

ダム再開発工事における上流仮締切工の大幅効率化を実現

浮体式仮締切工法

川 元 壊 二・滝 口 紀 夫・宮 本 修

近年、既存するダムの治水・利水機能を強化するダム再開発事業が増えており、全国的に計画・実施されている。施工はダムを運用しながら行うことが多いため、堤体上流面に鋼製の仮締切設備を設置し、その内部の水を抜きドライな空間を確保して各種の作業を行っている。従来の仮締切は、鎧畑ダムに代表される支持架構方式と五十里ダムに代表される台座コンクリート方式が主流であるが、両方式とも浮力を支持するための大規模な支保設備が必要であった。今回新たに開発した浮体式仮締切は扉体の内・外側面に鋼板（スキンプレート）を貼り、底蓋と一体化した仮締切扉体を浮体化し、扉体上方のダム上流面に設置した浮上り防止金物で浮力を支持する構造であるため、支保設備を大幅に軽減でき施工性を飛躍的に向上させた工法であり、現在鹿児島県薩摩郡で施工中の鶴田ダム再開発事業で採用（国土交通省九州地方整備局）された。本稿では、浮体式仮締切工法の概要と一連の施工方法について紹介する。

キーワード：ダム再開発、上流仮締切、新工法、浮体式

1. はじめに

鶴田ダムは、九州で2番目の流路延長を有する川内川のほぼ中央、河口から約51 kmに位置し、洪水調節と発電を目的として昭和41年に完成した重力式コンクリートダムである。鶴田ダムの位置を図-1に、ダムの諸元を表-1に示す。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年度から鶴田ダム再開発事業に着手した。現況を写真-1に示す。

表-1 ダム諸元

	諸元
形式	重力式コンクリートダム
堤高	117.5 m
堤頂長	450.0 m
堤体積	1,119,000 m ³



図-1 鶴田ダム位置図

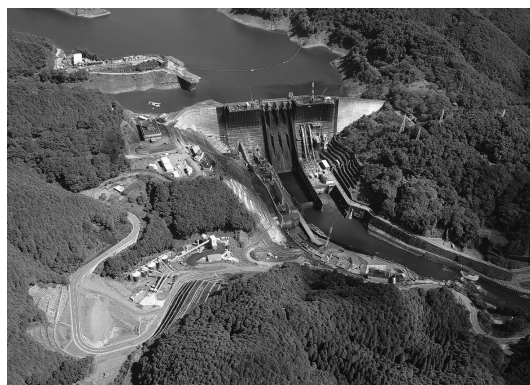


写真-1 2014年9月末全景

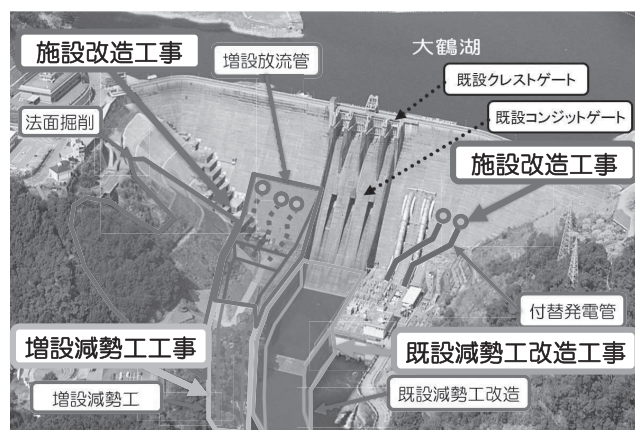
2. 再開発事業の概要

事業は図一2に示すように、洪水調節容量の増量と放流施設の増設である。洪水調節容量の増量は、洪水期の発電容量 250 万 m^3 と死水容量 2,050 万 m^3 の合計 2,300 万 m^3 を洪水調節容量に振り替えることにより、洪水調節容量を最大 7,500 万 m^3 から 9,800 万 m^3 に増量するものである。放流設備の増設は、現在の放流設備 (EL118.0) より低い位置 (EL95.0) の右岸側にコンジットゲート 3 門を増設して、放流能力の増強を図る。

3. 再開発工事の概要

(1) 工事の概要

再開発事業に伴うダム改造工事の施工範囲を図一2に示す。工事は3段階に分割されており、施設改造工事は第1段階の工事である。主な工種は、台座コンクリート工（上流仮締切部）、増設減勢工（上流側コンクリート）、堤体削孔である。主要工事数量を表一2に示す。第2段階の工事は、増設減勢工（下流側コンクリート）、増設放流管および発電取水管の巻立コン



図一2 再開発事業工事施工範囲

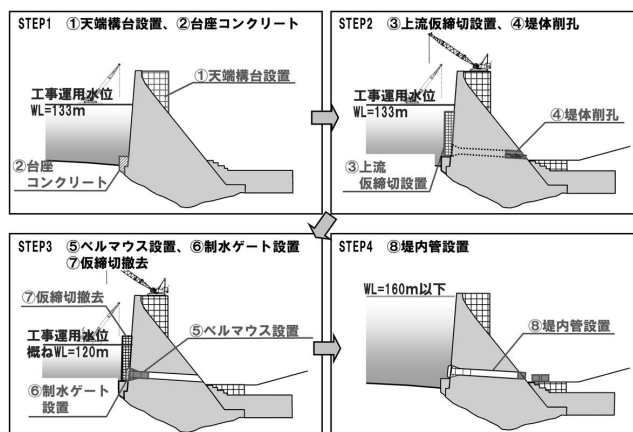
表一2 施設改造主要工事数量

工種	細別	単位	数量	備考
台座工	掘削（フーチング撤去含む）	m^3	1,520	
	水中不分離性コンクリート	m^3	1,990	増設1基 発電2基
増設減勢工	土石・岩石掘削	m^3	217,000	
	コンクリート	m^3	69,700	
堤体削孔	増設放流管	m^3	6,450	6.0 m × 6.0 m 3条
	発電取水管	m^3	4,460	6.2 m × 6.2 m 2条

クリートである。第3段階の工事は、既設減勢工の改造工事である。

(2) ダムの現有機能を維持しながらの施工

ダムの治水機能と発電機能を維持しての工事となるため、貯水池の水位と工事期間を制限して施工した。具体的には、10月16日～6月10日までの非洪水期に施工し、貯水池内で行う上流仮締切工の設置までの工事は、発電のために最低限必要な水位である標高133mの貯水位を維持し、上流仮締切内での工事期間は、安全を最大限確保するため貯水位を標高120mに低下させて施工する、という条件であった。仮設工事から上流仮締切撤去工事までの施工STEPを図一3に示す。



図一3 貯水内工事STEP図

4. 技術開発の背景

治水・利水の機能を継続し、ダム貯水池の水位を維持しながら堤体に新たに孔を空けて放流管やゲートを設置する場合、鋼製の仮締切を設置し、その内部の水を抜いてドライな空間を確保して各種の作業を実施している。従来の仮締切は、支持架構方式と台座コンクリート方式が主流であるが、両方式とも大深度での長時間潜水作業や大規模な仮設備が必要で、安全性や工程・コストなど多くの課題があった。平成23年2月に鶴田ダム施設改造工事に着手したことを契機に、新たな仮締切工法について提起され開発に着手した。

5. 浮体式仮締切工法の概要

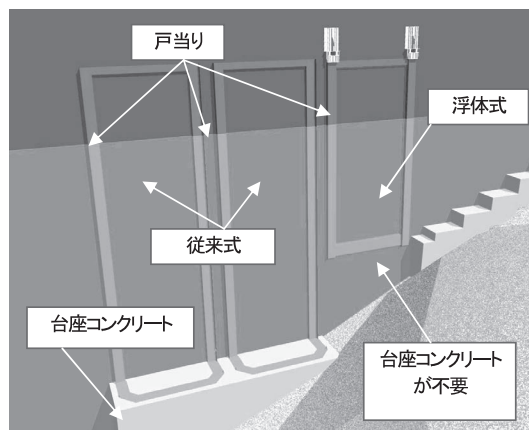
浮体式仮締切工法は、扉体の内・外側に鋼板（スキンプレート）を貼り、底蓋と一体化した仮締切扉体を浮体化し、扉体上方のダム堤体に設置した浮上り防止金物で浮力を支持する。従来工法と比較した扉体図を

図—4に、鶴田ダムでの設置状況を図—5に示す。

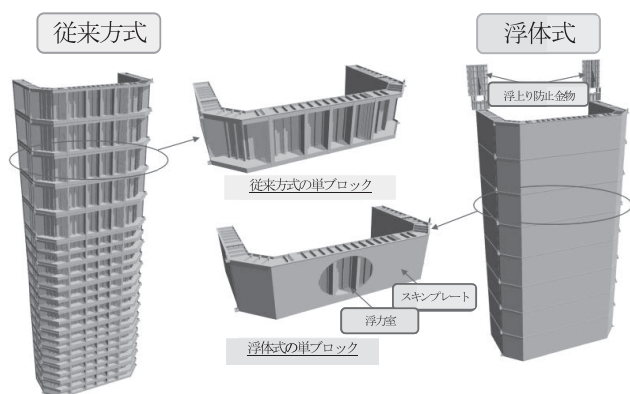
施工は、現地工場で製作した扉体ブロックを貯水池湖面上で組み立て、設置場所まで曳航しウインチで引き寄せ固定する。図—6に設置概要を示す。

また、止水性は仮締切内部の水を抜いた時に、扉体に装着した水密ゴムが、あらかじめダム堤体に設置した戸当りに水圧で押えつけられることで確保される。図—7に戸当たりの設置概要を示す。

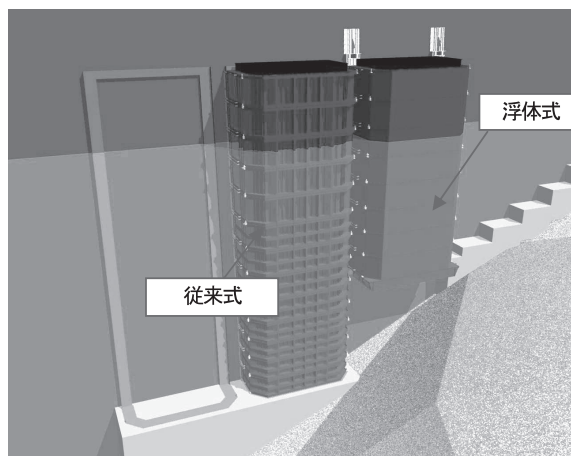
設計および施工上の留意点として、仮締切設備は内部の作業空間を確保する必要があることから、コの字形状となっている。このため、扉体に単純に浮力を与



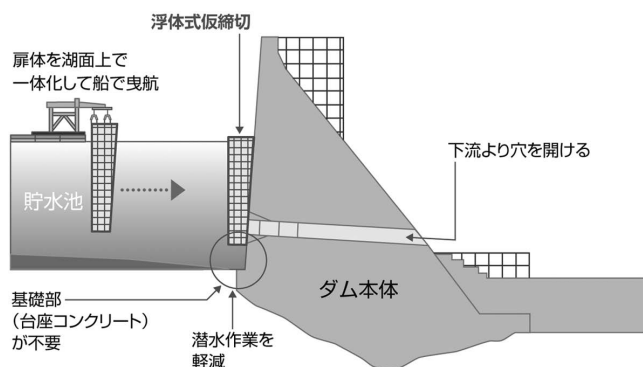
図—7 鶴田ダムでの台座コンクリート構築状況及び戸当り設置概要図



図—4 従来工法と浮体工法の扉体比較図



図—5 鶴田ダムでの扉体設置状況



図—6 鶴田ダムにおける浮体工法の設置概要図

えると、一方のみが浮上して回転してしまい、姿勢を保持することができないことから、扉体内の区画に適正な順序で充水／排水を行い、浮力と自重のバランスを保つことが重要である。技術の新規性として、浮体式仮締切のように、貯水池の水を注排水しながら、バラストを調整して組立・据付を行う工法は世界で初めての事例である。

6. 従来工法との比較

従来の仮締切は、仮締切自体の自重と仮締切内の水を抜いた後に発生する浮力を支持架構や台座コンクリートで支えているため、大規模な支保設備が必要であった。浮体式仮締切工法は、扉体の内・外側面に鋼板を貼り、底蓋と一体化した仮締切扉体を浮体化し、扉体上方のダム上流面に設置した浮上り防止金物で浮力を支持する構造であるため、支保設備を大幅に低減できるとともに組立・据付についても効率化されている。従来工法との比較を表—3に示す。

7. 施工方法

(1) 湖上運搬：写真—2

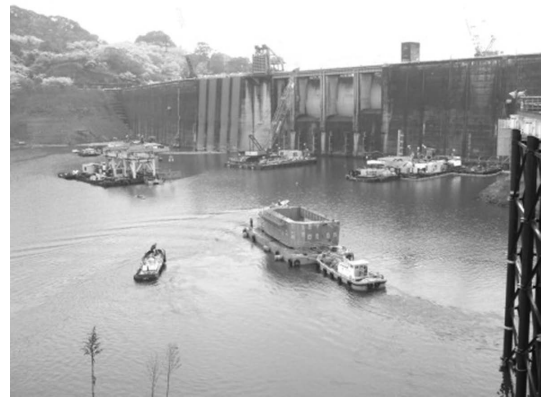
現地工場で製作した扉体ブロックを台船で組立場所まで運搬する。

(2) 湖上組立：写真—3

運搬された扉体ブロックをクレーン台船で吊り上げ積み重ねる。上下の扉体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、上部の扉体ブロックを水面まで沈降させる。同じ作業を繰り返し扉体すべてを一体化した後、水密ゴムを取り付ける。

表一 3 締切と従来式仮締切との比較

支持架構式仮締切工（従来式）	構造概要図	
	特徴	・仮締切設置前に、扉体を受ける支持架構と受金物を設置する ・組立時の扉体自重は、支持架構と受金物で負担する ・台座コンクリートがないため鋼製底蓋を設置する ・底蓋上に扉体を一段ずつ設置する ・仮締切内排水時の浮力は、「仮締切自重＋上部支持架構」で抵抗する
台座式仮締切工（従来式）	構造概要図	
	特徴	・仮締切設置前に浚渫・岩盤掘削を行い、台座コンクリートを打設する ・コンクリート打設後、台座コンクリート上に扉体を一段ずつ設置する ・仮締切内排水後の浮力は、「仮締切自重＋台座コンクリート重量」で抵抗する
浮体式仮締切工	構造概要図	
	特徴	・仮締切構築前に湖面上で一体組立した扉体を曳航し、一括して設置する ・仮締切内排水時の浮力は、「仮締切自重＋浮上り防止金物」で抵抗する



写真一 2 湖上運搬



写真一 3 湖上組立



写真一 4 組立後曳航

(3) 組立後曳航：写真一 4

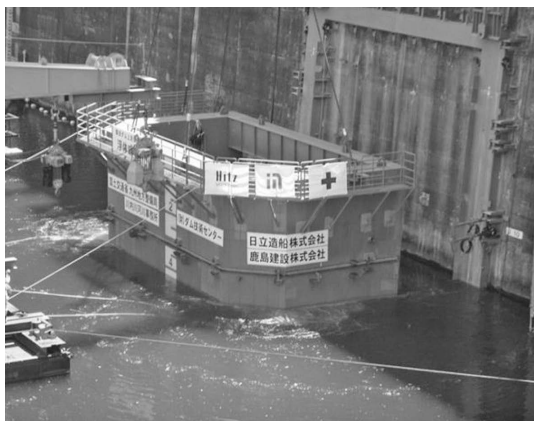
組み上がった扉体を堤体の設置場所まで曳航する。

(4) 扉体内排水による浮上据付：写真一 5

堤体天端のクレーンとウインチで引き寄せ、扉体気密室内部の水を排水し所定の高さに合わせ据え付ける。

(5) 締切内排水：写真一 6

締切内の水を排水し緊締金物の増し締めを行う。



写真一五 扉体内排水による浮上掘付



写真一六 締切内排水



写真一七 設置完了

(6) 設置完了：写真一七

漏水量・浮力等が所定の数値以内であることを確認し設置が完了する。

8. 実用化による効果

仮締切の規模や施工水深により異なるが、潜水作業の大幅な低減、支持架構や台座コンクリートという大規模な仮設備が不要になることから、安全性向上・工程短縮・コスト縮減・品質向上・環境負荷の軽減が可

能である。さらに、同一ダムにおいて複数の孔を施工する場合、従来工法では扉体を解体し再度組み立てる必要があるが、浮体式仮締切は扉体を解体することなく次の場所へ曳航し据付けることが可能である。実現された効果を表一4に示す。

表一4 実現された効果

安全性向上	潜水作業が大幅に低減
工程短縮	大規模な仮設備が不要、クリティカル工種の削減
コスト縮減	大規模な仮設備が不要、工期短縮
品質向上	気中組立による漏水量の大幅低減
環境負荷の軽減	貯水池内構造物が不要

9. おわりに

浮体式仮締切は、平成25年4月に設置し平成26年4月に撤去・解体したが、期待通りの効果を発揮し再開工事全体の進捗に多大なる貢献を果たした。今後は、国内のダム再開発における同工法の需要が高まることを期待するとともに、日本のダム技術の輸出という分野においても一翼を担える工法であると考えられる。また、浮体式仮締切工法は、今年度の第16回国土技術開発賞（国土技術研究センター・沿岸技術研究センター主催、国土交通省後援）において最優秀賞を受賞し高い評価を得たことを報告します。

J C M A

【筆者紹介】

川元 壊二（かわもと じょうじ）
国土交通省
九州地方整備局 川内川河川事務所
工事課長



滝口 紀夫（たきぐち のりお）
鹿島建設㈱
鶴田ダム施設改造工事事務所
所長



宮本 修（みやもと おさむ）
日立造船㈱
鶴田ダム上流仮締切設備工事事務所
所長

