

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-027-16-3
提出年月日	2023年3月2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（妻壁考慮）

2023年3月

中国電力株式会社

目 次

1. 概要.....	1
2. 検討方針.....	1
2.1 応答比較.....	3
2.2 簡易評価①.....	3
2.3 影響検討条件の作成.....	4
2.4 条件比率の作成.....	5
2.5 簡易評価②.....	5
2.6 詳細評価.....	5
3. 検討結果.....	6
3.1 応答比率算定結果.....	6
3.1.1 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽.....	6
3.1.2 第1ベントフィルタ格納槽.....	21
3.1.3 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽.....	28
3.2 影響検討結果.....	37
4. まとめ.....	37

1. 概要

本資料は、屋外重要土木構造物等について妻壁の剛性を考慮した場合（以下「妻壁考慮ケース」という。）の機器・配管系への影響について、補足説明資料「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、妻壁考慮ケースの機器・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。

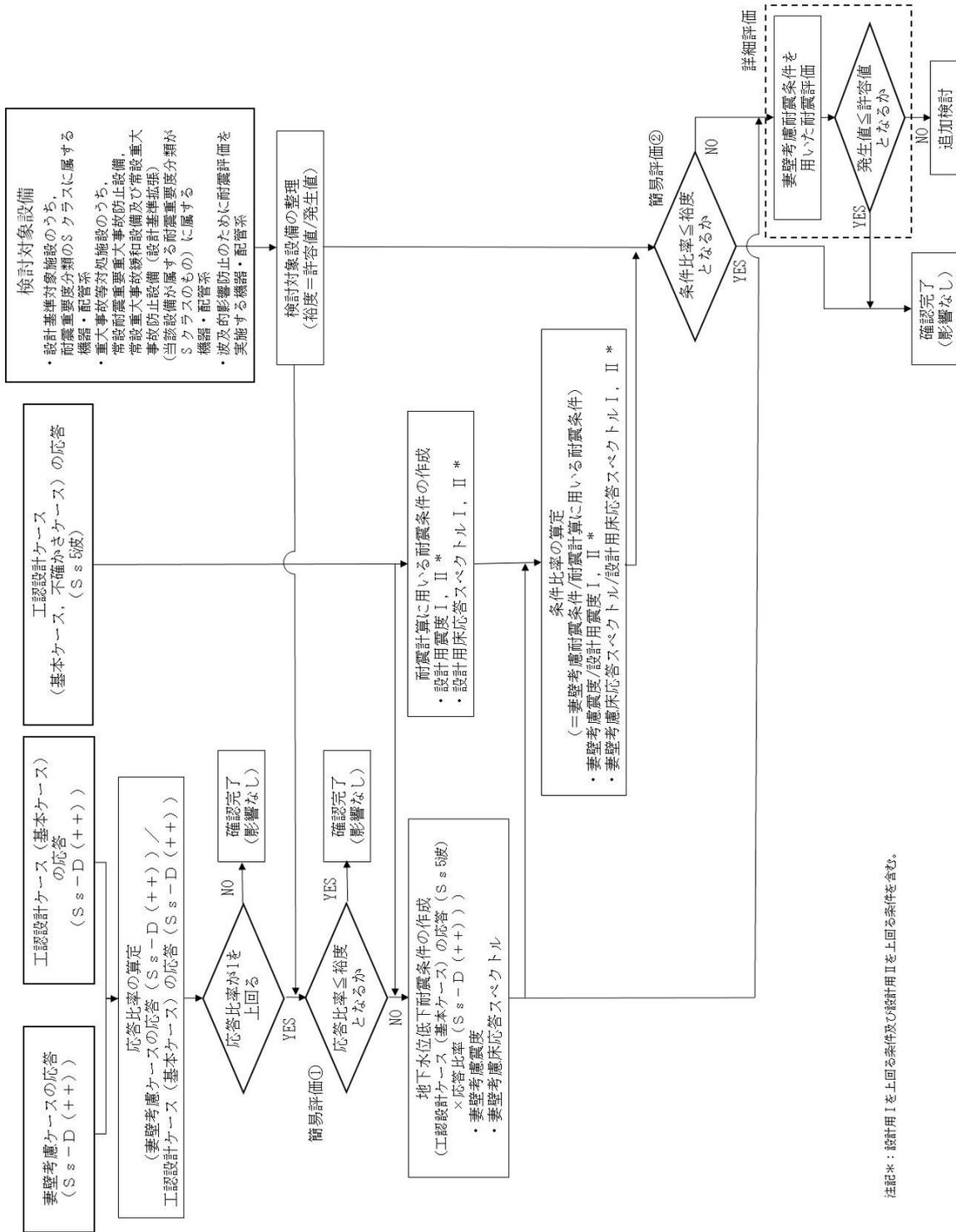
- (1) B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽
- (2) 第1 ベントフィルタ格納槽
(NS断面（銀ゼオライト容器エリア）、NS断面（スクラバ容器エリア）)
- (3) 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽（NS断面（水室）、NS断面（ポンプ室））

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妻壁考慮ケースの影響の考慮にあたっては、以下の資料に示す「妻壁の剛性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-026-04 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-026-09 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 妻壁考慮ケースの影響検討フロー

2.1 応答比較

工認基本ケースと妻壁考慮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。

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、応答比率が 1 を上回る場合、その応答による影響を検討する。

$$\text{応答比率} = \frac{\text{妻壁考慮ケースの応答 (} S_s - D(++) \text{)}}{\text{工認基本ケースの応答 (} S_s - D(++) \text{)}}$$

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。

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。

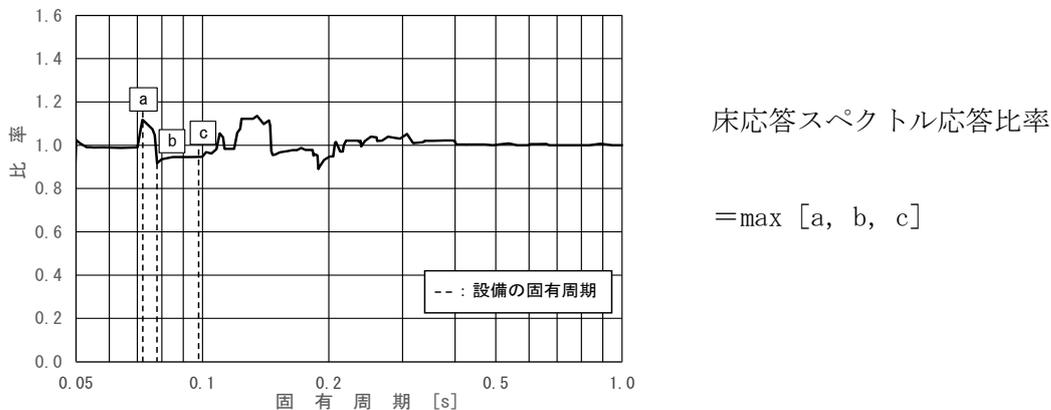


図 2.2-1 簡易評価に用いる各方向における床応答スペクトルの応答比率の適用方法
（評価に床応答スペクトルを適用する設備）

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、妻壁を考慮した基準地震動 S s 5 波の震度（以下「妻壁考慮震度」という。）及び床応答スペクトル（以下「妻壁考慮床応答スペクトル」という。）（以下、妻壁考慮震度と妻壁考慮床応答スペクトルを総称して「妻壁考慮耐震条件」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。妻壁考慮耐震条件の設定方法の詳細を以下に示す。

a. 妻壁考慮震度

妻壁考慮震度は、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。

$$\text{妻壁考慮震度} = \text{最大応答加速度(基本ケース(S s 5 波))} \times \text{応答比率}^{*1}$$

b. 妻壁考慮床応答スペクトル

妻壁考慮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。作成フローを図 2.3-2 に示す。

妻壁考慮床応答スペクトル＝

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

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

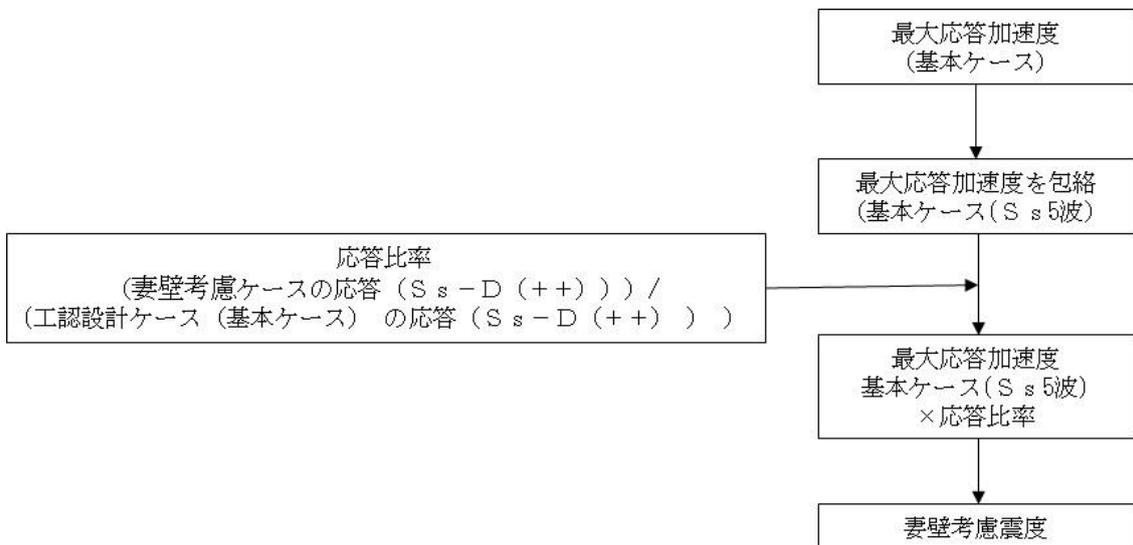


図 2.3-1 妻壁考慮震度の作成フロー

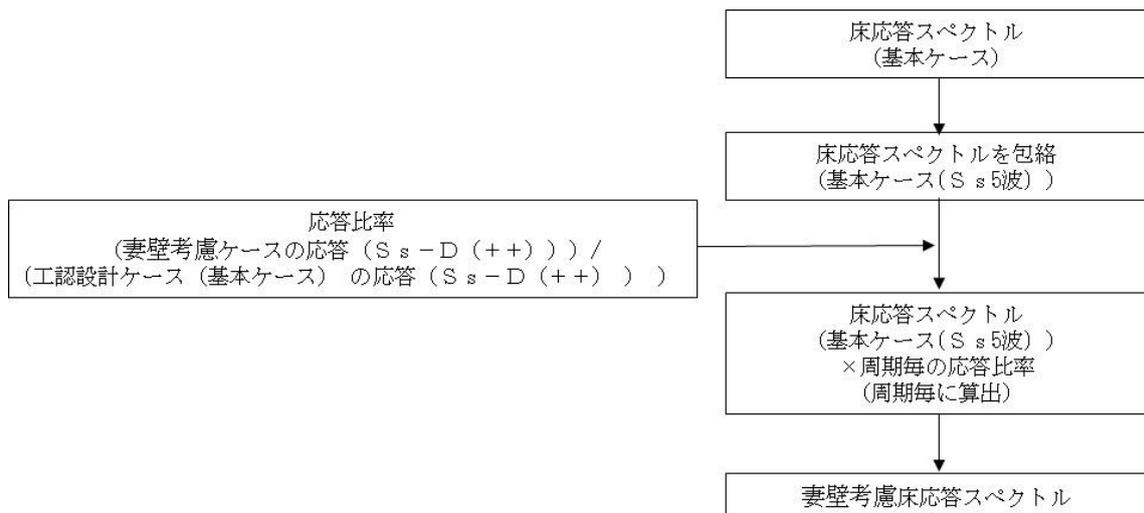


図 2.3-2 妻壁考慮床応答スペクトルの作成フロー

2.4 条件比率の作成

2.3 で作成した妻壁考慮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、以下のように作成する。

a. 震度

$$\text{条件比率} = \frac{\text{妻壁考慮震度}}{\text{耐震計算に用いる設計用震度}}$$

b. 床応答スペクトル

$$\text{条件比率} = \frac{\text{妻壁考慮床応答スペクトル}}{\text{耐震計算に用いる設計用床応答スペクトル}}$$

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 応答比率算定結果

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3.1.1～3.1.3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。

3.1.1～3.1.3に示す通り、応答比率が1を上回ることを確認した。

3.1.1 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3.1.1-1～3、床応答スペクトルを図3.1.1-1～3に示す。

表3.1.1-1 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 ($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.0$		②/① 応答比率
	NS方向		① 基本ケース	② 妻壁考慮 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	1.18	0.61
	445 581 753 1080 1400	15.300～ 14.400	0.99	1.05	1.07
	586 662 758	13.400	0.98	1.01	1.04
	760 1407	12.000～ 11.900	0.98	1.00	1.03
	766 1093 1413	9.350	0.95	0.95	1.00

表 3.1.1-2 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 ($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.0$		②/① 応答比率
	EW方向			① 基本ケース	② 妻壁考慮 ケース	
	EW断面					
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	483	15.300~ 14.400	1.43	0.88	0.62	
	555					
	691					
	831					
	897					
	489	12.000~ 11.900	1.30	0.88		0.68
	628					
	763					
	903					
495	9.350	0.89	0.87	0.98		
556						
692						
832						
909						

表 3.1.1-3 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 ($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.0$		②/① 応答比率
	鉛直方向			① 基本ケース	② 妻壁考慮 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	—	18.300	1.32	0.73	0.56
	573					
	661					
	745					
	445	483	15.300~ 14.400	1.70	0.72	0.43
	581	555				
	753	691				
	1080	831				
	1400	897				
	586	—	13.400	0.65	0.66	1.02
	662					
	758					
760	489	12.000~ 11.900	0.68	0.68	1.00	
1407	628					
	763					
	903					
766	495	9.350	0.68	0.66	0.98	
1093	556					
1413	692					
	832					
	909					

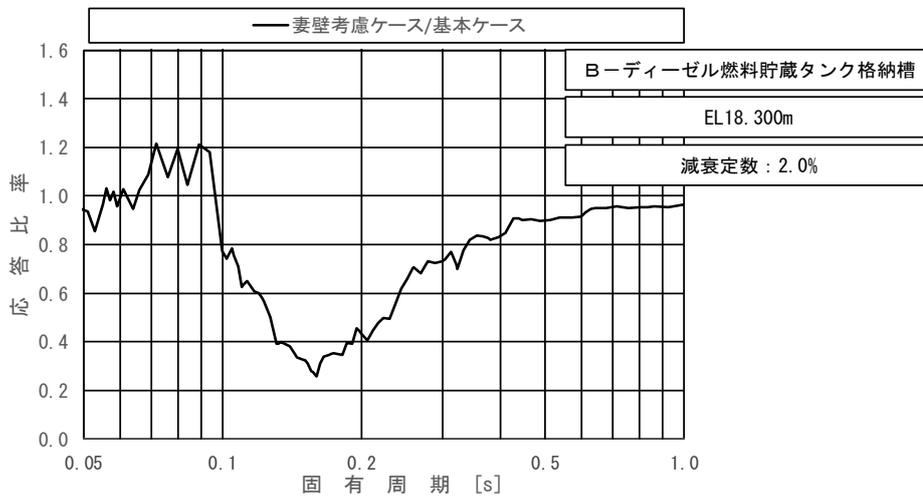
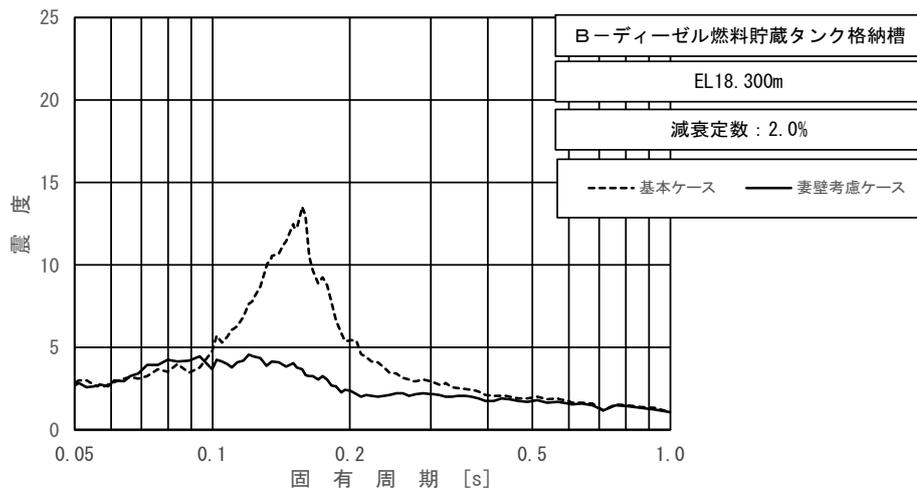


図 3.1.1-1 (1/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL18.300m , 減衰 2.0%)

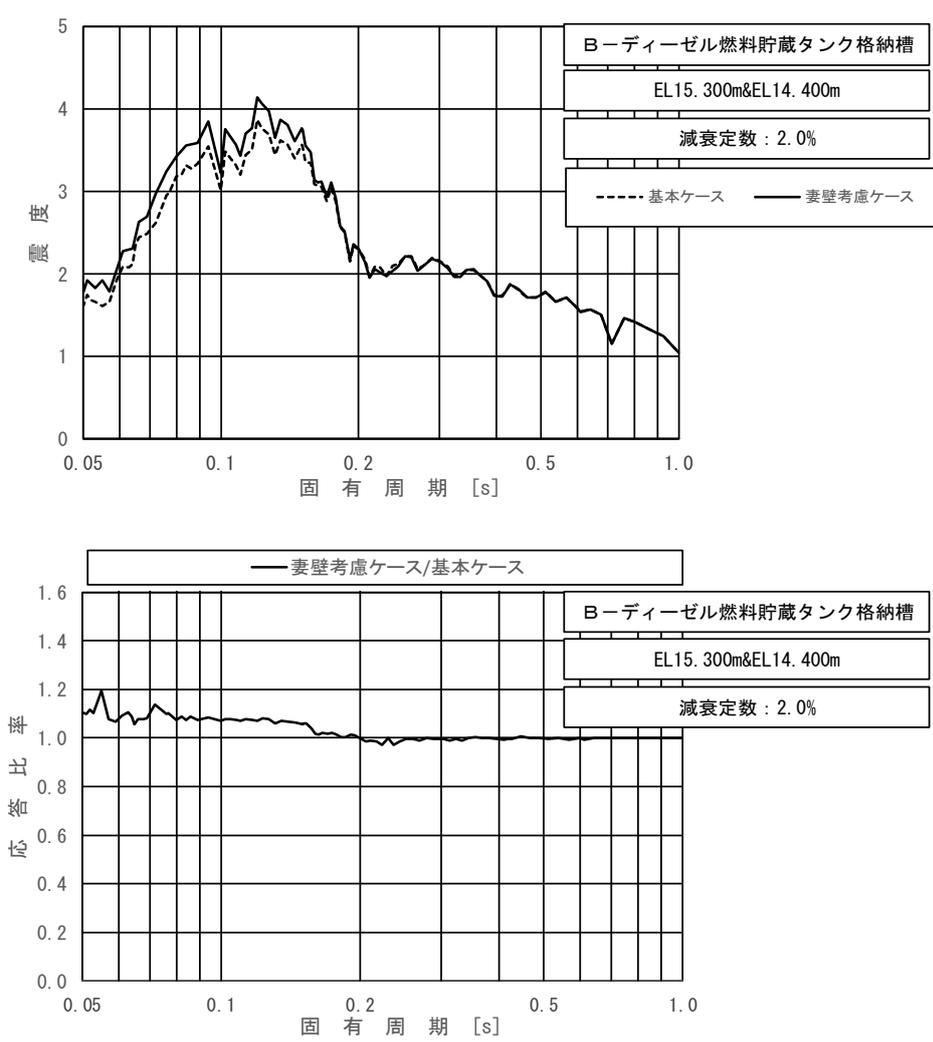


図 3.1.1-1 (2/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S_s-D (++) , 水平方向 (N S) , EL15.300m~EL14.400m , 減衰 2.0%)

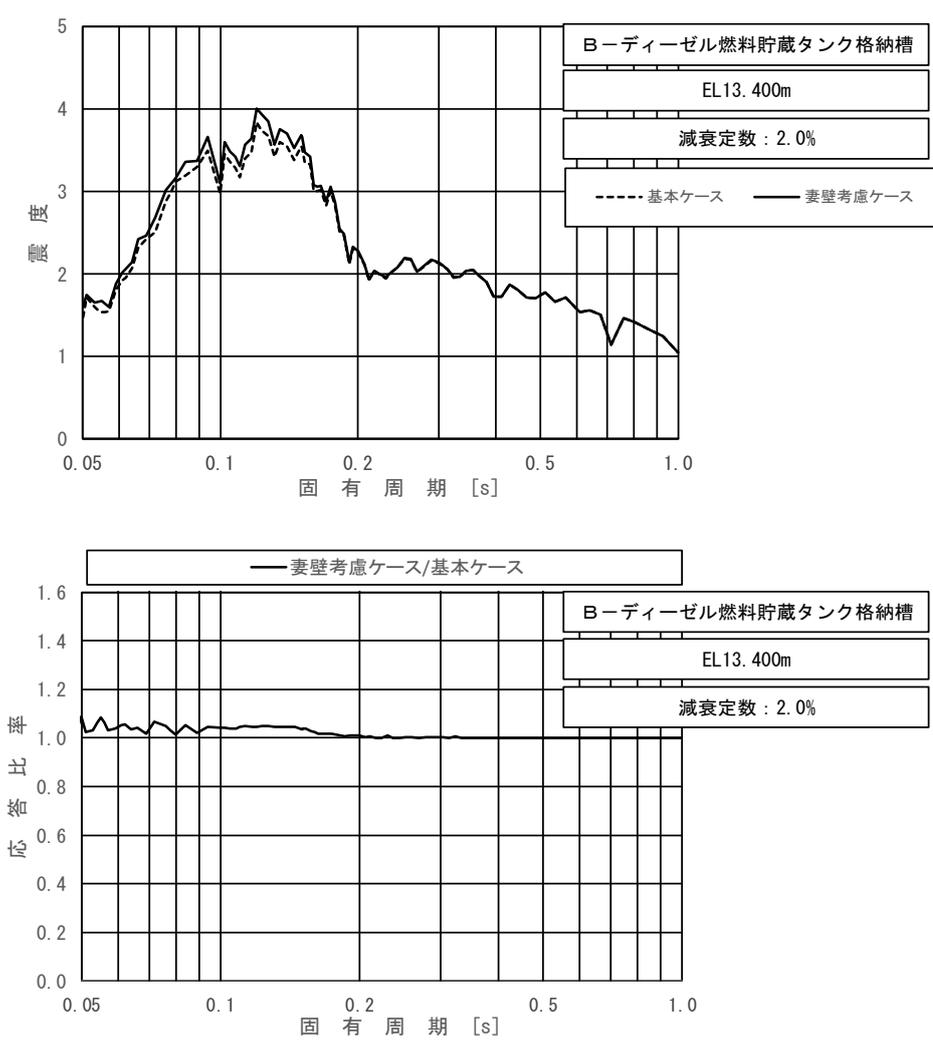


図 3.1.1-1 (3/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL13.400m , 減衰 2.0%)

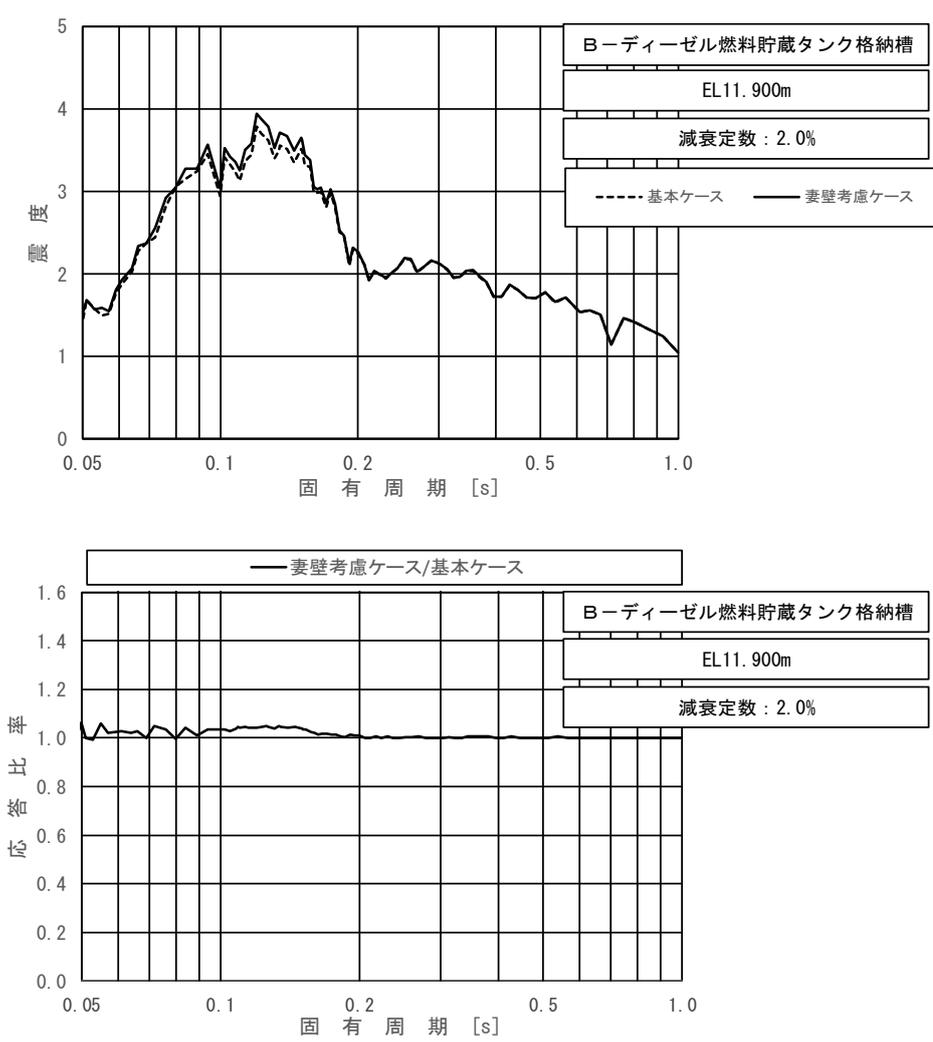


図 3.1.1-1 (4/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL11.900m , 減衰 2.0%)

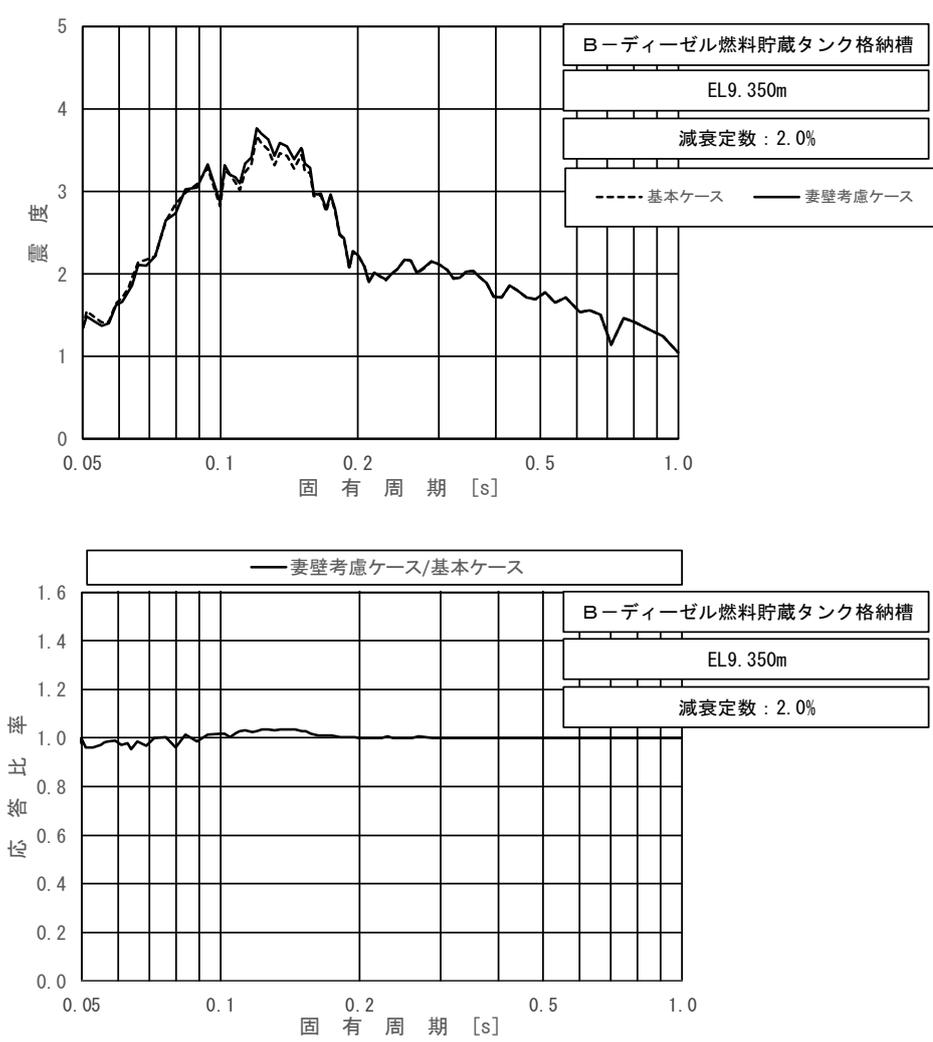


図 3.1.1-1 (5/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (NS) , EL9.350m , 減衰 2.0%)

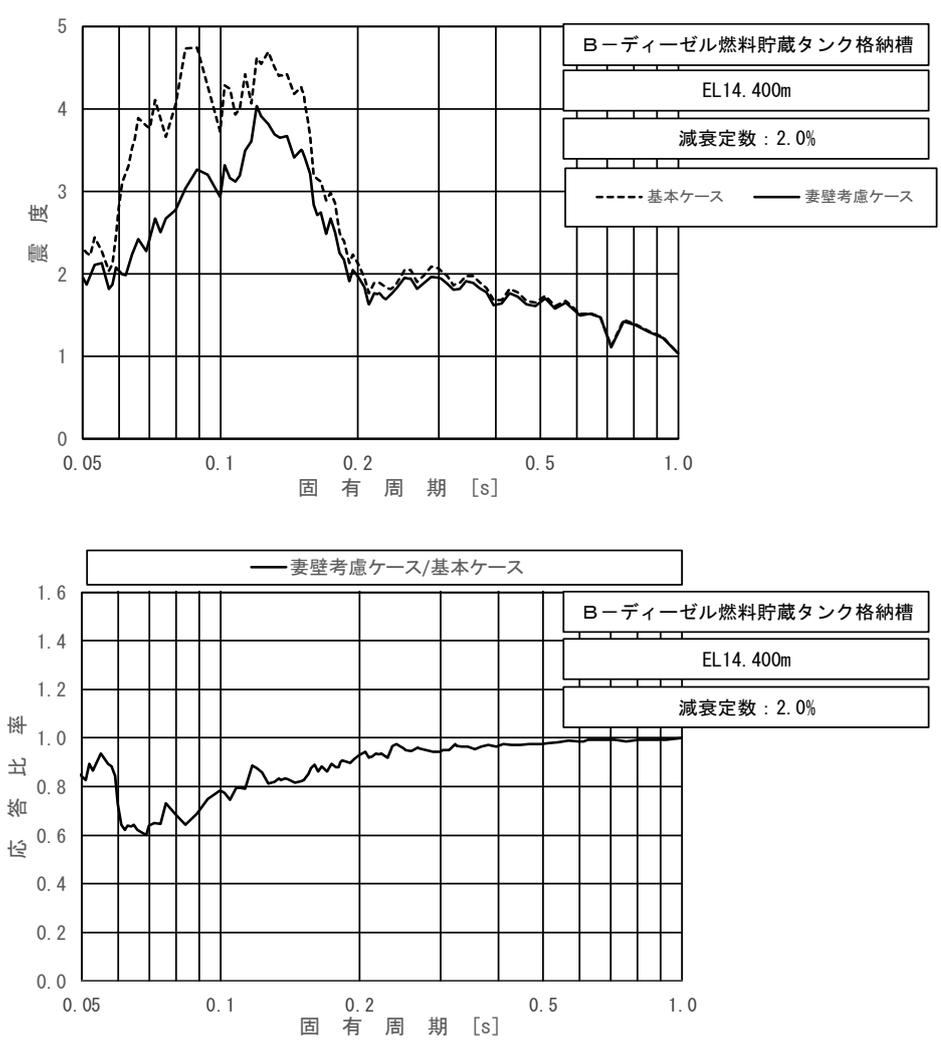


図 3.1.1-2 (1/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (EW), EL14.400m, 減衰 2.0%)

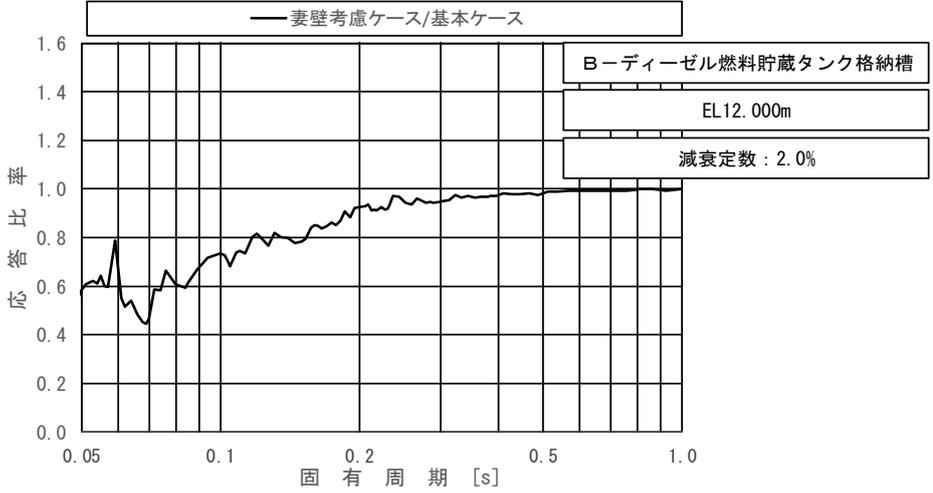
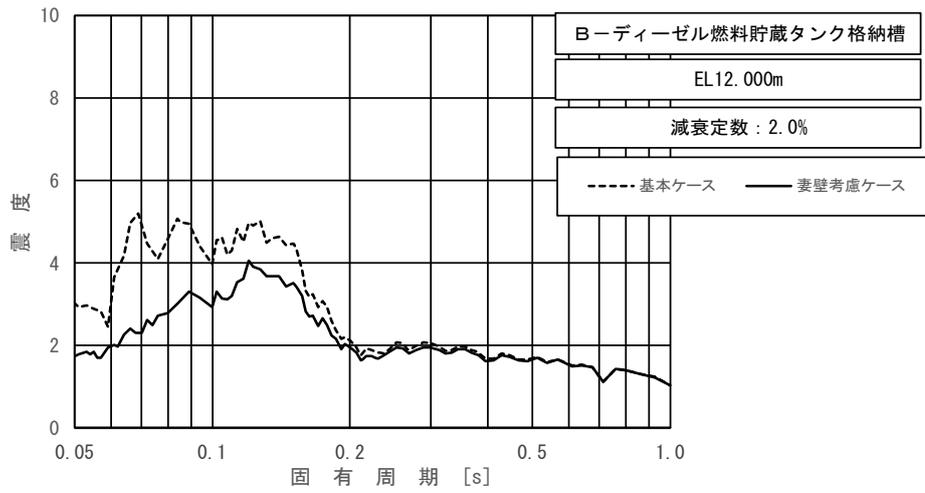


図 3.1.1-2 (2/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s-D (++) , 水平方向 (EW), EL12.000m, 減衰 2.0%)

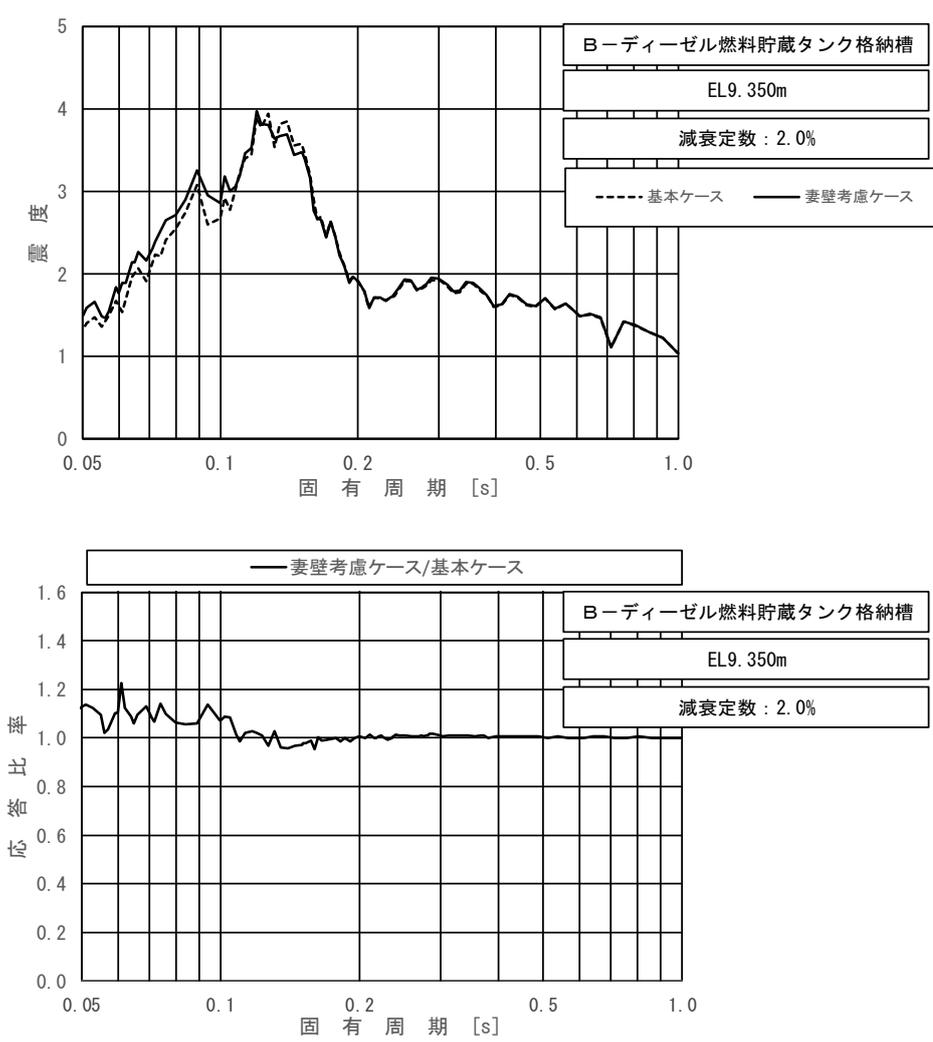


図 3.1.1-2 (3/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (EW), EL9.350m, 減衰 2.0%)

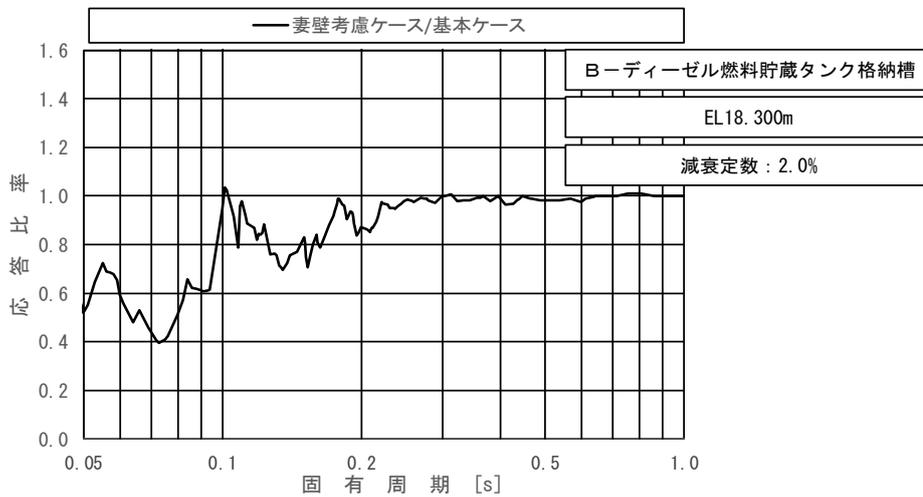
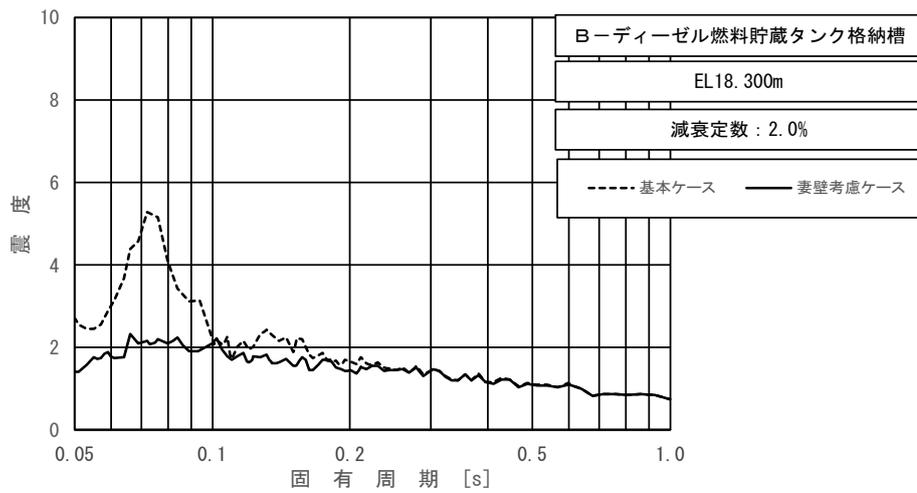


図 3.1.1-3 (1/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL18.300m, 減衰 2.0%)

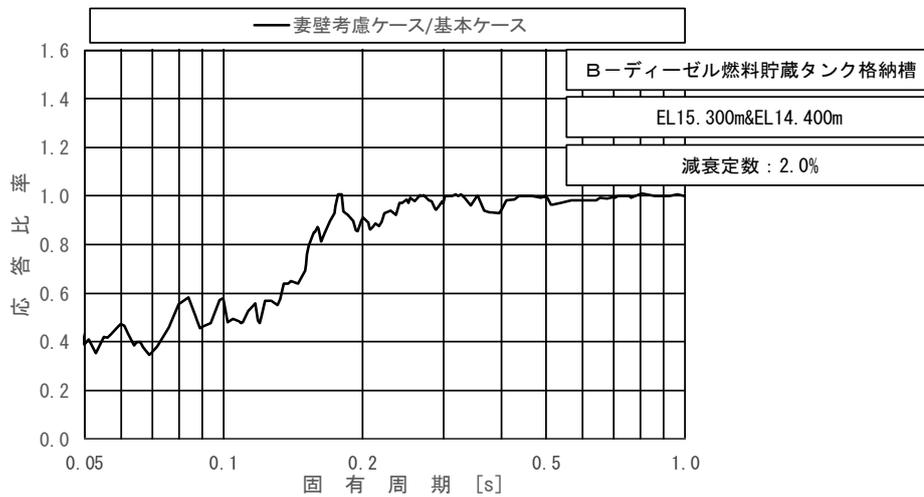
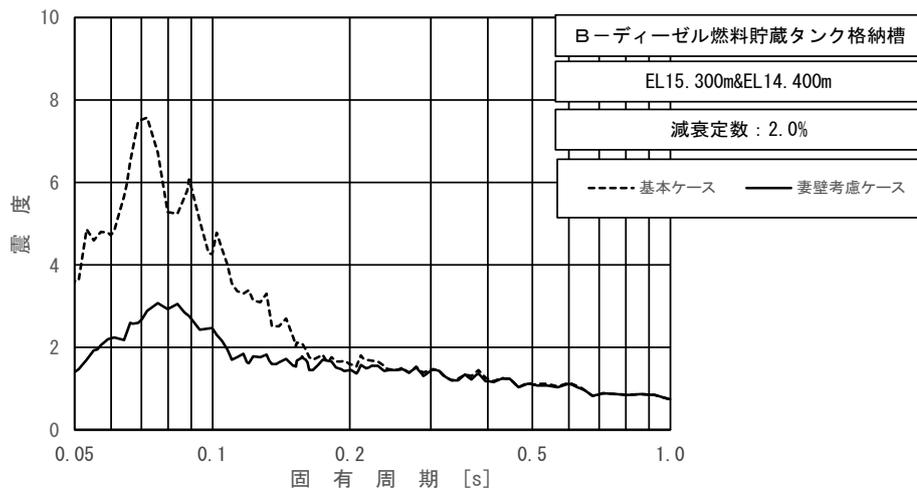


図 3.1.1-3 (2/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
(基準地震動 S_s-D (++) , 鉛直方向, EL15.300m~EL14.400m, 減衰 2.0%)

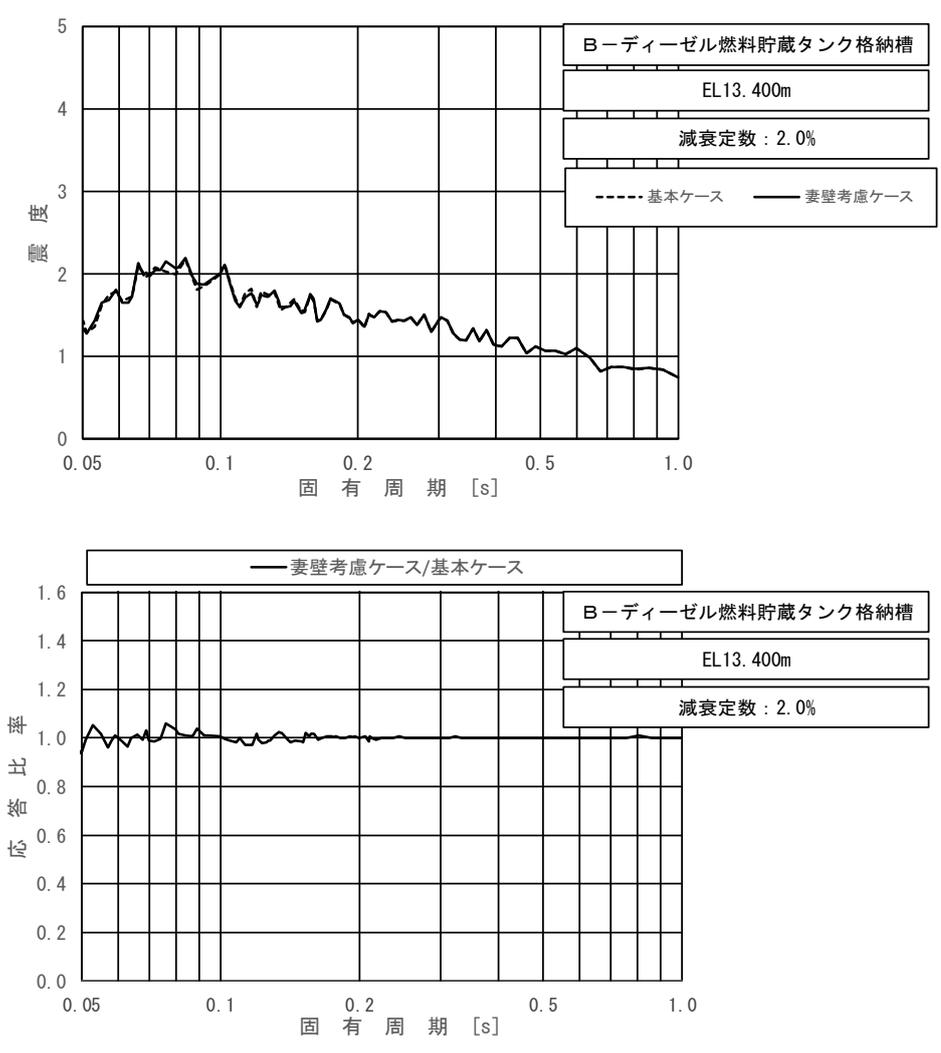


図 3.1.1-3 (3/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL13.400m, 減衰 2.0%)

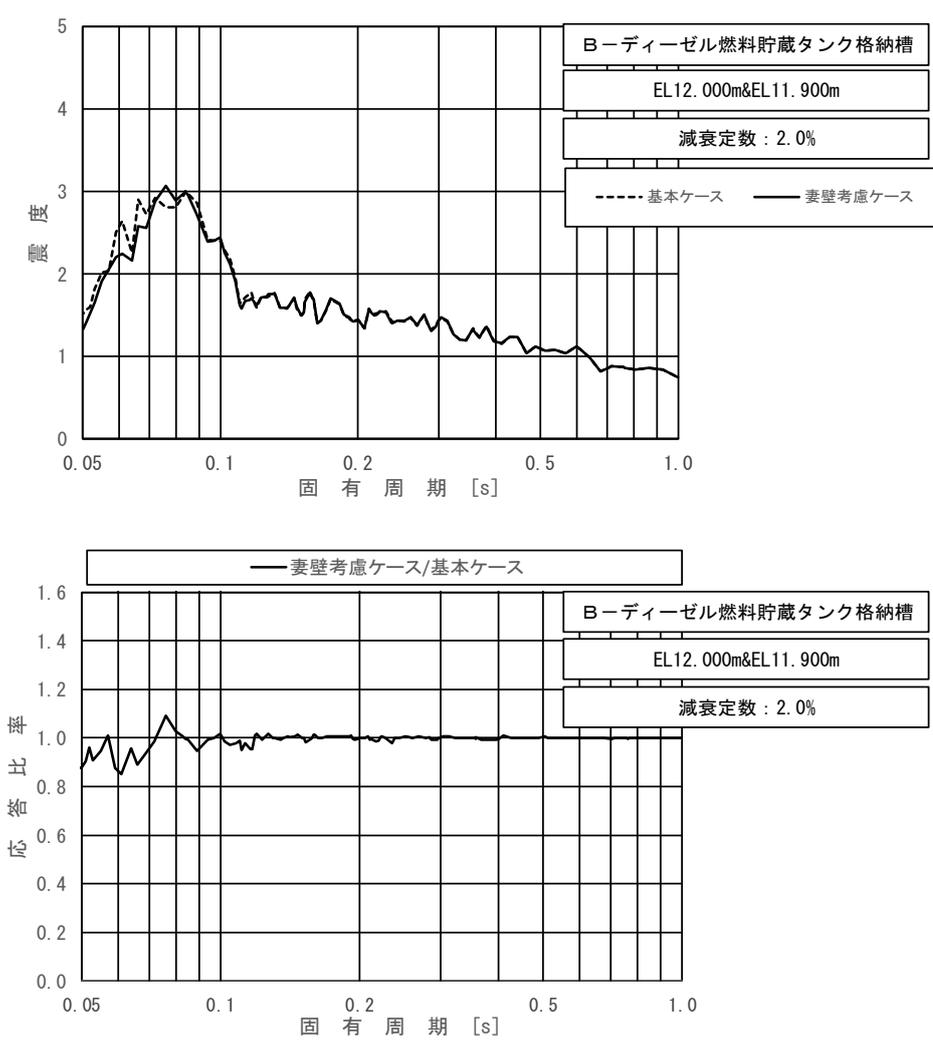


図 3.1.1-3 (4/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL12.000m~EL11.900m, 減衰 2.0%)

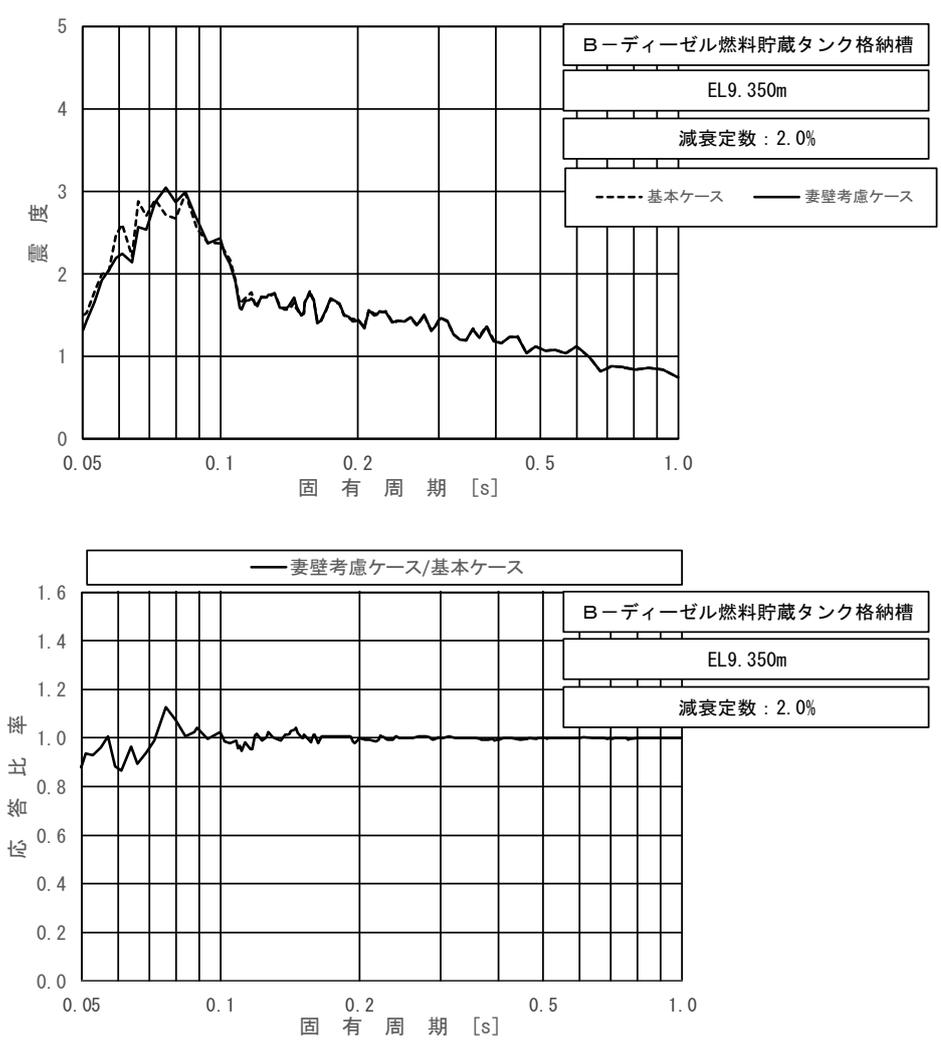


図 3.1.1-3 (5/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 鉛直方向, EL9.350m, 減衰 2.0%)

3.1.2 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3.1.2-1~2, 床応答スペクトルを図3.1.2-1~2に示す。

表3.1.2-1 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 ($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.0$		②/① 応答比率
	NS方向			① 基本ケース	② 妻壁考慮 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	1.62	1.33
	1865 2160 2466	1802	8.800~ 7.600	0.80	0.86	1.08
	1872 2472	2286	2.700	0.77	0.71	0.93

表3.1.2-2 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 ($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.0$		②/① 応答比率
	鉛直方向				① 基本ケース	② 妻壁考慮 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	0.60	0.23
	1865 2160 2466	1802	2243	8.800~ 7.600	0.82	0.58	0.71
	1872 2472	2286	1500 2249	2.700	1.55	0.58	0.38

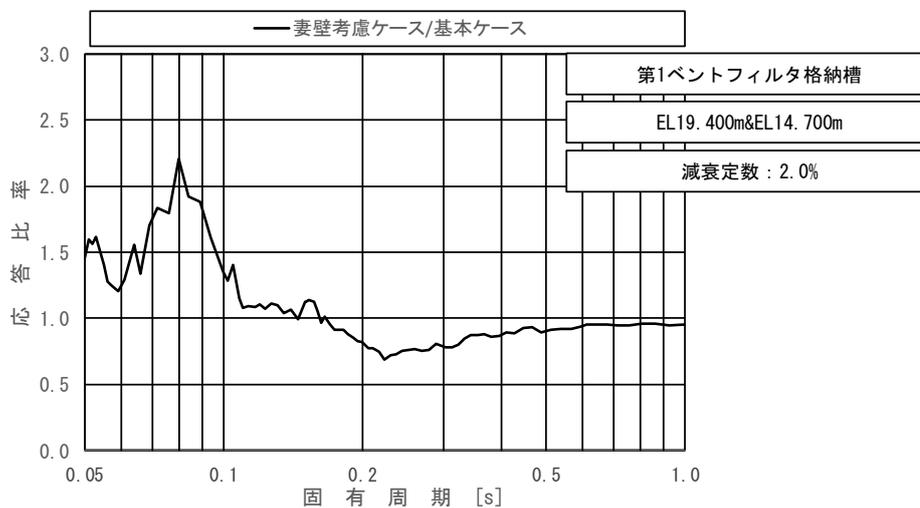
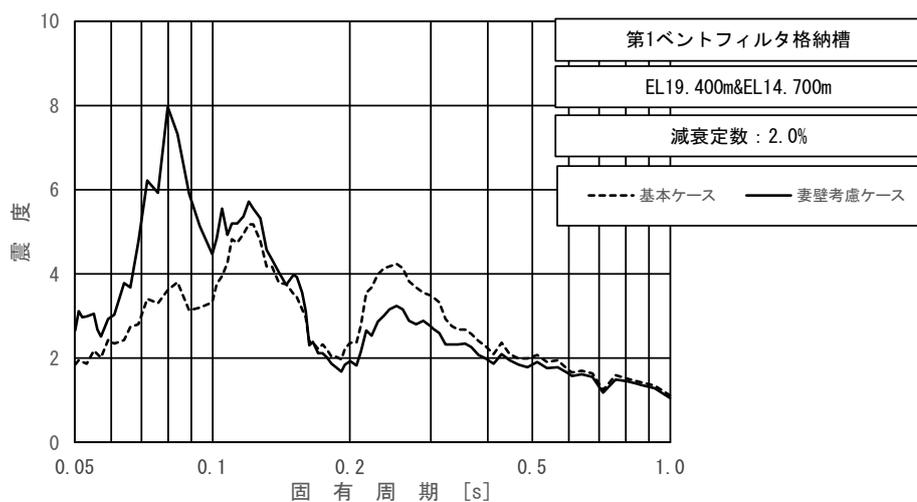


図 3.1.2-1 (1/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL19.400m~14.700m , 減衰 2.0%)

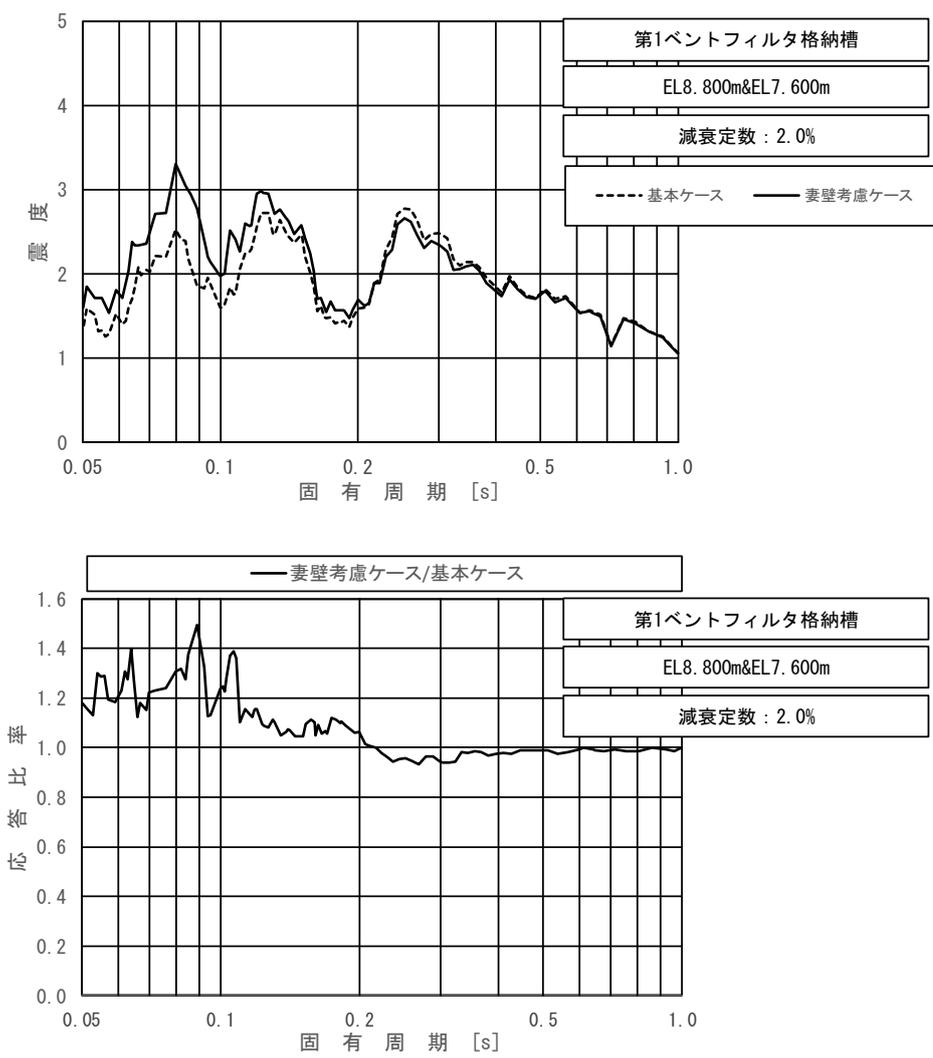


図 3.1.2-1 (2/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
(基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (NS) , EL8.800m~7.600m , 減衰 2.0%)

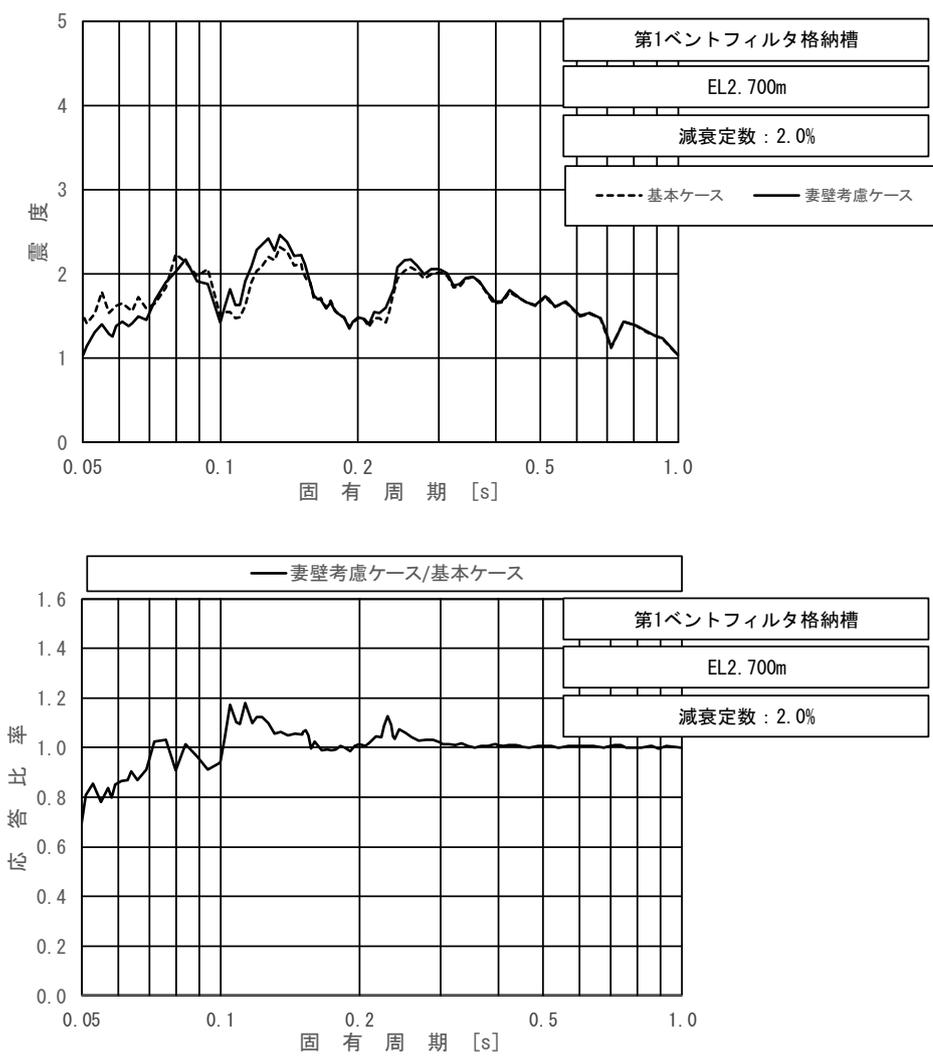


図 3.1.2-1 (3/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
(基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (NS) , EL2.700m , 減衰 2.0%)

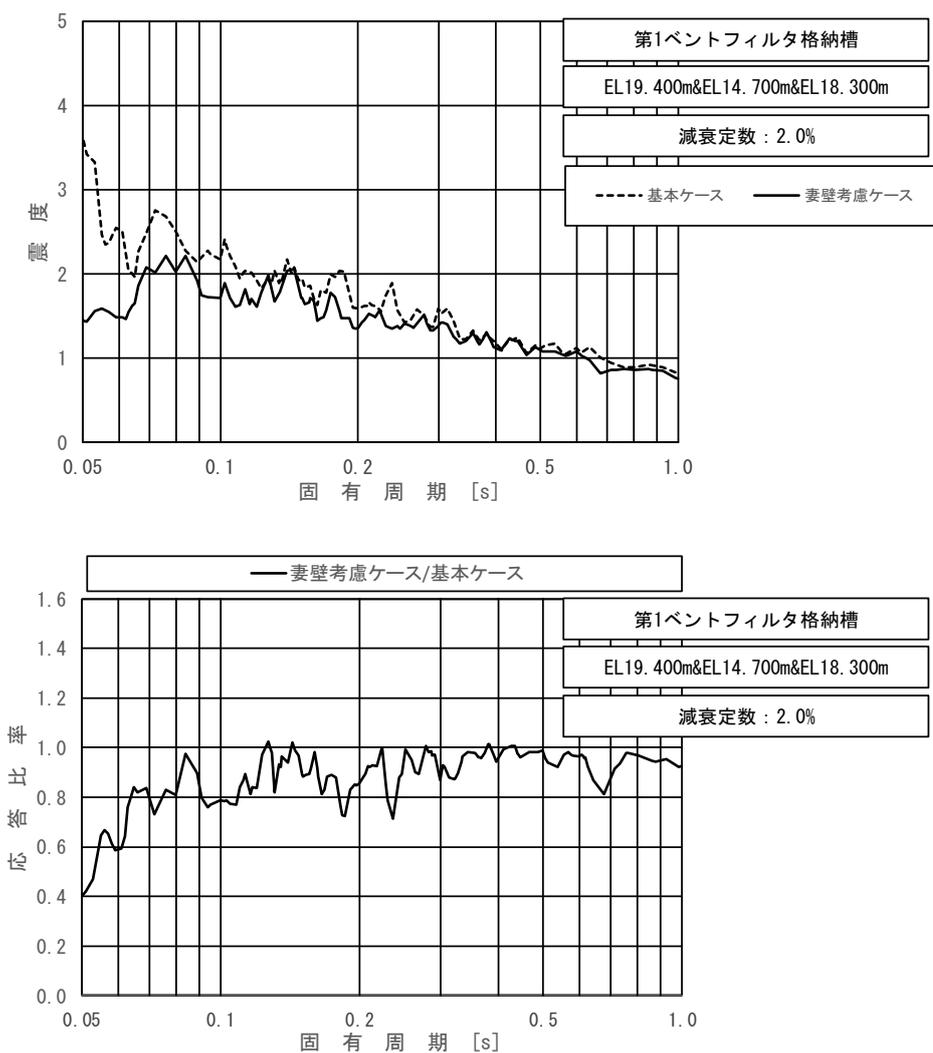


図 3.1.2-2 (1/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
(基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL19.400m~14.700m, 減衰 2.0%)

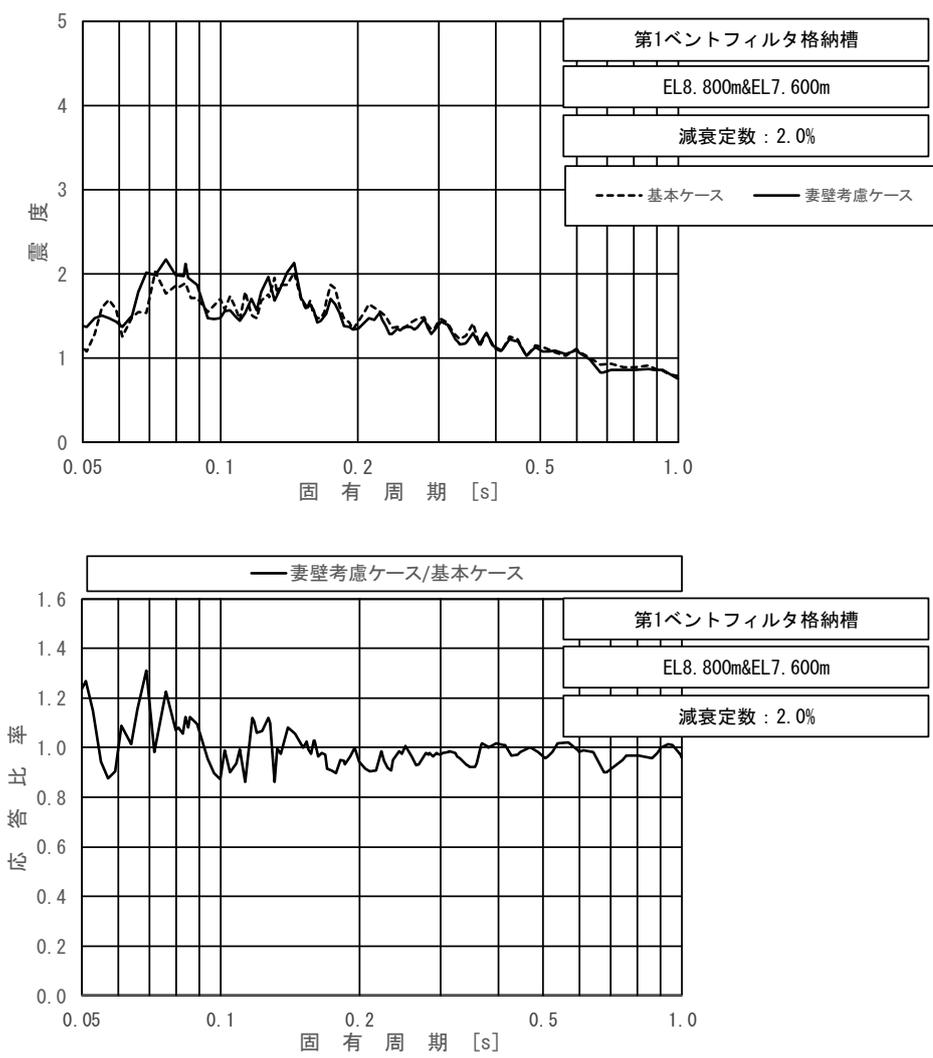


図 3.1.2-2 (2/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
(基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL8.800m~7.600m, 減衰 2.0%)

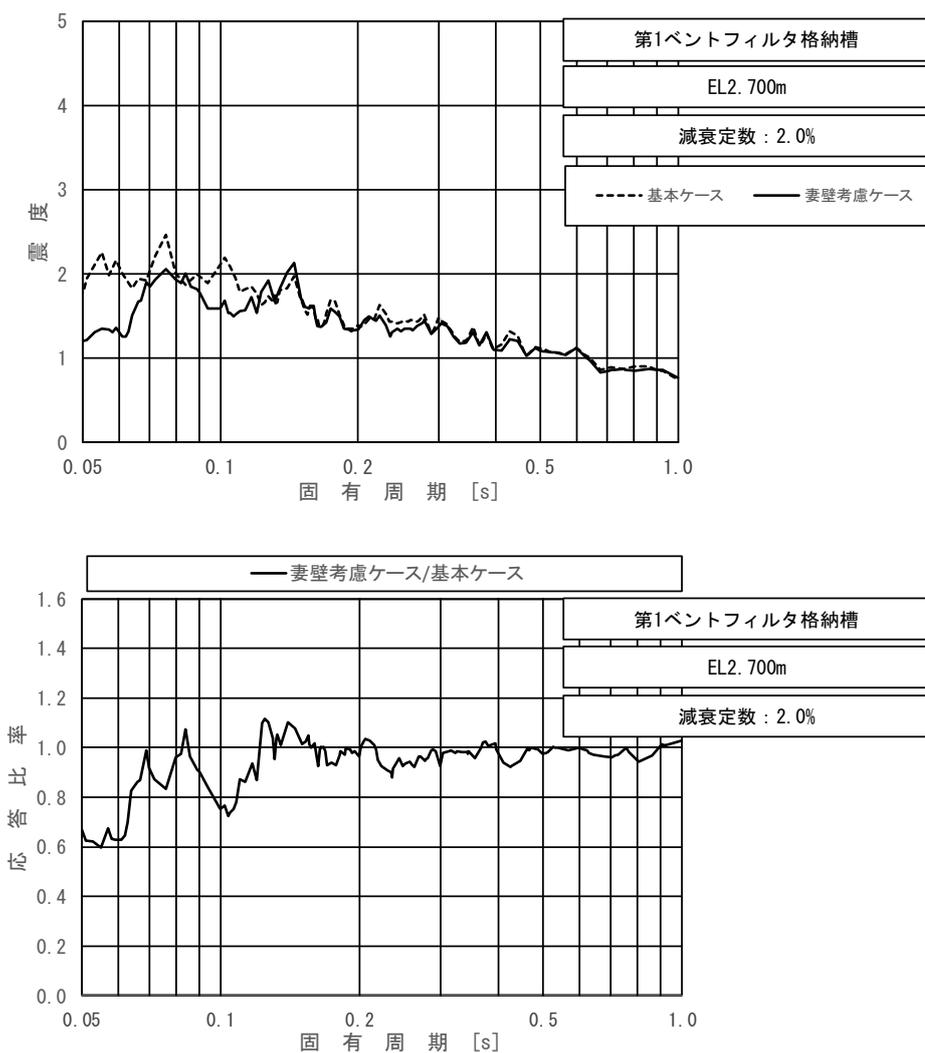


図 3.1.2-2 (3/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 鉛直方向, EL2.700m, 減衰 2.0%)

3.1.3 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 3.1.3-1~2, 床応答スペクトルを図 3.1.3-1~2 に示す。

表 3.1.3-1 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 ($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.0$		②/① 応答比率
	NS方向			① 基本ケース	② 妻壁考慮 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	1.03	1.09
	1931	1946 2121	14.700	0.98	0.91	0.93
	1939	1954	8.200	0.84	0.80	0.96
	1949 2189	1964	0.700	0.68	0.67	0.99

表 3.1.3-2 震度 (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
(基準地震動 $S_s - D$ (++) , 鉛直方向)

構造物名	節点番号			標高 EL (m)	震度 ($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.0$		②/① 応答比率
	鉛直方向				① 基本ケース	② 妻壁考慮 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(水室)	—	2042	2743	18.300	0.69	0.50	0.73
	1931	1946 2121	2397 2751	14.700	0.82	0.51	0.63
	1939	1954	2404	8.200	0.59	0.50	0.85
	1949 2189	1964	2413 2777 3472	0.700	0.56	0.49	0.88

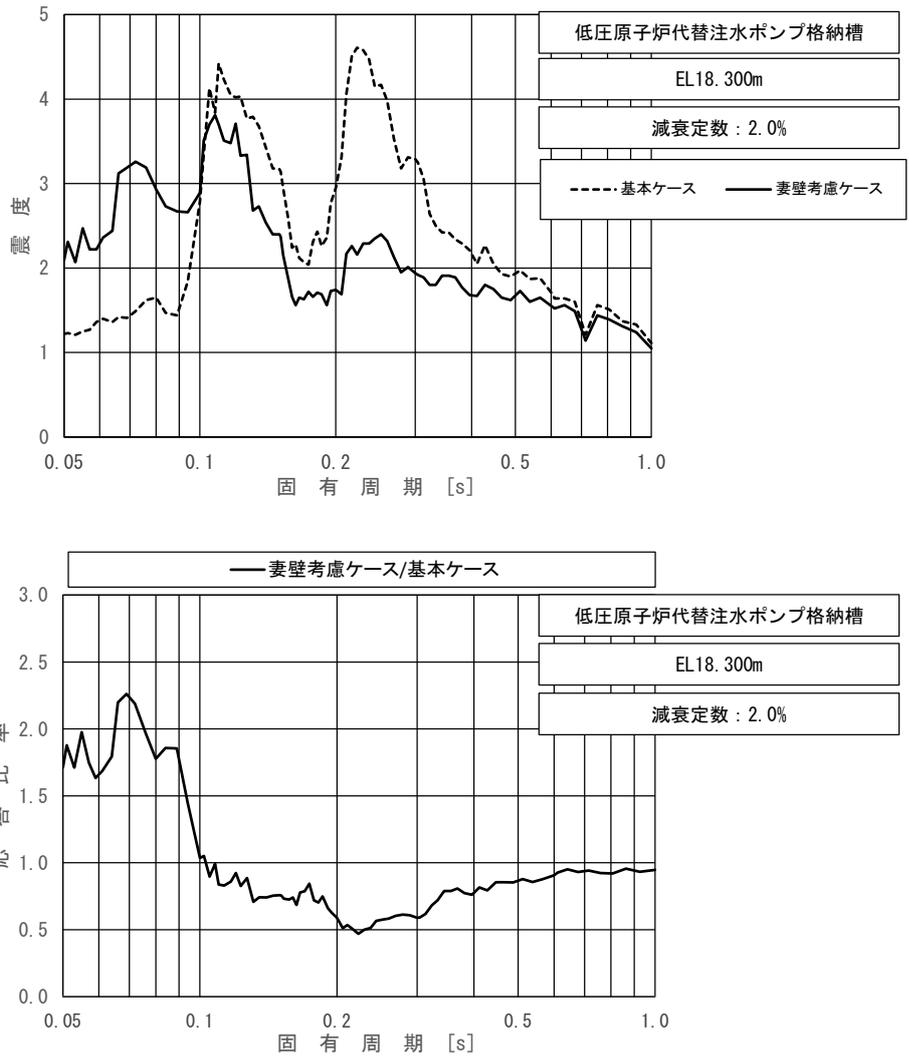


図 3.1.3-1 (1/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL18.300m , 減衰 2.0%)

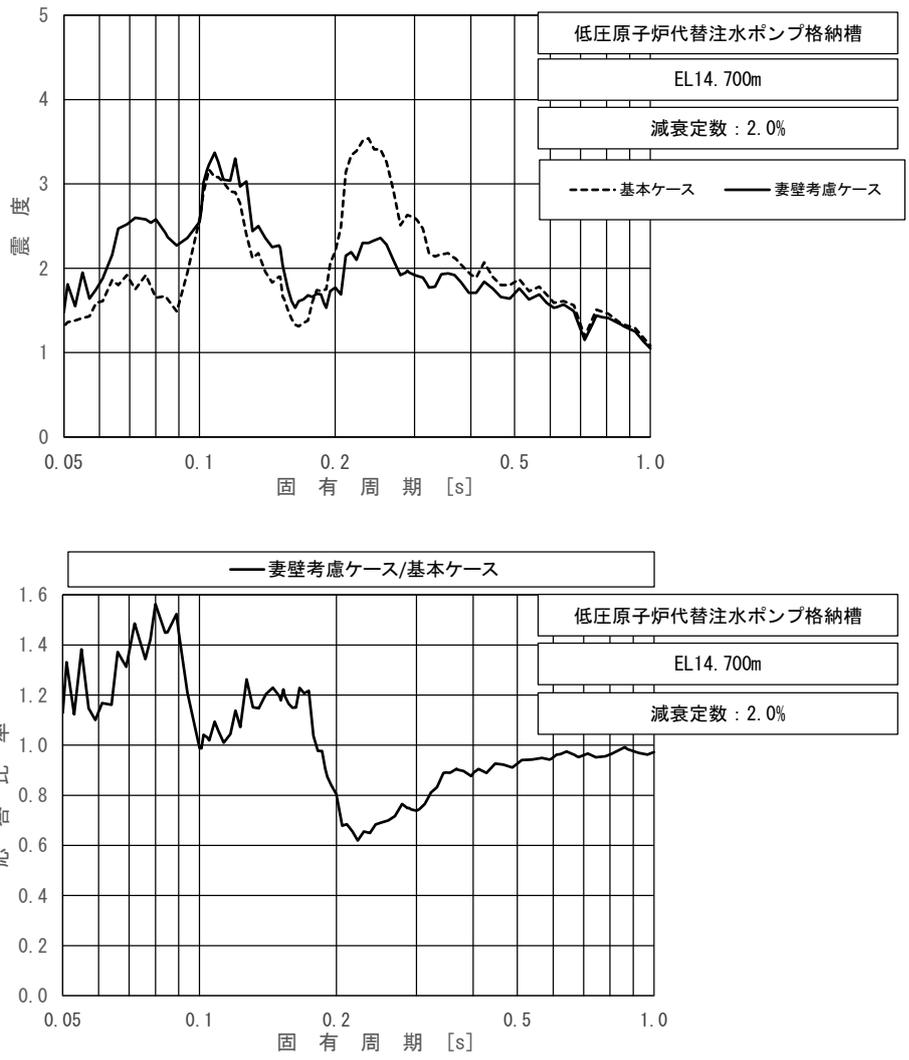


図 3.1.3-1 (2/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL14.700m , 減衰 2.0%)

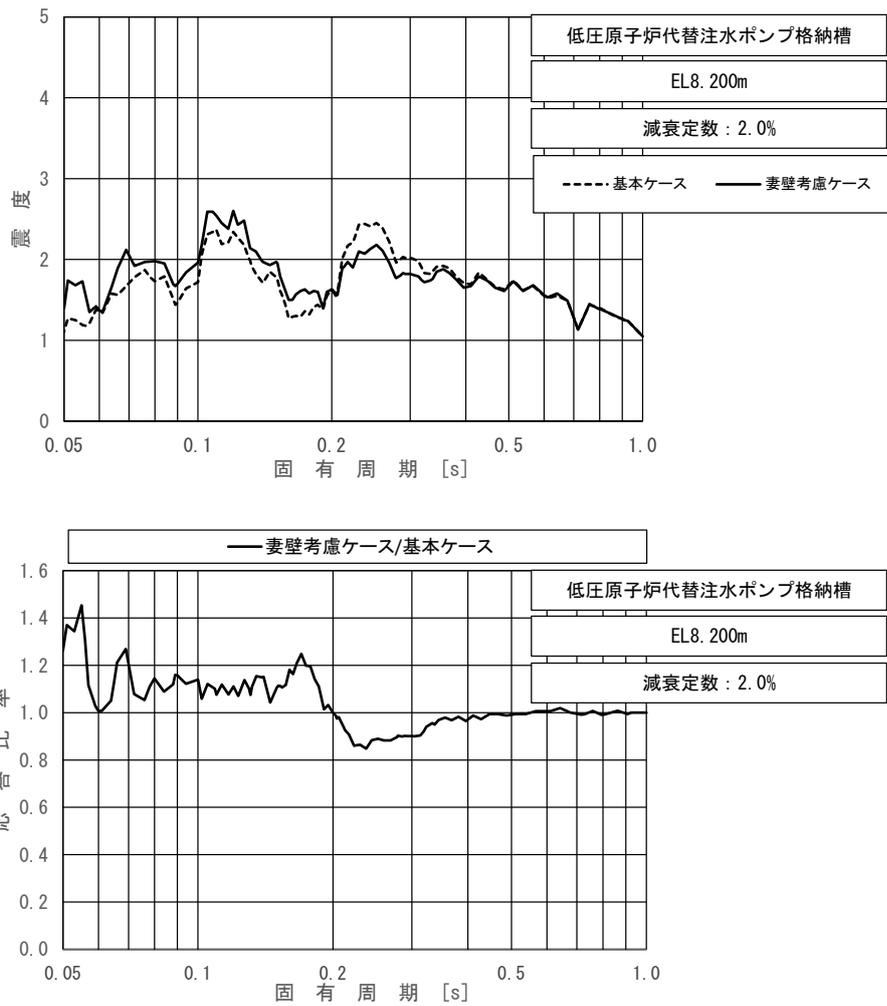


図 3.1.3-1 (3/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++)，水平方向 (NS)，EL8.200m，減衰 2.0%)

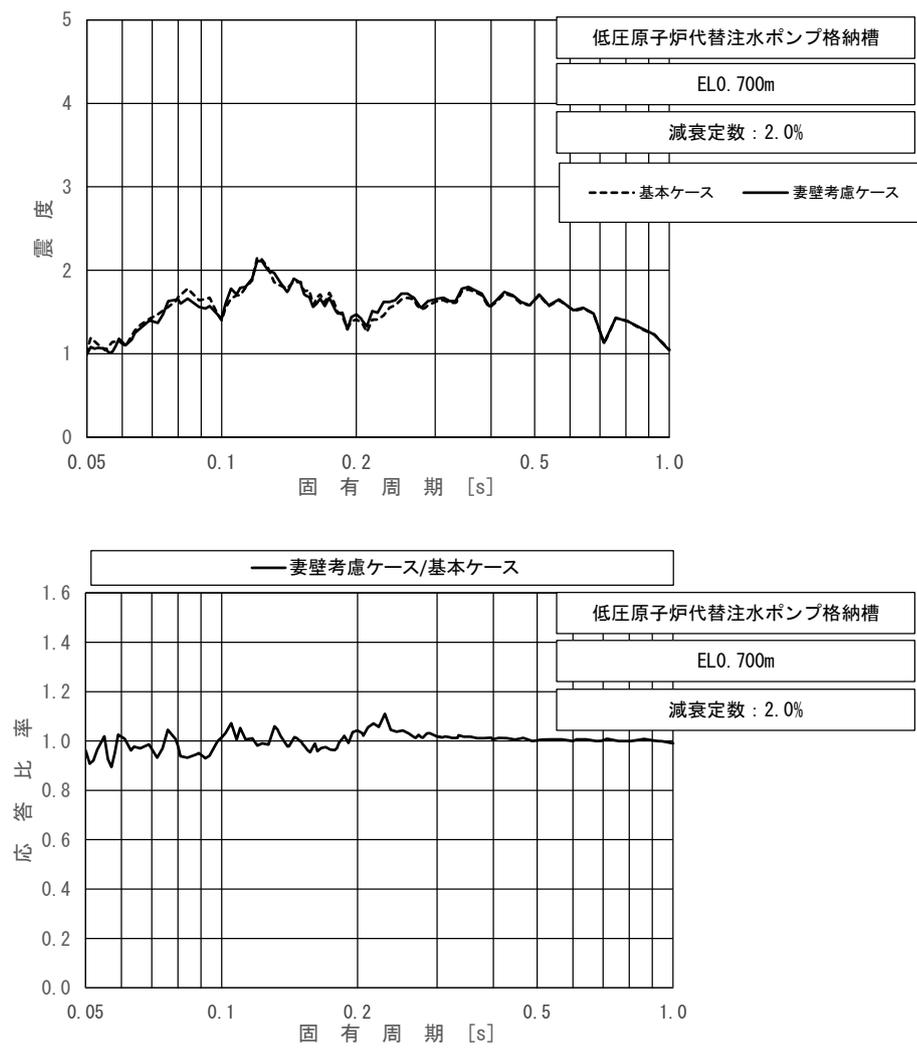


図 3.1.3-1 (4/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++) , 水平方向 (NS) , ELO. 700m , 減衰 2.0%)

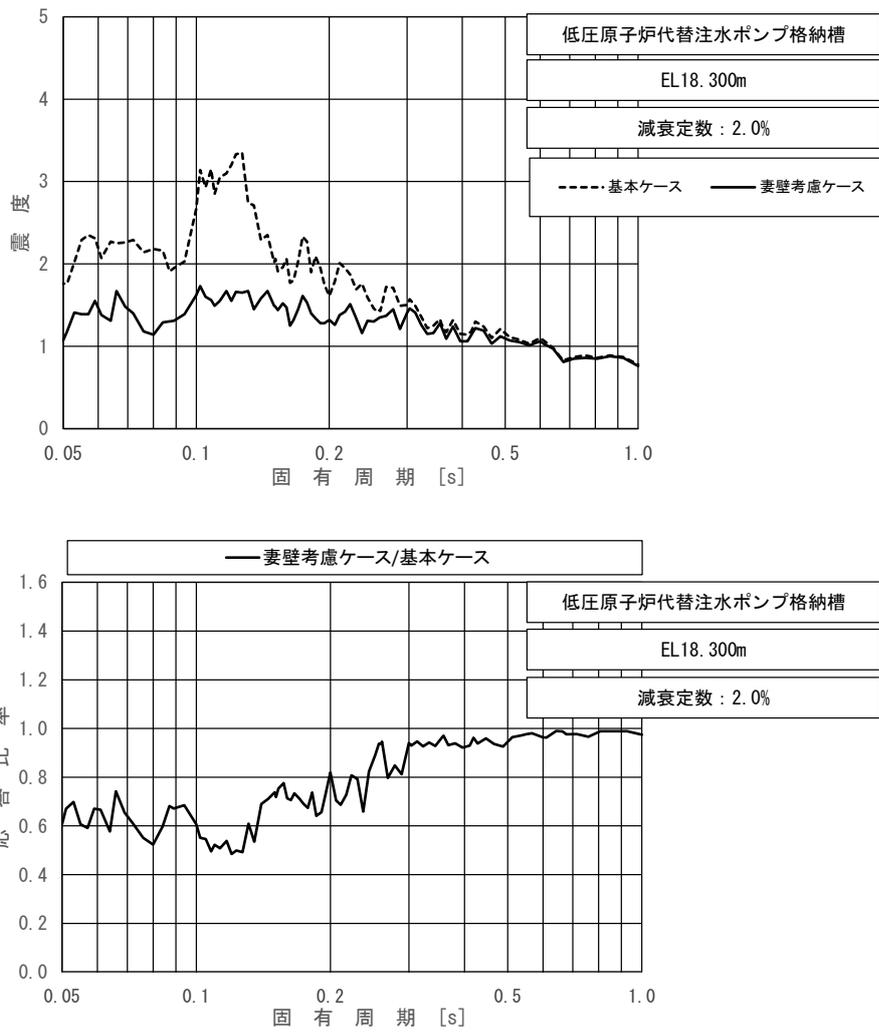


図 3.1.3-2 (1/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL18.300m, 減衰 2.0%)

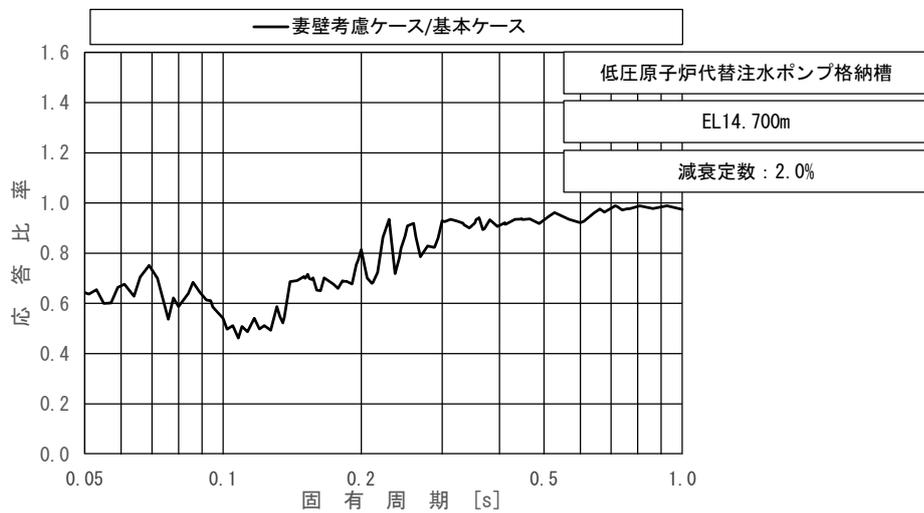
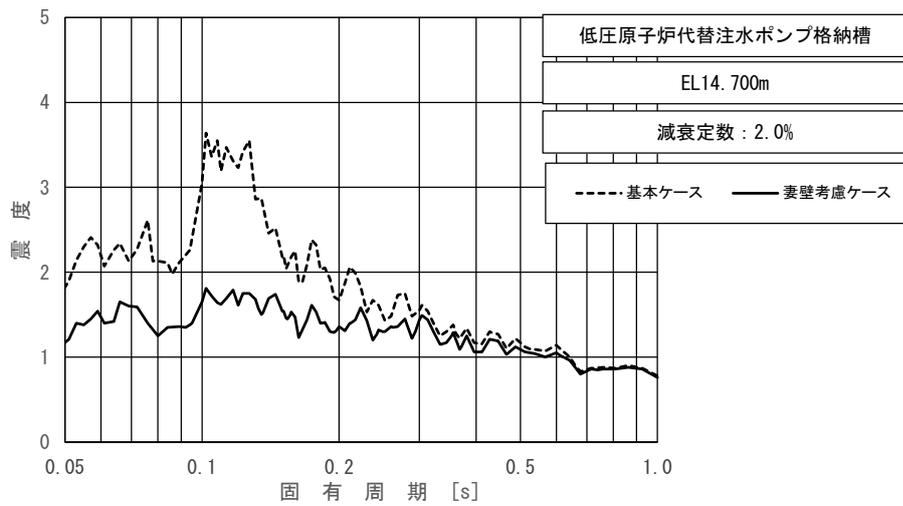


図 3.1.3-2 (2/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL14.700m, 減衰 2.0%)

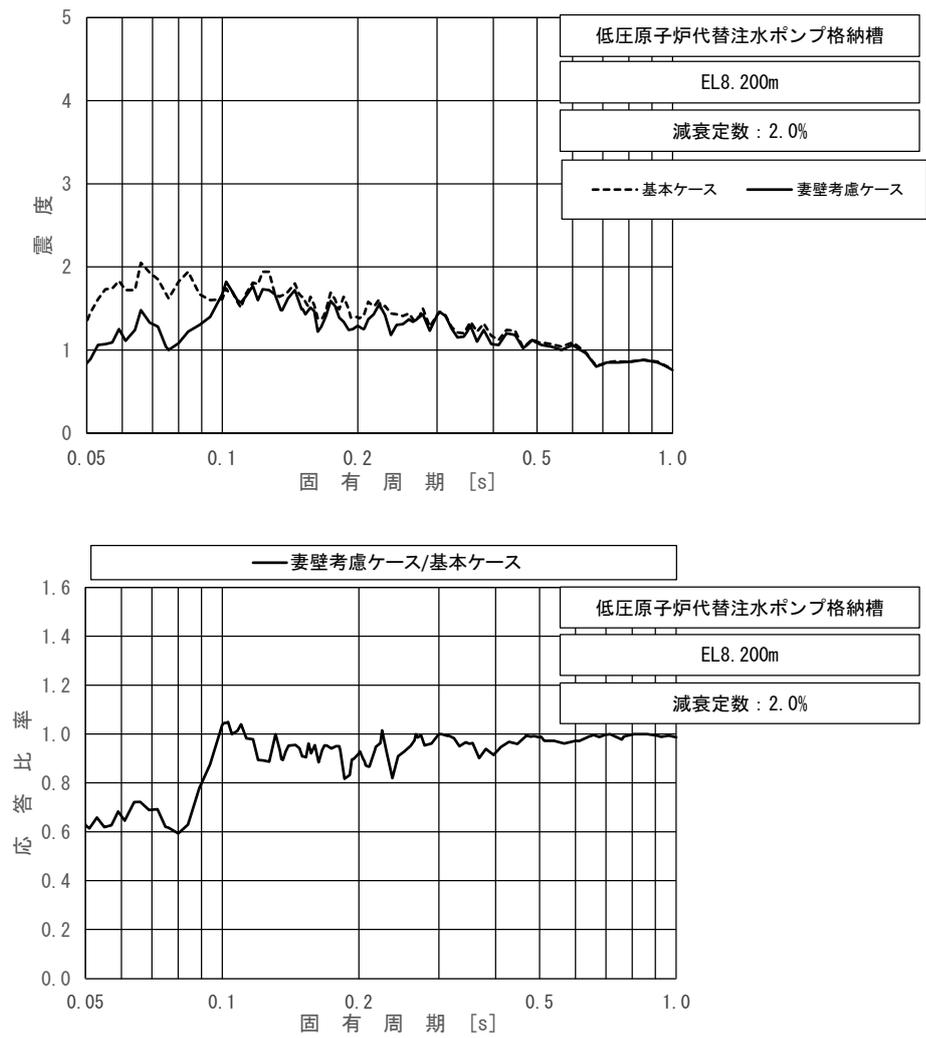


図 3.1.3-2 (3/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++)，鉛直方向，EL8.200m，減衰 2.0%)

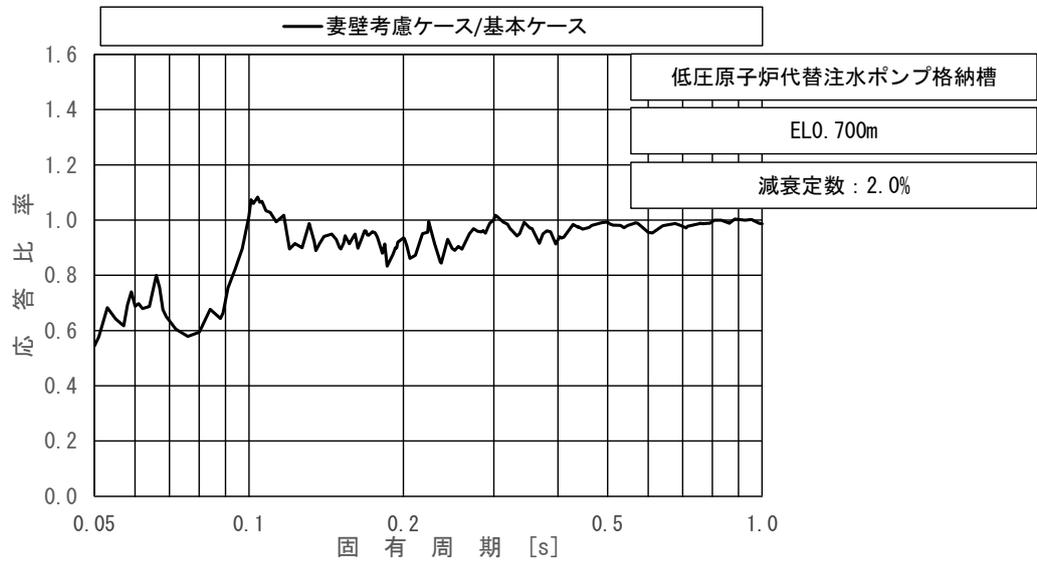
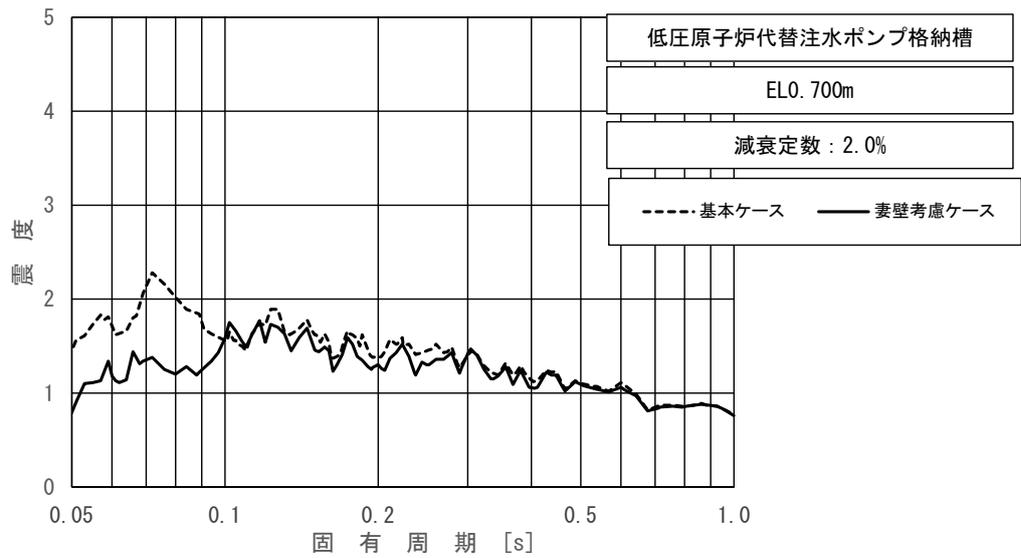


図 3.1.3-2 (4/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)
 (基準地震動 $S_s - D$ (++)，鉛直方向，EL0.700m，減衰 2.0%)

3.2 影響検討結果

「2. 検討方針」に示す影響検討フローに従った検討を行い、簡易評価①の結果、全ての設備について、応答比率が設備の裕度以下となることを確認した。

4. まとめ

屋外重要土木構造物等に対して妻壁の剛性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妻壁の剛性を考慮した場合でも機器・配管系の耐震性に影響はないことを確認した。