

第2節 ダム本体撤去施工計画

本節は、下記の既往資料等を参考にとりまとめたものである。

- ・ 荒瀬ダム撤去技術研究委員会報告書（平成 23 年 9 月）
- ・ 荒瀬ダム撤去計画（案）（平成 23 年 9 月）
- ・ 荒瀬ダム撤去工事 実施計画書（平成 23 年 9 月：除却申請書別冊）

なお上記資料は、「付録」として本誌に添付の DVD に収録している。

2.1 ダム撤去の概要

(1) 荒瀬ダム撤去の概要

荒瀬ダムは、球磨川の河口から 19.9 km に位置し、球磨川総合開発計画の一環として昭和 29 年 12 月に竣工した重力式コンクリートの発電専用ダムであるが、平成 22 年 3 月末の水利使用許可失効に伴い、河川内工作物である荒瀬ダム、取水施設及び放水路の撤去を行うものである。

(2) ダム撤去範囲

1) 設定条件

ダム撤去範囲を設定する条件は、次のとおりとした。

- ・ 治水及び河川環境を考慮した撤去範囲とする。
- ・ ダム建設以前の川の姿としては、ダム付近左岸には、洲が発達していたことから、撤去後、将来的にこのような姿に復元することを目指す。
- ・ ダム建設時、岩盤が露呈するまで元河床を掘り下げ堤体コンクリートを打設しているが、中長期的に安定する河道形状を考慮した撤去範囲とする。
- ・ 堤体の左右岸袖部の撤去に際しては、地域の重要な幹線道路の交通障害等が起こらない撤去範囲とする。

2) 撤去の基本的考え方

撤去の基本的考え方は、以下のとおりである。

- ・ ダム地点におけるダム建設当時の河床高を基本高さとする。
- ・ 残存させた堤体コンクリートは、将来的にも露頭しないようにする。
- ・ 左右岸の道路下に埋設されている遮水壁コンクリートは、残存させる。

3) 撤去範囲

左岸河床部は、一時的な河床変動や局所洗掘を考慮し、河川管理施設等構造令第 62 条 (図- 2.1 参照) を準用して、元河床高 (元地形) から 2m 下げた撤去範囲とした。

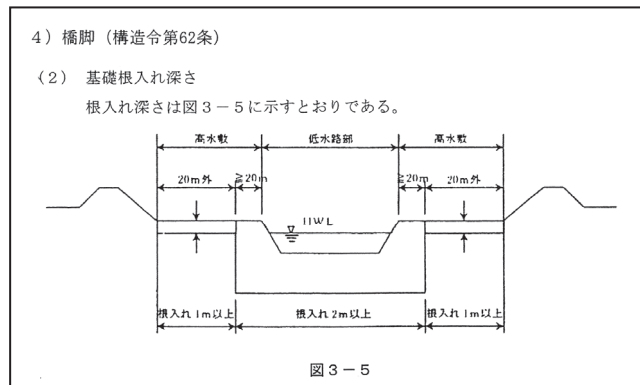


図- 2.1 橋脚等の構造物の根入れ

また、みお筋部は、将来的に土砂が堆積することは考えにくく、逆に上流右岸側は洗掘されることが予想されたため、水叩きも含めて全撤去することを基本に撤去することとした。撤去範囲の平面図を図- 2.2 に、上流面図を図- 2.3 に示す。

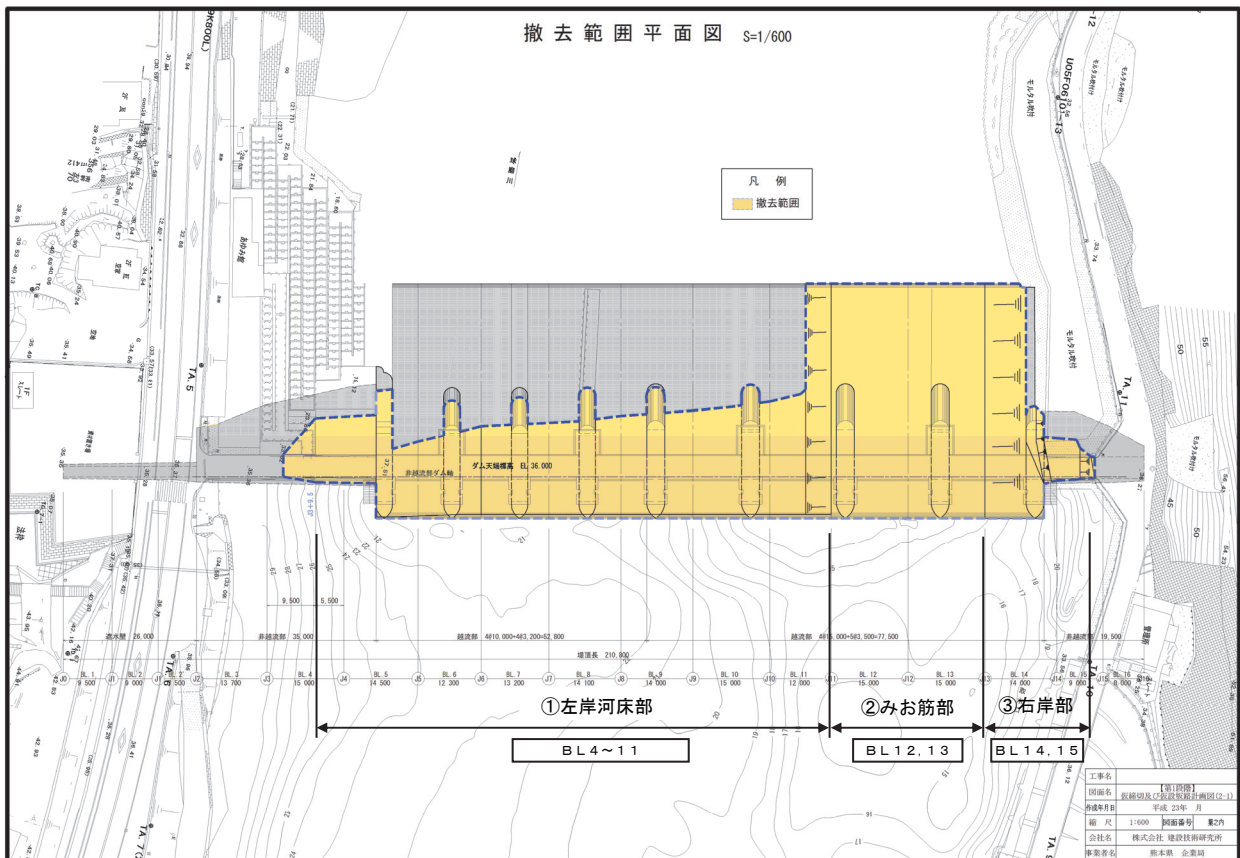


図- 2.2 撤去範囲平面図

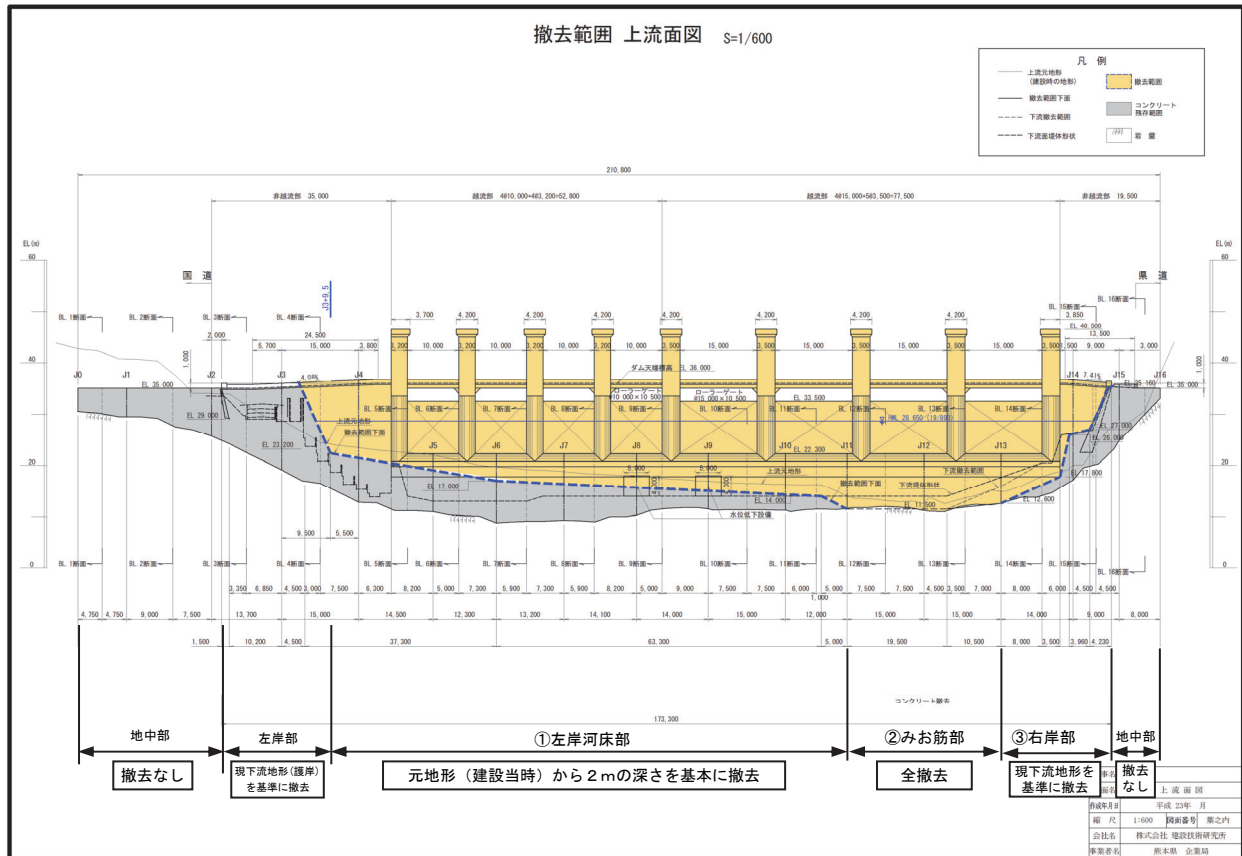


図- 2.3 撤去範囲上流面図

4) 撤去数量

図- 2.2、図- 2.3 に示す撤去範囲に基づく撤去数量は表- 2.1 のとおりである。

表- 2.1 撤去数量総括表

項 目		数 量(m ³)	備 考
本 体		17,182	無筋コンクリート
上部工	門 柱	9,463	鉄筋コンクリート
	管理用道路	175	
		26,820	9,638m ³

(3) 施工期間

荒瀬ダム撤去工事にあたっては、「荒瀬ダム対策検討委員会」において漁協など地元の意見を踏まえ河川環境（球磨川の代表的な魚類であるアユの生息育成等）に配慮して、以下のよう設定した。

また、撤去工程（期間）は撤去範囲及び環境に配慮し、6段階（6カ年）とした。

- ・河川工事 : 11月初旬～3月中旬まで (4.5ヶ月)
(工事用道路、仮橋設置 → 工事用道路、仮橋撤去)
- ・河川内工事 : 11月中旬～2月末まで (3.5ヶ月)
(仮締切設置 → 本体撤去 → 仮締切撤去)

表-2.2 アユの生活史 (単年)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	場所
生活ステージ													
幼魚			■										河口～河川中流
未成魚～成魚						■			■				河川中～上流域
産卵期									■				河川中流域最下部
仔稚魚期	////									////			沿岸海域

■:遡上 ■:瀬つき ■:降河 ■:産卵

出典「川の生物図典」((財)リバーフロント整備センター、1996)

上記期間における施工可能日数は、作業の降雨制限を 30mm/日とし、近 10 ヶ年の荒瀬ダム地点の雨量データを基に整理した結果、約 19 日/月とした。

(4) 施工時の対象流量

施工時の設計対象流量として、過去 5 ヶ年の異常値を除く最大流量を対象に整理・検討した結果、253m³/s とした。

表-2.3 荒瀬ダム地点における基本流量諸元

項目	流量 (m ³ /s)	内容
平常時流量	53	工事期間*)における近年 5 ヶ年での発生頻度が 50%の流量
設計対象流量	253	工事期間*)における近年 5 ヶ年での異常値を省いた最大流量
水位低下設備放流工最大放流量	406	水位低下設備放流工の放流能力であり、かつ、水位低下設備設置後のクレスト越流開始流量。
超過洪水流量	631	工事期間*)における既往最大流量
ダム設計洪水流量	6,550	ダム管理における最大流量

*) 工事期間とは、本工事で設定されている施工可能期間 (11月中旬～2月末) の期間である。

(5) ダム撤去手順

1) 撤去手順の選定

i) 撤去手順の検討ケース

ダム撤去工事は、河川環境等に配慮し、「貯水位を低下」させることとして、図-2.4に示すダム撤去手順の選定フローに従い、3 ケースの撤去手順を検討した。検討にあたっては、1次元河床変動解析を用いて、ダム撤去に伴う土砂流下量を予測し、撤去工事中（短期）及び撤去後（中長期）におけるダム貯水池内や下流河川の河床高、河床材料、水位等の変化による影響について検討した。

【撤去手順の検討ケース】（全 12 ケース）

- ケース A：左岸先行スリット撤去案
 - ケース B：右岸先行スリット撤去案
 - ケース C：左岸先行スライス撤去案
- } ×撤去期間 4 ケース

ii) 撤去手順の選定結果

ダム撤去に伴う土砂流下予測等の結果（表-2.4 参照）を踏まえて、以下の理由により、ダム撤去手順としては、「右岸先行スリット撤去工法」を採用した。

また、ダム撤去期間については、概ね 5 段階程度の段階的撤去を基本とした。

- ・ダム建設当時の右岸側みお筋の河川流況に、自然に早く近づける。
- ・スリット案は、施工が効率的である。
- ・5 段階撤去と 10 段階撤去による出水時の下流河川の水位変化は、概ね同じである。

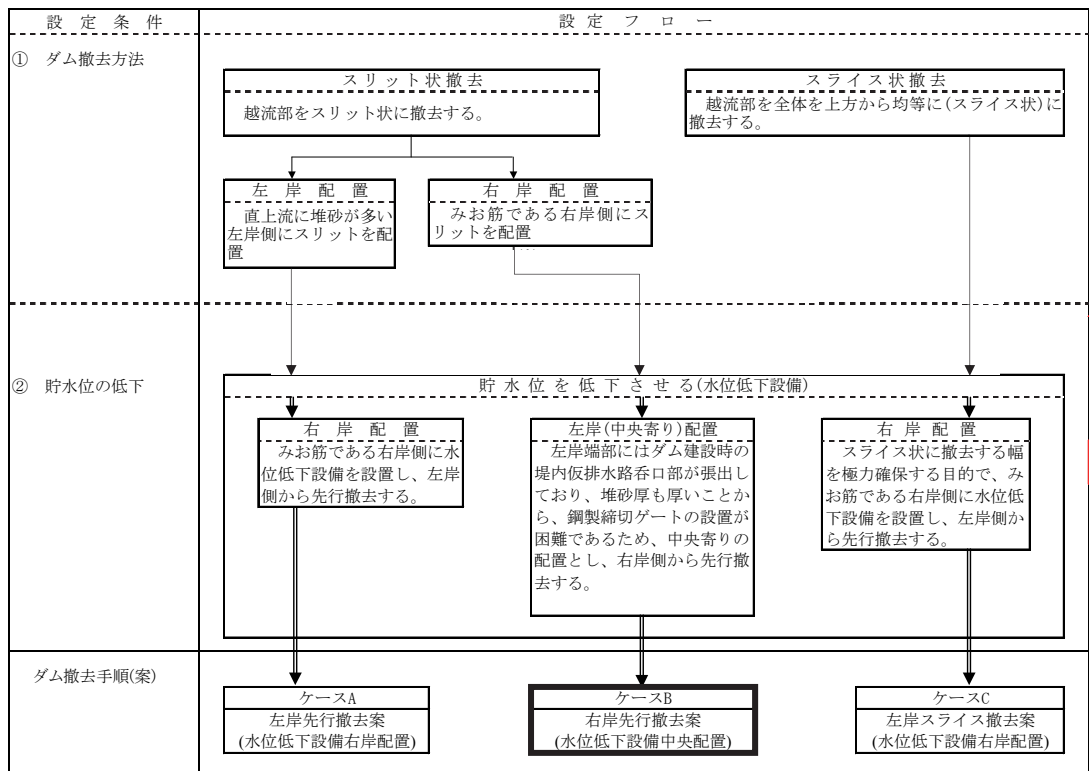


図- 2.4 ダム撤去手順の選定フロー

※ダム撤去計画においては、各施工年度を「第〇段階」と称している。

表-2.4 各工法におけるダム撤去手順の特徴一覧

撤去工法		左岸先行スリット撤去(案)				右岸先行スリット撤去(案)				左岸先行スライス撤去(案)				
ケース		ケースA				ケースB				ケースC				
撤去段階		4	5	6	10	4	5	6	10	5	6	7	10	
工事中	一次元河床変動解析	土砂変動量の予測	約19万m ³ /年	約15万m ³ /年	約13万m ³ /年	約8万m ³ /年	約17万m ³ /年	約15万m ³ /年	約13万m ³ /年	約8万m ³ /年	約17万m ³ /年	約13万m ³ /年	約13万m ³ /年	約13万m ³ /年
		河床高の変化予測	<ul style="list-style-type: none"> ・流量が大きい時、単年土砂変動量が大きい。 ・土砂変動量の差は、スリット幅の違いによる。 								<ul style="list-style-type: none"> ・流量が大きい時、単年土砂変動は大きい。 ・薄いスライス厚で、大量の土砂変動が生じる。 			
	二次元河床変動解析	河床高の変化予測	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム上流の河床高は、ダム撤去工事の進捗に応じ元河床高(ダム建設時の河床高)に近づいている。 				<ul style="list-style-type: none"> ・ダム上流で、右岸側みお筋から左岸側へ向けて、不自然に土砂が流出する。 ・ダム直下流で、次第に左岸側に砂州が形成されていく。 				<ul style="list-style-type: none"> ・ダム上流で、右岸側みお筋からダム下流へ向けて、円滑に土砂が流出する。 ・ダム直下流で、河道中央部に土砂が堆積し、次第に左岸側に砂州が形成されていく。 			
		水位及び流向の変化予測	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム地点で、右岸側みお筋から左岸側へ向かう流れが生じ、ダム直下で複雑な流れとなる。 				<ul style="list-style-type: none"> ・ダム地点で、右岸側みお筋に沿ってダム下流へ向けて、円滑な流れとなる。 							
撤去後(中長期)	一次元河床変動解析	中長期における河川の変化予測	①河床高の変化	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム上下流の河床高は、概ね撤去後10年以降、河床高の変化は見られない。 										
			②河床材料	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム上流湛水区間は、ダム撤去に伴い河床低下し撤去前に比べ粗粒化するが、元の河床材料に近づいていると予測される。 ・ダム下流区間は、全体的に概ね変わらないことが予測される。 										
	二次元河床変動解析	③横断形状	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム建設時の河道形状(左岸に砂州が形成)に近づき、ほぼ安定した形状を示している。 											
施工性	堤体撤去工	越流部撤去作業	<ul style="list-style-type: none"> ・破壊力の大きな「制御発破」が使用できるため効率的である。 				<ul style="list-style-type: none"> ・「油圧くさび工法」等を使用する必要があるので効率は低い。 							
		縁切り作業	<ul style="list-style-type: none"> ・6段階施工程度までは既設のジョイントが利用できるが、6段階施工を越えると、連続削孔等による縁切りが必要となるため施工効率が低くなる。 				<ul style="list-style-type: none"> ・施工段階に関係なく、連続削孔等による縁切りは必要ない。 							
	仮設工	仮締切作業	<ul style="list-style-type: none"> ・左岸越流部撤去時において、①上流仮締切はダム直上流の張り出し地形を利用して小規模な盛土で対応できる。 ②施工ヤードからの搬出路は盛土で対応できることから、仮設の工程時間が短い。 				<ul style="list-style-type: none"> ・右岸越流部撤去時において、①上流仮締切はダム直上流の張り出し地形を利用できないため、大型土のうで対応する必要がある。 ②施工ヤードからの搬出路は、仮橋で対応する必要があることから、仮設の工程が長い。 				<ul style="list-style-type: none"> ・左岸越流部撤去時において、①上流仮締切はダム直上流の張り出し地形を利用して小規模な盛土で対応できる。 ②施工ヤードからの搬出路は盛土で対応できることから、仮設の工程時間が短い。 			
経済性	堤体撤去工	越流部撤去作業	<ul style="list-style-type: none"> ・「制御発破」が使用できるため安価である。 				<ul style="list-style-type: none"> ・「油圧くさび工法」等を使用する必要があるので、高価となる。 							
		縁切り作業	<ul style="list-style-type: none"> ・6段階施工程度までは堤体撤去費は変わらないが、6段階施工を越えると、連続削孔等による縁切りが必要となるため費用は嵩む。 				<ul style="list-style-type: none"> ・施工段階に関係なく、縁切りが伴わないため、撤去工費は変わらない。 							
	仮設工	仮締切作業	<ul style="list-style-type: none"> ・施工段階が多くなっても、土工事のため仮設費は大きく嵩まない。 				<ul style="list-style-type: none"> ・施工段階が多くなれば、大型土のうや仮設橋の設置・撤去の回数が多くなるため、仮設費が嵩む。 				<ul style="list-style-type: none"> ・撤去段階が多くなっても、土工事のため仮設費は大きく嵩まない。 			

※ダム撤去計画においては、各施工年度を「第〇段階」と称している。

2) 撤去手順（期間）の決定

撤去手順（期間）については、ダム撤去方針策定時点においては概ね 5 段階程度（5 カ年程度）を基本として検討を行っていたが、以下の理由により、撤去方針時点の最終段階（左岸門柱、越流部撤去）を 2 カ年に分割する必要性が生じ、その結果全体工程が 1 年延び、「5 段階程度」から「6 段階程度」に変更となった。

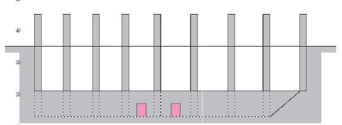
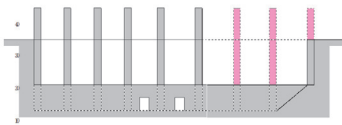

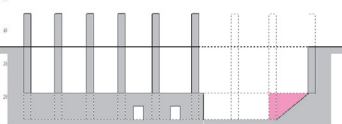
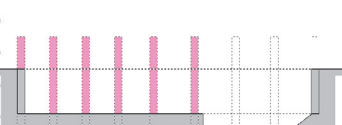

- 河川環境（特にアユの生態）に配慮した場合、施工可能期間が 7 ヶ月から 4.5 ヶ月となる。
- 施工手順として、門柱部→堤体部（越流部等）と段階的に施工する計画であるが、施工能力、機械配置を考慮すると、左岸越流部（BL6～10）で約 100 日（3.4 ヶ月）必要となる。
- 撤去範囲及び環境に配慮した施工期間を踏まえ、詳細に検討した結果、撤去期間は以下となる。

「 6 段階（6 カ年）程度 」

ただし、降雨、洪水により着工が遅れる場合等不測の事態も考えられることから、施工期間・範囲等については、撤去段階毎に対応していくこととした。

3) ダム撤去の段階的手順

図- 2.5 に、ダム撤去の段階的手順を示す。

	段階撤去手順	備 考
第 1 段階 (平成 24 年度)		<ul style="list-style-type: none"> ・ 8 門のゲート撤去に着手する。 ・ 水位低下設備の設置工事を行う。 ・ 設備完成後は、土砂の流下状況や濁度の変化を見ながら貯水位を徐々に低下させる。 ・ 出水時、基本的に水位低下設備は全開状態とする。
第 2 段階 (平成 25 年度)		<ul style="list-style-type: none"> ・ 水位低下設備を全開した状態で、右岸側の管理橋および門柱の撤去を行う。 ・ 出水時、基本的に水位低下設備は全開状態とする。
第 3 段階 (平成 26 年度)		<ul style="list-style-type: none"> ・ 水位低下設備を全開とした状態で、右岸側の越流部の撤去を行う。 ・ 出水時は、越流部が河床高まで撤去されている状態であるため、水位低下設備は使用しない。
第 4 段階 (平成 27 年度)		
第 5 段階 (平成 28 年度)		<ul style="list-style-type: none"> ・ 左岸側管理橋および門柱、越流部の撤去を行う。 ・ 右岸側の撤去部分を通水することから、水位低下設備は使用しない。
第 6 段階 (平成 29 年度)		

※ダム撤去計画においては、各施工年度を「第〇段階」と称している。

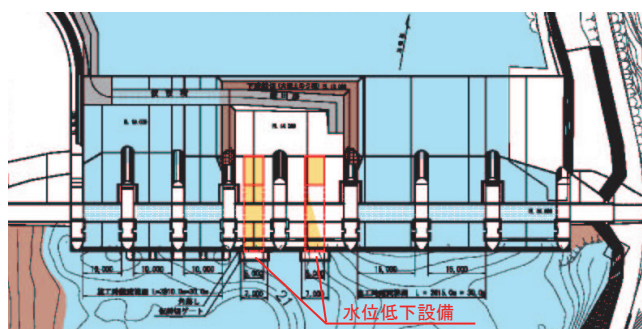
なお、撤去手順及び各施工年度の呼称に関しては、実施工において見直し有（詳細は「第 3 章 第 1 節」にて記載）。

図- 2.5 ダム撤去の段階的手順説明図

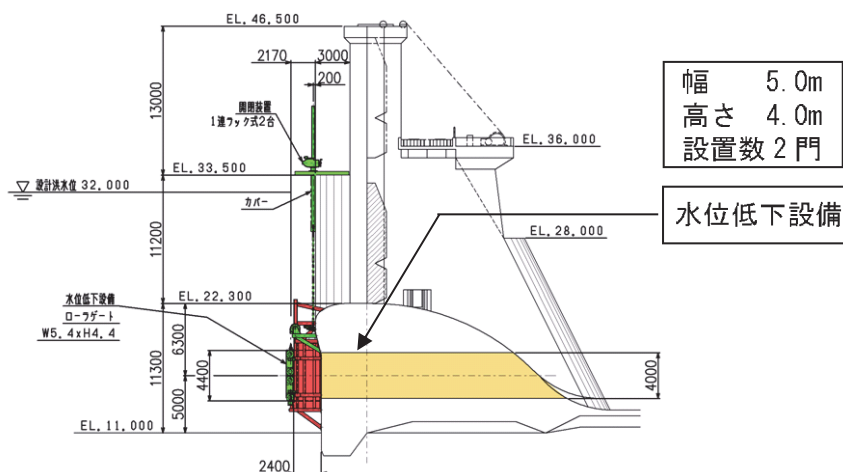
また、第 1 段階で設置する「水位低下設備」は、表- 2.5 に示す目的、機能を有するものとした。

表- 2.5 水位低下設備の目的及び機能

項目	内容
設置目的	<ul style="list-style-type: none"> ・水位を低下させることにより、工事の安全性を確保する。 ・水位を低下させることにより、仮設規模を抑える。
使用目的	<p>【非出水期：施工時】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本撤去開始前に、土砂の流出状況や濁度の変化を見ながら貯水位を徐々に低下させる。 ・本撤去工事中には、転流工として使用する。 <p>【出水期】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本撤去開始前に、洪水を利用して自然排砂を行い土砂の流出状況を確認する。
必要な機能 (施工時)	<ul style="list-style-type: none"> ・工事中の出水を安全に流下できる機能（規模）。 ・貯水位を徐々に低下させるための流量調節機能。 ・不測の事態（濁水の発生）に対して緊急に閉操作ができる機能（流水遮断機能）。



(平面図)



(断面図)

図- 2.6 水位低下設備

(6) 全体工事工程

前項に記した諸条件より、撤去工事は平成 24 年度から平成 29 年度の 6 カ年で行うが、河川工事は 12 月初旬から 3 月中旬の期間内に行う必要がある。

ダム本体、ゲート、管理橋等（取水施設、放水路含む）撤去及び仮設備の設置・撤去の全体工程をとりまとめて表- 2.6 に示す。

表-2.6 全体工程表

施工箇所	第1段階 (平成24年度)			第2段階 (平成25年度)			第3段階 (平成26年度)			第4段階 (平成27年度)			第5段階 (平成28年度)			第6段階 (平成29年度)			備考		
	出水期	河川内工事期間	河川外工事期間	出水期	河川内工事期間	河川外工事期間	出水期	河川内工事期間	河川外工事期間	出水期	河川内工事期間	河川外工事期間	出水期	河川内工事期間	河川外工事期間	出水期	河川内工事期間	河川外工事期間			
ゲート、管理橋撤去																					
	工事用道路	設置 0.8ヶ月	撤去 0.8ヶ月	設置 0.7ヶ月	撤去 0.6ヶ月	設置 0.7ヶ月	撤去 0.6ヶ月	設置 0.7ヶ月	撤去 0.6ヶ月	設置 0.7ヶ月	撤去 0.6ヶ月	設置 0.7ヶ月	撤去 0.6ヶ月	設置 0.7ヶ月	撤去 0.6ヶ月	設置 0.7ヶ月	撤去 0.6ヶ月	設置 0.7ヶ月	撤去 0.6ヶ月		
仮設備設置、撤去 (締切、工事用道路)	鋼製仮締切	製作 6.5ヶ月	設置 3.1ヶ月(水位低下)	撤去 0.2ヶ月	設置 0.6ヶ月	撤去 0.3ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.3ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.4ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.4ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.4ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.4ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.4ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.4ヶ月	
	仮橋	設置 0.3ヶ月	撤去 0.1ヶ月	設置 0.6ヶ月	撤去 0.3ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.3ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.3ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.4ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.4ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.4ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.4ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.4ヶ月	設置 0.5ヶ月	撤去 0.4ヶ月
本体撤去	下流仮締切	設置 0.2ヶ月	撤去 0.1ヶ月	設置 0.2ヶ月	撤去 0.1ヶ月	設置 0.2ヶ月	撤去 0.1ヶ月	設置 0.2ヶ月	撤去 0.1ヶ月	設置 0.2ヶ月	撤去 0.1ヶ月	設置 0.2ヶ月	撤去 0.1ヶ月	設置 0.2ヶ月	撤去 0.1ヶ月	設置 0.2ヶ月	撤去 0.1ヶ月	設置 0.2ヶ月	撤去 0.1ヶ月	設置 0.2ヶ月	撤去 0.1ヶ月
	水位低下設備設置	設置 1.4ヶ月																			
	右岸ピア撤去																				
	右岸部(1)撤去																				
	右岸部(2)撤去																				
	右岸ピア撤去																				
取水施設撤去 護岸整備	左岸部撤去																				
	放水路撤去																				

〈施工可能期間〉

- 河川工事：11月初旬～3月中旬まで (4.5ヶ月)
(工事用道路、仮橋設置→工事用道路、仮橋撤去)
- 河川内工事：11月中旬～2月末まで (3.5ヶ月)
(仮締切設置 → 仮締切撤去)

凡例

- 本体及びゲート、管理橋撤去
- 取水施設及び放水路撤去
- 仮設備設置、撤去
- 水位低下

表-2.7 門柱（鉄筋コンクリート）撤去工法比較表

	火薬併用機械掘削工法 （制御発破）	ワイヤーソー工法
概念図		
概要	<p>堰柱周囲に作業足場を設置し、コンクリートカッターで鉄筋を切断するとともに、堰柱全体に火薬装薬用の穿孔を行い、上部から順次発破を行う。発破後のコンクリート殻は大型ブレーカで破碎し、搬出する。</p> <p>※ 発破：市街地工事で用いられる制御発破工法とする。</p>	<p>堰柱周囲に作業足場を設置し、側面及び上面から切断箇所を結んでφ75mmで削孔する。</p> <p>ワイヤーソーで撤去コンクリートを底面、側面と切断し、1ブロック毎にクレーンで吊り出す。</p> <p>1ブロックの重量は、運搬を考慮して10t以下とする。</p>
施工能力	約 35m ³ /日	約 2.5m ³ /日
経済性 (概略直接 工事費)	8,000~20,000 円/m ³ ※ 30 cm程度の破碎まで	290,000 円/m ³ ※ 147 円/m ² ×8m ² ÷4m ³
課題	<ul style="list-style-type: none"> 大型ブレーカは機側で 100 ホン程度の騒音が発生するため、防音対策が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ワイヤーソー切断時に濁水が発生するため、濁水処理が必要である。
評価	○	×

(2) 堤体の破砕工法

堤体越流部の撤去は、低騒音・低振動で効率良く破砕が可能な「火薬併用機械掘削（制御発破）工法」を採用した。

1) 堤体の撤去工法の検討

堤体の撤去工法として採用可能と考えられる以下の4工法に対して工法比較を行った結果、火薬併用機械掘削による場合が施工能力も大きく経済的にも有利であることより、「火薬併用機械掘削工法」を選定した（詳細は付録-4：「荒瀬ダム撤去工事実施計画書」参照）。

表-2.8 に比較表を示す。

- 火薬併用機械掘削（制御発破） **採用**
- SD工法+油圧くさび
- コアボーリング+油圧くさび
- 静的破砕剤

ここで、本工法については、市街地工事で使用される低振動、低騒音の制御発破工法^{*)}を採用した。

2) 堤体の破砕工法の概要

採用した破砕工法の概要図を図-2.9及び図-2.10に示す。

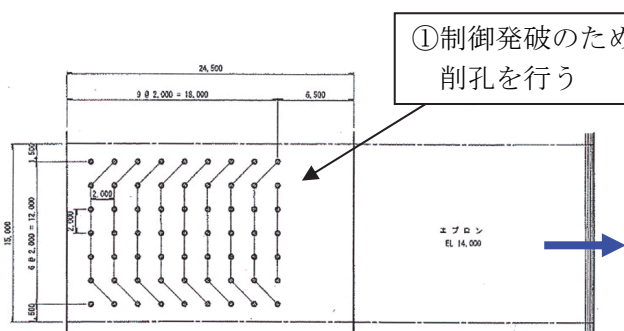


図-2.9 越流部削孔概要（平面）図

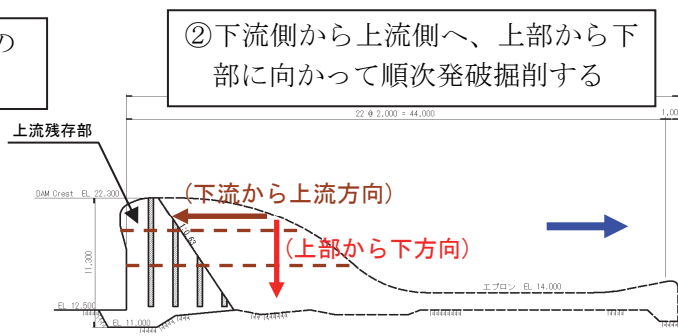


図-2.10 越流部破砕工法概要図

^{*)} 制御発破とは、家屋の密集地域や公共機関が発達した市街地での工事において、騒音、振動に関して周辺環境や近接構造物への影響を軽減するために発達した破砕工法である。一般に発破は対象物を穿孔し、その孔に爆薬を装填するが、制御発破は①穿孔数を増やして1箇所当たりの装薬量を減らす、②複数の装薬を時間差をおいて起爆することにより、騒音、振動を低減させることが出来る。

表-2.8 堤体(無筋コンクリート)撤去工法比較表

概念図	連続削孔+油圧くさび			静的破砕工法
	スロットドリリング(SD)工法	コアボーリング連続削孔工法		
<p>火薬併用機械掘削工法 (制御発破)</p>	<p>連続削孔による発破</p>	<p>連続コアボーリングφ150</p>		
<p>機械掘削(大型ブレーカ掘削)と火薬掘削(クローラドリル等)による削孔後、発破による掘削の組合せにより掘削する工法である。堤体を2ベンチ程度に分け、下流側から上流側へ順次ベンチカット発破を行う。掘削範囲を限定したい場合には、ブレスブリット孔を設ける。 * 発破：市街地の解体工事で使用される低騒音、低振動の制御発破工法とする。</p>	<p>トンネル掘削で用いられるスロットドリリング(SD)工法を明りの堤体コンクリート取り壊しに応用する。掘削範囲の周縁及び切羽に溝状の自由面を造成し、次に、一次破砕として、油圧くさび等でコンクリートにひびを入れ弛める。その後、大型ブレーカでコンクリートを二次破砕し、トラクタターショヨペル等搬出する。</p>	<p>ダイヤモンドコアドリル(φ150 mm)を用いて、開孔部周縁及び切羽に溝状の自由面を造成し、次に、一次破砕として、油圧くさび等でコンクリートにひびを入れ弛める。その後、大型ブレーカでコンクリートを二次破砕し、トラクタターショヨペル等搬出する。</p>	<p>ダイヤモンドコアドリル(φ150 mm)を用いて、開孔部周縁及び切羽に溝状の自由面を造成し、次に、一次破砕として、油圧くさび等でコンクリートにひびを入れ弛める。その後、大型ブレーカでコンクリートを二次破砕し、トラクタターショヨペル等搬出する。</p>	
<p>施工能力</p>	約70m ³ /日	約30m ³ /日	約10m ³ /日	約10m ³ /日
<p>経済性(概略直接工事費)</p>	<p>◎</p> <p>経済性比率：1.0 ※ 30 cm程度の破砕まで</p>	<p>◎</p> <p>経済性比率：4.2～10.5 ※ 30 cm程度の破砕まで</p>	<p>△</p> <p>経済性比率：5.5～14.0 ※ 30 cm程度の破砕まで</p>	<p>△</p> <p>経済性比率：5.9～15.0 ※ 30 cm程度の破砕まで</p>
<p>課題</p>	<p>発破の一時的な騒音、大型ブレーカの機側で100ホン程度の騒音が発生するため、防音対策が必要である。 ・発破による飛石対策として防護マット等が必要。 ・火薬取り扱いの安全管理が必要。 ・発破振動を許容できる場所での採用可能。</p>	<p>使用機械(SD ジャンボ大型)は、大型ブレーカ共に機側で100ホン程度の騒音が発生するため、防音対策が必要である。</p>	<p>大型ブレーカは機側で100ホン程度の騒音が発生するため、防音対策が必要である。</p>	<p>養生時間が長い(24時間) ・大型ブレーカは機側で100ホン程度の騒音が発生するため、防音対策が必要である。</p>
<p>評価</p>	◎	○	×	△

(3) 水位低下設備（放流工）の施工工法

水位低下設備放流工の施工は、堤体に振動等の影響を与えない「連続削孔+油圧くさび工法」を採用した。

1) 水位低下設備（放流工）の施工工法の検討

水位低下のために先行して放流工を設けることになるが、貯水位がクレストまでであること及び堤体の撤去前であることから、堤体の安全性より堤体に有害な振動等の影響を与えない工法とする必要がある。

水位低下設備（放流工）の破碎工法として採用の可能性のある以下の3工法について工法比較を行った結果、連続削孔+油圧くさびの中でも、SD工法による場合が施工能力も大きく、経済的にも有利であることより、SD工法を選定した（詳細は付録-4:「荒瀬ダム撤去工事実施計画書」参照）。

表-2.9に比較表を示す。

- SD工法+油圧くさび **採用**
- コアボーリング+油圧くさび
- 自由断面掘削機

ここで、設備規模は施工性（機械の作業スペース）より、 $B=4.0\text{m}\times H=4.0\text{m}$ 程度以上が必要となる。

2) 水位低下設備（放流工）の破碎工法の概要

採用した破碎工法の概要図を図-2.11に示す。

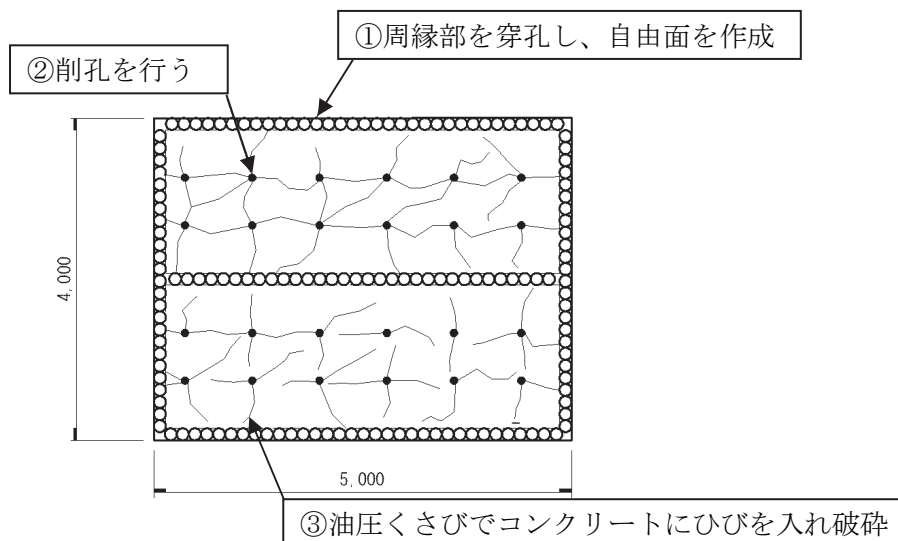


図-2.11 水位低下設備放流工破碎工法概要（下流面）図

表-2.9 放流工施工工法比較表

		連続削孔 + 油圧くさび	
		スロットドリリング(SD)工法	コアボーリング連続削孔工法
概念図			
概要		<p>当工法は、薄穿孔機(SD ジャンボ)を用いて開孔部周縁及び切羽に溝状の自由面を造成し、次に、一次破碎として、油圧くさび等でコンクリートにひびを入れ弛める。その後、大型ブレーカーでコンクリートを二次破碎し、トラクターショベル等搬出する。</p> <p>SD ジャンボのベースマシンは、トンネル用ドリルジャンボである。</p> <p>使用する最大の機械、大型ブレーカーのベースマシン、0.6m³パックホワで決まる。</p> <p>高さ 4m、幅 4m 程度以上</p>	<p>ダイヤモンドドリル(φ 150 mm)を用いて、開孔部周縁及び切羽に溝状の自由面を造成し、次に、一次破碎として、油圧くさび等でコンクリートにひびを入れ弛める。その後、大型ブレーカーでコンクリートを二次破碎し、トラクターショベル等搬出する。</p>
施工可能規模		<p>φ6.5m コンクリート削孔で 1m 強/日 約 30m³/日</p>	<p>同 左</p>
施工能力		約 30m ³ /日	約 5m ³ /日
経済性 (概略直接工事費)		42,000 円/m ³ ※ 30 cm程度の破碎まで	80,000 円/m ³ ※ 30 cm程度の破碎まで
施工事例		秋葉ダム	西山ダム旧堤体
課題		<ul style="list-style-type: none"> 使用機械(SD ジャンボ大型)は、大型ブレーカー共に機側で 100 ホン程度の騒音が発生するため、防音対策が必要である。 埋設金物がある場合は施工できないが、部分的な場合は避けて削孔する。 削孔に水を使用するため、濁水処理が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 大型ブレーカーは機側で 100 ホン程度の騒音が発生するため、防音対策が必要である。 削孔に水を使用するため、濁水処理が必要である。
評価		○	△
	自由断面トンネル掘削機		
	<p>当工法は、ブームの先端に装備した回転ドラムによりトンネル切羽の掘削を行うもので、任意の断面形状の掘削ができる。</p> <p>掘削能力は機械の大きさによって決まるがコンクリート掘削の実績はカッター出力 75/125kw, 75/40kw のである。</p>		
	掘削機の大きさに決まる。		
	高さ 3m、幅 3m 程度以上		
	7~10m ³ /日		
	45,000 円/m ³		
	鉄畑ダム、内場ダム		
	<ul style="list-style-type: none"> 粉塵処理は産業廃棄物としての処理が必要である。 埋設金物がある場合は施工できないが、部分的な場合は避けて施工する。 		
		△	△

2.3 ダム本体撤去の施工計画

2.3.1 ゲート及び管理橋撤去計画（第1～3, 5段階）

堤体コンクリートの撤去に先立ち、洪水吐きゲート関連施設や管理橋を撤去する。いずれも管理橋上から切断・分解し搬出する。

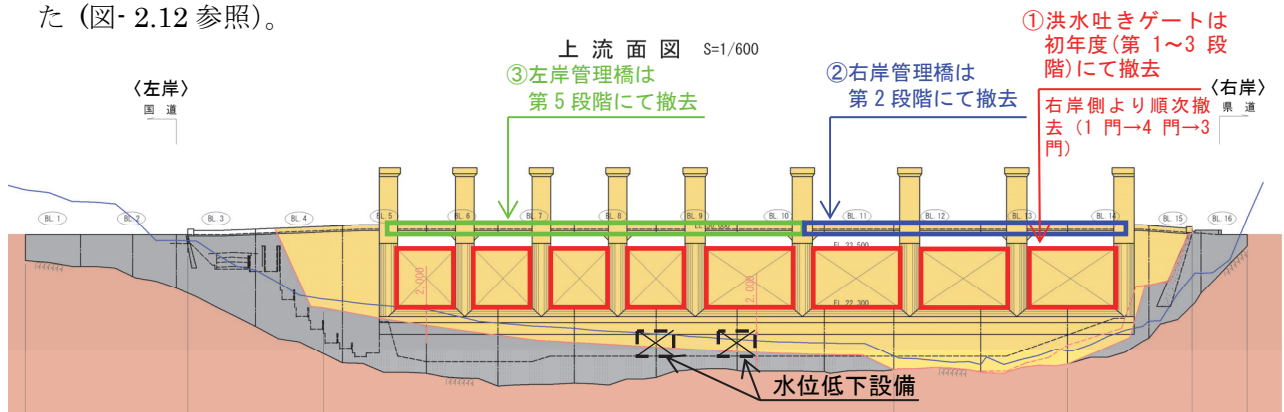
ここでは、以下の設備の撤去方法について記載する。

- 洪水吐きゲート関連施設（ゲート本体（扉体）、開閉装置等、操作橋等）
- 管理橋

ただし、洪水吐きゲート関連施設の撤去時には管理橋を利用する必要があるため、基本的な手順は洪水吐きゲート関連施設の撤去を先行させることとした。

なお計画では、出水期も含めた施工を前提とした撤去方法としている。

洪水吐きゲートは初年度（第1段階）から撤去を開始する予定であり、管理橋は本体撤去工程に合わせて、右岸は第2段階の、左岸は第5段階の、それぞれ門柱撤去前に撤去する計画とした（図-2.12 参照）。



※ダム撤去計画においては、各施工年度を「第〇段階」と称している。

図- 2.12 洪水吐きゲート及び管理橋の撤去開始時期

1) 洪水吐きゲート関連施設

いずれも、管理橋上に配置した 35t 吊クローラクレーンにより撤去するが、既設の管理橋は補強が必要と判断されたため、その上部に仮設橋を設置することとした。

また、ゲート荷重は B=15m で w=79t/門、B=10m で w=48t/門であり、扉体の撤去に当たっては吊り荷重が制限されることより、扉体を 5.5t 以下まで分割（両扉体とも上段扉 10 分割、下段扉 6 分割の計 16 分割）して、上段扉中央ブロック→下段扉中央ブロック→上段扉端部ブロック→下段扉端部ブロックの順で撤去する計画とした（図-2.14 参照）。

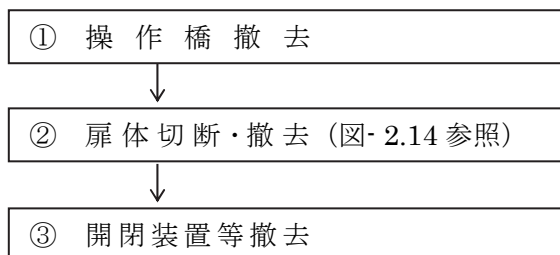
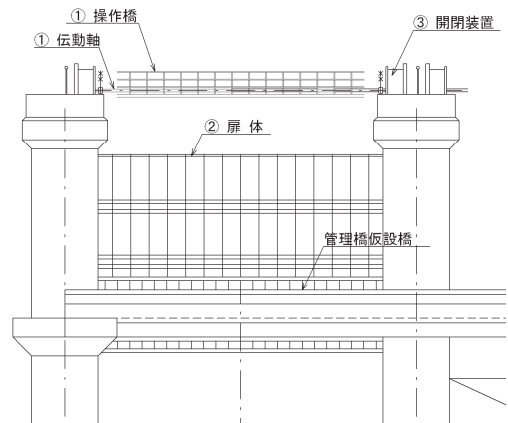


図- 2.13 撤去手順図



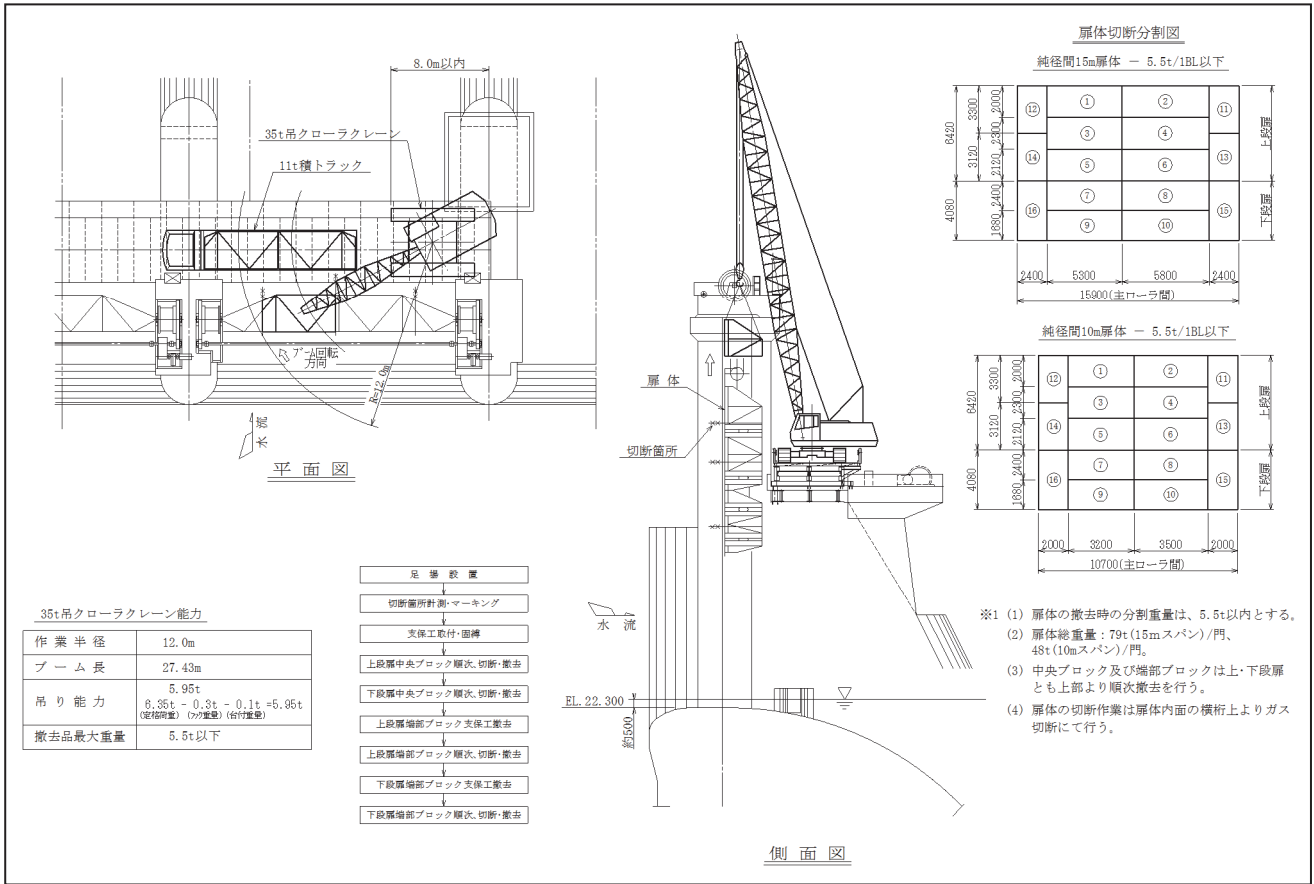
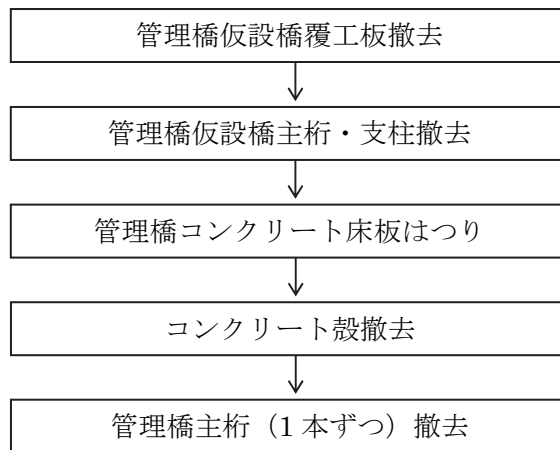


図- 2.14 扉体撤去要領図

2) 管理橋

管理橋は、補強のための仮設橋を撤去後に隣接する管理橋上に配置した 35t 吊クローラークレーンにより撤去する。

ただし、管理橋 1 橋の重量が吊り能力を超えることから、まずコンクリート床版を解体後、主桁のみとし、主桁は吊り能力の関係から 1 本ずつ撤去することとする（図- 2.15 参照）。



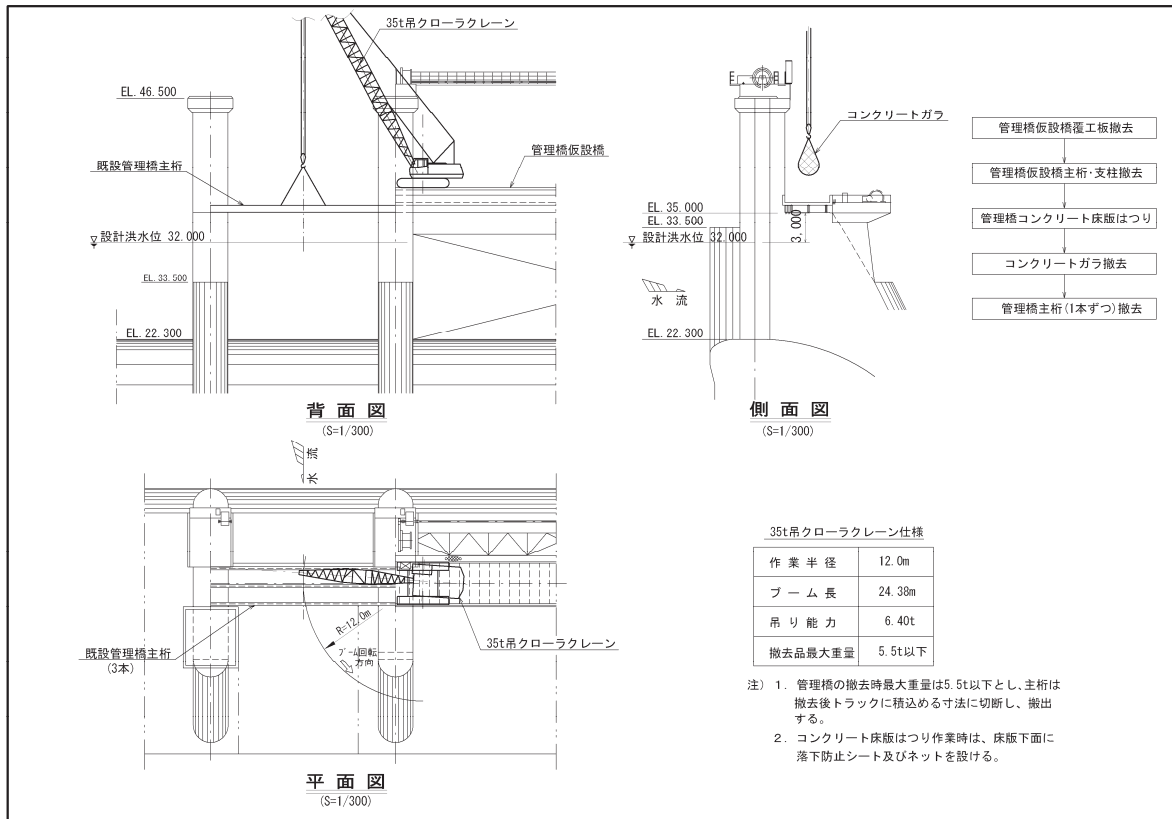


図- 2.15 管理橋撤去要領図

2.3.2 水位低下設備施工計画（第1段階）

水位低下設備放流工は、下流側からSDⅢ型機及びドリルジャンボにより縁切りの周縁連続削孔、割岩孔削孔の後、割岩機により油圧くさび破碎を行い、大型ブレーカで二次破碎した後仮置ヤードに搬出する。

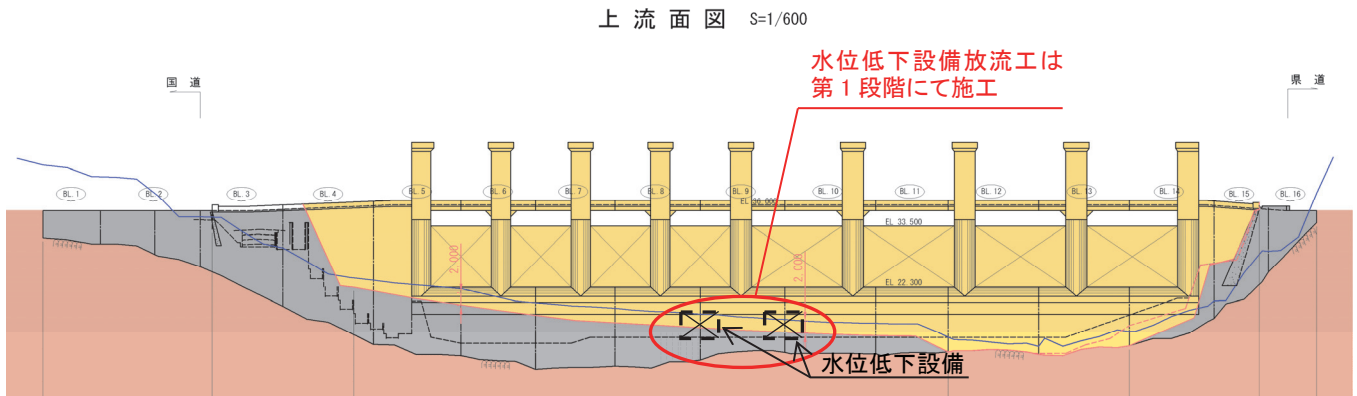
水位低下設備放流工は、「連続削孔+油圧くさび」による施工としており、その施工方法、手順は以下のとおりである。

1) 放流工施工の基本方針

i) 放流工の施工時期

放流工は図-2.16に示すように、第1段階に施工することとした。

ここで、貯水池側にはクレスト標高まで水位があることから、放流工の施工完了までに上流での仮締切ゲートの設置を完了させる計画とした。



※ダム撤去計画においては、各施工年度を「第〇段階」と称している。

図-2.16 水位低下設備放流工の撤去時期

ii) 放流工の基本的な施工手順

放流工の基本的な施工手順は図-2.17に示すとおりであるが、延長が20m程度と長い
ため、数回に分割して下流側から上流方向へ順次破碎することを基本とした。

放流工は2門あるため、施工機械を1セットとし、各段階終了後に機械を移動させる
こととして、並行作業を行う計画とした。

また、コンクリート殻を水叩部に存置しないこととして、1日の作業時間内で搬出ま
で完了させる計画であることから、1回の破碎範囲(2門分)については、これを考慮し
て計画した。

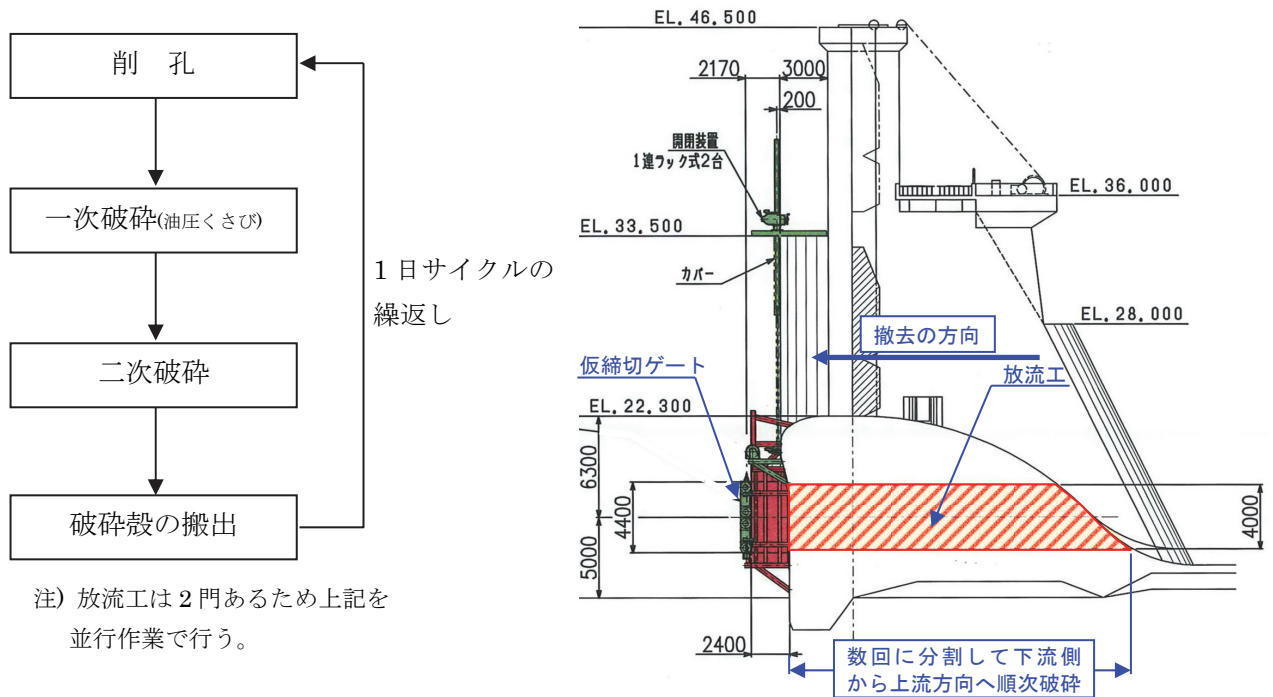


図-2.17 破碎の基本手順

2) 削孔、破碎の施工方法

i) 削孔の方法

削孔は、図-2.18に示すように下流側から縁切りのためのSDⅢ型機(2ブーム式)により周縁部の連続削孔、及びドリルジャンボ(2ブーム式)により油圧くさびによる破碎のための割岩孔の削孔を行うこととした。

1回の掘進長は1.0mを基本とし、削孔長は1.2mとする。また、割岩孔の孔間隔は1.0m程度を基本とした。

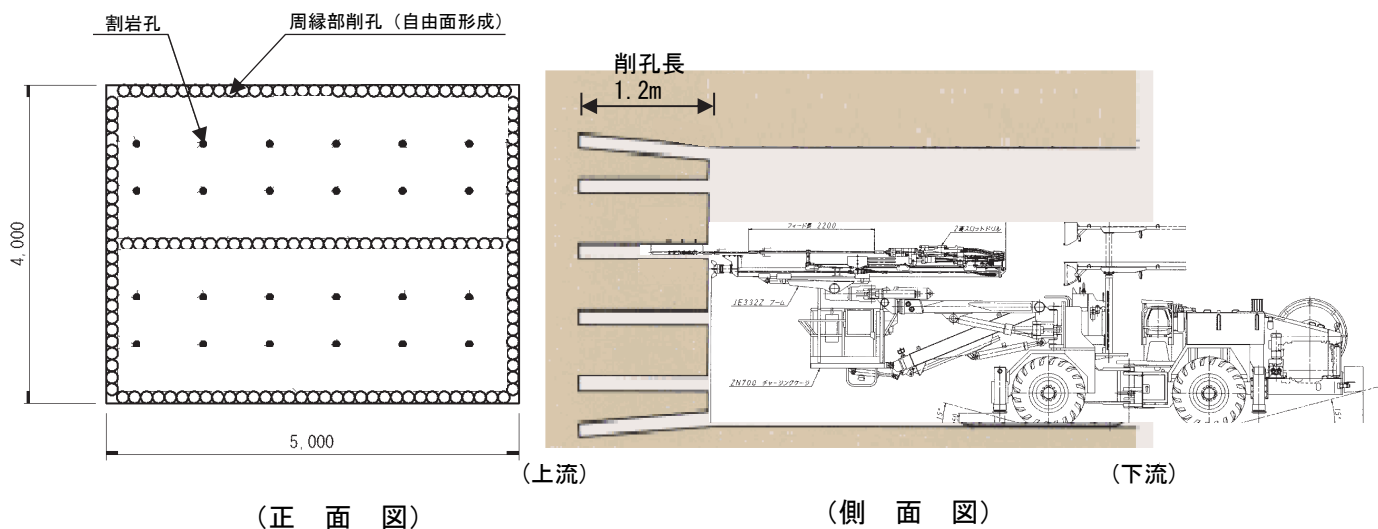


図-2.18 削孔計画概念図

ii) 一次破碎 (油圧くさび) の方法

一次破碎(油圧くさび)は、図-2.19に示すように削孔後に下流側からトンネル割岩機(割岩力:22MN級)により、油圧くさびの先端を割岩孔に差込み、周縁に近い箇所から順次破碎する(クラックを入れる)計画とした。

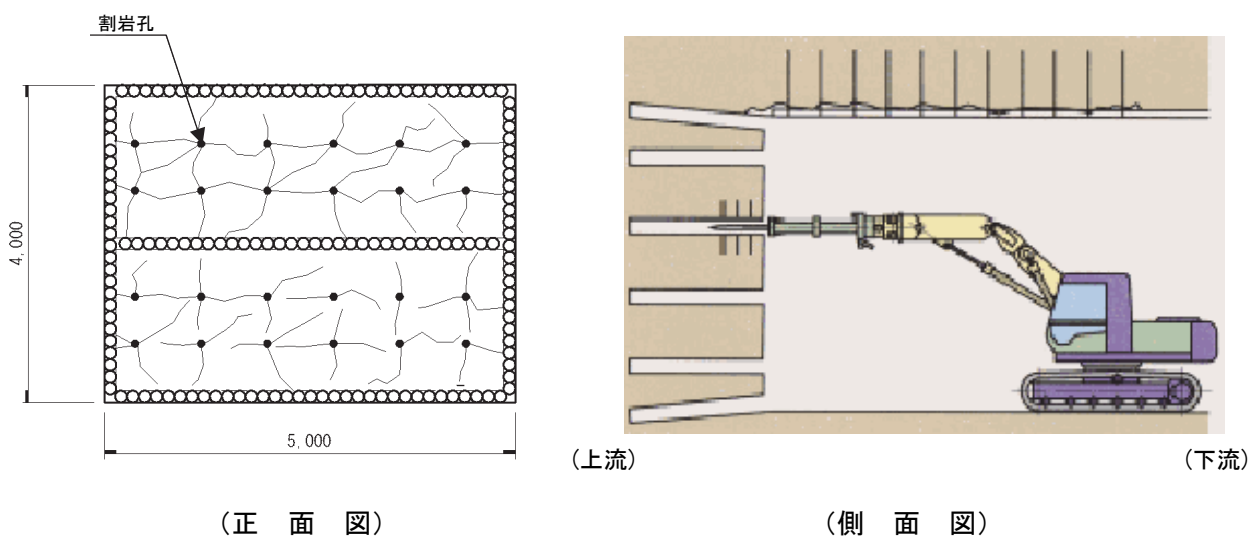


図-2.19 破碎(油圧くさび)計画概念図

iii) 二次破碎

二次破碎は、図- 2.20 に示すように、大型ブレーカ（1,300kg 級）により周縁に近い箇所から一次破碎(油圧くさび) により生じたクラックに沿って順次破碎する計画とした。

また、この時点で、ダンプトラックに積込める程度までの小割作業を行うこととした。

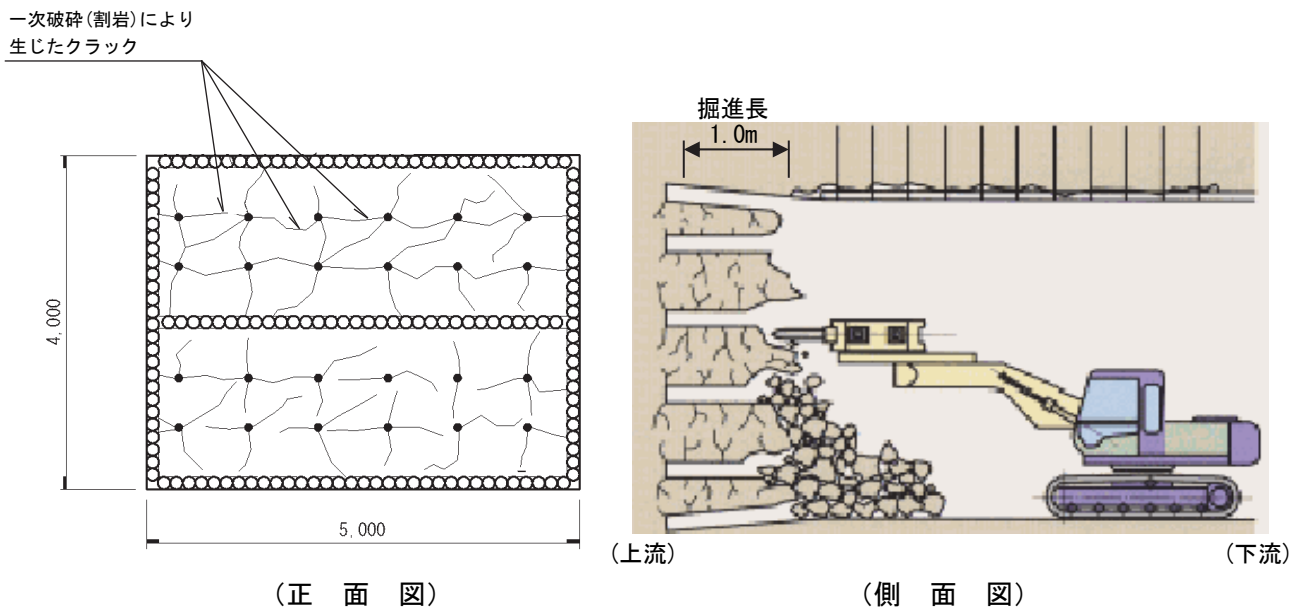


図- 2.20 二次破碎計画概念図

表- 2.10 使用機械一覧

作業の種類	機械の名称	仕様・規格	備考
削 孔	SDⅢ型機	2 ブーム式	周縁の連続削孔
	ドリルジャンボ	2 ブーム式	割岩孔の削孔
一次破碎 (油圧くさび)	トンネル割岩機	割岩力 22MN 級	
二次破碎	大型ブレーカ	1,300kg 級	小 割
破碎殻の搬出	クローラローダ	1.5m ³ 級	集 積
	バックホウ	0.8m ³ 級	積 込
	ダンプトラック	10t 級	運 搬

2.3.3 水位低下設備（ゲート）施工計画（第1段階）

(1) 水位低下設備の形式、構造

貯水位を下げ、工事の安全性を確保すること、工事中に流水の転流を行うこと、出水期に自然排砂を促すことを目的とし、幅 5m・高さ 4m の放流工、上流側にゲートを有する水位低下設備を設置する。

ゲート構造は水位低下操作を行う 1 門をローラーゲート、1 門をスライドゲートとする。

1) 水位低下設備の必要性

当初は、転流（河川処理）計画として、一般的な方式を比較検討の上「半川締切方式」を採用することとして、検討を進めていた。

しかしながら、第 4, 5 回専門部会において以下のような課題が指摘された。

- ・貯水位を低下させない場合、上流仮締切が過大となり、工程への影響が課題となる。
- ・越流部をスリット状に撤去する場合、門柱への振動を押さえるために高価かつ施工能力の低い工法を採用する必要がある、工程に影響するとともに残存する門柱の安定対策も別途必要となる。
- ・上流仮締切を「土堤」で築造する場合、越水による破堤が懸念され下流の安全性が課題となることから、本工事に先行して貯水位を下げる必要がある。
- ・貯水位を下げる際には、濁水の発生を抑制するためにもゆっくり下げる必要がある。

そこで、撤去手順の検討における基本条件として「貯水位低下設備を設置する」に見直し、工事の初期段階に水位低下設備（放流工）を設置し、貯水位を低下させて工事の安全性を確保するとともに、仮設備規模を抑えることとした。

水位低下設備の目的としては、大きく以下の 3 項目がある。

【非出水期】

- ① 本撤去開始前に、土砂の流出状況や濁度の変化を見ながら貯水位を徐々に低下させる。
- ② 本撤去工事中には、転流工として使用する。

【出水期】

- ③ 本撤去開始前に、洪水を利用して自然排砂を行い土砂の流出状況を確認する。したがって、以下のような設備とする必要がある。
 - ・ 工事中の出水を安全に流下できる規模とする。
 - ・ 貯水位を徐々に低下させるための流量調節機能を有する。
 - ・ 不測の事態（濁水の発生）に対して緊急に閉操作ができる機能（流水遮断機能）を有する。

2) 設備規模の検討

i) 水位低下設備の設計流量

設備規模を決定するための設計流量を目的毎に検討すれば次表のとおりであり、最大値は施工時の対象流量である $253\text{m}^3/\text{s}$ とする。

表- 2.11 設 計 流 量

目 的		設 計 流 量 (m^3/s)	備 考
①-1 貯水位 低 下	水位低下 1.0 m/日の場合	$3.2+53^*)=56.2$	クレスト (EL22.3m) から水深 1.0m の 容量= $279,963\text{m}^3$
	水位低下 0.5 m/日の場合	$1.8+53^*)=54.8$	クレスト (EL22.3m) から水深 0.5m の 容量= $158,663\text{m}^3$
①-2	水位低下時の濁水抑制	53^*	水位維持
②	本体撤去時の転流工	253	対象流量 (施工期間の 1/5 確率)
③	出水時の自然排砂	—	設備の放流能力による。
設 計 値		253	

*) 施工期間の平水流量 (発生頻度 50%流量) である。

ii) 水位低下設備の規模

水位低下設備は、施工時の対象流量である $253\text{m}^3/\text{s}$ を放流可能な設備とする。

ここで、撤去計画においては、仮締切形式として「大型土のう」を想定しており、大型土のうによる仮締切の実績より、施工時の対象流量に対する下流水深を $h=4.0\text{m}$ 以下に抑える(仮締切高さ $H=4.0\text{m}$ 以下) 計画とした。

次表に、工事中の水位が最大となる「右岸門柱，越流部撤去時」における設備規模と放流能力及び上下流水位の関係を示すが、上記の条件より、設備規模は $B=5.0\text{m}\times H=4.0\text{m}\times 2$ 門とした。

表- 2.12 設備規模と放流能力及び上下流水位の関係

設備規模			放流能力 (m^3/s)	設計流量 $Q=253\text{m}^3/\text{s}$ 時		備 考 (仮締切高さ)
門数	B (m)	H (m)	水位EL22.3m (クレスト)	上流水位 (EL m)	下流水位 (EL m)	
1 門	4.0	4.0	162	25.1	19.9	$H=5.9\text{m}$
	5.0		202	23.6	19.6	$H=5.6\text{m}$
	6.0		243	22.5	19.4	$H=5.4\text{m}$
	7.0		283	21.7	19.2	$H=5.2\text{m}$
2 門	4.0	4.0	324	21.6	18.1	$H=4.1\text{m}$
	5.0		406	20.0	17.9	採用規模： $H=3.9\text{m}$
	6.0		486	19.3	17.7	$H=3.7\text{m}$
	7.0		567	18.8	17.6	$H=3.6\text{m}$
必要条件			$>253\text{m}^3/\text{s}$	$<EL22.3\text{m}$	$<EL18.0\text{m}$	

注) 最小設備規模は施工性より $B=4.0\text{m}\times H=4.0\text{m}$ とした。

ここで、放流能力のみからすれば、1門（ $B=7.0\text{m} \times H=4.0\text{m}$ ）でも問題はないが、1門とすることで以下の事態が予想される。

- ① 水位低下設備には、本撤去（右岸越流部）開始前の出水期に土砂の流出状況を確認するという目的があり、土砂を流出しやすくするためには極力幅を広くすることが望ましいが、1門では限界がある。
- ② 流下能力が小さいため、工事中の超過洪水及び出水期においてクレストを越流する頻度が増加することから、下流河川及び貯水池内ともに急激な水位上昇の影響が懸念される。
- ③ 流木及び土砂等による閉塞に対して安全性が懸念される。
- ④ 断面が幅広の構造となるため、残存する開口部上部の安全性が懸念される。
- ⑤ 仮締切の規模が最少でも $H=5.2\text{m}$ と実績を超える大きさとなり、仮締切自体の安全性が懸念されるとともに、設置・撤去に要する工期が延びることにより、工事工程への影響が懸念される。
- ⑥ 仮締切の底幅の増加に伴い工事スペースが減少することにより、施工性（施工機械の作業効率）の低下及びこれに伴う工事工程へ影響が懸念される。

以上より、設備の門数は「2門」を採用することとした。

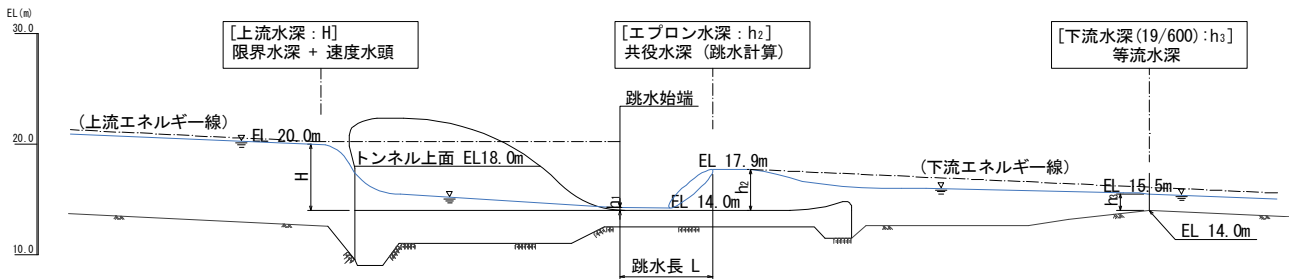


図- 2.21 上下流水位概念図（右岸門柱，越流部撤去時： $B=520\text{m} \times H=420\text{m} \times 2$ 門の場合）

3) 水位低下設備形式の検討

i) 水位低下設備の形式

水位低下設備の形式については、以下の 4 案を想定し、比較検討を行った結果、流量調節機能」機能を有するものの中では経済的な「鋼製締切兼用：ゲート設置案」を採用した（詳細は付録-4：「荒瀬ダム撤去工事実施計画書」参照）。

ここで、ゲート形式については、細かな流量調節が可能であること、設備の規模が比較的大きいこと及び経済性等を考慮して、「ローラーゲート」を前提としている。

表- 2.13 に比較表を示す。

1. ゲート単独案

1-1：ゲート上流設置案

1-2：ゲート下流設置案

2. 鋼製締切兼用案

2-1：ゲート設置案 **採用**

2-2：角落し（H 鋼）ゲート設置案

ゲートの形式については、以下の機能を有する必要がある。

- ・ 流量調節機能
- ・ 流水遮断機能

したがって、水位低下設備の構造を考慮して、可能と考えられる以下の 2 形式について概略の比較検討を行った結果、経済性より「ローラーゲート」を採用した。

表- 2.14 に比較表を示す。

- ・ ローラーゲート **採用**
- ・ スライドゲート

表-2.13 水位低下設備の形式比較表

項目	2. 鋼製縮切兼用案			
	1-1 ゲート上流設置案	1-2 ゲート下流設置案	2-1 ゲート設置案	2-2 角落し(H鋼)ゲート設置案
概要図				
構造概要	<ul style="list-style-type: none"> ゲートは鋼製縮切とは別にクレスト前面に設置する。 ゲート設備を設置するため、水位低下操作のみならず、水位低下時の貯水池内異常の対応(緊急時)及び洪水後の対応(土砂の制御等)においても操作が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ゲートは、鋼製縮切とは別にクレストの下流側に設置する。 同 左 	<ul style="list-style-type: none"> ゲート設備は、鋼製縮切(戸当り兼用)に設置する。 同 左 	<ul style="list-style-type: none"> ゲート設備の設置の必要はないが、角落し(H鋼)を鋼製縮切に設置する。 角落しゲートのため、水位低下操作は可能であるが、流量調節機能を有していないため、水位低下時の緊急時の対応及び洪水後の流水遮断ができない。 鋼製縮切が流下断面内に残存することによるため問題がある。
洪水対応	<ul style="list-style-type: none"> 洪水前後には操作可能な状況としておく必要があるため、操作ロッドが流下断面内に残存しないよう取りはし可能な構造とする。 設備設置後、鋼製縮切を撤去することとすれば、洪水時に流下断面内に残ることはない。 完成後には水密性の確認ができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 同 左 同 左 同 左 	<ul style="list-style-type: none"> 完成後に水密性の確認する施設を設置する必要がある。 縮切設置 : 約15日 ゲート設置 : 約15日 	<ul style="list-style-type: none"> 完成後には水密性の確認ができる。 縮切設置 : 約15日
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 縮切設置 : 約15日 ゲート設置 : 約15日 計 : 約30日 	<ul style="list-style-type: none"> 縮切設置 : 約15日 ゲート設置 : 約15日 計 : 約30日 + α 	<ul style="list-style-type: none"> 縮切設置 : 約15日 ゲート設置 : 約15日 計 : 約30日 	<ul style="list-style-type: none"> 縮切設置 : 約15日
経済性(直接工事費)	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製縮切とゲート設備をそれぞれ単独で製作するため高価となる。 比率 : 1.6 	<ul style="list-style-type: none"> 流量調節機能を有しているものの、経済性、施工性が最も不利である。 比率 : 1.7 	<ul style="list-style-type: none"> 大部分を工場製作により、比較的頑丈な構造とする必要があるため、角落しゲート設置案に比べて若干高価となるが大差ない。 比率 : 1.2 	<ul style="list-style-type: none"> 規模は大きくなるが、H鋼等簡易な構造(現場)で対応できるため最も安価となる。 比率 : 1.0
評価	△	△	○	×

表-2.14 ゲートの形式比較表

項目	① ローラーゲート	② スライドゲート
設備機能 (操作性)	<ul style="list-style-type: none"> 機能上の問題はない。 貯水がある状態での操作であっても開閉荷重が小さい(約30t)ため、適用可能な開閉機形式の幅が広い。 	<ul style="list-style-type: none"> 同 左 貯水がある状態での操作であると開閉荷重が非常に大きくなる(約90t)ため、適用可能な開閉機形式が限定される。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 施工性は大差ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 同 左
経済性	<ul style="list-style-type: none"> 扉体等は②案に比べて若干高価となるが、開閉機が小さいもので対応できる(安価)ため、総合的に安価となる。 <p>比率：1.0</p>	<ul style="list-style-type: none"> 扉体等は①案に比べて若干安価となるが、開閉機が非常に大きなものとなる(高価)ため、総合的に高価となる。 <p>比率：1.3</p>
評価	<ul style="list-style-type: none"> 水圧による摩擦荷重は、ローラー軸の摩擦であるため小さく、開閉機も小さくできる。 経済的に有利である。 <p style="text-align: center;">○</p>	<ul style="list-style-type: none"> 水圧による摩擦荷重は、金属同志摩擦であるため大きく、開閉機の規模が非常に大きくなる。 経済的に不利である。 <p style="text-align: center;">△</p>

ii) ゲート形式の一部見直しについて

ゲートの操作が必要となるのは、以下の時期である。

- ① 水位低下中 ……………ゲートNo.1 は、流量調節操作が必要となる。
ゲートNo.2 は、全閉状態で操作は必要ない。
この時の貯水位は中間水位である。

- ② 水位低下完了後 ……ゲートNo.1 は、全開状態で操作は必要ない。
ゲートNo.2 は、全閉 → 全開への操作が必要となる。
この時の貯水位はない状態(河川状態)である。

ここで、②水位低下完了後のゲートNo.2 の操作は、貯水がない状態での「開操作」となる。
また、水位低下後は 2 門とも全開として基本的に操作は行わないことから、2 門のうち、水位低下操作を行わない 1 門のゲート形式としては「スライドゲート*)」を採用した。

*) スライドゲートは水位が作用する状態での操作となると、開閉機の規模が非常に大きくなり不経済となるが、水圧が作用しない状態での操作であれば、開閉機も標準的な規模となるとともに扉体構造も単純であることから安価となる。

iii) 水位低下設備の開閉方式

開閉方式については、操作ロッドの配置方式も含めて、以下の4案を想定し比較検討を行った。

1. ラック式中央部配置案
2. ラック式門柱位置配置案
 - 2-1: ラック式
 - 2-2: ラック (+ワイヤロープ) 式 採用**
3. 油圧シリンダー式クレスト以下配置案
4. ワイヤロープウィンチ式門柱中央部配置案

その結果、若干経済性で劣るものの、洪水時における設備の破損等の心配もなく流下断面内に障害物が残存しない「ラック (+ワイヤロープ) 式門柱位置配置案」を採用した (詳細は付録-4: 「荒瀬ダム撤去工事実施計画書」参照)。

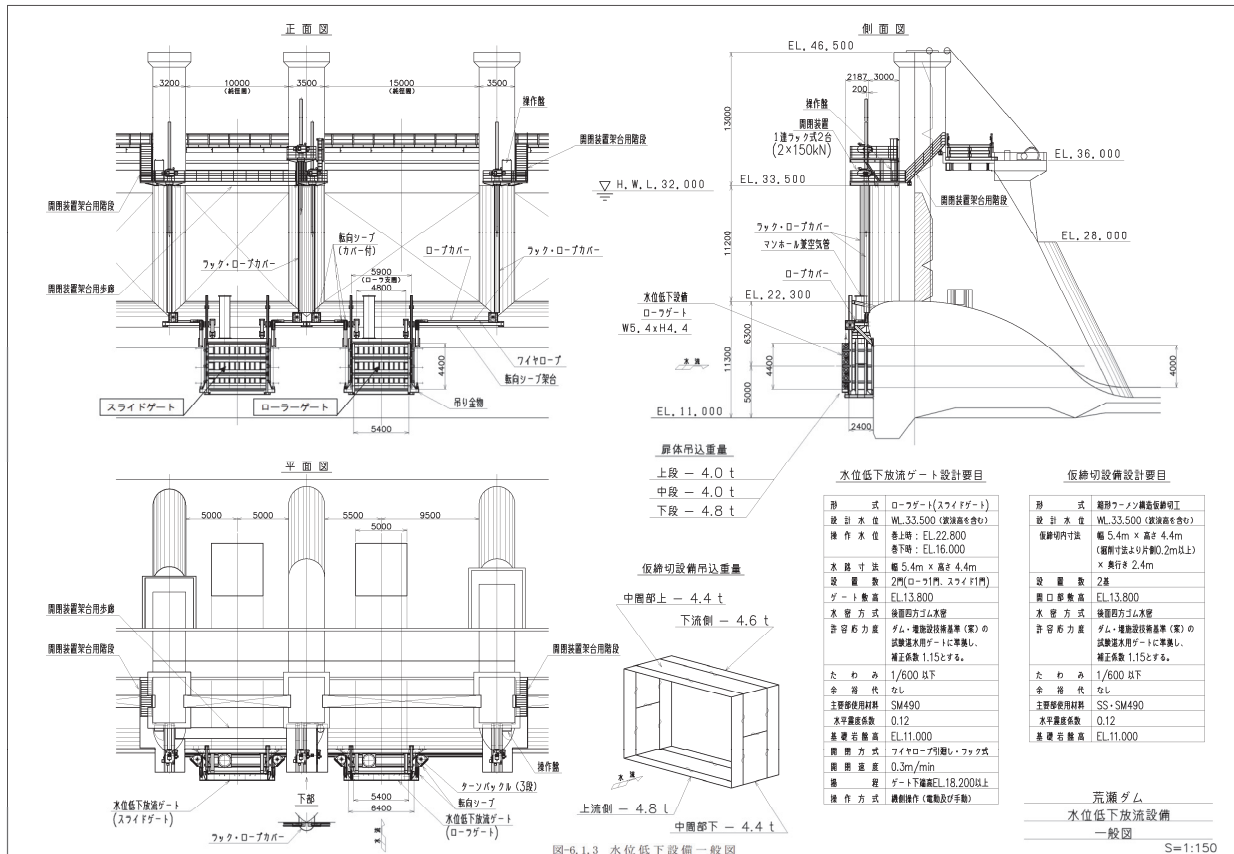


図-2.22 水位低下設備一般図

(2) 水位低下設備の施工方法

水位低下設備ゲートは、クレスト部に設置した組立用ステージで組み立てた後に貯水池内に吊り下げ、水中作業により設置する。

1) 施工方法の検討

前述したように、設備の形式及び構造が概ね決定したことにより、ここでは鋼製仮締切及びゲートの施工方法について、以下の2ケースの比較検討を行った。

- ・管理橋上クローラクレーンによる分割吊込み案 **採用**
- ・クレーン台船による一体吊込み案

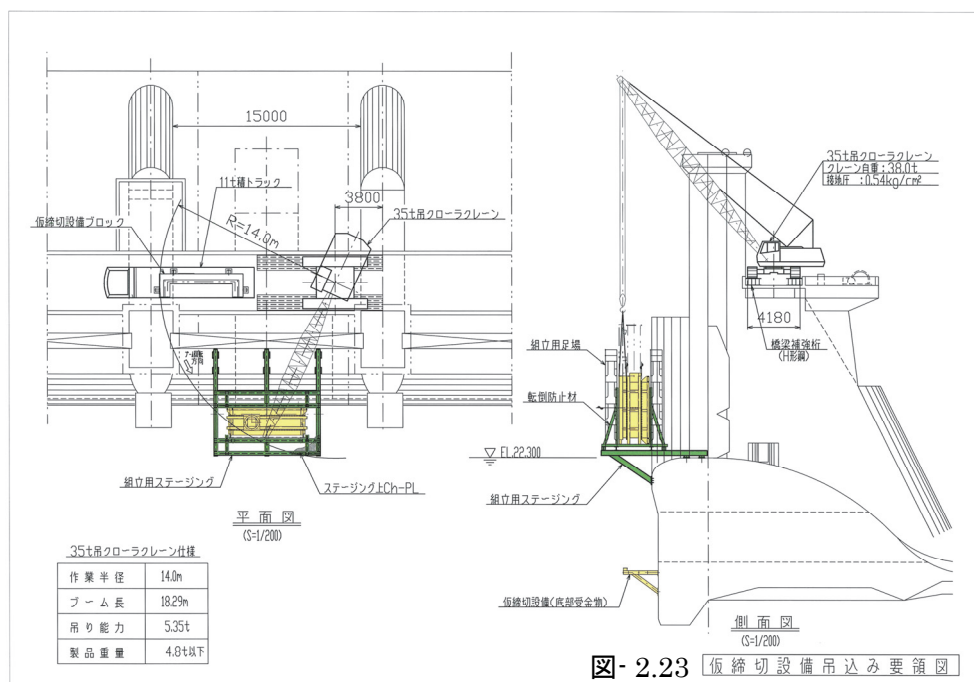
比較検討の結果、仮締切、ゲート設備共に分割して吊込む必要があるものの、経済的に有利であり、作業性が良く水中での設置が確実にできる「管理橋上クローラクレーンによる分割吊込み案」を採用した（詳細は付録-4：「荒瀬ダム撤去工事実施計画書」参照）。

2) 施工手順の検討

前項で選定された施工方法（管理橋上クローラクレーン）による場合、工事の作業性及び水中での設置の確実性の向上のため、以下の条件を考慮した施工手順を検討する必要がある。

- ① 仮締切、ゲート設備共に分割する必要があるため、組立て用ステージが必要となる。
- ② 仮締切、ゲート設備共に所定の位置への吊下し作業は、組立て（一体化）後となるため、別途門構設備が必要となる（クレーンでは吊れない）。

上記2条件を考慮した施工手順を図-2.24に、また各段階毎の施工要領図を図-2.23、図-2.25～図-2.28に示すが、仮締切設備とゲート設備のそれぞれの吊下し作業時に、門構設備の設置・撤去が必要となる。



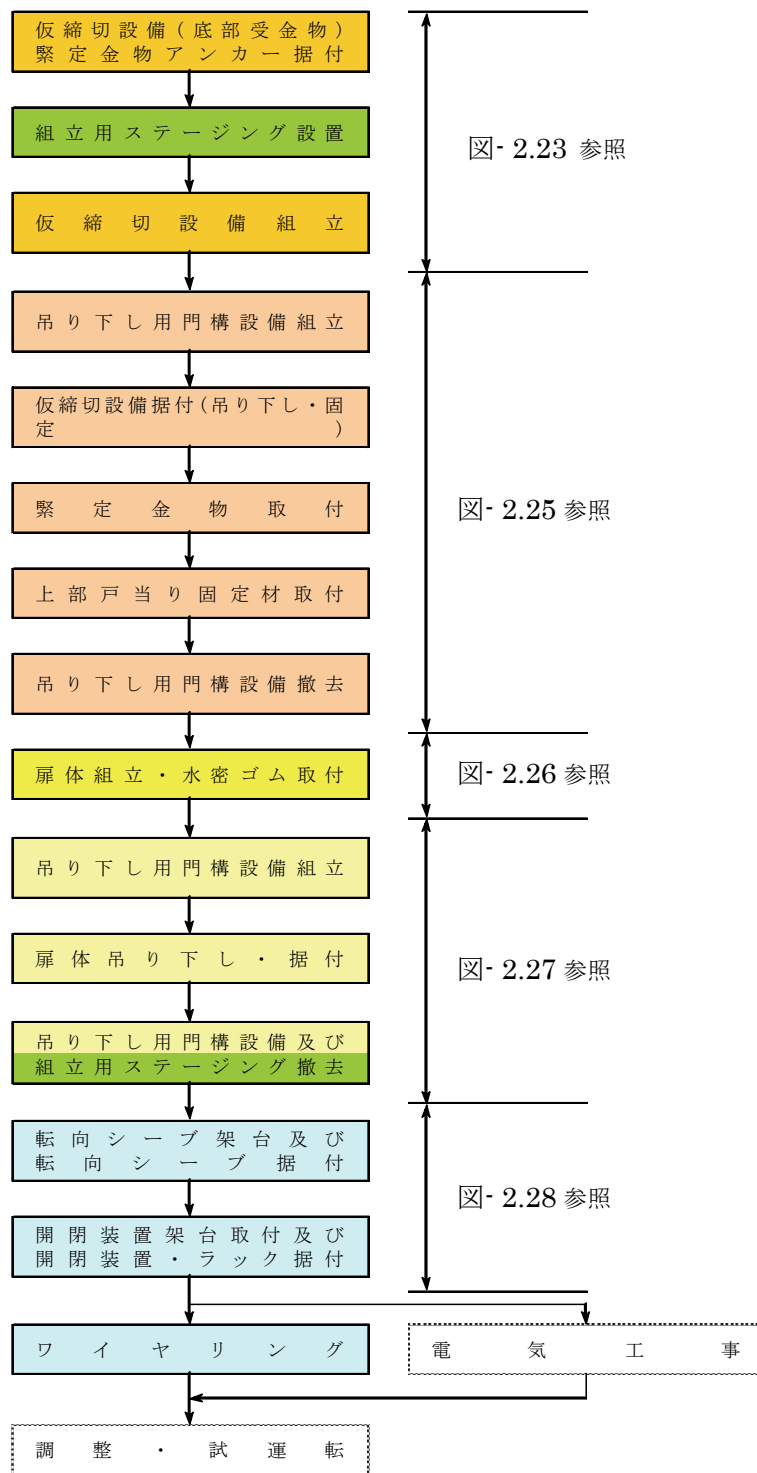
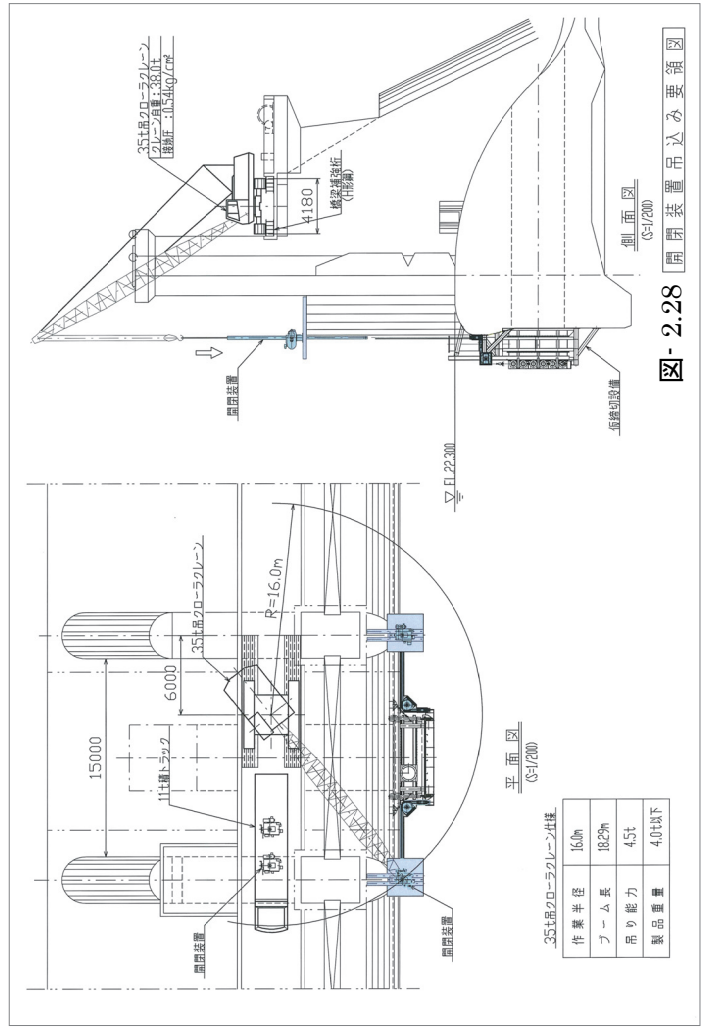
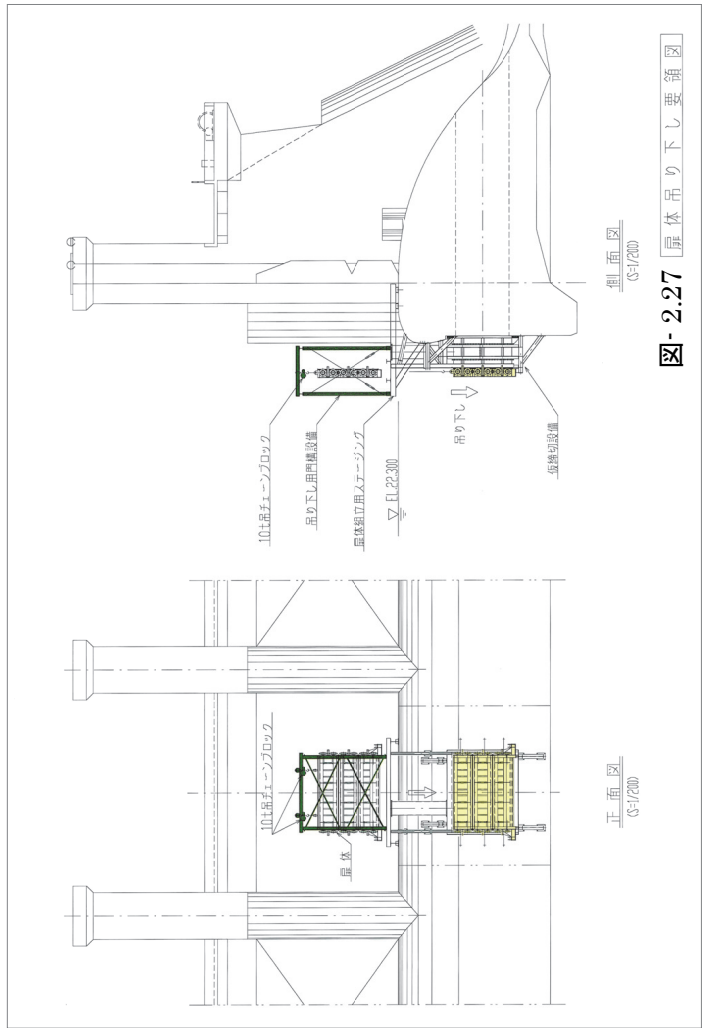
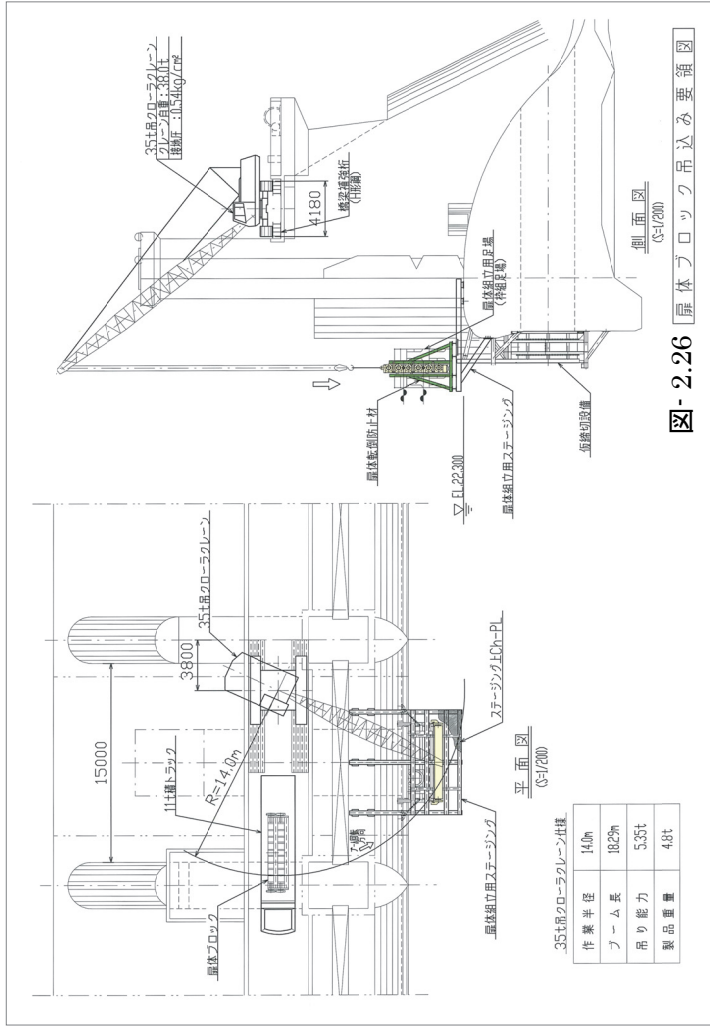
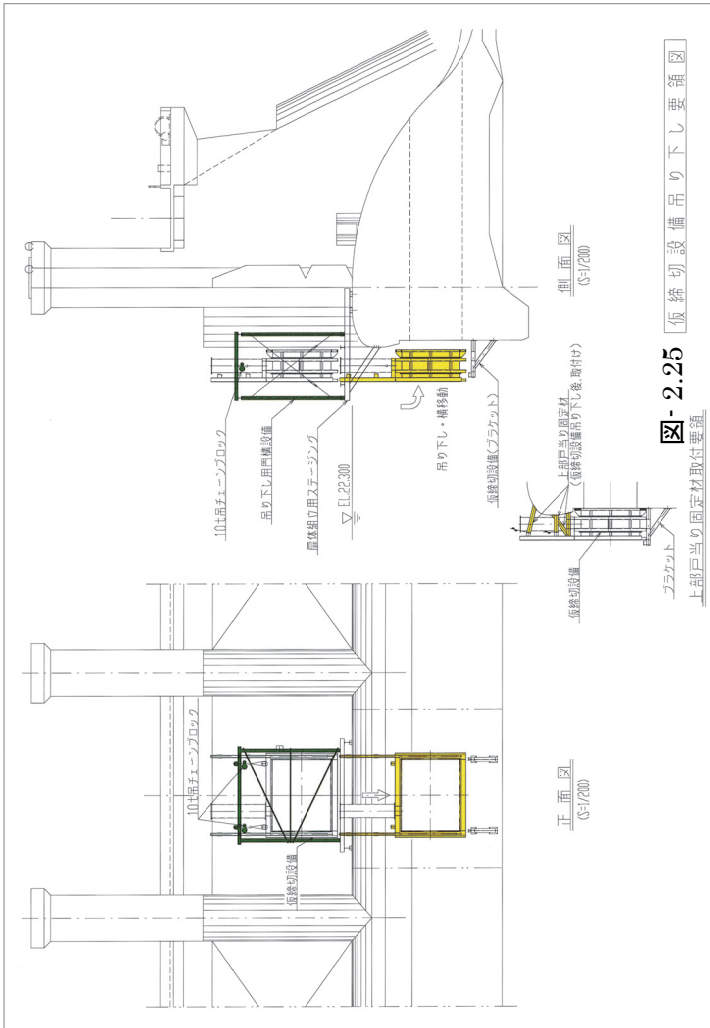


図-2.24 設置工事全体フロー図



2.3.4 門柱撤去計画（第 2, 5 段階）

門柱は足場を設置したうえで、鉄筋切断及び削孔を行い、上部から順次制御発破を行い、コンクリート圧砕機により破砕殻を河床部に落とし搬出する。

門柱は、「制御発破」による撤去としており、その撤去方法、手順は以下のとおりである。

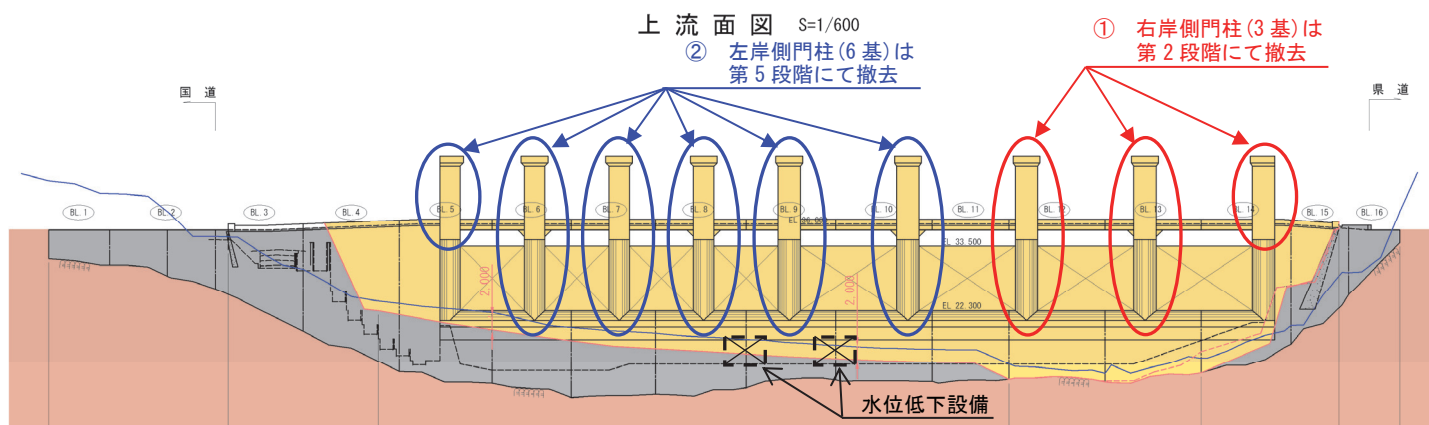
1) 門柱撤去の基本方針

a) 門柱の撤去時期

門柱の撤去時期は図- 2.29 に示すように以下のとおりとなる。

- ・ 右岸側（3 基） 第 2 段階
- ・ 左岸側（6 基） 第 5 段階

また、門柱の撤去前には、周辺の洪水吐きゲート及び管理橋は撤去が完了している計画である。



※ダム撤去計画においては、各施工年度を「第〇段階」と称している。

図- 2.29 門柱の撤去時期

b) 門柱の基本的な撤去手順（「第3章」の施工実績において見直しあり）

門柱の基本的な撤去手順は図-2.30に示すとおりであるが、高さが20m程度と高いため、数層に分割して上部から下方向へ順次撤去することを基本とした。

ただし、越流部標高であるEL22.3m以下については、越流部と同時に撤去することとした。

ここで、撤去計画ではコンクリート殻を水叩部に存置しないこととして、1日の作業時間内で搬出まで完了させる計画であることから、1回の発破範囲については、これを考慮して計画した。

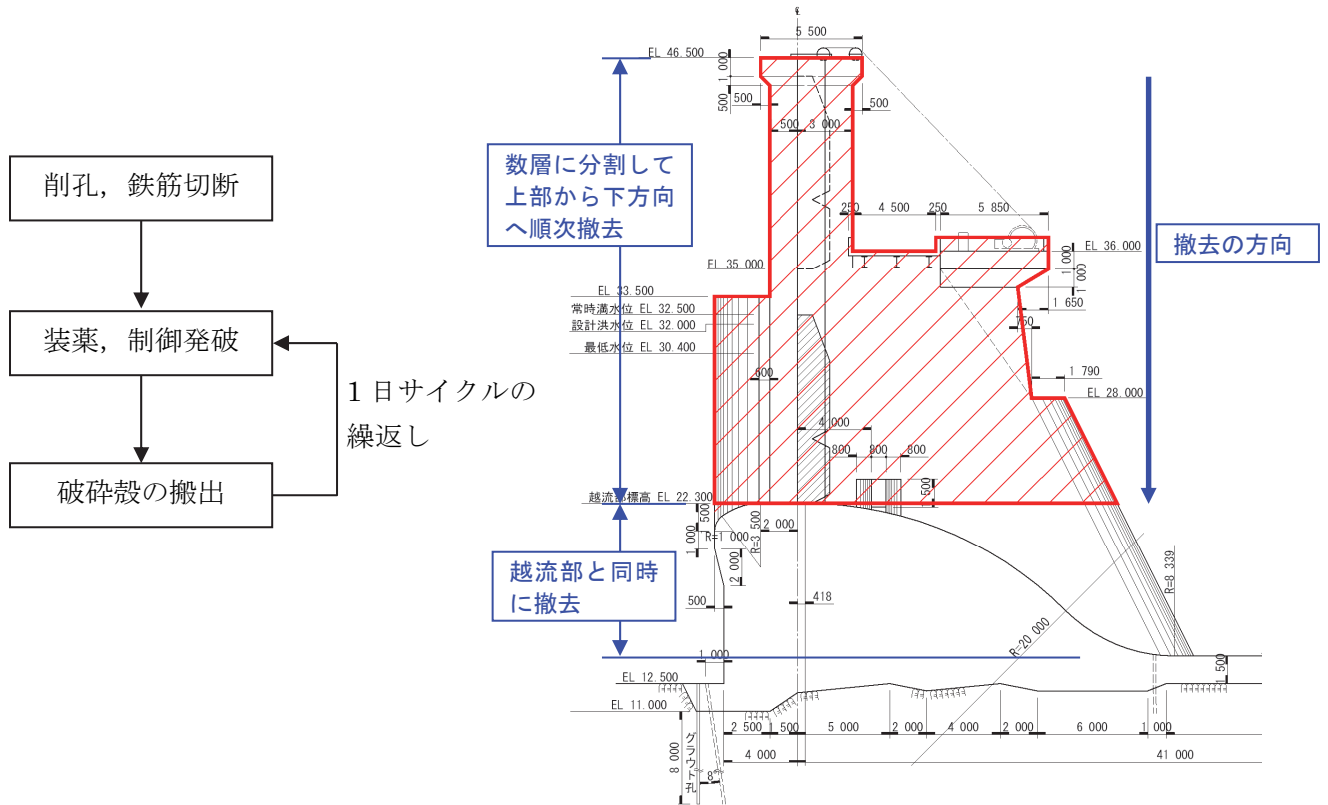


図-2.30 撤去の基本手順

2) 削孔，鉄筋切断の施工方法

a) 仮設工（「第3章」の施工実績において見直しあり）

門柱の削孔及び鉄筋切断作業のために図・2.31に示すように、以下の足場工を設置する計画とした。

- ・ 管理橋より上部 ……側面，下流側に足場工を設置
- ・ 管理橋より下部 ……側面に足場工を設置

ただし、削孔，鉄筋切断作業完了後は、管理橋上部の下流側の足場工のみ撤去し、その他は装薬作業のために存置する計画とした。

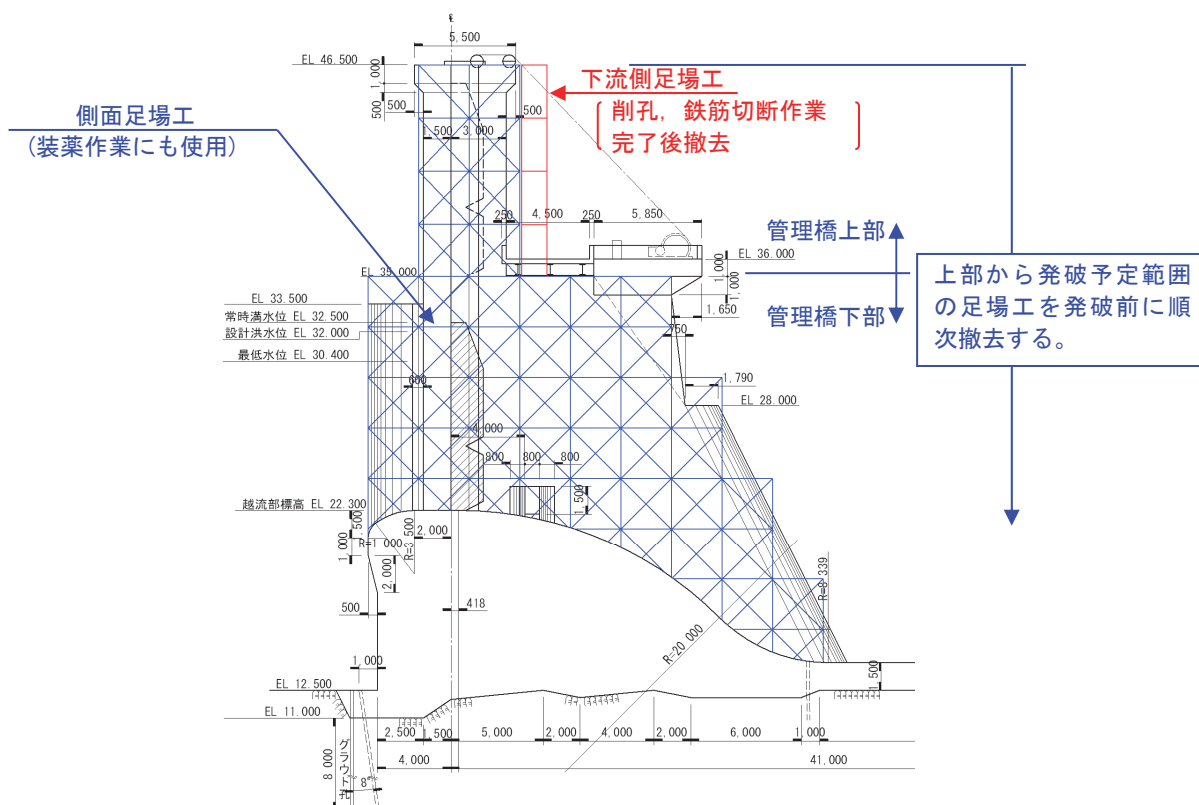


図- 2.31 足場工計画概念図（削孔，鉄筋切断作業時）

b) 削孔の方法

削孔は、施工部位により以下の機械により削孔する計画とした。

- ・ 管理橋より上部 ……レッグハンマ（人力）
- ・ 管理橋より下部 ……小型クローラドリル

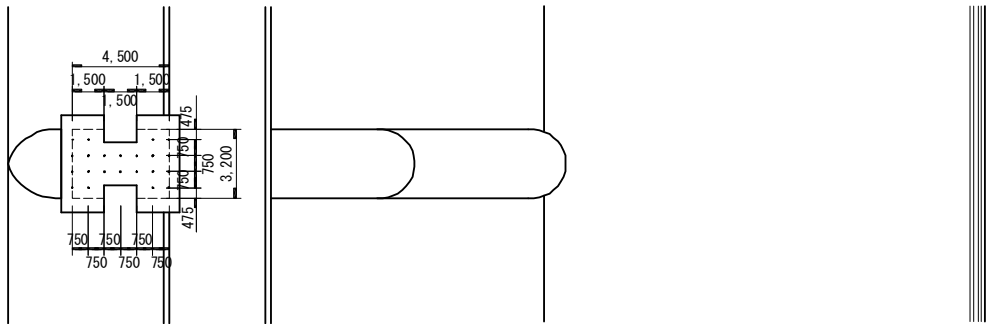
また、小型クローラドリルは、60tトラッククレーンにより吊上げて配置する計画とした。

削孔間隔は1.0m程度を基本とする。また、基本的に「ベンチカット方式」によることとし、数ベンチに分割して施工することとした。

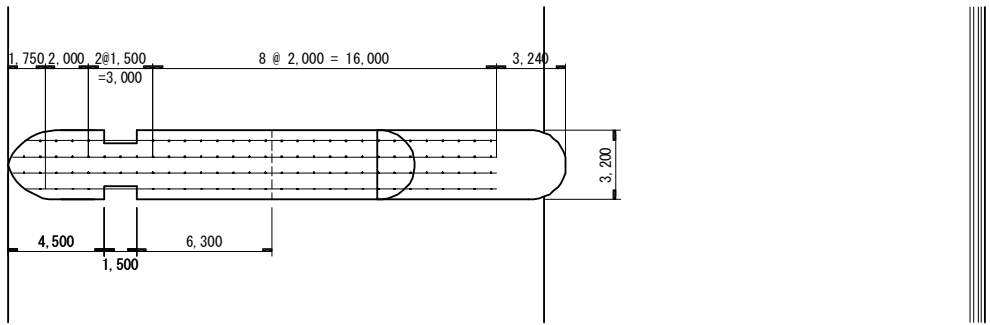
c) 鉄筋切断の方法

鉄筋の切断は「コンクリートカッター」により行う計画とした。

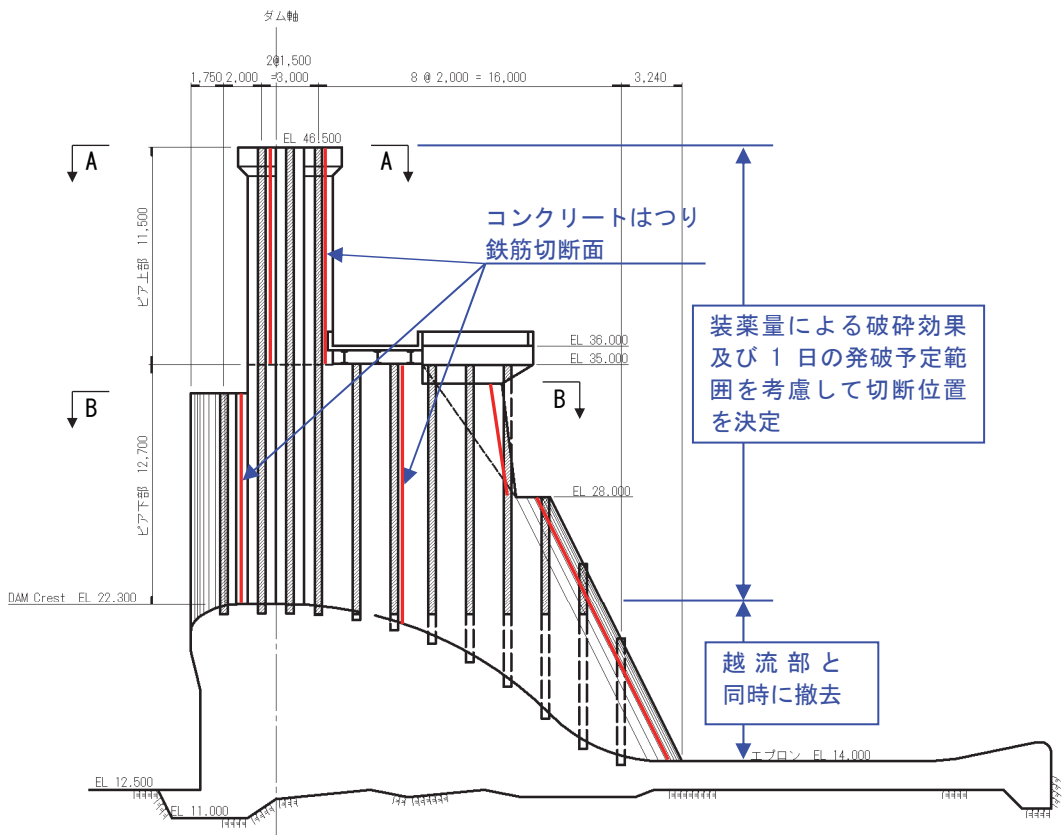
ここで、鉄筋切断位置は、発破効果を考慮して横筋を切断することとした。



(A-A)



(B-B)



断面図

図- 2.32 削孔, 鉄筋切断計画概念図

3) 装薬，制御発破の施工方法

a) 仮設工（「第3章」の施工実績において見直しあり）

装薬作業には前示した図-2.31に示すように、削孔時の側面の足場工を使用する。

ただし、装薬は発破前にその都度行う必要があるため、1日の発破予定範囲の足場のみ装薬完了後に撤去することとした。

また、破砕殻の飛散防止のために、発破範囲の周囲及び上部を防爆シートで覆う計画とした。

b) 装薬の方法

装薬長は使用する薬量により決まるが、1回の発破深さの下部に装填し、その上部には込物（削孔くずもしくは砂）を充填する。また、込物長は発破効果を高めるため、1回の発破深さの1/2以上を確保することとした。

爆薬の種類は、水中でも使用可能であり、破砕力の大きな「含水爆薬」を使用することを基本とした。

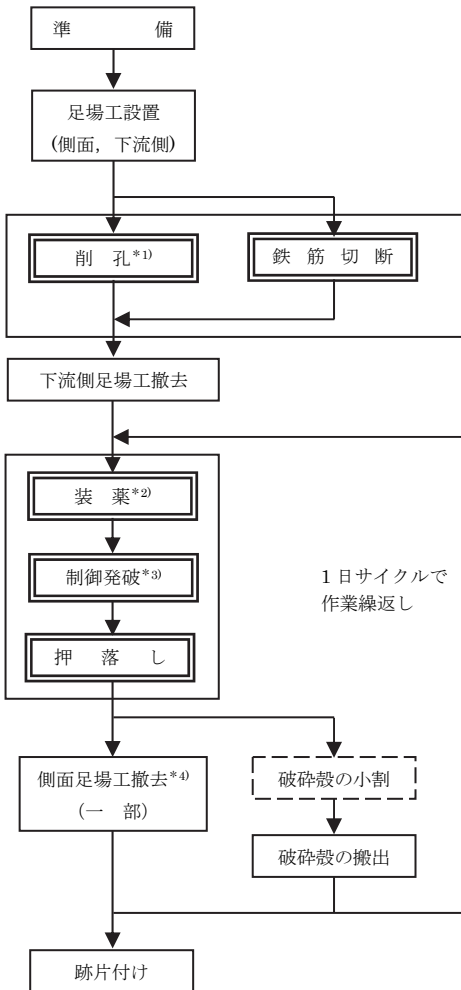
ここで、薬量については、周辺の社会環境を配慮し、発破地点から民家までの距離に応じて騒音，振動規制値を考慮して決定することとした。

c) 制御発破の方法（「第3章」の施工実績において見直しあり）

前述したように、門柱は高さが高いため、上部から下方向へ数ベンチに分けて順次撤去することを基本としているが、上下流方向については、図-2.34に示すように下流側から上流方向へ時間をずらして発破を行う計画とした。

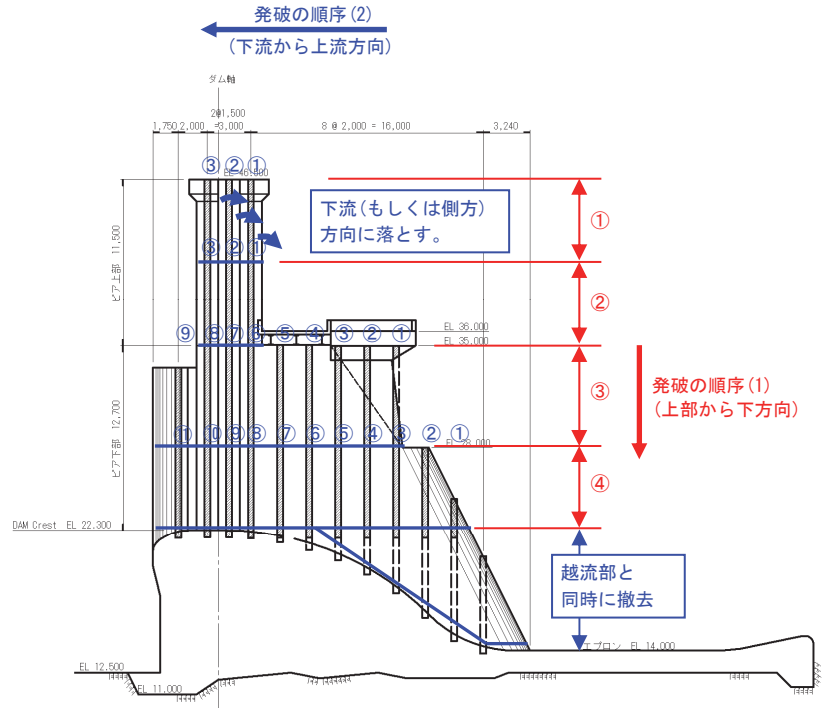
これにより、破砕殻は下流もしくは側方方向に落とす計画とした。

ただし、鉄筋に張りついたコンクリート殻が門柱上に残る場合も想定されるため、これに対しては「コンクリート圧砕機」を使って振落とすか、もしくは鉄筋を切断して落とす計画とした。



- *1) 「ベンチカット方式」によることを基本とする。
- *2) 1日の破碎予定範囲に対して装薬を行う。
- *3) 時間をずらして、下流側から発破を行う。
- *4) 発破予定範囲のみの撤去として、順次下げていく。

図- 2.33 門柱の全体撤去フロー



断面図
図- 2.34 制御発破計画概念図

表- 2.15 使用機械一覧

作業の種類	機械の名称	仕様・規格	備考
削 孔	レッグハンマ		管理橋上部
	小型クローラドリル	40kg 級	管理橋下部
	トラッククレーン	60t 級	小型クローラドリルの吊込み
鉄筋切断	コンクリートカッター	油圧式:ブレード径 65mm	
制御発破	(含水爆薬)		(雷管等)
押し	コンクリート圧碎機	940kN	
破碎殻の搬出	バックホウ	0.8m ³ 級	集 積
	大型ブレーカ	1,300kg 級	小割 (補助的)
	ダンプトラック	10t 級	運 搬

2.3.5 堤体の撤去計画（第 3, 4, 6 段階）

堤体は下流から上流方向に向けて 3 層程度に分けた制御発破を行う。

堤体（越流部、非越流部）は、制御発破による撤去としており、ここでは越流部を代表させてその撤去方法、手順について整理した。

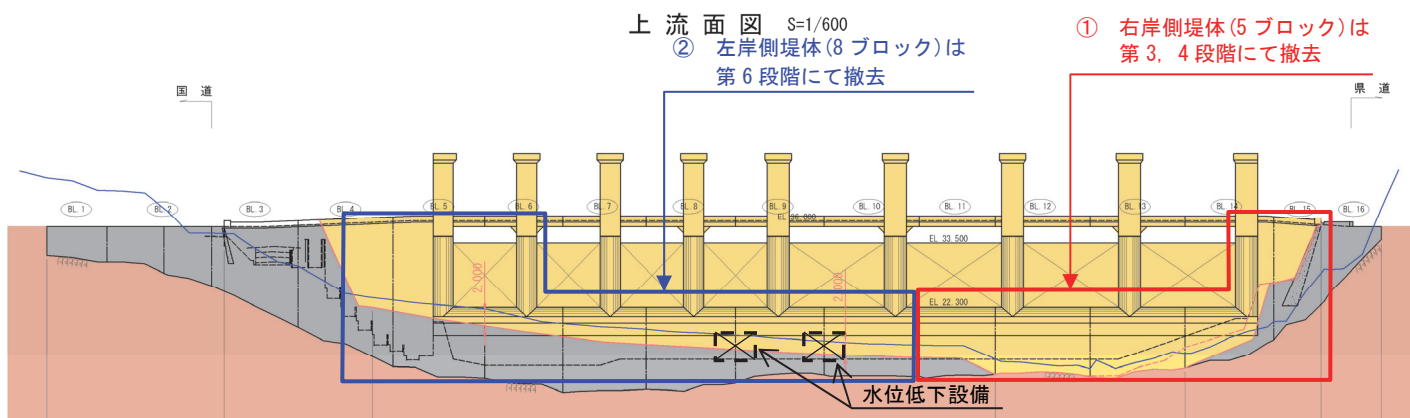
1) 堤体撤去の基本方針

a) 堤体の撤去時期

堤体の撤去時期は図- 2.35 に示すように以下のとおりとなる。

- ・ 右岸側（5ブロック） 第3, 4段階
- ・ 左岸側（8ブロック） 第6段階

また、堤体の撤去は、門柱の撤去完了後に行う計画とした。



※ダム撤去計画においては、各施工年度を「第〇段階」と称している。

図- 2.35 堤体の撤去時期

b) 堤体の基本的な撤去手順

堤体の基本的な撤去手順は図- 2.36 に示すとおりであるが、越流部では高さが 10m 程度（非越流部では最大 15m 程度）と高く、ブロック幅は 15m 程度と広いため、数層に分割して上部から下方へ順次撤去することを基本とした。

上流部は、仮締切としての機能を持たせるため、最終段階で撤去する。

ここで計画ではコンクリート殻を水叩き部に存置しないこととして、1 日の作業時間内で搬出まで完了させる計画であることから、1 回の発破範囲については、これを考慮して計画した。

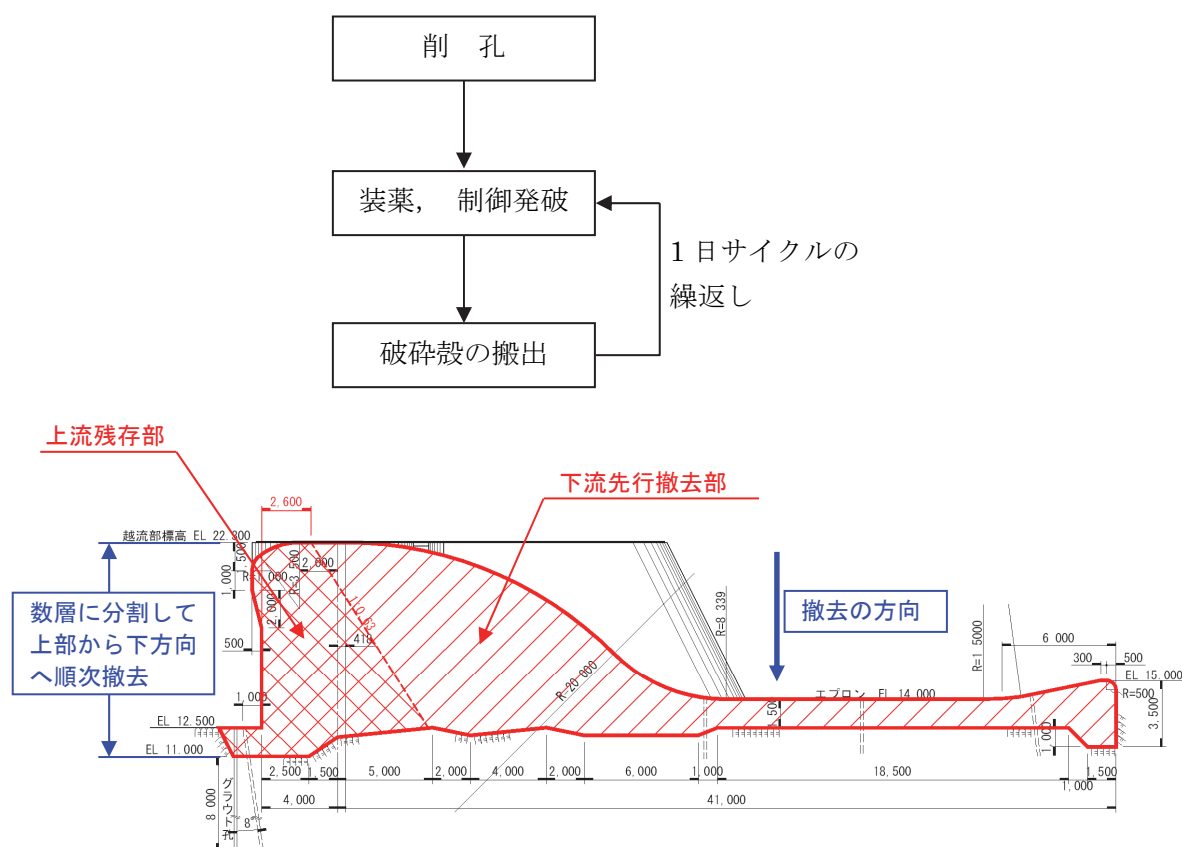


図- 2.36 破碎の基本手順

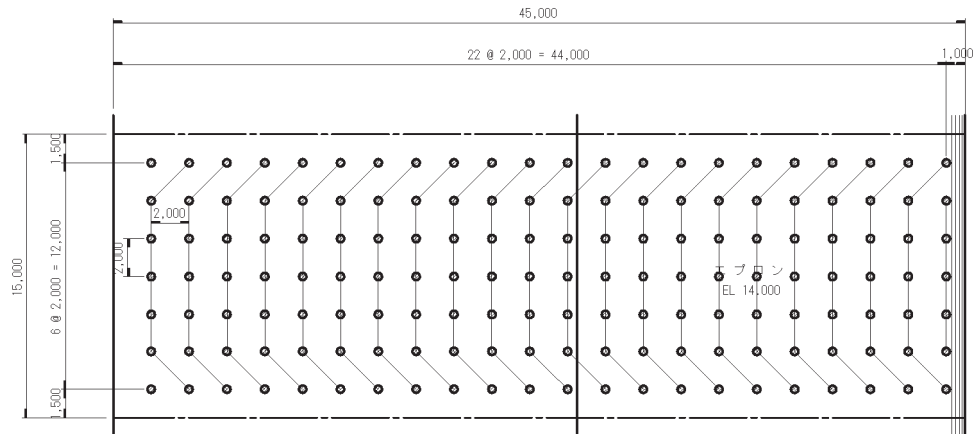
2) 削孔の施工方法

a) 削孔の方法

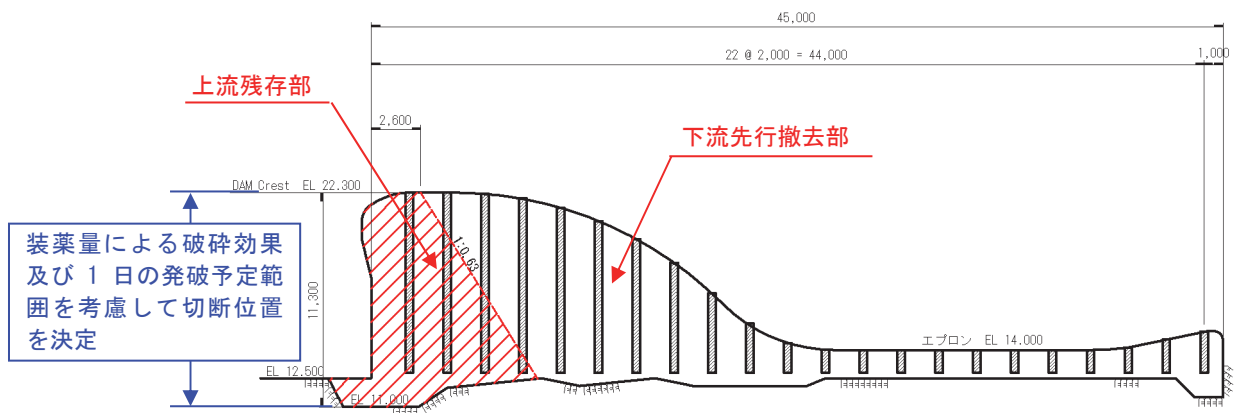
削孔は、図-2.37に示すように、越流面上部よりクローラドリルにより削孔する計画とした。

また、クローラドリルは、越流部までの坂路を設置して配置する計画とした。

基本的に「ベンチカット方式」によることとし、エプロン敷高以下も含めて数ベンチに分割して施工することとした。



平面図



断面図

図-2.37 削孔計画概念図

3) 装薬，制御発破の施工方法

a) 仮設工

装薬作業には、特に大がかりな足場工等は計画していない。

ただし、破砕殻の飛散防止のために、発破範囲の上部を防爆マット及び防爆シートで覆う計画とした。

b) 装薬の方法

装薬長及び込物長，爆薬の種類，薬量については、前述した「2.3.4 門柱撤去計画」と同様とした。

c) 制御発破の方法

越流部は平面的な撤去範囲が広いことから、1日の破砕殻の搬出可能量に配慮（破砕殻は河道内に残存させない）して、3ベンチ程度に分割することとした。

ア) 下流先行撤去部

前述したように、上部から下方向へ順次撤去することを基本としているが、上下流方向については、図-2.38(1)に示すように下流側から上流方向へ時間をずらして発破を行う。

これにより、破砕殻は下流方向に落とす計画とした。

また、場合によっては図-2.38(2)に示すように上・下に水平距離を保ちつつ、制御発破を行うことも検討することとした。

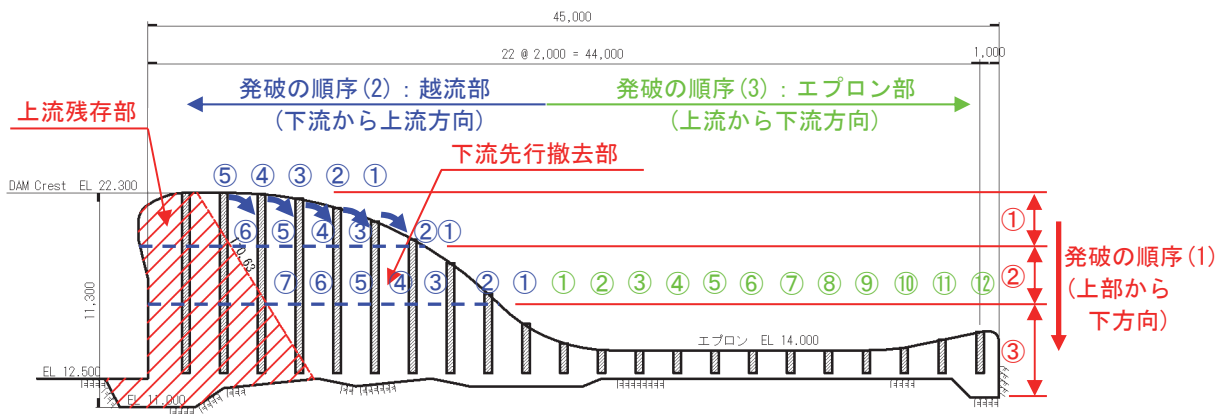


図-2.38(1) 制御発破計画概念図(1) (下流先行撤去部)

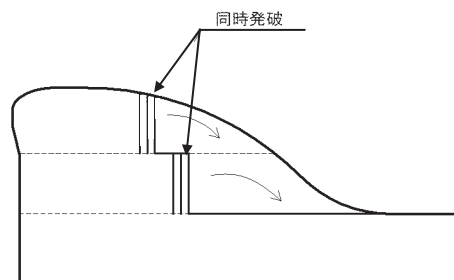


図-2.38(2) 制御発破概念図(2) (下流先行撤去部：参考)

イ) 上流残存部

前述したように、上部から下方向へ順次撤去することを基本としているが、上下流方向については、図-2.39に示すように下流側から上流方向へ時間をずらして発破を行う。

この場合は、上下流方向の断面幅が小さいため、上部から下方向への撤去が主体となる。

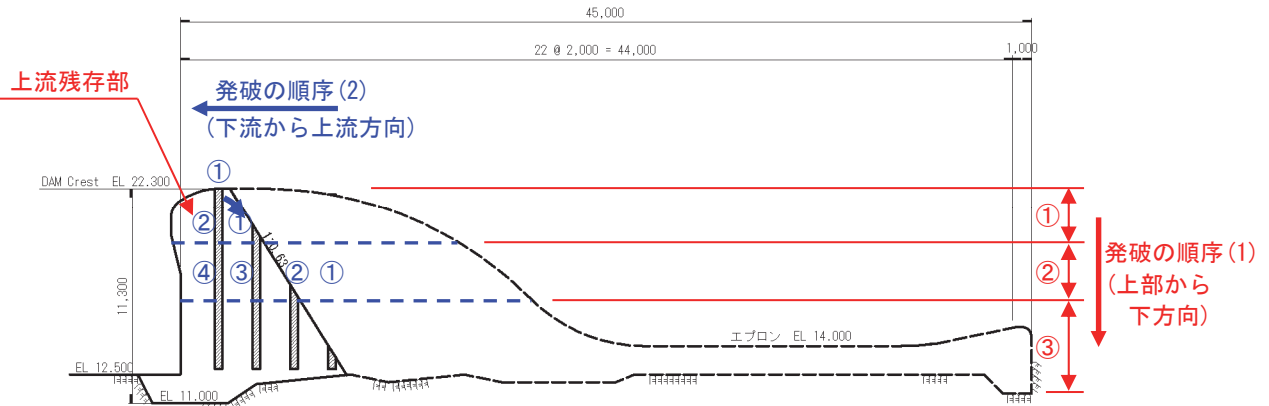
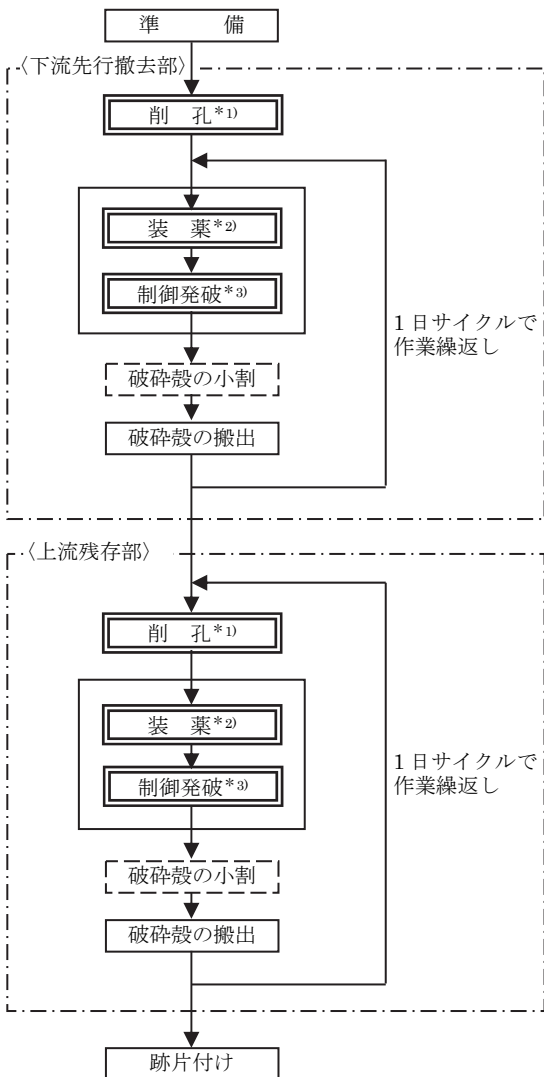


図-2.39 制御発破計画概念図 (上流残存部)



- *1) 「ベンチカット方式」による。
- *2) 1日の破碎予定範囲に対して装薬を行う。
- *3) 時間をずらして、下流側から発破を行う。

表-2.16 使用機械一覧

作業の種類	機械の名称	仕様・規格	備考
削孔	クローラドリル	150kg級	
制御発破	(含水爆薬)		(雷管等)
破碎殻の搬出	バックホウ	0.8m ³ 級	集積
	大型ブレーカ	1,300kg級	小割(補助的)
	ダンプトラック	10t級	運搬

図-2.40 堤体越流部の全体撤去フロー

2.4 導水トンネル他施工計画

2.4.1 放水路撤去計画

(1) 概 要

藤本発電所付近においては、河川管理者による築堤護岸が計画されており、この関連事業と調整のうえ放水路の撤去を行うこととした。



写真- 2.1 荒瀬ダム放水路

(2) 撤去方針

放水路は、計画堤防下部及び堤外部のコンクリート構造物を撤去し、堤外部の護岸及び堤内部の盛土を行う。

右岸側の側壁については、護岸・土留の一部と考えられるため、撤去した場合の護岸の安定性を考慮して存置させることとした。

また、制水ゲート関連設備（ゲート本体、開閉装置等）は撤去するが、これに付随する施設（コンクリート躯体）と築堤護岸背後の放水路は、護岸の背面に埋戻されることになるため、撤去しない方針とした。

(3) 撤去範囲

放水路の撤去範囲については、図- 2.41 に示すように区間毎に計画した。

①：区間 I

放水路の下流区間である。

この区間は河川内となるため全撤去を基本とするが、山側は土留めとしての機能も有していると考えられることから山側は存置し、底版及び川側の壁は撤去することとした。

②：区間 II

放水路の中央区間である。

この区間は計画堤防の基本断面の範囲であるため、堤防の止水性より地山との接着を良くし、水みちとなるのを防止するために放水路は全撤去とした。

③：区間 III

放水路の上流区間である。

この区間は盛土下になるとともに、計画堤防の基本断面外となるため存置することとした。

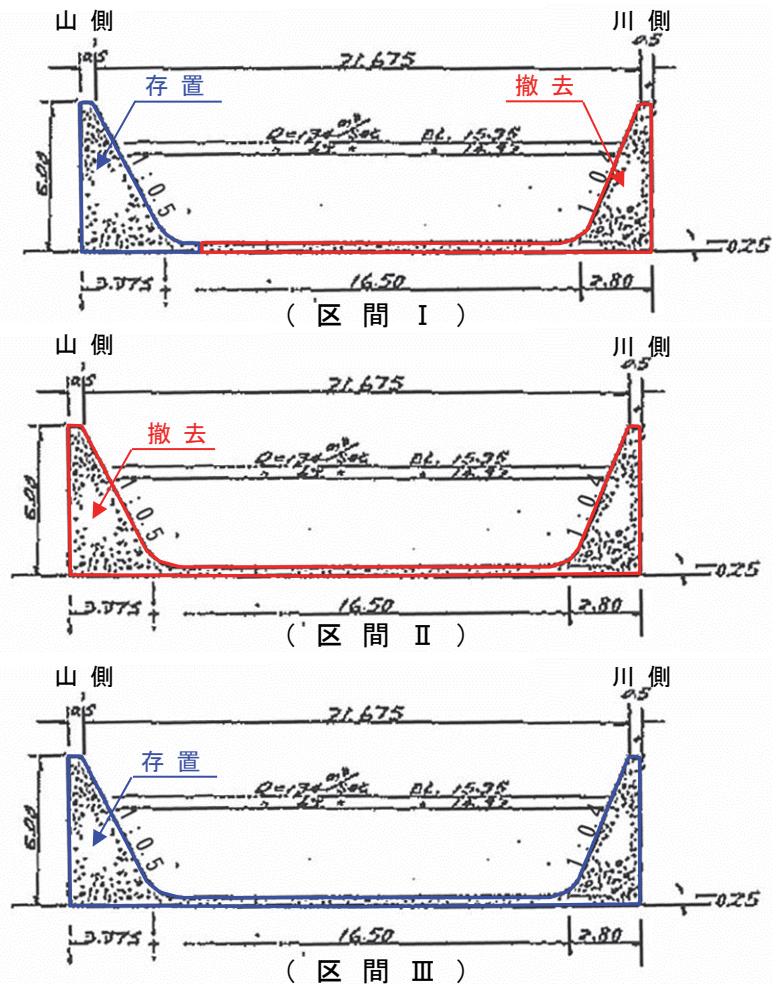


図- 2.41 放水路撤去・存置区分断面図

放水路の撤去計画図を図- 2.42 及び図- 2.43 に示す。

なお、放水路撤去については、前述のとおり築堤護岸計画があったため、河川管理者と協議のうえ最終決定することとした。

2.4.2 導水トンネル埋戻し計画

(1) 概 要

導水トンネルの平面図及び縦断図を図- 2.44 及び図- 2.45 に示す。

導水トンネル内埋戻し工は、自走式ベルトコンベアによって、圧力トンネル・導水管路の天端から 1.0m 下がりまでをコンクリート殻で埋戻し、その上部はエアミルクを充填する計画とした。

表- 2.17 導水トンネル諸元（全体）

区 間	延 長
呑 口 部	11.0m
圧力トンネル部	602.5m
サージタンク部	38.5m
導水管路部	69.6m（2条）
合 計	721.6m

表- 2.18 圧力トンネル諸元

項 目	諸 元
内 径	7.0m
コンクリート巻厚	0.6～1.0m
勾 配	1/172.6（平均）

表- 2.19 導水管路諸元

項 目	諸 元
内 径	5.8～5.2m
水圧鉄管厚さ	9.0～12.0mm
コンクリート巻厚	1.00～1.35m

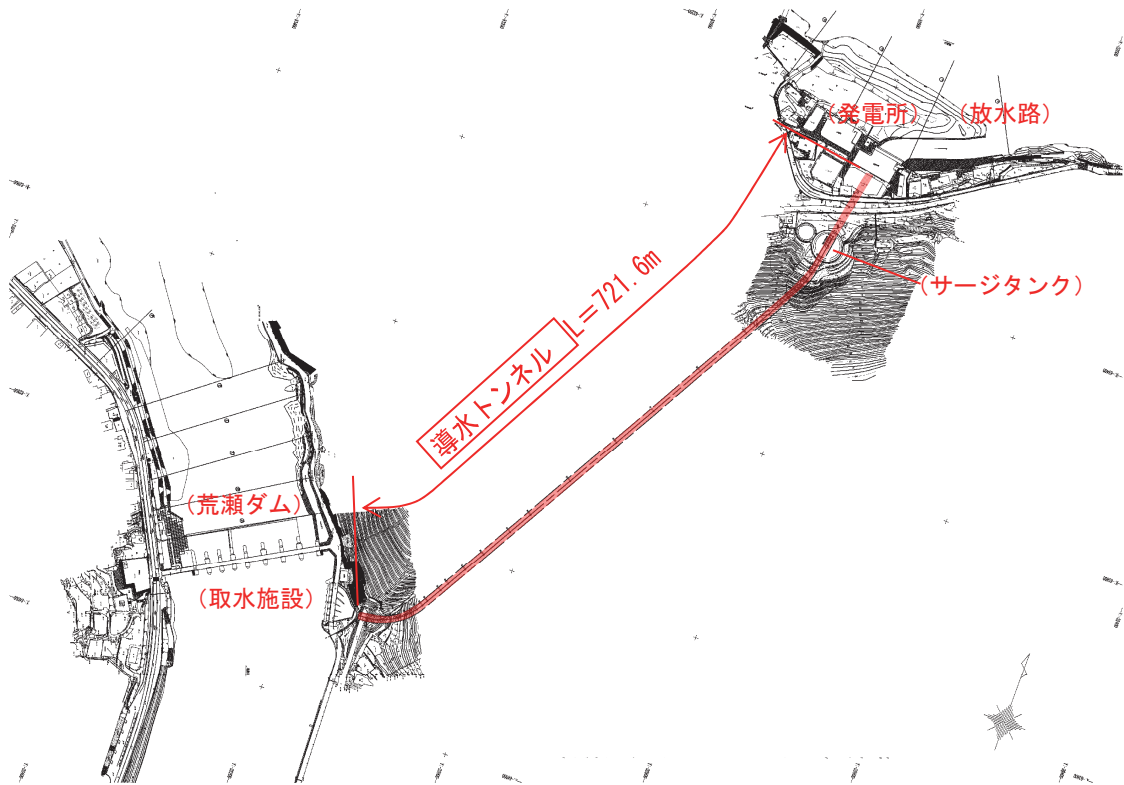


図-2.44 導水トンネル全体配置図

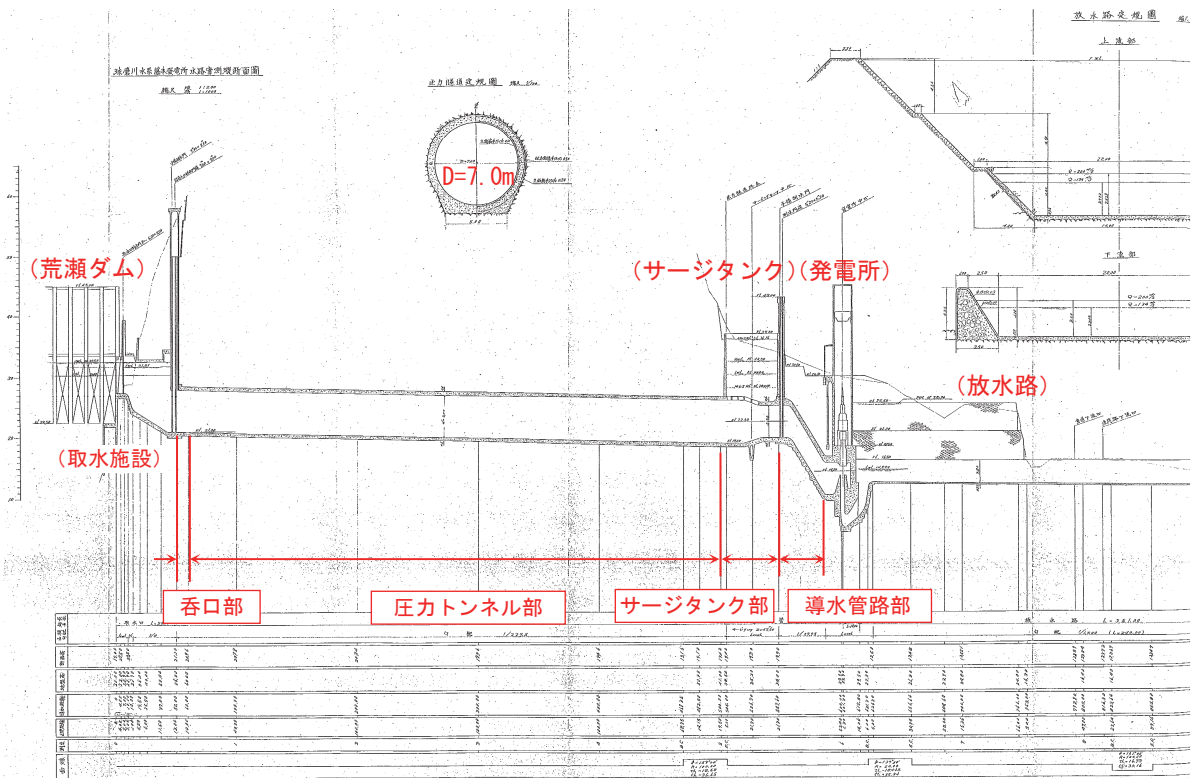


図-2.45 導水トンネル縦断面図

(2) 施工計画

1) コンクリート殻埋戻工

a) 計画数量

導水トンネルへは、第2段階（平成25年度）～第5段階（平成28年度）の本体撤去殻を埋戻すこととしており、埋戻しに使用するコンクリート殻の数量は、表-2.20に示すとおりである。

表-2.20 計画数量

種別	細別(規格)	単位	数量(年度別)				全体数量
			第2段階	第3段階	第4段階	第5段階	
導水トンネル埋戻し	コンクリート殻 無筋	m ³	—	5,082	4,674	—	9,756
	コンクリート殻 鉄筋	m ³	2,123	218	960	4,679	7,980
	合計数量	m ³	2,123	5,300	5,634	4,679	17,736

b) 施工方法

10t ダンプにより運搬投入された小割りしたコンクリート殻は、呑口部に配置したバックホウ（山積0.6m³）により1t不整地運搬車に積込む計画とした。

なお、0.6m³バックホウの吊込みは、50t吊りトラッククレーンによることとした。

ア) コンクリート殻埋戻工施工範囲

コンクリート殻埋戻工の施工範囲は、導水管路下流端 No.14+11.16（導水トンネル起点から711.16m）から No.0+29.08（導水トンネル起点から29.08m）の地点までである。

トンネル内のコンクリート殻の運搬は、1t不整地運搬車によることとし、トンネル天端から1.0m下がりまでの埋戻しは、自走式ベルトコンベアによるものとした。

図-2.46に圧力トンネル・導水管路一般図を示す。

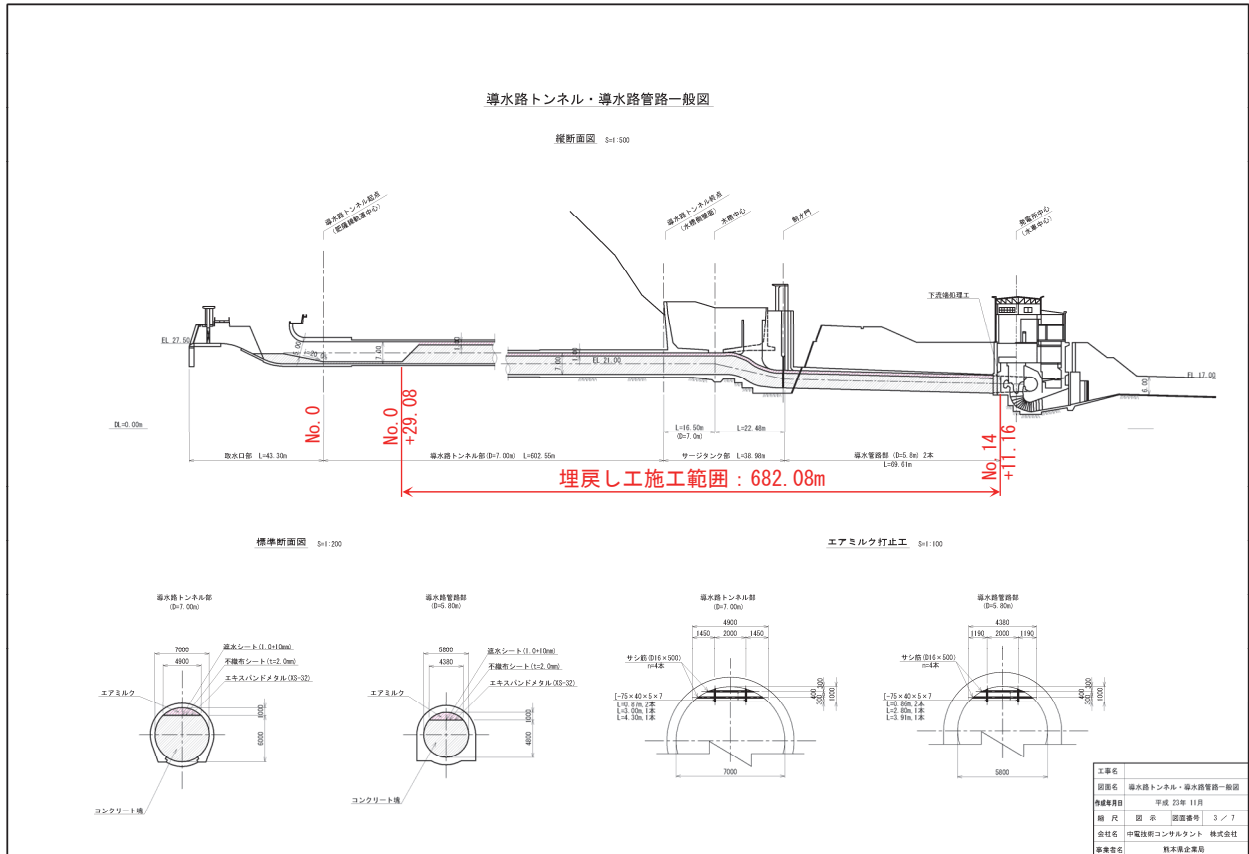
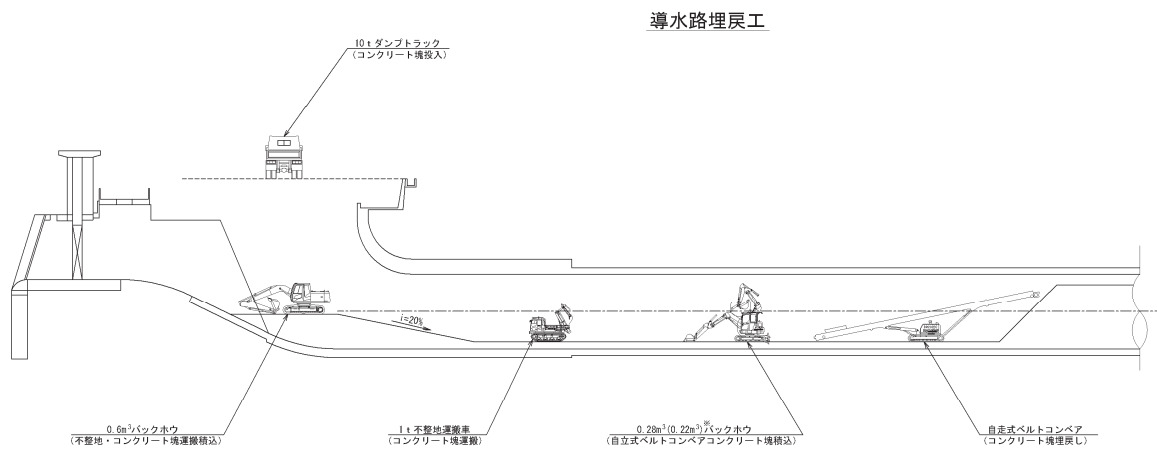


図- 2.46 圧カトンネル・導水管路一般図

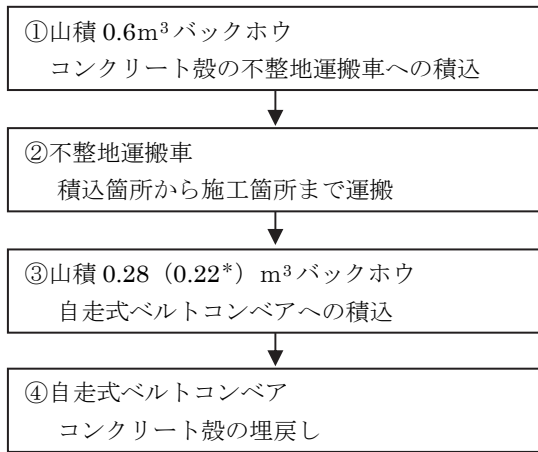
ここで、下流の自走式ベルトコンベアへのコンクリート殻の積込みは、導水管路部（φ 5.8m）では山積み 0.22m³バックホウ、上流の圧力トンネル部（φ 7.0m）では山積み 0.28 m³バックホウを使用することとした。

各部での施工フロー図及び配置図を図- 2.48～図- 2.50 に示す。



※ ()内は、導水管路に使用

図- 2.47 導水トンネル（導水管路）施工要領図



* () 内は導水管路部に適用

図- 2.48 圧カトンネル（導水管路）部 施工フロー図

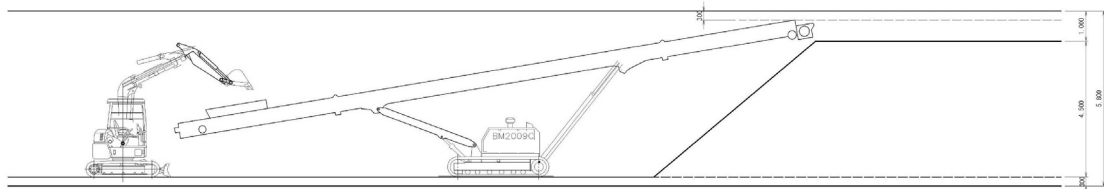
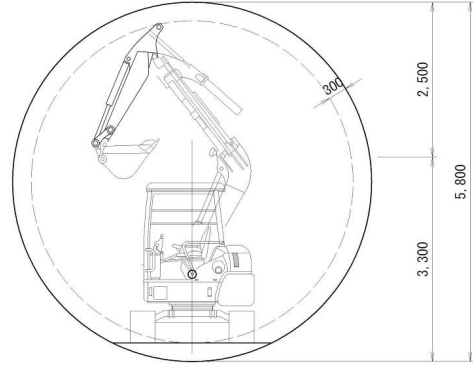


図- 2.49 導水管路部における山積 0.22m³級バックホウ・自走式ベルトコンベアの配置（縦断図）

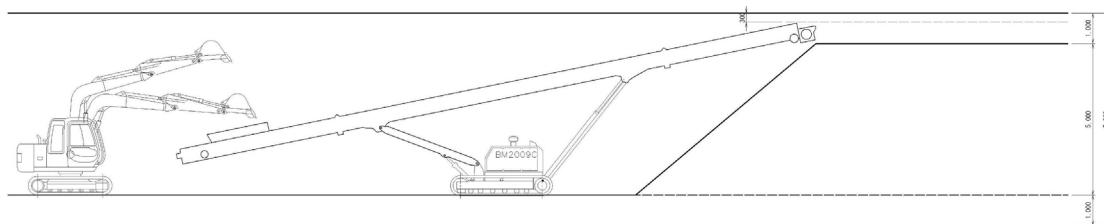
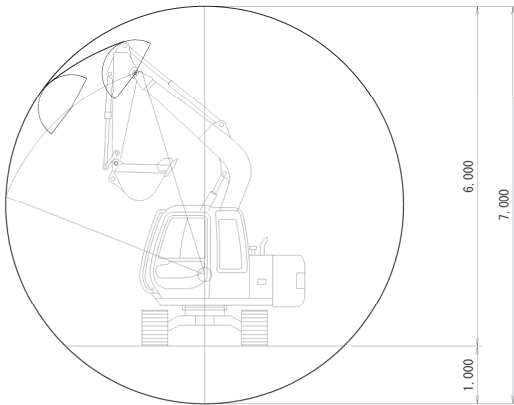


図- 2.50 圧カトンネル部における山積 0.28m³級バックホウ・自走式ベルトコンベアの配置（縦断図）

イ) 下流端処理工（「第3章」の施工実績において見直しあり）

コンクリート殻が発電所に流出しないようにコンクリート殻埋戻工の下流端（導水管路下流端 No.14+11.16）に、下図に示す下流端処理工を2本の導水管路にそれぞれ計画した。

下流端処理詳細図を図-2.51に示す。

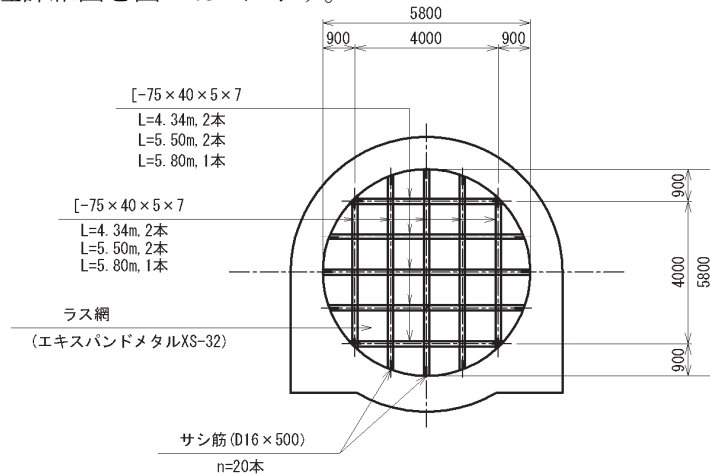


図-2.51 下流端処理詳細図

2) エアミルク充填工（「第3章」の施工実績において見直しあり）

a) 充填材の選定

充填はコンクリート殻による埋戻しが行えないトンネル頂部以下 1.0m の範囲に施工するもので、充填の目的は以下のとおりである。

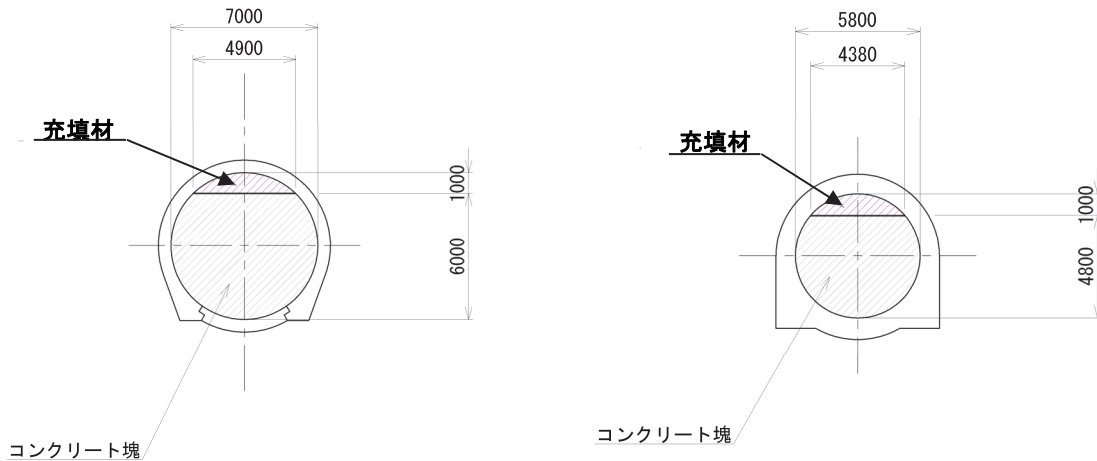


図-2.52 充填材の埋戻し計画範囲

- ・ コンクリート殻による埋戻しが行えないトンネル頂部以下 1.0m の範囲を出来るだけ早く良好な材料で充填し、トンネル内に大きな空隙を残さず、安定した構造物とする。
- ・ トンネル内に空隙を残した状態で大規模地震が発生した場合、トンネルが圧壊され周辺の地盤が沈下する事態が発生する可能性があるため、これを防ぐ対策が必要である。

前述の目的のとおり、充填材に求められる性質は以下のとおりである。

- ① 長距離圧送が容易であること
- ② 流動性が良好であること
- ③ 材料分離が起きにくいこと（充填途中でブリージング等を起こしにくい）
- ④ 硬化熱が低いこと
- ⑤ 充填後の容積減少が少ないこと
- ⑥ 一定以上の強度を保持できること

一般的に用いられる充填材料を図-2.53に示す。

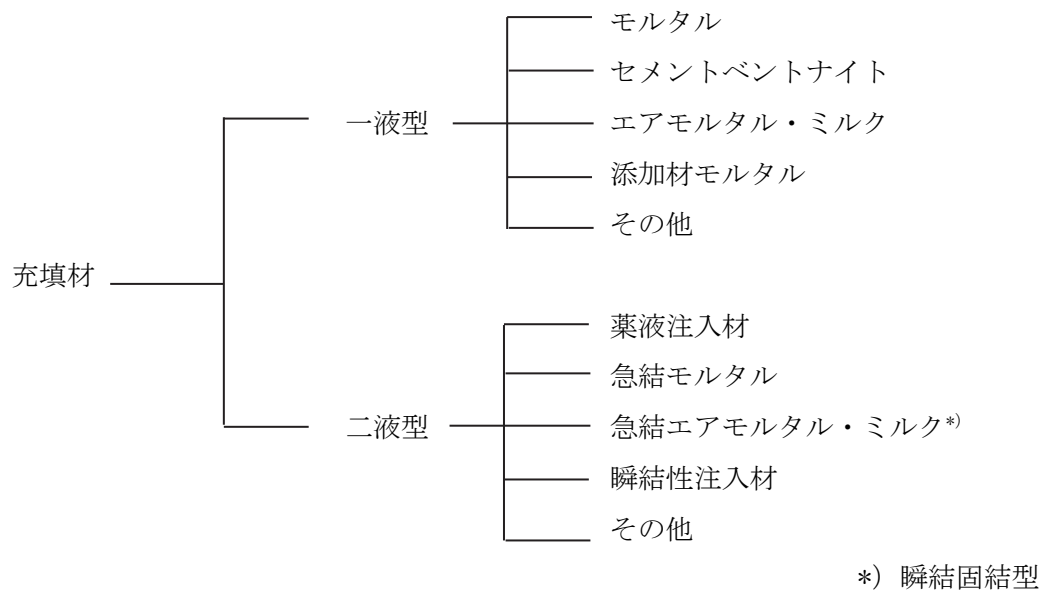


図-2.53 充填材の分類

一般に、止水性に問題のない場合は、一液型の充填材で施工されることが多く、漏水箇所がある場合や緊急的な処置の場合には、同時充填も可能な二液型の充填材で施工されることが多い。

図- 2.53 に示した代表的な充填材について、圧送距離、流動性、材料分離、圧縮強度などの特徴を考慮して、以下の理由より、一液型のエアミルク (FCB工法)を採用した。

- ① 導水トンネル内の上部充填は、止水性を確保する必要がないことから、一液型とする。
- ② 一液型 (モルタル,セメントベントナイト,エアモルタル・ミルク,添加剤モルタル) の中で、流動性、圧送性に最も優れるのはエアモルタル・ミルクである。
- ③ エアモルタル・ミルクの圧送可能距離は 500~1,000m であり、導水トンネル (約 600m) を十分充填可能である。
- ④ エアモルタル・ミルクは、気泡が安定しており、他の充填材に比べて、充填中のブリージング現象の発生や材料分離が少なく、硬化熱も低い。
- ⑤ エアモルタルとエアミルクを比べた場合、砂分が混入されていないエアミルクの方が、粘性が低く、流動性に富む。
- ⑥ アンダーピニング*1) 的要素になる地山強度以上の圧縮強度*2) 980kN/cm² (10kgf/cm²) を確保可能である。

*1) 既設構造物に対して補強すること

*2) (i) 「トンネル標準仕様書 (山岳編)・同解説：土木学会 (昭和 52 年)」によれば「覆工背部への充填材料の強度は、コンクリートと同等の強さは不要で、充填後の状態で 10kgf/cm² 程度が期待できればよい。」と記載されている。

(ii) 充填材の強度は、一般に地山と同等程度あればよいとされている。

ここで、地山基礎地盤の N 値を $N \geq 30$ と仮定すると、一軸圧縮強度 q_u に換算すると $q_u = N/8 = 30/8 \approx 4\text{kgf/cm}^2$ となる。したがって、充填材の圧縮強度 10kgf/cm² とは、地山の基礎地盤と同等以上の強度である。

b) 施工方法

エアミルク打設の施工方法は、図-2.54 に示すフローにより施工するものとした。

なお、エアミルクの製造方式は、現場プラント方式に必要なヤードが十分確保できないため、生コンクリートプラントで製造したエアミルクをアジテータ車で現場に搬入し、気泡をブレンダーで混合する購入方式とした。

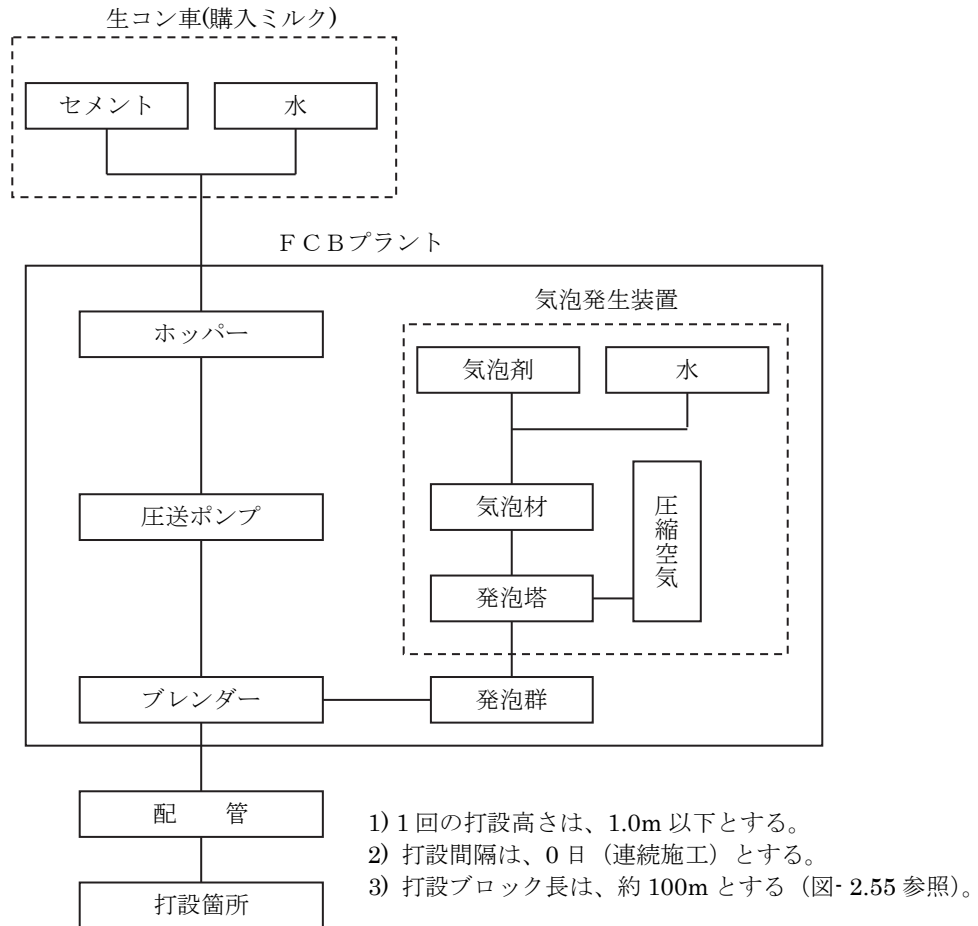


図-2.54 エアミルク製造フロー

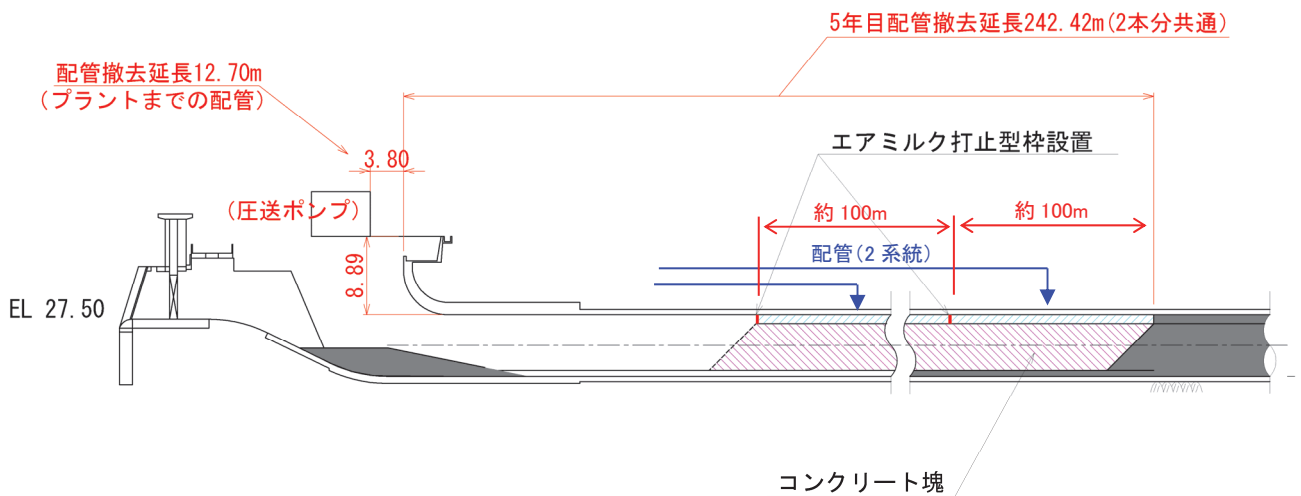


図-2.55 打設ブロック長と配管

図- 2.56 に仮設備配置図を示す。

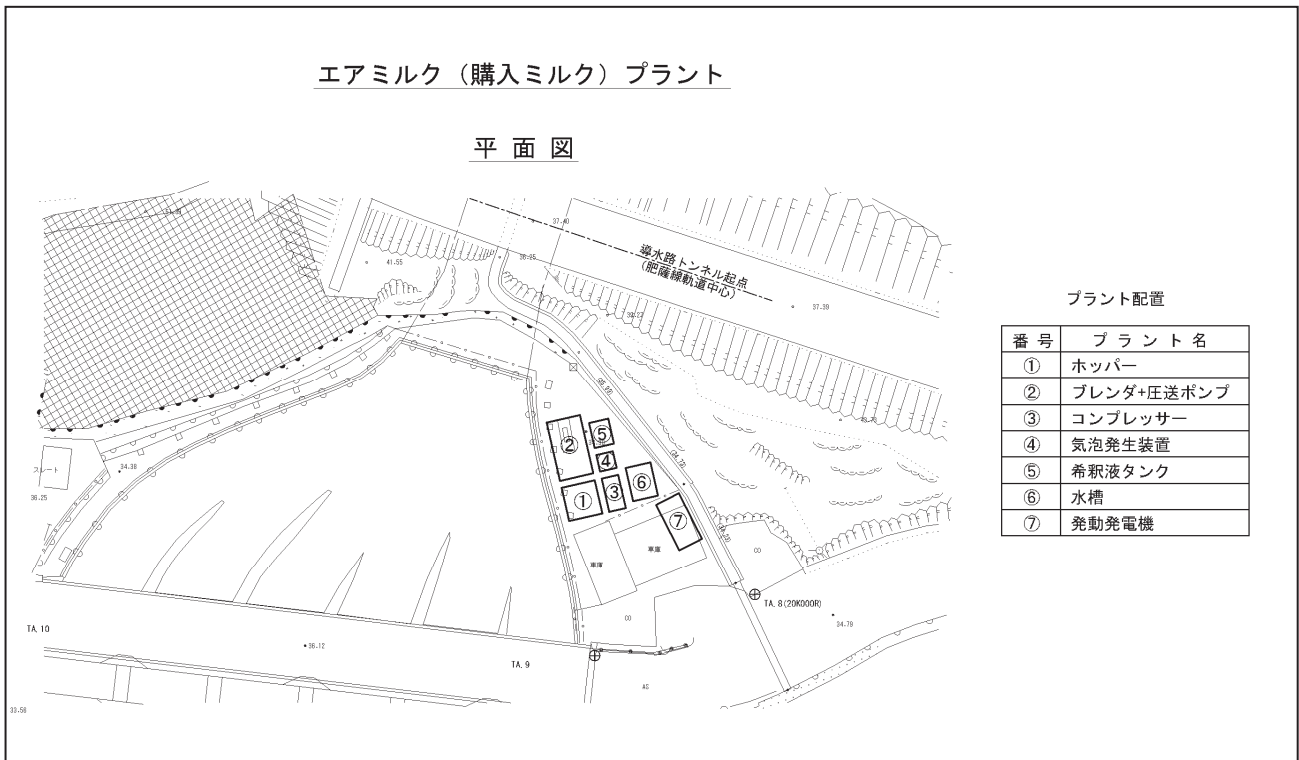


図- 2.56 仮設備配置図

2.4.3 取水施設撤去計画

(1) 概 要

取水施設においては、取水ゲート関連施設（ゲート本体、開閉装置等）や構造物（門柱及び巻上機架台）の撤去を行うこととした。



写真- 2.2 荒瀬ダム取水施設の状況

(2) 撤去方針（「第 3 章」の施工実績において見直しあり）

取水ゲート関連施設他の撤去は、導水トンネル埋戻し完了後とし、第 6 段階（平成 29 年度）において撤去を開始する計画とした。

撤去計画図を図- 2.57、図- 2.58 に示す。

図- 2.59、図- 2.60 に取水ゲート関連施設の撤去要領を示す。

なお、構造物の撤去は一般的なコンクリート圧砕機や大型ブレーカによる施工としており、撤去範囲は道路計画敷高である EL35.0m 以深を基本とした。

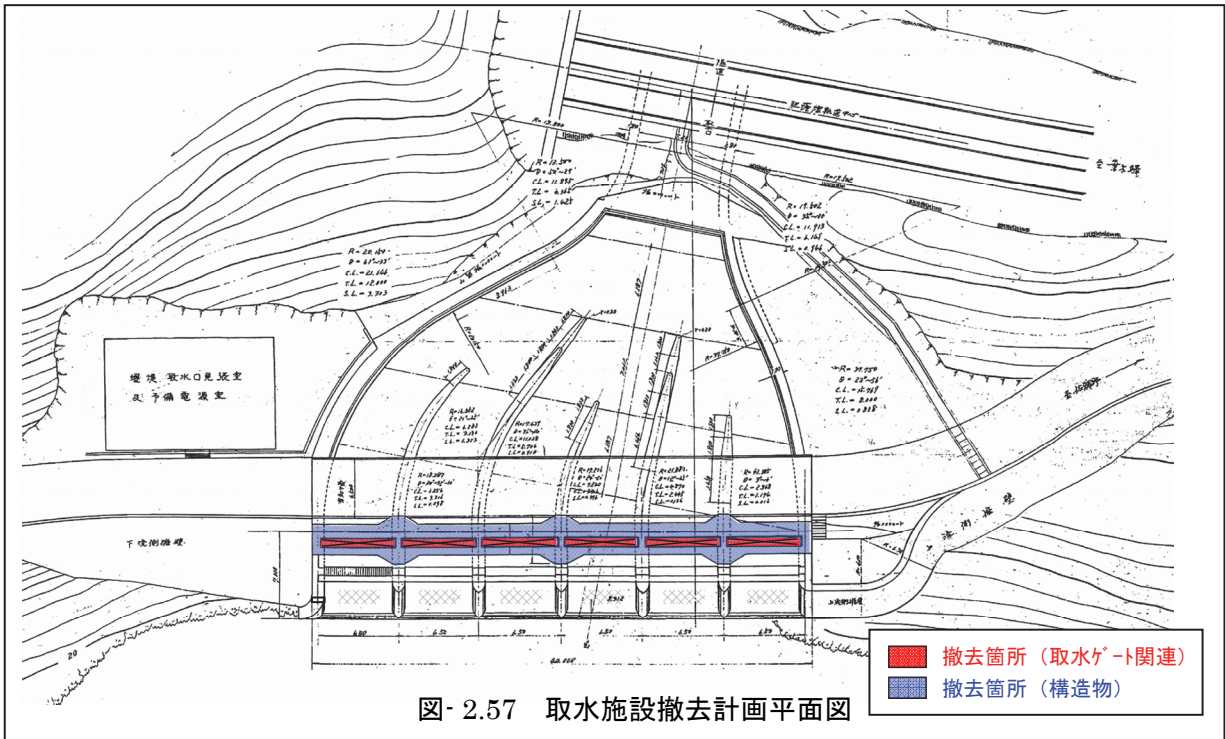


図- 2.57 取水施設撤去計画平面図

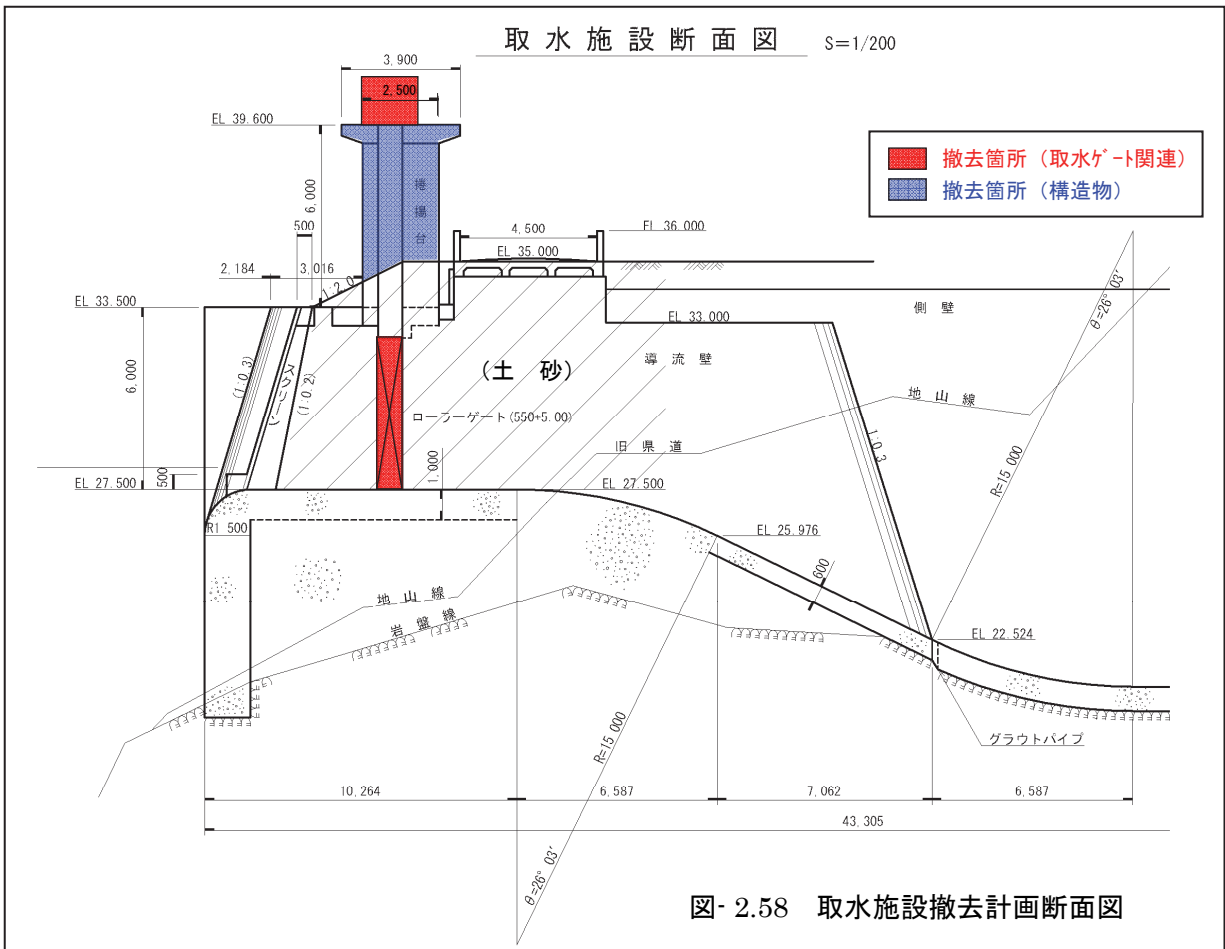


図- 2.58 取水施設撤去計画断面図

(3) 取水ゲート関連施設の撤去

以下の取水ゲート関連設備の撤去を行う。

- ・ ゲート本体（扉体）
- ・ 開閉装置等

撤去要領図を図- 2.59 及び図- 2.60 に示す。

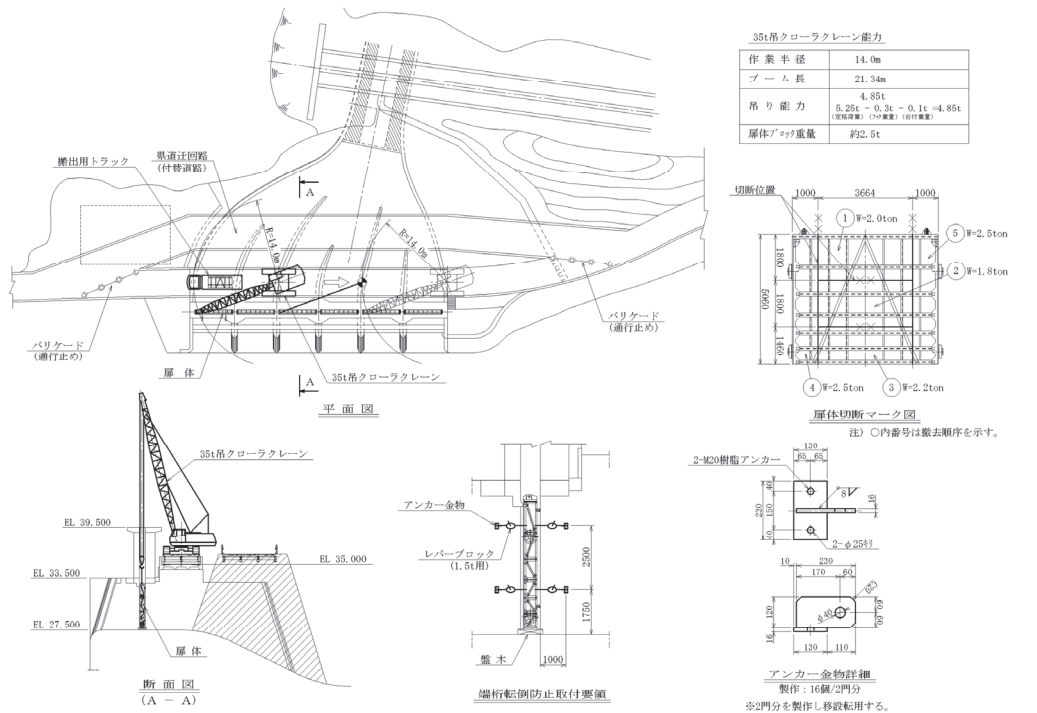


図- 2.59 取水ゲート扉体撤去要領図

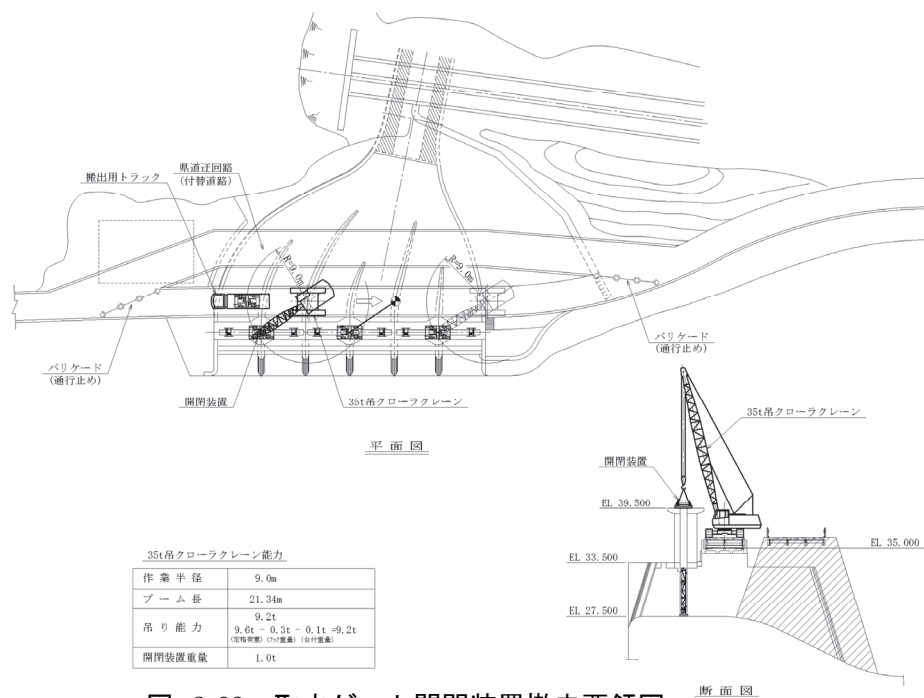


図- 2.60 取水ゲート開閉装置撤去要領図

2.4.4 護岸施工計画

(1) 概要

取水施設については、発電関連施設であるため、この施設の部分撤去にあわせて、取水口を塞ぐ形の護岸を計画し、堤体の上下流及び取水施設の上流部については、既設の道路護岸をそのまま利用することとした。



写真- 2.3 ダムサイト上流右岸の状況



写真- 2.4 取水施設付近の状況

(2) 基本方針（「第 3 章」の施工実績において見直しあり）

取水口部の護岸計画の基本方針は以下のとおりとした。

- ・護岸の本体は、既設スクリーンをコンクリートで巻立てた「もたれ式」の構造（形状は安定計算により決定）とする。
- ・護岸の背面は土砂により現道路高さ EL35.0m まで埋戻すこととする。
- ・護岸の基礎は取水施設本体とする。

護岸の諸元を表- 2.21 に示す。

表- 2.21 取水口部護岸の諸元

項 目	諸 元	備 考
基礎標高	EL 27.5m	越流部高さ
天端標高	EL 35.0m	埋戻し高さ
高 さ	7.5m	
勾 配	1 : 0.3	スクリーン形状に合わせる

取水口部の護岸詳細図を図- 2.61 及び図- 2.62 に示す。

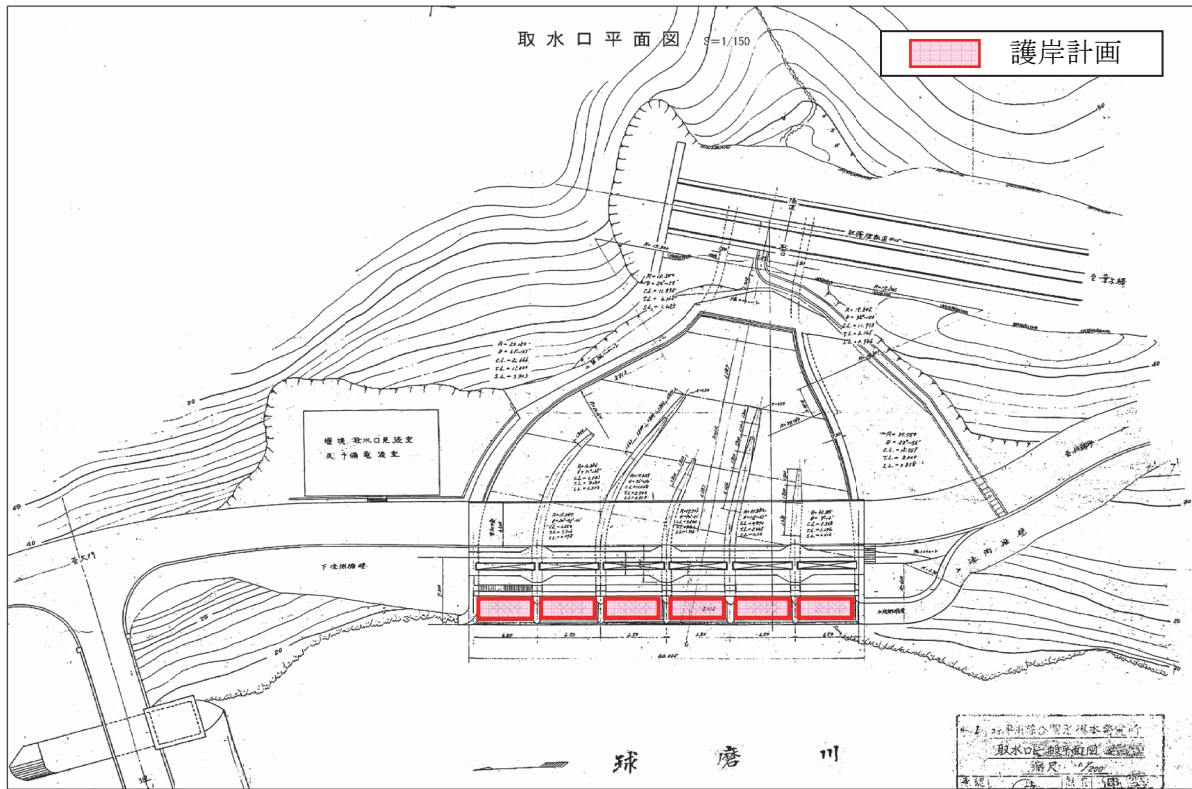


図- 2.61 ダムサイト上流右岸護岸計画平面図

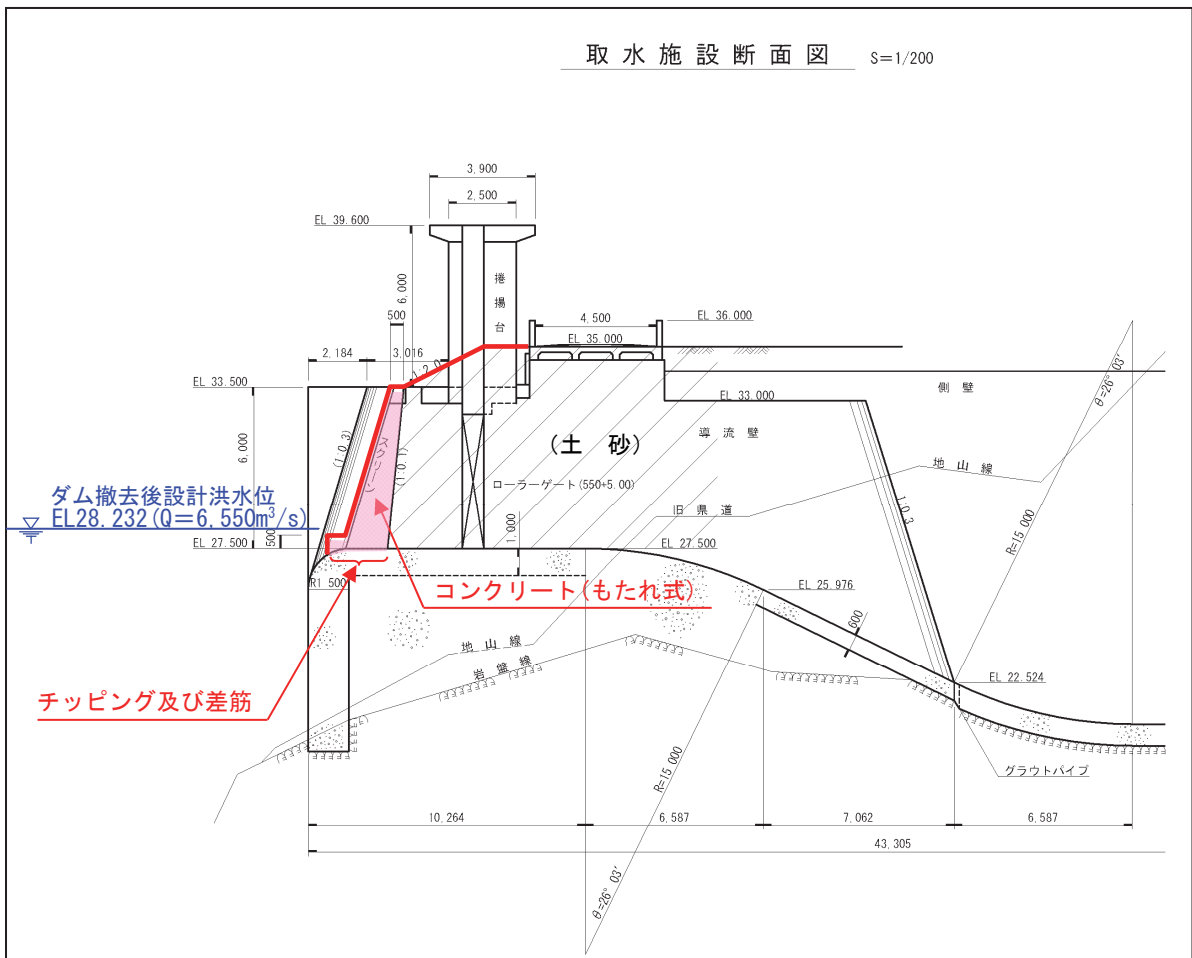


図- 2.62 ダムサイト上流右岸護岸計画横断面図