2.4.5　委員会資料

国営総合農地防災事業　鬼怒川中部地区

説明資料

国営総合農地防災事業　鬼怒川中部地区

説明資料

令和６年２月

目　　次

1. 構造物の重要性

1.1 重要度区分

「土地改良事業設計指針　耐震設計」より、頭首工に適用する重要度区分は、以下の 3 種類である。

③頭首工の重要度区分

区　分	内　容	判断する上での参考指標(例)
重要度区分　AA種 (原則すべての頭首工においてレベル2地震動を考慮する)	次の①～③の何れかに該当する施設	・洪水ハザードマップによる被害想定区域等を勘案する。
	①被災により治水上重大な影響を及ぼす施設。	・河川整備計画等に基づく堤防の改修状況を勘案する。　(観音橋、右岸側民家への影響)
	②被災により利用上重大な影響を及ぼす施設。	・生活用水や工業用水の利水状況を勘案する。　(発電用水) ・上部工を一般道路[1]として供用している。 ・大規模な頭首工であり農業水利上重要な施設である。 (例えば、支配面積がおおむね5,000(畑2,000)ha以上[2] の施設。)　(8,867ha) ・被災により施設の機能復旧まで多大に時間を要する施設。(砂防指定地域等)
	③被災により災害リスク管理上重大な影響を及ぼす施設。	・上部工が地域防災計画に位置付けられている。
重要度区分　A種 (原則すべての頭首工においてレベル2地震動を考慮する)	AA種、B種以外の施設	
重要度区分　B種 (原則レベル1地震動を考慮する)	地震による被災の可能性が小さく、また被災した場合でも治水上の影響が極めて小さいと考えられるもの。	・固定堰や床止工等[3]。 ・山間狭窄部や平野部において背後地盤が高い箇所[4]に設置された取水堰を設けない自然取入れ方式の取入口。 ・渓流取水工等。

(備考)

1) 一般道路とは、道路法第三条の適用(高速自動車国道、一般国道、都道府県道、市町村道)をうける道路をいう。

2) 支配面積5,000(畑2,000)ha 以上は、一つの例示として示しているものであることから、地区の状況に応じて勘案する。

3) 「河川構造物の耐震性能照査指針(案)Ⅰ(国土交通省河川局治水課)では、固定堰及び床止工等については適用外と考えられている。

4) 「山間狭窄部」は、当該地点に堤防を設ける必要のない所であり、しかも工作物の設置によって洪水の流下が妨げられても、その上流部に治水上の支障を及ぼさない所という概念である。また、「平野部において背後地盤が高い箇所」は、一連区間において堤防を設ける必要がなく、しかも工作物の設置によって洪水の流下が妨げられても、その上流部に治水上の支障を及ぼさないことから山間狭窄部と同じ取扱いとしたものである。

5) 上記内容は、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説　設計「頭首工」に準じている。

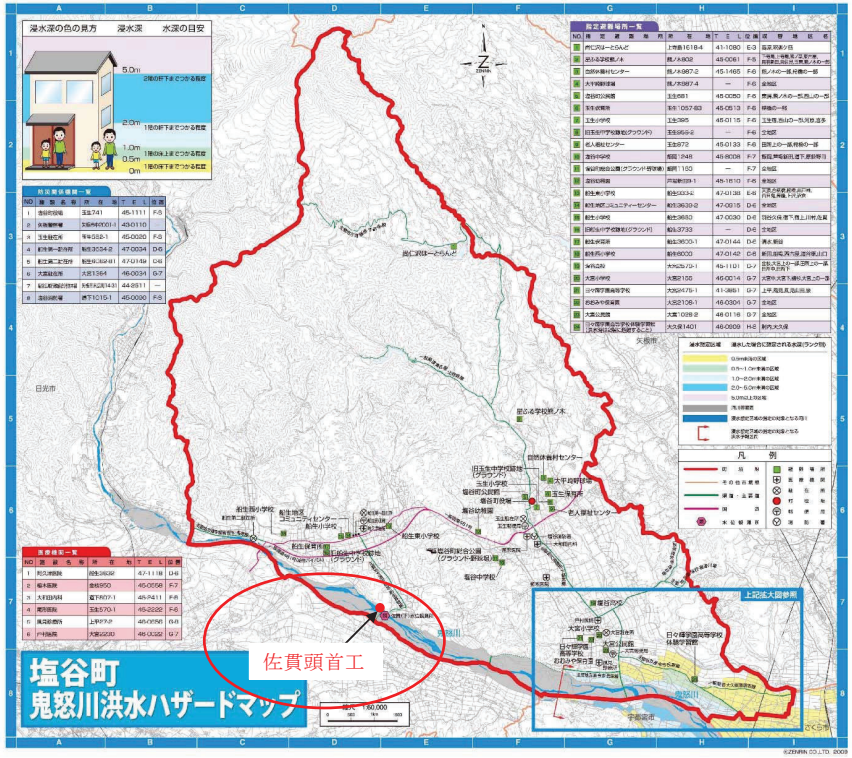
「土地改良施設　耐震設計の手引き」P36

1.2 佐貫頭首工の重要度

(1) 被災により治水上、重大な影響を与える可能性について

(a) 洪水ハザードマップによる被害想定区域

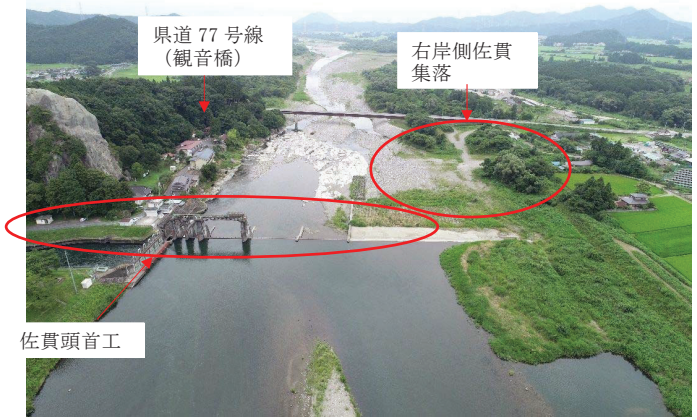
→該当しない。



(b) 施設周辺への影響

・県道 77 号線（観音橋）

佐貫頭首工は１級河川鬼怒川にあり、下流には県道 77 号線（観音橋）が走っている。頭首工に異常が生じた場合、下流の県道へ悪影響を与える危険性がある。



写 3.1　航空写真

・右岸側佐貫集落

佐貫頭首工が震災を受け、河川断面不足となった結果、右岸側は盛土による築堤のため、堤防が崩壊する可能性も否定できない。その場合、右岸側の集落が湛水被害を受ける可能性がある。

→　AA 種に該当。

(2) 被災により治水上、重大な影響を与える可能性について

①農業用水外の利用

佐貫頭首工は生活用水や工業用水は取水していないが、発電用水を取水し、下流の風見発電所により発電を行っている。通常の場合、断水は２か月以内に制限され、頭首工に異常が生じ制限期間以上の断水が生じた場合、地域の経済活動に大きな支障が生じる危険性がある。

○　風見発電所　出力 10,200ｋW　使用水量 42m3／ｓ

→　AA 種に該当。

②上部工の利用

上部工は道路として供用されていない。

③施設規模

受益面積　A=8,867.3ha（施設諸元台帳・・農業水利ストック情報データベースより）

＞5,000ha

→　AA 種に該当。

④機能復旧までに要する時間

砂防地域には指定されていない。県道からの進入も容易で、応急措置による機能回復は比較的早期に可能である。

(3) 被災により災害リスク上、重大な影響を及ぼす可能性について

佐貫頭首工の管理所は塩谷町の地域防災計画の中で県防災行政ネットワークの拠点として示されているが、頭首工の災害リスクについては特に記載されていない。

以上から（1）被災により治水上、重大な影響を与える可能性についてと（2）被災により利用上、重大な影響を与える可能性についてから、佐貫頭首工の重要度は AA 種と判断する。

2. 堰柱の耐震照査

2.1 解析手法

耐震照査手法には静的解析と動的解析がある。

> 27.7.2 耐震性能照査手法
> 耐震性能照査手法は、静的照査法である「地震時保有水平耐力法」を基本とする。
> ただし、既設頭首工について、施工性を重視した単純な形状寸法とは異なる複雑な構造のもの、現在の耐震設計手法や配筋手法に基づかないもの等は、構造物全体を１自由度系と置き換えることが困難なことがあるため、動的照査法が必要になることがある。
> つまり、剛性や質量が極端に異なる部材で構成された複雑な施設の場合や施設形状が左右非対称である場合、振動単立内で地盤条件が著しく異なる場合等の理由により、必ずしも１次振動モードが卓越せずに高次振動モードが卓越する場合や２次以上の次数の有周期が比較的大きい場合、または、２次以降のモードの有効質量比が比較的大きい場合や主たる塑性化の生じる部位が明確ではない場合等には、構造物全体を１自由度系と置き換えることが困難となるため、動的照査法を用いた耐震性能の照査が必要となるからである。そのために、照査法の決定に先立ち１次固有周期に加え、２次以降の固有周期や各モードのモードベクトルが得られる固有直解析を実施し、調有振動モード(固有周期)の確認を行うものとする。
> また、補強対象部位が明確になる耐震補強設計に当たっては動的照査法が有効な場合が多い。なお、耐震性能照査における解析モデルは質点系モデルを基本とし、むやみに複雑な解析モデルを適用する必要はない既存の頭首工における構…造特性を考慮した上で、有限要素モデルなどを適用する必要があると判断された場合には、関連する文献等を参考に適用してもよい。

「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説　設計　頭首工 R5 改訂予定」P581

108

本頭首工は構造が単純でなく、１次振動モードの他、二次振動モードも発生すること、主たる塑性化の生じる部位が明確でなく、その位置を把握する必要があることから、動的解析を用いることとした。

参考として、道路示方書（H29）では橋の耐震設計は動的解析が基本とされている。

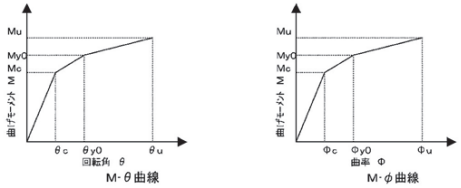
> (1) 橋の耐震設計にあたっては，慣性力による断面力，応力，変位等の応答値の算出に，5.2 に規定する動的解析を用いることを標準とする。ただし，部材等の塑性化を期待しない場合で以下の 1)に該当する場合又は部材等の塑性化を期待する場合で以下の 1)から 3)に該当する場合には，5.3 に規定する静的解析を用いてもよい。
> 1) 1 次の固有振動モードが卓越している。
> 2) 塑性化の生じる部材及び部位が明確である。
> 3) エネルギー一定則の適用性が検証されている。
> (2) 地盤抵抗は，3.5 に規定する耐震設計上の地盤面の下方において考慮することを標準とする。

「道路橋示方書・同解説　Ⅴ耐震設計編　H29.11」P114

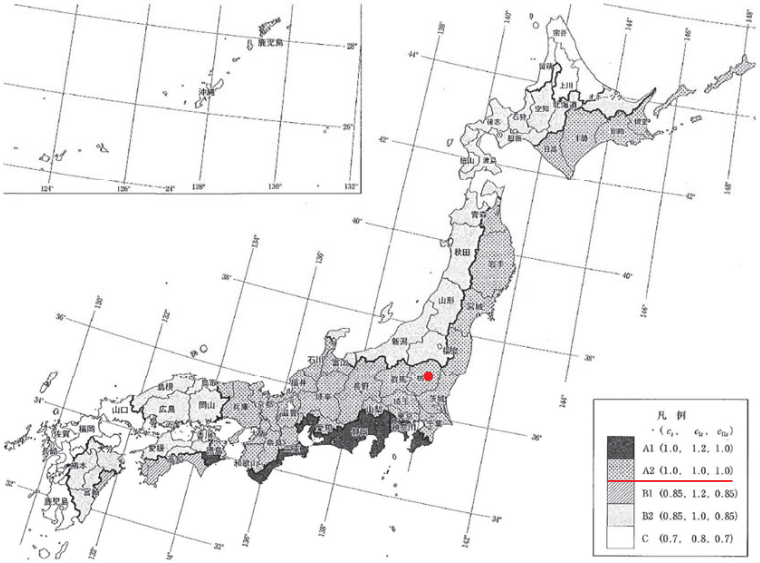
（1）頭首工全体系（堰体、床版）のモデル概要

解析概要は以下の通りである。

- モデル　三次元フレームモデル
- 躯体　非線形要素（トリリニア（３つの折れ線で表される関係（RC 材））M～θ：基部、トリリニア M～φ：基部以外）



- 基礎　節点バネ（動的の線形集約バネを各節点に分配）
- 地震動　『道路橋示方書・同解説　Ⅴ耐震設計編　H29.11』（以下 H29 道示Ⅴ）に準拠
- （日本道路協会の HP よりダウンロード）
- 方向　水流方向
  水流直角方向
- 解析手法　動的解析
- 地域区分　強震帯区域（Cz=1.00）



「設計基準　頭首工　R5 予定」P200

- 地盤種別
  本施設の可動堰部分は岩盤（基盤面）上の直接基礎であり、地表面と基盤面が一致するためⅠ種地盤である。

12.6.2　地盤種別

耐震設計上の地盤種別は、**12.7.1　耐震設計の基本**及び **12.7.2 設計水平震度**に示す設計地震動を設定する場合に、地盤条件の影響を考慮するために必要があり、微小ひずみ領域における表層地盤の基本固有周期である地盤の特性値 T_G をもとに**表-12.6-2** により区別する。また、地盤の特性値 T_G は、**式（12.6-1）**で算出するが、地表面が基盤面と一致する場合はⅠ種地盤とする。

「設計基準　頭首工　R5 予定」P201

- 「設計基準　頭首工　R5 予定」P201

- 【レベル 1 地震動】
- ・耐震性能　耐震性能 1
- ・積分手法　ニューマーク法（β=1/4）
- ・入力波の時間間隔　0.01sec
- ・照査　　＜耐震性能 1＞
- 動的照査法（レベル 1 地震動の位相の正負を考慮した 1 波）
- 　　曲げ応力　＜　許容曲げ応力
- 　　発生せん断力　＜　せん断耐力
  　　残留変位：許容しない。

- 【レベル 2 地震動】
- 耐震性能　耐震性能 2（レベル 2 地震動による解析）
- 積分手法　ニューマーク法（β=1/4）
- 減衰　　Ryaliegh 減衰
- 入力波の時間間隔　0.01sec
- 照査　　＜耐震性能 2＞
  　　動的照査法（レベル 2 地震動の位相の正負を考慮した 3 波平均）
  　　発生曲率　　＜　許容曲率　（基部以外）
  　　応答塑性率　　＜　許容塑性率（基部）
  　　発生せん断力　＜　せん断耐力
  　　残留変位　　＜　許容残留変位

検討フロー（レベル 1 地震動）

1. モデル化
・要素分割：節点、梁バネ ・部材特性：M-θ、M～φ

↓

2. 実固有値解析の実施

↓

3. 減衰の設定
・Rayliegh 減衰

↓

4. 動的解析の実施
・曲率、せん断力、残留変位の平均

↓

5. 照査
・曲げ応力＜許容曲げ応力 ・せん断力　＜許容せん断応力

検討フロー（レベル 2 地震動）

1. モデル化
・要素分割：節点、梁バネ ・部材特性：M-θ、M～φ

↓

2. 実固有値解析の実施

↓

3. 減衰の設定
・Rayliegh 減衰

↓

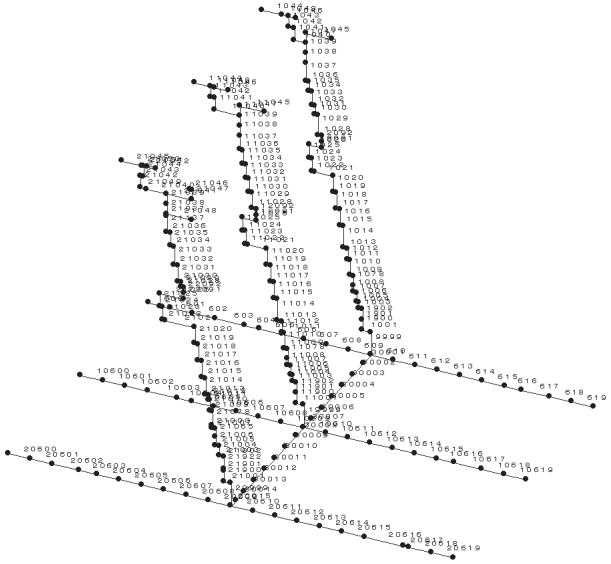
4. 動的解析の実施
・曲率、せん断力、残留変位の 6 波平均

↓

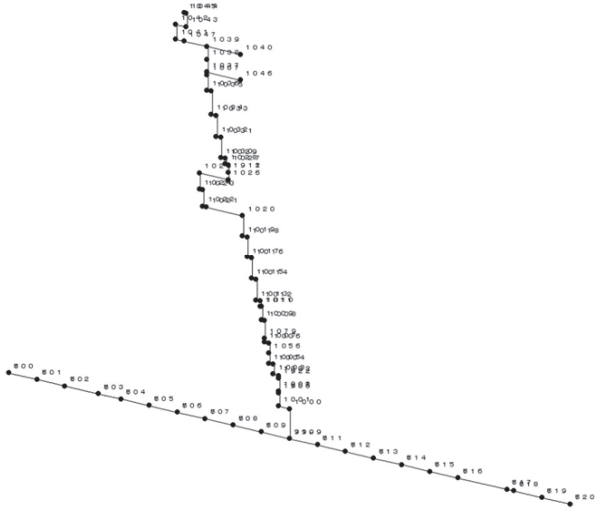
5. 照査
・曲率　＜　許容曲率 ・せん断力　＜　せん断耐力 ・残留変位　＜　許容残留変位

2）フレームモデル（要素番号）

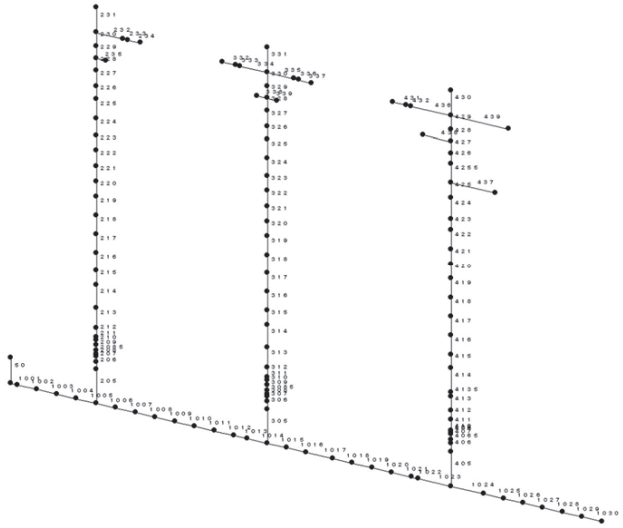
- 水流方向 P2P3P4 柱



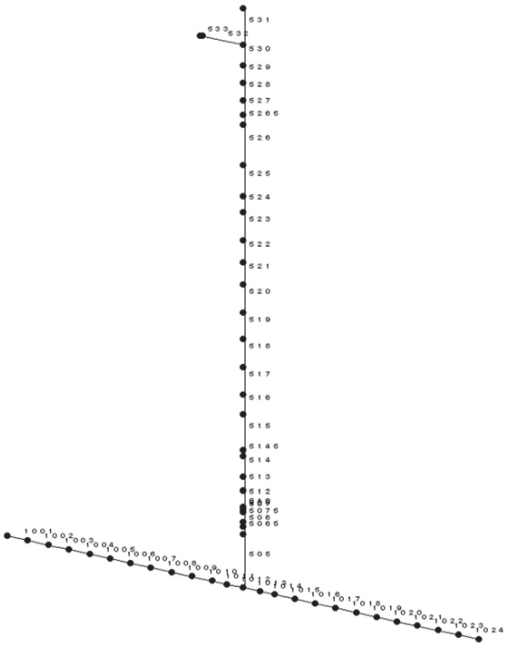
- 水流方向 P5 柱



- 直角方向 P2P3P4



- 直角方向 P5 柱



3）入力地震動

入力地震動は「道路橋示方書・同解説　Ⅴ耐震設計編　H29.11」に従い以下のとおりとする（道示　VH24.3 と同じ）。

(a) レベル 1 地震動

呼び名	地盤種別	振幅調整のもととなった強震記録の地震名と記録場所及び成分	
1-Ⅰ	Ⅰ種地盤	昭和 53 年宮城県沖地震	開北橋周辺地盤上 LG 成分
1-Ⅱ	Ⅱ種地盤	昭和 43 年日向灘地震	板島橋周辺地盤上 LG 成分
1-Ⅲ	Ⅲ種地盤	昭和 58 年日本海中部地震	津軽大橋周辺地盤上 TR 成分

(b) レベル 2 地震動（タイプⅠ）

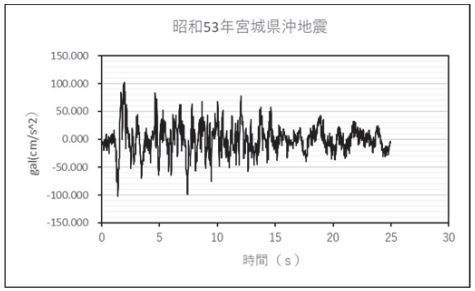
呼び名	地盤種別	振幅調整のもととなった強震記録の地震名と記録場所及び成分	
2-Ⅰ-Ⅰ-1	Ⅰ種地盤	平成 15 年十勝沖地震	清水道路維持出張所構内地盤上 EW 成分
2-Ⅰ-Ⅰ-2		平成 23 年東北地方太平洋沖地震	開北橋周辺地盤上 EW 成分
2-Ⅰ-Ⅰ-3			新晩翠橋周辺地盤上 NS 成分
2-Ⅰ-Ⅱ-1	Ⅱ種地盤	平成 15 年十勝沖地震	直別観測点地盤上 EW 成分
2-Ⅰ-Ⅱ-2		平成 23 年東北地方太平洋沖地震	仙台河川国道事務所構内地盤上 EW 成分
2-Ⅰ-Ⅱ-3			阿武隈大堰管理所構内地盤上 NS 成分
2-Ⅰ-Ⅲ-1	Ⅲ種地盤	平成 15 年十勝沖地震	大樹町生花観測点地盤上 EW 成分
2-Ⅰ-Ⅲ-2		平成 23 年東北地方太平洋沖地震	山崎震動観測所地盤上 NS 成分
2-Ⅰ-Ⅲ-3			土浦出張所構内地盤上 EW 成分

(c) レベル 2 地震動（タイプⅡ）

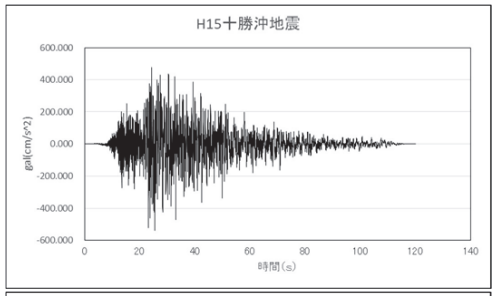
呼び名	地盤種別	振幅調整のもととなった強震記録の地震名と記録場所及び成分	
2-Ⅱ-Ⅰ-1	Ⅰ種地盤		神戸海洋気象台地盤上 NS 成分
2-Ⅱ-Ⅰ-2			神戸海洋気象台地盤上 EW 成分
2-Ⅱ-Ⅰ-3			猪名川架橋予定地点周辺地盤上 NS 成分
2-Ⅱ-Ⅱ-1	Ⅱ種地盤	平成 7 年兵庫県南部地震	JR 西日本鷹取駅構内地盤上 NS 成分
2-Ⅱ-Ⅱ-2			JR 西日本鷹取駅構内地盤上 EW 成分
2-Ⅱ-Ⅱ-3			大阪ガス茸合供給所構内地盤上 N27W 成分
2-Ⅱ-Ⅲ-1	Ⅲ種地盤		東神戸大橋周辺地盤上 N12W 成分
2-Ⅱ-Ⅲ-2			ポートアイランド内地盤上 NS 成分
2-Ⅱ-Ⅲ-3			ポートアイランド内地盤上 EW 成分

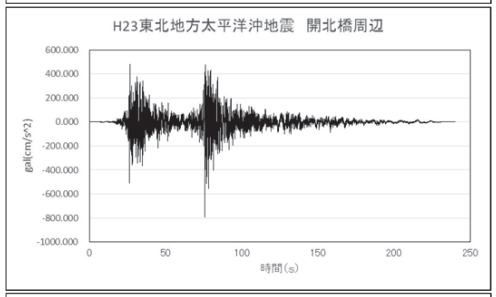
「道路橋示方書・同解説　Ⅴ耐震設計編　H29.11」P80

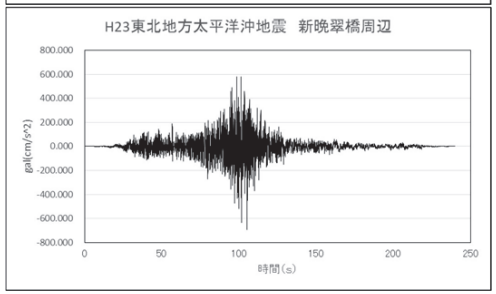
レベル 1



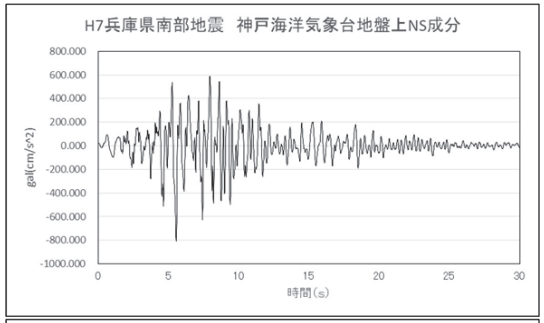
レベル 2（タイプⅠ）

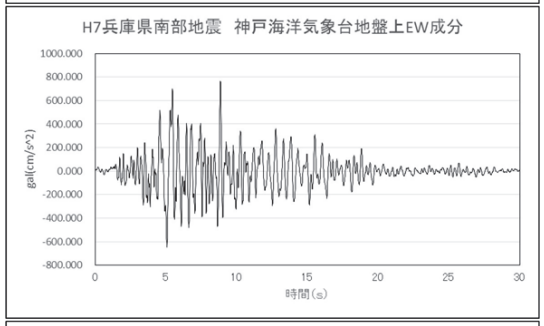


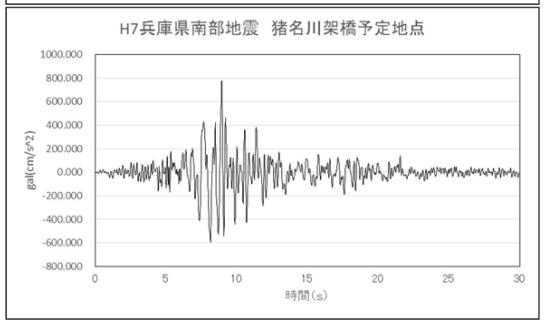




レベル２（タイプⅡ）







http://www.road.or.jp/dl/tech.html

2.2 構造物の固有周期

2.2.1 固有周期の計算方法

構造物に作用する震度の大きさを確定するためには、構造物の固有周期を先に求める必要がある（「設計基準　頭首工　R5予定」P202～210）。

計算式は下式による。

$$T = 2.01\sqrt{\delta} \quad \cdots\cdots (12.6\text{-}4)$$

ここに、T ：設計振動単位の固有周期（s）

δ ：固有周期を算出する場合の変位（m）

「設計基準　頭首工　R5 予定」P204

設計振動単位が、断面変化を伴う場合や複数の下部構造（堰柱＋門柱）とそれが支持している上部構造部分（機械室や管理橋）からなる場合の固有周期を求める変位 δ は、式（12.6-12）により算出する。

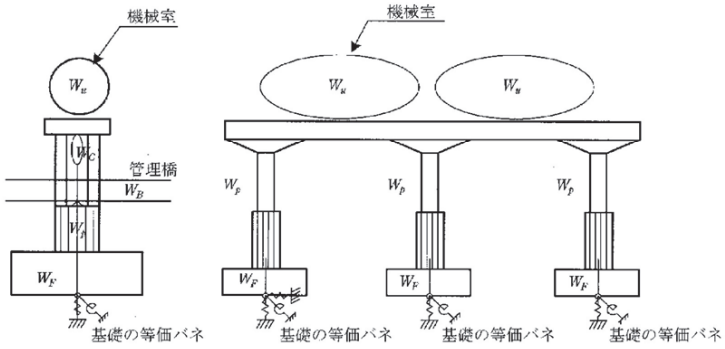


図-12.6-8　複数の断面を有し変化する柱構造や３本以上の柱を有したりする多層モデルの模式図

$$\delta = \frac{\int w(s)u(s)^2 ds}{\int w(s)u(s)ds} \quad \cdots\cdots (12.6\text{-}12)$$

ここに、$w(s)$ ：各構造部材 s における重量（kN/m）

$u(s)$ ：耐震設計上の地盤面より上の各構造部材の重量に相当する水平力を慣性力の作用方向に作用させた場合にその方向に生じる各構造部材位置 s における変位（m）

$\int$ は、設計振動単位全体に関する積分を示す。

「設計基準　頭首工　R5 予定」P207

2.2.2 レベル１地震動とレベル２地震動の固有周期

佐貫頭首工の各堰柱のレベル１地震動の場合とレベル２の地震動の場合の固有周期を次表に示す。

２号堰柱の固有周期

No	地震動	荷重方向	固有周期 T（s）
1	レベル１	堰軸方向	0.475
2	レベル１	上下流方向	0.08
3	レベル２	堰軸方向	0.510
4	レベル２	上下流方向	0.102

３号堰柱の固有周期

No	地震動	荷重方向	固有周期 T（s）
1	レベル１	堰軸方向	0.508
2	レベル１	上下流方向	0.082
3	レベル２	堰軸方向	0.540
4	レベル２	上下流方向	0.104

４号堰柱の固有周期

No	地震動	荷重方向	固有周期 T（s）
1	レベル１	堰軸方向	0.333
2	レベル１	上下流方向	0.087
3	レベル２	堰軸方向	0.358
4	レベル２	上下流方向	0.107

５号堰柱の固有周期

No	地震動	荷重方向	固有周期 T（s）
1	レベル１	堰軸方向	0.338
2	レベル１	上下流方向	0.058
3	レベル２	堰軸方向	0.389
4	レベル２	上下流方向	0.114

ただし、２号堰柱、３号堰柱、４号堰柱は底板を共有した一体構造物のため、代表として３号堰柱の固有周期を用い計算した。

113

2.3 設計水平震度

レベル１、レベル２地震時の設計水平震度を、構造物の固有周期に応じて求める。

2.3.1 レベル１の設計水平震度

(1) 地域別補正係数

表-12.6-1　地域別補正係数

地域区分	地域別補正係数 c_z	c_{1z}	c_{2z}	対象地域
A1	1.0	1.2	1.0	千葉県のうち館山市，木更津市，勝浦市，鴨川市，君津市，富津市，南房総市，夷隅郡，安房郡 神奈川県 山梨県のうち富士吉田市，都留市，大月市，上野原市，西八代郡，南巨摩郡，南都留郡 静岡県 愛知県のうち名古屋市，豊橋市，半田市，豊川市，津島市，刈谷市，西尾市，蒲郡市，常滑市，稲沢市，新城市，東海市，大府市，知多市，豊明市，田原市，愛西市，清須市，弥富市，あま市，海部郡，知多郡，額田郡，北設楽郡のうち東栄町 三重県（津市，松阪市，名張市，亀山市，いなべ市，伊賀市，三重郡菰野町を除く。） 和歌山県のうち新宮市，西牟婁郡，東牟婁郡 徳島県のうち那賀郡，海部郡
A2	1.0	1.0	1.0	A1，B1，B2，C 地域以外の地域
B1	0.85	1.2	0.85	愛媛県のうち宇和島市，北宇和郡，南宇和郡 高知県（B2 地域に掲げる地域を除く。） 宮崎県のうち延岡市，日向市，児湯郡（西米良村及び木城町を除く。），東臼杵郡のうち門川町
B2	0.85	1.0	0.85	北海道のうち札幌市，函館市，小樽市，室蘭市，北見市，夕張市，岩見沢市，網走市，苫小牧市，美唄市，芦別市，江別市，赤平市，三笠市，千歳市，滝川市，砂川市，歌志内市，深川市，富良野市，登別市，恵庭市，伊達市，北広島市，石狩市，北斗市，石狩郡，松前郡，上磯郡，亀田郡，茅部郡，二海郡，山越郡，檜山郡，爾志郡，奥尻郡，瀬棚郡，久遠郡，島牧郡，寿都郡，磯谷郡，虻田郡，岩内郡，古宇郡，積丹郡，古平郡，余市郡，空知郡，夕張郡，樺戸郡，雨竜郡，上川郡（上川総合振興局）のうち東神楽町，上川町，東川町及び美瑛町，勇払郡，網走郡，斜里郡，常呂郡，有珠郡，白老郡 青森県のうち青森市，弘前市，黒石市，五所川原市，むつ市，つがる市，平川市，東津軽郡，西津軽郡，中津軽郡，南津軽郡，北津軽郡，下北郡 秋田県，山形県 福島県のうち会津若松市，郡山市，白河市，須賀川市，喜多方市，岩瀬郡，南会津郡，耶麻郡，河沼郡，大沼郡，西白河郡 新潟県 富山県のうち魚津市，滑川市，黒部市，下新川郡 石川県のうち輪島市，珠洲市，鳳珠郡 鳥取県のうち米子市，倉吉市，境港市，東伯郡，西伯郡，日野郡 島根県，岡山県，広島県 徳島県のうち美馬市，三好市，美馬郡，三好郡 香川県のうち高松市，丸亀市，坂出市，善通寺市，観音寺市，三豊市，小豆郡，香川郡，綾歌郡，仲多度郡 愛媛県（B1 地域に掲げる地域を除く。） 高知県のうち長岡郡，土佐郡，吾川郡（いの町のうち旧伊野町の地区を除く。） 熊本県（C 地域に掲げる地域を除く。） 大分県（C 地域に掲げる地域を除く。） 宮崎県（B1 地域に掲げる地域を除く。）
C	0.7	0.8	0.7	北海道のうち旭川市，留萌市，稚内市，紋別市，士別市，名寄市，上川郡（上川総合振興局）のうち鷹栖町，当麻町，比布町，愛別町，和寒町，剣淵町及び下川町，中川郡（上川総合振興局），増毛郡，留萌郡，苫前郡，天塩郡，宗谷郡，枝幸郡，礼文郡，利尻郡，紋別郡 山口県，福岡県，佐賀県，長崎県 熊本県のうち荒尾市，水俣市，玉名市，山鹿市，宇土市，上天草市，天草市，玉名郡，葦北郡，天草郡 大分県のうち中津市，豊後高田市，杵築市，宇佐市，国東市，東国東郡，速見郡 鹿児島県（奄美市及び大島郡を除く。） 沖縄県

「設計基準　頭首工　R5 予定」P199

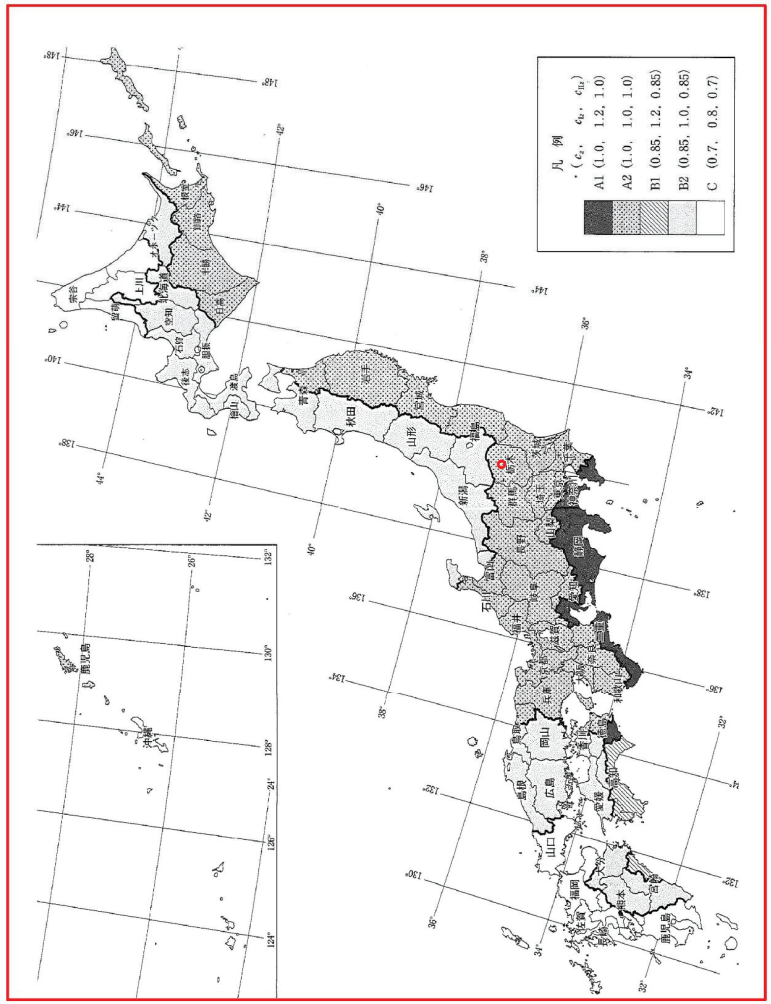


図-12.6-1　地域別補正係数の地域区分

「設計基準　頭首工　R5 予定」P200

レベル１の設計水平震度 を、構造物の固有周期を考慮して、次式より求める。

$$K_h = C_Z \cdot K_{h0}$$

ここで，C_Z ：地域別補正係数，地域区分はAであるため、$C_Z = 1.0$

K_{h0} ：設計水平震度の標準値。下表による。

レベル1地震動の設計水平震度の標準値

地盤種別	固有周期 T(s) に対する k_{h0}の値		
Ⅰ種	$T < 0.10$ $k_{h0} = 0.431\,T^{1/3}$ ただし$k_{h0} \geqq 0.16$	$0.10 \leqq T \leqq 1.10$ $k_{h0} = 0.2$	$1.10 < T$ $k_{h0} = 0.213/T^{2/3}$
Ⅱ種	$T < 0.20$ $k_{h0} = 0.427\,T^{1/3}$ ただし$k_{h0} \geqq 0.20$	$0.20 \leqq T \leqq 1.30$ $k_{h0} = 0.25$	$1.30 < T$ $k_{h0} = 0.298/T^{2/3}$
Ⅲ種	$T < 0.34$ $k_{h0} = 0.430\,T^{1/3}$ ただし$k_{h0} \geqq 0.24$	$0.34 \leqq T \leqq 1.50$ $k_{h0} = 0.30$	$1.50 < T$ $k_{h0} = 0.393/T^{2/3}$

「設計基準　頭首工　R5 予定」P223

2 号堰柱堰軸方向の固有周期は 0.475 秒、上下流方向の固有周期は 0.08 秒であるため、上表より、レベル 1 地震動の設計水平震度は以下のとおりである。

堰軸方向　：kh＝Cz・Kh0＝1.0×0.20＝0.20
上下流方向：kh＝Cz・Kh0＝1.0×0.431×0.08^(1/3)＝0.19

3 号堰柱堰軸方向の固有周期は 0.508 秒、上下流方向の固有周期は 0.082 秒であるため、上表より、レベル 1 地震動の設計水平震度は以下のとおりである。

堰軸方向　：kh＝Cz・Kh0＝1.0×0.20＝0.20
上下流方向：kh＝Cz・Kh0＝1.0×0.431×0.082^(1/3)＝0.19

4 号堰柱堰軸方向の固有周期は 0.333 秒、上下流方向の固有周期は 0.087 秒であるため、上表より、レベル 1 地震動の設計水平震度は以下のとおりである。

堰軸方向　：kh＝Cz・Kh0＝1.0×0.20＝0.20
上下流方向：kh＝Cz・Kh0＝1.0×0.431×0.087^(1/3)＝0.19

5 号堰柱堰軸方向の固有周期は 0.338 秒、上下流方向の固有周期は 0.058 秒であるため、上表より、レベル 1 地震動の設計水平震度は以下のとおりである。

堰軸方向　：kh＝Cz・Kh0＝1.0×0.20＝0.20
上下流方向：kh＝Cz・Kh0＝1.0×0.431×0.058^(1/3)＝0.17

2.3.2 レベル２の設計水平震度

(1) タイプⅠ

レベル２、タイプⅠの設計水平震度 K_{hc} を、構造物の固有周期、構造物特性補正係数を考慮して、下記のように求める。

$$k_{hc} = C_s C_{1z} k_{hc0} \quad \cdots\cdots (12.7\text{-}6)$$

ここに、k_{hc} ：レベル２地震動（タイプⅠ）の設計水平震度（小数点以下２けたに丸める）

k_{hc0}：レベル２地震動（タイプⅠ）の設計水平震度の標準値で、固有周期 T(s) 及び地盤種別に応じて下表の値とする。

C_s ：許容塑性率から算出される構造物特性補正係数
（振動単位毎の構造物の部材設計毎に設定する）

C_{1z}：レベル２地震動（タイプⅠ）の地域別補正係数

表-12.7-11 レベル2地震動（タイプⅠ）の設計水平震度の標準値 k_{hc0}

地盤種別	固有周期 T(s) に対する k_{hc0} の値		
Ⅰ種	$T < 0.16$ $k_{hc0} = 2.58T^{1/3}$	$0.16 \leqq T \leqq 0.6$ $k_{hc0} = 1.40$	$0.6 < T$ $k_{hc0} = 0.996/T^{2/3}$
Ⅱ種	$T < 0.22$ $k_{hc0} = 2.15T^{1/3}$	$0.22 \leqq T \leqq 0.9$ $k_{hc0} = 1.30$	$0.9 < T$ $k_{hc0} = 1.21/T^{2/3}$
Ⅲ種	$T < 0.34$ $k_{hc0} = 1.72T^{1/3}$	$0.34 \leqq T \leqq 1.4$ $k_{hc0} = 1.20$	$1.4 < T$ $k_{hc0} = 1.50/T^{2/3}$

「設計基準　頭首工　R5 予定」P224、225

①地震時保有水平耐力法に用いる設計水平震度の基準値 Khco

	地震動	荷重方向	固有周期 T（s）	Khco	
2 号堰柱	レベル２	堰軸方向	0.51		1.40
		上下流方向	0.102	2.58×0.102^(1/3)=	1.21
3 号堰柱	レベル２	堰軸方向	0.54		1.40
		上下流方向	0.104	2.58×0.104^(1/3)=	1.21
4 号堰柱	レベル２	堰軸方向	0.358		1.40
		上下流方向	0.107	2.58×0.107^(1/3)=	1.22
5 号堰柱	レベル２	堰軸方向	0.389		1.40
		上下流方向	0.114	2.58×0.114^(1/3)=	1.25

②地域別補正係数

C_{1Z}：栃木県　1.00

③構造物特性補正係数補正係数 Cs

$$C_s = \frac{1}{\sqrt{2\mu_a - 1}} \quad \cdots\cdots (14.2\text{-}10)$$

ここに、C_s ：構造物特性補正係数

μ_a ：完全弾塑性型の復元特性を有する構造系の許容塑性率
14.2.2(4)～14.2.2(6)のモデルによる弾塑性特性から算出する。

「設計基準　頭首工　R5 予定」P273

(イ) 曲げ損傷からせん断破壊移行型と判定された場合及びせん断破壊型と判定された場合は、許容塑性率を 1.0 とする。

全堰柱ともせん断破壊型であるため　μ a＝1.0

Cs＝1/（２×1－1）^0.5＝1.0

④レベル２地震動時の設計水平震度（タイプⅠ）

上述の検討により、レベル２地震動時の設計水平震度は下記の通りである。

Khc＝C s ×C_{1Z}×Khco

	地震動	荷重方向	Khco	
2 号堰柱	レベル２	堰軸方向	1.0×1.0×1.40＝	1.40
		上下流方向	1.0×1.0×1.21＝	1.21
3 号堰柱	レベル２	堰軸方向	1.0×1.0×1.40＝	1.40
		上下流方向	1.0×1.0×1.21＝	1.21
4 号堰柱	レベル２	堰軸方向	1.0×1.0×1.40＝	1.40
		上下流方向	1.0×1.0×1.22＝	1.22
5 号堰柱	レベル２	堰軸方向	1.0×1.0×1.40＝	1.40
		上下流方向	1.0×1.0×1.25＝	1.25

(2) タイプⅡ

レベル2、タイプⅡの設計水平震度 K_{hc} を、構造物の固有周期、構造物特性補正係数を考慮して、下記のように求める。

$$k_{hc} = C_s C_{2Z} k_{hc0} \quad \cdots\cdots (12.7\text{-}8)$$

ここに、k_{hc} ：レベル２地震動（タイプⅡ）の設計水平震度（小数点以下２けたに丸める）

k_{hc0}：レベル２地震動（タイプⅡ）の設計水平震度の標準値で、固有周期 T（s）及び地盤種別に応じて下表の値とする。

C_s ：許容塑性率から算出される構造物特性補正係数（振動単位毎の構造物の部材設計毎に設定する）

C_{2Z}：レベル２地震動（タイプⅡ）の地域別補正係数

表-12.7-12　レベル2地震動（タイプⅡ）の設計水平震度の標準値 k_{hc0}

地盤種別	固有周期T(s)に対するk_{hc0}の値		
Ⅰ種	$T \leq 0.30$ $k_{hc0} = 4.46T^{2/3}$	$0.30 \leqq T \leqq 0.70$ $k_{hc0} = 2.0$	$0.70 < T$ $k_{hc0} = 1.24/T^{4/3}$
Ⅱ種	$T < 0.40$ $k_{hc0} = 3.22T^{2/3}$	$0.40 \leqq T \leqq 1.20$ $k_{hc0} = 1.75$	$1.20 < T$ $k_{hc0} = 2.23/T^{4/3}$
Ⅲ種	$T < 0.50$ $k_{hc0} = 2.38T^{2/3}$	$0.50 \leqq T \leqq 1.50$ $k_{hc0} = 1.5$	$1.50 < T$ $k_{hc0} = 2.57/T^{4/3}$

「設計基準　頭首工　R5 予定」P225

①地震時保有水平耐力法に用いる設計水平震度の基準値 Khco

	地震動	荷重方向	固有周期 T（s）	Khco	
2 号堰柱	レベル２	堰軸方向	0.51		2.00
		上下流方向	0.102	4.46×0.102^(2/3)=	0.97
3 号堰柱	レベル２	堰軸方向	0.54		2.00
		上下流方向	0.104	4.46×0.104^(2/3)=	0.99
4 号堰柱	レベル２	堰軸方向	0.358		2.00
		上下流方向	0.107	4.46×0.107^(2/3)=	1.01
5 号堰柱	レベル２	堰軸方向	0.389		2.00
		上下流方向	0.114	4.46×0.114^(2/3)=	1.05

②地域別補正係数

C_{2Z}：栃木県　1.00

③構造物特性補正係数補正係数 Cs

全堰柱ともせん断破壊型であるため　$\mu a = 1.0$

Cs＝1/（２×1－1）^0.5＝1.0

④レベル２地震動時の設計水平震度（タイプⅡ）

上述の検討により、レベル２地震動時の設計水平震度は下記の通りである。

Khc＝Ｃｓ×C2Z×Khco

	地震動	荷重方向	Khco	
2 号堰柱	レベル２	堰軸方向	1.0×1.0×2.00＝	2.00
		上下流方向	1.0×1.0×0.97＝	0.97
3 号堰柱	レベル２	堰軸方向	1.0×1.0×2.00＝	2.00
		上下流方向	1.0×1.0×0.99＝	0.99
4 号堰柱	レベル２	堰軸方向	1.0×1.0×2.00＝	2.00
		上下流方向	1.0×1.0×1.01＝	1.01
5 号堰柱	レベル２	堰軸方向	1.0×1.0×2.00＝	2.00
		上下流方向	1.0×1.0×1.05＝	1.05

2.3.3　設計水平震度のまとめ

堰軸方向と上下流方向の設計震度を下表に示す。

設計水平震度のまとめ

2 号堰柱

解析方向		堰軸方向	上下流方向
レベル１	－	0.20	0.19
レベル２	タイプⅠ	1.40	1.21
	タイプⅡ	2.00	0.97

3 号堰柱

解析方向		堰軸方向	上下流方向
レベル１	－	0.20	0.19
レベル２	タイプⅠ	1.40	1.21
	タイプⅡ	2.00	0.99

4 号堰柱

解析方向		堰軸方向	上下流方向
レベル１	－	0.20	0.19
レベル２	タイプⅠ	1.40	1.22
	タイプⅡ	2.00	1.01

5 号堰柱

解析方向		堰軸方向	上下流方向
レベル１	－	0.20	0.17
レベル２	タイプⅠ	1.40	1.25
	タイプⅡ	2.00	1.05

2.4 構造計算諸元

2.4.1 単位体積重量

・鉄筋コンクリート

下表より 24.5kN／m3 とする。

表-12.3-1 単位体積重量

材料	単位体積重量 (kN／m³)	材料	単位体積重量 (kN／m³)
鋼、鋳鋼	77.0	アスファルトコンクリート舗装	22.5
鋳鉄	71.0	コンクリートブロック練積	22.5
アルミニウム合板	27.5	コンクリートブロック空積	19.5
鉄筋コンクリート	24.5	プレストレストコンクリート	24.5
無筋コンクリート	23.0	花こう岩	27.0
モルタル	21.0	砂岩	26.0
アスファルト(防水用)	11.0	水	9.8

注 1) コンクリートの単位体積重量については、現場で使用するコンクリートの実重量が明らかな場合、その実重量値を使用する。
2) 海水の単位体積重量は、水の 1.03 倍とする。

「設計基準　頭首工　R5 改訂予定」P175

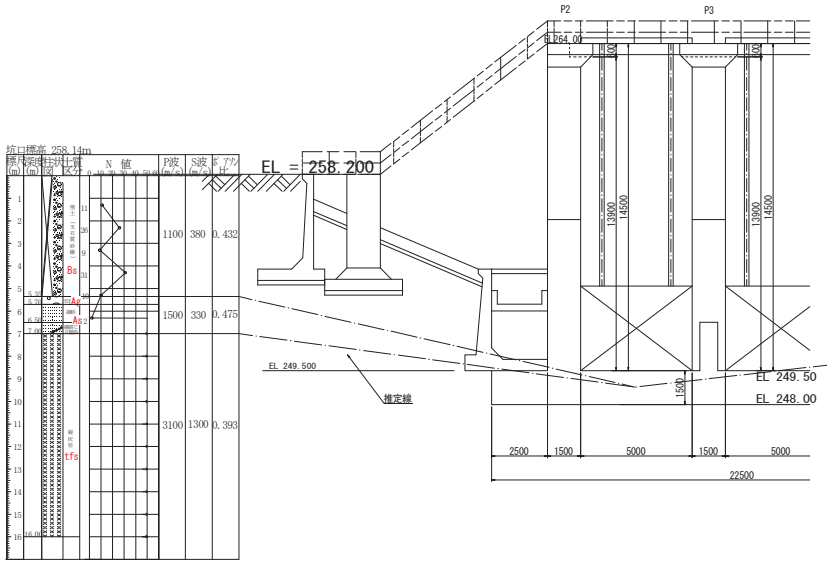
・無筋コンクリート

上表より 23.0kN／m3

・水

設計基準「水路工」H26　P241 より　γw=9.8kN／m3

・土地質調査で確認された土層は以下のとおりである。側壁にかかる埋め土の主体は石質砂礫（Bs）で、基礎は凝灰岩（tfs）である。



地質横断図

土質定数

土層名	土層記号	設計用N値 (回)	単位体積重量 ρ_t(kN/m³)	粘着力 c(kN/m²)	せん断抵抗角 φ (°)	変形係数 E(kN/m²)
埋土層	Bs	12.5	20	0	33	8700
沖積玉石層	Ag	12.0	18	0	32	8400
沖積砂質土層	As	2.0	17	0	25	(1400)

※( )参考値

H31 業務　地質調査報告書より

2.4.2 設計条件

(1) 既設構造物の設計基準強度

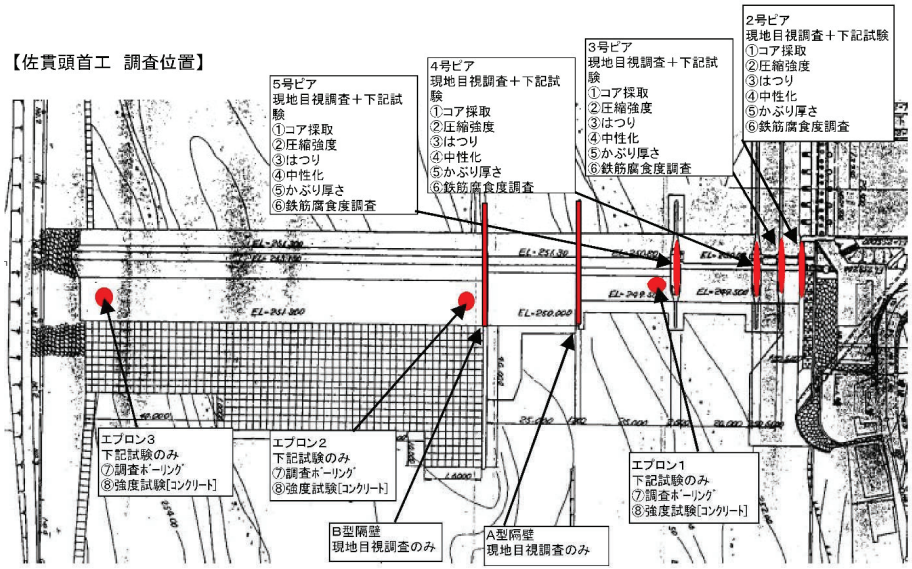
H31（R1）業務で、取水施設及び 3 号堰柱のコンクリート供試体にて圧縮強度試験を行った結果を以下に示す。

圧縮強度試験結果

供試体名	圧縮強度（N/mm²）
取水施設	37.5
3 号堰柱	34.0

また、それ以前の業務より、佐貫頭首工の供試体による圧縮強度試験を行っている。その結果を以下に示す。

【佐貫頭首工　調査位置】



出典：平成 18 年度 国営土地改良事業地区調査
鬼怒川中部二期地区 施設機能診断調査その他業務

圧縮強度試験結果

供試体名	圧縮強度（N/mm²）	備考
No. 1	80. 8	エプロン
No. 2	72. 0	エプロン
No. 3	63. 4	エプロン
ピア 2	42. 8	
ピア 3	37. 8	
ピア 4	44. 7	
ピア 5	40. 5	

出典：平成 18 年度 国営土地改良事業地区調査
鬼怒川中部二期地区 施設機能診断調査その他業務

以上から耐震性能照査における鉄筋コンクリートの設計基準強度は下記より σck＝30N/mm² とする。

【設計基準強度 σck＝30N/mm² とする理由】

① 平成 18 年度業務での佐貫頭首工のエプロン、堰柱のコンクリート供試体による圧縮強度試験より、どの供試体も鉄筋コンクリートの設計基準強度 σck＝30N/mm² を上回っている。

② H31（R1）業務によるコンクリート供試体による圧縮強度試験より圧縮強度 37.5N/mm² という結果が出ている。

③ 令和５年度改訂予定の「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計 頭首工」では「27.8 既設頭首工の物性値・設計条件等の適切な設定」の項で、下記のとおり過小評価をしないようすることが記載されている。これに従い、圧縮試験結果を考慮し、設計基準に示される規格（次ページ参照）の σck＝30N/mm² を採用する。

> また、新設頭首工の設計では安全側の配慮から必ずしも考慮されていない構造モデル、部材の断面定数可重条牛等についても、既設頭首工においてその効果が確実に見込める場合には、これを考慮してよい。ただし、考慮を行う際に安全側の条件設定をすることで耐震性能を過小評価しないようにすることが重要である。特に、受働土圧、主鉄筋・帯鉄筋本数等有効なものとして、考慮できる諸条件を可能な限り考慮して、耐震性能を適切に評価するものとする。

「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計 頭首工 R5 改訂予定」P582

(2) 鉄筋コンクリートの許容応力度

鉄筋コンクリートの許容応力度は下表による。

鉄筋コンクリートの許容応力度

（単位：N/mm²）

許容応力度 ＼ 28 日設計基準強度 σ_{ck}			18	21	24	30	40 以上	備 考
曲げ圧縮（σ_{ca}）			7	8	9	11	14	
せん断	斜め引張鉄筋の計算をしない場合（τ_{a1}）	梁の場合	0.4	0.42	0.45	0.5	0.55	
		スラブの場合[1]	0.8	0.85	0.9	1.0	1.1	
	斜め引張鉄筋の計算をする場合（τ_{a2}）	せん断力のみの場合[2]	1.8	1.9	2.0	2.2	2.4	
付着	丸 鋼（τ_{0a1}）		0.7	0.75	0.8	0.9	1.0	
	異形鉄筋（τ_{0a2}）		1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	
支 圧（σ'_{ca}）			5.4	6.3	7.2	9.0	12.0	$\sigma'_{ca} \leqq 0.3\,\sigma_{ck}$

注 1）押抜きせん断に対する値である。
2）ねじり影響を考慮する場合には、この値を割増すことができる。

「設計基準 頭首工 R5 改訂予定」P197

(3) 鉄筋の材料及び許容応力度

鉄筋は丸鋼であるため、鉄筋の許容応力度は、下表のとおりとする。

鉄筋の許容応力度

（単位：N/mm²）

鉄筋の種類		許容引張応力度（σ_{sa}） 一般の部材の場合	疲労強度より定まる場合	水に接する部材の場合	輪荷重が直接載荷する場合	備 考
SR 235	常時	137	137	137	137	
	地震時	205	205	205	205	
SD 295 A, B	常時	176	157	157	137	
	地震時	264	264	264	264	
SD 345	常時	196	176	176[2]	137	
	地震時	294	294	294	294	

注 1）：SD 345 が適用できる構造物は次のような場合とする。
① 特に大規模で地震時が支配的となり、経済性で有利な場合
② 市場性により SD 295 A、B の入手が困難な場合
③ ひび割れ等に対する十分な検討を行う場合
④ 道路協議（河川協議）などによる場合
2）：次の場合：常時の SD 345 の許容引張応力度は SD 295 A、B と同一とする。
① 道路協議（河川協議）等による場合
② たわみ、ひび割れの検討を行わない場合

「設計基準 頭首工 R5 改訂予定」P197

(4) 地震時の許容応力度の割増し

地震時の許容応力度の割増し係数は、下表より 1.5 とする。

種別	荷重、外力等の組合せ	割増し係数
無筋コンクリート	地震時の影響を考えた場合	1.50
鉄筋コンクリート	温度変化及び乾燥収縮を考えた場合	1.15
	地震の影響を考えた場合	1.50
	温度変化、乾燥収縮及び地震の影響を考えた場合	1.65

「設計基準　頭首工 R5 改訂予定」P197

(5) コンクリートのヤング係数

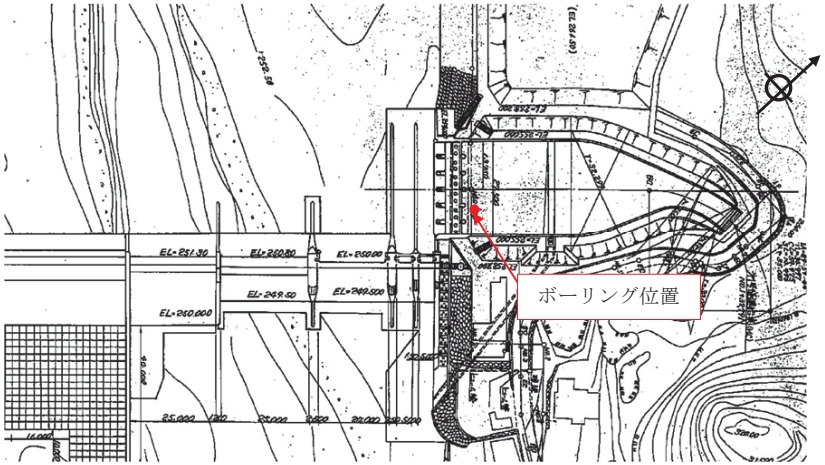
不静定力又は弾性変形の計算に用いるコンクリートのヤング係数

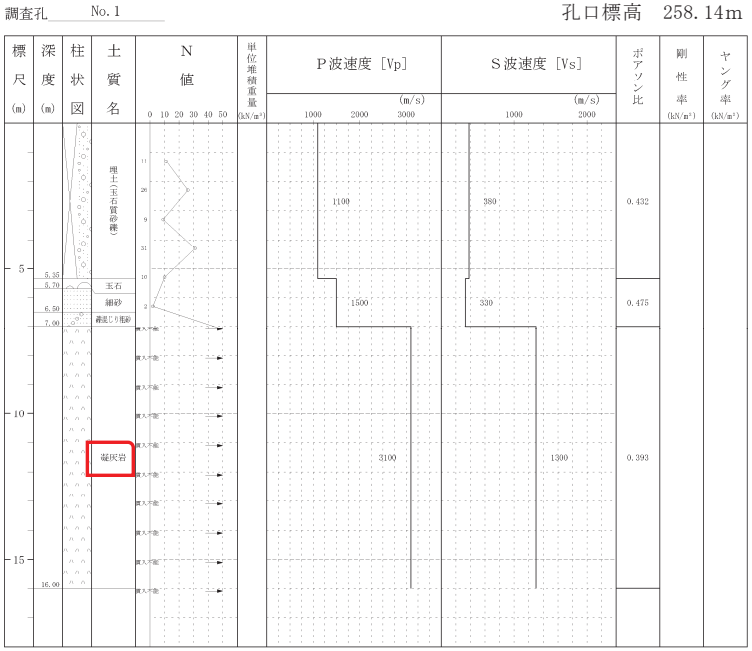
設計基準強度 σ_{ck} (N/mm²)	18	21	24	30	40
コンクリートのヤング係数 E_c (kN/mm²)	22	23.5	25	28	31
鉄筋とコンクリートのヤング係数比 $n=E_s/E_c$	9.1	8.5	8.0	7.1	6.5

「設計基準　水路工 H26.3」P346

○基礎地盤の定数

H31 業務で取水口脇においてボーリング調査（標準貫入試験、PS 検層）を実施している。





○土質定数

土層名	土層記号	設計用N値 (回)	単位体積重量 ρ_t (kN/m³)	粘着力 c (kN/m²)	せん断抵抗角 ϕ (°)	変形係数 E (kN/m²)
凝灰岩層	t f s	50.0	18	173	20	39500

H31 業務　地質調査報告書より

○ばね定数

$$k_V = k_{V0}\left(\frac{B_V}{0.3}\right)^{-3/4} \quad \cdots\cdots (4.2.20)$$

$$k_H = k_{H0}\left(\frac{B_H}{0.3}\right)^{-3/4} \quad \cdots\cdots (4.2.21)$$

$$B_V = \sqrt{A_V} \quad \cdots\cdots (4.2.22)$$

$$B_H = \sqrt{A_H} \quad \cdots\cdots (4.2.23)$$

$$k_{SB} = \lambda k_V \quad \cdots\cdots (4.2.24)$$

$$k_{H0} = \frac{1}{0.3}E_D \quad \cdots\cdots (4.2.25)$$

$$k_{V0} = \frac{1}{0.3}E_D \quad \cdots\cdots (4.2.26)$$

$$E_D = 2(1+\nu_D)G_D \quad \cdots\cdots (4.2.27)$$

$$G_D = \frac{\gamma_t}{g}V_{DS}^2 \quad \cdots\cdots (4.2.28)$$

ここに、 k_V ：鉛直方向地盤ばね定数（kN/m³）
k_H ：水平方向地盤ばね定数（kN/m³）
k_{V0} ：鉛直方向地盤反力係数（kN/m³）
k_{H0} ：水平方向地盤反力係数（kN/m³）
B_V ：基礎の換算載荷幅（m）（**表-4.2.9** 参照、B_H を B_v と読み替える。）
B_H ：荷重方向に直交する基礎の換算載荷幅（m）（**表-4.2.9** 参照）

A_V ：鉛直方向の載荷面積（m²）
A_H ：荷重作用方向に直交する基礎の載荷面積（m²）
k_{SB} ：水平方向せん断地盤ばね定数（kN/m³）
E_D ：地盤の動的変形係数（kN/m²）
ν_D ：地盤の動的ポアソン比 調査結果から ν_D＝0.39
G_D ：地盤の動的せん断変形係数（kN/m²）
γ_t ：土（地盤）の単位体積重量（kN/m³）
g ：重力加速度（9.8m/s²）
V_{DS} ：地盤のせん断弾性波速度（m/s）
λ ：鉛直方向地盤ばね定数に対する水平方向せん断地盤ばね定数の比で、λ=1/3～1/4 とする。

地盤ばね定数の算出に用いる i 番目のせん断弾性波速度 V_{DSi} は、建設地点で実測されたせん断弾性波速度 V_{Si} がある場合には、**式(4.2.29)**及び**式(4.2.30)**によって算出する。

$$V_{DSi} = c_V \cdot V_{Si} \quad \cdots\cdots (4.2.29)$$

$$c_V = \begin{cases} 0.8 & (V_{si} < 300\text{m/s}) \\ 0.8 & (V_{si} \geqq 300\text{m/s}) \end{cases} \quad \cdots\cdots (4.2.30)$$

ここに、 V_{DSi} ：基礎の抵抗を表すばね定数の算出に用いる i 番目の地層の平均せん断弾性波速度（m/s）
V_{Si} ：i 番目の地層の平均せん断弾性波速度(m/s)
c_V ：地盤ひずみの大きさに基づく補正係数

「設計基準　耐震設計 H27」P80～81

弾性波（Ｓ波）伝播速度：1.3ｋｍ/ｓ（PS 検層結果より）

上記より

V_{SD}＝1300m/ｓ
G_D＝γｔ／ｇ×V_{DS}^2＝18／9.8×1300^2＝3.1×10^6ｋＮ／m3
E_D＝2×（1＋ν_D）G_D＝2×（1＋0.39）×3.1×10^6＝8.6×10^6ｋＮ／m2
ｋv0＝1／0.3×E_D＝1／0.3×8.6×10^6＝28.7×10^6ｋＮ／m3

	計算値
V_{DS}（地盤のせん断弾性波係数）	1300m/ｓ
G_D（地盤の動的せん断変形係数）	3.1×10^6ｋＮ／m3
E_D（地盤の動的変形係数）	8.6×10^6ｋＮ／m2
K_{v0}（鉛直方向地盤反力係数）	28.7×10^6ｋＮ／m3

○2～4 号堰柱

Av=22.50×20.00＝450.00m2
Bv＝√Av＝√450＝21.2m
ｋv＝ｋv0（Bv／0.3）^（-3／4）＝28.7×10^6×（21.2／0.3）^（-3／4）
＝1.18×10^6ｋＮ／m3

	計算値
A_V（鉛直方向の載荷面積）	450.00m2
B_V（基礎の換算載荷幅）	21.2m
K_V（鉛直方向地盤ばね定数）	1.18×10^6ｋＮ／m3

○5 号堰柱

Av=11.50×20.00＝230.00m2
Bv＝√Av＝√230＝15.2m
ｋv＝ｋv0（Bv／0.3）^（-3／4）＝28.7×10^6×（15.2／0.3）^（-3／4）
＝1.52×10^6ｋＮ／m3

	計算値
A_V（鉛直方向の載荷面積）	230.00m2
B_V（基礎の換算載荷幅）	15.2m
K_V（鉛直方向地盤ばね定数）	1.52×10^6ｋＮ／m3

2.5 計算ケース

計算ケースは「設計基準　頭首工」に示される地震時４ケースについて、レベル１及びレベル２のケース、計８ケースを行う。

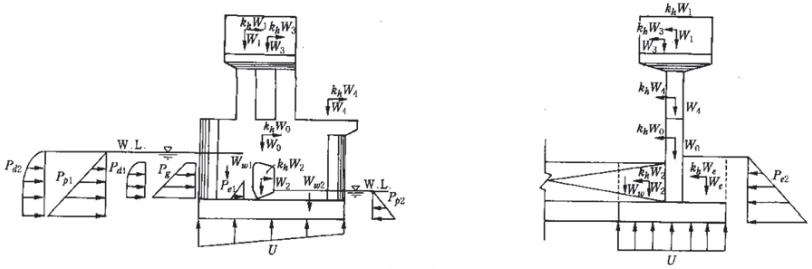
計算ケースの荷重の組み合わせは以下のとおりである。

可動堰安定計算における組合せ荷重

荷重項目 ＼ 計算ケース			1	2	3	4	5	6	7
条件	水位状況		洪水時	低水時	低水時	低水時	空虚時	空虚時	空虚時
	扉体開閉		開扉	閉扉	閉扉	閉扉	開扉	開扉	開扉
	常時・地震時		常時	常時	地震時	地震時	常時	地震時	地震時
	方向		上下流	上下流	上下流	堰軸	上下流	上下流	堰軸
						左右岸			左右岸
鉛直荷重	W_0	堰柱自重	○	○	○	○	○	○	○
	W_1	機械室自重	○	○	○	○	○	○	○
	W_2	扉体	○	○	○	○	○	○	○
	W_3	巻上機	○	○	○	○	○	○	○
	W_4	管理橋	○	○	○	○	○	○	○
	W_5	雪荷重		○					
	W_w	水重	○	○	○	○			
	U	揚圧力	○	○	○	○			
	W_e	背面土重				○			○
水平荷重	k_hW_0	堰柱慣性力			○	○		○	○
	k_hW_1	機械室 〃			○	○		○	○
	k_hW_2	扉体 〃			○	○		○	○
	k_hW_3	巻上機 〃			○	○		○	○
	k_hW_4	管理橋 〃			○	○		○	○
	k_hW_5	積雪 〃							
	P_{w1}	風荷重（扉体）	○				○		
	P_{w2}	風荷重（堰柱）	○	○			○		
	P_{w3}	風荷重（機械室）	○	○			○		
	P_g	静水圧（扉体）		○	○				
	P_p	静水圧（堰柱）	○	○	○				
	P_{d1}	動水圧（扉体）			○				
	P_{d2}	動水圧（堰柱）			○	○			
	P_{e1}	堆砂土圧		○	○				
	P_i	氷荷重		○					
	P_{e2}	土圧（側面）				○			○
	kP_{e2}	地震時背面土圧				○			○

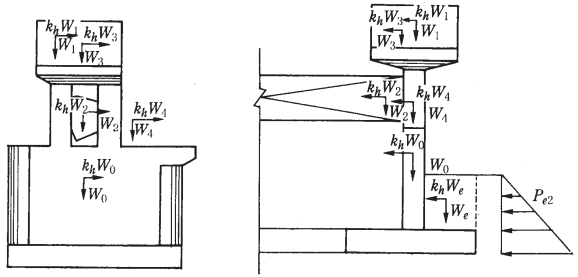
「設計基準　頭首工 R5 改訂予定」P193

ケース３　　ケース４



堰柱安定計算における荷重条件

ケース６　　ケース７



堰柱安定計算における荷重条件

地震時の検討ケースとしては、以下の 12 ケースである。

ケース名	条件	地震レベル	備考
3-1	低水位、閉扉、水流方向	レベル１	
3-2-1	〃	レベル２	タイプⅠ
3-2-2	〃	〃	タイプⅡ
4-1	低水位、閉扉、水流直角方向	レベル１	
4-2-1	〃	レベル２	タイプⅠ
4-2-2	〃	〃	タイプⅡ
6-1	空虚時、開扉、水流方向	レベル１	
6-2-1	〃	レベル２	タイプⅠ
6-2-2	〃	〃	タイプⅡ
7-1	空虚時、開扉、水流直角方向	レベル１	
7-2-1	〃	レベル２	タイプⅠ
7-2-2	〃	〃	タイプⅡ

荷重計算に使用する設計水平震度は以下のとおりとする。

設計水平震度のまとめ

2 号堰柱

解析方向		堰軸方向	上下流方向
レベル１	－	0.20	0.19
レベル２	タイプⅠ	1.40	1.21
	タイプⅡ	2.00	0.97

3 号堰柱

解析方向		堰軸方向	上下流方向
レベル１	－	0.20	0.19
レベル２	タイプⅠ	1.40	1.21
	タイプⅡ	2.00	0.99

4 号堰柱

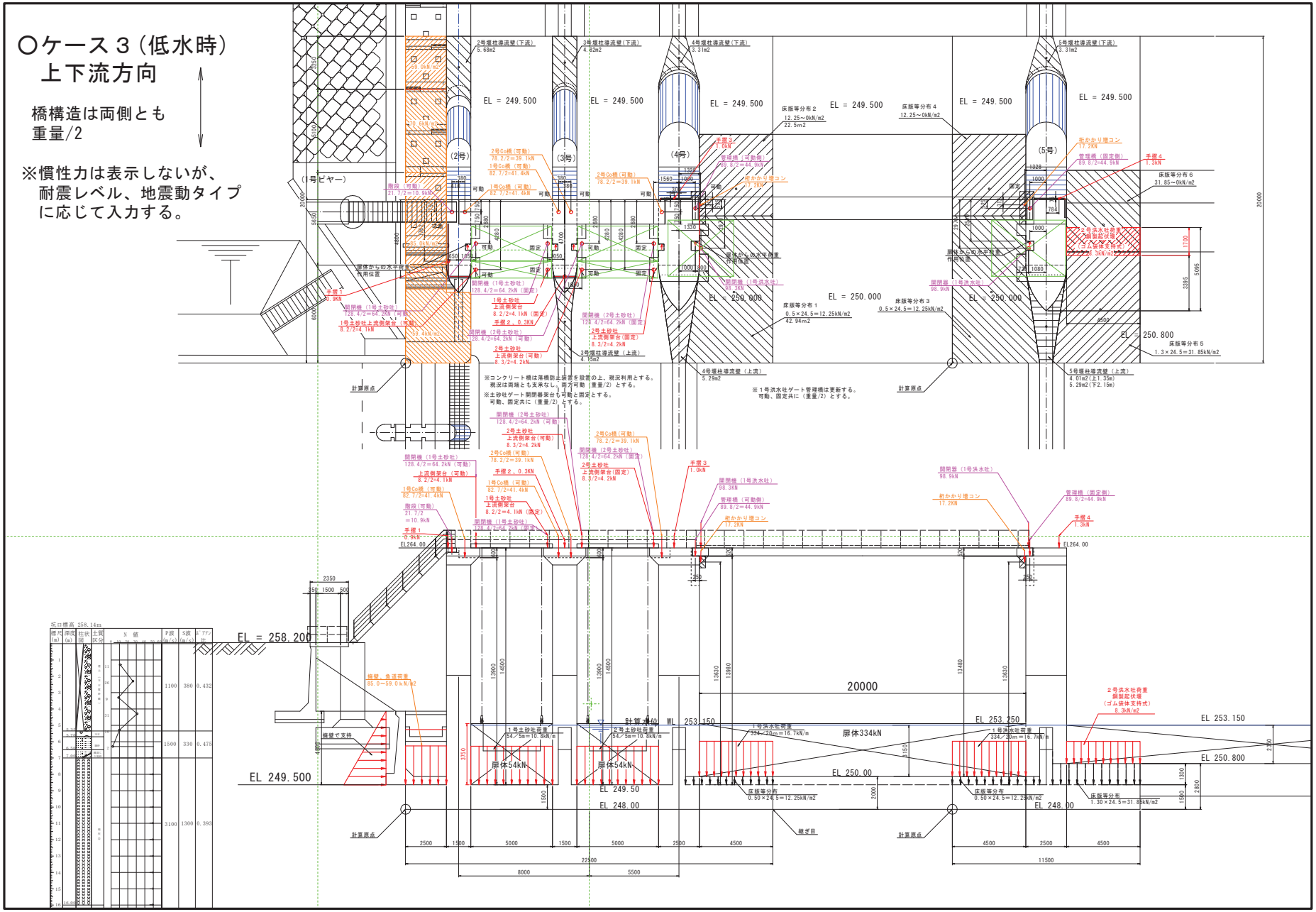
解析方向		堰軸方向	上下流方向
レベル１	－	0.20	0.19
レベル２	タイプⅠ	1.40	1.22
	タイプⅡ	2.00	1.01

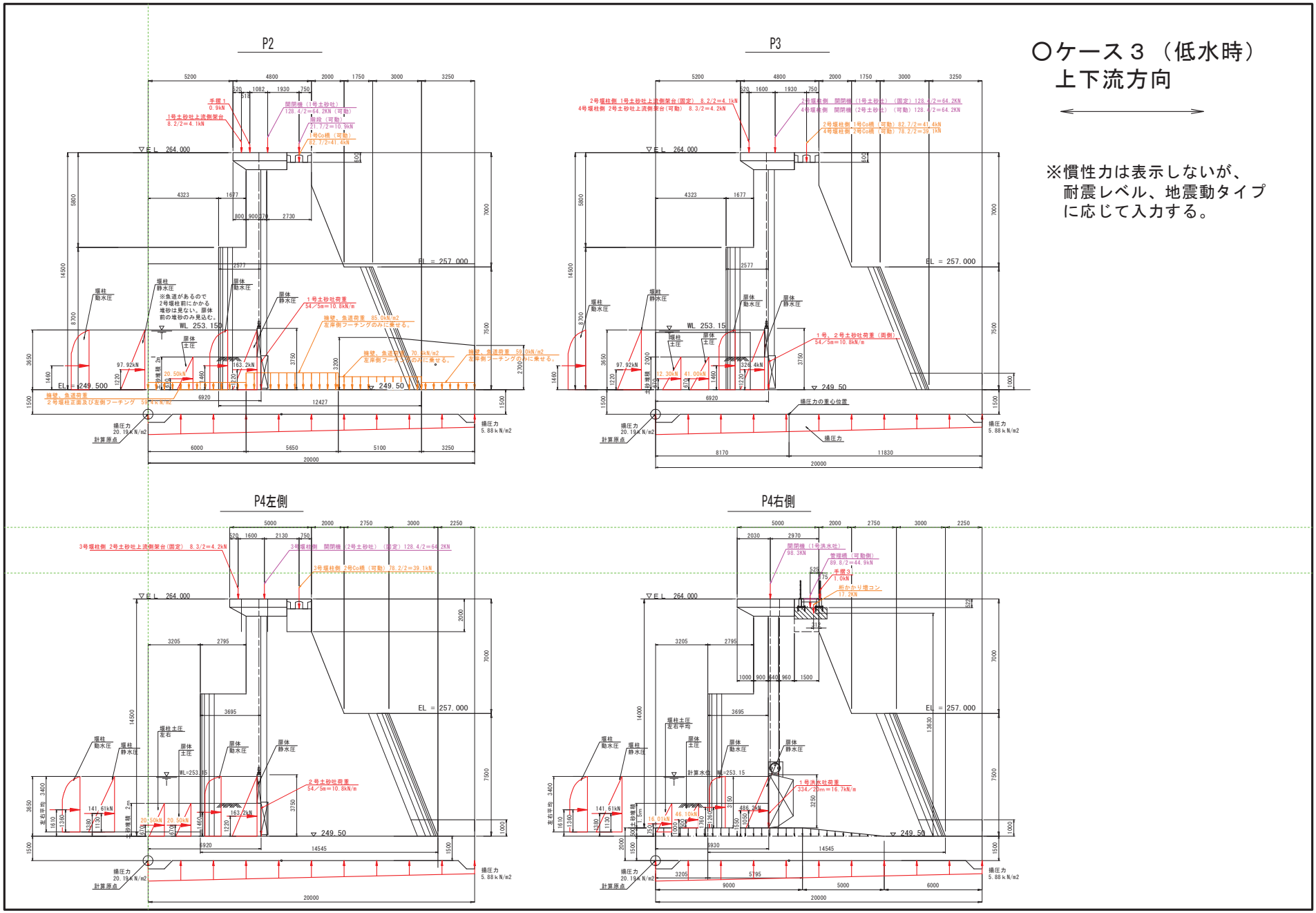
5 号堰柱

解析方向		堰軸方向	上下流方向
レベル１	－	0.20	0.17
レベル２	タイプⅠ	1.40	1.25
	タイプⅡ	2.00	1.05

2.6 堰柱に作用する荷重

代表的なケース３の荷重図を示す。

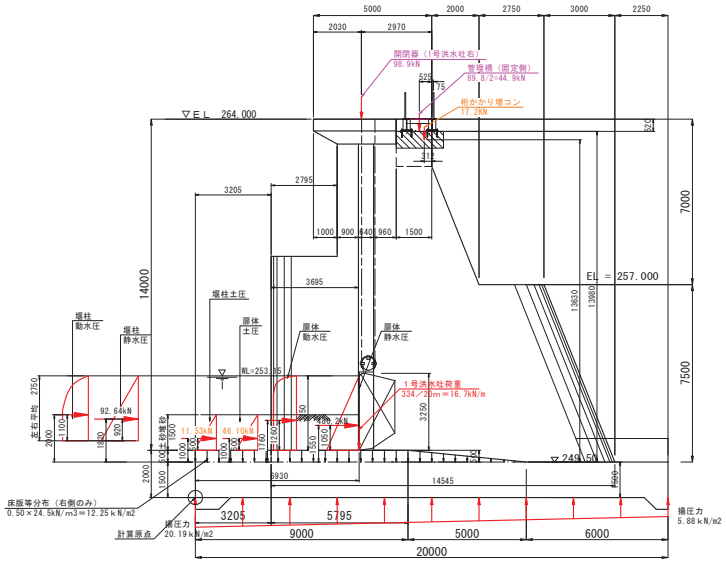



P2
P3
P4左側
P4右側
○ケース３（低水時）
上下流方向
※慣性力は表示しないが、
耐震レベル、地震動タイプ
に応じて入力する。
▽EL 264.000
EL = 257.000
WL 253.15
EL = 249.500
▽ 249.50
堰柱
動水圧
堰柱
静水圧
堰体
動水圧
堰体
静水圧
堰体
土圧
1号土砂吐荷重
54/5m=10.8kN/m
2号土砂吐荷重
54/5m=10.8kN/m
1号、2号土砂吐荷重（両側）
54/5m=10.8kN/m
1号洪水吐荷重
334/20m=16.7kN/m
堰柱土圧
左右平均
堰柱土圧
左右
堰柱土圧
左右平均
計算水位
WL=253.15
土砂堆積
2m
土砂堆積
1.5m
土砂堆積
1.5m
撓圧力の重心位置
撓圧力
撓圧力
20.19kN/m2
計算原点
撓圧力
5.88kN/m2
20000
12427
14545
11830
8170
6000
5650
5100
3250
9000
5000
6000
5795
3205
2795
6920
3930

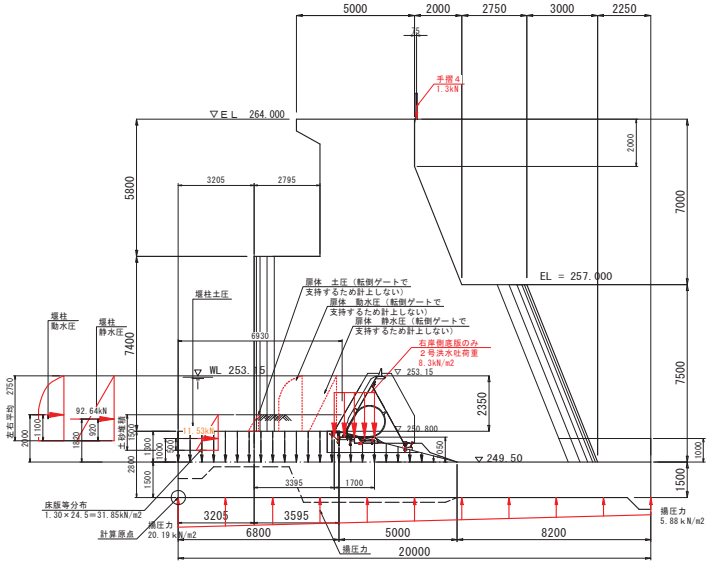
○ケース３（低水位時）
上下流方向

※慣性力は表示しないが、
耐震レベル、地震動タイプ
に応じて入力する。

P5左側



P5右側



2.7 動的解析結果

動的解析に用いる運動方程式は、下記の通り表現される。

$$M \cdot \Delta\ddot{X} + C \cdot \Delta\dot{X} + K\Delta\mu \cdot \Delta X = -M \cdot \Delta\alpha$$

M：質量マトリックス
C：減衰マトリックス
K：剛性マトリックス
$\Delta\ddot{X}$：各接点における相対応答加速度
$\Delta\dot{X}$：各接点における相対応対速度
$\Delta\mu$：各接点における相対応答変位
$\Delta\alpha$：基盤での入力速度

また、減衰定数は「道路橋示方書H29, P129」より下記の式から算出される。

$$\begin{Bmatrix}\alpha\\ \beta\end{Bmatrix} = 2\frac{\omega_m\omega_n}{\omega_n^2-\omega_m^2}\begin{bmatrix}\omega_n & -\omega_m\\ -1/\omega_n & 1/\omega_m\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}h_m\\ h_n\end{Bmatrix} \quad \cdots\cdots (解5.2.5)$$

$$[C] = \alpha[M] + \beta[K] \quad \cdots\cdots (解5.2.6)$$

ここに,
ω_m, ω_n：m 次又は n 次の固有振動モードの固有円振動数
h_m, h_n：m 次又は n 次の固有振動モードの減衰定数
$[C]$：減衰行列
$[M]$：質量行列
$[K]$：剛性行列

固有周期の算出、減衰マトリックスの算出も含め電算で算出するため、別冊の詳細構造計算で詳細を記載し、ここでは結果のみを記載する。

2.7.1 動的解析　照査手法

(1) レベル1地震動

レベル1地震動の動的解析は時刻歴応答解析（最大応答）で行う。

照査内容は、動的解析により得られた最大応答値（曲げ圧縮、引張応力）が許容値以下になることを確認する。

σc/σca<1.0
σs/σsa<1.0

σc：曲げ圧縮
σs：引張応力

表　各許容応力度

項目	計算式	許容値
σca:許容曲げ圧縮	11 N/mm2×1.5＝16.5N/mm2	16.5N/mm2
σsa:許容引張応力度		205N/mm2

表-12.5-2　鉄筋コンクリートの許容応力度

（単位：N/mm²）

許容応力度 ＼ 設計基準強度σ_{ck}			18	21	24	30	40以上	備　考
曲げ圧縮（σ_{ca}）			7	8	9	11	14	
せん断	斜め引張鉄筋の計算をしない場合（τ_{a1}）	梁の場合	0.4	0.42	0.45	0.5	0.55	
		スラブの場合 1)	0.8	0.85	0.9	1.0	1.1	
	斜め引張鉄筋の計算をする場合（τ_{a1}）	せん断力のみの場合 2)	1.8	1.9	2.0	2.2	2.4	
付着	丸鋼（τ_{oa1}）		0.7	0.75	0.8	0.9	1.0	
	異形鉄筋（τ_{oa2}）		1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	
支圧（σ'_{ca}）			5.4	6.3	7.2	9.0	12.0	$\sigma'_{ca} \leqq 0.3\sigma_{ck}$

注 1) 押抜きせん断に対する値である。
2) ねじり影響を考慮する場合には、この値を割増することができる。

(2) レベル2地震動

レベル2地震動に対する照査は、電算により算出された各種許容値が、下表の条件になることを照査した。

耐震照査の判定（レベル2地震動の位相の正負を考慮した3波平均（6波平均））	
曲げモーメント	＊発生曲率(φmax)＜許容曲率
せん断力	発生せん断力(Smax)＜せん断耐力(Ps)
応答変位	最大応答変位＜許容変位（耐震性能2）
残留変位	残留変位＜許容残留変位

＊備考

曲率＝1/ρ＝M/EI
ρ：曲率半径
M：曲げモーメント
E：ヤング率
I：断面二次モーメント

2.7.2 動的解析（レベル１地震動） 計算結果

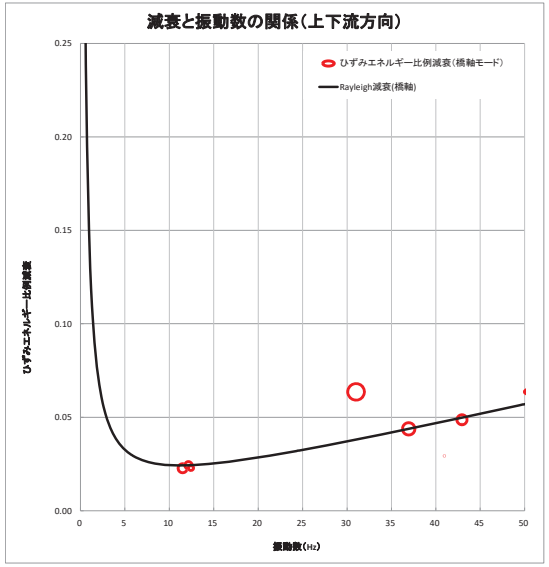
(1) 固有周期及び減衰定数

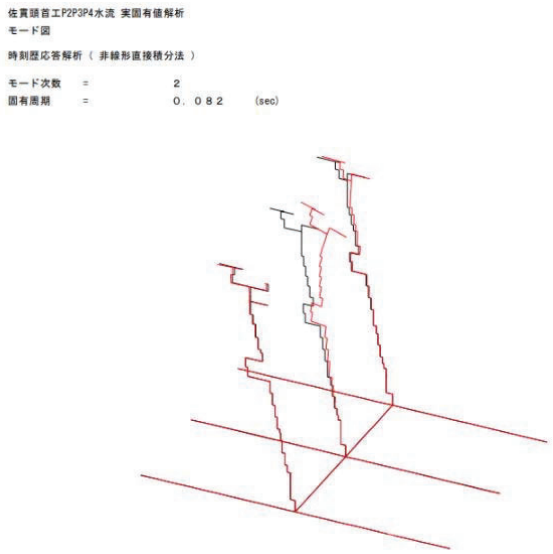
(a) 上下流方向(2,3,4号堰柱)

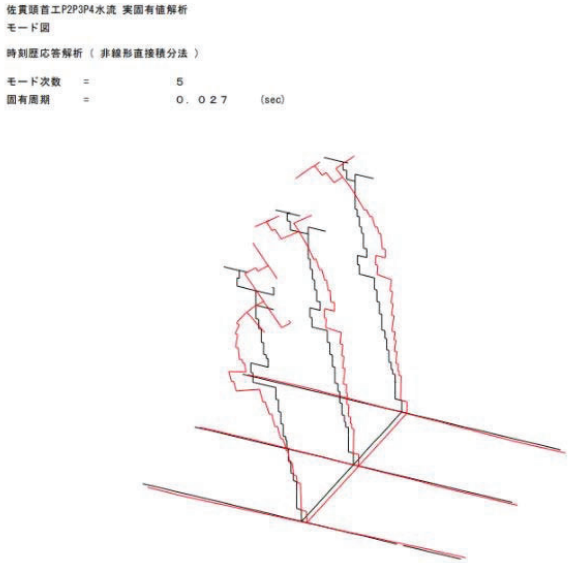
●Rayleigh減衰

ひずみエネルギー比例減衰に基づくモード減衰と Rayleigh 減衰

モード次数	固有円振動数 (rad./sec)	固有振動数 (cyc./sec)	固有周期 (sec)	減衰定数	上下流方向(面内方向) 刺激係数	上下流方向(面内方向) 有効質量率(%)	上下流方向(面内方向) 累積有効質量率(%)	橋軸直角方向(面外方向) 刺激係数	橋軸直角方向(面外方向) 有効質量率(%)	橋軸直角方向(面外方向) 累積有効質量率(%)	ひずみエネルギー比率(%) 要素減衰定数 2号堰柱 0.02	3号堰柱 0.02	4号堰柱 0.02	床版 0.05	基礎 0.1	剛域 0
1	72.2275	11.4954	0.0870	0.022700	18.0828	7.6510	7.6510	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.001	98.778	0.029	0.241	0.951
2	76.3817	12.1565	0.0823	0.024300	14.4282	4.8710	12.5230	0.0000	0.0000	0.0000	0.005	94.501	0.001	4.515	0.312	0.666
3	78.0948	12.4292	0.0805	0.022860	10.7697	2.7140	15.2370	0.0000	0.0000	0.0000	98.884	0.006	0.000	0.048	0.357	0.704
4	194.8989	31.0191	0.0322	0.063560	48.1766	54.3110	69.5480	0.0000	0.0000	0.0000	0.004	0.007	97.916	0.074	0.748	1.252
5	232.1380	36.9459	0.0271	0.043810	27.3829	17.5460	87.0940	0.0000	0.0000	0.0000	0.056	96.213	0.013	2.328	0.664	0.726
6	257.3385	40.9567	0.0244	0.029320	−5.7284	0.7680	87.8620	0.0000	0.0000	0.0000	98.289	0.067	0.008	0.095	0.748	0.792







上下流方向

Iモード 次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数	Jモード 次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数	α	β
2	0.0823	76.3820	14.4282	0.0243	5	0.0271	232.1088	27.3829	0.0438	1.6931315	0.0003461

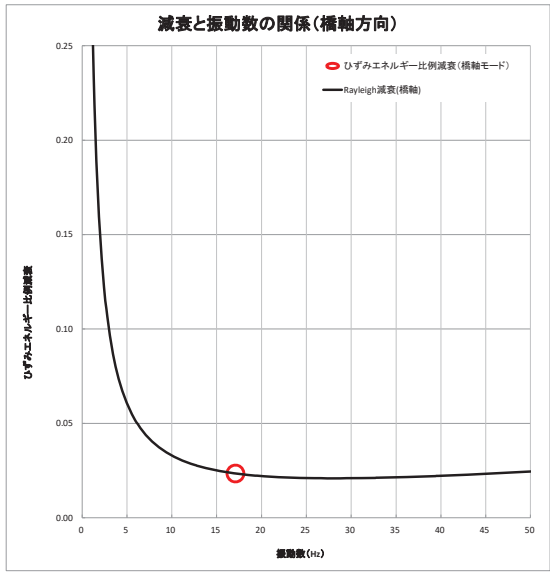
	固有周期	α	β
採用値	0.0823	1.6931315	0.0003461

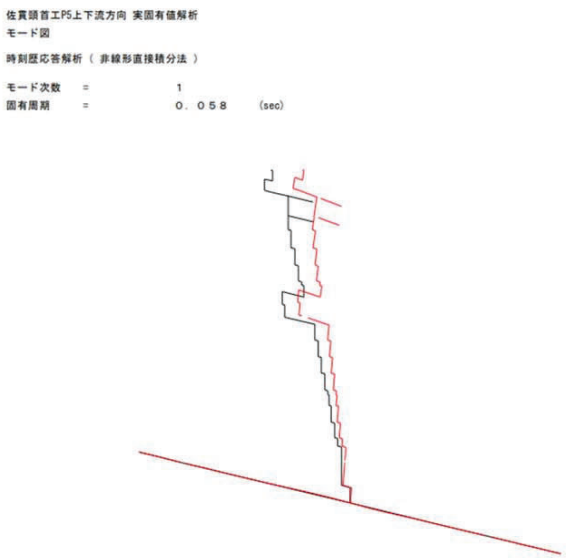
(b) 上下流方向(5 号堰柱)

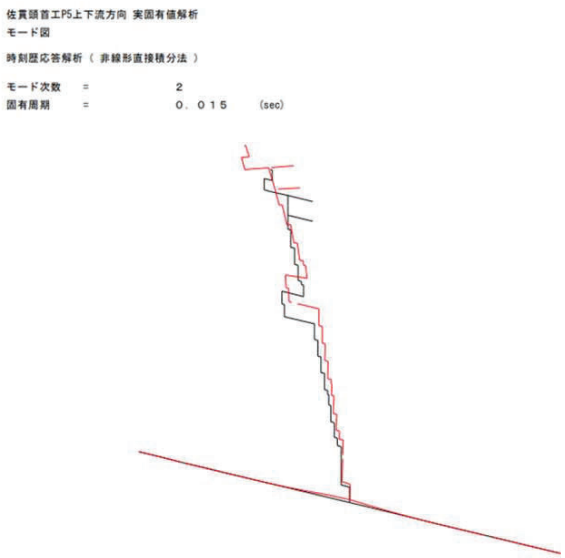
●Rayleigh減衰

ひずみエネルギー比例減衰に基づくモード減衰と Rayleigh 減衰

モード次数	固有円振動数(rad./sec)	固有振動数(cyc./sec)	固有周期(sec)	減衰定数	橋軸方向(面内方向)			橋軸直角方向(面外方向)			ひずみエネルギー比率(%)				
											要素減衰定数				
					刺激係数	有効質量率(%)	累積有効質量率(%)	刺激係数	有効質量率(%)	累積有効質量率(%)	0.02	0.05	0.03	0.2	0
1	107.4086	17.0946	0.0585	0.023370	22.2457	24.3070	24.3070	0.0000	0.0000	0.0000	80.997	0.000	0.000	4.509	14.495
2	414.7541	66.0102	0.0152	0.029000	−0.2926	0.0040	24.3110	0.0000	0.0000	0.0000	77.536	0.000	0.000	5.728	16.736
3	451.6990	71.8901	0.0139	0.025760	−16.1770	12.8540	37.1650	0.0000	0.0000	0.0000	90.951	0.000	0.000	5.903	3.146
4	871.6136	138.7216	0.0072	0.034950	−8.6386	3.6650	40.8310	0.0000	0.0000	0.0000	77.723	0.000	0.000	9.124	13.153







上下流方向

Iモード					Jモード					α	β
次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数	次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数		
1	0.0585	107.4049	22.2457	0.0234	2	0.0152	414.7317	−0.2926	0.0290	3.6517416	0.0001186

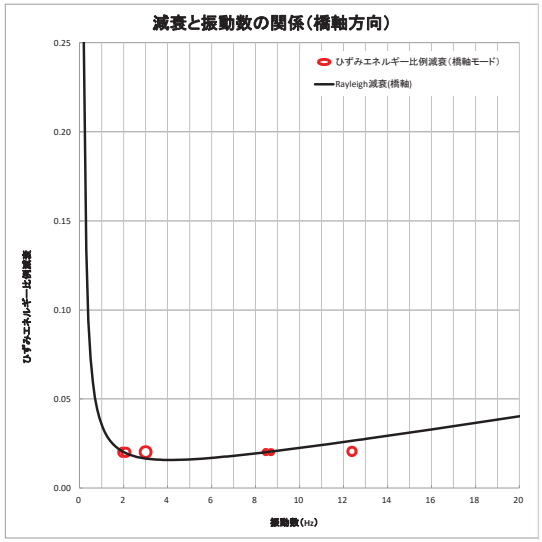
	固有周期	α	β
採用値	0.0585	3.6517416	0.0001186

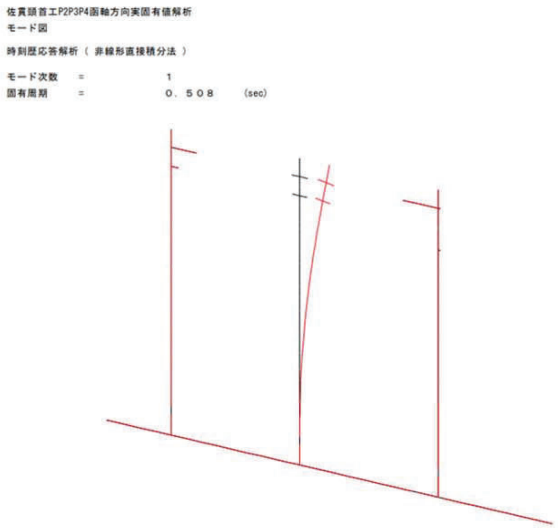
(c) 堰軸方向(2, 3, 4 号堰柱)

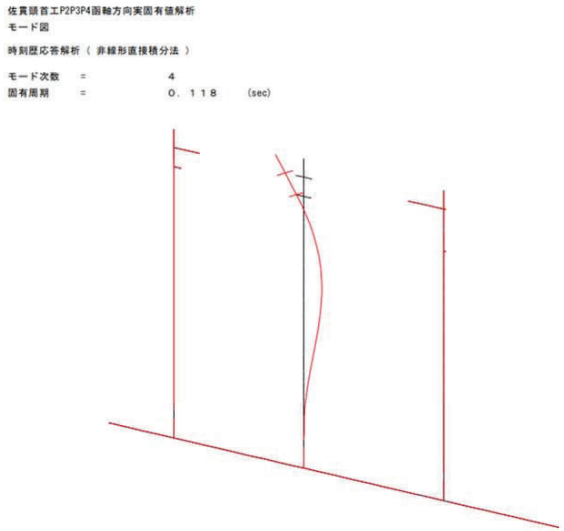
●Rayleigh減衰

ひずみエネルギー比例減衰に基づくモード減衰と Rayleigh 減衰

モード次数	固有円振動数 (rad./sec)	固有振動数 (cyc./sec)	固有周期 (sec)	減衰定数	橋軸方向(面内方向)			橋軸直角方向(面外方向)			ひずみエネルギー比率(%)					
											要素減衰定数					
					刺激係数	有効質量率 (%)	累積有効質量率(%)	刺激係数	有効質量率 (%)	累積有効質量率(%)	2号堰柱 0.02	3号堰柱 0.02	4号堰柱 0.02	床版 0.05	基礎 0.2	剛域 0
1	12.3598	1.9671	0.5084	0.020080	13.8026	4.6650	4.6650	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	99.904	0.000	0.012	0.084	0.000
2	13.2163	2.1034	0.4754	0.020090	13.6302	4.5490	9.2130	0.0000	0.0000	0.0000	99.897	0.000	0.000	0.011	0.091	0.000
3	18.8728	3.0037	0.3329	0.020210	18.2466	8.1520	17.3650	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	99.751	0.025	0.224	0.001
4	53.2124	8.4690	0.1181	0.020180	9.7380	2.3220	19.6870	0.0000	0.0000	0.0000	0.002	99.766	0.000	0.051	0.180	0.001
5	54.6754	8.7019	0.1149	0.020200	9.5250	2.2210	21.9090	0.0000	0.0000	0.0000	99.747	0.002	0.000	0.048	0.203	0.000







橋軸方向

Iモード					Jモード					α	β
次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数	次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数		
1	0.5084	12.3600	13.8026	0.0201	4	0.1181	53.2113	9.7380	0.0202	0.4022038	0.0006164

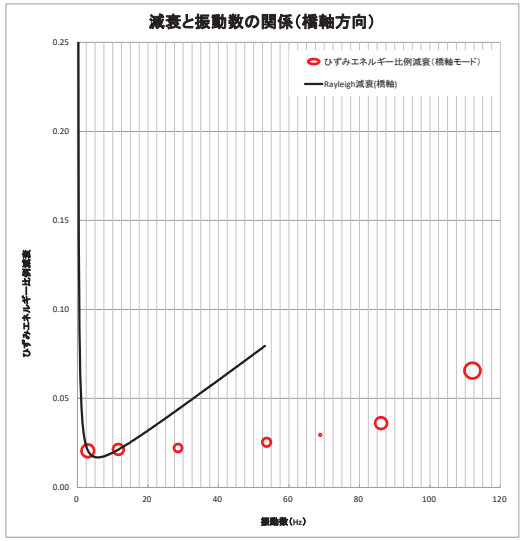
	固有周期	α	β
採用値	0.5084	0.4022038	0.0006164

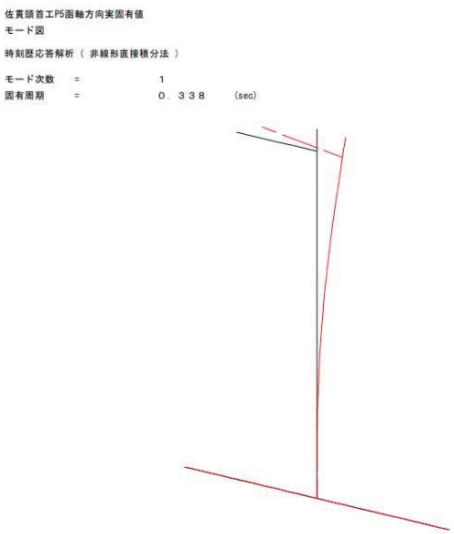
(d) 堰軸方向(5 号堰柱)

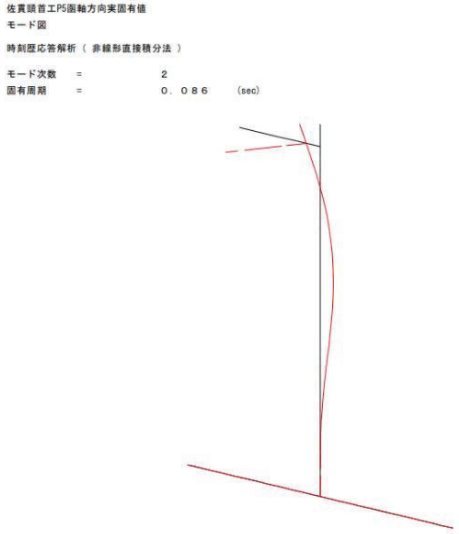
●Rayleigh減衰

ひずみエネルギー比例減衰に基づくモード減衰と Rayleigh 減衰

モード次数	固有円振動数 (rad./sec)	固有振動数 (cyc./sec)	固有周期 (sec)	減衰定数	橋軸方向(面内方向)			橋軸直角方向(面外方向)			ひずみエネルギー比率(%)				
											要素減衰定数				
					刺激係数	有効質量率(%)	累積有効質量率(%)	刺激係数	有効質量率(%)	累積有効質量率(%)	0.02	0.05	0.03	0.2	0
1	18.5704	2.9556	0.3383	0.020550	17.8540	16.7000	16.7000	0.0000	0.0000	0.0000	99.434	0.000	0.000	0.566	0.001
2	72.9838	11.6157	0.0861	0.021300	13.8528	10.0540	26.7540	0.0000	0.0000	0.0000	98.889	0.000	0.000	1.110	0.001
3	179.2889	28.5347	0.0351	0.022130	9.8349	5.0670	31.8210	0.0000	0.0000	0.0000	98.313	0.000	0.000	1.686	0.001
4	337.1182	53.6540	0.0186	0.025350	−10.5355	5.8150	37.6360	0.0000	0.0000	0.0000	96.354	0.000	0.000	3.645	0.002
5	432.6278	68.8549	0.0145	0.029510	4.3679	1.0000	38.6360	0.0000	0.0000	0.0000	90.649	0.000	0.000	9.346	0.006







橋軸方向

Iモード					Jモード					α	β
次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数	次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数		
1	0.3383	18.5706	17.8540	0.0206	2	0.0861	72.9839	13.8528	0.0213	0.6008584	0.0004709

	固有周期	α	β
採用値	0. 3383	0. 6008584	0. 0004709

(2) 堰柱の耐震照査（レベル１地震動）　計算結果

(a) ２号堰柱の耐震照査結果

2号堰柱	ケース　6(空虚時・開扉・上下流方向)																					
	上下流方向　空虚　曲げ照査													上下流方向　空虚　せん断照査								
	I端							J端						I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	-2127.0	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	2252.7	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	428.89	0.04	0.24	0.152	OK	-0.04	0.24	0.154	OK
堰柱上部	-524.5	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	604.6	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	148.68	0.02	0.27	0.076	OK	-0.02	0.27	0.076	OK
門柱下部	-258.2	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	309.2	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	124.01	0.02	0.26	0.087	OK	-0.02	0.26	0.089	OK
門柱上部	-216.0	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	235.1	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	48.72	0.01	0.32	0.038	OK	-0.01	0.32	0.038	OK

2号堰柱	ケース　3(低水時・閉扉・上下流方向)																					
	上下流方向　低水　曲げ照査													上下流方向　低水位　せん断照査								
	I端							J端						I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	-2019.6	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	2136.3	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	289.43	0.03	0.24	0.112	OK	0.03	0.24	0.115	OK
堰柱上部	-681.6	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	764.1	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	137.49	0.02	0.27	0.071	OK	-0.02	0.27	0.071	OK
門柱下部	-225.0	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	272.2	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	114.07	0.02	0.27	0.079	OK	-0.02	0.26	0.080	OK
門柱上部	-185.9	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	203.6	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	44.95	0.01	0.32	0.035	OK	-0.01	0.32	0.035	OK

2号堰柱	ケース　7(空虚時・開扉・堰軸方向)																					
	堰軸方向　空虚　曲げ照査													堰軸方向　空虚　せん断照査								
	I端							J端						I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	3244.7	1.8	0.111	OK	60.7	0.296	OK	3633.5	2.1	0.126	OK	76.5	0.373	OK	637.77	0.04	0.34	0.128	OK	-0.04	0.33	0.129	OK
堰柱上部	1436.0	1.1	0.068	OK	40.0	0.195	OK	-1685.2	1.4	0.083	OK	57.9	0.282	OK	363.09	0.03	0.29	0.115	OK	-0.03	0.28	0.119	OK
門柱下部	1085.3	1.2	0.071	OK	41.2	0.201	OK	-1253.6	1.4	0.086	OK	58.2	0.284	OK	305.72	0.04	0.29	0.135	OK	-0.04	0.28	0.139	OK
門柱上部	271.1	0.5	0.030	OK	8.8	0.043	OK	-327.3	0.7	0.040	OK	17.4	0.085	OK	130.88	0.03	0.32	0.105	OK	-0.03	0.30	0.111	OK

2号堰柱	ケース　4(低水時・閉扉・堰軸方向)																					
	堰軸方向　低水　曲げモーメント													堰軸方向　低水　せん断照査								
	I端							J端						I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	1861.8	1.3	0.080	OK	46.2	0.225	OK	2170.7	1.6	0.097	OK	66.0	0.322	OK	651.24	0.04	0.33	0.131	OK	-0.04	0.33	0.132	OK
堰柱上部	1357.1	1.0	0.063	OK	35.6	0.174	OK	-1598.6	1.3	0.078	OK	52.7	0.257	OK	330.24	0.04	0.29	0.140	OK	-0.04	0.28	0.144	OK
門柱下部	1018.3	1.1	0.066	OK	36.2	0.177	OK	-1180.7	1.3	0.080	OK	52.3	0.255	OK	280.36	0.05	0.32	0.172	OK	-0.05	0.31	0.179	OK
門柱上部	233.0	0.4	0.025	OK	5.8	0.028	OK	-287.7	0.6	0.034	OK	13.3	0.065	OK	132.20	0.03	0.33	0.104	OK	-0.03	0.31	0.110	OK

２号堰柱の曲げ応力及びせん断応力に対する耐震補強は不要である。

(b) 3 号堰柱の耐震照査結果

3号堰柱	ケース　6 (空虚時・開扉・上下流方向)																						
	上下流方向　空虚　曲げ照査													上下流方向　空虚　せん断照査								
	I端							J端							I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	-2284.6	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	2419.5	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	439.46	0.07	0.25	0.265	OK	-0.07	0.24	0.272	OK
堰柱上部	-544.9	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	632.5	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	161.01	0.04	0.27	0.145	OK	-0.04	0.27	0.145	OK
門柱下部	-245.6	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	289.9	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	136.53	0.04	0.26	0.170	OK	-0.04	0.26	0.172	OK
門柱上部	-193.9	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	217.7	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	58.85	0.03	0.32	0.080	OK	-0.03	0.32	0.080	OK

3号堰柱	ケース　3(低水時・閉扉・上下流方向)																						
	上下流方向　低水　曲げ照査													上下流方向　低水位　せん断照査								
	I端							J端							I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	-2090.9	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	2213.1	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	296.22	0.05	0.24	0.201	OK	0.05	0.24	0.209	OK
堰柱上部	-430.1	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	508.6	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	145.03	0.04	0.27	0.130	OK	-0.04	0.27	0.130	OK
門柱下部	-179.2	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	219.2	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	121.84	0.04	0.27	0.146	OK	-0.04	0.26	0.148	OK
門柱上部	-131.9	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	153.7	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	53.61	0.02	0.32	0.072	OK	-0.02	0.32	0.072	OK

3号堰柱	ケース　7(空虚時・開扉・堰軸方向)																						
	堰軸方向　空虚　曲げ照査													堰軸方向　空虚　せん断照査								
	I端							J端							I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	7871.2	4.3	0.260	OK	211.4	1.031	NG	-8026.7	4.4	0.265	OK	217.4	1.061	NG	439.46	0.07	0.25	0.265	OK	-0.07	0.24	0.272	OK
堰柱上部	2638.8	3.0	0.183	OK	172.4	0.841	OK	-3025.4	3.5	0.211	OK	211.3	1.031	NG	161.01	0.04	0.27	0.145	OK	-0.04	0.27	0.145	OK
門柱下部	2270.6	2.7	0.166	OK	156.3	0.762	OK	-2638.8	3.2	0.195	OK	196.4	0.958	OK	136.53	0.04	0.26	0.170	OK	-0.04	0.26	0.172	OK
門柱上部	-211.3	0.3	0.021	OK	2.4	0.012	OK	324.5	0.6	0.038	OK	14.7	0.072	OK	58.85	0.03	0.32	0.080	OK	-0.03	0.32	0.080	OK

3号堰柱	ケース　4(低水時・閉扉・堰軸方向)																						
	堰軸方向　低水　曲げモーメント													堰軸方向　低水　せん断照査								
	I端							J端							I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	7837.0	4.3	0.259	OK	211.3	1.031	NG	-8000.0	4.4	0.264	OK	217.6	1.062	NG	912.11	0.06	0.31	0.197	OK	-0.06	0.31	0.198	OK
堰柱上部	2591.0	3.0	0.180	OK	170.9	0.834	OK	-2967.4	3.4	0.207	OK	208.8	1.019	NG	-596.61	-0.08	0.26	0.294	OK	0.08	0.26	0.299	OK
門柱下部	2233.0	2.7	0.164	OK	155.8	0.760	OK	-2591.0	3.2	0.192	OK	194.8	0.950	OK	-380.98	-0.11	0.31	0.363	OK	0.11	0.27	0.407	OK
門柱上部	-208.6	0.3	0.021	OK	3.6	0.017	OK	320.1	0.7	0.040	OK	18.7	0.091	OK	-251.26	-0.06	0.34	0.190	OK	0.06	0.30	0.214	OK

3 号堰柱堰軸方向空虚時の曲げ応力は不足しているため、補強が必要である。

(c) 4 号堰柱の耐震照査結果

4号堰柱	ケース　6 (空虚時・開扉・上下流方向)																						
	上下流方向　空虚　曲げ照査														上下流方向　空虚　せん断照査								
	I端							J端							I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	-4296.8	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	4523.8	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	798.59	0.04	0.24	0.184	OK	-0.04	0.24	0.184	OK
堰柱上部	1249.5	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	-1390.9	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	264.50	0.02	0.26	0.093	OK	-0.02	0.26	0.093	OK
門柱下部	-579.9	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	589.5	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	222.96	0.03	0.25	0.123	OK	-0.03	0.25	0.125	OK
門柱上部	-627.4	0.3	0.018	OK	0.7	0.003	OK	655.5	0.3	0.018	OK	0.9	0.004	OK	73.71	0.01	0.29	0.047	OK	-0.01	0.28	0.048	OK

4号堰柱	ケース　3(低水時・閉扉・上下流方向)																						
	上下流方向　低水　曲げ照査														上下流方向　低水位　せん断照査								
	I端							J端							I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	-3723.6	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	3921.8	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	472.89	0.03	0.24	0.120	OK	-0.03	0.24	0.120	OK
堰柱上部	1258.4	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	-1379.4	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	228.15	0.02	0.26	0.080	OK	-0.02	0.26	0.080	OK
門柱下部	-395.4	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	403.9	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	188.69	0.03	0.26	0.100	OK	-0.03	0.26	0.101	OK
門柱上部	-447.8	0.2	0.013	OK	0.5	0.002	OK	474.0	0.2	0.013	OK	0.7	0.003	OK	67.33	0.01	0.29	0.042	OK	-0.01	0.29	0.043	OK

4号堰柱	ケース　7(空虚時・開扉・堰軸方向)																						
	堰軸方向　空虚　曲げ照査														堰軸方向　空虚　せん断照査								
	I端							J端							I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	13137.3	2.3	0.139	OK	88.4	0.431	OK	-13841.2	2.4	0.148	OK	99.3	0.484	OK	-1039.52	-0.05	0.25	0.186	OK	0.05	0.24	0.193	OK
堰柱上部	3328.0	1.3	0.079	OK	51.8	0.253	OK	-3902.6	1.7	0.101	OK	84.5	0.412	OK	-892.03	-0.06	0.25	0.240	OK	0.06	0.24	0.249	OK
門柱下部	-1174.6	1.0	0.063	OK	17.1	0.083	OK	1247.2	1.1	0.069	OK	22.5	0.110	OK	-534.33	-0.11	0.27	0.385	OK	0.11	0.27	0.391	OK
門柱上部	-609.4	0.4	0.026	OK	2.7	0.013	OK	739.8	0.6	0.033	OK	6.9	0.034	OK	-339.64	-0.06	0.30	0.200	OK	0.06	0.28	0.214	OK

4号堰柱	ケース　4(低水時・閉扉・堰軸方向)																						
	堰軸方向　低水　曲げモーメント														堰軸方向　低水　せん断照査								
	I端							J端							I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	-4440.2	1.3	0.079	OK	69.7	0.340	OK	5189.2	1.6	0.097	OK	100.3	0.489	OK	1504.11	0.05	0.24	0.217	OK	-0.05	0.24	0.219	OK
堰柱上部	-3388.3	1.6	0.096	OK	88.9	0.434	OK	3894.8	1.9	0.116	OK	123.4	0.602	OK	908.91	0.06	0.24	0.250	OK	-0.06	0.23	0.256	OK
門柱下部	-1350.9	1.5	0.090	OK	51.7	0.252	OK	1440.1	1.6	0.099	OK	63.7	0.311	OK	777.06	0.11	0.24	0.443	OK	-0.11	0.23	0.460	OK
門柱上部	-641.5	0.5	0.031	OK	9.2	0.045	OK	807.9	0.8	0.046	OK	23.8	0.116	OK	445.48	0.08	0.27	0.288	OK	-0.08	0.24	0.328	OK

4 号堰柱の曲げ応力及びせん断応力に対する耐震補強は不要である。

(d) 5 号堰柱の耐震照査結果

5号堰柱	ケース　6 (空虚時・開扉・上下流方向)																						
	上下流方向　空虚　曲げ照査														上下流方向　空虚　せん断照査								
	I端							J端							I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	-4808.8	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	5254.6	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	951.83	0.04	0.24	0.175	OK	-0.04	0.24	0.177	OK
堰柱上部	2069.3	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	-2367.5	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	529.93	0.04	0.26	0.137	OK	-0.04	0.26	0.137	OK
門柱下部	-385.8	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	406.0	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	456.44	0.05	0.23	0.195	OK	-0.05	0.23	0.199	OK
門柱上部	-378.3	0.1	0.008	OK	0.4	0.002	OK	432.9	0.2	0.009	OK	0.9	0.004	OK	152.73	0.02	0.28	0.075	OK	-0.02	0.27	0.080	OK

5号堰柱	ケース　3(低水時・閉扉・上下流方向)																						
	上下流方向　低水　曲げ照査														上下流方向　低水位　せん断照査								
	I端							J端							I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	-6157.1	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	6753.8	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	1172.08	0.05	0.24	0.217	OK	-0.05	0.24	0.216	OK
堰柱上部	2229.2	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	-2558.0	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	625.25	0.04	0.26	0.162	OK	-0.04	0.26	0.162	OK
門柱下部	-444.4	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	468.7	0.0	0.000	全面圧縮	0.0	0.000	全面圧縮	532.52	0.05	0.22	0.235	OK	-0.05	0.22	0.240	OK
門柱上部	-408.5	0.1	0.009	OK	0.6	0.003	OK	477.3	0.2	0.010	OK	1.4	0.007	OK	185.05	0.03	0.27	0.094	OK	-0.03	0.26	0.100	OK

5号堰柱	ケース　7(空虚時・開扉・堰軸方向)																						
	堰軸方向　空虚　曲げ照査														堰軸方向　空虚　せん断照査								
	I端							J端							I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	-3415.1	0.9	0.053	OK	30.4	0.148	OK	3965.5	1.1	0.067	OK	50.5	0.246	OK	726.06	0.03	0.25	0.127	OK	-0.03	0.25	0.132	OK
堰柱上部	-2654.2	1.1	0.065	OK	40.1	0.195	OK	3019.0	1.3	0.080	OK	61.9	0.301	OK	660.19	0.04	0.25	0.171	OK	-0.04	0.25	0.176	OK
門柱下部	-997.6	1.1	0.066	OK	23.8	0.116	OK	1199.3	1.5	0.091	OK	49.9	0.243	OK	555.46	0.08	0.26	0.299	OK	-0.08	0.25	0.312	OK
門柱上部	-784.7	0.7	0.042	OK	17.2	0.084	OK	880.2	0.8	0.051	OK	26.8	0.130	OK	247.16	0.04	0.26	0.166	OK	-0.04	0.26	0.171	OK

5号堰柱	ケース　4(低水時・閉扉・堰軸方向)																						
	堰軸方向　低水　曲げモーメント														堰軸方向　低水　せん断照査								
	I端							J端							I端					J端			
	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Mz (kN・m)	σc (N/mm2)	σc/σca	照査	σs (N/mm2)	σs/σsa	照査	Fy (kN)	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査	τm (N/mm2)	τa (N/mm2)	τm/τa	照査
堰柱下部	12207.8	2.1	0.128	OK	78.3	0.382	OK	-12871.6	2.3	0.137	OK	88.5	0.432	OK	-945.79	-0.04	0.25	0.171	OK	0.04	0.24	0.177	OK
堰柱上部	-2806.0	1.2	0.075	OK	59.2	0.289	OK	3236.0	1.5	0.092	OK	87.3	0.426	OK	-790.08	-0.05	0.24	0.220	OK	0.05	0.24	0.226	OK
門柱下部	-815.0	0.9	0.054	OK	19.3	0.094	OK	1068.2	1.4	0.086	OK	54.5	0.266	OK	-403.13	-0.09	0.27	0.348	OK	0.09	0.25	0.373	OK
門柱上部	-535.5	0.4	0.027	OK	8.4	0.041	OK	663.3	0.6	0.038	OK	20.2	0.098	OK	-285.27	-0.05	0.27	0.187	OK	0.05	0.25	0.199	OK

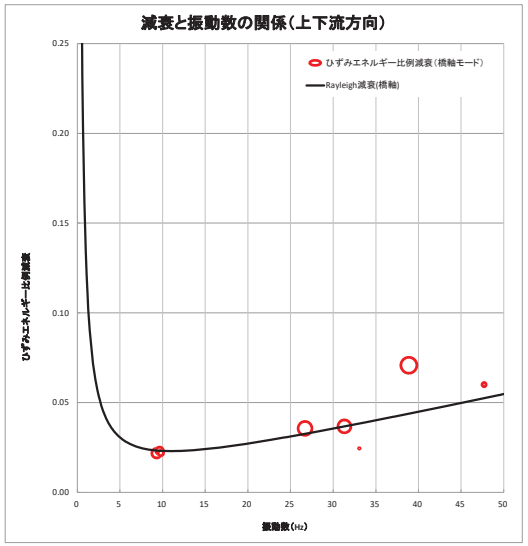
5 号堰柱の曲げ応力及びせん断応力に対する耐震補強は不要である。

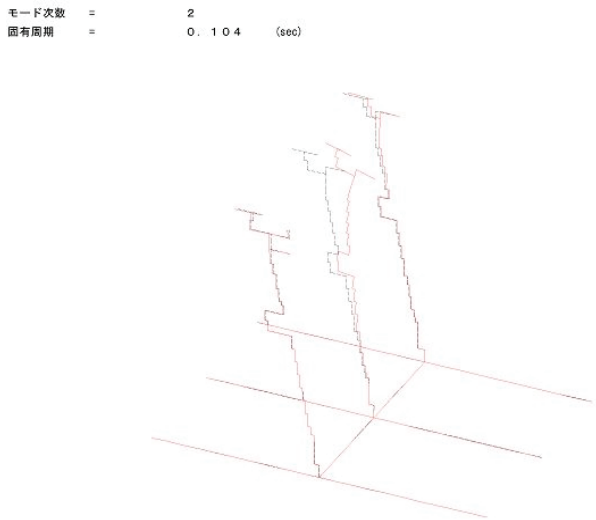
2.7.3 動的解析（レベル２地震動） 計算結果

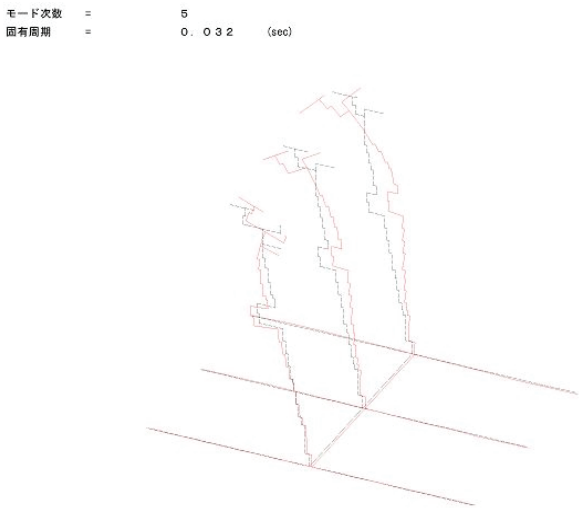
(a) 固有周期及び減衰定数

(7) 上下流方向(2,3,4号堰柱)

モード次数	固有円振動数 (rad./sec)	固有振動数 (cyc./sec)	固有周期 (sec)	減衰定数	橋軸方向(面内方向)			ひずみエネルギー比率(%)					
								要素減衰定数					
					刺激係数	有効質量率 (%)	累積有効質量率(%)	P2 0.02	P3 0.02	P4 0.02	床版 0.05	基礎 0.2	剛域 0
1	58.5111	9.3123	0.1074	0.021810	18.3769	7.9020	7.9020	0.000	0.001	98.778	0.029	0.241	0.951
2	60.6280	9.6493	0.1036	0.023110	14.1909	4.7120	12.6150	0.005	94.501	0.001	4.515	0.312	0.666
3	61.5606	9.7977	0.1021	0.021850	10.7811	2.7200	15.3350	98.884	0.006	0.000	0.048	0.357	0.704
4	167.7484	26.6980	0.0375	0.035590	31.5173	23.2440	38.5790	0.004	0.007	97.916	0.074	0.748	1.252
5	196.7965	31.3211	0.0319	0.036730	27.7378	18.0040	56.5830	0.056	96.213	0.013	2.328	0.664	0.726
6	207.7965	33.0718	0.0302	0.024440	−6.5921	1.0170	57.5990	98.289	0.067	0.008	0.095	0.748	0.792







上下流方向

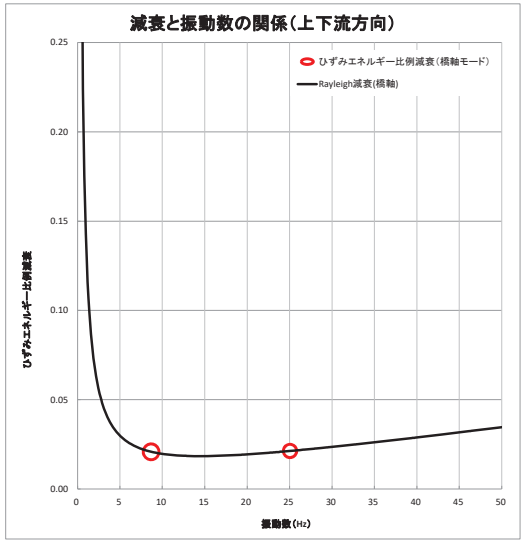
Iモード					Jモード					α	β
次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数	次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数		
2	0.1036	60.6251	14.1909	0.0231	5	0.0319	196.7800	27.7378	0.0367	1.5799944	0.0003325

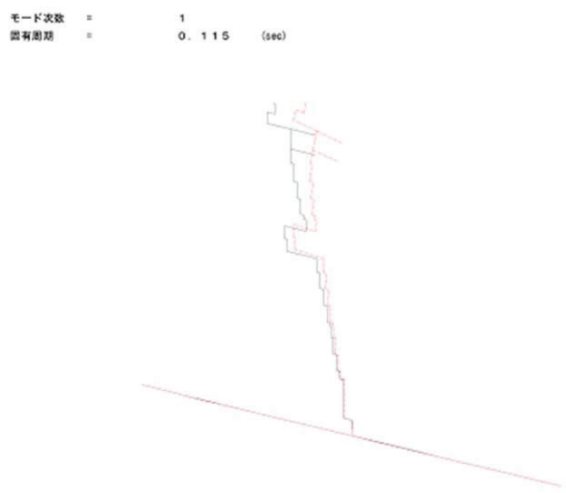
	固有周期	α	β
採用値	0.1036	1.5799944	0.0003325

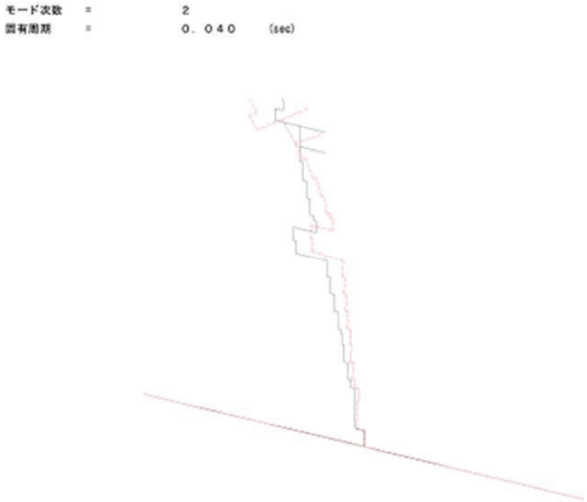
(イ) 上下流方向(5 号堰柱)

ひずみエネルギー比例減衰に基づくモード減衰と Rayleigh 減衰

モード次数	固有円振動数 (rad./sec)	固有振動数 (cyc./sec)	固有周期 (sec)	減衰定数	上下流方向(面内方向) 刺激係数	有効質量率 (%)	累積有効質量率(%)	ひずみエネルギー比率(%) 要素減衰定数 P5 0.02	− 0.02	− 0.02	床版 0.05	基礎 0.1	剛域 0
1	54.5261	8.6781	0.1152	0.020780	17.9416	15.8110	15.8110	0.000	0.001	98.778	0.029	0.241	0.951
2	157.3693	25.0461	0.0399	0.021290	13.9408	9.5460	25.3570	0.005	94.501	0.001	4.515	0.312	0.666
3	348.7049	55.4981	0.0180	0.025270	−2.7909	0.3830	25.7400	98.884	0.006	0.000	0.048	0.357	0.704
4	385.1109	61.2923	0.0163	0.023980	−14.1540	9.8400	35.5800	0.004	0.007	97.916	0.074	0.748	1.252
5	647.2847	103.0186	0.0097	0.030380	−6.3670	1.9910	37.5710	0.056	96.213	0.013	2.328	0.664	0.726







上下流方向

Iモード 次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数	Jモード 次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数	α	β
1	0.1152	54.5273	17.9416	0.0208	2	0.0399	157.3550	13.9408	0.0213	1.6610641	0.0002035

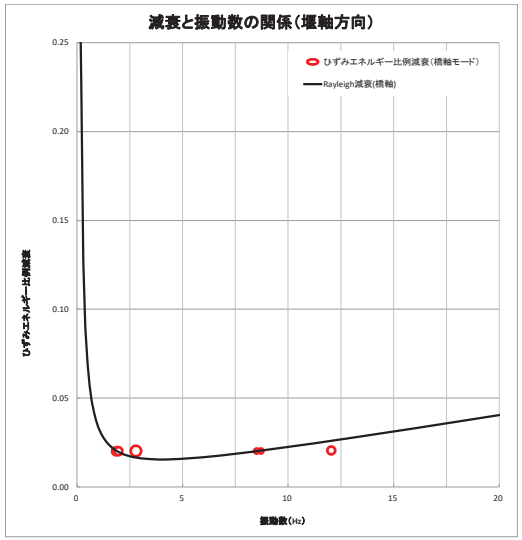
	固有周期	α	β
採用値	0.1152	1.6610641	0.0002035

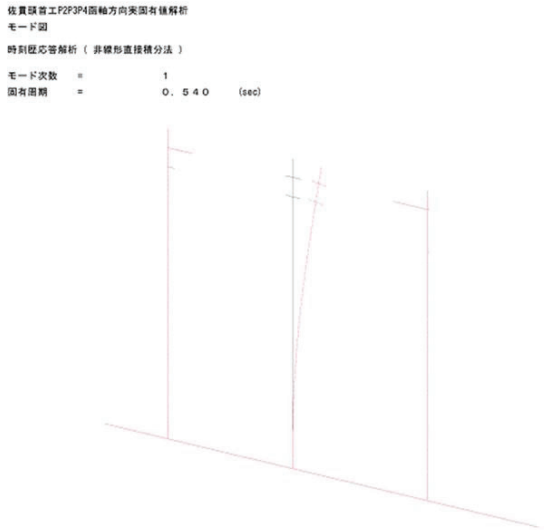
(ｳ) 堰軸方向(2 号, 3 号, 4 号堰柱)

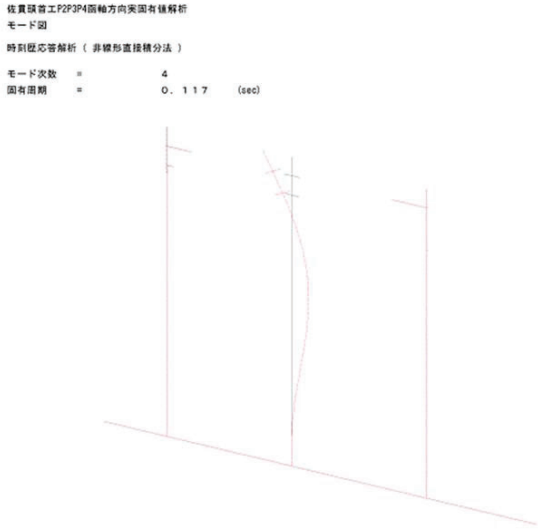
●Rayleigh減衰

ひずみエネルギー比例減衰に基づくモード減衰と Rayleigh 減衰

モード次数	固有円振動数 (rad./sec)	固有振動数 (cyc./sec)	固有周期 (sec)	減衰定数	堰軸方向(面内方向) 刺激係数	有効質量率 (%)	累積有効質量率(%)	ひずみエネルギー比率(%) 要素減衰定数 P2 0.02	P3 0.02	P4 0.02	床版 0.05	基礎 0.2	剛域 0
1	11.6264	1.8504	0.5404	0.020070	14.5495	5.1830	5.1830	0.000	99.904	0.000	0.012	0.084	0.000
2	12.3154	1.9601	0.5102	0.020080	14.3821	5.0650	10.2480	99.897	0.000	0.000	0.011	0.091	0.000
3	17.5488	2.7930	0.3580	0.020190	19.5504	9.3590	19.6060	0.000	0.000	99.751	0.025	0.224	0.001
4	53.5276	8.5192	0.1174	0.020160	10.1345	2.5150	22.1210	0.002	99.766	0.000	0.051	0.180	0.001
5	54.7260	8.7099	0.1148	0.020180	9.8972	2.3980	24.5190	99.747	0.002	0.000	0.048	0.203	0.000
6	75.6754	12.0441	0.0830	0.020470	−13.9700	4.7780	29.2980	0.000	0.000	99.305	0.152	0.540	0.003
7	137.2086	21.8374	0.0458	0.020360	7.2861	1.3000	30.5980	64.424	35.008	0.000	0.102	0.464	0.003
8	138.3627	22.0211	0.0454	0.020300	−6.9990	1.0990	31.6960	35.051	64.520	0.000	0.151	0.275	0.002







橋軸方向

Iモード 次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数	Jモード 次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数	α	β
1	0.5404	11.6263	14.5495	0.0201	4	0.1174	53.5286	10.1345	0.0202	0.3829271	0.0006196

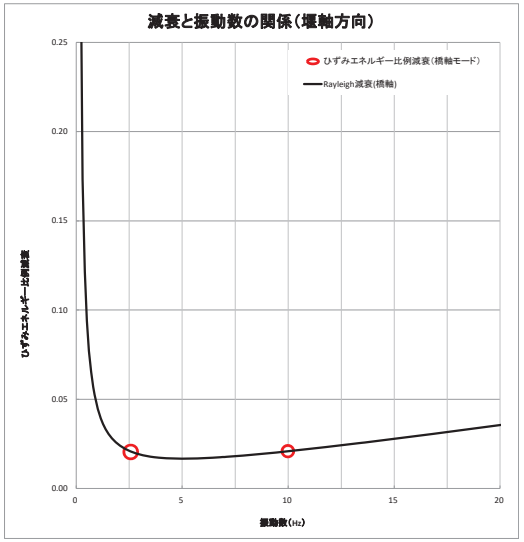
	固有周期	α	β
採用値	0. 5404	0. 3829271	0.0006196

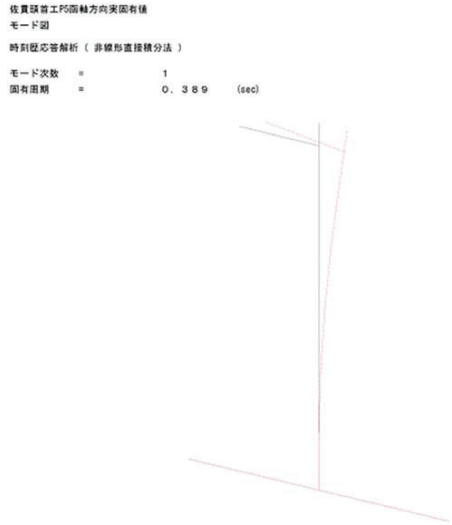
(I) 堰軸方向(5 号堰柱)

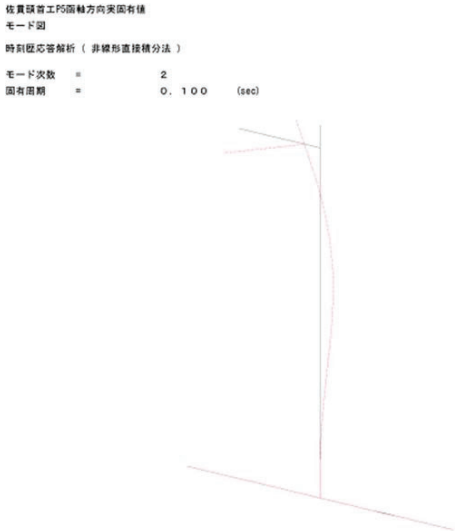
●Rayleigh減衰

ひずみエネルギー比例減衰に基づくモード減衰と Rayleigh 減衰

モード次数	固有円振動数 (rad./sec)	固有振動数 (cyc./sec)	固有周期 (sec)	減衰定数	堰軸方向(面内方向)			ひずみエネルギー比率(%)				
								要素減衰定数				
					刺激係数	有効質量率 (%)	累積有効質量率(%)	0.02	0.05	0.03	0.2	0
1	16.1603	2.5720	0.3888	0.020430	18.6240	18.1710	18.1710	99.434	0.000	0.000	0.566	0.001
2	62.7216	9.9825	0.1002	0.020860	14.1592	10.5030	28.6750	98.889	0.000	0.000	1.110	0.001
3	156.1989	24.8598	0.0402	0.021300	9.6498	4.8780	33.5530	98.313	0.000	0.000	1.686	0.001
4	293.5626	46.7219	0.0214	0.022850	−9.4083	4.6370	38.1900	96.354	0.000	0.000	3.645	0.002
5	425.3056	67.6895	0.0148	0.028360	4.5133	1.0670	39.2580	90.649	0.000	0.000	9.346	0.006
6	489.9940	77.9850	0.0128	0.027410	−10.3455	5.6070	44.8650	92.004	0.000	0.000	7.993	0.003
7	680.0303	108.2302	0.0092	0.056300	−23.7387	29.5230	74.3880	62.704	0.000	0.000	37.295	0.001







橋軸方向

Iモード					Jモード					α	β
次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数	次数	固有周期	ω	刺激係数	減衰定数		
1	0.3888	16.1605	18.6240	0.0204	2	0.1002	62.7190	14.1592	0.0209	0.5211980	0.0005327

	固有周期	α	β
採用値	0．3888	0．5211980	0.0005327

(b) **動的解析（レベル２地震動）　計算結果**

(7) ２号堰柱の耐震照査結果

部材名称	項目		空虚時								低水位時							
			タイプⅠ				タイプⅡ				タイプⅠ				タイプⅡ			
			堰柱部		門柱部		堰柱部		門柱部		堰柱部		門柱部		堰柱部		門柱部	
2号堰柱 堰軸方向	載荷方向		左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸
	曲げ	要素番号	206	206	223	223	206	206	223	223	206	206	223	223	206	206	223	223
		曲げ方向	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張
		|φmax|	0.00439068	0.00449512	0.00005969	0.00005338	0.00656426	0.00666917	0.00005647	0.00005035	0.00447209	0.00456334	0.00005891	0.00005429	0.00646292	0.00659042	0.00005562	0.00005074
		耐震性能１	0.00109391	0.00107538	0.00089153	0.00087312	0.00109391	0.00107538	0.00089153	0.00087312	0.00109391	0.00107538	0.00089153	0.00087312	0.00109391	0.00107538	0.00089153	0.00087312
		耐震性能２	0.01108008	0.30472147	0.00304099	0.00180422	0.02106625	0.02842774	0.03836537	0.05829485	0.01108008	0.30934606	0.00300110	0.00183511	0.02106625	0.02842774	0.03836537	0.05829485
		耐震性能３	0.03105242	0.04210392	0.05710229	0.08700572	0.03105242	0.04210392	0.05710229	0.08700572	0.03105242	0.04210392	0.05710229	0.08700572	0.03105242	0.04210392	0.05710229	0.08700572
		|φmax|/耐震性能１	**4.014**	**4.180**	0.067	0.061	**6.001**	**6.202**	0.063	0.058	**4.088**	**4.243**	0.066	0.062	**5.908**	**6.128**	0.062	0.058
		|φmax|/耐震性能２	0.396	0.015	0.020	0.030	0.312	0.235	0.001	0.001	0.404	0.015	0.020	0.030	0.307	0.232	0.001	0.001
		|φmax|/耐震性能３	0.141	0.107	0.001	0.001	0.211	0.158	0.001	0.001	0.144	0.108	0.001	0.001	0.208	0.157	0.001	0.001
		満足する耐震性能	耐震性能２	耐震性能２	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能２	耐震性能２	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能２	耐震性能２	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能２	耐震性能２	耐震性能1	耐震性能1
	複数部位塑性化判定		OK				OK				OK				OK			
	せん断	要素番号	211	211	222	222	211	211	222	222	211	211	222	222	211	211	222	222
		|Smax|(kN)	2072.17	2064.56	924.50	920.36	2184.97	2181.36	957.15	953.16	2143.80	2119.82	918.80	910.04	2234.81	2228.81	951.98	943.02
		Ps(kN)	2412.98	2412.98	1048.80	1048.80	3105.79	3105.79	1286.89	1286.89	2412.98	2412.98	1048.80	1048.80	3105.79	3105.79	1286.89	1286.89
		|Smax|/Ps	0.859	0.856	0.881	0.878	0.704	0.702	0.744	0.741	0.888	0.879	0.876	0.868	0.720	0.718	0.740	0.733
		判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	応答変位	応答変位δmax(cm)	7.954		0.064		12.608		0.064		7.755		0.064		12.526		0.064	
		許容変位δa(cm)	89.311		0.000		89.303		0.000		89.249		0.000		89.237		0.000	
		δmax/δa	0.089		-		0.141		-		0.087		-		0.140		-	
		判定	OK		弾性域		OK		弾性域		OK		弾性域		OK		弾性域	
	残留変位	最大変位δmax(cm)	7.954		0.064		12.608		0.064		7.755		0.064		12.526		0.064	
		降伏変位δy(cm)	2.629		0.000		2.621		0.000		2.567		0.000		2.555		0.000	
		残留変位δR(cm)	3.195		0.000		5.992		0.000		3.113		0.000		5.983		0.000	
		許容残留変位δRa(cm)	14.000		5.300		14.000		5.300		14.000		5.300		14.000		5.300	
		判定	OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK	
2号堰柱 上下流方向	載荷方向		上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流
	曲げ	要素番号	1900	1900	2091	2091	21039	21039	21039	21039	1900	1900	2091	2091	1900	1900	2091	2091
		曲げ方向	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	上流側引張	上流側引張	上流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張
		|φmax|	0.00000536	0.00000757	0.00000996	0.00001282	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000574	0.00000779	0.00001037	0.00001316	0.00000286	0.00000499	0.00000337	0.00000624
		耐震性能１	0.00011814	0.00011830	0.00023474	0.00023426	0.00029740	0.00029740	0.00029740	0.00029740	0.00011814	0.00011830	0.00023474	0.00023426	0.00011814	0.00011830	0.00023474	0.00023426
		耐震性能２	0.00098145	0.00770774	0.00246600	0.00325243	0.01818099	0.01818099	0.01818099	0.01818099	0.00098145	0.00793581	0.00256780	0.00333765	0.00184475	0.00184596	0.00783987	0.00765092
		耐震性能３	0.00270806	0.00270979	0.01164244	0.01135925	0.02712278	0.02712278	0.02712278	0.02712278	0.00270806	0.00270979	0.01164244	0.01135925	0.00270806	0.00270979	0.01164244	0.01135925
		|φmax|/耐震性能１	0.045	0.064	0.042	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.066	0.044	0.056	0.024	0.042	0.014	0.027
		|φmax|/耐震性能２	0.005	0.001	0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.001	0.004	0.004	0.002	0.003	0.000	0.001
		|φmax|/耐震性能３	0.002	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000	0.001
		満足する耐震性能	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1
	複数部位塑性化判定		OK				OK				OK				OK			
	せん断	要素番号	1900	1023	2091	1031	1900	1900	2091	1031	1900	1023	2092	1031	1900	1900	2092	1031
		|Smax|(kN)	3719.24	1796.70	1610.48	1269.21	2805.29	2805.29	798.23	587.34	4157.59	1861.16	1595.06	1310.70	3083.07	2823.17	746.11	576.58
		Ps(kN)	7534.61	2978.10	3647.94	1677.62	9796.42	9886.25	4799.40	2144.43	7534.61	2978.10	3647.94	1677.62	9796.42	9886.25	4799.40	2144.43
		|Smax|/Ps	0.494	0.603	0.441	0.757	0.286	0.284	0.166	0.274	0.552	0.625	0.437	0.781	0.315	0.286	0.155	0.269
		判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	応答変位	応答変位δmax(cm)	0.067		0.006		0.036		0.006		0.070		0.006		0.036		0.006	
		許容変位δa(cm)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
		δmax/δa	-		-		-		-		-		-		-		-	
		判定	弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域	
	残留変位	最大変位δmax(cm)	0.067		0.006		0.036		0.006		0.070		0.006		0.036		0.006	
		降伏変位δy(cm)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
		残留変位δR(cm)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
		許容残留変位δRa(cm)	14.500		5.800		14.500		5.800		14.500		5.800		14.500		5.800	
		判定	OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK	

２号堰柱は「曲げ破壊」、「せん断破壊」及び「変位」が許容値圏内のため問題ない。

(イ) 3 号堰柱の耐震照査結果

部材名称	項目		空虚時								低水位時							
			タイプⅠ				タイプⅡ				タイプⅠ				タイプⅡ			
			堰柱部		門柱部		堰柱部		門柱部		堰柱部		門柱部		堰柱部		門柱部	
3号堰柱 堰軸方向	載荷方向		左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸
	曲げ	要素番号	306	306	325	325	306	306	323	323	306	306	325	325	306	306	323	323
		曲げ方向	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張
		|φmax|	0.00589462	0.00609238	0.00006172	0.00006355	0.00731226	0.00737483	0.00006607	0.00006715	0.00572318	0.00594410	0.00006263	0.00006506	0.00731955	0.00736747	0.00006671	0.00006759
		耐震性能 1	0.00109619	0.00109619	0.00090060	0.00089985	0.00109619	0.00109619	0.00089510	0.00089510	0.00109619	0.00109619	0.00090060	0.00089985	0.00109619	0.00109619	0.00089510	0.00089510
		耐震性能 2	0.01029205	0.59195037	0.00404206	0.00416245	0.01948790	0.01948790	0.03406322	0.03406322	0.01029205	0.57754273	0.00410133	0.00426102	0.01948790	0.01948790	0.03406322	0.03406322
		耐震性能 3	0.02868376	0.02868376	0.04400856	0.04400485	0.02868376	0.02868376	0.05064729	0.05064729	0.02868376	0.02868376	0.04400856	0.04400485	0.02868376	0.02868376	0.05064729	0.05064729
		|φmax|/耐震性能 1	**5.377**	**5.558**	0.069	0.071	**6.671**	**6.728**	0.074	0.075	**5.221**	**5.423**	0.070	0.072	**6.677**	**6.721**	0.075	0.076
		|φmax|/耐震性能 2	0.573	0.010	0.015	0.015	0.375	0.378	0.002	0.002	0.556	0.010	0.015	0.015	0.376	0.378	0.002	0.002
		|φmax|/耐震性能 3	0.206	0.212	0.001	0.001	0.255	0.257	0.001	0.001	0.200	0.207	0.001	0.001	0.255	0.257	0.001	0.001
		満足する耐震性能	耐震性能 2	耐震性能 2	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能 2	耐震性能 2	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能 2	耐震性能 2	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能 2	耐震性能 2	耐震性能1	耐震性能1
	複数部位塑性化判定		OK				OK				OK				OK			
	せん断	要素番号	321	321	322	322	321	321	322	322	321	321	325	325	321	321	322	322
		|Smax|(kN)	1027.34	1028.50	976.82	978.93	1057.25	1054.43	1007.71	1005.27	1011.15	1019.86	831.28	846.22	1050.79	1045.48	1001.55	996.52
		Ps(kN)	1185.35	1185.35	906.97	906.97	1524.71	1524.71	1153.54	1153.54	1185.35	1185.35	775.78	775.78	1524.71	1524.71	1153.54	1153.54
		|Smax|/Ps	0.867	0.868	1.077	1.079	0.693	0.692	0.874	0.871	0.853	0.860	1.072	1.091	0.689	0.686	0.868	0.864
		判定	OK	OK	NG	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NG	NG	OK	OK	OK	OK
	応答変位	応答変位 δmax(cm)	12.057		0.080		15.882		0.080		10.778		0.081		15.225		0.081	
		許容変位 δa(cm)	60.981		0.000		61.012		0.000		60.886		0.000		61.042		0.000	
		δmax/δa	0.198		-		0.260		-		0.177		-		0.249		-	
		判定	OK		弾性域		OK		弾性域		OK		弾性域		OK		弾性域	
	残留変位	最大変位 δmax(cm)	12.057		0.080		15.882		0.080		10.778		0.081		15.225		0.081	
		降伏変位 δy(cm)	2.895		0.000		2.926		0.000		2.800		0.000		2.956		0.000	
		残留変位 δR(cm)	5.497		0.000		7.773		0.000		4.787		0.000		7.361		0.000	
		許容残留変位 δRa(cm)	14.000		5.300		14.000		5.300		14.000		5.300		14.000		5.300	
		判定	OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK	
3号堰柱 上下流方向	載荷方向		上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流
	曲げ	要素番号	11900	11900	12091	12091	11900	11900	12091	12091	11900	11900	12091	12091	11900	11900	12091	12091
		曲げ方向	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張
		|φmax|	0.00000813	0.00001034	0.00001734	0.00002029	0.00000311	0.00000560	0.00000428	0.00000788	0.00000815	0.00001039	0.00001684	0.00002007	0.00000323	0.00000546	0.00000426	0.00000743
		耐震性能 1	0.00011846	0.00011892	0.00023639	0.00023566	0.00011846	0.00011892	0.00023639	0.00023566	0.00011846	0.00011892	0.00023639	0.00023566	0.00011846	0.00011892	0.00023639	0.00023566
		耐震性能 2	0.00096471	0.01070316	0.00457005	0.00558882	0.00181096	0.00181397	0.00735040	0.00702383	0.00096471	0.01074869	0.00444035	0.00552876	0.00181096	0.00181397	0.00735040	0.00702383
		耐震性能 3	0.00265721	0.00266149	0.01090740	0.01041792	0.00265721	0.00266149	0.01090740	0.01041792	0.00265721	0.00266149	0.01090740	0.01041792	0.00265721	0.00266149	0.01090740	0.01041792
		|φmax|/耐震性能 1	0.069	0.087	0.073	0.086	0.026	0.047	0.018	0.033	0.069	0.087	0.071	0.085	0.027	0.046	0.018	0.032
		|φmax|/耐震性能 2	0.008	0.001	0.004	0.004	0.002	0.003	0.001	0.001	0.008	0.001	0.004	0.004	0.002	0.003	0.001	0.001
		|φmax|/耐震性能 3	0.003	0.004	0.002	0.002	0.001	0.002	0.000	0.001	0.003	0.004	0.002	0.002	0.001	0.002	0.000	0.001
		満足する耐震性能	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1
	複数部位塑性化判定		OK				OK				OK				OK			
	せん断	要素番号	11004	11023	12091	11033	11900	11900	12091	11033	11900	12091	11031	11033	11900	11900	12092	11033
		|Smax|(kN)	4296.59	2537.55	2374.28	1758.19	2880.96	2880.96	884.45	605.21	5037.63	2266.79	1912.05	1742.64	3372.41	2950.05	806.38	577.76
		Ps(kN)	5108.83	2253.06	2754.64	1100.35	7262.29	7180.64	3608.33	1374.74	5621.10	1910.43	2365.59	1100.35	7262.29	7180.64	3608.33	1374.74
		|Smax|/Ps	0.841	1.126	0.862	1.598	0.397	0.401	0.245	0.440	0.896	1.187	0.808	1.584	0.464	0.411	0.223	0.420
		判定	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	OK
	応答変位	応答変位 δmax(cm)	0.103		0.008		0.042		0.008		2.565		0.007		0.041		0.007	
		許容変位 δa(cm)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
		δmax/δa	-		-		-		-		-		-		-		-	
		判定	弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域	
	残留変位	最大変位 δmax(cm)	0.103		0.008		0.042		0.008		2.565		0.007		0.041		0.007	
		降伏変位 δy(cm)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
		残留変位 δR(cm)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
		許容残留変位 δRa(cm)	14.500		5.800		14.500		5.800		14.500		5.800		14.500		5.800	
		判定	OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK	

3 号堰柱は**「せん断破壊」**のみ許容値を超過したため、「**鉄筋挿入工**」でせん断耐力を補強する。

(ｳ) 4 号堰柱の耐震照査結果

部材名称	項目		空虚時								低水位時							
			タイプⅠ				タイプⅡ				タイプⅠ				タイプⅡ			
			堰柱部		門柱部		堰柱部		門柱部		堰柱部		門柱部		堰柱部		門柱部	
4号堰柱	載荷方向		左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸
	曲げ	要素番号	406	406	423	425	406	406	423	423	406	406	423	425	406	406	423	425
		曲げ方向	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張
		|φmax|	0.00154488	0.00176312	0.00002016	0.00001900	0.00214945	0.00237420	0.00001914	0.00002195	0.00139980	0.00164828	0.00001962	0.00001944	0.00201837	0.00232152	0.00001882	0.00001833
		耐震性能 1	0.00061714	0.00061392	0.00050501	0.00050804	0.00061714	0.00061392	0.00050501	0.00050128	0.00061714	0.00061392	0.00050501	0.00050804	0.00061714	0.00061392	0.00050501	0.00050804
		耐震性能 2	0.00653528	0.25538878	0.00170502	0.00173246	0.01245342	0.01319341	0.02314280	0.02522798	0.00653528	0.23875472	0.00165935	0.00177194	0.01245342	0.01319341	0.02314280	0.02142839
		耐震性能 3	0.01837156	0.01948316	0.03446169	0.03188857	0.01837156	0.01948316	0.03446169	0.03759133	0.01837156	0.01948316	0.03446169	0.03188857	0.01837156	0.01948316	0.03446169	0.03188857
		|φmax|/耐震性能 1	**2.503**	**2.872**	0.040	0.037	**3.483**	**3.867**	0.038	0.044	**2.268**	**2.685**	0.039	0.038	**3.271**	**3.781**	0.037	0.036
		|φmax|/耐震性能 2	0.236	0.007	0.012	0.011	0.173	0.180	0.001	0.001	0.214	0.007	0.012	0.011	0.162	0.176	0.001	0.001
		|φmax|/耐震性能 3	0.084	0.090	0.001	0.001	0.117	0.122	0.001	0.001	0.076	0.085	0.001	0.001	0.110	0.119	0.001	0.001
		満足する耐震性能	耐震性能 2	耐震性能 2	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能 2	耐震性能 2	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能 2	耐震性能 2	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能 2	耐震性能 2	耐震性能1	耐震性能1
	複数部位塑性化判定		OK				OK				OK				OK			
	せん断	要素番号	414	414	422	422	414	414	422	422	414	414	422	422	407	407	422	422
		|Smax|(kN)	3810.30	3722.60	1822.55	1728.79	3965.64	3870.70	1824.54	1786.12	3767.70	3711.65	1760.44	1723.41	5252.90	5158.31	1735.49	1695.74
		Ps(kN)	3112.44	3112.44	1080.15	1080.15	4054.34	4054.34	1344.63	1344.63	3112.44	3112.44	1080.15	1080.15	5235.49	5235.49	1344.63	1344.63
		|Smax|/Ps	1.224	1.196	1.687	1.601	0.978	0.955	1.357	1.328	1.211	1.193	1.630	1.596	1.003	0.985	1.291	1.261
		判定	NG	NG	NG	NG	OK	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	NG	NG
	応答変位	応答変位 δmax(cm)	2.836		0.025		4.351		0.025		2.770		0.024		3.813		0.024	
		許容変位 δa(cm)	43.650		0.000		43.672		0.000		43.649		0.000		43.604		0.000	
		δmax/δa	0.065		-		0.100		-		0.063		-		0.087		-	
		判定	OK		弾性域		OK		弾性域		OK		弾性域		OK		弾性域	
	残留変位	最大変位 δmax(cm)	2.836		0.025		4.351		0.025		2.770		0.024		3.813		0.024	
		降伏変位 δy(cm)	1.130		0.000		1.152		0.000		1.129		0.000		1.084		0.000	
		残留変位 δR(cm)	1.024		0.000		1.920		0.000		0.985		0.000		1.638		0.000	
		許容残留変位 δRa(cm)	14.000		5.300		14.000		5.300		14.000		5.300		14.000		5.300	
		判定	OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK	
4号堰柱上下流方向	載荷方向		上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流
	曲げ	要素番号	21900	21900	22091	22091	21900	21900	22091	22091	21900	21900	22091	22091	21900	21900	22091	22091
		曲げ方向	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張
		|φmax|	0.00000369	0.00000565	0.00000856	0.00001223	0.00000225	0.00000420	0.00000339	0.00000710	0.00000378	0.00000539	0.00000855	0.00001137	0.00000233	0.00000398	0.00000328	0.00000624
		耐震性能 1	0.00010201	0.00010171	0.00022942	0.00023012	0.00010201	0.00010171	0.00022942	0.00023012	0.00010201	0.00010171	0.00022942	0.00023012	0.00010201	0.00010171	0.00022942	0.00023012
		耐震性能 2	0.00104444	0.00541349	0.00168743	0.00266751	0.00198688	0.00198678	0.00992094	0.00893574	0.00104444	0.00515684	0.00168368	0.00248160	0.00198688	0.00198678	0.00992094	0.00893574
		耐震性能 3	0.00292931	0.00292931	0.01476670	0.01328855	0.00292931	0.00292931	0.01476670	0.01328855	0.00292931	0.00292931	0.01476670	0.01328855	0.00292931	0.00292931	0.01476670	0.01328855
		|φmax|/耐震性能 1	0.036	0.056	0.037	0.053	0.022	0.041	0.015	0.031	0.037	0.053	0.037	0.049	0.023	0.039	0.014	0.027
		|φmax|/耐震性能 2	0.004	0.001	0.005	0.005	0.001	0.002	0.000	0.001	0.004	0.001	0.005	0.005	0.001	0.002	0.000	0.001
		|φmax|/耐震性能 3	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000
		満足する耐震性能	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1
	複数部位塑性化判定		OK				OK				OK				OK			
	せん断	要素番号	21900	21023	22091	21033	21900	21900	22091	21033	21900	21023	22091	21033	21900	21900	22091	21033
		|Smax|(kN)	6191.52	2787.34	2462.25	1920.15	5248.11	5248.11	1446.99	1049.11	7397.85	2606.43	2311.52	1777.21	6368.37	5404.41	1303.08	924.80
		Ps(kN)	10645.93	4680.65	4799.40	2008.15	13962.06	15348.86	6334.68	2585.14	10645.93	4680.65	4799.40	2008.15	13962.06	15348.86	6334.68	2585.14
		|Smax|/Ps	0.582	0.596	0.513	0.956	0.376	0.342	0.228	0.406	0.695	0.557	0.482	0.885	0.456	0.352	0.206	0.358
		判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	応答変位	応答変位 δmax(cm)	0.050		0.007		0.031		0.007		2.708		0.006		0.029		0.006	
		許容変位 δa(cm)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
		δmax/δa	-		-		-		-		-		-		-		-	
		判定	弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域	
	残留変位	最大変位 δmax(cm)	0.050		0.007		0.031		0.007		2.708		0.006		0.029		0.006	
		降伏変位 δy(cm)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
		残留変位 δR(cm)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
		許容残留変位 δRa(cm)	14.500		5.800		14.500		5.800		14.500		5.800		14.500		5.800	
		判定	OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK	

4 号堰柱は**「せん断破壊」**のみ許容値を超過したため、「**鉄筋挿入工**」でせん断耐力を補強する。

(エ) 5 号堰柱の耐震照査結果

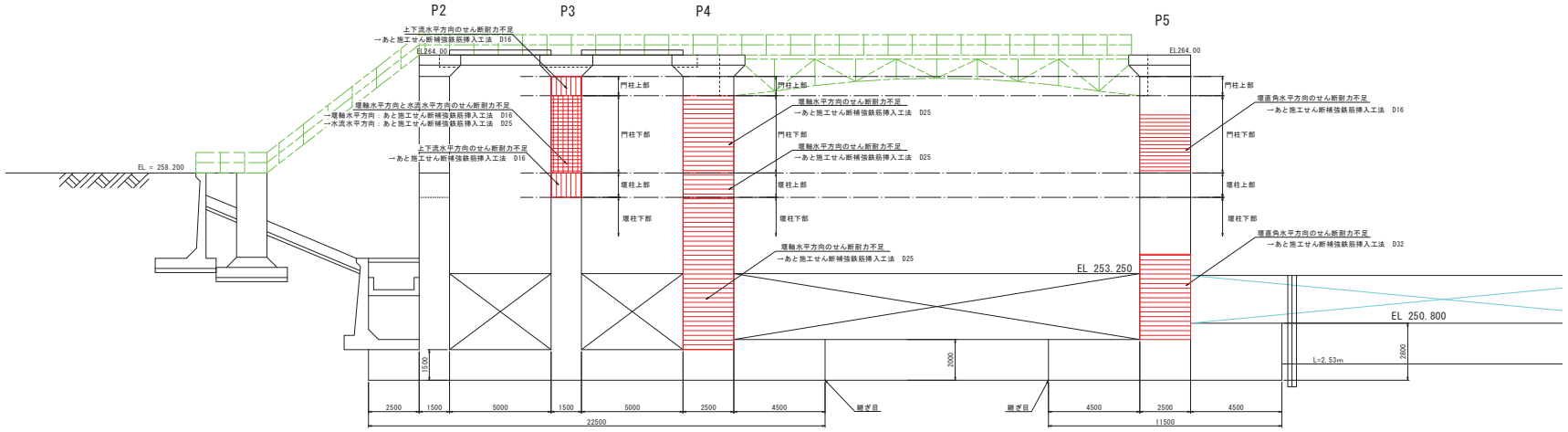
部材名称	項目		空虚時								低水位時							
			タイプⅠ				タイプⅡ				タイプⅠ				タイプⅡ			
			堰柱部		門柱部		堰柱部		門柱部		堰柱部		門柱部		堰柱部		門柱部	
5号堰柱	載荷方向		左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸	左岸→右岸	左岸←右岸
	曲げ	要素番号	512	512	523	523	506	512	523	523	512	512	523	523	506	512	523	523
		曲げ方向	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張	左岸側引張	右岸側引張
		|φmax|	0.00121668	0.00174550	0.00003085	0.00003500	0.00153021	0.00229724	0.00002926	0.00003438	0.00113609	0.00141649	0.00003232	0.00003401	0.00153709	0.00190895	0.00002866	0.00003123
		耐震性能 1	0.00052079	0.00051267	0.00051301	0.00049772	0.00052907	0.00051267	0.00051301	0.00049772	0.00052079	0.00051267	0.00051301	0.00049772	0.00052907	0.00051267	0.00051301	0.00049772
		耐震性能 2	0.01008980	0.13833199	0.00313689	0.00212001	0.01761038	0.02472375	0.01915809	0.03251916	0.01008980	0.11225737	0.00328584	0.00206040	0.01761038	0.02472375	0.01915809	0.03251916
		耐震性能 3	0.02922783	0.03682929	0.02848063	0.04852989	0.02615103	0.03682929	0.02848063	0.04852989	0.02922783	0.03682929	0.02848063	0.04852989	0.02615103	0.03682929	0.02848063	0.04852989
		|φmax|/耐震性能 1	**2.336**	**3.405**	0.060	0.070	**2.892**	**4.481**	0.057	0.069	**2.181**	**2.763**	0.063	0.068	**2.905**	**3.724**	0.056	0.063
		|φmax|/耐震性能 2	0.121	0.013	0.010	0.017	0.087	0.093	0.002	0.001	0.113	0.013	0.010	0.017	0.087	0.077	0.001	0.001
		|φmax|/耐震性能 3	0.042	0.047	0.001	0.001	0.059	0.062	0.001	0.001	0.039	0.038	0.001	0.001	0.059	0.052	0.001	0.001
		満足する耐震性能	耐震性能 2	耐震性能 2	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能 2	耐震性能 2	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能 2	耐震性能 2	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能 2	耐震性能 2	耐震性能1	耐震性能1
	複数部位塑性化判定		OK				OK				OK				OK			
	せん断	要素番号	510	510	523	523	510	510	523	523	510	510	523	523	510	510	523	523
		|Smax|(kN)	4353.40	4261.38	1654.72	1523.74	4748.99	4583.21	1637.81	1526.70	4598.49	4484.60	1590.36	1497.85	4547.00	5300.46	1490.58	1429.95
		Ps(kN)	4033.34	4033.34	1567.17	1567.17	5186.63	5186.63	1898.41	1898.41	4033.34	4033.34	1567.17	1567.17	5186.63	5186.63	1898.41	1898.41
		|Smax|/Ps	1.079	1.057	1.056	0.972	0.916	0.884	0.863	0.804	1.140	1.112	1.015	0.956	0.877	1.022	0.785	0.753
		判定	NG	NG	NG	OK	OK	OK	OK	OK	NG	NG	NG	OK	OK	NG	OK	OK
	応答変位	応答変位 δmax(cm)	3.439		0.034		5.684		0.034		3.057		0.031		4.623		0.031	
		許容変位 δa(cm)	62.092		0.000		61.656		0.000		61.770		0.000		61.513		0.000	
		δmax/δa	0.055		-		0.092		-		0.049		-		0.075		-	
		判定	OK		弾性域		OK		弾性域		OK		弾性域		OK		弾性域	
	残留変位	最大変位 δmax(cm)	3.439		0.034		5.684		0.034		3.057		0.031		4.623		0.031	
		降伏変位 δy(cm)	1.645		0.000		1.209		0.000		1.323		0.000		1.066		0.000	
		残留変位 δR(cm)	1.076		0.000		2.685		0.000		1.040		0.000		2.134		0.000	
		許容残留変位 δRa(cm)	14.000		5.300		14.000		5.300		14.000		5.300		14.000		5.300	
		判定	OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK	
5号堰柱上下流方向	載荷方向		上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流	上流→下流	上流←下流
	曲げ	要素番号	51901	51901	52091	51033	51901	51901	52091	52091	51901	51901	52091	52091	51901	51901	52091	52091
		曲げ方向	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張	上流側引張	下流側引張
		|φmax|	0.00000527	0.00000691	0.00001123	0.00003413	0.00000232	0.00000397	0.00000387	0.00000624	0.00000563	0.00000695	0.00001094	0.00001297	0.00000238	0.00000388	0.00000343	0.00000579
		耐震性能 1	0.00010202	0.00010186	0.00022814	0.00024682	0.00010202	0.00010186	0.00022814	0.00022872	0.00010202	0.00010186	0.00022814	0.00022872	0.00010202	0.00010186	0.00022814	0.00022872
		耐震性能 2	0.00104454	0.00661796	0.00209916	0.00457314	0.00198705	0.00198700	0.01047327	0.00929269	0.00104454	0.00665052	0.00204440	0.00272481	0.00198705	0.00198700	0.01047327	0.00929269
		耐震性能 3	0.00292957	0.00292957	0.01559583	0.02189839	0.00292957	0.00292957	0.01559583	0.01382468	0.00292957	0.00292957	0.01559583	0.01382468	0.00292957	0.00292957	0.01559583	0.01382468
		|φmax|/耐震性能 1	0.052	0.068	0.049	0.138	0.023	0.039	0.017	0.027	0.055	0.068	0.048	0.057	0.023	0.038	0.015	0.025
		|φmax|/耐震性能 2	0.005	0.001	0.005	0.007	0.001	0.002	0.000	0.001	0.005	0.001	0.005	0.005	0.001	0.002	0.000	0.001
		|φmax|/耐震性能 3	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000
		満足する耐震性能	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1	耐震性能1
	複数部位塑性化判定		OK				OK				OK				OK			
	せん断	要素番号	51902	51023	52091	51033	51901	51901	52091	51033	51901	51023	52091	51033	51901	51901	52091	51033
		|Smax|(kN)	7730.29	3714.22	3229.48	2342.32	5236.17	5236.17	1454.85	1046.53	9715.68	3664.79	3195.26	2249.02	6380.47	5490.01	1331.29	931.75
		Ps(kN)	11971.96	5854.07	5569.86	2687.64	17047.56	19320.14	7358.46	3491.12	12957.90	5854.07	5569.86	2687.64	17047.56	19320.14	7358.46	3491.12
		|Smax|/Ps	0.646	0.634	0.580	0.872	0.307	0.271	0.198	0.300	0.750	0.626	0.574	0.837	0.374	0.284	0.181	0.267
		判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	応答変位	応答変位 δmax(cm)	0.057		0.006		0.024		0.006		0.050		0.006		0.023		0.006	
		許容変位 δa(cm)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
		δmax/δa	-		-		-		-		-		-		-		-	
		判定	弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域		弾性域	
	残留変位	最大変位 δmax(cm)	0.057		0.006		0.024		0.006		0.050		0.006		0.023		0.006	
		降伏変位 δy(cm)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
		残留変位 δR(cm)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
		許容残留変位 δRa(cm)	14.500		5.800		14.500		5.800		14.500		5.800		14.500		5.800	
		判定	OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK	

5 号堰柱は**「せん断破壊」**のみ許容値を超過したため、「**鉄筋挿入工**」でせん断耐力を補強する。

2.8 工法の選定

(1) せん断補強対策

耐震対策検討照査結果模式図



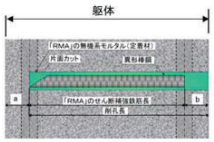
各堰柱対策工法の選定

堰柱番号		P3		
検討方向		上下流方向	堰軸方向	上下流方向 堰柱方向
工法		あと施工せん断補強鉄筋工法	あと施工せん断補強鉄筋工法	鋼板巻立工法
門柱上部	施工量	D16×2本 挿入長3.8m	対策不要	1mm以上→最小6mmとする。 11m2
	概算直接工事費	[redacted]	－	[redacted]
	採用	経済性から採用		経済性に劣る。施工が困難なため不採用
門柱下部	施工量	D25×7本 挿入長平均4.6m	D16×6本 挿入長1.3m	1mm以上→最小6mmとする。 48m2
	概算直接工事費	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	採用	経済性から採用		経済性に劣る。施工が困難なため不採用
堰柱上部	施工量	D16×3本 挿入長平均6.9m	対策不要	1mm以上→最小6mmとする。 6m2
	概算直接工事費	[redacted]	－	[redacted]
	採用	経済性から採用		経済性に劣る。施工が困難なため不採用
堰柱下部	施工量	対策不要	対策不要	対策不要
	概算直接工事費	－	－	－
	採用	－	－	－

堰柱番号		P4		
検討方向		上下流方向	堰軸方向	上下流方向 堰柱方向
工法		－	あと施工せん断補強鉄筋工法	鋼板巻立工法
門柱上部	施工量	対策不要	対策不要	対策不要
	概算直接工事費	－	－	－
	採用	－	－	－
門柱下部	施工量	対策不要	D25×14本 挿入長2.4m	2mm以上→最小6mmとする。 55m2
	概算直接工事費	－	[redacted]	[redacted]
	採用	－	経済性から採用	経済性に劣る。施工が困難なため不採用
堰柱上部	施工量	対策不要	D25×3本 挿入長2.4m	2mm以上→最小6mmとする。 27m2
	概算直接工事費	－	[redacted]	[redacted]
	採用	－	経済性から採用	経済性に劣る。施工が困難なため不採用
堰柱下部	施工量	対策不要	D25×26本 挿入長2.4m	6mm以上→腐食代を考慮し8mmとする。 233m2
	概算直接工事費	－	[redacted]	[redacted]
	採用	－	経済性から採用	経済性に劣る。施工が困難なため不採用

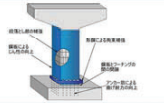
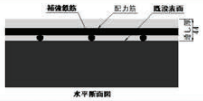
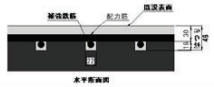
堰柱番号		P5		
検討方向		水流方向	堰直角方向	
工法		－	あと施工せん断補強鉄筋工法	鋼板巻立工法
門柱上部	施工量	対策不要	対策不要	対策不要
	概算直接工事費	－	－	－
	採用	－	－	－
門柱下部	施工量	対策不要	D16×6本 挿入長2.4m	2mm以上→最小6mmとする。 55m2
	概算直接工事費	－	[redacted]	[redacted]
	採用	－	経済性から採用	経済性に劣る。施工が困難なため不採用
堰柱上部	施工量	対策不要	対策不要	対策不要
	概算直接工事費	－	－	－
	採用	－	－	－
堰柱下部	施工量	対策不要	D32×7本 挿入長2.4m	1mm以上→最小6mmとする。 225m2
	概算直接工事費	－	[redacted]	[redacted]
	採用	－	経済性から採用	経済性に劣る。施工が困難なため不採用

耐震対策工法の比較

工法	あと施工せん断補強鉄筋工法	鋼板巻立工法
概略図等		
工法概要	躯体を削孔し、せん断補強の鉄筋を挿入埋設することにより耐力を向上させる	躯体外面を鋼板で巻き立てる。鋼板により耐力を向上させる。
利点	・大型の機械は必要ない。 ・鉄筋挿入長や施工間隔、既設鉄筋間隔等の施工条件が適切であれば施工は容易である。	・橋梁では一般的な工法である。 ・様々な形状の躯体への対応が可能で、細長い部材の長辺方向の耐力補強にも適用できる。 ・躯体の防護や摩耗対策も期待できる。
不利点	・施工本数が多いと、施工が困難であったり、母材へ影響を与える場合がある。 ・削孔、鉄筋挿入長（躯体幅5m程度以下）に限界がある。 ・堰柱の場合、鉄筋長をカバーする足場（ステージ）が必要である。	・鋼板吊り込みクレーン等の施工機械が必要である。 ・吊り込み、アンカー打設、溶接、充填等の工程がかり、施工期間を要する。 ・腐食対策が必要である。 ・戸当り部分の施工が難しい。

(2) 曲げ補強対策

堰柱　曲げ補強対策工法一覧表

工 法	鋼板巻立て工法	鉄筋コンクリート(RC)増厚工法	ポリマーセメントモルタル(PCM)増厚工法	
			① PP工法	② AT-P工法(鉄筋埋設式PCM工法)
概略図		  増厚片側 250mm		
概 要	既設部材の周りに鋼板を配置し、既設部材と鋼板との間に無収縮モルタルやエポキシ樹脂を充填する工法。 主にじん性補強を目的として採用する。フーチングに鋼板を定着させれば曲げ耐力の向上も可能。	堰柱を鉄筋コンクリートで巻き立て、じん性補強と曲げ補強、せん断補強を目的として用いられる工法。	じん性補強と曲げ補強を目的として用いられる工法。 既設のコンクリート表面に補強鉄筋を配置し、ポリマーセメントモルタルを巻立てる	じん性補強と曲げ補強を目的として用いられる工法。 既設のコンクリート表面をはつり、溝切りを施し、補強鉄筋を埋設、ポリマーセメントモルタルを巻立てる。
(長所)	□ 曲げ耐力、せん断耐力の両方に向上が見込める。 □ 躯体幅の増加量が小さい。	□ 曲げ耐力、せん断耐力の両方に向上が見込める。 □ 工事費が安価である。 □ ローメンテナンスであり、維持管理性に優れる。	□ 補強による重量増加が小さいため、基礎構造や地盤への負担が小さい。 □ 躯体幅の増加量が小さい。	□増厚なしで補強できる。 □ 補強による重量増加が小さいため、基礎構造や地盤への負担が小さい。 □ 躯体幅を変化させることなく補強できる。
(短所)	□ 鋼板の取り付けに精度が必要で、溶接作業に時間を要する。 □ 取付けに重機が必要となる。 □ 工事費が高額である。 □ 定期的な防食対策が必要である。	□ 補強による重量増加が大きいため、基礎構造や地盤への負担が大きい。 □ 躯体幅の増加量が大きい。	□片側4ｃｍ、両側で8ｃｍ程度の増厚が必要である。 □本頭首工では部分的な補強で良いが、補強端部の増し厚部が突出し、その長期的な安定性に懸念がある。	□ 鉄筋を躯体に組み込むためのはつりや溝切を行う必要がある。 □ やや施工日数を要する。
補強構造的確性	□ 不足するせん断・曲げ耐力を鋼板で負担。 (曲げ　：引張鉄筋の代替部材) 『設計要領第二集 橋梁保全編［東・中・西日本高速道路(株)］』	□ 不足する曲げ耐力を増厚Co・鉄筋で負担。 (曲げ　：引張鉄筋の追加) 『コンクリート標準示方書』	□ 不足する曲げ耐力を補強鉄筋で負担。 (曲げ　：引張鉄筋の追加) 『コンクリート標準示方書』 □ 耐震補強模型実験での検証有 □ NETIS登録番号 QS-060003VE	□ 不足する曲げ耐力を補強鉄筋で負担。 (曲げ　：引張鉄筋の追加) 『コンクリート標準示方書』 □ 耐震補強模型実験での検証有 □ NETIS登録番号 QS-060003VE
施工実績	頭首工(東海局)	頭首工の施工実績を調べたが確認できない	頭首工、橋梁橋脚	頭首工(東海局：H26)
耐用年数	40 年	40 年	40 年	40 年
耐衝撃性及び耐摩耗性	鋼板自体の耐衝撃性は強く、コンクリートに比べると、ほとんど摩耗しない。 ○	高強度コンクリート使用により、耐衝撃性、耐摩耗性は向上する。 ○	コンクリートに比べ耐衝撃性、耐摩耗性は向上する。 ○	コンクリートに比べ耐衝撃性、耐摩耗性は向上する。 ○
施工性	□ 鋼板の搬入、取付けに重機が必要となる。 □ 鋼板は分割して躯体に巻き立て溶接作業に時間を要する。 □ 鋼板と躯体の一体化のため堰柱を巻き立てる。そのため導流壁や戸溝部分の取り壊し復旧が必要である。 【冬期施工】 □ 無収縮モルタルを用い養生する際は、５℃以下は除湿マット対策、０℃以下は給熱が必要。 □ エポキシ樹脂を用い養生する場合、５℃以下の温度はエポキシ樹脂に含浸不良、硬化反応の遅れを発生させるため、給熱が必要	□ 型枠、鉄筋組立、コンクリート打設用の重機が必要。 □ 堰柱の規模が大きく、下流部は円形で傾斜している形状で木製型枠では施工困難で鋼製型枠が必要。 □ １リフト1.5m標準で、Co打設・養生に時間を要する。 【冬期施工】 □ コンクリートの養生は、５℃以下の温度においてセメントの水和反応がが阻害され、強度発現の遅れや初期凍害を受けるおそれがあるため給熱が必要。	□ 重機、型枠が不要である。 □ 施工スペースの制約を受けず、少人数で施工を進めることができる。 【冬期施工】 □ モルタルの養生は、５℃以下の温度において含浸不良、硬化反応の遅れを発生させるため給熱が必要。	□ 鉄筋を躯体に組み込むためのはつりや溝切を行う必要がある。 □ 重機、型枠が不要である。 □ 施工スペースの制約を受けず、少人数で施工を進めることができる。 【冬期施工】 □ モルタルの養生は、５℃以下の温度において含浸不良、硬化反応の遅れを発生させるため給熱が必要。
施工日数（１堰柱）	100日	150日	36日	55日
	×	×	○	△
維持管理	定期的な塗装の塗り替えが必要である。 △	長期にわたりメンテナンスがいらず、部分補修も容易である。 ○	長期にわたりメンテナンスがいらず、部分補修も容易である。 ○	長期にわたりメンテナンスがいらず、部分補修も容易である。 ○
増し厚	片側：無収縮モルタル30mm＋鉄板10mm＝t40mm	片側　t=250mm	片側　t=44mm	無し
土砂吐巾	5.00－0.04＝4.96m　わずかである。△	5.00－0.25＝4.75m　狭くなり、排砂に影響する。　×	5.00－0.044＝4.96m　わずかである。△	5.00m　変化なし。○
河積阻害率	河積阻害率＝2.5% 無効河積幅内の増なので河積阻害率には影響しない。	河積阻害率＝2.5% 無効河積幅内の増なので河積阻害率には影響しない。	河積阻害率＝2.5% 無効河積幅内の増なので河積阻害率には影響しない。	河積阻害率＝2.5% 無効河積幅内の増なので河積阻害率には影響しない。
直接工事費	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
評 価	□施工実績はあるが、堰柱のように複雑な構造物は施工が困難である。 □最も高価である。 □維持管理において、防食のための塗装(コスト・労力の増加)が生じる。 □施工日数が長く、限られた工期内での施工が困難である。	□近年の施工実績はない。 □増し厚が厚く、土砂吐巾が狭くなることから、土砂吐機能に影響する。 □施工日数が最も長く、限られた工期内での施工が困難である。	□施工実績有。 □若干堰柱幅が増加する。	□施工実績有。 □堰柱溝掘りがあるため施工日数が若干長くなる。
	高価であること、施工が難しいことから不採用とする。	躯体幅の増加量が大きく、土砂吐機能への影響が懸念されるため不採用とする。	躯体幅は変化しないことが望ましい。よって不採用とする。	躯体幅は変化しない。採用する。
	△	×	△	○

※採用案の AT-P 工法は最大 48mm 躯体をはつり鉄筋を埋め込む。既設の鉄筋の被りは右表に示す通り 100mm 以上あるので、既設鉄筋と補強鉄筋が接触することはない。

H26 鬼怒川中部地区施設機能診断調査・耐震性能照査業務

中性化深さ測定試験結果

施設名	調査位置	中性化深さ (mm)	鉄筋かぶり (mm)	中性化残り (mm)	備考
佐貫頭首工	堰柱 T1-2	2.5	67.0	64.5	
佐貫頭首工	堰柱 T1-3	2.9	103.0	100.1	3号堰柱
佐貫頭首工	堰柱 T1-4	5.7	147.0	141.3	4号堰柱
佐貫頭首工	堰柱 T1-5	4.0	151.0	147.0	5号堰柱

2.9 堰柱の鉄筋補強量

(1) レベル 1 地震動　補強量の算出（曲げ応力対策/鉄筋埋設工）

3 号堰柱はレベル 1 地震動発生時に曲げ応力が許容値を上回ることが判明した。
よって、曲げ応力の対策として、堰柱が増厚せず、河積阻害率も増加させない、**「鉄筋埋設工」**を採用し、曲げ耐力を向上させる。
その結果、下表の通り、**「堰柱下部はD13 を 10 本、堰柱上部はD13 を 2 本」**埋設させる結果となった。

3 号堰柱曲げ応力に対する鉄筋補強量

部材		σca (N/mm2)	σsa (N/mm2)	D13 引張鉄筋 As1(cm2)	1.267 有効長さ d1(cm)	cm2 引張鉄筋 As2(cm2)	有効長さ d2(cm)	堰軸方向 空虚 曲げ照査 I端 Mz (kN・m)	I端 σc (N/mm2)	I端 σc/σca	I端 照査	I端 σs (N/mm2)	I端 σs/σsa	I端 照査	J端 Mz (kN・m)	J端 σc (N/mm2)	J端 σc/σca	J端 照査	J端 σs (N/mm2)	J端 σs/σsa	J端 照査
3号堰柱	堰柱下部	16.50	205.00	0	145	0	145	8320.9	3.9	0.238	OK	168.3	0.821	OK	−8629.9	4.1	0.247	OK	177.2	0.864	OK
		16.50	205.00	10	145	10	145	8023.5	3.8	0.233	OK	165.4	0.807	OK	−8329.0	4.0	0.242	OK	174.4	0.851	OK
		16.50	205.00	10	145	10	145	7871.2	4.1	0.246	OK	195.6	0.954	OK	−8026.7	4.1	0.251	OK	201.1	0.981	OK
		16.50	205.00	10	145	10	145	7725.5	4.0	0.245	OK	195.5	0.954	OK	−7880.9	4.1	0.250	OK	201.2	0.981	OK
		16.50	205.00	10	145	10	145	7432.5	3.9	0.237	OK	187.7	0.915	OK	−7752.2	4.1	0.247	OK	199.3	0.972	OK
		16.50	205.00	10	145	10	145	7172.9	3.8	0.232	OK	184.8	0.901	OK	−7432.5	4.0	0.241	OK	194.4	0.948	OK
		16.50	205.00	10	145	10	145	6852.3	3.7	0.226	OK	179.5	0.876	OK	−7172.9	3.9	0.236	OK	191.6	0.935	OK
		16.50	205.00	10	145	10	145	6287.7	3.5	0.213	OK	169.6	0.828	OK	−6852.3	3.8	0.233	OK	191.8	0.936	OK
		16.50	205.00	10	145	10	145	5722.9	3.3	0.201	OK	160.4	0.783	OK	−6287.7	3.6	0.221	OK	183.5	0.895	OK
		16.50	205.00	10	145	10	145	5160.7	3.1	0.188	OK	150.4	0.733	OK	−5722.9	3.4	0.208	OK	174.3	0.850	OK
		16.50	205.00	10	145	10	145	4604.9	2.9	0.174	OK	139.4	0.680	OK	−5160.7	3.2	0.195	OK	164.2	0.801	OK
		16.50	205.00	10	145	10	145	4060.5	2.9	0.178	OK	163.3	0.797	OK	−4604.9	3.3	0.202	OK	196.1	0.956	OK
		16.50	205.00	10	145	10	145	3533.3	2.6	0.161	OK	147.5	0.720	OK	−4060.5	3.1	0.185	OK	180.8	0.882	OK
	堰柱上部	16.50	205.00	2	145	2	145	3025.4	2.4	0.143	OK	131.2	0.640	OK	−3533.3	2.8	0.168	OK	164.8	0.804	OK
		16.50	205.00	0	145	0	145	2638.8	2.9	0.178	OK	165.4	0.807	OK	−3025.4	3.4	0.205	OK	202.8	0.989	OK
	門柱下部	16.50	205.00	0	145	0	145	2270.6	2.7	0.166	OK	156.3	0.762	OK	−2638.8	3.2	0.195	OK	196.4	0.958	OK
		16.50	205.00	0	145	0	145	1908.4	3.1	0.188	OK	141.0	0.688	OK	−2270.6	3.7	0.225	OK	184.2	0.898	OK
		16.50	205.00	0	145	0	145	1568.7	2.5	0.153	OK	109.0	0.532	OK	−1908.4	3.1	0.189	OK	149.3	0.729	OK
		16.50	205.00	0	145	0	145	1251.5	2.6	0.158	OK	125.2	0.611	OK	−1568.7	3.4	0.203	OK	185.9	0.907	OK
		16.50	205.00	0	145	0	145	959.0	2.1	0.129	OK	91.6	0.447	OK	−1251.5	2.9	0.176	OK	153.2	0.748	OK
		16.50	205.00	0	145	0	145	−811.0	1.9	0.115	OK	75.4	0.368	OK	−959.0	2.3	0.141	OK	107.8	0.526	OK
		16.50	205.00	0	145	0	145	−475.6	1.0	0.063	OK	22.5	0.110	OK	811.0	2.2	0.132	OK	99.6	0.486	OK
	門柱上部	16.50	205.00	0	145	0	145	−326.2	0.6	0.033	OK	6.5	0.032	OK	475.6	1.0	0.059	OK	27.3	0.133	OK
		16.50	205.00	0	145	0	145	−211.3	0.3	0.021	OK	2.4	0.012	OK	324.5	0.6	0.038	OK	14.7	0.072	OK

(2) レベル 2 地震動　補強量の算出（せん断応力対策/鉄筋挿入工）

(a) 3 号堰柱（上下流方向）

3 号堰柱上下流方向の耐震補強に必要な鉄筋量及び施工量を下表に示す。

3 号堰柱上下流方向の鉄筋補強量

部位		要素番号	I端	J端	部材長	基部からの高さ	せん断不足量	有効長		補強量計算									
								d	d-d'	γb	鉄筋降伏強度	斜引張鉄筋	補強量	配置間隔	必要鉄筋断面積	使用鉄筋径	寄与率	鉄筋断面積	必要鉄筋本数
					m	m	kN	m	m		N/mm2	°	Aw/a mm2/mm	a mm	Aw mm2		βaw	mm/本	本
3号堰柱	堰柱下部	11900	11901	11001	1.087	1.087	0.00	11.060	10.960	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		11901	11900	11902	0.013	1.100	0.00	11.060	10.960	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		11902	11002	11900	0.475	1.575	0.00	11.060	10.960	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		11004	11004	11003	0.300	1.875	0.00	10.805	10.705	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		11006	11006	11005	0.418	2.293	0.00	10.662	10.562	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		11078	11008	11978	0.436	2.729	0.00	10.368	10.268	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		11008	11978	11007	0.307	3.036	0.00	10.517	10.417	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		11010	11010	11009	0.714	3.750	0.00	10.138	10.038	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		11012	11012	11011	0.500	4.250	0.00	9.895	9.795	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		11014	11014	11013	1.015	5.265	0.00	9.592	9.492	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		11016	11016	11015	0.743	6.008	0.00	9.241	9.141	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		11018	11018	11017	0.743	6.751	0.00	8.943	8.843	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		11020	11020	11019	0.749	7.500	0.00	8.645	8.545	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	堰柱上部	11023	11023	11022	0.600	8.100	284.49	6.758	6.658	1.100	345.0	90.000	0.154	600.0	92.620	D16	0.880	198.600	1
		11025	11025	11024	0.600	8.700	260.45	6.518	6.418	1.100	345.0	90.000	0.147	600.0	87.915	D16	0.880	198.600	1
	門柱下部	12091	11911	11026	0.276	8.976	379.57	5.170	5.070	1.100	345.0	90.000	0.269	600.0	161.532	D25	0.810	506.700	1
		12092	11027	11912	0.276	9.252	317.65	5.170	5.070	1.100	345.0	90.000	0.225	600.0	135.181	D25	0.810	506.700	1
		11029	11029	11028	0.708	9.960	602.04	4.918	4.818	1.100	345.0	90.000	0.449	600.0	269.336	D25	0.810	506.700	1
		11031	11031	11030	0.630	10.590	642.36	4.650	4.550	1.100	345.0	90.000	0.507	600.0	303.912	D25	0.810	506.700	1
		11033	11033	11032	0.630	11.220	657.84	4.398	4.298	1.100	345.0	90.000	0.548	600.0	329.070	D25	0.810	506.700	1
		11035	11035	11034	0.640	11.860	515.76	4.144	4.044	1.100	345.0	90.000	0.456	600.0	273.811	D25	0.810	506.700	1
		11037	11037	11036	0.640	12.500	391.19	3.888	3.788	1.100	345.0	90.000	0.369	600.0	221.352	D25	0.810	506.700	1
	門柱上部	11038	11038	11037	0.475	12.975	149.18	4.000	3.900	1.100	345.0	90.000	0.137	600.0	82.049	D16	0.880	198.600	1
		11039	11039	11038	0.475	13.450	0.00	4.000	3.900	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0

3 号堰柱上下流方向の施工量

部位	鉄筋径	高さ方向の挿入間隔	挿入列（堰軸方向）	備考
堰柱下部	対策不要	対策不要	対策不要	-
堰柱上部	D16	600mm	1 列	先端斜めカット
門柱下部	D25	600mm	1 列	先端斜めカット
門柱上部	D16	600mm	1 列	先端斜めカット

(b) 3 号堰柱堰軸方向

3 号堰柱堰軸方向の耐震補強に必要な鉄筋量及び施工量を下表に示す。

3 号堰柱堰軸方向の鉄筋補強量

部位	要素番号	I端	J端	部材長	基部からの高さ	せん断不足量	有効長		補強量計算									
							d	d-d'	γb	鉄筋降伏強度	斜引張鉄筋	補強量	配置間隔	必要鉄筋断面積Aw	使用鉄筋径	寄与率	鉄筋断面積	必要鉄筋本数
				m	m	kN	m	m		N/mm2	°	Aw/a mm2/mm	a mm	mm2		βaw	mm/本	本
3号堰柱 堰柱下部	306	3901	306	0.375	0.375	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	307	307	3902	0.375	0.750	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	308	3075	307	0.200	0.950	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	309	308	3075	0.200	1.150	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	310	309	308	0.400	1.550	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	311	3095	309	0.325	1.875	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	312	310	3095	0.418	2.293	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	313	311	310	0.743	3.036	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	314	312	311	0.743	3.779	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	315	313	312	0.743	4.522	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	316	314	313	0.743	5.265	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	317	315	314	0.743	6.008	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	318	316	315	0.743	6.751	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	319	317	316	0.749	7.500	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
堰柱上部	320	318	317	0.600	8.100	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	321	319	318	0.600	8.700	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
門柱下部	322	320	319	0.630	9.330	71.96	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.188	600.0	113.080	D16	0.880	198.600	1
	323	321	320	0.630	9.960	42.78	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.112	600.0	67.226	D16	0.880	198.600	1
	324	322	321	0.630	10.590	43.88	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.115	600.0	68.954	D16	0.880	198.600	1
	325	323	322	0.630	11.220	70.44	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.184	600.0	110.691	D16	0.880	198.600	1
	326	324	323	0.360	11.580	41.57	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.109	600.0	65.324	D16	0.880	198.600	1
	327	325	324	0.920	12.500	35.19	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.092	600.0	55.299	D16	0.880	198.600	1
門柱上部	328	326	325	0.475	12.975	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	329	327	326	0.475	13.450	0.00	1.400	1.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0

3 号堰柱堰軸方向の施工量

部位	鉄筋径	高さ方向の挿入間隔	挿入列（堰軸方向）	備考
堰柱下部	対策不要	対策不要	対策不要	－
堰柱上部	対策不要	対策不要	対策不要	－
門柱下部	D16	600mm	1 列	先端斜めカット
門柱上部	対策不要	対策不要	対策不要	－

(c) 4 号堰柱堰軸方向

4 号堰柱堰軸方向の耐震補強に必要な鉄筋量及び施工量を下表に示す。

4 号堰柱堰軸方向の鉄筋補強量

部位	要素番号	I端	J端	部材長	基部からの高さ	せん断不足量	有効長		補強量計算									
							d	d-d'	γb	鉄筋降伏強度	斜引張鉄筋	補強量	配置間隔	必要鉄筋断面積Aw	使用鉄筋径	寄与率	鉄筋断面積	必要鉄筋本数
				m	m	kN	m	m		N/mm2	°	Aw/a mm2/mm	a mm	mm2		βaw	mm/本	本
4号堰柱 堰柱下部	406	4901	406	0.465	0.465	747.93	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	1.143	600.0	685.603	D25	0.810	506.700	2
	407	407	4902	0.464	0.929	827.04	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	1.264	600.0	758.120	D25	0.810	506.700	2
	408	4075	407	0.021	0.950	779.56	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	1.191	600.0	714.597	D25	0.810	506.700	2
	409	408	4075	0.300	1.250	743.66	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	1.136	600.0	681.688	D25	0.810	506.700	2
	410	409	408	0.200	1.450	764.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	1.167	600.0	700.333	D25	0.810	506.700	2
	411	4095	409	0.425	1.875	699.88	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	1.069	600.0	641.557	D25	0.810	506.700	2
	412	410	4095	0.331	2.206	559.65	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.855	600.0	513.013	D25	0.810	506.700	2
	413	411	410	0.756	2.962	349.89	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.535	600.0	320.733	D25	0.810	506.700	1
	414	412	411	0.756	3.718	697.86	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	1.066	600.0	639.705	D25	0.810	506.700	2
	415	413	412	0.756	4.474	546.11	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.834	600.0	500.601	D25	0.810	506.700	2
	416	414	413	0.756	5.230	312.67	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.478	600.0	286.614	D25	0.810	506.700	1
	417	415	414	0.756	5.986	90.10	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.138	600.0	82.592	D25	0.810	506.700	1
	418	416	415	0.756	6.742	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D25	0.810	506.700	0
	419	417	416	0.758	7.500	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D25	0.810	506.700	0
堰柱上部	420	418	417	0.600	8.100	219.93	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.336	600.0	201.603	D25	0.810	506.700	1
	421	419	418	0.600	8.700	126.30	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.193	600.0	115.775	D25	0.810	506.700	1
門柱下部	422	420	419	0.760	9.460	742.40	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	1.134	600.0	680.533	D25	0.810	506.700	2
	423	421	420	0.760	10.220	662.50	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	1.012	600.0	607.292	D25	0.810	506.700	2
	424	422	421	0.760	10.980	557.50	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.852	600.0	511.042	D25	0.810	506.700	2
	425	423	422	0.600	11.580	411.79	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.629	600.0	377.474	D25	0.810	506.700	1
	426	424	423	0.170	11.750	303.66	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.464	600.0	278.355	D25	0.810	506.700	1
門柱上部	427	425	424	1.225	12.975	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D25	0.810	506.700	0
	428	426	425	0.475	13.450	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D25	0.810	506.700	0

4 号堰柱堰軸方向の施工量

部位	鉄筋径	高さ方向の挿入間隔	挿入列（堰軸方向）	備考
堰柱下部	D25	600mm	2 列	先端斜めカット
堰柱上部	D25	600mm	1 列	先端斜めカット
門柱下部	D25	600mm	2 列	先端斜めカット
門柱上部	対策不要	対策不要	対策不要	－

(d) 5 号堰柱堰軸方向

5 号堰柱堰軸方向の耐震補強に必要な鉄筋量及び施工量は下表の通りである。

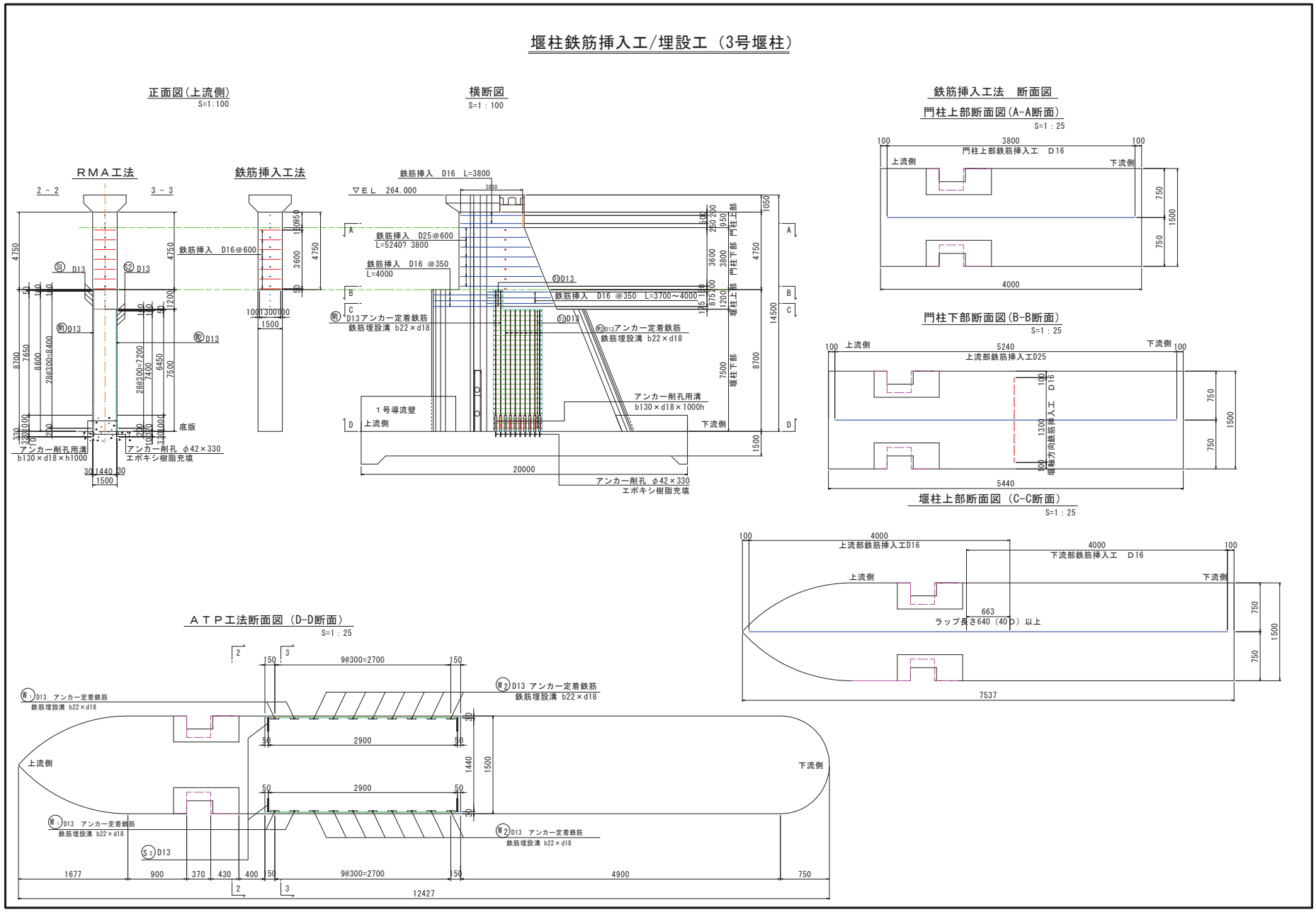
5 号堰柱堰軸方向の鉄筋補強量

部位		要素番号	I端	J端	部材長	基部からの高さ	せん断不足量	有効長		補強量計算									
								d	d-d'	γb	鉄筋降伏強度	斜引張鉄筋	補強量	配置間隔	必要鉄筋断面積	使用鉄筋径	寄与率	鉄筋断面積	必要鉄筋本数
					m	m	kN	m	m		N/mm2	°	Aw/a mm2/mm	a mm	Aw mm2		βaw	mm/本	本
5号堰柱	堰柱下部	506	5901	506	0.445	0.445	216.80	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.331	600.0	198.733	D32	0.750	794.200	1
		507	507	5902	0.444	0.889	314.51	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.481	600.0	288.301	D32	0.750	794.200	1
		508	508	507	0.361	1.250	321.71	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.492	600.0	294.901	D32	0.750	794.200	1
		510	509	508	0.200	1.450	565.15	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.863	600.0	518.054	D32	0.750	794.200	1
		512	510	509	0.425	1.875	48.13	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.074	600.0	44.119	D32	0.750	794.200	1
		513	511	510	0.331	2.206	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D32	0.750	794.200	0
		514	512	511	0.756	2.962	82.33	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.126	600.0	75.469	D32	0.750	794.200	1
		515	513	512	0.756	3.718	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D32	0.750	794.200	0
		516	514	513	0.756	4.474	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D32	0.750	794.200	0
		517	515	514	0.756	5.230	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D32	0.750	794.200	0
		518	516	515	0.756	5.986	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D32	0.750	794.200	0
		519	517	516	0.756	6.742	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D32	0.750	794.200	0
		520	518	517	0.758	7.500	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D32	0.750	794.200	0
	堰柱上部	521	519	518	0.600	8.100	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D32	0.750	794.200	0
		522	520	519	0.600	8.700	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D32	0.750	794.200	0
	門柱下部	523	521	520	0.760	9.460	87.55	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.134	600.0	80.254	D16	0.880	198.600	1
		524	522	521	0.740	10.200	33.61	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.051	600.0	30.809	D16	0.880	198.600	1
		525	523	522	0.780	10.980	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		526	524	523	0.850	11.830	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		527	525	524	0.670	12.500	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
	門柱上部	528	526	525	0.475	12.975	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0
		529	527	526	0.475	13.450	0.00	2.400	2.300	1.100	345.0	90.000	0.000	600.0	0.000	D16	0.880	198.600	0

5 号堰柱堰軸方向の施工量

部位	鉄筋径	高さ方向の挿入間隔	挿入列（堰軸方向）	備考
堰柱下部	D32	600mm	1 列	先端斜めカット
堰柱上部	対策不要	対策不要	対策不要	－
門柱下部	D16	600mm	1 列	先端斜めカット
門柱上部	対策不要	対策不要	対策不要	－

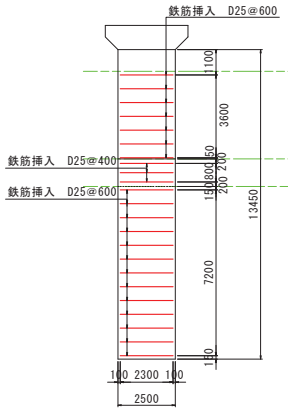
2.10 補強施工図


堰柱鉄筋挿入工/埋設工（3号堰柱）
正面図(上流側)
S=1:100
横断図
S=1：100
鉄筋挿入工法　断面図
門柱上部断面図(A-A断面)
S=1：25
門柱下部断面図(B-B断面)
S=1：25
堰柱上部断面図（C-C断面）
S=1：25
ＡＴＰ工法断面図（D-D断面）
S=1：25
ＲＭＡ工法
鉄筋挿入工法
鉄筋挿入　D16　L=3800
▽ＥＬ　264.000
鉄筋挿入　D25@600
L=5240? 3800
鉄筋挿入　D16　@350
L=4000
鉄筋挿入　D16　@350　L=3700～4000
鉄筋挿入　D16@600
D13アンカー定着鉄筋
鉄筋埋設溝　b22×d18
1号導流壁
上流側
下流側
アンカー削孔用溝
b130×d18×1000h
アンカー削孔　φ42×330
エポキシ樹脂充填
アンカー削孔用溝
b130×d18×h1000
底版
門柱上部鉄筋挿入工　D16
上流部鉄筋挿入工D25
堰軸方向鉄筋挿入工　D16
上流部鉄筋挿入工D16
下流部鉄筋挿入工　D16
ラップ長さ640（40D）以上
D13　アンカー定着鉄筋
鉄筋埋設溝　b22×d18
9@300=2700
2900
1440
1500
1677
900
370
430
400
4900
750
12427
20000
7537
5440
14500
8700
4750

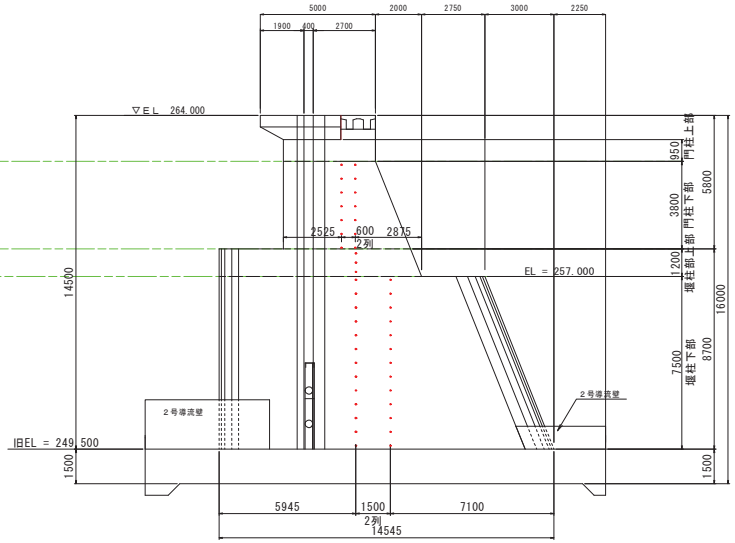
堰柱鉄筋挿入工(4号堰柱)

S=1：100

正面図



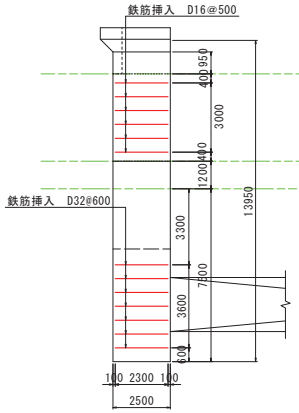
横断図



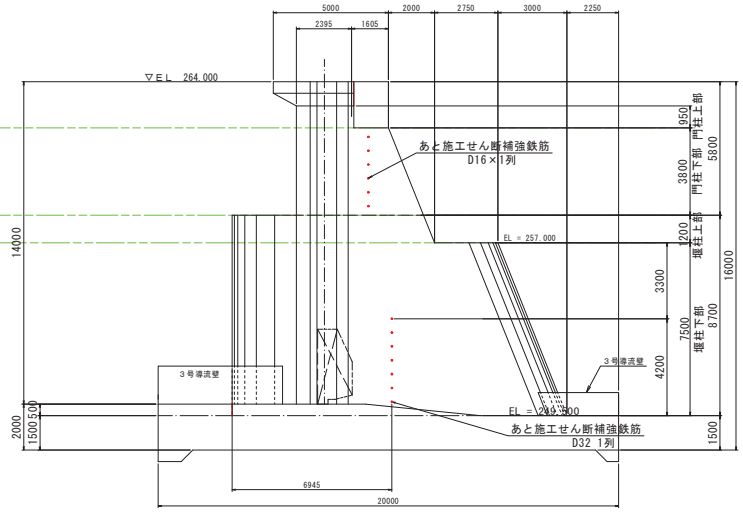
堰柱鉄筋挿入工(5号堰柱)

S=1：100

正面図



横断図



3. ゲートの耐震照査

3.1 既設ゲートの耐震照査

既設ゲートの耐震照査をH31年度業務に行っている。

全体的に、当時の基準においても、許容値を超過している（黄色着色箇所）ことが判明したため、すべてのゲートを更新する。

(1) 既設土砂吐ゲート

1. 照査結果まとめ

佐貫頭首工1号・2号土砂吐ゲート耐震照査まとめ

計算項目		完成図書	常時	レベル1	レベル2－Ⅰ	レベル2－Ⅱ	備　考
扉体形式		鋼製ローラゲート					
純径間×有効高		W5m×H3.75m					
設計水深		外水4.25m　/　内水0.0m					
地震時設計深		外水3.65m　/　内水0.0m					
設計震度		K=0	K=0	K=0.19	K=0.70	K=0.896	
堆砂高		2.0m					
設計荷重（kN）	静水圧(動水圧)	436.7412　44.52t	436.852	432.208	716.008	824.934	地震時は動堆砂追加
	堆砂	26.6832　2.7t	75.63	75.63	75.63	75.63	
	地震荷重			7.456	27.468	35.159	
	合計	463.424	512.482	515.293	819.106	935.723	
主桁	曲げ応力度(Max.)	82.698 / 843kg/cm2 < 1150	246.67 > 120x1.0=120	256.13 > 120x1.5=180	357.36 > 120x1.5=180	396.23 > 120x1.5=180	4桁部 完成図書に計算無
	せん断応力度(Max.)	73.6731 / 751kg/cm2 < 88.29 / 0.9t/cm2	78.50 > 70x1.0=70	81.01 < 70x1.5=105	120.74 > 70x1.5=105	135.28 > 70x1.5=105	3桁部 完成図書記載有
	たわみ度	1/1069 < 1/800	1/76 > 1/800	－	－	－	3桁部 完成図書に記載有 常時のみ照査
端縦桁	曲げ応力度(穴無)	21.386 / 218kg/cm2 < 120	60.47 < 120x105=120	33.34 < 120x1.5=180	100.97 < 120x1.5=180	127.03 < 120x1.5=180	
	せん断応力度(穴無)	21.386 / 218kg/cm2 < 21.386 / 218kg/cm2	87.17 > 70x1.0=70	82.82 < 70x1.5=105	147.11 > 70x1.5=105	171.57 > 70x1.5=105	
	合成応力度(穴無)	－ －	162.64 > 120x1.1=132	147.27 < 180x1.1=198	274.08 > 180x1.1=198	323.18 > 180x1.1=198	
	曲げ応力度(穴有)	21.386 / 218kg/cm2 < 120	120.70 > 120x1.0=120	87.88 < 120x1.5=180	197.84 > 120x1.5=180	240.01 > 120x1.5=180	
	せん断応力度(穴有)	－ －	76.18 > 70x1.0=70	99.38 < 70x1.5=105	147.11 > 70x1.5=105	171.57 > 70x1.5=105	
	合成応力度(穴有)	－ －	178.82 > 120x1.1=132	193.27 < 180x1.1=198	322.59 > 120x1.1=132	381.98 > 180x1.1=198	
スキンプレート	曲げ応力度(Max)	89.663 / 914kg/cm2 < 112.815 / 1150/cm2	211.08 > 120x1.0=120	218.99 > 120x1.5=180	334.58 > 120x1.5=180	381.41 > 120x1.5=180	
横桁	曲げ応力度	82.110 / 837kg/cm2 < 112.815 / 1150/cm2	44.53 < 120x1.0=120	45.95 < 120x1.5=180	68.49 < 120x1.5=180	76.73 < 120x1.5=180	
	せん断応力度	－ － －	23.24 < 70x1.0=70	23.98 < 70x1.5=105	35.75 < 70x1.5=105	40.05 < 70x1.5=105	
縦桁	曲げ応力度	－ －	34.18 < 120x1.0=120	34.96 < 120x1.5=180	55.02 < 120x1.5=180	62.72 < 120x1.5=180	完成図書案に記載なし
	せん断応力度	－ －	6.95 < 70x1.0=70	7.11 < 70x1.5=105	11.19 < 70x1.5=105	12.76 < 70x1.5=105	
主ローラ	接触応力度	4.876 / 49.7kg/cm2 < 4.905 / 60kg/cm2	1110.08 > 981.000	1131.20 < 981x1.5 =1471.5	1266.24 < 981x1.5 =1471.5	1309.87 < 981x1.5 =1471.5	
主ローラ軸	曲げ応力度	－ － －	84.90 < 160.0	89.84 < 160x1.5=240	126.00 < 160x1.5=240	139.49 < 160x1.5=240	
	せん断応力度	－ － －	19.12 < 90x1.0=90	20.23 < 90x1.5=135	28.38 < 90x1.5=135	31.42 < 90x1.5=135	
ブッシュ	ブッシュの面圧	19.130 / 195kg/cm2 < 24.525 / 250kg/cm2	19.63 < 45x1.0=45	20.77 < 45x1.5=68.5	29.14 < 45x1.5=68.5	32.25 < 45x1.5=68.5	
戸当り	ローラ踏面板厚(mm)	－ －	0 < 10.348	0 < 10.545	0 < 11.804	0 < 12.210	踏面板無し
	ローラレール底面におけるコンクリート応力度の分布長さ	－ － －	0.77m < 1.91/2=0.96m	0.77m < 1.91/2=0.96m	0.77m < 1.91/2=0.96m	0.77m < 1.91/2=0.96m	
	ローラレールの曲げ応力度	65.727 / 670kg/cm2 < 117.72 / 1200kg/cm2	99.43 < 120x1.0=120	105.25 < 120x1.5=180	147.62 < 120x1.5=180	163.43 < 120x1.5=180	
	ローラレールのせん断応力度	－ － －	59.60 < 70x1.0=70	63.06 < 70x1.5=105	88.45 < 70x1.5=105	97.91 < 70x1.5=105	
	ローラレール底面フランジの合成曲げ応力度	－ －	147.76 > 120x1.1=132	156.38 < 180x1.1=198	219.63 > 180x1.1=198	243.20 < 180x1.1=198	
	腹板に生ずる局部応力度	－ －	795.50 > 180×1.0＝180	830.79 > 180×1.5＝270	1143.90 > 180×1.5＝270	1258.97 > 180×1.5＝270	
	コンクリートの支圧応力度(kx)	－ －	1.47 < 5.9×1.0＝5.9	1.56 < 5.9×1.5＝8.85	2.18 < 5.9×1.5＝8.85	2.41 < 5.9×1.5＝8.85	
	コンクリートのせん断応力度	－ －	0.25 < 0.4x1.0=0.4	0.26 < 0.4x1.5=0.6	0.36 < 0.4x1.5=0.6	0.40 < 0.4x1.5=0.6	

部　：許容応力超過

(2) 既設１号洪水吐ゲート

1. 照査結果まとめ

佐貫頭首工1号洪水吐ゲート照査まとめ

計算項目		完成図書	常時	レベル1	レベル2-Ⅰ	レベル2-Ⅱ	備　考
扉体形式		鋼製ローラゲート					
純径間×有効高		W20m×H3.25m					
設計水深		外水3.75m ／ 内水0.0m					
地震時設計深		外水3.15m ／ 内水0.0m					
設計震度		K=0	K=0	K=0.19	K=0.70	K=0.862	
堆砂高		2.0m					
設計荷重（kN）	静水圧(動水圧)	1353.78 (138t)	1355.006	1079.541 215.77	1367.122 794.941	1458.943 978.913	
	堆砂	91.233 (9.3t)	302.52	302.52	302.52	302.52	
	地震荷重	－	－	48.461	178.542	219.862	
	合計	1445.013	1657.526	1646.292	2643.125	2960.238	
主桁	曲げ応力度(Max.)	73.565 / 749.9kg/cm2 < 113 / 1150kg/cm2	97.281 < 120x1.0=120	96.623 < 120x1.5=180	155.127 < 120x1.5=180	173.739 < 120x1.5=180	
	せん断応力度(Max.)	－ < －	28.539 < 70x1.0=70	28.345 < 70x1.5=105	45.508 < 70x1.5=105	50.968 < 70x1.5=105	
	たわみ度	1/835 < 1/800	1/846 / 1/800	－ －	－ －	－ －	
合成応力 主桁	σ_E	－ －	113.973 < 120x1.1=132	115.379 < 180x1.1=196	178.433 < 180x1.1=196	194.072 > 180x1.1=196	スキンプレートとの合成曲げ応力照査
端縦桁	曲げ応力度(穴無)	－ －	185.13 > 120x1.0=120	173.948 < 120x1.5=180	311.305 > 120x1.5=180	351.706 > 120x1.5=180	
	せん断応力度(穴無)	－ －	84.813 > 70x1.0=70	89.798 < 70x1.5=105	121.343 > 70x1.5=105	131.289 > 70x1.5=105	
	合成応力度(穴無)	－ －	236.332 > 120x1.1=132	233.343 > 180x1.1=198	375.610 > 180x1.1=198	418.817 > 180x1.1=198	
	せん断応力度(穴有)	－ －	121.050 > 70x1.0=70	128.164 > 70x1.5=105	173.187 > 70x1.5=105	187.381 > 70x1.5=105	
スキンプレート	曲げ応力度(Max)	23.662 / 241.2kg/cm2 < 113 / 1150kg/cm2	55.639 < 120x1.0=120	52.568 < 120x1.5=180	77.685 < 120x1.5=180	90.501 < 120x1.5=180	
縦桁	曲げ応力度	20.7972 / 212kg/cm2 < 120.000	73.579 < 120x1.0=120	74.929 < 120x1.5=180	108.905 < 120x1.5=180	123.081 < 120x1.5=180	
	せん断応力度	－ / － －	7.328 < 70x1.0=70	7.463 < 70x1.5=105	10.847 < 70x1.5=105	12.259 < 70x1.5=105	
主ローラ	接触応力度	4.748 / 48.4kg/cm2 < 5.886 / 60kg/cm2	1136.100 > 981	1158.000 < 981x1.5 =1471.5	1280.200 < 981x1.5 =1471.5	1314.300 < 981x1.5 =1471.5	SC55
主ローラ軸	曲げ応力度	－ / － －	239.800 > 195	253.895 < 195x1.5 =292.5	343.085 > 195x1.5 =292.5	371.204 > 195x1.5 =292.5	SS50B
	せん断応力度	－ / － －	39.361 < 112x1.0=112	41.675 < 112x1.5=168	56.315 < 112x1.5=168	60.930 < 112x1.5=168	
ブッシュ	ブッシュの面圧	18.933 / 193kg/cm2 < 24.525 / 250kg/cm2	23.640 < 45x1.0=45	25.030 < 45x1.5=68.5	33.822 < 45x1.5=68.5	36.594 < 45x1.5=68.5	BC-2
戸当り	ローラ踏面板厚（mm）	－ －	0 < 19.074	0 < 19.440	0 < 21.492	0 < 22.063	踏面板無し
	ローラレール底面におけるコンクリート応力度の分布長さ	－ / － －	0.912 > 1.25/2 =0.625m	0.912 > 1.25/2 =0.625m	0.912 > 1.25/2 =0.625m	0.912 > 1.25/2 =0.625m	
	ローラレールの曲げ応力度	65.727 / 670kg/cm2 < 113 / 1150kg/cm2	152.732 > 120x1.0=120	161.656 < 120x1.5=180	218.456 > 120x1.5=180	236.358 > 120x1.5=180	
	ローラレールのせん断応力度	－ / － －	108.302 > 70x1.0=70	114.668 > 70x1.5=105	154.949 > 70x1.5=105	167.649 > 70x1.5=105	
	ローラレール底面フランジの合成曲げ応力度	－ －	219.645 > 120x1.0=120	232.619 > 120x1.5=180	314.319 > 120x1.5=180	340.086 > 120x1.5=180	
	腹板に生ずる局部応力度	－ －	1310.206 > 180×1.0 =180	1379.864 > 180×1.5=270	1810.768 > 180×1.5=270	1943.586 > 180×1.5=270	
	コンクリートの支圧応力度(kx)	－ －	2.148 < 5.9×1.0 =5.9	2.275 < 5.9×1.5 =8.85	3.074 < 5.9×1.5 =8.85	3.326 < 5.9×1.5 =8.85	
	コンクリートのせん断応力度	－ －	0.505 > 0.4x1.0=0.4	0.535 < 0.4x1.5=0.6	0.723 > 0.4x1.5=0.6	0.783 > 0.4x1.5=0.6	

部　：許容応力超過

(3) 既設２号洪水吐ゲート

1. 照査結果まとめ

佐貫頭首工2号洪水吐ゲート耐震照査まとめ

計算項目		完成図書	常時	レベル1	レベル2	備　考
扉体形式		横主桁式鋼製起伏ゲート				
純径間×有効高		W25m×H2.35m				
設計水深		外水2.85m ／ 内水0.0m				
地震時設計水深		外水2.25m ／ 内水0.0m				
設計震度		K=0	K=0	K=0.12	K=0.20	
堆砂高		2.35m				
起立時 θ=15° 設計荷重（kN）	静水圧(動水圧)	1000.6kN 102.0t	1035.9kN	787.9kN 105.9kN	825.1kN 183.9kN	
	堆砂	163.3kN 16.7t	522.1kN	522.1kN	522.1kN	
	地震時慣性力			0.7kN	1.1kN	
	合計	1164.0kN	1558.0kN	1416.6kN	1532.2kN	
半開時 θ=60° 設計荷重（kN）	静水圧(動水圧)	－ －	1332.1kN	1822.1kN 75.3kN	1931.5kN 129.3kN	
	堆砂	－ －	170.0kN	170.0kN	170.0kN	
	地震時慣性力			2.2kN	3.7kN	
	合計	－	1502.1kN	2069.6kN	2234.5kN	
主桁	曲げ応力度(Max.)	50.816N/mm2 / 0.518t/cm2 < 1.035t/cm²	55.300 < 120x1.0=120	48.800 < 120x1.5=180	54.100 < 120x1.5=180	
	せん断応力度(Max.)	－ －	31.100 < 70x1.0=70	27.400 < 70x1.5=105	30.400 < 70x1.5=105	
	たわみ度	1/824 (0.0182m) < 1/600' (0.025m)	1/735 > 1/800	1/833 < 1/800	1/753 > 1/800	支間長15m 地震時は参考
主桁（半開時）	曲げ応力度(Max.)	－ －	65.900 < 120x1.0=120	110.500 < 120x1.5=180	119.500 < 120x1.5=180	
	せん断応力度(Max.)	－ －	31.100 < 70x1.0=70	62.000 < 70x1.5=105	67.100 < 70x1.5=105	
	たわみ度	－ －	1/617 > 1/800	1/368 > 1/800	1/341 > 1/800	支間長15m 地震時は参考
縦桁（起立時）	曲げ応力度	－ －	98.200 < 120x1.0=120	86.600 < 120x1.5=180	95.900 < 120x1.5=180	
	せん断応力度	－ －	20.500 < 70x1.0=70	18.100 < 70x1.5=105	20.000 < 70x1.5=105	
縦桁（半開時）	曲げ応力度	－ －	144.400 > 120x1.0=120	242.100 > 120x1.5=180	261.800 > 120x1.5=180	
	せん断応力度	－ －	28.400 < 70x1.0=70	47.600 < 70x1.5=105	51.500 < 70x1.5=105	
スキンプレート（起立時）	曲げ応力度(Max)	76.518N/mm2 / 780kg/cm2 < 112.815N/mm2 / 1150kg/cm2	210.100 > 120x1.0=120	200.900 > 120x1.5=180	215.100 > 120x1.5=180	
スキンプレート（半開時）	曲げ応力度(Max)	－ －	203.200 > 120x1.0=120	195.600 > 120x1.5=180	210.900 > 120x1.5=180	
補助縦桁（起立時）	曲げ応力度	33.845N/mm2 / 345kg/cm2 < 112.815N/mm2 / 1150kg/cm2	33.100 < 120x1.0=120	31.600 < 120x1.5=180	33.900 < 120x1.5=180	
	せん断応力度	－ －	3.300 < 70x1.0=70	3.200 < 70x1.5=105	3.400 < 70x1.5=105	
補助縦桁（半開時）	曲げ応力度	－ －	32.000 < 120x1.0=120	30.800 < 120x1.5=180	33.200 < 120x1.5=180	
	せん断応力度	－ －	3.200 < 70x1.0=70	3.100 < 70x1.5=105	3.300 < 70x1.5=105	
補助横桁（起立時）	曲げ応力度	39.731N/mm2 / 405kg/cm2 < 112.815N/mm2 / 1150kg/cm2	131.100 > 120x1.0=120	125.400 < 120x1.5=180	134.200 < 120x1.5=180	
	せん断応力度	－ －	6.600 < 70x1.0=70	6.300 < 70x1.5=105	6.800 < 70x1.5=105	
補助横桁（半開時）	曲げ応力度	－ －	126.800 > 120x1.0=120	122.000 < 120x1.5=180	131.500 < 120x1.5=180	
	せん断応力度	－ －	6.400 < 70x1.0=70	6.100 < 70x1.5=105	6.600 < 70x1.5=105	
主ローラ	接触応力度	4.611N/mm2 / 47kg/cm2 < 5.396N/mm2 / 55kg/cm2	568.400 < 574.000	－ －	－ －	常時のみ実施
ブッシュ	ブッシュの面圧	4.611N/mm2 / 47kg/cm2 < 5.396N/mm2 / 150kg/cm2	11.900 < 23x1.0=45	－ －	－ －	常時のみ実施
シリンダー	ラムの曲げ応力度	62.6N/mm2 / 638kg/cm2 < 112.815N/mm2 / 1150kg/cm2	73.200 < 120x1.0=120	－ －	－ －	常時のみ実施
	シリンダー強度	53.759N/mm2 / 548kg/cm2 < 101.500N/mm2 / 1035kg/cm2	57.700 < 120x0.9=108	－ －	－ －	

部　：許容応力超過

(4) 既設 3 号洪水吐ゲート

1. 照査結果まとめ

佐賀頭首工3号洪水吐ゲート耐震照査まとめ

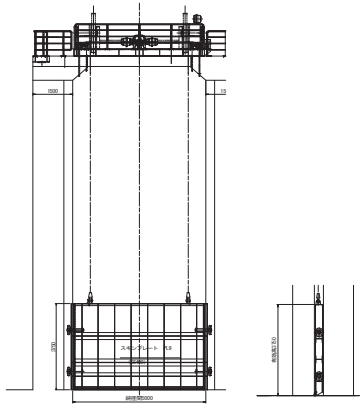
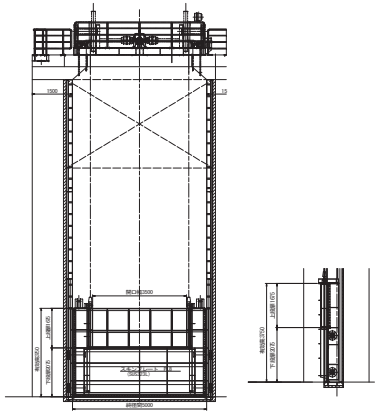
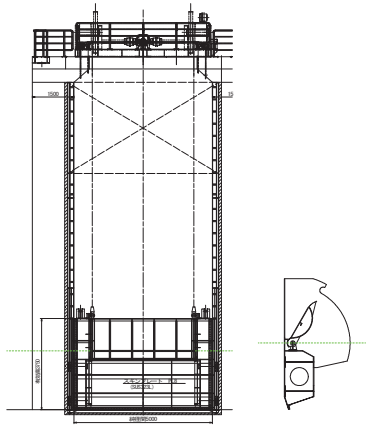
計算項目			完成図書		常時		レベル1		レベル2		備 考
扉体形式			横主桁式鋼製起伏ゲート								
純径間×有効高			W25m×H1.85m								
設計水深			外水2.35m ／ 内水0.0m								
地震時設計水深			外水1.85m ／ 内水0.0m								
設計震度			K=0		K=0		K=0.12		K=0.20		
堆砂高			1.85m								
起立時 θ=15° 設計荷重 (kN)	静水圧(動水圧)		0.000kN	0t	699.499kN		497.850kN	66.872kN	524.383kN	116.653kN	
	堆砂		0.000kN	0.00t	323.600kN		323.600kN		323.600kN		
	地震時慣性力						0.360kN		0.600kN		
	合計		0.000kN		1023.099kN		888.682kN		965.236kN		
半開時 θ=60° 設計荷重 (kN)	静水圧(動水圧)		−	−	871.642kN		1160.752kN	46.907kN	1239.904kN	80.792kN	
	堆砂		−	−	101.300kN		101.300kN		101.300kN		
	地震時慣性力						1.206kN		2.009kN		
	合計		−		972.942kN		1310.165kN		1424.005kN		
主桁	曲げ応力度(Max.)		52.8N/mm2 0.538t/cm2	< 1.035t/cm2	63.500	< 120x1.0=120	52.400	< 120x1.5=180	58.400	< 120x1.5=180	
	せん断応力度(Max.)		−	−	28.300	< 70x1.0=70	23.400	< 70x1.5=105	26.100	< 70x1.5=105	
	たわみ度		1/600 (0.025m)	≦ 1/600' (0.025m)	1/504	> 1/800	1/611	> 1/800	1/548	> 1/800	支間長15m 地震時は参考
主桁（半開時）	曲げ応力度(Max.)		−	−	75.600	< 120x1.0=120	121.800	< 120x1.5=180	132.600	< 120x1.5=180	
	せん断応力度(Max.)		−	−	33.700	< 70x1.0=70	54.300	< 70x1.5=105	59.100	< 70x1.5=105	
	たわみ度		−	−	1/424	> 1/800	1/263	> 1/800	1/242	> 1/800	支間長15m 地震時は参考
縦桁（起立時）	曲げ応力度		−	−	95.400	< 120x1.0=120	78.800	< 120x1.5=180	87.800	< 120x1.5=180	
	せん断応力度		−	−	18.100	< 70x1.0=70	15.000	< 70x1.5=105	16.700	< 70x1.5=105	
縦桁（半開時）	曲げ応力度		−	−	139.700	> 120x1.0=120	225.100	> 120x1.5=180	245.100	> 120x1.5=180	
	せん断応力度		−	−	25.100	< 70x1.0=70	40.400	< 70x1.5=105	44.000	< 70x1.5=105	
スキンプレート（起立時）	曲げ応力度(Max)		91.5N/mm2 933kg/cm2	< 112.8N/mm2 1150kg/cm2	215.900	> 120x1.0=120	200.400	> 120x1.5=180	214.900	> 120x1.5=180	
スキンプレート（半開時）	曲げ応力度(Max)		−	−	205.000	> 120x1.0=120	190.800	> 120x1.5=180	206.400	> 120x1.5=180	
補助縦桁（起立時）	曲げ応力度		60.0N/mm2 612kg/cm2	< 112.8N/mm2 1150kg/cm2	122.400	> 120x1.0=120	113.600	< 120x1.5=180	121.900	< 120x1.5=180	
	せん断応力度		−	−	7.400	< 70x1.0=70	6.900	< 70x1.5=105	7.400	< 70x1.5=105	
補助縦桁（半開時）	曲げ応力度		−	−	116.200	< 120x1.0=120	108.200	< 120x1.5=180	117.000	< 120x1.5=180	
	せん断応力度		−	−	7.100	< 70x1.0=70	6.600	< 70x1.5=105	7.100	< 70x1.5=105	
主ローラ	接触応力度		4.022N/mm2 41kg/cm2	< 5.396N/mm2 55kg/cm2	559.800	< 574.000	−	−	−	−	常時のみ実施
ブッシュ	ブッシュの面圧		−	−	11.400	< 45x1.0=45	−	−	−	−	常時のみ実施
シリンダー	ラムの曲げ応力度		62.6N/mm2 638kg/cm2	< 112.8N/mm2 1150kg/cm2	61.300	< 120x1.0=120	−	−	−	−	常時のみ実施
	シリンダー強度		75.0N/mm2 765kg/cm2	< 101.5N/mm2 1035kg/cm2	46.800	< 120x0.9=108	−	−	−	−	

部 ： 許容応力超過

3.2 ゲート改修形式

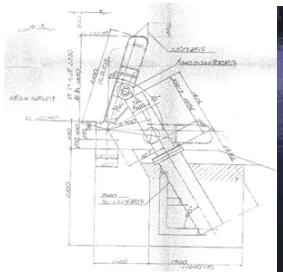
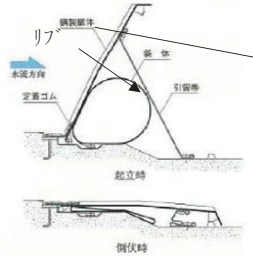
(1) 土砂ゲートの選定

佐貫頭首工　ゲート改修形式比較表

形　　式	案－１　ローラーゲート	案－２　２段ゲート	案－３　フラップ付ゲート
工法略図			
開閉機	機械式（ワイヤーロープ式）	機械式（ワイヤーロープ式）	機械式（ワイヤーロープ式）
工法の特徴	一般的なローラーゲート	上越による流量制御とした２段ゲート	上越による流量制御としたフラップ付ローラーゲート
放流量の管理	・扉体の下越で放流を行う。 ・下越の放流は流量の管理が難しく、ゲート操作はｃｍ単位が限界であり、放流量管理の精度は低い。	・上段扉を下方に下げることにより、上越で放流を行う。 ・水位に対して一定の越流水深になるように上段扉の開度を操作することにより放流量をほぼ一定に管理でき、放流量管理の精度が高い。	・フラップを下流に傾けることにより、上越で放流を行う。 ・水位に対して一定の越流水深になるようにﾌﾗｯﾌﾟの開度を操作することにより放流量をほぼ一定に管理でき、放流量管理の精度が高い。
全体重量 （軽量順位）	・既設ゲート重量とほぼ同じで堰柱への影響は現在と同程度である。	・既設ゲート重量よりやや重い。堰柱への重量負担が増えるが、堰柱の補強で対応可能である。	・最も重い。堰柱の補強量が増え、施工困難な補強となる。
	１位	２位	３位
概算工事費（安価順位）	１位	２位	３位
利点	・一般的な形式であり、安価である。	・維持流量の放流は上越により行ない、流量管理が容易で精度が高い。	・維持流量の放流は上越により行ない、流量制御や流量管理が容易である。
不利点	・維持流量の放流は下越により行うが、放流量制御が難しい。 ・常に扉体下からの放流を行うため、底版の摩耗が懸念される。	・扉体の定期的な点検が望ましい。	・開閉器はﾌﾗｯﾌﾟ用と本体ｹﾞｰﾄ用の２基必要であり、高価である。 ・扉体の定期的な点検が望ましい。
総合評価	安価であり、既設と同じ構造であるが、維持放流量の管理手法が改善されない。 ×	施設管理者から維持流量の管理が容易である構造とする要望がある。また、既設の堰柱を使用するため重量は極力増やさないことが求まられる。よって、本案を採用する。 ○	荷重が大幅に増えるため、不採用とする。 ×

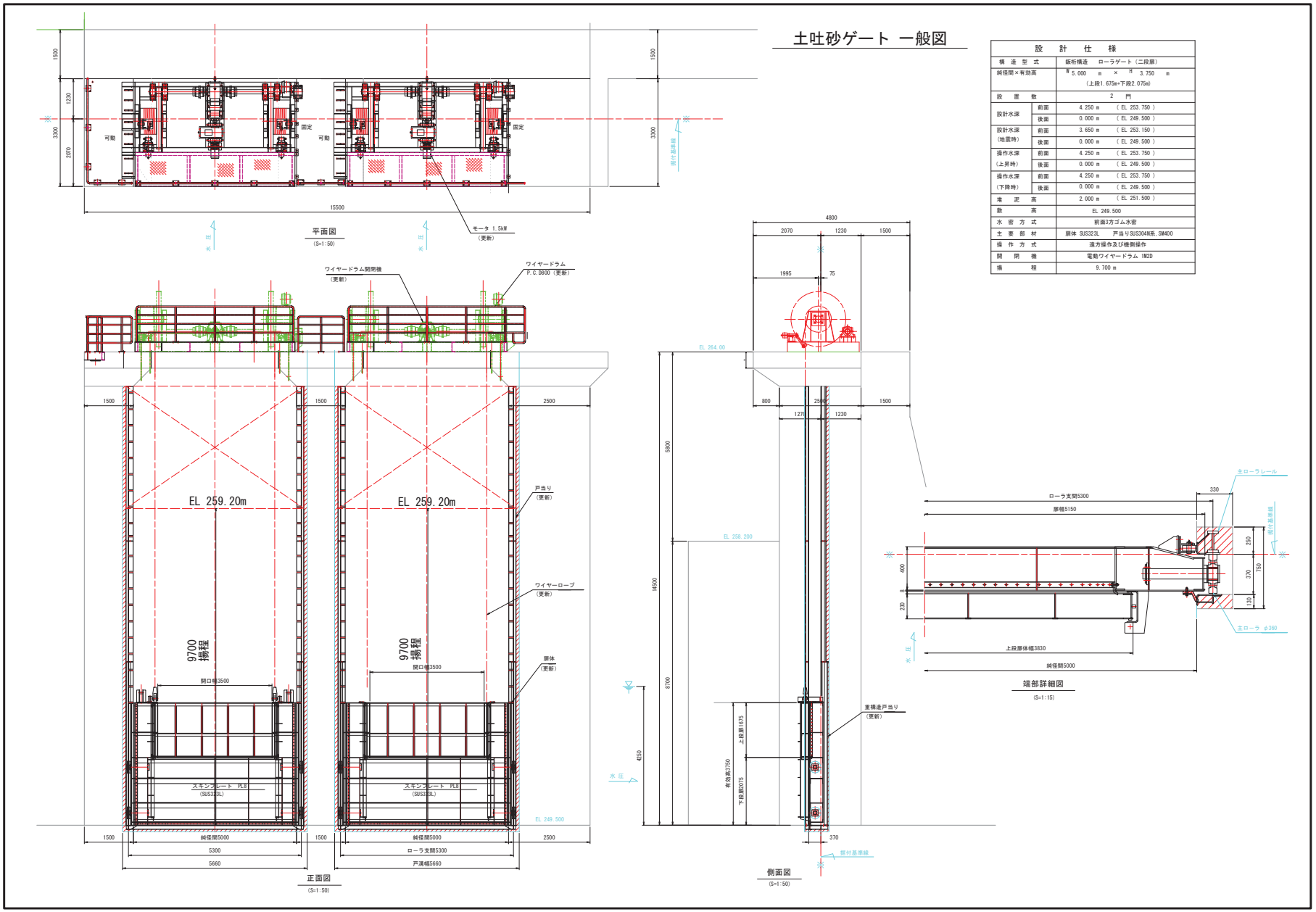
(2) 転倒ゲートの選定

転倒ゲートを更新する場合の形式の選定

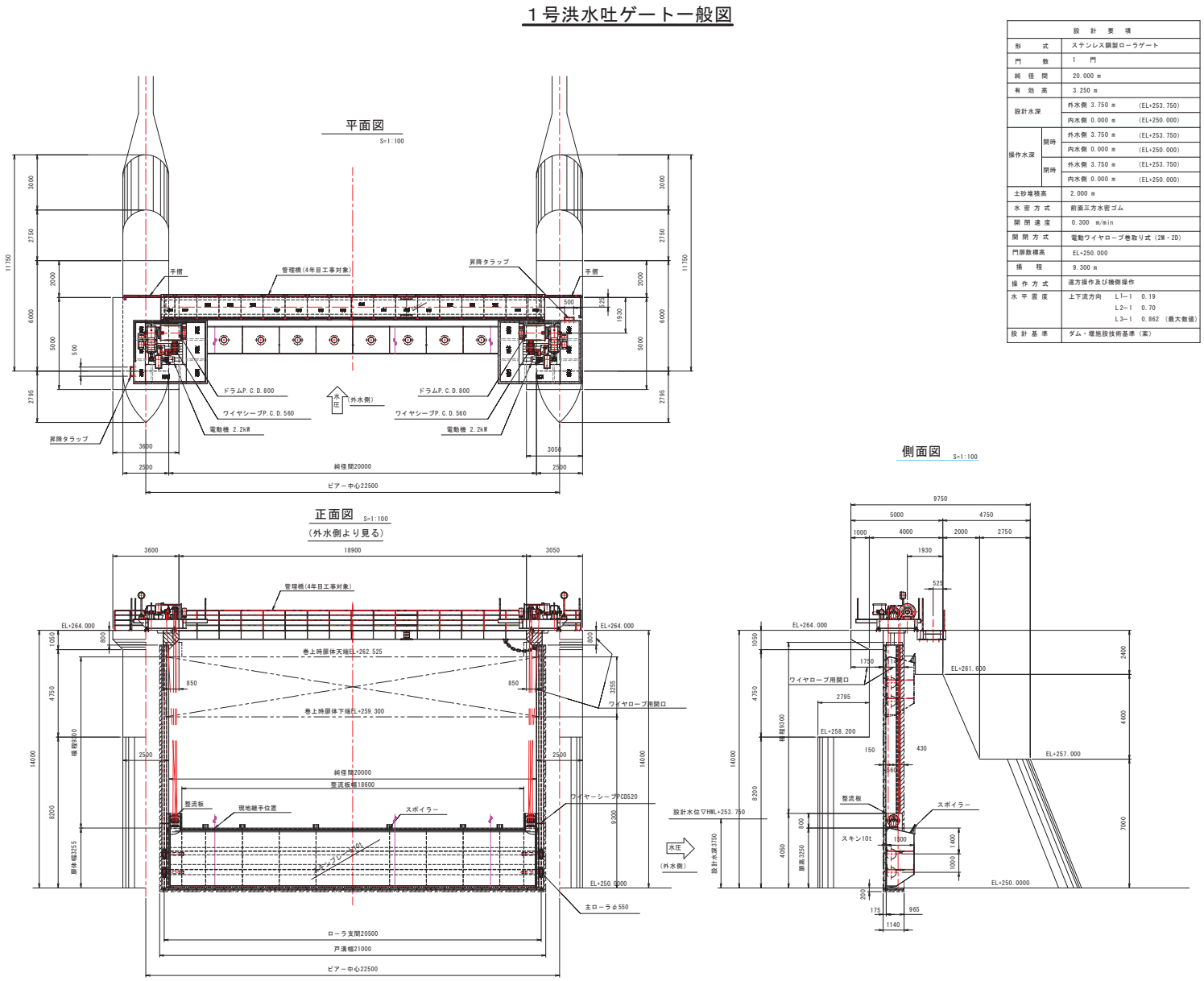
形　　式	油圧シリンダー式（横主桁・背面支持式）		SR 起伏ゲート	
工法略図	 		 	
構造	上下部に横主桁を配置した桁構造の扉体を背面の油圧シリンダーで支持する転倒堰。		鋼製扉体と袋体(空気袋)により構成。袋体に圧縮空気を送り込むことにより、鋼製扉体を起立させる。	
扉体材質	鋼製（再塗装費用を含む）とステンレス製を比較し、ステンレス製を採用	○	鋼製（再塗装費用を含む）とステンレス製を比較し、ステンレス製を採用	○
扉体表面の構造	フラットである。扉体の補強は背面の桁で行っている。	○	リブと呼ばれる補強材（板）が櫛状に配置され、フラットでない。リブに支障が生じると扉体強度に影響する。 →リブ損傷の場合の対応は程度によるが、損傷部分の取り換えや、扉体更新。	△
維持管理	作動油の状態確認や油の漏れ有無確認。	△	コンプレッサーの結露排出、フィルター清掃、袋体状態確認等	△
参考耐用年数	扉体：40 年、油圧シリンダー：30 年、シリンダーパッキン：10 年、水密ゴム：10 年、油圧配管：20 年、油圧ユニット：25 年	－	扉体：40 年、袋体：30 年、水密ゴム：10 年、空気配管：20 年、コンプレッサー：25 年	－
設計水深	扉体+0.5m で設計する。	○	扉体+0.5m で設計する。	○
温度変化	油は温度変化による体積変化はほとんど無いため、温度変化に伴う堰高変化はほとんどない。	○	空気は温度変化による体積変化が比較的大きい。外気温あるいは直射日光により内部温度が変化した場合、袋体内圧・堰高が変化することもある。ただし、全起立状態は自動制御で回復する。	△
堰高制御	全閉か全開かの制御で中間開度の制御は困難である。	△	全閉か全開かの制御で中間開度の制御は困難である。	△
設計堆砂厚	2 号洪水吐ゲート：2.35m、3 号洪水吐ゲート：1.85m 堆砂による土圧が油圧シリンダーの駆動力以下であれば起立可能。現施設は扉体高と同等の高さを見込んでおり、堆砂に強い。	○	2 号洪水吐ゲート：0.5m、3 号洪水吐ゲート：0.5m 堆砂による土圧が袋体内圧以下であれば起立可能であるが、袋体内圧の上限より、0.5m の堆砂が限度である。	△
環境面	油もれにより河川に油が流出する危険性有。	△	駆動は圧縮空気なので環境汚染の危険性は無い。	○
施工事例	(国)土器川潮止堰(幅 22.0m×高 2.08m-3 門)、(国)阿波井堰(幅 23.1m×高さ 2.6m-2 門)など	多	(国)ニケ領上河原堰(HB(SR 堰)　b46.2m×h1.6m-5 門)、(県)稲吉堰(HB(SR 堰)　b33.0m×h1.85m-3 門)など	少
故障事例	シリンダー可動部への砂噛み込みによる傷、シリンダーパッキンからの油漏れなど	－	重機接触による縦リブ変形の事例があるが、現在までの稼働でリブ損傷やその他の事故例はない。	－
全面更新費(既設撤去込み)	[redacted]		[redacted]	
全面更新費(既設撤去込み)	[redacted]		[redacted]	
計	[redacted]	△	[redacted]	○
総合評価	－		管理者聞き取りから、佐貫頭首工の管理の実態として現在まで転倒堰で堆砂したことはない。既設扉体表面の大きな変形も見られない。油もれによる環境汚染がない。経済的である。これらを重視し、本案を採用する。　○	

3.3 ゲート改修設計図

(1) 1号土砂吐ゲート、2号土砂吐ゲート（ローラゲート）



(2) 1 号洪水吐ゲート（ローラ-ゲート）



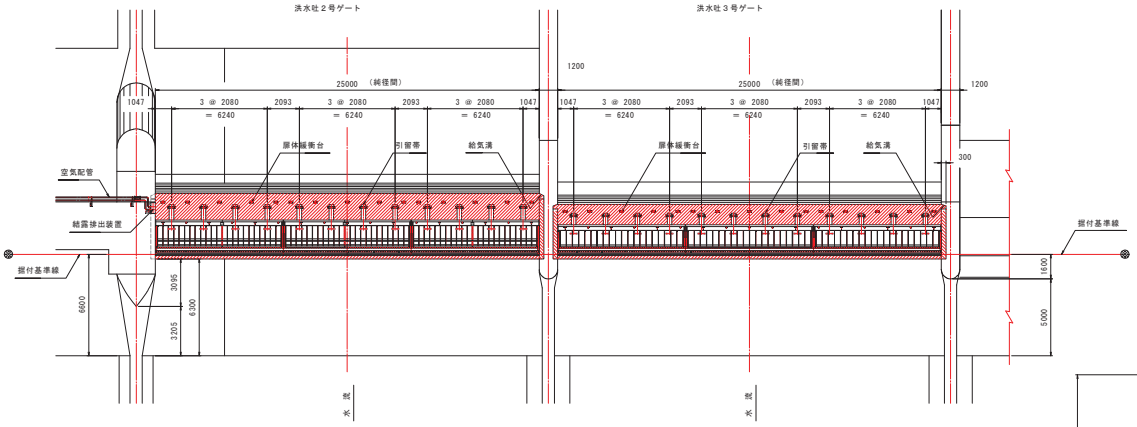
設計要項		
形式		ステンレス鋼製ローラゲート
門数		1 門
純径間		20.000 m
有効高		3.250 m
設計水深		外水側 3.750 m (EL+253.750)
		内水側 0.000 m (EL+250.000)
操作水深	開時	外水側 3.750 m (EL+253.750)
		内水側 0.000 m (EL+250.000)
	閉時	外水側 3.750 m (EL+253.750)
		内水側 0.000 m (EL+250.000)
土砂堆積高		2.000 m
水密方式		前面三方水密ゴム
開閉速度		0.300 m/min
開閉方式		電動ワイヤロープ巻取り式（2W・2D）
門扉敷標高		EL+250.000
揚程		9.300 m
操作方式		遠方操作及び機側操作
水平震度		上下流方向 L1−1 0.19
		L2−1 0.70
		L3−1 0.862 (最大数値)
設計基準		ダム・堰施設技術基準（案）

(3) 2 号洪水吐ゲート/3 号洪水吐ゲート（転倒堰）

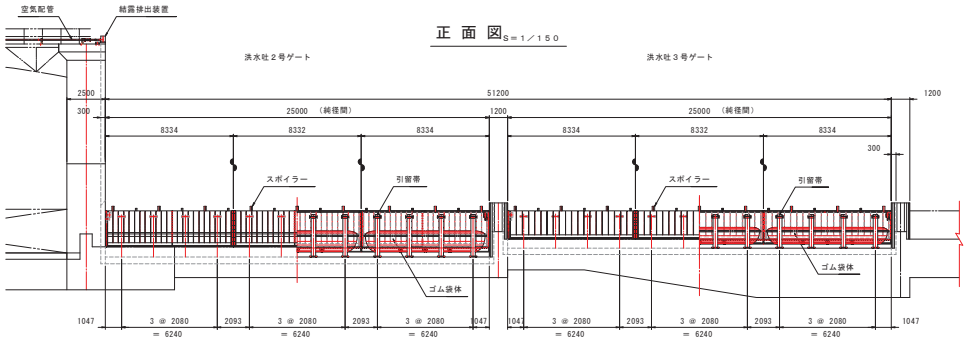
鋼製起伏堰一般図

（2号及び3号洪水吐ゲート）

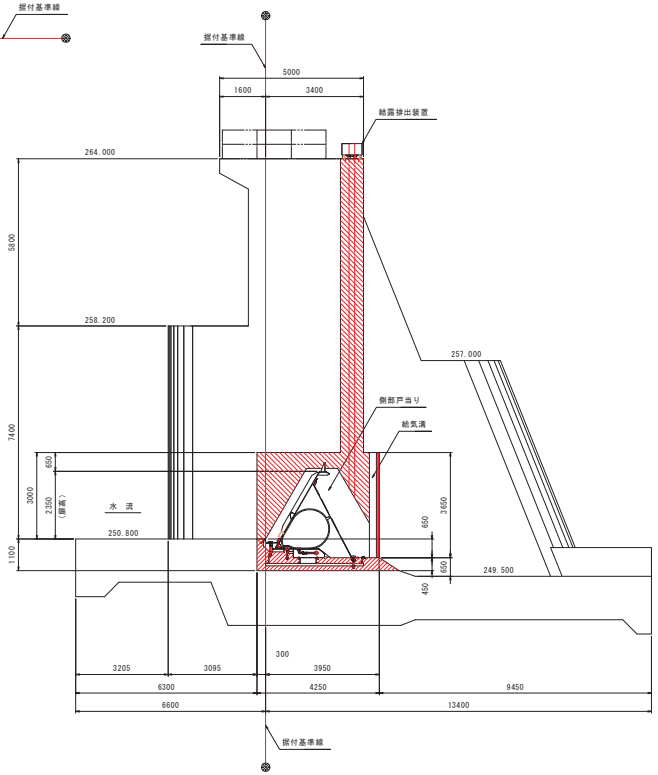
平 面 図 S＝1／150



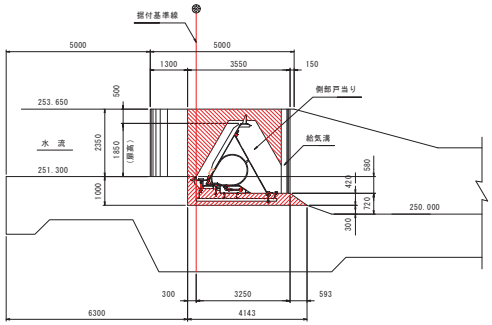
正 面 図 S＝1／150



洪水吐２号ゲート側面図 S＝1／80



洪水吐３号ゲート側面図 S＝1／80



設 計 条 件		
	洪水吐２号ゲート	洪水吐３号ゲート
形 式	鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）	
数 量	１ 門	１ 門
純 径 間	２５．０００ ｍ	２５．０００ ｍ
扉 体 高	２．３５０ ｍ	１．８５０ ｍ
設 計 水 深	（上流） ２．８５０ ｍ	（上流） ２．３５０ ｍ
	（下流） ０	（下流） ０
操 作 水 深	（上流） ２．３５０ ｍ	（上流） １．８５０ ｍ
	（下流） ０	（下流） ０
堆 砂 高	０．５００ ｍ	０．５００ ｍ
水 密 方 式	前面３方ゴム水密	
起 立 角 度	水平に対して ６０°	
開 閉 方 式	圧縮空気圧入・自動排出方式	
自動倒伏操作	電気式および機械式による自動倒伏	
人為起伏操作	操作盤押釦操作・手動バルブによる	
起立操作動力	電動コンプレッサーによる	
起伏操作時間	起立30分程度・倒伏30分程度	

４．施工・仮設計画

4.1　施工・仮設計画策定上の留意点

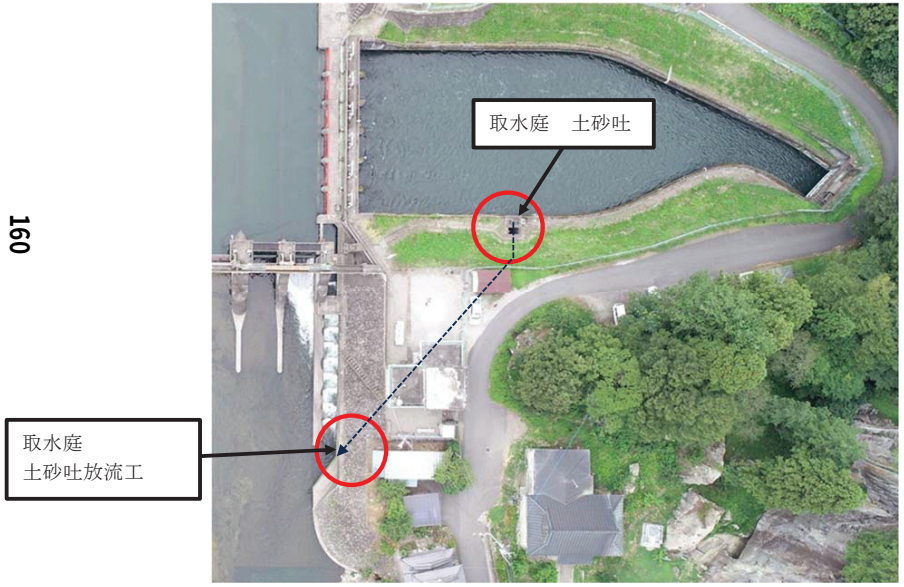
佐貫頭首工の仮設計画を策定するにあたり留意すべき点は下記の通りである。

(1)計画取水位について

佐貫頭首工の取水工下流は、発電所等があるため最大 42.0m³/s を取水する。取水量は期別で変化するが、取水位は通年 YP.+253.15m で管理されている。よって、施工中であっても取水口の水位は計画取水位である YP.+253.15m を維持する。

(2)河川維持流量

河川維持流量は企業局聞き取りにより、2.40m³/s であり、これを下流へ放流する必要がある。よって、取水庭の土砂吐から下流に河川維持流量である 2.40m³/s を放流する。



取水庭土砂吐ゲート位置図

4.2　施工・仮設計画（全体概要）

佐貫頭首工耐震工事は河川区域内及び河川保全区域内の工事であり、各年度に実施される工事は下表の通りである。

仮設計画

施工年数	作業項目	仮設工
1 年目 準備工 管理棟進入路設置	(1)アクセス道路の整備	・町道 43 号線の管渠横断部拡幅
	(2)倉庫、浄化槽、非常用発電装置移設、柵撤去	―
	(3)鋼製枠設置箇所不陸整正	・河川内進入路設置・撤去（右岸より） ・仮締切工(右岸下流)設置撤去
	(5)管理棟進入路設置	―
2 年目 横構台工事 角落し門柱工 本体補強工 建築工事 鋼構造物製作工	(1)横構台設置	・構台杭設置、構台組立
	(2)角落し門柱工 (3)堰柱補強工 ・鉄筋挿入工、鉄筋埋設工	・河川内進入路設置・撤去（右岸より） ・仮締切工(左岸下流)(土嚢)設置撤去 ・仮締切工(左岸上流)(鋼製枠)設置撤去
	(4)管理棟工事	―
	(5)鋼構造物製作工 ・角落しの全戸溝鋼 ・土砂吐ゲート、操作盤	―
3 年目 土砂吐ゲート更新 鋼構造物製作工	(1)土砂吐ゲート更新 ・既設土砂吐ゲート、油圧配管撤去 ・頂板スラブ部分撤去 ・土砂吐ゲート設置 ・電気設備工（一部仮配管配線）	・河川内進入路設置・撤去（右岸より） ・仮締切工(左岸上流)(角落し)設置撤去 ・左岸下流（先行土嚢＋ポンプ)設置撤去（ドライ化） ・仮締切工(左岸下流)（角ブロック）設置撤去 ・組立ヤード、クレーンヤードの造成撤去
	(2)鋼製構造物製作工 ・１号洪水吐ゲート、操作盤 ・角落し扉体１号～３号	―
4 年目 １号洪水吐ｹﾞｰﾄ更新 鋼構造物製作工	(1)１号洪水吐ｹﾞｰﾄ更新 ・既設１号洪水吐ゲート、油圧配管撤去 ・頂板スラブ部分撤去 ・１号洪水吐ゲート設置 ・電気設備工（一部仮配管配線）	・河川内進入路設置・撤去（右岸より） ・左岸下流（先行土嚢＋ポンプ)設置撤去（ドライ化） ・仮締切工(左岸上流)(角落し)設置撤去 ・仮締切工(左岸下流)(土嚢)設置撤去 ・組立ヤード、クレーンヤードの造成撤去
	(2)鋼構造物製作工 ・2 号,3 号洪水吐ｹﾞｰﾄ、操作盤 ・取水門、制水門、排砂門開閉機 ・角落し扉体４号、５号	―

施工年数	作業項目	仮設工
5 年目 2 号,3 号洪水吐ｹﾞｰﾄ更新 取水門柱補強工等 取水門,制水門,排砂門開閉機更新 鋼構造物製作工	(1)2 号,3 号洪水吐ｹﾞｰﾄ更新 ・既設 2 号・3 号洪水吐ゲート、油圧配管撤去 ・2 号・3 号洪水吐ゲート設置 ・空気配管工（一部仮配管）	・河川内進入路設置・撤去（右岸より） ・左岸下流（先行土嚢＋ポンプ）設置撤去（ドライ化） ・仮締切工(右岸上流)(鋼製枠)設置撤去 ・仮締切工(右岸下流)(土嚢)設置撤去
	(2)取水門躯体補強工等 ・鉄筋挿入工 ・操作台拡幅	・門柱側部は大型土のう締切、掘削埋め戻し等 ・足場工、支保工
	(3)取水門,制水門,排砂門開閉機更新	・ゲート支保工（チェーン） ・足場工
	(4)鋼構造物製作工 ・1 号洪水吐管理橋、階段	―
6 年目 1 号洪水吐管理橋、階段更新	(1)1 号洪水吐管理橋更新 ・既設 1 号洪水吐管理橋撤去 ・新管理橋設置 ・電気配線、油圧配管本設	・河川内進入路設置・撤去（右岸より） ・左岸下流（先行土嚢＋ポンプ）設置撤去（ドライ化） ・仮締切工(左岸上流)(角落し)設置撤去 ・仮締切工(左岸下流)(土嚢)設置撤去 ・クレーンヤードの造成撤去
	(2)階段更新 ・既設階段撤去 ・新階段設置 ・電気配線、油圧配管本設	―
7 年目 旧施設撤去 横構台撤去 復旧	(1) 旧施設撤去 ・管理棟撤去 ・非常用発電装置、油圧配管撤去 ・浄化槽撤去	―
	(2)横構台撤去	―
	(3)復旧 ・柵、門扉復旧 ・アクセス道路の復旧（町道 43 号線の管渠横断部復旧）	―

4.3　施工・仮設計画（詳細）

4.3.1　1 年目（準備工、管理棟進入路設置）

施工年数	作業項目	仮設工
1 年目 準備工 管理棟進入路設置	(1)アクセス道路の整備	・町道 43 号線の管渠横断部拡幅
	(2)倉庫、浄化槽、非常用発電装置移設、柵撤去	―
	(3)鋼製枠設置箇所不陸整正	・河川内進入路設置・撤去（右岸より） ・仮締切工(右岸下流)設置撤去
	(5)管理棟進入路設置	―

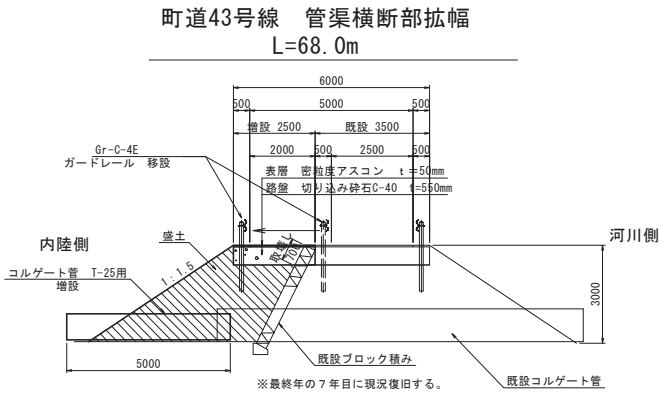
＜頭首工近辺の概況＞

佐貫頭首工は北側の国道 461 号（舟生バイパス）と南側の県道 77 号（宇都宮舟生高徳線）とでほぼ幅員 5m以上の道路により接続され、通常の工事用車両の通行には支障がない（下図ピンク色のルート）。ただし、中間の町道 43 号線のコルゲート暗渠横断部が狭いため、拡幅を行う（図中①）。河川内の作業のための車両は右岸側の県道 77 号線からの河川内進入路を利用する（図中②）左岸側には河川内への進入路は無い。

佐貫頭首工周辺の道路状況

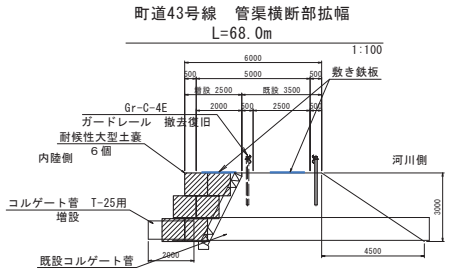
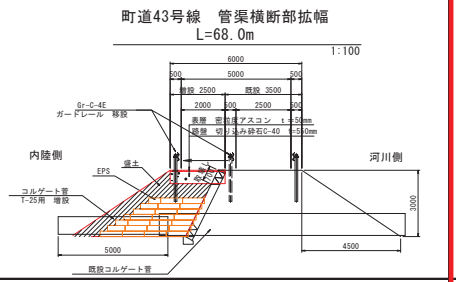
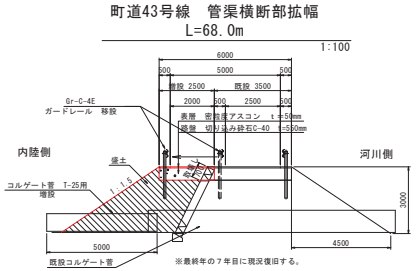
(1) アクセス道路の整備（町道 43 号線の管渠横断部拡幅）

町道 43 号線のコルゲート横断部は全幅 3.5m（有効幅員 2.5m）と狭いため、これを全幅 6.0m（有効幅員５m）に拡幅する。構造は大型土のう案、EPS 案、土砂案について検討したが、本道路は工事初年から最終年の７年目まで使用することから、土のうや敷鉄板などの仮設的なものではなく、盛土と舗装により経年に耐える構造として土砂案を採用した（次ページ表参照）。拡幅は内陸側に行うことで、工事年毎の撤去が必要ないようにする。ただし、内陸側の用地地権者は現段階では不明であるので、調査、確認が必要である。下記に標準断面を示す。

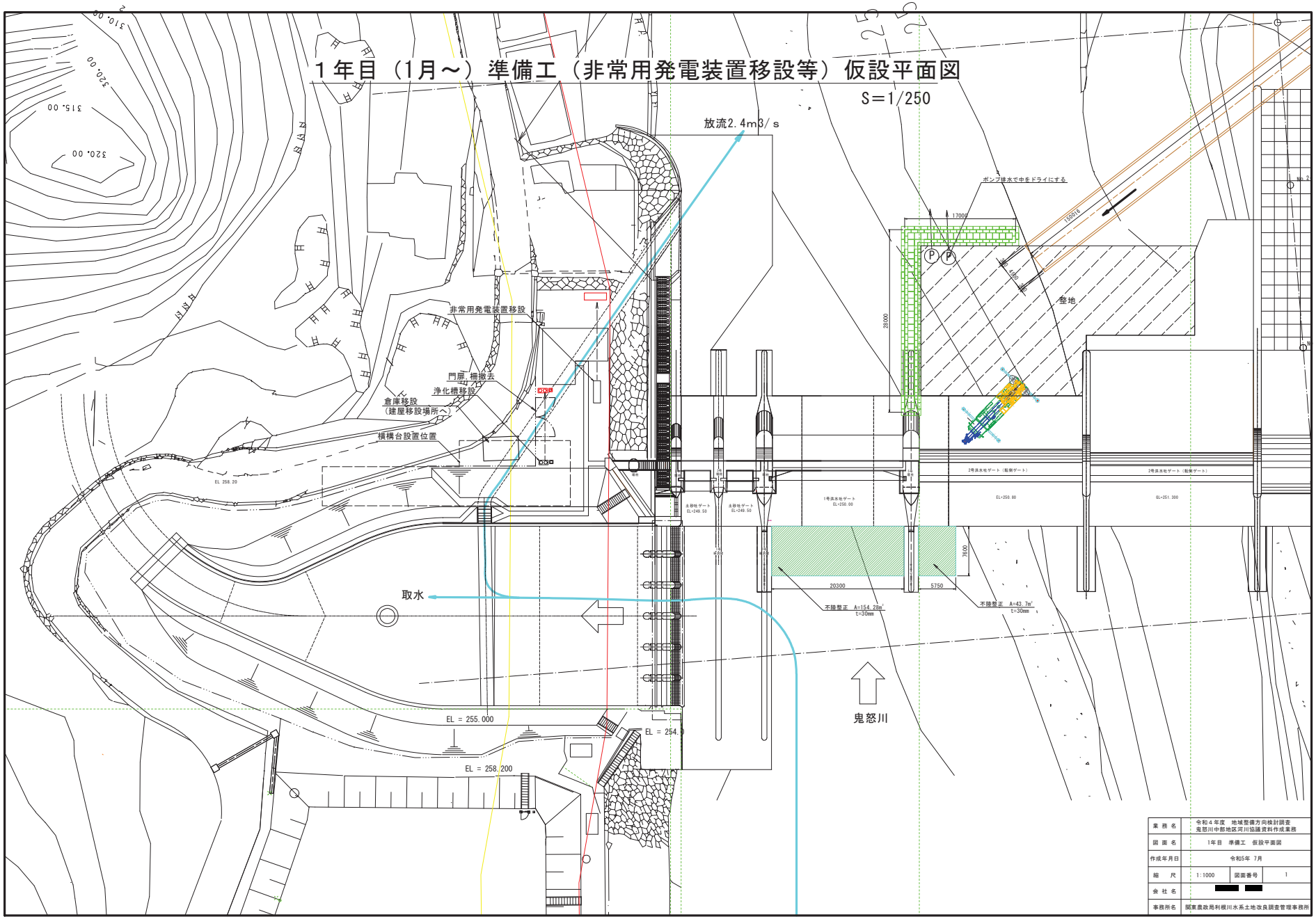


拡幅工の構造について比較検討した。
長期の車両通行に耐えるよう路体、舗装、ガードレールを築造する必要があるため、「土砂」案を採用する。

町道43号線 拡幅工の比較

工　法	大型土のう	EPS	土　砂
適用箇所	道路拡幅		
概 略 図			
概　　要	現地発生土を使用した大型土のうである。	盛土部分の一部を発砲スチロール(EPS)を用いる工法で、軽量化や作業効率を向上させる工法である。	盛土により路体を築造し、道路を拡幅する。
特　　徴	土木の仮設工事に一般的に使用される。	軽量なので、構造物への荷重軽減や設置撤去作業の効率化等が期待できる。	長期的な使用に耐える一般的な道路拡幅工法である。
留意点	設置数が多いと、設置撤去に作業時間を要する。	比較的大規模な擁壁工事の背面等で荷重軽減や作業期間短縮に使用するには適しているが、反対に小規模な現場には向かない。	仮設的な工法に比べると施工日数を要する。
単位体積重量(湿潤)	18kN/m3	0.3KN/m3	18kN/m3
単位体積重量(水中)	9kN/m3	－	9kN/m3
施工性	重量が重いためEPSに比べ劣る	軽く、人力で施工できる。	一般的な道路拡幅工事である
日当り施工量	80袋／日（ドライ）	54m3/日	230m3/日
	3年	40年	40年
拡幅一式当り経済性（直接工事費）	[redacted]	[redacted]	[redacted]
適用性	本現場は施工量が少ないため作業効率は重要でなく、施工も容易であるが、大型土のうの耐用年数が短いため、再度作り直しが必要となるため不採用とする。	工事費が高いため不採用とする。	全工事完了までの７年間で使用することを考慮し、長期の車両通行に耐えるよう路体、舗装、ガードレールを築造する必要があるため、本案を採用する。
総合評価	×	×	○

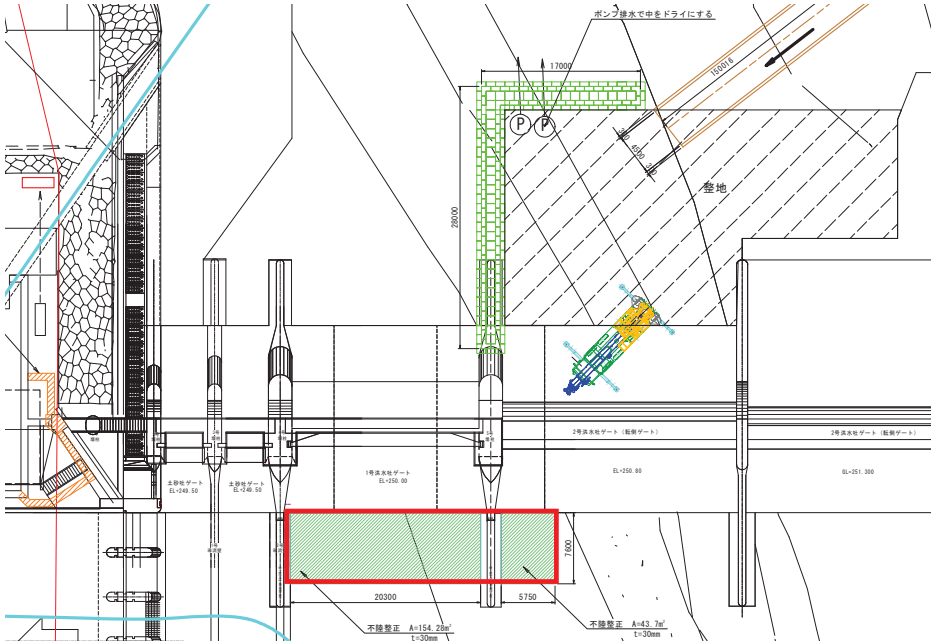
(2) 頭首工地点の仮設


1年目（1月～）準備工（非常用発電装置移設等）仮設平面図
S＝1/250
放流2.4m3/s
ポンプ排水で中をドライにする
非常用発電装置移設
門扉、柵撤去
浄化槽移設
倉庫移設
（建屋移設場所へ）
横構台設置位置
登地
取水
鬼怒川
EL = 255.000
EL = 258.200
EL 258.20
20300
5750
28000
17000
不陸整正 A=154.28m² t=30mm
不陸整正 A=43.7m² t=30mm
業務名
令和４年度 地域整備方向検討調査
鬼怒川中部地区河川協議資料作成業務
図面名
1年目 準備工 仮設平面図
作成年月日
令和5年 7月
縮尺
1:1000
図面番号
1
会社名
事務所名
関東農政局利根川水系土地改良調査管理事務所

1）次年度に行う鋼製枠設置箇所の不陸整正

次年度は角落し門柱工事と堰柱補強工事を行うが、上流締切は鋼製枠（大型土のう中詰め）により行う。その準備として、１年目に、鋼製枠を設置する範囲の基礎を極力平坦にする不陸整正の作業を行う。

河床部分の不陸整正は前もって、施設管理者によりゲートを開いて土砂のフラッシング作業を行っておき、ゲートは閉状態に戻した状態で、河床の凹部を水中コンクリートにより平坦化を行うもので、水中作業とする。



鋼製枠設置箇所の不陸整正

2）河川内進入路

２号・３号洪水吐ゲート（転倒ゲート）の支保工設置・撤去作業と、鋼製枠設置箇所の不陸整正を行うため、頭首工下流に進入して作業を行う必要がある。

(a)進入路の規格

（ア）重機の選定

１年目工事に用いる重機は下記の通りである。

工種	機　　種	機械規格	車　　幅	余　裕	車幅+余裕
整地等の土砂運搬	ダンプトラック	10 t	2.50m	左右 0.5m	3.5m
掘削作業等	0.8m³ バックホウ		3.0m	〃	4.0m
資材運搬	トラック	10 t	2.50m	〃	3.10m
0.8m3 バックホウや仮設資材運搬	低床式セミトレーラー 30 t 積	30 t	2.99m	〃	4.0m
土嚢の設置等	オールテレーンクレーン	25 t	3.00m	〃	4.0m

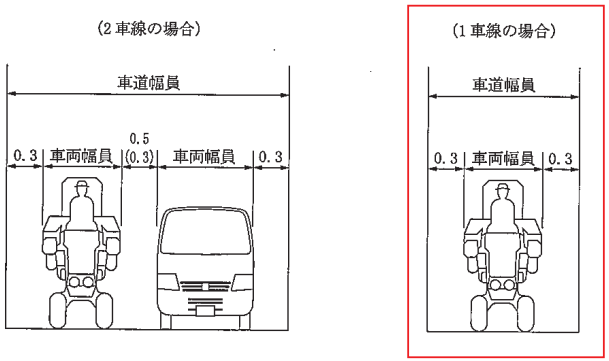
(イ)縦断勾配

勾配は工事に用いる機種の中で最も登坂能力が劣る高床式セミトレーラーに合わせ、「輸送マニュアル（日本橋梁建協会)H20.P168」に示された 5%を採用する。

３．高床式トレーラ

	走　　行		出　　発（再発進）	
道　路　状　況	乾 燥 路 面	湿 潤 路 面	乾 燥 路 面	湿 潤 路 面
砂 ・ 石 質 の 道	ス リ ッ プ	ス リ ッ プ	エ ン ス ト	エ ン ス ト
新しく敷いた砂利道	９％以下	平坦路のみ	エンスト・スリップ	エンスト・スリップ
良好な粗石コンクリート舗装	１７％以下	７％以下	１４％以下	５％以下
良好平滑なアスファルト舗装	１４％以下	５％以下	１２％以下	３％以下

(ウ)車道幅員



計画交通機種による車道幅員の決定方法

「計画設計基準　農道　H17.3」P186

代表車両　土砂等運搬の代表的規格・・・ダンプトラック 10ｔ積級：幅員 2.5m

「土地改良工事積算基準　土木工事　Ｒ４」Ｐ779

農業機械等の幅員と高さ

名　称	幅員(m)	高さ(m)	名　称	幅員(m)	高さ(m)
乗用車	1.7	2.0	ディスクハロー（マウント）	2.3	
大型トラック（58.8kN以上）	2.5	3.8	ライムソワ（700L級）（マウント）	3.5	
小型トラック（19.6kN）	1.7	2.8	ロールベーラ	1.7	2.4
軽自動車（軽トラック）	1.5	2.0	ファームワゴン（自走式、牽引式）	2.0	2.5
耕うん機（3.7kW未満）	0.6		スピードスプレーヤ（400L）	0.9～1.1	2.0
〃　（3.7kW以上）	0.8		〃　（500～1000L）	1.5	2.0
乗用トラクタ（22.1kW未満）	1.3	2.0	コーンハーベスタ（自走式、牽引式）	2.4	3.7
〃　（22.1kW級）	1.7	2.0	フォーレージハーベスタ（自走式、牽引式）	2.4～3.1	3.6
〃　（36.8kWを超える）	2.3	2.8			
コンバイン（2条）	1.6	2.0	ポテトハーベスタ（牽引式）	3.0	3.0
〃　（3、4条）	1.7	2.0	〃　（自走式）	2.5	3.0
〃　（5条）	2.0	2.7	田植機（4条）	1.6	1.5
〃　（6条）	2.3	2.7	〃　（5条）	1.9	1.5
〃　（58.8kW級）	2.3	2.0	〃　（6条）	2.2	1.6
〃　（88.3kW級）	3.8	2.9	〃　（8条）	2.2	1.7
自転車	1.0		水田用栽培管理ビークル	2.0	1.8
トレーラ（牽引式）	1.9	1.3	汎用いも類収穫機	2.2	2.8
ドリルシーダ（マウント）	3.0		風筒式防除機（歩行型）	1.0	
鎮圧ローラ（牽引式）	2.4		果樹用管理ビークル	0.9	
マニュアスプレッダ（自走式、牽引式）	2.0	2.8	小型クローラ運搬車	0.6	1.0
プラウ	2.5				

注）　農業機械等の幅員が2.5mを超える機種により車道の幅員を決定する場合は、車両制限令により幅2.5mを超える車両が規制を受けることとなるため、一般交通の用に供する（道路交通法の適用を受ける）農道においては、幅員の決定根拠として使用しないものとする。

「計画設計基準　農道　H17.3」P187

車道幅員＝2.50＋0.30×2＝3.1m　→　3.5m

○路肩

（単位：m）

車道幅員	歩道等を設けない場合						歩道等を設ける場合					
	一般部		橋梁部		トンネル部		一般部		橋梁部		トンネル部	
	標準	特例	標準	特例	標準	特例	標準	特例	標準	特例	標準	特例
6.5	1.00	0.50	0.75	0.50	0.50	—	0.50	0	0.50	0.25	0.50	0.25
6.0	0.75	0.50	0.75	0.50	0.50	—	0.50	0	0.50	0.25	0.50	0.25
5.5	0.75	0.50	0.75	0.50	0.50	—	0.50	0	0.50	0.25	0.50	0.25
5.0以下	0.50	0.25	0.50	0.25	0.50	0.25	0.50	0	0.50	0.25	0.50	0.25

注1）　特例とは、地形の状況、周辺地域の特性、経済性等の理由により必ずしも標準値とすることが地域住民等の意向に合致しない区間において適用する場合で、この欄に掲げる値に縮小することができる。
2）　歩道等とは、歩道、自転車道及び自転車歩行者道のことをいう。
3）　橋梁部とは、延長50m以上の橋梁をいう。
4）　特例値の0.25mは、構造令の適用を受ける道路にあっては0.5mに読み替えて適用すること。
5）　歩道等を設ける場合の一般部の特例0mについては、区画線の設置を考慮し0.25mを確保することが望ましい。

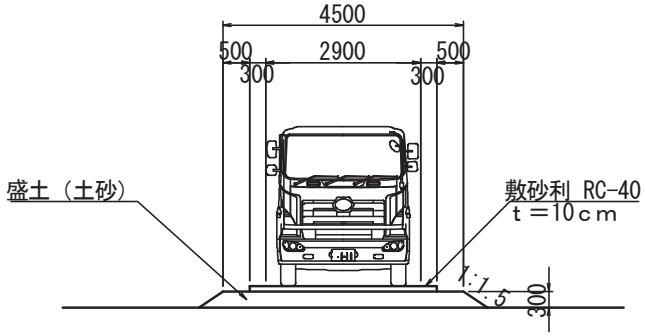
「計画設計基準　農道　H17.3」P187

路肩＝0.5m

○標準断面

全幅員＝3.50＋0.50×2＝4.50m

以上より標準断面を以下に示す。



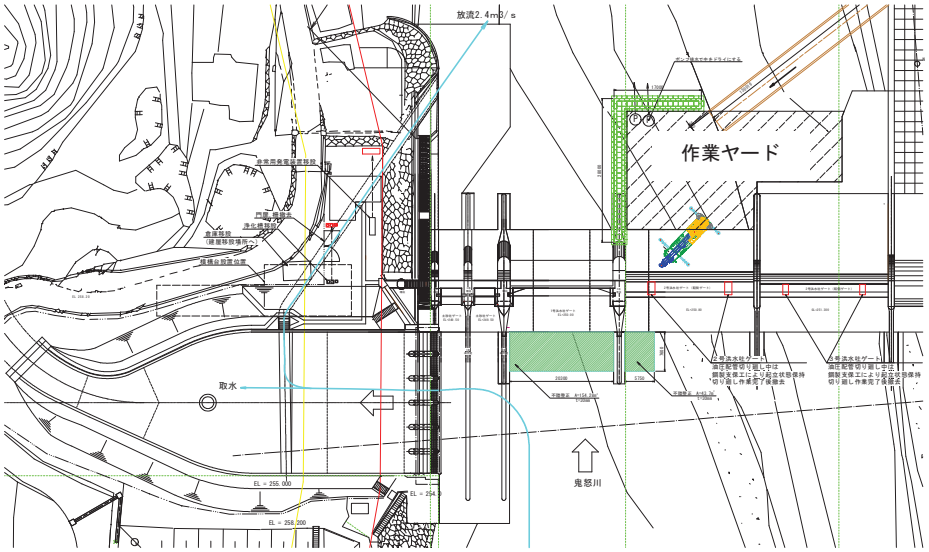
一般仮設道路　標準断面図

3）仮締切工（右岸下流）

河川内への作業車両の進入は２号、３号洪水吐ゲート下流までとし、右岸下流を締切り、ゲート下流に作業ヤードを設ける。

右岸下流締切は、みお筋側（左側）に大型土のうを積み、ポンプ排水を行う。これにより下流全体をドライにし、整地（土砂による平坦化）することで作業ヤードを設ける。洪水が予想される場合には、事前に撤去・退避することで対応するものとし、大きな盛土等は行わない。

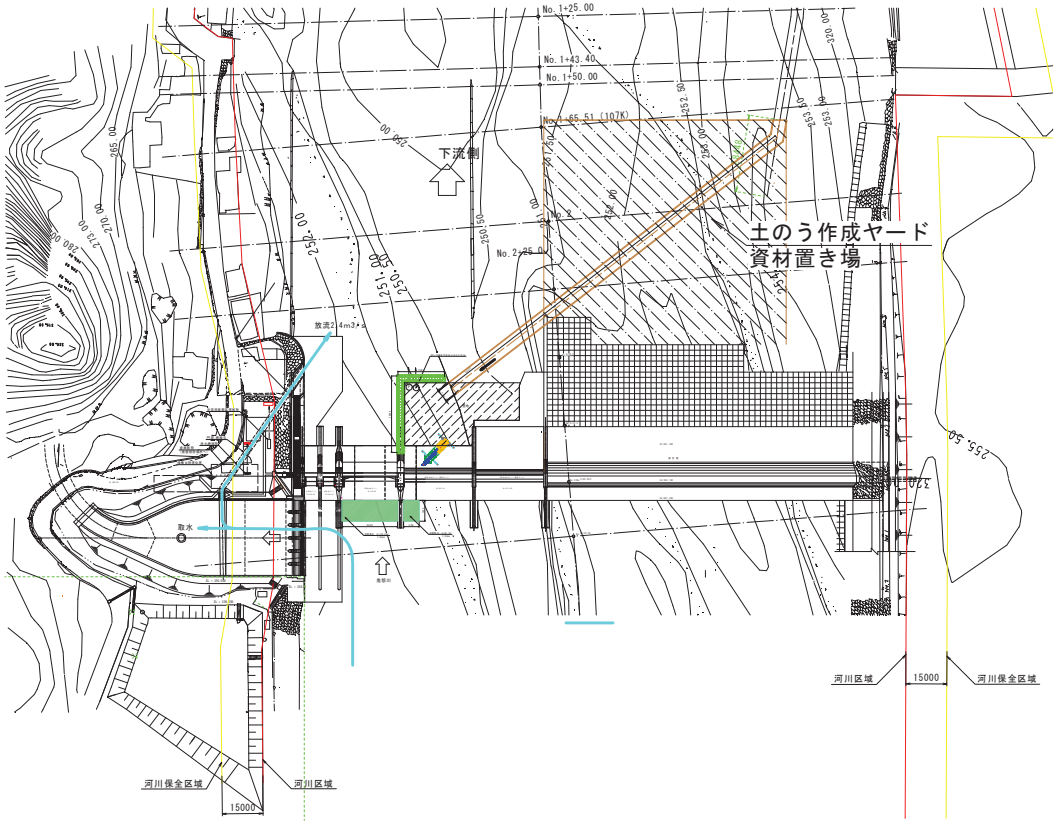
下流への維持流量は作業範囲で水流の乱れが極力生じないように、取水庭排砂門から放流する。



１年目　準備工　仮設平面図

4)土のう作成ヤード

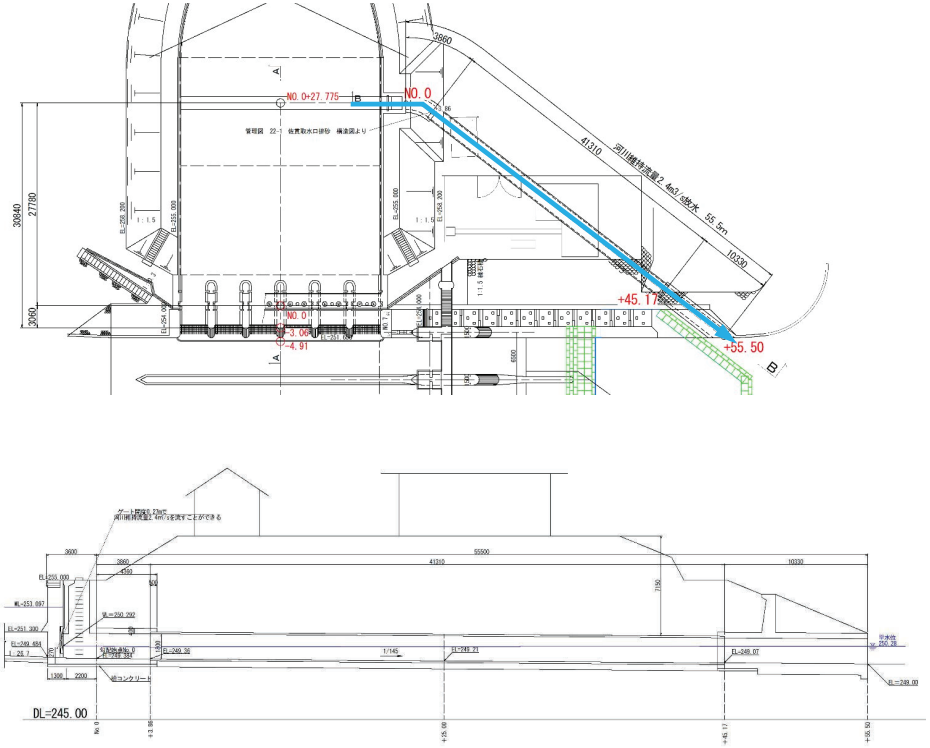
右岸側の固定堰下流周辺は、平時はドライであり、土のう材料の礫も豊富である。県道７７号線からの既設道路もあり、河川内への進入は容易である。そのため、右岸側の固定堰下流を土のう作成ヤードとして使用する。本ヤードは土のう作成等の作業のための一時占用を行うもので、全体的な整地は行わない。整地や不陸整正は作業状況に応じて必要最低限とする。



土のう作成ヤード　仮設平面図

5)河川維持流量の放流について

下流への維持流量は上流側の作業範囲で水流の乱れが極力生じないように、取水庭排砂門から放流する（２年目～５年目も同様）。



取水庭排砂管　平面縦断図

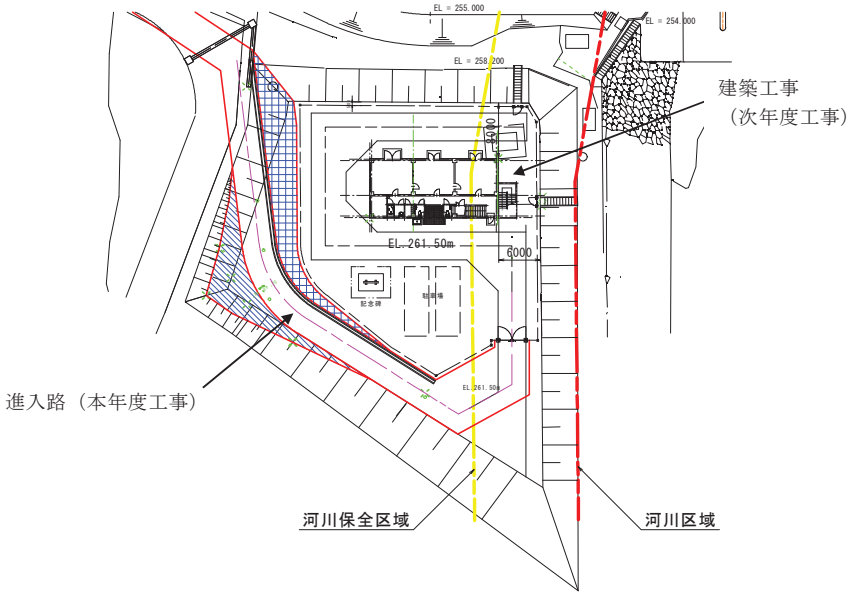
上図に示すように、排砂管内は自由水面を持つ流れとなり、上流の排砂ゲートで流量制御が可能で、不等流計算の結果、上流の取水庭排砂ゲートの開度を 0.27ｍとすることで河川維持流量 2.4m3/s を流下させることが可能である。

(3)管理棟進入路設置

管理棟は電動化による設備増の設置スペース確保のため、更新が必要であるが、現管理棟位置はスペースが狭く、同位置での更新が困難なため、位置を変えて更新する。

計画位置は、関係機関との協議等により、取水庭を挟んで反対側の高台上とした。高台上へは車両が上れる進入路の設置が必要である。

管理棟本体の工事は次年度を計画しているが、その準備として、本年度では建築予定地への進入路設置工事を行う。



建築工事　平面図

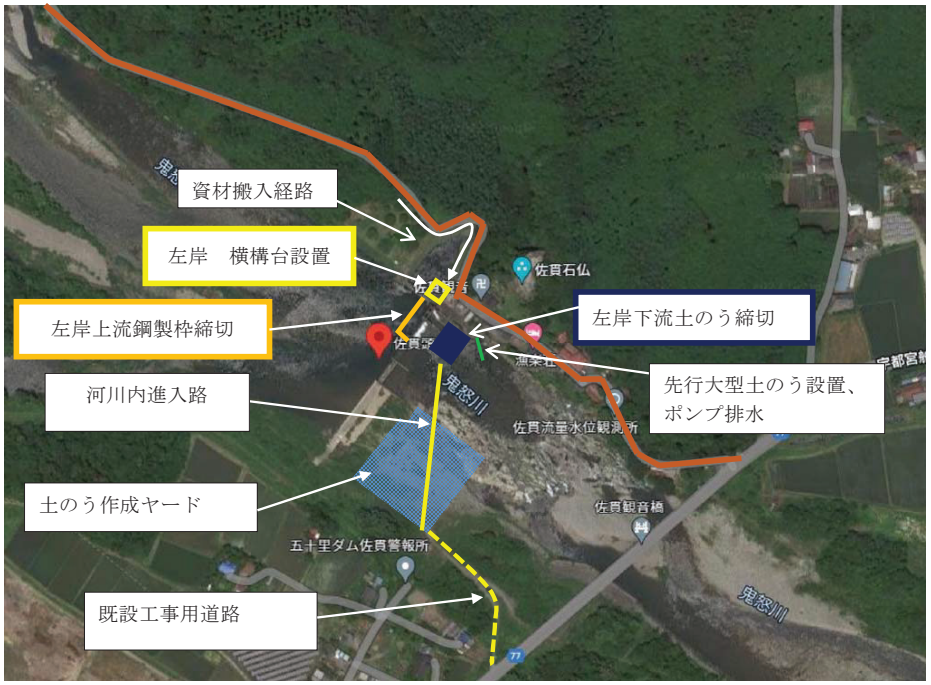
4.3.2　2年目（横構台設置、角落し門柱工、堰柱補強工、管理棟工事）

施工年数	作業項目	仮設工
2年目 横構台工事 角落し門柱工 本体補強工 建築工事 鋼構造物製作工	(1)横構台設置	・構台杭設置、構台組立
	(2)角落し門柱工 (3)堰柱補強工 ・鉄筋挿入工、鉄筋埋設工	・河川内進入路設置・撤去（右岸より） ・仮締切工(左岸下流)(土嚢)設置撤去 ・仮締切工(左岸上流)(鋼製枠)設置撤去
	(4)管理棟工事	―
	(5)鋼構造物製作工 ・角落しの全戸溝鋼 ・土砂吐ゲート、操作盤	―

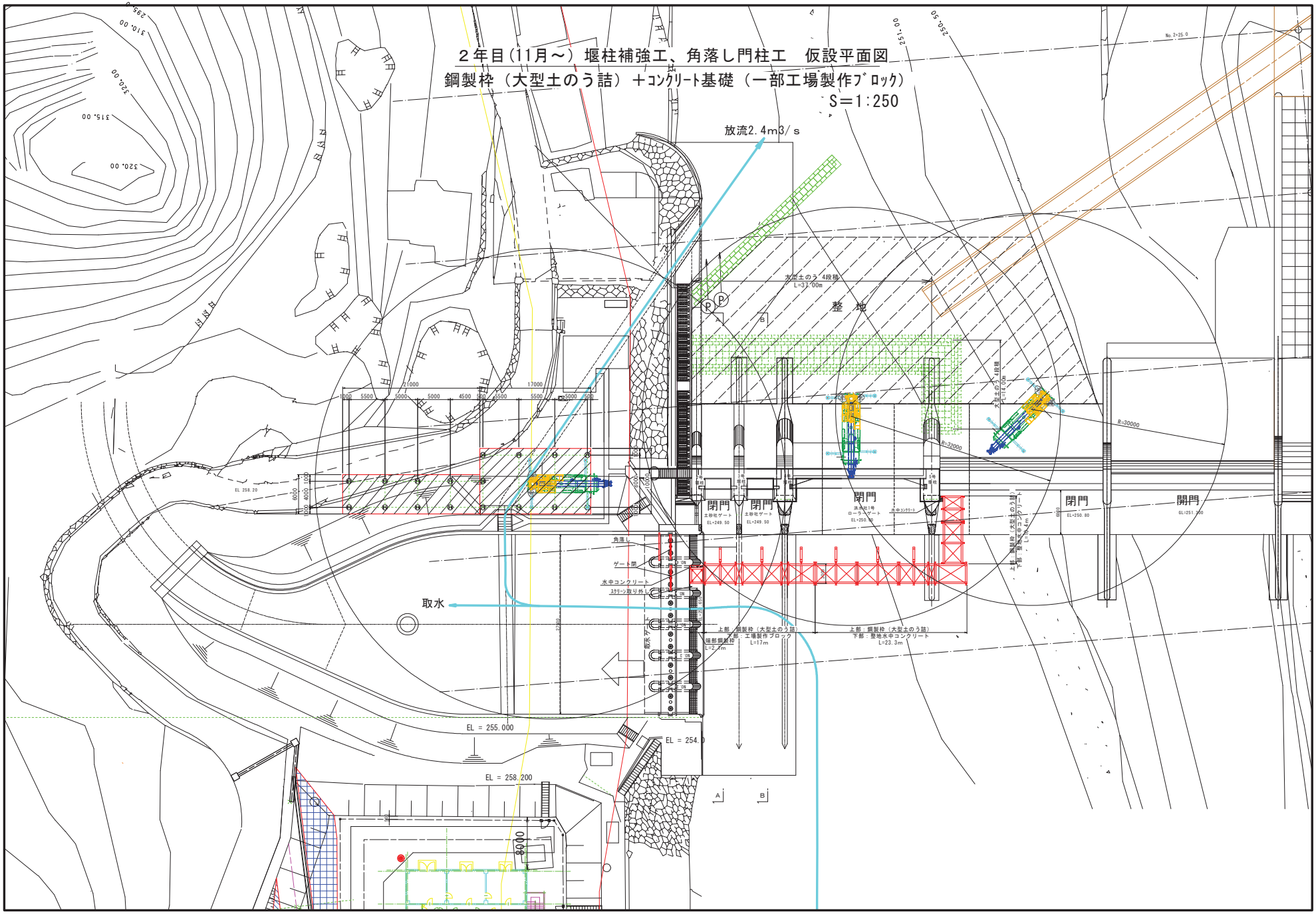
＜2年目仮設工の概要＞

2年目は角落し門柱工、堰柱補強工、管理棟工事を行う。また、管理スペース横に、工事が完了する7年目まで使用する、作業横構台（横構台と呼ぶ）を設置する。維持流量は取水庭排砂門から土砂吐放流工への流路に切り替える。左岸下流側は先行大型土のうを魚道直上流付近に積み、ポンプ排水を行うことで、ドライにする。左岸上流は鋼製枠で締切る。また、左岸下流を大型土のうで洪水位以上に積み、工事範囲を守る。

それらの作業のために右岸側固定堰下流を土のうの作成ヤードに使用し、また、工事範囲までの河川内進入路を設ける。

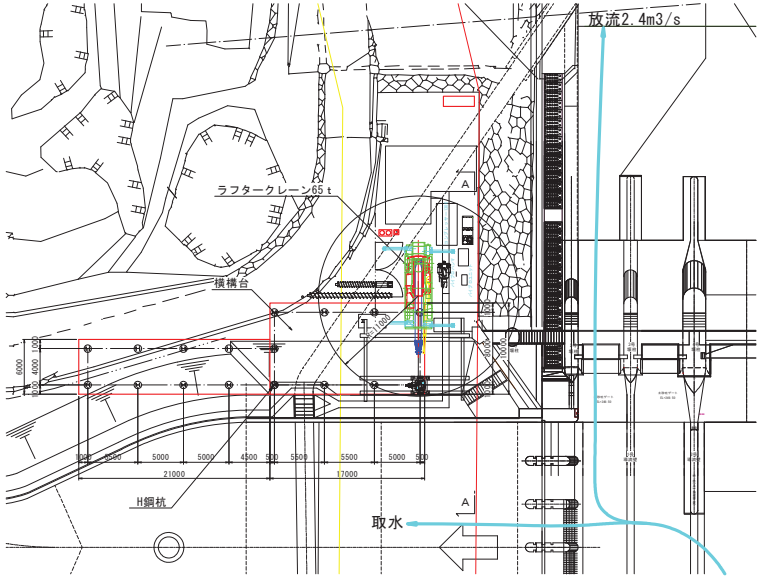


仮設平面図

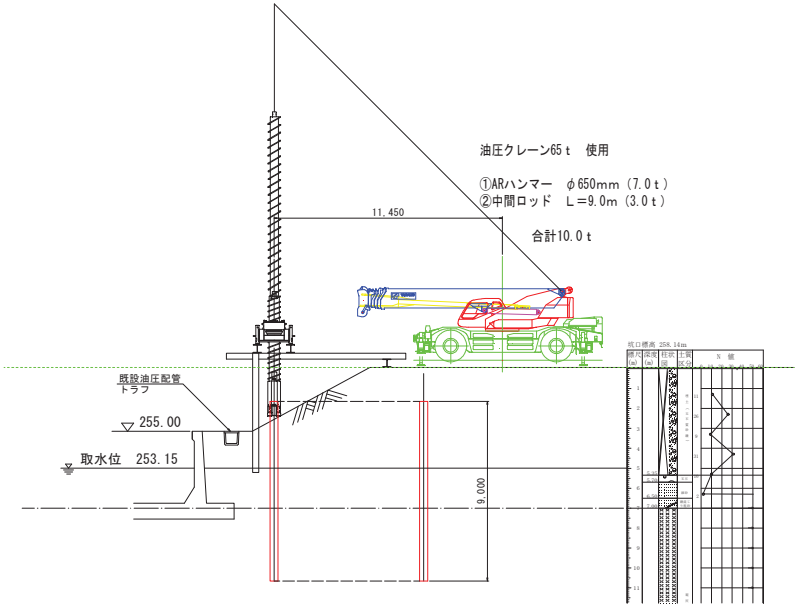

２年目(11月～) 堰柱補強工、角落し門柱工　仮設平面図
鋼製枠（大型土のう詰）＋ｺﾝｸﾘｰﾄ基礎（一部工場製作ﾌﾞﾛｯｸ）
S＝1:250
放流2.4m3/s
取水
整地
大型土のう 4段積
L=31.00m
閉門
土砂吐ゲート
EL=249.50
閉門
土砂吐ゲート
EL=249.50
閉門
洪水吐1号
ローラーゲート
EL=250.80
閉門
EL=250.80
開門
GL=251.150
角落し
ゲート開
水中コンクリート
スクリーン取り外し
上部：鋼製枠（大型土のう詰）
下部：工場製作ブロック
L=17m
上部：鋼製枠（大型土のう詰）
下部：整地水中コンクリート
L=23.3m
端部鋼製枠
L=2.7m
EL = 255.000
EL = 254.0
EL = 258.200
EL 258.20
R=30000
R=32000
No. 2+25.0

(1)横構台の設置

左岸側上流の締め切り作業等のため、管理スペースの横に作業構台を設置する。河川区域外なので、設置・撤去作業は１年を通じて可能である。構造はＨ鋼杭を基礎とする鋼製とし、設置作業は鳥類への影響が少ない７月に実施する。撤去は最終年の７年目の復旧作業完了後の８月に実施する。



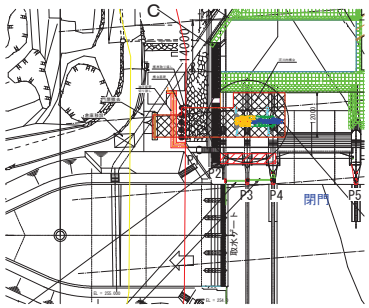
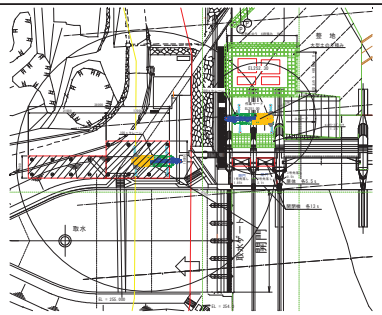
横構台　Ｈ鋼杭　設置　平面図



横構台　Ｈ鋼杭　設置　断面図

作業構台は河川内に設置する案（河川内構台）と、管理スペースの横に設置する案（横構台）を検討した。全工事年で使用できること、設置・撤去が本体工事工程に影響しないことから横構台を採用する。

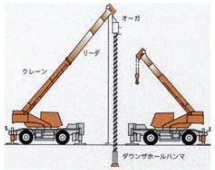
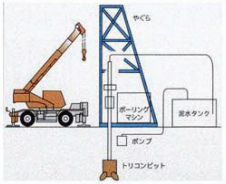
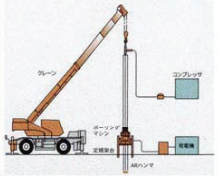
作業構台の比較

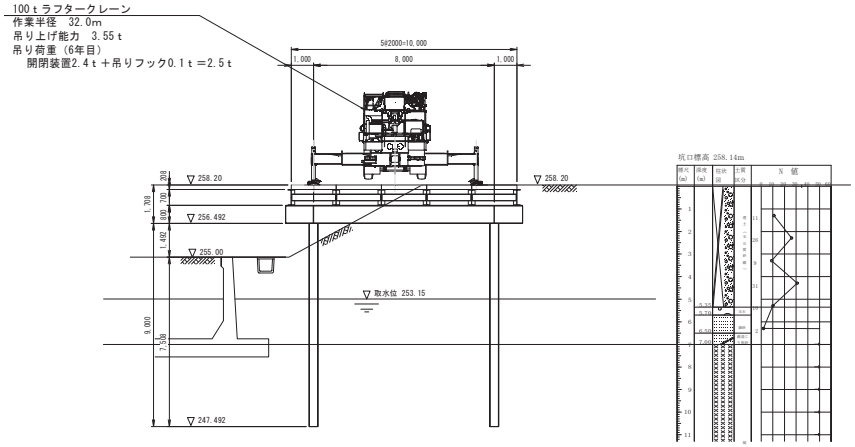
	河川内構台	横構台
平面略図		
設置目的	・土砂吐ゲート据付のため	・頭首工の上流側の作業全般の資材（鋼製枠、角落し、鉄筋、コンクリート等）の搬入のため ・取水門の開閉機更新の作業を容易にするため
メリット	・土砂吐ゲート据付やゲート上流河川中央側の作業は行いやすい。	・河川区域外に設置するため、構台設置撤去の作業期間に河川管理上の縛りは無い。 ・河川区域外なので、撤去する必要が無く、全施工年で使用できる。 ・油圧配管を避けて設置することにより、油圧配管の切廻しが不要となる。 ・資材置き場に使用できる。
デメリット	・土砂吐ゲート据付にしか使用できない。単年で設置し、撤去しなくてはいけない。 ・設置撤去は河川の非出水期間内で行わなくてはならず、全体的な工程に影響する。 ・護岸の部分的な取り壊し、油圧配管の全面的な切廻しが必要である。 ・管理スペースの多くは斜路（動線）となり、資材置き場が少なくなる。	・土砂吐ゲートは距離があり、ゲートの据付は500ｔクラスのクレーンが必要であるが、現実的ではなく、土砂吐ゲートの据付には使用しない。 ・杭の設置時に振動騒音が発生するため、ハヤブサ等の生態に影響を与えにくい時期に杭設置を行う必要がある。
本工事工程への影響	・河川区域内に位置するため、構台の設置撤去が本体工事工程に影響し、非出水期間内での河川内作業完了が厳しい。	・河川区域外に位置するため、出水期で設置撤去でき、本体工事工程に影響しない。全工事は非出水期間内で河川内作業完了の見込み。
設置日数（供用）	53日	29日
撤去日数（供用）	39日	12日
概算直接工事費	[redacted]	[redacted]
エプロン補修（付随工事）	[redacted]	－
計	[redacted]	[redacted]
適　　用	3年目のみの使用であること、設置・撤去がゲート工事工程に影響し、３月末までの工事完了が厳しいことから不採用とする。　×	全工事年で使用できること、設置・撤去が本体工事工程に影響しないことから本案を採用する。　○

H鋼杭の設置範囲は礫や凝灰岩であるため、それらに対応できる工法にする必要がある。主な工法を以下に示す。これらのうち、比較的低振動、低騒音のＡＲハンマー工法を用いる。

杭設置後の処理は、構造計算の結果、砂理めでは支持力が得られなかったため、モルタル充填とする。そのため引抜きは困難であり、地盤面から１ｍ程度以上は掘削撤去し、それ以深は残置する。

杭設置工法比較表

比較項目	ダウンザホールハンマ工法 リーダオーガ式(A工法)	大口径ボーリングマシン工法 通称B・H	ARハンマ工法
工事姿勢図			
工法概要	・クレーンにリーダ・オーガ減速機を取り付け、ダウンザホールハンマの打撃により硬質地盤を掘削する工法。	・大口径ボーリングマシンを使用し、トリコンビットの回転で硬質地盤を削り取りながら掘削する工法。	・ボーリングマシンを使用し、クレーンで吊り下げたARハンマの超高周波での打撃により硬質地盤を掘削する工法。 ・排土を圧縮空気により行うことで産業廃棄物の処理が不要。また、圧縮空気で孔壁を固め、掘削後の崩落を防ぐ。
ビット形状			
機械設備 (主要)	・ダウンザホールハンマ ・ラフタークレーン(掘削用) ・リーダ オーガ減速機 ・相判クレーン(杭建込用) ・エアコンプレッサ ・発電機	・トリコンビット ・大口径ボーリングマシン ・相判クレーン(杭建込用) ・水槽 ・ベントナイトミキサ マッドスクリーン ・グラウトポンプ サイドポンプ ・発電機	・ARハンマ ・ボーリングマシン ・相判クレーン ・エアコンプレッサ ・発電機
特徴 振動・騒音	・振動 騒音の発生あり	・低振動 低騒音 規制値内	・低振動 低騒音 規制値内
施工速度	・早い	・遅い	・早い
施工ヤード	・2台のクレーンで施工 掘削用1台 建て込み用1台	・1台のクレーンで施工 建て込み用	・1台のクレーンで施工 掘削・建て込み兼用
作業半径	・機械が重いので、あまり遠くは施工できない	・機械が軽量の為、遠くの施工ができる(別途足場必要)	・機械が軽量の為、遠くの施工ができる。
排土方法	・圧縮空気での排土 ・一般残土で処理	・ベントナイト泥水での排土 ・産業廃棄物で処理	・圧縮空気での排土 ・一般残土で処理
その他	・機械組立解体が必要 ・重心がリーダ上部になるため移動時に転倒の恐れ ・組立解体時高所作業あり	・やぐらの組立解体が必要 ・組立解体時高所作業あり	・機械組立解体が容易 ・高所作業なし
環境	△	△	◎
経済性	◎	△	◎
工程	◎	△	◎
総合評価	○	△	◎



横構台　完成一般図

(2)河川内進入路

堰柱補強工等の河川内作業を行うために、河川内への進入路を設置する。

(ア) 重機の選定

堰柱鉄筋挿入工及び角落し門柱工に用いる重機は下記の通りである。

工種	機　　種	機械規格	車　　幅	余　裕	車幅+余裕
整地等の土砂運搬	ダンプトラック	10ｔ	2.50m	左右 0.5m	3.5m
掘削等	0.8m^3 バックホウ		3.0m	〃	4.0m
資材運搬	トラック	10ｔ	2.50m	〃	3.10m
0.8m3 バックホウや資材運搬	低床式セミトレーラー 30ｔ積	30ｔ	2.99m	〃	4.0m
土嚢の設置等	オールテレーン クレーン	25ｔ	3.00m	〃	4.0m

(イ)縦断勾配

１年目と同様に、勾配は工事に用いる機種の中で最も登坂能力が劣る高床式セミトレーラーに合わせ、「輸送マニュアル(日本橋梁建協会)H20.P168」に示された5%を採用する。

(ウ)車道幅員

１年目と同様に以下のとおりとする。

全幅員＝4.50m

(3)仮締切工

堰柱補強工等の河川内作業を行うため、左岸側の土砂吐ゲートと１号洪水吐ゲートの上下流を締切り、ドライにする必要がある。なお、仮締切作業を行う前に、下流の維持流量の放流を魚道と土砂吐ゲートから、取水庭の排砂門からの放流に切り替える。

(ア)左岸下流のドライ化

河川維持流量を取水庭排砂門から土砂吐放流工への放流にすることで、下流の水深は概ね２m以下と想定される。

そのため、魚道付近で先行して大型土のうを２段積み、ポンプ排水を行うことでゲート下流側をドライにすることが可能と考えられる。その上で作業に必要な範囲を整地することで下流の作業ヤードとする。ドライにするため、平水位以上にする必要は無い。

なお、下流の作業ヤードについては、洪水が予想される場合には、事前にポンプの撤去や作業車両及び作業員の退避を行うものとし、滞水は許容するものとする。

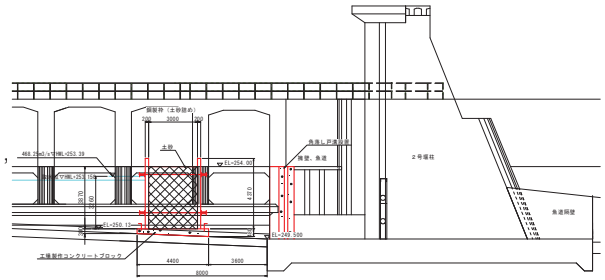
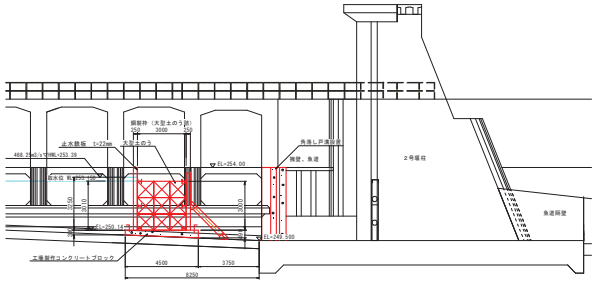
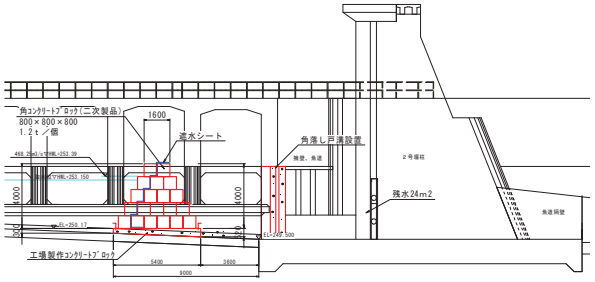
(イ)左岸上流の締切

左岸上流は、落水せず、取水を止めないことが条件であることから、既設ゲートは全閉の状態で、水がある状態である。そのため、上流の締め切り作業は、横構台や、下流のヤードができた後に、既設ゲート背面から、クレーンと潜水作業員により行うものとする。

仮締切の構造は、「案１：鋼製枠（土砂中詰め）＋コンクリートブロック基礎」、「案２：鋼製枠（大型土のう中詰め）＋コンクリートブロック基礎」及び「案３：角コンクリートブロック」の比較検討を行った。その結果、「案２：鋼製枠（大型土のう中詰め）＋コンクリートブロック基礎」を採用した。

平坦でない上流エプロン部分はあらかじめ工場で作成したコンクリートブロック基礎を設置することでレベルにし、その上に鋼製枠を置き、大型土のうを中詰めする工法である。

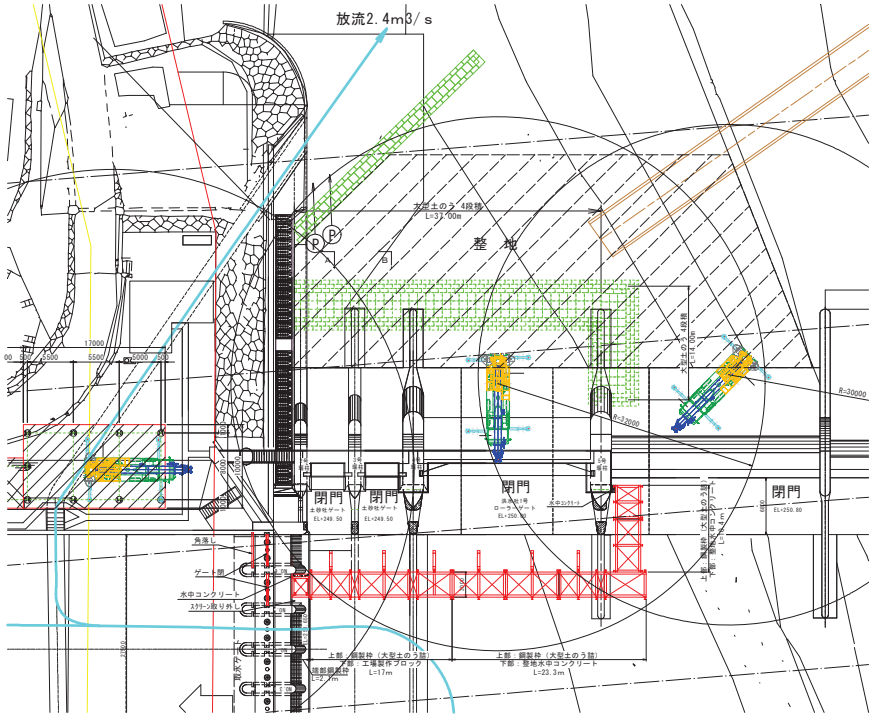
2年目　頭首工上流の締め切り方法の比較

締切方法	案1：鋼製枠（土砂中詰め）＋コンクリートブロック基礎	案2：鋼製枠（大型土のう中詰め）＋コンクリートブロック基礎	案3：角コンクリートブロック
条件	・ゲート下流は、維持流量を取水庭排砂門から放流し、工事範囲について大型土のうとポンプにより排水を行うことで、早期にドライにすることができる。そのため、下流の作業はドライを想定して計画する。 ・ゲート上流について、本工事年度は導水幹線以下の調査のため、断水（落水）が予定されているが、変更の可能性もあることから、断水は考慮せず、水中施工を前提とする。締切の設置撤去作業は横構台と、全閉した既設ｹﾞｰﾄの下流からクレーンで実施する。 ・4月１日からは上流ダムの放流も本格化し、農業用水の取水が始まるので、流れが早くなり、水中作業が困難になる。安全を考慮すると上流の締切撤去は3月末までに行う必要があり、これを超える案は不採用とする。		
断面図			
締切構造	軽量鋼矢板、H鋼、タイロッドで鋼製枠を作成し、内部を土砂で埋めた鋼製枠で締め切る。下はレベルでないと設置できないためあらかじめ作成した分割コンクリートブロックを組み合わせ台を造る。	H鋼と止水矢板で鋼製枠を作成し、内部を大型土のうで埋めた鋼製枠で締め切る。下はレベルでないと設置できないためあらかじめ作成した分割コンクリートブロックを組み合わせ台を造る。	角ブロックを隙間なく敷き詰め、遮水シートを挟みこむことで締切る。
メリット	・ほぼ止水できる可能性が高い。 ・他頭首工での水中施工の実績もある。	・ほぼ止水できる可能性が高い。 ・他頭首工での水中施工の実績もある。 ・中詰めを大型土のうとすることで、土砂に比べて作業効率は良く、撤去も確実にできる。	・隙間なく敷き詰め、遮水シートを挟むことで止水が期待できる。 ・水中施工は可能である。 ・枠が無いため設置撤去の作業性は良い。
デメリット	・水中施工では既設ｹﾞｰﾄ下流からのクレーン（クラムシェル）による作業となり、鋼製枠への土砂の投入や撤去時の土砂の排除について、計算上は比較的短期間で完了するが、実際には作業が困難で時間を要する可能性もある。特に土砂の完全な排除は難しく、排除しきれずに下流への土砂流出が懸念される。	・大型土のうの中詰めなので、隙間が生じ、他案に比べ、やや安定重量が小さい。滑動に対しての安全性を確保するため、背面に斜材を設置する。 ・大型土のうの荷重が枠に伝わるよう留意が必要である。	・水中での遮水シートの正確な敷設が難しい。 ・大量の角コンクリートブロックが必要で、丁寧に隙間なく敷き詰める必要がある。 ・各ブロックが接する面や、遮水シートの敷設不良が漏水の原因となり、多くのヶ所で漏水する可能性がある。
施工の確実性	土砂の撤去作業や作業工程に不確実性がある。 △	設置、撤去の作業や止水性の確実性は高い。 ○	漏水が発生した場合の対応に不確実性がある。 △
上流側締切施工日数（供用）	13日	17日	22日
河川内作業完了予定日	3/16　○	3/24　○	3/29　○
上流締切設置撤去直接工事費概算	[redacted]	[redacted]	[redacted]
適用	・土砂の撤去作業が完遂できるか不明、よって不採用とする。 ×	・最も施工の確実性が高い。河川内作業は3月末に完了するため、本案を採用する。　○	・多くの箇所で漏水する可能性もある。不採用とする。 ×

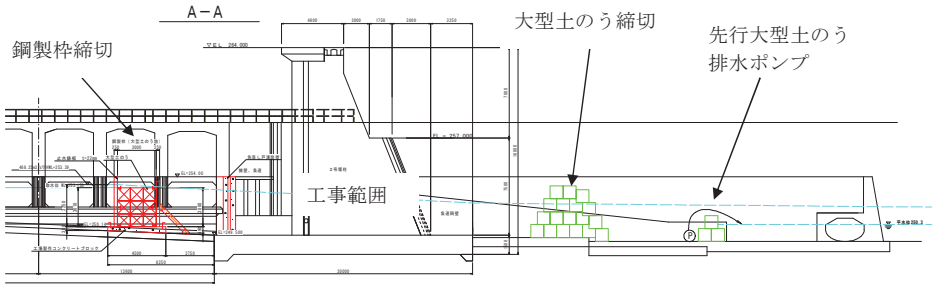
174

(ウ)工事範囲の締め切り

角落し門柱工事と堰柱補強工事を行う工事範囲は「工事施工期間の過去５ヶ年間の時刻最大流量による水位」以上で締め切り、洪水から守るものとする。不等流計算より、上流は鋼製枠により水深約3.6m以上、下流は上流の締め切りが完成後、大型土のうで水深約3m以上で締切るものとする。



２年目　仮設平面図



２年目　仮設縦断図

(4) 土のう作成ヤード

１年目と同様に、右岸側の固定堰下流周辺を土のう作成ヤードとして使用する（１年目参照）。

(5)足場工（堰柱鉄筋挿入工、鉄筋埋設工）

1) 鉄筋挿入工

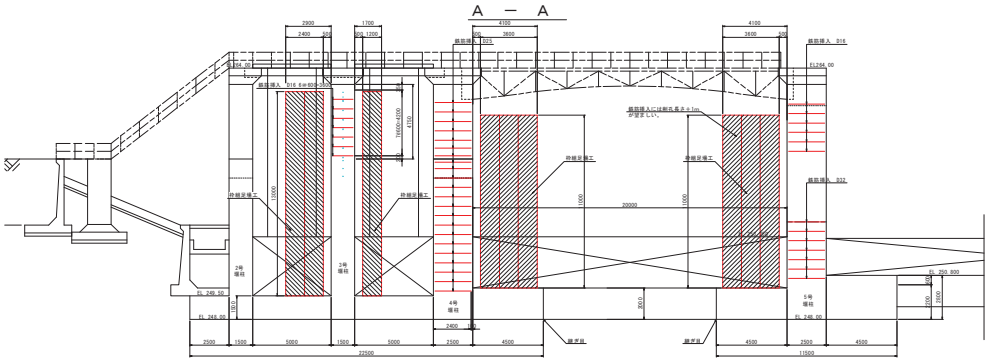
(ア)堰軸方向

堰柱のせん断補強のため、３～５号堰柱の堰軸方向（河川横断方向）に鉄筋挿入工を行う。鉄筋挿入工は躯体に孔を空け、鉄筋を挿入し、モルタルで固定する工法である。

鉄筋挿入工の足場は鉄筋長＋1m以上の幅が望ましい。堰軸方向の足場幅は枠組足場（1.2m）の組み合わせを考慮し、下表の通り決定した。

堰軸方向

耐震補強　施工堰柱	設置場所	挿入鉄筋長	足場幅	躯体との間隔
3 号堰柱	P2,P3 堰柱間	1.3m	枠組 4m（2 セット）	0.5m
4 号堰柱	P4,P5 堰柱間	2.3m	枠組 6m（3 セット）	0.5m
5 号堰柱	P4,P5 堰柱間	2.3m	枠組 6m（3 セット）	0.5m



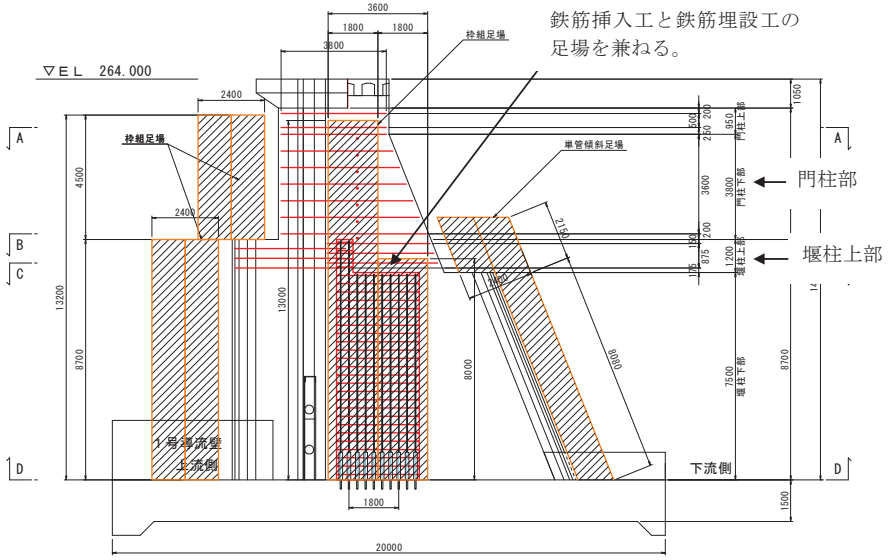
堰柱鉄筋挿入工　足場工

（イ）上下流方向

上下流方向の鉄筋挿入は３号堰柱のみ必要である。最も長い堰柱上部は、上下流の両方向から施工する。その上の上部の門柱部は上流部から施工する。足場の幅は、堰軸方向のように十分な確保することが難しいため、鉄筋を継ぐものとして 2.4mは確保する。

上下流方向

耐震補強	施工堰柱	挿入方向	設置場所	挿入鉄筋長	足場幅	躯体との間隔
３号堰柱	門柱	上流から	P3 上流	3.9～5.3m	枠組 2.4m（2ｾｯﾄ）	0.5m
	堰柱上部	上流から	P3 上流	4.1m	枠組 2.4m（2ｾｯﾄ）	0.5m
		下流から	P3 下流	3.8～4.1m	単管傾斜足場 2.4m	0.5m



３号堰柱の足場工

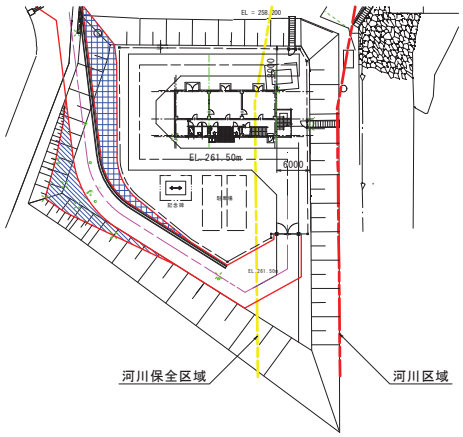
2） 鉄筋埋設工

３号堰柱のみ堰軸方向の曲げ補強として、鉄筋埋設工が必要である。鉄筋埋設工は堰柱の表面をはつり縦方向に鉄筋を埋設する工法である。鉄筋挿入工の後に工事を行うものとして、挿入工の足場を使用する。（上図参照）

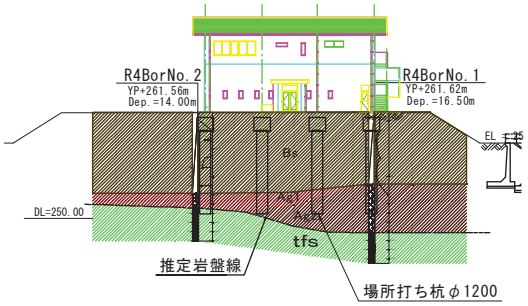
(6) 管理棟工事

管理棟は電動化による設備増の設置スペース確保のため、更新が必要であるが、現管理棟位置はスペースが狭く、同位置での更新が困難なため、取水庭を挟んで反対側の高台上とする。

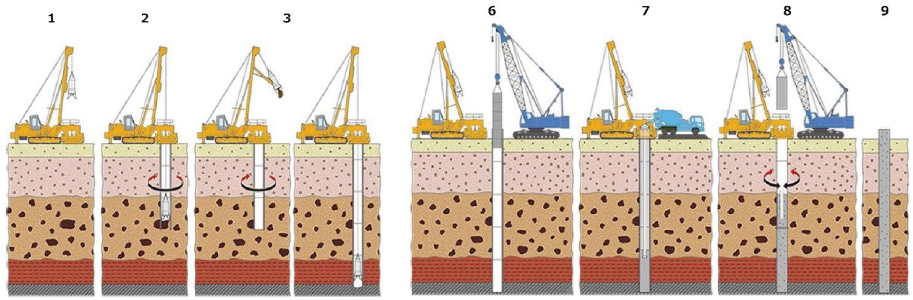
基礎は支持層まで約 9mと深く、上の層は転石を含む盛土層や礫層なので、通常の打ち込み杭や中堀杭では施工が困難であることから、場所打ちコンクリート杭（全周回転式オールケーシング工法）とした。



管理棟　配置平面図



管理棟断面図



全周回転式オールケーシング工法　施工手順図

4.3.3　3年目（土砂吐ゲート更新工事）

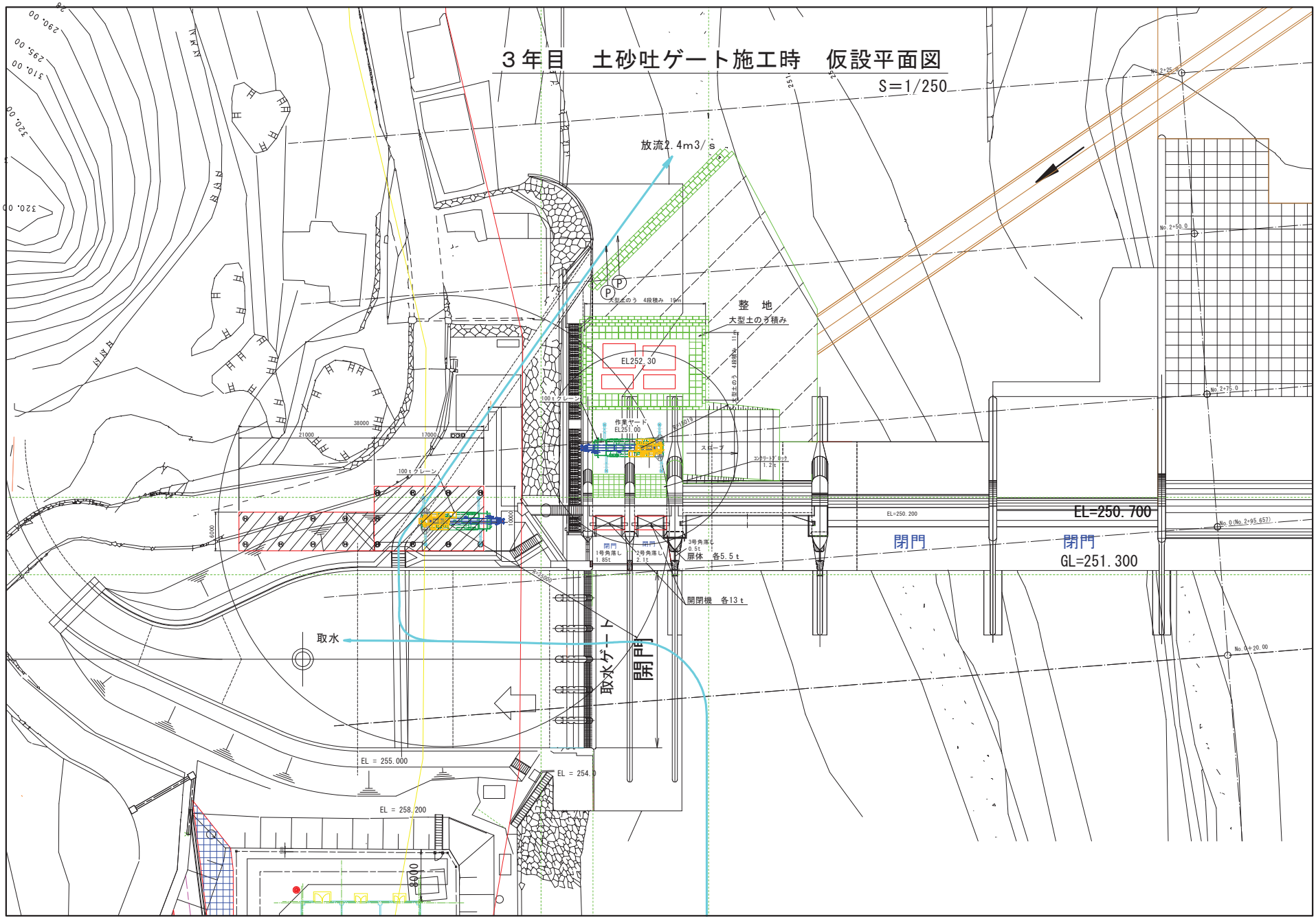
施工年数	作業項目	仮設工
3年目 土砂吐ゲート更新 鋼構造物製作工	(1)土砂吐ゲート更新 ・既設土砂吐ゲート、油圧配管撤去 ・頂板スラブ部分撤去 ・土砂吐ゲート設置 ・電気設備工（一部仮配管配線）	・河川内進入路設置・撤去（右岸より） ・仮締切工(左岸上流)(角落し)設置撤去 ・左岸下流（先行土嚢＋ポンプ)設置撤去（ドライ化） ・仮締切工(左岸下流)（角ブロック）設置撤去 ・組立ヤード、クレーンヤードの造成撤去
	(2)鋼製構造物製作工 ・１号洪水吐ゲート、操作盤 ・角落し扉体１号～３号	ー

＜3年目仮設工の概要＞

３年目は土砂吐ゲートの更新を行う。維持流量は取水庭排砂門から土砂吐放流工への流路に切り替える。左岸側の土砂吐ゲート上流側は１号～３号角落しにより締切る。下流側は先行大型土のうを土砂吐放流工直上流付近に積み、ポンプ排水を行うことでドライにする。土砂吐ゲート直下流にコンクリートブロックを設置し、洪水から工事範囲を守る。また、クレーンヤードと組立ヤードを盛土で造成し、既設ゲートの撤去と更新ゲートの組立を同時並行で進め、組立作業完了後、速やかに吊り込み仕上げることで工事期間短縮を図る。

それらの作業のために右岸側固定堰下流を土のうの作成ヤードに使用し、また、工事範囲までの河川内進入路を設ける。

仮設平面図


３年目　土砂吐ゲート施工時　仮設平面図
S＝1/250
放流2.4m3/s
整　地
大型土のう積み
EL252.30
作業ヤード
EL251.00
100ｔクレーン
スロープ
EL=250.200
EL=250.700
閉門
閉門
GL=251.300
開閉機　各13ｔ
扉体　各5.5ｔ
取水
取水ゲート
開門
EL = 255.000
EL = 254.0
EL = 258.200
No.2+25.0
No.2+50.0
No.2+75.0
No.0(No.2+95.657)
No.0+20.00

(1)河川内進入路

土砂吐ゲート更新等の河川内作業を行うために、河川内への進入路を設置する。

(ア) 重機の選定

土砂吐ゲート更新等に用いる重機は下記の通りである。

工種	機　　種	機械規格	車　　幅	余　裕	車幅+余裕
土砂運搬	ダンプトラック	10 t	2.50m	左右 0.5m	3.5m
掘削等	0.8m^3 バックホウ		3.0m	〃	4.0m
資材運搬	トラック	10 t	2.50m	〃	3.10m
0.8m3 バックホウや資材（仮設/ゲート）運搬	低床式セミトレーラー 30 t 積	30 t	2.99m	〃	4.0m
資材運搬	高床式セミトレーラー		2.99m	〃	4.0m
扉体、開閉機据付等	オールテレーンクレーン	100 t	3.00m	〃	4.0m

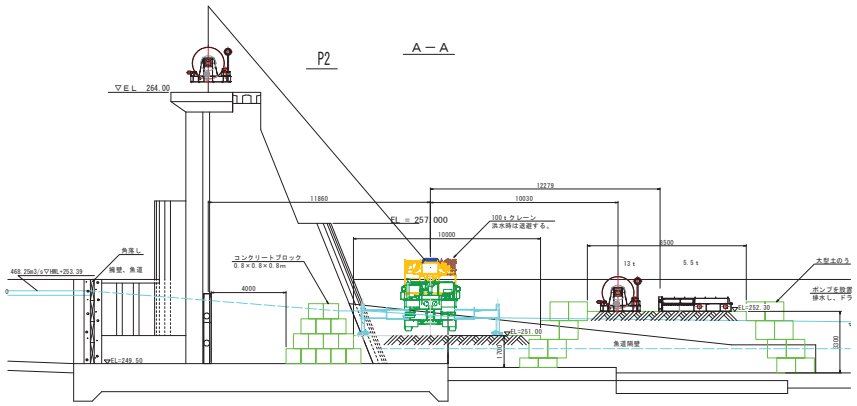
(a)オールテレーンクレーンの選定

最大重量

作業	最大重量資材	重量	フック	合計
開閉機の設置	開閉機	13 t	0.65t	13.7 t

179

３年目の工事でトレーラーが吊り上げる最大重量は更新開閉機の 13 t であり、必要作業半径に対し、100 t で設置可能である。



(イ)縦断勾配

１年目と同様に、勾配は工事に用いる機種の中で最も登坂能力が劣る高床式セミトレーラーに合わせ、「輸送マニュアル(日本橋梁建協会)H20.P168」に示された 5%を採用する。

(ウ)車道幅員

１年目と同様に以下のとおりとする。

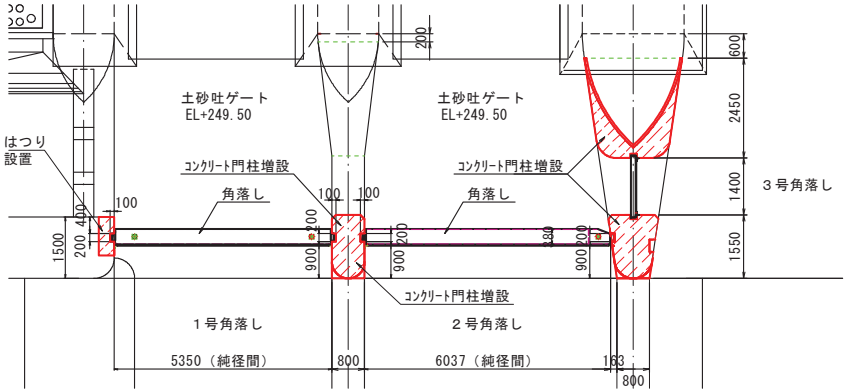
全幅員＝4.50m

(2)仮締切工

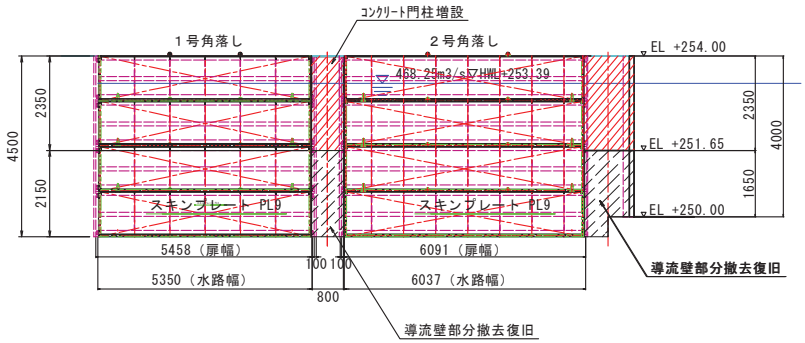
土砂吐ゲート更新等の河川内作業を行うため、左岸側の土砂吐ゲートと１号洪水吐ゲートの上下流を締切り、ドライにする必要がある。なお、仮締切作業を行う前に、維持流量の放流を取水庭排砂門から土砂吐放流工への流路に切り替える。

(ア)左岸上流

左岸上流は、横構台から角落し扉体を吊り込み、潜水夫による水中施工で１号～３号角落し扉体を設置して締切る。



正 面 図



角落し構造図

(イ)左岸下流のドライ化

河川維持流量を取水庭排砂門から土砂吐放流工への放流にすることで、下流の水深は概ね２m以下と想定される。

そのため、土砂吐放流工付近で先行して大型土のうを２段積み、ポンプ排水を行うことでゲート下流側をドライにすることが可能と考えられる。その上で作業に必要な範囲を整地することで下流の作業ヤードとする。ドライにするため、平水位以上にする必要は無い。

なお、下流の作業ヤードについては、洪水が予想される場合には、事前にポンプの撤去や作業車両及び作業員の退避を行うものとし、滞水は許容する。

(ウ)左岸下流のクレーンヤード、組立ヤード

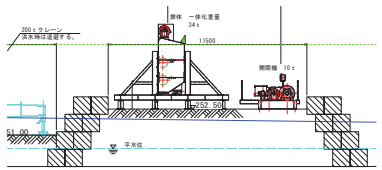
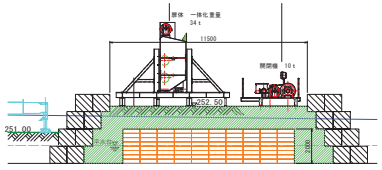
土砂吐ゲートの直下流にクレーンを設置するためのクレーンヤードを造成する。高さは下流隔壁高250.5m＋0.50＝251.00mとする。

本ヤードは洪水位よりも低いので、洪水が予想される場合には、事前にポンプの撤去や作業車両及び作業員の退避を行うものとし、滞水は許容する。

また、その直下流に扉体や開閉機を組み立てるための組立ヤードを盛土により造成する。これは洪水時でも資材が流されないように洪水時の水深約3.0m以上とする。構造は「大型土のう＋現地発生土」と「大型土のう＋EPS」を比較した。本現場は河川内で常時水があり、洪水時には流速2～4m／s程度の流れに耐え、工事範囲と資材置き場を守る必要がある。そのためには作業ヤード全体が重い方が良い。施工の効率よりも流水に対する安全性が重要である。そのため現地発生土による盛土を採用する（次ページ表参照）。

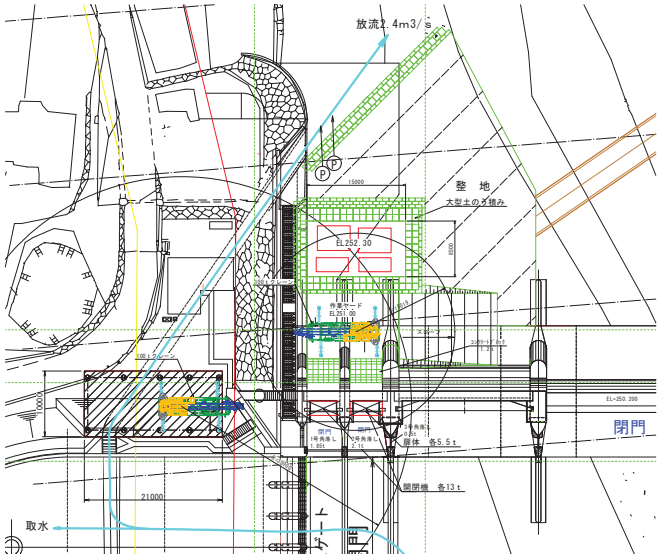
180

作業ヤード造成方法の比較

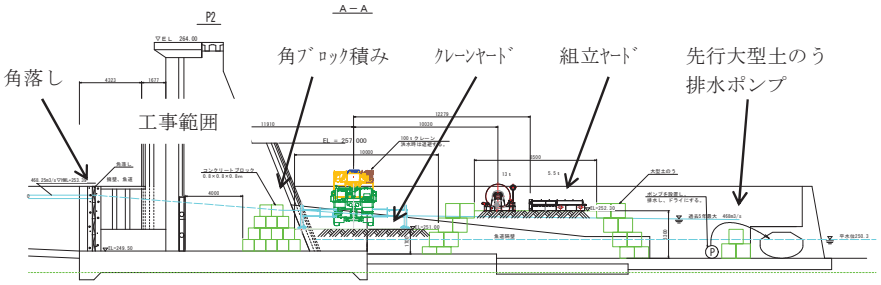
工　法	大型土のう+現地発生土	大型土のう+EPS
適用箇所	河川内盛土	
概 略 図		
概　　要	現地発生土と大型土のうを使用して作業ヤードを造成する。	盛土部分の一部を発砲スチロール（EPS）にして作業ヤードを造成する。
特　　徴	土木の仮設工事に一般的に使用される。	EPSは軽量なので、作業ヤード造成や撤去の作業期間が短くできる。
留意点	設置数が多いと、設置撤去に作業時間を要する。	軽量であるために湛水していたり、水流がある現場にが向かない。
単位体積重量(湿潤)	18kN/m3	0.3kN/m3
単位体積重量(水中)	9kN/m3	－
施工性	重量が重いためEPSに比べ劣る	軽量であるため設置撤去は容易である。
日当り施工量	370m3／日（盛土の施工量/ドライ施工）	54m3/日(EPS設置工)
耐用年数	3年（耐候性大型土嚢袋）	－
経済性 組立ヤード工事1式	[redacted]	[redacted]
適用性	本現場は河川内で常時水があり、洪水時には流速2～4m／s程度の流れに耐え、工事範囲と資材置き場を守る必要がある。そのためには作業ヤード全体が重い方が良い。施工の効率よりも流水に対する安全性が重要である。そのため通常の盛土を採用する。	施工の効率は良いが、流水に対する作業ヤード全体の安定性を重視し、採用しない。
総合評価	○	×

(エ)工事範囲の締め切り

土砂吐ゲート更新を行う工事範囲は「工事施工期間の過去５ヶ年間の時刻最大流量による水位」以上で締め切り、洪水から守るものとする。不等流計算より、上流は鋼製枠により水深約 3.6m以上、下流は角コンクリートブロックにより水深約 3m以上で締切るものとする。



３年目　仮設平面図



３年目　仮設縦断図

(3) 土のう作成ヤード

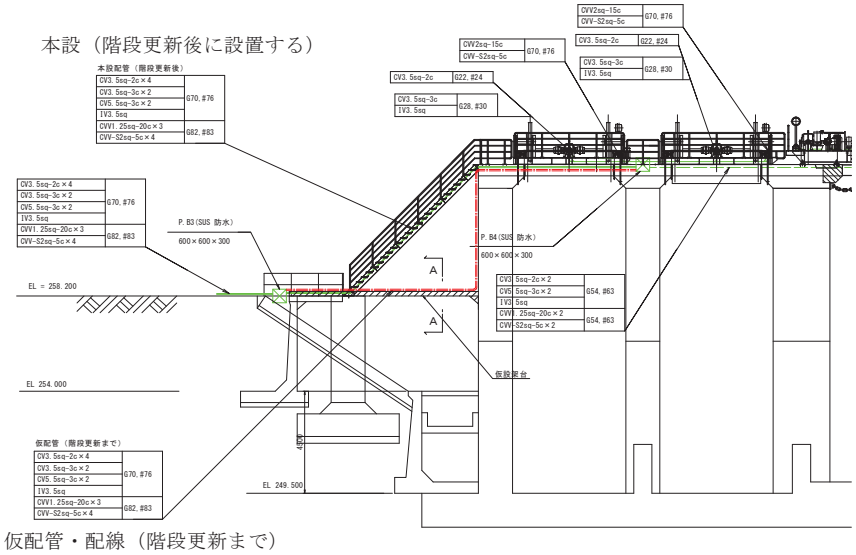
１年目と同様に、右岸側の固定堰下流周辺を土のう作成ヤードとして使用する（１年目参照）。

(4)土砂吐ゲート他の配管配線工事

階段は６年目に更新予定である。

そのため、土砂吐ゲートや１号～３号洪水吐ゲートの更新後の配管・配線は、既設階段には設置せず、堰柱や仮設架台に這わせた仮配管・配線とする。

６年目の階段を更新後、本設の配管・配線を施工し、切り替える。



土砂吐ゲート　配管・配線図

4.3.4　4年目（1号洪水吐ゲート更新工事）

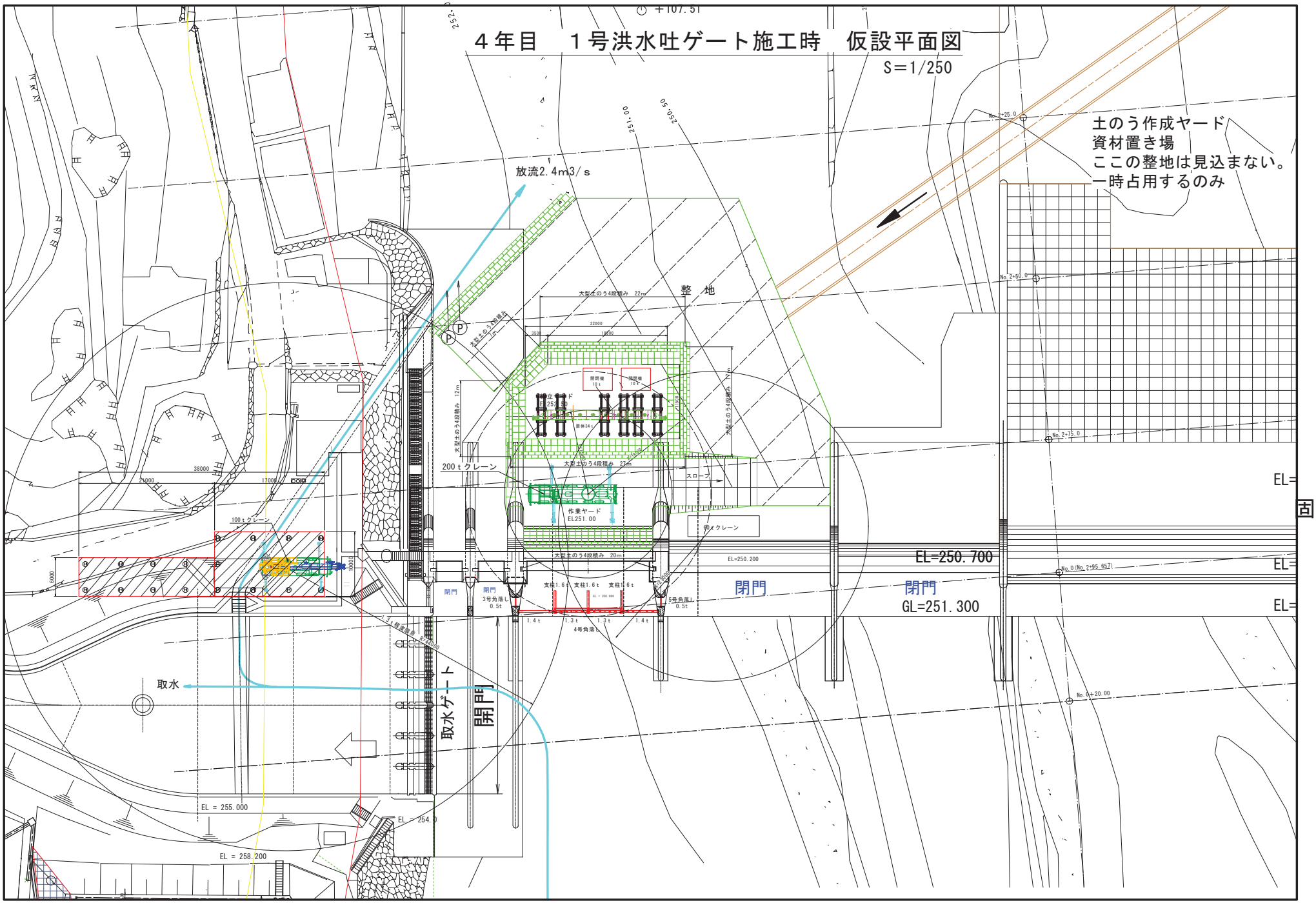
施工年数	作業項目	仮設工
4年目 1号洪水吐ｹﾞｰﾄ更新 鋼構造物製作工	(1) 1号洪水吐ｹﾞｰﾄ更新 ・既設1号洪水吐ゲート、油圧配管撤去 ・頂板スラブ部分撤去 ・1号洪水吐ゲート設置 ・電気設備工（一部仮配管配線）	・河川内進入路設置・撤去（右岸より） ・左岸下流（先行土嚢＋ポンプ）設置撤去（ドライ化） ・仮締切工(左岸上流)(角落し)設置撤去 ・仮締切工(左岸下流)(土嚢)設置撤去 ・組立ヤード、クレーンヤードの造成撤去
	(2) 鋼構造物製作工 ・2号,3号洪水吐ｹﾞｰﾄ、操作盤 ・取水門、制水門、排砂門開閉機 ・角落し扉体4号、5号	―

＜4年目仮設工の概要＞

4年目は1号洪水吐ゲートの更新を行う。維持流量は取水庭排砂門から土砂吐放流工への流路に切り替える。左岸側の1号洪水吐ゲート上流側は3号～5号角落しにより締切る。下流側は先行大型土のうを土砂吐放流工直上流付近に積み、ポンプ排水を行うことでドライにする。1号洪水吐ゲート直下流に大型土のうを設置し、洪水から工事範囲を守る。また、クレーンヤードと組立ヤードを盛土で造成し、既設ゲートの撤去と更新ゲートの組立を同時並行で進め、組立作業完了後、速やかに吊り込み仕上げることで工事期間短縮を図る。

それらの作業のために右岸側固定堰下流を土のうの作成ヤードに使用し、また、工事範囲までの河川内進入路を設ける。

仮設平面図


４年目　１号洪水吐ゲート施工時　仮設平面図
S＝1/250
土のう作成ヤード
資材置き場
ここの整地は見込まない。
一時占用するのみ
放流2.4m3/s
整　地
大型土のう4段積み 22m
大型土のう4段積み 12m
大型土のう4段積み 27m
大型土のう4段積み 20m
200ｔクレーン
100ｔクレーン
作業ヤード
EL251.00
スロープ
EL=250.200
EL=250.700
閉門
GL=251.300
取水
取水ゲート
開門
EL = 255.000
EL = 258.200
EL = 254.0
No.2+25.0
No.2+50.0
No.2+75.0
No.0(No.2+95.657)
No.0+20.00
西

(1) 河川内進入路

１号洪水位ゲート更新等の河川内作業を行うために、河川内への進入路を設置する。

(ア) 重機の選定

１号洪水吐ゲート更新工事に用いる重機は下表の通りである。

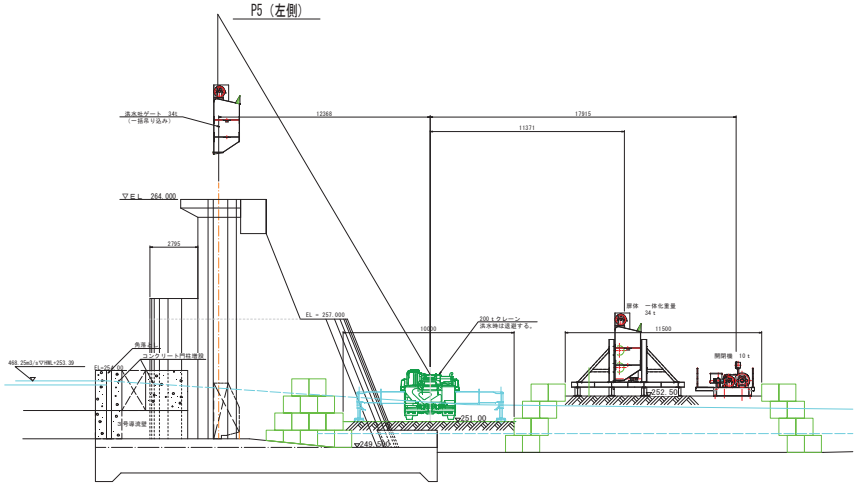
工種	機　　種	機械規格	車　　幅	余　裕	車幅+余裕
土砂運搬	ダンプトラック	10ｔ	2.50m	左右 0.5m	3.5m
掘削等	0.8m^{3}バックホウ		3.0m	〃	4.0m
資材運搬	トラック	10ｔ	2.50m	〃	3.10m
0.8m3 バックホウや資材（仮設/ゲート）運搬	低床式セミトレーラー 30ｔ積	30ｔ	2.99m	〃	4.0m
資材運搬	高床式セミトレーラー		2.99m	〃	4.0m
扉体の設置等	オールテレーンクレーン	200ｔ	3.00m	〃	4.0m

(a) オールテレーンクレーンの選定

最大重量

作業	最大重量資材	重量	フック	合計
扉体の設置	扉体	34ｔ	0.65t	34.7ｔ

４年目の工事でトレーラーが吊り上げる最大重量は更新扉体の 34ｔであり、必要作業半径に対し、200ｔで設置可能である。



４年目施工縦断図

(イ) 縦断勾配

１年目と同様に、勾配は工事に用いる機種の中で最も登坂能力が劣る高床式セミトレーラーに合わせ、「輸送マニュアル(日本橋梁建協会)H20.P168」に示された 5%を採用する。

(ウ) 車道幅員

１年目と同様に以下のとおりとする。

全幅員＝4.50m

(2) 仮締切工

１号洪水吐ゲート更新等の河川内作業を行うため、１号洪水吐ゲートの上下流を締切り、ドライにする必要がある。なお、仮締切作業を行う前に、維持流量の放流を取水庭排砂門から土砂吐放流工への流路に切り替える。

(ア) １号洪水吐ゲート下流のドライ化

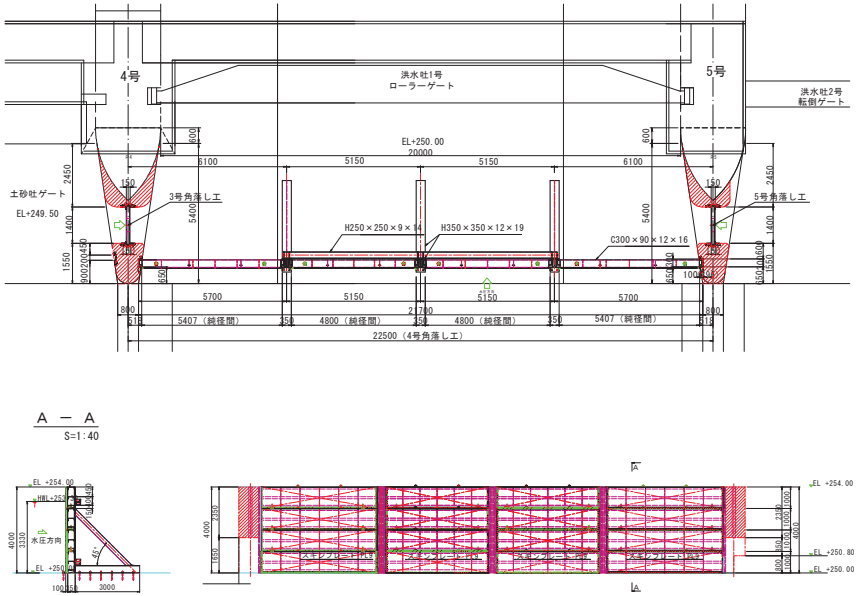
河川維持流量を取水庭排砂門から土砂吐放流工への放流にすることで、下流の水深は概ね２m以下と想定される。

そのため、土砂吐放流工付近で先行して大型土のうを２段積み、ポンプ排水を行うことでゲート下流側をドライにすることが可能と考えられる。その上で作業に必要な範囲を整地することで下流の作業ヤードとする。ドライにするため、平水位以上にする必要は無い。

なお、下流の作業ヤードについては、洪水が予想される場合には、事前にポンプの撤去や作業車両及び作業員の退避を行うものとし、滞水は許容するものとする。

(イ) １号洪水吐ゲート上流の締切

上流は、既設ゲート閉の状態で、横構台及びドライにしたゲート下流から角落し扉体を吊り込み、潜水夫による水中施工で３号～５号角落し扉体を設置して締切る。



角落し構造図

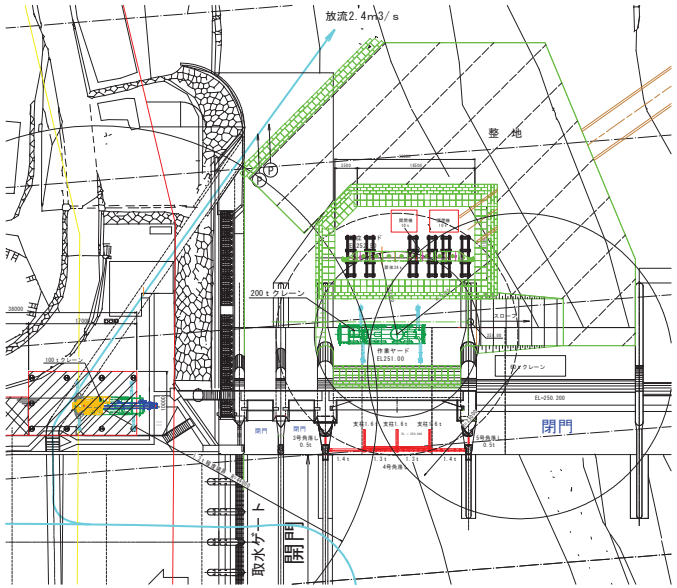
(ウ)下流のクレーンヤード、組立ヤード

１号洪水吐ゲートの直下流にクレーンを設置するためのクレーンヤードを盛土により造成する。高さは下流隔壁高 250.5m＋0.50＝251.00mとする。本ヤードは洪水位よりも低いので、洪水が予想される場合には、事前にポンプの撤去や作業車両及び作業員の退避を行うものとし、滞水は許容する。

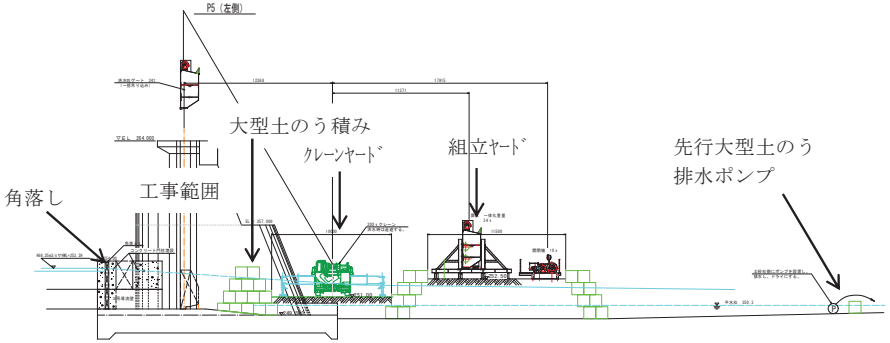
また、その直下流に扉体や開閉機を組み立てるための組立ヤードを盛土により造成する。これは洪水時でも資材が流されないように洪水時の水深約 3.0m以上とする。

(エ)工事範囲の締め切り

１号洪水吐ゲート更新を行う工事範囲は「工事施工期間の過去５ヶ年間の時刻最大流量による水位」以上で締め切り、洪水から守るものとする。不等流計算より、上流は鋼製枠により水深約 3.6m以上、下流は大型土のうにより水深約 3m以上で締切るものとする。



４年目　仮設平面図



４年目　仮設縦断図

(3) 土のう作成ヤード

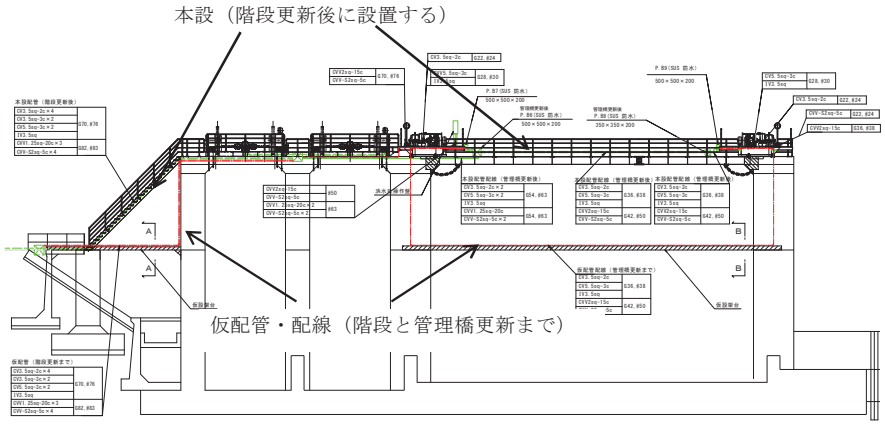
１年目と同様に、右岸側の固定堰下流周辺を土のう作成ヤードとして使用する（１年目参照）。

(4) １号洪水吐ゲートの電気配管配線工事

階段と１号洪水吐管理橋は６年目に更新予定である。

そのため、土砂吐ゲートや１号～３号洪水吐ゲートの更新後の配管・配線は、既設階段や既設管理橋には設置せず、堰柱や仮設架台に這わせた仮配管・配線とする。

６年目の１号洪水吐管理橋と階段を更新後、本設の配管・配線を施工し、切り替える。



土砂吐ゲート、１号洪水吐ゲート　配管・配線図

4.3.5　5年目（2号・3号洪水吐ゲート更新、取水門補強、付帯ゲート開閉機更新工事）

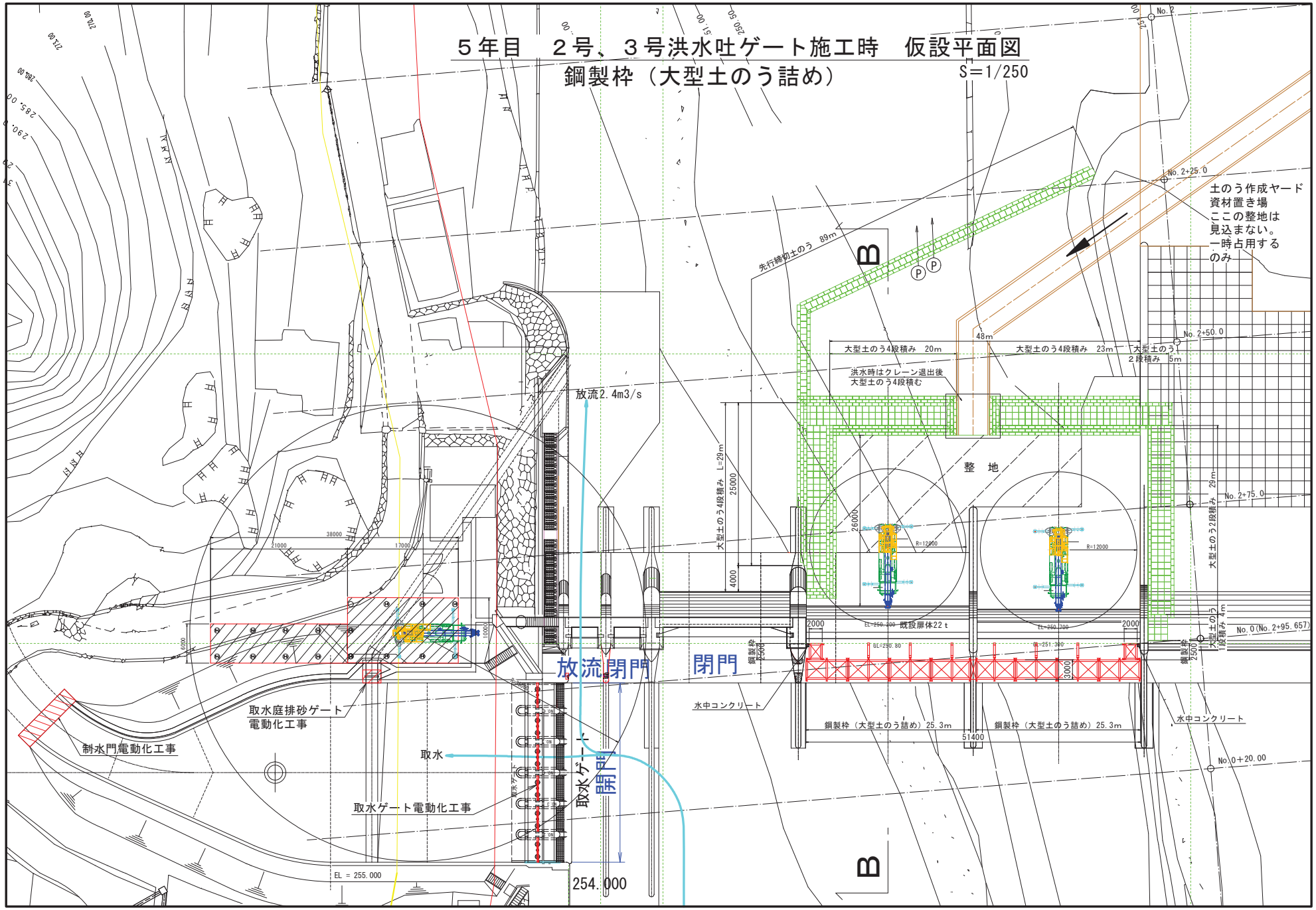
施工年数	作業項目	仮設工
5年目 2 号,3 号洪水吐ｹﾞｰﾄ更新 取水門柱補強工等 取水門,制水門,排砂門開閉機更新 鋼構造物製作工	(1)2 号･3 号洪水吐ｹﾞｰﾄ更新 ・既設２号・３号洪水吐ゲート、油圧配管撤去 ・２号・３号洪水吐ゲート設置 ・空気配管工（一部仮配管）	・河川内進入路設置・撤去（右岸より） ・左岸下流（先行土嚢＋ポンプ）設置撤去（ドライ化） ・仮締切工(右岸上流)(鋼製枠)設置撤去 ・仮締切工(右岸下流)(土嚢)設置撤去
	(2)取水門躯体補強工等 ・鉄筋挿入工 ・操作台拡幅	・門柱側部は大型土のう締切、掘削埋め戻し等 ・足場工、支保工
	(3)取水門,制水門,排砂門開閉機更新	・ゲート支保工（チェーン） ・足場工
	(4)鋼構造物製作工 ・1 号洪水吐管理橋、階段	―

＜５年目仮設工の概要＞

５年目は２号・３号洪水吐ゲートの更新を行う。維持流量は通常の管理と同じ土砂吐ゲートと魚道から放流する。２号・３号洪水吐ゲート上流側は鋼製枠により締切る。下流側は先行大型土のうを、みお筋側（左側）に積み、ポンプ排水を行うことでドライにし、整地を行い作業ヤードとする（高盛土はしない）。作業ヤード下流に洪水時対応の大型土のうを設置する。ただし、進入路幅分は空けておき、洪水が予想される場合には、事前に作業車両や作業員が退避した上で、進入路部分の大型土のう積みを行い、工事範囲を守る。

それらの作業のために右岸側固定堰下流を土のうの作成ヤードに使用し、また、工事範囲までの河川内進入路を設ける。

仮設平面図


５年目　２号、３号洪水吐ゲート施工時　仮設平面図
鋼製枠（大型土のう詰め）
S=1/250
土のう作成ヤード
資材置き場
ここの整地は
見込まない。
一時占用する
のみ
先行締切土のう 89m
大型土のう4段積み 20m
大型土のう4段積み 23m
大型土のう
２段積み 5m
48m
洪水時はクレーン退出後
大型土のう4段積む
整 地
放流2.4m3/s
大型土のう4段積み L=29m
大型土のう2段積み 29m
大型土のう
1段積み 4m
既設扉体22 t
放流閉門
閉門
鋼製枠
水中コンクリート
鋼製枠（大型土のう詰め）25.3m
鋼製枠（大型土のう詰め）25.3m
取水庭排砂ゲート
電動化工事
制水門電動化工事
取水
取水ゲート
閉門
取水ゲート電動化工事
EL = 255.000
254.000
No.2
No.2+25.0
No.2+50.0
No.2+75.0
No.0(No.2+95.657)
No.0+20.00
B
B

(1) ２号、３号洪水吐ゲート更新工事

1)河川内進入路

２号、３号洪水吐ゲート更新工事に用いる重機は下表の通りである。

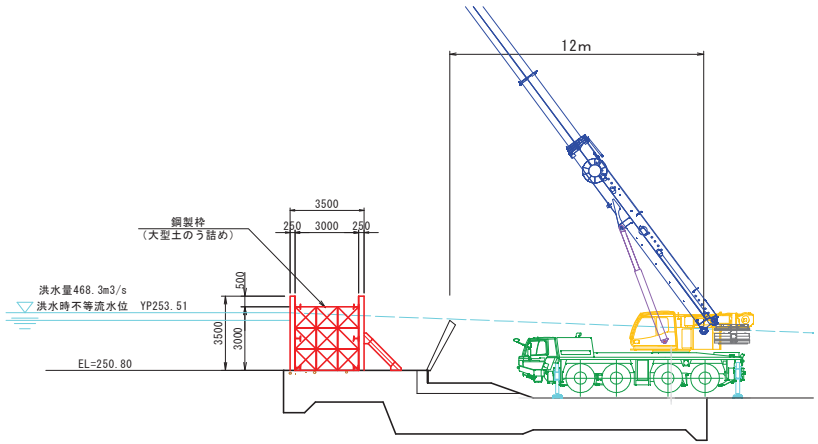
工種	機　　種	機械規格	車　　幅	余　裕	有効幅員
土砂運搬	ダンプトラック	10ｔ	2.50m	左右 0.5m	3.5m
掘削等	0.8m³バックホウ		3.0m	〃	4.0m
資材運搬	トラック	10ｔ	2.50m	〃	3.10m
0.8m3 バックホウや資材（仮設/ゲート）運搬	低床式セミトレーラー 30ｔ積	30ｔ	2.99m	〃	4.0m
資材運搬	高床式セミトレーラー		2.99m	〃	4.0m
既設転倒ゲート扉体撤去	オールテレーンクレーン	100ｔ	3.00m	〃	4.0m

(a)オールテレーンクレーンの選定

最大重量

	最大重量資材	重量	フック	合計
既設転倒ゲート扉体撤去時	２号扉体撤去	22ｔ	0.65t	22.7ｔ
転倒ゲート扉体据付時	２号扉体	13.7ｔ	0.65t	14.4ｔ

５年目の工事でトレーラーが吊り上げる最大重量は既設撤去の 22ｔであり、必要作業半径に対し、120ｔクレーンで設置可能である。。



５年目施工縦断図

(イ)縦断勾配

１年目と同様に、勾配は工事に用いる機種の中で最も登坂能力が劣る高床式セミトレーラーに合わせ、「輸送マニュアル(日本橋梁建協会)H20.P168」に示された 5%を採用する。

(ウ)車道幅員

１年目と同様に以下のとおりとする。

全幅員＝4.50m

2)仮締切工

２号。３号洪水吐ゲート更新等の河川内作業を行うため、２号、３号洪水吐ゲートの上下流を締切り、ドライにする必要がある。

(ア) ２号、３号洪水吐ゲート下流のドライ化

下流の水深は概ね２m以下と想定される。

そのため、みお筋側（左側）に先行して大型土のうを２段積み、ポンプ排水を行うことでゲート下流側をドライにすることが可能と考えられる。その上で作業に必要な範囲を整地することで下流の作業ヤードとする。ドライにするため、平水位以上にする必要は無い。

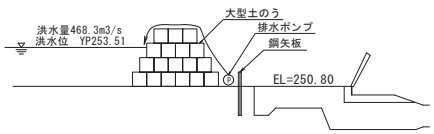
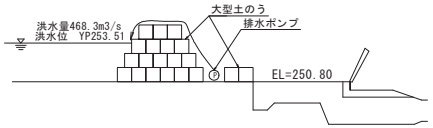
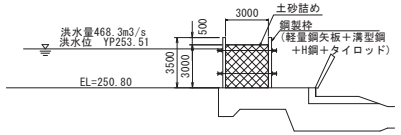
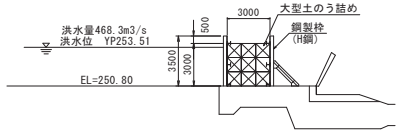
なお、下流の作業ヤードについては、洪水が予想される場合には、事前にポンプの撤去や作業車両及び作業員の退避を行うものとし、滞水は許容するものとする。

(イ)２号、３号洪水吐ゲート上流の締切

上流は、落水せず、取水を止めないことが条件であることから、既設ゲートは全閉の状態で、水がある状態である。そのため、上流の締め切り作業は、下流がドライになり、作業が可能となった後に、既設ゲート背面から、クレーンと潜水作業員により行うものとする。

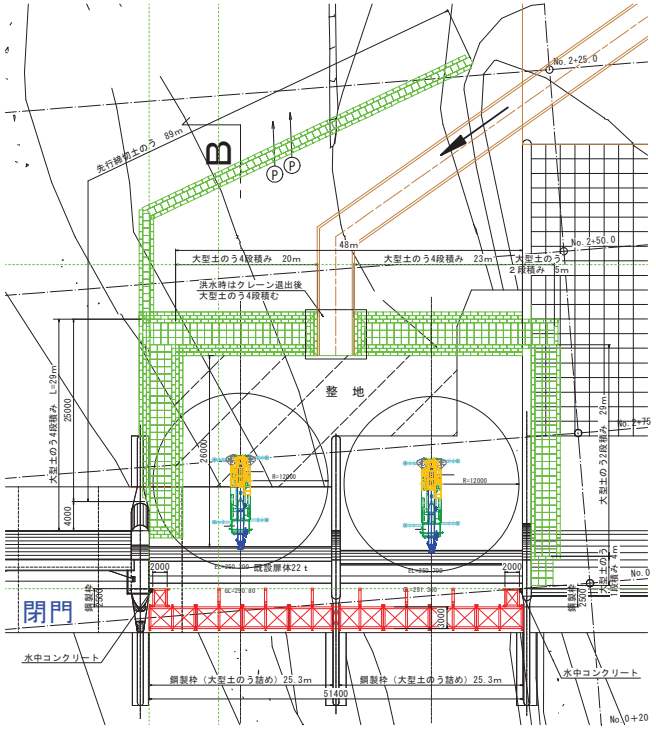
仮締切の構造は、「案１：大型土のう＋止水矢板」、「案２：大型土のう２列」、「案３：鋼製枠（土砂詰め）」及び「案４：鋼製枠（大型土のう詰め）」の比較検討を行った。その結果、「案４：鋼製枠（大型土のう詰め）」を採用した。

5年目（2号、3号ゲート施工）上流締切方法の比較

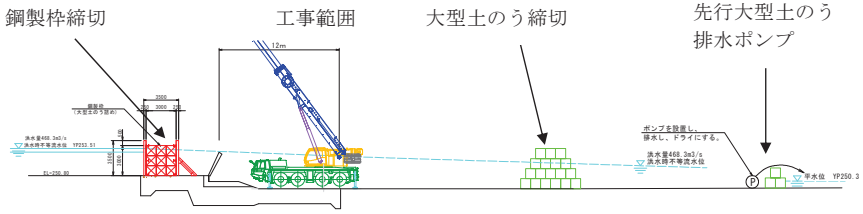
締切方法	案1：大型土のう＋止水矢板	案2：大型土のう2列	案3：鋼製枠（土砂詰め）	案4：鋼製枠（大型土のう詰め）
条件	・ゲート下流は、維持流量を更新済の土砂吐で精度よく管理放流し、工事範囲について大型土のうとポンプにより排水を行うことで、早期にドライにすることができる。そのため、下流の作業はドライを想定して計画する。 ・上流の締切は水中施工を前提とする。上流締切の設置撤去作業の多くは全閉した既設ｹﾞｰﾄの下流からクレーンで実施する。 ・4月1日からは上流ダムの放流も本格化し、農業用水の取水が始まるので、流れが早くなり、水中作業が困難になる。安全を考慮すると上流の締切撤去は3月末までに行う必要があり、これを超える案は不採用とする。			
断面図				
締切構造	大型土のうで締め切る。染み出し水は鋼矢板で止めて排水ポンプで排水する。	大型土のうで締め切る。染み出し水は大型土のうで止めて排水ポンプで排水する。	軽量鋼矢板、溝型鋼、H鋼、タイロッドで枠を作成し、内部を土砂で埋めた鋼製枠で締め切る。	H鋼で枠を作成し、内部を大型土のうで埋めた鋼製枠で締め切る。
水中施工	・可能である。	・可能である。	・可能である。	・可能である。
メリット	・一般的な締切方法である。下が土砂であれば施工も容易である。	・一般的な締切方法である。	・ほぼ止水できる可能性が高い。他頭首工での実績もある。	・ほぼ止水できる可能性が高い。 ・他頭首工での水中施工の実績もある。 ・中詰めを大型土のうとすることで、土砂に比べて作業効率は良く、撤去も確実にできる。
デメリット	・転倒堰の下は岩であることが想定され、矢板の打設が困難である可能性が高い。硬質地盤クリア工法が必要で、施工費用、施工日数がかかる。 ・矢板設置撤去が堤体全体の漏水の要因となる危険性がある。	・止水性が課題であり、施工場所に水が染み出す可能性がある。	・水中施工では既設ｹﾞｰﾄ下流からのクレーン（クラムシェル）による作業となり、鋼製枠への土砂の投入や撤去時の土砂の排除について、計算上は比較的短期間で完了するが、実際には作業が困難で時間を要する可能性もある。特に土砂の完全な排除は難しく、排除しきれずに下流への土砂流出が懸念される。	・大型土のうの中詰めなので、隙間が生じ、他案に比べ、やや安定重量が小さい。滑動に対しての安全性を確保するため、背面に斜材を設置する。 ・大型土のうの荷重が枠に伝わるよう留意が必要である。
施工の確実性	矢板の施工に不確実性がある。 △	止水性に不確実性がある。 △	土砂の撤去作業や作業工程に不確実性がある。 △	設置、撤去の作業や止水性の確実性は高い。 ○
前面締切施工日数(供用日数)	31日	31日	11日	19日
河川内作業完了予定日	4/15 ×	4/14 ×	3/15 ○	3/25 ○
上流締切設置撤去直接工事費概算	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
採用	既設堰の前に矢板を打設すると、漏水の要因になりかねない。3月で作業が完了しない。よって、不採用とする。 ×	止水性に課題がある。3月で作業が完了しない。不採用とする。 ×	・土砂の撤去作業が完遂できるか不明、よって不採用とする。 ×	・最も施工の確実性が高い。河川内作業は3月末に完了するため、本案を採用する。 ○

（ウ）工事範囲の締め切り

角落し門柱工事と堰柱補強工事を行う工事範囲は「工事施工期間の過去５ヶ年間の時刻最大流量による水位」以上で締め切り、洪水から守るものとする。不等流計算より、上流は鋼製枠により水深約3m以上、下流は上流の締め切りが完成後、大型土のうで水深約 3m以上で締切るものとする。ただし、進入路幅分は空けておき、洪水が予想される場合には、事前に作業車両や作業員が退避した上で、進入路部分の大型土のう積みを行い、工事範囲を守る。



５年目　仮設平面図



５年目　仮設縦断図

3）土のう作成ヤード

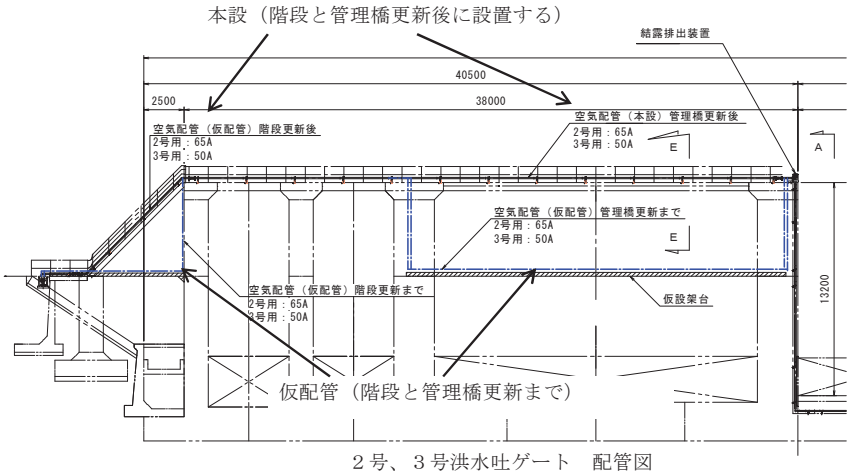
１年目と同様に、右岸側の固定堰下流周辺を土のう作成ヤードとして使用する（１年目参照）。

4）２号、３号洪水吐ゲートの空気配管工事

階段と１号洪水吐管理橋は６年目に更新予定である。

そのため、土砂吐ゲートや１号～３号洪水吐ゲートの更新後の配管・配線は、既設階段や既設管理橋には設置せず、堰柱や仮設架台に這わせた仮配管・配線とする。

６年目の１号洪水吐管理橋と階段を更新後、本設の配管を施工し、切り替える。



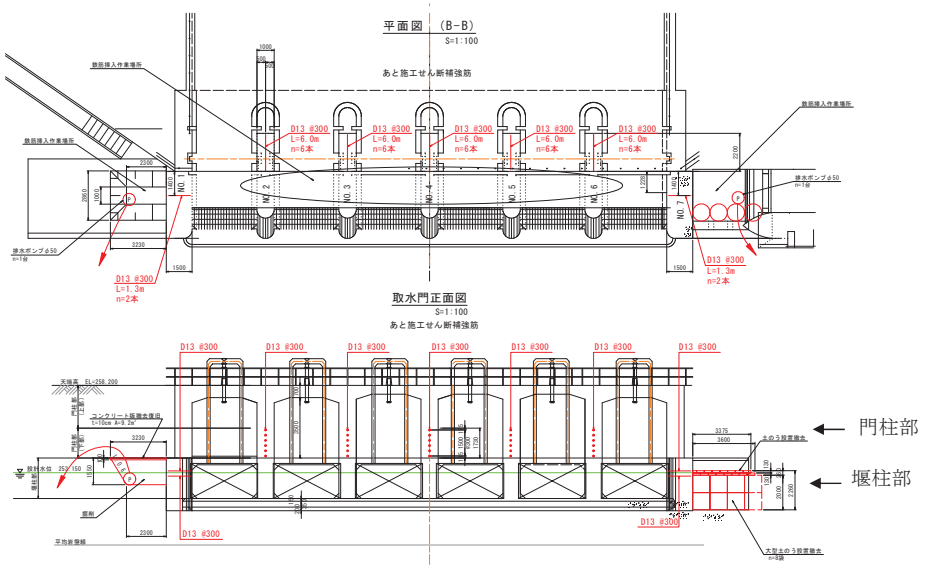
２号、３号洪水吐ゲート　配管図

(2)取水門補強工等

1）鉄筋挿入工

取水門の補強は堰柱部は河川上下流方向、門柱部は河川横断方向に鉄筋を挿入する。門柱部の向かって右側は魚道の入口に大型土のうを設置し、排水ポンプによりドライにして作業を行う。左側は張コンクリートを取壊し、掘削し、排水ポンプで排水しながら作業を行う。

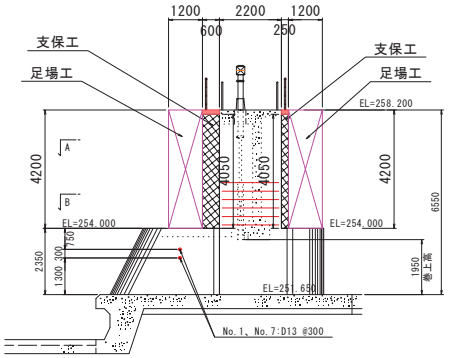
門柱部は前面の管理スペースから作業を行う。



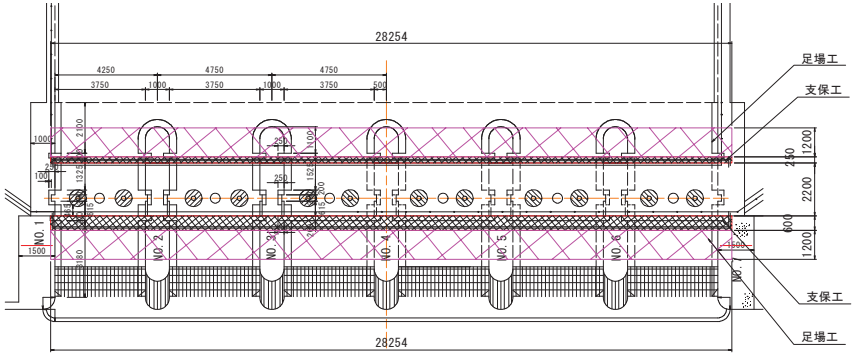
鉄筋挿入工　仮設図

2）操作台拡幅

開閉機を電動に更新する場合、操作台前後の管理スペースが不足する。そのため、操作台を拡幅する。その作業には足場工、支保工が必要である。



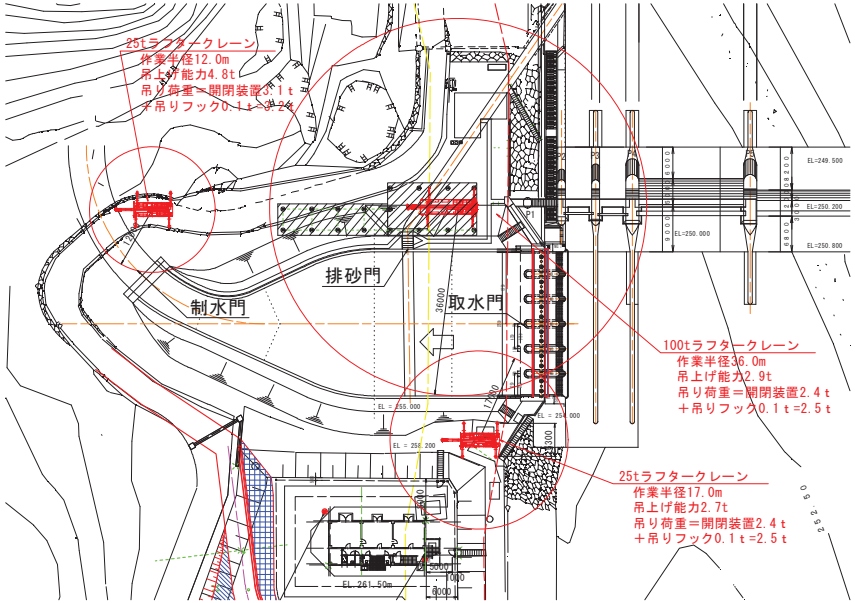
取水門操作台拡幅　仮設断面図



取水門操作台拡幅　仮設平面図

(3)取水門、制水門、排砂門　開閉機更新

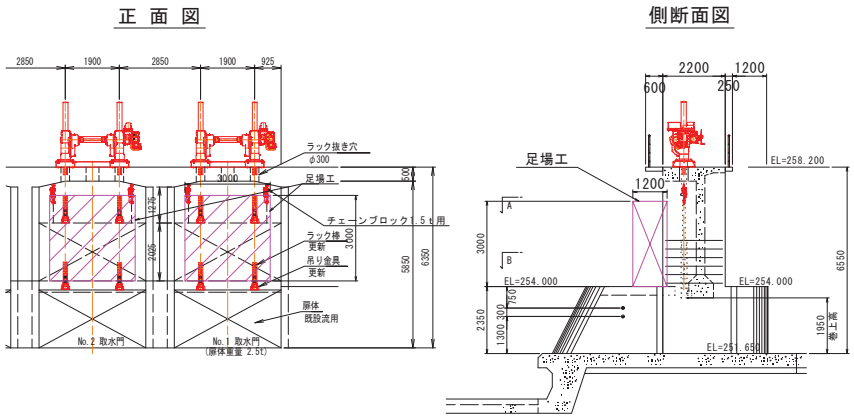
取水門、制水門、排砂門の開閉機更新は横構台や近接道路、管理スペースからつり込みを行う。



取水門、制水門、排砂門　開閉機更新　仮設平面図

1）取水門の開閉機更新時仮設

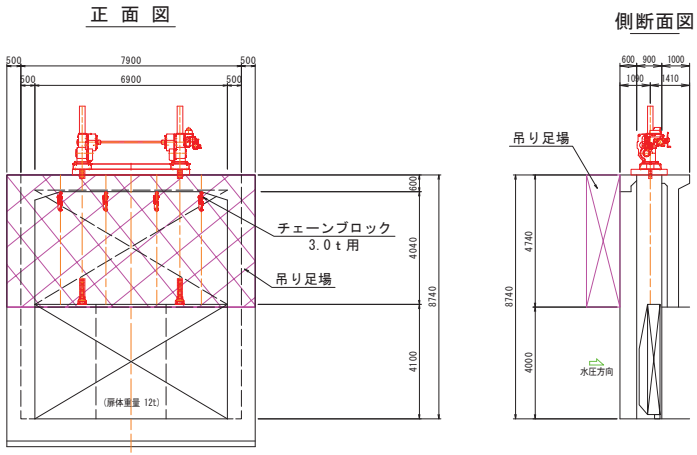
取水門はチェーンによる支保工を取付け、全開状態を維持しながら開閉機を更新する。



取水門開閉機更新時の支保工（チェーン）、足場工

2）制水門の開閉機更新時仮設

開閉機更新作業のため、ゲート前面に吊り足場を設ける。制水門の吊りフックは油圧開閉機と一体化しているため、油圧開閉機を撤去すると無くなる。そのため、新たにチェーンによる支保工を取付け、全開を保持しながら開閉機を更新する。

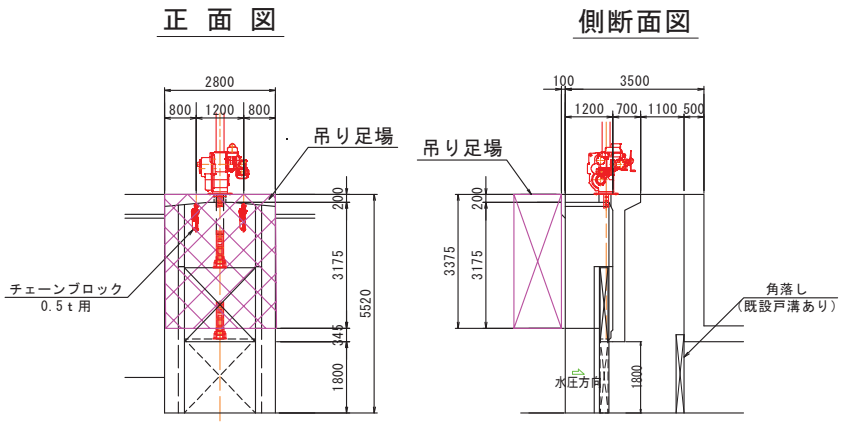


制水門開閉機更新時の支保工（チェーン）、足場工

3）排砂門の開閉機更新時仮設

ゲート背面の管渠入口に、既設角落し溝が設置されている。そこに角落しを設置し、用水の流出を防止してから、ゲートを全開する。

開閉機更新作業のため、ゲート前面に吊り足場を設ける。チェーンによる支保工を取付け全開を保持しながら開閉機を更新する。



取水庭排砂門開閉機更新時の支保工（チェーン）、足場工

4.3.6　6年目（1号洪水吐管理橋、階段更新工事）

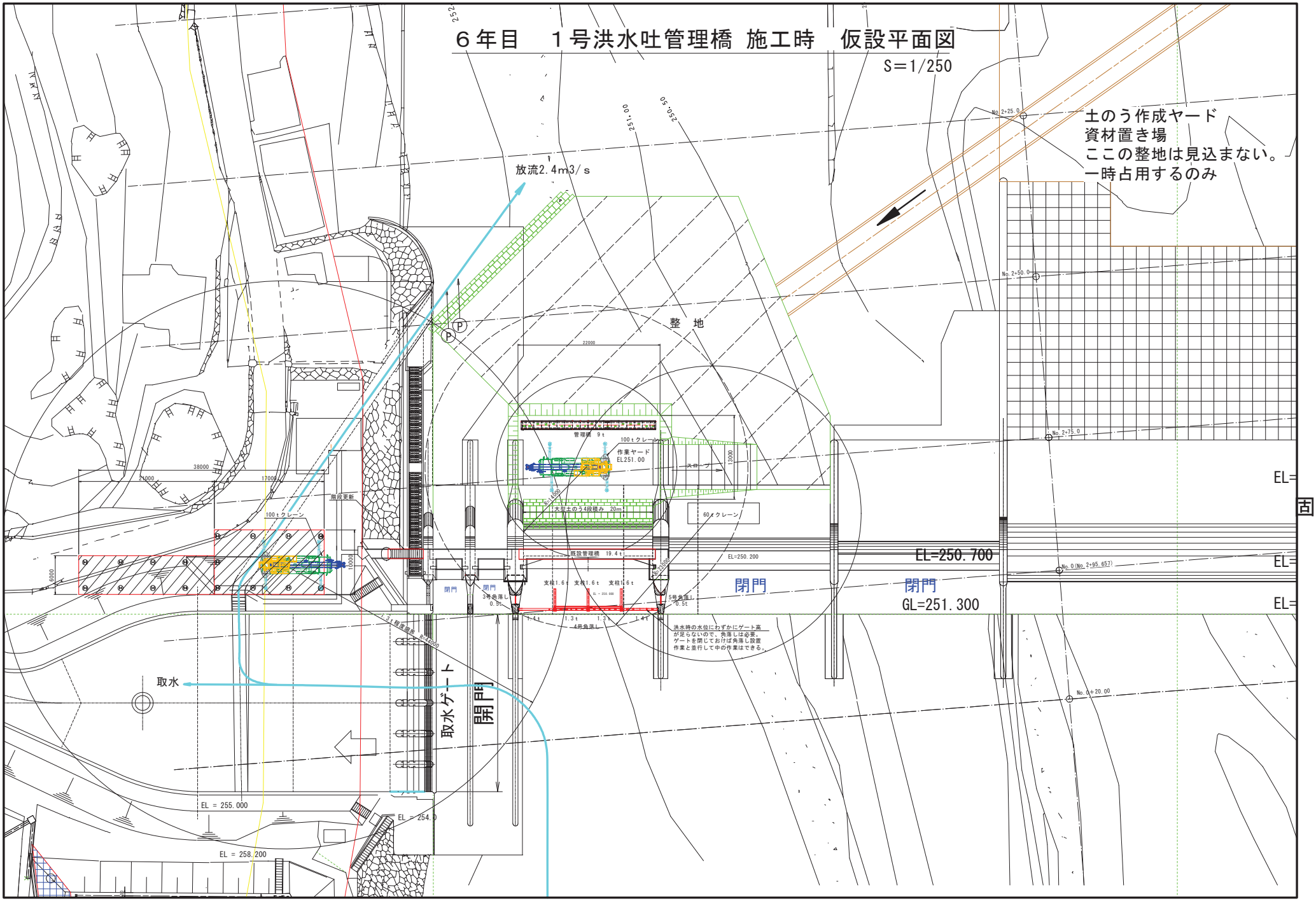
施工年数	作業項目	仮設工
6年目 1号洪水吐管理橋、階段更新	(1)1号洪水吐管理橋更新 ・既設1号洪水吐管理橋撤去 ・新管理橋設置 ・電気配線、油圧配管本設	・河川内進入路設置・撤去（右岸より） ・左岸下流（先行土嚢＋ポンプ）設置撤去（ドライ化） ・仮締切工(左岸上流)(角落し)設置撤去 ・仮締切工(左岸下流)(土嚢)設置撤去 ・クレーンヤードの造成撤去
	(2)階段更新 ・既設階段撤去 ・新階段設置 ・電気配線、油圧配管本設	―

＜6年目仮設工の概要＞

6年目は1号洪水吐管理橋と階段の更新を行う。維持流量は取水庭排砂門から土砂吐放流工への流路に切り替える。左岸側の1号洪水吐ゲート上流側は3号～5号角落しにより締切る。下流側は先行大型土のうを土砂吐放流工直上流付近に積み、ポンプ排水を行うことでドライにする。1号洪水吐ゲート直下流に大型土のうを設置し、洪水から工事範囲を守る。また、クレーンヤードを盛土で造成する。管理橋は撤去～組立～据付まで実質6日程度で完了することから、高盛土による組立ヤードは設けずに、天候良好な期間で、速やかに施工を行うものとする。

それらの作業のために右岸側固定堰下流を土のうの作成ヤードに使用し、また、工事範囲までの河川内進入路を設ける。

仮設平面図


６年目　１号洪水吐管理橋 施工時　仮設平面図
S＝1/250
土のう作成ヤード
資材置き場
ここの整地は見込まない。
一時占用するのみ
放流2.4m3/s
整　地
管理橋　9t
100tクレーン
作業ヤード
EL251.00
スロープ
大型土のう4段積み　20m
60tクレーン
既設管理橋　19.4t
EL=250.200
EL=250.700
閉門
GL=251.300
閉門
3号角落し
0.5t
支柱1.6t
支柱1.6t
支柱1.6t
5号角落し
0.5t
1.3t
1.3t
1.4t
4号角落し
洪水時の水位にわずかにゲート高
が足らないので、角落しは必要。
ゲートを閉じておけば角落し設置
作業と並行して中の作業はできる。
取水
取水ゲート
開門
EL = 255.000
EL = 254.0
EL = 258.200
No. 2+25.0
No. 2+50.0
No. 2+75.0
No. 0(No. 2+95.657)
No. 0+20.00
38000
21000
17000
22000
13000
10000
6000
100tクレーン
段差更新
EL=
EL=
EL=
固

(1)河川内進入路

１号洪水吐管理橋工事に用いる重機は下表の通りである。

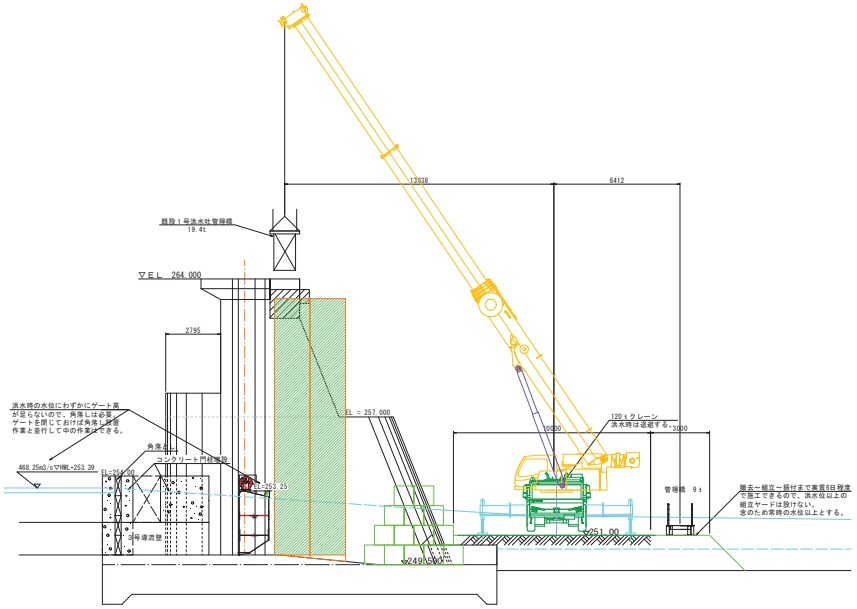
工種	機　　種	機械規格	車　　幅	余　裕	車幅+余裕
土砂運搬	ダンプトラック	10ｔ	2.50m	左右 0.5m	3.5m
掘削等	0.8m³バックホウ		3.0m	〃	4.0m
資材運搬	トラック	10ｔ	2.50m	〃	3.10m
0.8m3 バックホウや資材（仮設/管理橋）運搬	低床式セミトレーラー 30ｔ積	30ｔ	2.99m	〃	4.0m
資材運搬	高床式セミトレーラー		2.99m	〃	4.0m
管理橋撤去	オールテレーンクレーン	120ｔ	2.74m	〃	4.0m

(a)オールテレーンクレーンの選定

最大重量

	最大重量資材	重量	フック	合計
既設橋撤去時	管理橋撤去	19.4ｔ	0.65t	20.1ｔ

６年目の工事でトレーラーが吊り上げる最大重量は既設管理橋撤去の 19.4ｔであり、必要作業半径に対し、120ｔクレーンで設置可能である。



６年目施工縦断図

(イ)縦断勾配

１年目と同様に、勾配は工事に用いる機種の中で最も登坂能力が劣る高床式セミトレーラーに合わせ、「輸送マニュアル(日本橋梁建協会)H20.P168」に示された 5%を採用する。

(ウ)車道幅員

１年目と同様に以下のとおりとする。

全幅員＝4.50m

(2)仮締切工

１号洪水吐管理橋更新等の河川内作業を行うため、１号洪水吐ゲートの上下流を締切り、ドライにする必要がある。なお、仮締切作業を行う前に、維持流量の放流を取水庭排砂門から土砂吐放流工への流路に切り替える。

(ア) １号洪水吐ゲート下流のドライ化

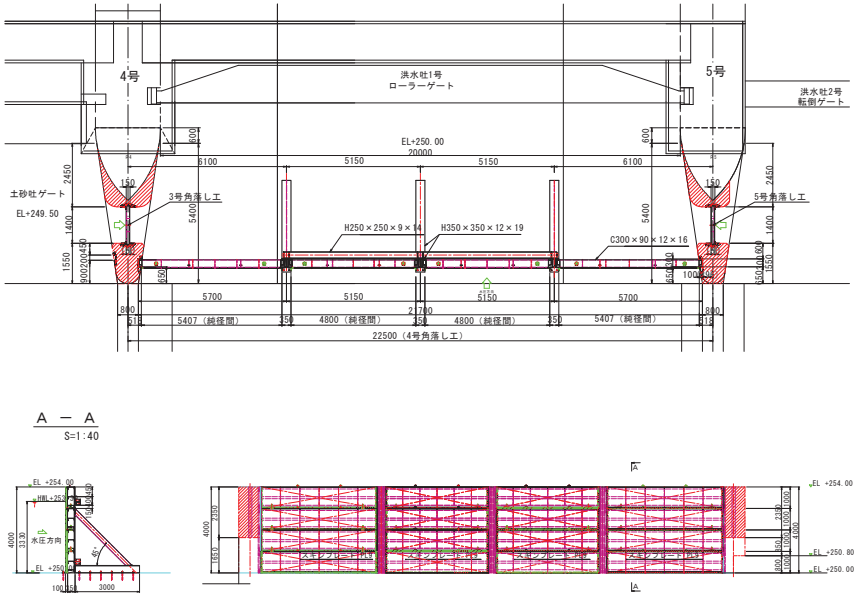
河川維持流量を取水庭排砂門から土砂吐放流工への放流にすることで、下流の水深は概ね２m以下と想定される。

そのため、土砂吐放流工付近で先行して大型土のうを２段積み、ポンプ排水を行うことでゲート下流側をドライにすることが可能と考えられる。その上で作業に必要な範囲を整地することで下流の作業ヤードとする。ドライにするため、平水位以上にする必要は無い。

なお、下流の作業ヤードについては、洪水が予想される場合には、事前にポンプの撤去や作業車両及び作業員の退避を行うものとし、滞水は許容するものとする。

(イ)１号洪水吐ゲート上流の締切

上流は、既設ゲート閉の状態で、横構台及びドライにしたゲート下流から角落し扉体を吊り込み、潜水夫による水中施工で３号～５号角落し扉体を設置して締切る。



角落し構造図

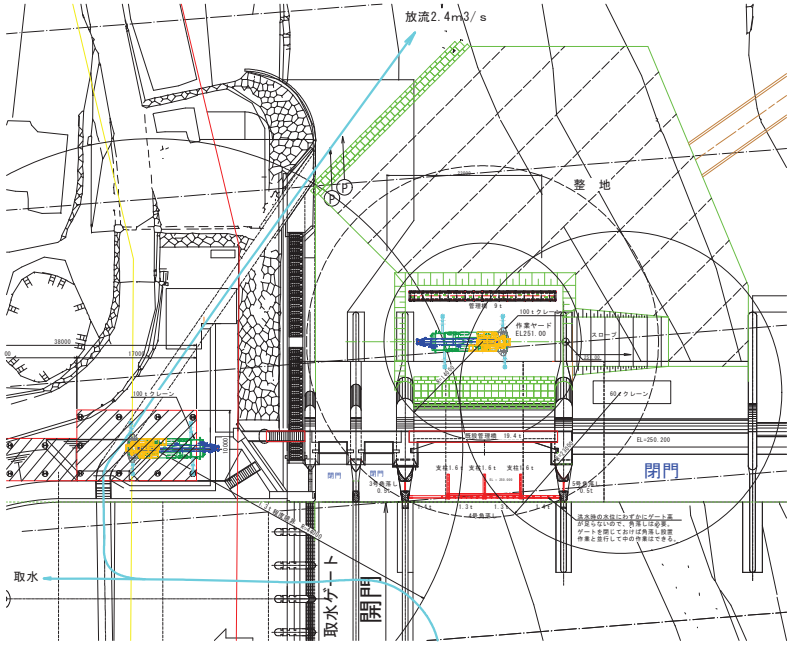
（ウ）下流のクレーンヤード

１号洪水吐ゲートの直下流にクレーンを設置するためのクレーンヤードを盛土により造成する。高さは下流隔壁高 250.5m＋0.50＝251.00mとする。本ヤードは洪水位よりも低いので、洪水が予想される場合には、事前にポンプの撤去や作業車両及び作業員の退避を行うものとし、滞水は許容する。

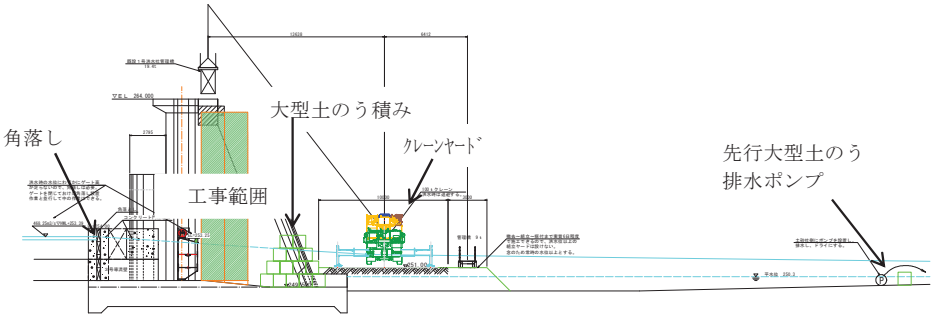
また、クレーンヤードを広めに造成し、管理橋の組立ヤードとする。管理橋は撤去～組立～据付まで実質６日程度で完了することから、高盛土による組立ヤードは設けずに、天候良好な期間で、速やかに施工を行うものとする。

（エ）工事範囲の締め切り

１号洪水吐ゲート更新を行う工事範囲は「工事施工期間の過去５ヶ年間の時刻最大流量による水位」以上で締め切り、洪水から守るものとする。不等流計算より、上流は鋼製枠により水深約 3.6m以上、下流は大型土のうにより水深約 3m以上で締切るものとする



６年目　仮設平面図



６年目　仮設縦断図

4.3.7　7年目（旧施設撤去、横構台撤去、柵、道路復旧）

施工年数	作業項目	仮設工
7年目 旧施設撤去 横構台撤去 復旧	(1) 旧施設撤去 ・管理棟撤去 ・非常用発電装置、油圧配管撤去 ・浄化槽撤去	－
	(2) 横構台撤去	－
	(3) 復旧 ・柵、門扉復旧 ・アクセス道路の復旧（町道 43 号線の管渠横断部復旧）	－

＜7年目仮設工の概要＞

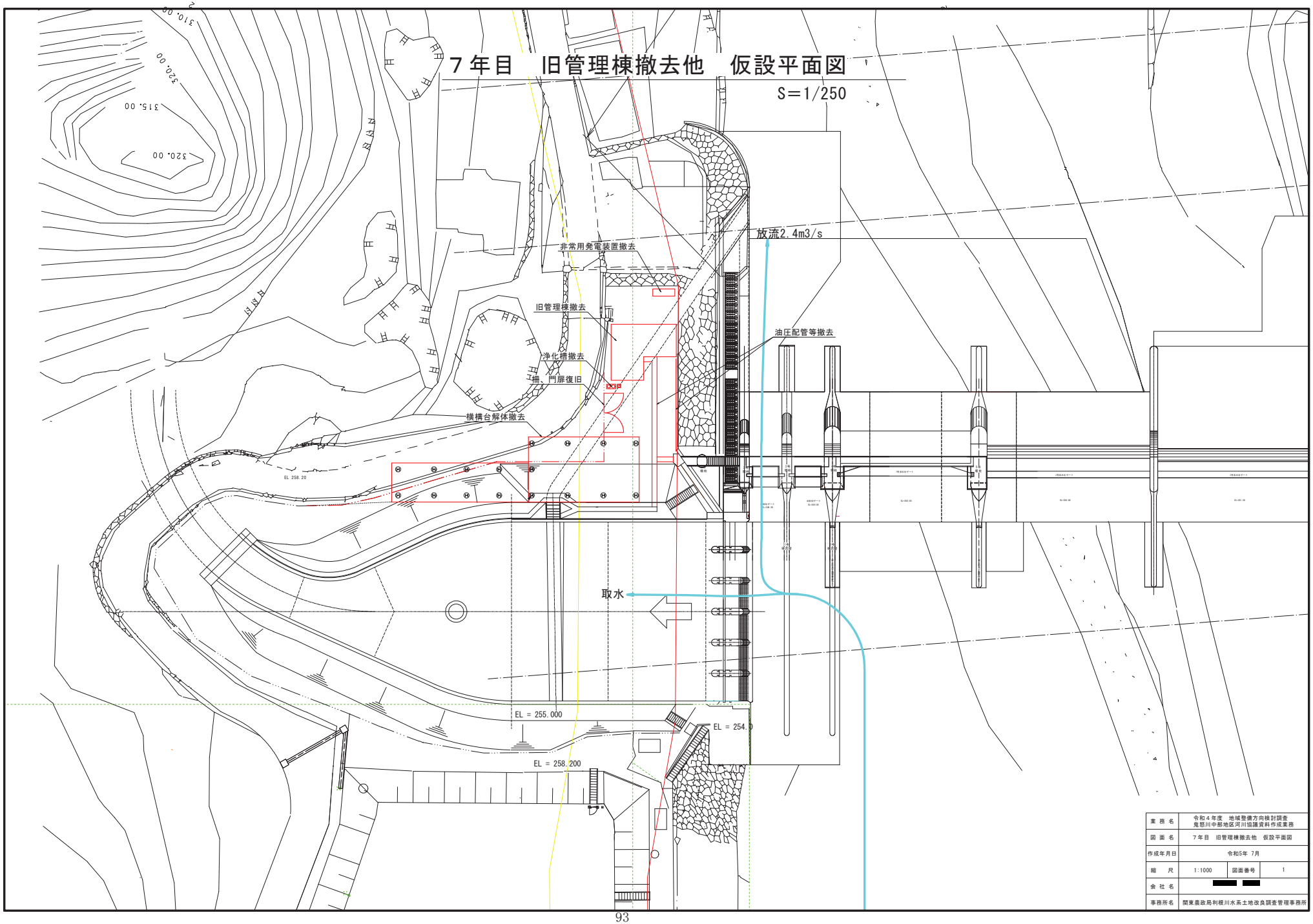
旧管理棟、非常用発電装置等、横構台の撤去、柵・門扉の復旧を行う。

町道 43 号線のコルゲート暗渠横断部の拡幅を行った区間を現況復旧する（図中②）。

佐貫頭首工周辺の道路状況

７年目　旧管理棟撤去他　仮設平面図

S＝1/250



業務名	令和４年度　地域整備方向検討調査 鬼怒川中部地区河川協議資料作成業務		
図面名	７年目　旧管理棟撤去他　仮設平面図		
作成年月日	令和5年 7月		
縮　尺	1:1000	図面番号	1
会社名	[redacted]		
事務所名	関東農政局利根川水系土地改良調査管理事務所		

4.4　施工計画

4.4.1 工事計画

１年目はアクセス道路の拡幅等の準備工、２年目は横構台の設置、角落し門柱設置、堰柱鉄筋挿入工及び建築工事（管理棟）を行う。
３年目は土砂吐ゲートの更新、４年目は１号洪水吐ゲートの更新を行う。
５年目は２号・３号洪水吐ゲートの更新と、取水門、制水門、排砂門の電動化及び取水門の耐震補強工を行う。６年目は１号洪水吐管理橋と階段の更新を行う。
７年目は既設管理棟等の撤去と柵の復旧を行う。
機械設備は、ゲート設備は更新の前年度、角落しは工事年度に製作を行うものとする。

太字：本工事

１年目（令和９年）

主要工事：道路拡幅

○河川保全区域内	○河川区域内
・アクセス道路の整備（町道43号線の管渠横断部拡幅） ・倉庫等の移設、柵撤去 **・管理棟進入路設置**	・次年度鋼製枠設置箇所不陸整正
○その他：製作工なし	

２年目（令和１０年）

主要工事：新設管理棟工事、堰柱鉄筋挿入工、準備工

○河川保全区域内	○河川区域内
・横構台設置 **・管理棟工事**	・河川内進入路設置撤去（右岸より） ・仮締切工(左岸下流)(土嚢)設置撤去 ・仮締切工(左岸上流)(鋼製枠)設置撤去 **・角落し門柱工** **・堰柱補強工**
○その他：角落し全戸溝製作、土砂吐ゲート及び操作盤製作	
○排砂門からの河川維持流量の放流	

３年目（令和１１年）

主要工事：**土砂吐ゲート更新**

○河川保全区域内	○河川区域内
・該当なし	・河川内進入路設置撤去（右岸より） ・仮締切工(左岸上流)(角落し)設置撤去 ・左岸下流（先行土嚢＋ポンプ)設置撤去（ドライ化） ・仮締切工(左岸下流)（角ブロック）設置撤去 ・組立ヤード、クレーンヤードの造成撤去 **・土砂吐ゲート更新**
○その他：１号～３号角落し製作、１号洪水吐ゲート製作	
○排砂門からの河川維持流量の放流	

４年目（令和１２年）

主要工事：１号洪水吐ゲート更新

○河川保全区域内	○河川区域内
・該当なし	・河川内進入路設置撤去（右岸より） ・左岸下流（先行土嚢＋ポンプ)設置撤去（ドライ化） ・仮締切工(左岸上流)(角落し)設置撤去 ・仮締切工(左岸下流)（土嚢）設置撤去 ・組立ヤード、クレーンヤードの造成撤去 **・１号洪水吐ゲート更新**
○その他：４号～５号角落し製作、２号・３号洪水吐ゲート製作、取水門、制水門、排砂門開閉機製作	
○排砂門からの河川維持流量の放流	

５年目（令和１３年）

主要工事：２号、３号洪水吐ゲート更新、取水門躯体補強工　取水門、制水門、排砂門開閉機更新

○河川保全区域内	○河川区域内
・制水門、排砂門開閉機更新	・河川内進入路設置撤去（右岸より） ・左岸下流（先行土嚢＋ポンプ)設置撤去（ドライ化） ・仮締切工(左岸上流)(鋼製枠)設置撤去 ・仮締切工(左岸下流)（土嚢）設置撤去 **・２号、３号洪水吐ゲート更新** **・取水門躯体補強工** **・取水門開閉機更新**
○その他：管理橋製作、階段 製作	
○土砂吐ゲート及び魚道からの河川維持流量の放流	

６年目（令和１４年）

主要工事：管理橋、階段更新

○河川保全区域内	○河川区域内
・該当なし	・河川内進入路設置撤去（右岸より） ・左岸下流（先行土嚢＋ポンプ)設置撤去（ドライ化） ・仮締切工(左岸上流)(角落し)設置撤去 ・仮締切工(左岸下流)（土嚢）設置撤去 ・クレーンヤードの造成撤去 **・１号洪水吐管理橋更新** **・階段更新** **・全ゲート配管配線本設**
○排砂門からの河川維持流量の放流	

７年目（令和１５年）

主要工事：土砂吐ゲート、１号洪水ゲートエプロン復旧工、既設操作室撤去

○河川保全区域内	○河川区域内
・旧施設撤去 **・柵、門扉復旧** ・アクセス道路の復旧 ・横構台撤去	－
○土砂吐ゲート及び魚道からの河川維持流量の放流	

4.4.2　工程計画

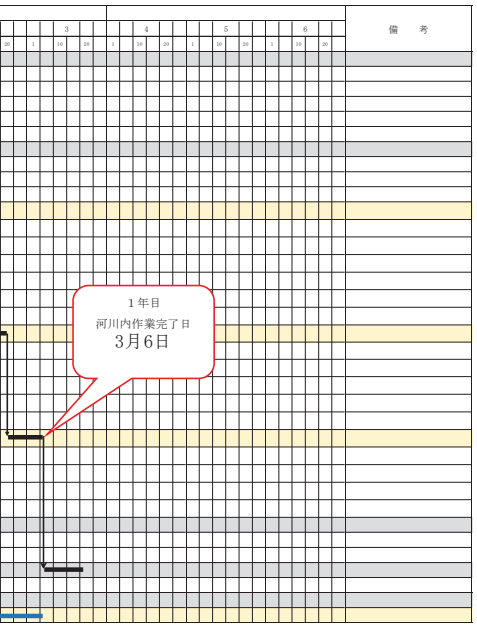
1年目～7年目の工程計画を以下に示す。

計　画　工　程　表

1年目

工事名　：　鬼怒川佐貫頭首工耐震

費目・工事区分・工種・種別・細別	区　分	数量 当初	単位	日当り施工量	SET	共用係数	施工日数	付替(B)×C.P	備　考
道路拡幅工	河川保全区域内						13.0		
ヒューム管設置		3.0	m	14.0	1	1.70	1.0	1	
大型土のう設置		544.0	個	80	1	1.70	12.0	1	
敷き鉄板設置		207.3	m2	－	1	1.70	－	1	
ガードレール設置		136.4	m	－	1	1.70	－	1	
管理棟杭打ち	河川保全区域内						30.0		
進入路工事							30.0	1	
杭工事は次年度とした。									
仮締切工(左岸下流)設置	河川区域内	1.0	式				18.0		
工事用盛土		216.0	m3	300.0	2.0	1.7	1.0	1	
法面整形工		120.0	m2	140.0	2.0	1.7	1.0		
作業ヤード整地（作業ヤード）		285.0	m3	430.0	2.0	1.7	1.0	1	
大型土のう運搬・設置(水中)		270.0	個	40.0	1.0	1.7	12.0	1	
遮水シート設置		202.5	m2	100.0	1.0	1.7	4.0	1	
鋼製枠設置部不陸	河川区域内	1.0	式				30.0		
基面整正							20.0	1	
コンクリート型枠組立		16.8	m3	10.0	2.0	1.7	2.0	1	
均しコンクリート打設		59.4	m2	280.0	2.0	1.7	1.0	1	
養生							7.0	1	
仮締切工(左岸下流)撤去	河川区域内	1.0	式				12.0		
工事用道路盛土撤去		216.0	m3	400.0	2.0	1.7	1.0	1	
大型土のう運搬・設置(水中)		270.0	個	67.0	1.0	1.7	7.0	1	
遮水シート設置		202.5	m2	100.0	1.0	1.7	4.0	1	
移設									
倉庫、浄化槽、非常用発電装置移設、撤撤去	河川保全区域内				1	1.70	30.0	1	
後片付け							14.0	1	
河川流量									
取水堰排砂管から放流（2.4m3/s）									



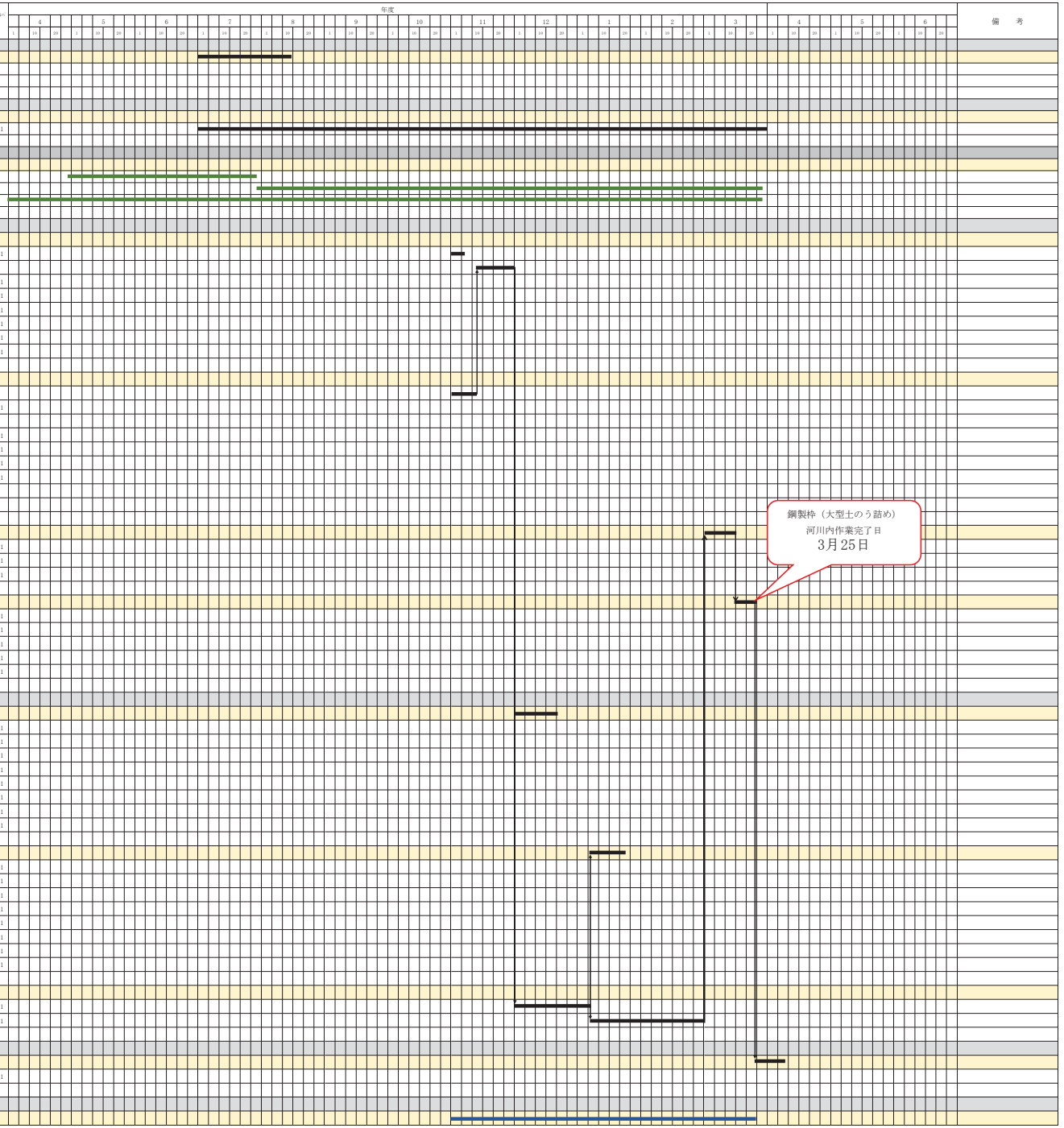
200

計 画 工 程 表

2年目 **案２：鋼製枠（大型土のう詰め）**

工事名 ： 鬼怒川佐貫頭首工耐震

費目・工事区分・工種・種別・細別	区 分	数量 当初	単位	日当り施工量	SET	共用係数	施工日数	ﾌﾘｰｽﾊﾟﾝ C.P	備 考
構構台工事	河川保全区域内								
構構台設置	河川保全区域内						53.0		
杭設置		17.0	本	1	1	1.70	29.0	1	
構台設置		1.0	式		1	1.70	23.8	1	
建築工事	河川保全区域内						270.0		
管理棟建設	河川保全区域内	1.0	棟				270.0		
管理棟建設		1.0	棟				270.0	1	
鋼製構造物製作工									
製作工	製作工								
角落しの戸溝制作 1号～5号		1.0	式	0.0	1	1.70	90.0		
土砂吐ゲート、機側操作盤		1.0	式	0.0	1	1.70	240.0		
管理棟操作盤		1.0	式	0.0	1	1.70	365.0		
仮設工(河川区域内)		1.0	式						
仮締切工(左岸上流)設置	河川区域内	1.0	式						
●基礎掘排		450.0	m2	50.0	3	1.7	6.0	1	
●仮締切工(左岸上流)設置							17.0		
鋼製枠設置工		9.0	個	4.0	3	1.7	2.0	1	
コンクリート基礎ブロック設置		16.0	個	10.0	1	1.7	3.0	1	
大型土のう設置工 水中		474.0	個	40.0	3	1.7	7.0	1	
間詰めコン型枠、打設 5号堰柱部							1.0	1	
養生 5号堰柱部							3.0	1	
残水排水 φ150×2台、80m3/h＝1920m3/日		1,036.0	m3	1920.0	1	1.7	1.0	1	
仮締切工(左岸下流)設置	河川区域内	1.0	式						
●左岸下流ヤード造成							13.0		
工事用道路盛土		252.0	m3	300.0	2	1.7	1.0	1	
法面整形		140.0	m3	140.0	2	1.7	1.0		
大型土のう運搬設置(水中)		93.0	個	40.0	1	1.7	4.0	1	
遮水シート設置		124.0	m2	70.0	1	1.7	4.0	1	
ポンプ排水 φ200×2台 240m3/h＝5760m3/日		4,400	m3	5760.0	1	1.7	2.0	1	
整地		697.0	m2	430.0	2	1.7	2.0	1	
大型土のう運搬・設置(気中) 施工範囲締切		900.0	個	80.0	2	1.7	10.0		
遮水シート設置 〃		450.0	m2	80.0	2	1.7	5.0		
仮締切工(左岸上流) 撤去	河川区域内						13.0		
◆鋼製枠撤去		9.0	個	8.0	2	1.7	1.0	1	
◆基礎ブロック撤去（水中）		16.0	個	80.0	3	1.7	1.0	1	
大型土のう撤去（水中）		474.0	個	80.0	1	1.7	11.0	1	
仮締切工(左岸下流) 撤去	河川区域内						11.0		
工事用道路盛土撤去		252.0	m2	220.0	1	1.7	2.0	1	
大型土のう撤去・運搬（気中） 締切部		900.0	個	134.0	3	1.7	4.0	1	
遮水シート撤去 締切部		450.0	m2	160.0	2	1.7	3.0	1	
大型土のう撤去・運搬(水中) 下流		93.0	個	80.0	2	1.7	1.0	1	
遮水シート撤去 下流		124.0	m2	160.0	2	1.7	1.0	1	
本体工									
角落し門柱及び基礎工 4号堰柱、5号堰柱（数量は4号）	河川区域内						23.0		
穿孔		4.0	孔	5.0	1	1.7	2.0	1	
ワイヤーソーイング		5.1	m2	5.0	1	1.7	2.0	1	
コンクリート斫り		30.6	m2	13.0	1	1.7	5.0	1	
足場工		45.9	掛m2	61.0	2	1.7	1.0	1	
型枠		24.2	m2	38.0	1	1.7	2.0	1	
鉄筋組立		0.5	t	3.5	1	1.7	1.0	1	
コンクリート打設		7.6	m3	6.0	1	1.7	3.0	1	
コンクリート養生							7.0	1	
角落し門柱及び基礎工 3号堰柱	河川区域内						17.0		
穿孔		4.0	孔	5.0	1	1.7	2.0	1	
ワイヤーソーイング		5.4	m2	5.0	1	1.7	2.0	1	
コンクリート斫り		10.9	m2	13.0	1	1.7	2.0	1	
足場工		14.0	掛m2	61.0	2	1.7	1.0	1	
型枠		9.0	m2	38.0	1	1.7	1.0	1	
鉄筋組立		0.2	t	3.5	1	1.7	1.0	1	
コンクリート打設		2.6	m3	6.0	1	1.7	1.0	1	
コンクリート養生							7.0	1	
堰柱補強工		1.0	式				90.0		
鉄筋挿入工 3号堰柱		1.0	式	21.0	1	1.70	36.0	1	
鉄筋埋設工 3号堰柱		1.0	式	32.0	1	1.70	54.0	1	
締片付け									
締片付け	河川区域内						14.0		
締片付け		1.0	式				14.0	1	
河川流量									
取水庭排砂管から放流（2.4m3/s）									



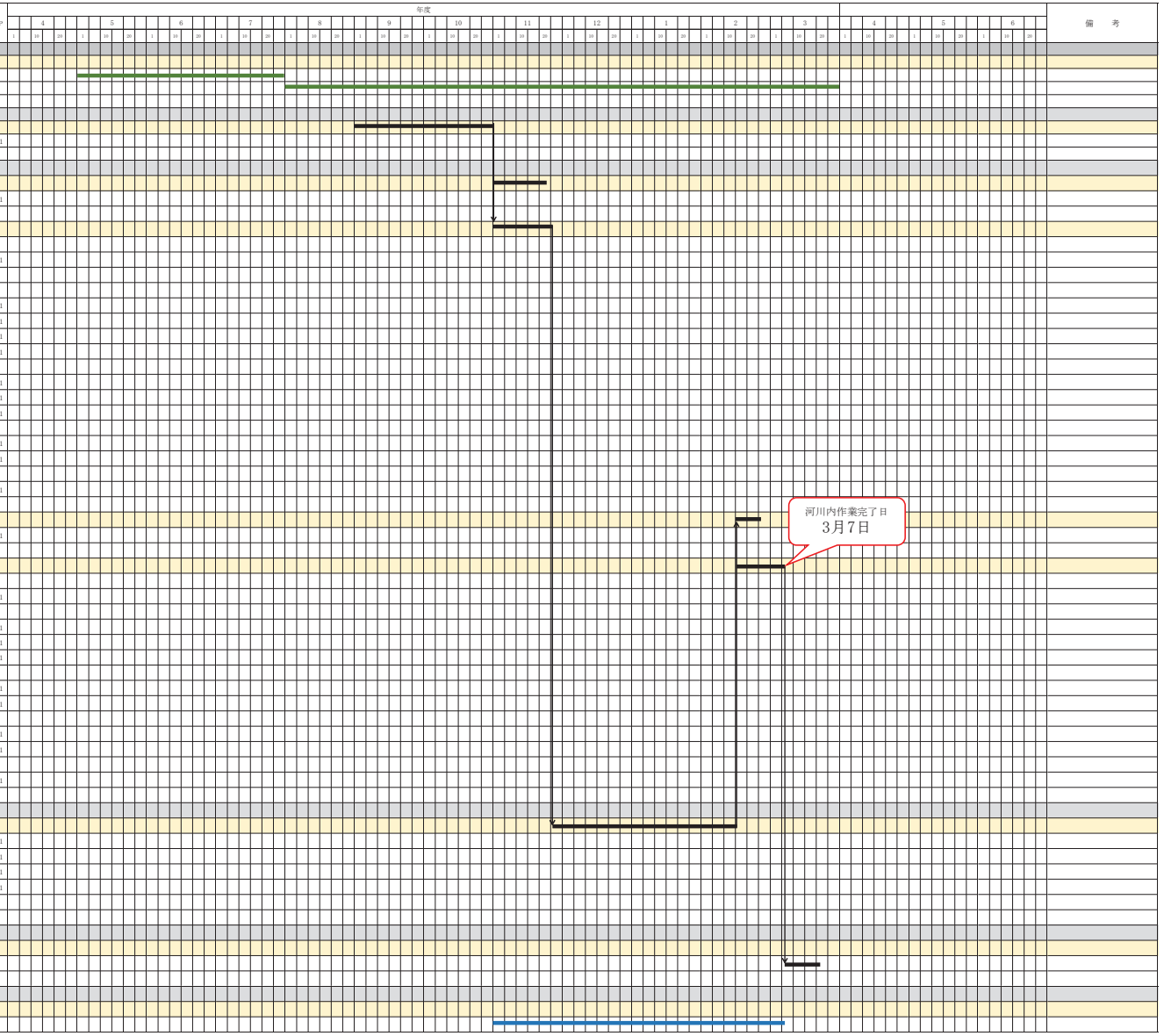
201

計 画 工 程 表

3年目

工事名 ： 鬼怒川佐貫頭首工耐震

費目・工事区分・工種・種別・細別	区 分	数量 当初	単位	日当り施工量	SET	共用係数	施工日数	C．P	備 考
鋼製構造物製作工									
製作工	製作工								
角落し扉体 1号～3号製作		1.0	式				90.0		
1号洪水吐ゲート、機側操作盤 製作		1.0	式				250.0		
準備工									
準備工		1.0	式				90.0		
準備工		1.0	式				60.0	1	
仮設工(河川区域内)									
仮締切工(左岸上流)設置	河川区域内	1.0	式				23.0		
1号、2号、3号角落し設置 仮設構台上よりクレーンにて設置		3.0	門	0.2	1	1.70	23.0	1	
仮締切工(左岸下流)設置	河川区域内	1.0	式				27.0		
工事用道路							1.0		
工事用道路盛土 右岸より盛土開始		252.0	m3	300.0	2	1.70	1.0	1	
法面整形		140.0	m2	140.0	1	1.70	2.0		
先行締切							5.0		
大型土のう運搬・設置(水中)		90.0	袋	40.0	2	1.70	2.0	1	
遮水シート設置		120.0	m2	140.0	2	1.70	1.0	1	
ポンプ排水 φ200×2台 240m3/h=5760m3/日		3,200.0	m3	5,760.0	1	1.70	1.0	1	
整地工		381.0	m3	430.0	2	1.70	1.0	1	
組立ヤード							14.0		
大型土のう運搬・設置(気中)		480.0	袋	80.0	2	1.70	6.0	1	
遮水シート設置		360.0	m2	160.0	2	1.70	2.0	1	
組立ヤード盛土		627.0	m3	200.0	1	1.70	6.0	1	
施工部締切工							4.0		
ｺﾝﾃﾅｰﾄﾞｱｯﾌﾟ設置(気中) ｸﾚｰﾝﾔｰﾄﾞ上流側		175.0	個	60.0	2	1.70	3.0	1	
遮水シート設置 締切り部		48.0	m2	100.0	2	1.70	1.0	1	
クレーンヤード							3.0		
ｸﾚｰﾝﾔｰﾄﾞ盛土		336.6	m3	200.0	1	1.70	3.0	1	
仮締切工(左岸上流)撤去	河川区域内						11.0		
1号、2号、3号角落し撤去 構構台上よりクレーンにて撤去		3.0	門	0.5	1	1.70	11.0	1	
仮締切工(左岸下流)撤去	河川区域内						19.0		
クレーンヤード							2.0		
ｸﾚｰﾝﾔｰﾄﾞ盛土撤去		336.6	m3	300.0	1	1.70	2.0	1	
組立ヤード撤去							10.0		
大型土のう撤去・運搬(気中)		480.0	袋	134.0	2	1.70	4.0	1	
遮水シート撤去		360.0	m2	160.0	2	1.70	2.0	1	
盛土撤去		627.0	m3	300.0	1	1.70	4.0	1	
施工部締切撤去							3.0		
ｺﾝﾃﾅｰﾄﾞｱｯﾌﾟ撤去(気中)		175.0	個	100.0	2	1.70	2.0	1	
遮水シート撤去		48.0	m2	160.0	2	1.70	1.0	1	
先行締切撤去							2.0		
大型土のう撤去・運搬(水中)		90.0	袋	94.0	2	1.70	1.0	1	
遮水シート撤去		120.0	m2	160.0	2	1.70	1.0	1	
工事用道路撤去							2.0		
工事用道路盛土撤去		252.0	m3	220.0	1	1.70	2.0	1	
本体工									
本体工	河川区域内						80.0		
既設土砂吐ゲート、油圧配管撤去		1.0	式				10.0	1	
戸当り工事（頂板スラブ部分撤去含む）		1.0	式				30.0	1	
二次コン打設養生		1.0	式				20.0	1	
土砂吐ゲート 扉体、開閉機設置		1.0	式				20.0	1	
現場操作、遠隔操作等電気設備工		1.0	式				60.0		
跡片付け									
跡片付け	河川区域内								
跡片付け		1.0	式				14.0		
河川流量									
維持流量放流(取水庭排砂管)									
維持流量放流(取水庭排砂管)									



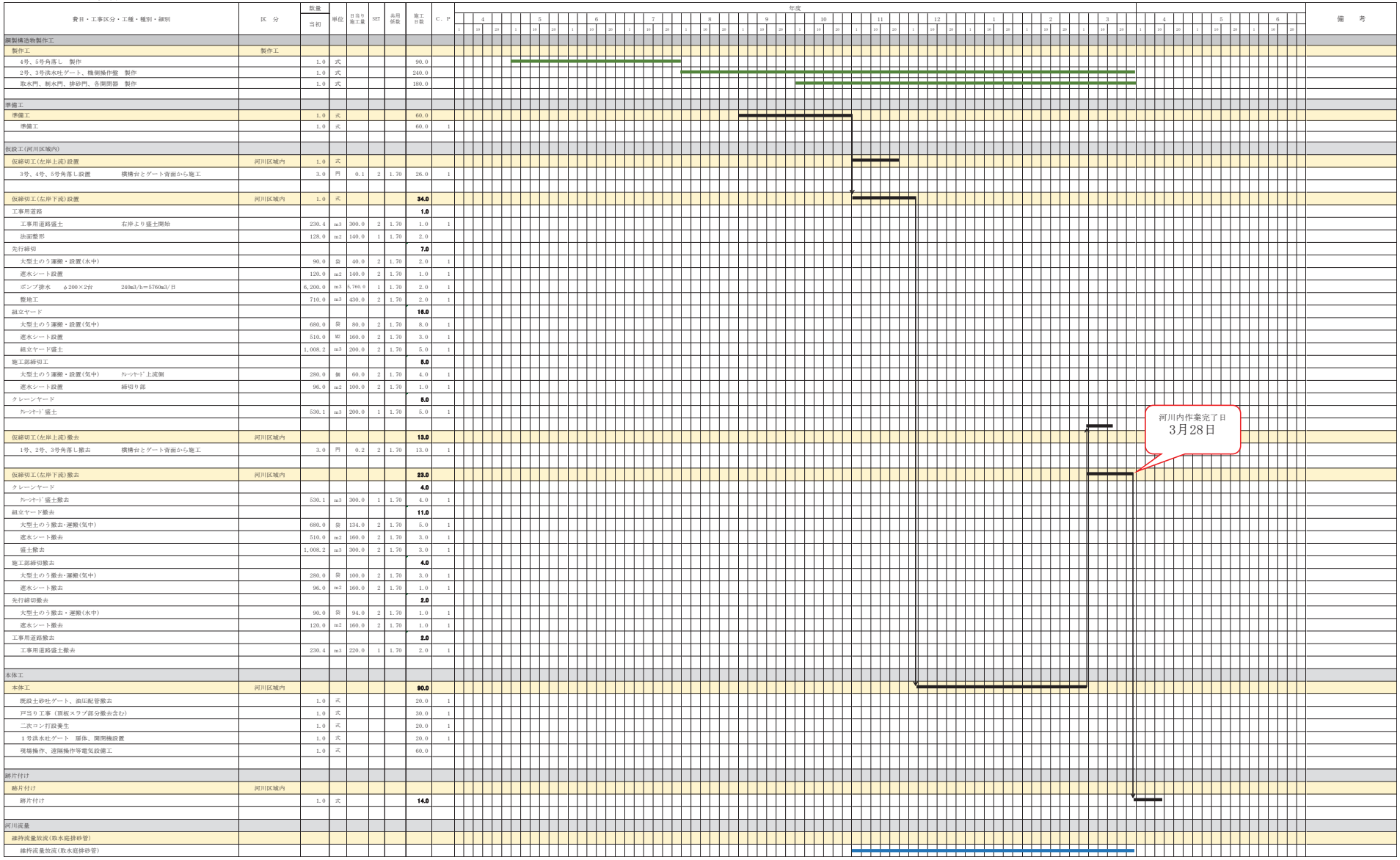
202

計 画 工 程 表

4年目

工事名 ： 鬼怒川佐貫頭首工耐震

費目・工事区分・工種・種別・細別	区 分	数量 当初	単位	日当り施工量	SET	共用係数	施工日数	C．P
鋼製構造物製作工								
製作工	製作工							
4号、5号角落し 製作		1.0	式				90.0	
2号、3号洪水吐ゲート、機側操作盤 製作		1.0	式				240.0	
取水門、制水門、排砂門、各開閉器 製作		1.0	式				180.0	
準備工								
準備工		1.0	式				60.0	
準備工		1.0	式				60.0	1
仮設工(河川区域内)								
仮締切工(左岸上流)設置	河川区域内	1.0	式					
3号、4号、5号角落し設置 横構台とゲート背面から施工		3.0	門	0.1	2	1.70	26.0	1
仮締切工(左岸下流)設置	河川区域内	1.0	式				34.0	
工事用道路							1.0	
工事用道路盛土 右岸より盛土開始		230.4	m3	300.0	2	1.70	1.0	1
法面整形		128.0	m2	140.0	1	1.70	2.0	
先行締切							7.0	
大型土のう運搬・設置(水中)		90.0	袋	40.0	2	1.70	2.0	1
遮水シート設置		120.0	m2	140.0	2	1.70	1.0	1
ポンプ排水 φ200×2台 240m3/h=5760m3/日		6,200.0	m3	5,760.0	1	1.70	2.0	1
整地工		710.0	m3	430.0	2	1.70	2.0	1
組立ヤード							18.0	
大型土のう運搬・設置(気中)		680.0	袋	80.0	2	1.70	8.0	1
遮水シート設置		510.0	M2	160.0	2	1.70	3.0	1
組立ヤード盛土		1,008.2	m3	200.0	2	1.70	5.0	1
施工部締切工							5.0	
大型土のう運搬・設置(気中) ｸﾚｰﾝﾔｰﾄﾞ上流側		280.0	個	60.0	2	1.70	4.0	1
遮水シート設置 締切り部		96.0	m2	100.0	2	1.70	1.0	1
クレーンヤード							5.0	
ｸﾚｰﾝﾔｰﾄﾞ盛土		530.1	m3	200.0	1	1.70	5.0	1
仮締切工(左岸上流)撤去	河川区域内						13.0	
1号、2号、3号角落し撤去 横構台とゲート背面から施工		3.0	門	0.2	2	1.70	13.0	1
仮締切工(左岸下流)撤去	河川区域内						23.0	
クレーンヤード							4.0	
ｸﾚｰﾝﾔｰﾄﾞ盛土撤去		530.1	m3	300.0	1	1.70	4.0	1
組立ヤード撤去							11.0	
大型土のう撤去・運搬(気中)		680.0	袋	134.0	2	1.70	5.0	1
遮水シート撤去		510.0	m2	160.0	2	1.70	3.0	1
盛土撤去		1,008.2	m3	300.0	2	1.70	3.0	1
施工部締切撤去							4.0	
大型土のう撤去・運搬(気中)		280.0	袋	100.0	2	1.70	3.0	1
遮水シート撤去		96.0	m2	160.0	2	1.70	1.0	1
先行締切撤去							2.0	
大型土のう撤去・運搬(水中)		90.0	袋	94.0	2	1.70	1.0	1
遮水シート撤去		120.0	m2	160.0	2	1.70	1.0	1
工事用道路撤去							2.0	
工事用道路盛土撤去		230.4	m3	220.0	1	1.70	2.0	1
本体工								
本体工	河川区域内						90.0	
既設土砂吐ゲート、油圧配管撤去		1.0	式				20.0	1
戸当り工事（頂板スラブ部分撤去含む）		1.0	式				30.0	1
二次コン打設養生		1.0	式				20.0	1
1号洪水吐ゲート 扉体、開閉機設置		1.0	式				20.0	1
現場操作、遠隔操作等電気設備工		1.0	式				60.0	
締片付け								
締片付け	河川区域内							
締片付け		1.0	式				14.0	
河川流量								
維持流量放流(取水庭排砂管)								
維持流量放流(取水庭排砂管)								



備 考

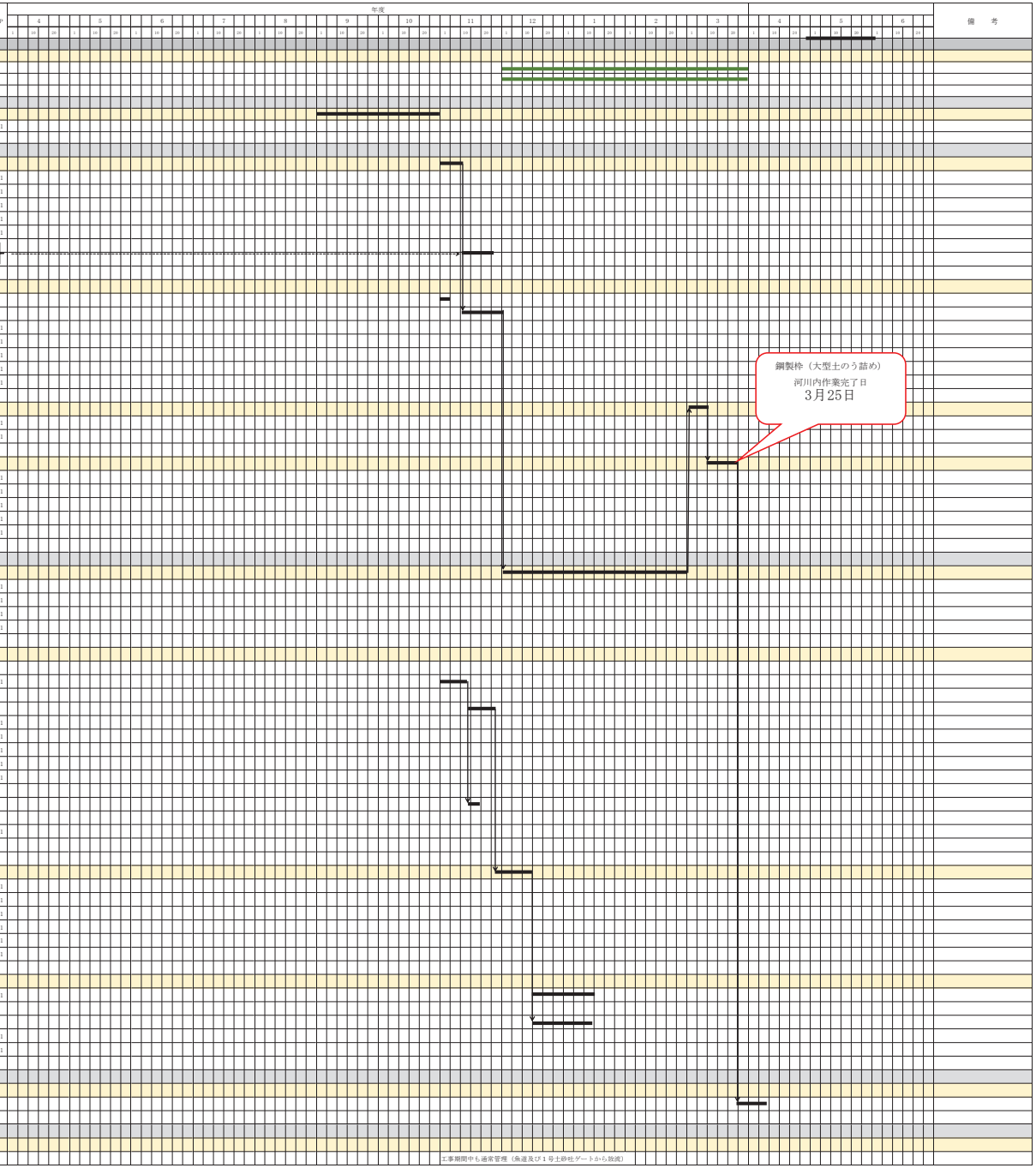
203

計 画 工 程 表

5年目 **案４：鋼製枠（大型土のう詰め）**

工事名 ： 鬼怒川佐貫頭首工耐震

費目・工事区分・工種・種別・細別	区 分	数量 当初	単位	日当り施工量	SET	共用係数	施工日数	C．P	備 考
鋼製構造物製作工									
製作工	製作工								
1号洗水吐管現場製作		1.0	式				120.0		
階段製作		1.0	式				120.0		
準備工									
準備工		1.0	式				**60.0**		
準備工		1.0	式	0.0	1	1.70	60.0	1	
仮設工(河川区域内)		1.0	式						
仮締切工(右岸下流)設置	河川区域内	1.0	式				**12.0**		
工事用道路盛土		238.5	m2	300.0	2	1.70	1.0	1	
大型土のう運搬・設置(水中) 下流		267.0	袋	40.0	3	1.70	4.0	1	
遮水シート設置 下流		356.0	袋	70.0	3	1.70	3.0	1	
ポンプ排水 φ200、2台		6,000.0	m3	5,760.0	1	1.70	2.0	1	
作業ヤード整地		290.0	m3	430.0	1	1.70	2.0	1	
大型土のう運搬・設置(気中) 締切部		1,549.0	袋	80.0	3	1.70	11.0		
遮水シート設置 締切部		579.0	m2	70.0	3	1.70	5.0		
仮締切工(右岸上流)設置	河川区域内	1.0	式						
●基面清掃		220.6	m2	50.0	3	1.70	**3.0**		
●仮締切工(右岸上流)設置							**19.0**		
鋼製枠設置		10.0	面	4.0	2	1.70	3.0	1	
大型土のう投入		483.0	袋	40.0	2	1.70	11.0	1	
間詰めコン型枠組立、打設							1.0	1	
養生							3.0	1	
ポンプ排水 φ150、2台		431.8	m3	1,920.0	1	1.70	1.0	1	
仮締切工(右岸上流)撤去	河川区域内						**8.0**		
大型土のう撤去（水中）		483.0	袋	80.0	2	1.70	6.0	1	
鋼製枠撤去		10.0	面	8.0	2	1.70	2.0	1	
仮締切工(右岸下流)撤去	河川区域内						**16.0**		
大型土のう撤去・運搬(気中) 締切部		1,549.0	袋	134.0	3	1.70	7.0	1	
遮水シート撤去 締切部		579.0	m2	160.0	3	1.70	3.0	1	
大型土のう撤去・運搬(水中) 下流		267.0	袋	80.0	3	1.70	2.0	1	
遮水シート撤去 下流		356.0	m2	160.0	3	1.70	2.0	1	
工事用道路盛土撤去		238.5	m3	220.0	1	1.70	2.0	1	
本体工									
●2号、3号洗水吐ゲート（転倒ゲート）	河川区域内						**90.0**		
2号、3号洗水吐ゲート撤去		1.0	式				10.0	1	
戸当り、埋設配管据付		1.0	式				40.0	1	
袋体、扉体、引留帯		1.0	式				25.0	1	
法面トラフ、空気配管（一部仮配管）		1.0	式				15.0	1	
●取水門補強	河川区域内								
○中間門柱補強（縦方向）									
鉄筋挿入工 D13		30.0	本	2.0	2	1.70	**13.0**	1	
○左端堰柱補強（横方向）							**14.0**		
コンクリート版撤去		9.2	m2	54.0	1	1.70	1.0	1	
掘削		9.0	m3	150.0	1	1.70	1.0	1	
鉄筋挿入工 D13		2.0	本	1.0	1	1.70	4.0	1	
埋め戻し		9.0	m3	61.0	1	1.70	1.0	1	
コンクリート版復旧養生							7.0	1	
○右端堰柱補強（横方向）							**6.0**		
大型土のう設置（水中）		8.0	袋	40.0	1	1.70	1.0		
鉄筋挿入工 D13		2.0	本	1.0	1	1.70	4.0	1	
大型土のう撤去（水中）		8.0	袋	80.0	1	1.70	1.0		
●取水門頂版拡幅							**18.0**		
支保工		97.3	空m3	34.0	2	1.70	3.0	1	
足場工		237.3	掛m2	61.0	2	1.70	4.0	1	
型枠		32.7	m2	15.0	2	1.70	2.0	1	
鉄筋加工組立		0.3	t	3.5	2	1.70	1.0	1	
鉄筋コンクリート打設		3.6	m3	6.0	2	1.70	1.0	1	
養生							7.0	1	
●付帯水門開閉機更新									
取水門開閉器更新		1.0	式				**30.0**	1	
他ゲート		1.0	式				**28.0**		
制水門開閉器更新		1.0	式				14.0	1	
排砂門開閉器更新		1.0	式				14.0	1	
締片付け									
締片付け	河川区域内								
締片付け		1.0	式				**14.0**		
河川流量									
締神流量放流									
締神流量放流									工事期間中も通常管理（無道及び1号土砂吐ゲートから放流）



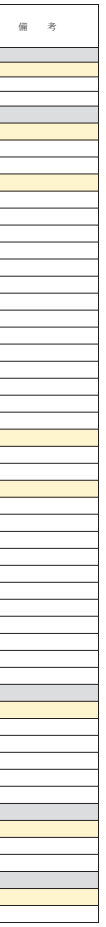
204

計　画　工　程　表

6年目

工事名　：　鬼怒川佐貫頭首工耐震

費目・工事区分・工種・種別・細別	区　分	数量 当初	単位	日当り施工量	SET	共用係数	施工日数	C．P
準備工								
準備工		1.0	式				60.0	
準備工		1.0	式				60.0	1
仮設工(河川区域内)								
仮締切工(左岸上流)設置	河川区域内	1.0	式				28.0	
3号、4号、5号角落し設置		3.0	門	0.1	2	1.70	26.0	1
仮締切工(左岸下流)設置	河川区域内	1.0	式				20.0	
工事用道路							1.0	
工事用道路盛土		230.4	m3	300.0	2	1.70	1.0	1
法面整形		128.0	m2	140.0	1	1.70	2.0	
先行締切							7.0	
大型土のう運搬・設置(水中)		90.0	袋	40.0	2	1.70	2.0	1
遮水シート設置		120.0	m2	140.0	2	1.70	1.0	1
ポンプ排水　φ200×2台　240m3/h=5760m3/日		6,200.0	m3	5,760.0	1	1.70	2.0	1
整地工		825.0	m3	430.0	2	1.70	2.0	1
施工部締切工							5.0	
大型土のう運搬・設置(気中)　ｸﾚｰﾝﾔｰﾄﾞ上流側		280.0	個	60.0	2	1.70	4.0	1
遮水シート設置　締切り部		96.0	m2	100.0	2	1.70	1.0	1
クレーンヤード							7.0	
ｸﾚｰﾝﾔｰﾄﾞ盛土		783.5	m3	200.0	1	1.70	7.0	1
仮締切工(左岸上流)　撤去	河川区域内						13.0	
3号、4号、5号角落し撤去　仮設構台上よりクレーンにて撤去		3.0	門	0.2	2	1.70	13.0	1
仮締切工(左岸下流)　撤去	河川区域内						17.0	
クレーンヤード							5.0	
ｸﾚｰﾝﾔｰﾄﾞ盛土撤去		783.5	m3	300.0	1	1.70	5.0	1
施工部締切撤去							4.0	
大型土のう撤去・運搬(気中)		280.0	袋	100.0	2	1.70	3.0	1
遮水シート撤去		96.0	m2	160.0	2	1.70	1.0	1
先行締切撤去							8.0	
大型土のう撤去・運搬(水中)		90.0	袋	94.0	2	1.70	1.0	1
遮水シート撤去		825.0	m2	160.0	2	1.70	5.0	1
工事用道路撤去							2.0	
工事用道路盛土撤去		230.4	m3	220.0	1	1.70	2.0	1
本体工								
本体工	河川区域内						44.0	
既設管理橋撤去、新管理橋設置		1.0	式	7.0	1	1.70	12.0	1
１号洪水吐ゲート電気配管配線本設、２～３号洪水吐ゲート空気配管本設		1.0	式				10.0	1
既設階段撤去、新階段設置		1.0	式	7.0	1	1.70	12.0	1
全ゲート配管配線本設		1.0	式				10.0	1
締片付け								
締片付け	河川区域内							
締片付け		1.0	式				14.0	
河川流量								
維持流量放流(取水庭排砂管)								
維持流量放流(取水庭排砂管)								



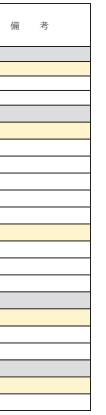
備　考

計　画　工　程　表

7年目

工事名　：　鬼怒川佐貫頭首工更新

費目・工事区分・工種・種別・細別	区　分	数量 当初	単位	日当り施工量	SET	共用係数	施工日数	C．P
準備工								
準備工		1.0	式				60.0	1
旧施設撤去工								
旧施設撤去工	河川保全区域内							
旧管理棟撤去		1.0	式				30.0	1
非常用発電装置撤去		1.0	式	1.0	1	1.70	2.0	
油圧配管撤去		1.0	式	1.0	1	1.70	2.0	
浄化槽撤去		1.0	式	1.0	1	1.70	2.0	
構構台撤去	河川保全区域内	1.0	式				12.0	
構構台解体運搬		1.0	式	6.0	1	1.70	10.0	1
H鋼杭引抜き		10.0	本	14.0	1	1.70	2.0	1
復旧工								
柵、門扉復旧工	河川保全区域内	1.0	式				7.0	1
締片付け								
締片付け	河川区域内	1.0	式				14.0	1
締片付け								



備　考

4.5　施工期間の洪水量と洪水時の対応について

4.5.1　仮締切の設計対象流量について

（１）設計基準

29.2.2　仮締切

仮締切は工事期間中、河川の流路を人為的に切替えるものである。その規模は原則として工事期間中の洪水の越水を防止し、平水時の浸透を防いで良好かつ安全な工事が行えるものとする。

(1)　仮締切工事

仮締切工事に用いる設計流量は、以下のとおり設定する。

ア　堤防開削を行う場合

(ｱ)　出水期においては、計画高水位（高潮区間に当たっては計画高潮位）とする。

(ｲ)　非出水期においては、非出水期間の既往最高水位又は、既往最大流量を仮締切設置後の河積で流下させるための水位のうちいずれか高い水位とする。ただし、当該河川の特性や近年の出水傾向、背後地の状況等を考慮して変更することができる。

なお、既往水文資料の乏しい河川においては、近隣の降雨資料等を勘案し、十分安全な水位とすることができる。

(ｳ)　出水期、非出水期にかかわらず、既設堤防高が(ｱ)、(ｲ)より求められる水位より低い場合は、既設堤防高さとすることができる。

イ　堤防開削を伴わない場合

出水期、非出水期を問わず、工事施工期間の過去５カ年間の時刻最大水位を目安とする。ただし、当該水位が５カ年間で異常出水と判断される場合は、過去10カ年の２位の水位を採用することができる。

なお、既往水文資料の乏しい河川においては、近隣の降雨資料等を勘案し、十分安全な水位とする。

「土地改良事業計画設計基準及び運用解説　設計　頭首工」R5 改訂予定　P606、607

（２）佐貫頭首工の仮締切設計対象流量

河川内工事の工事範囲及び資材置き場は上記の工事施工期間の洪水量に対して安全であるように計画する。

佐貫頭首工地点では、取水のために常に堰上げており、水位は通常の河川の流況を正確に現わしていないため、流量で検討することとした。流量は頭首工地点に上流から流れてくる流量で、取水量と放流量を合計した流量である。整理表を次頁に示す。

最大流量データの整理　　観測地：佐貫頭首工

観測期間：5年間(2017年～2021年)

非出水期：10月～5月

工事期間：11月～5月

単位:m3/s

年	月	2017	2018	2019	2020	2021
		平成29年	平成30年	平成31年 令和元年	令和2年	令和3年
非出水期	1	17.819	25.332	14.178	104.410	13.260
	2	18.573	24.057	13.357	38.150	18.890
	3	16.057	**468.245**	31.689	52.340	77.870
	4	103.166	68.772	62.610	412.550	187.620
	5	87.335	69.477	281.382	85.530	54.230
出水期	6	69.011	58.582	263.076	74.800	123.990
	7	130.574	153.711	183.631	89.890	181.930
	8	229.320	133.074	176.948	102.380	429.300
	9	191.458	312.196	107.919	565.870	135.190
非出水期	10	822.078	389.750	1,485.484	94.230	43.290
	11	81.207	87.121	86.058	29.580	211.140
	12	32.995	18.590	44.222	35.190	35.190
年最大		**822.078**	**468.245**	**1,485.484**	**565.870**	**429.300**
非出水期最大		**103.166**	**468.245**	**281.382**	**412.550**	**211.140**
工事期間最大		**103.166**	**468.245**	**281.382**	**412.550**	**211.140**

工事期間概定

以上から佐貫頭首工地点の工事施工期間の過去５ヶ年間の時刻最大流量は 468.25m3/s であり、これを仮締切設計の対象流量とする。

4.5.2　佐貫頭首工の仮締切設計対象流量の確率年

さらに、過去 10 年までの流量データを収集し、岩井法による確率計算を行った。結果は下表のとおりである。設計流量 468.2m3/s は 12 年確率である。

○岩井法による確率計算

観測年	流量(X)	LOG(X)	X+B	Y=LOG(X+B)	Y^2	確率推定年
2013	135.7	2.1326	145,610	2.1632	4.6794	1.34
2014	177.6	2.2493	187,450	2.2729	5.166	1.69
2015	126.3	2.1015	136,216	2.1342	4.5549	1.28
2016	84.7	1.928	94,608	1.9759	3.9043	1.1
2017	103.2	2.Ol35	113,056	2.0533	4.216	1.16
2018	**468.2**	2.6705	478,135	2.6796	7.18	**12.03**
2019	281.4	2.4493	291,272	2.4643	6.0728	3.35
2020	412.5	2.6155	422,440	2.6258	6.8946	8.27
2021	211.1	2.3246	221,030	2.3445	5.4965	2.09
2022	385.3	2.5858	395,180	2.5968	6.7433	6.87
平均	238.61	2.3071		2.331	5.4908	

確率年	KSI	LOG(X+B)	(X+B)	確率値
100	1.6450	2.9167	825.498	815.61
75	1.5672	2.8890	774.491	764.60
50	1.4520	2.8480	704.695	694.81
40	1.3860	2.8245	667.579	657.69
30	1.2967	2.7927	620.453	610.56
20	1.1630	2.7451	556.041	546.15
15	1.0614	2.7089	511.604	501.71
10	0.9062	2.6537	450.482	440.59
8	0.8134	2.6206	417.482	407.59
5	0.5951	2.5429	349.072	339.18
3	0.3045	2.4395	275.075	265.18

（３）各施工年の締め切り高さ

締切は、各年の工事対象範囲を洪水から守るものとして設置する。締切高さは仮締切設計対象流量 468.25m3/s の河川の不等流計算により決定する。計算始点は河川管理者との協議により、下流の観音橋地点からとした。

締切範囲によって、洪水を流せる流積が異なり、水位が変化するので、各施工年について計算する。また、締切は洪水位よりも余裕をもって設置する。その余裕の範囲でどの程度の流量まで溢水することなく、対応が可能か試算する。試算結果の流量から、上表よりどの程度の確率年の流量に対応できるかを検討する。

4.5.3　洪水時のゲート操作と対応可能洪水量

通常は 253.15m を上限として取水が行われている。

洪水時のゲート操作は以下のとおりである。底高の低いゲートから順次開くこととししている。施工期間もこれに準じ、工事締切範囲外のゲートを底高の低いゲートから順次開くものとする。

（平常時の操作）

第１３条　頭首工における水位は、Ｙ．Ｐ．＋２５３．１５ｍを上限とし、第１号土砂吐ゲート及び第２号土砂吐ゲートの操作により行うことを原則とし、必要に応じて洪水吐ゲートを操作して行うものとする。

（洪水時の操作）

第１４条　管理責任者は、前条の操作を行っても水位が基準水位を超える場合には、本川ゲートを全開するものとする。

２．前項に掲げるゲート全開までの操作は、第１号土砂吐ゲート、第２号土砂吐ゲート、第１号洪水吐ゲート、第２号洪水吐ゲート、第３号洪水吐ゲートの順序で行うものとする。

３．前項の規定により全開したゲートを平常時の状態に復するために行う閉操作は、減水に応じて流水を安全に流下させるよう適正に行うものとする。

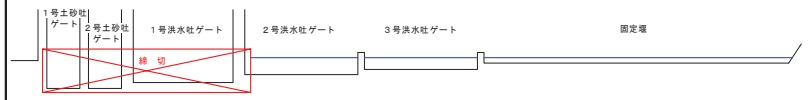
「佐貫頭首工　管理規定」より

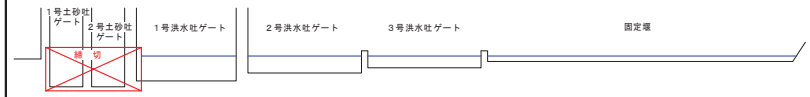
施工期間中も取水位を 253.15m を上限として取水を行うことを計画している。洪水時の締め切り水位は概ね 253.3m 以上であることから、洪水時操作は 253.30m を目安とすることを提案する。

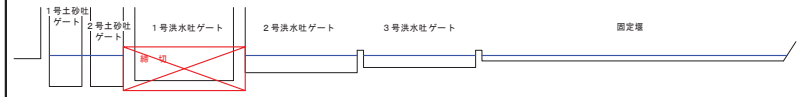
次ページ以降に各年度の締め切りと洪水時の対応の整理表を示す。

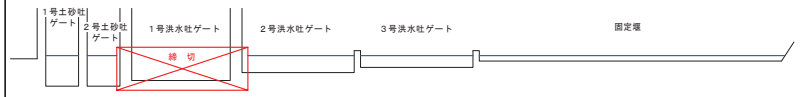
○佐貫頭首工の洪水時の対応

諸条件　　常時の取水位　　253.15m　　仮締切設計流量　　468.25m3/s

2年目	工事範囲	角落し門柱、鉄筋挿入	締切範囲	土砂吐ゲート、１号洪水吐ゲート	
概要図					
ゲート地点(No.0) 締切水位	253.4m	ゲート地点(No.0) 締切高	254.0m	**770m3/s**	**84年確率流量**
洪水時の対応	・底高の低いゲートから開く ２号洪水吐ゲート開　→　３号洪水吐ゲート開				

3年目	工事範囲	土砂吐ゲート更新、鉄筋埋設	締切範囲	土砂吐ゲート	
概要図					
ゲート地点(No.0) 締切水位	253.20m	ゲート地点(No.0) 締切高	254.00m	**780m3/s**	**85年確率流量**
洪水時の対応	・底高の低いゲートから開く １号洪水吐ゲート開　→　２号洪水吐ゲート開　→　３号洪水吐ゲート開				

4年目	工事範囲	１号洪水吐ゲート更新	締切範囲	２号土砂吐ゲート～１号洪水吐ゲート	
概要図					
ゲート地点(No.0) 締切水位	252.5m	ゲート地点(No.0) 締切高	254.0m	**760m3/s**	**64年確率流量**
洪水時の対応	・底高の低いゲートから開く １号土砂吐ゲート開　→　２号土砂吐ゲート開　→　２号洪水吐ゲート開　→　３号洪水吐ゲート開				

5年目	工事範囲	１号洪水吐管理橋更新	締切範囲	１号洪水吐ゲート	
概要図					
ゲート地点(No.0) 締切水位	252.3m	ゲート地点(No.0) 締切高	254.0m	**760m3/s**	**64年確率流量**
洪水時の対応	・底高の低いゲートから開く １号土砂吐ゲート開　→　２号土砂吐ゲート開　→　２号洪水吐ゲート開　→　３号洪水吐ゲート開				

6年目	工事範囲	２号、３号洪水吐ゲート更新	締切範囲	１号洪水吐ゲート	
概要図					
ゲート地点(No.0) 締切水位	252.3m	ゲート地点(No.0) 締切高	254.0m	**630m^3/s**	**34年確率流量**
洪水時の対応	・底高の低いゲートから開く １号土砂吐ゲート開　→　２号土砂吐ゲート開　→　１号洪水吐ゲート開				