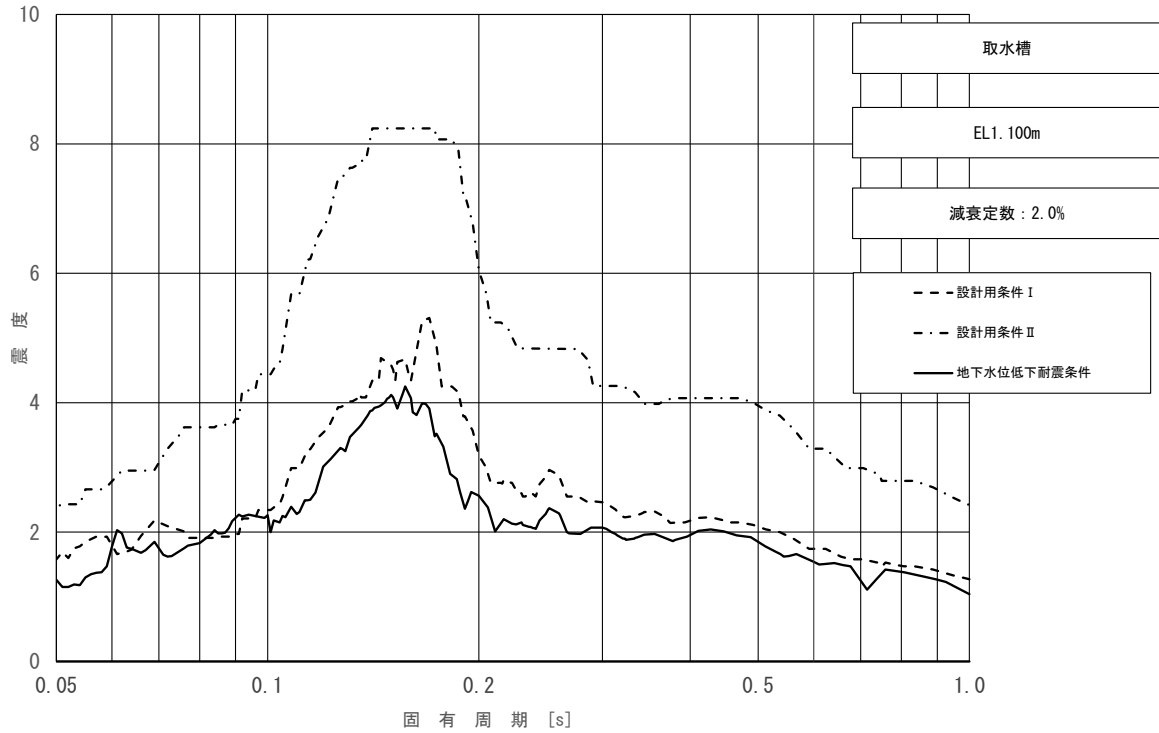


図 3. 3.1-2(2/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
(水平方向 (EW方向), EL1.100m, 減衰 2.0%)

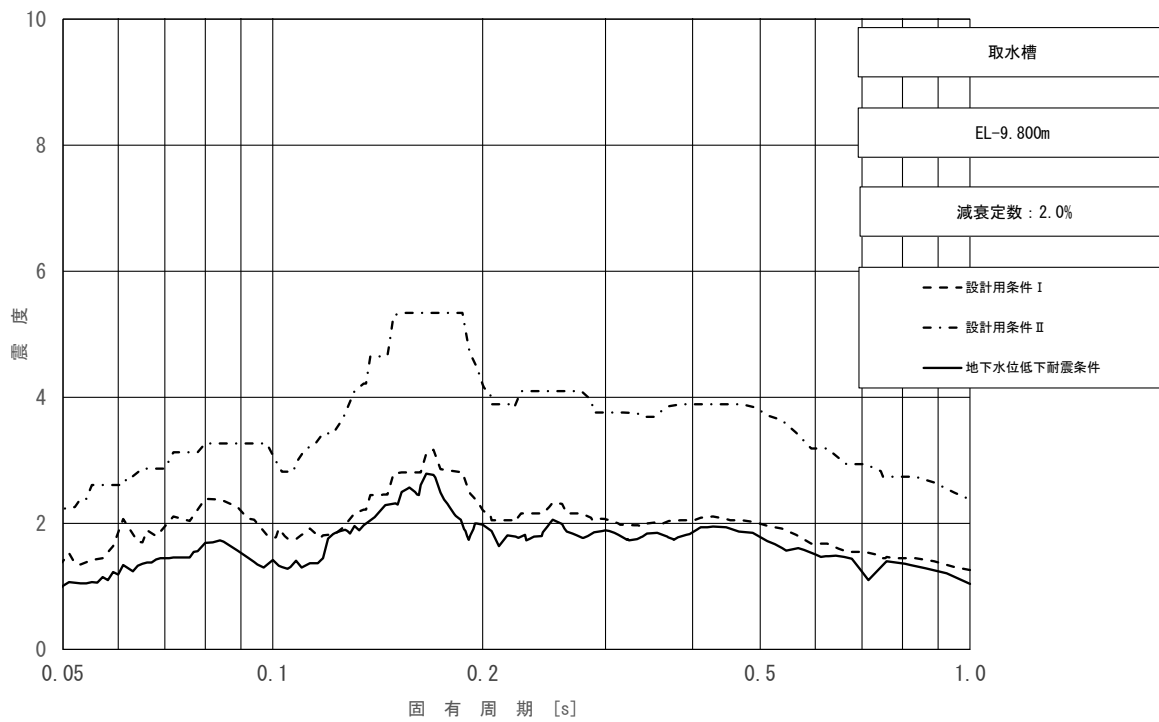


図 3. 3.1-2(3/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
(水平方向 (EW方向), EL-9.800m, 減衰 2.0%)

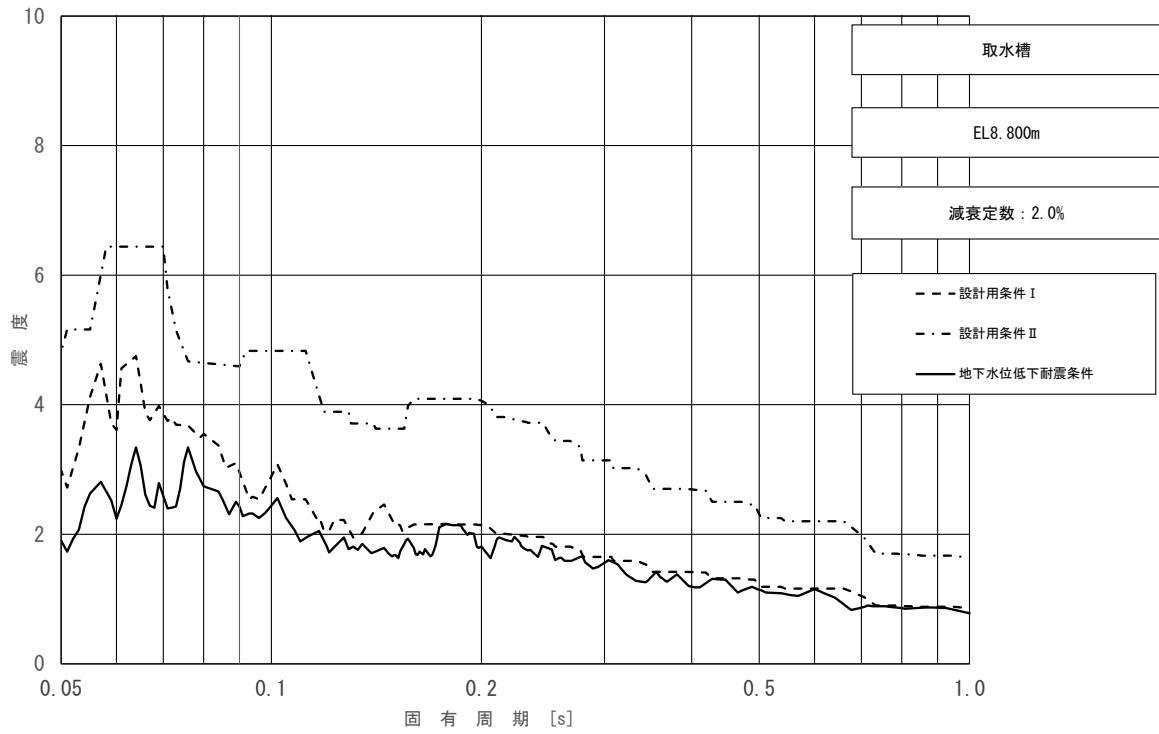


図 3. 3. 1-3 (1/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
(鉛直方向, EL. 800m, 減衰 2.0%)

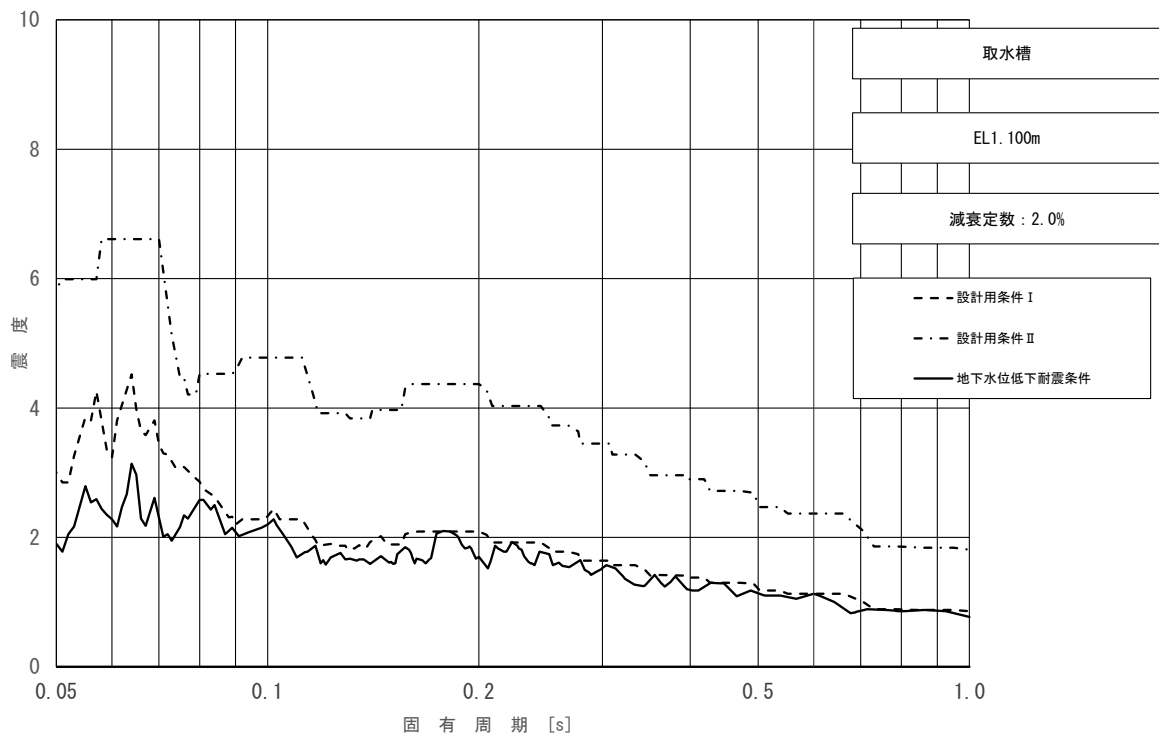


図 3. 3. 1-3 (2/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
(鉛直方向, EL. 100m, 減衰 2.0%)

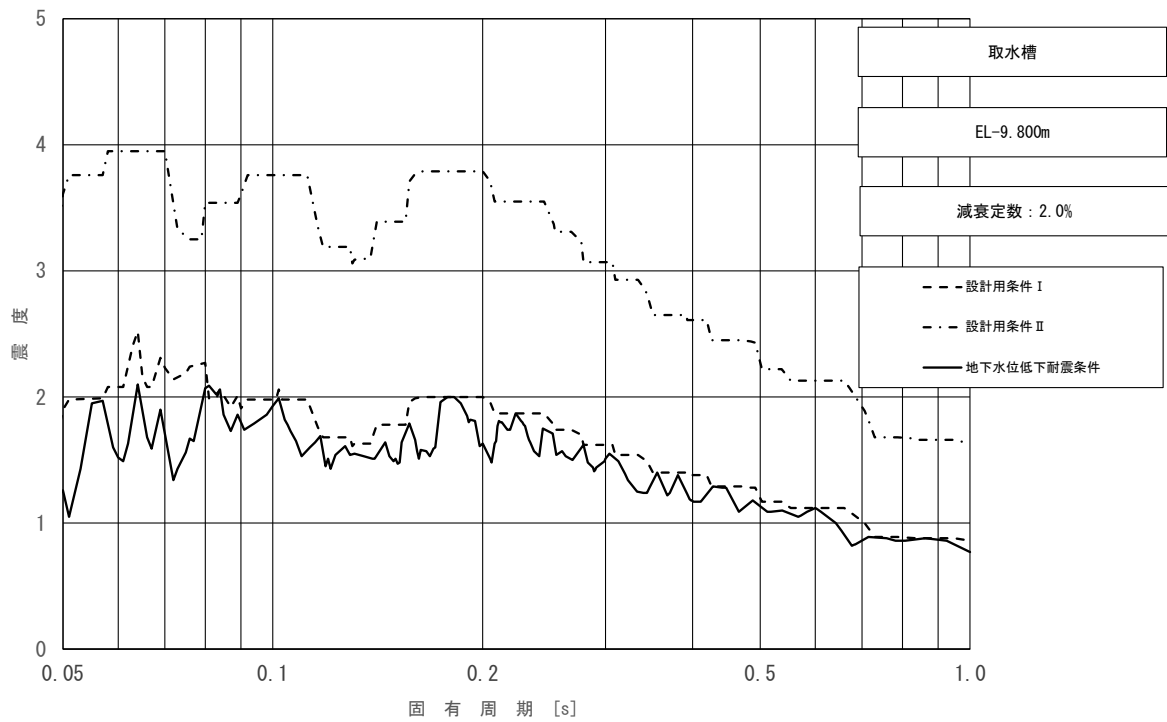


図 3. 3. 1-3 (3/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))
 (鉛直方向, EL-9.800m, 減衰 2.0%)

3.3.2 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の地下水位低下震度を表 3.3.2-1~3 に示す。

表 3.3.2-1 地下水位低下震度（低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽）（NS方向）

構造物名	質点番号		標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	NS方向 (水室)	NS断面 (ポンプ室)		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 地下水位低下耐 震条件	③/①	③/②
低圧原子炉代替注水 ポンプ 格納槽	—	2042	18.300	1.60	2.12	1.40	0.88	0.67
	1931	1946 2121	14.700	1.46	1.77	1.31	0.90	0.75
	1939	1954	8.200	1.00	1.50	0.92	0.92	0.62
	1949 2189	1964	0.700	0.82	1.23	0.82	1.00	0.67

表 3.3.2-2 地下水位低下震度（低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽）（EW方向）

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	EW方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 地下水位低下耐 震条件	③/①	③/②
低圧原子炉代替注水 ポンプ 格納槽	2743	18.300	1.35	2.01	1.36	1.01	0.68
	2397 2751	14.700	1.24	1.86	1.24	1.00	0.67
	2404	8.200	1.14	1.68	1.15	1.01	0.69
	2413 2777 3472	0.700	3.62	3.75	1.83	0.51	0.49

表 3.3.2-3 地下水位低下震度（低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽）（鉛直方向）

構造物名	質点番号			標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	鉛直方向				① 設計用 I	② 設計用 II	③ 地下水位低下耐 震条件	③/①	③/②
	NS断面 (水室)	NS断面 (ポンプ 室)	EW断面						
低圧原子炉代替 注水ポンプ格納 槽	—	2042	2743	18.300	0.92	1.35	1.03	1.12	0.77
	1931	1946 2121	2397 2751	14.700	0.98	1.47	0.92	0.94	0.63
	1939	1954	2404	8.200	1.70	1.71	1.10	0.65	0.65
	1949 2189	1964	2413 2777 3472	0.700	2.73	3.63	3.68	1.35	1.02

3.4 簡易評価②

簡易評価①において応答比率が設備の裕度を上回った2設備について簡易評価②を行った結果を表3.4-1に示す。

表3.4-1のとおり、条件比率が設備の裕度以下となることを確認した。

表3.4-1 簡易評価①において応答比率が設備の裕度を上回った2設備の簡易評価結果
(地下水位低下ケースの影響検討)

構造物及び標高	設備名称	評価部位	応力分類	一次固有周期 (s)	設計用条件の種類	今回工認の耐震評価 (基準地震動 S s)			簡易評価①		簡易評価②	
						発生値 (MPa)	許容値 (MPa)	裕度	応答比率	結果	条件比率	結果
取水槽 EL 8.800m	配管 (HPSW-T-1)	配管本体	一次+二次応力	[]	設計用条件 I	323	490	1.51	1.74	×	1.39	○
低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 EL 8.200m	SAロードセンタ	取付ボルト	引張		設計用条件 II を上回る	161	210	1.30	1.48	×	0.65	○

4. まとめ

屋外重要土木構造物等に対して地下水位が低下している状態を考慮した場合の機器・配管系への影響評価について、簡易評価の結果、全ての設備について条件比率（又は応答比率）が設備の裕度以下となることを確認した。

以上より、屋外重要土木構造物等に対して地下水位が低下している状態を仮定した場合でも機器・配管系の耐震性に影響はないことを確認した。