

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-60-1 改 119
提出年月日	平成 30 年 9 月 28 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)

【収録内容】

- ・ 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
- 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

平成 30 年 9 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"> ・新規制定 ・「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を新規作成し、追加
改1	H30.2.7	<ul style="list-style-type: none"> ・「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
改2	H30.2.8	<ul style="list-style-type: none"> ・改0の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定
改3	H30.2.9	<ul style="list-style-type: none"> ・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）
改4	H30.2.13	<ul style="list-style-type: none"> ・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）
改5	H30.2.13	<ul style="list-style-type: none"> ・「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
改6	H30.2.15	<ul style="list-style-type: none"> ・「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
改7	H30.2.19	<ul style="list-style-type: none"> ・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）
改8	H30.2.19	<ul style="list-style-type: none"> ・「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
改9	H30.2.22	<ul style="list-style-type: none"> ・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）
改10	H30.2.23	<ul style="list-style-type: none"> ・改2の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定
改11	H30.2.27	<ul style="list-style-type: none"> ・「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
改12	H30.3.1	<ul style="list-style-type: none"> ・「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 ・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
改13	H30.3.6	<ul style="list-style-type: none"> ・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
改14	H30.3.6	<ul style="list-style-type: none"> ・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） ・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

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"> 資料番号を「補足-60」→「補足-60-1」に変更（改定番号は継続） 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 改 10 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 16	H30. 3. 12	<ul style="list-style-type: none"> 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
改 17	H30. 3. 22	<ul style="list-style-type: none"> 改 15 の内、「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 18	H30. 3. 30	<ul style="list-style-type: none"> 「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 改 17 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 19	H30. 4. 3	<ul style="list-style-type: none"> 改 18 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 20	H30. 4. 4	<ul style="list-style-type: none"> 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 「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
改 21	H30. 4. 6	<ul style="list-style-type: none"> 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 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）
改 22	H30. 4. 6	<ul style="list-style-type: none"> 「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
改 23	H30. 4. 10	<ul style="list-style-type: none"> 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 改 21 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 24	H30. 4. 11	<ul style="list-style-type: none"> 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） 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） 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 「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 「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 「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 「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 「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
改 25	H30. 4. 12	<ul style="list-style-type: none"> 改 23 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 26	H30. 4. 13	<ul style="list-style-type: none"> 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
改 27	H30. 4. 18	<ul style="list-style-type: none"> 改 25 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定

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"> ・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) ・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 ・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」 ・「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 ・「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 ・「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 ・「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
改 29	H30. 4. 19	<ul style="list-style-type: none"> ・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
改 30	H30. 4. 27	<ul style="list-style-type: none"> ・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
改 31	H30. 4. 26	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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」 ・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) ・「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 ・「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
改 32	H30. 5. 1	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・「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 ・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) ・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) ・「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 ・「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
改 33	H30. 5. 7	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・「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 ・「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 ・「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 ・「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

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"> ・改 27 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定 ・「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
改 35	H30. 5. 14	<ul style="list-style-type: none"> ・改 34 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定 止水機構の実証試験の記載等について適正化
改 36	H30. 5. 17	<ul style="list-style-type: none"> ・「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 ・「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 ・「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
改 37	H30. 5. 17	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・改 18 の内、「3. 1 砂移動による影響確認について」を改定 ・「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
改 38	H30. 5. 18	<ul style="list-style-type: none"> ・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） ・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） ・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
改 39	H30. 5. 22	<ul style="list-style-type: none"> ・改 35 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定 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。 ・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
改 40	H30. 5. 25	<ul style="list-style-type: none"> ・「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 ・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
改 41	H30. 5. 29	<ul style="list-style-type: none"> ・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
改 42	H30. 5. 31	<ul style="list-style-type: none"> ・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） ・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 ・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 ・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
改 43	H30. 6. 1	<ul style="list-style-type: none"> ・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

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"> ・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 ・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） ・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）
改 45	H30.6.5	<ul style="list-style-type: none"> ・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
改 46	H30.6.6	<ul style="list-style-type: none"> ・改 39 の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定 <p>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。</p>
改 47	H30.6.8	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・改 32 の「5.13.2 鋼製防護壁シール材について」を改定 ・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
改 48	H30.6.11	<ul style="list-style-type: none"> ・「4.3 漂流物荷重について」を新規作成し，追加 ・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
改 49	H30.6.12	<ul style="list-style-type: none"> ・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
改 50	H30.6.12	<ul style="list-style-type: none"> ・改 46 の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定 ・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
改 51	H30.6.15	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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
改 52	H30.6.19	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・「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 ・「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
改 53	H30.6.19	<ul style="list-style-type: none"> ・改 50 の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 54	H30.6.20	<ul style="list-style-type: none"> ・「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
改 55	H30.6.20	<ul style="list-style-type: none"> ・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） ・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） ・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

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"> ・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 ・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
改 57	H30. 6. 25	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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 ・「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
改 58	H30. 6. 26	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・「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
改 59	H30. 6. 26	<ul style="list-style-type: none"> ・改 53 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 60	H30. 6. 27	<ul style="list-style-type: none"> ・「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 ・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)
改 61	H30. 6. 28	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・「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 ・「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
改 62	H30. 6. 28	<ul style="list-style-type: none"> ・改 59 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定 (抜粋版)
改 63	H30. 6. 29	<ul style="list-style-type: none"> ・改 28 の「6. 8. 2 貯留堰取付護岸に関する補足説明」を改定 ・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 ・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
改 64	H30. 6. 29	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・「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
改 65	H30. 7. 3	<ul style="list-style-type: none"> ・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
改 66	H30. 7. 4	<ul style="list-style-type: none"> ・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
改 67	H30. 7. 4	<ul style="list-style-type: none"> ・「5. 5 津波防護施設のアンカーボルトの設計について」を新規作成し、追加 ・改 60 の「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」, 「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」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

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 68	H30. 7. 5	・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
改 69	H30. 7. 6	<ul style="list-style-type: none"> ・改 24 の「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」を改定 ・改 32 の「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」を改定 ・改 32 の「6. 1. 1. 1 鋼製防護壁の耐震計算書に関する補足説明」を改定 ・改 33 の「6. 8. 1. 2 貯留堰の強度計算書に関する補足説明」を改定 ・改 33 の「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」を改定 ・改 36 の「6. 5. 1. 2 防潮扉の強度計算書に関する補足説明」を改定 ・改 44 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 ・「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」を新規作成し、追加
改 70	H30. 7. 6	<ul style="list-style-type: none"> ・改 33 の「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」を改定 ・改 36 の「6. 1. 1. 2 鋼製防護壁の強度計算書に関する補足説明」を改定
改 71	H30. 7. 11	・改 62 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定（抜粋版）
改 72	H30. 7. 11	<ul style="list-style-type: none"> ・改 65 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 ・改 52 の「6. 10. 1 津波・構内監視カメラの設計に関する補足説明」を改定
改 73	H30. 7. 11	<ul style="list-style-type: none"> ・「3. 2 海水ポンプの波力に対する強度評価について」を新規作成し、追加 ・改 67 の内、「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」を改定
改 74	H30. 7. 12	・改 71 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定（抜粋版）
改 75	H30. 7. 17	<ul style="list-style-type: none"> ・改 72 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 ・「5. 3 強度計算に用いた規格・基準について」及び「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」を新規作成し、追加 ・改 64 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 ・改 58 の「6. 10. 3 加振試験の条件について」を改定
改 76	H30. 7. 18	<ul style="list-style-type: none"> ・改 67 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」を改定 ・「2. 1 津波防護対象設備の選定及び配置について」を新規作成し、追加
改 77	H30. 7. 19	・改 61 の「6. 1. 2 鋼製防護壁アンカーに関する補足説明」を改定
改 78	H30. 7. 23	・改 77 の「6. 1. 2 鋼製防護壁アンカーに関する補足説明」を改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 79	H30. 7. 24	・改 75 の「5. 3 強度計算に用いた規格・基準について」, 「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. 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」及び「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
改 80	H30. 7. 25	・「3. 3 除塵装置の取水性の影響について」及び「6. 2. 2 フラップゲートに関する補足説明」を新規作成し, 追加
改 81	H30. 7. 27	・改 48 のうち, 「4. 3 漂流物荷重について」を改定
改 82	H30. 7. 27	・改 44 のうち, 「5. 10. 8 構内排水路逆流防止設備」を改定
改 83	H30. 7. 31	・「7. 1 工事計画変更許可後の変更手続き」を新規作成し, 追加 ・改 50 のうち, 「放水路ゲートに関する補足説明」を改定
改 84	H30. 8. 1	・改 37 のうち, 「3. 1 砂移動による影響確認について」を改定
改 85	H30. 8. 1	・改 37 のうち, 「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
改 86	H30. 8. 2	・改 26 の「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
改 87	H30. 8. 3	・改 15 のうち, 「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
改 88	H30. 8. 6	・改 51 のうち, 「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 ・改 63 のうち, 「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
改 89	H30. 8. 7	・改 29 の「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 ・「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」に評価内容を新規作成し追記 (新規分のみ抜粋) ・改 76 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」を改定
改 90	H30. 8. 8	・改 12 の「5. 2 耐津波設計における現場確認プロセスについて」を改定
改 91	H30. 8. 13	・「5. 20 津波防護施設の耐震評価における追加検討ケースの選定について」を新規作成し, 追加 ・改 63 の「6. 8. 1. 1 貯留堰の耐震計算書に関する補足説明」及び「6. 8. 2 貯留堰取付護岸に関する補足説明」を改定 ・改 69 の「6. 8. 1. 2 貯留堰の強度計算書に関する補足説明」を改定
改 92	H30. 8. 16	・改 69 の「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」及び「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」を改定
改 93	H30. 8. 17	・改 66 の「6. 5. 1. 1 防潮扉の耐震計算書に関する補足説明 (土木)」を改定 ・改 69 の「6. 5. 1. 2 防潮扉の強度計算書に関する補足説明 (土木)」を改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 94	H30. 8. 17	<ul style="list-style-type: none"> ・改 90 の「5. 2 耐津波設計における現場確認プロセスについて」を改定 ・改 86 のうち、「5. 6 浸水量評価について」を改定 ・改 87 の「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
改 95	H30. 8. 20	<ul style="list-style-type: none"> ・改 69 の「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」及び「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」を改定
改 96	H30. 8. 20	<ul style="list-style-type: none"> ・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
改 97	H30. 8. 21	<ul style="list-style-type: none"> ・改 81 の「4. 3 漂流物荷重について」を改定
改 98	H30. 8. 22	<ul style="list-style-type: none"> ・改 12 の「1. 2 遡上・浸水域の評価の考え方について」を改定 ・改 89 の「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 ・改 84 の「3. 1 砂移動による影響確認について」を改定 ・改 86 の「4. 2 漂流物による影響確認について」を改定 ・改 94 の「5. 6 漏水量評価について」を改定
改 99	H30. 8. 22	<ul style="list-style-type: none"> ・改 89 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」の改訂及び止水板設置時における隙間の解析結果、評価の報告（新規） ・改 50 の「6. 5. 1 防潮扉の設計に関する補足説明」の改訂 ・改 50, 83 の「6. 6. 1 放水路ゲートの設計に関する補足説明」の改訂 ・改 85 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
改 100	H30. 8. 22	<ul style="list-style-type: none"> ・改 69 のうち、「6. 1. 1. 1 鋼製防護壁の耐震計算書に関する補足説明」、「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」及び「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」を改定
改 101	H30. 8. 22	<ul style="list-style-type: none"> ・改 69 のうち、「6. 1. 1. 2 鋼製防護壁の強度計算書に関する補足説明」を改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 102	H30. 8. 24	<ul style="list-style-type: none"> ・改 98 のうち、「1.2 遡上・浸水域の評価の考え方について」、「1.5 入力津波のパラメータスタディの考慮について」、「5.6 漏水量評価について」を改定 ・改 94 のうち、「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 ・改 76 のうち、「2.1 津波防護対象設備の選定及び配置について」を改定
改 103	H30. 8. 27	<ul style="list-style-type: none"> ・改 82 のうち、「5.10.8 構内排水路逆流防止設備」を改定 ・改 91 のうち、「5.20 津波防護施設の耐震評価における追加検討ケースの選定について」を改定
改 104	H30. 8. 28	<ul style="list-style-type: none"> ・改 102 のうち「2.1 津波防護対象設備の選定及び配置について」の改訂 ・改 99 のうち「6.5.1 防潮扉の設計に関する補足説明」の追記 ・改 99 のうち「6.6.1 放水路ゲートの設計に関する補足説明」の追記
改 105	H30. 8. 29	<ul style="list-style-type: none"> ・改 7 のうち、「5.18 津波荷重の算出における高潮の考慮について」を改定 ・改 94 のうち、「5.2 耐津波設計における現場確認プロセスについて」を改定 ・改 102 のうち、「1.2 遡上・浸水域の評価の考え方について」、「5.6 浸水量評価について」及び「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 ・改 104 のうち、「2.1 津波防護対象設備の選定及び配置について」を改定 ・改 96 の「5.19 許容応力度法における許容限界について」を登載(変更なし)
改 106	H30. 8. 30	<ul style="list-style-type: none"> ・改 101 のうち、「6.1.1.2 鋼製防護壁の強度計算書に関する補足説明」を改定
改 107	H30. 9. 3	<ul style="list-style-type: none"> ・改 103 のうち、「5.20 津波防護施設の耐震評価における追加検討ケースの選定について」を改定
改 108	H30. 9. 4	<ul style="list-style-type: none"> ・改 105 「5.6 浸水量評価について」の改定(コメント回答) ・改 7 「5.18 津波荷重の算出における高潮の考慮」の改訂 ・改 104 「6.5.1 防潮扉の設計に関する補足説明」の改訂 ・改 104 「6.6.1 放水路ゲートの設計に関する補足説明」の改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 109	H30. 9. 5	<ul style="list-style-type: none"> ・改 102 の「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 ・改 98 の「4. 2 漂流物による影響確認について」を改定 ・改 87 の「4. 3 漂流物荷重について」を改定 ・改 105 の「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 ・改 99 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」及び「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
改 110	H30. 9. 10	<ul style="list-style-type: none"> ・改 16 の「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」のうち「5. 13. 1 防潮堤止水ジョイント部材について」を改定 ・改 68 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 ・改 88 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 ・改 88 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 ・改 91 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
改 111	H30. 9. 11	<ul style="list-style-type: none"> ・5. 2 耐津波設計における現場確認プロセスについて ・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 112	H30. 9. 12	<ul style="list-style-type: none"> ・改 105 の「2. 1 津波防護対象設備の選定及び配置について」を改定 ・改 84 の「3. 1 砂移動による影響確認について」を改定 ・改 109 の「4. 2 漂流物による影響確認について」, 「4. 3 漂流物荷重について」及び「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 ・改 108 の「5. 6 浸水量評価について」を改定 ・改 72 の「6. 10. 1 津波・構内監視カメラの設計に関する補足説明」を改定 ・改 79 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」
改 113	H30. 9. 18	<ul style="list-style-type: none"> ・改 112 の「4. 2 漂流物による影響確認について」及び「4. 3 漂流物荷重について」を改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 114	H30. 9. 19	<ul style="list-style-type: none"> ・改 38 のうち、「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 ・改 100 のうち、「6. 1. 1. 1 鋼製防護壁の耐震計算書に関する補足説明」を改定 ・改 107 のうち、「5. 20 津波防護施設の耐震評価における追加検討ケースの選定について」を改定 ・改 110 のうち、「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 ・改 110 のうち、「6. 8. 1. 1 貯留堰の耐震計算書に関する補足説明」を改定
改 115	H30. 9. 19	<ul style="list-style-type: none"> ・改 112 の「6. 10. 1 津波・構内監視カメラの設計に関する補足説明」及び「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
改 116	H30. 9. 21	<ul style="list-style-type: none"> ・改 31 の「6. 13 止水ジョイント部の漂流物対策に関する補足説明」を改定 ・改 47 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 ・改 96 の「5. 19 許容応力度法における許容限界について」を改定
改 117	H30. 9. 25	<ul style="list-style-type: none"> ・改 113 の「4. 2. 2 漂流物による影響評価について」を改訂 ・改 113 の「4. 3 漂流物荷重について」を改訂
改 118	H30. 9. 26	<ul style="list-style-type: none"> ・改 109 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定 ・改 112 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」を改訂 ・改 115 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」を改訂
改 119	H30. 9. 28	<ul style="list-style-type: none"> ・改 95 の「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」及び「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」を改定

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 105 H30. 8. 29]
 - 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 109 H30. 9. 5]
 - 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[改 112 H30. 9. 12]
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 112 H30. 9. 12]
 - 3.2 海水ポンプの波力に対する強度評価について[改 73 H30. 7. 11]
 - 3.3 除塵装置の取水性の影響について[改 80 H30. 7. 25]
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 117 H30. 9. 25]
 - 4.3 漂流物荷重について[改 117 H30. 9. 25]
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 111 H30. 9. 11]
 - 5.3 強度計算に用いた規格・基準について[改 79 H30. 7. 24]
 - 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ボルトの設計について[改 67 H30. 7. 4]
 - 5.6 浸水量評価について[改 112 H30. 9. 12]
 - 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 111 H30. 9. 11]
 - 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 103 H30. 8. 27]

- 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 67 H30.7.4]
- 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 114 H30.9.19]
- 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 110 H30.9.10]
 - 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 116 H30.9.21]
- 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 67 H30.7.4]
- 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 108 H30.9.4]
- 5.19 許容応力度法における許容限界について[改 116 H30.9.21]
- 5.20 津波防護施設の耐震評価における追加検討ケースの選定について[改 114 H30.9.19]
- 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 114 H30.9.19]
 - 6.1.1.2 鋼製防護壁の強度計算書に関する補足説明[改 106 H30.8.30]
 - 6.1.2 鋼製防護壁アンカーに関する補足説明[改 78 H30.7.23]
 - 6.1.3 止水機構に関する補足説明[改 118 H30.9.26]
 - 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 100 H30.8.22]
 - 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 100 H30.8.22]
 - 6.2.2 フラップゲートに関する補足説明[改 80 H30.7.25]
 - 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 92 H30.8.16]
 - 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 92 H30.8.16]
 - 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 110 H30.9.10]
 - 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 110 H30.9.10]
 - 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 108 H30.9.4]
 - 6.5.1.1 防潮扉の耐震計算書に関する補足説明[改 66 H30.8.17]（土木）
 - 6.5.1.2 防潮扉の強度計算書に関する補足説明[改 69 H30.8.17]（土木）
 - 6.6 放水路ゲートに関する補足説明

[]内は、当該箇所を提出（最新）したときの改訂を示す。

- 6.6.1 放水路ゲートの設計に関する補足説明[改 108 H30.9.4]
 - 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 119 H30.9.28]
 - 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[改 119 H30.9.28]
 - 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 114 H30.9.19]
 - 6.8.1.2 貯留堰の強度計算書に関する補足説明[改 91 H30.8.13]
 - 6.8.2 貯留堰取付護岸に関する補足説明[改 91 H30.8.10]
 - 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 112 H30.9.12]
 - 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[改 79 H30.7.24]
 - 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 115 H30.9.19]
 - 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 115 H30.9.19]
 - 6.10.3 加振試験の条件について[改 75 H30.7.17]
 - 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 89 H30.8.7]
 - 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 114 H30.9.19]
 - 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 116 H30.9.21]
 - 6.14 杭-地盤相互作用バネの設定について[改 61 H30.6.28]
- 7. 工事計画変更許可後の変更手続き
 - 7.1 工事計画変更許可後の変更手続き[改 83 H30.7.31]

[]内は、当該箇所を提出
(最新)したときの改訂を示
す。

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

a. 固有値解析

(a) 固有周期の計算

構内排水路逆流防止設備は扉体部及び固定部で構成されるため、固有周期の計算に用いる解析モデルは扉体部及び固定部をモデル化する。固定部のモデル化については、地震力が構内排水路逆流防止設備の閉方向に作用する場合（以下「閉門時」という。）には扉体部は戸当りと密着した状態となることから戸当り部を支点とする両端支持梁でモデル化し、地震力が構内排水路逆流防止設備の開方向に作用する場合（以下「開門時」という。）には構内排水路逆流防止設備がヒンジを中心に縦断方向に振動することから、振り子振動としてモデル化する。主桁の寸法を図 6.7.1.1-1 に示す。

イ. 閉門時

$$f = \lambda^2 / (2\pi \cdot L^2) \cdot \sqrt{E \cdot I / m}$$

$$T = 1 / f$$

ここで、

f : 一次固有振動数 (Hz)

T : 固有周期 (s)

λ : 振動数係数 $= \pi$

L : 主桁の長さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1090

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 570

1090 (mm) = 1.09 (m)

570 (mm) = 0.57 (m)

E : 縦弾性係数 (N/mm²) 1.93×10^5

1.93×10^5 (N/mm²) = 1.93×10^{11} (N・m²)

I : 構内排水路逆流防止設備の断面二次モーメント (mm⁴)

(イ) 主桁の断面二次モーメント

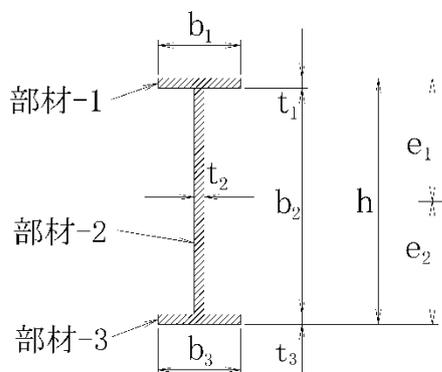


図 6.7.1.1-1 主桁の断面性能

	構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	構内排水路逆流防止設備 (5, 6)
b ₁	80	30
b ₂	176	80
b ₃	80	30
t ₁	12	10
t ₂	12	10
t ₃	12	10
h	200	100
e ₁	100	50
e ₂	100	50

機械工学便覧より，以下の式にて計算を行う。

$$I_a = (b_1 \cdot h^3 - b_2^3(b_1 - t_2)) / 12$$

ここで，

I_a ：主桁の断面二次モーメント (mm⁴)

以上により，

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} I_a &= (80 \times 200^3 - 176^3(80 - 12)) / 12 \\ &= 2.24399 \times 10^7 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} I_a &= (30 \times 100^3 - 80^3(30 - 10)) / 12 \\ &= 1.64666 \times 10^6 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

(ロ) スキンプレートの断面二次モーメント

機械工学便覧より，以下の式にて計算を行う。

$$I_b = bh^3 / 12$$

ここで，

I_b ：スキンプレートの断面二次モーメント (mm⁴)

b ：スキンプレートの長さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1200

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 650

h ：スキンプレートの厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 16

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 9

以上により，

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} I_b &= 1200 \times 16^3 / 12 \\ &= 4.096 \times 10^5 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} I_b &= 650 \times 9^3 / 12 \\ &= 3.94875 \times 10^4 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

(ハ) 構内排水路逆流防止設備の断面二次モーメント

構内排水路逆流防止設備の断面二次モーメントについて，以下の式にて計算を行う。

$$I = 2(I_a + A_a \cdot (y_3 - y_1)^2) + (I_b + A_b \cdot (y_2 - y_3)^2)$$

ここで，

I ：構内排水路逆流防止設備の断面二次モーメント (mm⁴)

I_a ：主桁の断面二次モーメント (mm⁴)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 2.24399 × 10⁷

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 1.64666 × 10⁶

Aa : 主桁の断面積 (mm²)

主桁の断面積について、以下の式にて計算を行う。

$$Aa = b1 \cdot t1 + b2 \cdot t2 + b3 \cdot t3$$

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} Aa &= 80 \times 12 + 176 \times 12 + 80 \times 12 \\ &= 4032 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} Aa &= 30 \times 10 + 80 \times 10 + 30 \times 10 \\ &= 1400 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Ib : スキンプレートの断面二次モーメント (mm⁴)

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)} \quad 4.096 \times 10^5$$

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (5, 6)} \quad 3.94875 \times 10^4$$

Ab : スキンプレートの断面積 (mm²)

スキンプレートの断面積について、以下の式にて計算を行う。

$$Ab = b \cdot h$$

以上により、

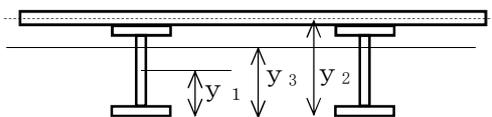
構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} Ab &= 1200 \times 16 \\ &= 1.92 \times 10^4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} Ab &= 650 \times 9 \\ &= 5850 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備の断面二次モーメントを計算するにあたり、重心位置を図 6.7.1.1-2 に示す。



y1 : 主桁の重心位置

y2 : スキンプレートの重心位置

y3 : 構内排水路逆流防止設備の重心位置

図 6.7.1.1-2 構内排水路逆流防止設備の重心位置

ここで、

y1 : 主桁の重心位置

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)} \quad 100$$

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (5, 6)} \quad 50$$

y2 : スキンプレートの重心位置

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)} \quad 208$$

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (5, 6)} \quad 104.5$$

y3 : 構内排水路逆流防止設備の重心位置

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)} \quad 176.1$$

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (5, 6)} \quad 86.9$$

6.7.1.1-3

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$I = 2 \times (2.24399 \times 10^7 + 4032 \times (176.1 - 100)^2) + (4.096 \times 10^5 + 1.92 \times 10^4 \times (208 - 176.1)^2) \\ = 1.11527 \times 10^8 \text{ mm}^4$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$I = 2 \times (1.64666 \times 10^6 + 1400 \times (86.9 - 50)^2) + (3.94875 \times 10^4 + 5850 \times (104.5 - 86.9)^2) \\ = 8.95741 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$1.11527 \times 10^8 (\text{mm}^4) = 1.11527 \times 10^{-4} (\text{m}^4)$$

$$8.95741 \times 10^6 (\text{mm}^4) = 8.95741 \times 10^{-6} (\text{m}^4)$$

m : 扉体部の単位長さ当たりの質量 (kg/mm)

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)} \quad 0.32415$$

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (5, 6)} \quad 0.17522$$

$$0.32415 (\text{kg/mm}) = 3.2415 \times 10^2 (\text{kg/m})$$

$$0.17522 (\text{kg} \cdot \text{mm}) = 1.7522 \times 10^2 (\text{kg/m})$$

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$f = \pi^2 / (2\pi \times 1.09^2) \times \sqrt{(1.93 \times 10^{11} \times 1.11527 \times 10^{-4} / 3.2415 \times 10^2)} \\ = 340.692 \text{ Hz} = 340 \text{ Hz}$$

$$T = 1/340 = 0.00294117 \text{ s} = 0.0030 \text{ s}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$f = \pi^2 / (2\pi \times 0.57^2) \cdot \sqrt{(1.93 \times 10^{11} \times 8.95741 \times 10^{-6} / 1.7522 \times 10^2)} \\ = 480.228 \text{ Hz} = 480 \text{ Hz}$$

$$T = 1/480 = 0.00208333 \text{ s} = 0.0021 \text{ s}$$

ロ. 開門時

$$f = 1 / (2\pi) \cdot \sqrt{g / L_2}$$

$$T = 1 / f$$

ここで,

f : 一次固有振動数 (Hz)

T : 固有周期 (s)

g : 重力加速度 (m/s^2) 9.80665

L_2 : 振り子の長さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 665

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 370

$$665 \text{ mm} = 6.65 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$370 \text{ mm} = 3.7 \times 10^{-4} \text{ m}$$

図 6.7.1.1-3 に振り子モデルの諸元を示す。

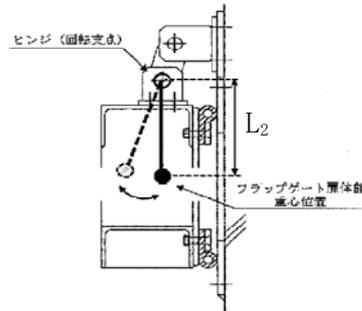


図 6.7.1.1-3 振り子モデルの諸元

以上より

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$f = 1/(2\pi) \times \sqrt{9.80665/0.665}$$

$$= 0.611176 \text{ Hz} = 0.61 \text{ Hz}$$

$$T = 1/0.61$$

$$= 1.639344 \text{ s} = 1.64 \text{ s}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$f = 1/(2\pi) \times \sqrt{9.80665/3.7 \times 10^{-4}}$$

$$= 0.819369 \text{ Hz} = 0.81 \text{ Hz}$$

$$T = 1/0.81$$

$$= 1.23456 \text{ s} = 1.24 \text{ s}$$

(b) 固有値解析結果

イ. 閉門時

(構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9))

固有周期は 0.0030 s であり, 0.05 s 以下であることから, 剛構造である。

(構内排水路逆流防止設備 (5, 6))

固有周期は 0.0021 s であり, 0.05 s 以下であることから, 剛構造である。

ロ. 開門時

(構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9))

固有周期は 1.64 s であり, 0.05 s 以上であることから, 水平方向については固有周期を考慮した設計震度を設定する。

(構内排水路逆流防止設備 (5, 6))

固有周期は 1.24 s であり, 0.05 s 以上であることから, 水平方向については固有周期を考慮した設計震度を設定する。

b. 応力計算

S_s地震時荷重の算出に用いる記号については、添付書類「V-2-10-2-4 構内排水路逆流防止設備の耐震性についての計算書」にて示す記号を使用する。

(a) S_s地震荷重

応力評価に用いる基準地震動 S_sによる設計震度を表 6.7.1.1-1 に示す。

鉛直方向の設計震度が 1G を超えないため、鉛直方向地震荷重については固定荷重及び積雪荷重と同じ方向の鉛直下向きのみを考慮する。

水平方向地震荷重は、扉体の自重を考慮する。

「(b) 固有値解析結果」に示したとおり、閉門時においては構内排水路逆流防止設備の固有周期が 0.05s 以下であることを確認したため、閉門時における構内排水路逆流防止設備の耐震計算に用いる設計震度は、設置床の最大応答加速度の 1.2 倍を考慮した設計震度とする。また、開門時においては構内排水路逆流防止設備の固有周期が 0.05 s 以上であったことから、開門時における構内排水路逆流防止設備の耐震計算に用いる設計震度は、固有周期の計算結果を考慮した設計震度とする。

水平方向の設計震度については、「閉門時」及び「開門時」にて設定した設計震度から、より震度の大きくなった「開門時」における設計震度をもとに応力評価を実施する。

表 6.7.1.1-1 応力評価に用いる基準地震動 S_sによる設計震度

設備名称	地震による設計震度	
【閉門時】		
構内排水路逆流防止設備 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9	水平方向 K _H	0.75
	鉛直方向 K _V	0.55
構内排水路逆流防止設備 5, 6	水平方向 K _H	0.72
	鉛直方向 K _V	0.67
【開門時】		
構内排水路逆流防止設備 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9	水平方向 K _H	3.33
構内排水路逆流防止設備 5, 6	水平方向 K _H	5.17

基準地震動 S_sによる水平方向地震荷重 H_e、鉛直方向地震荷重 V_e 及び単位面積当たりの水平方向地震荷重 q₁ は以下の式により算出する。

$$H_e = G \cdot K_H$$

$$V_e = G \cdot (1 + K_V)$$

$$q_1 = H_e / A_1$$

ここで、

H_e : 水平方向地震荷重 (N)

V_e : 鉛直方向地震荷重 (N)

q1 : 単位面積当たりの地震荷重 (N/mm ²)	
G : 扉体の自重 (N)	
構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	3500
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	981
K _H : 基準地震動 S _s による水平方向の設計震度	
構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	3.33
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	5.17
K _V : 基準地震動 S _s による鉛直方向の設計震度	
構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	0.55
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	0.67
A1 : 扉体面積 (mm ²)	
構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	
$A1 = \pi \times 1070^2 \times 1/4$	
$= 8.99202 \times 10^5 \text{ mm}^2$	
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	
$A1 = \pi \times 520^2 \times 1/4$	
$= 2.12371 \times 10^5 \text{ mm}^2$	

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} H_e &= 3500 \times 3.33 \\ &= 11655 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_e &= 3500 \times (1+0.55) \\ &= 5.50 \times 10^3 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_1 &= 11655 / 8.99202 \times 10^5 \\ &= 1.30 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} H_e &= 981 \times 5.17 \\ &= 5071.77 \text{ N} = 5072 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_e &= 981 \times (1+0.67) \\ &= 1.64 \times 10^3 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_1 &= 5072 / 2.12 \times 10^5 \\ &= 2.4 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

(b) 各部の応力評価

イ. スキンプレート

4辺を固定支持された平板としてモデル化し、曲げ応力を算定する。

(イ) 発生荷重

発生圧力 P (N/mm²)

$$P = q_1$$

ここで,

P : スキンプレートに加わる単位面積当たりの荷重 (N/mm²)

q₁ : 単位面積当たりの地震荷重 (N/mm²)

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$P = 1.3 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^2 = 1.3 \times 10^4 \text{ N/m}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$P = 2.4 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^2 = 2.4 \times 10^4 \text{ N/m}^2$$

(ロ) 発生応力

曲げ応力 (N/mm²)

$$\sigma = k \cdot a_1^2 \cdot P \cdot 10^{-6} \cdot \alpha_1 / (100 \cdot t_1^2)$$

ここで

σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

k : 辺長比 (b/a) による係数

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 44.88

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 45.50

ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編)

(ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき、辺長比 b/a を求

め係数が最も高い値とする。

$$\text{辺長比 (b/a)} = b_1/a_1$$

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\text{辺長比 (b/a)} = 575/390$$

$$= 1.474$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\text{辺長比 (b/a)} = 300/200$$

$$= 1.5$$

b₁ : スキンプレートの長辺 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 575 mm

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 300 mm

a₁ : スキンプレートの短辺 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 390 mm

$$= 39 \text{ cm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 200 mm

$$= 20 \text{ cm}$$

スキンプレーートの各長辺 b_{1a} 及び b_{1b} 、各短辺 a_{1a} 、 a_{1b} 及び a_{1c} を図 6.7.1.1-4 に示す。各長辺及び短辺の寸法は以下のとおり。

< 構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) >

$$b_{1a} = 575 \text{ mm}$$

$$b_{1b} = 575 \text{ mm}$$

$$a_{1a} = 390 \text{ mm}$$

$$a_{1b} = 370 \text{ mm}$$

$$a_{1c} = 390 \text{ mm}$$

< 構内排水路逆流防止設備 (5, 6) >

$$b_{1a} = 300 \text{ mm}$$

$$b_{1b} = 300 \text{ mm}$$

$$a_{1a} = 200 \text{ mm}$$

$$a_{1b} = 200 \text{ mm}$$

$$a_{1c} = 200 \text{ mm}$$

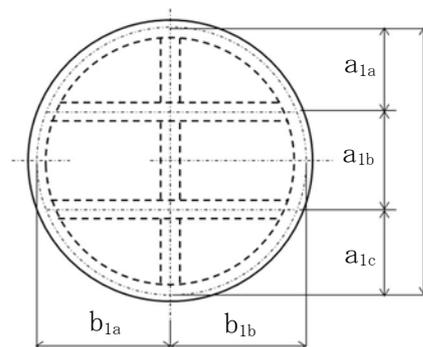


図 6.7.1.1-4 スキンプレーートの長辺及び短辺

図 6.7.1.1-4 に示す長辺及び短辺から、スキンプレーートに作用する応力がより大きく評価されるよう長辺及び短辺を設定した。構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) については長編 $b_1 = 575 \text{ mm}$ 、短辺 $a_1 = 390 \text{ mm}$ とし、構内排水路逆流防止設備 (5, 6) については長編 $b_1 = 300 \text{ mm}$ 、短辺 $a_1 = 200 \text{ mm}$ とした。

$\alpha 1$: スキンプレーートの応力の補正係数

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.8

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.8

ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編)
(ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき、スキンプレーートを支持する桁 (主桁, 縦補助桁) がフランジを有することから、そのフ

ランジがスキンプレートの発生応力に及ぼす影響を考慮し補正係数を乗じるため、補正係数を求める。求め方については、ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・設備計画マニュアル編）（ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月）に基づき、辺長比 b/a を求め係数が最も低い値とする。

t1：スキンプレートの板厚（mm）

構内排水路逆流防止設備（1, 2, 3, 4, 7, 8, 9） 16 mm=1.6 cm

構内排水路逆流防止設備（5, 6） 9 mm=0.9 cm

以上より、

構内排水路逆流防止設備（1, 2, 3, 4, 7, 8, 9）

$$\begin{aligned}\sigma &= 44.88 \times 39^2 \times 1.3 \times 10^4 \times 10^{-6} \times 0.8 / (100 \times 1.6^2) \\ &= 2.77316 \text{ N/mm}^2 = 3 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備（5, 6）

$$\begin{aligned}\sigma &= 45.50 \times 20^2 \times 2.4 \times 10^4 \times 10^{-6} \times 0.8 / (100 \times 0.9^2) \\ &= 4.31407 \text{ N/mm}^2 = 5 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

ロ. 主桁

支圧板の設置位置を支点とする両端をピン支点の単純支持梁によりモデル化し計算を行う。

(イ) 発生荷重

2本の主桁で扉体にかかる荷重を負担するものとし、以下の式にて計算を行う。

$$W = q_1 \cdot A_1 / 2$$

ここで、

W：主桁に加わる扉体自重による荷重（N）

q1：単位面積当たりの地震荷重（N/mm²）

A1：扉体面積（mm²）

以上より、

構内排水路逆流防止設備（1, 2, 3, 4, 7, 8, 9）

$$\begin{aligned}W &= 1.3 \times 10^{-2} \times 8.99202 \times 10^5 / 2 \\ &= 5.840 \times 10^3 \text{ N}\end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備（5, 6）

$$\begin{aligned}W &= 2.4 \times 10^{-2} \times 2.12371 \times 10^5 / 2 \\ &= 2.544 \times 10^3 \text{ N}\end{aligned}$$

(ロ) 最大曲げモーメント・最大せん断力

発生応力を計算するにあたり、最大曲げモーメント及び最大せん断力を以下の式にて計算を行う。

$$M_{\max} = W \cdot (2L_0 - B) / 8$$

$$S_{\max} = W / 2$$

ここで、

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

W : 主桁に加わる扉体自重による荷重 (N)

L_0 : 主桁の支圧板中心間 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1089

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 566

B : 水密幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1070

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 520

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$M_{\max} = 5.84 \times 10^3 \times (2 \times 1089 - 1070) / 8$$

$$= 8.088 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$S_{\max} = 5.82745 \times 10^3 / 2$$

$$= 2.92 \times 10^3 \text{ N}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$M_{\max} = 2.544 \times 10^3 \times (2 \times 566 - 520) / 8$$

$$= 1.95 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$S_{\max} = 2.53599 \times 10^3 / 2$$

$$= 1.272 \times 10^3 \text{ N}$$

(ハ) 断面係数及びウェブ断面積

発生応力を計算するにあたり、主桁の断面係数及びウェブ断面積を以下の式にて計算を行う。

$$Z_2 = I / e$$

$$A_{w2} = b_2 \cdot t_2$$

ここで、

I : 主桁の断面二次モーメント (mm⁴)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 2.24 × 10⁷

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 1.65 × 10⁶

e : 主桁の重心位置 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 100

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 50

b₂ : 主桁のウェブ幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

スカラップを考慮する。

$$R=20\text{mm}$$

$$b_2=176\text{mm}$$

主桁のウェブ幅は

$$b_2 - 2 \cdot R = 176 - 2 \times 20 = 136 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

スカラップを考慮する。

$$R=20 \text{ mm}$$

$$b_2=80 \text{ mm}$$

主桁のウェブ幅は

$$b_2 - 2 \cdot R = 80 - 2 \times 20 = 40 \text{ mm}$$

t₂ : 主桁ウェブの厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 12

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 10

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$Z_2 = 2.24 \times 10^7 / 100$$

$$= 2.24 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 136 \times 12$$

$$= 1632 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$Z_2 = 1.65 \times 10^6 / 50$$

$$= 3.3 \times 10^4 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 40 \times 10$$

$$= 400 \text{ mm}^2$$

(二) 発生応力

曲げ応力及びせん断応力について、以下の式にて計算を行う。

$$\sigma = M_{\max} / Z_2$$

$$\tau = S_{\max} / Aw_2$$

ここで,

σ : 曲げ応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{max} : 最大せん断力 (N)

Z₂ : 主桁の断面係数 (mm³)

A_{w2} : 主桁のウェブ断面積 (mm²)

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned}\sigma &= 8.09 \times 10^5 / 2.24 \times 10^5 \\ &= 3.61 \text{ N/mm}^2 = 4 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau &= 2.91372 \times 10^3 / 1632 \\ &= 1.79 \text{ N/mm}^2 = 2 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned}\sigma &= 1.94003 \times 10^5 / 3.3 \times 10^4 \\ &= 5.87887 \text{ N/mm}^2 = 6 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau &= 1.26799 \times 10^3 / 400 \\ &= 3.16997 \text{ N/mm}^2 = 4 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

ハ. 縦補助桁

主桁によって支持された単純支持梁とし、荷重は平均荷重が菱形に作用したのものとして、「ダム・堰施設技術基準(案) (基準解説編・設備計画マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月)」の式により計算を行う。

(イ) 発生荷重

平均荷重が菱形に作用したのものとして、以下の式にて計算を行う

$$p = ql$$

ここで,

p : 縦補助桁に加わる各区分の平均荷重

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$p = 1.3 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$p = 2.4 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^2$$

(ロ) 最大曲げモーメント・最大せん断力

発生応力を計算するにあたり、最大曲げモーメント及び最大せん断力を以下の式にて計算を行う。

$$M_{\max} = p \cdot a_3^3 / 12$$

$$S_{\max} = p \cdot a_3^2 / 4$$

ここで,

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

p : 縦補助桁に加わる扉体自重による荷重 (N)

a_3 : 縦補助桁の主桁間隔 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 390

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 200

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$M_{\max} = 1.3 \times 10^{-2} \times 390^3 / 12$$

$$= 6.40714 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$S_{\max} = 1.3 \times 10^{-2} \times 390^3 / 4$$

$$= 4.92857 \times 10^2 \text{ N}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$M_{\max} = 2.4 \times 10^{-2} \times 200^3 / 12$$

$$= 1.52921 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$S_{\max} = 2.4 \times 10^{-2} \times 200^3 / 4$$

$$= 2.38827 \times 10^2 \text{ N}$$

(ハ) 断面係数及びウェブ断面積

縦補助桁の断面図を図 6.7.1.1-5 に示す。

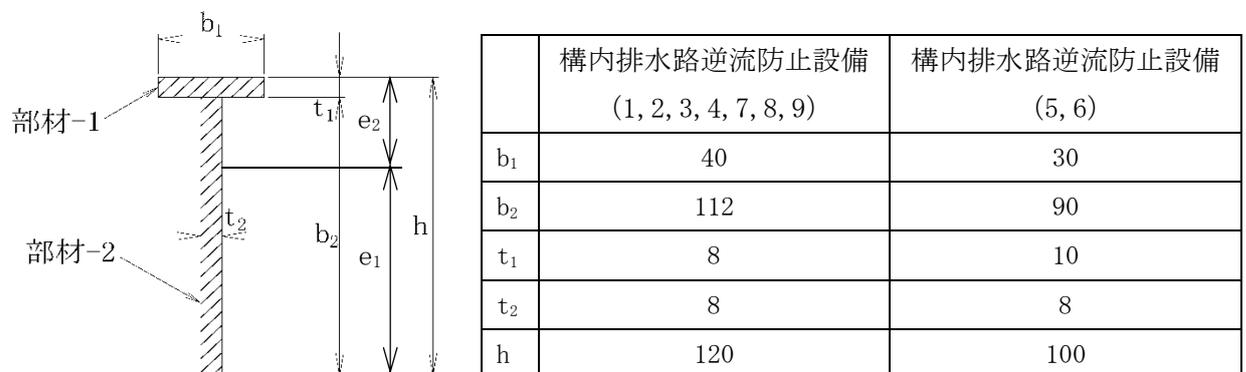


図 6.7.1.1-5 縦補助桁の断面図

機械工学便覧より, 重心距離 e_1 (mm) 及び e_2 (mm) を次の式にて求める。

$$e_1 = h - (h^2 \cdot t_2 + t_1^2 (b_1 - t_2)) / (2(b_1 \cdot t_1 + b_2 \cdot t_2))$$

$$e_2 = h - e_1$$

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$e_1 = 120 - (120^2 \times 8 + 8^2 (40 - 8)) / (2 \times (40 \times 8 + 112 \times 8))$$

$$= 71.7894 \text{ mm}$$

$$e_2 = 120 - 71.7894$$

$$= 48.2106 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$e_1 = 100 - (100^2 \times 8 + 10^2 (30 - 8)) / (2 \times (30 \times 10 + 90 \times 8))$$

$$= 59.7058 \text{ mm}$$

$$e_2 = 100 - 59.7058$$

$$= 40.2942 \text{ mm}$$

機械工学便覧より，縦補助桁の断面二次モーメントを以下の式にて計算を行う。

$$I = (t_2 \cdot e_1^3 + b_1 \cdot e_2^3 - (b_1 - t_2) (e_2 - t_1)^3) / 3$$

以上により，

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$I = (8 \times 71.7894^3 + 40 \times 48.2106^3 - (40 - 8) (48.2106 - 8)^3) / 3$$

$$= 1.78716 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$I = (8 \times 59.7058^3 + 30 \times 40.2942^3 - (30 - 8) (40.2942 - 10)^3) / 3$$

$$= 1.01789 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

縦補助桁の断面係数及びウェブ断面積を以下の式にて計算を行う。

$$Z_2 = I / e$$

$$Aw_2 = b_2 \cdot t_2$$

ここで，

I：縦補助桁の断面二次モーメント (mm⁴)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1.78716 × 10⁶

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 1.01789 × 10⁶

e1：縦補助桁の重心位置 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 71.7894

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 59.7058

b2：縦補助桁のウェブ幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$t_3 \text{ (主桁)} = 12 \text{ mm}$$

縦補助桁のウェブ幅は

$$h - t_3 \text{ (主桁)} - R = 120 - 12 - 20 = 88 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$h = 100 \text{ mm}$$

$$t_3 \text{ (主桁)} = 10 \text{ mm}$$

縦補助桁のウェブ幅は

$$h - t_3 \text{ (主桁)} - R = 100 - 10 - 20 = 70 \text{ mm}$$

t2：縦補助桁のウェブの厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	8
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	8

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$Z_2 = 1.78716 \times 10^6 / 71.7894$$

$$= 2.48944 \times 10^4 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 88 \times 8$$

$$= 704 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$Z_2 = 1.01789 \times 10^6 / 59.7058$$

$$= 1.70484 \times 10^4 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 70 \times 8$$

$$= 560 \text{ mm}^2$$

(二) 発生応力

曲げ応力及びせん断応力について、以下の式にて計算を行う。

$$\sigma = M_{\max} / Z_3$$

$$\tau = S_{\max} / Aw_3$$

ここで、

σ : 曲げ応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

Z_2 : 縦補助桁の断面係数 (mm³)

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\sigma = 6.40714 \times 10^4 / 2.48944 \times 10^4$$

$$= 2.57372 \text{ N/mm}^2 = 3 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 4.92857 \times 10^2 / 704$$

$$= 0.70008 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\sigma = 1.52921 \times 10^4 / 1.70484 \times 10^4$$

$$= 0.89698 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 2.38827 \times 10^2 / 560$$

$$= 0.42647 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ N/mm}^2$$

ニ. ヒンジ (扉体部側)

ヒンジ（扉体部側）のピン穴接合部は、「ダム・堰施設技術基準（案）」のピン接合として計算を行う。

(イ) 発生荷重

① 鉛直方向

ピン穴に対して鉛直方向地震荷重が加わったものとして、以下の式にて計算を行う。また、ヒンジは2箇所設置することから、1箇所に加わる荷重は1/2とする。

$$F_v = V_e / 2$$

ここで、

F_v : 引張部材に鉛直方向に作用する力 (N)

V_e : 鉛直方向地震荷重

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} F_v &= 7665 / 2 \\ &= 3832.5 \text{ N} \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} F_v &= 2208 / 2 \\ &= 1104 \text{ N} \end{aligned}$$

② 水平方向

ピン穴に対して水平方向地震荷重が加わったものとして、以下の式にて計算を行う。また、ヒンジは2箇所設置することから、1箇所に加わる荷重は1/2とする。

$$S_H = H_e / 2$$

ここで、

S_H : 地震時吊りリンク片側荷重 (水平) (N)

H_e : 水平方向地震荷重 (N)

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} S_H &= 11655 / 2 \\ &= 5827.5 \text{ N} \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} S_H &= 5072 / 2 \\ &= 2536 \text{ N} \end{aligned}$$

(ロ) 発生応力

① 鉛直方向

「ダム・堰施設技術基準（案）」に基づき、m-n 断面箇所A及び m₁-n₁ 断面箇所Bの発生応力を以下の式にて計算する。

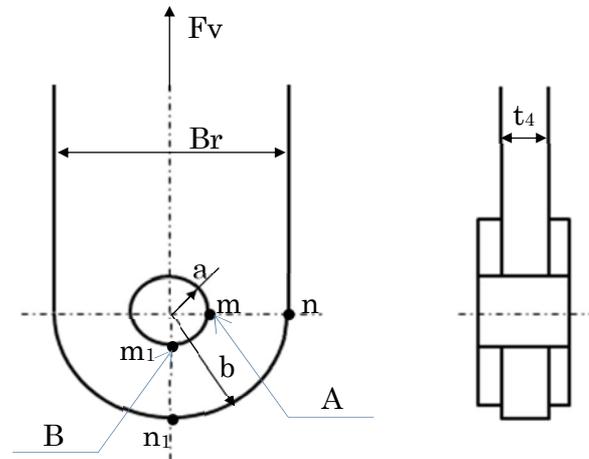


図 6.7.1.1-6 ヒンジ（扉体部側）寸法図

(A箇所)

$$\sigma_A = \beta_4 \cdot Fv / (2 \cdot a_4 \cdot t_p)$$

(B箇所)

$$\sigma_B = \alpha_4 \cdot Fv / (2 \cdot a_4 \cdot t_p)$$

ここで、

σ_A : m-n 断面箇所の引張応力

σ_B : m₁-n₁ 断面箇所の引張応力

Fv : 引張部材に鉛直方向に作用する力 (N)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 3832.5

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 1104

a₄ : ピン穴半径 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 12.5

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 9.5

b₄ : リンク部の半径 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 25

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 25

t_p : 引張部材の板厚 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 25

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 23

α_4 : m₁-n₁ 断面における応力集中係数

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1.44

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 1.039

β_4 : m-n 断面における応力集中係数

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 3.85

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 3.13

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned}\sigma_A &= 3.85 \times 3832.5 / (2 \times 12.5 \times 25) \\ &= 23.6082 \text{ N/mm}^2 = 24 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_B &= 1.44 \times 3832.5 / (2 \times 12.5 \times 25) \\ &= 8.83008 \text{ N/mm}^2 = 9 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned}\sigma_A &= 3.13 \times 1104 / (2 \times 9.5 \times 23) \\ &= 7.90736 \text{ N/mm}^2 = 8 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_B &= 1.039 \times 1104 / (2 \times 9.5 \times 23) \\ &= 2.62484 \text{ N/mm}^2 = 3 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

② 水平方向

リンクピン部一端で支持されもう一端に水平荷重が作用した片持ち梁と仮定し, 以下の式にて計算を行う。

$$\sigma_b = 6 \cdot S_H \cdot h / (Br \cdot t_4^2)$$

ここで,

σ_b : 水平方向の引張応力 (N/mm²)

S_H : 地震時吊りリンク片側荷重 (水平) (N)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 5827.5

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 2536

h : リンク支持間隔 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 70

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 70

Br : ヒンジ (扉体部側) の幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 50

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 50

t_4 : ヒンジ (扉体部側) の板厚 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 25

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 15

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned}\sigma_b &= 6 \times 5827.5 \times 70 / (50 \times 25^2) \\ &= 78.3216 \text{ N/mm}^2 = 79 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned}\sigma_b &= 6 \times 2536 \times 70 / (50 \times 15^2) \\ &= 94.6773 \text{ N/mm}^2 = 95 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

③ せん断応力

ヒンジ（扉体部側）のせん断応力について、以下の式にて計算を行う。

$$\tau_B = F_v / (2 \cdot A_s)$$

ここで、

τ_B : ピン穴部せん断応力 (N/mm²)

F_v : 引張部材に鉛直方向に作用する力 (N)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 3832.5

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 1104

A_s : ヒンジ（扉体部側）のせん断断面積 (mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 312.5

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 316.5

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} \tau_B &= 3832.5 / (2 \times 312.5) \\ &= 6.132 \text{ N/mm}^2 = 7 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} \tau_B &= 1104 / (2 \times 316.5) \\ &= 1.74407 \text{ N/mm}^2 = 2 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

ホ. ヒンジ（固定部側）

(イ) 発生荷重

$$S_v = F_v$$

ここで、

S_v : 地震時吊りリンク片側荷重（鉛直） (N)

F_v : 引張部材に鉛直方向に作用する力 (N)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 3832.5

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 1104

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$S_v = 3832.5 \text{ N}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$S_v = 1104 \text{ N}$$

(ロ) 発生応力

鉛直方向及び水平方向の曲げ応力並びにピン穴部せん断応力を以下の式にて計算を行う。

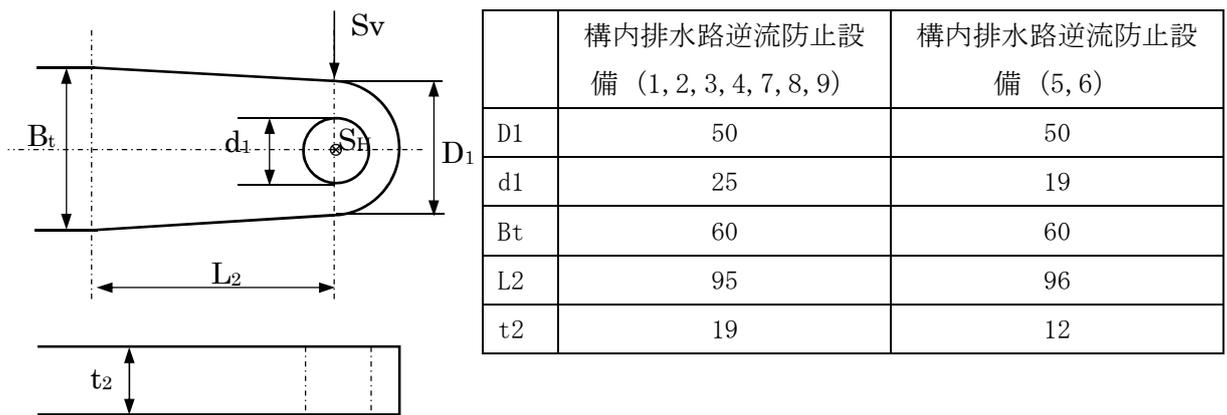


図 6.7.1.1-7 ヒンジ（固定部側）の寸法図

① 鉛直方向

鉛直方向の発生応力を以下の式にて計算する。

$$\sigma_b = 6 \cdot S_V \cdot L_2 / (2 \cdot t_2 \cdot B_t^2)$$

ここで、

σ_b : 曲げ応力 (N/mm²)

S_V : 地震時吊りリンク片側荷重 (鉛直) (N)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 3832.5

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 1104

L_2 : ブラケット長さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 95

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 96

t_2 : ブラケット板厚 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 19

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 12

B_t : ブラケット幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 60

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 60

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} \sigma_b &= 6 \times 3832.5 \times 95 / (2 \times 25 \times 60^2) \\ &= 15.9687 \text{ N/mm}^2 = 16 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} \sigma_b &= 6 \times 1104 \times 96 / (2 \times 12 \times 60^2) \\ &= 7.36 \text{ N/mm}^2 = 8 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

② 水平方向

水平方向の発生応力を以下の式にて計算を行う。

$$\sigma_b = 6 \cdot SH \cdot L_2 / (2 \cdot B_t \cdot t_2^2)$$

ここで、

σ_b : 曲げ応力 (N/mm²)

SH : 地震時吊りリンク片側荷重 (水平) (N)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 5827.5

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 2536

L₂ : ブラケット長さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 95

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 96

t₂ : ブラケット板厚 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 19

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 12

B_t : ブラケット幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 60

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 60

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} \sigma_b &= 6 \times 5827.5 \times 95 / (2 \times 60 \times 19^2) \\ &= 76.6776 \text{ N/mm}^2 = 77 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} \sigma_b &= 6 \times 2536 \times 96 / (2 \times 60 \times 12^2) \\ &= 84.5333 \text{ N/mm}^2 = 85 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

③ せん断応力

せん断応力を以下の式にて計算を行う。

$$\tau_B = SV / (4 \cdot A_s)$$

ここで、

τ_B : ピン穴部せん断応力 (N/mm²)

SV : 地震時吊りリンク片側荷重 (鉛直) (N)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 3832.5

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 1104

A_s : せん断断面積 (mm²)

せん断断面積について、以下の式にて計算を行う。

$$A_s = (D_1 - d_1) \cdot t_2 / 2$$

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$A_s = (50 - 25) \times 19 / 2$$

$$=237.5 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$A_s = (50 - 19) \times 12 / 2 \\ = 186 \text{ mm}^2$$

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\tau B = 3832.5 / (4 \times 237.5) \\ = 4.03421 \text{ N/mm}^2 = 5 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\tau B = 1104 / 4 \times 186 \\ = 1.48387 \text{ N/mm}^2 = 2 \text{ N/mm}^2$$

へ. 吊りピン

(イ) 発生荷重

リンクピンにかかる荷重を以下の式にて計算を行う。

$$P_g = SV$$

ここで,

P_g : リンク荷重 (N)

SV : 地震時吊りリンク片側荷重 (鉛直) (N)

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$P_g = 3832.5 \text{ N}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$P_g = 1104 \text{ N}$$

(ロ) 最大曲げモーメント・最大せん断力

発生応力を計算するにあたり, 最大曲げモーメント及び最大せん断力を以下の式にて計算を行う。

$$M = P_g(2L - b) / 8$$

$$S = P_g / 2$$

ここで,

M : 曲げモーメント (N・mm)

S : せん断力 (N)

P_g : リンク荷重 (N)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 3832.5

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 1104

L : 支持間隔 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	51
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	44
b : リンクピン部厚さ (mm)	
構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	25
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	23

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$M = 3832.5(2 \times 51 - 25) / 8$$

$$= 3.68878 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$S = 3832.5 / 2$$

$$= 1.91625 \times 10^3 \text{ N}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$M = 1104(2 \times 44 - 23) / 8$$

$$= 8970 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$S = 1104 / 2$$

$$= 552 \text{ N}$$

(ハ) 断面係数及びウェブ断面積

発生応力を計算するにあたり, 断面係数及びウェブ断面積を以下の式にて計算を行う。

$$Z_6 = \pi \cdot d^3 / 32$$

$$A_6 = \pi \cdot d^2 / 4$$

ここで,

Z_6 : リンクピンの断面係数 (mm³)

A_6 : リンクピンの断面積 (mm²)

d : リンクピンの径 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 25

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 19

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$Z_6 = \pi \times 25^3 / 32$$

$$= 1533.98 \text{ mm}^3$$

$$A_6 = \pi \times 25^2 / 4$$

$$= 490.873 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$Z_6 = \pi \times 19^3 / 32$$

$$= 673.380 \text{ mm}^3$$

$$A_6 = \pi \times 19^2 / 4$$

$$= 283.528 \text{ mm}^2$$

(二) 発生応力

曲げ応力及びせん断応力を以下の式にて計算を行う。

$$\sigma = M / Z_6$$

$$\tau = 4S / 3A_6$$

ここで、

σ : 曲げ応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

M : 曲げモーメント (N・mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 3.68878×10^4

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 8970

Z_6 : リンクピンの断面係数 (mm³)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1533.98

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 673.380

S ; せん断力 (N)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1.91625×10^3

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 552

A_6 : リンクピンの断面積 (mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 490.873

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 283.528

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\sigma = 3.68878 \times 10^4 / 1533.98$$

$$= 24.0471 \text{ N/mm}^2 = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 4 \times 1.91625 \times 10^3 / 3 \times 490.873$$

$$= 5.20501 \text{ N/mm}^2 = 6 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\sigma = 8970 / 673.380$$

$$= 13.3208 \text{ N/mm}^2 = 14 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 4 \times 552 / (3 \times 283.528)$$

$$= 2.59586 \text{ N/mm}^2 = 3 \text{ N/mm}^2$$

ト. 戸当り部コンクリート

下部水圧が計算高に作用しているとして、支圧応力度及びせん断応力度を評価する。

(イ) 発生荷重

戸当り部コンクリートにかかる荷重を以下の式にて計算を行う。

$$q = q_1$$

ここで、

q : 下部作用圧力 (N/mm²)

q₁ : 単位面積当たりの地震荷重 (N/mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1.3×10^{-2}

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 2.4×10^{-2}

以上により

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$q = 1.3 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$q = 2.4 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^2$$

(ロ) 発生応力

コンクリート部にかかる支圧応力度及びせん断応力度について、以下の式にて計算を行う。

$$\sigma_{bk} = q \cdot A / (\pi \cdot D_r \cdot b_w)$$

$$\tau_c = \sigma_{bk} \cdot b_w / 2S$$

ここで、

σ_{bk} : コンクリート支圧応力度 (N/mm²)

τ_c : コンクリートのせん断応力度 (N/mm²)

q : 下部作用圧力 (N/mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1.3×10^{-2}

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 2.4×10^{-2}

A : 支圧面積 (荷重の作用面積) (mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1.03868×10^6

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 2.82743×10^5

支圧面積について、以下の式にて計算を行う。

$$A = \pi \cdot D_r^2 / 4$$

ここで、

A : 支圧面積 (mm²)

D_r : 支圧板中心径 (mm)

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$A = \pi \times 1150^2 / 4$$

$$= 1.03868 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$A = \pi \times 600^2 / 4$$

$$=2.82743 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

D_r : 支圧板中心径 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1150

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 600

b_w : 支圧幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 50

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 50

受圧幅について、以下の式にて計算を行う。

$$b_w = t_0 + 2t_r$$

ここで、

b_w : 支圧幅 (mm)

t_0 : 扉体支圧板有効幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 14

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 14

t_r : 支圧板の厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 18

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 18

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$b_w = 14 + 2 \times 18$$

$$= 50 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$b_w = 14 + 2 \times 18$$

$$= 50 \text{ mm}$$

S : 戸当り幅 (荷重によるコンクリートの支圧幅) (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 120

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 120

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\sigma_{bk} = 1.3 \times 10^{-2} \times 1.03868 \times 10^6 / (\pi \times 1150 \times 50)$$

$$= 0.074527 \text{ N/mm}^2 = 0.08 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_c = 0.074527 \times 50 / (2 \times 120)$$

$$= 0.015526 \text{ N/mm}^2 = 0.02 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\sigma_{bk} = 2.4 \times 10^{-2} \times 2.82743 \times 10^5 / (\pi \times 600 \times 50)$$

$$= 0.071648 \text{ N/mm}^2 = 0.08 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_c = 0.071648 \times 50 / (2 \times 120)$$

$$= 0.014926 \text{ N/mm}^2 = 0.02 \text{ N/mm}^2$$

c. 許容応力

許容応力は「ダム・堰施設技術基準（案）」に基づき、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倍の割増を考慮する。各部材の許容応力度を表6.7.1.1-2に示す。

表 6.7.1.1-2 許容応力算出結果

評価部位	材料	σ_{ab}^* (N/mm ²)	σ_{at}^* (N/mm ²)	τ_a^* (N/mm ²)	σ_{as}^* (N/mm ²)
スキンプレート	SUS316L	90	—	—	—
主桁	SUS316L	90	—	50	—
縦補助桁	SUS316L	90	—	50	—
ヒンジ (扉体部側)	SUS316L	—	90	50	—
ヒンジ (固定部側)	SUS316L	90	—	50	—
吊りピン	SUS316L	90	—	50	—
戸当り部コンクリート	コンクリート	—	—	0.40	5.9

注記 * : σ_{ab} : 許容曲げ応力度, σ_{at} : 許容引張応力度, τ_a : 許容せん断応力度, σ_{as} : 許容支圧応力度を示す。

イ. スキンプレート

(イ) 曲げ

$$1.5\sigma_{ab} = 1.5 \times 90 \\ = 135 \text{ N/mm}^2$$

ロ. 主桁

(イ) 曲げ

主桁に用いる構造用鋼材の許容曲げ圧縮応力度は、「ダム・堰施設技術基準（案）」に基づき、許容曲げ応力度横倒れ座屈に対する配慮として許容応力の低減を考慮し、以下の式にて計算を行う。

$$L/b \leq 10/K : 1.5\sigma_{ab} \cdots \text{式①}$$

$$L/b > 10/K : (\sigma_{ab} - 0.7(K \cdot L/b - 10)) \times 1.5 \cdots \text{式②}$$

ここで、

L : 圧縮フランジの固定間隔(mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1089

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 566

b : 圧縮フランジ幅(mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 80

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 30

K : 座屈を求めるにあたる係数

座屈を求めるにあたる係数 K を以下の式にて計算を行う。

$$K = \sqrt{3 + (A_w/2A_c)}$$

ここで、

A_w : 腹板の総断面積 (mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 2112

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 800

A_c : 圧縮フランジの総断面積 (mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 960

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 300

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$K = \sqrt{3 + 2112 / (2 \times 960)}$$

$$= 2.02484$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$K = \sqrt{3 + 800 / (2 \times 300)}$$

$$= 2.08166$$

L/b の値

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$L/b = 1089 / 80$$

$$= 13.6125$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$L/b = 566 / 30$$

$$= 18.8666$$

10/K の値

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$10/K = 10 / 2.02484$$

$$= 4.93866$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$10/K = 10 / 2.08166$$

$$= 4.80385$$

以上により、 $L/b > 10/K$ であることから、式②による計算を行う。

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$(\sigma_{ab} - 0.7(K \cdot L/b - 10)) \times 1.5 = (90 - 0.7(2.02484 \times 13.6125 - 10)) \times 1.5$$

$$= 116.558 \text{ N/mm}^2 = 116 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$(\sigma_{ab} - 0.7(K \cdot L/b - 10)) \times 1.5 = (90 - 0.7(2.08166 \times 18.8666 - 10)) \times 1.5$$

$$= 104.262 \text{ N/mm}^2 = 104 \text{ N/mm}^2$$

(ロ) せん断

$$1.5 \tau_a = 1.5 \times 50 \\ = 75 \text{ N/mm}^2$$

ハ. 縦補助桁

(イ) 曲げ

縦補助桁に用いる構造用鋼材の許容曲げ圧縮応力度は、「ダム・堰施設技術基準（案）」に基づき、許容曲げ応力度横倒れ座屈に対する配慮として許容応力の低減を考慮し、以下の式にて計算を行う。

$$L/b \leq 10/K : 1.5 \sigma_{ab} \cdots \text{式①}$$

$$L/b > 10/K : (\sigma_{ab} - 0.7(K \cdot L/b - 10)) \times 1.5 \cdots \text{式②}$$

ここで、

L : 圧縮フランジの固定間隔(mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 390

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 200

b : 圧縮フランジ幅(mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 40

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 30

K : 座屈を求めるにあたる係数

座屈を求めるにあたる係数 K を以下の式にて計算を行う。

$$K = \sqrt{3 + (A_w / 2A_c)}$$

ここで、

A_w : 腹板の総断面積(mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 896

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 720

A_c : 圧縮フランジの総断面積(mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 320

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 300

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$K = \sqrt{3 + 896 / (2 \times 320)}$$

$$= 2.09761$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$K = \sqrt{3 + 720 / (2 \times 300)}$$

$$= 2.04939$$

L/b の値

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$L/b = 390 / 40$$

$$= 9.75$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$L/b=200/30$$

$$=6.66666$$

10/K の値

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$10/K=10/2.09761$$

$$=4.76733$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$10/K=10/2.04939$$

$$=4.87950$$

以上により, $L/b > 10/K$ であることから, 式②による計算を行う。

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned}(\sigma_{ab}-0.7(K \cdot L/b-10)) \times 1.5 &= (90-0.7(2.09761 \times 9.75-10)) \times 1.5 \\ &= 124.025 \text{ N/mm}^2 = 124 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned}(\sigma_{ab}-0.7(K \cdot L/b-10)) \times 1.5 &= (90-0.7(2.04939 \times 6.66666-10)) \times 1.5 \\ &= 131.154 \text{ N/mm}^2 = 131 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

(ロ) せん断

$$\begin{aligned}1.5 \tau_a &= 1.5 \times 50 \\ &= 75 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

ニ. ヒンジ (扉体部側)

(イ) 引張

$$\begin{aligned}1.5 \sigma_{at} &= 1.5 \times 90 \\ &= 135 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

(ロ) せん断

$$\begin{aligned}1.5 \tau_a &= 1.5 \times 50 \\ &= 75 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

ホ. ヒンジ (固定部側)

(イ) 曲げ

$$\begin{aligned}1.5 \sigma_{ab} &= 1.5 \times 90 \\ &= 135 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

(ロ) せん断

$$\begin{aligned}1.5 \tau_a &= 1.5 \times 50 \\ &= 75 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

ヘ. 吊りピン

(イ) 曲げ

$$\begin{aligned}1.5 \sigma_{ab} &= 1.5 \times 90 \\ &= 135 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

(ロ) せん断

$$\begin{aligned}1.5 \tau_a &= 1.5 \times 50 \\ &= 75 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

ト. 戸当り部コンクリート

(イ) せん断

$$\begin{aligned}1.5 \tau_a &= 1.5 \times 0.40 \\ &= 0.60 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

(ロ) 支圧

$$\begin{aligned}1.5 \sigma_{as} &= 1.5 \times 5.9 \\ &= 8.85 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

d. 応力評価結果

応力の評価結果を表 6.7.1.1-3 及び表 6.7.1.1-4 に示す。

表 6.7.1.1-3 耐震評価結果（構内排水路逆流防止設備（1, 2, 3, 4, 7, 8, 9））

評価部位		評価応力	発生応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)
扉体部	スキンプレート	最大応力度	3	135
	主桁	曲げ応力度	4	116
		せん断応力度	2	75
	縦補助桁	曲げ応力度	3	124
		せん断応力度	1	75
	ヒンジ（扉体部側）	引張応力度	79	135
せん断応力度		5	75	
固定部	ヒンジ（固定部側）	曲げ応力度	77	135
		せん断応力度	3	75
	吊りピン	曲げ応力度	18	135
		せん断応力度	4	75
	戸当り部コンクリート	支圧応力度	0.08	8.9
		せん断応力度	0.02	0.6

表 6.7.1.1-3 耐震評価結果（構内排水路逆流防止設備（5, 6））

評価部位		評価応力	発生応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)
扉体部	スキンプレート	最大応力度	5	135
	主桁	曲げ応力度	6	104
		せん断応力度	4	75
	補助桁	曲げ応力度	1	131
		せん断応力度	1	75
	ヒンジ（扉体部側）	引張応力度	96	135
せん断応力度		2	75	
固定部	ヒンジ（固定部側）	曲げ応力度	85	135
		せん断応力度	2	75
	吊りピン	曲げ応力度	10	135
		せん断応力度	2	75
	戸当り部コンクリート	支圧応力度	0.08	8.9
		せん断応力度	0.02	0.6

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

a. 固有値解析

(a) 固有周期の計算

構内排水路逆流防止設備は扉体部及び固定部で構成されるため、固有周期の計算に用いる解析モデルは扉体部及び固定部をモデル化する。固定部のモデル化については、扉体部は戸当りと密着した状態となることから戸当り部を支点とする両端支持梁でモデル化する。主桁の寸法を図1に示す。

$$f = \lambda^2 / (2\pi \cdot L^2) \cdot \sqrt{E \cdot I / m}$$

$$T = 1 / f$$

ここで、

f : 一次固有振動数 (Hz)

T : 固有周期 (s)

λ : 振動数係数 $= \pi$

L : 主桁の長さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1090

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 570

1090 (mm) = 1.09 (m)

570 (mm) = 0.57 (m)

E : 縦弾性係数 (N/mm²) 1.93×10^5

1.93×10^5 (N/mm²) = 1.93×10^{11} (N・m²)

I : 構内排水路逆流防止設備の断面二次モーメント (mm⁴)

(イ) 主桁の断面二次モーメント

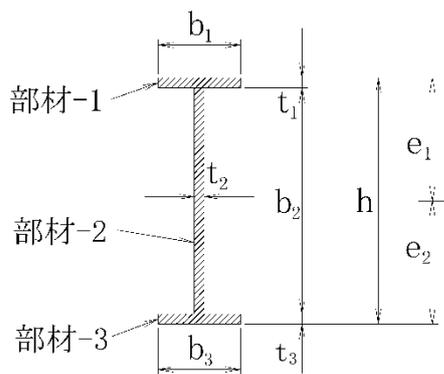


図 6.7.1.2-1 主桁の断面性能

	構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	構内排水路逆流防止設備 (5, 6)
b_1	80	30
b_2	176	80
b_3	80	30
t_1	12	10
t_2	12	10
t_3	12	10
h	200	100
e_1	100	50
e_2	100	50

機械工学便覧より、以下の式にて計算を行う。

6.7.1.2-1

$$I_a = (b_1 \cdot h^3 - b_2^3(b_1 - t_2)) / 12$$

ここで、

I_a : 主桁の断面二次モーメント (mm⁴)

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$I_a = (80 \times 200^3 - 176^3(80 - 12)) / 12$$

$$= 2.24399 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$I_a = (30 \times 100^3 - 80^3(30 - 10)) / 12$$

$$= 1.64666 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

(ロ) スキンプレートの断面二次モーメント

機械工学便覧より、以下の式にて計算を行う。

$$I_b = bh^3 / 12$$

ここで、

I_b : スキンプレートの断面二次モーメント (mm⁴)

b : スキンプレートの長さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1200

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 650

h : スキンプレートの厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 16

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 9

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$I_b = 1200 \times 16^3 / 12$$

$$= 4.096 \times 10^5 \text{ mm}^4$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$I_b = 650 \times 9^3 / 12$$

$$= 3.94875 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

(ハ) 構内排水路逆流防止設備の断面二次モーメント

構内排水路逆流防止設備の断面二次モーメントについて、以下の式にて計算を行う。

$$I = 2(I_a + A_a \cdot (y_3 - y_1)^2) + (I_b + A_b \cdot (y_2 - y_3)^2)$$

ここで、

I : 構内排水路逆流防止設備の断面二次モーメント (mm⁴)

I_a : 主桁の断面二次モーメント (mm⁴)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 2.24399×10^7

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 1. 64666 × 10⁶

Aa : 主桁の断面積 (mm²)

主桁の断面積について、以下の式にて計算を行う。

$$Aa = b1 \cdot t1 + b2 \cdot t2 + b3 \cdot t3$$

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} Aa &= 80 \times 12 + 176 \times 12 + 80 \times 12 \\ &= 4032 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} Aa &= 30 \times 10 + 80 \times 10 + 30 \times 10 \\ &= 1400 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Ib : スキンプレータの断面二次モーメント (mm⁴)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 4. 096 × 10⁵

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 3. 94875 × 10⁴

Ab : スキンプレータの断面積 (mm²)

スキンプレータの断面積について、以下の式にて計算を行う。

$$Ab = b \cdot h$$

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} Ab &= 1200 \times 16 \\ &= 1.92 \times 10^4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} Ab &= 650 \times 9 \\ &= 5850 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備の断面二次モーメントを計算するにあたり、重心位置を図 6. 7. 1. 2-2 に示す。

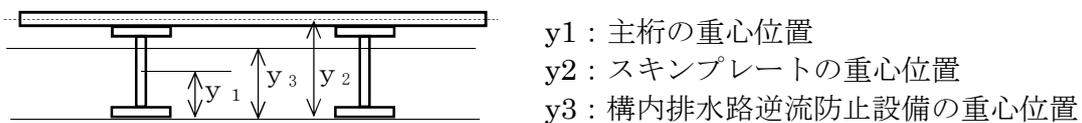


図 6. 7. 1. 2-2 構内排水路逆流防止設備の重心位置

ここで、

y1 : 主桁の重心位置

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 100

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 50

y2 : スキンプレータの重心位置

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 208

6. 7. 1. 2-3

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	104. 5
y3 : 構内排水路逆流防止設備の重心位置	
構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	176. 1
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	86. 9

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$I = 2 \times (2.24399 \times 10^7 + 4032 \times (176.1 - 100)^2) + (4.096 \times 10^5 + 1.92 \times 10^4 \times (208 - 176.1)^2)$$

$$= 1.11527 \times 10^8 \text{ mm}^4$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$I = 2 \times (1.64666 \times 10^6 + 1400 \times (86.9 - 50)^2) + (3.94875 \times 10^4 + 5850 \times (104.5 - 86.9)^2)$$

$$= 8.95741 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$1.11527 \times 10^8 (\text{mm}^4) = 1.11527 \times 10^{-4} (\text{m}^4)$$

$$8.95741 \times 10^6 (\text{mm}^4) = 8.95741 \times 10^{-6} (\text{m}^4)$$

m : 主桁の単位長さ当たりの質量 (kg/mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	0.32415
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	0.17522
0.32415 (kg/mm) = 3.2415 × 10 ² (kg/m)	
0.17522 (kg·mm) = 1.7522 × 10 ² (kg/m)	

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$f = \pi^2 / (2\pi \times 1.09^2) \times \sqrt{(1.93 \times 10^{11} \times 1.11527 \times 10^{-4} / 3.2415 \times 10^2)}$$

$$= 340.692 \text{ Hz} = 340 \text{ Hz}$$

$$T = 1/340 = 0.00294117 \text{ s} = 0.0030 \text{ s}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$f = \pi^2 / (2\pi \times 0.57^2) \cdot \sqrt{(1.93 \times 10^{11} \times 8.95741 \times 10^{-6} / 1.7522 \times 10^2)}$$

$$= 480.228 \text{ Hz} = 480 \text{ Hz}$$

$$T = 1/480 = 0.00208333 \text{ s} = 0.0021 \text{ s}$$

(b) 固有値解析結果

(構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9))

固有周期は 0.0030 s であり, 0.05 s 以下であることから, 剛構造である。

(構内排水路逆流防止設備 (5, 6))

固有周期は 0.0021 s であり, 0.05 s 以下であることから, 剛構造である。

b. 応力計算

b-1. 基準津波時

基準津波時の応力算出に用いる記号については、添付書類「V-2-10-2-4 構内排水路逆流防止設備の耐震性についての計算書」にて示す記号を使用する。

(a) 荷重条件

イ. 遡上津波荷重

遡上津波荷重は、以下の式により計算を行う。

$$P_t = W_0 \cdot h$$

ここで、

P_t : 遡上津波荷重 (N/mm²)

W_0 : 水の単位体積重量 (N/mm³) 1.01 × 10⁻⁵

h : 水面から動水圧を算定する点までの水深 (mm)

水面から動水圧を算定する点までの水深は、以下の式により計算を行う。

$$h = 3H/2$$

ここで、

H : 水面から基礎地盤までの水深 (mm) 1.79 × 10⁴

以上により、

$$\begin{aligned} h &= 3 \times 1.79 \times 10^4 / 2 \\ &= 2.685 \times 10^4 \text{ mm} \end{aligned}$$

以上により、

$$\begin{aligned} P_t &= 1.01 \times 10^{-5} \times 2.685 \times 10^4 \\ &= 0.271185 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

(b) 各部の応力評価

イ. スキンプレート

4辺を固定支持された平板としてモデル化し、曲げ応力を算定する。

(イ) 発生荷重

発生荷重を以下の式にて計算を行う。

$$P = q_1 l$$

ここで、

P : スキンプレートに加わる単位面積当たりの荷重 (N/mm²)

q_1 : 津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

津波及び余震による分布荷重は、以下の式にて計算を行う。なお、基準津波時のため、余震による分布荷重は考慮しない。

$$q_1 = P_t$$

ここで、

$$P_t : \text{遡上津波荷重 (N/mm}^2\text{)} \quad 0.271185$$

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$q_1 = 0.271185 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$q_1 = 0.271185 \text{ N/mm}^2$$

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$P = 0.271185 \text{ N/mm}^2 = 2.71185 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$P = 0.271185 \text{ N/mm}^2 = 2.71185 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

(ロ) 発生応力

曲げ応力 (N/mm²)

$$\sigma = k \cdot a_1^2 \cdot P \cdot 10^{-6} \cdot \alpha_1 / (100 \cdot t_1^2)$$

ここで

σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

k : 辺長比 (b/a) による係数

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 44.88

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 45.50

ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき、辺長比 b/a を求め係数が最も高い値とする。

$$\text{辺長比 (b/a)} = b_1/a_1$$

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\text{辺長比 (b/a)} = 575/390$$

$$= 1.474$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\text{辺長比 (b/a)} = 300/200$$

$$= 1.5$$

b_1 : スキンプレートの長辺 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 575 mm

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 300 mm

a1 : スキンプレートの短辺 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 390 mm
=39 cm

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 200 mm
=20 cm

$\alpha 1$: スキンプレートの応力の補正係数

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.8

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.8

ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき, スキンプレートを支持する桁がフランジを有することから, そのフランジがスキンプレートの発生応力に及ぼす影響を考慮し補正係数を乗じるため, 補正係数を求める。求め方については, ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき, 辺長比 b/a を求め係数が最も低い値とする

t1 : スキンプレートの板厚 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 16 mm=1.6 cm

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 9 mm=0.9 cm

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned}\sigma &= 44.88 \times 39^2 \times 2.71185 \times 10^5 \times 10^{-6} \times 0.8 / (100 \times 1.6^2) \\ &= 57.8492 \text{ N/mm}^2 = 58 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned}\sigma &= 45.50 \times 20^2 \times 2.71185 \times 10^5 \times 10^{-6} \times 0.8 / (100 \times 0.9^2) \\ &= 48.7463 \text{ N/mm}^2 = 49 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

ロ. 主桁

支圧板の設置位置を支点とする両端をピン支点の単純支持梁によりモデル化し計算を行う。

(イ) 発生荷重

2本の主桁で扉体にかかる荷重を負担するものとし, 以下の式にて計算を行う。

$$W = q_1 \cdot A_1 / 2$$

ここで,

6.7.1.2-8

W : 主桁に加わる津波及び余震による荷重 (N)
 q1 : 津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)
 A1 : 扉体面積 (mm²)

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$W = 0.271185 \times 8.99202 \times 10^5 / 2$$

$$= 1.21925 \times 10^5 \text{ N}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$W = 0.271185 \times 2.12371 \times 10^5 / 2$$

$$= 2.87959 \times 10^4 \text{ N}$$

(ロ) 最大曲げモーメント・最大せん断力

発生応力を計算するにあたり, 最大曲げモーメント及び最大せん断力を以下の式にて計算を行う。

$$M_{\max} = W \cdot (2L_0 - B) / 8$$

$$S_{\max} = W / 2$$

ここで,

M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{max} : 最大せん断力 (N)

W : 主桁に加わる扉体自重による荷重 (N)

L₀ : 主桁の支圧板中心間 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1089

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 566

B : 水密幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1070

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 520

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$M_{\max} = 1.21925 \times 10^5 \times (2 \times 1089 - 1070) / 8$$

$$= 1.68866 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$S_{\max} = 1.21925 \times 10^5 / 2$$

$$= 6.09625 \times 10^4 \text{ N}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$M_{\max} = 2.87959 \times 10^4 \times (2 \times 566 - 520) / 8$$

6.7.1.2-9

$$=2.14808 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$S_{\max}=2.87959 \times 10^4/2$$

$$=1.43979 \times 10^4 \text{ N}$$

(ハ) 断面係数及びウェブ断面積

発生応力を計算するにあたり，主桁の断面係数及びウェブ断面積を以下の式にて計算を行う。

$$Z_2=I/e$$

$$Aw_2=b_2 \cdot t_2$$

ここで，

I：主桁の断面二次モーメント (mm⁴)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	2.24 × 10 ⁷
-----------------------------------	------------------------

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	1.65 × 10 ⁶
--------------------	------------------------

e：主桁の重心位置 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	100
-----------------------------------	-----

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	50
--------------------	----

b₂：主桁のウェブ幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

スカラップを考慮する。

$$R=20\text{mm}$$

$$b_2=176\text{mm}$$

主桁のウェブ幅は

$$b_2-2 \cdot R=176-2 \times 20=136 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

スカラップを考慮する。

$$R=20 \text{ mm}$$

$$b_2=80 \text{ mm}$$

主桁のウェブ幅は

$$b_2-2 \cdot R=80-2 \times 20=40 \text{ mm}$$

t₂：主桁ウェブの厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	12
-----------------------------------	----

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	10
--------------------	----

以上により，

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$Z_2=2.24 \times 10^7/100$$

$$= 2.24 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 136 \times 12$$

$$= 1632 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$Z_2 = 1.65 \times 10^6 / 50$$

$$= 3.3 \times 10^4 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 40 \times 10$$

$$= 400 \text{ mm}^2$$

(二) 発生応力

曲げ応力及びせん断応力について、以下の式にて計算を行う。

$$\sigma = M_{\max} / Z_2$$

$$\tau = S_{\max} / Aw_2$$

ここで、

σ : 曲げ応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

Z_2 : 主桁の断面係数 (mm³)

Aw_2 : 主桁のウェブ断面積 (mm²)

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\sigma = 1.68866 \times 10^7 / 2.24 \times 10^5$$

$$= 75.3866 \text{ N/mm}^2 = 76 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 6.09625 \times 10^4 / 1632$$

$$= 37.3544 \text{ N/mm}^2 = 38 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\sigma = 2.14808 \times 10^6 / 3.3 \times 10^4$$

$$= 65.0933 \text{ N/mm}^2 = 66 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 1.43979 \times 10^4 / 400$$

$$= 35.9947 \text{ N/mm}^2 = 36 \text{ N/mm}^2$$

ハ. 縦補助桁

主桁によって支持された単純支持梁とし、荷重は平均荷重が菱形に作用したものであるとして、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・設備計画マニュアル編）」の式により計算を行う。

(イ) 発生荷重

平均荷重が菱形に作用したものであるとして、以下の式にて計算を行う

$$p_3 = q_1$$

ここで、

p_3 : 縦補助桁に加わる各区分の平均荷重

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$p = 0.271185 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$p = 0.271185 \text{ N/mm}^2$$

(ロ) 最大曲げモーメント・最大せん断力

発生応力を計算するにあたり、最大曲げモーメント及び最大せん断力を以下の式にて計算を行う。

$$M_{\max} = p \cdot a_3^3 / 12$$

$$S_{\max} = p \cdot a_3^2 / 4$$

ここで、

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

p : 縦補助桁に加わる扉体自重による荷重 (N)

a_3 : 縦補助桁の主桁間隔 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 390

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 200

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 0.271185 \times 390^3 / 12 \\ &= 1.34053 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{\max} &= 0.271185 \times 390^2 / 4 \\ &= 1.03118 \times 10^4 \text{ N} \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$M_{\max} = 0.271185 \times 200^3 / 12$$

$$=1.80790 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$S_{\max} = 0.271185 \times 200^2 / 4$$

$$=2.71185 \times 10^3 \text{ N}$$

(ハ) 断面係数及びウェブ断面積

縦補助桁の断面図を図 6.7.1.2-3 に示す。

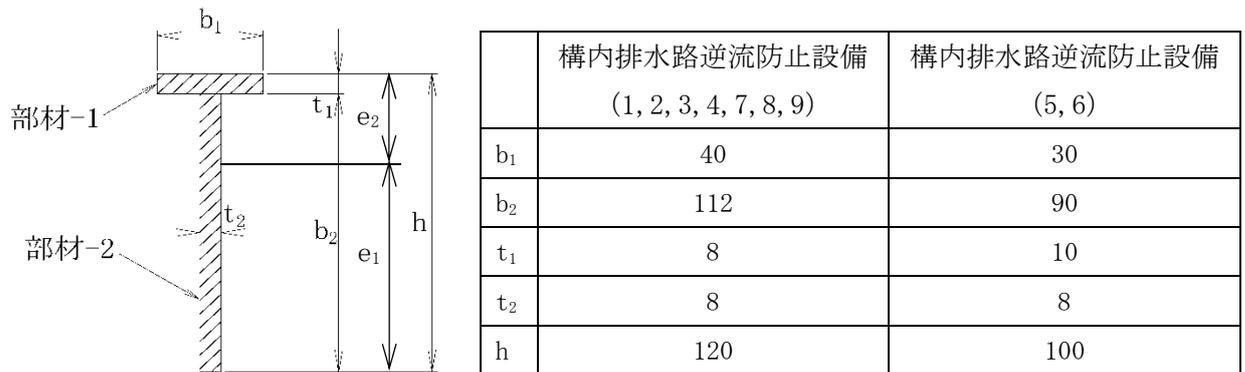


図 6.7.1.2-3 縦補助桁の断面図

機械工学便覧より，重心距離 e_1 (mm) 及び e_2 (mm) を次の式にて求める。

$$e_1 = h - (h^2 \cdot t_2 + t_1^2 (b_1 - t_2)) / (2(b_1 \cdot t_1 + b_2 \cdot t_2))$$

$$e_2 = h - e_1$$

以上により，

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$e_1 = 120 - (120^2 \times 8 + 8^2 (40 - 8)) / (2 \times (40 \times 8 + 112 \times 8))$$

$$= 71.7894 \text{ mm}$$

$$e_2 = 120 - 71.7894$$

$$= 48.2106 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$e_1 = 100 - (100^2 \times 8 + 10^2 (30 - 8)) / (2 \times (30 \times 10 + 90 \times 8))$$

$$= 59.7058 \text{ mm}$$

$$e_2 = 100 - 59.7058$$

$$= 40.2942 \text{ mm}$$

機械工学便覧より，縦補助桁の断面二次モーメントを以下の式にて計算を行う。

$$I = (t_2 \cdot e_1^3 + b_1 \cdot e_2^3 - (b_1 - t_2) (e_2 - t_1)^3) / 3$$

以上により，

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$I = (8 \times 71.7894^3 + 40 \times 48.2106^3 - (40 - 8) (48.2106 - 8)^3) / 3$$

6.7.1.2-13

$$= 1.78716 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$I = (8 \times 59.7058^3 + 30 \times 40.2942^3 - (30 - 8)(40.2942 - 10)^3) / 3$$

$$= 1.01789 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

縦補助桁の断面係数及びウェブ断面積を以下の式にて計算を行う。

$$Z_2 = I / e$$

$$Aw_2 = b_2 \cdot t_2$$

ここで、

I : 縦補助桁の断面二次モーメント (mm⁴)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	1.78716 × 10 ⁶
-----------------------------------	---------------------------

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	1.01789 × 10 ⁶
--------------------	---------------------------

e1 : 縦補助桁の重心位置 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	71.7894
-----------------------------------	---------

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	59.7058
--------------------	---------

b2 : 縦補助桁のウェブ幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$t_3 \text{ (主桁)} = 12 \text{ mm}$$

縦補助桁のウェブ幅は

$$h - t_3 \text{ (主桁)} - R = 120 - 12 - 20 = 88 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$h = 100 \text{ mm}$$

$$t_3 \text{ (主桁)} = 10 \text{ mm}$$

縦補助桁のウェブ幅は

$$h - t_3 \text{ (主桁)} - R = 100 - 10 - 20 = 70 \text{ mm}$$

t2 : 縦補助桁のウェブの厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	8
-----------------------------------	---

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	8
--------------------	---

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$Z_2 = 1.78716 \times 10^6 / 71.7894$$

6.7.1.2-14

$$=2.48944 \times 10^4 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 88 \times 8$$

$$=704 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$Z_2 = 1.01789 \times 10^6 / 59.7058$$

$$=1.70484 \times 10^4 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 70 \times 8$$

$$=560 \text{ mm}^2$$

(二) 発生応力

曲げ応力及びせん断応力について、以下の式にて計算を行う。

$$\sigma = M_{\max} / Z_3$$

$$\tau = S_{\max} / Aw_3$$

ここで、

σ : 曲げ応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

Z_2 : 縦補助桁の断面係数 (mm³)

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\sigma = 1.34053 \times 10^6 / 2.48944 \times 10^4$$

$$=53.8486 \text{ N/mm}^2 = 54 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 1.03118 \times 10^4 / 704$$

$$=14.6474 \text{ N/mm}^2 = 15 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\sigma = 1.80790 \times 10^5 / 1.70484 \times 10^4$$

$$=11.0215 \text{ N/mm}^2 = 12 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 2.71185 \times 10^3 / 560$$

$$=4.84258 \text{ N/mm}^2 = 5 \text{ N/mm}^2$$

ニ. 戸当り部コンクリート

下部水圧が計算高に作用しているとして、支圧応力度及びせん断応力度を評価する。

(イ) 発生荷重

6.7.1.2-15

戸当り部コンクリートにかかる荷重を以下の式にて計算を行う。

$$q = q_1$$

ここで、

q : 下部作用圧力 (N/mm²)

q₁ : 津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.271185

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.271185

以上により

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$q = 0.271185 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$q = 0.271185 \text{ N/mm}^2$$

(ロ) 発生応力

コンクリート部にかかる支圧応力度及びせん断応力度について、以下の式にて計算を行う。

$$\sigma_{bk} = q \cdot A / (\pi \cdot D_r \cdot b_w)$$

$$\tau_c = \sigma_{bk} \cdot b_w / 2S$$

ここで、

σ_{bk} : コンクリート支圧応力度 (N/mm²)

τ_c : コンクリートのせん断応力度 (N/mm²)

q : 下部作用圧力 (N/mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.271185

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.271185

A : 支圧面積 (mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1.03868×10^6

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 2.82743×10^5

支圧面積について、以下の式にて計算を行う。

$$A = \pi \cdot D_r^2 / 4$$

ここで、

A : 支圧面積 (mm²)

D_r : 支圧板中心径 (mm)

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$A = \pi \times 1150^2 / 4$$

$$=1.03868 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$A = \pi \times 600^2 / 4$$

$$=2.82743 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

D_r : 支圧板中心径 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1150

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 600

bw : 支圧幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 50

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 50

受圧幅について、以下の式にて計算を行う。

$$bw = t_0 + 2t_r$$

ここで、

bw : 支圧幅 (mm)

t_0 : 扉体支圧板有効幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 14

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 14

t_r : 支圧板の厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 18

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 18

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$bw = 14 + 2 \times 18$$

$$= 50 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$bw = 14 + 2 \times 18$$

$$= 50 \text{ mm}$$

S : 戸当り幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 120

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 120

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\sigma_{bk} = 0.271185 \times 1.03868 \times 10^6 / (\pi \times 1150 \times 50)$$

$$= 1.55930 \text{ N/mm}^2 = 1.56 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_c = 1.55930 \times 50 / (2 \times 120)$$

6.7.1.2-17

$$=0.32485 \text{ N/mm}^2=0.33 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\sigma_{bk}=0.271185 \times 2.82743 \times 10^5 / (\pi \times 600 \times 50)$$

$$=0.81355 \text{ N/mm}^2=0.82 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_c=0.81355 \times 50 / (2 \times 120)$$

$$=0.16948 \text{ N/mm}^2=0.17 \text{ N/mm}^2$$

b-2. 基準津波+S_d地震時

基準津波時+S_d地震時の応力算出に用いる記号については、添付書類「V-2-10-2-4 構内排水路逆流防止設備の耐震性についての計算書」にて示す記号を使用する。

(a) 荷重条件

イ. 遡上津波荷重

遡上津波荷重は、以下の式により計算を行う。

$$P_t = W_0 \cdot h$$

ここで、

P_t : 遡上津波荷重 (N/mm²)

W₀ : 水の単位体積重量 (N/mm³) 1.01 × 10⁻⁵

h : 水面から動水圧を算定する点までの水深 (mm)

水面から動水圧を算定する点までの水深は、以下の式により計算を行う。

$$h = 3H/2$$

ここで、

H : 水面から基礎地盤までの水深 (mm) 1.79 × 10⁴

以上により、

$$h = 3 \times 1.79 \times 10^4 / 2$$

$$= 2.685 \times 10^4 \text{ mm}$$

以上により、

$$P_t = 1.01 \times 10^{-5} \times 2.685 \times 10^4$$

$$= 0.271185 \text{ N/mm}^2$$

ロ. 余震による地震荷重

余震荷重は、添付書類「V-3-別添 3-1 津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、弾性設計用地震動 S_d-D1 に伴う地震力（動水圧含む。）とする。

「(b) 固有値解析結果」に示したとおり、構内排水路逆流防止設備の固有周期が 0.05s 以下であることを確認したため、設計震度は添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に示す防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）及び防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）における設置床の最大応答加速度を考慮して設定する。構内排水路逆流防止設備の計算に用いる設計震度を表 6.7.1.2-1 に示す。

表 6.7.1.2-1 余震による設計震度

設備名称	地震動	設置場所及び床面高さ (EL. m)	余震による設計震度*1	
構内排水路逆流防止設備 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9	弾性設計用 地震動 S _d -D1	出口側集水枡 EL. 1.14~5.40 (管底高さ) (EL. 5.550*2)	水平方向K _{HSd}	0.45
			鉛直方向K _{VSD}	0.23
構内排水路逆流防止設備 5, 6		出口側集水枡 1.350 (管底高さ) (EL. 1.8*3)	水平方向K _{HSd}	0.44
			鉛直方向K _{VSD}	0.27

注記 *1: 「(b) 固有値解析結果」より、構内排水路逆流防止設備の固有周期が0.05s以下であることを確認したため、設置床の最大応答加速度の1.2倍を考慮した設計震度を設定した。

*2: 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）における基準床レベルを示す。

*3: 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）における基準床レベルを示す。

(イ) 余震による地震力

余震時の扉体自重による慣性力を考慮する。

$$I_{HSd} = G \cdot K_{HSd}$$

$$I_{VSD} = G \cdot K_{VSD}$$

ここで、

I_{HSd}: 余震による水平方向地震荷重 (N)

I_{VSD}: 余震による鉛直方向地震荷重 (N)

G: 扉体の自重 (N)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 3.5×10³

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 981

K_{HSd}: 余震による水平方向の設計震度

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.45

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.44

K_{VSD}: 余震による鉛直方向の設計震度

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.23

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.27

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$I_{HSd} = 3.5 \times 10^3 \times 0.45 \\ = 1575 \text{ N}$$

$$I_{VSd} = 3.5 \times 10^3 \times 0.23 \\ = 805 \text{ N}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$I_{HSd} = 981 \times 0.44 \\ = 431.64 \text{ N}$$

$$I_{VSd} = 981 \times 0.27 \\ = 264.87 \text{ N}$$

(ロ) 余震による動水圧

余震による動水圧について、以下の式にて計算を行う。

$$P_d = 7 \cdot W_0 \cdot K_{HSd} \cdot \sqrt{(H \cdot h)} / 8$$

ここで、

P_d : 余震による動水圧 (N/mm²)

W_0 : 水の単位体積重量 (N/mm³) 1.01 × 10⁻⁵

K_{HSd} : 余震による水平方向の設計震度

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.45

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.44

h : 水面から動水圧を算定する点までの水深 (mm) 1.79 × 10⁴

H : 水面から基礎地盤までの水深 (mm) 1.79 × 10⁴

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$P_d = 7 \times 1.01 \times 10^{-5} \times 0.45 \times \sqrt{(1.79 \times 10^4 \times 1.79 \times 10^4)} / 8 \\ = 7.11860 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$P_d = 7 \times 1.01 \times 10^{-5} \times 0.44 \times \sqrt{(1.79 \times 10^4 \times 1.79 \times 10^4)} / 8 \\ = 6.96041 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^2$$

(b) 各部の応力評価

イ. スキンプレート

4辺を固定支持された平板としてモデル化し、曲げ応力を算定する。

(イ) 発生荷重

発生荷重を以下の式にて計算を行う。

$$6.7.1.2-21$$

$$P = q_1$$

ここで、

P : スキンプレートに加わる単位面積当たりの荷重 (N/mm²)

q₁ : 津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

津波及び余震による分布荷重は、以下の式にて計算を行う。

$$q_1 = P_t + i_{HSd} + P_d$$

ここで、

P_t : 遡上津波荷重 (N/mm²) 0.271185

i_{HSd} : 余震による単位面積当たりの水平方向地震荷重 (N/mm²)

余震による単位面積当たりの水平方向地震荷重は、以下の式にて計算を行う。

$$i_{HSd} = I_{HSd} / A_1$$

ここで、

I_{HSd} : 余震による水平方向地震荷重 (N)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1575

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 431.64

A₁ : 扉体面積 (mm²)

扉体面積は、以下の式にて計算を行う。

$$A_1 = \pi \cdot B^2 / 4$$

ここで、

B : 扉体の水密幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1070

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 520

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$A_1 = \pi \times 1070^2 / 4$$

$$= 8.99202 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$A_1 = \pi \times 520^2 / 4$$

$$= 2.12371 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$i_{HSd} = 1575 / 8.99202 \times 10^5$$

$$= 1.75155 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

6.7.1.2-22

$$i_{HSd} = 431.64 / 2.12371 \times 10^5$$

$$= 2.03248 \times 10^{-3} \text{ mm}^2$$

Pd : 余震による動水圧 (N/mm²)

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)} \quad 7.11860 \times 10^{-2}$$

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (5, 6)} \quad 6.96041 \times 10^{-2}$$

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$q_1 = 0.271185 + 1.75155 \times 10^{-3} + 7.11860 \times 10^{-2}$$

$$= 0.34412 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$q_1 = 0.271185 + 2.03248 \times 10^{-3} + 6.96041 \times 10^{-2}$$

$$= 0.34282 \text{ N/mm}^2$$

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$P = 0.34412 \text{ N/mm}^2 = 3.4412 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$P = 0.34282 \text{ N/mm}^2 = 3.4282 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

(ロ) 発生応力

曲げ応力 (N/mm²)

$$\sigma = k \cdot a_1^2 \cdot P \cdot 10^{-6} \cdot \alpha_1 / (100 \cdot t_1^2)$$

ここで

σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

k : 辺長比 (b/a) による係数

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)} \quad 44.88$$

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (5, 6)} \quad 45.50$$

ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき, 辺長比 b/a を求め係数が最も高い値とする。

$$\text{辺長比 (b/a)} = b_1/a_1$$

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\text{辺長比 (b/a)} = 575/390$$

$$= 1.474$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\text{辺長比 (b/a)} = 300/200$$

6.7.1.2-23

$$= 1.5$$

b1 : スキンプレートの長辺 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 575 mm

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 300 mm

a1 : スキンプレートの短辺 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 390 mm

= 39 cm

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 200 mm

= 20 cm

$\alpha 1$: スキンプレートの応力の補正係数

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.8

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.8

ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき、スキンプレートを支持する桁がフランジを有することから、そのフランジがスキンプレートの発生応力に及ぼす影響を考慮し補正係数を乗じるため、補正係数を求める。求め方については、ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき、辺長比 b/a を求め係数が最も低い値とする

t1 : スキンプレートの板厚 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 16 mm = 1.6 cm

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 9 mm = 0.9 cm

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\sigma = 44.88 \times 39^2 \times 3.4412 \times 10^5 \times 10^{-6} \times 0.8 / (100 \times 1.6^2)$$

$$= 73.4077 \text{ N/mm}^2 = 74 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\sigma = 45.50 \times 20^2 \times 3.4282 \times 10^5 \times 10^{-6} \times 0.8 / (100 \times 0.9^2)$$

$$= 61.6229 \text{ N/mm}^2 = 62 \text{ N/mm}^2$$

ロ. 主桁

支圧板の設置位置を支点とする両端をピン支点の単純支持梁によりモデル化し計算を行う。

(イ) 発生荷重

2本の主桁で扉体にかかる荷重を負担するものとし、以下の式にて計算を行う。

$$W=q_1 \cdot A_1/2$$

ここで、

W：主桁に加わる津波及び余震による荷重 (N)

q₁：津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

A₁：扉体面積 (mm²)

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} W &= 0.34412 \times 8.99202 \times 10^5 / 2 \\ &= 1.54716 \times 10^5 \text{ N} \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} W &= 0.34282 \times 2.12371 \times 10^5 / 2 \\ &= 3.64025 \times 10^4 \text{ N} \end{aligned}$$

(ロ) 最大曲げモーメント・最大せん断力

発生応力を計算するにあたり、最大曲げモーメント及び最大せん断力を以下の式にて計算を行う。

$$M_{\max} = W \cdot (2L_0 - B) / 8$$

$$S_{\max} = W / 2$$

ここで、

M_{max}：最大曲げモーメント (N・mm)

S_{max}：最大せん断力 (N)

W：主桁に加わる扉体自重による荷重 (N)

L₀：主桁の支圧板中心間 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1089

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 566

B：水密幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1070

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 520

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 1.54716 \times 10^5 \times (2 \times 1089 - 1070) / 8 \\ &= 2.14281 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

6.7.1.2-25

$$S_{\max} = 1.54716 \times 10^5 / 2$$

$$= 7.7358 \times 10^4 \text{ N}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$M_{\max} = 3.64025 \times 10^4 \times (2 \times 566 - 520) / 8$$

$$= 2.78479 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$S_{\max} = 3.64025 \times 10^4 / 2$$

$$= 1.82012 \times 10^4 \text{ N}$$

(ハ) 断面係数及びウェブ断面積

発生応力を計算するにあたり、主桁の断面係数及びウェブ断面積を以下の式にて計算を行う。

$$Z_2 = I / e$$

$$A_{w2} = b_2 \cdot t_2$$

ここで、

I : 主桁の断面二次モーメント (mm⁴)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	2.24 × 10 ⁷
-----------------------------------	------------------------

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	1.65 × 10 ⁶
--------------------	------------------------

e : 主桁の重心位置 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	100
-----------------------------------	-----

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	50
--------------------	----

b₂ : 主桁のウェブ幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$b_2 = 176 \text{ mm}$$

主桁のウェブ幅は

$$b_2 - 2 \cdot R = 176 - 2 \times 20 = 136 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$b_2 = 80 \text{ mm}$$

主桁のウェブ幅は

$$b_2 - 2 \cdot R = 80 - 2 \times 20 = 40 \text{ mm}$$

t₂ : 主桁ウェブの厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	12
-----------------------------------	----

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	10
--------------------	----

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$Z_2 = 2.24 \times 10^7 / 100$$

$$= 2.24 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 136 \times 12$$

$$= 1632 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$Z_2 = 1.65 \times 10^6 / 50$$

$$= 3.3 \times 10^4 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 40 \times 10$$

$$= 400 \text{ mm}^2$$

(二) 発生応力

曲げ応力及びせん断応力について, 以下の式にて計算を行う。

$$\sigma = M_{\max} / Z_2$$

$$\tau = S_{\max} / Aw_2$$

ここで,

σ : 曲げ応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

Z_2 : 主桁の断面係数 (mm³)

Aw_2 : 主桁のウェブ断面積 (mm²)

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\sigma = 2.14281 \times 10^7 / 2.24 \times 10^5$$

$$= 95.6611 \text{ N/mm}^2 = 96 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 7.7358 \times 10^4 / 1632$$

$$= 47.4007 \text{ N/mm}^2 = 48 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\sigma = 2.78479 \times 10^6 / 3.3 \times 10^4$$

$$= 84.3875 \text{ N/mm}^2 = 85 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 1.82012 \times 10^4 / 400$$

$$= 45.503 \text{ N/mm}^2 = 46 \text{ N/mm}^2$$

6.7.1.2-27

ハ. 縦補助桁

主桁によって支持された単純支持梁とし、荷重は平均荷重が菱形に作用したものととして、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・設備計画マニュアル編）」の式により計算を行う。

(イ) 発生荷重

平均荷重が菱形に作用したものととして、以下の式にて計算を行う

$$p_3 = q_1$$

ここで、

p_3 : 縦補助桁に加わる各区分の平均荷重

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$p = 0.34412 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$p = 0.34282 \text{ N/mm}^2$$

(ロ) 最大曲げモーメント・最大せん断力

発生応力を計算するにあたり、最大曲げモーメント及び最大せん断力を以下の式にて計算を行う。

$$M_{\max} = p \cdot a_3^3 / 12$$

$$S_{\max} = p \cdot a_3^2 / 4$$

ここで、

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

p : 縦補助桁に加わる扉体自重による荷重 (N)

a_3 : 縦補助桁の主桁間隔 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 390

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 200

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$M_{\max} = 0.34412 \times 390^3 / 12$$

$$= 1.70107 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$S_{\max} = 0.34412 \times 390^2 / 4$$

$$= 1.30851 \times 10^4 \text{ N}$$

6.7.1.2-28

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$M_{\max} = 0.34282 \times 200^3 / 12$$

$$= 2.28546 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$S_{\max} = 0.34282 \times 200^2 / 4$$

$$= 3.4282 \times 10^3 \text{ N}$$

(ハ) 断面係数及びウェブ断面積

縦補助桁の断面図を図 6.7.1.2-4 に示す。

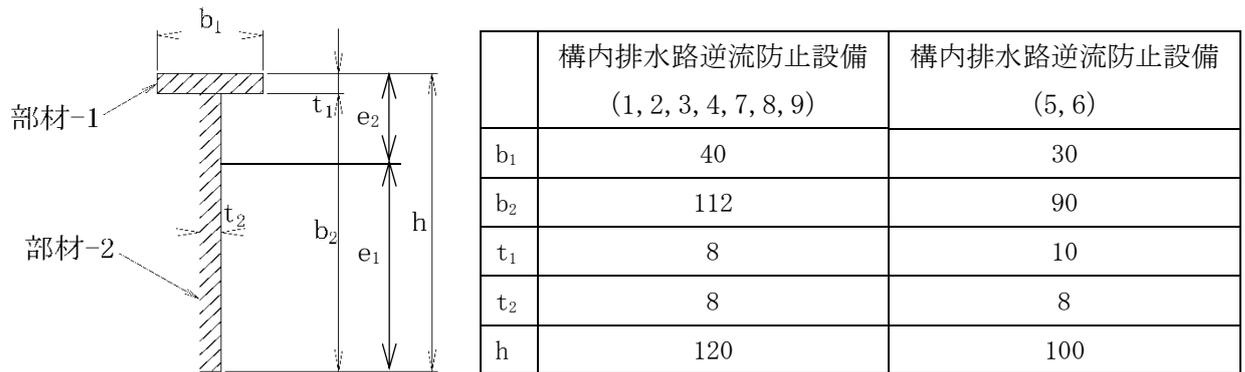


図 6.7.1.2-4 縦補助桁の断面図

機械工学便覧より，重心距離 e_1 (mm) 及び e_2 (mm) を次の式にて求める。

$$e_1 = h - (h^2 \cdot t_2 + t_1^2 (b_1 - t_2)) / (2(b_1 \cdot t_1 + b_2 \cdot t_2))$$

$$e_2 = h - e_1$$

以上により，

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$e_1 = 120 - (120^2 \times 8 + 8^2 (40 - 8)) / (2 \times (40 \times 8 + 112 \times 8))$$

$$= 71.7894 \text{ mm}$$

$$e_2 = 120 - 71.7894$$

$$= 48.2106 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$e_1 = 100 - (100^2 \times 8 + 10^2 (30 - 8)) / (2 \times (30 \times 10 + 90 \times 8))$$

$$= 59.7058 \text{ mm}$$

$$e_2 = 100 - 59.7058$$

$$= 40.2942 \text{ mm}$$

機械工学便覧より，縦補助桁の断面二次モーメントを以下の式にて計算を行う。

$$I = (t_2 \cdot e_1^3 + b_1 \cdot e_2^3 - (b_1 - t_2) (e_2 - t_1)^3) / 3$$

以上により，

6.7.1.2-29

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$I = (8 \times 71.7894^3 + 40 \times 48.2106^3 - (40 - 8)(48.2106 - 8)^3) / 3 \\ = 1.78716 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$I = (8 \times 59.7058^3 + 30 \times 40.2942^3 - (30 - 8)(40.2942 - 10)^3) / 3 \\ = 1.01789 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

縦補助桁の断面係数及びウェブ断面積を以下の式にて計算を行う。

$$Z_2 = I / e$$

$$Aw_2 = b_2 \cdot t_2$$

ここで,

I : 縦補助桁の断面二次モーメント (mm⁴)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	1.78716 × 10 ⁶
-----------------------------------	---------------------------

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	1.01789 × 10 ⁶
--------------------	---------------------------

e1 : 縦補助桁の重心位置 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	71.7894
-----------------------------------	---------

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	59.7058
--------------------	---------

b2 : 縦補助桁のウェブ幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$t_3 \text{ (主桁)} = 12 \text{ mm}$$

縦補助桁のウェブ幅は

$$h - t_3 \text{ (主桁)} - R = 120 - 12 - 20 = 88 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$h = 100 \text{ mm}$$

$$t_3 \text{ (主桁)} = 10 \text{ mm}$$

縦補助桁のウェブ幅は

$$h - t_3 \text{ (主桁)} - R = 100 - 10 - 20 = 70 \text{ mm}$$

t2 : 縦補助桁のウェブの厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	8
-----------------------------------	---

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	8
--------------------	---

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} Z_2 &= 1.78716 \times 10^6 / 71.7894 \\ &= 2.48944 \times 10^4 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{w2} &= 88 \times 8 \\ &= 704 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} Z_2 &= 1.01789 \times 10^6 / 59.7058 \\ &= 1.70484 \times 10^4 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{w2} &= 70 \times 8 \\ &= 560 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

(二) 発生応力

曲げ応力及びせん断応力について、以下の式にて計算を行う。

$$\sigma = M_{\max} / Z_3$$

$$\tau = S_{\max} / A_{w3}$$

ここで、

σ : 曲げ応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

Z_2 : 縦補助桁の断面係数 (mm³)

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} \sigma &= 1.70107 \times 10^6 / 2.48944 \times 10^4 \\ &= 68.3314 \text{ N/mm}^2 = 69 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau &= 1.30851 \times 10^4 / 704 \\ &= 18.5867 \text{ N/mm}^2 = 19 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} \sigma &= 2.28546 \times 10^5 / 1.70484 \times 10^4 \\ &= 13.2478 \text{ N/mm}^2 = 14 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau &= 3.4282 \times 10^3 / 560 \\ &= 6.12178 \text{ N/mm}^2 = 7 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

ニ. 戸当り部コンクリート

下部水圧が計算高に作用しているとして、支圧応力度及びせん断応力度を評価する。

(イ) 発生荷重

戸当り部コンクリートにかかる荷重を以下の式にて計算を行う。

$$q = q_1$$

ここで、

q : 下部作用圧力 (N/mm²)

q₁ : 津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.34412

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.34282

以上により

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$q = 0.34412 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$q = 0.34282 \text{ N/mm}^2$$

(ロ) 発生応力

コンクリート部にかかる支圧応力度及びせん断応力度について、以下の式にて計算を行う。

$$\sigma_{bk} = q \cdot A / (\pi \cdot D_r \cdot b_w)$$

$$\tau_c = \sigma_{bk} \cdot b_w / 2S$$

ここで、

σ_{bk} : コンクリート支圧応力度 (N/mm²)

τ_c : コンクリートのせん断応力度 (N/mm²)

q : 下部作用圧力 (N/mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.34412

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.34282

A : 支圧面積 (mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1.03868 × 10⁶

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 2.82743 × 10⁵

支圧面積について、以下の式にて計算を行う。

$$A = \pi \cdot D_r^2 / 4$$

ここで、

A : 支圧面積 (mm²)

D_r : 支圧板中心径 (mm)

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$A = \pi \times 1150^2 / 4 \\ = 1.03868 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$A = \pi \times 600^2 / 4 \\ = 2.82743 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

D_r : 支圧板中心径 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1150

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 600

bw : 支圧幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 50

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 50

受圧幅について, 以下の式にて計算を行う。

$$bw = t_0 + 2t_r$$

ここで,

bw : 支圧幅 (mm)

t_0 : 扉体支圧板有効幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 14

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 14

t_r : 支圧板の厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 18

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 18

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$bw = 14 + 2 \times 18$$

$$= 50 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$bw = 14 + 2 \times 18$$

$$= 50 \text{ mm}$$

S : 戸当り幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 120

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 120

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned}\sigma_{bk} &= 0.34282 \times 1.03868 \times 10^6 / (\pi \times 1150 \times 50) \\ &= 1.97119 \text{ N/mm}^2 = 1.98 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_c &= 1.97119 \times 50 / (2 \times 120) \\ &= 0.41066 \text{ N/mm}^2 = 0.42 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned}\sigma_{bk} &= 0.34282 \times 2.82743 \times 10^5 / (\pi \times 600 \times 50) \\ &= 1.02845 \text{ N/mm}^2 = 1.03 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_c &= 1.02845 \times 50 / (2 \times 120) \\ &= 0.21426 \text{ N/mm}^2 = 0.22 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

b-3. 敷地に遡上する津波時

敷地に遡上する津波時の応力算出に用いる記号については、添付書類「V-2-10-2-4 構内排水路逆流防止設備の耐震性についての計算書」にて示す記号を使用する。

(a) 荷重条件

イ. 遡上津波荷重

遡上津波荷重は、以下の式により計算を行う。

$$P_t = W_0 \cdot h$$

ここで、

P_t : 遡上津波荷重 (N/mm²)

W_0 : 水の単位体積重量 (N/mm³) 1.01 × 10⁻⁵

h : 水面から動水圧を算定する点までの水深 (mm)

水面から動水圧を算定する点までの水深は、以下の式により計算を行う。

$$h = 3H/2$$

ここで、

H : 水面から基礎地盤までの水深 (mm) 2.40 × 10⁴

以上により、

$$\begin{aligned} h &= 3 \times 2.40 \times 10^4 / 2 \\ &= 3.60 \times 10^4 \text{ mm} \end{aligned}$$

以上により、

$$\begin{aligned} P_t &= 1.01 \times 10^{-5} \times 3.60 \times 10^4 \\ &= 0.3636 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

(b) 各部の応力評価

イ. スキンプレート

4辺を固定支持された平板としてモデル化し、曲げ応力を算定する。

(イ) 発生荷重

発生荷重を以下の式にて計算を行う。

$$P = q_1 l$$

ここで、

P : スキンプレートに加わる単位面積当たりの荷重 (N/mm²)

q_1 : 津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

津波及び余震による分布荷重は、以下の式にて計算を行う。なお、基準津波時のため、余震による分布荷重は考慮しない。

$$q_1 = P_t$$

ここで,

$$P_t : \text{遡上津波荷重 (N/mm}^2\text{)} \quad 0.3636$$

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$q_1 = 0.3636 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$q_1 = 0.3636 \text{ N/mm}^2$$

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$P = 0.3636 \text{ N/mm}^2 = 3.636 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$P = 0.3636 \text{ N/mm}^2 = 3.636 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

(ロ) 発生応力

曲げ応力 (N/mm²)

$$\sigma = k \cdot a_1^2 \cdot P \cdot 10^{-6} \cdot \alpha_1 / (100 \cdot t_1^2)$$

ここで

σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

k : 辺長比 (b/a) による係数

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 44.88

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 45.50

ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき, 辺長比 b/a を求め係数が最も高い値とする。

$$\text{辺長比 (b/a)} = b_1/a_1$$

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\text{辺長比 (b/a)} = 575/390$$

$$= 1.474$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\text{辺長比 (b/a)} = 300/200$$

$$= 1.5$$

b_1 : スキンプレートの長辺 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 575 mm

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 300 mm

a_1 : スキンプレートの短辺 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	390 mm
=39 cm	
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	200 mm
=20 cm	

$\alpha 1$: スキンプレートの応力の補正係数

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	0.8
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	0.8

ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき、スキンプレートを支持する桁がフランジを有することから、そのフランジがスキンプレートの発生応力に及ぼす影響を考慮し補正係数を乗じるため、補正係数を求める。求め方については、ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき、辺長比 b/a を求め係数が最も低い値とする

$t1$: スキンプレートの板厚 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	16 mm=1.6 cm
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	9 mm=0.9 cm

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned}\sigma &= 44.88 \times 39^2 \times 3.636 \times 10^5 \times 10^{-6} \times 0.8 / (100 \times 1.6^2) \\ &= 71.6756 \text{ N/mm}^2 = 72 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned}\sigma &= 45.50 \times 20^2 \times 3.636 \times 10^5 \times 10^{-6} \times 0.8 / (100 \times 0.9^2) \\ &= 65.3582 \text{ N/mm}^2 = 66 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

ロ. 主桁

支圧板の設置位置を支点とする両端をピン支点の単純支持梁によりモデル化し計算を行う。

(イ) 発生荷重

2本の主桁で扉体にかかる荷重を負担するものとし、以下の式にて計算を行う。

$$W = q1 \cdot A1/2$$

ここで、

W : 主桁に加わる津波及び余震による荷重 (N)

q1 : 津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

A1 : 扉体面積 (mm²)

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$W = 0.3636 \times 8.99202 \times 10^5 / 2$$

$$= 1.63474 \times 10^5 \text{ N}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$W = 0.3636 \times 2.12371 \times 10^5 / 2$$

$$= 3.86090 \times 10^4 \text{ N}$$

(ロ) 最大曲げモーメント・最大せん断力

発生応力を計算するにあたり, 最大曲げモーメント及び最大せん断力を以下の式にて計算を行う。

$$M_{\max} = W \cdot (2L_0 - B) / 8$$

$$S_{\max} = W / 2$$

ここで,

M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{max} : 最大せん断力 (N)

W : 主桁に加わる扉体自重による荷重 (N)

L₀ : 主桁の支圧板中心間 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1089

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 566

B : 水密幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1070

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 520

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$M_{\max} = 1.63474 \times 10^5 \times (2 \times 1089 - 1070) / 8$$

$$= 2.26411 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$S_{\max} = 1.63474 \times 10^5 / 2$$

$$= 8.17370 \times 10^4 \text{ N}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$M_{\max} = 3.86090 \times 10^4 \times (2 \times 566 - 520) / 8$$

$$= 2.95358 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

6.7.1.2-38

$$S_{\max} = 3.86090 \times 10^4 / 2$$

$$= 1.93045 \times 10^4 \text{ N}$$

(ハ) 断面係数及びウェブ断面積

発生応力を計算するにあたり、主桁の断面係数及びウェブ断面積を以下の式にて計算を行う。

$$Z_2 = I / e$$

$$A_{w2} = b_2 \cdot t_2$$

ここで、

I : 主桁の断面二次モーメント (mm⁴)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	2.24 × 10 ⁷
-----------------------------------	------------------------

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	1.65 × 10 ⁶
--------------------	------------------------

e : 主桁の重心位置 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	100
-----------------------------------	-----

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	50
--------------------	----

b₂ : 主桁のウェブ幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$b_2 = 176 \text{ mm}$$

主桁のウェブ幅は

$$b_2 - 2 \cdot R = 176 - 2 \times 20 = 136 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$b_2 = 80 \text{ mm}$$

主桁のウェブ幅は

$$b_2 - 2 \cdot R = 80 - 2 \times 20 = 40 \text{ mm}$$

t₂ : 主桁ウェブの厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	12
-----------------------------------	----

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	10
--------------------	----

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$Z_2 = 2.24 \times 10^7 / 100$$

$$= 2.24 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

$$A_{w2} = 136 \times 12$$

$$= 1632 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$Z_2 = 1.65 \times 10^6 / 50$$

$$= 3.3 \times 10^4 \text{ mm}^3$$

$$A_{w2} = 40 \times 10$$

$$= 400 \text{ mm}^2$$

(二) 発生応力

曲げ応力及びせん断応力について、以下の式にて計算を行う。

$$\sigma = M_{\max} / Z_2$$

$$\tau = S_{\max} / A_{w2}$$

ここで、

σ : 曲げ応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

Z_2 : 主桁の断面係数 (mm³)

A_{w2} : 主桁のウェブ断面積 (mm²)

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\sigma = 2.26411 \times 10^7 / 2.24 \times 10^5$$

$$= 101.076 \text{ N/mm}^2 = 102 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 8.17370 \times 10^4 / 1632$$

$$= 50.0839 \text{ N/mm}^2 = 51 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\sigma = 2.95358 \times 10^6 / 3.3 \times 10^4$$

$$= 89.5024 \text{ N/mm}^2 = 90 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 1.93045 \times 10^4 / 400$$

$$= 48.2612 \text{ N/mm}^2 = 49 \text{ N/mm}^2$$

ハ. 縦補助桁

主桁によって支持された単純支持梁とし、荷重は平均荷重が菱形に作用したも
のとして、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・設備計画マニュアル
編）」の式により計算を行う。

6.7.1.2-40

(イ) 発生荷重

平均荷重が菱形に作用したものととして、以下の式にて計算を行う

$$p_3 = q_1$$

ここで、

p_3 : 縦補助桁に加わる各区分の平均荷重

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$p = 0.3636 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$p = 0.3636 \text{ N/mm}^2$$

(ロ) 最大曲げモーメント・最大せん断力

発生応力を計算するにあたり、最大曲げモーメント及び最大せん断力を以下の式にて計算を行う。

$$M_{\max} = p \cdot a_3^3 / 12$$

$$S_{\max} = p \cdot a_3^2 / 4$$

ここで、

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

p : 縦補助桁に加わる扉体自重による荷重 (N)

a_3 : 縦補助桁の主桁間隔 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 390

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 200

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 0.3636 \times 390^3 / 12 \\ &= 1.79736 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{\max} &= 0.3636 \times 390^2 / 4 \\ &= 1.38258 \times 10^4 \text{ N} \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 0.3636 \times 200^3 / 12 \\ &= 2.424 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{\max} &= 0.3636 \times 200^2 / 4 \\ &= 3.636 \times 10^3 \text{ N} \end{aligned}$$

(ハ) 断面係数及びウェブ断面積

縦補助桁の断面図を図 6.7.1.2-5 に示す。

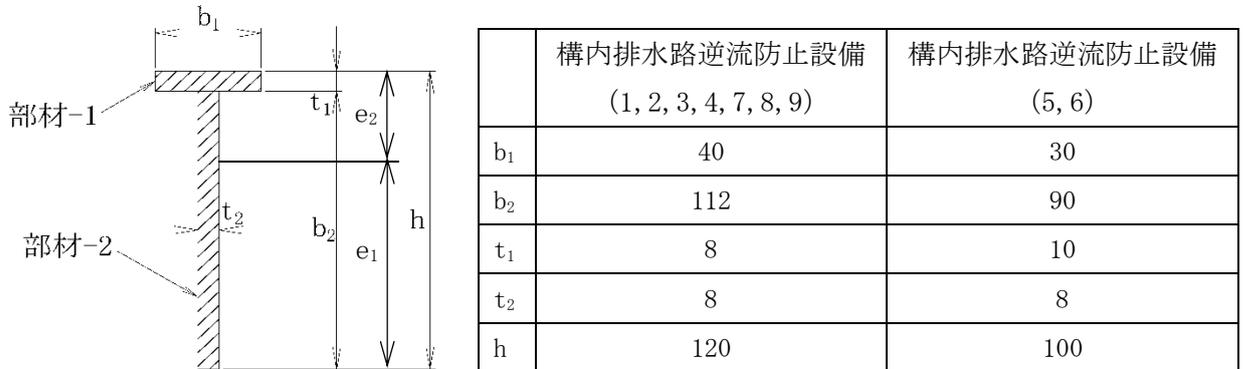


図 6.7.1.2-5 縦補助桁の断面図

機械工学便覧より，重心距離 e_1 (mm) 及び e_2 (mm) を次の式にて求める。

$$e_1 = h - (h^2 \cdot t_2 + t_1^2 (b_1 - t_2)) / (2(b_1 \cdot t_1 + b_2 \cdot t_2))$$

$$e_2 = h - e_1$$

以上により，

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$e_1 = 120 - (120^2 \times 8 + 8^2 (40 - 8)) / (2 \times (40 \times 8 + 112 \times 8))$$

$$= 71.7894 \text{ mm}$$

$$e_2 = 120 - 71.7894$$

$$= 48.2106 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$e_1 = 100 - (100^2 \times 8 + 10^2 (30 - 8)) / (2 \times (30 \times 10 + 90 \times 8))$$

$$= 59.7058 \text{ mm}$$

$$e_2 = 100 - 59.7058$$

$$= 40.2942 \text{ mm}$$

機械工学便覧より，縦補助桁の断面二次モーメントを以下の式にて計算を行う。

$$I = (t_2 \cdot e_1^3 + b_1 \cdot e_2^3 - (b_1 - t_2) (e_2 - t_1)^3) / 3$$

以上により，

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$I = (8 \times 71.7894^3 + 40 \times 48.2106^3 - (40 - 8) (48.2106 - 8)^3) / 3$$

$$= 1.78716 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$I = (8 \times 59.7058^3 + 30 \times 40.2942^3 - (30 - 8) (40.2942 - 10)^3) / 3$$

$$= 1.01789 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

縦補助桁の断面係数及びウェブ断面積を以下の式にて計算を行う。

$$Z_2 = I/e$$

$$Aw_2 = b_2 \cdot t_2$$

ここで、

I : 縦補助桁の断面二次モーメント (mm⁴)

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)} \quad 1.78716 \times 10^6$$

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (5, 6)} \quad 1.01789 \times 10^6$$

e1 : 縦補助桁の重心位置 (mm)

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)} \quad 71.7894$$

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (5, 6)} \quad 59.7058$$

b2 : 縦補助桁のウェブ幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$t_3 \text{ (主桁)} = 12 \text{ mm}$$

縦補助桁のウェブ幅は

$$h - t_3 \text{ (主桁)} - R = 120 - 12 - 20 = 88 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$h = 100 \text{ mm}$$

$$t_3 \text{ (主桁)} = 10 \text{ mm}$$

縦補助桁のウェブ幅は

$$h - t_3 \text{ (主桁)} - R = 100 - 10 - 20 = 70 \text{ mm}$$

t2 : 縦補助桁のウェブの厚さ (mm)

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)} \quad 8$$

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (5, 6)} \quad 8$$

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$Z_2 = 1.78716 \times 10^6 / 71.7894$$

$$= 2.48944 \times 10^4 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 88 \times 8$$

$$= 704 \text{ mm}^2$$

6.7.1.2-43

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$Z_2 = 1.01789 \times 10^6 / 59.7058$$

$$= 1.70484 \times 10^4 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 70 \times 8$$

$$= 560 \text{ mm}^2$$

(二) 発生応力

曲げ応力及びせん断応力について、以下の式にて計算を行う。

$$\sigma = M_{\max} / Z_3$$

$$\tau = S_{\max} / Aw_3$$

ここで、

σ : 曲げ応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

Z_2 : 縦補助桁の断面係数 (mm³)

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\sigma = 1.79736 \times 10^6 / 2.48944 \times 10^4$$

$$= 72.1993 \text{ N/mm}^2 = 73 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 1.38258 \times 10^4 / 704$$

$$= 19.6389 \text{ N/mm}^2 = 20 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\sigma = 2.424 \times 10^5 / 1.70484 \times 10^4$$

$$= 14.2183 \text{ N/mm}^2 = 15 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 3.636 \times 10^3 / 560$$

$$= 6.49285 \text{ N/mm}^2 = 7 \text{ N/mm}^2$$

ニ. 戸当り部コンクリート

下部水圧が計算高に作用しているとして、支圧応力度及びせん断応力度を評価する。

(イ) 発生荷重

戸当り部コンクリートにかかる荷重を以下の式にて計算を行う。

$$q = q_1 l$$

ここで、

6.7.1.2-44

q : 下部作用圧力 (N/mm²)

q1 : 津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.3636

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.3636

以上により

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$q=0.3636 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$q=0.3636 \text{ N/mm}^2$$

(ロ) 発生応力

コンクリート部にかかる支圧応力度及びせん断応力度について、以下の式にて計算を行う。

$$\sigma_{bk} = q \cdot A / (\pi \cdot D_r \cdot b_w)$$

$$\tau_c = \sigma_{bk} \cdot b_w / 2S$$

ここで、

σ_{bk} : コンクリート支圧応力度 (N/mm²)

τ_c : コンクリートのせん断応力度 (N/mm²)

q : 下部作用圧力 (N/mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.3636

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.3636

A : 支圧面積 (mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1.03868×10^6

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 2.82743×10^5

支圧面積について、以下の式にて計算を行う。

$$A = \pi \cdot D_r^2 / 4$$

ここで、

A : 支圧面積 (mm²)

D_r : 支圧板中心径 (mm)

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$A = \pi \times 1150^2 / 4$$

$$= 1.03868 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$A = \pi \times 600^2 / 4$$

6.7.1.2-45

$$=2.82743 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

D_r : 支圧板中心径 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	1150
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	600

bw : 支圧幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	50
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	50

受圧幅について、以下の式にて計算を行う。

$$bw = t_0 + 2t_r$$

ここで、

bw : 支圧幅 (mm)

t_0 : 扉体支圧板有効幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	14
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	14

t_r : 支圧板の厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	18
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	18

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$bw = 14 + 2 \times 18$$

$$= 50 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$bw = 14 + 2 \times 18$$

$$= 50 \text{ mm}$$

S : 戸当り幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	120
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	120

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\sigma_{bk} = 0.3636 \times 1.03868 \times 10^6 / (\pi \times 1150 \times 50)$$

$$= 2.09068 \text{ N/mm}^2 = 2.10 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_c = 2.09068 \times 50 / (2 \times 120)$$

$$= 0.43555 \text{ N/mm}^2 = 0.44 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\sigma_{bk} = 0.3636 \times 2.82743 \times 10^5 / (\pi \times 600 \times 50)$$

$$\begin{aligned} &= 1.09079 \text{ N/mm}^2 = 1.10 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_c &= 1.09079 \times 50 / (2 \times 120) \\ &= 0.22724 \text{ N/mm}^2 = 0.23 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

6.7.1.2-47

b-4. 敷地に遡上する津波+S_d地震時

敷地に遡上する津波+S_d地震時の応力算出に用いる記号については、添付書類「V-2-10-2-4 構内排水路逆流防止設備の耐震性についての計算書」にて示す記号を使用する。

(a) 荷重条件

イ. 遡上津波荷重

遡上津波荷重は、以下の式により計算を行う。

$$P_t = W_0 \cdot h$$

ここで、

P_t : 遡上津波荷重 (N/mm²)

W_0 : 水の単位体積重量 (N/mm³) 1.01 × 10⁻⁵

h : 水面から動水圧を算定する点までの水深 (mm)

水面から動水圧を算定する点までの水深は、以下の式により計算を行う。

$$h = 3H/2$$

ここで、

H : 水面から基礎地盤までの水深 (mm) 2.4 × 10⁴

以上により、

$$\begin{aligned} h &= 3 \times 2.4 \times 10^4 / 2 \\ &= 3.60 \times 10^4 \text{ mm} \end{aligned}$$

以上により、

$$\begin{aligned} P_t &= 1.01 \times 10^{-5} \times 3.60 \times 10^4 \\ &= 0.3636 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

ロ. 余震による地震荷重

余震荷重は、添付書類「V-3-別添 3-1 津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、弾性設計用地震動 S_d-D1 に伴う地震力（動水圧含む。）とする。

「a. (b) 固有値解析結果」に示したとおり、構内排水路逆流防止設備の固有周期が 0.05s 以下であることを確認したため、設計震度は添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に示す防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）及び防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）における設置床の最大応答加速度を考慮して設定する。構内排水路逆流防止設備の計算に用いる設計震度を表 6.7.1.2-2 に示す。

表 6.7.1.2-2 余震による設計震度

設備名称	地震動	設置場所及び床面高さ (EL. m)	余震による設計震度*1	
構内排水路逆流防止設備 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9	弾性設計用 地震動 S _d -D1	出口側集水枡 EL. 1.14~5.40 (管底高さ)	水平方向K _{HSd}	0.45
		(EL. 5.550*2)	鉛直方向K _{VSD}	0.23
出口側集水枡 1.350 (管底高さ)		水平方向K _{HSd}	0.44	
(EL. 1.8*3)		鉛直方向K _{VSD}	0.27	
構内排水路逆流防止設備 5, 6				

注記 *1: 「(b) 固有値解析結果」より、構内排水路逆流防止設備の固有周期が0.05s以下であることを確認したため、設置床の最大応答加速度の1.2倍を考慮した設計震度を設定した。

*2: 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）における基準床レベルを示す。

*3: 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）における基準床レベルを示す。

(イ) 余震による地震力

余震時の扉体自重による慣性力を考慮する。

$$I_{HSd} = G \cdot K_{HSd}$$

$$I_{VSD} = G \cdot K_{VSD}$$

ここで、

I_{HSd}: 余震による水平方向地震荷重 (N)

I_{VSD}: 余震による鉛直方向地震荷重 (N)

G: 扉体の自重 (N)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 3.5×10³

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 981

K_{HSd}: 余震による水平方向の設計震度

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.45

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.44

K_{VSD}: 余震による鉛直方向の設計震度

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.23

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.27

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$I_{HSd} = 3.5 \times 10^3 \times 0.45 \\ = 1575 \text{ N}$$

$$I_{VSd} = 3.5 \times 10^3 \times 0.23 \\ = 805 \text{ N}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$I_{HSd} = 981 \times 0.44 \\ = 431.64 \text{ N}$$

$$I_{VSd} = 981 \times 0.27 \\ = 264.87 \text{ N}$$

(ロ) 余震による動水圧

余震による動水圧について、以下の式にて計算を行う。

$$P_d = 7 \cdot W_0 \cdot K_{HSd} \cdot \sqrt{(H \cdot h)} / 8$$

ここで、

P_d : 余震による動水圧 (N/mm²)

W_0 : 水の単位体積重量 (N/mm³) 1.01 × 10⁻⁵

K_{HSd} : 余震による水平方向の設計震度

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.45

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.44

h : 水面から動水圧を算定する点までの水深 (mm) 2.4 × 10⁴

H : 水面から基礎地盤までの水深 (mm) 2.4 × 10⁴

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$P_d = 7 \times 1.01 \times 10^{-5} \times 0.45 \times \sqrt{(2.4 \times 10^4 \times 2.4 \times 10^4)} / 8 \\ = 9.54450 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$P_d = 7 \times 1.01 \times 10^{-5} \times 0.44 \times \sqrt{(2.4 \times 10^4 \times 2.4 \times 10^4)} / 8 \\ = 9.33240 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^2$$

(b) 各部の応力評価

イ. スキンプレート

4辺を固定支持された平板としてモデル化し、曲げ応力を算定する。

(イ) 発生荷重

発生荷重を以下の式にて計算を行う。

6.7.1.2-50

$$P = q_1$$

ここで、

P : スキンプレートに加わる単位面積当たりの荷重 (N/mm²)

q₁ : 津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

津波及び余震による分布荷重は、以下の式にて計算を行う。

$$q_1 = P_t + i_{HSd} + P_d$$

ここで、

P_t : 遡上津波荷重 (N/mm²) 0.3636

i_{HSd} : 余震による単位面積当たりの水平方向地震荷重 (N/mm²)

余震による単位面積当たりの水平方向地震荷重は、以下の式にて計算を行う。

$$i_{HSd} = I_{HSd} / A_1$$

ここで、

I_{HSd} : 余震による水平方向地震荷重 (N)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1575

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 431.64

A₁ : 扉体面積 (mm²)

扉体面積は、以下の式にて計算を行う。

$$A_1 = \pi \cdot B^2 / 4$$

ここで、

B : 扉体の水密幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1070

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 520

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$A_1 = \pi \times 1070^2 / 4$$

$$= 8.99202 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$A_1 = \pi \times 520^2 / 4$$

$$= 2.12371 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$i_{HSd} = 1575 / 8.99202 \times 10^5$$

$$= 1.75155 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

6.7.1.2-51

$$i_{HSd} = 431.64 / 2.12371 \times 10^5$$

$$= 2.03248 \times 10^{-3} \text{ mm}^2$$

Pd : 余震による動水圧 (N/mm²)

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)} \quad 9.54450 \times 10^{-2}$$

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (5, 6)} \quad 9.33240 \times 10^{-2}$$

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$q1 = 0.3636 + 1.75155 \times 10^{-3} + 9.54450 \times 10^{-2}$$

$$= 0.46079 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$q1 = 0.3636 + 2.03248 \times 10^{-3} + 9.33240 \times 10^{-2}$$

$$= 0.45895 \text{ N/mm}^2$$

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$P = 0.46079 \text{ N/mm}^2 = 4.6079 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$P = 0.45895 \text{ N/mm}^2 = 4.5895 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

(ロ) 発生応力

曲げ応力 (N/mm²)

$$\sigma = k \cdot a_1^2 \cdot P \cdot 10^{-6} \cdot \alpha_1 / (100 \cdot t_1^2)$$

ここで

σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

k : 辺長比 (b/a) による係数

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)} \quad 44.88$$

$$\text{構内排水路逆流防止設備 (5, 6)} \quad 45.50$$

ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき, 辺長比 b/a を求め係数が最も高い値とする。

$$\text{辺長比 (b/a)} = b1/a1$$

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\text{辺長比 (b/a)} = 575/390$$

$$= 1.474$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\text{辺長比 (b/a)} = 300/200$$

6.7.1.2-52

$$= 1.5$$

b1 : スキンプレートの長辺 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 575 mm

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 300 mm

a1 : スキンプレートの短辺 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 390 mm

= 39 cm

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 200 mm

= 20 cm

$\alpha 1$: スキンプレートの応力の補正係数

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.8

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.8

ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき、スキンプレートを支持する桁がフランジを有することから、そのフランジがスキンプレートの発生応力に及ぼす影響を考慮し補正係数を乗じるため、補正係数を求める。求め方については、ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・設備計画マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会 平成 28 年 3 月) に基づき、辺長比 b/a を求め係数が最も低い値とする

t1 : スキンプレートの板厚 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 16 mm = 1.6 cm

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 9 mm = 0.9 cm

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\sigma = 44.88 \times 39^2 \times 4.6079 \times 10^5 \times 10^{-6} \times 0.8 / (100 \times 1.6^2)$$

$$= 98.2958 \text{ N/mm}^2 = 99 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\sigma = 45.50 \times 20^2 \times 4.5895 \times 10^5 \times 10^{-6} \times 0.8 / (100 \times 0.9^2)$$

$$= 82.4979 \text{ N/mm}^2 = 83 \text{ N/mm}^2$$

ロ. 主桁

支圧板の設置位置を支点とする両端をピン支点の単純支持梁によりモデル化し計算を行う。

(イ) 発生荷重

2本の主桁で扉体にかかる荷重を負担するものとし、以下の式にて計算を行う。

$$W = q_1 \cdot A_1 / 2$$

ここで、

W：主桁に加わる津波及び余震による荷重 (N)

q₁：津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

A₁：扉体面積 (mm²)

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} W &= 0.46079 \times 8.99202 \times 10^5 / 2 \\ &= 2.07171 \times 10^5 \text{ N} \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} W &= 0.45895 \times 2.12371 \times 10^5 / 2 \\ &= 4.87338 \times 10^4 \text{ N} \end{aligned}$$

(ロ) 最大曲げモーメント・最大せん断力

発生応力を計算するにあたり、最大曲げモーメント及び最大せん断力を以下の式にて計算を行う。

$$M_{\max} = W \cdot (2L_0 - B) / 8$$

$$S_{\max} = W / 2$$

ここで、

M_{max}：最大曲げモーメント (N・mm)

S_{max}：最大せん断力 (N)

W：主桁に加わる扉体自重による荷重 (N)

L₀：主桁の支圧板中心間 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1089

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 566

B：水密幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1070

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 520

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 2.07171 \times 10^5 \times (2 \times 1089 - 1070) / 8 \\ &= 2.86931 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

$$S_{\max} = 2.07171 \times 10^5 / 2$$

$$= 1.03585 \times 10^5 \text{ N}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$M_{\max} = 4.87338 \times 10^4 \times (2 \times 566 - 520) / 8$$

$$= 3.72813 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$S_{\max} = 4.87338 \times 10^4 / 2$$

$$= 2.43669 \times 10^4 \text{ N}$$

(ハ) 断面係数及びウェブ断面積

発生応力を計算するにあたり、主桁の断面係数及びウェブ断面積を以下の式にて計算を行う。

$$Z_2 = I / e$$

$$A_{w2} = b_2 \cdot t_2$$

ここで、

I : 主桁の断面二次モーメント (mm⁴)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	2.24 × 10 ⁷
-----------------------------------	------------------------

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	1.65 × 10 ⁶
--------------------	------------------------

e : 主桁の重心位置 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	100
-----------------------------------	-----

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	50
--------------------	----

b₂ : 主桁のウェブ幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$b_2 = 176 \text{ mm}$$

主桁のウェブ幅は

$$b_2 - 2 \cdot R = 176 - 2 \times 20 = 136 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$b_2 = 80 \text{ mm}$$

主桁のウェブ幅は

$$b_2 - 2 \cdot R = 80 - 2 \times 20 = 40 \text{ mm}$$

t₂ : 主桁ウェブの厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	12
-----------------------------------	----

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	10
--------------------	----

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$Z_2 = 2.24 \times 10^7 / 100$$

$$= 2.24 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 136 \times 12$$

$$= 1632 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$Z_2 = 1.65 \times 10^6 / 50$$

$$= 3.3 \times 10^4 \text{ mm}^3$$

$$Aw_2 = 40 \times 10$$

$$= 400 \text{ mm}^2$$

(二) 発生応力

曲げ応力及びせん断応力について, 以下の式にて計算を行う。

$$\sigma = M_{\max} / Z_2$$

$$\tau = S_{\max} / Aw_2$$

ここで,

σ : 曲げ応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

Z_2 : 主桁の断面係数 (mm³)

Aw_2 : 主桁のウェブ断面積 (mm²)

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\sigma = 2.86931 \times 10^7 / 2.24 \times 10^5$$

$$= 128.094 \text{ N/mm}^2 = 129 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 1.03585 \times 10^5 / 1632$$

$$= 63.4712 \text{ N/mm}^2 = 64 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\sigma = 3.72813 \times 10^6 / 3.3 \times 10^4$$

$$= 112.973 \text{ N/mm}^2 = 113 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 2.43669 \times 10^4 / 400$$

$$= 60.9172 \text{ N/mm}^2 = 61 \text{ N/mm}^2$$

ハ. 縦補助桁

主桁によって支持された単純支持梁とし、荷重は平均荷重が菱形に作用したものととして、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・設備計画マニュアル編）」の式により計算を行う。

(イ) 発生荷重

平均荷重が菱形に作用したものととして、以下の式にて計算を行う

$$p_3 = q_1$$

ここで、

p_3 : 縦補助桁に加わる各区分の平均荷重

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$p = 0.46079 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$p = 0.45895 \text{ N/mm}^2$$

(ロ) 最大曲げモーメント・最大せん断力

発生応力を計算するにあたり、最大曲げモーメント及び最大せん断力を以下の式にて計算を行う。

$$M_{\max} = p \cdot a_3^3 / 12$$

$$S_{\max} = p \cdot a_3^2 / 4$$

ここで、

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

p : 縦補助桁に加わる扉体自重による荷重 (N)

a_3 : 縦補助桁の主桁間隔 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 390

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 200

以上より、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 0.46079 \times 390^3 / 12 \\ &= 2.27780 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{\max} &= 0.46079 \times 390^2 / 4 \\ &= 1.75215 \times 10^4 \text{ N} \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$M_{\max} = 0.45895 \times 200^3 / 12$$

$$= 3.05966 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$S_{\max} = 0.45895 \times 200^2 / 4$$

$$= 4.58950 \times 10^3 \text{ N}$$

(ハ) 断面係数及びウェブ断面積

縦補助桁の断面図を図 6.7.1.2-6 に示す。

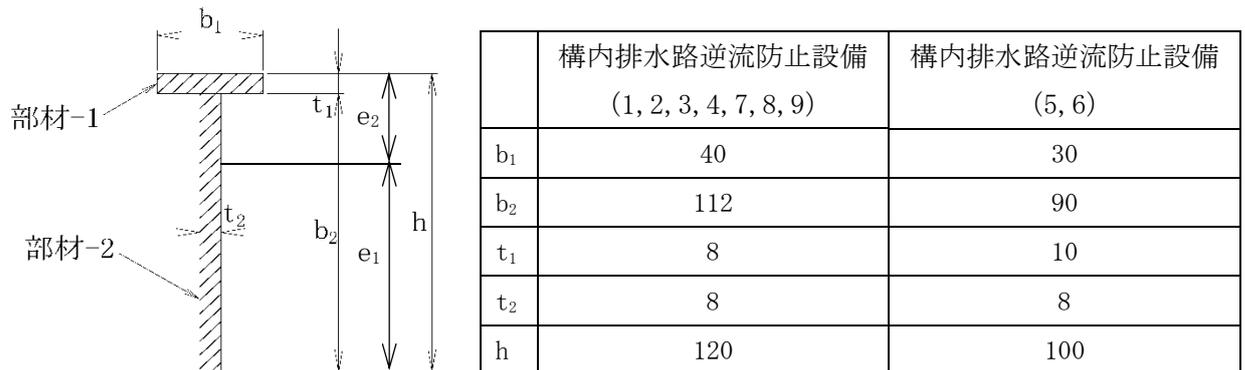


図 6.7.1.2-6 縦補助桁の断面図

機械工学便覧より，重心距離 e_1 (mm) 及び e_2 (mm) を次の式にて求める。

$$e_1 = h - (h^2 \cdot t_2 + t_1^2 (b_1 - t_2)) / (2(b_1 \cdot t_1 + b_2 \cdot t_2))$$

$$e_2 = h - e_1$$

以上により，

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$e_1 = 120 - (120^2 \times 8 + 8^2 (40 - 8)) / (2 \times (40 \times 8 + 112 \times 8))$$

$$= 71.7894 \text{ mm}$$

$$e_2 = 120 - 71.7894$$

$$= 48.2106 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$e_1 = 100 - (100^2 \times 8 + 10^2 (30 - 8)) / (2 \times (30 \times 10 + 90 \times 8))$$

$$= 59.7058 \text{ mm}$$

$$e_2 = 100 - 59.7058$$

$$= 40.2942 \text{ mm}$$

機械工学便覧より，縦補助桁の断面二次モーメントを以下の式にて計算を行う。

$$I = (t_2 \cdot e_1^3 + b_1 \cdot e_2^3 - (b_1 - t_2) (e_2 - t_1)^3) / 3$$

以上により，

6.7.1.2-58

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$I = (8 \times 71.7894^3 + 40 \times 48.2106^3 - (40 - 8)(48.2106 - 8)^3) / 3 \\ = 1.78716 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$I = (8 \times 59.7058^3 + 30 \times 40.2942^3 - (30 - 8)(40.2942 - 10)^3) / 3 \\ = 1.01789 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

縦補助桁の断面係数及びウェブ断面積を以下の式にて計算を行う。

$$Z_2 = I / e$$

$$Aw_2 = b_2 \cdot t_2$$

ここで,

I : 縦補助桁の断面二次モーメント (mm⁴)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	1.78716 × 10 ⁶
-----------------------------------	---------------------------

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	1.01789 × 10 ⁶
--------------------	---------------------------

e1 : 縦補助桁の重心位置 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	71.7894
-----------------------------------	---------

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	59.7058
--------------------	---------

b2 : 縦補助桁のウェブ幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$t_3 \text{ (主桁)} = 12 \text{ mm}$$

縦補助桁のウェブ幅は

$$h - t_3 \text{ (主桁)} - R = 120 - 12 - 20 = 88 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

スカラップを考慮する。

$$R = 20 \text{ mm}$$

$$h = 100 \text{ mm}$$

$$t_3 \text{ (主桁)} = 10 \text{ mm}$$

縦補助桁のウェブ幅は

$$h - t_3 \text{ (主桁)} - R = 100 - 10 - 20 = 70 \text{ mm}$$

t2 : 縦補助桁のウェブの厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	8
-----------------------------------	---

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	8
--------------------	---

以上により,

6.7.1.2-59

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} Z_2 &= 1.78716 \times 10^6 / 71.7894 \\ &= 2.48944 \times 10^4 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{w2} &= 88 \times 8 \\ &= 704 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} Z_2 &= 1.01789 \times 10^6 / 59.7058 \\ &= 1.70484 \times 10^4 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{w2} &= 70 \times 8 \\ &= 560 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

(二) 発生応力

曲げ応力及びせん断応力について、以下の式にて計算を行う。

$$\sigma = M_{\max} / Z_3$$

$$\tau = S_{\max} / A_{w3}$$

ここで、

σ : 曲げ応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

Z_2 : 縦補助桁の断面係数 (mm³)

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} \sigma &= 2.27780 \times 10^6 / 2.48944 \times 10^4 \\ &= 91.4984 \text{ N/mm}^2 = 92 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau &= 1.75215 \times 10^4 / 704 \\ &= 24.8884 \text{ N/mm}^2 = 25 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} \sigma &= 3.05966 \times 10^5 / 1.70484 \times 10^4 \\ &= 17.9469 \text{ N/mm}^2 = 18 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau &= 4.58950 \times 10^3 / 560 \\ &= 8.19553 \text{ N/mm}^2 = 9 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

ニ. 戸当り部コンクリート

下部水圧が計算高に作用しているとして、支圧応力度及びせん断応力度を評価する。

(イ) 発生荷重

戸当り部コンクリートにかかる荷重を以下の式にて計算を行う。

$$q = q_1$$

ここで、

q : 下部作用圧力 (N/mm²)

q₁ : 津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.46079

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.45895

以上により

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$q = 0.46079 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$q = 0.45895 \text{ N/mm}^2$$

(ロ) 発生応力

コンクリート部にかかる支圧応力度及びせん断応力度について、以下の式にて計算を行う。

$$\sigma_{bk} = q \cdot A / (\pi \cdot D_r \cdot b_w)$$

$$\tau_c = \sigma_{bk} \cdot b_w / 2S$$

ここで、

σ_{bk} : コンクリート支圧応力度 (N/mm²)

τ_c : コンクリートのせん断応力度 (N/mm²)

q : 下部作用圧力 (N/mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 0.46079

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 0.45895

A : 支圧面積 (荷重の作用面積) (mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1.03868×10^6

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 2.82743×10^5

支圧面積について、以下の式にて計算を行う。

$$A = \pi \cdot D_r^2 / 4$$

ここで、

A : 支圧面積 (mm²)

D_r : 支圧板中心径 (mm)

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$A = \pi \times 1150^2 / 4 \\ = 1.03868 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$A = \pi \times 600^2 / 4 \\ = 2.82743 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

D_r : 支圧板中心径 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1150

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 600

bw : 支圧幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 50

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 50

受圧幅について, 以下の式にて計算を行う。

$$bw = t_0 + 2t_r$$

ここで,

bw : 支圧幅 (mm)

t_0 : 扉体支圧板有効幅 (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 14

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 14

t_r : 支圧板の厚さ (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 18

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 18

以上より,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$bw = 14 + 2 \times 18$$

$$= 50 \text{ mm}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$bw = 14 + 2 \times 18$$

$$= 50 \text{ mm}$$

S : 戸当り幅 (荷重によるコンクリートの支圧幅) (mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 120

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 120

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

6.7.1.2-62

$$\begin{aligned}\sigma_{bk} &= 0.46079 \times 1.03868 \times 10^6 / (\pi \times 1150 \times 50) \\ &= 2.64951 \text{ N/mm}^2 = 2.65 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_c &= 2.64951 \times 50 / (2 \times 120) \\ &= 0.55198 \text{ N/mm}^2 = 0.56 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned}\sigma_{bk} &= 0.45895 \times 2.82743 \times 10^5 / (\pi \times 600 \times 50) \\ &= 1.37684 \text{ N/mm}^2 = 1.38 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_c &= 1.37684 \times 50 / (2 \times 120) \\ &= 0.28684 \text{ N/mm}^2 = 0.29 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

c. 許容応力

許容応力は「ダム・堰施設技術基準（案）」に基づき、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基準津波時及び基準津波+S_d地震時は1.5倍、敷地に遡上する津波時及び敷地に遡上する津波+S_d地震時は1.9倍の割増を考慮する。各部材の許容応力度を表6.7.1.2-3に示す。

表 6.7.1.2-3 各部材の許容応力度

評価部位	材料	σ_{ab}^* (N/mm ²)	σ_{at}^* (N/mm ²)	τ_a^* (N/mm ²)	σ_{as}^* (N/mm ²)
スキンプレート	SUS316L	90	—	—	—
主桁	SUS316L	90	—	50	—
縦補助桁	SUS316L	90	—	50	—
ヒンジ (扉体部側)	SUS316L	—	90	50	—
ヒンジ (固定部側)	SUS316L	90	—	50	—
吊りピン	SUS316L	90	—	50	—
戸当り (コンクリート)	無筋コンクリート	—	—	0.40	5.9

注記 * : σ_{ab} : 許容曲げ応力度, σ_{at} : 許容引張応力度, τ_a : 許容せん断応力度, σ_{as} : 許容支圧応力度を示す。

c-1. 基準津波時, 基準津波+S_d地震時

イ. スキンプレート

(イ) 曲げ

$$1.5 \sigma_{ab} = 1.5 \times 90 \\ = 135 \text{ N/mm}^2$$

ロ. 主桁

(イ) 曲げ

主桁に用いる構造用鋼材の許容曲げ圧縮応力度は、「ダム・堰施設技術基準（案）」に基づき、許容曲げ応力度横倒れ座屈に対する配慮として許容応力の低減を考慮し、以下の式にて計算を行う。

$$L/b \leq 10/K : 1.5 \sigma_{ab} \cdots \text{式①}$$

$$L/b > 10/K : (\sigma_{ab} - 0.7(K \cdot L/b - 10)) \times 1.5 \cdots \text{式②}$$

ここで、

6.7.1.2-64

L : 圧縮フランジの固定間隔(mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1089

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 566

b : 圧縮フランジ幅(mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 80

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 30

K : 座屈を求めるにあたる係数

座屈を求めるにあたる係数 K を以下の式にて計算を行う。

$$K = \sqrt{3 + (A_w / 2A_c)}$$

ここで,

A_w : 腹板の総断面積(mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 2112

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 800

A_c : 圧縮フランジの総断面積(mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 960

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 300

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$K = \sqrt{3 + 2112 / (2 \times 960)}$$

$$= 2.02484$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$K = \sqrt{3 + 800 / (2 \times 300)}$$

$$= 2.08166$$

L/b の値

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$L/b = 1089 / 80$$

$$= 13.6125$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$L/b = 566 / 30$$

$$= 18.8666$$

10/K の値

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$10/K = 10 / 2.02484$$

$$= 4.93866$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$10/K = 10 / 2.08166$$

6.7.1.2-65

$$=4.80385$$

以上により、 $L/b > 10/K$ であることから、式②による計算を行う。

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} (\sigma_{ab} - 0.7(K \cdot L/b - 10)) \times 1.5 &= (90 - 0.7(2.02484 \times 13.6125 - 10)) \times 1.5 \\ &= 116.558 \text{ N/mm}^2 = 116 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} (\sigma_{ab} - 0.7(K \cdot L/b - 10)) \times 1.5 &= (90 - 0.7(2.08166 \times 18.8666 - 10)) \times 1.5 \\ &= 104.262 \text{ N/mm}^2 = 104 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

(ロ) せん断

$$\begin{aligned} 1.5 \tau_a &= 1.5 \times 50 \\ &= 75 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

ハ. 縦補助桁

(イ) 曲げ

縦補助桁に用いる構造用鋼材の許容曲げ圧縮応力度は、「ダム・堰施設技術基準(案)」に基づき、許容曲げ応力度横倒れ座屈に対する配慮として許容応力の低減を考慮し、以下の式にて計算を行う。

$$L/b \leq 10/K : 1.5 \sigma_{ab} \cdots \text{式①}$$

$$L/b > 10/K : (\sigma_{ab} - 0.7(K \cdot L/b - 10)) \times 1.5 \cdots \text{式②}$$

ここで、

L : 圧縮フランジの固定間隔(mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 390

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 200

b : 圧縮フランジ幅(mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 40

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 30

K : 座屈を求めるにあたる係数

座屈を求めるにあたる係数 K を以下の式にて計算を行う。

$$K = \sqrt{3 + (A_w/2A_c)}$$

ここで、

A_w : 腹板の総断面積(mm^2)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 896

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 720

A_c : 圧縮フランジの総断面積(mm^2)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 320

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$K = \sqrt{3 + 896 / (2 \times 320)}$$

$$= 2.09761$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$K = \sqrt{3 + 720 / (2 \times 300)}$$

$$= 2.04939$$

L/b の値

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$L/b = 390 / 40$$

$$= 9.75$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$L/b = 200 / 30$$

$$= 6.66666$$

10/K の値

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$10/K = 10 / 2.09761$$

$$= 4.76733$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$10/K = 10 / 2.04939$$

$$= 4.87950$$

以上により, $L/b > 10/K$ であることから, 式②による計算を行う。

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$(\sigma_{ab} - 0.7(K \cdot L/b - 10)) \times 1.5 = (90 - 0.7(2.09761 \times 9.75 - 10)) \times 1.5$$

$$= 124.025 \text{ N/mm}^2 = 124 \text{ N/mm}^2$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$(\sigma_{ab} - 0.7(K \cdot L/b - 10)) \times 1.5 = (90 - 0.7(2.04939 \times 6.66666 - 10)) \times 1.5$$

$$= 131.154 \text{ N/mm}^2 = 131 \text{ N/mm}^2$$

(ロ) せん断

$$1.5 \tau_a = 1.5 \times 50$$

$$= 75 \text{ N/mm}^2$$

ニ. 戸当り (コンクリート)

(イ) せん断

$$\begin{aligned} 1.5 \tau_a &= 1.5 \times 0.40 \\ &= 0.60 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

(口) 支圧

$$\begin{aligned} 1.5 \sigma_{as} &= 1.5 \times 5.9 \\ &= 8.85 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

6.7.1.2-68

c-1. 敷地に遡上する津波時, 敷地に遡上する津波+S_d地震時

イ. スキンプレート

(イ) 曲げ

$$\begin{aligned} 1.9 \sigma_{ab} &= 1.9 \times 90 \\ &= 171 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

ロ. 主桁

(イ) 曲げ

主桁に用いる構造用鋼材の許容曲げ圧縮応力度は、「ダム・堰施設技術基準(案)」に基づき、許容曲げ応力度横倒れ座屈に対する配慮として許容応力の低減を考慮し、以下の式にて計算を行う。

$$L/b \leq 10/K : 1.9 \sigma_{ab} \cdots \text{式③}$$

$$L/b > 10/K : (\sigma_{ab} - 0.7(K \cdot L/b - 10)) \times 1.9 \cdots \text{式④}$$

ここで、

L : 圧縮フランジの固定間隔(mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 1089

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 566

b : 圧縮フランジ幅(mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 80

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 30

K : 座屈を求めるにあたる係数

座屈を求めるにあたる係数 K を以下の式にて計算を行う。

$$K = \sqrt{3 + (A_w / 2A_c)}$$

ここで、

A_w : 腹板の総断面積(mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 2112

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 800

A_c : 圧縮フランジの総断面積(mm²)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 960

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 300

以上により、

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$K = \sqrt{3 + 2112 / (2 \times 960)}$$

$$= 2.02484$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$K = \sqrt{3 + 800 / (2 \times 300)}$$

6.7.1.2-69

$$=2.08166$$

L/b の値

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$L/b=1089/80$$

$$=13.6125$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$L/b=566/30$$

$$=18.8666$$

10/K の値

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$10/K=10/2.02484$$

$$=4.93866$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$10/K=10/2.08166$$

$$=4.80385$$

以上により, $L/b > 10/K$ であることから, 式④による計算を行う。

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned} (\sigma_{ab}-0.7(K \cdot L/b-10)) \times 1.9 &= (90-0.7(2.02484 \times 13.6125-10)) \times 1.9 \\ &= 147.641 \text{ N/mm}^2 = 147 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned} (\sigma_{ab}-0.7(K \cdot L/b-10)) \times 1.9 &= (90-0.7(2.08166 \times 18.8666-10)) \times 1.9 \\ &= 132.067 \text{ N/mm}^2 = 132 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

(ロ) せん断

$$\begin{aligned} 1.9 \tau_a &= 1.9 \times 50 \\ &= 95 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

ハ. 縦補助桁

(イ) 曲げ

縦補助桁に用いる構造用鋼材の許容曲げ圧縮応力度は, 「ダム・堰施設技術基準(案)」に基づき, 許容曲げ応力度横倒れ座屈に対する配慮として許容応力の低減を考慮し, 以下の式にて計算を行う。

$$L/b \leq 10/K : 1.9 \sigma_{ab} \cdots \text{式③}$$

$$L/b > 10/K : (\sigma_{ab}-0.7(K \cdot L/b-10)) \times 1.9 \cdots \text{式④}$$

ここで,

L : 圧縮フランジの固定間隔(mm)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	390
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	200
b : 圧縮フランジ幅(mm)	
構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)	40
構内排水路逆流防止設備 (5, 6)	30

K : 座屈を求めるにあたる係数

座屈を求めるにあたる係数 K を以下の式にて計算を行う。

$$K = \sqrt{3 + (A_w/2A_c)}$$

ここで,

A_w : 腹板の総断面積 (mm^2)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 896

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 720

A_c : 圧縮フランジの総断面積 (mm^2)

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 320

構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 300

以上により,

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$K = \sqrt{3 + 896 / (2 \times 320)}$$

$$= 2.09761$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$K = \sqrt{3 + 720 / (2 \times 300)}$$

$$= 2.04939$$

L/b の値

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$L/b = 390 / 40$$

$$= 9.75$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$L/b = 200 / 30$$

$$= 6.66666$$

10/K の値

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$10/K = 10 / 2.09761$$

$$= 4.76733$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$10/K = 10 / 2.04939$$

$$= 4.87950$$

6.7.1.2-71

以上により、 $L/b > 10/K$ であることから、式④による計算を行う。

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9)

$$\begin{aligned}(\sigma_{ab} - 0.7(K \cdot L/b - 10)) \times 1.5 &= (90 - 0.7(2.09761 \times 9.75 - 10)) \times 1.9 \\ &= 157.099 \text{ N/mm}^2 = 157 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

構内排水路逆流防止設備 (5, 6)

$$\begin{aligned}(\sigma_{ab} - 0.7(K \cdot L/b - 10)) \times 1.5 &= (90 - 0.7(2.04939 \times 6.66666 - 10)) \times 1.9 \\ &= 166.128 \text{ N/mm}^2 = 166 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

(ロ) せん断

$$\begin{aligned}1.9 \tau_a &= 1.9 \times 50 \\ &= 95 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

ニ. 戸当り (コンクリート)

(イ) せん断

$$\begin{aligned}1.9 \tau_a &= 1.9 \times 0.40 \\ &= 0.76 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

(ロ) 支圧

$$\begin{aligned}1.9 \sigma_{as} &= 1.9 \times 5.9 \\ &= 11.21 \text{ N/mm}^2 = 11.2 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

d. 応力評価結果

(a) 基準津波時

応力の評価結果を表 6.7.1.2-4 及び表 6.7.1.2-5 に示す。

表 6.7.1.2-4 構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 評価結果

評価部位		評価応力	発生応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)
扉体部	スキンプレート	最大応力度	58	135
	主桁	曲げ応力度	76	116
		せん断応力度	38	75
	縦補助桁	曲げ応力度	54	124
		せん断応力度	15	75
	戸当り (コンクリート)	支圧応力度	1.56	8.9
せん断応力度		0.33	0.6	

表 6.7.1.2-5 構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 評価結果

評価部位		評価応力	発生応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)
扉体部	スキンプレート	最大応力度	49	135
	主桁	曲げ応力度	66	104
		せん断応力度	36	75
	補助桁	曲げ応力度	12	131
		せん断応力度	5	75
	戸当り (コンクリート)	支圧応力度	0.82	8.9
せん断応力度		0.17	0.6	

(b) 基準津波+S_d地震時

応力の評価結果を表 6.7.1.2-6 及び表 6.7.1.2-7 に示す。

表 6.7.1.2-6 構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 評価結果

評価部位		評価応力	発生応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)
扉体部	スキンプレート	最大応力度	74	135
	主桁	曲げ応力度	96	116
		せん断応力度	48	75
	縦補助桁	曲げ応力度	69	124
		せん断応力度	19	75
	戸当り (コンクリート)	支圧応力度	1.98	8.9
せん断応力度		0.42	0.6	

表 6.7.1.2-7 構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 評価結果

評価部位		評価応力	発生応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)
扉体部	スキンプレート	最大応力度	62	135
	主桁	曲げ応力度	85	104
		せん断応力度	46	75
	補助桁	曲げ応力度	14	131
		せん断応力度	7	75
	戸当り (コンクリート)	支圧応力度	1.03	8.9
せん断応力度		0.22	0.6	

(c) 敷地に遡上する津波時

応力の評価結果を表 6.7.1.2-8 及び表 6.7.1.2-9 に示す。

表 6.7.1.2-8 構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 評価結果

評価部位		評価応力	発生応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)
扉体部	スキンプレート	最大応力度	72	171
	主桁	曲げ応力度	102	147
		せん断応力度	51	95
	縦補助桁	曲げ応力度	73	157
		せん断応力度	20	95
	戸当り (コンクリート)	支圧応力度	2.1	11.2
せん断応力度		0.44	0.76	

表 6.7.1.2-9 構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 評価結果

評価部位		評価応力	発生応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)
扉体部	スキンプレート	最大応力度	66	171
	主桁	曲げ応力度	90	132
		せん断応力度	49	95
	補助桁	曲げ応力度	15	166
		せん断応力度	7	95
	戸当り (コンクリート)	支圧応力度	1.1	11.2
せん断応力度		0.23	0.76	

(d) 敷地に遡上する津波+S₀地震時

応力の評価結果を表 6.7.1.2-10 及び表 6.7.1.2-11 に示す。

表 6.7.1.2-10 構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) 評価結果

評価部位		評価応力	発生応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)
扉体部	スキンプレート	最大応力度	99	171
	主桁	曲げ応力度	129	147
		せん断応力度	64	95
	縦補助桁	曲げ応力度	92	157
		せん断応力度	25	95
	戸当り (コンクリート)	支圧応力度	2.65	11.2
せん断応力度		0.56	0.76	

表 6.7.1.2-11 構内排水路逆流防止設備 (5, 6) 評価結果

評価部位		評価応力	発生応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)
扉体部	スキンプレート	最大応力度	83	171
	主桁	曲げ応力度	113	132
		せん断応力度	61	95
	補助桁	曲げ応力度	18	166
		せん断応力度	9	95
	戸当り (コンクリート)	支圧応力度	1.38	11.2
せん断応力度		0.29	0.76	