

鶴田ダム再開発の計画と設計施工

国内最大規模の施設改造工事

久保朝雄・遠山玄郎

鶴田ダムは、川内川のほぼ中央部（河口から約 51 km）に位置し昭和 41 年 3 月に治水と発電を目的とした多目的ダムとして建設された。薩摩地方北部では、平成 18 年 7 月の記録的な豪雨により上流から下流に至る 3 市 2 町で甚大な被害が発生し、川内川流域で激特事業が採択された。

鶴田ダムは、この水害時に下流の洪水被害を軽減したが、水害直後は批判的な意見もあった。しかし最終的に地元から「ダムの治水機能を強化してほしい」と要望が出され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。

鶴田ダム再開発事業は、洪水調節容量を増量するために 3 本の放流管増設と 2 本の発電管の付替及び減勢工の新設及び改造を行うものである。

キーワード：激特事業、ダム再開発事業、洪水調節容量、増設放流設備、減勢工改造、上流仮締切、堤体削孔、飽和潜水システム

1. はじめに

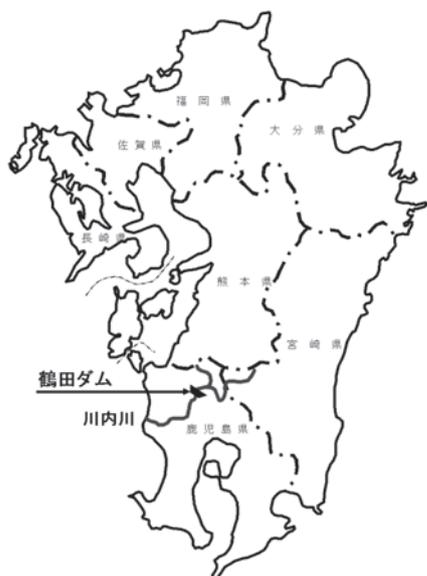
川内川（せんだいがわ）は、遠く熊本県あさぎり町の白髪岳を源とし、熊本、宮崎、鹿児島県の 3 県を貫流して薩摩灘へ注ぐ一級河川で幹川流路延長 137 km は、九州で 2 番目に長く流域面積 1,600 km² は、九州で 5 番目の広さとなっている。

鶴田ダムは、川内川のほぼ中央、河口から約 51 km に位置する昭和 41 年に完成した洪水調節と発電を目的

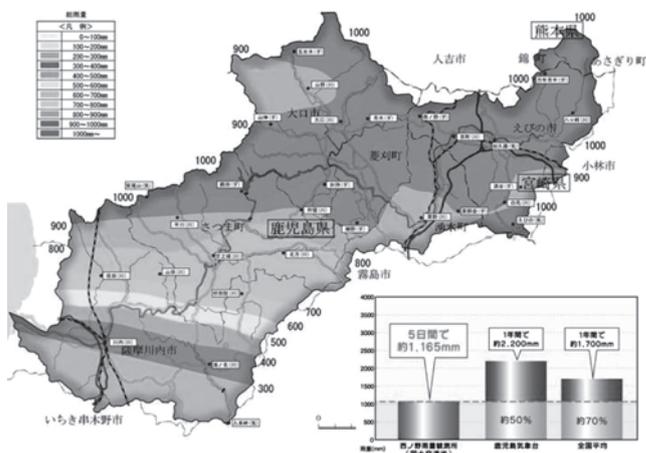
とした高さ 117.5 m の九州で 1 番高い重力式コンクリートダムである。

川内川流域では、平成 18 年 7 月 19 日から 23 日にかけて薩摩地方北部を中心に記録的な豪雨に見舞われ、特に宮崎県えびの市の西ノ野雨量観測所では、この 5 日間だけで全国平均の年間総雨量の 70%、鹿児島市の年間総雨量の 50% に相当する 1,165 mm という雨量が観測された。

この記録的な豪雨により、流域内の 15 箇所の水位観測所のうち 11 箇所で既往最高水位を更新している。特に河口から約 38 km に位置する鹿児島県さつま町の宮之城水位観測所では、計画高水位を 2.92 m 超過



図一 鶴田ダム位置図



図二 川内川流域の総雨量図

し、11.66 mに達した。

この既往最大の洪水により、川内川流域全体の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。

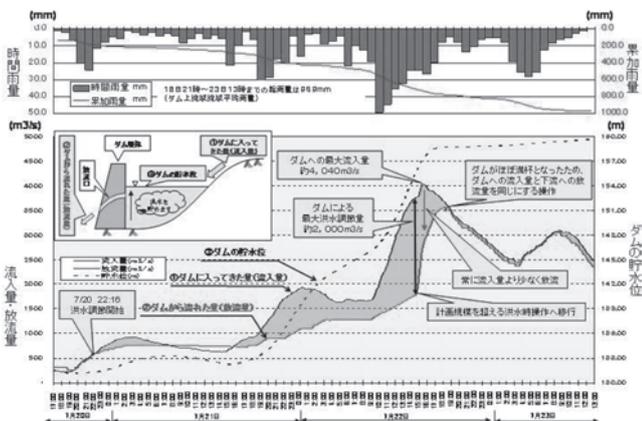


写真一1 さつま町虎居地区浸水状況（写真提供：陸上自衛隊第8師団）

鶴田ダムは、平成18年7月洪水時に東京ドーム約60個分に相当する7,500万m³の洪水を貯留し、下流に流れる水量を少なくして洪水被害を軽減させた。

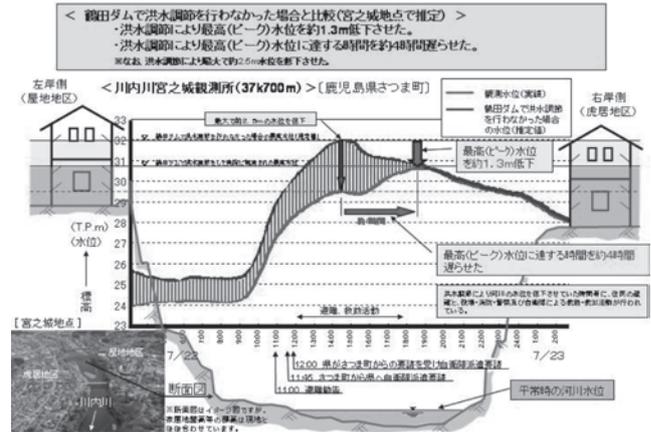


写真一2 平成18年7月洪水時の鶴田ダム



図一3 鶴田ダムの洪水調節状況

具体的には、ダムから約13km下流の宮之城水位観測所で洪水調節を行わなかった場合と比較して、最



図一4 鶴田ダムの洪水調節効果

高水位を約1.3m低下させ、最高水位に達する時間を約4時間遅らせる効果を発揮している。

水害直後は、鶴田ダムに対する批判的な意見もあったが、最終的には地元から「鶴田ダムの洪水調節容量を増やして、治水機能を強化してほしい」という要望が出され、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平成19年度より鶴田ダム再開発事業に着手している。

2. 再開発事業の概要

(1) 現在の鶴田ダムの諸元

表一1 ダムの諸元

項目	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

表一2 貯水池の諸元

項目	諸元
集水面積	805.0 km ²
湛水面積	3.61 km ²
総貯水容量	123,000,000 m ³
有効貯水容量	77,500,000 m ³
洪水調節容量	75,000,000 m ³
常時満水位	標高 160.0 m
最低水位	標高 130.0 m

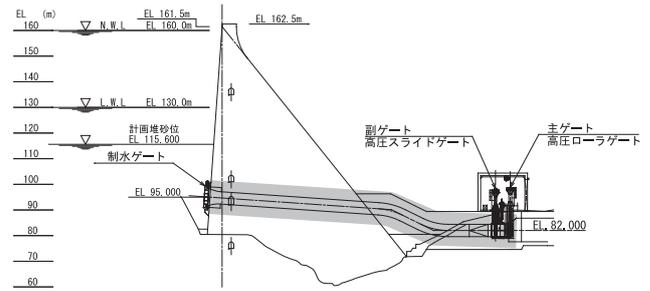
表一3 現在の放流施設の諸元

項目	諸元
コンジットゲート	高 4.18 m × 幅 4.3 m × 3 門
クレストゲート	高 11.5 m × 幅 8.5 m × 2 門 高 14.0 m × 幅 12.0 m × 2 門

(2) 洪水調節容量の増量

今回の再開発事業は、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期の洪水調節容量を最大7,500万 m^3 から最大9,800万 m^3 に増量するものである。

そのため洪水期の貯水位を大幅に低下させる必要があり、最低水位を現在の標高130mから標高115.6mへ14.4m低下させる。



図一七 増設放流管の配置（1・2号増設放流管）

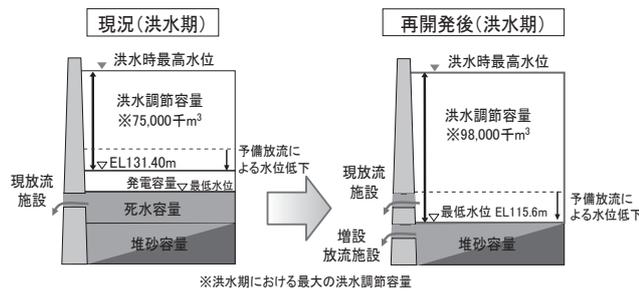
3. 技術的課題

(1) 堤体穴あけに伴う削孔周辺部の安全性の確認

堤体への穴あけは、構造安定性に大きな影響を及ぼすため、既設ダムの設計時に安定計算を実施した断面に欠損が生じることに対する安定性の検証、開口部周辺の応力状態の検証を行う必要がある。

今回の再開発事業では、増設放流管（直径4.8m、削孔断面は高6.0m×幅6.0m）3本、付替発電管（直径5.2m、削孔断面は高6.4m×幅6.4m）2本の合計5箇所の穴あけを行い、設計水深は60mを超え、既往実績で最大級の規模であるため、工事中及び工事完成後の発生応力を3次元有限要素法を用いて詳細に検討し、削孔形状は円形よりも最大発生応力の低下が見込まれる矩形とした。

再開発後における洪水調節容量

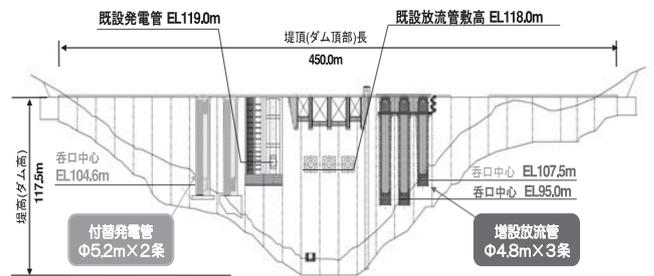


図一五 再開発事業の概念図

(3) 放流施設の増設

最低水位の低下に伴い現在の放流施設では洪水調節のための放流能力が不足するため、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）を増設して放流能力の増強を図る。

また、これに伴い新設減勢工を増設し、併せて既設減勢工を改造する。



図一八 ダム上流面図

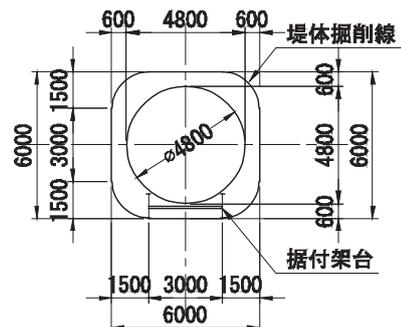


図一六 再開発事業のイメージ図

表一四 増設放流施設の諸元

項目	諸元
コンジットゲート	高4.8m×幅3.4m×2門 高3.8m×幅2.8m×1門

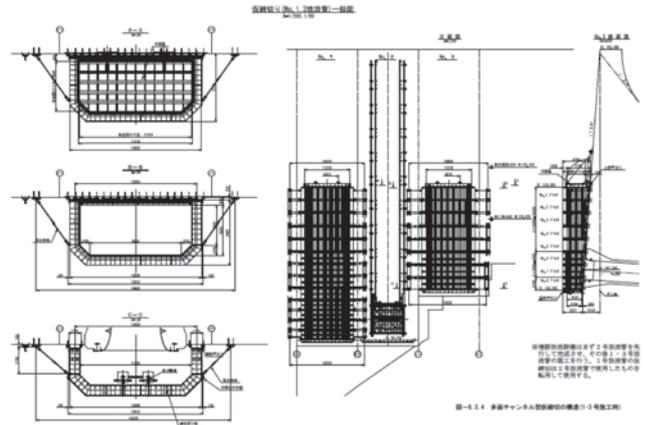
更に堤体削孔により発生が予想される空洞周辺コンクリートの最大引張応力を堤体下流面に試験削孔（直径2.5m×奥行5.0m）を行うことにより再現して目



図一九 堤体削孔形状



写真一三 実証試験空洞内での観測状況



図一十 上流仮締切一般図

視及び、ひずみ計等による観測を実施し削孔に対する堤体コンクリートの安全性の確認を行った。

(2) 既存施設や法面掘削への影響を考慮した減勢工設計

増設及び既設改造部の減勢工の配置については、左岸側の発電所や右岸側の法面掘削への影響を考慮するとともに洪水時の流況を確認するため水理模型実験により最適形状を決定した。

① 増設減勢工

設計洪水位での放流量を対象とし施設規模を定めるとともに、減勢工設置に伴う右岸法面の掘削を極力低減させるため現地地形標高の高い位置に一次減勢工、下流河道との接続部分に二次減勢工を配置する2段式減勢工（副ダム付き水平水叩き方式）とした。

② 既設減勢工改造

堤体の安定及び放流水の減勢効果の増強を図るために、堤体下流に順傾斜式水路のマット工を設置し、その下流の既設減勢工を改修し、水平水叩き方式の減勢工を新設・延長することで既設のクレスト及びコンジットゲートからの最大放流量を減勢させることにした。

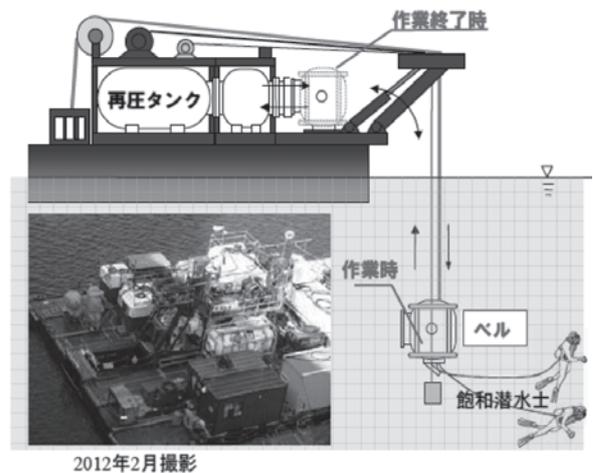
(3) 大水深下での上流仮締切の設置

堤体穴あけ時に必要となる貯水池側の仮締切は、大水深かつ大規模になるため、水圧に対応した構造を検討するとともに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。

検討の結果、上流仮締切の構造形式は、上流面への設置が容易な鋼製角落としゲート構造とした。

図一十に示す側方の緊定金物について、タイロッドとターンバックルを用いているが、現在この部分の合理化を検討している。

また潜水方式については、最大水深 65 m での水中



図一十一 飽和潜水の概要図

作業が必要となり、作業の効率化と作業員の安全確保を考慮して「飽和潜水」方式を選定した。

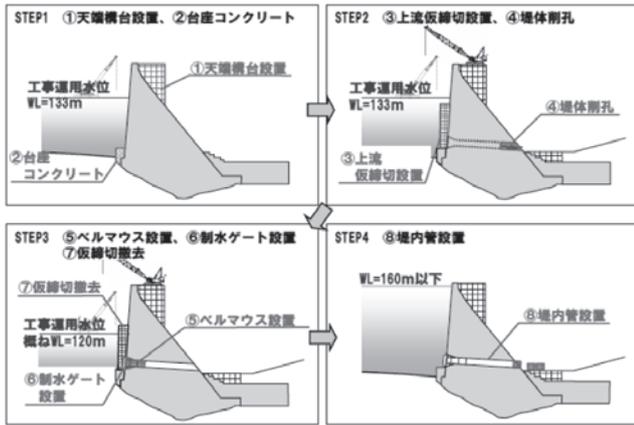
飽和潜水とは、作業期間を通じて作業水深と同じ気圧の居住空間内で生活して、作業終了時に減圧して大気圧に戻す潜水方法である。

飽和潜水を行う際には、地上・船上で高圧環境を実現するための再圧タンク及び高圧環境を維持したままで約1箇月間このシステムの中に滞在して湖底まで往復するためのベルを使用して水中作業を行う。

(4) ダムの現有機能を維持しながらの施工

現在の鶴田ダムの治水機能を維持するとともに利水機能への影響も必要最小限に抑えて施工するため、安全で効率的な施工方法を検討した結果、原則として貯水池内の工事は、非洪水期（10月16日～6月10日）のうち、10月16日～5月31日に通常より貯水位を下げて実施する。

上流仮締切設置等は、発電のために最低限必要な水位である標高 133m の貯水位にて施工して、上流仮締切内での制水ゲート設置等は、工事の安全を最大限確



図一 12 堤体削孔（放流管・発電管）の進め方

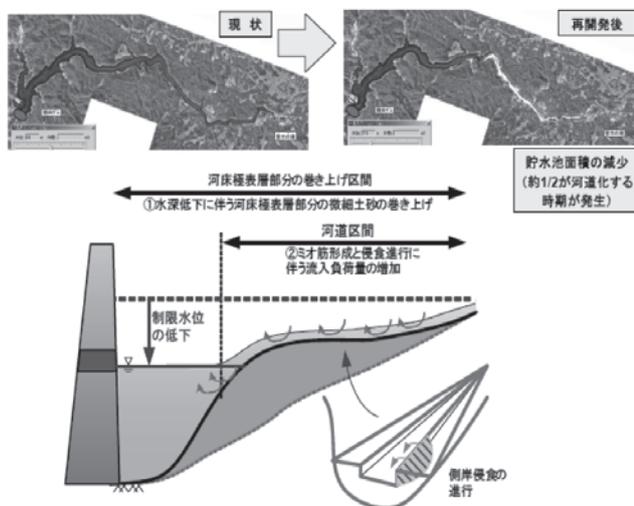
保するために、既設コンジットゲートを全開にして貯水位を最大限低下させた状態である概ね標高 120 m の貯水位にて施工する。

(5) 環境への影響検討

今回の再開発事業は、環境影響評価法及び鹿児島県環境影響評価条例での要件には該当しないが、事業規模が大きく事業期間が長期に及ぶため、鶴田ダム再開発事業環境検討委員会（有識者等にて構成される委員会）の指導・助言のもとに環境影響評価法に準じた調査、予測、環境保全のための検討及び評価を行った。

その結果、工事期間中及び再開発事業完了後に貯水位がこれまで経験のない水位に低下することでダムの堆積土砂が侵食され、一時的にSS（水の濁り）が高くなるとともに環境基準を超える日数の増加が予測された。

そのため、工事期間中の水位低下時に堆積土砂の侵食を抑制する対策工を実施している。



図一 13 水位低下による水質への影響

4. 事業の進捗状況

(1) 事業全体の進捗状況

平成 20 年 4 月に工事用道路工事に着手し、平成 23 年 3 月末に既存の町道を改良した工事用道路（約 2.2 km）及び本体関連工事であるダム下流の右岸法面掘削工事が完了し、本体工事の着工準備が整った。

また、平成 23 年 1 月に施設改造工事（堤体削孔と増設減勢工）及び上流仮締切設備工事を発注して、平成 23 年 3 月からダム本体工事、4 月中旬から上流仮締切の台座コンクリートを設置するためのダム湖内での浚渫工事に着手し、同年 12 月から飽和潜水作業及び増設減勢工のコンクリート打設を開始している。

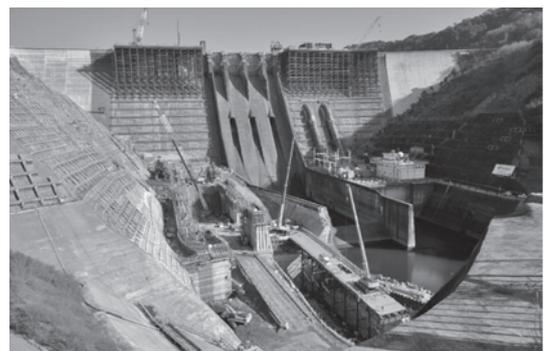


写真一 4 貯水池内の施工状況（平成 24 年 12 月）

(2) 貯水池内工事の進捗状況

飽和潜水では、水中の急傾斜での施工となることや水温が 10℃ と低く、視界が 40 ~ 50 cm であること等のダム湖内特有の厳しい条件を考慮して作業する必要があった。

鶴田ダム再開発は、上流仮締切を固定するために台座コンクリート方式を採用しており、水中不分離性コンクリートによる施工を行っているが、コンクリートの打設量が多く、温度応力の発生が懸念されたため、水中コンクリートの打設に合わせて、ダム天端構台上で事前に製作したプレキャストブロックをクローラク



写真一 5 ダム下流側施工状況（平成 24 年 12 月）

レーンで設置している。

また工事期間中の水位低下時に堆積土砂の侵食を抑制する対策工は、平成24年10月より本格的工事に着手している。

(3) ダム下流工事の進捗状況

平成23年12月27日にダム右岸下流側の増設減勢工のコンクリート打設を開始して、平成24年12月現在で約7万m³の打設を完了している。

掘削面においては、岩盤スケッチを行い過去の地質資料と確認しながら施工を進めるとともに今後のダム再開発の参考とするために記録の保存を行っている。

(4) その他

本事業の施工上の課題の迅速な解決や現地の施工状況及び安全性を適時的確に確認するために「鶴田ダム再開発技術検討委員会」を設置しており第1回委員会を平成23年11月に第2回委員会を平成24年5月に開催している。

また「環境レポート」の作成及び工事期間中の環境保全措置の履行状況への指導・助言を目的として、設置された「鶴田ダム再開発事業環境検討委員会」を定期的に開催している。



図一 14 鶴田ダム再開発後の完成予想図

5. おわりに

平成24年12月現在、上流仮締切台座コンクリートの設置作業及び増設減勢工のコンクリート打設を行っている状況である。

来年度には、上流仮締切扉体設置及び増設放流管設置のための堤体削孔が予定されており、着々と準備作業を進めている。

これらの工事は、これまでの国内事例を大きく超える大水深下での施工であり、鶴田ダム再開発での経験が今後のダム再開発事業の発展につながるものと認識している。

既設ダムの再開発事業は、ダムを新設する場合に比べて短期間で効果が発現出来ることや、我が国の厳しい財政状況や社会環境に及ぼす影響を最小限に抑えることが出来る等のメリットがあるため、その必要性は今後、益々高まることが予想される。

鶴田ダム再開発事業は、地域住民の強い要望と期待を受け、早期に事業化が実現した経緯がある。

そのため、洪水調節機能の強化による治水効果が一刻も早く発現出来るように、また今後のダム再開発における先進的な事例としての役割を果たすように引き続き効率的な施工方法、施工計画を立案することが重要な課題となっている。

最後に平成27年度の事業完了に向け、今後も安全第一に鋭意工事を進めて参りたい。

J C M A

【筆者紹介】

久保 朝雄 (くぼ あさお)
国土交通省
九州地方整備局
川内川河川事務所長



遠山 玄郎 (とおよま もとお)
国土交通省
九州地方整備局
開発工務課長

