

鶴田ダム再開発事業における 工事中の貯水位運用について ～現有機能を維持しながらの施工～

遠山 玄郎・米山 直貴・鶴田ダム再開発プロジェクトチーム1

¹九州地方整備局 川内川河川事務所 開発工務課（〒895-0075 鹿児島県薩摩川内市東大小路町20-2）

我が国においては既に多くのダム再開発が実施されており、放流設備の増強に関する再開発についてもいくつかの事例がある。本事業は、これまでに無い大規模な再開発工事を行うにあたり、新設ダムの場合とは異なるさまざまな制約があるなか、既設ダムにおける治水、利水機能を維持しつつ、安全で効率的な施工計画、施工方法について検討した内容を報告する。

キーワード 再開発事業、機能維持、貯水池運用

1. はじめに

鶴田ダムは、川内川（流域面積：1,600km²、幹川流路延長137km）のほぼ中央に位置しており、九州最大規模を誇る洪水調節と発電を目的として昭和41年に完成した多目的ダムである。

川内川流域では平成18年7月の記録的な豪雨により流域全体に甚大な被害が発生したため、河川激甚災害対策特別緊急事業（激特事業）が採択され、また、鶴田ダムの治水機能強化に対する地元要望もあり、激特事業と相まって川内川流域の洪水被害を軽減するために、平成19年度より鶴田ダム再開発事業に着手している。

ここでは、既設ダムを再開発するにあたり、現在の鶴田ダムにおける治水機能、利水機能を維持しつつ工事を行うために鶴田ダムの共同事業者である発電事業者の理

解を得るため十分な協議のもと工事期間中の貯水位運用やダム操作等の合意形成までに至った内容について報告する。

2. 鶴田ダム再開発事業の概要

鶴田ダム再開発事業では、現在の発電容量と死水容量を活用し貯水位の運用変更を行うことで、洪水期の洪水調節容量を最大75,000千m³から最大98,000千m³(約1.3倍)

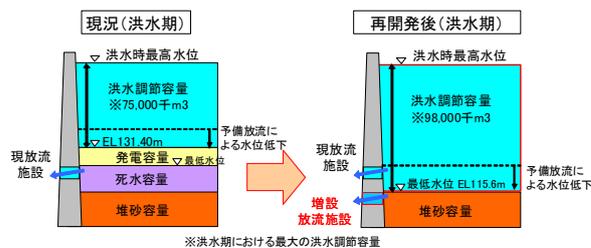


図-2 鶴田ダム再開発事業の概念



図-1 鶴田ダムの位置図



図-3 鶴田ダム再開発事業のイメージ図

に増量するものである。そのために、低い貯水位でも放流できるように放流施設（増設放流管3条、付替発電管2条、減勢工等）を増設して放流能力の増強を図るものであり、その施工規模において国内最大級のダム再開工工事である。

3.貯水池内の工事内容

本事業における工事の特色として、ダム堤体を削孔して放流設備を設置するにあたっては、貯水位を下げる事が出来ないため、堤体の貫通前に堤体上流側に仮締切を設置しておく必要がある。そのため、貯水池内の工事としては、上流仮締切設置に関する作業（浚渫や岩盤掘削、フチング撤去、水中型枠設置、台座コンクリート打設）や堤体貫通時における上流仮締切内の作業（貫通削孔、ベルマウス、制水ゲート等の据付）を行う必要がある。

特に上流仮締切工事は仮設備であるが、本工事を安全に施工するためにも最も重要な構造物の一つであるため、作業の安全確保や確実な施工が求められる。

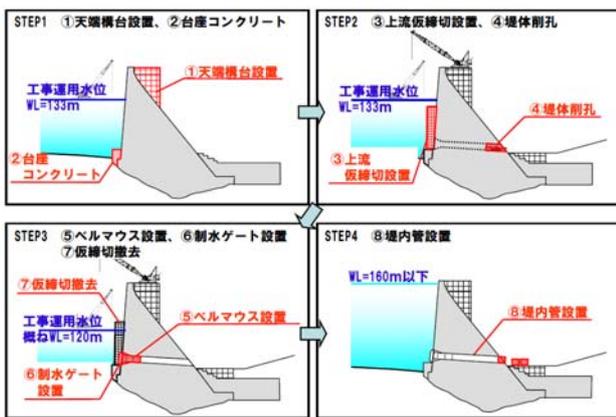


図-4 放流管・発電管工事の進め方

4.貯水池内の制約条件

貯水池内の設計・施工計画を検討するにあたり、本来、貯水位を可能な限り低下させて実施することが望ましいが、発電事業者との協議を重ねた結果、発電に影響が最小限となるような水位設定条件や水位制約期間中においても発電が継続できることを基本とし、制約期間は短期間とするものとなった。

上記の内容を踏まえ、水位制約、施工方法及び工程計画について総合的な検討を行い、設計・施工計画を以下のとおり決定した。

(1) 施工期間の設定

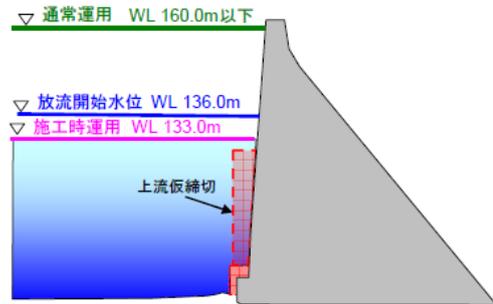
貯水池内で行う仮締切設置等の作業においては、原則として非洪水期に行う。

(2) 施工期間運用水位の設定

非洪水期は通常、制限水位の設定がされていないため、貯水位を上昇し発電側において効率的な電力供給を行っ

ているが、発電側と協議を重ね、施工時の水位制約を以下のとおり設定した。

- a) 上流仮締切を設置する水中（潜水）作業期間は、貯水位WL133.0mを維持する。この間、発電は最低限の発電が可能である。

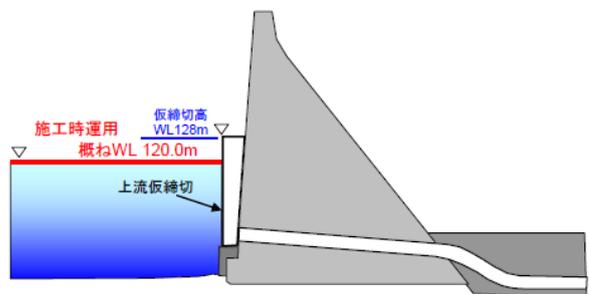


－工事内容－

- ・堤体上流水中掘削
- ・台座コンクリート設置
- ・上流仮締切設置・撤去 等

図-5 水中作業期間WL133.0mの貯水位運用

- b) 上流仮締切内（堤体貫通時等）作業期間は、作業の安全を最大限確保するために既設コジットゲートを全開にして、貯水位を最大限低下させた状態とし、概ねWL120.0mを維持する。なお、洪水時は自然越流調節となるが、現行の操作規則を満たすことを確認している。この間、発電を停止させての施工となる。



－工事内容－

- ・堤体貫通
- ・ベルマウス施工
- ・制水ゲート設置 等の仮締切内作業

図-6 仮締切内作業期間WL120.0mの貯水位運用

(3) 上流仮締切高さ等の設計条件設定

上流仮締切の高さは、仮締切内（堤体貫通時等）の作業期間に発生する洪水が仮締切を越流しないよう、その期間の既往洪水（流入量）を対象にしたシミュレーションを実施し、既往最高水位に波浪高を加えた高さWL128.0mとする。また、非洪水期における既往最大洪水WL133.0mが発生した場合にも施工への影響が及ぼさないために、仮締切天端へ可動蓋を設置して越水させない構造とし、当該水位時の水圧によって損傷しないような構

造とする。

水位条件	施工運用水位		洪水時水位 (最高水位)
	平時時水位	洪水時水位	
施工期間と対応水位	貯水池内作業期間中 (10/16～翌5/31)の平均水位	貯水池内作業期間中 (10/16～翌5/31)の最高水位 →仮締高の検討水位	非洪水期に発生する可能性が ある洪水時の最高水位
施工内容	貯水池内作業 (潜水作業等)	仮締切内作業 (放水・呑口部削孔～ 制水ゲート設置)	作業中止 (仮締切天端の蓋を閉める)
水位の設定水位	貯水池内作業期間中の平均水 位とする	・仮締切内作業期間中の既往 最大洪水時の水位とする ・締切天端標高は上記に風波 浪高を加える	非洪水期の既往最大洪水時の 水位とする
検討結果	WL120. 0m	・洪水時水位 WL127.15m ・締切天端＝出水時水位＋風波 浪高 ＝WL127.15m＋Hw0.85m ＝ WL128. 0m	WL133. 0m

表-1 施工運用水位と仮締切計画高の検討結果



写真-1 上流仮締切の工場製作状況

(4) 工事中止判断基準及びゲート放流開始水位の設定

水中（潜水）作業期間（WL133m）においては、平常時の貯水位運用は、発電運用により水位が維持されるが、流入量が発電使用水量を超え、貯水位が一定水位を超えてコンジットゲートからの放流が開始される前までには、安全に作業船舶の退泊や作業員の退避（5時間）を完了しておく必要があるため、既往洪水（ダム上流域時間雨量及び流入量）を対象としたシミュレーションを実施し、工事中止頻度や工事中止期間（放流継続時間）を考慮した工事中止判断基準及びゲート放流開始水位を設定した。

検討ケースは、ゲート放流開始水位を工事運用水位 WL133. 0mから1m毎に水位上昇させ、WL138. 0mまでの5ケースについて検討し、以下a)～e)の項目を算出して工事中止判断基準等の方針を決定した。

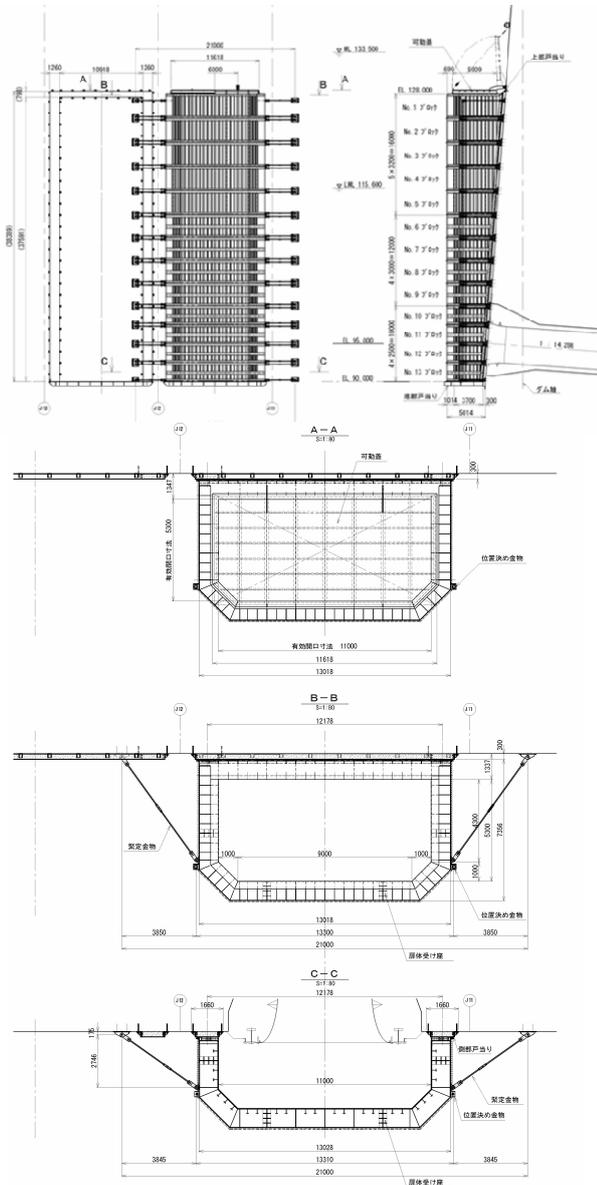


図-7 上流仮締切構造一般図（1号、2号）

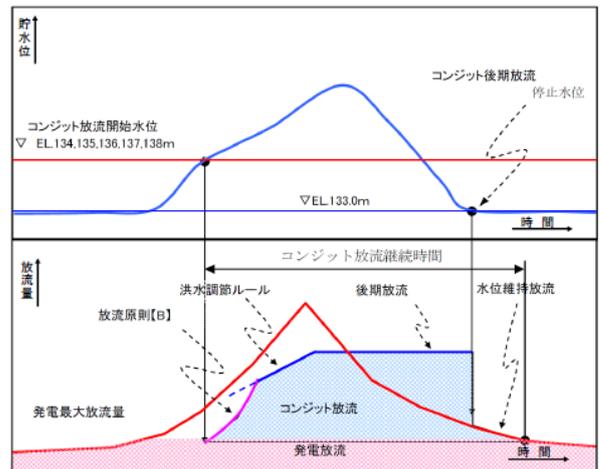


図-8 水中作業期間の操作検討イメージ図

a) 工事中止判断基準

- ・貯水位がゲート放流開始水位に達した時点の5時間前の累加雨量

b) 中止判断頻度

- ・累加雨量が工事中止判断基準を超えたことによる工事

中止が必要と判断した回数

c) 必要な工事中止頻度と時間

- ・貯水位がゲート放流開始水位を超えた頻度と工事中止時間及び月当たりの期待値

d) 不要な工事中断頻度と時間

- ・累加雨量が工事中止判断基準を超えたが、貯水位がゲート放流開始水位まで達することなく処理できた頻度、工事中断時間、及び月当たりの期待値

e) 工事中断時間の期待値

- ・必要な工事中止時間の期待度と不要な工事中止時間の期待値の合計

なお、仮締切内（堤体貫通時等）作業期間(WL120m)は、自然越流調節による放流のためゲート放流開始水位の設定はないが、同様に工事中止判断基準を設定している。

水中作業期間(WL133m)			仮締切内作業期間(WL120m)
【工事中止】			
発電基台数	工事期間		工事中止判断雨量 (流域平均累加雨量)
	I 期	II 期	
2基	●		90mm
		●	60mm
1基	●		70mm
		●	40mm
I 期: 10/16~3/31, II 期: 4/1~5/31			
【ゲート放流開始水位】 WL136.0m			
【工事再開】			
・洪水警戒体制が解除されていること			
・貯水位が133.0m以下に低下していること			
・流入量が発電放流以下に低減していること			
【工事中止】			
・流域平均累加雨量 50mm			
【ゲート放流開始水位】自然越流			
【工事再開】			
・洪水警戒体制が解除されていること			
・既設コンジットゲートからの放流量が150m ³ /s まで低減していること			
・流入量が150m ³ /s以下に低減し、かつ今後150m ³ /sを超えないことが予想されるとき			

表-3 工事中止判断基準等の内容



写真-2 工事進捗状況（上：ダム正面、下：貯水池内）

5.操作要領・運用の作成

前章での検討を踏まえ、鶴田ダム再開発事業の工事期間における操作要領及び運用を策定した。

但し、内容としては現行のダム操作規則・細則に準拠したものとし、異なる事項である工事中の期間、水位制約、水位制約を踏まえた洪水調節、発電取水等について重点的に整理し、要領及び運用に反映させた。

6.貯水池内工事の進捗状況

平成 23 年 1 月にダム本体工事や上流仮締切設備を契約し、洪水期明けより貯水池内作業を本格的に実施している。前章のとおり水中（潜水）作業期間においては貯水位を低下させているが、それでも大水深下での作業に対応した潜水方式で施工する必要がある。そのため、作業の効率化と作業員の安全確保と作業効率化を考慮し、「飽和潜水」により作業を行っている。飽和潜水とは、作業期間を通じてダイバーに作業水深と同じ気圧の居住空間内で生活してもらい、作業終了時に減圧して大気圧に戻す潜水方式である。

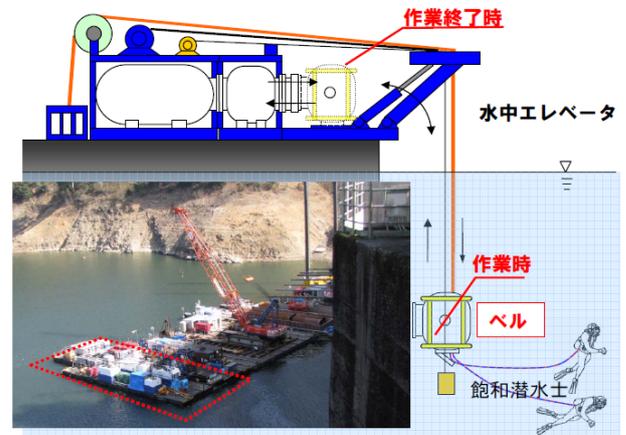


図-9 飽和潜水の概要図

7.おわりに

本事業は、地域住民の強い要望と期待を受け、早期事業化が実現した経緯もあり、一刻も早い洪水調節機能の強化が求められている。

貯水池内作業の進捗状況は、再開発事業全体の工程に最も影響を及ぼすため、施工段階においても必要に応じて施工方法・計画を見直すとともに、関係者と十分な情報共有を図り工事を進めていくことが重要であると考えている。