本資料のうち，枠囲みの内容は営業秘密又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	補足-340-8 改 20
提出年月日	平成 30 年 6 月 28 日

工事計画に係る補足説明資料

耐震性に関する説明書のうち

補足-340-8

【屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について】

平成 30 年 6 月

日本原子力発電株式会社

改定履歴

改定	改定日 （提出年月日）	改定内容
改 0	H30.2.5	補足-348　改 0 として提出 ・1.1 章，1.4.1 章，1.4.4～1.4.7 章を提出
改 1	H30.2.15	補足-348　改 1 として提出 ・1.5 章を新規作成し，改 0 に追加
改 2	H30.2.19	補足-348　改 2 として提出 ・改 1 のうち，1.1 章，1.4.4～1.4.7 章を修正
改 0	H30.3.7	資料番号を修正　補足-340-8 改 0 ・「1.4.　屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方」のうち，1.4.3 章，1.4.8～1.4.10 章，1.4.12 章を新規作成し，追加
改 1	H30.3.26	・P.3～5 に補足説明資料と添付書類との関連を記載 ・1.4.1 章，1.4.4 章～1.4.7 章を修正 ・4 章を新規作成し，追加
改 2	H30.4.6	・1.4.2 章，1.4.11 章，1.4.17 章を新規作成し，追加 ・4 章を修正 ・12 章を新規作成し，追加
改 3	H30.4.9	・1.3 章，2 章を新規作成し，追加 ・4.4 章を修正
改 4	H30.4.9	・1.2 章，8 章，11 章を新規作成し，追加
改 5	H30.4.12	・10 章を新規作成し，追加
改 6	H30.4.13	・1.4.13 章，1.4.14 章，1.4.15 章，1.4.16 章，1.4.18 章を新規作成し，追加 ・1.5 章，1.6 章を新規作成し，追加 ・5 章，6 章，7 章，9 章，14 章，16 章，17 章を新規作成し，追加
改 7	H30.4.23	・10 章，11 章，17 章を修正 ・3 章，13 章，15 章，18 章を新規作成し，追加
改 8	H30.4.27	・既提出分を一式取り纏めて，再提出
改 9	H30.5.2	・改 6 のうち，1.6 章及び 5 章を改定 ・改 3 のうち，4 章を改訂
改 10	H30.5.14	・1.7 章，1.8 章を新規作成し，追加
改 11	H30.5.23	・改 0 のうち，1.4.10 章を改定 ・改 7 のうち，10 章を改定 ・改 9 のうち，1.6 章を改定
改 12	H30.5.28	・改 3 のうち，1.4.2 章を改定 ・改 3 のうち，2 章を改定
改 13	H30.5.31	・改 0 のうち，1.4.3 章を改定
改 14	H30.6.6	・1.9 章を新規作成し，追加 ・1.10 章を新規作成し，追加 ・改 7 のうち，3 章を改定
改 15	H30.6.7	・改 7 のうち，17 章，18 章を改定 ・改 14 のうち，3 章を改定
改 16	H30.6.12	・改 14 のうち，1.10 章を改定
改 17	H30.6.18	・改 13 のうち，1.4.3 章を改定 ・改 3 のうち，1.4.11 章を改定

改定	改定日 （提出年月日）	改定内容
改 18	H30.6.20	・改 6 のうち，1.4.13 章及び 1.4.15 章を改定 ・改 7 のうち，13 章及び 14 章を改定
改 19	H30.6.25	・改 7 のうち，11 章を改定 ・改 15 のうち，3 章を改定
改 20	H30.6.28	・改 6 のうち，1.5 章を改定 ・改 14 のうち，1.9 章を改定 ・改 19 のうち，11 章を改定

目　次

[　　]内は，当該箇所を提出（最新）したときの改訂を示す。

1.　共通事項

1.1　対象設備[改 7 H30.4.23]

1.2　屋外重要土木構造物の要求性能と要求性能に対する耐震評価内容[改 4 H30.4.9]

1.3　安全係数[改 3 H30.4.9]

1.4　屋外重要土木構造部の耐震評価における断面選定の考え方

1.4.1　方針[改 3 H30.4.9]

1.4.2　取水構造物の断面選定の考え方[改 12 H30.5.28]

1.4.3　屋外二重管の断面選定の考え方[改 17 H30.6.18]

1.4.4　常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の断面選定の考え方[改 1 H30.3.26]

1.4.6　常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の断面選定の考え方[改 1 H30.3.26]

1.4.7　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の断面選定の考え方[改 1 H30.3.26]

1.4.8　代替淡水貯槽の断面選定の考え方[改 0 H30.3.8]

1.4.9　常設低圧代替注水系ポンプ室の断面選定の考え方[改 0 H30.3.8]

1.4.10　常設低圧代替注水系配管カルバートの断面選定の考え方[改 11 H30.3.8]

1.4.11　格納容器圧力逃がし装置用カルバートの断面選定の考え方[改 17 H30.6.18]

1.4.12　緊急用海水ポンプピットの断面選定の考え方[改 0 H30.3.8]

1.4.13　緊急用海水取水管の断面選定の考え方[改 18 H30.6.20]

1.4.14　ＳＡ用海水ピットの断面選定の考え方[改 6 H30.4.16]

1.4.15　海水引込み管の断面選定の考え方[改 18 H30.6.20]

1.4.16　ＳＡ用海水ピット取水塔の断面選定の考え方[改 6 H30.4.16]

1.4.17　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の断面選定の考え方[改 3 H30.4.9]

1.4.18　可搬型設備用軽油タンク基礎の断面選定の考え方[改 6 H30.4.16]

1.5　地盤物性のばらつきの考慮方法[改 20 H30.6.28]

1.6　許容応力度法における許容限界について[改 11 H30.5.23]

1.7　ジョイント要素のばね設定について[改 10 H30.5.14]

1.8　有効応力解析モデルへの入力地震動の算定方法について[改 10 H30.5.14]

1.9　地震応答解析における構造物の減衰定数について[改 20 H30.6.28]

1.10　屋外重要土木構造物の地震応答解析結果及び耐震評価結果の記載方針について[改 16 H30.6.15]

2.　取水構造物の耐震安全性評価[改 12 H30.5.28]

3.　屋外二重管の耐震安全性評価[改 19 H30.6.25]

4.　常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の耐震安全性評価[改 9 H30.5.2]

5.　常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の耐震安全性評価[改 9 H30.5.2]

6.　常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の耐震安全性評価[改 6 H30.4.16]

7.　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の耐震安全性評価[改 6 H30.4.16]

8.　代替淡水貯槽の耐震安全性評価[改 4 H30.4.9]

9.　常設低圧代替注水系ポンプ室の耐震安全性評価[改 6 H30.4.16]

10.　常設低圧代替注水系配管カルバートの耐震安全性評価[改 11 H30.5.23]

11.　格納容器圧力逃がし装置用カルバートの耐震安全性評価[改 20 H30.6.28]

12.　緊急用海水ポンプピットの耐震安全性評価[改 3 H30.4.9]

13.　緊急用海水取水管の耐震安全性評価[改 18 H30.6.20]

14.　ＳＡ用海水ピットの耐震安全性評価[改 6 H30.4.16]

15.　海水引込み管の耐震安全性評価[改 18 H30.6.20]

16.　ＳＡ用海水ピット取水塔の耐震安全性評価[改 6 H30.4.16]

17.　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の耐震安全性評価[改 15 H30.6.7]

18.　可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震安全性評価[改 15 H30.6.7]

本補足説明資料は，耐震性に関する説明書のうち屋外重要土木構造物の耐震安全性評価についての内容を補足するものである。本補足説明資料と添付書類との関連を以下に示す。

補足説明資料と添付書類との関連

工事計画に係る補足説明資料 耐震性に関する説明書のうち 補足-340-8 【屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について】			該当添付書類
1. 共 通 事 項	1.1　対象設備		共通事項
	1.2　屋外重要土木構造物の要求性能と要求性能に対する耐震評価内容		共通事項
	1.3　安全係数		共通事項
	1.4 屋外重要土木構造部の耐震評価における断面選定の考え方	1.4.1　方針	共通事項
		1.4.2　取水構造物の断面選定の考え方	V-2-2-6　取水構造物の地震応答計算書
		1.4.3　屋外二重管	V-2-2-8　屋外二重管の地震応答計算書
		1.4.4　常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備	V-2-2-21-1　常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の地震応答計算書
		1.4.5　常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）	V-2-2-21-3　常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の地震応答計算書
		1.4.6　常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）	V-2-2-21-4　常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の地震応答計算書
		1.4.7　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）	V-2-2-21-2　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の地震応答計算書
		1.4.8　代替淡水貯槽	V-2-2-27　代替淡水貯槽の地震応答計算書
		1.4.9　常設低圧代替注水系ポンプ室	V-2-2-25　常設低圧代替注水系ポンプ室の地震応答計算書
		1.4.10　常設低圧代替注水系配管カルバート	V-2-2-29　常設低圧代替注水系配管カルバートの地震応答計算書
		1.4.11　格納容器圧力逃がし装置用カルバート	V-2-2-19　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの地震応答計算書
		1.4.12　緊急用海水ポンプピット	V-2-2-33　緊急用海水ポンプピットの地震応答計算書
		1.4.13　緊急用海水取水管	V-2-10-4-5　緊急用海水取水管の耐震性についての計算書
		1.4.14　ＳＡ用海水ピット	V-2-2-31　ＳＡ用海水ピットの地震応答計算書
		1.4.15　海水引込み管	V-2-10-4-3　海水引込み管の耐震性についての計算書
		1.4.16　ＳＡ用海水ピット取水塔	V-2-10-4-2　ＳＡ用海水ピット取水塔の耐震性についての計算書
		1.4.17　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎	V-2-2-11　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の地震応答計算書
		1.4.18　可搬型設備用軽油タンク基礎	V-2-2-23　可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答計算書

	1.5　地盤物性・材料物性のばらつきの考慮方法	共通事項
	1.6　許容応力度法における許容限界について	共通事項
	1.7　ジョイント要素のばね設定について	共通事項
	1.8　有効応力解析モデルへの入力地震動の算定方法について	共通事項
2.　取水構造物の耐震安全性評価		V-2-2-6　取水構造物の地震応答計算書 V-2-2-7　取水構造物の耐震性についての計算書
3.　屋外二重管の耐震安全性評価		V-2-2-8　屋外二重管の地震応答計算書 V-2-2-9　屋外二重管の耐震性についての計算書
4.　常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の耐震安全性評価		V-2-2-21-1　常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の地震応答計算書 V-2-2-22-1　常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の耐震性についての計算書
5.　常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の耐震安全性評価		V-2-2-21-3　常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の地震応答計算書 V-2-2-22-3　常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の耐震性についての計算書
6.　常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の耐震安全性評価		V-2-2-21-4　常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の地震応答計算書 V-2-2-22-4　常設代常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の耐震性についての計算書
7.　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の耐震安全性評価		V-2-2-21-2　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の地震応答計算書 V-2-2-22-2　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の耐震性についての計算書
8.　代替淡水貯槽の耐震安全性評価		V-2-2-27　代替淡水貯槽の地震応答計算書 V-2-2-28　代替淡水貯槽の耐震性についての計算書
9.　常設低圧代替注水系ポンプ室の耐震安全性評価		V-2-2-25　常設低圧代替注水系ポンプ室の地震応答計算書 V-2-2-26　常設低圧代替注水系ポンプ室の耐震性についての計算書
10.　常設低圧代替注水系配管カルバートの耐震安全性評価		V-2-2-29　常設低圧代替注水系配管カルバートの地震応答計算書 V-2-2-30　常設低圧代替注水系配管カルバートの耐震性についての計算書

11.　格納容器圧力逃がし装置用カルバートの耐震安全性評価	Ⅴ-2-2-19　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの地震応答計算書 Ⅴ-2-2-20　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの耐震性についての計算書
12.　緊急用海水ポンプピットの耐震安全性評価	Ⅴ-2-2-33　緊急用海水ポンプピットの地震応答計算書 Ⅴ-2-2-34　緊急用海水ポンプピットの耐震性についての計算書
13.　緊急用海水取水管の耐震安全性評価	Ⅴ-2-10-4-5　緊急用海水取水管の耐震性についての計算書
14.　ＳＡ用海水ピットの耐震安全性評価	Ⅴ-2-2-31　ＳＡ用海水ピットの地震応答計算書 Ⅴ-2-2-32　ＳＡ用海水ピットの耐震性についての計算書
15.　海水引込み管の耐震安全性評価	Ⅴ-2-10-4-3　海水引込み管の耐震性についての計算書
16.　ＳＡ用海水ピット取水塔の耐震安全性評価	Ⅴ-2-10-4-2　ＳＡ用海水ピット取水塔の耐震性についての計算書
17.　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の耐震安全性評価	Ⅴ-2-2-11　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の地震応答計算書 Ⅴ-2-2-12　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の耐震性についての計算書
18.　可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震安全性評価	Ⅴ-2-2-23　可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答計算書 Ⅴ-2-2-24　可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震性についての計算書

1.　共通事項

1.1　対象設備

耐震安全性評価の対象とする屋外重要土木構造物は，Ｓクラスの機器・配管の間接支持構造物若しくは非常時における海水の通水機能・貯水機能を求められる取水構造物，屋外二重管，貯留堰，常設代替高圧電源装置置場及び常設代替高圧電源装置用カルバートである。

また，同様に耐震安全性評価の対象とする「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備」及び「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設」に該当する土木構造物である代替淡水貯槽，常設低圧代替注水系ポンプ室，常設低圧代替注水系配管カルバート，格納容器圧力逃がし装置用カルバート，緊急用海水ポンプピット，緊急用海水取水管，ＳＡ用海水ピット，海水引込み管，ＳＡ用海水ピット取水塔，緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎，可搬型設備用軽油タンク基礎についても記載する。

なお，防潮堤及び貯留堰については，津波防護施設としての耐震安全性評価を別途実施する。

これらの屋外重要土木構造物等の位置図を図 1.1－1 に示す。

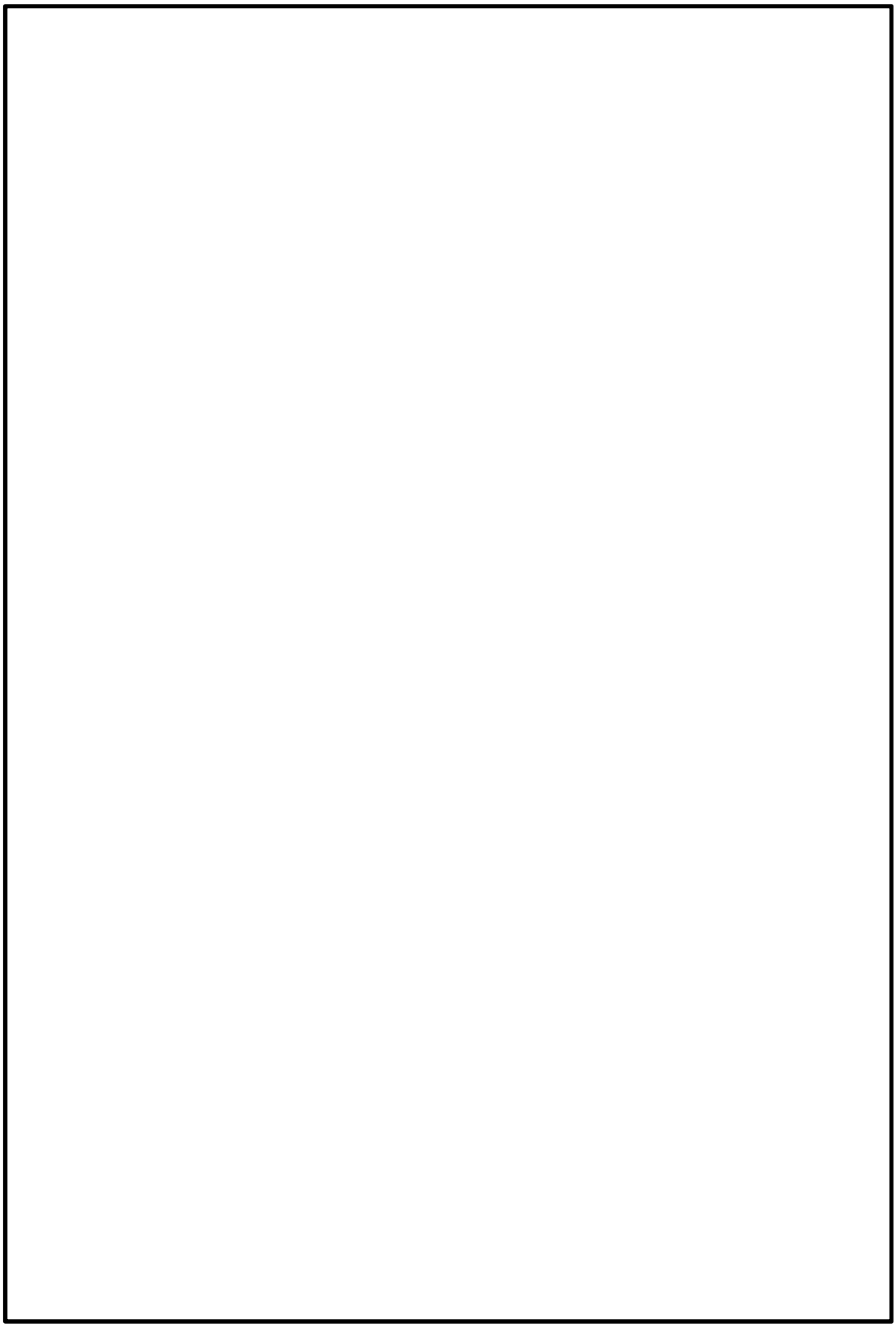


図 1.1－1　屋外重要土木構造物等位置図

1.5　地盤物性のばらつきの考慮方法について

東海第二発電所の屋外重要土木構造物（津波防護施設を含む）の耐震評価において，地震時における地盤の有効応力の変化に応じた影響を考慮する場合は，有効応力解析を実施する。

本章では，屋外重要土木構造物の耐震評価における地盤物性のばらつきの考慮方法について記載する。

1.5.1　耐震評価における検討ケース

屋外重要土木構造物の耐震評価における検討ケースを以下に示す。

(1)　原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（①，②，③）

有効応力解析に用いる液状化強度特性は，敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定することを基本とする。原地盤に基づく液状化強度特性は，試験データのばらつきを考慮し，液状化強度試験データの最小二乗法による回帰曲線と，その回帰係数の自由度を考慮した不偏分散に基づく標準偏差を用いた「平均－1σ」について整理する。

原地盤に基づく液状化強度特性の詳細は，Ⅴ-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示す。

また，地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケースに加えて，第四紀層に対し，せん断波速度 Vs のばらつき（平均＋1σ，平均－1σ）を考慮したケースについても実施する。Vs のばらつきの設定方法の詳細は，「耐震性に関する説明書に係る補足説明資料　地盤の支持性能について」に示す。

(2)　地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース（④）

地中の屋外重要土木構造物への地盤変位に対する保守的な配慮として，地盤を強制的に液状化させることを仮定した影響を考慮する場合は，原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性）を設定する。

豊浦標準砂に基づく液状化強度特性の詳細は，Ⅴ-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示す。

(3)　原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース（⑤，⑥）

解析条件として液状化強度が小さく設定された場合は，地盤の変位が大きく算定されることになるため，特に屋外重要土木構造物の下部構造に対して保守的な解析条件となるが，地表面応答加速度はやや小さめに評価される場合がある。一方，液状化強度が大きく設定された場合は，地盤の変位が小さく算定されることになるが，地表面応答加速度が大きく評価されることになるため，特に屋外重要土木構造物の上部構造及び上載される機器・配管系に対して保守的な解析条件となる。

よって，上部土木構造物及び機器・配管系への加速度応答に対する保守的な配慮として，地盤の非液状化の影響を考慮する場合は，原地盤において非液状化の条件を仮定した解析

を実施する。非液状化の条件の仮定は，有効応力解析にて液状化パラメータを非適用とすることにより設定する。これは，地盤の液状化強度が最も大きい場合に相当する。

また，原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケースに加えて，第四紀層に対し，せん断波速度 Vs のばらつき（平均＋1σ）を考慮したケースについても実施する。Vs のばらつきの設定方法の詳細は，「耐震性に関する説明書に係る補足説明資料　地盤の支持性能について」に示す。

以上の各検討ケースにおける液状化強度の関係を図 1.5－1 に，各検討ケースにおけるせん断波強度 Vs の関係を図 1.5－2 に示す。

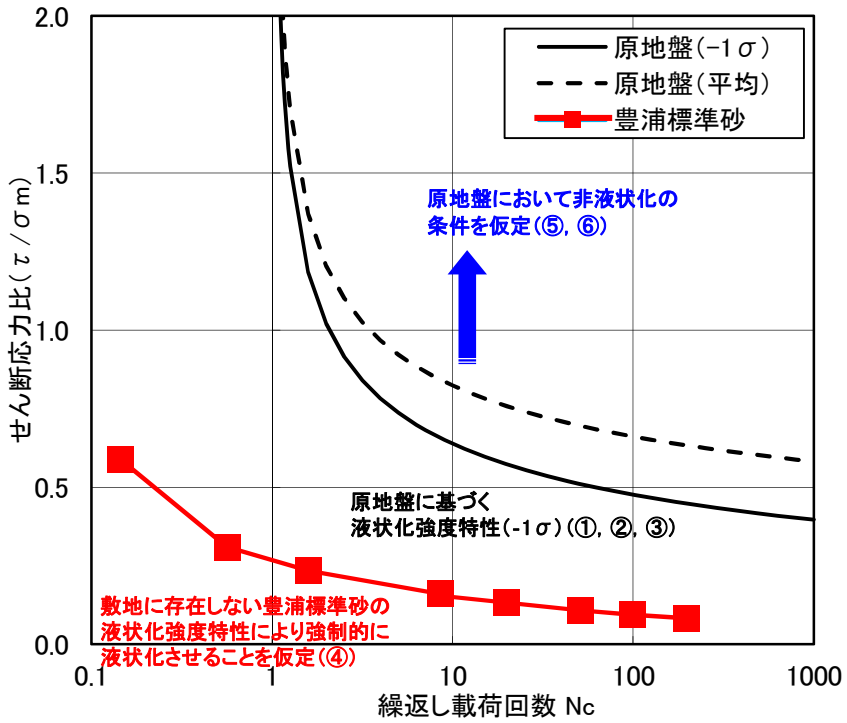


図 1.5－1　各検討ケースにおける液状化強度の関係

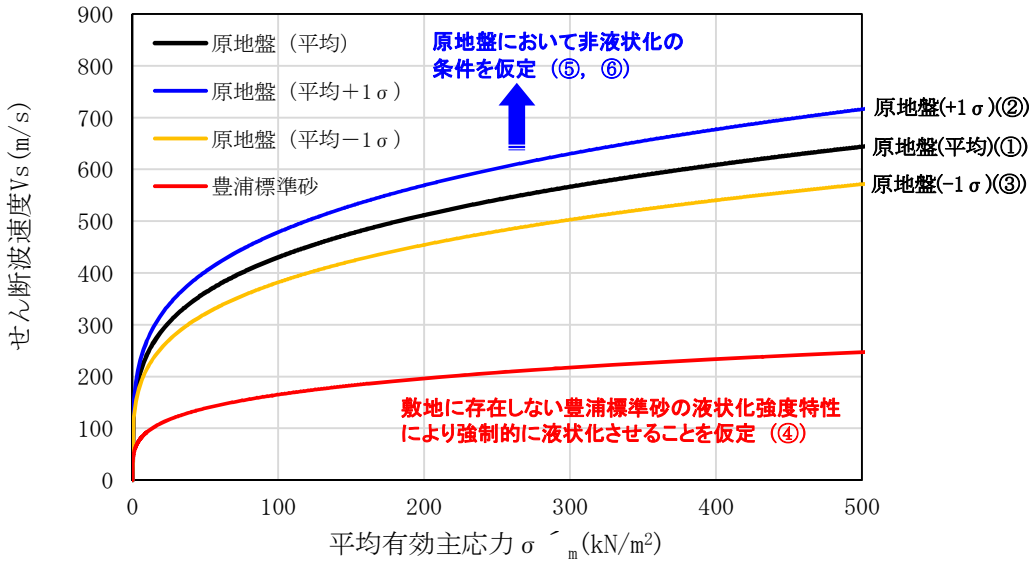


図 1.5－2　各検討ケースにおけるせん断波強度 Vs の関係

1.5.2　耐震評価における検討ケースの組合せについて

屋外重要土木構造物の耐震評価における検討ケースの組合せを図 1.5－3 に示す。

耐震評価においては，基準地震動Ｓｓ全波（８波）及びこれらに位相反転を考慮した地震動（４波）を加えた全１２波を用いて解析ケース①を実施する。

上記の解析ケース①において，せん断力照査及び曲げ軸力照査がせん断力照査及び曲げ軸力照査をはじめとした全ての照査項目について，各照査値が最も厳しい（許容限界に対する余裕が最も小さい）地震動を用い，②～⑥の中から追加検討ケースを実施する。また，異なる建屋・構築物間の相対変位の算定は，上記ケースの中で，変位量が最も大きいケースにて行う。

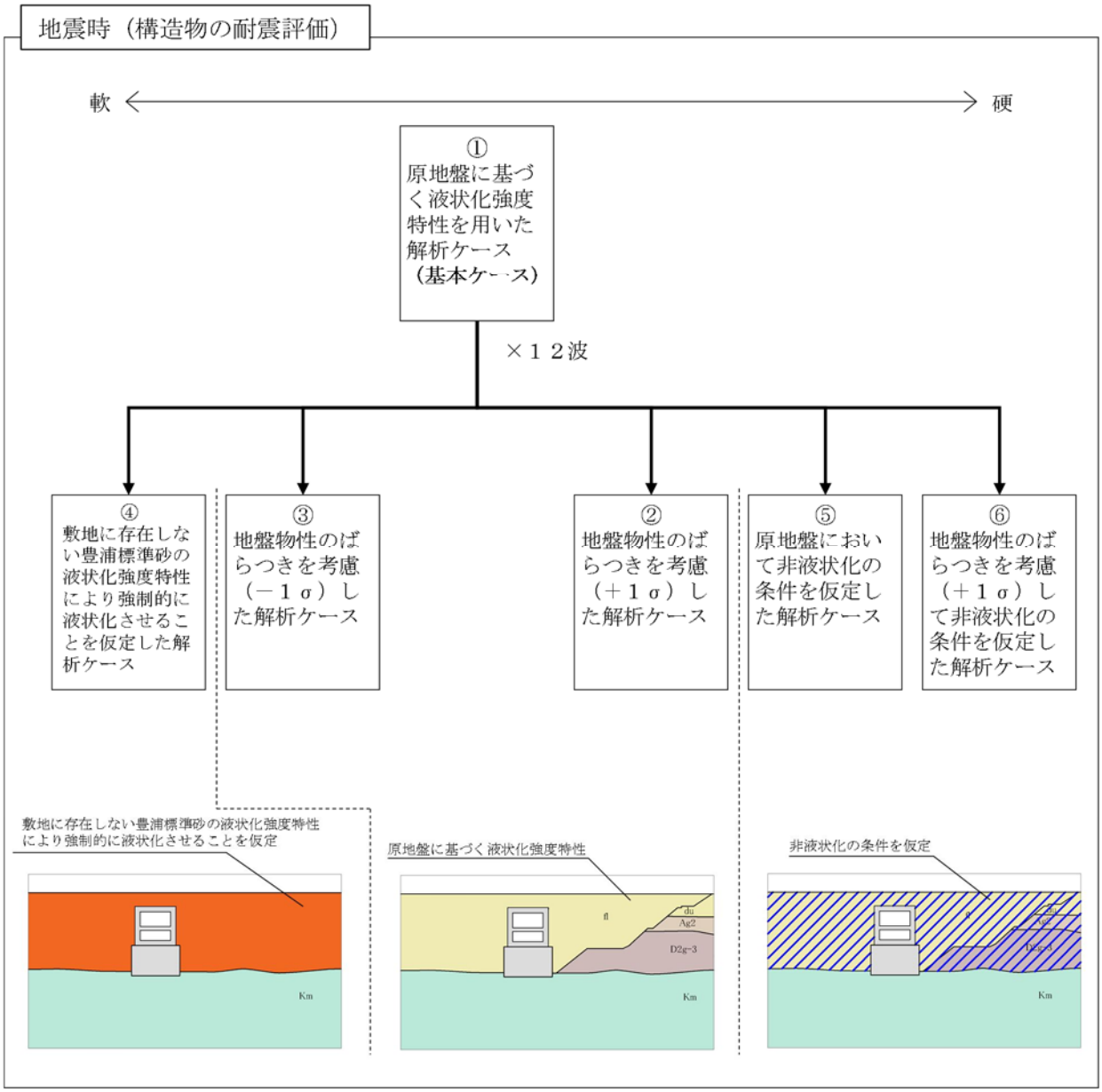


図 1.5－3　屋外重要土木構造物の耐震評価における検討ケース

上記より，屋外重要土木構造物の耐震評価にあたっては，地盤物性の観点において，想定される地盤物性のばらつき（せん断波速度 Vs のばらつき）を十分包絡する保守的な検討となっている。

また，同様な理由から，耐震評価における断面選定の観点において，屋外重要土木構造物の形状，基礎地盤の支持条件が同一であれば，第四紀層の各地層構成の軽微な差異は耐震評価結果に有意な影響を及ぼさない保守的な検討となっている。

1.5.3　機器・配管系に対する加速度応答算定のための検討ケース

屋外重要土木構造物に上載される機器・配管系に対する加速度応答の算定では，上載される機器・配管系への加速度応答に対する保守的な配慮として，基準地震動Ｓ$_s$全波（８波）及びこれらに位相反転を考慮した地震動（４波）を加えた全１２波を用いて解析ケース⑤を実施する。

上記の解析ケース⑤において，上載される機器・配管系の固有振動数帯で加速度応答が最も大きくなる地震動を用いて，解析ケース④，⑥を実施し，解析ケース⑤も含めた全ての解析ケースに基づく加速度応答を算定する。

機器・配管系に対する加速度応答算定のための検討ケースを図 1.5－4 及び表 1.5-1 に示す。

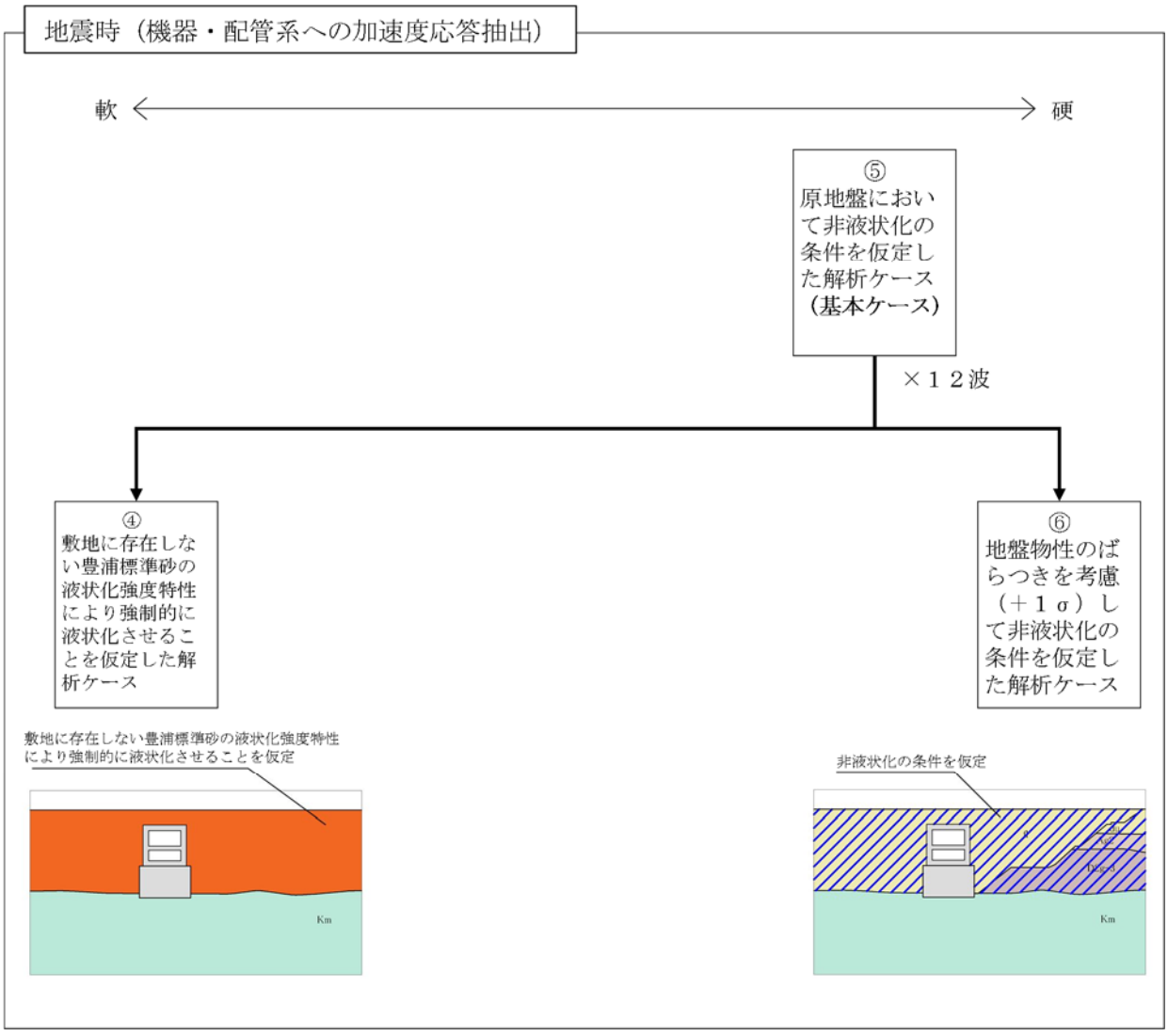


図 1.5－4　機器・配管系に対する加速度応答算定のための検討ケース

表 1.5-1 屋外重要土木構造物に上載される機器・配管系に対する加速度応答抽出のための検討ケース

検討ケース			④ 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース	⑤ 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース	⑥ 地盤物性のばらつきを考慮（＋１σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース
液状化強度特性の設定			敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性	液状化パラメータを非適用	液状化パラメータを非適用
地震波(位相)	S_s－D1	(＋＋)	1 ⑤において，上載される機器･配管系の固有振動数帯で加速度応答が最も大きくなる地震動を用いて実施する。	1	1 ⑤において，上載される機器･配管系の固有振動数帯で加速度応答が最も大きくなる地震動を用いて実施する。
		(＋－)		1	
		(－＋)		1	
		(－－)		1	
	S_s－11	(＋＋)		1	
	S_s－12	(＋＋)		1	
	S_s－13	(＋＋)		1	
	S_s－14	(＋＋)		1	
	S_s－21	(＋＋)		1	
	S_s－22	(＋＋)		1	
	S_s－31	(＋＋)		1	
		(－＋)		1	
計			1	12	1

1.9　地震応答解析における構造物の減衰定数について

地震応答解析において，線形材料としてモデル化する鋼材の減衰定数は 3%（道路橋示方書（Ⅴ耐震設計編）同解説（平成 24 年 3 月））とし，線形材料としてモデル化するコンクリートの減衰定数は 5%（ＪＥＡＧ４６０１－1987）とする。

本資料においては，線形材料としてモデル化する鋼材の減衰定数を 2%と仮定したケースとコンクリートの減衰定数を 4%及び 3%と仮定したケースの地震応答解析を実施し，構造物の照査値（発生応力度/短期許容応力度）に有意な差が生じないことを確認する。

1.9.1　評価方法

鋼材及びコンクリートの減衰定数についてケーススタディを実施する。具体的には，この度の工事計画認可申請にて，道路橋示方書及びＪＥＡＧ４６０１に従い設定している減衰定数（鋼材 3%及びコンクリート 5%）に対して，鋼材の減衰定数を 2%と仮定した場合及びコンクリートの減衰定数を 4%及び 3%と仮定した場合の解析を実施し，構造物の照査値の比較を行う。

評価対象施設は，鋼材（鋼管杭）及びコンクリートの両方の材料から構成される屋外重要土木構造物である常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）とする。また，鋼材（鋼管杭）を上部構造に有する評価対象施設は，上部構造及び下部構造ともに鋼材（鋼管杭）を構成部材に有する津波防護施設である鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁とする。

地盤物性値には，地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース（豊浦標準砂モデル）の解析用物性値を用い，地震動には，幅広い周期帯で比較的応答加速度が大きいＳ$_s$－Ｄ１を用いる。

その他の解析条件は，この度の工事計画認可申請における耐震計算書と同じである。

表 1.9－1 に構造物の減衰定数に係るケーススタディの検討ケース，図 1.9－1 に常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の平面配置，図 1.9－2 に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の平面配置，図 1.9－3 に耐震評価対象断面，図 1.9－4 に解析モデルをそれぞれ示す。

表 1.9－1（1）　検討ケース（常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部））

ケース	鋼材の減衰定数	コンクリートの減衰定数
①	3%	5%
②	2%	5%
③	3%	4%
④	3%	3%

表 1.9－1（2）　検討ケース（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）

ケース	鋼材の減衰定数
①	3%
②	2%

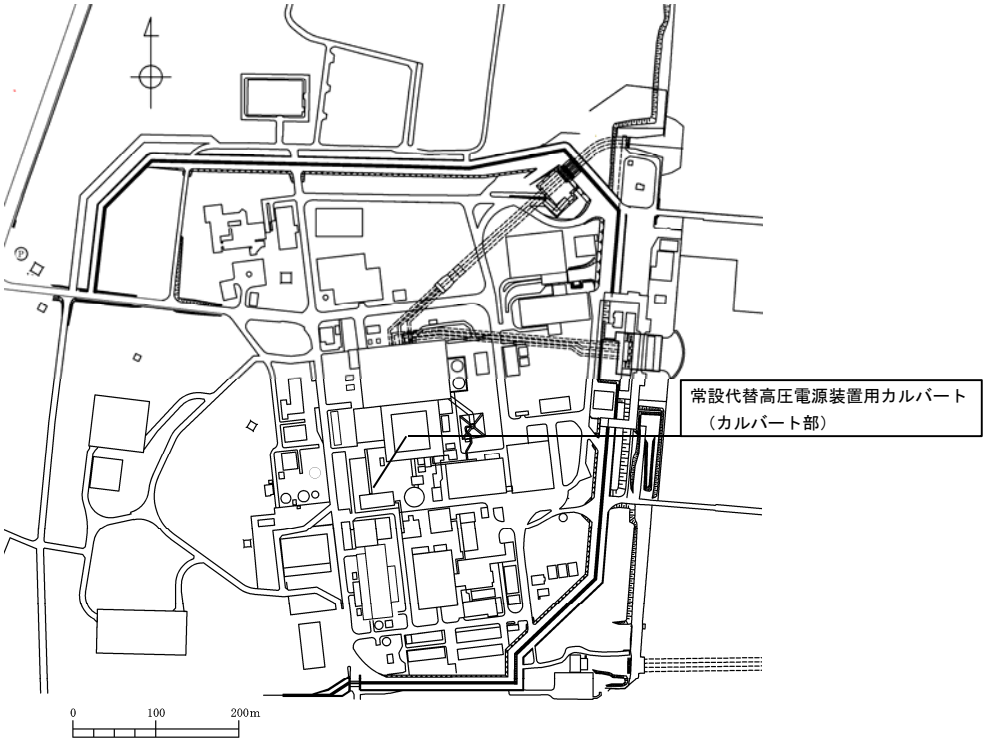


図 1.9－1（1）　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の
平面配置図（全体平面図）

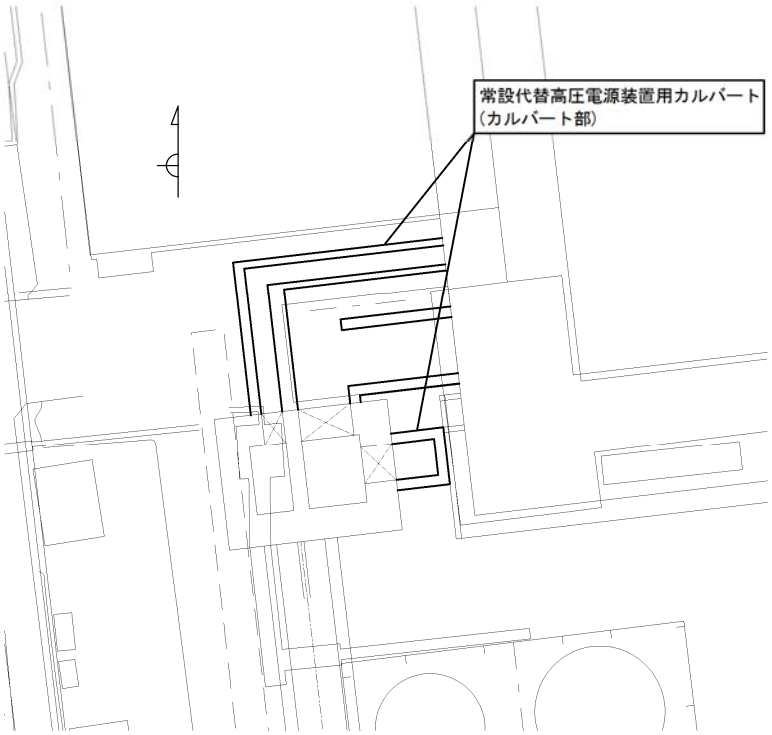


図 1.9－1（2）　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の
平面配置図（拡大図）

図 1.9－1（3）　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の平面図

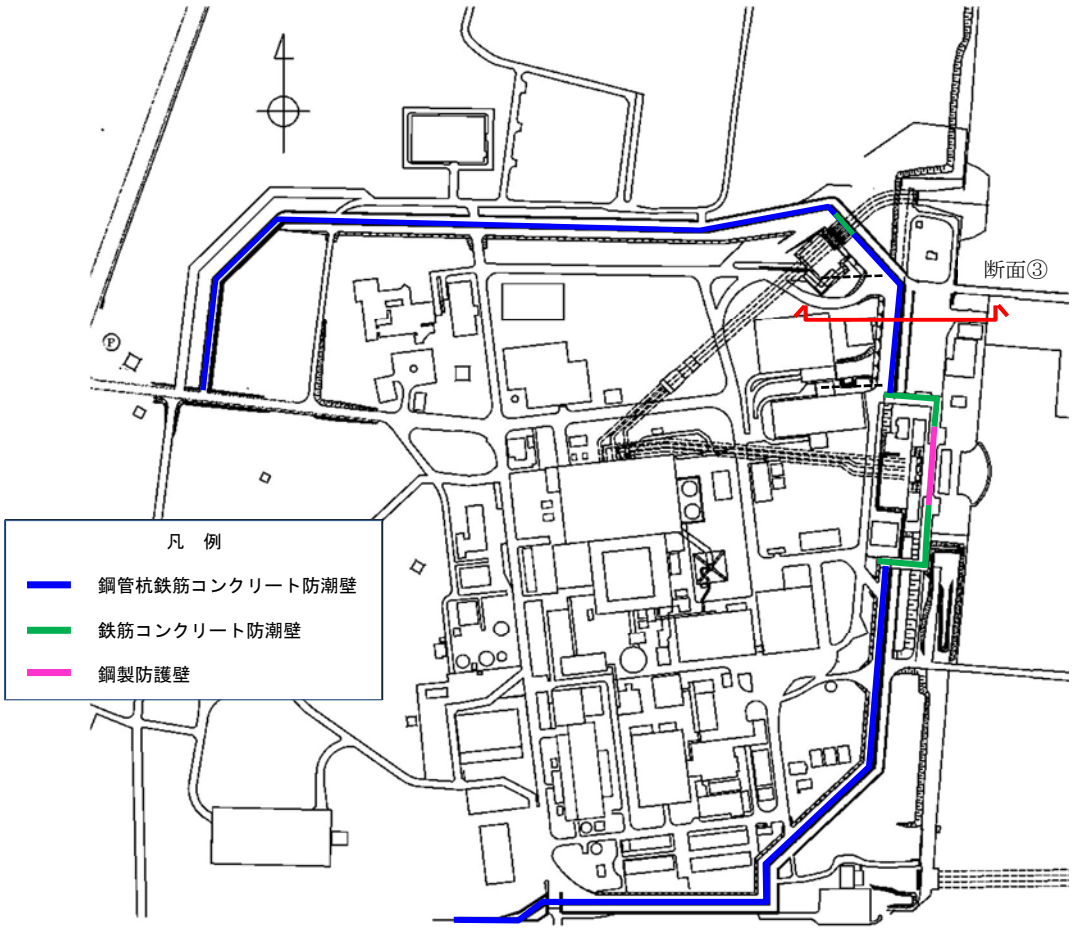


図 1.9－2　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の平面配置図（全体平面図）

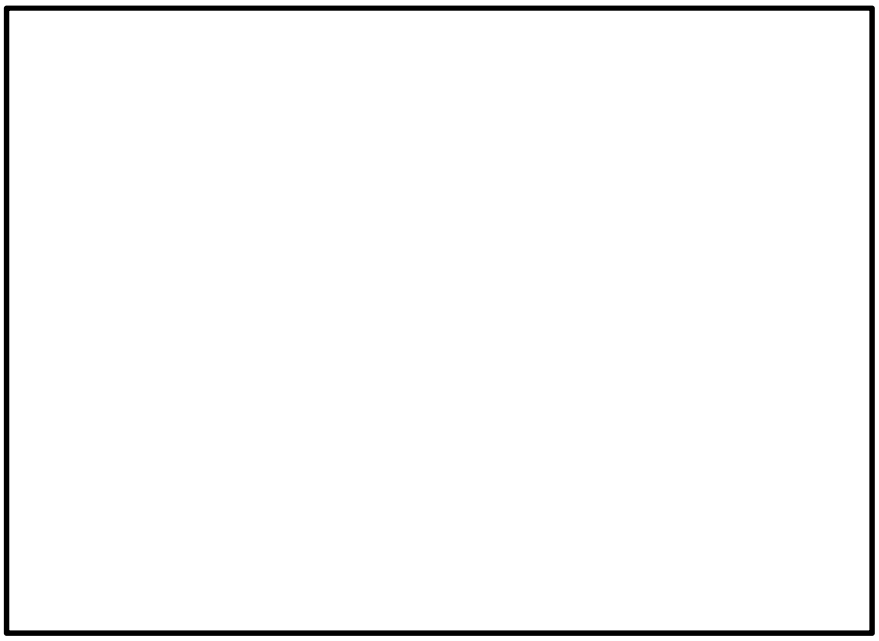


図 1.9－3（1）　耐震評価対象断面（常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）①―①断面）

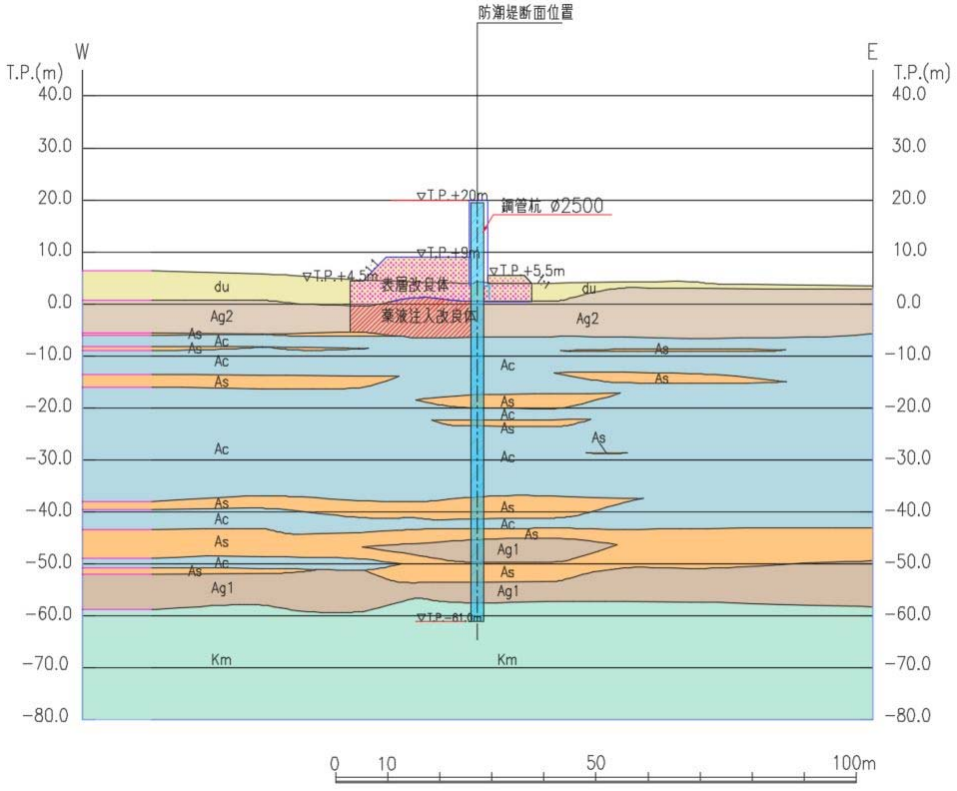


図 1.9－3（2）　耐震評価対象断面（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁　断面③）

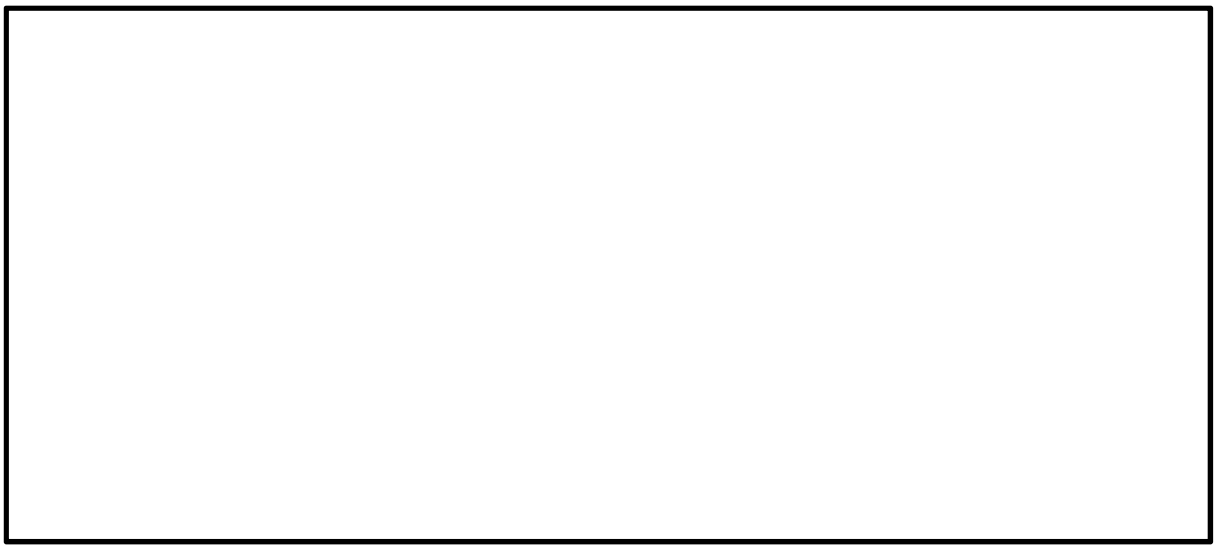


図 1.9－4（1）　解析モデル　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）

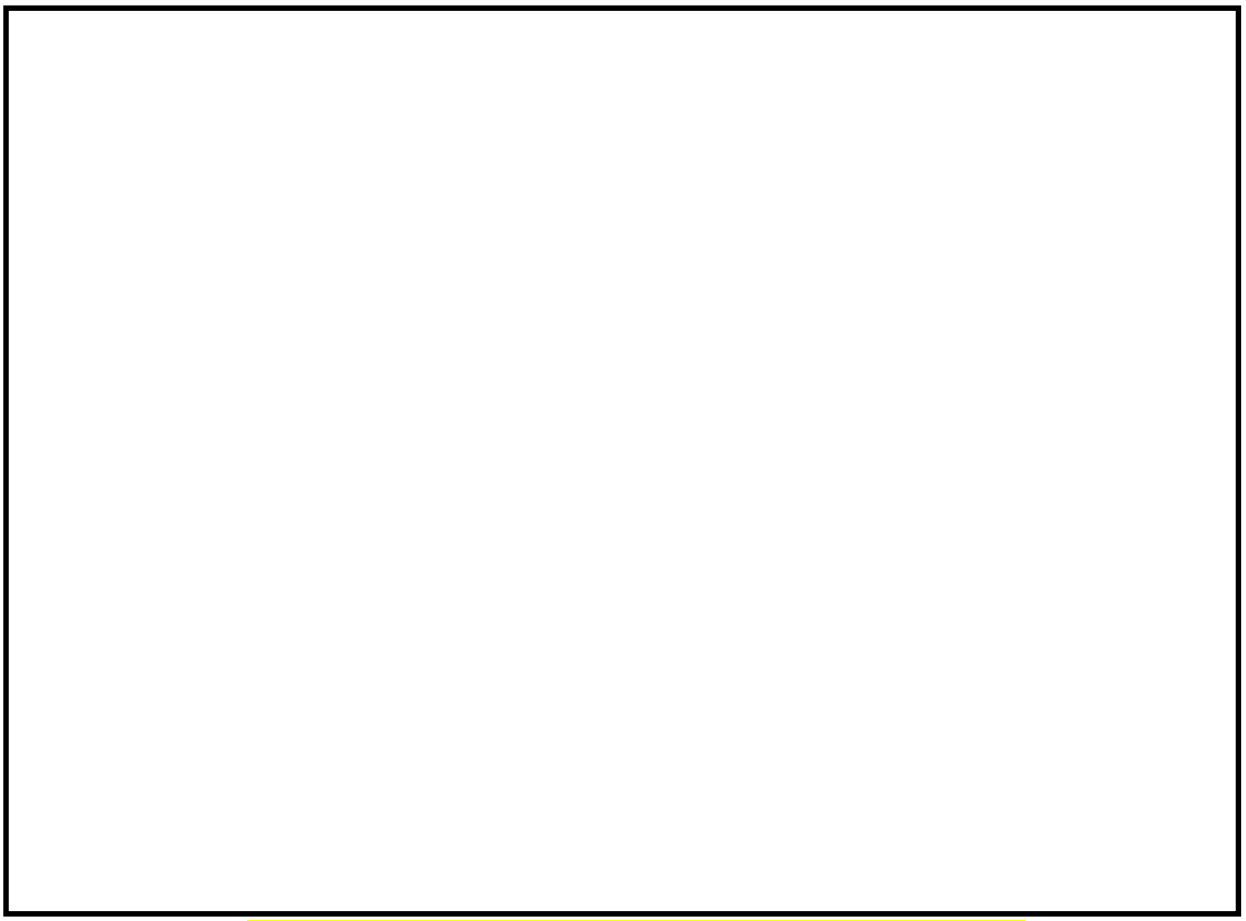


図 1.9－4（2）　解析モデル　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

1.9.2　評価結果

構造物の減衰定数に係るケーススタディの解析による構造物の照査値が最も厳しい要素での比較結果を表1.9－2～表1.9－5に示す。なお，図1.9－5に常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の杭位置，図 1.9－6 に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の要素番号，図1.9－7にカルバートの評価部材名称をそれぞれ示す。

また，図 1.9－8 に示す節点において検討ケースの床応答を抽出し，応答スペクトルを比較する。図 1.9－9～図 1.9－11 に比較した床応答加速度スペクトル（水平，鉛直）を示す。

表1.9－2　鋼材の減衰定数に関する解析結果の比較
（常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部））

杭位置		照査項目	照査値（発生応力度/短期許容応力度）		備考
カルバート	杭		鋼材の減衰定数　3%	鋼材の減衰定数　2%	
軽油	南側	曲げ軸力	0.30	0.30	鋼材仕様 鋼管杭 φ1200mm t=50mm SM570
		せん断	0.12	0.12	
	北側	曲げ軸力	0.29	0.29	
		せん断	0.11	0.11	
水電気	南側	曲げ軸力	0.15	0.15	鋼材仕様 鋼管杭 φ1500mm t=25mm SM570
		せん断	0.08	0.08	
	中央	曲げ軸力	0.14	0.14	
		せん断	0.11	0.11	
	北側	曲げ軸力	0.29	0.30	
		せん断	0.24	0.24	

図1.9－5　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の杭位置

表 1.9－3　鋼材の減衰定数に関する解析結果の比較
（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）

杭位置 要素番号	照査項目	照査値（発生応力度/短期許容応力度）		備考
		鋼材の減衰定数　3%	鋼材の減衰定数　2%	
71	曲げ軸力	0.65	0.65	鋼材仕様 鋼管杭 φ2500mm t＝35mm SM570
75	せん断	0.27	0.27	

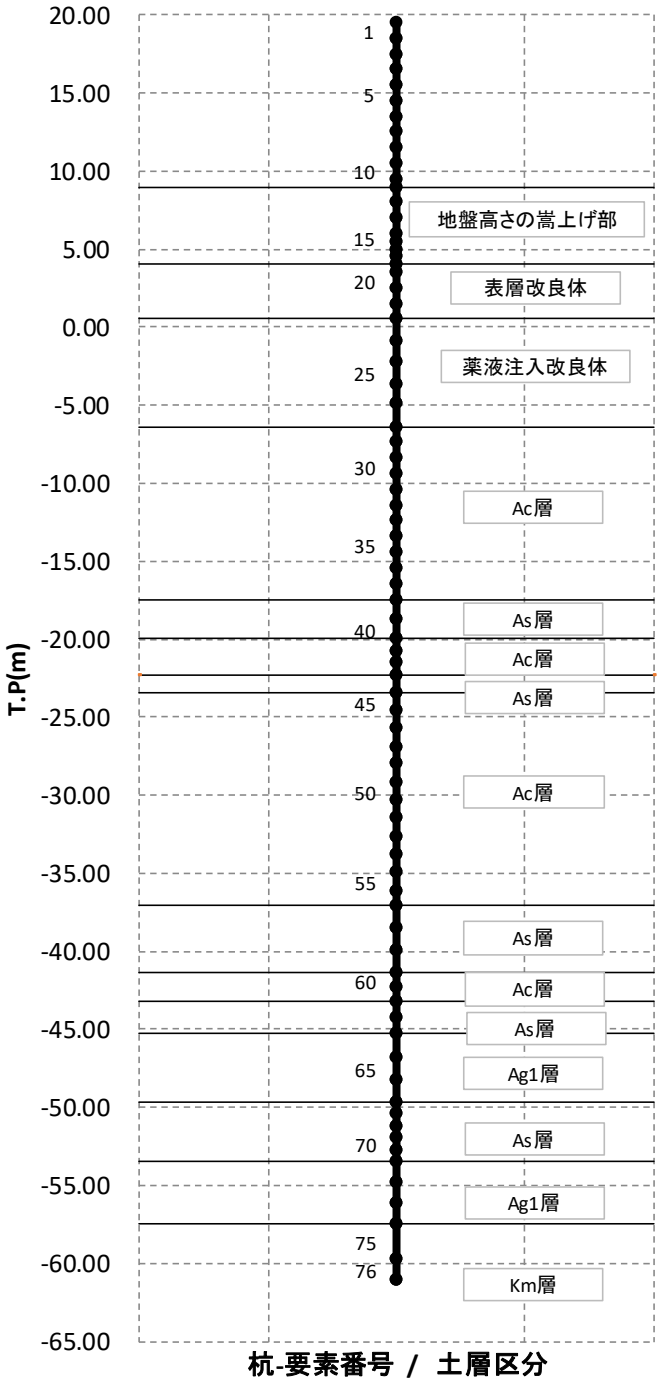


図 1.9－6　杭要素番号（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）

表 1.9－4　コンクリートの減衰定数に関する解析結果の比較

（常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部））

部材位置		照査項目		照査値（発生応力度/短期許容応力度）		仕様（暫定）
カルバート	部材			コンクリートの減衰定数　5%	コンクリートの減衰定数　4%	
軽油	底版	曲げ軸力	コンクリート	0.16	0.17	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.27	0.27	D32@200
			鉄筋(地山側)	0.25	0.25	D32@200
		せん断		0.37	0.37	D16@200ctc400
	北側壁	曲げ軸力	コンクリート	0.32	0.32	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.56	0.57	D22@200
			鉄筋(地山側)	0.62	0.62	D29@200
		せん断		0.57	0.57	D16@200ctc400
	頂版	曲げ軸力	コンクリート	0.17	0.18	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.21	0.22	D22@200
			鉄筋(地山側)	0.34	0.34	D25@200
		せん断		0.17	0.17	D16@200ctc200
	南側壁	曲げ軸力	コンクリート	0.29	0.29	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.47	0.47	D22@200
			鉄筋(地山側)	0.45	0.45	D29@200
		せん断		0.47	0.47	D16@200ctc400
	中壁	曲げ軸力	コンクリート	0.44	0.45	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(北側)	0.72	0.72	D16@200
			鉄筋(南側)	0.65	0.66	D16@200
		せん断		0.19	0.19	D16@200ctc400
水電気	底版	曲げ軸力	コンクリート	0.14	0.14	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.32	0.32	D35@200
			鉄筋(地山側)	0.13	0.13	D35@200
		せん断		0.18	0.18	D19@200ctc400
	北側壁	曲げ軸力	コンクリート	0.33	0.33	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.38	0.38	D19@200
			鉄筋(地山側)	0.28	0.28	D32@200
		せん断		0.59	0.59	D22@200ctc400
	頂版	曲げ軸力	コンクリート	0.31	0.31	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.62	0.63	D22@200
			鉄筋(地山側)	0.49	0.49	D29@200
		せん断		0.23	0.23	D22@200ctc200
	南側壁	曲げ軸力	コンクリート	0.25	0.25	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.47	0.47	D22@200
			鉄筋(地山側)	0.12	0.12	D32@200
		せん断		0.57	0.57	D22@200ctc400
	南中壁	曲げ軸力	コンクリート	0.15	0.15	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(北側)	0.06	0.06	D22@200
			鉄筋(南側)	0.02	0.02	D22@200
		せん断		0.22	0.23	D16@200ctc400
	北中壁	曲げ軸力	コンクリート	0.26	0.26	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(北側)	0.36	0.36	D29@200
			鉄筋(南側)	0.24	0.24	D25@200
		せん断		0.30	0.30	D16@200ctc400

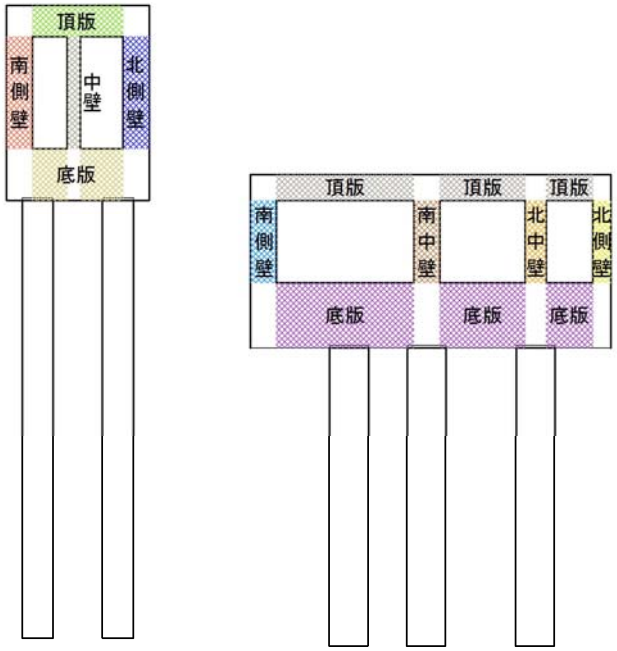


図 1.9－7　カルバートの評価部材名称（常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部））

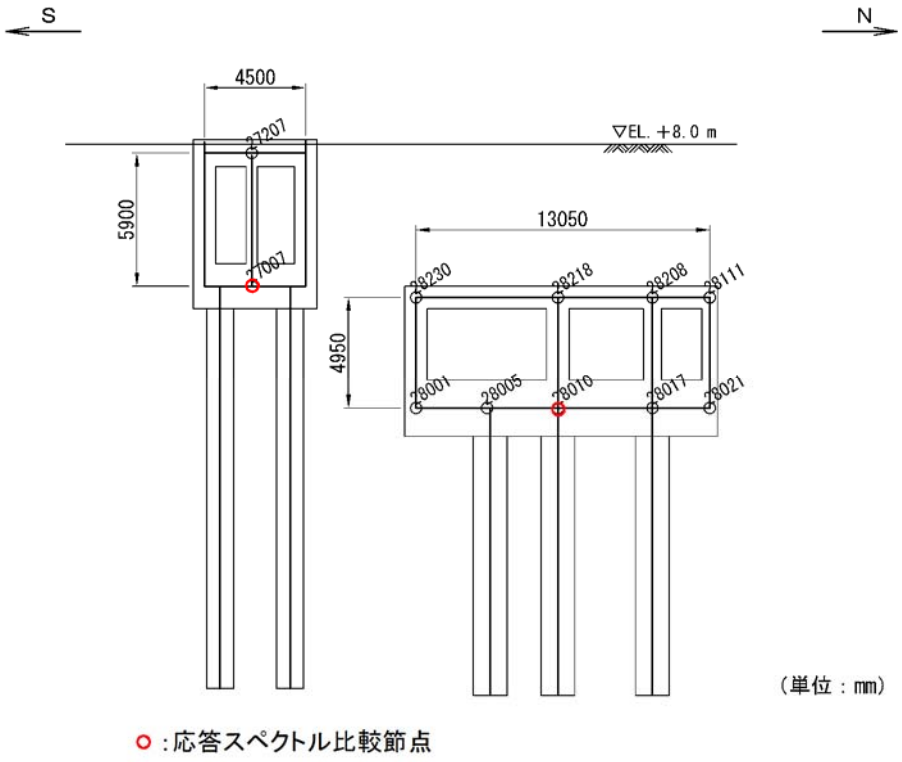


図 1.9－8（1）　床応答抽出点（常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部））

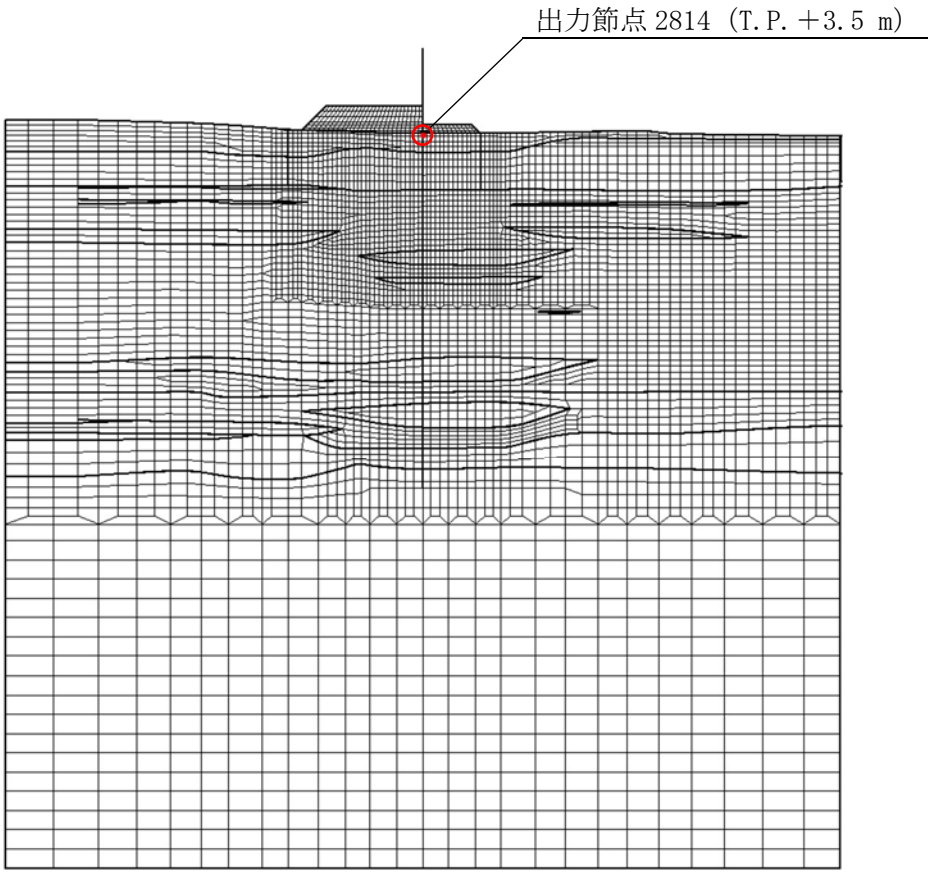


図 1.9－8（2）　床応答抽出点（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）

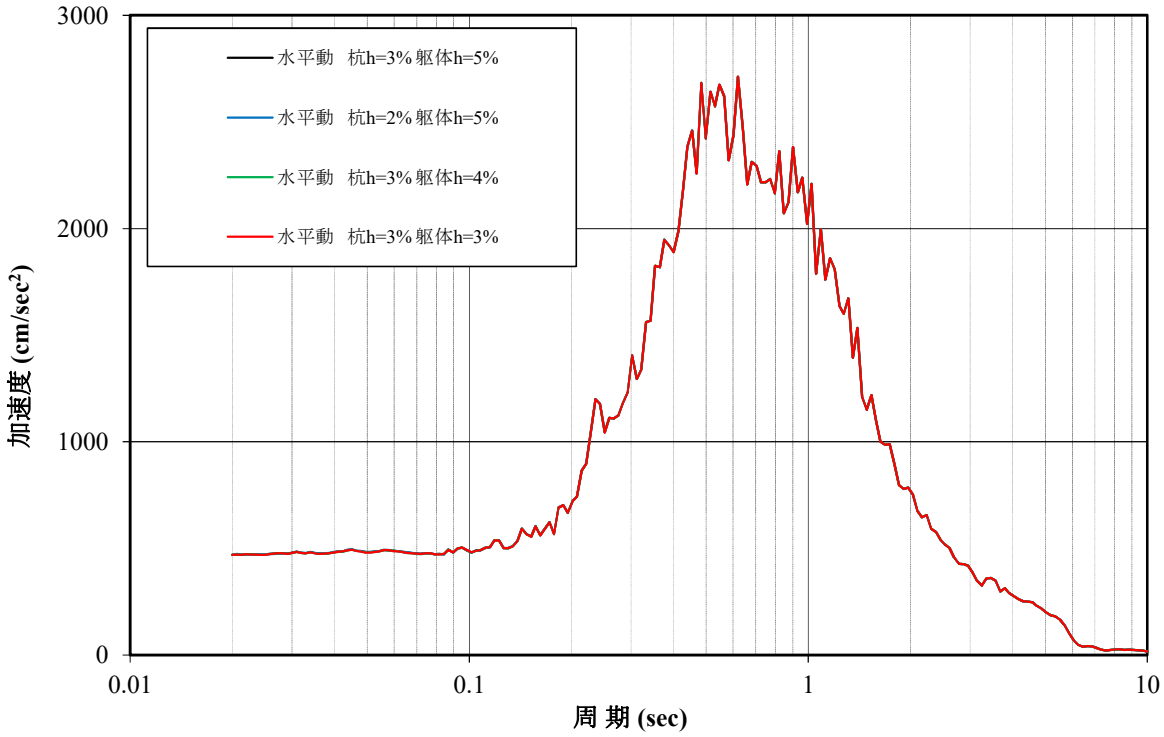


図 1.9－9（1）　床応答水平加速度応答スペクトル：水平方向
軽油カルバート底版中央付近

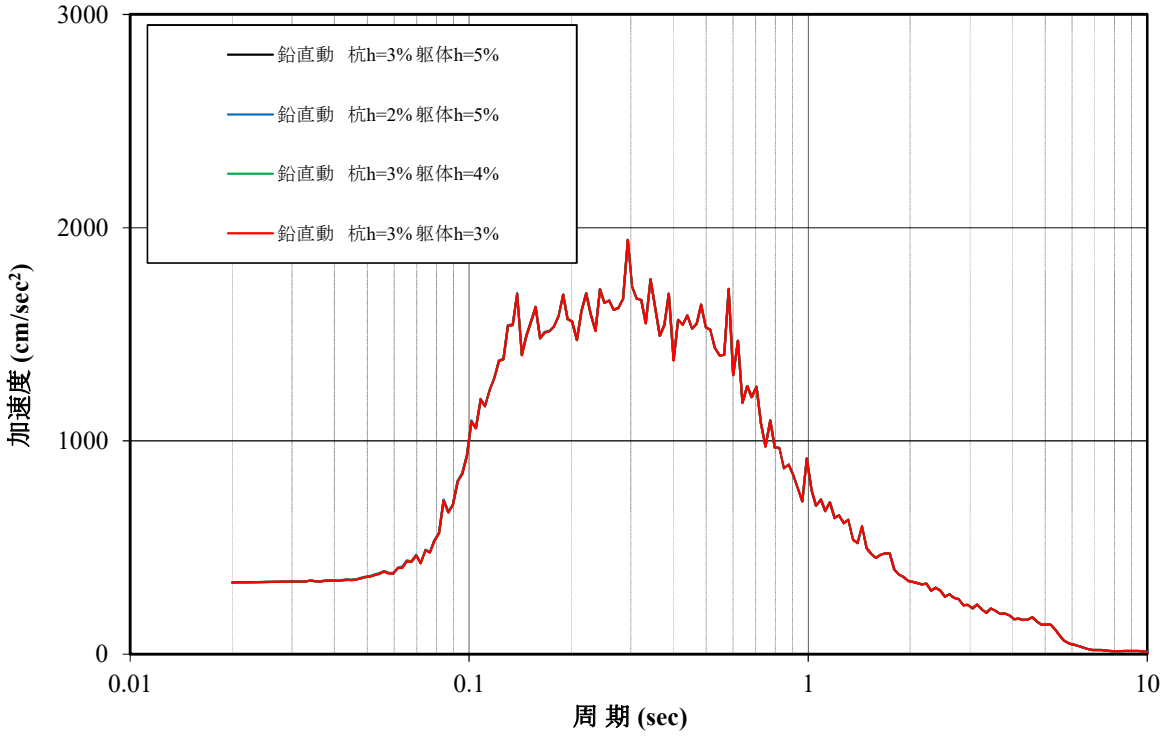


図 1.9－9（2）　床応答鉛直加速度応答スペクトル：鉛直方向
軽油カルバート底版中央付近

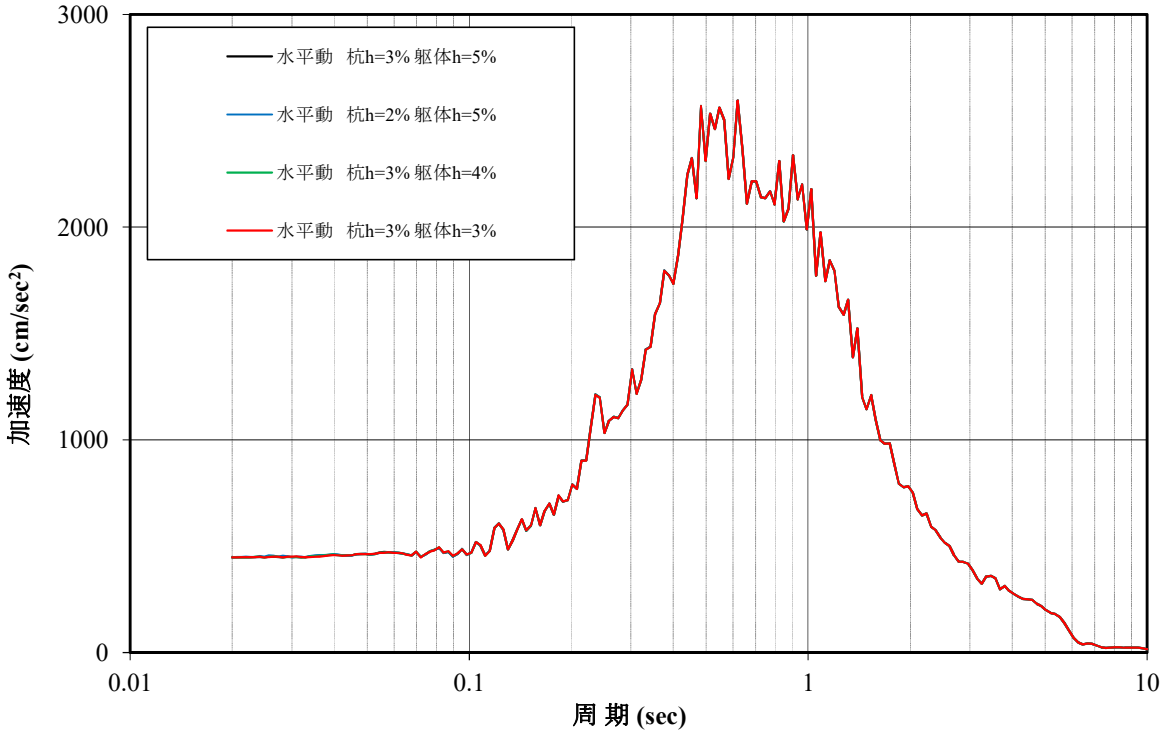


図 1.9－10（1）　床応答水平加速度応答スペクトル：水平方向
電気カルバート底版中央付近

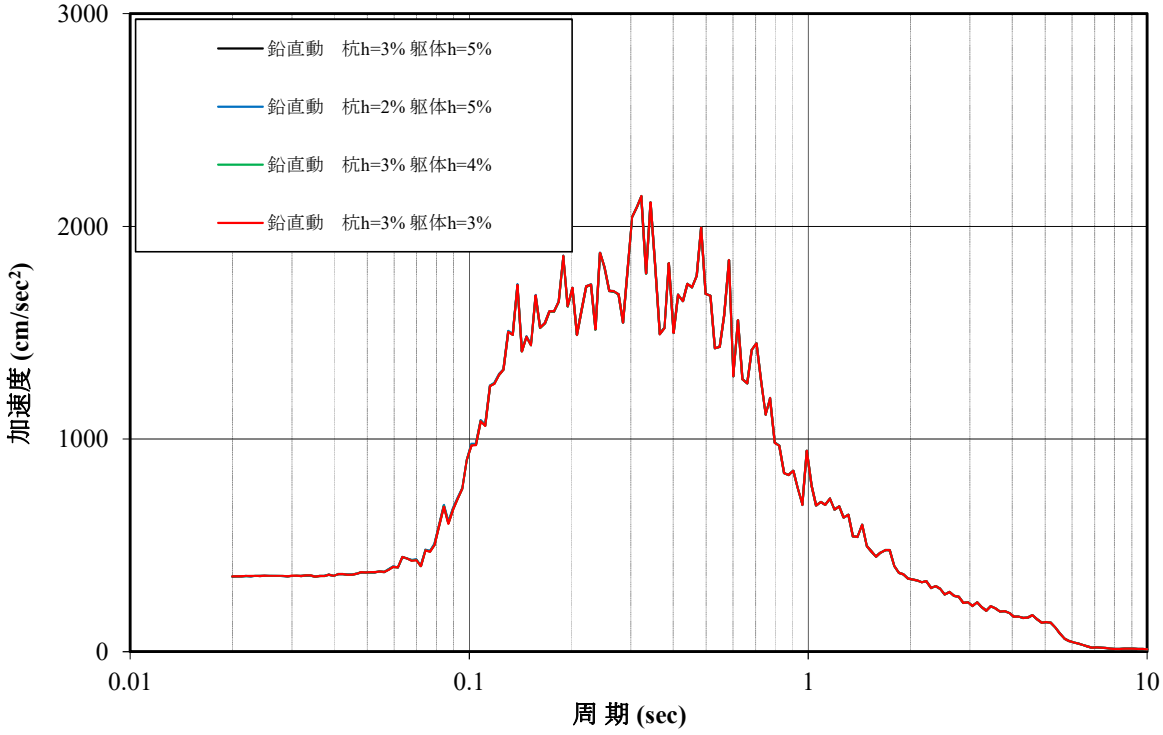


図 1.9－10（2）　床応答鉛直加速度応答スペクトル：鉛直方向
電気カルバート底版中央付近

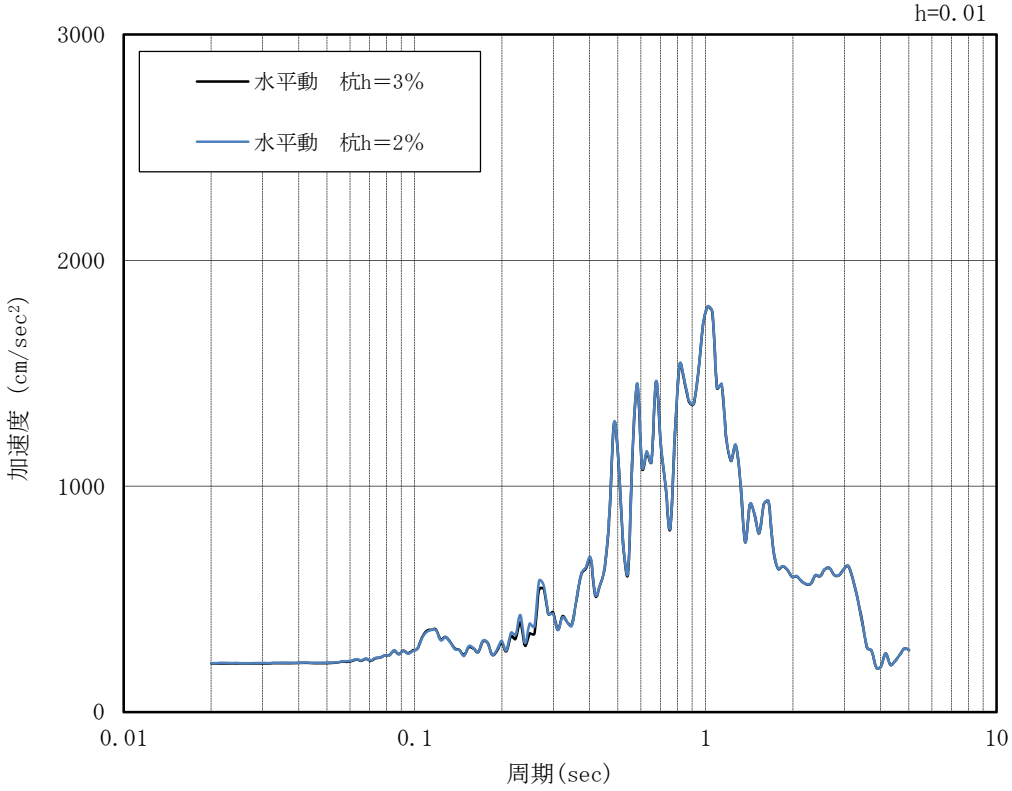


図 1.9－11（1）　床応答水平加速度応答スペクトル：水平方向
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

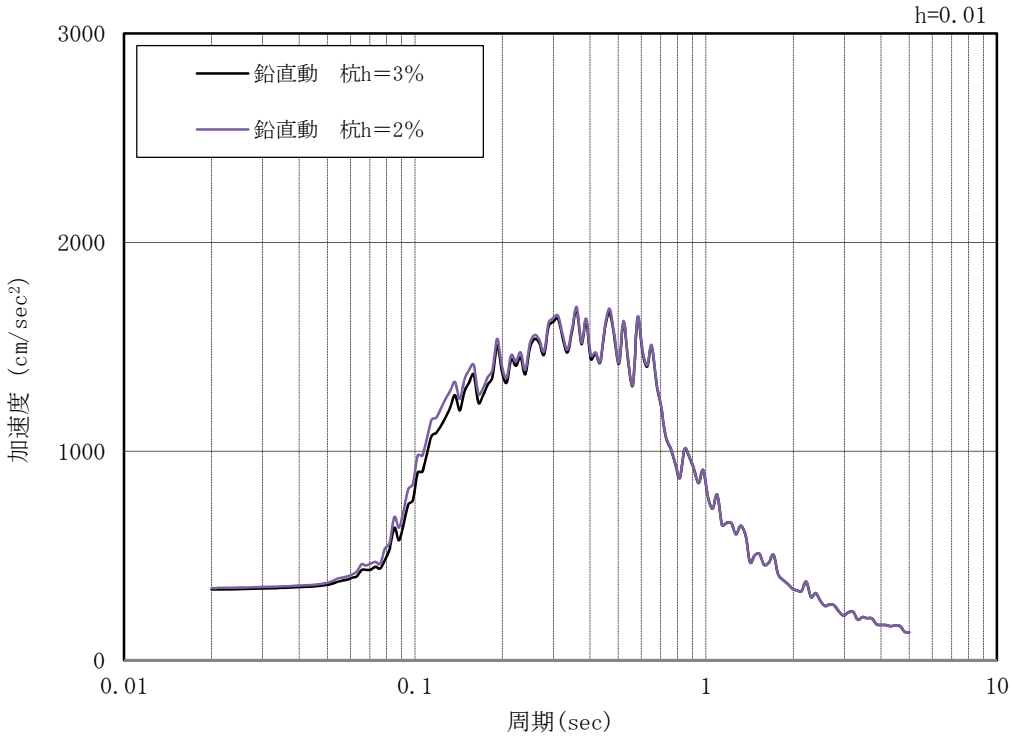


図 1.9－11（2）　床応答水平加速度応答スペクトル：鉛直方向
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

表1.9－2～表1.9－5，図1.9－9～図1.9－11のとおり，鋼材の減衰定数を3%及び2%としたケース，並びにコンクリートの減衰定数を5%，4%及び3%としたケーススタディの地震応答解析を比較のため実施した結果，構造物の照査値に有意な差がないことを確認した。

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの耐震安全性評価に関する参考資料

(2　構造物の浮き上がりに係る評価の抜粋)

2　構造物の浮き上がりに係る評価

2.1　評価方針

地盤中の構造物の浮き上がりに係る評価は，「共同溝設計指針（日本道路協会，昭和 61 年 3 月）」に準拠し，以下の式を用いて実施する。ここで，「検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定したケース」の有効応力解析において，上載土のせん断抵抗面及び構造物側面の過剰間隙水圧比が 0.95 以上となる要素は，以下の式におけるQ_{Si}及びQ_{Bi}を考慮しない。また，「検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定したケース」の有効応力解析において，構造物底版側面の過剰間隙水圧比が 0.95 以上である場合は，次式におけるU_Dを考慮する。

なお，共同溝設計指針の適用及び有効応力解析における地下水位の設定は，地表面とする。

$$F_S = (W_S + W_B + Q_S + Q_B) \,/\, (U_S + U_D)$$

ここに，

F_S：所要安全率

W_S：上載土の荷重（水の重量含む）（kN）

W_B：構造物の自重（kN）

Q_S：上載土のせん断抵抗（kN）

Q_B：構造物側面の摩擦抵抗（kN）

U_S：構造物底面に作用する静水圧による揚圧力（kN）

U_D：構造物底面に作用する過剰間隙水圧による揚圧力（kN）

上載土のせん断抵抗及び構造物側面の摩擦抵抗は，次式を用いて算出する。

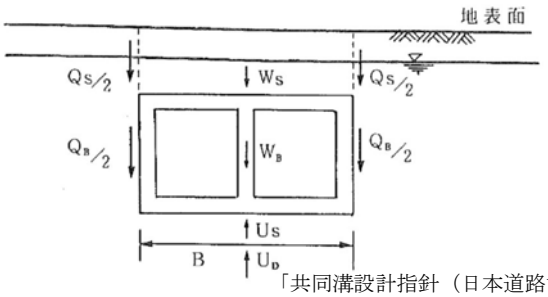
$$Q_S = \Sigma Q_{Si}$$

$$Q_B = \Sigma Q_{Bi}$$

ここに，

Q_{Si}：上載土のせん断抵抗面における各要素のせん断抵抗（kN）

Q_{Bi}：構造物側面における各要素の摩擦抵抗（kN）



「共同溝設計指針（日本道路協会，昭和 61 年 3 月）より」

図 11－3　地盤中の構造物に作用する力

2.2　評価結果

追而