

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-60-1 改 66
提出年月日	平成 30 年 7 月 4 日

東海第二発電所

工事計画に係る説明資料

(V-1-1-2-2 津波への配慮に関する説明書)

平成 30 年 7 月

日本原子力発電株式会社

改定履歴

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改0	H30.2.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新規制定</li> <li>・「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を新規作成し、追加</li> </ul>
改1	H30.2.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「1.1 潮位観測記録の考え方について」及び「1.3 港湾内の局所的な海面の励起について」を新規作成し、追加</li> </ul>
改2	H30.2.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改0の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改3	H30.2.9	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改1に、「1.6 SA用海水ピットの構造を踏まえた影響の有無の検討」を新規作成し、追加（「1.1 潮位観測記録の考え方について」及び「1.3 港湾内の局所的な海面の励起について」は、変更なし）</li> </ul>
改4	H30.2.13	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改3の内、「1.1 潮位観測記録の考え方について」及び「1.3 港湾内の局所的な海面の励起について」を改定（「1.6 SA用海水ピットの構造を踏まえた影響の有無の検討」は、変更なし）</li> </ul>
改5	H30.2.13	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「5.11 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」及び「5.17 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」を新規作成し、追加</li> </ul>
改6	H30.2.15	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「5.7 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について」及び「5.19 津波荷重の算出における高潮の考慮について」を新規作成し、追加</li> </ul>
改7	H30.2.19	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改6に、「5.1 地震と津波の組合せで考慮する荷重について」を新規作成し、追加（「5.7 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について」及び「5.19 津波荷重の算出における高潮の考慮について」は、変更なし）</li> </ul>
改8	H30.2.19	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「5.9 浸水防護施設の評価に係る地盤物性値及び地質構造について」及び「5.14 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁止水シールについて」を新規作成し、追加</li> </ul>
改9	H30.2.22	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改8の「5.9 浸水防護施設の評価に係る地盤物性値及び地質構造について」を改定（「5.14 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁止水シールについて」は、変更なし）</li> </ul>
改10	H30.2.23	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改2の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改11	H30.2.27	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「4.1 設計に用いる遡上波の流速について」及び「5.4 津波波力の選定に用いた規格・基準類の適用性について」を新規作成し、追加</li> </ul>
改12	H30.3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「1.2 遡上・浸水域の評価の考え方について」、「1.4 津波シミュレーションにおける解析モデルについて」、「4.2 漂流物による影響確認について」、「5.2 耐津波設計における現場確認プロセスについて」及び「5.6 浸水量評価について」を新規作成し、追加</li> <li>・改4の内、「1.6 SA用海水ピットの構造を踏まえた影響の有無の検討」を改定</li> </ul>
改13	H30.3.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改12の内、「1.6 SA用海水ピットの構造を踏まえた影響の有無の検討」を改定</li> </ul>
改14	H30.3.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改5の内、「5.11 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」を改定（「5.11 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」のうち、「5.11.5 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁」を新規作成）</li> <li>・改9の内、「5.14 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁止水シールについて」を改定</li> </ul>

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 15	H30. 3. 9	<ul style="list-style-type: none"> <li>資料番号を「補足-60」→「補足-60-1」に変更（改定番号は継続）</li> <li>改 7 の内、「5. 7 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について」を改定</li> <li>改 10 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 16	H30. 3. 12	<ul style="list-style-type: none"> <li>改 14 の内、「5. 14 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁止水シールについて」を改定</li> </ul>
改 17	H30. 3. 22	<ul style="list-style-type: none"> <li>改 15 の内、「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 18	H30. 3. 30	<ul style="list-style-type: none"> <li>「1. 5 入力津波のパラメータスタディの考慮について」、「3. 1 砂移動による影響確認について」、「6. 5. 1 防潮扉の設計に関する補足説明」及び「放水路ゲートに関する補足説明」を新規作成し追加</li> <li>改 17 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 19	H30. 4. 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>改 18 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 20	H30. 4. 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>改 11 の内「4. 1 設計に用いる遡上波の流速について」を改定</li> <li>「5. 10 浸水防護施設の強度計算における津波荷重、余震荷重及び漂流物荷重の組合せについて」を新規作成し追加</li> </ul>
改 21	H30. 4. 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>改 11 の内「5. 4 津波波力の選定に用いた規格・基準類の適用性について」を改定</li> <li>改 16 の内「5. 14 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁シール材について」を改定（「5. 14 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁シール材について」のうち「5. 14. 2 鋼製防護壁シール材について」を新規作成）</li> </ul>
改 22	H30. 4. 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>「6. 9. 2 逆止弁を構成する各部材の評価及び機能維持の確認方法について」を新規作成し追加</li> </ul>
改 23	H30. 4. 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>改 18 の「6. 5. 1 防潮扉の設計に関する補足説明」及び「6. 6. 1 放水路ゲートに関する補足説明」を改訂</li> <li>改 21 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 24	H30. 4. 11	<ul style="list-style-type: none"> <li>改 5 の内、「5. 11 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」を改定（「5. 11 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」のうち、「5. 11. 4 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）」を改定）</li> <li>改 14 の内、「5. 11 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」を改定（「5. 11 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」のうち、「5. 11. 5 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁」を改定）</li> <li>改 20 の内、「4. 1 設計に用いる遡上波の流速について」を改定</li> <li>「5. 15 東海発電所の取放水路の埋戻の施工管理要領について」を新規作成し追加</li> <li>「6. 2. 1 鉄筋コンクリート防潮壁の設計に関する補足説明」を新規作成し追加</li> <li>「6. 3. 1 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の設計に関する補足説明」を新規作成し追加</li> <li>「6. 4. 1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計に関する補足説明」を新規作成し追加</li> <li>「6. 8. 1 貯留堰の設計に関する補足説明」を新規作成し追加</li> </ul>
改 25	H30. 4. 12	<ul style="list-style-type: none"> <li>改 23 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 26	H30. 4. 13	<ul style="list-style-type: none"> <li>改 12 の内、「4. 2 漂流物による影響確認について」及び「5. 6 浸水量評価について」を改定</li> </ul>
改 27	H30. 4. 18	<ul style="list-style-type: none"> <li>改 25 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> </ul>

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 28	H30. 4. 19	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 5 の内, 「5. 11 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」を改定(「5. 11. 7 防潮扉」を改定)</li> <li>・改 24 の内, 「4. 1 設計に用いる遡上波の流速について」を改定</li> <li>・改 21 の内, 「5. 4 津波波力の選定に用いた規格・基準類の適用性について」</li> <li>・「5. 13 スロッシングによる貯留堰貯水量に対する影響評価について」を新規作成し, 追加</li> <li>・「5. 18 津波に対する止水性能を有する施設の評価について」を新規作成し, 追加</li> <li>・「6. 5. 1 防潮扉の設計に関する補足説明」(土木)を新規作成し, 追加</li> <li>・「6. 8. 2 貯留堰取付護岸に関する補足説明」を新規作成し, 追加</li> </ul>
改 29	H30. 4. 19	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 18 の内, 「1. 5 入力津波のパラメータスタディの考慮について」を改定</li> </ul>
改 30	H30. 4. 27	<ul style="list-style-type: none"> <li>・H30. 4. 23 時点での最新版一式として, 改 29 (H30. 4. 19) までの最新版をとりまとめ, 一式版を作成</li> </ul>
改 31	H30. 4. 26	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 28 の内, 「4. 1 設計に用いる遡上波の流速について」を改定</li> <li>・改 28 の内, 「5. 4 津波波力の選定に用いた規格・基準類の適用性について」</li> <li>・改 5 の内, 「5. 11 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」を改定(「5. 11. 2 防潮堤(鋼製防護壁)」, 「5. 11. 3 防潮堤(鉄筋コンクリート防潮壁)」を改定)</li> <li>・「6. 12 止水ジョイント部の相対変位量に関する補足説明」を新規作成し, 追加</li> <li>・「6. 13 止水ジョイント部の漂流物対策に関する補足説明」を新規作成し, 追加</li> </ul>
改 32	H30. 5. 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 31 の内, 「4. 1 設計に用いる遡上波の流速について」を改定</li> <li>・「5. 9 浸水防護施設の評価に係る地盤物性値及び地質構造について」を削除し, 5. 9 以降の番号を繰り上げ</li> <li>・改 5 の内, 「5. 10 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」を改定(「5. 10. 8 構内排水路逆流防止設備」を改定)</li> <li>・改 21 の内, 「5. 13 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁シール材について」を改定(「5. 13. 2 鋼製防護壁シール材について」を改定)</li> <li>・「6. 1. 1. 1 鋼製防護壁の耐震計算書に関する補足説明」を新規作成し, 追加</li> <li>・「6. 7. 1. 1 構内排水路逆流防止設備の耐震計算書に関する補足説明」を新規作成し, 追加</li> </ul>
改 33	H30. 5. 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 5 の内, 「5. 16 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」を改定</li> <li>・「6. 2. 1. 2 鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明資料」を新規作成し, 追加</li> <li>・「6. 3. 1. 2 鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の強度計算書に関する補足説明」を新規作成し, 追加</li> <li>・「6. 4. 1. 2 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明」を新規作成し, 追加</li> <li>・「6. 8. 1. 2 貯留堰の強度計算書に関する補足説明」を新規作成し, 追加</li> </ul>

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 34	H30. 5. 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 27 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> <li>・「6. 7. 1 構内排水路逆流防止設備の設計に関する補足説明」を新規作成し、追加</li> </ul>
改 35	H30. 5. 14	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 34 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> <li>止水機構の実証試験の記載等について適正化</li> </ul>
改 36	H30. 5. 17	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「5. 19 許容応力度法における許容限界について」を新規追加</li> <li>・「6. 1. 1. 2 鋼製防護壁の強度計算書に関する補足説明」を新規作成し、追加</li> <li>・「6. 5. 1. 2 防潮扉の強度計算書に関する補足説明」を新規作成し、追加</li> </ul>
改 37	H30. 5. 17	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 4 の内、「1. 1 潮位観測記録の考え方について」及び「1. 3 港湾内の局所的な海面の励起について」を改定</li> <li>・改 18 の内、「3. 1 砂移動による影響確認について」を改定</li> <li>・「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」に名称を変更</li> </ul>
改 38	H30. 5. 18	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 24 の内、「5. 10 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」を改定（「5. 10. 5 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）」を改定）</li> <li>・改 31 の内、「5. 10 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」を改定（「5. 10. 3 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）」を改定）</li> <li>・改 31 の内、「6. 12 止水ジョイント部の相対変位量に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 39	H30. 5. 22	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 35 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> <li>止水機構の解析結果及び実証試験結果について記載を追記。</li> <li>・改 34 「6. 7. 1 構内排水路逆流防止設備の設計に関する補足説明」を改訂</li> </ul>
改 40	H30. 5. 25	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を新規作成し、追加</li> <li>・改 22 の「6. 9. 2 逆止弁を構成する各部材の評価及び機能維持の確認方法について」を改定</li> </ul>
改 41	H30. 5. 29	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 40 の「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 42	H30. 5. 31	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 5 の内、「5. 10 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」を改定（「5. 10. 6 貯留堰及び貯留堰取付護岸」を改定）</li> <li>・改 24 の内、「6. 4. 1. 1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震計算書に関する補足説明」を改定</li> <li>・改 24 の内、「6. 8. 1. 1 貯留堰の耐震計算書に関する補足説明」を改定</li> <li>・改 28 の内、「5. 12 スロッシングによる貯留堰貯水量に対する影響評価について」を改定</li> </ul>
改 43	H30. 6. 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 41 の「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定</li> </ul>

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 44	H30.6.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 24 の「6.2.1.1 鉄筋コンクリート防潮壁の耐震計算書に関する補足説明資料」を改定</li> <li>・改 28 の「5.10 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」を改定（「5.10.7 防潮扉」を改定）</li> <li>・改 32 の「5.10 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」を改定（「5.10.8 構内排水路逆流防止設備」を改定）</li> </ul>
改 45	H30.6.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 43 の「6.9.1 浸水防止蓋，水密ハッチ，水密扉，逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 46	H30.6.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 39 の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定 審査会合時(H30.5.31)の記載に改訂及び実証試験後の評価方法を記載。</li> </ul>
改 47	H30.6.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 24 の「5.14 東海発電所の取放水路の埋戻の施工管理要領について」を改定</li> <li>・改 32 の「5.13.2 鋼製防護壁シール材について」を改定</li> <li>・改 33 の「5.16 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」を改定</li> </ul>
改 48	H30.6.11	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「4.3 漂流物荷重について」を新規作成し，追加</li> <li>・改 36 の「5.19 許容応力度法における許容限界について」を改定</li> </ul>
改 49	H30.6.12	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 45 の「6.9.1 浸水防止蓋，水密ハッチ，水密扉，逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 50	H30.6.12	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 46 の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> <li>・改 18 の「6.5.1 防潮扉の設計に関する補足説明」及び「放水路ゲートに関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 51	H30.6.15	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 42 の「6.4.1.1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震計算書に関する補足説明」を改定</li> <li>・改 48 の「5.19 許容応力度法における許容限界について」を改定</li> </ul>
改 52	H30.6.19	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 49 の「6.9.1 浸水防止蓋，水密ハッチ，水密扉，逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定</li> <li>・「6.10.1 津波・構内監視カメラの設計に関する補足説明」に名称を変更</li> <li>・「6.10.1 津波・構内監視カメラの設計に関する補足説明」，「6.10.3 加振試験の条件について」及び「6.10.4 津波監視設備の設備構成及び電源構成について」を新規作成し，追加</li> </ul>
改 53	H30.6.19	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 50 の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 54	H30.6.20	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「5.8 浸水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」を新規作成し，追加</li> </ul>
改 55	H30.6.20	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 38 の「5.10 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」を改定（「5.10.5 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）」を改定）</li> <li>・改 44 の「5.10 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について」を改定（「5.10.7 防潮扉」を改定）</li> <li>・改 51 の「5.19 許容応力度法における許容限界について」を改定</li> </ul>

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 56	H30. 6. 21	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 42 の「5. 12 スロッシングによる貯留堰貯水量に対する影響評価について」を改定</li> <li>・改 42 の「6. 8. 1. 1 貯留堰の耐震計算書に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 57	H30. 6. 25	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 55 の「5. 19 許容応力度法における許容限界について」を改定</li> <li>・改 56 の「5. 12 スロッシングによる貯留堰貯水量に対する影響評価について」を改定</li> <li>・「6. 1. 2 鋼製防護壁アンカーに関する補足説明」を新規作成し、追加</li> </ul>
改 58	H30. 6. 26	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 52 の「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」, 「6. 10. 3 加振試験の条件について」及び「6. 10. 4 津波監視設備の設備構成及び電源構成について」を改定</li> <li>・「6. 10. 2 取水ピット水位計及び潮位計の設計に関する補足説明」を新規作成し、追加</li> </ul>
改 59	H30. 6. 26	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 53 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 60	H30. 6. 27	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「5. 11 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」及び「5. 15 地殻変動後の基準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」を新規作成し、追加</li> <li>・改 58 の「6. 10. 4 津波監視設備の設備構成及び電源構成について」を登載 (変更なし)</li> </ul>
改 61	H30. 6. 28	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 57 の「6. 1. 2 鋼製防護壁アンカーに関する補足説明」を改定</li> <li>・「6. 11 耐震計算における材料物性値のばらつきの影響に関する補足説明」を新規作成し、追加</li> <li>・「6. 14 杭-地盤相互作用バネの設定について」を新規作成し、追加</li> </ul>
改 62	H30. 6. 28	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 59 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定 (抜粋版)</li> </ul>
改 63	H30. 6. 29	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 28 の「6. 8. 2 貯留堰取付護岸に関する補足説明」を改定</li> <li>・改 33 の「6. 4. 1. 2 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明」を改定</li> <li>・改 56 の「6. 8. 1. 1 貯留堰の耐震計算書に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 64	H30. 6. 29	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 58 の「6. 10. 2 取水ピット水位計及び潮位計の設計に関する補足説明」を改定</li> <li>・「5. 15 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」に名称を変更</li> </ul>
改 65	H30. 7. 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 58 の内, 「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定</li> </ul>
改 66	H30. 7. 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 28 の内, 「6. 5. 1. 1 防潮扉の耐震計算書に関する補足説明」を改定</li> </ul>

下線は、今回提出資料を示す。

## 目 次

[ ]内は、当該箇所を提出  
(最新)したときの改訂を示  
す。

1. 入力津波の評価
  - 1.1 潮位観測記録の考え方について[改 37 H30. 5. 17]
  - 1.2 遡上・浸水域の評価の考え方について[改 12 H30. 3. 1]
  - 1.3 港湾内の局所的な海面の励起について[改 37 H30. 5. 17]
  - 1.4 津波シミュレーションにおける解析モデルについて[改 12 H30. 3. 1]
  - 1.5 入力津波のパラメータスタディの考慮について[改 29 H30. 4. 19]
  - 1.6 SA用海水ピットの構造を踏まえた影響の有無の検討[改 13 H30. 3. 6]
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[改 37 H30. 5. 17]
  - 3.2 海水ポンプの波力に対する強度評価について
  - 3.3 電源喪失による除塵装置の機能喪失に伴う取水性の影響について
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[改 32 H30. 5. 1]
  - 4.2 漂流物による影響確認について[改 26 H30. 4. 13]
  - 4.3 漂流物荷重について[改 48 H30. 6. 11]
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[改 7 H30. 2. 19]
  - 5.2 耐津波設計における現場確認プロセスについて[改 12 H30. 3. 1]
  - 5.3 強度計算に用いた規格・基準について
  - 5.4 津波波力の選定に用いた規格・基準類の適用性について[改 31 H30. 4. 26]
  - 5.5 津波防護施設のアンカーの設計に用いる規格・基準類の適用性について
  - 5.6 浸水量評価について[改 26 H30. 4. 13]
  - 5.7 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について[改 15 H30. 3. 9]
  - 5.8 浸水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[改 54 H30. 6. 20]
  - 5.9 浸水防護施設の強度計算における津波荷重、余震荷重及び漂流物荷重の組合せについて[改 20 H30. 4. 4]
  - 5.10 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について
    - 5.10.1 概要[改 5 H30. 2. 13]
    - 5.10.2 防潮堤（鋼製防護壁）[改 31 H30. 4. 26]
    - 5.10.3 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）[改 38 H30. 5. 18]
    - 5.10.4 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））[改 24 H30. 4. 11]
    - 5.10.5 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）[改 55 H30. 6. 20]
    - 5.10.6 貯留堰及び貯留堰取付護岸[改 42 H30. 5. 31]
    - 5.10.7 防潮扉[改 55 H30. 6. 20]
    - 5.10.8 構内排水路逆流防止設備[改 44 H30. 6. 5]



- 5.11 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[改 60 H30. 6. 27]
  - 5.12 スロッシングによる貯留堰貯水量に対する影響評価について[改 56 H30. 6. 21]
  - 5.13 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁シール材について
    - 5.13.1 防潮堤止水ジョイント部材について[改 16 H30. 3. 19]
    - 5.13.2 鋼製防護壁シール材について[改 47 H30. 6. 8]
  - 5.14 東海発電所の取放水路の埋戻の施工管理要領について[改 47 H30. 6. 8]
  - 5.15 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[改 60 H30. 6. 27]
  - 5.16 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[改 47 H30. 6. 8]
  - 5.17 津波に対する止水性能を有する施設の評価について[改 28 H30. 4. 19]
  - 5.18 津波荷重の算出における高潮の考慮について[改 7 H30. 2. 19]
  - 5.19 許容応力度法における許容限界について[改 55 H30. 6. 20]
6. 浸水防護施設に関する補足資料
- 6.1 鋼製防護壁に関する補足説明
    - 6.1.1 鋼製防護壁の設計に関する補足説明
      - 6.1.1.1 鋼製防護壁の耐震計算書に関する補足説明[改 32 H30. 5. 1]
      - 6.1.1.2 鋼製防護壁の強度計算書に関する補足説明[改 36 H30. 5. 17]
    - 6.1.2 鋼製防護壁アンカーに関する補足説明[改 61 H30. 6. 28]
    - 6.1.3 止水機構に関する補足説明[改 62 H30. 6. 28]
  - 6.2 鉄筋コンクリート防潮壁に関する補足説明
    - 6.2.1 鉄筋コンクリート防潮壁の設計に関する補足説明
      - 6.2.1.1 鉄筋コンクリート防潮壁の耐震計算書に関する補足説明資料[改 44 H30. 6. 5]
      - 6.2.1.2 鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明資料[改 33 H30. 5. 7]
    - 6.2.2 フラップゲートに関する補足説明
  - 6.3 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）に関する補足説明
    - 6.3.1 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の設計に関する補足説明
      - 6.3.1.1 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の耐震計算書に関する補足説明[改 24 H30. 4. 11]
      - 6.3.1.2 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の強度計算書に関する補足説明[改 33 H30. 5. 7]
  - 6.4 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁に関する補足説明
    - 6.4.1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計に関する補足説明
      - 6.4.1.1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震計算書に関する補足説明[改 51 H30. 6. 15]
      - 6.4.1.2 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明[改 63 H30. 6. 29]
  - 6.5 防潮扉に関する補足説明
    - 6.5.1 防潮扉の設計に関する補足説明[改 50 H30. 6. 12]
      - 6.5.1.1 防潮扉の耐震計算書に関する補足説明[改 66 H30. 7. 4]（土木）
      - 6.5.1.2 防潮扉の強度計算書に関する補足説明[改 36 H30. 5. 17]
  - 6.6 放水路ゲートに関する補足説明
    - 6.6.1 放水路ゲートの設計に関する補足説明[改 50 H30. 6. 12]

[ ]内は，当該箇所を提出（最新）したときの改訂を示す。

- 6.7 構内排水路逆流防止設備に関する補足説明
  - 6.7.1 構内排水路逆流防止設備の設計に関する補足説明[改 39 H30. 5. 22]
    - 6.7.1.1 構内排水路逆流防止設備の耐震計算書に関する補足説明[改 32 H30. 5. 1]
    - 6.7.1.2 構内排水路逆流防止設備の強度計算書に関する補足説明
- 6.8 貯留堰に関する補足説明
  - 6.8.1 貯留堰の設計に関する補足説明
    - 6.8.1.1 貯留堰の耐震計算書に関する補足説明[改 63 H30. 6. 29]
    - 6.8.1.2 貯留堰の強度計算書に関する補足説明[改 33 H30. 5. 7]
  - 6.8.2 貯留堰取付護岸に関する補足説明[改 63 H30. 6. 29]
- 6.9 浸水防護設備に関する補足説明
  - 6.9.1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明[改 65 H30. 7. 3]
  - 6.9.2 逆止弁を構成する各部材の評価及び機能維持の確認方法について[改 40 H30. 5. 25]
  - 6.9.3 津波荷重(突き上げ)の強度評価における鉛直方向荷重の考え方について
- 6.10 津波監視設備に関する補足説明
  - 6.10.1 津波・構内監視カメラの設計に関する補足説明[改 52 H30. 6. 19]
  - 6.10.2 取水ピット水位計及び潮位計の設計に関する補足説明[改 64 H30. 6. 29]
  - 6.10.3 加振試験の条件について[改 58 H30. 6. 26]
  - 6.10.4 津波監視設備の設備構成及び電源構成について[改 60 H30. 6. 27]
- 6.11 耐震計算における材料物性値のばらつきの影響に関する補足説明[改 61 H30. 6. 28]
- 6.12 止水ジョイント部の相対変位量に関する補足説明[改 38 H30. 5. 18]
- 6.13 止水ジョイント部の漂流物対策に関する補足説明[改 31 H30. 4. 26]
- 6.14 杭-地盤相互作用バネの設定について[改 61 H30. 6. 28]

[ ]内は、当該箇所を提出  
(最新)したときの改訂を示  
す。

6.5.1 防潮扉の設計に関する補足説明  
6.5.1.1 防潮扉の耐震計算書に関する補足説明

目次

1. 概要	2
2. 基本方針	3
2.1 位置	3
2.2 構造概要	4
2.3 評価方針	11
2.4 適用基準	16
2.5 評価対象断面の方向	17
2.6 評価対象断面の選定	17
3. 地震応答解析	18
3.1 評価対象断面	18
3.2 解析方法	20
3.3 荷重及び荷重の組合せ	22
3.4 入力地震動	24
3.5 解析モデル及び諸元	53
3.6 解析ケース	73
4. 扉体及び戸当りの耐震評価	75
4.1 評価対象部位	75
4.2 許容限界	78
4.3 評価方法	79
4.4 評価結果	84
5. 鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価	85
5.1 評価対象部位	85
5.2 解析方法	86
5.3 許容限界	86
5.4 評価方法	89
5.5 評価結果	90

## 1. 概要

本資料は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて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、防潮扉が設計用地震力にして十分な構造健全性及び止水性を有していることを確認するものである。

防潮扉に要求される機能の維持を確認するに当たっては、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価、構造部材全体の安定性評価、構造物の支持性能評価及び構造物の変形性評価により行う。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

防潮扉 1 を海水ポンプエリア，防潮扉 2 を敷地南側に設置する。  
防潮扉の設置位置図を図 2.1-1 に示す。

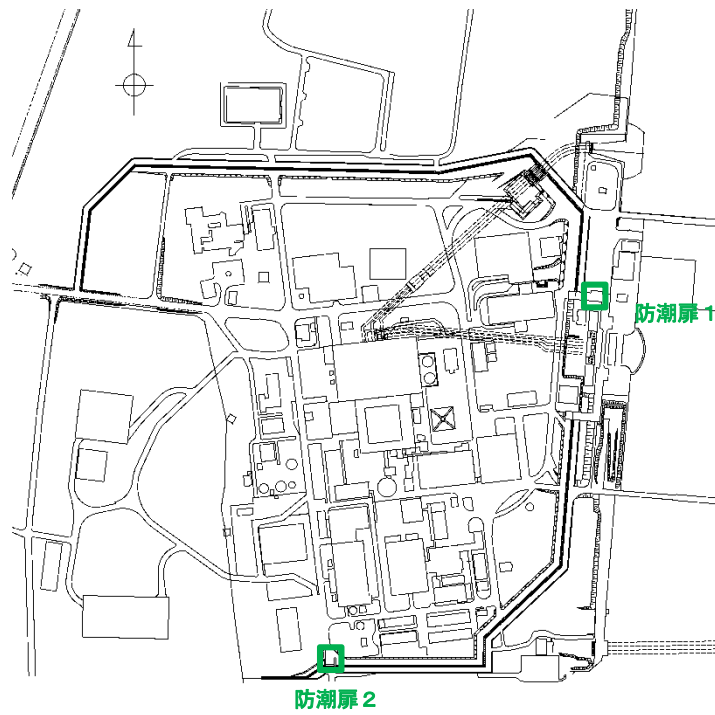


図 2.1-1 防潮扉の設置位置図

## 2.2 構造概要

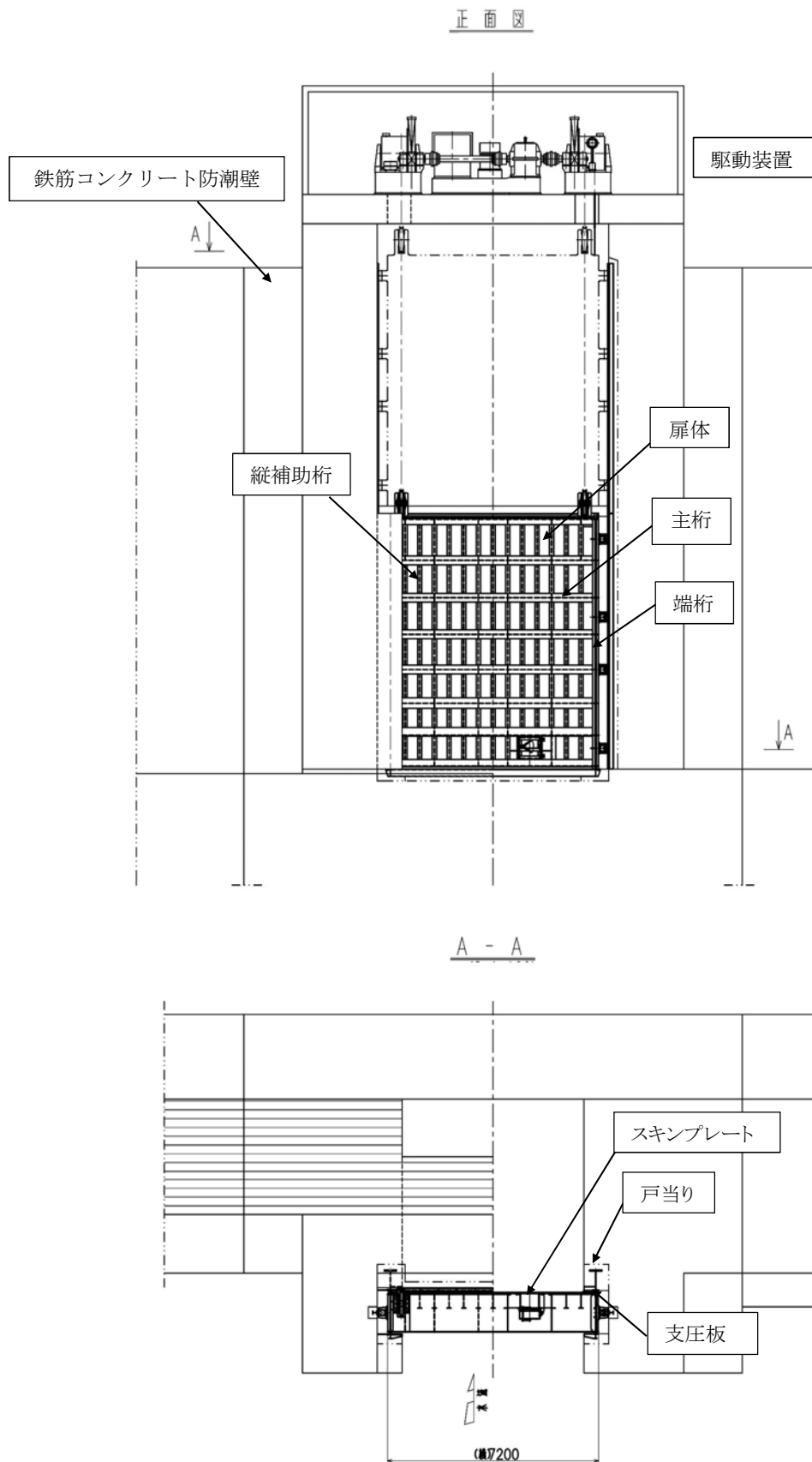
### (1) 防潮扉 1

防潮扉は、スライド式のゲートで扉体、戸当り、駆動装置、間接支持構造物（鉄筋コンクリート防潮壁）から構成されている。扉体は鋼製の構造であり、荷重を受ける受圧部にスキンプレートがあり、主桁、縦補助桁、端桁により架構が構成され、スキンプレートに掛る荷重を架構が受ける構造である。扉体で受けた荷重については、扉体の支圧板から支承部である戸当りを介して間接支持構造物が受ける構造である。

扉体の構造は、鋼製の桁及びスキンプレートを組合せた構造であり、鉄筋コンクリート防潮壁の躯体で保持している。戸当りは、H形鋼を組合せた構造である。

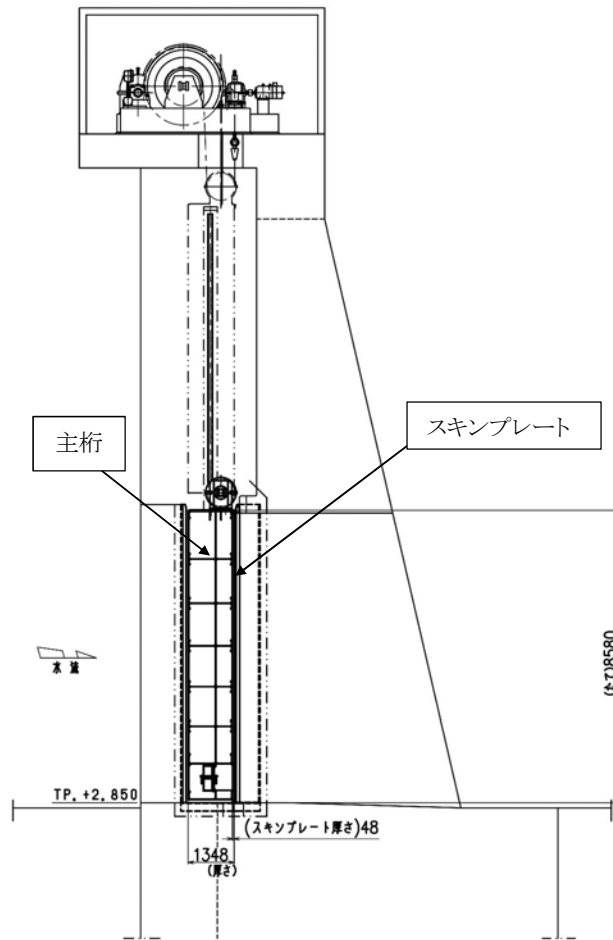
間接支持構造物は、鉄筋コンクリート防潮壁で構成され、鉄筋コンクリート造の構造物であり、隣接する鉄筋コンクリート防潮壁との境界部に止水ジョイント部材を設置する。鉄筋コンクリート防潮壁は、地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。鉄筋コンクリート防潮壁と地中連続壁基礎は、鉄筋コンクリート製の底版を介して一体構造とする。

防潮扉 1 の正面図及び平面図を図 2. 2-1、側面図を図 2. 2-2 に示す。



注：寸法は mm を示す。

図 2.2-1 防潮扉 1 正面図及び平面図



注：寸法は mm を示す。

図 2.2-2 防潮扉 1 側面図

(2) 防潮扉 2

防潮扉は、スライド式のゲートで扉体、戸当り、駆動装置、間接支持構造物（鉄筋コンクリート防潮壁）から構成されている。扉体は鋼製の構造であり、荷重を受ける受圧部にスキンプレートがあり、主桁、縦補助桁、端桁により架構が構成され、スキンプレートに掛る荷重を架構が受ける構造である。扉体で受けた荷重については、扉体の支圧板から支承部である戸当りを介して間接支持構造物が受ける構造である。

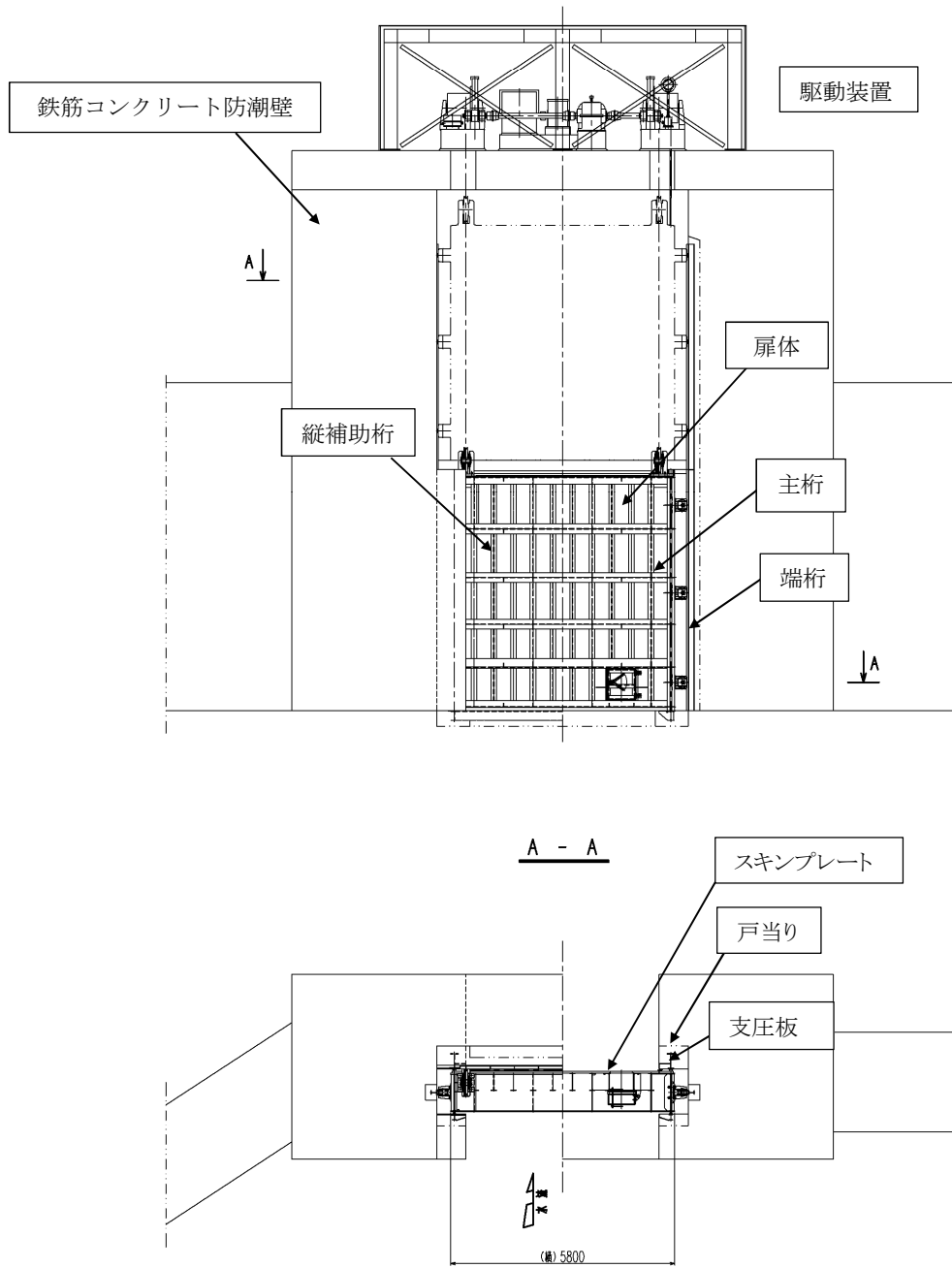
扉体の構造は、鋼製の桁及びスキンプレートを組合せた構造であり、鉄筋コンクリート防潮壁の躯体で保持している。戸当りは、H形鋼を組合せた構造である。

間接支持構造物は、鉄筋コンクリート防潮壁で構成され、鉄筋コンクリート造の構造物であり、隣接する鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁との境界部に止水ジョイント部材を設置する。鉄筋コンクリート防潮壁は、鋼管杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。鉄筋コンクリート防潮壁と鋼管杭基礎は、鉄筋コンクリート製の底版を介して一体構造とする。

防潮扉 2 の正面図及び平面図を図 2.2-3、側面図を図 2.2-4、鉄筋コンクリート防潮壁の構造図を図 2.2-5 に示す。



正面図



(単位：mm)

図 2.2-3 防潮扉 2 正面図及び平面図

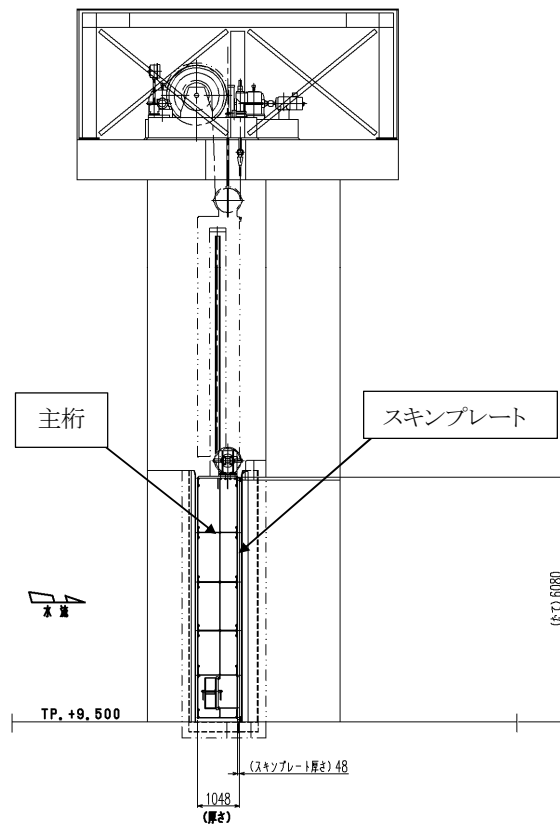
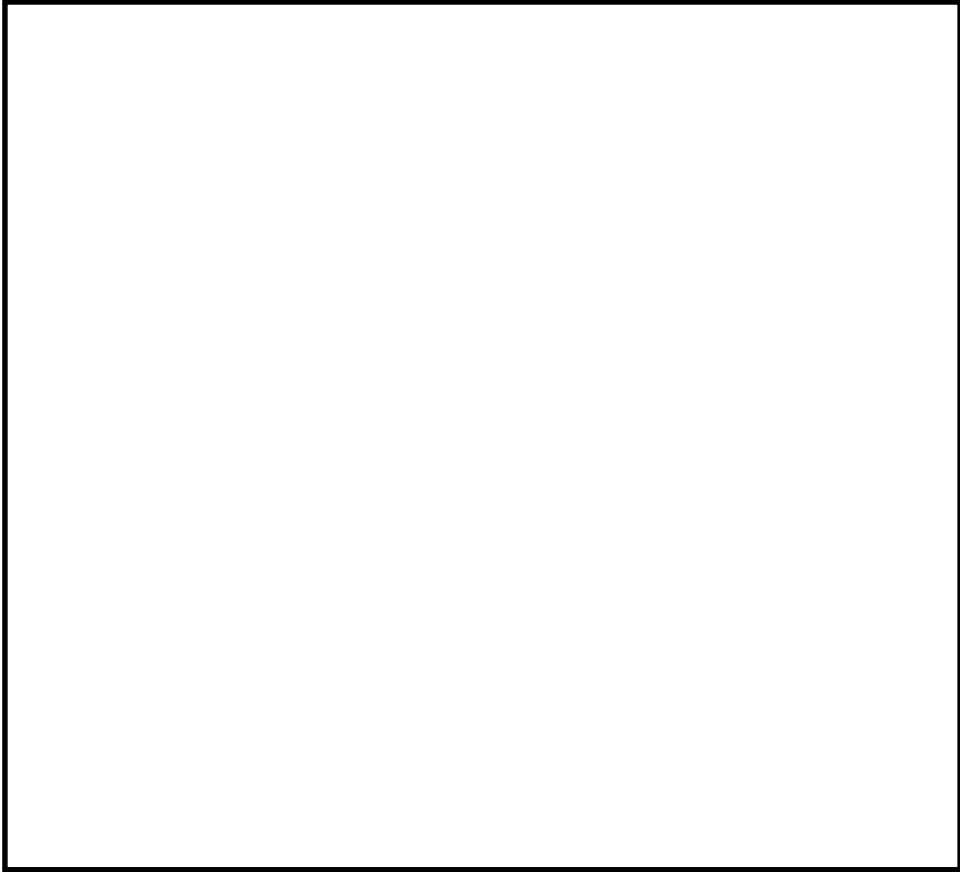
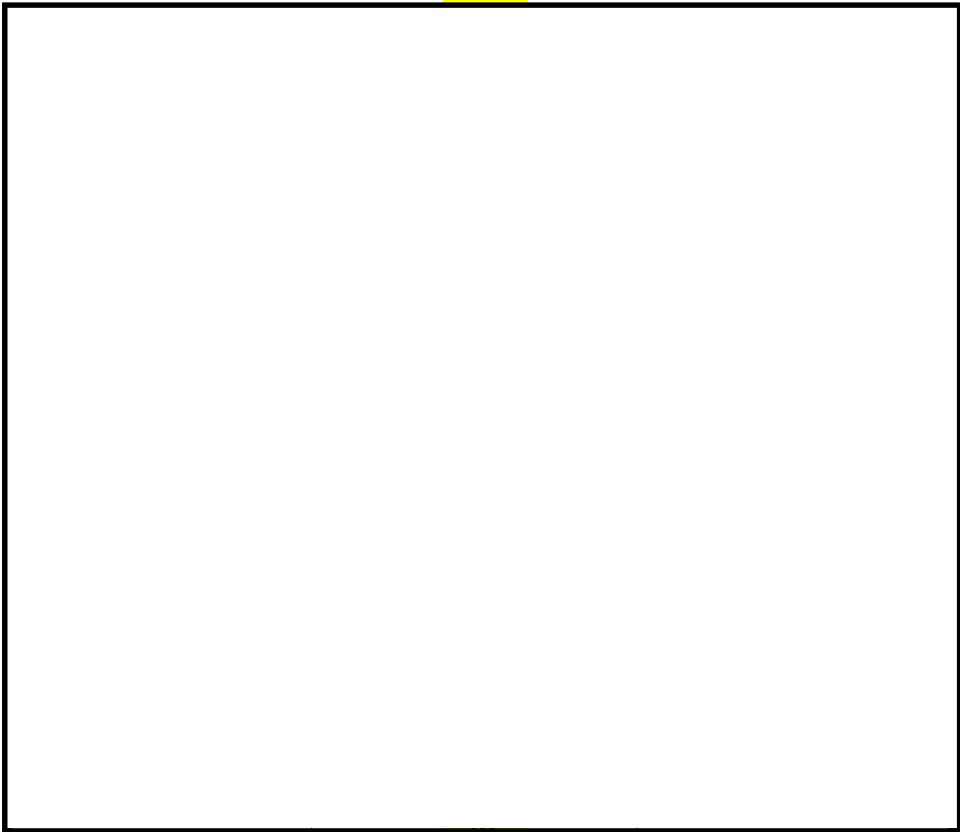


図 2.2-4 防潮扉 2 側面図



断面図



正面図

図 2.2-5 構造図

地震時の荷重伝達の概念図を図 2.2-6 に示す。地震時には、地震時慣性力と地盤の変位が生じる。地震時慣性力により上部構造が変形し、上部構造の変形により鋼管杭に変形が生じる。地盤の変位及び上部構造からの変形により鋼管杭に変形し、鋼管杭に曲げモーメント及びせん断力が生じる。

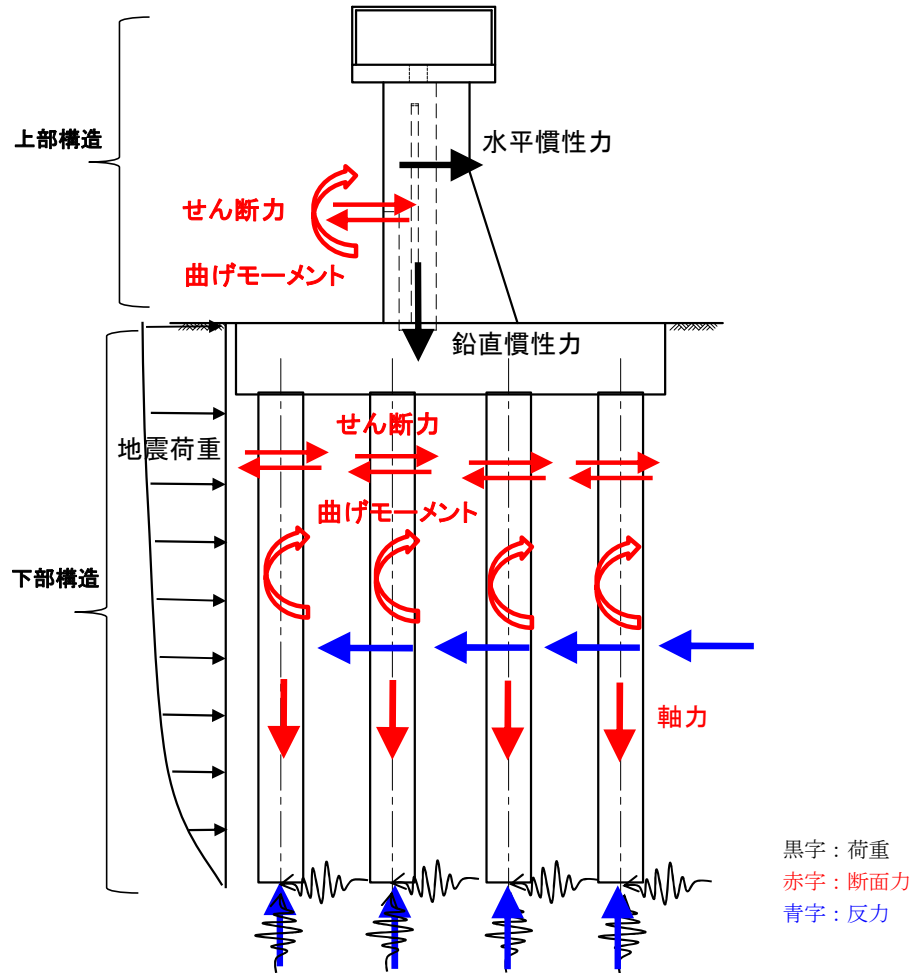


図 2.2-6 荷重伝達の概念図

### 2.3 評価方針

防潮扉は、Sクラス施設である浸水防護施設に分類される。

評価方針として、扉体及び戸当り、鉄筋コンクリート防潮壁に分けて評価を行う。また、扉体及び戸当り、並びに鉄筋コンクリート防潮壁の評価においては、地震応答解析により得られる応答値を用いて、各々の耐震評価を行う。

鉄筋コンクリート防潮壁の基礎形式は、防潮扉1を間接支持する地中連続壁基礎と防潮扉2を間接支持する鋼管杭基礎の2つの形式がある。

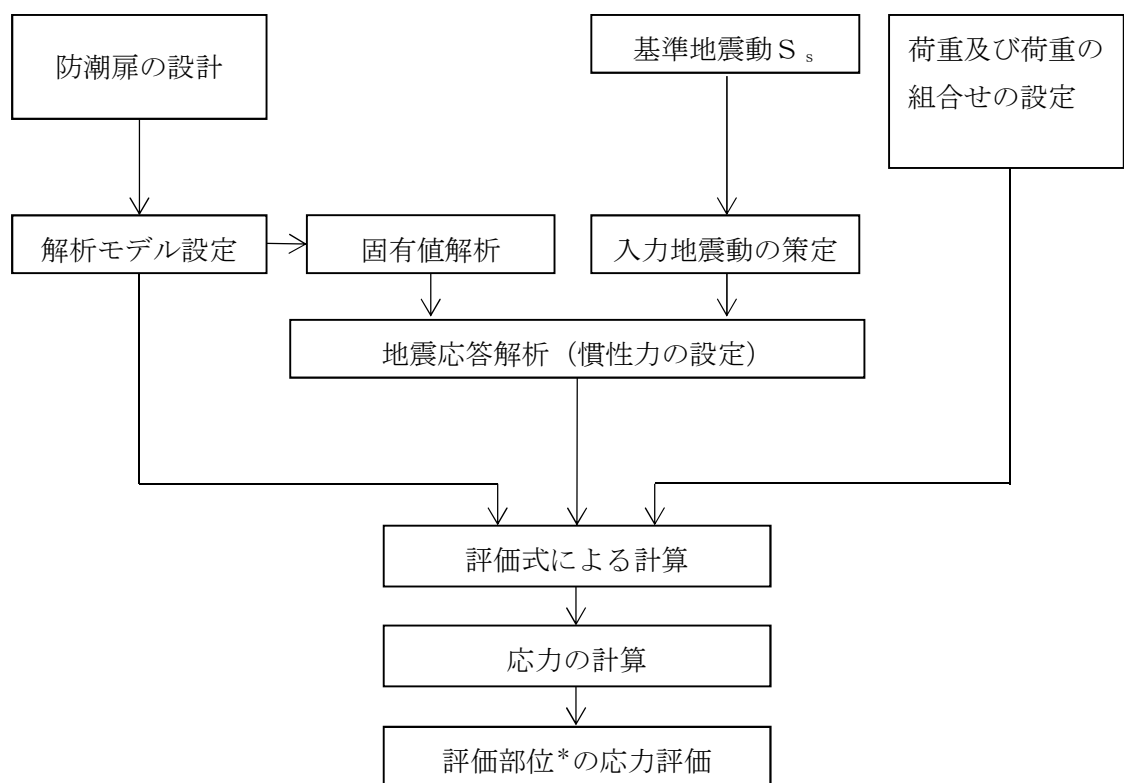
#### (1) 扉体及び戸当り

評価対象部位における発生応力が許容限界以下であることを確認する。

戸当りの耐震評価は、H形鋼及びコンクリートに発生する応力を算定し、許容限界との比較を行う。耐震評価のフローを図2.3-1に示す。

扉体は主桁、スキンプレート、縦補助桁、端桁、支圧板について検討する。

戸当りはコンクリート支圧応力、底面フランジ曲げ応力、コンクリートのせん断応力それぞれについて検討する。



注記 \* : 評価対象部位として、扉体（主桁、スキンプレート、縦補助桁、端桁、支圧板）及び戸当りを照査する。

図 2.3-1 防潮扉（扉体及び戸当り）の耐震評価フロー

(2) 鉄筋コンクリート防潮壁

a. 防潮扉 1

防潮扉 1 における鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価は、V-2-10-2-2-2-1「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の耐震性についての計算書」に示す。

b. 防潮扉 2

防潮扉 2 の耐震設計における要求性能と設計評価方針を表 2.3-1 に示す。防潮扉 2 における鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価は、設計基準対象施設として表 2.3-2 の鉄筋コンクリート防潮壁（防潮扉 2）の評価項目に示すとおり、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。

構造部材の健全性評価については、部材に発生する応力が許容限界以下であることを確認する。基礎地盤の支持性能評価については、基礎地盤に作用する発生応力が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。構造物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、試験により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及び鋼製アンカーに対する照査結果は、「6.12 止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に、鋼製防護部材に対する照査結果は、「6.13 止水ジョイント部材の漂流物対策に関する補足説明」に示す。

鉄筋コンクリート防潮壁（防潮扉 2）の耐震評価フローを図 2.3-2 に示す。

赤字：荷重条件

緑字：要求機能

青字：対応方針

表 2.3-1 防潮扉 2 の耐震設計における要求性能と設計評価方針

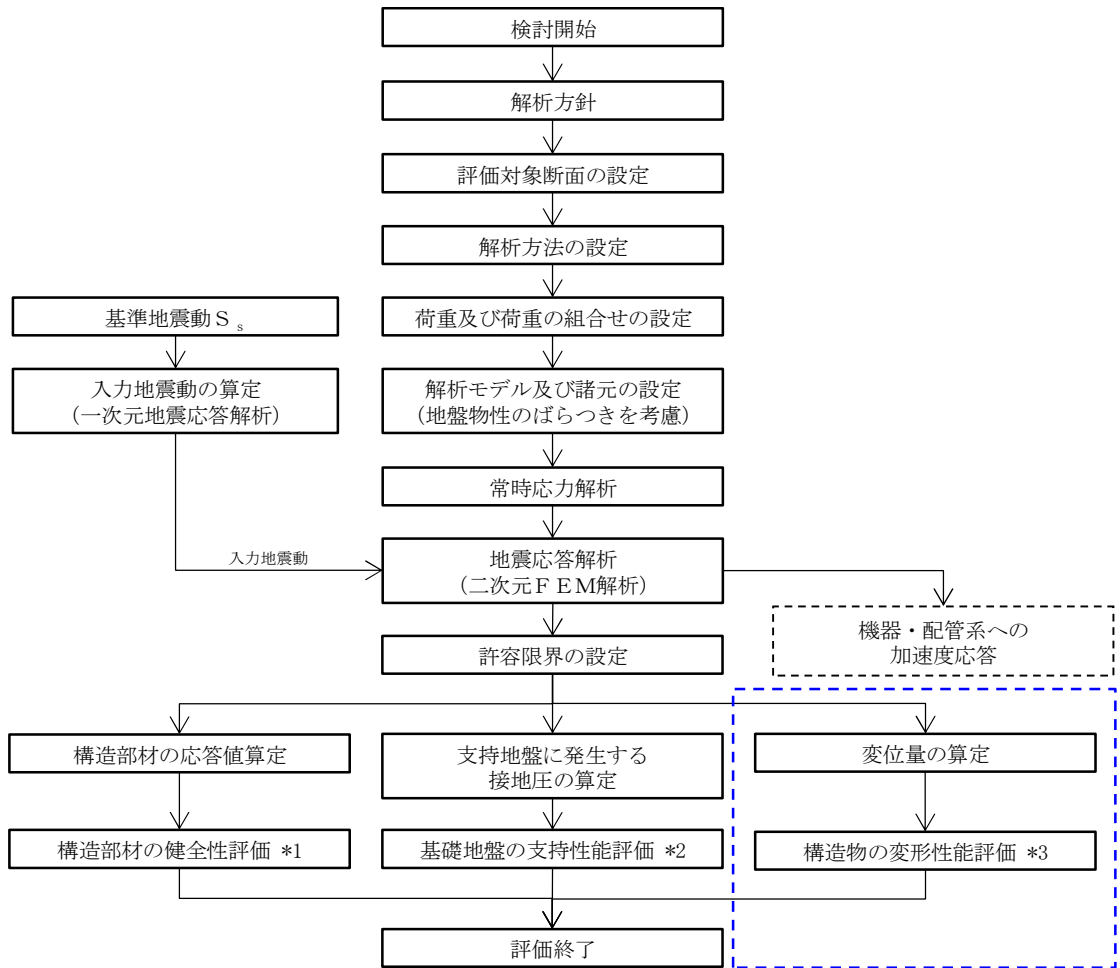
資料	その他発電用原子炉の付属設備（浸水防護施設）	資料V-2-1 耐震設計の基本方針		資料V-2-10-2-2-2 防潮扉の耐震性についての計算書							
		資料 機能維持の基本方針		構造強度設計			損傷モード		設計に用いる許容限界		
施設名	基本設計方針	要求機能	機能設計	性能目標	評価方針	評価対象部位	応力等の状態	限界状態			
防潮扉	<p>・防潮扉は、基準地震動 <math>S_s</math> に対して、防潮扉の要求される機能を損なうおそれがない設計とする。</p> <p>・防潮扉は、構造全体として変形能力及び安定性について十分な余裕を有するとともに、防潮扉に要求される機能が保持できるものとする。</p> <p>・基準地震動 <math>S_s</math> による地震力は、水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。</p>	<p>・防潮扉は、基準地震動 <math>S_s</math> に対し、防潮扉が要求される機能を損なうおそれがないよう、構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）に対し、十分な構造強度を有した構造であることが要求される。</p>	<p>・防潮扉は、基準地震動 <math>S_s</math> による地震時荷重、積載物、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、扉体は戸当り及び支圧板を介してコンクリート躯体部に固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。</p>	<p>・防潮扉は、基準地震動 <math>S_s</math> による地震時荷重、積載物、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、扉体は戸当り及び支圧板を介してコンクリート躯体部に固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とし、構造体の境界部には、止水ジョイント部材を設置し、有意な漏えいを生じない設計とする。</p>	<p>・基準地震動 <math>S_s</math> による地震時荷重、風及び積雪を考慮した荷重に対し、扉体として鋼製のスキンプレート、主桁、縦補助桁及び端桁が、支承部として戸当り及び躯体の鉄筋コンクリート部がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。また、躯体として鉄筋コンクリート及び鋼管杭がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。</p>	下部工	基礎地盤	支持力	支持機能を喪失する状態	「道路橋示方書・同解説(I 共通編・IV 下部構造編)」を踏まえ、妥当な安全余裕を考慮した極限支持力以下とする。	
							鋼管杭	曲げ、せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「道路橋示方書・同解説(I 共通編・IV 下部構造編)」を踏まえた短期許容応力度以下とする。	
						上部工	扉体	曲げ、せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「ダム・堰施設技術基準(案) (基礎解説編・マニュアル編) ( (社)ダム・堰施設技術協会, 平成 25 年 6 月)」に基づき、短期許容応力度以下とする。	
							戸当り	曲げ、せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「ダム・堰施設技術基準(案) (基礎解説編・マニュアル編) ( (社)ダム・堰施設技術協会, 平成 25 年 6 月)」に基づき、短期許容応力度以下とする。	
							鉄筋コンクリート	曲げ、せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「道路橋示方書・同解説(I 共通編・V 耐震設計編)」を踏まえた短期許容応力度以下とする。(コンクリート標準示方書【構造性能照査編】でも確認。)	
							止水ジョイント部	止水ジョイント部材	変形、引張り	有意な漏えいに至る変形、引張り	メーカー規格及び基準並びに必要な応じて実施する性能試験を参考に定める許容変形量及び許容引張り力以下とする。
								鋼製アンカー	引張り、せん断、引抜き	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「各種合成構造設計指針・同解説」を踏まえた短期許容応力度以下とする。
								鋼製防護部材	曲げ、引張り、せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「道路橋示方書・同解説(I 共通編・II 鋼橋編・IV 下部構造編)」, 「各種合成構造設計指針・同解説」及び「津波漂流物対策施設設計ガイドライン(案)」を踏まえた短期許容応力度以下とする。

表 2.3-2 鉄筋コンクリート防潮壁（防潮扉2）の評価項目

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	構造部材の健全性	鋼管杭	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	
		鉄筋コンクリート	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	
		鋼製アンカー	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	
		鋼製防護部材	鋼材	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
			接合ボルト		
	ワイヤーロープ				
アンカーボルト					
基礎地盤の支持性能	基礎地盤	発生応力が許容限界以下であることを確認	極限支持力*		
有意な漏えいを生じないこと	構造部材の健全性	鋼管杭	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	
		鉄筋コンクリート	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	
		鋼製アンカー	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	
		鋼製防護部材	鋼材	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
			接合ボルト		
	ワイヤーロープ				
アンカーボルト					
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。





\*止水ジョイント部材及び鋼製アンカーに対する照査結果は「6.12 止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に、鋼製防護部材に対する照査結果は、「6.13 止水ジョイント部材の漂流物対策に関する補足説明」に示す。

- 注記 \*1：構造部材の健全性評価を実施することで、表 2.3-2 に示す「構造強度を有すること」及び「有意な漏えいを生じないこと」を満足することを確認する。
- \*2：基礎地盤の支持性能評価を実施することで、表 2.3-2 に示す「構造強度を有すること」を満足することを確認する。
- \*3：構造物の変形性評価を実施することで、表 2.3-2 に示す「有意な漏えいを生じないこと」を満足することを確認する。

図 2.3-2 鉄筋コンクリート防潮壁（防潮扉 2）の耐震評価フロー

## 2.4 適用基準

表 2.4-1 に適用する規格，基準類を示す。

表 2.4-1 適用する規格，基準等

項目		適用する規格，基準等	備考	
使用材料および材料定数		・コンクリート標準示方書 〔構造性能照査編〕(2002年)	—	
荷重及び荷重の組み合わせ		・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	扉体（鋼材）	・ダム・堰施設技術基準（案） 〔基準解説編・マニュアル編〕（平成25年6月）	・曲げに対する照査は，発生応力が，短期許容応力度以下であることを確認 ・せん断に対する照査は，発生応力または発生せん断力が，短期許容応力度または短期許容せん断応力度以下であることを確認	
	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)		
	鉄筋	・道路橋示方書・同解説 IV下部構造編（平成24年3月）		
	鋼管杭	・道路橋示方書・同解説 IV下部構造編（平成14年3月）		
	鋼製 防護 部材	鋼製アンカー		・各種合成構造設計指針・同解説（2010年11月）
		鋼材， 接合ボルト		・道路橋示方書・同解説 IV下部構造編（平成14年3月）
		ワイヤー ロープ		・津波漂流物対策施設設計ガイドライン(案)((財)沿岸技術研究センター，(社)寒地港湾技術研究センター，平成21年) ・日本工業規格(JIS G 3549-2000)
アンカー ボルト		・各種合成構造設計指針・同解説（2010年11月）		
地震応答解析		・J E A G 4 6 0 1 -1987 ・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（2005年）	・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	

## 2.5 評価対象断面の方向

防潮扉2は横断方向と縦断方向で構造が異なるため、その両方向を評価対象断面方向として選定する。

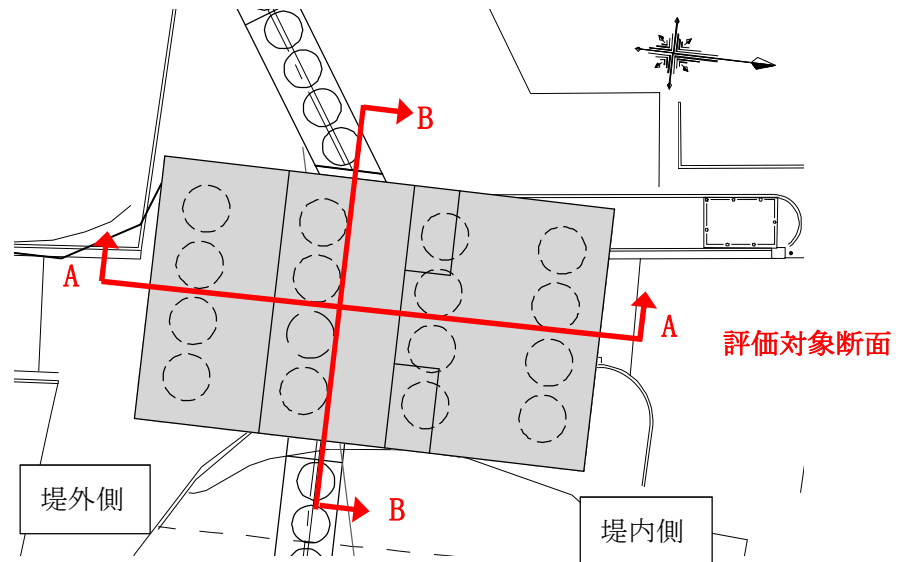


図 2.5-1 評価対象断面位置図

## 2.6 評価対象断面の選定

評価対象断面の選定結果を表 2.6-1 に示す。評価対象断面選定の詳細については、「5.10 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について 5.10.7 防潮扉」に示す。

表 2.6-1 評価対象断面の選定結果

断面	構造的特徴	周辺地質	間接支持する設備	評価断面	選定結果
A-A	・防潮扉2の横断方向断面である。	第四紀層が薄い（岩盤上面標高が高い）。	扉体	○	防潮扉2の横断方向の代表断面として選定する。
B-B	・防潮扉2の縦断方向断面である。	第四紀層が薄い（岩盤上面標高が高い）。	扉体	○	防潮扉2の縦断方向の代表断面として選定する。

### 3. 地震応答解析

防潮扉 1 の地震応答解析については、V-2-10-2-2-2-1「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の耐震性についての計算書」に示す。

防潮扉 2 の地震応答解析について説明する。

#### 3.1 評価対象断面

評価断面位置図を図 3.1-1 に評価対象断面を図 3.1-2 に示す。

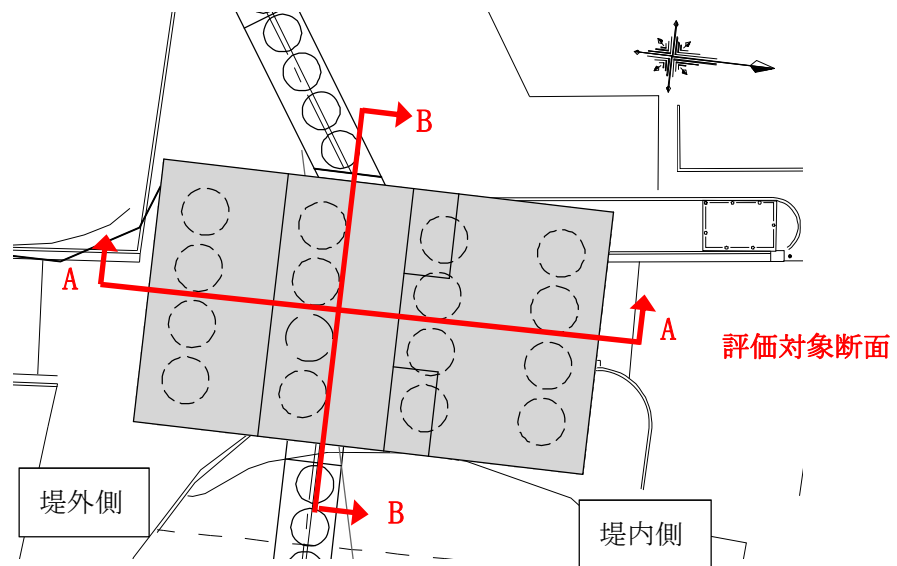


図 3.1-1 評価対象断面位置図

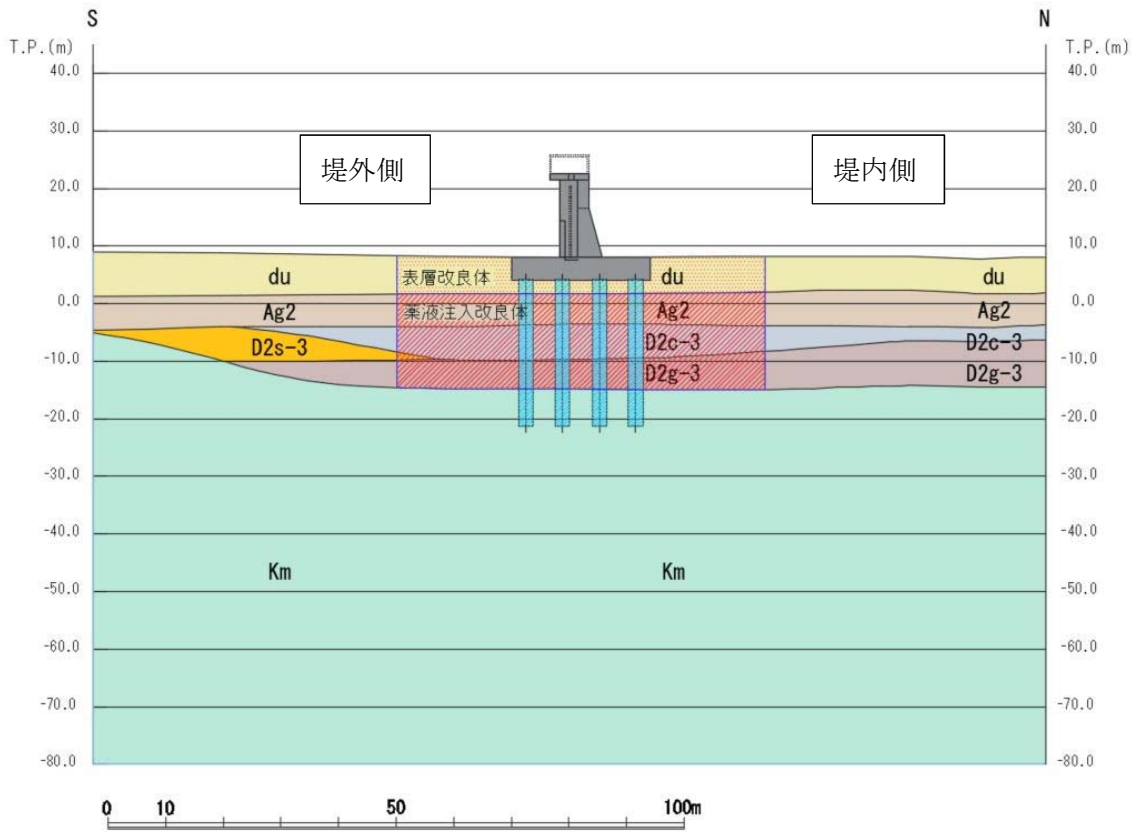


图 3.1-2 (1) 評価対象断面図 (A-A断面)

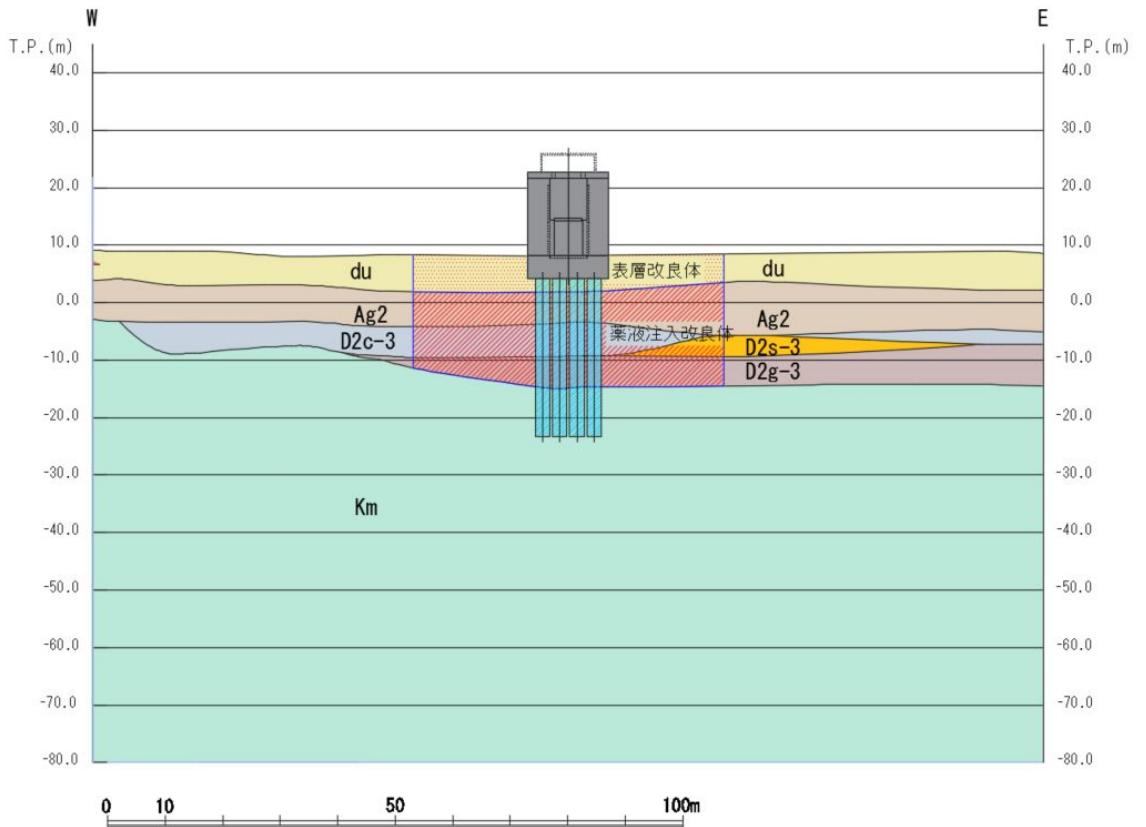


图 3.1-2 (2) 評価対象断面図 (B-B断面)

### 3.2 解析方法

地震応答解析は、V-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。

地震応答計算では、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を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定することを基本とする。

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

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

図 3.2-1 に鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析フロー図を示す。

地震応答解析には、解析コード「FLIP Ver. 7.3.0\_2」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」（資料番号：付録 24）に示す。

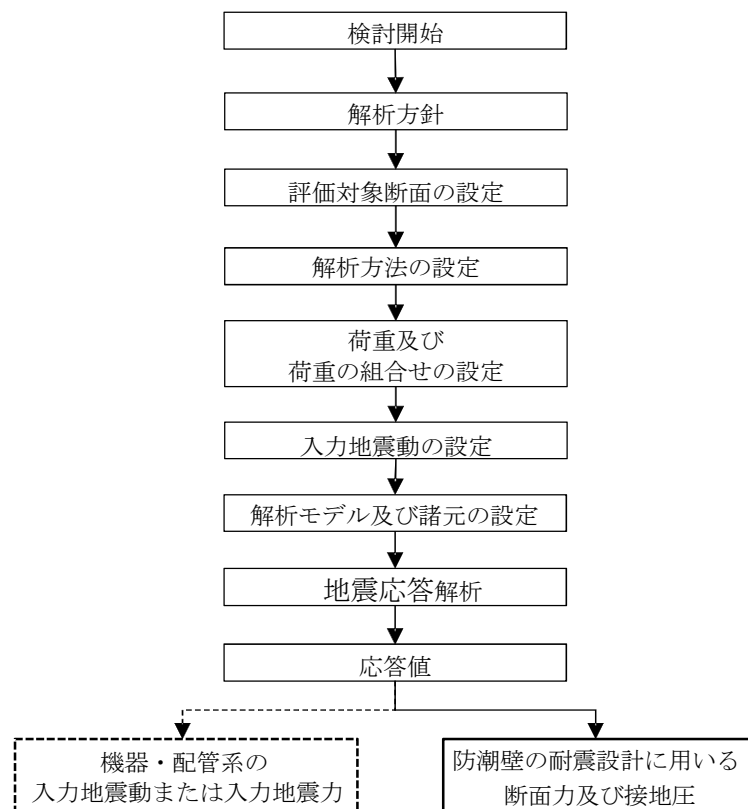


図 3.2-1 鉄筋コンクリート防潮壁の地盤応答解析フロー

### 3.2.1 構造部材

構造部材は、線形はり要素でモデル化する。

### 3.2.2 地盤

地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、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。

### 3.2.3 減衰特性

時刻歴非線形解析における減衰特性については、固有値解析にて求められる固有振動数に基づく Rayleigh 減衰を考慮する。

### 3.3 荷重及び荷重の組合せ

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

#### 3.3.1 耐震安全性評価上考慮する状態

防潮扉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

発電用原子炉施設が運転状態にあり、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

積雪及び風荷重を考慮する。

##### (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

防潮扉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

固定荷重として、扉体自重を考慮する。

##### (2) 積載荷重

積載荷重として、機器荷重を考慮する。

##### (3) 地震荷重

基準地震動 $S_0$ による荷重を考慮する。

##### (4) 積雪荷重

積雪荷重については、「建築基準法施行令第86条」及び「茨城県建築基準法施工細則第16条の4」に従って設定する。積雪の厚さ1 cmあたりの荷重を $20 \text{ N/m}^2/\text{cm}$ として、積雪量は30 cmとしていることから積雪荷重は $600 \text{ N/m}^2$ であるが、地震時短期荷重として積雪荷重の0.35倍である $0.21 \text{ kN/m}^2$ を考慮する。

積雪荷重は構造物上面に付加質量として考慮する。

##### (5) 風荷重

風荷重として、風速30 m/sの風圧力を考慮する。



### 3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3.3-1 に示す。

表 3.3-1 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	○ ・防潮扉 2 の荷重を考慮する。
		土被り荷重	－ ・土被りはないため考慮しない。
		上載荷重	－ ・恒常的に配置された設備等はないことから、考慮しない。
	静止土圧		○ ・常時応力解析により設定する。
	外水圧		○ ・地下水位に応じた静水圧として設定する。 ・地下水の密度を考慮する。
	内水圧		－ ・内水はないため考慮しない。
	雪荷重		○ ・雪荷重を考慮する。
変動荷重	風荷重以外	－ ・風荷重以外には発電所の立地特性及び構造物の配置状況を踏まえると、偶発荷重（地震荷重）と組み合わせるべき変動荷重はない。	
	風荷重	○ ・風荷重を考慮する。	
偶発荷重 (地震荷重)	水平地震動	○ ・基準地震動 $S_e$ による水平・鉛直同時加振を考慮する。	
	鉛直地震動	○ ・躯体、動土圧を考慮する。	
	動水圧	－ ・自由水はないため動水圧は考慮しない。	

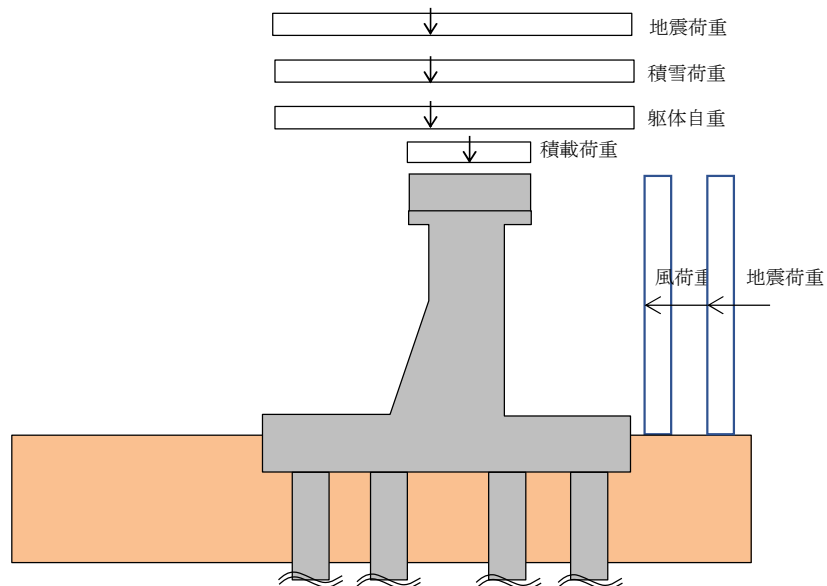


図 3.3-1 荷重概念図

### 3.4 入力地震動

入力地震動は、V-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次元波動論により地震応答解析モデルの底面位置で評価したものをを用いる。入力地震動算定の概念図を図 3.4-1 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図 3.4-2 に示す。

入力地震動の算定には、解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」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、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」（資料番号：付録39）に示す。

なお、特定の方向性を有しない地震動については、位相を反転させた場合の影響も確認する。断層モデル波である  $S_s-11 \sim S_s-22$  については、特定の方向性を有することから、構造物の評価対象断面方向を考慮し、方位補正を行う。具体的にはNS方向およびEW方向の地震動について構造物の評価断面方向の成分を求め、各々を足し合わせることで方位補正した地震動を設定する。

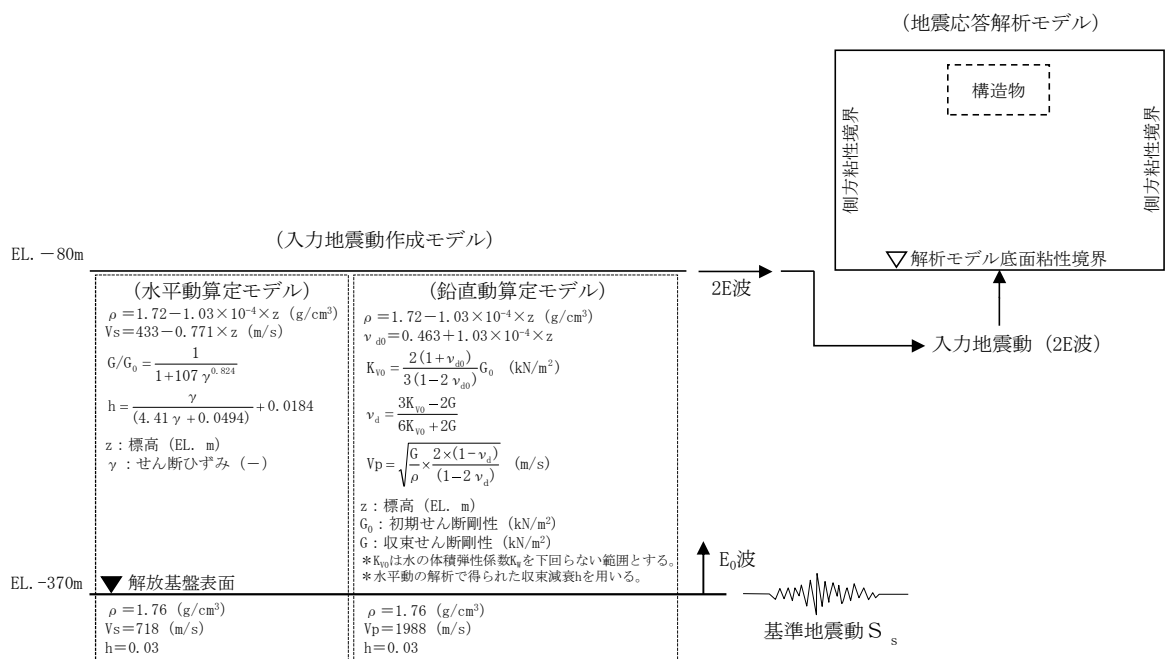
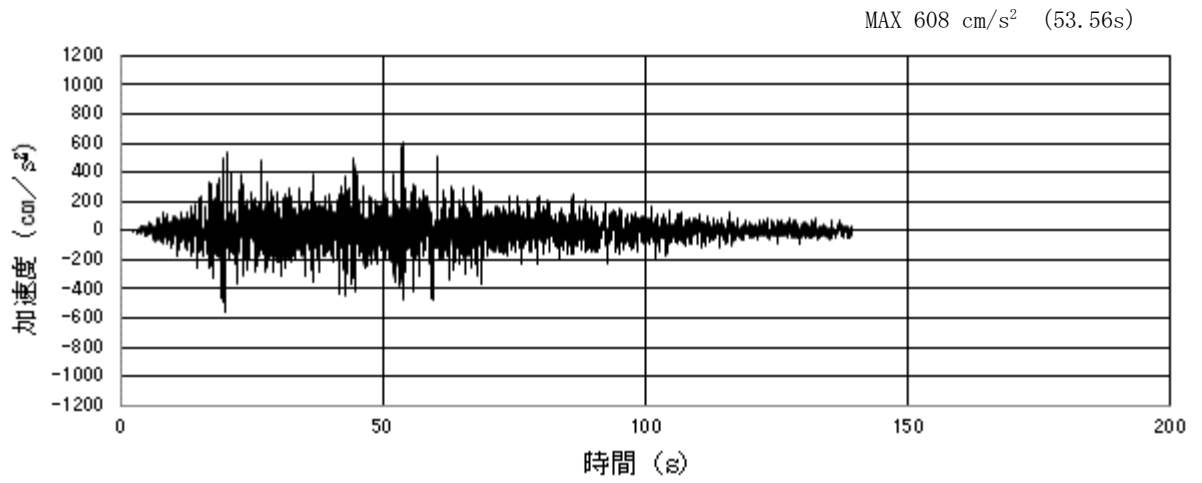
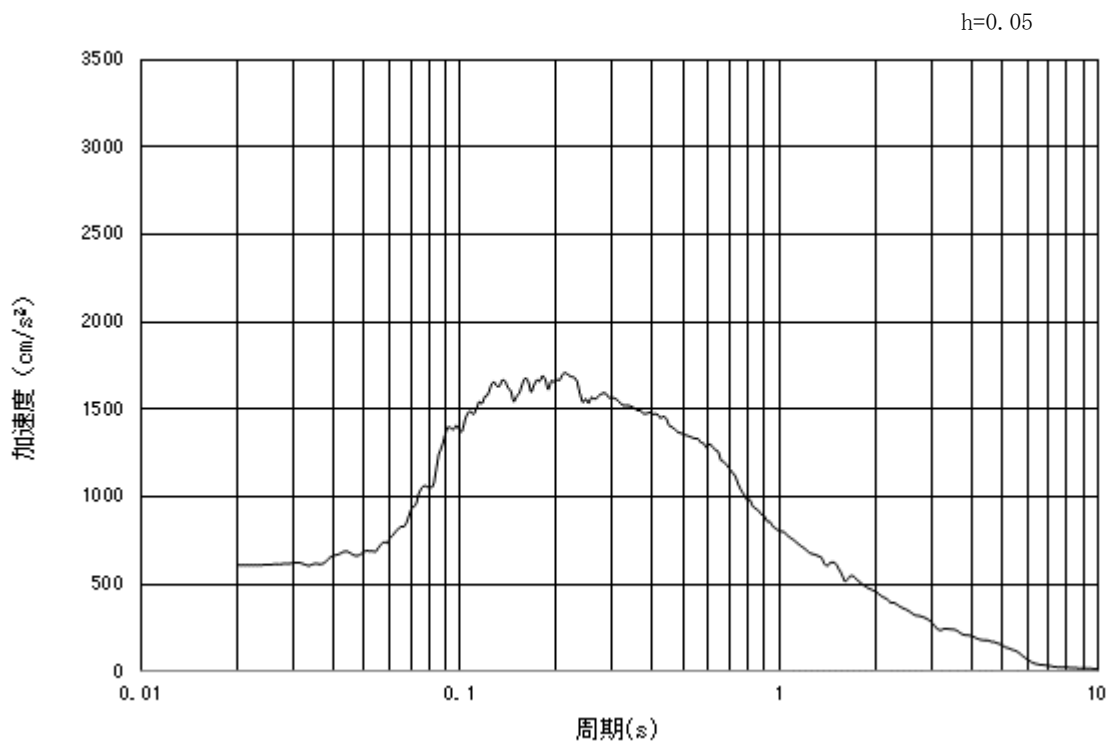


図 3.4-1 入力地震動算定の概念図

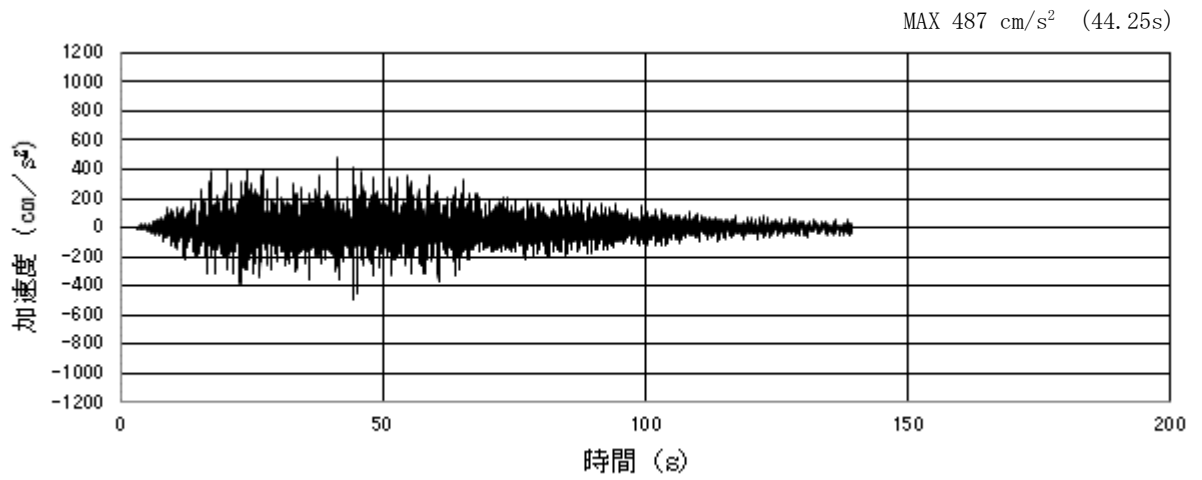


(a) 加速度時刻歴波形

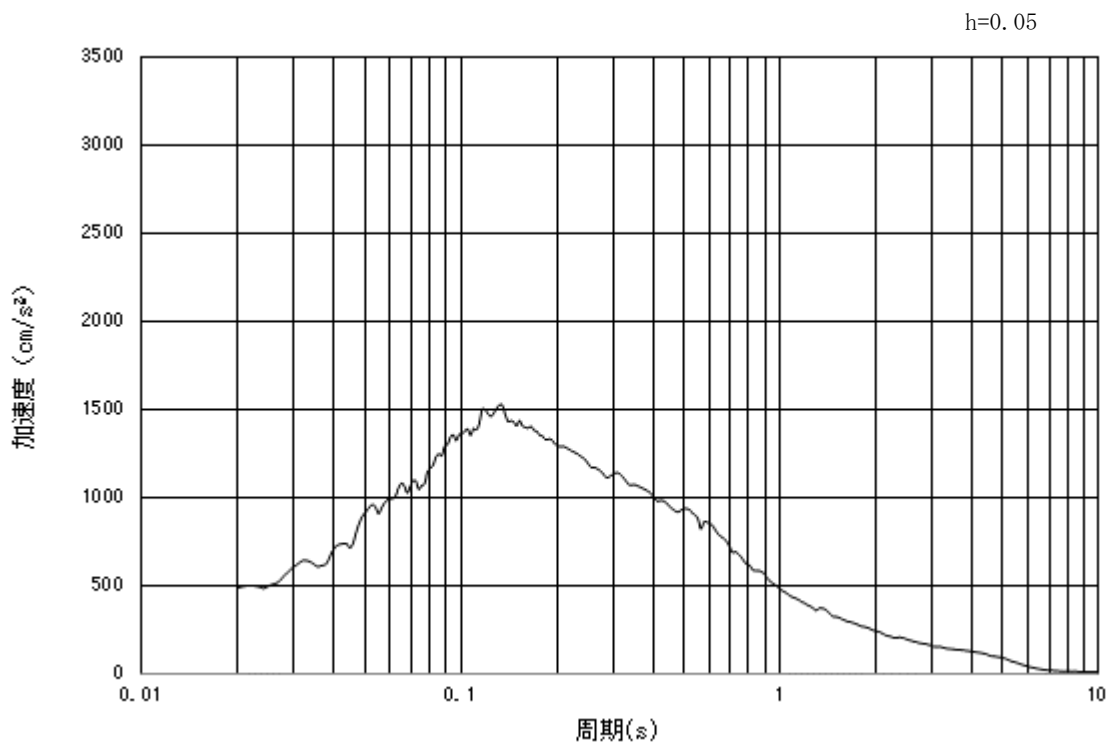


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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： $S_s - D1$ )

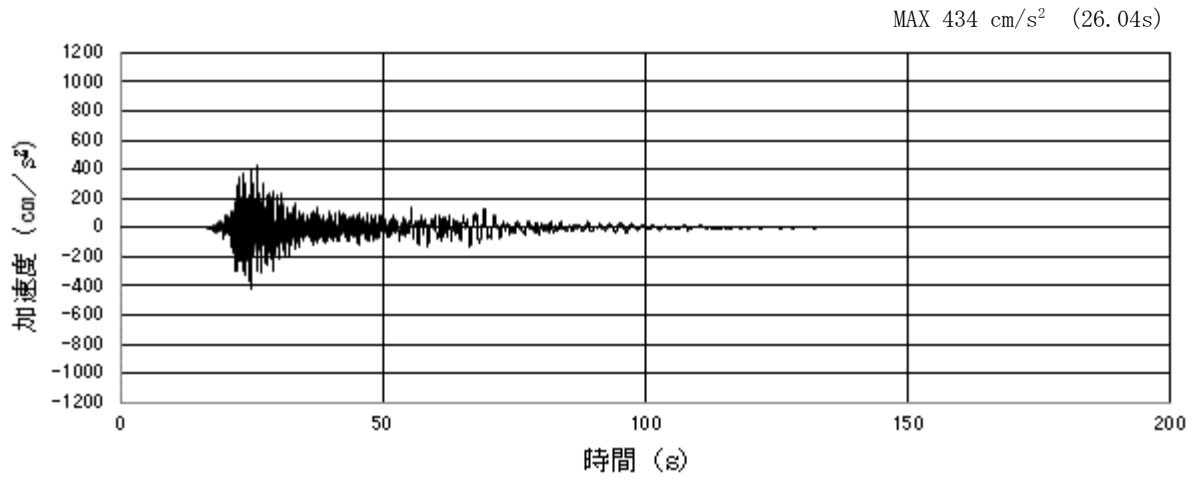


(a) 加速度時刻歴波形

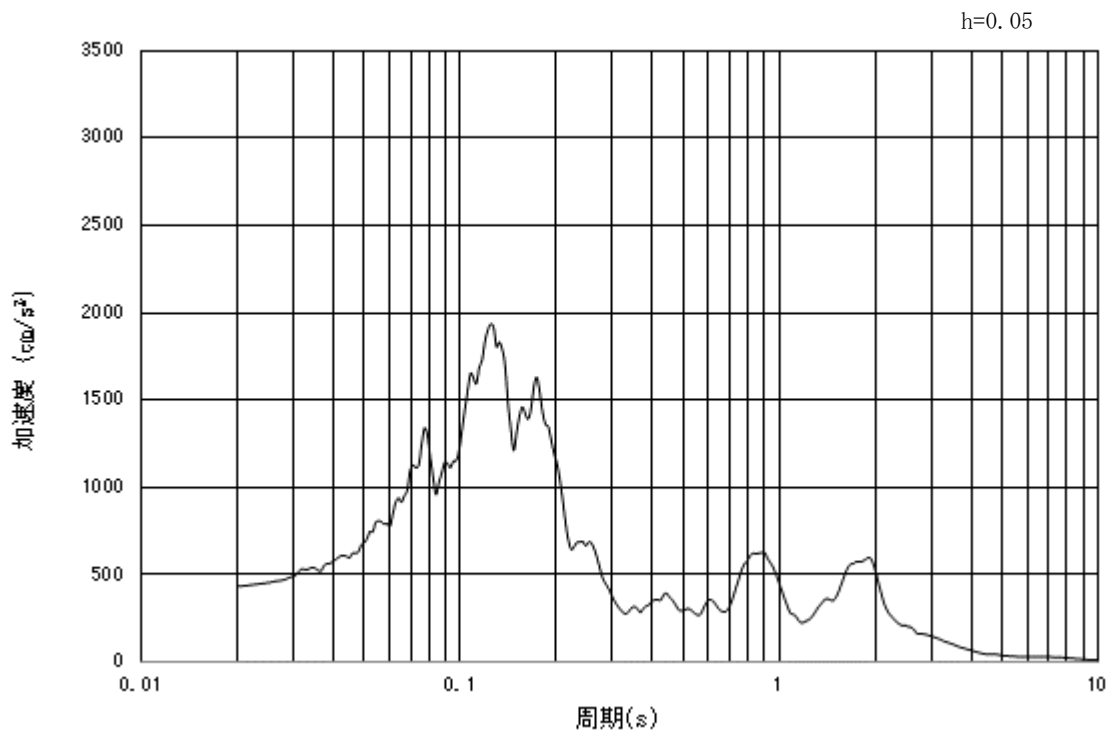


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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<sub>s</sub>-D1)

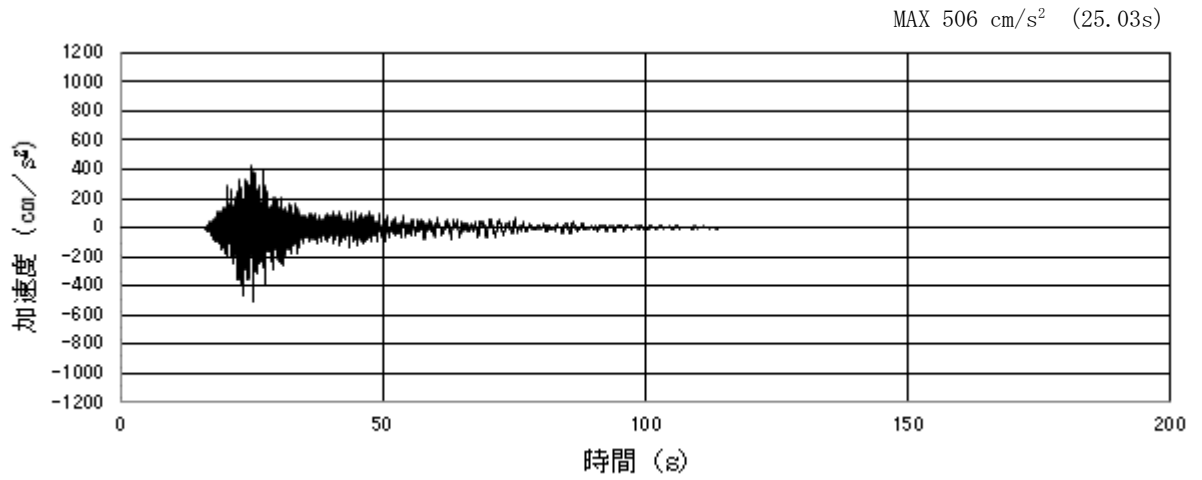


(a) 加速度時刻歴波形

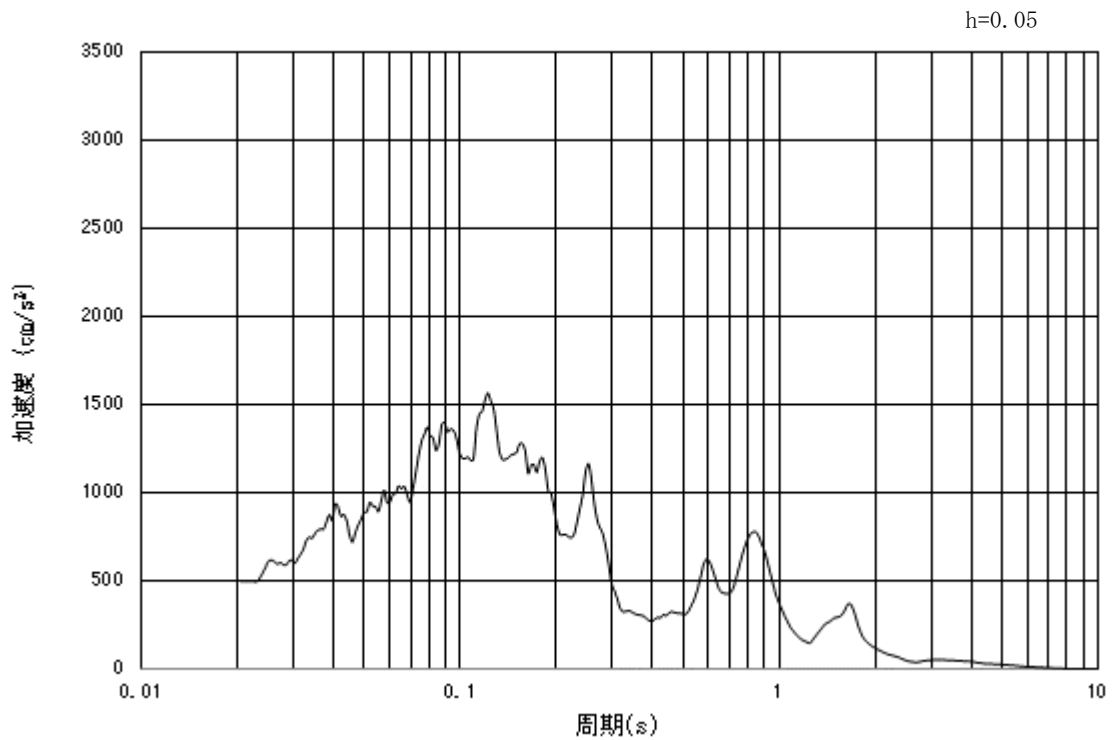


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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<sub>s</sub>-1 1 NS方向)

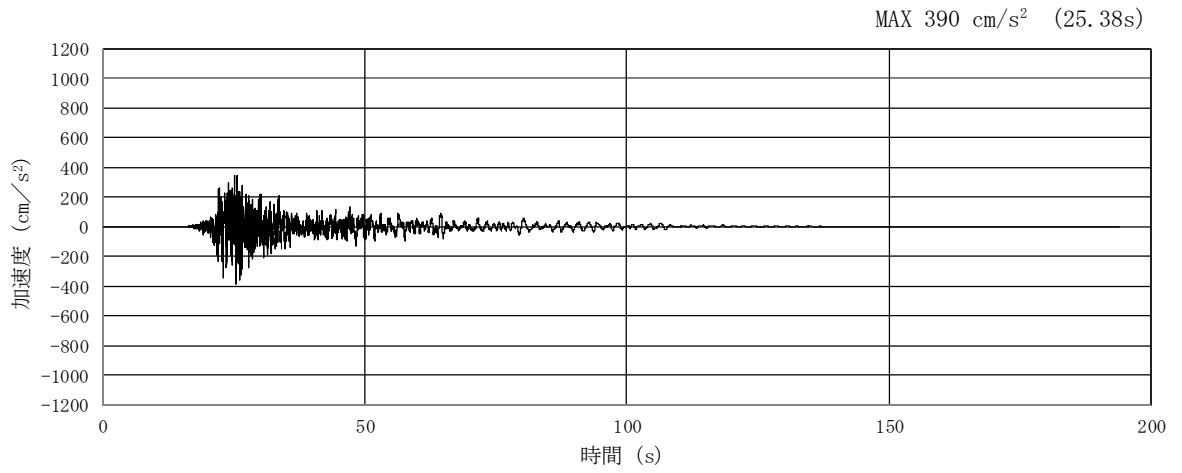


(a) 加速度時刻歴波形

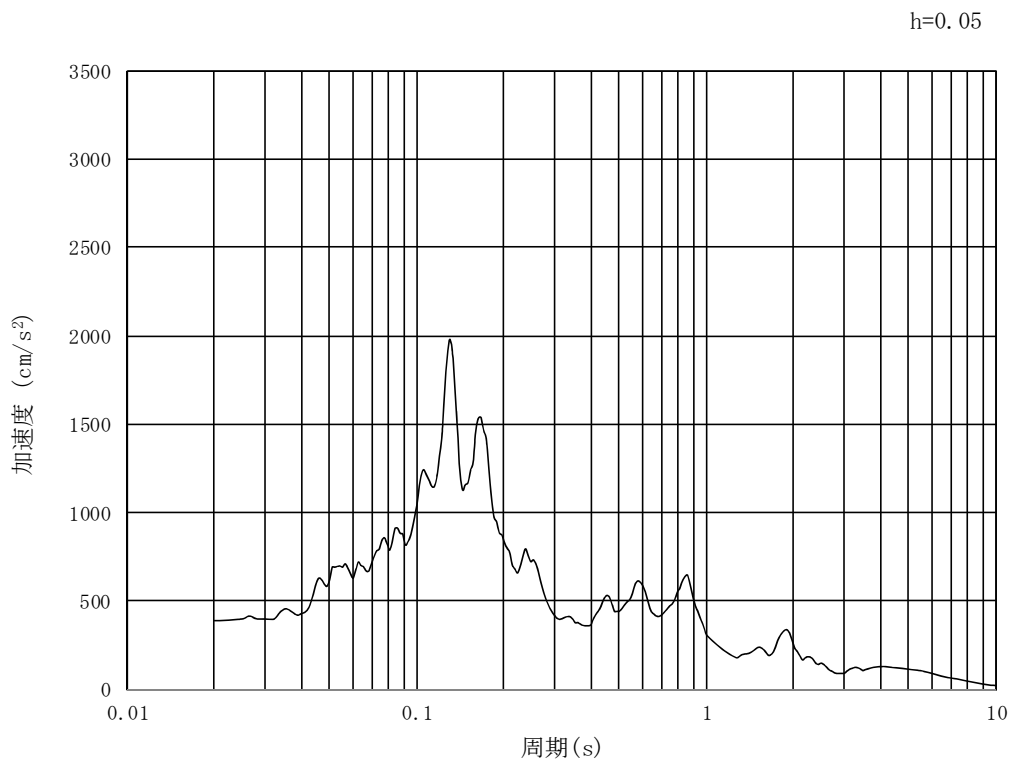


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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<sub>s</sub>-11 NS方向)

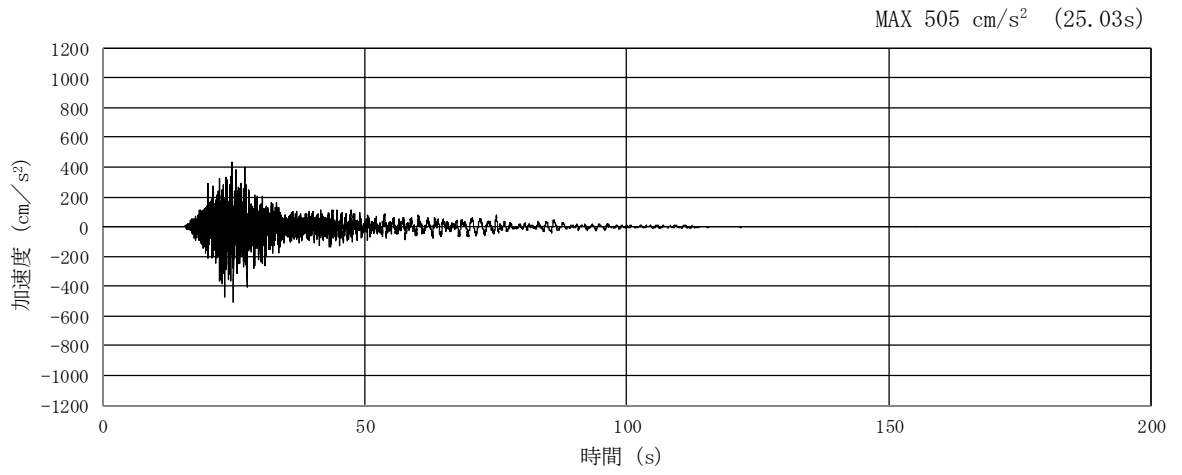


(a) 加速度時刻歴波形

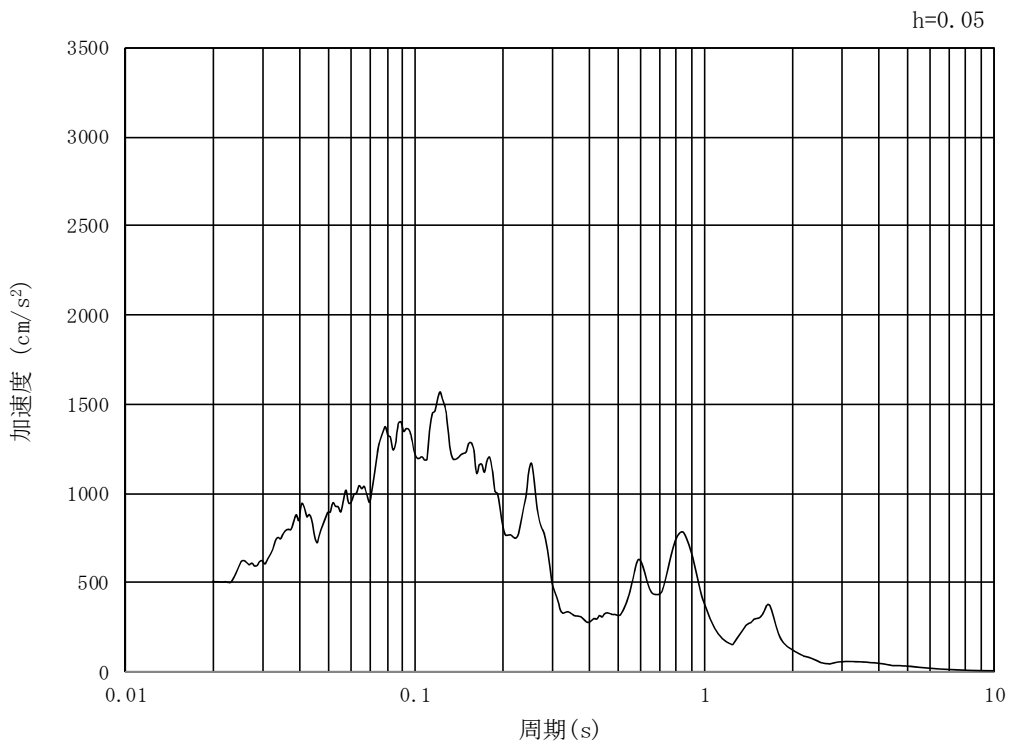


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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<sub>s</sub>-11 EW方向)



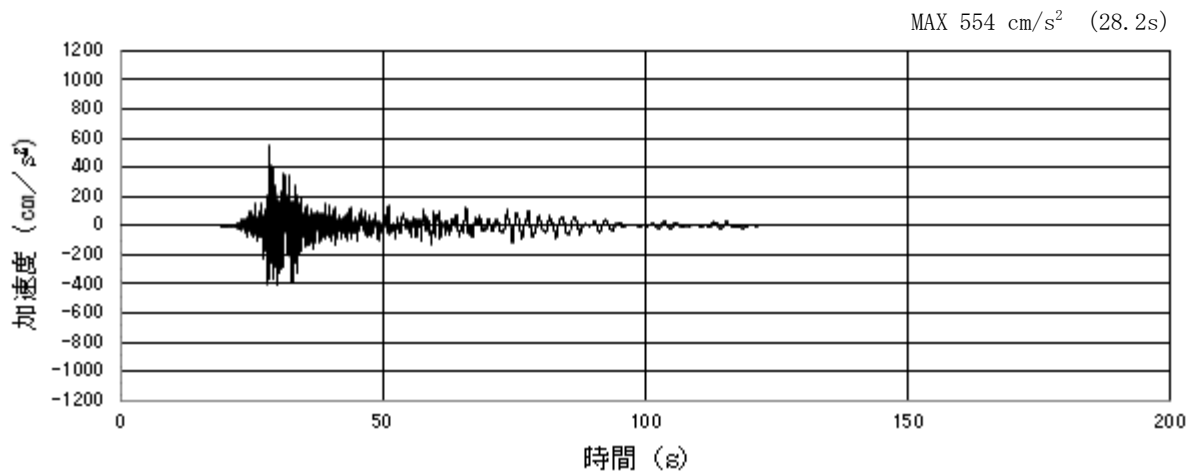
(a) 加速度時刻歴波形



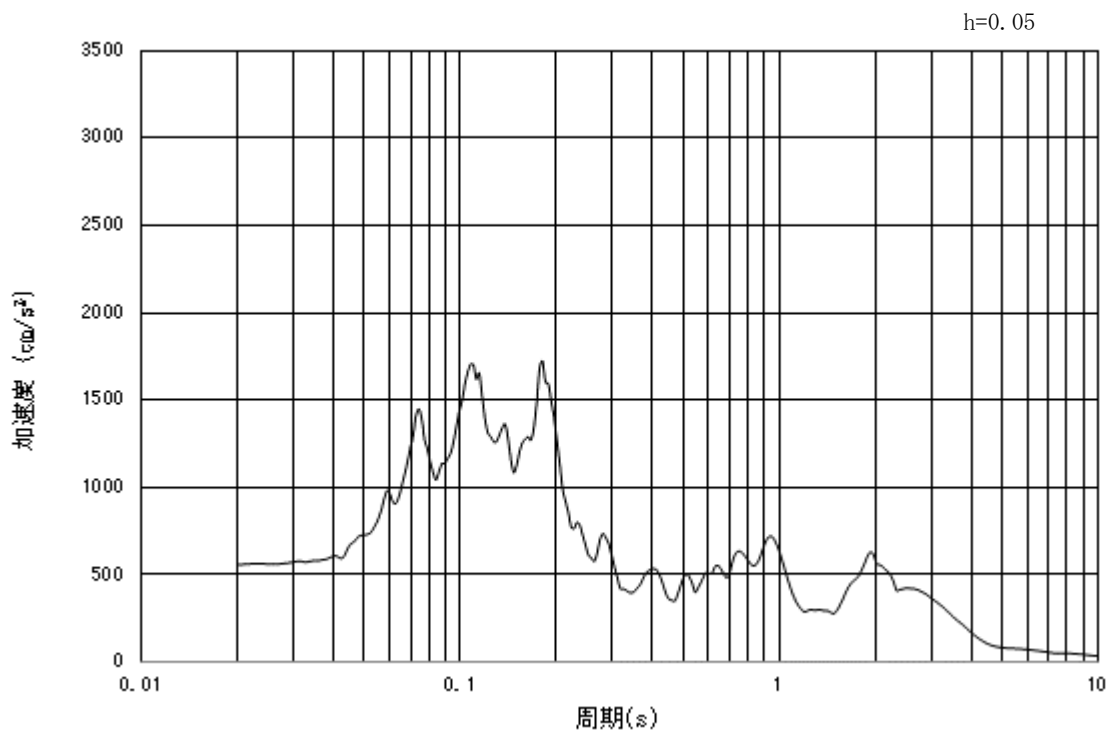
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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<sub>s</sub>-1 1 EW方向)



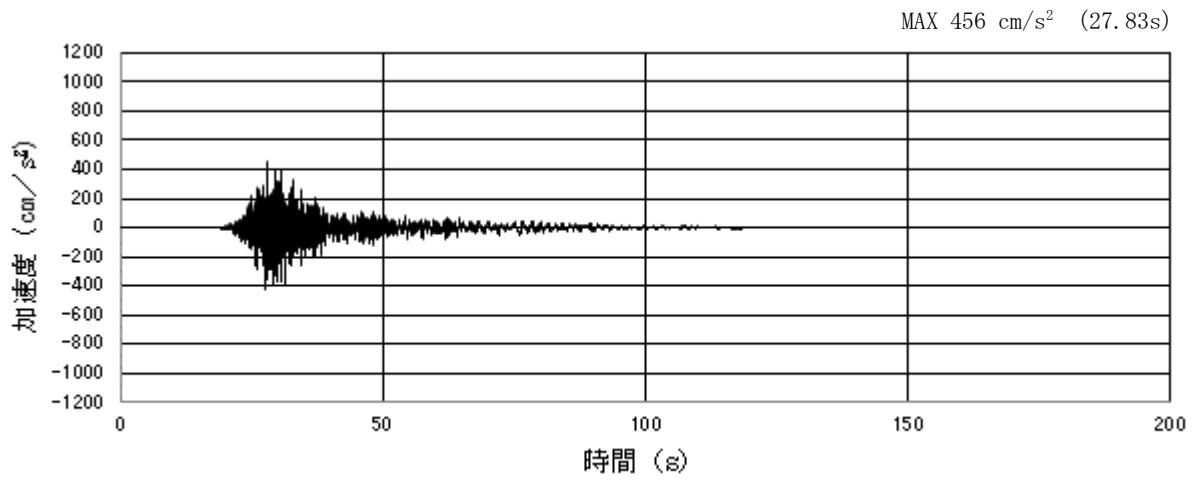


(a) 加速度時刻歴波形

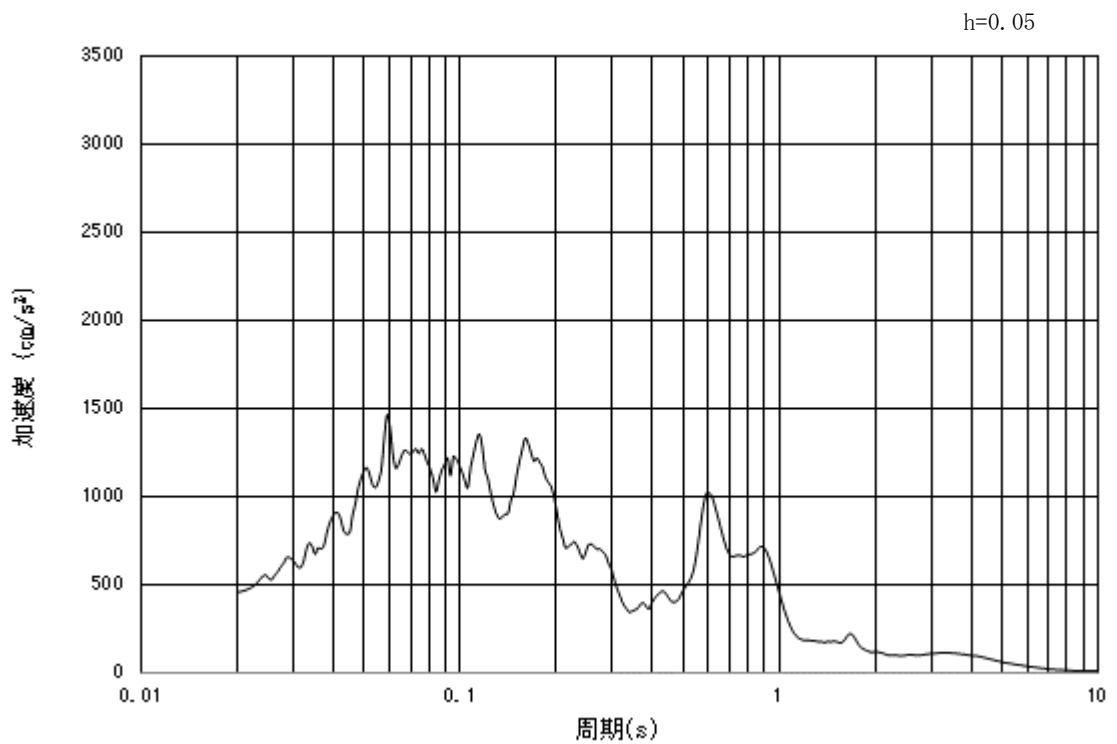


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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<sub>s</sub>-12 NS方向)

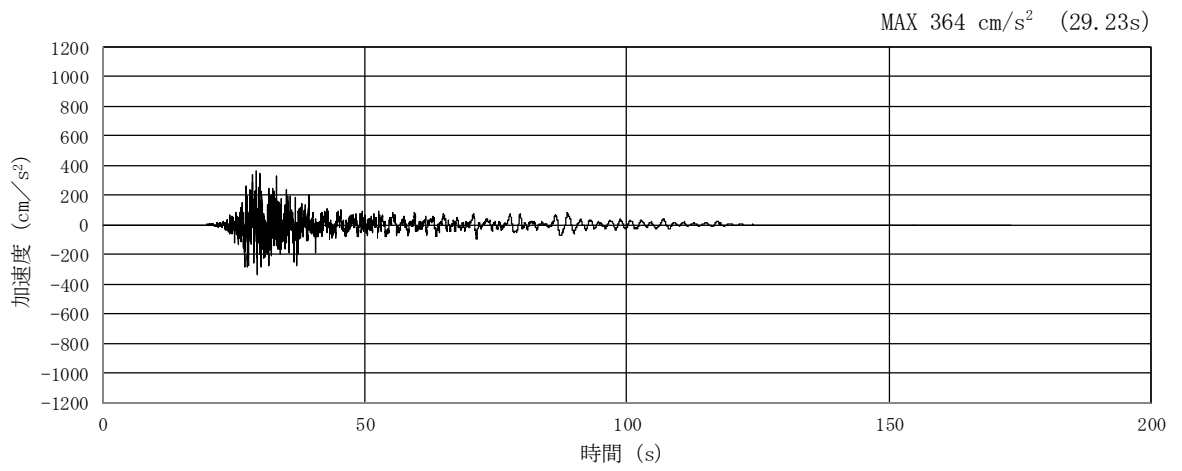


(a) 加速度時刻歴波形

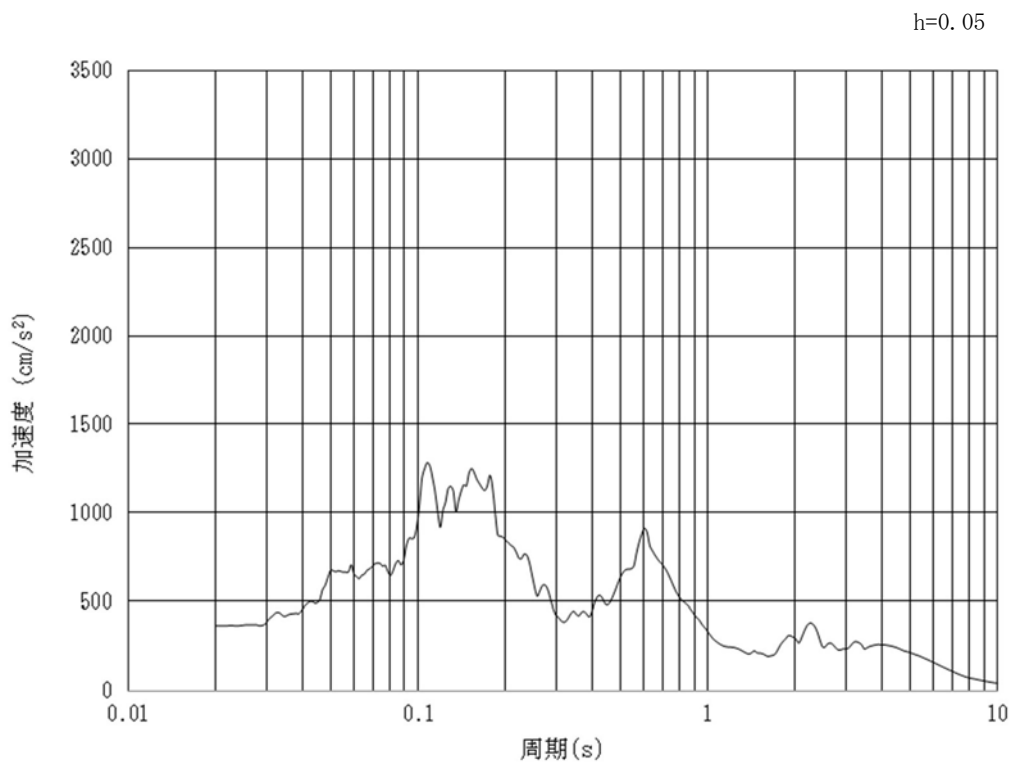


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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<sub>s</sub>-12 NS方向)

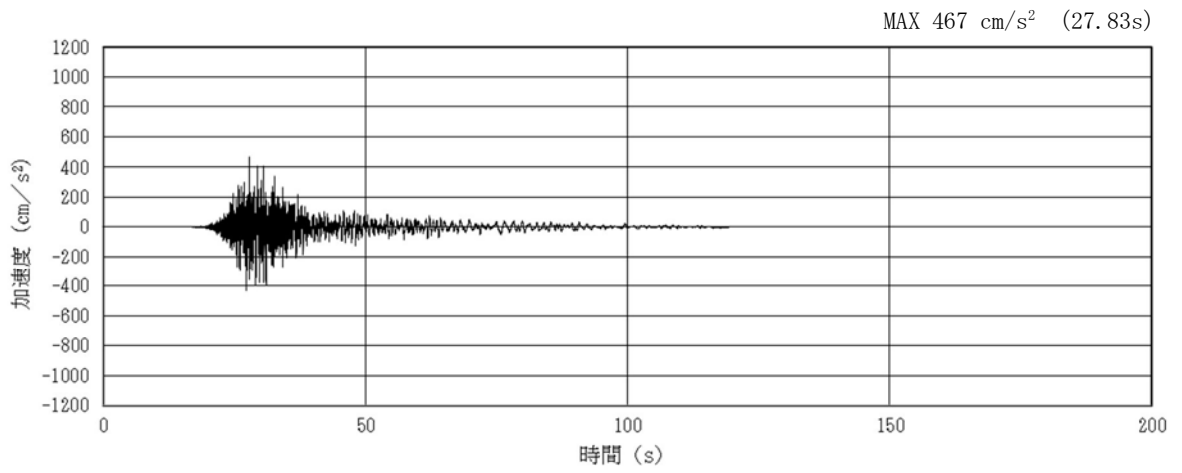


(a) 加速度時刻歴波形

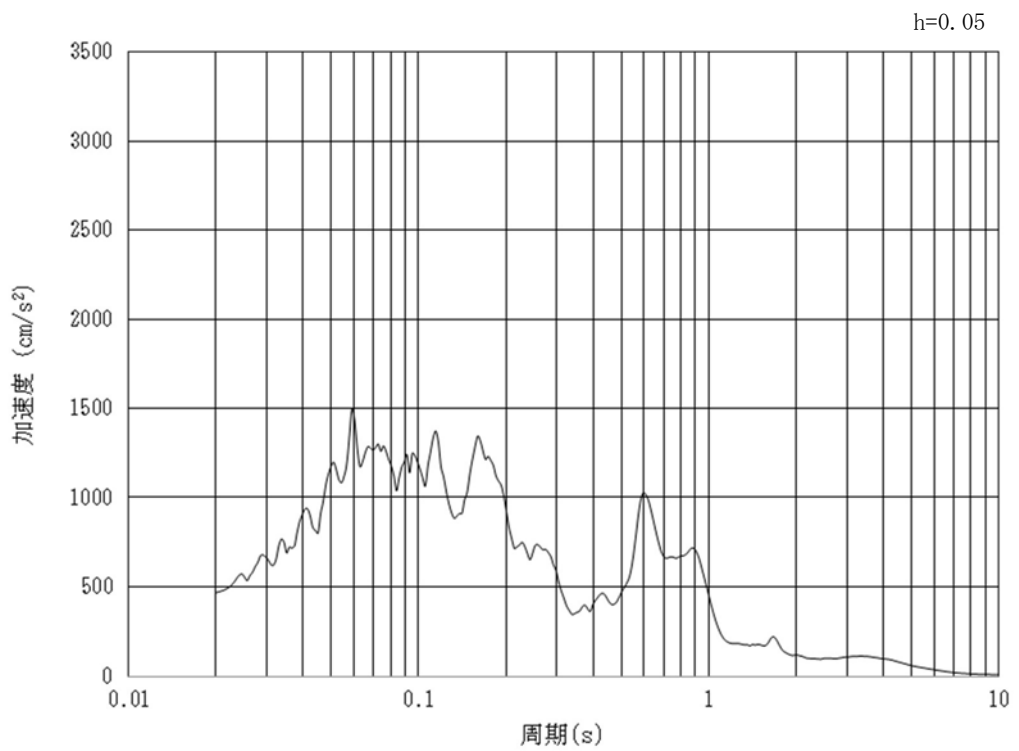


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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<sub>s</sub>-12 EW方向)

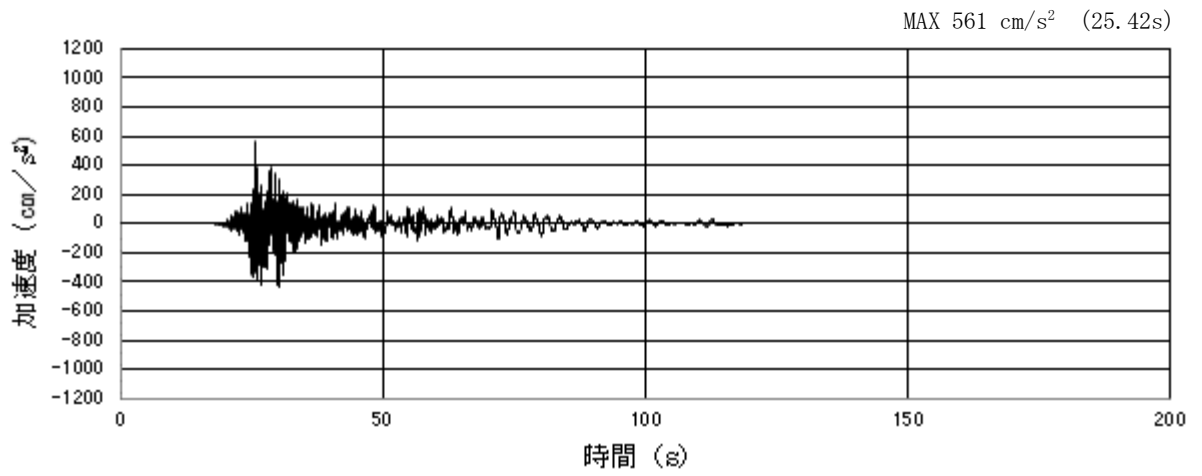


(a) 加速度時刻歴波形

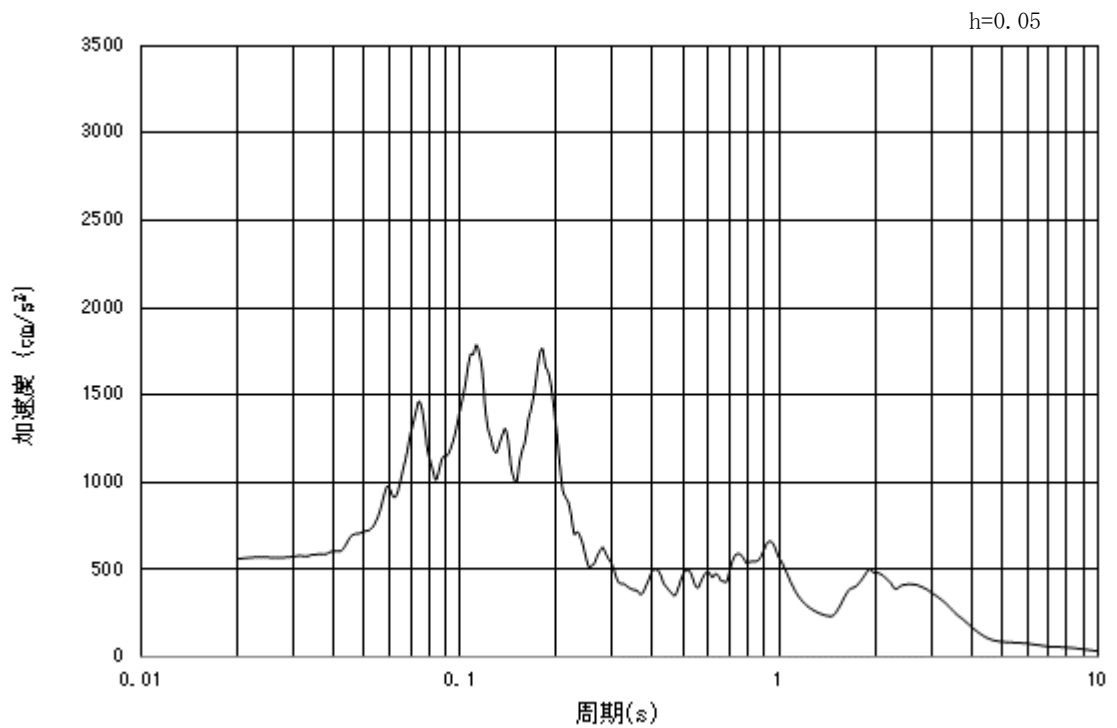


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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:  $S_s - 1$  2 EW方向)

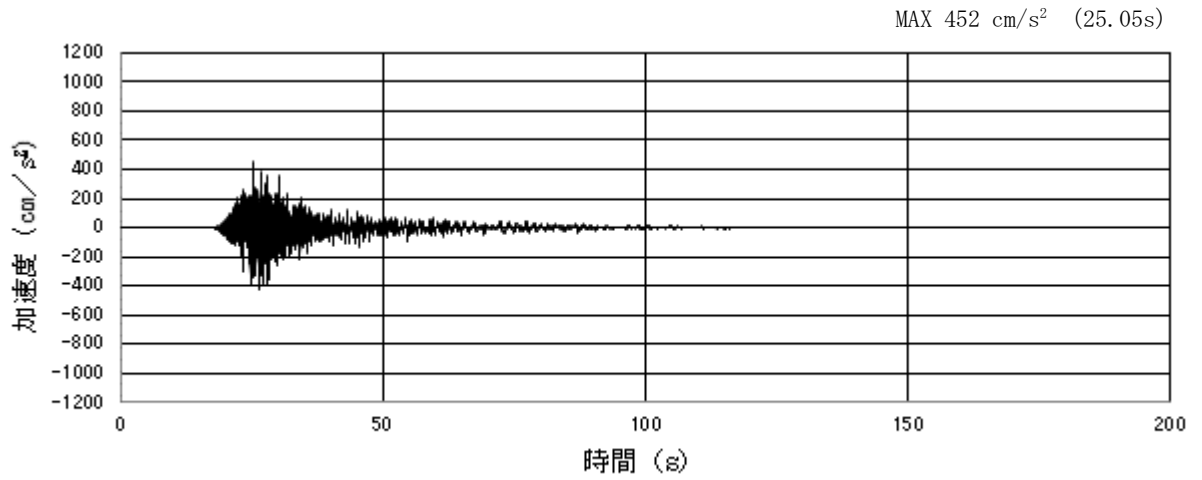


(a) 加速度時刻歴波形

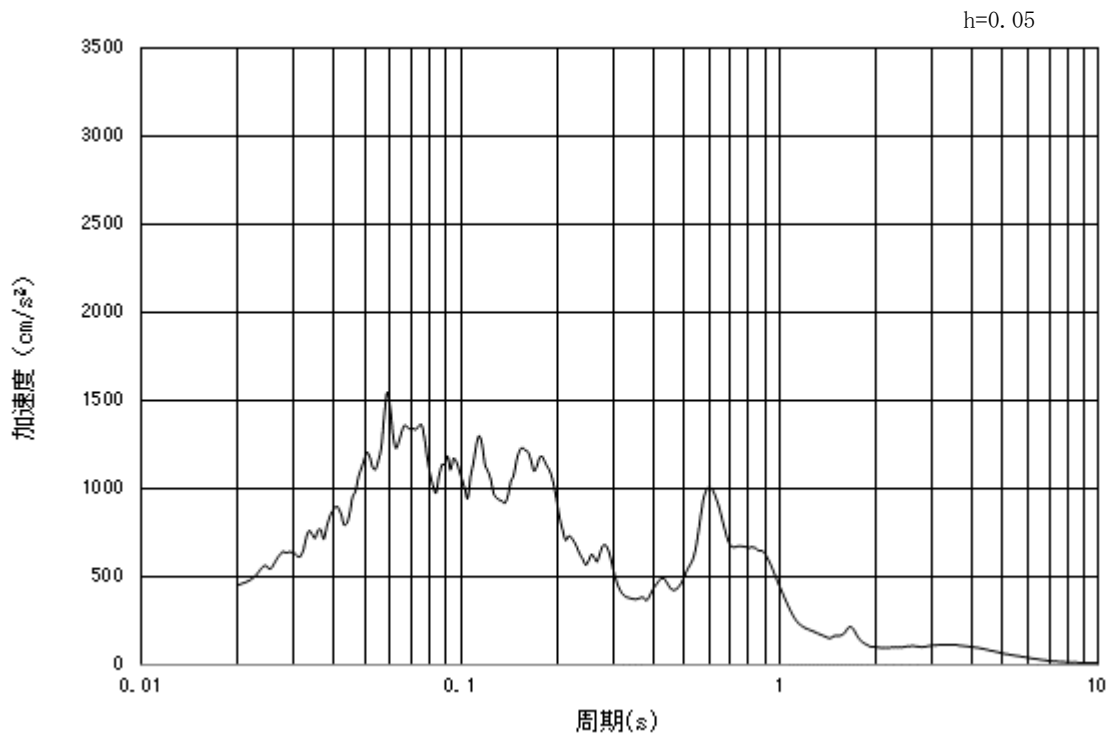


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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:  $S_s - 13$  NS方向)

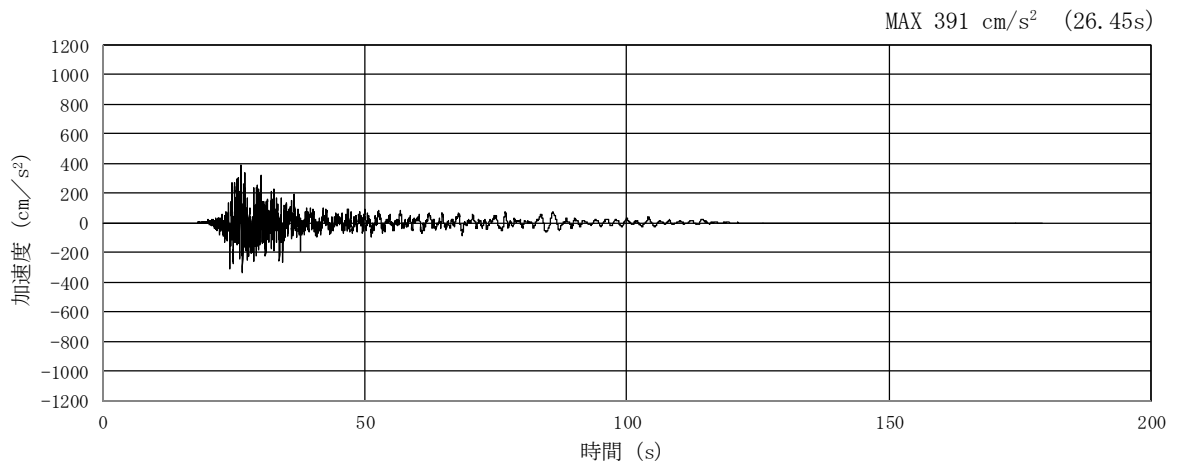


(a) 加速度時刻歴波形

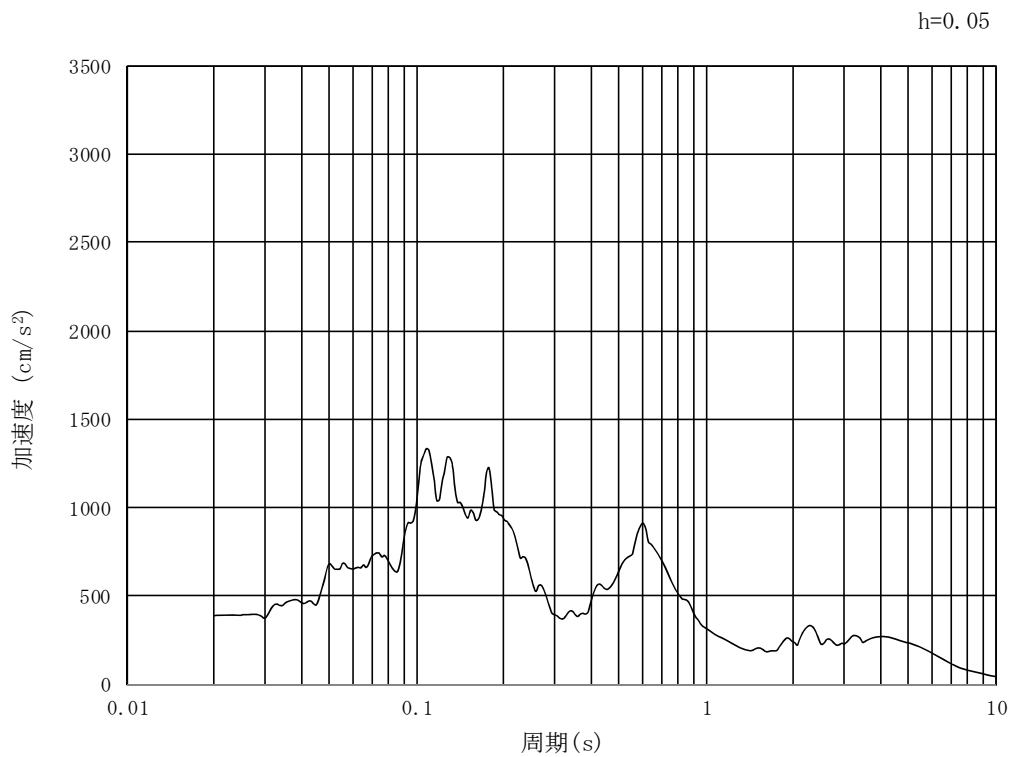


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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<sub>s</sub>-13 NS方向)

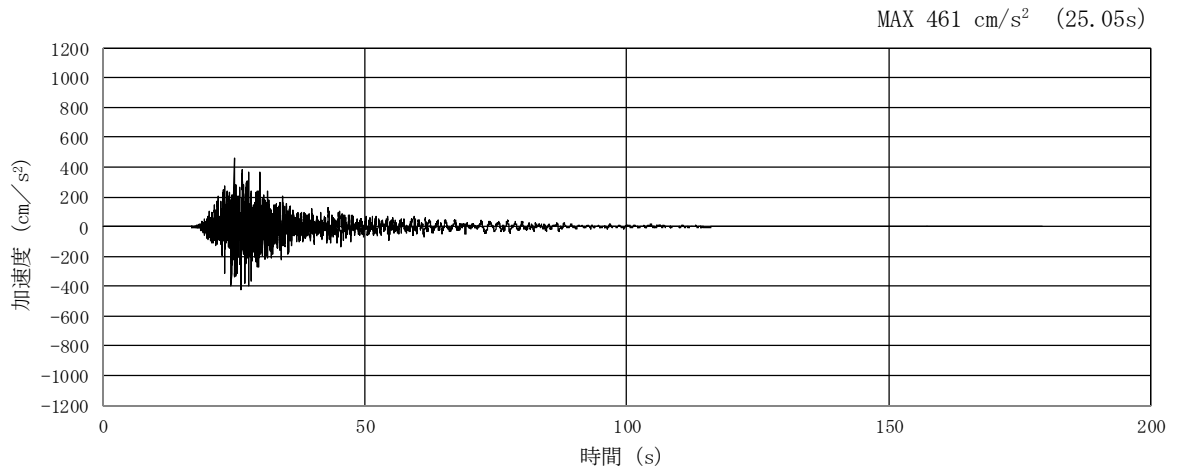


(a) 加速度時刻歴波形

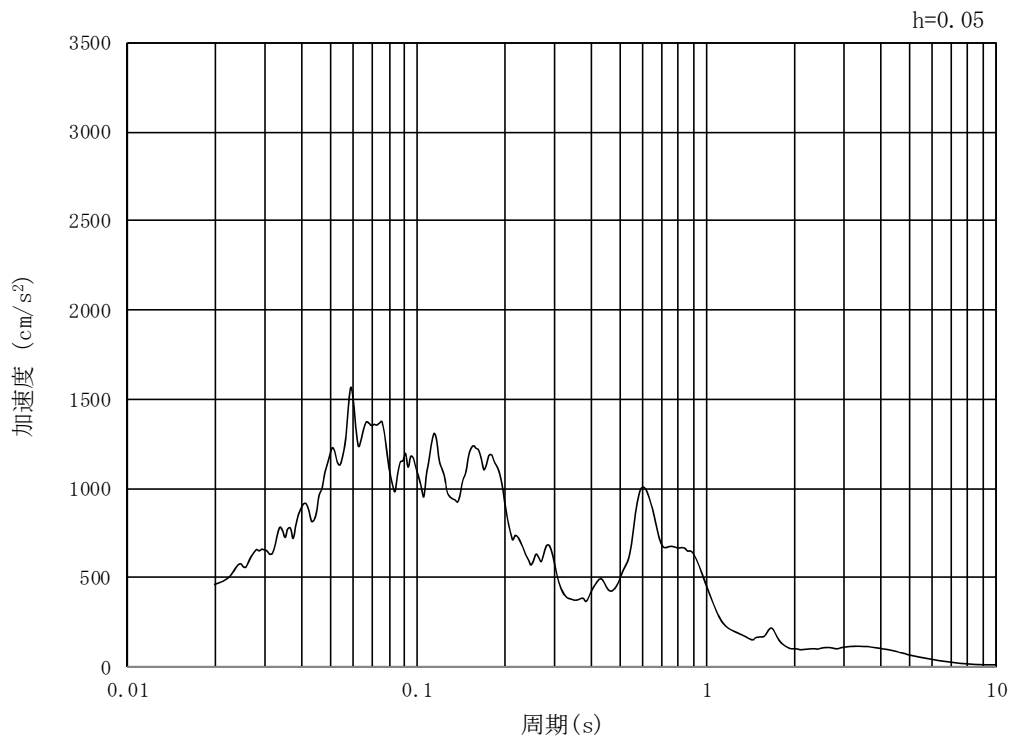


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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<sub>s</sub>-13 EW方向)



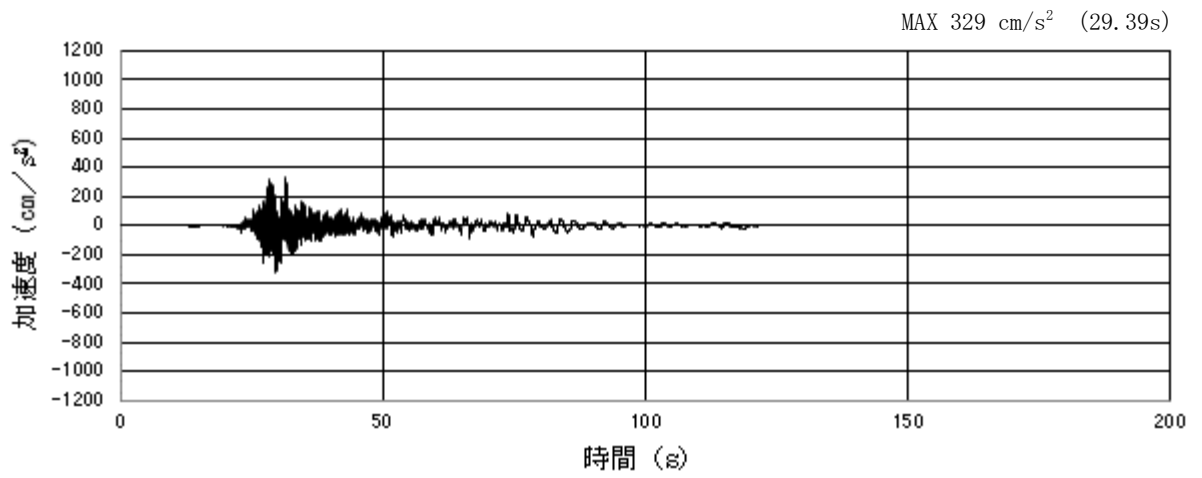
(a) 加速度時刻歴波形



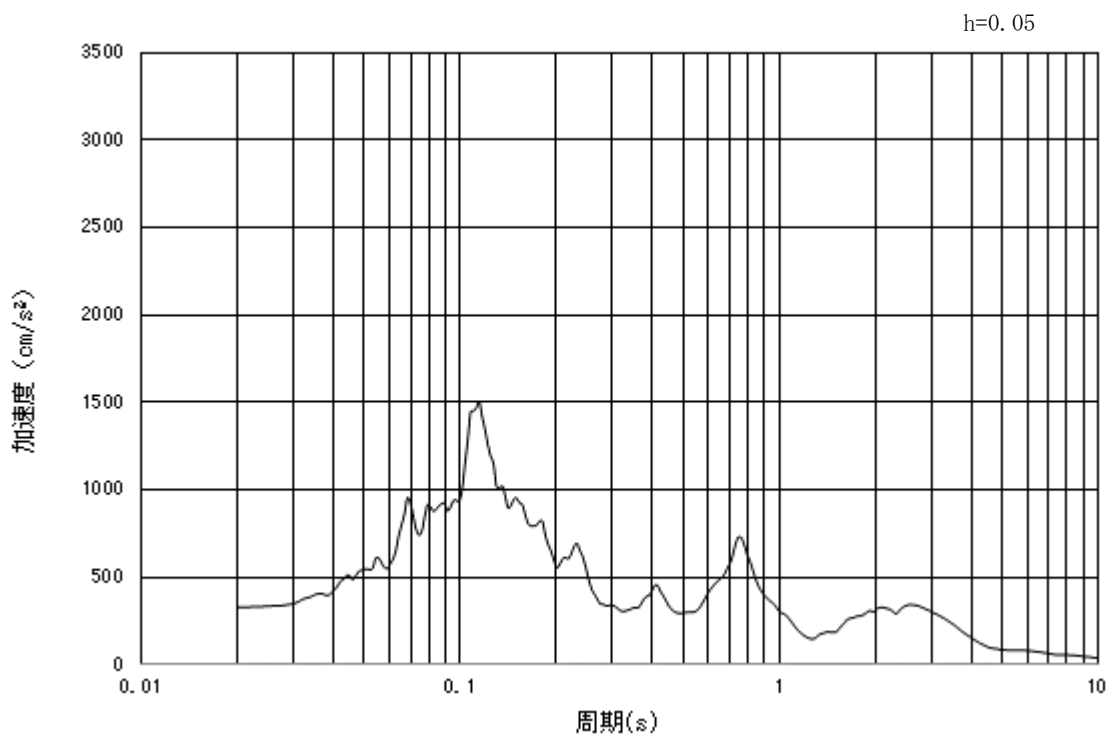
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (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:  $S_s - 13$  EW方向)



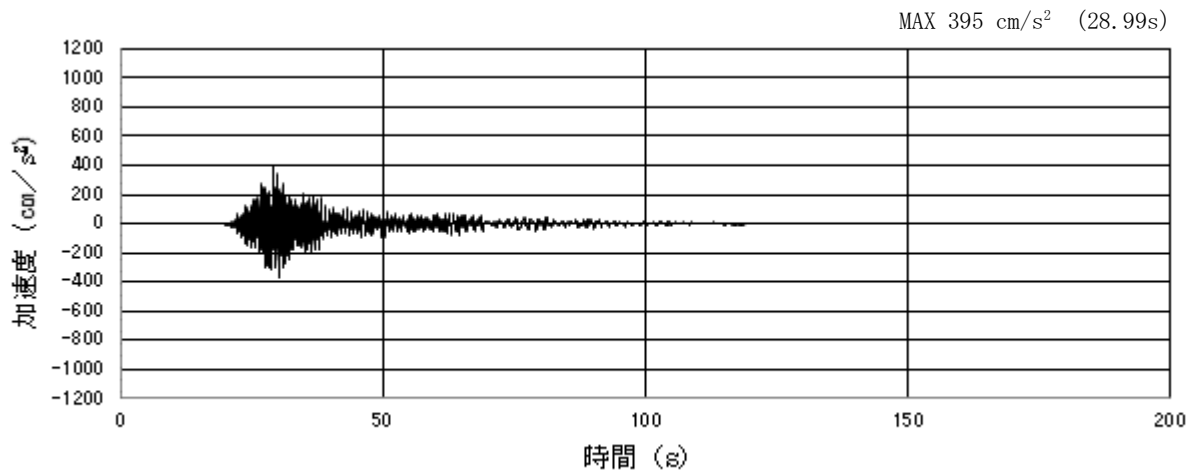


(a) 加速度時刻歴波形

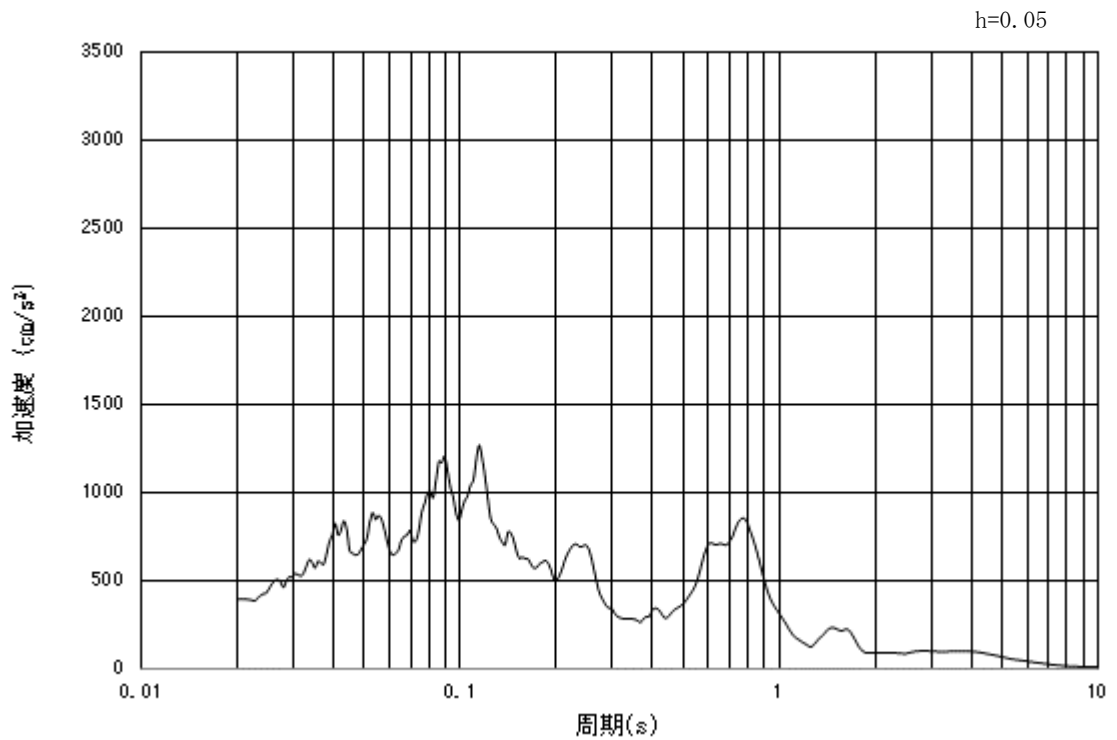


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (15) 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<sub>s</sub>-14 NS方向)

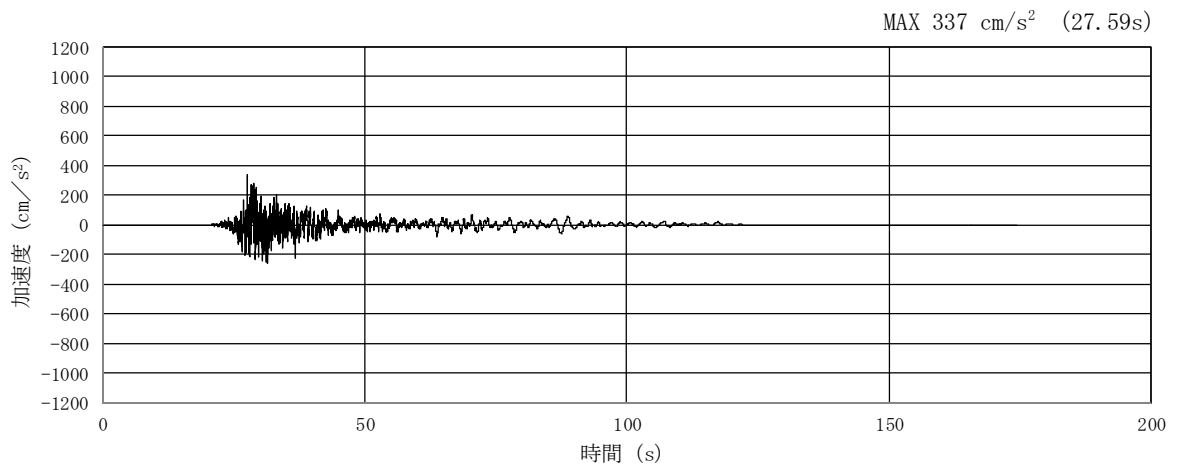


(a) 加速度時刻歴波形

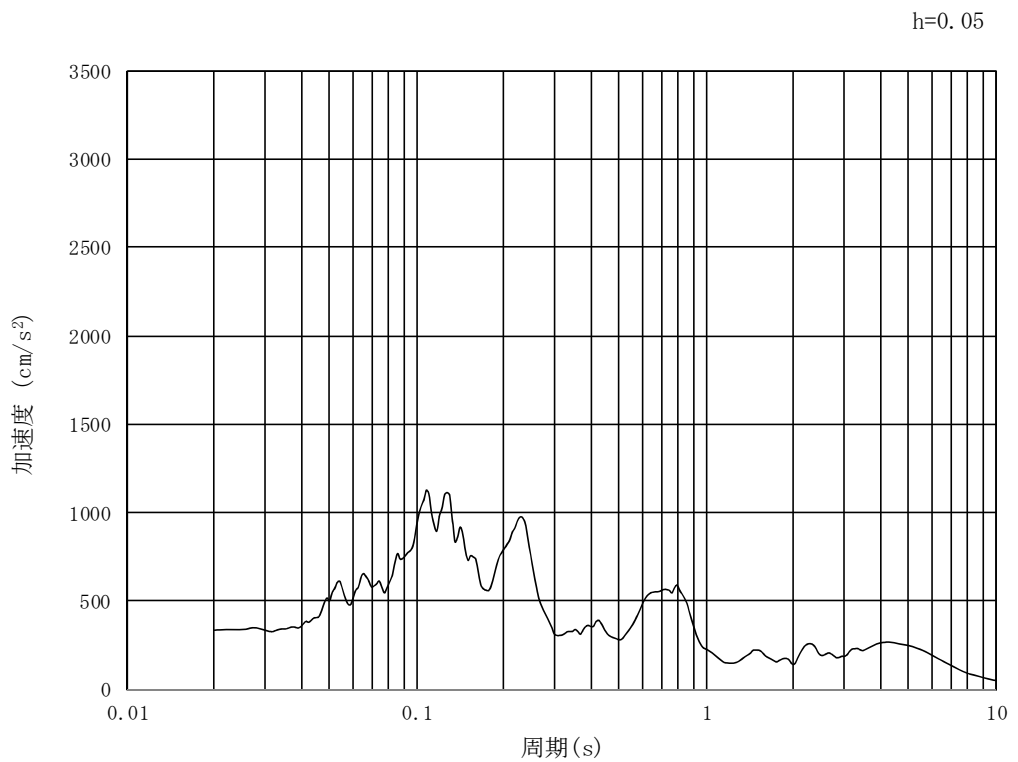


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (16) 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<sub>s</sub>-14 NS方向)

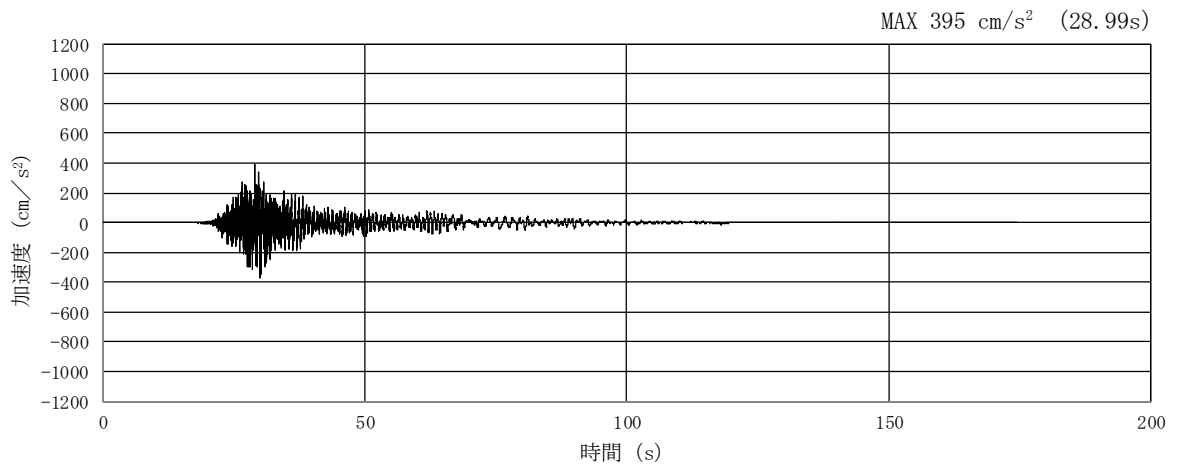


(a) 加速度時刻歴波形

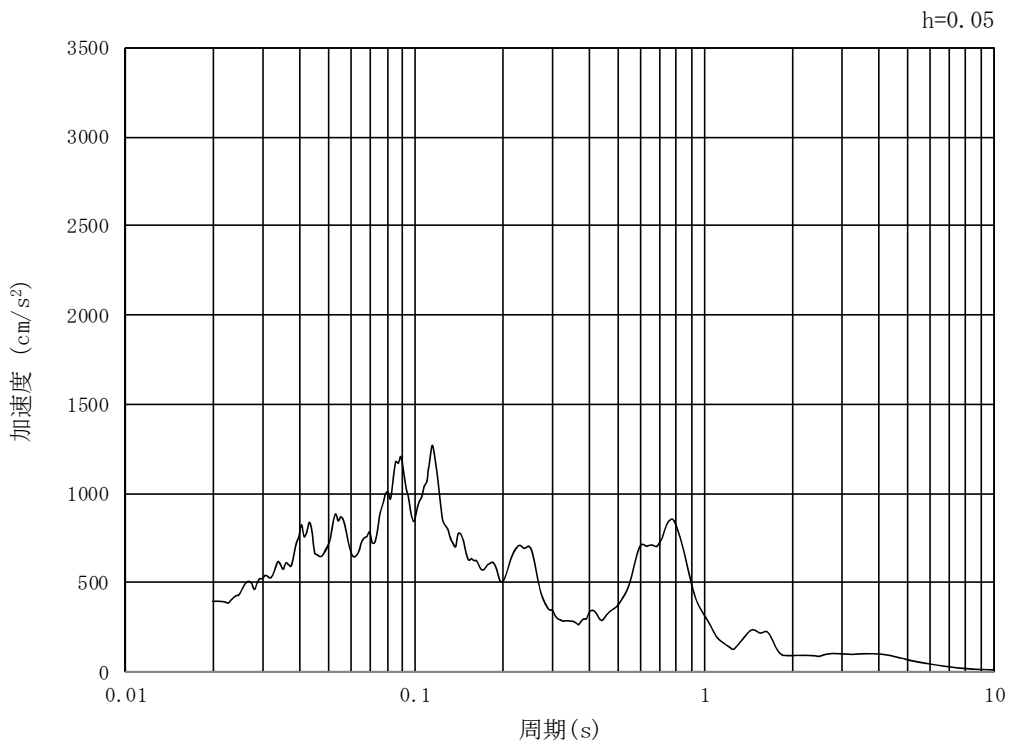


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (17) 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<sub>s</sub>-14 EW方向)

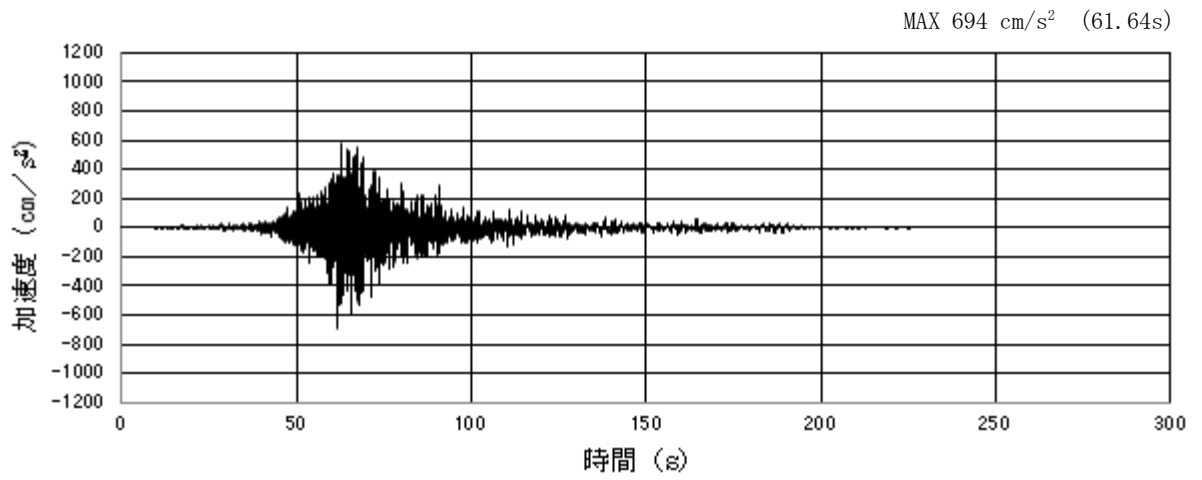


(a) 加速度時刻歴波形

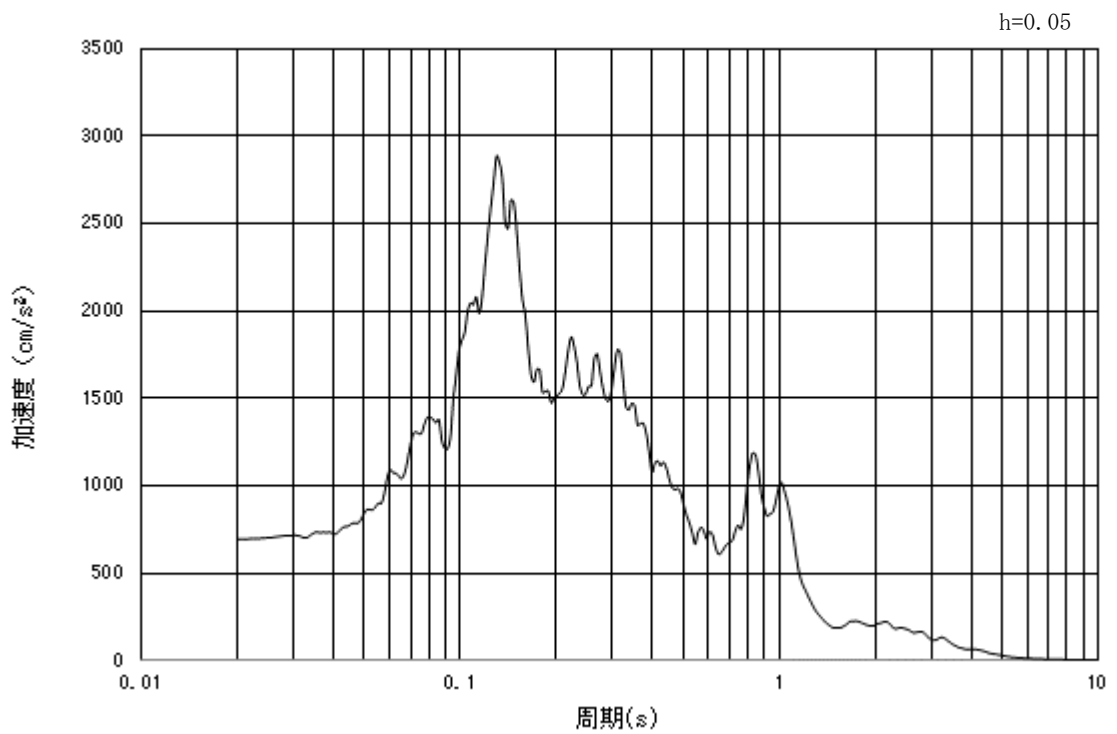


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (18) 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:  $S_s - 1.4$  EW方向)

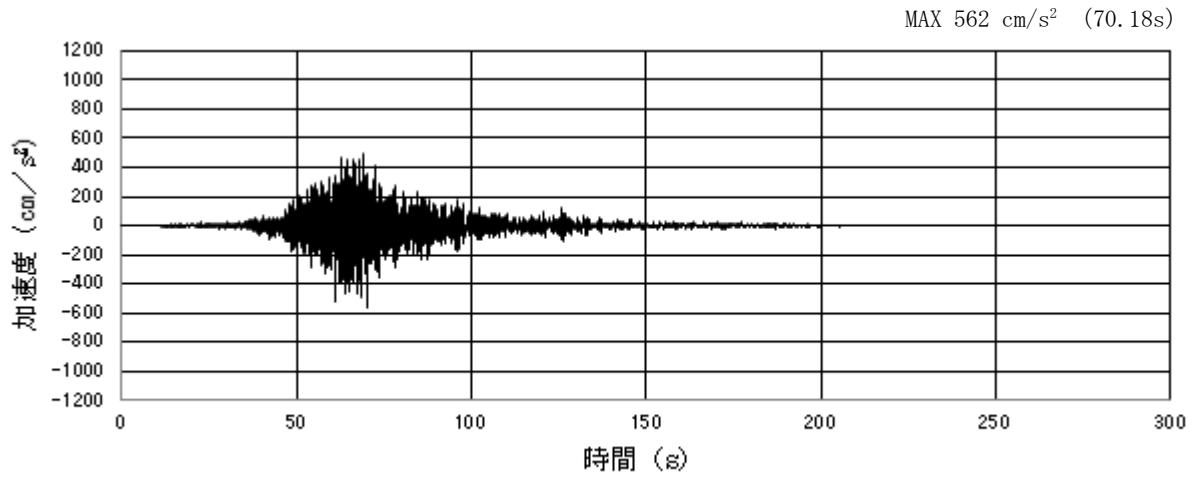


(a) 加速度時刻歴波形

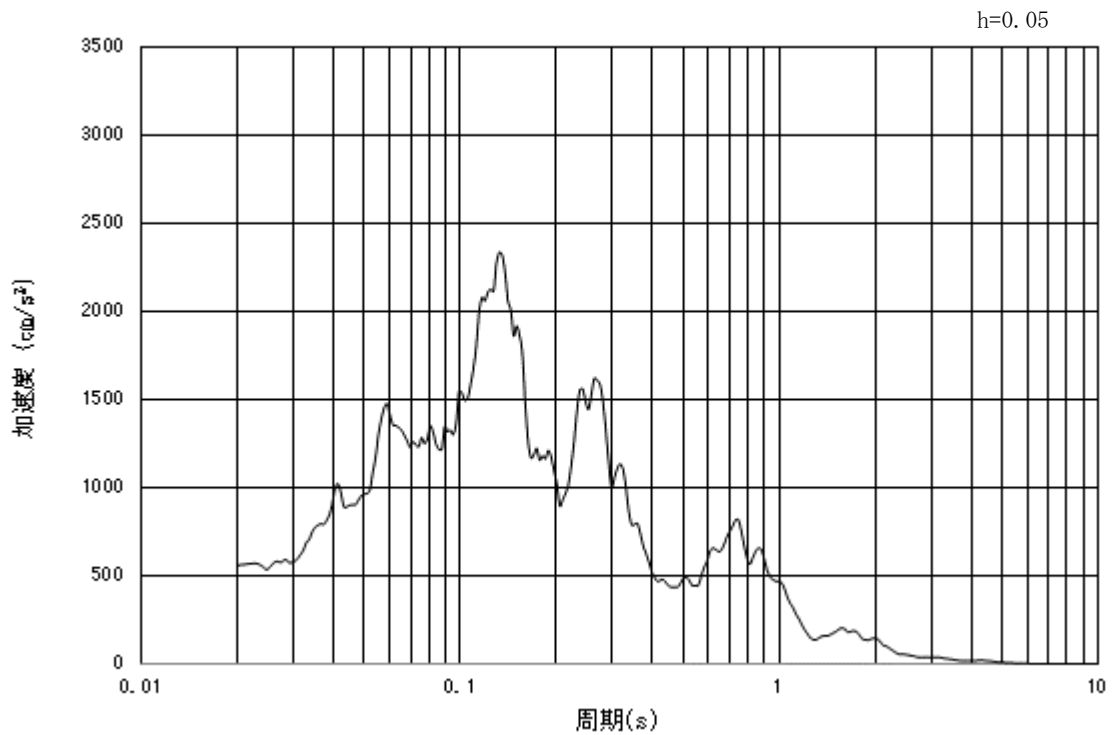


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (19) 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<sub>s</sub>-21 NS方向)

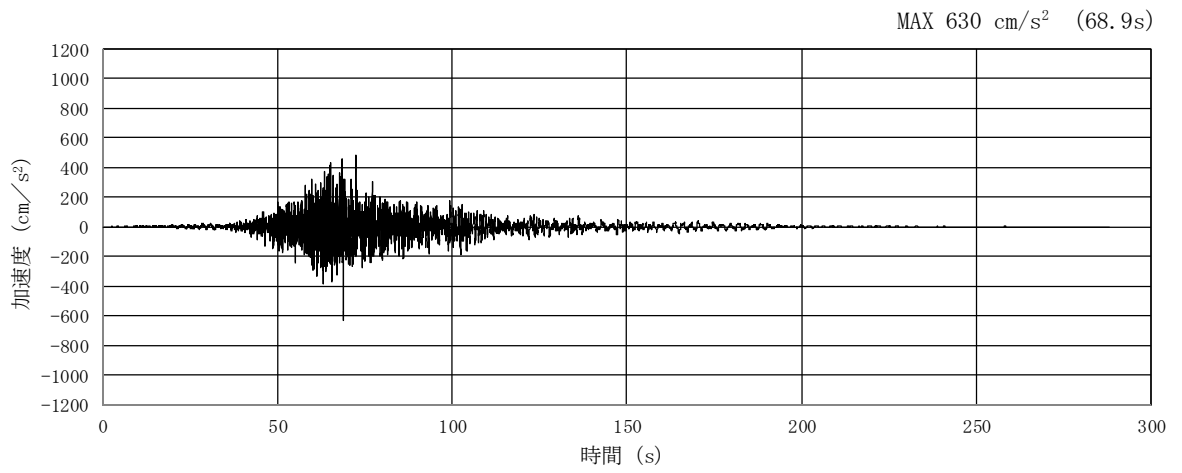


(a) 加速度時刻歴波形

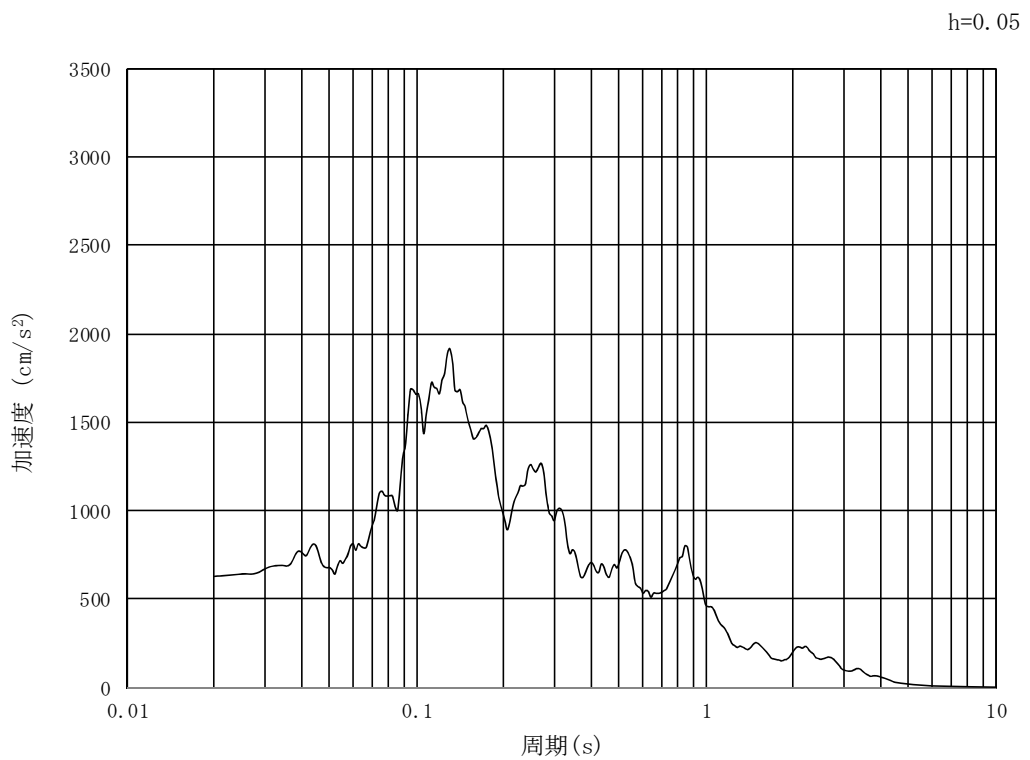


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (20) 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:  $S_s - 21$  NS方向)

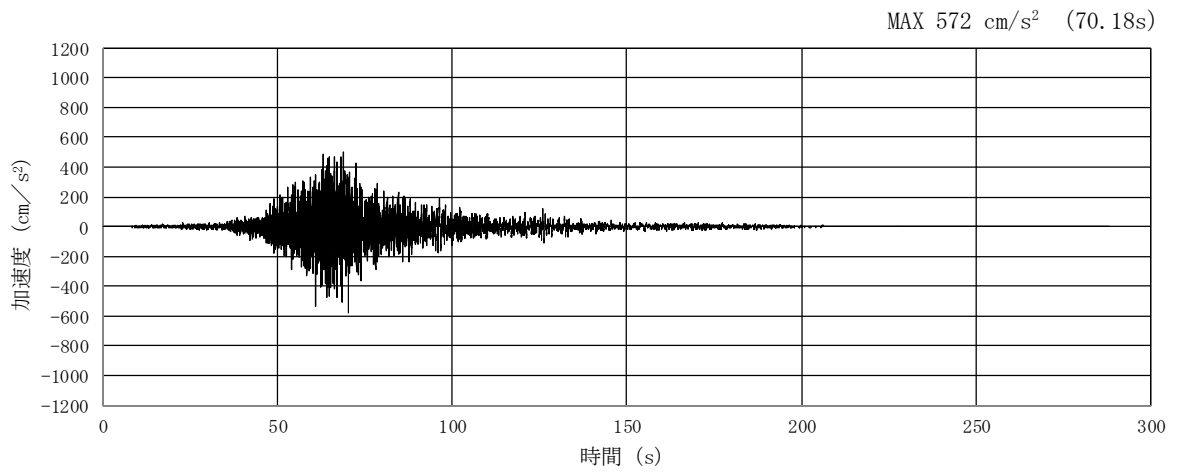


(a) 加速度時刻歴波形

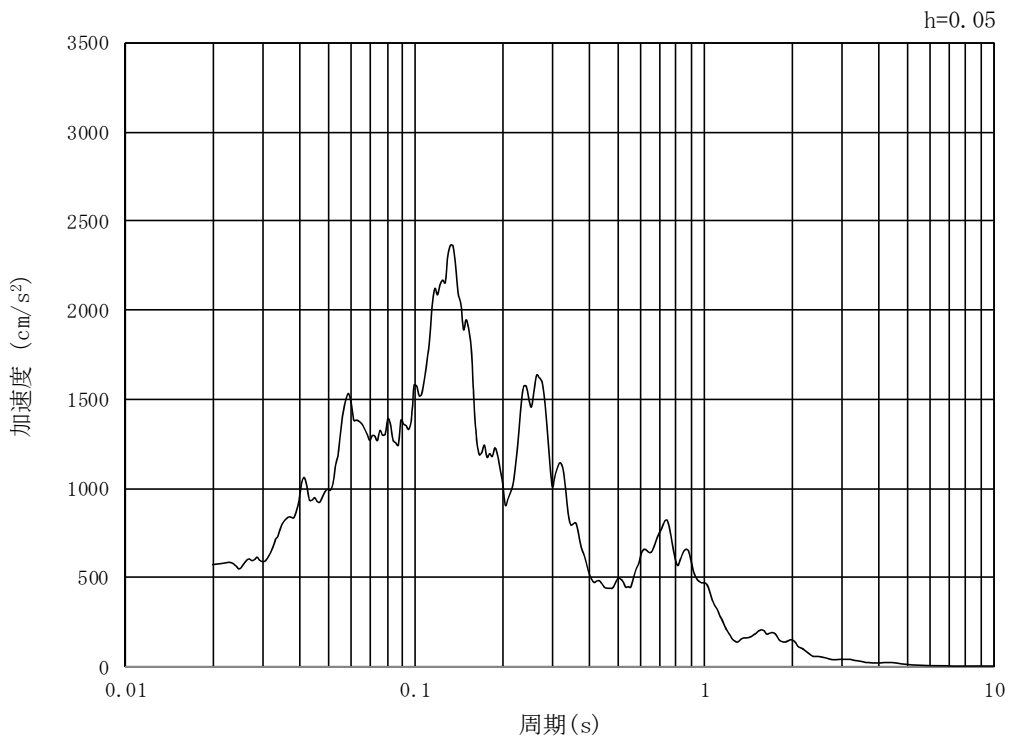


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (21) 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 :  $S_s - 2.1$  EW方向)



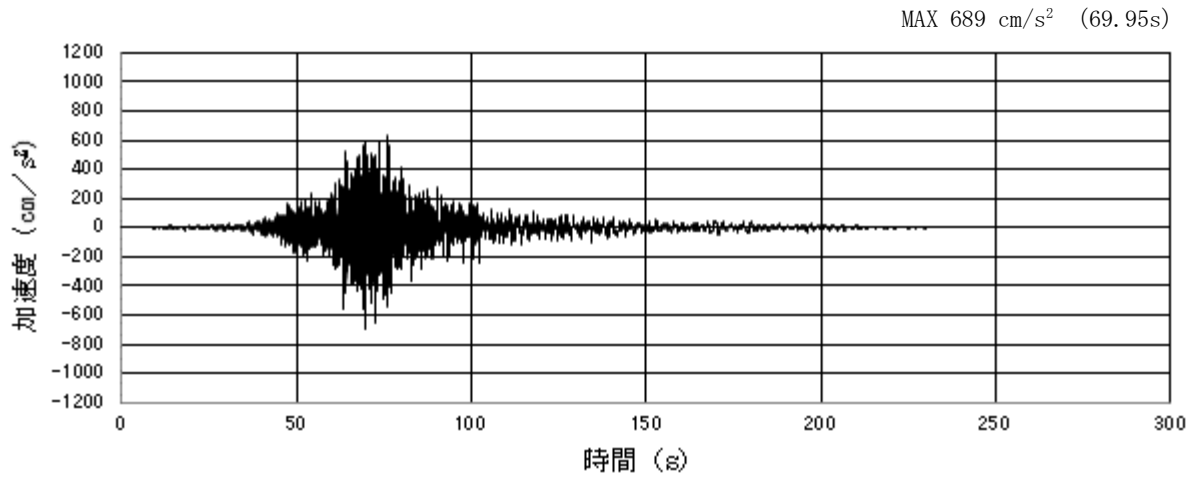
(a) 加速度時刻歴波形



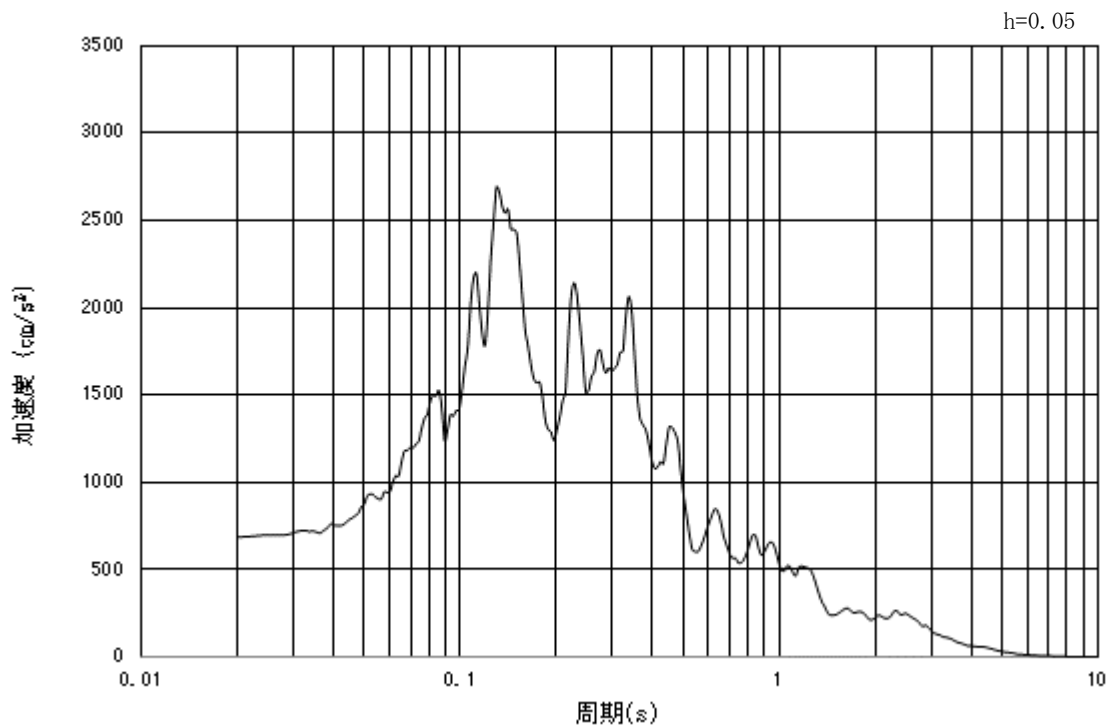
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (22) 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<sub>s</sub>-2 1 EW方向)



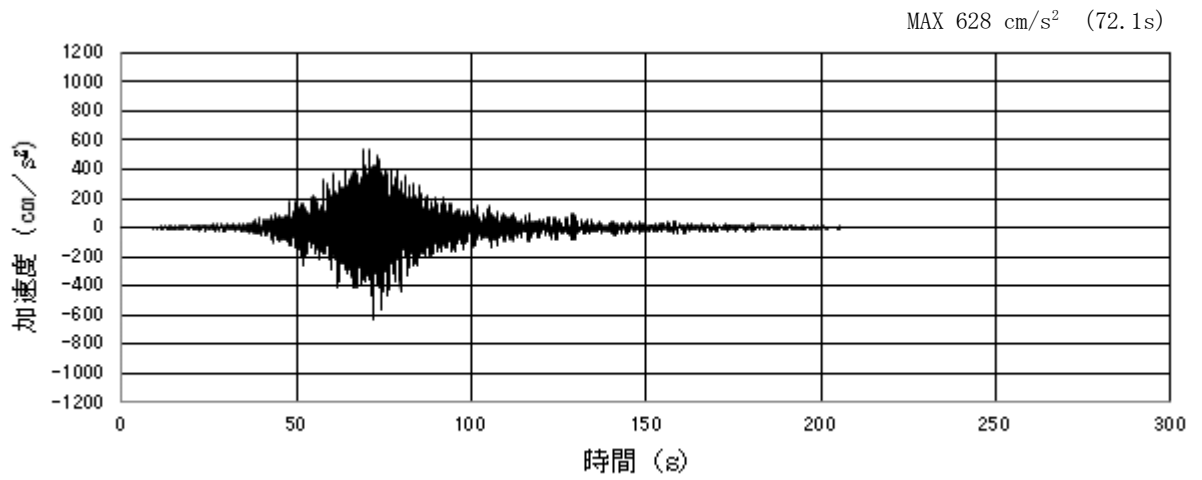


(a) 加速度時刻歴波形

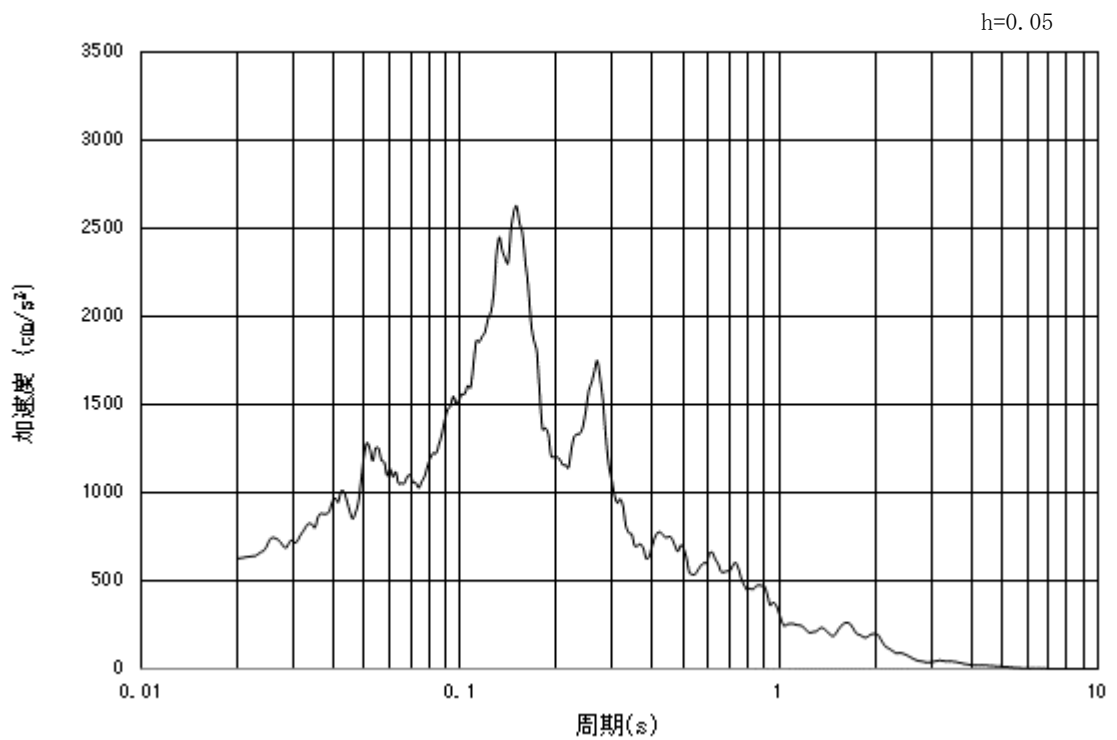


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (23) 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<sub>s</sub>-22 NS方向)

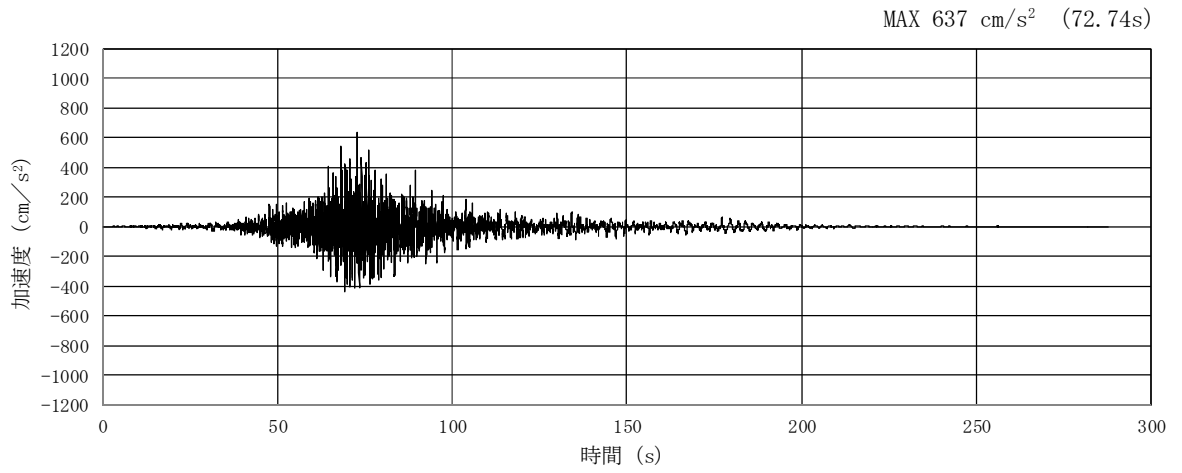


(a) 加速度時刻歴波形

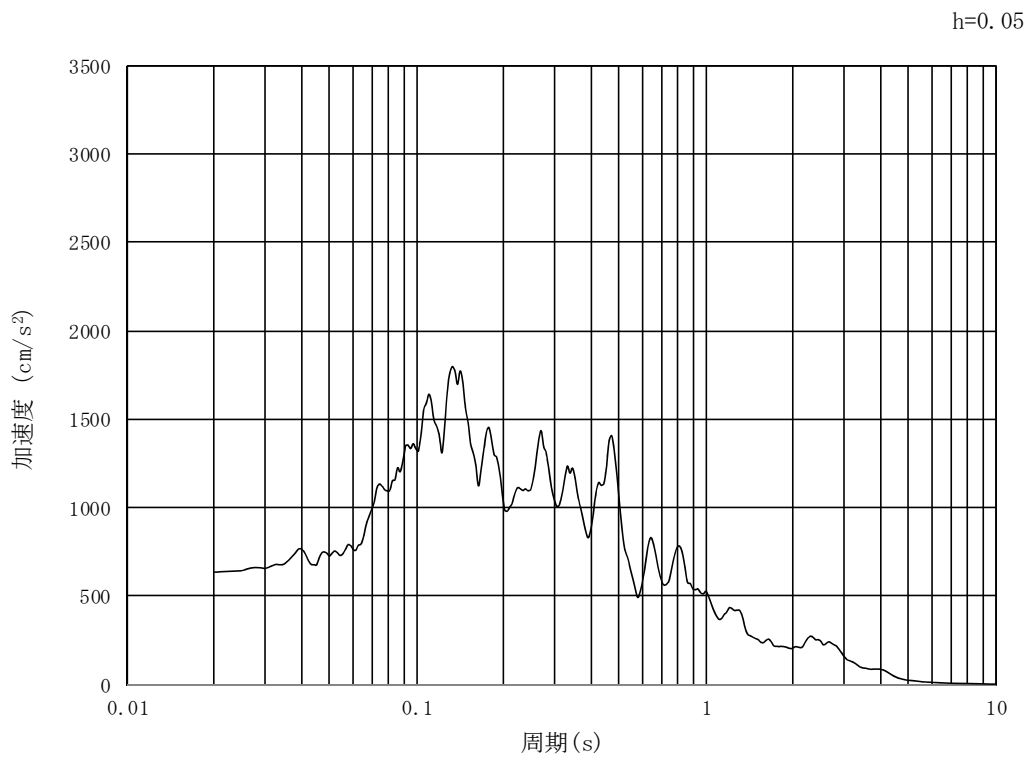


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (24) 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<sub>s</sub>-22 NS方向)

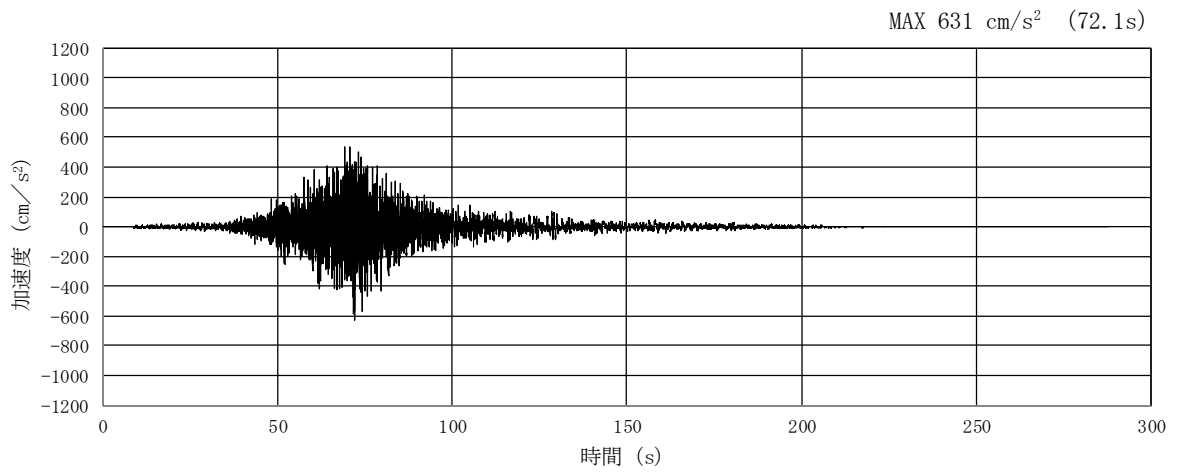


(a) 加速度時刻歴波形

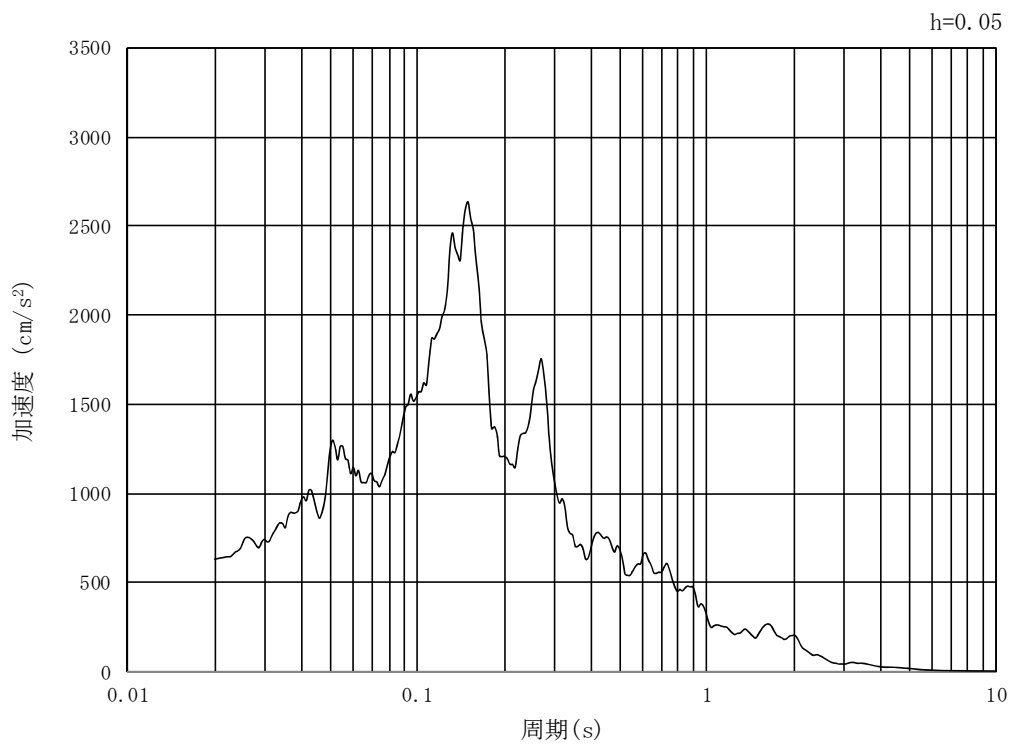


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (25) 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<sub>s</sub>-22 EW方向)

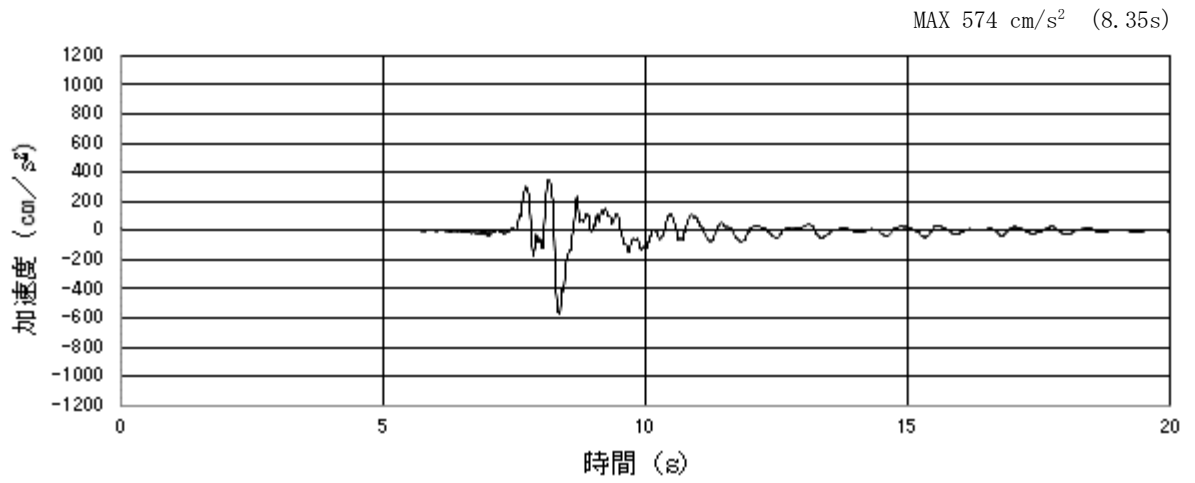


(a) 加速度時刻歴波形

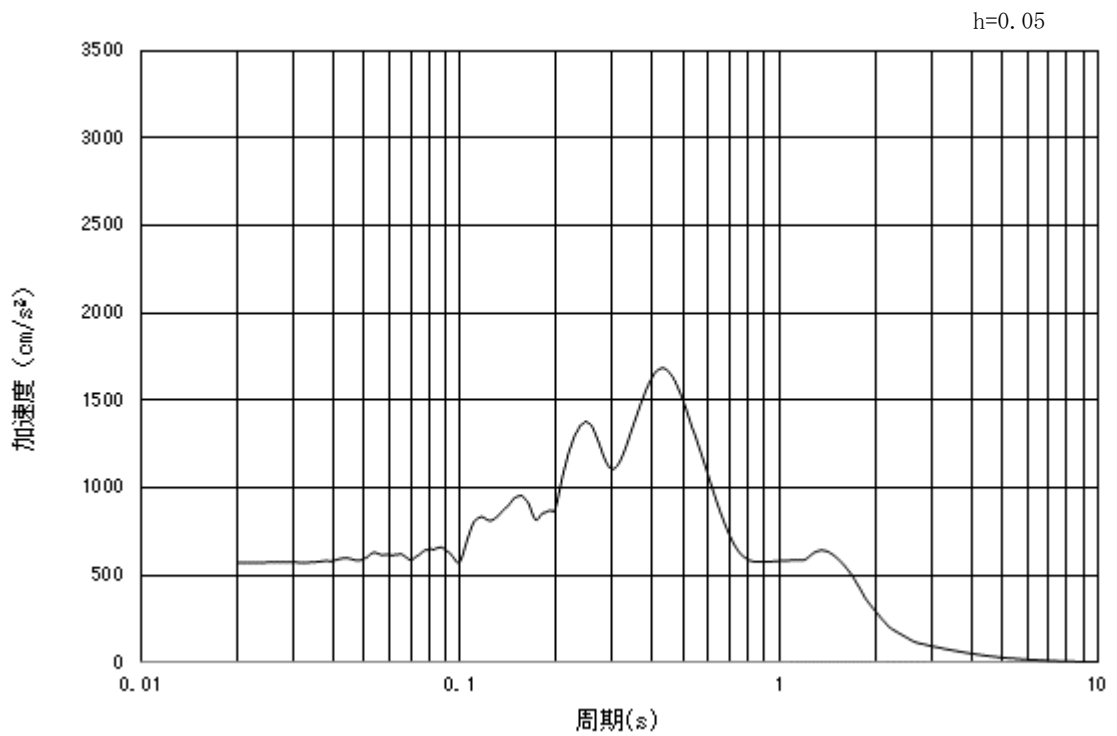


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (26) 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<sub>s</sub>-22 EW方向)

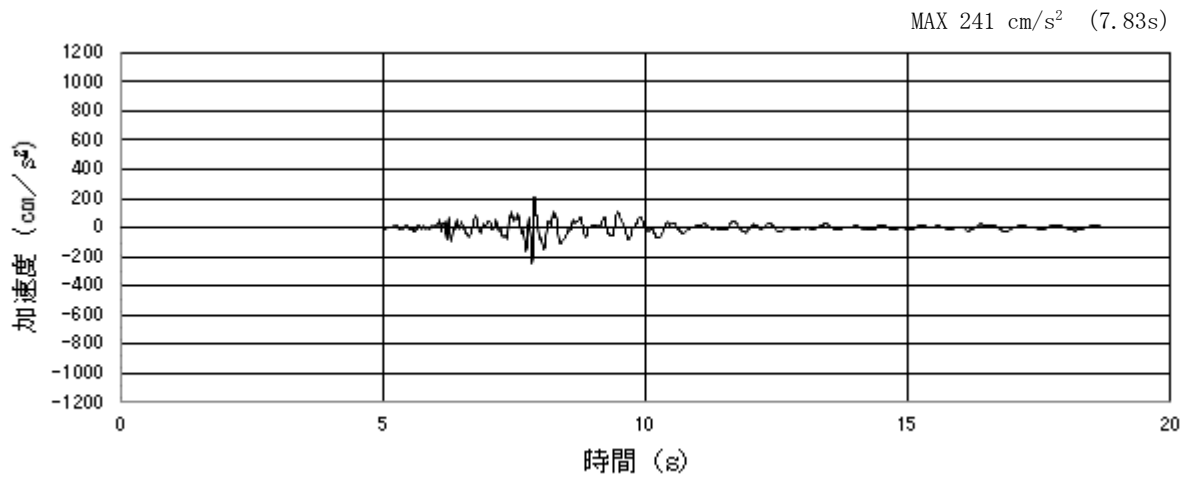


(a) 加速度時刻歴波形

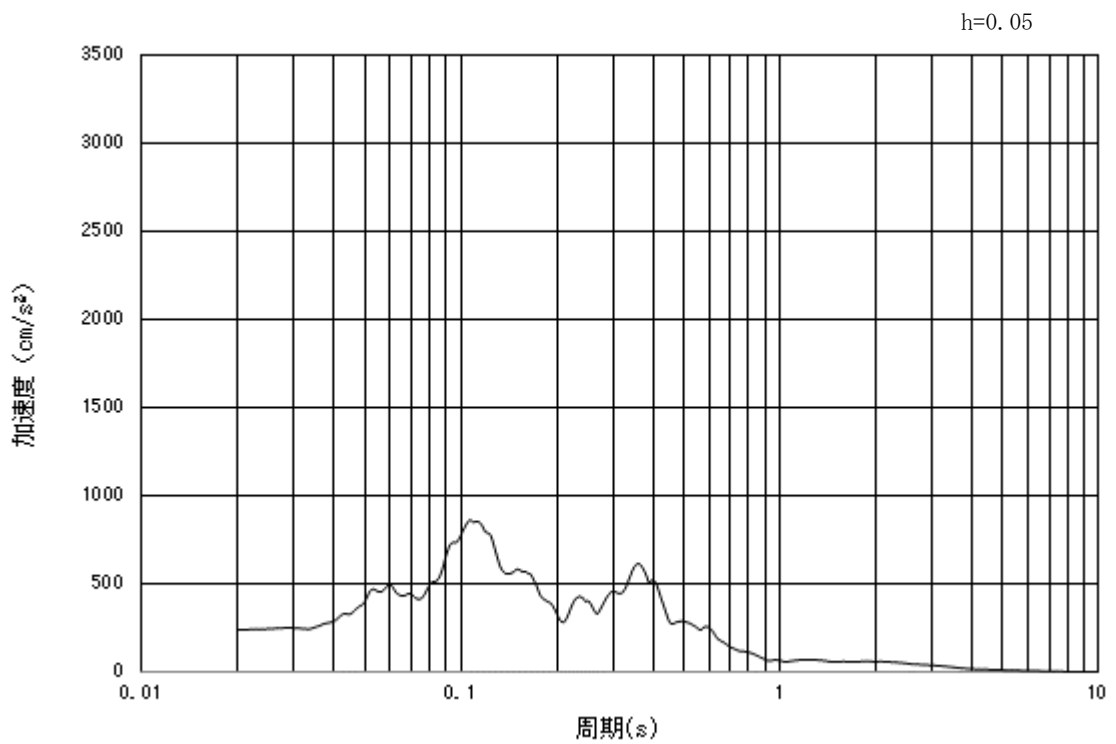


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (27) 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<sub>s</sub>-31)



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2 (28) 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:  $S_s - 31$ )

### 3.5 解析モデル及び諸元

#### 3.5.1 解析モデル

##### (1) 解析領域

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。具体的には、J E A G 4 6 0 1 - 1987 を適用し、図 3.5.1-1 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。

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、最大周波数 20 Hz 及びせん断波速度  $V_s$  で算定される波長の 5 または 4 分割、すなわち  $V_s/100$  または  $V_s/80$  を考慮し、要素高さを 1m 程度まで細分割して設定する。

解析モデルの下端については、T.P. -80.0m までモデル化する。

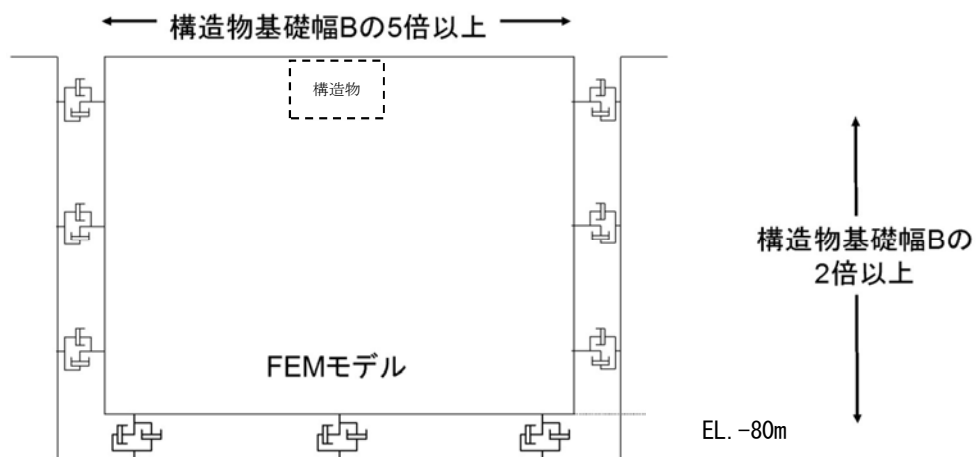


図 3.5.1-1 モデル化範囲の考え方

2次元有効応力解析モデルは、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層構成を有する1次元地盤モデル（不整形地盤左右端のそれぞれ縦1列の要素列と同じ地層構成で、水平方向に連続することを表現するために循環境界条件を設定したモデル）である。2次元有効応力解析における自由地盤の自重解析から不整形地盤の有効応力解析までのフローを図3.5.1-2に示す。

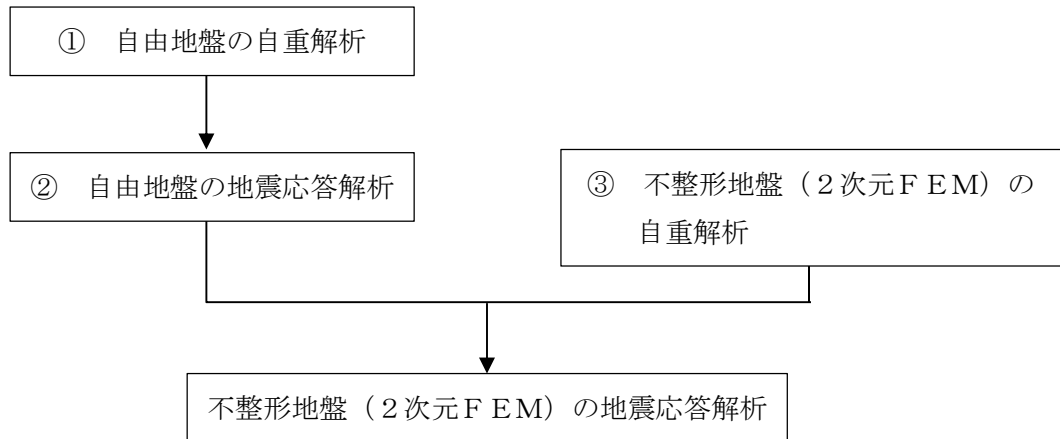


図3.5.1-2 自由地盤の自重解析から不整形地盤の地震応答解析までのフロー

## (2) 境界条件

### 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3.5.1-3に示す。

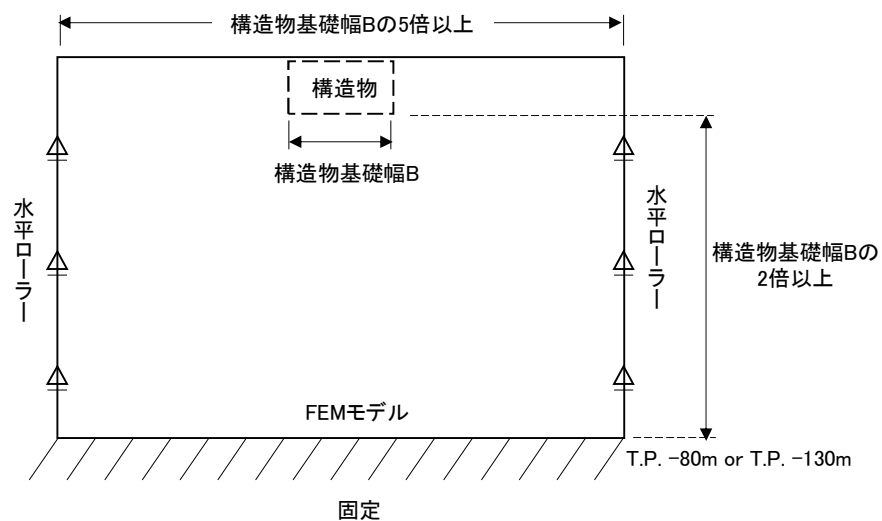


図3.5.1-3 固有値解析における境界条件の概念図



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、初期応力時の境界条件は底面固定とし、側方は自重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 3.5.1-4 に示す。

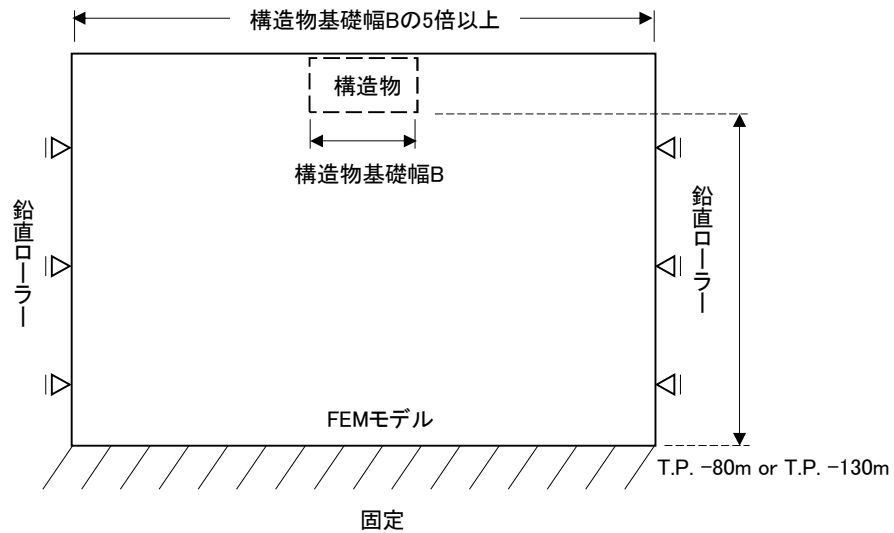


図 3.5.1-4 初期応力解析における境界条件の概念図

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

構造物は、線形はり要素でモデル化する。

鋼管杭の要素分割については、地盤と同じ要素高さで設定する。鉄筋コンクリートの要素分割については、「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・同マニュアル」（（社）土木学会 原子力土木委員会，2002年5月）に基づき、線材モデルの要素分割については、要素長さを部材の断面厚さ又は有効高さの2.0倍以下とし、1.0倍程度とするのが良い旨が示されていることを考慮し、部材の断面厚さ又は有効高さの1.0倍程度まで細分化して設定する。

また、図3.5.1-5に示す領域を剛域として設定する。

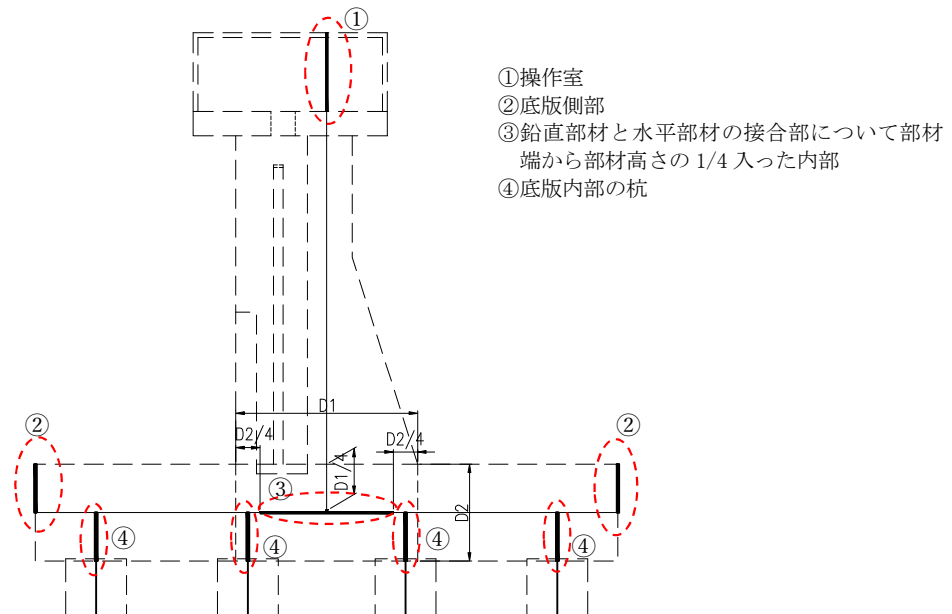


図3.5.1-5 (1) 剛域の設定範囲 (A-A断面)

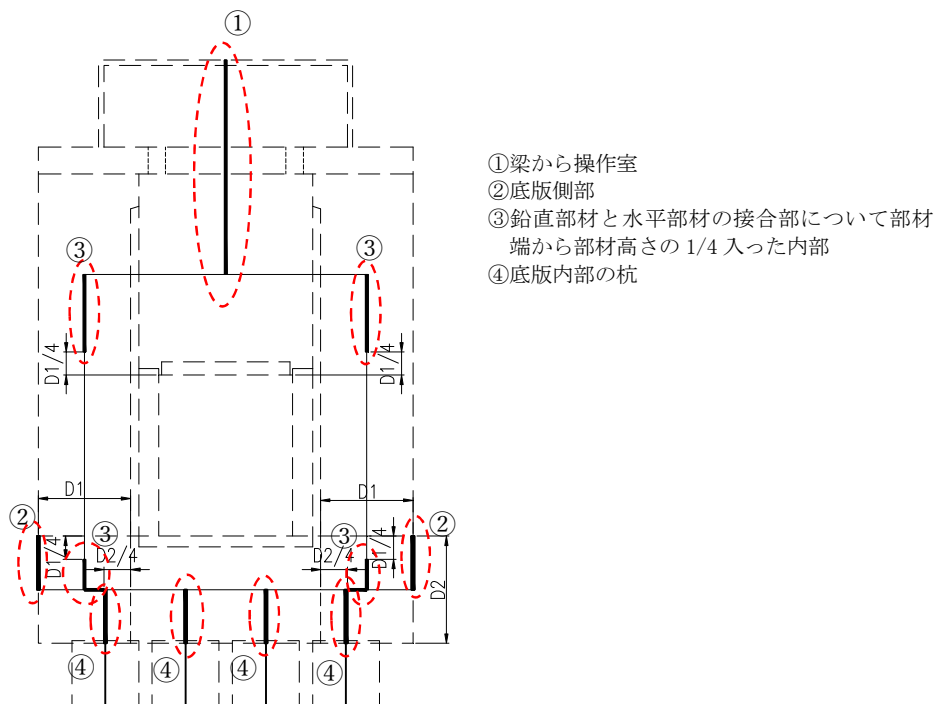


図3.5.1-5 (2) 剛域の設定範囲 (B-B断面)

(4) 地盤のモデル化

地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、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。

防潮扉の地震応答解析モデルを図 3.5.1-6 および図 3.5.1-7 に示す。

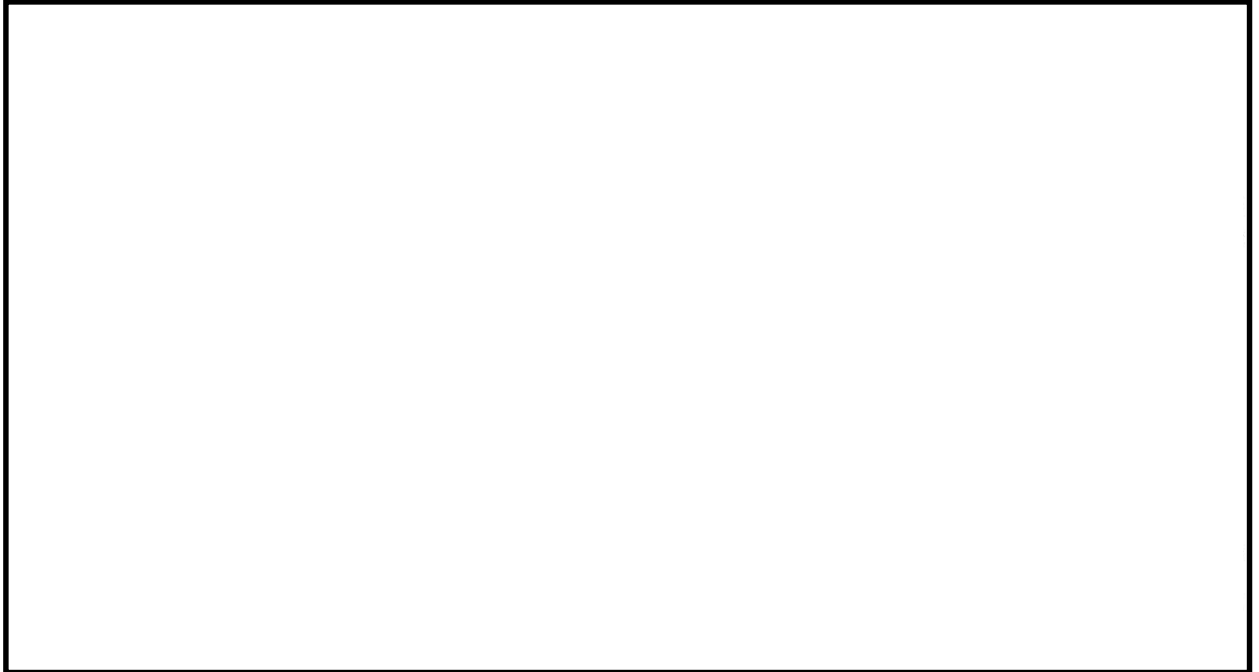


図 3.5.1-6 地震応答解析モデル (A-A断面)

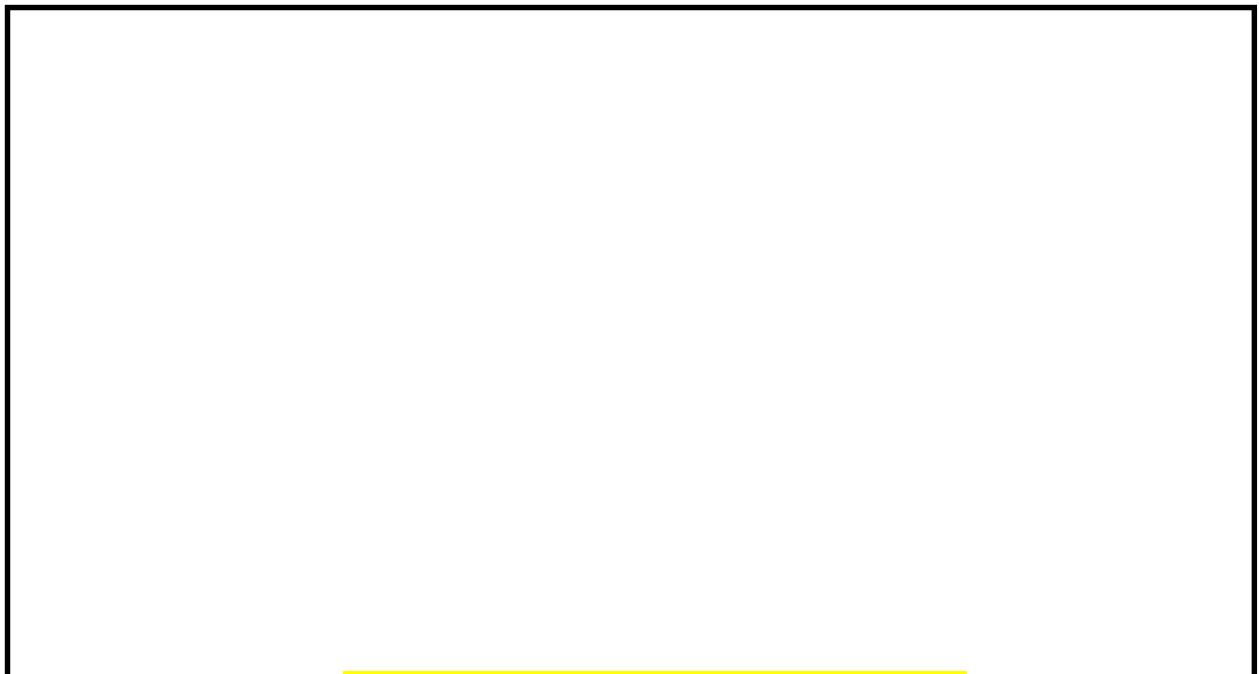


図 3.5.1-7 地震応答解析モデル (B-B断面)

(5) ジョイント要素の設定

有効応力解析では、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、強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。

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。表 3.5.1-3 にジョイント要素の力学特性、図 3.5.1-8 及び図 3.5.1-9 にジョイント要素の配置図を示す。

せん断強度  $\tau_f$  は次式の Mohr-Coulomb 式により規定される。c、 $\phi$  は周辺地盤の c、 $\phi$  とする。(表 3.5.1-1 参照)

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

ここで、

- $\tau_f$  : せん断強度
- c : 粘着力
- $\phi$  : 内部摩擦角

表 3.5.1-1 隣接構造物及び周辺地盤との境界に用いる強度特性

周辺の状況		粘着力 C (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (度)	備考
第四紀層	du 層	0	37.3	—
	Ag2 層	0	37.4	—
	D2c-3 層	0.026	35.6	—
	D2s-3 層	0.010	35.8	—
	D2g-3 層	0	44.4	—
新第三系	Km 層	$C=0.358-0.00603 \cdot z$	$\phi = 23.2+0.0990 \cdot z$	—

z : 標高 (m)

ジョイント要素のバネ定数は、数値計算上不安定な挙動を起こさない程度に十分に大きな値として、港湾構造物設計事例集（沿岸技術研究センター）に従い、表 3.5.1-2 のとおり設定する。

表 3.5.1-2 ジョイント要素のバネ定数

	せん断剛性 $k_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	圧縮剛性 $k_n$ (kN/m <sup>3</sup> )
側方及び底面	$1.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$

表 3.5.1-3 ジョイント要素の力学特性

ジョイント要素の力学的特性	
法線方向	せん断方向
<p>直応力</p> <p>圧縮</p> <p>剥離</p> <p>引張</p> <p>直ひずみ</p> <p><math>k_v</math></p>	<p>せん断応力</p> <p>すべり</p> <p>せん断ひずみ</p> <p><math>\tau_f</math></p> <p><math>ks</math></p> <p><math>-\tau_f</math></p>

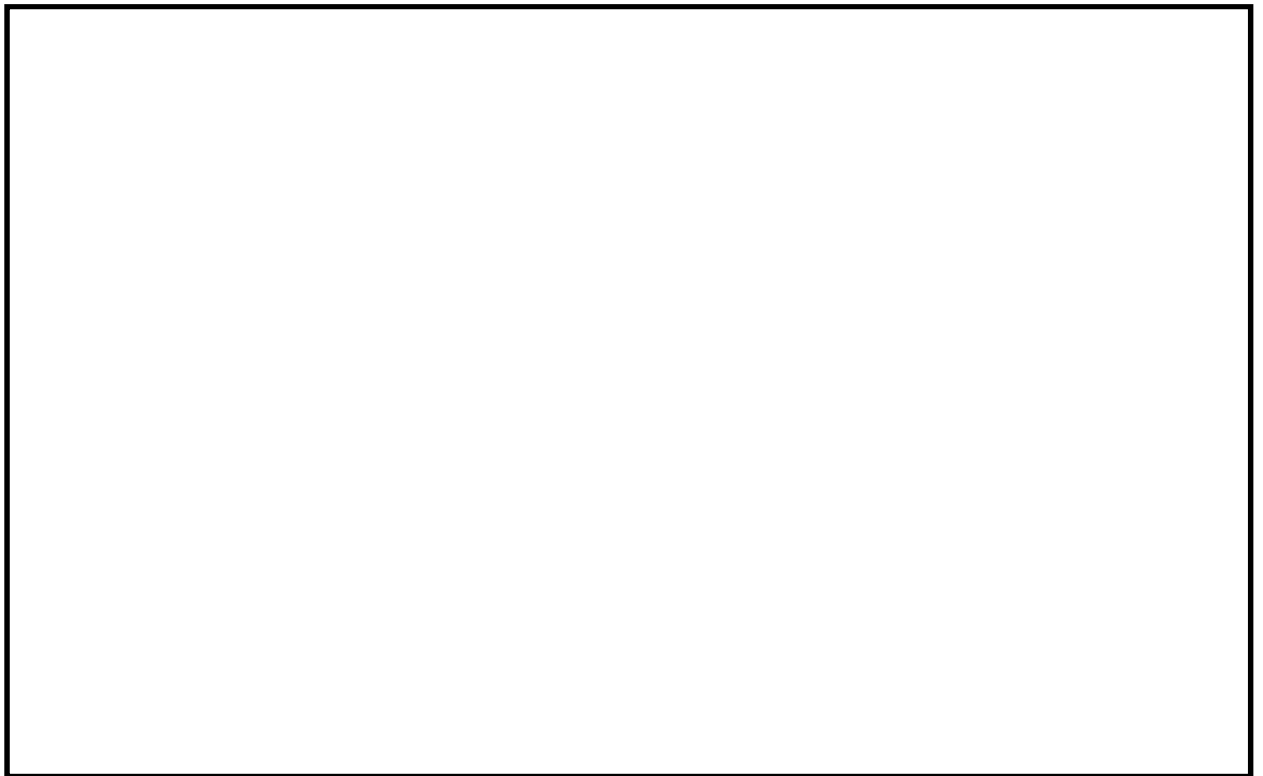


図 3.5.1-8 (1) 防潮扉におけるジョイント要素の配置図 (A-A断面)

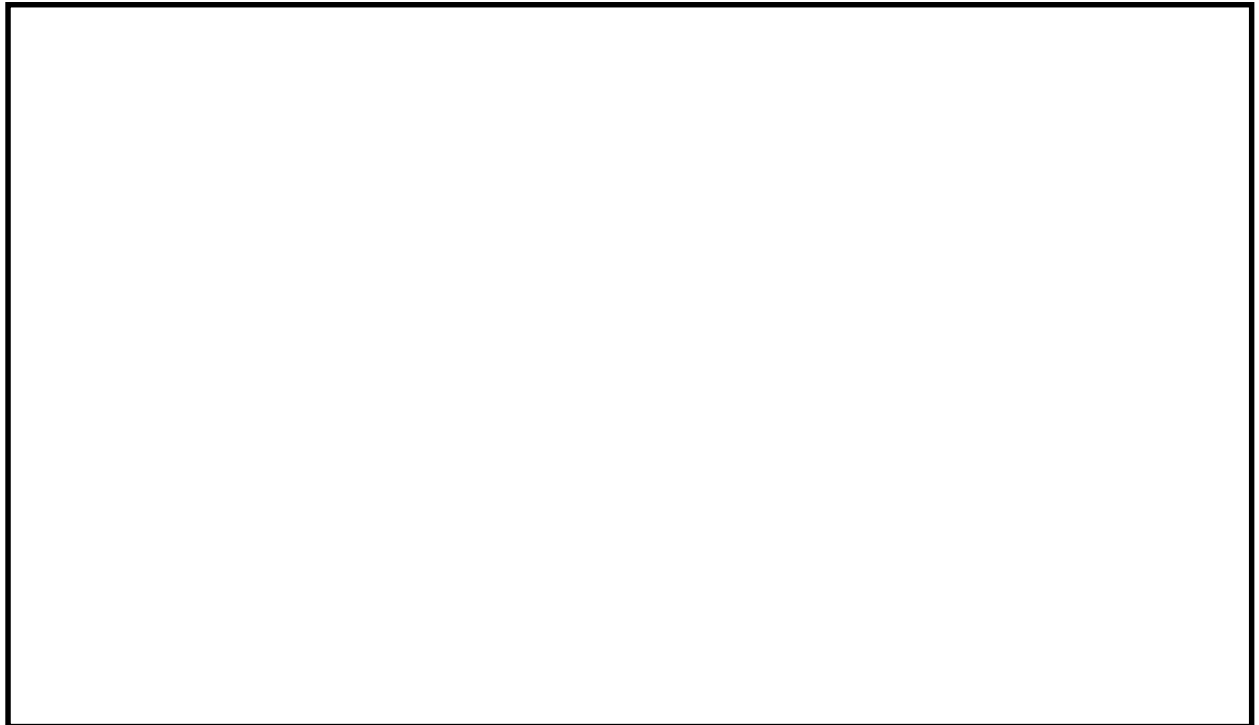


図 3.5.1-8 (2) 防潮扉におけるジョイント要素の配置図 (B-B 断面)

(6) 杭-地盤相互作用バネの設定

地盤と杭の接合面に杭-地盤相互作用バネを設けることにより、強震時の地盤と杭の接合面における相互作用における 3次元効果を 2次元モデルで適切に考慮する。

杭-地盤相互作用バネの杭軸方向については、地盤と杭の接合面におけるせん断抵抗力以上のせん断応力が発生した場合、剛性をゼロとし、すべりを考慮する。せん断強度  $\tau_f$  は次式の Mohr-Coulomb 式により規定される。c、 $\phi$  は周辺地盤の c、 $\phi$  とする。(表 3.5.1-4 参照)

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

ここで、

$\tau_f$  : せん断強度

c : 付着力

$\phi$  : 内部摩擦角

表 3.5.1-4 周辺地盤及び杭との境界に用いる強度特性

周辺の状況		粘着力 c (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 (度)	備考
第四紀層	du 層	0	37.3	—
	Ag2 層	0	37.4	—
	D2c-3 層	0.026	35.6	—
	D2g-3	0	44.4	—
新第三系	Km 層	$c = 0.358 - 0.00603 \cdot z$	$\phi = 23.2 + 0.0990 \cdot z$	—

z : 標高 (m)

杭-地盤相互作用バネの杭軸方向のバネ定数は、数値解析上不安定な挙動を起こさない程度に十分大きな値として、表 3.5.1-5 のとおり設定する。

また、杭-地盤相互作用バネの杭軸直角方向のバネ定数については、杭径及び杭間隔より設定される\*。\* FLIP 研究会 14 年間の検討成果のまとめ「理論編」

図 3.5.1-9 に杭-地盤相互作用バネの配置図を、図 3.5.1-10 に杭-地盤相互作用バネの力学的特性を示す。

表 3.5.1-5 杭-地盤相互作用バネのバネ定数

	せん断剛性 $k_s$ ( $\text{kN/m}^3$ )
杭軸方向	$1.0 \times 10^6$

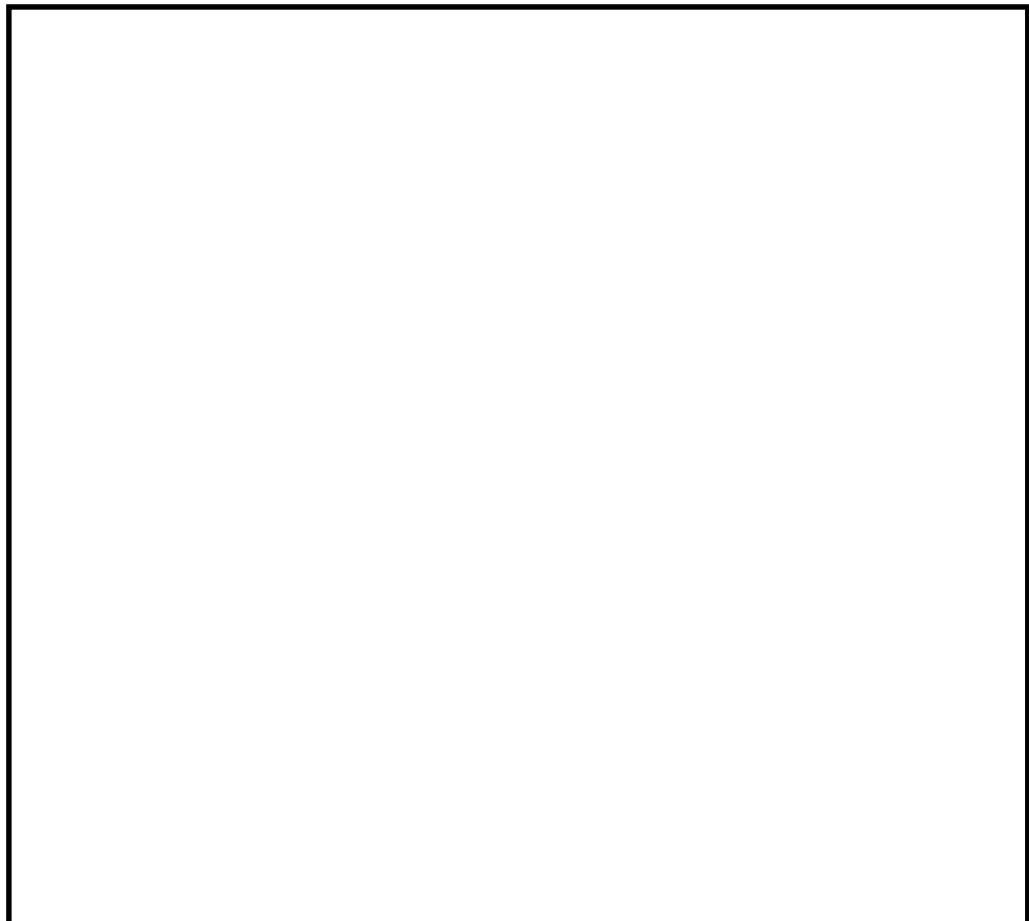


図 3.5.1-9 (1) 杭-地盤相互作用バネの配置図 (A-A 断面)

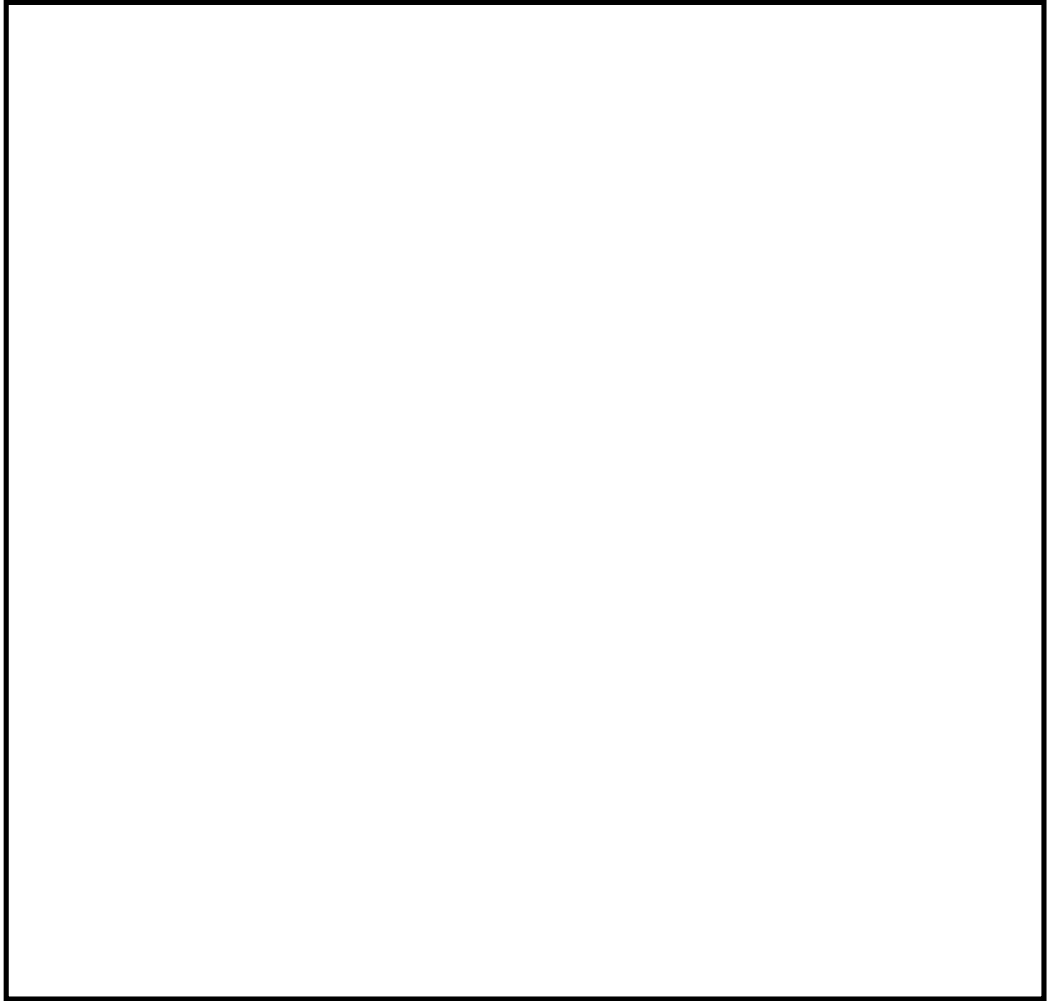


図 3.5.1-9 (2) 杭-地盤相互作用バネの配置図 (B-B断面)

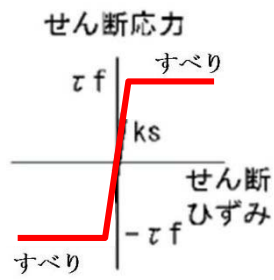


図 3.5.1-10 杭-地盤相互作用バネ (杭軸方向) の力学的特性



(7) 杭下端ジョイントバネの設定

杭下端境界部に圧縮応力の上限値を有さないジョイントバネを設けることにより、杭下端における地盤と杭の相互作用を適切に考慮する。

杭下端の杭軸方向について設定するジョイントバネは、常時状態以上の引張が生じた場合、剛性及び応力をゼロとし、剥離を考慮する。

杭下端ジョイントバネのバネ定数は、数値解析上不安定な挙動を起こさない程度に十分大きな値として、表 3.5.1-6 のとおり設定する。図 3.5.1-11 に杭下端ジョイントバネ設定の考え方を示す。

表 3.5.1-6 杭下端ジョイントバネのバネ定数

	圧縮剛性 $k_v$ (kN/m)
杭軸方向	$1.0 \times 10^6$

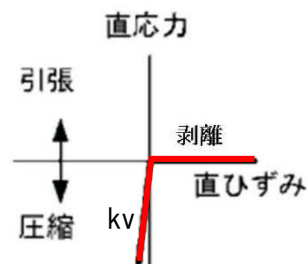


図 3.5.1-11 杭下端ジョイントバネ設定の考え方

#### (8) 減衰定数の設定

動的解析における地盤及び構造物の減衰については、固有値解析にて求まる固有周期及び減衰比に基づき、質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下のRayleigh減衰にて与える。なお、Rayleigh減衰を $\alpha=0$ となる剛性比例型減衰とする。

有効応力解析では、時系列で地盤の1次固有振動数が低振動数側へシフトして行くことから、Rayleigh減衰の係数 $\alpha$ 、 $\beta$ の両方を用いると、質量比例項の減衰 $\alpha$  [M]の影響により、有効応力解析における減衰定数が低振動数帯で過減衰となる場合がある。

一方、有効応力解析における低振動数帯で減衰 $\alpha$  [M]の影響がない剛性比例型減衰では、地盤の1次固有振動数が時系列で低振動数側へシフトしていくのに伴い、1次固有振動モードに対する減衰定数が初期減衰定数より保守的に小さい側へ変化していくことを考慮できる。

ゆえに、有効応力解析では、地震力による時系列での地盤剛性の軟化に伴う1次固有振動数の低振動数側へのシフトに応じて、1次固有振動モードに対する減衰定数として、初期減衰定数よりも保守的に小さい側のモード減衰定数を適用し、地盤応答の適切な評価が行えるように、低振動数帯で減衰 $\alpha$  [M]の影響がない剛性比例型減衰を採用した。

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

[C] : 減衰係数マトリックス

[M] : 質量マトリックス

[K] : 剛性マトリックス

$\alpha, \beta$  : 係数

係数 $\alpha$ 、 $\beta$ は以下のように求めている。

$$\alpha = 0$$

$$\beta = \frac{h}{\pi f}$$

ここで、

f : 固有値解析により求められた1次固有振動数

h : 各材料の減衰定数

地盤の減衰定数は1%（解析における減衰は、ひずみが大きい領域では履歴減衰が支配的となる。このため、解析上の安定のためになるべく小さい値として1%を採用している。）とする。また、線形材料としてモデル化する鋼材の減衰定数は3%（道路橋示方書（V耐震設計編）同解説（平成14年3月））とし、線形材料としてモデル化するコンクリートの減衰定数は5%（J E A G 4 6 0 1 - 1987）とする。

図 3.5.1-12 に Rayleigh 減衰の設定フローを、表 3.5.1-7 に固有値解析結果を示す。

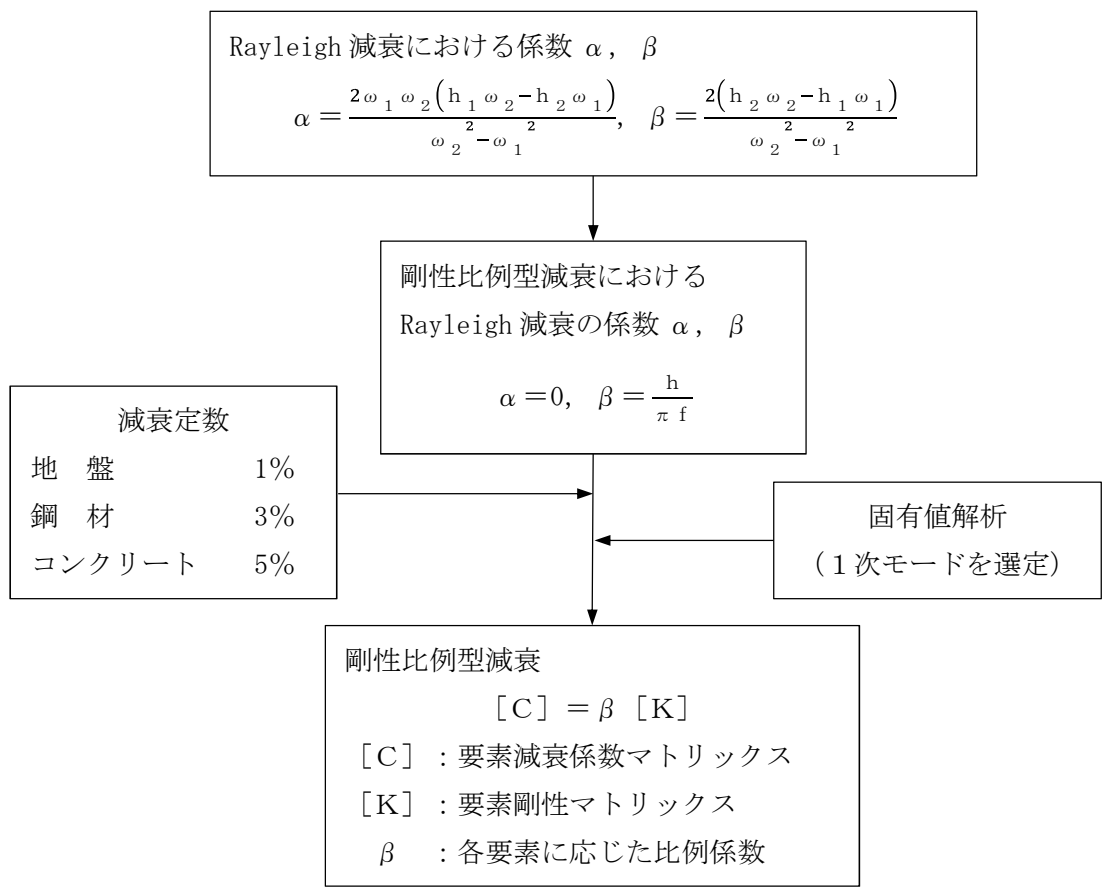


図 3.5.1-12 Rayleigh 減衰の設定フロー

表 3.5.1-7 固有値解析結果

(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

(a) A-A断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	1.095	590.43	地盤の1次として採用
2	1.656	13.63	—
3	2.178	12.25	—
4	2.297	-37.69	—
5	2.424	-58.84	—
6	2.645	-36.65	—
7	2.661	-176.68	構造物の1次として採用
8	2.772	-24.33	—
9	3.021	-22.91	—

(b) B-B断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	1.077	724.140	地盤の1次として採用
2	1.879	1.520	—
3	2.393	2.947	—
4	2.777	242.300	構造物の1次として採用
5	2.883	-17.252	—
6	3.070	12.878	—
7	3.647	-14.559	—
8	3.784	12.851	—
9	4.314	36.083	—

表 3.5.1-7 (2) 固有値解析結果

(検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)

(a) A-A断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	1.103	593.53	地盤の1次として採用
2	1.689	8.87	—
3	2.248	-21.92	—
4	2.353	-22.92	—
5	2.509	34.49	—
6	2.751	102.60	—
7	2.774	147.71	構造物の1次として採用
8	2.827	-38.17	—
9	3.123	-24.99	—

(b) B-B断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	1.085	727.690	地盤の1次として採用
2	1.914	2.081	—
3	2.417	-2.374	—
4	2.923	239.930	構造物の1次として採用
5	3.142	9.651	—
6	3.272	-7.329	—
7	3.907	-36.683	—
8	4.096	-4.141	—
9	4.668	12.315	—

表 3.5.1-7 (3) 固有値解析結果

(検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)

(a) A-A断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	1.084	586.24	地盤の1次として採用
2	1.617	21.62	—
3	2.063	8.43	—
4	2.277	66.96	—
5	2.339	-73.92	—
6	2.497	22.19	—
7	2.561	175.89	構造物の1次として採用
8	2.745	13.86	—
9	2.903	-18.76	—

(b) B-B断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

追而

表 3.5.1-7 (4) 固有値解析結果 (検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

(a) A-A断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	1.032	550.38	地盤の1次として採用
2	1.361	143.41	—
3	1.734	-4.55	—
4	1.974	62.58	—
5	2.103	132.48	—
6	2.222	167.32	構造物の1次として採用
7	2.310	16.42	—
8	2.364	-29.73	—
9	2.535	-64.69	—

(b) B-B断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	1.047	706.910	地盤の1次として採用
2	1.846	32.824	—
3	2.312	164.870	—
4	2.422	187.330	構造物の1次として採用
5	2.751	82.991	—
6	2.849	-76.727	—
7	3.295	0.163	—
8	3.437	-5.520	—
9	3.868	-43.032	—

### 3.5.2 使用材料及び材料の物性値

使用材料を表 3.5.2-1 に、材料の物性値を表 3.5.2-2 に示す。

表 3.5.2-1 使用材料

諸元	
鉄筋	SD490
コンクリート	設計基準強度 : 40 N/mm <sup>2</sup>
鋼管杭*	SM570 φ2500 t=35

\* : 道路橋示方書・同解説IV下部工編に従い腐食代 1 mm を考慮する。鋼管杭の断面照査及び鋼管杭の曲げ剛性を算出する際は腐食代 1 mm による断面積の低減を考慮する。

表 3.5.2-2 材料の物性値

材料	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	減衰定数 (%)
鉄筋コンクリート	24.5 <sup>*1</sup>	3.10×10 <sup>4</sup> <sup>*1</sup>	0.2 <sup>*1</sup>	5 <sup>*2</sup>
鋼管杭	77.0 <sup>*1</sup>	2.00×10 <sup>5</sup> <sup>*1</sup>	0.3 <sup>*1</sup>	3 <sup>*2</sup>

注記 \*1 : 道路橋示方書 ( I 共通編・IV下部構造編) ・同解説 ( (社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)

\*2 : 道路橋示方書 ( I 共通編・V耐震設計編) ・同解説 ( (社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)

### 3.5.3 地盤の物性値

地盤の物性値は、V-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。なお、地盤については、液状化検討対象層における有効応力の変化に応じた地震挙動を適切にモデル化する。地盤の物性値を表3.5.3-1に示す。

表 3.5.3-1 (1) 地盤の解析用物性値一覧（液状化検討対象層）

パラメータ				原地盤									豊浦標準砂
				埋戻土		第四系（液状化検討対象層）							
				f1	du	Ag2	As	Ag1	D2s-3	D2g-3	D2g-2	D1g-1	
物理特性	密度 ()は地下水位以浅	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	1.98 (1.82)	1.98 (1.82)	2.01 (1.89)	1.74	2.01 (1.89)	1.92	2.15 (2.11)	2.15	2.01 (1.89)	1.958
	間隙比	e	—	0.75	0.75	0.67	1.20	0.67	0.79	0.43	0.43	0.67	0.70
変形特性	ポアソン比	$\nu_{CD}$	—	0.26	0.26	0.25	0.26	0.25	0.19	0.26	0.26	0.25	0.333
	基準平均有効主応力 ()は地下水位以浅	$\sigma'_{ms}$	kN/m <sup>2</sup>	358 (312)	358 (312)	497 (299)	378	814 (814)	966	1167 (1167)	1167	1695 (1710)	12.6
	基準初期せん断剛性 ()は地下水位以浅	$G_{ms}$	kN/m <sup>2</sup>	253529 (220739)	253529 (220739)	278087 (167137)	143284	392073 (392073)	650611	1362035 (1362035)	1362035	947946 (956776)	18975
	最大履歴減衰率	$h_{max}$	—	0.220	0.220	0.233	0.216	0.221	0.192	0.130	0.130	0.233	0.287
強度特性	粘着力	$C_{CD}$	N/mm <sup>2</sup>	0	0	0	0.012	0	0.010	0	0	0	0
	内部摩擦角	$\phi_{CD}$	度	37.3	37.3	37.4	41.0	37.4	35.8	44.4	44.4	37.4	30.0
液状化特性	液状化パラメータ	$\phi_D$	—	34.8	34.8	34.9	38.3	34.9	33.4	41.4	41.4	34.9	28.0
	液状化パラメータ	$S_L$	—	0.047	0.047	0.028	0.046	0.029	0.048	0.030	0.030	0.020	0.005
	液状化パラメータ	$W_L$	—	6.5	6.5	56.5	6.9	51.6	17.6	45.2	45.2	10.5	5.06
	液状化パラメータ	$P_L$	—	1.26	1.26	9.00	1.00	12.00	4.80	8.00	8.00	7.00	0.57
	液状化パラメータ	$P_2$	—	0.80	0.80	0.60	0.75	0.60	0.96	0.60	0.60	0.50	0.80
液状化パラメータ	$C_L$	—	2.00	2.00	3.40	2.27	3.35	3.15	3.82	3.82	2.83	1.44	

表 3.5.3-1 (2) 地盤の解析用物性値一覧（非液状化層）

パラメータ				原地盤					新第三系
				第四系（非液状化層）					
				Ac	D2c-3	D2c-2	Im	D1c-1	
物理特性	密度 ()は地下水位以浅	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	1.65	1.77	1.77	1.47 (1.43)	1.77	1.72-1.03×10 <sup>-4</sup> ・z
	間隙比	e	—	1.59	1.09	1.09	2.80	1.09	1.16
変形特性	ポアソン比	$\nu_{CD}$	—	0.10	0.22	0.22	0.14	0.22	0.16+0.00025・z
	基準平均有効主応力 ()は地下水位以浅	$\sigma'_{ms}$	kN/m <sup>2</sup>	480	696	696	249 (223)	696	動的変形特性に基づき、Z（標高）毎に物性値を設定
	基準初期せん断剛性 ()は地下水位以浅	$G_{ms}$	kN/m <sup>2</sup>	121829	285223	285223	38926 (35783)	285223	
	最大履歴減衰率	$h_{max}$	—	0.200	0.186	0.186	0.151	0.186	
強度特性	粘着力	$C_{CD}$	N/mm <sup>2</sup>	0.025	0.026	0.026	0.042	0.026	
	内部摩擦角	$\phi_{CD}$	度	29.1	35.6	35.6	27.3	35.6	23.2+0.0990・z

z：標高（m）





表 3.5.3-1 (4) 地盤改良体の物性値一覧

項目		地盤改良体 (セメント改良)	
		一軸圧縮強度 (≤8.5N/mm <sup>2</sup> の場合)	一軸圧縮強度 (>8.5N/mm <sup>2</sup> の場合)
物理特性	密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	改良対象の原地盤の平均密度×1.1	
静的変形特性	静弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	581	2159
	静ポアソン比 $\nu_s$	0.260	
動的変形特性	初期せん断剛性 $G_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G_0 = \rho_t / 1000 \times V_s^2$ $V_s = 147.6 \times q_u^{0.417}$ (m/s) $q_u$ : 一軸圧縮強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	
	動ポアソン比 $\nu_d$	0.431	
	動せん断弾性係数のひずみ依存性 $G/G_0 \sim \gamma$	$G/G_0 = \frac{1}{1 + \gamma / 0.000537}$ $\gamma$ : せん断ひずみ (-)	$G/G_0 = \frac{1}{1 + \gamma / 0.001560}$ $\gamma$ : せん断ひずみ (-)
	減衰定数 $h \sim \gamma$	$h = 0.152 \frac{\gamma / 0.000537}{1 + \gamma / 0.000537}$ $\gamma$ : せん断ひずみ (-)	$h = 0.178 \frac{\gamma / 0.001560}{1 + \gamma / 0.001560}$ $\gamma$ : せん断ひずみ (-)
強度特性	粘着力 $C$ (N/mm <sup>2</sup> )	$C = q_u / 2$ $q_u$ : 一軸圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	

\* 地盤改良体 (嵩上げ部) の一軸圧縮強度 : 1.5 N/mm<sup>2</sup>

### 3.5.4 地下水位

地下水位は地表面として設定する。

### 3.6 解析ケース

#### 3.6.1 耐震設計における検討ケース

防潮扉の耐震設計における検討ケースを表 3.6.1-1 に示す。

全ての基準地震動  $S_s$  に対して実施する①の検討ケースにおいて、せん断力照査及び曲げ軸力照査をはじめとした全ての評価項目について、各照査値が最も厳しい（許容限界に対する余裕が最も小さい）地震動を用い、②～⑥の中から追加検討ケースを実施する。

表 3.6.1-1 防潮扉の耐震設計における検討ケース

検討ケース	①	②	③	④	⑤	⑥
液状化強度特性の設定	原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース(基本ケース)	地盤物性のばらつきを考慮(+1 $\sigma$ )した解析ケース	地盤物性のばらつきを考慮(-1 $\sigma$ )した解析ケース	地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース	原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース	地盤物性のばらつきを考慮(+1 $\sigma$ )して非液状化の条件を仮定した解析ケース
	原地盤に基づく液状化強度特性(標準偏差を考慮)	原地盤に基づく液状化強度特性(標準偏差を考慮)	原地盤に基づく液状化強度特性(標準偏差を考慮)	敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性	液状化パラメータを非適用	液状化パラメータを非適用

異なる構築物間の相対変位の算定は、上記ケースの中で、相対変位量が最も大きいケースにて行う。

3.6.2 機器・配管系に対する加速度応答抽出のための検討ケース

機器・配管系（防潮扉）への加速度応答の抽出における検討ケースを表 3.6.2-1 に示す。

表 3.6.2-1 機器・配管系（防潮扉）への加速度応答の抽出における検討ケース

検討ケース		④ 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース	⑤ 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース	⑥ 地盤物性のばらつきを考慮(+1σ)して非液状化の条件を仮定した解析ケース			
液状化強度特性の設定		敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性	液状化パラメータを非適用	液状化パラメータを非適用			
地震波(位相)	S <sub>s</sub> -D 1	(++)	1	1	1		
		(+-)		1			
		(-+)		1			
		(--)		1			
	S <sub>s</sub> -1 1	(++)		⑤において、上載される機器・配管系の固有振動数帯で加速度応答が最も大きくなる地震動を用いて実施する。		1	⑤において、上載される機器・配管系の固有振動数帯で加速度応答が最も大きくなる地震動を用いて実施する。
	S <sub>s</sub> -1 2	(++)		1			
	S <sub>s</sub> -1 3	(++)		1			
	S <sub>s</sub> -1 4	(++)		1			
	S <sub>s</sub> -2 1	(++)		1			
	S <sub>s</sub> -2 2	(++)		1			
	S <sub>s</sub> -3 1	(++)		1			
(-+)		1					
計		1	12	1			

#### 4. 扉体及び戸当りの耐震評価

##### 4.1 評価対象部位

評価対象部位は、水圧等の荷重を受ける受圧部にスキンプレートがあり、主桁、縦補助桁、端桁により構成される架構の構造部材を評価対象部材とする。また、扉体の支圧板から支承部の戸当りについても評価対象部材にする。

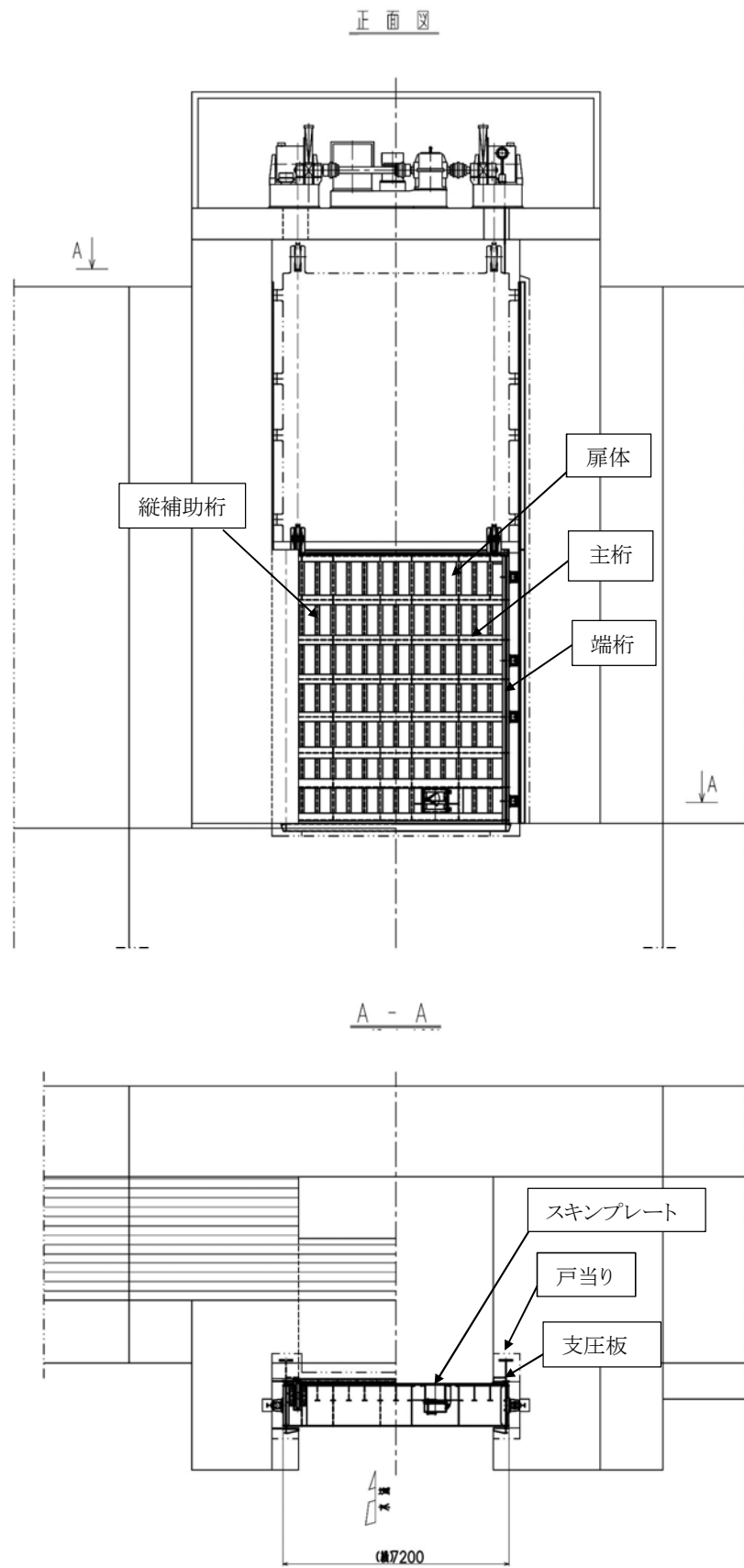
防潮扉の部材名を図 4.1-1 及び図 4.1-2 に示す。

##### (1) 扉体の健全性

扉体は主桁、スキンプレート、縦補助桁、端桁、支圧板について検討する。

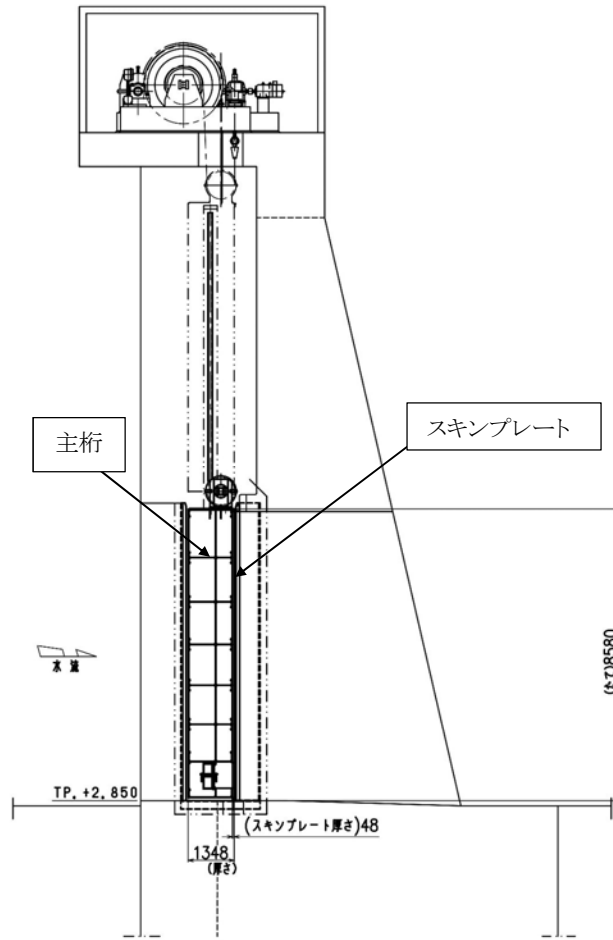
##### (2) 戸当りの健全性

戸当りはコンクリート支圧応力、底面フランジ曲げ応力、コンクリートのせん断応力それぞれについて検討する。



注：寸法は mm を示す。

図 4.1-1 防潮扉の部材名（正面図及び平面図）



注：寸法は mm を示す。

図 4.1-2 防潮扉の部材名（側面図）

## 4.2 許容限界

許容限界は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

### (1) 扉体

扉体の許容限界は、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会，平成25年6月）」に基づき，表4.2-1に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，鋼材の許容応力度に対して1.5倍の割増しを考慮する。

また，止水性については許容限界を短期許容応力度とすることで部材をおおむね弾性域内の変形に留め，戸当たりとの圧着構造を保つことで止水性を確保するものとする。

表4.2-1 鋼材の許容応力度（短期）

評価項目				短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
スキンプレート，主桁，縦補助桁，端桁	SM490	t ≤ 40* <sup>1</sup>	許容曲げ応力度 $\sigma_{ca}$	240
			許容圧縮応力度，許容引張応力度 $\sigma_{ca}$	240
			許容せん断応力度 $\tau_a$	135
			許容支圧応力度 $\sigma_{ca}^{*2}$	360
支圧板	SUS304	t ≤ 40* <sup>1</sup>	許容支圧応力度 $\sigma_{ca}^{*2}$	225

注記 \*1：t 鋼材の板厚（mm）

\*2：許容支圧応力の上限值は降伏点とする。

### (2) 戸当り

防潮扉戸当りの許容限界は，鋼材については扉体と同様とする。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〕（（社）土木学会，2002年制定）」を適用し，表4-2に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，コンクリートの許容応力度に対して1.5倍の割増しを考慮する。

表4.2-2 コンクリートの許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
コンクリート	$f'_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$	許容圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	21
		許容支圧応力度 $\sigma_{ca}$	18
		許容せん断応力度 $\tau_a$	0.825
		許容付着応力度 $\sigma_{ca}^*$	3.0

注記 \*：異形鉄筋の場合を示す。



### 4.3 評価方法

#### 4.3.1 扉体

評価対象部位における発生応力が許容限界以下であることを確認する。

##### (1) 主桁

主桁は、部材の発生断面力に対して保守的な評価となるよう、支圧板の設置位置を支点とする両端をピン支点の単純梁によりモデル化する。

主桁のモデル図を図 4.3.1-1 に示す。

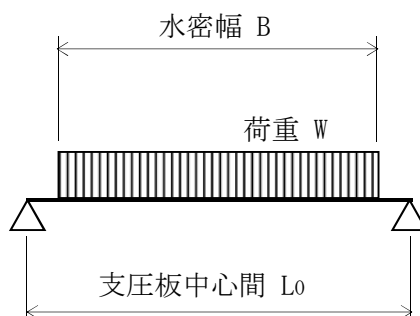


図 4.3.1-1 主桁のモデル図

##### (2) スキンプレート

スキンプレートに発生する曲げモーメントは、4辺を固定支持された平板としてモデル化し、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」の式により曲げ応力を算定する。

スキンプレートのモデル図及び応力算定式を図 4.3.1-2 に示す。

$$\sigma = \frac{k \cdot a^2 \cdot P}{100 \cdot t^2}$$

$\sigma$  : 応力度 (N/mm)

$k$  : 辺長比 ( $b/a$ ) による係数

$a$  : 短辺 (mm)

$b$  : 長辺 (mm)

$P$  : 荷重 (N/mm<sup>2</sup>)

$t$  : 板厚 (mm)

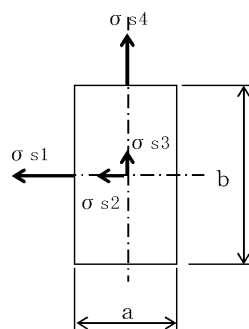
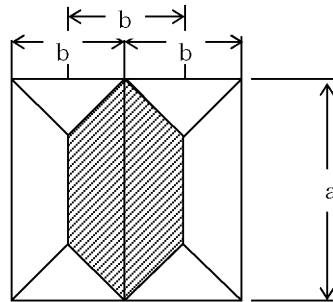


図 4.3.1-2 スキンプレートの応力算定式とモデル図

(3) 縦補助桁

縦補助桁については、主桁によって支持された単純支持梁とし、荷重は平均水圧が亀甲形または菱形に作用したものとして、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会，平成 25 年 6 月）」の式により曲げ応力及びせん断応力を算定する。

縦補助桁のモデル図及び応力算定式（亀甲形の例）を図 4.3.1-3 に示す。



- p : 各区分の平均水圧 (kN/m<sup>2</sup>)
- a : 主桁及び横補助桁間隔 (m)
- b : 縦補助桁間隔 (m)

最大曲げモーメント

$$M = \frac{p \cdot b}{24} (3 \cdot a^2 - b^2) \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

最大せん断力

$$S = \frac{p \cdot b}{2} \left( a - \frac{b}{2} \right) \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

図 4.3.1-3 縦補助桁のモデル図及び応力算定式（亀甲形の例）

(4) 端桁

本設備はスライドゲートであるため、端桁は主桁端部に生じた反力を戸当りを介してコンクリート躯体に伝達する役割を果たしている。よって「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」に従い、垂直補剛材を有するプレートガーダの荷重集中点として腹板強度の照査を行う。

端桁腹板には垂直補剛材として主桁ウェブとスチフナを有する。縦桁腹板は天地方向に、主桁ウェブは径間方向に部材が伸びているが、実際に荷重が作用している有効断面で検討するため、有効幅はそれぞれの板厚の 12 倍までとする。ただし、補剛材（主桁ウェブ）については、全有効断面積が補剛材断面積の 1.7 倍を超える場合は有効幅を小さくし、全有効断面積が補剛材断面積の 1.7 倍となるようにする。

端桁のモデル図を図 4.3.1-4 に示す。

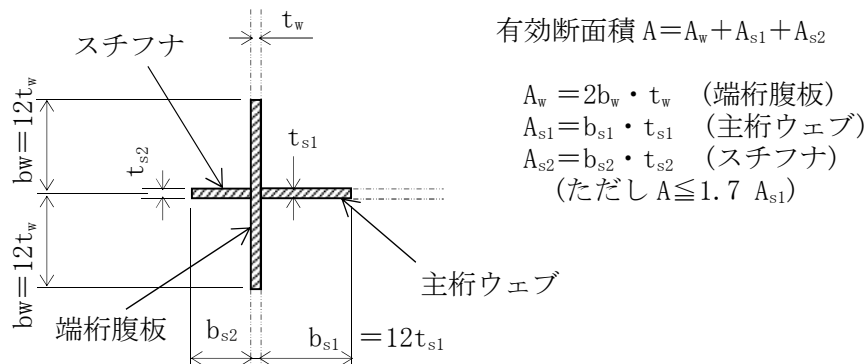
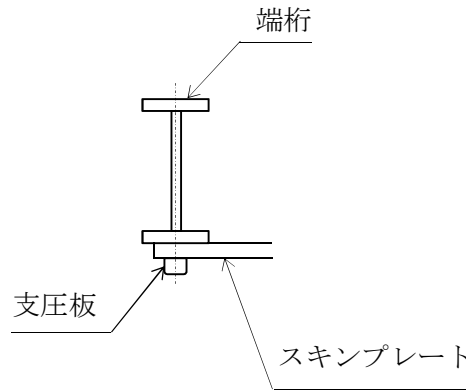


図 4.3.1-4 端桁のモデル図

(5) 支圧板

支圧板の面圧は踏面に曲率を設けるため、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」のローラーの線接触に倣って計算する。

端桁のモデル図及び応力算定式を図 4.3.1-5 に示す。



$$p = 0.591 \sqrt{\frac{P \cdot E_1 \cdot E_2}{Lh \cdot R \cdot (E_1 + E_2)}}$$

ここに、

$$C = 1.080 \sqrt{\frac{P \cdot R \cdot (E_1 + E_2)}{Lh \cdot E_1 \cdot E_2}}$$

$$Z = 0.78 \cdot C$$

$p$  : ヘルツの接触応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$P$  : 計算荷重の常時換算値 =  $(P_s + P_c) / \gamma$  (N)

$p_d$  : 扉体下端水圧 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$B$  : 扉体水密幅 (mm)

$\gamma$  : 許容応力補正係数に裕度を乗じた係数

$E_1$  : 支圧板の弾性係数 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$E_2$  : 支圧板当りの弾性係数 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$Lh$  : 支圧板計算高さ (mm)

$R$  : 支圧板半径 (mm)

$C$  : 接触幅の1/2 (mm)

$Z$  : 最大せん断応力度が発生する深さ (mm)

$\nu$  : 安全率 = 1.3 (線接触の場合)

$H_B$  : 支圧板のブリネル硬さ

図 4.3.1-5 支圧板のモデル図及び応力算定式

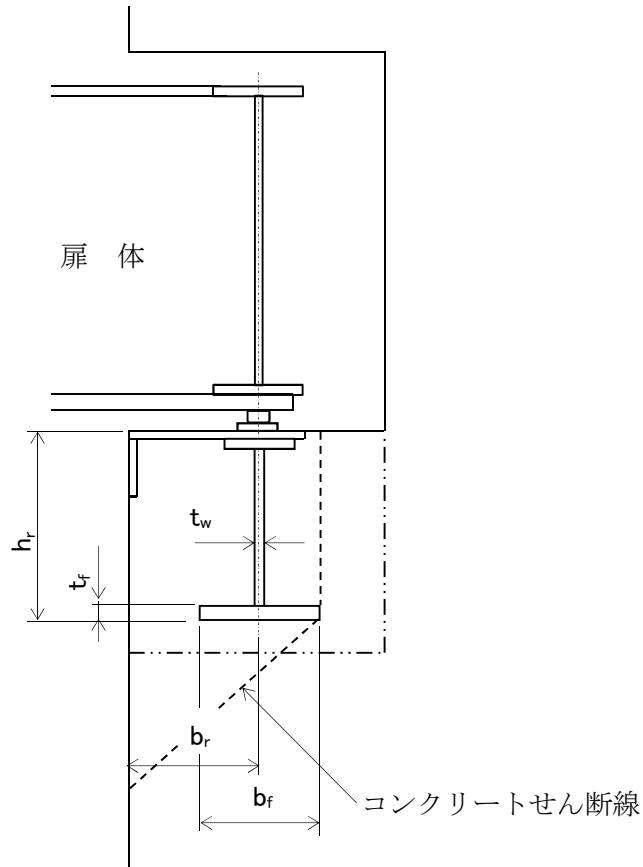
#### 4.3.2 戸当り

評価対象部位における発生応力が許容限界以下であることを確認する。

##### (1) 鋼材

戸当りの鋼材は、下面の水圧が高いため作用水圧とする。

戸当りのモデル図及び応力算定式を図 4.3.2-1 に示す。



底面フランジ曲げ応力度

$$\sigma_f = \frac{6 \cdot \sigma_k \cdot b f^2}{8 \cdot t_f^2} \quad (\text{N/mm}^2)$$

pd : 下部作用水圧 (N/mm<sup>2</sup>)

B : 扉体水密幅 (mm)

br : 水路面より戸当り中心までの距離 (mm)

腹板の圧縮応力度

$$\sigma_{cw} = \frac{pd \cdot B}{2 \cdot t_w} \quad (\text{N/mm}^2)$$

hr : 戸当り高 (mm)

tw : 戸当りウェブ厚さ (mm)

bf : 戸当り底面フランジ幅 (mm)

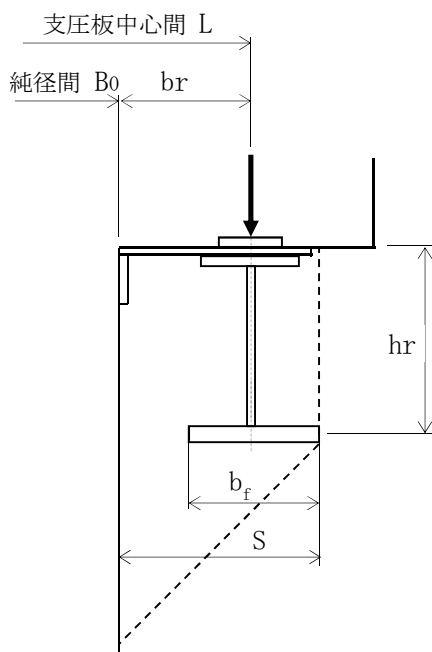
tf : 戸当り底面フランジ厚さ (mm)

図 4.3.2-1 戸当り鋼材のモデル図及び応力算定式

(2) コンクリート

戸当りのコンクリートは、前項の鋼材の作用力を負担するものとして支圧応力及びせん断応力を評価する。

戸当りコンクリートのモデル図及び応力算定式を図 4.3.2-2 に示す。



コンクリートの支圧応力度

$$\sigma_k = \frac{pd \cdot B}{2 \cdot bf} \quad (\text{N/mm}^2)$$

コンクリートのせん断応力度

$$\tau_k = \frac{\sigma_k \cdot bf}{hr + 2 \cdot S} \quad (\text{N/mm}^2)$$

ここに、

支圧板中心間	L	(mm)
純径間	B0	(mm)
水路面より戸当り中心 までの距離	br	(mm)
コンクリート支圧応力度	$\sigma_k$	(N/mm <sup>2</sup> )
戸当り底面フランジ幅	bf	(mm)
戸当り高さ	hr	(mm)
堰柱側面から底面フランジ 端面までの距離	$S = br + bf/2$	

図 4.3.2-2 戸当りコンクリートのモデル図及び応力算定式

4.4 評価結果

追而

## 5. 鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価

防潮扉 1 の耐震評価については、V-2-10-2-2-2-1「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の耐震性についての計算書」に示す。

防潮扉 2 の鉄筋コンクリート防潮壁について説明する。防潮扉 2 の鉄筋コンクリート防潮壁の正面図を図 5.1-1 に示す。

### 5.1 評価対象部位

評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮壁の構造上の特徴を踏まえて設定する。

#### (1) 鋼管杭

鋼管杭の評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮壁を支持する鋼管杭とする。

#### (2) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートの評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮壁と底版の鉄筋コンクリートとする。

#### (3) 基礎地盤の支持力

基礎地盤の評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮壁を支持する基礎地盤とする。

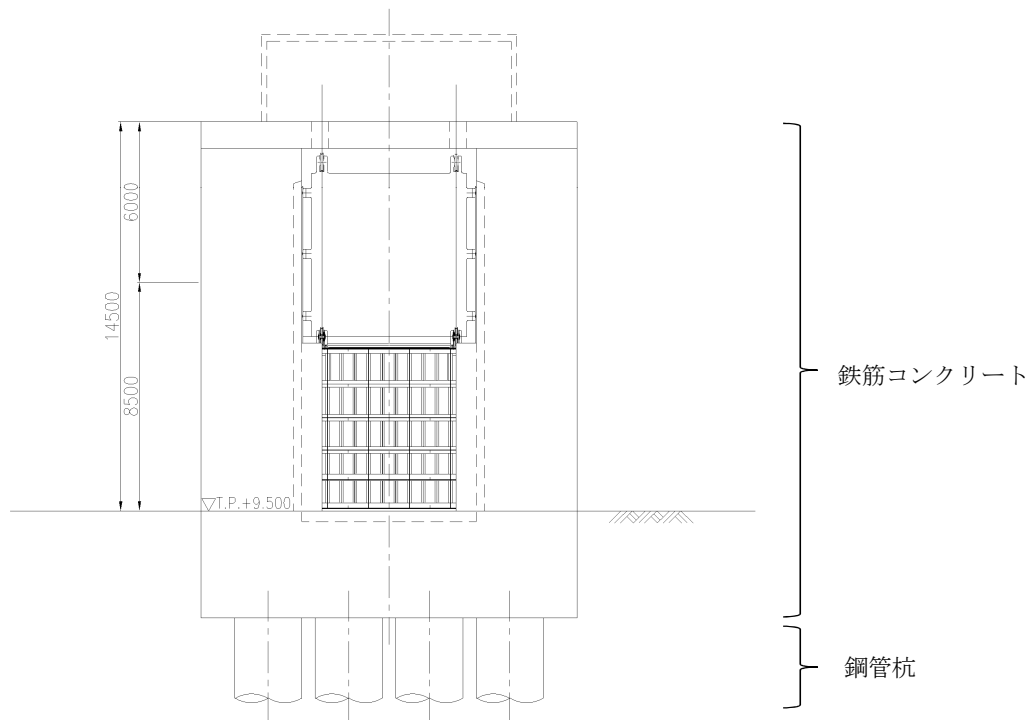


図 5-1 鉄筋コンクリート防潮壁正面図（防潮扉 2）

## 5.2 解析方法

### (1) 鉄筋コンクリート及び鋼管杭基礎

設計対象構造物～地盤の連成系モデルによる2次元有効応力解析を行い、地震時の鉄筋コンクリート及び鋼管杭基礎の構造健全性及び支持性能を確認する。

## 5.3 許容限界

許容限界は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

### (1) 鋼管杭

鋼管杭の許容限界は、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）」に基づき，表5.3-1に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，鋼材の長期許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

表5.3-1 鋼管杭の許容限界

評価項目			短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
鋼管杭	SM570	許容引張応力度 $\sigma_{sa1}$	382.5
		許容圧縮応力度 $\sigma_{sa1}$	
		許容せん断応力度 $\sigma_{sa1}$	217.5

### (2) 鉄筋コンクリート

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]（（社）土木学会，2002年制定）」及び「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会 平成24年3月）」に基づき，表5.3-2に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

表5.3-2 鉄筋コンクリートの許容限界

評価項目			短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
コンクリート*1	$f'_{ck}=40$ N/mm <sup>2</sup>	許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	21
		許容せん断応力度 $\tau_{a1}$	0.825*3
		許容押抜きせん断応力度 $\tau_{a1}'$	1.65
		許容支圧応力度 $\sigma_{ca}'$	18
鉄筋*2	SD490	許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa2}$ (軸方向鉄筋)	435
		許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa2}$ (せん断補強筋)	300

注記 \*1：コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]（（社）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（（社）日本道路協会 平成24年3月）



\*3：斜め引張鉄筋を考慮する場合は、「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕  
（（社）土木学会 2002 年制定）」に準拠し、次式により求められる許容せん断  
力（ $V_a$ ）を許容限界とする。

$$V_a = V_{c a} + V_{s a}$$

ここで、

$V_{c a}$  : コンクリートの許容せん断力

$$V_{c a} = 1/2 \cdot \tau_{a 1} \cdot b_w \cdot j \cdot d$$

$V_{s a}$  : 斜め引張鉄筋の許容せん断力

$$V_{s a} = A_w \cdot \sigma_{s a 2} \cdot j \cdot d / s$$

$\tau_{a 1}$  : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度

$b_w$  : 有効幅

$j$  : 1/1.15

$d$  : 有効高さ

$A_w$  : 斜め引張鉄筋断面積

$\sigma_{s a 2}$  : 鉄筋の許容引張応力度

$s$  : 斜め引張鉄筋間隔

(3) 基礎地盤の支持力

極限支持力は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、道路橋示方書（I 共通編・IV下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会、平成14年3月）により設定する。

支持力評価において、豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した耐震設計を行う場合は、第四系の杭周面摩擦力を支持力として考慮せず、杭下端の支持岩盤への接地圧に対する支持力評価を行うことを基本とする。ただし、杭を根入れした岩盤及び岩着している地盤改良体とその上方の非液状化層が連続している場合は、その杭周面摩擦力を支持力として考慮する。

道路橋示方書による杭基礎（中掘り工法）の支持力算定式を以下に、極限支持力度を表5.3-3に示す。

極限支持力

$$R_u = q_d A + U \sum L_i f_i$$

$R_u$ ：地盤から決まる杭の極限支持力（kN）

$q_d$ ：杭下端における単位面積あたりの極限支持力度（kN/m<sup>2</sup>）：コンクリート打設方式

$$q_d = 3 \cdot q_u$$

$q_u$ ：支持岩盤の一軸圧縮強度（kN/m<sup>2</sup>）

\*  $c_{CUU} = q_u / 2$  より、 $q_u = c_{CUU} \times 2$ 。ここで、 $c_{CUU}$  は「補足-340-1 地盤の支持性能について」の表4.1-1におけるKm層の非排水せん断強度

A：杭下端面積（m<sup>2</sup>）

U：杭の周長（m）

$L_i$ ：周面摩擦力を考慮する層の層厚（m）

$f_i$ ：周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度（kN/m<sup>2</sup>）

表 5.3-3 基礎地盤の支持力に対する許容限界

	杭下端標高	支持岩盤の一軸圧縮強度 $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	極限支持力度 $q_d$ (kN/m <sup>2</sup> )
防潮扉2基礎	T.P. -21.9 m	1825	5475

#### 5.4 評価方法

鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価は、「3. 地震応答解析」により得られる照査用応答値が、「5.3 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。

##### (1) 鋼管杭の評価手法

鋼管杭の評価は、杭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。

###### a. 曲げモーメント及び軸力に対する照査

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。

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

ここで、

$\sigma$  : 鋼管杭の曲げモーメント及び軸力より算定される応力 (N/mm<sup>2</sup>)

$M$  : 最大曲げモーメント (N・mm)

$Z$  : 断面係数 (mm<sup>3</sup>)

$N$  : 軸力 (N)

$A$  : 有効断面積 (mm<sup>2</sup>)

###### b. せん断力に対する照査

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。

$$\tau = \kappa \frac{S}{A}$$

ここで、

$\tau$  : 鋼管杭のせん断力より算定されるせん断応力 (N/mm<sup>2</sup>)

$S$  : せん断力 (N)

$A$  : 有効断面積 (mm<sup>2</sup>)

$\kappa$  : せん断応力の分布係数 (2.0)

##### (2) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートは、耐震評価により算定した曲げ圧縮応力、曲げ引張応力及びせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

##### (3) 基礎地盤の支持力

基礎地盤の支持性能評価においては、基礎地盤に作用する**接地圧**が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

## 5.5 評価結果

### 5.5.1 地震応答解析結果

鉄筋コンクリート防潮堤（防潮扉2）のA-A断面およびB-B断面における基準地震動 $S_s$ による断面力（曲げモーメント，軸力，せん断力）分布を図5.5.1-3に示す。本図は鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布を示したものである。

また，鉄筋コンクリート防潮堤（防潮扉2）のA-A断面およびB-B断面において，鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果が厳しくなる地震波における最大せん断ひずみ分布図を図5.5.1-4に示し，過剰間隙水圧比分布図を図5.5.1-5に，加速度分布図を図5.5.1-6に示す。これらの図は，各要素に発生したせん断ひずみ，過剰間隙水圧比，加速度の全時刻における最大値の分布を示したものである。

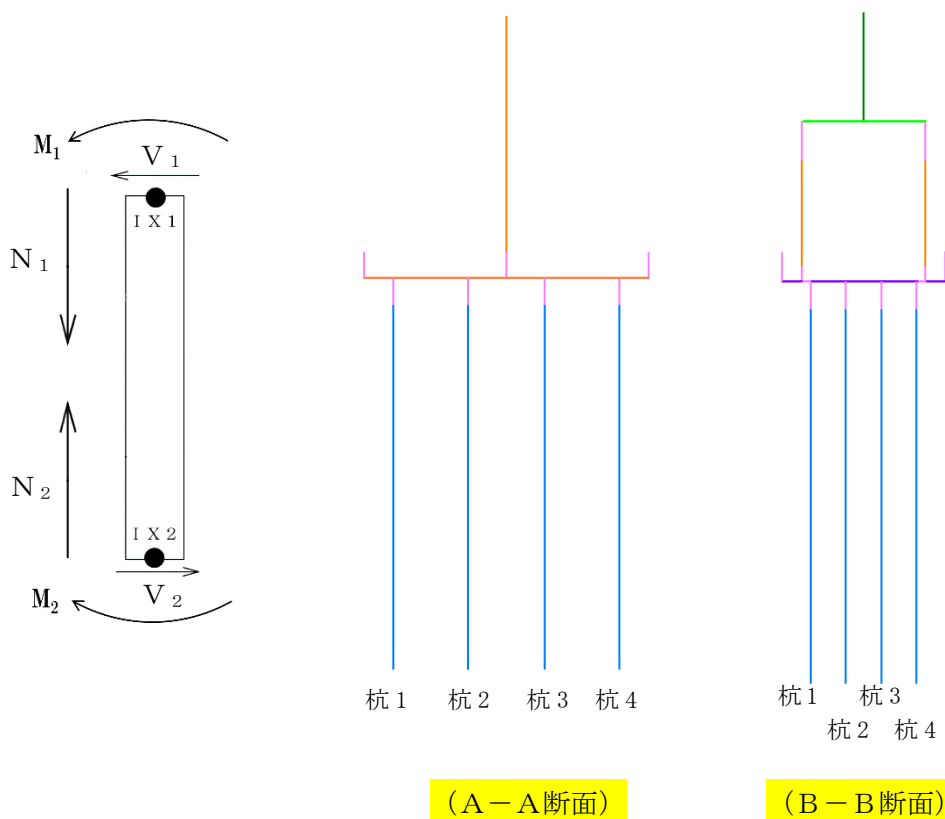


図 5.5.1-1 符号表

図 5.5.1-2 A-A断面，B-B断面の杭番号図

(1) 断面力図

a. A-A断面

・ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

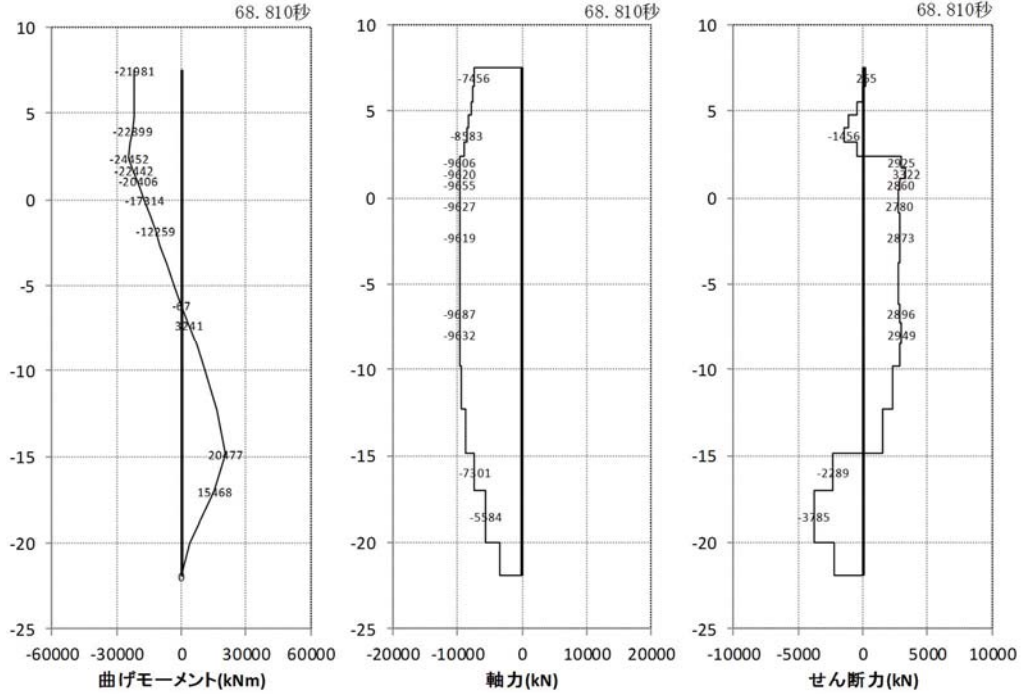


図 5.5.1-3 (1) A-A断面の断面力分布 (杭1 曲げモーメント最大時刻,  $S_s - D1 + -$ )

・ 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

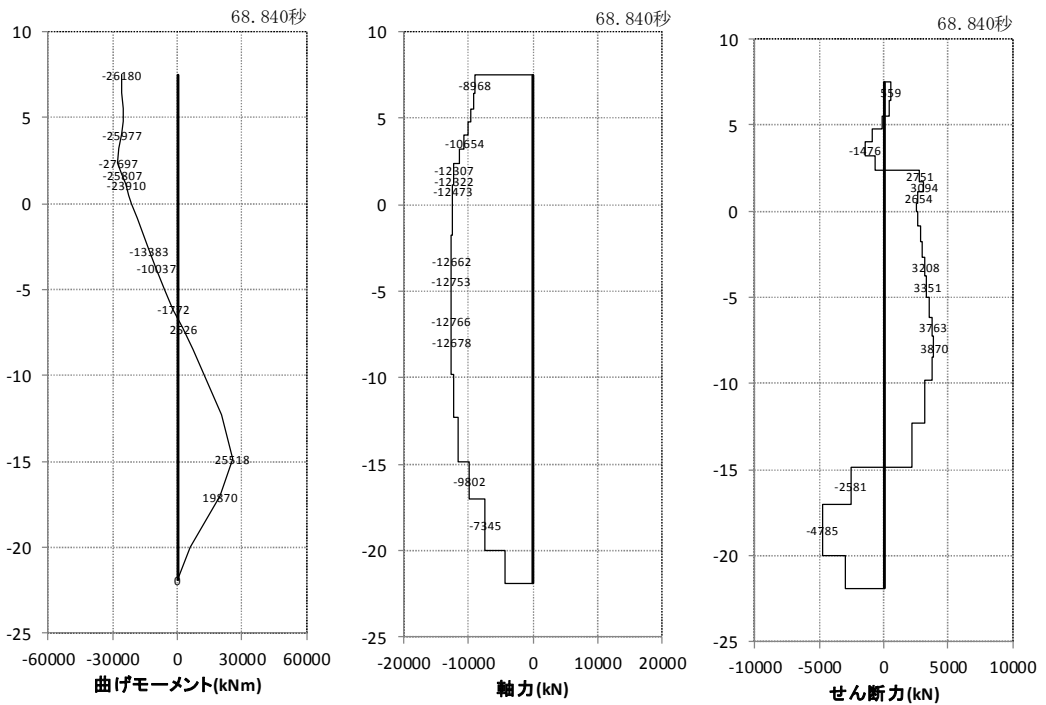


図 5.5.1-3 (2) A-A断面の断面力分布 (杭1 曲げモーメント最大時刻,  $S_s - D1 + -$ )

b. B-B断面

・ 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

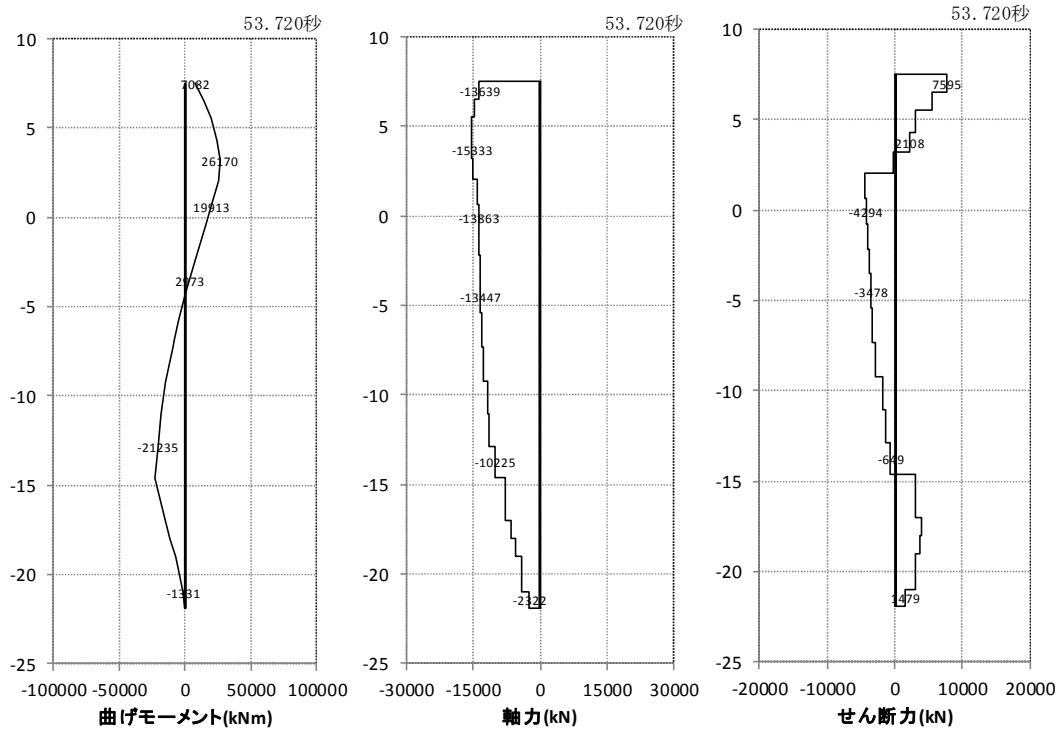


図 5.5.1-3 (3) B-B断面の断面力分布 (杭4曲げモーメント最大時刻,  $S_s-D1+$ )

## (2) 最大せん断ひずみ分布図

## a. A-A断面

- ・ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

図 5.5.1-4 (1) A-A断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1$  [H+,V-])

- ・ 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

図 5.5.1-4 (2) A-A断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1$  [H+,V-])

b. B-B断面

- ・ 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

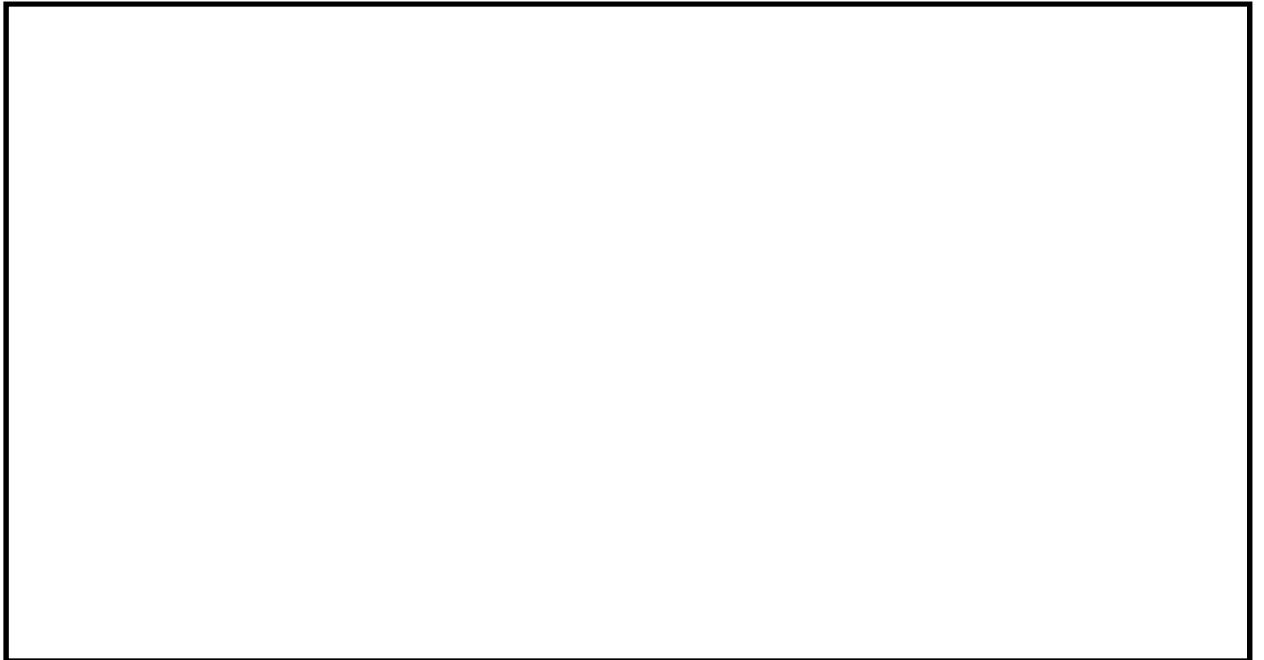


図 5.5.1-4 (3) B-B断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s - D 1 [H+, V-]$ )



## (3) 過剰間隙水圧比分布図

## a. A-A断面

- ・ 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

図 5.5.1-5 (1) A-A断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1$  [H+, V-])

- ・ 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

図 5.5.1-5 (2) A-A断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1$  [H+, V-])

## a. B-B断面

- ・ 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

図 5.5.1-5 (3) B-B断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1$  [H+, V-])

(4) 最大加速度分布図

a. A - A断面

b. B - B断面

追而

## 5.5.2 耐震評価結果

## (1) 鋼管杭の評価結果

## a. 曲げ軸力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 5.5.2-1 に、曲げ軸力に対する照査結果を表 5.5.2-2～表 5.5.2-3 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、曲げ応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力度は各地震動において最大となる値を示している。

表 5.5.2-1 鋼管杭 (SM570) 断面諸元

断面	板厚 (mm)	断面積 ( $m^2$ )	断面係数 ( $m^3$ )
A-A B-B	35	0.263	0.15995

表 5.5.2-2 曲げ軸力に対する照査 (A-A断面)

地盤	地震動	杭 番号	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生 曲げ 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期 許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
平均剛性	S <sub>s</sub> -D 1 ++	1	24505	9490	189.29	382.5	0.50
	S <sub>s</sub> -D 1 +-	1	24452	9606	189.40	382.5	0.50
	S <sub>s</sub> -D 1 -+	4	24001	9183	184.97	382.5	0.49
	S <sub>s</sub> -D 1 --	4	23993	9416	185.81	382.5	0.49
	S <sub>s</sub> -1 1	1	7863	3201	61.34	382.5	0.17
	S <sub>s</sub> -1 2	1	14093	5051	107.32	382.5	0.29
	S <sub>s</sub> -1 3	1	12215	4529	93.59	382.5	0.25
	S <sub>s</sub> -1 4	1	10707	4450	83.86	382.5	0.22
	S <sub>s</sub> -2 1	4	19199	7521	148.63	382.5	0.39
	S <sub>s</sub> -2 2	4	15562	6351	121.45	382.5	0.32
	S <sub>s</sub> -3 1 ++	4	25947	6521	187.02	382.5	0.49
	S <sub>s</sub> -3 1 -+	1	25101	7355	184.90	382.5	0.49
V <sub>s</sub> +1σ 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 +-	1	24066	8764	183.79	382.5	0.49
V <sub>s</sub> -1σ 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 +-	1	26397	9993	203.03	382.5	0.54
豊浦標準砂	S <sub>s</sub> -D 1 +-	1	27697	12307	219.96	382.5	0.58
平均剛性 (非液状化)	S <sub>s</sub> -D 1 +-	1	28466	7323	205.82	382.5	0.54
V <sub>s</sub> +1σ 剛性 (非液状化)	S <sub>s</sub> -D 1 +-	1	27955	7024	201.49	382.5	0.53

表 5.5.2-3 曲げ軸力に対する照査 (B-B断面)

地盤	地震動	杭 番号	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生 曲げ 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期 許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
豊浦標準砂	S <sub>s</sub> -D 1 +-	4	26170	15333	221.92	382.5	0.59

## b. せん断力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元は前出の表 5.5.2-1 に、せん断力に対する照査結果を表 5.5.2-4～表 5.5.2-5 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、せん断応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地震動において最大となる値を示している。

表 5.5.2-4 せん断力に対する照査 (A-A断面)

地盤	地震動	杭番号	せん断力 (kN)	発生せん断応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
平均剛性	S <sub>s</sub> -D 1 ++	3	4608	35.05	217.5	0.17
	S <sub>s</sub> -D 1 +-	3	4610	35.06	217.5	0.17
	S <sub>s</sub> -D 1 -+	2	4598	34.97	217.5	0.17
	S <sub>s</sub> -D 1 --	2	4583	34.86	217.5	0.17
	S <sub>s</sub> -1 1	1	2159	16.42	217.5	0.08
	S <sub>s</sub> -1 2	4	3502	26.64	217.5	0.13
	S <sub>s</sub> -1 3	4	3097	23.56	217.5	0.11
	S <sub>s</sub> -1 4	4	2898	22.04	217.5	0.11
	S <sub>s</sub> -2 1	4	3964	30.15	217.5	0.14
	S <sub>s</sub> -2 2	4	3425	26.05	217.5	0.12
	S <sub>s</sub> -3 1 ++	1	4436	33.74	217.5	0.16
	S <sub>s</sub> -3 1 -+	4	4659	35.43	217.5	0.17
V <sub>s</sub> +1σ 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 +-	3	4682	35.61	217.5	0.17
V <sub>s</sub> -1σ 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 +-	3	4661	35.45	217.5	0.17
豊浦標準砂	S <sub>s</sub> -D 1 +-	3	4907	37.32	217.5	0.18
平均剛性 (非液状化)	S <sub>s</sub> -D 1 +-	4	4967	37.78	217.5	0.18
V <sub>s</sub> +1σ 剛性 (非液状化)	S <sub>s</sub> -D 1 +-	4	5041	38.34	217.5	0.18

表 5.5.2-5 せん断力に対する照査 (B-B断面)

地盤	地震動	杭 番号	せん断力 (kN)	発生 せん断 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期 許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
豊浦標準砂	S <sub>s</sub> -D 1 +-	4	4595	34.95	217.5	0.17



(2) 鉄筋コンクリートの評価結果

a. 曲げに対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 5.5.2-6 に、曲げに対する照査結果を表 5.5.2-7 及び表 5.5.2-8 に示す。

鉄筋コンクリートに対して許容応力度法による照査を行った結果、コンクリートに発生する曲げ圧縮応力及び鉄筋に発生する曲げ引張応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地震動において最大となる値を示している。

表 5.5.2-6 鉄筋コンクリート断面諸元

断面	部材	かぶり (m)	断面有効 高さ (m)	主筋	主筋断面積 (cm <sup>2</sup> )
A-A	壁部	0.15	4.20～ 6.90	D38-22 本(4 段)	1003.2
	底版部	0.15	3.00	D38-92 本(4 段)	4195.2
B-B	梁部	0.15	6.90	D38-11 本(4 段)	501.6
	壁部	0.15	2.85	D38-31～49 本(4 段)	1413.6～ 2234.4
	底版部	0.20	2.95	D32-159 本(4 段)	5051.12

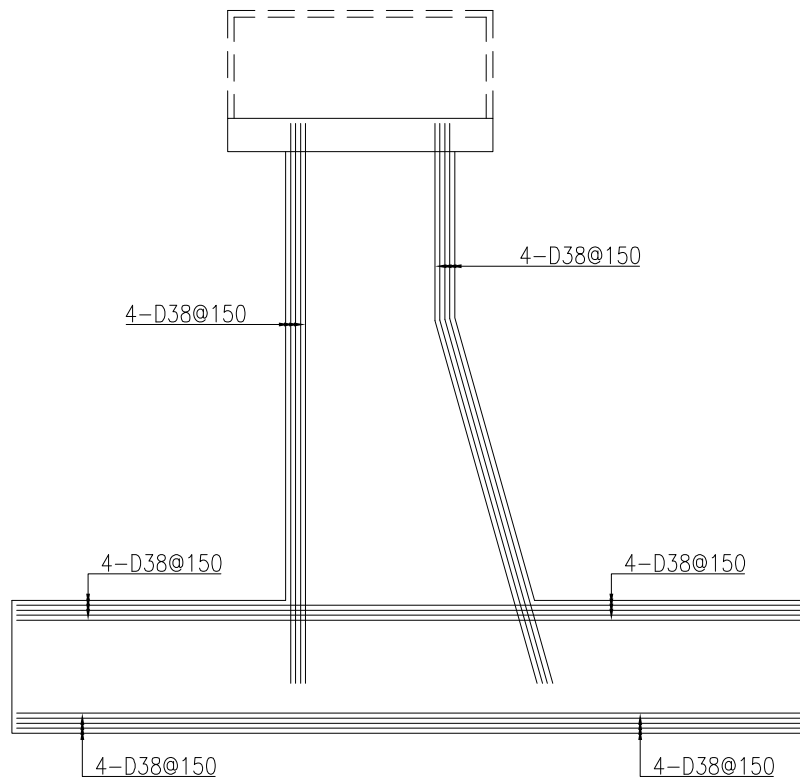


図 5.5.2-1 (1) 概略配筋図 (A-A断面)

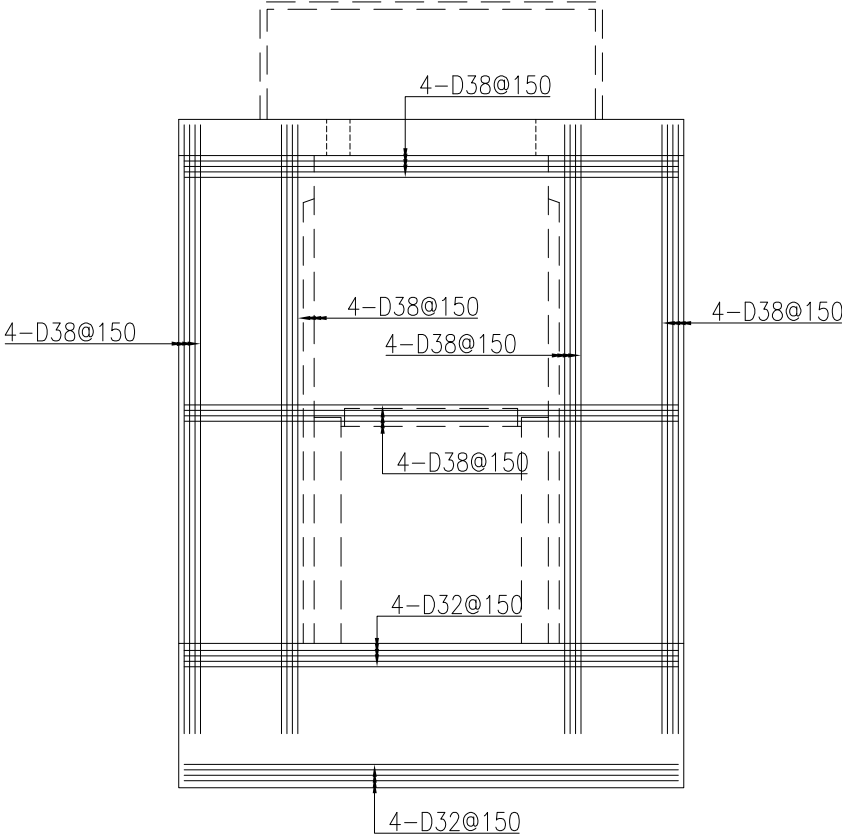


图 5.5.2-1 (2) 概略配筋图 (B-B 断面)

表 5.5.2-7 曲げ軸力（圧縮）に対する照査（A-A断面）

地盤	地震動	部材	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生曲げ 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
平均 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 ++	壁部	-67226	-12067	2.62	21	0.13
		底版部	112369	-1659	3.29	21	0.16
	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	-66651	-11608	2.60	21	0.13
		底版部	107638	677	3.12	21	0.15
	S <sub>s</sub> -D 1 -+	壁部	-58489	-7236	2.24	21	0.11
		底版部	104487	2880	2.99	21	0.15
	S <sub>s</sub> -D 1 --	壁部	-58970	-16509	2.33	21	0.12
		底版部	105406	2666	3.02	21	0.15
	S <sub>s</sub> -1 1	壁部	-35592	-11229	1.42	21	0.07
		底版部	82898	-6994	2.51	21	0.12
	S <sub>s</sub> -1 2	壁部	-43189	-10791	1.70	21	0.09
		底版部	81312	-4576	2.43	21	0.12
	S <sub>s</sub> -1 3	壁部	-40721	-12216	1.62	21	0.08
		底版部	82658	-4497	2.47	21	0.12
	S <sub>s</sub> -1 4	壁部	-37984	-12066	1.51	21	0.08
		底版部	76834	-5461	2.31	21	0.11
	S <sub>s</sub> -2 1	壁部	-56295	-12785	2.21	21	0.11
		底版部	99259	-1240	2.90	21	0.14
	S <sub>s</sub> -2 2	壁部	-51704	-6755	1.99	21	0.10
		底版部	89307	-7898	2.71	21	0.13
S <sub>s</sub> -3 1 ++	壁部	-51058	-10672	2.00	21	0.10	
	底版部	91114	-5120	2.72	21	0.13	
S <sub>s</sub> -3 1 -+	壁部	-58064	-11632	2.27	21	0.11	
	底版部	99225	-4596	2.95	21	0.15	
V <sub>s</sub> +1σ 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	-64725	-11578	2.52	21	0.12
		底版部	95710	-1348	2.80	21	0.14
V <sub>s</sub> -1σ 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	-67977	-11490	2.64	21	0.13
		底版部	104317	390	3.02	21	0.15
豊浦 標準砂	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	-66045	-11610	2.57	21	0.13
		底版部	119482	-92	3.47	21	0.17
平均剛性 (非液状化)	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	-70440	-12268	2.74	21	0.14
		底版部	114630	-5709	3.42	21	0.17
V <sub>s</sub> +1σ 剛性 (非液状化)	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	-69224	-12567	2.70	21	0.13
		底版部	104731	-7731	3.16	21	0.16

表 5.5.2-7 曲げ軸力 (引張) に対する照査 (A-A断面)

地盤	地震動	部材	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生曲げ 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
平均 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 ++	壁部	-67226	-12067	55.11	435	0.13
		底版部	112369	-1659	101.02	435	0.24
	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	-66651	-11608	56.84	435	0.14
		底版部	107638	677	99.43	435	0.23
	S <sub>s</sub> -D 1 -+	壁部	-58489	-7236	62.16	435	0.15
		底版部	104487	2880	99.11	435	0.23
	S <sub>s</sub> -D 1 --	壁部	-58970	-16509	37.95	435	0.09
		底版部	105406	2666	99.66	435	0.23
	S <sub>s</sub> -1 1	壁部	-35592	-11229	15.25	435	0.04
		底版部	82898	-6994	67.91	435	0.16
	S <sub>s</sub> -1 2	壁部	-43189	-10791	25.86	435	0.06
		底版部	81312	-4576	69.52	435	0.16
	S <sub>s</sub> -1 3	壁部	-40721	-12216	20.84	435	0.05
		底版部	82658	-4497	70.55	435	0.17
	S <sub>s</sub> -1 4	壁部	-37984	-12066	17.53	435	0.05
		底版部	76834	-5461	64.56	435	0.15
	S <sub>s</sub> -2 1	壁部	-56295	-12785	36.91	435	0.09
		底版部	99259	-1240	89.76	435	0.21
	S <sub>s</sub> -2 2	壁部	-51704	-6755	52.08	435	0.12
		底版部	85156	648	78.76	435	0.19
S <sub>s</sub> -3 1 ++	壁部	-51058	-10672	36.54	435	0.09	
	底版部	93790	2199	88.48	435	0.21	
S <sub>s</sub> -3 1 -+	壁部	-57862	-11462	43.59	435	0.11	
	底版部	98982	-3618	86.48	435	0.20	
V <sub>s</sub> +1σ 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	-64405	-10274	57.60	435	0.14
		底版部	95742	-1238	86.26	435	0.20
V <sub>s</sub> -1σ 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	-67977	-11490	58.36	435	0.14
		底版部	104312	426	96.04	435	0.23
豊浦 標準砂	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	-66034	-11304	56.16	435	0.13
		底版部	119372	222	109.60	435	0.26
平均剛性 (非液状化)	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	-67926	-10555	61.83	435	0.15
		底版部	114484	-5382	98.65	435	0.23
V <sub>s</sub> +1σ 剛性 (非液状化)	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	-65129	-10495	57.85	435	0.14
		底版部	104768	-7417	87.44	435	0.21

表 5.5.2-8 曲げ軸力 (圧縮) に対する照査 (B-B断面)

地盤	地震動	部材	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生曲げ 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
豊浦 標準砂	S <sub>s</sub> -D 1 +-	梁部	-22913	-3100	1.70	21	0.09
		壁部	-27052	-18408	1.95	21	0.10
		底版部	-51252	-60027	1.36	21	0.07

表 5.5.2-8 曲げ軸力 (引張) に対する照査 (B-B断面)

地盤	地震動	部材	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生曲げ 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
豊浦 標準砂	S <sub>s</sub> -D 1 +-	梁部	16288	1543	66.05	435	0.16
		壁部	-22805	-4279	32.37	435	0.08
		底版部	71955	53934	112.03	435	0.26

## b. せん断に対する照査

断面計算に用いた断面諸元は前出の表 5.5.2-6 及び表 5.5.2-9 に、せん断に対する照査結果を表 5.5.2-10 及び表 5.5.2-11 に示す。

鉄筋コンクリートにおける許容応力度法による照査を行った結果、せん断力が許容せん断力以下であることを確認した。なお、発生応力は各地震動において最大となる値を示している。

表 5.5.2-9 鉄筋コンクリート断面諸元

断面	部材	斜め引張鉄筋	区間 s (m)	区間 s における斜め引張鉄筋断面積 (cm <sup>2</sup> )
A-A	壁部	D19-8 本	0.3	22.92
	底板部	D25-45 本	0.3	228.015
B-B	梁部	D25-2 本	0.3	10.134
	壁部	D19-8~13 本	0.3	22.920~37.245
	底板部	D25-78 本	0.3	395.226

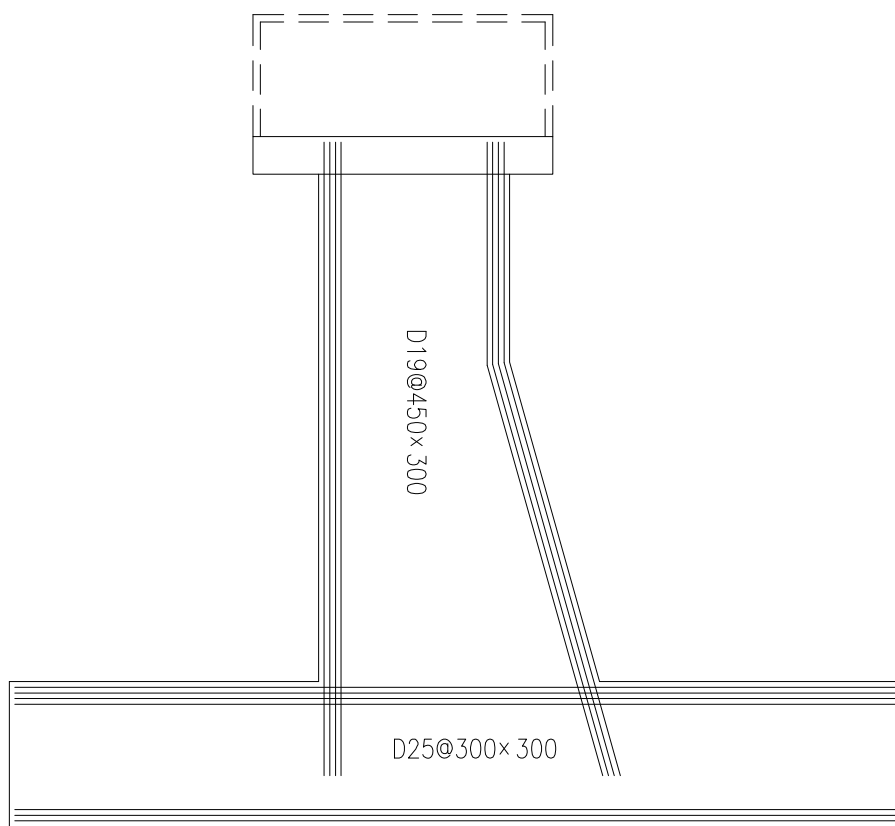


図 5.5.2-3 概略せん断補強筋配置図 (A-A断面)

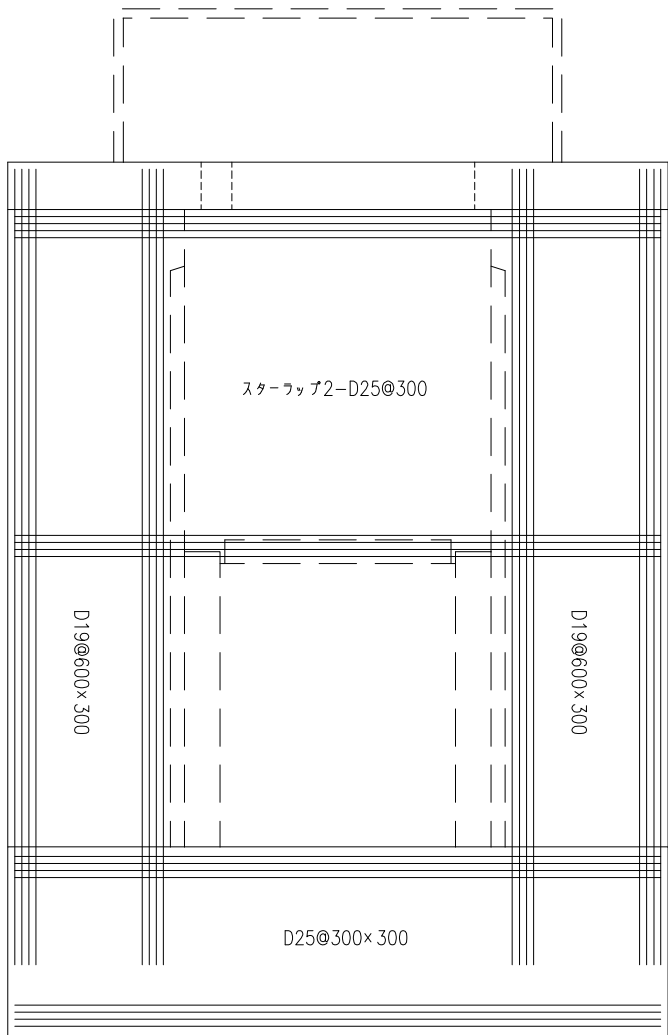


図 5.5.2-3 概略せん断補強筋配置図 (B-B断面)

A-A断面における斜め引張鉄筋を考慮した許容せん断力を以下に計算する。

$$V_a = V_c + V_s$$

$$V_c = \frac{1}{2} \tau_{al} b_w j d$$

$$V_s = \frac{A_w \cdot \sigma_{sa} \cdot j \cdot d}{s}$$

ここで

$V_a$  : 許容せん断力

$V_c$  : コンクリートの許容せん断力

$V_s$  : 斜め引張鉄筋の許容せん断力

$\tau_{al}$  : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度

$b_w$  : 断面幅

$j$  : 1/1.15

$d$  : 有効高さ

$A_w$  : 斜め引張鉄筋断面積

$\sigma_{sa}$  : 鉄筋の許容引張応力度

$s$  : 斜め引張鉄筋間隔

壁部 :  $V_c = 1/2 \times 0.825 / 1.15 \times 6.9 \times 3.45 \times 1000 = 8538.75$

$V_s = 2292 \times 300 / 1.15 \times 6.9 / 0.3 / 1000 = 13752.00$

$V_a = 8538.75 + 13752.00 = 22290.75$

※柱1本あたり

底版部

:  $V_c = 1/2 \times 0.825 / 1.15 \times 3.0 \times 14 \times 1000 = 15065.21$

$V_s = 22801.5 \times 300 / 1.15 \times 3.0 / 0.3 / 1000 = 59482.17$

$V_a = 15065.21 + 59482.17 = 74547.38$



表 5.5.2-16 せん断力に対する照査 (A-A断面)

地盤	地震動	部材	せん断力 (kN)	許容 せん断力 (kN)	照査値
平均剛性	S <sub>s</sub> -D 1 ++	壁部	6162	22290.7	0.27
		底版部	47582	74547.3	0.63
	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	6129	22290.7	0.27
		底版部	46491	74547.3	0.62
	S <sub>s</sub> -D 1 -+	壁部	5706	22290.7	0.25
		底版部	44444	74547.3	0.59
	S <sub>s</sub> -D 1 --	壁部	5626	22290.7	0.25
		底版部	44415	74547.3	0.59
	S <sub>s</sub> -1 1	壁部	2813	22290.7	0.12
		底版部	23819	74547.3	0.31
	S <sub>s</sub> -1 2	壁部	3698	22290.7	0.16
		底版部	29130	74547.3	0.39
	S <sub>s</sub> -1 3	壁部	3390	22290.7	0.15
		底版部	27126	74547.3	0.36
	S <sub>s</sub> -1 4	壁部	3131	22290.7	0.14
		底版部	26016	74547.3	0.34
	S <sub>s</sub> -2 1	壁部	5071	22290.7	0.22
		底版部	38828	74547.3	0.52
	S <sub>s</sub> -2 2	壁部	4446	22290.7	0.19
		底版部	31463	74547.3	0.42
S <sub>s</sub> -3 1 ++	壁部	5002	22290.7	0.22	
	底版部	38524	74547.3	0.51	
S <sub>s</sub> -3 1 -+	壁部	5392	22290.7	0.24	
	底版部	40935	74547.3	0.54	
V <sub>s</sub> +1σ 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	5992	22290.7	0.26
		底版部	41775	74547.3	0.56
V <sub>s</sub> -1σ 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	6259	22290.7	0.28
		底版部	46803	74547.3	0.62
豊浦標準砂	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	6006	22290.7	0.26
		底版部	53516	74547.3	0.71
平均剛性 (非液状化)	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	6720	22290.7	0.30
		底版部	44698	74547.3	0.59
V <sub>s</sub> +1σ 剛性 (非液状化)	S <sub>s</sub> -D 1 +-	壁部	6598	22290.7	0.29
		底版部	40707	74547.3	0.54

B-B断面における斜め引張鉄筋を考慮した許容せん断力を以下に計算する。

$$V_a = V_c + V_s$$

$$V_c = \frac{1}{2} \tau_{al} b_w j d$$

$$V_s = \frac{A_w \cdot \sigma_{sa} \cdot j \cdot d}{s}$$

ここで

$V_a$  : 許容せん断力

$V_c$  : コンクリートの許容せん断力

$V_s$  : 斜め引張鉄筋の許容せん断力

$\tau_{al}$  : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度

$b_w$  : 断面幅

$j$  : 1/1.15

$d$  : 有効高さ

$A_w$  : 斜め引張鉄筋断面積

$\sigma_{sa}$  : 鉄筋の許容引張応力度

$s$  : 斜め引張鉄筋間隔

梁部 :  $V_c = 1/2 \times 0.825 / 1.15 \times 6.9 \times 1.85 \times 1000 = 4578.75$   
 $V_s = 1013.4 \times 300 / 1.15 \times 6.9 / 0.3 / 1000 = 6080.40$   
 $V_a = 4578.75 + 6080.40 = 10659.1$

壁部 :  $V_c = 1/2 \times 0.825 / 1.15 \times 2.85 \times 7.381 \times 1000 = 7545.47$   
 $V_s = 3438 \times 300 / 1.15 \times 2.85 / 0.3 / 1000 = 8520.26$   
 $V_a = 7545.47 + 8520.26 = 16065.7$

底版部 :  $V_c = 1/2 \times 0.825 / 1.15 \times 2.95 \times 24 \times 1000 = 25395.65$   
 $V_s = 39522.6 \times 300 / 1.15 \times 2.95 / 0.3 / 1000 = 101384.06$   
 $V_a = 25395.65 + 101384.06 = 126779.7$

表 5.5.2-17 せん断力に対する照査 (B-B断面)

地盤	地震動	部材	せん断力 (kN)	許容せん断力 (kN)	照査値
豊浦標準砂	S <sub>s</sub> -D 1 +-	梁部	9225	10659.1	0.86
		壁部	6315	16065.7	0.39
		底版部	51653	126779.7	0.40

## (3) 基礎地盤の支持力に対する評価結果

基礎地盤の支持力に対する照査結果を表 5.5.2-18～表 5.5.2-19 に示す。

基礎地盤の支持力に対する照査を行った結果、**接地圧**が極限支持力以下であることを確認した。

表 5.5.2-18 極限支持力に対する安全率 (A-A断面)

地盤	地震動	杭番号	発生応力 (kN/m <sup>2</sup> )	極限支持力 (kN/m <sup>2</sup> )
平均剛性	S <sub>s</sub> -D 1 ++	4	881	5475
	S <sub>s</sub> -D 1 +-	4	934	5475
	S <sub>s</sub> -D 1 -+	1	877	5475
	S <sub>s</sub> -D 1 --	1	926	5475
	S <sub>s</sub> - 1 1	1	659	5475
	S <sub>s</sub> - 1 2	1	696	5475
	S <sub>s</sub> - 1 3	2	669	5475
	S <sub>s</sub> - 1 4	4	679	5475
	S <sub>s</sub> - 2 1	4	850	5475
	S <sub>s</sub> - 2 2	1	771	5475
	S <sub>s</sub> - 3 1 ++	4	755	5475
	S <sub>s</sub> - 3 1 -+	1	784	5475
V <sub>s</sub> +1σ 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 +-	4	922	5475
V <sub>s</sub> -1σ 剛性	S <sub>s</sub> -D 1 +-	4	948	5475
豊浦標準砂	S <sub>s</sub> -D 1 +-	1	975	5475
平均剛性 (非液化化)	S <sub>s</sub> -D 1 +-	4	870	5475
V <sub>s</sub> +1σ 剛性 (非液化化)	S <sub>s</sub> -D 1 +-	4	862	5475

表 5.5.2-19 極限支持力に対する安全率 (B-B断面)

地盤	地震動	杭番号	発生応力 (kN/m <sup>2</sup> )	極限支持力 (kN/m <sup>2</sup> )
豊浦標準砂	S <sub>s</sub> -D 1 +-	4	900	5475

### 5.5.3 まとめ

「5.5.1 有効応力解析結果」及び「5.5.2 耐震評価結果」による全ての評価項目において、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象部位に作用する応力の照査値及び接地圧が許容限界以下であることを確認した。

防潮扉の耐震安全性評価に関する参考資料

## 1 減衰の設定について

地震応答解析における減衰については、固有値解析にて求まる固有周期及び減衰比に基づき、質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下の Rayleigh 減衰にて与える。なお、Rayleigh 減衰を  $\alpha=0$  となる剛性比例型減衰とする。Rayleigh 減衰の設定は、地盤の低次のモードの変形が特に支配的となる地中埋設構造物のような地盤及び構造系全体に対して、その特定の振動モードの影響が大きいことを考慮し、かつ、振動モードの影響が全体系に占める割合の観点から、刺激係数に着目し行う。

固有値解析による刺激係数及びモード図を図 1-1 に示す。また、設定した Rayleigh 減衰を図 1-2 に示す。

1 次の基準モードについては、地盤及び構造系全体がせん断変形しているモードを選定している。

構造物の 1 次モードについては、刺激係数を勘案し構造系がせん断変形しているモードに着目することにより選定している。

なお、初期減衰定数は、地盤については 1%（解析における減衰は、ひずみが多い領域では履歴減衰が支配的となる。そのため、解析上の安定のためになるべく小さい値として 1%を採用している。）とする。また、線形材料としてモデル化する鋼材については 3%（道路橋示方書（V耐震設計編）同解説（平成 14 年 3 月））とし、コンクリートの減衰定数は 5%（J E A G 4 6 0 1-1987）とする。

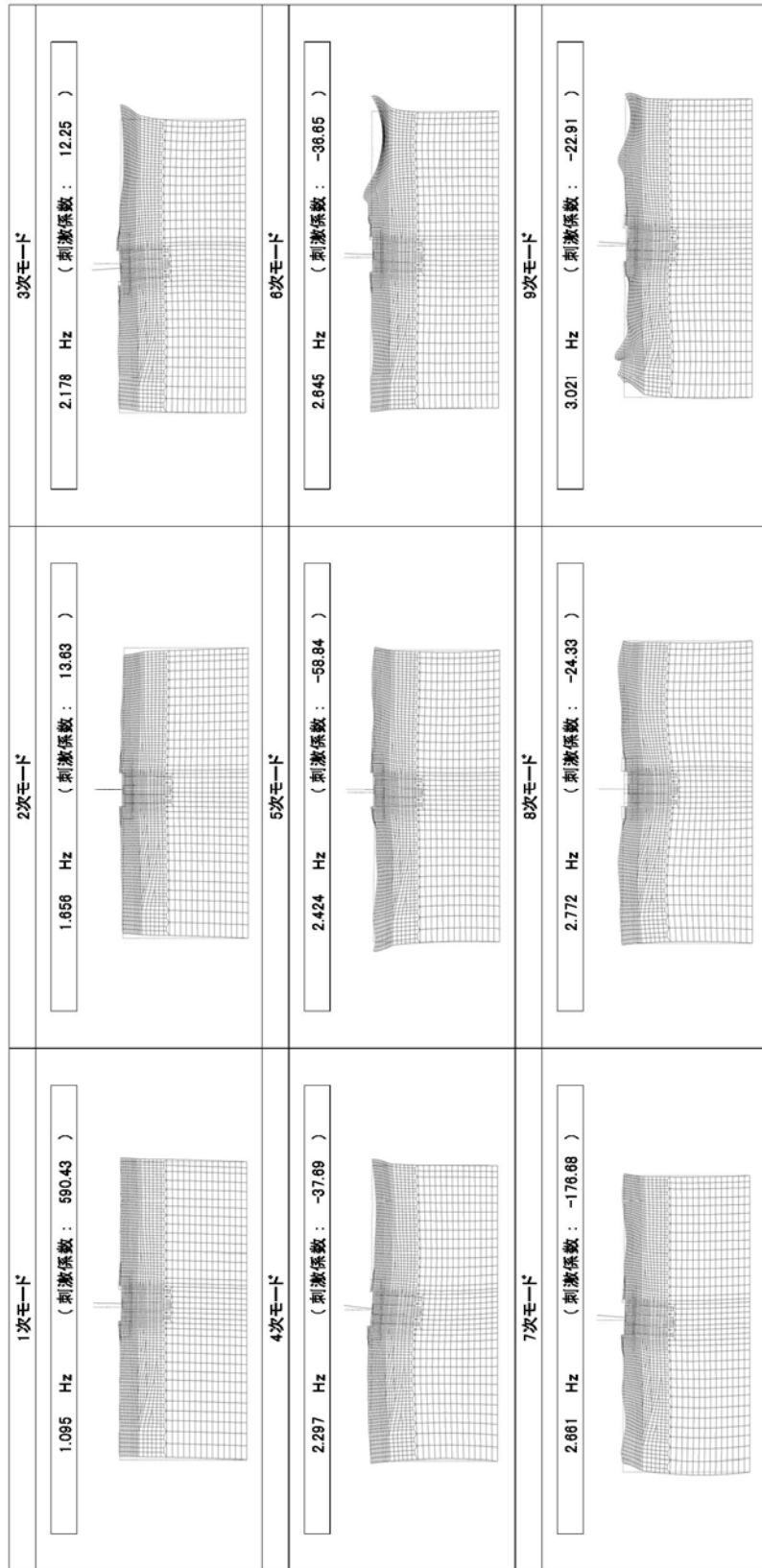


図 1-1 (1) 防潮扉の固有値解析結果

(A-A断面 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

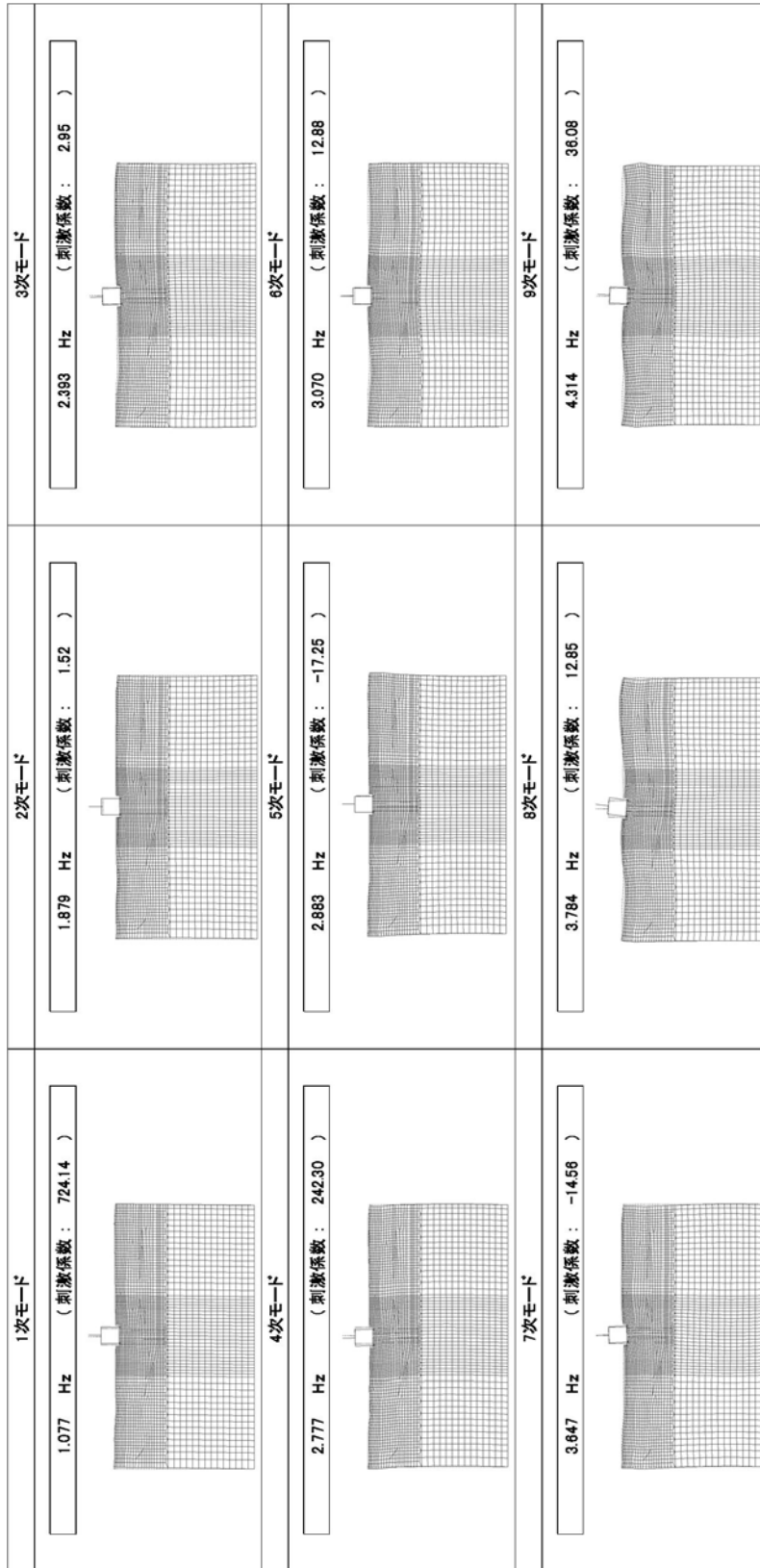


図 1-1 (2) 防潮扉の固有値解析結果

(B-B断面 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



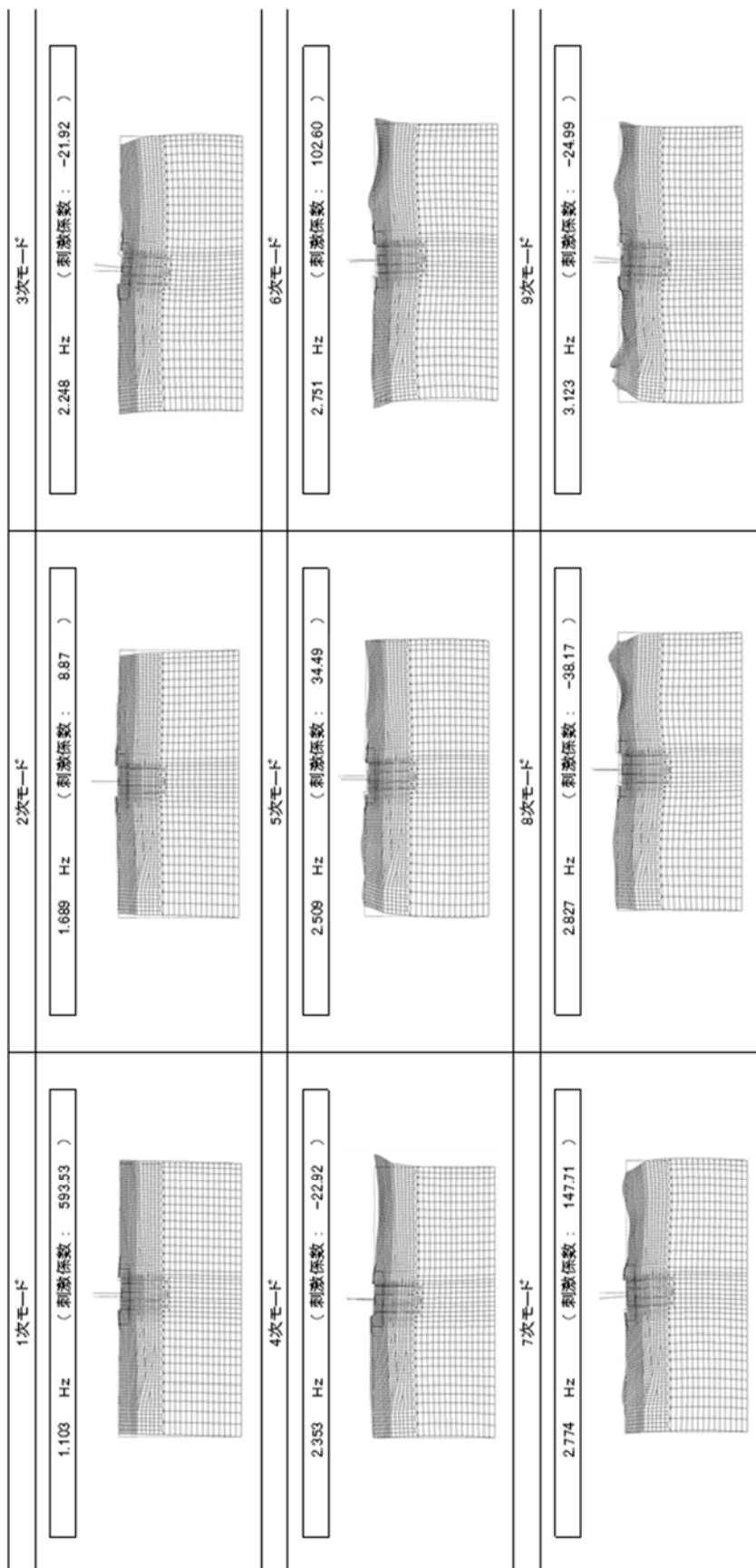


図 1-1 (3) 防潮扉の固有値解析結果

(A-A断面 検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

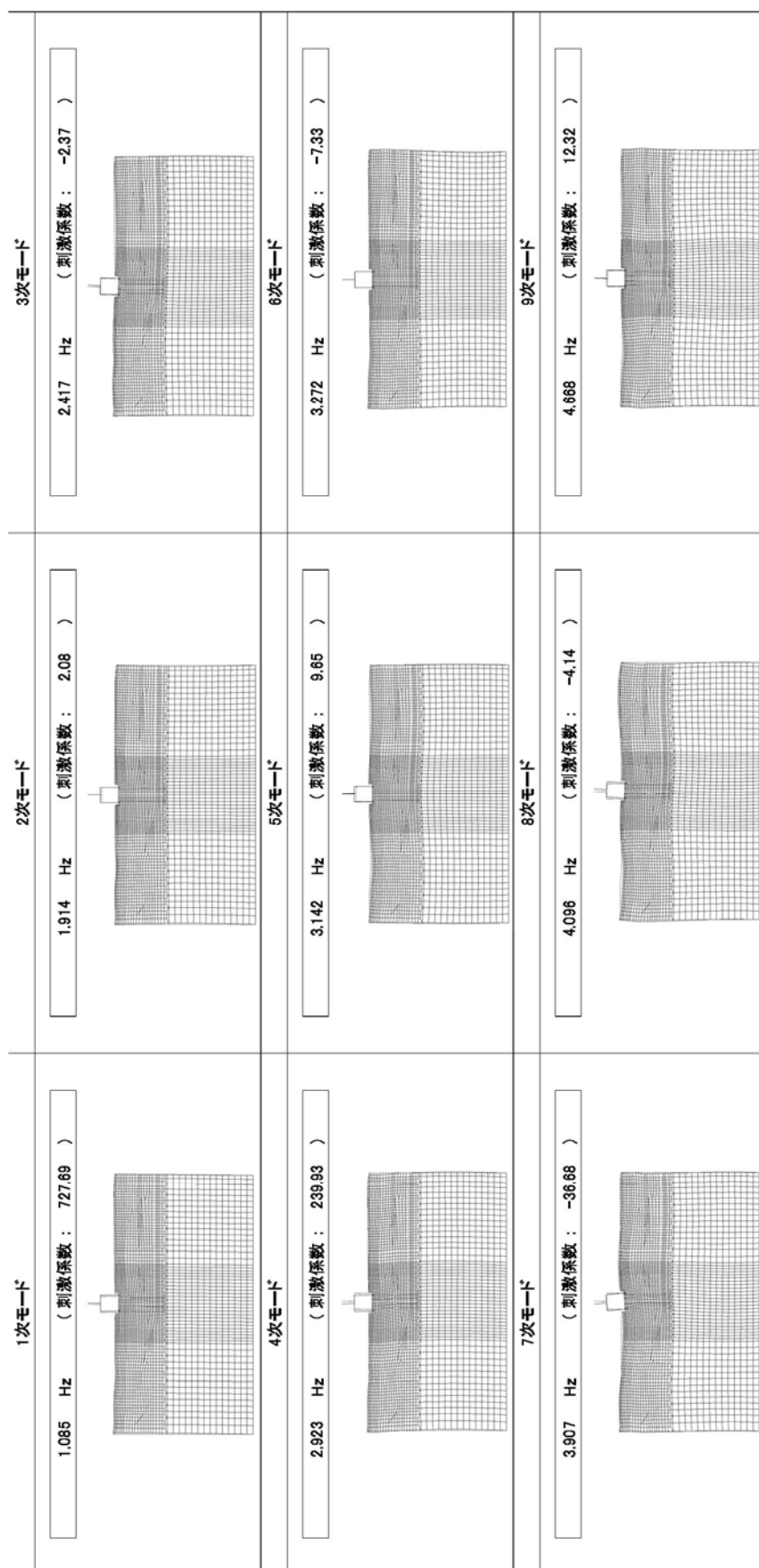


図 1-1 (4) 防潮扉の固有値解析結果

(B-B 断面 検討ケース② : 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

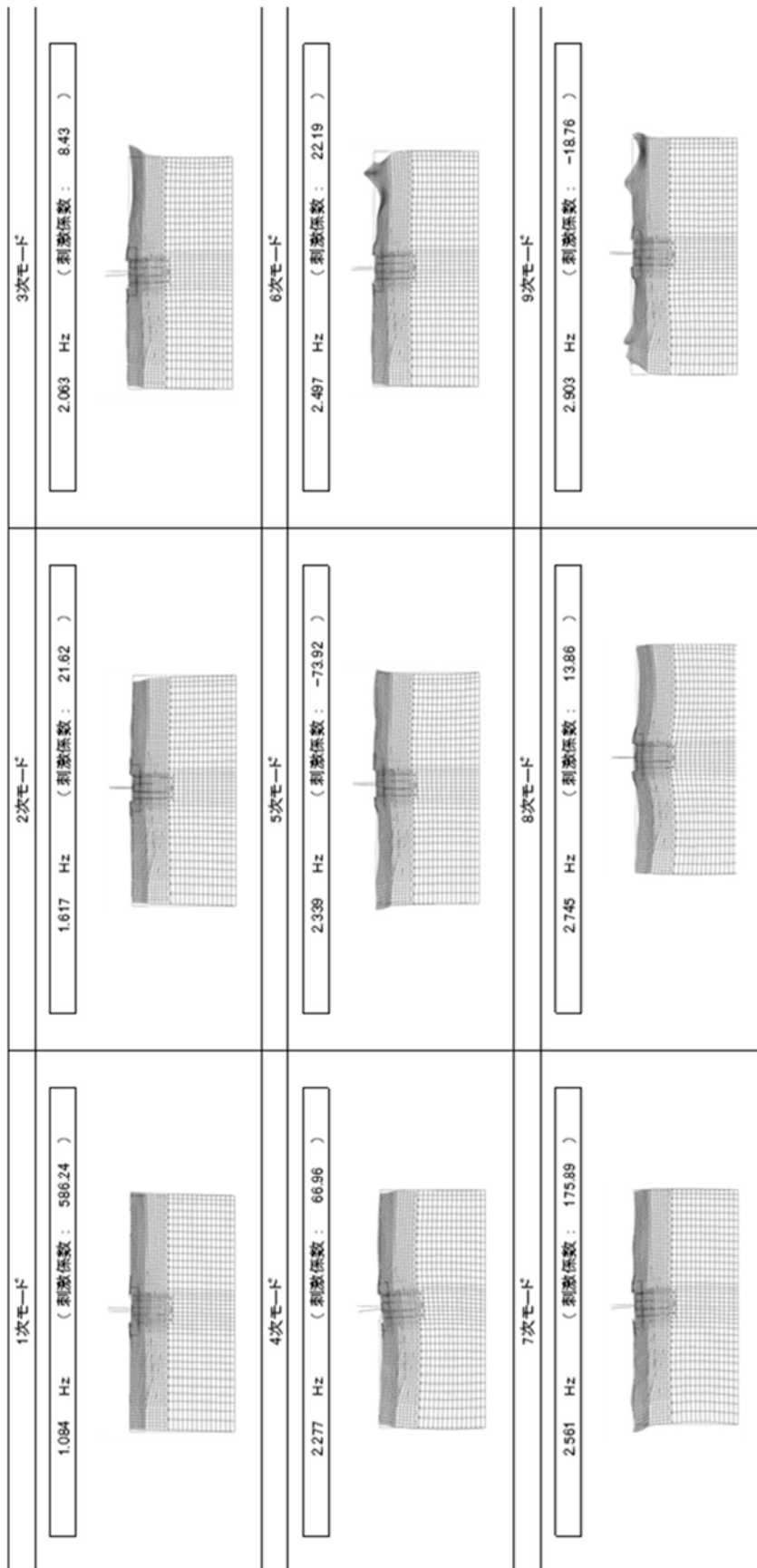


図 1-1 (5) 防潮扉の固有値解析結果

(A-A断面 検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)

追而

図 1-1 (6) 防潮扉の固有値解析結果

(B-B 断面 検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1  $\sigma$ ) した解析ケース)

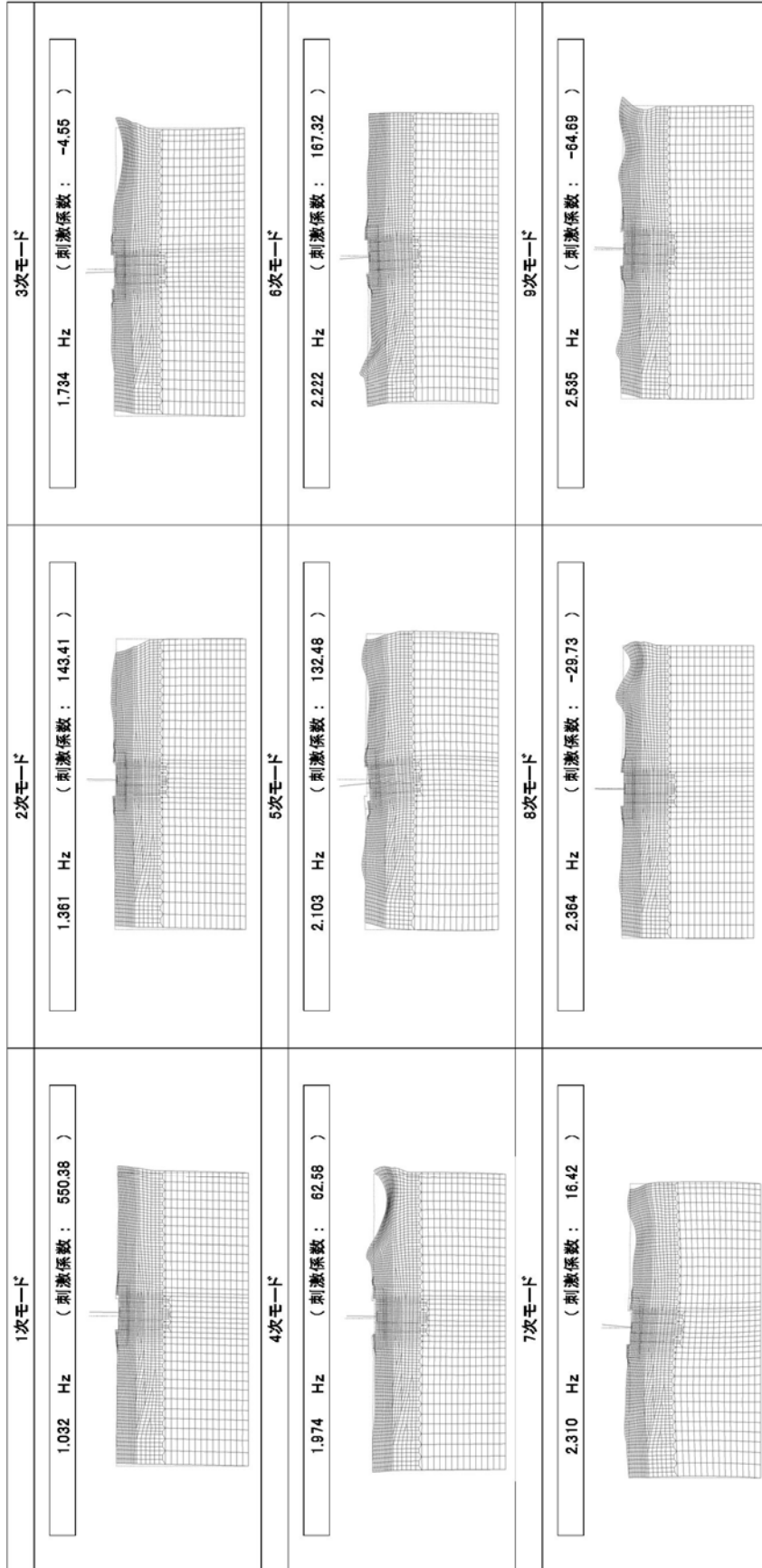


図 1-1 (7) 防潮扉の固有値解析結果

(A-A断面 検討ケース④)：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

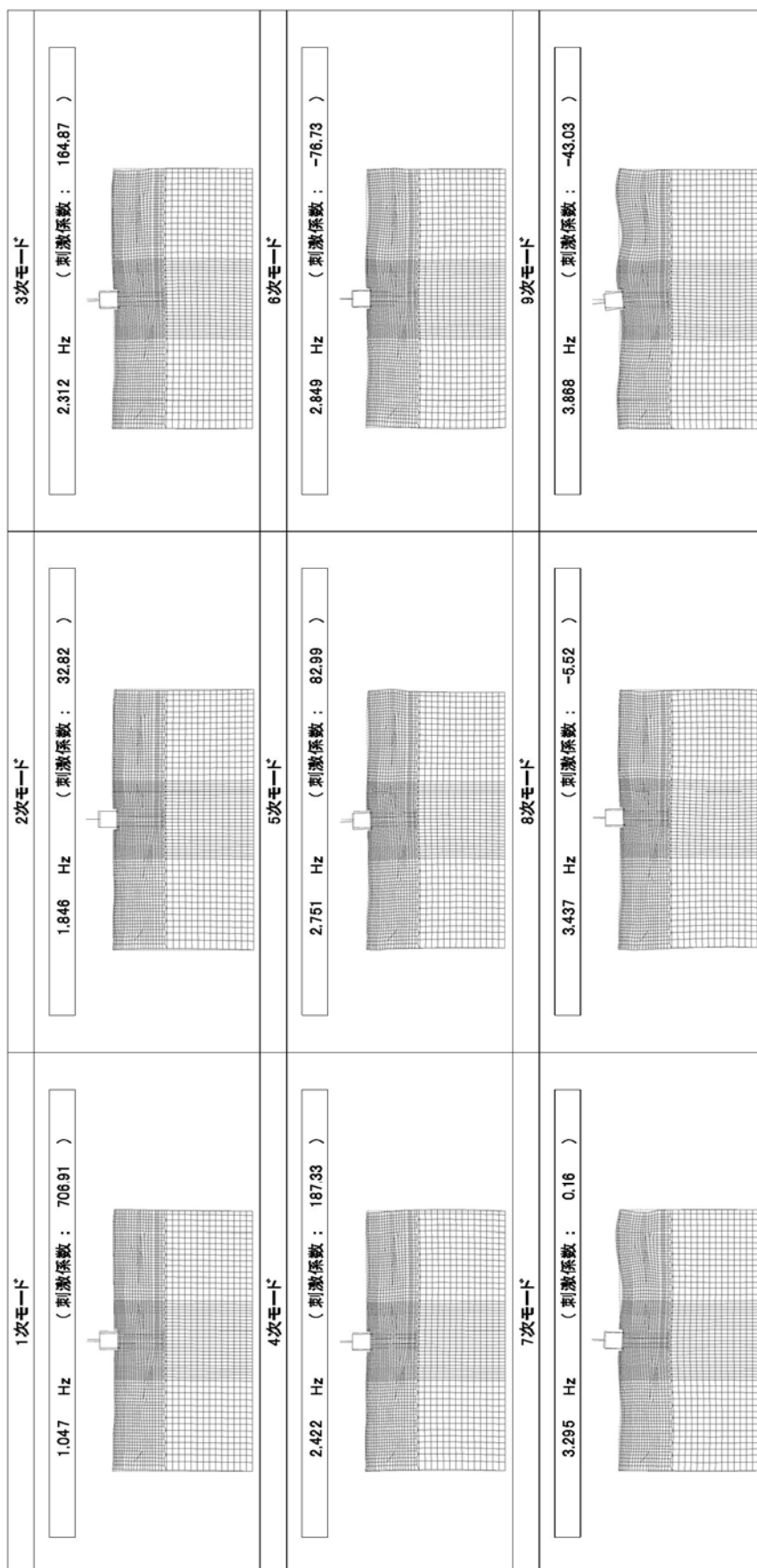


図1-1 (8) 防潮扉の固有値解析結果

(B-B断面 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

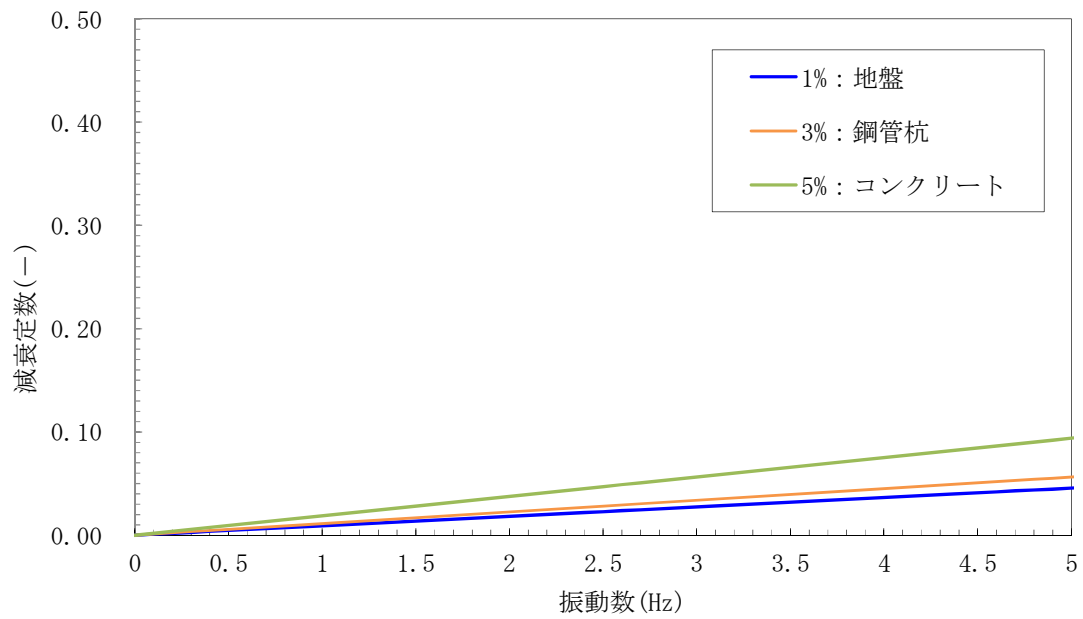


図 1-2 (1) 設定した Rayleigh 減衰

(A-A断面 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

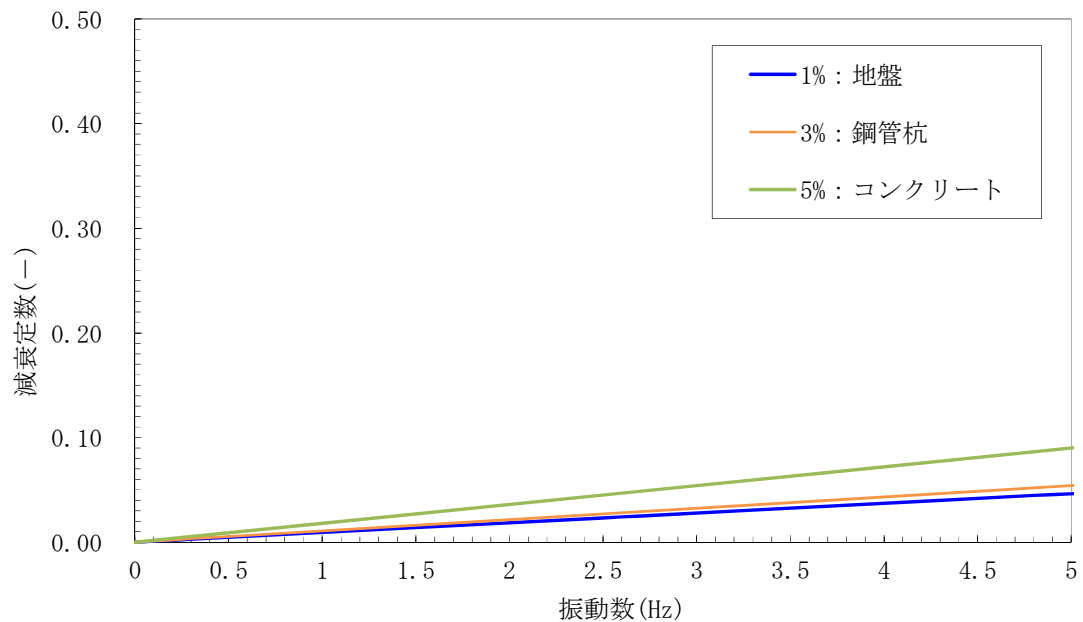


図 1-2 (2) 設定した Rayleigh 減衰

(B-B断面 検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

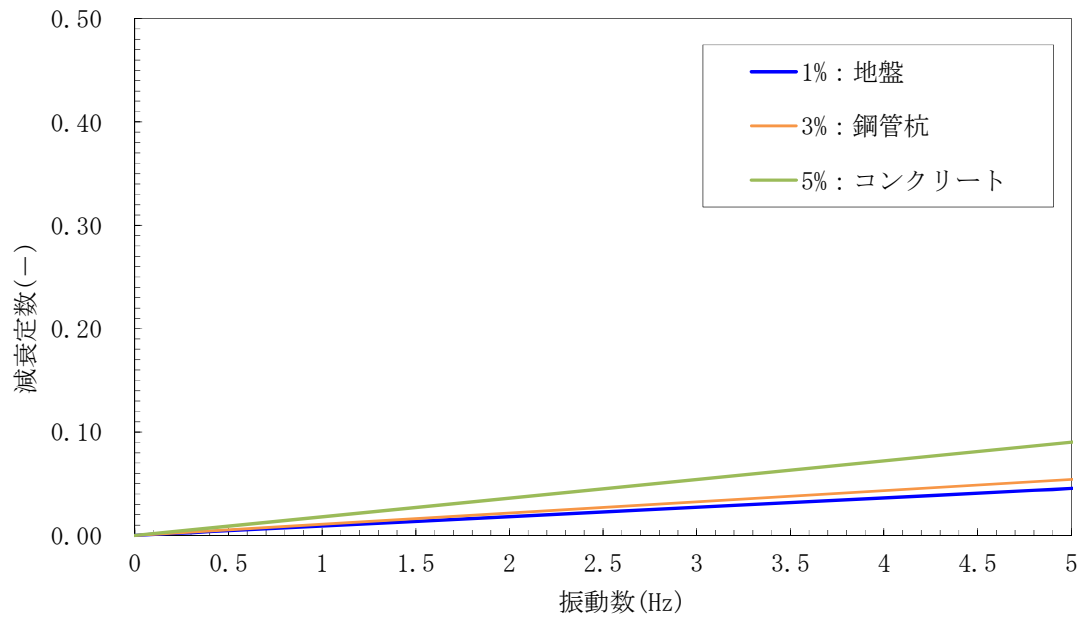


図 1-2 (3) 設定した Rayleigh 減衰

(A-A断面 検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

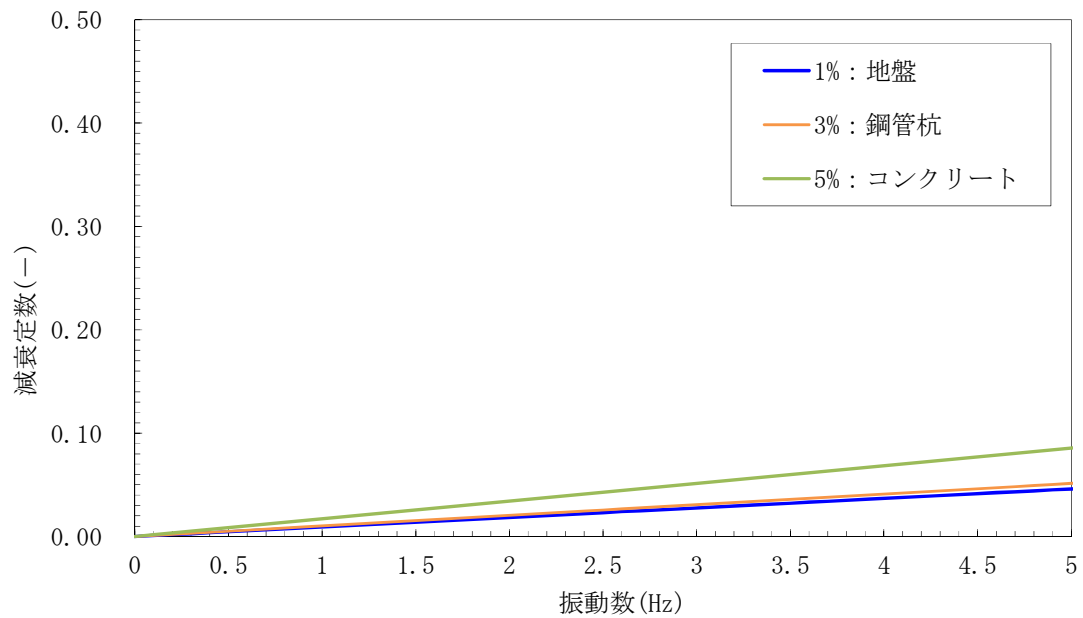


図 1-2 (4) 設定した Rayleigh 減衰

(B-B断面 検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)



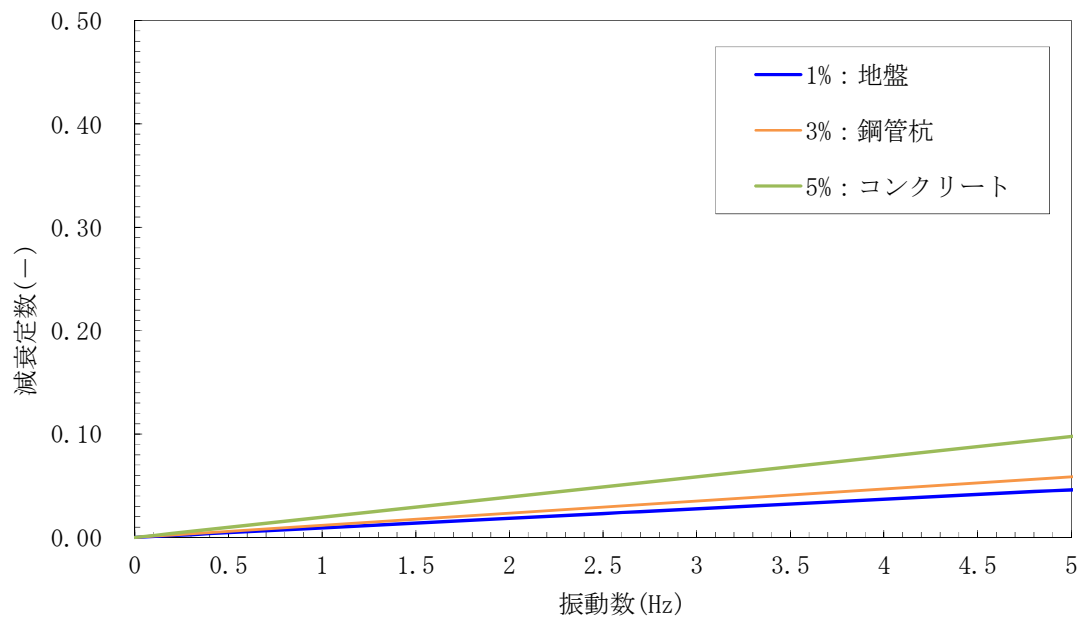


図 1-2 (5) 設定した Rayleigh 減衰

(A-A断面 検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)

追而

図 1-2 (6) 設定した Rayleigh 減衰

(B-B断面 検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)

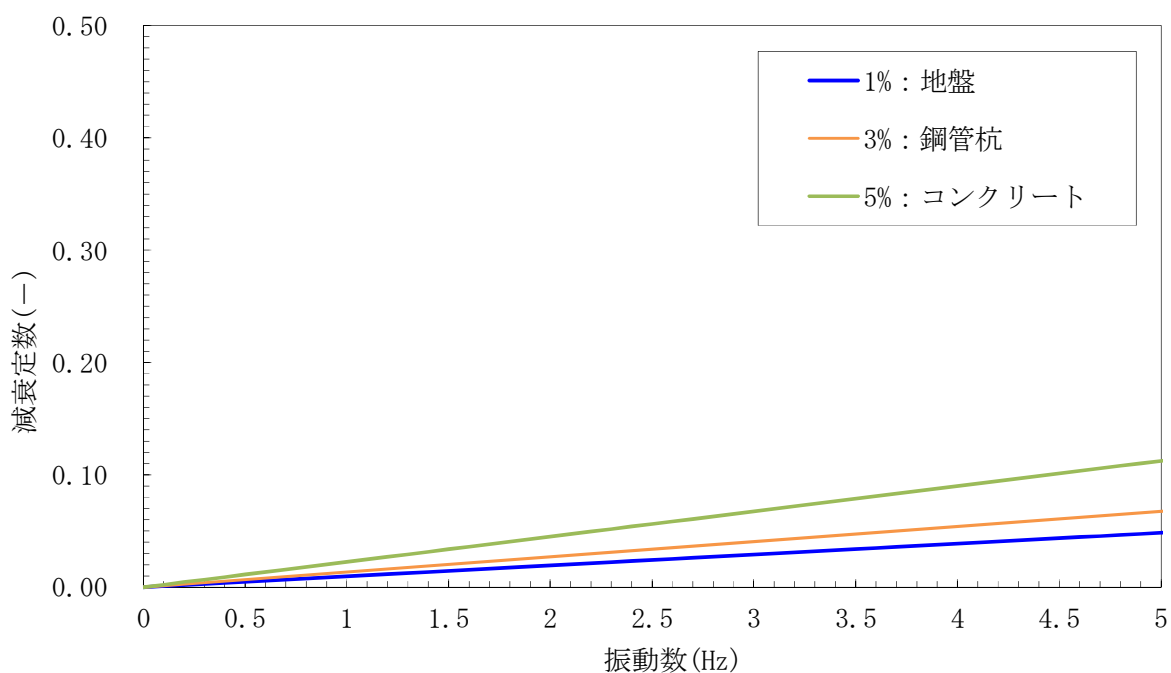


図 1-2 (7) 設定した Rayleigh 減衰

(A-A断面 検討ケース④)：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

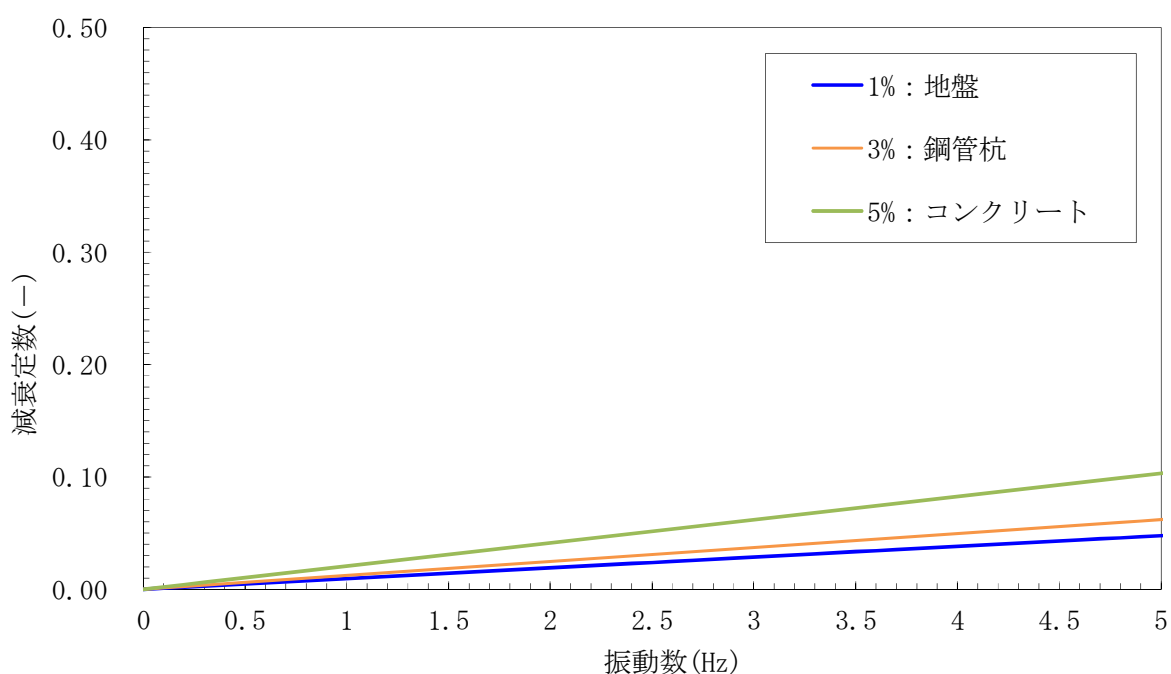


図 1-2 (8) 設定した Rayleigh 減衰

(B-B断面 検討ケース④)：敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)