

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 43
提出年月日	平成 30 年 8 月 30 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】

【収録内容】

- 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
 - 1. 4. 3 屋外二重管の断面選定の考え方
 - 1. 4. 5 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の断面選定の考え方
 - 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
 - 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
- 1. 11 屋外重要土木構造物の耐震評価における追加検討ケースの選定について（2. 5 章抜粋）
- 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（参考 2, 3 抜粋）

平成 30 年 8 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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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
改 21	H30. 7. 5	<ul style="list-style-type: none"> ・改 9 のうち, 4 章及び 5 章を改定
改 22	H30. 7. 5	<ul style="list-style-type: none"> ・改 12 のうち, 2 章を改定 ・改 20 のうち, 1. 9 章を改定
改 23	H30. 7. 6	<ul style="list-style-type: none"> ・改 6 のうち, 7 章を改定
改 24	H30. 7. 9	<ul style="list-style-type: none"> ・改 6 のうち, 14 章及び 16 章を改定 ・改 11 のうち, 10 章を改定 ・改 15 のうち, 17 章及び 18 章を改定 ・改 18 のうち, 13 章及び 15 章を改定 ・改 19 のうち, 3 章を改定 ・改 20 のうち, 11 章を改定
改 25	H30. 7. 9	<ul style="list-style-type: none"> ・改 4 のうち, 8 章を改定
改 26	H30. 7. 26	<ul style="list-style-type: none"> ・改 10 のうち, 1. 7 章を改定 ・改 11 のうち, 1. 6 章を改定
改 27	H30. 8. 1	<ul style="list-style-type: none"> ・改 6 のうち, 9 章を改定
改 28	H30. 8. 2	<ul style="list-style-type: none"> ・改 11 のうち, 1. 4. 10 章を改定 ・改 22 のうち, 1. 9 章を改定
改 29	H30. 8. 6	<ul style="list-style-type: none"> ・改 21 のうち, 4 章及び 5 章を改定 ・改 23 のうち, 7 章を改定
改 30	H30. 8. 6	<ul style="list-style-type: none"> ・改 24 のうち, 16 章を改定
改 31	H30. 8. 13	<ul style="list-style-type: none"> ・「1. 11 屋外重要土木構造物の耐震評価における追加検討ケースの選定について」新規作成し, 追加 ・改 24 のうち, 10 章及び 14 章を改定
改 32	H30. 8. 13	<ul style="list-style-type: none"> ・改 6 のうち, 6 章を改定
改 33	H30. 8. 14	<ul style="list-style-type: none"> ・改 18 のうち, 15 章を改定 ・改 24 のうち, 13 章を改定
改 34	H30. 8. 16	<ul style="list-style-type: none"> ・改 24 のうち, 18 章を改定 ・改 25 のうち, 8 章を改定
改 35	H30. 8. 17	<ul style="list-style-type: none"> ・改 3 のうち, 12 章を改定 ・改 22 のうち, 2 章を改定
改 36	H30. 8. 20	<ul style="list-style-type: none"> ・改 24 のうち, 17 章を改定
改 37	H30. 8. 21	<ul style="list-style-type: none"> ・改 24 のうち, 3 章を改定 ・改 30 のうち, 16 章を改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 38	H30. 8. 21	<ul style="list-style-type: none"> ・改 24 のうち, 11 章を改定 ・改 27 のうち, 9 章を改定
改 39	H30. 8. 21	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3 章のうち, 「屋外二重管本体の耐震安全性評価」を新規作成し, 追加
改 40	H30. 8. 23	<ul style="list-style-type: none"> ・改 4 のうち, 1. 2 章を改定
改 41	H30. 8. 23	<ul style="list-style-type: none"> ・改 31 のうち, 1. 11 章を改定
改 42	H30. 8. 27	<ul style="list-style-type: none"> ・改 41 のうち, 1. 11 章を改定
改 43	H30. 8. 30	<ul style="list-style-type: none"> ・改 1 のうち, 1. 4. 5 章, 1. 4. 7 章を改定 ・改 17 のうち, 1. 4. 3 章を改定 ・改 29 のうち, 参考 2, 3 を新規作成し, 追加 ・改 42 のうち, 1. 11 章を改定(一部抜粋)

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 40 H30. 8. 23]
 - 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 43 H30. 8. 30]
 - 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]
 - 1.4.5 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の断面選定の考え方[改 43 H30. 8. 30]
 - 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 43 H30. 8. 30]
 - 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 28 H30. 8. 2]
 - 1.4.11 格納容器圧力逃がし装置用配管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 S A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 S A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 26 H30. 7. 26]
 - 1.7 ジョイント要素のばね設定について[改 26 H30. 7. 26]
 - 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 28 H30. 8. 2]
 - 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]
 - 1.11 屋外重要土木構造物の耐震評価における追加検討ケースの選定について[改 42 H30. 8. 27]
[改 43 H30. 8. 30(2.5章抜粋)]
2. 取水構造物の耐震安全性評価[改 35 H30. 8. 17]
3. 屋外二重管の耐震安全性評価 [改 37 H30. 8. 21(屋外二重管基礎)]
[改 39 H30. 8. 21(屋外二重管本体)]
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 29 H30. 8. 6]

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 29 H30. 8. 6]

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 32 H30. 8. 13]

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 29 H30. 8. 6]

[改 43 H30. 8. 30(参考 2, 3 追加)]

8. 代替淡水貯槽の耐震安全性評価[改 34 H30. 8. 16]

9. 常設低圧代替注水系ポンプ室の耐震安全性評価[改 38 H30. 8. 21]

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 31 H30. 8. 13]

11. 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[改 38 H30. 8. 21]

12. 緊急用海水ポンプピットの耐震安全性評価[改 35 H30. 8. 17]

13. 緊急用海水取水管の耐震安全性評価[改 33 H30. 8. 14]

14. S A用海水ピットの耐震安全性評価[改 31 H30. 8. 13]

15. 海水引込み管の耐震安全性評価[改 33 H30. 8. 14]

16. S A用海水ピット取水塔の耐震安全性評価[改 37 H30. 8. 21]

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 36 H30. 8. 20]

18. 可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震安全性評価[改 34 H30. 8. 16]

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 屋外重要土木構造物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 取水構造物の耐震性についての計算書
		1.4.3 屋外二重管	V-2-2-8 屋外二重管の耐震性についての計算書
		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-2-2-23-1 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
		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-2-2-23-3 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
		1.4.6 常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）	V-2-2-23-4 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
		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-2-2-23-2 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
		1.4.8 代替淡水貯槽	V-2-2-29 代替淡水貯槽の耐震性についての計算書
		1.4.9 常設低圧代替注水系ポンプ室	V-2-2-27 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
		1.4.10 常設低圧代替注水系配管カルバート	V-2-2-31 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
		1.4.11 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート	V-2-2-21 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
		1.4.12 緊急用海水ポンプピット	V-2-2-35 緊急用海水ポンプピットの耐震性についての計算書
		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-2-2-33 SA用海水ピットの耐震性についての計算書	
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-2-2-13 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
	1.4.18 可搬型設備用軽油タンク基礎	V-2-2-25 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
	1.5 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
	1.9 地震応答解析における構造物の減衰定数について	共通事項
	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	共通事項
	1.11 屋外重要土木構造物の耐震評価における追加検討ケースの選定について	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-2-2-22-1 常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の地震応答計算書 V-2-2-23-1 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-2-2-22-3 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-2-2-23-3 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-2-2-22-4 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-2-2-23-4 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-2-2-22-2 常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の地震応答計算書 V-2-2-23-2 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-2-2-28 代替淡水貯槽の地震応答計算書 V-2-2-29 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-2-2-26 常設低圧代替注水系ポンプ室の地震応答計算書 V-2-2-27 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-2-2-30 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-2-2-31 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配管カルバートの耐震安全性評価	V-2-2-20 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-2-2-21 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-2-2-34 緊急用海水ポンプピットの地震応答計算書 V-2-2-35 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-2-2-32 SA用海水ピットの地震応答計算書 V-2-2-33 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-2-2-12 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-2-2-13 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-2-2-24 可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答計算書 V-2-2-25 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配管カルバート，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。

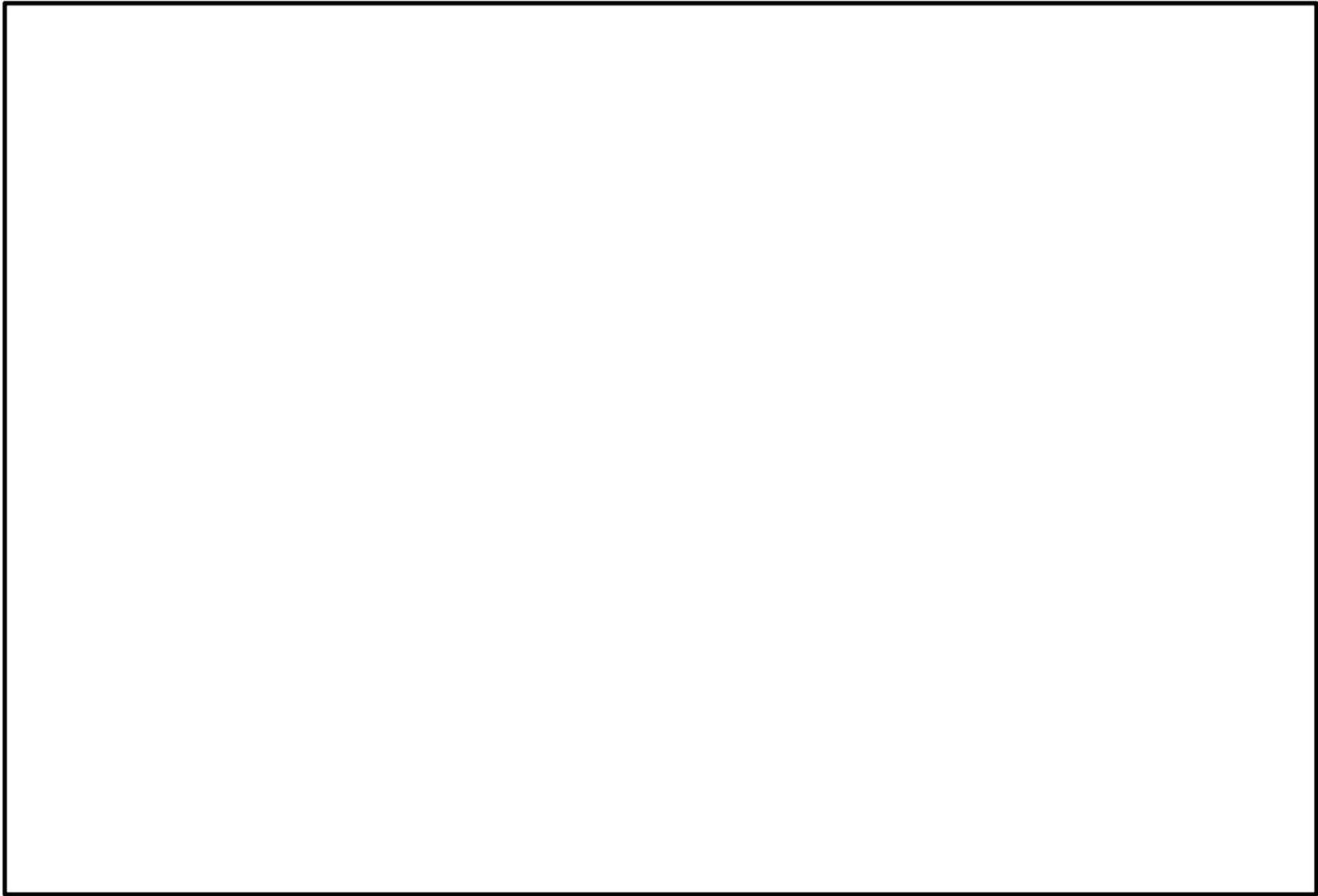


图 1.1-1 屋外重要土木構造物等位置図

1.4.1-4

1.4.3 屋外二重管の断面選定の考え方

屋外二重管は、Sクラス機器である残留熱除去系海水系配管、非常用ディーゼル発電機海水系配管及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系配管の間接支持機能を有する延長約215 m、内径2.0 m及び1.8 mの2本の鋼管の地中構造物であり、杭基礎、又は地盤改良体を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。排気筒付近に位置する可とう管から海水ポンプ室までの区間は、水平方向の鋼製桁と鉛直方向の鋼管杭を結合したラーメン構造である杭基礎により支持する構造とする。一方、原子炉建屋から排気筒付近に位置する可とう管までの区間は、他構造物（原子炉建屋、排気筒、主排気筒ダクト基礎など）と近接していることから、杭基礎ではなく屋外二重管直下に造成した地盤改良体により支持する構造とする。

屋外二重管の平面図を図 1.4.3-1 に、縦断面図及び構造形式別の横断面図を図 1.4.3-2 に示す。

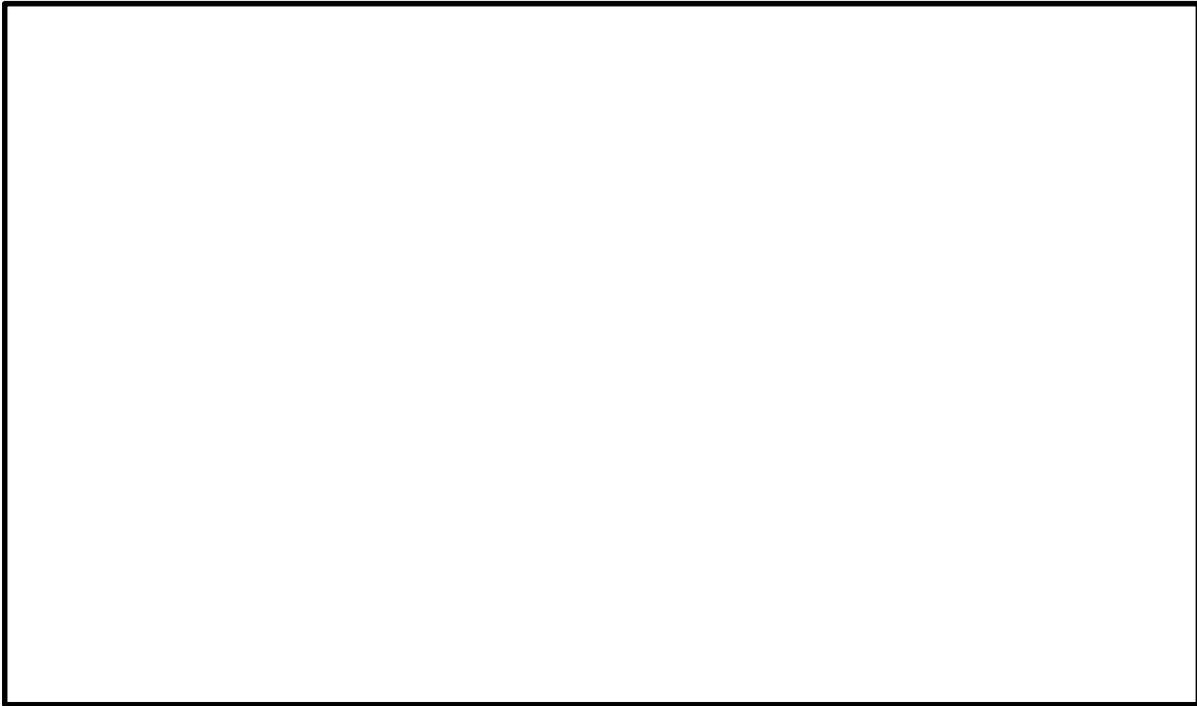
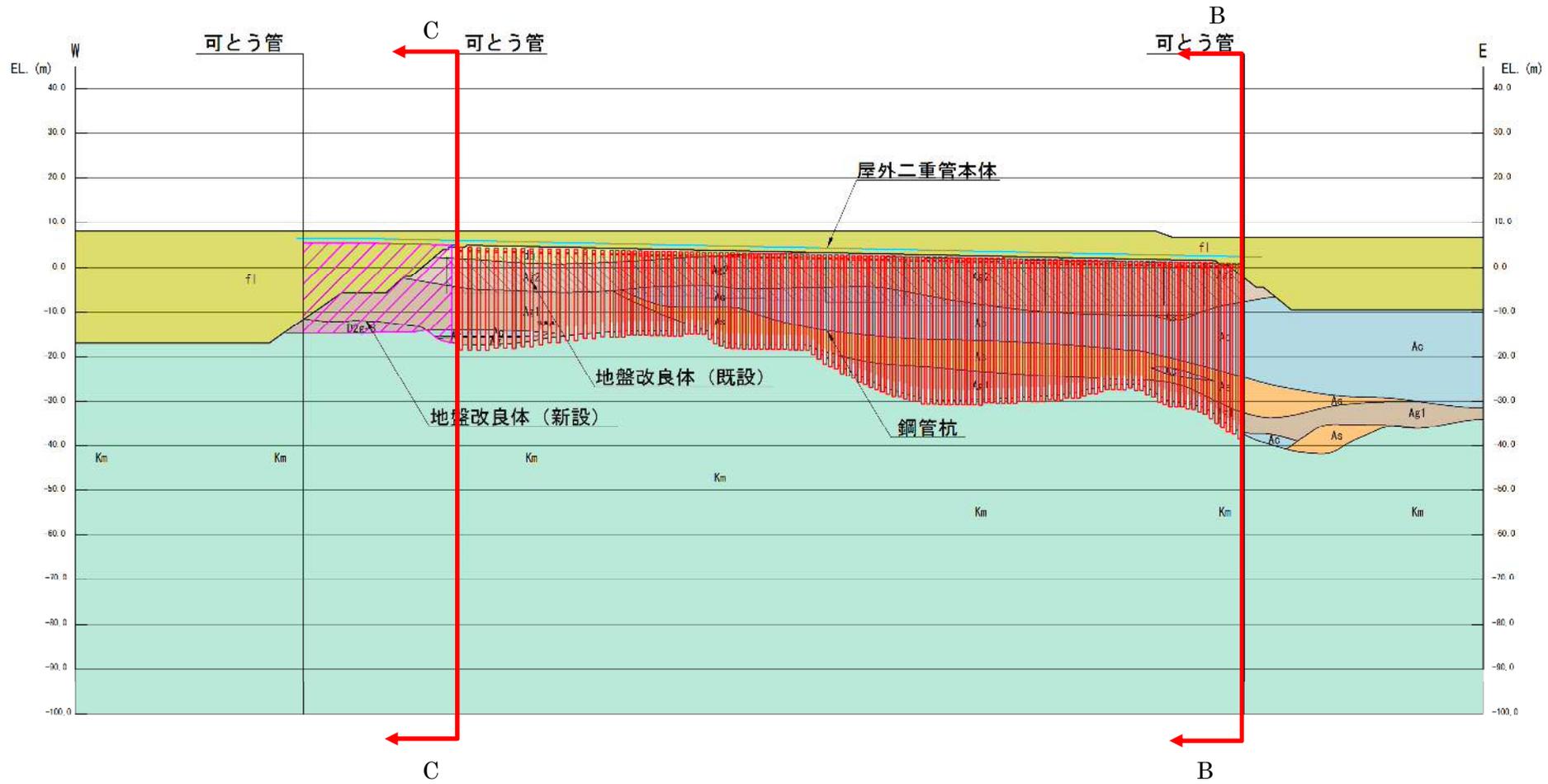
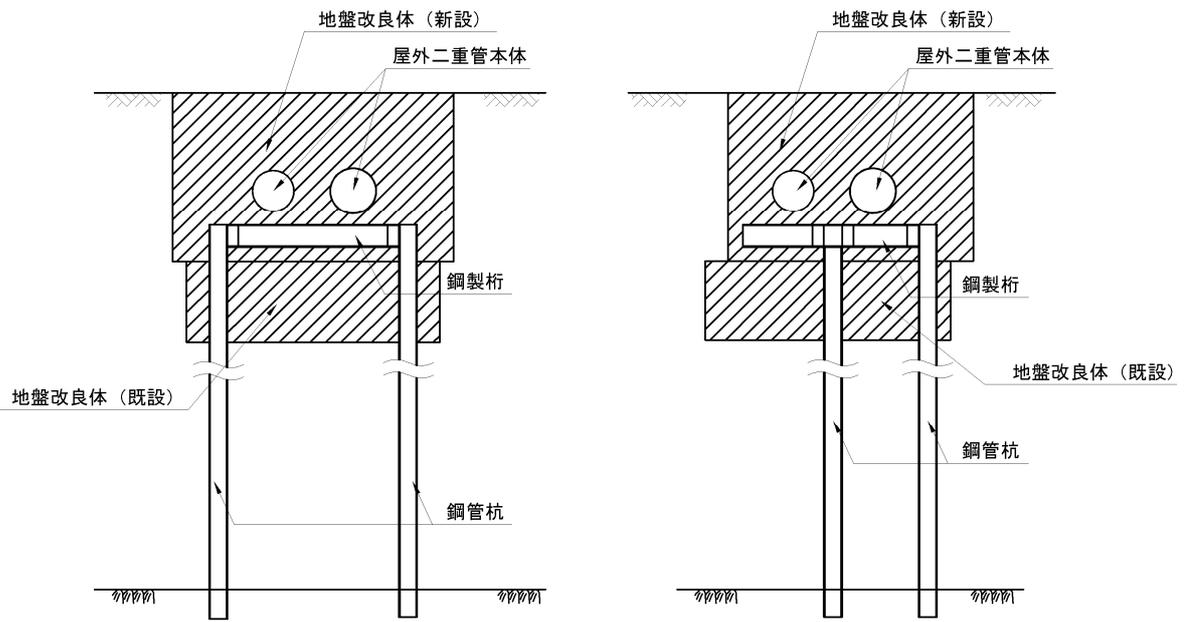


図 1.4.3-1 屋外二重管の平面図



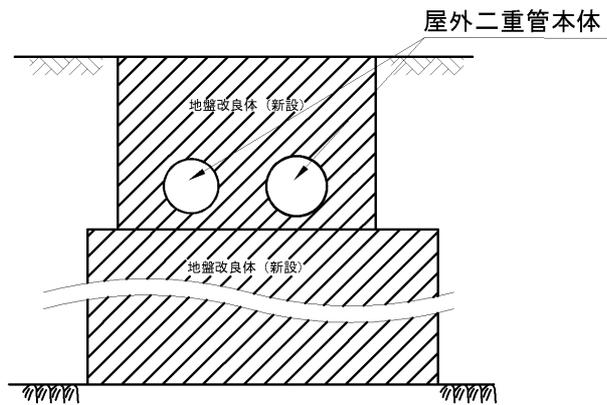
A-A断面

図 1.4.3-2 (1) 屋外二重管の縦断面図



B-B断面 (杭基礎構造部)

C-C断面 (杭基礎構造部)



C-C断面 (地盤改良体基礎構造部)

図 1.4.3-2 (2) 屋外二重管の横断面図

(1) 耐震評価候補断面の整理

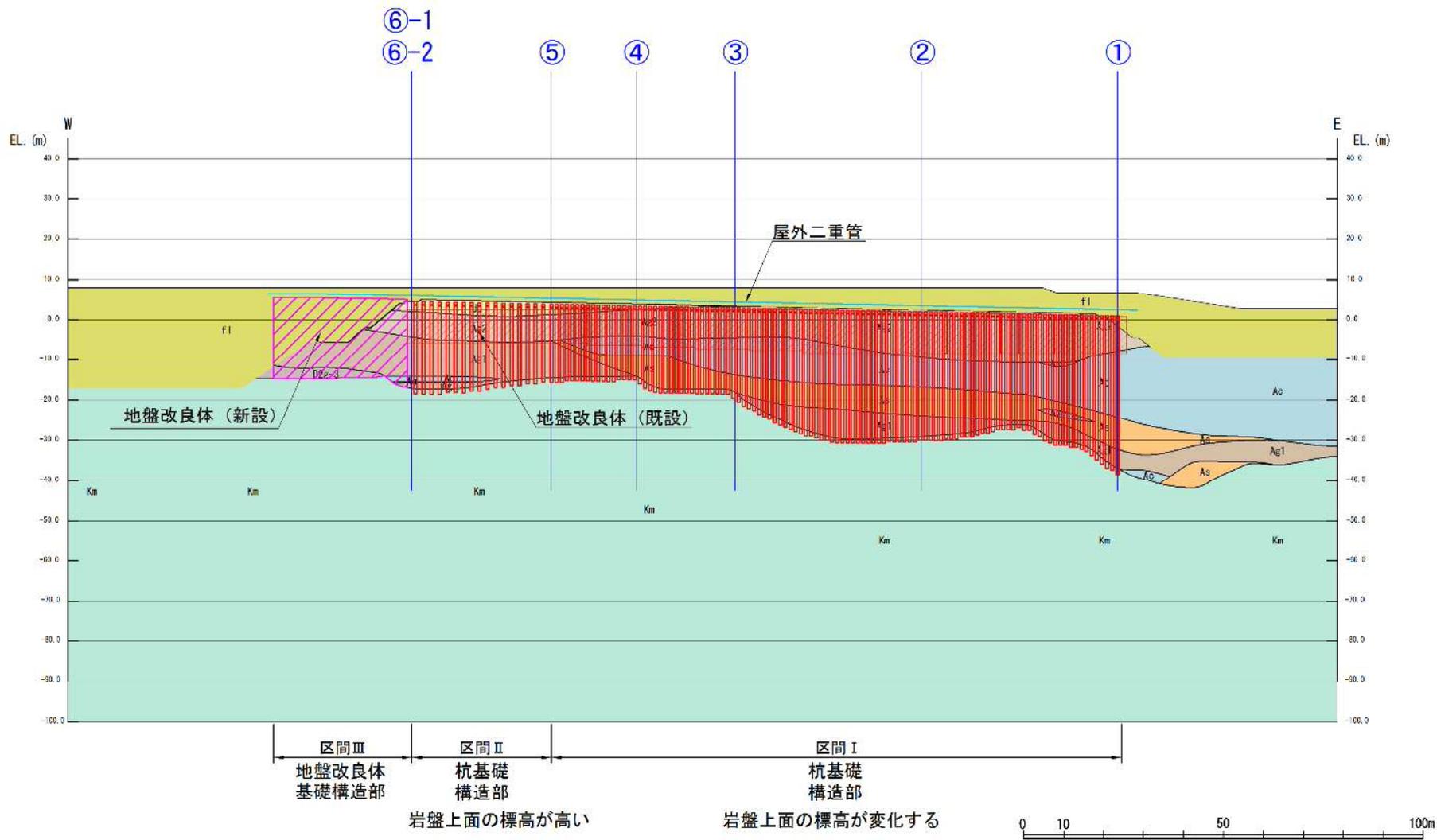
「1.4.1 方針①耐震評価候補断面の整理」に従い、耐震評価候補断面を整理する。

屋外二重管基礎設置区間における縦断方向は、全延長約 215 m 間における基礎構造形式として、杭基礎構造部と地盤改良体基礎構造部からなる。地盤改良体基礎構造部は横断方向に比べて縦断方向の幅が広く、縦断方向が強軸断面方向となっている。耐震評価候補断面の特徴を表 1.4.3-1 に、評価候補断面を図 1.4.3-3 に示す。

屋外二重管基礎設置区間における横断方向の耐震評価候補断面は、地質縦断図における岩盤上面の標高、液状化検討対象層と非液状化層の分布状況、屋外二重管基礎構造形式に着目し、区間Ⅰ（杭基礎構造部、岩盤上面の標高が変化し、液状化検討対象層と非液状化層の両者が厚く分布している区間）、区間Ⅱ（杭基礎構造部、主に液状化検討対象層が分布し、非液状化層が少ない区間）、区間Ⅲ（地盤改良体基礎構造部、岩盤上面の標高が高く、第四系地盤を地盤改良している区間）に分類し、各区間における屋外二重管基礎の構造的特徴及び周辺地質を考慮して7つの候補断面を選定する。

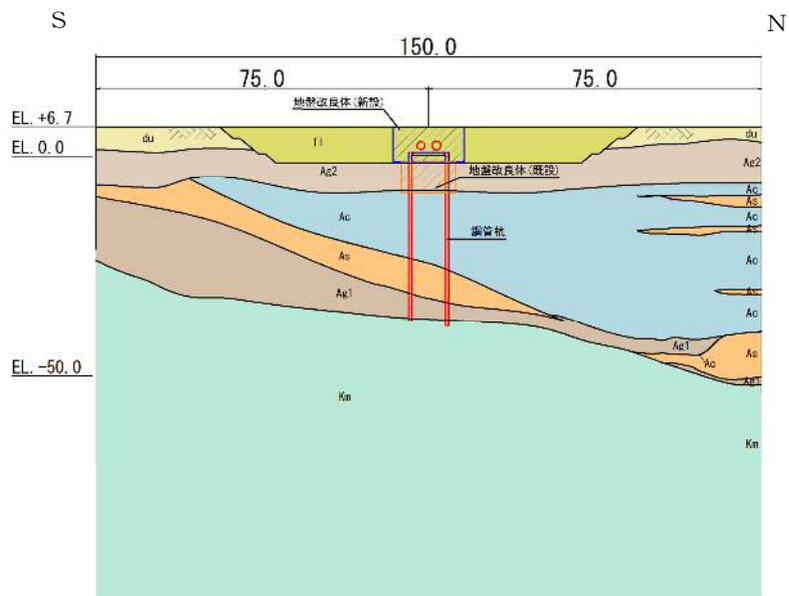
表 1.4.3-1 耐震評価候補断面の特徴

区間	候補断面	要求性能	構造的特徴	周辺地質	間接支持する設備
I	①	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> ・横断方向断面である。 ・2本の鋼管杭頭部を結ぶ鋼製桁で屋外二重管本体を支持する。 ・門型ラーメン構造である。 	岩盤上面の標高が全区間で最も低く、全区間で非液状化層の層厚が最も厚い。	<ul style="list-style-type: none"> ・残留熱除去系海水系配管 ・非常用ディーゼル発電機海水系配管 ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系配管
	②			全区間で液状化検討対象層の層厚が最も厚い。	
	③			全区間で液状化検討対象層の層厚が最も薄い。	
	④			全区間で岩盤上面の標高が最も高い。	
	II	⑤	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> ・横断方向断面である。 ・2本の鋼管杭頭部を結ぶ鋼製桁で屋外二重管本体を支持する。 ・既設構造物と近接しているため、南側の鋼管杭を屋外二重管本体の間に打設する。 	区間IIで岩盤上面の標高が最も高く、非液状化層がない。
⑥-1		区間IIで岩盤上面の標高が最も低く、液状化検討対象層の層厚が最も厚い。			
III	⑥-2	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> ・横断方向断面である。 ・既設構造物と干渉するため、地盤改良体で屋外二重管本体を支持する。 	区間IIIは岩盤上面の標高が全区間の中で比較的高くおおむね水平となっており、地盤改良を実施する。	<ul style="list-style-type: none"> ・残留熱除去系海水系配管 ・非常用ディーゼル発電機海水系配管 ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系配管
-	A-A	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> ・縦断方向断面である。 ・地盤改良体は横断方向に比べて縦断方向の基礎幅が広く、強軸断面方向となる。 	岩盤上面の標高や地質構成が縦断方向に変化する。	<ul style="list-style-type: none"> ・残留熱除去系海水系配管 ・非常用ディーゼル発電機海水系配管 ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系配管



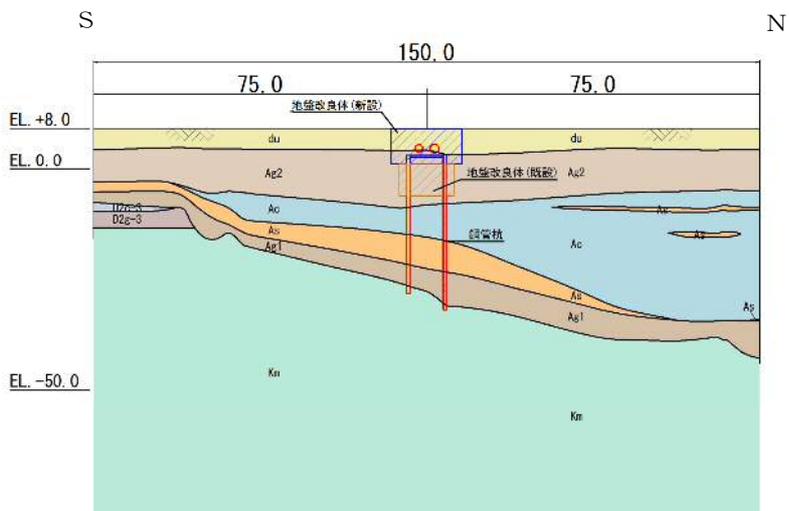
(a) 縦断面図 (A-A断面)

図 1.4.3-3 (1) 評価候補断面



注：寸法はmを示す。

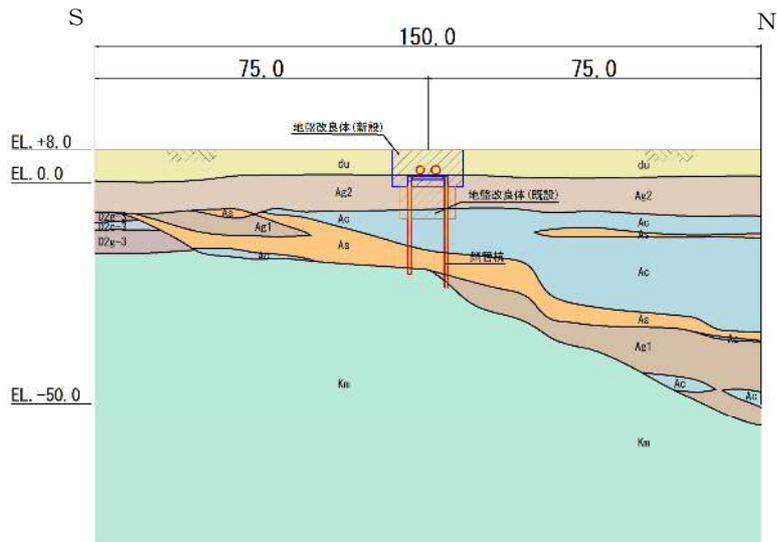
(b) 区間 I : 断面①



注：寸法はmを示す。

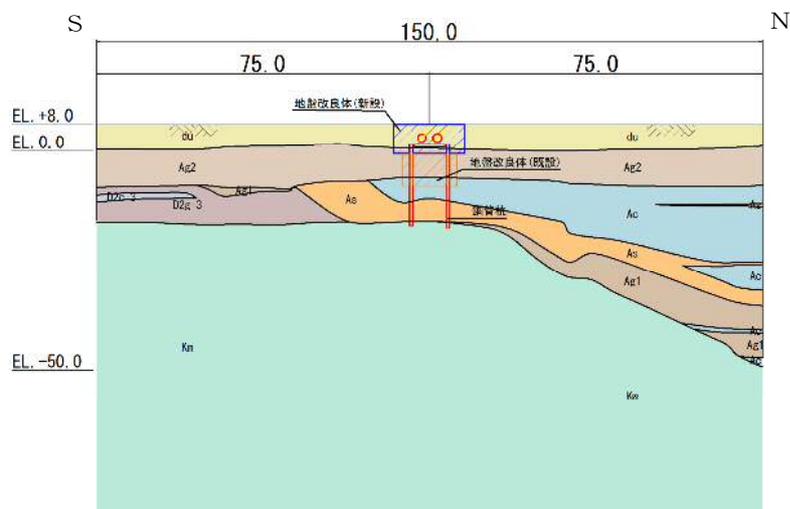
(c) 区間 I : 断面②

図 1.4.3-3 (2) 評価候補断面 (横断図)



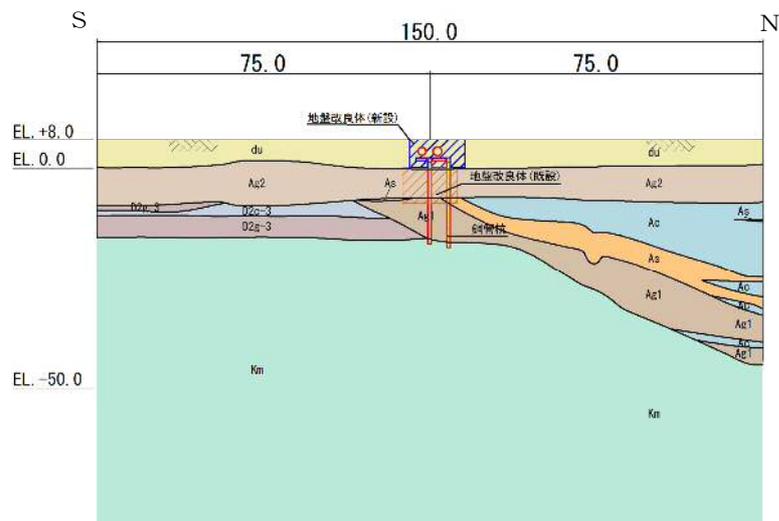
注：寸法は m を示す。

(d) 区間 I : 断面③



注：寸法は m を示す。

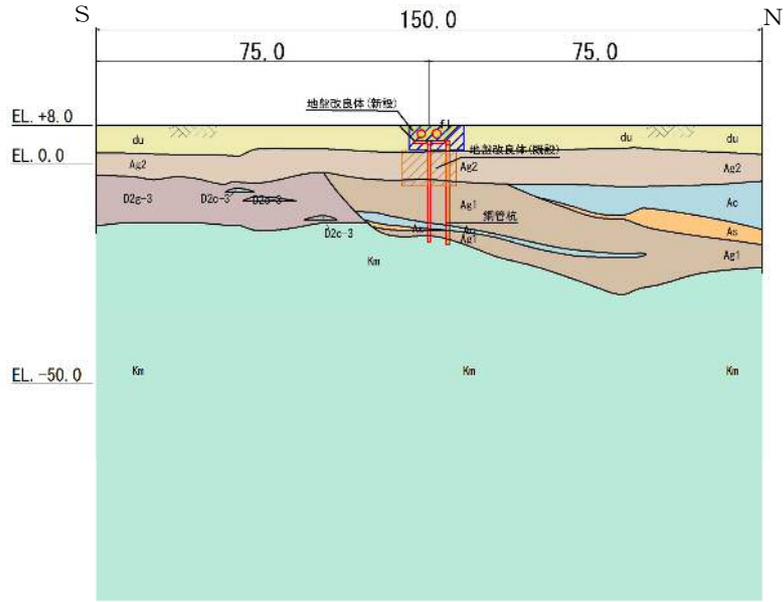
(e) 区間 I : 断面④



注：寸法は m を示す。

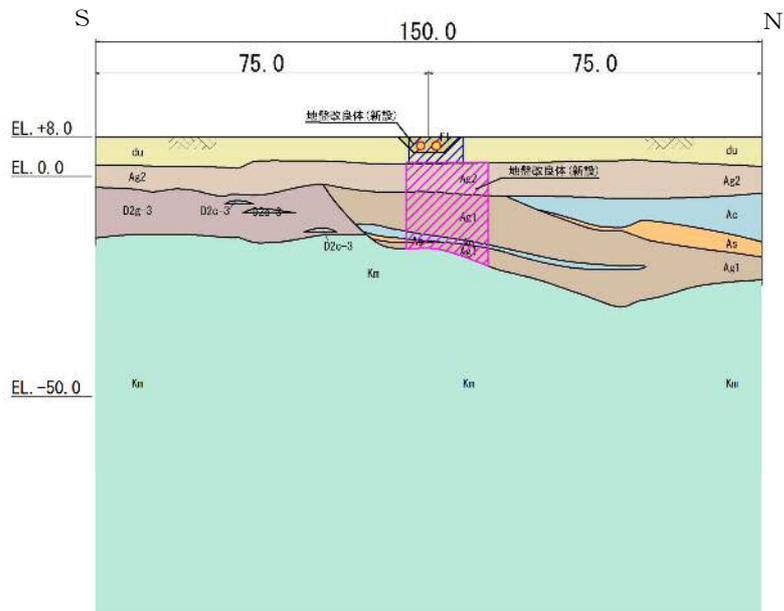
(f) 区間 I, II : 断面⑤

図 1.4.3-3 (3) 評価候補断面 (横断図)



注：寸法は m を示す。

(g) 区間Ⅱ：断面⑥-1



注：寸法は m を示す。

(h) 区間Ⅲ：断面⑥-2

図 1.4.3-3 (4) 評価候補断面 (横断図)

(2) 評価対象断面の選定

評価対象断面の選定は各区間において、基礎の構造成立性に影響が大きい水平変位及びせん断ひずみに着目し、1次元地震応答解析（FLIP）より求めた応答値を比較する。

1次元地震応答解析（FLIP）では、幅広い周期帯で比較的応答加速度が大きい S_s-D1 を地震動として用いる。断面⑥-2では、屋外二重管本体の支持構造として岩盤以浅に造成する地盤改良体を考慮する。

a. 区間 I

区間 I の評価対象断面選定結果を表 1.4.3-2 に、区間 I で選定した評価候補断面における屋外二重管本体位置の最大水平変位発生時刻の変位分布を図 1.4.3-4 に、最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布を図 1.4.3-5 に、最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布を図 1.4.3-6 に示す。なお、図 1.4.3-6 には、屋外二重管本体位置における最大水平変位発生時刻の変位分布も示している。

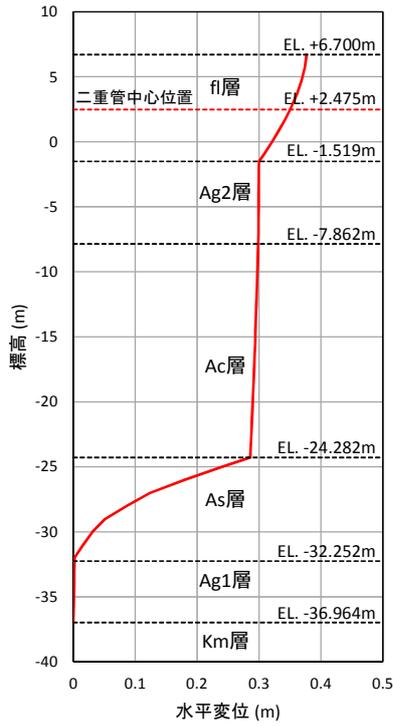
屋外二重管本体位置における最大水平変位は断面①で最大値を示す一方、最大せん断ひずみは断面③が最大値を示し、断面①よりもわずかに大きくなっている。ただし、最大水平変位発生時刻の変位分布と最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布は同様であることを確認した。さらに、断面①及び断面③で実施した1次元地震応答解析（FLIP）に基づき、断面①については屋外二重管本体位置の最大水平変位が発生した時刻の地盤剛性を地盤ばねとして用い、断面③については最大せん断ひずみが発生した時刻の地盤剛性を地盤ばねとして用いて、それぞれの時刻における地盤変位分布を鋼管杭に作用させた場合の最大曲げモーメントをフレーム解析より算出した。算出結果を表 1.4.3-3 及び図 1.4.3-7 に示す。

表 1.4.3-3 及び図 1.4.3-7 に示すように、断面①及び断面③の鋼管杭に発生する最大曲げモーメントを比較すると断面①の方が大きい。したがって、屋外二重管位置の最大水平変位が最大値を示す断面①を評価対象断面に選定する。

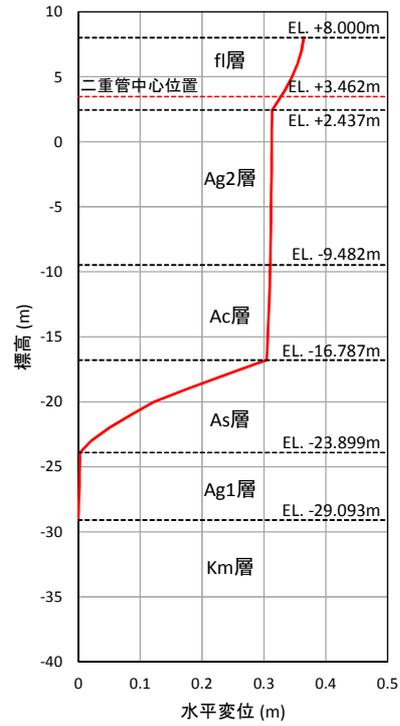
表 1.4.3-2 1次元地震応答解析（FLIP）結果（区間Ⅰ）

候補断面	屋外二重管 本体位置 の変位* (m)	最大せん断 ひずみ (%)	評価 断面	選定結果
断面①	0.35	6.6	○	屋外二重管本体位置の水平変位が最大であり、最大せん断ひずみは他候補断面と同様である。また、杭の長さが最も長い位置である。さらに、断面①及び断面③において発生する最大曲げモーメントを比較すると断面①の方が大きいことから、評価対象断面に選定する。
断面②	0.33	6.0	—	断面①と比較し屋外二重管本体位置の水平変位及び最大せん断ひずみが小さいため、評価対象断面としない。
断面③	0.30	7.1	—	断面①と比較し最大せん断ひずみはわずかに大きい、屋外二重管本体位置の水平変位が小さい。また、断面①及び断面③において発生する最大曲げモーメントを比較すると断面③の方が小さいことから、評価対象断面としない。
断面④	0.33	6.5	—	断面①と比較し屋外二重管本体位置の水平変位及び最大せん断ひずみが小さいため、評価対象断面としない。

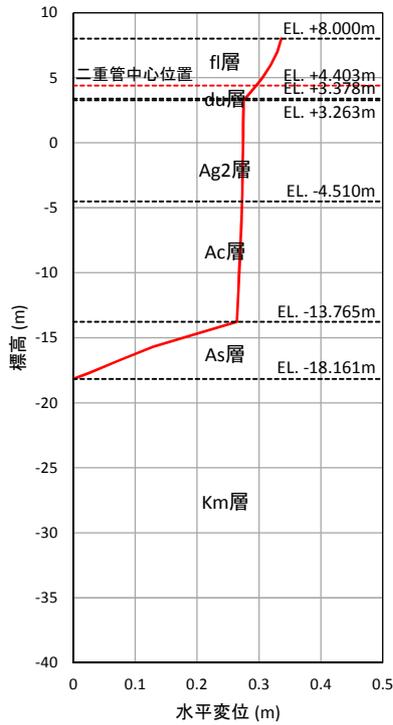
注記 * : 各地震応答解析モデルにおける岩盤上面を基準とした値



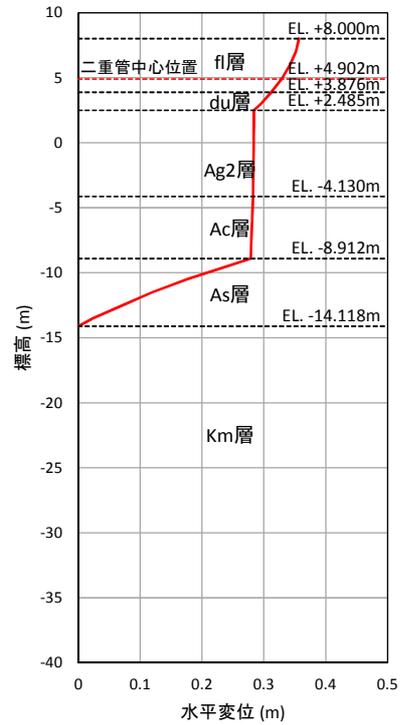
(a) 候補断面①



(b) 候補断面②

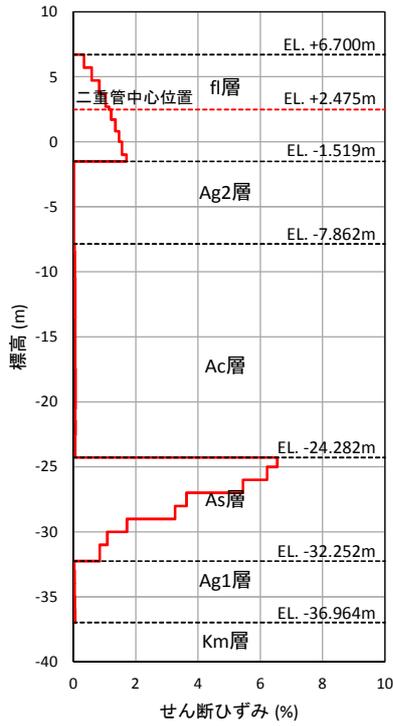


(c) 候補断面③

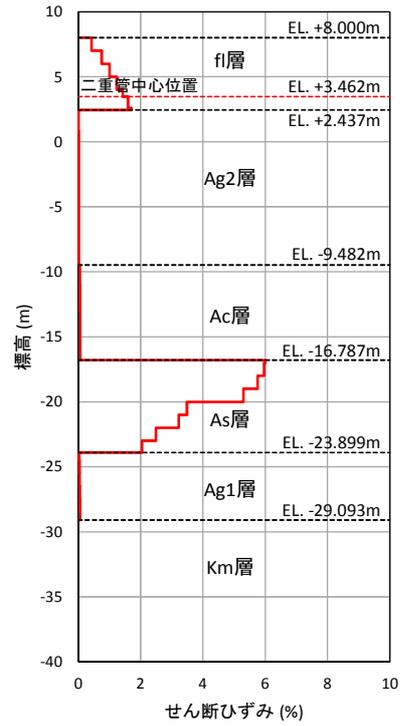


(d) 候補断面④

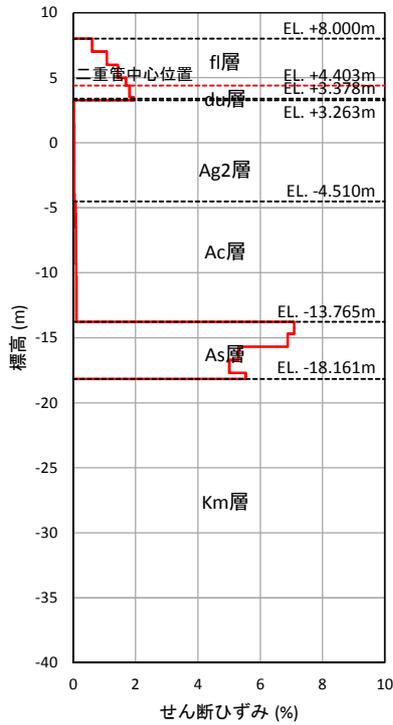
図 1.4.3-4 屋外二重管本体位置における最大水平変位発生時刻の変位分布 (区間 I)



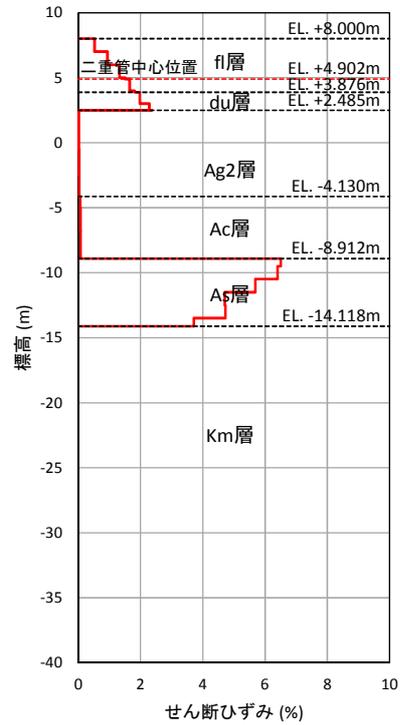
(a) 候補断面①



(b) 候補断面②

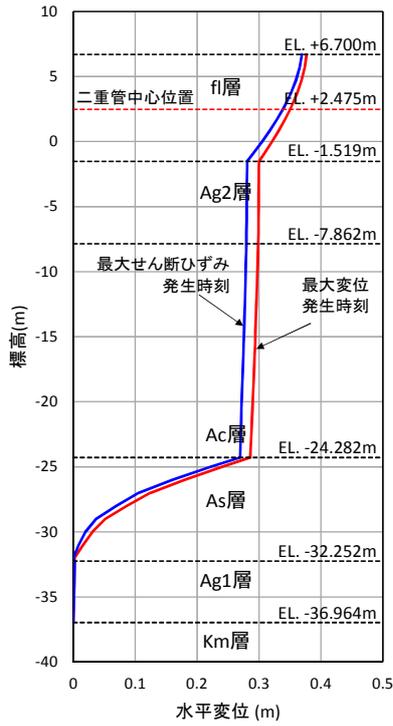


(c) 候補断面③

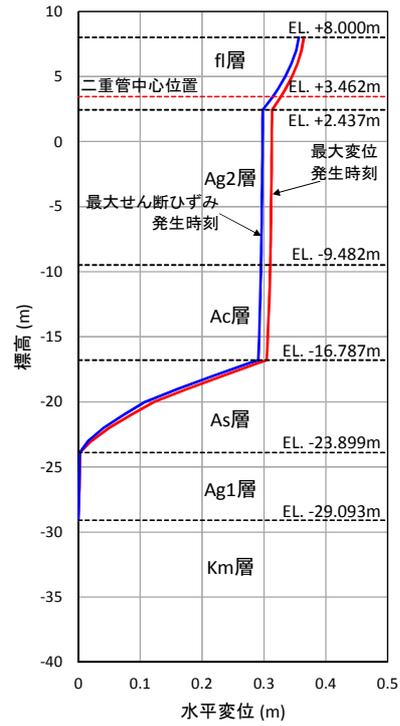


(d) 候補断面④

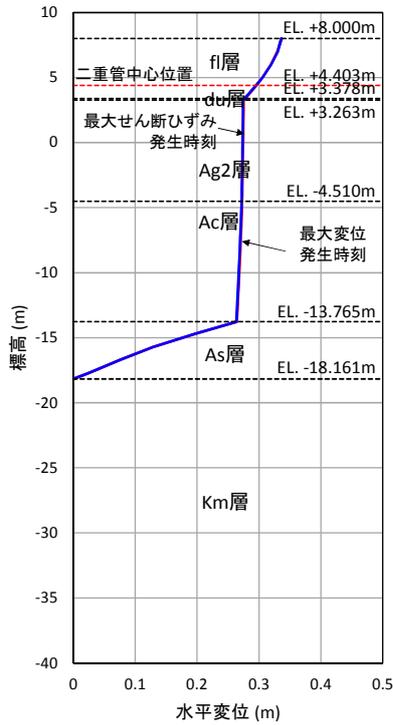
図 1.4.3-5 最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布 (区間 I)



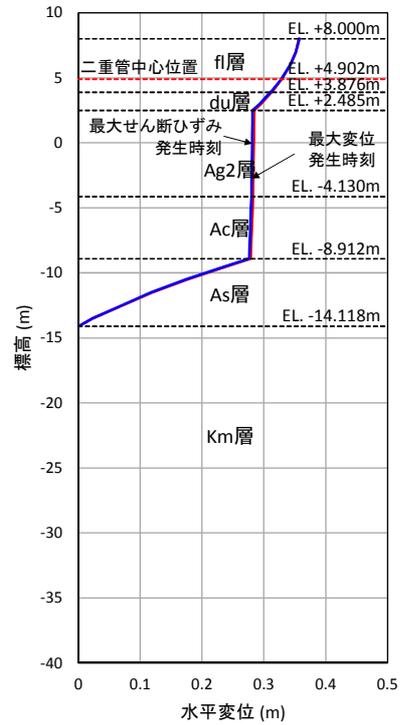
(a) 候補断面①



(b) 候補断面②



(c) 候補断面③

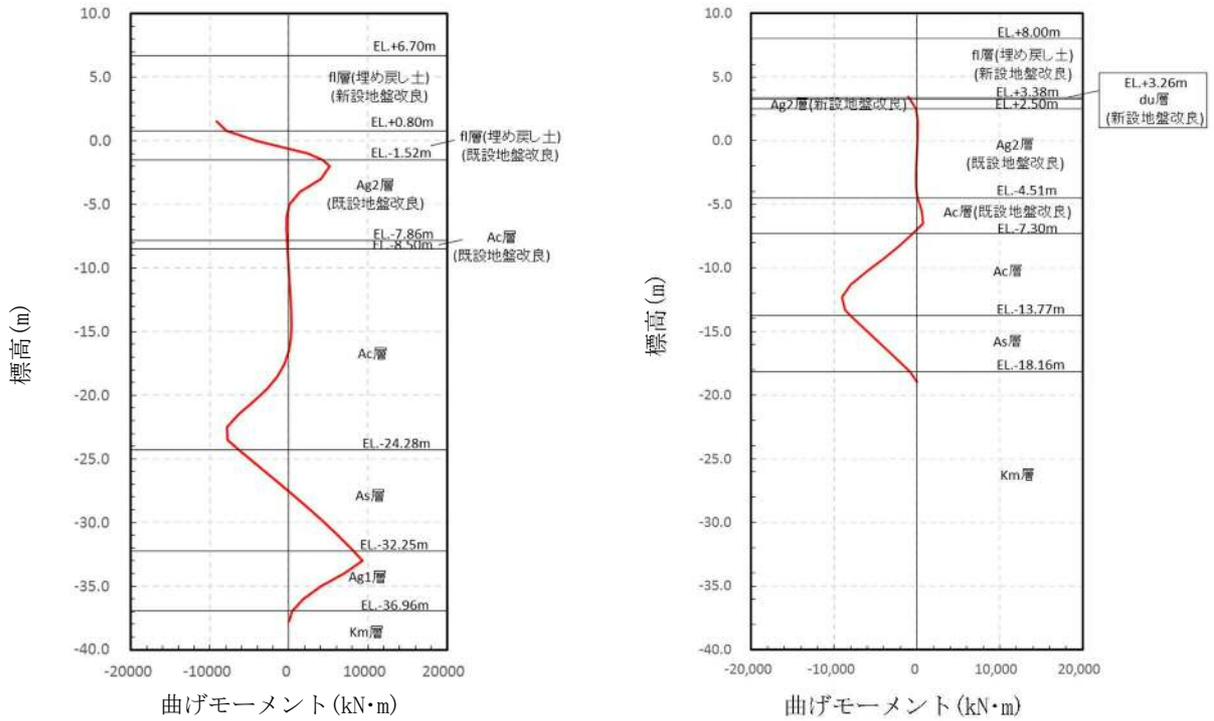


(d) 候補断面④

図 1.4.3-6 最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布 (区間 I)

表 1. 4. 3-3 断面①及び断面③のフレーム解析による鋼管杭の最大曲げモーメント

候補断面	最大曲げモーメント (kN・m)
断面①	9.31×10^3
断面③	9.06×10^3



(a) 候補断面①

(b) 候補断面③

図 1. 4. 3-7 断面①及び断面③のフレーム解析による鋼管杭の曲げモーメント分布

b. 区間Ⅱ

区間Ⅱの評価対象断面選定結果を表 1.4.3-4 に、区間Ⅱで選定した評価候補断面における屋外二重管本体位置の最大水平変位発生時刻の変位分布を図 1.4.3-8 に、最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布を図 1.4.3-9 に、最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布を図 1.4.3-10 に示す。なお、図 1.4.3-10 には、屋外二重管本体位置における最大水平変位発生時刻の変位分布も示している。

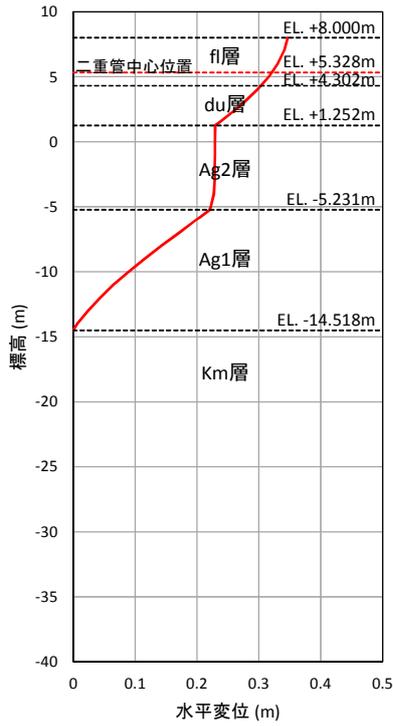
区間Ⅱにおいては、屋外二重管本体位置における最大水平変位は断面⑥-1 が最大値を示し、最大せん断ひずみは断面⑤と断面⑥-1 とで同様である。以上より、断面⑥-1 を評価対象断面に選定する。

なお、図 1.4.3-10 に示すように、区間Ⅱにおける最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布と最大水平変位発生時刻の変位分布の差は、図 1.4.3-6 に示す区間Ⅰにおける両者の変位分布の差よりも大きくなっている。これは、次の理由による。すなわち、図 1.4.3-4 に示す区間Ⅰにおける最大水平変位発生時刻において変位が大きく増加する（せん断ひずみ大きい。）位置と図 1.4.3-5 に示す最大せん断ひずみ発生時刻における最大せん断ひずみが生じる位置は、As 層であり共通している。したがって、最大水平変位発生時刻の変位分布と最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布は、同様の分布形を呈している。一方、区間Ⅱにおいては、最大水平変位発生時刻において変位が大きく増加する（せん断ひずみ大きい。）位置と最大せん断ひずみ発生時刻における最大せん断ひずみが生じる位置は、それぞれ、Ag2 層の下側に位置する Ag1 層と上側に位置する du 層に分かれた箇所となっている。これにより、区間Ⅱにおける両者の変位分布の差は、区間Ⅰに比べて大きくなる。

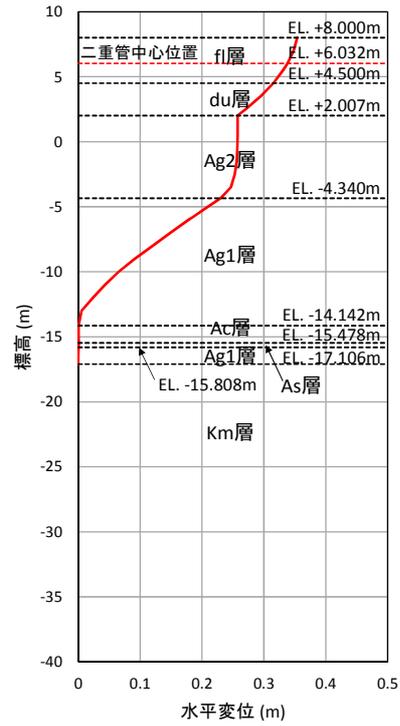
表 1.4.3-4 1次元地震応答解析（FLIP）結果（区間Ⅱ）

候補断面	屋外二重管 本体位置 の変位* (m)	最大せん断 ひずみ (%)	評価 断面	選定結果
断面⑤	0.32	3.3	—	断面⑥-1 と比較し最大せん断ひずみは同様であり、屋外二重管本体位置の水平変位が小さいため、評価対象断面としない。
断面 ⑥-1	0.34	3.3	○	評価対象断面に選定する。

注記 *：各地震応答解析モデルにおける岩盤上面を基準とした値

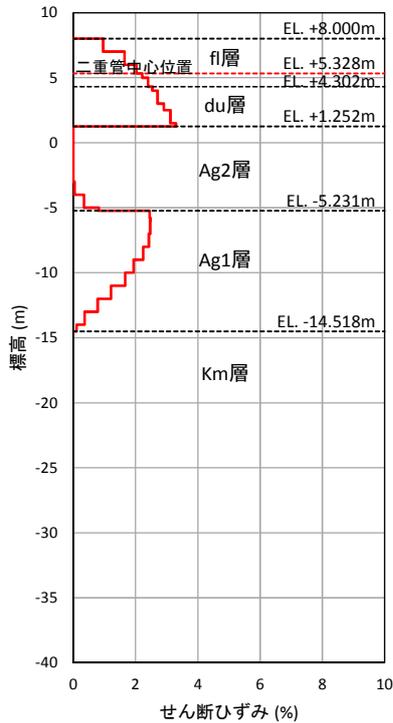


(a) 候補断面⑤

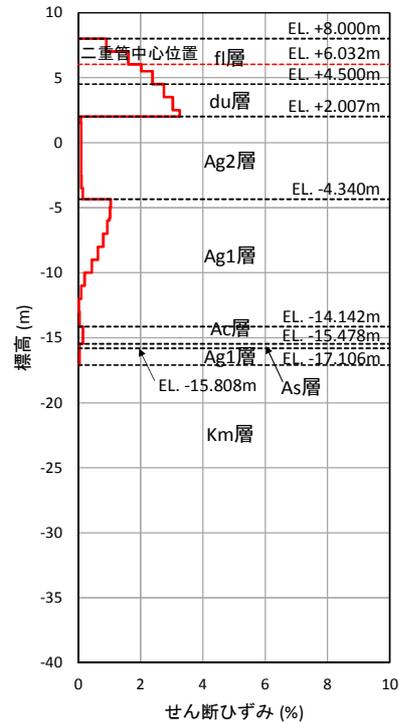


(b) 候補断面⑥-1

図 1.4.3-8 屋外二重管本体位置における最大水平変位発生時刻の変位分布 (区間Ⅱ)

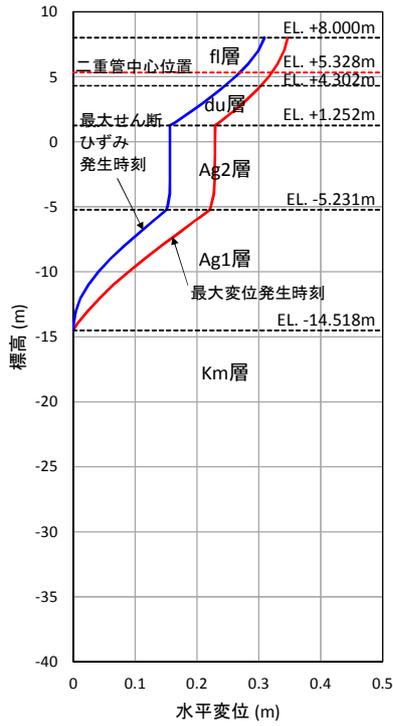


(a) 候補断面⑤

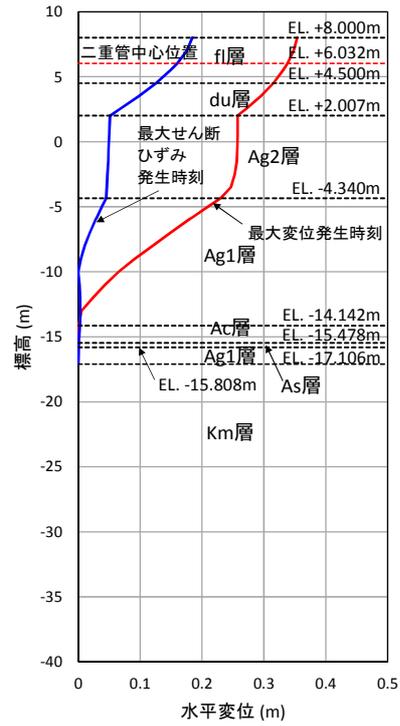


(b) 候補断面⑥-1

図 1.4.3-9 最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布 (区間Ⅱ)

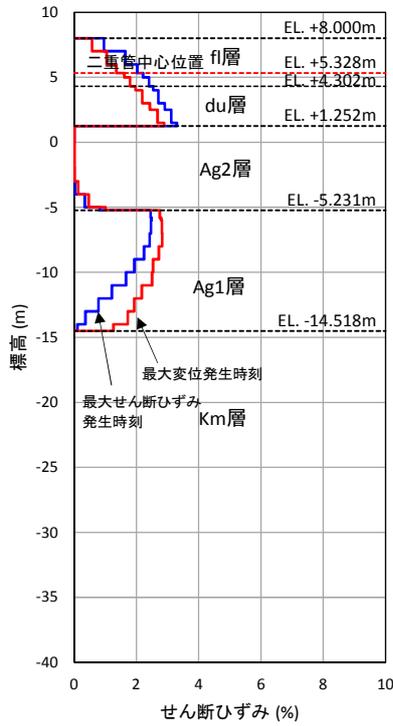


(a) 候補断面⑤

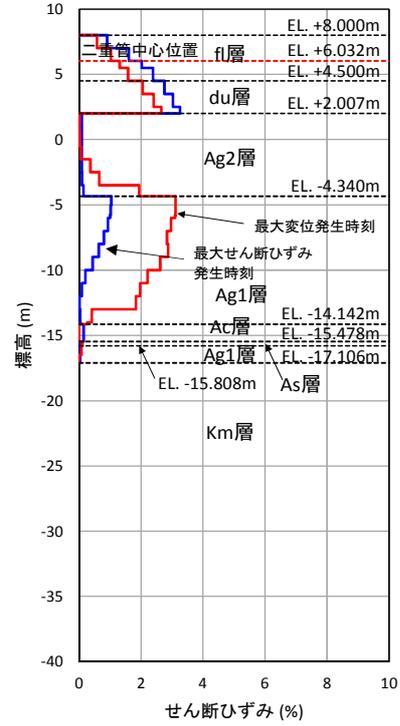


(b) 候補断面⑥-1

図 1. 4. 3-10 最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布 (区間Ⅱ)



(a) 候補断面⑤



(b) 候補断面⑥-1

図 1. 4. 3-11 各ひずみ分布 (区間Ⅱ)

c. 区間Ⅲ

区間Ⅲの評価対象断面選定結果を表 1.4.3-5 に、区間Ⅲで選定した評価候補断面における屋外二重管本体位置の最大水平変位発生時刻の変位分布を図 1.4.3-12 に、最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布を図 1.4.3-13 に、最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布を図 1.4.3-14 に示す。なお、図 1.4.3-14 には、屋外二重管本体位置における最大水平変位発生時刻の変位分布も示している。

区間Ⅲについては、岩盤上面の標高が EL. -15 m 付近でおおむね水平となっている。断面⑥-2 は基礎形式が異なる区間Ⅱとの境界部であることから、区間Ⅲは断面⑥-2 を評価対象断面に選定する。

表 1.4.3-5 1次元地震応答解析 (FLIP) 結果 (区間Ⅲ)

候補断面	屋外二重管本体位置の変位* (m)	最大せん断ひずみ (%)	評価断面	選定結果
断面⑥-2	0.04	3.5	○	評価対象断面に選定する。

注記 * : 各地震応答解析モデルにおける岩盤上面を基準とした値

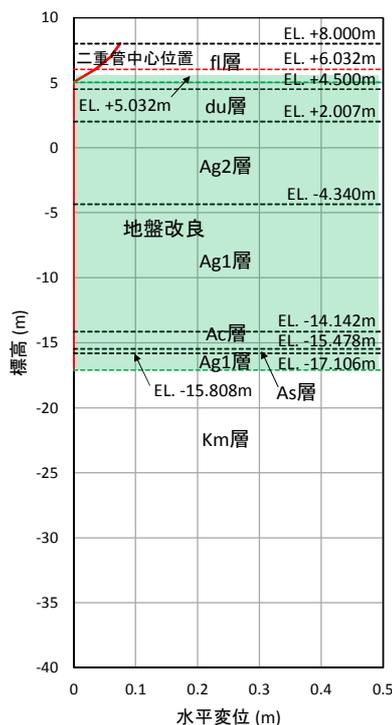


図 1.4.3-12 屋外二重管本体位置における最大水平変位発生時刻の変位分布 (区間Ⅲ)

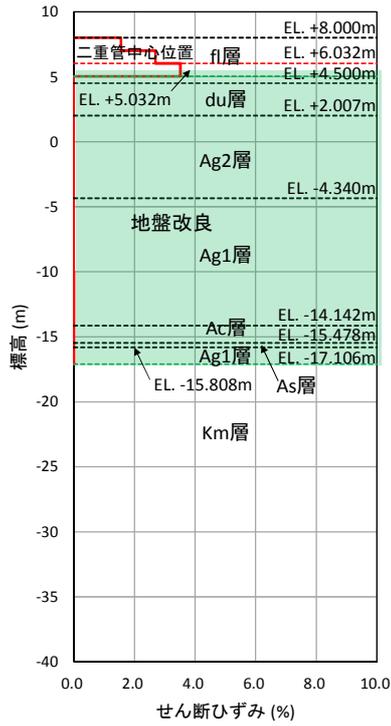


図 1. 4. 3-13 最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布 (区間Ⅲ)

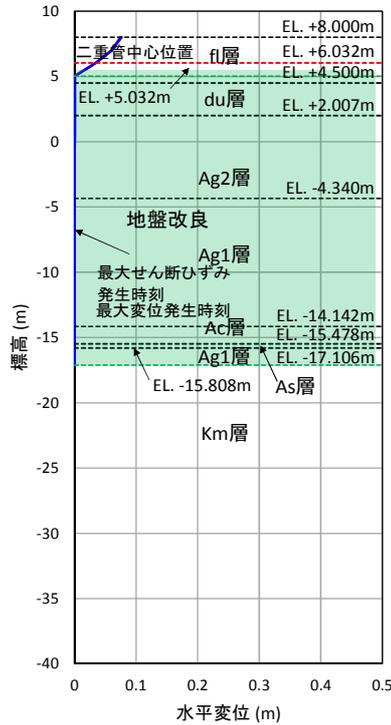


図 1. 4. 3-14 最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布 (区間Ⅲ)

(3) 断面選定結果

(2)より選定した屋外二重管における評価対象断面を表 1.4.3-6 に、評価対象断面図を  1.4.3-15 に示す。

屋外二重管縦断方向については、**杭基礎構造部**において岩盤上面の標高や地質構成が変化することから、縦断方向のA-A断面を選定する。

屋外二重管横断方向については、区間Ⅰにおいては、水平変位が最も大きく、岩着させる鋼管杭が最も長くなるB-B断面（候補断面①）を選定する。区間Ⅱにおいては、水平変位が最も大きくなるC-C断面（候補断面⑥-1）を選定する。区間Ⅲにおいては、基礎形式が異なる区間Ⅱとの境界部に位置するC-C断面（候補断面⑥-2）を選定する。

表 1.4.3-6 屋外二重管における耐震評価対象断面の選定結果

断面	要求性能	構造的特徴	周辺地質	間接支持する設備	既工認評価断面	今回工認評価断面	選定結果
区間Ⅰ A-A	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> 縦断方向断面である。 連続する単杭構造及び地盤改良を介して屋外二重管本体を支持する。 	<ul style="list-style-type: none"> 深さが変化する岩盤に支持する。 	<ul style="list-style-type: none"> 残留熱除去系海水系配管 	—	○ 基準地震動 S _s	岩盤上面の標高や地質構成が変化することから選定する。
区間Ⅰ B-B (杭基礎構造部)	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> 横断方向断面である。 2本の鋼管杭頭部を結ぶ鋼製桁で支持する。 	<ul style="list-style-type: none"> 岩盤に支持する。 岩盤が深い位置である。 	<ul style="list-style-type: none"> 非常用ディーゼル発電機海水系配管 	—	○ 基準地震動 S _s	区間Ⅰにおける候補断面で1次元地震応答解析(F L I P)結果の水平変位が最大となり、岩着させる鋼管杭が最も長いことから選定する。
区間Ⅱ C-C (杭基礎構造部)	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> 横断方向断面である。 2本の鋼管杭頭部を結ぶ鋼製桁で支持する。 	<ul style="list-style-type: none"> 岩盤に支持する。 岩盤が浅い位置である。 	<ul style="list-style-type: none"> 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系配管 	—	○ 基準地震動 S _s	区間Ⅱにおける候補断面で1次元地震応答解析(F L I P)結果の水平変位が最大となるため選定する。
区間Ⅲ C-C (地盤改良体基礎構造部)	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> 横断方向断面である。 地盤改良体で屋外二重管本体を支持する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤改良体を介して岩盤に支持する。 	<ul style="list-style-type: none"> ディーゼル発電機海水系配管 	—	○ 基準地震動 S _s	基礎構造が異なる区間Ⅱと区間Ⅲとの境界部であるため選定する。

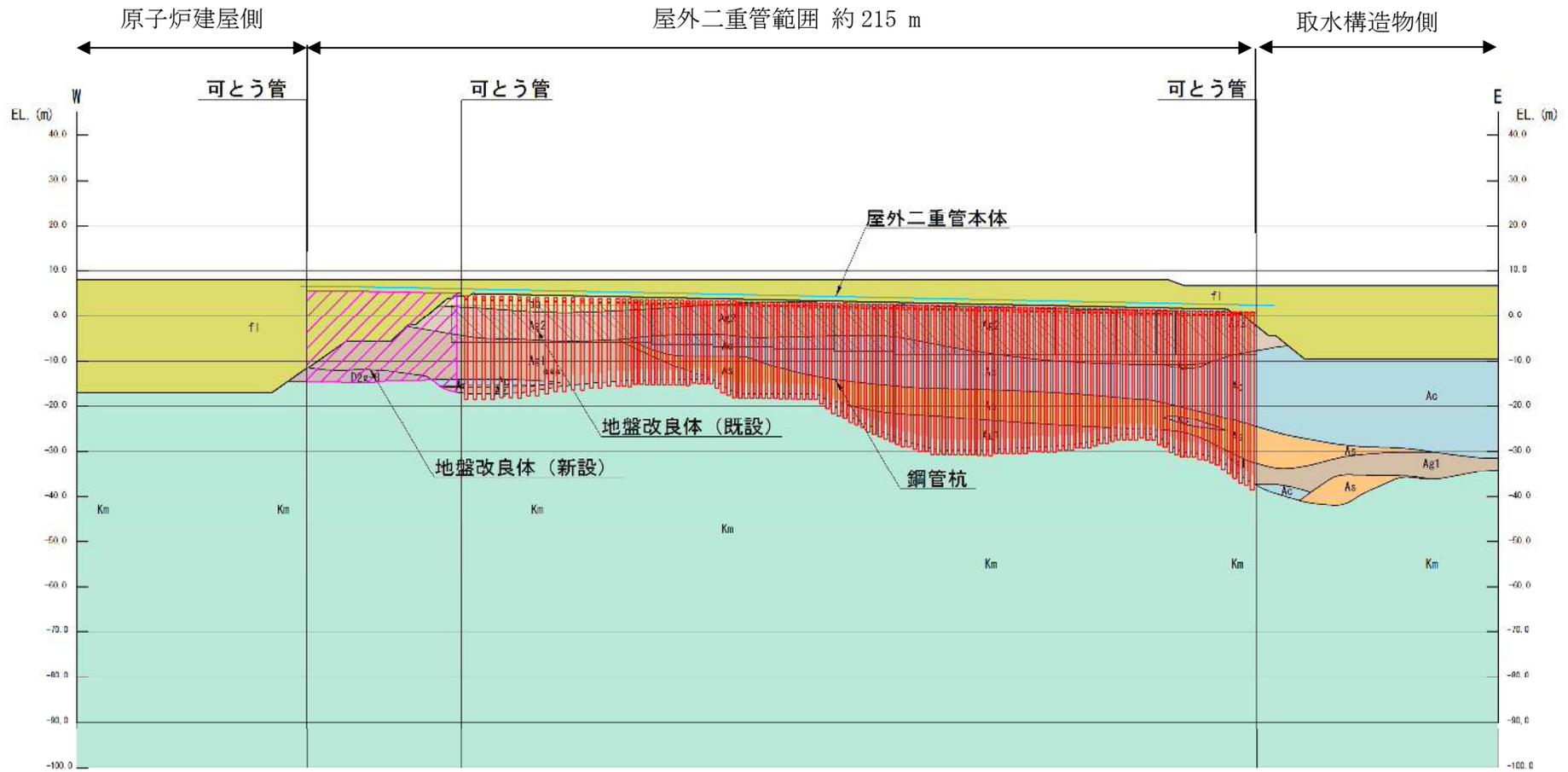


図 1.4.3-15 (1) 屋外二重管の縦断面図 (A-A断面)

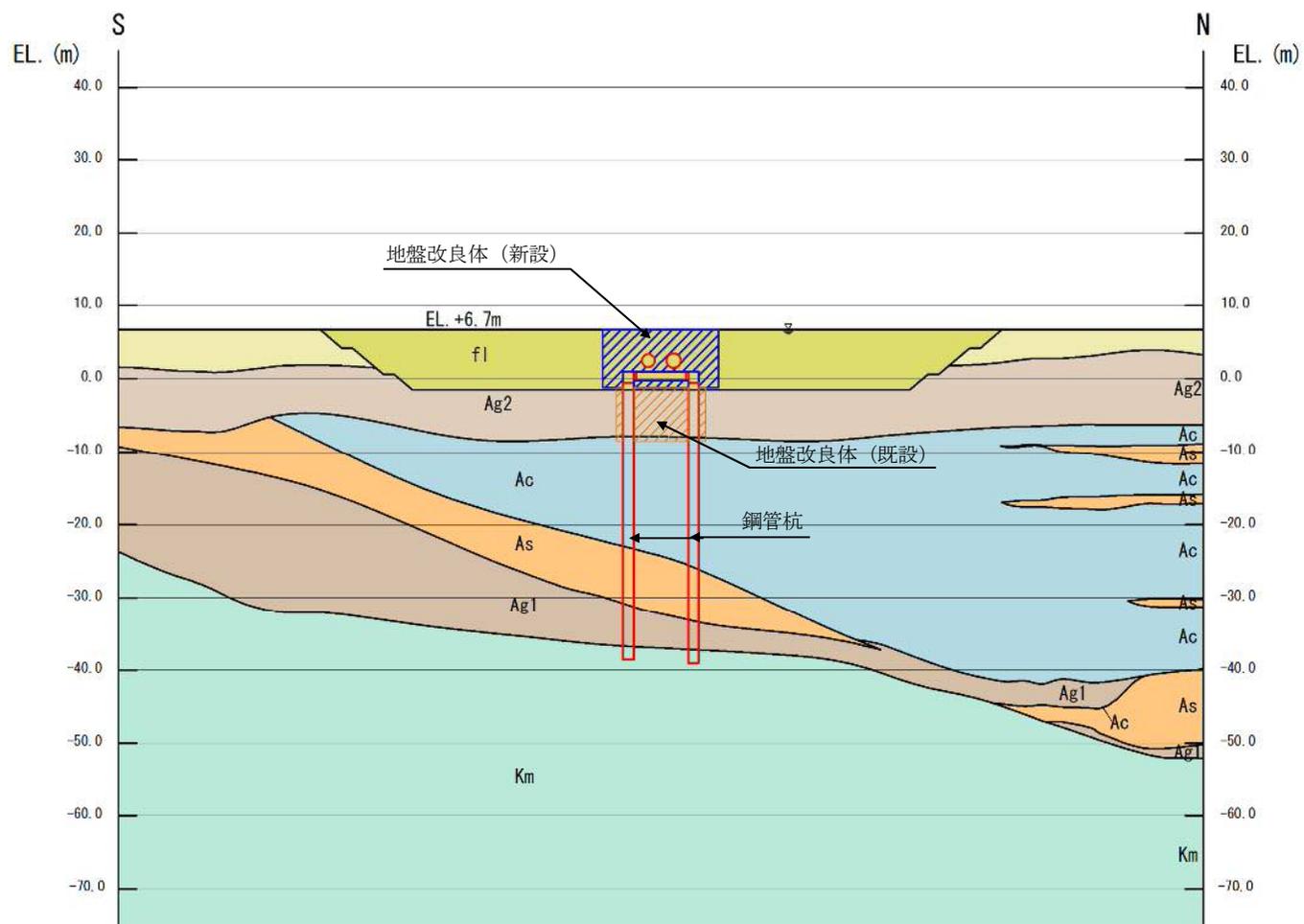


図 1.4.3-15 (2) 屋外二重管の横断面図 (B-B断面) (区間 I 候補断面①)

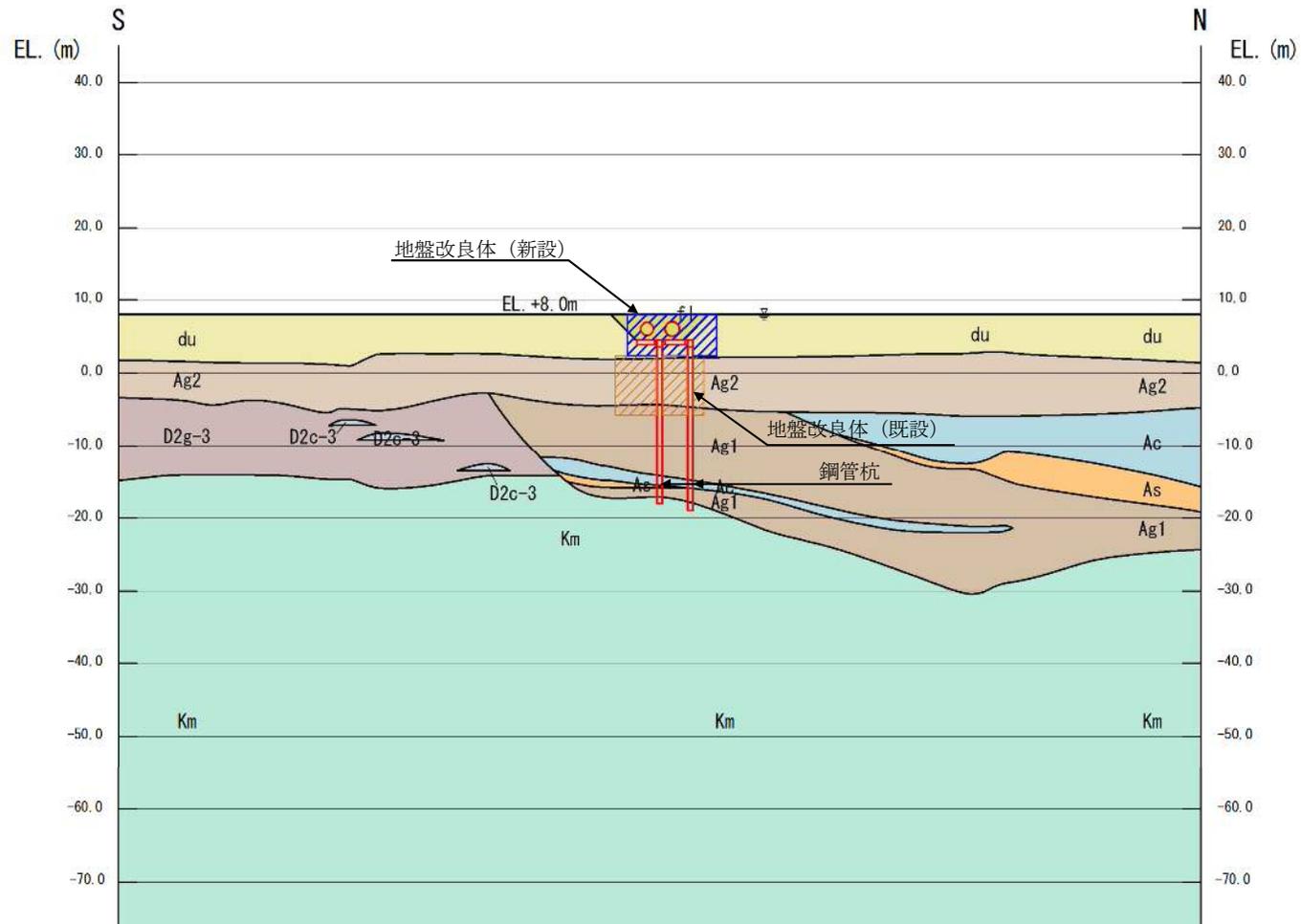


図 1.4.3-15 (3) 屋外二重管の横断面図 (C-C断面・杭基礎構造部) (区間Ⅱ 候補断面⑥-1)

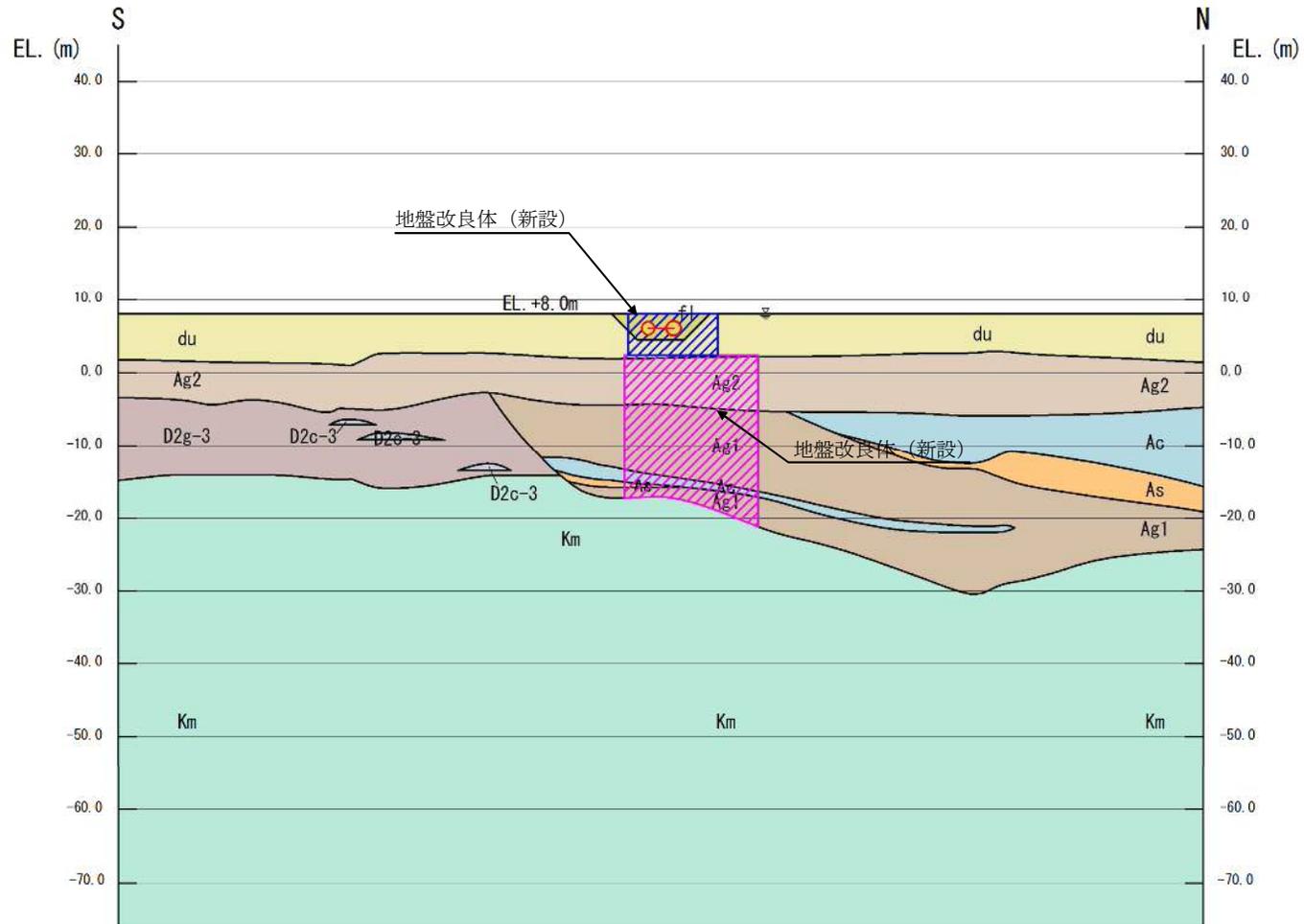


図 1.4.3-15 (4) 屋外二重管の横断面図 (C-C断面・地盤改良体基礎構造部) (区間Ⅲ 候補断面⑥-2)

1.4.5 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の断面選定の考え方

図 1.4.5-1 及び図 1.4.5-2 に常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）（以下、「トンネル」という。）の平面配置図及び断面図を示す。

トンネルは、軽油移送配管、水配管及び電気ケーブルを間接支持する鉄筋コンクリート構造物であり、延長約 140 m である。トンネルの形状は全長にわたり内径 4.6 m、覆工 1.2 m の円形断面となっており、延長方向に対して約 5~10 m 間隔に分割して施工する。構造物は十分な支持性能を有する岩盤内に設置する。

(1) 耐震評価候補断面の整理

「1.4.1 方針 ①耐震評価候補断面の整理」に従い、耐震評価候補断面を整理する。

トンネルは間接支持する設備が縦断方向に一様に設置されているため、機器・配管の設置位置による影響は考慮する必要はない。また、横断断面形状及び配筋も縦断方向に一様であるため、構造・配筋の変化による影響を考慮する必要はない。

耐震評価候補断面の特徴を表 1.4.5-1 に示す。

前述の通り、トンネルは全線にわたり一定間隔でブロック割されており、縦断方向の応力は区画毎に解放される。また、縦断方向のブロック毎の相対変位に対しては、岩盤に設置されているため小さい。したがって、評価対象断面としてはトンネル横断方向とする。

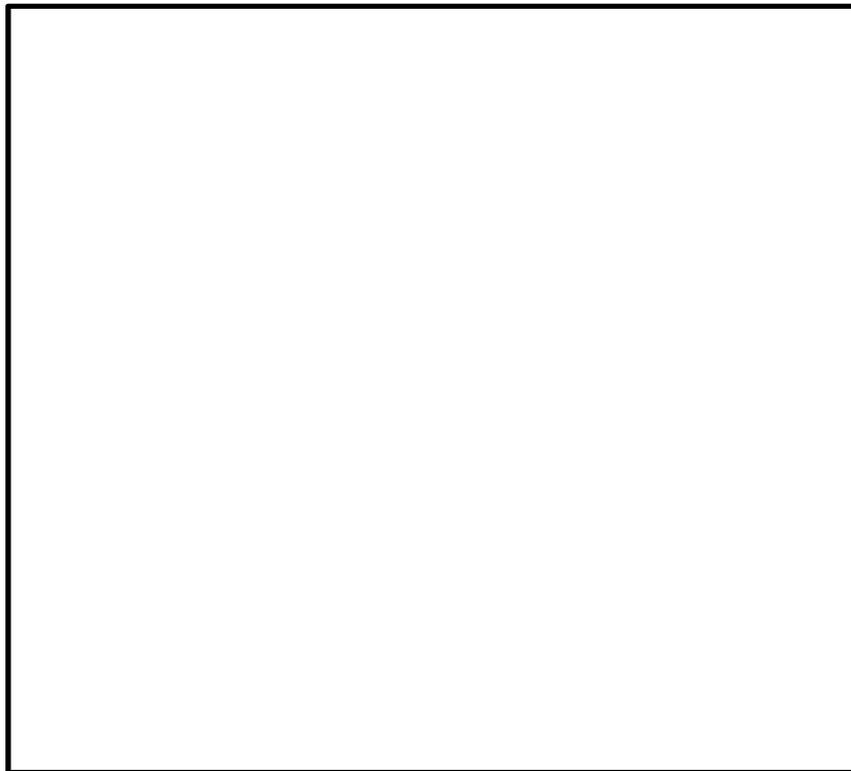


図 1.4.5-1 (1) トンネル 平面配置図（全体平面図）



図 1.4.5-1 (2) トンネル 平面配置図 (拡大図)



図 1.4.5-2 トンネル 標準断面図 (①-①断面)

トンネルの構造及び機器配置は縦断方向に対して同一であるが、周辺地質状況は断面位置によって異なる。地震時においては、トンネルの土被り深さ及び周辺の地質状況の影響が支配的であると考えられることから、トンネル縦断断面の複数地点にて基準地震動 S_s による1次元地震応答解析を実施し、その結果に基づいて評価断面を選定する。

トンネルの縦断断面及び耐震評価候補断面位置を図1.4.5-3に示す。トンネルの深さは始点(L1地点)が最も浅く、終点(L3地点)位置が最も深くなっている。トンネルの縦断勾配はL1地点から止水壁位置(L2地点)近傍まで4.1%であり、L2地点近傍からL3位置まで0.4%である。周辺地盤は、水平成層に近い状態で分布しており、終点付近には埋戻土が分布している。

以下に、耐震評価候補断面(1次元地震応答解析の実施位置)の特徴を述べる。

トンネル始点であるL1地点は、トンネル区間においてトンネルの深さが最も浅い位置である。

止水壁位置であるL2地点は、トンネルの縦断勾配の変化点近傍である。L1地点と比べてトンネルの深さが深く、トンネル終点であるL3地点と比べて埋戻土の層厚が薄い位置である。

トンネル終点であるL3地点は、トンネルの深さが最も深く、埋戻土の層厚が最も厚い位置である。

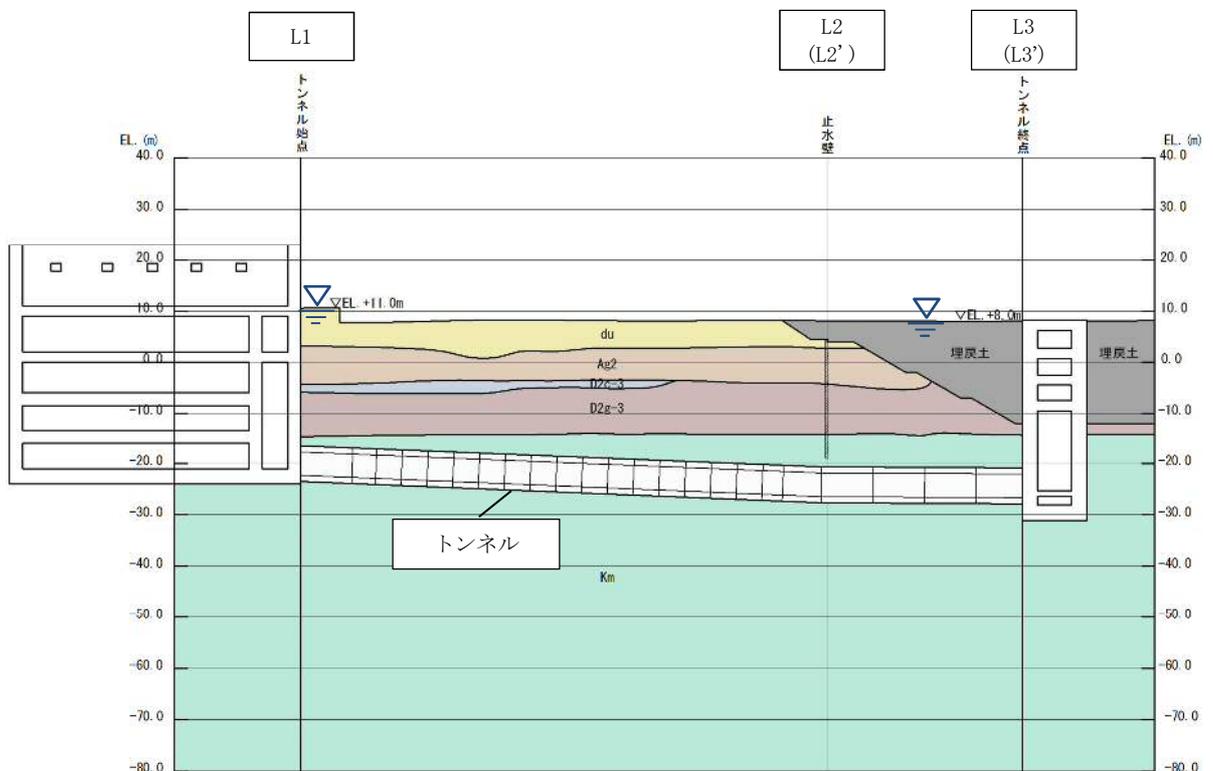


図 1.4.5-3 トンネル 耐震評価候補断面位置

表 1.4.5-1 トンネル 耐震評価候補断面の特徴

地点	要求性能	構造的特徴	周辺地質	間接支持する設備
トンネル 始点 L1	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> 内径 4.6 m, 覆工厚 1.2 m の円形トンネル トンネル深さが浅い 	<ul style="list-style-type: none"> 岩盤及び第四紀層がほぼ水平成層に分布 	<ul style="list-style-type: none"> 軽油移送配管 水配管 電気ケーブル
止水壁 位置 L2	同上	<ul style="list-style-type: none"> 内径 4.6 m, 覆工厚 1.2 m の円形トンネル トンネル深さが深い 	<ul style="list-style-type: none"> 岩盤及び第四紀層がほぼ水平成層に分布 埋戻土の層厚が薄い 	同上
トンネル 終点 L3	同上	<ul style="list-style-type: none"> 内径 4.6 m, 覆工厚 1.2 m の円形トンネル トンネル深さが最も深い 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻土の層厚が最も厚い 	同上

(2) 評価対象断面の選定

各耐震評価候補断面位置において1次元地震応答解析を実施し、トンネル覆工軸線の上端と下端の相対変位とトンネル中心位置の加速度を確認する。評価に使用する地震波は、全周期帯にわたって加速度応答スペクトルが大きいS₀-D1を代表波として用いる。

表 1.4.5-2 に1次元地震応答解析結果を、図 1.4.5-4 に1次元地震応答解析モデルを示す。

L1 地点と L2 地点の結果を比較すると、トンネル深さが深い L2 地点の方が相対変位及び加速度は大きくなる傾向にある。一方、L2 地点と L3 地点の結果を比較すると、埋戻土の層厚が薄い L2 地点の方が相対変位及び加速度は大きくなる傾向にある。

これらのことから、トンネル位置が深くなるとトンネルの耐震評価が厳しくなる傾向になることが考えられる。同様に、埋戻土の層厚が薄くなるとトンネルの耐震評価が厳しくなる傾向になることが考えられる。

そこで、L2 地点の地層構成において、トンネル位置を最も深い位置に設定した1次元地震応答解析モデル (L2' モデル) と、L3 地点における埋戻土の層厚を最も薄くした1次元地震応答解析モデル (L3' モデル) を作成して1次元地震応答解析を実施した結果、L3' モデルにおける最大相対変位及び最大加速度が最大となった。

表 1.4.5-2 1次元地震応答解析結果 (S_s-D1)

地点	トンネル 上端標高* EL. (m)	トンネル 中心標高 EL. (m)	トンネル 下端標高* EL. (m)	トンネル上端と下端 の最大相対変位 (mm)	トンネル中心 の最大加速度 (cm/s ²)
トンネル始点 L1	-17.1	-20.0	-22.9	4.06	328
止水壁位置 L2	-21.2	-24.1	-27.0	4.86	334
トンネル終点 L3	-21.4	-24.3	-27.2	3.56	314
止水壁位置 L2'	-21.4	-24.3	-27.2	4.87	336
トンネル終点 L3'	-21.4	-24.3	-27.2	5.02	348

注記 * : トンネル覆工軸線における値

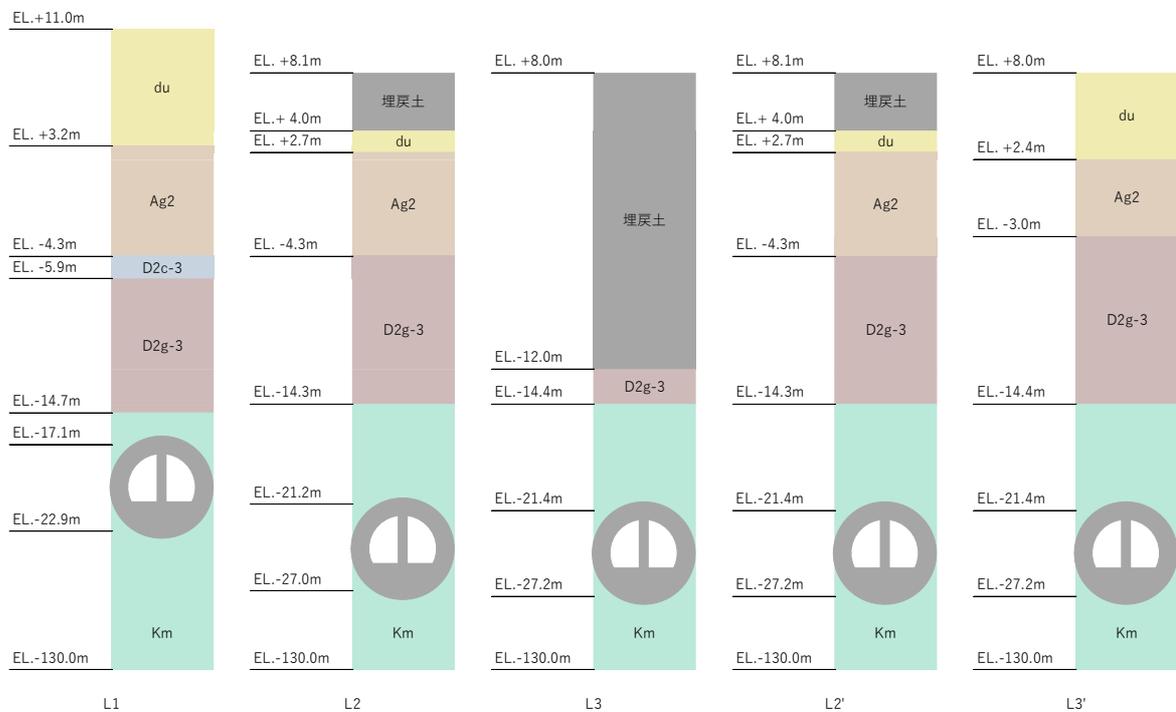


図 1.4.5-4 1次元地震応答解析モデル

(3) 断面選定結果

(2)より, 1次元地震応答解析結果の最大相対変位及び最大加速度が最も大きいL3'モデルを評価対象とする。評価対象断面の選定結果を表1.4.5-3に, 評価対象断面図を図1.4.5-5に示す。

表 1.4.5-3 トンネル 評価対象断面の選定結果

地点	要求性能	構造的特徴	周辺地質	間接支持する 設備	既工認 評価断面	今回工認 評価断面	選定結果
トンネル 始点 L1	間接支持	・内径 4.6 m, 覆工厚 1.2 m の円形トンネル ・トンネル深さが浅い	・岩盤及び第四紀層が ほぼ水平成層に分布	・軽油移送配管 ・水配管 ・電気ケーブル	—	—	1次元地震応答解析 結果により, 評価対 象断面としない
止水壁 位置 L2	同上	・内径 4.6 m, 覆工厚 1.2 m の円形トンネル ・トンネル深さが深い	・岩盤及び第四紀層が ほぼ水平成層に分布 ・埋戻土の層厚が薄い	同上	—	—	同上
トンネル 終点 L3	同上	・内径 4.6 m, 覆工厚 1.2 m の円形トンネル ・トンネル深さが最も深い	・埋戻土の層厚が最も 厚い	同上	—	—	同上
止水壁 位置 L2'	同上	・内径 4.6 m, 覆工厚 1.2 m の円形トンネル ・トンネル深さが最も深い	・岩盤及び第四紀層が ほぼ水平成層に分布 ・埋戻土の層厚が薄い	同上	—	—	同上
トンネル 終点 L3'	同上	・内径 4.6 m, 覆工厚 1.2 m の円形トンネル ・トンネル深さが最も深い	・岩盤及び第四紀層が ほぼ水平成層に分布	同上	—	○	1次元地震応答解析 結果により, 評価対 象断面とする

○：耐震評価を実施 —：耐震評価を省略

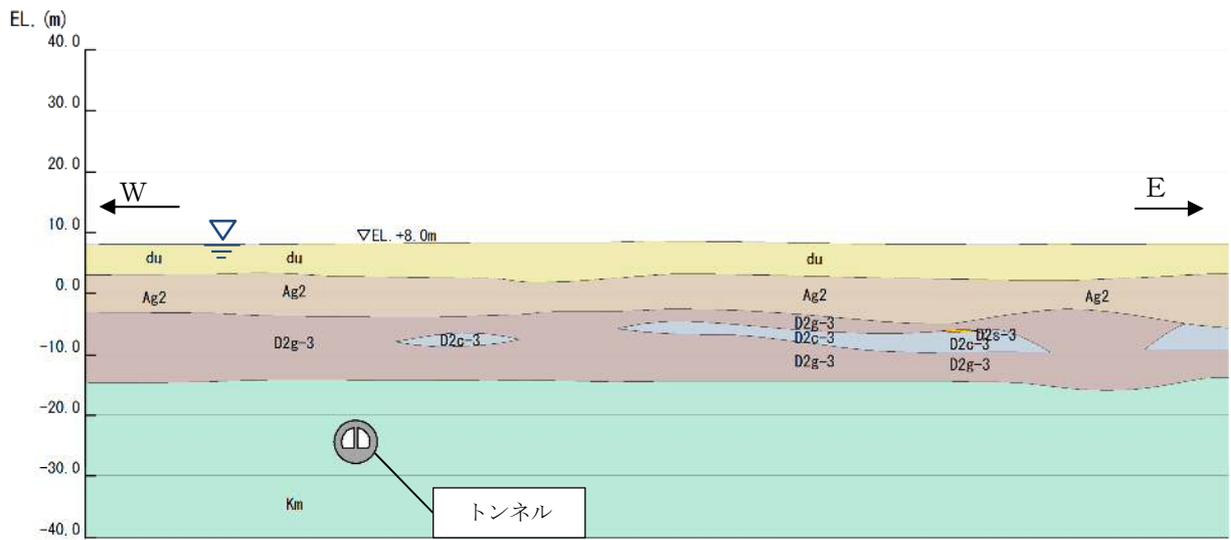


図 1.4.5-5 トンネルの評価対象断面図 (L3')

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

図 1.4.7-1 に常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）（以下、「カルバート」という。）の平面配置図を示す。

カルバートは、軽油移送配管、水配管及び電気ケーブルの間接支持機能を有する。

カルバートは、軽油移送配管を支持するカルバート（以下、「軽油カルバート」という。）と水配管及び電気ケーブルを支持するカルバート（以下、「水電気カルバート」という。）の 2 つの構造物に大別される。軽油カルバートは 1 層 2 連カルバート状の鉄筋コンクリート構造物であり、延長 5.0 m、幅 5.5 m、高さ 7.5 m である。構造物は、杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

水電気カルバートは 1 層 3 連カルバート状の鉄筋コンクリート構造物であり、延長約 35 m、幅 13.9 m、高さ 6.7 m である。構造物は、杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

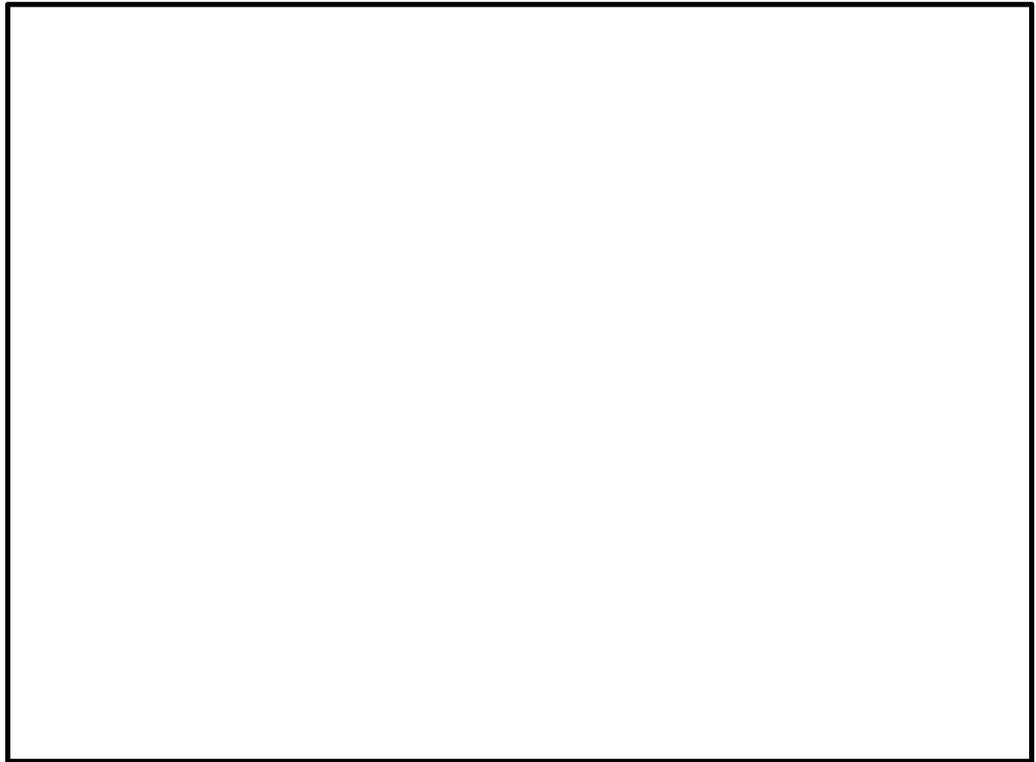


図 1.4.7-1(1) カルバートの平面配置図（全体平面図）

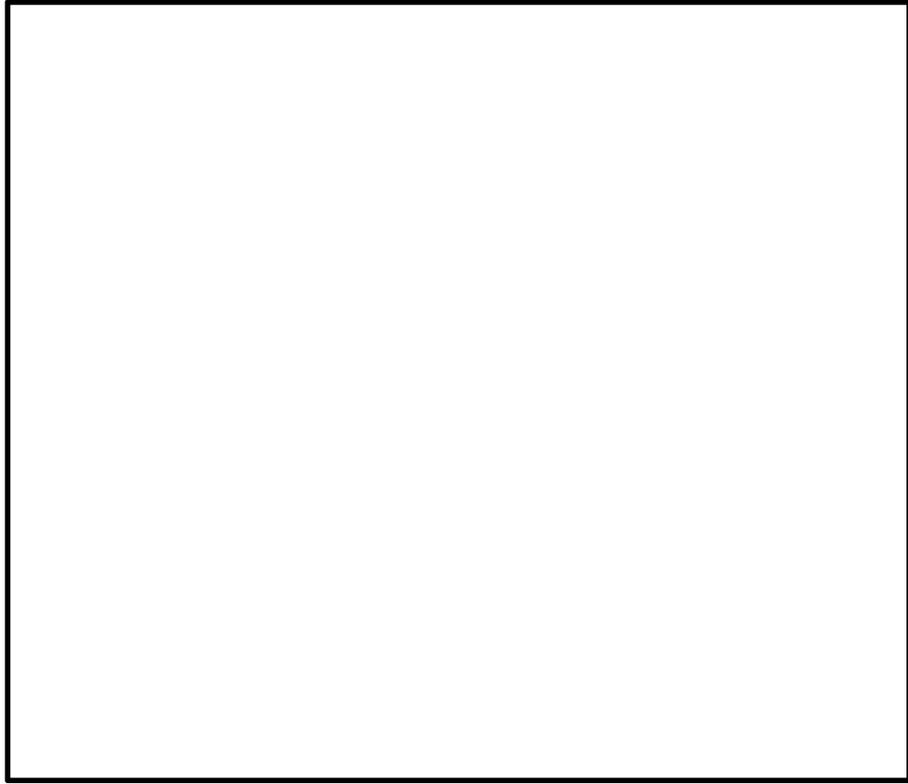


図 1.4.7-1(2) カルバートの平面配置図 (拡大図)

図 1.4.7-2 図にカルバートの平面図を示す。

カルバートの東西方向については、東側に堅固な原子炉建屋が存在し地震時の変形が拘束されることや、耐震評価上、変形抑制効果を考慮できる壁部材が多く存在することから強軸断面方向と考えられる。よって、弱軸断面方向である南北方向について整理を行った。

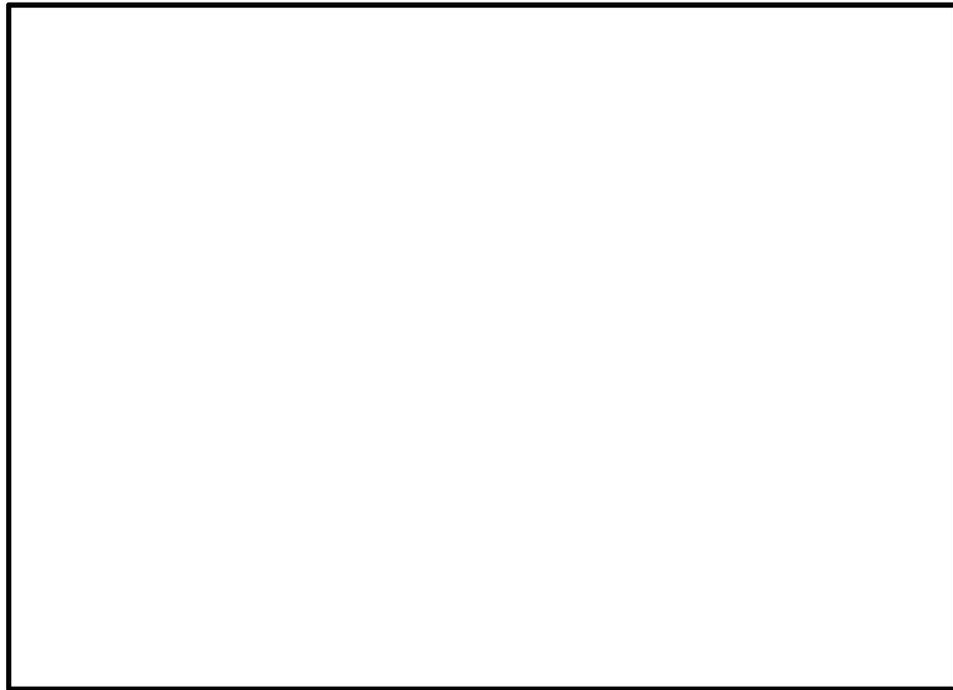


図 1.4.7-2 カルバートの平面図

図 1.4.7-3(1)にカルバートの断面図（①—①断面）を示す。

①—①断面は軽油移送配管及び水・電気配管を間接支持するカルバート 2 基が含まれる。カルバートは杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に支持されている。安定性を保つためカルバート下部及び周辺に地盤改良（セメント改良）を実施する。なお、軽油カルバートの下部及び水電気カルバートの下部にはサブドレンが位置しており、その範囲については地盤改良を実施しない。

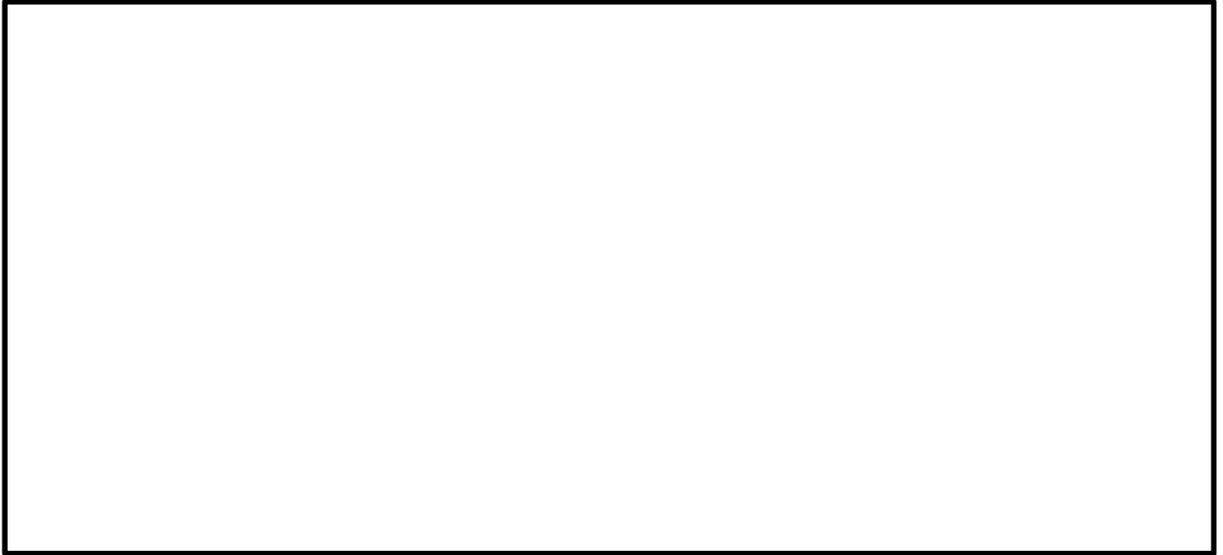


図 1.4.7-3 (1) カルバートの断面図（①—①断面）

図 1.4.7-3(2)にカルバートの断面図（②-②断面）を示す。

②-②断面は3連のボックスカルバート構造である。水電気カルバートは杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に支持されている。安定性を保つため構造物の下部及び周辺に地盤改良（セメント改良）を実施する。

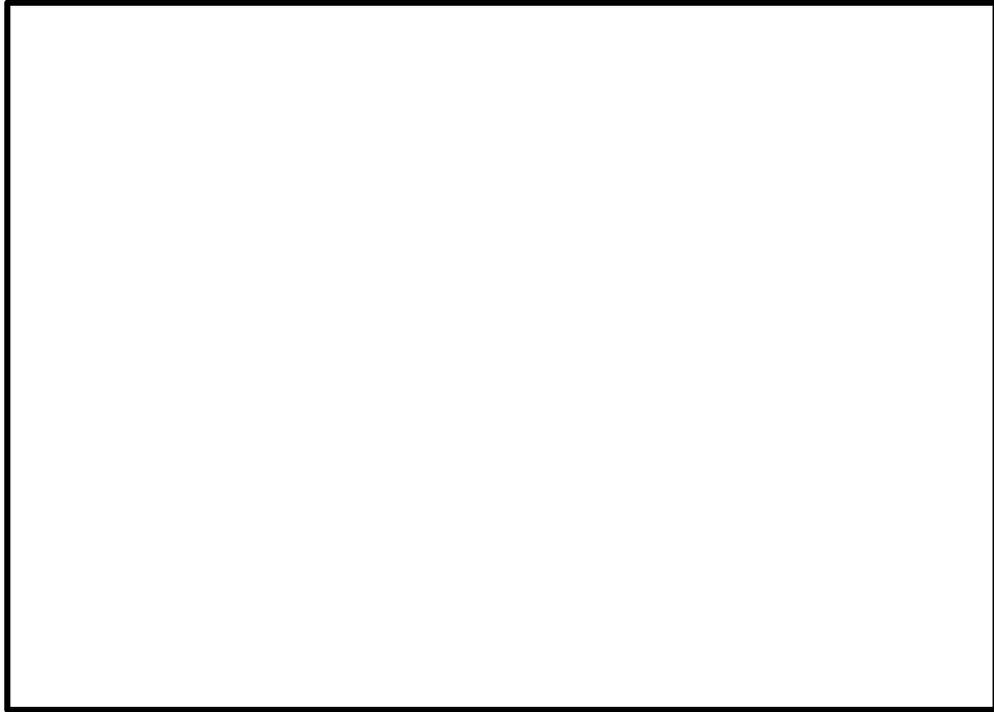


図 1.4.7-3 (2) カルバートの断面図（②-②断面）

図 1.4.7-3(3)にカルバートの断面図（③-③断面）を示す。

③-③断面は南北方向に位置する中壁付近の断面であり、耐震評価上、中壁の変形抑制効果を考慮することができる断面である。水電気カルバートは杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に支持されている。安定性を保つため構造物の下部及び周辺に地盤改良（セメント改良）を実施する。

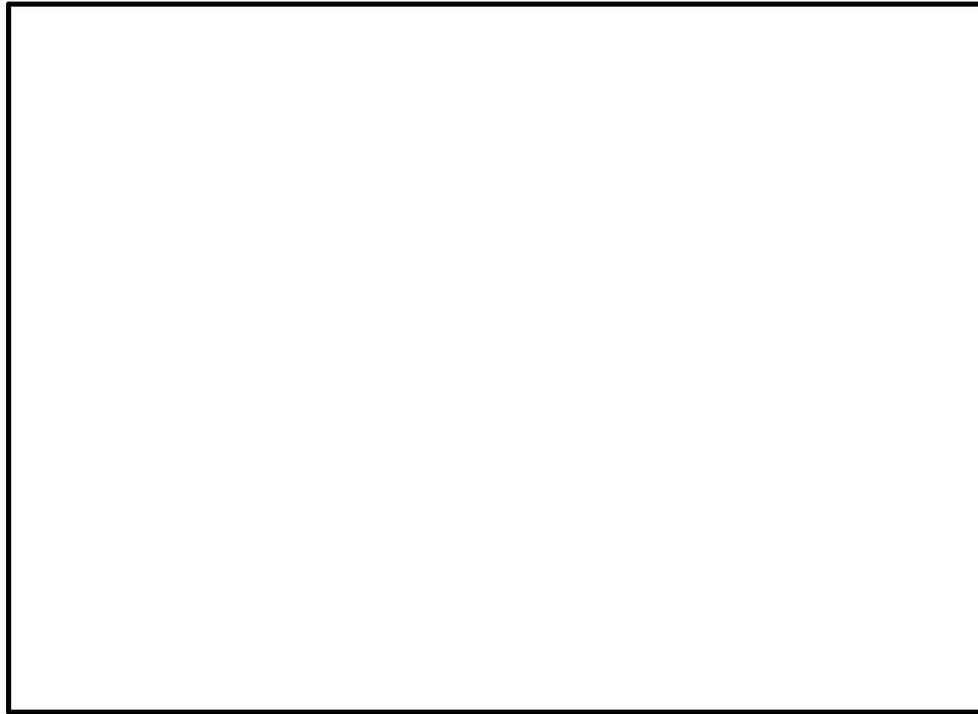


図 1.4.7-3 (3) カルバートの断面図（③-③断面）

図 1.4.7-3(4)にカルバートの断面図（④-④断面）を示す。

④-④断面は南北方向に中壁が存在する断面であり，耐震評価上，側壁変形抑制する考慮することができる断面である。水電気カルバートは杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に支持されている。安定性を保つため構造物の下部及び周辺に地盤改良（セメント改良）を実施する。

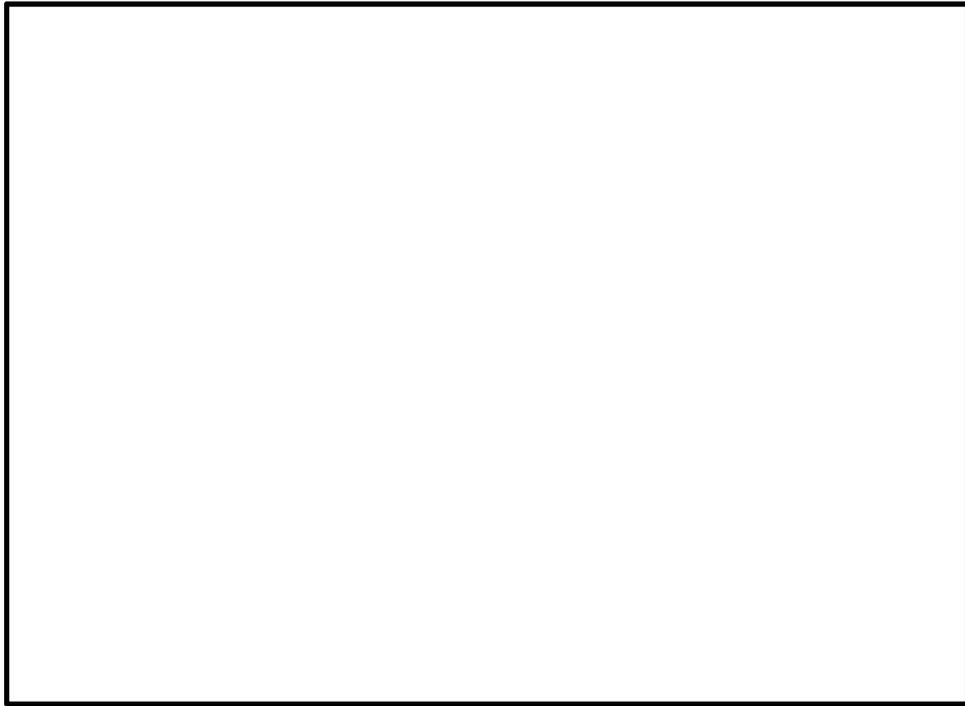


図 1.4.7-3 (4) カルバートの断面図（④-④断面）

図 1.4.7-4 にカルバートの地質断面図を示す。

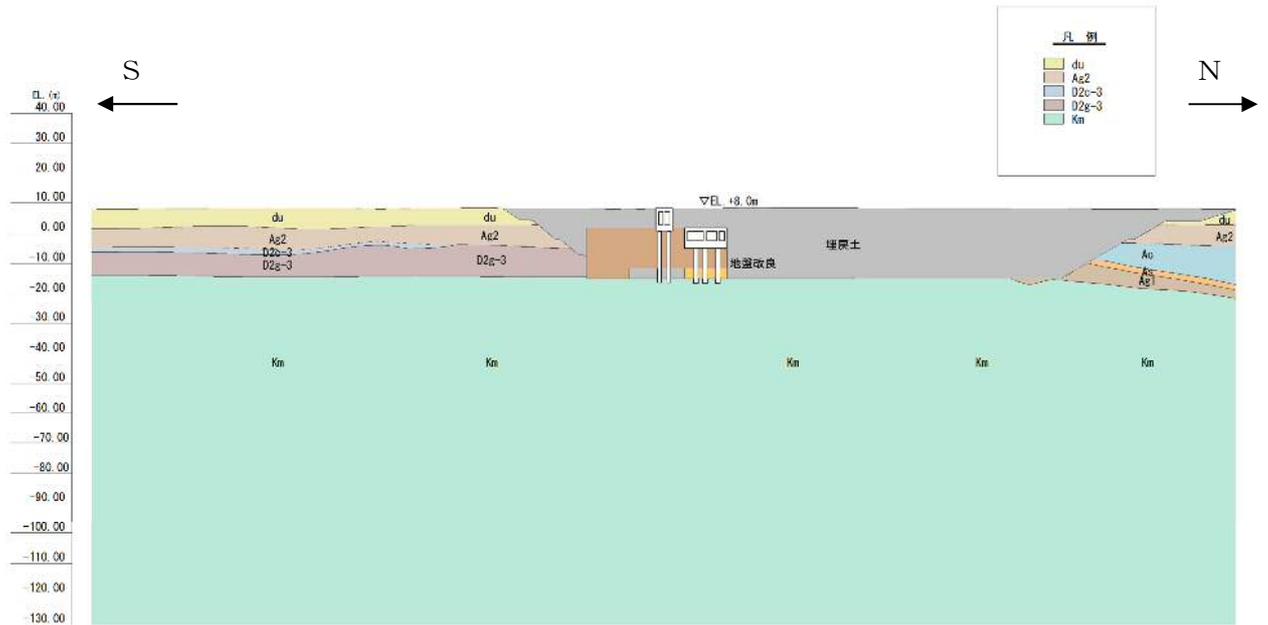


図 1.4.7-4 (1) カルバートの地質断面図 (南北方向断面)

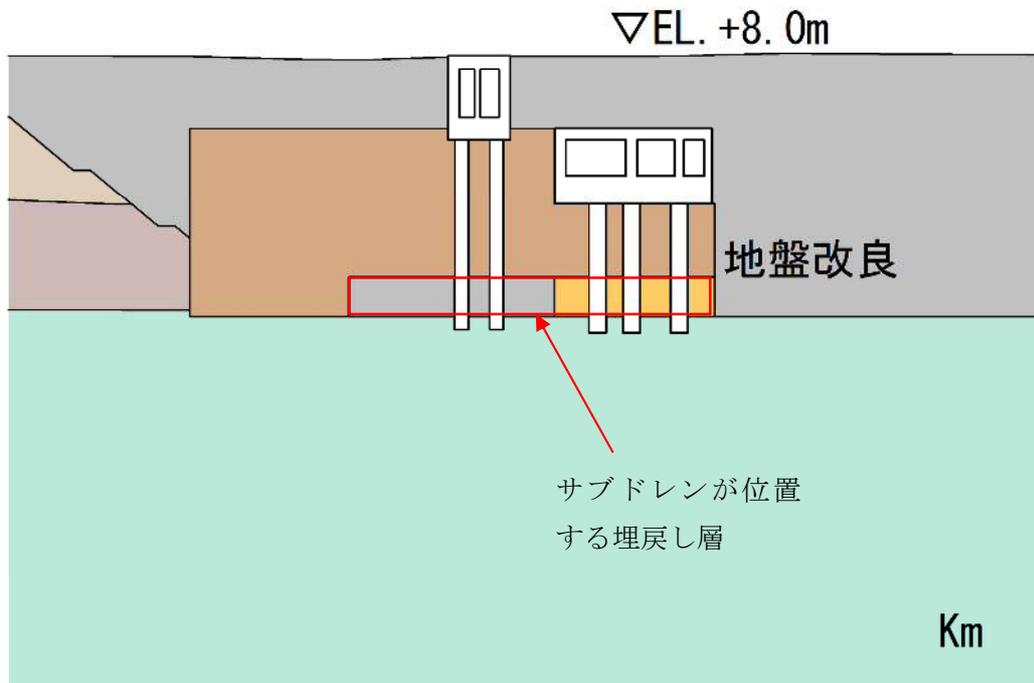


図 1.4.7-4 (2) カルバートの地質断面拡大図 (南北方向断面)

(1) 耐震評価候補断面の整理

「1.4.1 方針 ①耐震評価候補断面の整理」に従い、耐震評価候補断面を整理する。
耐震評価候補断面の特徴を表 1.4.7-1 に示す。

表 1.4.7-1 カルバート 耐震評価候補断面の特徴

方向	断面	要求性能	構造的特徴	間接支持する設備
南北	①-①	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> 杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。 カルバート下部及び周辺に地盤改良（セメント改良）を実施する。 軽油カルバートの下部及び水電気カルバートの下部に地盤改良を実施しない範囲がある。（埋戻し層が分布） 	<ul style="list-style-type: none"> 軽油移送配管 水配管 電気ケーブル
	②-②	同上	<ul style="list-style-type: none"> 杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。 構造物の下部及び周辺に地盤改良（セメント改良）を実施する。 立坑が隣接する。 	<ul style="list-style-type: none"> 水配管 電気ケーブル
	③-③	同上	<ul style="list-style-type: none"> 杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。 構造物の下部及び周辺に地盤改良（セメント改良）を実施する。 立坑が隣接する。 耐震評価上、中壁の変形抑制効果を考慮できる。 	同上
	④-④	同上	<ul style="list-style-type: none"> 杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。 構造物の下部及び周辺に地盤改良（セメント改良）を実施する。 立坑が隣接する。 中壁位置の断面 	同上

(2) 評価対象断面の選定

①－①断面は、カルバートについて耐震評価上、変形抑制効果を考慮することができる壁部材から離れているため、①－①断面を評価対象断面とする。

また、この断面を選定することで、軽油カルバートの弱軸断面方向に対する耐震評価も同時に行うことができる。

②－②断面は南側に堅固な立坑が隣接することから、①－①断面と比較しカルバート構造の変形抑制効果を考慮できる。よって①－①断面と比較して耐震裕度が見込めるため、評価対象断面としない。

③－③断面及び④－④断面は南側に堅固な立坑が隣接すること、耐震評価上、カルバート構造の中壁及び側壁の変形抑制効果を考慮できることから、①－①断面と比較して耐震裕度が見込めるため、評価対象断面としない。

(3) 断面選定結果

(2)より、南北方向の①－①断面を評価対象断面とする。評価対象断面の選定結果を表1.4.7-2に、評価対象断面図を図1.4.7-5に示す。

なお、耐震評価における解析モデルでは、地盤改良体非着底部のうち、地盤改良体着底部が奥に位置する箇所は、厚さを薄くした（剛性を低くした）平面要素を配置することで、奥行き方向の地盤改良効果を考慮する。

表 1.4.7-2 カルバート 評価対象断面の選定結果

方向	断面	要求性能	構造的特徴	間接支持する設備	既工認評価断面	今回工認評価断面	選定結果
南北	①-①	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> 杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置 カルバート下部及び周辺に地盤改良（セメント改良）を実施する。 軽油カルバートの下部及び水電気カルバートの下部に地盤改良を実施しない範囲がある。（埋戻し層が分布） 	<ul style="list-style-type: none"> 軽油移送配管 水配管 電気ケーブル 	—	○	変形抑制効果を考慮できる壁部材から離れているため評価対象断面に選定
	②-②	同上	<ul style="list-style-type: none"> 杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置 構造物の下部及び周辺に地盤改良（セメント改良）を実施する。 立坑が隣接 	<ul style="list-style-type: none"> 水配管 電気ケーブル 	—	—	弱軸断面方向であるが、①-①断面と比較して、隣接する立坑の変形抑制効果を考慮できるため評価対象断面としない
	③-③	同上	<ul style="list-style-type: none"> 杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置 構造物の下部及び周辺に地盤改良（セメント改良）を実施する。 立坑が隣接 耐震評価上、中壁の変形抑制効果を考慮できる 	同上	—	—	弱軸断面方向であるが、①-①断面と比較して、隣接する立坑の変形抑制効果を考慮できる。さらに、耐震壁の変形抑制効果も考慮できるため評価対象断面としない
	④-④	同上	<ul style="list-style-type: none"> 杭基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置 構造物の下部及び周辺に地盤改良（セメント改良）を実施する。 立坑が隣接 中壁位置の断面 	同上	—	—	同上

○：耐震評価を実施 —：耐震評価を省略

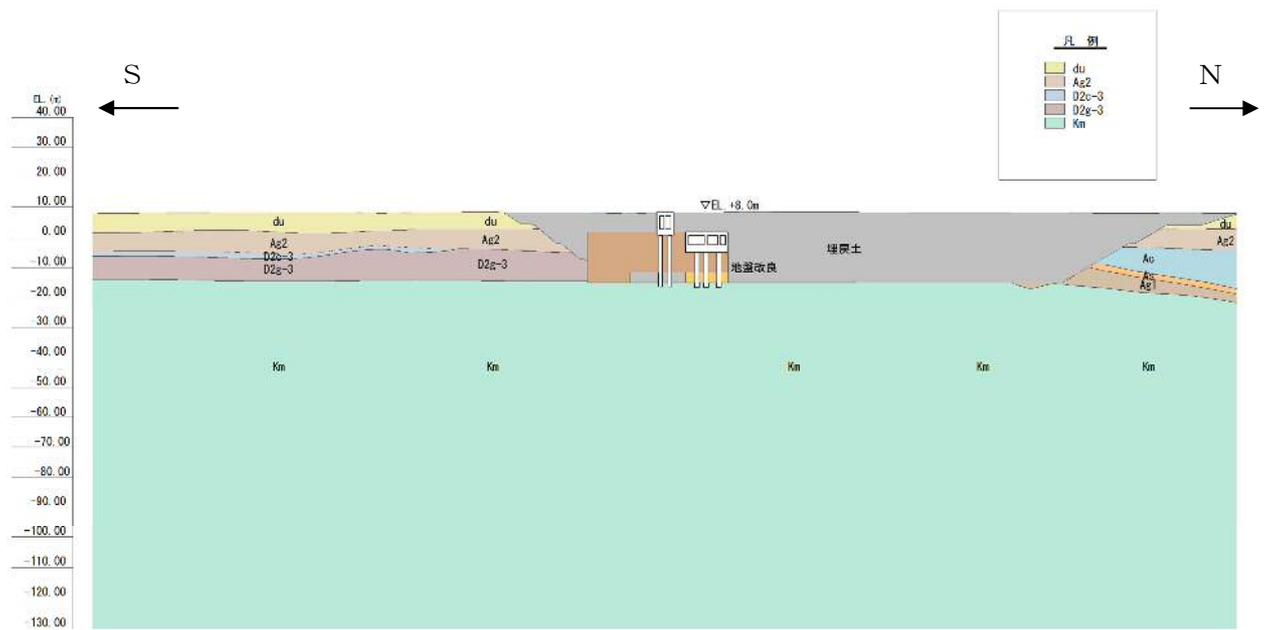


図 1.4.7-5(1) カルバートの評価対象断面 (①-①断面)

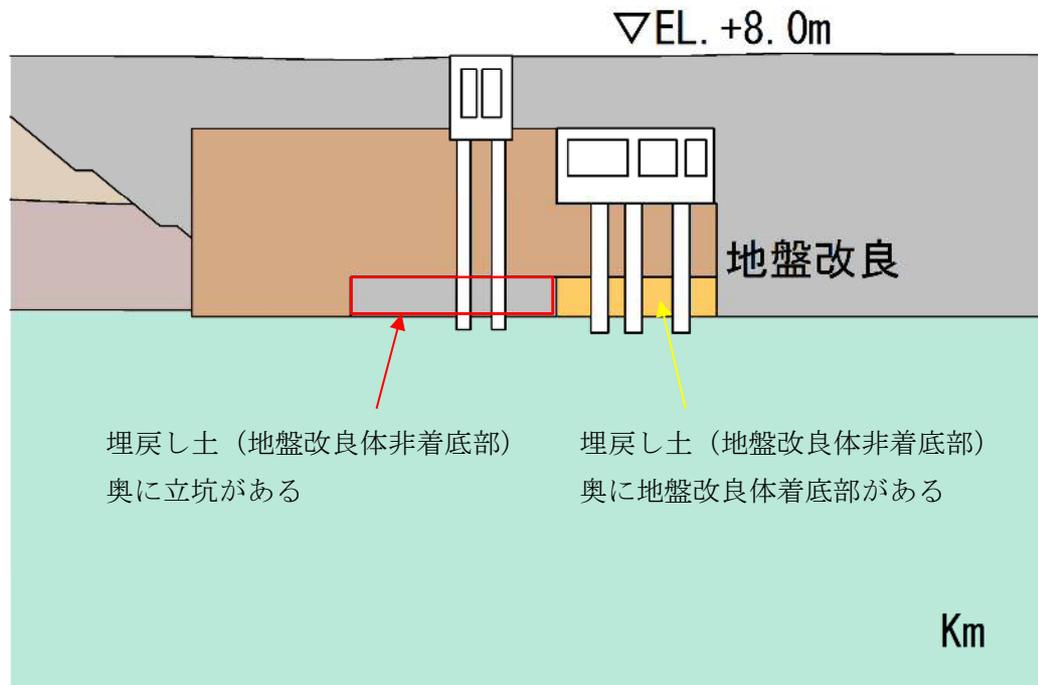


図 1.4.7-5 (2) カルバートの地質断面拡大図 (①-①断面)

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

図 1. 4. 10-1 に常設低圧代替注水系配管カルバート平面配置図及び地質断面図を示す。

常設低圧代替注水系配管カルバートは原子炉建屋の南側に設置し常設低圧代替注水ポンプ室と原子炉建屋間をつなぐ常設低圧注水系配管の間接支持機能を有する。

常設低圧代替注水系配管カルバートは、延長 20.1 m、内空及び内空高さ 2.3 m の一連のボックスカルバート構造の鉄筋コンクリート造で、人工岩盤を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。



図 1. 4. 10-1 (1) 常設代替注水配管カルバート 平面位置図 (全体平面図)

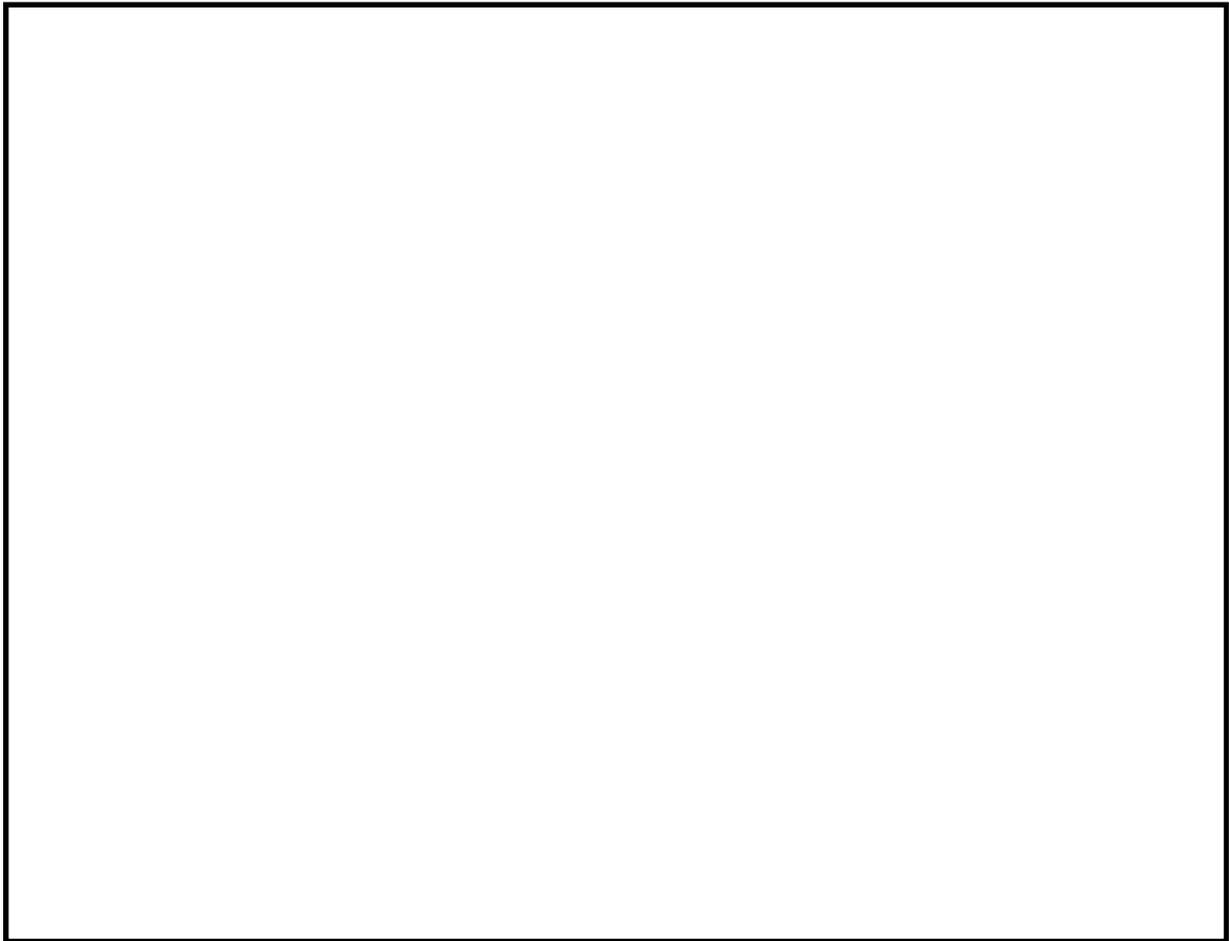


図 1.4.10-1 (2) 常設代替注水配管カルバート 平面位置図 (拡大図)

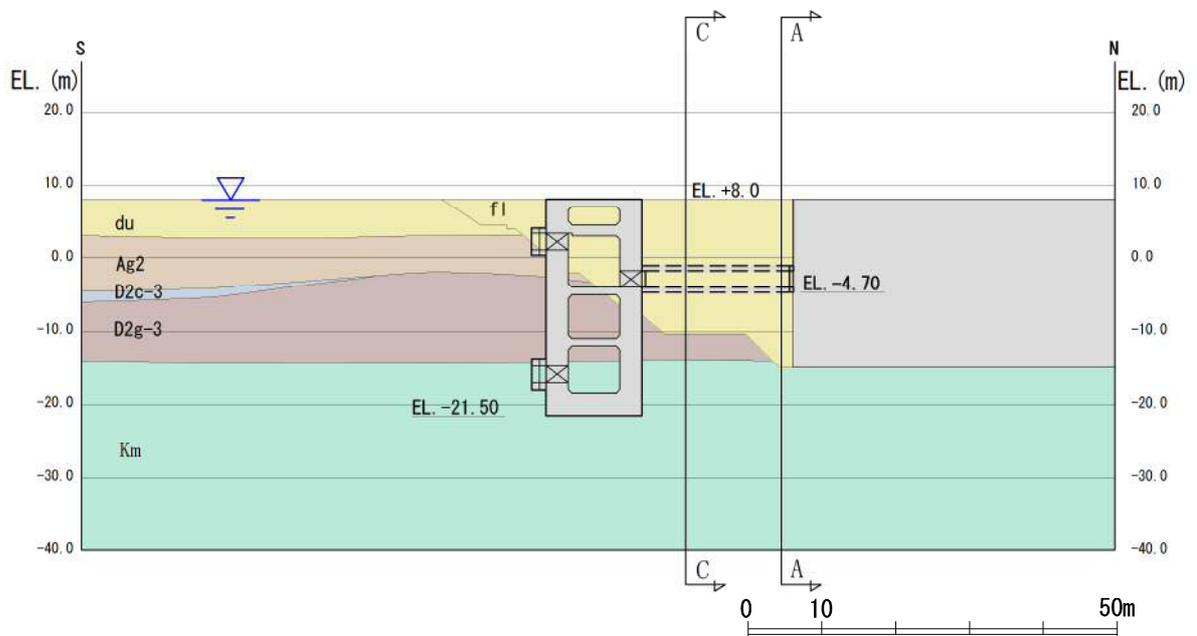


図 1.4.10-1 (3) 常設低圧代替注水系配管カルバート地質断面図 (B-B断面)

A-A断面を図 1.4.10-1 (4) に示す。A-A断面は岩盤上面に埋戻土が地表面まで分布する。

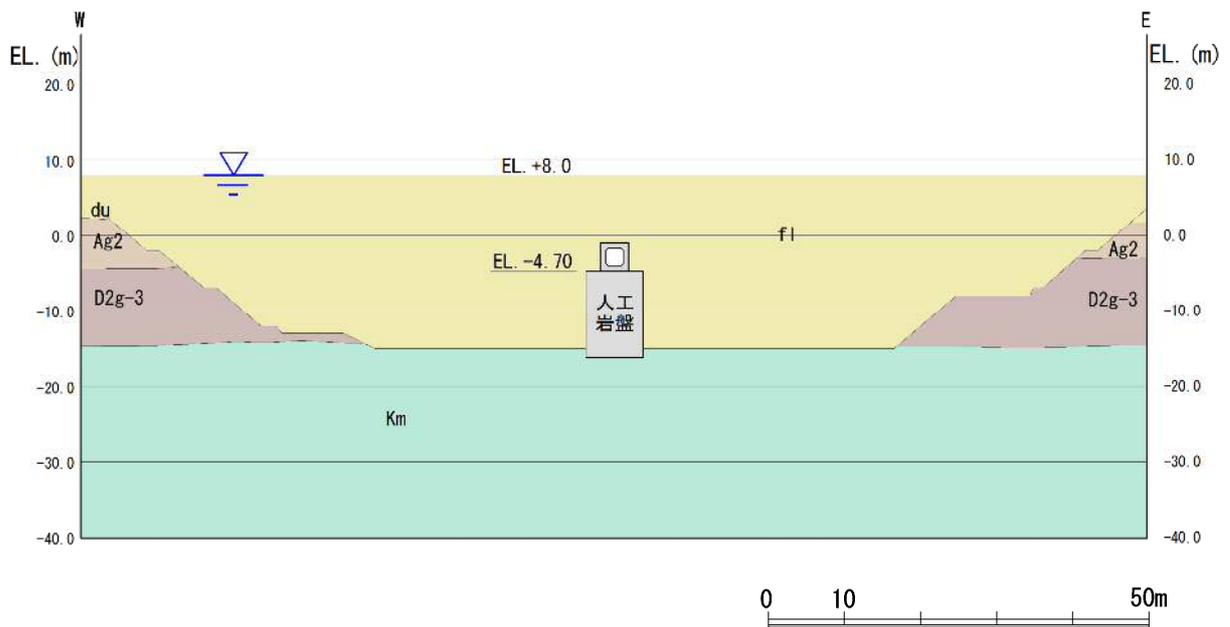


図 1.4.10-1 (4) 常設低圧代替注水系配管カルバート地質断面図 (A-A断面)

C-C断面を図 1.4.10-1 (5) に示す。C-C断面は、原子炉建屋施工時の掘削形状により、岩盤上面に D2g-3 層が一部残っており、その上部に埋戻土が地表面まで分布している。

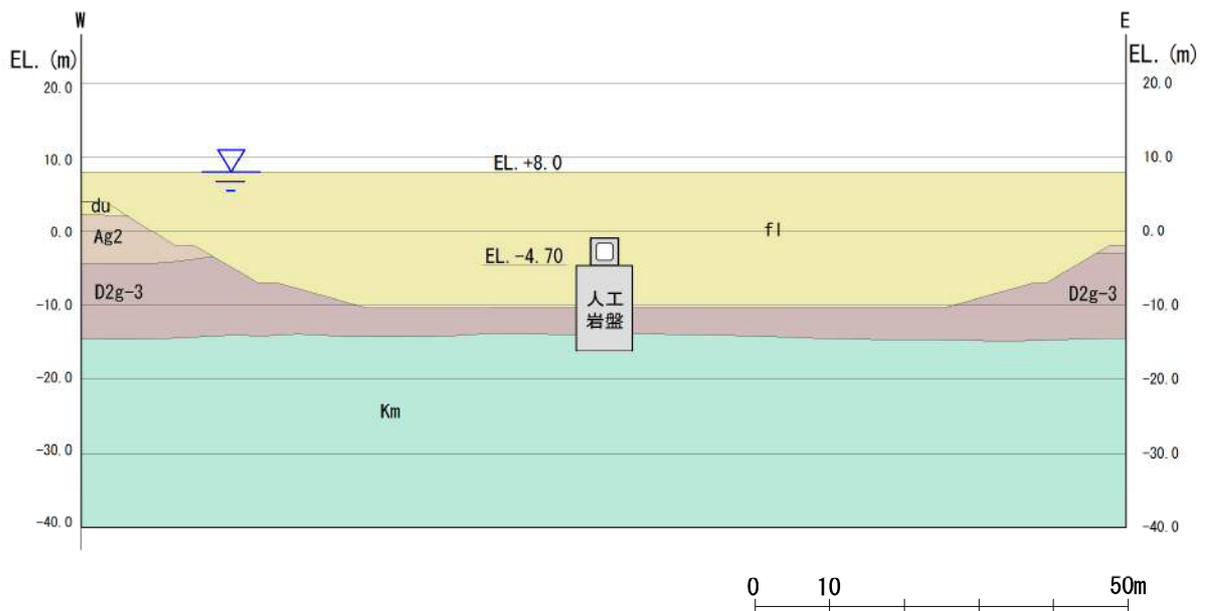


図 1.4.10-1 (5) 常設低圧代替注水系配管カルバート地質断面図 (C-C断面)

図 1. 4. 10-2 及び図 1. 4. 10-3 に常設低圧代替注水系配管カルバートの平面図及び断面図を示す。

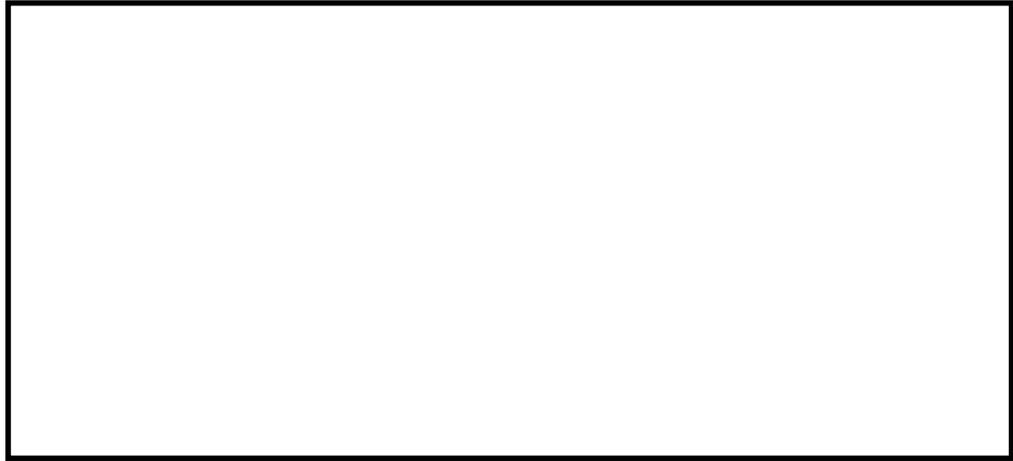


図 1. 4. 10-2 常設代替注水配管カルバート 平面図

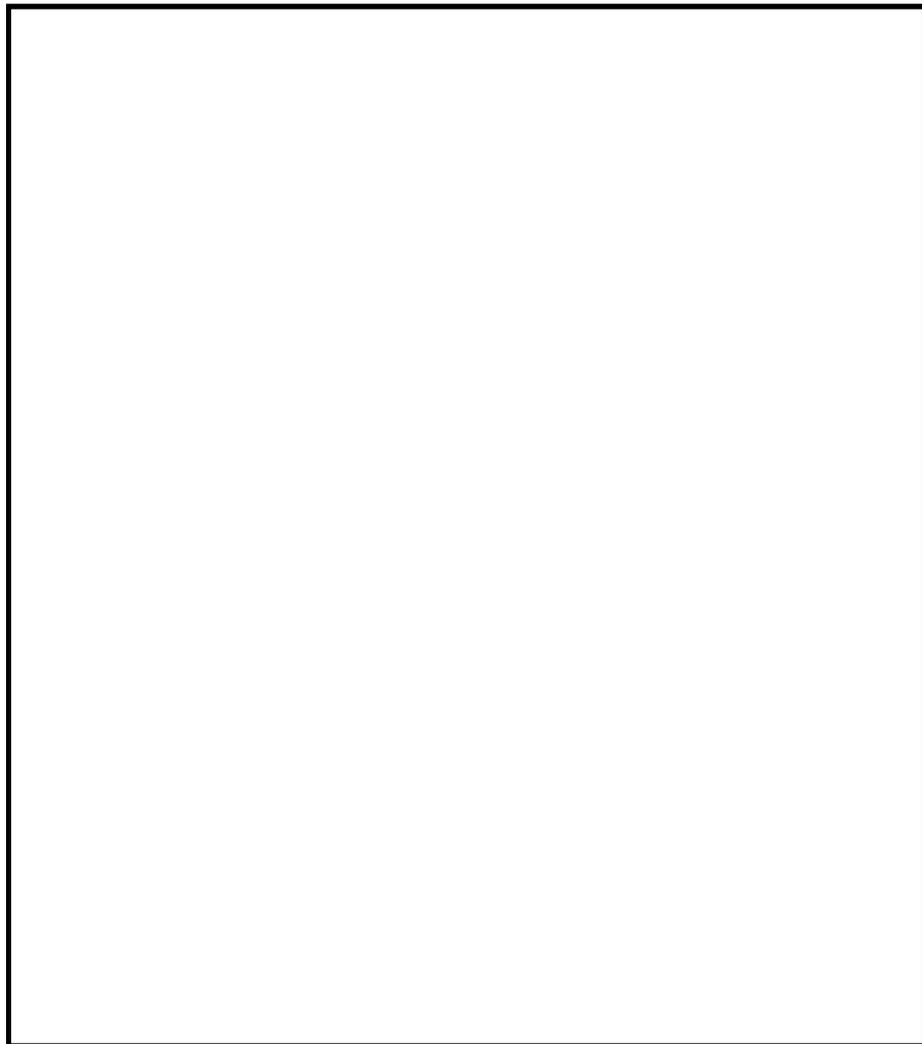


図 1. 4. 10-3 常設低圧代替注水系配管カルバート断面図（東西方向断面）

(1) 耐震評価対象断面の整理

1.4.1 「方針①耐震評価断面候補の整理」に従い、耐震評価候補断面を整理する。
耐震評価断面の特徴を表 1.4.10-1 に示す。

表 1.4.10-1 常設低圧代替注水系配管カルバート耐震評価候補断面の特徴

断面	要求性能	構造的特徴	周辺地質	間接支持する設備
東西方向 A-A 断面	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> ・ボックスカルバート構造の鉄筋コンクリート構造物 ・人工岩盤を介して岩盤に設置する 	岩盤上面に埋戻土が分布する	常設低圧注水系配管
東西方向 C-C 断面	同上	同上	岩盤上面に D2g-3 層が分布し、その上部に埋戻土が分布する	

常設低圧代替注水系配管カルバートは、鉄筋コンクリート造の単純な線状構造物であるため、軸方向（南北方向）が強軸断面方向、軸直角方向（東西方向）が弱軸断面方向になる。

A-A断面は岩盤上面に埋戻土が地表面まで分布する。

C-C断面は、原子炉建屋施工時の掘削形状により、岩盤上面に D2g-3 層が一部残っており、その上部に埋戻土が地表面まで分布している。

(2) 耐震評価対象断面の選定

常設低圧代替注水系配管カルバートは、弱軸断面方向である東西方向の断面から評価対象断面を選定する。

A-A断面は、岩盤上部にf1層が広く分布している。C-C断面は、D2g-3層がカルバート構造物底面より十分低い位置に分布し、D2g-3層上部にf1層が広く分布していることから、A-A断面及びC-C断面は、概ね類似の地盤構成である。

しかし、A-A断面は、液状化強度がD2g-3層に比較してやや低いf1層が地盤深度方向にC-C断面よりも広範囲に分布しており、地震時地盤変位が比較的大きい傾向にあるf1層による動土圧の受圧面積が大きいことから、構造全体の変形による影響が厳しくなると考えられる。

よって、A-A断面を評価対象断面とする。

(3) 断面選定結果

常設低圧代替注水系配管カルバートの耐震評価対象断面位置の選定結果を表1.4.10-2に、評価対象断面を図1.4.10-5に示す。

表 1.4.10-2 常設低圧代替注水系配管カルバート 耐震評価対象断面の選定結果

断面	要求性能	構造的特徴	周辺地質	間接支持する設備	既工認評価断面	今回工認評価断面	選定結果
東西方向 A-A 断面	間接支持機能	<ul style="list-style-type: none"> ボックスカルバート構造の鉄筋コンクリート構造物 人工岩盤を介して岩盤に設置する 	岩盤上面に埋戻土が分布する	常設低圧注水系配管	—	○	構造全体の変形による影響が厳しくなると考えられる A-A 断面を評価対象断面として採用する。
東西方向 C-C 断面	同上	同上	岩盤上面に D2g-3 層が分布*し、その上部に埋戻土が分布する	常設低圧注水系配管	—	—	—

*：施工時の開削範囲を考慮すると、D2g-3 層は構造物周囲には分布しない。

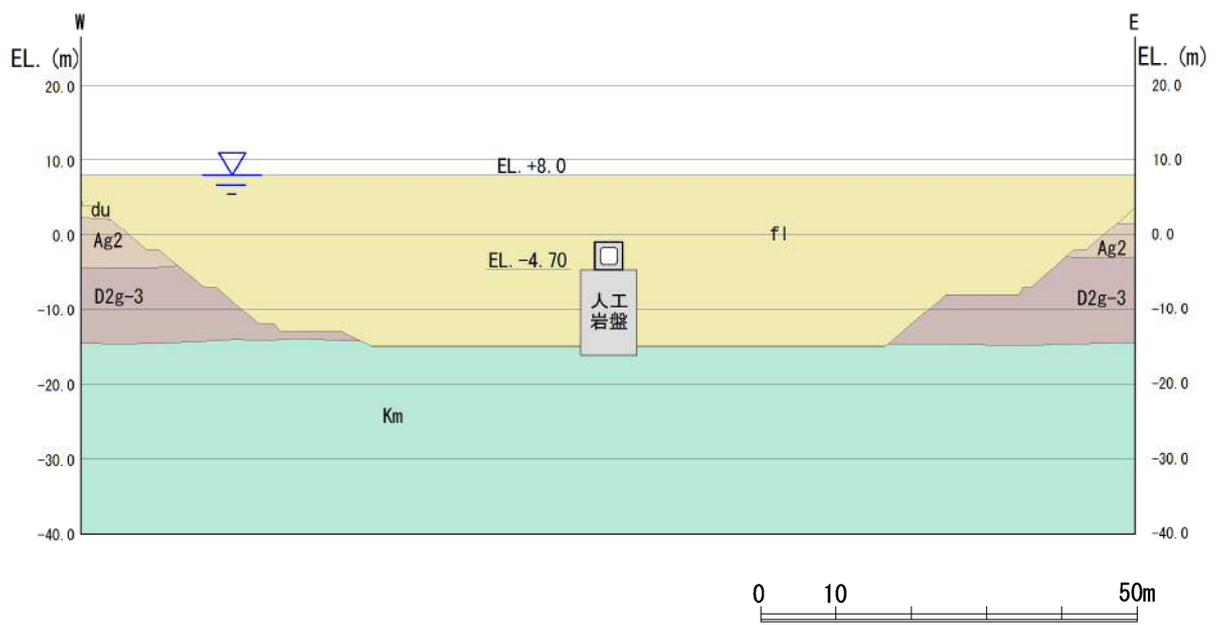


図 1. 4. 10-5 常設低圧代替注水系配管カルバート断面図（東西方向断面）

1.11 屋外重要土木構造物の耐震評価における追加検討ケースの選定について

目 次

1. 評価方針.....	2
2. 評価結果.....	4
2.5 常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）	4

1. 評価方針

耐震評価においては、全ての基準地震動 S_s に対して実施する①の検討ケース（基本ケース）において、せん断力照査及び曲げ軸力照査をはじめとした全ての評価項目について、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より追加検討ケースを実施する。最も厳しい地震動の選定は、照査値 1.0 に対して 2 倍の余裕となる照査値 0.5 以上を相対的に厳しい地震動の選定の目安として実施する。

②～⑥より追加検討ケースを実施する地震動の選定フローを図 1-1 に、屋外重要土木構造物の耐震評価及び波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラスの土木構造物の耐震評価における検討ケースを図 1-2 及び表 1-1 に示す。

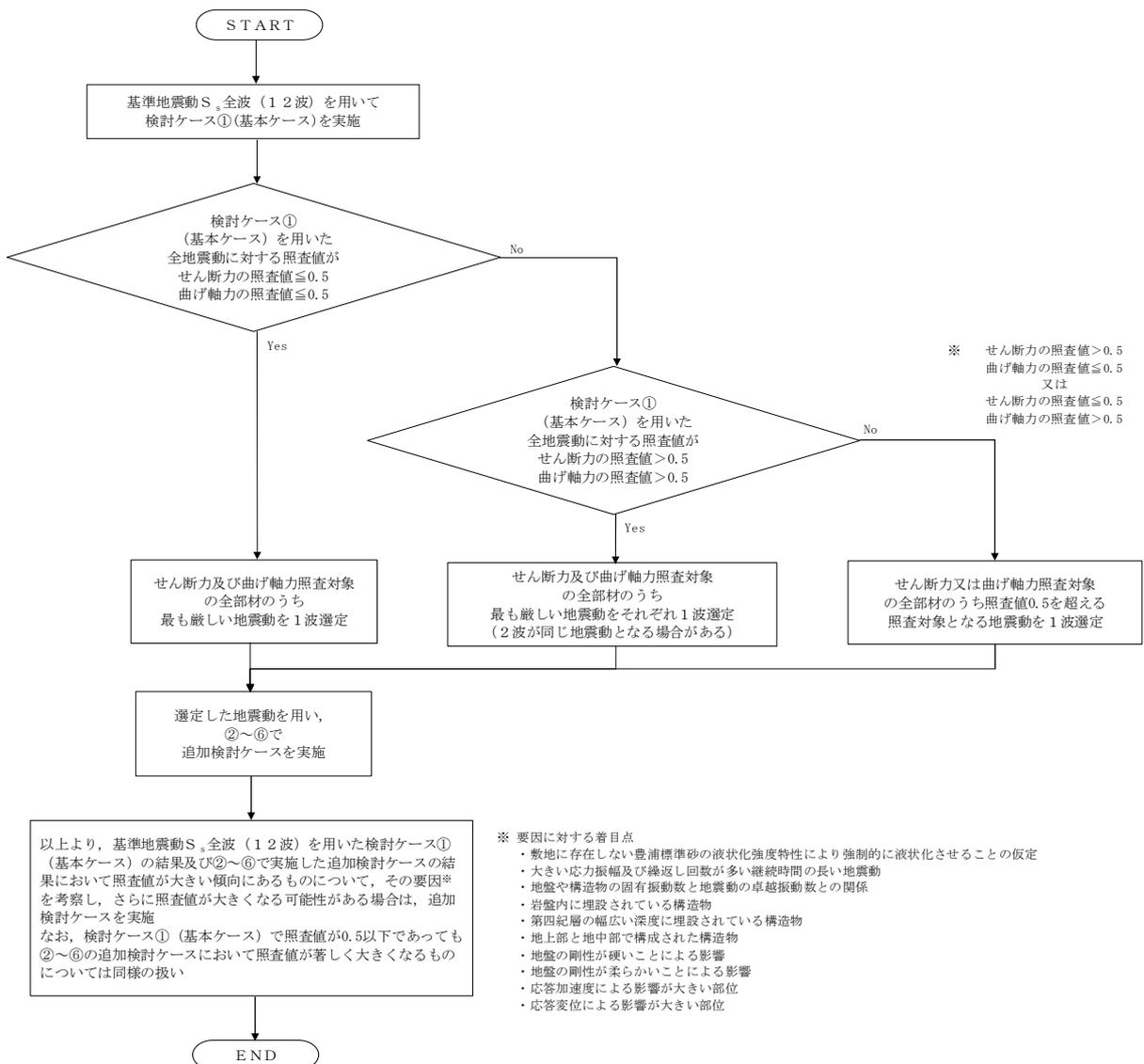


図 1-1 ②～⑥で追加検討ケースを実施する地震動の選定フロー

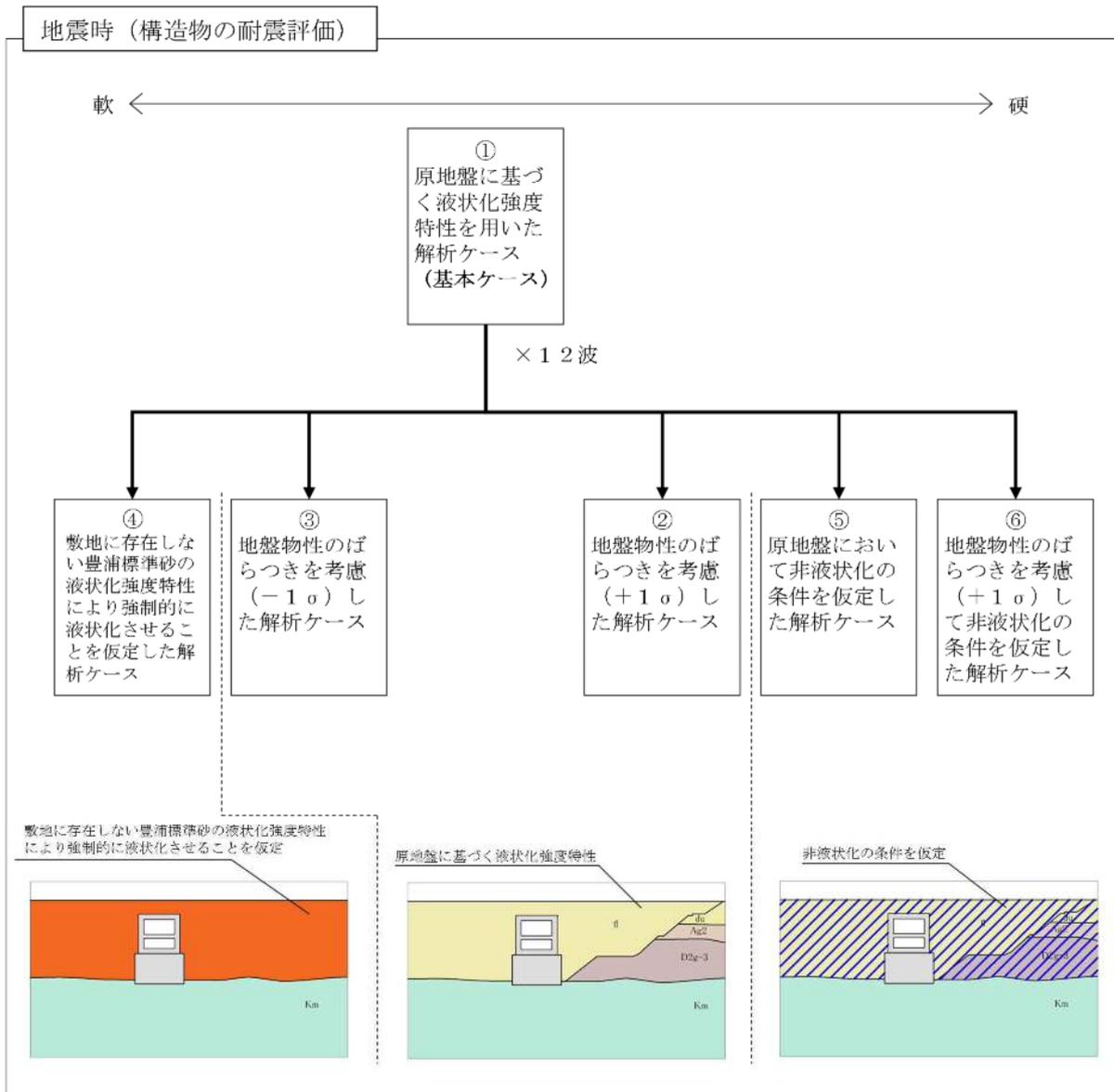


図 1-2 屋外重要土木構造物の耐震評価における検討ケース

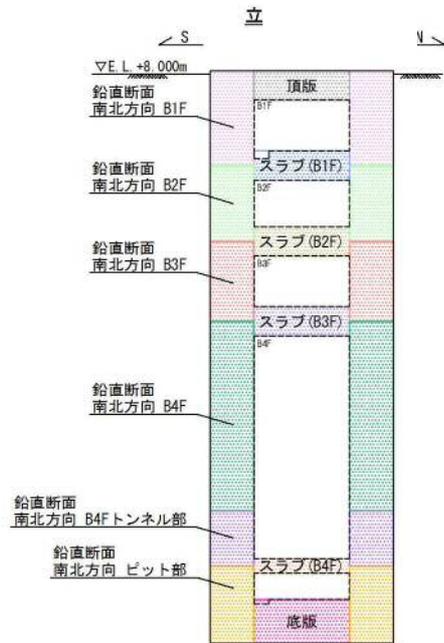
表 1-1 耐震評価における検討ケース

	①	②	③	④	⑤	⑥
検討ケース	原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース)	地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース	地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース	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	原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース	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	原地盤に基づく液状化強度特性 (標準偏差を考慮)	原地盤に基づく液状化強度特性 (標準偏差を考慮)	原地盤に基づく液状化強度特性 (標準偏差を考慮)	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

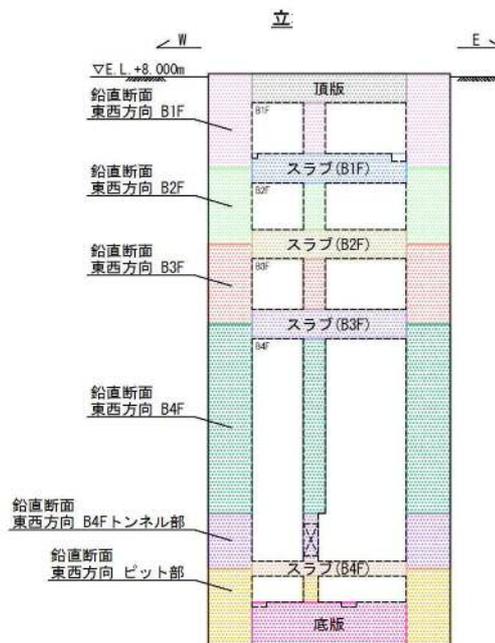
2. 評価結果

2.5 常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）

2.5.1 照査位置及び仕様



(立坑南北方向断面)



(立坑東西方向断面)

図 2.5-1 常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の照査位置図

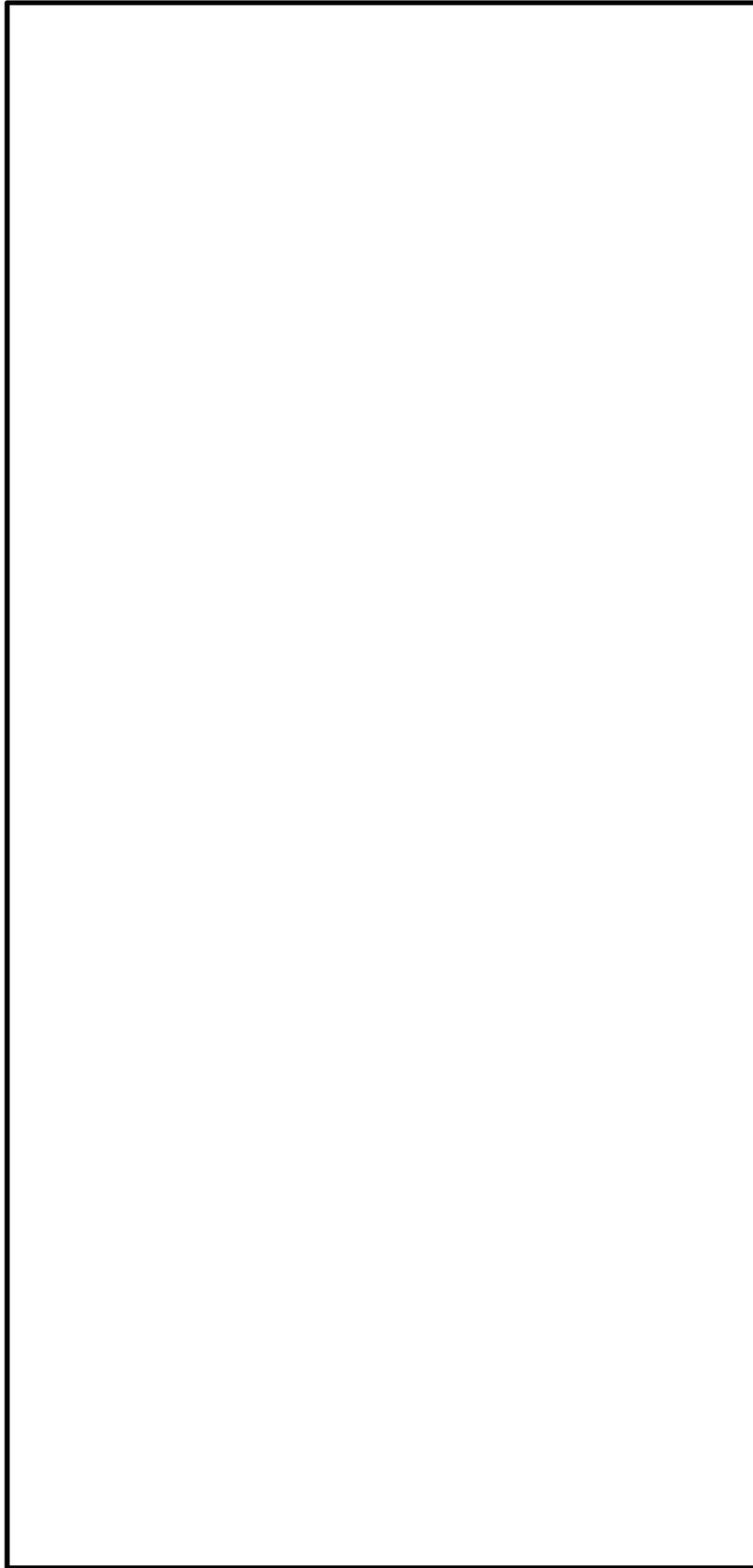


图 2.5-2(1) 概略配筋图 (主筋) 立坑南北方向断面

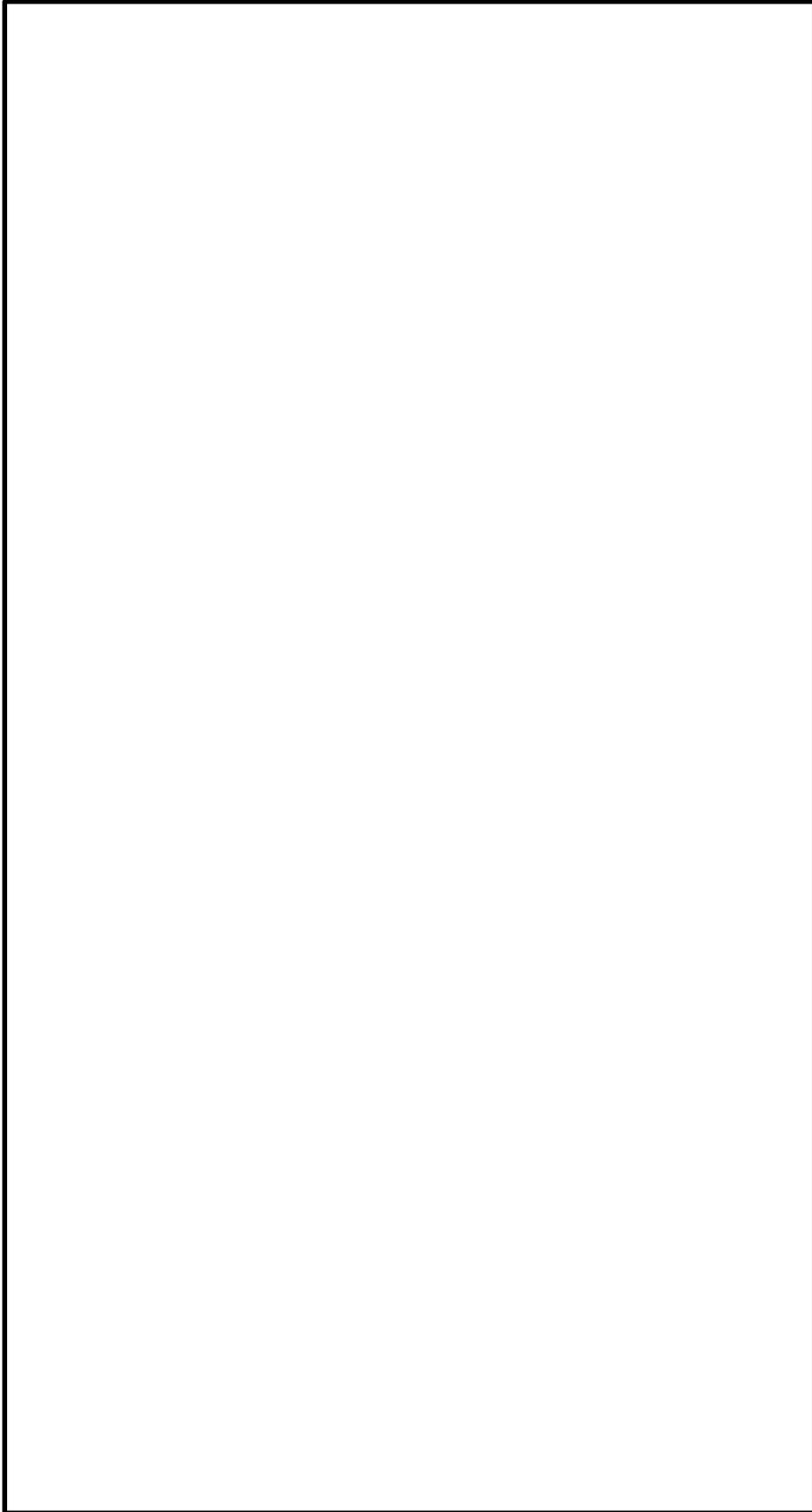


图 2.5-2(2) 概略配筋图 (主筋) 立坑东西方向断面

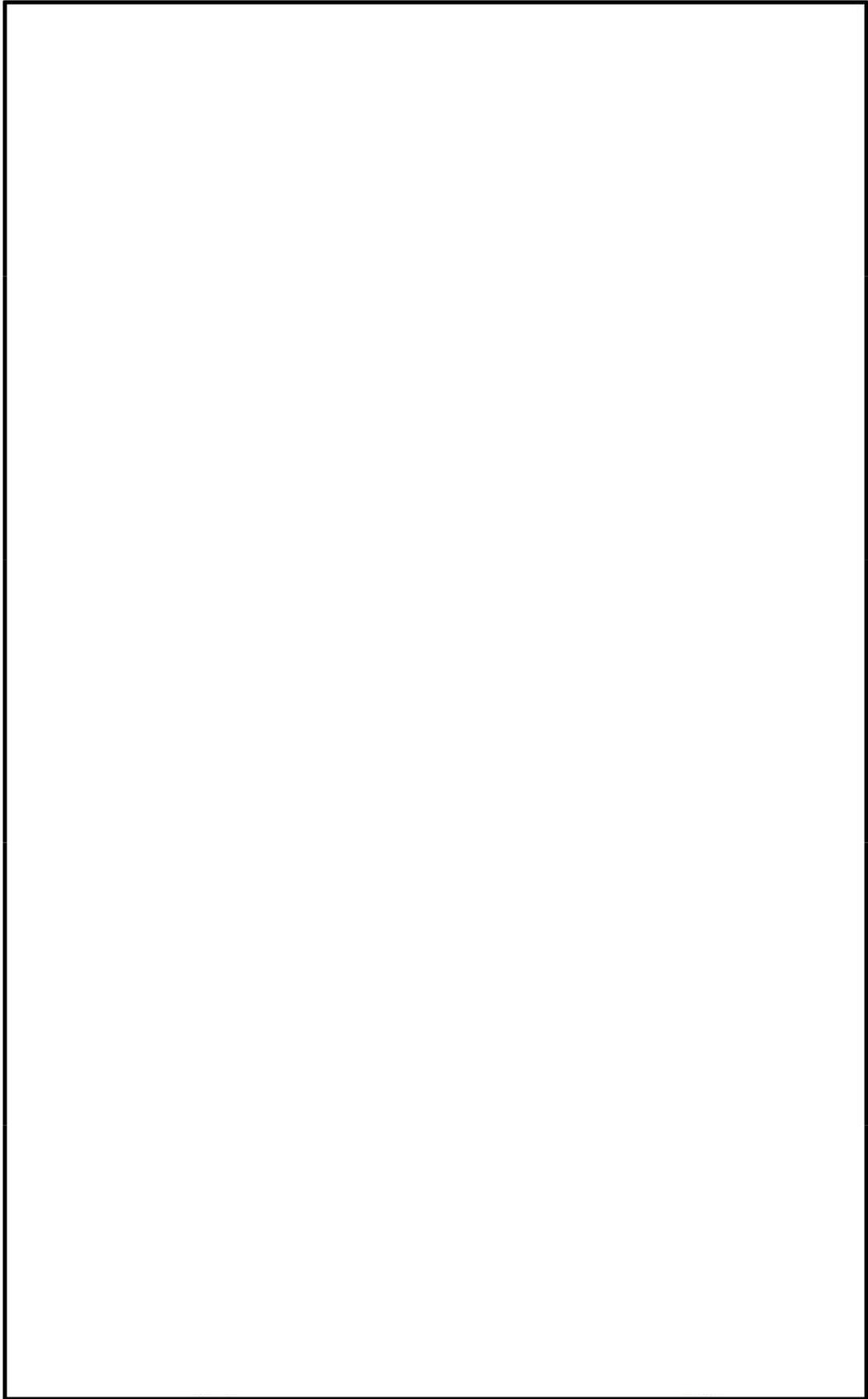


図 2.5-3(1) 概略配筋図 (せん断補強筋)

表 2.5-1 構造仕様（鉄筋コンクリート）

部位	仕様		材料	
	部材幅 (m)	部材高 (m)	コンクリート f'_{ck} (N/mm ²)	鉄筋
鉛直断面 (南北方向 B1F)	16.500	12.500	40	SD490
鉛直断面 (南北方向 B2F)	16.500	12.500	40	SD490
鉛直断面 (南北方向 B3F)	16.500	12.500	40	SD490
鉛直断面 (南北方向 B4F)	16.500	12.500	40	SD490
鉛直断面 (南北方向 B4F トンネル部)	16.500	12.500	40	SD490
鉛直断面 (南北方向ピット部)	16.500	12.500	40	SD490
鉛直断面 (東西方向 B1F)	12.500	16.500	40	SD490
鉛直断面 (東西方向 B2F)	12.500	16.500	40	SD490
鉛直断面 (東西方向 B3F)	12.500	16.500	40	SD490
鉛直断面 (東西方向 B4F)	12.500	16.500	40	SD490
鉛直断面 (東西方向 B4F トンネル部)	12.500	16.500	40	SD490
鉛直断面 (東西方向ピット部)	12.500	16.500	40	SD490

2.5.2 評価結果

2.5.2-1 評価結果（鉛直断面の検討ケース選定）

図 2.5-4 に鉛直断面検討ケース選定フローを示す。

鉛直断面の照査結果については、検討ケース①（基本ケース）については基準地震動全ケース（12 ケース）の結果を記載する。また、検討ケース②～⑥の照査結果については、検討ケース①（基本ケース）において鉛直断面の照査値（鉄筋曲げ引張）及びせん断力が最大となる基準地震動について鉛直断面照査を行い、検討ケース②～⑥で鉄筋の曲げ引張の照査値及びせん断力が最大となる解析ケースについて照査結果を記載する。

表 2.5-2 に基本検討ケース①鉛直鉄筋の曲げ引張に関する照査値及びせん断力を示す。

本立坑においては、鉛直断面を立坑高さ方向に 6 断面に分割して応力度照査を実施している。そのうち曲げ引張の照査値及びせん断力は東西方向 B4F が最大となり、他断面については曲げ引張の照査値及びせん断力が小さいことから、東西方向 B4F を代表断面として基準地震動の選定を行う。

表 2.5-3 及び表 2.5-4 に検討ケース①～⑥における立坑鉛直断面照査結果を示す。

検討ケース①において S_s-D1 (H+, V+) のときに鉛直断面の照査値が最大となった。検討ケース②～⑥について、 S_s-D1 (H+, V+) を入力地震動とした 2 次元有効応力解析を実施し、検討ケース②～⑥の照査結果を比較したところ、検討ケース④の曲げ引張の照査値及びせん断力が最大となることから、検討ケース②～⑥については検討ケース④の結果を代表として照査結果を記載する。

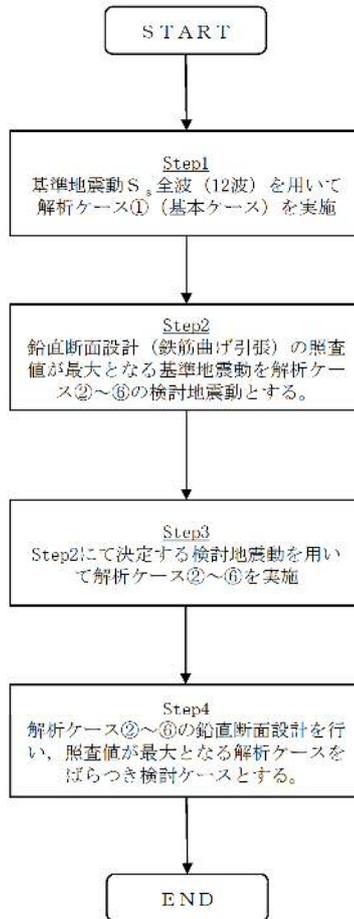


図 2.5-4 鉛直断面検討ケース選定フロー

表 2.5-2 (1) 検討ケース① (基本ケース) における立坑鉛直断面照査値

曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)														
地震動	評価位置	NS方向						EW方向						最大
		B1F	B2F	B3F	B4F	B4F トナリ部	ヒット部	B1F	B2F	B3F	B4F	B4F トナリ部	ヒット部	
①S _s -D1	++	0.01	0.02	0.04	0.04	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.15	0.06	0.02	0.15
	+-	0.01	0.02	0.03	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.11	0.04	0.01	0.11
	-+	0.01	0.03	0.05	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	0.14	0.06	0.01	0.14
	--	0.01	0.02	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.13	0.06	0.01	0.13
①S _s -11		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
①S _s -12		0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
①S _s -13		0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
①S _s -14		0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
①S _s -21		0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
①S _s -22		0.01	0.01	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03
①S _s -31	++	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.01	0.00	0.04
	-+	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.03
最大		0.01	0.03	0.05	0.04	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.15	0.06	0.02	0.15

表 2.5-2 (2) 検討ケース① (基本ケース) における立坑鉛直断面せん断力

せん断照査 (発生せん断力)														
地震動	評価位置	NS方向						EW方向						最大
		B1F	B2F	B3F	B4F	B4F トナリ部	ピット部	B1F	B2F	B3F	B4F	B4F トナリ部	ピット部	
①S _s -D1	++	1157	1088	1217	3744	3687	3386	1147	2647	4200	5763	2295	2457	5763
	+-	1155	1085	1224	3796	3680	3325	1139	2608	4152	5692	2299	2449	5692
	-+	1129	1644	1815	3441	3431	3284	1290	2763	4362	5524	2075	2302	5524
	--	1144	1643	1797	3432	3415	3270	1300	2816	4421	5495	2071	2312	5495
①S _s -11		368	430	573	1808	1794	1637	515	723	1092	1662	1528	1546	1808
①S _s -12		779	691	727	3194	3192	3015	750	1107	1757	2597	1834	1869	3194
①S _s -13		750	657	788	3089	3086	2926	709	1023	1626	2579	1775	1809	3089
①S _s -14		579	414	470	2576	2583	2493	434	786	1279	1927	1864	1926	2583
①S _s -21		888	1067	1199	3364	3350	3117	646	1237	1892	2426	1525	1663	3364
①S _s -22		804	1036	1132	2976	2932	2656	783	1573	2489	3531	1902	1944	3531
①S _s -31	++	1013	1493	1612	3765	3720	3456	1132	2269	3809	5175	2155	2225	5175
	-+	1038	906	1216	3829	3795	3488	1027	2252	3631	5404	2455	2420	5404
最大		1157	1644	1815	3829	3795	3488	1300	2816	4421	5763	2455	2457	5763

表 2.5-3 検討ケース①~⑥における立坑鉛直断面照査結果 (東西方向 B4F)

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.15	0.15	0.15	0.39	0.02	0.02
	+-	0.11					
	-+	0.14					
	--	0.13					
S _s -11		0.00					
S _s -12		0.00					
S _s -13		0.00					
S _s -14		0.00					
S _s -21		0.00					
S _s -22		0.01					
S _s -31	++	0.04					
	-+	0.03					

表 2.5-4 検討ケース①~⑥における立坑鉛直断面せん断力 (東西方向 B4F)

地震動	検討ケース	せん断照査 (発生せん断力)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	5763	5977	5635	8199	5121	5096
	+-	5692					
	-+	5524					
	--	5495					
S _s -11		1662					
S _s -12		2597					
S _s -13		2579					
S _s -14		1927					
S _s -21		2426					
S _s -22		3531					
S _s -31	++	5175					
	-+	5404					

2.5.2-2 評価結果（各構造部材照査に着目した検討ケース選定）

(1) 立坑南北方向断面

2.5.2-1 で選定した、基準地震動全ケース（12 ケース）と検討ケース④ S_s-D1 （H+, V+）計 13 ケースについて、曲げ軸力、せん断力照査値を示す。

(曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮）、立坑南北方向断面)
(南北方向 B1F)

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮）					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S_s-D1	++	0.02			0.02		
	+-	0.02					
	-+	0.02					
	--	0.02					
S_s-11		0.01					
S_s-12		0.02					
S_s-13		0.02					
S_s-14		0.02					
S_s-21		0.02					
S_s-22		0.02					
S_s-31	++	0.02					
	-+	0.02					

(南北方向 B2F)

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮）					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S_s-D1	++	0.05			0.05		
	+-	0.05					
	-+	0.06					
	--	0.06					
S_s-11		0.03					
S_s-12		0.04					
S_s-13		0.04					
S_s-14		0.03					
S_s-21		0.05					
S_s-22		0.05					
S_s-31	++	0.05					
	-+	0.04					

(南北方向 B3F)

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮）					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S_s-D1	++	0.05			0.05		
	+-	0.05					
	-+	0.06					
	--	0.06					
S_s-11		0.03					
S_s-12		0.03					
S_s-13		0.04					
S_s-14		0.03					
S_s-21		0.04					
S_s-22		0.04					
S_s-31	++	0.05					
	-+	0.04					

(南北方向 B4F)

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮）					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S_s-D1	++	0.08			0.08		
	+-	0.08					
	-+	0.08					
	--	0.08					
S_s-11		0.06					
S_s-12		0.07					
S_s-13		0.06					
S_s-14		0.06					
S_s-21		0.07					
S_s-22		0.08					
S_s-31	++	0.07					
	-+	0.07					

(南北方向 B4F トンネル部)

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮）					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S_s-D1	++	0.07			0.07		
	+-	0.08					
	-+	0.08					
	--	0.08					
S_s-11		0.07					
S_s-12		0.07					
S_s-13		0.07					
S_s-14		0.07					
S_s-21		0.07					
S_s-22		0.08					
S_s-31	++	0.07					
	-+	0.07					

(南北方向ピット部)

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮）					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S_s-D1	++	0.07			0.06		
	+-	0.07					
	-+	0.07					
	--	0.07					
S_s-11		0.06					
S_s-12		0.06					
S_s-13		0.06					
S_s-14		0.06					
S_s-21		0.06					
S_s-22		0.07					
S_s-31	++	0.06					
	-+	0.06					

※検討ケース

- ①：原地盤に基づく液化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）
- ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）した解析ケース
- ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 σ ）した解析ケース
- ④：地盤を強制的に液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（+1 σ ）して非液化の条件を仮定した解析ケース

(曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張), 立坑南北方向断面)

(南北方向 B1F)

地震動		曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.01			0.01		
	+-	0.01					
	-+	0.01					
	--	0.01					
S _s -11		0.00					
S _s -12		0.00					
S _s -13		0.00					
S _s -14		0.00					
S _s -21		0.01					
S _s -22		0.01					
S _s -31	++	0.00					
	-+	0.01					

(南北方向 B2F)

地震動		曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.02			0.02		
	+-	0.02					
	-+	0.03					
	--	0.02					
S _s -11		0.00					
S _s -12		0.01					
S _s -13		0.01					
S _s -14		0.00					
S _s -21		0.01					
S _s -22		0.01					
S _s -31	++	0.01					
	-+	0.01					

(南北方向 B3F)

地震動		曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.04			0.04		
	+-	0.03					
	-+	0.05					
	--	0.04					
S _s -11		0.00					
S _s -12		0.01					
S _s -13		0.01					
S _s -14		0.01					
S _s -21		0.02					
S _s -22		0.03					
S _s -31	++	0.02					
	-+	0.02					

(南北方向 B4F)

地震動		曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.04			0.04		
	+-	0.04					
	-+	0.01					
	--	0.01					
S _s -11		0.00					
S _s -12		0.01					
S _s -13		0.01					
S _s -14		0.01					
S _s -21		0.02					
S _s -22		0.03					
S _s -31	++	0.01					
	-+	0.02					

(南北方向 B4F トンネル部)

地震動		曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.00			0.00		
	+-	0.00					
	-+	0.00					
	--	0.00					
S _s -11		0.00					
S _s -12		0.00					
S _s -13		0.00					
S _s -14		0.00					
S _s -21		0.00					
S _s -22		0.00					
S _s -31	++	0.00					
	-+	0.00					

(南北方向ピット部)

地震動		曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.00			0.00		
	+-	0.00					
	-+	0.00					
	--	0.00					
S _s -11		0.00					
S _s -12		0.00					
S _s -13		0.00					
S _s -14		0.00					
S _s -21		0.00					
S _s -22		0.00					
S _s -31	++	0.00					
	-+	0.00					

※検討ケース

- ①: 原地盤に基づく液化化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース)
- ②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース
- ③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース
- ④: 地盤を強制的に液化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化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) して非液化化の条件を仮定した解析ケース

曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張) 結果は, 検討ケース① (基本ケース) の全ての照査値が 0.50 以下である (最大照査値は, 南北方向 B3F, S_s-D1 (-+) で 0.05)。

(せん断力照査, 立坑南北方向断面)

(南北方向 B1F)

地震動		せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.14			0.15		
	+-	0.14					
	-+	0.14					
	--	0.14					
S _s -11		0.05					
S _s -12		0.10					
S _s -13		0.09					
S _s -14		0.07					
S _s -21		0.11					
S _s -22		0.10					
S _s -31	++	0.12					
	-+	0.13					

(南北方向 B2F)

地震動		せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.12			0.14		
	+-	0.12					
	-+	0.18					
	--	0.18					
S _s -11		0.05					
S _s -12		0.08					
S _s -13		0.07					
S _s -14		0.05					
S _s -21		0.12					
S _s -22		0.11					
S _s -31	++	0.16					
	-+	0.10					

(南北方向 B3F)

地震動		せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.12			0.15		
	+-	0.13					
	-+	0.18					
	--	0.18					
S _s -11		0.06					
S _s -12		0.08					
S _s -13		0.08					
S _s -14		0.05					
S _s -21		0.12					
S _s -22		0.12					
S _s -31	++	0.16					
	-+	0.12					

(南北方向 B4F)

地震動		せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.23			0.24		
	+-	0.23					
	-+	0.21					
	--	0.21					
S _s -11		0.11					
S _s -12		0.19					
S _s -13		0.19					
S _s -14		0.16					
S _s -21		0.20					
S _s -22		0.18					
S _s -31	++	0.23					
	-+	0.23					

(南北方向 B4F トンネル部)

地震動		せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.34			0.35		
	+-	0.34					
	-+	0.32					
	--	0.32					
S _s -11		0.17					
S _s -12		0.30					
S _s -13		0.29					
S _s -14		0.24					
S _s -21		0.31					
S _s -22		0.27					
S _s -31	++	0.35					
	-+	0.35					

(南北方向ピット部)

地震動		せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.27			0.27		
	+-	0.27					
	-+	0.26					
	--	0.26					
S _s -11		0.13					
S _s -12		0.24					
S _s -13		0.24					
S _s -14		0.20					
S _s -21		0.25					
S _s -22		0.21					
S _s -31	++	0.28					
	-+	0.28					

※検討ケース

- ①: 原地盤に基づく液化強度特性を用いた解析ケース(基本ケース)
- ②: 地盤物性のばらつきを考慮(+1σ)した解析ケース
- ③: 地盤物性のばらつきを考慮(-1σ)した解析ケース
- ④: 地盤を強制的に液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化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)して非液化化の条件を仮定した解析ケース

せん断力照査結果は、検討ケース①(基本ケース)の全ての照査値が0.50以下である(最大照査値は、南北方向 B4F トンネル部, S_s-31(++)及びS_s-31(-+)で0.35)。

以上より、検討ケース①(基本ケース)において、曲げ軸力、せん断力照査に対する全ての照査値が0.50以下であり、かつ、曲げ軸力及びせん断力照査対象の全部材のうち最も厳しい照査値となった地震動はS_s-31(++)及びS_s-31(-+)である。

検討ケース①(基本ケース)において、曲げ軸力、せん断力照査に対する全ての照査値が0.50以下であること、また表 2.5-3, 表 2.5-4 より④ケースが卓越することから、構造部材に着目した追加検討ケースは不要である。

(2) 立坑東西方向断面（鉄筋コンクリート）

2.5.2-1 で選定した、基準地震動全ケース（12 ケース）と検討ケース④ $S_s - D 1$ （H+, V+）計 13 ケースについて、曲げ軸力、せん断力照査値を示す。

（曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮），立坑東西方向断面）
（東西方向 B1F）

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮）					
		①	②	③	④	⑤	⑥
$S_s - D 1$	++	0.02			0.02		
	+-	0.02					
	-+	0.02					
	--	0.02					
$S_s - 1 1$		0.02					
$S_s - 1 2$		0.02					
$S_s - 1 3$		0.02					
$S_s - 1 4$		0.01					
$S_s - 2 1$		0.02					
$S_s - 2 2$		0.02					
$S_s - 3 1$	++	0.02					
	-+	0.02					

（東西方向 B2F）

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮）					
		①	②	③	④	⑤	⑥
$S_s - D 1$	++	0.04			0.05		
	+-	0.04					
	-+	0.04					
	--	0.04					
$S_s - 1 1$		0.02					
$S_s - 1 2$		0.03					
$S_s - 1 3$		0.03					
$S_s - 1 4$		0.02					
$S_s - 2 1$		0.03					
$S_s - 2 2$		0.03					
$S_s - 3 1$	++	0.03					
	-+	0.03					

（東西方向 B3F）

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮）					
		①	②	③	④	⑤	⑥
$S_s - D 1$	++	0.07			0.11		
	+-	0.07					
	-+	0.07					
	--	0.07					
$S_s - 1 1$		0.03					
$S_s - 1 2$		0.04					
$S_s - 1 3$		0.04					
$S_s - 1 4$		0.03					
$S_s - 2 1$		0.04					
$S_s - 2 2$		0.05					
$S_s - 3 1$	++	0.05					
	-+	0.05					

（東西方向 B4F）

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮）					
		①	②	③	④	⑤	⑥
$S_s - D 1$	++	0.13			0.21		
	+-	0.13					
	-+	0.14					
	--	0.14					
$S_s - 1 1$		0.05					
$S_s - 1 2$		0.06					
$S_s - 1 3$		0.06					
$S_s - 1 4$		0.06					
$S_s - 2 1$		0.07					
$S_s - 2 2$		0.08					
$S_s - 3 1$	++	0.09					
	-+	0.09					

（東西方向 B4F トンネル部）

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮）					
		①	②	③	④	⑤	⑥
$S_s - D 1$	++	0.12			0.18		
	+-	0.12					
	-+	0.12					
	--	0.12					
$S_s - 1 1$		0.06					
$S_s - 1 2$		0.07					
$S_s - 1 3$		0.07					
$S_s - 1 4$		0.07					
$S_s - 2 1$		0.07					
$S_s - 2 2$		0.08					
$S_s - 3 1$	++	0.09					
	-+	0.09					

（東西方向ピット部）

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査（コンクリート曲げ圧縮）					
		①	②	③	④	⑤	⑥
$S_s - D 1$	++	0.10			0.14		
	+-	0.10					
	-+	0.09					
	--	0.10					
$S_s - 1 1$		0.06					
$S_s - 1 2$		0.07					
$S_s - 1 3$		0.07					
$S_s - 1 4$		0.07					
$S_s - 2 1$		0.07					
$S_s - 2 2$		0.08					
$S_s - 3 1$	++	0.09					
	-+	0.09					

※検討ケース

- ①：原地盤に基づく液化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）
- ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）した解析ケース
- ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 σ ）した解析ケース
- ④：地盤を強制的に液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化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（+1 σ ）して非液化化の条件を仮定した解析ケース

(曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張), 立坑東西方向断面)

(東西方向 B1F)

地震動		曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.01			0.01		
	+-	0.01					
	-+	0.01					
	--	0.00					
S _s -11		0.00					
S _s -12		0.00					
S _s -13		0.00					
S _s -14		0.00					
S _s -21		0.00					
S _s -22		0.00					
S _s -31	++	0.00					
	-+	0.00					

(東西方向 B2F)

地震動		曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.02			0.04		
	+-	0.01					
	-+	0.01					
	--	0.01					
S _s -11		0.00					
S _s -12		0.00					
S _s -13		0.00					
S _s -14		0.00					
S _s -21		0.00					
S _s -22		0.00					
S _s -31	++	0.00					
	-+	0.00					

(東西方向 B3F)

地震動		曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.05			0.16		
	+-	0.03					
	-+	0.05					
	--	0.05					
S _s -11		0.00					
S _s -12		0.00					
S _s -13		0.00					
S _s -14		0.00					
S _s -21		0.00					
S _s -22		0.01					
S _s -31	++	0.01					
	-+	0.01					

(東西方向 B4F)

地震動		曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.15			0.39		
	+-	0.11					
	-+	0.14					
	--	0.13					
S _s -11		0.00					
S _s -12		0.00					
S _s -13		0.00					
S _s -14		0.00					
S _s -21		0.00					
S _s -22		0.01					
S _s -31	++	0.04					
	-+	0.03					

(東西方向 B4F トンネル部)

地震動		曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.06			0.25		
	+-	0.04					
	-+	0.06					
	--	0.06					
S _s -11		0.00					
S _s -12		0.00					
S _s -13		0.00					
S _s -14		0.00					
S _s -21		0.00					
S _s -22		0.00					
S _s -31	++	0.01					
	-+	0.01					

(東西方向ピット部)

地震動		曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.02			0.10		
	+-	0.01					
	-+	0.01					
	--	0.01					
S _s -11		0.00					
S _s -12		0.00					
S _s -13		0.00					
S _s -14		0.00					
S _s -21		0.00					
S _s -22		0.00					
S _s -31	++	0.00					
	-+	0.00					

※検討ケース

- ①: 原地盤に基づく液化強度特性を用いた解析ケース(基本ケース)
- ②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース
- ③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース
- ④: 地盤を強制的に液化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化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) して非液化化の条件を仮定した解析ケース

曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張) 結果は, 検討ケース① (基本ケース) の全ての照査値が 0.50 以下である (最大照査値は, 東西方向 B4F, S_s-D1 (++) で 0.15)。

(せん断力照査, 立坑東西方向断面)

(東西方向 B1F)

地震動		せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.09			0.11		
	+-	0.09					
	-+	0.10					
	--	0.10					
S _s -11		0.04					
S _s -12		0.06					
S _s -13		0.06					
S _s -14		0.04					
S _s -21		0.05					
S _s -22		0.06					
S _s -31	++	0.09					
	-+	0.08					

(東西方向 B2F)

地震動		せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.21			0.29		
	+-	0.21					
	-+	0.22					
	--	0.23					
S _s -11		0.06					
S _s -12		0.09					
S _s -13		0.09					
S _s -14		0.07					
S _s -21		0.10					
S _s -22		0.13					
S _s -31	++	0.18					
	-+	0.18					

(東西方向 B3F)

地震動		せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.25			0.36		
	+-	0.25					
	-+	0.26					
	--	0.27					
S _s -11		0.07					
S _s -12		0.11					
S _s -13		0.10					
S _s -14		0.08					
S _s -21		0.12					
S _s -22		0.15					
S _s -31	++	0.23					
	-+	0.22					

(東西方向 B4F)

地震動		せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.21			0.30		
	+-	0.21					
	-+	0.20					
	--	0.20					
S _s -11		0.06					
S _s -12		0.10					
S _s -13		0.10					
S _s -14		0.07					
S _s -21		0.09					
S _s -22		0.13					
S _s -31	++	0.19					
	-+	0.20					

(東西方向 B4F トンネル部)

地震動		せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.15			0.15		
	+-	0.15					
	-+	0.14					
	--	0.14					
S _s -11		0.10					
S _s -12		0.12					
S _s -13		0.12					
S _s -14		0.12					
S _s -21		0.10					
S _s -22		0.13					
S _s -31	++	0.14					
	-+	0.16					

(東西方向ピット部)

地震動		せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	0.13			0.15		
	+-	0.13					
	-+	0.12					
	--	0.12					
S _s -11		0.08					
S _s -12		0.10					
S _s -13		0.10					
S _s -14		0.10					
S _s -21		0.09					
S _s -22		0.10					
S _s -31	++	0.12					
	-+	0.13					

※検討ケース

- ①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース(基本ケース)
- ②: 地盤物性のばらつきを考慮(+1σ)した解析ケース
- ③: 地盤物性のばらつきを考慮(-1σ)した解析ケース
- 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

せん断力照査結果は、検討ケース①(基本ケース)の全ての照査値が0.50以下である(最大照査値は、東西方向 B3F, S_s-D1(--)で0.27)。

以上より、検討ケース①(基本ケース)において、曲げ軸力、せん断力照査に対する全ての照査値が0.50以下であり、かつ、曲げ軸力及びせん断力照査対象の全部材のうち最も厳しい照査値となった地震動はS_s-D1(--)である。

検討ケース①(基本ケース)において、曲げ軸力、せん断力照査に対する全ての照査値が0.50以下であること、また表2.5-3,表2.5-4より④ケースが卓越することから、構造部材に着目した追加検討ケースは不要である。

2.5.3-1 評価結果（水平断面の検討ケース選定）

図 2.5-6 に水平断面検討ケース選定フローを示す。

水平断面の設計に用いる地震時地盤反力の抽出については、検討ケース①（基本ケース）については基準地震動全ケース（12 ケース）の抽出結果を記載する。また、検討ケース②～⑥の抽出結果については、検討ケース①（基本ケース）において地震時地盤反力が最大となる基準地震動について抽出（5 ケース）及び 2.5.2-1 で示した鉛直断面の照査値及びせん断力が最大となる解析ケース④ S_s-D1 （H+, V+）について抽出（1 ケース）を行う。

上記により抽出した検討ケース①～⑥の地震時地盤反力の最大値を用いて水平断面の静的フレーム解析を実施する。

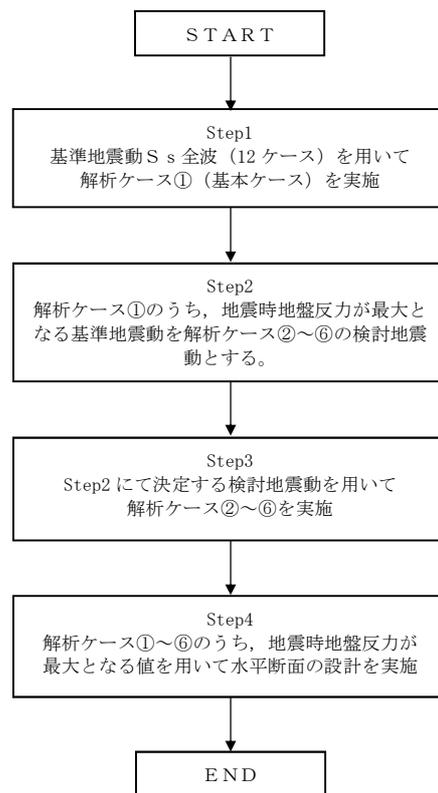


図 2.5-6 水平断面の設計に用いる地震時地盤反力の抽出フロー

表 2.5-5 (1) 地盤反力抽出結果

(南北方向 B1F)

水平断面NS方向 B1F		地盤反力度 (kN/m ²)					
地震動	検討ケース	①	②	③	④	⑤	⑥
		S _s -D 1	++	151			141
+-	135						
-+	133						
--	139						
S _s -1 1		102					
S _s -1 2		159					
S _s -1 3		149					
S _s -1 4		124					
S _s -2 1		135					
S _s -2 2		145					
S _s -3 1	++	122					
	-+	171	170	172	146	178	177

(南北方向 B2F)

水平断面NS方向 B2F		地盤反力度 (kN/m ²)					
地震動	検討ケース	①	②	③	④	⑤	⑥
		S _s -D 1	++	634			581
+-	623						
-+	478						
--	463						
S _s -1 1		325					
S _s -1 2		536					
S _s -1 3		511					
S _s -1 4		418					
S _s -2 1		580					
S _s -2 2		532					
S _s -3 1	++	468					
	-+	666	676	654	557	637	642

(南北方向 B3F)

水平断面NS方向 B3F		地盤反力度 (kN/m ²)					
地震動	検討ケース	①	②	③	④	⑤	⑥
		S _s -D 1	++	697			770
+-	674						
-+	941						
--	942						
S _s -1 1		502					
S _s -1 2		604					
S _s -1 3		566					
S _s -1 4		515					
S _s -2 1		814					
S _s -2 2		744					
S _s -3 1	++	945	944	946	990	941	939
	-+	659					

(南北方向 B4F)

水平断面NS方向 B4F		地盤反力度 (kN/m ²)					
地震動	検討ケース	①	②	③	④	⑤	⑥
		S _s -D 1	++	769			833
+-	780						
-+	820						
--	766						
S _s -1 1		449					
S _s -1 2		674					
S _s -1 3		633					
S _s -1 4		489					
S _s -2 1		845					
S _s -2 2		841					
S _s -3 1	++	886	896	873	777	871	878
	-+	712					

(東西方向 B1F)

水平断面EW方向 B1F		地盤反力度 (kN/m ²)					
地震動	検討ケース	①	②	③	④	⑤	⑥
		S _s -D 1	++	117			141
+-	118						
-+	132						
--	173		151	144	170	152	149
S _s -1 1		79					
S _s -1 2		93					
S _s -1 3		91					
S _s -1 4		76					
S _s -2 1		101					
S _s -2 2		124					
S _s -3 1	++	138					
	-+	92					

(東西方向 B2F)

水平断面EW方向 B2F		地盤反力度 (kN/m ²)					
地震動	検討ケース	①	②	③	④	⑤	⑥
		S _s -D 1	++	316			438
+-	318						
-+	241						
--	424		252	258	360	348	308
S _s -1 1		179					
S _s -1 2		201					
S _s -1 3		211					
S _s -1 4		168					
S _s -2 1		217					
S _s -2 2		219					
S _s -3 1	++	176					
	-+	275					

(東西方向 B3F)

水平断面EW方向 B3F		地盤反力度 (kN/m ²)					
地震動	検討ケース	①	②	③	④	⑤	⑥
		S _s -D 1	++	449	447	450	455
+-	426						
-+	371						
--	391						
S _s -1 1		258					
S _s -1 2		372					
S _s -1 3		367					
S _s -1 4		274					
S _s -2 1		358					
S _s -2 2		387					
S _s -3 1	++	310					
	-+	421					

(東西方向 B4F)

水平断面EW方向 B4F		地盤反力度 (kN/m ²)					
地震動	検討ケース	①	②	③	④	⑤	⑥
		S _s -D 1	++	859			1136
+-	904						
-+	1032		1029	1024	1198	610	611
--	1031						
S _s -1 1		385					
S _s -1 2		514					
S _s -1 3		504					
S _s -1 4		374					
S _s -2 1		508					
S _s -2 2		719					
S _s -3 1	++	800					
	-+	619					

※検討ケース

- ①：原地盤に基づく液化強度特性を用いた解析ケース(基本ケース)
- ②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース
- ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース
- ④：地盤を強制的に液化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化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) して非液化化の条件を仮定した解析ケース

表 2.5-5 (2) 地盤反力抽出結果

(南北方向 B4F トンネル部)

(東西方向 B4F トンネル部)

水平断面NS方向 B4Fトンネル部

地震動	検討ケース	地盤反力度 (kN/m ²)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	323			329		
	+-	358					
	-+	355					
	--	337					
S _s -11		250					
S _s -12		285					
S _s -13		298					
S _s -14		252					
S _s -21		400	407	394	358	365	370
S _s -22		343					
S _s -31	++	329					
	-+	299					

水平断面EW方向 B4Fトンネル部

地震動	検討ケース	地盤反力度 (kN/m ²)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	308			418		
	+-	326					
	-+	359					
	--	407	413	402	505	338	342
S _s -11		267					
S _s -12		268					
S _s -13		268					
S _s -14		233					
S _s -21		279					
S _s -22		338					
S _s -31	++	297					
	-+	205					

(南北方向ピット部)

(東西方向ピット部)

水平断面NS方向 ピット部

地震動	検討ケース	地盤反力度 (kN/m ²)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	389			366		
	+-	434					
	-+	415					
	--	393					
S _s -11		289					
S _s -12		336					
S _s -13		353					
S _s -14		297					
S _s -21		453	462	446	375	421	441
S _s -22		424					
S _s -31	++	385					
	-+	355					

水平断面EW方向 ピット部

地震動	検討ケース	地盤反力度 (kN/m ²)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S _s -D1	++	340			380		
	+-	376					
	-+	381					
	--	417	429	414	415	403	373
S _s -11		290					
S _s -12		329					
S _s -13		319					
S _s -14		272					
S _s -21		293					
S _s -22		351					
S _s -31	++	243					
	-+	244					

※検討ケース

- ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース(基本ケース)
- ②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース
- ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース
- 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

表 2.5-5 (3) 各階層の最大地盤反力及び解析ケースまとめ

	南北方向		東西方向	
B1F	178	⑤ S _s -31 (-+)	173	① S _s -D1 (--)
B2F	676	② S _s -31 (-+)	438	④ S _s -D1 (++)
B3F	990	④ S _s -31 (++)	455	④ S _s -D1 (++)
B4F	896	② S _s -31 (++)	1198	④ S _s -D1 (-+)
B4Fトンネル部	407	② S _s -21 (++)	505	④ S _s -D1 (--)
ピット部	462	② S _s -21 (++)	429	② S _s -D1 (--)

常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の耐震安全性評価に関する参考資料

(2章, 3章抜粋)

(参考) 7-1

2. 杭頭部の照査

杭頭結合部の結合方法は、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説」に示される方法Bにより底版と剛結合する。

参考表7-1に杭頭結合部の評価項目を、参考表7-2及び参考表7-3に杭頭結合部の照査結果を示す。

杭頭結合部における許容応力度法による照査を行った結果、評価位置において参考表7-1に示す評価項目における発生応力度が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地震動において最大となる値を示している。

以上より、杭頭結合部の発生応力は、許容限界以下であることを確認した。

参考図7-3に杭頭補強鉄筋の概略配筋図を、参考表7-4に仮想鉄筋コンクリートの断面計算に用いた断面諸元の一覧を示す。

参考表 7-1 杭頭結合部の評価項目

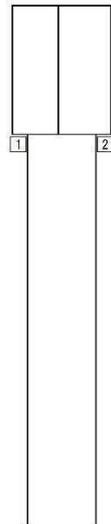
評価項目	
鉛直力（押込み力）	杭頭部のフーチングコンクリートの押抜きせん断抵抗
モーメント	補強鉄筋を含む仮想鉄筋コンクリート柱の曲げ抵抗 （仮想鉄筋コンクリート断面の曲げ圧縮応力度及び補強鉄筋の引張応力度）

参考表 7-2 (1) 杭頭結合部の照査結果 (軽油カルバート)

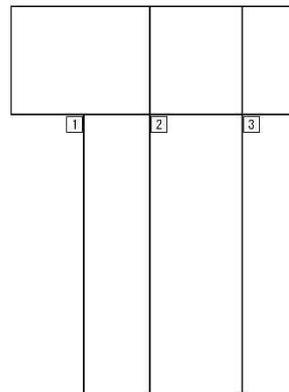
検討ケース	評価項目		評価位置	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
① S s - D 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.12	1.65	0.08
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	6.29	21.0	0.30
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	307	435	0.71
① S s - D 1 (H+, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.13	1.65	0.08
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	6.38	21.0	0.31
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	304	435	0.70
① S s - D 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.16	1.65	0.10
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	4.57	21.0	0.22
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	249	435	0.58
① S s - D 1 (H-, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.17	1.65	0.11
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	4.67	21.0	0.23
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	248	435	0.58
① S s - 1 1	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.06	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	1.86	21.0	0.09
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	71	435	0.17
① S s - 1 2	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.08	1.65	0.05
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	3.63	21.0	0.18
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	164	435	0.38

*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



水電気カルバート杭



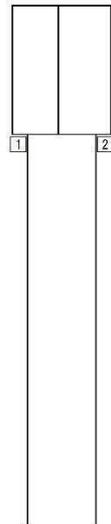
(参考) 7-10

参考表 7-2 (2) 杭頭結合部の照査結果 (軽油カルバート)

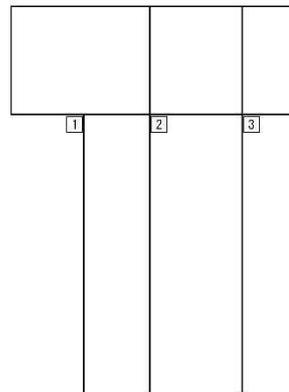
検討ケース	評価項目		評価位置	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
①S s-13	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.08	1.65	0.05
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	3.28	21.0	0.16
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	148	435	0.35
①S s-14	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.06	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	2.42	21.0	0.12
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	102	435	0.24
①S s-21	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.13	1.65	0.08
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	4.46	21.0	0.22
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	195	435	0.45
①S s-22	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.11	1.65	0.07
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	4.20	21.0	0.20
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	188	435	0.44
①S s-31 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.15	1.65	0.10
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	3.55	21.0	0.17
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	202	435	0.47
①S s-31 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.12	1.65	0.08
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	5.42	21.0	0.26
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	258	435	0.60

*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



水電気カルバート杭



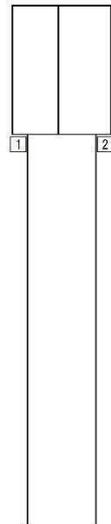
(参考) 7-11

参考表 7-2 (3) 杭頭結合部の照査結果 (軽油カルバート)

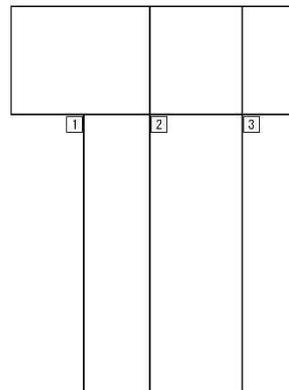
検討ケース	評価項目		評価位置	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
② S s - D 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.12	1.65	0.08
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	6.29	21.0	0.30
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	308	435	0.71
② S s - D 1 (H+, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.13	1.65	0.08
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	6.39	21.0	0.31
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	305	435	0.71
② S s - D 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.16	1.65	0.10
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	4.56	21.0	0.22
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	254	435	0.59
② S s - D 1 (H-, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.17	1.65	0.11
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	4.66	21.0	0.23
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	252	435	0.58
② S s - 3 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.15	1.65	0.10
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	3.48	21.0	0.17
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	198	435	0.46
② S s - 3 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.11	1.65	0.07
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	5.37	21.0	0.26
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	255	435	0.59

*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



水電気カルバート杭



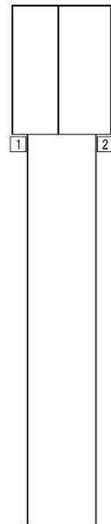
(参考) 7-12

参考表 7-2 (4) 杭頭結合部の照査結果 (軽油カルバート)

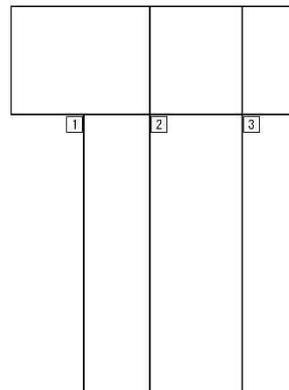
検討ケース	評価項目		評価位置	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
③ S s - D 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.12	1.65	0.08
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	6.24	21.0	0.30
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	305	435	0.71
③ S s - D 1 (H+, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.13	1.65	0.08
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	6.32	21.0	0.31
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	303	435	0.70
③ S s - D 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.16	1.65	0.10
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	4.59	21.0	0.22
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	247	435	0.57
③ S s - D 1 (H-, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.17	1.65	0.11
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	4.67	21.0	0.23
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	246	435	0.57
③ S s - 3 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.15	1.65	0.10
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	3.64	21.0	0.18
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	205	435	0.48
③ S s - 3 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.12	1.65	0.08
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	5.47	21.0	0.27
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	262	435	0.61

*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



水電気カルバート杭



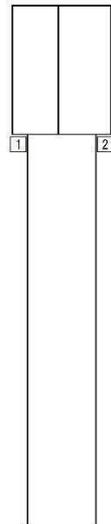
(参考) 7-13

参考表 7-2 (5) 杭頭結合部の照査結果 (軽油カルバート)

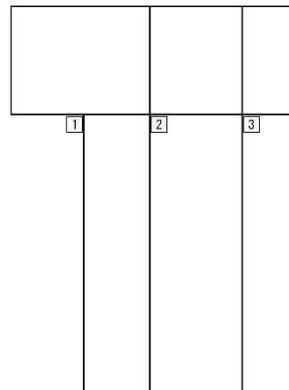
検討ケース	評価項目		評価位置	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
④ S s - D 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.13	1.65	0.08
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	5.85	21.0	0.28
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	294	435	0.68
④ S s - D 1 (H+, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.14	1.65	0.09
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	6.00	21.0	0.29
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	291	435	0.67
④ S s - D 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.16	1.65	0.10
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	4.57	21.0	0.22
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	244	435	0.57
④ S s - D 1 (H-, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.17	1.65	0.11
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	4.64	21.0	0.23
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	242	435	0.56
④ S s - 3 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.15	1.65	0.10
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	4.13	21.0	0.20
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	222	435	0.52
④ S s - 3 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.13	1.65	0.08
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	5.48	21.0	0.27
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	266	435	0.62

*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



水電気カルバート杭



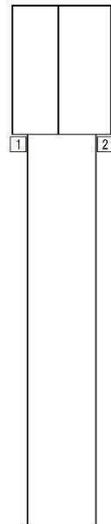
(参考) 7-14

参考表 7-2 (6) 杭頭結合部の照査結果 (軽油カルバート)

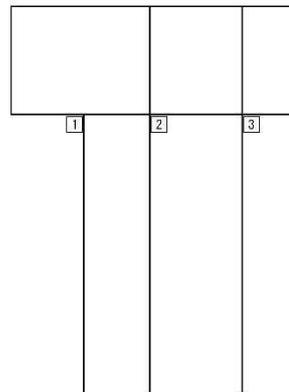
検討ケース	評価項目		評価位置	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
⑤ S s - D 1 (H+, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.11	1.65	0.07
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	5.05	21.0	0.25
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	242	435	0.56
⑤ S s - 3 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.13	1.65	0.08
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	3.53	21.0	0.17
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	185	435	0.43
⑤ S s - 3 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.11	1.65	0.07
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	4.62	21.0	0.22
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	222	435	0.52
⑥ S s - D 1 (H+, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.11	1.65	0.07
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	5.04	21.0	0.24
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	240	435	0.56
⑥ S s - 3 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	2	0.13	1.65	0.08
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	3.45	21.0	0.17
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	182	435	0.42
⑥ S s - 3 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	1	0.10	1.65	0.07
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	2	4.57	21.0	0.22
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	2	218	435	0.51

*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



水電気カルバート杭



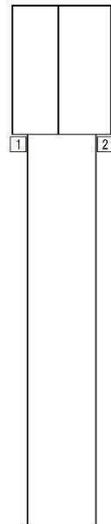
(参考) 7-15

参考表 7-3 (1) 杭頭結合部の照査結果 (水電気カルバート)

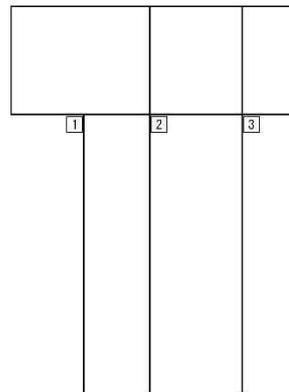
検討ケース	評価項目		評価位置	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
① S s - D 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.06	21.0	0.06
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	47	435	0.11
① S s - D 1 (H+, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.05	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.07	21.0	0.06
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	46	435	0.11
① S s - D 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.05	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	0.80	21.0	0.04
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	30	435	0.07
① S s - D 1 (H-, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.05	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	0.85	21.0	0.05
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	30	435	0.07
① S s - 1 1	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.03	1.65	0.02
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	3	0.27	21.0	0.02
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	3	435	0.01
① S s - 1 2	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.03	1.65	0.02
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	0.58	21.0	0.03
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	19	435	0.05

*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



水電気カルバート杭



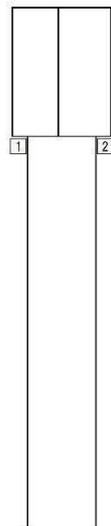
(参考) 7-16

参考表 7-3 (2) 杭頭結合部の照査結果 (水電気カルバート)

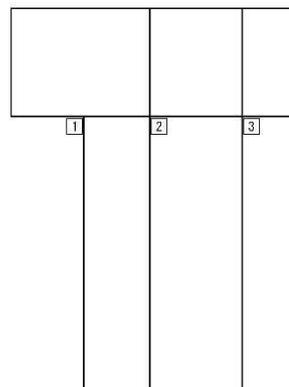
検討ケース	評価項目		評価位置	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
① S s - 1 3	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.03	1.65	0.02
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	0.57	21.0	0.03
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	18	435	0.05
① S s - 1 4	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.03	1.65	0.02
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	0.33	21.0	0.02
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	7	435	0.02
① S s - 2 1	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	0.60	21.0	0.03
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	20	435	0.05
① S s - 2 2	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.05	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	0.59	21.0	0.03
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	27	435	0.07
① S s - 3 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.05	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	3	0.53	21.0	0.03
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	8	435	0.02
① S s - 3 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.03	1.65	0.02
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.09	21.0	0.06
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	36	435	0.09

*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



水電気カルバート杭



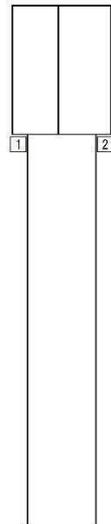
(参考) 7-17

参考表 7-3 (3) 杭頭結合部の照査結果 (水電気カルバート)

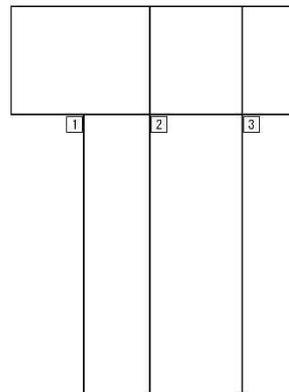
検討ケース	評価項目		評価位置	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
② S s - D 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.12	21.0	0.06
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	50	435	0.12
② S s - D 1 (H+, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.05	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.14	21.0	0.06
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	48	435	0.12
② S s - D 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.05	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	0.81	21.0	0.04
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	30	435	0.07
② S s - D 1 (H-, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.05	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	0.86	21.0	0.05
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	30	435	0.07
② S s - 3 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	3	0.53	21.0	0.03
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	7	435	0.02
② S s - 3 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.03	1.65	0.02
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.06	21.0	0.06
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	35	435	0.09

*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



水電気カルバート杭



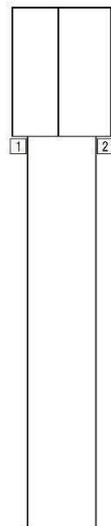
(参考) 7-18

参考表 7-3 (4) 杭頭結合部の照査結果 (水電気カルバート)

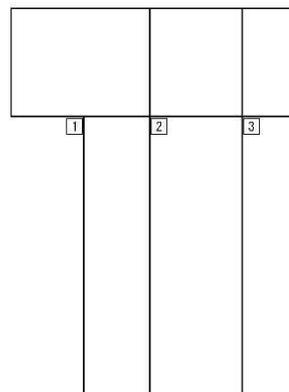
検討ケース	評価項目		評価位置	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
③ S s - D 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.10	21.0	0.06
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	48	435	0.12
③ S s - D 1 (H+, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.05	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.13	21.0	0.06
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	48	435	0.12
③ S s - D 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	0.80	21.0	0.04
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	30	435	0.07
③ S s - D 1 (H-, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.05	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	0.84	21.0	0.04
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	30	435	0.07
③ S s - 3 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.05	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	3	0.53	21.0	0.03
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	8	435	0.02
③ S s - 3 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.03	1.65	0.02
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.13	21.0	0.06
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	37	435	0.09

*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



水電気カルバート杭

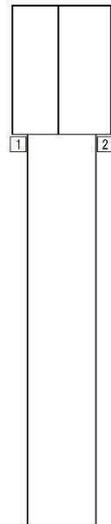


参考表 7-3 (5) 杭頭結合部の照査結果 (水電気カルバート)

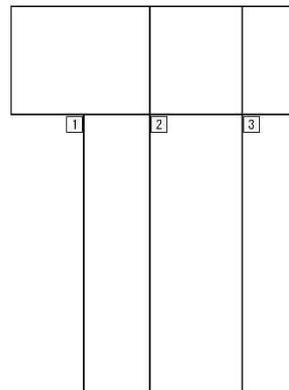
検討ケース	評価項目		評価位置	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
④ S s - D 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.36	21.0	0.07
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	63	435	0.15
④ S s - D 1 (H+, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.05	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.40	21.0	0.07
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	61	435	0.15
④ S s - D 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.05	21.0	0.05
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	43	435	0.10
④ S s - D 1 (H-, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.05	1.65	0.04
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.08	21.0	0.06
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	43	435	0.10
④ S s - 3 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	0.53	21.0	0.03
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	16	435	0.04
④ S s - 3 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.34	21.0	0.07
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	50	435	0.12

*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



水電気カルバート杭



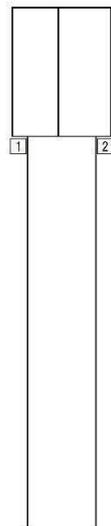
(参考) 7-20

参考表 7-3 (6) 杭頭結合部の照査結果 (水電気カルバート)

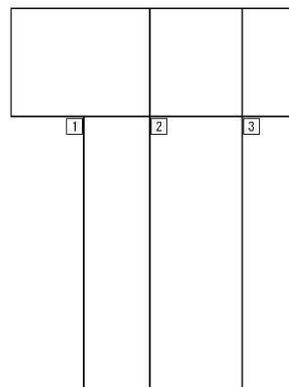
検討ケース	評価項目		評価位置	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
⑤ S s - D 1 (H+, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.00	21.0	0.05
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	30	435	0.07
⑤ S s - 3 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	3	0.45	21.0	0.03
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	8	435	0.02
⑤ S s - 3 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.03	1.65	0.02
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.09	21.0	0.06
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	36	435	0.09
⑥ S s - D 1 (H+, V-)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	0.99	21.0	0.05
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	30	435	0.07
⑥ S s - 3 1 (H+, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.04	1.65	0.03
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	3	0.45	21.0	0.03
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	8	435	0.02
⑥ S s - 3 1 (H-, V+)	鉛直力 (押込み力)	フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	3	0.03	1.65	0.02
	モーメント	仮想RC断面コンクリートの曲げ圧縮応力度	1	1.06	21.0	0.06
		仮想RC断面鉄筋の引張応力度	1	35	435	0.09

*1 評価位置は下図に示す。

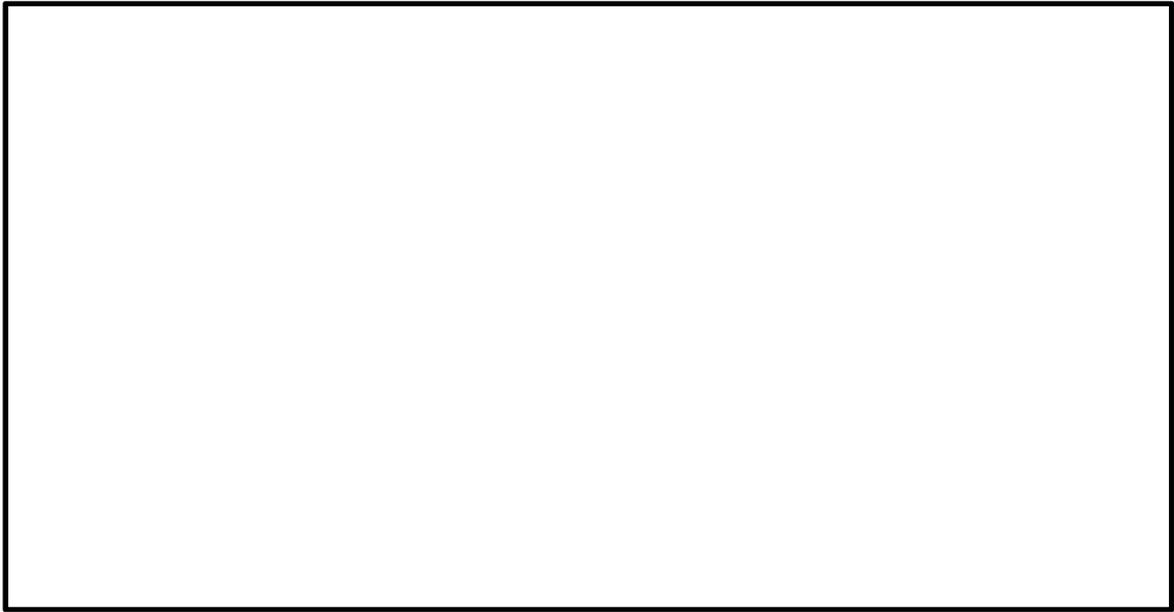
軽油カルバート杭



水電気カルバート杭



(参考) 7-21



参考図 7-3 概略配筋図（杭頭補強鉄筋）

参考表 7-4 断面諸元一覧表（仮想 RC 断面に対する評価）

部位	杭外径 (mm)	仮想RC断面 外径 (mm)	補強鉄筋						
			鉄筋種別 (-)	径 (mm)	外側鉄筋 本数 (本)	内側鉄筋 本数	鉄筋量 (mm ²)	外側鉄筋 半径位置 (mm)	内側鉄筋 半径位置 (mm)
軽油 カルバート 杭頭部	1198	1598	SD490	D35	14	10	22958.4	489	349
水電気 カルバート 杭頭部	1498	1898	SD490	D51	22	-	44594.0	639	-

3. 浮き上がりに係る評価結果について

3.1 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，以下の式により算定した安全率が所要安全率 1.1 以上であることを確認する。参考図 7-4 に地盤中の構造物に作用する力を示す。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，以下の式における上載土のせん断抵抗面における各要素のせん断抵抗 $Q_{S i}$ 及び構造物側面における各要素の摩擦抵抗 $Q_{B i}$ 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。

本構造物は杭基礎構造であり，かつ杭周面地盤は地盤改良を実施することから，杭周面摩擦力を浮き上がりに対する抵抗力として考慮できるが，保守的な配慮として，非液状化層である地盤改良体による杭周面摩擦力を考慮せず評価を実施する。

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 ：安全率（所要安全率：1.1）

W_S ：上載土の荷重（水の重量含む）（k N/m）

W_B ：構造物の自重（k N/m）

Q_S ：上載土のせん断抵抗（k N/m）

Q_B ：構造物側面の摩擦抵抗（k N/m）

U_S ：構造物底面に作用する静水圧による揚圧力（k N/m）

U_D ：構造物底面に作用する過剰間隙水圧による揚圧力（k N/m）

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。

$$Q_S = \sum Q_{S i}$$

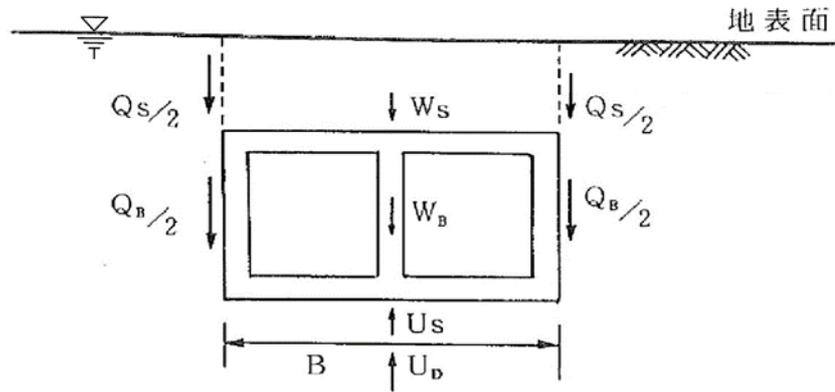
$$Q_B = \sum Q_{B i}$$

ここに，

$Q_{S i}$ ：上載土のせん断抵抗面における各要素のせん断抵抗（k N/m）

$Q_{B i}$ ：構造物側面における各要素の摩擦抵抗（k N/m）

i ：安全率を算定する上載土のせん断抵抗面及び構造物側面の各 FEM 要素



「共同溝設計指針（日本道路協会，昭和 61 年 3 月）に一部加筆」

参考図 7-4 地盤中の構造物に作用する力

3.2 評価断面

図 7.2-2 及び図 7.2-4 に常設代替高压電源装置用カルバート（カルバート部）の平面配置図及び断面図を，図 7.2-12 に解析モデル図を示す。

3.3 評価結果

検討ケースは，「検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース」において最も過剰間隙水圧比が高くなる地震動を用いて「検討ケース④：敷地に存在しない豊浦砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した解析ケース」にて評価した。

「検討ケース④：敷地に存在しない豊浦砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した解析ケース」では，構造物底版側面の過剰間隙水圧比が 0.95 未満であることから，構造物底面に作用する過剰間隙水圧による揚圧力 U_B は考慮しない。

安全率の算定結果を参考表 7-5 に，過剰間隙水圧比分布を参考図 7-5 に示す。

参考表 7-5 (1) 安全率の算定結果 (軽油カルバート部)

F_S	$\frac{W_S + W_B + W_p + Q_S + Q_B}{U_S + U_D} = \frac{0.0 + 694.5 + 5.8 + 0.0 + 1053.2}{393.5 + 0.0} = 4.45 > 1.1$
W_S	$\gamma_s \times H_s \times B$ 上載土は存在しない = 0.0kN/m
W_B	$\gamma_c \times (B \times H_B - H_1 \times (B_1 + B_2))$ $24.5\text{kN/m}^3 \times (5.5\text{m} \times 7.5\text{m} - 4.3\text{m} \times (1.35\text{m} + 1.65\text{m}))$ = 694.5kN/m
W_p	w_p^{*1} $(200 + 200 + 100 + 100)\text{kg/m} \times 9.80665 \div 1000$ = 5.8kN/m
Q_S	$K_0 \times \sigma_v'^{*2} \times H_s \times \tan\phi_s^{*3}$ 上載土は存在しない = 0.0 kN/m
Q_B	$Q_{B\text{埋戻土}} + Q_{B\text{改良}}$ $53.2\text{kN/m} + 1000\text{kN/m}$ = 1053.2kN/m
$Q_{B\text{埋戻土}}$	$K_0 \times (\sigma_{v\text{埋戻土}}'^{*4} \times H_{B\text{埋戻土左}} + \sigma_{v\text{埋戻土}}'^{*5} \times H_{B\text{埋戻土右}})$ $\times \tan\phi_B^{*6}$ $0.5 \times (49.3\text{kN/m}^2 \times 2.325\text{m} + 49.3\text{kN/m}^2 \times 2.325\text{m}) \times \tan 24.9^\circ$ = 53.2kN/m
$Q_{B\text{改良}}$	$c \times H_{B\text{改良}} \times 2$ $500\text{kN/m}^2 \times 1.0\text{m} \times 2$ = 1000kN/m
U_S	$\gamma_w \times (H_s - H_B) \times B$ $9.8\text{kN/m}^3 \times (EL + 8.0\text{m} - (EL + 0.7\text{m})) \times 5.5\text{m}$ = 393.5kN/m

*1 w_p : 機器配管重量 (kN/m)

*2 σ_v' : 上載土層中間深度での有効上載圧 (kN/m²)

*3 ϕ_s : 上載土の内部摩擦角 (°)

*4 $\sigma_{v\text{埋戻土}}'$: 構造物左側面の非液状化層 (埋戻土) の中間深度での有効上載圧 (kN/m²)

$$\begin{aligned} \sigma_{v\text{埋戻土}}' &= (19.4\text{kN/m}^3 - 9.8\text{kN/m}^3) \times (EL + 8.0\text{m} - (EL + 4.025\text{m} + (EL + 1.70\text{m})) \div 2) \\ &= 49.3\text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

*5 $\sigma_{v\text{埋戻土}}'$: 構造物右側面の非液状化層 (埋戻土) の中間深度での有効上載圧 (kN/m²)

$$\begin{aligned} \sigma_{v\text{埋戻土}}' &= (19.4\text{kN/m}^3 - 9.8\text{kN/m}^3) \times (EL + 8.0\text{m} - (EL + 4.025\text{m} + (EL + 1.70\text{m})) \div 2) \\ &= 49.3\text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

*6 ϕ_B : 構造物側面の壁面摩擦角の 2/3 (°)

参考表 7-5 (2) 安全率の算定結果 (水電気カルバート部)

F_S	$\frac{W_S + W_B + W_p + Q_S + Q_B}{U_S + U_D} = \frac{1698.8 + 1466.3 + 16.6 + 0.0 + 3415.4}{1770.9 + 0.0} = 3.72 > 1.1$
W_S	$\gamma_s \times H_s \times B$ $19.4\text{kN/m}^3 \times (\text{EL} + 8.0\text{m} - (\text{EL} + 1.7\text{m})) \times 13.9\text{m} = 1698.8\text{kN/m}$
W_B	$\gamma_c \times (B \times H_B - H_1 \times (B_1 + B_2 + B_3))$ $24.5\text{kN/m}^3 \times (13.9\text{m} \times 6.7\text{m} - 3.2\text{m} \times (5.3\text{m} + 3.3\text{m} + 1.8\text{m})) = 1466.3\text{kN/m}$
W_p	w_p^{*1} $(700 + 800 + 100 + 100)\text{kg/m} \times 9.80665 \div 1000 = 16.6\text{kN/m}$
Q_S	$K_0 \times \sigma_v'^{*2} \times H_s \times \tan\phi_s'^{*3}$ 上載土の過剰間隙水圧比が 0.95 以上であり, 非液状化層は存在しない $= 0.0 \text{ kN/m}$
Q_B	$Q_{B \text{埋戻土}} + Q_{B \text{改良}}$ $65.4 + 3350.0 = 3415.4\text{kN/m}$
$Q_{B \text{埋戻土}}$	$K_0 \times \sigma_{v \text{埋戻土}}'^{*4} \times H_{B \text{埋戻土右}} \times \tan\phi_B'^{*5}$ $0.5 \times 112.8\text{kN/m}^2 \times 2.5\text{m} \times \tan 24.9^\circ = 65.4\text{kN/m}$
$Q_{B \text{改良}}$	$c \times H_{B \text{改良左}}$ $500\text{kN/m}^2 \times 6.7\text{m} = 3350.0\text{kN/m}$
U_S	$\gamma_w \times (H_s - H_B) \times B$ $9.8\text{kN/m}^3 \times (\text{EL} + 8.0\text{m} - (\text{EL} - 5.0\text{m})) \times 13.9\text{m} = 1770.9\text{kN/m}$

*1 w_p : 機器配管重量 (kN/m)

*2 σ_v' : 上載土層中間深度での有効上載圧 (kN/m²)

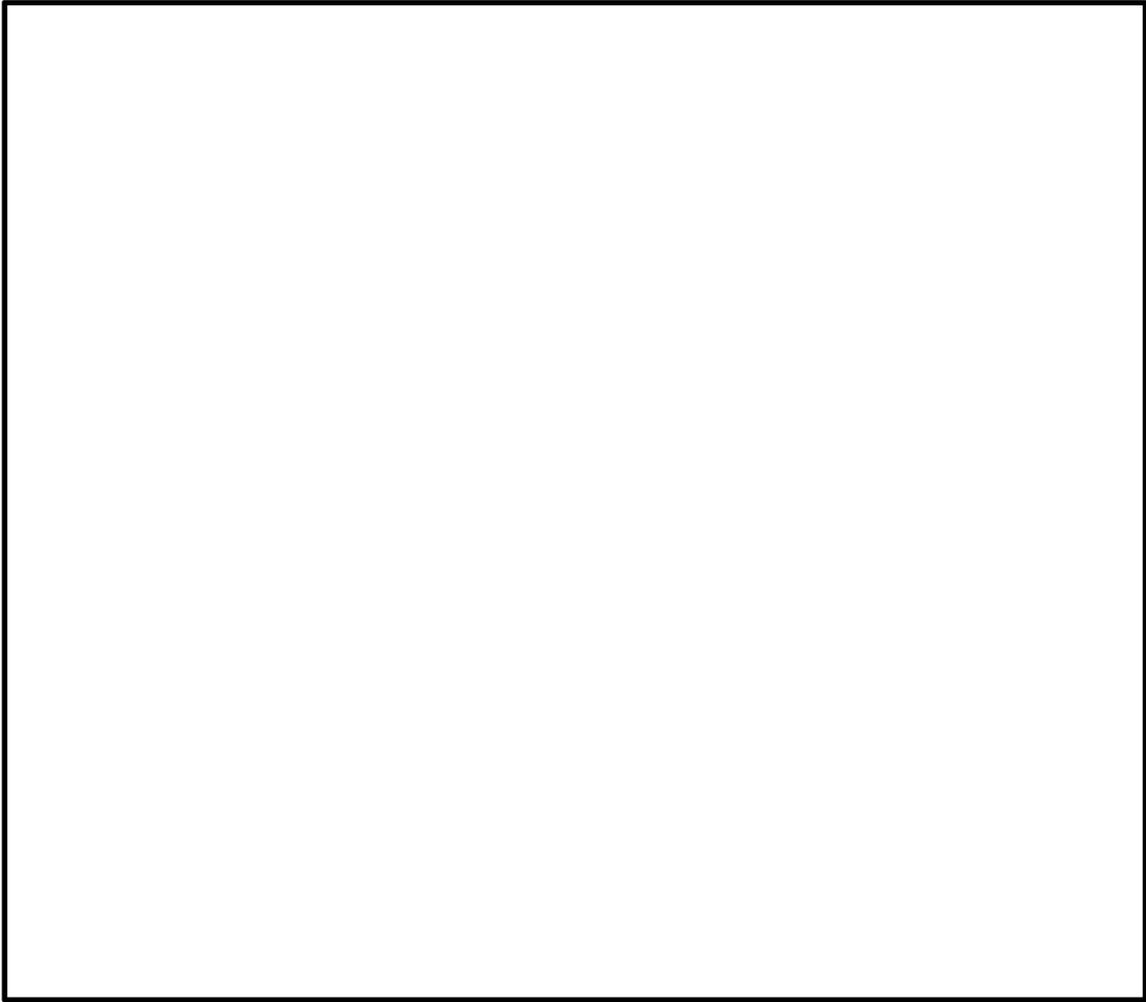
*3 ϕ_s' : 上載土の内部摩擦角 (°)

*4 $\sigma_{v \text{埋戻土}}'$: 構造物右側面の非液状化層 (埋戻土) の中間深度での有効上載圧 (kN/m²)

$$\sigma_{v \text{埋戻土}}' = (19.4\text{kN/m}^3 - 9.8\text{kN/m}^3) \times (\text{EL} + 8.0\text{m} - (\text{EL} - 2.5\text{m} + (\text{EL} - 5.0\text{m})) \div 2)$$

$$= 112.8\text{kN/m}^2$$

*5 ϕ_B : 構造物側面の壁面摩擦角の 2/3 (°)



参考図 7-5 過剰間隙水圧比分布 ($S_s-D 1 (H-, V+)$)

(検討ケース④：敷地に存在しない豊浦砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

上記の結果より, 安全率 F_s は軽油カルバート部において 4.45, 水電気カルバート部において 3.72 であり, 所要安全率 1.1 以上であることを確認した。

