

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7添-2-015 改5
提出年月日	2020年8月17日

V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書

2020年8月

東京電力ホールディングス株式会社

V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書

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 解析方針	14
2.4 適用規格・基準等	16
3. 解析方法	17
3.1 設計用模擬地震波	17
3.2 地震応答解析モデル	40
3.2.1 水平方向モデル	41
3.2.2 鉛直方向モデル	42
3.3 解析方法	84
3.3.1 動的解析	84
3.3.2 静的解析	84
3.3.3 必要保有水平耐力	85
3.4 解析条件	86
3.4.1 建物・構築物の復元力特性	86
3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性	95
3.4.3 誘発上下動を考慮する場合の基礎浮上り評価法	96
3.4.4 材料物性の不確かさ等	98
4. 解析結果	100
4.1 動的解析	100
4.1.1 固有値解析結果	100
4.1.2 応答解析結果	100
4.2 静的解析	166
4.3 必要保有水平耐力	169

別紙 原子炉建屋における改造工事に伴う重量増加を反映した地震応答解析

: 今回提出範囲

別紙 原子炉建屋における改造工事に伴う重量増加を反映した
地震応答解析

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 解析方針	2
2.2 適用規格・基準等	4
3. 解析方法	5
3.1 設計用模擬地震波	5
3.2 地震応答解析モデル	6
3.2.1 水平方向モデル	7
3.2.2 鉛直方向モデル	8
3.3 解析方法	17
3.3.1 動的解析	17
3.4 解析条件	18
3.4.1 建物・構築物の復元力特性	18
3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性	23
4. 解析結果	24
4.1 動的解析	24
4.1.1 固有値解析結果	24
4.1.2 応答解析結果	24
4.2 応答比率の算定	44
4.3 原子炉建屋の地震応答解析による評価に与える影響	59
4.3.1 最大せん断ひずみ	59
4.4 機器・配管系の耐震性への影響	63
4.4.1 影響検討方法	63
4.4.2 応答比率を考慮した耐震条件	63
4.4.3 影響検討結果	75
5. まとめ	76

: 今回提出範囲

1. 概要

本資料は、原子炉建屋の設備の補強や追加等の改造工事に伴い重量が増加することの影響を考慮したモデル（以下「補強反映モデル」という。）の諸元及び地震応答解析結果を示すとともに、原子炉建屋及び原子炉建屋内に設置される機器・配管系への影響検討結果を示すものである。

4.4 機器・配管系の耐震性への影響

原子炉建屋の設備の補強や追加改造工事に伴い重量が増加する影響を考慮した地震応答解析結果を踏まえ、原子炉建屋内に設置される機器・配管系の耐震性への影響を検討する。

4.4.1 影響検討方法

4.1 項における地震応答解析結果を用いて算定した応答比率（補強反映モデル／今回工認モデル）を考慮した耐震条件（以下「応答比率を考慮した耐震条件」という。）を用いて、以下の手順により影響検討を行う。

- ・ 応答比率を考慮した耐震条件と耐震計算に用いる耐震条件の比率と設備の裕度（許容値／発生値）を用いた評価により耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。
- ・ 抽出された設備について、応答比率を考慮した耐震条件を用いた評価を行い、発生値が許容値を超えないことを確認する。

4.4.2 応答比率を考慮した耐震条件

応答比率を考慮した耐震条件のうち、基準地震動 S_s の最大応答加速度を表 4-13 に、減衰定数 1.0% の床応答スペクトルを図 4-14 及び図 4-15 に示す。

表 4-13 最大応答加速度（基準地震動 S s）（1/2）

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.0$	
		水平方向	鉛直方向
49.7	1	1.87	1.02
38.2	2	1.34	0.99
31.7	3	1.14	0.96
23.5	4	1.01	0.93
18.1	5	0.94	0.90
12.3	6	0.89	0.88
4.8	7	0.83	0.84
-1.7	8	0.86	0.83
-8.2	9	0.74	0.85
-13.7	10	0.72	0.85

表 4-13 最大応答加速度（基準地震動 S s）（2/2）

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.2$	
		水平方向	鉛直方向
49.7	1	2.25	1.23
38.2	2	1.61	1.18
31.7	3	1.37	1.15
23.5	4	1.20	1.12
18.1	5	1.13	1.08
12.3	6	1.07	1.06
4.8	7	0.99	1.00
-1.7	8	1.03	1.00
-8.2	9	0.89	1.01
-13.7	10	0.86	1.01

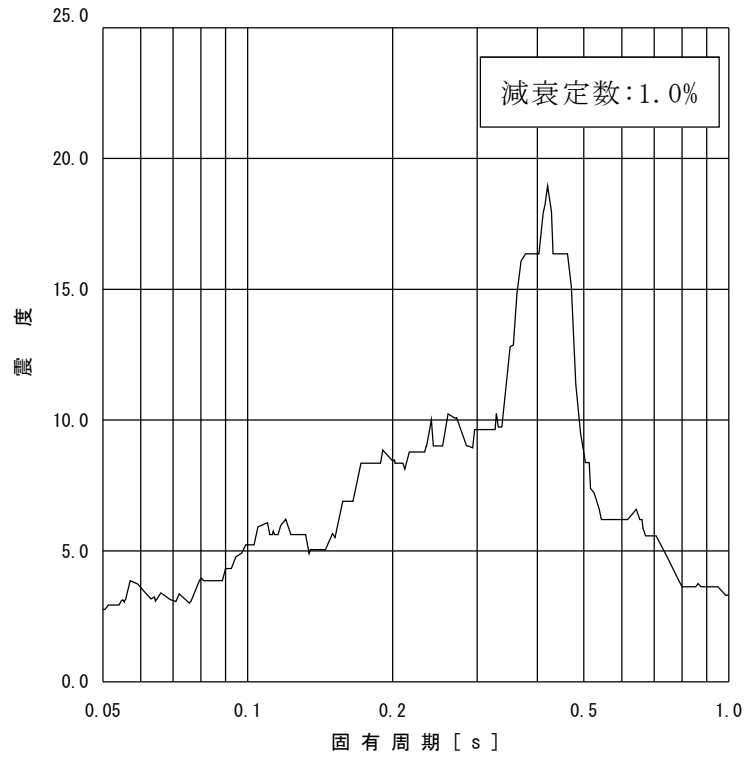


図 4-14 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 49.7m）(1/10)

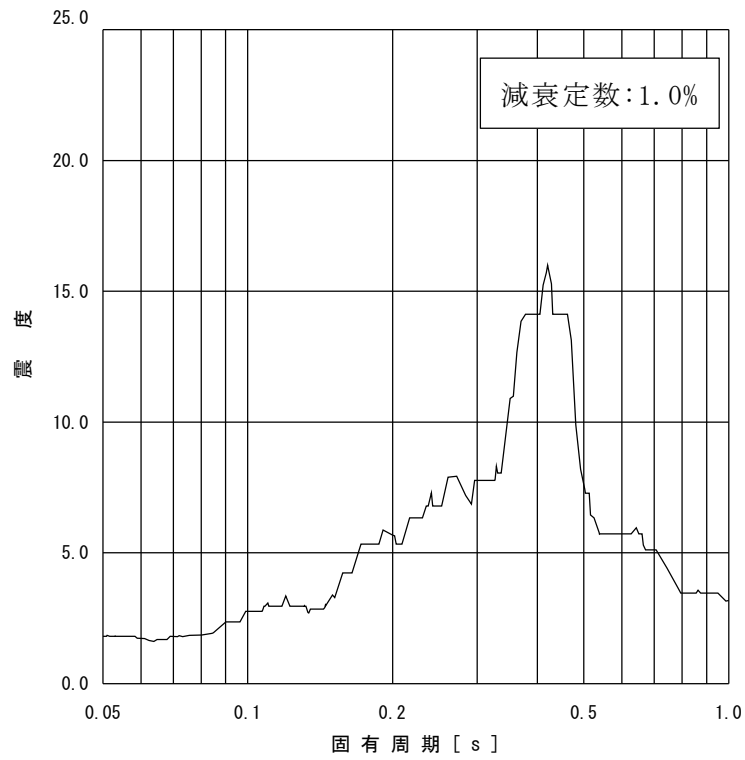


図 4-14 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 38.2m）(2/10)

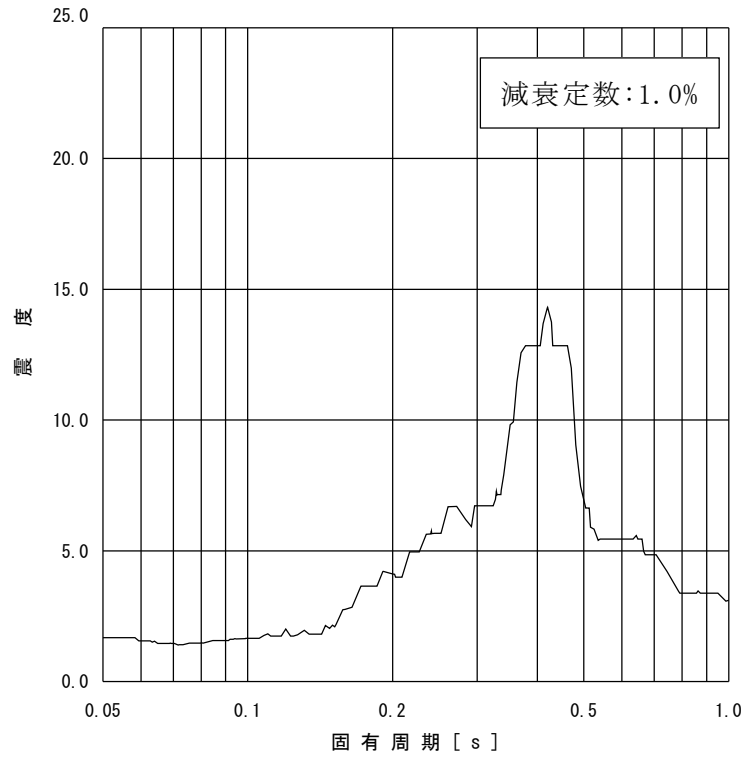


図 4-14 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 31.7m）（3/10）

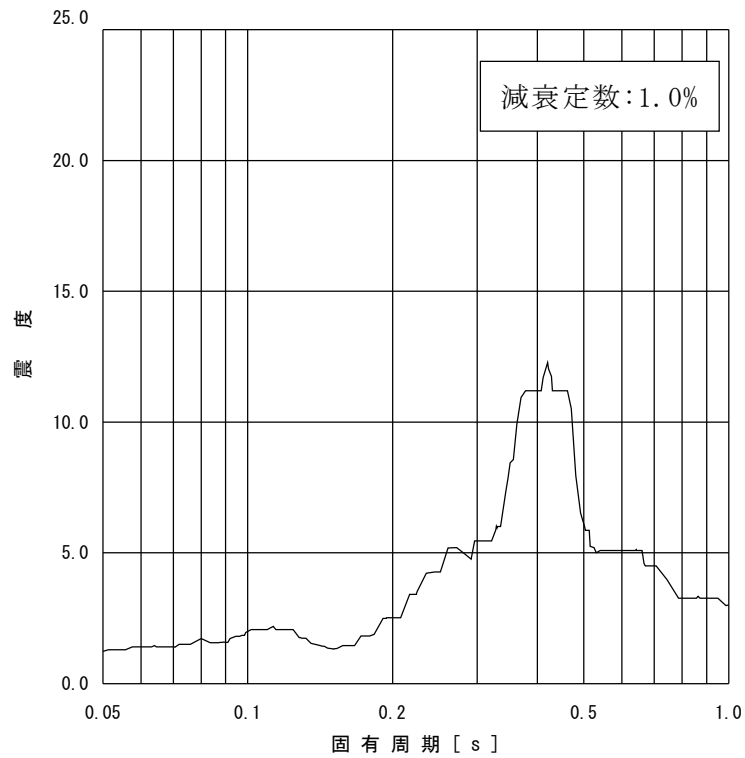


図 4-14 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 23.5m）（4/10）

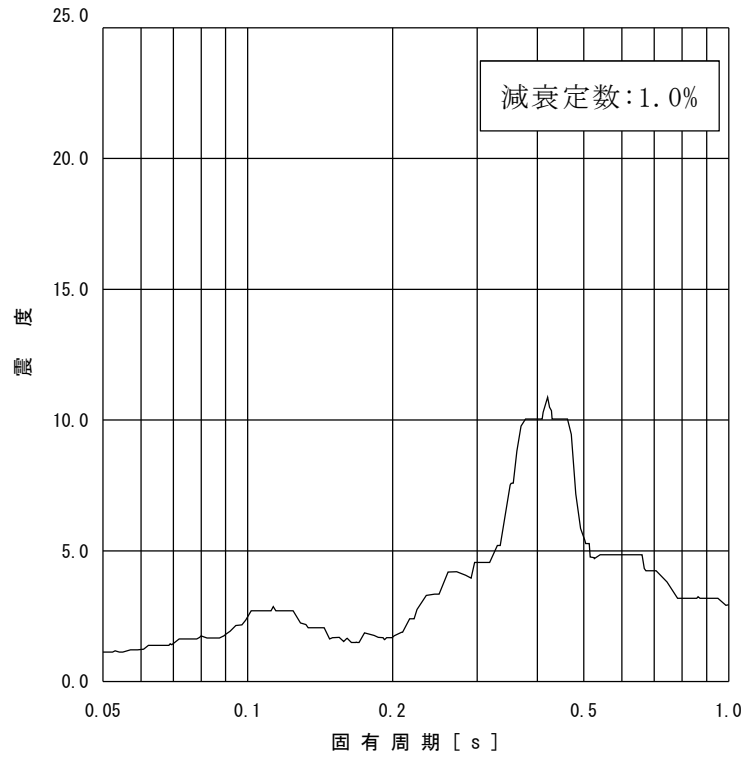


図 4-14 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 18.1m）（5/10）

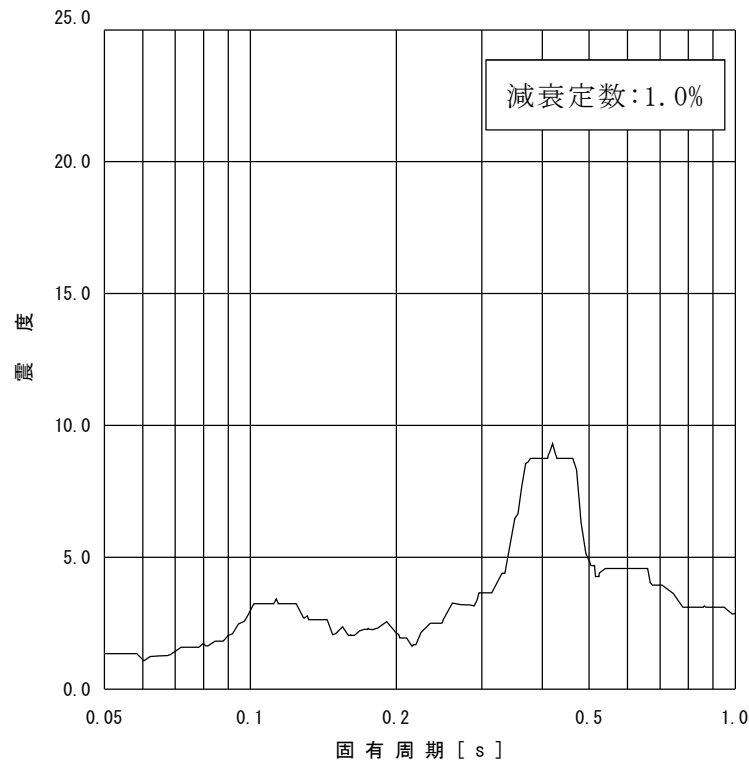


図 4-14 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 12.3m）（6/10）

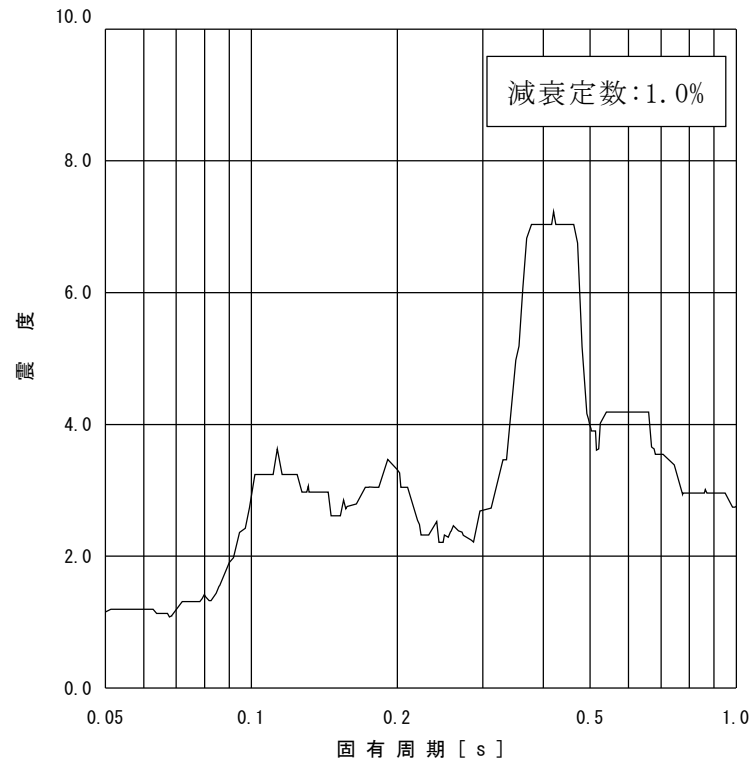


図 4-14 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 4.8m）（7/10）

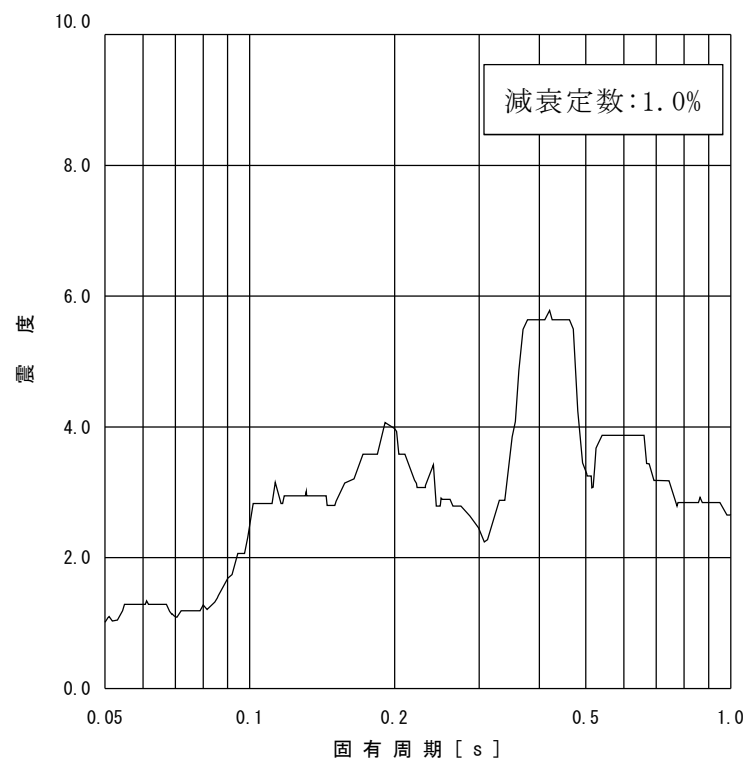


図 4-14 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. -1.7m）（8/10）

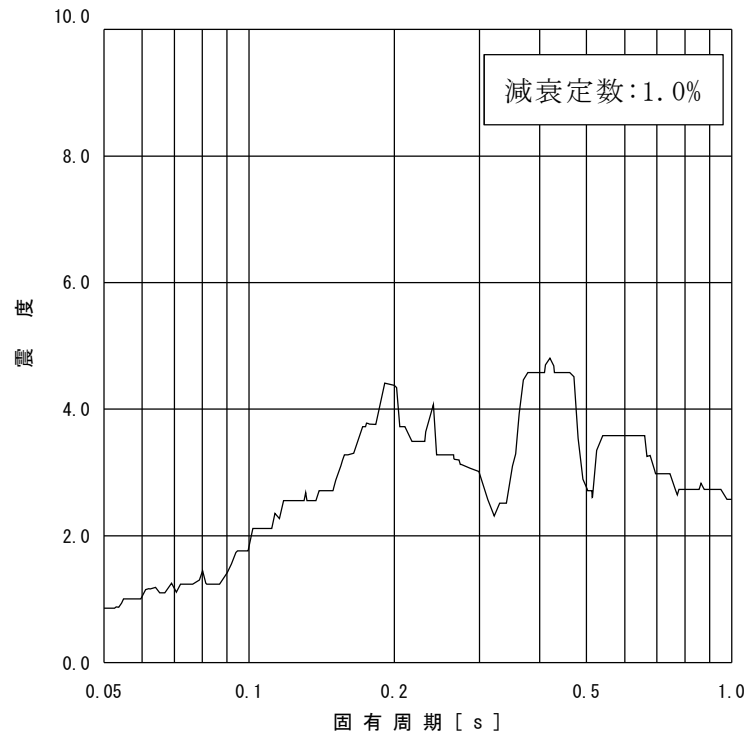


図 4-14 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. -8.2m）(9/10)

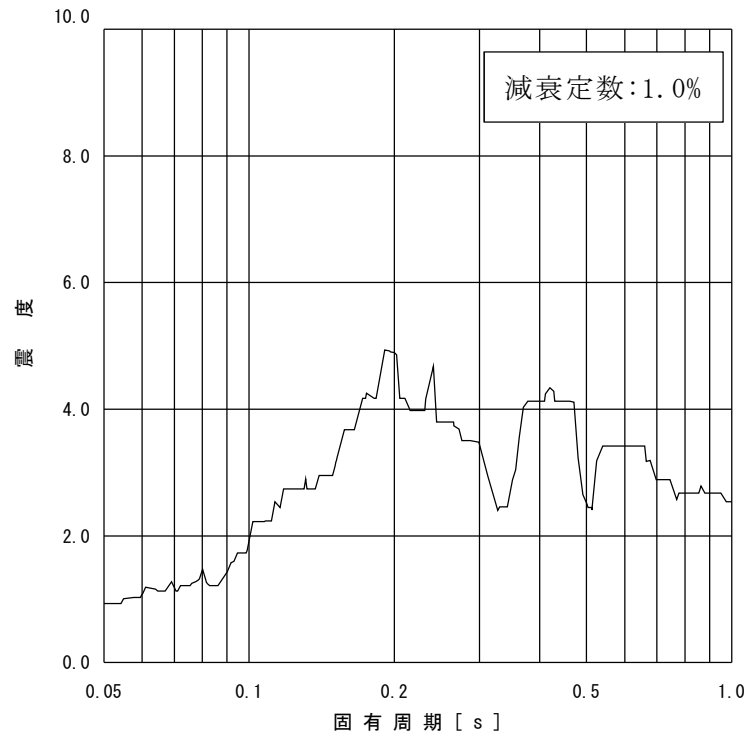


図 4-14 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. -13.7m）(10/10)

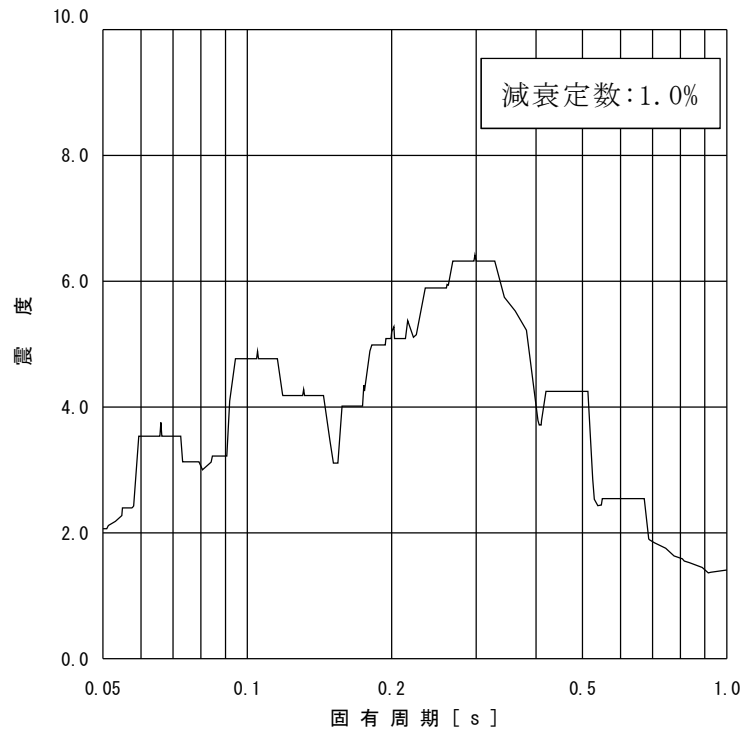


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S s ，鉛直方向，T.M.S.L. 49.7m）（1/10）

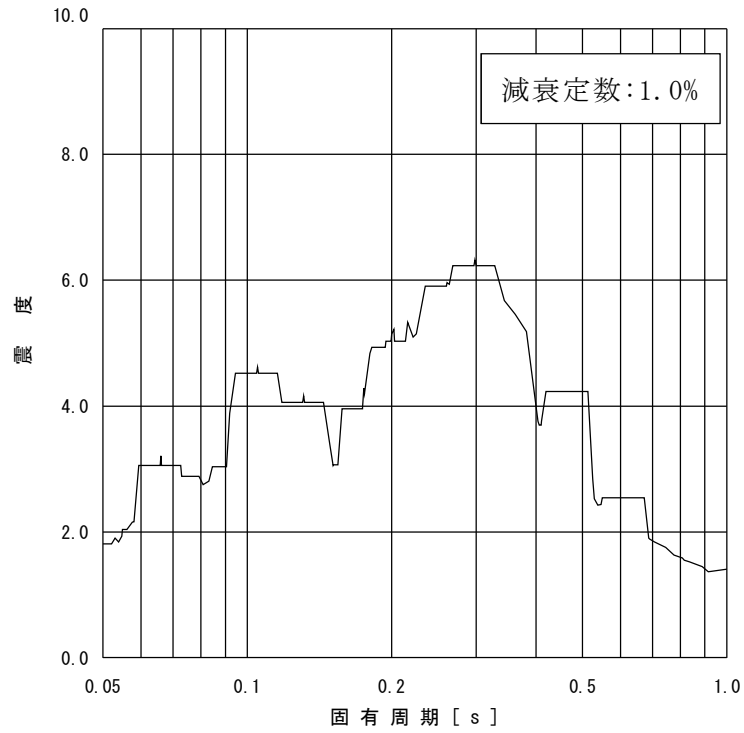


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S s ，鉛直方向，T.M.S.L. 38.2m）（2/10）

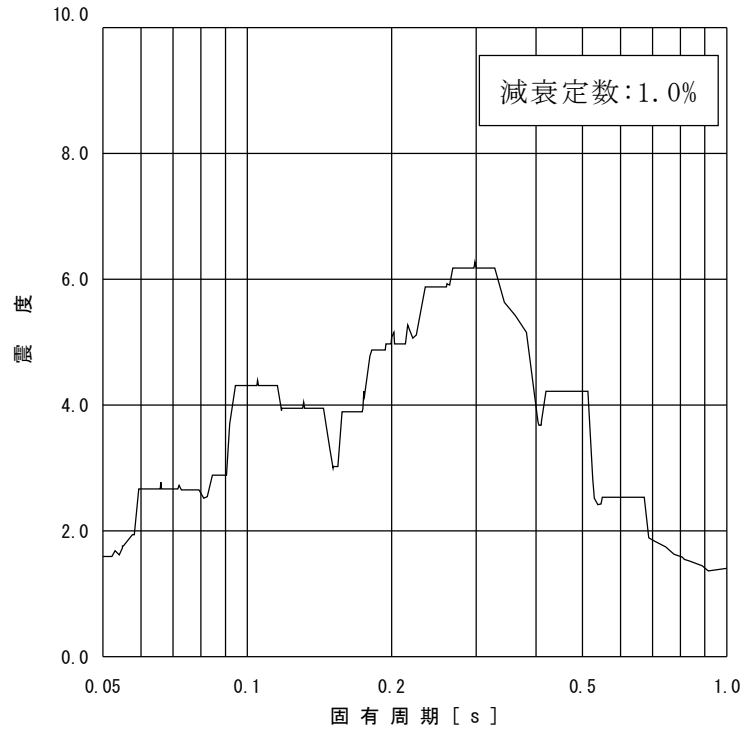


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. 31.7m）（3/10）

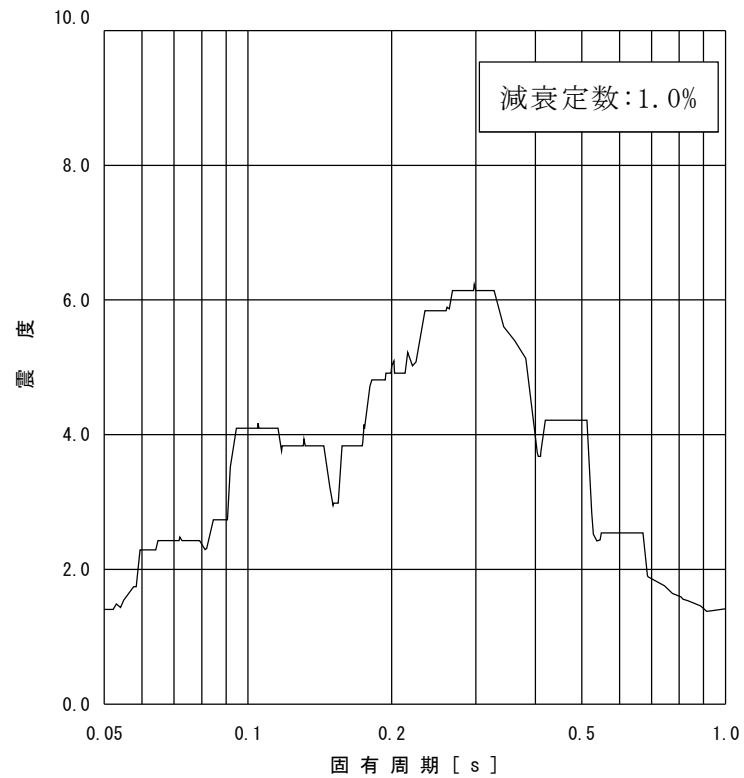


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. 23.5m）（4/10）

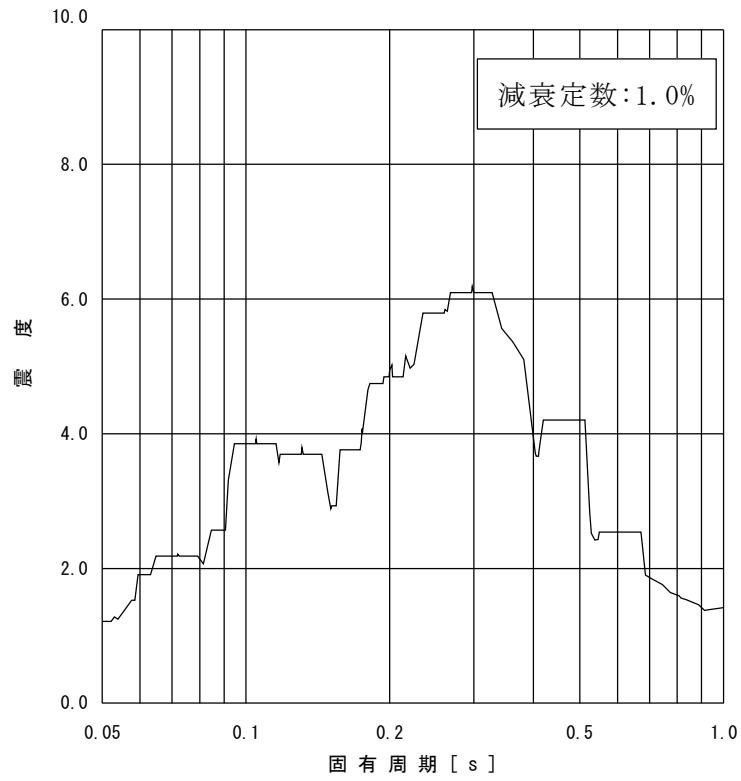


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. 18.1m）（5/10）

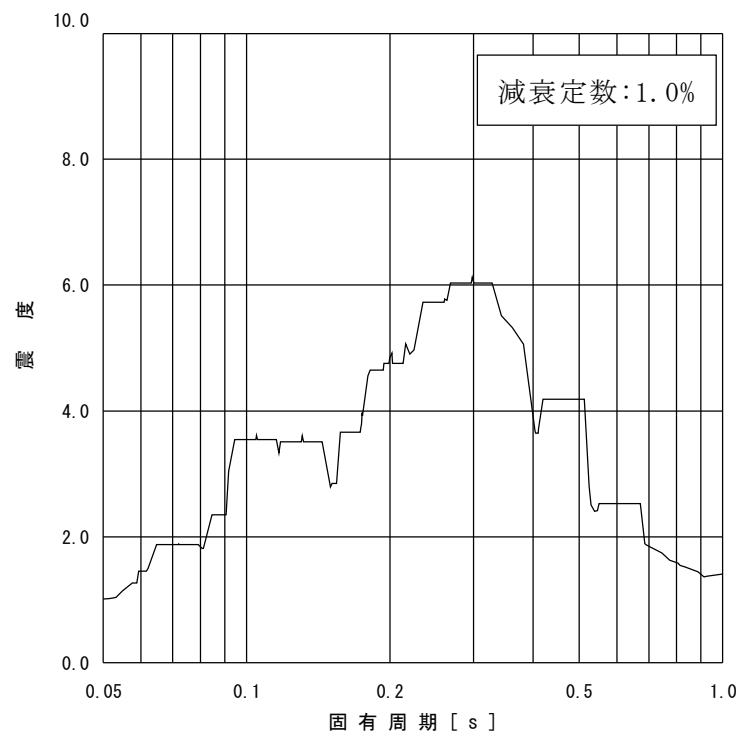


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. 12.3m）（6/10）

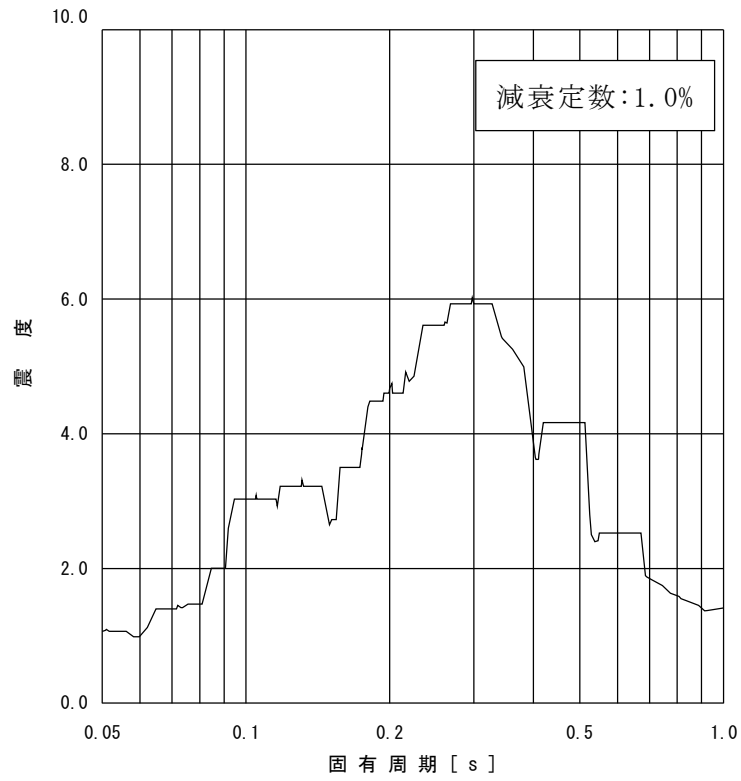


図 4-15 (7/10) 床応答スペクトル (基準地震動 S_s , 鉛直方向, T.M.S.L. 4.8m)

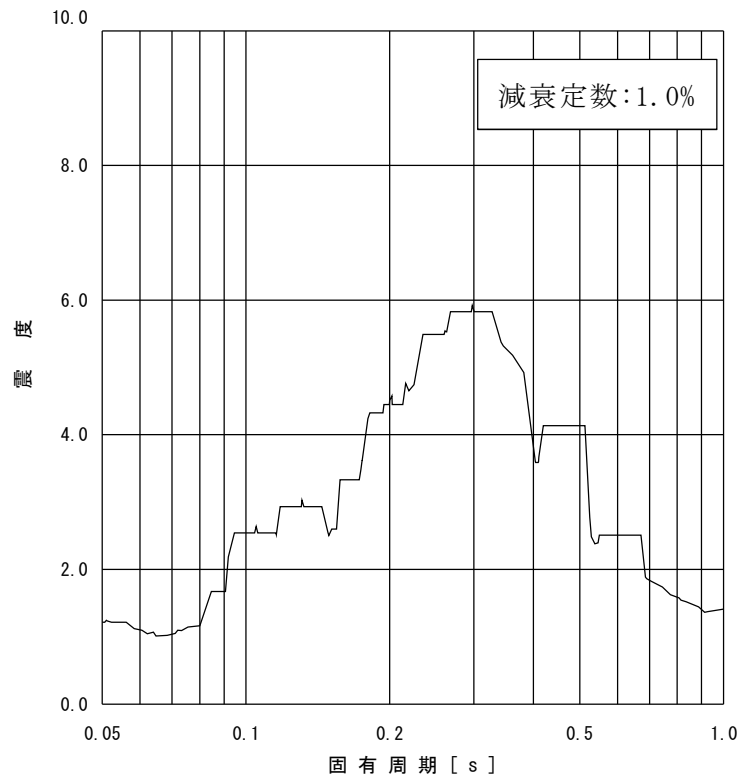


図 4-15 (8/10) 床応答スペクトル (基準地震動 S_s , 鉛直方向, T.M.S.L. -1.7m)

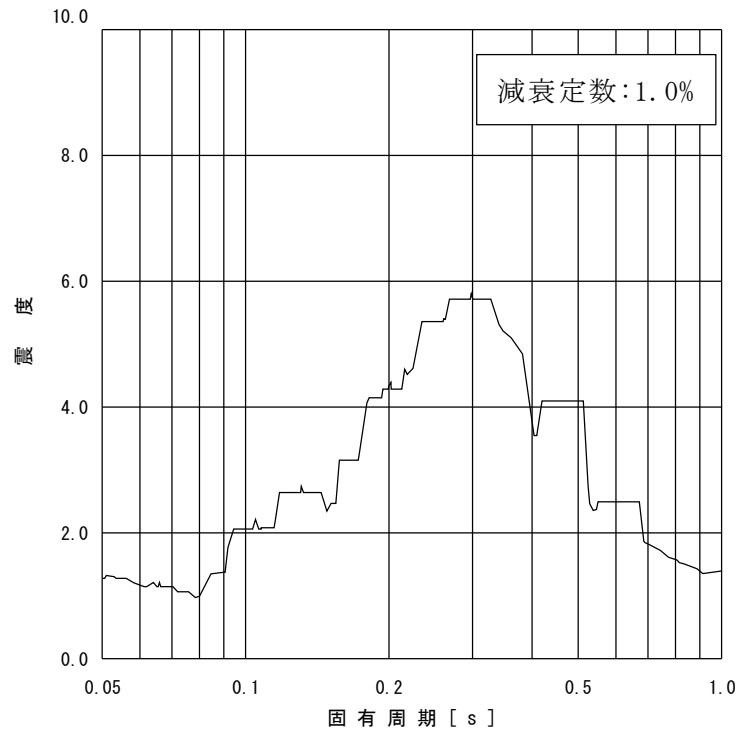


図 4-15 (9/10) 床応答スペクトル (基準地震動 S_s , 鉛直方向, T.M.S.L. -8.2m)

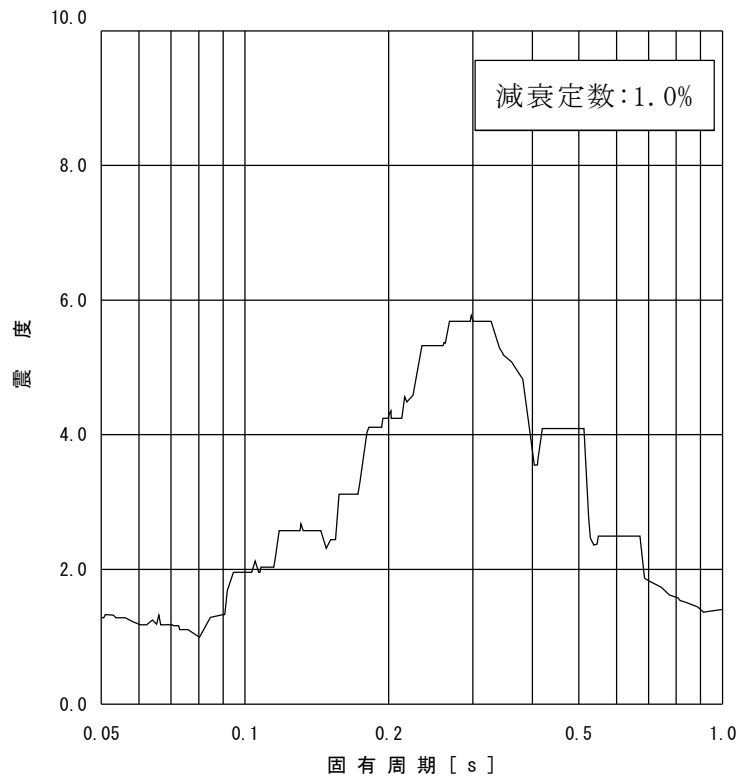


図 4-15 (10/10) 床応答スペクトル (基準地震動 S_s , 鉛直方向, T.M.S.L. -13.7m)

4.4.3 影響検討結果

4.4.1 項で抽出した耐震性への影響が懸念される設備について、応答比率を考慮した耐震条件を用いた評価結果を表 4-14 に示す。表 4-14 より、発生値が許容値を超えないことを確認した。

表 4-14 評価結果

設備名称	評価部位	応力分類	詳細評価結果	
			発生値	許容値
高圧炉心注水系配管 (HPCF-R-3)	配管本体	一次+二次 応力	383MPa (疲労累積係数： 0.0004)	376MPa (疲労累積係数： 1.0)
下部ドライウエルア クセストネルスリ ープ及び鏡板（所員 用エアロック付）	鏡板のスリーブとの 結合部 (P2-A)	一次+二次 応力	460MPa (疲労累積係数： 0.276)	393MPa (疲労累積係数： 1.0)
	スリーブのフランジ プレートとの結合部 (P3-A)	一次+二次 応力	469MPa (疲労累積係数： 0.303)	393MPa (疲労累積係数： 1.0)
下部ドライウエル所 員用エアロック	下部ドライウエル所 員用エアロック円筒 胴と鏡板との結合部 (P12-A)	一次+二次 応力	506MPa (疲労累積係数： 0.423)	393MPa (疲労累積係数： 1.0)

5. まとめ

補強等に伴う重量の増加分を考慮した「補強反映モデル」を用いて基準地震動 Ss-1 に対する地震応答解析を実施し、「今回工認モデル」と「補強反映モデル」の最大応答値は「今回工認モデル」の結果と概ね整合しており、材料物性の不確かさを考慮した設計用地震力に応答比率を考慮した場合においても、原子炉建屋及び建屋内に設置される機器・配管系の耐震性が確保されることを確認した。