

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-01-0140-1_改5
提出年月日	2021年2月17日

補足-140-1 【津波への配慮に関する説明書の補足説明資料】

2021年2月
東北電力株式会社

目次

1. 入力津波の評価
 - 1.1 潮位観測記録の考え方について
 - 1.2 遡上・浸水域の考え方について
 - 1.3 港湾内の局所的な海面の励起について
 - 1.4 管路解析モデルについて
 - 1.5 入力津波の不確かさの考慮について
 - 1.6 津波シミュレーションにおける解析モデルについて
 - 1.7 非常用取水設備内に貯留される水量の算定について
2. 津波防護対象設備
 - 2.1 津波防護対象設備の選定及び配置について
3. 取水性に関する考慮事項
 - 3.1 砂移動による影響確認について
 - 3.2 除塵装置の取水性への影響について
 - 3.3 非常用海水ポンプの波力に対する強度評価について
4. 漂流物に関する考慮事項
 - 4.1 設計に用いる遡上波の流速について
 - 4.2 取水口付近の漂流物に対する取水性
 - 4.3 漂流物による衝突荷重について
5. 設計における考慮事項
 - 5.1 地震と津波の組合せで考慮する荷重について
 - 5.2 耐津波設計における現場確認プロセスについて
 - 5.3 津波防護に関する施設の機能設計・構造設計に係る許容限界について
 - 5.4 津波波圧の算定に用いた規格・基準類の適用性について
 - 5.5 スロッシングによる貯水量に対する影響評価
 - 5.6 津波防護施設の強度計算における津波荷重，余震荷重及び衝突荷重の組合せについて
 - 5.7 浸水防護施設の評価における衝突荷重，風荷重及び積雪荷重について
 - 5.8 強度計算における津波時及び重畳時の荷重作用状況について
 - 5.9 耐震及び耐津波設計における許容限界について
 - 5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について
 - 5.11 地殻変動後の津波襲来時における海水ポンプの取水性への影響について
 - 5.12 浸水防護施設のアンカーボルトの設計について
 - 5.13 強度計算に用いた規格・基準類の適用性について
 - 5.14 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について

5.15 浸水量評価について

5.16 強度評価における津波荷重等の鉛直方向荷重の考え方について

6. 浸水防護施設に関する補足資料

6.1 防潮堤に関する補足説明

: 本日の説明範囲

4.3 漂流物による衝突荷重について

4.3.1 衝突荷重を考慮する施設・設備の選定

津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備のうち、漂流物による衝突荷重を考慮する施設・設備については、各施設・設備の設置位置を踏まえて、防潮堤、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）及び貯留堰を選定した。

津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の平面位置図を図4.3-1に、漂流物による衝突荷重を考慮する施設・設備の選定フローを図4.3-2に、選定結果を表4.3-1に、選定された施設・設備の設置概念図を図4.3-3に示す。

なお、防潮堤よりも海側に設置してものの、地中に設置しているため、漂流物による衝突荷重を考慮しないこととしている屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の設置概念図は参考1に示す。

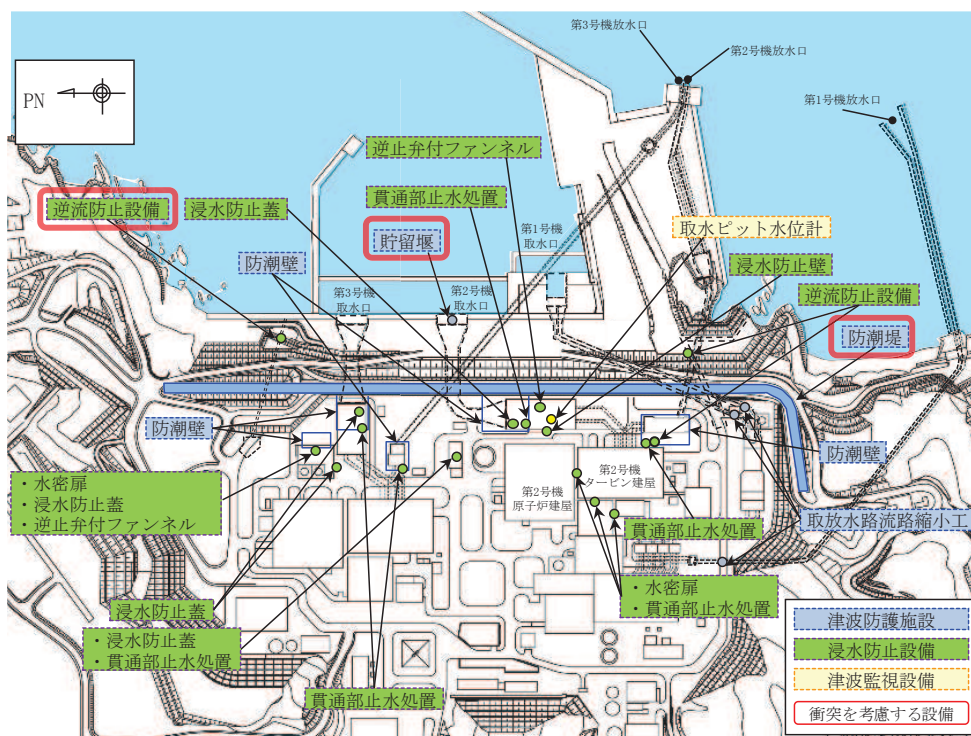


図 4.3-1 漂流物による衝突荷重を考慮する津波防護施設

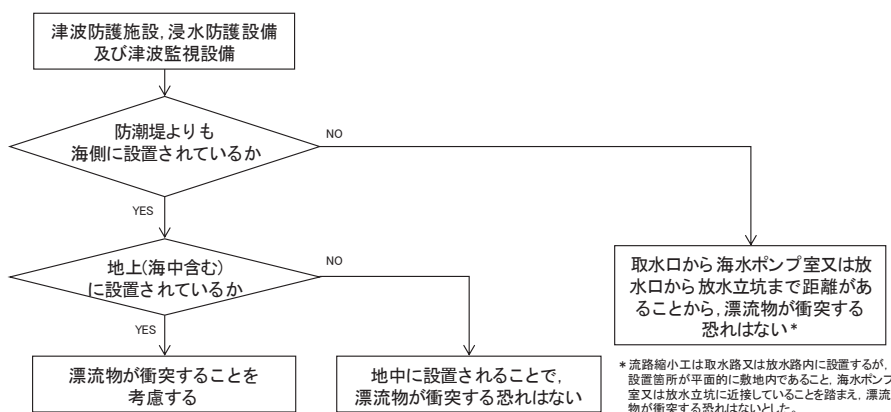


図 4.3-2 漂流物による衝突荷重を考慮する施設・設備の選定フロー

表 4.3-1 漂流物による衝突荷重を考慮する施設・設備の選定結果

施設・設備		防潮堤よりも海側に設置されているか	地上(海中含む)に設置されているか	評価 (衝突荷重の考慮)	
津波防護施設	防潮堤	—	地上 (露出部下端標高 O.P.+17.0m)	考慮する	
	防潮壁	敷地側	—*	考慮しない	
	流路縮小工	敷地側	—*	考慮しない	
	貯留堰	海側	海中 (天端標高 O.P.-6.3m)	考慮する	
浸水防止設備	逆流防止設備	屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側)	海側	地上 (下端標高 O.P.+5.7m)	考慮する
		屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側)	海側	地中	考慮しない
		補機冷却海水系放水路逆流防止設備	敷地側	—*	考慮しない
	浸水防止蓋	敷地側	—*	考慮しない	
	水密扉	敷地側	—*	考慮しない	
	貫通部止水処置	敷地側	—*	考慮しない	
津波監視設備	取水ピット水位計	敷地側	—*	考慮しない	

注記 * : 防潮堤よりも敷地側に設置されており、漂流物は衝突しないため、評価不要。

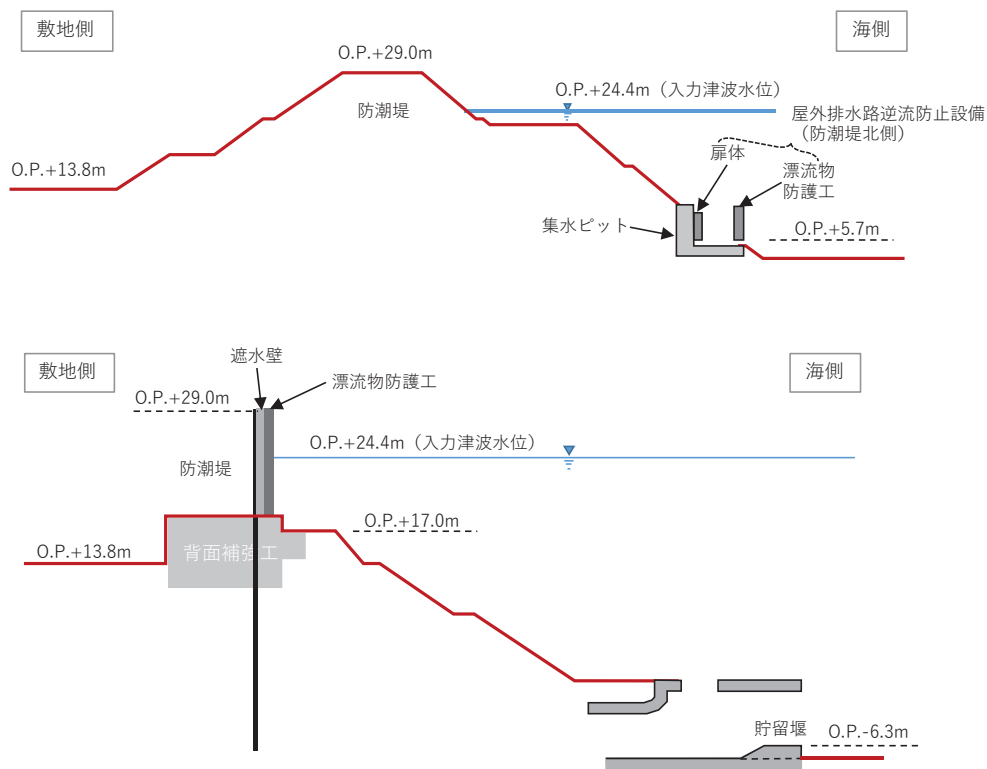


図 4.3-3 漂流物による衝突荷重を考慮する施設・設備の設置概念図

4.3.2 基準津波の特徴（水位、流向及び流速）の把握

敷地前面域における基準津波の最大水位上昇量分布（全時刻：地震発生から240分後まで）及び基準津波第一波（地震発生から約46分後まで）の最大水位上昇量分布を図4.3-4及び図4.3-5に示す。両者を比較すると、大きな違いは見られないことから、敷地前面域は第一波で最大水位になる。

防潮堤前面、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）前面及び貯留堰（取水口）前面における水位時刻歴波形を図4.3-6、図4.3-7及び図4.3-8に示す。これらの図から、防潮堤前面、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）前面及び貯留堰前面において水位が最大となる時間は、それぞれ地震発生から42.4分後、42.2分後及び42.4分後で、ほぼ同時刻であることから、いずれも基準津波の第一波により最大水位となる。

なお、防潮堤前面及び屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）前面に第二波以降の津波は到達しておらず、貯留堰については、第一波では露出せず、第二波以降に海中から露出することが確認される（図4.3-8）。

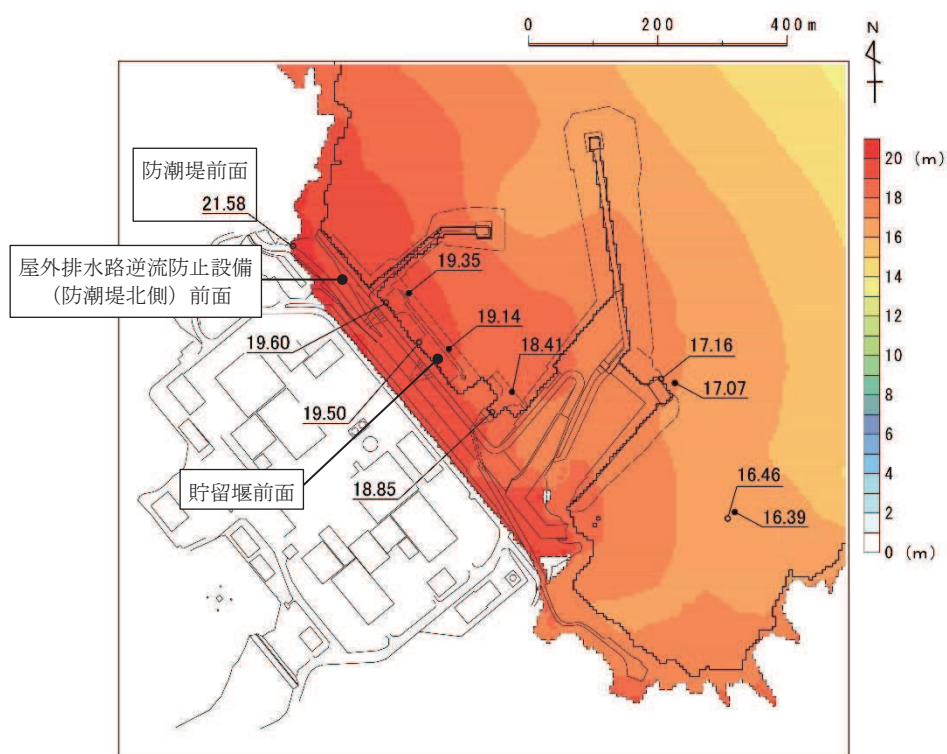


図 4.3-4 基準津波による最大水位上昇量分布
(防波堤あり，基準地震動 S_s による地盤沈下なし，全時刻)

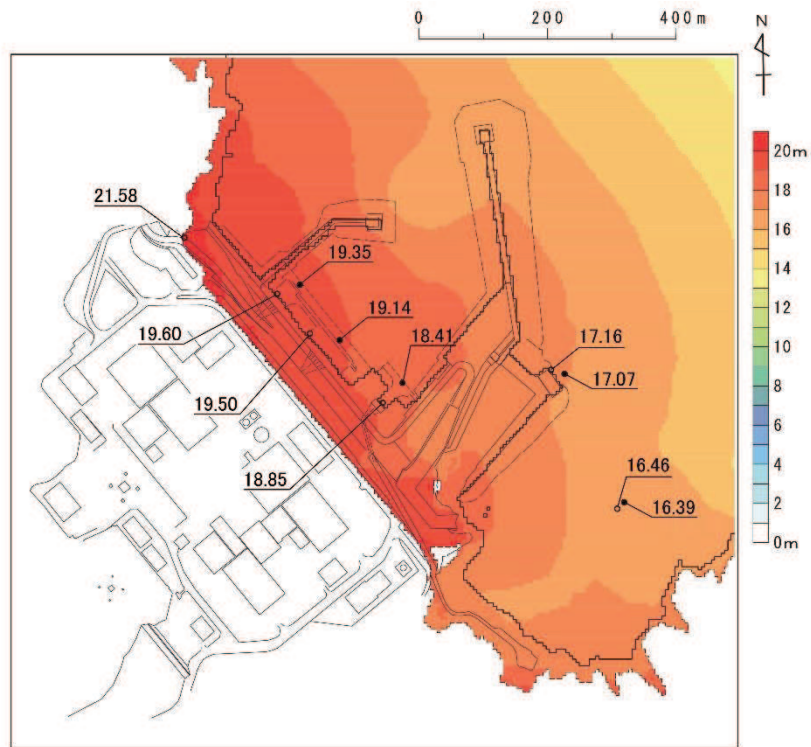


図 4.3-5 基準津波による最大水位上昇量分布
(防波堤あり, 基準地震動 S_s による地盤沈下なし, 第一波 (地震発生から約 46 分後))

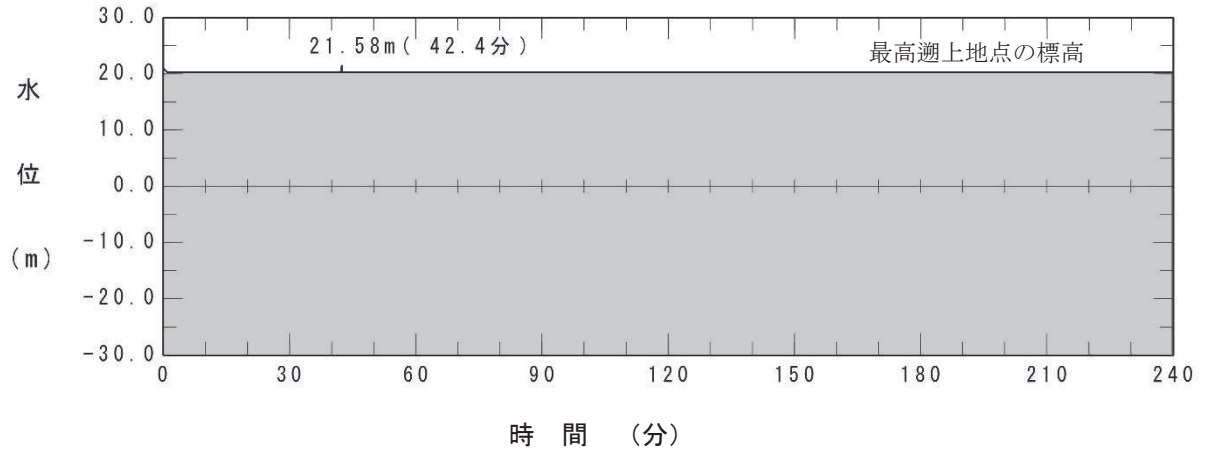


図 4.3-6 防潮堤前面の水位時刻歴
(防波堤あり, 基準地震動 S_s による地盤沈下なし)

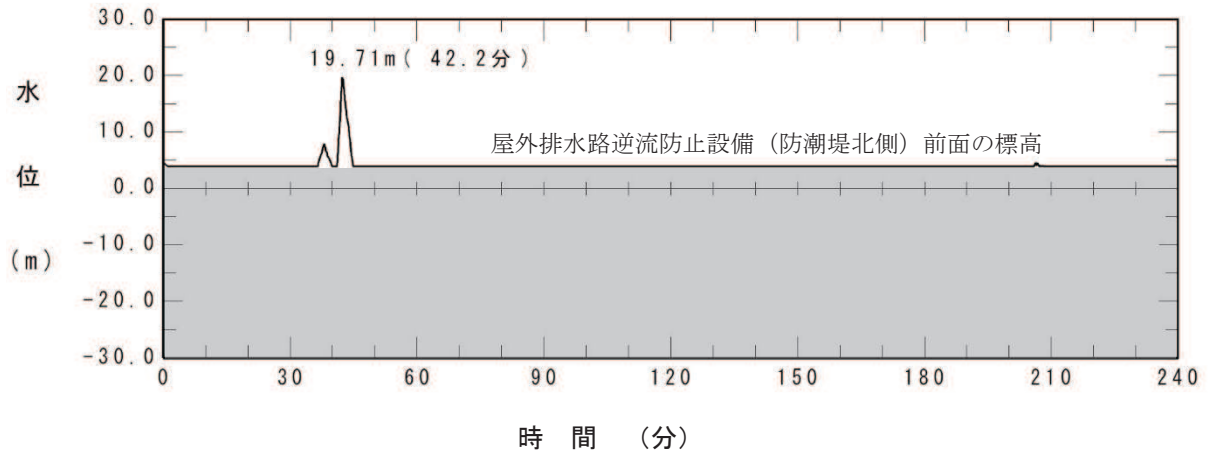


図 4.3-7 屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側) 前面の水位時刻歴
(防波堤あり, 基準地震動 S_s による地盤沈下なし)

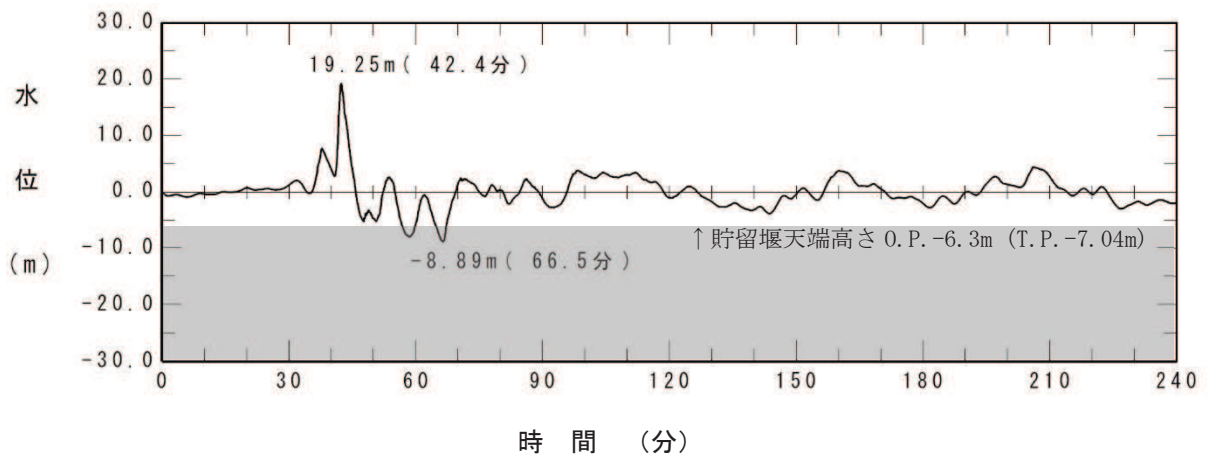


図 4.3-8 貯留堰 (取水口) 前面の水位時刻歴
(防波堤あり, 基準地震動 S_s による地盤沈下なし)

次に、敷地前面域での流速の特徴について把握する。

図 4.3-9 に、敷地前面域での最大流速ベクトル分布（全時刻）、第一波（地震発生から約 46 分後まで）の最大流速ベクトル分布及び第二波以降（地震発生から約 46 分以降）の最大流速ベクトル分布を示す。

敷地前面域での最大流速は、第二波以降（地震発生から約 46 分以降）の東防波堤堤頭部付近で生じており、12.95m/s となっている。その方向は敷地に対して約 356°（敷地汀線方向を 0° とし、反時計回りの角度 図 4.3-10 参照）であり、発電所から離れる方向である。この最大流速位置における流速とベクトルの時刻歴データを図 4.3-11 に示す。この時刻歴データから、最大流速は、第一波襲来後の引き波で水位が最も低くなった際に生じている。

また、第一波（地震発生から約 46 分後まで）での最大流速は、第 1 号機取水口の東側で生じており、12.79m/s となっている。この方向は防潮堤に対して約 20°（図 4.3-10 参照）で、敷地に近づく方向である。この最大流速位置における流速とベクトルの時刻歴データを図 4.3-12 に示す。この時刻歴データから、第一波が第 1 号機放水口側から第 1 号機取水口の東側の敷地に遡上した際に発生したものと考えられる。

防潮堤前面及び屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）前面における最大流速は、いずれも第一波で生じており、それぞれ 4.86m/s 及び 2.81m/s である。また、その方向は、防潮堤に対して約 176°、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）に対しては約 186° となっている（図 4.3-13 及び図 4.3-14）。

貯留堰については、海中に設置されていることを踏まえ、引き波により貯留堰が露出した後に襲来する津波の流速を対象とする。その際の最大流速は第二波の 1.81m/s であり、貯留堰に対して約 27°（貯留堰と平行方向を 0° とし、反時計回りの角度）となっている（図 4.3-15）。

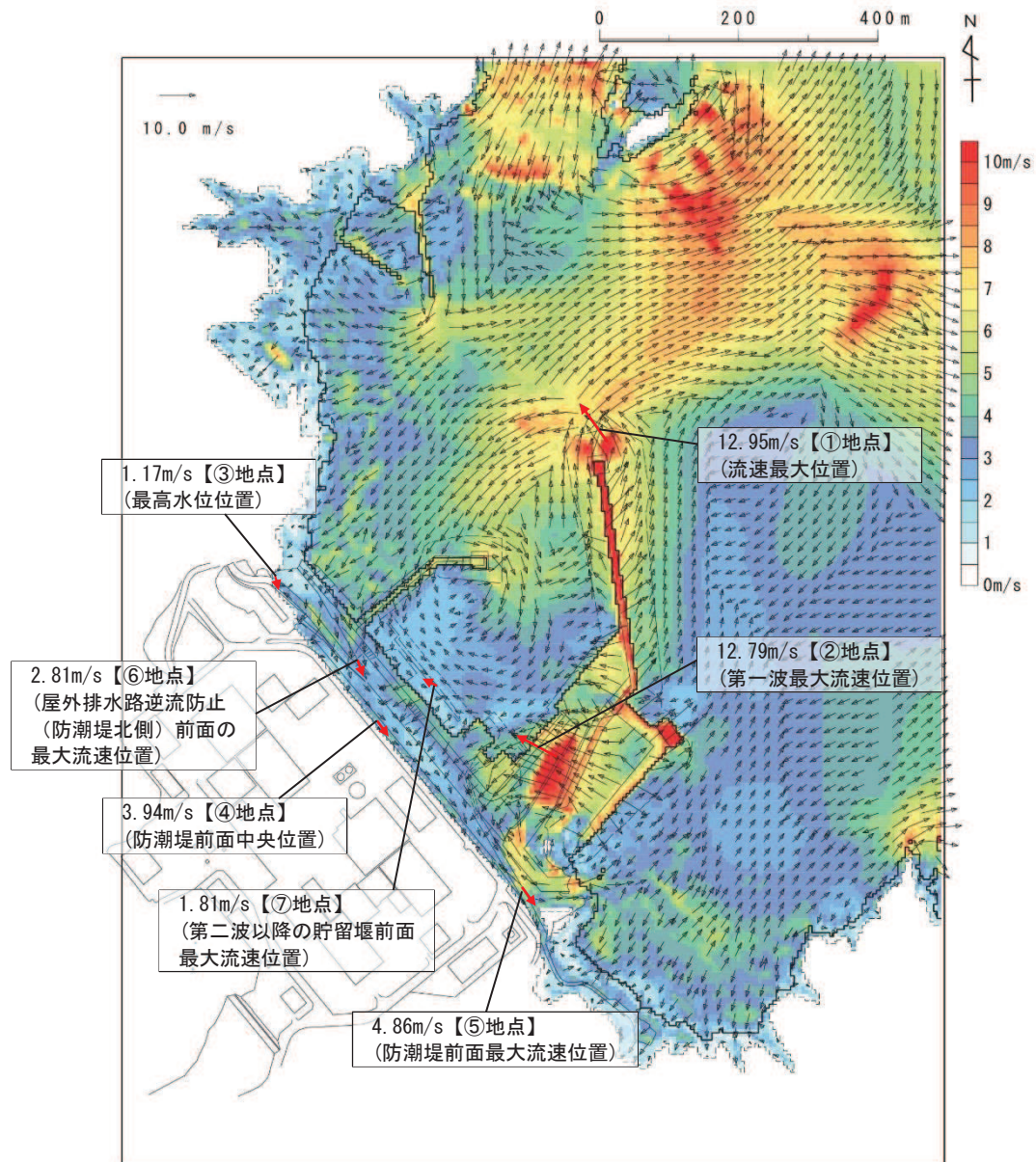


図 4.3-9(1) 基準津波における最大流速分布図
(防波堤あり，基準地震動 S_s による地盤沈下なし，全時刻)

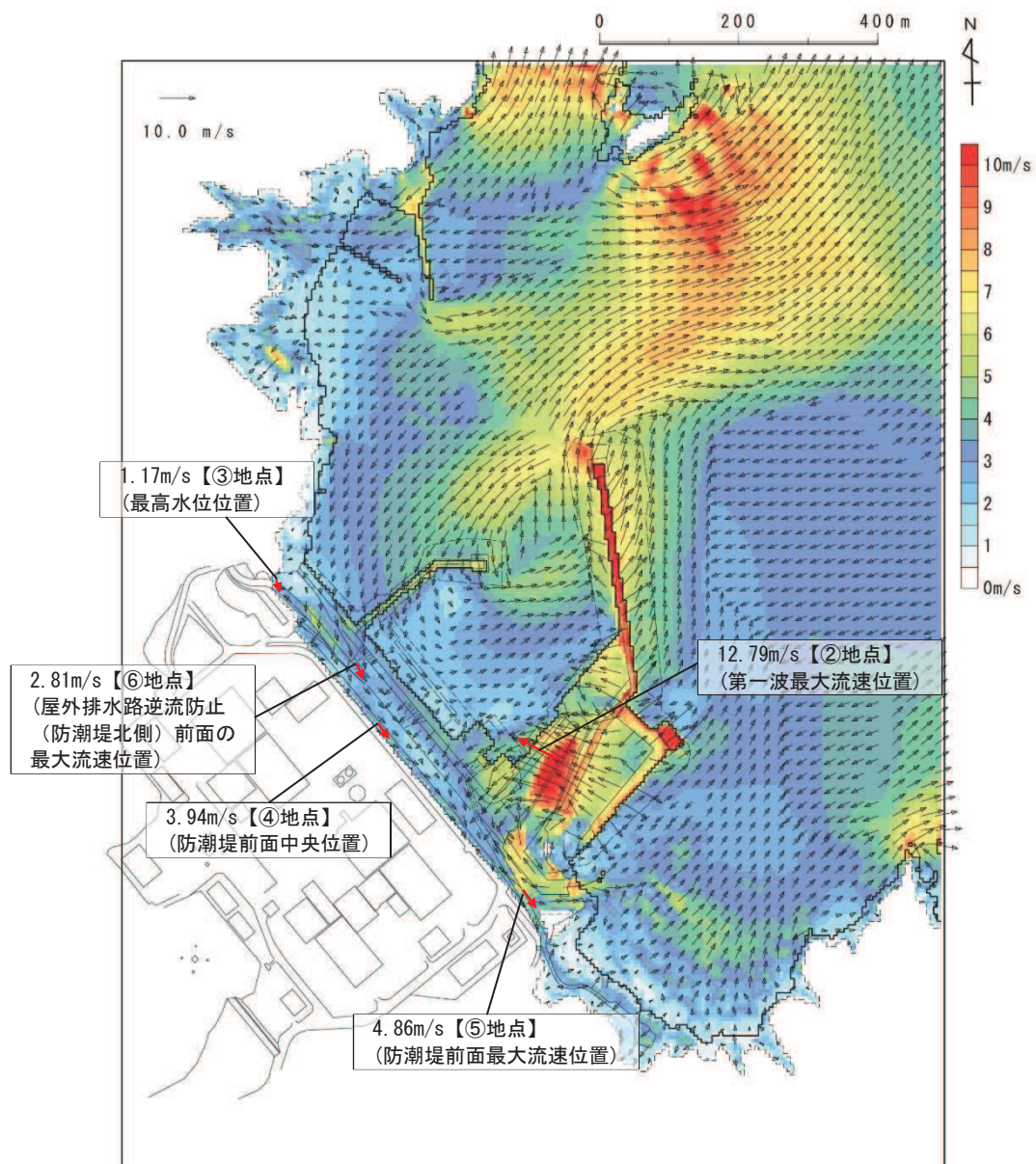


図 4.3-9(2) 基準津波における最大流速分布図
(防波堤あり，基準地震動 S_s による地盤沈下なし，地震発生から約 46 分後まで)

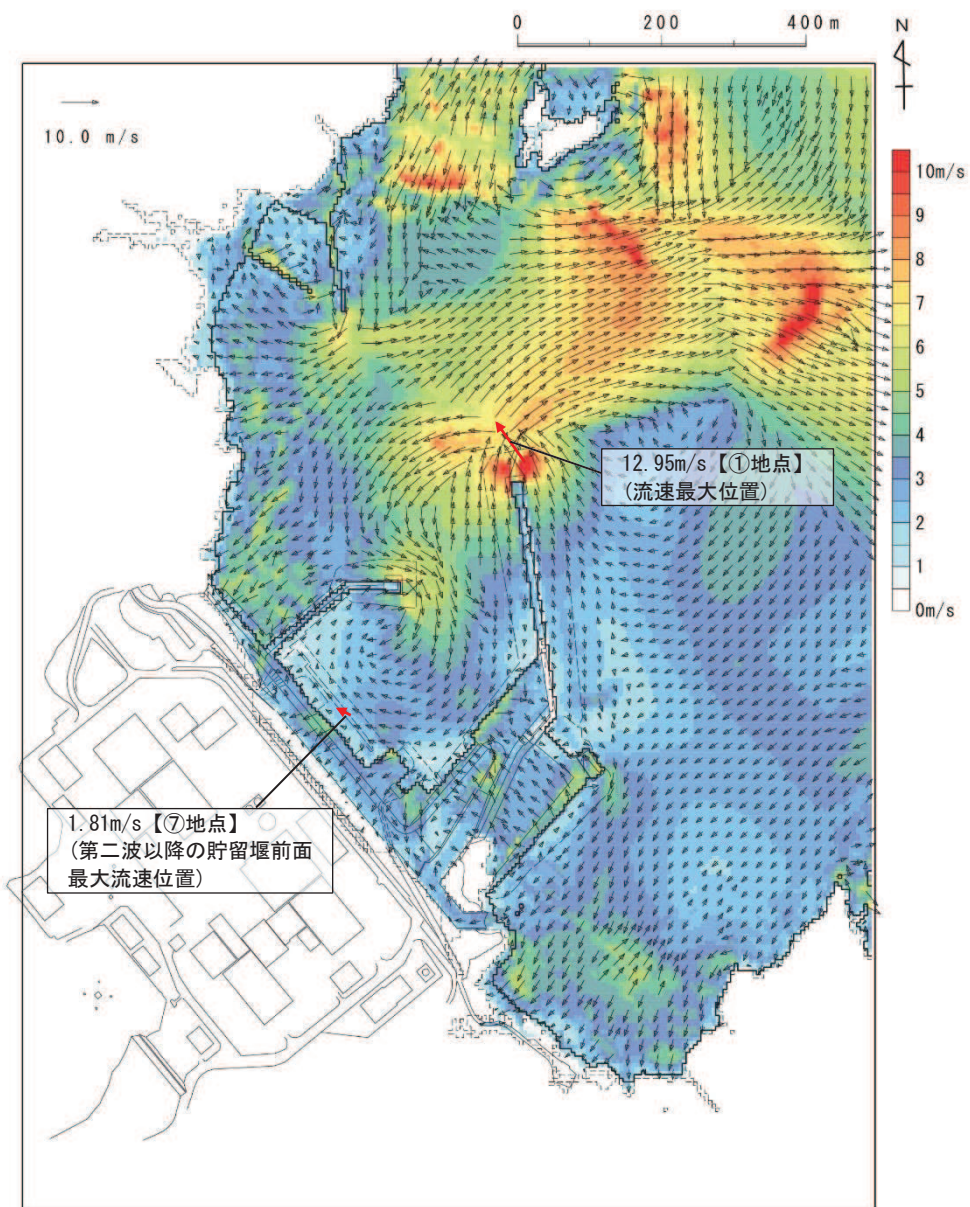


図 4.3-9(3) 基準津波における最大流速分布図
(防波堤あり，基準地震動 S_s による地盤沈下なし，約 46 分以降)

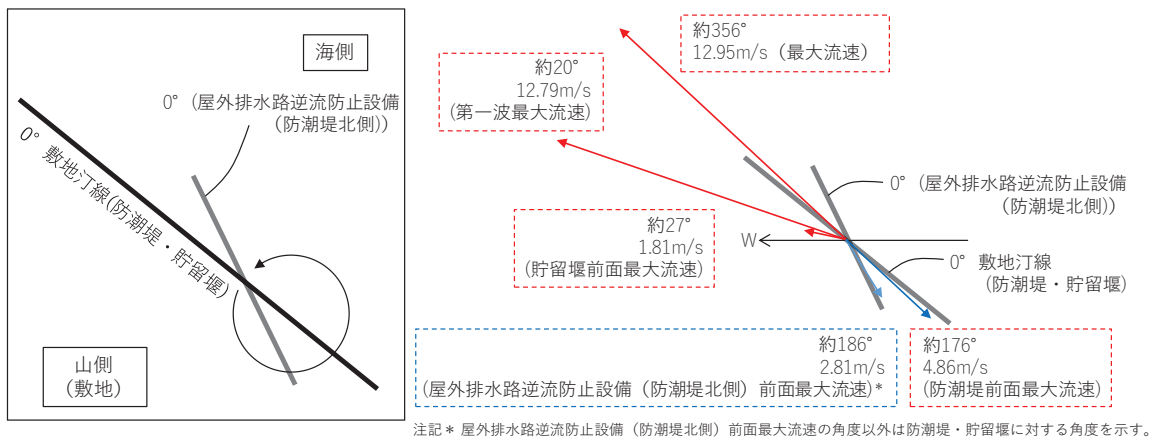


図 4.3-10 防潮堤・屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側)・貯留堰に対する流向の角度

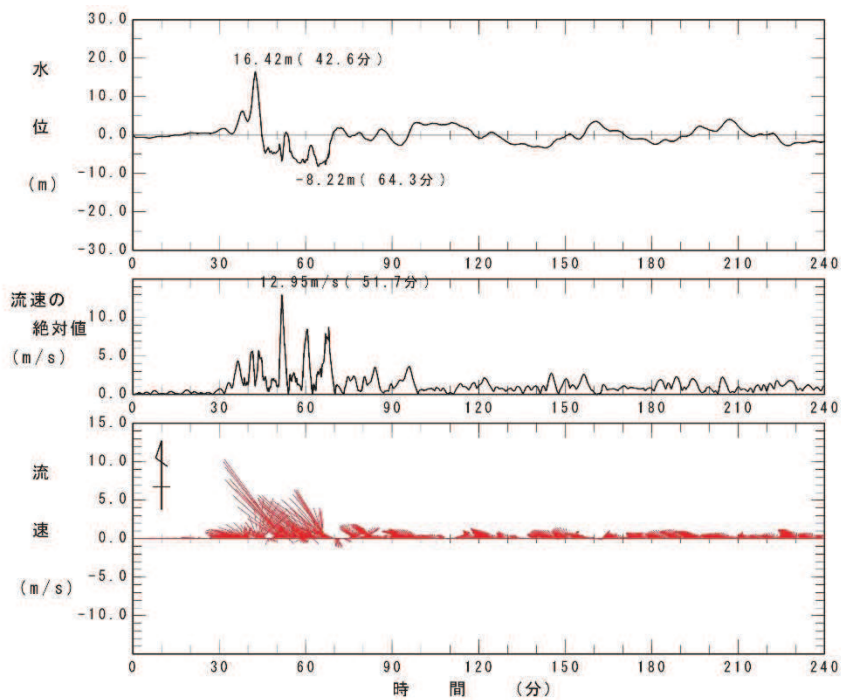


図 4.3-11 全時刻での最大流速位置の流速とベクトルの時刻歴データ (①地点, 防波堤あり, 基準地震動 S_s による地盤沈下なし)

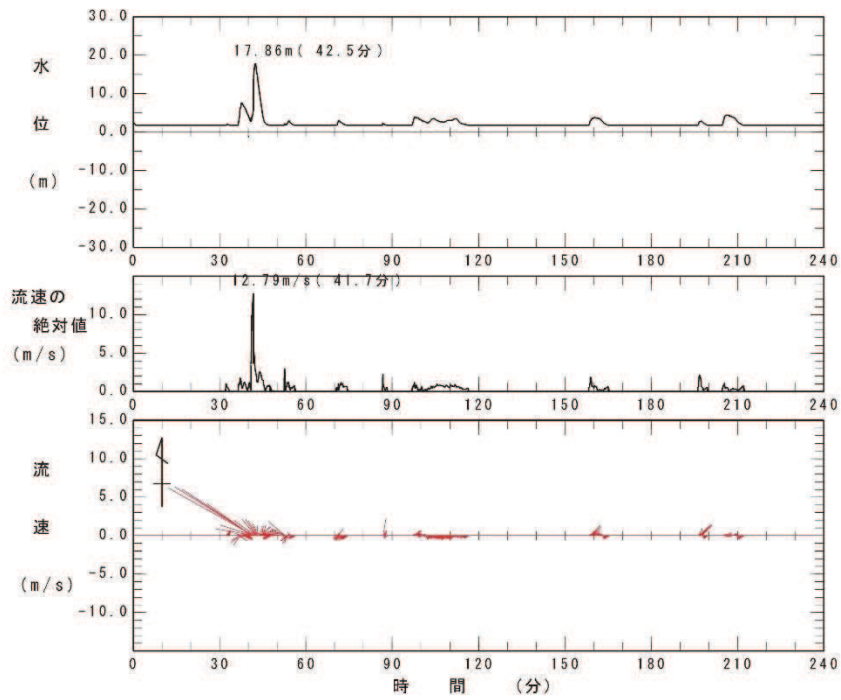


図 4.3-12 第一波での最大流速位置の流速とベクトルの時刻歴データ
 (②地点, 防波堤あり, 基準地震動 S_s による地盤沈下なし)

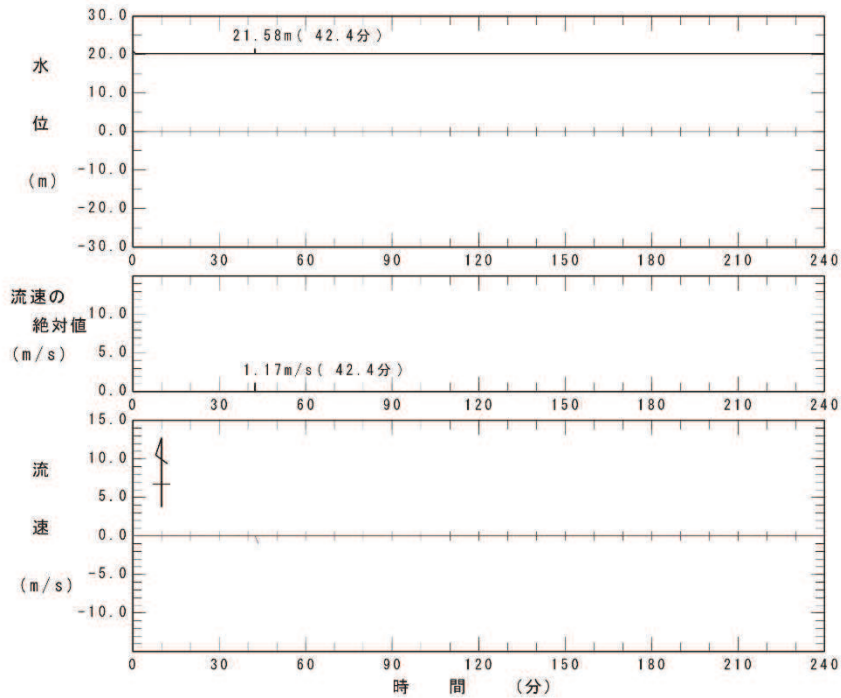


図 4.3-13(1) 防潮堤前面 (最高水位) 位置での流速とベクトルの時刻歴データ
 (③地点, 防波堤あり, 基準地震動 S_s による地盤沈下なし, 全時刻)

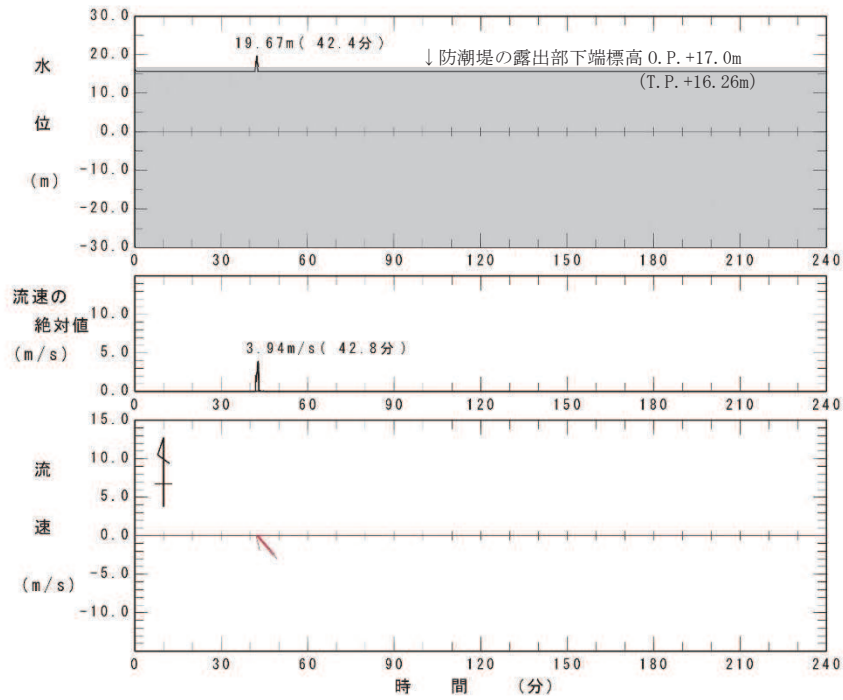


図 4.3-13(2) 防潮堤前面（中央位置）位置での流速とベクトルの時刻歴データ
 (④地点, 防波堤あり, 基準地震動S_sによる地盤沈下なし, 全時刻)

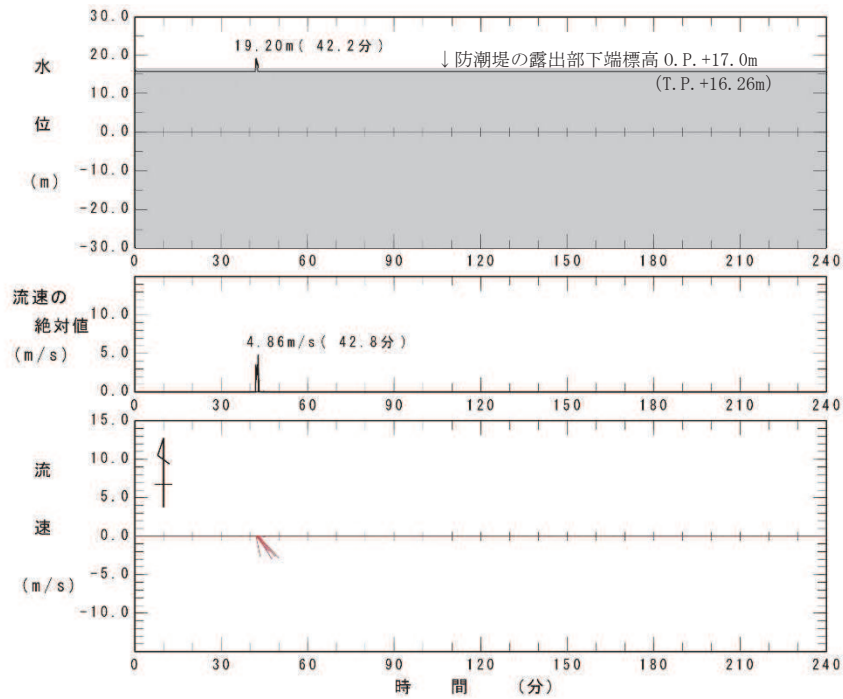


図 4.3-13(3) 防潮堤前面（最大流速）位置での流速とベクトルの時刻歴データ
 (⑤地点, 防波堤あり, 基準地震動S_sによる地盤沈下なし, 全時刻)

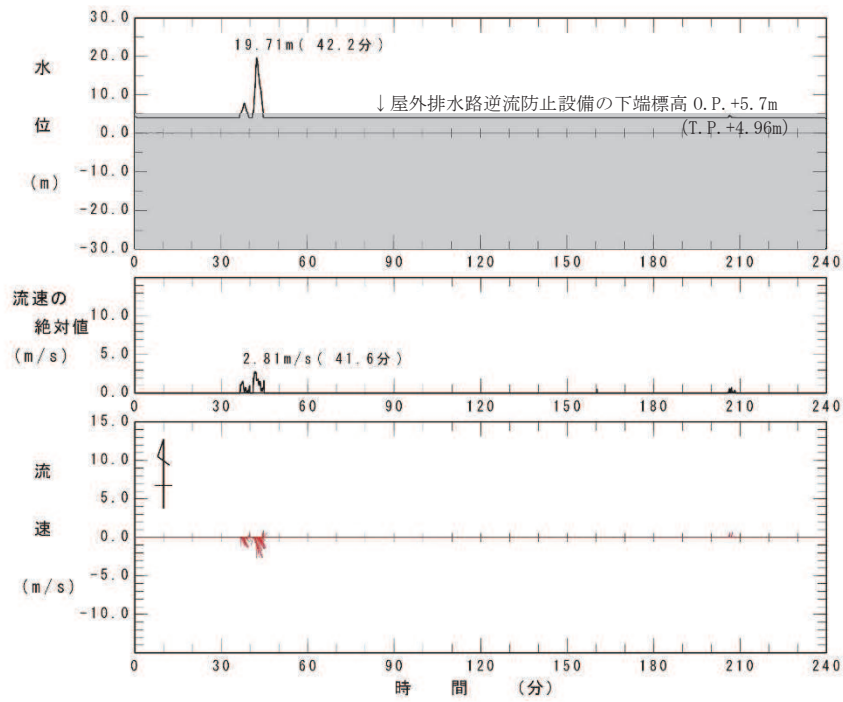


図 4.3-14 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）前面位置での
流速とベクトルの時刻歴データ

(⑥地点, 防波堤あり, 基準地震動S_sによる地盤沈下なし, 全時刻)

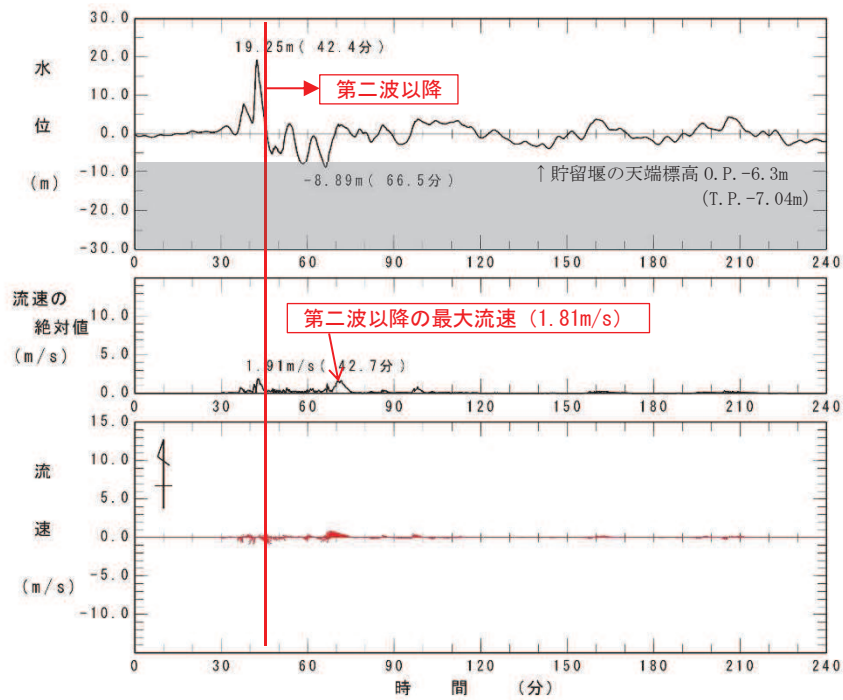


図 4.3-15 貯留堰前面位置での流速とベクトルの時刻歴データ

(⑦地点, 防波堤あり, 基準地震動S_sによる地盤沈下なし, 全時刻)

4.3.3 衝突荷重として考慮する漂流物の選定

漂流物による衝突荷重は、漂流物となるものが津波襲来時に配置されている場所（以下「初期配置」という。）が重要となるため、「4.2 取水口付近の漂流物に対する取水性」で取水口前面に到達する可能性があると評価した漂流物を対象に初期配置の区分を行った。

敷地内に初期配置されているものは、津波の第一波により漂流するため、衝突荷重への影響が大きいと判断し、「直近陸域」と設定した。この「直近陸域」は防潮堤から約500mの範囲内にあるため、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）及び貯留堰も含めた500mの海域内の漂流物も津波の第一波により漂流して衝突荷重に大きな影響を及ぼすと考え、この範囲内の海域を「直近海域」として設定した。また、「直近海域」よりも沖側を「前面海域」として設定した。

初期配置の区分を図4.3-16に、「4.2 取水口付近の漂流物に対する取水性」で取水口前面に到達する可能性があると評価した漂流物を表4.3-2に示す。なお、「直近海域」は漁業権消滅区域に概ね包絡される範囲であるが、図4.3-17に示すように、小屋取漁港の港口付近では漁業権消滅区域よりも沖側に「直近海域」が設定される。

表4.3-2に示した取水口前面に到達する可能性がある漂流物を基に、基準津波の特性、漂流形態（浮遊、滑動）、漂流物の初期配置区分、衝突を考慮する施設の設置標高を観点として、防潮堤、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）及び貯留堰の衝突荷重として考慮する漂流物の選定を行った。衝突荷重として考慮する漂流物の選定フローを図4.3-18に示す。

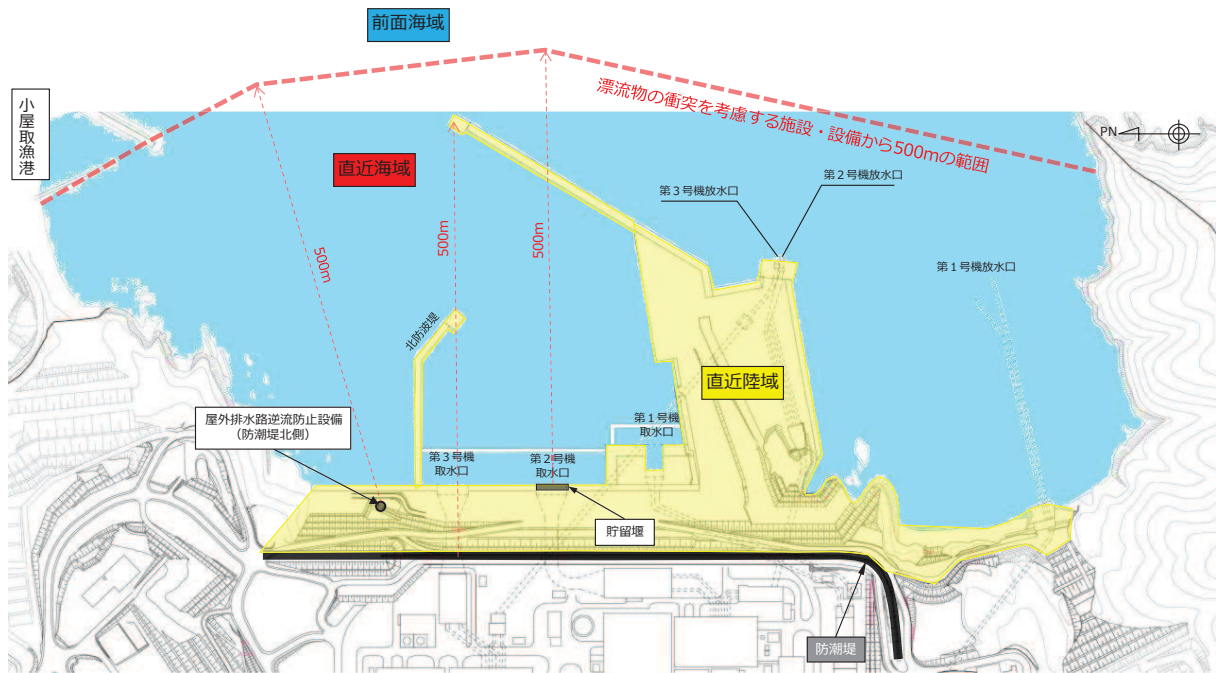


図4.3-16 「直近陸域」、 「直近海域」 及び 「前面海域」 の区分

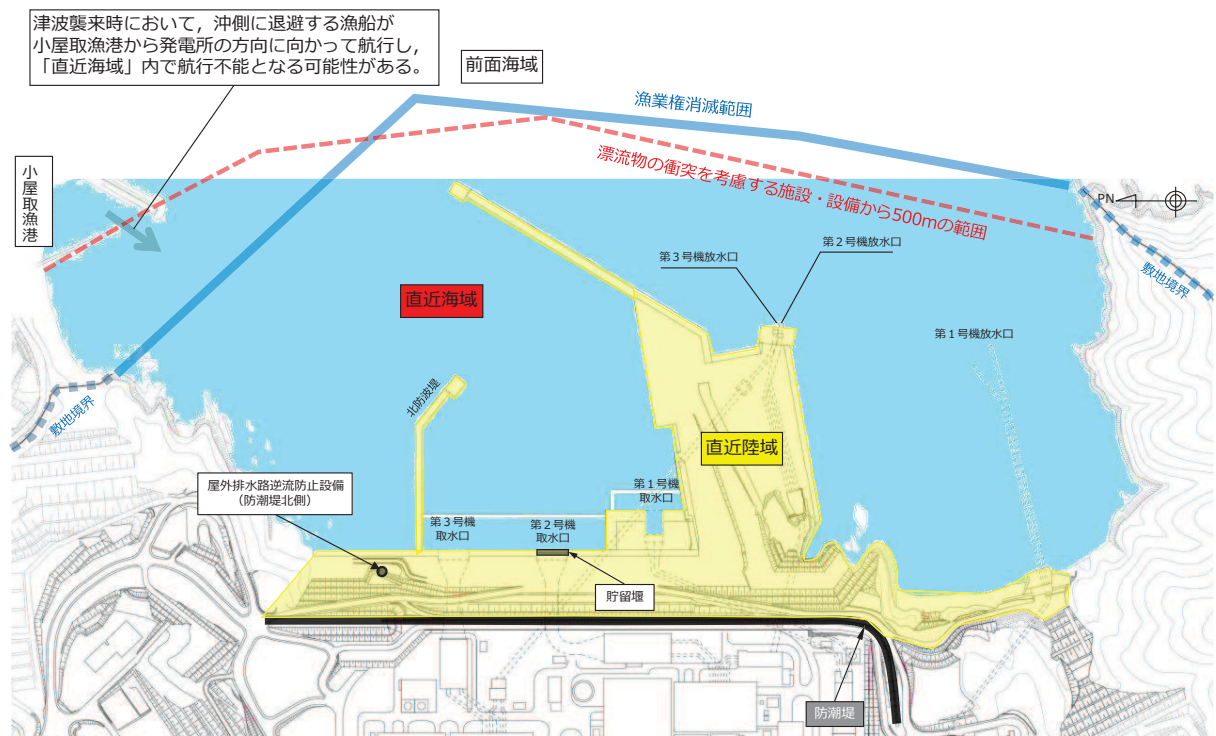


図 4.3-17 「直近海域」 と漁業権消滅区域の関係

表4.3-2 取水口前面に到達する可能性があるとして評価した漂流物

調査範囲		取水口へ到達する漂流物	重量等	取水口への到達形態	初期配置区分*1	
敷地内	陸域	角落し	約7t	滑動	直近陸域	
		第3号機モニタリング架台	—	滑動	直近陸域	
		車両系重機・燃料等輸送車	2.7～41.2t	滑動	直近陸域	
		PC板（カーテンウォール）	約8t	滑動	直近陸域	
		キュービクル類	約5t	滑動	直近陸域	
		がれき	—	浮遊	直近陸域	
	陸域	巡視点検用車両	2.15t	浮遊	直近陸域	
	海域	ゴムボート	1t未満	浮遊	直近海域	
敷地外	小屋取地区	海域	小型漁船	総トン数：約5t (排水トン数：約15t)	浮遊	直近海域
		海域	がれき	—	浮遊	前面海域
		陸域	がれき	—	浮遊	前面海域
			車両	—	浮遊	前面海域
	小屋取地区以外 (女川等)	海域	がれき	—	浮遊	前面海域
		海域	漁船	総トン数：約19t (排水トン数：約57t)	浮遊	前面海域
		陸域	がれき	—	浮遊	前面海域
			車両	—	浮遊	前面海域
			コンテナ・ユニットハウス	約30t	浮遊	前面海域
陸域	タンク	22t以下*2 (約200kl)	浮遊	前面海域		

注記 *1：「直近陸域」及び「直近海域」は、衝突を考慮する施設・設備から離隔が500m以内、「前面海域」は500m以上である。
 *2：敷地外のタンクの重量は、発電所の軽油タンク（撤去済み：330kl）の重量が約22tであることを踏まえ、保守的にこれと同等として22tを考慮する。

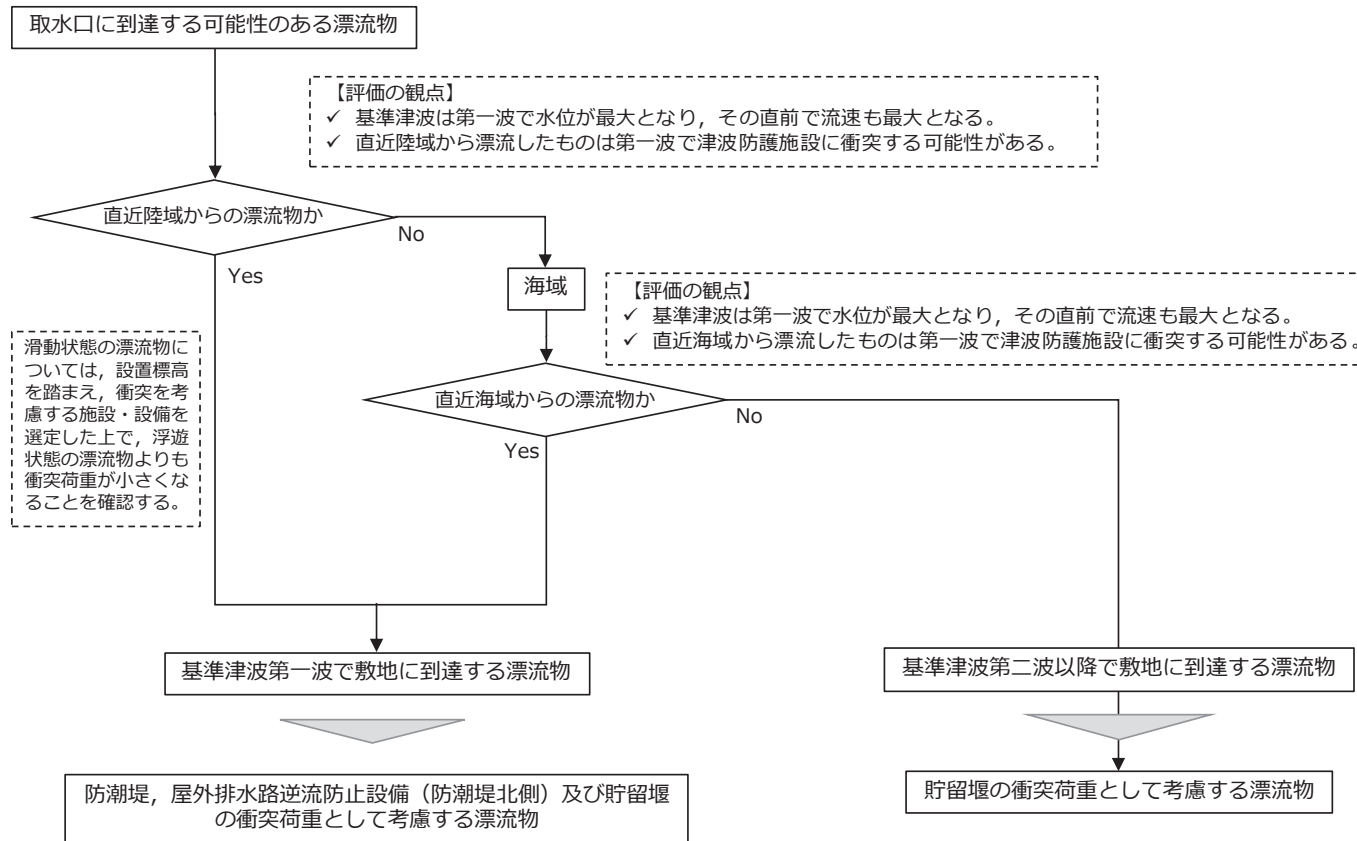


図 4.3-18 衝突荷重として考慮する漂流物の選定フロー

防潮堤及び屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）については、「4.3.2 基準津波の特徴（水位、流向及び流速）の把握」で示したとおり、それぞれの前面の最大水位は基準津波の第一波により生じることから、第一波とともに敷地に到達する漂流物が衝突する可能性がある。一方、図 4.3-13(2)、図 4.3-13(3)及び図 4.3-14 に示すように防潮堤及び屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の設置高さから、第二波以降では津波が到達しないため、第二波以降に敷地に到達する漂流物が防潮堤及び屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）に衝突することはない。これらの特徴を踏まえ、防潮堤及び屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）については、「直近陸域」及び「直近海域」に配置された漂流物を衝突する可能性のある漂流物として選定した。

貯留堰については、海中に設置していることから、引き波により貯留堰が露出した後の押し波によって漂流物が衝突するものと想定される。図 4.3-8 及び図 4.3-15 に示すように、貯留堰は第一波では露出せず、第二波以降の引き波により露出するため、露出した後の押し波により漂流物が衝突する可能性がある。このことを踏まえ、第一波により敷地に到達するものとして「直近陸域」及び「直近海域」に配置された漂流物及び第二波以降に敷地に到達するものとして「前面海域」に配置された漂流物を貯留堰に衝突する可能性のある漂流物として選定した。

衝突荷重として考慮する漂流物の選定結果を表 4.3-3 に示す。

また、各漂流物の重量の大小関係から、荷重算定に用いる代表漂流物を選定した。その結果、防潮堤及び屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）については、「直近陸域」の巡視点検用車両（2.15t）及び「直近海域」の小型漁船（総トン数 5t）を考慮する。また、貯留堰については、「直近陸域」の巡視点検用車両（2.15t）、「直近海域」の小型漁船（総トン数 5t）及び「前面海域」の漁船（総トン数 約 19t）を考慮する。なお、滑動状態の漂流物は、「4.2 漂流物による影響確認について」のとおり漂流前の設置レベルが主に O.P.+2.5～4.0m であることから、衝突を考慮する施設・設備としては O.P.+4.0m 以下に設置されている貯留堰のみである。そのため、貯留堰に滑動状態で衝突するものとして、最大重量である敷地内の車両系重機（41.2t）を考慮する。

防潮堤、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）及び貯留堰の衝突荷重として考慮する巡視点検用車両（2.15t）については、2019年9月時点で発電所の入構許可証を発行している約 2600 台の車両から、最も重量のある巡視点検用の車両として選定したものであるため、今後これよりも重い巡視点検用の車両が入構してくる可能性は低いと考えられるが、念のため 2.15t 以上の巡視点検用車両については入構しないよう保安規定に定めることとする。

表4.3-3 衝突荷重として考慮する漂流物と衝突荷重として考慮する施設・設備

調査範囲		取水口へ到達する漂流物	重量等	取水口への到達形態	初期配置区分	漂流物が到達するタイミング	衝突荷重を考慮する施設・設備	
敷地内	陸域	角落し	約7t	滑動	直近陸域	第一波で到達	貯留堰*4	
		第3号機モニタリング架台	—*1	滑動	直近陸域	第一波で到達		
		車両系重機・燃料等輸送車	2.7～41.2t	滑動	直近陸域	第一波で到達		
		PC板（カーテンウォール）	約8t	滑動	直近陸域	第一波で到達		
		キュービクル類	約5t	滑動	直近陸域	第一波で到達		
		がれき	—*2	浮遊	直近陸域	第一波で到達		
	海域	巡視点検用車両	2.15t	浮遊	直近陸域	第一波で到達	防潮堤 屋外排水路逆流防止 設備（防潮堤北側） 貯留堰	
海域	ゴムボート	1t未満	浮遊	直近海域	第一波で到達			
敷地外	小屋取地区	海域	小型漁船	総トン数：5t*6 (排水トン数：15t)	浮遊	直近海域	第一波で到達	貯留堰
		海域	がれき	—*2	浮遊	前面海域	第二波以降で到達	
		陸域	がれき	—*2	浮遊	前面海域	第二波以降で到達	
	陸域	車両	—*3	浮遊	前面海域	第二波以降で到達		
	小屋取地区以外 (女川等)	海域	がれき	—*2	浮遊	前面海域	第二波以降で到達	
		海域	漁船	総トン数：約19t (排水トン数：約57t)	浮遊	前面海域	第二波以降で到達	
		陸域	がれき	—*2	浮遊	前面海域	第二波以降で到達	
			車両	—*3	浮遊	前面海域	第二波以降で到達	
			コンテナ・ユニットハウス	約30t	浮遊	前面海域	第二波以降で到達	
			タンク	22t以下*5 (約200kl)	浮遊	前面海域	第二波以降で到達	

注記 *1：第3号機モニタリング架台はその形状から燃料等輸送車の41.2tよりも軽いと評価。
 *2：がれきは、3.11地震に伴う津波で漂流したがれきを踏まえ、巡視点検用車両の2.15tよりも軽いと評価。
 *3：敷地外の車両は、漁船の57tよりも軽いと評価。
 *4：滑動状態で衝突することを踏まえ、対象漂流物と衝突荷重を考慮する施設・設備の設置レベルから設定。
 *5：敷地外のタンクの重量は、発電所の軽油タンク（撤去済み：330kl）の重量が約22tであることを踏まえ、保守的にこれと同等として22tを考慮。
 *6：小屋取漁港の小型船舶は最大で総トン数4.7tであるが、保守的に総トン数5tとして評価する。

4.3.4 浮遊状態の漂流物による衝突荷重の算定方法

① 規格・基準類及び既往の研究論文の整理

規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物による衝突荷重算定式を表 4.3-4 に示す。

表 4.3-4(1) 規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物による衝突荷重算定式の整理

No.	出典	種類	概要及び算定式	算定式の適用性が確認された範囲（実験条件等）
①	松富ほか (1999)	流木	<p>津波による流木の漂流荷重を提案している。本式は円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の漂流荷重算定式である。</p> $F_m / (\gamma D^2 L) = 1.6 C_{MA} \{v_{A0} / (gD)^{0.5}\}^{1.2} (\sigma_y / \gamma L)^{0.4}$ <p>F_m : 衝突力, γ : 流木の単位体積重量, D : 木材の直径, L : 木材の長さ, g : 重力加速度, C_{MA} : 見かけの質量係数 (水の緩衝機能も加味), v_{A0} : 衝突速度, σ_y : 木材の降伏応力</p>	<p>「実験に基づく推定式」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・見かけの質量係数に関する水路実験 (水路: 高さ0.5m, 幅0.3m, 長さ11.0m), 流木 (丸太) の直径: 4.8cm~12cm, 流木の重量: 305~8615gf ・衝突荷重に関する空中での実験 <p>水理模型実験及び空中衝突実験において, 流木 (植生林ではない丸太) を被衝突体の前面 (2.5m以内) に設置した状態で衝突させている。女川のサイト条件を踏まえると, 被衝突体の直近に衝突体があることを仮定する場合に適用性がある可能性がある。個別の流木 (丸太) の種類等に応じて, 実現象を再現するようなパラメータを適切に定める必要がある。</p>
②	池野・田中 (2003)	流木	<p>円柱以外にも角柱, 球の形状をした木材による漂流荷重を提案している。</p> $F_H / (gM) = S \cdot C_{MA} \cdot \{V_H / (g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})\}^{2.5}$ <p>F_H : 衝突力, g : 重力加速度, M : 漂流物の質量, S : 係数 (=5.0), C_{MA} : 付加質量係数, V_H : 漂流物移動速度, D : 漂流物の直径 (角柱の場合は正方形断面辺長), L : 漂流物の長さ</p>	<p>「実験に基づく推定式」 (縮尺1/100 の模型実験)</p> <p>漂流物の形状: 円柱, 角柱, 球 漂流物重量: 0.588N~29.792N</p> <p>受圧板を陸上構造物と想定し, 衝突体を受圧板前面80cm (現地換算80m) 離れた位置に設置した状態で衝突させた実験である。模型縮尺 (1/100) を考慮した場合, 現地換算で直径2.6~8mの仮定となり, 女川のサイト条件を考慮すると適用性が無いものと判断する。</p>
③	道路橋示方書 (2002)	流木等	<p>橋 (橋脚) に自動車, 流木あるいは船舶等による漂流荷重を定めている。</p> $P = 0.1WU$ <p>P : 衝突力, W : 流送物の重量, U : 表面流速</p>	<p>新規基準に基づく審査において適用された実績がある。</p> <p>漂流物が流下 (漂流) して来た場合に, 表面流速 (津波流速) を与えることで漂流流速に対する荷重を算定できることから, 被衝突体の前面海域からの漂流物を想定する場合に適用性があると判断する。</p>
④	FEMA 2 nd (2012) (FEMA : FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY)	流木 コンテナ	$F_i = 1.3u_{max} \sqrt{km_d(1+c)}$ <p>F_i : 衝突力, c : 付加質量係数, u_{max} : 漂流物を運ぶ流体の最大流速, m_d : 漂流物の質量, k : 漂流物の有効軸剛性</p>	<p>「運動方程式に基づく衝突力方程式」</p> <p>非減衰系の振動方程式に基づいており, 衝突体及び被衝突体の両方とも完全弾性体で, かつ衝突時のエネルギー減衰が一切考慮されていない前提条件での算定式であることから, 衝突時に塑性変形を伴う漂流物の荷重算定では, 個別の漂流物に対して, 実現象を再現するような軸剛性を適切に定める必要がある。</p> <p>漂流物が地表面を転がるような場合は, 衝突流速を50%として良い可能性があるとの記載がある。</p>
⑤	水谷ほか (2005)	コンテナ	<p>漂流するコンテナの漂流荷重を提案している。</p> $F_m = 2\rho_w \eta_m B_c V_x^2 + \left(\frac{WV_x}{gdt} \right), \quad V_x \cong C_x = 2\sqrt{g\eta_m}$ <p>F_m : 衝突力, g : 重力加速度, W : コンテナの重量, B_c : コンテナ幅, ρ_w : 遡上波の最大水位, dt : 衝突時間, ρ_w : 水の密度, V_x : コンテナの漂流速度, C_x : 津波の遡上流速</p>	<p>「実験に基づく推定式」 (縮尺1/75 の模型実験)</p> <p>使用コンテナ: 長さを20ft と40ft, コンテナ重量: 0.2N~1.3N 程度, 遡上流速: 1.0m/s 以下, 材質: アクリル</p> <p>被衝突体の直近のエプロン上にコンテナを設置して衝突力を求めた算定式である。衝突体と水塊が一体となって衝突し, 衝突前の運動量が全て力積として作用するものとして考えた算定式であり, 右辺の第1項は付加質量による荷重を表している。</p>

表 4.3-4(2) 規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物による衝突荷重算定式の整理

No.	出典	種類	概要及び算定式	算定式の適用性が確認された範囲 (実験条件等)
⑥	有川ほか (2007, 2010)	流木 コンテナ	<p>鋼製構造物 (コンテナ等) による漂流荷重を提案している。</p> $F = \gamma_p x^{\frac{2}{5}} \left(\frac{5}{4} \tilde{m} \right)^{\frac{3}{5}} v^{\frac{6}{5}}, x = \frac{4\sqrt{a}}{3\pi} \frac{1}{k_1 + k_2}, k = \frac{(1 - \nu^2)}{\pi E}, \tilde{m} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ <p>F_m : 衝突面半径の 1/2 (ここではコンテナ衝突面の縦横長さの平均の 1/4) , E : ヤング係数, ν : ポアソン比, m : 質量, v : 衝突速度, γ_p : 塑性によるエネルギー減衰効果, 添字 1, 2 は衝突体と被衝突体を表す。</p>	<p>「実験に基づく推定式」 (縮尺1/5 の模型実験) 使用コンテナ : 長さ1.21m, 高さ0.52m, 幅0.49m 衝突速度 : 1.0~2.5m/s 程度, 材質 : 鋼製 水理模型実験では, コンテナを被衝突体の前面1.21m (現地換算 6.05m) に設置して衝突力を求めた算定式である。 衝突体の剛性k_1 と被衝突体の剛性k_2 の両方がパラメータとして含ま れている算定式であり, 個別の漂流物に対して, 実現象を再現するよ うな剛性に係るk 値を適切に定める必要があるが, 対象としている種 類以外への適用性があるk 値に係るk_1及びk_2 の値, すなわち実験デー タを再現するよう同定された当該式の妥当なk_1及びk_2の値が不明であ るため, 現状では当該式は対象としている種類以外への適用は難しい と考える。</p>

② 漂流物による衝突荷重算定式の適用について

「①規格・基準類及び既往の研究論文の整理」で示した論文に対して、「4.3.3 衝突荷重として考慮する漂流物の選定」において区分した、漂流物の初期配置（「直近陸域」、「直近海域」及び「前面海域」）及び適用流速の観点も加えた結果を表 4.3-5 に示す。

表 4.3-5 規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物による衝突荷重算定式の整理結果

No.	出典	種類	漂流物の初期配置	適用流速	適用性
①	松富ほか (1999)	流木	直近陸域 直近海域	衝突速度	個別の流木 (丸太) の種類等に応じて、実現象を再現するようなパラメータを適切に定める必要があるという課題はあるものの、「直近陸域」又は「直近海域」からの流木に対して適用可能と判断する。 なお、衝突荷重として考慮する漂流物に流木は選定していない。
②	池野・田中 (2003)	流木	直近陸域	漂流物の移動速度	流木を対象とした算定式であるが、実験の模型縮尺 (1/100) を考慮すると、原子力発電所における漂流物衝突事象への適用は困難と判断する。 なお、衝突荷重として考慮する漂流物に流木は選定していない。
③	道路橋示方書 (2002)	流木等	前面海域	表面流速 (津波流速)	漂流物が流下 (漂流) して来た場合に、表面流速 (津波流速) を与えることで漂流流速に対する荷重を算定できるため、「前面海域」からの漂流物に対して適用可能と判断する。
④	FEMA 2 nd (2012) (FEMA : FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY)	流木 コンテナ	直近陸域	漂流物を運ぶ流体の最大流速	個別の漂流物に対して、実現象を再現するような軸剛性を適切に定める必要があるという課題はあるものの、「直近陸域」又は「直近海域」からの漂流物に対して適用可能と判断する。
⑤	水谷ほか (2005)	コンテナ	直近陸域	津波の遡上流速	エプロン上にコンテナを設置して衝突力を求めるという特殊な実験により得られた式であることに留意する必要があるものの、「直近陸域」からのコンテナに対して適用可能と判断する。 なお、衝突荷重として考慮する漂流物にコンテナは選定していない。
⑥	有川ほか (2007, 2010)	流木 コンテナ	直近陸域 直近海域	衝突速度	剛性に係るk値を適切に定める必要があるが、対象としている種類以外への適用性があるk値に係る k_1 及び k_2 の値、すなわち実験データを再現するよう同定された当該式の妥当な k_1 及び k_2 の値が不明であるため、現状は当該式が対象としている種類 (流木) 以外への適用は困難と判断する。 したがって、「直近陸域」又は「直近海域」からの流木に対して適用可能と判断する。 なお、衝突荷重として考慮する漂流物に流木は選定していない。

また、「4.3.3 衝突荷重として考慮する漂流物の選定」及び表 4.3-5 から、漂流物による衝突荷重算定式の適用について以下のとおり評価した。

a. 巡視点検用車両（以下「車両」という。）

規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物による衝突荷重算定式において、車両を対象とした算定式としては、「FEMA (2012) *1」が新規基準に基づく審査において適用された実績がある。これ以外のものとして、対象種別がコンテナとされている算定式（水谷ほか、有川ほか、道路橋示方書）の車両への適用についても検討した。

「水谷ほか (2005)」の式は、入力パラメータの車両に対する実験での検証がされていないため、車両への適用は難しいと考える。よって、車両の衝突荷重の算定の対象外とする。

「有川ほか (2007, 2010)」の式では、入力パラメータとして、衝突面積、ヤング率、ポアソン比、塑性によるエネルギー減衰効果が必要になるが、車両の実験データを再現するよう同定された当該式の妥当なパラメータが不明であるため、現状では当該式は車両への適用は難しいと考える。よって、車両の衝突荷重の試算の対象外とする。

「道路橋示方書 (2002)」は、漂流物が流下（漂流）して来た場合に、表面流速（津波流速）を与えることで漂流流速に対する荷重を算定でき、「前面海域」からの漂流物に対して適用可能と考えるが、評価対象の車両は「直近陸域」からの漂流物であるため、衝突荷重の試算の対象外とした。

以上から、車両については「FEMA (2012) *1」を適用することとする。

b. 漁船（以下「船舶」という。）

基準津波の第一波で衝突する船舶（総トン数 5t）については、軸剛性を適切に設定した上で、上記車両と同様に「FEMA (2012) *1」を適用することとする。なお、「FEMA (2012) *1」以外の算定式として「水谷ほか (2005)」及び「有川ほか (2007, 2010)」があるが、上記車両と同様に船舶への適用は難しいと考え、対象外とした。

また、基準津波の第二波以降で衝突する船舶（総トン数 19t）については、新規基準に基づく審査において、船舶に適用された実績がある「道路橋示方書 (2002)」を適用することとする。「道路橋示方書 (2002)」は、漂流物が流下（漂流）して来た場合に、表面流速（津波流速）を与えることで漂流流速に対する荷重を算定できることから、被衝突体の前面海域からの漂流物を想定する場合に適用性があると判断し、前面海域からの船舶の衝突による荷重算定に適用する。

4.3.5 滑動状態の漂流物による衝突荷重の算定方法

海底又は陸上を滑動するものの衝突荷重算定式に関する知見は比較的少ないが、「FEMA (2019) *²」によれば、漂流物の衝突に関して「ASCE (2016) *³」に従うよう記載されており、「ASCE (2016) *³」の中で、流速 4m/s の条件下で 2270kg の石材・コンクリート殻が海底を滑動する際の衝突荷重が例示されている。

この例示を参考に、滑動状態で衝突を考慮するもののうち、最も重量の大きい車両系重機 (41.2t) を対象に荷重を算定する。

なお、取水口付近の敷地陸域 (O.P.+2.5m) を滑動する漂流物が引き波により海側に滑動した場合、**図 4.3-19** のように発電所港湾内に落下することが考えられるが、貯留堰は取水口の内側に設置されていることから、落下によって貯留堰に衝突することはない。

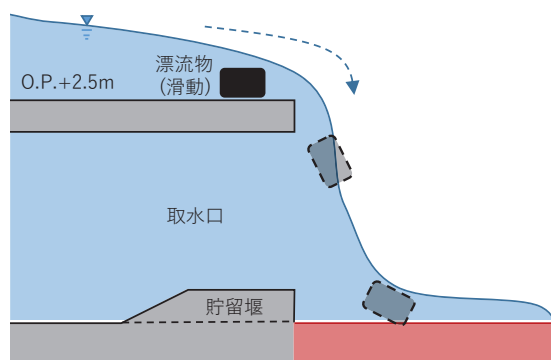


図 4.3-19 取水口付近の敷地陸域から滑動して発電所港湾内に落下する概念図

4.3.6 漂流物による衝突荷重の算定における設計上の配慮について

漂流物による衝突荷重の算定においては、各パラメータについて、以下の項目を考慮して設定する。

① 漂流物による衝突荷重算定用の流向

漂流物による衝突荷重は、漂流物が被衝突物に対して法線方向に作用する際に最大となる。「4.3.2 基準津波の特徴（水位、流向及び流速）の把握」で示したとおり、被衝突物である防潮堤、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）及び貯留堰前面での最大流速は法線方向と一致していない。そのため、設計上の配慮として、漂流物は被衝突物に対して法線方向から衝突させる。

② 漂流物による衝突荷重算定用の流速

漂流物による衝突荷重は、漂流物が被衝突物に衝突する速度、すなわち流速が大きければ荷重としても大きくなる。「4.3.2 基準津波の特徴（水位、流向及び流速）の把握」で示したとおり、防潮堤、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）及び貯留堰前面での最大流速は、約 4.9m/s、約 2.9m/s 及び約 1.9m/s であった。ただし、設計上の配慮として、被衝突物に漂流物が衝突する際の流速については発電所港湾を含めた敷地前面域から全ての方向の流速ベクトルを含めた中での最大流速の数値を切り上げ、13.0 m/s とする。すなわち、この設計用の流速は、防潮堤前面、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）前面及び貯留堰前面における最大流速（約 4.9m/s、約 2.9m/s 及び約 1.9m/s）をそれぞれ約 2.6 倍、約 4.4 倍及び約 6.8 倍した値に相当する。

③ 漂流物による衝突荷重と津波荷重との重畳

漂流物による衝突荷重と津波荷重の組合せについて、実際に施設に作用する荷重としては、津波による最大荷重と漂流物による最大荷重が同時に作用する可能性は小さく、「ASCE (2016) *3」においても漂流物衝突と津波荷重の重畳は考慮する必要がないとされているものの、設計上の配慮として津波による最大荷重（最大波高時における波力）と漂流物による最大荷重（最大流速時における漂流物による衝突荷重）を重畳させる。

4.3.7 漂流物による衝突荷重の算定

衝突荷重として考慮する浮遊状態の漂流物として選定した船舶及び車両について、規格・基準類及び既往の研究論文の衝突荷重算定式の女川原子力発電所での適用性を考慮した上で、車両 (2.15t) と「直近海域」の船舶 (総トン数 5t) は「FEMA (2012) *1」、

「前面海域」の船舶 (総トン数 19t) は道路橋示方書式を適用して衝突荷重を算定した。

また、滑動状態で衝突を考慮する車両系重機 (41.2t) は、「ASCE (2016) *3」の例示を参考に、衝突荷重を算定した。

車両 (2.15t) と「直近海域」の船舶 (総トン数 5t) の衝突荷重算定時に用いる付加質量及び軸剛性については、以下のとおり設定した。

① 車両

車両の衝突荷重算定時に用いる「FEMA (2012) *1」の付加質量係数 C は保守的に最大値の $C=1$ を適用する。

また、車両の軸剛性は、軽自動車 (2.04×10^6 N/m)、セダン型乗用車 (2.4×10^6 N/m) 及び大型乗用車 (2.8×10^6 N/m) から最大となる大型乗用車軸剛性 (2.8×10^6 N/m) を用いるものとする。なお、軽自動車の 2.04×10^6 N/m は「高島ら (2015)」の実験により求められた3段階の軸剛性のうち、最も軸剛性が大きい3次剛性であり、セダン型乗用車の 2.4×10^6 N/m 及び大型乗用車の 2.8×10^6 N/m は、「高島ら (2015)」の衝突実験を「甲斐田・木原 (2017)」が再整理した $9.0 \times 10^5 \sim 2.4 \times 10^6$ N/m 及び $1.3 \times 10^6 \sim 2.8 \times 10^6$ N/m のそれぞれ最大値で、軽自動車の3次剛性 2.04×10^6 N/m よりも大きい値である。

② 船舶

船舶の衝突荷重算定時に用いる「FEMA (2012) *1」の付加質量係数 C は、上記車両と同様に保守的に最大値の $C=1$ を適用する。

船舶の軸剛性としては、「甲斐田・木原 (2017)」が既往の文献を整理し、総トン数 400~4000t の鋼製の大型船舶の有効軸剛性が示されている。一方、評価対象としている船舶は小屋取漁港の漁船で、最大の総トン数は約 5t であることから、大型船舶から小型船舶へ外挿する方法が考えられるが、小屋取漁港の小型漁船はいずれも FRP 製の船舶であるため、材質の違いにより外挿する方法は適用が困難であると考えられる。

このような状況を踏まえ、FRP 製の材質を考慮できる方法を用い、荷重-変位関係から軸剛性を算出することとした。

船舶は、強固な弾性体として設計する浸水防護施設 (防潮堤、逆流防止設備 (防潮堤北側) 及び貯留堰) に対して座屈強度が小さいと考えられることから、船舶が圧壊していくこととなり、圧壊が進むにつれて衝突エネルギーが減少しつつ圧壊荷重が上限となって圧壊は終了する。これと同時に、被衝突側の強固な弾性体である浸水防護施設にその圧壊荷重 (最大荷重) が作用する。

「構造物の衝撃挙動と設計法 ((社) 土木学会, 1994)」(以下、「土木学会 (1994)」という) によれば、図 4.3-20 に示すように、剛性及び強度が大きい海洋構造物に対す

る船舶の圧壊荷重と変形量との関係が示されている。

船舶の衝突初期は、船首が傾斜しているため接触面が小さく、圧壊が進むに従って荷重（反力）はほぼ直線的に増加するが、船舶の破壊が進み、船首の傾斜部が全部破壊し、船体の全面が海洋構造物に接触すると、その後の荷重はほぼ一定値に達する。この時の荷重は、船首側からの圧壊による座屈荷重とほぼ同等とみることができるとされている。

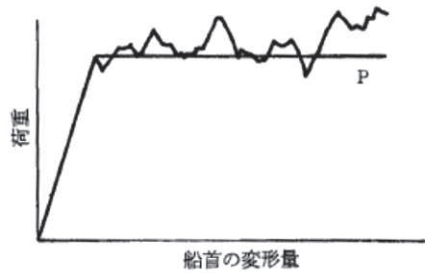


図 4.3-20 荷重と船首の変形量（「土木学会（1994）」）

これらを踏まえ、「土木学会（1994）」では、船舶の圧壊荷重（船首強度） P_c については、以下に示す平板の座屈応力度の算定式から座屈強度 σ_c を算出し、船首形状寸法等を乗じることで求められるとしている。

「土木学会（1994）」では、下記の式を鋼製の大型船舶に適用しているが、式中に船舶の材質を考慮できるヤング率 E 及びポアソン比 ν が入っていることから、評価対象である FRP 製の船舶へ適用することが可能と考える。さらに、「基礎からわかる FRP（強化プラスチック協会編，2016）」によれば、FRP は座屈強度を基準に構造設計する必要があることとされており、FRP 製の船舶の圧壊荷重に座屈強度を用いることは妥当であると考えられる。

$$\sigma_c = k \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2 \quad \dots \dots \dots (4.1)$$

$$P_c = 2Dt(\cos\theta)\sigma_y \quad \dots \dots \dots (4.2)$$

ここで、式(4.1)及び式(4.2)の記号及び設定内容を表 4.3-6 に示す。

表 4.3-6(1) FRP 製の船舶（総トン数 5t）の軸剛性算出に用いる入力条件一覧

記号の説明	設定内容
L : 船の長さ	「漁港・漁場の施設の設計参考図書（水産庁，2015 年）」から総トン数 5t の長さ（11m）を採用
k : 座屈係数	「土木学会（1994）」より $(b/a + a/b)^2$ にて算出

表 4.3-6(2) FRP 製の船舶（総トン数 5t）の軸剛性算出に用いる入力条件一覧

E : ヤング率	「漁港・漁場の施設の設計参考図書（水産庁，2015 年）」のハンドレイアップ成形法の曲げ弾性率 9~12(GPa)から保守的に最大となる 12(GPa) (=1.22×10 ⁶ tf/m ²) を採用
ν : ポアソン比	「3 相森・田中平均化手法のハイブリッド FRP 梁への応用（土木学会，2014）」より 0.308 とされていることを踏まえ，保守的に 0.4 を採用
t : 船側外板厚	「土木学会（1994）」より $0.82\sqrt{L} + 2.5$ (mm)にて算出
a : 横肋骨心距	「土木学会（1994）」より $450+2L$ (mm)にて算出
b : 縦肋骨心距	「土木学会（1994）」より $550+2L$ (mm)にて算出
D : 船の深さ	「土木学会（1994）」より $0.08 \times L$ (m)にて算出
2θ : 船首角度	「土木学会（1994）」より $2\theta = 35 \sim 70$ 度とされていることを踏まえ，保守的になるよう 35 度を採用

式(4.1)及び式(4.2)から FRP 製の船舶（総トン数 5t）の圧壊荷重は 35.6kN となる。

上述のとおり，「土木学会（1994）」によれば，船舶の破壊が進み，船首傾斜部がすべて破壊した後は，35.6kN の圧壊荷重が一定値として作用することとなるが，FRP 製の小型船舶の圧壊荷重の算定について，その妥当性が十分に検証されていないことから，その圧壊荷重をそのまま衝突荷重とは考えずに，保守的に衝突速度に応じて荷重が増大することを仮定し，衝突荷重を算出することとする。

そのため，上記で算出した FRP 製の船舶（総トン数 5t）の圧壊荷重と，その圧壊荷重に対応する変位量，すなわち船首傾斜部の長さ L_{sf} (m) から，以下のように軸剛性 k を算出することとする。式の記号及び設定内容を表 4.3-6 に示す。

$$k = \frac{P_c}{L_{sf}}$$

なお，船首傾斜部の長さは，「土木学会（1994）」によれば， $0.25 \times D$ (m) にて算出される。

以上から，FRP 製の船舶（総トン数 5t）の軸剛性は 1.62×10^5 N/m と算出される。この軸剛性を「FEMA（2012）*1」に適用し，衝突荷重を算出することとする。

以上を踏まえ、表 4.3-7 に防潮堤及び屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）で考慮する漂流物による衝突荷重を、表 4.3-8 に貯留堰で考慮する漂流物による衝突荷重を示す。算出の結果、漂流物による最大衝突荷重は、防潮堤、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）及び貯留堰のいずれにおいても 1855kN であるため、設計用衝突荷重としては保守的に 2000kN とする。なお、設置変更許可時において漂流物の最大重量として選定した船舶（57t）を、防潮堤及び屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の衝突荷重として考慮したとしても、設計用衝突荷重 2000kN に包絡されることを確認した。

表4.3-7 漂流物による衝突荷重一覧（防潮堤及び屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側））

種類	質量 (t)	適用式	流速 (m/s)	衝突荷重 (kN)	設計用衝突荷重 (kN)
車両	2.15	「FEMA (2012)」	13	1855	2000
船舶（直近海域）	15*	「FEMA (2012)」	13	1177	
【参考】船舶（前面海域）	57*	道路橋示方書	13	727	

注記 *：船舶の質量は、総トン数の3倍する。

表4.3-8 漂流物による衝突荷重一覧（貯留堰）

種類	質量 (t)	適用式	流速 (m/s)	衝突荷重 (kN)	設計用衝突荷重 (kN)
車両	2.15	「FEMA (2012)」	13	1855	2000
船舶（直近海域）	15* ¹	「FEMA (2012)」	13	1177	
船舶（前面海域）	57* ¹	道路橋示方書	13	727	
車両系重機* ²	41.2	「ASCE (2016)」	13	624* ³	

注記 *1：船舶の質量は、総トン数の3倍する。

*2：滑動状態で衝突することを考慮する漂流物。

*3：「ASCE (2016) *³」の例示は以下のとおり。

$$F_i = 36 \times I_{TSU} = 36 \times 1.25 = 45 \text{ kN}$$

F_i ：設計衝突力 (kN)

I_{TSU} ：重要度係数 (1.25)

流速：4 (m/s)

重量：2270 (kg)

上記の例示を踏まえ、流速13m/s、重量41.2tを考慮すると以下のとおり。

$$F_i = 36 \times 1.25 \times (13/4) \times (41200/2270)^{0.5} = 624 \text{ kN}$$

- 注記*1 : FEMA (2012) : Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Second Edition, FEMA P-646, Federal Emergency Management Agency, 2012
- *2 : FEMA (2019) : Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Third Edition, FEMA P-646, Federal Emergency Management Agency, 2019
- *3 : ASCE (2016) : Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures, ASCE/SEI Standard 7-16, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia

(参考1) 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の設置概念図について

屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）については、防潮堤よりも海側に位置しているが、地中（岩盤内）に設置されることから、漂流物は衝突しないと評価している。

屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の位置を図1に、断面図を図2に示す。

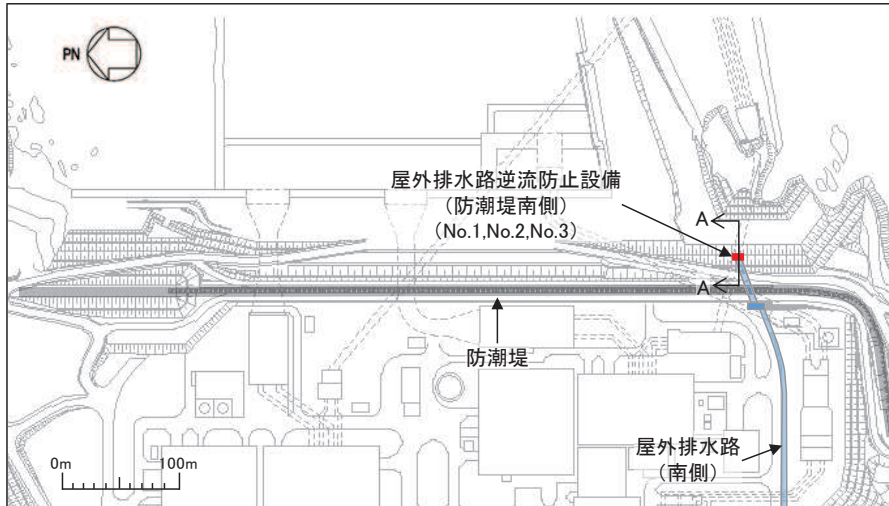


図1 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の位置図

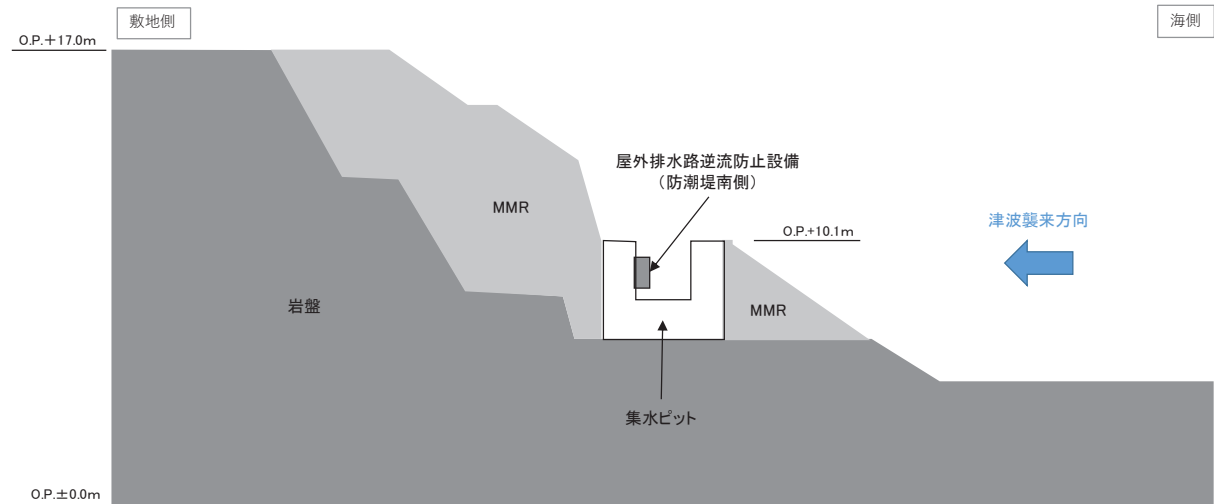


図2 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の断面図（A-A断面）

(参考2) 小屋取漁港付近の流向・流速について

小屋取漁港付近の流向・流速について、水粒子の動きを把握する方向として有効な軌跡解析を実施し、その特徴を確認した。解析時間は、第一波での到達する可能性の検討であることを踏まえ、地震発生から70分とした。軌跡解析の初期位置を図1に示す。

流向・流速の観点から行った軌跡解析の結果を図2及び図3に示す。

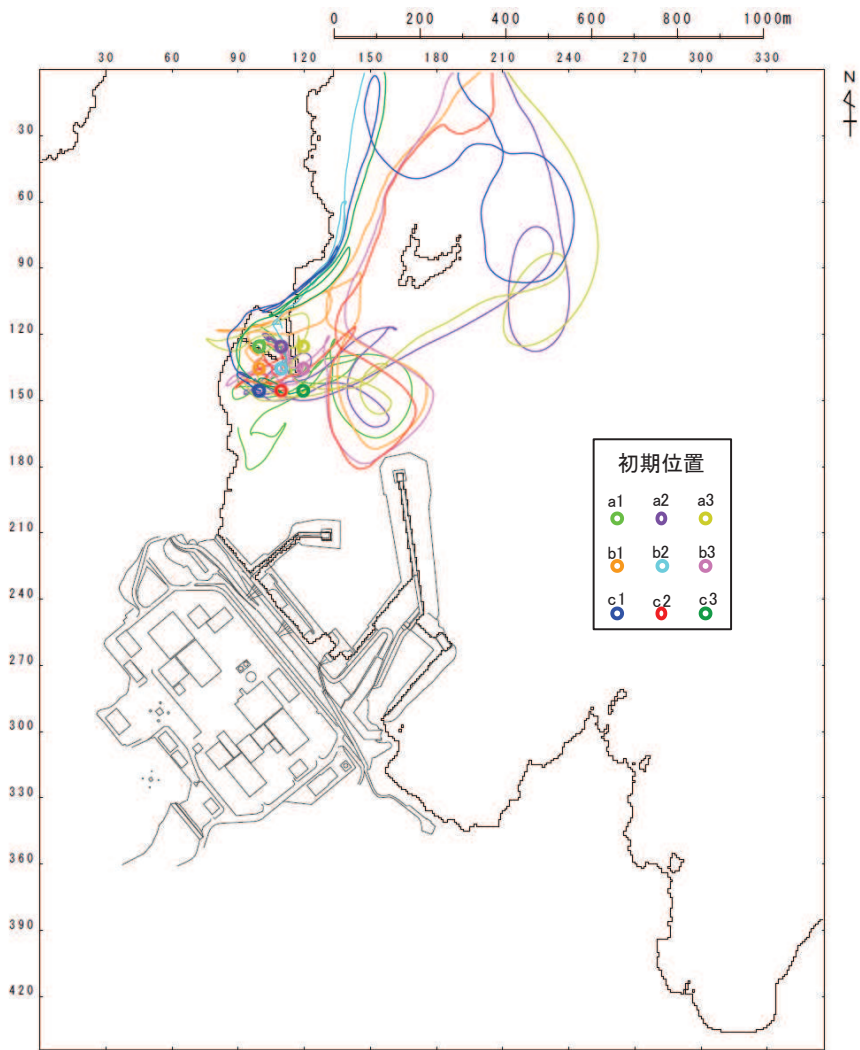


図4.3-20 「直近海域」内における軌跡解析結果（地震発生から70分後まで）

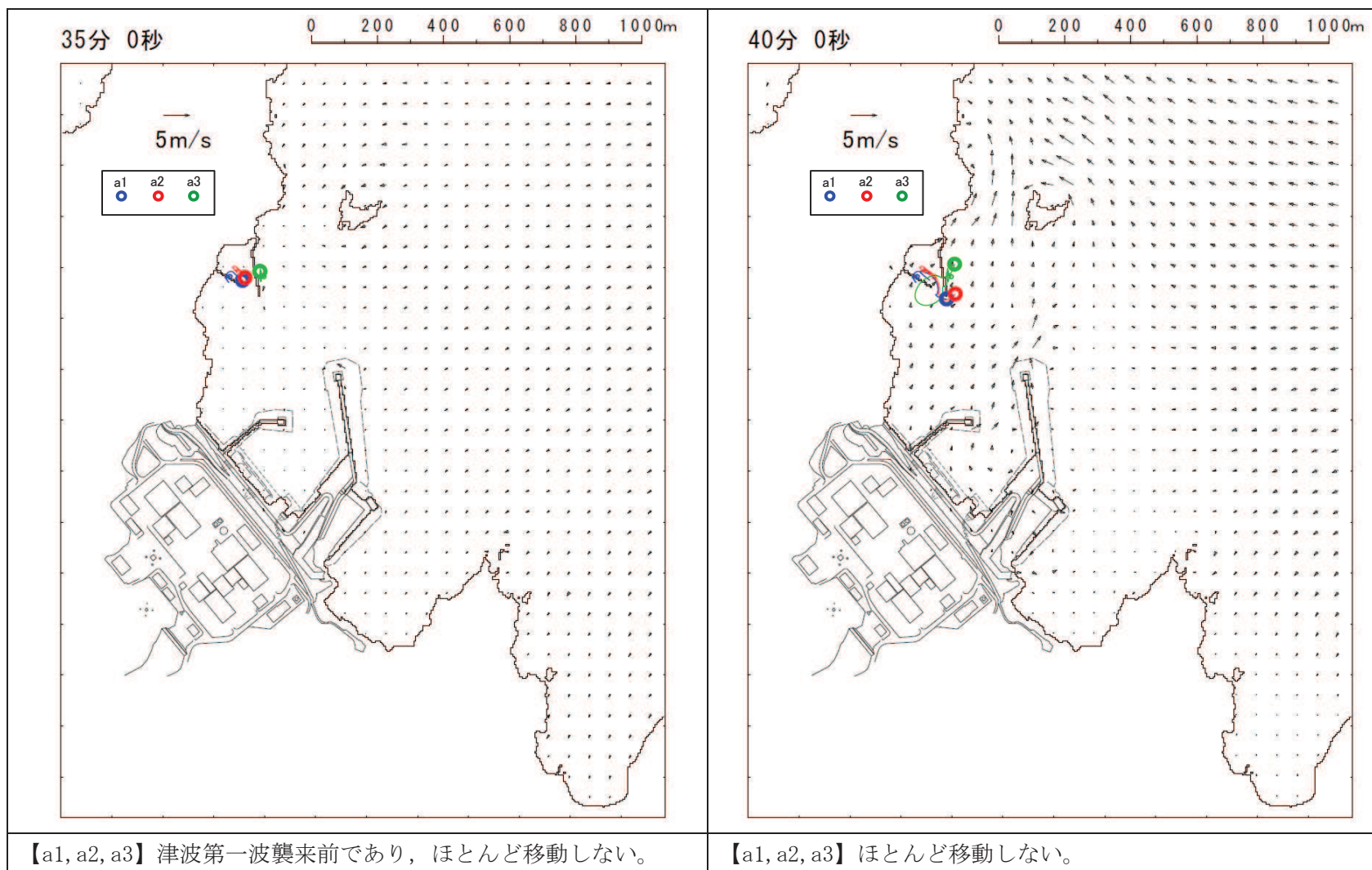


図 4.3-21(1) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細（35分後及び40分後）

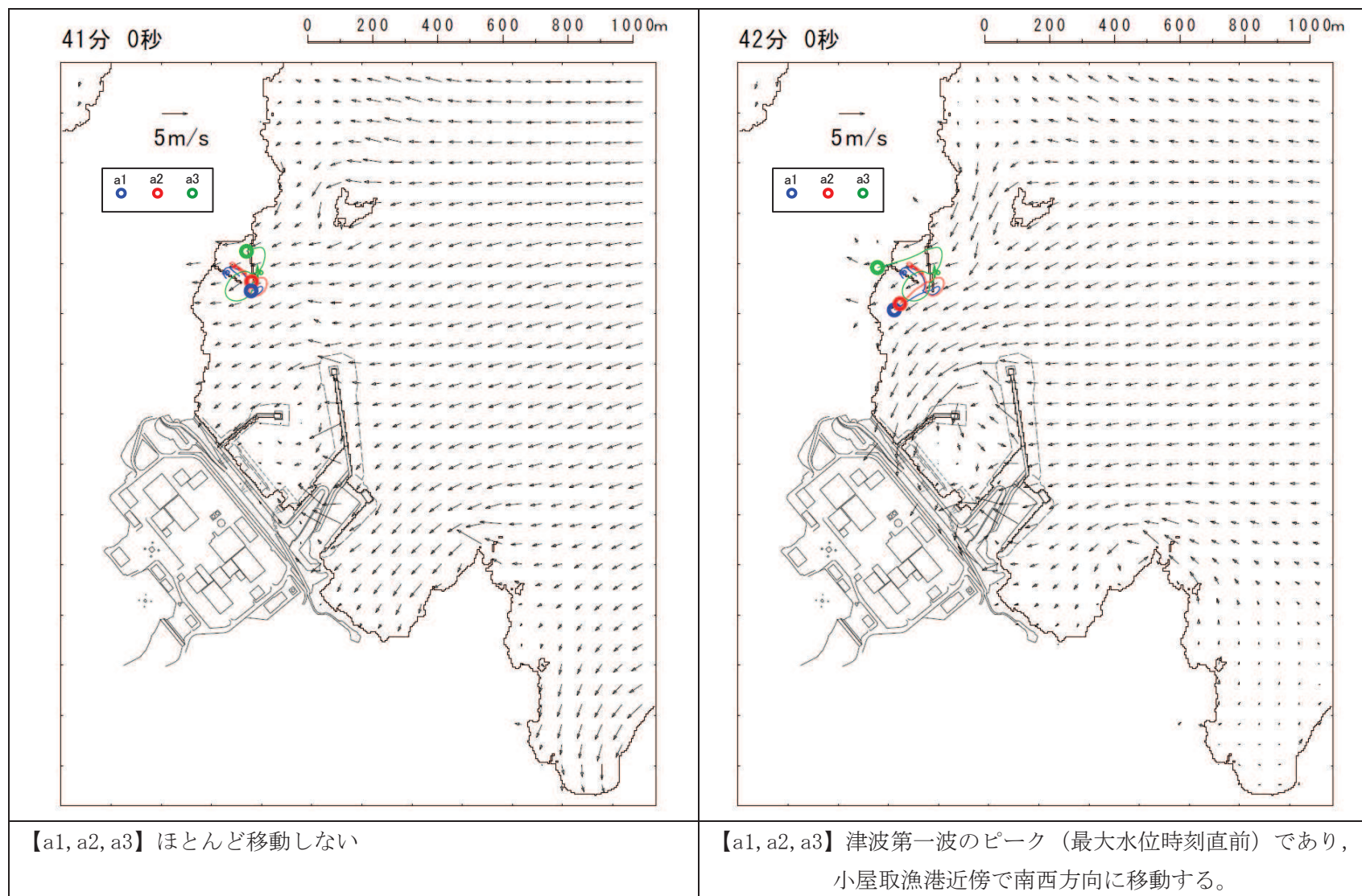


図 4.3-21(2) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細（41分後及び42分後）

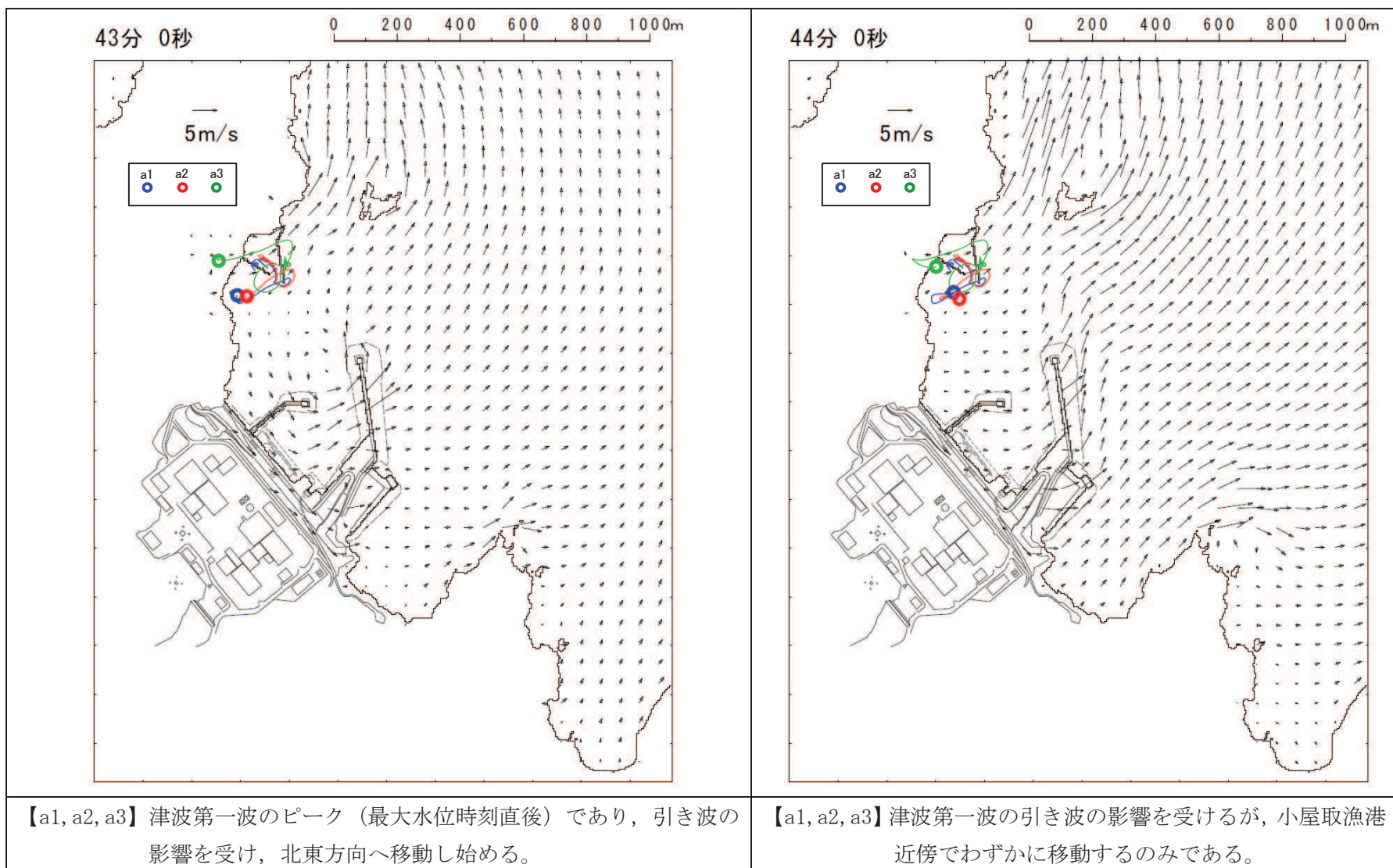


図 4.3-21(3) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細（43分後及び44分後）

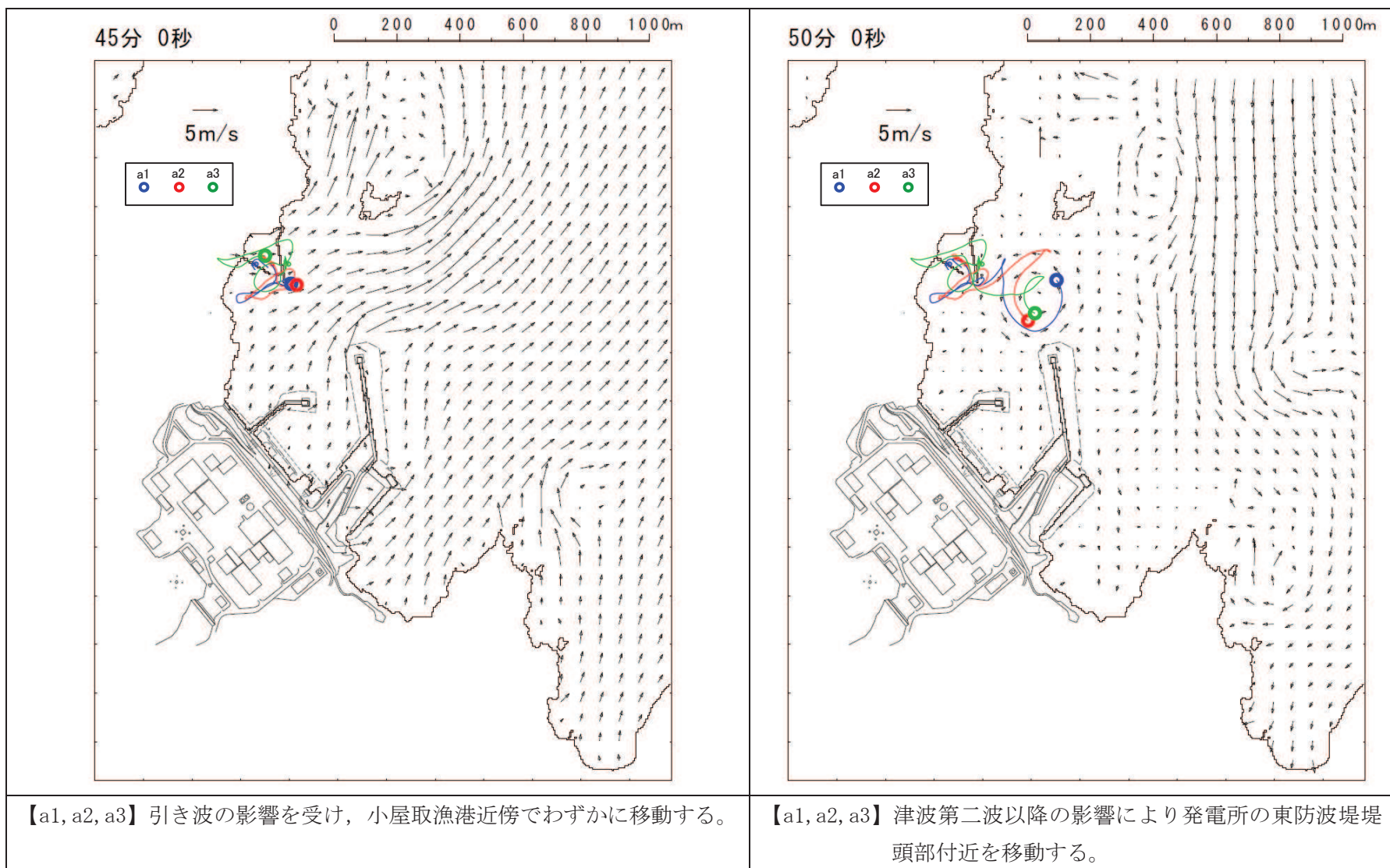


図 4.3-21(4) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細 (45 分後及び 50 分後)

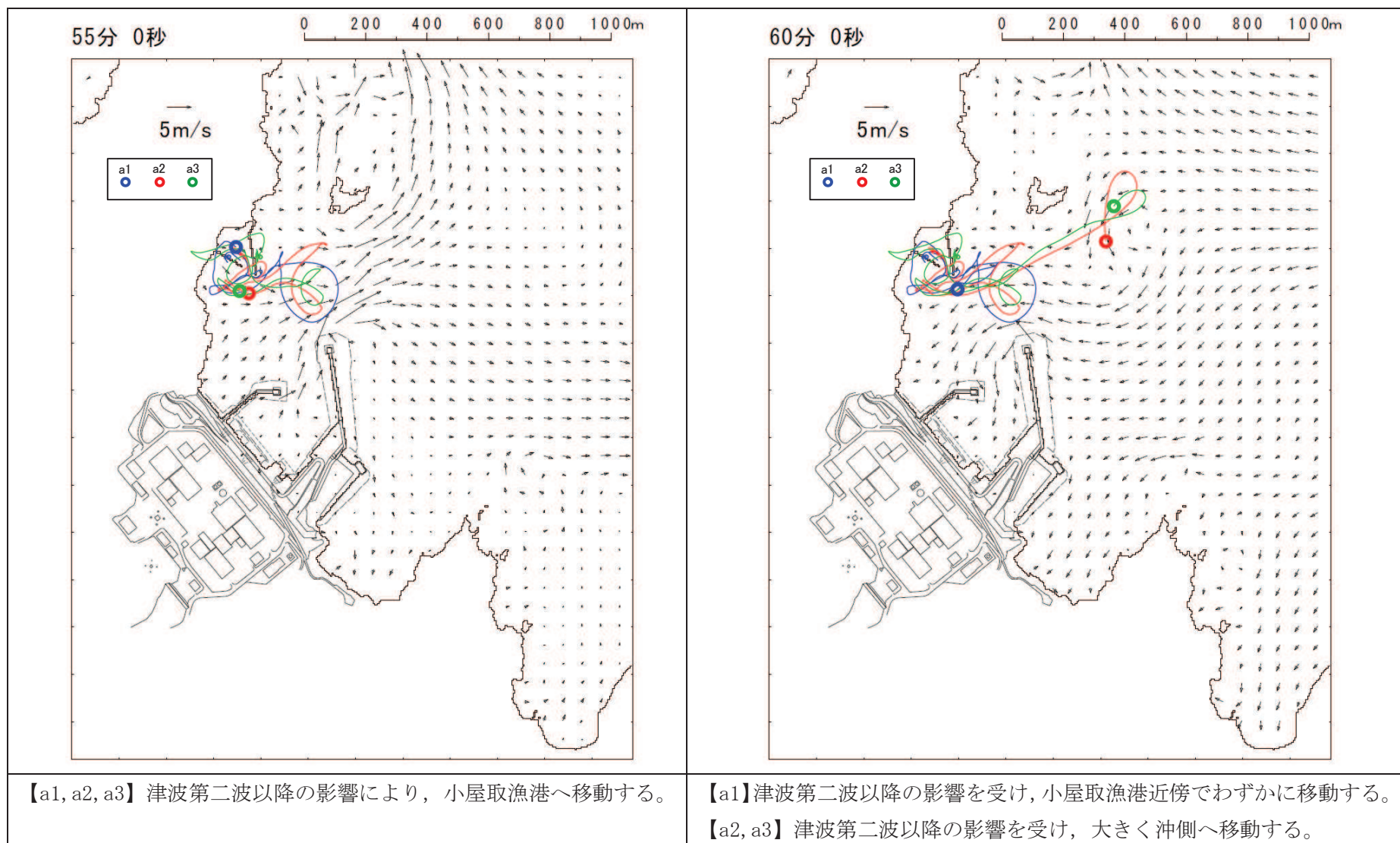


図 4.3-21(5) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細（55分後及び60分後）

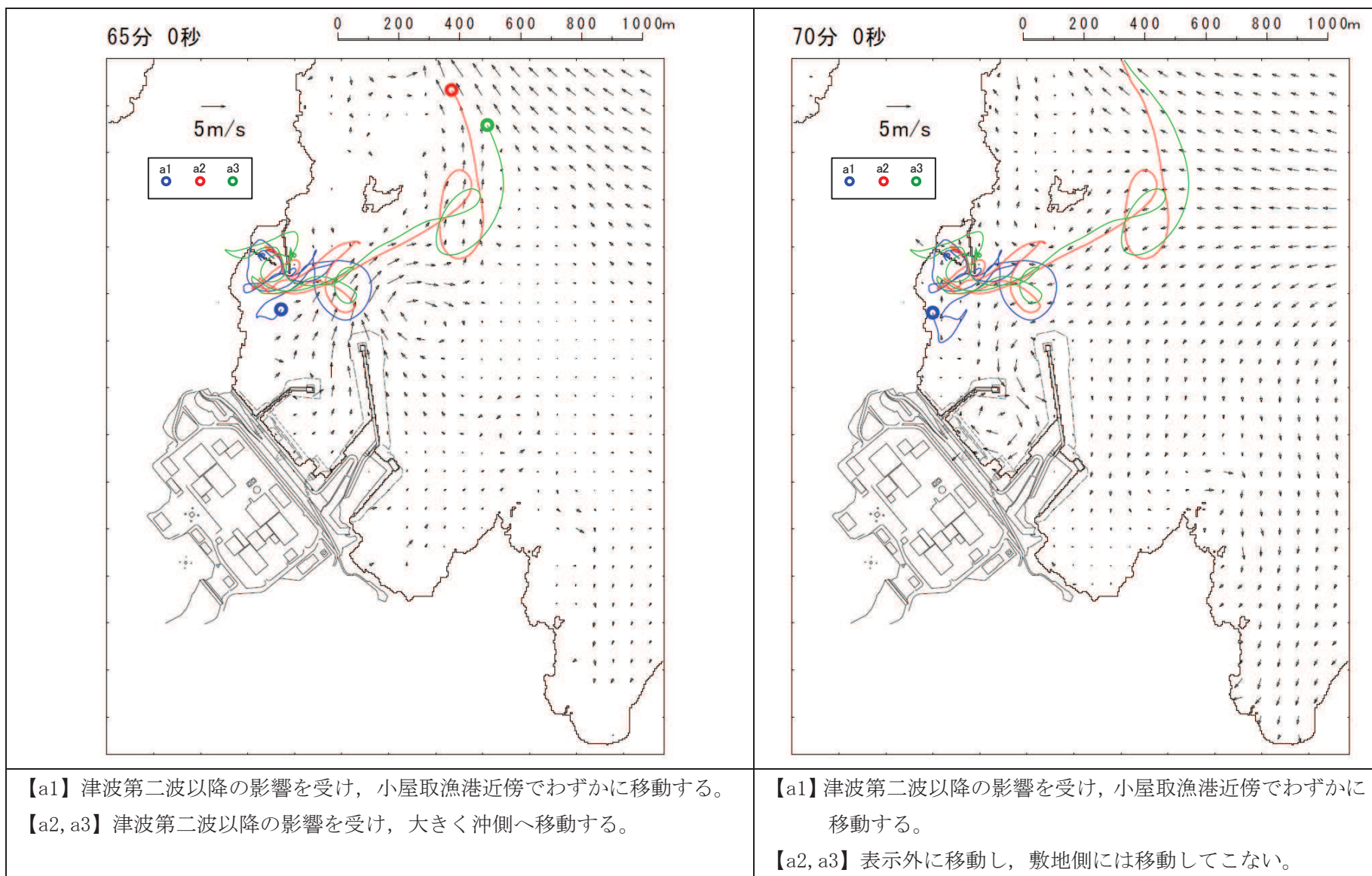


図 4.3-21(6) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細 (65分後及び70分後)

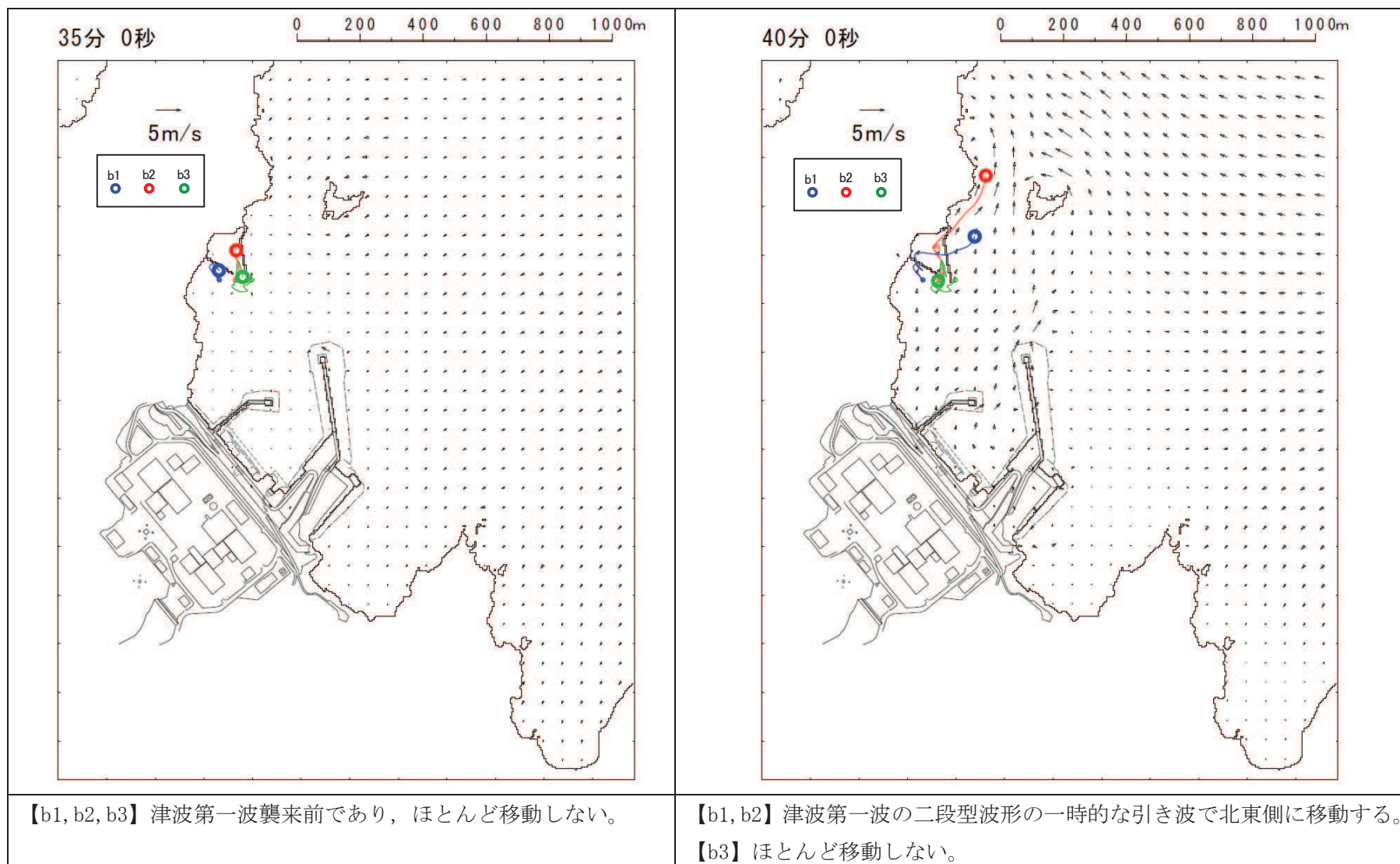


図 4.3-21(7) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細 (35 分後及び 40 分後)

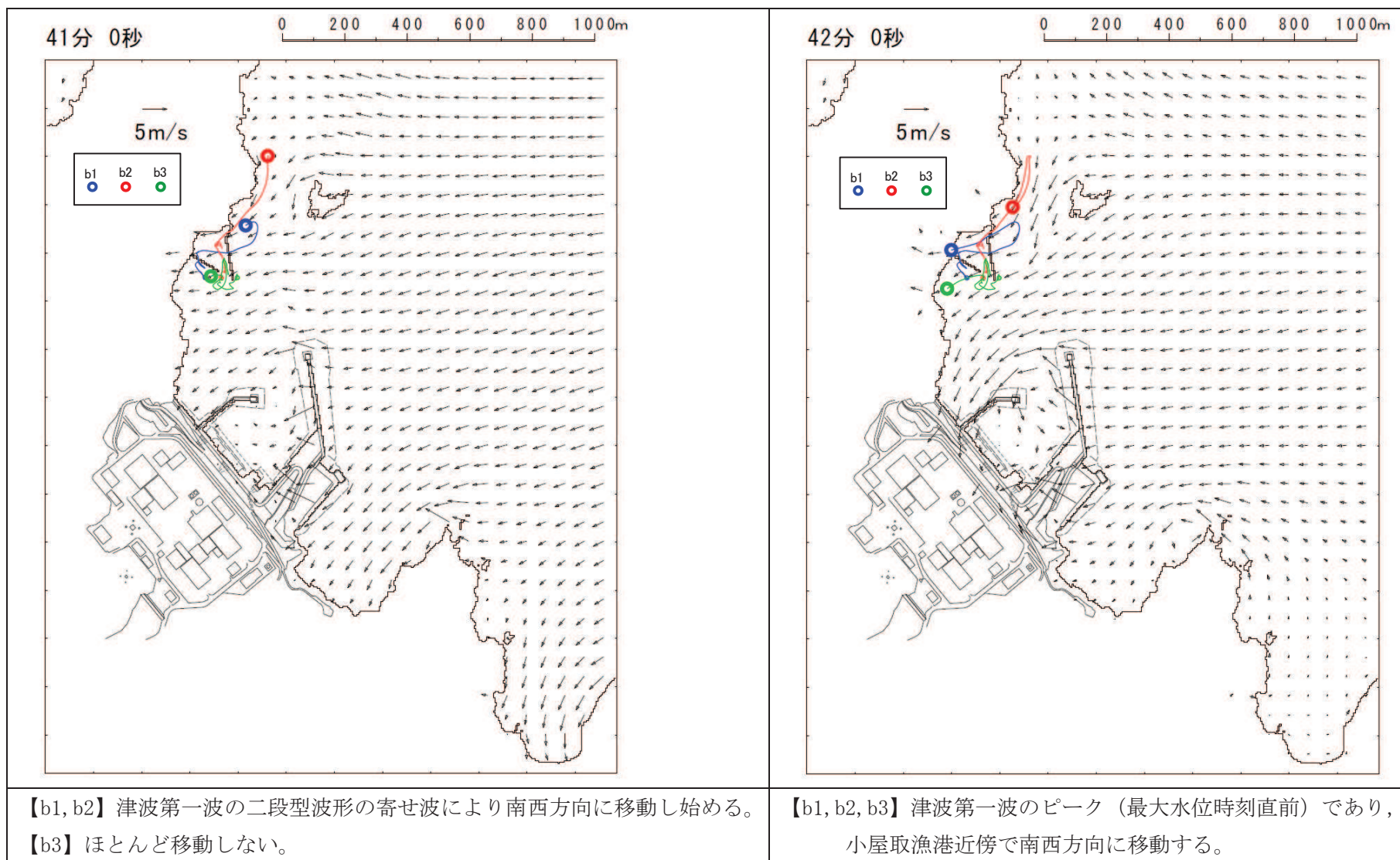


図 4.3-21(8) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細（41分後及び42分後）

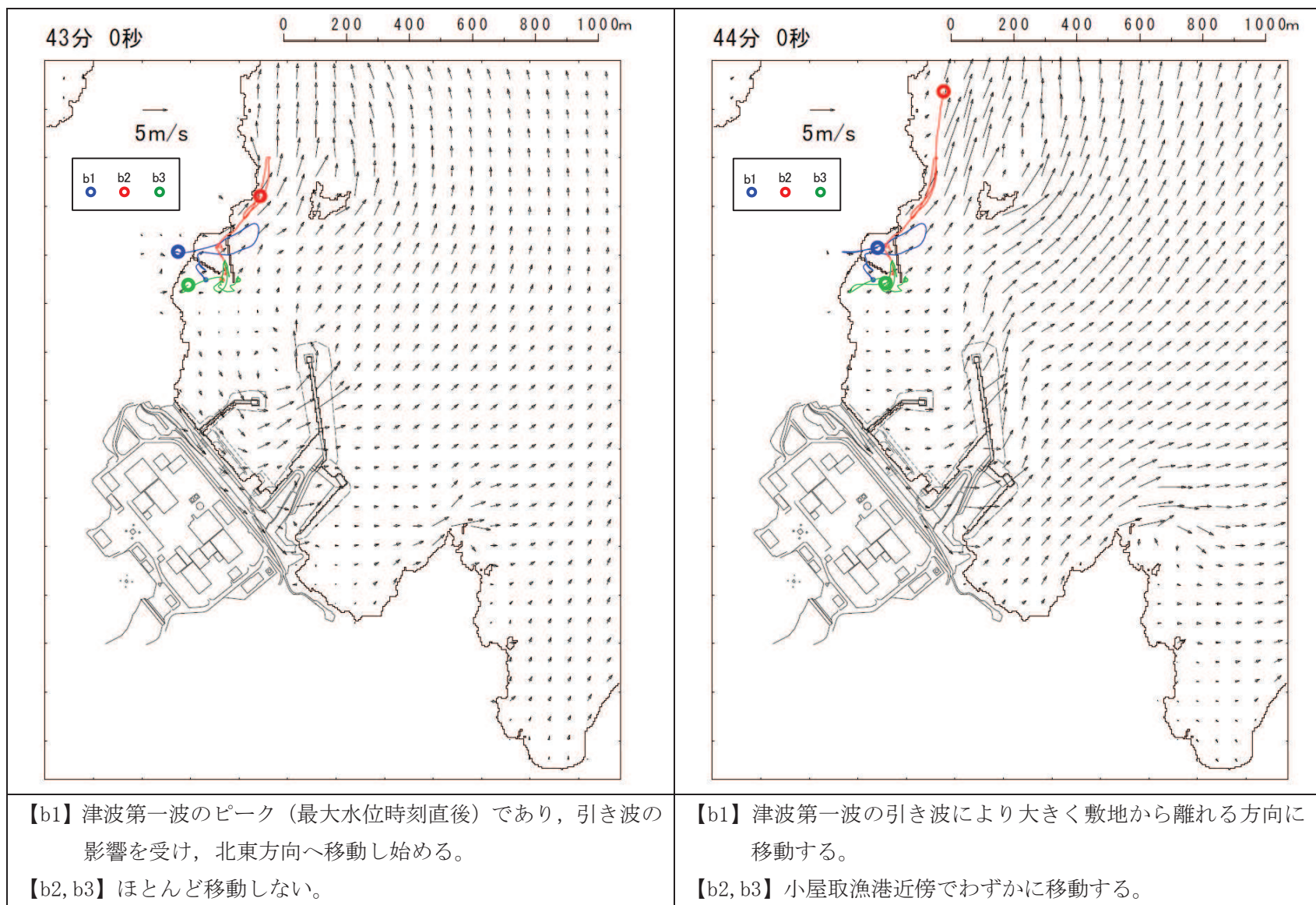


図 4.3-21(9) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細（43分後及び44分後）

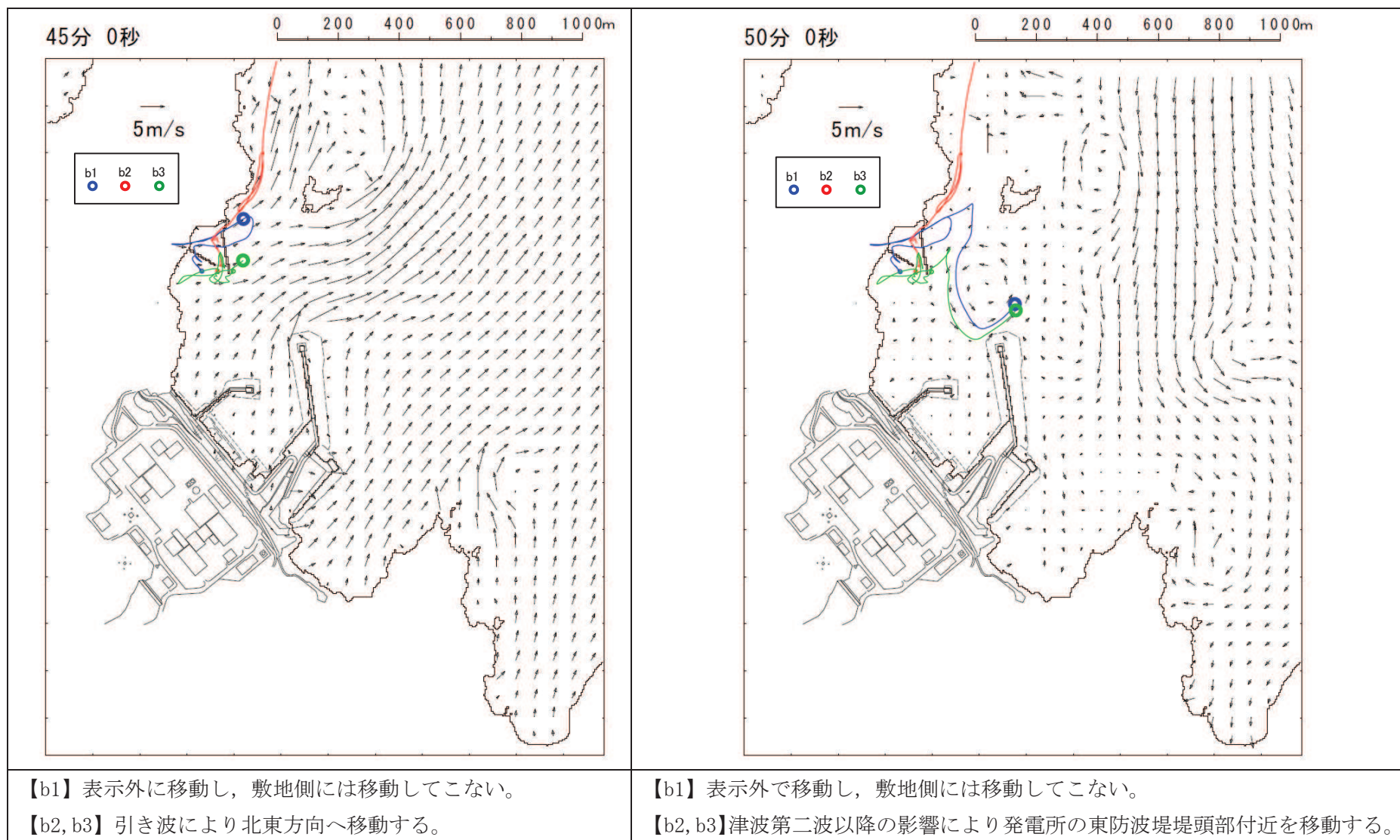


図 4.3-21(10) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細（45 分後及び 50 分後）

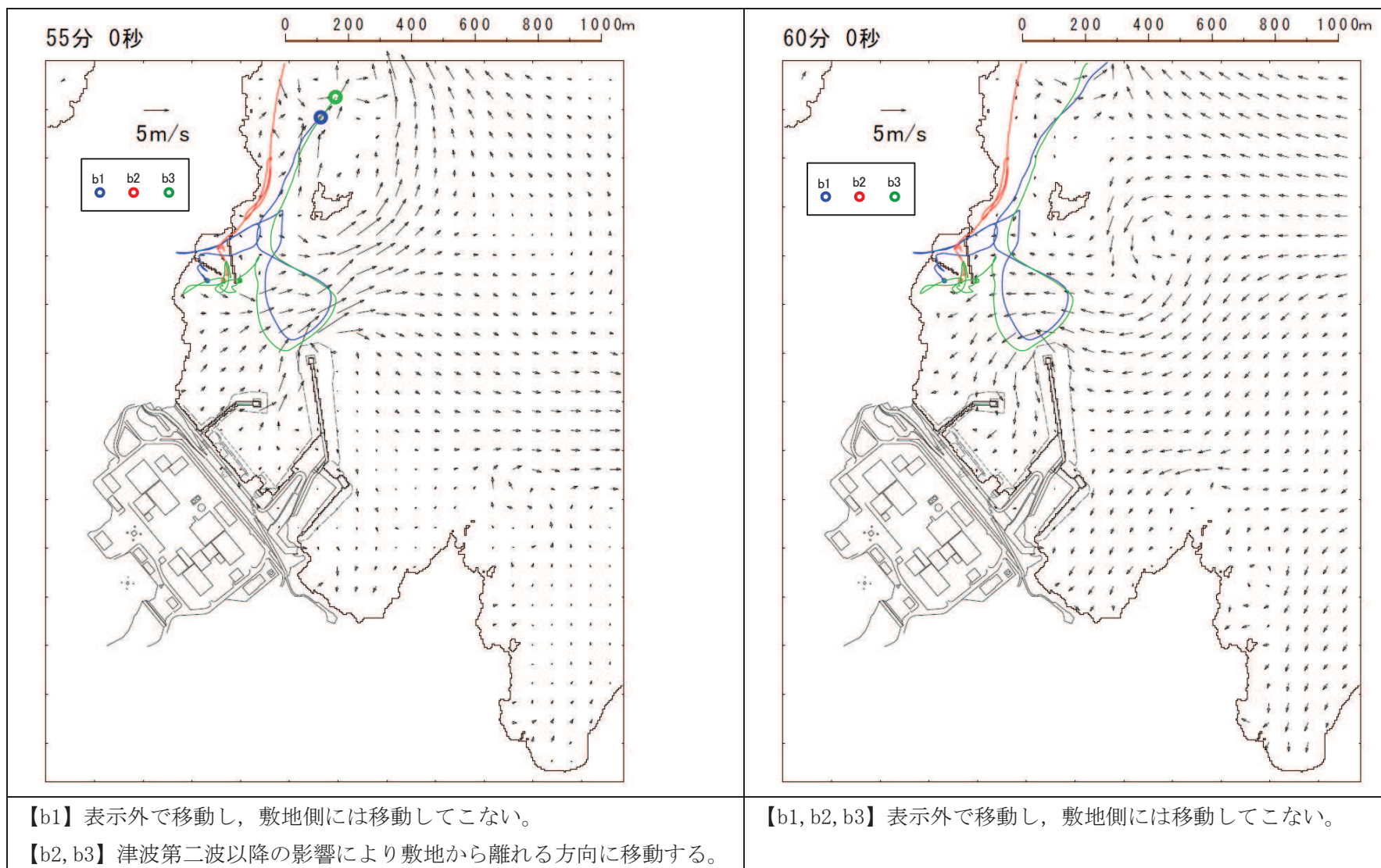


図 4.3-21(11) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細 (55 分後及び 60 分後)

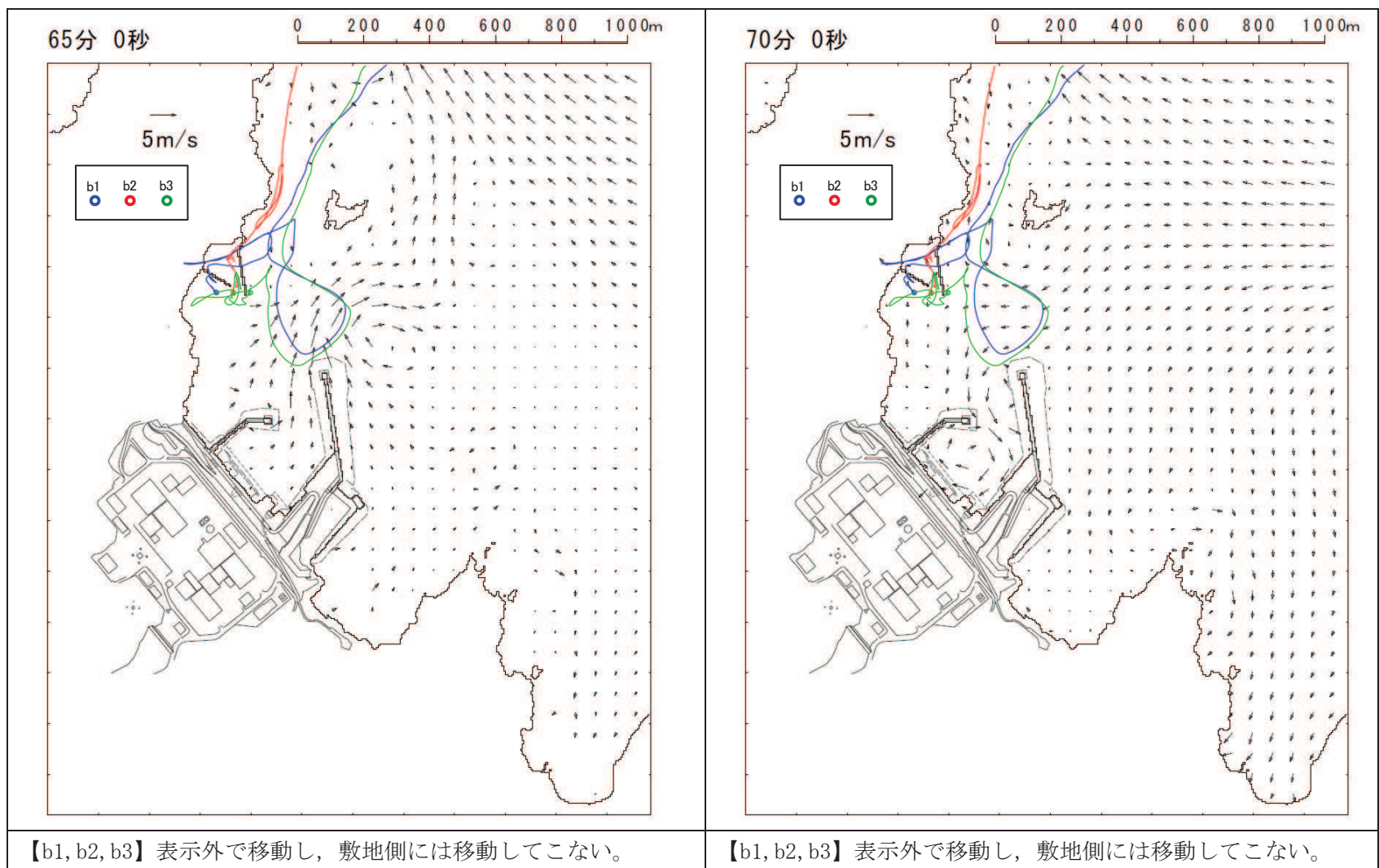


図 4.3-21(12) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細 (65 分後及び 70 分後)

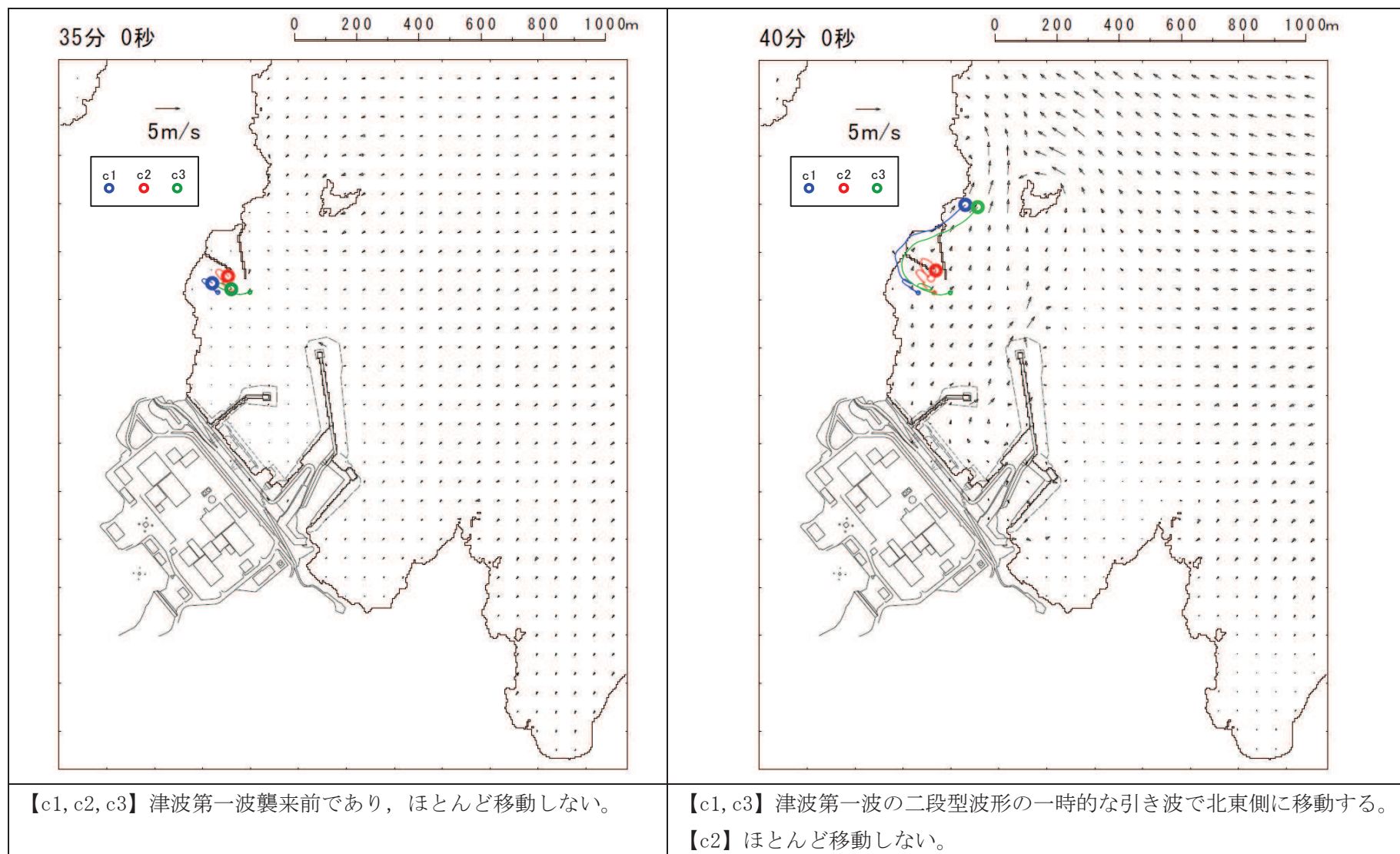


図 4.3-21(13) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細（35分後及び40分後）

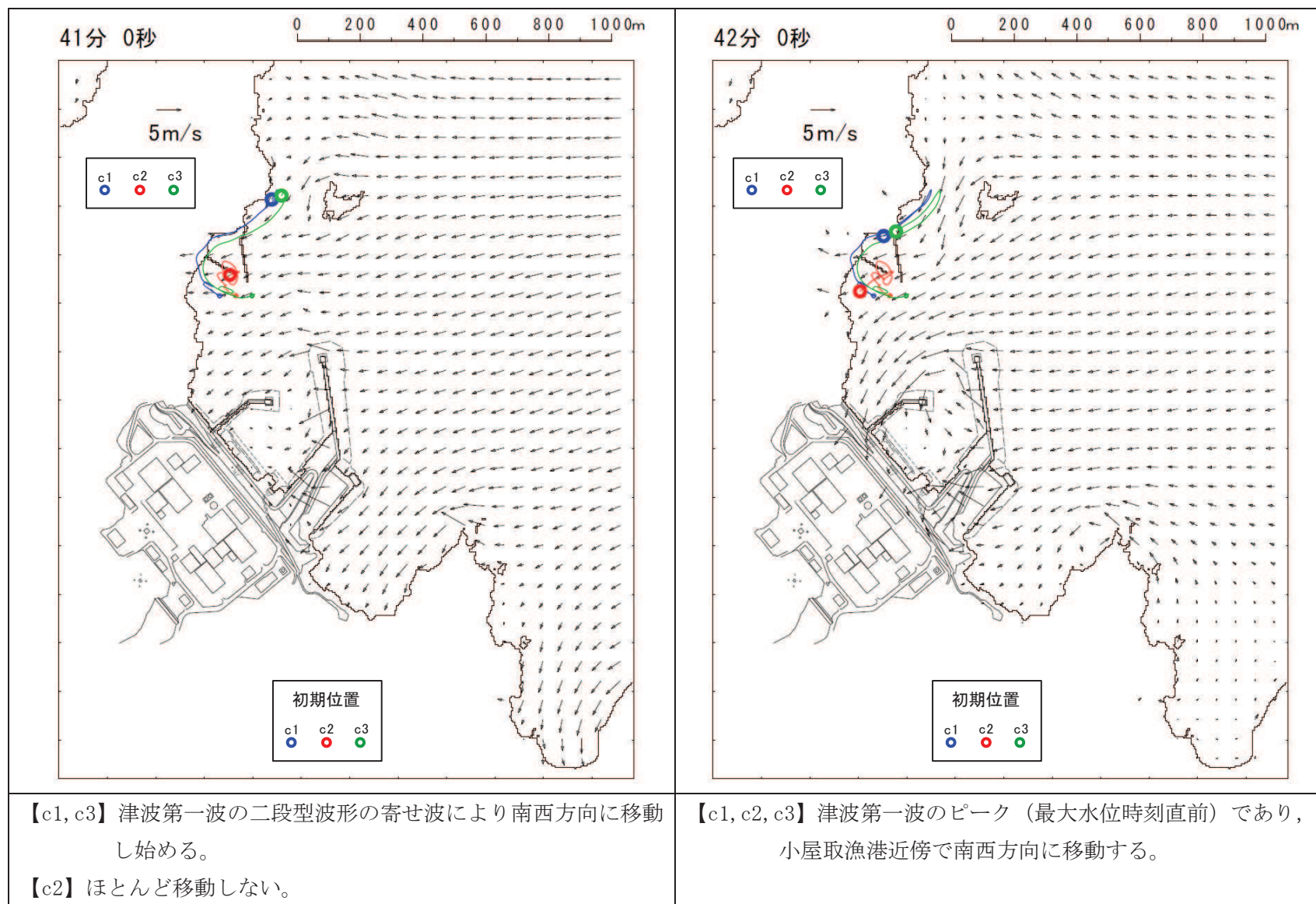


図 4.3-21(14) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細（41分後及び42分後）

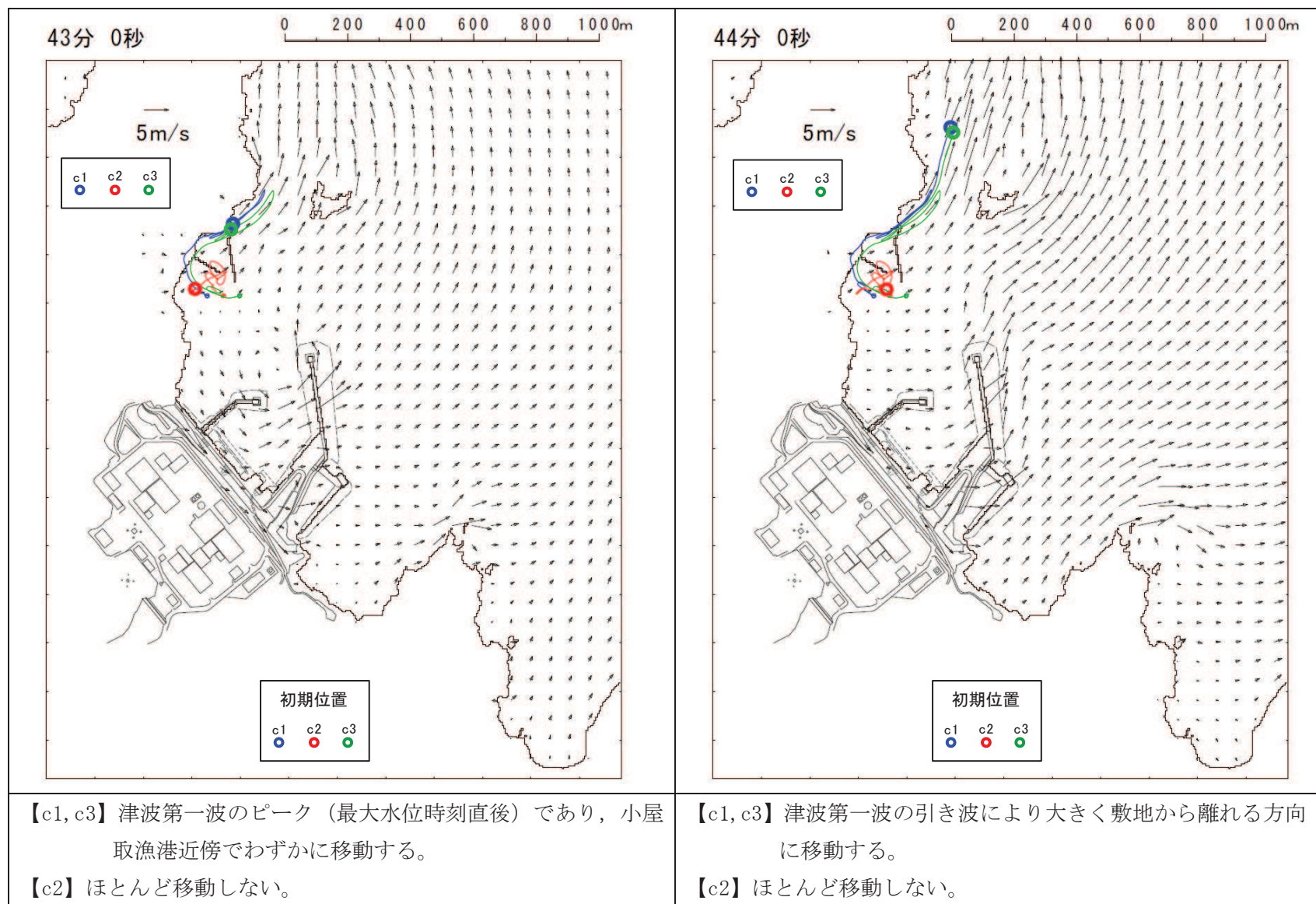


図 4.3-21(15) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細（43分後及び44分後）

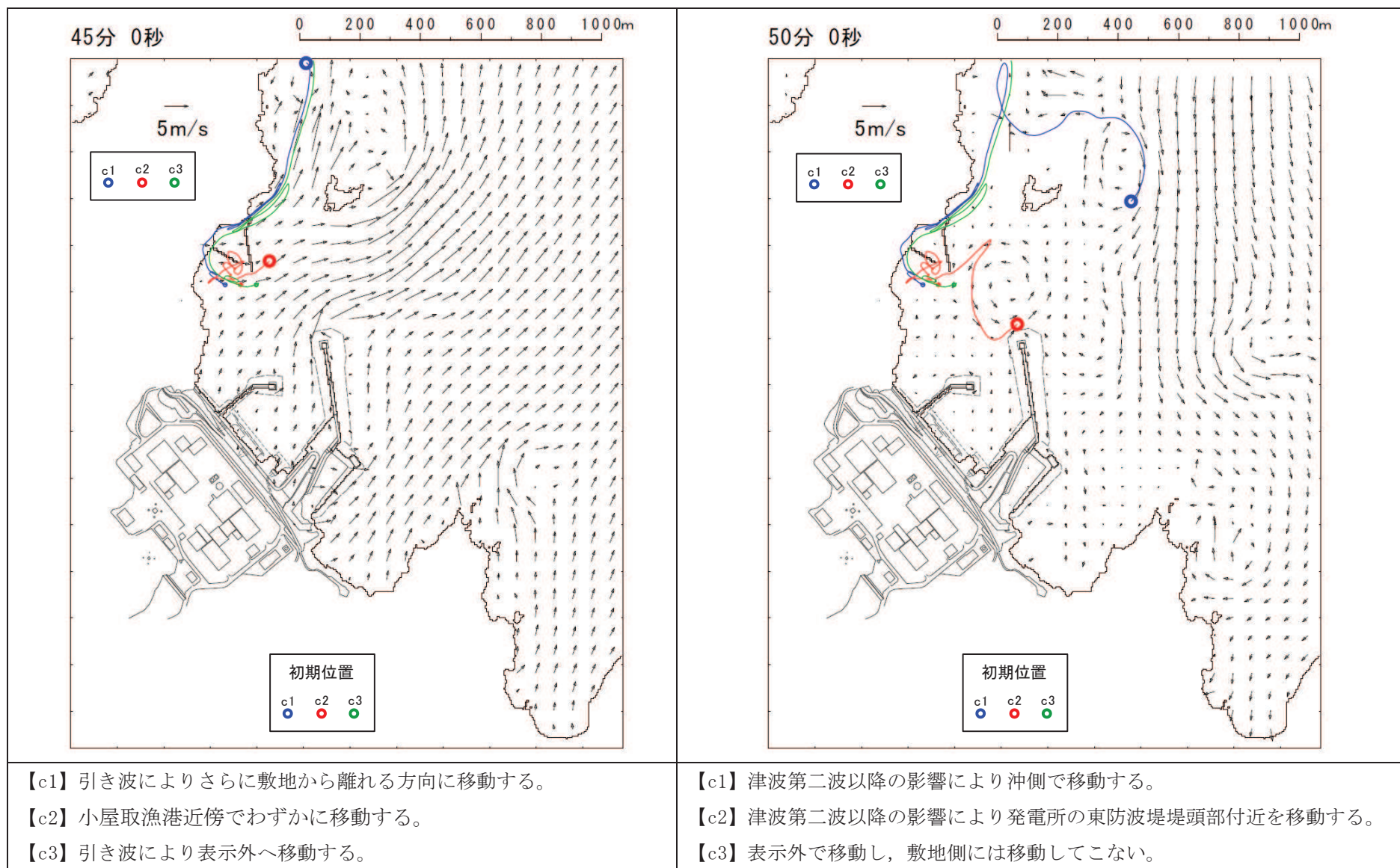


図 4.3-21(16) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細 (45 分後及び 50 分後)

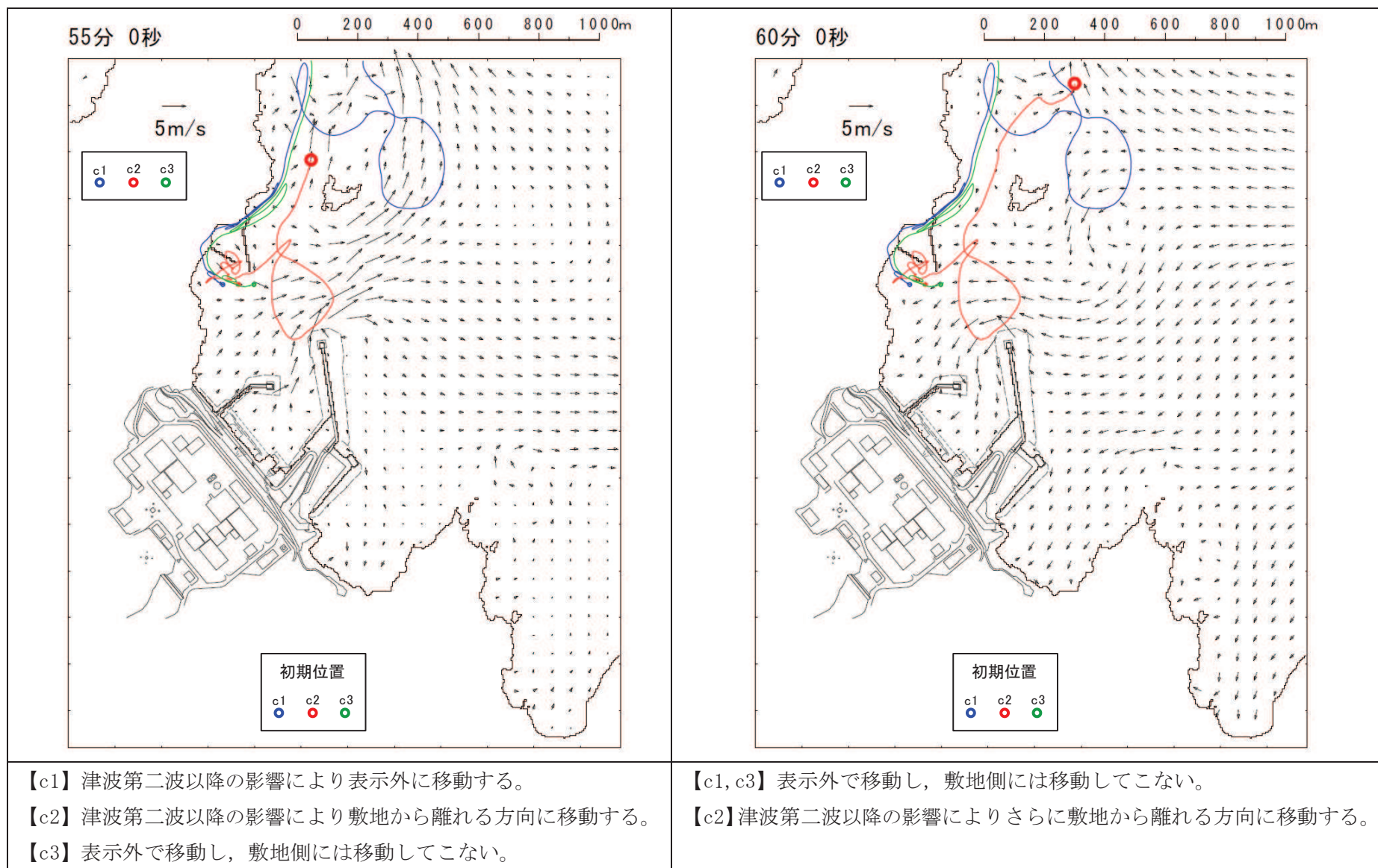


図 4.3-21(17) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細 (55 分後及び 60 分後)

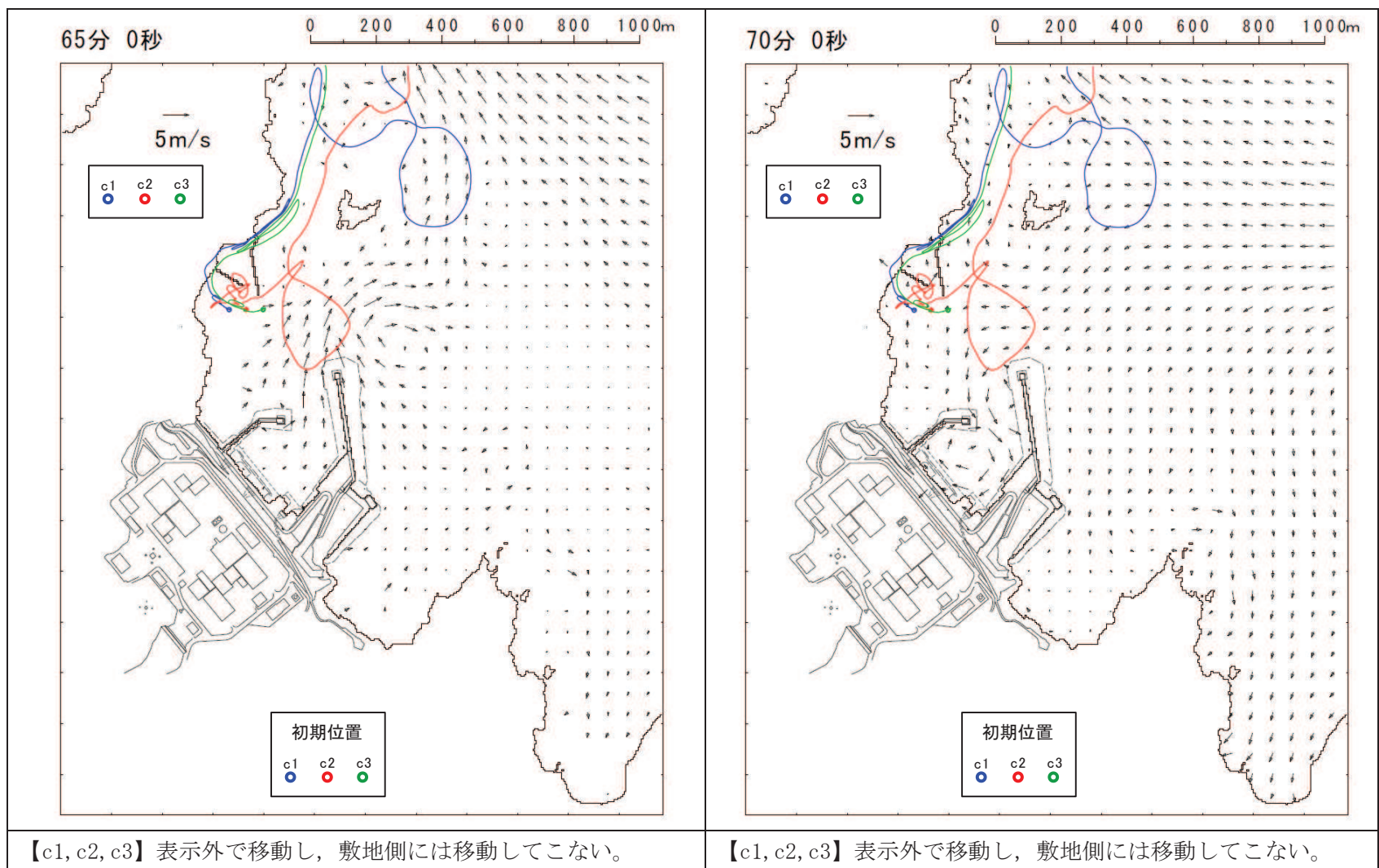


図 4.3-21(18) 「直近海域」内における軌跡解析結果の詳細 (65 分後及び 70 分後)

6. 浸水防護施設に関する補足資料

6.1 防潮堤に関する補足説明

目 次

- 6.1.1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性についての計算書に関する補足説明
- 6.1.2 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の強度計算書に関する補足説明
- 6.1.3 防潮堤（盛土堤防）の耐震性についての計算書に関する補足説明
- 6.1.4 防潮堤（盛土堤防）の強度計算書に関する補足説明
- 6.1.5 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント部材について
- 6.1.6 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明
- 6.1.7 背面補強工及び置換コンクリートに使用するコンクリートのせん断強度について
- 6.1.8 セメント改良土の品質確認方針
- 6.1.9 防潮堤の設計・施工に関する補足説明

 : 本日の説明範囲

- 6. 浸水防護施設に関する補足説明
- 6.1 防潮堤の設計に関する補足説明
- 6.1.1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性についての計算書に関する補足説明

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	9
2.4 適用基準	21
3. 耐震評価	23
3.1 評価対象断面	23
3.2 解析方法	31
3.3 荷重及び荷重の組合せ	47
3.4 入力地震動	49
3.5 解析モデル及び諸元	152
3.6 評価対象部位	179
3.7 許容限界	181
3.8 評価方法	195
4. 評価結果	215
4.1 地震応答解析結果	215
4.2 鋼管杭	348
4.3 鋼製遮水壁及び漂流物防護工	370
4.4 RC 遮水壁	372
4.5 背面補強工	381
4.6 置換コンクリート	386
4.7 改良地盤	390
4.8 セメント改良土	398
4.9 止水ジョイント部材の相対変位量に対する評価結果	406
4.10 基礎地盤	410
5. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性に関する影響検討	431
5.1 コンクリートの剛性の影響について	431
5.2 防潮堤前背面での地下水位差の影響検討について	438
5.3 断層交差部による影響検討について	443
5.4 隣接構造物による影響検討について	455
5.5 液状化しない場合の不確かさの影響検討について	463
5.6 漂流物防護工の偏心による影響について	470

(参考資料 1) 短杭の影響検討について

(参考資料 2) 断面④の鋼管杭の軸力について

1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、防潮堤（鋼管式鉛直壁）が基準地震動 S_s に対して十分な構造強度及び止水機能を有していることを確認するものである。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）に要求される機能の維持を確認するにあたっては、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価を行う。

なお、本資料においては各照査値が最も厳しいケースだけでなく、検討した全ケースの結果を示している。

また、防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震評価においては、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による地殻変動に伴い、牡鹿半島全体で約1mの地盤沈下が発生したことを考慮し、地盤沈下量を考慮した敷地高さや施設高さ等を記載する。

2. 基本方針

2.1 位置

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の範囲を図 2.1-1 に示す。なお，防潮堤（鋼管式鉛直壁）は一般部，岩盤部に分類される。

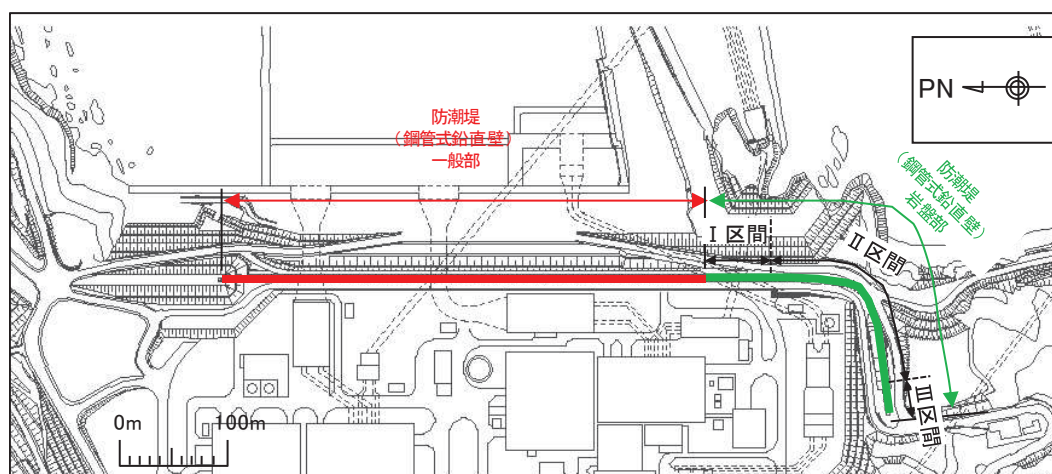


図 2.1-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の範囲

2.2 構造概要

防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、一般部と岩盤部に分類される。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、入力津波による浸水高さ（防潮堤前面：O.P.+24.4m）に対して余裕を考慮した天端高さ（O.P.+29.0m）とする。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部は、鋼管杭、鋼製遮水壁、漂流物防護工及び背面補強工による上部構造と、鋼管杭及び置換コンクリートによる下部構造から構成され、背面補強工の下方に改良地盤を、置換コンクリートの上方にセメント改良土をそれぞれ設置する。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部は、鋼管杭、鋼製遮水壁、RC 遮水壁、漂流物防護工及び背面補強工による上部構造と、鋼管杭による下部構造から構成される。

鋼管杭は、施工性を考慮し、上部工の鋼管杭と下部工の鋼管杭に分けて施工しており、接続部周辺をコンクリートで充填している。また、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部は基礎地盤のすべり安定性を確保する観点から、改良地盤の海側に置換コンクリートを設置する構造とした。

上部工の境界部及び地震時に異なる挙動を示す可能性がある構造体の境界部には止水ジョイントを設置する。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造概要図及び構造図を図 2.2-1 及び図 2.2-2 に、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の構造図を図 2.2-3 に、止水ジョイント概念図を図 2.2-4 に示す。

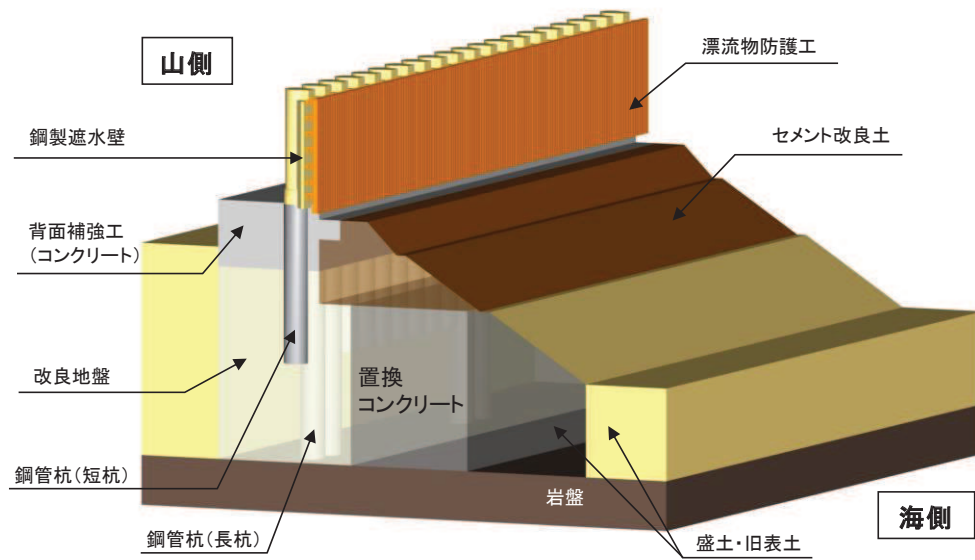


図 2.2-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造概要図

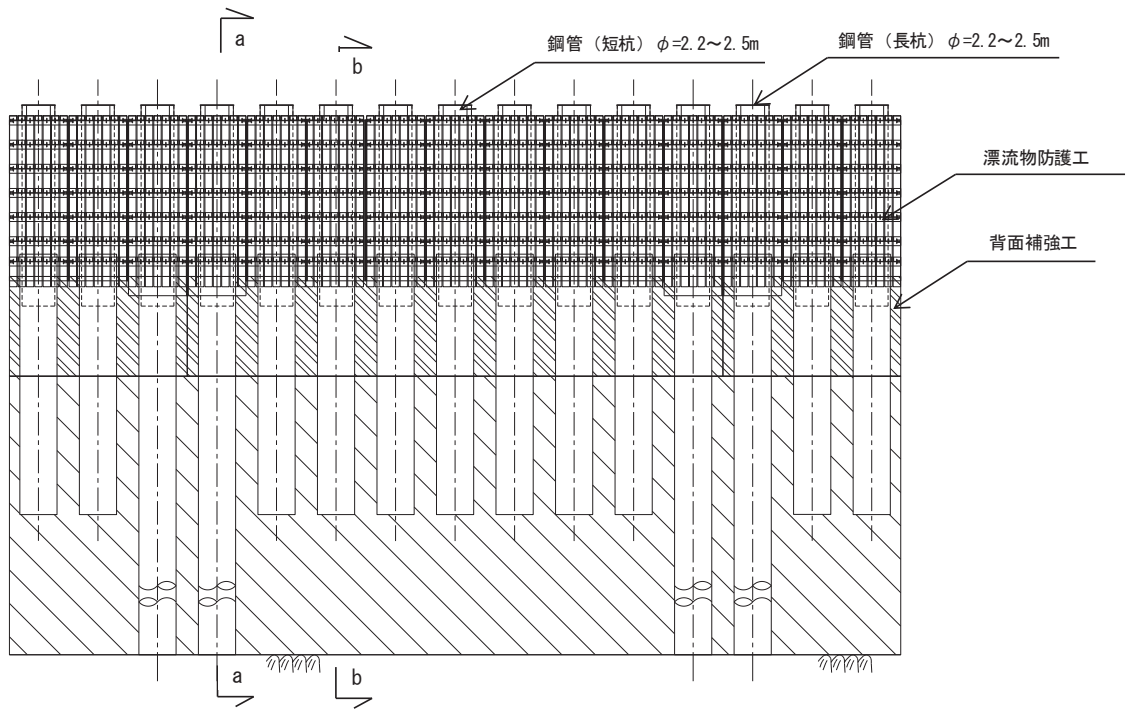


図 2.2-2(1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造図（正面図，漂流物防護工）

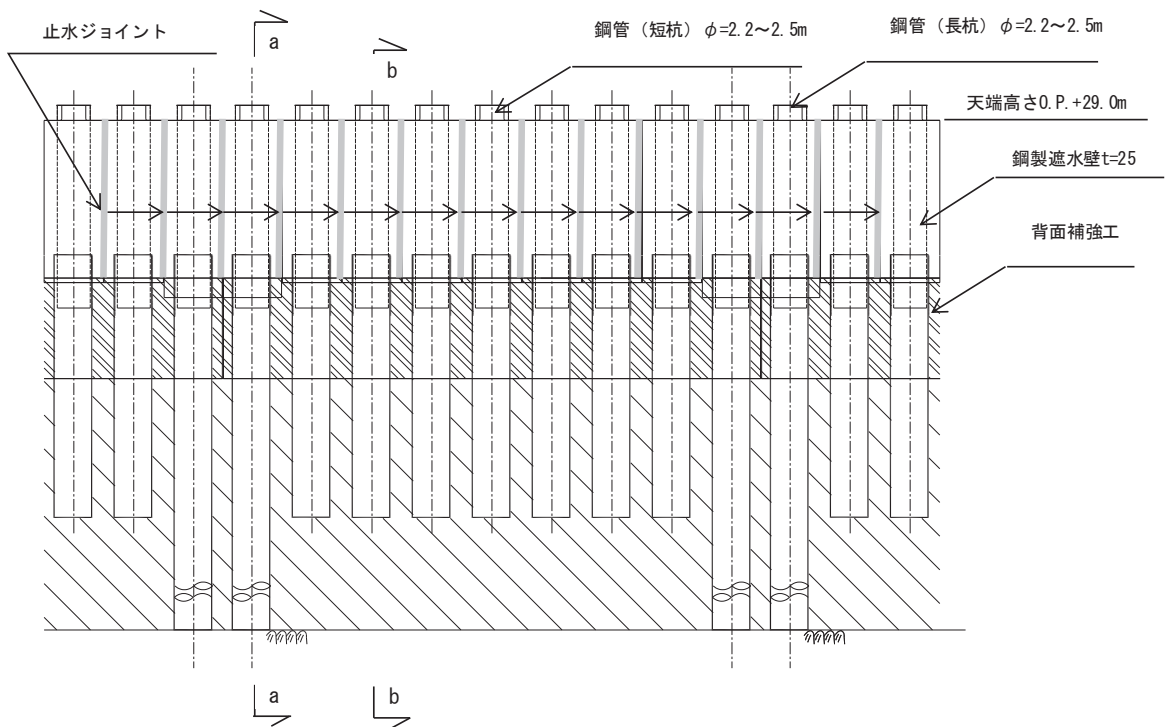


図 2.2-2(2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造図（正面図，鋼製遮水壁）

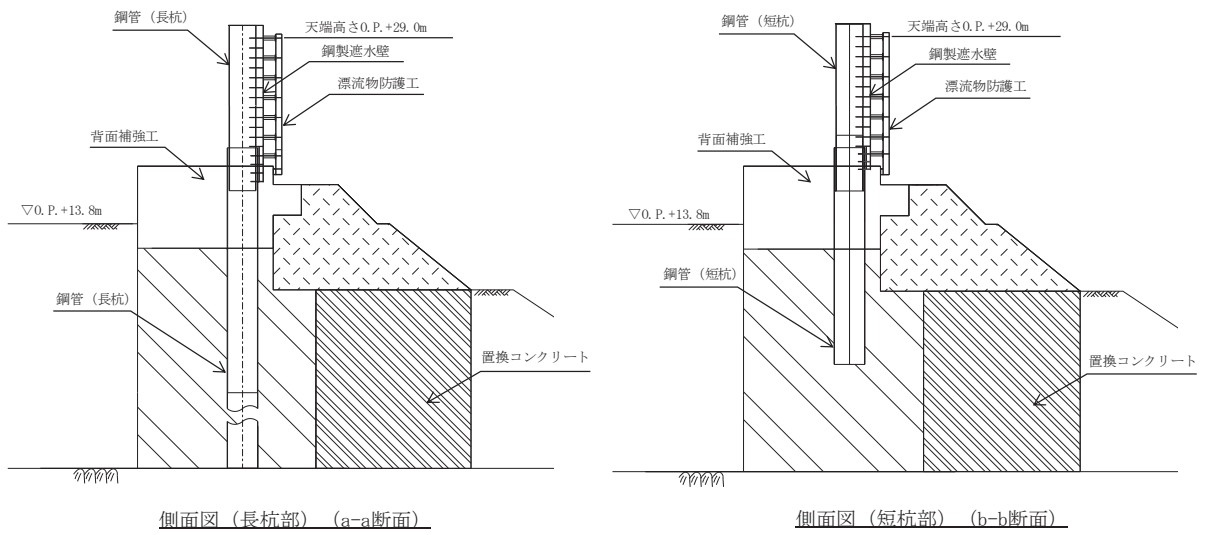


図 2.2-2(3) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造図（断面図）

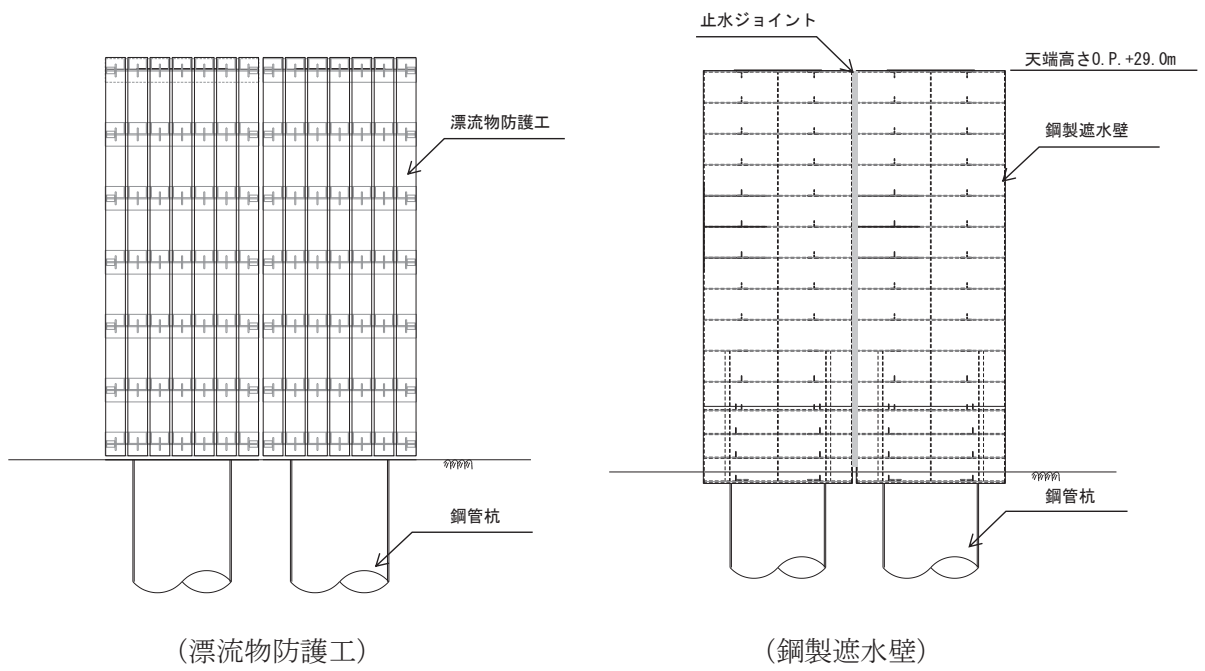


図 2.2-3(1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の構造図（正面図，I・II区間）

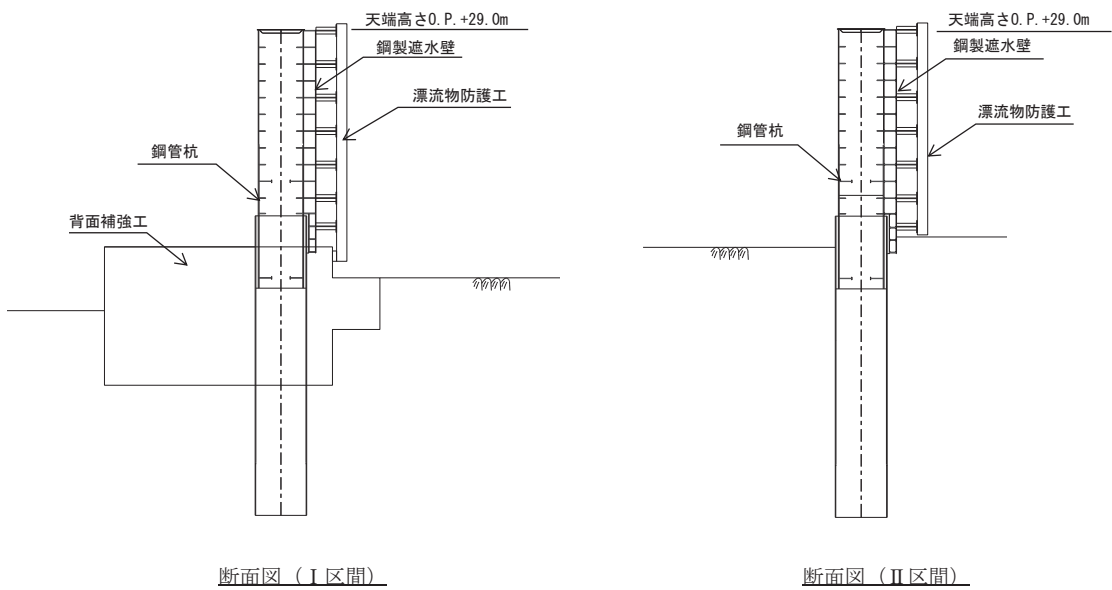


図 2.2-3(2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の構造図（断面図，I・II区間）

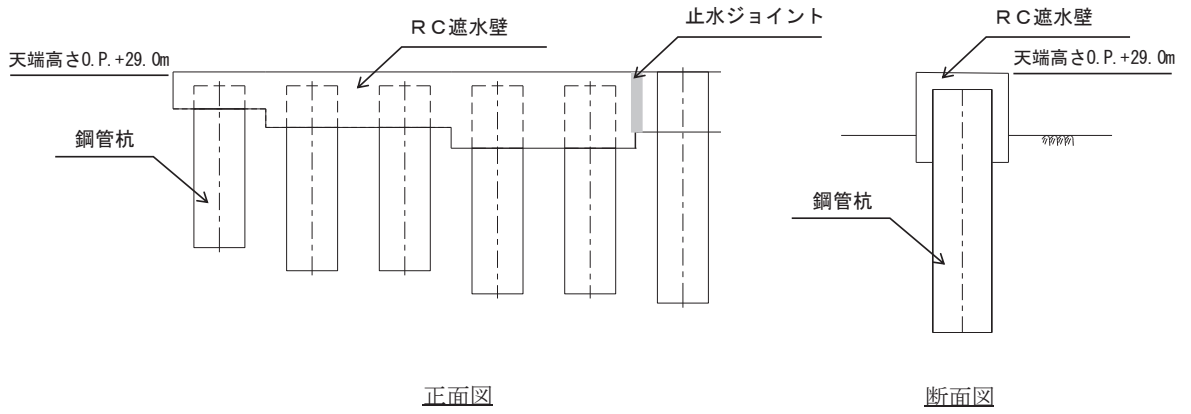


図 2.2-3(3) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の構造図（Ⅲ区間）

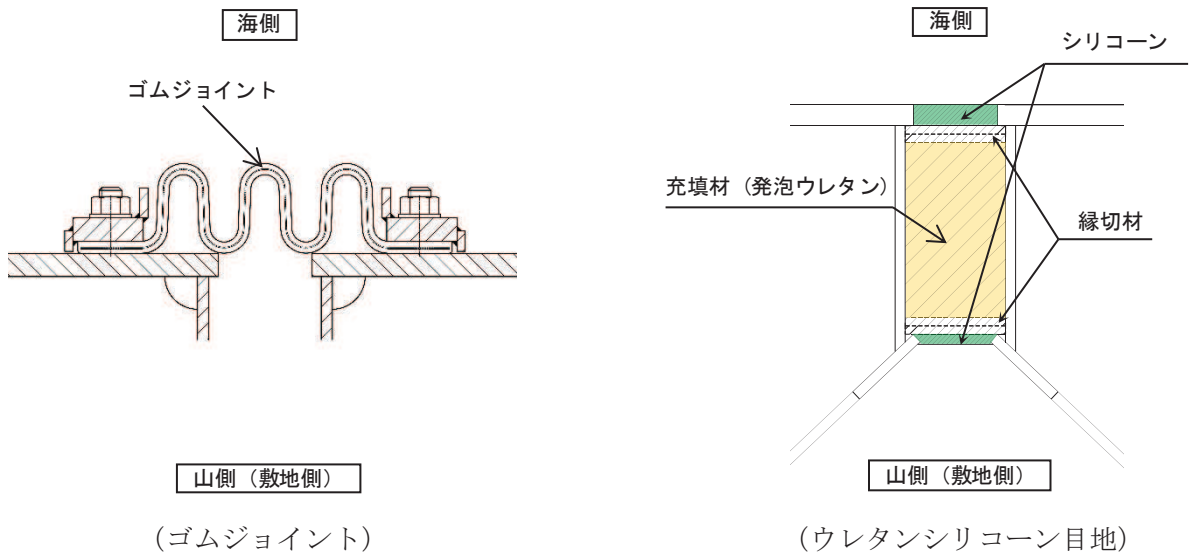


図 2.2-4 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント概念図

2.3 評価方針

2.3.1 各部位の性能目標

防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、Sクラス施設である津波防護施設に分類される。

新規制基準への適合性において、防潮堤直下の盛土・旧表土は沈下対策として地盤改良を行うことを踏まえ、鋼管式鉛直壁における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨を表2.3-1に示す。鋼管式鉛直壁は一般部と岩盤部があるが、各部位の性能目標と許容限界については、一般部の整理結果を岩盤部にも展開するため、以下では一般部を対象に整理する。

表 2.3-1 鋼管式鉛直壁における検討要旨

規 則	検 討 要 旨
第3条 (設計基準対象施設の地盤)	<ul style="list-style-type: none">施設（鋼管杭，鋼製遮水壁，背面補強工及び置換コンクリート）を支持する地盤を対象とし，地盤内にすべり線を想定し，安定性を確認する。
第4条 (地震による損傷の防止)	<ul style="list-style-type: none">施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮した上で，施設の耐震安全性を確認する。
第5条 (津波による損傷の防止)	<ul style="list-style-type: none">地震（本震及び余震）による影響を考慮した上で，機能を保持できることを確認する。液状化検討対象層の地震時の挙動の考慮を含む。

鋼管式鉛直壁（一般部）における条文に対応する施設の範囲及び各部位の役割を図2.3-1，図2.3-2及び表2.3-2に示す。なお，以下では，津波を遮断する役割を『遮水性』，材料として津波を通しにくい役割を『難透水性』とし，これらを総称して『止水性』と整理する。

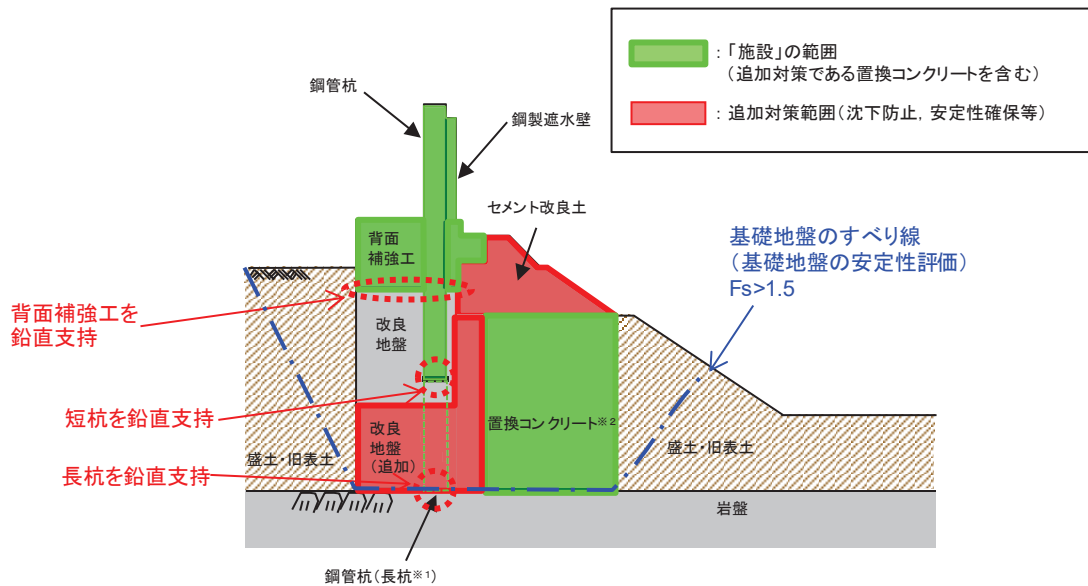


図 2.3-1 鋼管式鉛直壁（一般部）の「施設」の範囲

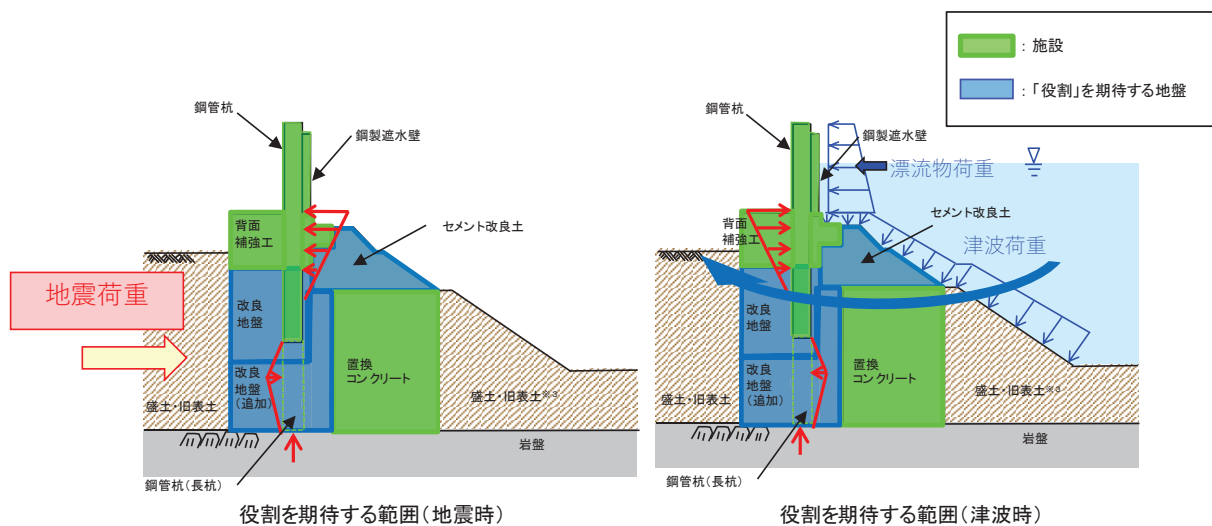


図 2.3-2 鋼管式鉛直壁（一般部）の役割を期待する範囲

表 2.3-2 鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位の役割

	部位の名称	地震時の役割* ¹	津波時の役割* ¹
施設	鋼管杭（長杭）	・ 鋼製遮水壁を支持する。	・ 鋼製遮水壁を支持する。
	鋼管杭（短杭）	・ 鋼製遮水壁を支持する。	・ 鋼製遮水壁を支持する。
	鋼製遮水壁	・ 漂流物防護工及び止水目地を支持する。	・ 漂流物防護工及び止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
	漂流物防護工	—	・ 漂流物の荷重を鋼製遮水壁及び鋼管杭に伝達する。
	止水目地	・ 鋼製遮水壁間の変位に追従する。	・ 鋼製遮水壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。
	背面補強工	・ 長杭・短杭の変形を抑制する。	・ 遮水性を保持する。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。
	置換コンクリート	・ コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。	・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（難透水性を保持する）。
地盤	セメント改良土	・ 長杭・短杭の変形を抑制する。	・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（難透水性を保持する）。 ・ 津波荷重を置換コンクリート等を介して岩盤に伝達する。
	改良地盤	・ 短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。	・ 短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（難透水性を保持する）。
	岩盤	・ 長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ 長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。

注記 *¹：津波＋余震時は地震時及び津波時の両方の役割を参照する。

各部位の『施設』と『地盤』を区分するに当たり、背面補強工、置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土の具体的な役割を表 2.3-3 のとおり整理した。

要求機能を満たすために設計上必要な項目（表 2.3-3 中「◎」と記載）を持つ部位として、背面補強工は津波時に鋼製遮水壁や止水目地とともに止水性（第 5 条）としての遮水性を保持すること、置換コンクリートは地震時にすべり安定性確保（第 3 条）の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。また、支持地盤や側方地盤としての役割（表 2.3-3 中「○」と記載）を有する改良地盤及びセメント改良土は『地盤』と区分する。

なお、施設の役割を維持するための条件として設計に反映する項目「○」と評価した具体的な考え方を以下に示す。

- ・ 改良地盤の役割である鉛直支持については、鋼管杭（短杭）及び背面補強工を鉛直支持するために支持力を設計に反映することから「○」とした。
- ・ 改良地盤及びセメント改良土の役割であるすべり安定性については、基礎地盤のすべり安定性を確保するために滑動抵抗力（強度特性）を設計に反映することから「○」とした。

- ・ 背面補強工，置換コンクリート，改良地盤及びセメント改良土の役割である健全性については，鋼管杭の変形を抑制するために剛性（変形特性）を設計に反映することから「○」とした。
- ・ 置換コンクリート，改良地盤及びセメント改良土の役割である止水性については，地盤中からの回り込みによる浸水を防止するために透水係数を設計に反映することから「○」とした。なお，透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを浸透流解析により確認する。

以上を踏まえ，鋼管式鉛直壁（一般部）における各部位の役割に対する性能目標を表 2.3-4 に示す。

表 2.3-3 鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位の具体的な役割

凡 例

◎: 要求機能を主体的に満たすために設計上必要な項目
 (該当する部位を施設と区分とする)

○: 施設の役割を維持するための条件として設計に反映する項目

—: 設計上考慮しない項目

部位	具体的な役割					『施設』と『地盤』の区分の考え方	
	地震時	津波時	*1 鉛直支持	すべり安定性	(鋼管杭の変形抑制) *1健全性 (遮水性・難透水性) 止水性		
背面補強工	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の周囲を剛性の高いコンクリートとすることで鋼管杭の変形を抑制するとともに、鋼管杭の突出長を短縮することで鋼管杭の断面力を低減する。 	<ul style="list-style-type: none"> 遮水性を有するコンクリートを鋼製遮水壁や止水目地と連続配置することで、津波時の水みちを形成しない。 鋼管杭の周囲を剛性の高いコンクリートとすることで鋼管杭の変形を抑制するとともに、鋼管杭の突出長を短縮することで鋼管杭の断面力を低減する。 	—	—	○	◎	津波時に鋼製遮水壁や止水目地とともに遮水性の役割を果たすことから、『施設』と区分する。
置換コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート強度を考慮して置換範囲を設計することで、基礎地盤のすべり安定性を確保する(第3条)。 鋼管杭の海側に必要な強度を有するコンクリートを設置することで改良地盤の変形や発生応力を低減し、鋼管杭の変形を抑制する。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の海側に必要な強度を有するコンクリートを設置することで改良地盤の変形や発生応力を低減し、鋼管杭の海側への変形に抵抗する。 難透水性を保持することで、遮水性を有する鋼製遮水壁・止水目地・背面補強工の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。 	—	◎	○	*2 ○	地震時にすべり安定性確保の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。
セメント改良土	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の海側にセメント改良土を設置することで鋼管杭の変形を抑制する。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の海側にセメント改良土を設置することで鋼管杭の海側への変形を抑制する。 遮水性を有する鋼製遮水壁・止水目地・背面補強工の周囲で難透水性を保持することで、地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。 	—	○	○	*2 ○	すべり安定性への寄与及び鋼管杭の変形抑制が主な役割であり、施設の支持地盤や側方地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割をもつことから、『地盤』と区分する。
改良地盤	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭(短杭)及び背面補強工の下方の盛土・旧表土を地盤改良(沈下防止)することで、防潮堤を鉛直支持するとともに基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭(短杭)及び背面補強工の下方の盛土・旧表土を地盤改良(沈下防止)することで、防潮堤を鉛直支持する。 難透水性を保持することで、遮水性を有する鋼製遮水壁・止水目地・背面補強工の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。 	○	○	○	*2 ○	施設の鉛直支持、すべり安定性への寄与及び鋼管杭の変形抑制が主な役割であり、施設の支持地盤や側方地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割をもつことから、『地盤』と区分する。

注記 *1: 鉛直支持については岩盤が、健全性(鋼管杭の変形抑制)については鋼管杭が、それぞれ主体的に役割を果たす。

*2: 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土の透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。

表 2.3-4 鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位の役割に対する性能目標

部位		性能目標			
		鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	止水性 (透水性, 難透水性) (第5条)
施設	鋼管杭	-	-	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がおおむね弾性状態に留まること。	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がおおむね弾性状態に留まること。
	鋼製遮水壁			構造部材の健全性を保持するために、鋼製遮水壁がおおむね弾性状態に留まること。	止水目地の支持機能を喪失して鋼製遮水壁間から有意な漏えいを生じないために、鋼製遮水壁がおおむね弾性状態に留まること。
	止水目地			鋼製遮水壁間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。	鋼製遮水壁間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形・遮水性を保持すること。
	背面補強工			鋼管杭の変形を抑制するため、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。	背面補強工内に鋼管杭を横断する水みちが形成されて有意な漏洩を生じないために、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。
	置換コンクリート			基礎地盤のすべり安定性を確保するため、コンクリートの強度を維持し、すべり抵抗を保持すること。	鋼管杭の変形を抑制するため、置換コンクリートがすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。
地盤	セメント改良土	-	基礎地盤のすべり安定性を確保するため、コンクリートのすべり抵抗も考慮した上で、十分なすべり安定性を保持すること。	鋼管杭の変形を抑制するため、セメント改良土がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため、セメント改良土がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。
	改良地盤	鋼管杭及び背面補強工を鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。		鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。
	岩盤	鋼管杭、背面補強工及び置換コンクリートを鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。		-	-

2.3.2 評価方針

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震評価は、地震応答解析の結果に基づき、設計基準対象施設として、表 2.3-5 に示すとおり、施設・地盤の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び施設の変形性評価を行う。

施設・地盤の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価及び施設の変形性評価を実施することで、構造強度を有すること及び止水性を損なわないことを確認する。

施設・地盤の健全性評価については、施設・地盤ごとに定める照査項目（発生応力、すべり安全率）が許容限界を満足することを確認する。

基礎地盤の支持性能評価については、基礎地盤に生じる接地圧が許容限界以下であることを確認する。

施設の変形性評価については、止水ジョイント部材の変形量を算定し、有意な漏えいが生じないことを確認した許容限界以下であることを確認する。

なお、止水ジョイント部材における相対変位量の算出方法は、「6.1.4 防潮堤の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震評価フローを図 2.3-3～図 2.3-5 に示す。

表 2.3-5(1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価項目（一般部）

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	施設・地盤の健全性	鋼管杭	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製遮水壁	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		漂流物防護工	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		背面補強工	すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認	すべり安全率 1.2 以上
		置換コンクリート	すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認	すべり安全率 1.2 以上
		改良地盤	すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認	すべり安全率 1.2 以上
		セメント改良土	すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認	すべり安全率 1.2 以上
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認	極限支持力*
止水性を損なわないこと	施設・地盤の健全性	鋼管杭	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製遮水壁	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		漂流物防護工	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		背面補強工	すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認	すべり安全率 1.2 以上
		置換コンクリート	すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認	すべり安全率 1.2 以上
		改良地盤	すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認	すべり安全率 1.2 以上
		セメント改良土	すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認	すべり安全率 1.2 以上
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認	極限支持力*
	構造物の変形性	止水ジョイント部材	発生変形量が許容限界以下であることを確認	有意な漏えいが生じないことを確認した変形量

注記 *：妥当な安全余裕を考慮する。

表 2.3-5(2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価項目（岩盤部）

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	施設・地盤の健全性	鋼管杭	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製遮水壁	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		RC 遮水壁	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		漂流物防護工	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		背面補強工	すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認	すべり安全率 1.2 以上
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認	極限支持力*
止水性を損なわないこと	施設・地盤の健全性	鋼管杭	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製遮水壁	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		RC 遮水壁	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		漂流物防護工	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		背面補強工	すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認	すべり安全率 1.2 以上
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認	極限支持力*
	構造物の変形性	止水ジョイント部材	発生変形量が許容限界以下であることを確認	有意な漏えいが生じないことを確認した変形量

注記 *：妥当な安全余裕を考慮する。

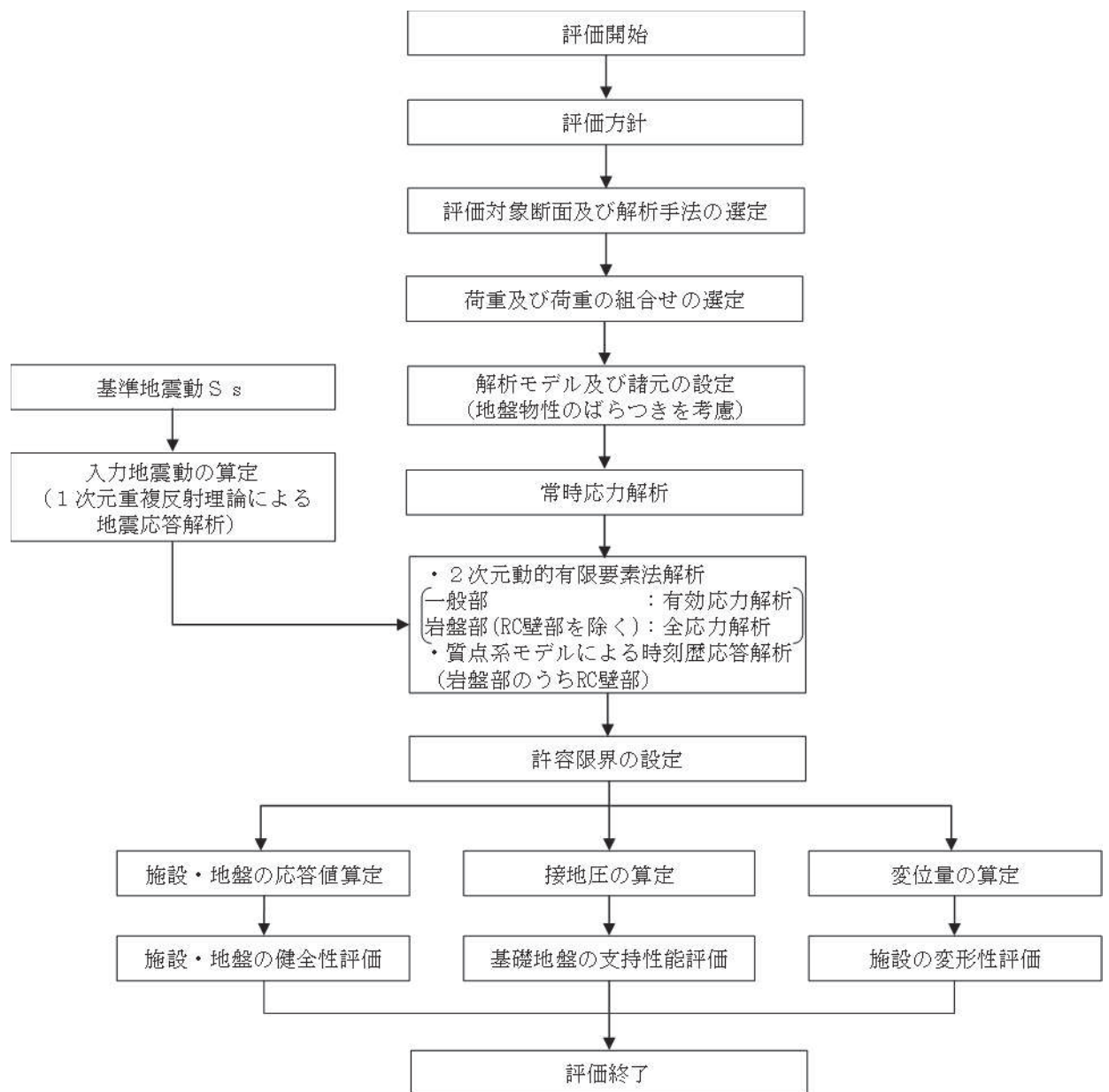


図 2.3-3 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震評価フロー

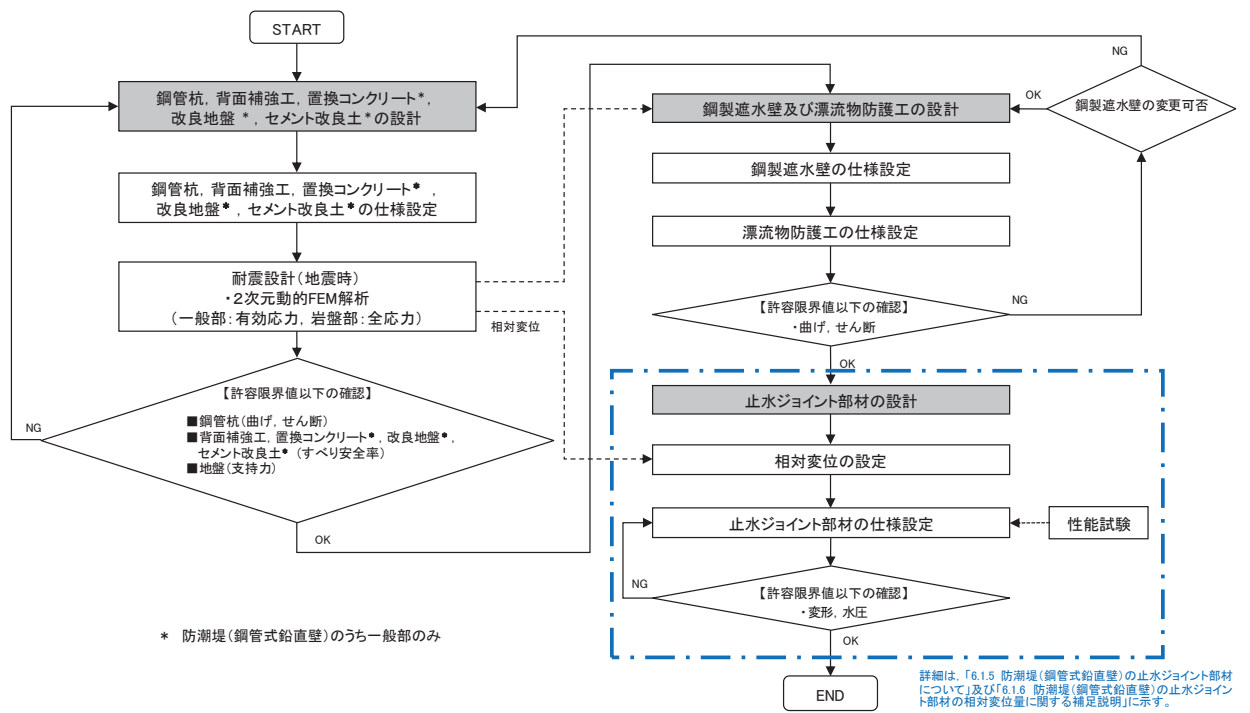


図 2.3-4 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の詳細耐震評価フロー

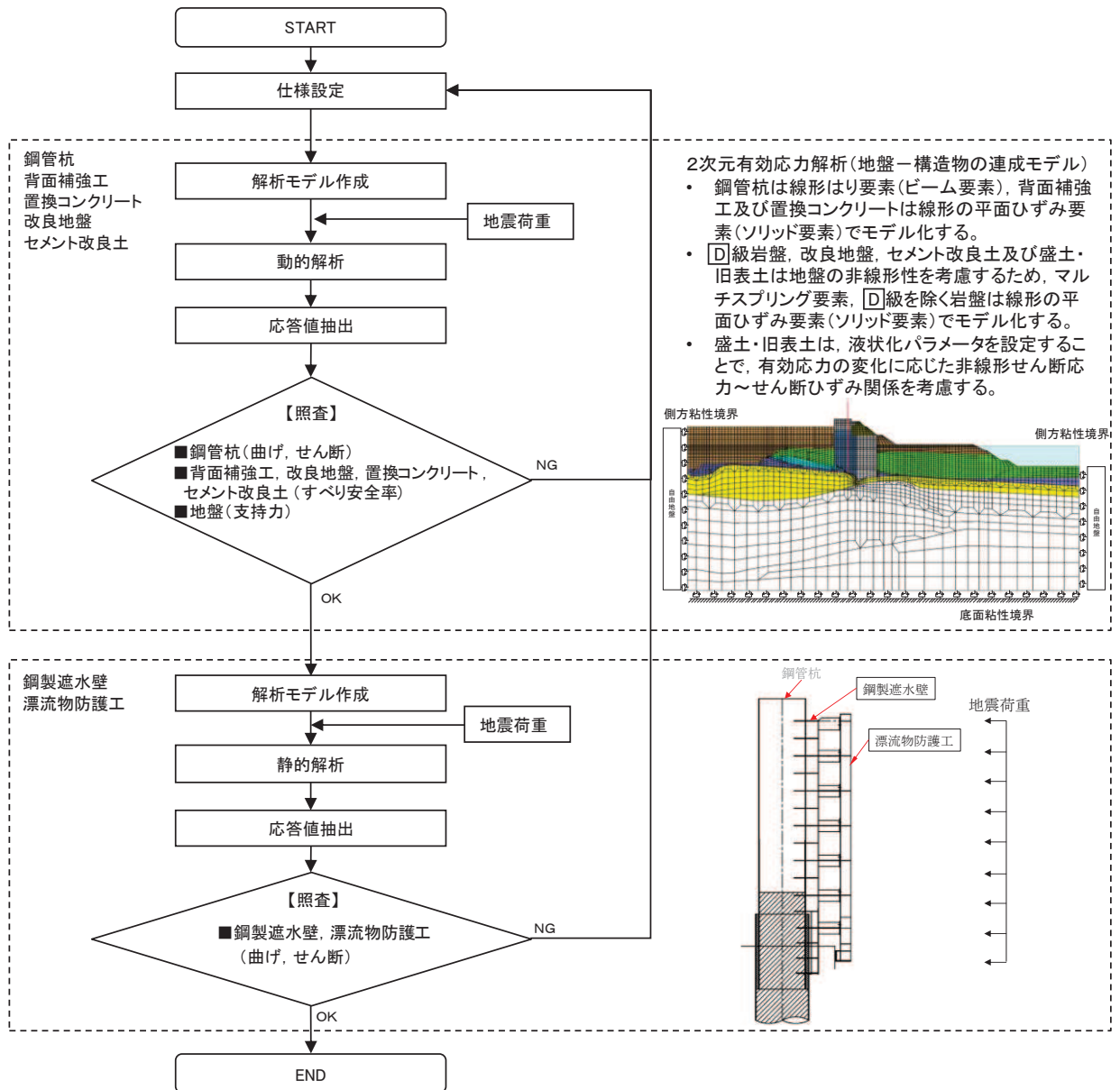


図 2.3-5 地震時の防潮堤(鋼管式鉛直壁)の詳細設計フロー

2.4 適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年制定）
- ・ 耐津波設計に係る工認審査ガイド（原子力規制委員会，平成25年6月制定）（以下「耐津波設計に係る工認審査ガイド」という。）
- ・ 道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説（日本道路協会，平成14年3月）
- ・ 道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成14年3月）
- ・ 道路橋示方書（Ⅴ耐震設計編）・同解説（日本道路協会，平成14年3月）
- ・ コンクリート標準示方書〔ダムコンクリート編〕（土木学会，2013年制定）
- ・ 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会 原子力土木委員会，2005年6月）
- ・ 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規定 J E A C 4 6 1 6 - 2009（日本電気協会）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987（日本電気協会）

表 2.4-1 適用する規格，基準類

項目		適用する規格，基準類	備考	
使用材料及び材料定数		コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (2002年)	—	
荷重及び荷重の組合せ		コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (2002年)	永久荷重＋偶発荷重＋ 従たる変動荷重の適切な 組み合わせを検討	
許容限界	鋼管杭	道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋 編)・同解説 (平成 14 年 3 月)	曲げ軸力に対する照査 は，発生応力が，短期 許容応力度以下である ことを確認。	
	鋼製遮水壁	鋼材		道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋 編)・同解説 (平成 14 年 3 月)
	漂流物防護工	鋼材		道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋 編)・同解説 (平成 14 年 3 月)
	背面補強工	コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (2002年) コンクリート標準示方書 [ダムコンクリート編] (土木学 会，2013年制定) 耐津波設計に係る工認審査ガイド	すべり安全率が 1.2 以 上であることを確認。	
	置換コンクリート	コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (2002年) コンクリート標準示方書 [ダムコンクリート編] (土木学 会，2013年制定) 耐津波設計に係る工認審査ガイド		
	改良地盤及び セメント改良土	耐津波設計に係る工認審査ガイド		
地震応答解析		原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社)日本 電気協会)	有限要素法による 2 次 元モデルを用いた時刻 歴非線形解析	
		乾式キャスクを用いる使用済燃料中 間貯蔵建屋の基礎構造の設計に關す る技術規定 J E A C 4 6 1 6 -2009 (日本電気 協会)	水平・鉛直地盤ばねの 設定	

3. 耐震評価

3.1 評価対象断面

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価対象断面は、設置変更許可段階における構造成立性評価断面として選定した断面を基本とした上で、「補足-140-1 津波への配慮に関する説明書の補足説明資料」の「5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について」に記載したとおり、耐震評価においては、構造的特徴、周辺地盤状況、地下水位、近接構造物の有無、間接支持される機器・配管系の有無及び断層の有無が耐震評価結果に及ぼす影響の観点から、耐震評価上厳しいと考えられる断面を評価対象断面として選定する。

3.1.1 一般部

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の評価対象断面は、斜面形状であり傾斜方向への変形が支配的である横断方向を対象とする。

評価対象断面の選定は、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部を構造的特徴及び周辺状況により2区間に分類した上で、区間毎に周辺状況の観点から評価候補断面を整理し、耐震評価上厳しくなる断面を選定する。

評価対象断面選定結果を表3.1-1に、評価対象断面位置を図3.1-1に、評価対象断面を図3.1-2～図3.1-3に示す。

評価対象断面選定の詳細については、「5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について」の「5.10.2 防潮堤（鋼管式鉛直壁）」に示す。

表 3.1-1 評価対象断面選定結果（一般部）

評価対象断面		①岩盤上面 深さ	②[D]級+ [C] ₁ 級岩盤厚さ	③鋼管杭 突出長	④[C] ₁ 級岩盤上 面深さ	⑤盛土+旧表土 厚さ	⑥旧表土 厚さ
I 区 間	断面①* ₁	○：岩盤上面が 最も深い	—	— (鋼管突出長は 全断面で同じ)	○：[C] ₁ 級岩盤 上面が最も 深い	○：盛土+旧表 土が最も厚 い	—
	断面②* ₂	—	○：[D]級、[C] 級岩盤が分 布しない		—	—	○：旧表土が最 も厚い
	断面③	—	○：[D]級+[C] 級岩盤が最 も厚い		—	—	—
II 区 間	断面④	<ul style="list-style-type: none"> II区間は区間の長さが短く、縦断方向の地質状況が大きく変わらないと考えられるため、II区間の評価候補断面選定については、II区間の構造的特徴から選定する。 評価候補断面としては、II区間のうち、盛土堤防（セメント改良土）厚さが最も厚く、耐震評価に影響を及ぼすと考えられるII-①断面を選定する。 					

注記 *1：設置変更許可段階における基礎地盤の安定性評価で示した断面
*2：設置変更許可段階における構造成立性評価で示した断面

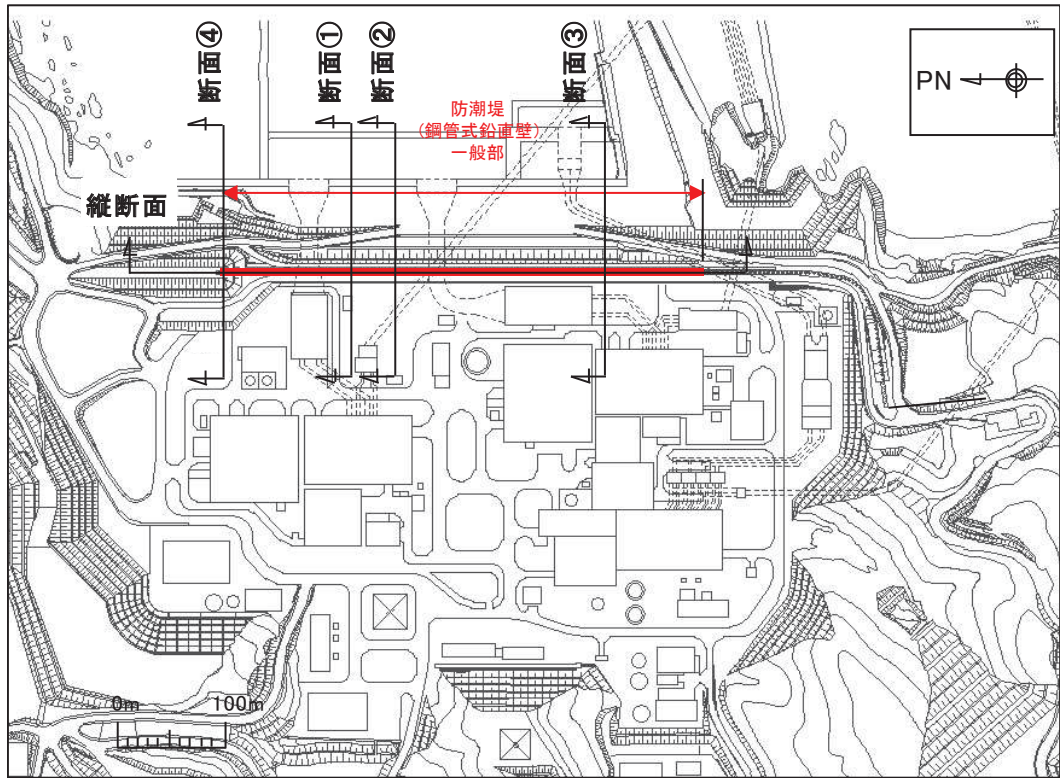


図 3.1-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部 評価対象断面位置図

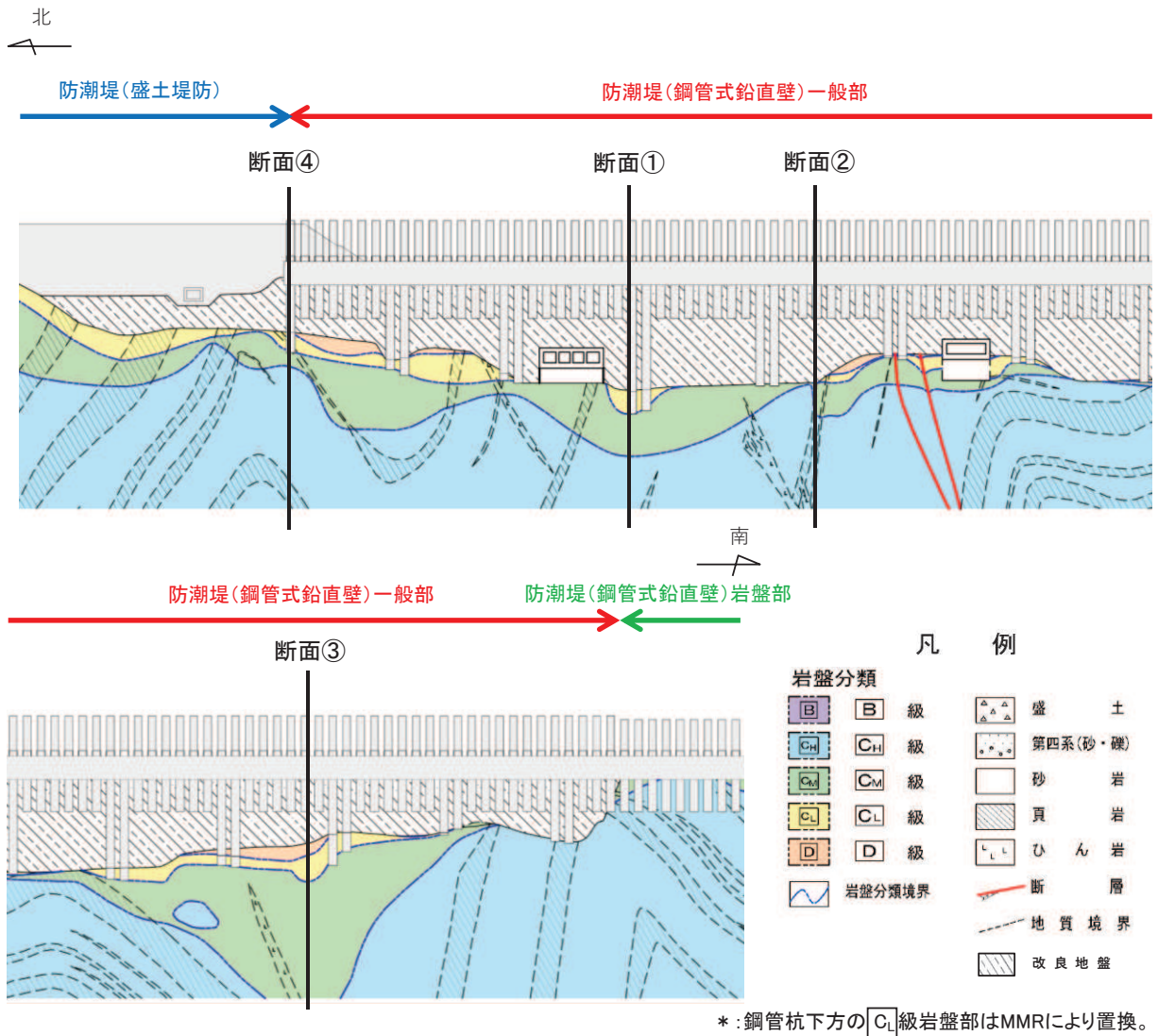


図 3.1-2 防潮堤(鋼管式鉛直壁)のうち一般部 評価対象断面縦断図

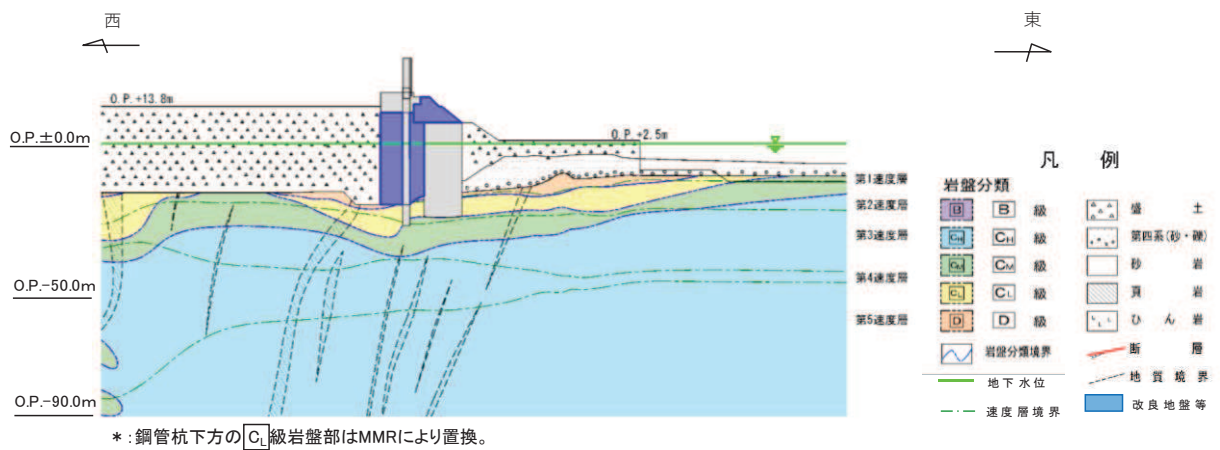


図 3.1-3 (1) 評価対象断面(断面①)

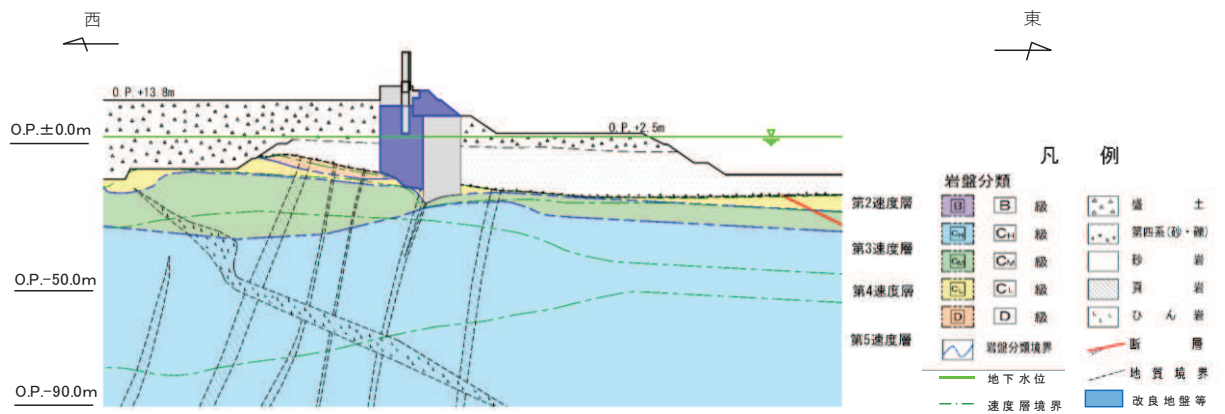


図 3.1-3 (2) 評価対象断面 (断面②)

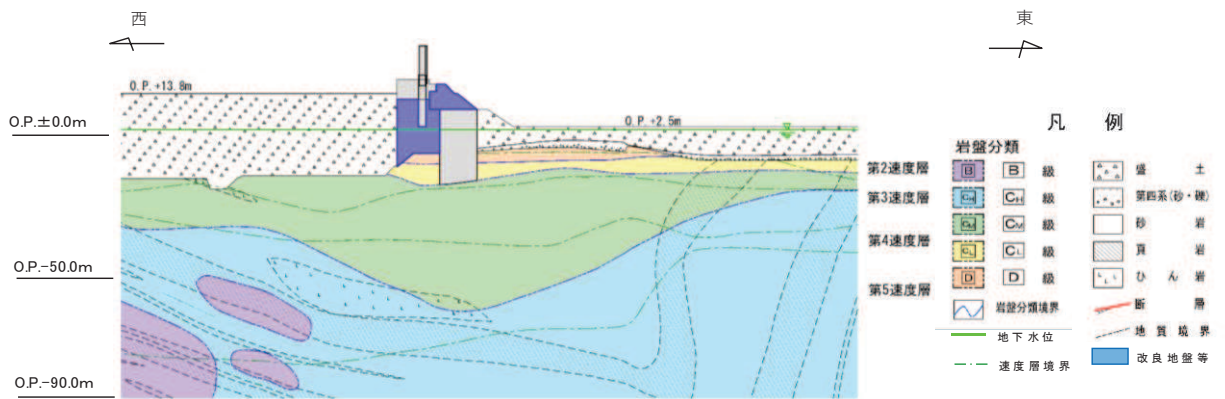


図 3.1-3 (3) 評価対象断面 (断面③)

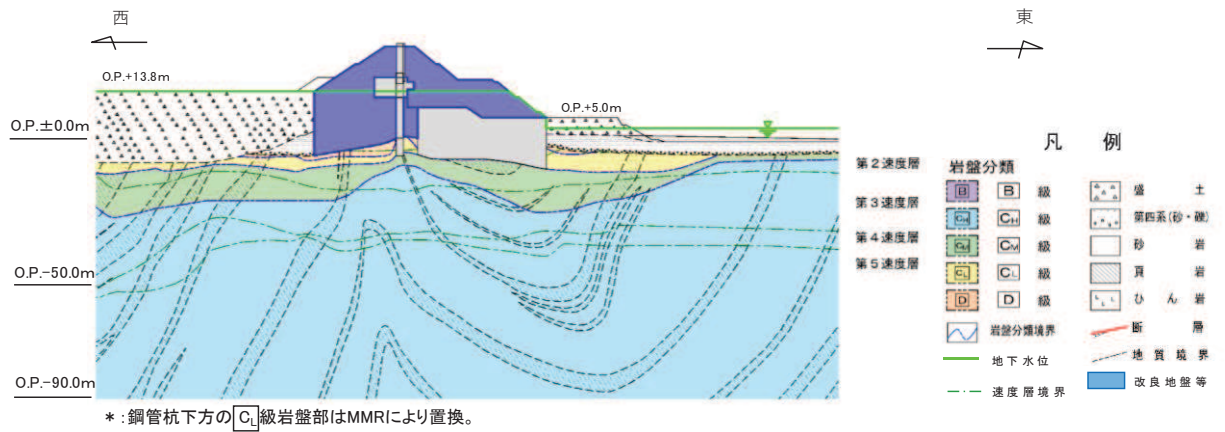


図 3.1-3 (4) 評価対象断面 (断面④)

3.1.2 岩盤部

評価対象断面の選定は、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部を構造的特徴及び周辺状況により3区間に分類した上で、区間毎に周辺状況の観点から評価候補断面を選定し、耐震評価上厳しくなる断面を選定する。

評価対象断面選定結果を表3.1-2に、評価対象断面位置を図3.1-4に、評価対象断面を図3.1-5～図3.1-6に示す。

評価対象断面選定の詳細については、「5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について 5.10.2 防潮堤（鋼管式鉛直壁）」に示す。

表 3.1-2 評価対象断面選定結果（岩盤部）

評価対象断面		①鋼管杭の突出長	②[D]級+[C _L]級岩盤 厚さ	備考
I 区 間	断面⑤	<ul style="list-style-type: none"> I区間において区間内の突出長は同一であることから、I区間の評価対象断面選定については鋼管杭の突出長を観点としない。 [D]級、[C_L]級岩盤は分布せず、周辺地質はおおむね同一であり、断面位置によって構造物の評価に有意な差は無い。 断面としては、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）が設置される⑤断面を選定した。 		
II 区 間	断面⑥	○：鋼管杭の突出長が最も長い	○：[D]級、[C _L]級岩盤が分布しない	<ul style="list-style-type: none"> 海側斜面の傾きが最も急勾配である。
III 区 間	断面⑦	<ul style="list-style-type: none"> III区間は、5本の鋼管杭とRC遮水壁からなる一体構造として評価を実施する。 		

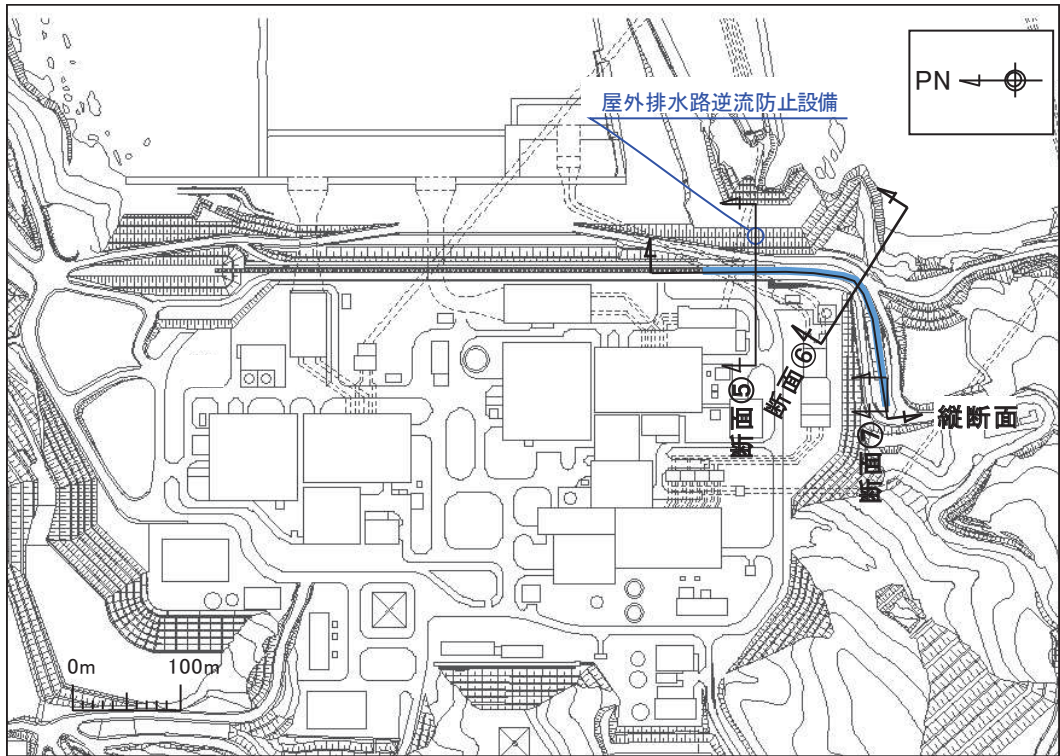


図 3.1-4 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部 評価対象断面位置図

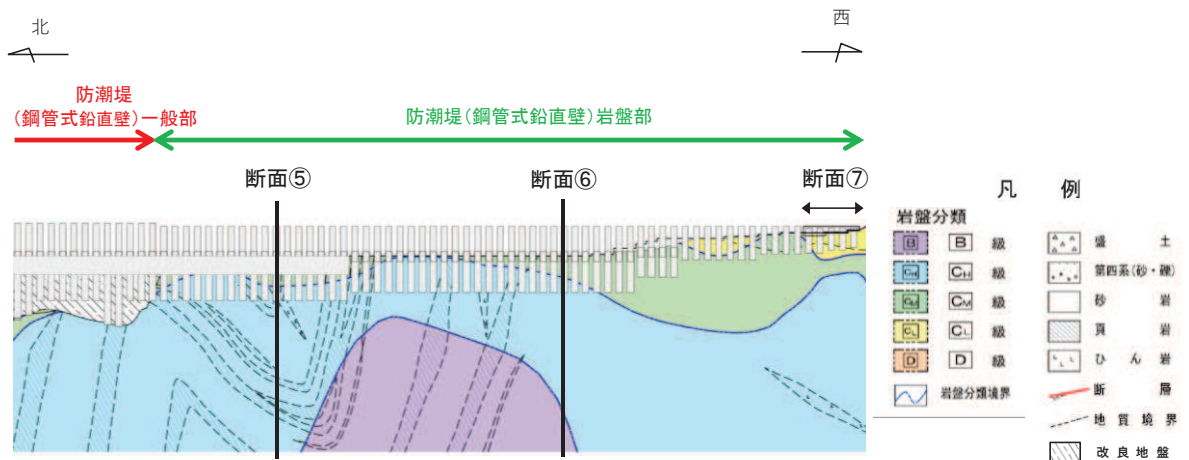


図 3.1-5 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部 評価対象縦断面図

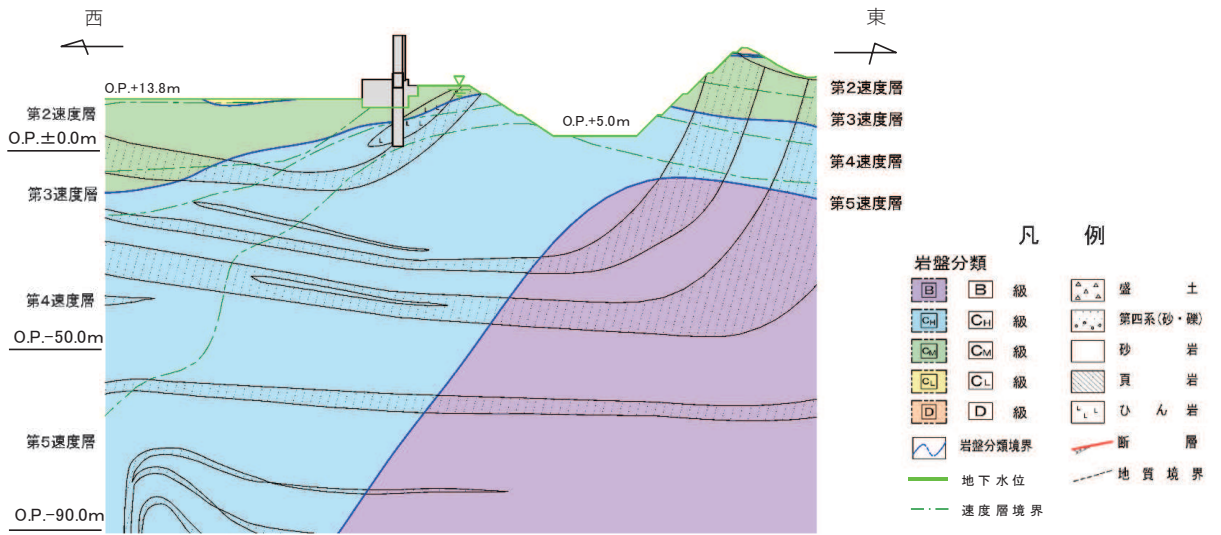


図 3.1-6 (1) 評価対象断面 (岩盤部) (断面⑤)

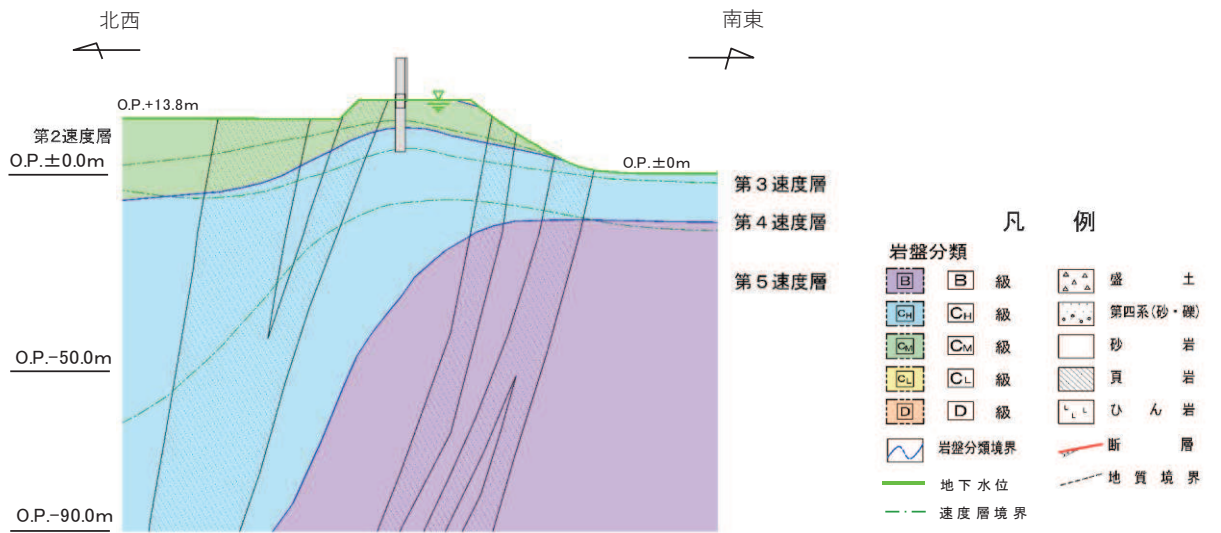


図 3.1-6 (2) 評価対象断面 (岩盤部) (断面⑥)

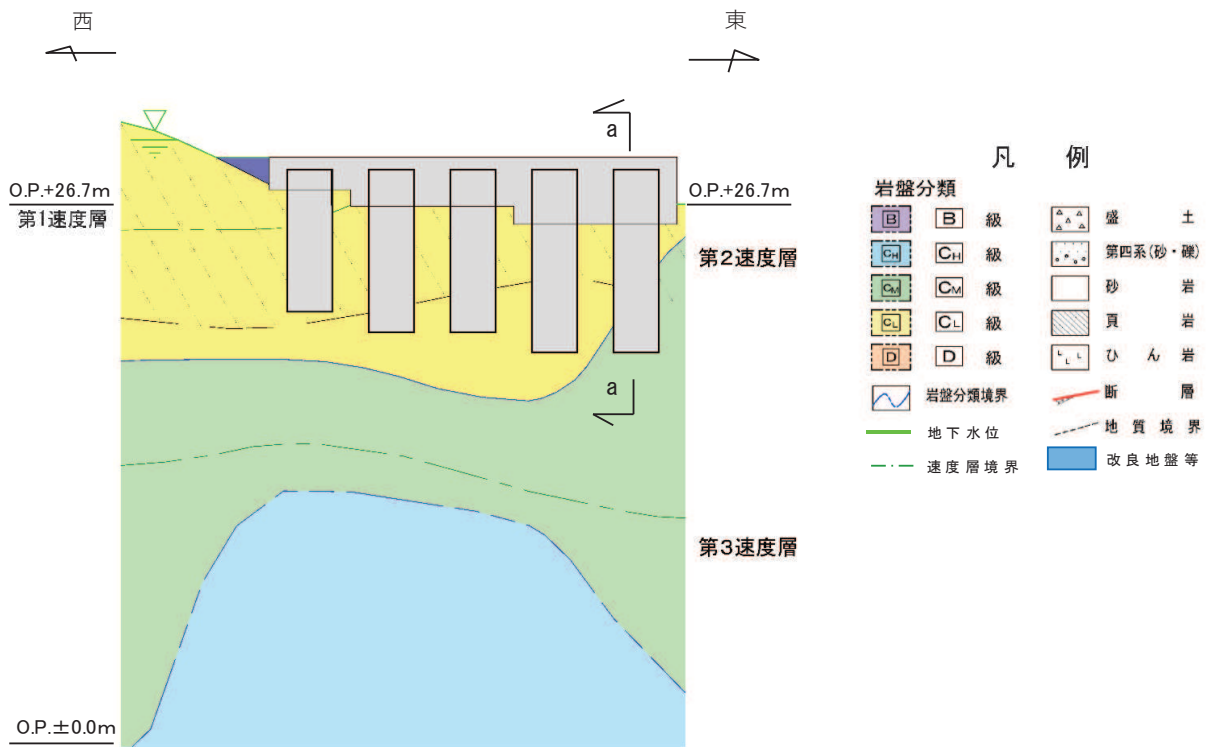


図 3.1-6 (3) 評価対象断面 (岩盤部) (断面⑦)

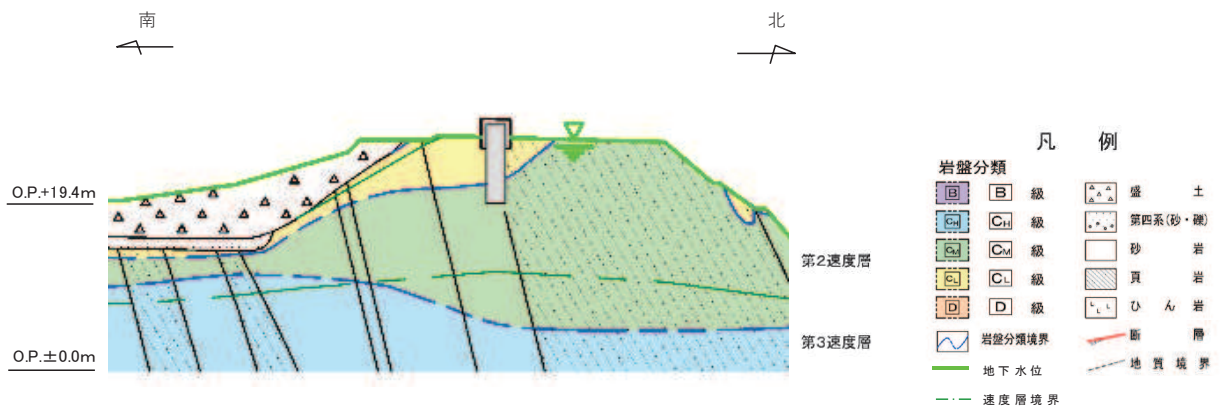


図 3.1-6 (4) 評価対象断面 (岩盤部) (断面⑦, a-a 断面)

3.2 解析方法

地震応答解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる2次元動的有限要素法により、基準地震動 S_s に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析を行う。なお、岩盤部のうちRC壁部の地震応答解析は、RC壁部がRC遮水壁と5本の鋼管杭が縦断方向に一体となった構造であることを踏まえ、質点系モデルによる時刻歴応答解析により行う。

一般部については、地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮できる有効応力解析とする。

岩盤部については岩盤内に設置され、液状化検討対象外の施設であることから、全応力解析とする。

岩盤部のうちRC壁部の縦断方向加振時には、加振方向と平行に配置される躯体及び杭基礎を耐震設計上見込むことができるため縦断方向断面が強軸となる。一方、横断方向加振時には、加振方向と平行に躯体及び杭基礎が配置されないことから、横断方向断面が弱軸となる。よって、弱軸となる横断方向を評価対象とする。

一般部の地震応答解析（有効応力解析）については、解析コード「FLIP Ver. 7.3.0_2」を使用する。

岩盤部の地震応答解析（全応力解析）については、解析コード「TDAPⅢ Ver3.08」を使用し、岩盤部のうちRC壁部の地震応答解析（全応力解析）については、解析コード「TDAPⅢ Ver3.11」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.1 地震応答解析手法

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の地震応答解析は、地盤と構造物の動的相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析を用いて、基準地震動に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析にて行う。

地震応答解析手法の選定フローを図 3.2-1 に示す。

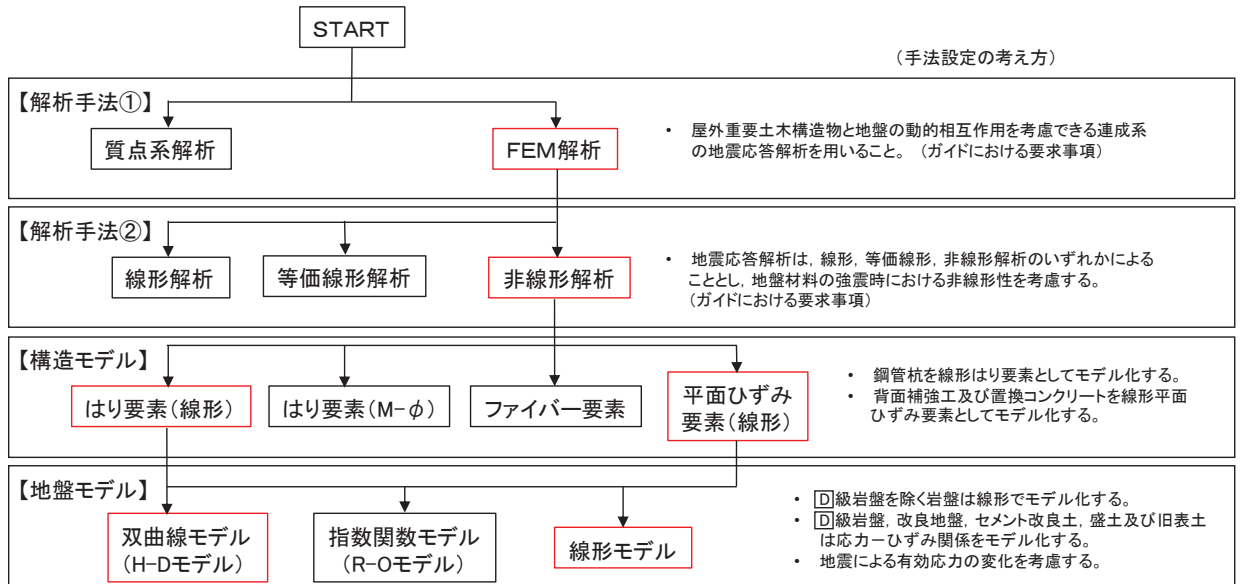


図 3.2-1(1) 地震応答解析手法の選定フロー（一般部）

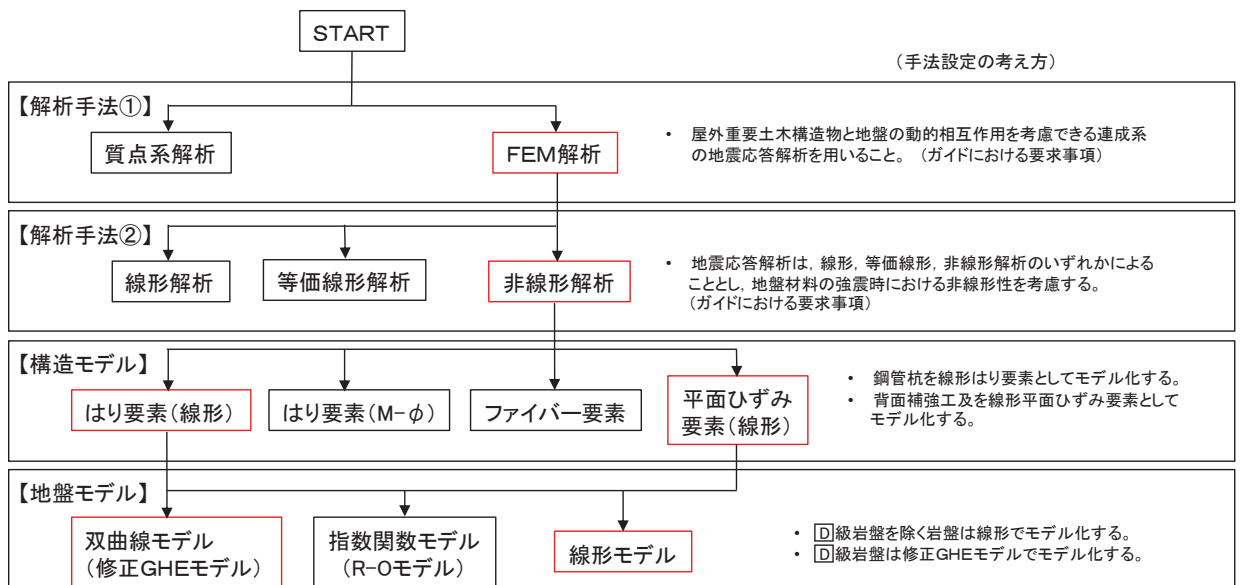


図 3.2-1(2) 地震応答解析手法の選定フロー（岩盤部）

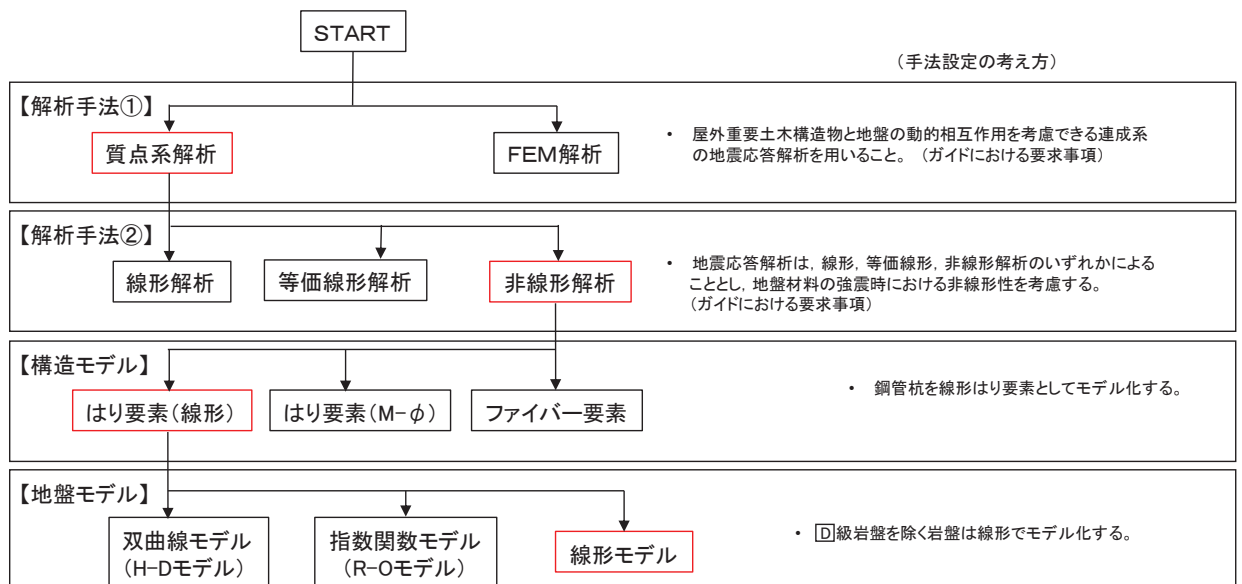


図 3.2-1 (3) 地震応答解析手法の選定フロー (岩盤部のうち RC 壁部)

3.2.2 施設

鋼管杭は、線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。背面補強工及び置換コンクリートは線形の平面ひずみ要素（ソリッド要素）でモデル化する。

また、岩盤部のうち RC 壁部は、鋼管杭及び RC 遮水壁を質点及び線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。

3.2.3 材料物性及び地盤物性のばらつき

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の地震時の応答は、周辺地盤との相互作用によることから、地盤物性のばらつきの影響を評価する。地盤物性のばらつきについては、防潮堤（鋼管式鉛直壁）周辺の地盤状況に応じて一般部と岩盤部の 2 種類に分類し、表 3.2-1 に示す解析ケースにて行う。

(1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部

図 3.1-2～図 3.1-3 に示すとおり、防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部の周辺には、主として旧表土、盛土、D級岩盤、セメント改良土及び改良地盤といった、動的変形特性にひずみ依存性がある地盤が分布しており、これらの地盤のせん断変形が地震時に防潮堤（鋼管式鉛直壁）の応答に大きく影響を与えると判断されることから、これらの地盤の物性（せん断弾性係数）のばらつきについて影響を確認する。

(2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）岩盤部

図 3.1-5～図 3.1-6 に示すとおり、防潮堤（鋼管式鉛直壁）岩盤部の周辺には、主として、CL級岩盤、CM級岩盤、CH級岩盤及び B級岩盤が分布しており、これらの地盤のせん断変形が地震時に防潮堤（鋼管式鉛直壁）の応答に大きく影響を与えると判断されることから、これらの地盤の物性（せん断弾性係数）のばらつきについて影響を確認する。

表 3.2-1 (1) 解析ケース (防潮堤 (鋼管式鉛直壁) 一般部)

解析ケース	材料物性 (コンクリート) (E_0 : ヤング係数)	地盤物性	
		旧表土, 盛土, D 級岩盤, セメント改良土, 改良地盤 (G_0 : 初期せん断弾性係数)	C_L 級岩盤, C_M 級岩盤, C_H 級岩盤, B 級岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	設計基準強度	平均値	平均値
ケース②	設計基準強度	平均値 + 1 σ	平均値
ケース③	設計基準強度	平均値 - 1 σ	平均値

表 3.2-1 (2) 解析ケース (防潮堤 (鋼管式鉛直壁) 岩盤部)

解析ケース	材料物性 (コンクリート) (E_0 : ヤング係数)	地盤物性	
		旧表土, 盛土, D 級岩盤, セメント改良土, 改良地盤 (G_0 : 初期せん断弾性係数)	C_L 級岩盤, C_M 級岩盤, C_H 級岩盤, B 級岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	設計基準強度	平均値	平均値
ケース②	設計基準強度	平均値	平均値 + 1 σ
ケース③	設計基準強度	平均値	平均値 - 1 σ

3.2.4 減衰定数

減衰定数は、「補足 610-20 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」に従い、構造部材の減衰定数は、粘性減衰及び履歴減衰で考慮する。

粘性減衰は、固有値解にて求められる固有周期と各材料の減衰比に基づき、質量マトリクス及び剛性マトリクスの線形結合で表される以下の Rayleigh 減衰を解析モデル全体に与える。なお、構造部材を線形はり要素でモデル化する場合は、Rayleigh 減衰のみを設定する。

$$[C] = \alpha [M] + \beta [K]$$

$[C]$: 減衰係数マトリクス, $[M]$: 質量マトリクス,

$[K]$: 剛性マトリクス

α, β : 係数

Rayleigh 減衰は、一般部 (有効応力解析) では剛性比例型減衰 ($\alpha=0, \beta=0.002$) を考慮する。なお、係数 β の設定については、「FLIP 研究会 14 年間の検討成果のまとめ「理論編」」を基に設定している。

岩盤部 (全応力解析) では質量比例型減衰と剛性比例型減衰の組み合わせによる減衰を設定する。岩盤部 (全応力解析) における Rayleigh 減衰の設定フローを図 3.2-2 に示す。

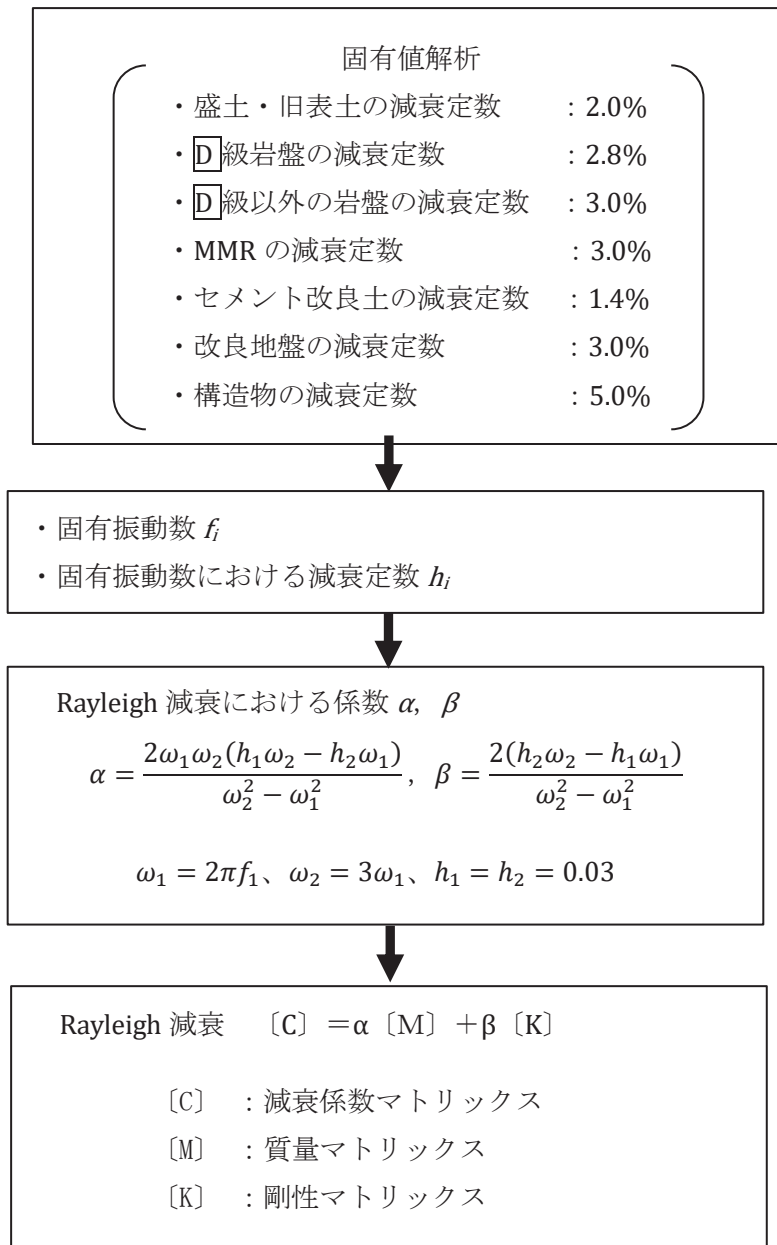


図 3.2-2 岩盤部（全応力解析）における Rayleigh 減衰の設定フロー

Rayleigh 減衰における係数 α , β の設定にあたっては、解析モデルの低次のモードが特に支配的となる地盤および構造物連成系に対して、その特定のモードの影響が大きいことを考慮し、かつ振動モードの全体系に占める割合の観点から刺激係数に着目し、1 次及び 2 次モードの固有振動数に基づき定めることとする。2 次モードの固有円振動数 (ω_2) は、水平成層地盤の 2 次固有振動数が 1 次固有振動数の 3 倍であることから、1 次モードの固有円振動数 (ω_1) の 3 倍とする。

固有値解析におけるモード図を図 3.2-3 に、固有値解析結果の一覧を表 3.2-2 に、固有値解析結果に基づき設定した Rayleigh 減衰を図 3.2-4 に係数 α , β を表 3.2-3 に示す。

表 3.2-2 (1) 固有値解析結果 (断面⑤)

	固有振動数 (Hz)	有効質量比 (%)		刺激係数		備考
		Tx	Ty	β_x	β_y	
1	5.848	84	0	192.80	2.27	1 次として採用
2	7.585	84	0	9.83	0.26	—
3	11.054	85	3	19.24	35.67	—
4	11.366	85	57	6.86	-148.70	—
5	13.324	85	57	13.34	-8.74	—
6	14.847	89	58	-40.71	26.87	—
7	17.616	92	60	-34.11	-21.59	—
8	18.405	92	60	-2.30	0.59	—
9	19.625	92	76	-16.12	-83.23	—
10	20.668	94	78	26.98	-23.90	—

表 3.2-2 (2) 固有値解析結果 (断面⑥)

	固有振動数 (Hz)	有効質量比 (%)		刺激係数		備考
		Tx	Ty	β_x	β_y	
1	6.035	84	0	177.60	-0.28	1 次として採用
2	7.228	84	0	17.68	-0.08	—
3	11.528	84	58	-0.91	-142.40	—
4	14.022	87	59	31.85	18.22	—
5	14.656	88	59	-20.18	-2.82	—
6	17.711	92	63	-39.83	35.48	—
7	19.593	93	71	8.10	51.52	—
8	21.271	93	73	-13.56	29.54	—
9	23.186	96	74	30.90	19.11	—
10	24.495	96	78	-8.54	-36.04	—

表 3.2-2 (3) 固有値解析結果 (断面⑦)

	固有振動数 (Hz)	有効質量比 (%)			刺激係数			備考
		Tx	Ty	Tz	β_x	β_y	β_z	
1	40.2	0	0	53	0.00	0.00	19.28	1次として採用
2	48.3	3	55	53	-4.59	19.60	0.00	—
3	54.1	17	76	53	10.02	12.09	0.00	—
4	60.1	17	76	58	0.00	0.00	-5.91	—
5	62.0	72	76	58	-19.59	1.04	0.00	—
6	74.2	73	79	58	1.92	-4.64	0.00	—
7	86.5	73	79	62	0.00	0.00	-4.87	—
8	114.4	73	79	62	-1.95	0.43	0.00	—
9	126.3	73	80	62	-0.55	-1.69	0.00	—
10	131.5	73	89	62	0.58	-8.35	0.00	—

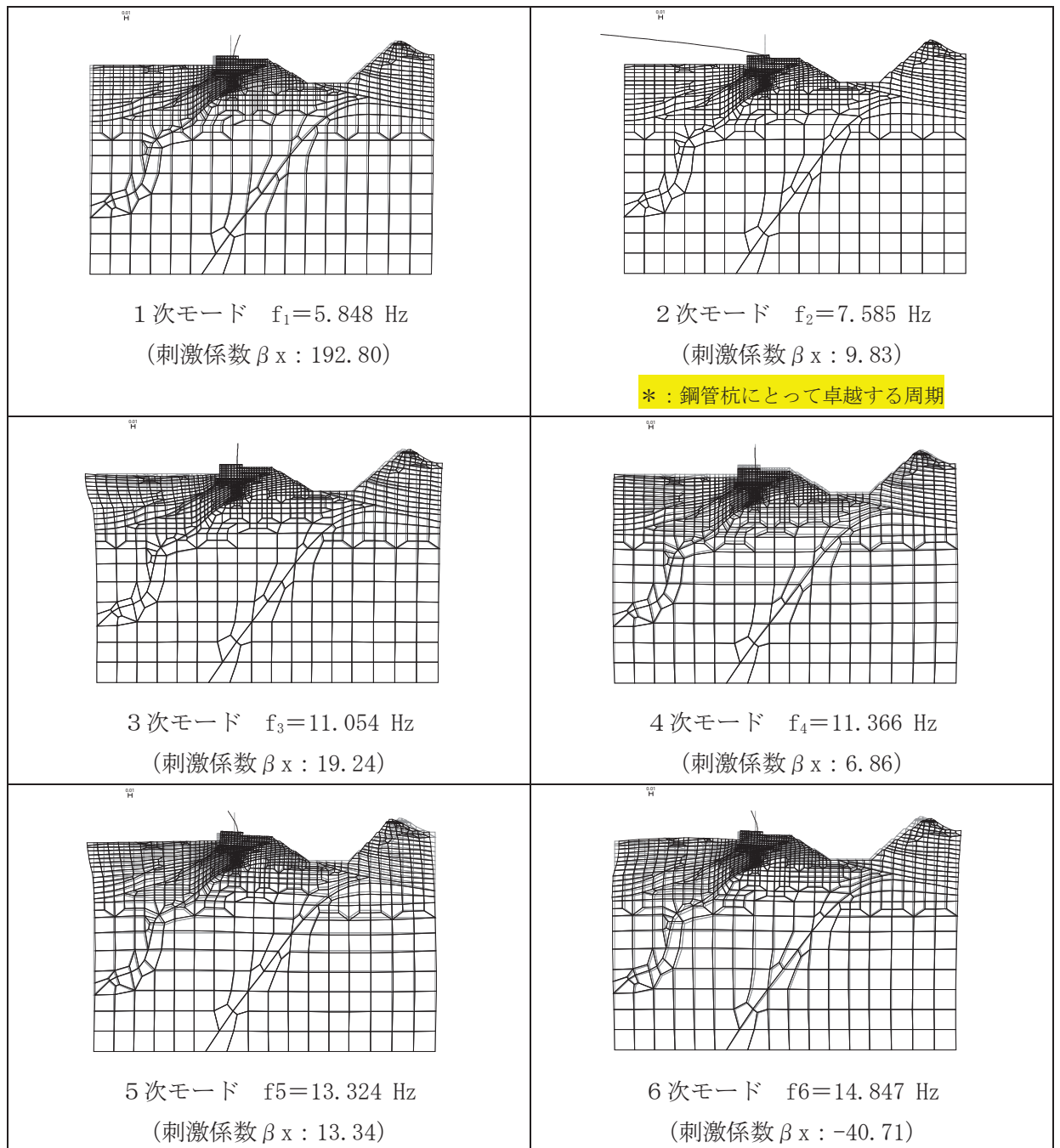


図 3.2-3 (1) 固有値解析結果 (断面⑤ : モード図)

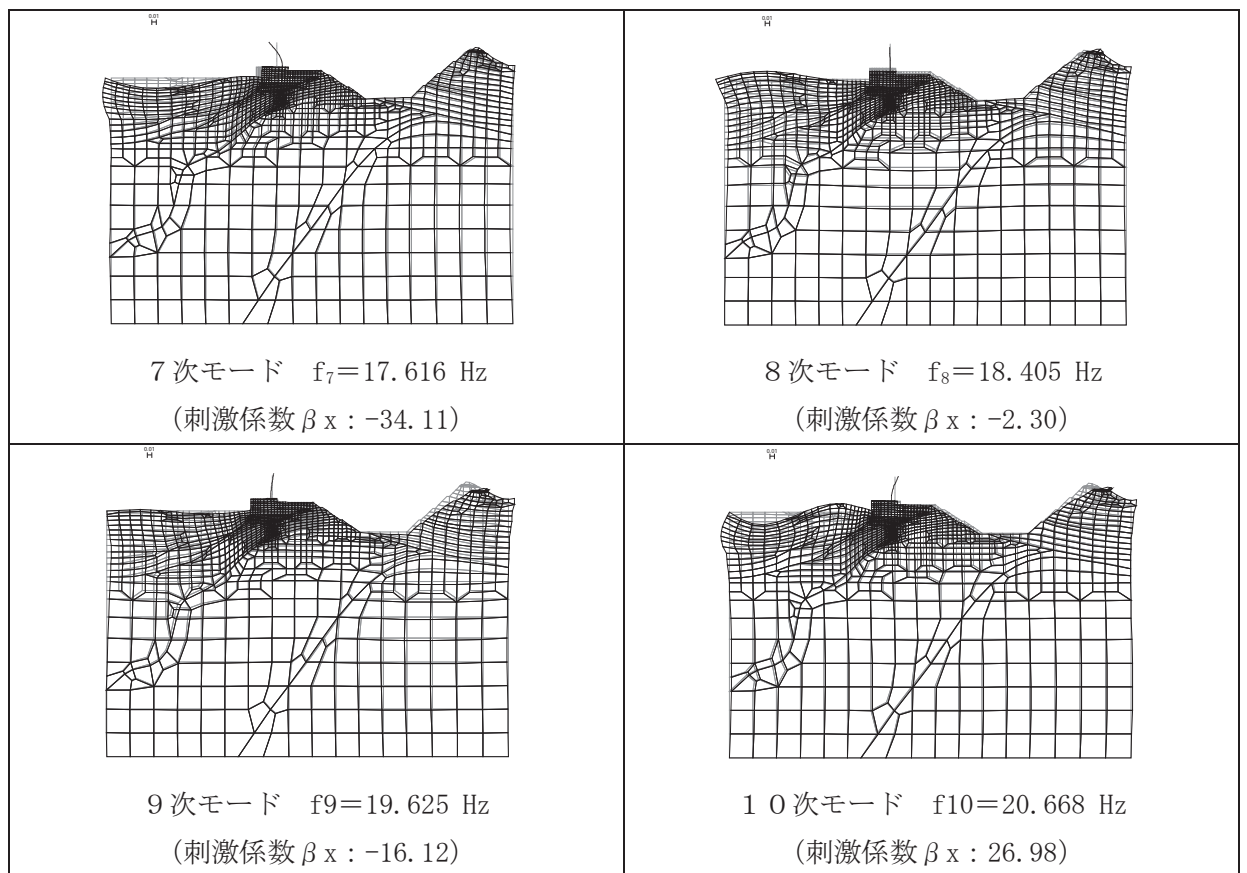


図 3.2-3 (2) 固有値解析結果 (断面⑤ : モード図)

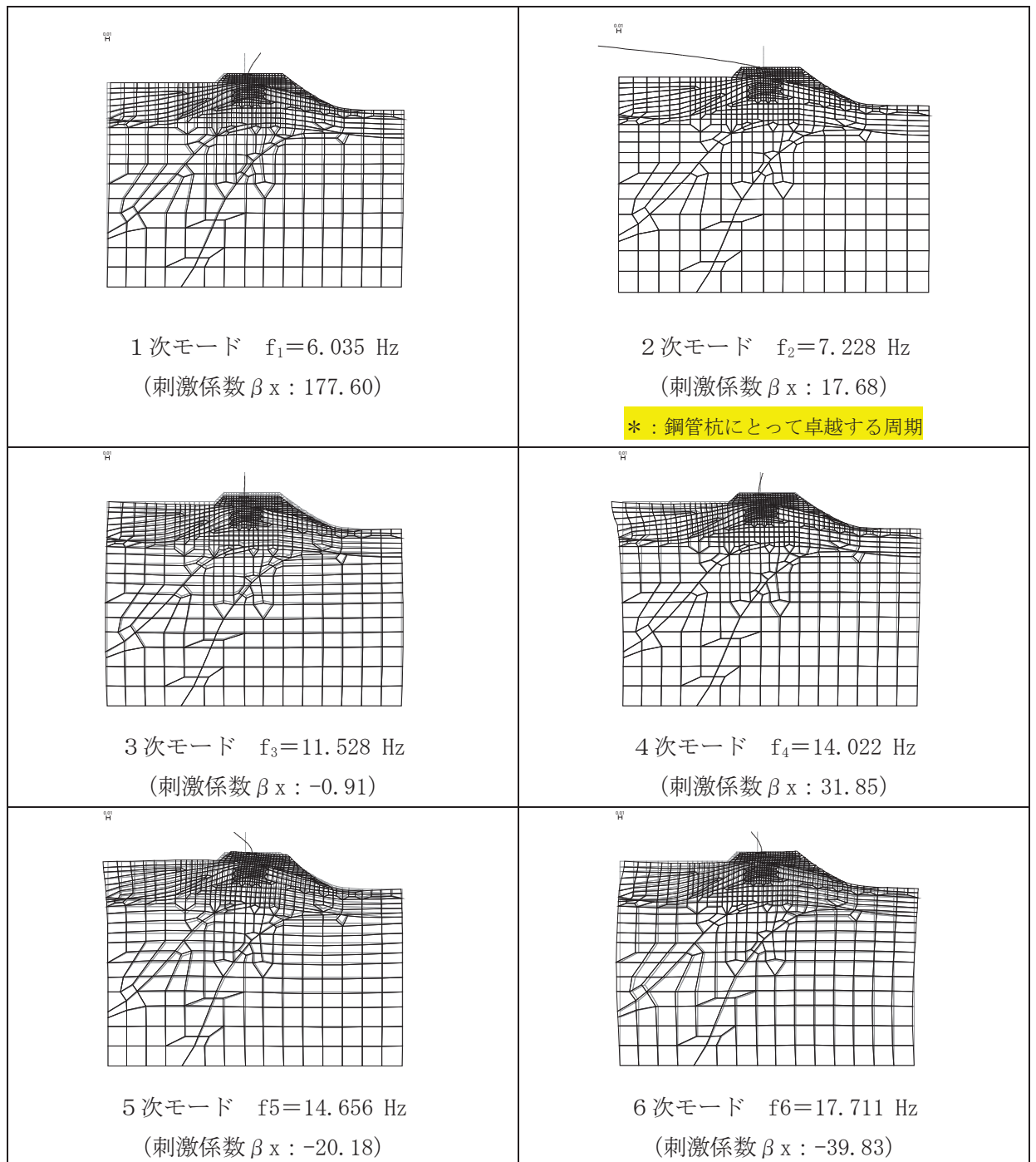


図 3.2-3 (3) 固有値解析結果 (断面⑥: モード図)

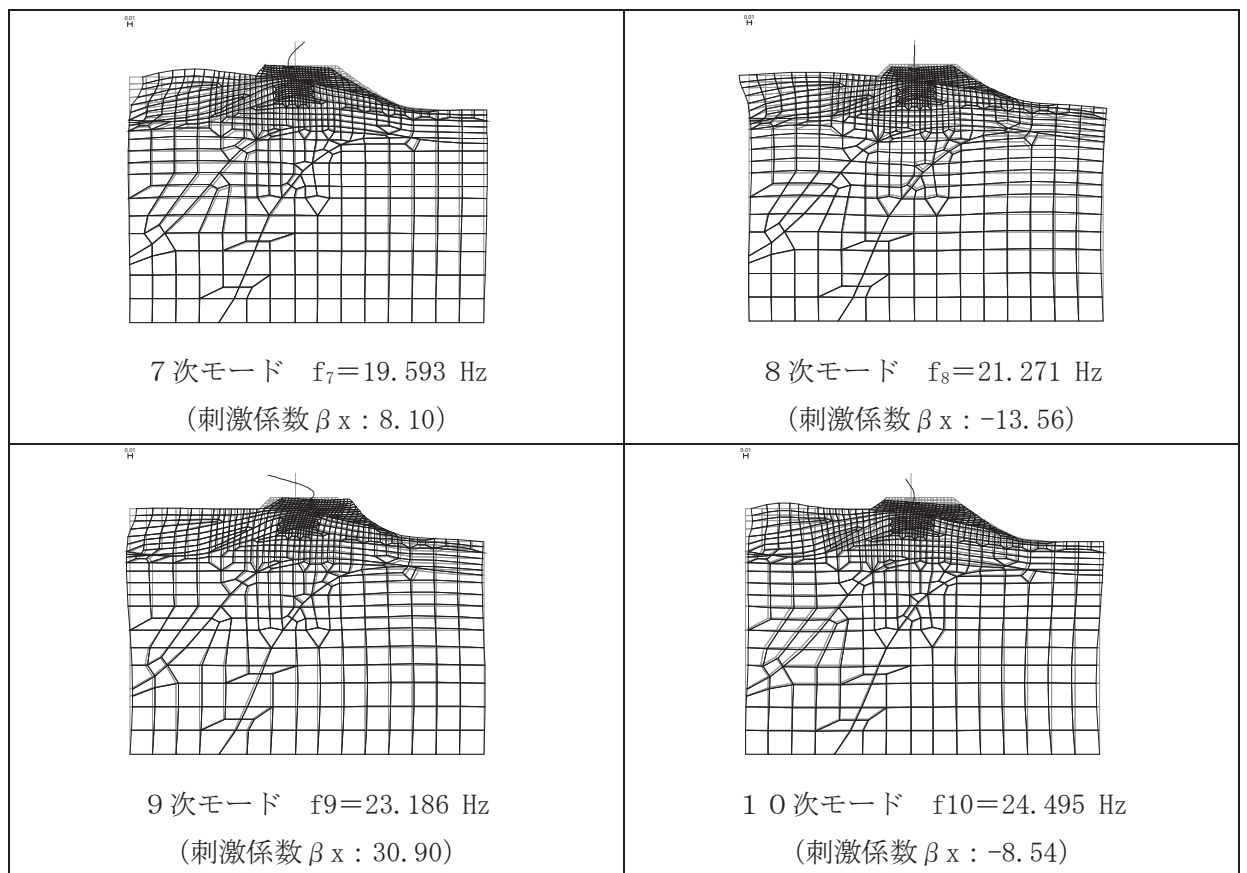


図 3.2-3 (4) 固有値解析結果 (断面⑥ : モード図)

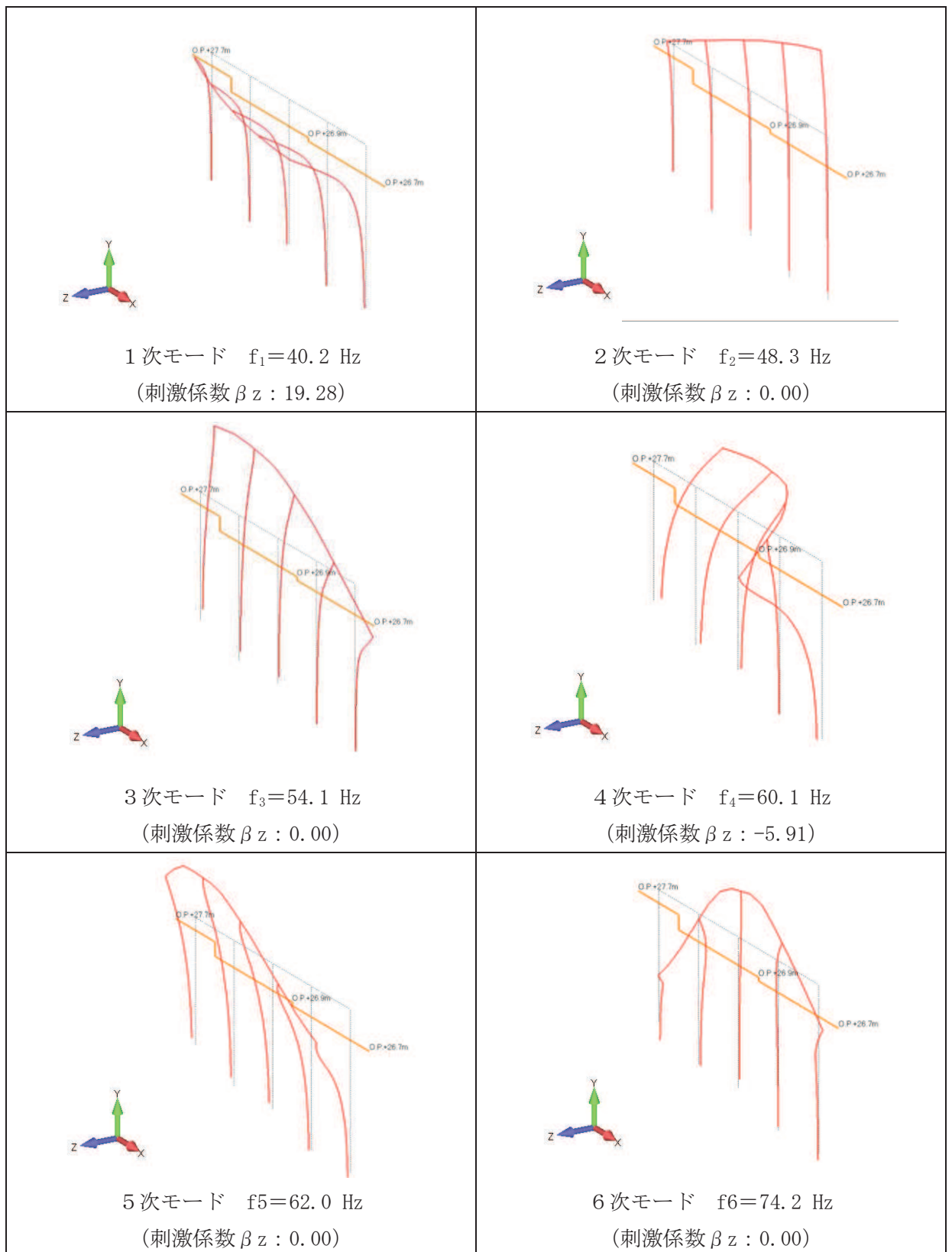


図 3.2-3 (5) 固有値解析結果 (断面⑦ : モード図)

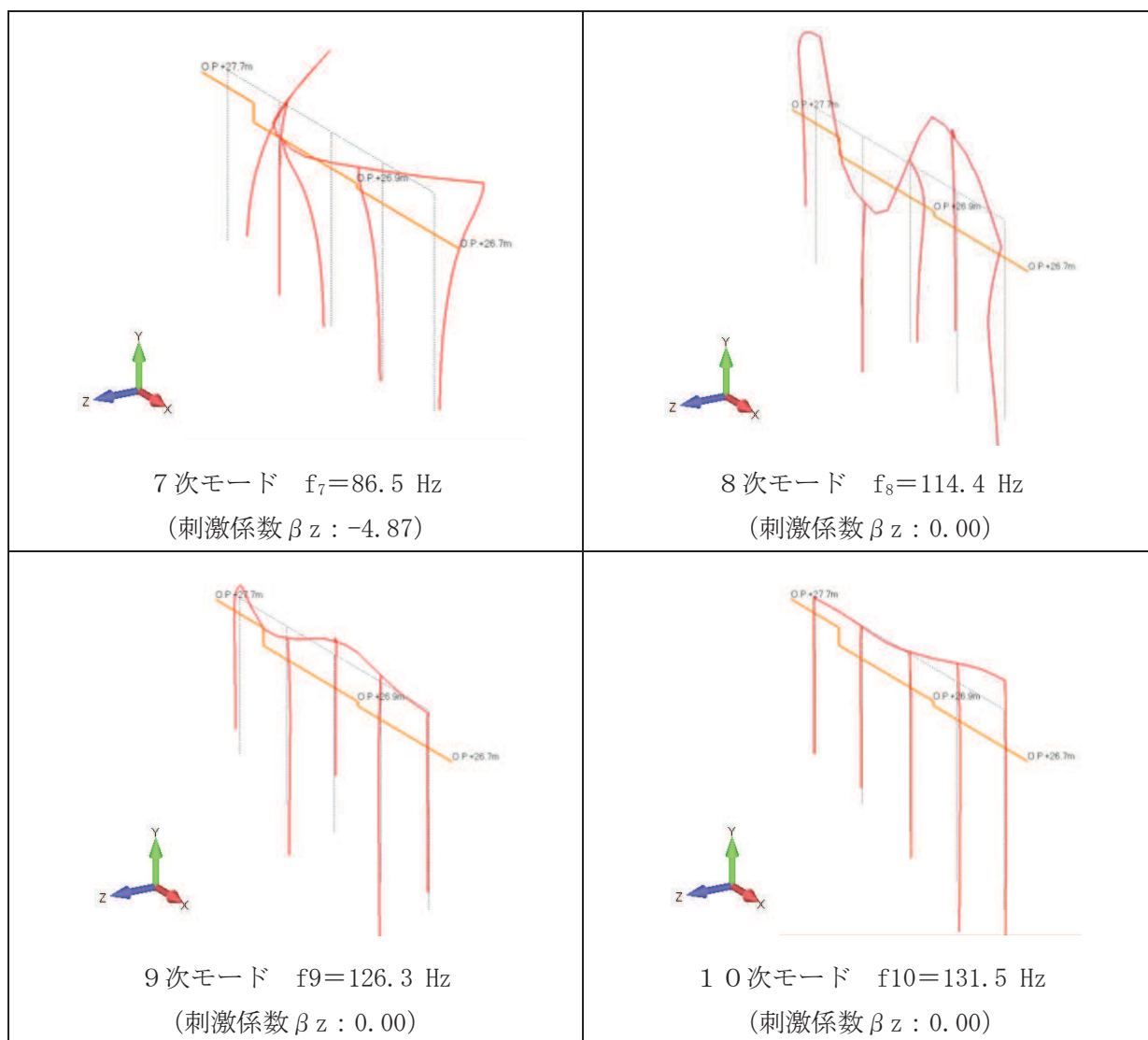


図 3.2-3 (6) 固有値解析結果 (断面⑦ : モード図)

表 3.2-3 Rayleigh 減衰における係数 α , β の設定結果

評価対象断面	α	β
断面⑤	1.653	4.803×10^{-4}
断面⑥	1.706	3.956×10^{-4}
断面⑦	1.136×10	5.944×10^{-5}

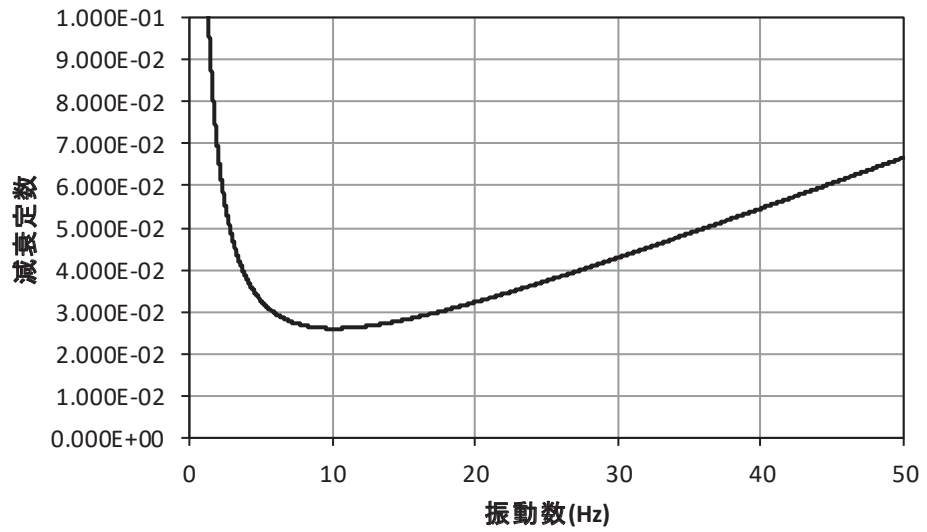


図 3.2-4 (1) 設定した Rayleigh 減衰 (断面⑤)

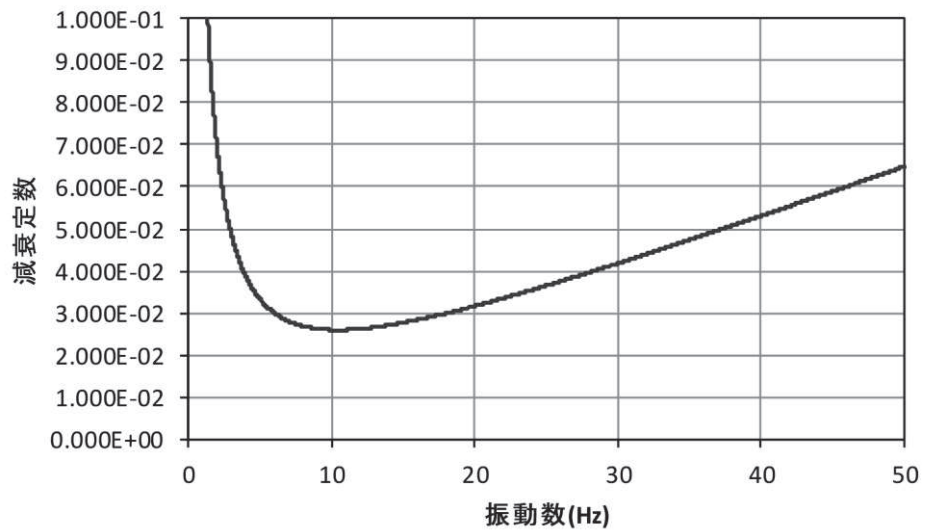


図 3.2-4 (2) 設定した Rayleigh 減衰 (断面⑥)

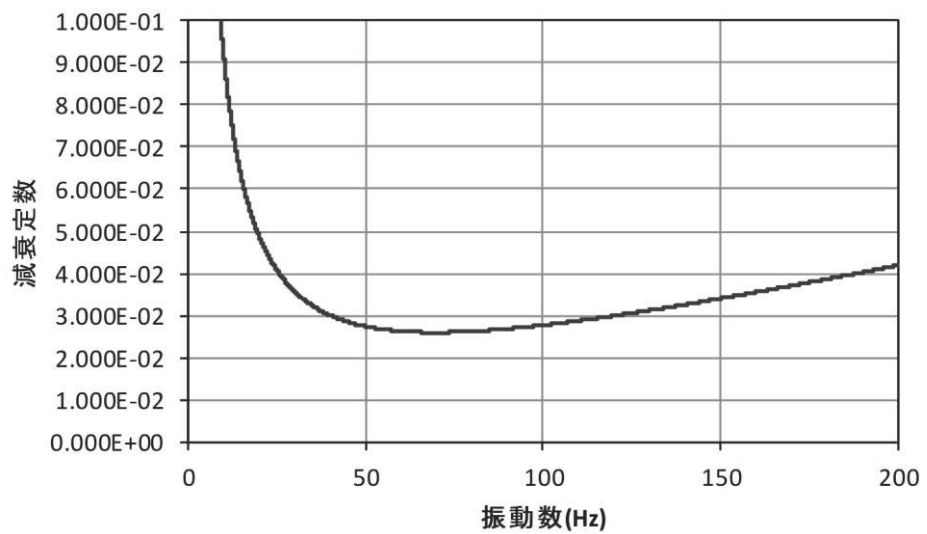


図 3.2-4 (3) 設定した Rayleigh 減衰 (断面⑦)

3.2.5 解析ケース

耐震評価においては、全ての基準地震動 S_s に対し、ケース①（基本ケース）を実施する。全ての基準地震動 S_s に対して実施したケース①において、各照査値が最も厳しい地震動を用い、表 3.2-4 に示すケース②～③を実施する。耐震評価における解析ケースを表 3.2-4 に示す。

表 3.2-4 解析ケース

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③
		基本ケース	地盤物性のばらつき (+1σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1σ) を考慮した解析ケース
地盤物性		平均値	平均値+1σ	平均値-1σ
地震動 (位相)	S s - D 1	++*1	○	基準地震動 S s (7 波) 及び位相反転を考慮した地震動 (13 波) を加えた全 20 波により照査を行ったケース① (基本ケース) の結果から、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査において照査値が 0.5 以上となる又はすべり安全率が 2.4 以下*2 となる全ての照査項目に対して、最も厳しい地震動を用いてケース②～③を実施する。 照査値がいずれも 0.5 未満の場合は、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②～③を実施する。
		-+*1	○	
		+-*1	○	
		--*1	○	
	S s - D 2	++*1	○	
		-+*1	○	
		+-*1	○	
		--*1	○	
	S s - D 3	++*1	○	
		-+*1	○	
		+-*1	○	
		--*1	○	
	S s - F 1	++*1	○	
		-+*1	○	
	S s - F 2	++*1	○	
		-+*1	○	
	S s - F 3	++*1	○	
		-+*1	○	
	S s - N 1	++*1	○	
		-+*1	○	

注記 *1：地震動の位相について (++) の左側は水平動，右側は鉛直動を表し，「-」は位相を反転させたケースを示す。

*2：許容限界であるすべり安全率 1.2 に対して 2 倍の裕度

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 耐震評価上考慮する状態

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態。ただし、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪及び風の影響を考慮する。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重(G)

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

(2) 積載荷重(P)

積載荷重として、積雪荷重を含めて地表面に 4.9kN/m^2 を考慮する。

(3) 積雪荷重(P_s)

積雪荷重として、発電所の最寄りの気象官署である石巻特別地域気象観測所で観測された月最深積雪の最大値である 43cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮した値を設定する。また、建築基準法施行令第86条第2項により、積雪量 1cm ごとに 20N/m^2 の積雪荷重が作用することを考慮する。

(4) 風荷重(P_k)

風荷重については、設計基準風速を 30m/s とし、建築基準法に基づき算定する。

(5) 地震荷重(S_s)

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3.3-1 及び表 3.3-2 に示す。

表 3.3-1 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S _s)	G + P + P _k + S _s

G : 固定荷重

P : 積載荷重 (積雪荷重 P_sを含めて 4.9kN/m²)

P_k : 風荷重

S_s : 地震荷重

表 3.3-2 荷重の組合せ

種別		荷重		算定方法
永久 荷重	常時 考慮 荷重	躯体自重	○	設計図書に基づいて、対象構造物の体積に材料の密度を乗じて設定する。
		機器・配管自重	—	対象構造物に作用する機器・配管はないため考慮しない。
		土被り荷重	—	土被りはないため考慮しない。
		積載荷重	○	積雪荷重を含めて 4.9kN/m ² を考慮する。
	静止土圧		○	常時応力解析により設定する。
	外水圧		—	外水圧は考慮しない。
	内水圧		—	内水はないため考慮しない。
	積雪荷重		○	積雪荷重 (0.301kN/m ²) を考慮する。
	風荷重		○	風荷重を考慮する。
偶発荷重		水平地震動	○	基準地震動 S _s による水平及び鉛直同時加振を考慮する。
		鉛直地震動	○	
		動水圧	○	朔望平均満潮位での動水圧を考慮する。

3.4 入力地震動

入力地震動は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を1次元重複反射理論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「6.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

入力地震動算定の概念図を図3.4-1に、1次元解析モデル図を図3.4-2に示す。図3.4-3～図3.4-9に入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを示す。

入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE Ver 1.6」及び「microSHAKE Ver2.3.3」（岩盤部のうちRC壁部）を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

①引戻し解析

引戻し地盤モデル（解放基盤モデル）を用いて、水平方向地震動及び鉛直方向地震動をそれぞれ引戻し地盤モデル底面位置まで引戻す。

②水平方向地震動の引上げ解析

引上げ地盤モデル（水平方向地震動用）を用いて、構造物－地盤連成系解析モデル底面位置まで水平方向地震動を引き上げる。

③鉛直方向地震動の引上げ解析

引上げ地盤モデル（鉛直方向地震動用）を用いて、構造物－地盤連成系解析モデル下端位置まで鉛直方向地震動を引き上げる。

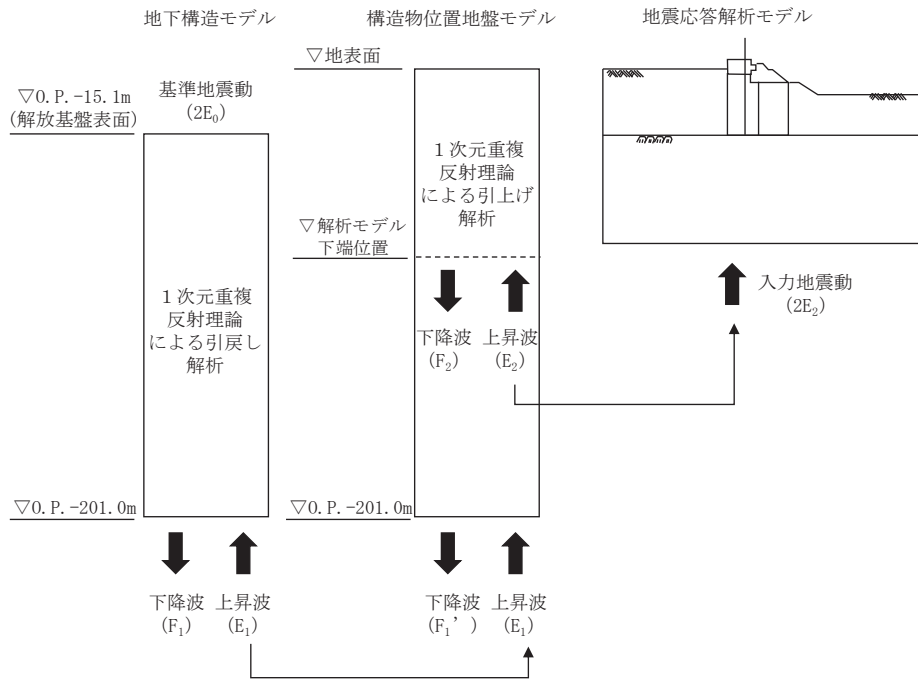


図 3.4-1(1) 入力地震動算定の概念図

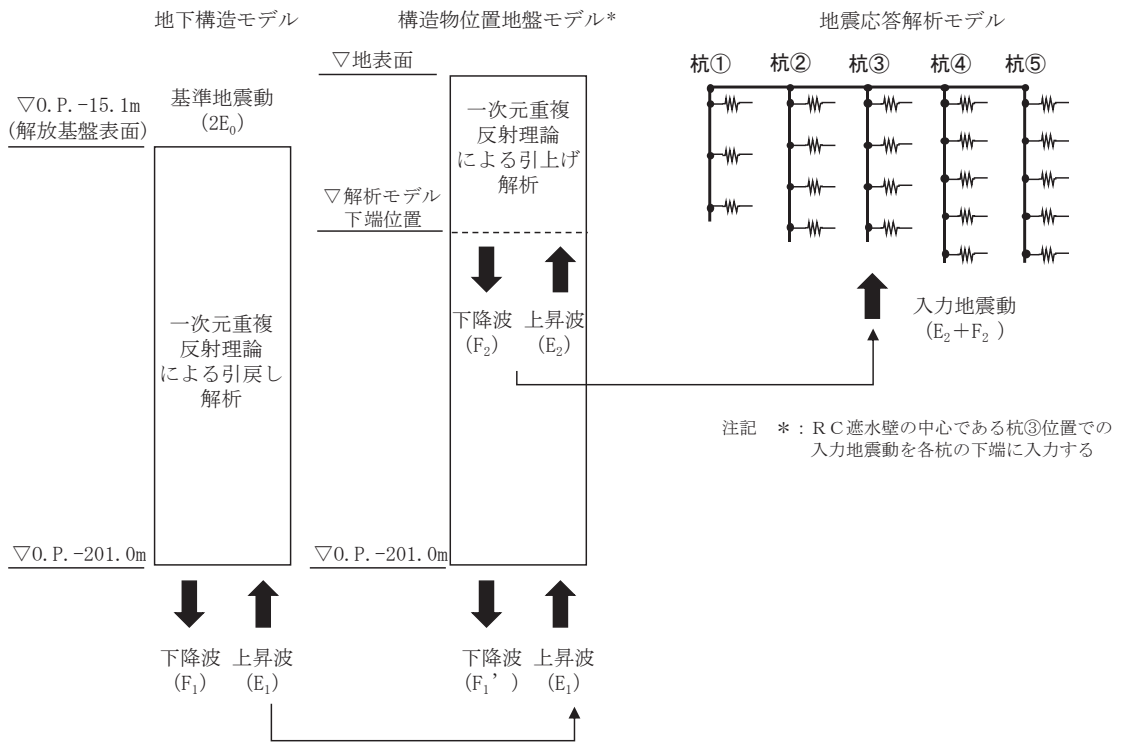


図 3.4-1(2) 入力地震動算定の概念図 (岩盤部のうち RC 壁部)

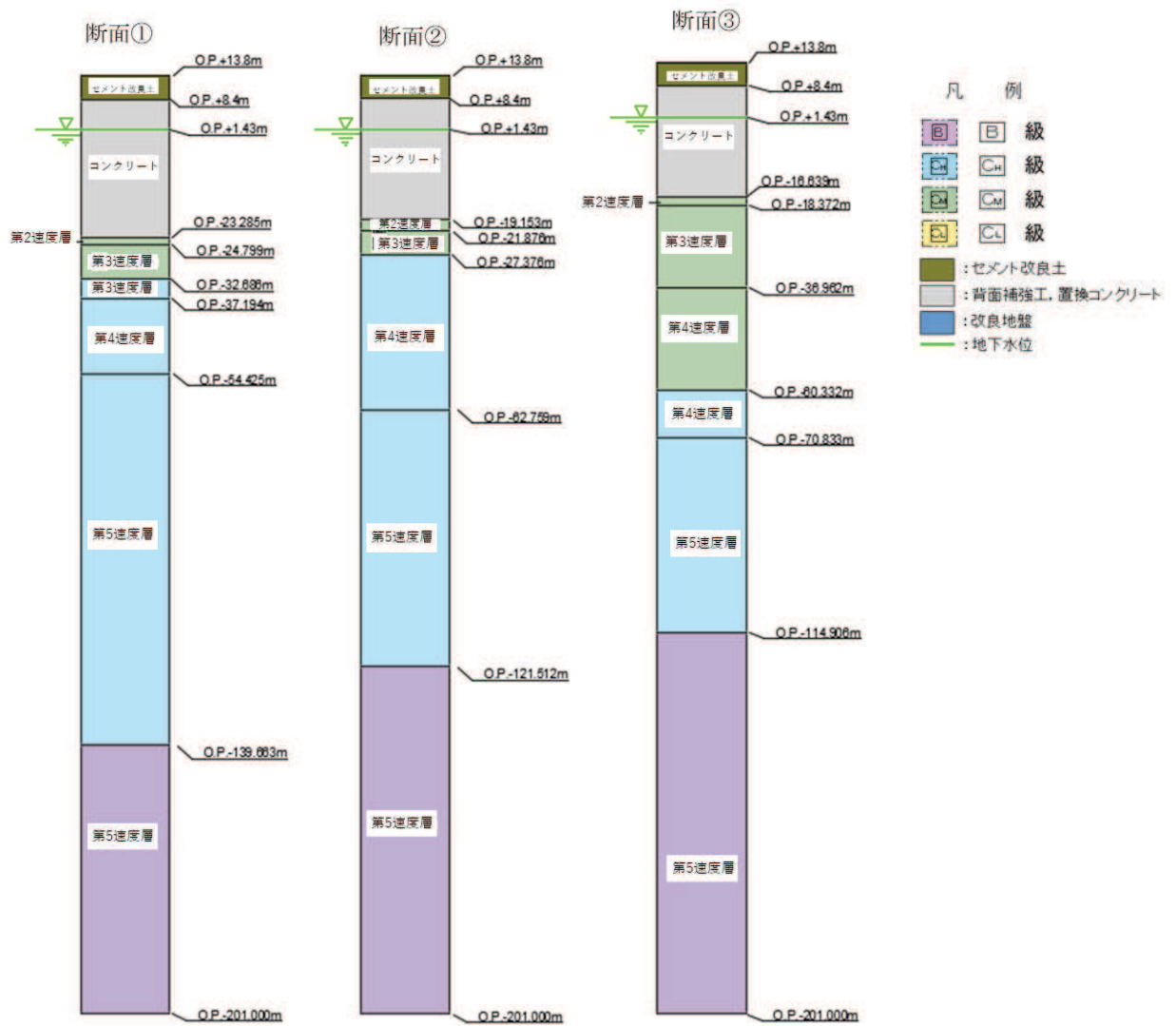


図 3.4-2 (1) 1次元解析モデル図 (断面①～③)

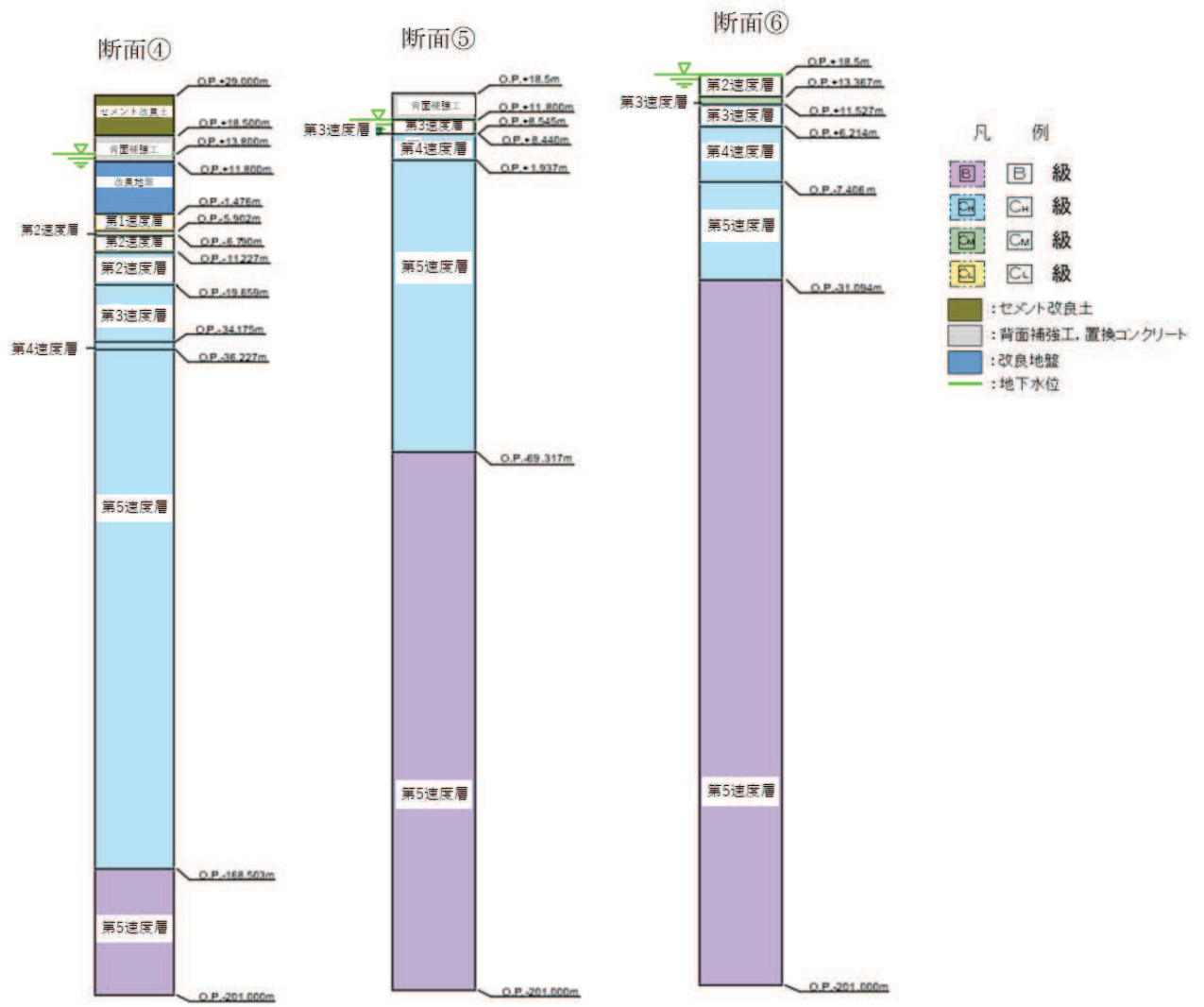


図 3.4-2 (2) 1次元解析モデル図 (断面④～⑥)

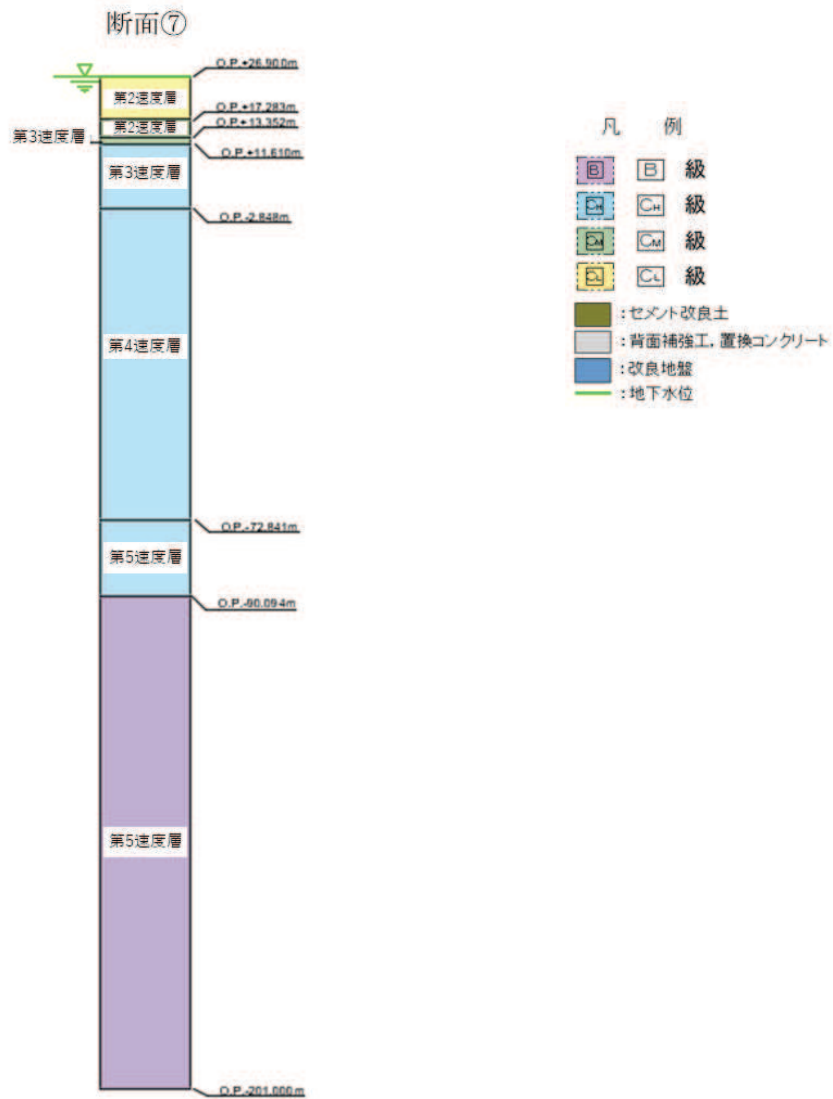
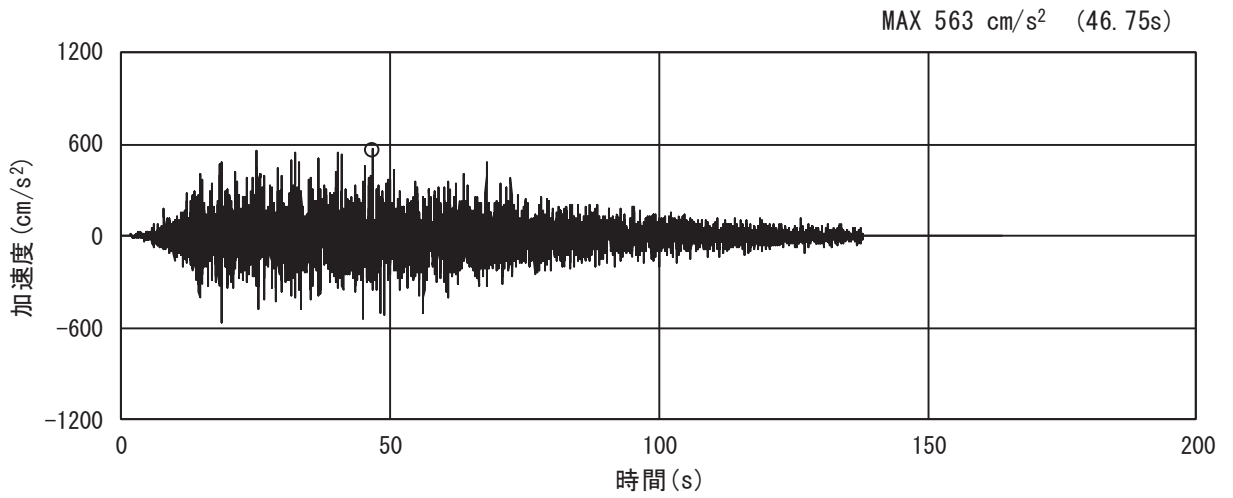


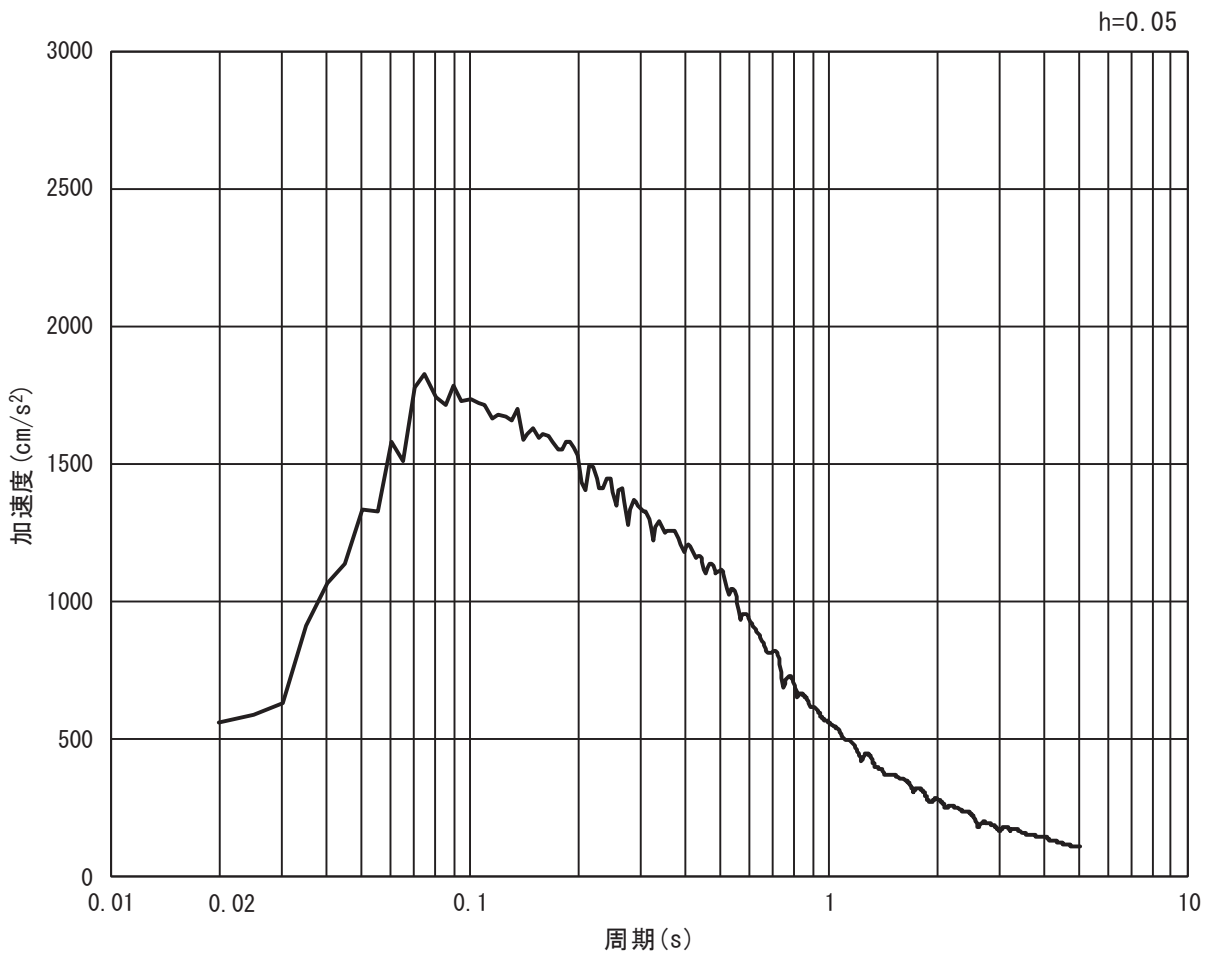
図 3.4-2 (3) 1次元解析モデル図 (断面⑦)

3.4.1 一般部

(1) 断面①

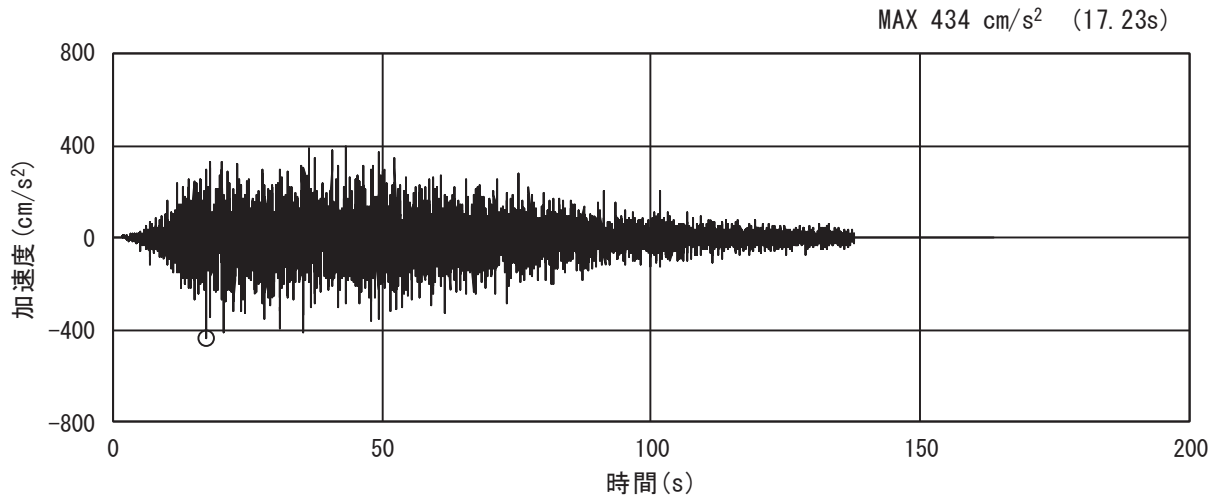


(a) 加速度時刻歴波形

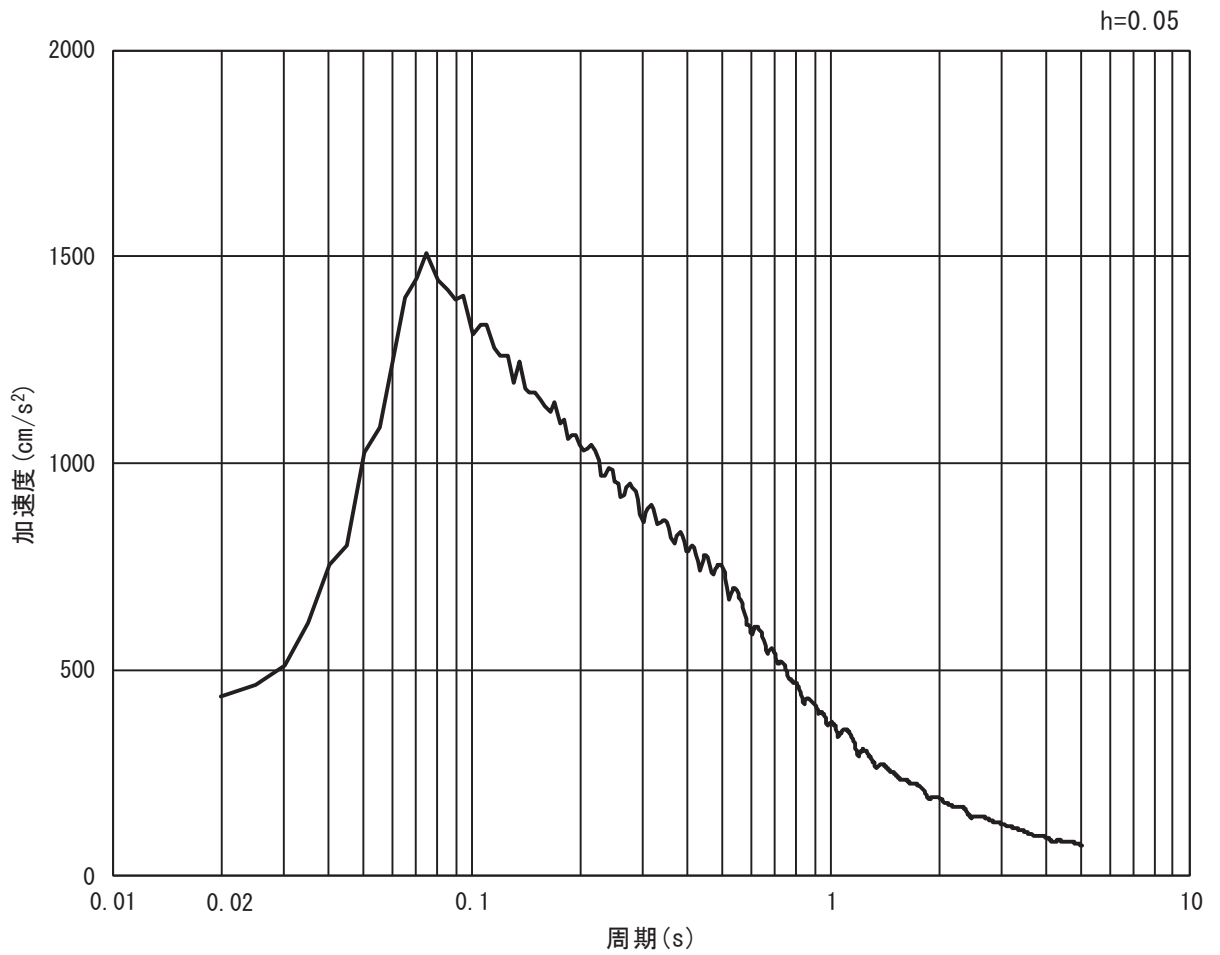


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 1)

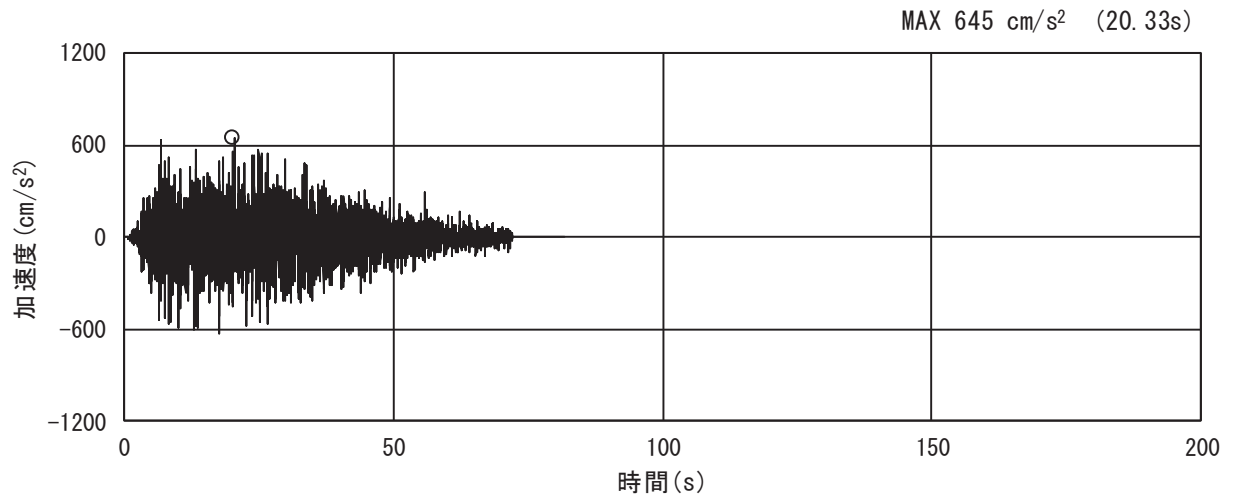


(a) 加速度時刻歴波形

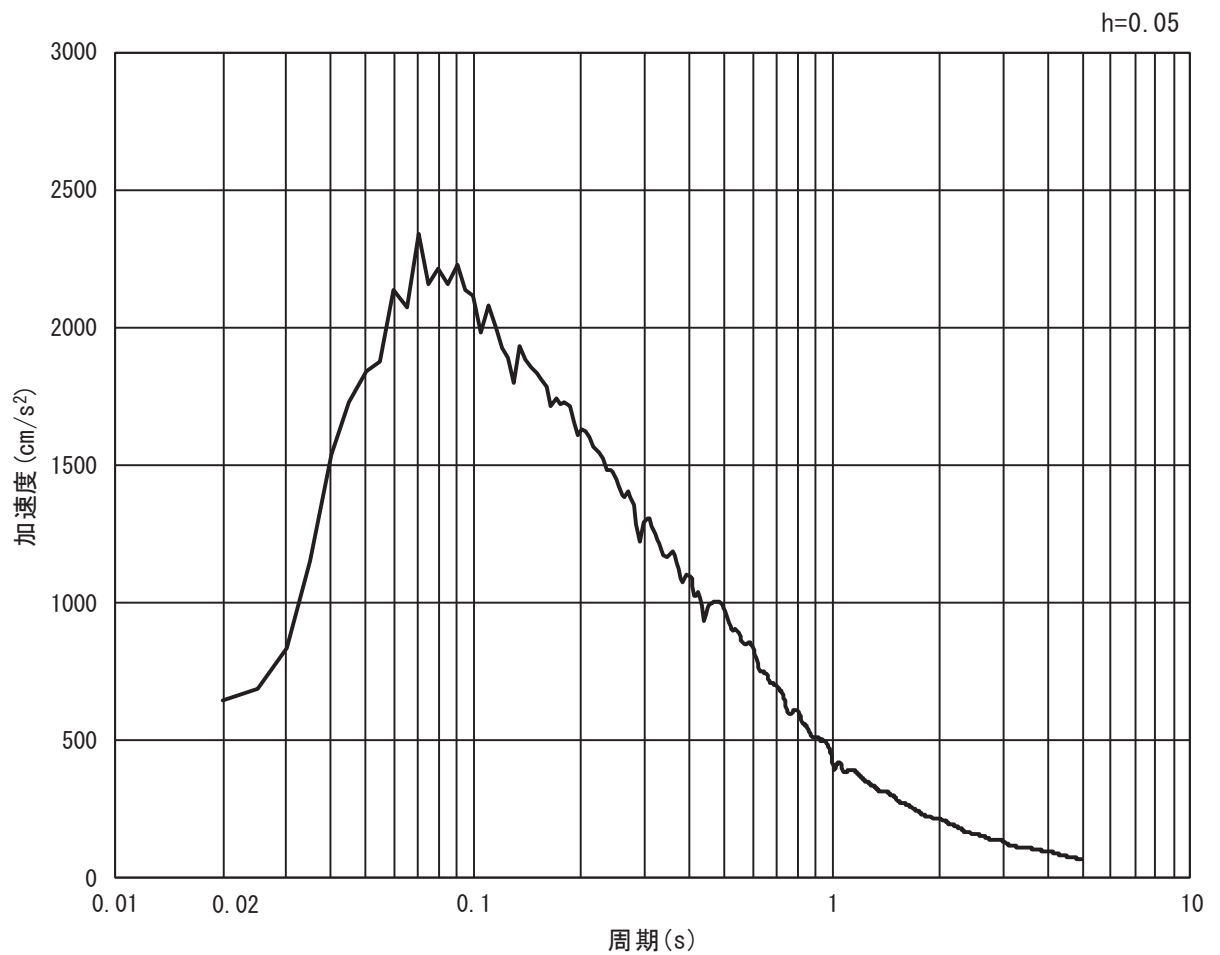


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: S s - D 1)

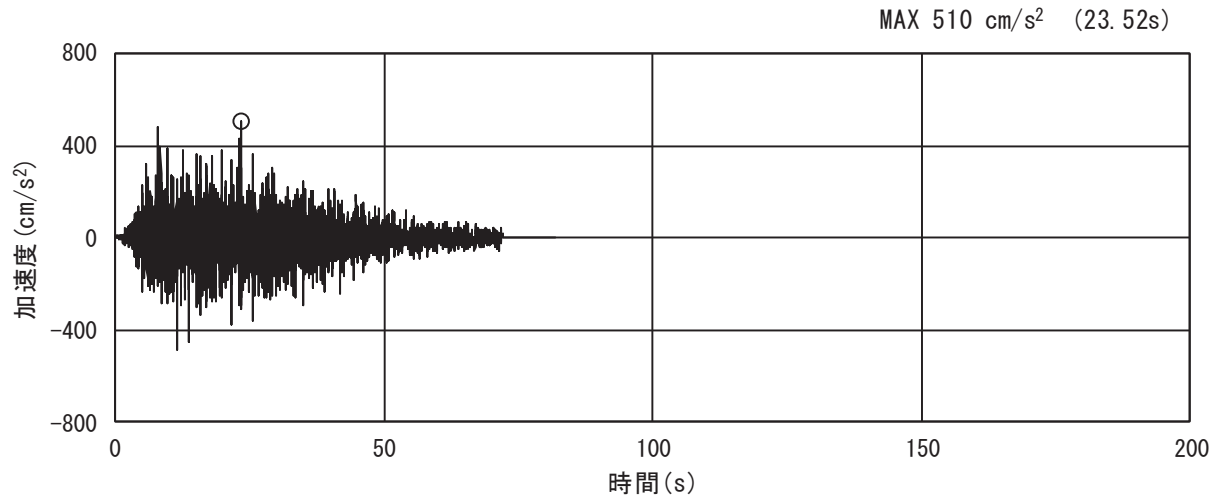


(a) 加速度時刻歴波形

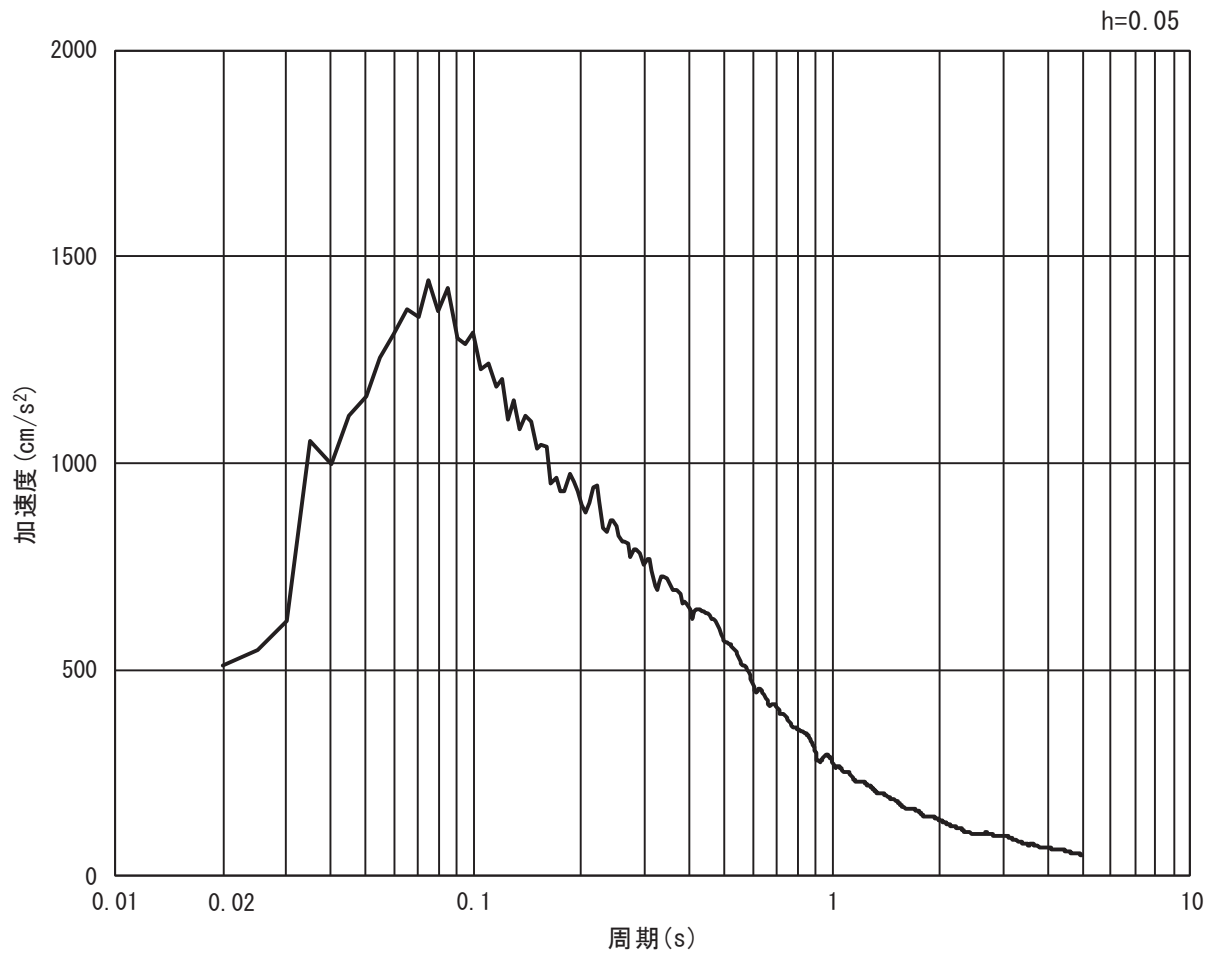


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 2)

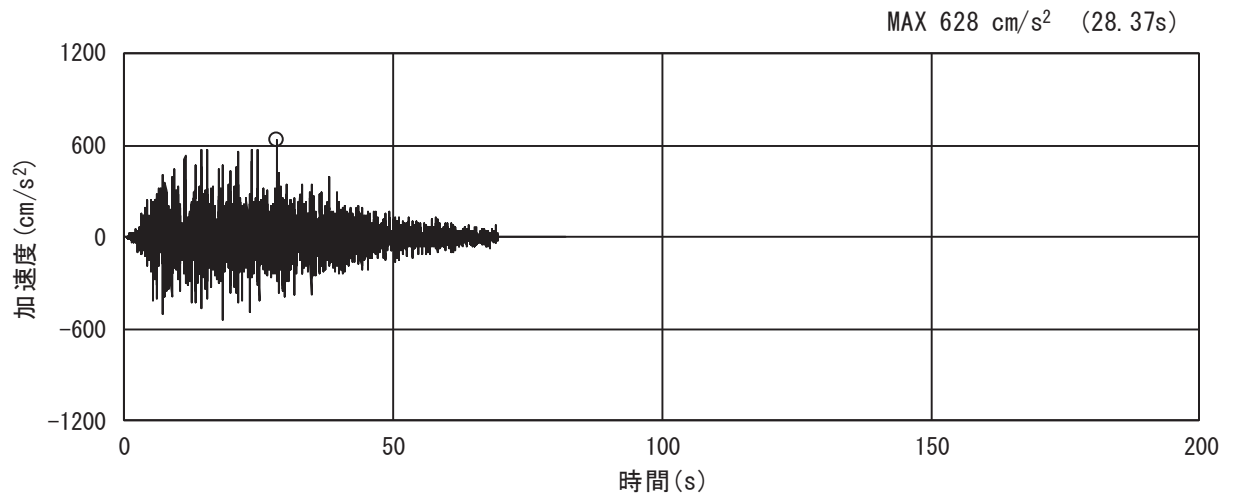


(a) 加速度時刻歴波形

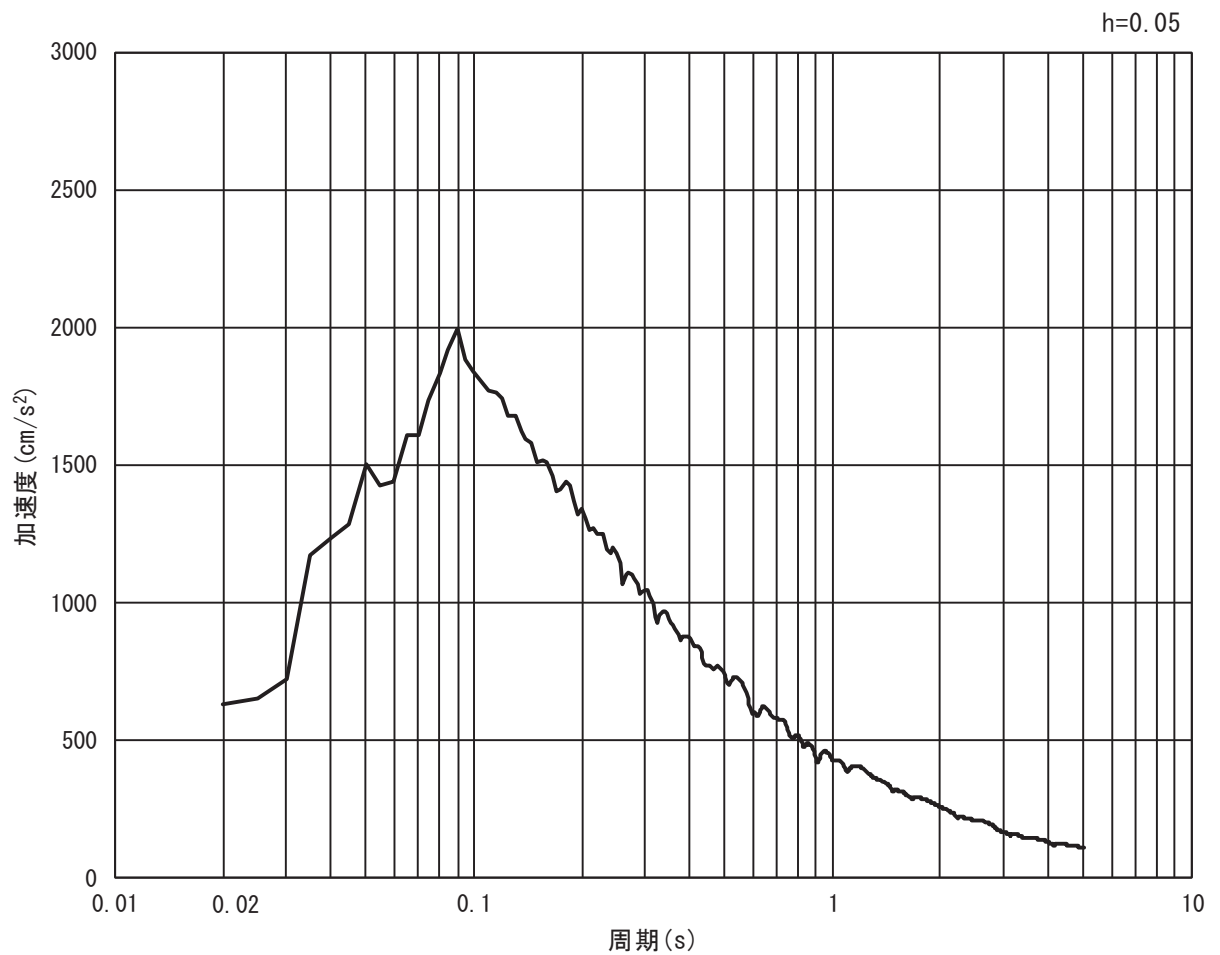


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 2)

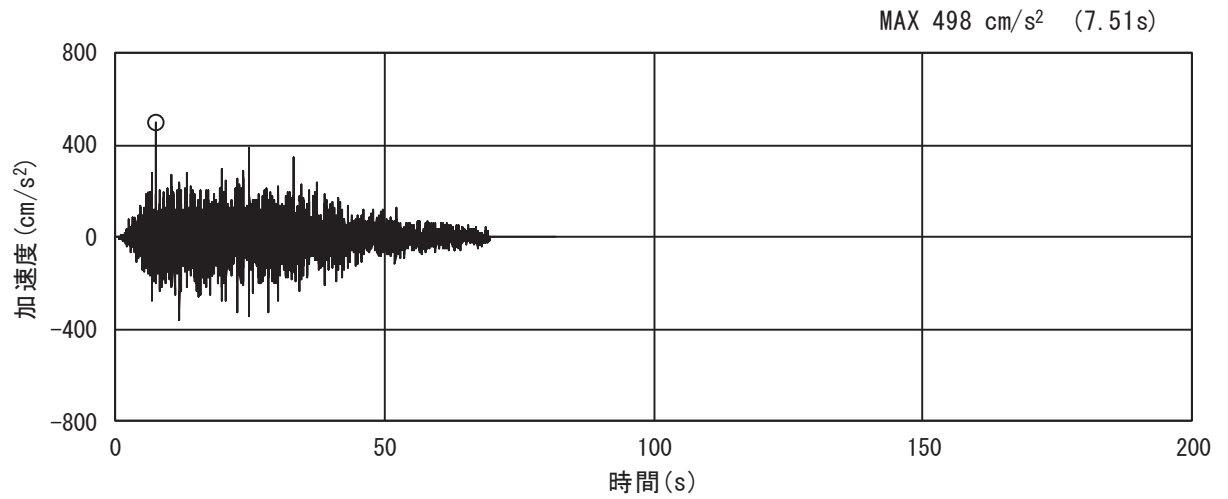


(a) 加速度時刻歴波形

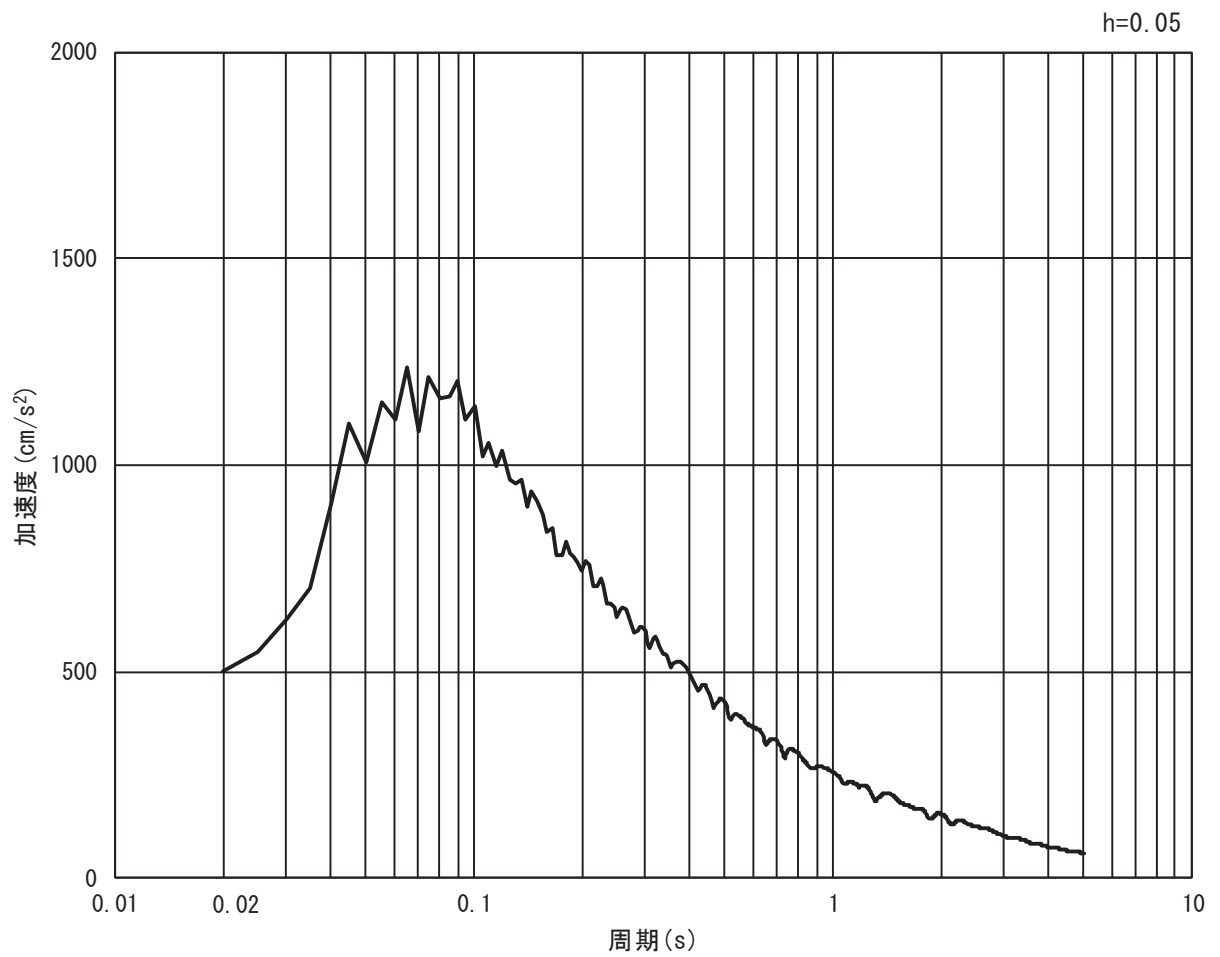


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 3)

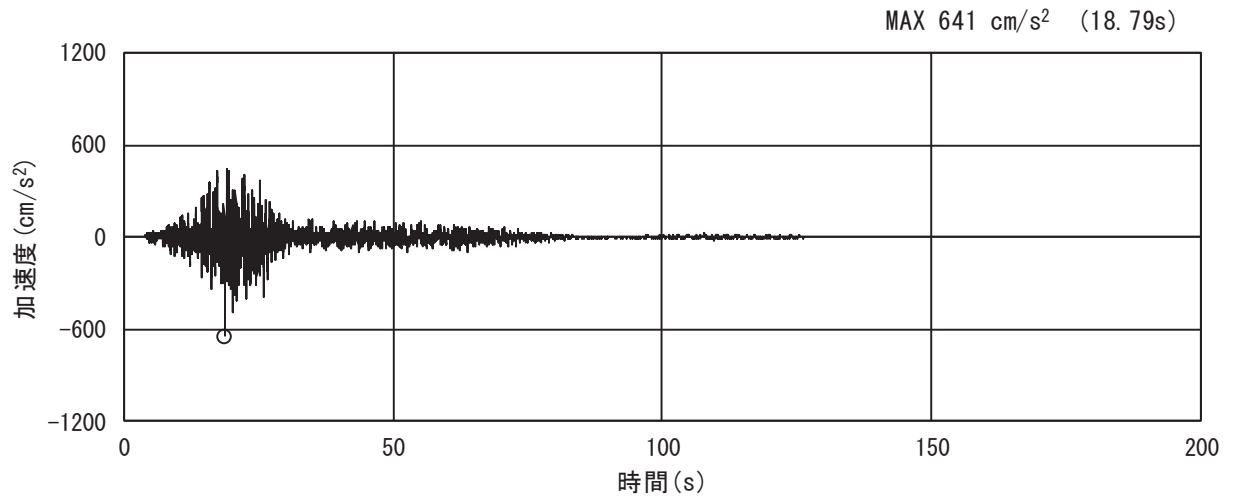


(a) 加速度時刻歴波形

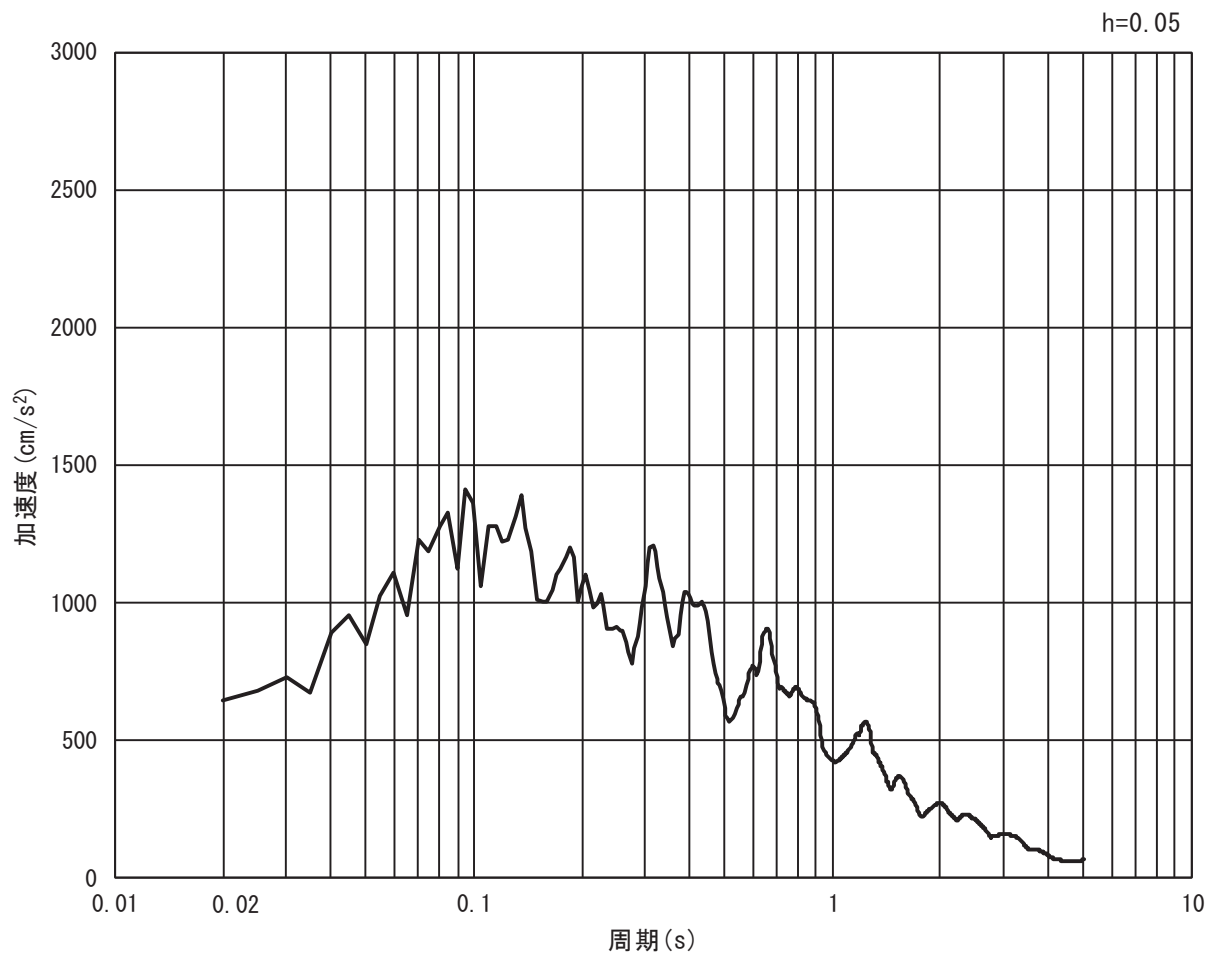


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 3)

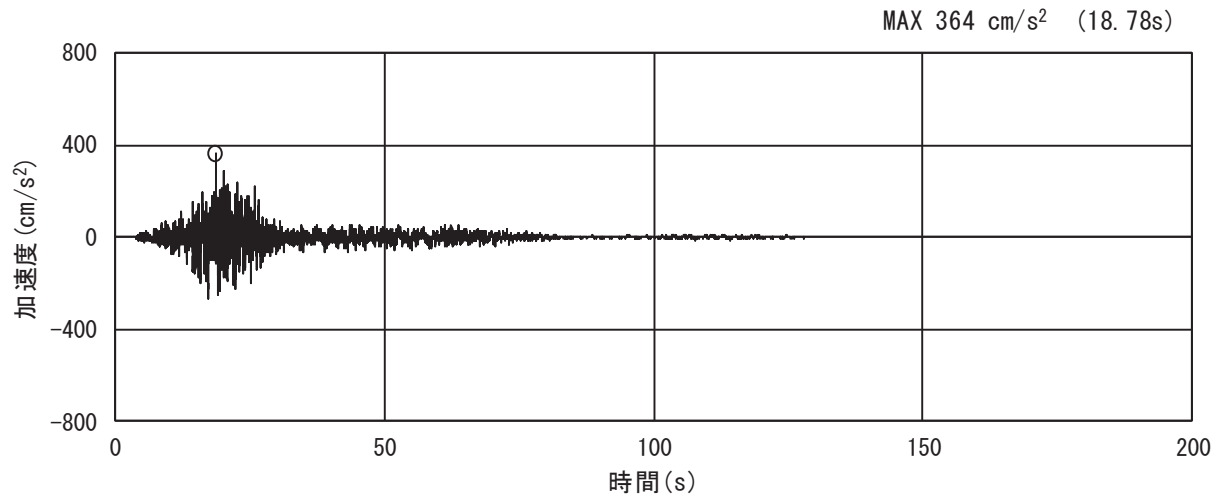


(a) 加速度時刻歴波形

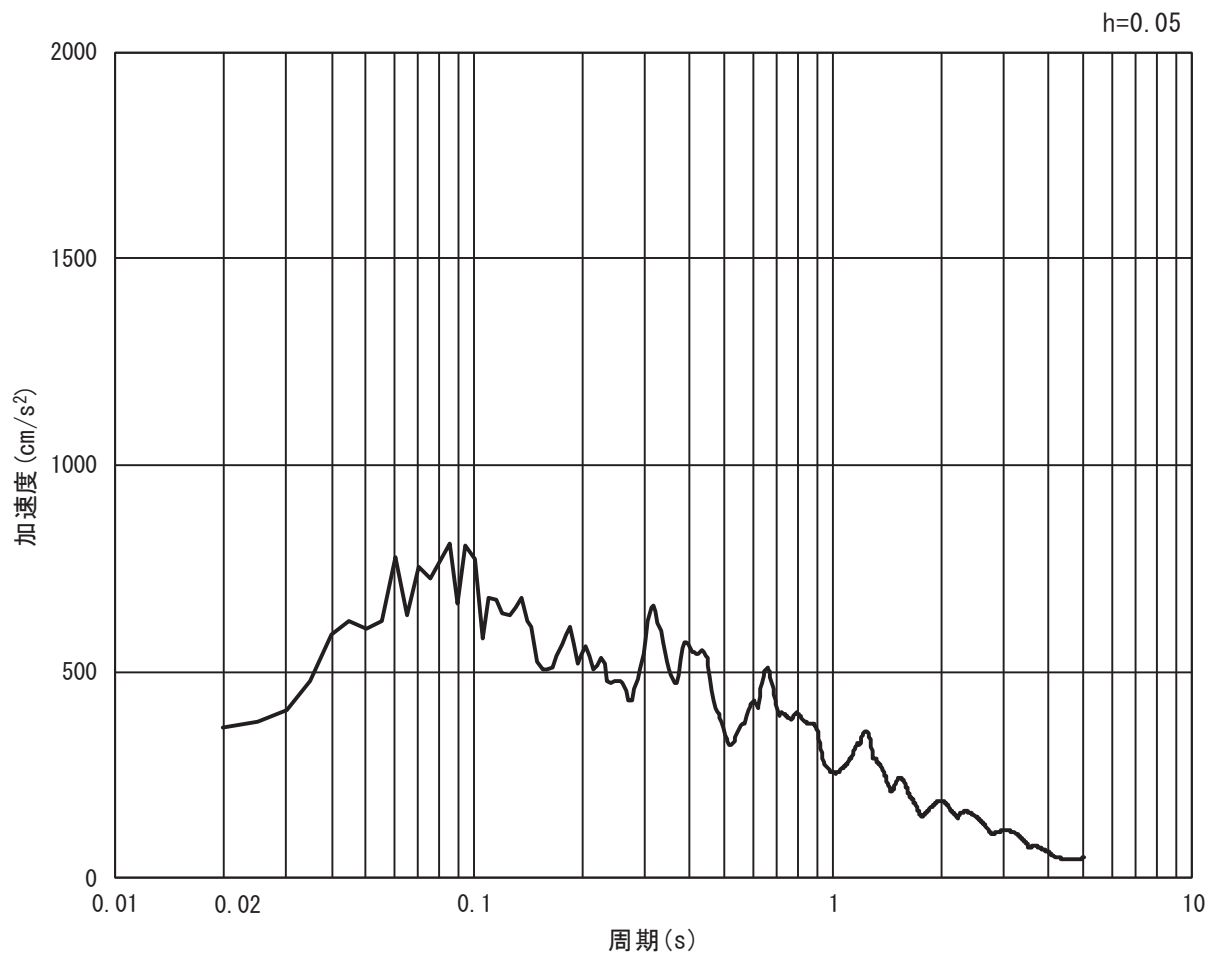


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 1)

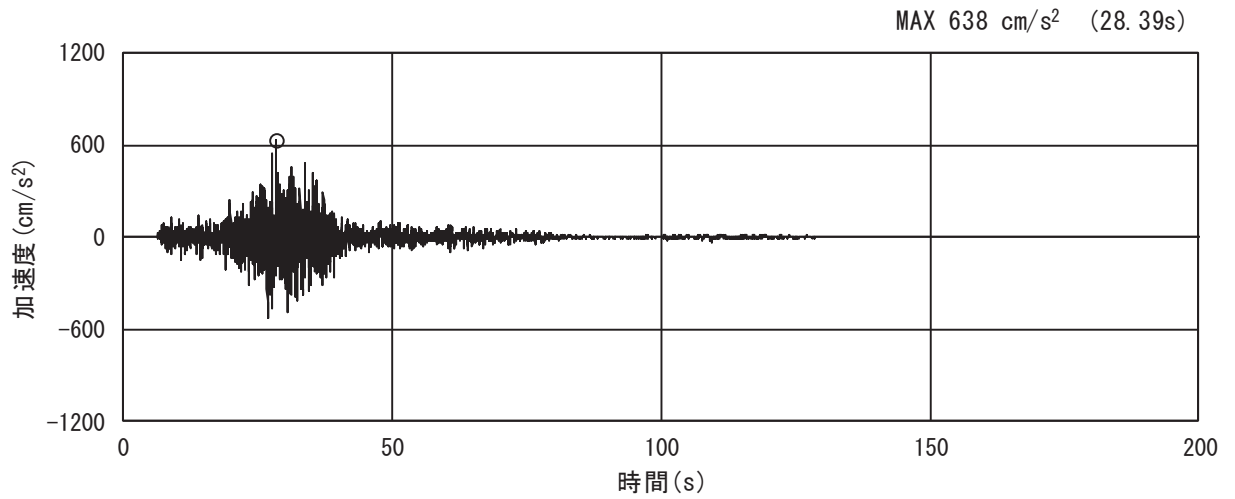


(a) 加速度時刻歴波形

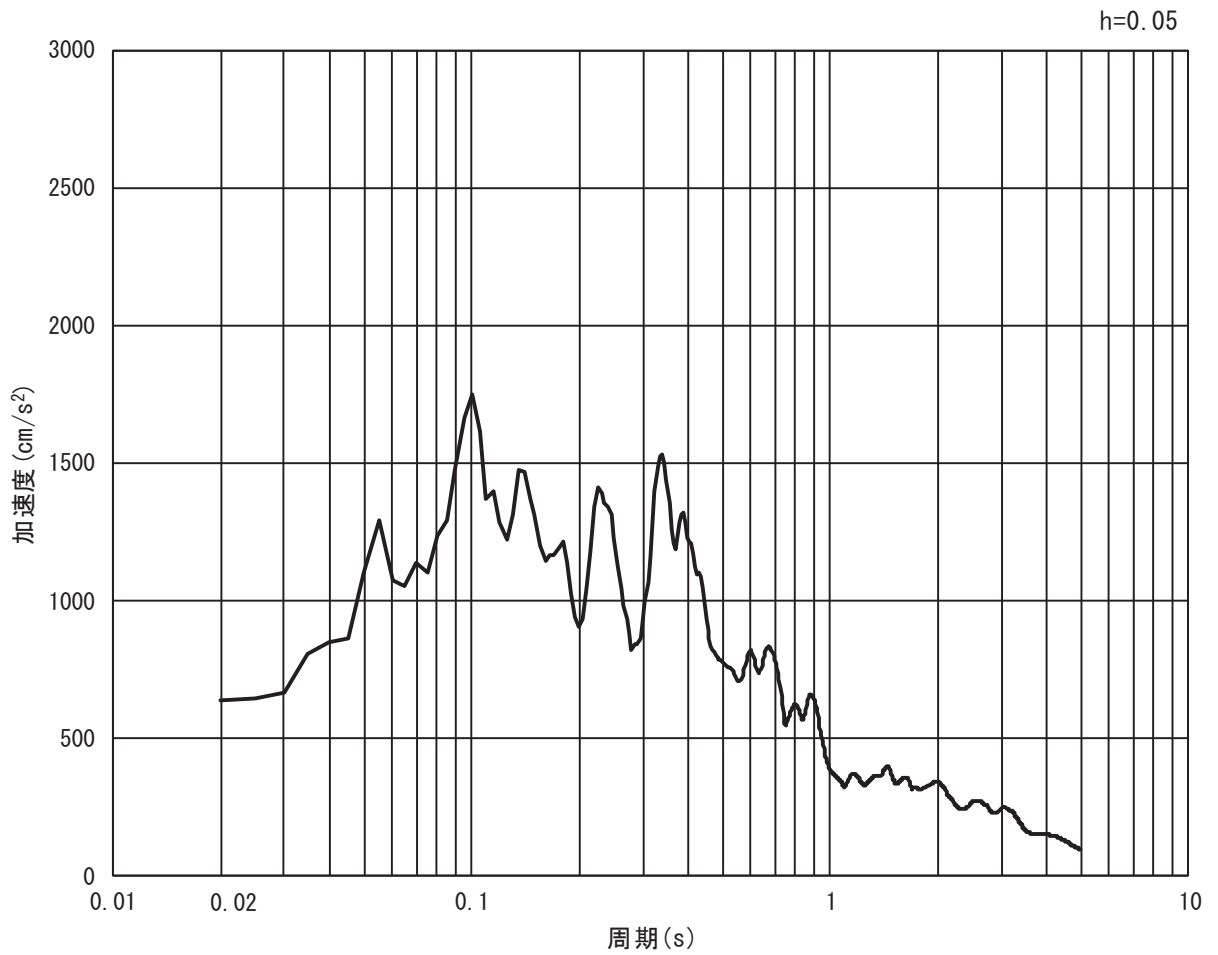


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 1)

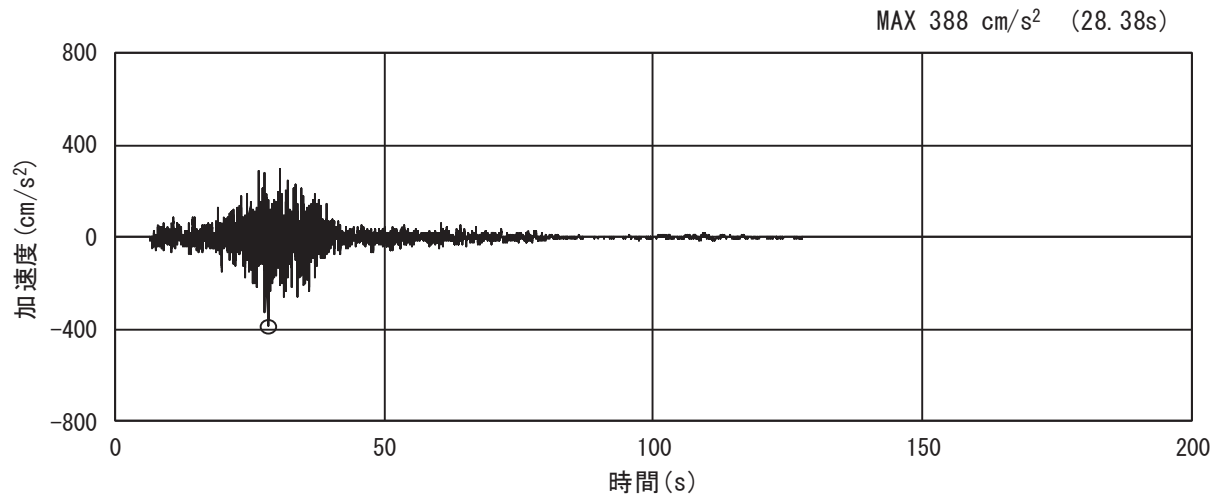


(a) 加速度時刻歴波形

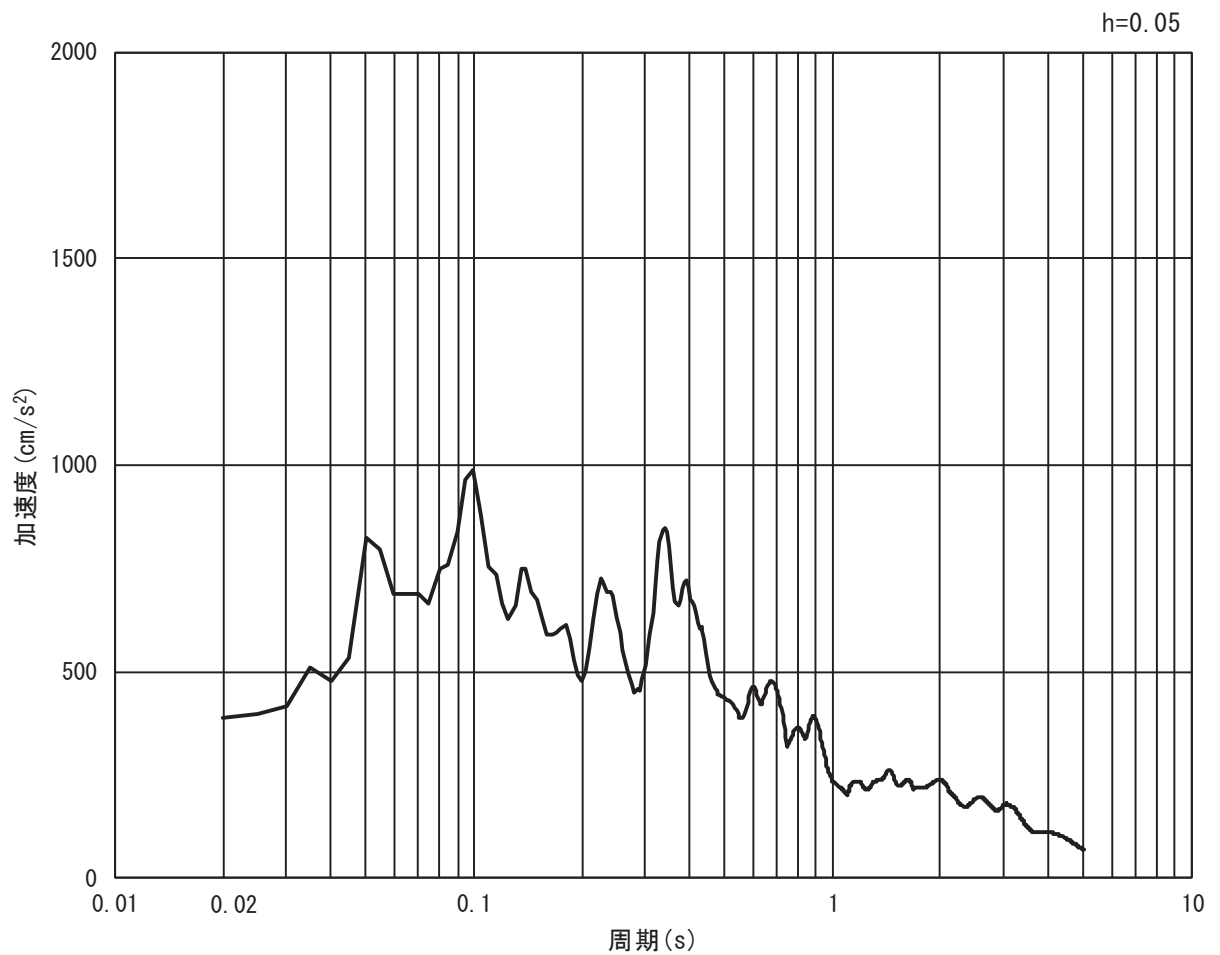


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 2)

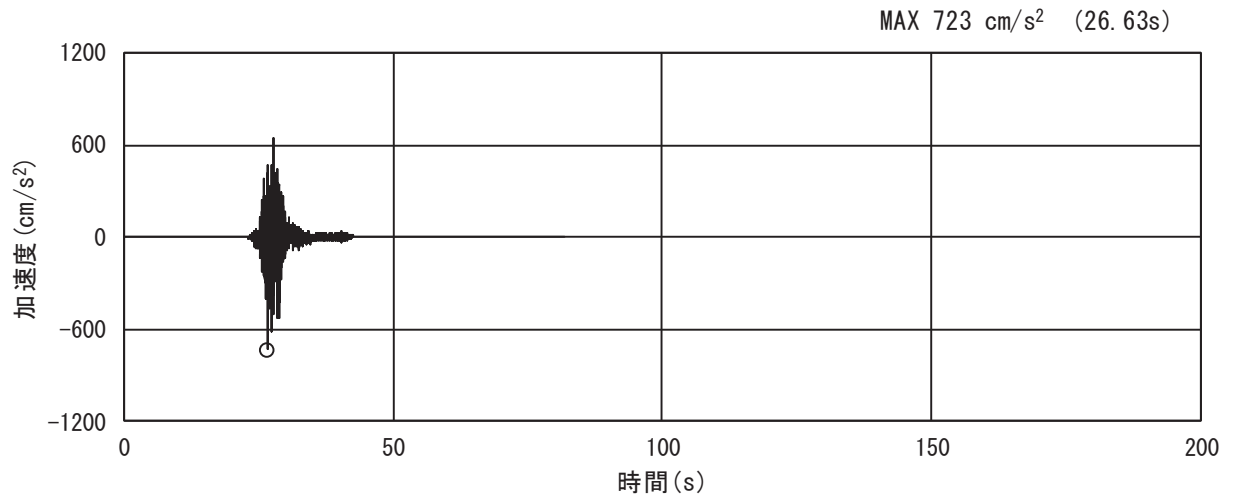


(a) 加速度時刻歴波形

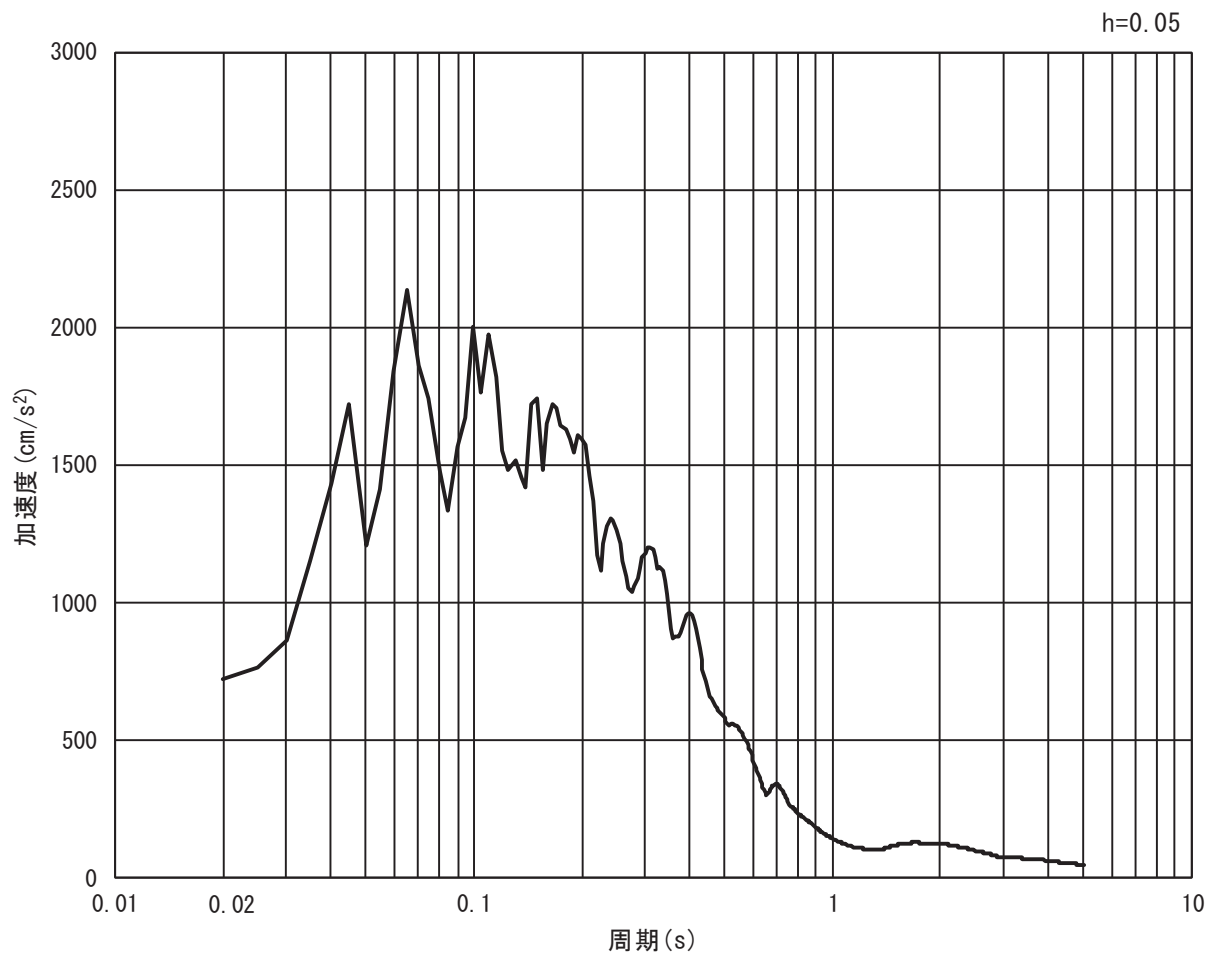


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 2)

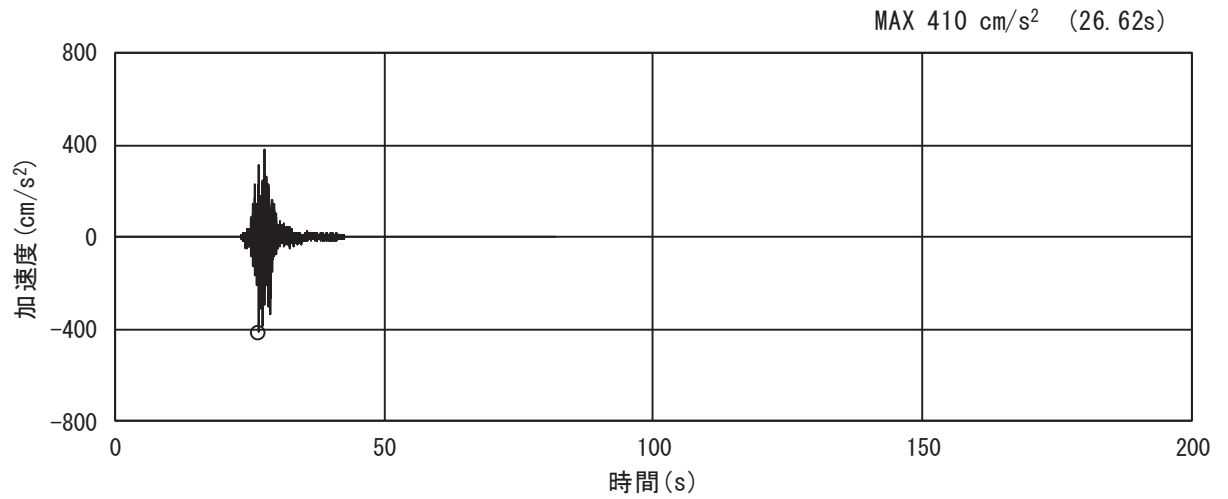


(a) 加速度時刻歴波形

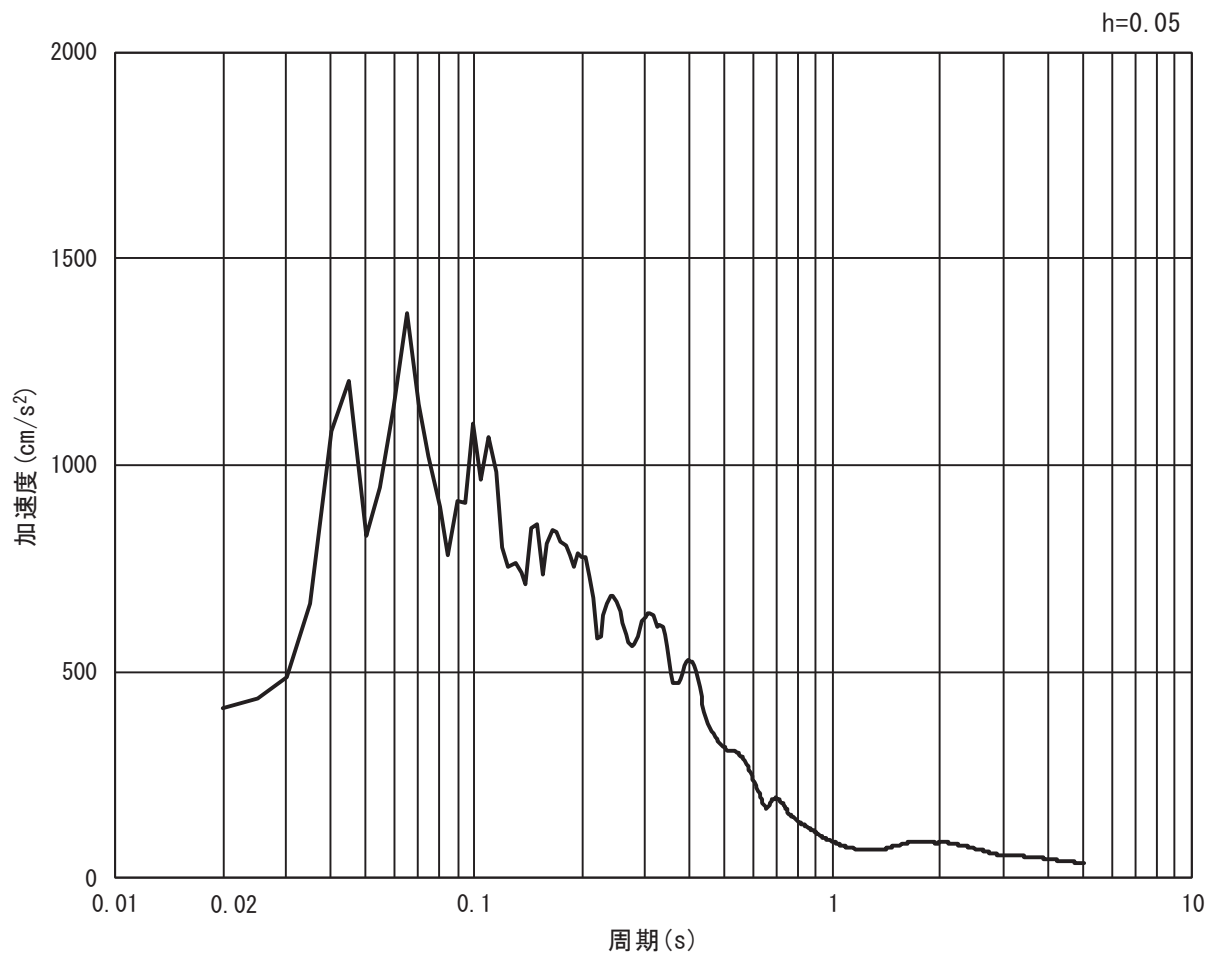


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 3)

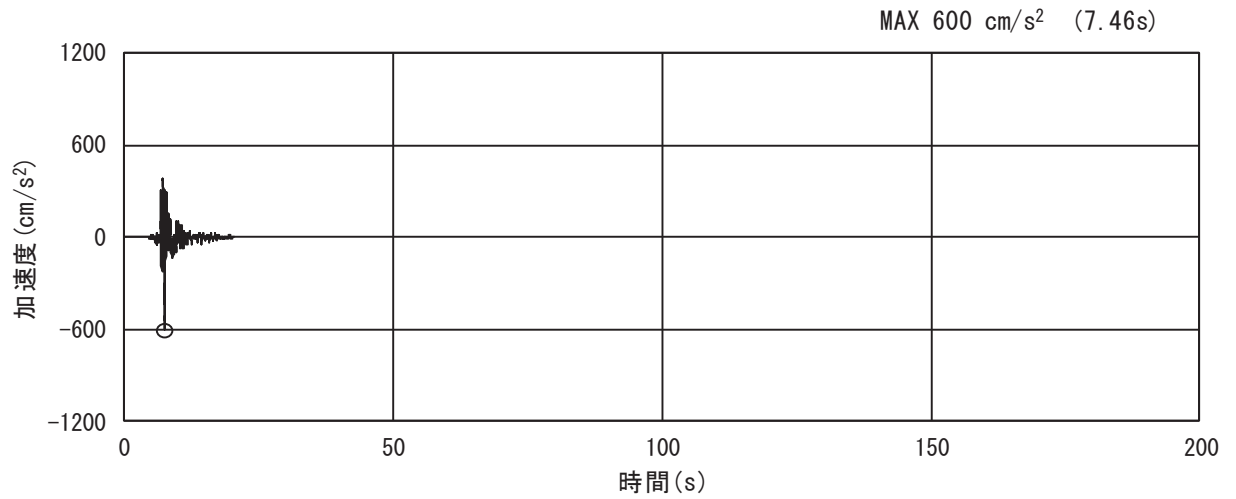


(a) 加速度時刻歴波形

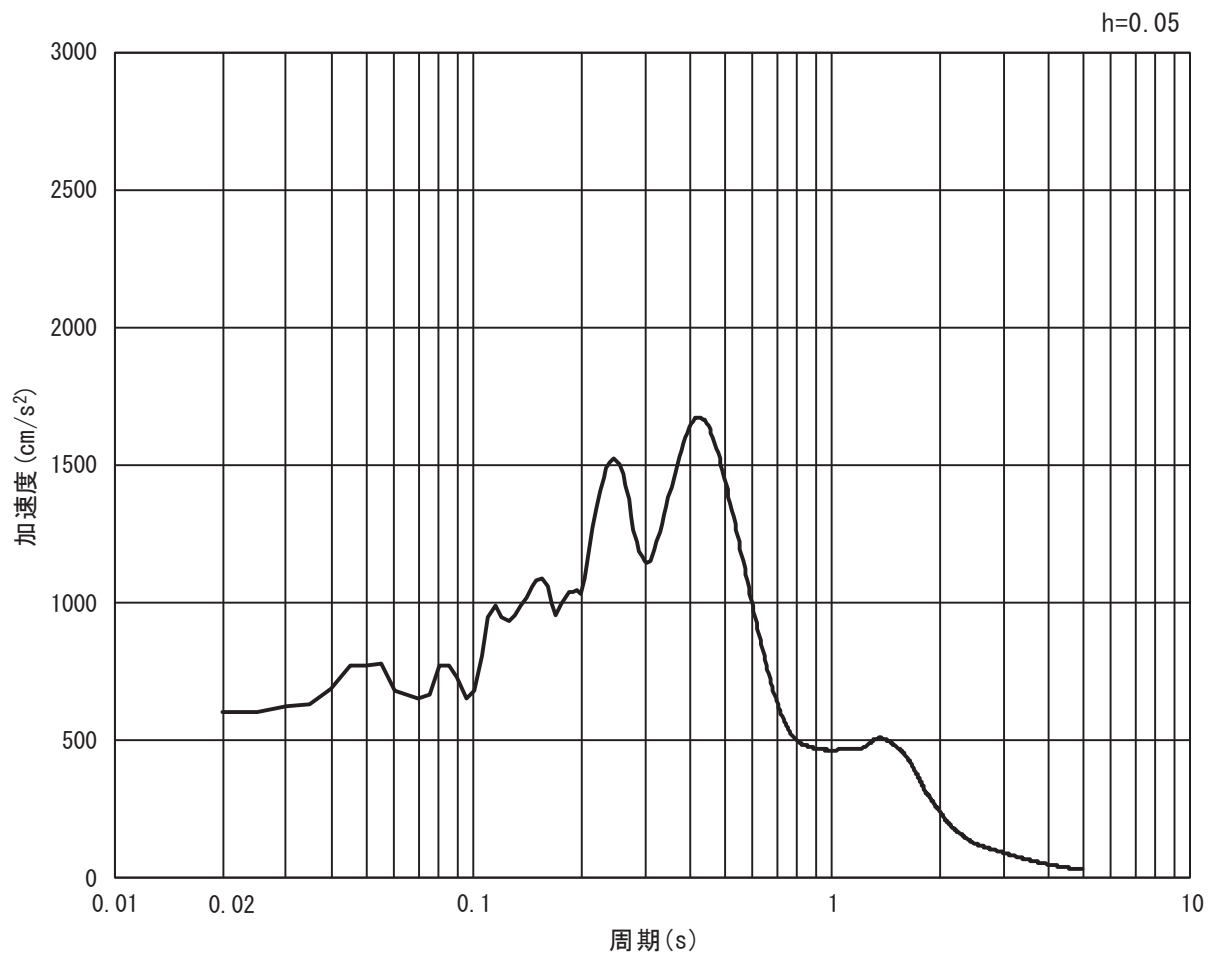


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 3)

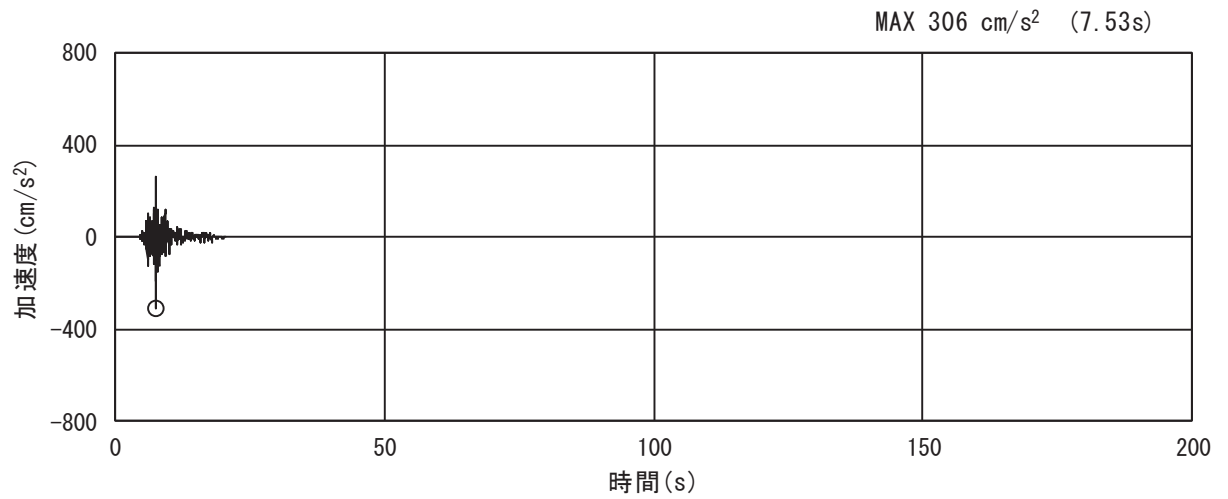


(a) 加速度時刻歴波形

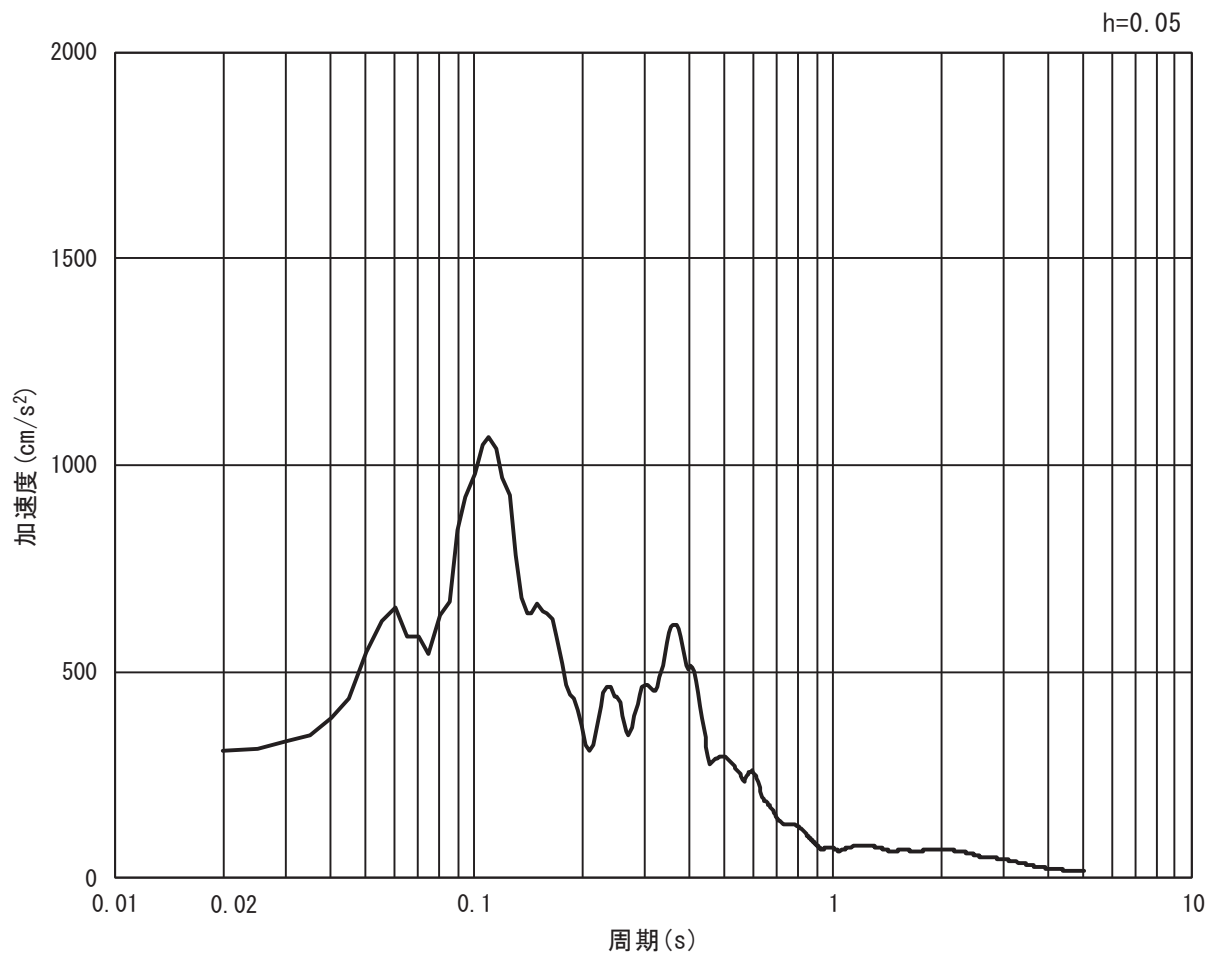


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - N 1)



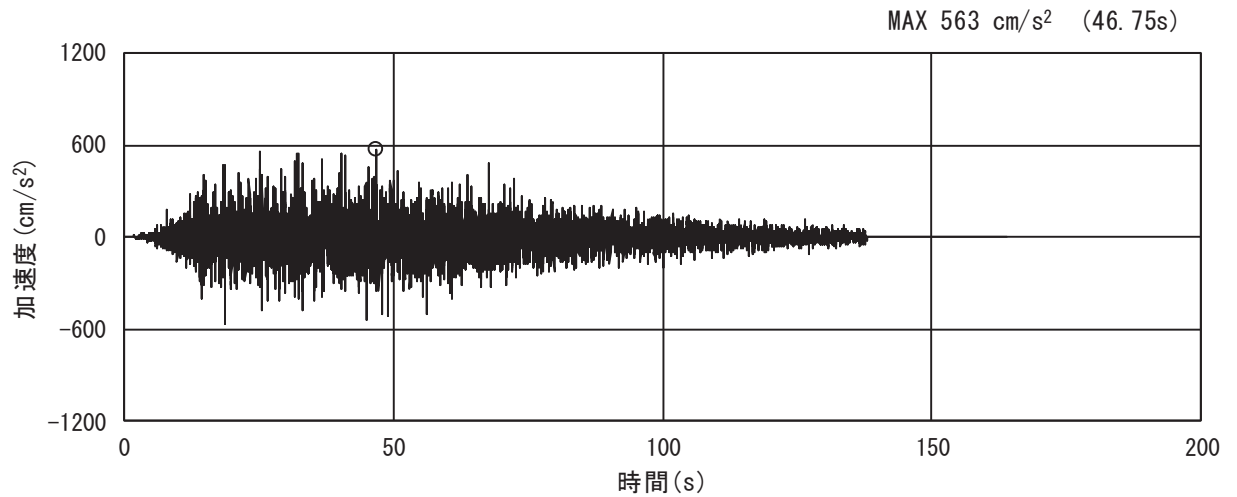
(a) 加速度時刻歴波形



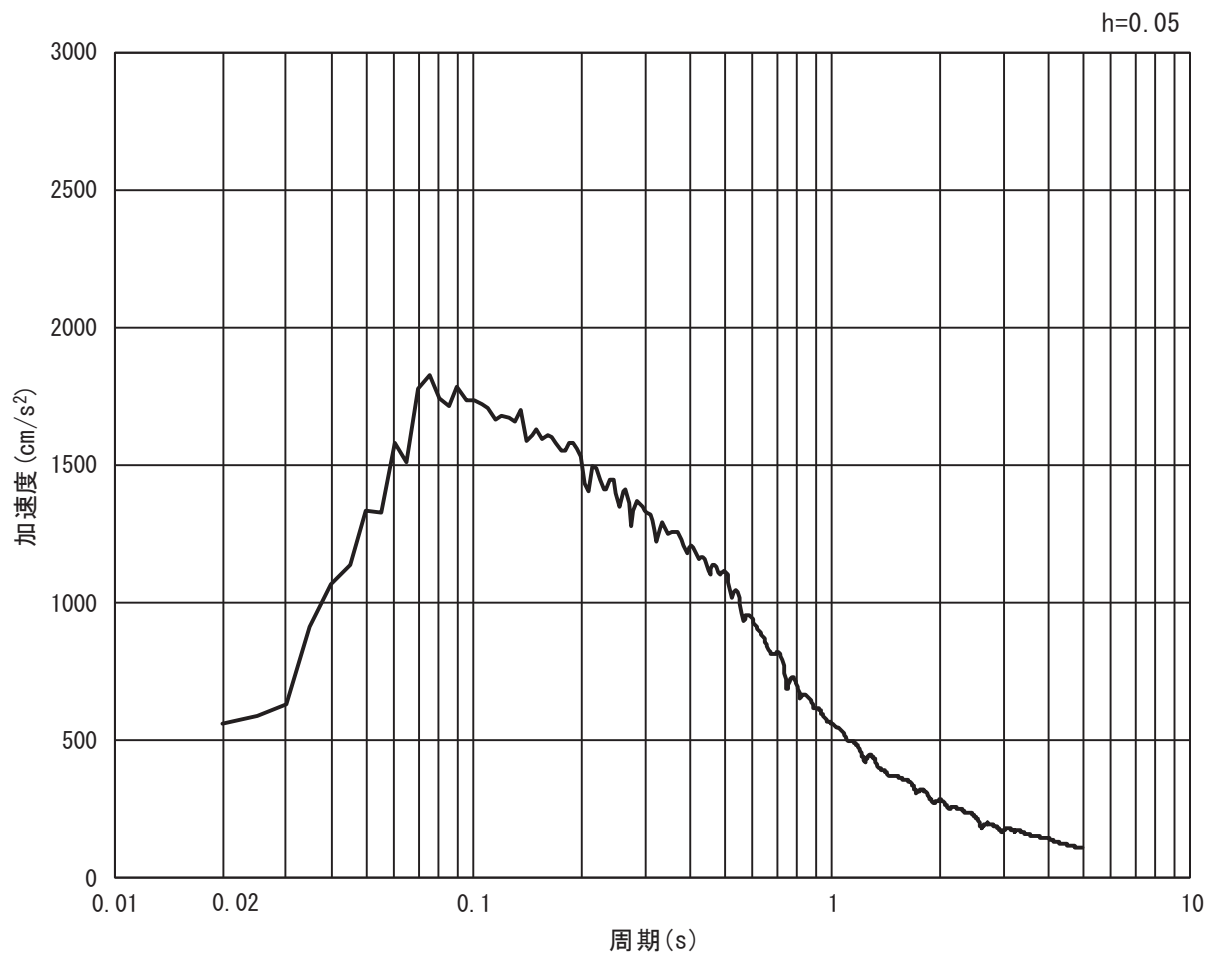
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - N 1)

(2) 断面②

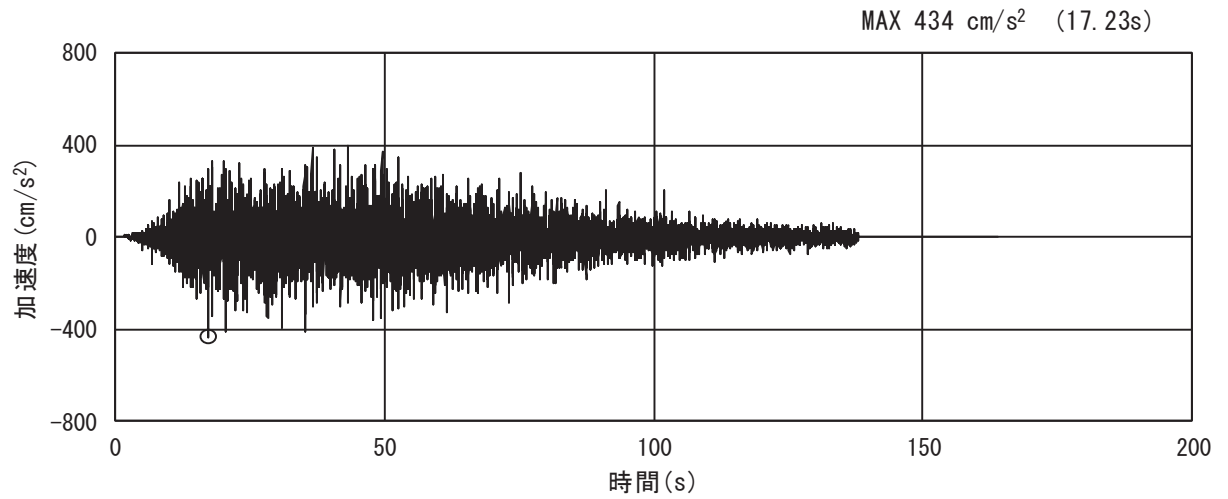


(a) 加速度時刻歴波形

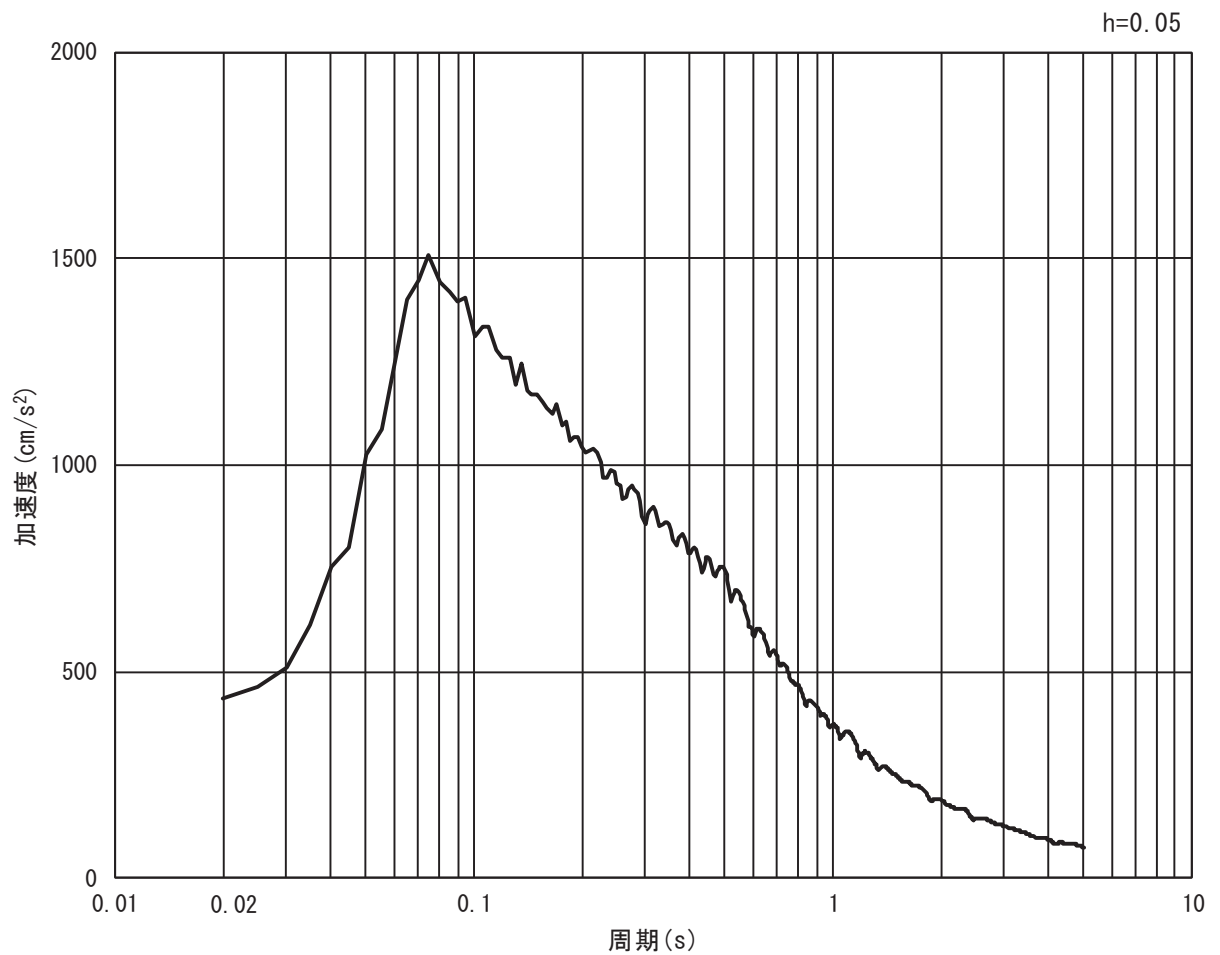


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 1)

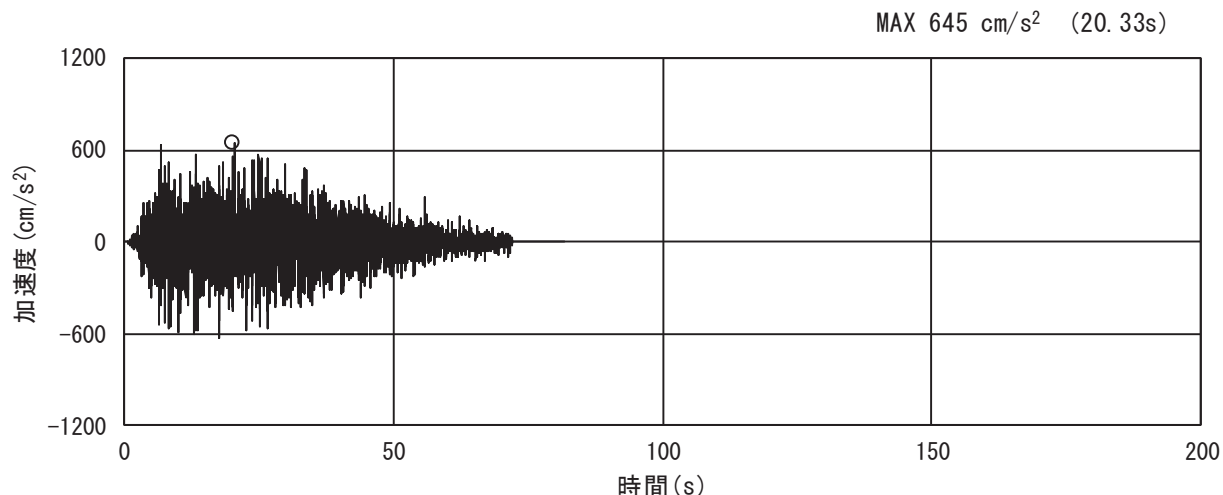


(a) 加速度時刻歴波形

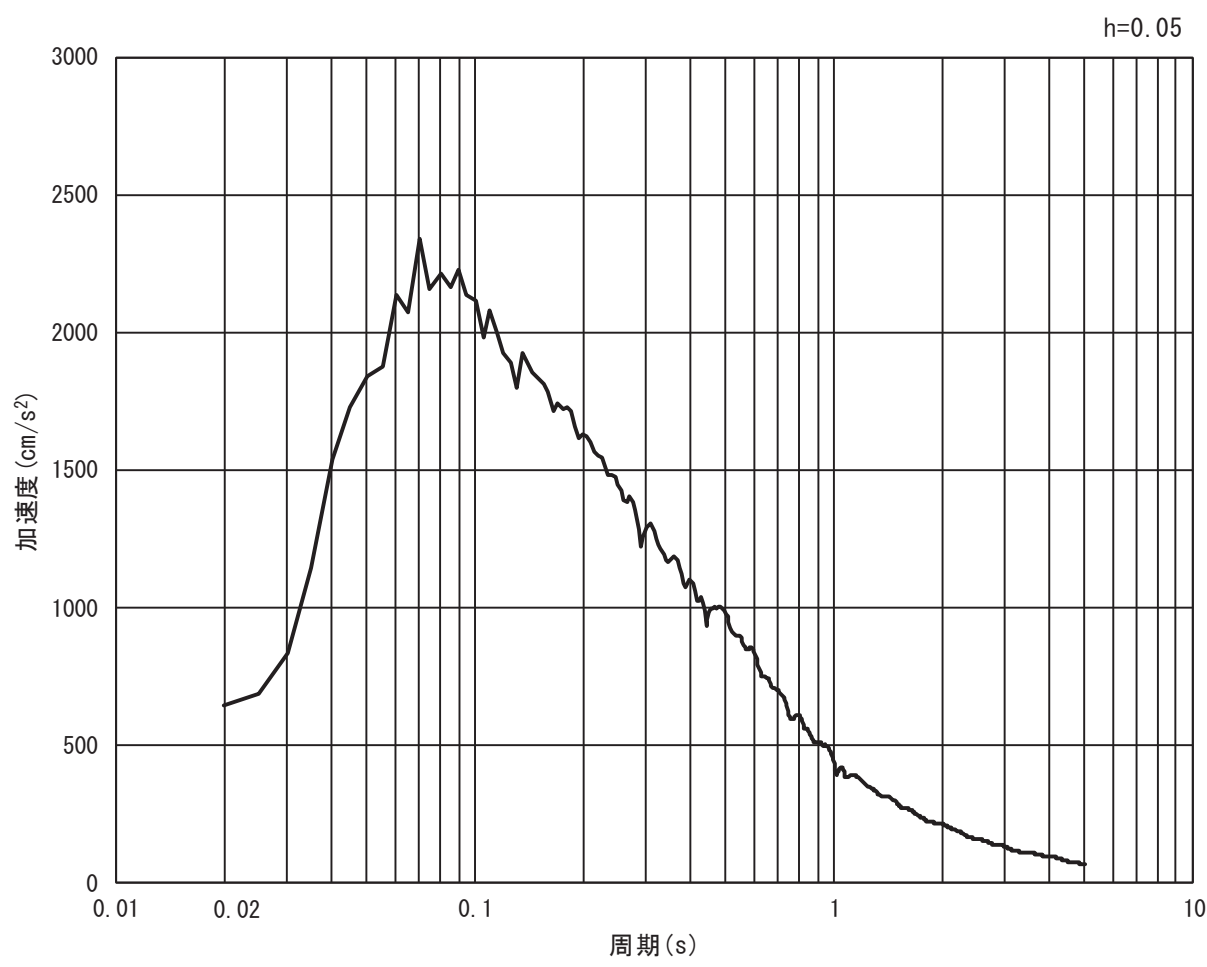


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 1)

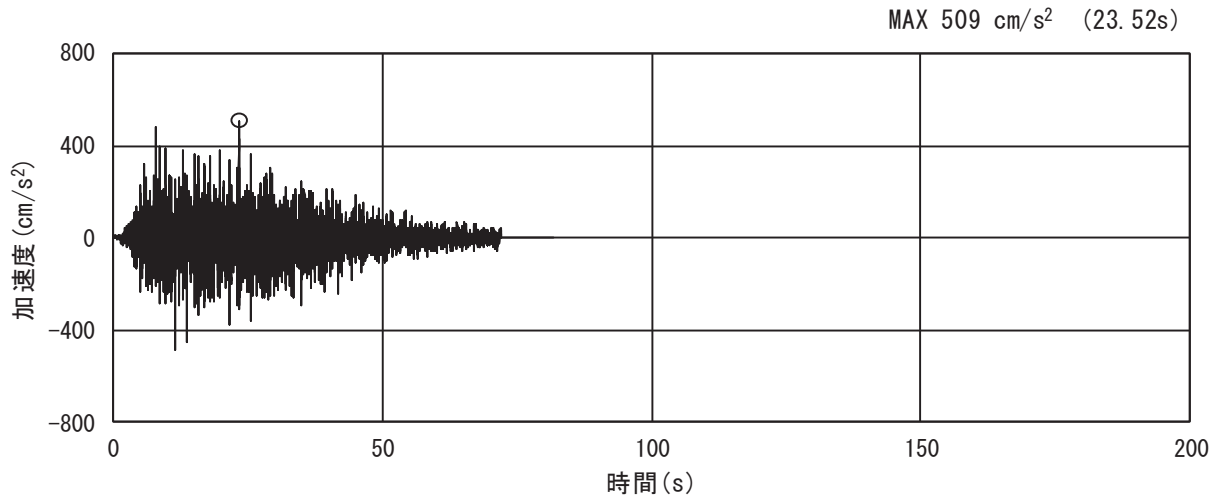


(a) 加速度時刻歴波形

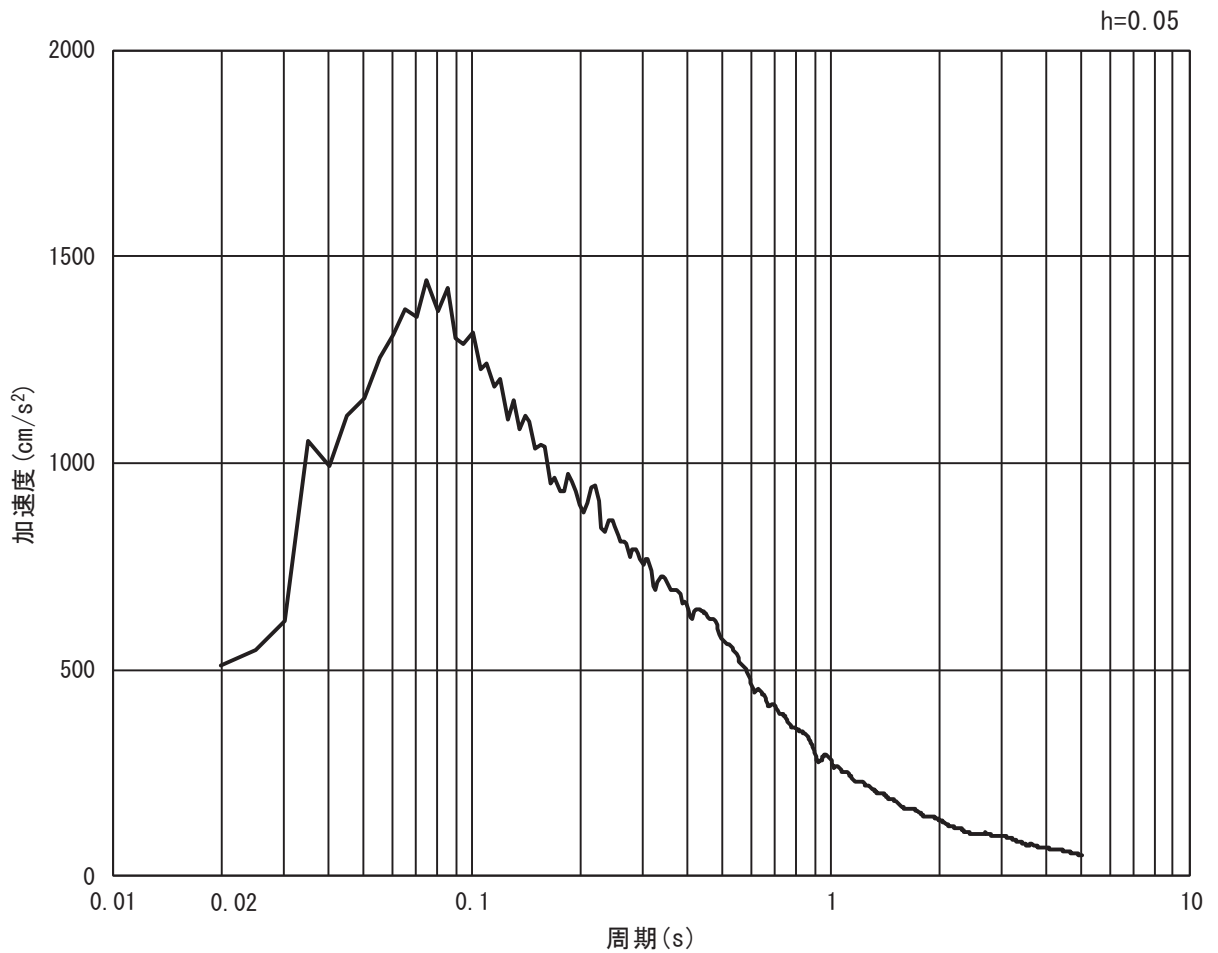


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 2)

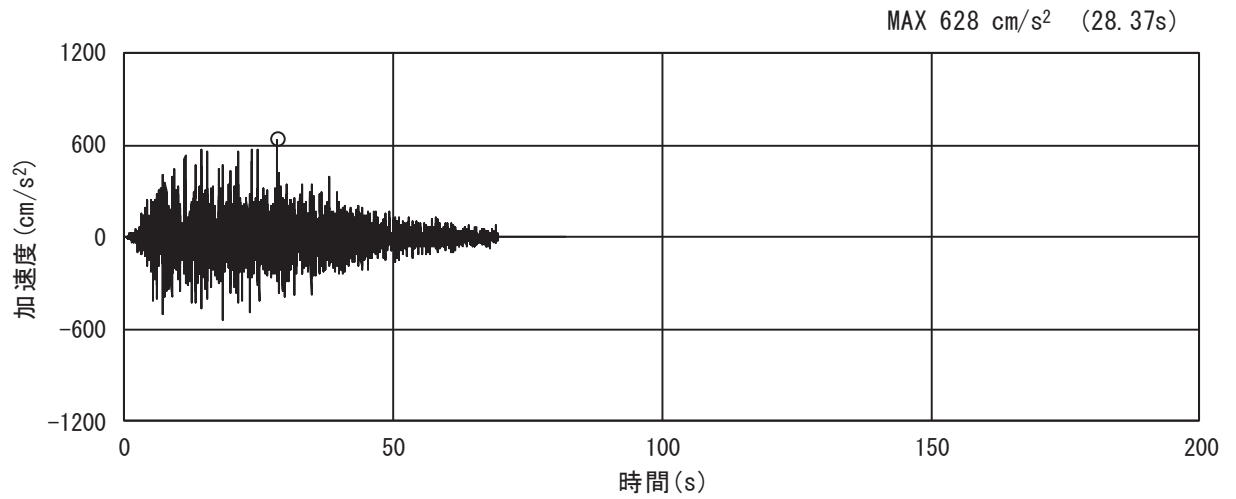


(a) 加速度時刻歴波形

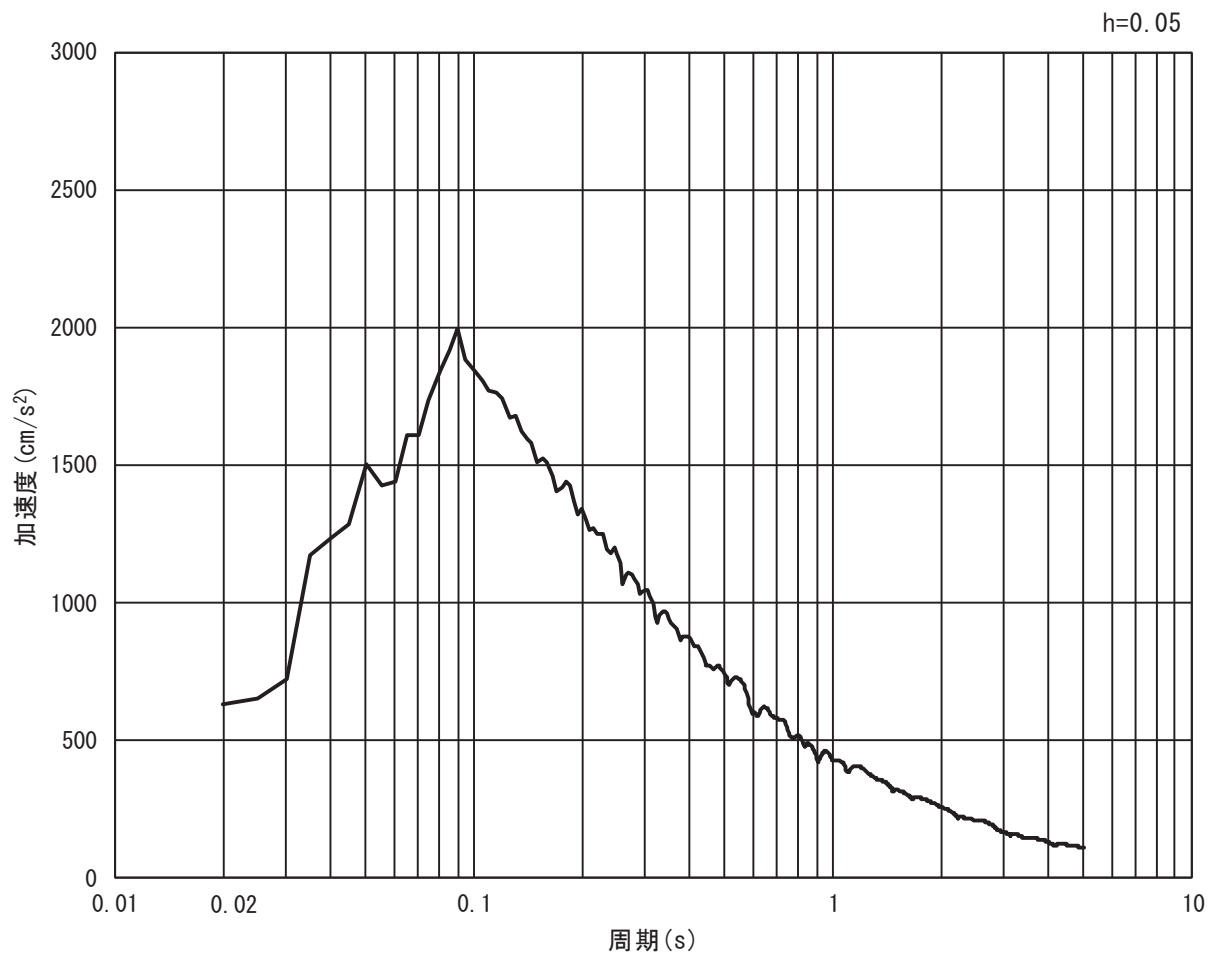


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 2)

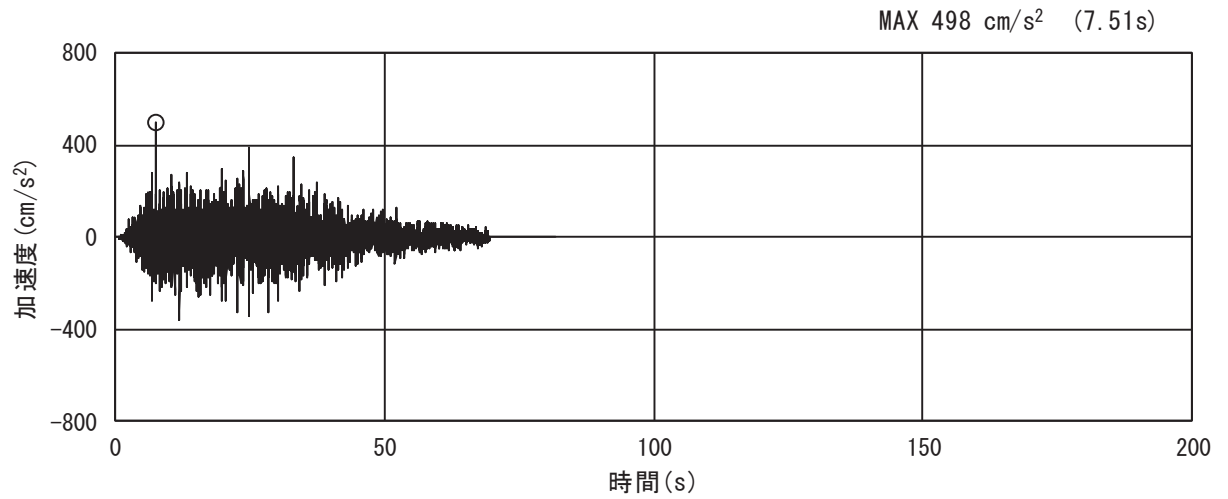


(a) 加速度時刻歴波形

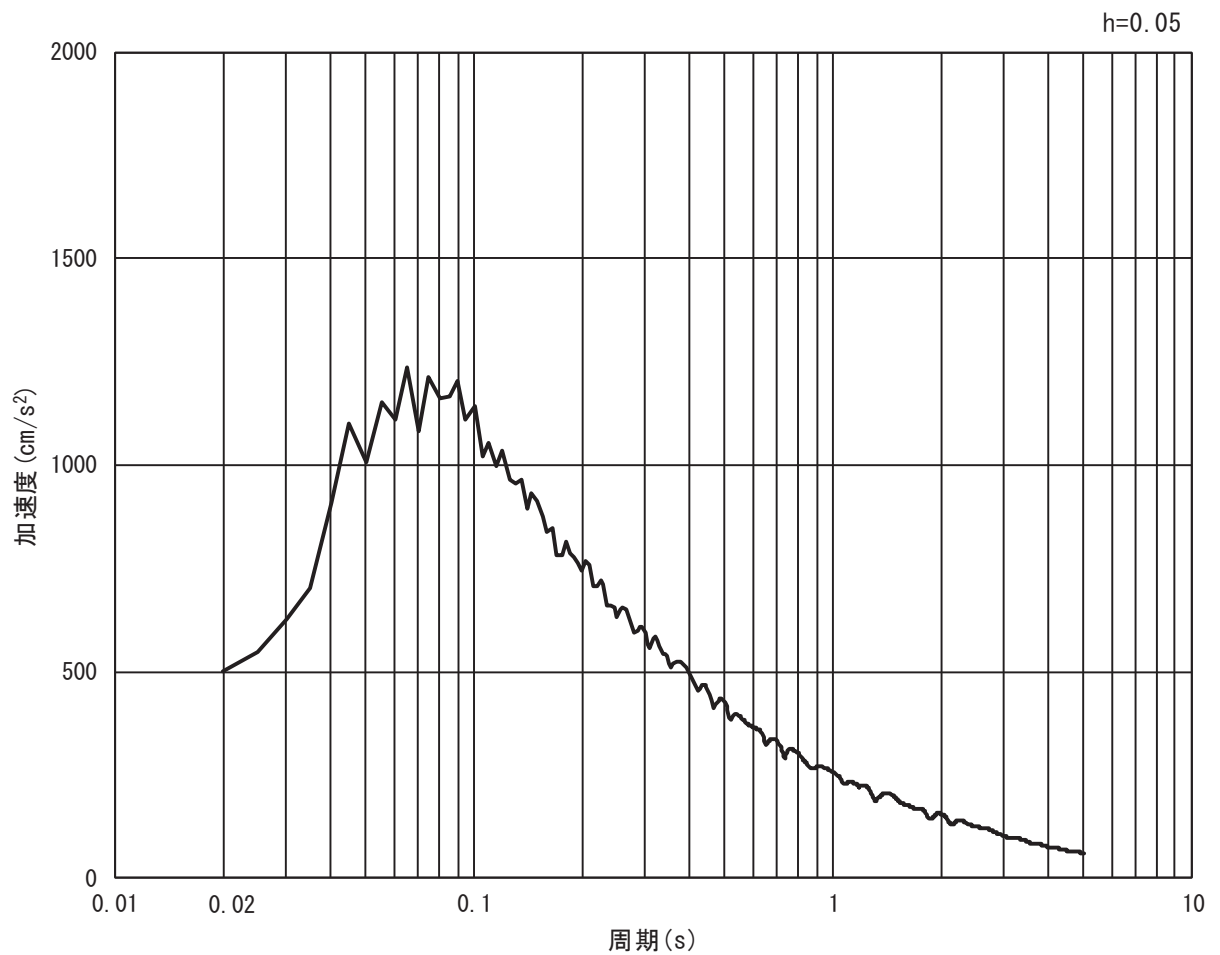


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 3)

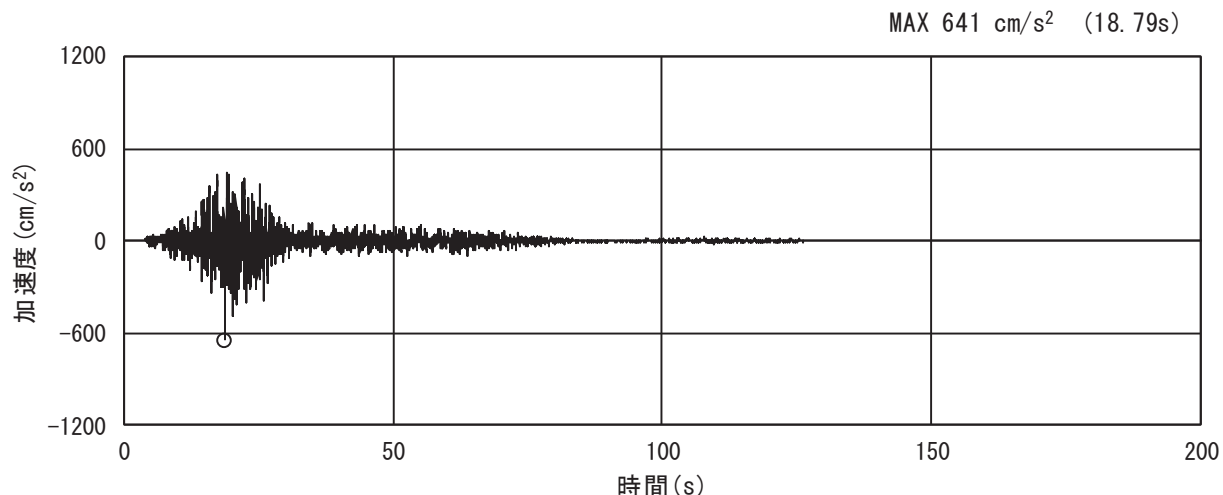


(a) 加速度時刻歴波形

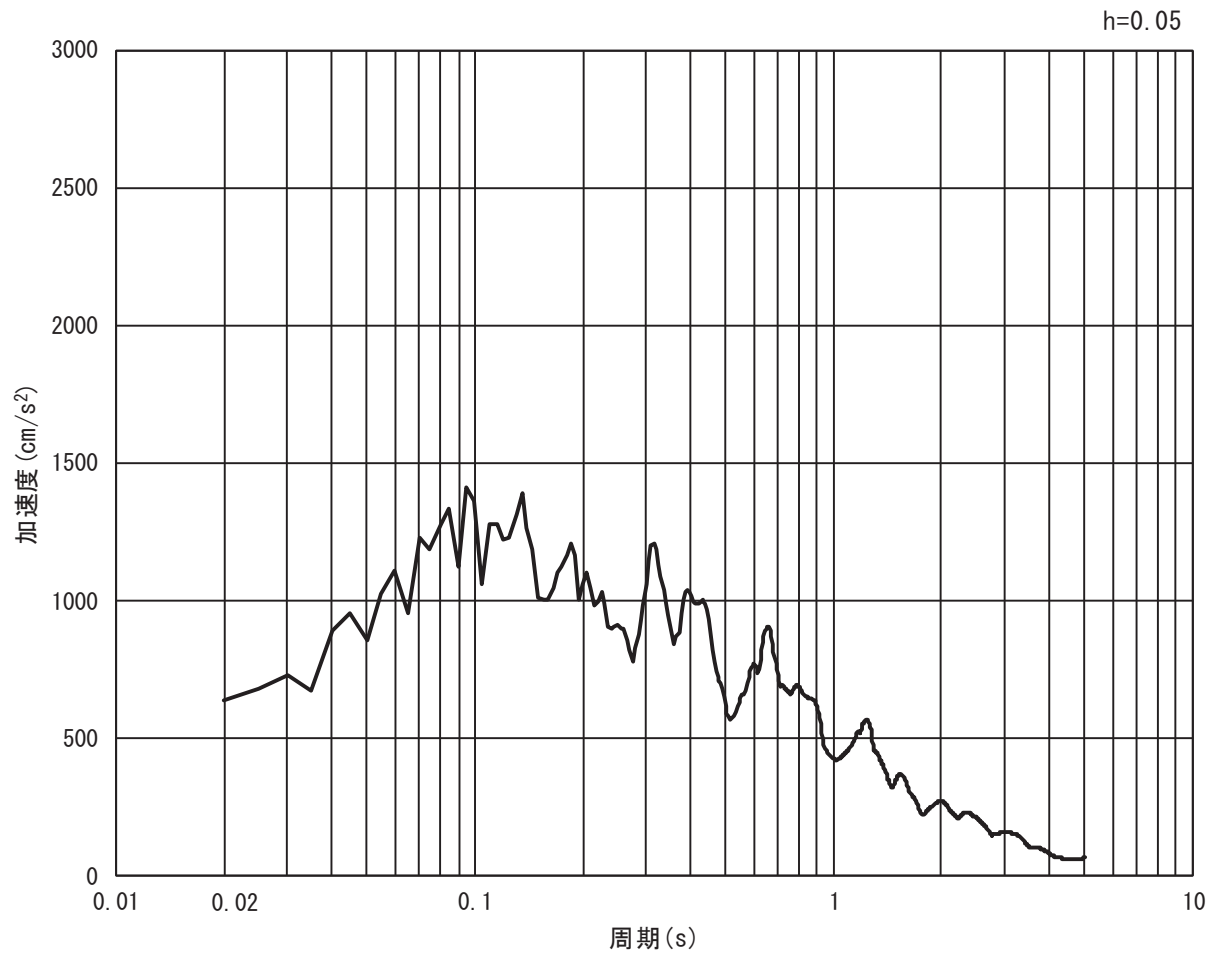


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 3)

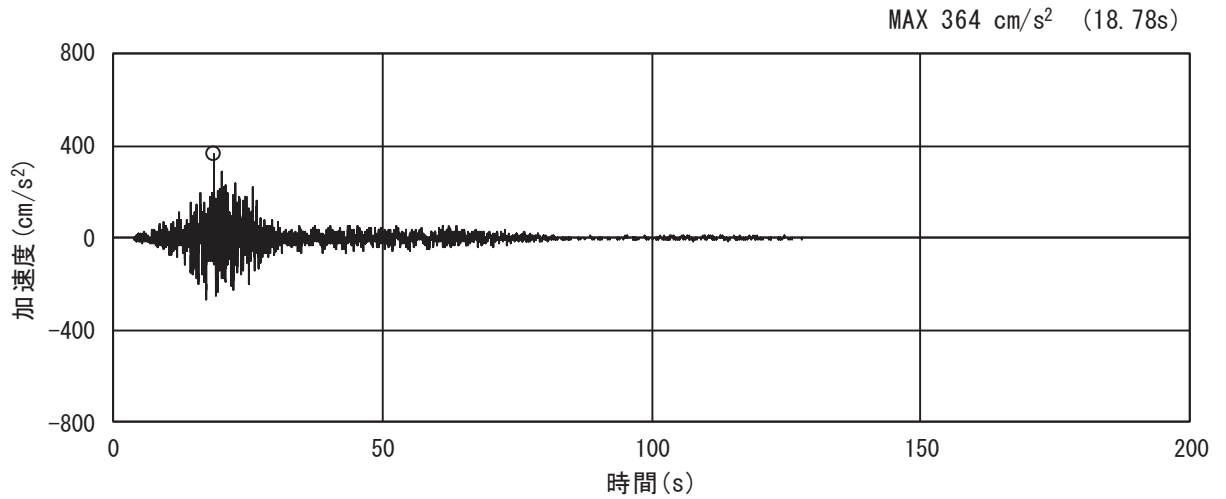


(a) 加速度時刻歴波形

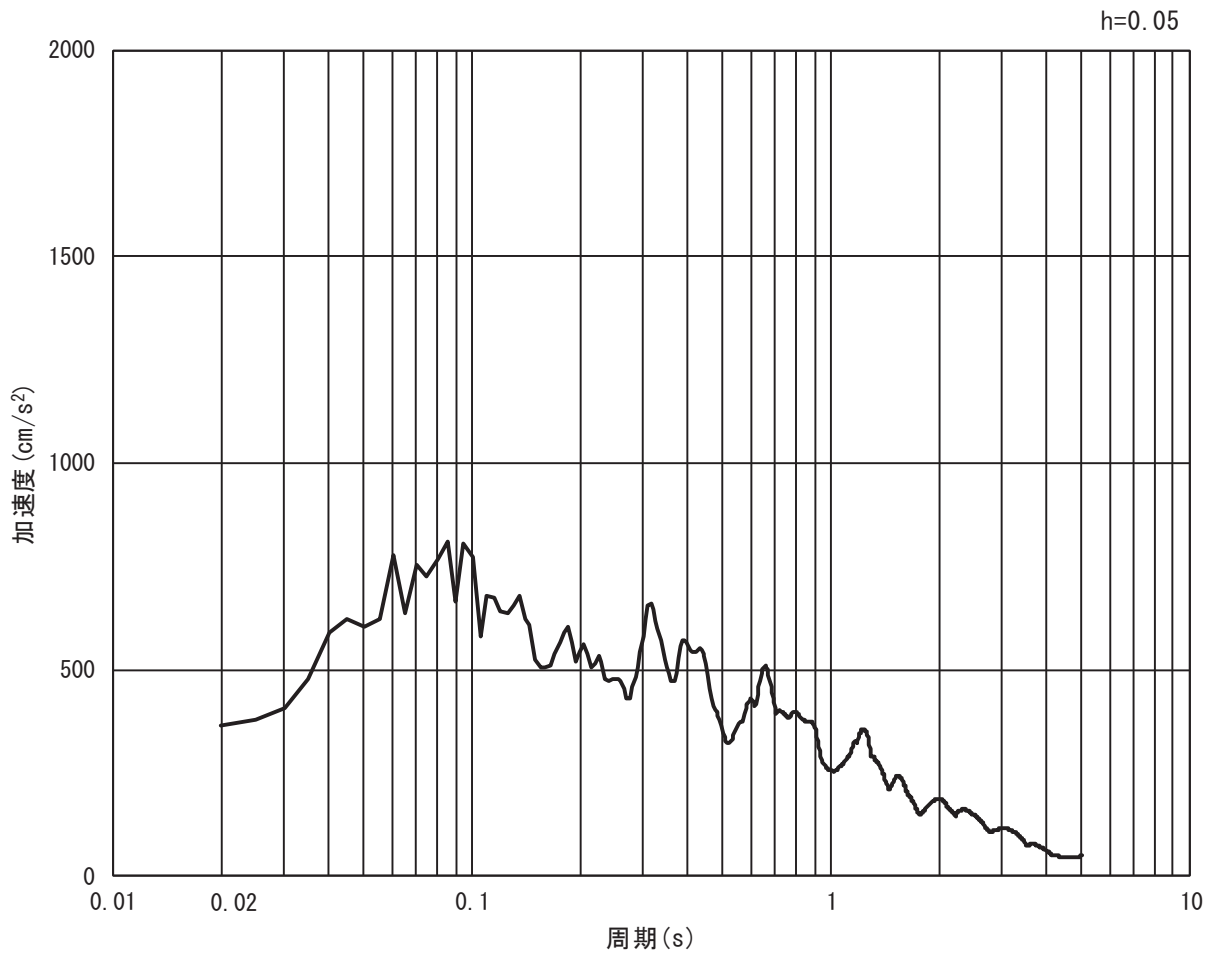


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 1)

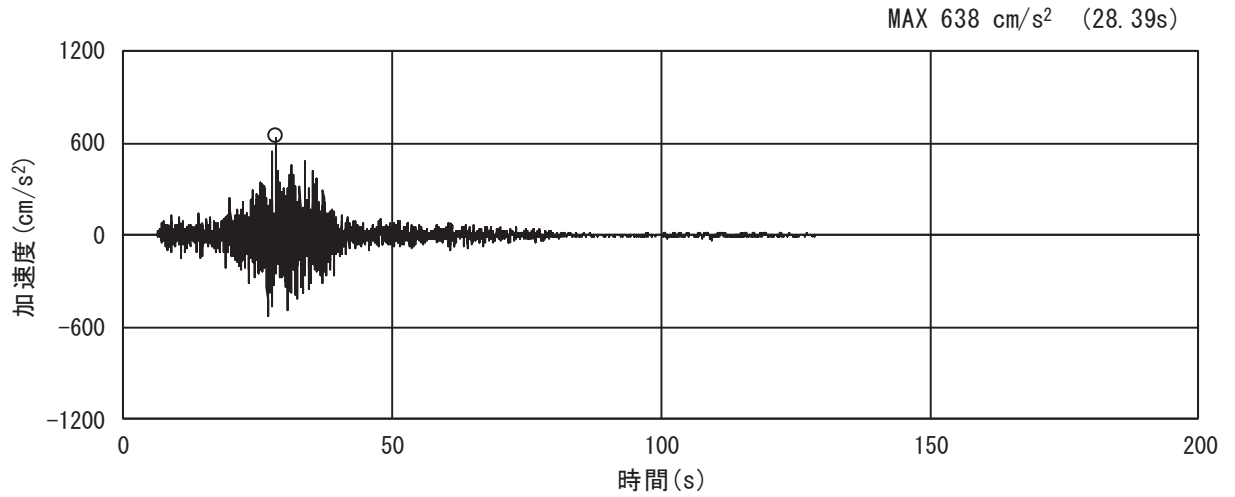


(a) 加速度時刻歴波形

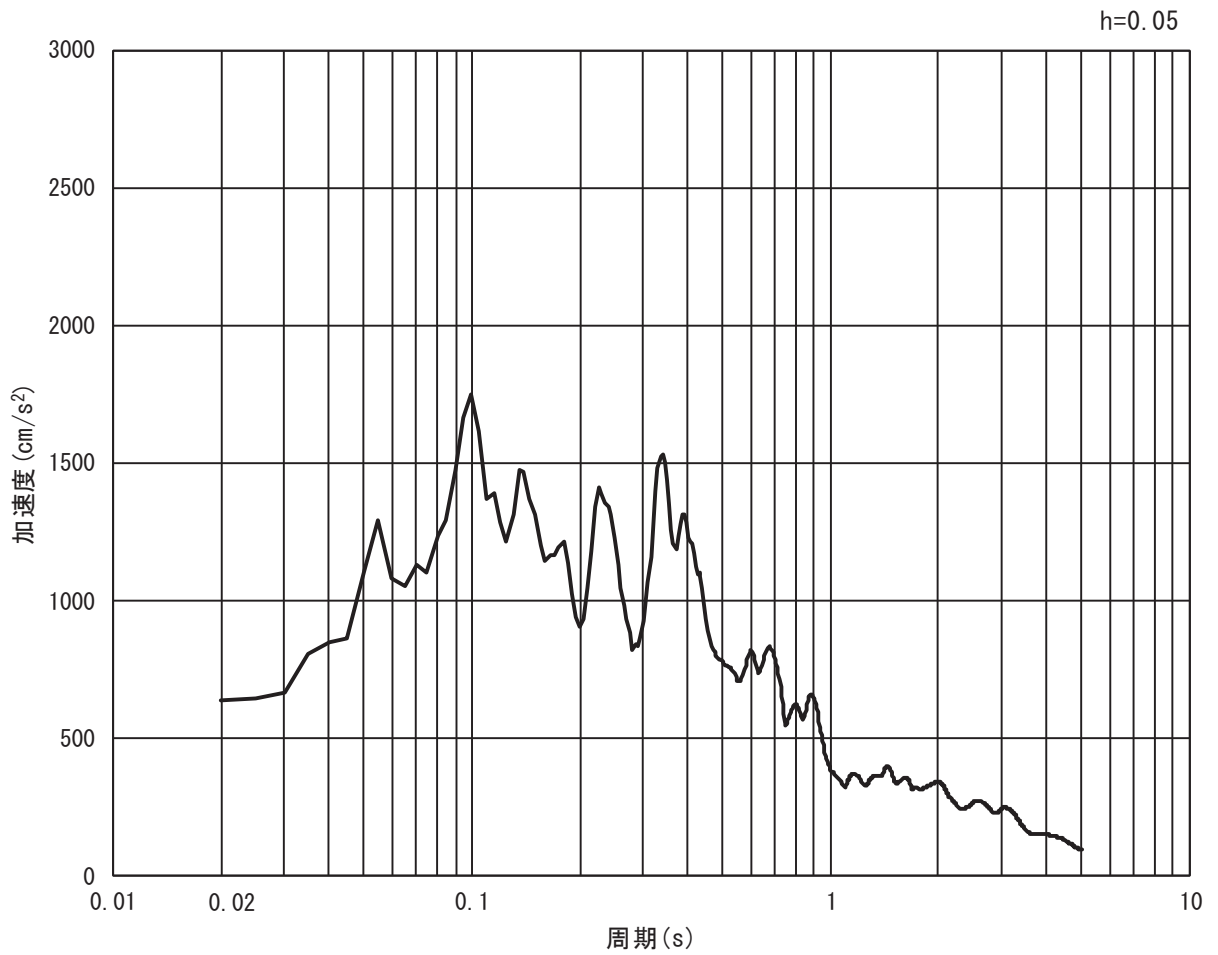


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 1)

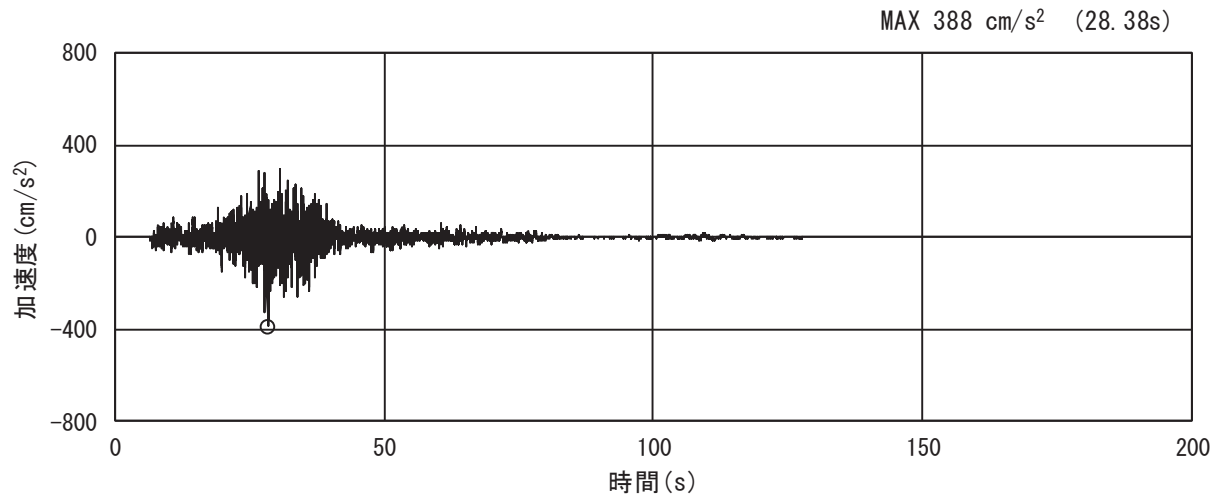


(a) 加速度時刻歴波形

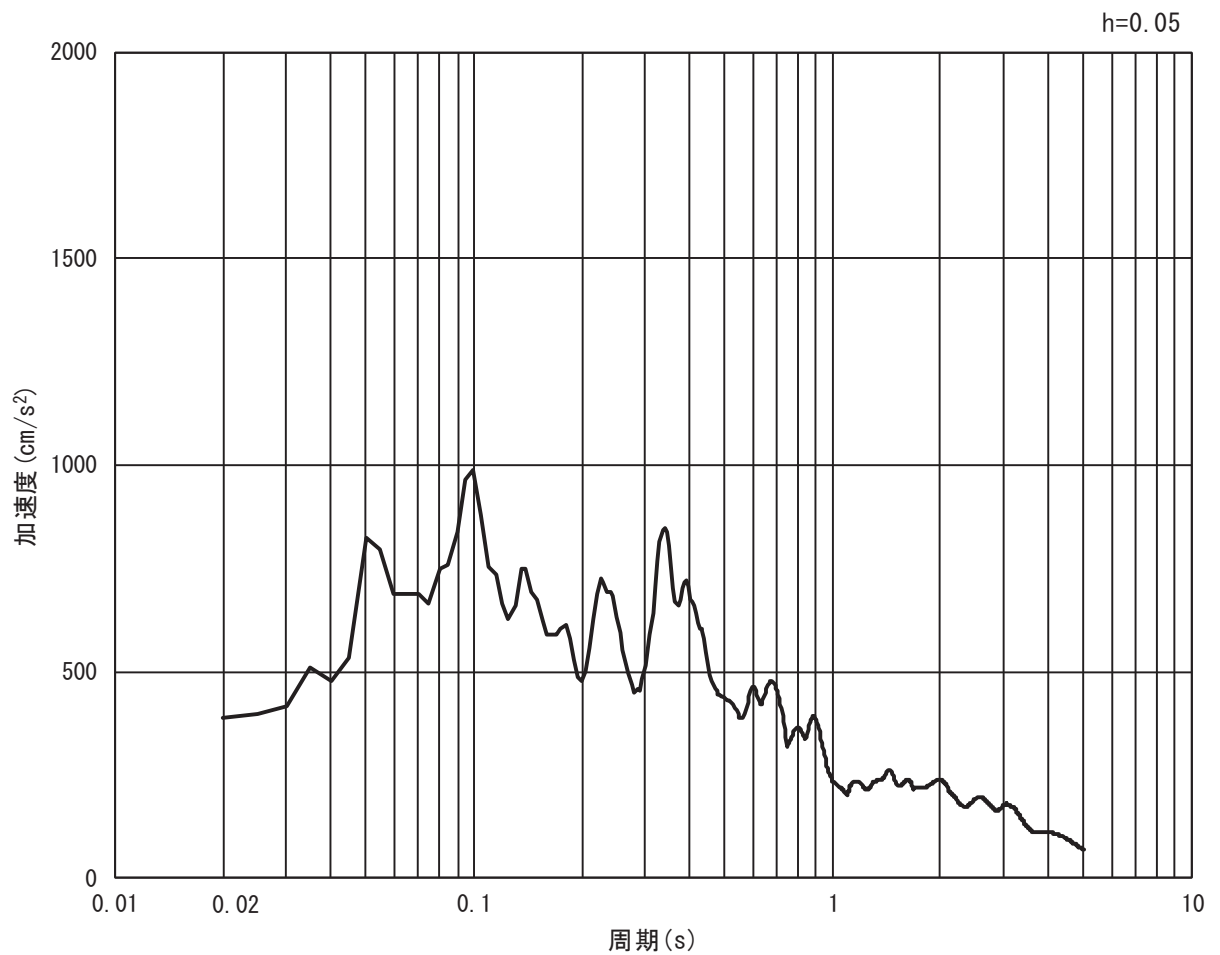


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 2)

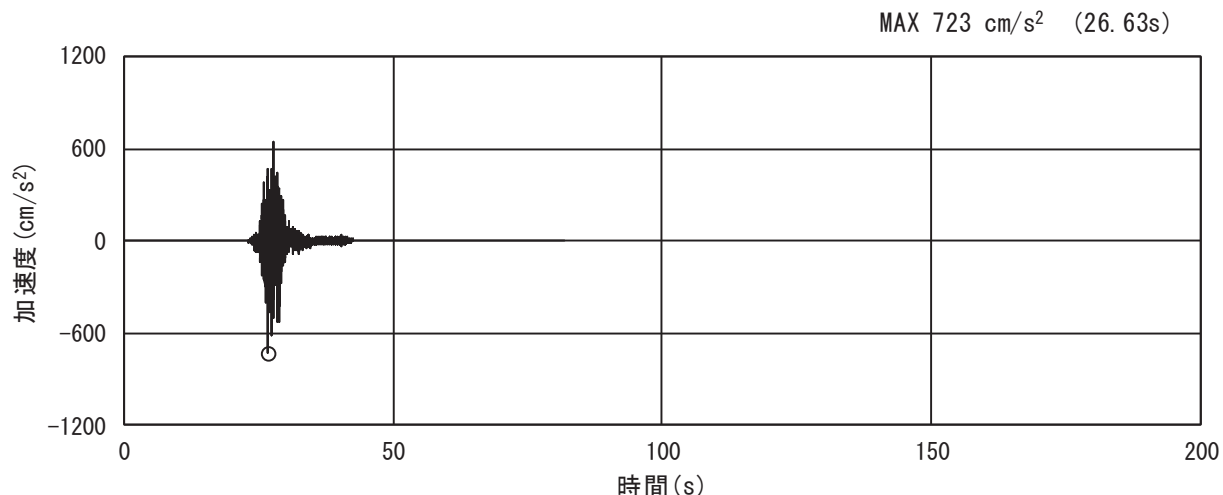


(a) 加速度時刻歴波形

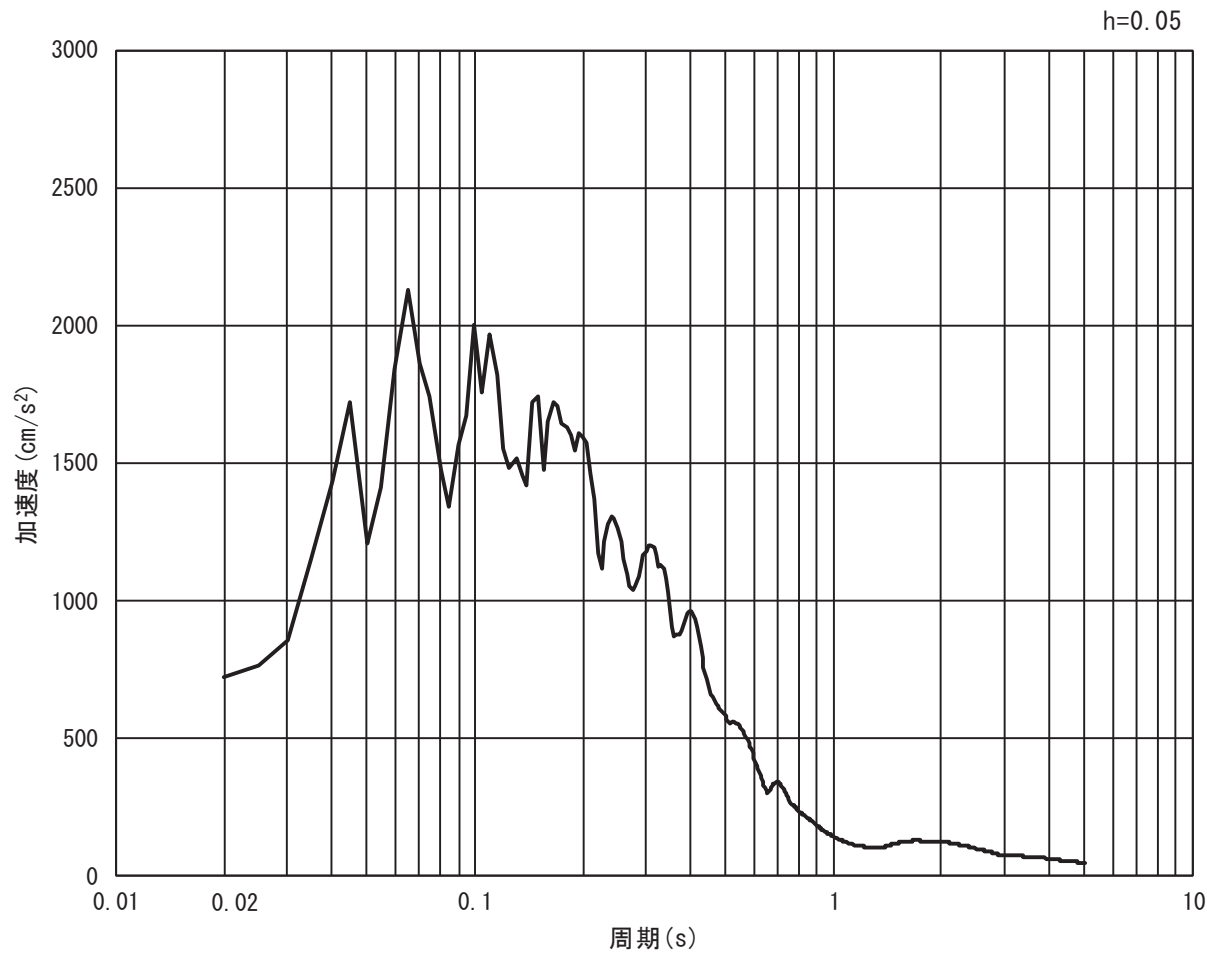


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: S s - F 2)

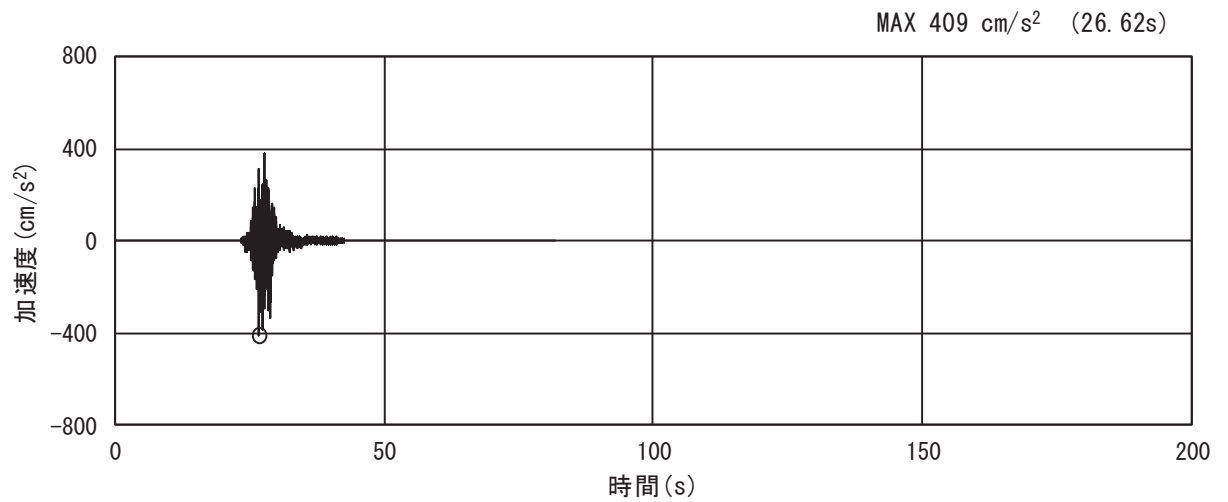


(a) 加速度時刻歴波形

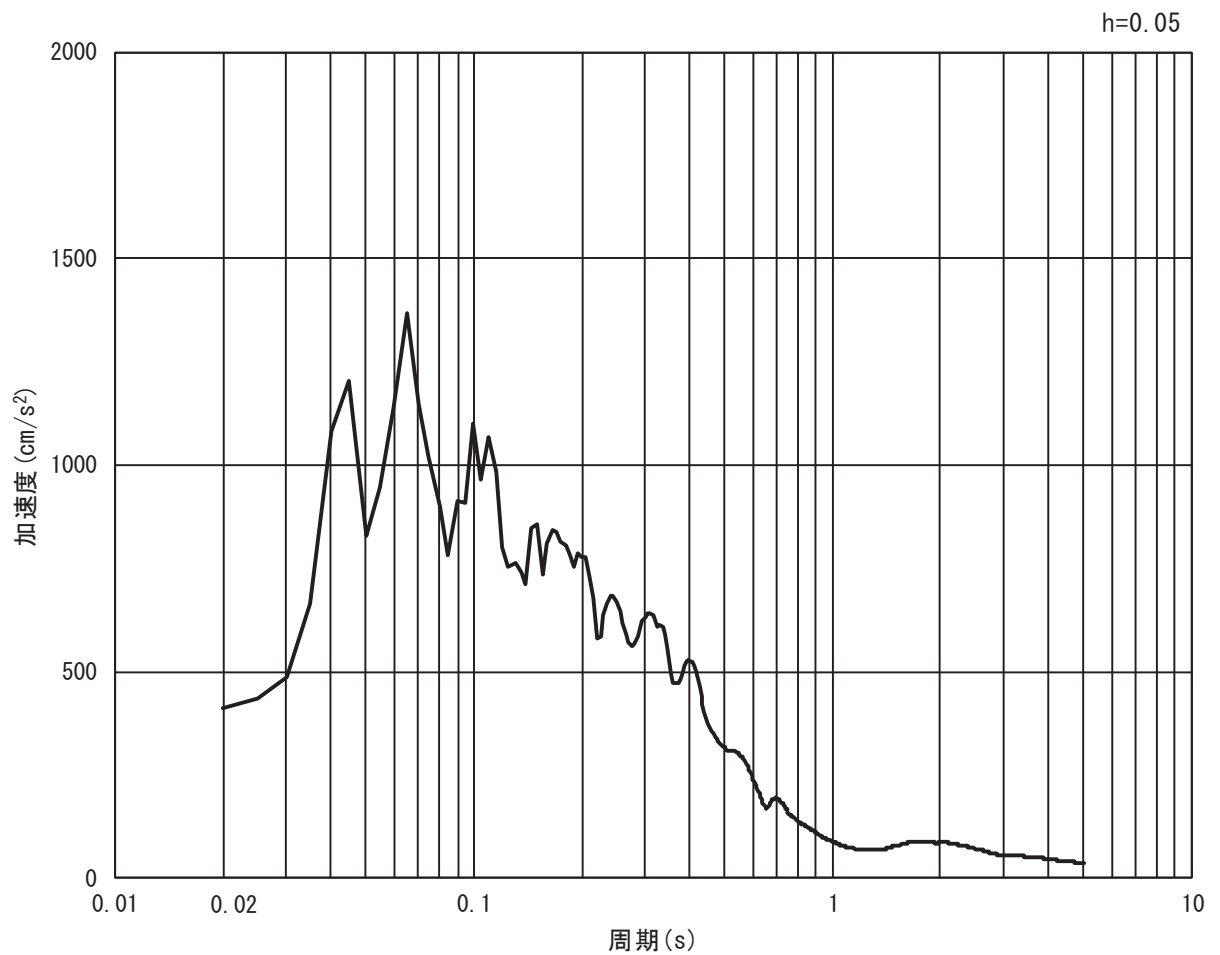


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 3)

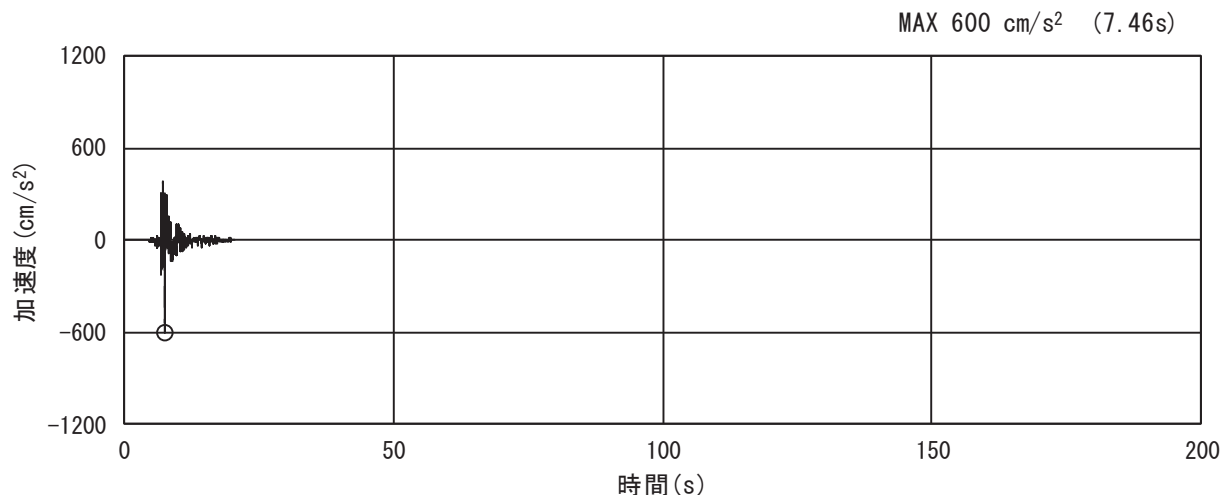


(a) 加速度時刻歴波形

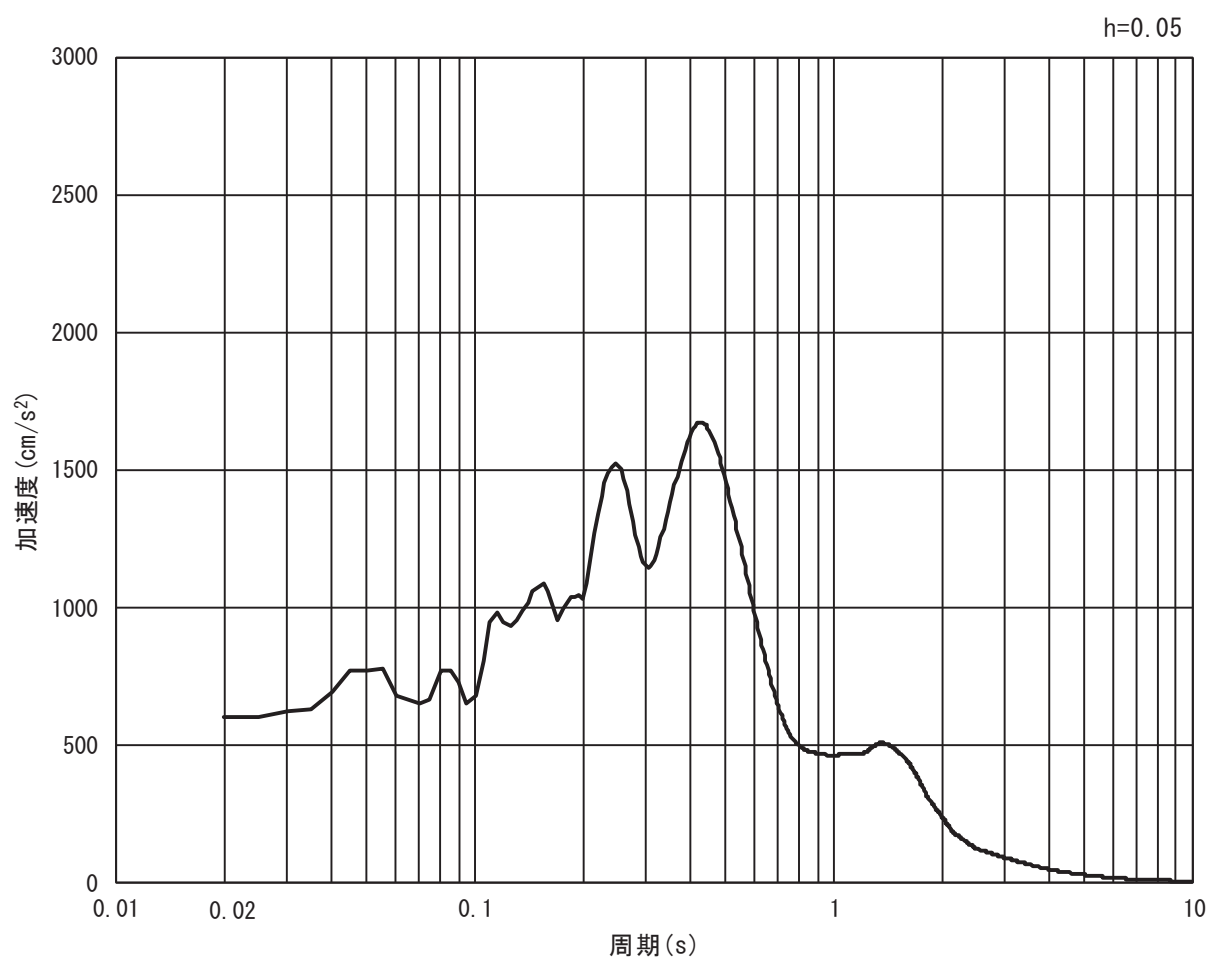


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 3)

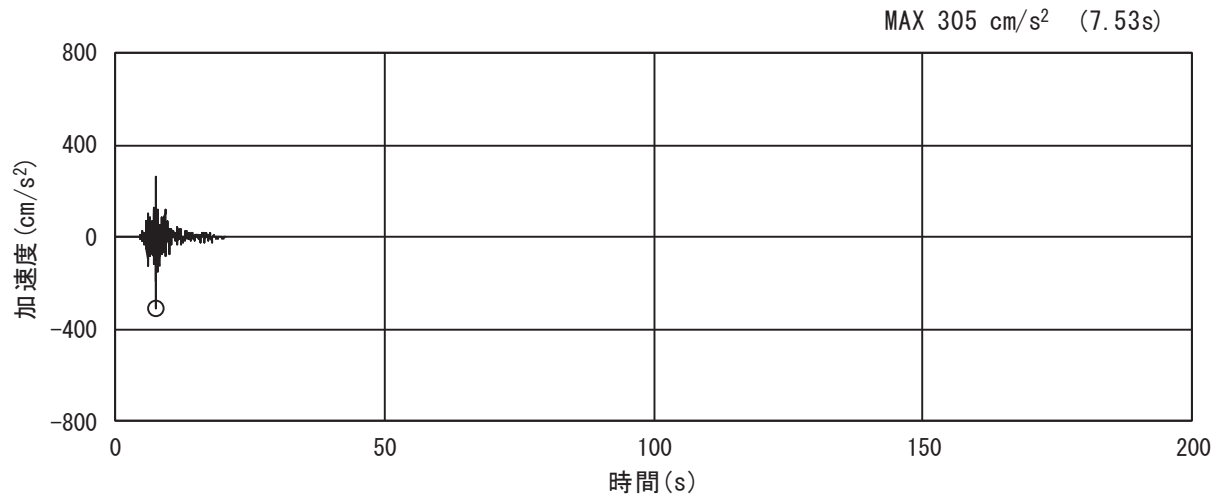


(a) 加速度時刻歴波形

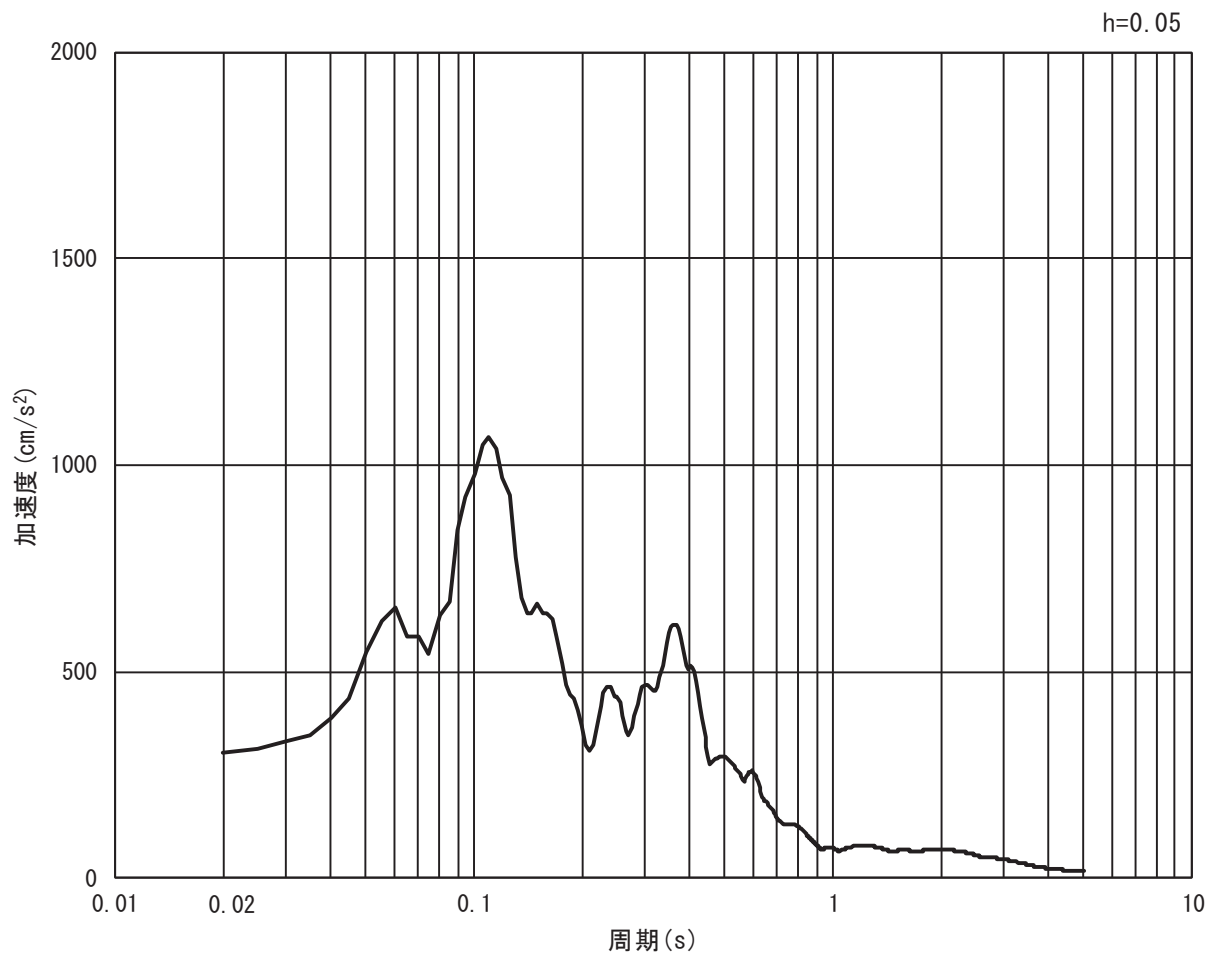


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - N 1)



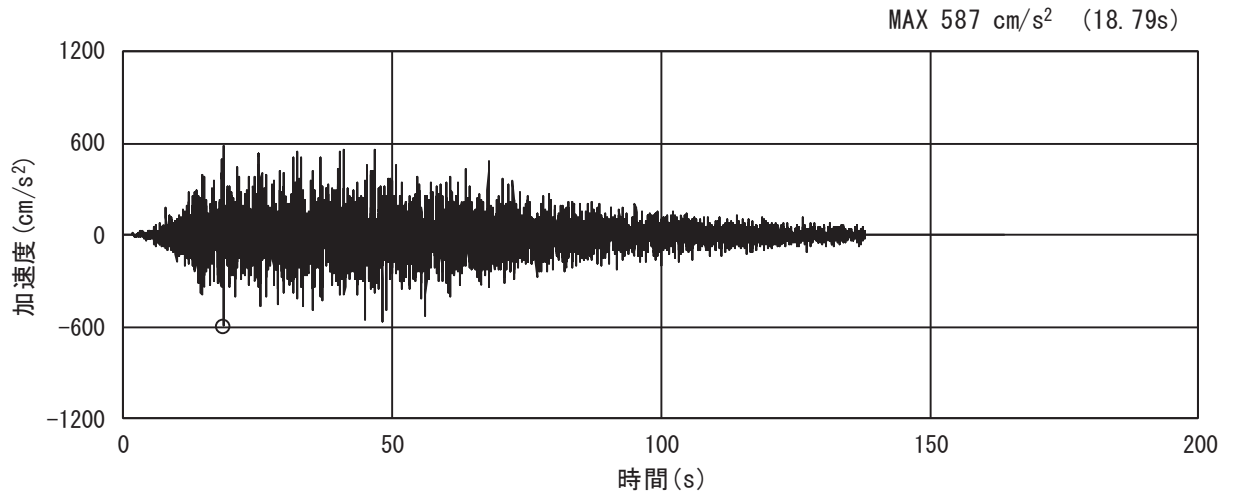
(a) 加速度時刻歴波形



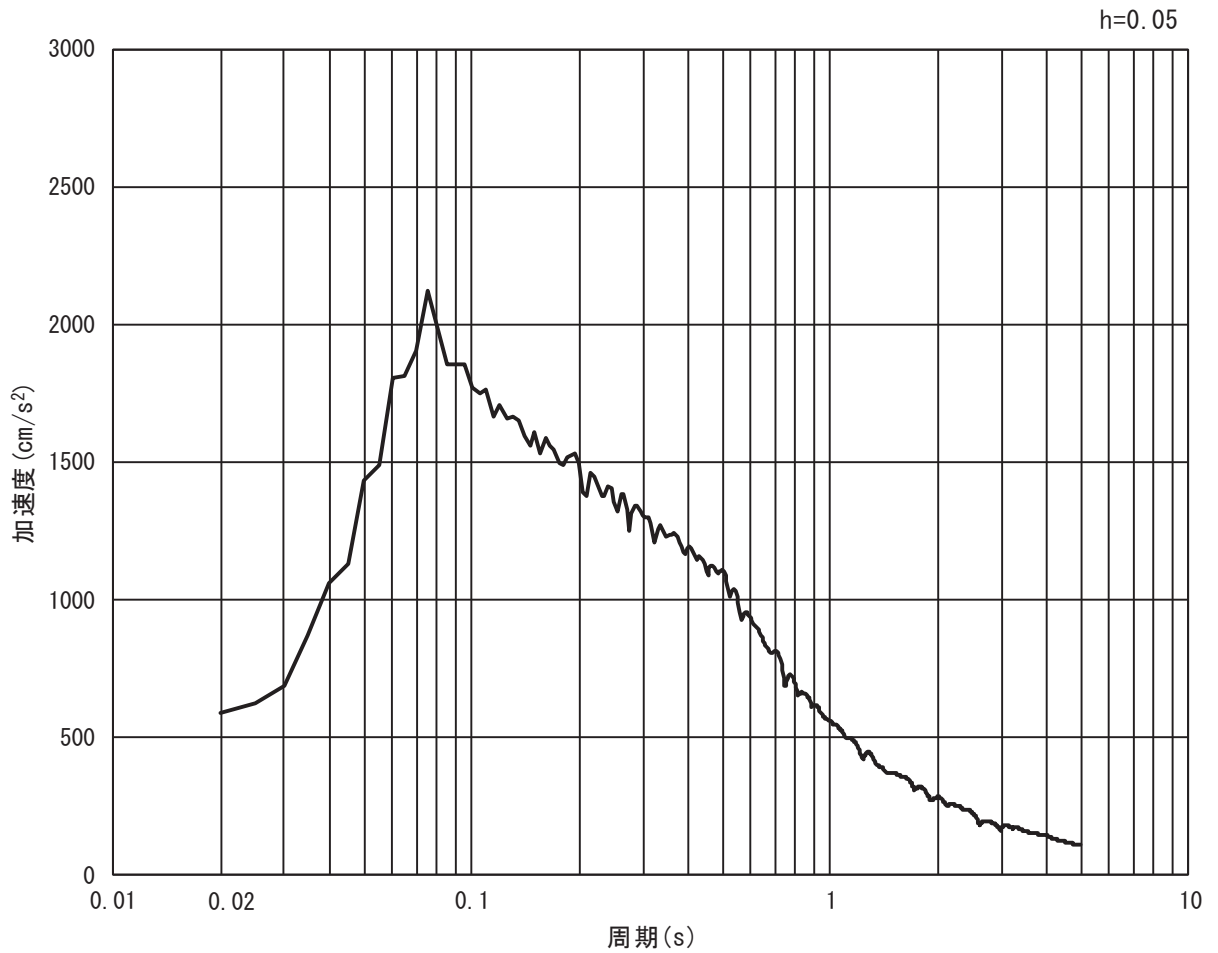
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向 : S s - N 1)

(3) 断面③

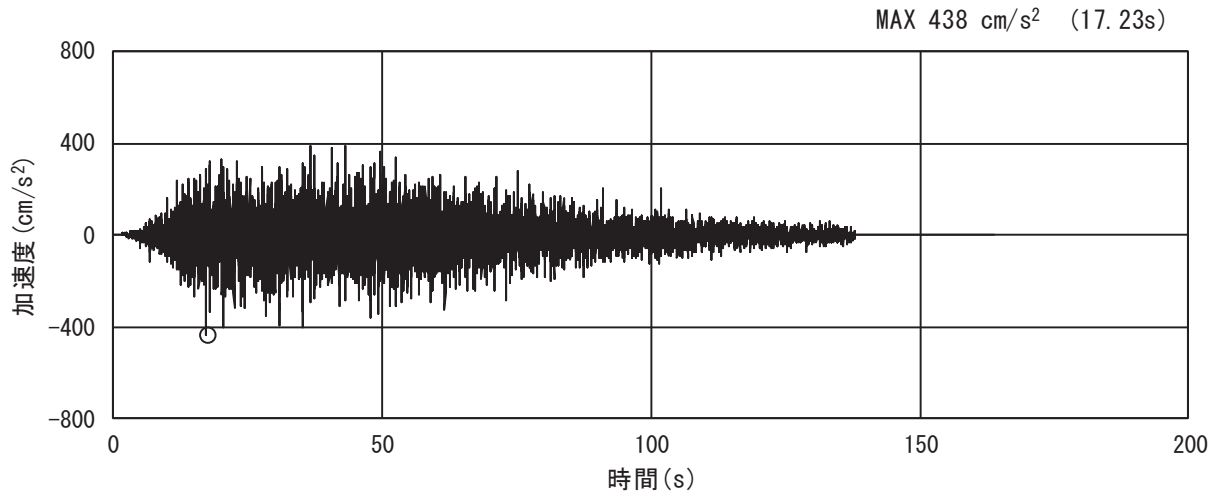


(a) 加速度時刻歴波形

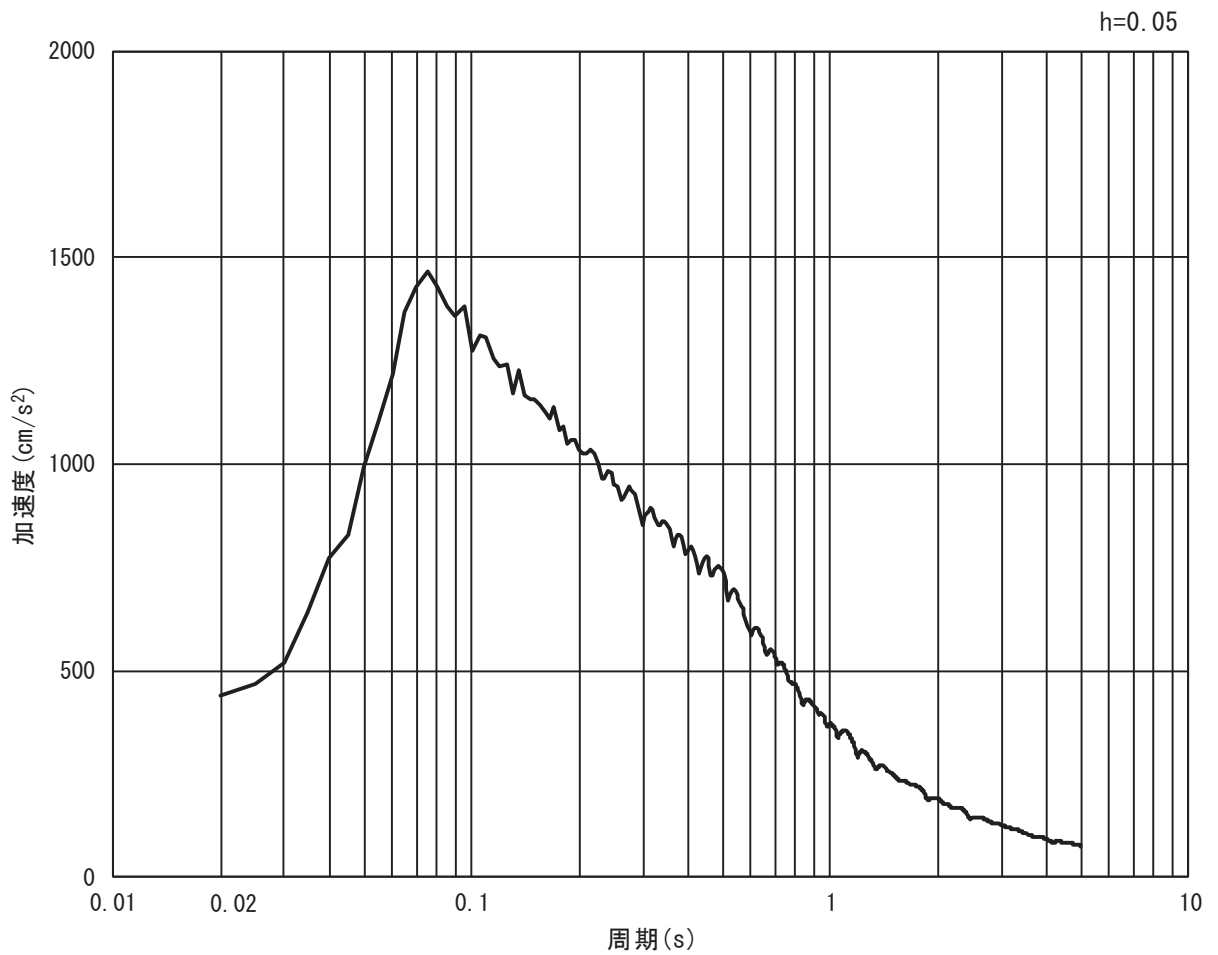


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 1)

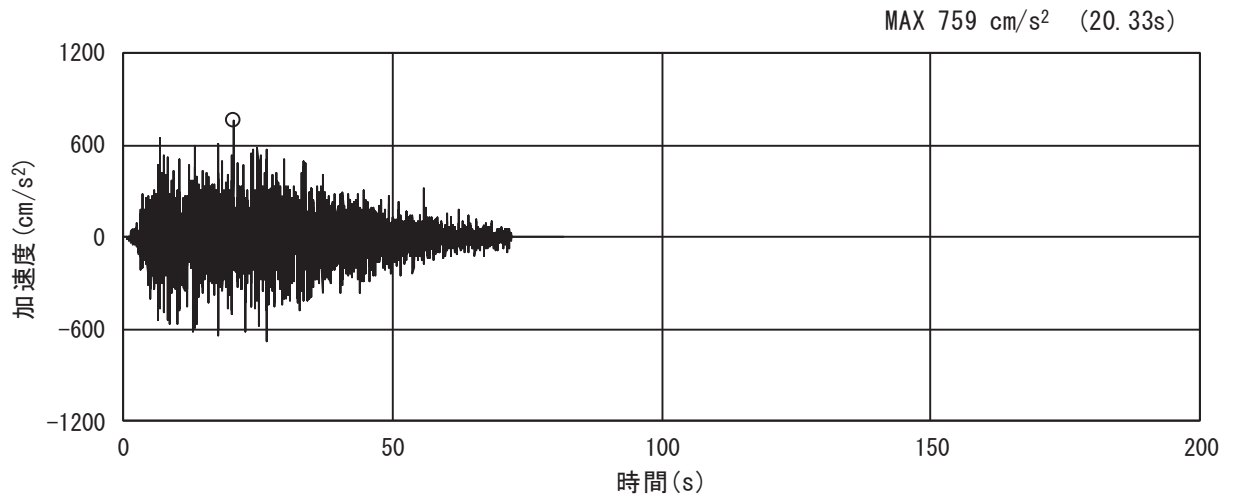


(a) 加速度時刻歴波形

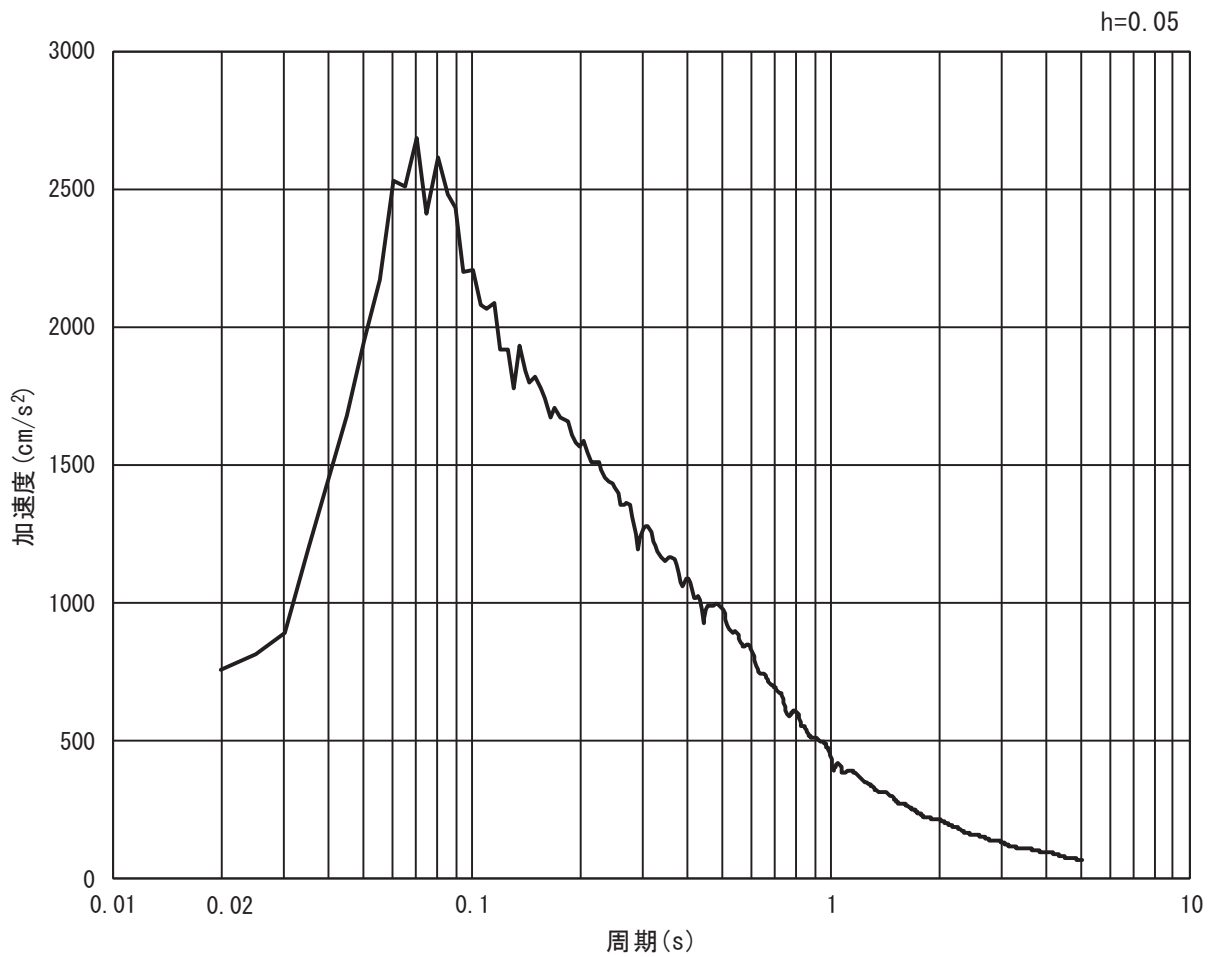


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 1)

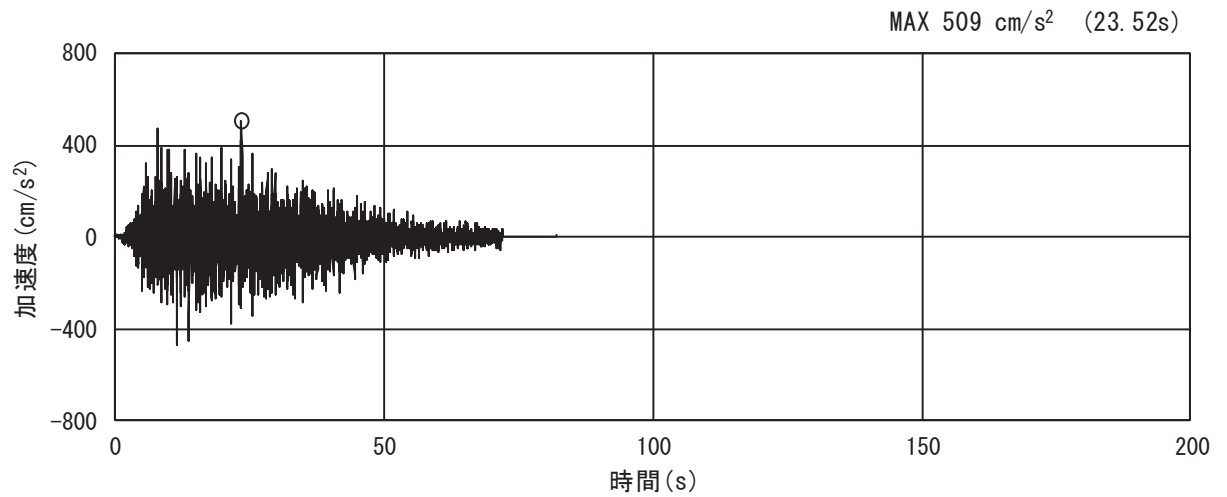


(a) 加速度時刻歴波形

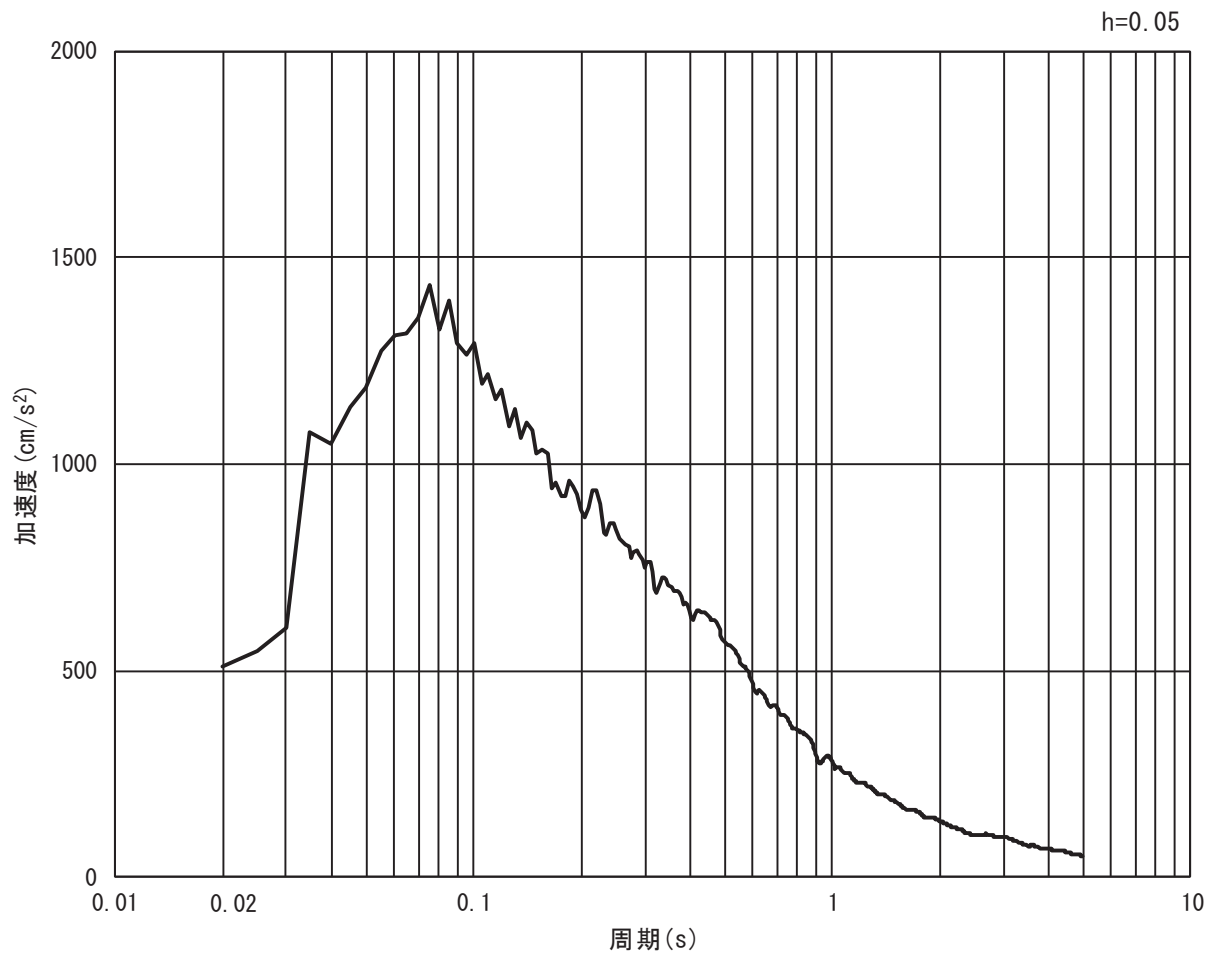


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 2)

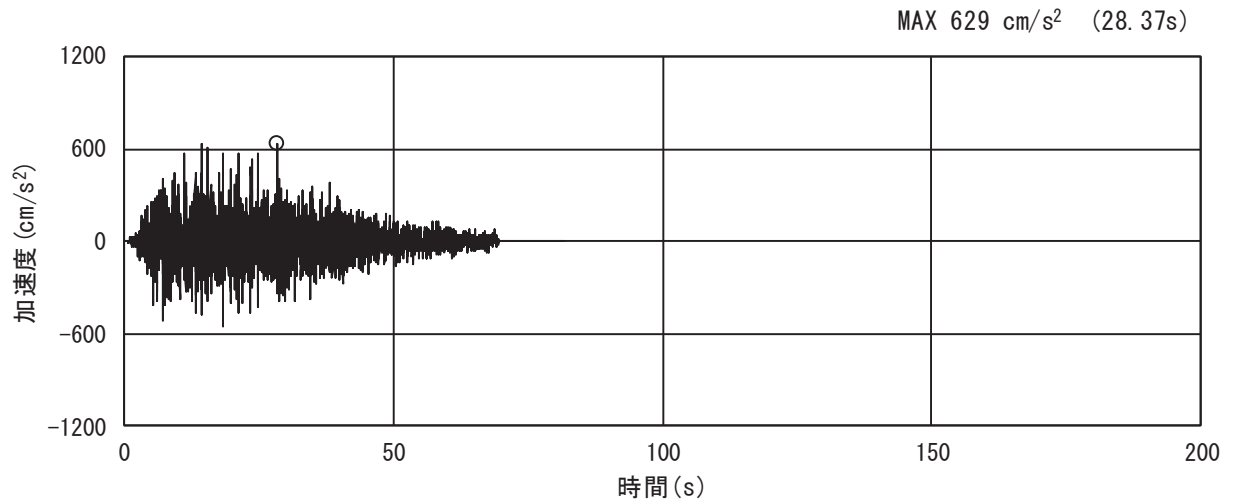


(a) 加速度時刻歴波形

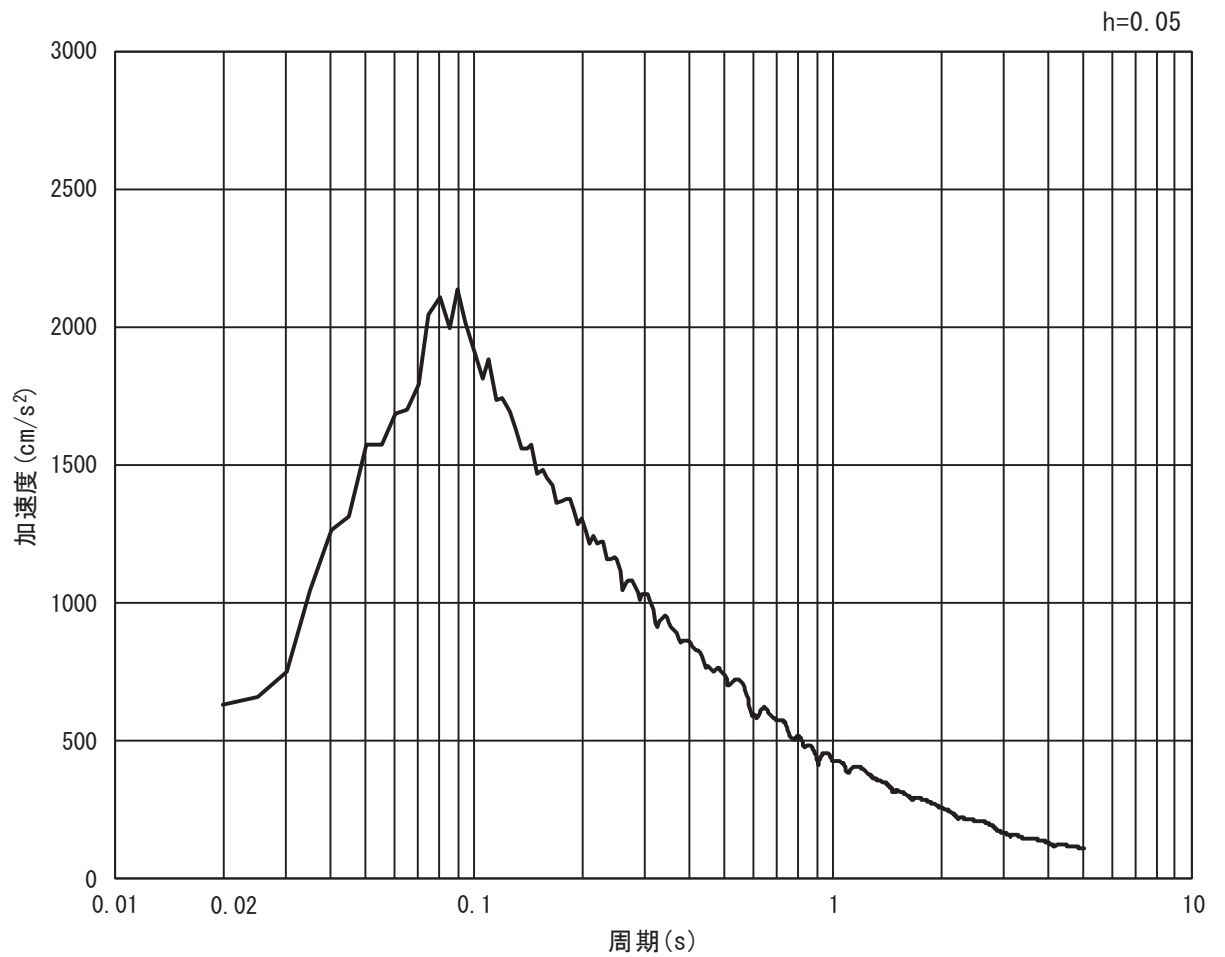


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 2)

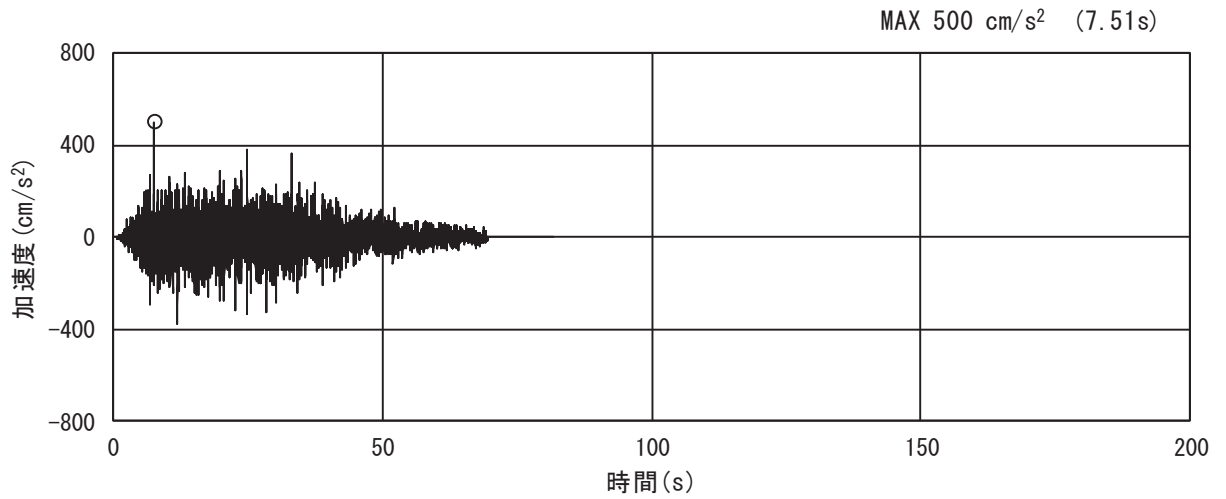


(a) 加速度時刻歴波形

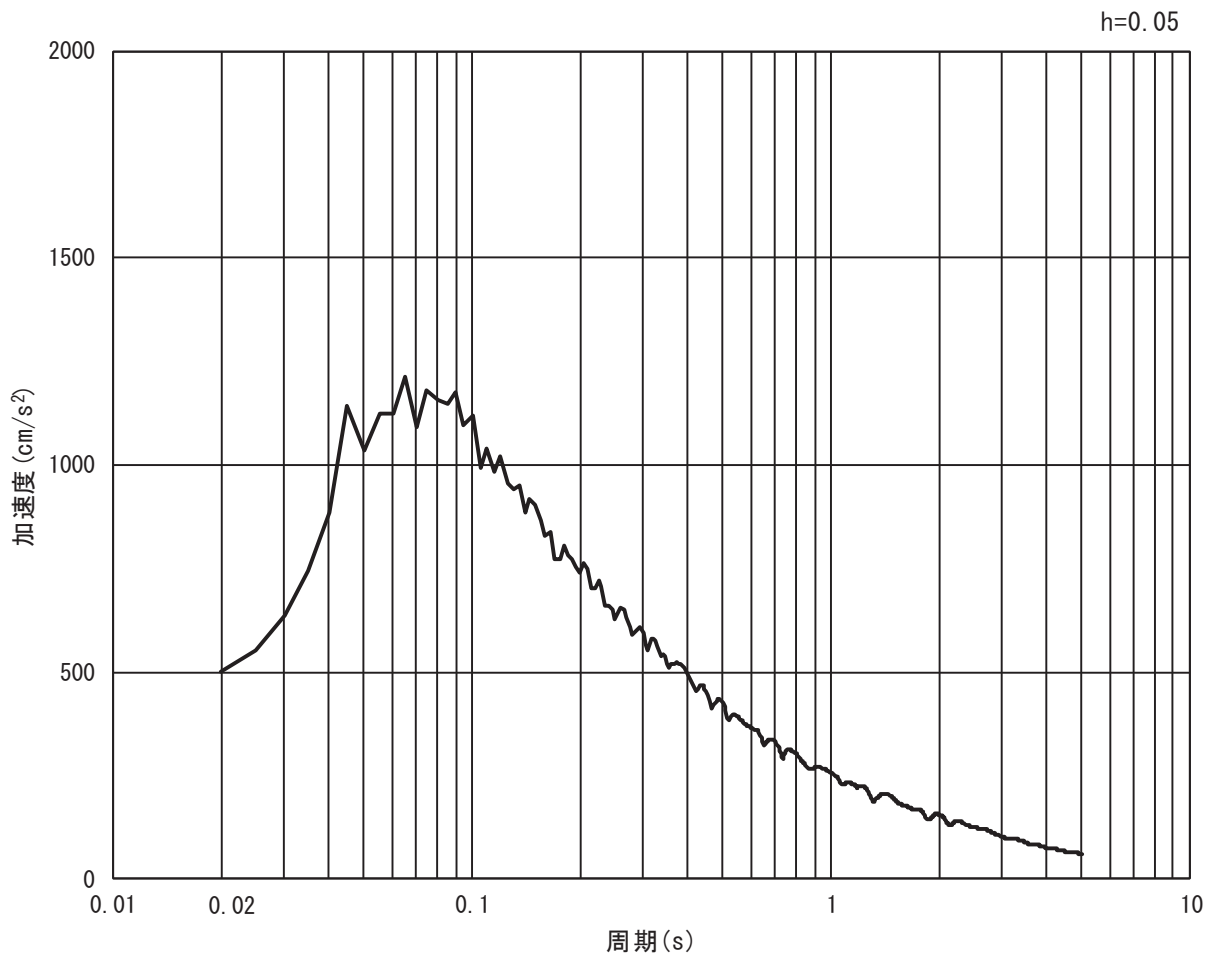


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 3)

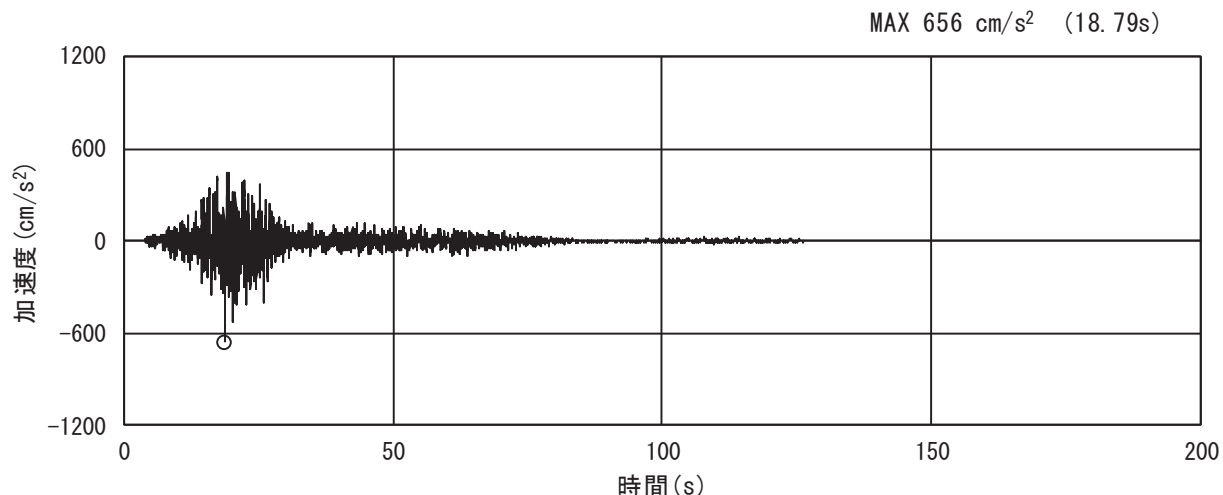


(a) 加速度時刻歴波形

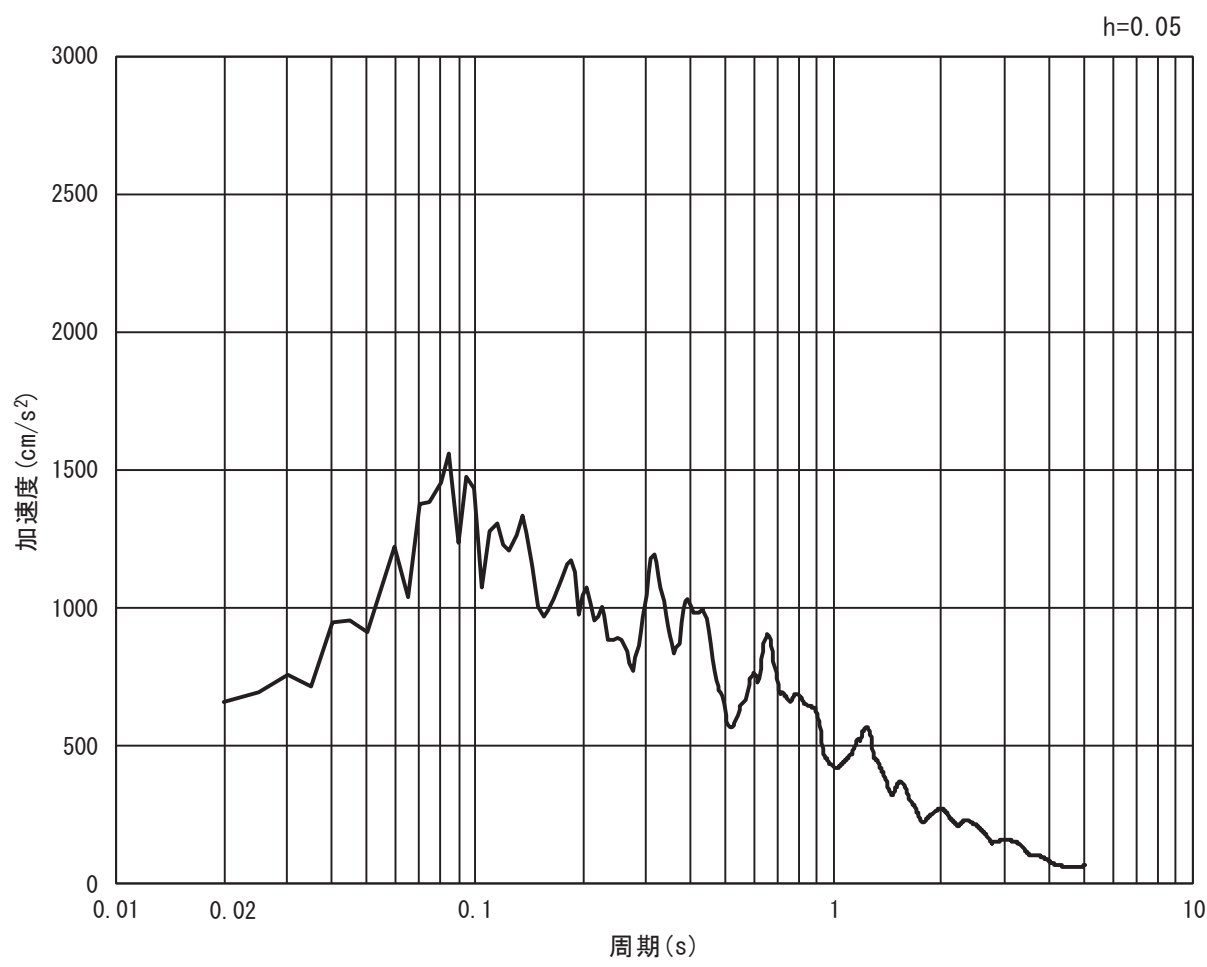


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: S s - D 3)

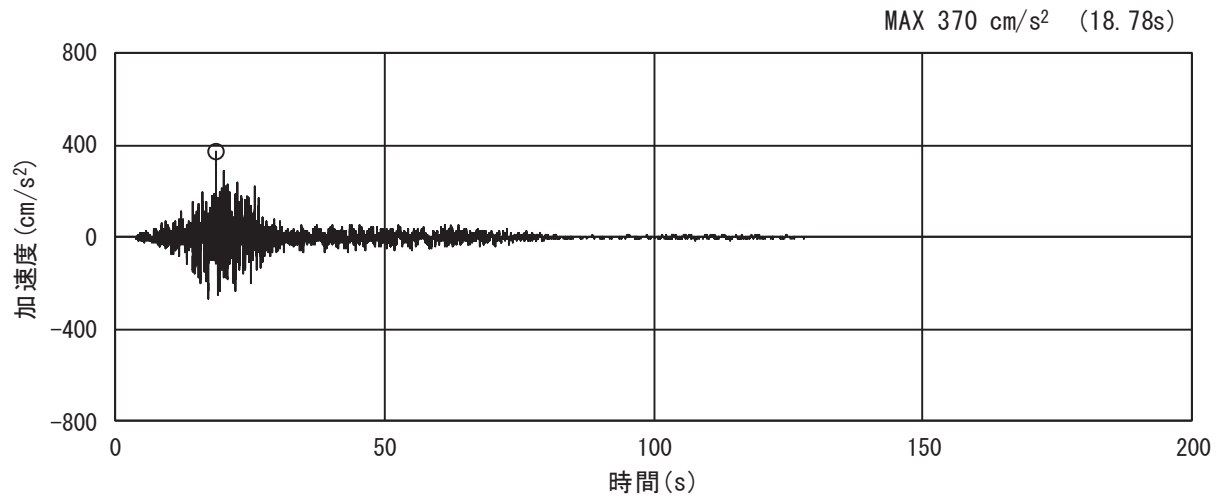


(a) 加速度時刻歴波形

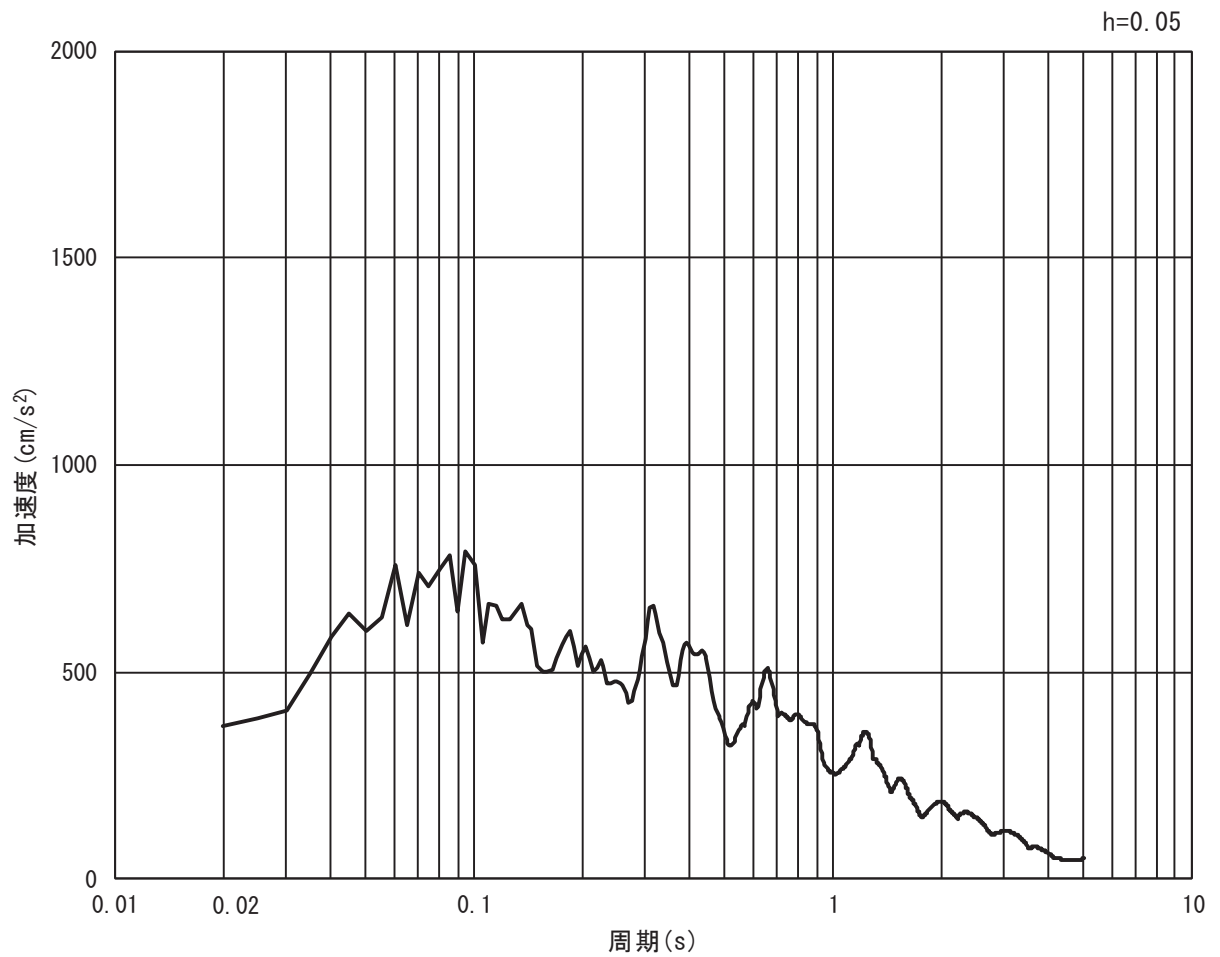


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 1)

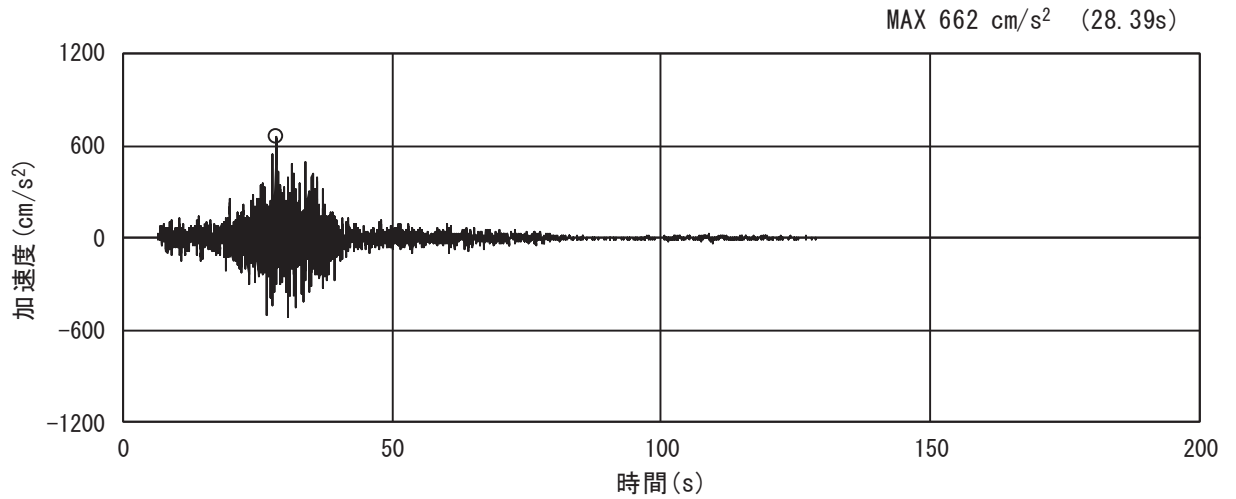


(a) 加速度時刻歴波形

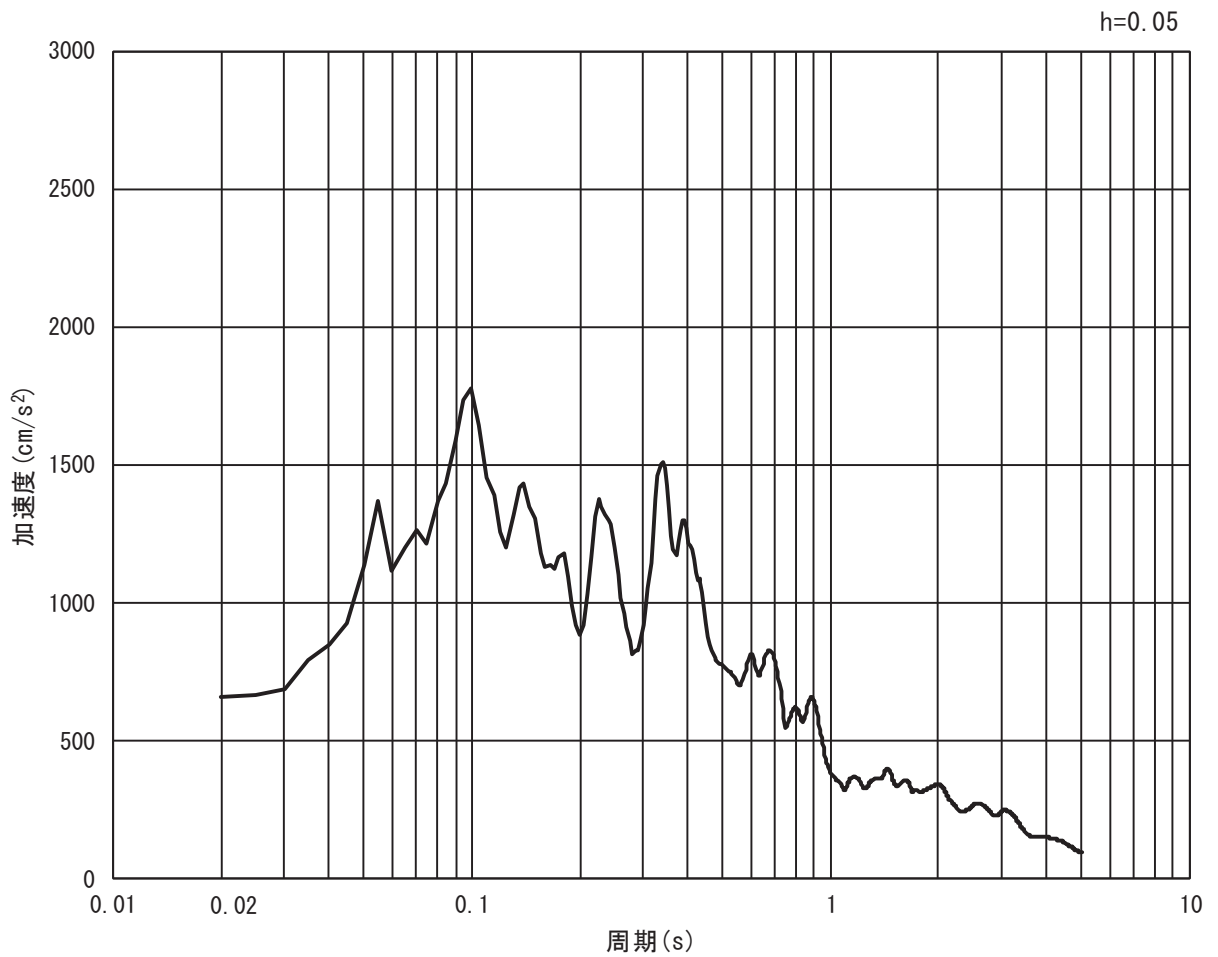


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 1)

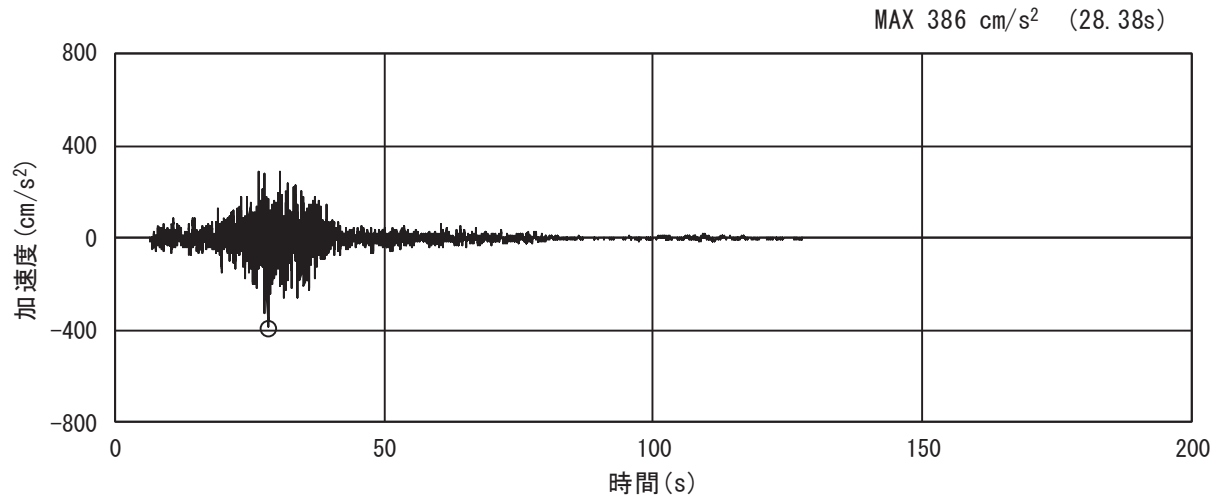


(a) 加速度時刻歴波形

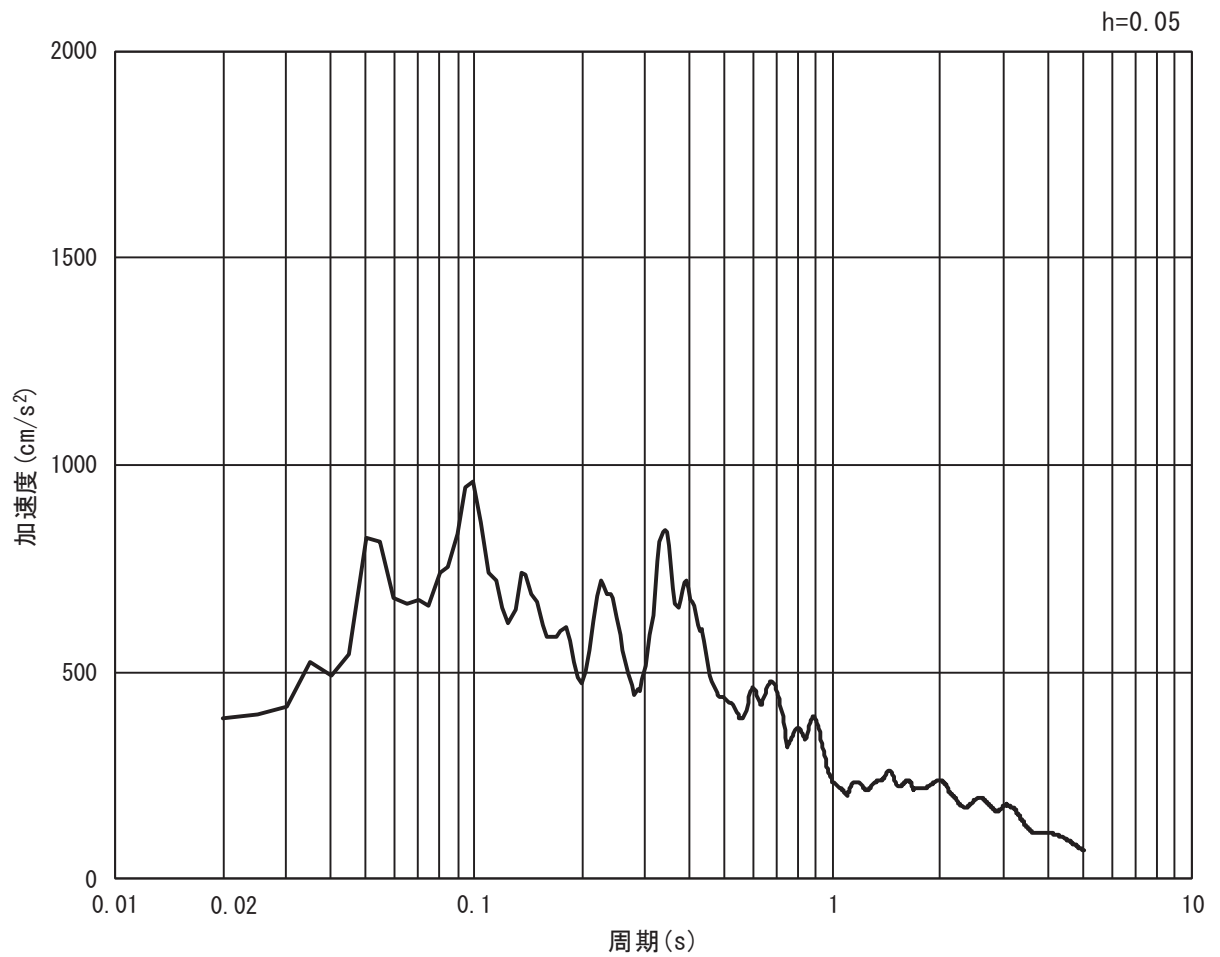


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 2)

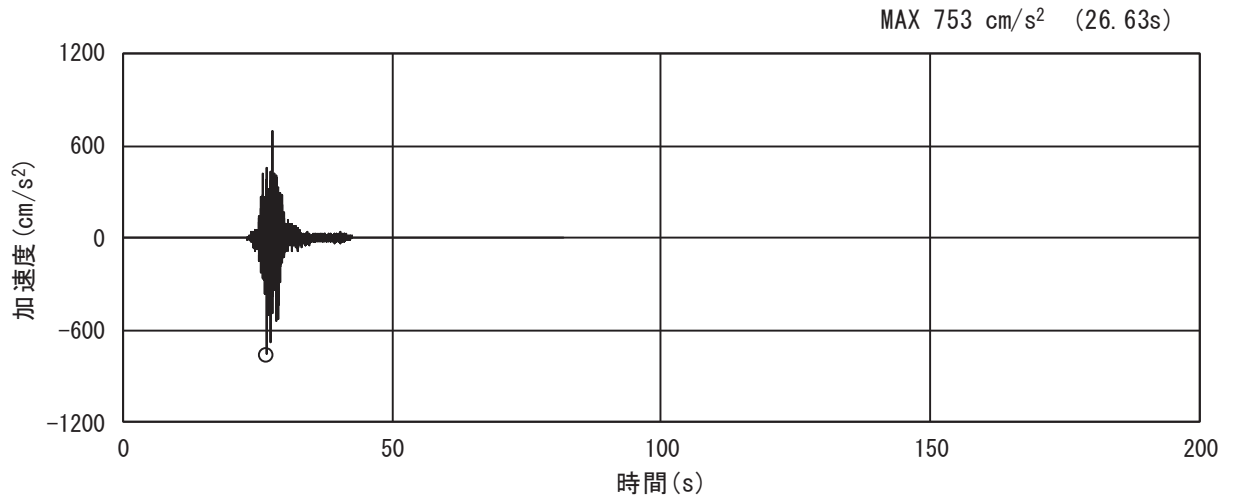


(a) 加速度時刻歴波形

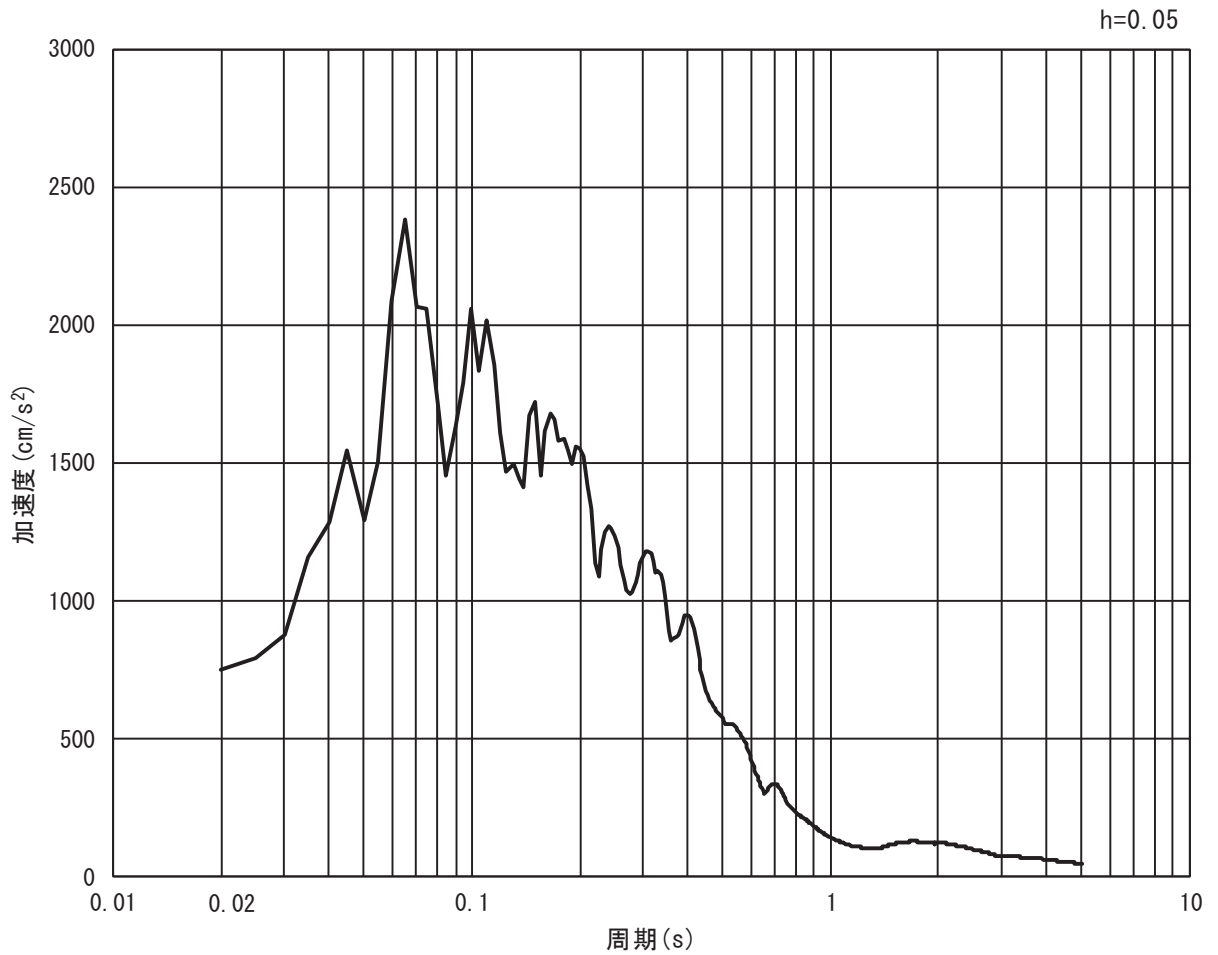


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: S s - F 2)

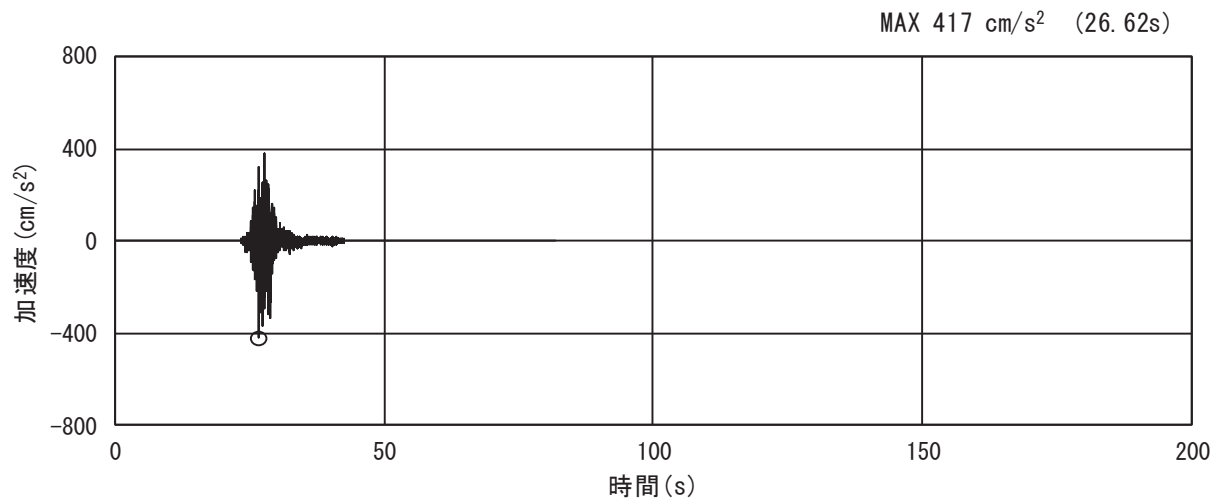


(a) 加速度時刻歴波形

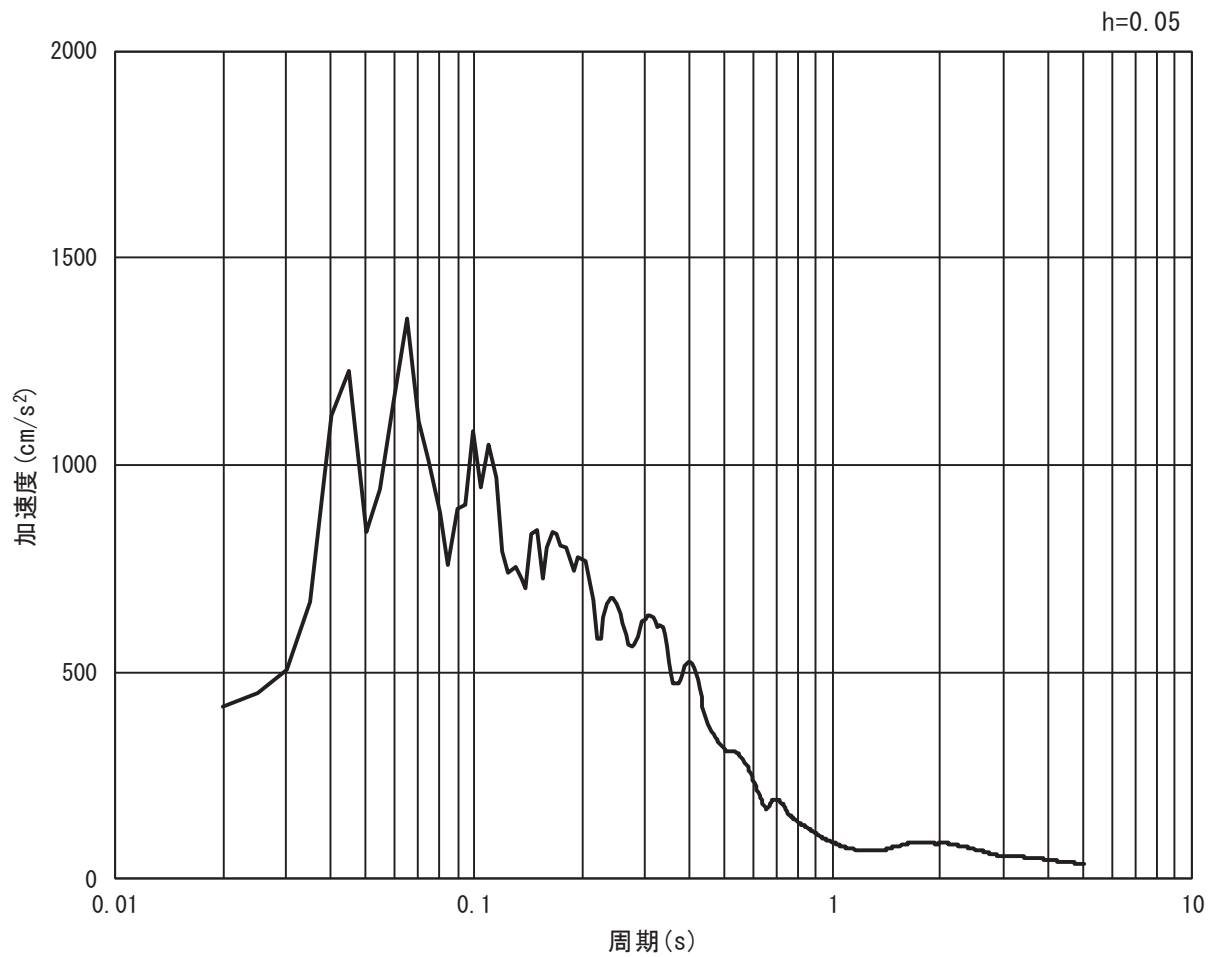


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 3)

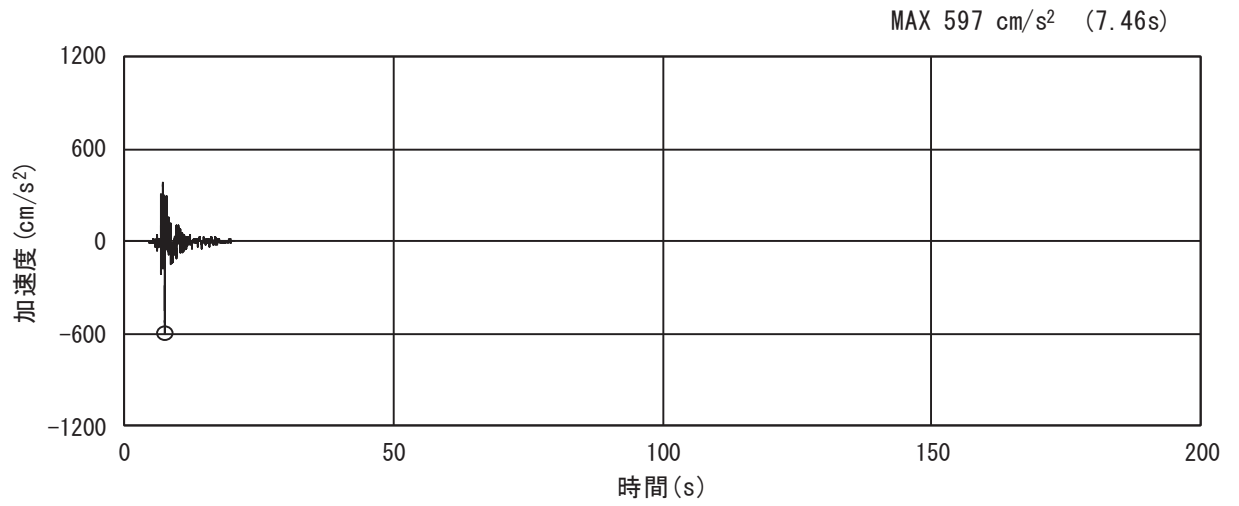


(a) 加速度時刻歴波形

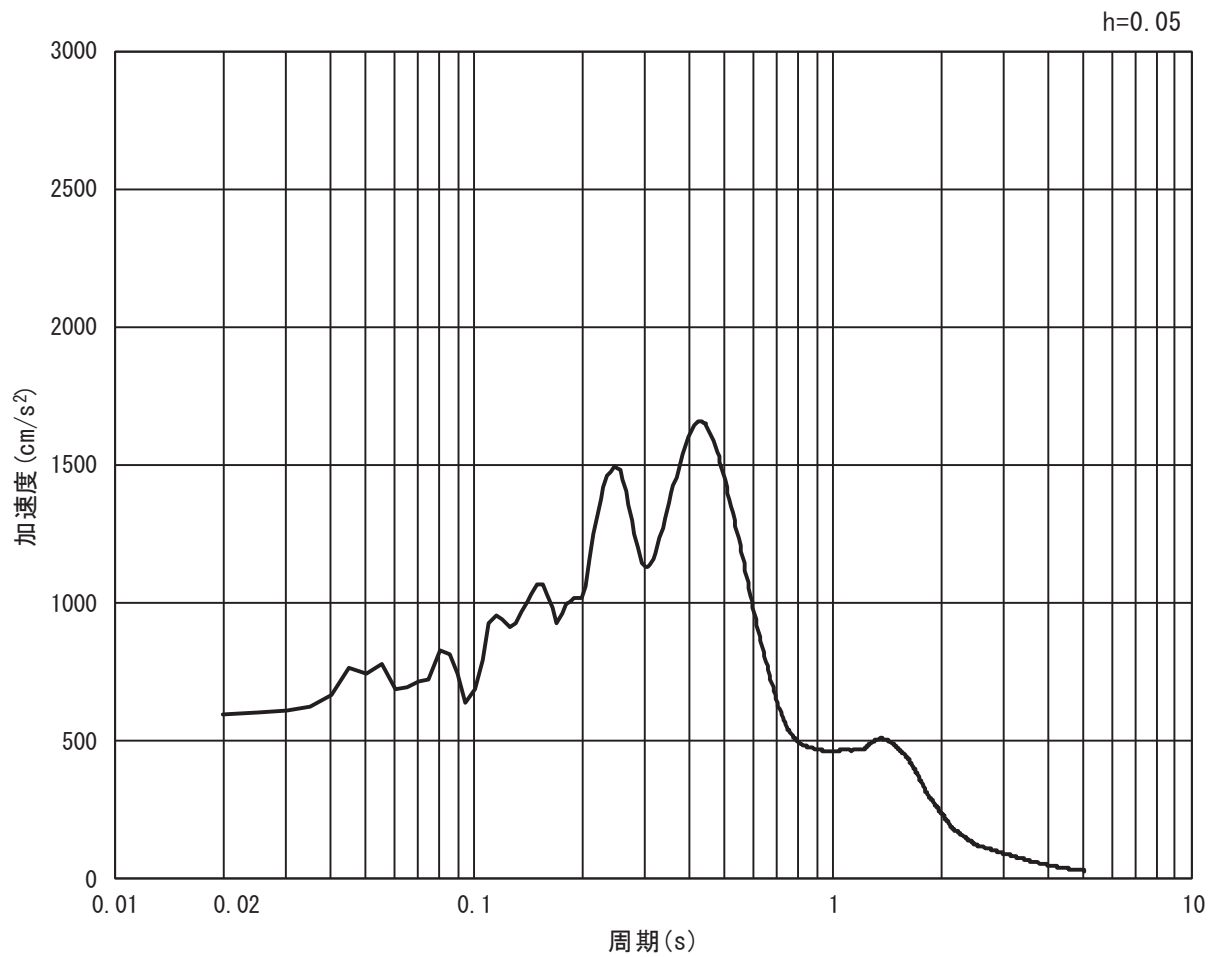


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 3)

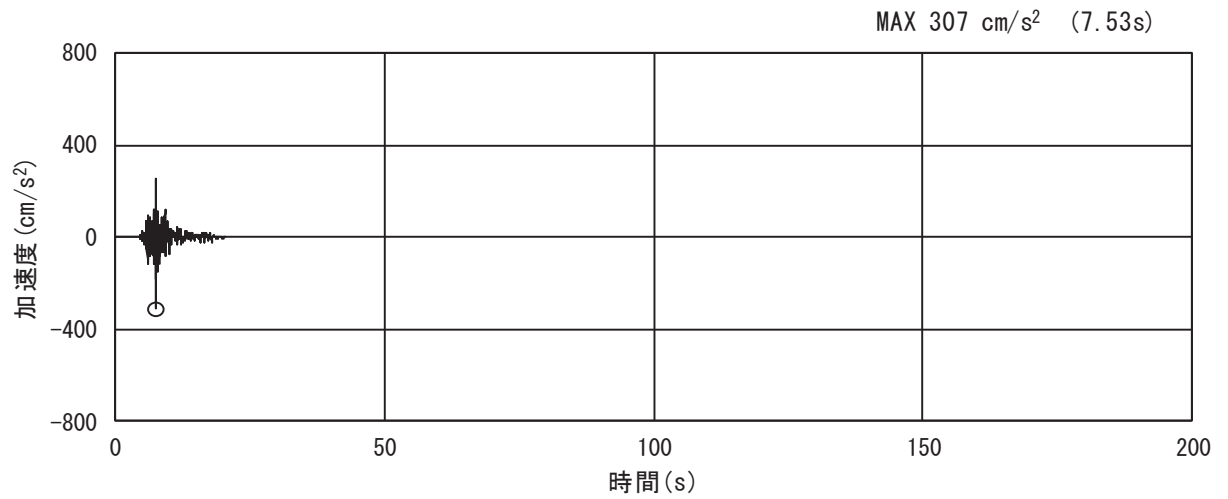


(a) 加速度時刻歴波形

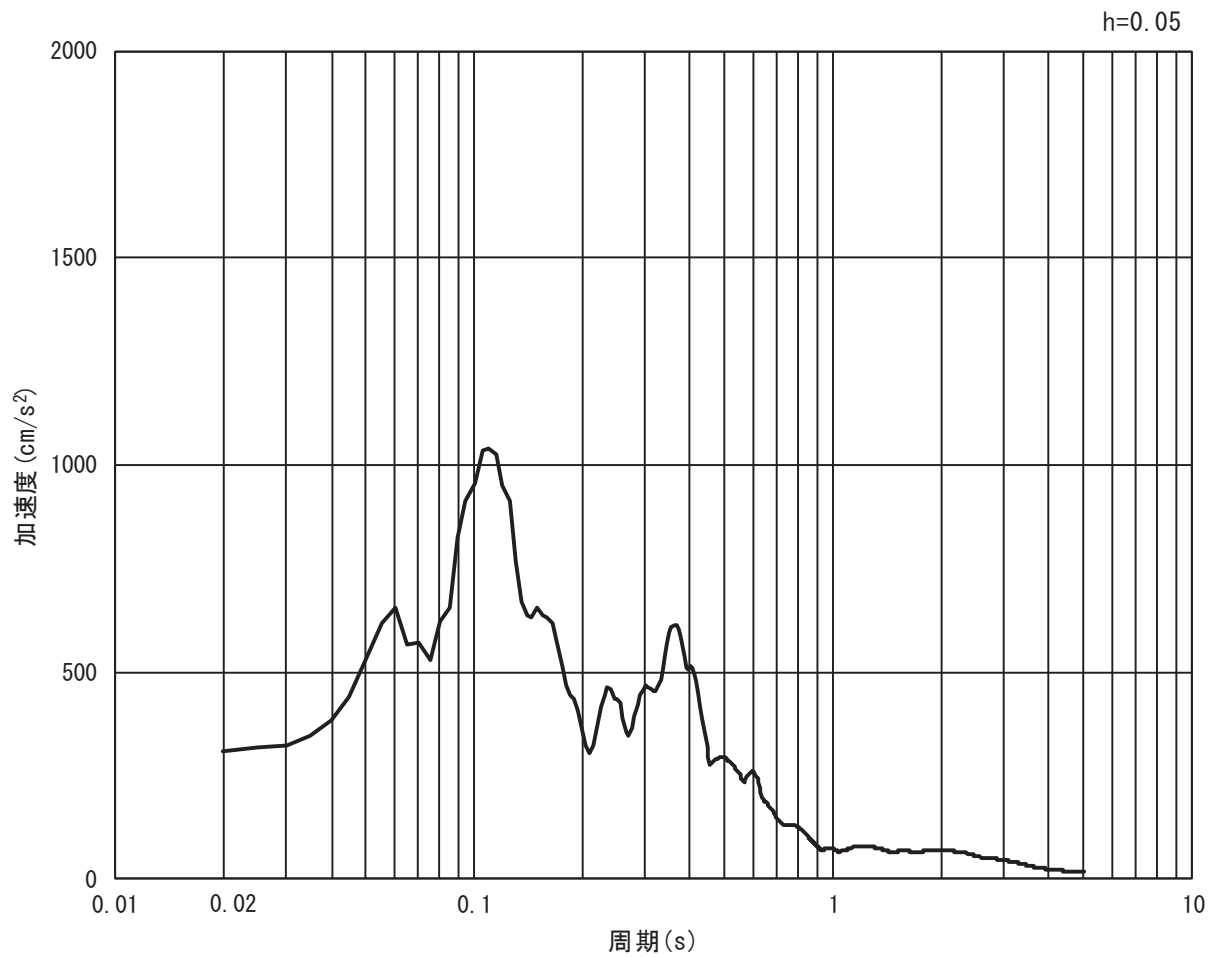


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - N 1)



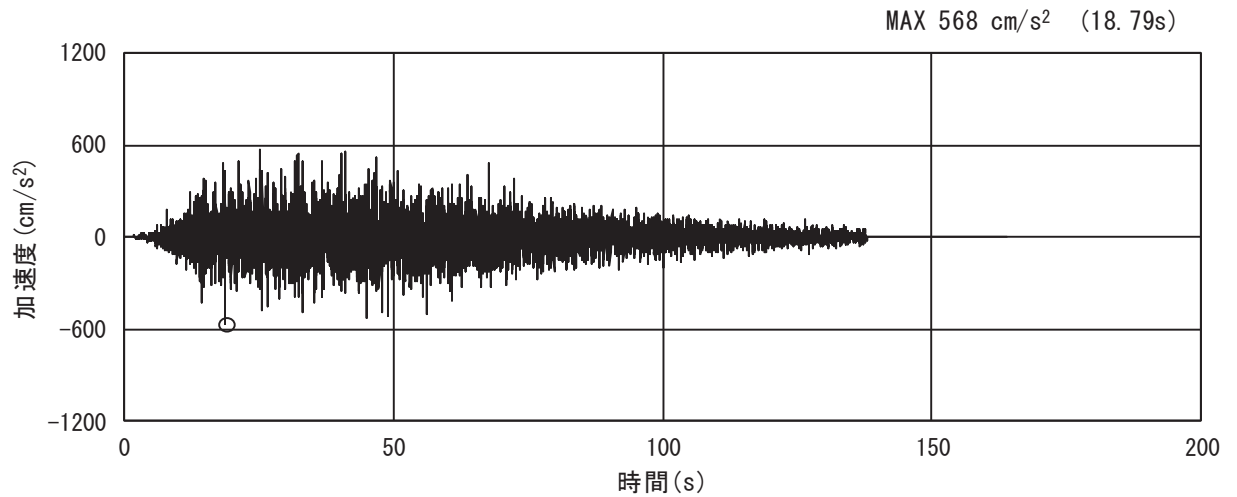
(a) 加速度時刻歴波形



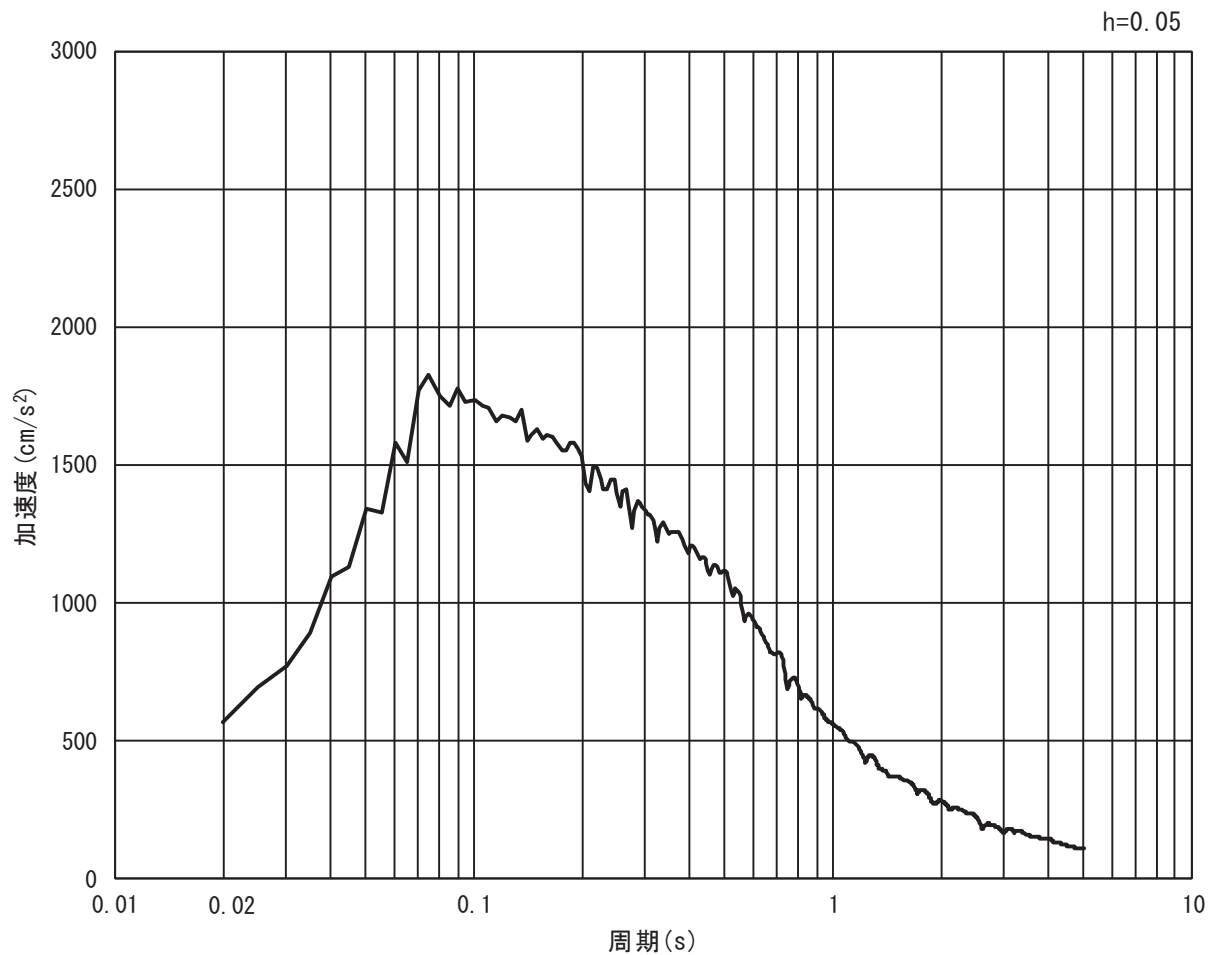
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向 : S s - N 1)

(4) 断面④

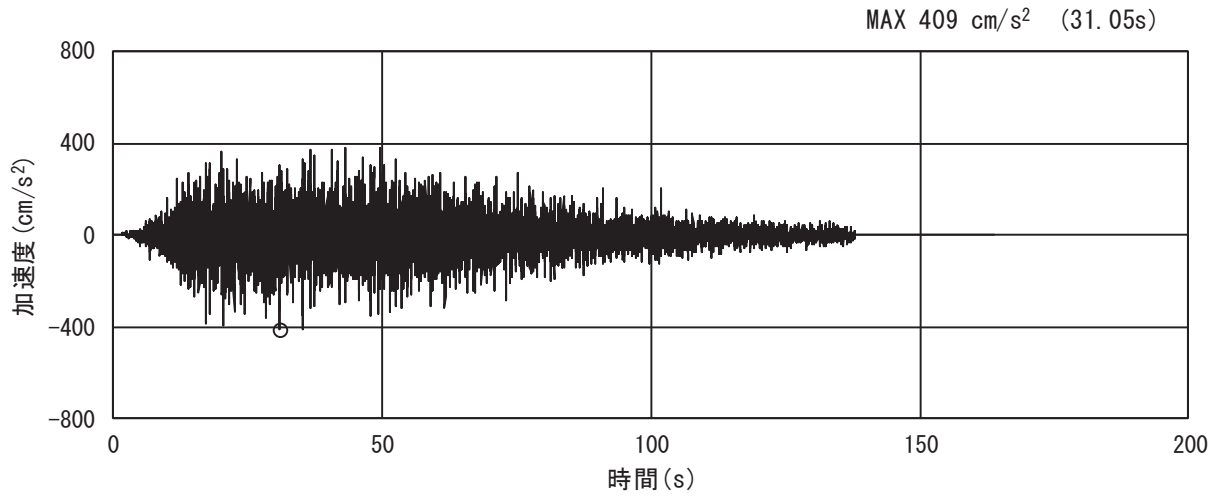


(a) 加速度時刻歴波形

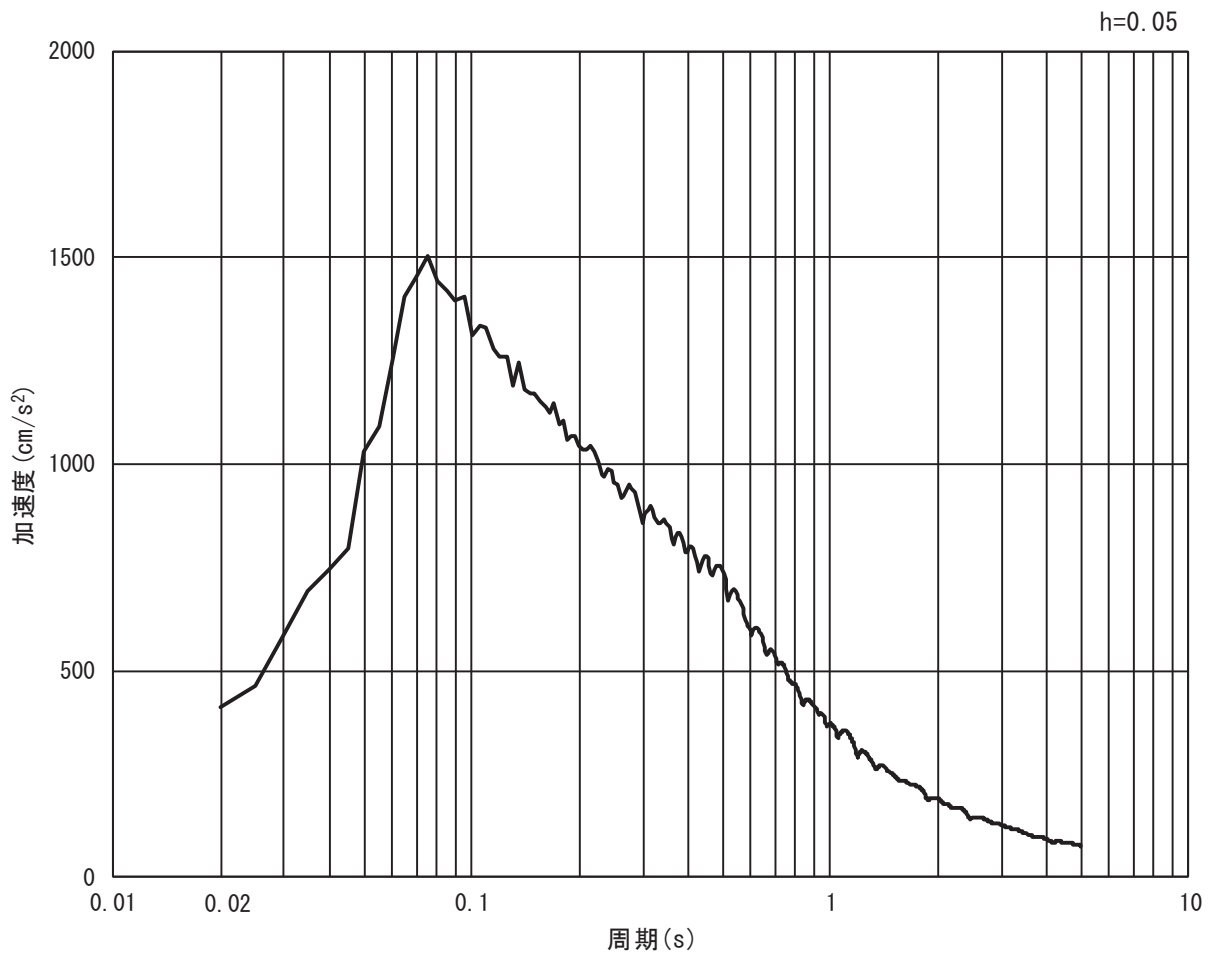


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 1)

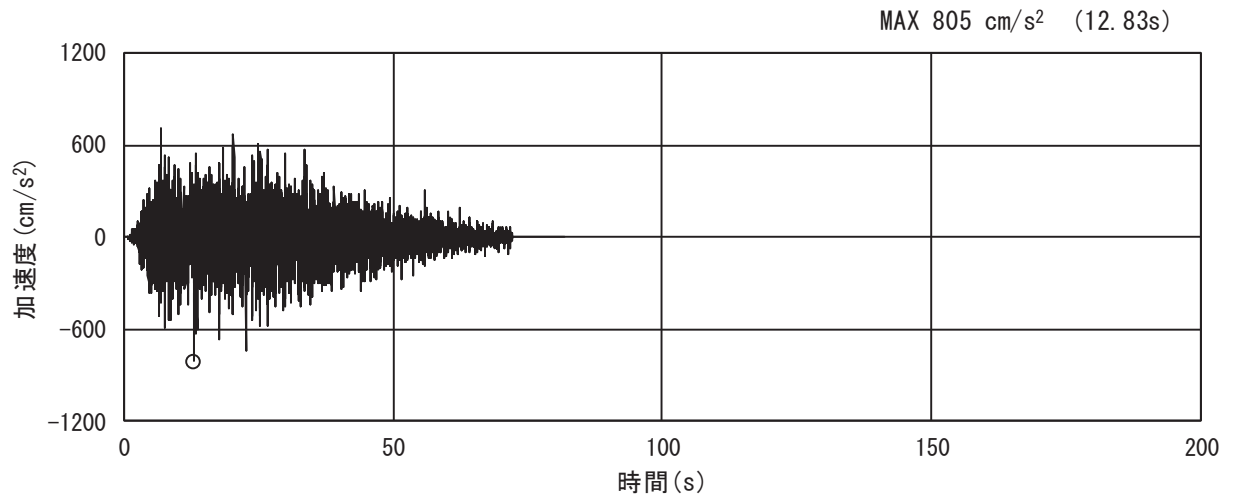


(a) 加速度時刻歴波形

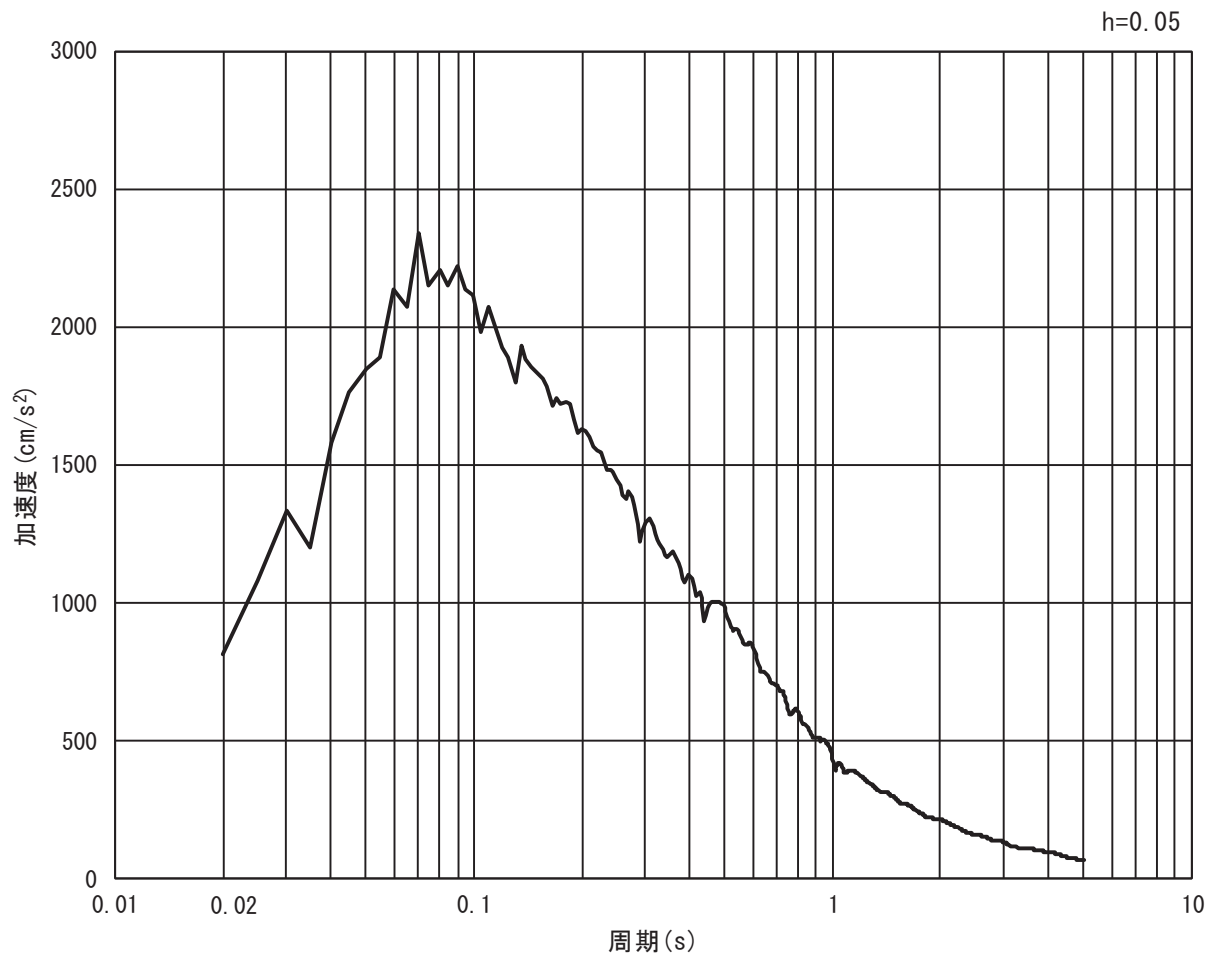


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 1)

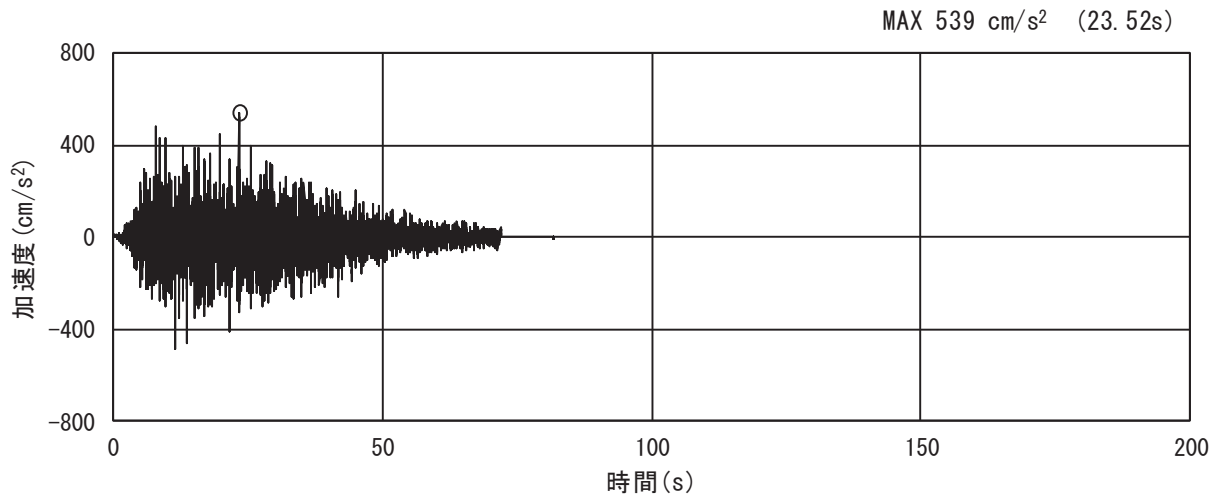


(a) 加速度時刻歴波形

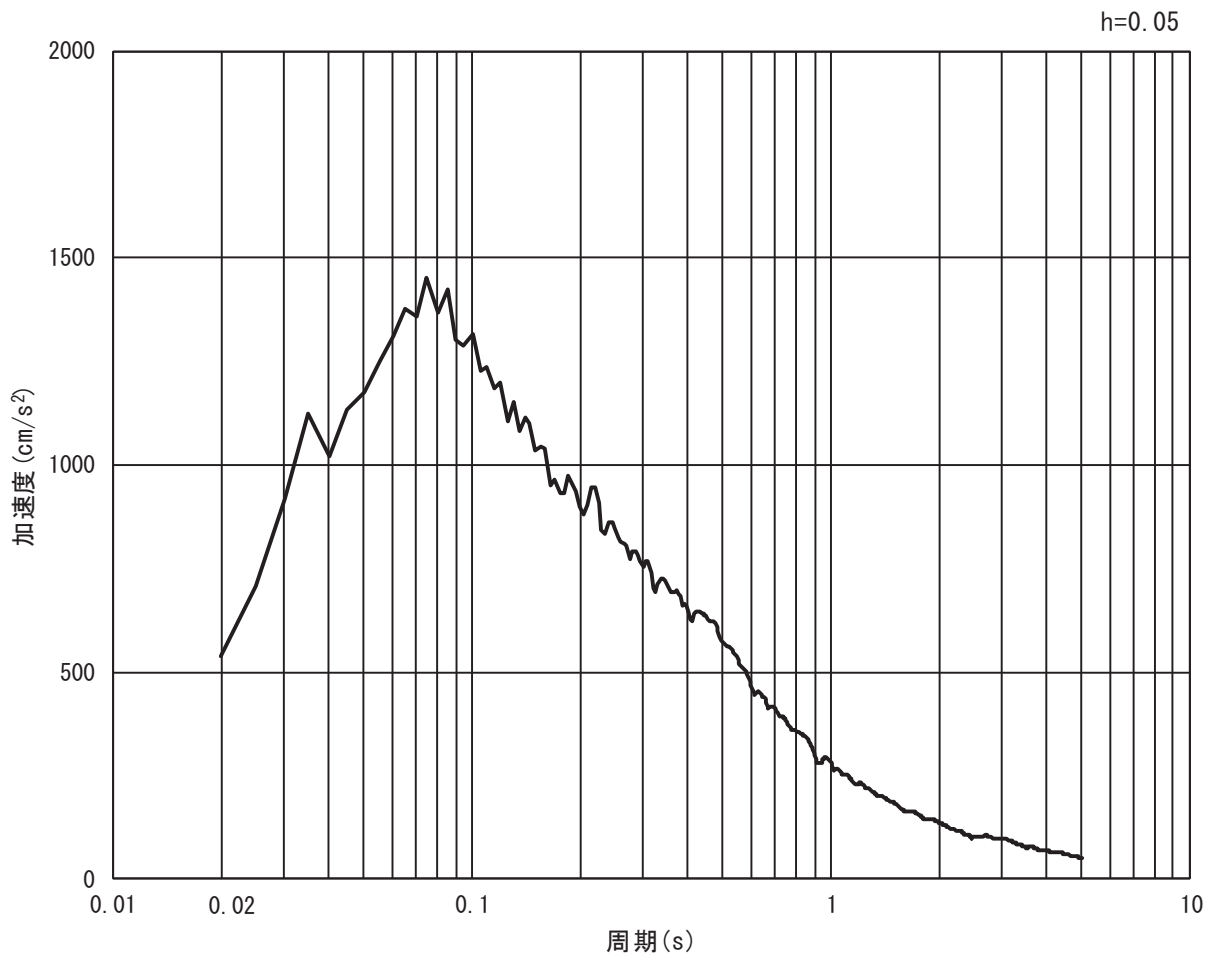


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 2)

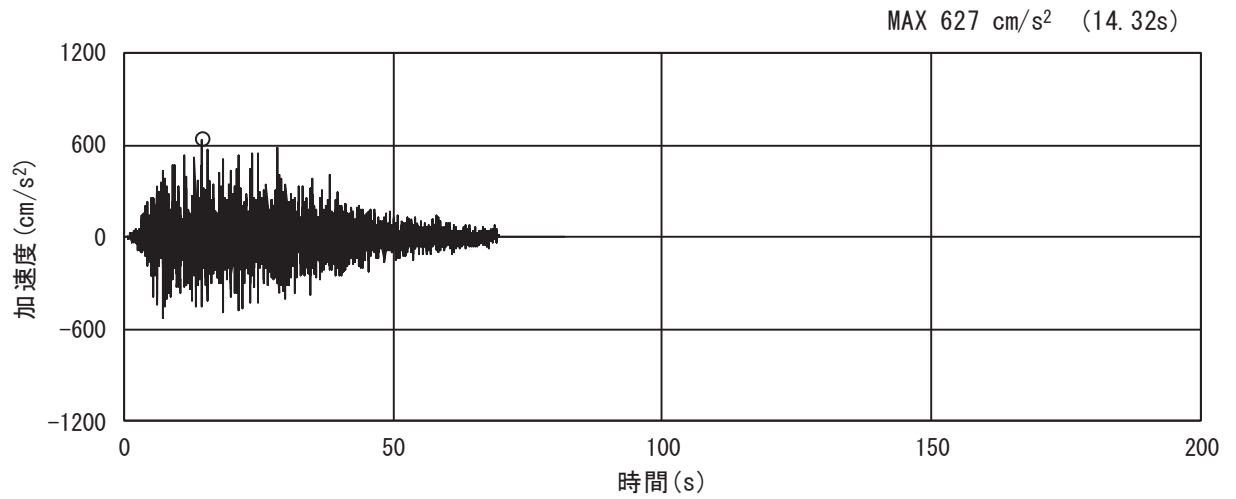


(a) 加速度時刻歴波形

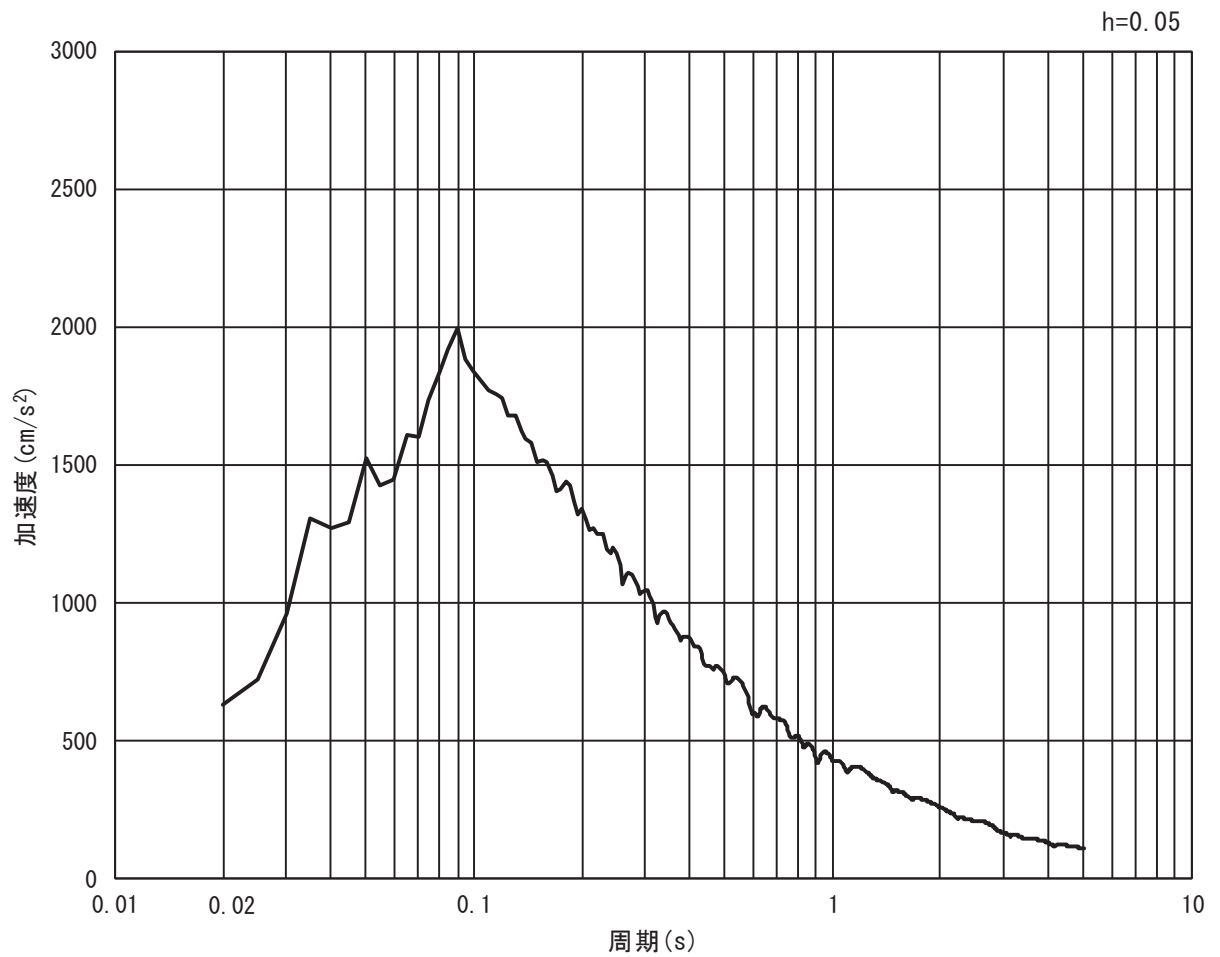


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向 : S s - D 2)

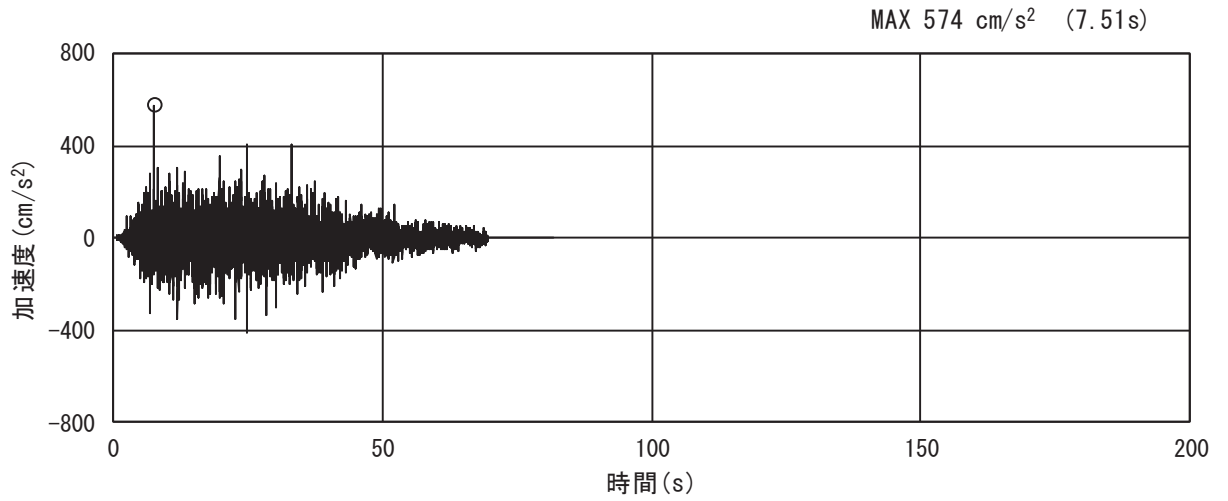


(a) 加速度時刻歴波形

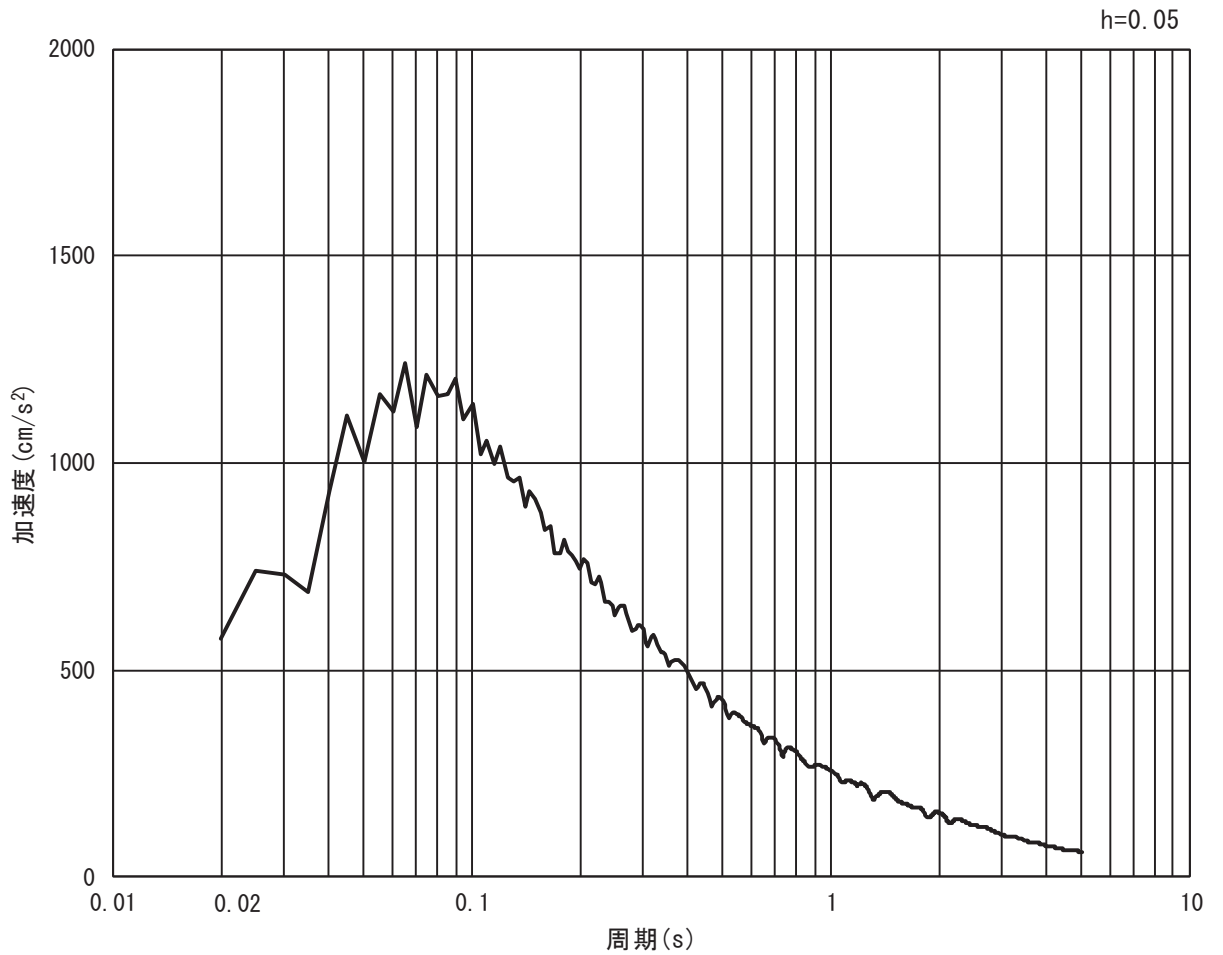


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 3)

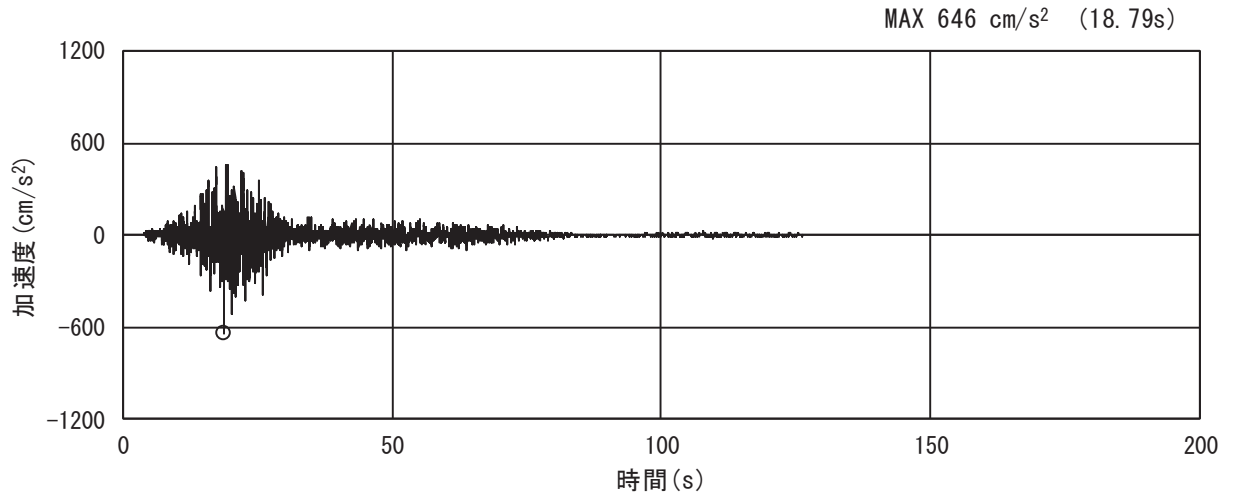


(a) 加速度時刻歴波形

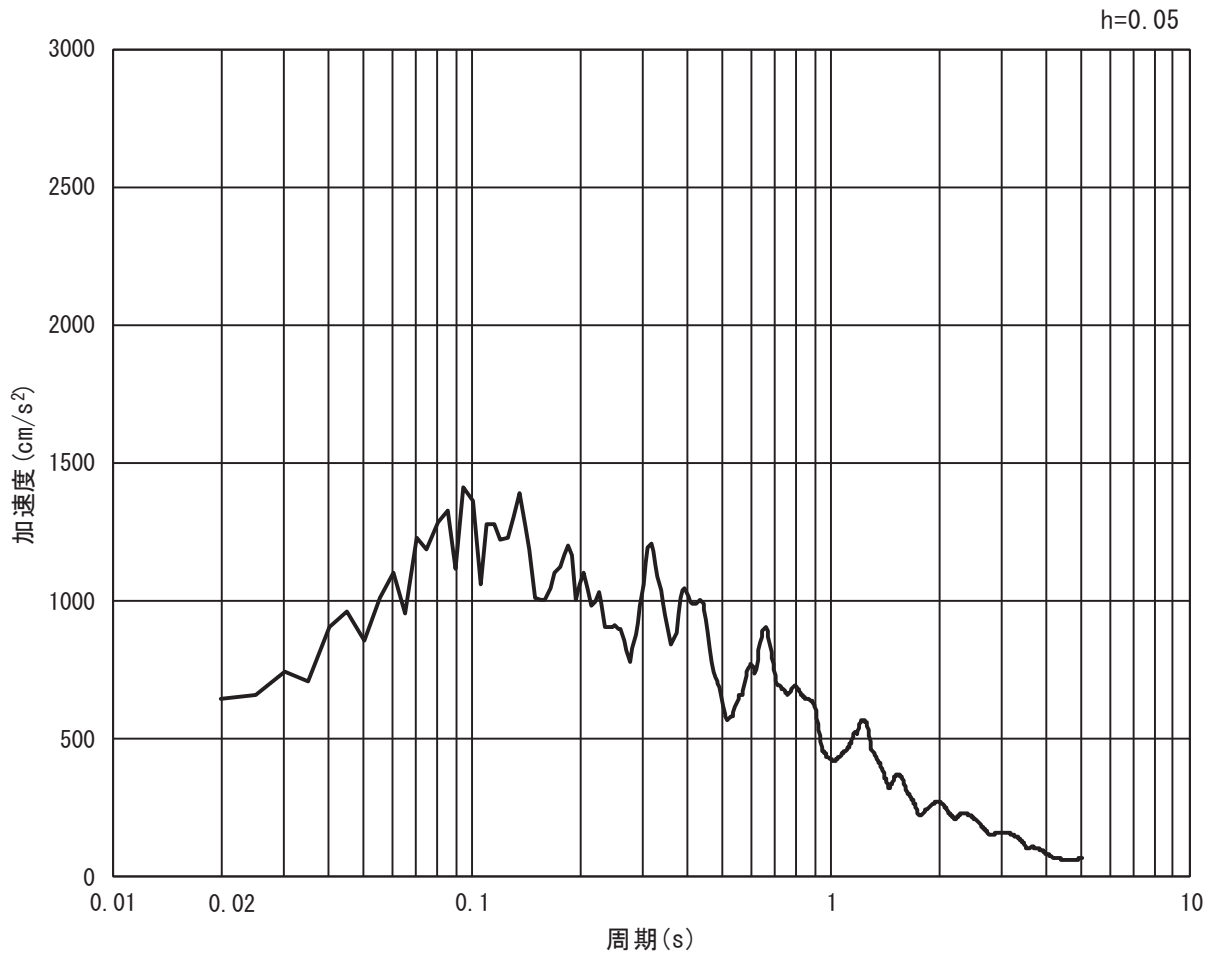


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 3)

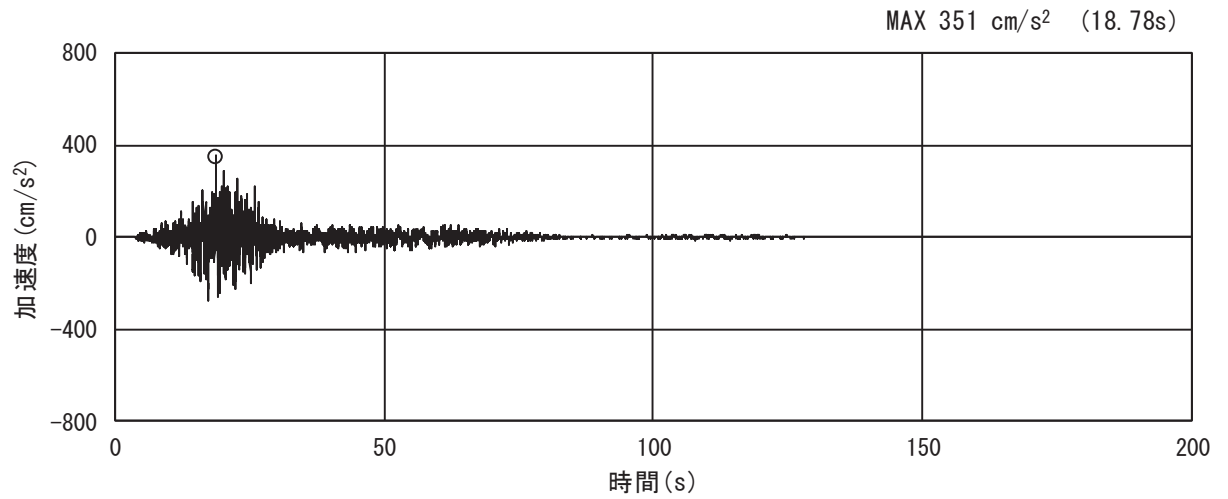


(a) 加速度時刻歴波形

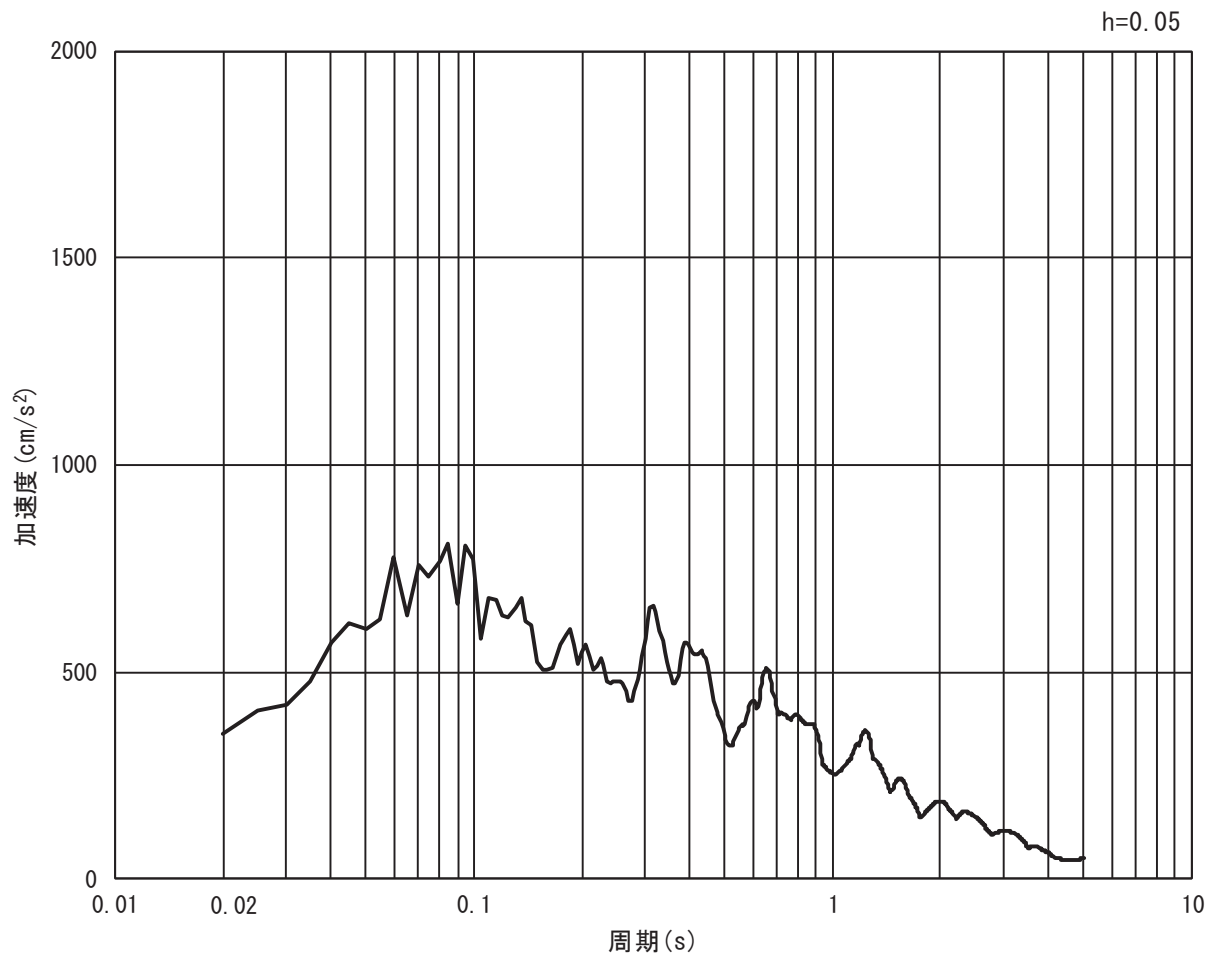


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 1)

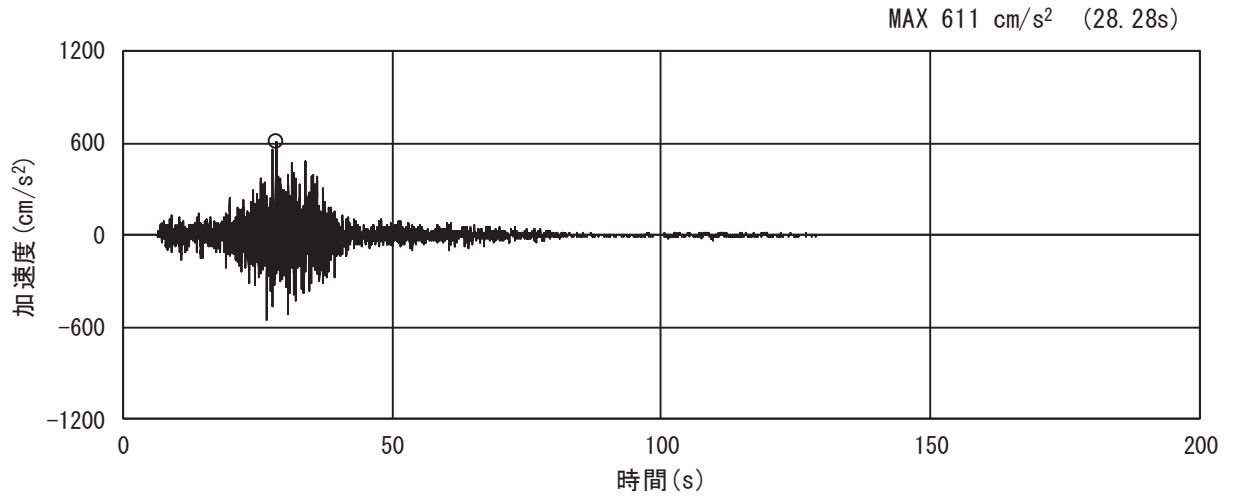


(a) 加速度時刻歴波形

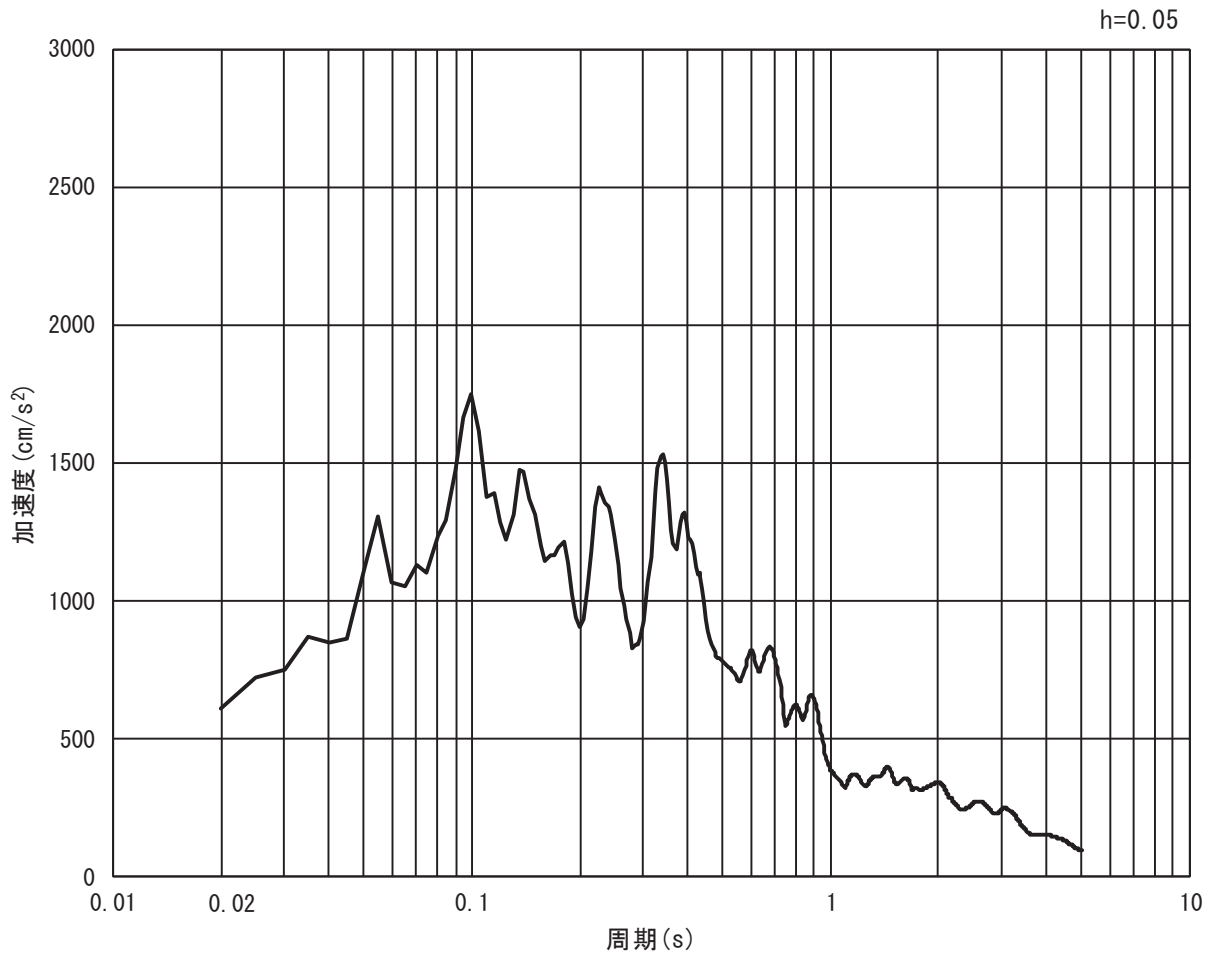


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 1)

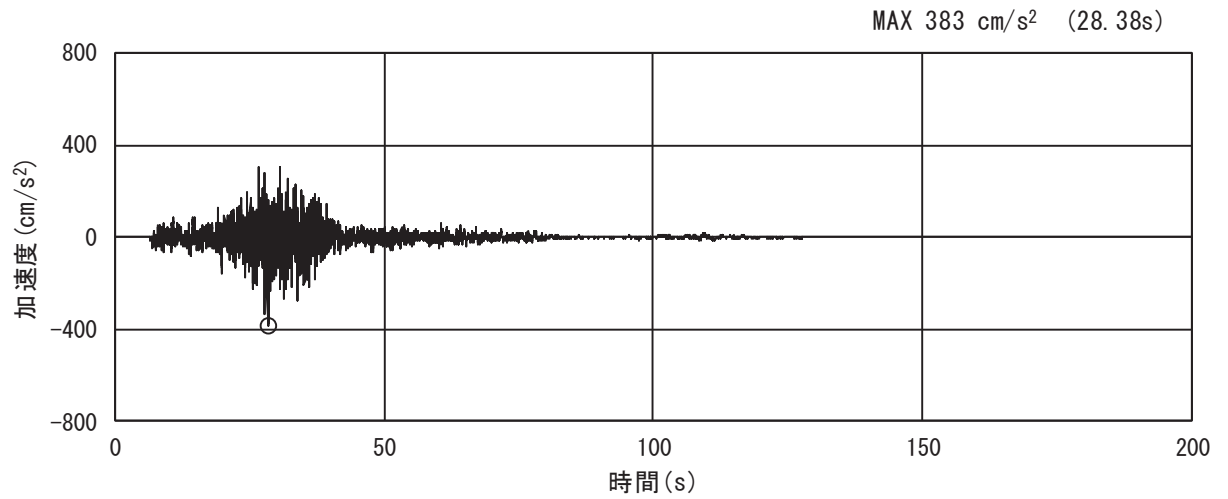


(a) 加速度時刻歴波形

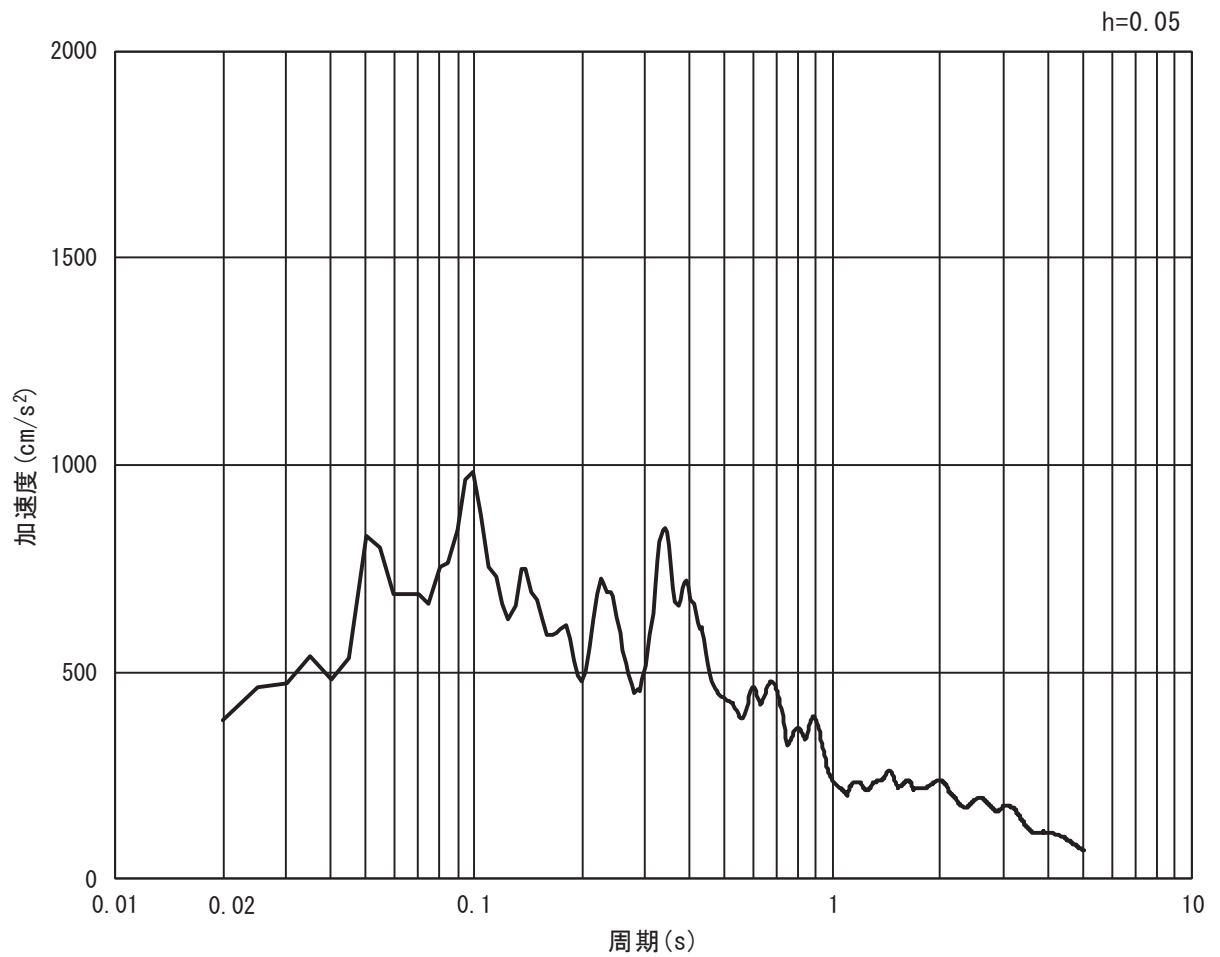


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 2)

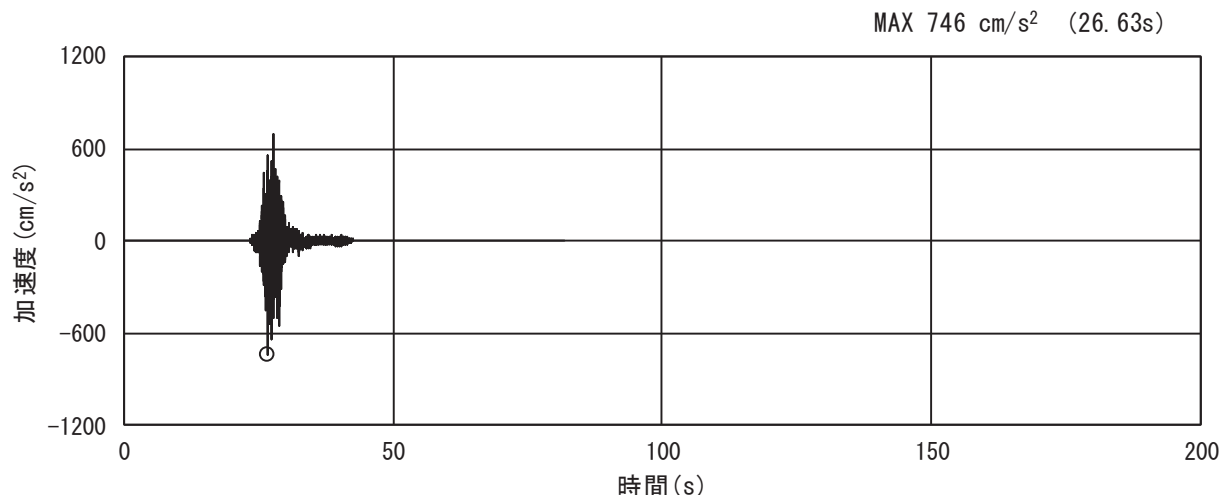


(a) 加速度時刻歴波形

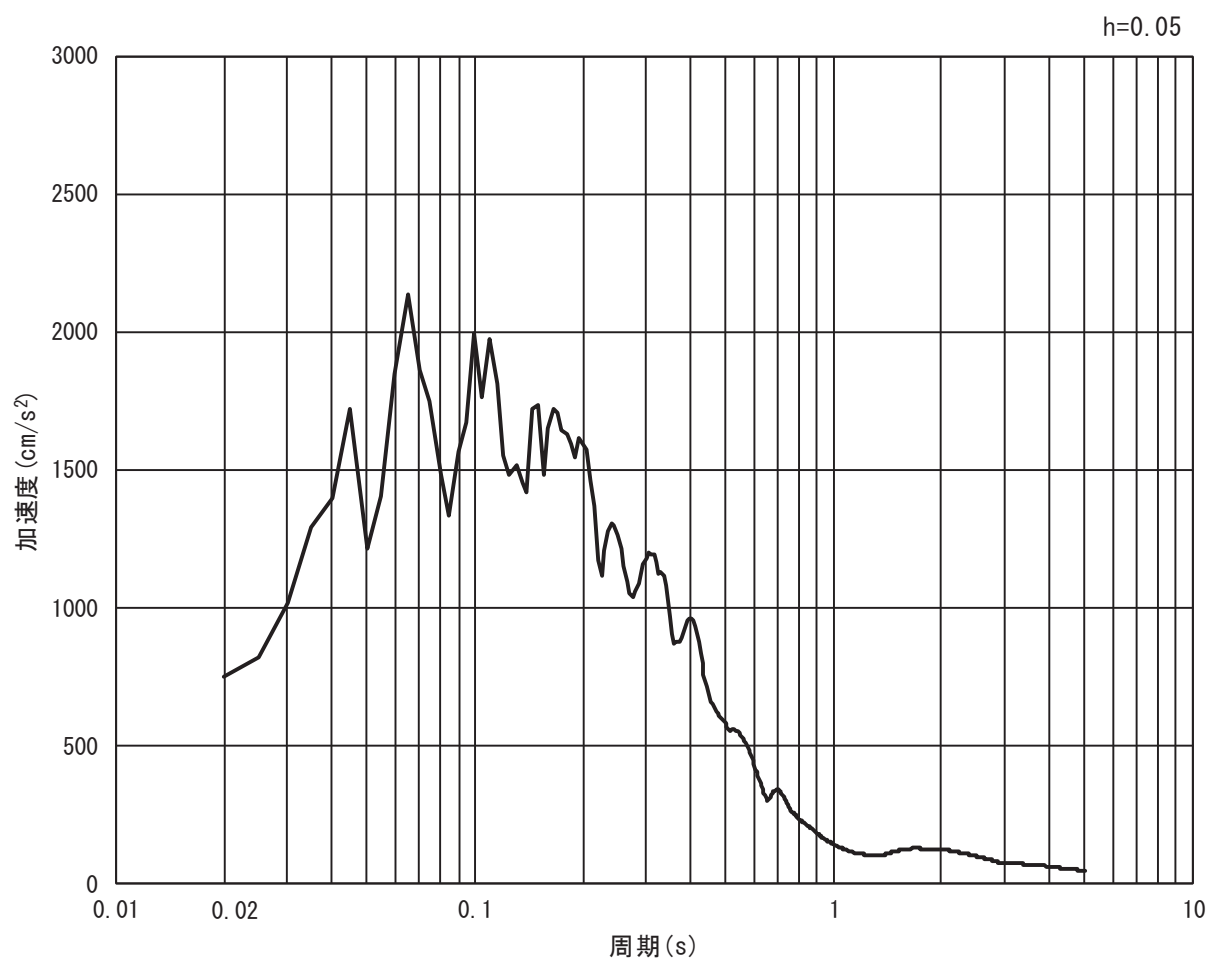


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 2)

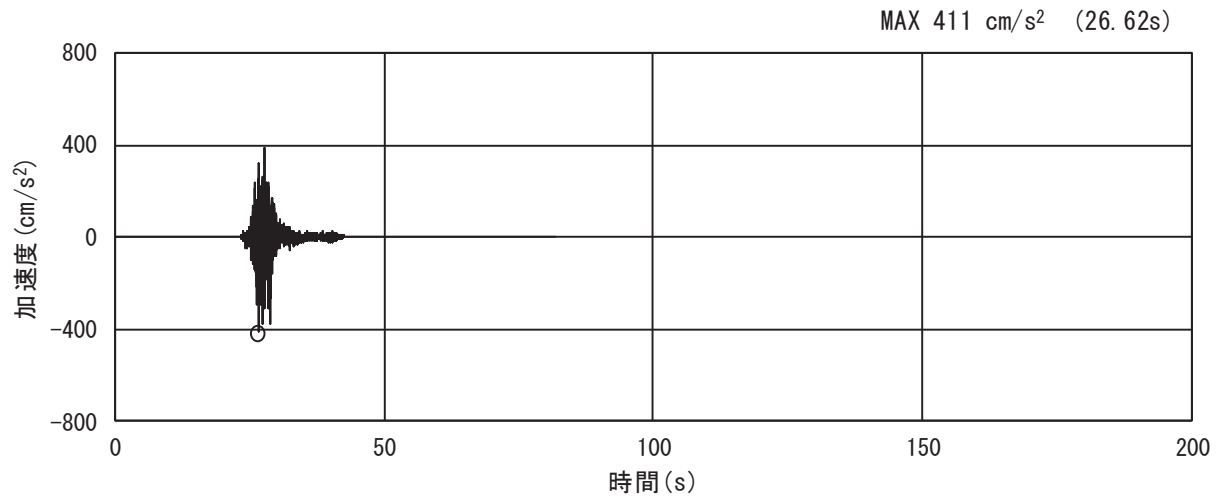


(a) 加速度時刻歴波形

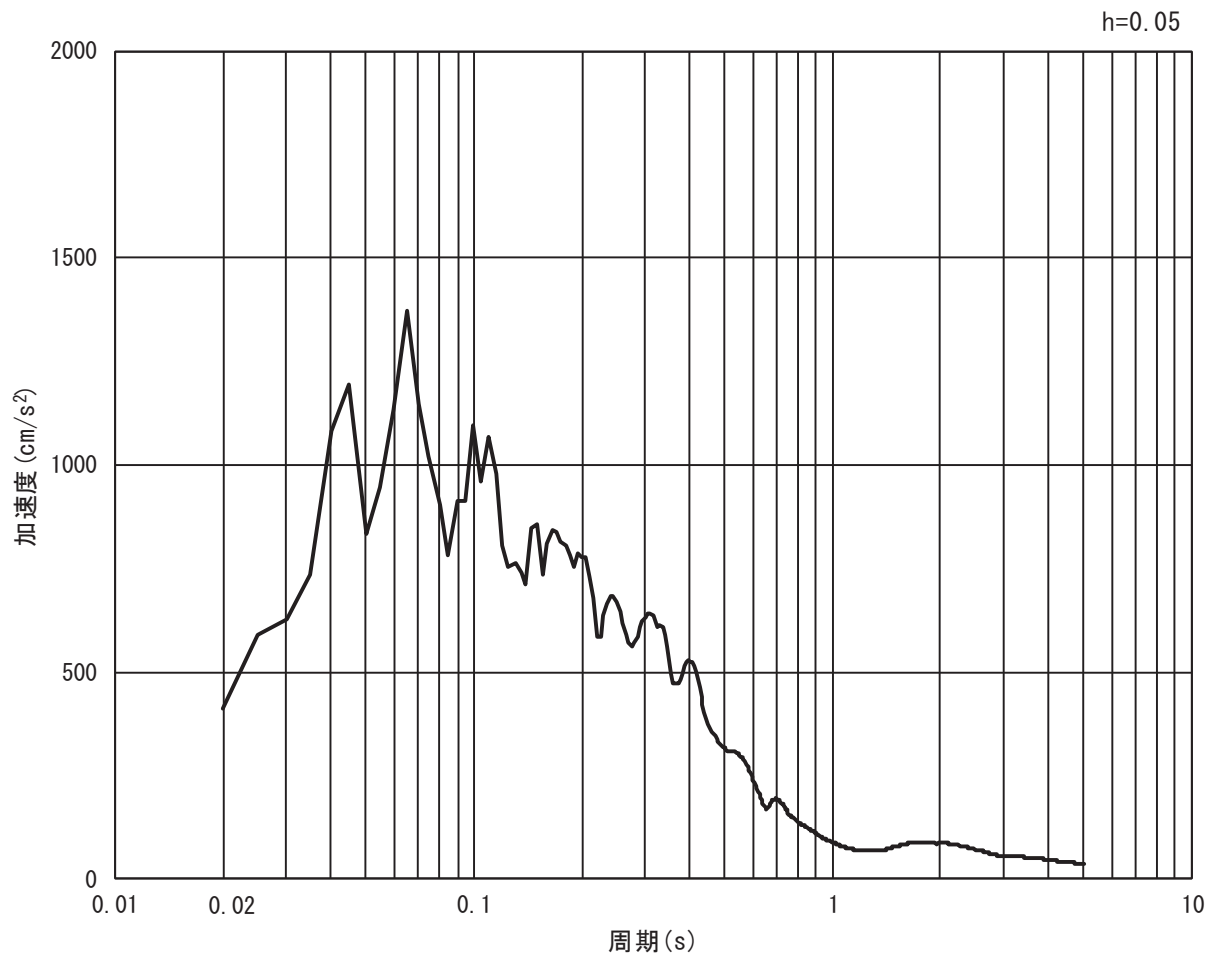


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 3)

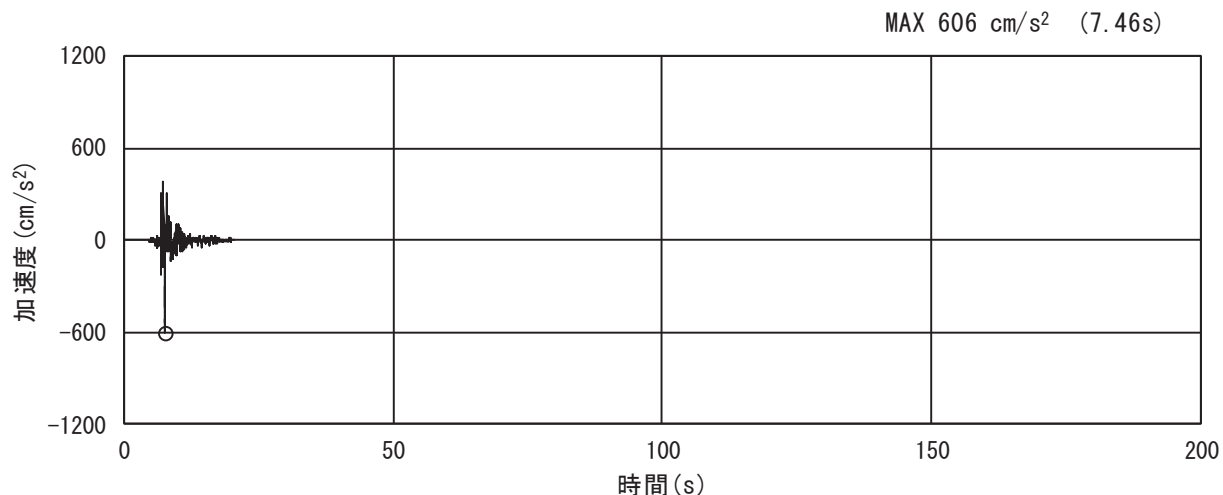


(a) 加速度時刻歴波形

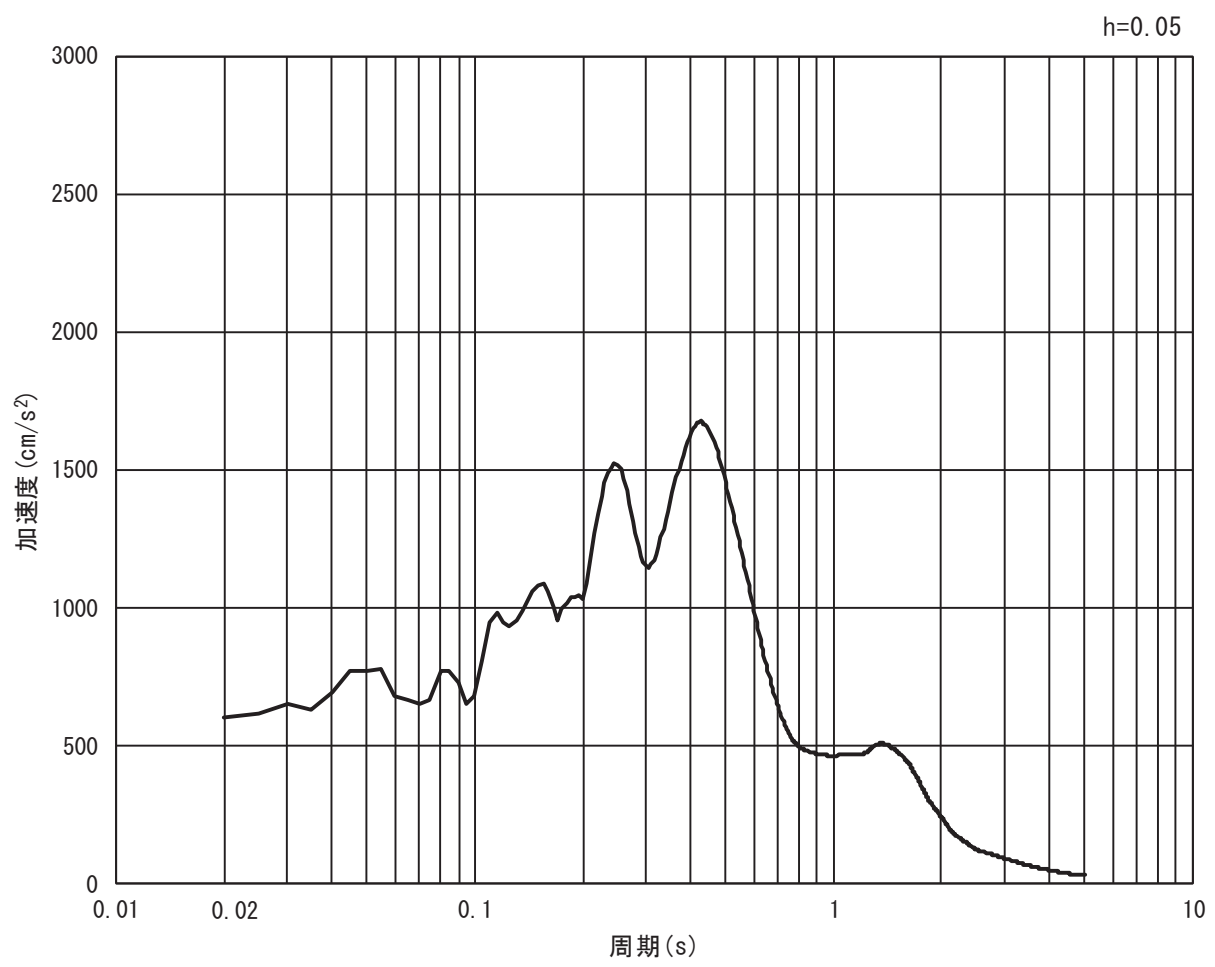


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: S s - F 3)

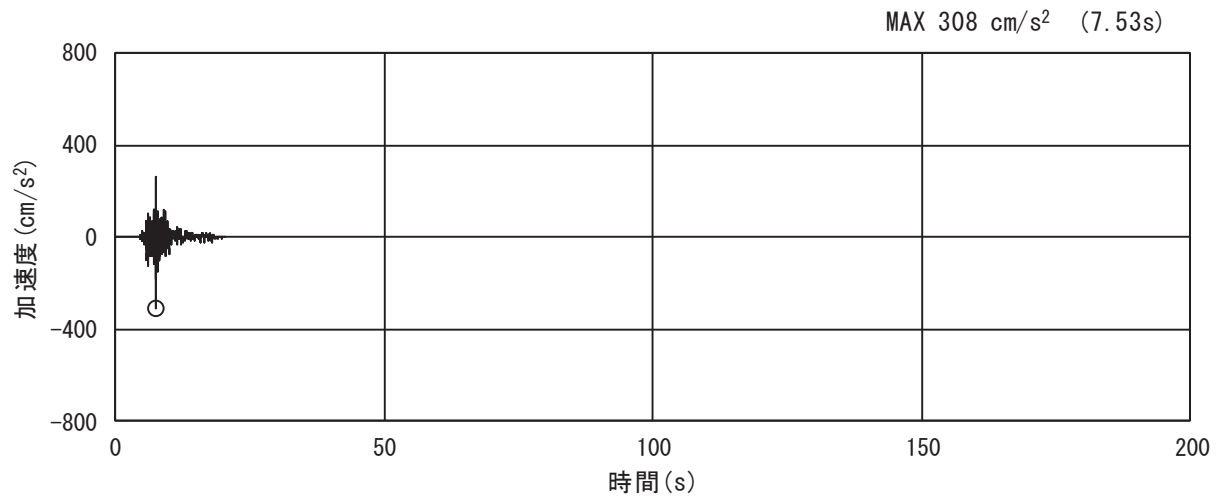


(a) 加速度時刻歴波形

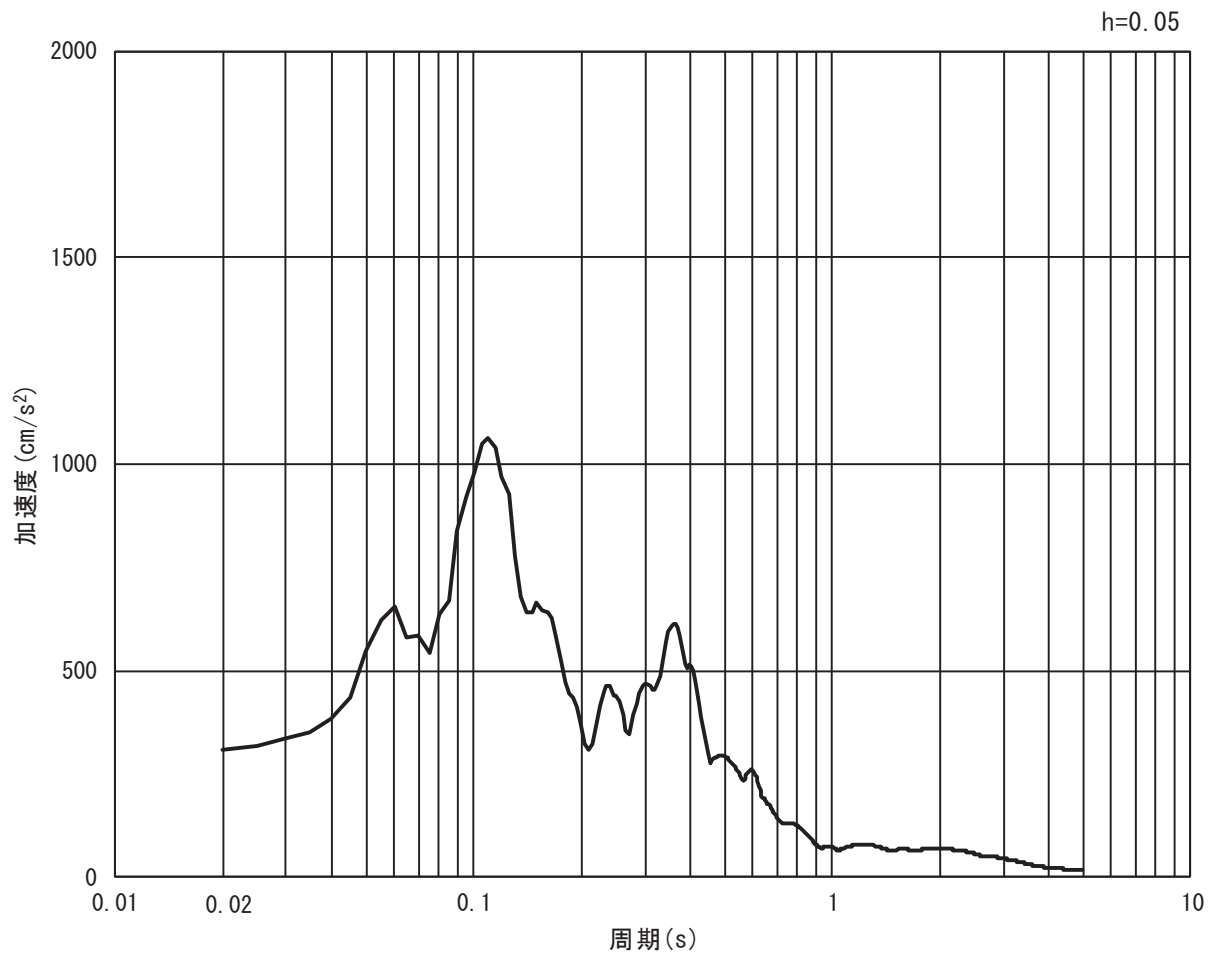


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - N 1)



(a) 加速度時刻歴波形

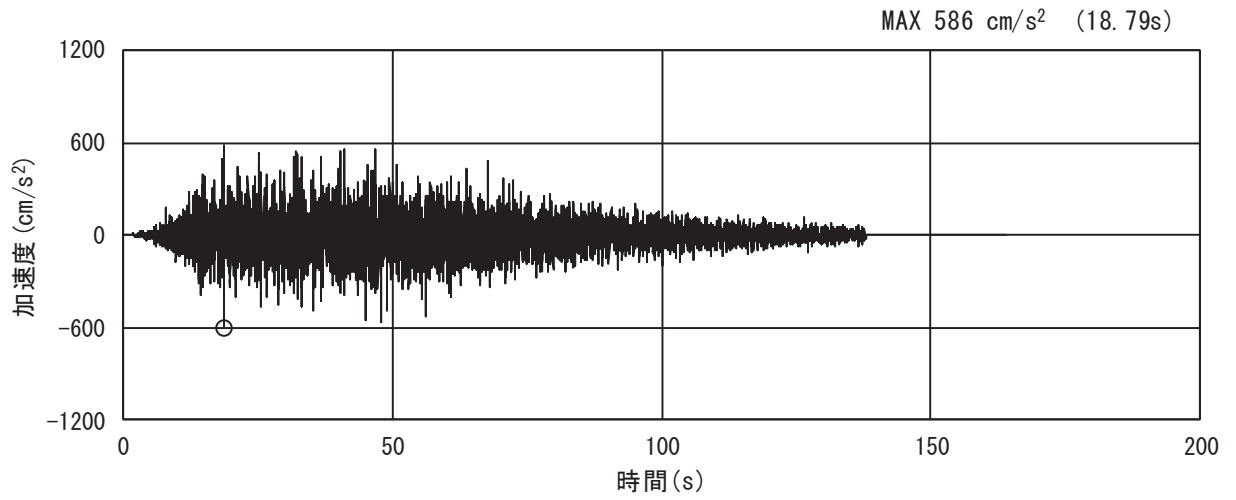


(b) 加速度応答スペクトル

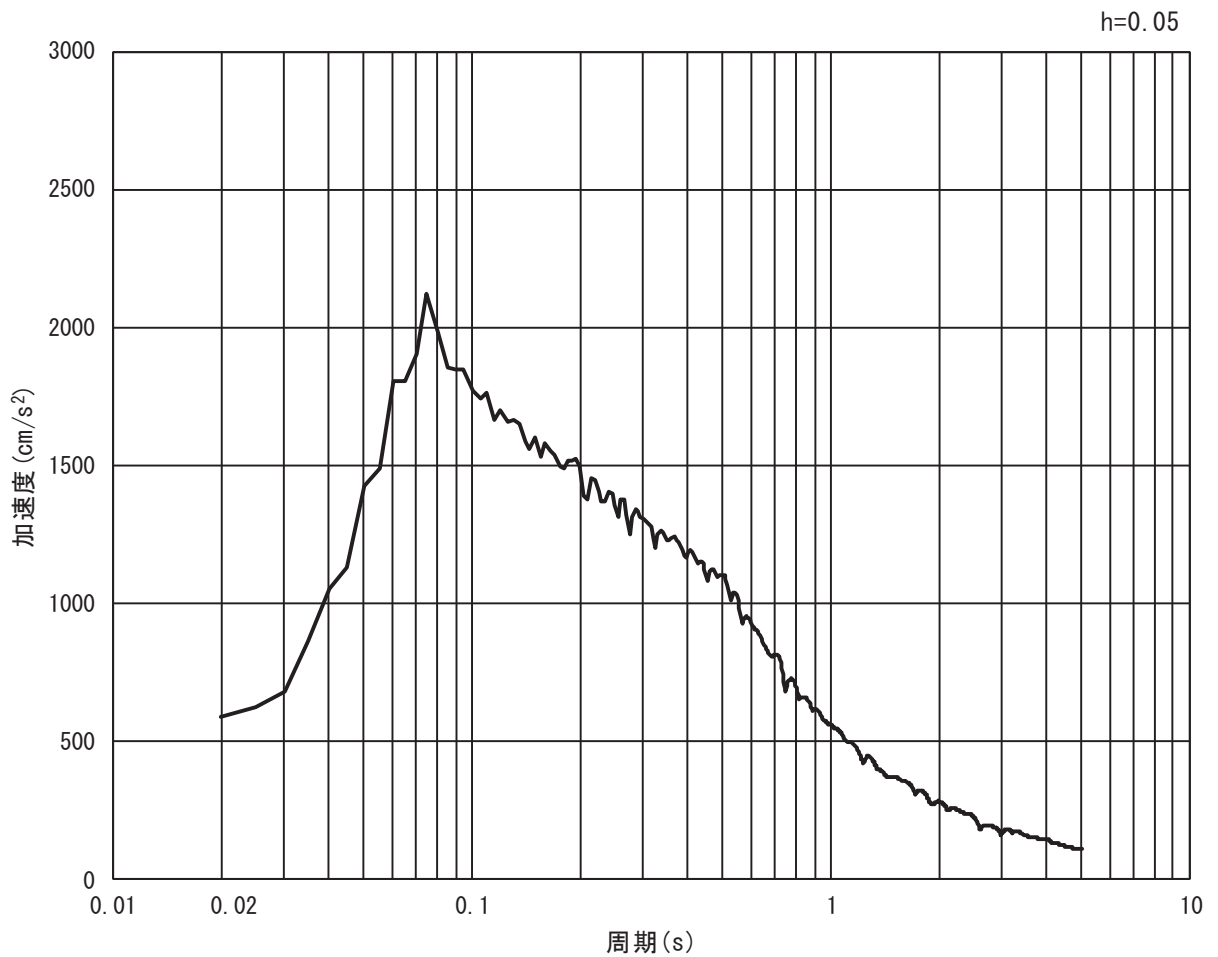
図 3.4-6(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - N 1)

3.4.2 岩盤部

(1) 断面⑤

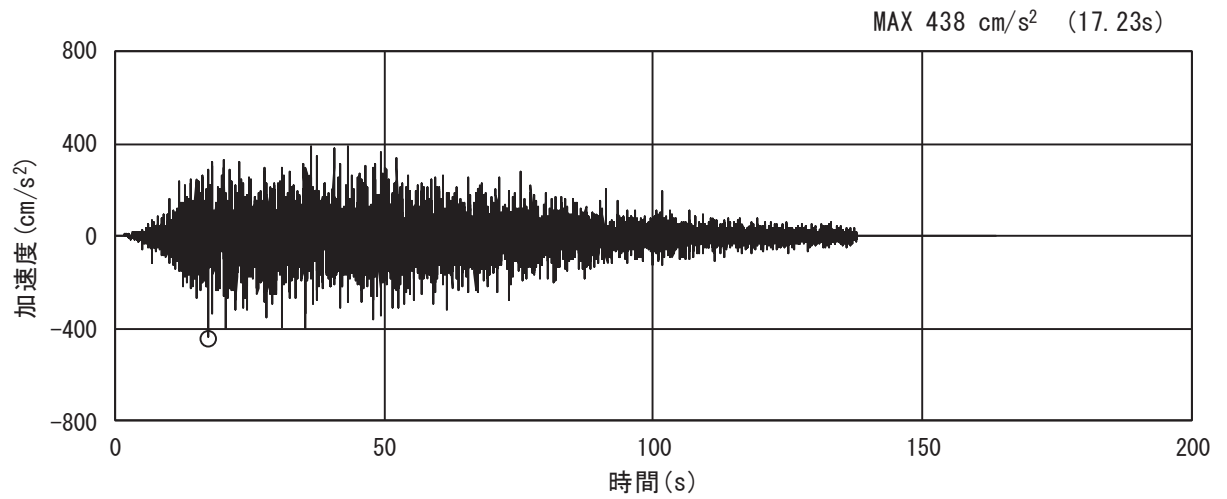


(a) 加速度時刻歴波形

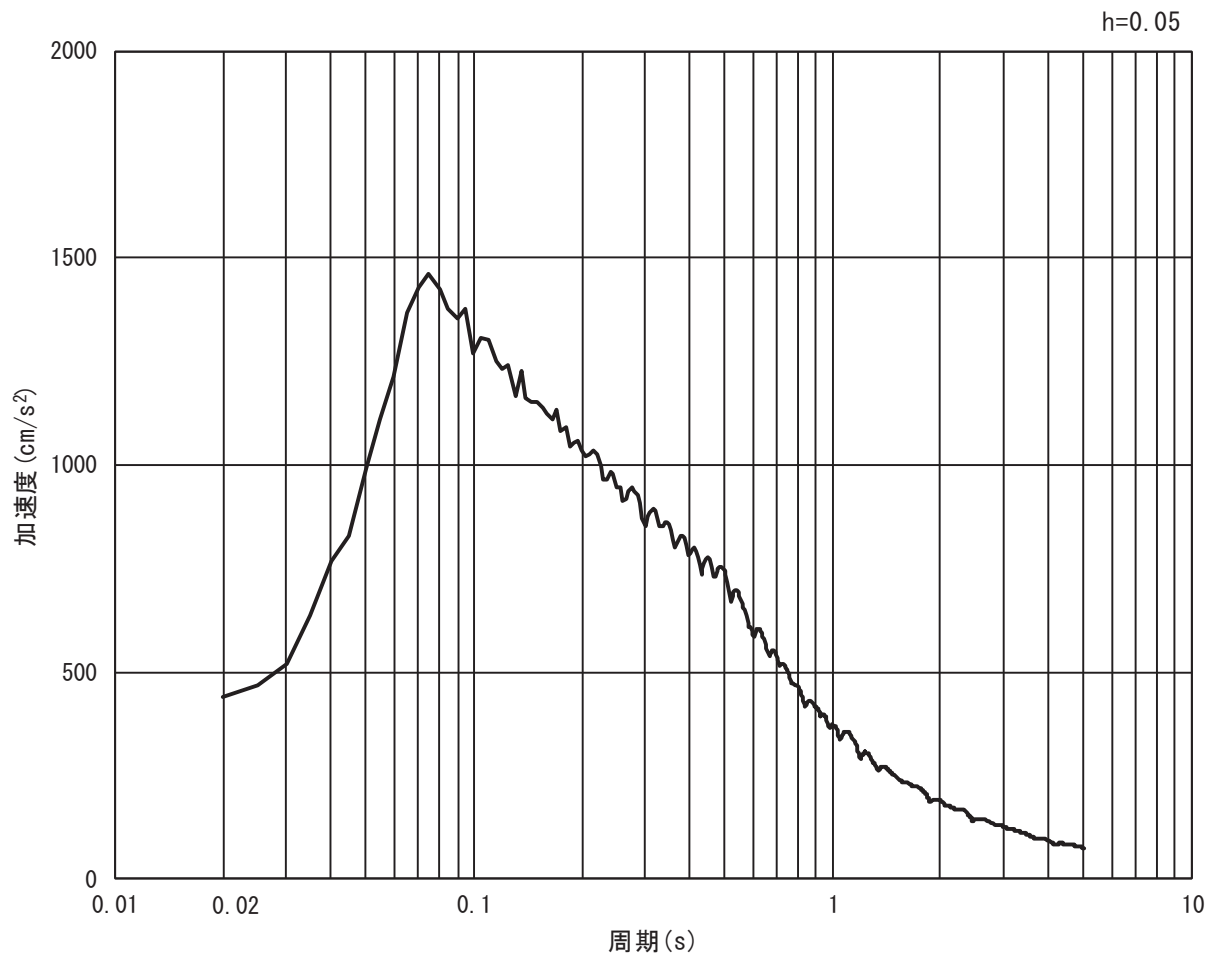


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: S s - D 1)

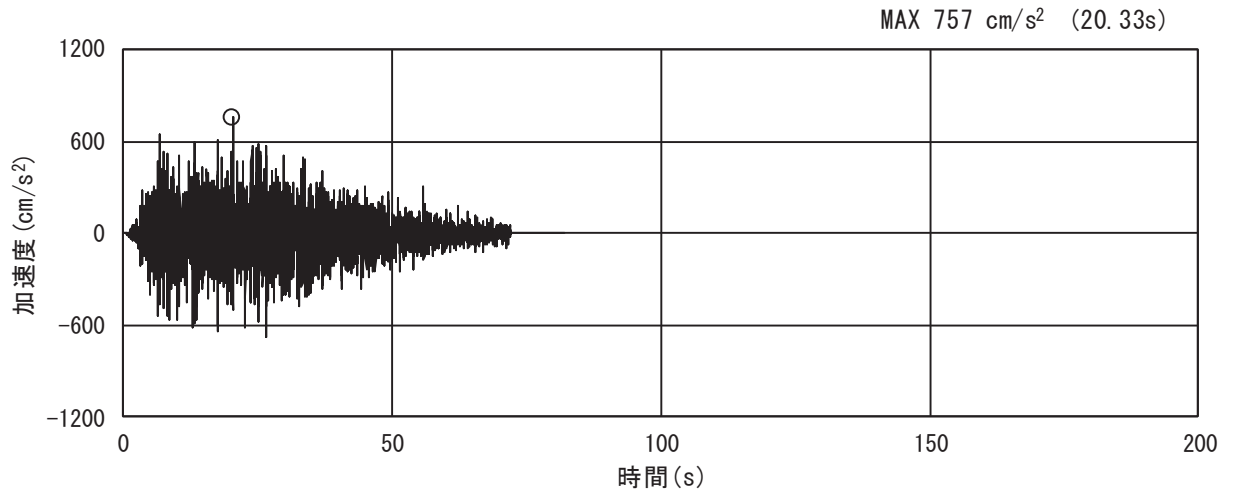


(a) 加速度時刻歴波形

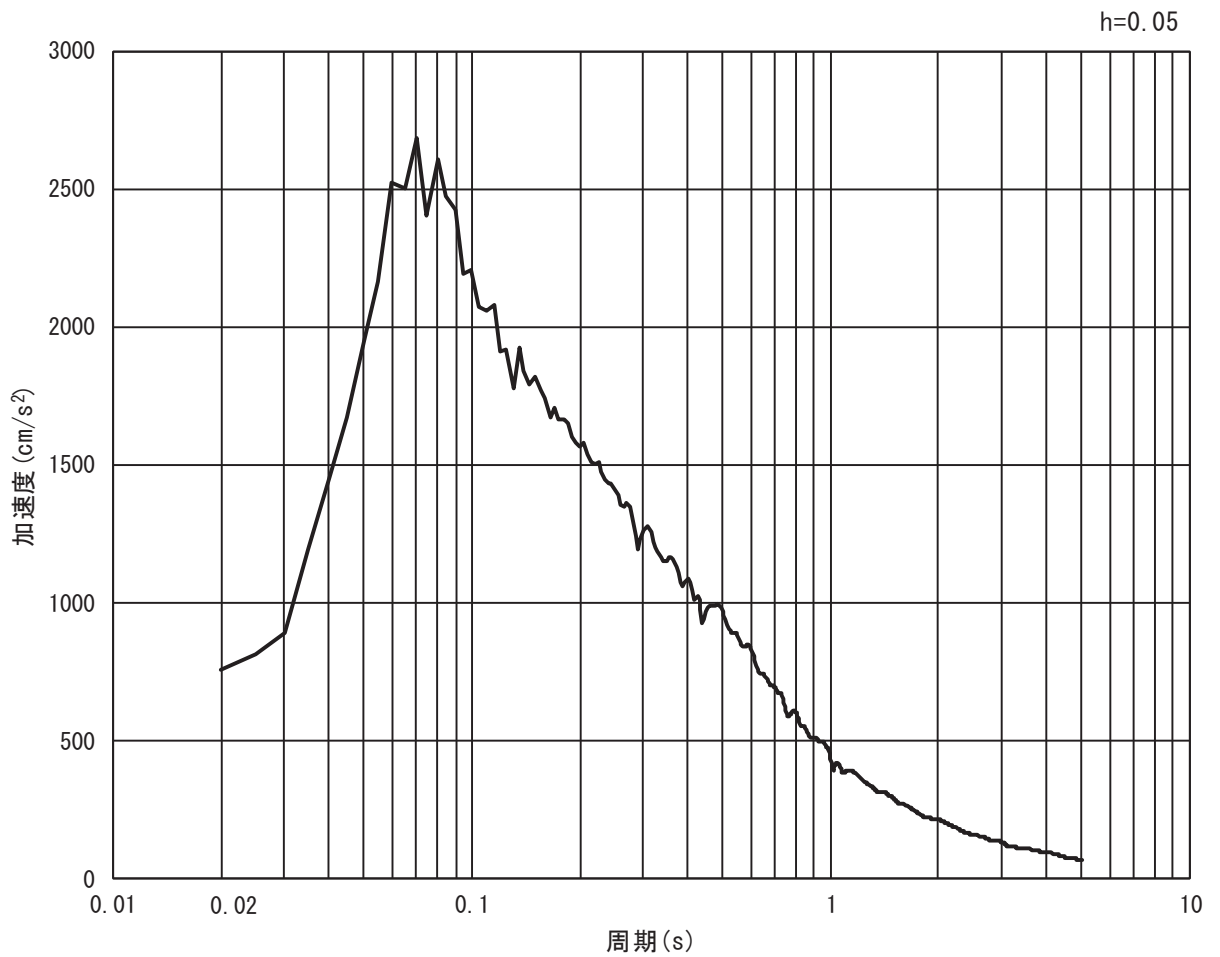


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 1)

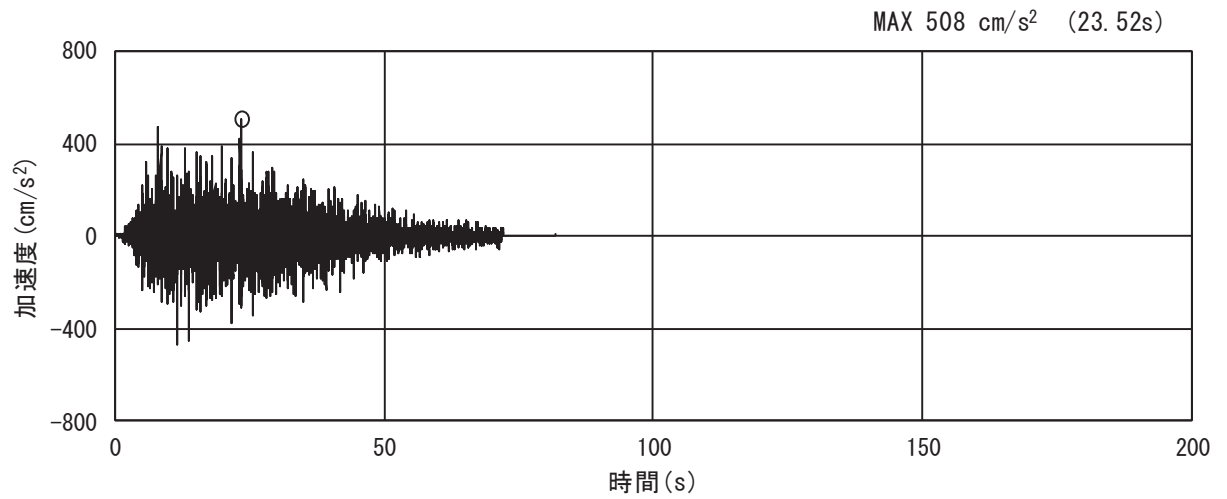


(a) 加速度時刻歴波形

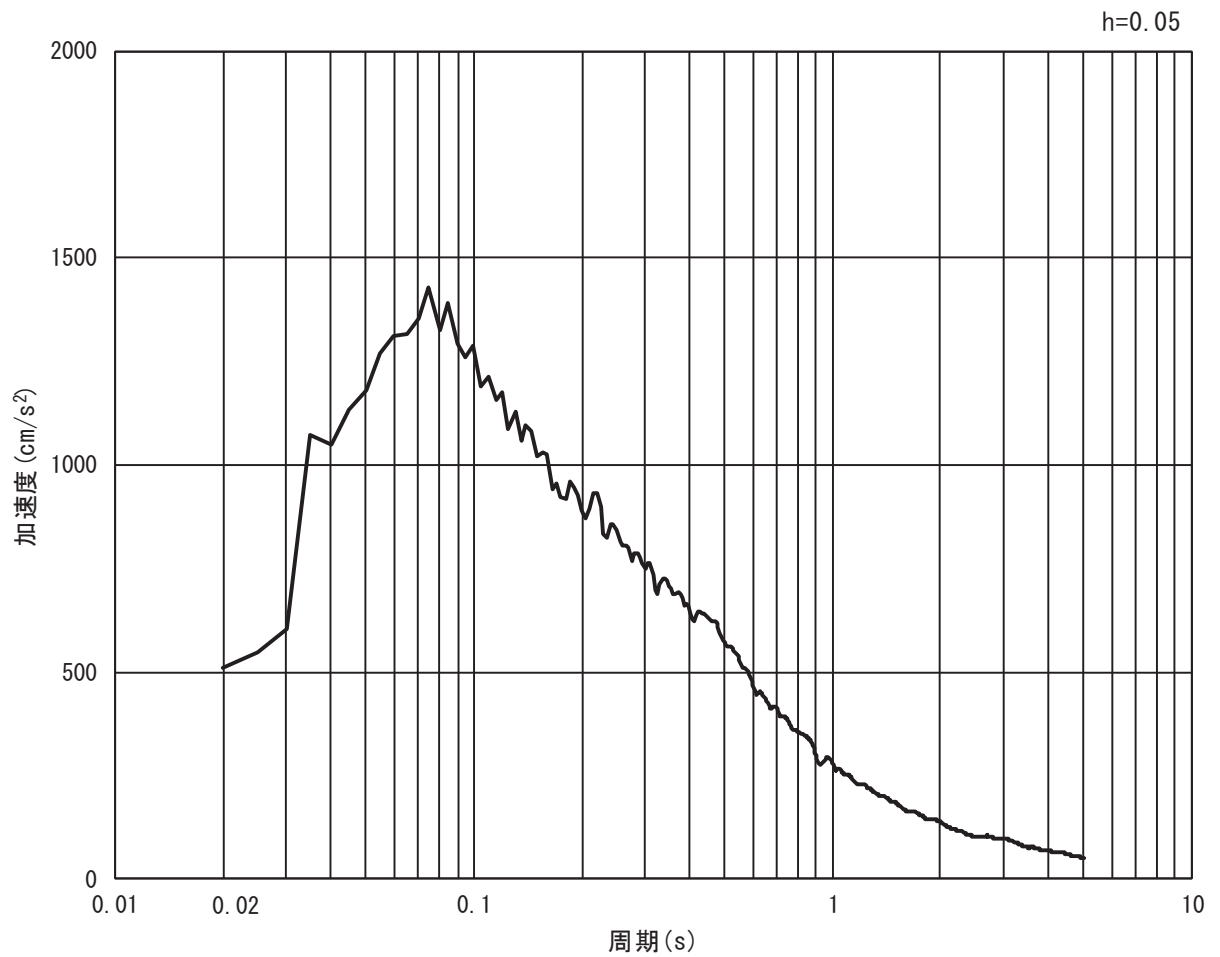


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : $S_s - D_2$)

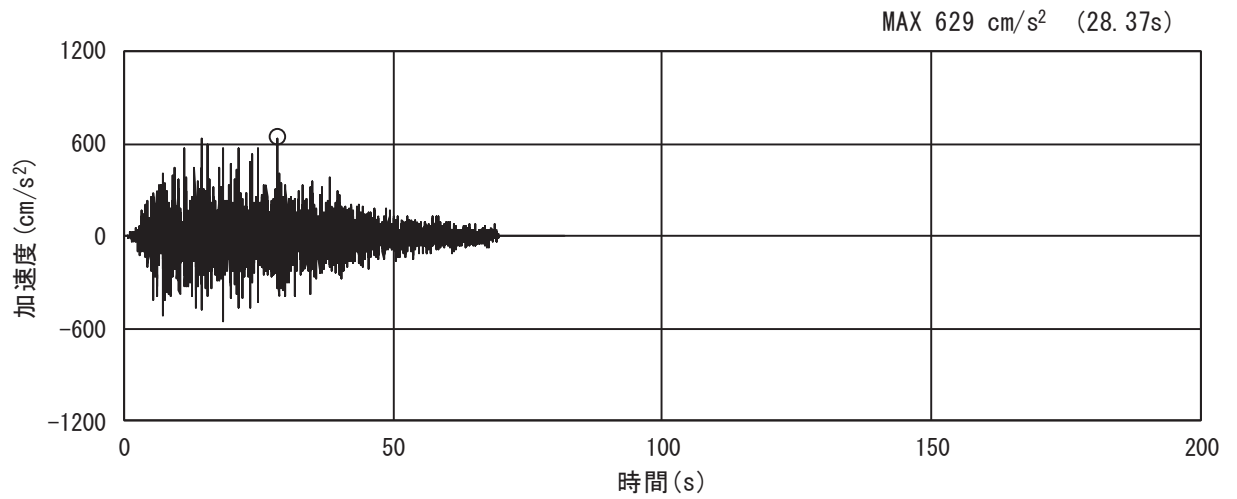


(a) 加速度時刻歴波形

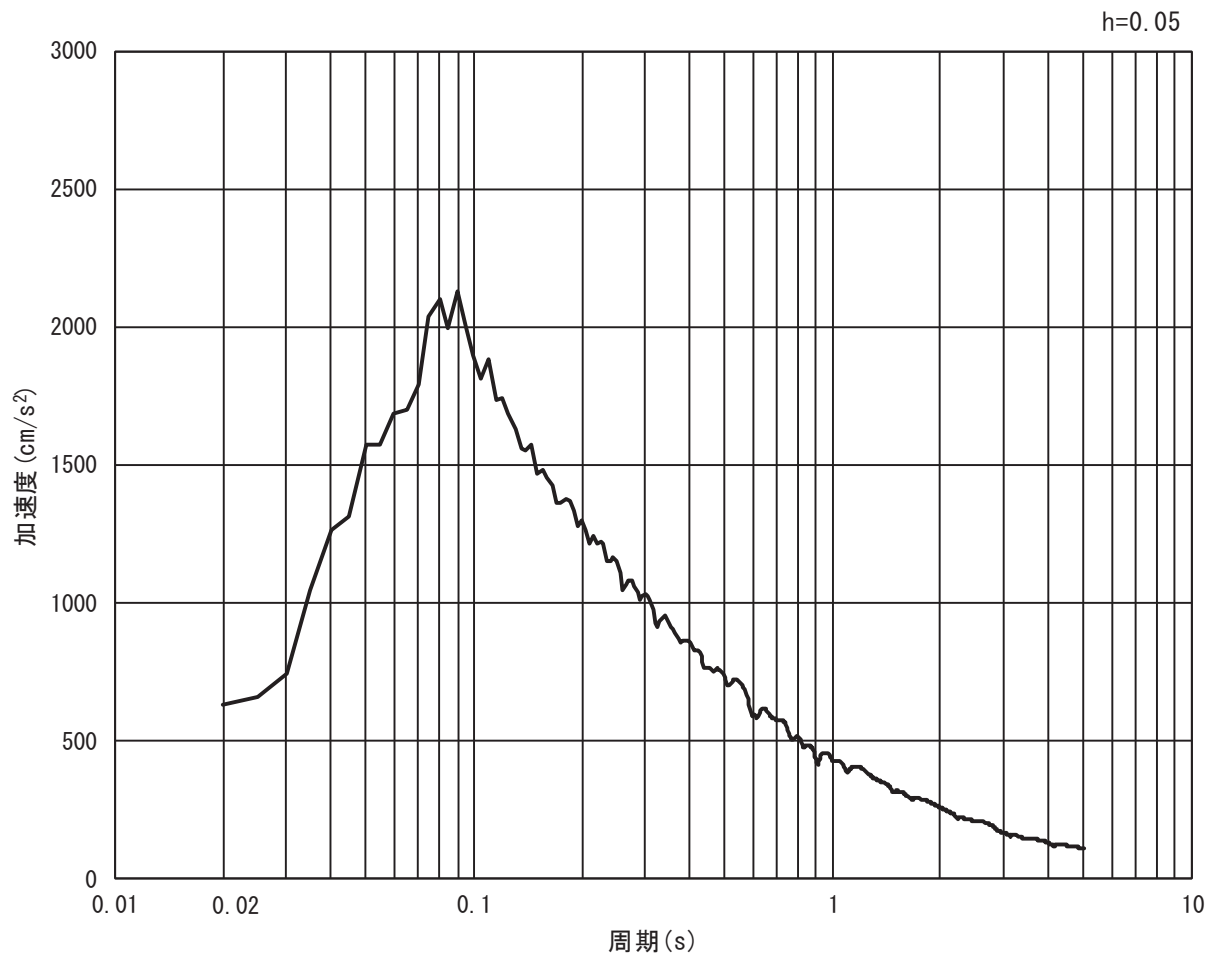


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 2)

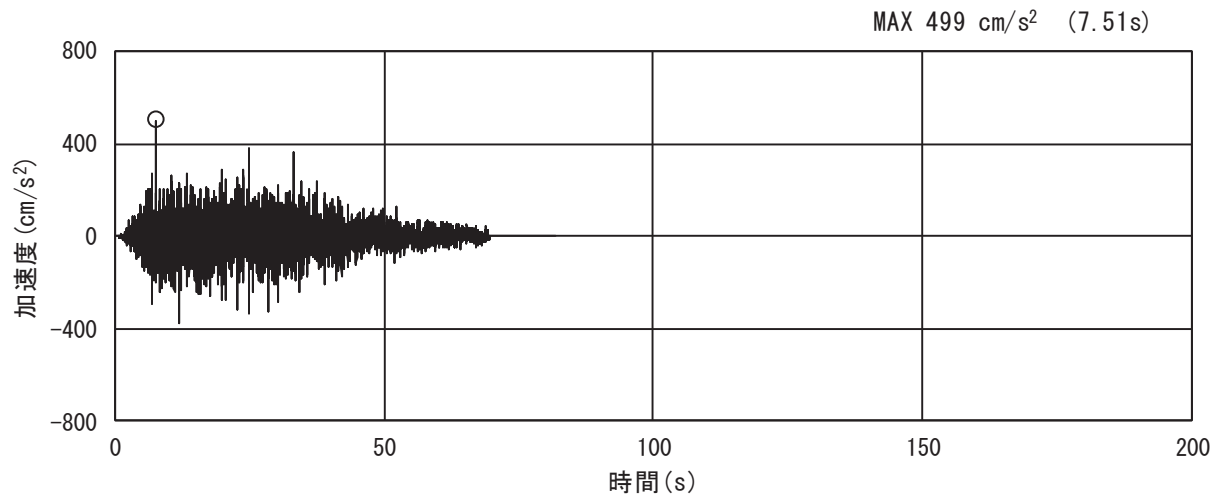


(a) 加速度時刻歴波形

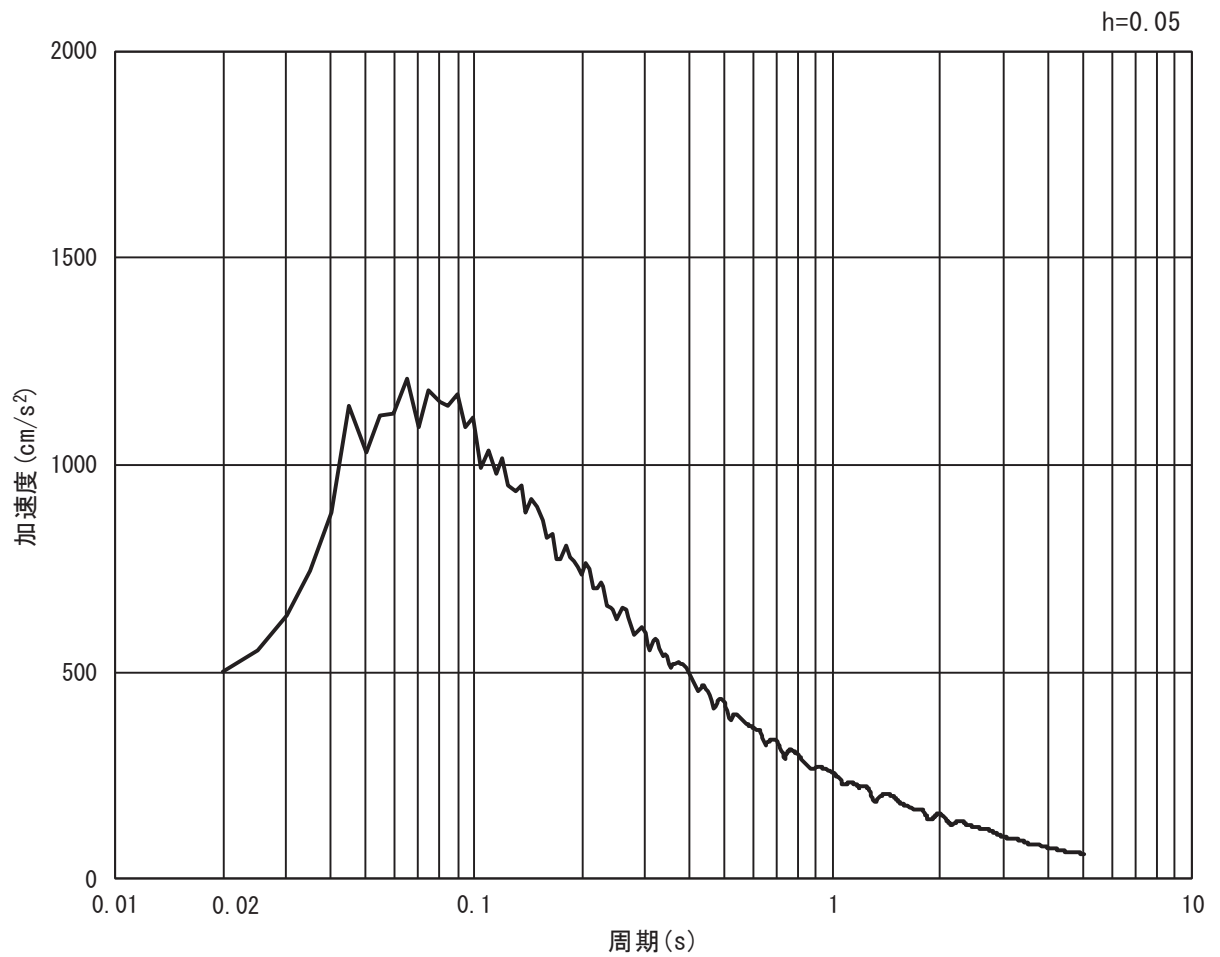


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 3)

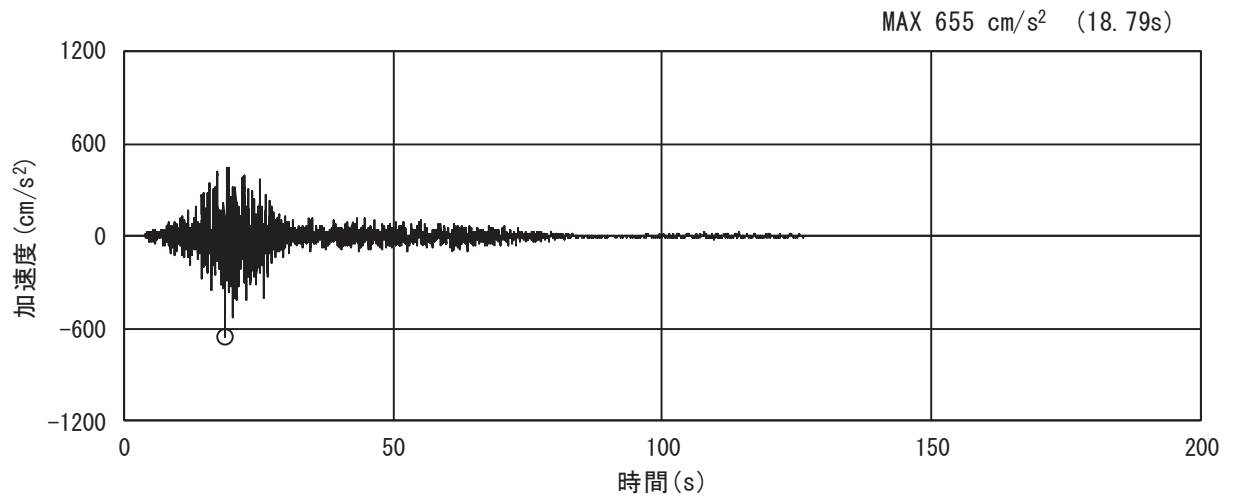


(a) 加速度時刻歴波形

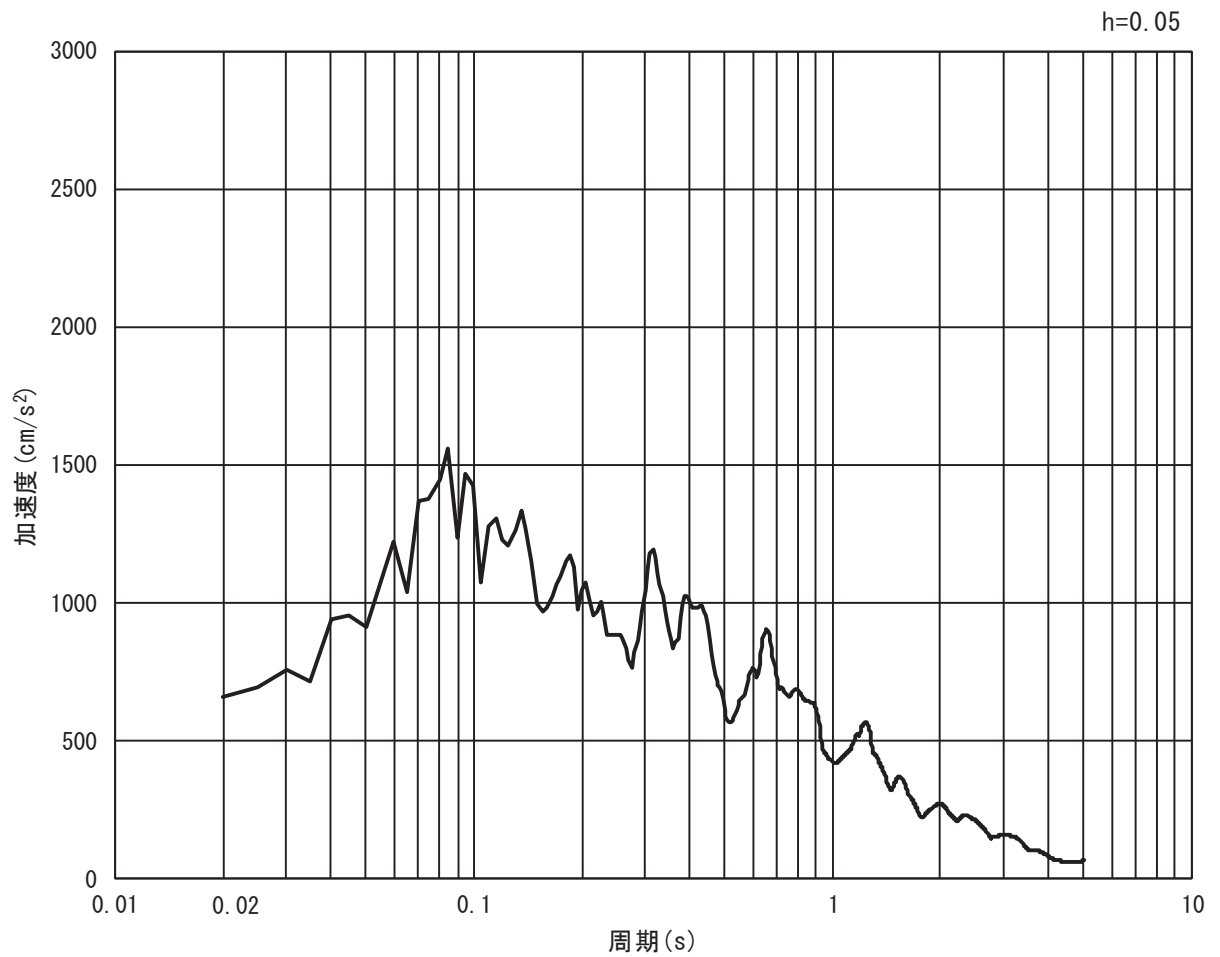


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 3)

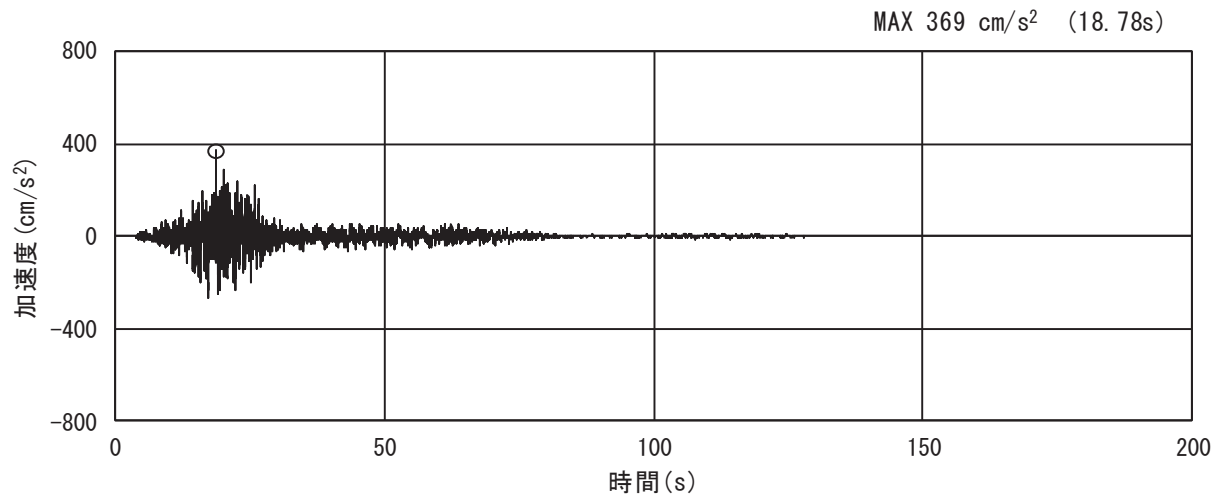


(a) 加速度時刻歴波形

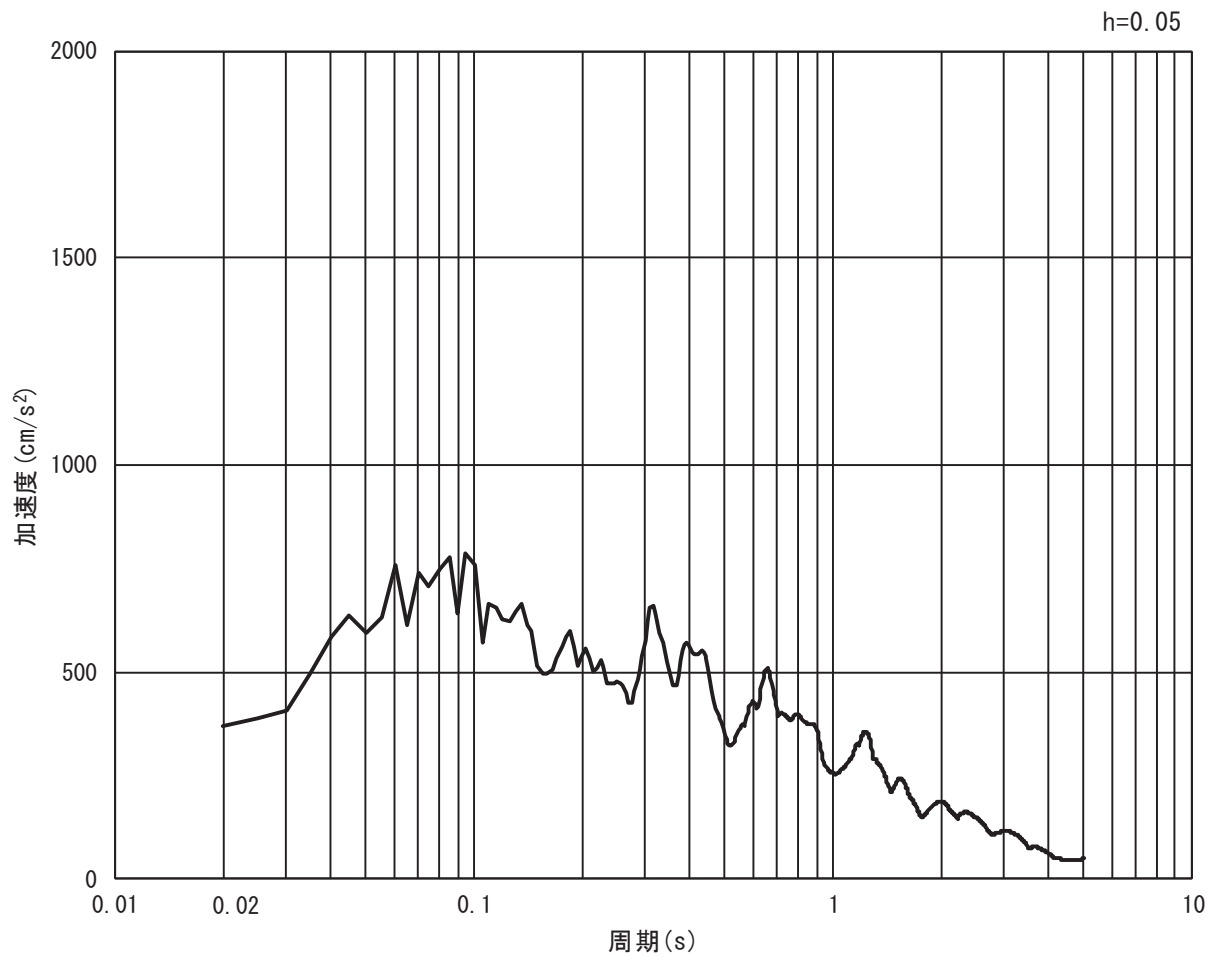


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 1)

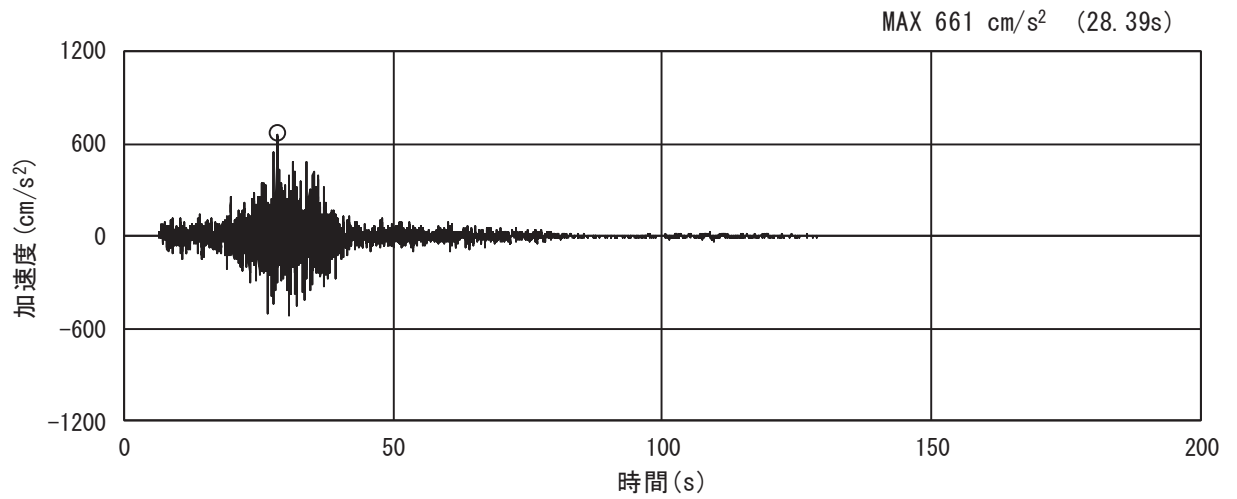


(a) 加速度時刻歴波形

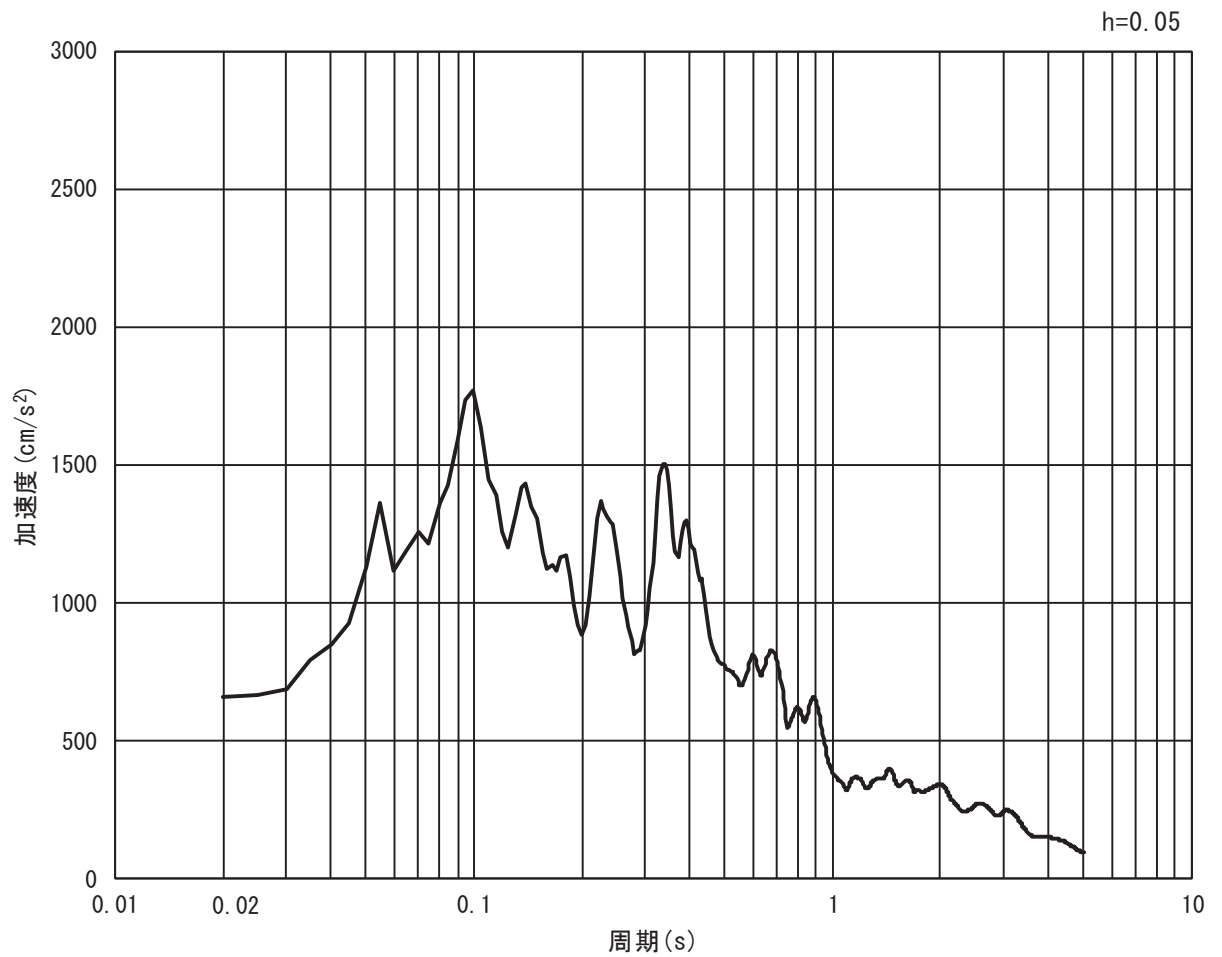


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 1)

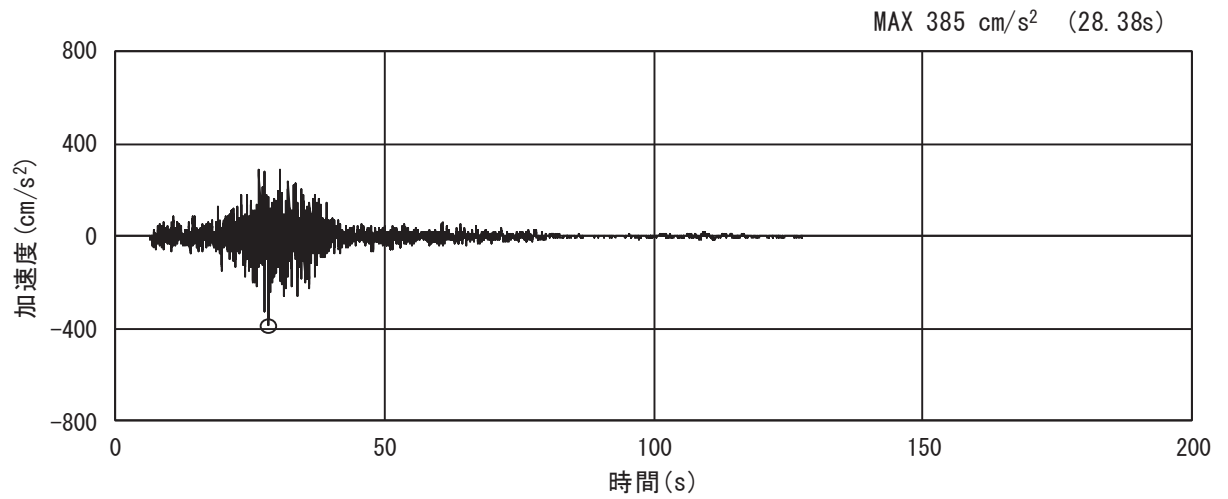


(a) 加速度時刻歴波形

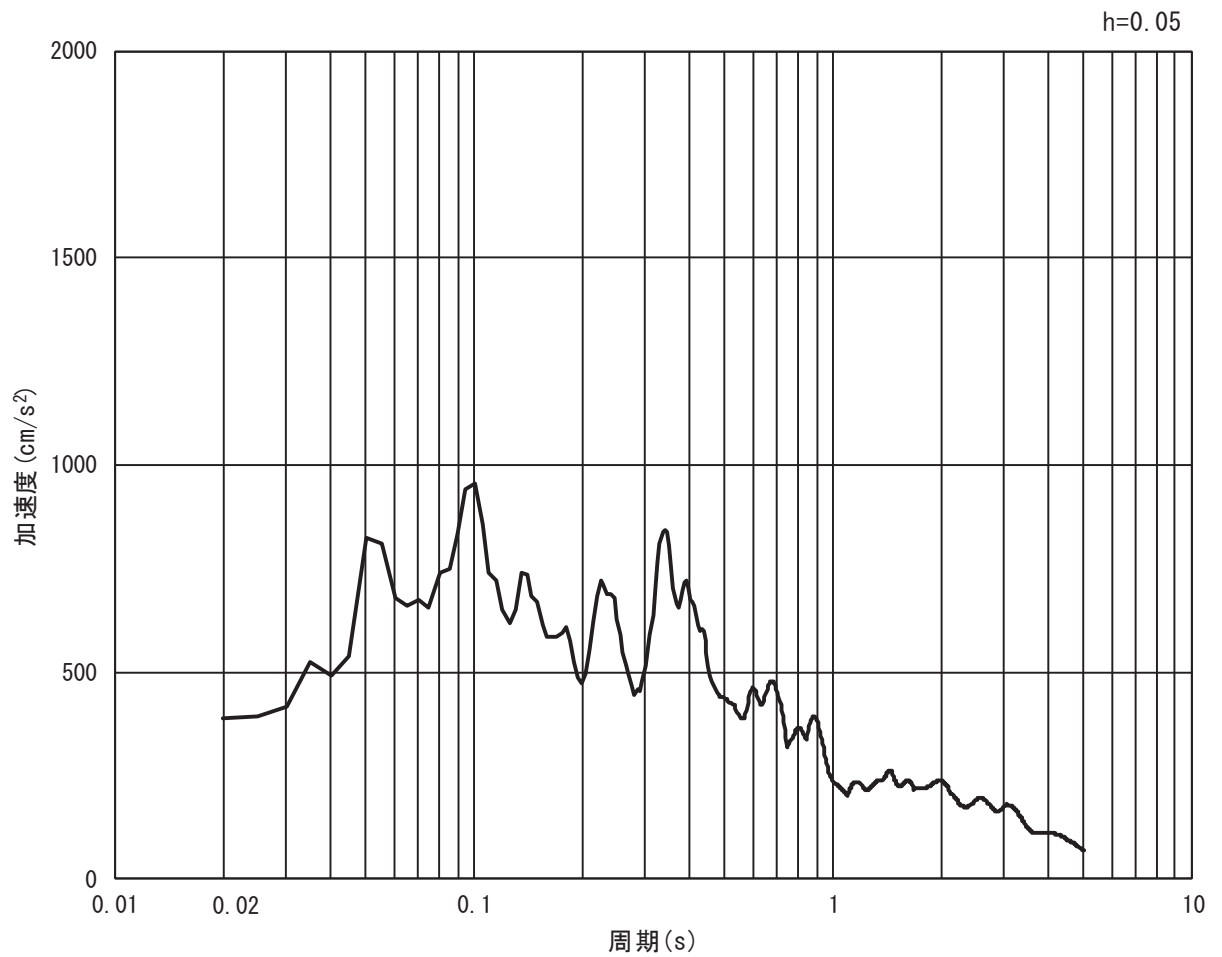


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 2)

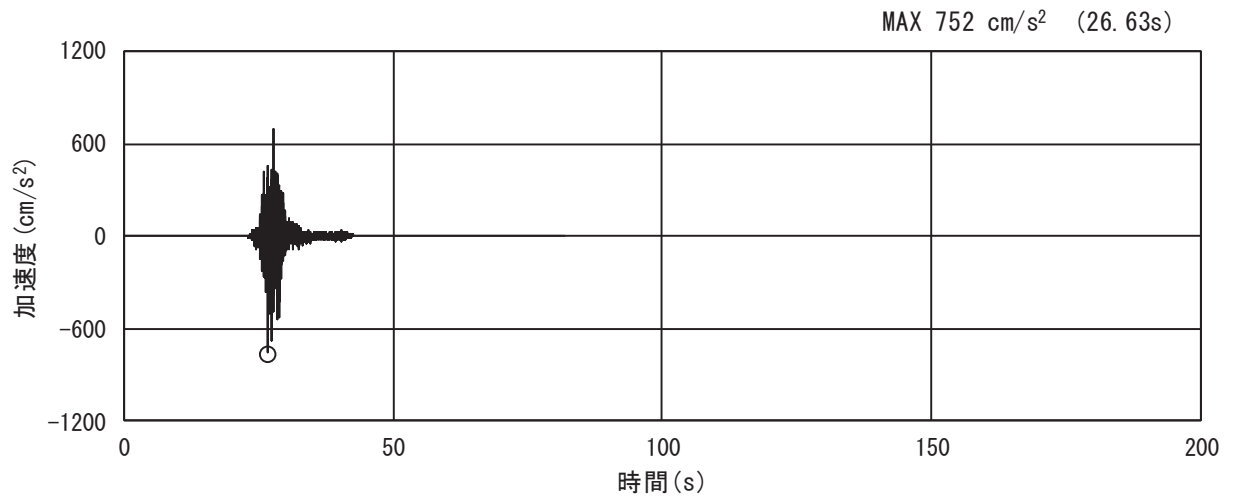


(a) 加速度時刻歴波形

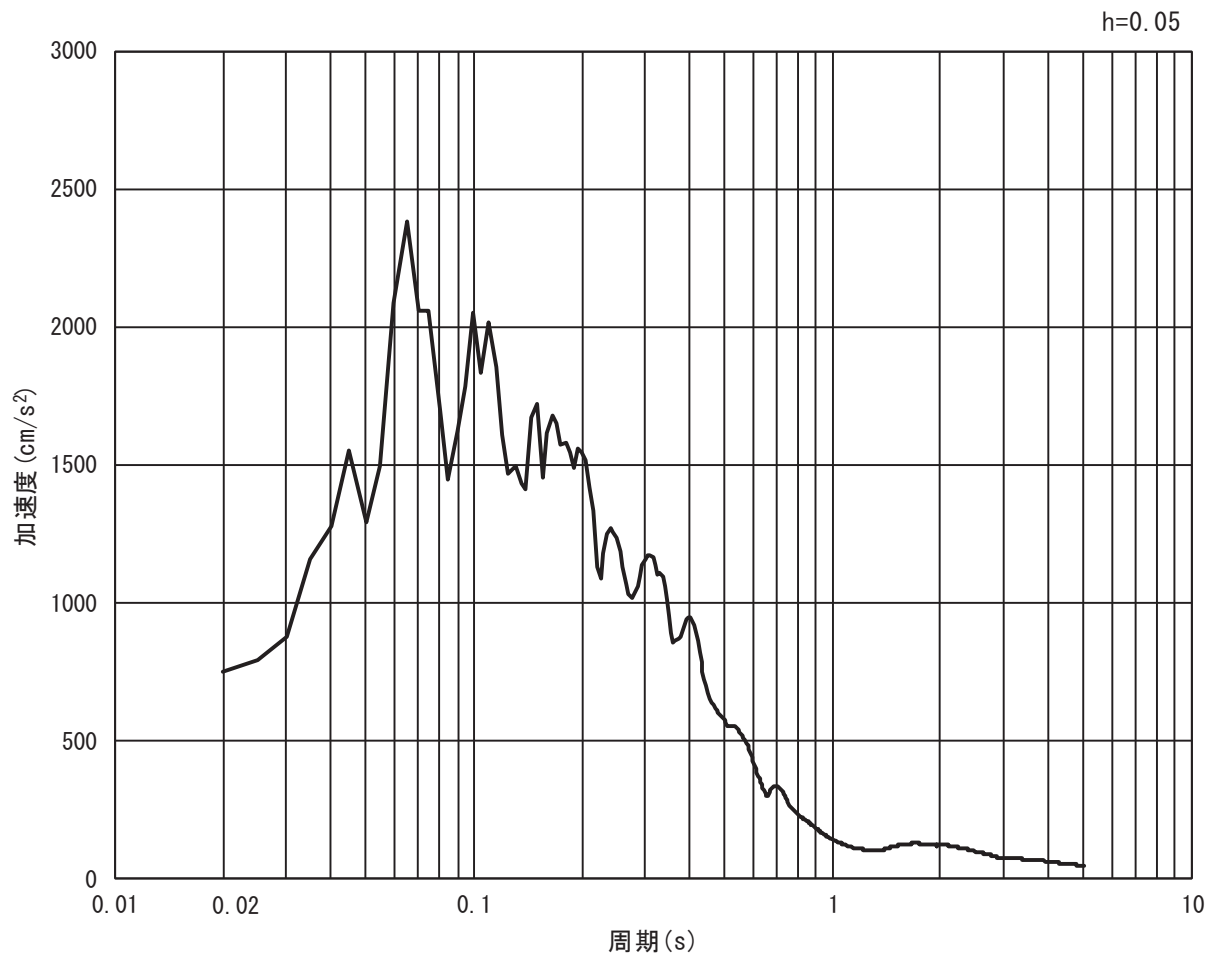


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 2)

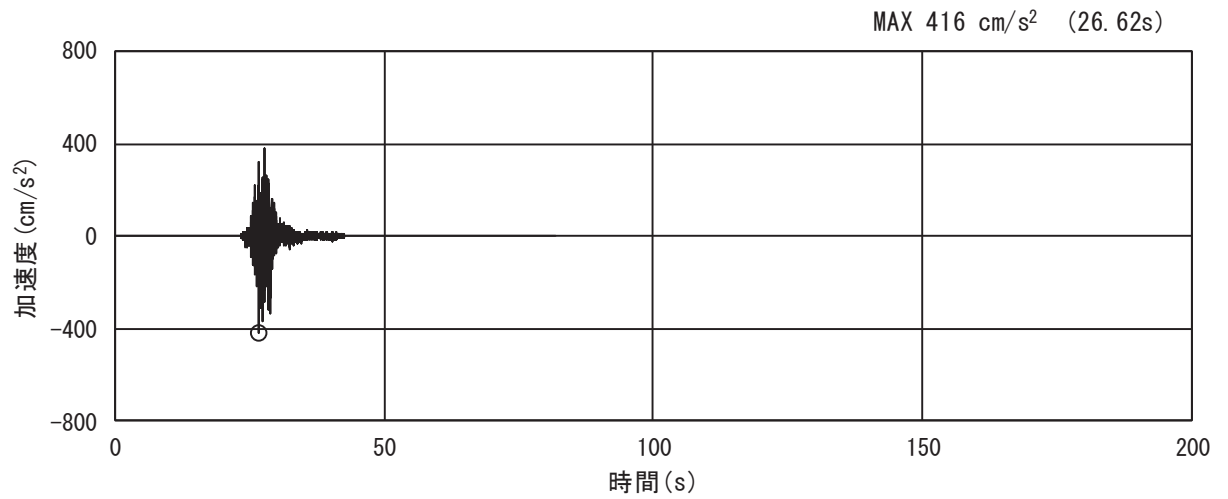


(a) 加速度時刻歴波形

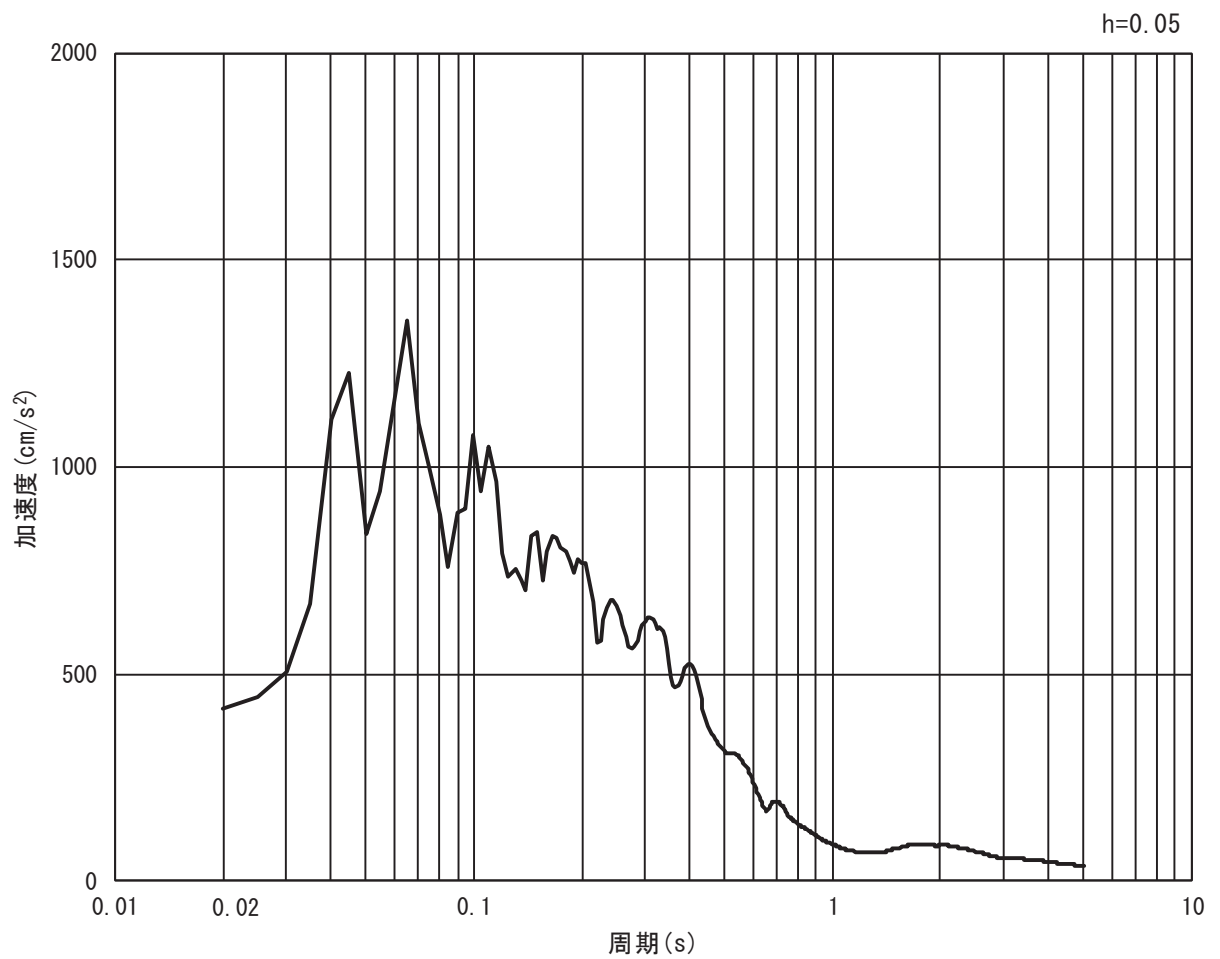


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 3)

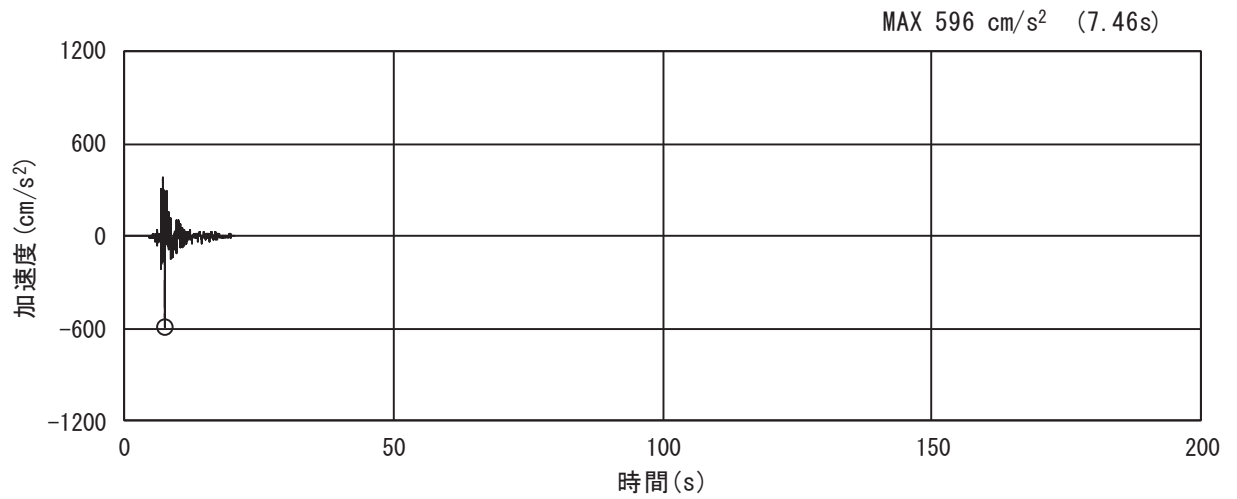


(a) 加速度時刻歴波形

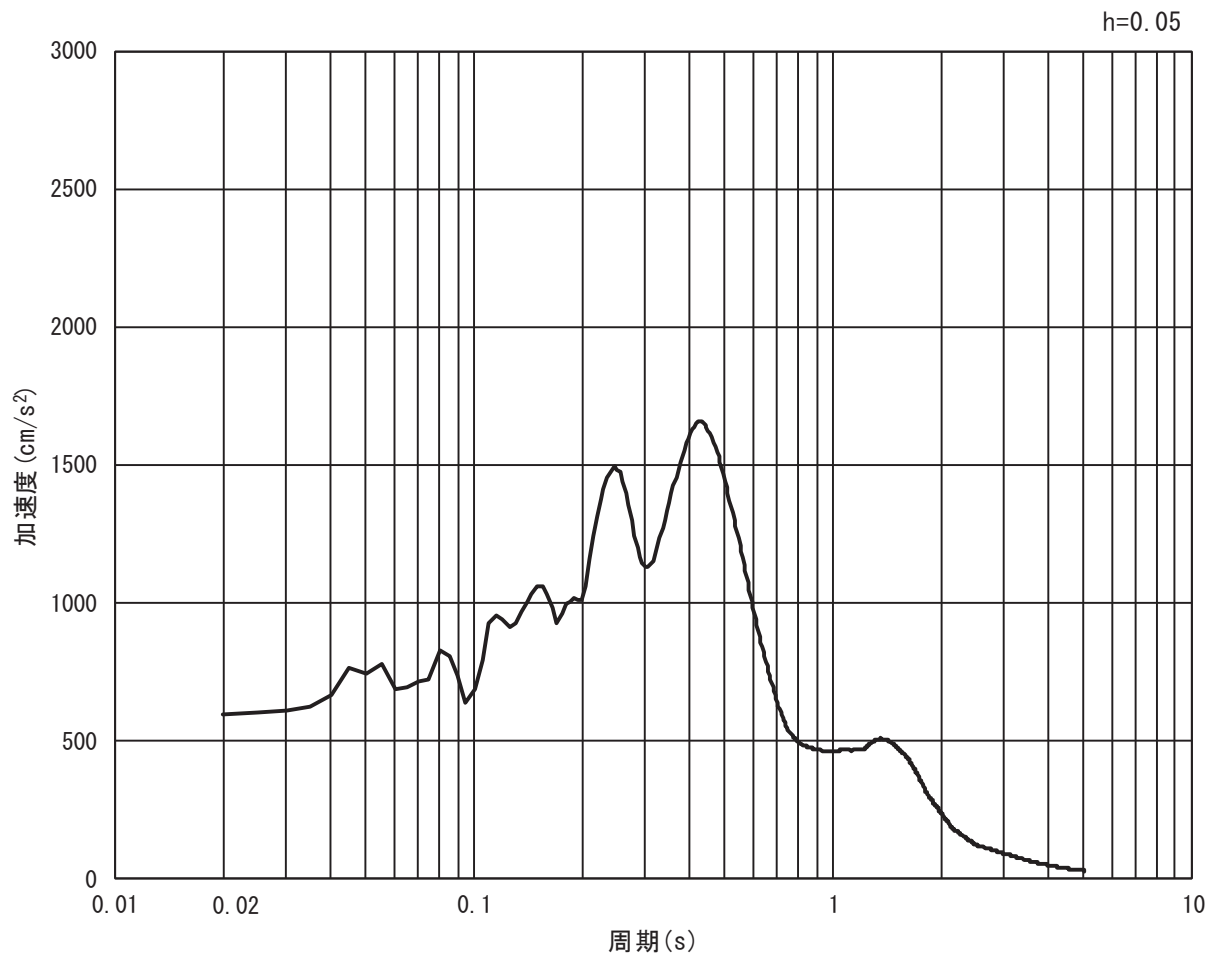


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 3)

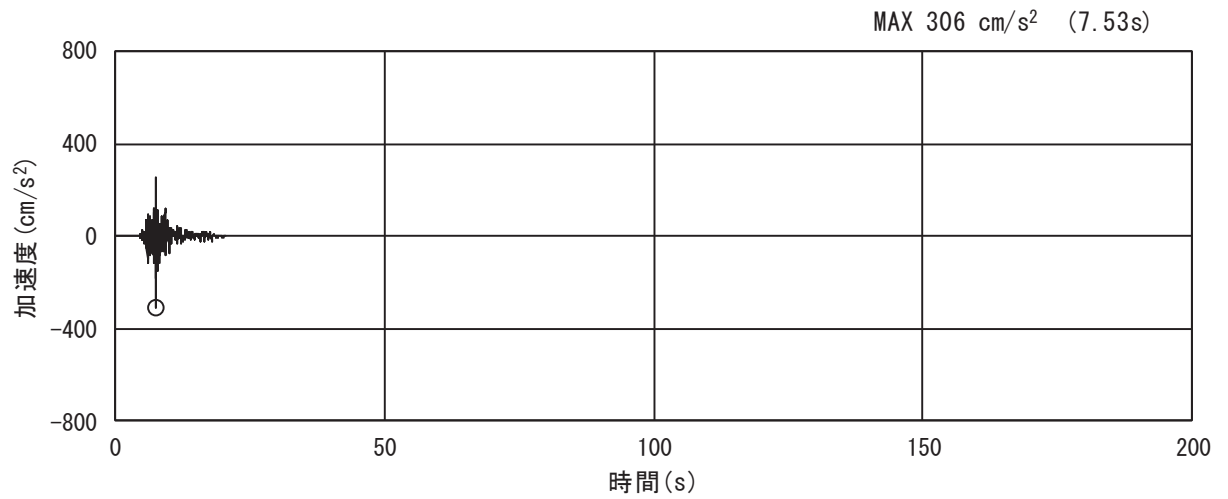


(a) 加速度時刻歴波形

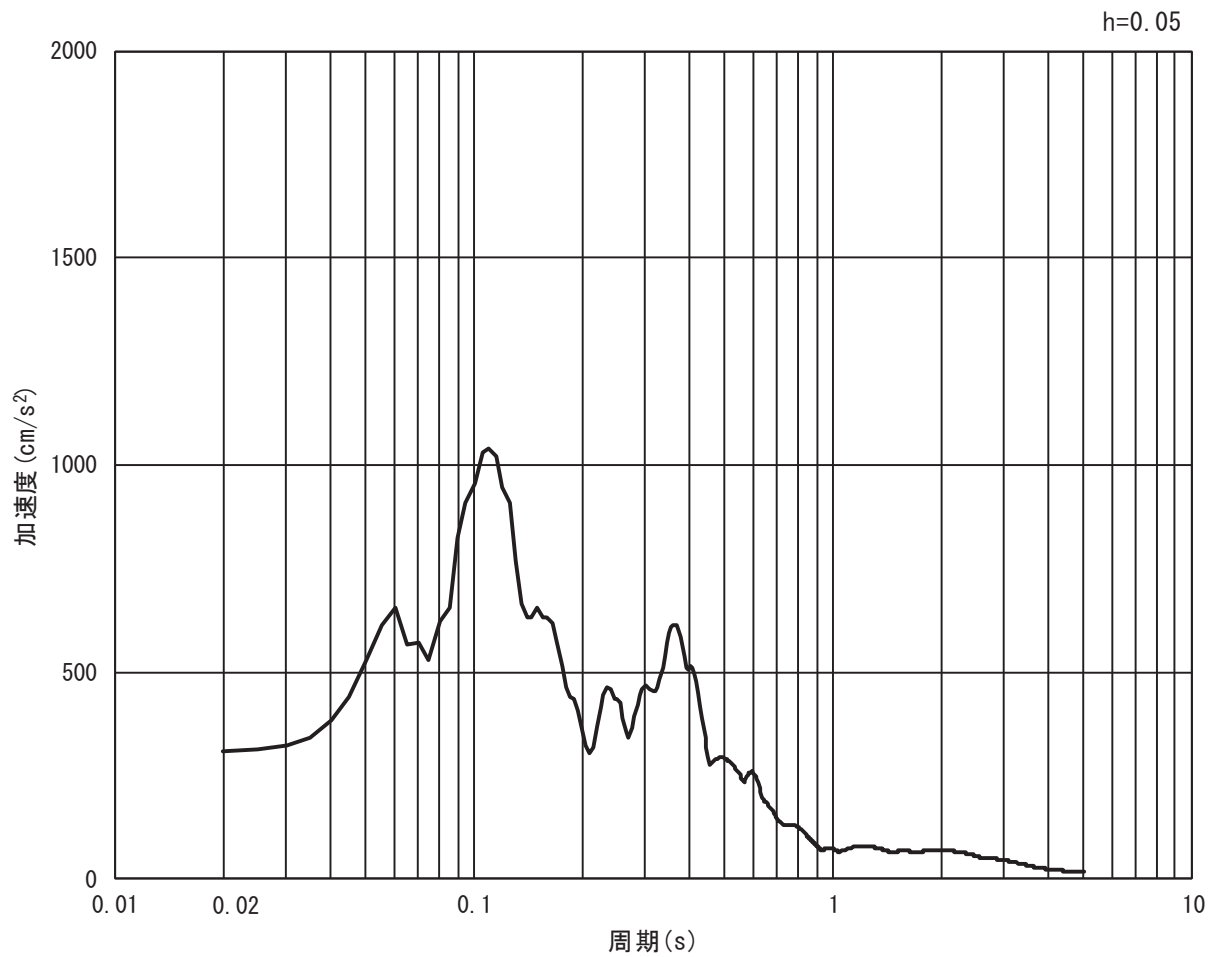


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - N 1)



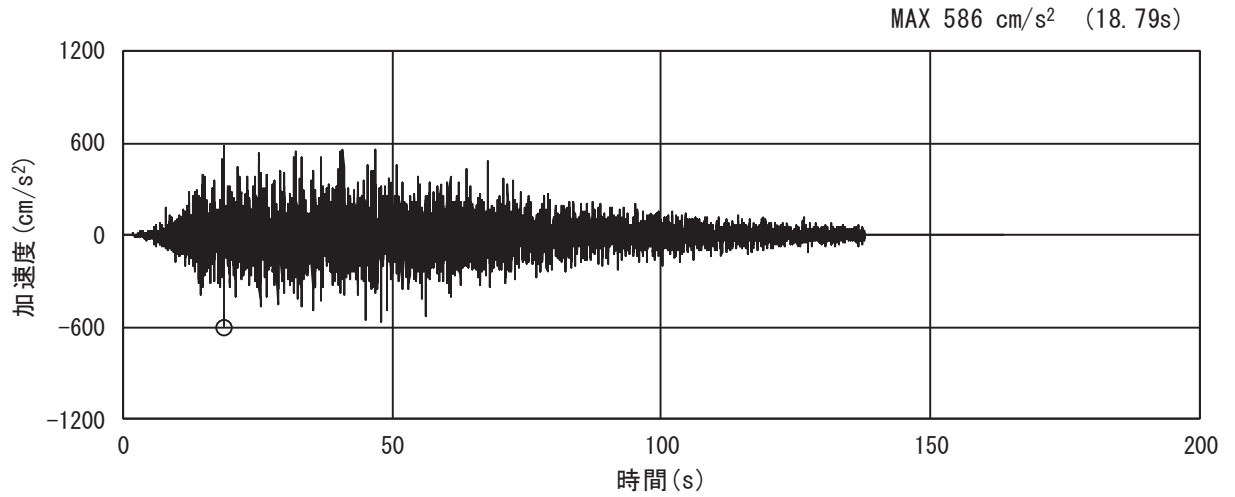
(a) 加速度時刻歴波形



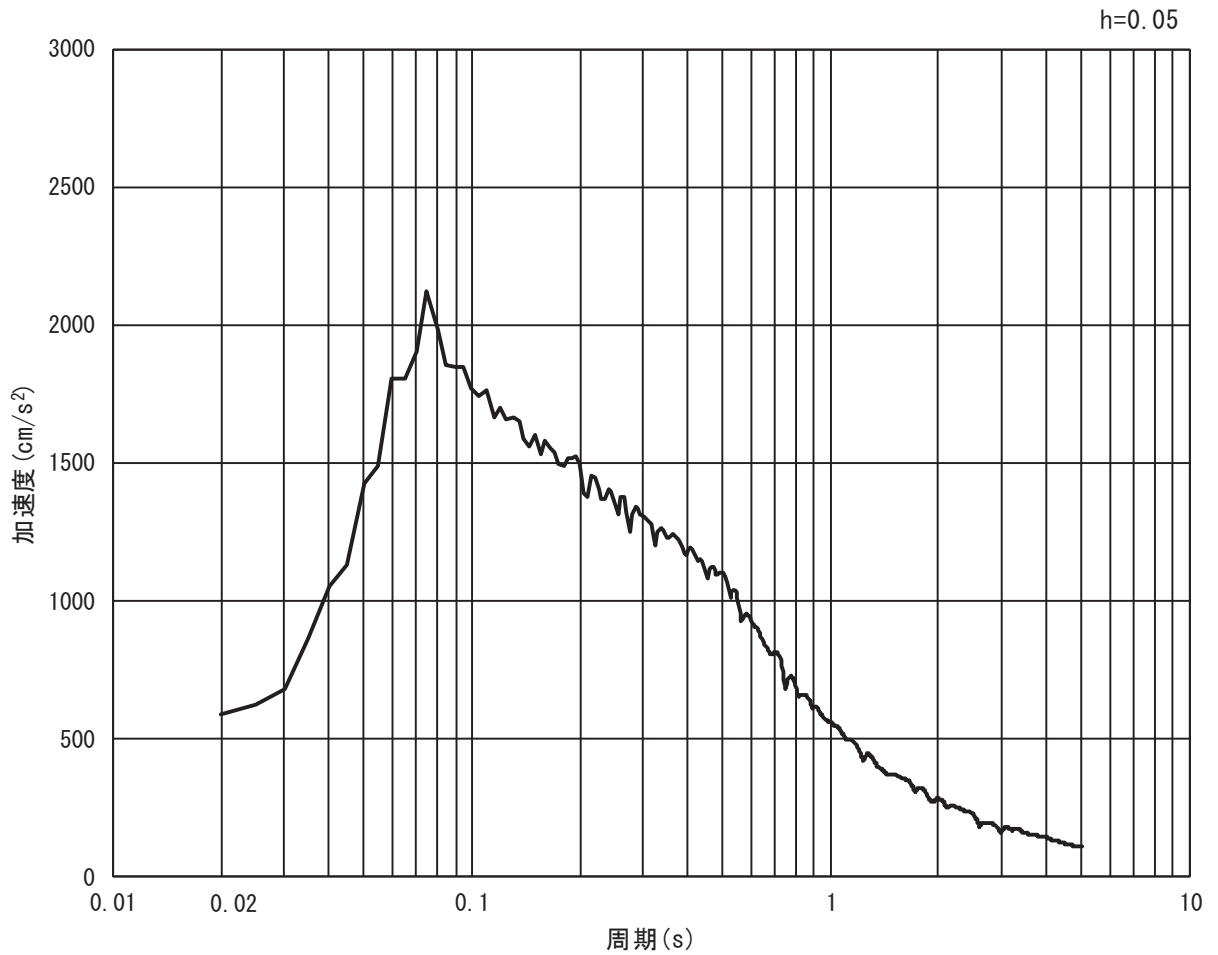
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - N 1)

(2) 断面⑥

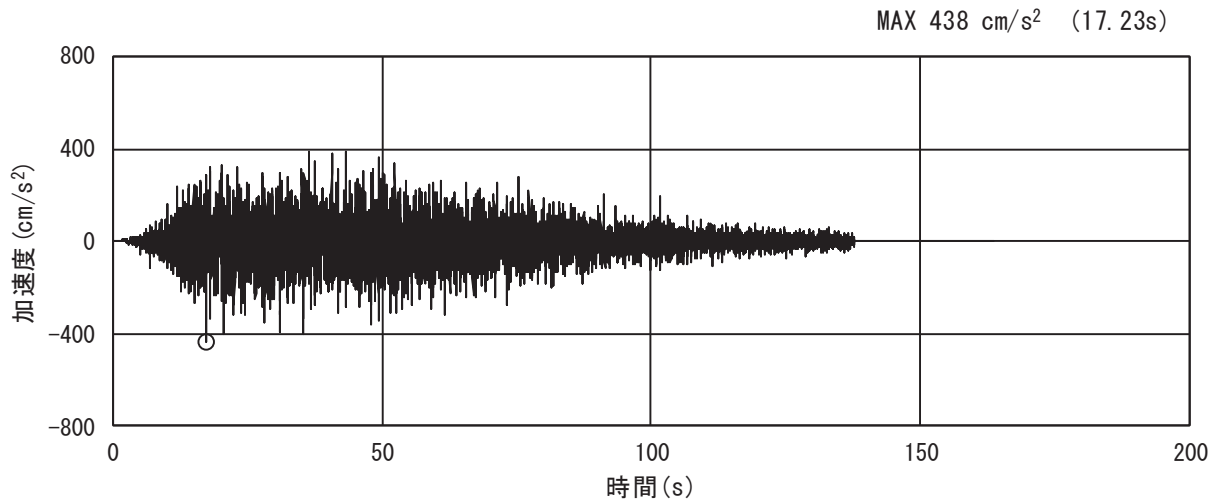


(a) 加速度時刻歴波形

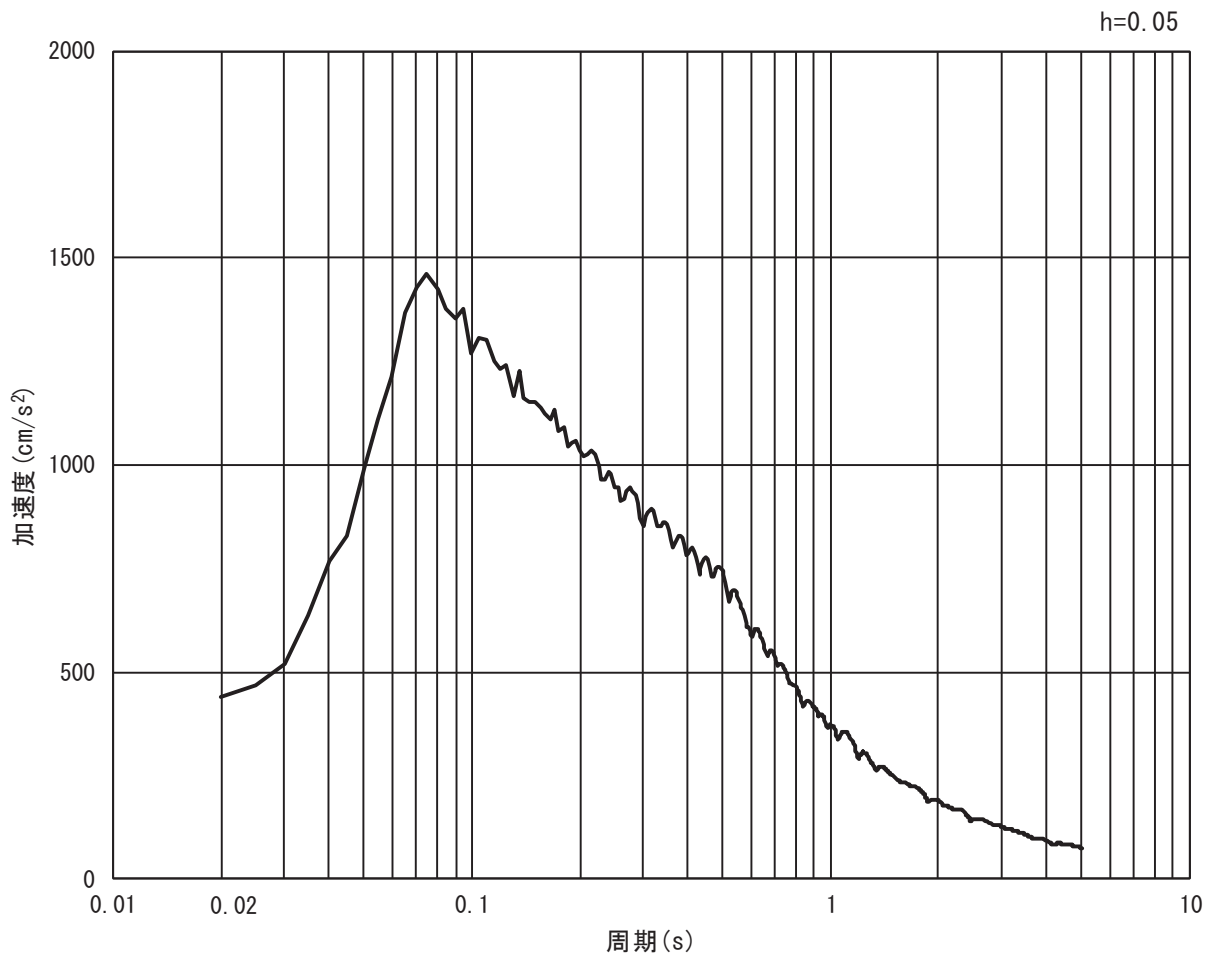


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 1)

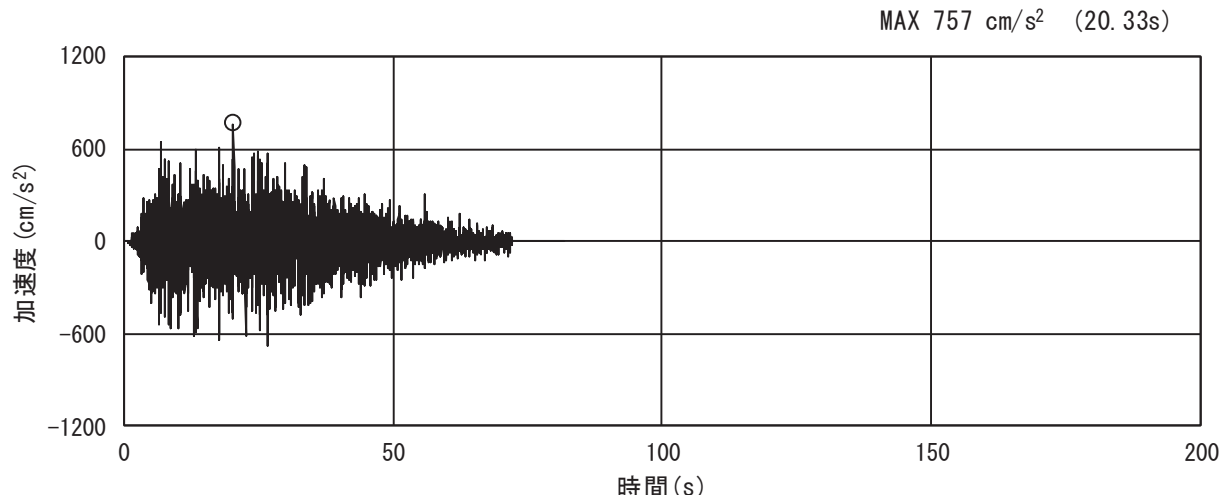


(a) 加速度時刻歴波形

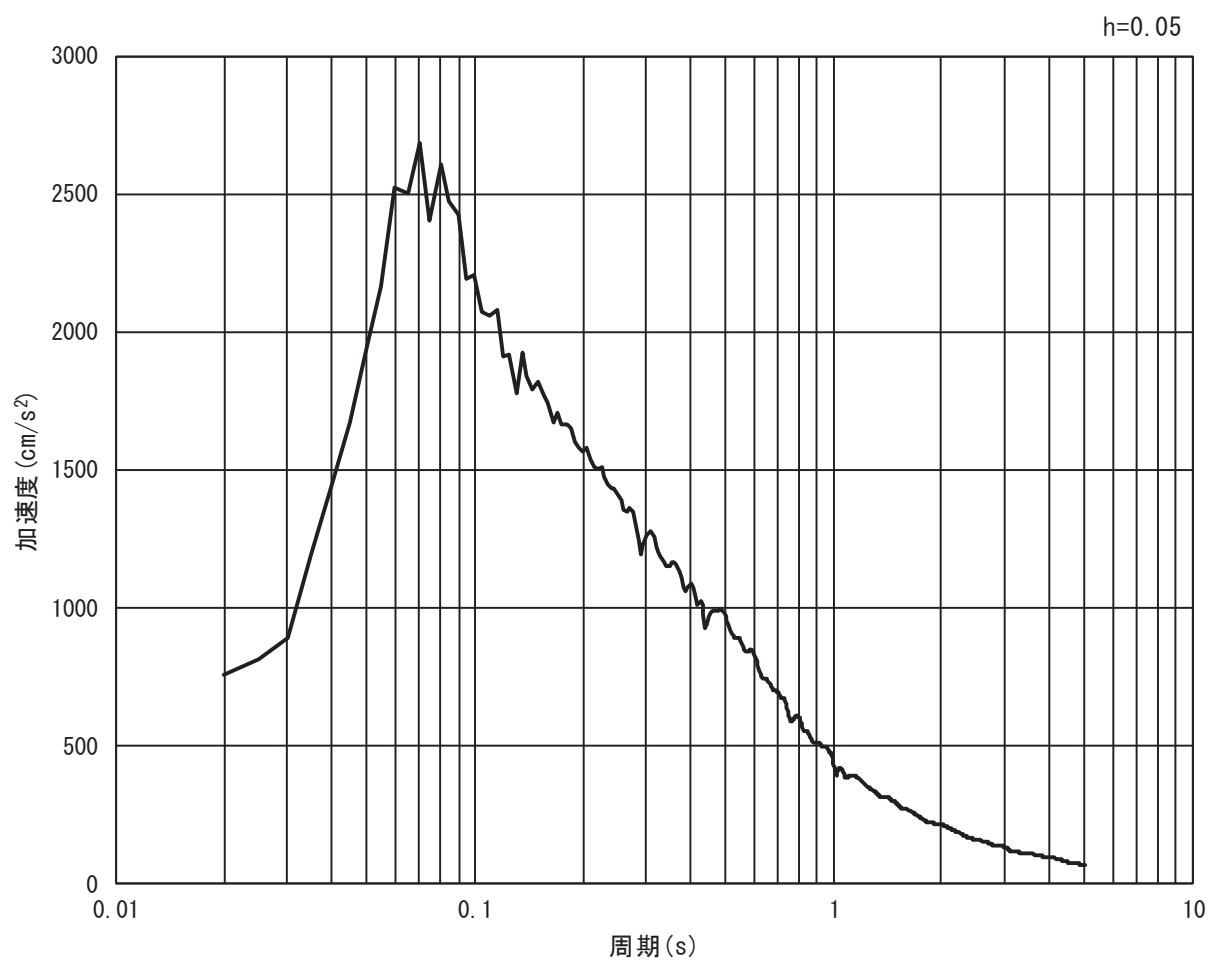


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 1)

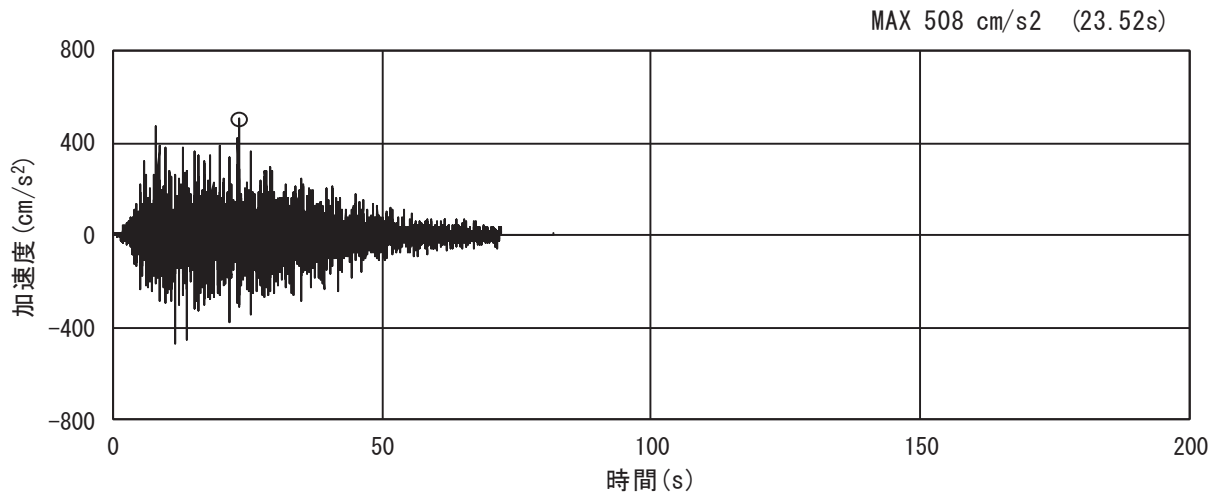


(a) 加速度時刻歴波形

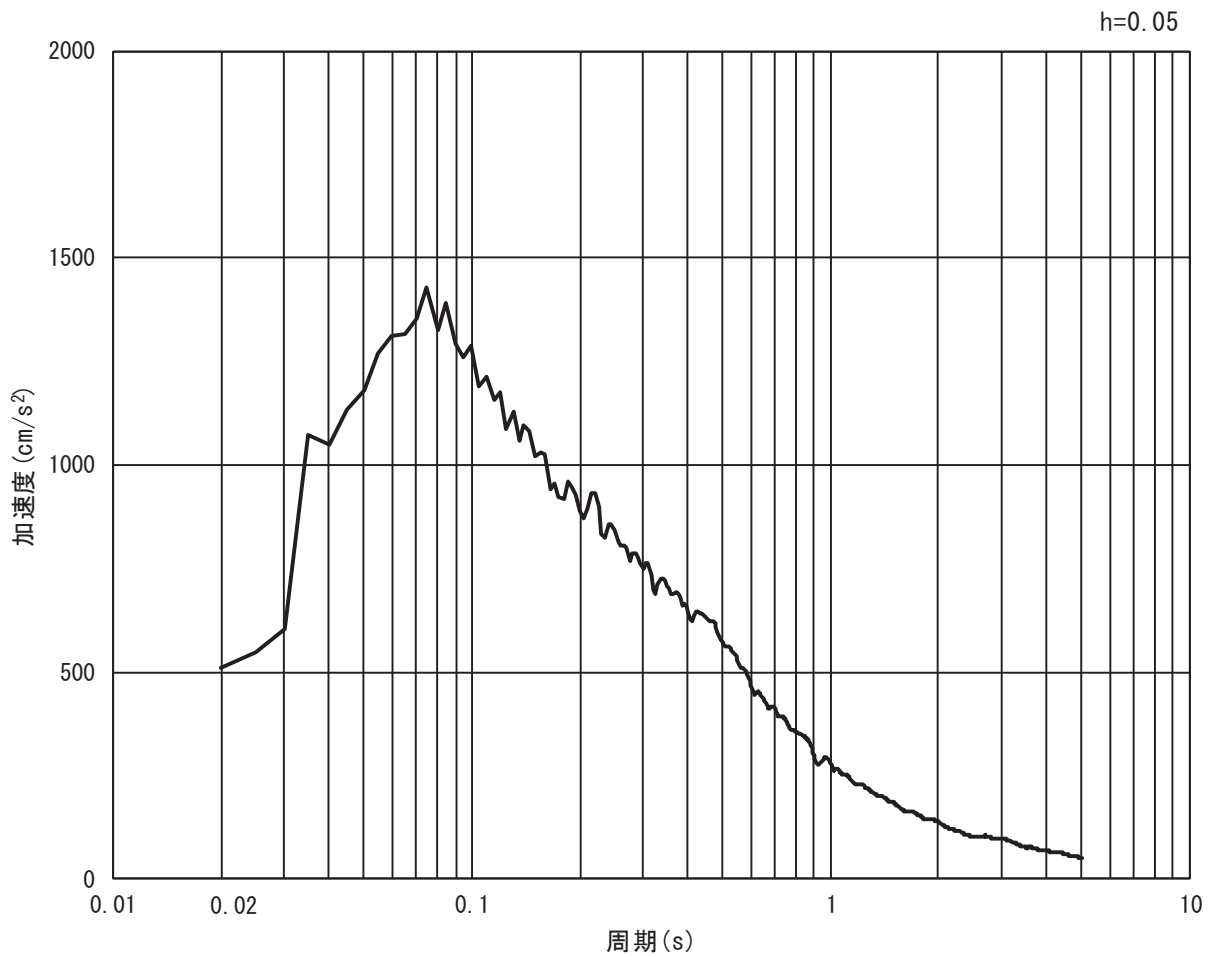


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 2)

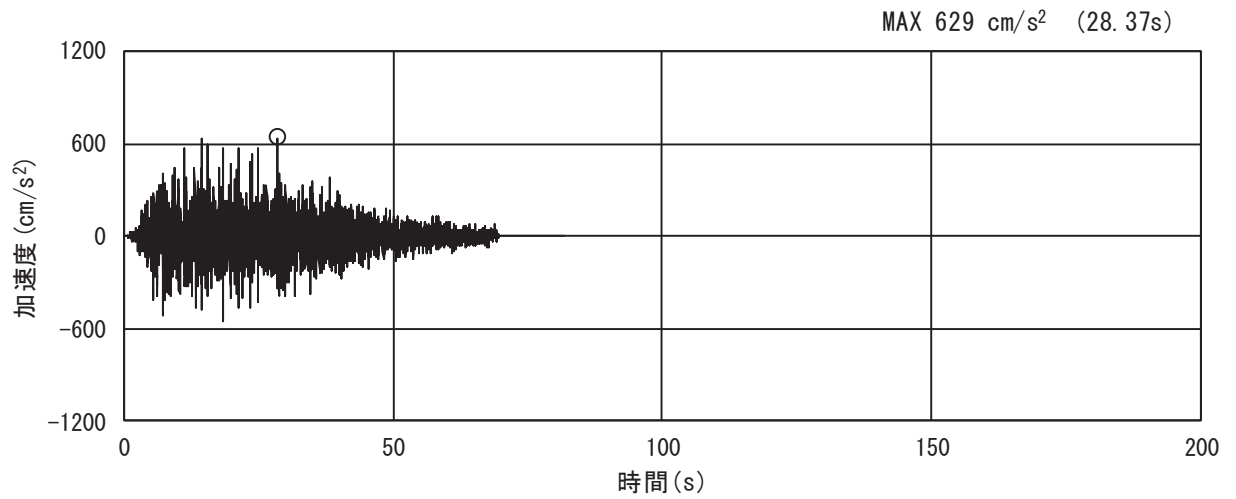


(a) 加速度時刻歴波形

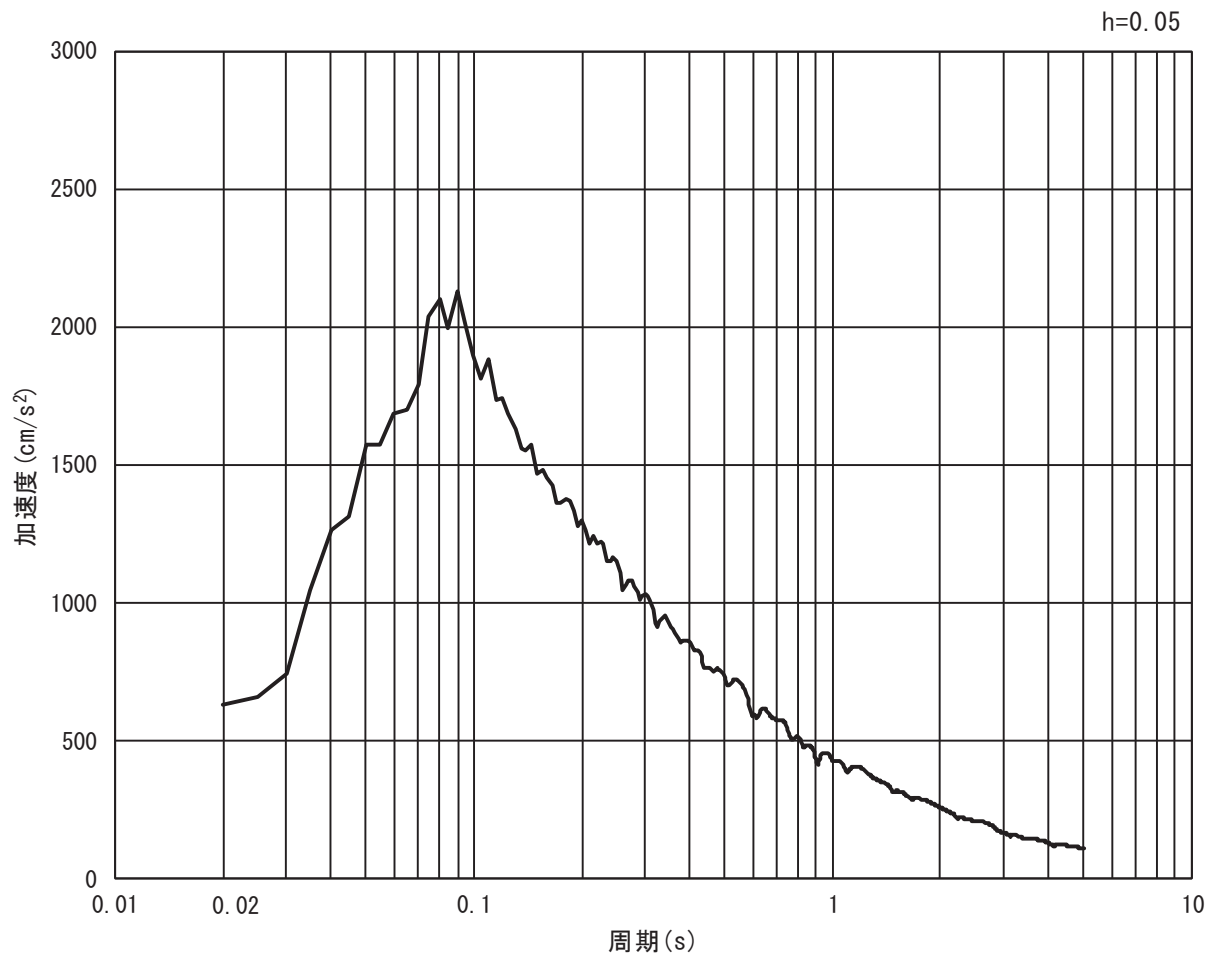


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 2)

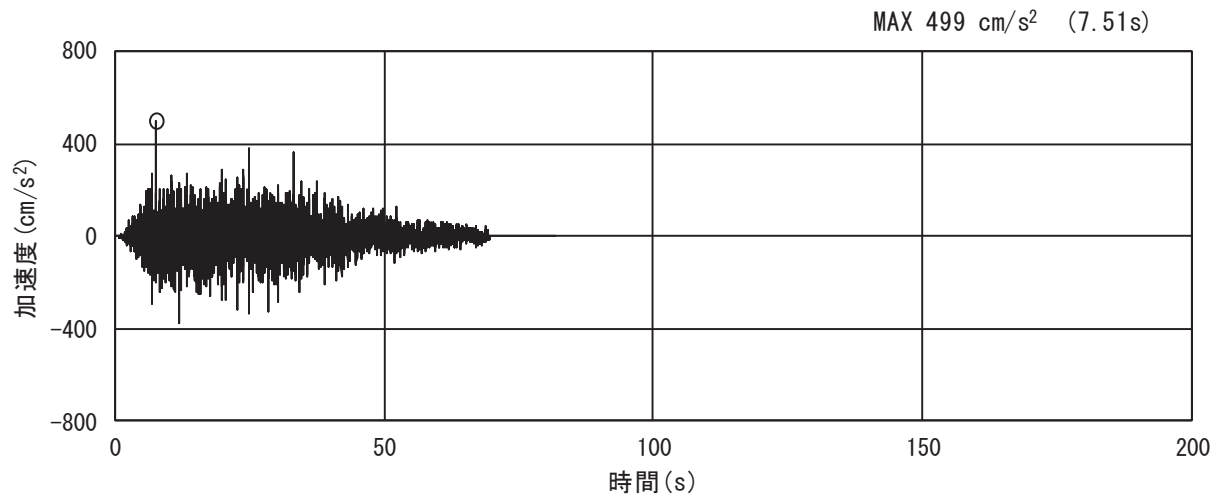


(a) 加速度時刻歴波形

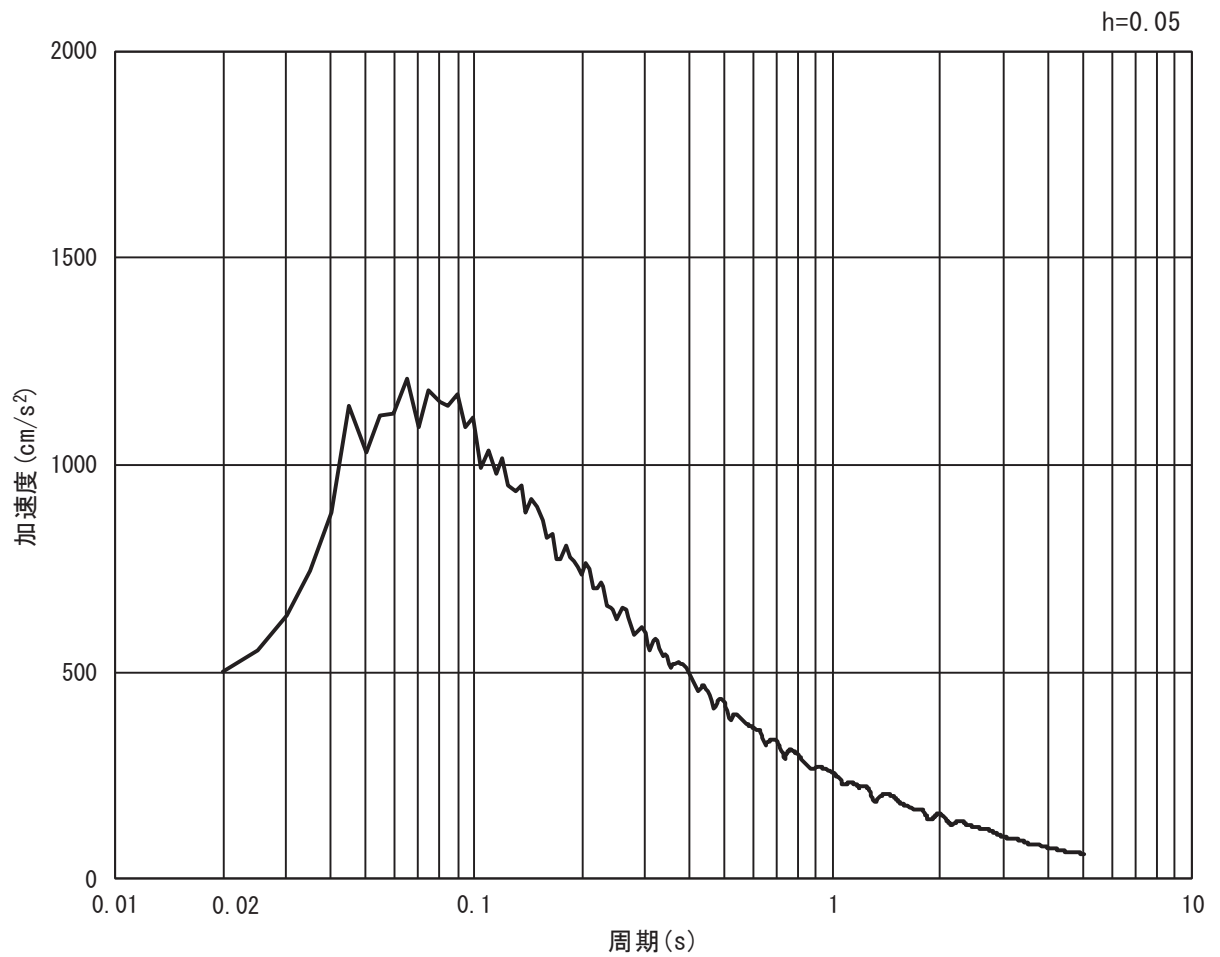


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 3)

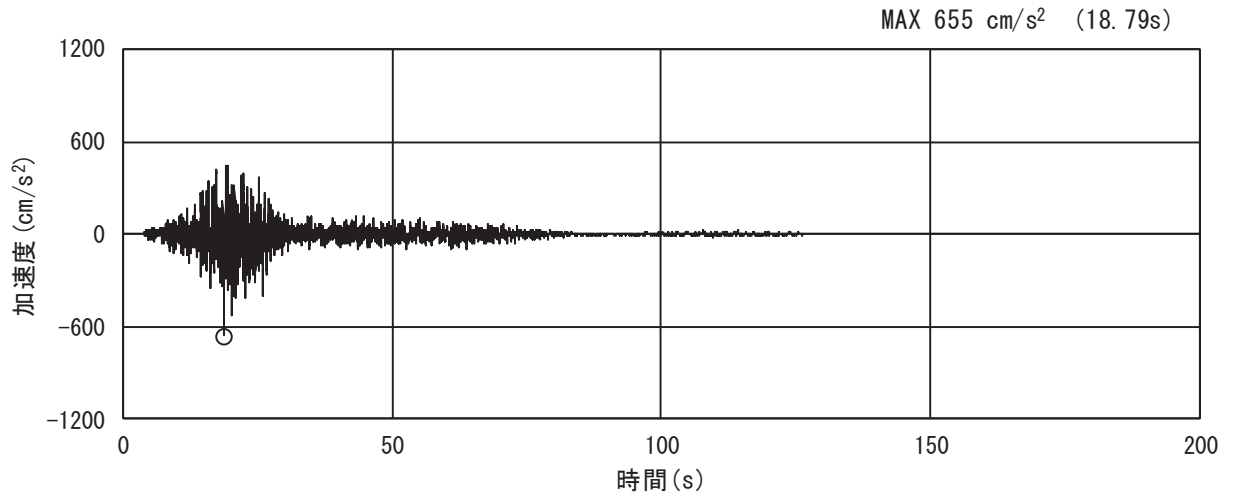


(a) 加速度時刻歴波形

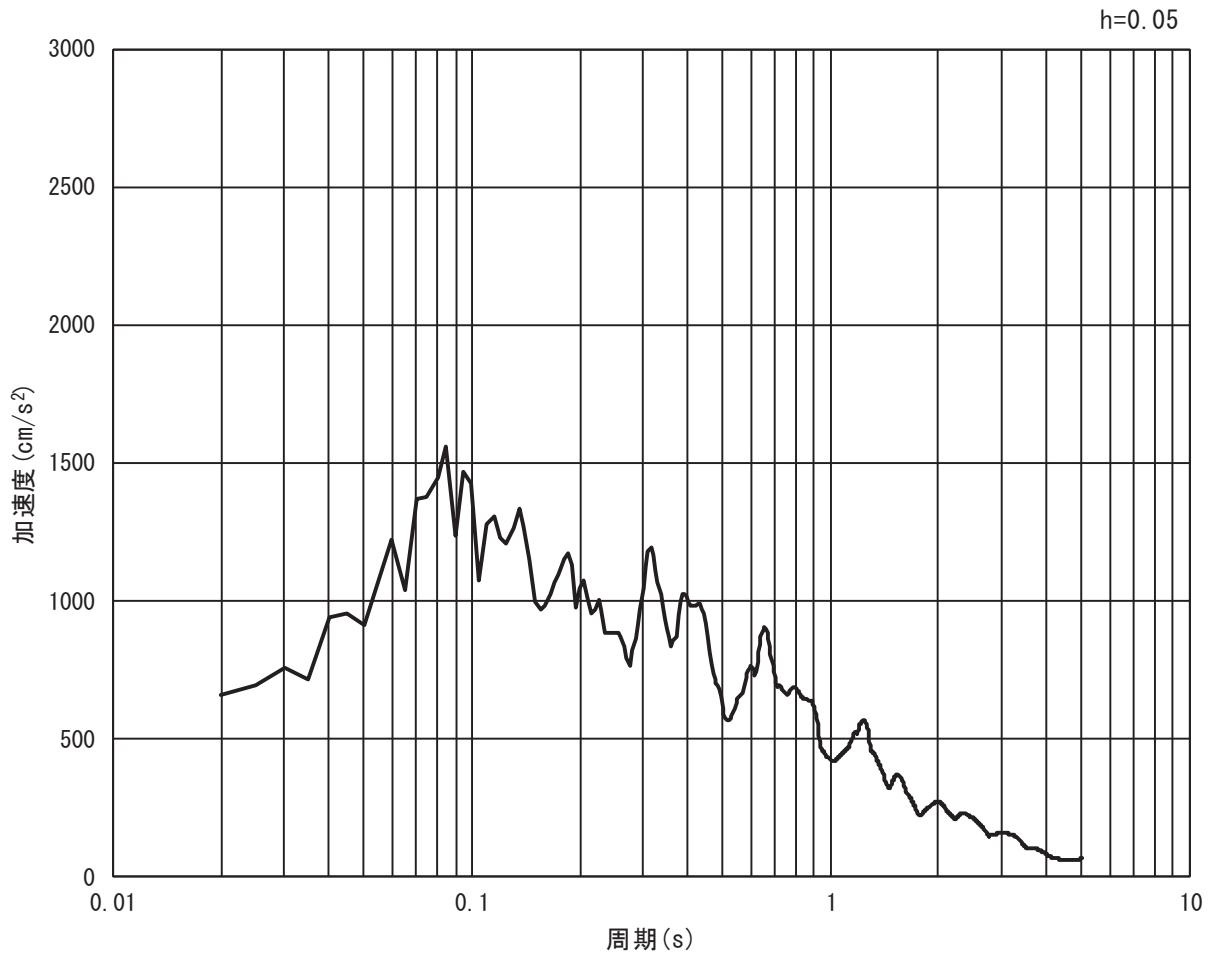


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 3)

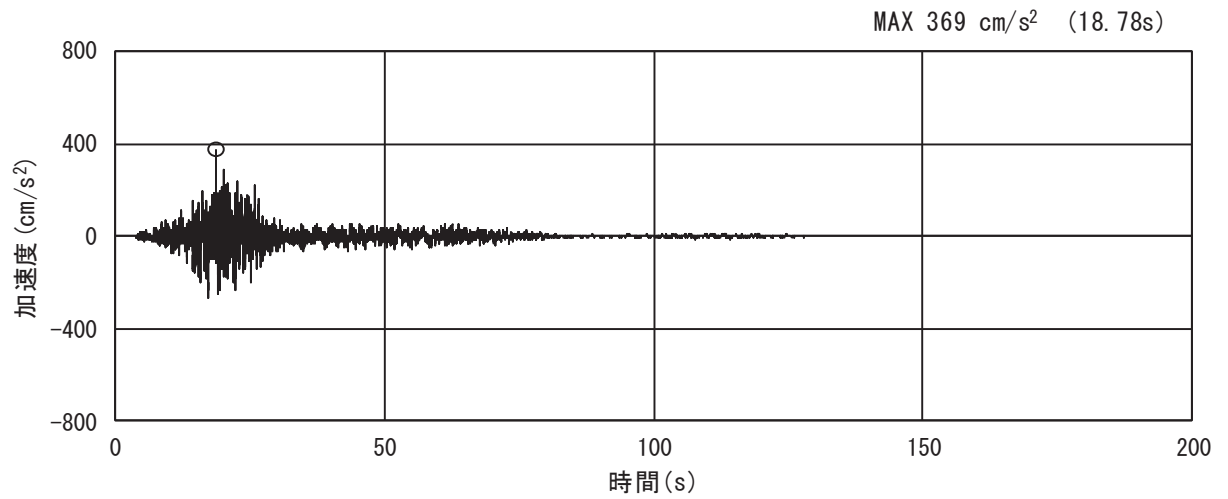


(a) 加速度時刻歴波形

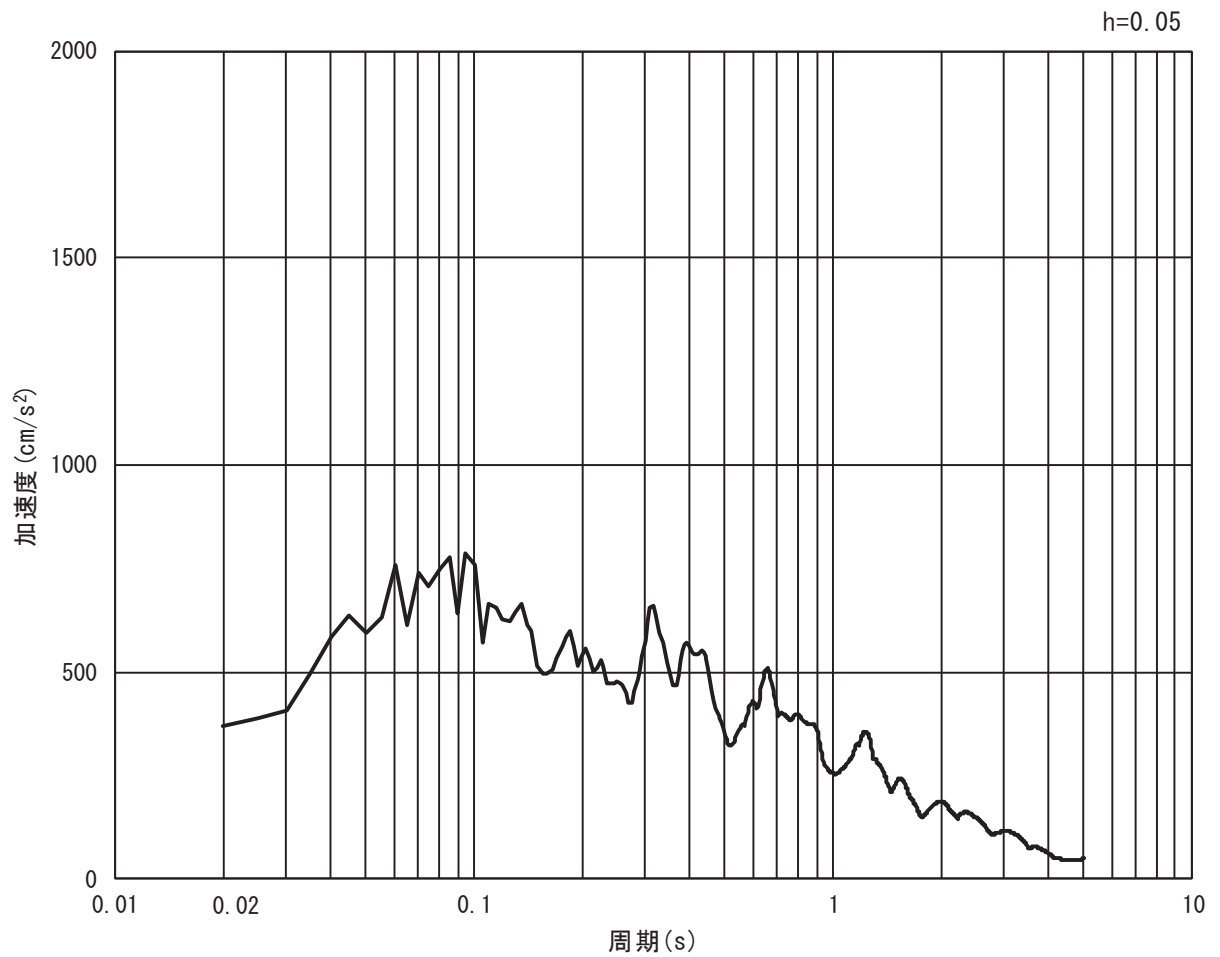


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 1)

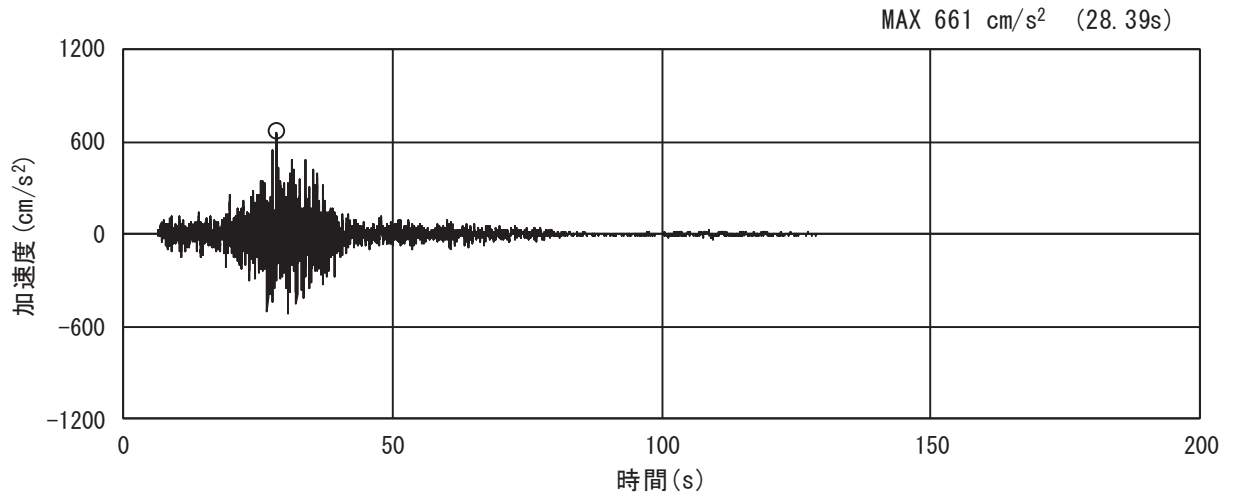


(a) 加速度時刻歴波形

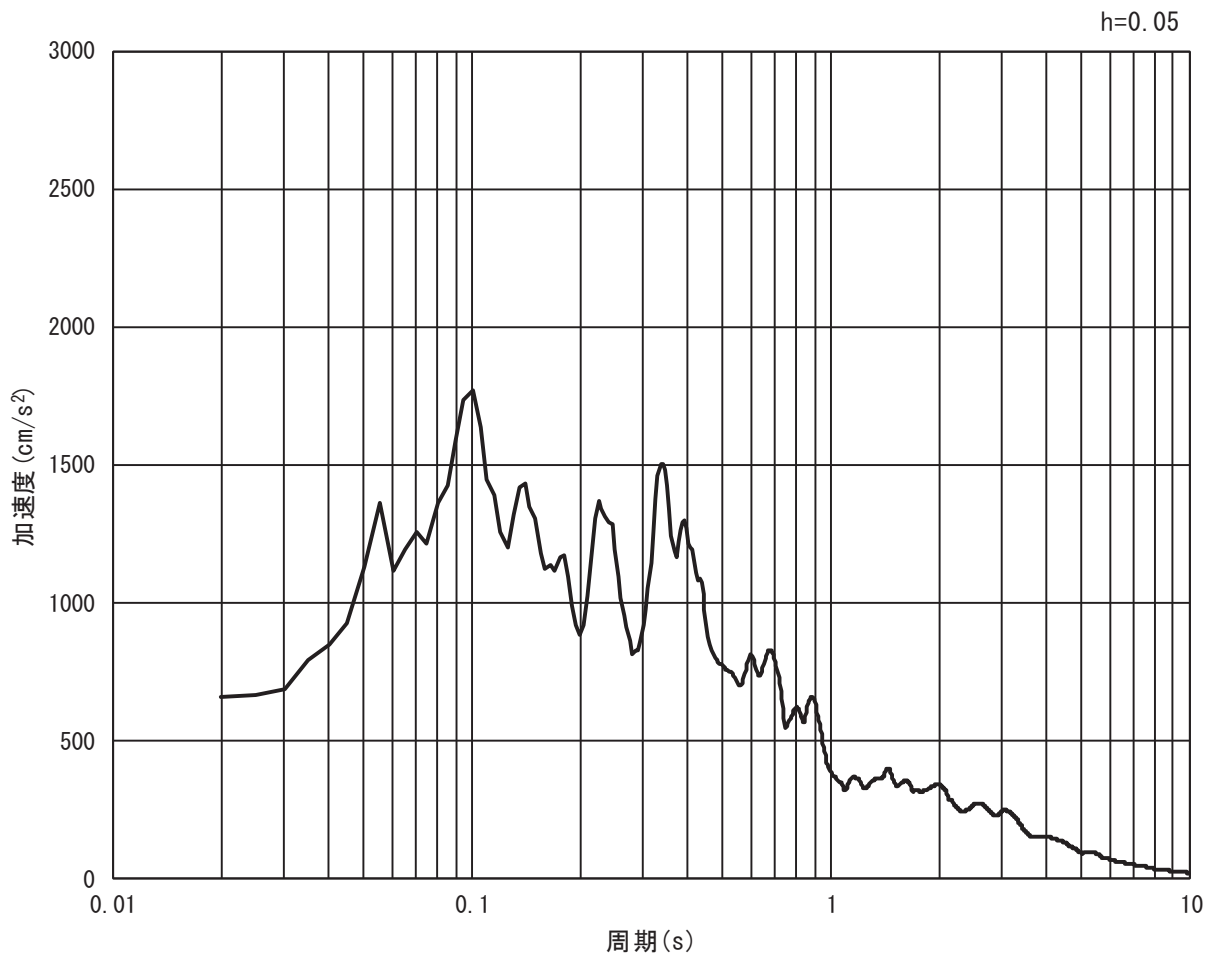


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 1)

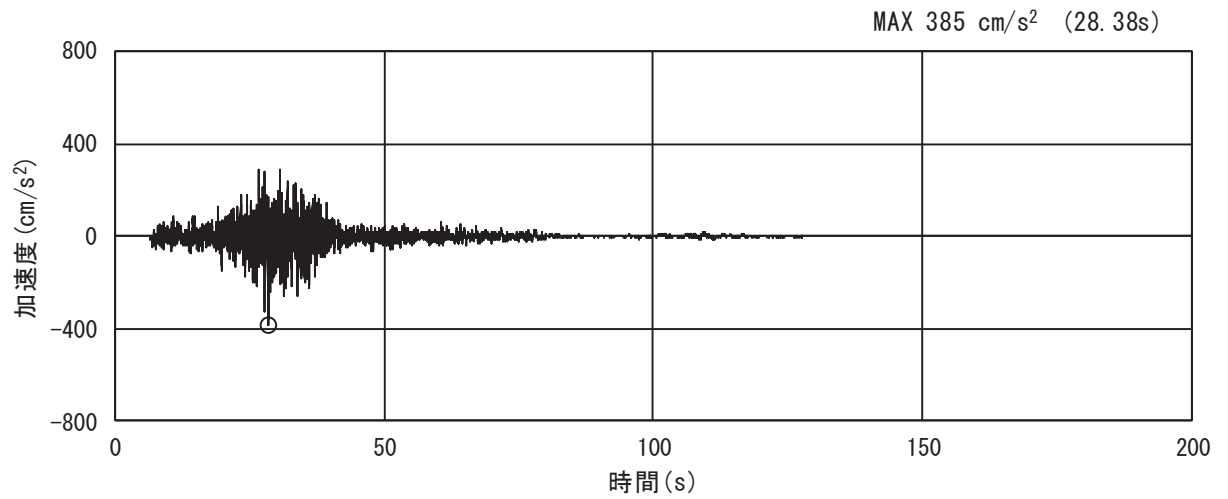


(a) 加速度時刻歴波形

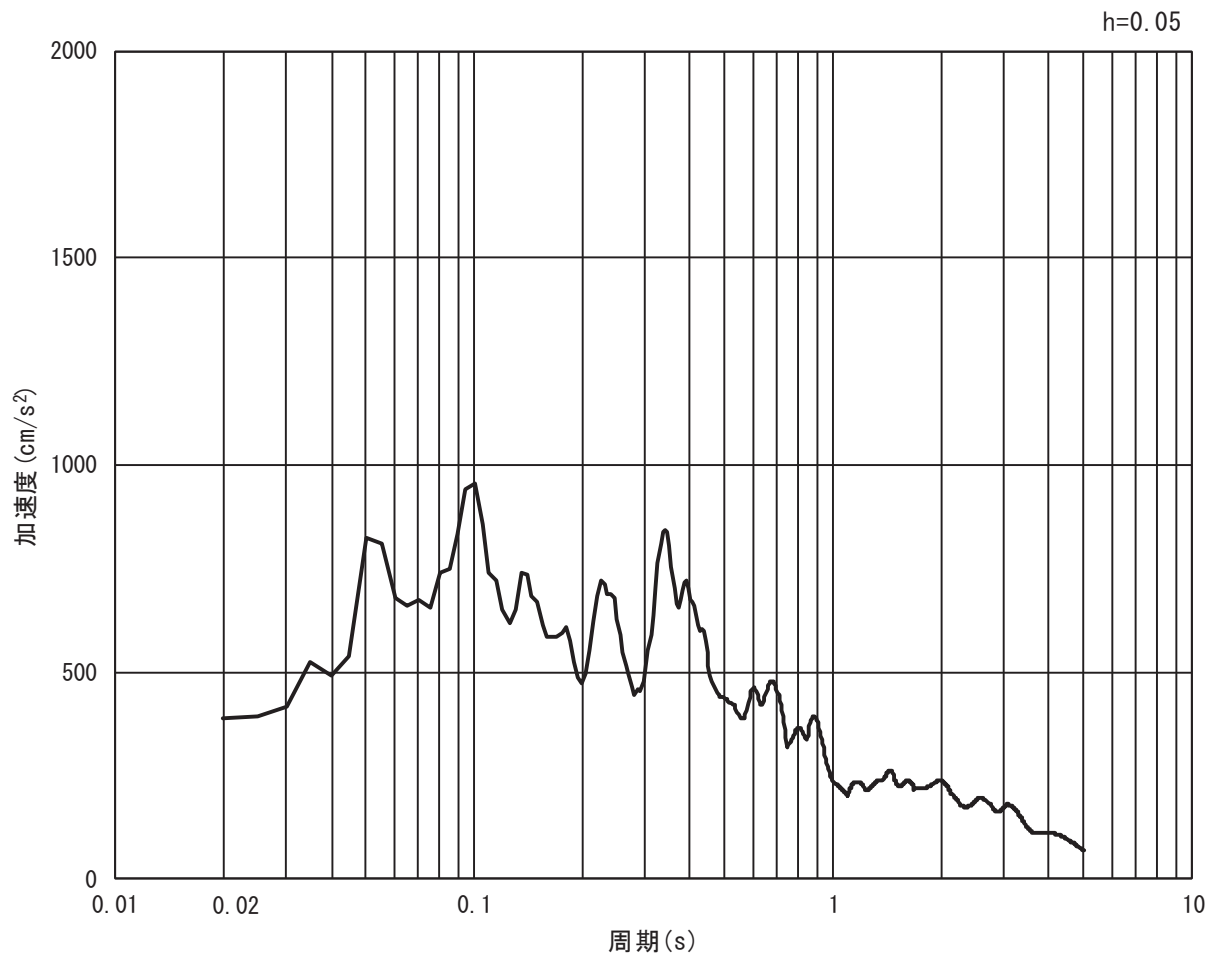


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 2)

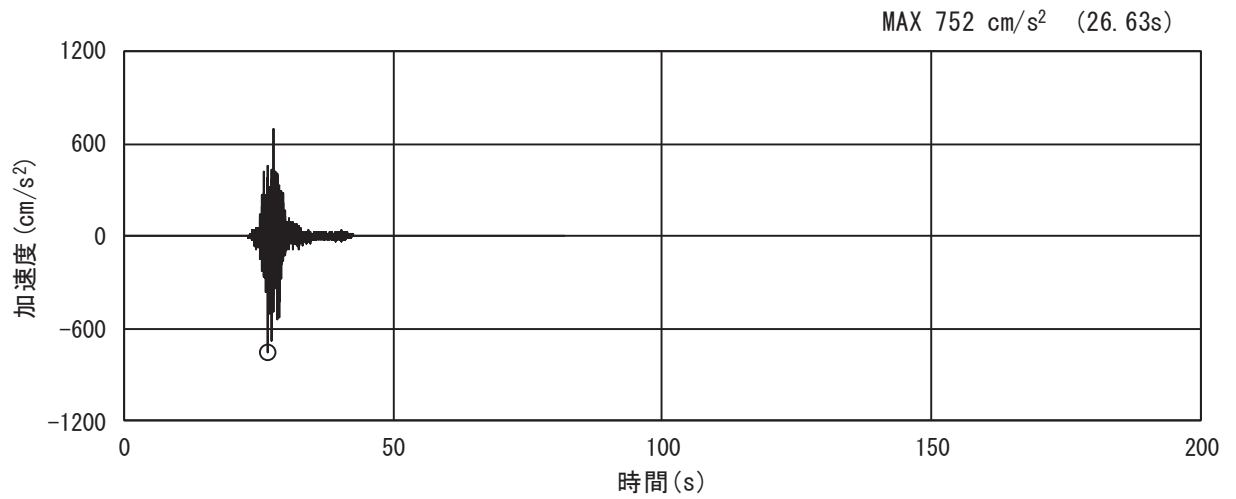


(a) 加速度時刻歴波形

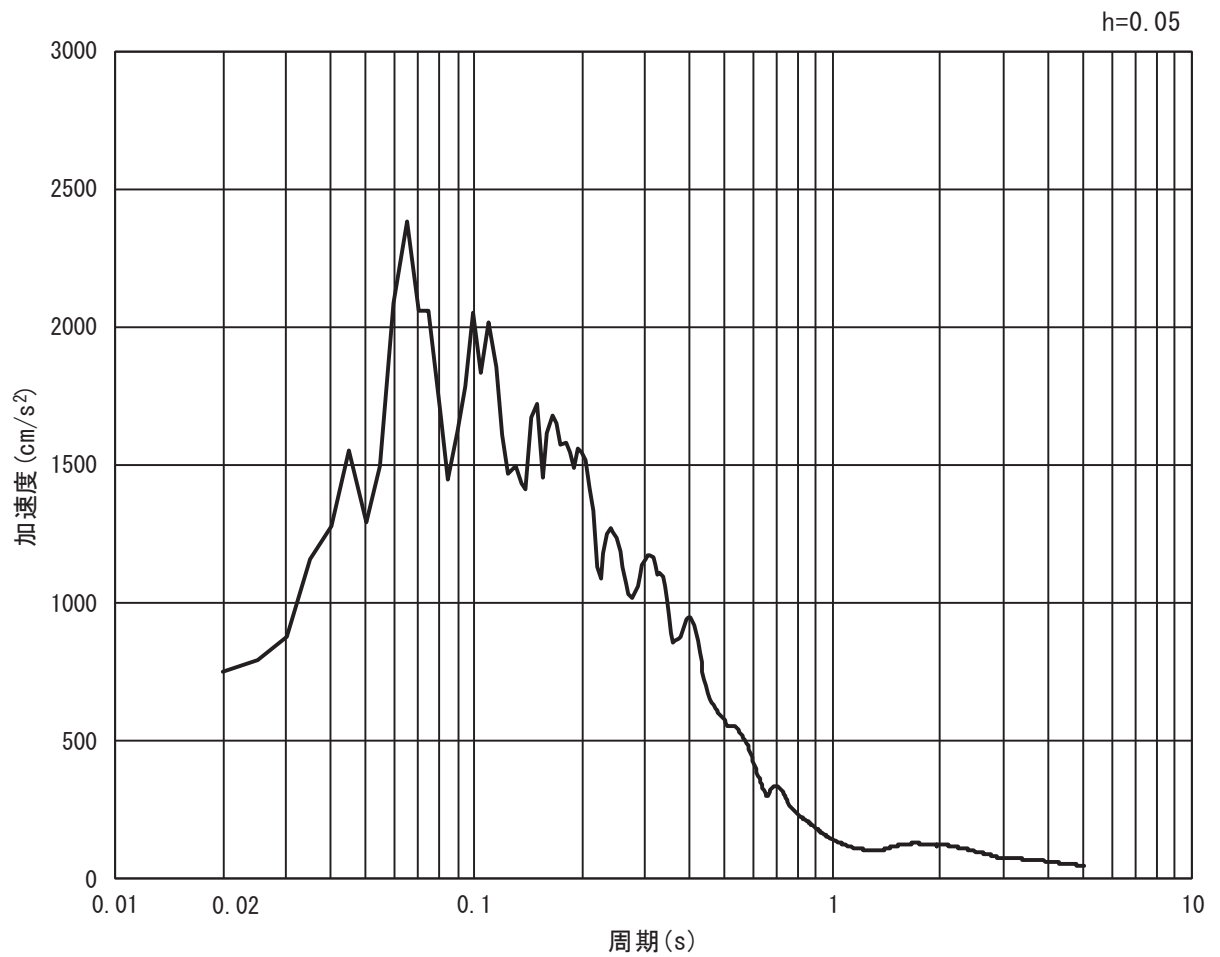


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 2)

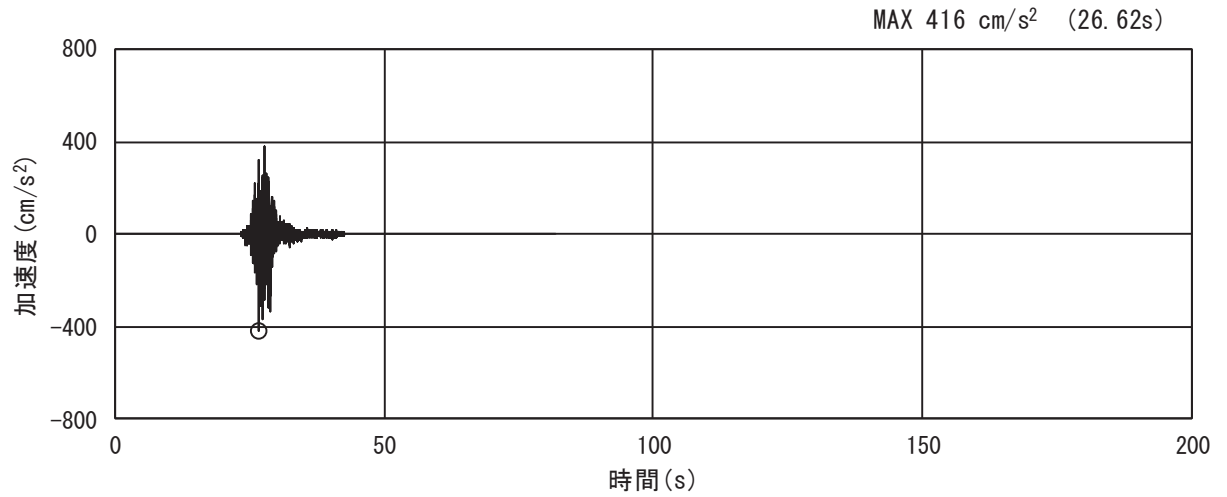


(a) 加速度時刻歴波形

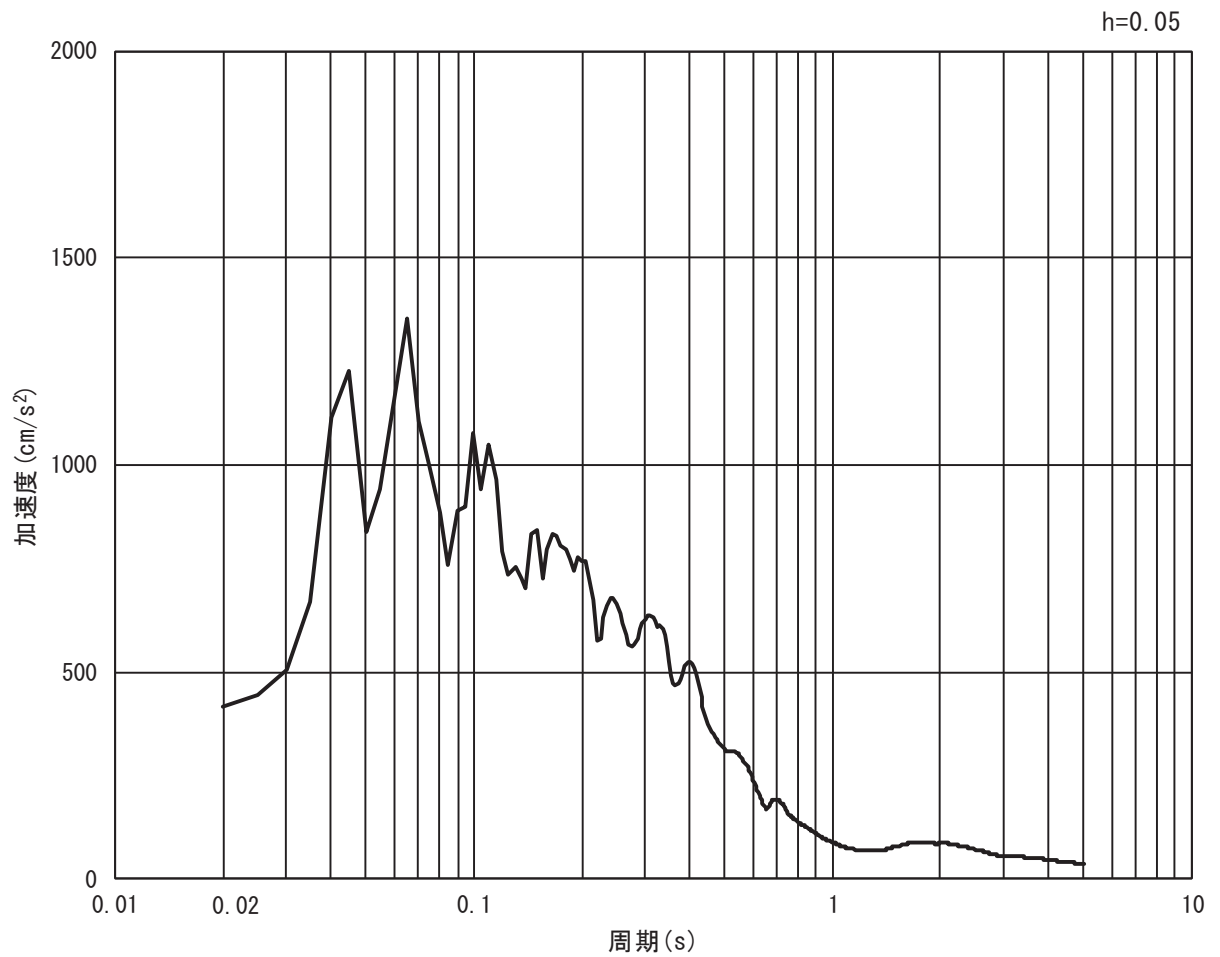


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 3)

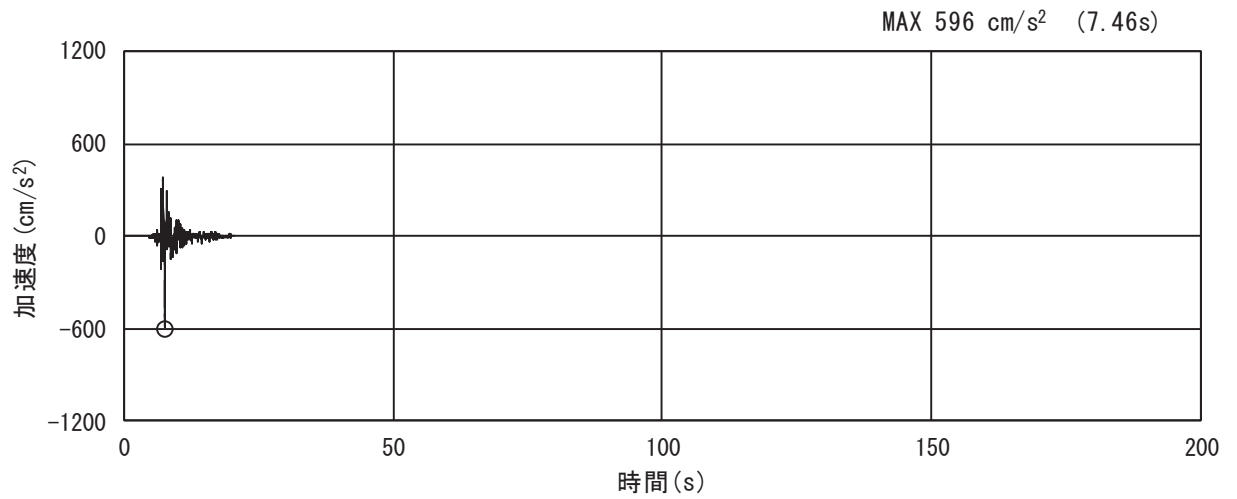


(a) 加速度時刻歴波形

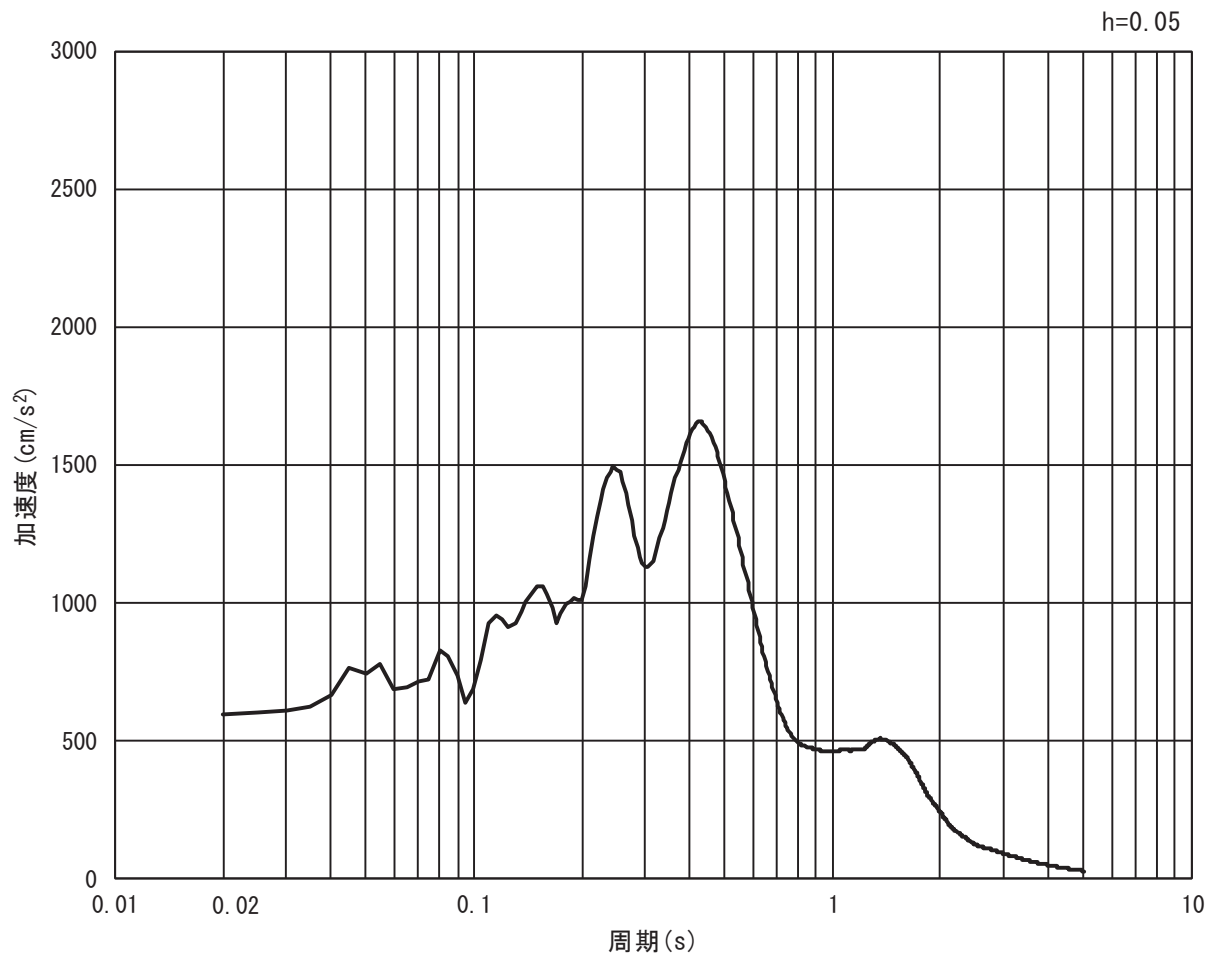


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 3)

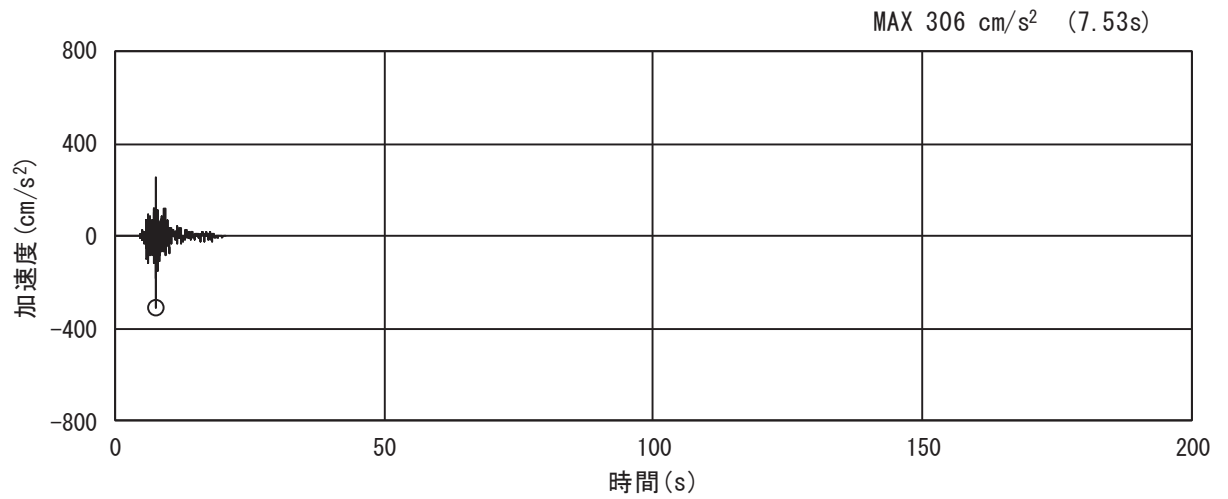


(a) 加速度時刻歴波形

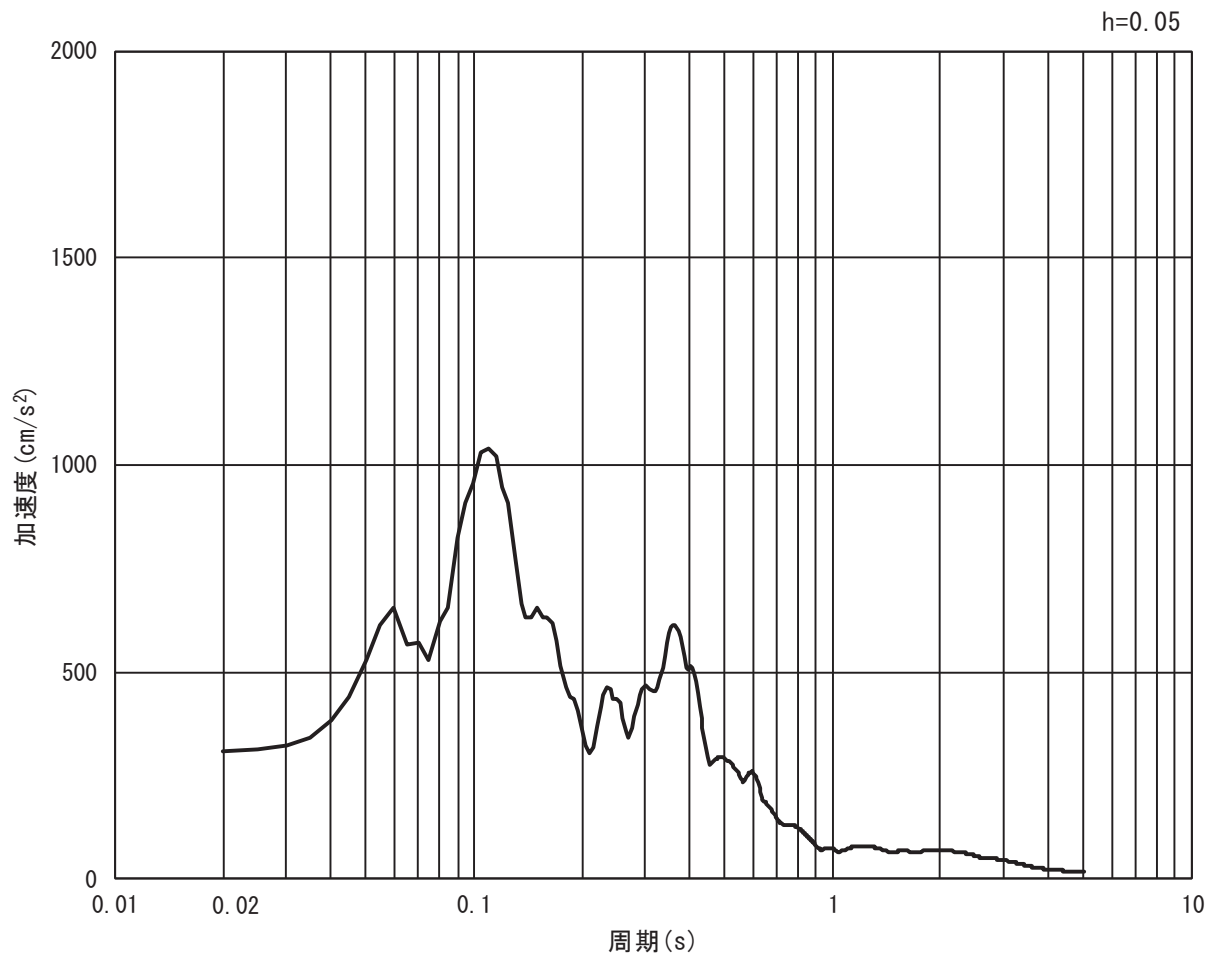


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - N 1)



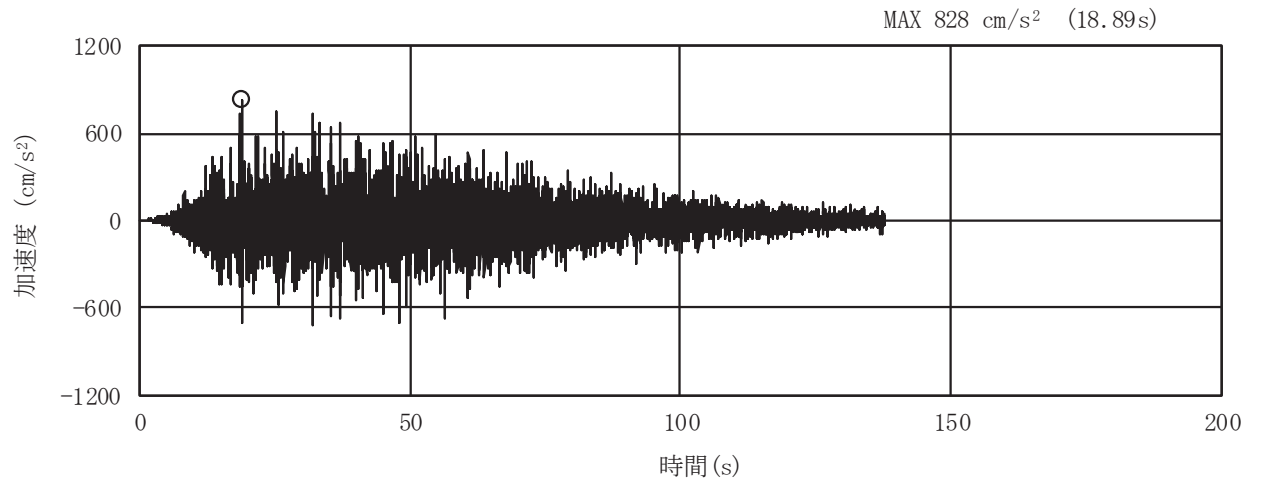
(a) 加速度時刻歴波形



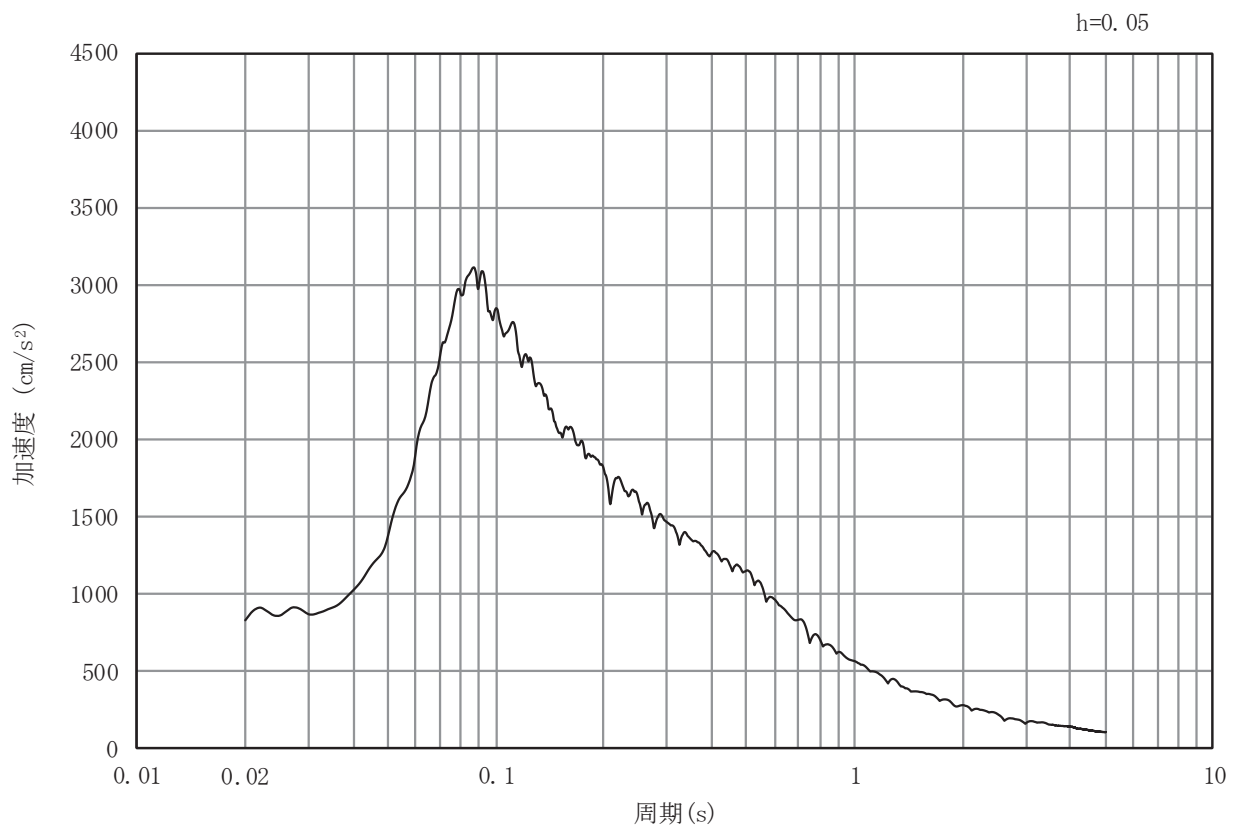
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - N 1)

(3) 断面⑦

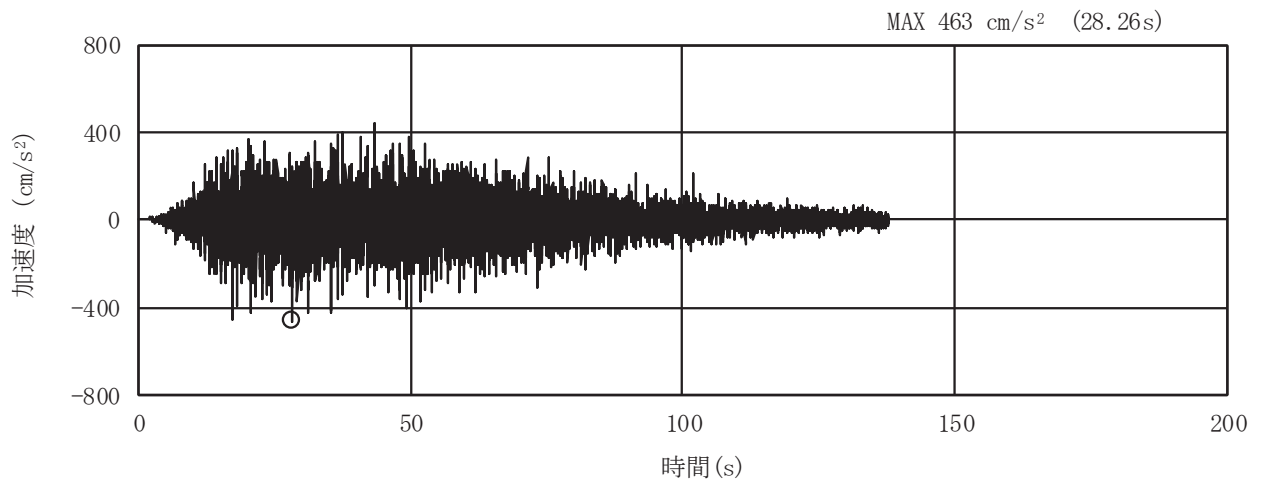


(a) 加速度時刻歴波形

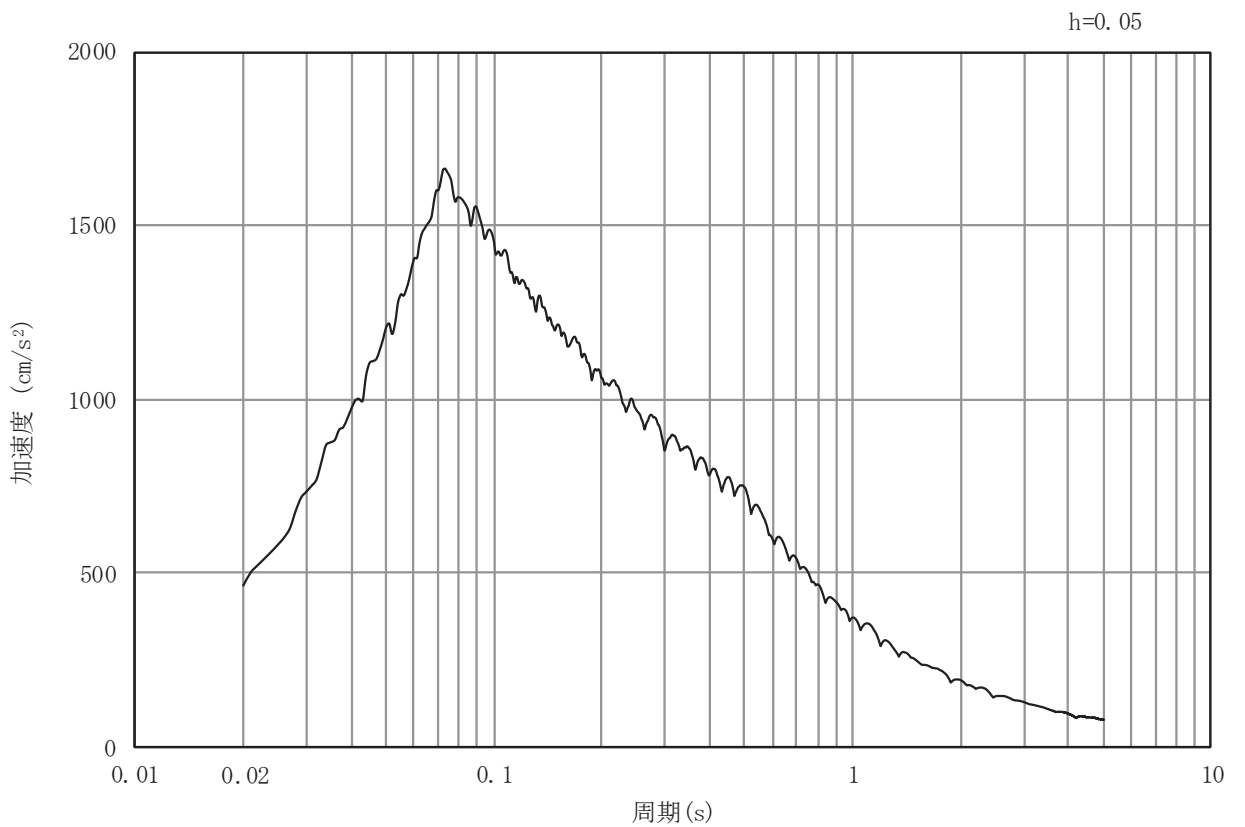


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向：S s - D 1)

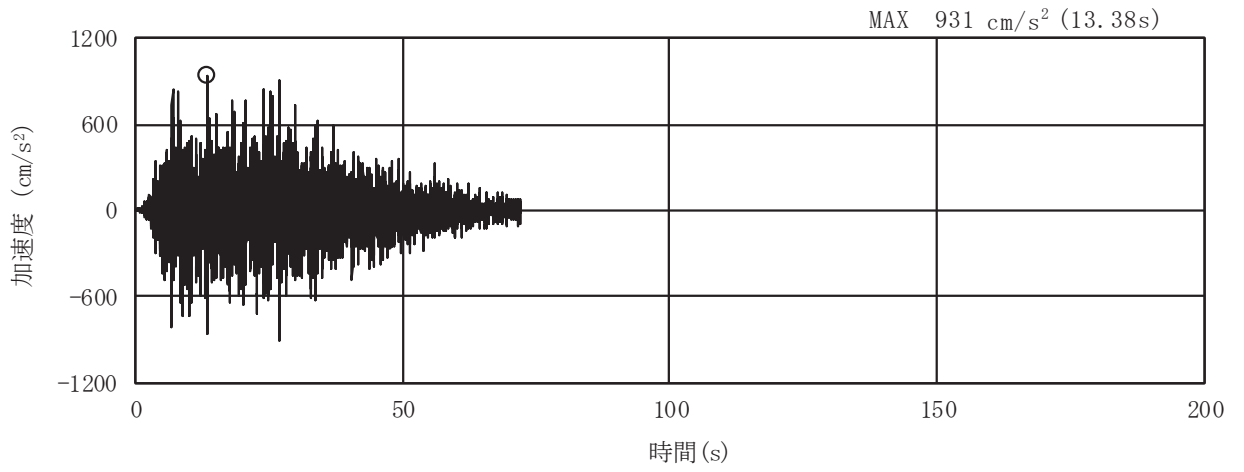


(a) 加速度時刻歴波形

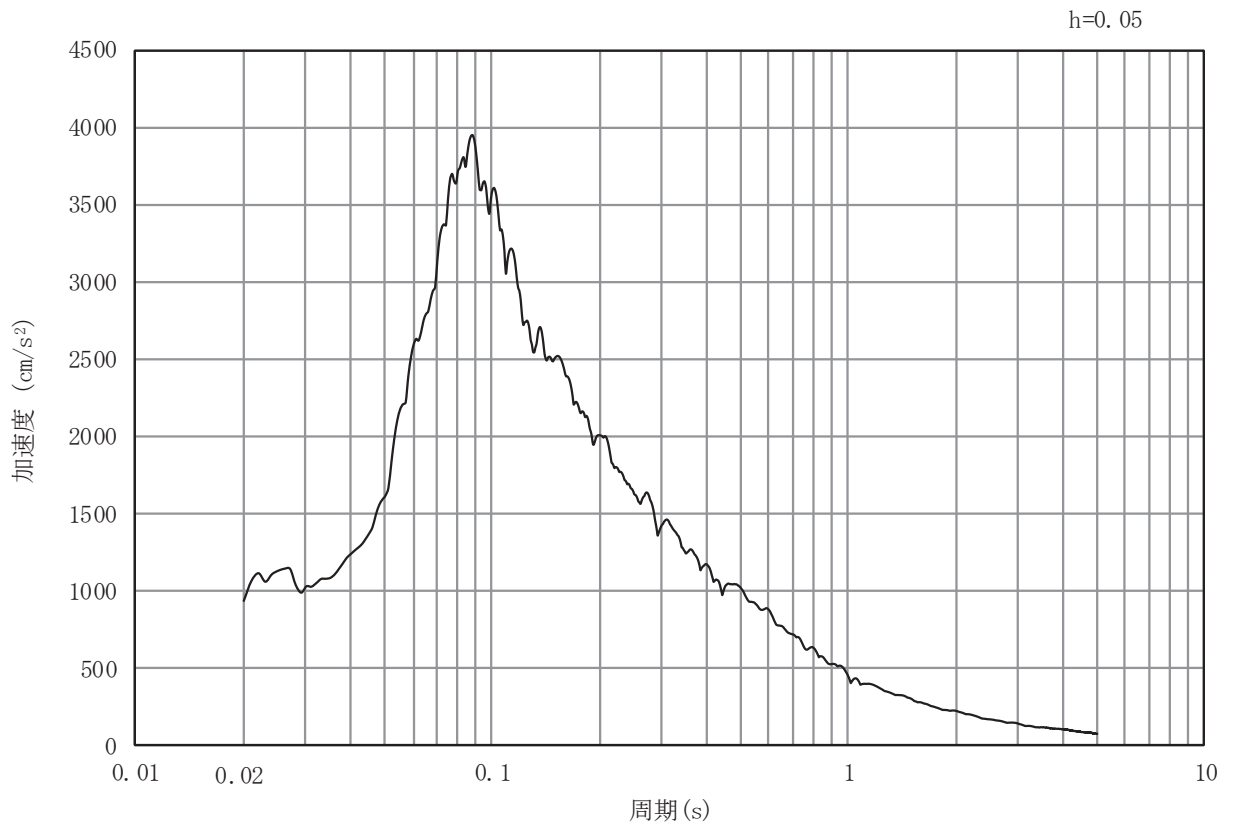


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: S s - D 1)

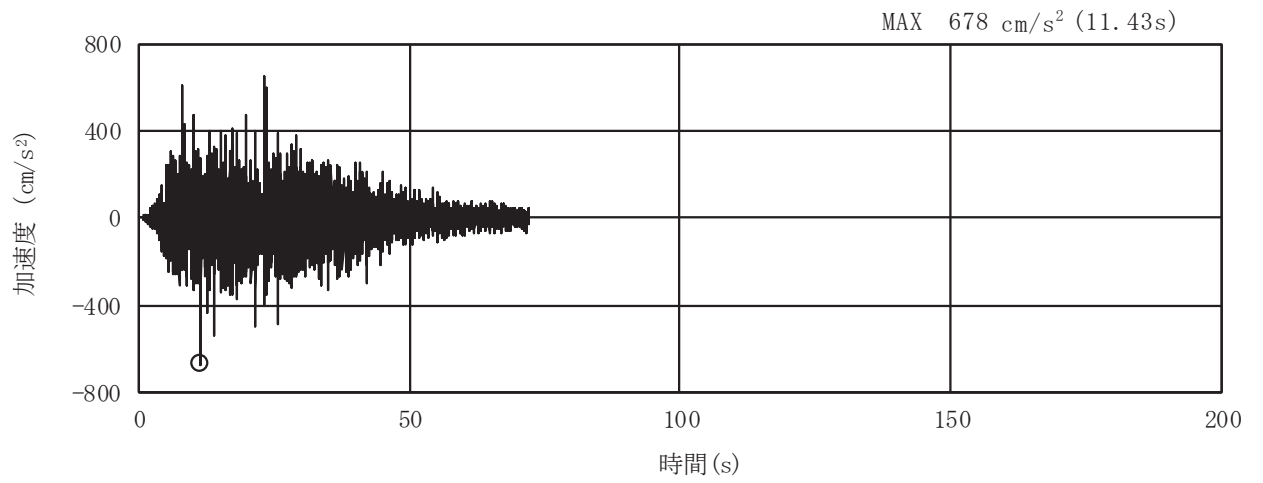


(a) 加速度時刻歴波形

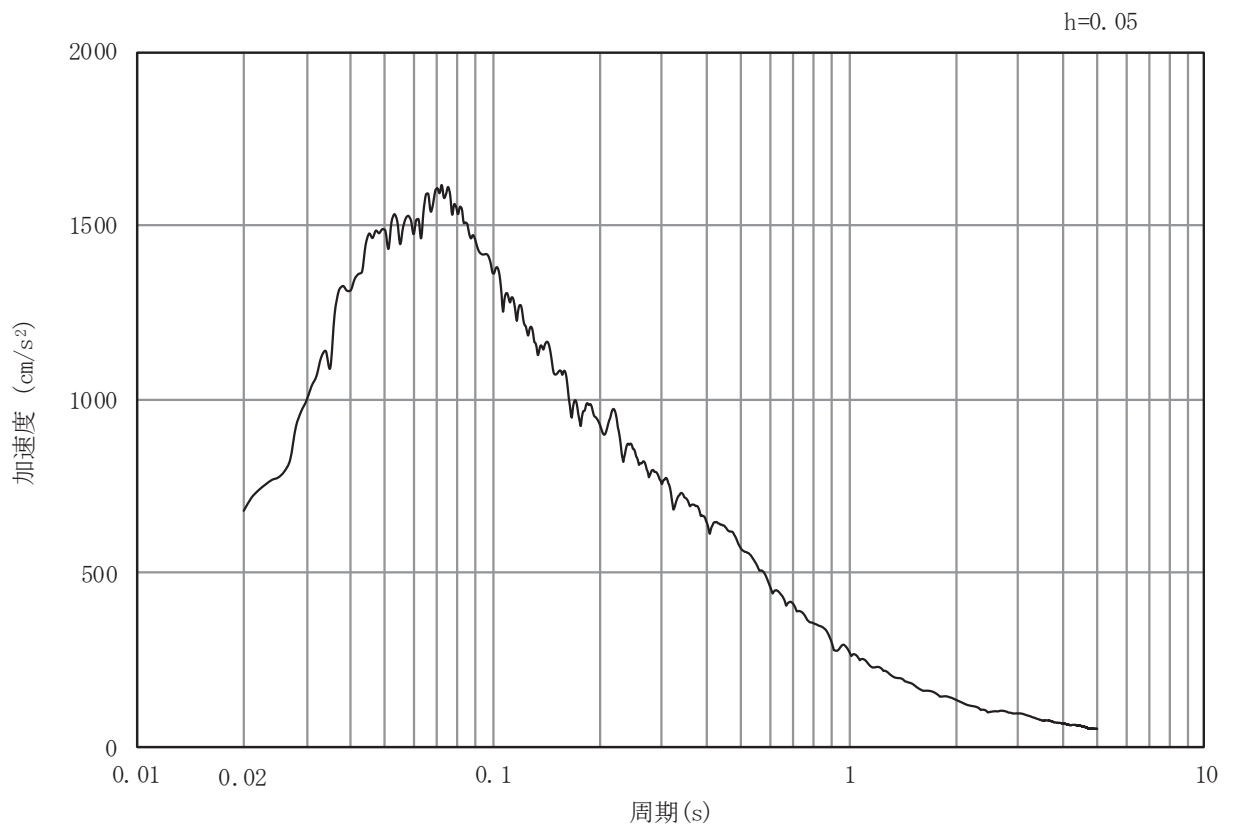


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 2)

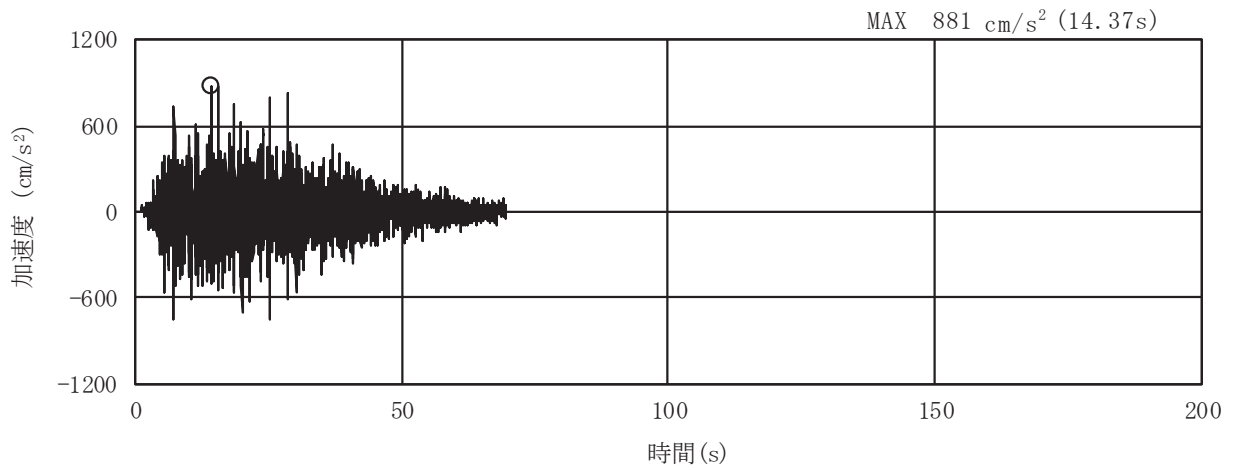


(a) 加速度時刻歴波形

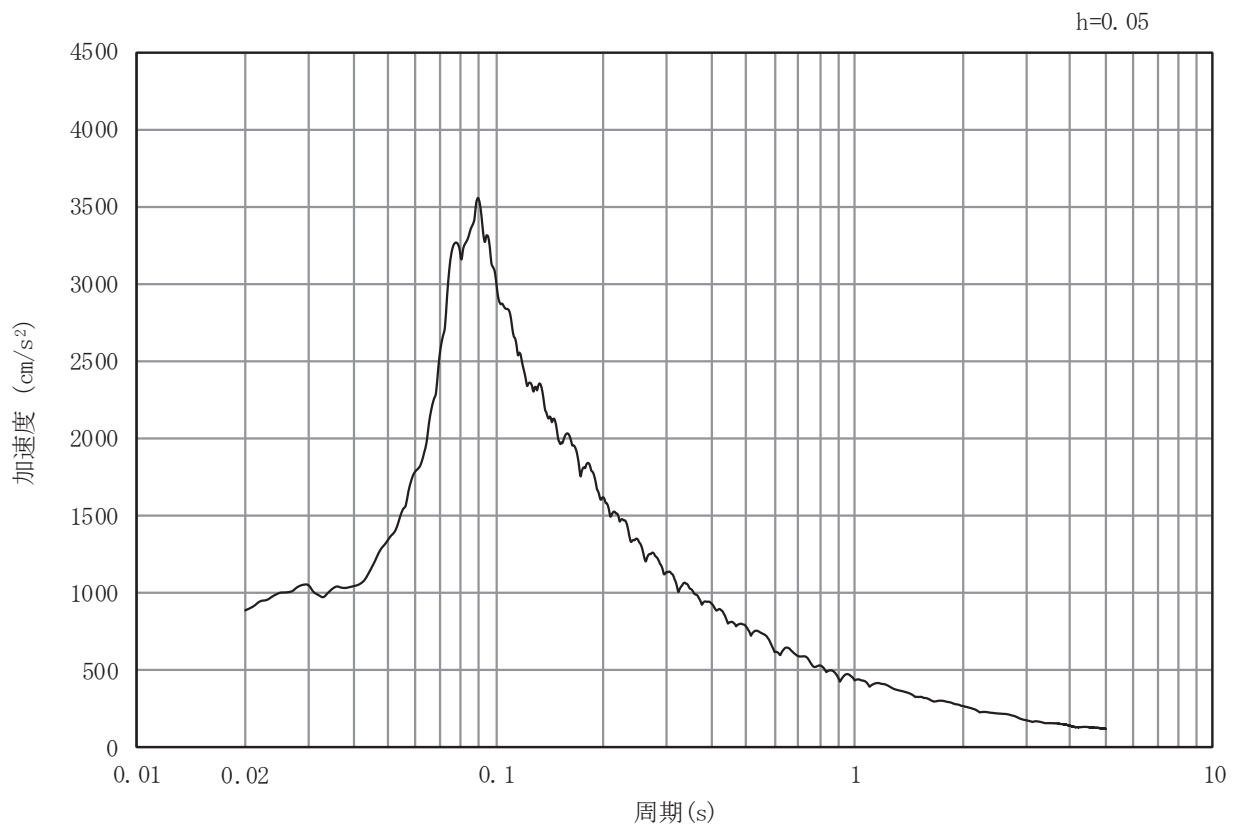


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 2)

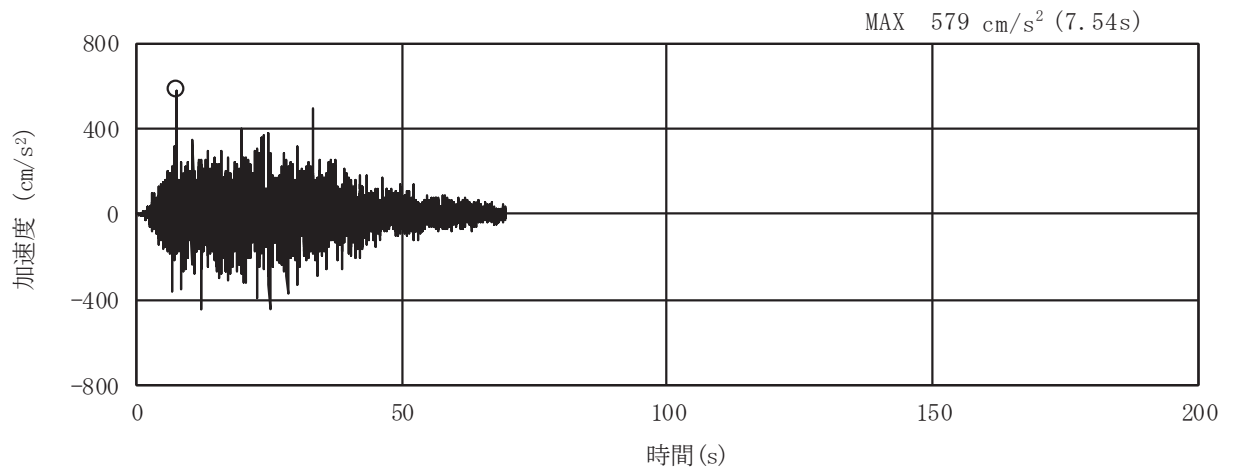


(a) 加速度時刻歴波形

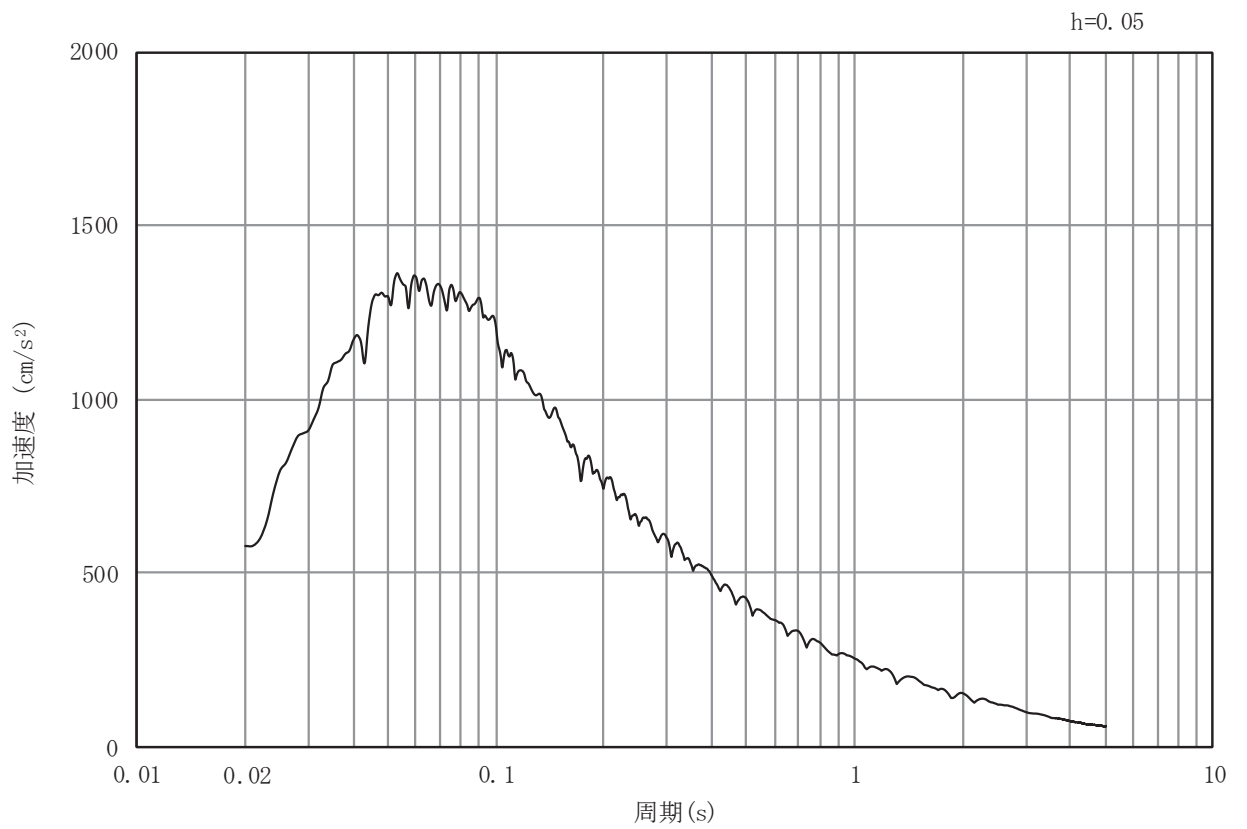


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - D 3)

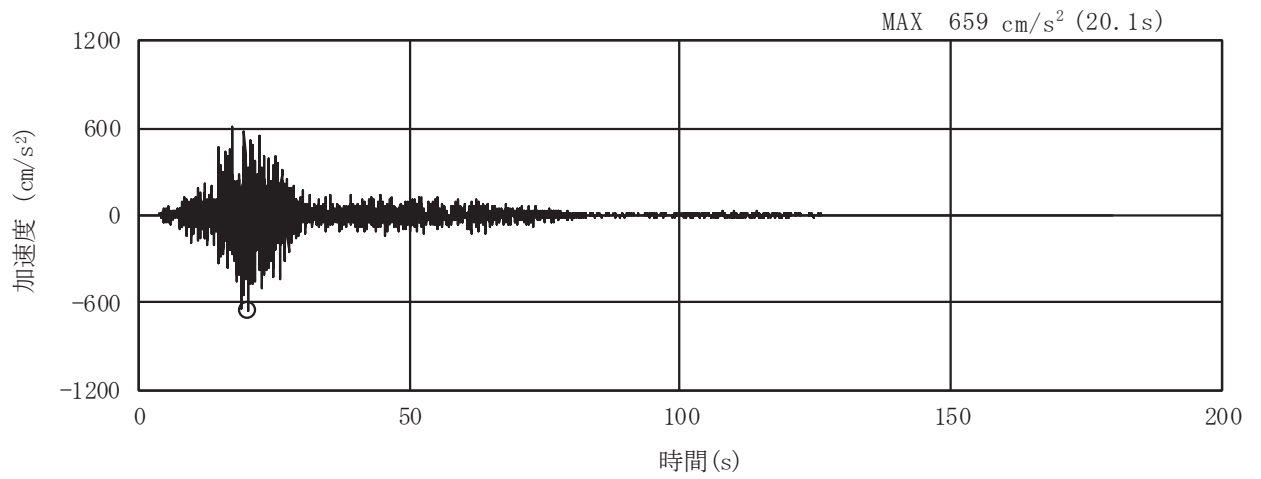


(a) 加速度時刻歴波形

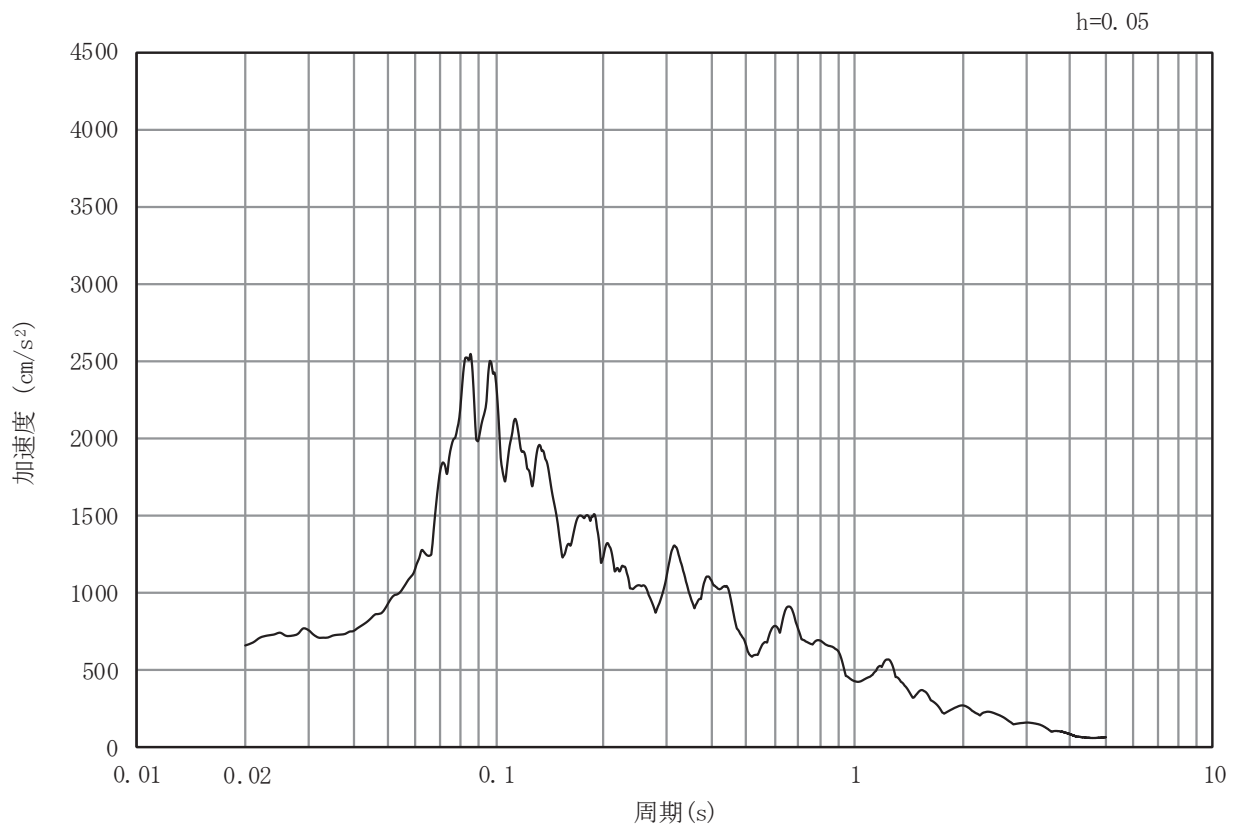


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - D 3)

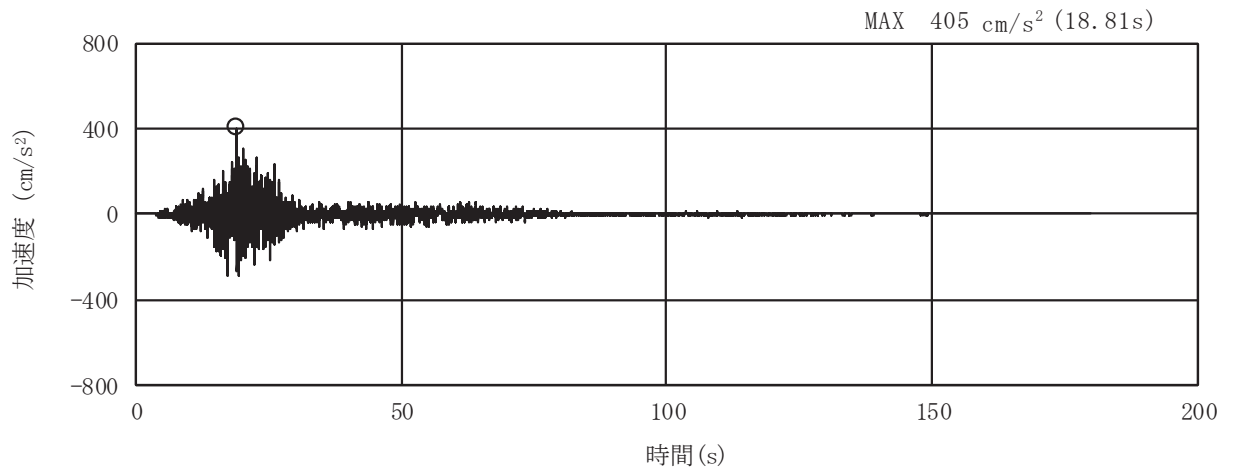


(a) 加速度時刻歴波形

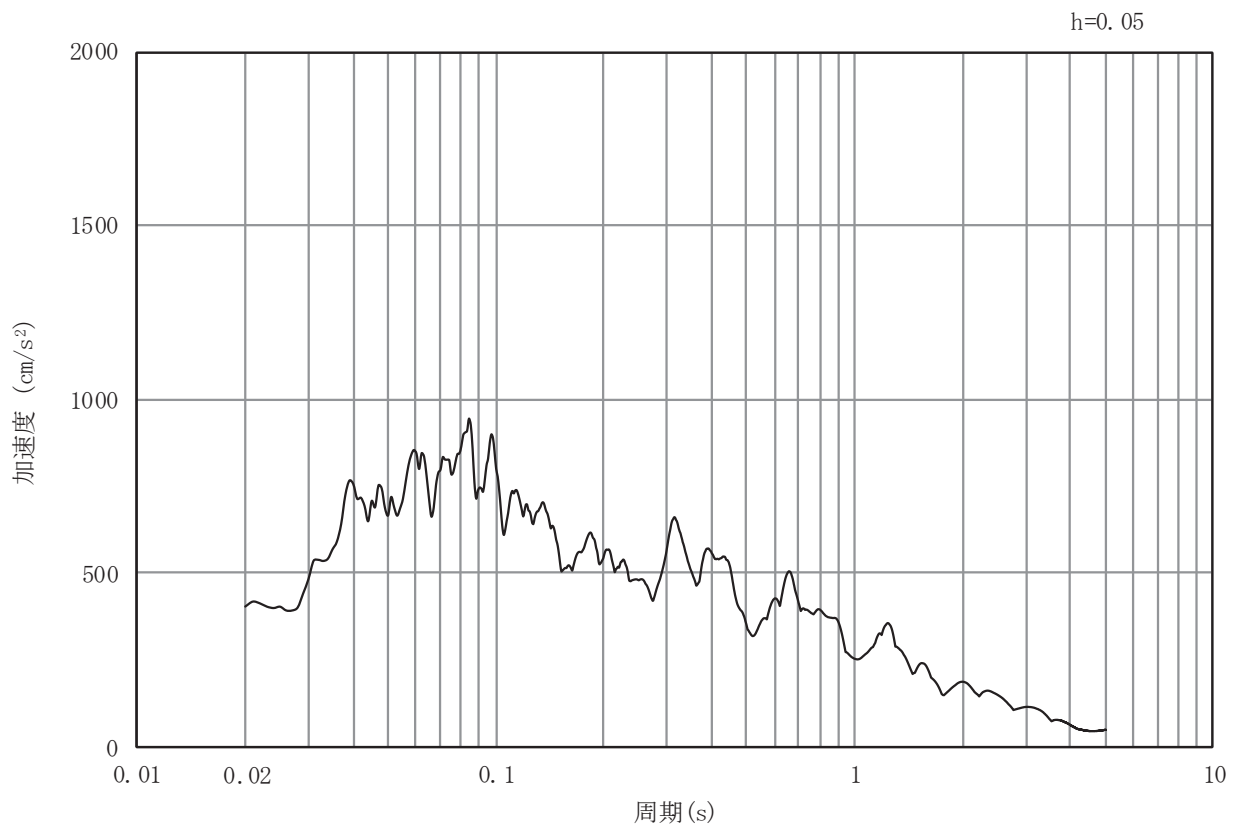


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 1)

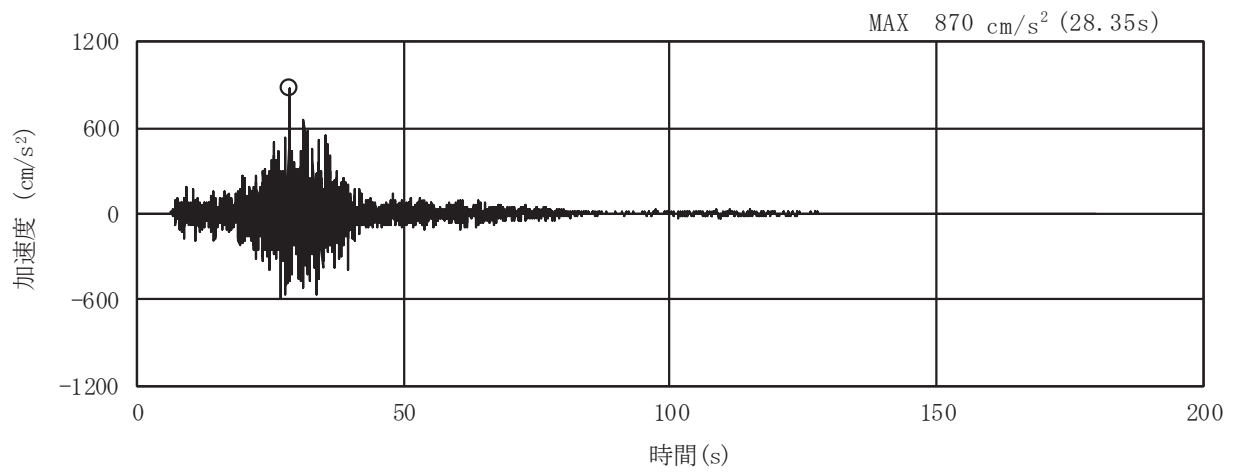


(a) 加速度時刻歴波形

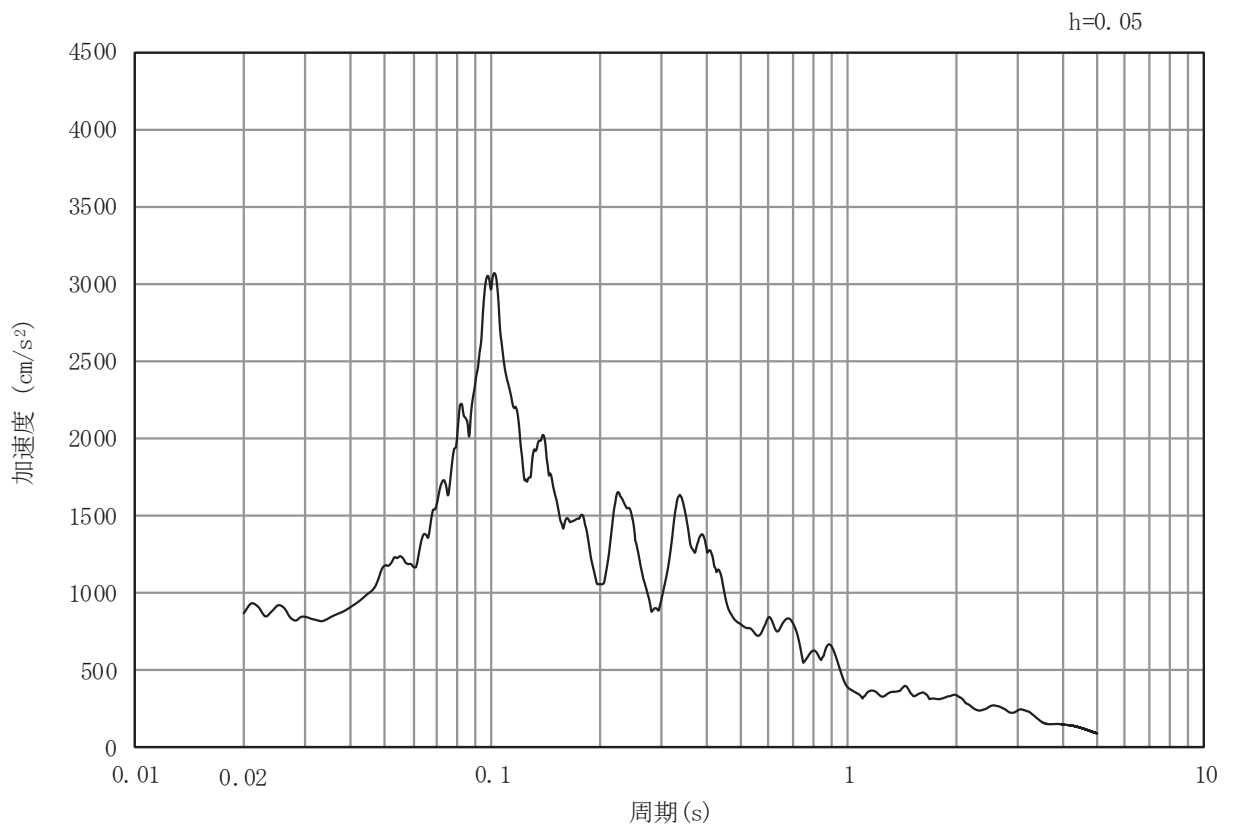


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: S s - F 1)

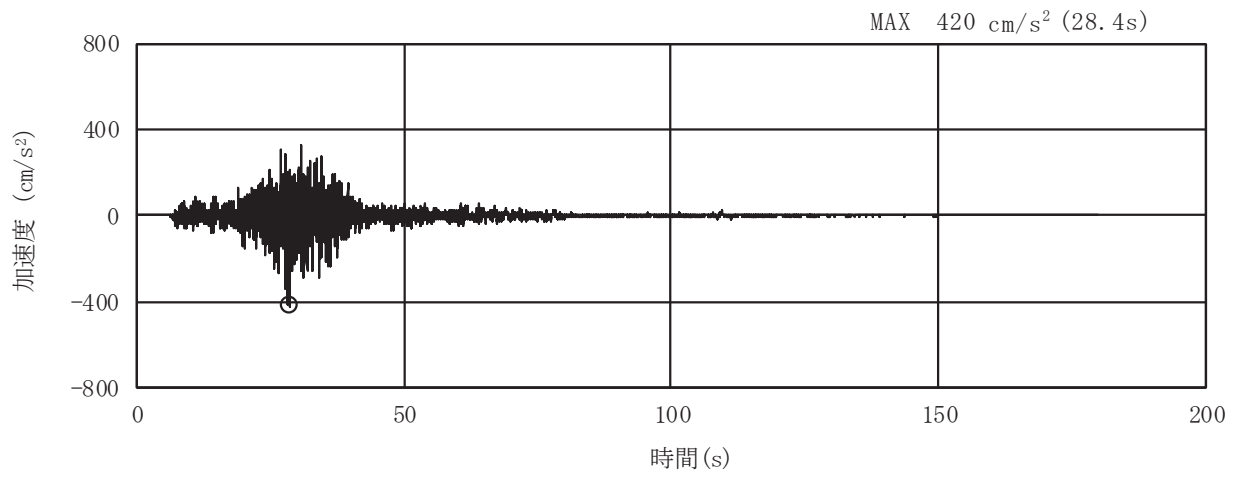


(a) 加速度時刻歴波形

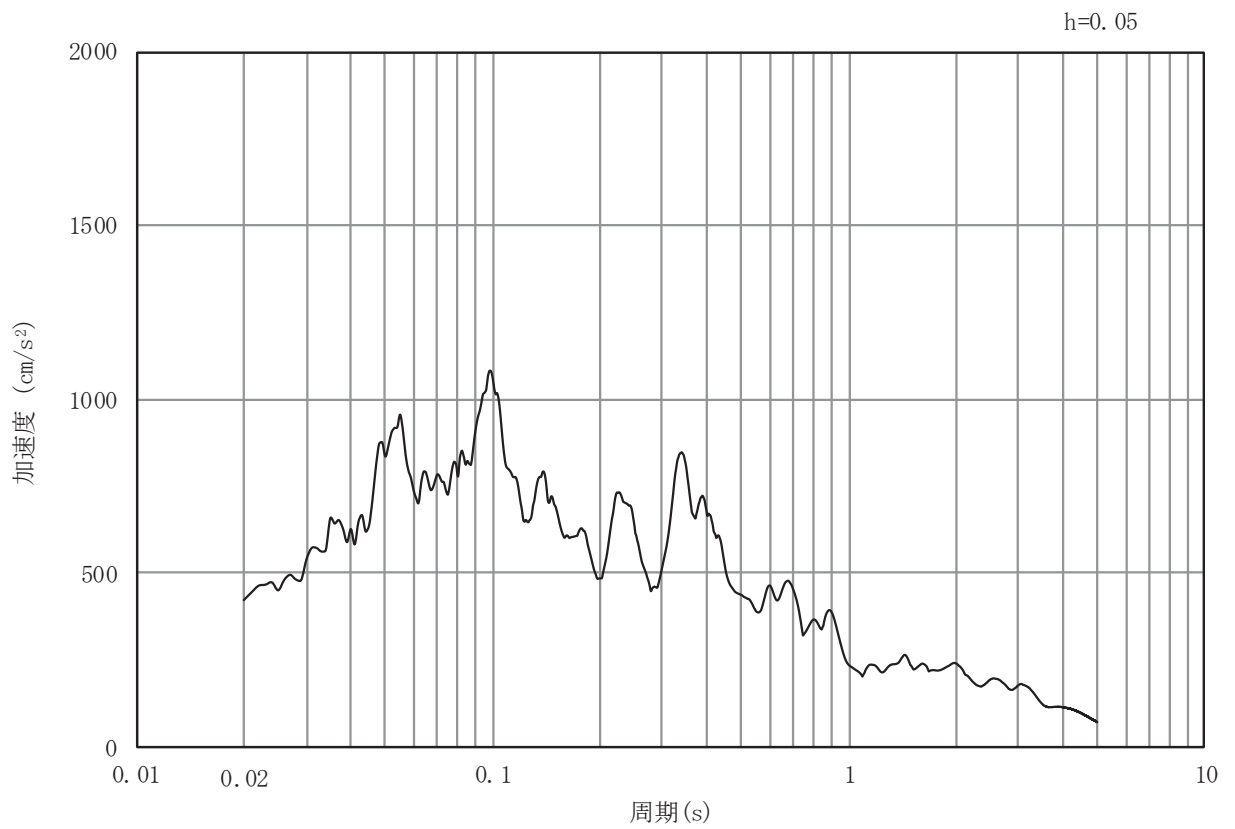


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 2)

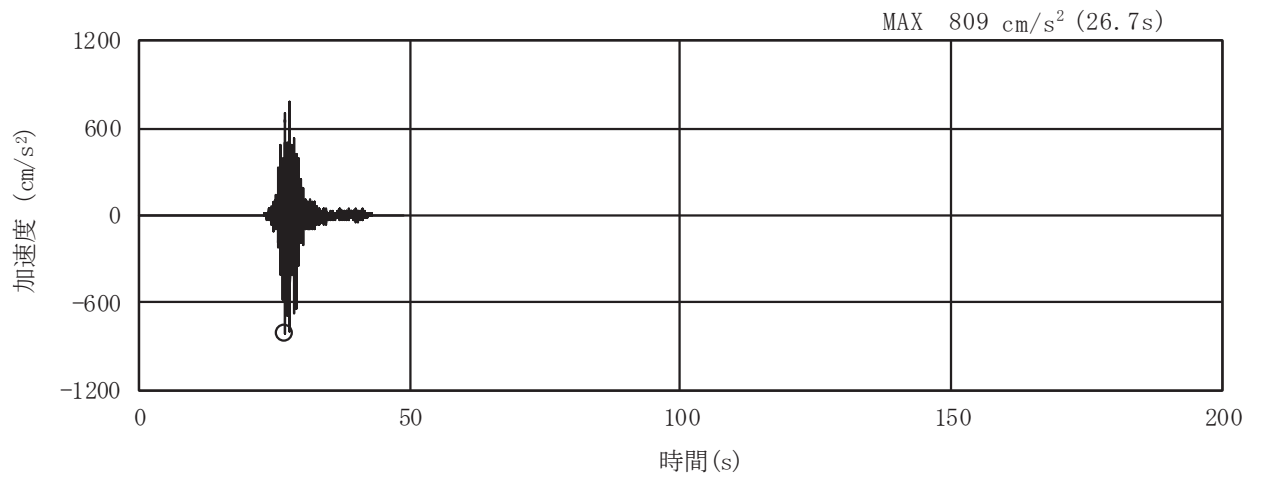


(a) 加速度時刻歴波形

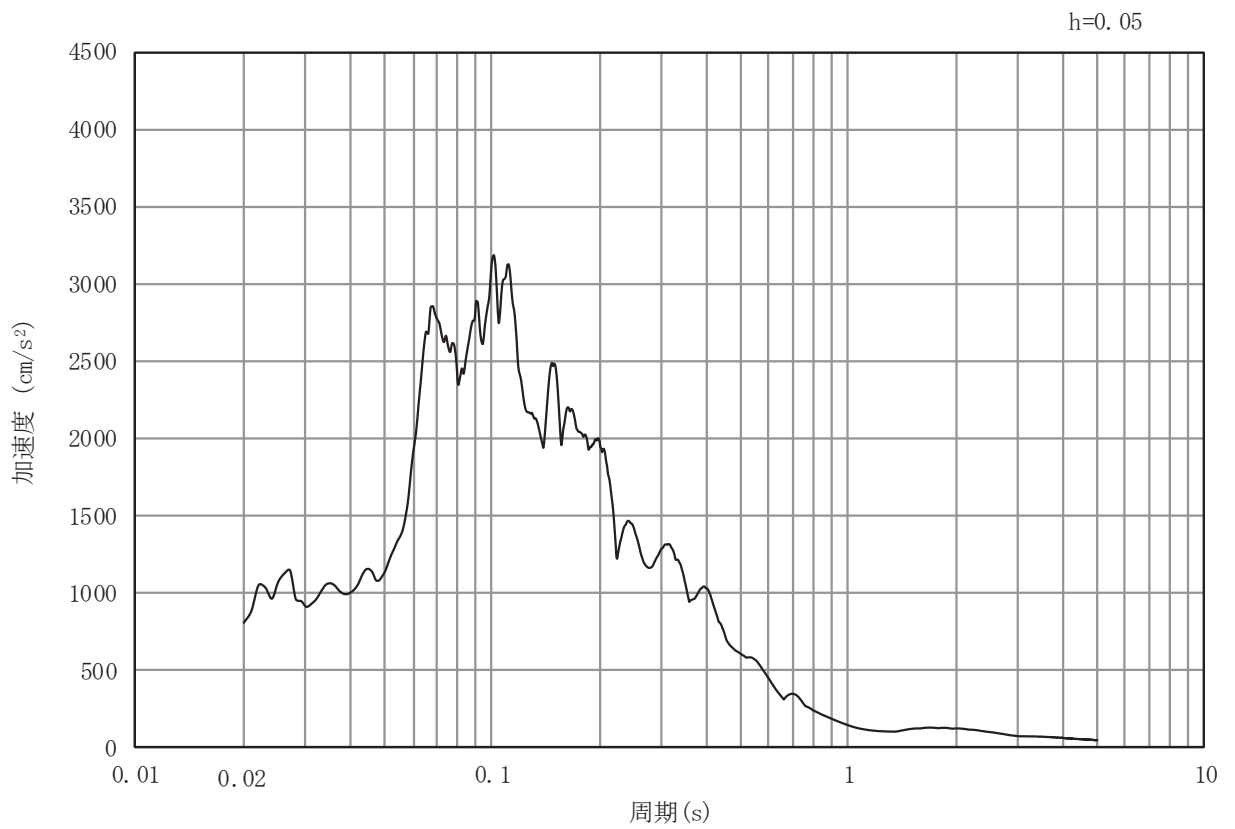


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 2)

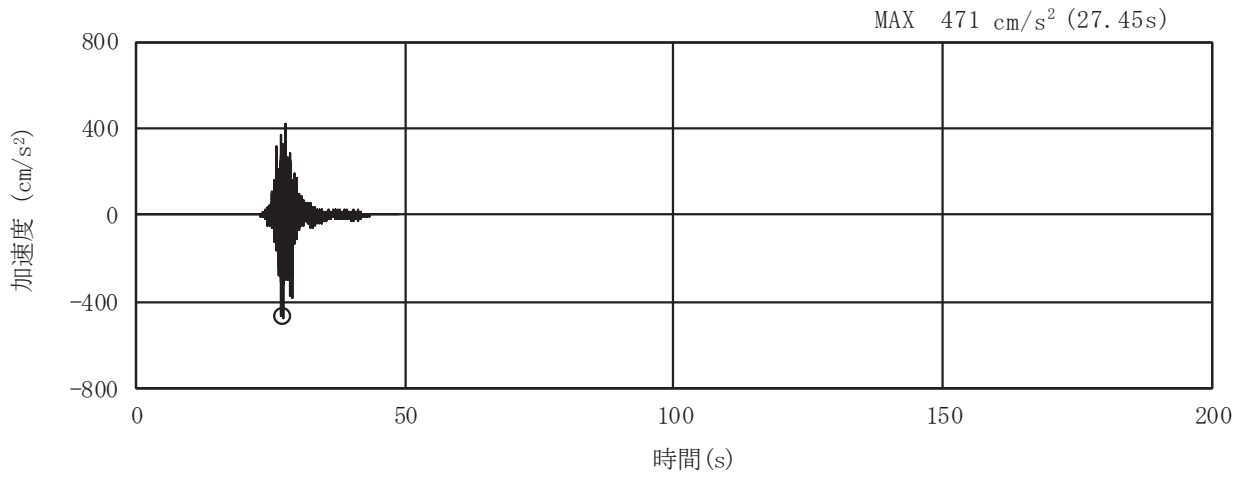


(a) 加速度時刻歴波形

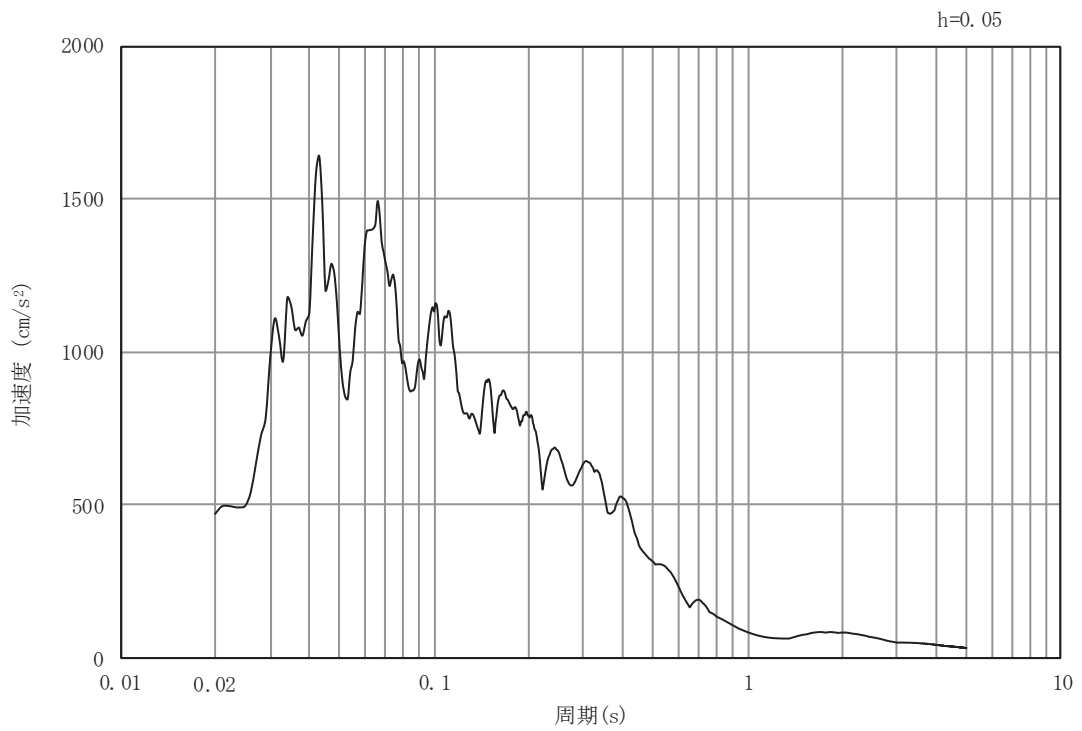


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - F 3)

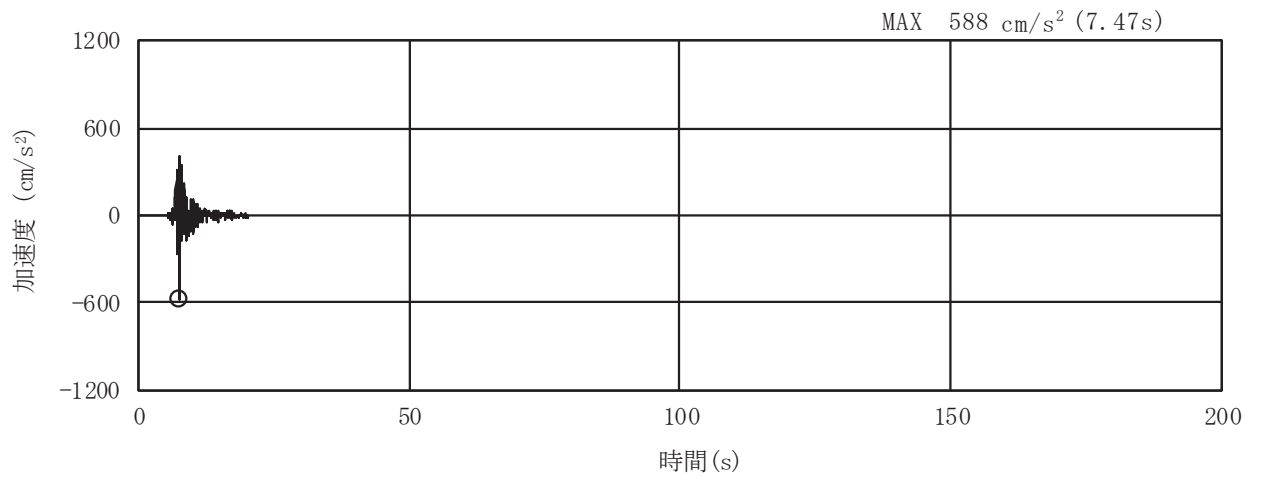


(a) 加速度時刻歴波形

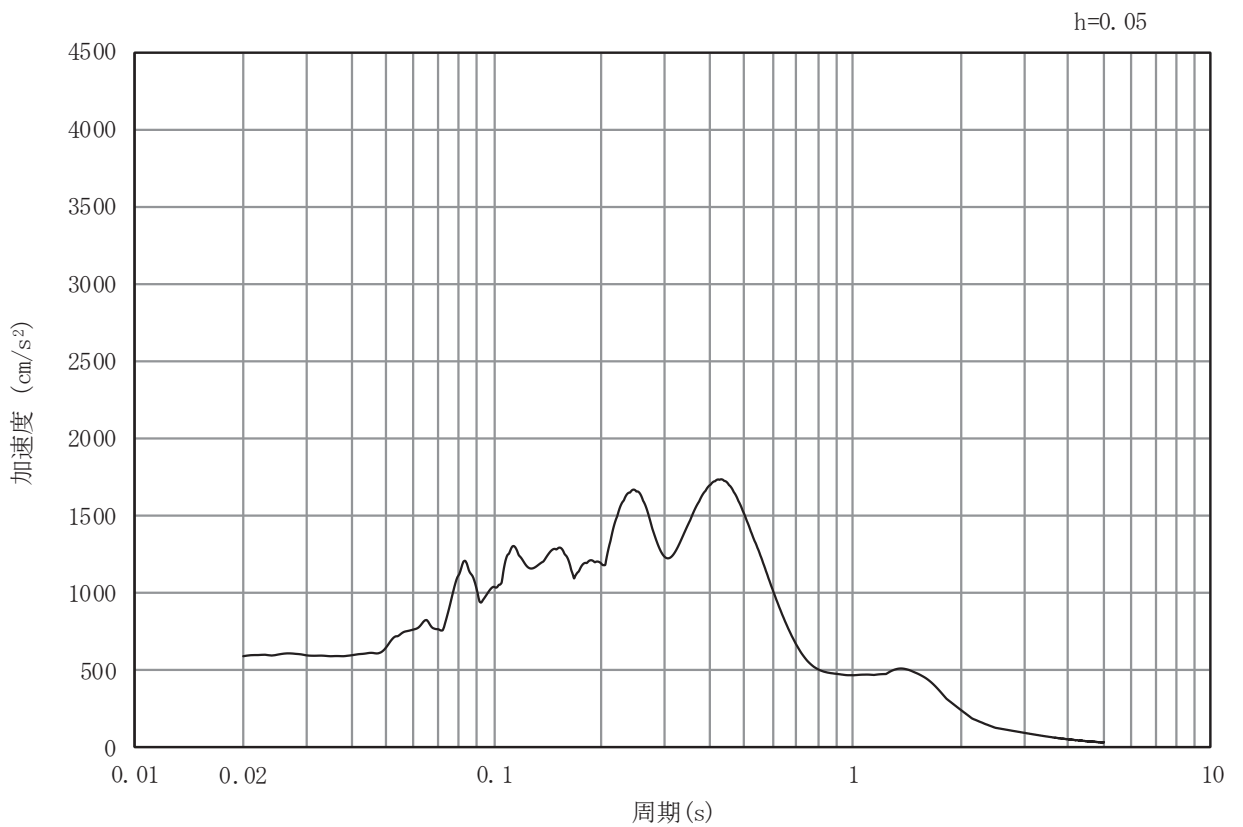


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - F 3)

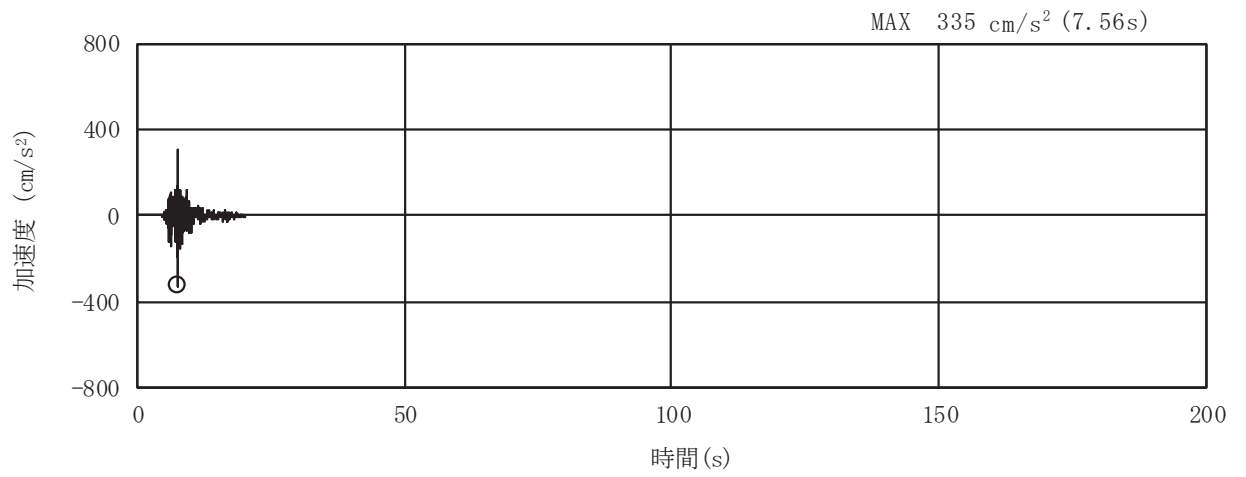


(a) 加速度時刻歴波形

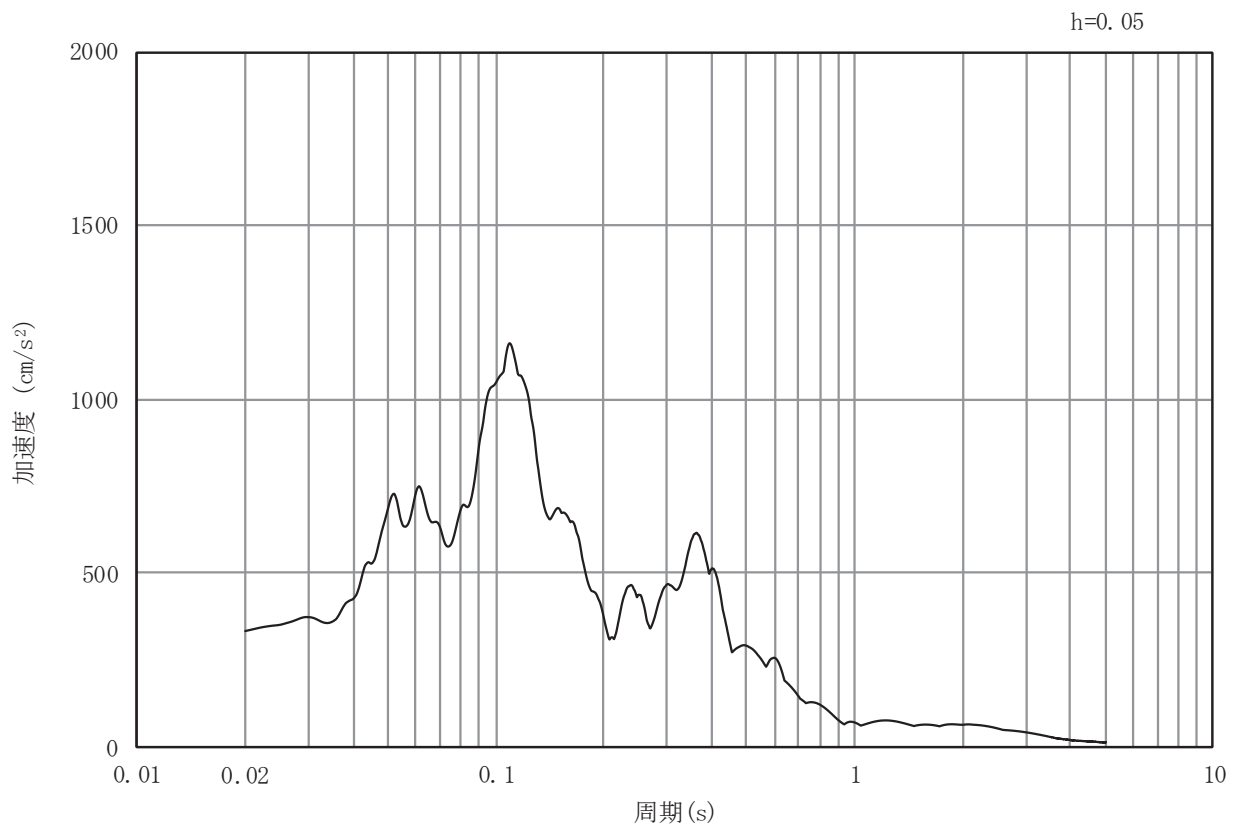


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S s - N 1)



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向：S s - N 1)

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の地震応答解析モデルを図 3.5-1 に示す。

(1) 解析領域（断面①～断面⑥）

地震応答解析モデルは、境界条件の影響が構造物及び地盤の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分に広い領域とする。原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987（社団法人 日本電気協会 電気技術基準調査委員会）を参考に、図 3.5-1 に示すとおりモデル幅を構造物基礎幅の 5 倍以上、構造物下端からモデル下端までの高さを構造物幅の 2 倍以上確保する。なお、対象断面によって、地層形状に合わせてモデル化領域を調整する。

地盤の要素分割については、波動をなめらかに表現するために、対象とする波長の 5 分の 1 程度を考慮し、要素高さを 1m 程度以下まで細分割して設定する。

解析モデルの下端については、O.P. -90.0m までモデル化する。

2次元地震応答解析モデルは、検討対象構造物とその周辺地盤をモデル化した不整形地盤に加え、この不整形地盤の左右に広がる地盤をモデル化した自由地盤で構成される。この自由地盤は、不整形地盤の左右端と同じ地質構成を有する 1次元地盤モデルである。2次元地震応答解析における自由地盤の初期応力解析から不整形地盤の地震応答解析までのフローを図 3.5-2 に示す。

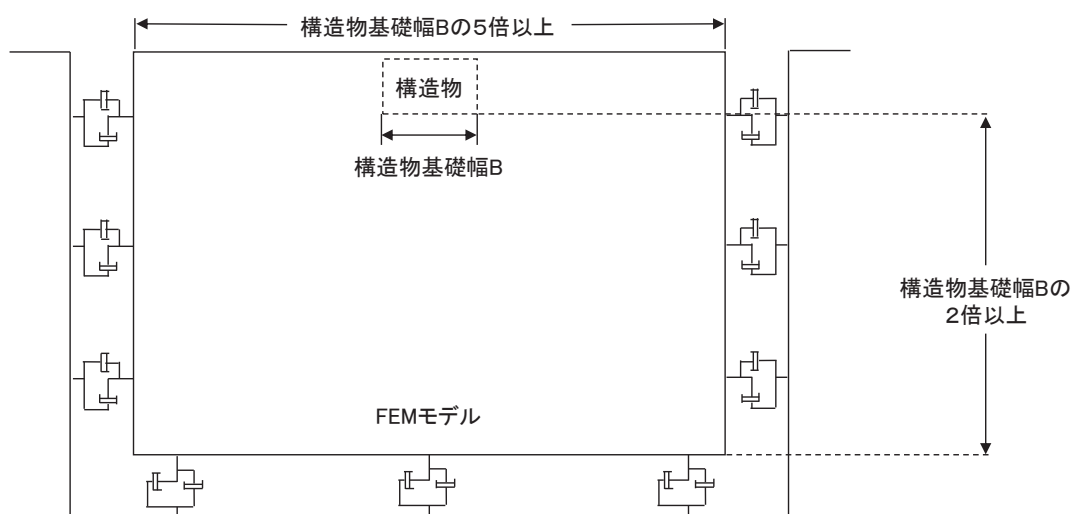


図 3.5-1 モデル化範囲の考え方

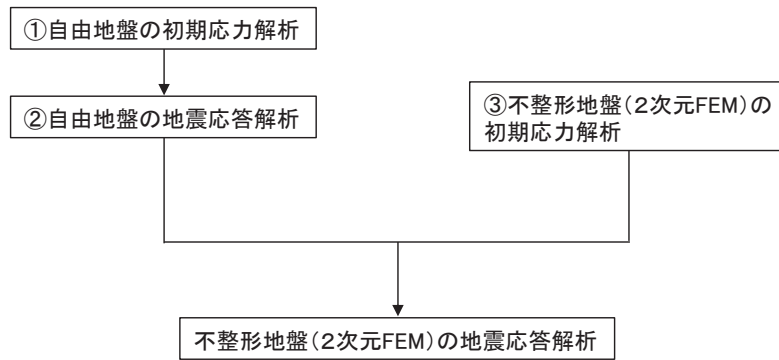


図 3.5-2 自由地盤の初期応力解析から不整形地盤の地震応答解析までのフロー

(2) 境界条件 (断面①～断面⑥)

a. 固有値解析時

固有値解析を実施する際の境界条件は、境界が構造物を含めた周辺地盤の振動特性に影響を与えないよう設定する。ここで、底面境界は地盤のせん断方向の卓越変形モードを把握するために固定とし、側面は実地盤が側方に連続していることを模擬するため水平ローラーとする。境界条件の概念図を図 3.5-3 に示す。

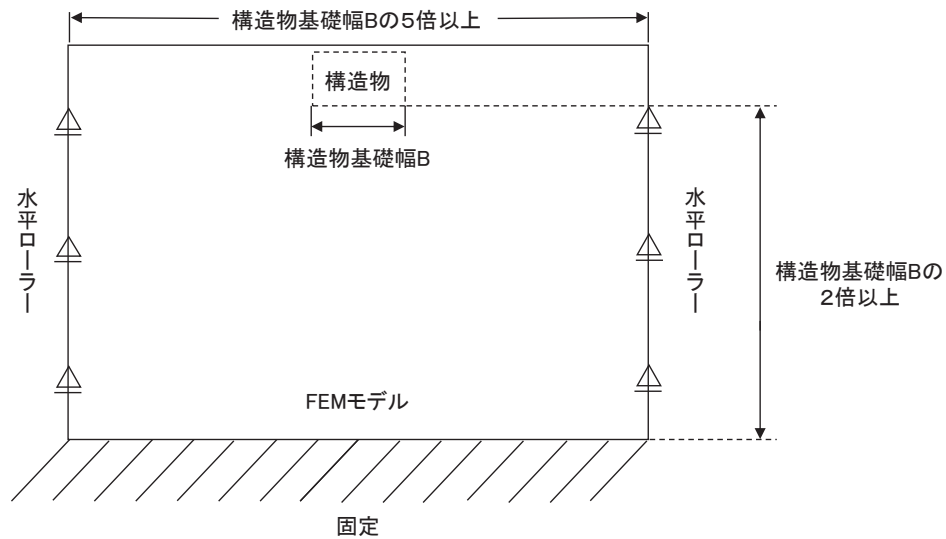


図 3.5-3 固有値解析における境界条件の概念図

b. 初期応力解析時

初期応力解析は、地盤や構造物の自重及び風荷重等の静的な荷重を載荷することによる常時の初期応力を算定するために行う。そこで、初期応力解析時の境界条件は底面固定とし、側方は自重等による地盤の鉛直方向の変形を拘束しないよう鉛直ローラーとする。境界条件の概念図を図 3.5-4 に示す。

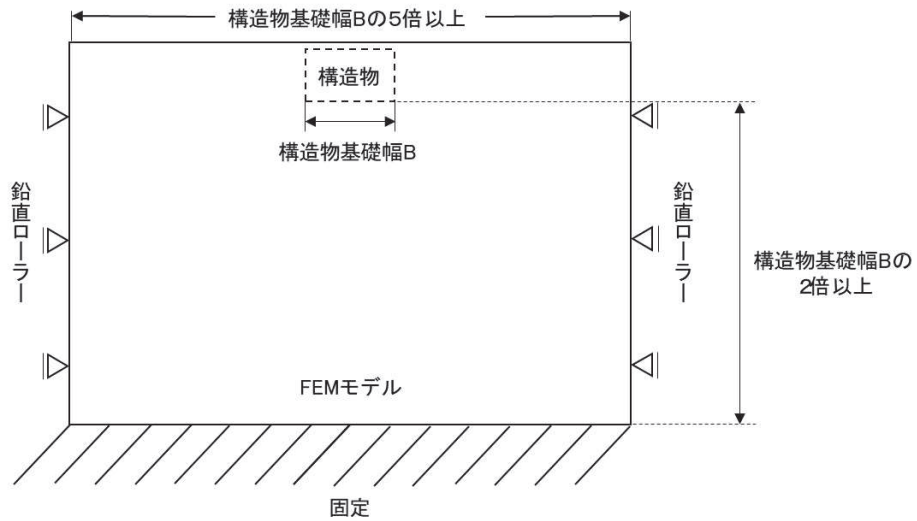


図 3.5-4 初期応力解析における境界条件の概念図

c. 地震応答解析時

地震応答解析時の境界条件については、有限要素解析における半無限地盤を模擬するため、粘性境界を設ける。底面の粘性境界については、地震動の下降波がモデル底面境界から半無限地盤へ通過していく状態を模擬するため、ダッシュポットを設定する。側方の粘性境界については、自由地盤の地盤振動と不成形地盤側方の地盤振動の差分が側方を通過していく状態を模擬するため、自由地盤の側方にダッシュポットを設定する。

(3) 構造物のモデル化

鋼管杭は、線形はり要素（ビーム要素）でモデル化することとし、長杭と短杭で上部工は構造・重量ともに大きな差は無く、短杭位置での応力状態も確認できることから、長杭としてモデル化する。なお、短杭としてモデル化した場合の影響検討を参考資料 1 に示す。

背面補強工及び置換コンクリート（一般部のみ）は線形の平面ひずみ要素（ソリッド要素）でモデル化する。

また、岩盤部のうち RC 壁部は、鋼管杭及び RC 遮水壁を線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。

(4) 地盤のモデル化

2次元有限要素法解析においてはD級を除く岩盤は線形の平面ひずみ要素（ソリッド要素）でモデル化する。

一般部に分布するD級岩盤、改良地盤、セメント改良土及び盛土・旧表土は、地盤の非線形性を考慮するためマルチスプリング要素でモデル化することとし、ばね特性は双曲線モデル（H-Dモデル）を用いる。そのうち、盛土・旧表土は、液状化パラメータを設定することで、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。なお、岩盤は砂岩でモデル化する。

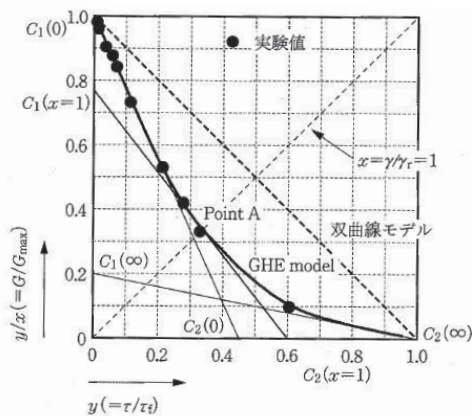
また、岩盤部に分布するD級岩盤は、地盤の非線形性を考慮するためマルチスプリング

グ要素でモデル化することとし、ばね特性は双曲線モデル（修正 GHE モデル）を用いる。修正 GHE モデルは、骨格曲線は GHE モデルを適用し、履歴曲線は Masing 則を改良することにより、任意の $G/G_{max} \sim \gamma$ 関係、 $h \sim \gamma$ 関係及び強度特性（せん断応力の上限值）を満足できるモデルである。モデルの概要を図 3.5-5 に示す。

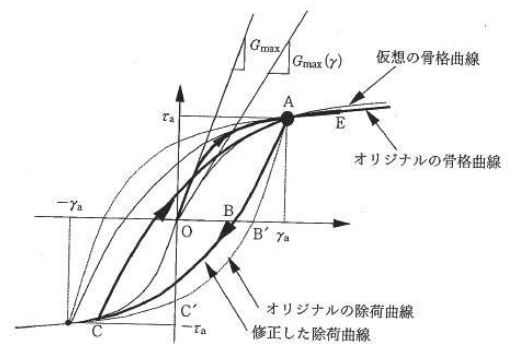
岩盤部のうち RC 壁部における質点系モデルによる時刻歴応答解析では、周辺地盤を地盤ばねとダッシュポットでモデル化する。地盤ばねは「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規定（JEAC4616-2009）」に基づき、Francis・Randolf のばねを用いて水平・鉛直地盤ばねを評価する。地盤ばねの設定方法を図 3.5-6 及び図 3.5-7 に示す。なお、鋼管杭の周面摩擦力に係る鉛直地盤ばねについては、 C_L 級岩盤に設置されることを踏まえ、線形でモデル化する。

また、杭の周辺地盤と自由地盤における地盤剛性の違いによる変位差を考慮する為にせん断ばねを使用するものであるため、杭（杭節点）と地盤（地盤ばね節点）の間に相対変位分変位するような仮想節点を設け、上下の仮想節点の変位差を考慮するために、仮想節点同士を結ぶようにせん断ばねを設置する。せん断地盤ばねは、解析用物性値に基づき適切に設定する。

設定した地盤ばね及びダッシュポットに変位及び速度を入力する。地盤ばねのモデル化イメージ及び地震応答作成モデルを図 3.5-8～図 3.5-10 に示す。



(a) GHEモデルによる実験データのフィッティング方法



(b) Masing則の修正方法の概念図

$$\frac{G}{G_{max}} = \frac{1}{(1/C_1) + (x/C_2)}$$

$$C_1 = \frac{C_1(0) + C_1(\infty)}{2} + \frac{C_1(0) - C_1(\infty)}{2} \cdot \cos\left\{\frac{\pi}{\alpha/x + 1}\right\}$$

$$C_2 = \frac{C_2(0) + C_2(\infty)}{2} + \frac{C_2(0) - C_2(\infty)}{2} \cdot \cos\left\{\frac{\pi}{\beta/x + 1}\right\}$$

ここに、

x : 正規化ひずみ ($= \gamma / \gamma_r$)

γ_r : 基準ひずみ ($= \tau_f / G_{max}$)

$C_1(0), C_1(\infty), C_2(0), C_2(\infty), \alpha, \beta$: GHE モデルのパラメータ

図 3.5-5 修正 GHE モデルの概要

水平地盤ばね

$$\text{剛性: } K_x = (k_h \cdot D \cdot \ell') \cdot N_p \cdot \alpha_{HH}^4 \dots\dots\dots \text{(附2.7-1)}$$

$$k_h \cdot D = \frac{1.3E_s}{1-\nu^2} \cdot \left(\frac{E_s \cdot D^4}{E_p \cdot I_p} \right)^{\frac{1}{2}} \text{ (Francisのばね)} \dots\dots\dots \text{(附2.7-2)}$$

$$E_s = 2G \cdot (1+\nu)$$

$$\text{減衰係数: } C_x = (c_h \cdot D \cdot \ell') \cdot N_p \dots\dots\dots \text{(附2.7-3)}$$

$$c_h \cdot D = 1.57\rho \cdot (V_s + V_{La}) \cdot D \text{ (Gazetas and Dobryによる (附2.7-7))} \dots\dots\dots \text{(附2.7-4)}$$

$$V_{La} = \frac{3.4 V_s}{\pi \cdot (1-\nu)}$$

せん断地盤ばね

$$\text{剛性: } K_{b(G)} = N_p \cdot K_{b(S)} \dots\dots\dots \text{(附2.7-5)}$$

$$K_{b(S)} = \frac{G \cdot A_{S(S)}}{\ell} \dots\dots\dots \text{(附2.7-6)}$$

$$\frac{A_{S(S)}}{A_{S0(S)}} = \frac{\ell}{1.25D} \quad \left(\frac{\ell}{D} > 1.25 \text{のとき} \right) \dots\dots\dots \text{(附2.7-7)}$$

$$\frac{A_{S(S)}}{A_{S0(S)}} = 1.0 \quad \left(\frac{\ell}{D} \leq 1.25 \text{のとき} \right) \dots\dots\dots \text{(附2.7-8)}$$

$$\frac{A_{S0(S)}}{D^2} = 2.15 \left(\frac{V_s}{V_p} \right)^{-6.35} \dots\dots\dots \text{(附2.7-9)}$$

$$\frac{V_s}{V_p} = \sqrt{\frac{1-2\nu}{2(1-\nu)}} \dots\dots\dots \text{(附2.7-10)}$$

$$\text{減衰係数: } C_b = 0 \dots\dots\dots \text{(附2.7-11)}$$

ここで、 G : 地盤のせん断弾性係数 (kN/m²)

N_p : 杭本数

V_s : 地盤のS波速度 (m/s)

ℓ' : 杭の質点の支配長さ (m)

V_{La} : Lysmerの波動速度 (m/s)

ℓ : 杭の質点間距離 (杭要素の長さ) (m)

ν : 地盤のポアソン比

α_{HH} : 杭頭における水平ばねの群杭係数

ρ : 地盤の密度 (t/m³)

$\alpha_{HH}^{\frac{4}{3}*}$: Francisのばねに考慮する群杭効果

$E_p \cdot I_p$: 杭体の曲げ剛性 (kN・m²)

$K_{b(G)}$: 群杭のせん断地盤ばね剛性 (kN/m)

$K_{b(S)}$: 単杭のせん断地盤ばね剛性 (kN/m)

$A_{S(S)}$: 単杭の等価土柱面積 (m²)

$A_{S0(S)}$: 単杭の等価土柱面積の下限値 (m²)

D : 杭径 (m)

V_p : 地盤のP波速度 (m/s)

「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規定 (JEAC4616-2009)」より抜粋

注記 * : 群杭効果は見込まず、 $\alpha_{HH}=1$ とする

図 3.5-6(1) 水平地盤ばね及びせん断地盤ばね算定式

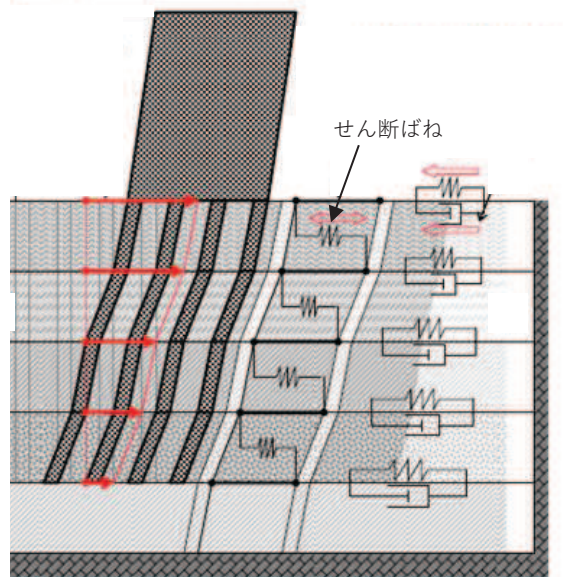


図 3.5-6(2) せん断ばねイメージ図

剛性（杭周部分）：

$$K_V = S_V \cdot \ell \cdot e_V \cdot N_p \dots\dots\dots (附 2.7-12)$$

$$S_V = \frac{2\pi \cdot G}{\log_e \left(\frac{2r_m}{D} \right)} \dots\dots\dots (附 2.7-13)$$

$$r_m = 2.5L \cdot (1 - \nu)$$

剛性（杭底面部分）：

$$K_V' = \frac{\pi \cdot \rho \cdot D \cdot V_S^2}{2(1 - \nu)} \cdot e_V \cdot N_p \dots\dots\dots (附 2.7-14)$$

減衰係数（杭周部分）：

$$C_{V(G)} = C_{V(S)} \cdot \ell' \cdot N_p \dots\dots\dots (附 2.7-15)$$

$$C_{V(S)} = \pi \cdot \rho \cdot D \cdot V_S \dots\dots\dots (附 2.7-16)$$

減衰係数（杭底面部分）：

$$C_V' = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot \rho \cdot V_p \cdot N_p \dots\dots\dots (附 2.7-17)$$

ここで、 e_V ：「d. 群杭効果 e_V の評価方法」による鉛直分布ばねの群杭効果

N_p ：杭本数

ℓ' ：杭の質点の支配長さ (m)

G ：地盤のせん断弾性係数 (kN/m²)

L ：杭長 (m)

ν ：地盤のポアソン比

D ：杭径 (m)

ρ ：地盤の密度 (t/m³)

V_S ：地盤のS波速度 (m/s)

$C_{V(G)}$ ：群杭の杭周部分の減衰係数 (kN・s/m)

$C_{V(S)}$ ：単杭の杭周部分の単位長さあたりの減衰係数 (kN・s/m)

V_p ：地盤のP波速度 (m/s)

「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規定 (JEAC4616-2009)」より抜粋

注記 *：群杭効果は見込まず、 $e_V = 1$ とする

図 3.5-7 鉛直地盤ばね算定式

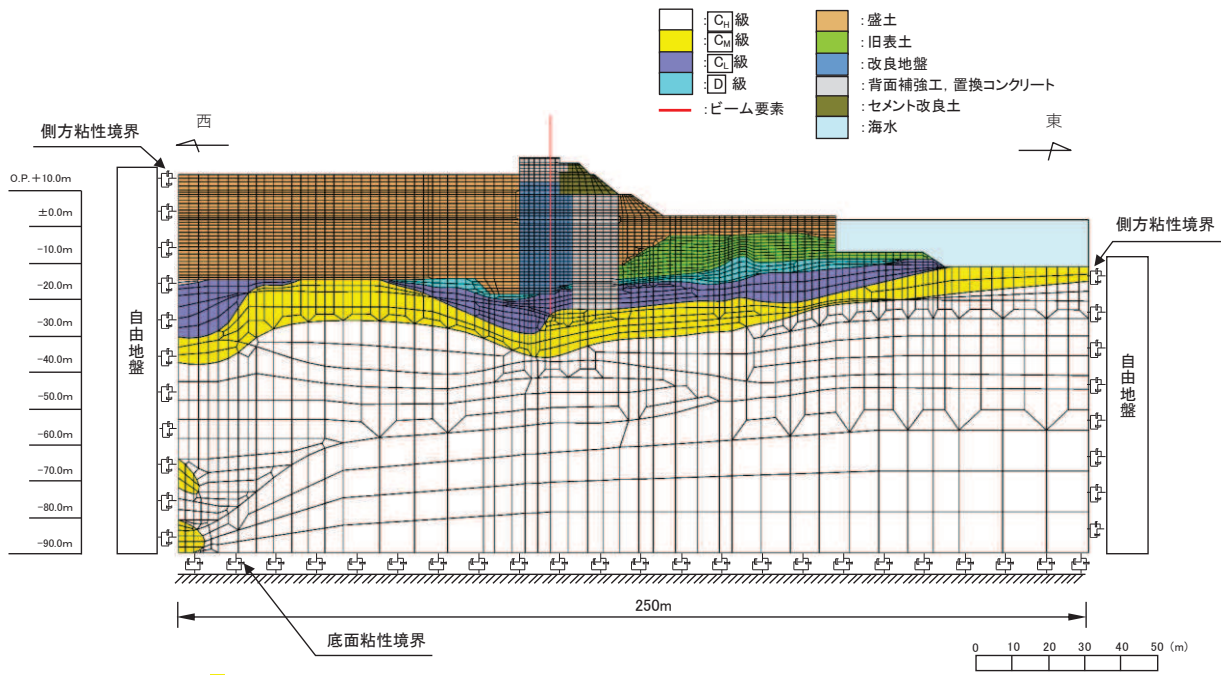


図 3.5-8 (1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の解析モデル（断面①）

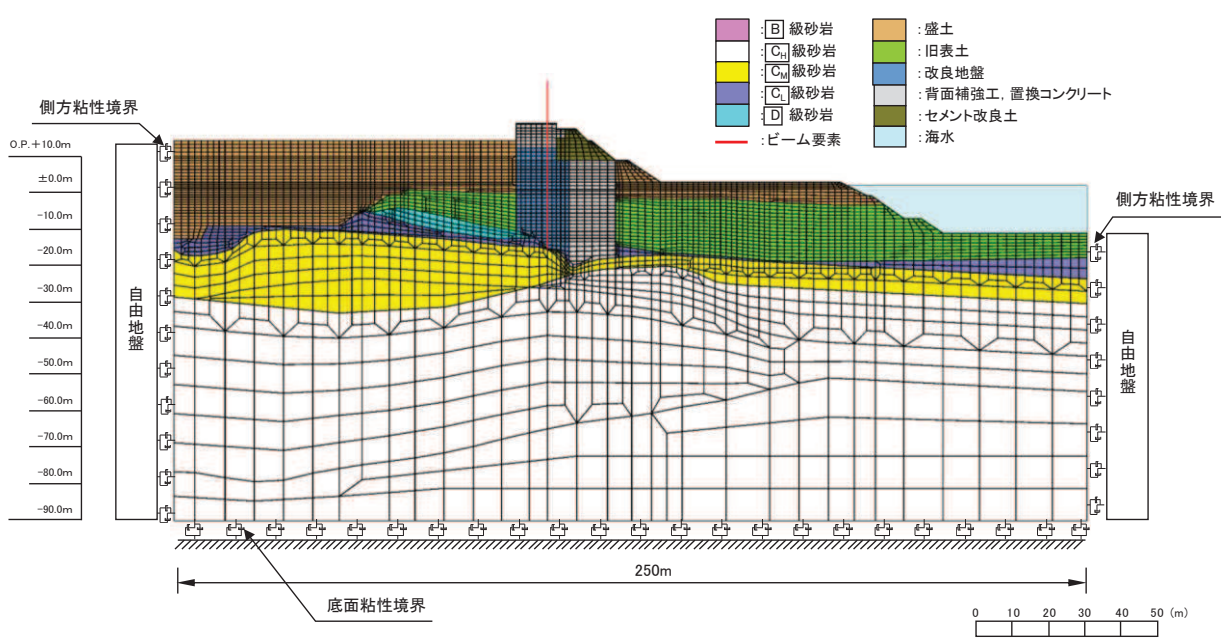


図 3.5-8 (2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の解析モデル（断面②）

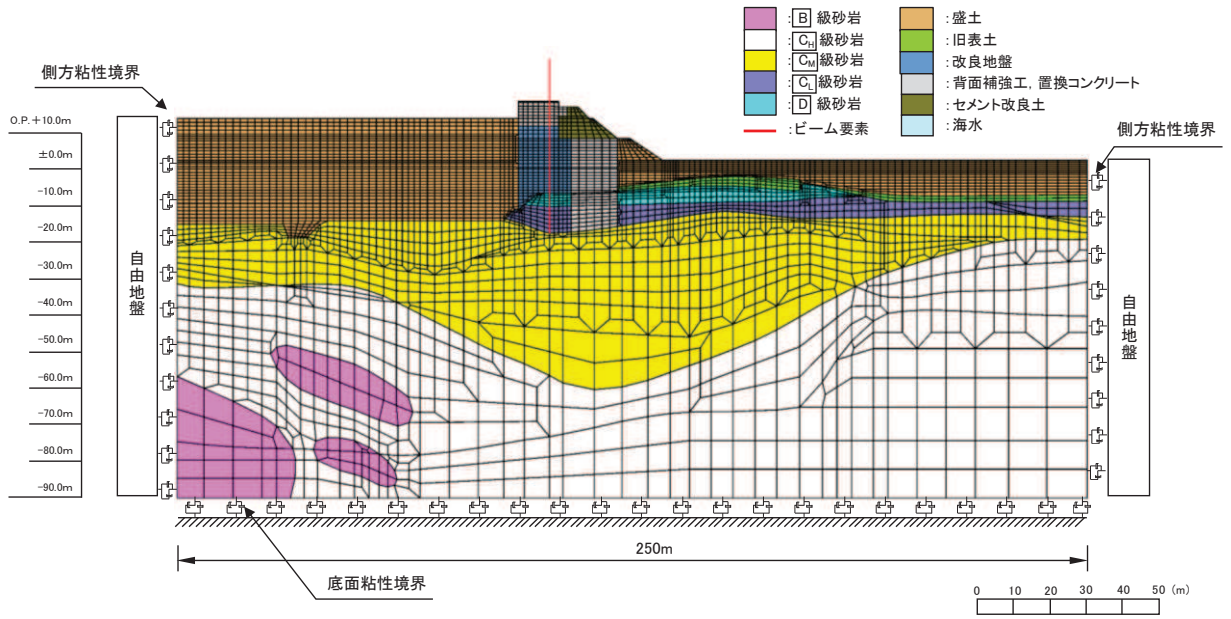


図 3.5-8 (3) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の解析モデル（断面③）

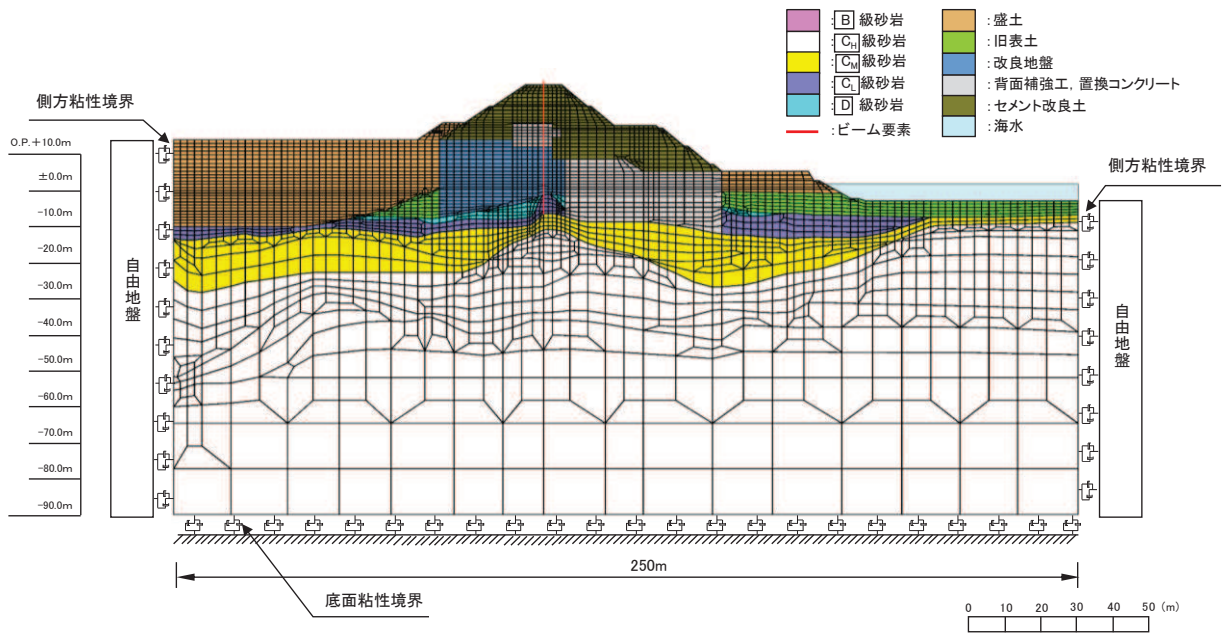


図 3.5-8 (4) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の解析モデル（断面④）

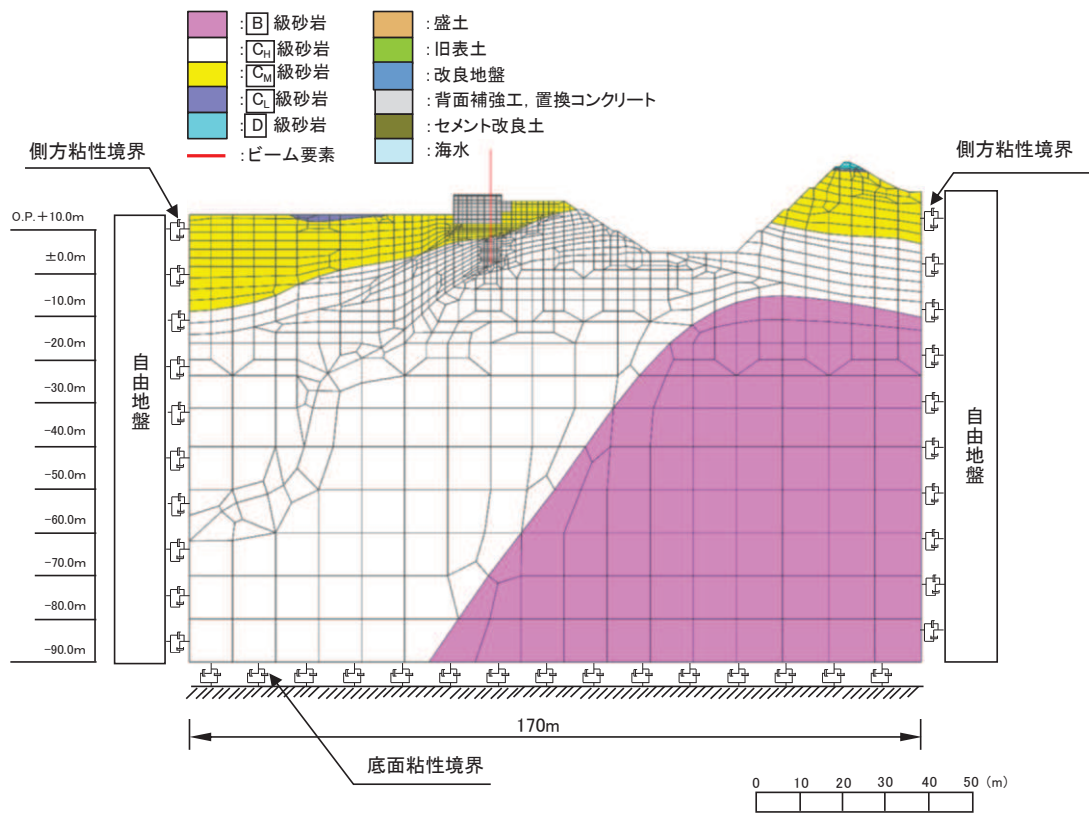


図 3.5-9 (1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の解析モデル（断面⑤）

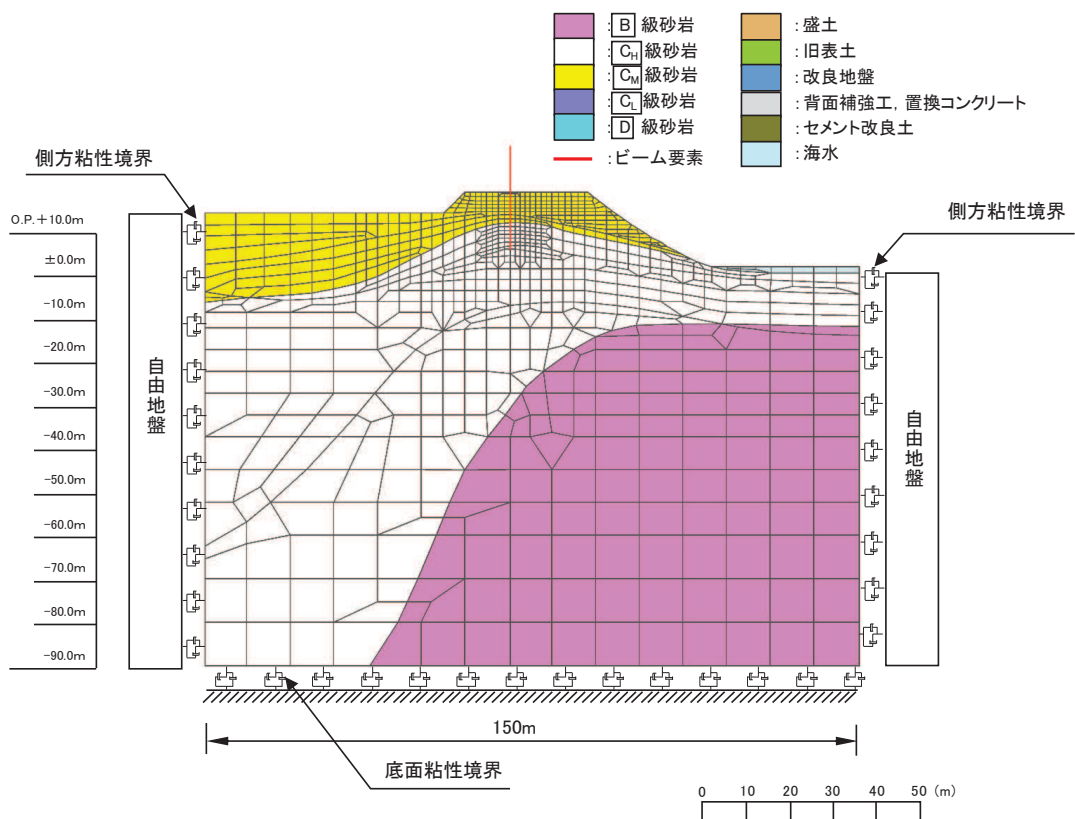


図 3.5-9 (2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の解析モデル（断面⑥）

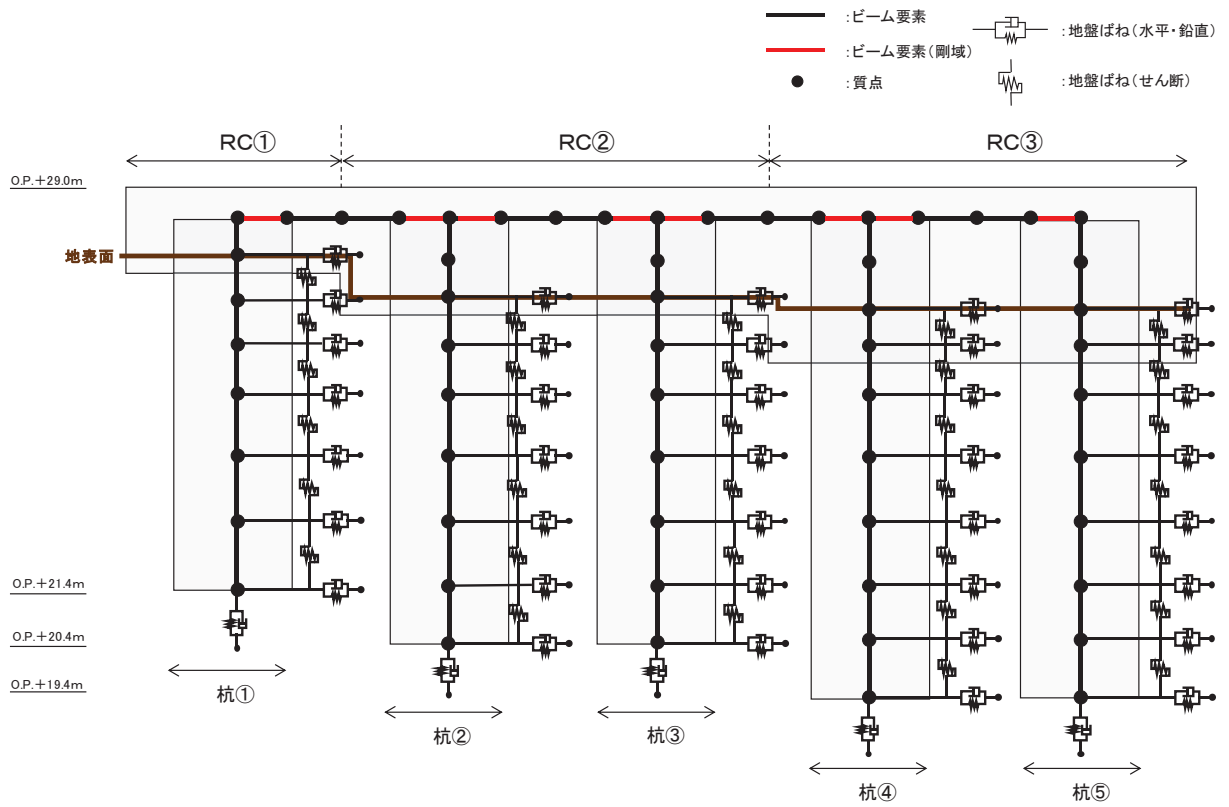
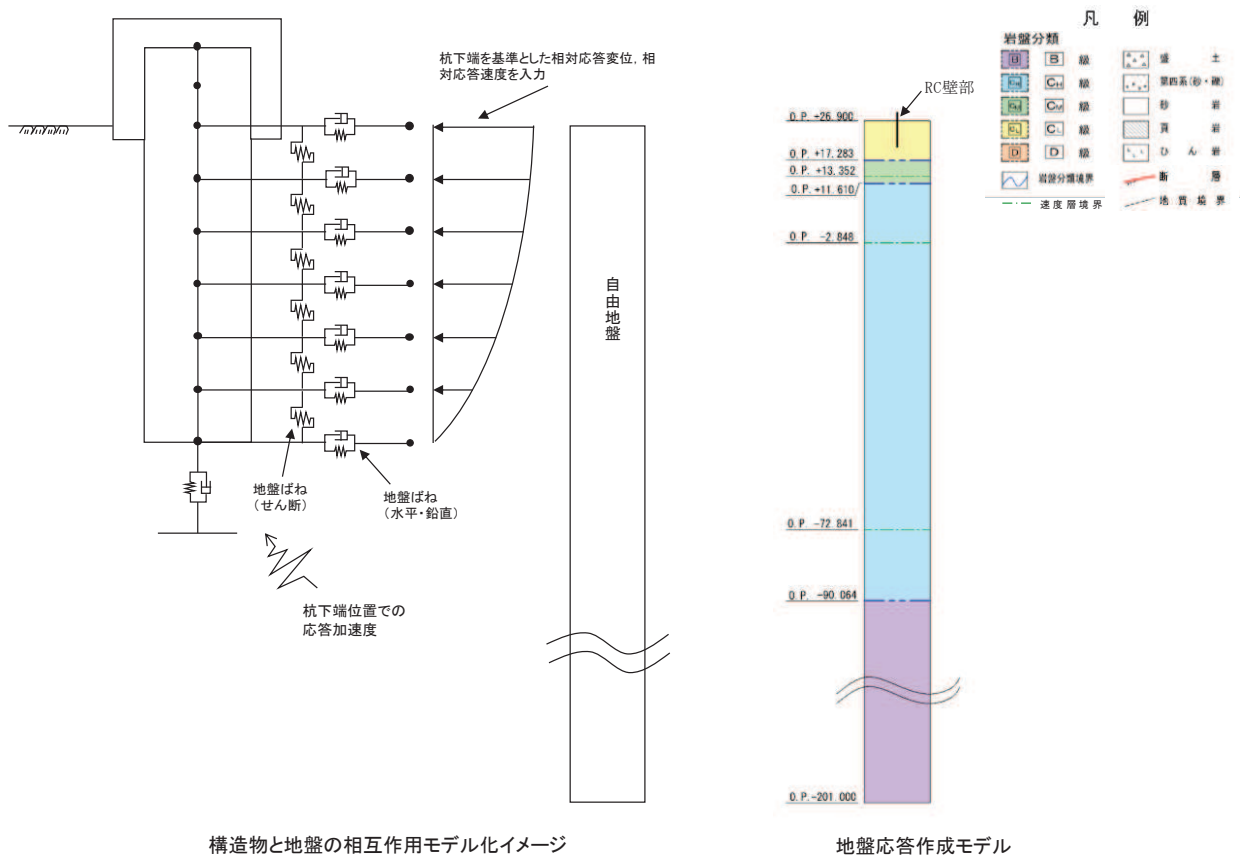


図 3.5-9 (3) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の解析モデル（断面⑦）



構造物と地盤の相互作用モデル化イメージ

地盤応答作成モデル

図 3.5-10 岩盤部のうち RC 壁部の地盤ばねのモデル化（断面⑦）

(5) ジョイント要素の設定

地盤と構造体の接合面にジョイント要素を設けることにより、地震時の地盤と構造体の接合面における剥離及びすべりを考慮する。

ただし、表面を露出させて打継処理が可能である箇所については、ジョイント要素を設定しない。具体的には、背面補強工（コンクリート）と改良地盤の水平境界及びセメント改良土とコンクリートの水平境界については、双方の材料がセメント系の材料であって一体化しやすいこと及び打継処理が可能であることから、ジョイント要素を設定しない。なお、背面補強工と改良地盤の境界は鋼管杭が貫いていることから、剥離を考慮した場合に鋼管杭に与える影響を確認するため、この箇所にジョイントを設定した場合の影響について確認することとする。

一方、コンクリートと岩盤の境界や改良地盤と岩盤の境界については、岩盤の引張強度を0として設定していることから、これらの境界にはジョイント要素を設定する。

ジョイント要素は、地盤と構造体の接合面で法線方向及びせん断方向に対して設定する。法線方向については、常時状態以上の引張荷重が生じた場合、剛性及び応力をゼロとし、剥離を考慮する。せん断方向については、地盤と構造体の接合面におけるせん断抵抗力以上のせん断荷重が生じた場合、せん断剛性をゼロとし、すべりを考慮する。図 3.5-11 にジョイント要素の力学特性、図 3.5-12 にジョイント要素の配置図を示す。

せん断強度 τ_f は次式の Mohr-Coulomb 式により規定される。粘着力 c 及び内部摩擦角 ϕ は周辺地盤の c 、 ϕ とし、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき表 3.5-1～表 3.5-2 のとおりとする。また、要素間の粘着力 c 及び内部摩擦角 ϕ は、表 3.5-3 のとおり設定する。

$$\tau_f = c + \sigma' \tan \phi$$

ここで、

- τ_f : せん断強度
- c : 粘着力
- ϕ : 内部摩擦角

表 3.5-1 (1) 周辺地盤との境界に用いる強度特性（狐崎部層）

地盤	粘着力 c (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)
C _M 級*	0.49	47.0
C _H 級*	1.72	43.0

注記*：砂岩

表 3.5-1 (2) 周辺地盤との境界に用いる強度特性（牧の浜部層）

地盤	粘着力 c (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)
C _M 級*	0.78	50.0
C _H 級*	1.29	54.0

注記*：砂岩

表 3.5-2 周辺地盤との境界に用いる強度特性（共通）

地盤	粘着力 c (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)
盛土* ¹	0.10	33.9
盛土* ²	0.00	30.0
旧表土	0.00	26.2
セメント改良土	0.65	44.3
改良地盤	1.39	22.1
D級	0.10	24.0
C _L 級	0.46	44.0

注記 *1：地下水位以浅

*2：地下水位以深

表 3.5-3 要素間の粘着力と内部摩擦角

条件	粘着力 c (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
背面補強工-盛土	盛土の c	盛土の ϕ
改良地盤-盛土・旧表土	盛土・旧表土の c	盛土・旧表土の ϕ
改良地盤-岩盤	岩盤の c	岩盤の ϕ
置換コンクリート-岩盤	岩盤の c	岩盤の ϕ
置換コンクリート-盛土・旧表土	盛土・旧表土の c	盛土・旧表土の ϕ
改良地盤-セメント改良土	セメント改良土の c	セメント改良土の ϕ
背面補強工-セメント改良土	セメント改良土の c	セメント改良土の ϕ
改良地盤-置換コンクリート	改良地盤の c	改良地盤の ϕ

ジョイント要素のばね定数は、数値解析上、不安定な挙動を起こさない程度に十分な値とし、松本らの方法（松本ら：基礎構造物における地盤・構造物境界面の実用的な剛性評価法，応用力学論文集 Vol.12 pp10612070，2009）に従い，表 3.5-4 のとおり設定する。

表 3.5-4 ジョイント要素のばね定数

地盤	せん断剛性 k_s (kN/m ³)	圧縮剛性 k_n (kN/m ³)
盛土・旧表土	1.0×10^6	1.0×10^6
岩盤・セメント改良土・改良地盤	1.0×10^7	1.0×10^7

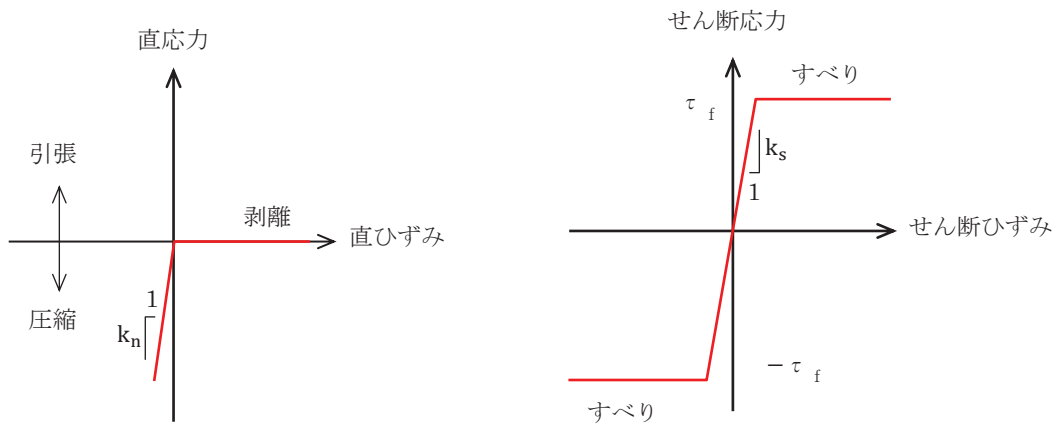


図 3.5-11 ジョイント要素の力学特性

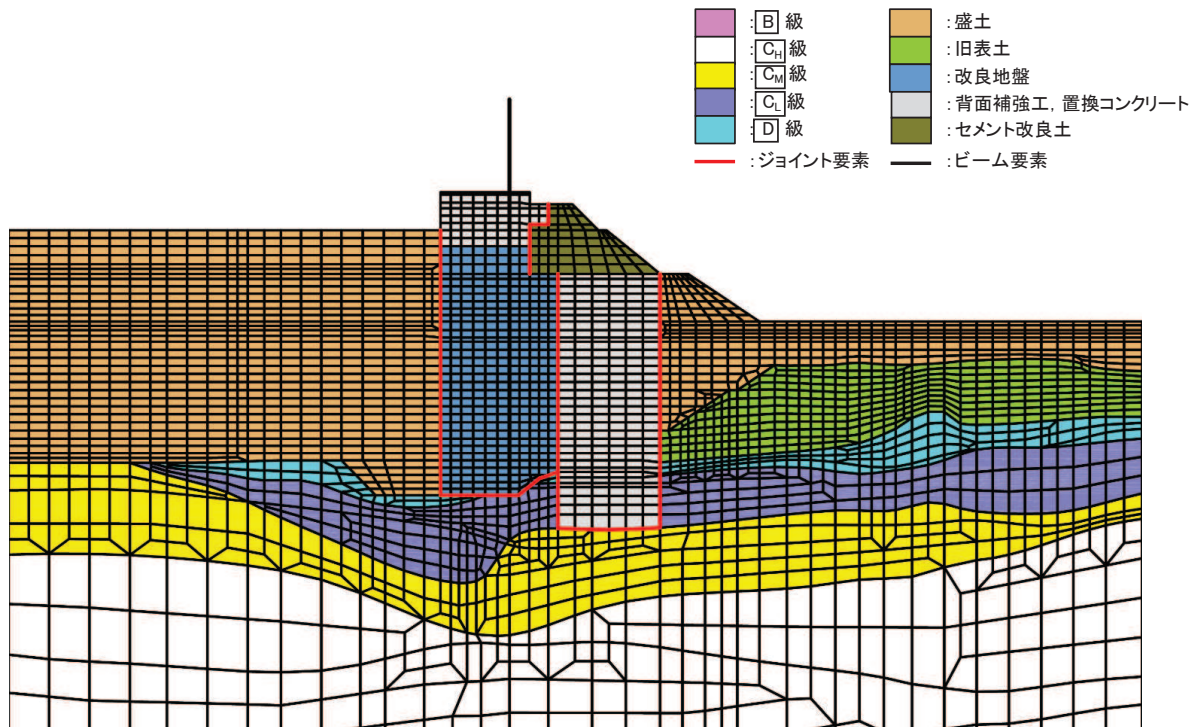


図 3.5-12 (1) 断面①におけるジョイント要素の配置図

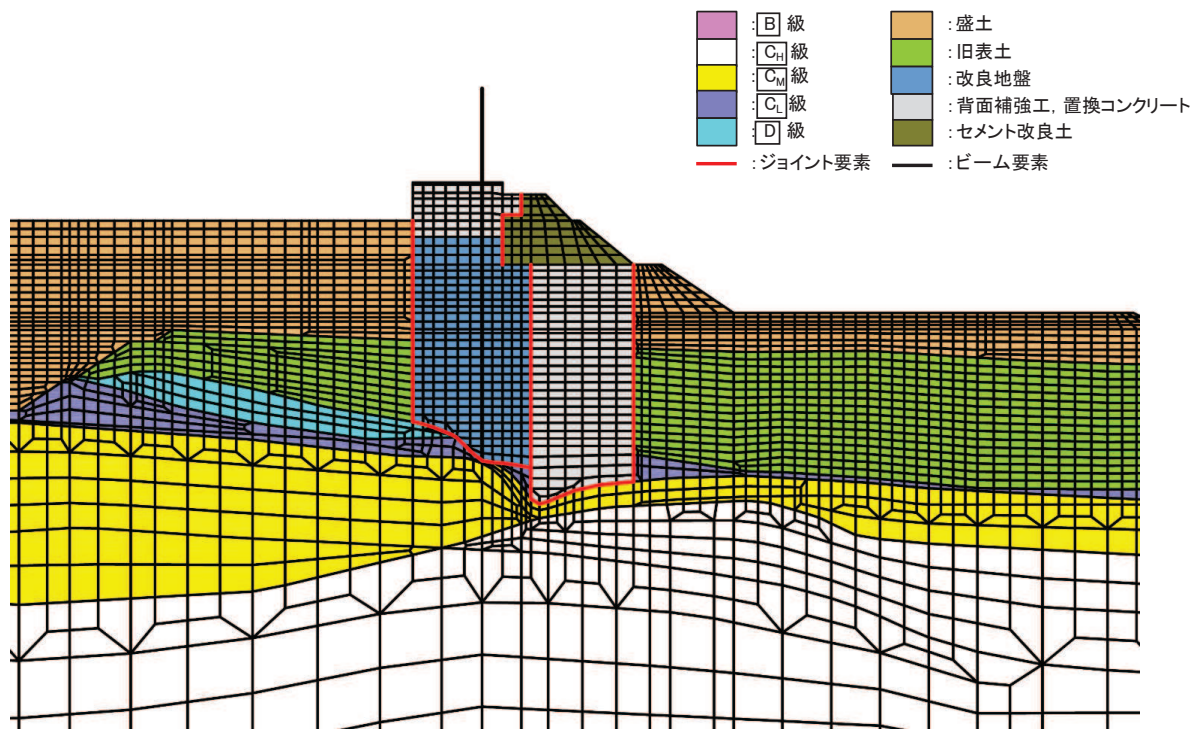


図 3.5-12 (2) 断面②におけるジョイント要素の配置図

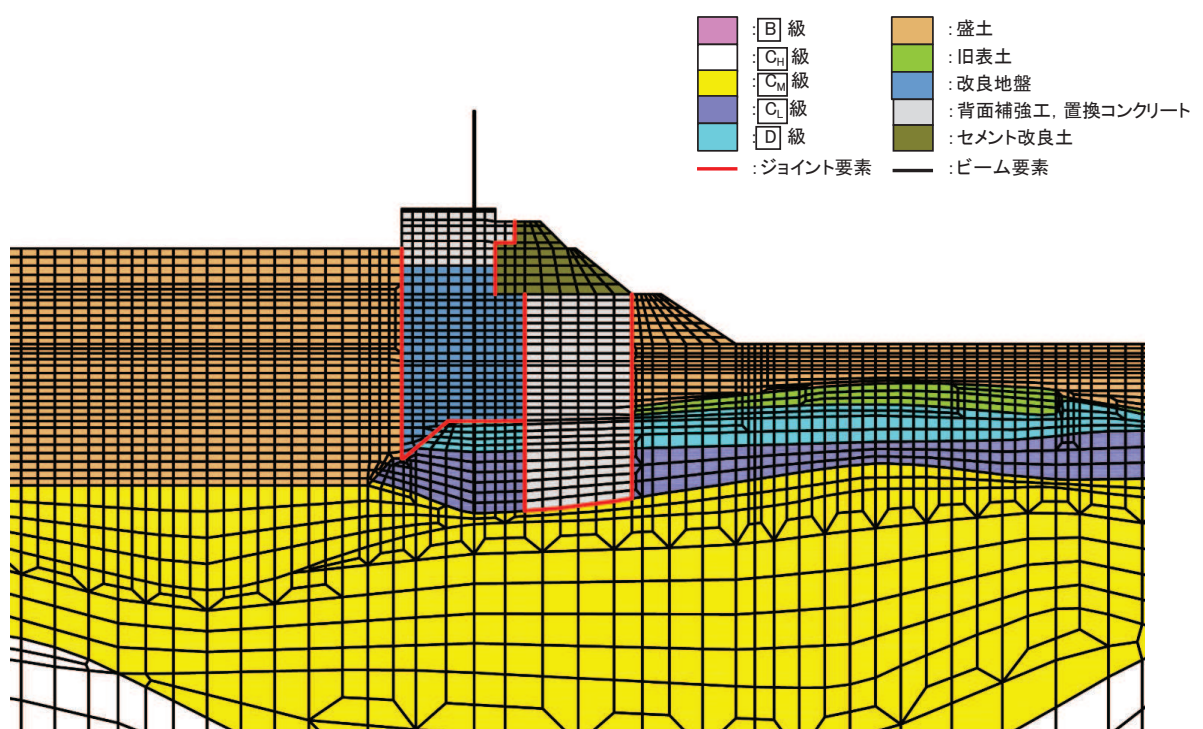


図 3.5-12 (3) 断面③におけるジョイント要素の配置図

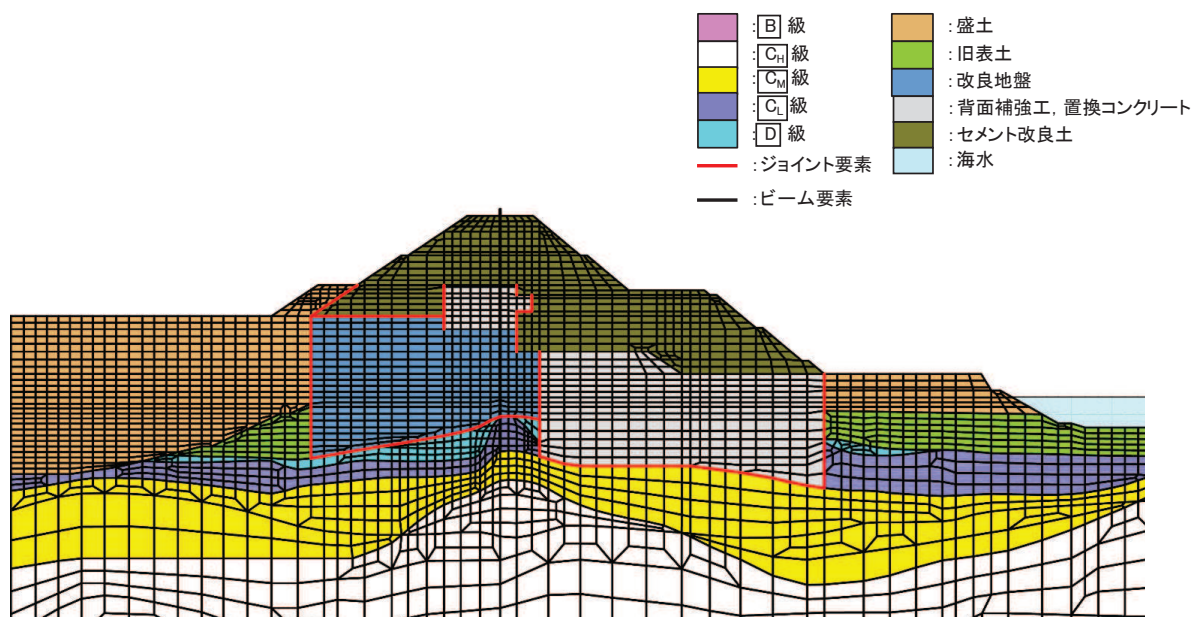


図 3.5-12 (4) 断面④におけるジョイント要素の配置図

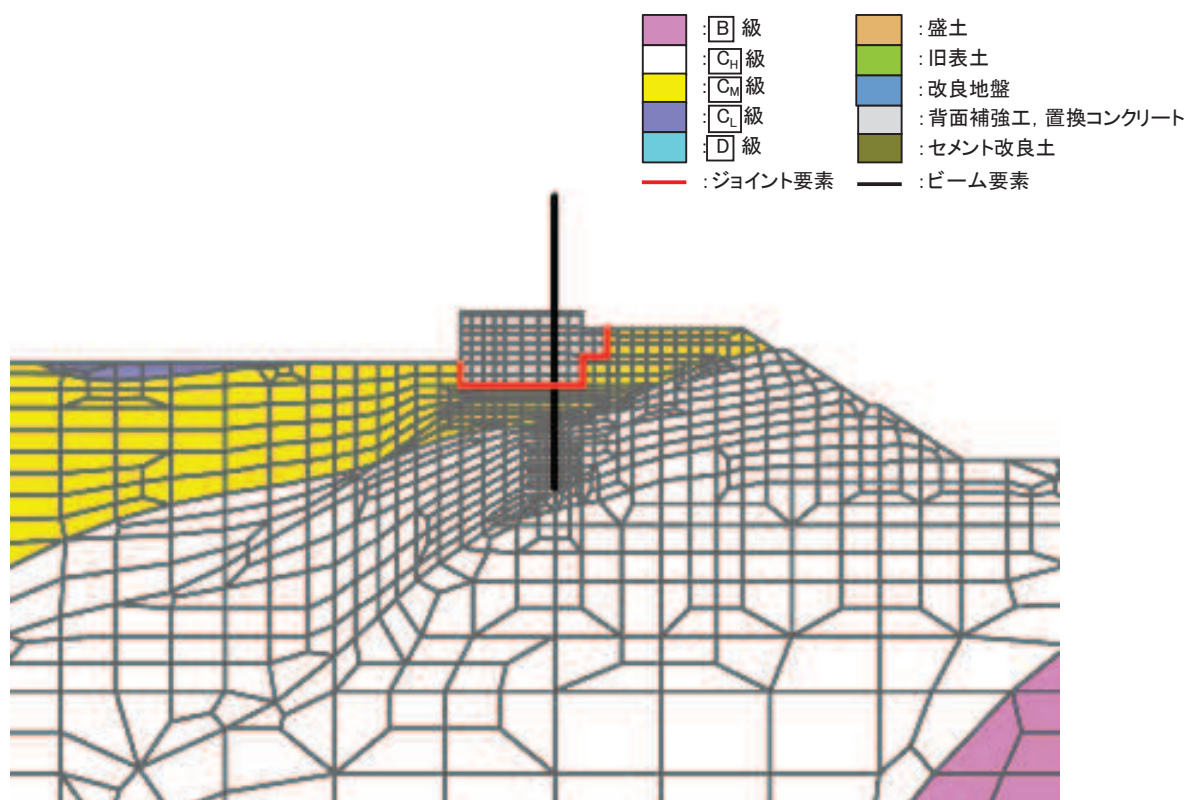


図 3.5-12 (5) 断面⑤におけるジョイント要素の配置図

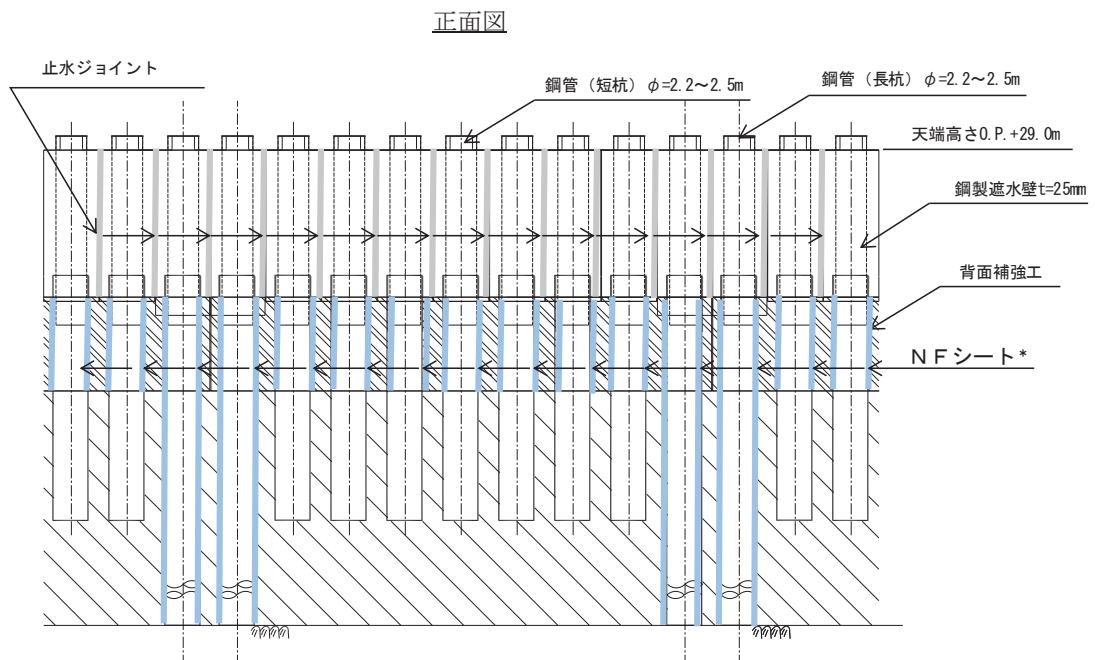
(6) 杭と地盤の境界条件

a. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部（断面①～断面④）

一般部の鋼管杭の周面には、図 3.5-13 に示すとおり NF シート* を施工している。一方、NF シートは瞬間的な挙動変化に対して追従できない可能性がある。

上記及び鋼管杭の軸力にとって保守的な評価とするため、鋼管杭と背面補強工及び地盤の接合方法については剛結とする。鋼管杭と背面補強工及び地盤の接合を図 3.5-14 に示す。

なお、鋼製遮水壁が根入れする部分及び鋼管杭がセメント改良土に囲まれる部分（断面④のみ）については地盤ばねを設定することとし、水平方向は、引張荷重が生じた場合に剛性及び応力を零とし、剥離を考慮するノーテンションばねを設定し、鉛直方向はフリーとする。



注記 * : アスファルトをシートに成形したものであり、本資料では『NF シート』と呼ぶ。ネガティブフリクション対策として施工したが、沈下しない設計に変更したため、役割を期待しない。

図 3.5-13 NF シートの配置

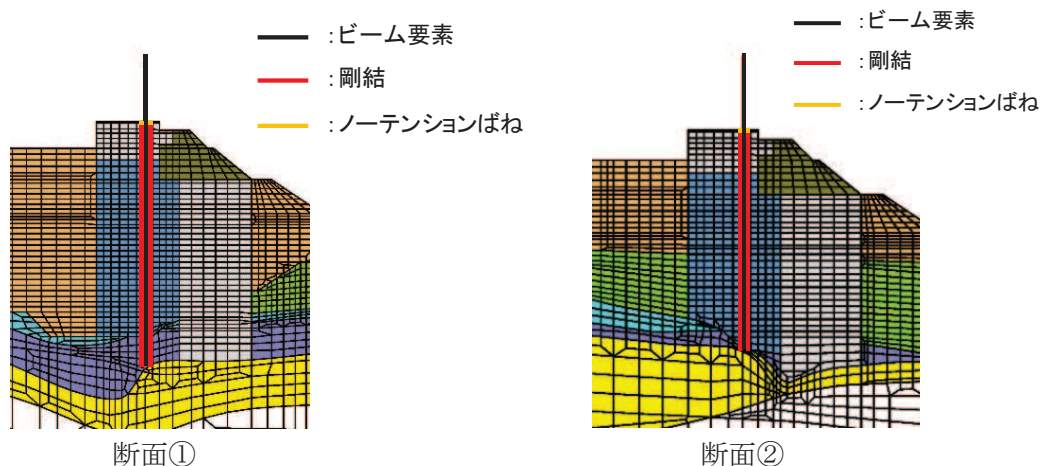


図 3.5-14(1) 鋼管杭周面の接合方法（一般部）

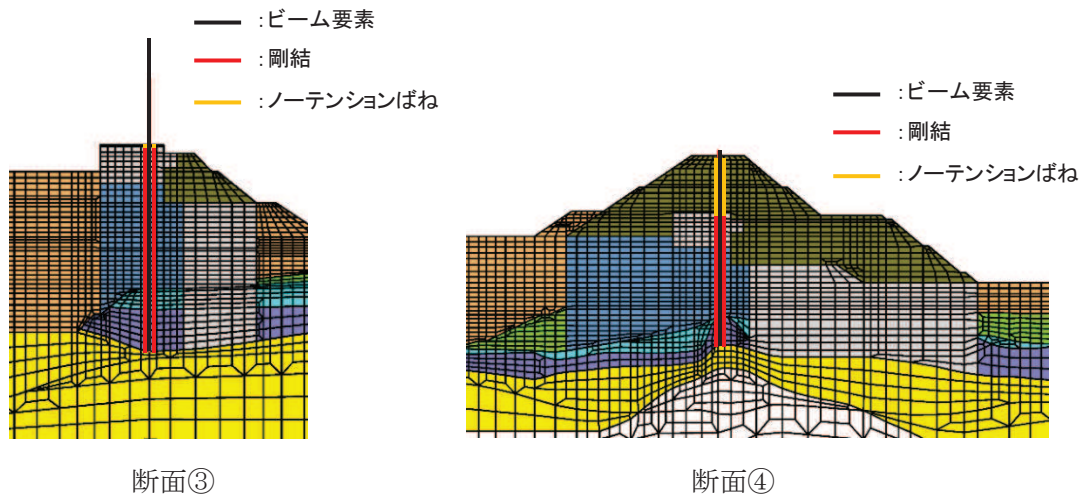


図 3.5-14(2) 鋼管杭周面の接合方法（一般部）

b. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）岩盤部（断面⑤～断面⑥）

鋼管杭の周面は背面補強工及び岩盤で囲まれていることを踏まえ、鋼管杭と背面補強工及び岩盤の接合方法については剛結とする。鋼管杭と背面補強工及び岩盤の接合方法を図 3.5-12 に示す。

なお、鋼製遮水壁が根入れする部分については地盤ばねを設定することとし、水平方向は、引張荷重が生じた場合に剛性及び応力を零とし、剥離を考慮するノーテンションばねを設定し、鉛直方向はフリーとする。

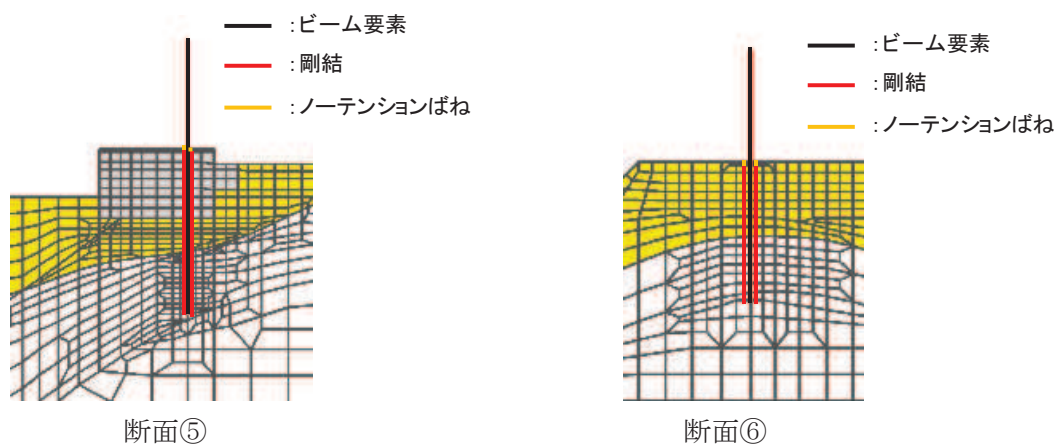


図 3.5-14(3) 鋼管杭周面の接合方法（岩盤部）

3.5.2 使用材料及び材料の物性値

使用材料を表 3.5-5 に、材料の物性値を表 3.5-6 に示す。

表 3.5-5 使用材料

材料		諸元	
コンクリート	背面補強工	設計基準強度 : 30 N/mm ²	
	置換コンクリート	設計基準強度 : 30 N/mm ²	
	RC 遮水壁	設計基準強度 : 40 N/mm ²	
鋼材	鋼管杭*	φ 2200mm	t=25mm (SKK490), t=40mm (SM570)
		φ 2500mm	t=25mm (SKK490), t=35mm (SM570)
	鋼製遮水壁*		SM570, SM490Y
	漂流物防護工*		SM570, SM490Y
	鉄筋		SD345

注記 * : 道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・同解説 (日本道路協会, 平成 14 年 3 月) に基づき腐食代 1 mm を考慮する。杭体, 鋼製遮水壁 (スキンプレート) 及び漂流物防護工の断面照査において, 腐食代 1 mm による断面積の低減を考慮する。

表 3.5-6(1) 材料の物性値

材料		単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比	減衰定数 (%)
コンクリート	背面補強工	24.0* ¹	2.8×10 ⁴ * ¹	0.2* ¹	-
	置換コンクリート	22.5* ¹	2.8×10 ⁴ * ¹	0.2* ¹	-
	RC 遮水壁	24.0* ¹	3.1×10 ⁴ * ¹	0.2* ¹	-
鋼管杭	SM570, SKK490	77.0* ²	2.00×10 ⁵ * ²	0.3* ²	-
鋼材	SM570, SM490Y	77.0* ²	2.00×10 ⁵ * ²	0.3* ²	-

注記 * 1 : コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会, 2002 年制定)

* 2 : 道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・同解説 (日本道路協会, 平成 14 年 3 月)

表 3.5-6(2) 材料の物性値 (コンクリートの強度特性)

材料		せん断 強度 (N/mm ²)	内部 摩擦角 (°)	引張 強度 (N/mm ²)	残留 強度 (N/mm ²)
コンクリート	背面補強工	6.00* ¹	-* ²	2.22* ³	-* ²
	置換コンクリート				

注記 * 1 : コンクリート標準示方書 [ダムコンクリート編] (土木学会, 2013 年制定)

* 2 : 内部摩擦角及び残留強度は保守的に考慮しない。

* 3 : コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会, 2002 年制定)

3.5.3 地盤の物性値

地盤の物性値は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。地盤の物性値を表 3.5-7～表 3.5-11 に示す。

なお、有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で、下限値として設定する。

表 3.5-7(1) 地盤の解析用物性値 (狐崎部層)

岩種・岩級		物理特性	強度特性			変形特性				
		単位体積重量 γ (kN/m ³)	静的・動的特性			静的特性		動的特性		
			せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)	静弾性係数 E_s (N/mm ²)	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d (N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h
[B]級	砂岩	26.4	1.72	43.0	$1.30 \sigma^{0.73}$	1,770	0.25	表 3.5-7(2)参照	0.03	
[C _H]級		26.2	1.72	43.0	$1.30 \sigma^{0.73}$	1,770	0.24		0.03	
[C _M]級		25.2	0.49	47.0	$1.16 \sigma^{0.62}$	980	0.26		0.03	
[C _L]級		24.1	0.46	44.0	$0.73 \sigma^{0.76}$	400	0.31		0.03	
[D]級		20.2	0.10	24.0	$0.41 \sigma^{0.49}$	78	0.38	$G_0 = 255.4 \sigma^{0.26}$ $G_d/G_0 = 1 / (1 + 119 \gamma^{0.63})$	$h = 0.085 \gamma / (0.00026 + \gamma) + 0.028$	

表 3.5-7(2) 地盤の解析用物性値 (狐崎部層)

岩種・岩級		速度層	動的変形特性	
			動せん断弾性係数 $G_d(N/mm^2)$	動ポアソン比 ν_d
B級 及び C _H 級	砂岩	第2速度層	1.5×10^3	0.44
		第3速度層	5.9×10^3	0.40
		第4速度層	13.2×10^3	0.36
		第5速度層	16.5×10^3	0.35
C _M 級		第1速度層	0.2×10^3	0.48
		第2速度層	1.5×10^3	0.44
		第3速度層	5.7×10^3	0.40
		第4速度層	12.7×10^3	0.36
		第5速度層	15.8×10^3	0.35
C _L 級	第1速度層	0.2×10^3	0.48	
	第2速度層	1.4×10^3	0.44	
	第3速度層	5.5×10^3	0.40	
D級	第1速度層	表 3.5-7(1) 参照	0.48	
	第2速度層		0.44	

表 3.5-8(1) 地盤の解析用物性値 (牧の浜部層)

岩種・岩級		物理特性	強度特性			変形特性				
		単位体積重量 γ (kN/m ³)	静的・動的特性			静的特性		動的特性		
			せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)	静弾性係数 E_s (N/mm ²)	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d (N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h
[B]級	砂岩	26.4	1.29	54.0	$1.12 \sigma^{0.74}$	4,100	0.21	表 3.5-8(2) 参照	0.03	
[C _H]級		26.2	1.29	54.0	$1.12 \sigma^{0.74}$	1,900	0.19		0.03	
[C _M]級		25.5	0.78	50.0	$1.09 \sigma^{0.72}$	1,200	0.24		0.03	
[C _L]級		23.1	0.46	44.0	$0.73 \sigma^{0.76}$	250	0.26		0.03	
[D]級		20.2	0.10	24.0	$0.41 \sigma^{0.49}$	78	0.38	$G_0 = 255.4 \sigma^{0.26}$ $G_d/G_0 =$ $1 / (1 + 119 \gamma^{0.63})$	$h =$ $0.085 \gamma /$ $(0.00026 + \gamma)$ $+ 0.028$	

表 3.5-8(2) 地盤の解析用物性値 (牧の浜部層)

岩種・岩級		速度層	動的変形特性	
			動せん断弾性係数 $G_d(N/mm^2)$	動ポアソン比 ν_d
B級 及び C _H 級	砂岩	第2速度層	1.2×10^3	0.45
		第3速度層	4.7×10^3	0.41
		第4速度層	11.5×10^3	0.34
		第5速度層	16.8×10^3	0.33
C _M 級		第1速度層	0.2×10^3	0.48
		第2速度層	1.2×10^3	0.45
		第3速度層	4.7×10^3	0.41
		第4速度層	11.5×10^3	0.34
C _L 級		第5速度層	16.8×10^3	0.33
	第1速度層	0.2×10^3	0.48	
	第2速度層	1.2×10^3	0.45	
D級	第3速度層	4.7×10^3	0.41	
	第1速度層	表 3.5-8(1) 参照	0.48	
第2速度層	0.45			

表 3.5-9 地盤の解析用物性値（盛土他）

岩種・岩級	物理特性	強度特性				変形特性				
	単位体積重量 γ (kN/m ³)	静的・動的特性				静的特性		動的特性		
		せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	引張強度 σ_t (N/mm ²)	残留強度 τ (N/mm ²)	静弾性係数 E_s (N/mm ²)	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d (N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h
盛土	20.6	0.06	30.0	—	$0.06 + \sigma \tan 30.0^\circ$	$198 \sigma^{0.60}$	0.40	$G_0 = 382 \sigma^{0.71}$ $G_d/G_0 = 1 / (1 + \gamma / 0.00036)^{*1}$	0.48	$h = 0.183 \gamma / (\gamma + 0.000261)$
旧表土	19.0	0.08	26.2	—	$0.08 + \sigma \tan 26.2^\circ$	$302 \sigma^{0.80}$	0.40	$G_0 = 211 \sigma^{0.42}$ $G_d/G_0 = 1 / (1 + \gamma / 0.00087)$	0.46	$\gamma < 3 \times 10^{-4}$ $h = 0.125 + 0.0201 \log \gamma$ $3 \times 10^{-4} \leq \gamma < 2 \times 10^{-2}$ $h = 0.374 + 0.0911 \log \gamma$ $2 \times 10^{-2} \leq \gamma$ $h = 0.22$
断層 及びシーム ^{*2}	18.6	0.067	22.2	—	$0.067 + \sigma \tan 22.2^\circ$	圧縮方向 $124.5 \sigma^{0.90}$ せん断方向 $44.43 \sigma^{0.90}$	0.40	$G_0 = 192.3 \sigma^{0.74}$ $G_d/G_0 = 1 / (1 + \gamma / 0.0012)^{*1}$	0.46	$\gamma < 1 \times 10^{-4}$ $h = 0.024$ $1 \times 10^{-4} \leq \gamma < 1.6 \times 10^{-2}$ $h = 0.024 + 0.089 (\log \gamma + 4)$ $1.6 \times 10^{-2} \leq \gamma$ $h = 0.22$
セメント改良土	21.6	0.65	44.3	0.46	$0.21 + \sigma \tan 40.9^\circ$	690	0.26	$G_0 = 1670$ $G_d/G_0 = 1 / (1 + \gamma / 0.00085)$	0.36	$\gamma < 3.8 \times 10^{-5}$ $h = 0.014$ $3.8 \times 10^{-5} \leq \gamma$ $h = 0.151 + 0.0311 \log \gamma$
改良地盤	20.6	1.39	22.1	0.65	$0.51 + \sigma \tan 34.6^\circ$	4,480	0.19	$G_0 = 1940$ $G_d/G_0 = 1 / (1 + \gamma / 0.00136)$	0.35	$\gamma < 1.2 \times 10^{-4}$ $h = 0.031$ $1.2 \times 10^{-4} \leq \gamma < 5.2 \times 10^{-3}$ $h = 0.227 + 0.0501 \log \gamma$ $5.2 \times 10^{-3} \leq \gamma$ $h = 0.113$

*1: 残存剛性率 (G_d/G_0) が小さい領域は次式で補間

$$G_0 = E_s / 2 (1 + \nu_s), \quad G_d/G_0 = 1 / (1 + \gamma / \gamma_m), \quad \gamma_m = \tau_f / G_0$$

*2: 断層及びシームの挟在物は、「粘土状」、「砂状」、「鱗片上」等の性状が確認されているが、そのうち最も強度の小さい粘土状物質にて試験を行い解析用物性値を設定している

表 3.5-10 地盤の解析用物性値（有効応力解析，液状化検討対象層）

		旧表土	盛土	
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)	1.94 (1.88) *	2.10 (1.90) *	
	間隙率 n	0.437	0.363	
変形特性	動せん断 弾性係数 G_{ma} (kN/m ²)	2.110×10^5	7.071×10^4	
	基準平均 有効拘束圧 σ_{ma} (kN/m ²)	1.0×10^3	1.0×10^3	
	ポアソン比 ν	0.40	0.40	
	減衰定数 の上限値 h_{max}	0.220	0.183	
強度特性	粘着力 c (N/mm ²)	0.08 (0.00) *	0.06 (0.10) *	
	内部摩擦角 ϕ (°)	26.2 (38.7) *	30.0 (33.9) *	
液状化特性	変相角 ϕ_p (°)	28.0	28.0	
	液状化パラメータ	S_1	0.005	0.005
		w_1	1.3	14.0
		p_1	1.2	1.0
		p_2	0.8	0.6
		c_1	2.75	2.8

注記 * : 括弧内の数値は，地下水位以浅の値を表す。

表 3.5-11 地盤の解析用物性値（有効応力解析，非液化化検討対象層）

		D 級岩盤	改良地盤	セメント改良土	
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)	2.06 (1.95)*	2.10 (2.00)*	2.20	
	間隙率 n	0.349	0.00	0.00	
変形特性	動せん断 弾性係数 G_{ma} (kN/m ²)	2.000×10^5	1.94×10^6 (1.84×10^6)	1.67×10^6	
	基準平均 有効拘束圧 σ'_{ma} (kN/m ²)	1.0×10^3	1.0×10^3	1.0×10^3	
	ポアソン比 ν	第1 速度層	0.48	0.35	0.36
		第2 速度層	0.44(狐崎部層) 0.45(牧の浜部層)		
	減衰定数 の上限値 h_{max}	0.113	0.113	0.080	
強度特性	粘着力 c (N/mm ²)	0.10	1.39	0.65	
	内部摩擦角 ϕ (°)	24.0	22.1	44.3	

注記 *：括弧内の数値は，地下水位以浅の値を表す。

3.5.4 地下水位

地下水位については，添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に従って設定した設計用地下水位を図 3-3～図 3-6 及び図 3-9～図 3-11 に示す。また，設計用地下水位の一覧を表 3.5-12 に示す。

表 3.5-12 設計用地下水位の一覧

施設名称	評価対象断面	設計用地下水位
防潮堤（鋼管式鉛直壁）	断面①	O. P. +1.43m（朔望平均満潮位）
	断面②	
	断面③	
	断面④	防潮堤より山側で地表面，海側で O. P. +1.43m（朔望平均満潮位）に設定する。（盛土堤防との境界部であることも踏まえ，盛土堤防と同様の設定）
	断面⑤	岩盤表面
	断面⑥	
	断面⑦	

3.6 評価対象部位

評価対象部位は、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造的特徴や周辺状況の特徴を踏まえて設定する。

3.6.1 施設・地盤の健全性評価

(1) 一般部

施設・地盤の健全性に係る評価対象部位は、鋼管杭，鋼製遮水壁，漂流物防護工，背面補強工，置換コンクリート，改良地盤及びセメント改良土とする。

(2) 岩盤部

施設・地盤の健全性に係る評価対象部位は，鋼管杭，鋼製遮水壁，漂流物防護工及び背面補強工とする。

(3) 岩盤部のうち RC 壁部

施設・地盤の健全性に係る評価対象部位は，鋼管杭及び RC 遮水壁とする。

3.6.2 施設の変形性評価

施設の変形性評価に係る評価対象部位は，構造物間に設置する止水ジョイント部材のゴムジョイント及びウレタンシリコン目地とする。

3.6.3 基礎地盤の支持性能評価

(1) 一般部

基礎地盤の支持性能に係る評価対象部位は、表 3.6-1 のとおり鋼管杭、背面補強工及び置換コンクリートを支持する基礎地盤とする。

表 3.6-1 各施設を支持する基礎地盤

評価断面	施設	基礎地盤
断面①, ②, ④	鋼管杭	牧の浜部層*
	背面補強工	改良地盤
	置換コンクリート	牧の浜部層*
断面③	鋼管杭	狐崎部層*
	背面補強工	改良地盤
	置換コンクリート	狐崎部層*

* : C_M 級岩盤以上の岩盤が対象

(2) 岩盤部

基礎地盤の支持性能に係る評価対象部位は、表 3.6-2 のとおり鋼管杭及び背面補強工を支持する基礎地盤とする。

表 3.6-2 各施設を支持する基礎地盤

評価断面	施設	基礎地盤
断面⑤, ⑥	鋼管杭	狐崎部層*
	背面補強工	

* : C_M 級岩盤以上の岩盤が対象

(3) 岩盤部のうち RC 遮水壁

基礎地盤の支持性能に係る評価対象部位は、表 3.6-3 のとおり鋼管杭を支持する基礎地盤とする。

表 3.6-3 各施設を支持する基礎地盤

評価断面	施設	基礎地盤
断面⑦	鋼管杭	C_L 級岩盤 (杭基礎)

3.7 許容限界

許容限界は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.7.1 鋼管杭

鋼管杭の許容限界は「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編・Ⅳ下部構造編）・同解説（日本道路協会、平成14年3月）」に基づき、短期許容応力度とする。

鋼管杭の許容応力度の考え方を図3.7-1に示す。

地中部(O.P.+18.5m以下)の下杭は、下部構造として取り扱うこととし、道路橋示方書・同解説（Ⅳ下部構造編）に準拠した許容応力度を用いる。道路橋示方書・同解説（Ⅳ下部構造編）によると、「全長が地中に埋込まれた杭では、一般に座屈の影響を考慮しなくてよい。これは杭側面の地盤が軟弱である場合でも座屈を拘束するからである。」との記載がある。防潮堤（鋼管式鉛直壁）においては、杭は背面補強工（コンクリート）及び改良地盤に埋め込まれており、かつすべりに対する安定性（内的安定）を確保することで、座屈に対する拘束効果を見込めることから、座屈非考慮とする。断面④においては、セメント改良土に埋め込まれる部分を含めて座屈非考慮とする。

地上部(O.P.+18.5m以上)の上杭は、上部構造として取り扱うこととし、道路橋示方書・同解説（Ⅱ鋼橋編）に準拠し、局部座屈を考慮した許容応力度を用いる。ただし、鋼管内部にコンクリート充填されているO.P.+18.5m～21.0mの範囲はコンクリートと一体化されていること、上杭と下杭の接合部であるO.P.+16.5m～20.0mの範囲で、モルタル充填により一体化*されていることから、道路橋示方書・同解説（Ⅱ鋼橋編）に準拠し、座屈非考慮とする。座屈を考慮する場合の許容応力度の考え方を図3.7-2～図3.7-4に示す。

上記に基づいた鋼管杭の許容限界を表3.7-1に示す。

注記*：上杭と下杭の接合部は、複合構造標準示方書（土木学会）に準拠したソケット方式の接合とし、十分な裕度を確保する。

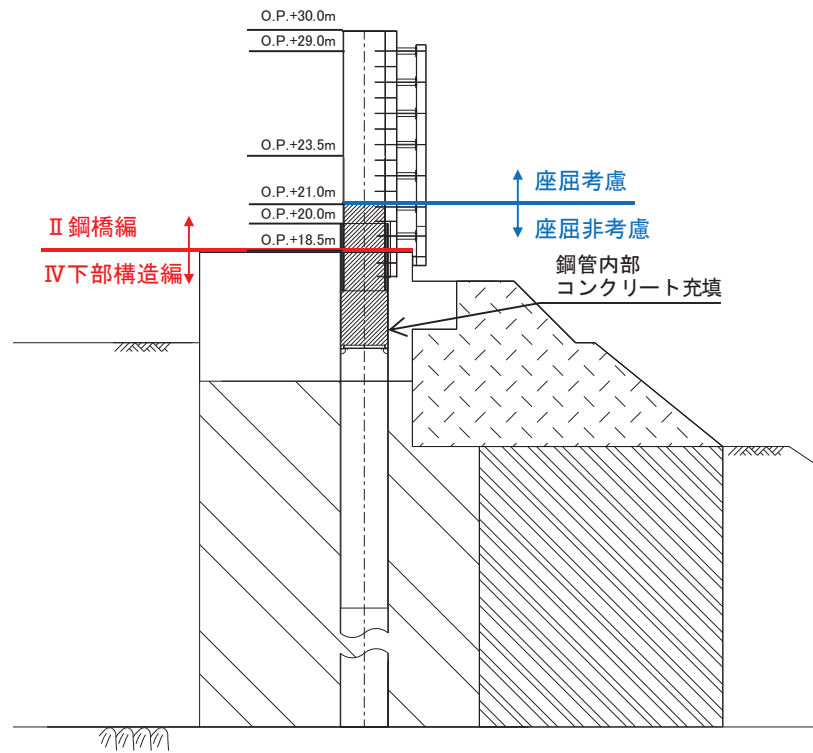


図 3.7-1(1) 鋼管杭の許容応力度の考え方 (一般部)

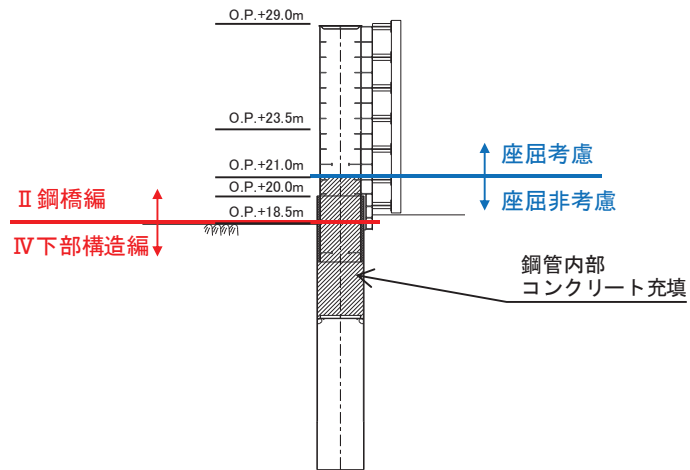


図 3.7-1(2) 鋼管杭の許容応力度の考え方 (岩盤部)

【座屈を考慮する場合の許容曲げ圧縮応力度（SKK490）*1】

$$\sigma_{ca} = \sigma_{cag} \cdot \sigma_{cal} / \sigma_{ca0}$$

$$\sigma_{cag} = 185 - 1.2 \left(\frac{l}{r} - 16 \right)$$

$$l = \beta \cdot L$$

$$\sigma_{cal} = 185 - 0.57 \left(\frac{R}{a \cdot t} - 35 \right) : 35 \leq \frac{R}{a \cdot t} \leq 200$$

$$a = 1 + \frac{\phi^{*2}}{10}$$

$$\phi^{*2} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1}, \quad 0 \leq \phi \leq 2$$

ここで、

- σ_{ca} : 許容軸方向圧縮応力度 (N/mm²)
- σ_{cag} : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度 (N/mm²)
- σ_{cal} : 局部座屈に対する許容応力度 (N/mm²)
- σ_{ca0} : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度の上限値 : 185 (N/mm²)
- l : 有効座屈長 (mm)
- L : 部材長 (mm)
- r : 断面二次半径 (mm)
- R : 鋼管の半径 (中心から外線までの距離) (mm)
- t : 鋼管の板厚 (mm)
- σ_1 : 曲げにより鋼管に圧縮が生じる側の合応力度 (N/mm²)
- σ_2 : 曲げにより鋼管に引張が生じる側の合応力度 (N/mm²)

注記 *1 : 道路橋示方書・同解説（Ⅱ鋼橋編）の許容軸方向圧縮応力度の考え方を参照。

*2 : 鋼管の応力状態によって変化する。

【座屈を考慮する場合の許容曲げ圧縮応力度 (SM570) *1】

$$\sigma_{ca} = \sigma_{cag} \cdot \sigma_{cal} / \sigma_{ca0}$$
$$\sigma_{cag} = 255 - 2.1 \left(\frac{l}{r} - 18 \right)$$

$$l = \beta \cdot L$$

$$\sigma_{cal} = 255 : \frac{R}{a \cdot t} \leq 25$$

$$a = 1 + \frac{\phi^{*2}}{10}$$

$$\phi^{*2} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1}, \quad 0 \leq \phi \leq 2$$

ここで,

- σ_{ca} : 許容軸方向圧縮応力度 (N/mm²)
- σ_{cag} : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度 (N/mm²)
- σ_{cal} : 局部座屈に対する許容応力度 (N/mm²)
- σ_{ca0} : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度の上限値 : 185 (N/mm²)
- l : 有効座屈長 (mm)
- L : 部材長 (mm)
- r : 断面二次半径 (mm)
- R : 鋼管の半径 (中心から外線までの距離) (mm)
- t : 鋼管の板厚 (mm)
- σ_1 : 曲げにより鋼管に圧縮が生じる側の合応力度 (N/mm²)
- σ_2 : 曲げにより鋼管に引張が生じる側の合応力度 (N/mm²)

注記 *1 : 道路橋示方書・同解説 (Ⅱ鋼橋編) の許容軸方向圧縮応力度の考え方を参照。

*2 : 鋼管の応力状態によって変化する。

鋼種 板厚 (mm)	SS400 SM400 SMA400W	SM490	SM490Y SM520 SMA490W	SM570 SMA570W
40 以下	$140: \frac{l}{r} \leq 18$ $140 - 0.82 \left(\frac{l}{r} - 18 \right)$ $18 < \frac{l}{r} \leq 92$ $\frac{1,200,000}{6,700 + \left(\frac{l}{r} \right)^2}$ $92 < \frac{l}{r}$	$185: \frac{l}{r} \leq 16$ $185 - 1.2 \left(\frac{l}{r} - 16 \right)$ $16 < \frac{l}{r} \leq 79$ $\frac{1,200,000}{5,000 + \left(\frac{l}{r} \right)^2}$ $79 < \frac{l}{r}$	$210: \frac{l}{r} \leq 15$ $210 - 1.5 \left(\frac{l}{r} - 15 \right)$ $15 < \frac{l}{r} \leq 75$ $\frac{1,200,000}{4,400 + \left(\frac{l}{r} \right)^2}$ $75 < \frac{l}{r}$	$255: \frac{l}{r} \leq 18$ $255 - 2.1 \left(\frac{l}{r} - 18 \right)$ $18 < \frac{l}{r} \leq 67$ $\frac{1,200,000}{3,500 + \left(\frac{l}{r} \right)^2}$ $67 < \frac{l}{r}$
40 を超え 75 以下	$125: \frac{l}{r} \leq 19$ $125 - 0.68 \left(\frac{l}{r} - 19 \right)$ $19 < \frac{l}{r} \leq 96$ $\frac{1,200,000}{7,300 + \left(\frac{l}{r} \right)^2}$ $96 < \frac{l}{r}$	$175: \frac{l}{r} \leq 16$ $175 - 1.1 \left(\frac{l}{r} - 16 \right)$ $16 < \frac{l}{r} \leq 82$ $\frac{1,200,000}{5,300 + \left(\frac{l}{r} \right)^2}$ $82 < \frac{l}{r}$	$195: \frac{l}{r} \leq 15$ $195 - 1.3 \left(\frac{l}{r} - 15 \right)$ $15 < \frac{l}{r} \leq 77$ $\frac{1,200,000}{4,700 + \left(\frac{l}{r} \right)^2}$ $77 < \frac{l}{r}$	$245: \frac{l}{r} \leq 17$ $245 - 2.0 \left(\frac{l}{r} - 17 \right)$ $17 < \frac{l}{r} \leq 69$ $\frac{1,200,000}{3,600 + \left(\frac{l}{r} \right)^2}$ $69 < \frac{l}{r}$
75 を超え 100 以下	$190: \frac{l}{r} \leq 16$ $190 - 1.3 \left(\frac{l}{r} - 16 \right)$ $16 < \frac{l}{r} \leq 78$ $\frac{1,200,000}{4,800 + \left(\frac{l}{r} \right)^2}$ $78 < \frac{l}{r}$	$240: \frac{l}{r} \leq 17$ $240 - 1.9 \left(\frac{l}{r} - 17 \right)$ $17 < \frac{l}{r} \leq 69$ $\frac{1,200,000}{3,700 + \left(\frac{l}{r} \right)^2}$ $69 < \frac{l}{r}$	$190: \frac{l}{r} \leq 16$ $190 - 1.3 \left(\frac{l}{r} - 16 \right)$ $16 < \frac{l}{r} \leq 78$ $\frac{1,200,000}{4,800 + \left(\frac{l}{r} \right)^2}$ $78 < \frac{l}{r}$	$240: \frac{l}{r} \leq 17$ $240 - 1.9 \left(\frac{l}{r} - 17 \right)$ $17 < \frac{l}{r} \leq 69$ $\frac{1,200,000}{3,700 + \left(\frac{l}{r} \right)^2}$ $69 < \frac{l}{r}$
備考	l : 部材の有効座屈長 (mm) r : 部材の総断面の断面二次半径 (mm)			

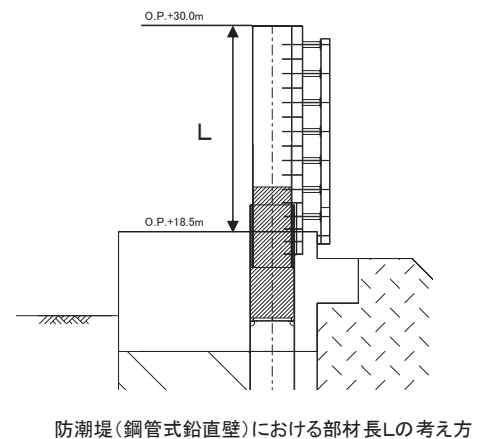
(道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編)・同解説 (日本道路協会, 平成 14 年 3 月) より抜粋)

図 3.7-2 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度

表-解 3.2.2 柱の有効座屈長 L : 部材長 (mm)

	1	2	3	4	5	6
座屈形が点線のような場合						
β の理論値	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
β の推奨値	0.65	0.8	1.2	1.0	2.1	2.0

材端条件	回転に対して	水平変位に対して
	固定	固定
	自由	固定
	固定	自由
	自由	自由



(道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編)・同解説
(日本道路協会, 平成 14 年 3 月) より抜粋)

図 3.7-3 有効座屈長

鋼種	鋼管の板厚(mm)	局部座屈に対する許容応力度(N/mm ²)
SM490 STK490	40 以下	185 : $\frac{R}{at} \leq 35$ 185 - 0.57 $\left(\frac{R}{at} - 35\right)$: $35 < \frac{R}{at} \leq 200$
	40 を超え 100 以下	175 : $\frac{R}{at} \leq 40$ 175 - 0.56 $\left(\frac{R}{at} - 40\right)$: $40 < \frac{R}{at} \leq 200$
SM570 SMA570W	40 以下	255 : $\frac{R}{at} \leq 25$ 255 - 0.82 $\left(\frac{R}{at} - 25\right)$: $25 < \frac{R}{at} \leq 200$
	40 を超え 75 以下	245 : $\frac{R}{at} \leq 25$ 245 - 0.78 $\left(\frac{R}{at} - 25\right)$: $25 < \frac{R}{at} \leq 200$
	75 を超え 100 以下	240 : $\frac{R}{at} \leq 25$ 240 - 0.77 $\left(\frac{R}{at} - 25\right)$: $25 < \frac{R}{at} \leq 200$

(道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編)・同解説 (日本道路協会, 平成 14 年 3 月) より抜粋)

図 3.7-4 (1) 局部座屈に対する許容応力度

【座屈を考慮する場合の許容せん断応力度 (SKK490)】

$$\tau_a = 105 - 0.0039 \left(\frac{R}{t}\right)^2 : \frac{R}{t} \leq 95$$

ここで,

- τ_a : 許容せん断応力度 (N/mm²)
- R : 鋼管の半径 (中心から外線までの距離) (mm)
- t : 鋼管の板厚 (mm)

【座屈を考慮する場合の許容せん断応力度 (SM570)】

$$\tau_a = 145 - 0.0096 \left(\frac{R}{t}\right)^2 : \frac{R}{t} \leq 70$$

ここで,

- τ_a : 許容せん断応力度 (N/mm²)
- R : 鋼管の半径 (中心から外線までの距離) (mm)
- t : 鋼管の板厚 (mm)

表-15.3.2 許容せん断応力度

鋼種	鋼材の板厚 (mm)	局部座屈に対する許容応力度(N/mm ²)	
		補剛材を設ける場合	補剛材を設けない場合
SM490 STK490	40 以下	$105 - 0.0039 \left(\frac{R}{t}\right)^2$: $\frac{R}{t} \leq 95$ $7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$: $95 < \frac{R}{t} \leq 200$	60
	40 を超え 100 以下	$100 - 0.0034 \left(\frac{R}{t}\right)^2$: $\frac{R}{t} \leq 100$ $7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$: $100 < \frac{R}{t} \leq 200$	
SM570 SMA570W	40 以下	$145 - 0.0096 \left(\frac{R}{t}\right)^2$: $\frac{R}{t} \leq 70$ $7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$: $70 < \frac{R}{t} \leq 200$	—
	40 を超え 75 以下	$140 - 0.0087 \left(\frac{R}{t}\right)^2$: $\frac{R}{t} \leq 75$ $7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$: $75 < \frac{R}{t} \leq 200$	
	75 を超え 100 以下	$135 - 0.0078 \left(\frac{R}{t}\right)^2$: $\frac{R}{t} \leq 75$ $7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$: $75 < \frac{R}{t} \leq 200$	

(道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編)・同解説 (日本道路協会, 平成 14 年 3 月) より抜粋)

図 3.7-4 (2) 局部座屈に対する許容せん断応力度

表 3.7-1(1) 鋼管杭の許容限界（一般部，断面①～断面③）

杭種		設置標高		座屈	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度 (N/mm ²) * 2	
					許容曲げ 圧縮応力度	許容せん断 応力度	許容曲げ 圧縮応力度	許容せん断 応力度
鋼管杭 (上杭) φ 2200	SKK490 (t=25mm)	O. P. +30.0m～ O. P. +23.5m		座屈 考慮	161* 1	96* 1	241* 1	145* 1
	SM570 (t=40mm)	O. P. +23.5m～ O. P. +21.0m			224* 1	137* 1	336* 1	206* 1
		O. P. +21.0m～ O. P. +20.0m		255	145	382	217	
鋼管杭 (下杭) φ 2500	SM570 (t=35mm)	長杭	O. P. +20.0m～ O. P. ±0.0m	座屈 非 考慮	255	145	382	217
		短杭	O. P. +20.0m～ O. P. +5.0m					
	SKK490 (t=25mm)	長杭	O. P. ±0.0m～ 杭下端		185	105	277	157
		短杭	O. P. +5.0m～ O. P. +2.5m					

注記 * 1 : 座屈を考慮する場合，鋼管杭の応力状態に応じた許容応力度を用いるが，ここでは許容応力度が最小となるように算定した値を示す。

* 2 : 短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

表 3.7-1(2) 鋼管杭の許容限界（一般部，断面④）

杭種		設置標高		座屈	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度 (N/mm ²) *2	
					許容曲げ 圧縮応力度	許容せん断 応力度	許容曲げ 圧縮応力度	許容せん断 応力度
鋼管杭 (上杭) φ 2200	SKK490 (t=25mm)	O. P. +30.0m～ O. P. +29.0m		座屈 考慮	178*1	96*1	268*1	145*1
		O. P. +29.0m～ O. P. +23.5m			185	105	277	157
	SM570 (t=40mm)	O. P. +23.5m～ O. P. +20.0m			255	145	382	217
鋼管杭 (下杭) φ 2500	SM570 (t=35mm)	長杭	O. P. +20.0m～ O. P. +1.024m	座屈 非 考慮	255	145	382	217
		短杭	O. P. +20.0m～ O. P. +5.0m					
	SKK490 (t=25mm)	長杭	O. P. +1.024m～杭 下端		185	105	277	157
		短杭	O. P. +5.0m～ O. P. +2.5m					

注記 *1：座屈を考慮する場合，鋼管杭の応力状態に応じた許容応力度を用いるが，ここでは許容応力度が最小となるように算定した値を示す。

*2：短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

表 3.7-1(3) 鋼管杭の許容限界（岩盤部，断面⑤～⑥）

杭種		設置標高		座屈	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度 (N/mm ²) *2	
					許容曲げ 圧縮応力度	許容せん 断応力度	許容曲げ 圧縮応力度	許容せん断 応力度
鋼管杭 (上杭) φ 2200	SKK490 (t=25mm)	O. P. +29.0m～ O. P. +23.5m		座屈 考慮	164*1	96*1	246*1	145*1
	SM570 (t=40mm)	O. P. +23.5m～ O. P. +21.0m			229*1	137*1	344*1	206*1
		O. P. +21.0m～ O. P. +20.0m		255	145	382	217	
鋼管杭 (下杭) φ 2500	SM570 (t=35mm)	⑤断面	O. P. +20.0m ～O. P. +5.0m	座屈 非考慮	255	145	382	217
		⑥断面	O. P. +20.0m ～O. P. +8.0m					
	SKK490 (t=25mm)	⑤断面	O. P. +5.0m～ O. P. +2.5m		185	105	277	157
		⑥断面	O. P. +8.0m～ O. P. +5.5m					

注記 *1：座屈を考慮する場合，鋼管杭の応力状態に応じた許容応力度を用いるが，ここでは許容応力度が最小となるように算定した値を示す。

*2：短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

表 3.7-1(4) 鋼管杭の許容限界（岩盤部，断面⑦）

杭種	座屈	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度*
		許容曲げ圧縮応力度 σ_{sa}		(N/mm ²)
SKK490 (t=25mm)	座屈	許容曲げ圧縮応力度 σ_{sa}	185	277
	非考慮	許容せん断応力度 τ_{sa}	105	157

注記 *：短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

3.7.2 鋼製遮水壁及び漂流物防護工

鋼製遮水壁及び漂流物防護工の許容限界は、「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説（日本道路協会，平成14年3月）」に基づき，表3.7-2～表3.7-3に示す短期許容応力度とする。

表 3.7-2 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の許容限界

部材		材質	座屈	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度* ² (N/mm ²)
鋼製 遮水壁	スキン プレート	SM490Y	非考慮	許容曲げ圧縮応力度 σ_{sa}	210	315
	垂直リブ	SM490Y	考慮	許容圧縮応力度 σ_{ca} * ¹	127	190
	水平リブ	SM490Y	非考慮	許容曲げ圧縮応力度 σ_{sa}	210	315
非考慮			許容せん断応力度 τ_{sa}	120	180	
漂流物 防護工	架台	SM490Y	非考慮	許容曲げ圧縮応力度 σ_{sa}	210	315
			非考慮	許容せん断応力度 τ_{sa}	120	180
	防護工	SM570	非考慮	許容曲げ圧縮応力度 σ_{sa}	255	382
			非考慮	許容せん断応力度 τ_{sa}	145	217

注記 *1：「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説（日本道路協会，平成14年3月）」に基づき， $\sigma_{ca} = \sigma_{sa} \cdot (t \cdot f / L)^2$ より算出する。tは鋼製遮水壁の垂直リブの板厚(mm)，fは応力勾配による係数，Lは鋼製遮水壁の水平リブ間隔(mm)を示す。なお，t=20(mm)，L=811(mm)であり，fは保守的に最小値となるf=1とし，以下のとおり算出される。

$$\sigma_{ca} = 210 \cdot (20 \cdot 1 / 811)^2 = 127.7 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

*2：短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

表 3.7-2 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の許容限界

鋼材	座屈	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度* ² (N/mm ²)
SM570	座屈非考慮	許容曲げ圧縮応力度 σ_{sa}	255	382
		許容せん断応力度 τ_{sa}	145	217
SM490Y		許容曲げ圧縮応力度 σ_{sa}	210	315
		許容せん断応力度 τ_{sa}	120	180
	座屈考慮	許容圧縮応力度 σ_{ca}	127	190

注記 *1：「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説（日本道路協会，平成14年3月）」に基づき， $\sigma_{ca} = \sigma_{sa} \cdot (t \cdot f / L)^2$ より算出する。tは鋼製遮水壁の垂直リブの板厚(mm)，fは応力勾配による係数，Lは鋼製遮水壁の水平リブ間隔(mm)を示す。なお，t=20(mm)，L=811(mm)であり，fは保守的に最小値とな

る $f = 1$ とする。

*2：短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

表 3.7-3 漂流物防護工（防護工取付けボルト）の許容限界

鋼材	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度* (N/mm ²)
	強度区分 8.8	許容引張応力度 σ_{sa}	360
許容応力度 τ_{sa}		200	300

注記 *：短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

3.7.3 RC 遮水壁

RC 遮水壁の鉄筋コンクリートの許容限界は，「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002 年制定）」に基づき，表 3.7-4 に示す短期許容応力度とする。

表 3.7-4 RC 遮水壁の許容限界

種別	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度* (N/mm ²)
	コンクリート ($f'_{ck}=40\text{N/mm}^2$)	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	14
許容せん断応力度 τ_{al}		0.55	0.82
鉄筋 (SD345)	許容曲げ引張応力度 σ_{sa}	196	294

注記 * : 短期許容応力度は、コンクリートの標準示方書により許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

3.7.4 背面補強工

背面補強工の許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用し、表 3.7-5 に示すすべり安全率とする。

表 3.7-5 背面補強工の許容限界

評価項目	許容限界
すべり安全率	1.2 以上

3.7.5 置換コンクリート

置換コンクリートの許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用し、表 3.7-6 に示すすべり安全率とする。

表 3.7-6 置換コンクリートの許容限界

評価項目	許容限界
すべり安全率	1.2 以上

3.7.6 改良地盤

改良地盤の許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用し、表 3.7-7 に示すすべり安全率とする。

表 3.7-7 改良地盤の許容限界

評価項目	許容限界
すべり安全率	1.2 以上

3.7.7 セメント改良土

セメント改良土の許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用し、表 3.7-8 に示すすべり安全率とする。

表 3.7-8 セメント改良土の許容限界

評価項目	許容限界
すべり安全率	1.2 以上

3.7.8 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の変形量の許容限界は、メーカー規格、漏水試験及び変形試験により、有意な漏えいが生じないことを確認した変形量とする。表 3.7-9 に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

表 3.7-9 止水ジョイント部材の変形量の許容限界

評価項目	許容限界 (mm)		
	変形量	ゴムジョイント	防潮堤軸直交方向
防潮堤軸方向			150
ウレタンシリコン目地		防潮堤軸直交方向	30
		防潮堤軸方向	6

3.7.9 基礎地盤

基礎地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、支持力試験及び道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成 14 年 3 月）により設定する。基礎地盤の許容限界を表 3.7-10 に示す。

表 3.7-10 基礎地盤の支持力に対する許容限界

評価項目	基礎地盤	許容限界 (N/mm ²)
極限支持力	狐崎部層*	13.7
	牧の浜部層*	11.4
	改良地盤	4.4
	C _L 級岩盤（杭基礎）	3.9

* : C_M級岩盤以上の岩盤が対象

3.8 評価方法

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震評価は、地震応答解析に基づき算定した発生応力が「3.7 許容限界」で設定した許容限界以下であることを確認する。

3.8.1 鋼管杭

鋼管杭の評価は、杭体の曲げモーメント及び軸力より算定される応力及びせん断力より算定されるせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

(1) 曲げ軸力照査

曲げモーメント及び軸力を用いて次式により算定される応力が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} \pm \frac{M_1}{Z_1} \dots \dots \dots (3.1)$$

ここで、

σ_1 : 鋼管杭の曲げモーメント及び軸力より算定される応力 (kN/m²)

M_1 : 鋼管杭に発生する曲げモーメント (kN・m)

Z_1 : 鋼管杭の断面係数 (mm³) *

N_1 : 鋼管杭の軸力 (kN)

A_1 : 鋼管杭の断面積 (mm²) *

注記 * : 鋼管杭の外側 1mm を腐食代として考慮する。

(2) せん断力照査

せん断力を用いて次式により算定されるせん断応力がせん断強度に基づく許容限界以下であることを確認する。

$$\tau_1 = \kappa_1 \frac{S_1}{A_1} \dots \dots \dots (3.2)$$

ここで、

τ_1 : 鋼管杭のせん断力より算定されるせん断応力 (N/mm²)

S_1 : 鋼管杭に発生するせん断力 (kN)

A_1 : 鋼管杭の断面積 (mm²) *

κ_1 : せん断応力の分布係数 (2.0)

注記 * : 鋼管杭の外側 1mm を腐食代として考慮する。

3.8.2 鋼製遮水壁及び漂流物防護工

鋼製遮水壁は、スキンプレート、垂直リブ及び水平リブで構成され、漂流物防護工は架台及び防護工で構成されている。防護工は架台に取り付けられており、架台はスキンプレートを挟んで水平リブと同じ高さに取り付けられている。鋼製遮水壁及び漂流物防護工の構造図を図 3.8-1 に示す。

これらの各部材について、単純ばり又は片持ちばりでモデル化し、それぞれ許容限界以下であることを確認する。

地震荷重については、鋼製遮水壁及び漂流物防護工の評価部材ごとにその自重を算定して設計用水平震度との積として設定する。設計水平震度については、地震応答解析の結果に基づき、鋼製遮水壁及び漂流物防護工が設置される断面①～③、⑤及び⑥の鋼管杭に発生する最大水平加速度から以下の式により各断面の最大水平震度 k_h を算定した上で、保守的に設計水平震度を設定し、高さ方向に一律作用させることとする。

また、風荷重については、 1kN/m^2 を高さ方向に一律作用させることとする。

(水平震度算定式)

$$k_h = \frac{\alpha_{\max}}{g} \dots \dots \dots (3.3)$$

α_{\max} : 最大水平加速度 (m/s^2)

g : 重力加速度 (m/s^2)

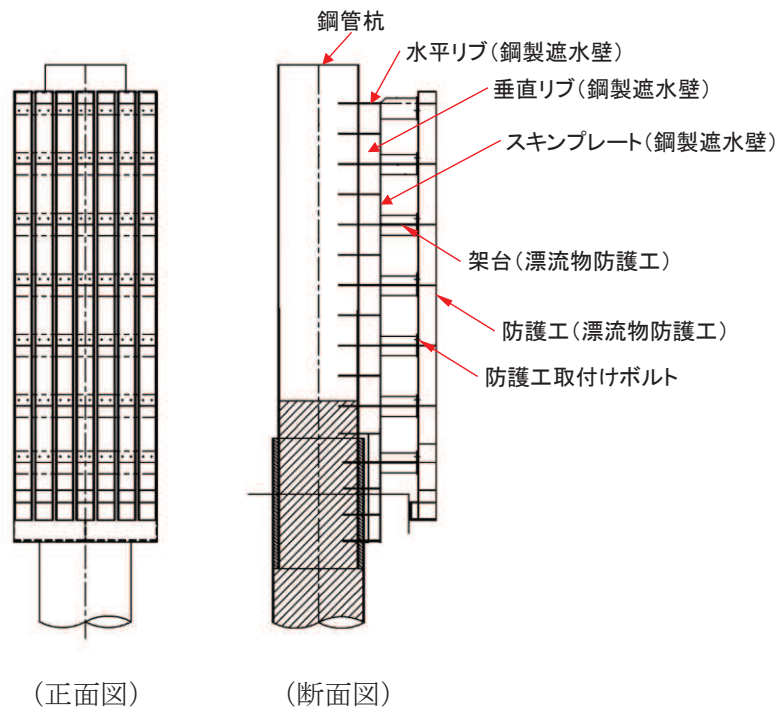


図 3. 8-1 (1) 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の構造図 (正面図, 断面図)

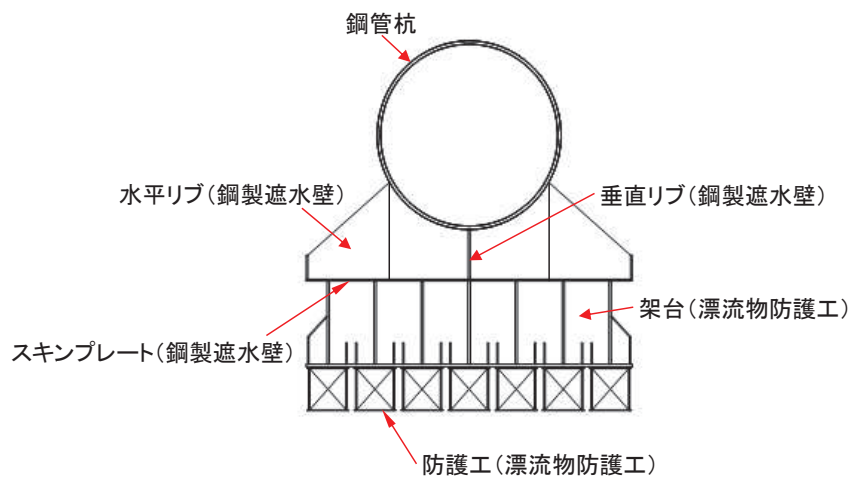


図 3. 8-1 (2) 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の構造図 (平面図)

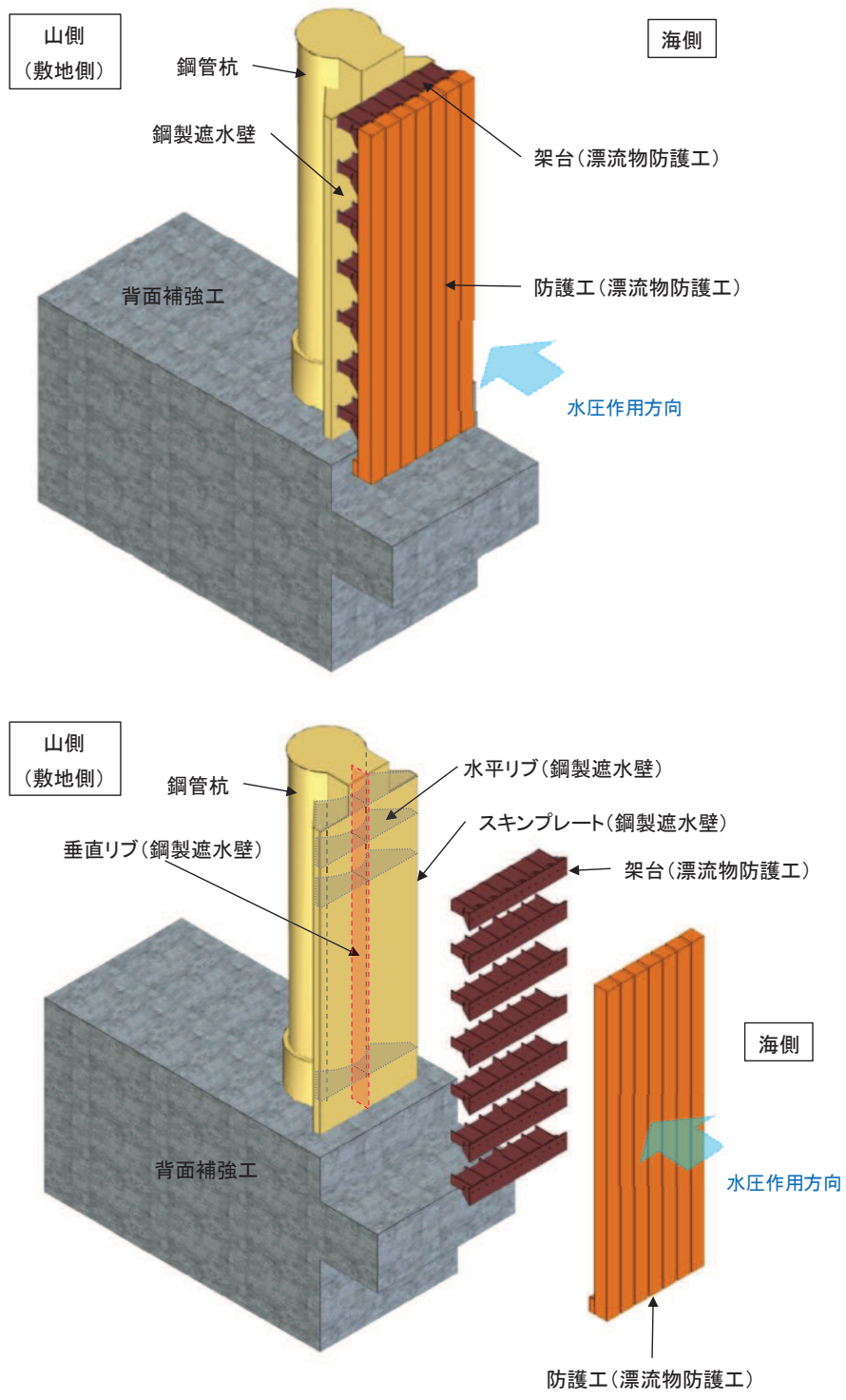


図 3.8-1 (3) 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の構造概要図

(1) スキンプレート

スキンプレートの照査方法を図 3.8-2 に示す。水平リブを支点とする単純ばりでモデル化し、曲げモーメントを用いて次式により算定される応力が許容限界以下であることを確認する。なお、照査箇所については、スキンプレートの材質及び水平リブ間隔 L を考慮し、図 3.8-2 に示す箇所とした。

$$\sigma_2 = \frac{M_2}{Z_2} \dots \dots \dots (3.4)$$

$$M_2 = (P_2 + P_k) \frac{L^2}{8} \dots \dots \dots (3.5)$$

ここで、

- σ_2 : 曲げモーメントによるスキンプレートの発生応力度 (N/mm²)
- M_2 : スキンプレートに発生する曲げモーメント (kN・m)
- Z_2 : スキンプレートの断面係数 (mm³) *
- P_2 : スキンプレートに作用する単位幅あたりの地震慣性力 (kN/m)
- P_k : スキンプレートに作用する単位幅あたりの風荷重 (kN/m)
- L : 水平リブ間隔 (mm)

注記 * : スキンプレートの外側 1mm を腐食代として考慮する。

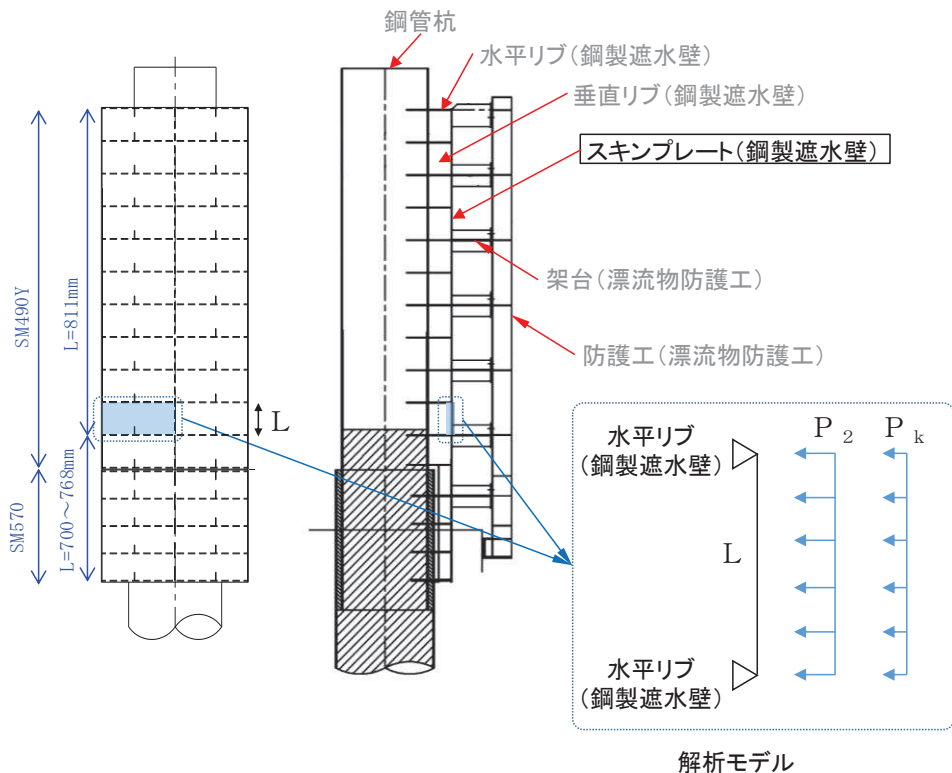


図 3.8-2 スキンプレートの照査概念図

(2) 垂直リブ

垂直リブの照査方法を図 3.8-3 に示す。垂直リブに作用する軸力から算定される応力が許容限界以下であることを確認する。なお、照査箇所については、水平リブ間隔 L を考慮し、図 3.8-3 に示す箇所とした。

$$\sigma_3 = \frac{P}{t \cdot L} \dots \dots \dots (3.6)$$

$$P = (P_3 + P_k) \cdot L \cdot B \dots \dots \dots (3.7)$$

ここで、

- σ_3 : 垂直リブに発生する圧縮応力度 (N/mm²)
- P : 受圧面積に発生する水平荷重 (kN)
- t : 垂直リブの板厚 (mm)
- L : 水平リブ間隔 (mm)
- P_3 : 垂直リブに作用する地震慣性力 (kN/m²)
- P_k : 垂直リブに作用する風荷重 (kN/m²)
- B : 鋼製遮水壁の総幅 (m)

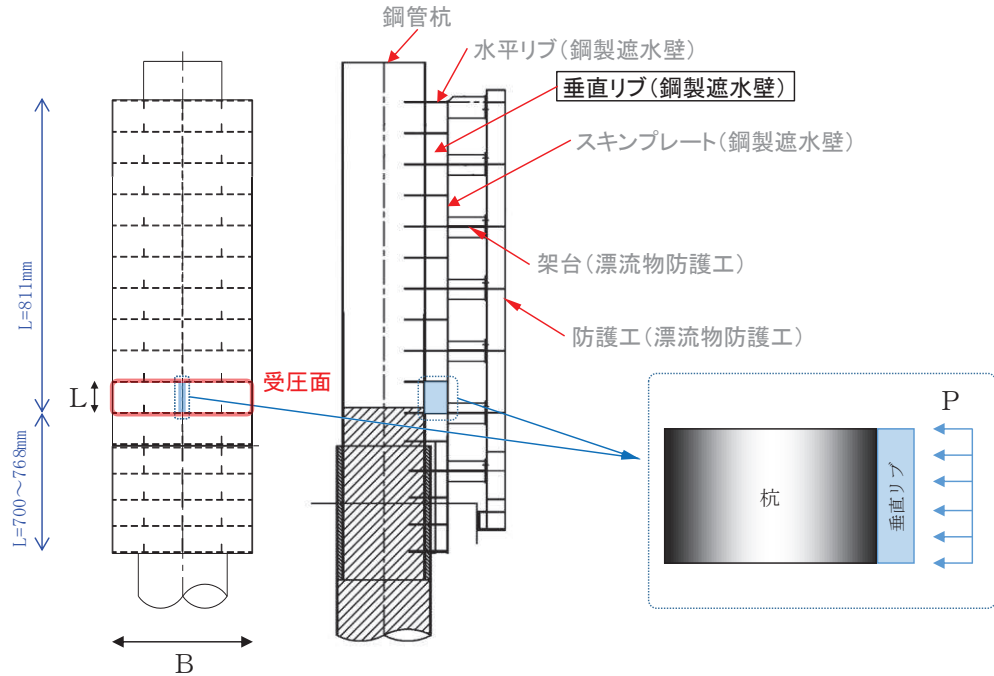


図 3.8-3 垂直リブの照査概念図

(3) 水平リブ及び架台

水平リブ、スキンプレート及び架台を一つの充腹形断面とみなして、鋼管杭中心線上を固定支点とする片持ちばりでモデル化し、曲げモーメント及びせん断力よりそれぞれ算定される応力が許容限界以下であることを確認する。また、合成応力に対しても許容限界以下であることを確認する。

なお、照査箇所については、評価条件が同一であるため、図 3.8-4 に示す中央付近の箇所とした。

水平リブ及び架台の照査方法を図 3.8-4 に示す。

曲げ応力照査 (水平リブ)

$$\sigma_4 = \frac{M_4}{Z_4} \dots \dots \dots (3.8)$$

$$M_4 = \frac{1}{2}(P_4 + P_k) \cdot \ell \cdot b^2 \dots \dots \dots (3.9)$$

せん断力照査 (水平リブ)

$$\tau_4 = \frac{S_4}{A_w} \dots \dots \dots (3.10)$$

$$S_4 = (P_4 + P_k) \cdot \ell \cdot b \dots \dots \dots (3.11)$$

合成応力照査 (水平リブ)

$$\left(\frac{\sigma_4}{\sigma_{sa}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_4}{\tau_{sa}}\right)^2 \leq 1.2 \dots \dots \dots (3.12)$$

曲げ応力照査 (架台)

$$\sigma_5 = \frac{M_5}{Z_5} \dots \dots \dots (3.13)$$

$$M_5 = \frac{1}{2}(P_4 + P_k) \cdot \ell \cdot b^2 \dots \dots \dots (3.14)$$

せん断力照査 (架台)

$$\tau_5 = \frac{S_5}{A_w} \dots \dots \dots (3.15)$$

$$S_5 = (P_4 + P_k) \cdot \ell \cdot b \dots \dots \dots (3.16)$$

合成応力照査 (架台)

$$\left(\frac{\sigma_5}{\sigma_{sa}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_5}{\tau_{sa}}\right)^2 \leq 1.2 \dots \dots \dots (3.17)$$

ここで、

- σ_4 : 曲げモーメントによる水平リブの発生応力度 (N/mm²)
- M_4 : 水平リブに発生する曲げモーメント (kN・m)
- Z_4 : 水平リブの断面係数 (mm³) *1
- P_4 : 水平リブ及び架台に作用する地震慣性力 (kN/m²)
- P_k : 水平リブ及び架台に作用する風荷重 (kN/m²)
- τ_4 : せん断力による水平リブの発生応力度 (N/mm²)
- S_4 : 水平リブに発生するせん断力 (kN)
- σ_5 : 曲げモーメントによる架台の発生応力度 (N/mm²)
- M_5 : 架台に発生する曲げモーメント (kN・m)
- Z_5 : 架台の断面係数 (mm³) *1*2
- τ_5 : せん断力による架台の発生応力度 (N/mm²)
- S_5 : 架台に発生するせん断力 (kN)
- ℓ : 架台間隔 (mm)
- b : モーメントアーム長 (m)
- A_w : 水平リブ及び架台のせん断抵抗断面積 (mm²) *2
- σ_{sa} : 短期許容曲げ圧縮応力度 (N/mm²)
- τ_{sa} : 短期許容せん断応力度 (N/mm²)

注記 *1 : 水平リブ及び架台の断面係数の算出方法は図 3.8-5 に示す。

*2 : 架台は腐食代 2mm を考慮する。

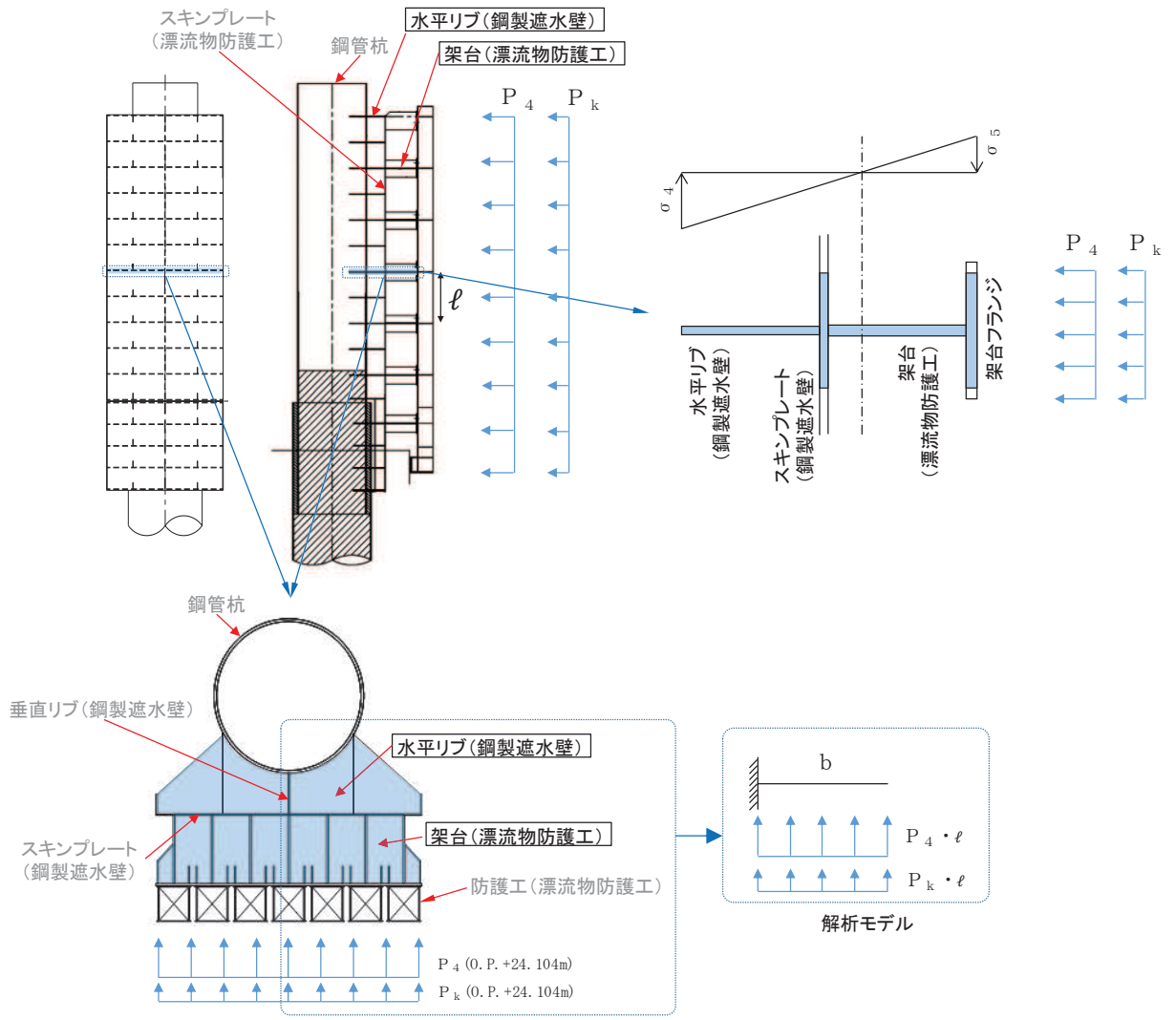
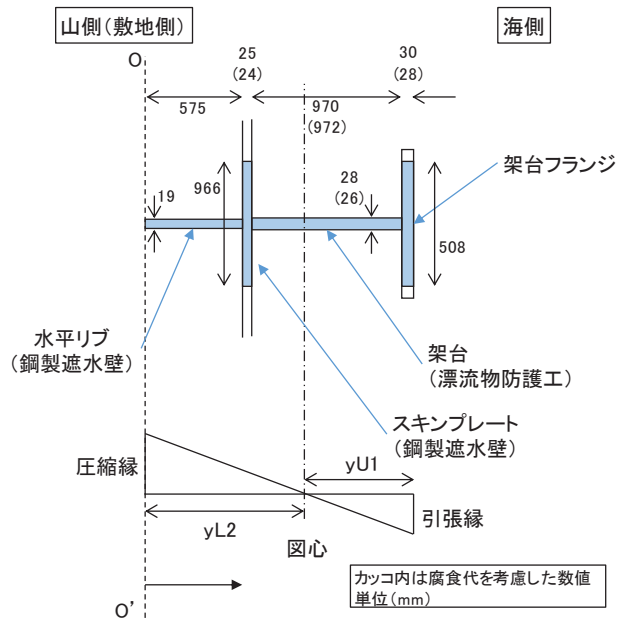


図 3.8-4 水平リブ及び架台の照査概念図



架台フランジの幅(有効幅)の算出

$bg/La = 300/4000 = 0.075$ bg : 架台フランジ片側張出長(幅600÷2)
 $= 0.075$ La : 等価支間長(2×b(=2000))

0.02 < bg/La < 0.30 であることから、道路橋示方書(H24)の式を用いて、 λ (片側有効幅)を算出する。

$\lambda g = (1.06 - 3.2 \times (bg/La) + 4.5 \times (bg/La)^2) \times bg$
 $= 254$

以上から、架台フランジの幅(有効幅)は508mmとする。

スキンプレートの幅(有効幅)の算出

$bs/La = 811/4000 = 0.203$ bs : スキンプレート片側張出長(811)
 $= 0.203$ La : 等価支間長(2×b(=2000))

0.02 < bs/La < 0.30 であることから、道路橋示方書(H24)の式を用いて、 λ (片側有効幅)を算出する。

$\lambda s = (1.06 - 3.2 \times (bs/La) + 4.5 \times (bs/La)^2) \times bs$
 $= 483$

以上から、架台フランジの幅(有効幅)は966mmとする。

	幅 (有効幅) a(mm)	高さ b (mm)	断面積 A (mm ²)	O-O' 軸から 要素図心までの 距離y(mm)	断面一次 モーメント Ay(mm ²)	Ay ² (mm ³)	要素図心回りの要素単体の 断面二次モーメント I' (mm ⁴) (ab ³ /12)	O-O' 軸回りの要素単体の 断面二次モーメント Ay ² +I' (mm ⁴)
架台フランジ	508	28	14224	1585	2.255 × 10 ⁷	3.573 × 10 ¹⁰	9.293 × 10 ⁵	3.573 × 10 ¹⁰
架台	26	972	25272	1085	2.742 × 10 ⁷	2.975 × 10 ¹⁰	1.990 × 10 ⁹	3.174 × 10 ¹⁰
スキンプレート	966	24	23184	587	1.361 × 10 ⁷	7.988 × 10 ⁹	1.113 × 10 ⁶	7.990 × 10 ⁹
水平リブ	19	575	10925	287.5	0.314 × 10 ⁷	9.030 × 10 ⁸	3.010 × 10 ⁸	1.204 × 10 ⁹
合計	-	-	① 73605	-	② 6.672 × 10 ⁷	-	-	③ 7.667 × 10 ¹⁰

O-O' 軸から図心までの長さ

$e = ((2) \text{断面一次モーメントの合計}) / ((1) \text{面積の合計})$
 $= 906.4 \text{ (mm)}$

図心回りの断面二次モーメント

$I = ((3) \text{O-O' 軸回りの要素単体の断面二次モーメントの合計}) - (e^2 \times ((1) \text{面積の合計}))$
 $= 1.620 \times 10^{10} \text{ (mm}^4\text{)}$

水平リブ(下縁)の断面係数

$yL2$ (圧縮縁から図心までの長さ) = e
 $= 906.4 \text{ (mm)}$

Z_4 (断面係数) = $I / yL2$
 $= 1.787 \times 10^7 \text{ (mm}^3\text{)}$

架台(上縁)の断面係数

$yU1$ (引張縁から図心までの長さ) = $1599 - 906.4$
 $= 692.6 \text{ (mm)}$

Z_5 (断面係数) = $I / yU1$
 $= 2.339 \times 10^7 \text{ (mm}^3\text{)}$

図 3.8-5 水平リブ及び架台の断面係数の算出方法

(4) 防護工

防護工の照査方法を図 3.8-6 に示す。防護工は架台を支点とする単純ばりでモデル化し、曲げモーメント及びせん断力よりそれぞれ算定される応力が許容限界以下であることを確認する。また、合成応力に対しても許容限界以下であることを確認する。

なお、照査箇所については、評価条件が同一であるため、図 3.8-6 に示す中央付近の箇所とした。

曲げ応力照査

$$\sigma_6 = \frac{M_6}{Z_6} \dots \dots \dots (3.18)$$

$$M_6 = (P_6 + P_k) \cdot b'' \cdot \frac{\ell^2}{8} \dots \dots \dots (3.19)$$

せん断力照査

$$\tau_6 = \frac{S_6}{A_{wc}} \dots \dots \dots (3.20)$$

$$S_6 = (P_6 + P_k) \cdot b'' \cdot \frac{\ell}{2} \dots \dots \dots (3.21)$$

合成応力照査

$$\left(\frac{\sigma_6}{\sigma_{sa}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_6}{\tau_{sa}} \right)^2 \leq 1.2 \dots \dots \dots (3.22)$$

ここで、

σ_6 : 曲げモーメントによる防護工の発生応力度 (N/mm²)

M_6 : 防護工に発生する曲げモーメント (kN・m)

Z_6 : 防護工の断面係数 (mm³) *

P_6 : 防護工に作用する地震慣性力 (kN/m²)

P_k : 防護工に作用する風荷重 (kN/m²)

τ_6 : せん断力による防護工の発生応力度 (N/mm²)

S_6 : 防護工に発生するせん断力 (kN)

b'' : 防護工の幅 (m)

A_{wc} : 防護工のせん断抵抗断面積 (mm²) *

ℓ : 架台間隔 (mm)

σ_{sa} : 短期許容曲げ圧縮応力度 (N/mm²)

τ_{sa} : 短期許容せん断応力度 (N/mm²)

注記 * : 防護工は外側 1mm を腐食代として考慮する。

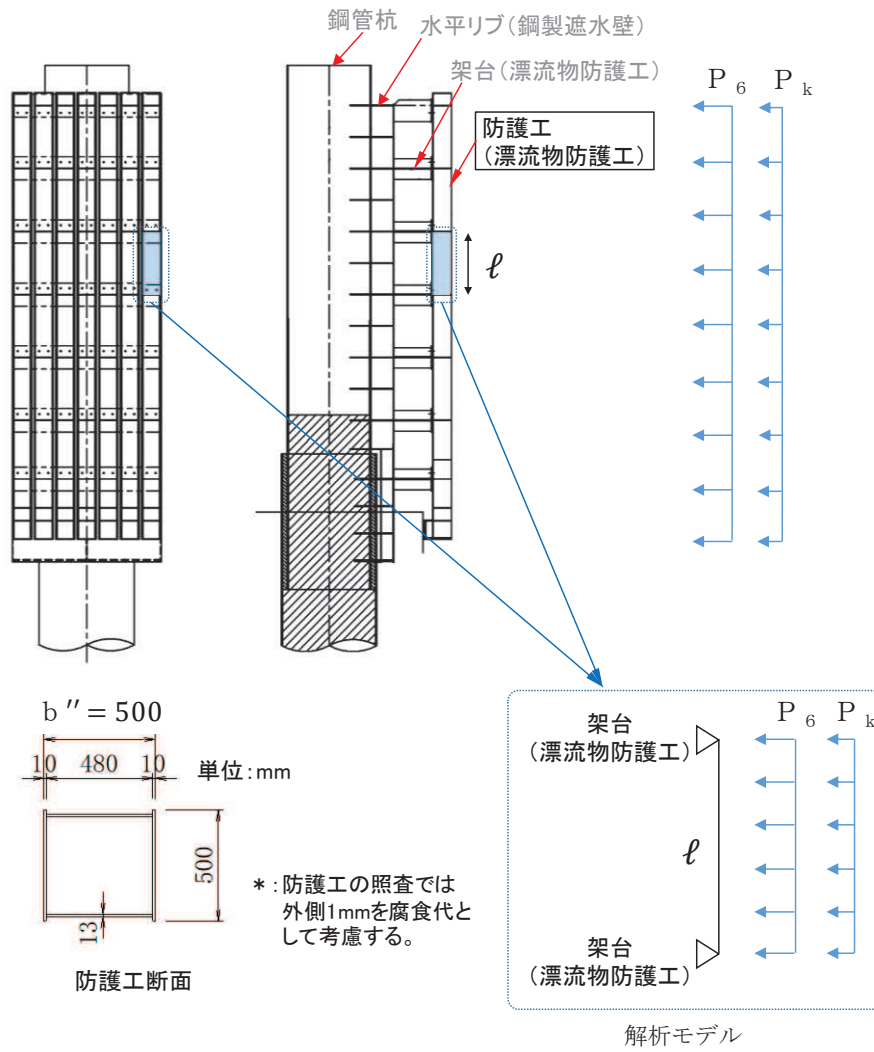


図 3.8-6 防護工の照査概念図

(5) 防護工取付けボルト

防護工取付けボルトの照査方法を図 3.8-7 に示す。防護工取付けボルトは、引張力及びせん断力よりそれぞれ算定される応力が許容限界以下であることを確認する。

なお、照査箇所については、評価条件が同一であるため、図 3.8-7 に示す中央付近の箇所とした。

引張力照査

$$\sigma_7 = \frac{N_7}{A_e} \dots \dots \dots (3.23)$$

$$N_7 = P_{h7} \cdot b'' \cdot \ell \cdot \frac{1}{n} \dots \dots \dots (3.24)$$

せん断力照査

$$\tau_7 = \frac{S_7}{A_e} \dots \dots \dots (3.25)$$

$$S_7 = P_{v7} \cdot b'' \cdot \ell \cdot \frac{1}{n} \dots \dots \dots (3.26)$$

ここで、

- σ_7 : 引張力による防護工取付けボルト 1 本あたりの発生応力度 (N/mm²)
- N_7 : 防護工取付けボルト 1 本あたりに発生する引張力 (kN)
- A_e : 防護工取付けボルトの断面積 (mm²) *
- P_{h7} : 防護工取付けボルトに作用する水平地震慣性力 (kN/m²)
- b'' : 防護工の幅 (m)
- ℓ : 架台間隔 (mm)
- n : 防護工取付けボルト 1 箇所あたりの本数 (本)
- τ_7 : せん断力による防護工取付けボルト 1 本あたりの発生応力度 (N/mm²)
- S_7 : 防護工取付けボルト 1 本あたりに発生するせん断力 (kN)
- P_{v7} : 防護工取付けボルトに作用する鉛直地震慣性力 (kN/m²)

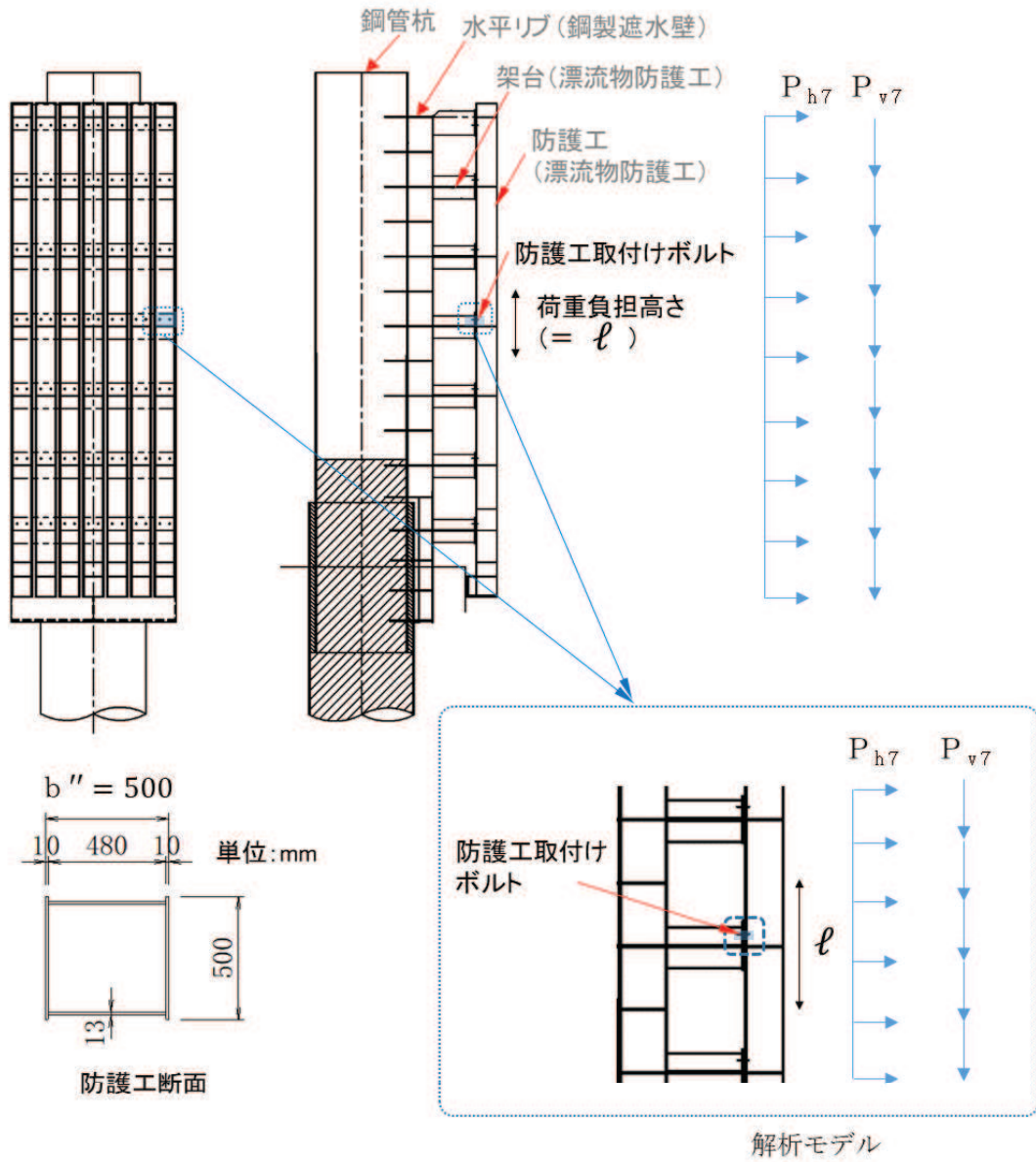


図 3.8-7 防護工取付けボルトの照査概念図

3.8.3 RC 遮水壁

RC 遮水壁は、コンクリートの曲げ圧縮応力、せん断応力及び鉄筋の引張応力が許容限界以下であることを確認する。

RC 遮水壁の応力度算定は、解析コード「UC-win/section Ver.6.02.02」を使用する。

解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

3.8.4 背面補強工

背面補強工の評価は、背面補強工を通るすべり線のすべり安全率が 1.2 以上であることを確認する。

すべり安全率の算定フローを図 3.8-8 に示す。すべり安全率は、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値として時々刻々求め、最小すべり安全率のすべり線を選定する。想定すべり線は、背面補強工の端部を基点として±5° 間隔で設定する。背面補強工の想定すべり線を図 3.8-9 に示す。

また、すべり線設定の考え方は「6.1.9 12. すべり線設定の考え方」に示す。

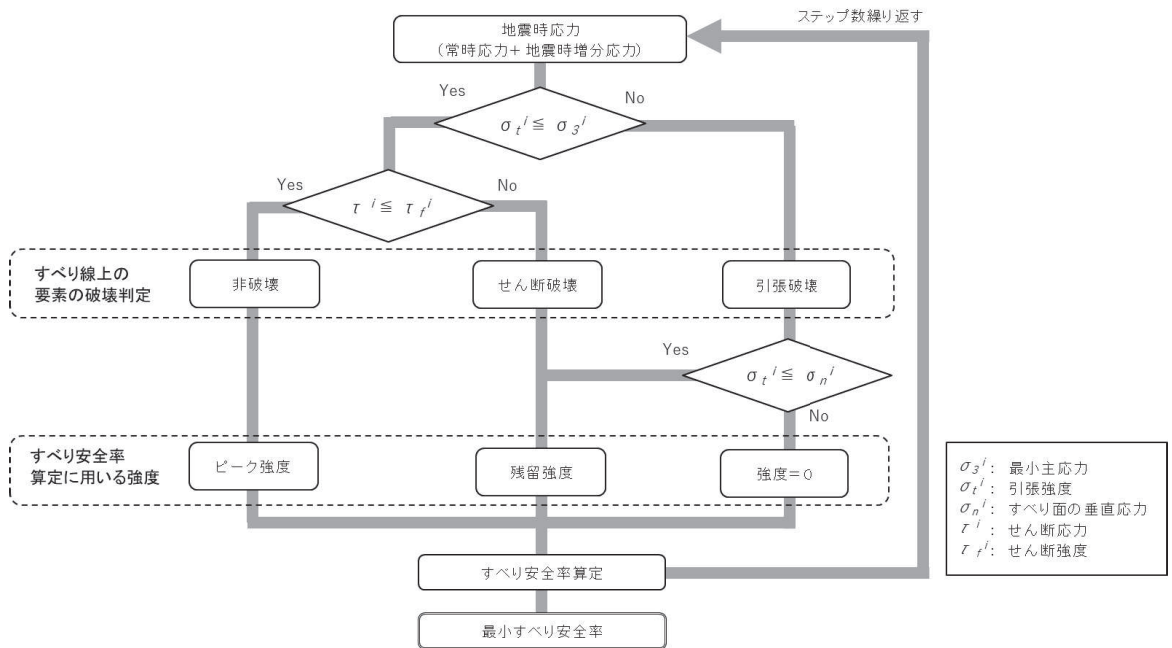


図 3.8-8 すべり安全率算定のフロー

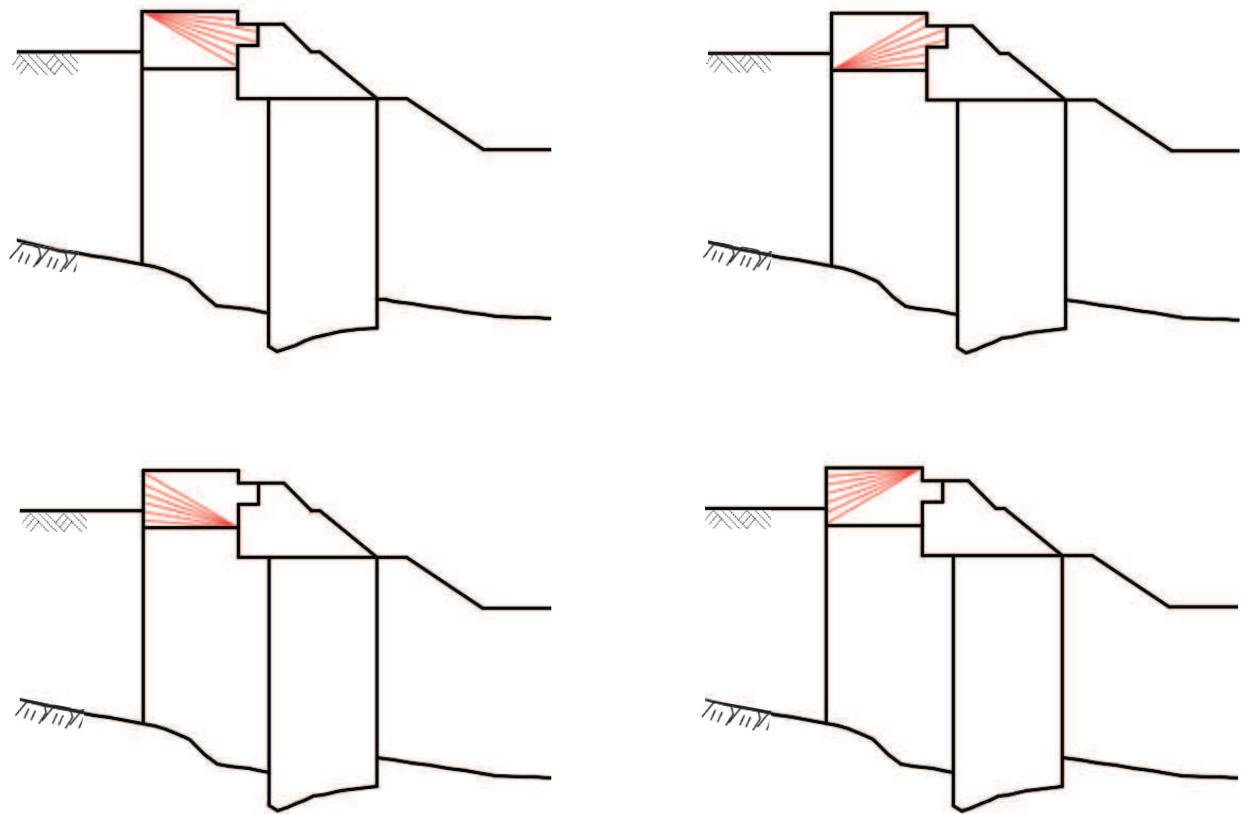


図 3.8-9 背面補強工の想定すべり線（断面①～⑤共通）

3.8.5 置換コンクリート

置換コンクリートの評価は、置換コンクリートを通るすべり線のすべり安全率が 1.2 以上であることを確認する。なお、地盤と施設を連成した 2 次元動的有限要素法解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討（非線形解析等）を行う。

すべり安全率の算定フローを図 3.8-8 に示す。すべり安全率は、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値として時々刻々求め、最小すべり安全率のすべり線を選定する。想定すべり線は、背面補強工の端部を基点として $\pm 5^\circ$ 間隔で設定する。置換コンクリートの想定すべり線を図 3.8-10 に示す。

また、すべり線設定の考え方は「6.1.9 12. すべり線設定の考え方」に示す。

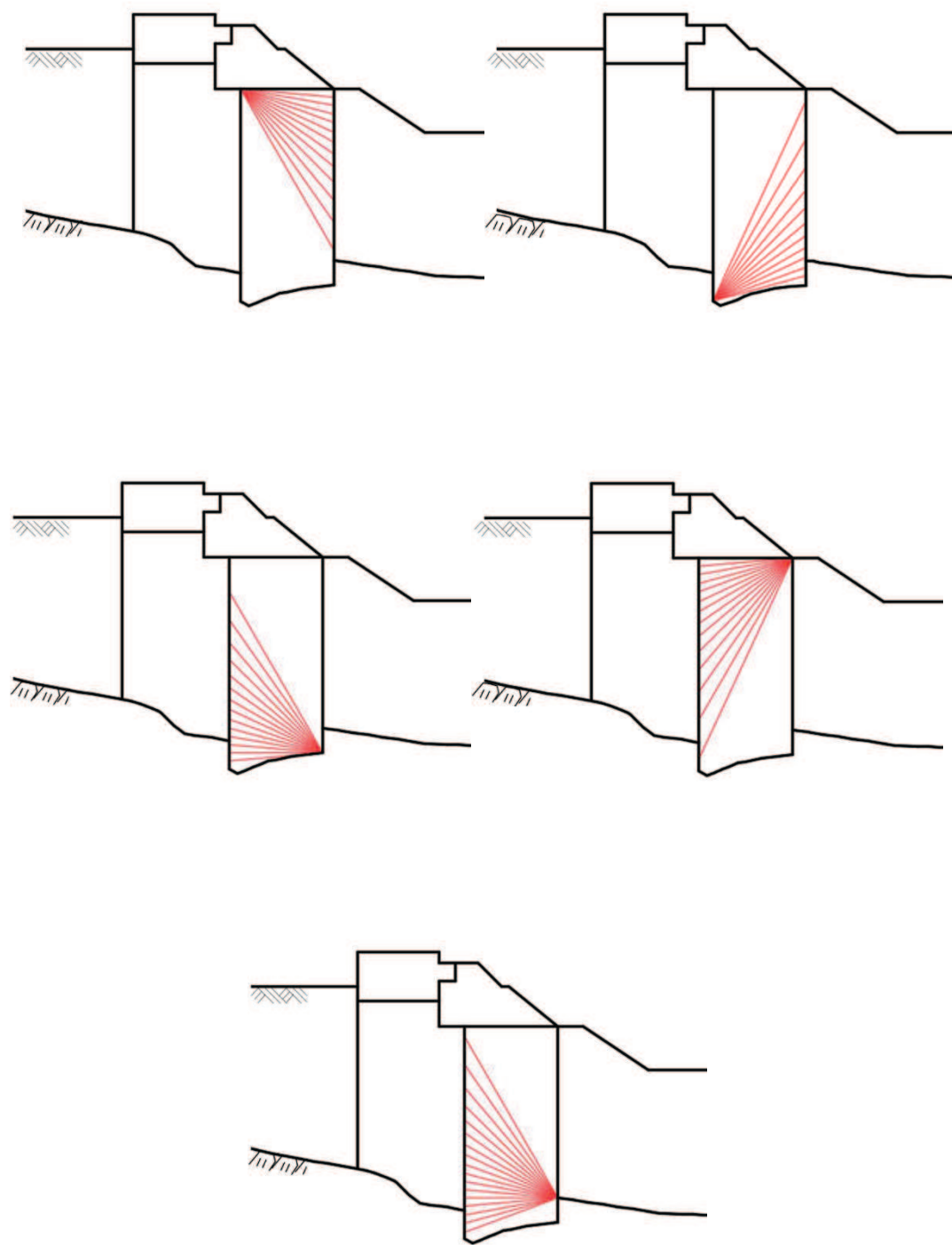


図 3.8-10 置換コンクリートの想定すべり線

3.8.6 改良地盤

改良地盤の評価は、改良地盤を通るすべり線のすべり安全率が1.2以上であることを確認する。なお、地盤と施設を連成した2次元動的有限要素法解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討（非線形解析等）を行う。

また、改良地盤の強度特性のばらつきを考慮した評価（平均値 -1σ 強度）についても実施する。その際の解析ケースはケース①（基本ケース）とする。

すべり安全率の算定フローを図3.8-8に示す。すべり安全率は、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値として時々刻々求め、最小すべり安全率のすべり線を選定する。想定すべり線は、背面補強工の端部を基点として $\pm 5^\circ$ 間隔で設定する。改良地盤の想定すべり線を図3.8-11に示す。

また、すべり線設定の考え方は「6.1.9 12. すべり線設定の考え方」に示す。

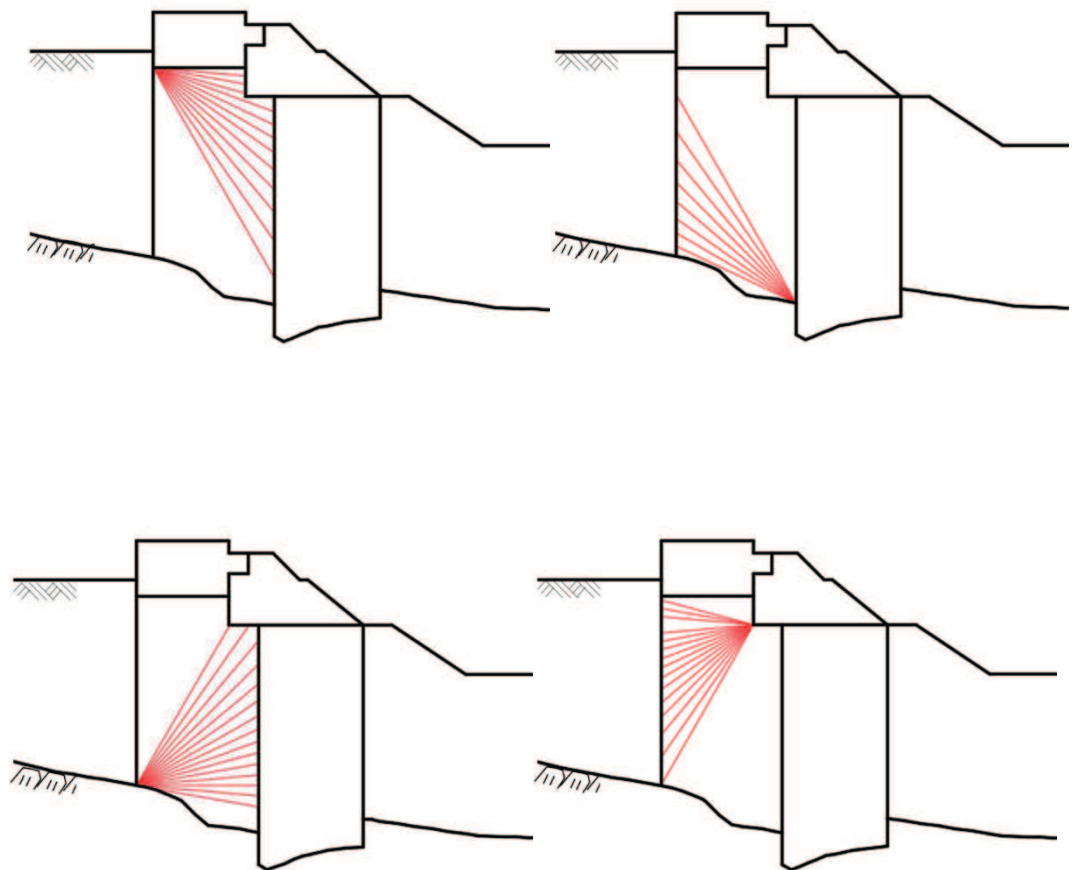


図 3.8-11 改良地盤の想定すべり線

3.8.7 セメント改良土

セメント改良土の評価は、セメント改良土を通るすべり線のすべり安全率が1.2以上であることを確認する。なお、地盤と施設を連成した2次元動的有限要素法解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討（非線形解析等）を行う。

また、セメント改良土の強度特性のばらつきを考慮した評価（平均値 -1σ 強度）についても実施する。その際の解析ケースはケース①（基本ケース）とする。

すべり安全率の算定フローを図3.8-8に示す。すべり安全率は、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値として時々刻々求め、最小すべり安全率のすべり線を選定する。想定すべり線は、背面補強工の端部を基点として $\pm 5^\circ$ 間隔で設定する。セメント改良土の想定すべり線を図3.8-12に示す。また、すべり線設定の考え方は「6.1.9 12. すべり線設定の考え方」に示す。

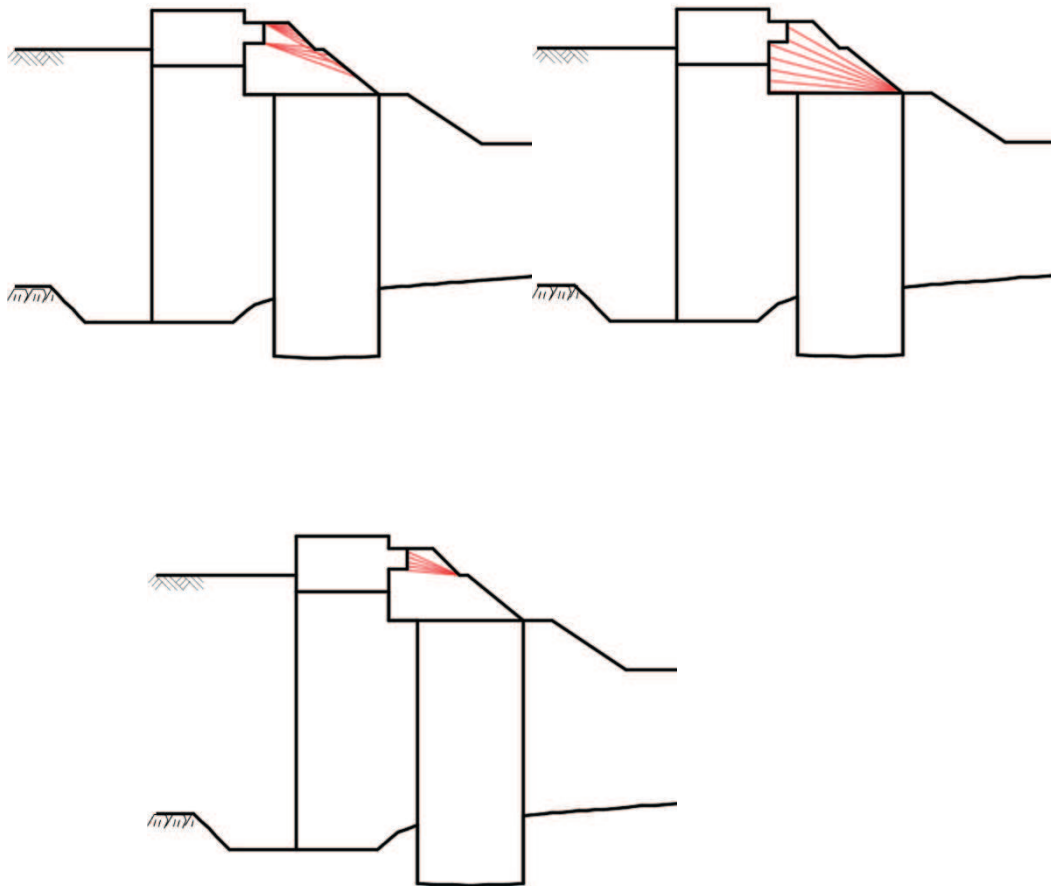


図3.8-12(1) セメント改良土の想定すべり線（断面①～③共通）

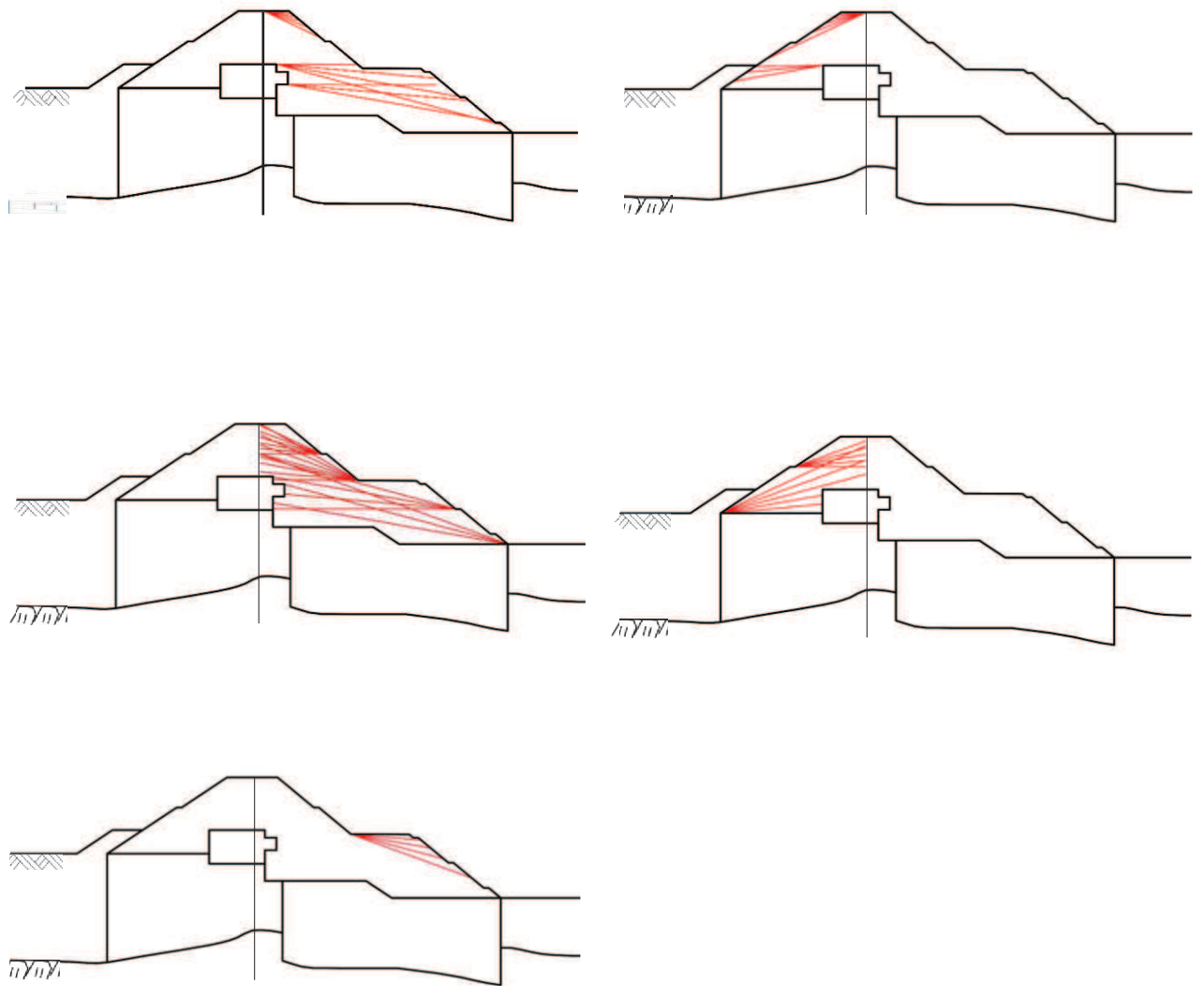


図 3.8-12(2) セメント改良土の想定すべり線（断面④）

3.8.8 止水ジョイントの変形性評価

止水ジョイント部材の地震時の評価について、防潮堤軸直交方向（以下、「軸直交方向」という）及び防潮堤軸方向（以下、「軸方向」という）ともに、地震荷重による最大相対変位が許容限界以下であることを確認する。

3.8.9 基礎地盤

基礎地盤の支持性能評価においては、基礎地盤に生じる接地圧が許容限界以下であることを確認する。

4. 評価結果

4.1 地震応答解析結果

地震応答解析結果として「断面力分布図」，「最大せん断ひずみ分布」，「最大過剰間隙水圧比分布」を記載する。なお，断面力分布について，鋼管杭は杭 1 本あたり，RC 遮水壁は単位奥行きあたりの断面力を図示する。

耐震評価においては，「補足 610-20 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」に基づき，全ての基準地震動 S_s に対して実施するケース①において，曲げ・軸力系の破壊に対する照査，せん断破壊に対する照査及び基礎地盤の支持性能に対する照査の各評価項目について，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，追加解析ケース②，③を実施する。

4.1.1 解析ケースと照査値

(1) 断面①

a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-1 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-1 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値（断面①）

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
$S_s - D 1$	++	0.38		
	-+	0.34		
	+-	0.30		
	--	0.37		
$S_s - D 2$	++	0.40		
	-+	0.37		
	+-	0.39		
	--	0.42	0.40	0.41
$S_s - D 3$	++	0.26		
	-+	0.30		
	+-	0.29		
	--	0.28		
$S_s - F 1$	++	0.27		
	-+	0.17		
$S_s - F 2$	++	0.30		
	-+	0.21		
$S_s - F 3$	++	0.25		
	-+	0.37		
$S_s - N 1$	++	0.22		
	-+	0.21		

b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-2 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-2 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値（断面①）

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.22		
	-+	0.19		
	+-	0.17		
	--	0.25		
S s - D 2	++	0.27		
	-+	0.25		
	+-	0.23		
	--	0.24	0.23	0.24
S s - D 3	++	0.18		
	-+	0.17		
	+-	0.18		
	--	0.16		
S s - F 1	++	0.19		
	-+	0.11		
S s - F 2	++	0.18		
	-+	0.13		
S s - F 3	++	0.14		
	-+	0.24		
S s - N 1	++	0.13		
	-+	0.15		

c. 背面補強工のすべり安全率照査

表 4.1-3 に背面補強工のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-3 背面補強工のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面①）

解析ケース 地震動		すべり安全率照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	24.8		
	-+	25.7		
	+-	25.8		
	--	21.9		
S s - D 2	++	23.1		
	-+	22.1		
	+-	25.2		
	--	24.7	24.8	23.8
S s - D 3	++	27.9		
	-+	31.1		
	+-	29.3		
	--	31.5		
S s - F 1	++	25.9		
	-+	40.2		
S s - F 2	++	25.5		
	-+	33.4		
S s - F 3	++	35.7		
	-+	20.7		
S s - N 1	++	35.5		
	-+	29.3		

d. 置換コンクリートのすべり安全率照査

表 4.1-4 に置換コンクリートのすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-4 置換コンクリートのすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面①）

解析ケース 地震動		すべり安全率照査		
		①	②	③
S _s -D1	++	5.2		
	-+	5.1		
	+-	5.1		
	--	5.1		
S _s -D2	++	5.2		
	-+	4.9		
	+-	5.3		
	--	4.9	4.6	5.3
S _s -D3	++	6.4		
	-+	6.3		
	+-	6.6		
	--	6.2		
S _s -F1	++	5.3		
	-+	6.0		
S _s -F2	++	5.9		
	-+	5.1		
S _s -F3	++	6.6		
	-+	5.8		
S _s -N1	++	4.2		
	-+	6.2		

e. 改良地盤のすべり安全率照査

表 4.1-5 に改良地盤のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-5 改良地盤のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面①）

解析ケース 地震動		すべり安全率照査			
		①	①（平均値－ 1σ強度）	②	③
S s - D 1	++	3.0	3.0		
	-+	3.2	3.1		
	+-	2.8	2.8		
	--	3.4	3.4		
S s - D 2	++	3.3	3.3		
	-+	3.1	3.1		
	+-	3.0	2.9		
	--	3.1	3.1	2.9	3.6
S s - D 3	++	3.6	3.5		
	-+	3.0	3.0		
	+-	3.4	3.4		
	--	3.3	3.2		
S s - F 1	++	2.9	2.9		
	-+	3.1	3.1		
S s - F 2	++	3.1	3.1		
	-+	3.3	3.3		
S s - F 3	++	3.2	3.1		
	-+	3.3	3.2		
S s - N 1	++	3.0	3.0		
	-+	2.6	2.5		

f. セメント改良土のすべり安全率照査

表 4.1-6 にセメント改良土のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-6 セメント改良土のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面①）

解析ケース 地震動		すべり安全率照査			
		①	①（平均値－ 1σ強度）	②	③
S s - D 1	++	3.8	3.7		
	-+	4.2	4.1		
	+-	4.0	3.8		
	--	3.7	3.5		
S s - D 2	++	3.7	3.5		
	-+	4.0	3.8		
	+-	4.0	3.8		
	--	3.9	3.7	4.3	3.2
S s - D 3	++	4.3	4.1		
	-+	4.7	4.5		
	+-	4.6	4.4		
	--	5.0	4.8		
S s - F 1	++	4.4	4.2		
	-+	5.8	5.5		
S s - F 2	++	4.0	3.9		
	-+	4.9	4.7		
S s - F 3	++	5.2	5.0		
	-+	3.5	3.3		
S s - N 1	++	4.4	4.3		
	-+	6.3	6.0		

g. 基礎地盤の支持性能に対する照査

(a) 鋼管杭

表 4.1-7 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-7 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面①，鋼管杭）

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S _s -D 1	++	0.16		
	-+	0.15		
	+-	0.17		
	--	0.16		
S _s -D 2	++	0.14		
	-+	0.12		
	+-	0.15		
	--	0.15	0.15	0.15
S _s -D 3	++	0.12		
	-+	0.11		
	+-	0.12		
	--	0.11		
S _s -F 1	++	0.15		
	-+	0.09		
S _s -F 2	++	0.13		
	-+	0.09		
S _s -F 3	++	0.11		
	-+	0.15		
S _s -N 1	++	0.12		
	-+	0.17		

(b) 背面補強工

表 4.1-8 に背面補強工の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-8 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面①，背面補強工）

地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.19		
	-+	0.19		
	+-	0.19		
	--	0.21		
S s - D 2	++	0.21		
	-+	0.21		
	+-	0.19		
	--	0.21	0.21	0.21
S s - D 3	++	0.19		
	-+	0.16		
	+-	0.16		
	--	0.16		
S s - F 1	++	0.19		
	-+	0.14		
S s - F 2	++	0.19		
	-+	0.16		
S s - F 3	++	0.16		
	-+	0.21		
S s - N 1	++	0.14		
	-+	0.16		

(b) 置換コンクリート

表 4.1-9 に置換コンクリートの基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-9 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面①，置換コンクリート）

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.36		
	-+	0.35		
	+ -	0.35		
	--	0.36		
S s - D 2	++	0.34		
	-+	0.35		
	+ -	0.32		
	--	0.36	0.38	0.33
S s - D 3	++	0.32		
	-+	0.28		
	+ -	0.29		
	--	0.30		
S s - F 1	++	0.31		
	-+	0.30		
S s - F 2	++	0.35		
	-+	0.29		
S s - F 3	++	0.32		
	-+	0.34		
S s - N 1	++	0.41		
	-+	0.32		

(2) 断面②

a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-10 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-10 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面②)

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.39		
	-+	0.34		
	+-	0.33		
	--	0.39		
S s - D 2	++	0.47		
	-+	0.35		
	+-	0.35		
	--	0.50	0.52	0.48
S s - D 3	++	0.28		
	-+	0.33		
	+-	0.32		
	--	0.30		
S s - F 1	++	0.37		
	-+	0.20		
S s - F 2	++	0.30		
	-+	0.28		
S s - F 3	++	0.38		
	-+	0.37		
S s - N 1	++	0.21		
	-+	0.26		

b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-11 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-11 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値（断面②）

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.22		
	-+	0.19		
	+-	0.20		
	--	0.26		
S s - D 2	++	0.31		
	-+	0.22		
	+-	0.21		
	--	0.29	0.29	0.28
S s - D 3	++	0.18		
	-+	0.20		
	+-	0.21		
	--	0.17		
S s - F 1	++	0.20		
	-+	0.12		
S s - F 2	++	0.18		
	-+	0.16		
S s - F 3	++	0.21		
	-+	0.21		
S s - N 1	++	0.12		
	-+	0.19		

c. 背面補強工のすべり安全率照査

表 4.1-12 に背面補強工のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-12 背面補強工のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面②）

地震動		解析ケース		
		すべり安全率照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	26.6		
	-+	29.3		
	+-	25.3		
	--	24.2		
S s - D 2	++	20.7		
	-+	27.1		
	+-	26.9		
	--	21.0	20.3	21.8
S s - D 3	++	27.4		
	-+	30.7		
	+-	29.5		
	--	32.4		
S s - F 1	++	29.1		
	-+	38.3		
S s - F 2	++	28.7		
	-+	32.6		
S s - F 3	++	27.7		
	-+	22.9		
S s - N 1	++	34.4		
	-+	26.5		

d. 置換コンクリートのすべり安全率照査

表 4.1-13 に置換コンクリートのすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-13 置換コンクリートのすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面②）

地震動		解析ケース		
		すべり安全率照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	5.9		
	-+	5.8		
	+-	6.6		
	--	5.7		
S s - D 2	++	5.9		
	-+	5.8		
	+-	6.0		
	--	5.3	5.2	5.6
S s - D 3	++	6.8		
	-+	7.6		
	+-	7.5		
	--	7.0		
S s - F 1	++	7.2		
	-+	7.2		
S s - F 2	++	6.9		
	-+	6.4		
S s - F 3	++	6.6		
	-+	6.2		
S s - N 1	++	4.6		
	-+	7.1		

e. 改良地盤のすべり安全率照査

表 4.1-14 に改良地盤のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-14 改良地盤のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面②）

解析ケース 地震動		すべり安全率照査			
		①	①（平均値－ 1σ強度）	②	③
S s - D 1	++	3.5	3.5		
	-+	3.4	3.4		
	+-	3.5	3.5		
	--	3.9	3.8		
S s - D 2	++	3.5	3.5		
	-+	3.8	3.8		
	+-	3.6	3.5		
	--	3.7	3.7	3.6	3.8
S s - D 3	++	4.3	4.3		
	-+	4.4	4.4		
	+-	4.2	4.2		
	--	4.4	4.4		
S s - F 1	++	3.9	3.8		
	-+	5.1	5.1		
S s - F 2	++	3.1	3.1		
	-+	4.4	4.4		
S s - F 3	++	3.8	3.8		
	-+	3.7	3.7		
S s - N 1	++	3.9	3.9		
	-+	2.6	2.6		

f. セメント改良土のすべり安全率照査

表 4.1-15 にセメント改良土のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-15 セメント改良土のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面②）

解析ケース 地震動		すべり安全率照査			
		①	①（平均値－ 1σ強度）	②	③
S s - D 1	++	4.0	3.9		
	-+	4.0	3.8		
	+-	4.1	4.0		
	--	3.8	3.6		
S s - D 2	++	3.5	3.4		
	-+	4.1	3.9		
	+-	3.9	3.7		
	--	3.7	3.6	4.0	3.5
S s - D 3	++	4.3	4.1		
	-+	4.2	4.0		
	+-	4.3	4.1		
	--	3.9	3.7		
S s - F 1	++	4.3	4.1		
	-+	5.6	5.4		
S s - F 2	++	3.7	3.6		
	-+	5.5	5.3		
S s - F 3	++	5.0	4.8		
	-+	3.7	3.6		
S s - N 1	++	4.5	4.3		
	-+	6.4	6.2		

g. 基礎地盤の支持性能に対する照査

(a) 鋼管杭

表 4.1-16 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-16 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面②，鋼管杭）

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.10		
	-+	0.09		
	+-	0.12		
	--	0.10		
S s - D 2	++	0.10		
	-+	0.12		
	+-	0.09		
	--	0.12	0.11	0.14
S s - D 3	++	0.09		
	-+	0.08		
	+-	0.08		
	--	0.08		
S s - F 1	++	0.08		
	-+	0.08		
S s - F 2	++	0.09		
	-+	0.08		
S s - F 3	++	0.08		
	-+	0.09		
S s - N 1	++	0.07		
	-+	0.13		

(b) 背面補強工

表 4.1-17 に背面補強工の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-17 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面②，背面補強工）

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.19		
	-+	0.16		
	+-	0.19		
	--	0.19		
S s - D 2	++	0.19		
	-+	0.19		
	+-	0.16		
	--	0.21	0.21	0.19
S s - D 3	++	0.19		
	-+	0.16		
	+-	0.16		
	--	0.16		
S s - F 1	++	0.16		
	-+	0.14		
S s - F 2	++	0.16		
	-+	0.16		
S s - F 3	++	0.16		
	-+	0.21		
S s - N 1	++	0.16		
	-+	0.16		

(c) 置換コンクリート

表 4.1-18 に置換コンクリートの基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-18 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面②，置換コンクリート）

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.29		
	-+	0.30		
	+-	0.27		
	--	0.30		
S s - D 2	++	0.29		
	-+	0.29		
	+-	0.28		
	--	0.31	0.31	0.30
S s - D 3	++	0.29		
	-+	0.24		
	+-	0.25		
	--	0.25		
S s - F 1	++	0.24		
	-+	0.28		
S s - F 2	++	0.26		
	-+	0.31		
S s - F 3	++	0.29		
	-+	0.28		
S s - N 1	++	0.33		
	-+	0.29		

(3) 断面③

a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-19 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-19 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面③)

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.42		
	-+	0.32		
	+-	0.31		
	--	0.41		
S s - D 2	++	0.43		
	-+	0.33		
	+-	0.34		
	--	0.46	0.47	0.45
S s - D 3	++	0.27		
	-+	0.32		
	+-	0.31		
	--	0.30		
S s - F 1	++	0.26		
	-+	0.19		
S s - F 2	++	0.27		
	-+	0.25		
S s - F 3	++	0.31		
	-+	0.34		
S s - N 1	++	0.26		
	-+	0.24		

b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-20 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-20 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値（断面③）

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S _s -D1	++	0.24		
	-+	0.18		
	+-	0.18		
	--	0.27		
S _s -D2	++	0.28		
	-+	0.22		
	+-	0.22		
	--	0.26	0.26	0.25
S _s -D3	++	0.18		
	-+	0.19		
	+-	0.19		
	--	0.18		
S _s -F1	++	0.16		
	-+	0.11		
S _s -F2	++	0.18		
	-+	0.14		
S _s -F3	++	0.17		
	-+	0.23		
S _s -N1	++	0.16		
	-+	0.13		

c. 背面補強工のすべり安全率照査

表 4. 1-21 に背面補強工のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4. 1-21 背面補強工のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面③）

地震動		解析ケース		
		すべり安全率照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	24.3		
	-+	28.5		
	+-	28.7		
	--	23.6		
S s - D 2	++	23.0		
	-+	28.1		
	+-	26.5		
	--	23.3	22.8	23.9
S s - D 3	++	29.7		
	-+	31.0		
	+-	32.2		
	--	31.0		
S s - F 1	++	34.0		
	-+	37.5		
S s - F 2	++	31.1		
	-+	37.3		
S s - F 3	++	31.2		
	-+	21.9		
S s - N 1	++	31.0		
	-+	30.9		

d. 置換コンクリートのすべり安全率照査

表 4.1-22 に置換コンクリートのすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-22 置換コンクリートのすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面③）

地震動		解析ケース		
		すべり安全率照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	6.9		
	-+	6.3		
	+-	7.5		
	--	6.5		
S s - D 2	++	7.1		
	-+	6.9		
	+-	7.2		
	--	6.5	6.4	6.8
S s - D 3	++	8.5		
	-+	8.2		
	+-	7.7		
	--	8.0		
S s - F 1	++	9.0		
	-+	9.1		
S s - F 2	++	8.3		
	-+	7.9		
S s - F 3	++	8.3		
	-+	6.9		
S s - N 1	++	5.6		
	-+	8.0		

e. 改良地盤のすべり安全率照査

表 4. 1-23 に改良地盤のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4. 1-23 改良地盤のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値 (断面③)

解析ケース 地震動		すべり安全率照査			
		①	① (平均値－ 1σ強度)	②	③
S s - D 1	++	2.9	2.9		
	-+	3.4	3.4		
	+-	2.9	2.9		
	--	3.5	3.4		
S s - D 2	++	3.3	3.2		
	-+	3.1	3.1		
	+-	3.1	3.1		
	--	3.3	3.3	3.1	3.7
S s - D 3	++	3.4	3.4		
	-+	3.4	3.4		
	+-	3.3	3.3		
	--	3.4	3.4		
S s - F 1	++	3.5	3.5		
	-+	4.2	4.1		
S s - F 2	++	3.2	3.2		
	-+	3.5	3.5		
S s - F 3	++	3.4	3.4		
	-+	3.3	3.3		
S s - N 1	++	3.7	3.7		
	-+	2.8	2.7		

f. セメント改良土のすべり安全率照査

表 4.1-24 にセメント改良土のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-24 セメント改良土のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面③）

解析ケース 地震動		すべり安全率照査			
		①	①（平均値－ 1σ強度）	②	③
S s - D 1	++	4.3	4.1		
	-+	4.4	4.3		
	+-	4.5	4.3		
	--	3.8	3.6		
S s - D 2	++	3.9	3.7		
	-+	4.5	4.3		
	+-	4.4	4.2		
	--	4.0	3.8	4.5	3.8
S s - D 3	++	4.6	4.4		
	-+	4.6	4.4		
	+-	4.7	4.5		
	--	4.1	3.9		
S s - F 1	++	4.6	4.4		
	-+	6.4	6.1		
S s - F 2	++	4.2	4.0		
	-+	6.3	6.1		
S s - F 3	++	5.4	5.2		
	-+	3.6	3.5		
S s - N 1	++	4.3	4.2		
	-+	6.3	6.1		

g. 基礎地盤の支持性能に対する照査

(a) 鋼管杭

表 4.1-25 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-25 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面③，鋼管杭）

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.11		
	-+	0.09		
	+-	0.11		
	--	0.09		
S s - D 2	++	0.11		
	-+	0.12		
	+-	0.11		
	--	0.14	0.13	0.15
S s - D 3	++	0.10		
	-+	0.09		
	+-	0.10		
	--	0.09		
S s - F 1	++	0.11		
	-+	0.08		
S s - F 2	++	0.11		
	-+	0.09		
S s - F 3	++	0.11		
	-+	0.13		
S s - N 1	++	0.09		
	-+	0.17		

(b) 背面補強工

表 4.1-26 に背面補強工の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-26 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面③，背面補強工）

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.19		
	-+	0.16		
	+-	0.16		
	--	0.19		
S s - D 2	++	0.21		
	-+	0.19		
	+-	0.19		
	--	0.19	0.19	0.19
S s - D 3	++	0.16		
	-+	0.14		
	+-	0.14		
	--	0.16		
S s - F 1	++	0.14		
	-+	0.14		
S s - F 2	++	0.14		
	-+	0.14		
S s - F 3	++	0.16		
	-+	0.19		
S s - N 1	++	0.14		
	-+	0.14		

(c) 置換コンクリート

表 4.1-27 に置換コンクリートの基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-27 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面③，置換コンクリート）

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.19		
	-+	0.19		
	+-	0.18		
	--	0.21		
S s - D 2	++	0.21		
	-+	0.19		
	+-	0.19		
	--	0.20	0.21	0.20
S s - D 3	++	0.18		
	-+	0.17		
	+-	0.18		
	--	0.18		
S s - F 1	++	0.16		
	-+	0.18		
S s - F 2	++	0.18		
	-+	0.17		
S s - F 3	++	0.21		
	-+	0.20		
S s - N 1	++	0.22		
	-+	0.19		

(4) 断面④

a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-28 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-28 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面④)

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.33		
	-+	0.33		
	+-	0.45		
	--	0.32		
S s - D 2	++	0.36		
	-+	0.40		
	+-	0.38		
	--	0.45	0.39	0.50
S s - D 3	++	0.29		
	-+	0.28		
	+-	0.30		
	--	0.29		
S s - F 1	++	0.26		
	-+	0.24		
S s - F 2	++	0.27		
	-+	0.29		
S s - F 3	++	0.29		
	-+	0.26		
S s - N 1	++	0.20		
	-+	0.36		

b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-29 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-29 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値（断面④）

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S _s -D 1	++	0.09		
	-+	0.10		
	+ -	0.10		
	--	0.09		
S _s -D 2	++	0.09		
	-+	0.11		
	+ -	0.10		
	--	0.11	0.09	0.11
S _s -D 3	++	0.08		
	-+	0.08		
	+ -	0.08		
	--	0.08		
S _s -F 1	++	0.06		
	-+	0.07		
S _s -F 2	++	0.08		
	-+	0.08		
S _s -F 3	++	0.08		
	-+	0.06		
S _s -N 1	++	0.06		
	-+	0.10		

c. 背面補強工のすべり安全率照査

表 4. 1-30 に背面補強工のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4. 1-30 背面補強工のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面④）

地震動		すべり安全率照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	12.6		
	-+	12.9		
	+-	12.5		
	--	12.7		
S s - D 2	++	13.6		
	-+	11.6		
	+-	14.4		
	--	13.5	13.4	12.9
S s - D 3	++	14.7		
	-+	14.3		
	+-	14.6		
	--	14.5		
S s - F 1	++	14.9		
	-+	15.6		
S s - F 2	++	15.6		
	-+	15.0		
S s - F 3	++	13.0		
	-+	14.2		
S s - N 1	++	12.6		
	-+	13.4		

d. 置換コンクリートのすべり安全率照査

表 4.1-31 に置換コンクリートのすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-31 置換コンクリートのすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面④）

解析ケース 地震動		すべり安全率照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	9.0		
	-+	8.7		
	+-	8.4		
	--	8.5		
S s - D 2	++	8.8		
	-+	8.2		
	+-	8.9		
	--	8.3	8.5	8.7
S s - D 3	++	11.3		
	-+	11.0		
	+-	11.5		
	--	10.5		
S s - F 1	++	11.1		
	-+	11.1		
S s - F 2	++	11.4		
	-+	8.6		
S s - F 3	++	9.8		
	-+	8.5		
S s - N 1	++	6.3		
	-+	8.9		

e. 改良地盤のすべり安全率照査

表 4.1-32 に改良地盤のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-32 改良地盤のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値 (断面④)

解析ケース 地震動		すべり安全率照査			
		①	① (平均値－ 1σ強度)	②	③
S s - D 1	++	3.6	3.6		
	-+	4.1	4.1		
	+-	3.5	3.4		
	--	4.0	4.0		
S s - D 2	++	4.0	4.0		
	-+	3.3	3.3		
	+-	3.9	3.9		
	--	3.5	3.5	3.6	3.3
S s - D 3	++	4.0	3.9		
	-+	4.1	4.1		
	+-	3.9	3.9		
	--	4.3	4.2		
S s - F 1	++	4.2	4.1		
	-+	4.5	4.5		
S s - F 2	++	4.5	4.4		
	-+	4.3	4.3		
S s - F 3	++	3.6	3.6		
	-+	3.9	3.9		
S s - N 1	++	4.2	4.2		
	-+	3.6	3.6		

f. セメント改良土のすべり安全率照査

表 4.1-33 にセメント改良土のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-33 セメント改良土のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面④）

解析ケース 地震動		すべり安全率照査			
		①	①（平均値－ 1σ強度）	②	③
S s - D 1	++	3.8	3.7		
	-+	3.4	3.3		
	+-	3.7	3.5		
	--	3.5	3.3		
S s - D 2	++	3.8	3.7		
	-+	3.7	3.5		
	+-	3.8	3.7		
	--	3.7	3.6	3.8	3.9
S s - D 3	++	4.2	4.0		
	-+	4.1	4.0		
	+-	4.3	4.1		
	--	4.1	3.9		
S s - F 1	++	4.1	4.0		
	-+	4.2	4.1		
S s - F 2	++	4.3	4.2		
	-+	3.5	3.4		
S s - F 3	++	3.9	3.8		
	-+	3.5	3.4		
S s - N 1	++	2.8	2.7		
	-+	4.1	3.9		

g. 基礎地盤の支持性能に対する照査

(a) 鋼管杭

表 4.1-34 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-34 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面④，鋼管杭）

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.29		
	-+	0.28		
	+-	0.39		
	--	0.29		
S s - D 2	++	0.32		
	-+	0.34		
	+-	0.35		
	--	0.38	0.35	0.43
S s - D 3	++	0.25		
	-+	0.23		
	+-	0.26		
	--	0.24		
S s - F 1	++	0.22		
	-+	0.21		
S s - F 2	++	0.24		
	-+	0.24		
S s - F 3	++	0.24		
	-+	0.22		
S s - N 1	++	0.18		
	-+	0.32		

(b) 背面補強工

表 4.1-35 に背面補強工の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-35 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面④，背面補強工）

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.32		
	-+	0.30		
	+-	0.35		
	--	0.30		
S s - D 2	++	0.32		
	-+	0.35		
	+-	0.32		
	--	0.35	0.35	0.30
S s - D 3	++	0.28		
	-+	0.28		
	+-	0.28		
	--	0.28		
S s - F 1	++	0.28		
	-+	0.28		
S s - F 2	++	0.30		
	-+	0.28		
S s - F 3	++	0.28		
	-+	0.28		
S s - N 1	++	0.23		
	-+	0.32		

(c) 置換コンクリート

表 4.1-36 に置換コンクリートの基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-36 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面④，置換コンクリート）

地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.23		
	-+	0.20		
	+-	0.24		
	--	0.21		
S s - D 2	++	0.23		
	-+	0.22		
	+-	0.22		
	--	0.22	0.24	0.22
S s - D 3	++	0.20		
	-+	0.19		
	+-	0.22		
	--	0.19		
S s - F 1	++	0.19		
	-+	0.19		
S s - F 2	++	0.23		
	-+	0.20		
S s - F 3	++	0.22		
	-+	0.21		
S s - N 1	++	0.23		
	-+	0.28		

(5) 断面⑤

a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-37 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-37 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑤)

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.18		
	-+	0.19		
	+-	0.18		
	--	0.19		
S s - D 2	++	0.20		
	-+	0.20	0.20	0.20
	+-	0.20		
	--	0.20		
S s - D 3	++	0.18		
	-+	0.19		
	+-	0.18		
	--	0.18		
S s - F 1	++	0.14		
	-+	0.14		
S s - F 2	++	0.17		
	-+	0.18		
S s - F 3	++	0.18		
	-+	0.16		
S s - N 1	++	0.11		
	-+	0.10		

b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-38 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-38 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値（断面⑤）

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S _s -D 1	++	0.12		
	-+	0.13		
	+-	0.12		
	--	0.13		
S _s -D 2	++	0.13		
	-+	0.13	0.13	0.13
	+-	0.13		
	--	0.14		
S _s -D 3	++	0.12		
	-+	0.13		
	+-	0.12		
	--	0.13		
S _s -F 1	++	0.10		
	-+	0.10		
S _s -F 2	++	0.12		
	-+	0.12		
S _s -F 3	++	0.12		
	-+	0.12		
S _s -N 1	++	0.07		
	-+	0.07		

c. 背面補強工のすべり安全率照査

表 4.1-39 に背面補強工のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-39 背面補強工のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面⑤）

地震動		解析ケース		
		すべり安全率照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	36.9		
	-+	42.4		
	+-	37.5		
	--	40.1		
S s - D 2	++	36.5		
	-+	37.9	39.3	35.8
	+-	36.1		
	--	37.4		
S s - D 3	++	40.4		
	-+	46.8		
	+-	40.1		
	--	43.8		
S s - F 1	++	51.3		
	-+	43.1		
S s - F 2	++	37.5		
	-+	41.3		
S s - F 3	++	35.0		
	-+	36.0		
S s - N 1	++	56.2		
	-+	40.6		

d. 基礎地盤の支持性能に対する照査

(a) 鋼管杭

表 4.1-40 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-40 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面⑤，鋼管杭）

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.04		
	-+	0.04		
	+-	0.04		
	--	0.04		
S s - D 2	++	0.04		
	-+	0.04	0.04	0.04
	+-	0.04		
	--	0.04		
S s - D 3	++	0.04		
	-+	0.04		
	+-	0.04		
	--	0.04		
S s - F 1	++	0.04		
	-+	0.04		
S s - F 2	++	0.04		
	-+	0.04		
S s - F 3	++	0.04		
	-+	0.04		
S s - N 1	++	0.04		
	-+	0.04		

(b) 背面補強工

表 4.1-41 に背面補強工の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-41 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面⑤，背面補強工）

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.04		
	-+	0.04		
	+-	0.04		
	--	0.04		
S s - D 2	++	0.04		
	-+	0.04	0.04	0.04
	+-	0.04		
	--	0.04		
S s - D 3	++	0.04		
	-+	0.04		
	+-	0.04		
	--	0.04		
S s - F 1	++	0.04		
	-+	0.03		
S s - F 2	++	0.04		
	-+	0.03		
S s - F 3	++	0.04		
	-+	0.04		
S s - N 1	++	0.03		
	-+	0.03		

(6) 断面⑥

a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-42 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-42 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑥)

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.21		
	-+	0.21		
	+-	0.20		
	--	0.21		
S s - D 2	++	0.24		
	-+	0.25		
	+-	0.24		
	--	0.24		
S s - D 3	++	0.21		
	-+	0.20		
	+-	0.20		
	--	0.21		
S s - F 1	++	0.16		
	-+	0.16		
S s - F 2	++	0.18		
	-+	0.19		
S s - F 3	++	0.27	0.25	0.26
	-+	0.24		
S s - N 1	++	0.13		
	-+	0.12		

b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-43 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-43 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値（断面⑥）

地震動		解析ケース		
		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S _s -D 1	++	0.12		
	-+	0.12		
	+-	0.12		
	--	0.12		
S _s -D 2	++	0.13		
	-+	0.13		
	+-	0.13		
	--	0.13		
S _s -D 3	++	0.12		
	-+	0.12		
	+-	0.12		
	--	0.12		
S _s -F 1	++	0.09		
	-+	0.09		
S _s -F 2	++	0.11		
	-+	0.11		
S _s -F 3	++	0.15	0.15	0.15
	-+	0.14		
S _s -N 1	++	0.07		
	-+	0.07		

c. 基礎地盤の支持性能に対する照査

表 4.1-44 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-44 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面⑥，鋼管杭）

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S _s -D1	++	0.04		
	-+	0.04		
	+ -	0.04		
	--	0.04		
S _s -D2	++	0.04		
	-+	0.04		
	+ -	0.04		
	--	0.04		
S _s -D3	++	0.04		
	-+	0.04		
	+ -	0.04		
	--	0.04		
S _s -F1	++	0.04		
	-+	0.04		
S _s -F2	++	0.04		
	-+	0.04		
S _s -F3	++	0.04	0.04	0.04
	-+	0.04		
S _s -N1	++	0.04		
	-+	0.04		

(7) 断面⑦

a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-45 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-45 (1) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭①)

地震動		解析ケース		
		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.06		
	-+	0.06		
	+-	0.05		
	--	0.05		
S s - D 2	++	0.07		
	-+	0.07	0.06	0.07
	+-	0.07		
	--	0.07		
S s - D 3	++	0.06		
	-+	0.06		
	+-	0.06		
	--	0.06		
S s - F 1	++	0.05		
	-+	0.05		
S s - F 2	++	0.05		
	-+	0.05		
S s - F 3	++	0.06		
	-+	0.06		
S s - N 1	++	0.04		
	-+	0.04		

表 4.1-45 (2) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭②)

地震動 \ 解析ケース		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S _s -D 1	++	0.06		
	-+	0.06		
	+-	0.05		
	--	0.05		
S _s -D 2	++	0.07		
	-+	0.07	0.07	0.08
	+-	0.07		
	--	0.07		
S _s -D 3	++	0.06		
	-+	0.06		
	+-	0.06		
	--	0.06		
S _s -F 1	++	0.05		
	-+	0.05		
S _s -F 2	++	0.05		
	-+	0.05		
S _s -F 3	++	0.06		
	-+	0.06		
S _s -N 1	++	0.04		
	-+	0.04		

表 4.1-45 (3) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭③)

地震動 \ 解析ケース		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.07		
	-+	0.07		
	+-	0.06		
	--	0.06		
S s - D 2	++	0.09		
	-+	0.09	0.08	0.09
	+-	0.09		
	--	0.09		
S s - D 3	++	0.08		
	-+	0.07		
	+-	0.07		
	--	0.07		
S s - F 1	++	0.06		
	-+	0.06		
S s - F 2	++	0.06		
	-+	0.06		
S s - F 3	++	0.08		
	-+	0.08		
S s - N 1	++	0.05		
	-+	0.05		

表 4.1-45 (4) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭④)

地震動 \ 解析ケース		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S _s -D 1	++	0.07		
	-+	0.07		
	+-	0.07		
	--	0.06		
S _s -D 2	++	0.09		
	-+	0.09	0.08	0.10
	+-	0.10		
	--	0.10		
S _s -D 3	++	0.08		
	-+	0.08		
	+-	0.07		
	--	0.07		
S _s -F 1	++	0.06		
	-+	0.06		
S _s -F 2	++	0.07		
	-+	0.06		
S _s -F 3	++	0.08		
	-+	0.08		
S _s -N 1	++	0.05		
	-+	0.05		

表 4.1-45 (5) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭⑤)

地震動		解析ケース		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③		
S s - D 1	++	0.07				
	-+	0.07				
	+-	0.07				
	--	0.07				
S s - D 2	++	0.10				
	-+	0.10	0.09	0.10		
	+-	0.10				
	--	0.10				
S s - D 3	++	0.08				
	-+	0.08				
	+-	0.08				
	--	0.08				
S s - F 1	++	0.07				
	-+	0.07				
S s - F 2	++	0.07				
	-+	0.07				
S s - F 3	++	0.08				
	-+	0.08				
S s - N 1	++	0.05				
	-+	0.05				

b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-46 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-46 (1) 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭①)

地震動		解析ケース		
		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.10		
	-+	0.10		
	+-	0.10		
	--	0.10		
S s - D 2	++	0.14		
	-+	0.14	0.13	0.14
	+-	0.14		
	--	0.14		
S s - D 3	++	0.11		
	-+	0.11		
	+-	0.11		
	--	0.11		
S s - F 1	++	0.08		
	-+	0.09		
S s - F 2	++	0.09		
	-+	0.09		
S s - F 3	++	0.11		
	-+	0.11		
S s - N 1	++	0.06		
	-+	0.06		

表 4.1-46 (2) 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭②)

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S _s -D 1	++	0.13		
	-+	0.13		
	+-	0.13		
	--	0.13		
S _s -D 2	++	0.17		
	-+	0.17	0.16	0.17
	+-	0.17		
	--	0.17		
S _s -D 3	++	0.15		
	-+	0.14		
	+-	0.15		
	--	0.14		
S _s -F 1	++	0.11		
	-+	0.11		
S _s -F 2	++	0.11		
	-+	0.11		
S _s -F 3	++	0.14		
	-+	0.14		
S _s -N 1	++	0.07		
	-+	0.08		

表 4.1-46 (3) 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭③)

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S _s -D 1	++	0.15		
	-+	0.15		
	+-	0.15		
	--	0.15		
S _s -D 2	++	0.20		
	-+	0.20	0.19	0.20
	+-	0.20		
	--	0.20		
S _s -D 3	++	0.16		
	-+	0.16		
	+-	0.16		
	--	0.16		
S _s -F 1	++	0.12		
	-+	0.12		
S _s -F 2	++	0.13		
	-+	0.13		
S _s -F 3	++	0.16		
	-+	0.16		
S _s -N 1	++	0.08		
	-+	0.08		

表 4.1-46 (4) 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭④)

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S _s -D 1	++	0.14		
	-+	0.14		
	+-	0.14		
	--	0.14		
S _s -D 2	++	0.19		
	-+	0.20	0.18	0.19
	+-	0.19		
	--	0.20		
S _s -D 3	++	0.16		
	-+	0.16		
	+-	0.16		
	--	0.16		
S _s -F 1	++	0.11		
	-+	0.12		
S _s -F 2	++	0.13		
	-+	0.12		
S _s -F 3	++	0.15		
	-+	0.16		
S _s -N 1	++	0.08		
	-+	0.08		

表 4.1-46 (5) 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭⑤)

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S _s -D 1	++	0.14		
	-+	0.14		
	+ -	0.14		
	--	0.14		
S _s -D 2	++	0.19		
	-+	0.20	0.18	0.19
	+ -	0.19		
	--	0.20		
S _s -D 3	++	0.16		
	-+	0.16		
	+ -	0.16		
	--	0.16		
S _s -F 1	++	0.11		
	-+	0.12		
S _s -F 2	++	0.13		
	-+	0.12		
S _s -F 3	++	0.16		
	-+	0.16		
S _s -N 1	++	0.08		
	-+	0.08		

c. RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-47 に RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-47 (1) RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値
(断面⑦, RC①)

地震動		解析ケース		
		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.02		
	-+	0.02		
	+-	0.02		
	--	0.02		
S s - D 2	++	0.03		
	-+	0.03	0.03	0.04
	+-	0.03		
	--	0.03		
S s - D 3	++	0.03		
	-+	0.03		
	+-	0.03		
	--	0.03		
S s - F 1	++	0.02		
	-+	0.02		
S s - F 2	++	0.02		
	-+	0.02		
S s - F 3	++	0.03		
	-+	0.03		
S s - N 1	++	0.02		
	-+	0.02		

表 4.1-47 (2) RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値
(断面⑦, RC②)

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.03		
	-+	0.03		
	+-	0.03		
	--	0.03		
S s - D 2	++	0.04		
	-+	0.04	0.03	0.04
	+-	0.04		
	--	0.04		
S s - D 3	++	0.03		
	-+	0.03		
	+-	0.03		
	--	0.03		
S s - F 1	++	0.02		
	-+	0.02		
S s - F 2	++	0.02		
	-+	0.02		
S s - F 3	++	0.03		
	-+	0.03		
S s - N 1	++	0.02		
	-+	0.02		

表 4.1-47 (3) RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値
(断面⑦, RC③)

地震動 \ 解析ケース		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.02		
	-+	0.02		
	+-	0.02		
	--	0.02		
S s - D 2	++	0.03		
	-+	0.03	0.02	0.03
	+-	0.03		
	--	0.03		
S s - D 3	++	0.02		
	-+	0.02		
	+-	0.02		
	--	0.02		
S s - F 1	++	0.02		
	-+	0.02		
S s - F 2	++	0.02		
	-+	0.02		
S s - F 3	++	0.02		
	-+	0.02		
S s - N 1	++	0.01		
	-+	0.01		

d. RC 遮水壁の鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-48 に RC 遮水壁の鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-48 (1) RC 遮水壁の鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値
(断面⑦, RC①)

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.12		
	-+	0.12		
	+-	0.13		
	--	0.12		
S s - D 2	++	0.18		
	-+	0.18	0.17	0.21
	+-	0.18		
	--	0.18		
S s - D 3	++	0.15		
	-+	0.14		
	+-	0.15		
	--	0.15		
S s - F 1	++	0.10		
	-+	0.11		
S s - F 2	++	0.12		
	-+	0.12		
S s - F 3	++	0.14		
	-+	0.14		
S s - N 1	++	0.07		
	-+	0.07		

表 4.1-48 (2) RC 遮水壁の鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値
(断面⑦, RC②)

地震動 \ 解析ケース		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.12		
	-+	0.12		
	+-	0.13		
	--	0.13		
S s - D 2	++	0.21		
	-+	0.21	0.18	0.24
	+-	0.20		
	--	0.21		
S s - D 3	++	0.16		
	-+	0.16		
	+-	0.16		
	--	0.16		
S s - F 1	++	0.11		
	-+	0.11		
S s - F 2	++	0.12		
	-+	0.11		
S s - F 3	++	0.15		
	-+	0.15		
S s - N 1	++	0.07		
	-+	0.07		

表 4.1-48 (3) RC 遮水壁の鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値
(断面⑦, RC③)

地震動 \ 解析ケース		曲げ・軸力系の破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.07		
	-+	0.07		
	+-	0.07		
	--	0.07		
S s - D 2	++	0.12		
	-+	0.12	0.09	0.13
	+-	0.12		
	--	0.12		
S s - D 3	++	0.09		
	-+	0.08		
	+-	0.09		
	--	0.09		
S s - F 1	++	0.06		
	-+	0.06		
S s - F 2	++	0.06		
	-+	0.06		
S s - F 3	++	0.08		
	-+	0.08		
S s - N 1	++	0.04		
	-+	0.04		

e. RC 遮水壁のコンクリートのせん断破壊に対する照査

表 4.1-49 に RC 遮水壁のコンクリートのせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-49 (1) RC 遮水壁のコンクリートのせん断破壊に対する実施ケースと照査値
(断面⑦, RC①)

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.13		
	-+	0.13		
	+-	0.13		
	--	0.13		
S s - D 2	++	0.13		
	-+	0.13	0.13	0.13
	+-	0.13		
	--	0.13		
S s - D 3	++	0.13		
	-+	0.13		
	+-	0.13		
	--	0.13		
S s - F 1	++	0.13		
	-+	0.13		
S s - F 2	++	0.13		
	-+	0.13		
S s - F 3	++	0.13		
	-+	0.13		
S s - N 1	++	0.13		
	-+	0.13		

表 4.1-49 (2) RC 遮水壁のコンクリートのせん断破壊に対する実施ケースと照査値
(断面⑦, RC②)

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S _s -D 1	++	0.13		
	-+	0.13		
	+-	0.13		
	--	0.13		
S _s -D 2	++	0.13		
	-+	0.13	0.13	0.13
	+-	0.13		
	--	0.13		
S _s -D 3	++	0.13		
	-+	0.13		
	+-	0.13		
	--	0.13		
S _s -F 1	++	0.13		
	-+	0.13		
S _s -F 2	++	0.13		
	-+	0.13		
S _s -F 3	++	0.13		
	-+	0.13		
S _s -N 1	++	0.13		
	-+	0.13		

表 4.1-49 (3) RC 遮水壁のコンクリートのせん断破壊に対する実施ケースと照査値
(断面⑦, RC③)

地震動 \ 解析ケース		せん断破壊に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.13		
	-+	0.13		
	+-	0.13		
	--	0.13		
S s - D 2	++	0.13		
	-+	0.13	0.13	0.13
	+-	0.13		
	--	0.13		
S s - D 3	++	0.13		
	-+	0.13		
	+-	0.13		
	--	0.13		
S s - F 1	++	0.13		
	-+	0.13		
S s - F 2	++	0.13		
	-+	0.13		
S s - F 3	++	0.13		
	-+	0.13		
S s - N 1	++	0.13		
	-+	0.13		

f. 基礎地盤の支持性能に対する照査

(a) 鋼管杭

表 4.1-50 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-50 (1) 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭①)

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S _s -D 1	++	0.09		
	-+	0.09		
	+-	0.09		
	--	0.09		
S _s -D 2	++	0.09		
	-+	0.09	0.09	0.09
	+-	0.09		
	--	0.09		
S _s -D 3	++	0.09		
	-+	0.09		
	+-	0.09		
	--	0.09		
S _s -F 1	++	0.09		
	-+	0.09		
S _s -F 2	++	0.09		
	-+	0.09		
S _s -F 3	++	0.09		
	-+	0.09		
S _s -N 1	++	0.09		
	-+	0.09		

表 4.1-50 (2) 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭②)

地震動 \ 解析ケース		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.10		
	-+	0.10		
	+-	0.10		
	--	0.10		
S s - D 2	++	0.10		
	-+	0.10	0.10	0.10
	+-	0.10		
	--	0.10		
S s - D 3	++	0.10		
	-+	0.10		
	+-	0.10		
	--	0.10		
S s - F 1	++	0.10		
	-+	0.10		
S s - F 2	++	0.10		
	-+	0.10		
S s - F 3	++	0.10		
	-+	0.10		
S s - N 1	++	0.10		
	-+	0.10		

表 4.1-50 (3) 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭③)

地震動 \ 解析ケース		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.11		
	-+	0.11		
	+-	0.11		
	--	0.11		
S s - D 2	++	0.11		
	-+	0.11	0.11	0.11
	+-	0.11		
	--	0.11		
S s - D 3	++	0.11		
	-+	0.11		
	+-	0.11		
	--	0.11		
S s - F 1	++	0.11		
	-+	0.11		
S s - F 2	++	0.11		
	-+	0.11		
S s - F 3	++	0.11		
	-+	0.11		
S s - N 1	++	0.11		
	-+	0.11		

表 4.1-50 (4) 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭④)

地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.11		
	-+	0.11		
	+-	0.11		
	--	0.11		
S s - D 2	++	0.11		
	-+	0.11	0.11	0.11
	+-	0.12		
	--	0.12		
S s - D 3	++	0.11		
	-+	0.11		
	+-	0.11		
	--	0.11		
S s - F 1	++	0.11		
	-+	0.11		
S s - F 2	++	0.11		
	-+	0.11		
S s - F 3	++	0.11		
	-+	0.11		
S s - N 1	++	0.11		
	-+	0.11		

表 4.1-50 (5) 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭⑤)

地震動 \ 解析ケース		基礎地盤の支持性能に対する照査		
		①	②	③
S s - D 1	++	0.11		
	-+	0.11		
	+-	0.12		
	--	0.12		
S s - D 2	++	0.12		
	-+	0.12	0.12	0.12
	+-	0.12		
	--	0.12		
S s - D 3	++	0.12		
	-+	0.12		
	+-	0.12		
	--	0.12		
S s - F 1	++	0.11		
	-+	0.11		
S s - F 2	++	0.11		
	-+	0.11		
S s - F 3	++	0.11		
	-+	0.11		
S s - N 1	++	0.11		
	-+	0.11		

4.1.2 断面力分布（鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査）

断面照査に用いた断面諸元を表 4.1-51～表 4.1-52 に、鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査において、各解析ケースのうち最も厳しい照査値となる結果を表 4.1-53 に示す。また、該当する解析ケースの断面力図を図 4.1-1 に示す。

表 4.1-51 鋼管杭断面諸元（断面①～断面⑥）

杭種		設置標高	板厚* ² (mm)	断面積 (mm ²)	断面係数 (mm ³)		
A	鋼管杭 (上杭) φ 2200	SKK490 (t=25mm)	0. P. +30. 0m* ¹ ～ 0. P. +23. 5m	24	1. 639×10 ⁵	8. 813×10 ⁷	
B		SM570 (t=40mm)	0. P. +23. 5m～ 0. P. +21. 0m	39	2. 645×10 ⁵	1. 403×10 ⁸	
	0. P. +21. 0m～ 0. P. +20. 0m						
C	鋼管杭 (下杭) φ 2500	SM570 (t=35mm)	長杭	0. P. +20. 0m～ 0. P. ±0. 0m	34	2. 632×10 ⁵	1. 599×10 ⁸
			短杭 断面⑤	0. P. +20. 0m～ 0. P. +5. 0m			
			断面⑥	0. P. +20. 0m ～ +8. 0m			
D	鋼管杭 (下杭) φ 2500	SKK490 (t=25mm)	長杭	0. P. ±0. 0m～ 杭下端	24	1. 865×10 ⁵	1. 143×10 ⁸
			短杭 断面⑤	0. P. +5. 0m～ 0. P. +2. 5m			
			断面⑥	0. P. +8. 0m ～ +5. 5m			

注記 *1：岩盤部（断面⑤及び断面⑥）は 0. P. +29. 0m

*2：道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成 14 年 3 月）に基づき腐食代 1 mm を考慮する。杭体の断面照査において，腐食代 1 mm による断面積の低減を考慮する。

表 4.1-52 鋼管杭断面諸元 (断面⑦)

杭種		設置標高	板厚* (mm)	断面積 (mm ²)	断面係数 (mm ³)
鋼管杭 (上杭) φ 2200	SKK490 (t=25mm)	0. P. +28. 4m~0. P. +21. 4m 0. P. +28. 4m~0. P. +20. 4m 0. P. +28. 4m~0. P. +19. 4m	24	1. 639×10 ⁵	8. 813×10 ⁷

注記 * : 道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・同解説 (日本道路協会, 平成 14 年 3 月) に基づき腐食代 1 mm を考慮する。杭体の断面照査において, 腐食代 1 mm による断面積の低減を考慮する。

表 4.1-53 (1) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面①)

杭種	地震動	解析 ケース	発生断面力		曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
			曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
A	S _s -D 2 (---)	①	8663	503	102	247	0. 42

表 4.1-53 (2) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面②)

杭種	地震動	解析 ケース	発生断面力		曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
			曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
A	S _s -D 2 (---)	②	10728	537	126	247	0. 52

表 4.1-53 (3) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面③)

杭種	地震動	解析 ケース	発生断面力		曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
			曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
A	S _s -D 2 (---)	③	9673	622	114	247	0. 47

表 4.1-53 (4) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面④)

杭種	地震動	解析 ケース	発生断面力		曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
			曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
D	S _s -D 2 (---)	④	1334	23425	138	277	0. 50

表 4.1-53 (5) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面⑤)

杭種	地震動	解析 ケース	発生断面力		曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
			曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
A	S _s -D2(-+)	③	4060	502	50	251	0.20

表 4.1-53 (6) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面⑥)

杭種	地震動	解析 ケース	発生断面力		曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
			曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
A	S _s -F3(++)	①	5467	497	66	251	0.27

表 4.1-53 (7) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面⑦)

部材	地震動	解析 ケース	発生断面力		曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
			曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
杭⑤	S _s -D2(--)	①	1765	-854	26	277	0.10

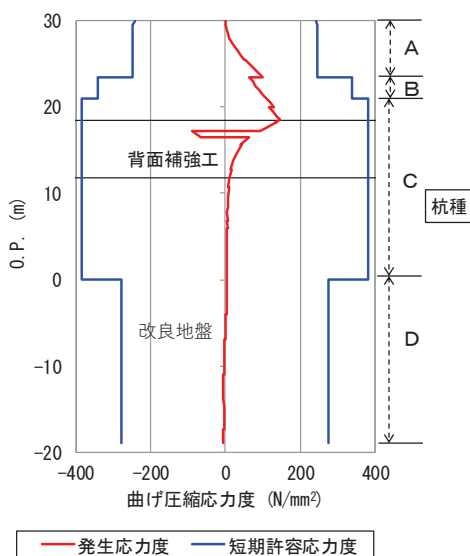
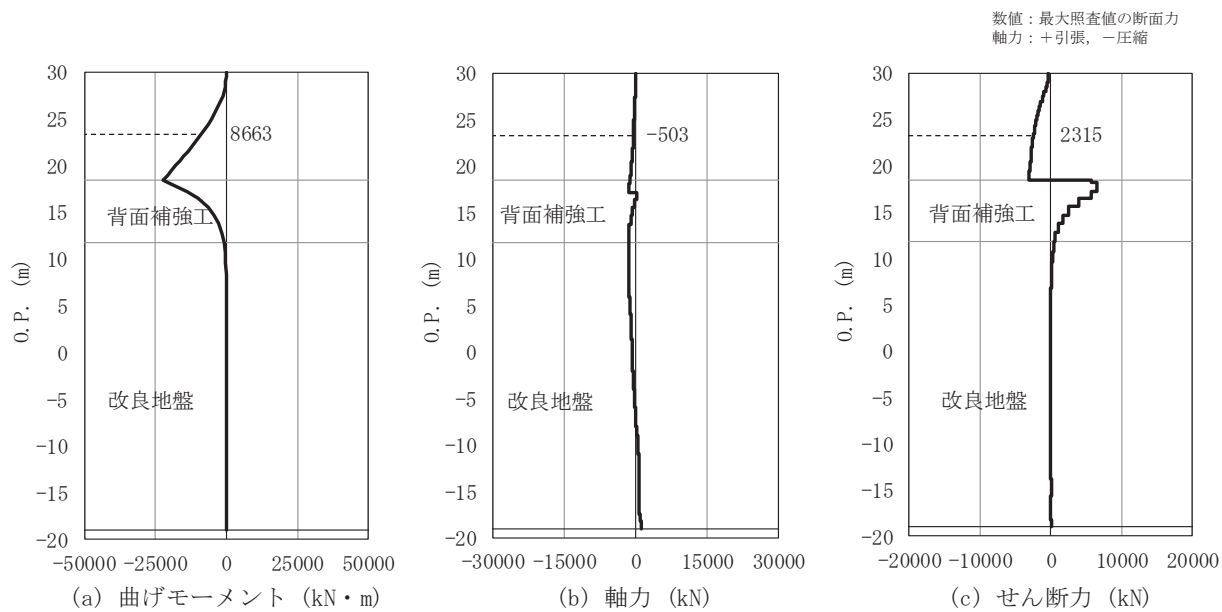


図 4. 1-1 (1) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での
断面力及び曲げ圧縮応力度
(断面①, S s - D 2 (---), t=6.92s)
解析ケース①：基本ケース

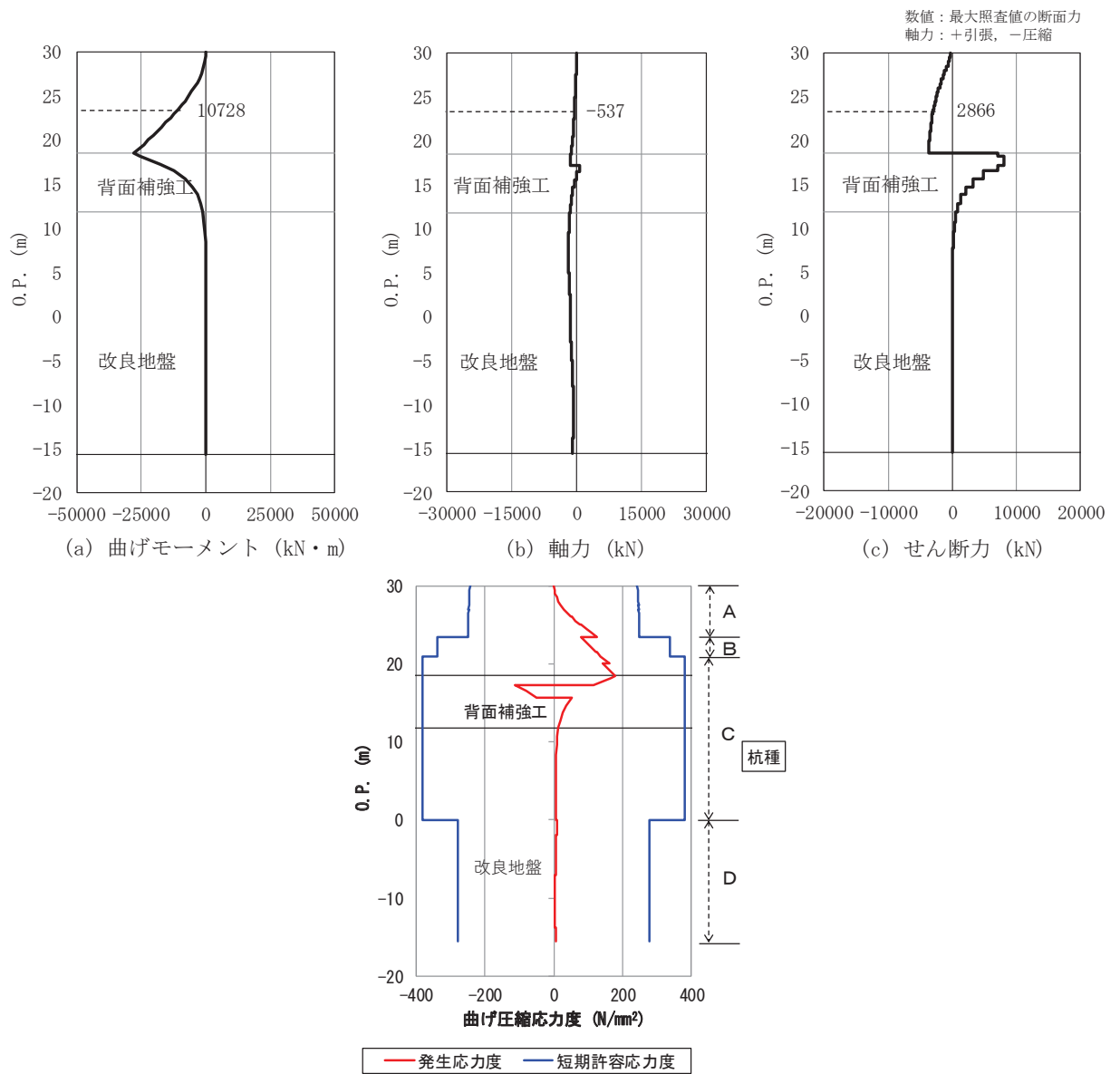


図 4.1-1 (2) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での
断面力及び曲げ圧縮応力度

(断面②, S s - D 2 (---), t=6.91s)

解析ケース②：地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 + 1 σ)

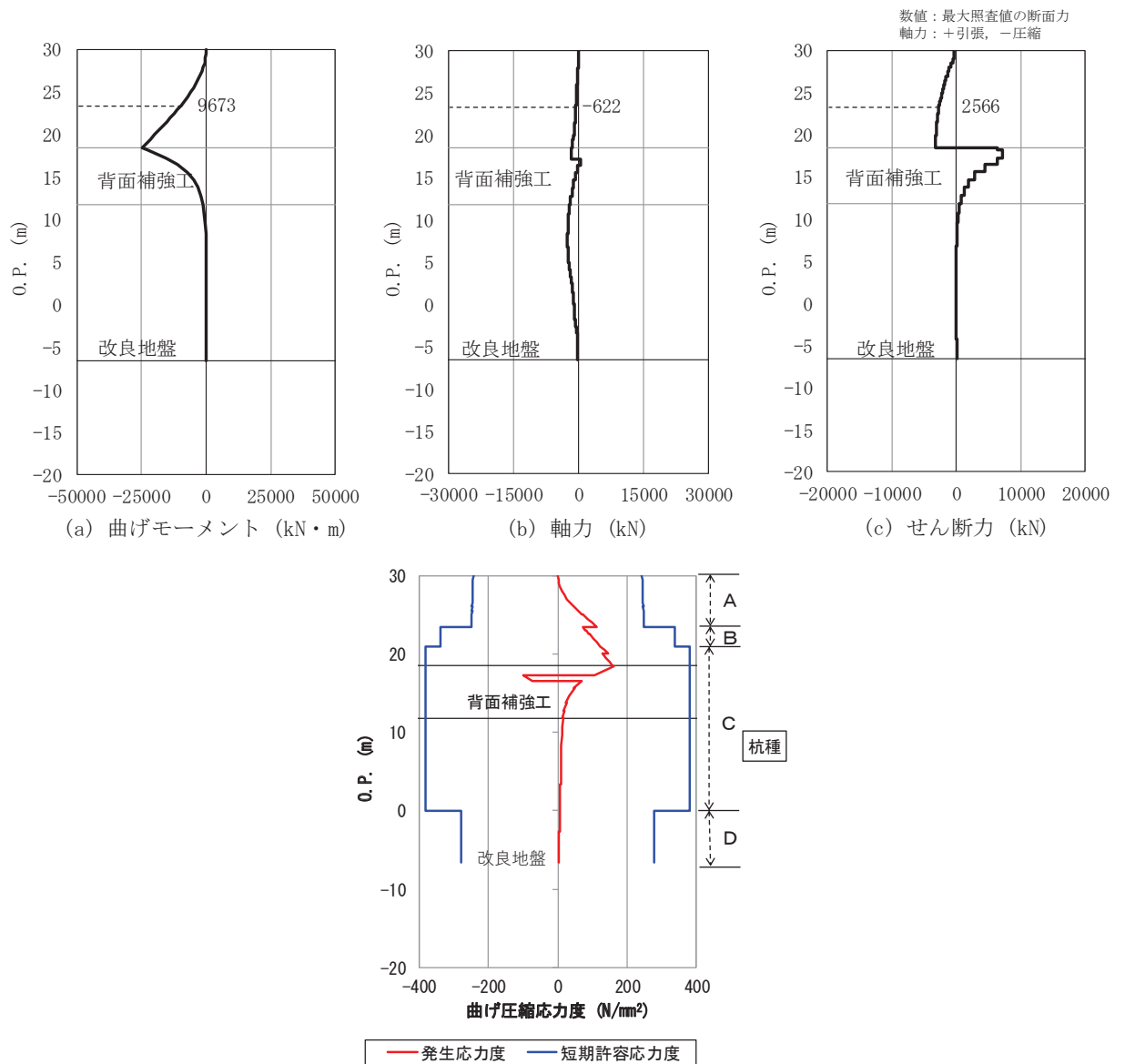


図 4. 1-1 (3) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力及び曲げ圧縮応力度

(断面③, S s - D 2 (---), t=6.91s)

解析ケース②：地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 + 1 σ)

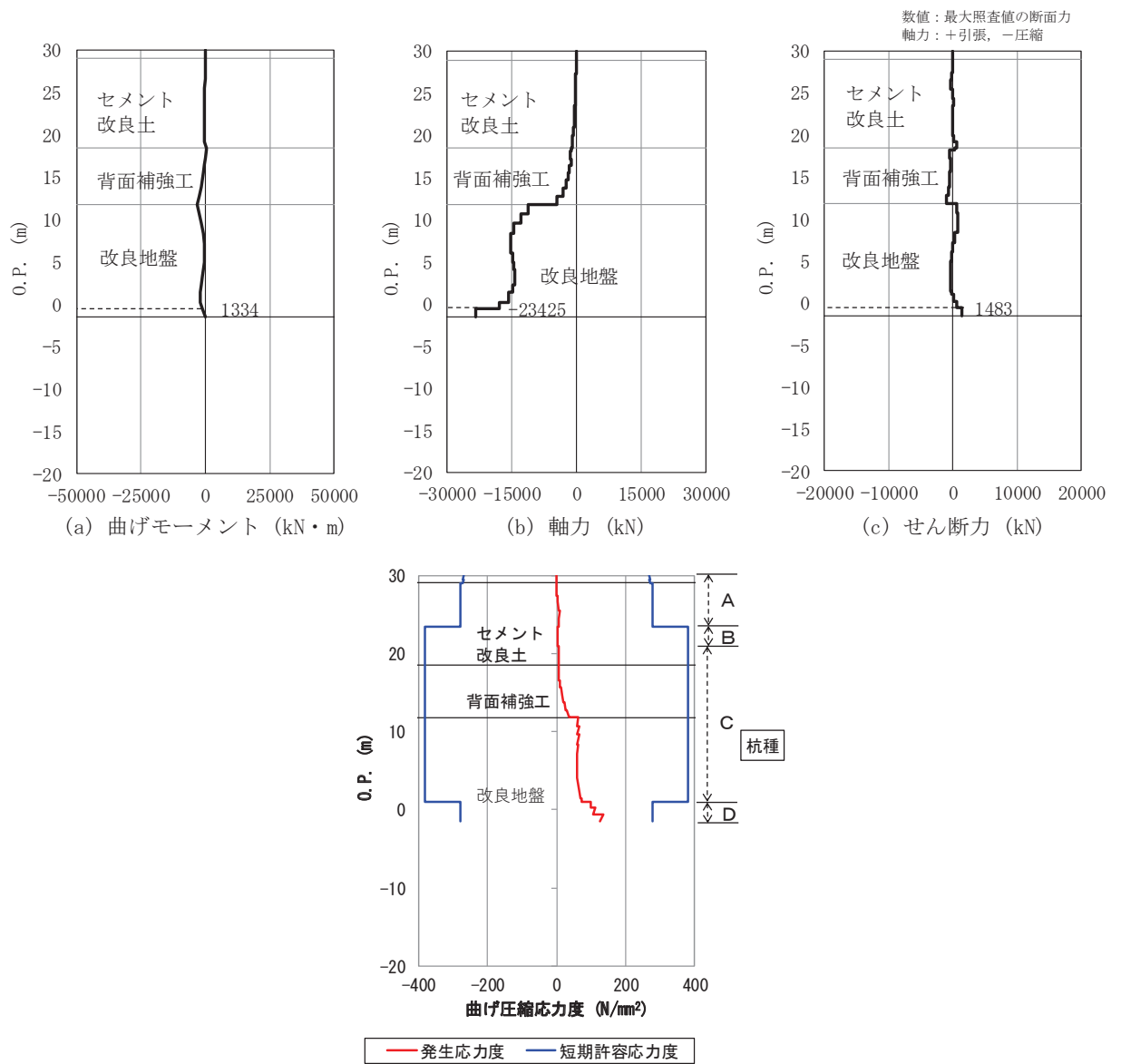


図 4.1-1 (4) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力及び曲げ圧縮応力度

(断面④, S s - D 2 (---), t=13.59s)

解析ケース③：地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 - 1σ)

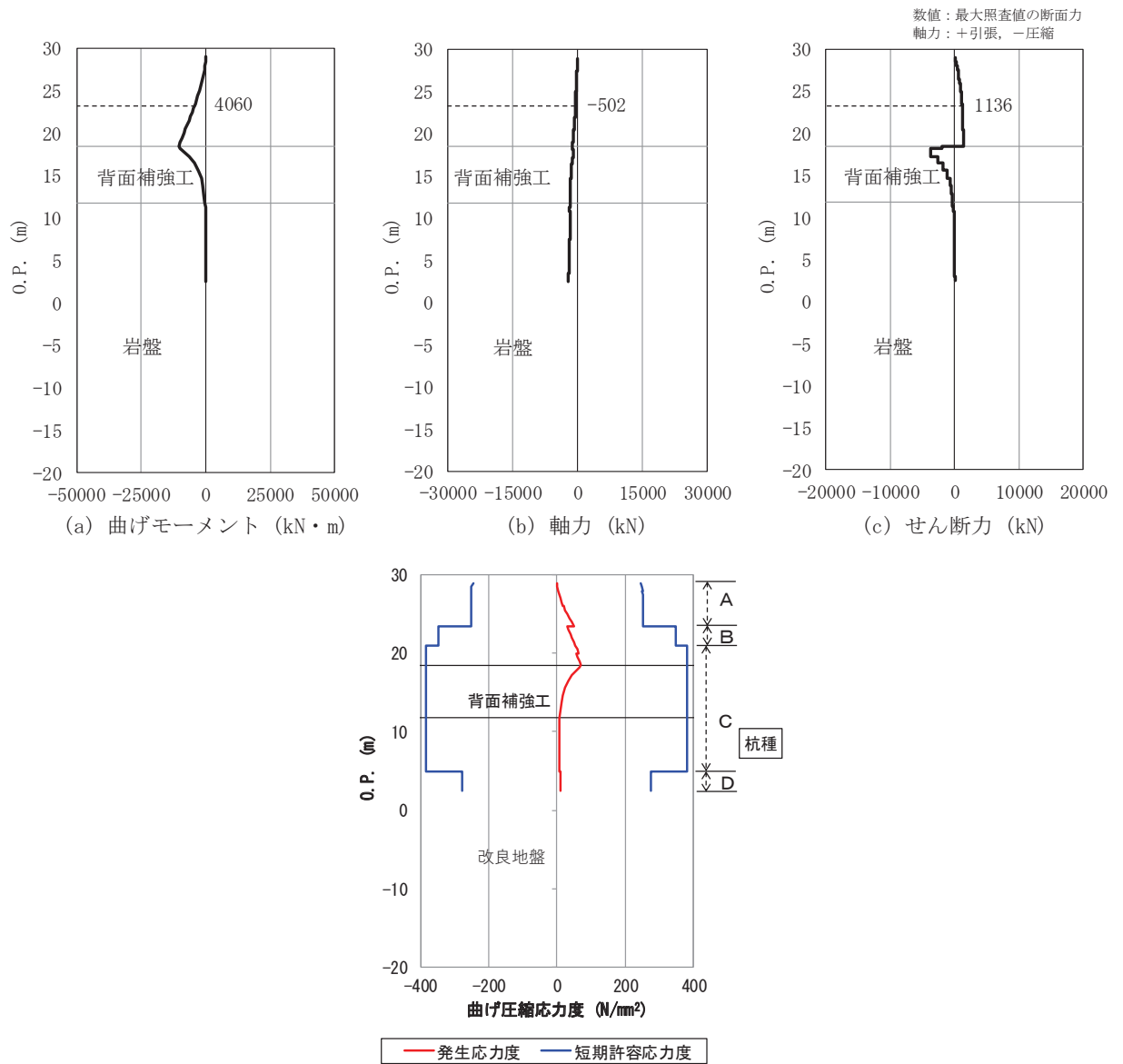


図 4. 1-1 (5) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力及び曲げ圧縮応力度

(断面⑤, S s - D 2 (- +), t=6.84s)

解析ケース③：地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 - 1σ)

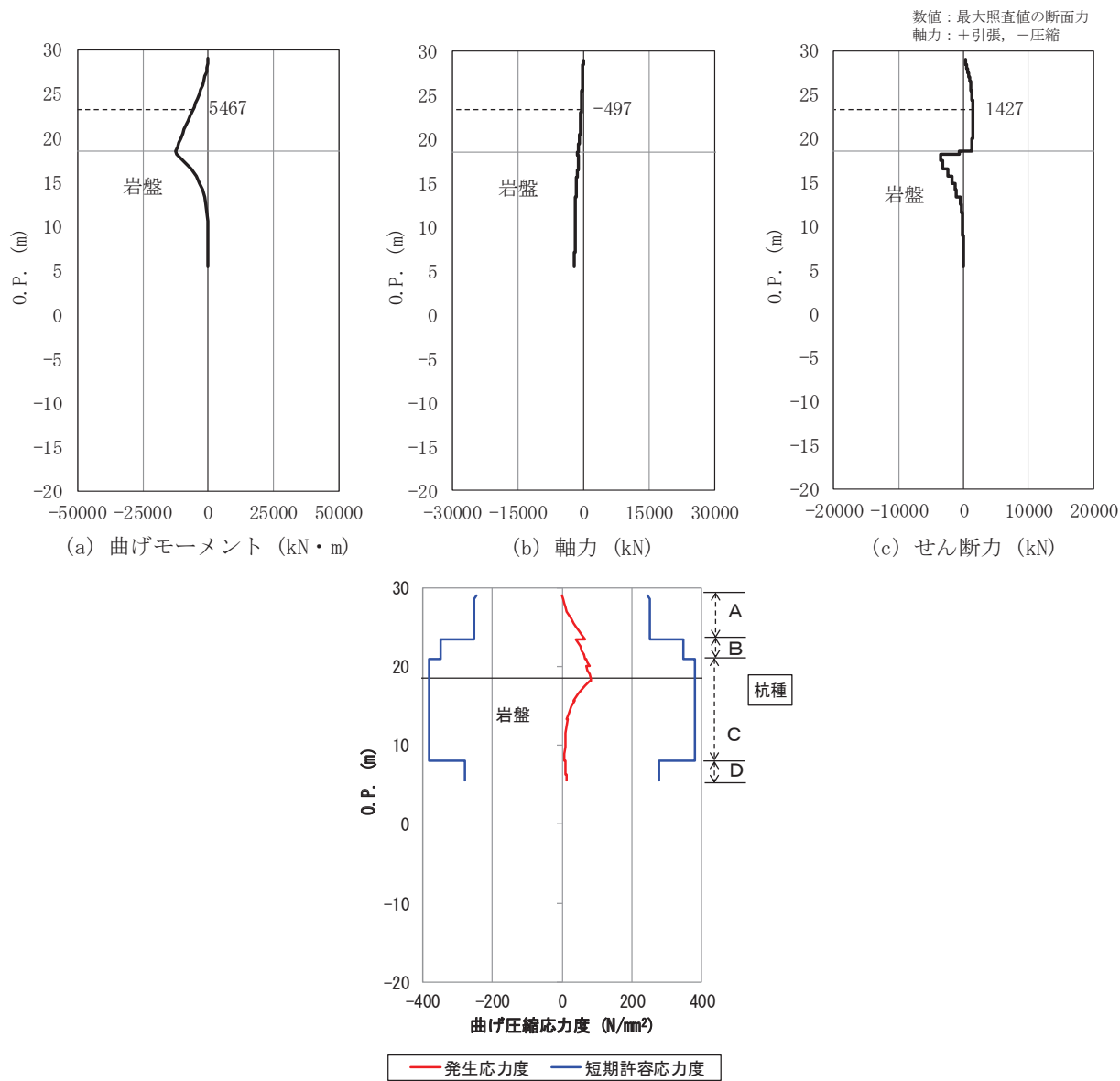
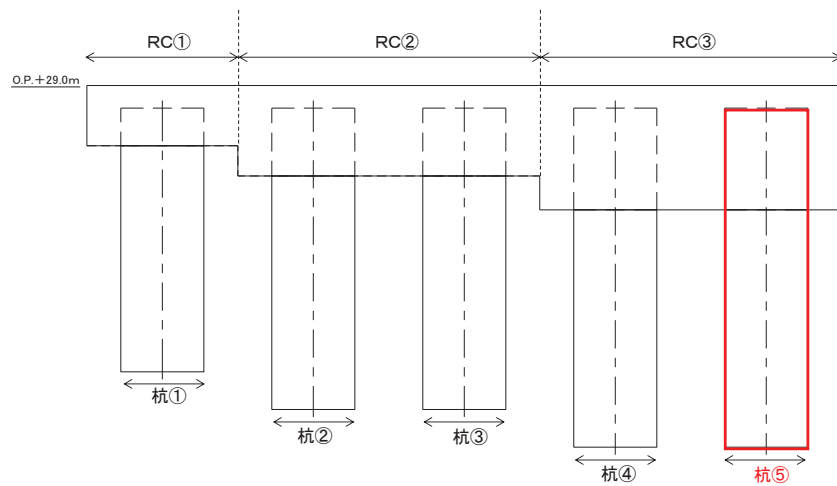
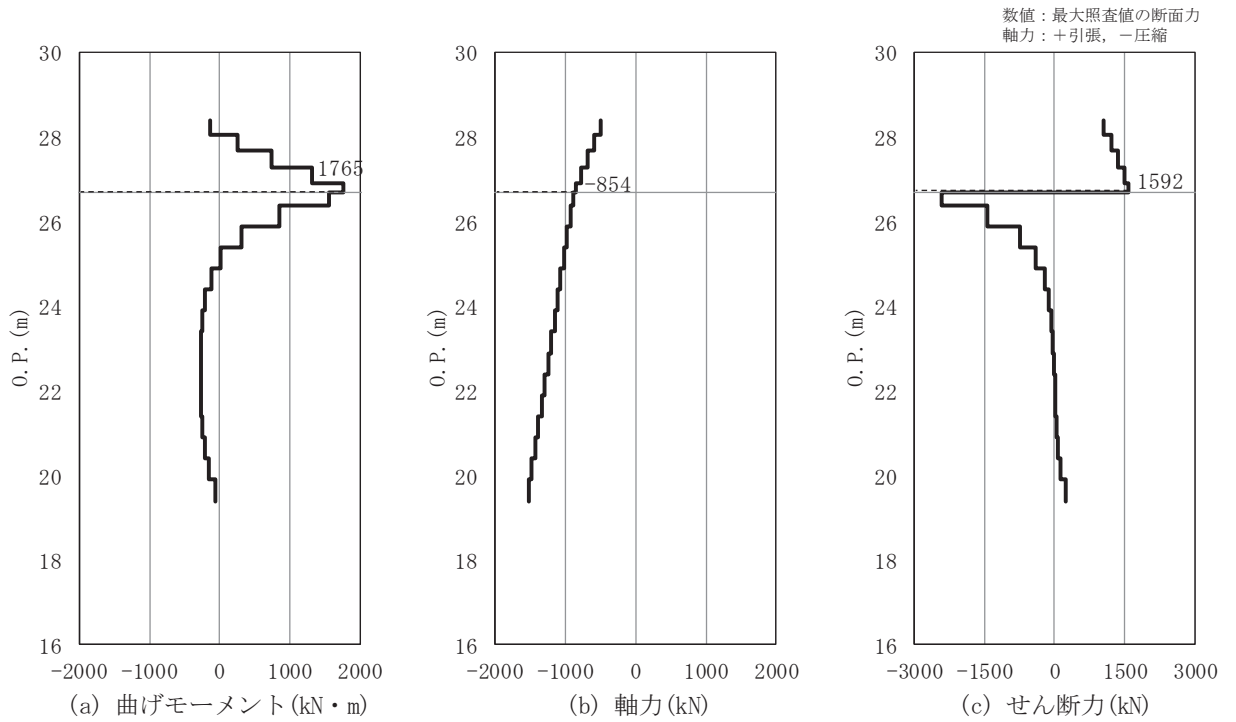


図 4. 1-1 (6) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力及び曲げ圧縮応力度
(断面⑥, S s - F 3 (++) , t=28.04s)
解析ケース①：基本ケース



(d) 照査部材 (杭⑤)

図 4.1-1 (7) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力

(断面⑦, $S_s - D 2$ (---), $t=22.57s$)

解析ケース①：基本ケース

4.1.3 断面力分布（鋼管杭のせん断破壊に対する照査）

断面照査に用いた断面諸元を表 4.1-51～表 4.1-52 に、鋼管杭のせん断破壊に対する照査において、各解析ケースのうち最も厳しい照査値となる結果を表 4.1-55 に示す。また、該当する解析ケースの断面力図を図 4.1-2 に示す。

表 4.1-55 (1) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値（断面①）

杭種	地震動	解析 ケース	発生断面力	せん断 応力度 τ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_{sa} (N/mm ²)	照査値 τ_s / τ_{sa}
			せん断力 (kN)			
C	S _s -D2(++)	①	7435	57	217	0.27

表 4.1-55 (2) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値（断面②）

杭種	地震動	解析 ケース	発生断面力	せん断 応力度 τ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_{sa} (N/mm ²)	照査値 τ_s / τ_{sa}
			せん断力 (kN)			
C	S _s -D2(++)	①	8734	67	217	0.31

表 4.1-55 (3) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値（断面③）

杭種	地震動	解析 ケース	発生断面力	せん断 応力度 τ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_{sa} (N/mm ²)	照査値 τ_s / τ_{sa}
			せん断力 (kN)			
C	S _s -D2(++)	①	7851	60	217	0.28

表 4.1-55 (4) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値（断面④）

杭種	地震動	解析 ケース	発生断面力	せん断 応力度 τ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_{sa} (N/mm ²)	照査値 τ_s / τ_{sa}
			せん断力 (kN)			
D	S _s -D2(--)	①	1569	17	157	0.11

表 4.1-55 (5) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値（断面⑤）

杭種	地震動	解析 ケース	発生断面力	せん断 応力度 τ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_{sa} (N/mm ²)	照査値 τ_s / τ_{sa}
			せん断力 (kN)			
C	S _s -D2(--)	①	3703	29	217	0.14

表 4.1-55 (6) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値 (断面⑥)

杭種	地震動	解析 ケース	発生断面力	せん断 応力度 τ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_{sa} (N/mm ²)	照査値 τ_s / τ_{sa}
			せん断力 (kN)			
C	S s - F 3 (++)	②	4159	32	217	0.15

表 4.1-55 (7) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値 (断面⑦)

部材	地震動	解析 ケース	発生断面力	せん断 応力度 τ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_{sa} (N/mm ²)	照査値 τ_s / τ_{sa}
			せん断力 (kN)			
杭③	S s - D 2 (-+)	①	-2462	31	157	0.20

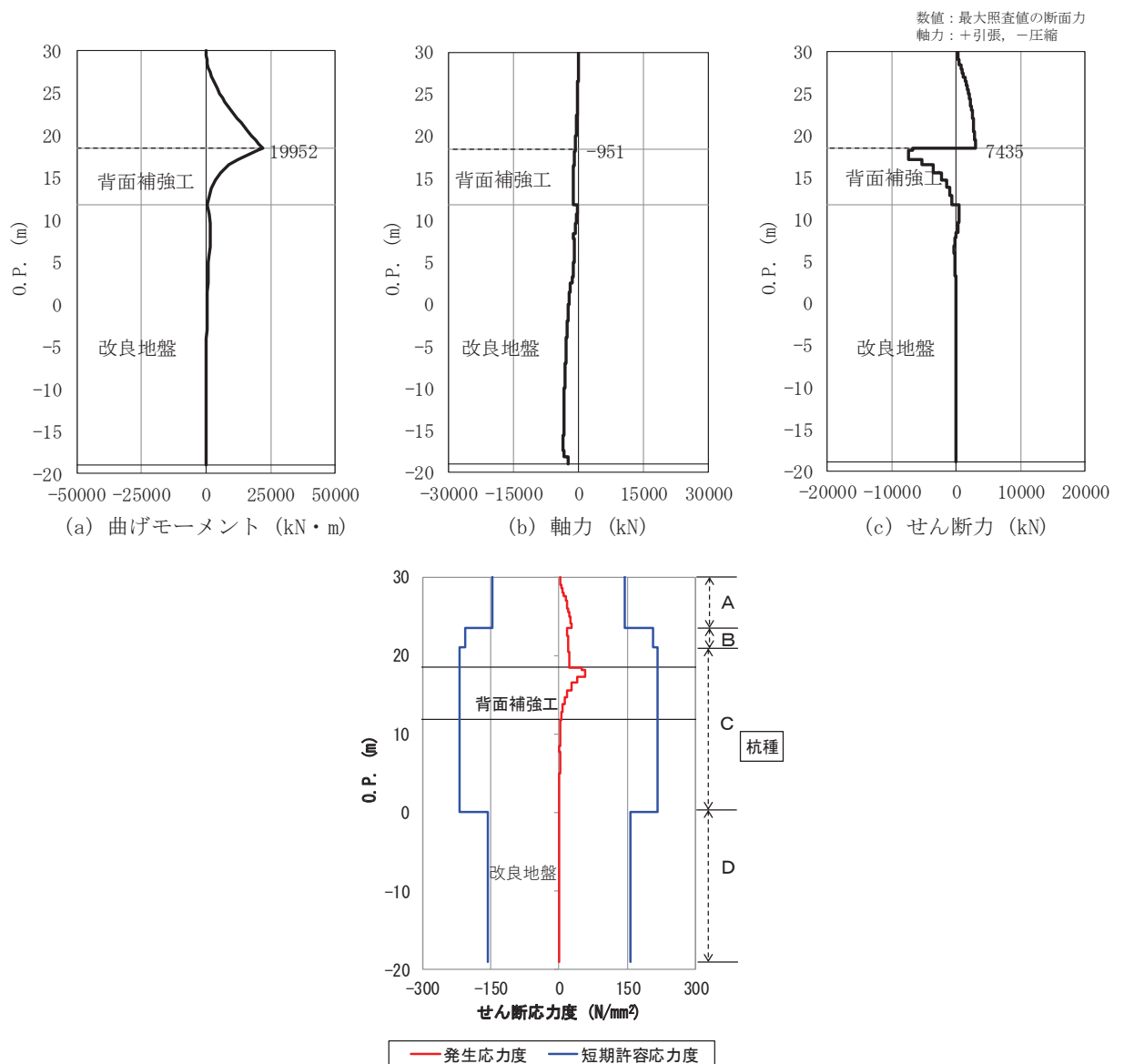


図 4.1-2 (1) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力

及びせん断応力度

(断面①, S s - D 2 (++) , t=6.92s)

解析ケース①：基本ケース

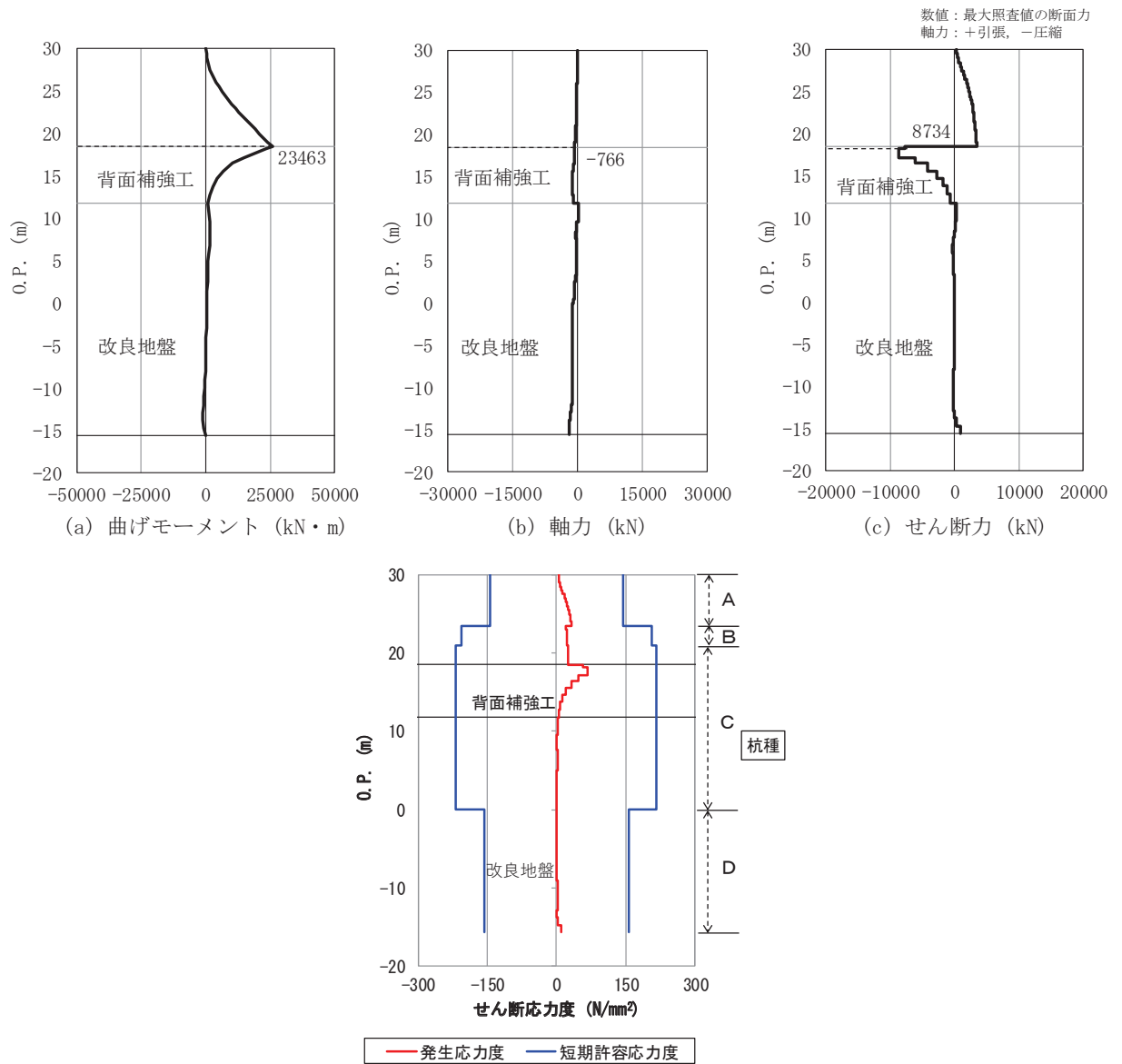


図 4.1-2 (2) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力
及びせん断応力度
(断面②，S s - D 2 (++)，t=6.92s)
解析ケース①：基本ケース

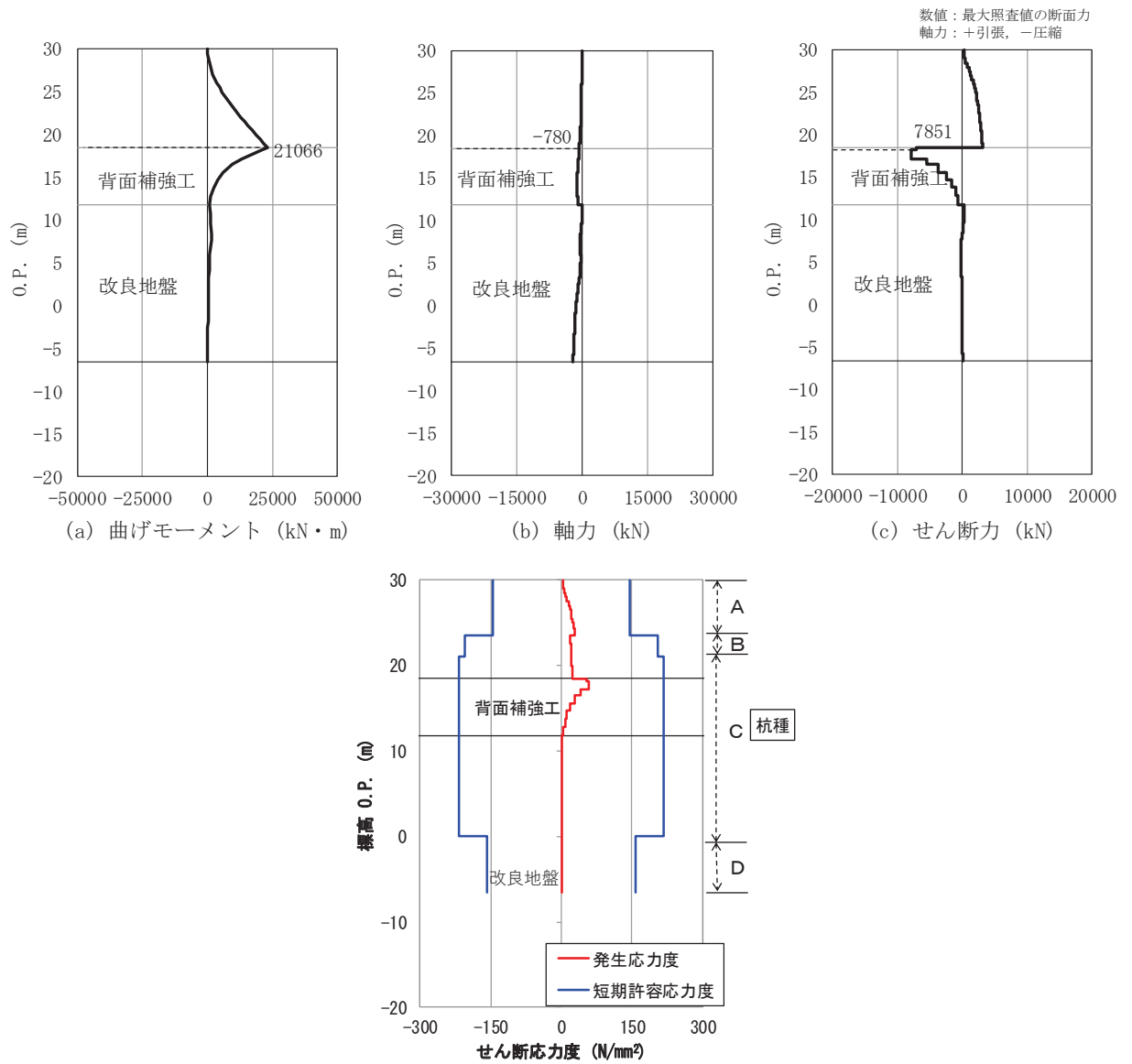


図 4.1-2 (3) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力
及びせん断応力度

(断面③, S s - D 2 (++) , t=6.91s)

解析ケース①：基本ケース

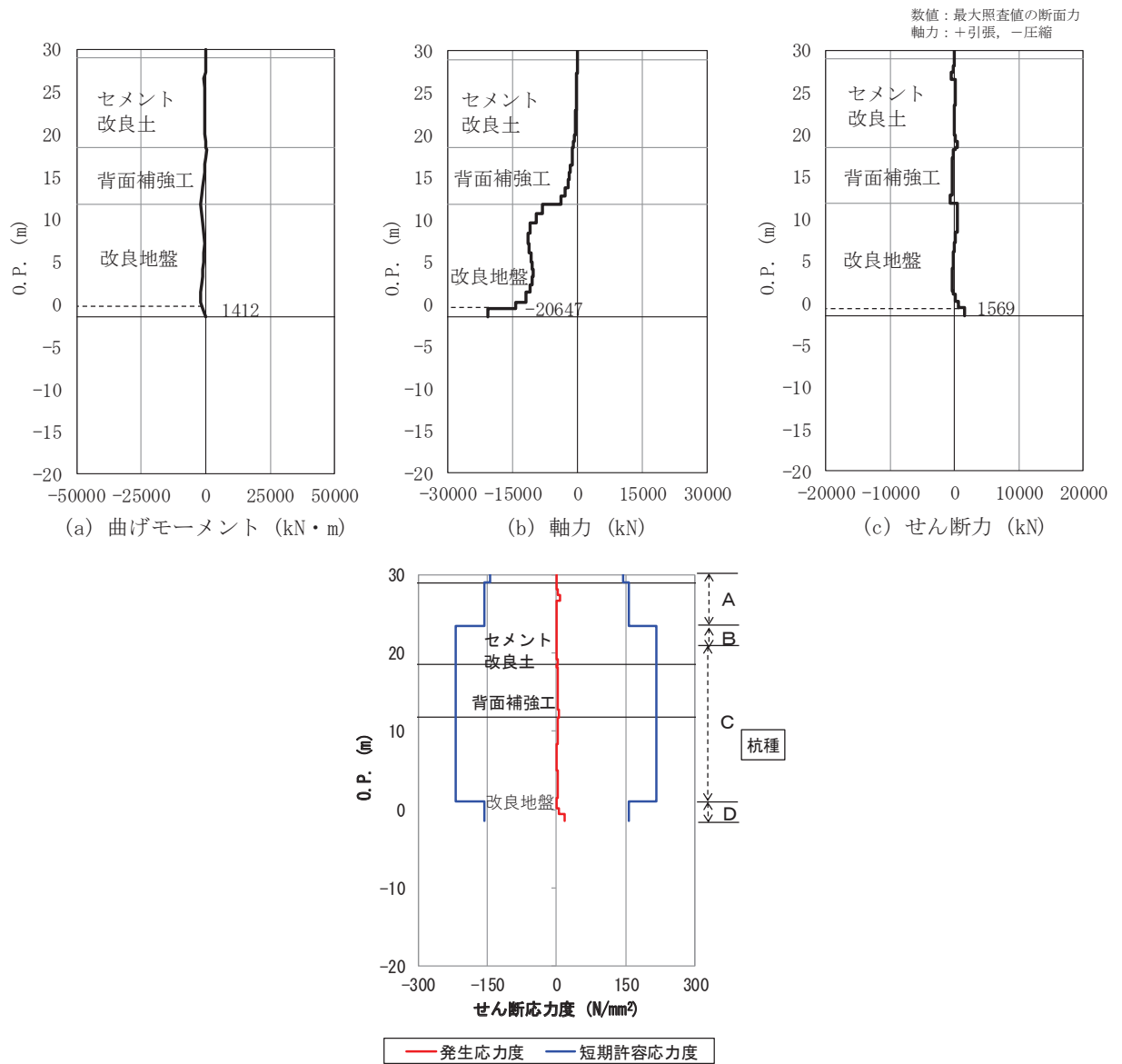


図 4.1-2 (4) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力
及びせん断応力度

(断面④, S s - D 2 (—), t=13.59s)

解析ケース①：基本ケース

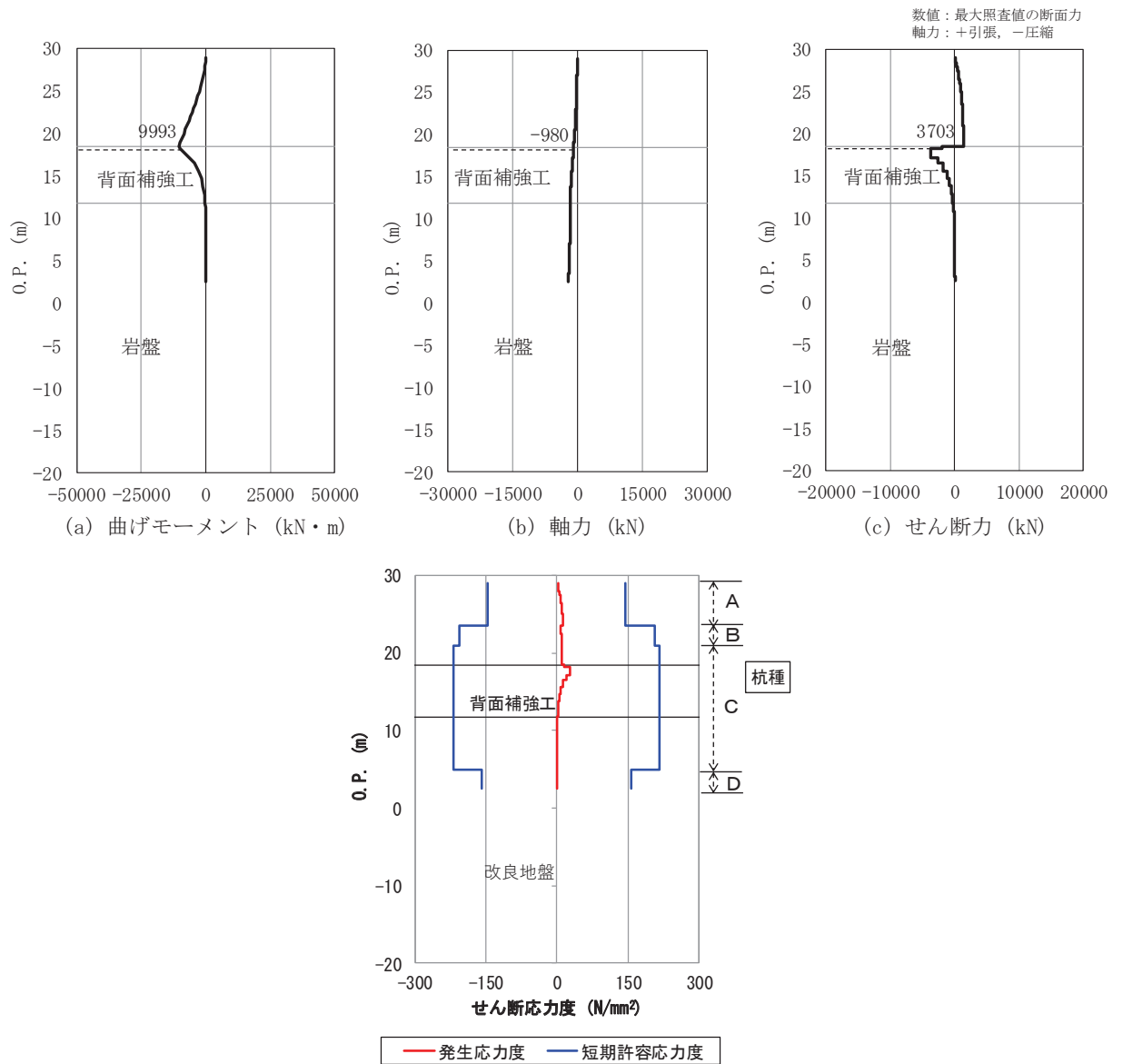


図 4.1-2 (5) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力及びせん断応力度
(断面⑤, S s - D 2 (---), t=6.84s)
解析ケース①：基本ケース

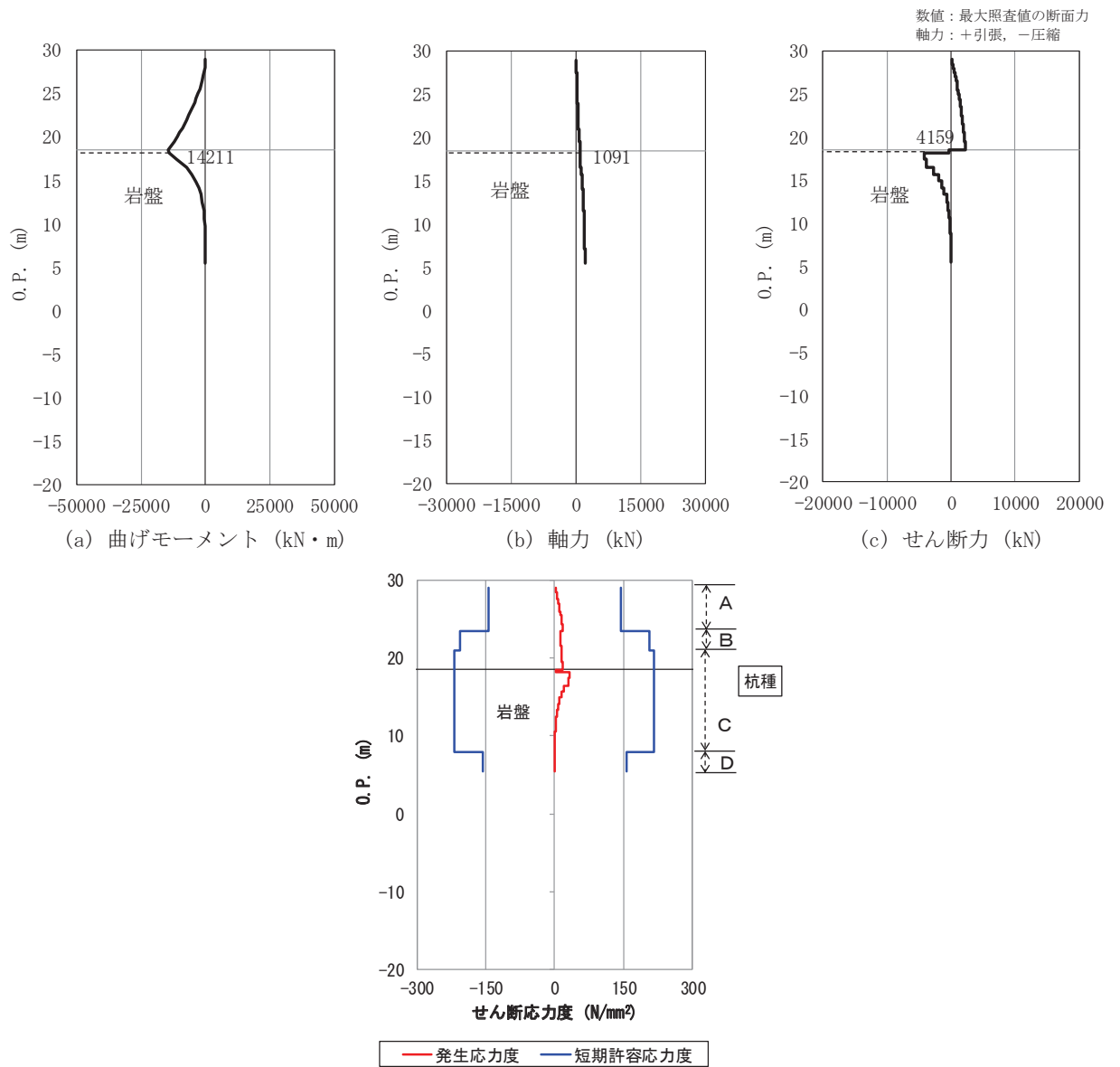
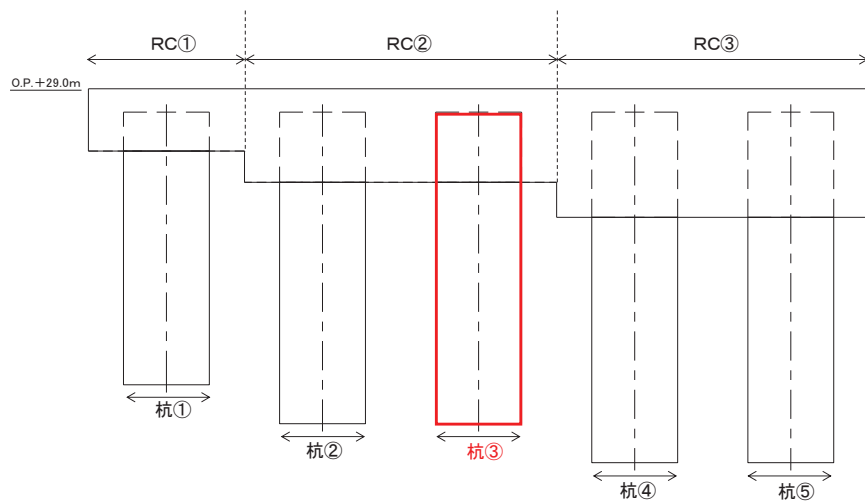
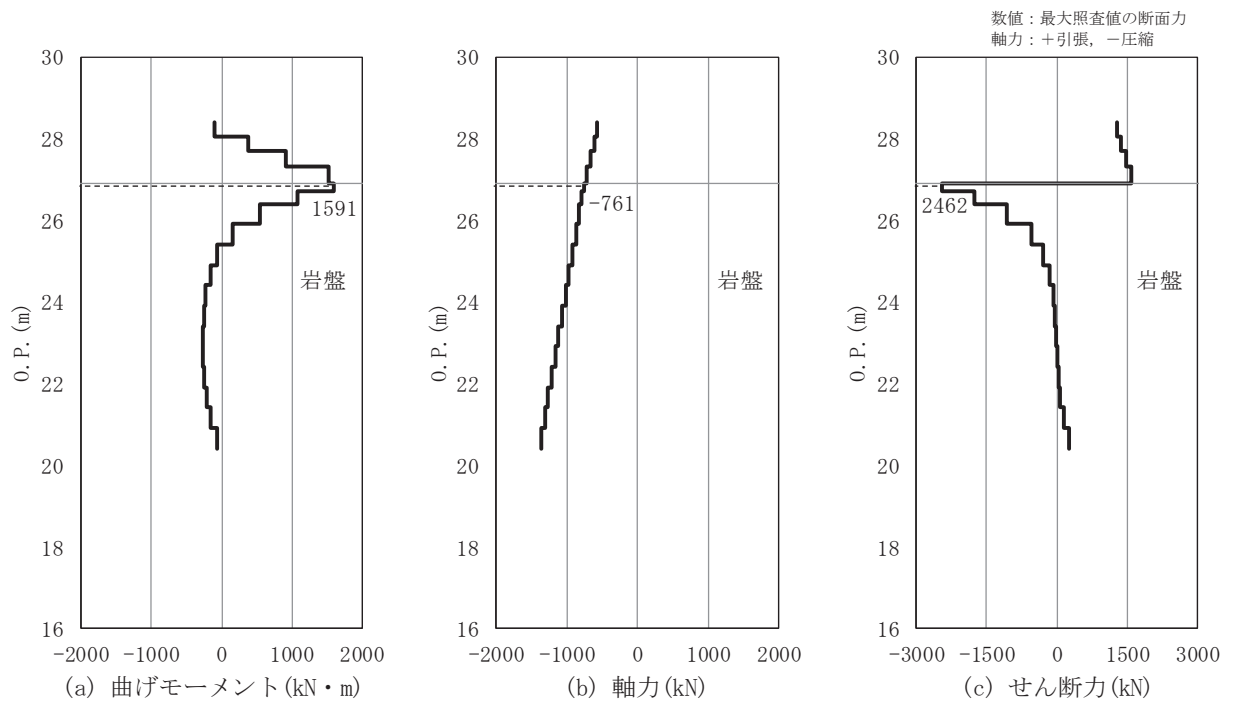


図 4.1-2 (6) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力及びせん断応力度

(断面⑥, S_s-F3 (++) , t=27.74s)

解析ケース②：地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 + 1σ)



(d) 照査部材 (杭③)

図 4.1-2 (7) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力
(断面⑦, S s - D 2 (- +), t=22.57s)
解析ケース①：基本ケース

4.1.4 断面力分布 (RC 遮水壁に対する照査)

RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査、鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査及びコンクリートのせん断破壊に対する照査において、各解析ケースのうち最も厳しい照査値となる結果を表 4.1-54～表 4.1-56 に示す。また、該当する解析ケースの断面力図を図 4.1-3～図 4.1-4 に示す。

表 4.1-54 コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査値

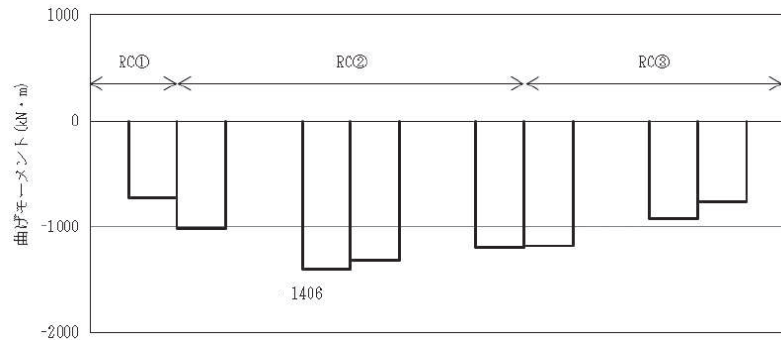
部材	地震動	解析 ケース	発生断面力		曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
			曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
RC②	S _s -D2(-+)	③	-1406	50	0.8	21	0.04

表 4.1-55 鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値

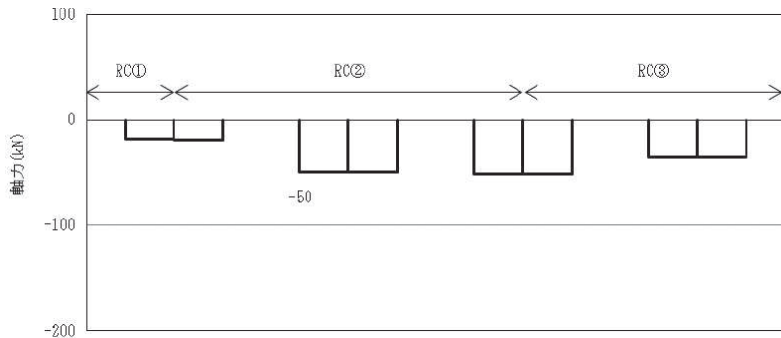
部材	地震動	解析 ケース	発生断面力		曲げ引張 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
			曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
RC②	S _s -D2(-+)	③	-1406	50	68	294	0.24

表 4.1-56 コンクリートのせん断破壊に対する照査値

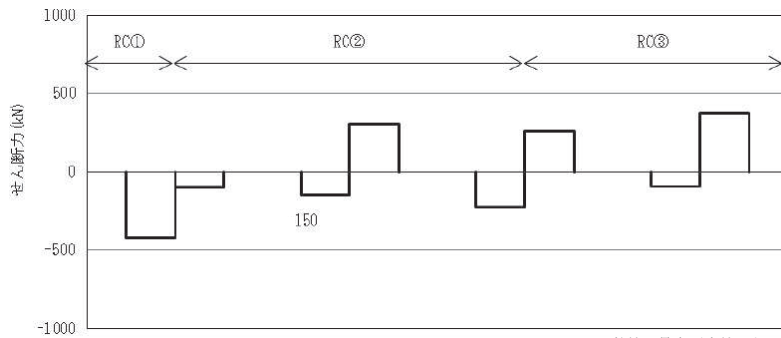
部材	地震動	解析 ケース	発生断面力	せん断 応力度 τ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_{sa} (N/mm ²)	照査値 τ_s / τ_{sa}
			せん断力 (kN)			
RC①	S _s -D2(-+)	③	-420	0.1	0.82	0.13



(a) 曲げモーメント*

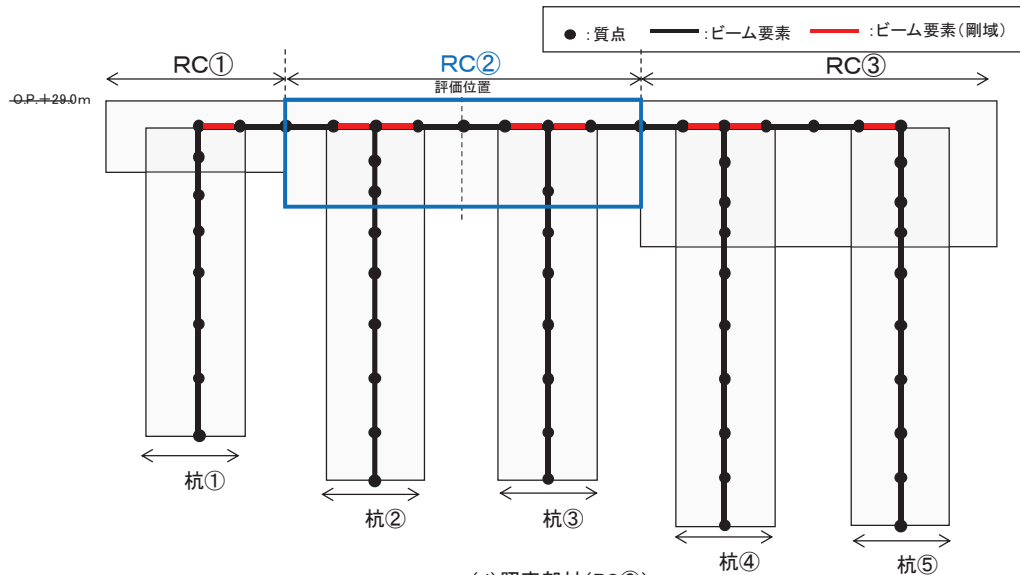


(b) 軸力*



(c) せん断力*

数値：最大照査値の断面力
軸力：+引張，-圧縮



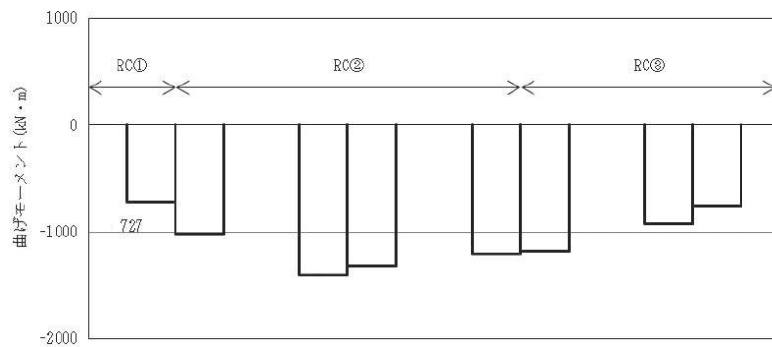
(d) 照査部材 (RC②)

注記 * : 剛域を除く各ビーム要素の最大値による断面力図

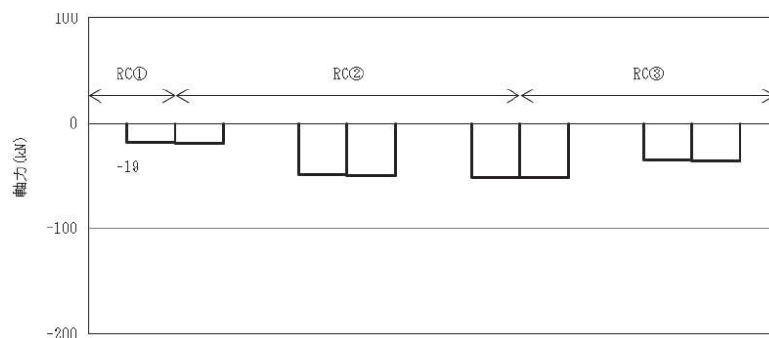
図 4.1-3 コンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系に対する照査における照査時刻での断面力

(断面⑦, S s - D 2 (-+), t=22.58s)

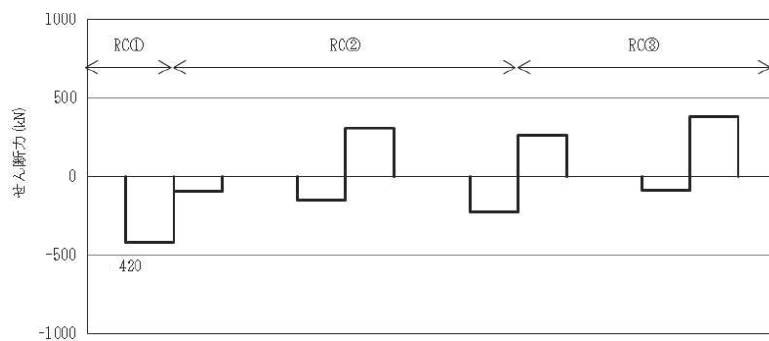
解析ケース③ : 地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 - 1σ)



(a) 曲げモーメント*

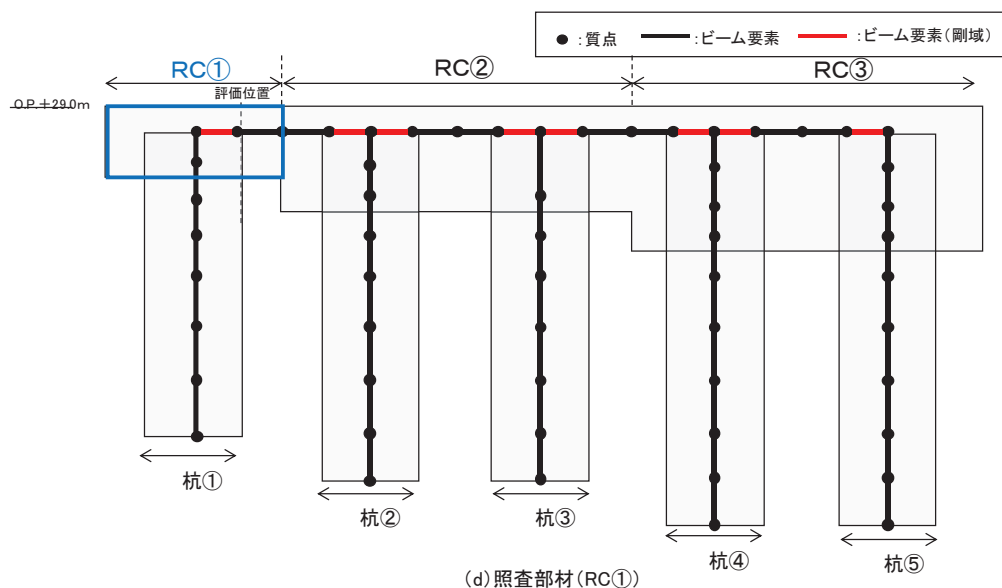


(b) 軸力*



(c) せん断力*

数値：最大照査値の断面力
軸力：+引張，-圧縮



注記 *：剛域を除く各ビーム要素の最大値による断面力図

図 4.1-4 コンクリートのせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力

(断面⑦, $S_s - D 2 (-+)$, $t=22.58s$)

解析ケース③：地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 - 1σ)

4.1.5 局所安全係数分布（背面補強工）

背面補強工のすべり安全率による照査において、各解析ケースのうち最小すべり安全率となる結果を表 4.1-57 に示す。また、該当する解析ケースの局所安全係数分布を図 4.1-5 に示す。

表 4.1-57 (1) 背面補強工のすべり安全率評価結果（断面①）

地震動	解析ケース	発生時刻(s)	最小すべり安全率
S s - F 3 (-+)	①	28.66	20.7

表 4.1-57 (2) 背面補強工のすべり安全率評価結果（断面②）

地震動	解析ケース	発生時刻(s)	最小すべり安全率
S s - D 2 (--)	②	6.91	20.3

表 4.1-57 (3) 背面補強工のすべり安全率評価結果（断面③）

地震動	解析ケース	発生時刻(s)	最小すべり安全率
S s - F 3 (-+)	①	28.65	21.9

表 4.1-57 (4) 背面補強工のすべり安全率評価結果（断面④）

地震動	解析ケース	発生時刻(s)	最小すべり安全率
S s - D 2 (-+)	①	13.56	11.6

表 4.1-57 (5) 背面補強工のすべり安全率評価結果（断面⑤）

地震動	解析ケース	発生時刻(s)	最小すべり安全率
S s - F 3 (++)	①	27.64	35.0



図 4.1-5 (1) 背面補強工の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
 (断面①, S s - F 3 (-+), $t=28.66s$)
 解析ケース①: 基本ケース

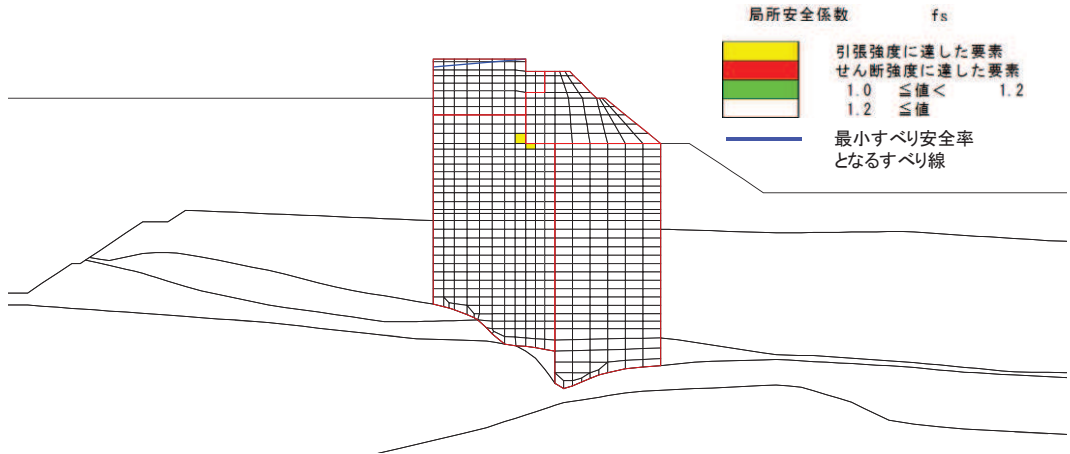


図 4.1-5 (2) 背面補強工の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
(断面②, $S_s - D2$ (—), $t=6.91s$)

解析ケース②：地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 + 1σ)

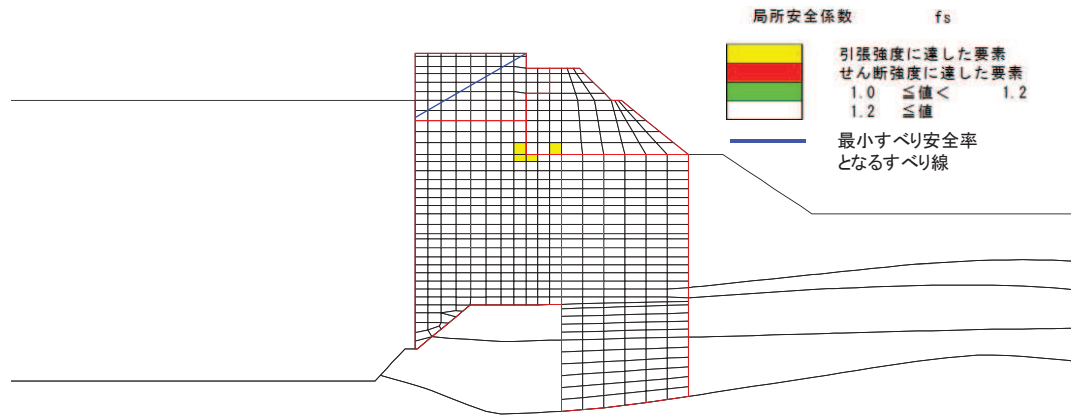


図 4.1-5 (3) 背面補強工の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
(断面③, $S_s - F3$ (-+), $t=28.65s$)

解析ケース①：基本ケース

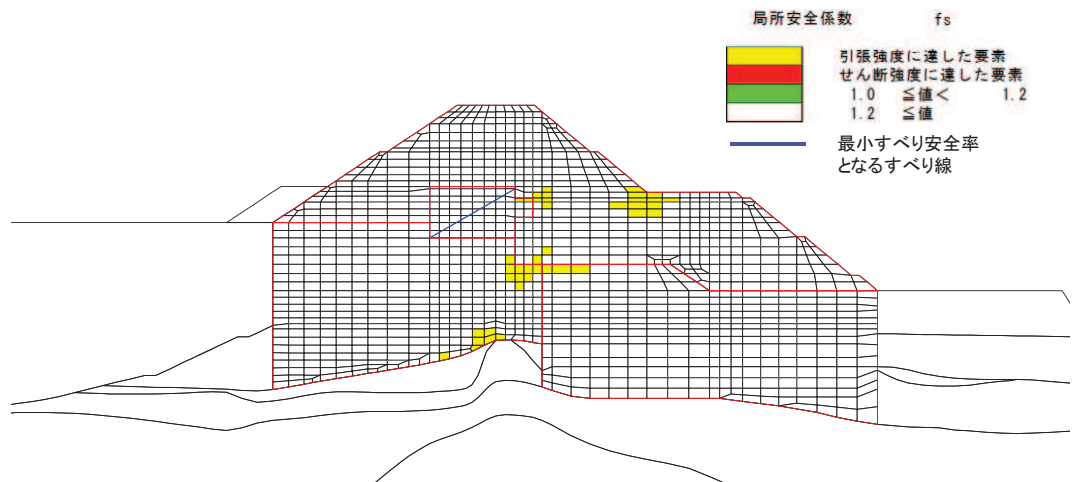


図 4.1-5 (4) 背面補強工の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
(断面④, $S_s - D2$ (-+), $t=13.56s$)

解析ケース①：基本ケース

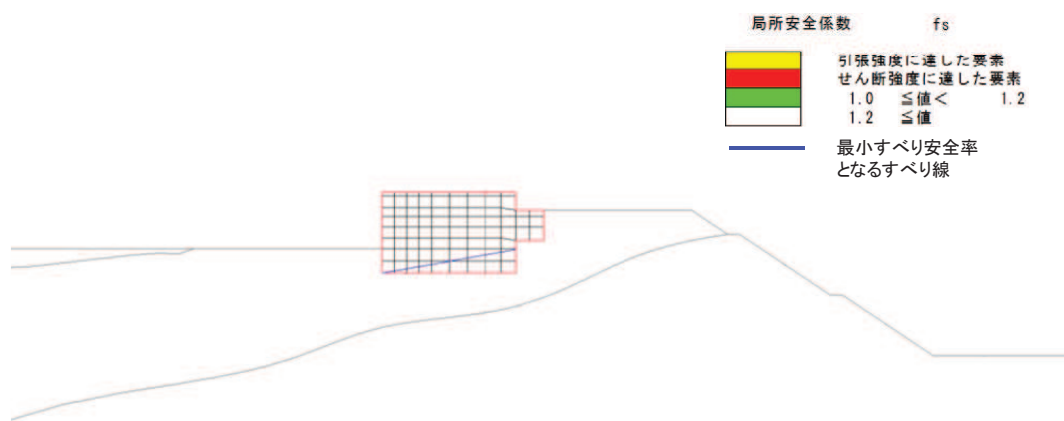


図 4.1-5 (5) 背面補強工の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
 (断面⑤, S s - F 3 (++) , t=27.64s)
 解析ケース①: 基本ケース

4.1.6 局所安全係数分布（置換コンクリート）

置換コンクリートのすべり安全率による照査において、各解析ケースのうち最小すべり安全率となる結果を表 4.1-58 に示す。また、該当する解析ケースの局所安全係数分布を図 4.1-6 に示す。

表 4.1-58 (1) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果（断面①）

地震動	解析ケース	発生時刻(s)	最小すべり安全率
S s - N 1 (++)	①	7.54	4.2

表 4.1-58 (2) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果（断面②）

地震動	解析ケース	発生時刻(s)	最小すべり安全率
S s - N 1 (++)	①	7.52	4.6

表 4.1-58 (3) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果（断面③）

地震動	解析ケース	発生時刻(s)	最小すべり安全率
S s - N 1 (++)	①	7.53	5.6

表 4.1-58 (4) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果（断面④）

地震動	解析ケース	発生時刻(s)	最小すべり安全率
S s - N 1 (++)	①	7.53	6.3

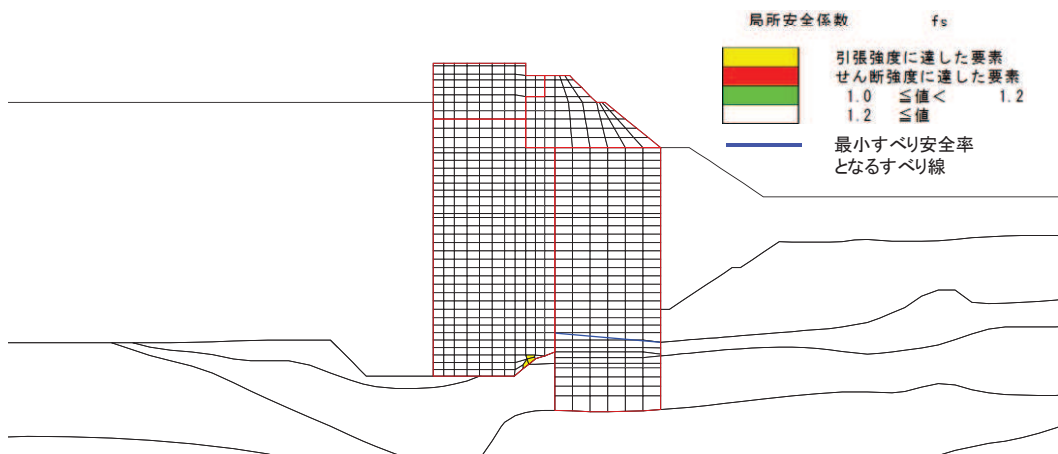


図 4.1-6 (1) 置換コンクリートの最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
 (断面①, S s - N 1 (++) , t=7.54s)
 解析ケース①：基本ケース

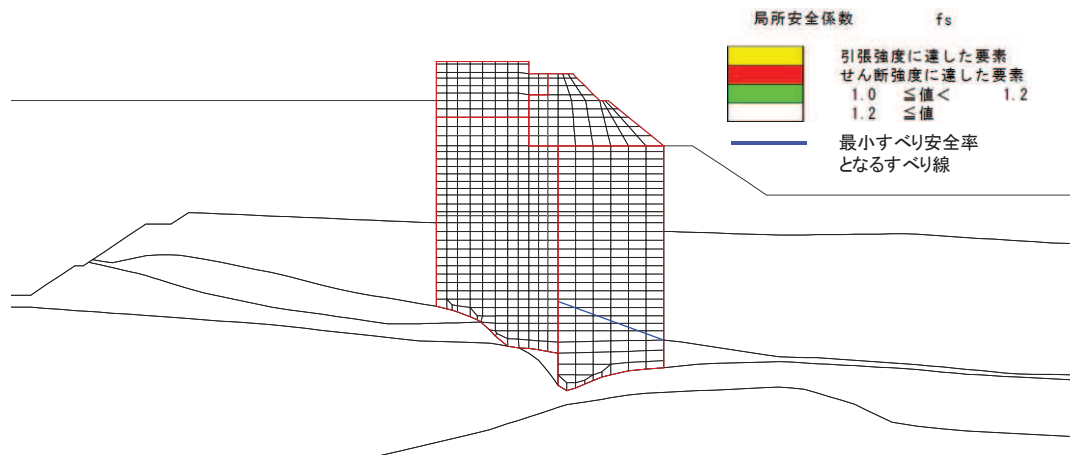


図 4.1-6 (2) 置換コンクリートの最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
 (断面②, $S_s - N1$ (++) , $t=7.52s$)
 解析ケース①：基本ケース

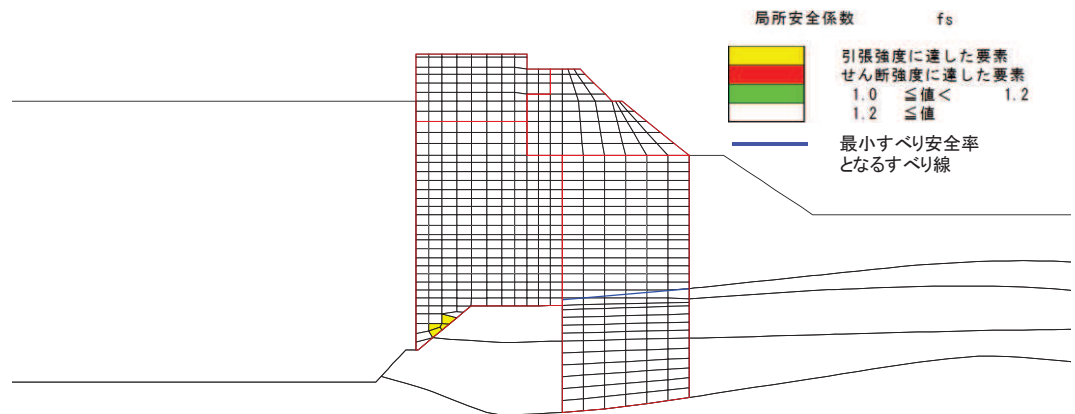


図 4.1-6 (3) 置換コンクリートの最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
 (断面③, $S_s - N1$ (++) , $t=7.53s$)
 解析ケース①：基本ケース

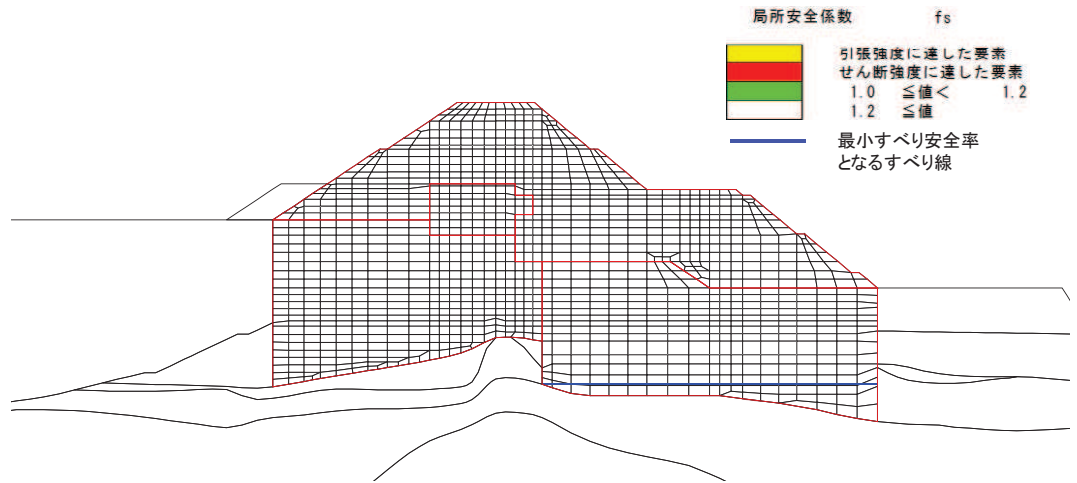


図 4.1-6 (4) 置換コンクリートの最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
 (断面④, $S_s - N1$ (++) , $t=7.53s$)
 解析ケース①: 基本ケース

4.1.7 局所安全係数分布 (改良地盤)

改良地盤のすべり安全率による照査において、各解析ケースのうち最小すべり安全率となる結果を表 4.1-59 に示す。また、該当する解析ケースの局所安全係数分布を図 4.1-7 に示す。

表 4.1-59 (1) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面①)

地震動	解析ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安全率
S _s -N1(-+)	①	7.66	2.6
S _s -N1(-+)	① (平均値-1σ強度)	7.66	2.5

表 4.1-59 (2) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面②)

地震動	解析ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安全率
S _s -N1(-+)	①	7.65	2.6
S _s -N1(-+)	① (平均値-1σ強度)	7.65	2.6

表 4.1-59 (3) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面③)

地震動	解析ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安全率
S _s -N1(-+)	①	7.64	2.8
S _s -N1(-+)	① (平均値-1σ強度)	7.64	2.7

表 4.1-59 (4) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面④)

地震動	解析ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安全率
S _s -D2(-+)	①	13.56	3.3
S _s -D2(-+)	① (平均値-1σ強度)	13.56	3.3

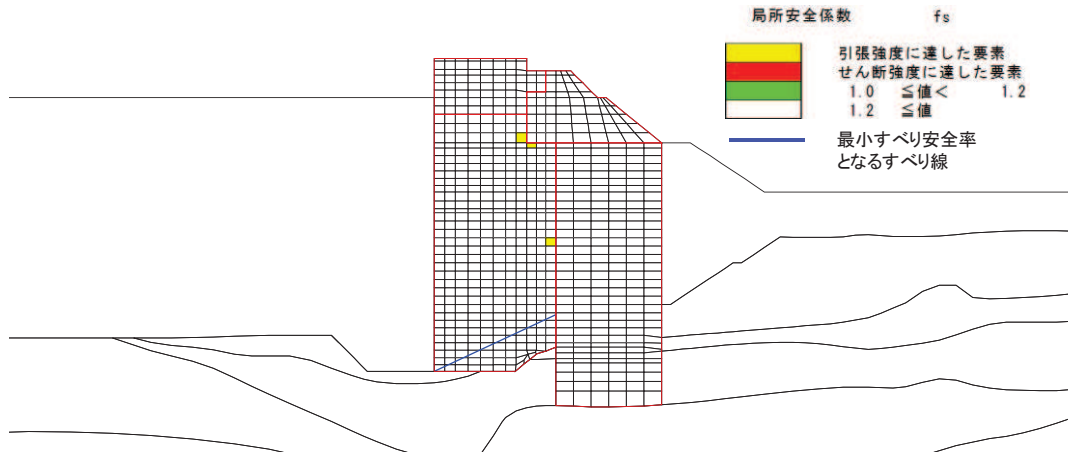


図 4.1-7 (1) 改良地盤の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
 (断面①, $S_s - N1 (-+)$, $t=7.66s$)
 解析ケース①: 基本ケース

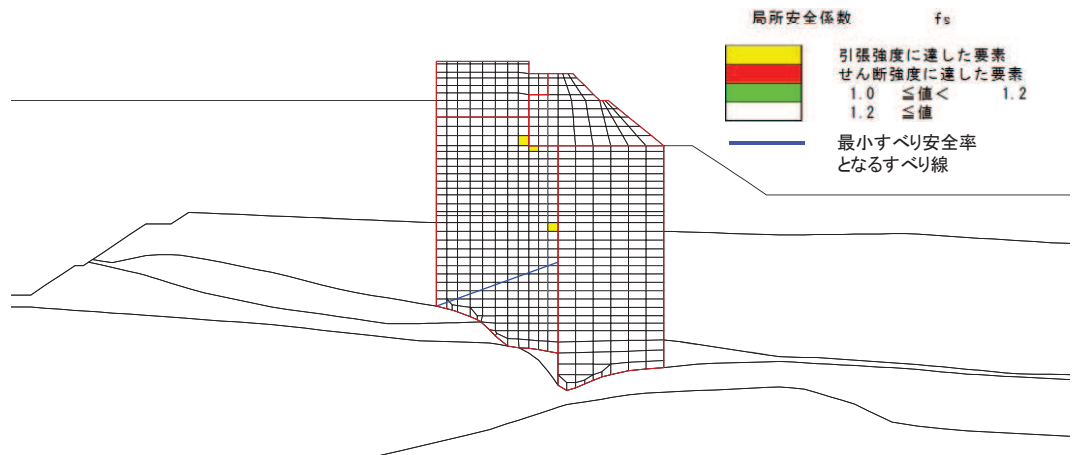


図 4.1-7 (2) 改良地盤の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
 (断面②, $S_s - N1 (-+)$, $t=7.65s$)
 解析ケース①: 基本ケース

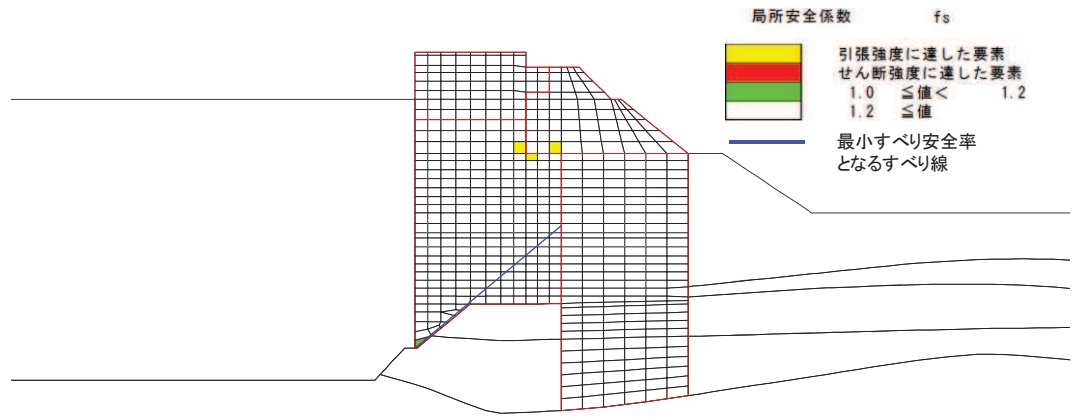


図 4.1-7 (3) 改良地盤の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
 (断面③, S s - N 1 (- +) , t=7.64s)
 解析ケース① : 基本ケース

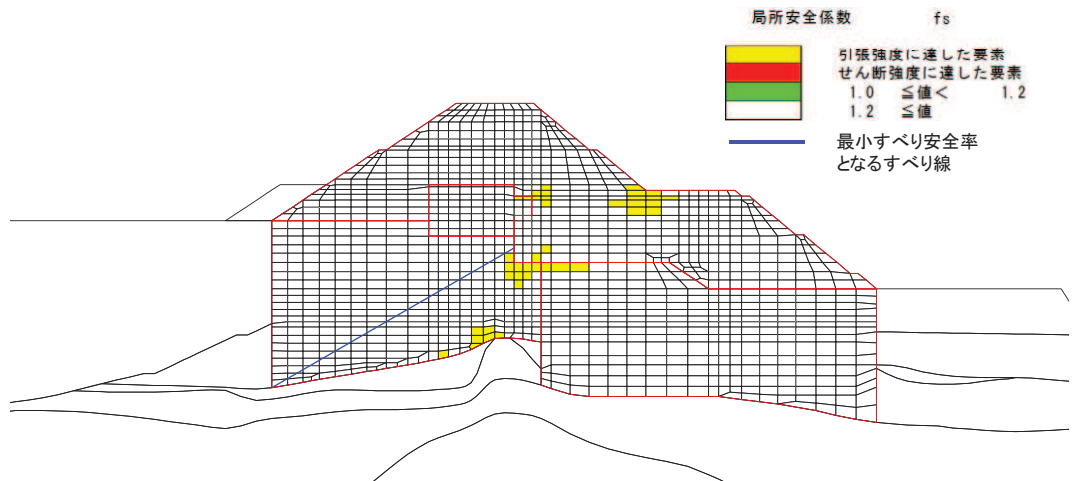


図 4.1-7 (4) 改良地盤の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
 (断面④, S s - D 2 (- +) , t=13.56s)
 解析ケース① : 基本ケース

4.1.8 局所安全係数分布（セメント改良土）

セメント改良土のすべり安全率による照査において、各解析ケースのうち最小すべり安全率となる結果を表 4.1-60 に示す。また、該当する解析ケースの局所安全係数分布を図 4.1-8 に示す。

表 4.1-60 (1) セメント改良土のすべり安全率評価結果（断面①）

地震動	解析ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安全率
S _s -D 2 (--)	③	13.47	3.2
S _s -F 3 (-+)	① (平均値-1σ強度)	28.75	3.3

表 4.1-60 (2) セメント改良土のすべり安全率評価結果（断面②）

地震動	解析ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安全率
S _s -D 2 (--)	③	6.76	3.5
S _s -D 2 (++)	① (平均値-1σ強度)	6.82	3.4

表 4.1-60 (3) セメント改良土のすべり安全率評価結果（断面③）

地震動	解析ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安全率
S _s -F 3 (-+)	①	28.74	3.6
S _s -F 3 (-+)	① (平均値-1σ強度)	28.74	3.5

表 4.1-60 (4) セメント改良土のすべり安全率評価結果（断面④）

地震動	解析ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安全率
S _s -N 1 (++)	①	7.53	2.8
S _s -N 1 (++)	① (平均値-1σ強度)	7.53	2.7



図 4.1-8 (1) セメント改良土の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
（断面①, S_s-D 2 (--) , t=13.47s)

解析ケース③：地盤物性のばらつきを考した解析ケース（平均値-1σ）

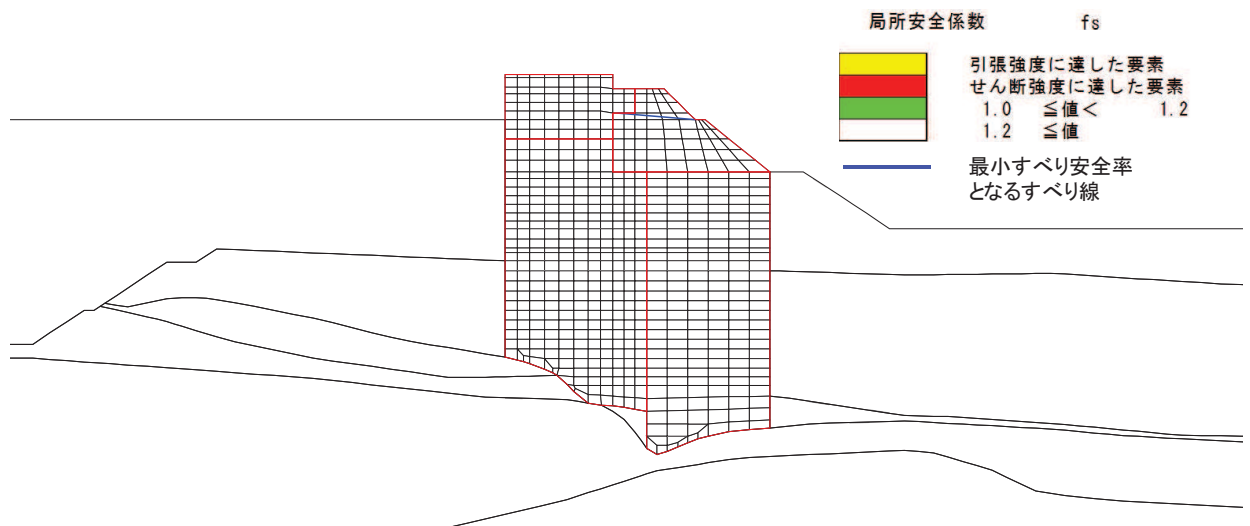


図 4.1-8 (2) セメント改良土の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
 (断面②, S s - D 2 (- -) , t=6.76s)

解析ケース③：地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 - 1σ)

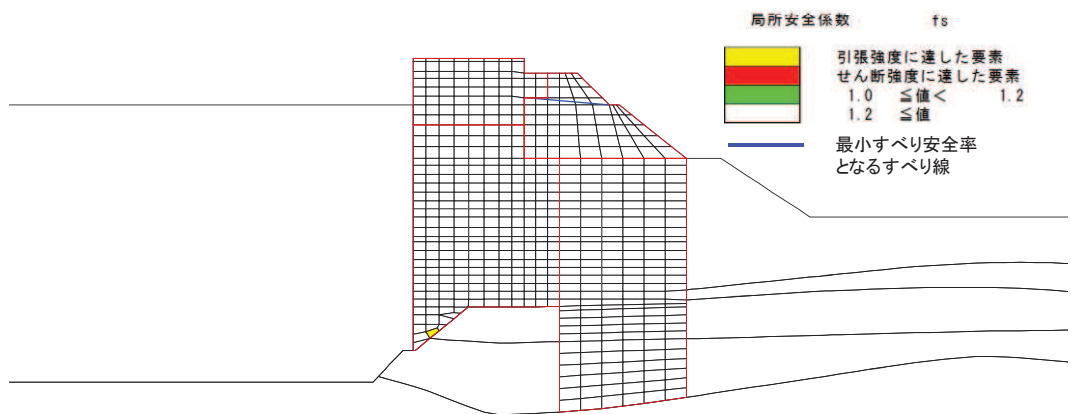


図 4.1-8 (3) セメント改良土の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
 (断面③, S s - F 3 (- +) , t=28.74s)

解析ケース①：基本ケース

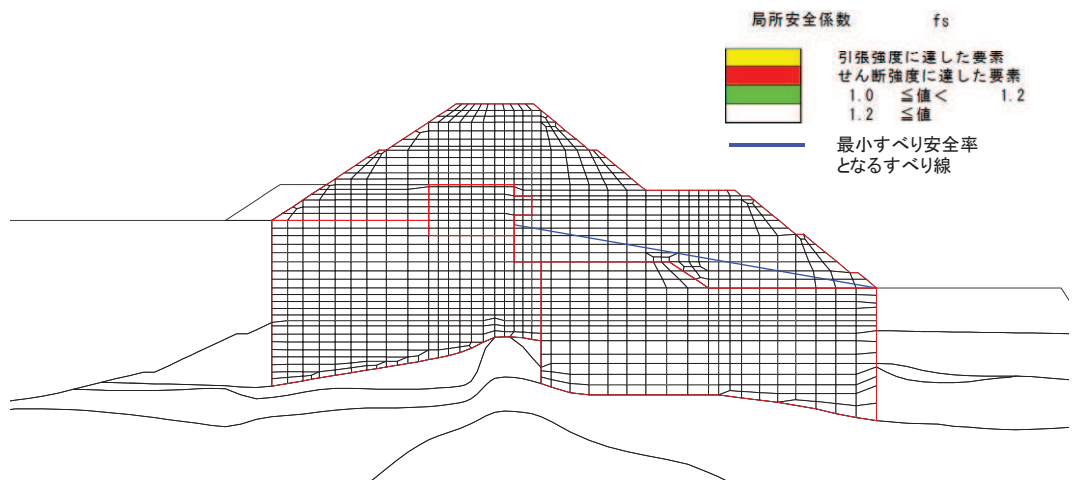


図 4.1-8 (4) セメント改良土の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布
 (断面④, S s - N 1 (++) , t=7.53s)
 解析ケース①: 基本ケース

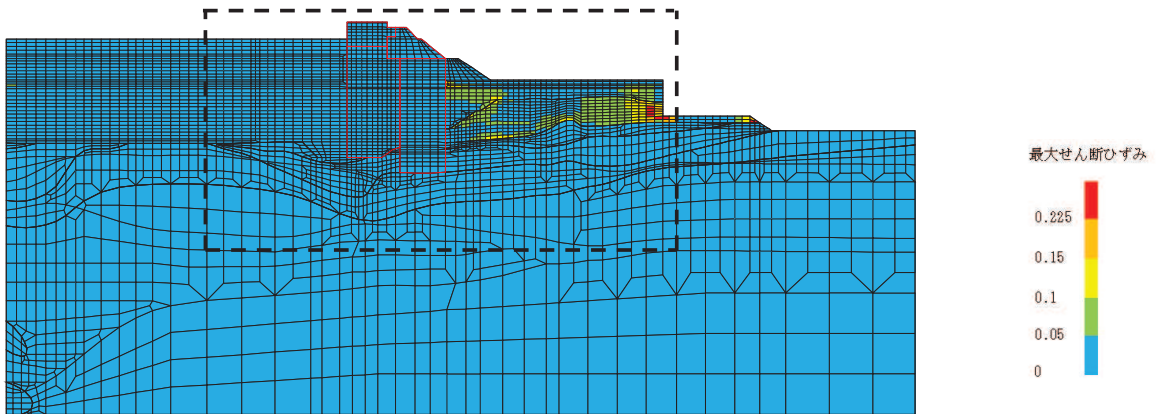
4.1.9 最大せん断ひずみ分布

各施設の照査で最大照査値及び最小すべり安全率を示す解析ケースについて、地盤に発生した最大せん断ひずみを確認する。最大照査値及び最小すべり安全率を示す解析ケースの一覧を表 4.1-61 に示す。

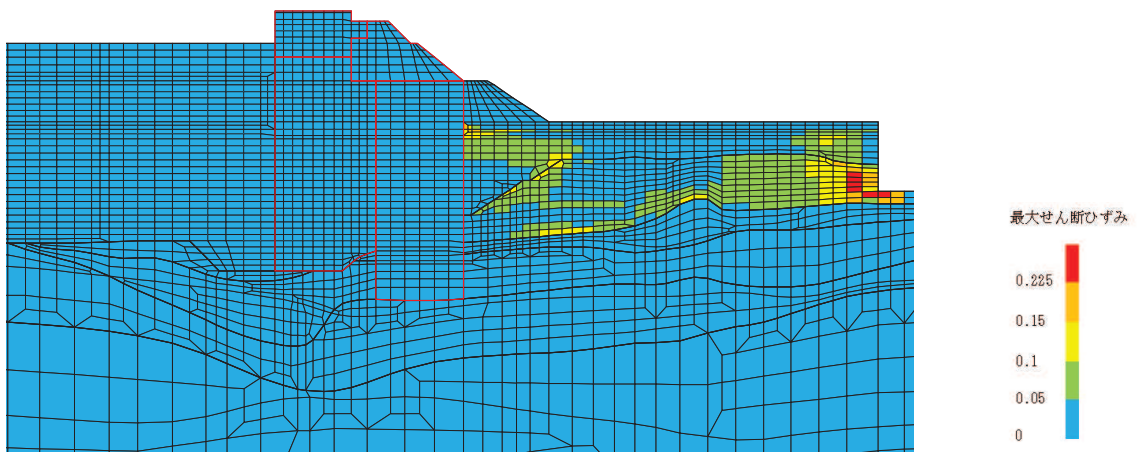
断面①～断面④における最大せん断ひずみ分布図を、それぞれ図 4.1-9～図 4.1-12 に示す。

表 4.1-61 最大照査値を示す解析ケースの一覧（断面①～断面④）

断面	評価項目			
	鋼管杭		背面補強工	置換コンクリート
	曲げ・軸力系	せん断	すべり安全率	すべり安全率
断面①	解析ケース① S s - D 2 (--)	解析ケース① S s - D 2 (+ +)	解析ケース① S s - F 3 (- +)	解析ケース① S s - N 1 (+ +)
断面②	解析ケース② S s - D 2 (--)	解析ケース① S s - D 2 (+ +)	解析ケース② S s - D 2 (--)	解析ケース① S s - N 1 (+ +)
断面③	解析ケース② S s - D 2 (--)	解析ケース① S s - D 2 (+ +)	解析ケース① S s - F 3 (- +)	解析ケース① S s - N 1 (+ +)
断面④	解析ケース③ S s - D 2 (--)	解析ケース① S s - D 2 (--)	解析ケース① S s - D 2 (- +)	解析ケース① S s - N 1 (+ +)

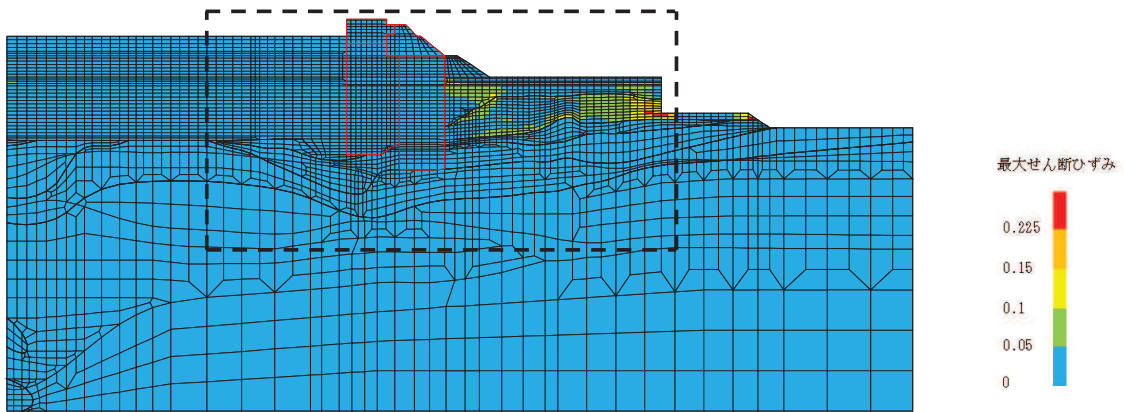


(a) 全体図

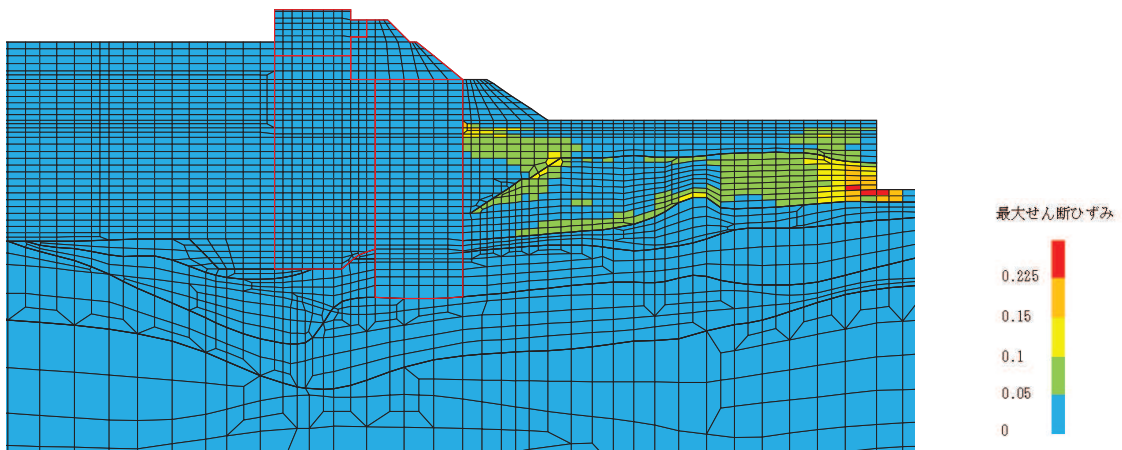


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-9 (1) 断面①の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース①, $S_s - D2$ (—))

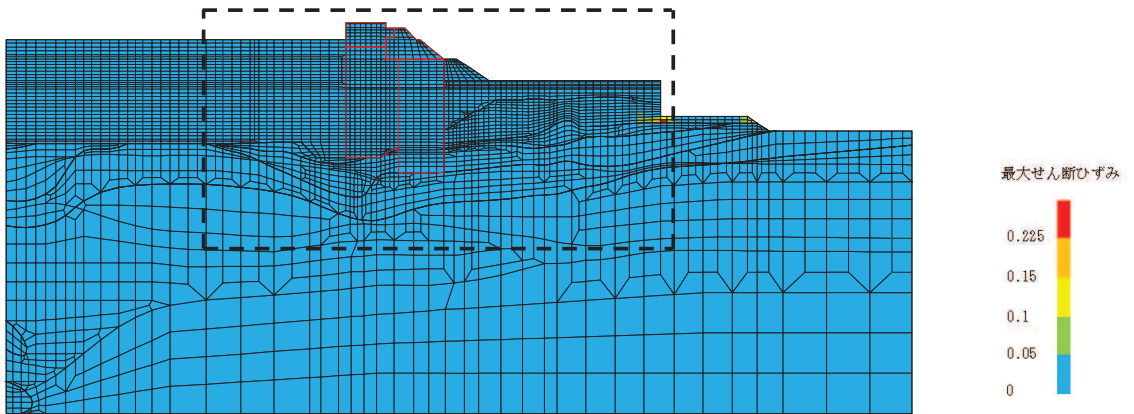


(a) 全体図

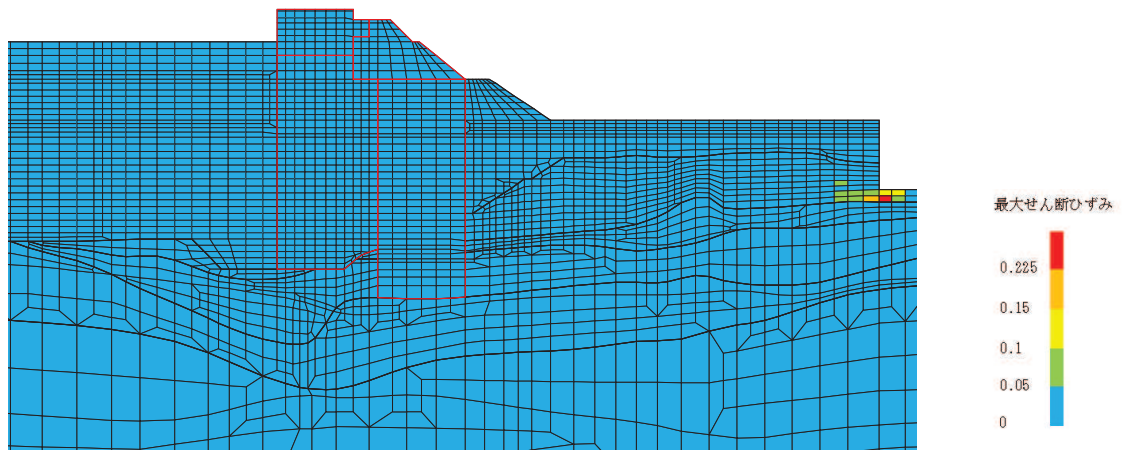


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-9 (2) 断面①の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース①, S s - D 2 (++))

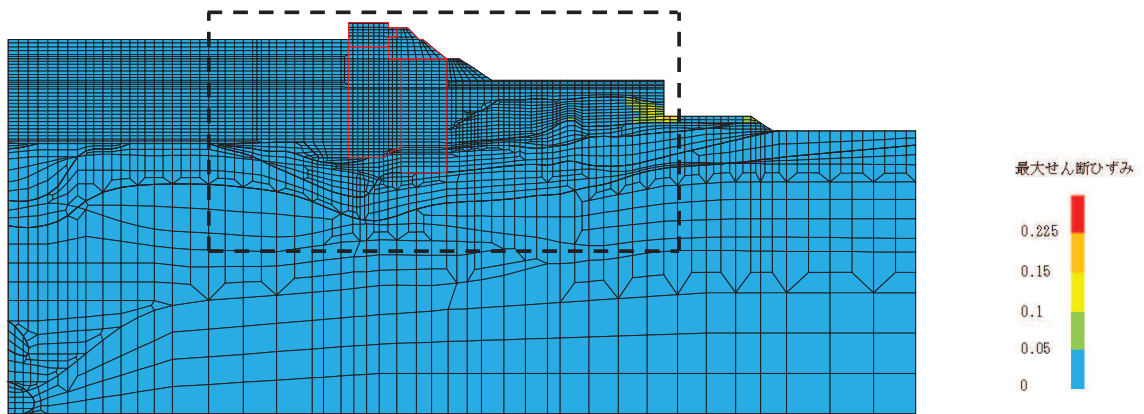


(a) 全体図

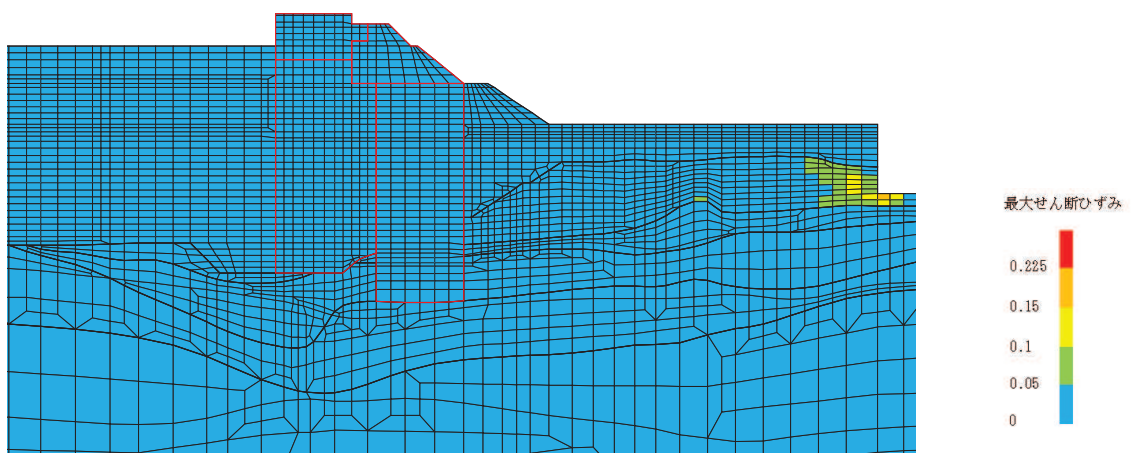


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-9 (3) 断面①の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース①, S s - F 3 (- +))

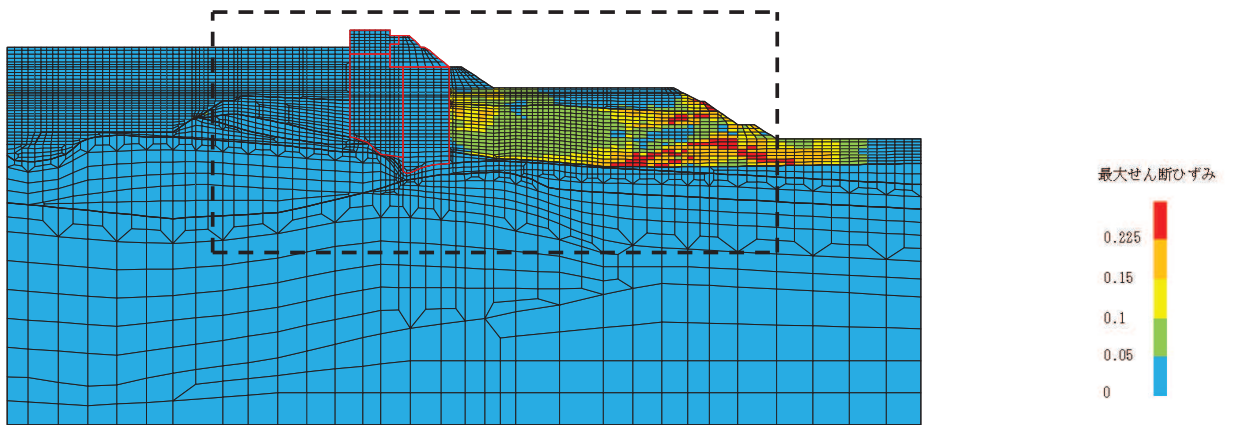


(a) 全体図

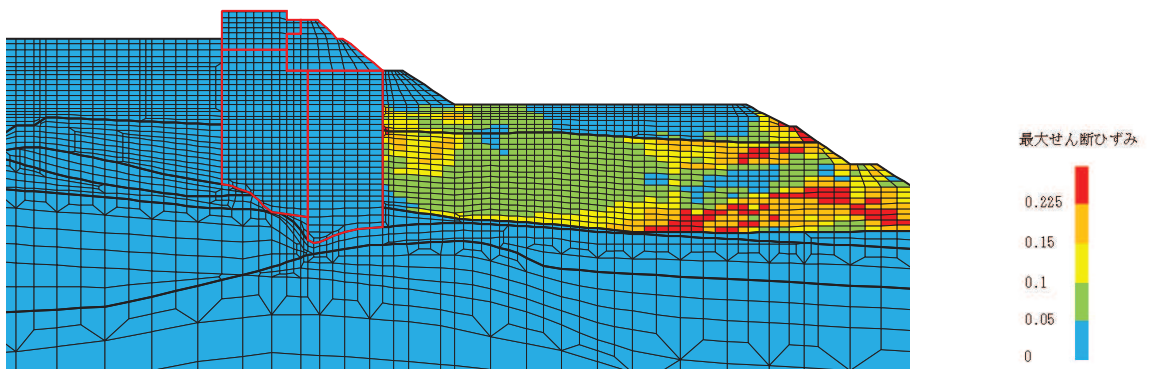


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-9 (4) 断面①の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース①, S s - N 1 (++))

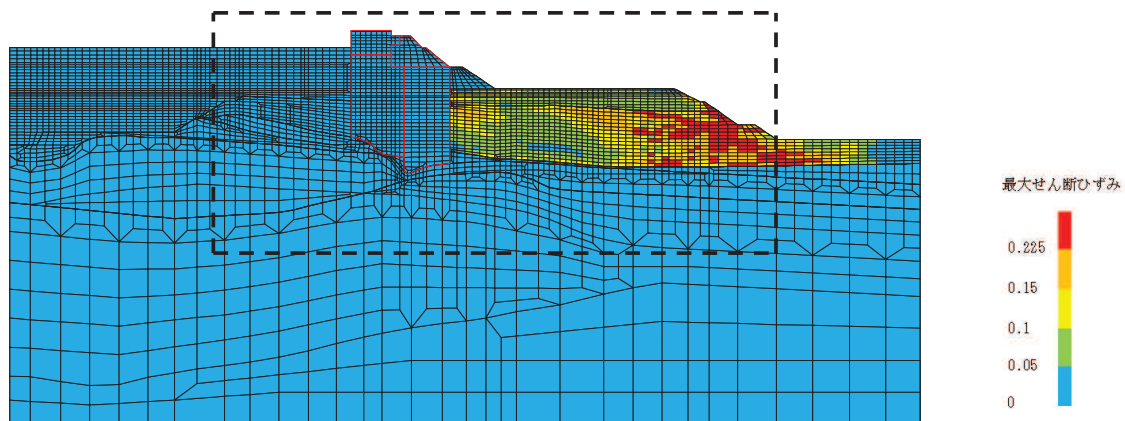


(a) 全体図

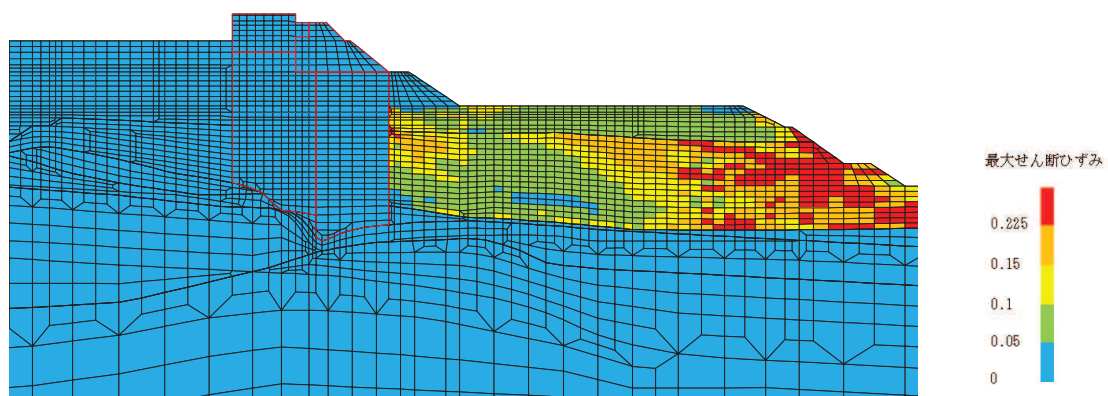


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-10 (1) 断面②の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース②, $S_s - D2$ (一一))

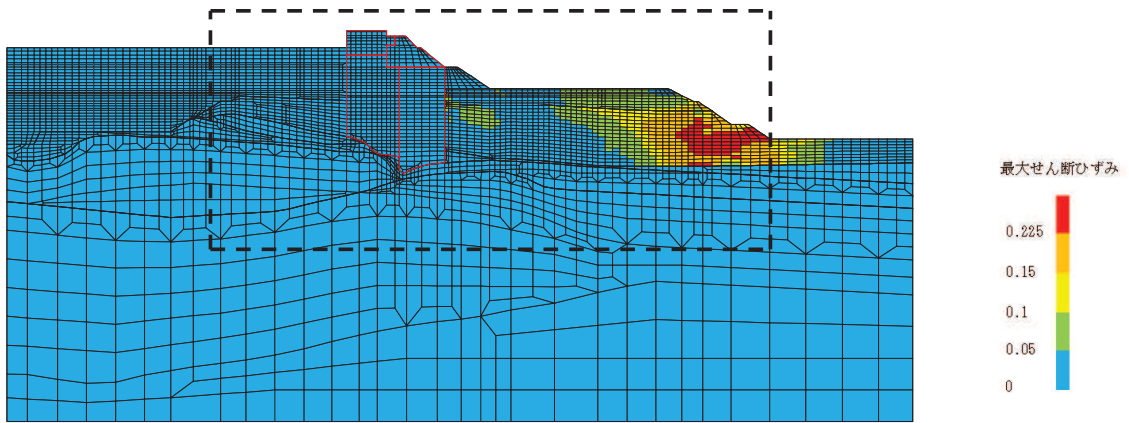


(a) 全体図

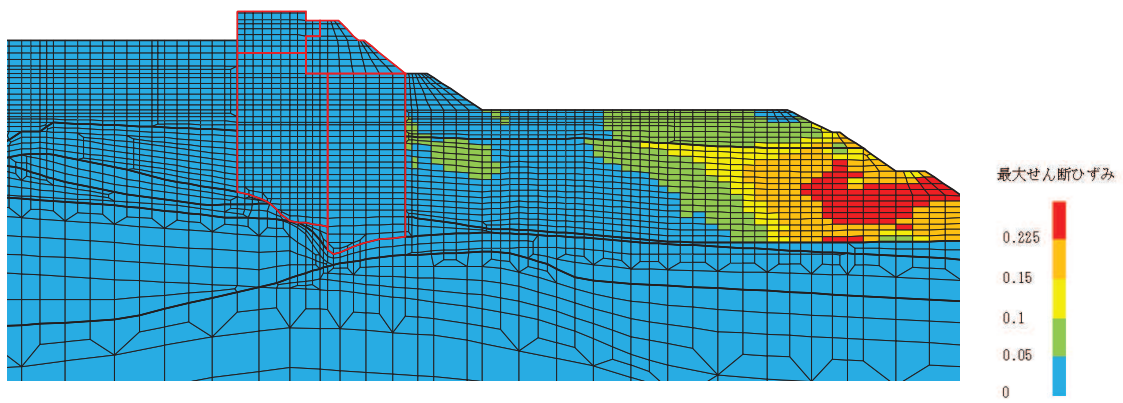


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-10 (2) 断面②の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース①, S s - D 2 (++))

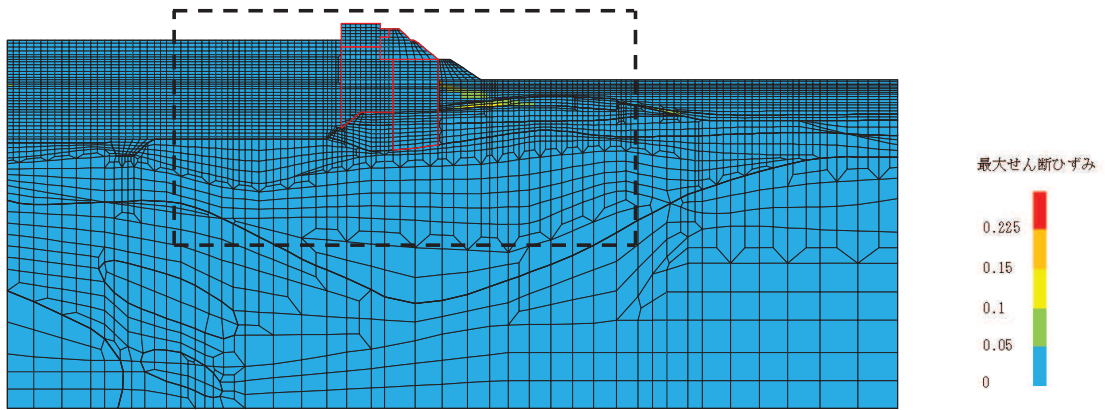


(a) 全体図

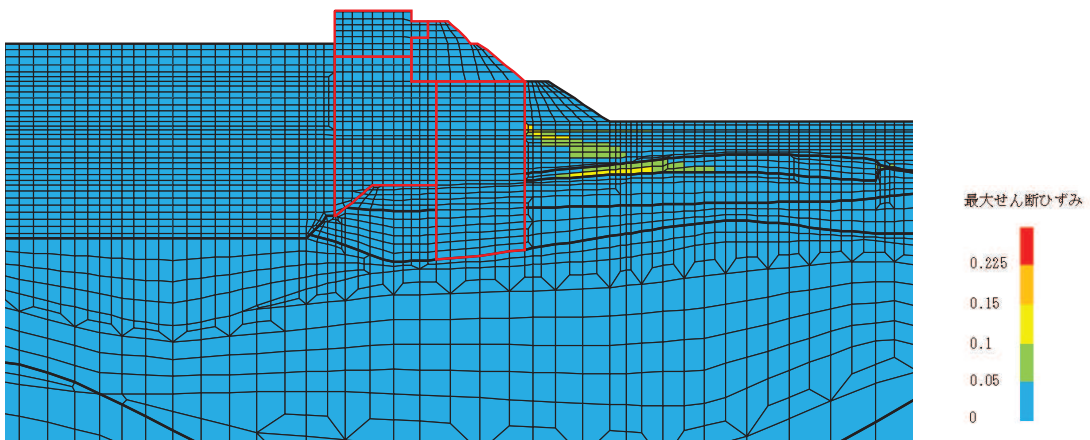


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-10 (3) 断面②の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース①, $S_s - N1$ (++))

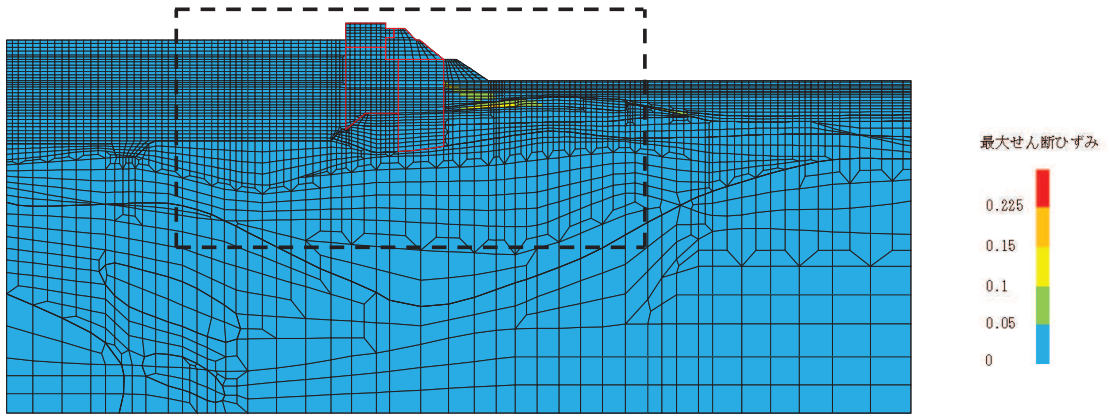


(a) 全体図

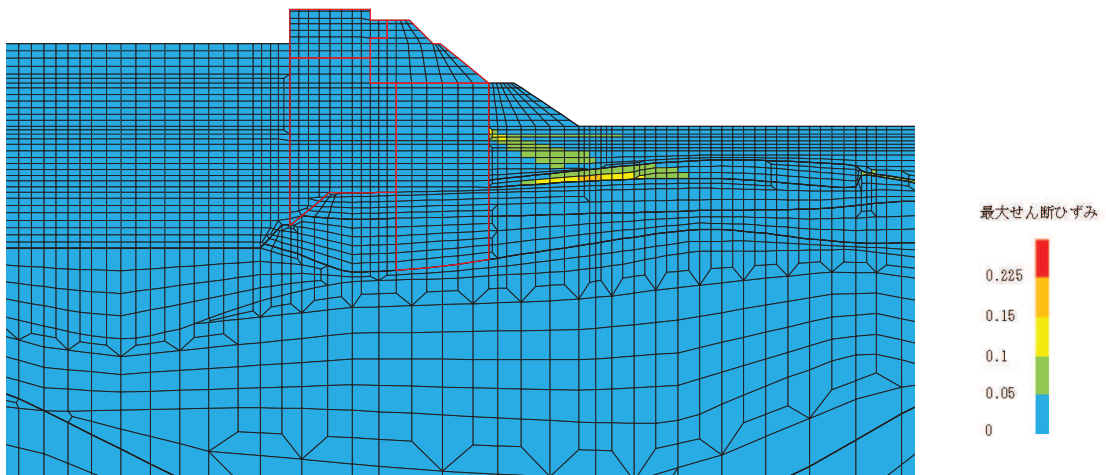


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-11 (1) 断面③の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース②, S s - D 2 (- -))

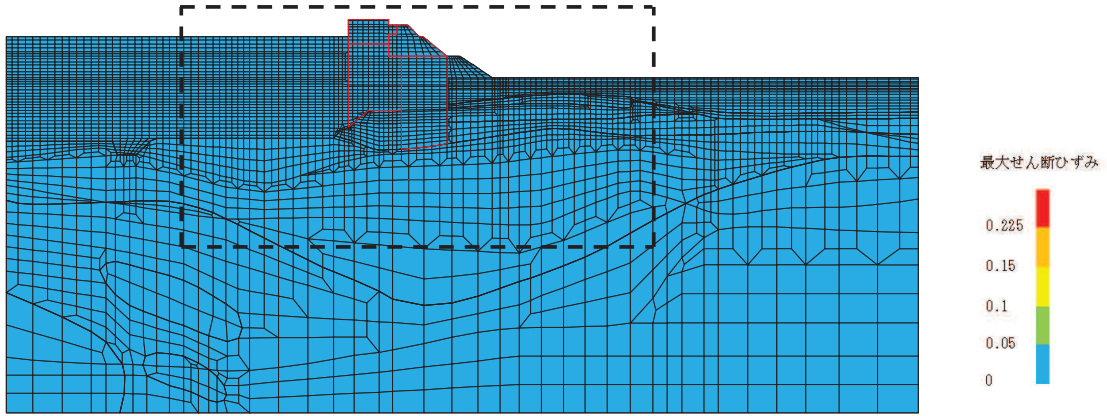


(a) 全体図

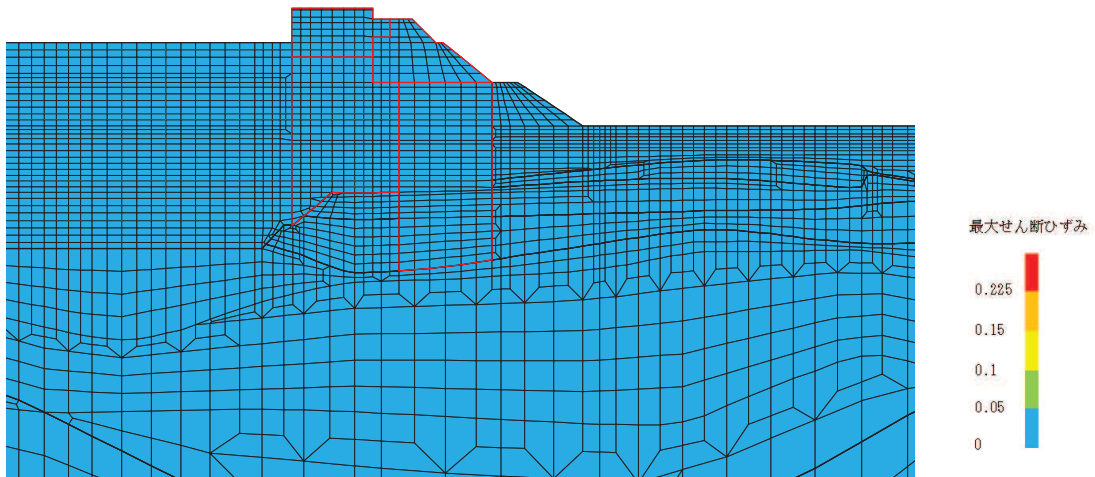


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-11 (2) 断面③の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース①, S s - D 2 (++))

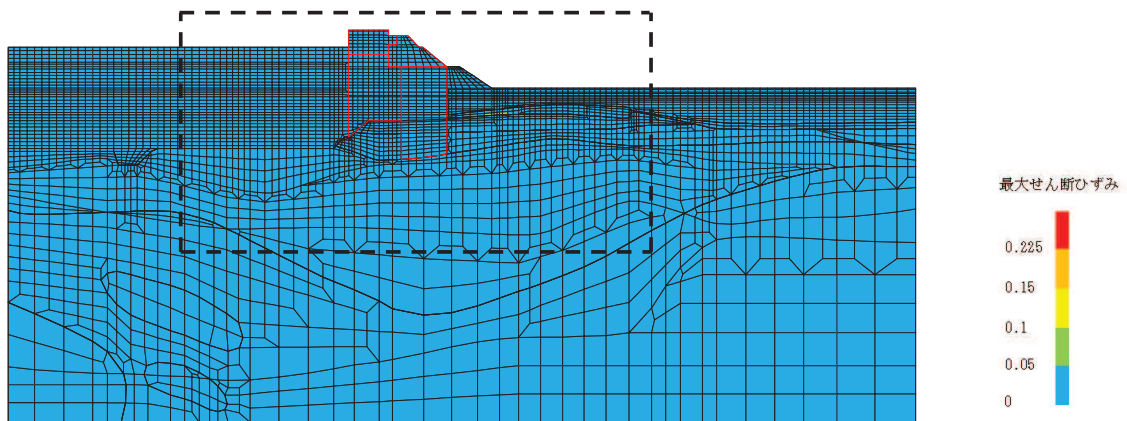


(a) 全体図

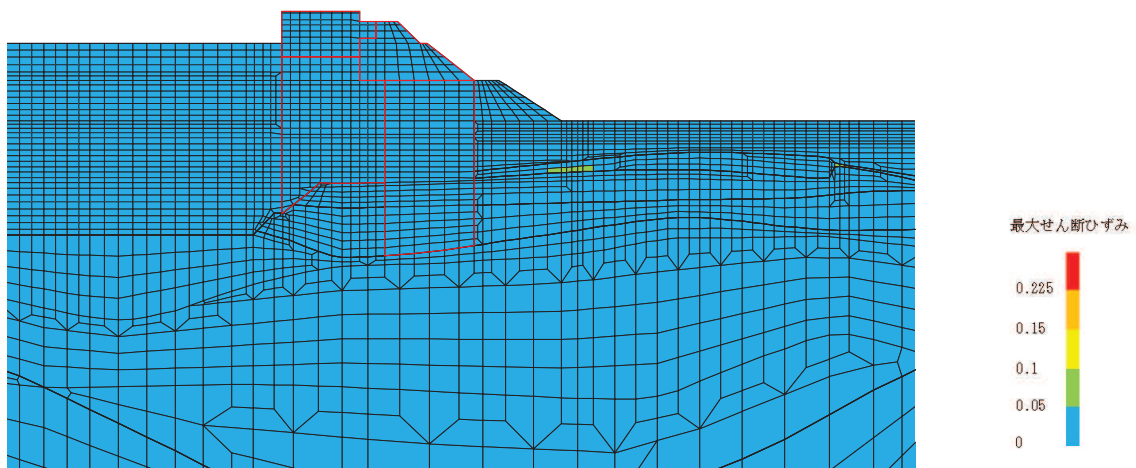


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-11 (3) 断面③の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース①, $S_s - F_3 (-+)$)

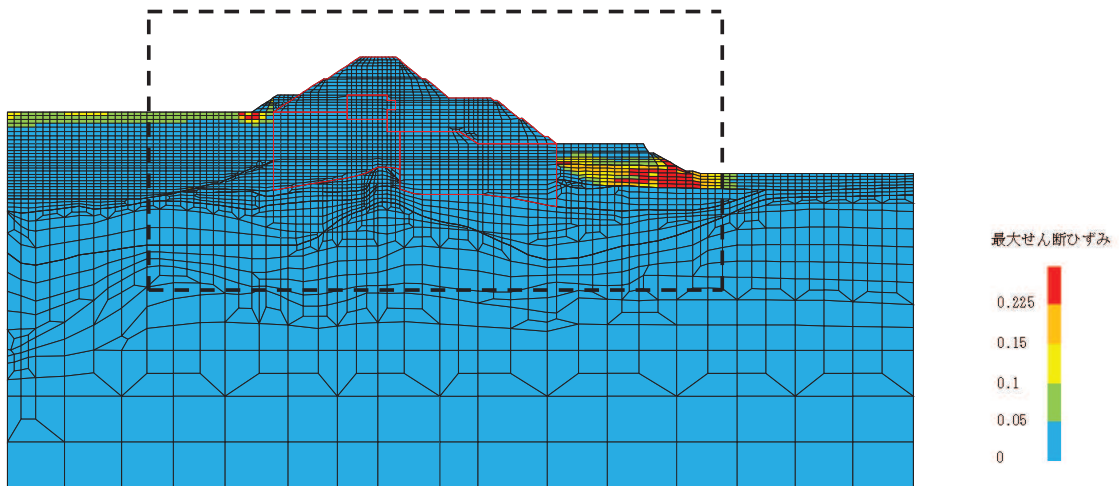


(a) 全体図

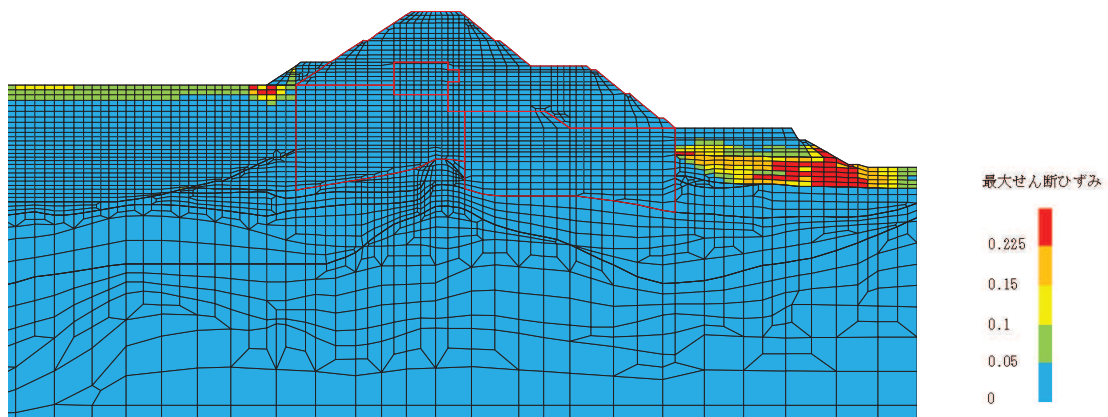


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-11 (4) 断面③の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース①, $S_s - N1$ (++))

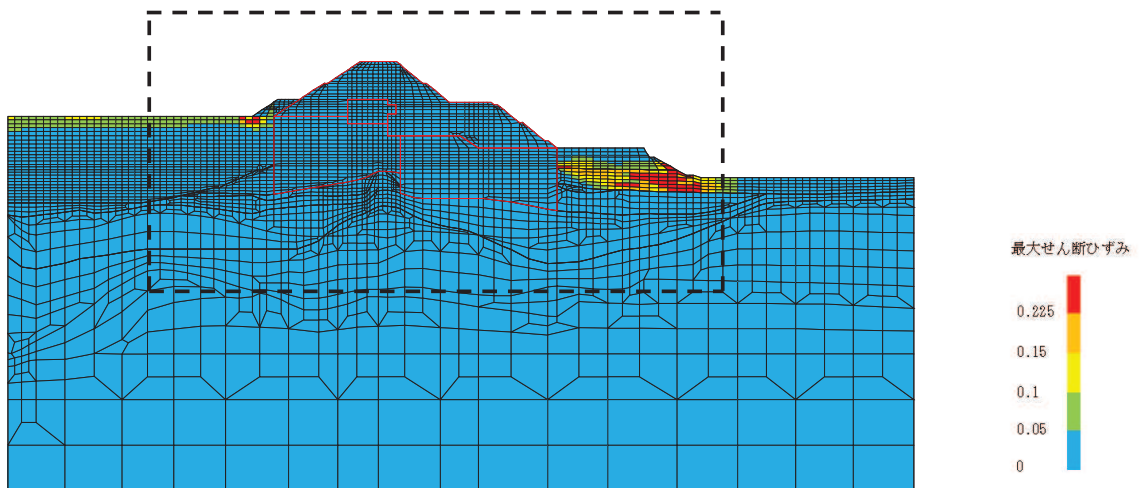


(a) 全体図

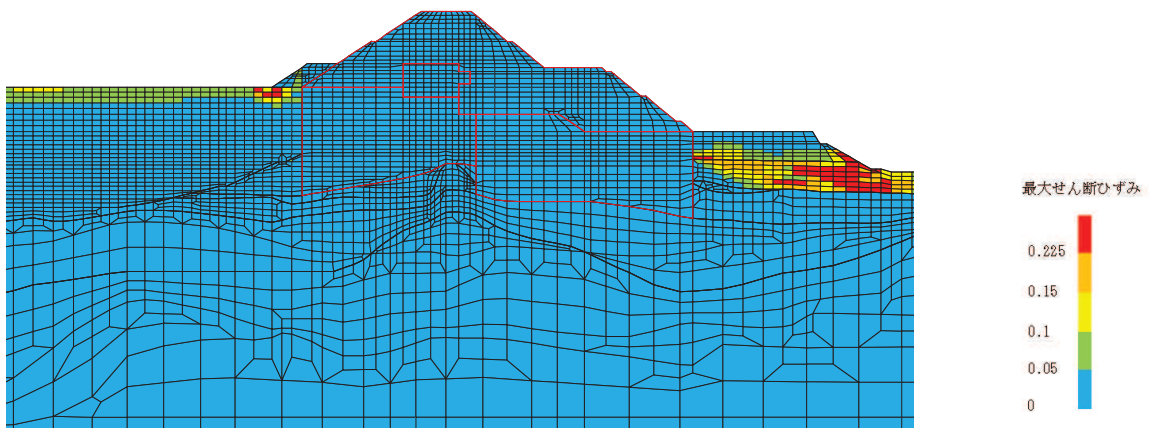


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-12 (1) 断面④の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース③, $S_s - D2$ (—))

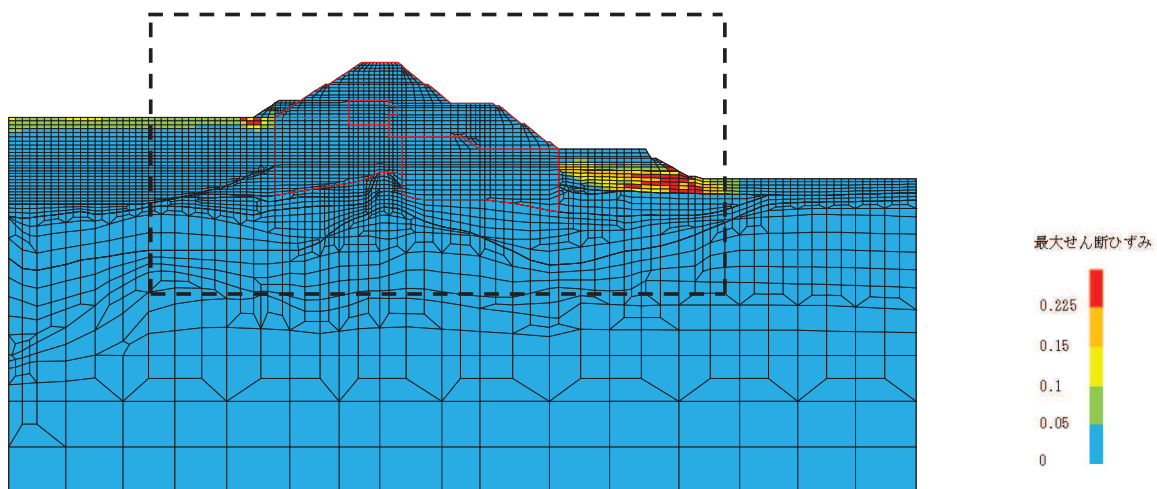


(a) 全体図

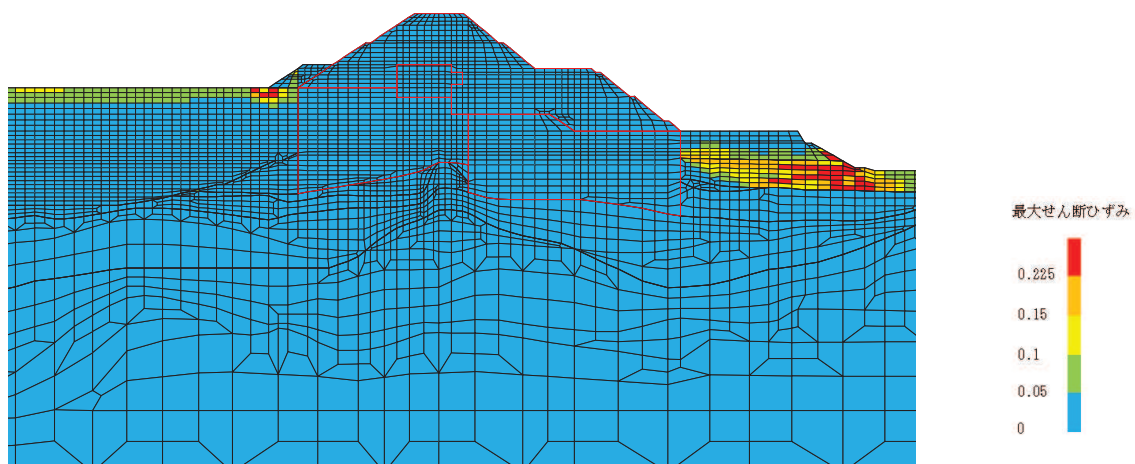


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-12 (2) 断面④の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース①, S_s-D2 (一一))

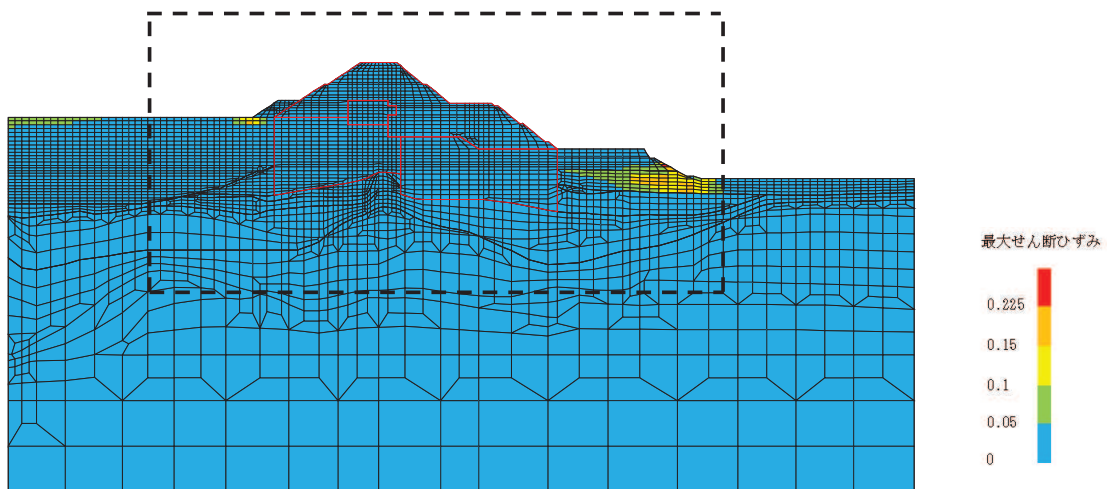


(a) 全体図

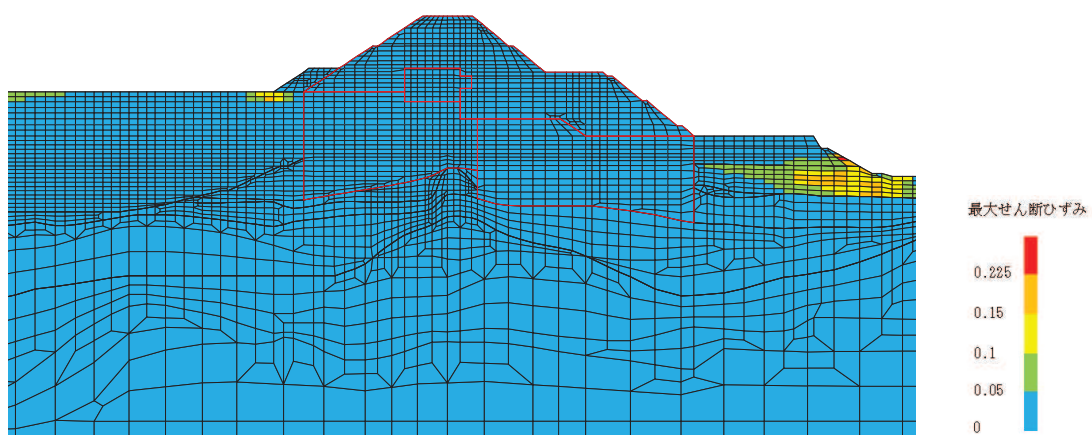


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-12 (3) 断面④の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース①, S s - D 2 (- +))



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-12 (4) 断面④の最大せん断ひずみ分布
(解析ケース①, $S_s - N1$ (++))

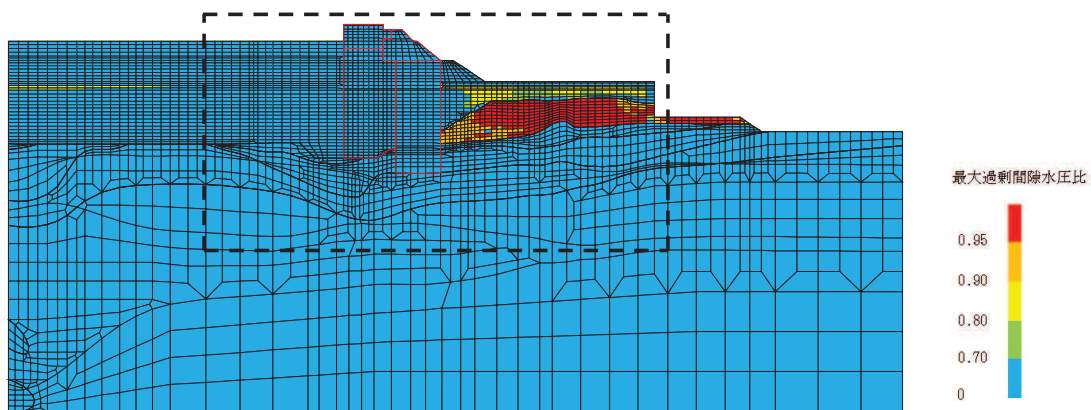
4.1.10 過剰間隙水圧比分布

地盤に発生した過剰間隙水圧比を確認するため、各施設の照査で最大照査値及び最小すべり安全率を示す解析ケースについて、地震応答解析の全時刻における過剰間隙水圧比の最大値分布を示す。最大照査値及び最小すべり安全率を示す解析ケースの一覧を表 4.1-62 に示す。

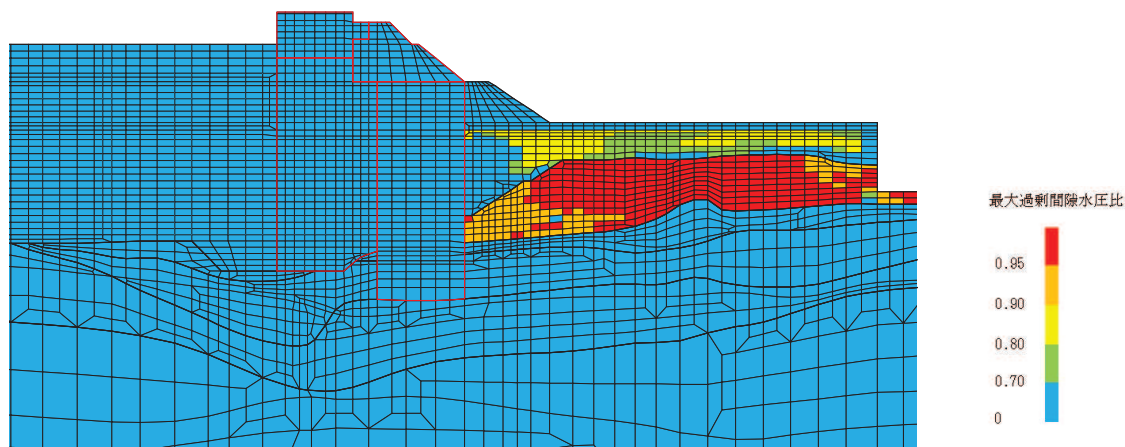
断面①～断面④における過剰間隙水圧比分布を、それぞれ図 4.1-13～図 4.1-16 に示す。

表 4.1-62 最大照査値を示す解析ケースの一覧（断面①～断面④）

断面	評価項目			
	鋼管杭		背面補強工	置換コンクリート
	曲げ・軸力系	せん断	すべり安全率	すべり安全率
断面①	解析ケース① S s - D 2 (--)	解析ケース① S s - D 2 (++)	解析ケース① S s - F 3 (- +)	解析ケース① S s - N 1 (++)
断面②	解析ケース② S s - D 2 (--)	解析ケース① S s - D 2 (++)	解析ケース② S s - D 2 (--)	解析ケース① S s - N 1 (++)
断面③	解析ケース② S s - D 2 (--)	解析ケース① S s - D 2 (++)	解析ケース① S s - F 3 (- +)	解析ケース① S s - N 1 (++)
断面④	解析ケース③ S s - D 2 (--)	解析ケース① S s - D 2 (--)	解析ケース① S s - D 2 (- +)	解析ケース① S s - N 1 (++)

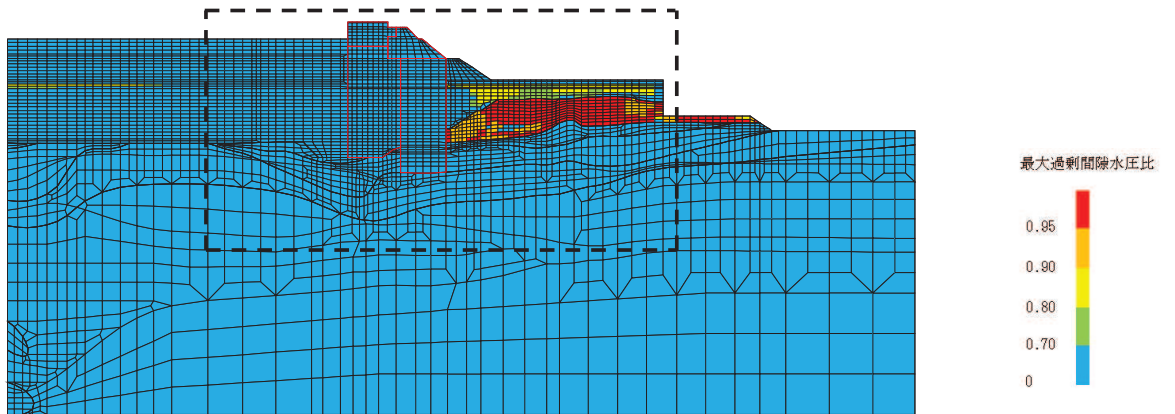


(a) 全体図

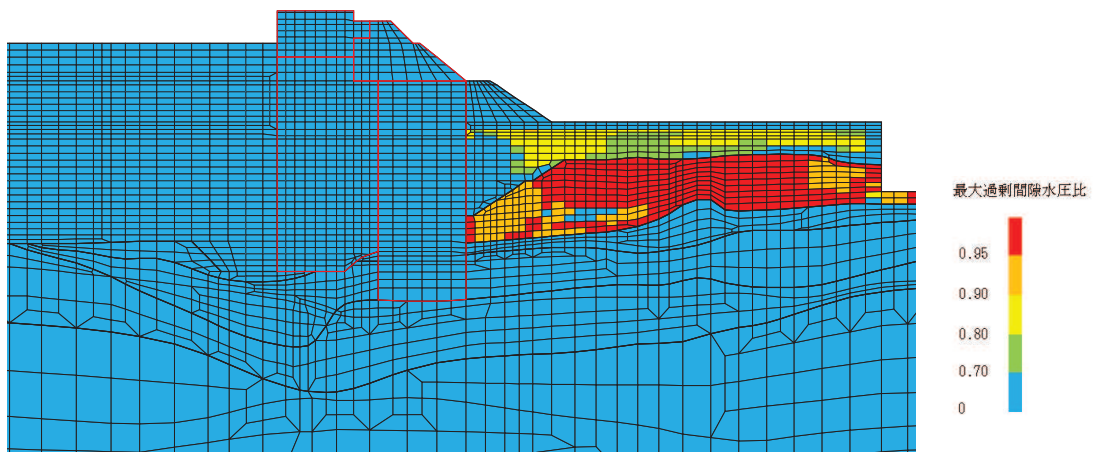


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-13 (1) 断面①の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース①, $S_s - D2$ (—))

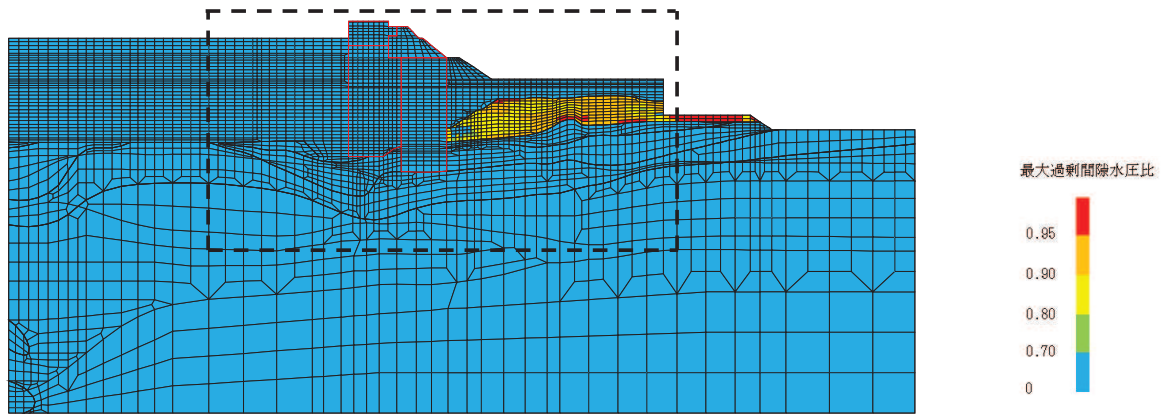


(a) 全体図

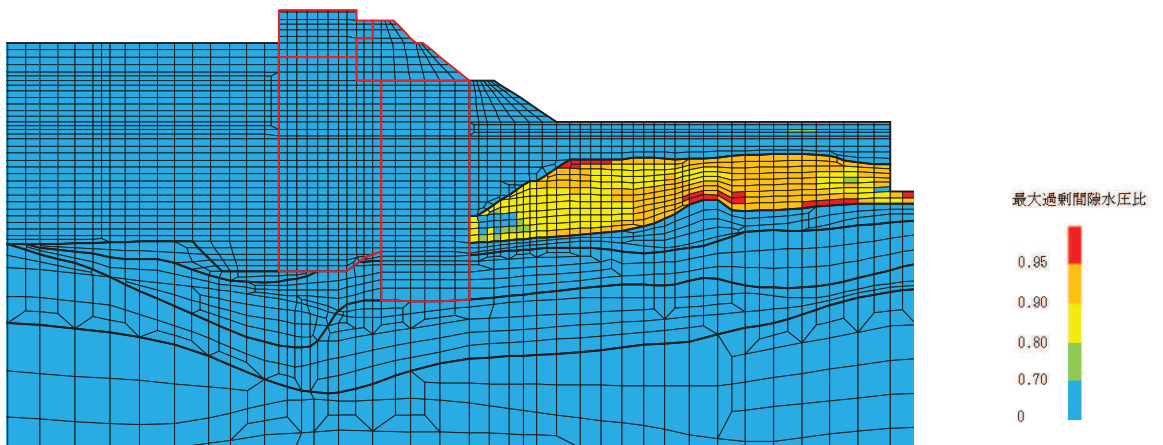


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-13 (2) 断面①の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース①, $S_s - D 2 (+ +)$)

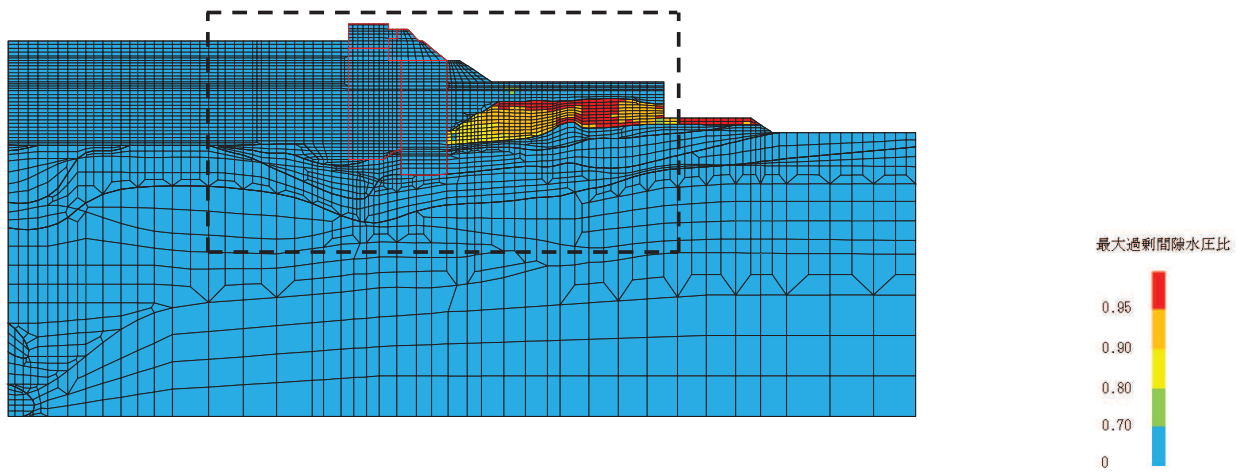


(a) 全体図

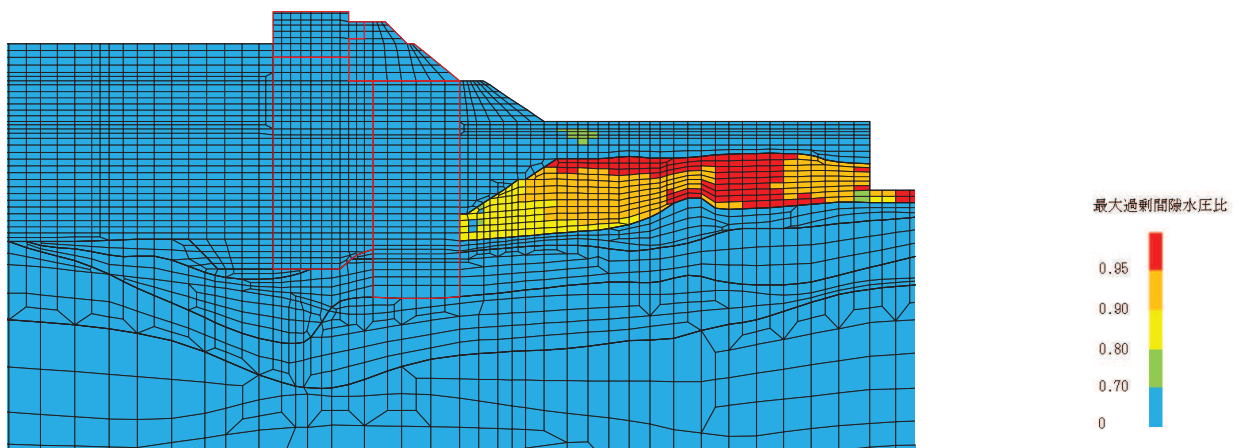


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-13 (3) 断面①の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース①, $S_s - F3$ (一十))

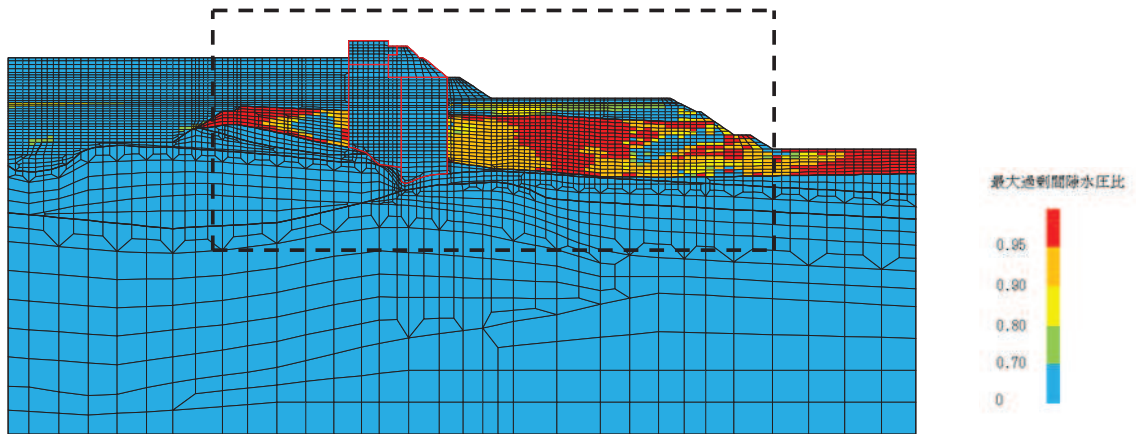


(a) 全体図

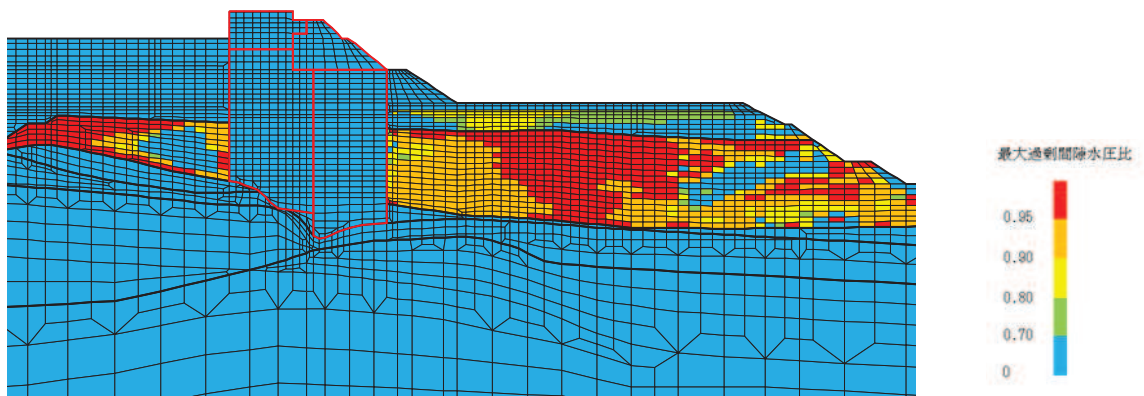


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-13 (4) 断面①の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース①, $S_s - N1$ (++))

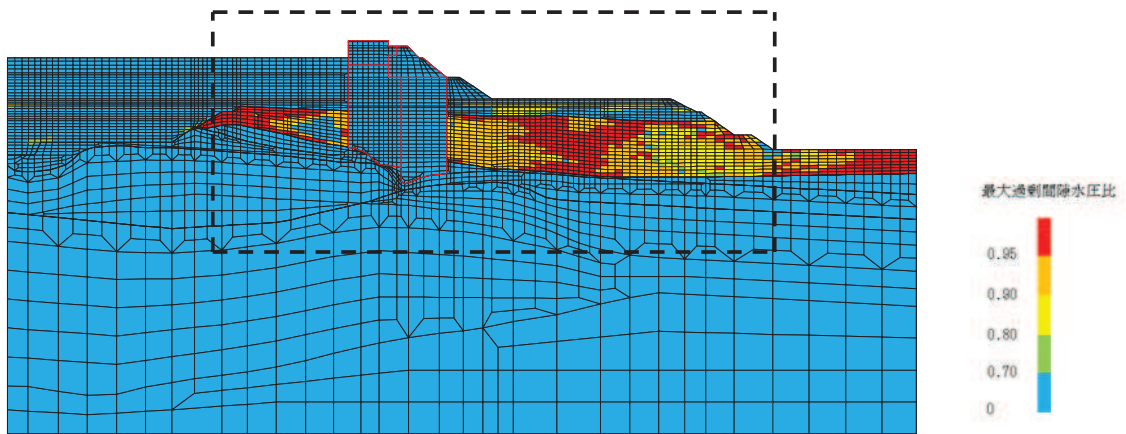


(a) 全体図

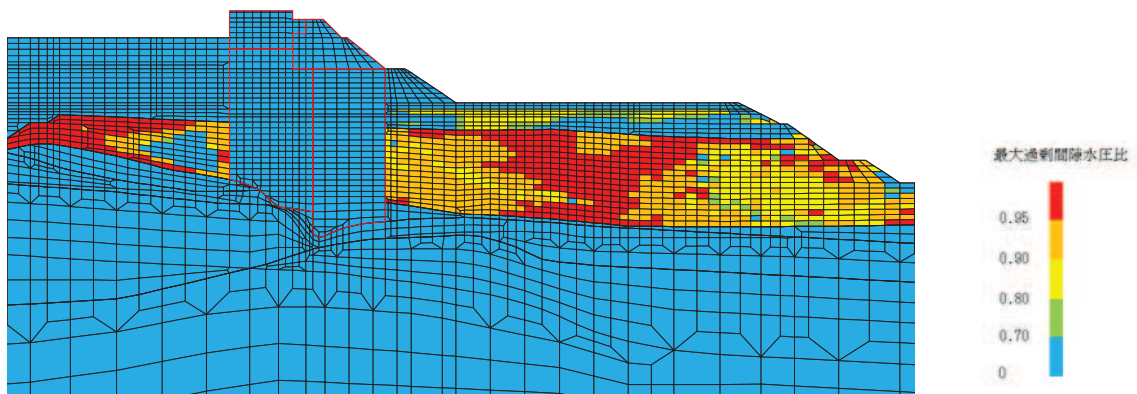


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-14 (1) 断面②の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース②, $S_s - D2$ (一一))

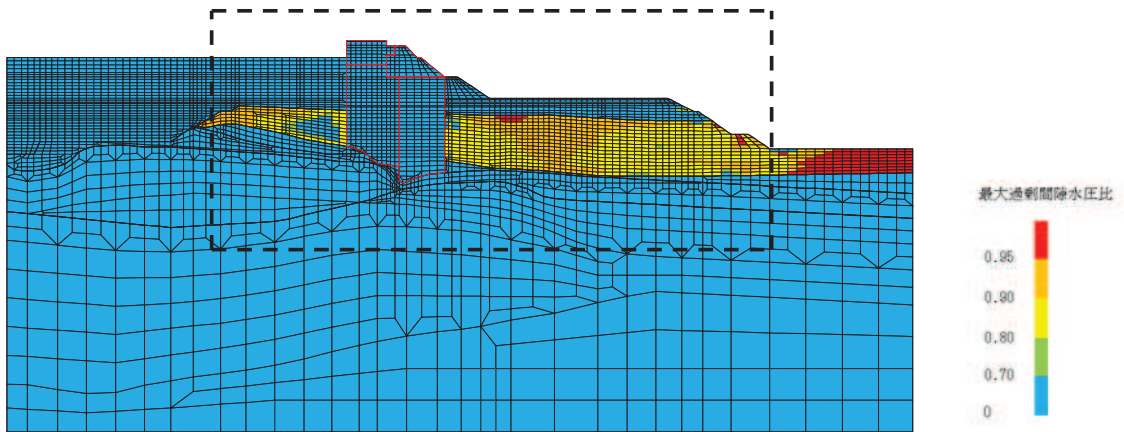


(a) 全体図

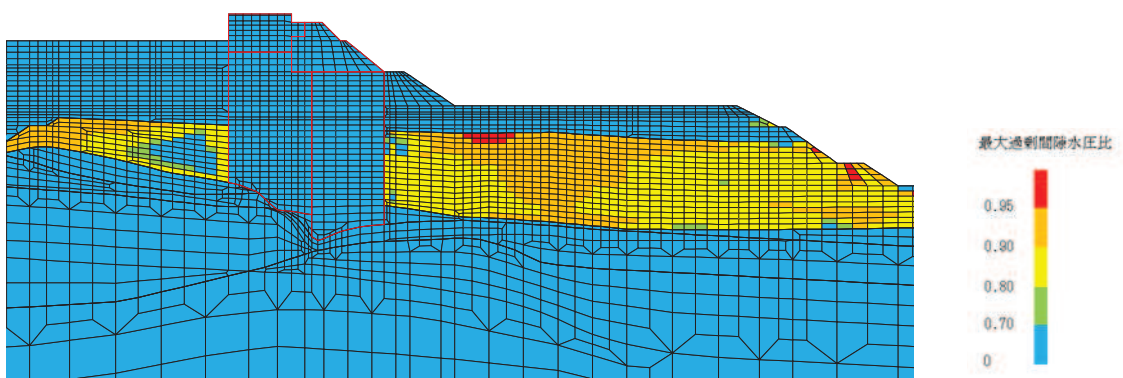


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-14 (2) 断面②の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース①, $S_s - D2$ (++))

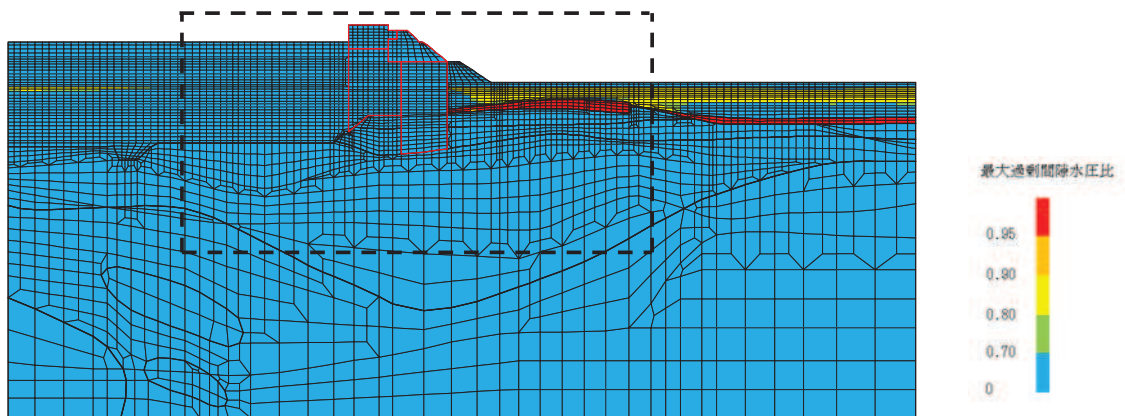


(a) 全体図

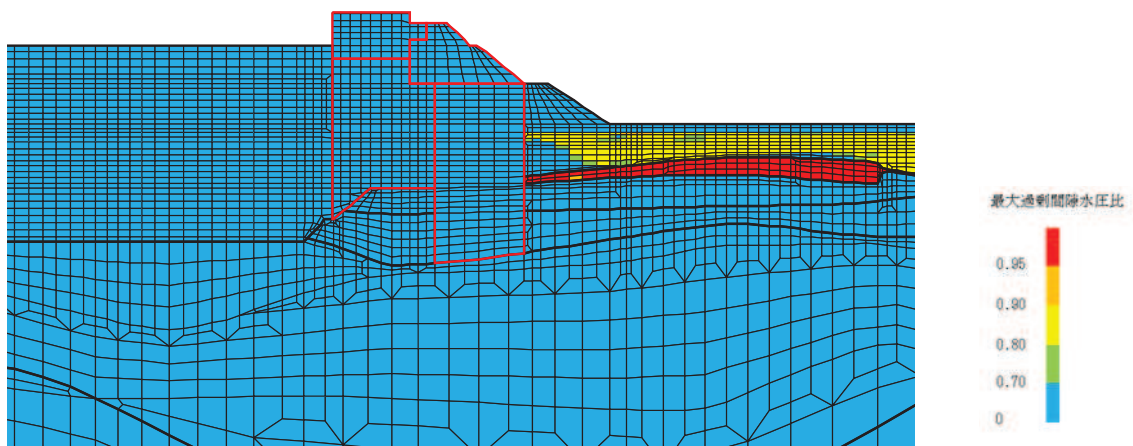


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-14 (3) 断面②の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース①, $S_s - N1$ (++))

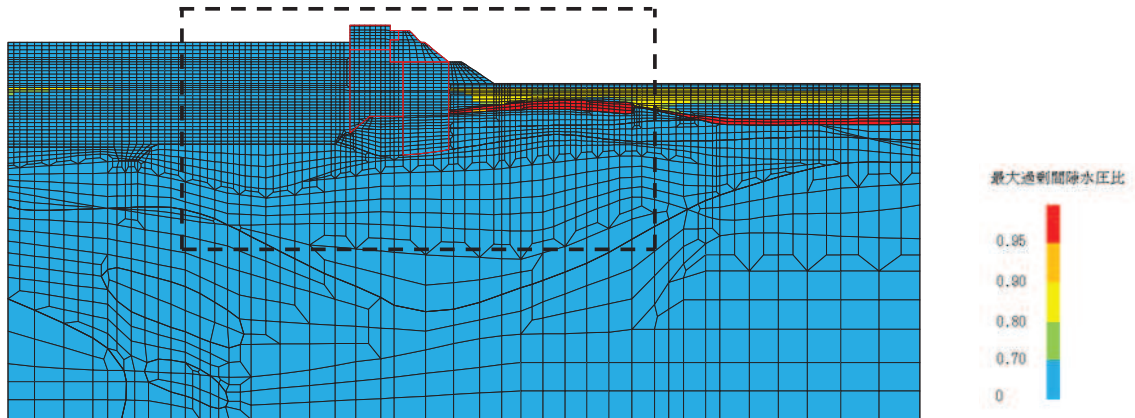


(a) 全体図

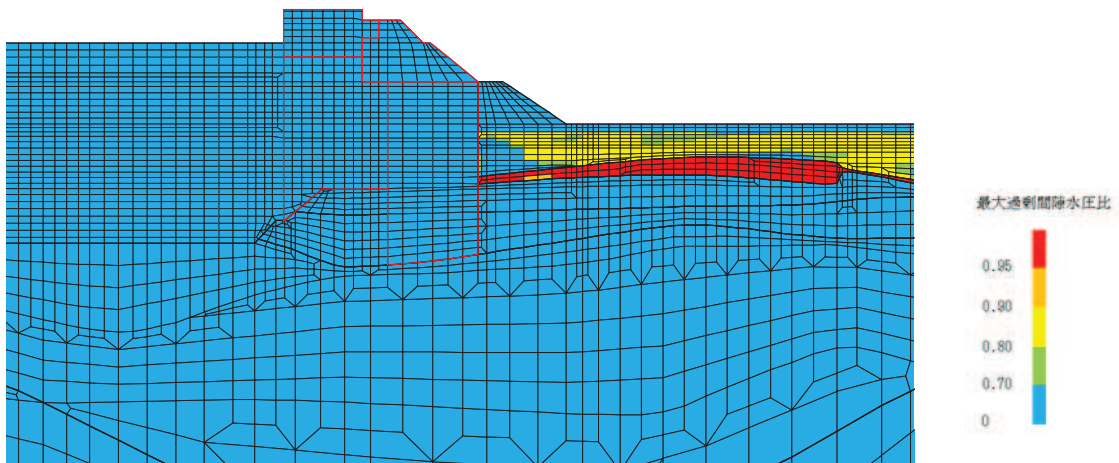


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-15 (1) 断面③の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース②, $S_s - D2$ (一一))

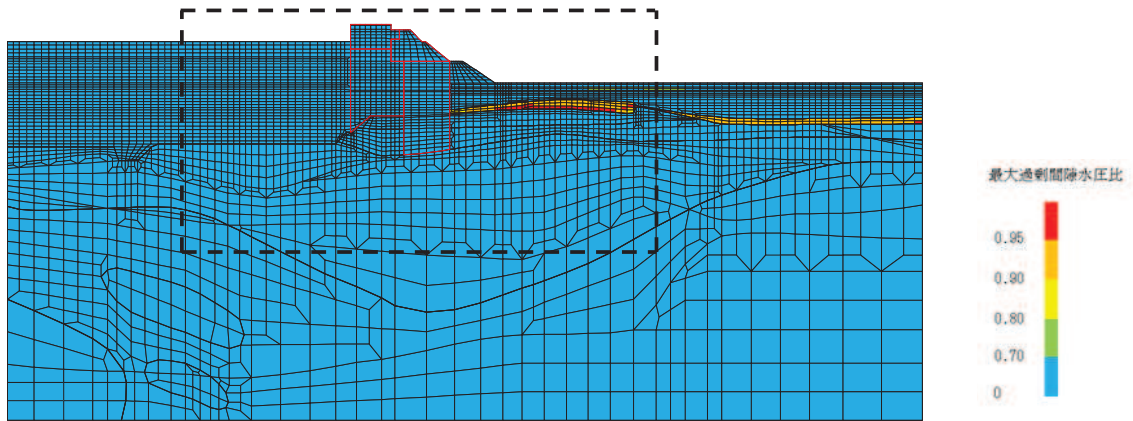


(a) 全体図

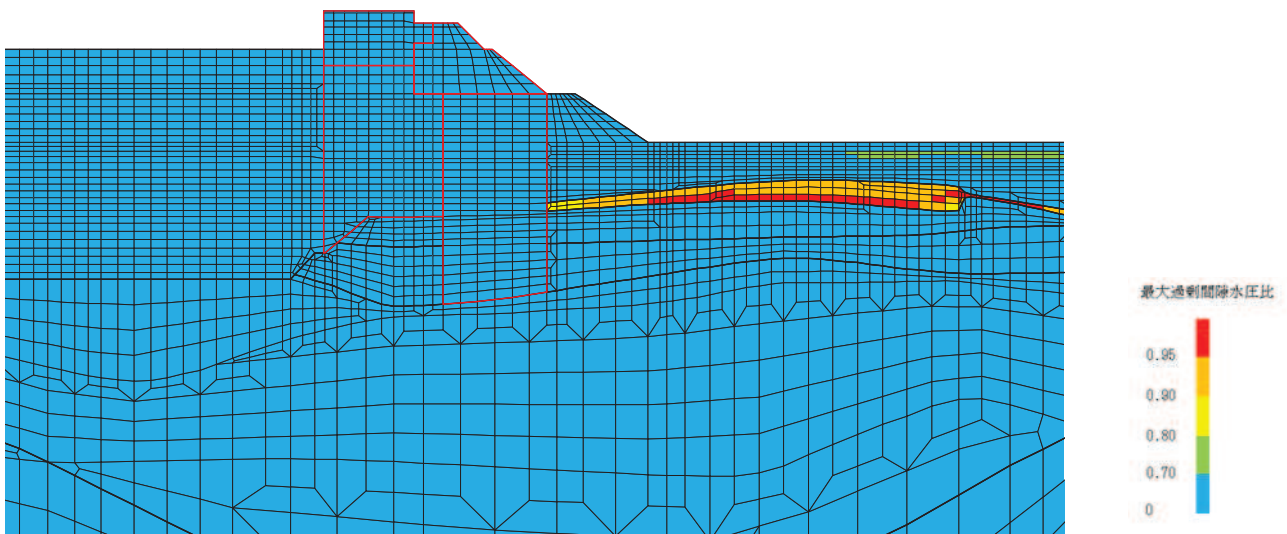


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-15 (2) 断面③の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース①, $S_s - D2$ (++))

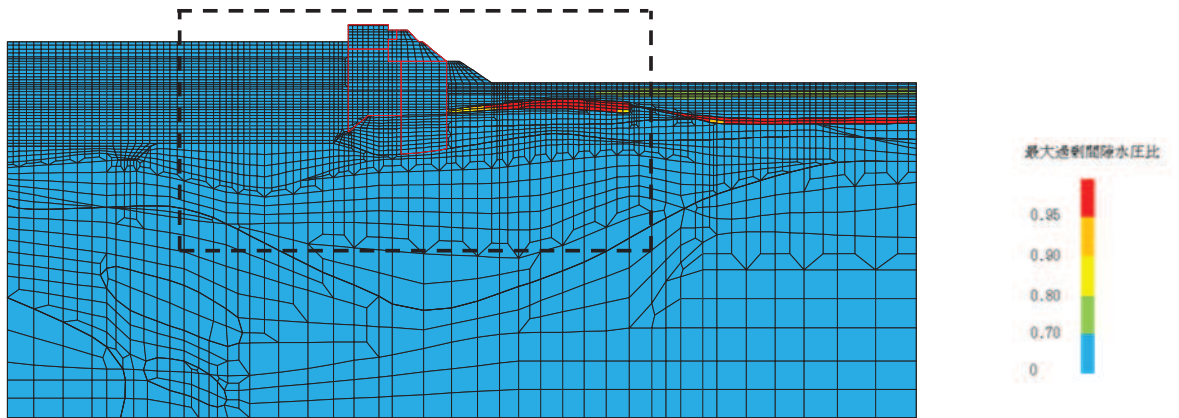


(a) 全体図

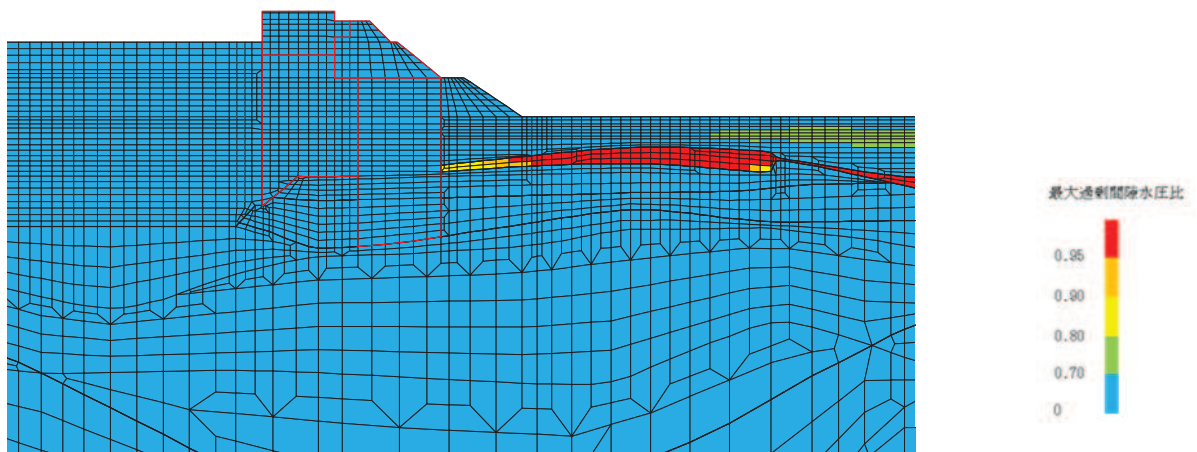


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-15 (3) 断面③の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース①, $S_s - F3 (-+)$)

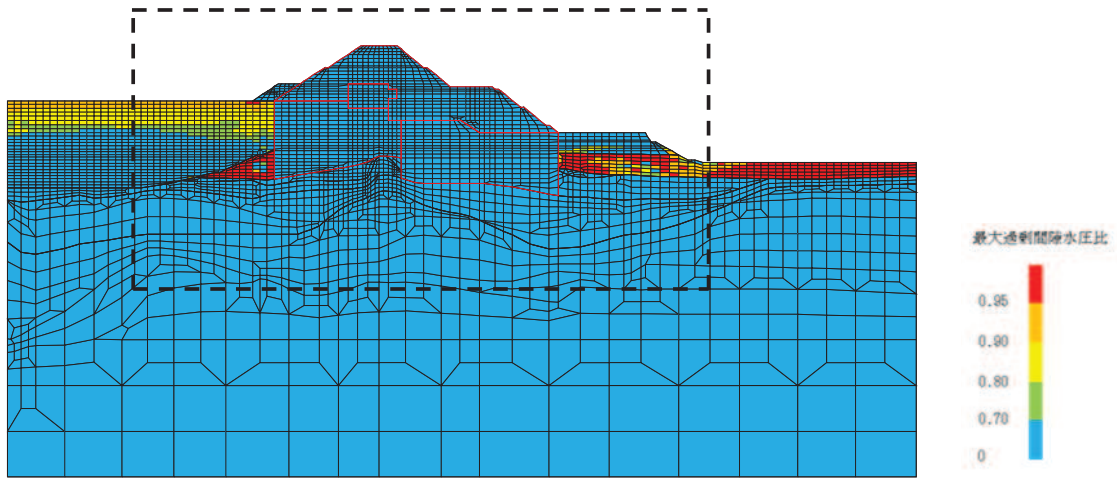


(a) 全体図

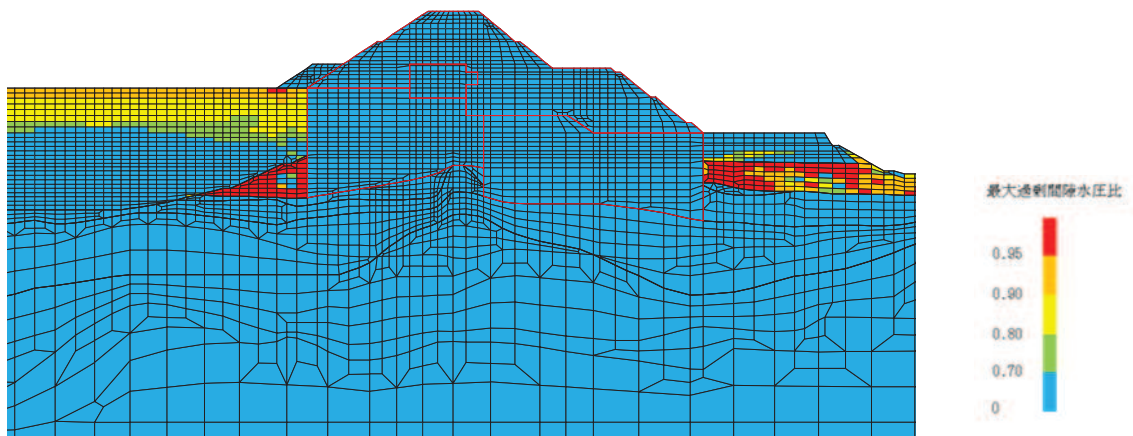


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-15 (4) 断面③の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース①, $S_s - N1$ (++))

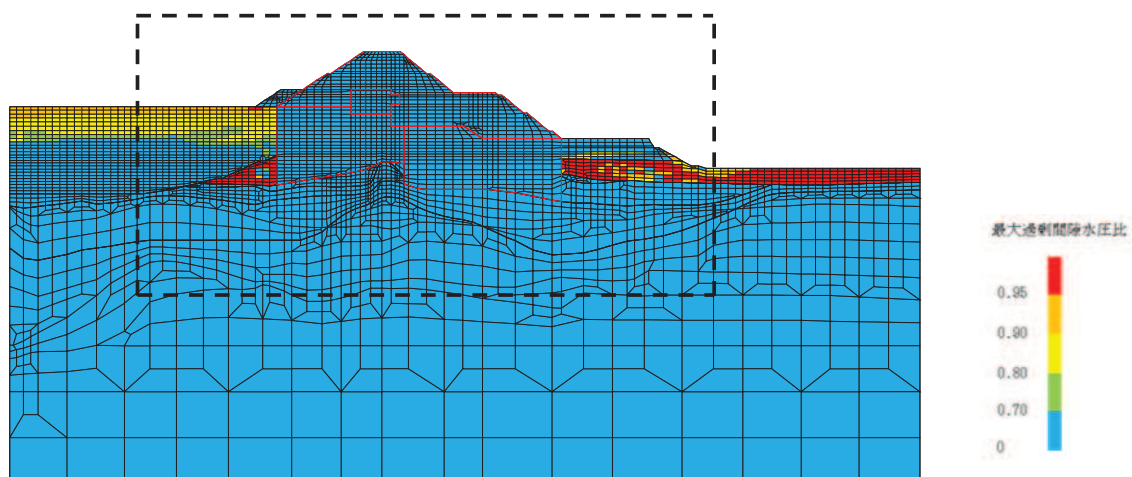


(a) 全体図

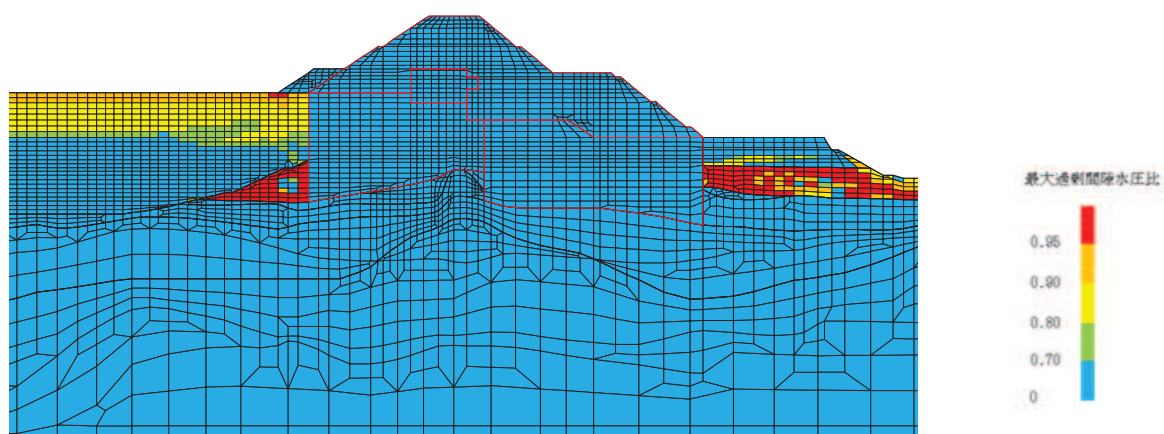


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-16 (1) 断面④の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース③, $S_s - D2$ (---))

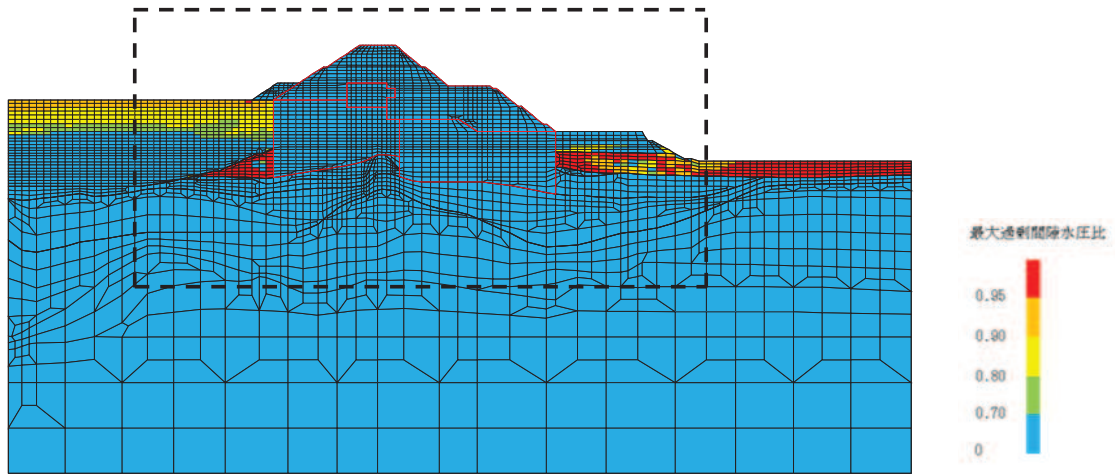


(a) 全体図

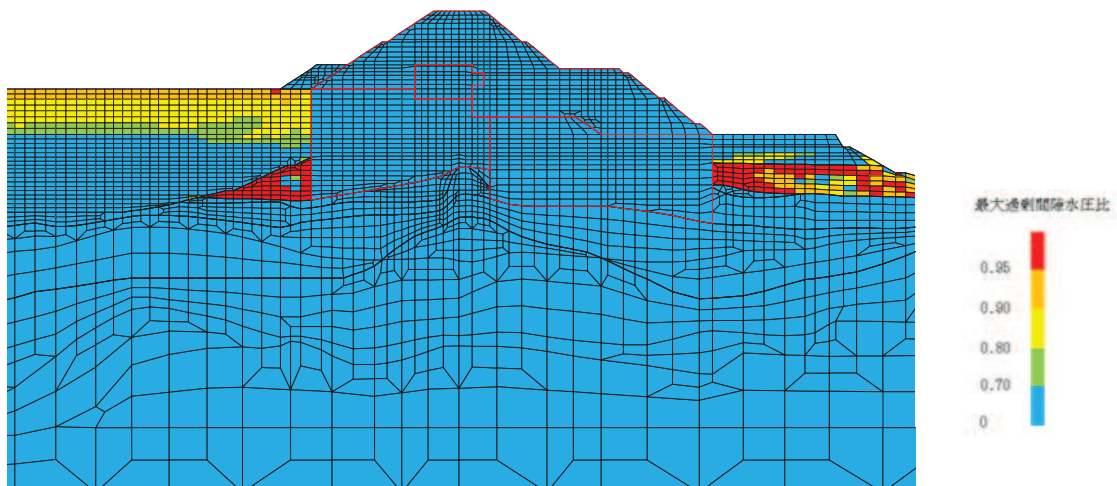


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-16 (2) 断面④の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース①, $S_s - D2$ (一一))

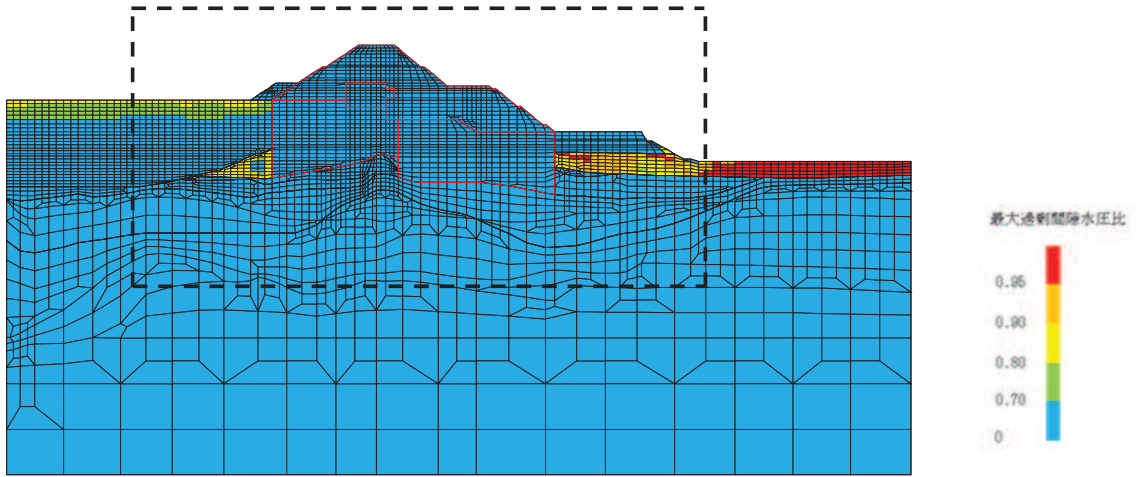


(a) 全体図

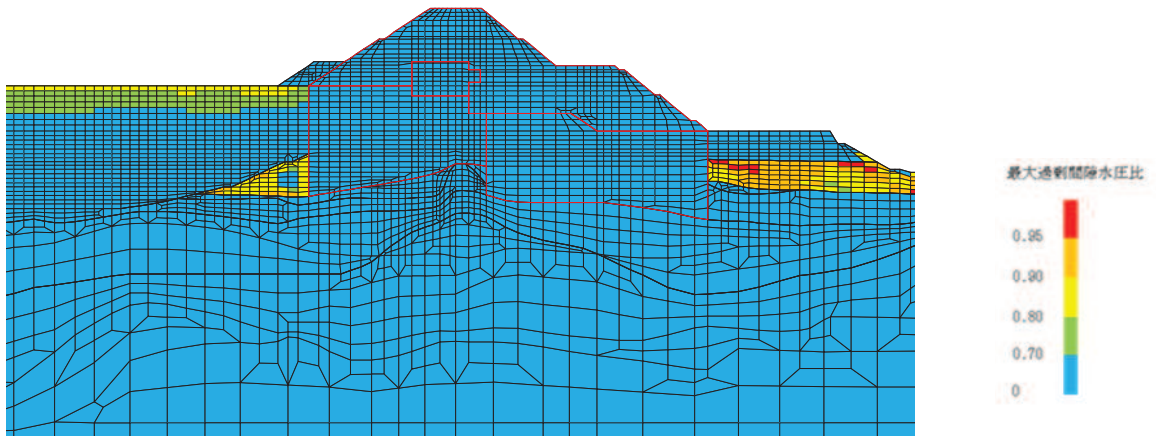


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-16 (3) 断面④の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース①, S s - D 2 (- +))



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-16 (4) 断面④の過剰間隙水圧比最大値分布
(解析ケース①, $S_s - N1$ (++))

4.2 鋼管杭

4.2.1 曲げ軸力照査

断面計算に用いた断面諸元を表 4.1-51～表 4.1-52 に示す。

鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査結果を表 4.2-1 に示す。鋼管杭に対して許容応力度法による照査を行った結果、鋼管杭に発生する曲げ圧縮応力度が許容限界以下であることを確認した。

表 4.2-1 (1) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面①)

解析 ケース	地震動		杭 種	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	A	7828	361	92	247	0.38
		(-+)	A	7086	402	83	247	0.34
		(+-)	A	6028	624	73	247	0.30
		(--)	A	7560	533	90	247	0.37
	S _s -D2	(++)	A	8361	332	97	247	0.40
		(-+)	A	7642	505	90	247	0.37
		(+-)	A	8171	328	95	247	0.39
		(--)	A	8663	503	102	247	0.42
	S _s -D3	(++)	A	5164	518	62	247	0.26
		(-+)	A	6198	401	73	247	0.30
		(+-)	A	5907	376	70	247	0.29
		(--)	A	5662	385	67	247	0.28
	S _s -F1	(++)	A	5590	349	66	247	0.27
		(-+)	A	3352	426	41	247	0.17
	S _s -F2	(++)	A	6096	400	72	247	0.30
		(-+)	A	4090	445	50	247	0.21
	S _s -F3	(++)	A	5147	329	61	247	0.25
		(-+)	A	7728	473	91	247	0.37
	S _s -N1	(++)	A	4529	284	54	247	0.22
		(-+)	C	11987	985	79	382	0.21
②	S _s -D2	(--)	A	8287	527	98	247	0.40
③	S _s -D2	(--)	A	8522	486	100	247	0.41

表 4.2-1 (2) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面②)

解析 ケース	地震動		杭 種	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	A	8102	315	94	247	0.39
		(-+)	A	6938	373	82	247	0.34
		(+-)	A	6698	610	80	247	0.33
		(--)	A	8047	450	95	247	0.39
	S _s -D2	(++)	A	10009	265	116	247	0.47
		(-+)	A	7263	412	85	247	0.35
		(+-)	A	7211	447	85	247	0.35
		(--)	A	10481	586	123	247	0.50
	S _s -D3	(++)	A	5584	452	67	247	0.28
		(-+)	A	6847	398	81	247	0.33
		(+-)	A	6582	418	78	247	0.32
		(--)	A	6140	329	72	247	0.30
	S _s -F1	(++)	A	7592	341	89	247	0.37
		(-+)	A	4033	415	49	247	0.20
	S _s -F2	(++)	A	6181	357	73	247	0.30
		(-+)	A	5666	443	67	247	0.28
	S _s -F3	(++)	A	7894	405	93	247	0.38
		(-+)	A	7704	411	90	247	0.37
S _s -N1	(++)	A	4242	337	51	247	0.21	
	(-+)	A	5530	128	64	247	0.26	
②	S _s -D2	(--)	A	10728	537	126	247	0.52
③	S _s -D2	(--)	A	10106	536	118	247	0.48

表 4.2-1 (3) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面③)

解析 ケース	地震動		杭 種	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	A	8752	365	102	247	0.42
		(-+)	A	6640	403	78	247	0.32
		(+-)	A	6387	302	75	247	0.31
		(--)	A	8506	470	100	247	0.41
	S _s -D2	(++)	A	8983	270	104	247	0.43
		(-+)	A	6767	471	80	247	0.33
		(+-)	A	6995	535	83	247	0.34
		(--)	A	9557	603	113	247	0.46
	S _s -D3	(++)	A	5550	456	66	247	0.27
		(-+)	A	6493	468	77	247	0.32
		(+-)	A	6343	377	75	247	0.31
		(--)	A	6138	324	72	247	0.30
	S _s -F1	(++)	A	5203	350	62	247	0.26
		(-+)	A	3757	380	45	247	0.19
	S _s -F2	(++)	A	5575	313	66	247	0.27
		(-+)	A	5073	436	61	247	0.25
S _s -F3	(++)	A	6458	436	76	247	0.31	
	(-+)	A	6943	415	82	247	0.34	
S _s -N1	(++)	A	5345	374	63	247	0.26	
	(-+)	D	691	10673	64	277	0.24	
②	S _s -D2	(--)	A	9673	622	114	247	0.47
③	S _s -D2	(--)	A	9285	662	110	247	0.45

表 4.2-1 (4) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面④)

解析 ケース	地震動		杭 種	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	D	528	16074	91	277	0.33
		(-+)	D	1145	14609	89	277	0.33
		(+-)	D	695	21541	122	277	0.45
		(--)	D	868	14736	87	277	0.32
	S _s -D2	(++)	D	358	17546	98	277	0.36
		(-+)	D	977	18558	109	277	0.40
		(+-)	D	419	18889	105	277	0.38
		(--)	D	1412	20647	124	277	0.45
	S _s -D3	(++)	D	890	13454	80	277	0.29
		(-+)	D	836	12666	76	277	0.28
		(+-)	D	906	13987	83	277	0.30
		(--)	D	900	13078	78	277	0.29
	S _s -F1	(++)	D	702	11767	70	277	0.26
		(-+)	D	758	10922	66	277	0.24
	S _s -F2	(++)	D	348	13156	74	277	0.27
		(-+)	D	890	13010	78	277	0.29
	S _s -F3	(++)	D	805	13067	78	277	0.29
		(-+)	D	648	12250	72	277	0.26
S _s -N1	(++)	D	34	9644	53	277	0.20	
	(-+)	D	496	17637	99	277	0.36	
②	S _s -D2	(--)	D	620	18828	107	277	0.39
③	S _s -D2	(--)	D	1334	23425	138	277	0.50

表 4.2-1 (5) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑤)

解析 ケース	地震動		杭 種	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	A	3671	488	45	251	0.18
		(-+)	A	3872	476	47	251	0.19
		(+-)	A	3722	399	45	251	0.18
		(--)	A	3789	400	46	251	0.19
	S _s -D2	(++)	A	3957	441	48	251	0.20
		(-+)	A	4028	506	49	251	0.20
		(+-)	A	3906	483	48	251	0.20
		(--)	A	4060	369	49	251	0.20
	S _s -D3	(++)	C	9733	1248	66	382	0.18
		(-+)	C	10206	1248	69	382	0.19
		(+-)	A	3536	485	44	251	0.18
		(--)	A	3692	491	45	251	0.18
	S _s -F1	(++)	C	7723	1215	53	382	0.14
		(-+)	C	7411	1240	52	382	0.14
	S _s -F2	(++)	C	9352	1219	64	382	0.17
		(-+)	A	3586	456	44	251	0.18
	S _s -F3	(++)	C	9467	1281	65	382	0.18
		(-+)	C	8869	1256	61	382	0.16
S _s -N1	(++)	C	5498	1309	40	382	0.11	
	(-+)	C	4994	1290	37	382	0.10	
②	S _s -D2	(-+)	A	3883	518	48	251	0.20
③	S _s -D2	(-+)	A	4060	502	50	251	0.20

表 4.2-1 (6) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑥)

解析 ケース	地震動		杭 種	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	A	4152	481	51	251	0.21
		(-+)	A	4259	490	52	251	0.21
		(+-)	A	4137	397	50	251	0.20
		(--)	A	4275	406	51	251	0.21
	S _s -D2	(++)	A	4943	504	60	251	0.24
		(-+)	A	5057	490	61	251	0.25
		(+-)	A	4937	398	59	251	0.24
		(--)	A	5066	385	60	251	0.24
	S _s -D3	(++)	A	4212	548	52	251	0.21
		(-+)	A	4074	548	50	251	0.20
		(+-)	A	4191	342	50	251	0.20
		(--)	A	4276	528	52	251	0.21
	S _s -F1	(++)	A	3111	481	39	251	0.16
		(-+)	A	3065	471	38	251	0.16
	S _s -F2	(++)	A	3637	503	45	251	0.18
		(-+)	A	3838	450	47	251	0.19
	S _s -F3	(++)	A	5467	497	66	251	0.27
		(-+)	A	5022	463	60	251	0.24
S _s -N1	(++)	C	6593	1314	47	382	0.13	
	(-+)	C	6149	1337	44	382	0.12	
②	S _s -F3	(++)	C	14317	1078	94	382	0.25
③	S _s -F3	(++)	C	14772	1064	97	382	0.26

表 4.2-1 (7) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, 杭①)

解析 ケース	地震動		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	857	-603	14	277	0.06
		(-+)	-840	-603	14	277	0.06
		(+-)	857	-484	13	277	0.05
		(--)	-840	-484	13	277	0.05
	S _s -D2	(++)	-1262	-515	18	277	0.07
		(-+)	1279	-515	18	277	0.07
		(+-)	-1262	-571	18	277	0.07
		(--)	1279	-571	18	277	0.07
	S _s -D3	(++)	1006	-610	16	277	0.06
		(-+)	-989	-610	15	277	0.06
		(+-)	966	-566	15	277	0.06
		(--)	-949	-566	15	277	0.06
	S _s -F1	(++)	-712	-605	12	277	0.05
		(-+)	729	-605	12	277	0.05
	S _s -F2	(++)	760	-623	13	277	0.05
		(-+)	-743	-623	13	277	0.05
S _s -F3	(++)	-987	-626	16	277	0.06	
	(-+)	1004	-626	16	277	0.06	
S _s -N1	(++)	-427	-615	9	277	0.04	
	(-+)	444	-615	9	277	0.04	
②	S _s -D2	(-+)	-1113	-523	16	277	0.06
③	S _s -D2	(-+)	1359	-538	19	277	0.07

表 4.2-1 (8) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, 杭②)

解析 ケース	地震動		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	796	-730	14	277	0.06
		(-+)	-777	-730	14	277	0.06
		(+-)	651	-846	13	277	0.05
		(--)	678	-764	13	277	0.05
	S _s -D2	(++)	-1219	-651	18	277	0.07
		(-+)	1237	-651	19	277	0.07
		(+-)	-1219	-732	19	277	0.07
		(--)	1237	-732	19	277	0.07
	S _s -D3	(++)	942	-778	16	277	0.06
		(-+)	-924	-778	16	277	0.06
		(+-)	909	-729	15	277	0.06
		(--)	-890	-729	15	277	0.06
	S _s -F1	(++)	-655	-774	13	277	0.05
		(-+)	673	-774	13	277	0.05
	S _s -F2	(++)	699	-797	13	277	0.05
		(-+)	-681	-797	13	277	0.05
	S _s -F3	(++)	-930	-797	16	277	0.06
		(-+)	948	-797	16	277	0.06
	S _s -N1	(++)	163	-1221	10	277	0.04
		(-+)	375	-851	10	277	0.04
②	S _s -D2	(-+)	1013	-774	17	277	0.07
③	S _s -D2	(-+)	1318	-687	20	277	0.08

表 4.2-1 (9) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, 杭③)

解析 ケース	地震動		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	987	-900	17	277	0.07
		(-+)	-965	-900	17	277	0.07
		(+-)	987	-719	16	277	0.06
		(--)	-965	-719	16	277	0.06
	S _s -D2	(++)	-1569	-761	23	277	0.09
		(-+)	1591	-761	23	277	0.09
		(+-)	-1569	-858	24	277	0.09
		(--)	1591	-858	24	277	0.09
	S _s -D3	(++)	1201	-907	20	277	0.08
		(-+)	-1179	-907	19	277	0.07
		(+-)	1150	-860	19	277	0.07
		(--)	-1128	-860	19	277	0.07
	S _s -F1	(++)	-837	-906	16	277	0.06
		(-+)	859	-906	16	277	0.06
	S _s -F2	(++)	886	-932	16	277	0.06
		(-+)	-864	-932	16	277	0.06
	S _s -F3	(++)	-1182	-929	20	277	0.08
		(-+)	1204	-929	20	277	0.08
	S _s -N1	(++)	-456	-993	12	277	0.05
		(-+)	478	-993	12	277	0.05
②	S _s -D2	(-+)	1317	-905	21	277	0.08
③	S _s -D2	(-+)	1649	-806	24	277	0.09

表 4.2-1 (10) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, 杭④)

解析 ケース	地震動		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	1079	-836	18	277	0.07
		(-+)	-1055	-836	18	277	0.07
		(+-)	1079	-648	17	277	0.07
		(--)	-1055	-648	16	277	0.06
	S _s -D2	(++)	-1710	-689	24	277	0.09
		(-+)	1734	-689	24	277	0.09
		(+-)	-1710	-795	25	277	0.10
		(--)	1734	-795	25	277	0.10
	S _s -D3	(++)	1307	-838	20	277	0.08
		(-+)	-1283	-838	20	277	0.08
		(+-)	1236	-801	19	277	0.07
		(--)	-1212	-801	19	277	0.07
	S _s -F1	(++)	-913	-844	16	277	0.06
		(-+)	937	-844	16	277	0.06
	S _s -F2	(++)	962	-870	17	277	0.07
		(-+)	-938	-870	16	277	0.06
S _s -F3	(++)	-1285	-861	20	277	0.08	
	(-+)	1309	-861	21	277	0.08	
S _s -N1	(++)	-499	-930	12	277	0.05	
	(-+)	523	-930	12	277	0.05	
②	S _s -D2	(-+)	1447	-837	22	277	0.08
③	S _s -D2	(-+)	1765	-742	25	277	0.10

表 4.2-1 (11) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, 杭⑤)

解析 ケース	地震動		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	1095	-894	18	277	0.07
		(-+)	-1070	-894	18	277	0.07
		(+-)	1095	-702	17	277	0.07
		(--)	-1070	-702	17	277	0.07
	S _s -D2	(++)	-1740	-741	25	277	0.10
		(-+)	1765	-741	25	277	0.10
		(+-)	-1740	-854	25	277	0.10
		(--)	1765	-854	26	277	0.10
	S _s -D3	(++)	1324	-889	21	277	0.08
		(-+)	-1299	-889	21	277	0.08
		(+-)	1240	-865	20	277	0.08
		(--)	-1215	-865	20	277	0.08
	S _s -F1	(++)	-926	-903	17	277	0.07
		(-+)	951	-903	17	277	0.07
	S _s -F2	(++)	972	-927	17	277	0.07
		(-+)	-947	-927	17	277	0.07
	S _s -F3	(++)	-1300	-912	21	277	0.08
		(-+)	1325	-912	21	277	0.08
	S _s -N1	(++)	-506	-985	12	277	0.05
		(-+)	531	-985	13	277	0.05
②	S _s -D2	(--)	1476	-893	23	277	0.09
③	S _s -D2	(--)	1778	-798	26	277	0.10

4.2.2 せん断力照査

断面計算に用いた断面諸元を表 4.1-51～表 4.1-52 に示す。

鋼管杭のせん断破壊に対する照査結果を表 4.2-2 に示す。鋼管杭に対して許容応力度法による照査を行った結果、鋼管杭に発生するせん断応力度が許容限界以下であることを確認した。

表 4.2-2 (1) 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値 (断面①)

解析 ケース	地震動		杭 種	せん断力 (kN)	せん断 応力度	短期許容 応力度	照査値 τ_s / τ_{sa}
					τ_s (N/mm ²)	τ_{sa} (N/mm ²)	
①	S _s -D1	(++)	C	6074	47	217	0.22
		(-+)	C	5376	41	217	0.19
		(+-)	C	4681	36	217	0.17
		(--)	C	6948	53	217	0.25
	S _s -D2	(++)	C	7435	57	217	0.27
		(-+)	C	7012	54	217	0.25
		(+-)	C	6200	48	217	0.23
		(--)	C	6589	51	217	0.24
	S _s -D3	(++)	C	4810	37	217	0.18
		(-+)	C	4663	36	217	0.17
		(+-)	C	4859	37	217	0.18
		(--)	C	4354	34	217	0.16
	S _s -F1	(++)	C	5213	40	217	0.19
		(-+)	D	1471	16	157	0.11
	S _s -F2	(++)	C	4875	38	217	0.18
		(-+)	C	3632	28	217	0.13
	S _s -F3	(++)	C	3892	30	217	0.14
		(-+)	C	6654	51	217	0.24
	S _s -N1	(++)	C	3652	28	217	0.13
		(-+)	C	4067	31	217	0.15
②	S _s -D2	(--)	C	6367	49	217	0.23
③	S _s -D2	(--)	C	6475	50	217	0.24

表 4.2-2 (2) 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値 (断面②)

解析 ケース	地震動		杭 種	せん断力 (kN)	せん断 応力度	短期許容 応力度	照査値 τ_s / τ_{sa}
					τ_s (N/mm ²)	τ_{sa} (N/mm ²)	
①	S _s -D1	(++)	C	6171	47	217	0.22
		(-+)	C	5256	40	217	0.19
		(+-)	C	5543	43	217	0.20
		(--)	C	7210	55	217	0.26
	S _s -D2	(++)	C	8734	67	217	0.31
		(-+)	C	6106	47	217	0.22
		(+-)	C	5828	45	217	0.21
		(--)	C	7946	61	217	0.29
	S _s -D3	(++)	C	5014	39	217	0.18
		(-+)	C	5487	42	217	0.20
		(+-)	C	5676	44	217	0.21
		(--)	C	4623	36	217	0.17
	S _s -F1	(++)	C	5546	43	217	0.20
		(-+)	C	3276	25	217	0.12
	S _s -F2	(++)	C	4935	38	217	0.18
		(-+)	C	4335	33	217	0.16
	S _s -F3	(++)	C	5876	45	217	0.21
		(-+)	C	5837	45	217	0.21
	S _s -N1	(++)	C	3395	26	217	0.12
		(-+)	C	5188	40	217	0.19
②	S _s -D2	(--)	C	8130	62	217	0.29
③	S _s -D2	(--)	C	7684	59	217	0.28

表 4.2-2 (3) 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値 (断面③)

解析 ケース	地震動		杭 種	せん断力 (kN)	せん断 応力度 τ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_{sa} (N/mm ²)	照査値 τ_s / τ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	C	6688	51	217	0.24
		(-+)	C	5013	39	217	0.18
		(+-)	C	4819	37	217	0.18
		(--)	C	7560	58	217	0.27
	S _s -D2	(++)	C	7851	60	217	0.28
		(-+)	C	5950	46	217	0.22
		(+-)	C	6037	46	217	0.22
		(--)	C	7178	55	217	0.26
	S _s -D3	(++)	C	5019	39	217	0.18
		(-+)	C	5279	41	217	0.19
		(+-)	C	5354	41	217	0.19
		(--)	C	4849	37	217	0.18
	S _s -F1	(++)	C	4290	33	217	0.16
		(-+)	C	2999	23	217	0.11
	S _s -F2	(++)	C	4793	37	217	0.18
		(-+)	C	3814	29	217	0.14
S _s -F3	(++)	C	4734	36	217	0.17	
	(-+)	C	6355	49	217	0.23	
S _s -N1	(++)	C	4262	33	217	0.16	
	(-+)	C	3478	27	217	0.13	
②	S _s -D2	(--)	C	7206	55	217	0.26
③	S _s -D2	(--)	C	6952	53	217	0.25

表 4.2-2 (4) 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値 (断面④)

解析 ケース	地震動		杭 種	せん断力 (kN)	せん断 応力度 τ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_{sa} (N/mm ²)	照査値 τ_s / τ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	D	1186	13	157	0.09
		(-+)	D	1307	15	157	0.10
		(+-)	D	1343	15	157	0.10
		(--)	D	1304	14	157	0.09
	S _s -D2	(++)	D	1176	13	157	0.09
		(-+)	D	1488	16	157	0.11
		(+-)	D	1357	15	157	0.10
		(--)	D	1569	17	157	0.11
	S _s -D3	(++)	D	1042	12	157	0.08
		(-+)	D	995	11	157	0.08
		(+-)	D	1085	12	157	0.08
		(--)	D	1015	11	157	0.08
	S _s -F1	(++)	D	832	9	157	0.06
		(-+)	D	865	10	157	0.07
	S _s -F2	(++)	D	1045	12	157	0.08
		(-+)	D	989	11	157	0.08
S _s -F3	(++)	D	1113	12	157	0.08	
	(-+)	D	835	9	157	0.06	
S _s -N1	(++)	C	1568	12	217	0.06	
	(-+)	A	1166	15	157	0.10	
②	S _s -D2	(--)	D	1242	14	157	0.09
③	S _s -D2	(--)	D	1543	17	157	0.11

表 4.2-2 (5) 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値 (断面⑤)

解析 ケース	地震動		杭 種	せん断力 (kN)	せん断 応力度	短期許容 応力度	照査値 τ_s / τ_{sa}
					τ_s (N/mm ²)	τ_{sa} (N/mm ²)	
①	S _s -D1	(++)	C	3339	26	217	0.12
		(-+)	C	3539	27	217	0.13
		(+-)	C	3416	26	217	0.12
		(--)	C	3451	27	217	0.13
	S _s -D2	(++)	C	3553	27	217	0.13
		(-+)	C	3675	28	217	0.13
		(+-)	C	3519	27	217	0.13
		(--)	C	3703	29	217	0.14
	S _s -D3	(++)	C	3407	26	217	0.12
		(-+)	C	3576	28	217	0.13
		(+-)	C	3417	26	217	0.12
		(--)	C	3576	28	217	0.13
	S _s -F1	(++)	C	2704	21	217	0.10
		(-+)	C	2591	20	217	0.10
	S _s -F2	(++)	C	3276	25	217	0.12
		(-+)	C	3355	26	217	0.12
	S _s -F3	(++)	C	3317	26	217	0.12
		(-+)	C	3099	24	217	0.12
	S _s -N1	(++)	C	1942	15	217	0.07
		(-+)	C	1772	14	217	0.07
②	S _s -D2	(-+)	C	3612	28	217	0.13
③	S _s -D2	(-+)	C	3681	28	217	0.13

表 4.2-2 (6) 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値 (断面⑥)

解析 ケース	地震動		杭 種	せん断力 (kN)	せん断 応力度	短期許容 応力度	照査値 τ_s / τ_{sa}
					τ_s (N/mm ²)	τ_{sa} (N/mm ²)	
①	S _s -D1	(++)	C	3139	24	217	0.12
		(-+)	C	3206	25	217	0.12
		(+-)	C	3148	24	217	0.12
		(--)	C	3199	25	217	0.12
	S _s -D2	(++)	C	3522	27	217	0.13
		(-+)	C	3590	28	217	0.13
		(+-)	C	3528	27	217	0.13
		(--)	C	3583	28	217	0.13
	S _s -D3	(++)	C	3134	24	217	0.12
		(-+)	C	3146	24	217	0.12
		(+-)	C	3128	24	217	0.12
		(--)	C	3163	25	217	0.12
	S _s -F1	(++)	C	2298	18	217	0.09
		(-+)	C	2264	18	217	0.09
	S _s -F2	(++)	C	2869	22	217	0.11
		(-+)	C	2950	23	217	0.11
	S _s -F3	(++)	C	4030	31	217	0.15
		(-+)	C	3932	30	217	0.14
	S _s -N1	(++)	C	1888	15	217	0.07
		(-+)	C	1830	14	217	0.07
②	S _s -F3	(++)	C	4159	32	217	0.15
③	S _s -F3	(++)	C	3964	31	217	0.15

表 4.2-2 (7) 鋼管杭のせん断照査における最大照査値 (断面⑦, 杭①)

解析 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断 応力度	短期許容 応力度	照査値 τ_s / τ_{sa}
				τ_s (N/mm ²)	τ_{sa} (N/mm ²)	
①	S _s -D1	(++)	-1196	15	157	0.10
		(-+)	1177	15	157	0.10
		(+-)	-1196	15	157	0.10
		(--)	1177	15	157	0.10
	S _s -D2	(++)	1651	21	157	0.14
		(-+)	-1670	21	157	0.14
		(+-)	1651	21	157	0.14
		(--)	-1670	21	157	0.14
	S _s -D3	(++)	-1360	17	157	0.11
		(-+)	1341	17	157	0.11
		(+-)	-1360	17	157	0.11
		(--)	1341	17	157	0.11
	S _s -F1	(++)	980	12	157	0.08
		(-+)	-999	13	157	0.09
	S _s -F2	(++)	-1062	13	157	0.09
		(-+)	1043	13	157	0.09
	S _s -F3	(++)	1329	17	157	0.11
		(-+)	-1348	17	157	0.11
	S _s -N1	(++)	642	8	157	0.06
		(-+)	-661	9	157	0.06
②	S _s -D2	(-+)	1565	20	157	0.13
③	S _s -D2	(-+)	-1688	21	157	0.14

表 4.2-2 (8) 鋼管杭のせん断照査における最大照査値 (断面⑦, 杭②)

解析 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断 応力度	短期許容 応力度	照査値 τ_s / τ_{sa}
				τ_s (N/mm ²)	τ_{sa} (N/mm ²)	
①	S _s -D1	(++)	-1521	19	157	0.13
		(-+)	1498	19	157	0.13
		(+-)	-1521	19	157	0.13
		(--)	1498	19	157	0.13
	S _s -D2	(++)	2077	26	157	0.17
		(-+)	-2100	26	157	0.17
		(+-)	2077	26	157	0.17
		(--)	-2100	26	157	0.17
	S _s -D3	(++)	-1722	22	157	0.15
		(-+)	1699	21	157	0.14
		(+-)	-1722	22	157	0.15
		(--)	1699	21	157	0.14
	S _s -F1	(++)	1243	16	157	0.11
		(-+)	-1266	16	157	0.11
	S _s -F2	(++)	-1351	17	157	0.11
		(-+)	1328	17	157	0.11
S _s -F3	(++)	1683	21	157	0.14	
	(-+)	-1707	21	157	0.14	
S _s -N1	(++)	817	10	157	0.07	
	(-+)	-840	11	157	0.08	
②	S _s -D2	(-+)	2007	25	157	0.16
③	S _s -D2	(-+)	-2092	26	157	0.17

表 4.2-2 (9) 鋼管杭のせん断照査における最大照査値 (断面⑦, 杭③)

解析 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断 応力度	短期許容 応力度	照査値 τ_s / τ_{sa}
				τ_s (N/mm ²)	τ_{sa} (N/mm ²)	
①	S _s -D1	(++)	-1753	22	157	0.15
		(-+)	1726	22	157	0.15
		(+-)	-1753	22	157	0.15
		(--)	1726	22	157	0.15
	S _s -D2	(++)	2434	30	157	0.20
		(-+)	-2462	31	157	0.20
		(+-)	2434	30	157	0.20
		(--)	-2462	31	157	0.20
	S _s -D3	(++)	-1998	25	157	0.16
		(-+)	1970	25	157	0.16
		(+-)	-1998	25	157	0.16
		(--)	1970	25	157	0.16
	S _s -F1	(++)	1436	18	157	0.12
		(-+)	-1464	18	157	0.12
	S _s -F2	(++)	-1552	19	157	0.13
		(-+)	1524	19	157	0.13
	S _s -F3	(++)	1952	24	157	0.16
		(-+)	-1979	25	157	0.16
	S _s -N1	(++)	939	12	157	0.08
		(-+)	-966	12	157	0.08
②	S _s -D2	(-+)	2356	29	157	0.19
③	S _s -D2	(-+)	-2385	30	157	0.20

表 4.2-2 (10) 鋼管杭のせん断照査における最大照査値 (断面⑦, 杭④)

解析 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断 応力度	短期許容 応力度	照査値 τ_s / τ_{sa}
				τ_s (N/mm ²)	τ_{sa} (N/mm ²)	
①	S _s -D1	(++)	-1679	21	157	0.14
		(-+)	1652	21	157	0.14
		(+-)	-1679	21	157	0.14
		(--)	1652	21	157	0.14
	S _s -D2	(++)	2356	29	157	0.19
		(-+)	-2384	30	157	0.20
		(+-)	2356	29	157	0.19
		(--)	-2384	30	157	0.20
	S _s -D3	(++)	-1921	24	157	0.16
		(-+)	1894	24	157	0.16
		(+-)	-1921	24	157	0.16
		(--)	1894	24	157	0.16
	S _s -F1	(++)	1377	17	157	0.11
		(-+)	-1404	18	157	0.12
	S _s -F2	(++)	-1482	19	157	0.13
		(-+)	1455	18	157	0.12
	S _s -F3	(++)	1876	23	157	0.15
		(-+)	-1904	24	157	0.16
	S _s -N1	(++)	896	11	157	0.08
		(-+)	-923	12	157	0.08
②	S _s -D2	(-+)	2239	28	157	0.18
③	S _s -D2	(-+)	-2310	29	157	0.19

表 4.2-2 (11) 鋼管杭のせん断照査における最大照査値 (断面⑦, 杭⑤)

解析 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断 応力度	短期許容 応力度	照査値 τ_s / τ_{sa}
				τ_s (N/mm ²)	τ_{sa} (N/mm ²)	
①	S _s -D1	(++)	-1694	21	157	0.14
		(-+)	1665	21	157	0.14
		(+-)	-1694	21	157	0.14
		(--)	1665	21	157	0.14
	S _s -D2	(++)	2370	29	157	0.19
		(-+)	-2399	30	157	0.20
		(+-)	2370	29	157	0.19
		(--)	-2399	30	157	0.20
	S _s -D3	(++)	-1933	24	157	0.16
		(-+)	1905	24	157	0.16
		(+-)	-1933	24	157	0.16
		(--)	1905	24	157	0.16
	S _s -F1	(++)	1385	17	157	0.11
		(-+)	-1414	18	157	0.12
	S _s -F2	(++)	-1491	19	157	0.13
		(-+)	1463	18	157	0.12
	S _s -F3	(++)	1886	24	157	0.16
		(-+)	-1915	24	157	0.16
	S _s -N1	(++)	902	12	157	0.08
		(-+)	-931	12	157	0.08
②	S _s -D2	(-+)	-2262	28	157	0.18
③	S _s -D2	(-+)	-2308	29	157	0.19

4.3 鋼製遮水壁及び漂流物防護工

鋼管杭に発生する最大水平加速度から算出される最大水平震度 k_h は表 4.3-1 のとおりである。また、最大水平震度を示す地震動における各断面の深度分布を図 4.3-1 に示す。

上記より、保守的に評価に用いる設計水平震度は 9 とし、鋼製遮水壁及び漂流物防護工の高さ方向に一様に作用するものとし、風荷重については 1kN/m^2 を考慮して評価を行った。

鋼製遮水壁及び漂流物防護工の主部材の照査結果を表 4.3-2 に示す。この結果から、鋼製遮水壁及び漂流物防護工の主部材の発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 4.3-1 各評価断面における最大震度及び設計震度

断面	最大加速度となる標高	最大水平震度 k_h	設計水平震度	最大鉛直震度 k_v	設計鉛直震度
断面①	O. P. +29.0m	7.0	9	1.6	2
断面②	O. P. +29.0m	8.6		1.6	
断面③	O. P. +29.0m	7.8		1.0	
断面⑤	O. P. +29.0m	3.8		0.7	
断面⑥	O. P. +29.0m	5.6		0.8	

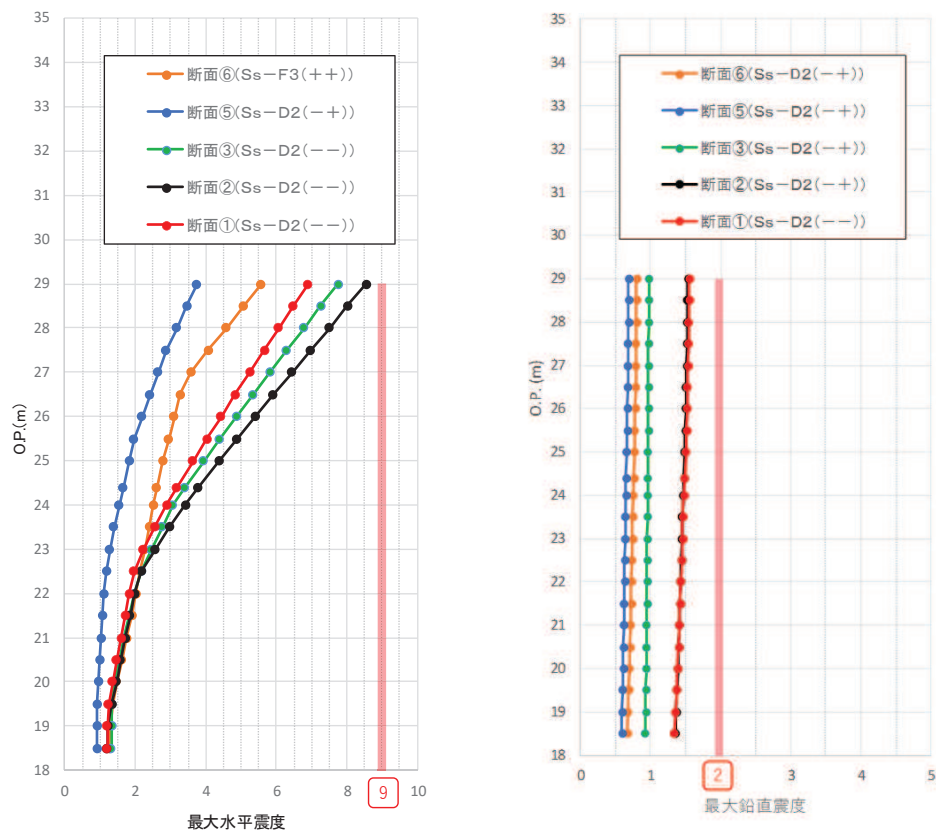


図 4.3-1 最大震度分布

表 4.3-2 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の主要部材の照査結果

部材		材質	応力成分	応力度 (a)	許容限界 (b)	照査値 (a/b)
鋼製遮水壁	スキンプレート	SM490Y	曲げ応力度 (N/mm ²)	24	315	0.08
	垂直リブ	SM490Y	圧縮応力度 (N/mm ²)	6	190	0.04
	水平リブ	SM490Y	曲げ応力度 (N/mm ²)	27	315	0.09
			せん断応力度 (N/mm ²)	13	180	0.08
			合成応力度*	0.02	1.20	0.02
漂流物防護工	架台	SM490Y	曲げ応力度 (N/mm ²)	21	315	0.08
			せん断応力度 (N/mm ²)	13	180	0.08
			合成応力度*	0.01	1.20	0.01
	防護工	SM570	曲げ応力度 (N/mm ²)	3	382	0.01
			せん断応力度 (N/mm ²)	2	217	0.01
			合成応力度*	0.01	1.20	0.01
	防護工取付け ボルト	強度区分 8.8	引張応力度 (N/mm ²)	52	540	0.10
			せん断応力度 (N/mm ²)	18	300	0.06

注記 * : 同じ荷重条件の曲げ応力度及びせん断応力度から算出する。

4.4 RC 遮水壁

RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査結果を表 4.4-1 に、鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査結果を表 4.4-2 に、コンクリートのせん断破壊に対する照査結果を表 4.4-3 に示す。RC 遮水壁に対して許容応力度法による照査を行った結果、RC 遮水壁の主部材の発生応力度が許容限界以下であることを確認した。

表 4.4-1 (1) コンクリートの曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, RC①)

解析 ケース	地震動		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	-445	24	0.4	21	0.02
		(-+)	437	24	0.4	21	0.02
		(+-)	-445	15	0.4	21	0.02
		(--)	437	15	0.4	21	0.02
	S _s -D2	(++)	631	19	0.6	21	0.03
		(-+)	-639	19	0.6	21	0.03
		(+-)	631	20	0.6	21	0.03
		(--)	-639	20	0.6	21	0.03
	S _s -D3	(++)	-524	23	0.5	21	0.03
		(-+)	516	23	0.5	21	0.03
		(+-)	-524	17	0.5	21	0.03
		(--)	516	17	0.5	21	0.03
	S _s -F1	(++)	370	23	0.4	21	0.02
		(-+)	-378	23	0.4	21	0.02
	S _s -F2	(++)	-410	12	0.4	21	0.02
		(-+)	401	12	0.4	21	0.02
	S _s -F3	(++)	515	30	0.5	21	0.03
		(-+)	-523	30	0.5	21	0.03
	S _s -N1	(++)	239	14	0.3	21	0.02
		(-+)	-248	14	0.3	21	0.02
②	S _s -D2	(-+)	590	16	0.6	21	0.03
③	S _s -D2	(-+)	-727	19	0.7	21	0.04

表 4.4-1 (2) コンクリートの曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, RC②)

解析 ケース	地震動		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	-773	58	0.5	21	0.03
		(-+)	760	58	0.5	21	0.03
		(+-)	-773	45	0.5	21	0.03
		(--)	760	45	0.5	21	0.03
	S _s -D2	(++)	1218	50	0.7	21	0.04
		(-+)	-1231	50	0.7	21	0.04
		(+-)	1218	53	0.7	21	0.04
		(--)	-1231	53	0.7	21	0.04
	S _s -D3	(++)	-961	53	0.6	21	0.03
		(-+)	948	53	0.6	21	0.03
		(+-)	-961	50	0.6	21	0.03
		(--)	948	50	0.6	21	0.03
	S _s -F1	(++)	667	57	0.4	21	0.02
		(-+)	-680	57	0.4	21	0.02
	S _s -F2	(++)	-711	61	0.4	21	0.02
		(-+)	697	61	0.4	21	0.02
	S _s -F3	(++)	931	64	0.6	21	0.03
		(-+)	-944	64	0.6	21	0.03
	S _s -N1	(++)	415	44	0.3	21	0.02
		(-+)	-428	44	0.3	21	0.02
②	S _s -D2	(-+)	1038	48	0.6	21	0.03
③	S _s -D2	(-+)	-1406	50	0.8	21	0.04

表 4.4-1 (3) コンクリートの曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, RC③)

解析 ケース	地震動		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	-599	60	0.3	21	0.02
		(-+)	589	60	0.3	21	0.02
		(+-)	-599	48	0.3	21	0.02
		(--)	589	48	0.3	21	0.02
	S _s -D2	(++)	1070	51	0.5	21	0.03
		(-+)	-1080	51	0.5	21	0.03
		(+-)	1070	56	0.5	21	0.03
		(--)	-1080	56	0.5	21	0.03
	S _s -D3	(++)	-772	62	0.3	21	0.02
		(-+)	762	62	0.3	21	0.02
		(+-)	-772	45	0.3	21	0.02
		(--)	762	45	0.3	21	0.02
	S _s -F1	(++)	538	59	0.3	21	0.02
		(-+)	-548	59	0.3	21	0.02
	S _s -F2	(++)	-548	62	0.3	21	0.02
		(-+)	538	62	0.3	21	0.02
	S _s -F3	(++)	755	64	0.3	21	0.02
		(-+)	-765	64	0.3	21	0.02
	S _s -N1	(++)	318	47	0.2	21	0.01
		(-+)	-328	47	0.2	21	0.01
②	S _s -D2	(-+)	-844	62	0.4	21	0.02
③	S _s -D2	(-+)	-1181	52	0.5	21	0.03

表 4.4-2 (1) 鉄筋の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, RC①)

解析 ケース	地震動		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	-445	24	35	294	0.12
		(-+)	437	24	34	294	0.12
		(+-)	-445	15	36	294	0.13
		(--)	437	15	35	294	0.12
	S _s -D2	(++)	631	19	51	294	0.18
		(-+)	-639	19	52	294	0.18
		(+-)	631	20	51	294	0.18
		(--)	-639	20	52	294	0.18
	S _s -D3	(++)	-524	23	42	294	0.15
		(-+)	516	23	41	294	0.14
		(+-)	-521	11	43	294	0.15
		(--)	512	11	42	294	0.15
	S _s -F1	(++)	370	23	29	294	0.10
		(-+)	-378	23	30	294	0.11
	S _s -F2	(++)	-410	12	34	294	0.12
		(-+)	401	12	33	294	0.12
	S _s -F3	(++)	495	14	41	294	0.14
		(-+)	-504	14	41	294	0.14
S _s -N1	(++)	239	14	19	294	0.07	
	(-+)	-248	14	20	294	0.07	
②	S _s -D2	(-+)	590	16	48	294	0.17
③	S _s -D2	(-+)	-727	19	59	294	0.21

表 4.4-2 (2) 鉄筋の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, RC②)

解析 ケース	地震動		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	-773	58	35	294	0.12
		(-+)	760	58	35	294	0.12
		(+-)	-773	45	36	294	0.13
		(--)	760	45	36	294	0.13
	S _s -D2	(++)	1218	50	59	294	0.21
		(-+)	-1231	50	59	294	0.21
		(+-)	1218	53	58	294	0.20
		(--)	-1231	53	59	294	0.21
	S _s -D3	(++)	-961	53	45	294	0.16
		(-+)	948	53	45	294	0.16
		(+-)	-961	50	46	294	0.16
		(--)	948	50	45	294	0.16
	S _s -F1	(++)	667	57	30	294	0.11
		(-+)	-680	57	31	294	0.11
	S _s -F2	(++)	-695	41	33	294	0.12
		(-+)	682	41	32	294	0.11
S _s -F3	(++)	899	41	43	294	0.15	
	(-+)	-912	41	44	294	0.15	
S _s -N1	(++)	415	44	18	294	0.07	
	(-+)	-428	44	19	294	0.07	
②	S _s -D2	(-+)	1038	48	50	294	0.18
③	S _s -D2	(-+)	-1406	50	68	294	0.24

表 4.4-2 (3) 鉄筋の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, RC③)

解析 ケース	地震動		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
①	S _s -D1	(++)	-599	60	18	294	0.07
		(-+)	589	60	18	294	0.07
		(+-)	-599	48	18	294	0.07
		(--)	589	48	18	294	0.07
	S _s -D2	(++)	1070	51	34	294	0.12
		(-+)	-1080	51	35	294	0.12
		(+-)	1070	56	34	294	0.12
		(--)	-1080	56	34	294	0.12
	S _s -D3	(++)	-763	53	24	294	0.09
		(-+)	753	53	23	294	0.08
		(+-)	-772	45	24	294	0.09
		(--)	762	45	24	294	0.09
	S _s -F1	(++)	538	59	16	294	0.06
		(-+)	-548	59	16	294	0.06
	S _s -F2	(++)	-548	62	16	294	0.06
		(-+)	538	62	16	294	0.06
S _s -F3	(++)	755	64	23	294	0.08	
	(-+)	-765	64	23	294	0.08	
S _s -N1	(++)	318	47	9	294	0.04	
	(-+)	-328	47	9	294	0.04	
②	S _s -D2	(-+)	-844	62	26	294	0.09
③	S _s -D2	(-+)	-1181	52	38	294	0.13

表 4.4-3 (1) コンクリートのせん断照査における最大照査値 (断面⑦, RC①)

解析 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断 応力度	短期許容 応力度	照査値 τ_s / τ_{sa}
				τ_s (N/mm ²)	τ_{sa} (N/mm ²)	
①	S _s -D1	(++)	-254	0.1	0.82	0.13
		(-+)	250	0.1	0.82	0.13
		(+-)	-254	0.1	0.82	0.13
		(--)	250	0.1	0.82	0.13
	S _s -D2	(++)	364	0.1	0.82	0.13
		(-+)	-368	0.1	0.82	0.13
		(+-)	364	0.1	0.82	0.13
		(--)	-368	0.1	0.82	0.13
	S _s -D3	(++)	-301	0.1	0.82	0.13
		(-+)	297	0.1	0.82	0.13
		(+-)	-301	0.1	0.82	0.13
		(--)	297	0.1	0.82	0.13
	S _s -F1	(++)	212	0.1	0.82	0.13
		(-+)	-217	0.1	0.82	0.13
	S _s -F2	(++)	-233	0.1	0.82	0.13
		(-+)	229	0.1	0.82	0.13
	S _s -F3	(++)	295	0.1	0.82	0.13
		(-+)	-299	0.1	0.82	0.13
	S _s -N1	(++)	137	0.1	0.82	0.13
		(-+)	-142	0.1	0.82	0.13
②	S _s -D2	(-+)	337	0.1	0.82	0.13
③	S _s -D2	(-+)	-420	0.1	0.82	0.13

表 4.4-3 (2) コンクリートのせん断照査における最大照査値 (断面⑦, RC②)

解析 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断 応力度	短期許容 応力度	照査値 τ_s / τ_{sa}
				τ_s (N/mm ²)	τ_{sa} (N/mm ²)	
①	S _s -D1	(++)	207	0.1	0.82	0.13
		(-+)	-203	0.1	0.82	0.13
		(+-)	207	0.1	0.82	0.13
		(--)	-203	0.1	0.82	0.13
	S _s -D2	(++)	-292	0.1	0.82	0.13
		(-+)	295	0.1	0.82	0.13
		(+-)	-292	0.1	0.82	0.13
		(--)	295	0.1	0.82	0.13
	S _s -D3	(++)	239	0.1	0.82	0.13
		(-+)	-235	0.1	0.82	0.13
		(+-)	239	0.1	0.82	0.13
		(--)	-235	0.1	0.82	0.13
	S _s -F1	(++)	-170	0.1	0.82	0.13
		(-+)	174	0.1	0.82	0.13
	S _s -F2	(++)	189	0.1	0.82	0.13
		(-+)	-185	0.1	0.82	0.13
S _s -F3	(++)	-236	0.1	0.82	0.13	
	(-+)	240	0.1	0.82	0.13	
S _s -N1	(++)	-111	0.1	0.82	0.13	
	(-+)	115	0.1	0.82	0.13	
②	S _s -D2	(-+)	-280	0.1	0.82	0.13
③	S _s -D2	(-+)	310	0.1	0.82	0.13

表 4.4-3 (3) コンクリートのせん断照査における最大照査値 (断面⑦, RC③)

解析 ケース	地震動		せん断力 (kN)	せん断 応力度	短期許容 応力度	照査値 τ_s / τ_{sa}
				τ_s (N/mm ²)	τ_{sa} (N/mm ²)	
①	S _s -D1	(++)	209	0.1	0.82	0.13
		(-+)	-206	0.1	0.82	0.13
		(+-)	209	0.1	0.82	0.13
		(--)	-206	0.1	0.82	0.13
	S _s -D2	(++)	-363	0.1	0.82	0.13
		(-+)	367	0.1	0.82	0.13
		(+-)	-363	0.1	0.82	0.13
		(--)	367	0.1	0.82	0.13
	S _s -D3	(++)	262	0.1	0.82	0.13
		(-+)	-259	0.1	0.82	0.13
		(+-)	262	0.1	0.82	0.13
		(--)	-259	0.1	0.82	0.13
	S _s -F1	(++)	-184	0.1	0.82	0.13
		(-+)	187	0.1	0.82	0.13
	S _s -F2	(++)	187	0.1	0.82	0.13
		(-+)	-184	0.1	0.82	0.13
	S _s -F3	(++)	-258	0.1	0.82	0.13
		(-+)	261	0.1	0.82	0.13
	S _s -N1	(++)	-112	0.1	0.82	0.13
		(-+)	115	0.1	0.82	0.13
②	S _s -D2	(-+)	313	0.1	0.82	0.13
③	S _s -D2	(-+)	377	0.1	0.82	0.13

4.5 背面補強工

背面補強工のすべり安全率による評価結果を表 4.5-1 に示す。これらの結果から、背面補強工のすべり安全率が 1.2 以上あることを確認した。

表 4.5-1 (1) 背面補強工のすべり安全率評価結果 (断面①)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	25.52	24.8
		(-+)	45.09	25.7
		(+-)	46.90	25.8
		(--)	37.06	21.9
	S _s -D2	(++)	13.49	23.1
		(-+)	17.47	22.1
		(+-)	17.47	25.2
		(--)	6.92	24.7
	S _s -D3	(++)	20.99	27.9
		(-+)	20.01	31.1
		(+-)	28.53	29.3
		(--)	21.11	31.5
	S _s -F1	(++)	16.02	25.9
		(-+)	18.92	40.2
	S _s -F2	(++)	27.80	25.5
		(-+)	30.72	33.4
	S _s -F3	(++)	27.74	35.7
		(-+)	28.66	20.7
	S _s -N1	(++)	7.39	35.5
		(-+)	7.60	29.3
②	S _s -D2	(--)	6.92	24.8
③		20.34	23.8	

表 4.5-1 (2) 背面補強工のすべり安全率評価結果 (断面②)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	37.05	26.6
		(-+)	18.74	29.3
		(+-)	46.88	25.3
		(--)	37.05	24.2
	S _s -D2	(++)	6.91	20.7
		(-+)	17.45	27.1
		(+-)	13.46	26.9
		(--)	6.92	21.0
	S _s -D3	(++)	20.98	27.4
		(-+)	7.33	30.7
		(+-)	7.80	29.5
		(--)	6.35	32.4
	S _s -F1	(++)	19.53	29.1
		(-+)	22.72	38.3
	S _s -F2	(++)	27.77	28.7
		(-+)	30.71	32.6
	S _s -F3	(++)	27.82	27.7
		(-+)	28.65	22.9
	S _s -N1	(++)	7.37	34.4
		(-+)	7.57	26.5
②	S _s -D2	(--)	6.91	20.3
③			6.92	21.8

表 4.5-1 (3) 背面補強工のすべり安全率評価結果 (断面③)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	37.13	24.3
		(-+)	45.06	28.5
		(+-)	45.42	28.7
		(--)	37.05	23.6
	S _s -D2	(++)	6.91	23.0
		(-+)	16.34	28.1
		(+-)	13.67	26.5
		(--)	6.91	23.3
	S _s -D3	(++)	11.15	29.7
		(-+)	20.00	31.0
		(+-)	20.95	32.2
		(--)	21.08	31.0
	S _s -F1	(++)	16.54	34.0
		(-+)	22.71	37.5
	S _s -F2	(++)	27.78	31.1
		(-+)	30.71	37.3
	S _s -F3	(++)	26.83	31.2
		(-+)	28.65	21.9
	S _s -N1	(++)	7.56	31.0
		(-+)	7.63	30.9
②	S _s -D2	(--)	6.91	22.8
③			6.92	23.9

表 4.5-1 (4) 背面補強工のすべり安全率評価結果 (断面④)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	32.31	12.6
		(-+)	32.31	12.9
		(+-)	29.17	12.5
		(--)	32.31	12.7
	S _s -D2	(++)	13.41	13.6
		(-+)	13.56	11.6
		(+-)	13.57	14.4
		(--)	13.58	13.5
	S _s -D3	(++)	30.17	14.7
		(-+)	21.41	14.3
		(+-)	15.60	14.6
		(--)	29.73	14.5
	S _s -F1	(++)	19.50	14.9
		(-+)	22.45	15.6
	S _s -F2	(++)	35.96	15.6
		(-+)	27.86	15.0
	S _s -F3	(++)	26.84	13.0
		(-+)	26.73	14.2
	S _s -N1	(++)	7.53	12.6
		(-+)	7.52	13.4
②	S _s -D2	(--)	13.58	13.4
③			13.58	12.9

表 4.5-1 (5) 背面補強工のすべり安全率評価結果 (断面⑤)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	40.36	36.9
		(-+)	56.34	42.4
		(+-)	40.36	37.5
		(--)	48.09	40.1
	S _s -D2	(++)	20.38	36.5
		(-+)	17.67	37.9
		(+-)	20.38	36.1
		(--)	26.73	37.4
	S _s -D3	(++)	11.32	40.4
		(-+)	21.31	46.8
		(+-)	24.96	40.1
		(--)	18.23	43.8
	S _s -F1	(++)	19.44	51.3
		(-+)	18.84	43.1
	S _s -F2	(++)	28.34	37.5
		(-+)	30.63	41.3
	S _s -F3	(++)	27.64	35.0
		(-+)	26.68	36.0
	S _s -N1	(++)	7.28	56.2
		(-+)	7.48	40.6
②	S _s -D2	(-+)	10.15	39.3
③			17.67	35.8

4.6 置換コンクリート

置換コンクリートのすべり安全率による評価結果を表 4.6-1 に示す。これらの結果から、置換コンクリートのすべり安全率が 1.2 以上あることを確認した。

表 4.6-1 (1) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果 (断面①)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	25.50	5.2
		(-+)	46.84	5.1
		(+-)	25.50	5.1
		(--)	46.85	5.1
	S _s -D2	(++)	12.92	5.2
		(-+)	25.50	4.9
		(+-)	25.30	5.3
		(--)	25.49	4.9
	S _s -D3	(++)	8.83	6.4
		(-+)	28.90	6.3
		(+-)	28.70	6.6
		(--)	13.20	6.2
	S _s -F1	(++)	20.11	5.3
		(-+)	15.94	6.0
	S _s -F2	(++)	28.22	5.9
		(-+)	28.46	5.1
	S _s -F3	(++)	26.71	6.6
		(-+)	26.86	5.8
	S _s -N1	(++)	7.54	4.2
		(-+)	7.35	6.2
②	S _s -D2	(--)	25.49	4.6
③			25.49	5.3

表 4.6-1 (2) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果 (断面②)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	25.48	5.9
		(-+)	46.83	5.8
		(+-)	25.48	6.6
		(--)	29.15	5.7
	S _s -D2	(++)	12.91	5.9
		(-+)	25.49	5.8
		(+-)	25.29	6.0
		(--)	25.49	5.3
	S _s -D3	(++)	8.82	6.8
		(-+)	28.88	7.6
		(+-)	29.71	7.5
		(--)	13.18	7.0
	S _s -F1	(++)	20.10	7.2
		(-+)	19.47	7.2
	S _s -F2	(++)	30.67	6.9
		(-+)	28.47	6.4
	S _s -F3	(++)	26.71	6.6
		(-+)	26.83	6.2
S _s -N1	(++)	7.52	4.6	
	(-+)	7.37	7.1	
②	S _s -D2	(--)	25.48	5.2
③		25.49	5.6	

表 4.6-1 (3) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果 (断面③)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	25.48	6.9
		(-+)	32.30	6.3
		(+-)	46.98	7.5
		(--)	32.30	6.5
	S _s -D2	(++)	13.55	7.1
		(-+)	13.40	6.9
		(+-)	25.29	7.2
		(--)	25.48	6.5
	S _s -D3	(++)	29.71	8.5
		(-+)	15.60	8.2
		(+-)	29.71	7.7
		(--)	15.58	8.0
	S _s -F1	(++)	22.69	9.0
		(-+)	22.31	9.1
	S _s -F2	(++)	28.16	8.3
		(-+)	27.75	7.9
	S _s -F3	(++)	26.71	8.3
		(-+)	26.84	6.9
S _s -N1	(++)	7.53	5.6	
	(-+)	7.38	8.0	
②	S _s -D2	(--)	25.48	6.4
③		13.42	6.8	

表 4.6-1 (4) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果 (断面④)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	25.48	9.0
		(-+)	46.83	8.7
		(+-)	25.48	8.4
		(--)	46.84	8.5
	S _s -D2	(++)	25.30	8.8
		(-+)	25.50	8.2
		(+-)	25.29	8.9
		(--)	25.48	8.3
	S _s -D3	(++)	8.82	11.3
		(-+)	15.61	11.0
		(+-)	8.50	11.5
		(--)	15.61	10.5
	S _s -F1	(++)	22.45	11.1
		(-+)	15.93	11.1
	S _s -F2	(++)	25.14	11.4
		(-+)	28.38	8.6
	S _s -F3	(++)	26.71	9.8
		(-+)	26.86	8.5
S _s -N1	(++)	7.53	6.3	
	(-+)	7.53	8.9	
②	S _s -D2	(--)	25.48	8.5
③			25.48	8.7

4.7 改良地盤

改良地盤のすべり安全率による評価結果を表 4.7-1 に示す。これらの結果から、改良地盤のすべり安全率が 1.2 以上あることを確認した。

表 4.7-1 (1) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面①)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	32.33	3.0
		(-+)	25.52	3.2
		(+-)	46.84	2.8
		(--)	14.63	3.4
	S _s -D2	(++)	13.44	3.3
		(-+)	25.29	3.1
		(+-)	8.36	3.0
		(--)	25.31	3.1
	S _s -D3	(++)	28.91	3.6
		(-+)	8.85	3.0
		(+-)	15.63	3.4
		(--)	8.85	3.3
	S _s -F1	(++)	17.27	2.9
		(-+)	20.12	3.1
	S _s -F2	(++)	35.99	3.1
		(-+)	28.22	3.3
S _s -F3	(++)	26.87	3.2	
	(-+)	26.72	3.3	
S _s -N1	(++)	7.35	3.0	
	(-+)	7.66	2.6	
②	S _s -D2	(--)	25.30	2.9
③			25.31	3.6

表 4.7-1 (2) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面①, 平均値-1σ強度)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
① (平均値- 1σ強度)	S _s -D1	(++)	32.33	3.0
		(-+)	25.52	3.1
		(+-)	46.84	2.8
		(--)	14.63	3.4
	S _s -D2	(++)	13.44	3.3
		(-+)	25.29	3.1
		(+-)	8.36	2.9
		(--)	25.31	3.1
	S _s -D3	(++)	28.91	3.5
		(-+)	8.85	3.0
		(+-)	15.63	3.4
		(--)	8.85	3.2
	S _s -F1	(++)	17.27	2.9
		(-+)	20.12	3.1
	S _s -F2	(++)	35.99	3.1
		(-+)	28.22	3.3
	S _s -F3	(++)	26.87	3.1
		(-+)	26.72	3.2
	S _s -N1	(++)	7.35	3.0
		(-+)	7.66	2.5

表 4.7-1 (3) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面②)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	32.31	3.5
		(-+)	25.50	3.4
		(+-)	46.83	3.5
		(--)	25.49	3.9
	S _s -D2	(++)	13.42	3.5
		(-+)	25.28	3.8
		(+-)	25.50	3.6
		(--)	25.30	3.7
	S _s -D3	(++)	15.59	4.3
		(-+)	29.73	4.4
		(+-)	15.60	4.2
		(--)	7.61	4.4
	S _s -F1	(++)	19.49	3.9
		(-+)	22.48	5.1
	S _s -F2	(++)	28.48	3.1
		(-+)	27.16	4.4
S _s -F3	(++)	26.84	3.8	
	(-+)	26.71	3.7	
S _s -N1	(++)	7.54	3.9	
	(-+)	7.65	2.6	
②	S _s -D2	(--)	25.29	3.6
③			25.30	3.8

表 4.7-1 (4) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面②, 平均値-1 σ 強度)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
① (平均値- 1 σ 強度)	S _s -D1	(++)	32.31	3.5
		(-+)	25.50	3.4
		(+-)	46.83	3.5
		(--)	25.49	3.8
	S _s -D2	(++)	13.42	3.5
		(-+)	25.28	3.8
		(+-)	25.50	3.5
		(--)	25.30	3.7
	S _s -D3	(++)	15.60	4.3
		(-+)	29.75	4.4
		(+-)	15.59	4.2
		(--)	7.61	4.4
	S _s -F1	(++)	19.49	3.8
		(-+)	22.48	5.1
	S _s -F2	(++)	28.48	3.1
		(-+)	27.16	4.4
	S _s -F3	(++)	26.84	3.8
		(-+)	26.71	3.7
	S _s -N1	(++)	7.54	3.9
		(-+)	7.65	2.6

表 4.7-1 (5) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面③)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	32.30	2.9
		(-+)	46.99	3.4
		(+-)	29.16	2.9
		(--)	46.97	3.5
	S _s -D2	(++)	8.31	3.3
		(-+)	13.55	3.1
		(+-)	13.44	3.1
		(--)	25.26	3.3
	S _s -D3	(++)	30.16	3.4
		(-+)	29.72	3.4
		(+-)	15.58	3.3
		(--)	29.72	3.4
	S _s -F1	(++)	19.49	3.5
		(-+)	22.69	4.2
	S _s -F2	(++)	28.48	3.2
		(-+)	27.87	3.5
	S _s -F3	(++)	26.82	3.4
		(-+)	26.72	3.3
	S _s -N1	(++)	7.40	3.7
		(-+)	7.64	2.8
②	S _s -D2	(--)	13.55	3.1
③		25.30	3.7	

表 4.7-1 (6) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面③, 平均値-1 σ 強度)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
① (平均値- 1 σ 強度)	S _s -D1	(++)	32.30	2.9
		(-+)	46.99	3.4
		(+-)	29.16	2.9
		(--)	46.97	3.4
	S _s -D2	(++)	8.31	3.2
		(-+)	13.55	3.1
		(+-)	13.44	3.1
		(--)	25.26	3.3
	S _s -D3	(++)	30.16	3.4
		(-+)	29.72	3.4
		(+-)	15.58	3.3
		(--)	29.72	3.4
	S _s -F1	(++)	19.49	3.5
		(-+)	22.69	4.1
	S _s -F2	(++)	28.48	3.2
		(-+)	27.87	3.5
	S _s -F3	(++)	26.82	3.4
		(-+)	26.72	3.3
	S _s -N1	(++)	7.40	3.7
		(-+)	7.64	2.7

表 4.7-1 (7) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面④)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	32.32	3.6
		(-+)	32.32	4.1
		(+-)	29.18	3.5
		(--)	32.33	4.0
	S _s -D2	(++)	13.47	4.0
		(-+)	13.56	3.3
		(+-)	13.45	3.9
		(--)	13.58	3.5
	S _s -D3	(++)	15.60	4.0
		(-+)	21.41	4.1
		(+-)	15.61	3.9
		(--)	29.73	4.3
	S _s -F1	(++)	19.51	4.2
		(-+)	22.43	4.5
	S _s -F2	(++)	35.96	4.5
		(-+)	27.89	4.3
	S _s -F3	(++)	26.84	3.6
		(-+)	26.74	3.9
	S _s -N1	(++)	7.56	4.2
		(-+)	7.53	3.6
②	S _s -D2	(--)	13.58	3.6
③			13.58	3.3

表 4.7-1 (8) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面④, 平均値-1 σ 強度)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
① (平均値- 1 σ 強度)	S _s -D1	(++)	32.32	3.6
		(-+)	32.32	4.1
		(+-)	29.18	3.4
		(--)	32.33	4.0
	S _s -D2	(++)	13.47	4.0
		(-+)	13.56	3.3
		(+-)	13.45	3.9
		(--)	13.58	3.5
	S _s -D3	(++)	15.60	3.9
		(-+)	21.41	4.1
		(+-)	15.61	3.9
		(--)	29.73	4.2
	S _s -F1	(++)	19.51	4.1
		(-+)	22.43	4.5
	S _s -F2	(++)	35.96	4.4
		(-+)	27.88	4.3
	S _s -F3	(++)	26.84	3.6
		(-+)	26.74	3.9
	S _s -N1	(++)	7.56	4.2
		(-+)	7.53	3.6

4.8 セメント改良土

セメント改良土のすべり安全率による評価結果を表 4.8-1 に示す。これらの結果から、セメント改良土のすべり安全率が 1.2 以上あることを確認した。

表 4.8-1 (1) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面①)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	25.52	3.8
		(-+)	32.32	4.2
		(+-)	45.06	4.0
		(--)	29.17	3.7
	S _s -D2	(++)	13.58	3.7
		(-+)	17.55	4.0
		(+-)	13.57	4.0
		(--)	13.44	3.9
	S _s -D3	(++)	21.43	4.3
		(-+)	21.34	4.7
		(+-)	7.23	4.6
		(--)	11.14	5.0
	S _s -F1	(++)	22.44	4.4
		(-+)	15.63	5.8
	S _s -F2	(++)	27.88	4.0
		(-+)	28.40	4.9
	S _s -F3	(++)	26.73	5.2
		(-+)	28.75	3.5
	S _s -N1	(++)	7.54	4.4
		(-+)	7.40	6.3
②	S _s -D2	(--)	13.48	4.3
③			13.47	3.2

表 4.8-1 (2) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面①, 平均値-1 σ 強度)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
① (平均値- 1 σ 強度)	S _s -D1	(++)	25.52	3.7
		(-+)	32.32	4.1
		(+-)	45.06	3.8
		(--)	29.17	3.5
	S _s -D2	(++)	13.58	3.5
		(-+)	17.55	3.8
		(+-)	13.57	3.8
		(--)	13.44	3.7
	S _s -D3	(++)	21.43	4.1
		(-+)	21.34	4.5
		(+-)	7.23	4.4
		(--)	11.14	4.8
	S _s -F1	(++)	22.44	4.2
		(-+)	15.63	5.5
	S _s -F2	(++)	27.88	3.9
		(-+)	28.40	4.7
	S _s -F3	(++)	26.73	5.0
		(-+)	28.75	3.3
	S _s -N1	(++)	7.54	4.3
		(-+)	7.40	6.0

表 4.8-1 (3) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面②)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	37.21	4.0
		(-+)	32.29	4.0
		(+-)	45.04	4.1
		(--)	29.14	3.8
	S _s -D2	(++)	6.82	3.5
		(-+)	24.01	4.1
		(+-)	13.55	3.9
		(--)	6.75	3.7
	S _s -D3	(++)	21.06	4.3
		(-+)	6.23	4.2
		(+-)	21.39	4.3
		(--)	15.57	3.9
	S _s -F1	(++)	22.41	4.3
		(-+)	16.51	5.6
	S _s -F2	(++)	27.85	3.7
		(-+)	28.49	5.5
	S _s -F3	(++)	28.45	5.0
		(-+)	28.73	3.7
	S _s -N1	(++)	7.52	4.5
		(-+)	7.35	6.4
②	S _s -D2	(--)	25.11	4.0
③			6.76	3.5

表 4.8-1 (4) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面②, 平均値 - 1σ 強度)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
① (平均値 - 1σ 強度)	S _s -D1	(++)	37.21	3.9
		(-+)	32.29	3.8
		(+-)	45.04	4.0
		(--)	29.14	3.6
	S _s -D2	(++)	6.82	3.4
		(-+)	24.01	3.9
		(+-)	13.55	3.7
		(--)	6.75	3.6
	S _s -D3	(++)	21.06	4.1
		(-+)	6.23	4.0
		(+-)	21.39	4.1
		(--)	15.57	3.7
	S _s -F1	(++)	22.41	4.1
		(-+)	16.51	5.4
	S _s -F2	(++)	27.85	3.6
		(-+)	28.49	5.3
	S _s -F3	(++)	28.45	4.8
		(-+)	28.73	3.6
	S _s -N1	(++)	7.52	4.3
		(-+)	7.35	6.2

表 4.8-1 (5) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面③)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	37.21	4.3
		(-+)	32.30	4.4
		(+-)	45.04	4.5
		(--)	29.16	3.8
	S _s -D2	(++)	6.82	3.9
		(-+)	17.54	4.5
		(+-)	13.55	4.4
		(--)	6.75	4.0
	S _s -D3	(++)	21.07	4.6
		(-+)	15.57	4.6
		(+-)	21.05	4.7
		(--)	15.57	4.1
	S _s -F1	(++)	22.43	4.6
		(-+)	15.57	6.4
	S _s -F2	(++)	27.86	4.2
		(-+)	31.29	6.3
	S _s -F3	(++)	28.44	5.4
		(-+)	28.74	3.6
	S _s -N1	(++)	7.52	4.3
		(-+)	7.35	6.3
②	S _s -D2	(--)	6.75	4.5
③		24.01	3.8	

表 4.8-1 (6) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面③, 平均値-1 σ 強度)

解析ケース	地震動		発生時刻(s)	最小すべり安全率
① (平均値- 1 σ 強度)	S _s -D1	(++)	37.21	4.1
		(-+)	32.30	4.3
		(+-)	45.04	4.3
		(--)	29.16	3.6
	S _s -D2	(++)	6.82	3.7
		(-+)	17.54	4.3
		(+-)	13.55	4.2
		(--)	6.75	3.8
	S _s -D3	(++)	21.07	4.4
		(-+)	15.57	4.4
		(+-)	21.05	4.5
		(--)	15.57	3.9
	S _s -F1	(++)	22.43	4.4
		(-+)	15.57	6.1
	S _s -F2	(++)	27.86	4.0
		(-+)	31.29	6.1
	S _s -F3	(++)	28.44	5.2
		(-+)	28.74	3.5
	S _s -N1	(++)	7.52	4.2
		(-+)	7.35	6.1

表 4.8-1 (7) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面④)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
①	S _s -D1	(++)	25.49	3.8
		(-+)	32.32	3.4
		(+-)	25.49	3.7
		(--)	32.32	3.5
	S _s -D2	(++)	25.31	3.8
		(-+)	8.34	3.7
		(+-)	13.57	3.8
		(--)	8.34	3.7
	S _s -D3	(++)	8.51	4.2
		(-+)	7.77	4.1
		(+-)	8.51	4.3
		(--)	15.61	4.1
	S _s -F1	(++)	20.12	4.1
		(-+)	15.93	4.2
	S _s -F2	(++)	25.14	4.3
		(-+)	28.38	3.5
	S _s -F3	(++)	26.72	3.9
		(-+)	26.85	3.5
	S _s -N1	(++)	7.53	2.8
		(-+)	7.37	4.1
②	S _s -D2	(--)	8.33	3.8
③		(--)	8.34	3.9

表 4.8-1 (8) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面④, 平均値-1 σ 強度)

解析ケース	地震動	発生時刻(s)	最小すべり安全率	
① (平均値- 1 σ 強度)	S _s -D1	(++)	25.49	3.7
		(-+)	32.32	3.3
		(+-)	25.49	3.5
		(--)	32.32	3.3
	S _s -D2	(++)	25.31	3.7
		(-+)	8.34	3.5
		(+-)	13.57	3.7
		(--)	8.34	3.6
	S _s -D3	(++)	8.51	4.0
		(-+)	7.77	4.0
		(+-)	8.51	4.1
		(--)	15.61	3.9
	S _s -F1	(++)	20.12	4.0
		(-+)	15.93	4.1
	S _s -F2	(++)	25.14	4.2
		(-+)	28.38	3.4
	S _s -F3	(++)	26.72	3.8
		(-+)	26.85	3.4
	S _s -N1	(++)	7.53	2.7
		(-+)	7.37	3.9

4.9 止水ジョイント部材の相対変位量に対する評価結果

地震時の止水ジョイント部材の相対変位量に対する照査結果を表 4.9-1 及び表 4.9-2 に示す。また、止水ジョイント部材の相対変位量評価区間を図 4.9-1 に示す。

地震時の止水ジョイント部材の相対変位量に対する照査を行った結果、相対変位量が許容限界以下であることを確認した。

なお、止水ジョイント部材の相対変位量の詳細については、「6.1.6 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。

表 4.9-1 (1) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(A 区間：構造境界部（一般部のうち突出長変化部），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29.0m)

方向	地震動	解析 ケース	地震時相対変位量 (mm)	許容限界 (mm)
軸直交方向	S _s -D2(--)	②	95.5	350
軸方向	S _s -F3(++)	②	12.3	150

表 4.9-1 (2) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(B 区間：構造境界部（一般部のうち背面補強工間），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29.0m)

方向	地震動	解析 ケース	地震時相対変位量 (mm)	許容限界 (mm)
軸直交方向	S _s -F2(++)	③	209.5	350
軸方向	S _s -N1(-+)	③	22.2	150

表 4.9-1 (3) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(C 区間：構造境界部（一般部と岩盤部の境界），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29.0m)

方向	地震動	解析 ケース	地震時相対変位量 (mm)	許容限界 (mm)
軸直交方向	S _s -F2(++)	③	209.5	350
軸方向	S _s -F2(-+)	③	14.1	150

表 4.9-1 (4) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(D 区間：構造境界部（岩盤部のうち背面補強工間），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29.0m)

方向	地震動	解析 ケース	地震時相対変位量 (mm)	許容限界 (mm)
軸直交方向	S _s -D2(++)	③	35.5	350
軸方向	S _s -N1(++)	②	2.0	150

表 4.9-1 (5) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(E 区間：構造境界部（岩盤部のうち背面補強工端部），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29. 0m)

方向	地震動	解析 ケース	地震時相対変位量 (mm)	許容限界 (mm)
軸直交方向	S s - F 3 (++)	③	52.6	350
軸方向	S s - F 3 (-+)	②	6.7	150

表 4.9-1 (6) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(F 区間：構造境界部（岩盤部のうち突出長変化部），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29. 0m)

方向	地震動	解析 ケース	地震時相対変位量 (mm)	許容限界 (mm)
軸直交方向	S s - F 3 (++)	③	52.6	350
軸方向	-*	-*	52.6	150

注記 *：保守的に軸直交方向と同等の変位量を考慮。

表 4.9-1 (7) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(G 区間：構造境界部（岩盤部のうち RC 壁との境界），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29. 0m)

方向	地震動	解析 ケース	地震時相対変位量 (mm)	許容限界 (mm)
軸直交方向	S s - F 3 (++)	③	52.6	350
軸方向	-*	-*	52.6	150

注記 *：保守的に軸直交方向と同等の変位量を考慮。

表 4.9-2 (1) ウレタンシリコン目地設置箇所地震時相対変位量

(H 区間：構造同一部（一般部のうち背面補強工内），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29. 0m)

方向	地震動	解析 ケース	地震時相対変位量 (mm)	許容限界 (mm)
軸直交方向	S s - D 1 (--)	①×③*	18.8	30
軸方向	S s - F 2 (-+)	③	1.6	6

注記 *：解析ケース①と解析ケース③の時刻歴相対変位を示す。

表 4.9-2 (2) ウレタンシリコン目地設置箇所地震時相対変位量

(I 区間：構造同一部（岩盤部のうち突出長同一部），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29. 0m)

方向	地震動	解析 ケース	地震時相対変位量 (mm)	許容限界 (mm)
軸直交方向	S s - F 3 (++)	①×③*	7.7	30
軸方向	S s - F 3 (-+)	③	1.2	6

注記 *：解析ケース①と解析ケース③の時刻歴相対変位を示す。

表 4.9-2 (3) ウレタンシリコン目地設置箇所地震時相対変位量

(J 区間：構造同一部（岩盤部のうち背面補強工内），鋼製遮水壁天端部：O.P.+29.0m)

方向	地震動	解析 ケース	地震時相対変位量 (mm)	許容限界 (mm)
軸直交方向	S s - D 2 (++)	①×③*	2.7	30
軸方向	S s - F 2 (-+)	③	1.0	6

注記 *：解析ケース①と解析ケース③の時刻歴相対変位を示す。

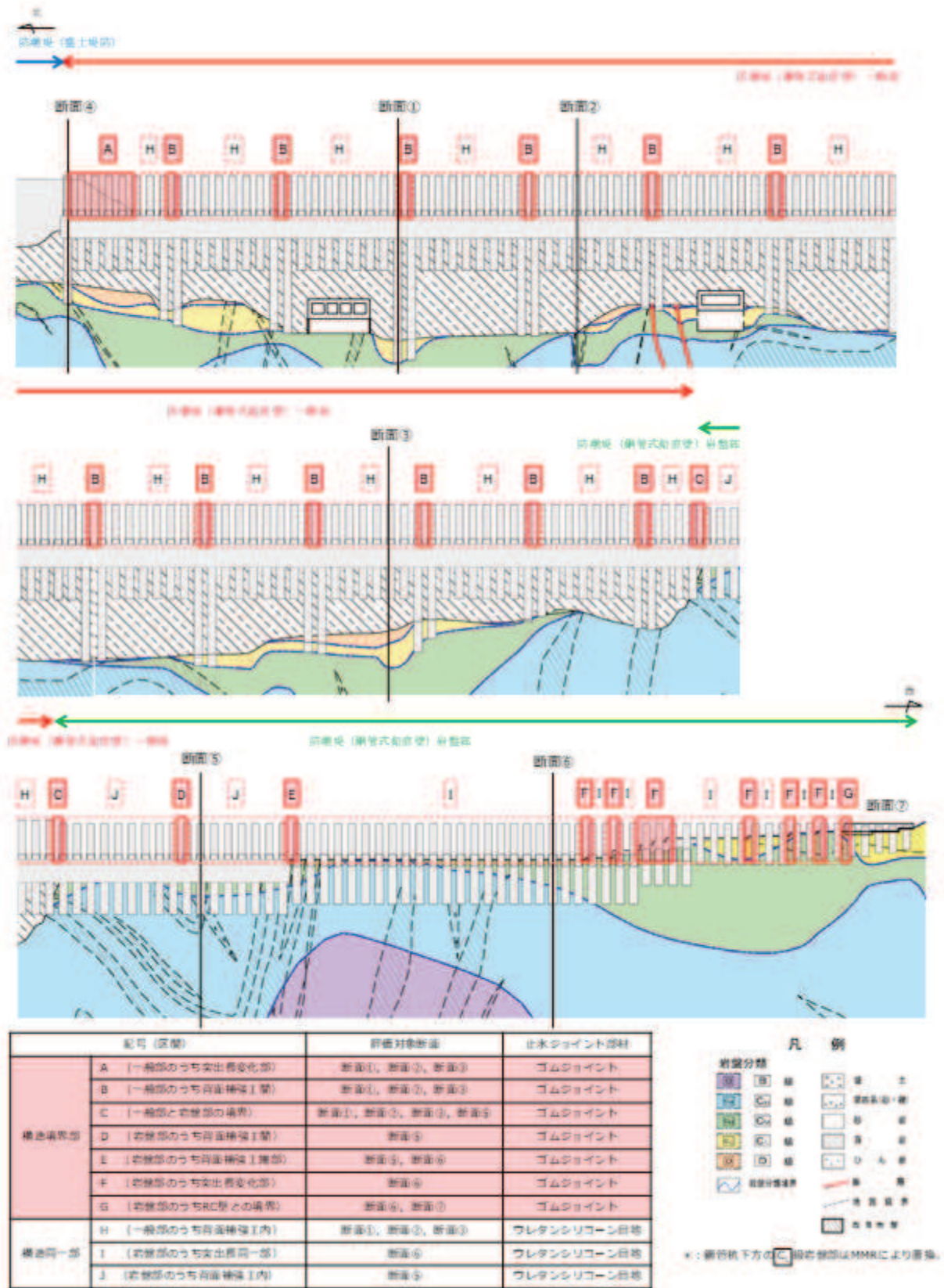


図 4.9-1 止水ジョイント部材の相対変位量評価区間

4.10 基礎地盤

基礎地盤の支持性能評価結果を表 4.10-1～表 4.10-3 に示す。

また、背面補強工及び置換コンクリートの最大接地圧分布図を図 4.10-1～図 4.10-2 に示す。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の基礎地盤に生じる最大接地圧が極限支持力度以下であることを確認した。

表 4.10-1 (1) 基礎地盤の支持性能評価結果（鋼管杭，断面①）

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D 1	(++)	1.8	11.4	0.16
		(-+)	1.6	11.4	0.15
		(+-)	1.9	11.4	0.17
		(--)	1.8	11.4	0.16
	S _s -D 2	(++)	1.5	11.4	0.14
		(-+)	1.3	11.4	0.12
		(+-)	1.6	11.4	0.15
		(--)	1.7	11.4	0.15
	S _s -D 3	(++)	1.3	11.4	0.12
		(-+)	1.2	11.4	0.11
		(+-)	1.3	11.4	0.12
		(--)	1.2	11.4	0.11
	S _s -F 1	(++)	1.6	11.4	0.15
		(-+)	1.0	11.4	0.09
	S _s -F 2	(++)	1.4	11.4	0.13
		(-+)	1.0	11.4	0.09
	S _s -F 3	(++)	1.2	11.4	0.11
		(-+)	1.6	11.4	0.15
	S _s -N 1	(++)	1.3	11.4	0.12
		(-+)	1.9	11.4	0.17
②	S _s -D 2	(--)	1.7	11.4	0.15
③			1.6	11.4	0.15

表 4.10-1 (2) 基礎地盤の支持性能評価結果 (鋼管杭, 断面②)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	1.1	11.4	0.10
		(-+)	1.0	11.4	0.09
		(+-)	1.3	11.4	0.12
		(--)	1.1	11.4	0.10
	S _s -D2	(++)	1.1	11.4	0.10
		(-+)	1.3	11.4	0.12
		(+-)	1.0	11.4	0.09
		(--)	1.3	11.4	0.12
	S _s -D3	(++)	1.0	11.4	0.09
		(-+)	0.9	11.4	0.08
		(+-)	0.9	11.4	0.08
		(--)	0.9	11.4	0.08
	S _s -F1	(++)	0.9	11.4	0.08
		(-+)	0.9	11.4	0.08
	S _s -F2	(++)	1.0	11.4	0.09
		(-+)	0.8	11.4	0.08
	S _s -F3	(++)	0.9	11.4	0.08
		(-+)	1.0	11.4	0.09
	S _s -N1	(++)	0.7	11.4	0.07
		(-+)	1.4	11.4	0.13
②	S _s -D2	(--)	1.2	11.4	0.11
③			1.5	11.4	0.14

表 4.10-1 (3) 基礎地盤の支持性能評価結果 (鋼管杭, 断面③)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	1.4	13.7	0.11
		(-+)	1.2	13.7	0.09
		(+-)	1.5	13.7	0.11
		(--)	1.1	13.7	0.09
	S _s -D2	(++)	1.5	13.7	0.11
		(-+)	1.6	13.7	0.12
		(+-)	1.5	13.7	0.11
		(--)	1.8	13.7	0.14
	S _s -D3	(++)	1.3	13.7	0.10
		(-+)	1.2	13.7	0.09
		(+-)	1.3	13.7	0.10
		(--)	1.2	13.7	0.09
	S _s -F1	(++)	1.5	13.7	0.11
		(-+)	1.0	13.7	0.08
	S _s -F2	(++)	1.5	13.7	0.11
		(-+)	1.1	13.7	0.09
	S _s -F3	(++)	1.5	13.7	0.11
		(-+)	1.7	13.7	0.13
	S _s -N1	(++)	1.1	13.7	0.09
		(-+)	2.2	13.7	0.17
②	S _s -D2	(--)	1.7	13.7	0.13
③			2.0	13.7	0.15

表 4.10-1 (4) 基礎地盤の支持性能評価結果 (鋼管杭, 断面④)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	3.3	11.4	0.29
		(-+)	3.1	11.4	0.28
		(+-)	4.4	11.4	0.39
		(--)	3.2	11.4	0.29
	S _s -D2	(++)	3.6	11.4	0.32
		(-+)	3.8	11.4	0.34
		(+-)	3.9	11.4	0.35
		(--)	4.3	11.4	0.38
	S _s -D3	(++)	2.8	11.4	0.25
		(-+)	2.6	11.4	0.23
		(+-)	2.9	11.4	0.26
		(--)	2.7	11.4	0.24
	S _s -F1	(++)	2.4	11.4	0.22
		(-+)	2.3	11.4	0.21
	S _s -F2	(++)	2.7	11.4	0.24
		(-+)	2.7	11.4	0.24
	S _s -F3	(++)	2.7	11.4	0.24
		(-+)	2.5	11.4	0.22
	S _s -N1	(++)	2.0	11.4	0.18
		(-+)	3.6	11.4	0.32
②	S _s -D2	(--)	3.9	11.4	0.35
③			4.8	11.4	0.43

表 4.10-1 (5) 基礎地盤の支持性能評価結果 (鋼管杭, 断面⑤)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
		(+-)	0.5	13.7	0.04
		(--)	0.5	13.7	0.04
	S _s -D2	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
		(+-)	0.5	13.7	0.04
		(--)	0.5	13.7	0.04
	S _s -D3	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
		(+-)	0.5	13.7	0.04
		(--)	0.5	13.7	0.04
	S _s -F1	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
	S _s -F2	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
	S _s -F3	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
	S _s -N1	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
②	S _s -D2	(-+)	0.5	13.7	0.04
③			0.5	13.7	0.04

表 4.10-1 (6) 基礎地盤の支持性能評価結果 (鋼管杭, 断面⑥)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
		(+-)	0.5	13.7	0.04
		(--)	0.5	13.7	0.04
	S _s -D2	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
		(+-)	0.5	13.7	0.04
		(--)	0.5	13.7	0.04
	S _s -D3	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
		(+-)	0.5	13.7	0.04
		(--)	0.5	13.7	0.04
	S _s -F1	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
	S _s -F2	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
	S _s -F3	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
	S _s -N1	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
②	S _s -F3	(++)	0.5	13.7	0.04
③			0.5	13.7	0.04

表 4.10-1 (7) 基礎地盤の支持性能評価結果 (鋼管杭, 断面⑦)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	0.5	3.9	0.13
		(-+)	0.5	3.9	0.13
		(+-)	0.5	3.9	0.13
		(--)	0.5	3.9	0.13
	S _s -D2	(++)	0.5	3.9	0.13
		(-+)	0.5	3.9	0.13
		(+-)	0.5	3.9	0.13
		(--)	0.5	3.9	0.13
	S _s -D3	(++)	0.5	3.9	0.13
		(-+)	0.5	3.9	0.13
		(+-)	0.5	3.9	0.13
		(--)	0.5	3.9	0.13
	S _s -F1	(++)	0.5	3.9	0.13
		(-+)	0.5	3.9	0.13
	S _s -F2	(++)	0.5	3.9	0.13
		(-+)	0.5	3.9	0.13
	S _s -F3	(++)	0.5	3.9	0.13
		(-+)	0.5	3.9	0.13
	S _s -N1	(++)	0.5	3.9	0.13
		(-+)	0.5	3.9	0.13
②	S _s -F3	(++)	0.5	3.9	0.13
③			0.5	3.9	0.13

表 4.10-2 (1) 基礎地盤の支持性能評価結果 (背面補強工、断面①)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	0.8	4.4	0.19
		(-+)	0.8	4.4	0.19
		(+-)	0.8	4.4	0.19
		(--)	0.9	4.4	0.21
	S _s -D2	(++)	0.9	4.4	0.21
		(-+)	0.9	4.4	0.21
		(+-)	0.8	4.4	0.19
		(--)	0.9	4.4	0.21
	S _s -D3	(++)	0.8	4.4	0.19
		(-+)	0.7	4.4	0.16
		(+-)	0.7	4.4	0.16
		(--)	0.7	4.4	0.16
	S _s -F1	(++)	0.8	4.4	0.19
		(-+)	0.6	4.4	0.14
	S _s -F2	(++)	0.8	4.4	0.19
		(-+)	0.7	4.4	0.16
	S _s -F3	(++)	0.7	4.4	0.16
		(-+)	0.9	4.4	0.21
	S _s -N1	(++)	0.6	4.4	0.14
		(-+)	0.7	4.4	0.16
②	S _s -D2	(--)	0.9	4.4	0.21
③			0.9	4.4	0.21

表 4.10-2 (2) 基礎地盤の支持性能評価結果 (背面補強工、断面②)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	0.8	4.4	0.19
		(-+)	0.7	4.4	0.16
		(+-)	0.8	4.4	0.19
		(--)	0.8	4.4	0.19
	S _s -D2	(++)	0.8	4.4	0.19
		(-+)	0.8	4.4	0.19
		(+-)	0.7	4.4	0.16
		(--)	0.9	4.4	0.21
	S _s -D3	(++)	0.8	4.4	0.19
		(-+)	0.7	4.4	0.16
		(+-)	0.7	4.4	0.16
		(--)	0.7	4.4	0.16
	S _s -F1	(++)	0.7	4.4	0.16
		(-+)	0.6	4.4	0.14
	S _s -F2	(++)	0.7	4.4	0.16
		(-+)	0.7	4.4	0.16
	S _s -F3	(++)	0.7	4.4	0.16
		(-+)	0.9	4.4	0.21
	S _s -N1	(++)	0.7	4.4	0.16
		(-+)	0.7	4.4	0.16
②	S _s -D2	(--)	0.9	4.4	0.21
③			0.8	4.4	0.19

表 4.10-2 (3) 基礎地盤の支持性能評価結果 (背面補強工、断面③)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	0.8	4.4	0.19
		(-+)	0.7	4.4	0.16
		(+-)	0.7	4.4	0.16
		(--)	0.8	4.4	0.19
	S _s -D2	(++)	0.9	4.4	0.21
		(-+)	0.8	4.4	0.19
		(+-)	0.8	4.4	0.19
		(--)	0.8	4.4	0.19
	S _s -D3	(++)	0.7	4.4	0.16
		(-+)	0.6	4.4	0.14
		(+-)	0.6	4.4	0.14
		(--)	0.7	4.4	0.16
	S _s -F1	(++)	0.6	4.4	0.14
		(-+)	0.6	4.4	0.14
	S _s -F2	(++)	0.6	4.4	0.14
		(-+)	0.6	4.4	0.14
	S _s -F3	(++)	0.7	4.4	0.16
		(-+)	0.8	4.4	0.19
	S _s -N1	(++)	0.6	4.4	0.14
		(-+)	0.6	4.4	0.14
②	S _s -D2	(--)	0.8	4.4	0.19
③			0.8	4.4	0.19

表 4.10-2 (4) 基礎地盤の支持性能評価結果 (背面補強工、断面④)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	1.4	4.4	0.32
		(-+)	1.3	4.4	0.30
		(+-)	1.5	4.4	0.35
		(--)	1.3	4.4	0.30
	S _s -D2	(++)	1.4	4.4	0.32
		(-+)	1.5	4.4	0.35
		(+-)	1.4	4.4	0.32
		(--)	1.5	4.4	0.35
	S _s -D3	(++)	1.2	4.4	0.28
		(-+)	1.2	4.4	0.28
		(+-)	1.2	4.4	0.28
		(--)	1.2	4.4	0.28
	S _s -F1	(++)	1.2	4.4	0.28
		(-+)	1.2	4.4	0.28
	S _s -F2	(++)	1.3	4.4	0.30
		(-+)	1.2	4.4	0.28
	S _s -F3	(++)	1.2	4.4	0.28
		(-+)	1.2	4.4	0.28
	S _s -N1	(++)	1.0	4.4	0.23
		(-+)	1.4	4.4	0.32
②	S _s -D2	(--)	1.5	4.4	0.35
③			1.3	4.4	0.30

表 4.10-2 (5) 基礎地盤の支持性能評価結果 (背面補強工、断面⑤)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
		(+-)	0.5	13.7	0.04
		(--)	0.5	13.7	0.04
	S _s -D2	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
		(+-)	0.5	13.7	0.04
		(--)	0.5	13.7	0.04
	S _s -D3	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
		(+-)	0.5	13.7	0.04
		(--)	0.5	13.7	0.04
	S _s -F1	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.4	13.7	0.03
	S _s -F2	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.4	13.7	0.03
	S _s -F3	(++)	0.5	13.7	0.04
		(-+)	0.5	13.7	0.04
	S _s -N1	(++)	0.4	13.7	0.03
		(-+)	0.4	13.7	0.03
②	S _s -D2	(-+)	0.5	13.7	0.04
③			0.5	13.7	0.04

表 4.10-3 (1) 基礎地盤の支持性能評価結果 (置換コンクリート、断面①)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	4.0	11.4	0.36
		(-+)	3.9	11.4	0.35
		(+-)	3.9	11.4	0.35
		(--)	4.1	11.4	0.36
	S _s -D2	(++)	3.8	11.4	0.34
		(-+)	3.9	11.4	0.35
		(+-)	3.6	11.4	0.32
		(--)	4.1	11.4	0.36
	S _s -D3	(++)	3.6	11.4	0.32
		(-+)	3.1	11.4	0.28
		(+-)	3.3	11.4	0.29
		(--)	3.4	11.4	0.30
	S _s -F1	(++)	3.5	11.4	0.31
		(-+)	3.4	11.4	0.30
	S _s -F2	(++)	3.9	11.4	0.35
		(-+)	3.3	11.4	0.29
	S _s -F3	(++)	3.6	11.4	0.32
		(-+)	3.8	11.4	0.34
	S _s -N1	(++)	4.6	11.4	0.41
		(-+)	3.6	11.4	0.32
②	S _s -D2	(--)	4.3	11.4	0.38
③			3.7	11.4	0.33

表 4.10-3 (2) 基礎地盤の支持性能評価結果 (置換コンクリート、断面②)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	3.3	11.4	0.29
		(-+)	3.4	11.4	0.30
		(+-)	3.0	11.4	0.27
		(--)	3.4	11.4	0.30
	S _s -D2	(++)	3.2	11.4	0.29
		(-+)	3.3	11.4	0.29
		(+-)	3.1	11.4	0.28
		(--)	3.5	11.4	0.31
	S _s -D3	(++)	3.2	11.4	0.29
		(-+)	2.7	11.4	0.24
		(+-)	2.8	11.4	0.25
		(--)	2.8	11.4	0.25
	S _s -F1	(++)	2.7	11.4	0.24
		(-+)	3.1	11.4	0.28
	S _s -F2	(++)	2.9	11.4	0.26
		(-+)	3.5	11.4	0.31
	S _s -F3	(++)	3.3	11.4	0.29
		(-+)	3.1	11.4	0.28
	S _s -N1	(++)	3.7	11.4	0.33
		(-+)	3.3	11.4	0.29
②	S _s -D2	(--)	3.5	11.4	0.31
③			3.4	11.4	0.30

表 4.10-3 (3) 基礎地盤の支持性能評価結果 (置換コンクリート、断面③)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	2.6	13.7	0.19
		(-+)	2.6	13.7	0.19
		(+-)	2.4	13.7	0.18
		(--)	2.8	13.7	0.21
	S _s -D2	(++)	2.8	13.7	0.21
		(-+)	2.6	13.7	0.19
		(+-)	2.6	13.7	0.19
		(--)	2.7	13.7	0.20
	S _s -D3	(++)	2.4	13.7	0.18
		(-+)	2.3	13.7	0.17
		(+-)	2.4	13.7	0.18
		(--)	2.4	13.7	0.18
	S _s -F1	(++)	2.1	13.7	0.16
		(-+)	2.4	13.7	0.18
	S _s -F2	(++)	2.4	13.7	0.18
		(-+)	2.3	13.7	0.17
	S _s -F3	(++)	2.8	13.7	0.21
		(-+)	2.7	13.7	0.20
	S _s -N1	(++)	3.0	13.7	0.22
		(-+)	2.6	13.7	0.19
②	S _s -D2	(--)	2.8	13.7	0.21
③			2.7	13.7	0.20

表 4.10-3 (4) 基礎地盤の支持性能評価結果 (置換コンクリート、断面④)

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①	S _s -D1	(++)	2.6	11.4	0.23
		(-+)	2.2	11.4	0.20
		(+-)	2.7	11.4	0.24
		(--)	2.3	11.4	0.21
	S _s -D2	(++)	2.6	11.4	0.23
		(-+)	2.5	11.4	0.22
		(+-)	2.5	11.4	0.22
		(--)	2.5	11.4	0.22
	S _s -D3	(++)	2.2	11.4	0.20
		(-+)	2.1	11.4	0.19
		(+-)	2.4	11.4	0.22
		(--)	2.1	11.4	0.19
	S _s -F1	(++)	2.1	11.4	0.19
		(-+)	2.1	11.4	0.19
	S _s -F2	(++)	2.6	11.4	0.23
		(-+)	2.2	11.4	0.20
	S _s -F3	(++)	2.5	11.4	0.22
		(-+)	2.3	11.4	0.21
	S _s -N1	(++)	2.6	11.4	0.23
		(-+)	3.1	11.4	0.28
②	S _s -D2	(--)	2.7	11.4	0.24
③			2.4	11.4	0.22

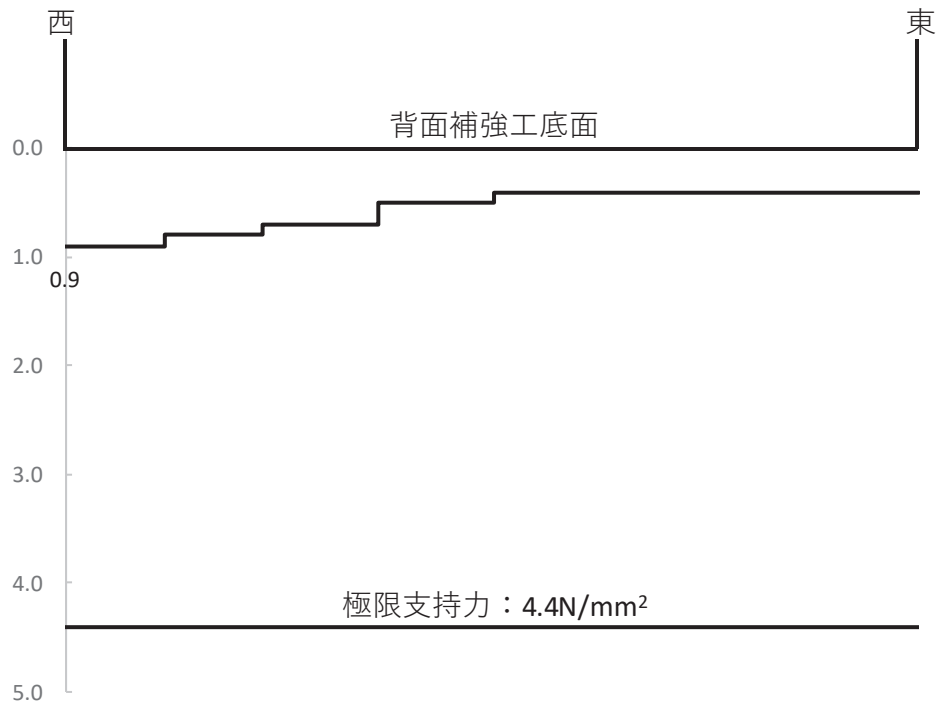


図 4.10-1 (1) 支持地盤の接地圧分布図 (断面①, 背面補強工)
 (S s - D 1 (+-))
 解析ケース① : 基本ケース

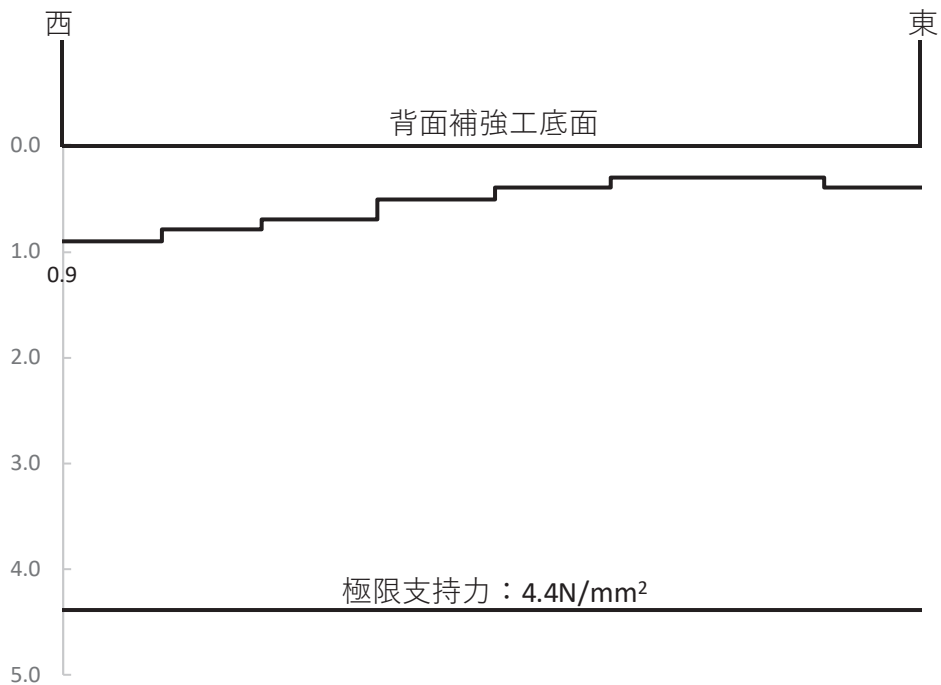


図 4.10-1 (2) 支持地盤の接地圧分布図 (断面②, 背面補強工)
 (S s - F 3 (-+))
 解析ケース① : 基本ケース

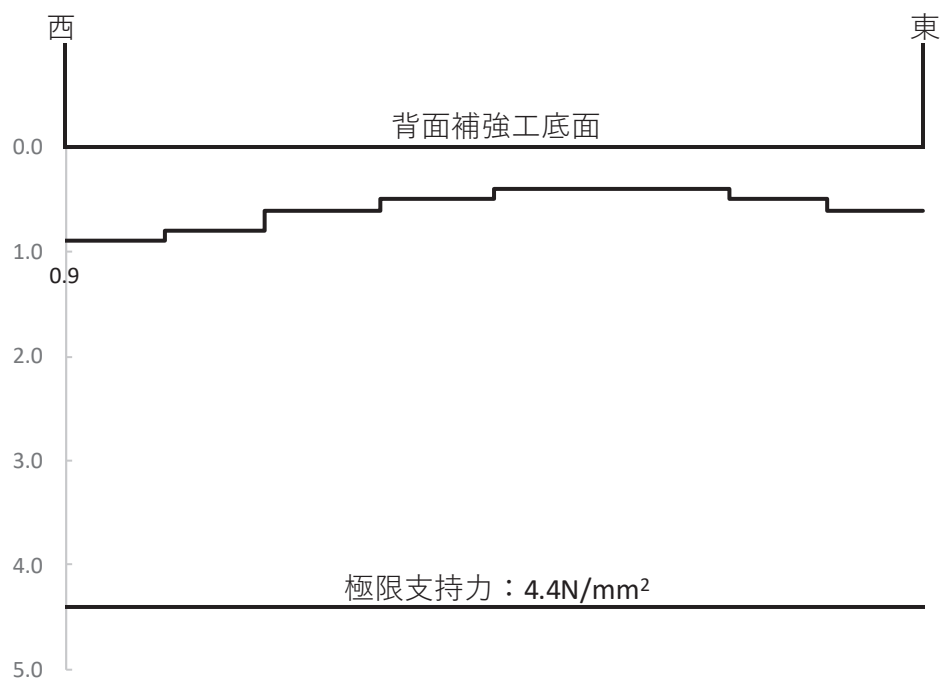


図 4.10-1 (3) 支持地盤の接地圧分布図 (断面③, 背面補強工)
 (S_s-D2 (++))
 解析ケース①: 基本ケース

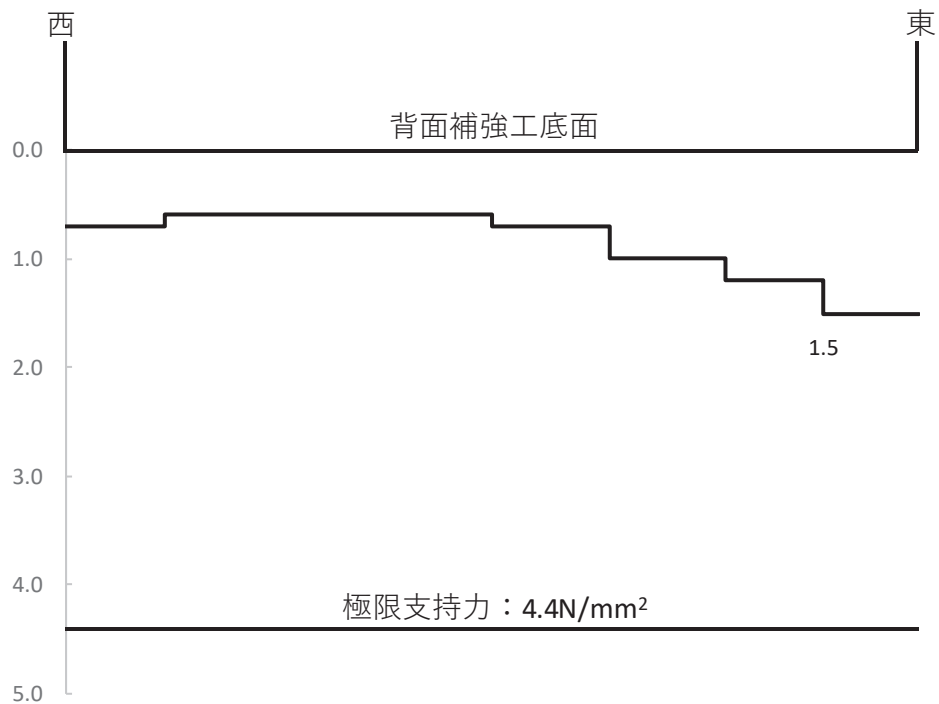


図 4.10-1 (4) 支持地盤の接地圧分布図 (断面④, 背面補強工)
 (S_s-D2 (--))
 解析ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 + 1σ)

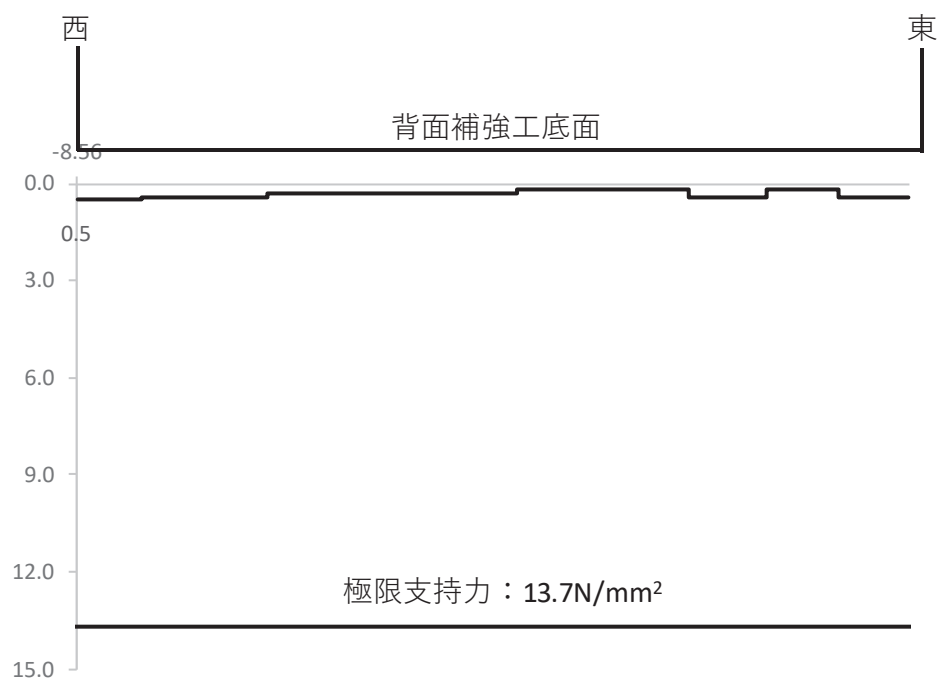


図 4.10-1 (5) 支持地盤の接地圧分布図 (断面⑤, 背面補強工)
 (S_s-F3 (-+))
 解析ケース①: 基本ケース

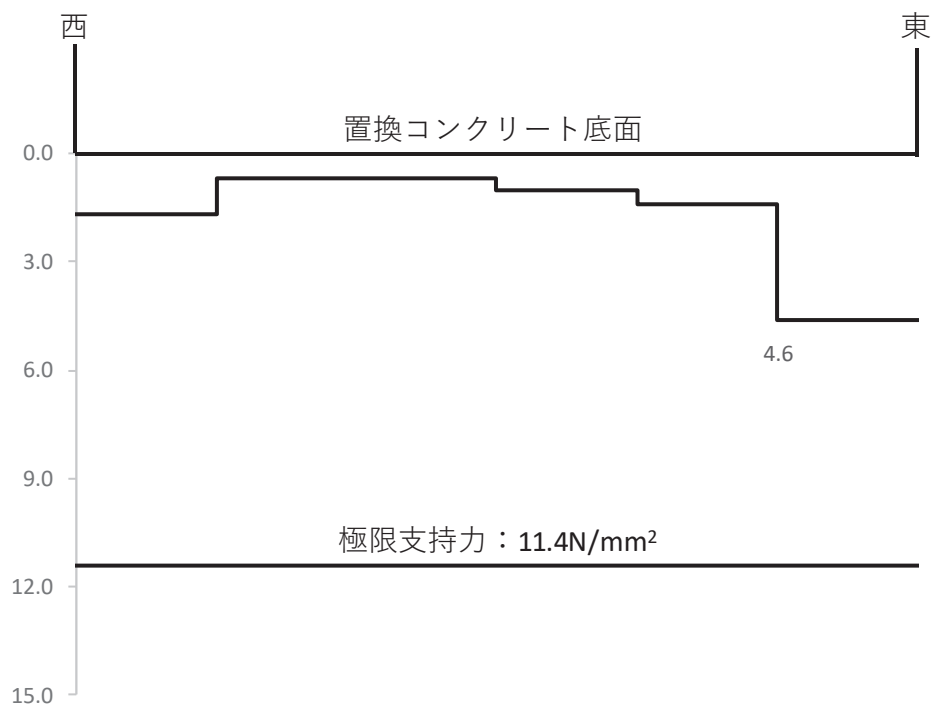


図 4.10-2 (1) 支持地盤の接地圧分布図 (断面①, 置換コンクリート)
 (S_s-N1 (++))
 解析ケース①: 基本ケース

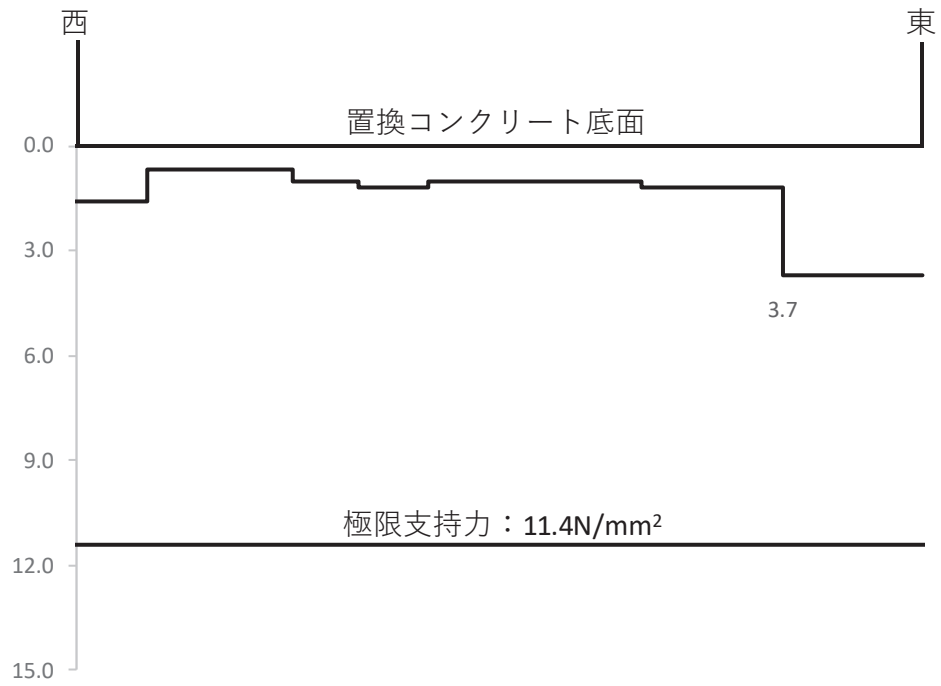


図 4.10-2 (2) 支持地盤の接地圧分布図 (断面②, 置換コンクリート)
 (S s - N 1 (++))
 解析ケース① : 基本ケース

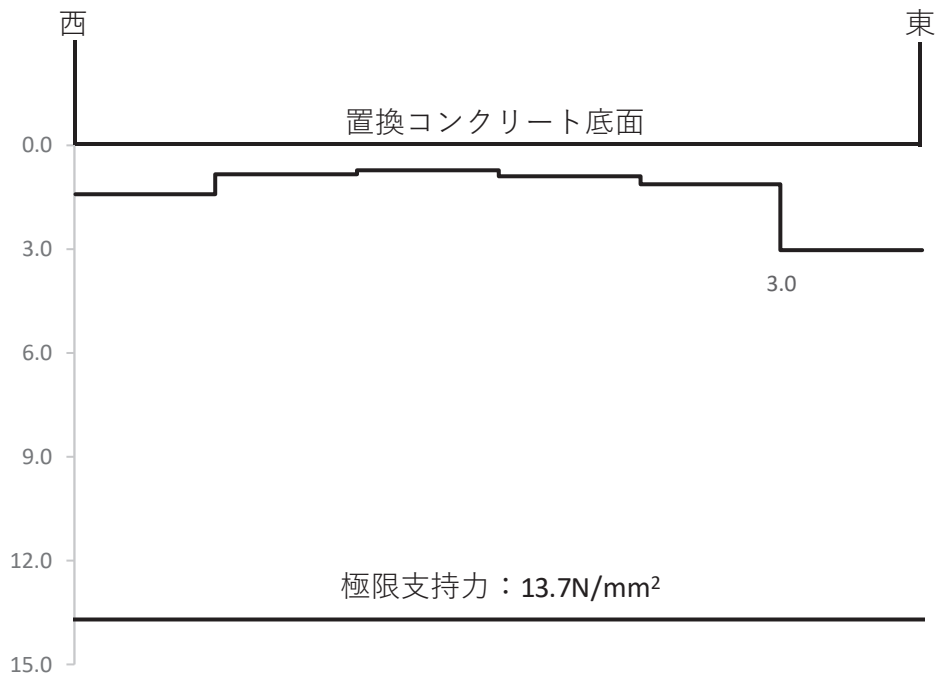


図 4.10-2 (3) 支持地盤の接地圧分布図 (断面③, 置換コンクリート)
 (S s - N 1 (++))
 解析ケース① : 基本ケース

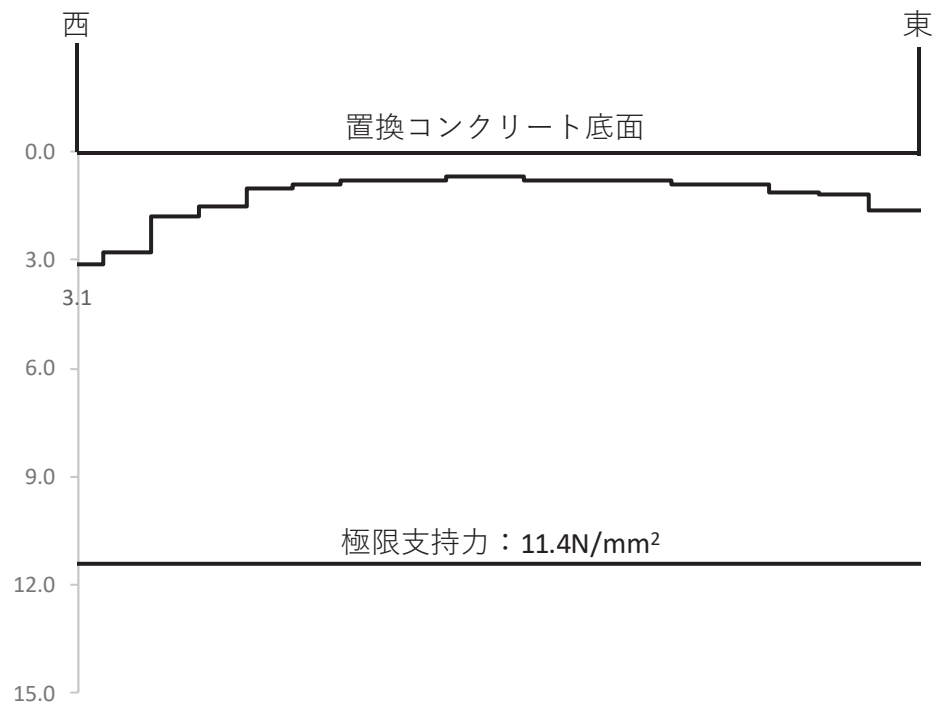


図 4.10-2 (4) 支持地盤の接地圧分布図 (断面④, 置換コンクリート)
 (S s - N 1 (-+))
 解析ケース①: 基本ケース

5. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性に関する影響検討

5.1 コンクリートの剛性の影響について

(1) 概要

防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、遡上波が敷地に流入することを防止するために設置するものであり、新設構造物である。

新設構造物については、「補足 610-20 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」に示すとおり、許容応力度法による設計を行うなど、裕度を確保した設計とすることから、材料物性のばらつきを考慮した構造解析は実施しないこととし、「3.2 解析方法」に示すとおり、背面補強工及び置換コンクリートの材料物性のばらつきは考慮せずに耐震評価を行っている。

一方で、設置変更許可申請時に方針を示したとおり、背面補強工及び置換コンクリートの材料物性のばらつきが、どの程度防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性の影響を与えるか検討した。

(2) 評価方針

a. 評価方針

評価対象断面、評価部位及び入力地震動については、「4. 評価結果」から解析ケース①（基本ケース）の結果において、照査値が最も厳しい「断面②、鋼管杭，S s - D 2（-））」とする。

断面②の地震応答解析モデルを図 5.1-1 に示す。

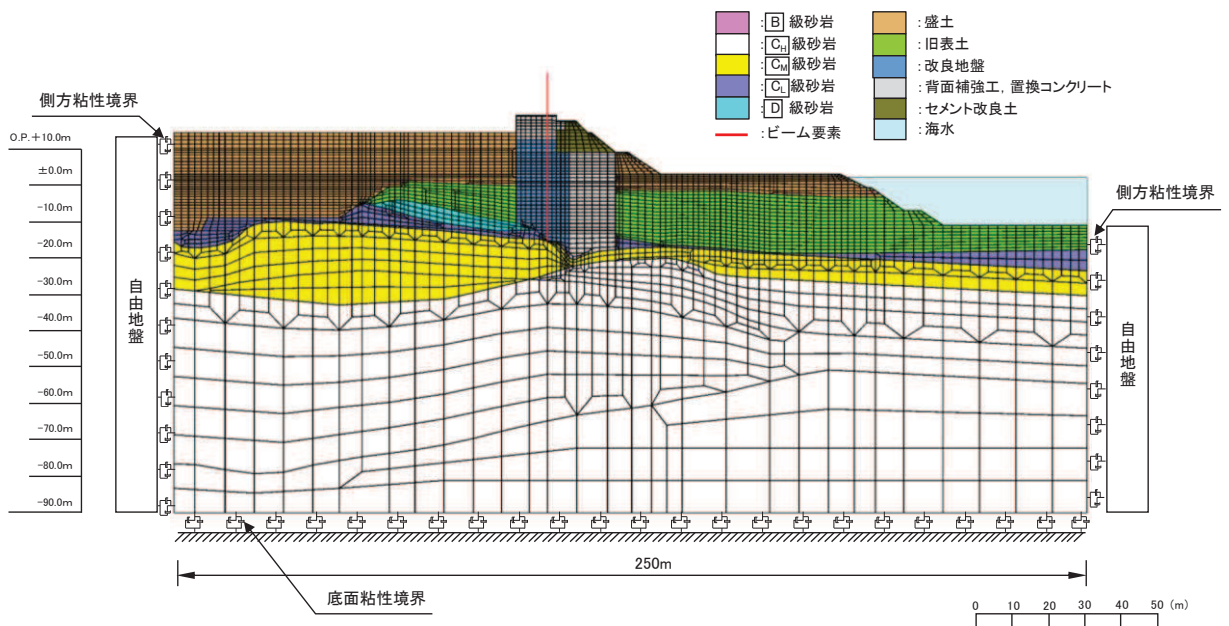


図 5.1-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の断面②の地震応答解析モデル

また、影響検討を行う解析ケースを表 5.1-1 に示す。材料物性（コンクリート）に対して構造物の実強度に基づく圧縮強度を設定した解析ケース④を実施する。

なお、表 5.1-1 に示す解析ケース①～③については、「4. 評価結果」にて評価を実施している。

表 5.1-1 解析ケース（防潮堤（鋼管式鉛直壁））

解析ケース	材料物性 (コンクリート) (E_0 : ヤング係数)	地盤物性	
		旧表土, 盛土, D級岩盤 セメント改良土, 改良地盤 (G_0 : 初期せん断弾性係数)	C1級岩盤, C2級岩盤 C3級岩盤, B級岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース①*1 (基本ケース)	設計基準強度	平均値	平均値
ケース②*1	設計基準強度	平均値 + 1 σ	平均値
ケース③*1	設計基準強度	平均値 - 1 σ	平均値
ケース④	実強度に基づく 圧縮強度*2	平均値	平均値

注記*1: 「4. 評価結果」にて評価済み。

*2: 新設構造物のため推定した圧縮強度とする。

b. 新設構造物の圧縮強度の設定について

圧縮強度の設定に当たっては、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N 原子力発電所における鉄筋コンクリート工事（日本建築学会，2013）」（以下「JASS 5N」という。）による方法，及び「日本原子力学会標準 原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準（日本原子力学会，2015）」（以下「日本原子力学会標準」という。）による方法を比較し，保守的な配慮として圧縮強度が大きい方の値を採用する。

(a) JASS 5N による圧縮強度の設定方法

JASS 5N の方法により推定される調合強度は，算定式の違い（以下に示す「式(1)」及び「式(2)」）から 2 つの値が得られるが，圧縮強度の推定値は大きい方の値とする。

JASS 5N による圧縮強度の設定方法を以下に示す。

イ. コンクリートの調合強度の算定

コンクリートの調合強度は，コンクリートの調合管理強度と構造体コンクリートの強度管理用供試体の圧縮強度の標準偏差を用いて算定する。

調合強度は，次の式(1)及び式(2)を満足するように定める。

$$F \geq F_m + 1.73 \sigma \quad \text{式(1)}$$

$$F \geq 0.85F_m + 3 \sigma \quad \text{式(2)}$$

ここに F : コンクリートの調合強度 (N/mm^2)

F_m^{*1} : コンクリートの調合管理強度 (N/mm²)

σ^{*2} : 構造体コンクリートの強度管理用供試体の圧縮強度の標準偏差 (N/mm²)

注記*1 : 以下の「ロ. コンクリートの調合管理強度の算定」に示す方法により求める。

*2 : σ は以下に示す 2 つの方法により定めるが、設計上の配慮として圧縮強度が大きい方の値を採用する。

a. σ の値が工事の実績から類推できる場合はその値とする。表 5.1-2 に防潮堤（鋼管式鉛直壁）背面補強工の値を示す。

b. 工事の実績がなく、工事初期で σ の値が未知の場合は 3.5N/mm² もしくは $0.1(F_q + {}_mS_n)^{*3}$ の大きい方の値とする。

*3 : F_q はコンクリートの品質基準強度（設計基準強度もしくは 24N/mm² のうち大きい方の値）、 ${}_mS_n$ は標準養生した供試体の材齢 m 日における圧縮強度と構造体コンクリートの材齢 n 日における圧縮強度との差によるコンクリート強度の補正值を示す。

表 5.1-2 工事实績より類推する標準偏差 (σ)

構造物名称	防潮堤（鋼管式鉛直壁）背面補強工*
セメントの種類	フライアッシュ B 種
設計基準強度 (N/mm ²)	30
材齢 (日)	91
標準偏差 σ (N/mm ²)	2.15

注記* : 2015～2016 年の工事实績

ロ. コンクリートの調合管理強度の算定

コンクリートの調合管理強度は、コンクリートの品質基準強度（設計基準強度もしくは 24N/mm² のうち大きい方の値）とコンクリート強度の補正值から算定する。

$$F_m \geq F_q + {}_mS_n$$

ここに F_m : コンクリートの調合管理強度 (N/mm²)

F_q^{*1} : コンクリートの品質基準強度 (N/mm²)

${}_mS_n^{*2}$: 標準養生した供試体の材齢 m 日における圧縮強度と、構造体コンクリートの材齢 n 日における圧縮強度との差によるコンクリート強度の補正值を示す (N/mm²)。ただし、 ${}_mS_n$ は 0 以上の値とする。

注記*1 : 設計基準強度もしくは 24N/mm² のうち大きい方の値を採用する。

*2 : ${}_mS_n$ は図 1-1 を参照して定めるが、圧縮強度が大きくなるよう 6 を採用する。

表 5.1 構造体強度補正值 $_{28}S_{91}$ の標準値

セメントの種類	コンクリートの打込みから材齢 28 日までの予想平均養生温度 (°C)	
	$8 \leq \theta$	$0 \leq \theta < 8$
普通ポルトランドセメント	$8 \leq \theta$	$0 \leq \theta < 8$
フライアッシュセメント B 種	$9 \leq \theta$	$0 \leq \theta < 9$
中庸熱ポルトランドセメント	$11 \leq \theta$	$0 \leq \theta < 11$
中庸熱フライアッシュセメント	$11 \leq \theta$	$0 \leq \theta < 11$
低熱ポルトランドセメント	$14 \leq \theta$	$0 \leq \theta < 14$
構造体強度補正值 $_{28}S_{91}$ (N/mm ²)	3	6

[注] 普通ポルトランドセメントおよびフライアッシュセメント B 種においては、暑中コンクリート工事の適用期間中は、補正值は 6N/mm²とする。

図 5.1-2 構造体強度補正值の $_{28}S_{91}$ の標準値 (JASS 5N に加筆)

コンクリートの調合管理強度及び調合強度の算定を踏まえ、式(1)及び式(2)から算定される調合強度のうち大きい方の値を JASS 5N により算定される圧縮強度とする。

(b) 日本原子力学会標準による圧縮強度の設定方法

日本原子力学会標準に示す「コンクリート実強度の標準的なデータベース」に基づき、圧縮強度を設定する。「コンクリート実強度の標準的なデータベース」には、原子力発電所施設を対象に実機の 13 週管理コンクリートの実強度について調査・検討した結果が図 5.1-3 のとおり整理されている。

図 5.1-3 に示すとおり、コンクリートの打設から 1 年後の実強度は、設計基準強度の 1.40 倍 (平均値) であることに基づき、設計基準強度の 1.40 倍を日本原子力学会標準により算定される圧縮強度として設定する。

表 BZ.2 コンクリート実強度の統計値

	統計値	
	平均値	変動係数
13週シリンダー強度/設計基準強度 (13週管理)	1.35	0.07
1年シリンダー強度/13週シリンダー強度	1.1	—
実強度(1年)/1年シリンダー強度	0.95	0.11
実強度(1年)/設計基準強度(13週管理)	1.40	0.13

図 5.1-3 コンクリート実強度の統計値 (日本原子力学会標準に加筆)

(c) 新設する構造物に設定する圧縮強度について

新設する構造物のコンクリートの圧縮強度は、JASS 5Nにより算定される圧縮強度と日本原子力学会標準により算定される圧縮強度のうち大きい方の値を採用する。置換コンクリートで設定する圧縮強度を表 5.1-3 に示す。

なお、同等の配合となる防潮堤（鋼管式鉛直壁）背面補強工は施工済であることから、「1. (1) コンクリートの調合強度の算定（注記*2）」の「a.」及び「b.」に示す方法のうち大きい方の値を標準偏差 σ として定め、圧縮強度を推定した。

表 5.1-3 新設する構造物に設定する圧縮強度

	置換コンクリート 背面補強工
セメントの種類	フライアッシュ B 種
設計基準強度 (N/mm ²)	30
圧縮強度① (N/mm ²) *1	<u>42.2</u>
圧縮強度② (N/mm ²) *2	42.0
圧縮強度の採用値 (N/mm ²) *3	<u>42.2</u>

注記*1：JASS 5Nにより推定される圧縮強度

*2：日本原子力学会標準により推定される圧縮強度

*3：下線：圧縮強度①と圧縮強度②を比較して大きい方の値

(3) 評価結果

材料物性（コンクリート）のばらつきによる評価結果を表 5.1-4 及び表 5.1-5 に示す。本検討の結果、材料物性（コンクリート）のばらつきの影響が小さいことを確認した。

表 5.1-4 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値（断面②，S_s-D2（--））

解析 ケース	杭種	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s/σ_{sa}
①*	A	10481	586	123	247	0.50
②*	A	10728	537	126	247	0.52
③*	A	10106	536	118	247	0.48
④	A	10651	494	124	247	0.51

注記*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-5 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値（断面②， $S_s - D2$ （—））

解析 ケース	杭種	せん断力 (kN)	せん断応力度 τ_s (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{sa} (N/mm ²)	照査値 τ_s / τ_{sa}
①*	C	7946	61	217	0.29
②*	C	8130	62	217	0.29
③*	C	7684	59	217	0.28
④	C	8191	63	217	0.30

注記*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-6 背面補強工のすべり安全率

解析 ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安 全率
①*	6.92	21.0
②*	6.91	20.3
③*	6.92	21.8
④	6.92	20.5

注記*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-7 置換コンクリートのすべり安全率

解析 ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安 全率
①*	25.49	5.3
②*	25.48	5.2
③*	25.49	5.6
④	25.49	5.3

注記*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-8 改良地盤のすべり安全率

解析 ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安 全率
①*	25.30	3.7
②*	25.29	3.6
③*	25.30	3.8
④	25.30	3.6

注記*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-9 セメント改良土のすべり安全率

解析 ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安 全率
①*	6.75	3.7
②*	25.11	4.0
③*	6.76	3.5
④	6.75	3.8

注記*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-10(1) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値（鋼管杭）

解析 ケース	最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①*	1.3	11.4	0.12
②*	1.2	11.4	0.11
③*	1.5	11.4	0.14
④	1.3	11.4	0.12

注記*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-10 (2) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値（背面補強工）

解析 ケース	最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①*	0.9	4.4	0.21
②*	0.9	4.4	0.21
③*	0.8	4.4	0.19
④	0.9	4.4	0.21

注記*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-10 (3) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値（置換コンクリート）

解析 ケース	最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
①*	3.5	11.4	0.31
②*	3.5	11.4	0.31
③*	3.4	11.4	0.30
④	3.5	11.4	0.31

注記*：「4. 評価結果」の値を再掲。

5.2 防潮堤前面背面での地下水位差の影響検討について

(1) 概要

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の設計用地下水位については、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に従い、表 3-7 に示すとおり設定している。

一方、地下水位低下設備は余裕を持った設計を行っており、防潮堤（鋼管式鉛直壁）よりも山側の地下水位は設計用地下水位よりも低くなり、海側の地下水位と水位差が生じる可能性がある。

そのため、防潮堤（鋼管式鉛直壁）よりも山側と海側の地下水位に高低差を設定した場合の検討を行い、地下水位に高低差を与えた場合の耐震性に与える影響を確認する。

(2) 評価方針

評価対象断面、評価部位及び入力地震動については、「4. 評価結果」から解析ケース①（基本ケース）の結果において、照査値が最も厳しい「断面②，鋼管杭，S s - D 2（-））」とする。

また、検討用の地下水位として、防潮堤よりも山側の地下水位を岩盤表面、海側を O. P. +1.43m（朔望平均満潮位）とし、地下水位の水頭差に応じた静水圧を置換コンクリートの側面に考慮する。検討用の地下水位を反映した断面②の解析モデルを図 5.2-1 に示す。

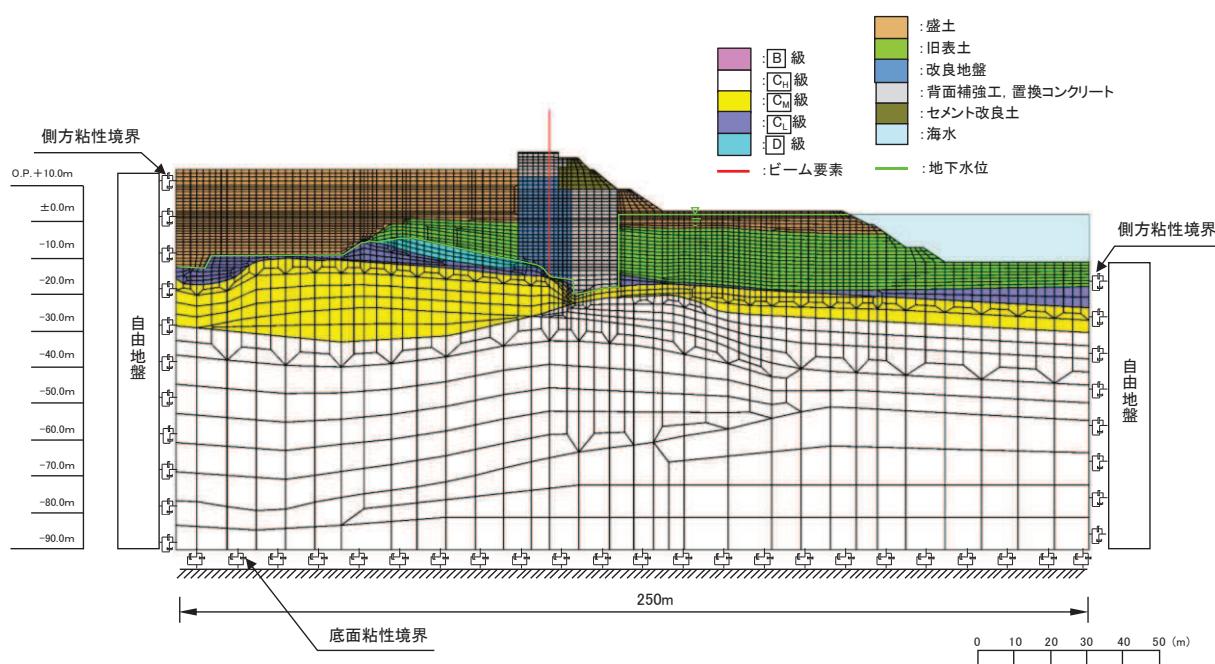


図 5.2-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の断面②の地震応答解析モデル（地下水位高低差あり）

また、影響検討を行う解析ケースについては、表 5.2-1 に示す解析ケース①（基本ケース）に対して地下水位高低差を考慮する。

表 5.2-1 解析ケース

地下 水位	解析ケース	材料物性 (コンクリート) (E_0 : ヤング係数)	地盤物性	
			旧表土, 盛土, D級岩盤, セメント改良土, 改良地盤 (G_0 : 初期せん断弾性係数)	C ₁ 級岩盤, C ₂ 級岩盤, C ₃ 級岩盤, B級岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
高低差 無	ケース①* ¹ (基本ケース)	設計基準強度	平均値	平均値
	ケース②* ¹	設計基準強度	平均値 + 1 σ	平均値
	ケース③* ¹	設計基準強度	平均値 - 1 σ	平均値
高低差 有	ケース①* ²	設計基準強度	平均値	平均値

注記* 1 : 「4. 評価結果」にて評価済

注記* 2 : 今回検討

(3) 評価結果

地下水位に高低差を設けた場合の評価結果を表 5.2-2 及び表 5.2-3 に示す。

本検討の結果、地下水位に高低差を設けた場合の評価は設計用地下水位とした場合と大きな差異は無く、その影響が小さいことを確認した。

表 5.2-2 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面②, S_s-D2 (---))

地下 水位	解析 ケース	杭種	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ圧縮 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
高低差 無	①*	A	10481	586	123	247	0.50
	②*	A	10728	537	126	247	0.52
	③*	A	10106	536	118	247	0.48
高低差 有	①	A	11083	571	130	247	0.53

注記* : 「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-3 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値（断面②， S_s-D2 （--））

地下 水位	解析 ケース	杭種	せん断力 (kN)	せん断応力度 τ_s (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{sa} (N/mm ²)	照査値 τ_s / τ_{sa}
高低差 無	①*	C	7946	61	217	0.29
	②*	C	8130	62	217	0.29
	③*	C	7684	59	217	0.28
高低差 有	①	C	8417	64	217	0.30

注記*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-4 背面補強工のすべり安全率（断面②， S_s-D2 （--））

地下 水位	解析 ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安 全率
高低差 無	①*	6.92	21.0
	②*	6.91	20.3
	③*	6.92	21.8
高低差 有	①	6.92	19.8

注記*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-5 置換コンクリートのすべり安全率（断面②， S_s-D2 （--））

地下 水位	解析 ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安 全率
高低差 無	①*	25.49	5.3
	②*	25.48	5.2
	③*	25.49	5.6
高低差 有	①	25.48	5.5

注記*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-6 改良地盤のすべり安全率 (断面②, S s - D 2 (- -))

地下 水位	解析 ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安 全率
高低差 無	①*	25.30	3.7
	②*	25.29	3.6
	③*	25.30	3.8
高低差 有	①	13.55	3.3

注記* : 「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-7 セメント改良土のすべり安全率 (断面②, S s - D 2 (- -))

地下 水位	解析 ケース	発生時刻 (s)	最小すべり安 全率
高低差 無	①*	6.75	3.7
	②*	25.11	4.0
	③*	6.76	3.5
高低差 有	①	25.12	3.6

注記* : 「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-8(1) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値 (鋼管杭, 断面②, S s - D 2 (- -))

地下 水位	解析 ケース	最大接地圧 R_a (N/mm ²)	極限支持力 R_{ua} (N/mm ²)	照査値 R_a/R_{ua}
高低差 無	①*	1.3	11.4	0.12
	②*	1.2	11.4	0.11
	③*	1.5	11.4	0.14
高低差 有	①	1.0	11.4	0.09

注記* : 「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-8(2) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値
 (背面補強工, 断面②, S_s-D2 (—))

地下 水位	解析 ケース	最大接地圧 R _a (N/mm ²)	極限支持力 R _{u a} (N/mm ²)	照査値 R _a /R _{u a}
高低差 無	①*	0.9	4.4	0.21
	②*	0.9	4.4	0.21
	③*	0.8	4.4	0.19
高低差 有	①	0.9	4.4	0.21

注記* : 「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-8(3) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値
 (置換コンクリート, 断面②, S_s-D2 (—))

地下 水位	解析 ケース	最大接地圧 R _a (N/mm ²)	極限支持力 R _{u a} (N/mm ²)	照査値 R _a /R _{u a}
高低差 無	①*	3.5	11.4	0.31
	②*	3.5	11.4	0.31
	③*	3.4	11.4	0.30
高低差 有	①	3.2	11.4	0.31

注記* : 「4. 評価結果」の値を再掲。

5.3 断層交差部による影響検討について

(1) 概要

「5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について」において、防潮堤（鋼管式鉛直壁）と交差する断層の影響を確認する方針としている。

図 5.3-1 に示すとおり、防潮堤（鋼管式鉛直壁）の直下を SF-2 断層が横断することから、SF-2 断層の変形が防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性に与える影響を確認する。

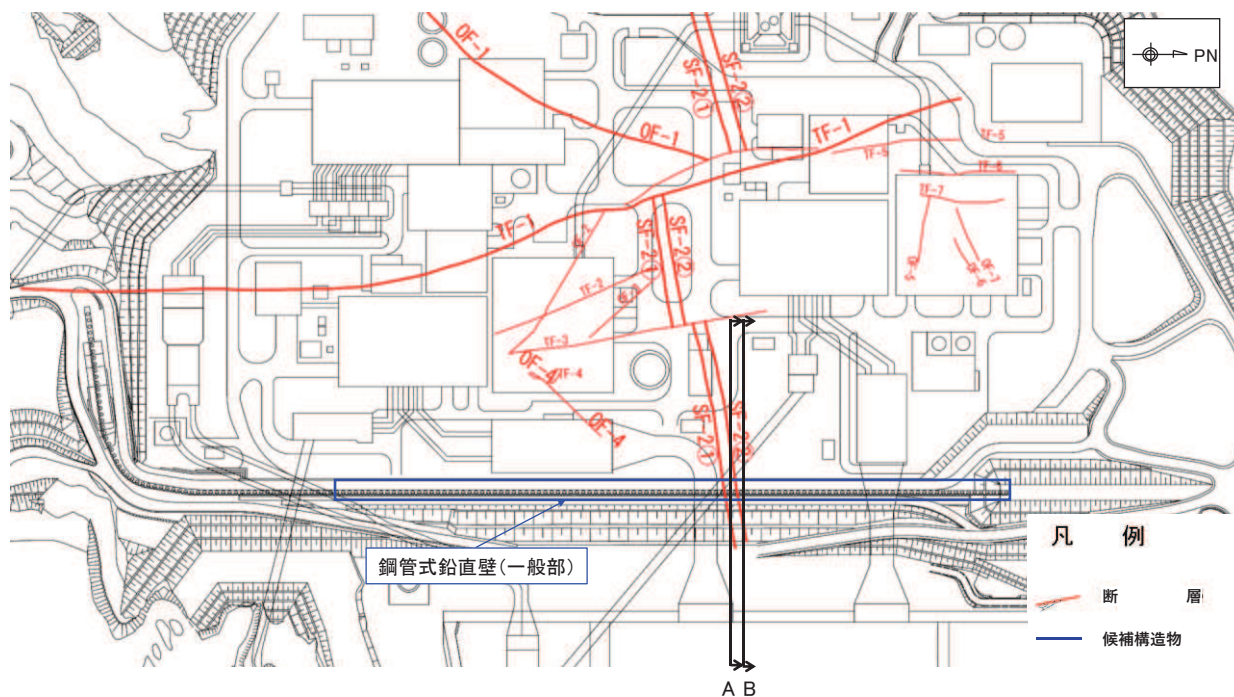


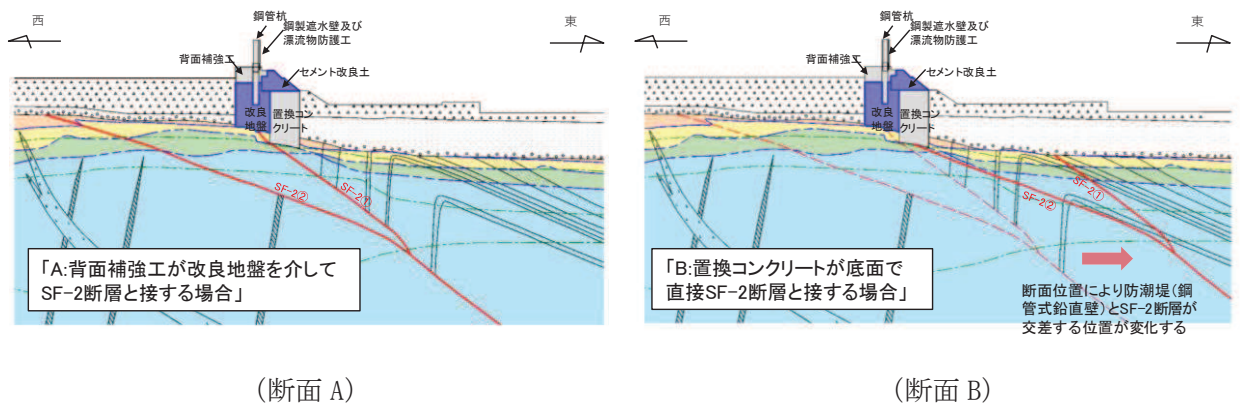
図 5.3-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）と断層の位置関係

(2) 評価方針

a. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）と SF-2 断層の交差状況

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の方向と SF-2 断層の走向は直交ではなく角度をもっているため、図 5.3-1 に示す断面位置（断面 A 及び断面 B）により防潮堤（鋼管式鉛直壁）と SF-2 断層が交差する位置が漸次的に変化する。防潮堤（鋼管式鉛直壁）と SF-2 断層の交差のイメージを図 5.3-2 に示す。

図 5.3-2 により、防潮堤（鋼管式鉛直壁）と SF-2 断層の交差は、「A:背面補強工が改良地盤を介して SF-2 断層と接する場合（断面 A）」及び「B:置換コンクリートが底面で直接 SF-2 断層と接する場合（断面 B）」に分類される。



(断面A) (断面B)
 図 5.3-2 防潮堤（鋼管式鉛直壁）と SF-2 断層の交差イメージ

b. 評価断面及びモデル化

評価断面は防潮堤（鋼管式鉛直壁）と SF-2 断層が交差する区間において、断面選定上の主な観点である「改良地盤の厚さ」及び「 C_M 級岩盤上面の深さ」から、構造物にとって厳しくなることが想定される断面（断面 A）を選定する（図 5.3-3）。

モデル化に当たっては、断面 A は図 5.3-3 に示す断面をそのままモデル化する。断面 B は「B:置換コンクリートが底面で直接 SF-2 断層と接する場合」になるように SF-2 断層を平行移動してモデル化する。地震応答解析モデルを図 5.3-4 に示す。

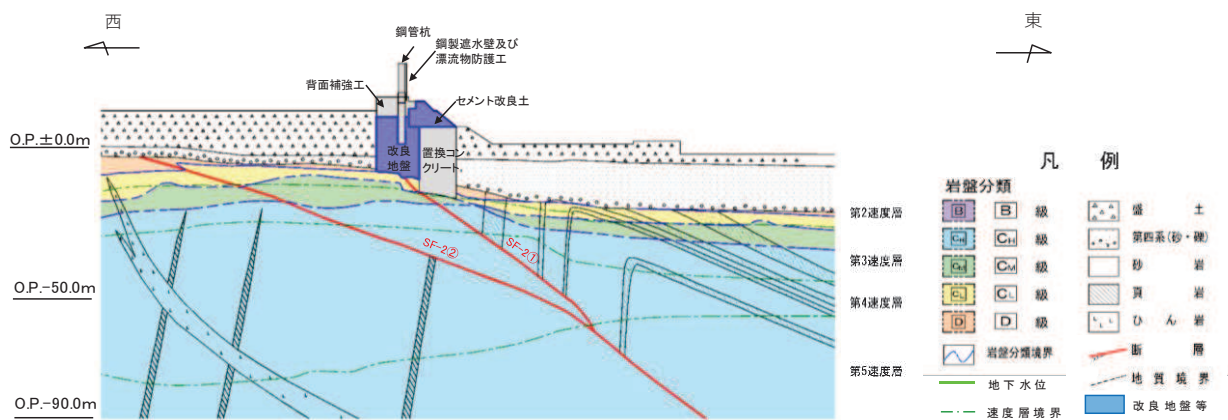


図 5.3-3 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価断面（断面A）

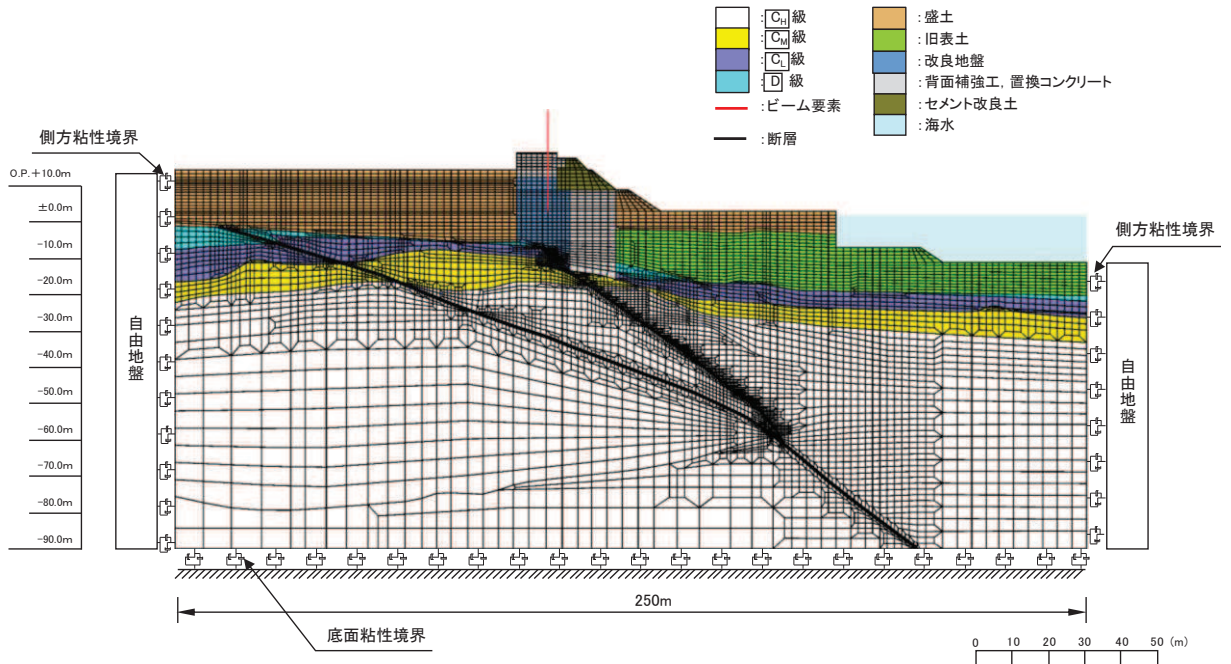


図 5.3-4(1) 地震応答解析モデル
(断面 A, 背面補強工が改良地盤を介して SF-2 断層と接する場合)

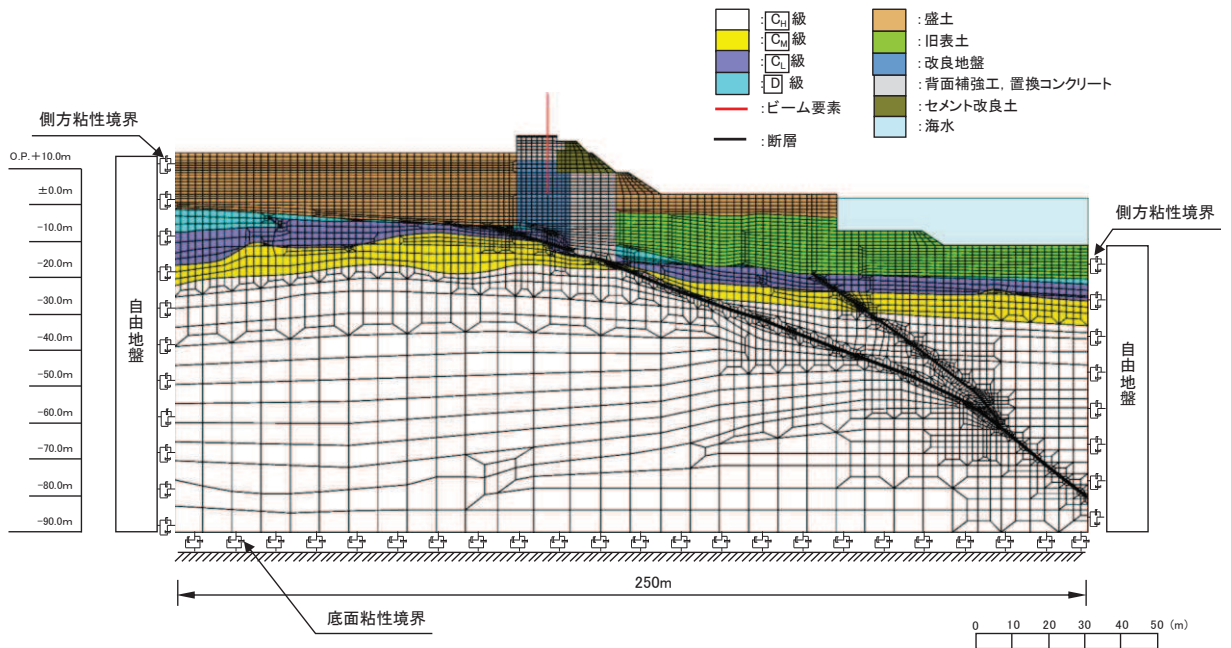


図 5.3-4(2) 地震応答解析モデル
(断面 B, 置換コンクリートが底面で直接 SF-2 断層と接する場合)

c. 解析ケース

評価に用いる入力地震動は、全基準地震動 S_s とし、地盤物性のばらつきは考慮せずに、表 5.3-1 に示す解析ケース①を実施する。

表 5.3-1 解析ケース

解析ケース	材料物性 (コンクリート) (E_0 : ヤング係数)	地盤物性	
		旧表土, 盛土, D級岩盤 セメント改良土, 改良地盤 (G_0 : 初期せん断弾性係数)	C ₁ 級岩盤, C ₂ 級岩盤 C ₃ 級岩盤, B級岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	設計基準強度	平均値	平均値

d. 断層幅

断層幅については、破碎帯の膨縮や風化によって、各断層で必ずしも一様とはならないことから、評価に用いる断層幅は、解析モデル領域で得られた試掘坑調査、底盤スケッチ、ボーリング調査の結果により得られた値を俯瞰して、平均値により設定することとする。防潮堤に接する SF-2①断層の断層幅の分布を図 5.3-5 に、SF-2②断層の断層幅の分布を図 5.3-6 に、断層幅の調査結果一覧を表 5.3-2 に示す。表 5.3-2 より SF-2①断層は 115mm, SF-2②断層は 205mm として検討する。

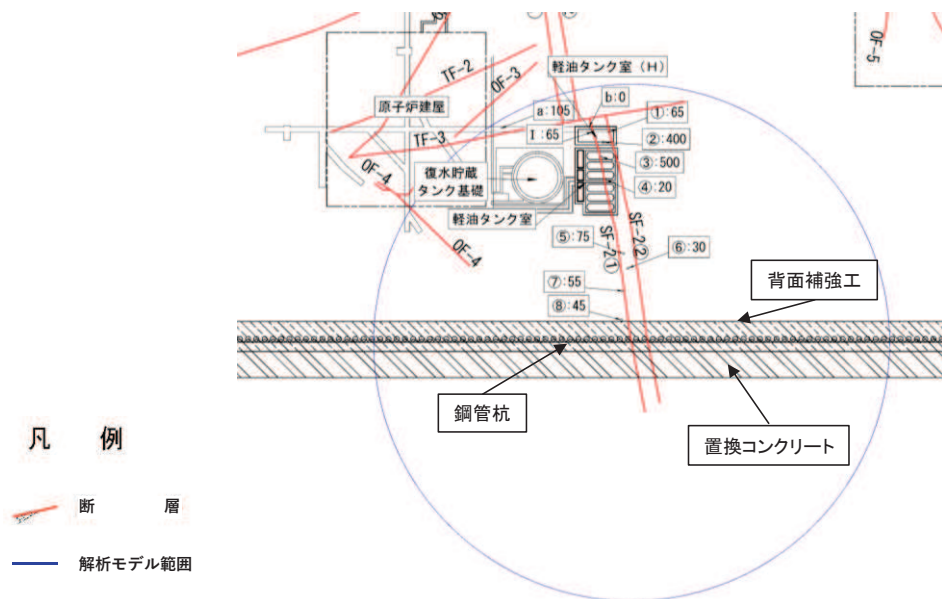


図 5.3-5 防潮堤（鋼管式鉛直壁）に接する SF-2①断層の断層幅の分布