

# 厚真ダムの取水放流施設改修について

室蘭開発建設部 胆振東部農業開発事業所 ○鉢木 勇一  
金谷 雅宏  
農業開発課 中西 浩輝

厚真ダムの取水放流施設は、昭和46年度に竣工した後40年を経過して、劣化が進行していた。このため、勇払東部地区の事業計画に基づき、平成18年度より施設改修に着手している。

当該工事の実施に当たり、かんがい用水の貯留及び取水が行えることに配慮した施工方法及び工程を採用しており、この設計と施工の内容について報告する。

キーワード：ダム、放流ゲート、仮排水

## 1. はじめに

国営かんがい排水事業勇払東部地区では、用水改良と排水改良を行い、農産物の生産性の向上、用水管理の合理化及び農作業の効率化を図り、農業経営の安定を図る目的から厚真ダム、美里頭首工、第9区揚水機場、本郷用水機場及び用水路、排水路の整備を行い、併せて関連事業にては場整備を実施する。

厚真ダムは、取水放流施設の改修工事を平成18年度より着手し、平成19年度までの2カ年で仮設備工事、平成20～22年度に更新する放流ゲート等の製作据付等を行い、今年度仮設備撤去等を行って竣工の予定である。

## 2. 厚真ダムの概要

厚真ダムは、二級河川厚真川の上流部に位置し堤高38.2m、堤頂長222m、総貯水量10,080千 $m^3$ の中心遮水ゾーン型フィルダムである。本ダムは、かんがいを目的としており、昭和46年に国営かんがい排水事業厚真地区で造成後に供用を開始し、現在まで40年間ダムの運転を行っている。しかし、今後の厚真ダムは、勇払東部地区の水源施設として厚幌ダムへ一定量注水を行う計画である。よって、長期に渡り当地区の基幹施設として水源施設の役割を確実に果たす必要があり、老朽化した放流ゲートの機能を改善することを目的として改修工事を実施したものである。

本稿では、供用中であるダムの放流施設改修に伴う設計施工の事例を報告する。



図-1 ダム位置図

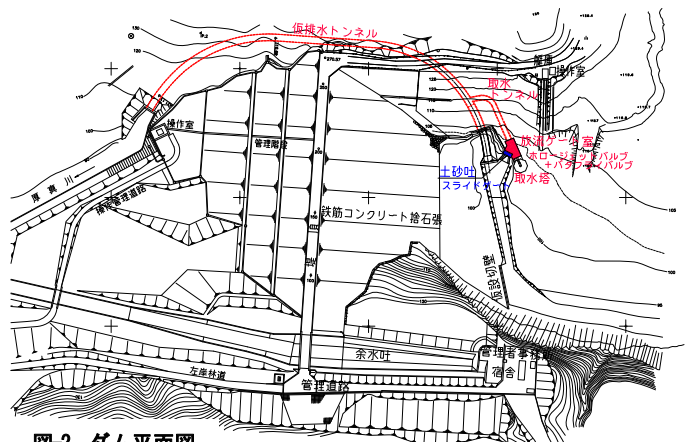


図-2 ダム平面図

## 3. 施設の改修目的と改修内容工事の概要

### (1) 改修対象となる放流ゲート

厚真ダム取水放流施設の改修については平成17年度に検討しており、この段階でダムは供用を開始してから35年が経過していた。

取水放流施設の内、取水放流ゲート（ホロージェットバルブ以下、HJVという。φ800mm）は、ゲート水密部の摩耗等による漏水（写真-1）及びゲート本体、油圧配管の腐食（写真-2）が確認されたほか、副バルブ（バタフライバルブφ1000mm）は軸部の固着が確認された。低水放流ゲート（スライドゲート）は、配管部を含めて腐食が進行していた。

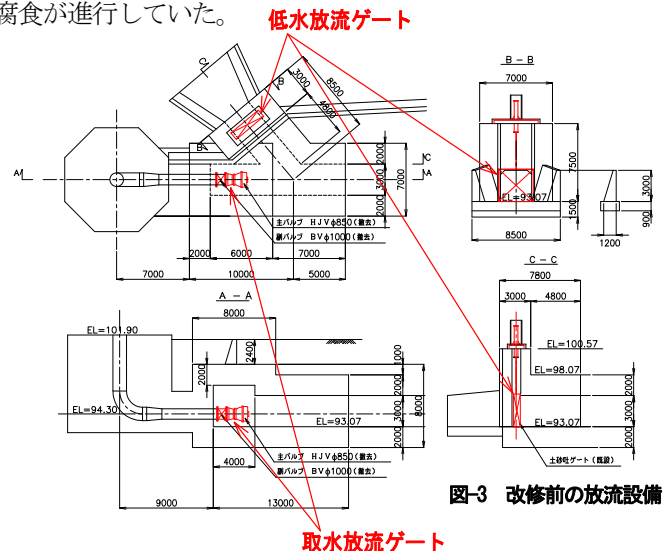


図-3 改修前の放流設備

また、現行の『河川管理施設等構造令施行規則』によると「フィルダムには、ダムの堤体の点検、修理等のため貯水池の水位を低下させることができる放流設備を設けるものとする。」とされており、放流設備の能力はフィルダムの形式により規定され、本ダム（ゾーン型フルダム）では7日から10日間程度で水位低下できることが目安とされているが、本ダムの取水放流施設は河川管理施設等構造令の制定された昭和51年以前に建設されているため、放流施設の改修に際して河川管理構造令等を満足する改修方針とした。

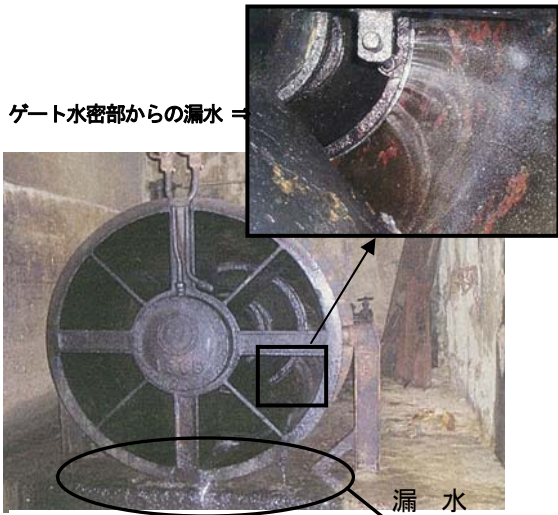


写真-1 ゲート水密部からの漏水

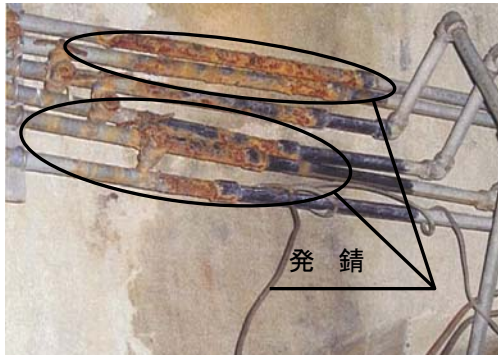


写真-2 油圧配管の腐食

## (2) 改修する放流ゲートの形式

現況施設のうち取水放流用の主ゲートは、HJV、冬期落水用のための低水放流ゲートはスライドゲートが採用されていたが、放流性能、流量制御特性、水密性、耐キャビテーション性等の水利特性や経済性を総合的に検討した結果、取水放流用、低水放流用ともに主ゲートはジェットフローゲート（以下、JFG という。）、副ゲートは、高圧スライドゲート（以下、HPSG という。）を採用した。（表-1 参照）

## (3) 改修ゲート規模の検討

### a) 設計条件

表-1 放流主ゲートの形式別の性能比較

ゲート形式	HPSG	JFG	HJV	FCV	CSV
放流性能	◎	○	△	○	△
流量制御性	△	◎	△	○	○
水密性	○	◎	△	△	△
耐キャビテーション性	△	◎	△	△	△
ゲート室内への収納性	△	△	◎	◎	△
維持管理性	○	○	△	△	○
トンネル内放流への適性	◎	◎	◎	◎	△
経済性	○	○	○	○	○
総合評価		採用			

HPSG:高圧スライドゲート、JFG:ジェットフローゲート、HJV:ホロージェットバルブ  
FCV:フィックストコーンバルブ、CSV:コンスリーブバルブ

本ダムの取水放流設備の設計条件は表-2 のとおりである。

表-2 厚真ダム取水放流施設の設計条件

項目	設計条件	根拠
取水水位	厚真ダム完成前は、FWL 124.7m~LWL 104.7mで温水取水できること。厚真ダム完成後は、厚真ダムの取水塔を撤去し、底部取水とする。	国営厚真東部土地改良事業計画に基づく補助多目的厚真ダム完成後、厚真東部地区のかんがい用水は、厚真ダムにおいて温水（取水位置選択）取水を行うため
取水放流量	厚真ダム完成前は、最大取水量4.34m <sup>3</sup> /s 厚真ダム完成後は、最大取水量2.30m <sup>3</sup> /s	国営厚真土地改良事業計画に基づく 国営厚真東部土地改良事業計画に基づく
非常放流	7~10日以内の非常放流を可能とする。水理計算時には、平水量=0.908m <sup>3</sup> /sを考慮する。	河川管理施設等構造令等より
低水放流ゲート	取水水位はWL100mとし、LWL104.7~WL100区間の水位低下させる施設とする。	国営厚真東部土地改良事業計画に基づく

### b) 施設規模

設計条件に基づき、農業利水用のための取水放流ゲートは、現況施設と同程度の規模（主副ともφ800）を採用した。低水放流ゲートは、取水放流ゲートと併用して行う非常放流時に河川管理施設等構造令等を満足できる規模（主副ゲートともφ850）を採用した。

表-3 改修する放流ゲート規模

施設名	目的	形式	口径	備考
取水放流ゲート	主ゲート	JFG	φ800	
	副ゲート	HPSG	φ800	
低水放流ゲート	主ゲート	JFG	φ850	
	副ゲート	HPSG	φ850	

## (4) 取水放流施設の改修範囲

取水放流ゲート及び低水放流ゲートの主ゲートに JFG を採用したことに伴い、ゲート上部の巻上設備の設置において、現況スペースでは内空高が不足するため、取水放流ゲート室も併せて改修することとした。なお、ゲート室の改修はダム落水後から貯留開始までの施工可能期間を考慮して改修方法を検討した。

## (5) ゲート室の機能診断

取水放流ゲート室のコンクリートの劣化状況について機能診断調査を実施した。（表-4 参照）この結果、一部の漏水箇所（エフロレッセンス等）が認められる程度で圧縮強度の低下や中性化の進行は認められなかった。このため、既設コンクリートを極力再使用して改修を行う計画とした。機能診断の調査内容は、部材内部の浮きや空洞の有無を判定する打音調査（全面~1回/0.25m<sup>2</sup>程度）、コンクリート強度確認のためコア採取後圧縮強度試験（2試料~全6供試体）及びリバウンドハンマー試験（全6点）、鉄筋腐食の可能性を判定する中性化深さ

試験（コア試料により実施し全6供試体）を実施した。

表-4 既設ゲート室内のコンクリート調査結果

箇所・測点	位置	打音判定	シュミットハンマー 反発度 (N/mm <sup>2</sup> )	一軸圧縮 強度 (N/mm <sup>2</sup> )	平均中性化 深さ (cm)
放流ゲート室 (HJV)	L(H=1.3m)	異常なし	41.2	-	-
	R(H=1.3m)	異常なし	44.5	43.1	0.0~0.1
土砂吐ゲート室 (SG)	L(H=1.8m)	異常なし	40.7	-	-
	L(H=0.9m)	異常なし	41.0	36.9	0.0
	R(H=1.7m)	異常なし	40.2	-	-
	R(H=1.1m)	異常なし	39.5	-	-

L: 左岸側, R: 右岸側, Hは側壁試験位置を示す。

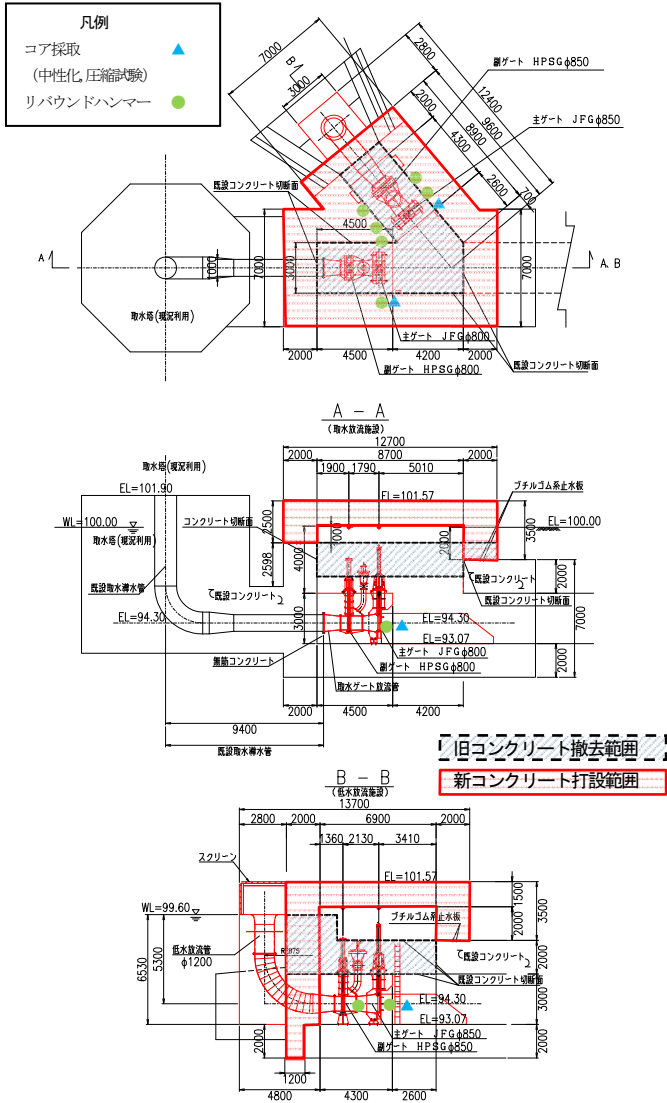


図-4 放流ゲート改修計画図

(6) 取水放流ゲート室の改修工法の決定

既設の取水放流ゲート室コンクリートの機能診断により、圧縮強度が全て21N/mm<sup>2</sup>以上確認され、中性化深さも殆ど進行しておらず、今後も十分機能が維持されると判断できることから、主ゲート (JFG) の設置に不足する部分を嵩上げ (頂版は新設) する計画とした。

既設コンクリートの撤去工法は、存置するコンクリートに及ぼす影響を極力回避する必要があるため、打撃工法や破碎工法ではなく、静的にコンクリートを切断することが可能な工法として、ダイヤモンドを埋め込んだワ

イヤの摩擦によるワイヤーソー工法を採用した。分断後のコンクリート片の搬出や分断直後の支持能力などを考慮して分断する1ブロックの大きさは2m×2m×1mとし、切断前にボーリングによるワイヤーの通過部を設けて切断した。

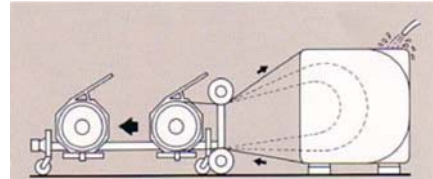


図-5 ワイヤーソーによるコンクリート切断のイメージ図

4. 仮設計画の検討

(1) 施工可能期間の検討

厚真ダムは供用中であることを考慮して、放流ゲートの改修工事では、以下の期間を除いて検討した。

- ・ダム満水に向けた貯留期間 (5月末の満水位到達を目指して、3月上旬から下流放流を制限する。)
- ・かんがい期間 (5月11日~8月20日)
- ・かんがい終了後の落水期間 (8月20日~)
- ・洪水期 (9月~10月)

このため、毎年の落水完了日は概ね10月上~下旬になり、工事可能期間としては11月~翌2月の4ヶ月間となる。

(2) 排水対象流量

本工事に伴う排水対象流量は、11月~翌2月までの4ヶ月間の1/5年確率時間流量 (過去10カ年の時間流量記録から第2位) により17.48m<sup>3</sup>/s【データ収集期間: 1993 (H5) ~2002 (H14)】を基本に施工年毎にことなる工事内容及び工程計画を考慮して調整を行った。(表-5 参照)

表-5 厚真ダム流入量 単位: m<sup>3</sup>/s

対象期間	流入量 (1993~2002年)	施工期間の判定	
9月~翌2月	第1位	241.117	不採用【参考扱い】
	第2位	60.141	
11月~翌2月	第1位	60.141	採用【ゲート改修時】
	第2位	17.480	
12月~翌2月	第1位	10.757	採用【仮締切設置時】
	第2位	2.709	

(3) 仮排水設備の検討

①排水方法の検討

仮排水路対象流量 17.48 m<sup>3</sup>/s を流下させる排水方法について表-6に示す3案で比較検討を行った結果、第2案の既設仮排水トンネル (標準馬蹄 2r 型, 2r =5.0m) 起点部のプラグコンクリート部 (L=22m) にホロ型 2.1m×2.1m の断面を貫通させ、この下流も既設仮排水トンネルを再使用する方法が最も経済的で施工期間も短期間で行えることから採用した。(図-6 参照)

②プラグコンクリート部貫通の施工方法の検討

コンクリート構造物の解体方法は多数あるが、本施工



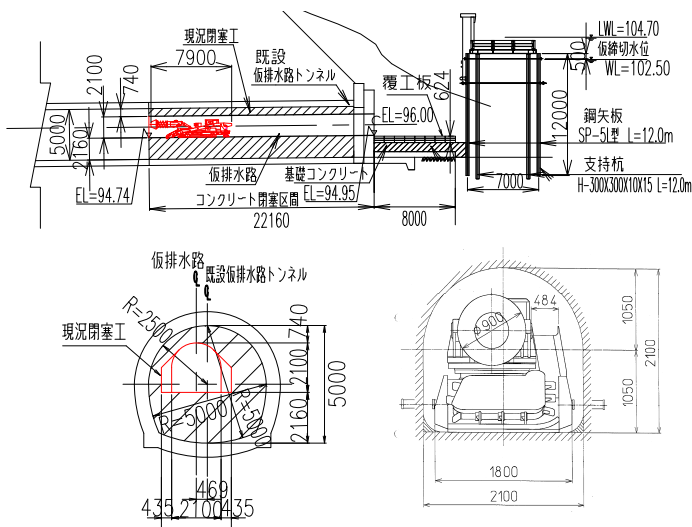


図-6 仮排水路計画と掘削機械の収まり図

箇所は貯水池内で堤体に隣接していること、放流ゲート改修施工後は再びダムプラグコンクリートとしての機能を発揮させるため、掘削施工時に大きな振動や衝撃を与えることなく、堤体、仮排水トンネル及び周辺地山にひび割れ等の水ミチを発生させる可能性が低い工法を採用する。

表-6 排水方法の比較

項目	第1案	第2案	第3案
	新設トンネル	既設トンネルプラグ開削	ポンプ船(フロート)
内容	新たに仮排水トンネルを設置する 規模： 延長 400m 幌型断面 2.1m×2.1m	仮排水トンネルのプラグコンクリート部(22m)に仮排水路を設けて排水する 規模：延長 22m 断面 2.1m×2.1m	水中ポンプにより排水を行う 規模： φ200mmポンプ ×239台 ポンプ係留用浮ト ×20台
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤体及び取水施設に影響のない所に坑口を設けるため延長が400m程度必要となる。</li> <li>仮設備等が大規模になる。</li> <li>湛水中の貯水池に向って掘削を行うため、落盤事故に注意が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラグ掘削を行うためその施工期間中の仮締切が必要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>24時間排水でφ200mmポンプが239台必要であり、現実的ではない。</li> <li>商用電力の供給が困難で、現地発電供給となるが、この場合大量の燃料の備蓄が必要となるが冬期間の施工で相当な困難が予想される。</li> </ul>
総額	800,000千円	360,000千円	756,000千円
評価		採用	

コンクリートダムの再開の工法として、堤体を貫通する施工方法について調査した結果、トンネル掘削機等による直接掘削と必要断面の外周を小口径で削孔し存置部との縁切りしたのち内部コンクリートを掘削する施工方法などが採用されている。(表-7参照)

また、周辺構造物に損傷を与えない静的な施工方法として本掘削に先行して小口径(φ46mm)ボーリング等により多数削孔し、ここに油圧式くさび破砕機を挿入して

掘削する工法について確認したが、工期と経済性の面から不採用とした。

ゲート周辺の構造物と地山に影響を与えることが無いよう、極力打撃や振動の少ない工法で過去のダム再開発事例の件数も考慮し、経済的で施工日数の短い直接機械掘削(自由断面トンネル掘削機)による工法を採用した。

(表-7参照)なお、掘削部の上流端には翌年度のダム貯留を行うため仮ゲートを配置した。(図-7参照)

#### (4) 仮締切の検討

##### ①形式

コンクリート掘削機械によるトンネルプラグ部の施工に先立ち、トンネル起点部に仮締切を設置する。同地点の地質は、新第三紀の堆積岩盤が分布し、基盤の圧縮強度は30N/mm<sup>2</sup>程度有しており、油圧振動ハンマー等による打込みが困難なことから、大口径ボーリングによる先行掘削後に鋼矢板を打設し、締切を行う。締切の形式は

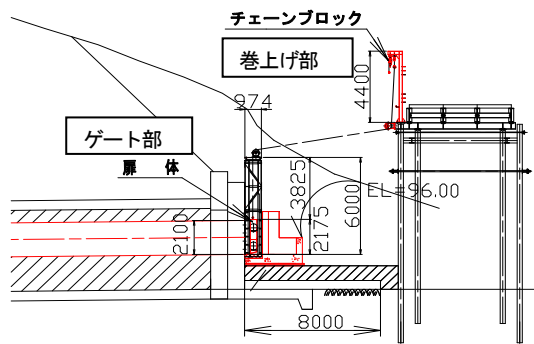


図-7 一次締切(二重締切)と仮ゲート配置図

表-7 コンクリートダム堤体貫通工法一覧と厚真ダムの適応性

分類	機械掘削	切削+破砕	静的破砕
施工概要	TBM、自由断面トンネル掘削機により掘削する。但し、TBMは高価であるため、自由断面トンネル掘削機を採用する。	ウォータージェット、ダイヤモンドワイヤーソー等により外周や内部を切削後にブレイカー等で破砕する。	掘削面に先行してφ46mmで多数削孔し、孔中に油圧式くさび破砕機を挿入して隣合う削孔の間を破砕(掘削)する。
施工実績	6件	1件	なし
厚真ダムへの適応性	<ul style="list-style-type: none"> <li>本ダムのような小断面(径2.1m)に適合する機種調達が可能である。</li> <li>施工性がよく大掛かりな仮設備を要しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ワイヤーソーの場合、大規模な設備は不要なため厚真ダムのような小断面にも対応可。</li> <li>直接機械掘削より施工速度が遅い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大きな機械を必要とせず、厚真ダムのような小断面には適用不可。先行削孔はレッグハンマーによる。</li> <li>1ヶ所当りの進行長が約50cm程度。</li> </ul>
施工日数	22日程度	42日程度	65日程度
経済性	6,300千円	49,600千円	10,800千円
評価	採用		

本締切の高さが約10mとなり、一重締切など安価な工法の採用が不可能なこと、鋼矢板二重締切は、施工済み区間の上部を建設車両が通行できるため締切設置のための栈橋が不要となるなど経済的に有利となるため採用した。

### ②締切高の検討

貯水池の水位を低下させるためには既設の土砂吐を開扉させて行うことが必要であるが、河川環境への配慮などから長期間操作及び点検を行っていないため、土砂吐（ゲート下端標高EL93m）の開扉は行えない状況にあった。

このため、取水管の呑口より上位で排水量を処理することを前提に二重締切の必要施工期間を考慮して、比較的大きな出水が発生する11月を除いた12月から翌2月までの流入量（ $2.7\text{m}^3/\text{s}$ ）での必要水位WL102.50mを仮締切対象水位、これに余裕高を考慮したEL103.00mを仮締切高とした。

### ③トンネルプラグ掘削後の排水方法

トンネルプラグ掘削後は、仮排水トンネル（EL96.00m）より排水を行い、取水放流ゲート室頂版（EL100.30m）を露出させる。

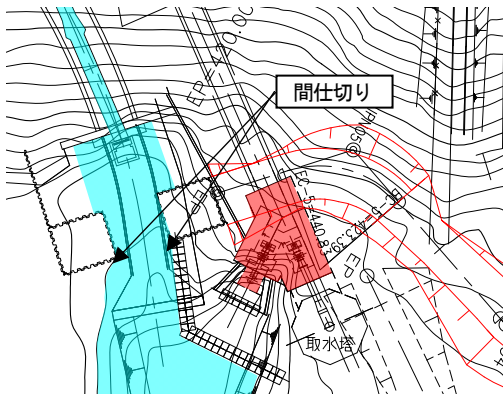


図-8 仮排水トンネルプラグ部の排水概念図

このため、仮締切を一時撤去して排水を行えるよう二重締切内部に2か所に間仕切りを設けて、この間の締切矢板を一時引き抜いて排水する計画とした。

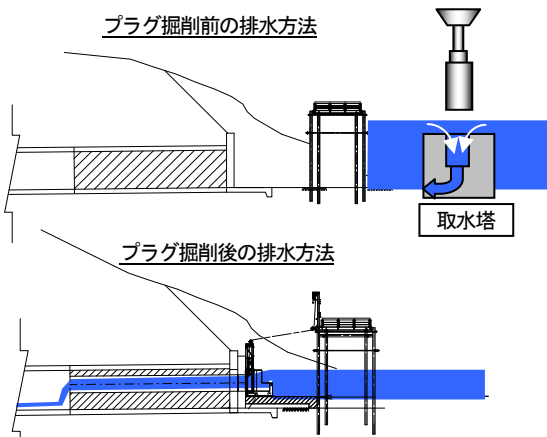


図-9 二重締切鋼矢板を引抜いた状態の排水イメージ図

## 5. 施工工程

### (1) 工程計画

取水放流設備の改修内容及び仮設計画を踏まえると工事着手から竣工までの大まかな工程は以下のとおりとなる。

- ・準備工事、池敷内工事用道路（1.0カ月）
- ・仮締切設置（2.5カ月）
- ・仮排水トンネル閉塞部の掘削（0.5カ月）
- ・1次締切の部分撤去、2次締切設置（2.0カ月）
- ・ゲート室頂版撤去（1.0カ月）
- ・旧バルブ類撤去、新ゲート設置（0.5カ月）
- ・ゲート室頂版施工（1.0カ月）
- ・仮排水トンネル閉塞部の閉塞（1.0カ月）
- ・1次締切撤去（0.5カ月）

本工事の施工工程は以下の表-8のとおりとなる。

表-8 放流ゲート改修工事工程表

工事内容	1年目		2年目		3年目		4年目		備考
	11月	12月	1月	2月	11月	12月	1月	2月	
準備工事、池敷内工事用道路									3~4月：湛水期
仮締切設置（1次締切）									5~8月：かんがい期
仮排水トンネル閉塞部の掘削									9~10月：洪水期
1次締切の部分撤去、2次締切設置									
ゲート室既設頂版撤去									
旧ゲート・バルブ撤去									
新ゲート等据付									
ゲート室既設頂版施工									
仮排水トンネル閉塞区間掘削部の閉塞									
1次締切撤去									
後片付け外									

これらの施工をダム落水後の許容される施工期間（4カ月）で行うため、プラグ掘削部からの転流までの仮設工事に2カ年、旧ゲート撤去と新ゲート据付に1カ年、撤去工事に1カ年の計4カ年を要することとなる。

### (2) 施工工程

以下に全体の工事内容及び年次割りを示す。（表-8、図-10 参照）

a) 1カ年目：12月～翌2月：3ヶ月間

- ① ダム管理用道路から取水施設周辺までの池敷内工事用道路を建設
- ② 仮排水路設置（プラグ部掘削）に伴う締切工の設置（二重締切矢板）

b) 2カ年目：12月～翌2月：3ヶ月間

- ① 仮排水路設置部付近の堆積土砂撤去
- ② 仮排水路設置（自由断面トンネル掘削機によるプラグ部掘削 L=22m）
- ③ 仮排水締切ゲート設置（仮排水路呑口部に設置）  
 <工事期間：ゲート全開→完全落水 かんがい期間：ゲート全閉→ダム貯留>
- ④ 1年目に設置した締切工の部分撤去  
 ※ ダム放流を取水塔から仮排水路へ転流 <ダム完全落水>
- ⑤ 取水施設改修工事範囲への進入路等設置
- ⑥ 仮排水締切ゲート全閉 → <ダム再湛水>

c) 3カ年目：11月～翌2月：4ヶ月間

- ① 仮排水締切ゲート全開 → 〈ダム完全落水〉
  - ② 取水施設頂版コンクリート撤去
  - ③ ゲート改修
  - ④ 取水施設頂版コンクリート再打設
  - ⑤ 仮排水締切ゲート全閉 → 〈ダム再湛水〉
- d) 4 年目：11 月～翌1 月：3 ヶ月間
- ① 仮排水締切ゲート全開 → 〈ダム完全落水〉
  - ② 2 年目に部分撤去した締切工の再設置
  - ③ ダム放流を仮排水路から取水塔へ変更
  - ④ 仮排水路閉塞（プラグコンクリート打設、プラグ内グラウチング）
  - ⑤ 締切工の撤去

## 6. おわりに

本工事は、供用中のダムの取水放流設備の改修を、各年のかんがい期終了後に開始し、翌春の貯水開始までの4ヵ月間で終了する工程計画に基づいて施工したものである。そのため、工事用道路や仮締切などの仮設備設置から、トンネルプラグ部やゲート室頂版部の改修、ゲートの撤去・据付、トンネル閉塞までの工程を4年に分割して施工中である。この中で最重要課題は、工事は翌年2月末で確実に完了して春からのかんがい目的を達することである。このため、工程計画は、ある程度の節目を終えて当該年度を完工する必要がある。（2年目はプラグ部を掘削したのち仮ゲート設置まで、3年目はゲート室頂版撤去後は新頂版の施工及び養生期間の確保などが絶対条件であった。）このため、各年の工事においてチェックポイントを設け、時期と進捗状況から所定の速度が確保できていない場合は、以降の工事を行わない

など重大な決断が必要となる工事計画であった。幸いにして、これまでの工事内では、このような状況は発生せず、最終年の工事を迎えることができた。

また、品質面では、コンクリートは予め機能診断調査により確認できたが、鉄筋の配置ピッチについては、電磁波レーダー調査を行って事前確認を行ったが、その状態については実際に掘削するまで確認することが不可能であった。コンクリートを撤去して鉄筋の状態を確認したところ、配置されていた異形棒鋼は、当初の配筋図とおり配置され、腐食等も進行しておらず良好な状態が維持されていることを確認して施工を行った。



写真-3 頂版コンクリート撤去後露出させた鉄筋  
(昭和40年頃施工)

本ダムでは現在竣工を目指して4年目のプラグ区間の閉塞及び仮設備の撤去を実施中であり、更に慎重かつ安全に工事を進めて行きたいと考えている。

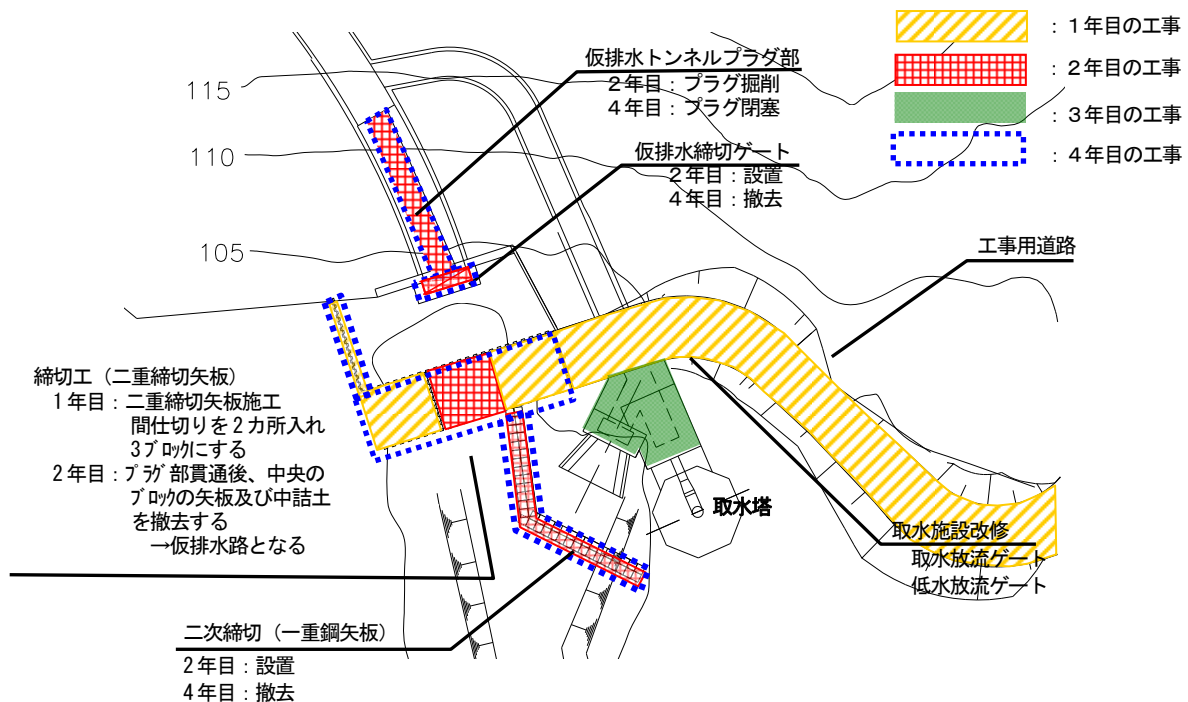


図-10 放流ゲート改修工事仮設計画説明図