

鶴田ダム再開発事業における 浮体式上流仮締切について

川元 壊二・山田 信一郎・阿久根 祐之・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 工事課 (〒895-0075 鹿児島県薩摩川内市東大小路町20-2)

鶴田ダム再開発事業は、治水機能強化を目的に洪水期の洪水調節容量を最大7,500万m³から9,800万m³に増量するために、現在の放流施設より低い位置の右岸側に放流施設(コンジットゲート3門)を増設するものである。今回、堤体削孔を行うために設置する上流仮締切設備について、新たな技術として浮体式上流仮締切を開発し採用したため、その内容について報告する。

キーワード 鶴田ダム, ダム再開発事業, 上流仮締切, 新工法, 浮体式

1. はじめに

鶴田ダムは、川内川のほぼ中央、河口から約 51 km に位置しており、洪水調節と発電を目的として昭和 41 年に完成した九州最大規模を誇る多目的ダムである。

川内川流域では平成 18 年 7 月の記録的な豪雨により 3 市 2 町 (薩摩川内市、さつま町、伊佐市、湧水町、えびの市) において、浸水家屋 2,347 戸に及ぶ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) が採択された。

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、再開発事業を行うにあたり、重要な仮設構造物となる上流仮締切設備について、新たな技術を開発・採用したため、その内容について報告する。

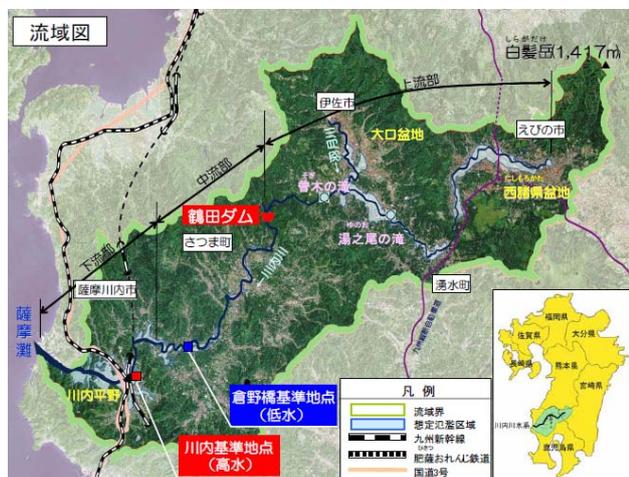
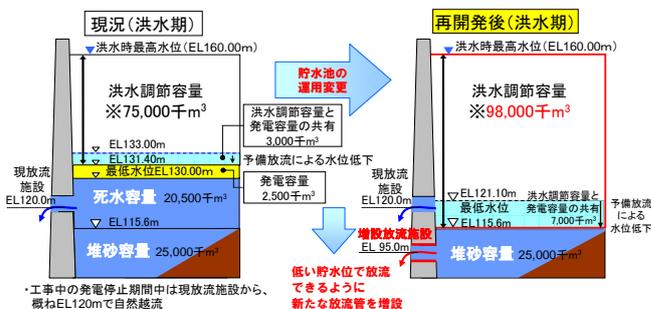


図-1 鶴田ダムの位置図

2. 鶴田ダム再開発事業の概要

本事業は、現在の発電容量と死水容量を治水容量に振り替え、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)に増量するものである。そのために、これまでより低い貯水位でも放流できるように放流管3条を増設するとともに、発電管2条の付け替え等を行うものであり、その施工規模は国内最大級のダム再開発事業である。



* 工事中の発電停止期間中は現放流施設から、概ねEL120mで自然越流

図-2 鶴田ダム再開発事業の概念



図-3 鶴田ダム再開発事業のイメージ図

3. 施工上の制約条件

新たな放流管・発電管の設置は、ダムを運用しながら施工する必要がある。そのため、ダム堤体上流面に仮締切設備を設置し、堤体貫通時において施工箇所へ水が流入するのを防ぐこととした。

なお、施工を行うにあたっては、作業の安全性を最大限確保する必要があるため、発電事業者と協議を行い、施工時の水位制約を以下のとおり設定している。

(1) 貯水池内工事

上流仮締切設置等の貯水池内工事期間は、発電に最低限必要な貯水位WL133.0mを維持する。

(2) 仮締切内工事

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ン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。この間は、発電を停止させての施工となる。

貯水池内工事期間においては貯水位を低下させているものの、最大施工水深が65mにも及ぶことから、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、一定期間（約1ヶ月）潜水士に作業水深と同じ気圧の居住空間内で生活・作業してもらい、作業終了後に減圧して大気圧に戻る潜水方式である。

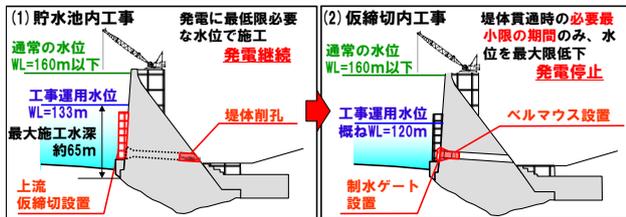


図-4 放流管・発電管工事の進め方

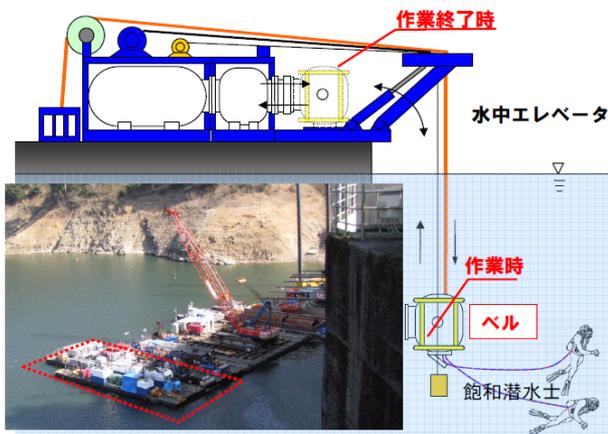


図-5 飽和潜水の概要図

4. 上流仮締切の構造・支持方式

本ダムで採用している上流仮締切の構造は、これまで他ダムの再開発事業において採用実績があり、確実な止水及び施工が可能な、鋼製多段式チャンネル型としている。また、仮締切の大きさはベルマウス部の施工に必要な最低限の広さにより決定している。

上流仮締切の支持方法はこれまでの実績より、次に示す方式が考えられる。

(1) 上部支持架構方式

仮締切上部に支持架構、下部に張出架台を設置し、仮締切据付時（抜水前）は扉体の重量を支持し、運用時（抜水後）は扉体の浮上り回転力を拘束する方式である。大規模な設備が必要となり、堤体に与える影響も大きい。

(2) 台座コンクリート方式

仮締切据付時（抜水前）は扉体重量を受け、運用時（抜水後）は仮締切に作用する浮力を受ける方式である。台座コンクリート施工のための工事を大深度の水中作業で行う必要がある。

表-1 仮締切諸元

区 分	増設側		発電側
	1, 2号	3号	1, 2号
型 式	鋼製多段5面チャンネル型		
奥行き×幅 (ベルマウス部)	4.0m×11.0m		3.7m×13.0m
高 さ	38.0m	25.5m	30.5m
天端標高	EL.128.000		
設置標高	EL.90.000	EL.102.500	EL.97.500



写真-1 工場仮組立状況（増設側1, 2号）

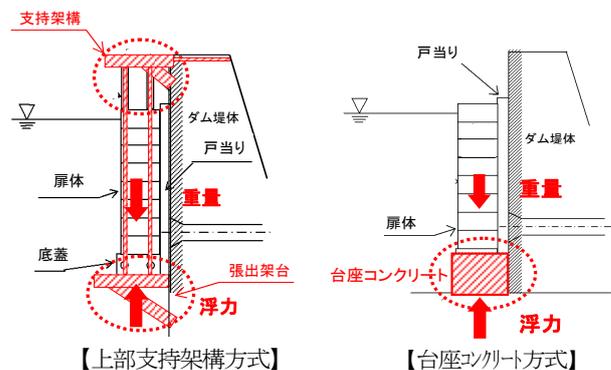


図-6 上流仮締切の支持方式

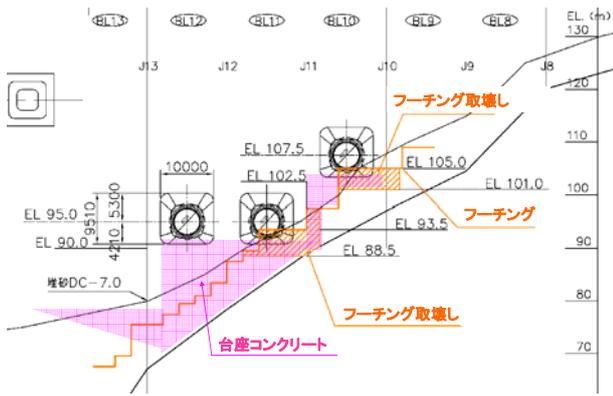


図-7 増設側上流面図

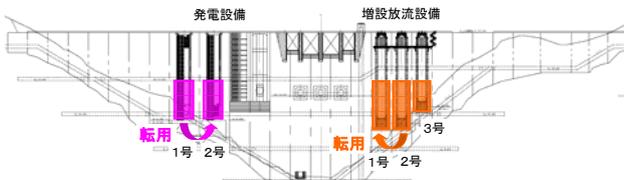


図-8 ダム堤体上流面図

本ダムでは、増設放流管の呑口直下にフーチングがあり、支持架構方式の張出架台の据付を行うためにはフーチングを大幅に取り壊す必要が生じること、既設フーチングを台座コンクリートの一部として利用出来ること等の理由により台座コンクリート方式を採用した。

また、増設側1、2号、発電側1、2号については、各々形状が同一のため転用を行うこととしている。

5. 施工上の課題

台座コンクリートの施工は、①岩盤掘削、②支障となるフーチングの撤去、③台座コンクリート型枠設置のためのレグ孔掘削、④型枠設置、⑤コンクリート打設作業等を大深度で行う必要があった。そのため、飽和潜水を採用し潜水作業の効率化を図ったものの、岩盤掘削箇所に異物（ワイヤー等）が混入していたり、フーチングの位置及び形状が図面と異なる等により、作業が難航し、工費の増大も懸念された。

また、下流側減勢工の構造変更、それに伴う工程の見直しにより、予定している平成28年度からの増設放流設備運用のためには、3条ある増設放流設備の施工順序を当初の2号先行から、2号及び3号を同時期に施工す



写真-2 フーチング内支障物

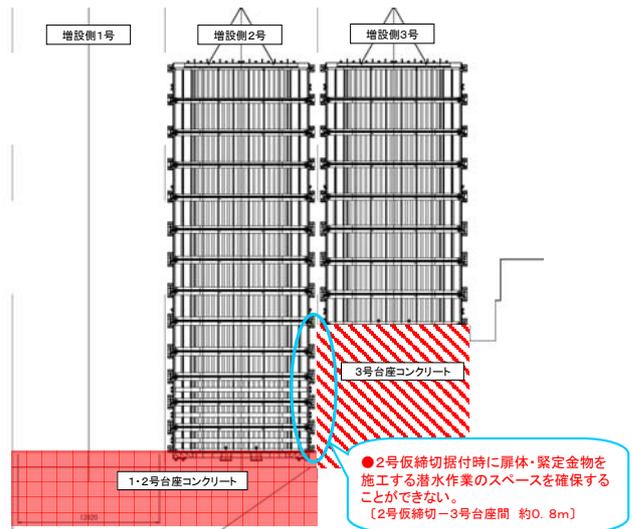


図-9 台座コンクリート施工範囲

る工程に見直す必要が生じた。しかし、3号の台座コンクリートを施工してしまうと、2号仮締切を施工する上で3号台座コンクリートが支障となり、同時施工が不可能な状況であった。

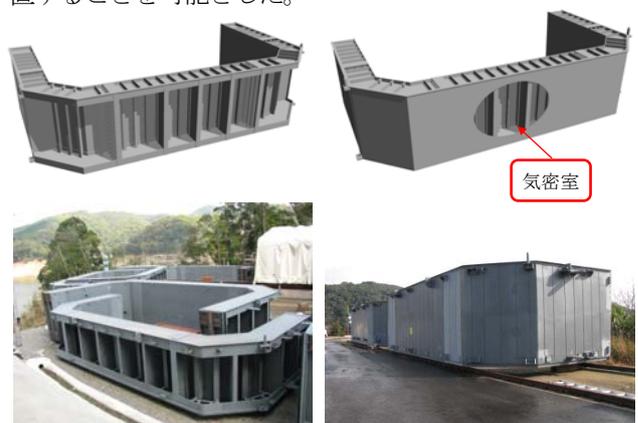
よって、発注者、施工業者（鹿島建設・日立造船）、ダム技術センターにおいて検討を重ね、新たな方法として台座コンクリートを必要としない浮体式仮締切を開発し、採用することで、問題を解決することとした。

なお、本技術は上記4者で特許の共同出願も行っている。

6. 浮体式上流仮締切

浮体式上流仮締切は、扉体各ブロックに気密室を設け、扉体に浮力を持たせる構造である。

増設側3号仮締切の扉体は8ブロックで構成され、下段側の5～8ブロックは13区画に分けた気密室にそれぞれ水を出し入れすることにより、バランスよく浮力を調整できる構造とした。これにより、ダム湖内で扉体を浮かせた状態で組立を行い、一体化した扉体を堤体に設置することを可能とした。



【従来の仮締切】

【浮体式仮締切】

図-10 仮締切扉体ブロック

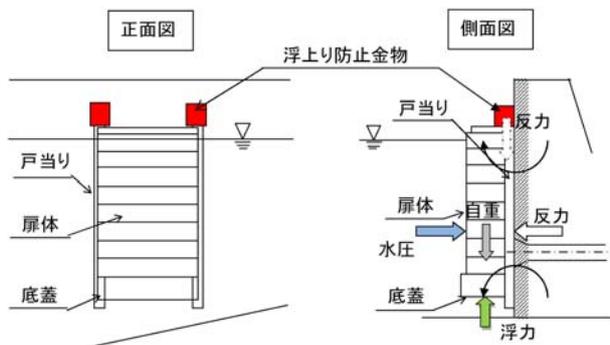


図-11 浮体式仮締切イメージ

なお、堤体貫通作業を行うにあたり仮締切内の水を抜いた後に働く浮力は、上部に設けた浮上り防止金物で支持する構造とした。

7. 施工手順

浮体式上流仮締切の組立は、扉体ブロック吊込み用のクレーン台船と、組立てた扉体を支持する組立台船を用いて、ダム湖内で行う。

- ①ダム湖中央部まで運搬した扉体ブロックをクレーン台船で吊上げ、積み重ねる。
- ②上下ブロックをボルトで固定したのち、扉体気密室内部に注水し、浮力を調整しながら上ブロックを水面まで沈降させる。
- ③上記を繰り返し扉体ブロックを全て一体化した後、水密ゴムを取付ける。
- ④組立台船で一体化した扉体を堤体まで曳航し据付を行う。

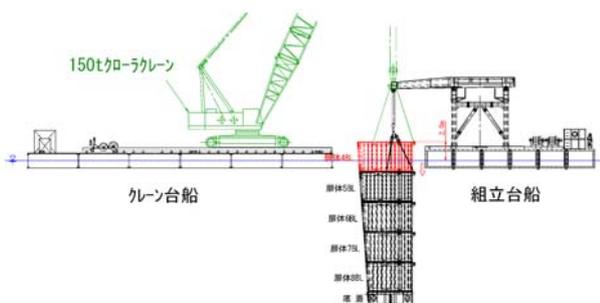


図-12 水上組立状況

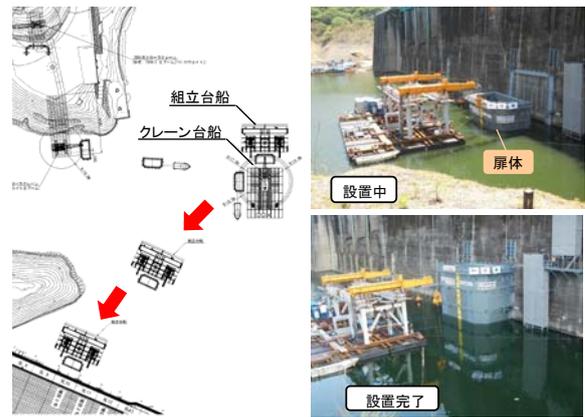


図-13 堤体据付状況

8. 浮体式仮締切の効果

浮体式仮締切を採用することに伴う効果は次のとおりである。

- ・台座コンクリートが不要となり、不確定要素が多い水中作業の大幅な低減が図れる。
- ・3号台座コンクリートが不要となったことで、増設側2, 3号先行工程が可能となり当初計画どおり平成28年度からの設備運用が可能となる。
- ・これまで水中で行っていた扉体各ブロックの上下間の連結を水上で行うことが可能となり、施工の短縮、確実な施工（水密の確保等）が図れる。
- ・工事が輻輳する堤頂部でのクレーン作業が少なくなる。

一方で、扉体に気密室を設けることや、底蓋・浮上り防止金物が必要となること等より、仮締切自体のコストは増加するが、上記の効果で事業全体ではコスト縮減を図ることが出来る。

今回の鶴田ダムの場合は、転用しない増設3号のみの採用となったが、仮締切を転用して利用できる場合には、解体せず一体のまま移設が可能となることから、従来工法に比べて施工性が向上し、さらなるコスト縮減効果も期待できる。

8. おわりに

今回採用した浮体式上流仮締切は初めての試みであったため、運用時と同一水圧条件下のもと設置確認を行ったが、漏水も少なく従来式と同等の性能が確認された。今後、バルマウスや制水ゲートの設置を短期間の仮締切内作業期間で完了させなければならないことから、関係者の情報共有を十分に図りながら、安全対策に万全を期した上で作業を進めていく。

今般、社会資本ストックの有効活用が重要になる中で、ダム再開発事業は世界的にも注目されており、本技術が今後のダム再開発事業において、施工の安全性及びコスト縮減に寄与することを期待している。