

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 17
提出年月日	平成 30 年 6 月 18 日

工事計画に係る補足説明資料

耐震性に関する説明書のうち

補足-340-8

【屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について】

平成 30 年 6 月

日本原子力発電株式会社

改定履歴

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

目次

[]内は、当該箇所を提出（最新）したときの改訂を示す。

1. 共通事項
 - 1.1 対象設備[改 7 H30. 4. 23]
 - 1.2 屋外重要土木構造物の要求性能と要求性能に対する耐震評価内容[改 4 H30. 4. 9]
 - 1.3 安全係数[改 3 H30. 4. 9]
 - 1.4 屋外重要土木構造部の耐震評価における断面選定の考え方
 - 1.4.1 方針[改 3 H30. 4. 9]
 - 1.4.2 取水構造物の断面選定の考え方[改 12 H30. 5. 28]
 - 1.4.3 屋外二重管の断面選定の考え方[改 17 H30. 6. 18]
 - 1.4.4 常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の断面選定の考え方[改 1 H30. 3. 26]
 - 1.4.6 常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の断面選定の考え方[改 1 H30. 3. 26]
 - 1.4.7 常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の断面選定の考え方[改 1 H30. 3. 26]
 - 1.4.8 代替淡水貯槽の断面選定の考え方[改 0 H30. 3. 8]
 - 1.4.9 常設低圧代替注水系ポンプ室の断面選定の考え方[改 0 H30. 3. 8]
 - 1.4.10 常設低圧代替注水系配管カルバートの断面選定の考え方[改 11 H30. 3. 8]
 - 1.4.11 格納容器圧力逃がし装置用カルバートの断面選定の考え方[改 17 H30. 6. 18]
 - 1.4.12 緊急用海水ポンプピットの断面選定の考え方[改 0 H30. 3. 8]
 - 1.4.13 緊急用海水取水管の断面選定の考え方[改 6 H30. 4. 16]
 - 1.4.14 SA用海水ピットの断面選定の考え方[改 6 H30. 4. 16]
 - 1.4.15 海水引込み管の断面選定の考え方[改 6 H30. 4. 16]
 - 1.4.16 SA用海水ピット取水塔の断面選定の考え方[改 6 H30. 4. 16]
 - 1.4.17 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の断面選定の考え方[改 3 H30. 4. 9]
 - 1.4.18 可搬型設備用軽油タンク基礎の断面選定の考え方[改 6 H30. 4. 16]
 - 1.5 地盤物性のばらつきの考慮方法[改 6 H30. 4. 16]
 - 1.6 許容応力度法における許容限界について[改 11 H30. 5. 23]
 - 1.7 ジョイント要素のばね設定について[改 10 H30. 5. 14]
 - 1.8 有効応力解析モデルへの入力地震動の算定方法について[改 10 H30. 5. 14]
 - 1.9 地震応答解析における構造物の減衰定数について[改 14 H30. 6. 6]
 - 1.10 屋外重要土木構造物の地震応答解析結果及び耐震評価結果の記載方針について[改 16 H30. 6. 15]
2. 取水構造物の耐震安全性評価[改 12 H30. 5. 28]
3. 屋外二重管の耐震安全性評価[改 15 H30. 6. 7]
4. 常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の耐震安全性評価[改 9 H30. 5. 2]
5. 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の耐震安全性評価[改 9 H30. 5. 2]
6. 常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の耐震安全性評価[改 6 H30. 4. 16]
7. 常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の耐震安全性評価[改 6 H30. 4. 16]
8. 代替淡水貯槽の耐震安全性評価[改 4 H30. 4. 9]

9. 常設低圧代替注水系ポンプ室の耐震安全性評価[改 6 H30. 4. 16]
10. 常設低圧代替注水系配管カルバートの耐震安全性評価[改 11 H30. 5. 23]
11. 格納容器圧力逃がし装置用カルバートの耐震安全性評価[改 7 H30. 4. 23]
12. 緊急用海水ポンプピットの耐震安全性評価[改 3 H30. 4. 9]
13. 緊急用海水取水管の耐震安全性評価[改 7 H30. 4. 23]
14. S A用海水ピットの耐震安全性評価[改 6 H30. 4. 16]
15. 海水引込み管の耐震安全性評価[改 7 H30. 4. 23]
16. S A用海水ピット取水塔の耐震安全性評価[改 6 H30. 4. 16]
17. 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の耐震安全性評価[改 15 H30. 6. 7]
18. 可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震安全性評価[改 15 H30. 6. 7]

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

補足説明資料と添付書類との関連

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

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

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

1. 共通事項

1.1 対象設備

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

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

なお、防潮堤及び貯留堰については、津波防護施設としての耐震安全性評価を別途実施する。これらの屋外重要土木構造物等の位置図を図1.1-1に示す。

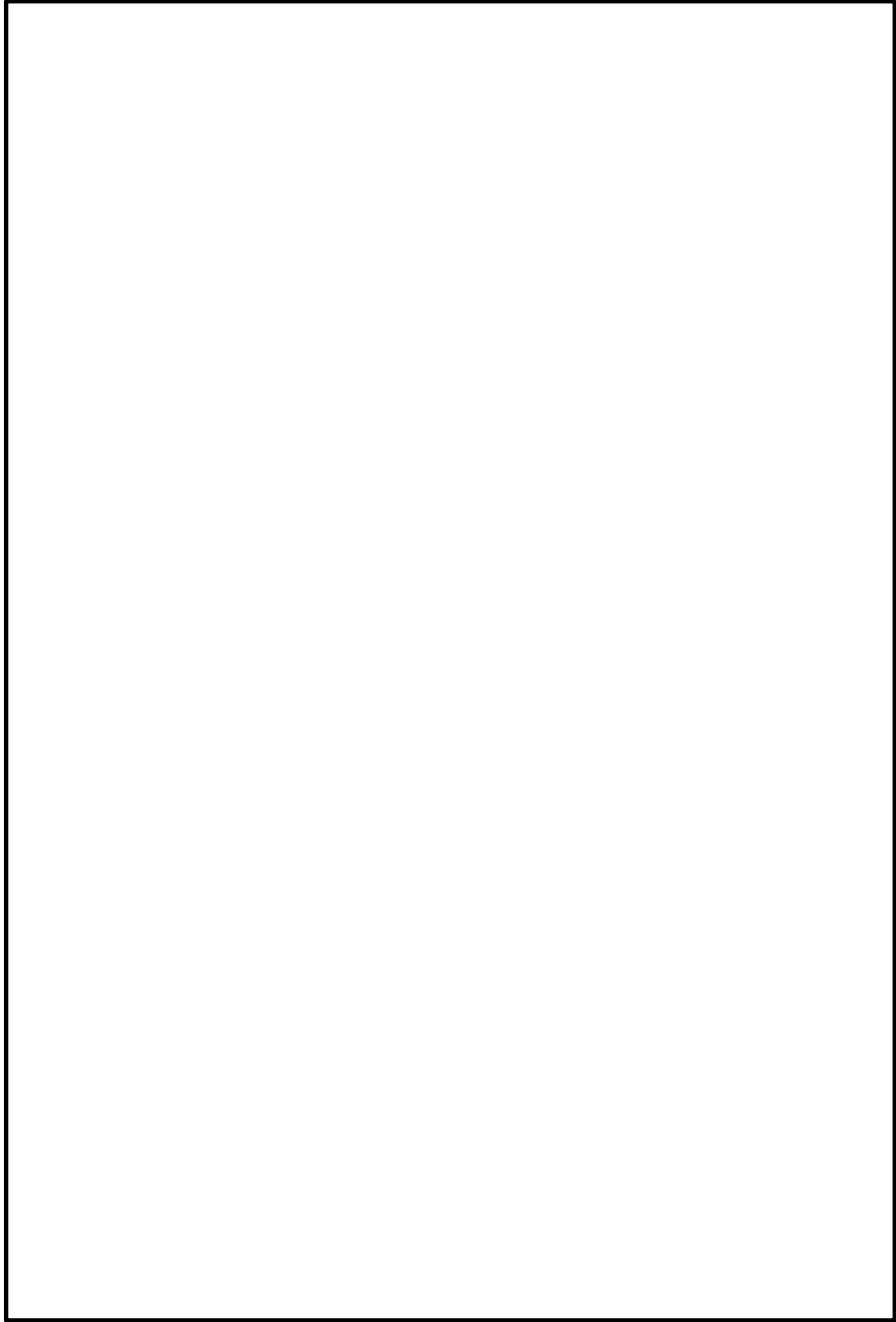


图 1.1-1 屋外重要土木构造物等位置图

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(RHRS)、非常用ディーゼル発電機海水系配管(DGSW)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。

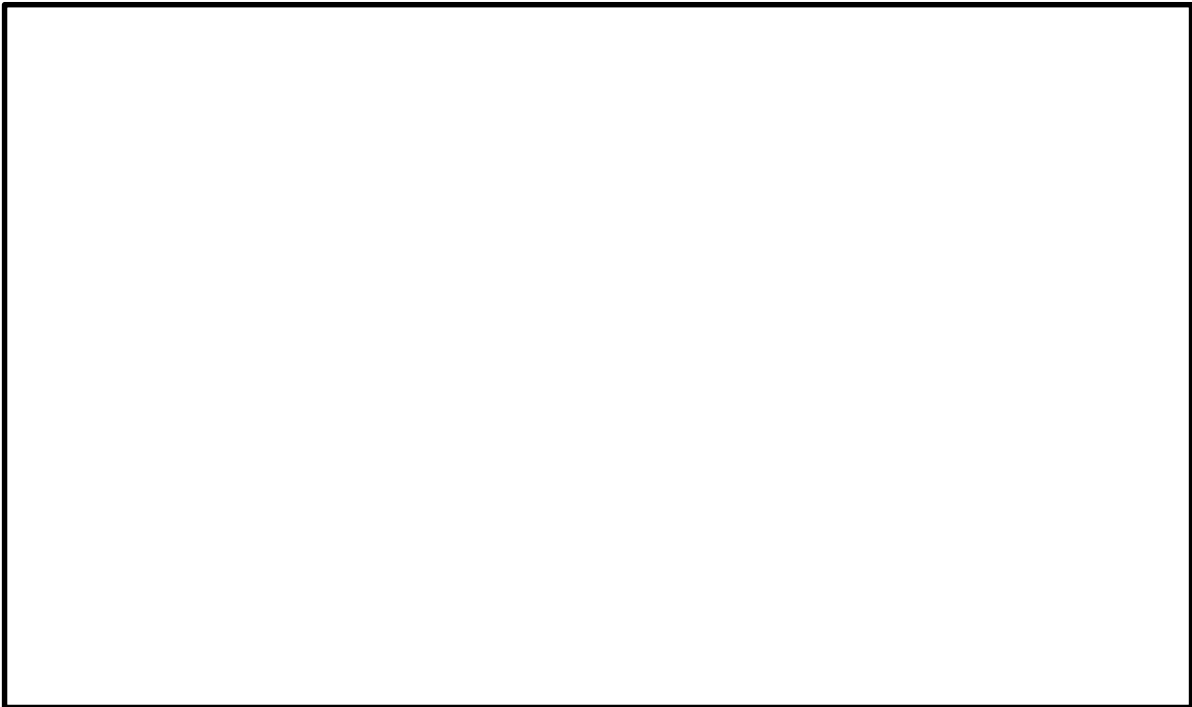
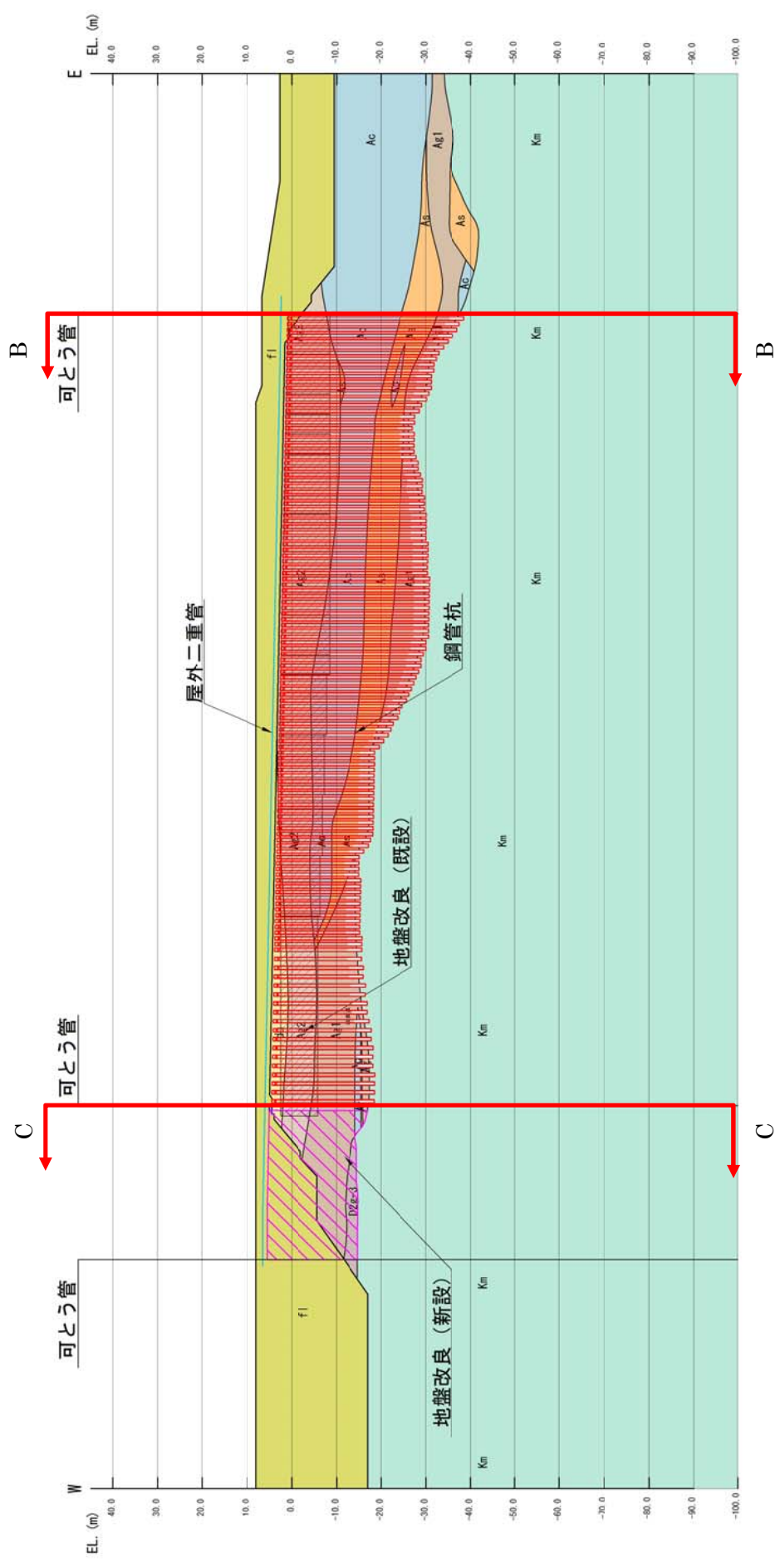
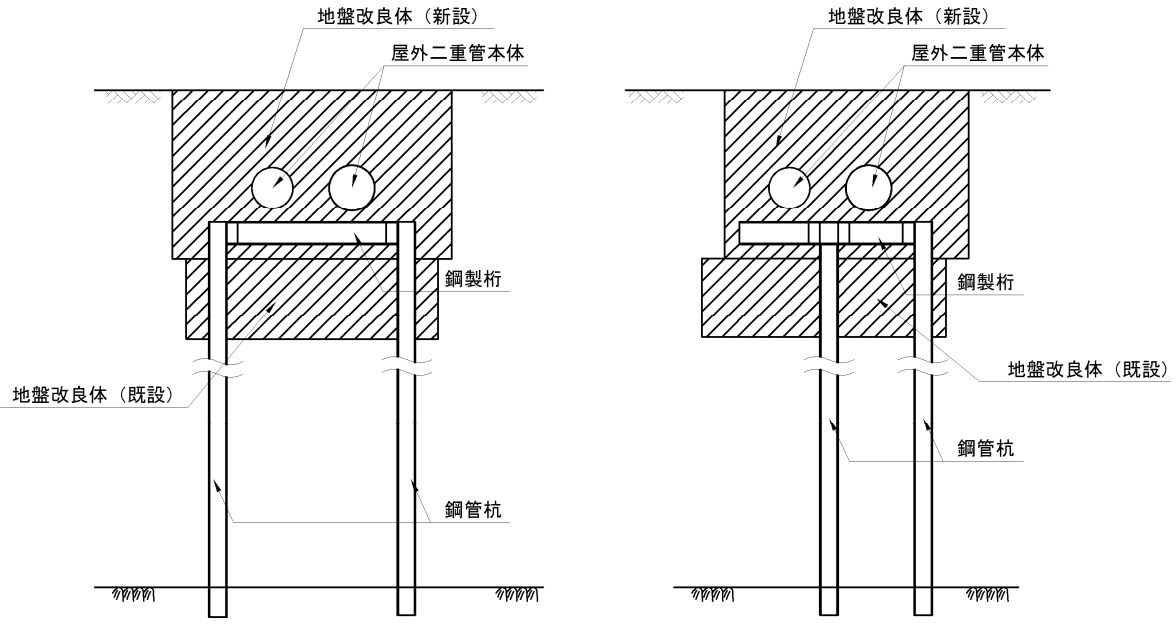


図1.4.3-1 屋外二重管の平面図



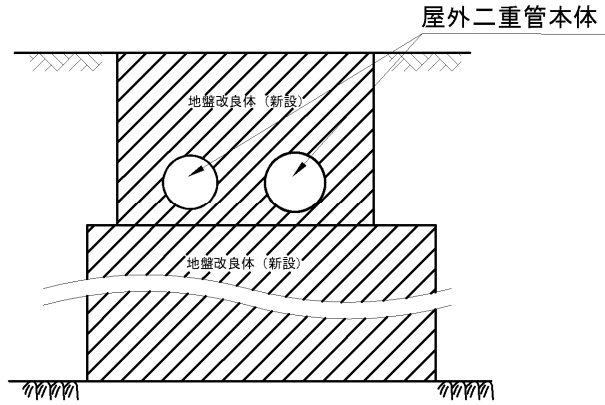
A-A断面

図 1.4.3-2 (1) 屋外二重管の縦断面図



B-B断面 (杭基礎部)

C-C断面 (杭基礎部)



C-C断面 (地盤改良部)

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

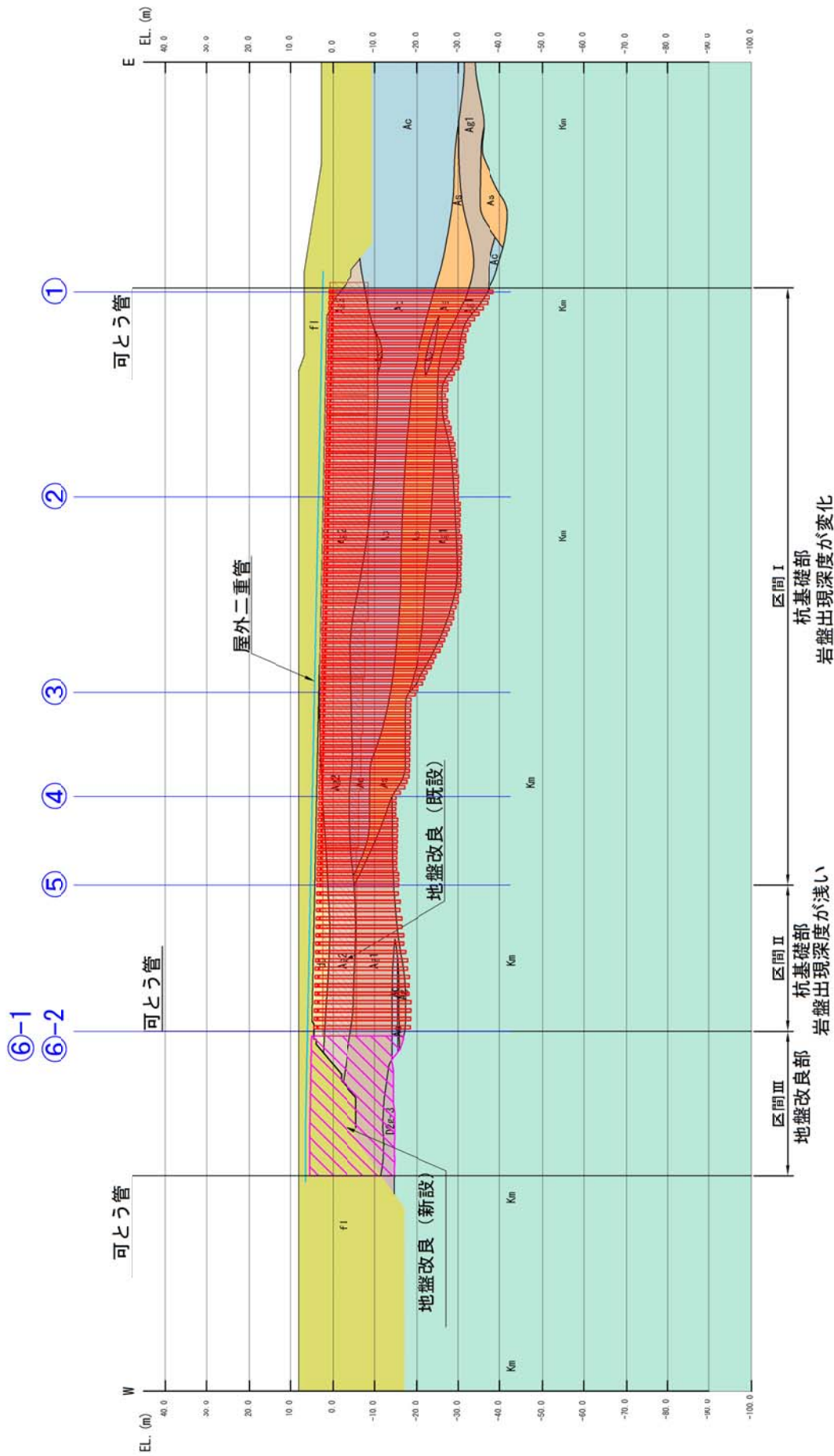
「1.4.1 方針①耐震評価候補断面の整理」に従い、耐震評価候補断面を整理する。

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、杭基礎部と地盤改良部からなる。地盤改良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。

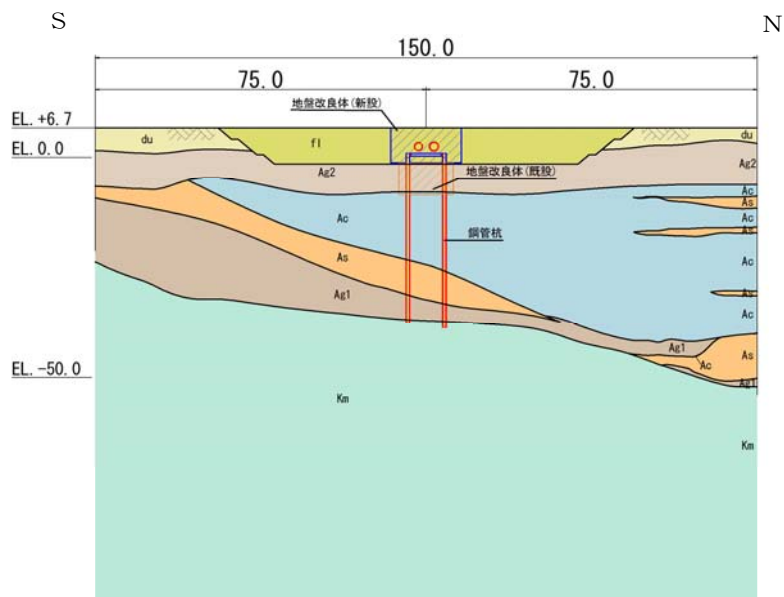
表 1.4.3-1 耐震評価候補断面の特徴

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。 ・ 門型ラマーメン構造である。 	<p>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。</p> <p>全区間で液状化検討対象層の層厚が最も厚い。</p> <p>全区間で液状化検討対象層の層厚が最も薄い。</p> <p>全区間で岩盤上面の標高が最も高い。</p>	<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 一ゼル発電機海水系配管
	②				
	③				
	④				
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。 	<p>区間IIで岩盤上面の標高が最も高く、非液状化層がない。</p> <p>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。</p>	<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 一ゼル発電機海水系配管
	⑥-1				
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。 	<p>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。</p>	<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 一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。 	<p>岩盤上面の標高や地質構成が縦断方向に変化する。</p>	<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 一ゼル発電機海水系配管



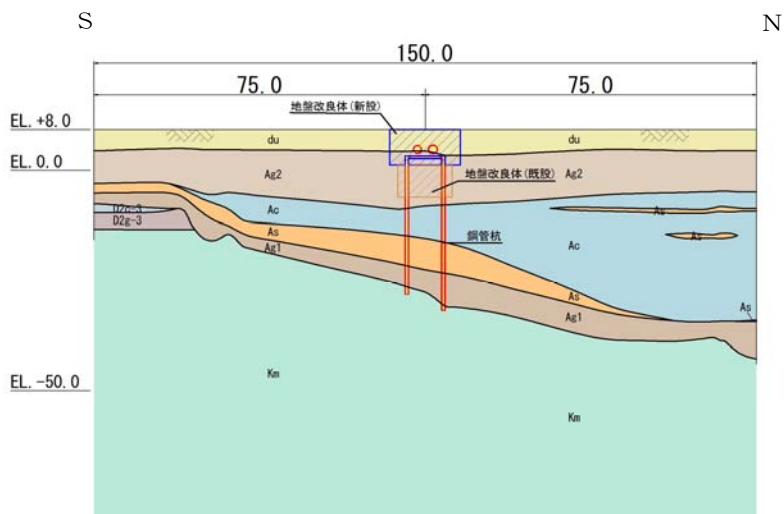
(a) 縦断面図 (A-A 断面)

図 1.4.3-3 (1) 評価候補断面



注：寸法は m を示す。

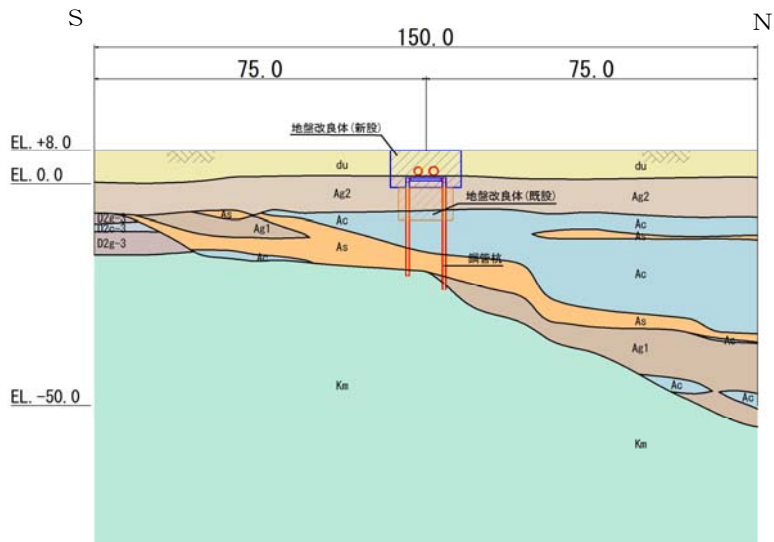
(b) 区間 I：断面①



注：寸法は m を示す。

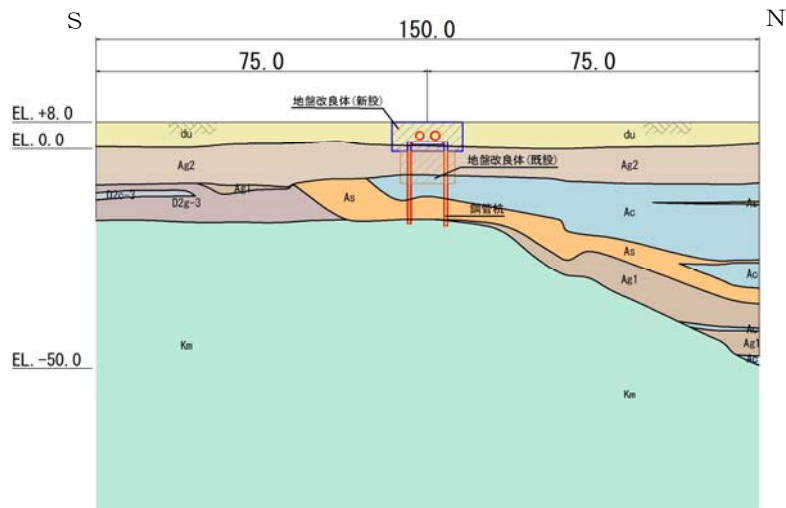
(c) 区間 I：断面②

図 1.4.3-3 (2) 評価候補断面 (横断図)



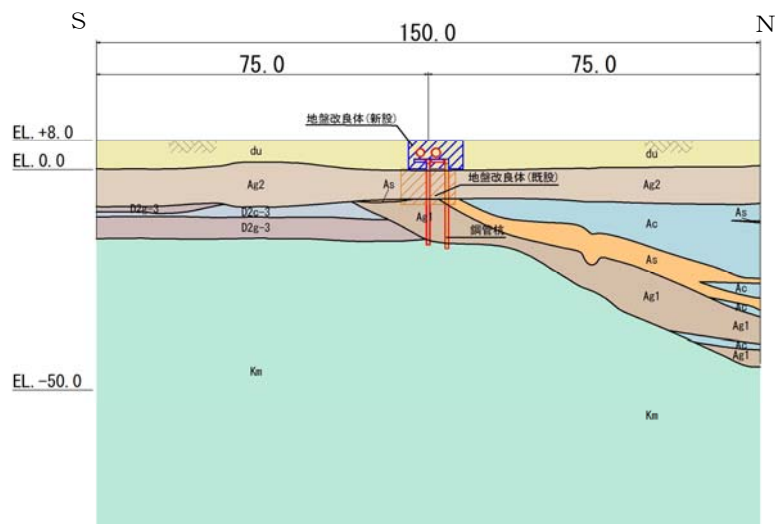
注：寸法は m を示す。

(d) 区間 I : 断面③



注：寸法は m を示す。

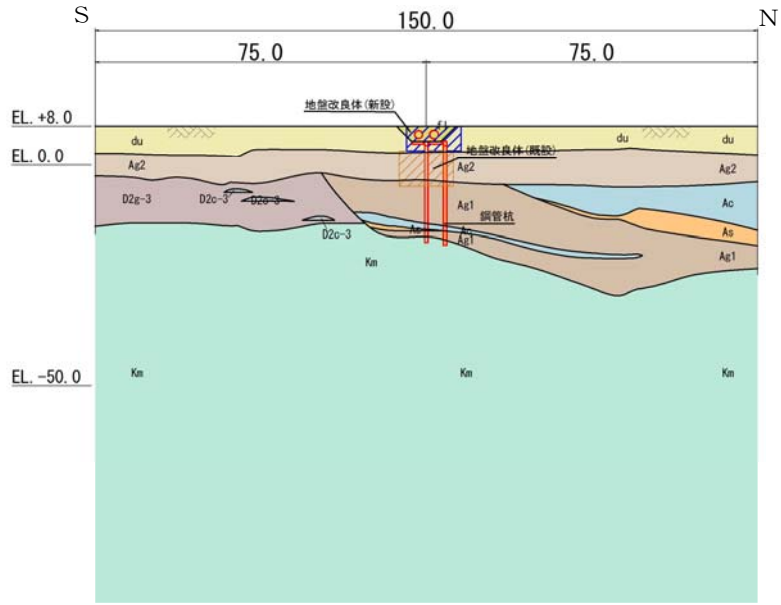
(e) 区間 I : 断面④



注：寸法は m を示す。

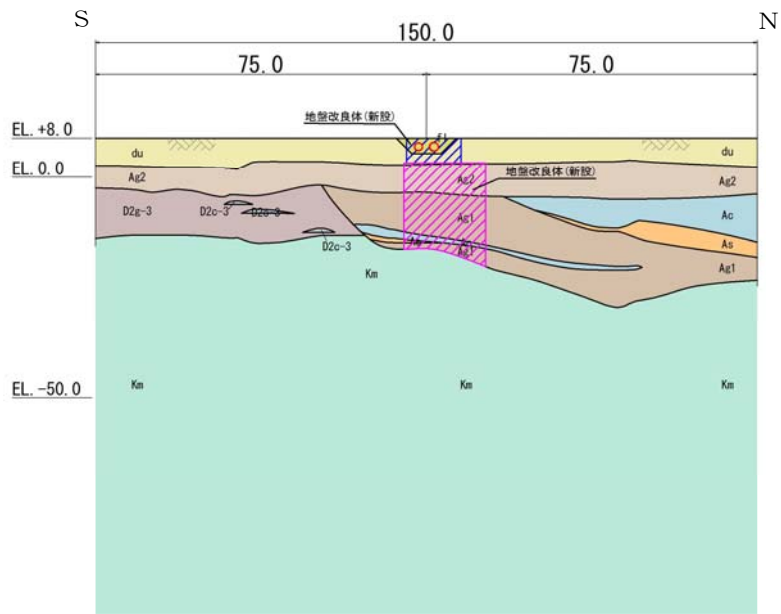
(f) 区間 I, II : 断面⑤

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相対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-D 1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相対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相対水平変位発生時刻の変位分布も示している。

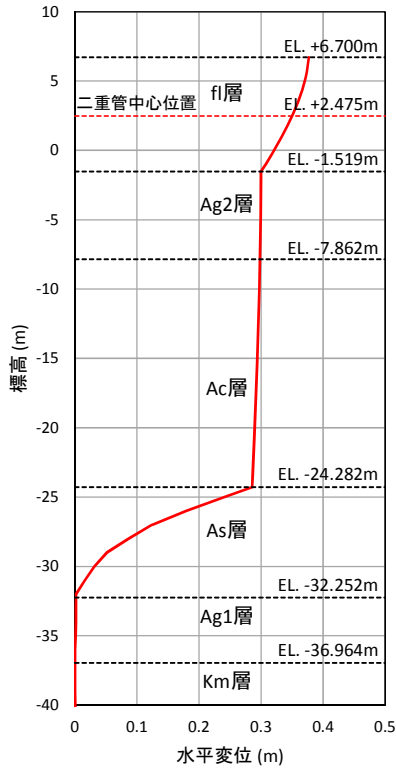
屋外二重管本体位置における最大相対水平変位は断面①で最大値を示す一方、最大せん断ひずみは断面③が最大値を示し、断面①よりもわずかに大きくなっている。ただし、最大相対変位発生時刻の変位分布と最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布は同様であることを確認した。さらに、断面①及び断面③で実施した1次元地震応答解析（FLIP）に基づき、断面①については屋外二重管本体位置の最大相対水平変位が発生した時刻の地盤剛性を地盤ばねとして用い、断面③については最大せん断ひずみが発生した時刻の地盤剛性を地盤ばねとして用いて、それぞれの時刻における地盤変位分布を鋼管杭に作用させた場合の最大曲げモーメントをフレーム解析より算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

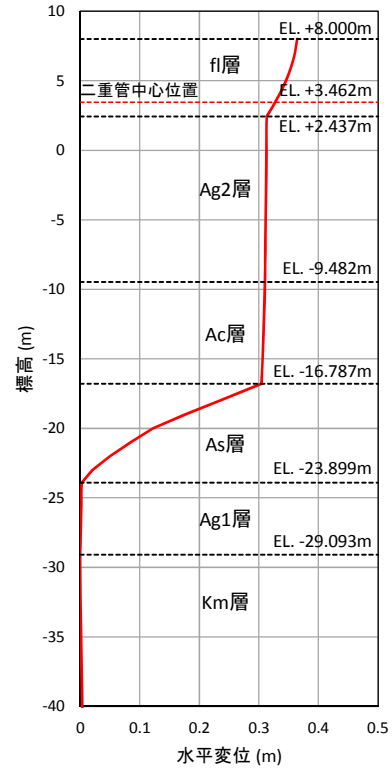
表 1.4.3-2 1次元地震応答解析 (FLIP) 結果 (区間 I)

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、最大せん断ひずみも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。

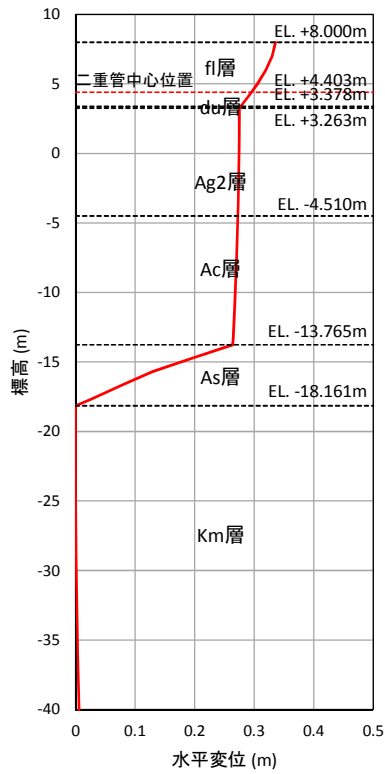
注記 * : 各地震応答解析モデルにおける岩盤上面を基準とした値



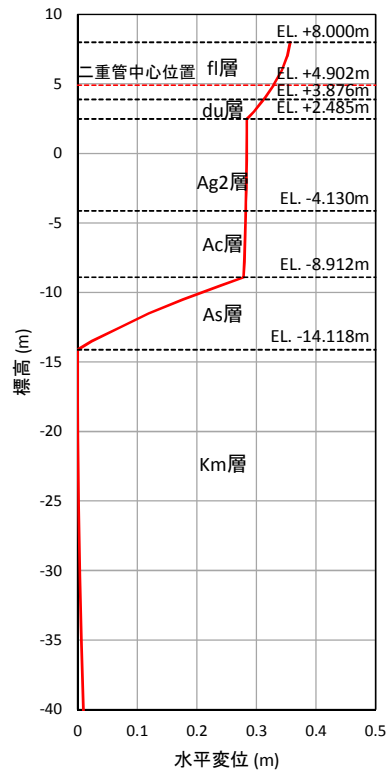
(a) 候補断面①



(b) 候補断面②

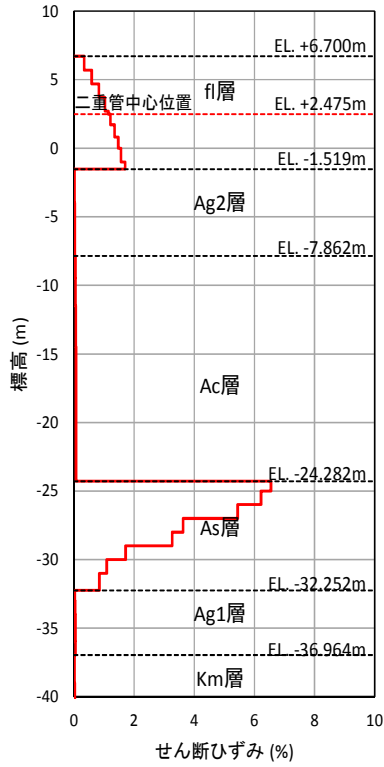


(c) 候補断面③

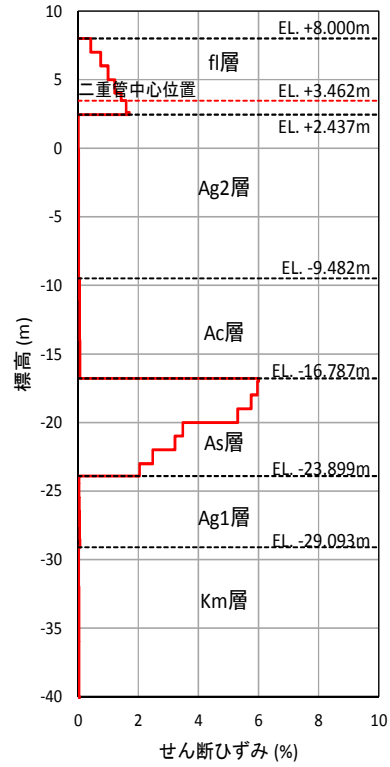


(d) 候補断面④

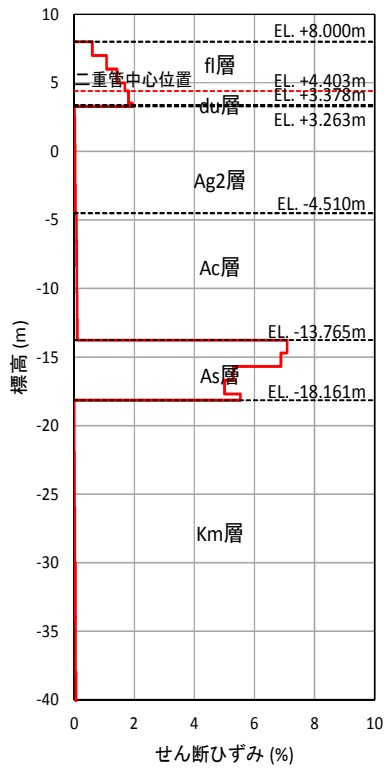
図 1. 4. 3-4 屋外二重管本体位置における最大変位発生時刻の変位分布 (区間 I)



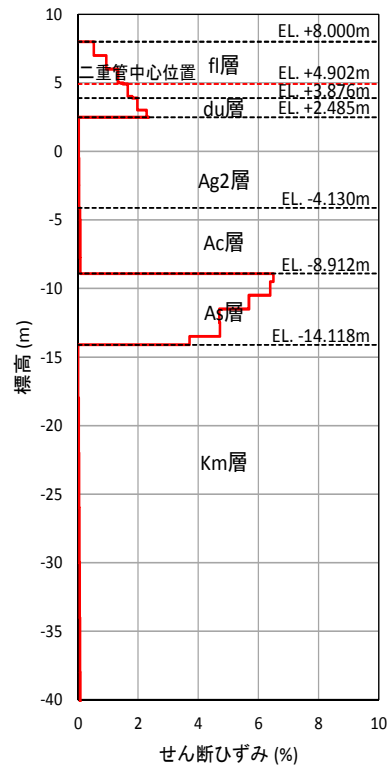
(a) 候補断面①



(b) 候補断面②

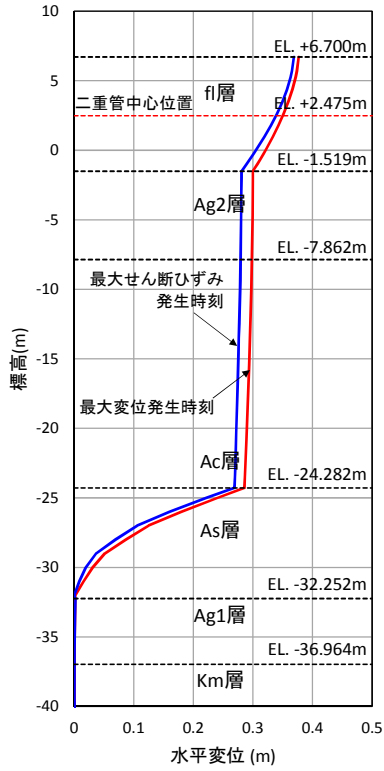


(c) 候補断面③

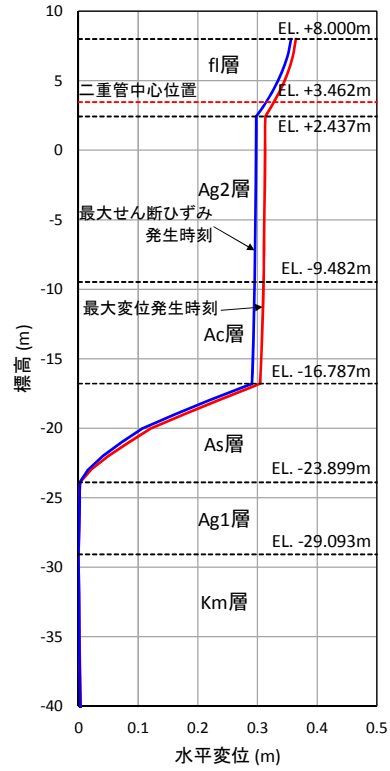


(d) 候補断面④

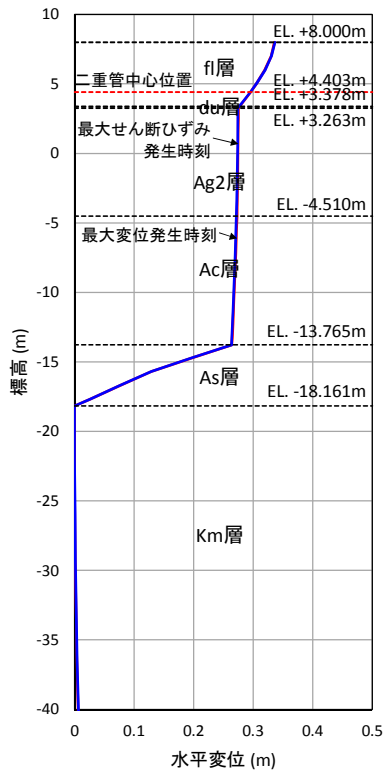
図 1.4.3-5 最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布 (区間 I)



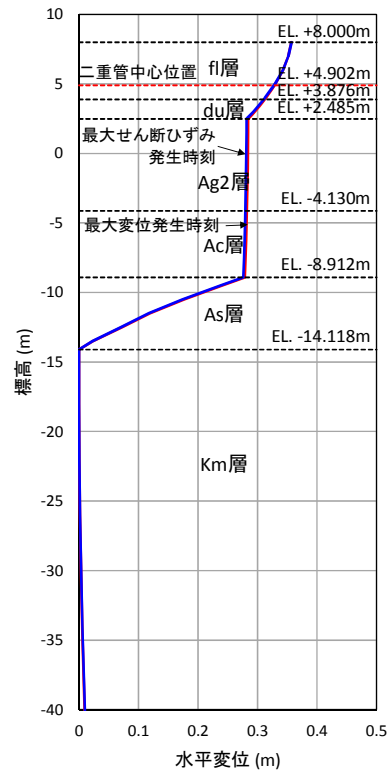
(a) 候補断面①



(b) 候補断面②



(c) 候補断面③

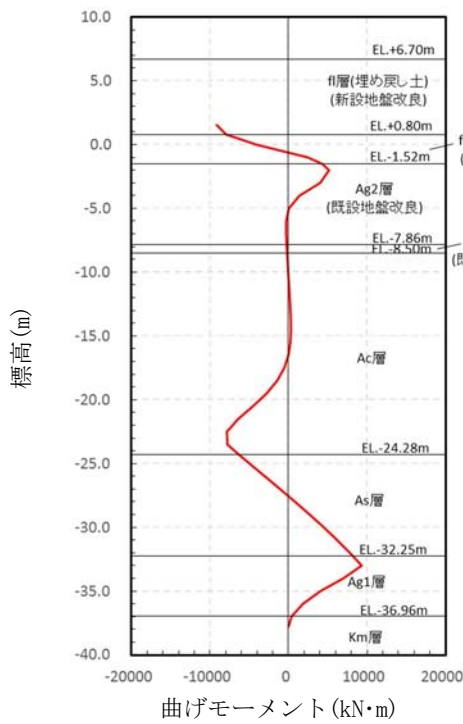


(d) 候補断面④

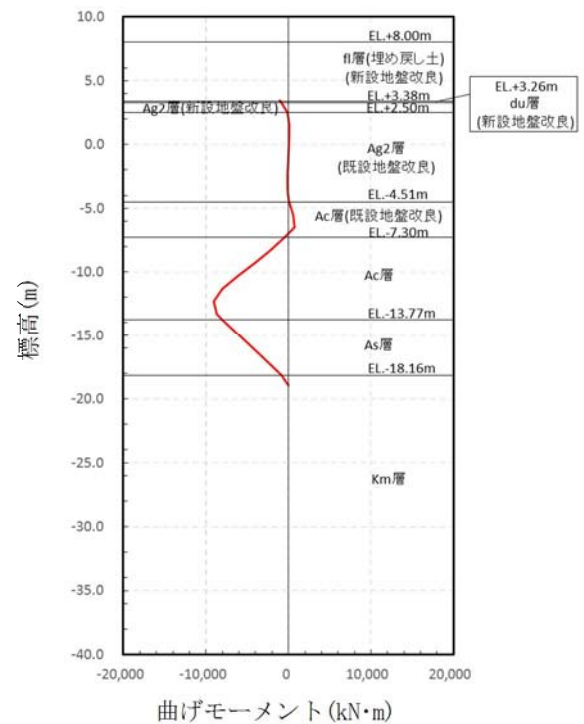
図 1.4.3-6 最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布 (区間 I)

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

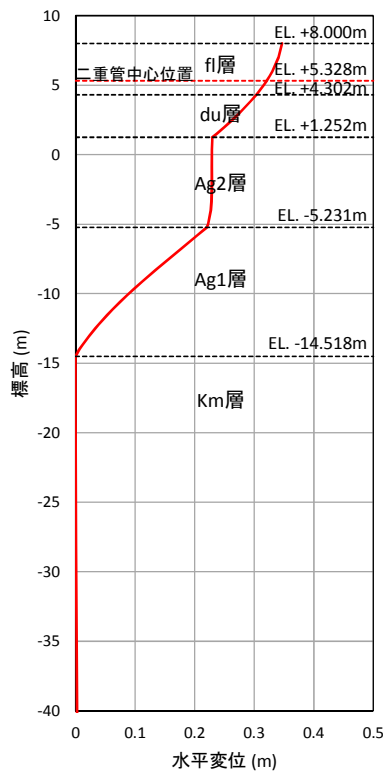
区間Ⅱの評価対象断面選定結果を表 1.4.3-4 に、区間Ⅱで選定した評価候補断面における屋外二重管本体位置の最大相対水平変位発生時刻の変位分布を図 1.4.3-8 に、最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布を図 1.4.3-9 に、最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布を図 1.4.3-10 に示す。なお、図 1.4.3-10 には、屋外二重管本体位置における最大相対水平変位発生時刻の変位分布も示している。

区間Ⅱにおいては、屋外二重管本体位置における最大相対水平変位は断面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。

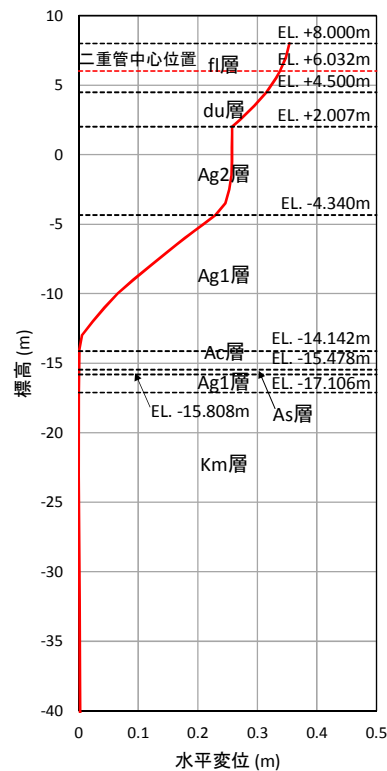
表 1.4.3-4 1次元地震応答解析 (FLIP) 結果 (区間Ⅱ)

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

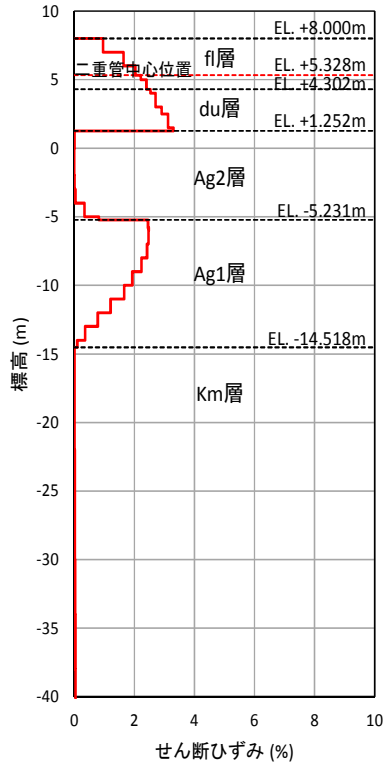


(a) 候補断面⑤

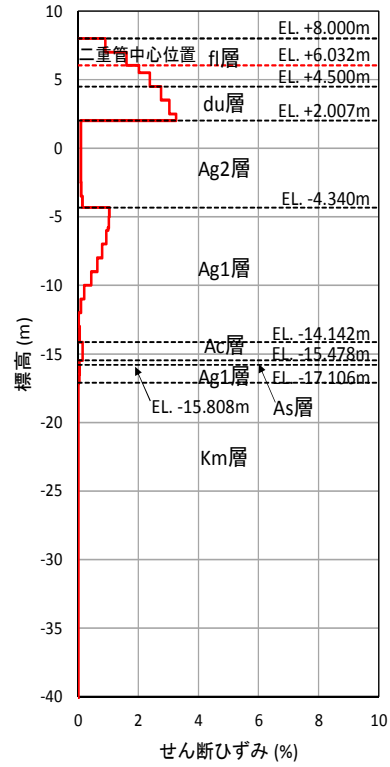


(b) 候補断面⑥-1

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)

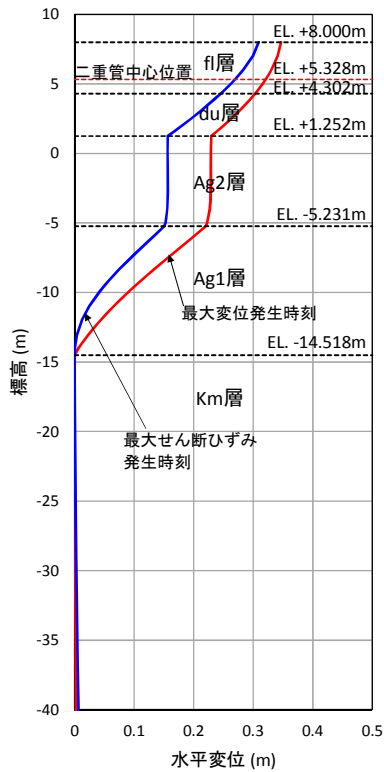


(a) 候補断面⑤

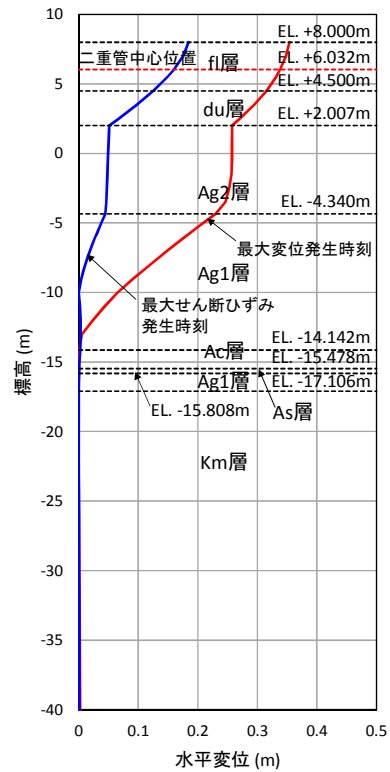


(b) 候補断面⑥-1

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)

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相対水平変位発生時刻の変位分布を図 1.4.3-11 に、最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布を図 1.4.3-12 に、最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布を図 1.4.3-13 に示す。なお、図 1.4.3-13 には、屋外二重管本体位置における最大相対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

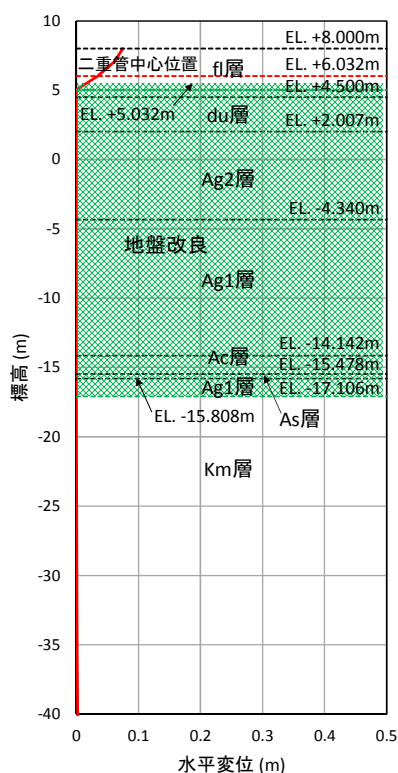


図 1.4.3-11 屋外二重管本体位置における最大変位発生時刻の変位分布 (区間Ⅲ)

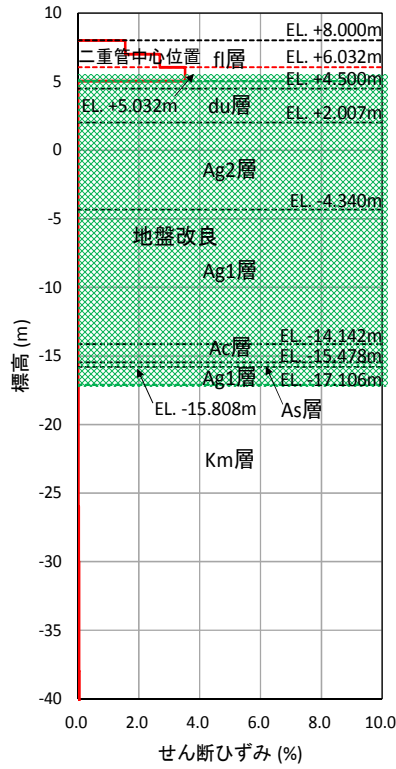


図 1.4.3-12 最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布 (区間Ⅲ)

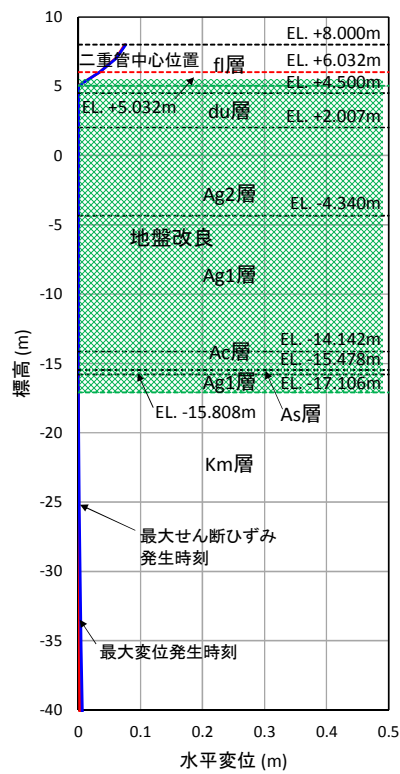


図 1.4.3-13 最大せん断ひずみ発生時刻の変位分布 (区間Ⅲ)

(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、評価対象断面図を図 1.4.3-14 に示す。

屋外二重管縦断方向については、杭基礎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、相対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、相対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	<p>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。</p>
区間Ⅰ B-B (杭基礎部)	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	<p>区間Ⅰにおける候補断面で1次元地震応答解析 (FLIP) 結果の相対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。</p>
区間Ⅱ C-C (杭基礎部)	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"> 高圧炉心スプレイスレイディーゼル発電機海水系配管 	—	○ 〔基準地震動〕 S _s	<p>区間Ⅱにおける候補断面で1次元地震応答解析 (FLIP) 結果の相対水平変位最大となるため選定する。</p>
区間Ⅲ C-C (地盤改良部)	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	<p>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。</p>

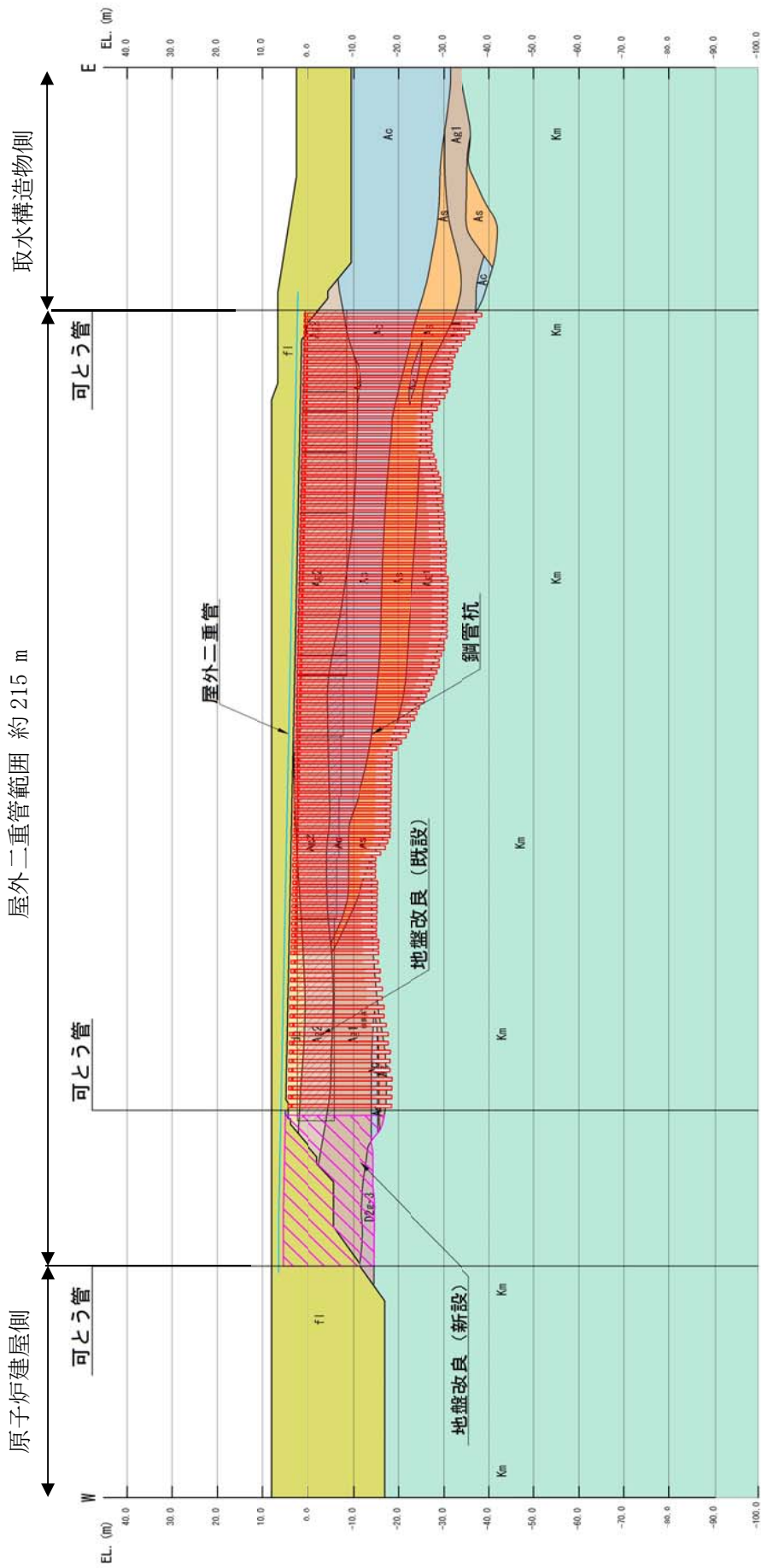


図 1.4.3-14 (1) 屋外二重管の縦断面図 (A-A断面)

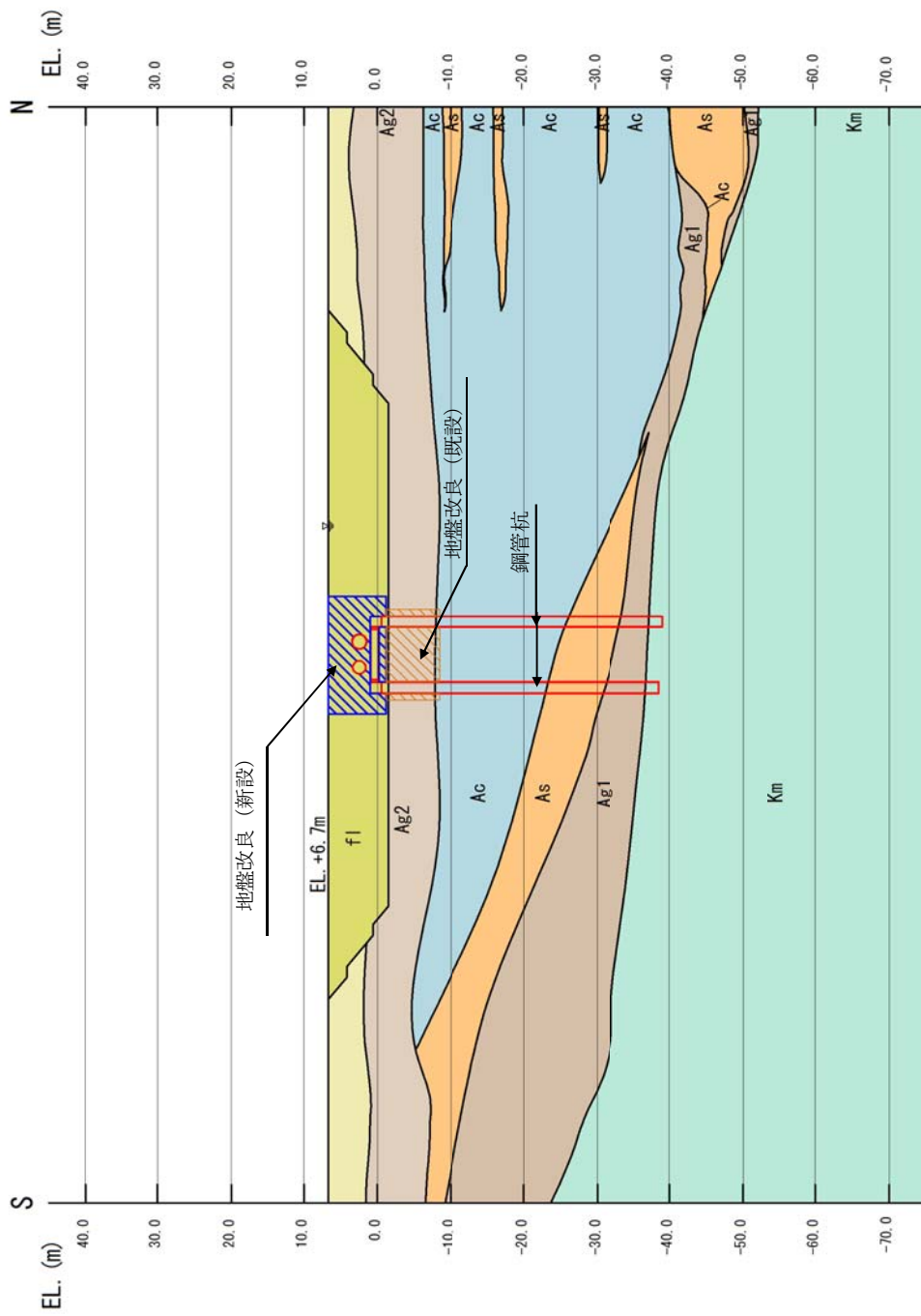


図 1.4.3-14 (2) 屋外二重管の横断面図 (B-B断面) (区間 I 候補断面①)

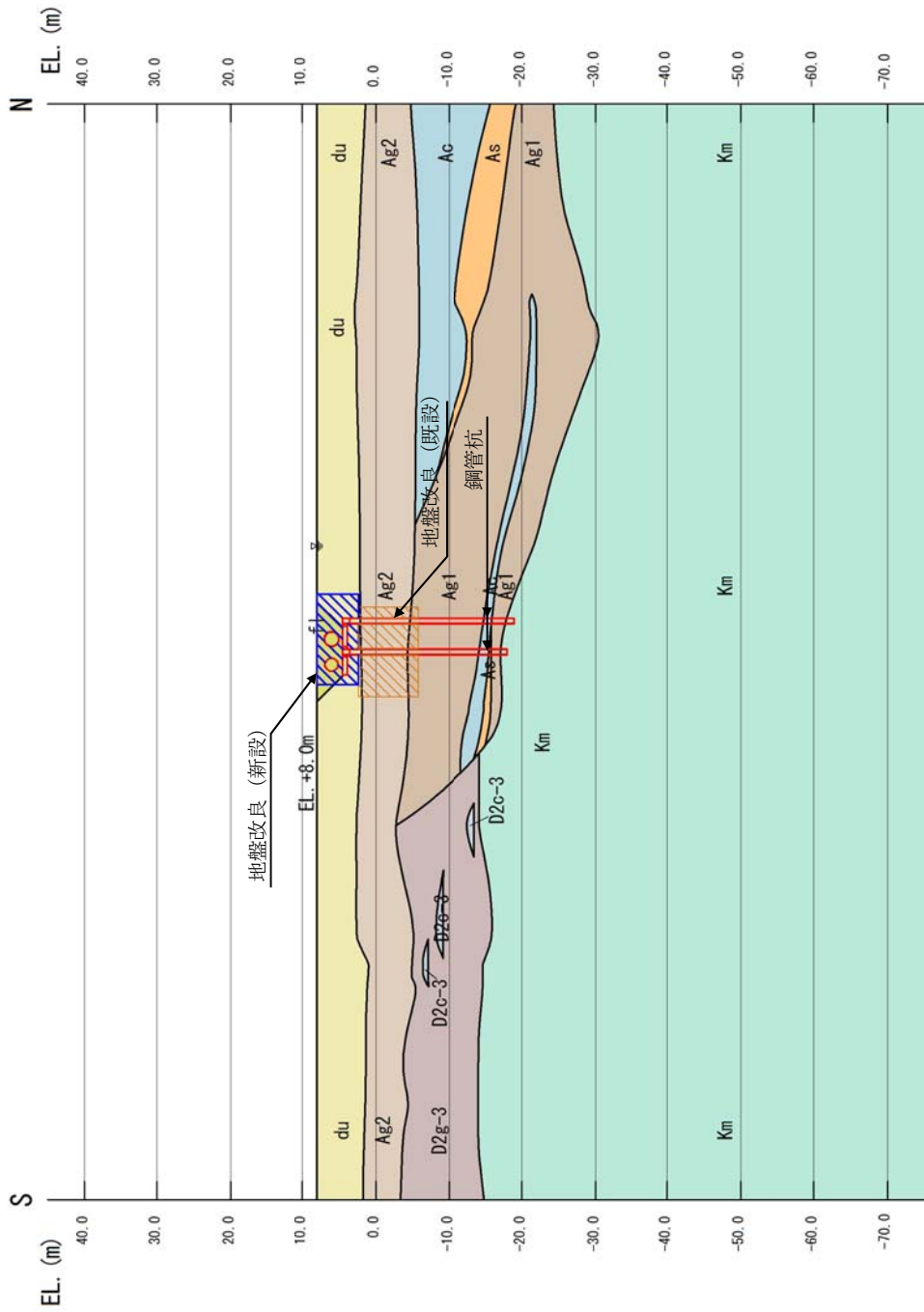


図 1.4.3-14 (3) 屋外二重管の横断面図 (C-C断面・杭基礎部) (区間Ⅱ 候補断面⑥-I)

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

図 1.4.11-1 に格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの平面配置図を示す。

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは、格納容器圧力逃がし装置用配管を間接支持する構造部と格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用開口部水密ハッチを間接支持する構造部からなる鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、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。

格納容器圧力逃がし装置用配管を間接支持する構造一般部の内空寸法は延長約 37 m、幅約 3 m～9 m (東西方向)、高さ約 8 m であり、格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用開口部水密ハッチを間接支持する点検用の構造部は高さ約 15 m、内空幅約 2.5 m×約 3.5 m である。格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの構造図を図 1.4.11-2 に示す。



図 1.4.11-1 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの平面配置図

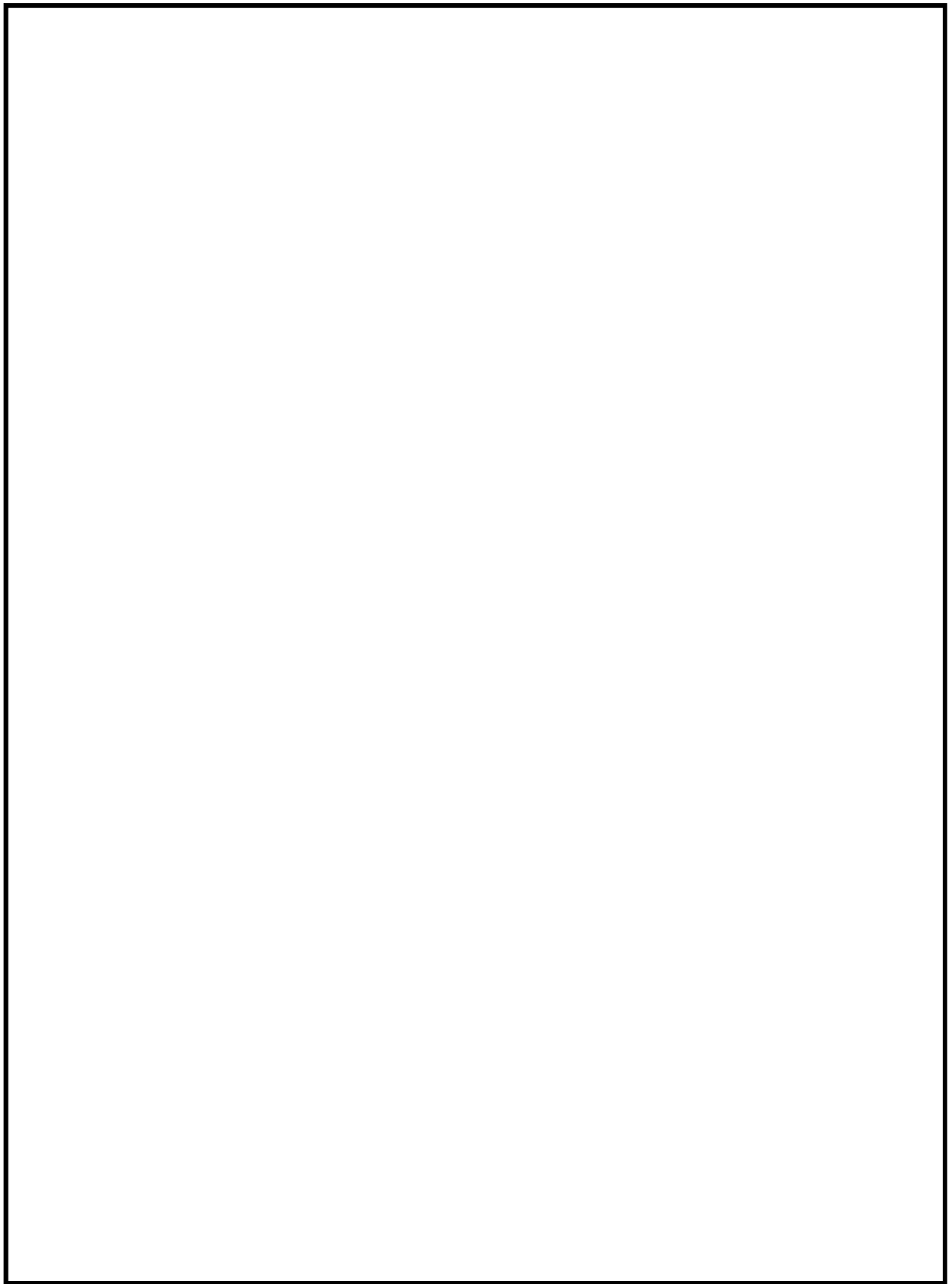


図 1.4.11-2 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの構造図

1.4.11-2

(1) 耐震評価候補断面の整理

「1.4.1 方針 ①断面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。格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは、構造上の特徴としてA-A断面、B-B断面、C-C断面及びD-D断面の4つの構造区画からなる。

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの縦断方向（南北方向）は、加振方向と平行に配置される躯体を耐震設計上見込むことができるため強軸断面方向となる。一方、横断方向（東西方向）は加振方向と平行に躯体が配置されないことから、弱軸断面方向となる。

以上のことから、格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの耐震評価候補断面は東西方向とする。耐震評価候補断面位置及び断面図を図1.4.11-3に示す。各耐震評価候補断面図の特徴を表1.4.11-1に示す。

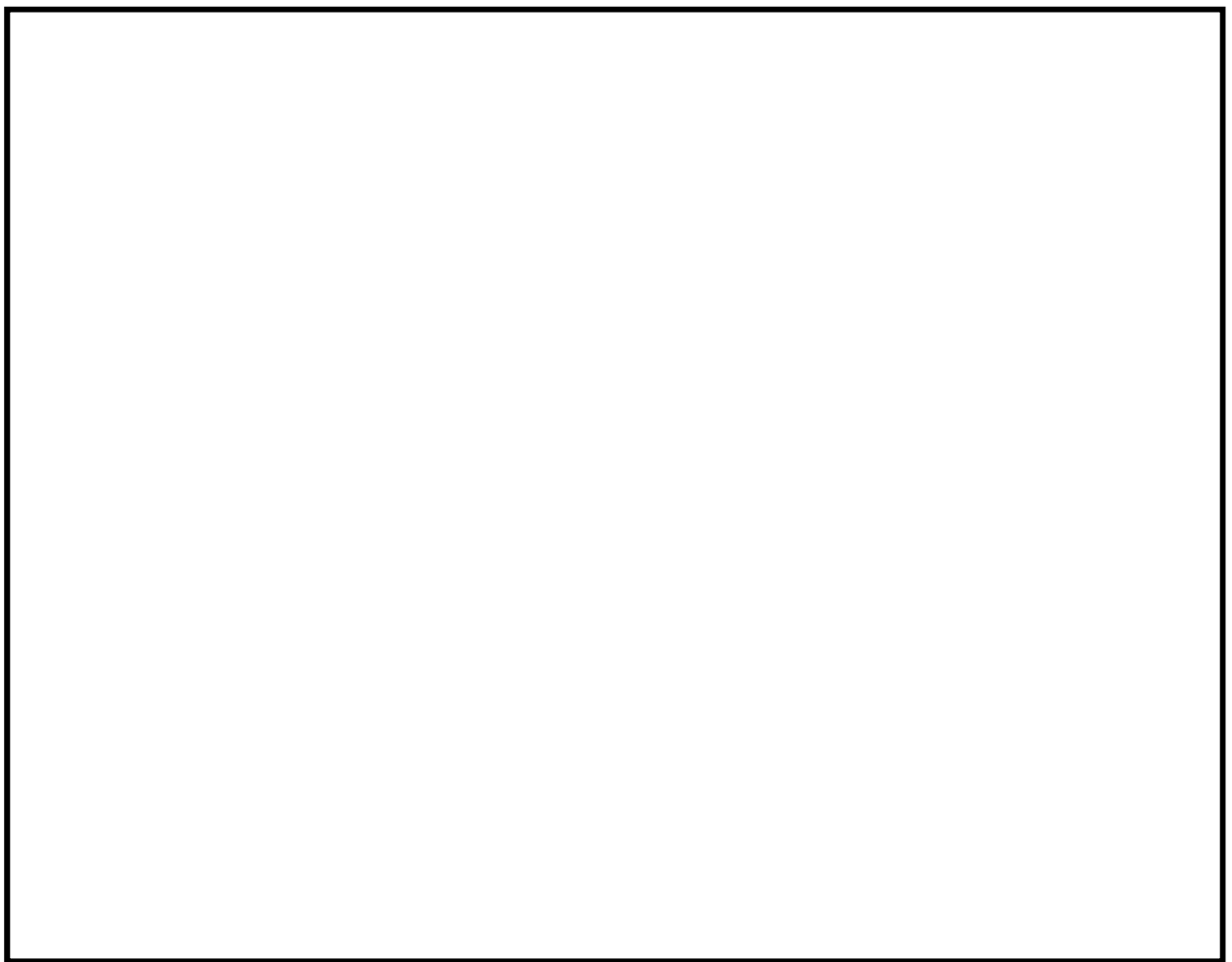


図 1.4.11-3 耐震評価候補断面位置及び断面図

表 1.4.11-1 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート 耐震評価候補断面の特徴

方向	要求性能	断面	構造的特徴	周辺地質	間接支持する設備
東西	間接支持	A-A	<ul style="list-style-type: none"> ・弱軸断面方向 ・地中に埋設しているボックスカルバート形状 ・構造物のほぼ中央部の一般部 ・一般部としては最も内径が大きい。 ・内径の大きさが変化する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・構造物西方は埋戻し土下部に D 2 g - 3 層が分布する。 ・廃棄物処理建屋が隣接する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器圧力逃がし装置用配管
	間接支持	B-B	<ul style="list-style-type: none"> ・弱軸断面方向 ・地中に埋設しているボックスカルバート形状 ・内径が比較的小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・構造物東方は原子炉建屋建設に伴う掘削形状に埋戻し土が分布しており、その東方には D 2 g - 3 層, A g 2 層, d u 層が分布する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器圧力逃がし装置用配管
	間接支持	C-C	<ul style="list-style-type: none"> ・弱軸断面方向 ・地中に埋設しているボックスカルバート形状 ・内径が最も大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・構造物東方は原子炉建屋建設に伴う掘削形状に埋戻し土が分布しており、その東方には D 2 g - 3 層, A g 2 層, d u 層が分布する。 ・原子炉建屋が隣接する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器圧力逃がし装置用配管
	間接支持	D-D	<ul style="list-style-type: none"> ・弱軸断面方向 	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・構造物西方は埋戻し土下部に D 2 g - 3 層が分布する。 ・廃棄物処理建屋が隣接する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器圧力逃がし装置用配管 ・格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用開口部水密ハッチ

A-A断面は地中に埋設しているボックスカルバート形状であり、構造物のほぼ中央部の一般部である。一般部としては最も内径が大きい区画である。人工岩盤を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置され、構造物西方は埋戻し土下部にD2g-3層が分布する。また、廃棄物処理建屋が隣接している。

B-B断面は地中に埋設しているボックスカルバート形状であり、他の断面に比べると内径が比較的小さい区画である。人工岩盤を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置され、構造物東方は原子炉建屋建設に伴う掘削形状に埋戻し土が分布しており、その東方にはD2g-3層、Ag2層、du層が分布する。

C-C断面は地中に埋設しているボックスカルバート形状であり、構造物の中で最も内径が大きい区画である。人工岩盤を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置され、構造物東方は原子炉建屋建設に伴う掘削形状に埋戻し土が分布しており、その東方にはD2g-3層、Ag2層、du層が分布する。また、原子炉建屋が隣接している。

D-D断面は格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用開口部水密ハッチを間接支持する区画である。人工岩盤を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置され、構造物西方には埋戻し土下部にD2g-3層が分布する。また、廃棄物処理建屋が隣接している。

A-A断面～D-D断面の周辺地質の状況を図1.4.11-4に示す。

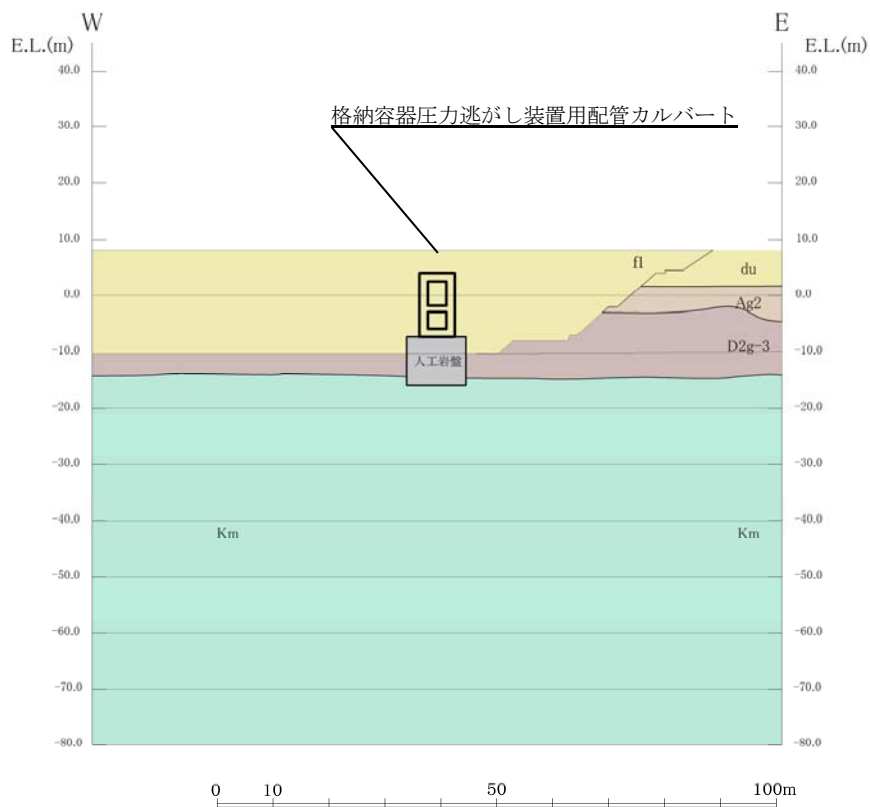
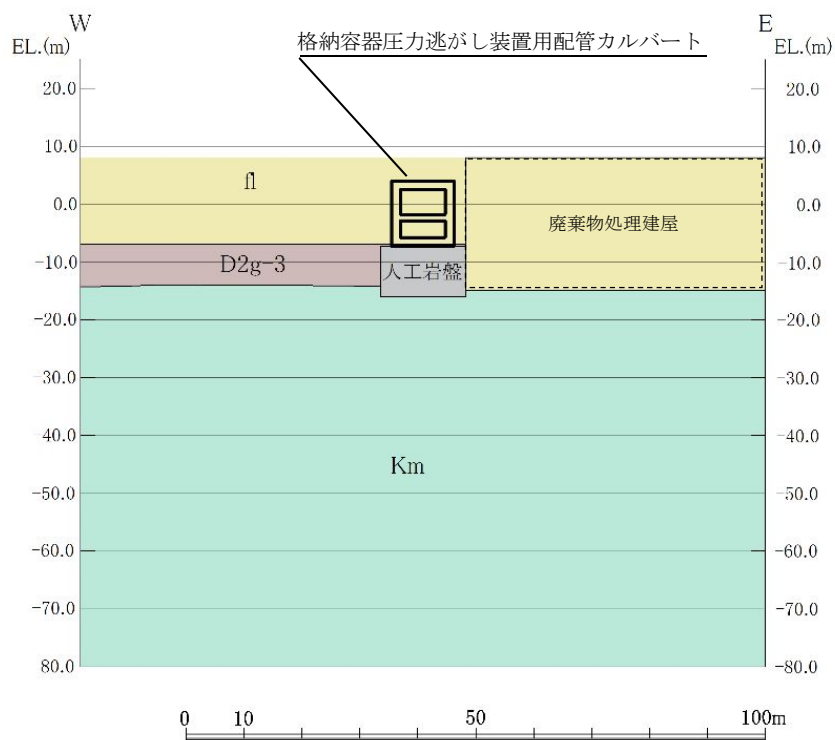
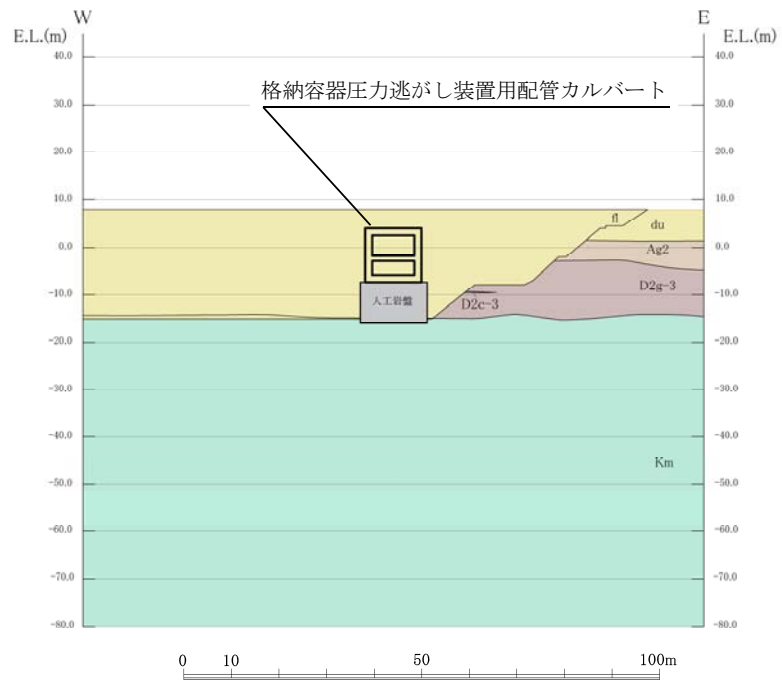
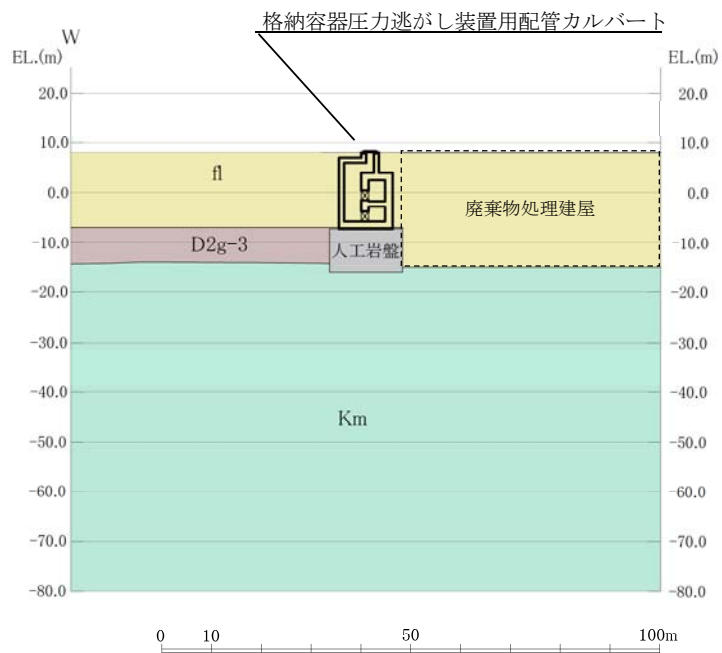


図 1. 4. 11-4 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの周辺地盤の状況 (その 1)



断面図 (C-C断面)



断面図 (D-D断面)

図 1.4.11-4 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの周辺地盤の状況 (その2)

(2) 評価対象断面の選定

A-A断面、B-B断面、C-C断面及びD-D断面の周辺の地質状況は埋戻し土下部にD2g-3層が分布するという観点で類似する条件であることから、構造的特徴を考慮して評価対象断面を選定する。

A-A断面は地中に埋設しているボックスカルバート形状であり、構造物のほぼ中央部の一般部である。内径の大きさが変化する構造急変部であり、一般部としては最も内径が大きい区画であることから、評価対象断面として採用する。また、東側に廃棄物処理建屋が隣接するが、保守的な設定として、廃棄物処理建屋の箇所は埋戻し土として評価を行う。

B-B断面は地中に埋設しているボックスカルバート形状であり、他の断面に比べると内径が比較的小さい区画である。断面に平行な壁が近くにあるため、構造的な弱部にはならないと考えられるため、評価対象断面としない。

C-C断面は地中に埋設しているボックスカルバート形状であり、構造物の中で最も内径が大きい区画であるが、南北方向の加振方向に平行な側壁を耐震設計上見込むことが出来るため、評価対象断面としない。

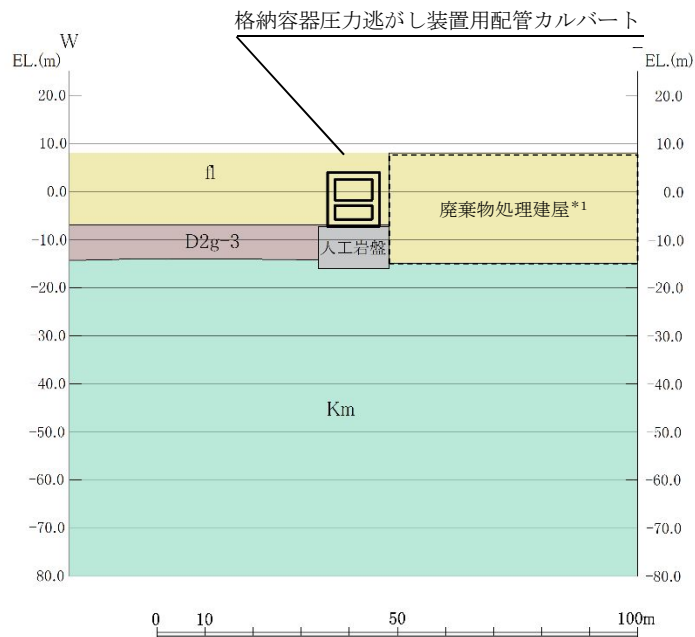
D-D断面は格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用開口部水密ハッチを間接支持する断面であることから、評価対象断面として採用する。ただし、点検用の構造部は内空幅が小さいため、断面に平行な壁を耐震設計上見込んだ評価を行う。また、東側に廃棄物処理建屋が隣接するが、保守的な設定として、廃棄物処理建屋の箇所は埋戻し土として評価を行う。

(3) 断面選定結果

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの選定結果を表1.4.11-3に、評価対象断面を図1.4.11-6に示す。

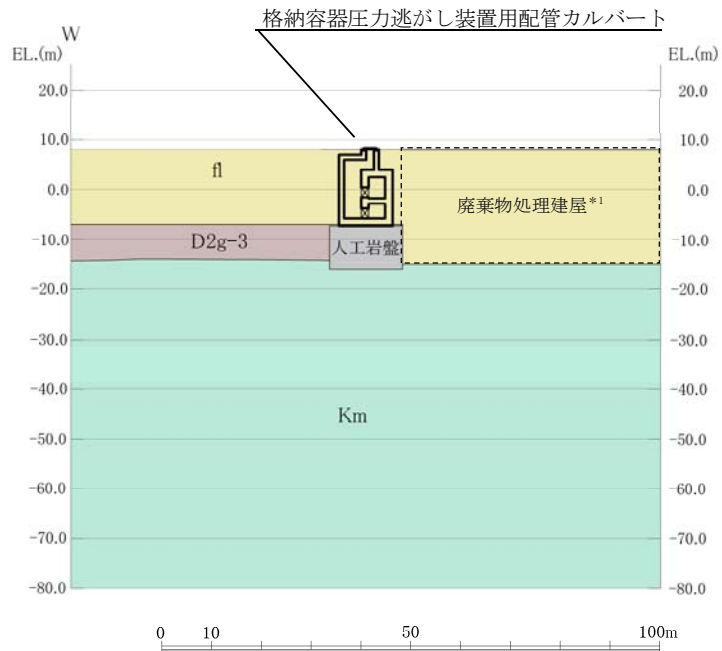
表 1.4.11-3 評価候補断面の選定結果

方向	断面	要求性能	構造的特徴	周辺地質	間接支持する設備	今回工認	選定理由
東西	A-A	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> 弱軸断面方向 地中に埋設しているボックスカルバート形状 構造物のほぼ中央部の一般部 一般部としては最も内径が大きい 内径の大きさが変化する 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 構造物西方には埋戻し土下部にD2g-3層が分布する。 	<ul style="list-style-type: none"> 格納容器圧力逃がし装置用配管 	○	内径の大きさが変化する構造急変部であり、一般部としては最も内径が大きい区画であることから評価対象断面として採用する。
	B-B	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> 弱軸断面方向 地中に埋設しているボックスカルバート形状 内径が比較的小さい 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 構造物東方は原子炉建屋建設に伴う掘削形状に埋戻し土が分布しており、その東方にはD2g-3層, Ag2層, du層が分布する。 	<ul style="list-style-type: none"> 格納容器圧力逃がし装置用配管 	—	他の断面と比較して内径が小さいため耐震裕度が見込めることから、評価対象断面としない。
	C-C	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> 弱軸断面方向 地中に埋設しているボックスカルバート形状 内径が最も大きい 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 原子炉建屋が隣接する。 	<ul style="list-style-type: none"> 格納容器圧力逃がし装置用配管 	—	南北方向の加振方向に平行な側壁を耐震設計上見込むことが出来るため、評価対象断面としない。
	D-D	間接支持	<ul style="list-style-type: none"> 弱軸断面方向 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 構造物の西方には埋戻し土下部にD2g-3層が分布する。 廃棄物処理建屋が隣接する。 	<ul style="list-style-type: none"> 格納容器圧力逃がし装置用配管 格納容器圧力逃がし装置用開口部水密ハッチ 	○	格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用開口部水密ハッチを間接支持する断面であることから、評価対象断面として採用する。



注記 *1：廃棄物処理建屋は埋戻し層として評価

(A-A断面)



注記 *1：廃棄物処理建屋は埋戻し層として評価

(D-D断面)

図 1.4.11-6 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート 断面図