

現地レポート

天ヶ瀬ダム再開発事業の概要

堀田伸之・伊藤昌資

1. はじめに

天ヶ瀬ダム再開発事業は、天ヶ瀬ダムの左岸側に全長617mのトンネル式放流設備を整備することにより、洪水調節機能の強化、発電能力の増強、水道用水の確保を行う事業である(図-1)。天ヶ瀬ダムは、京都府宇治市に位置し、地域の安全安心の一端を担うのみでなく、ダム周辺地域に存する平等院や塔の島と一体となり、観光地としても親しまれているダムである。

天ヶ瀬ダムは、大阪府や京都府の都市中心部から比較的近い場所に位置し、上流には琵琶湖を有している(図-2)。淀川水系では、現在、天ヶ瀬ダムを含む7つのダム及び2つの堰により治水システムを形成している。淀川水系の治水システムを形成するダムの中でも、天ヶ瀬ダムは、大阪の都市中心部までの距離が比較的近く、最も効率的に治水効果を発現することが可能なダムとして機能している。

天ヶ瀬ダム再開発事業の工期は令和3年度末ま



図-1 トンネル式放流設備の概要

でとしており、残り1年半で完成すべく急ピッチで工事を進めているところである。まさに、天ヶ瀬ダム再開発事業は大詰めを迎えている。本稿では、完成を間近に迎えた天ヶ瀬ダム再開発事業の概要について紹介する。

2. 天ヶ瀬ダム再開発事業の概要

2.1 目的

天ヶ瀬ダム再開発事業は、「洪水調節機能の強化」「発電能力の増強」「新たな水道用水の確保」の3つを目的としている。

特に、治水目的としては、京都府を流れる宇治川の沿川市街地の水害軽減だけでなく、大阪府を流れる淀川の沿川市街地の水害軽減の役目も担っている。

天ヶ瀬ダム再開発事業は、天ヶ瀬ダムの左岸側にトンネル式放流設備を整備するものである。既



図-2 流域図（琵琶湖と天ヶ瀬ダムの位置）

存の天ヶ瀬ダム最大放流量 $900\text{m}^3/\text{s}$ に加え、トンネル式放流設備を整備することで $600\text{m}^3/\text{s}$ の放流能力の増強を行うものである。これにより、最大 $1,500\text{m}^3/\text{s}$ の放流が可能となる。天ヶ瀬ダムにおいて、放流能力の増強を行うことにより、洪水調節容量を増やすことなく、計画対象の洪水規模を大きくすることが可能となり、治水安全度の向上を図ることができる。また、天ヶ瀬ダム再開発事業は、琵琶湖沿岸の被害を軽減する琵琶湖後期放流対策の一つにも位置づけられている。

2.2 事業経緯

琵琶湖周辺や淀川、宇治川での過去の被害状況を表-1に示す。昭和28年の台風13号により甚大な被害を受け、これを契機に天ヶ瀬ダムが昭和39年にドーム型アーチ式コンクリートダムとして建設された。その後、昭和40年の台風24号により甚大な被害を受けたことや、水需要及び発電需要の高まりにより、天ヶ瀬ダム再開発事業は昭和50年に予備調査に着手し、平成元年に建設事業に着手した。

表-1 過去の被害状況一覧

起因 (発生年月)	被害状況
台風 13 号 (昭和 28 年 9 月)	死者(不明者含)178 人、負傷者 194 人、全壊流失・半壊 576 戸、床上・床下浸水 56,194 戸
前線および台風 7 号 (昭和 34 年 8 月)	死者(不明者含)23 人、負傷者 29 人、全壊流失 152 戸、半壊流失 115 戸、床上浸水 7,949 戸、床下浸水 44,103 戸
台風 15 号(伊勢湾台風) (昭和 34 年 9 月)	死者(不明者含)47 人、負傷者 353 人、全壊流失 586 戸、半壊流失 1,312 戸、床上浸水 9,927 戸、床下浸水 27,632 戸
前線および台風 26 号 (昭和 36 年 10 月)	死者(不明者含)2 人、負傷者 4 人、全壊流失 5 戸、床上浸水 520 戸、床下浸水 2,209 戸
台風 24 号 (昭和 40 年 9 月)	死者(不明者含)4 人、負傷者 106 人、全壊流失 248 戸、半壊流失 4,540 戸、床上浸水 12,238 戸、床下浸水 58,501 戸
台風 10 号 (昭和 57 年 8 月)	死者(不明者含)10 人、負傷者 12 人、全壊流失 24 戸、半壊流失 34 戸、床上浸水 5,573 戸、床下浸水 5,084 戸
梅雨前線 (平成 7 年 5 月)	床上浸水 39 戸、田畑埋没流出 281.9ha
台風 18 号 (平成 25 年 9 月)	死者(不明者含)4 人、負傷者 24 人、全壊流失 10 戸、半壊流失・一部破損 502 戸、床上浸水 2,211 戸、床下浸水 4,684 戸

3. 国内最大級のトンネル式放流設備設計

3.1 設計概要

天ヶ瀬ダム再開発事業は、トンネル式放流設備を整備する事業であるが、その構造は、ダム湖からの入口となる「流入部」、流水を主ゲートまで導く「導流部」、主ゲートが設置される「ゲート室部」、水流を減勢させる「減勢池部」、安定した水流で宇治川と合流させる「吐口部」により構成されている(図-3)。

トンネル式放流設備設計には、以下の留意すべき特徴が挙げられる。

- (1) 既設ダムの運用を継続させながら施工可能な流入部設計
- (2) トンネル内で減勢させる設計
- (3) 日本最大級の断面規模(減勢池部)

これらの特徴から、トンネル式放流設備の設計においては、綿密な水理模型実験による検証を重ね、修正設計を繰り返し行った。

3.2 鋼管矢板による止水処理と流入部設計

流入部の設計では、安定した水流での導水が求められるが、天ヶ瀬ダム再開発事業では、水深約40mの箇所に流入部呑口を設置することから、構造設計のみでなく、施工ステップ及び仮設備も併せて綿密に設計しなければならない。設計にあたっては、施工効率、安全性、コストの観点から極力水中施工を回避し、ドライ施工が可能となる設計とした。

流入部呑口の設計は、鋼管矢板を円形に打設し、鋼管矢板の内側を排水することによりドライ施工を可能にすることとした。鋼管矢板の設計では、設置箇所が水深約50mであることに加え、ダム湖からの水圧及び山側からの土圧を考慮した設計が必要であったことから、鋼管矢板の規模は、長さ

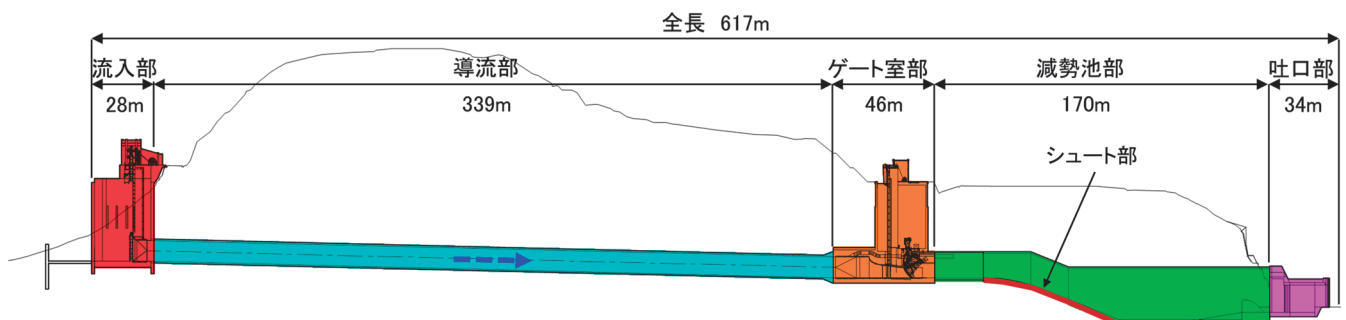


図-3 トンネル式放流設備縦断面図

約50m、管径約1.5mの鋼管杭を53本連結する設計となった(図-4)。

3.3 水理模型実験を活用した設計

トンネル式放流設備は、複雑な水理特性を有する構造物となる。注意すべき水理特性としては、主に以下の項目が挙げられる。

- (1) 大口径の呑口を有する流入部における安定した取水
- (2) 主ゲートからの安定した放流
- (3) 主ゲート下流の水平水路からシュート部における安定した流下
- (4) トンネル内での安定した跳水による効率的な減勢

これらの注意すべき水理特性を設計に反映するため、天ヶ瀬ダム再開発事業では、土木研究所に水理模型実験を委託して、1/40縮尺模型を作成し、実験と修正設計を繰り返すことにより、設計精度を高めた(図-5)。

水理模型実験を踏まえた修正設計としては、流入部において吸込み渦の発生によるトンネル内へ

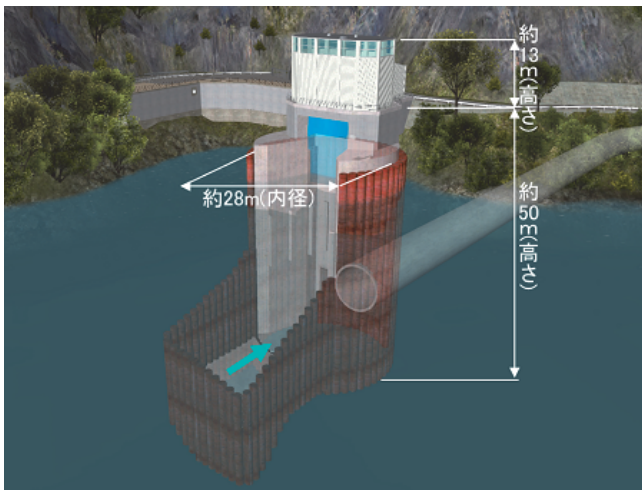


図-4 流入部完成イメージ

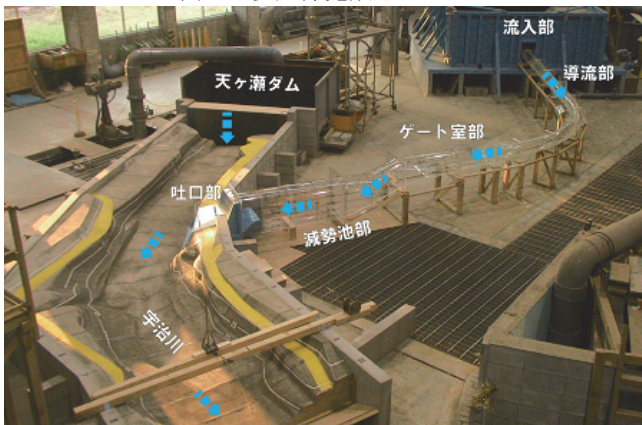


図-5 水理模型実験

の空気連行の恐れがあったことから、渦防止構造物を設置することとした(図-6)。また、減勢池部においては、安定した流況になるようにシュート部の形状や副ダムの規模を決定した(図-7)。更に、減勢により発生する低周波音についても水理模型実験により検証し、低周波音の軽減を目的とする対策工を実施することとした。

このように、水理模型実験により複雑な水理特性に対応した設計を実現することができた。

4. 厳しい条件下での施工

4.1 ダム湖の水圧を受けながらの施工

流入部の施工を行うために、ダム湖に長大な鋼管矢板を円形に打ち込む設計としたが、ダム湖付近には施工ヤードがなく、鋼管矢板の施工に先立ち大規模な仮設構台を設置する必要があった。

仮設構台設置後に鋼管矢板の打設を行ったが、打設した鋼管矢板には、ダム湖からの水圧が作用すると共に、対面の山側からも土圧が作用する。

鋼管矢板は、ダム湖の水位変動に伴う水圧変化を受けながら止水機能を維持している。施工に際しては、水圧変化による鋼管矢板の変状を観測し

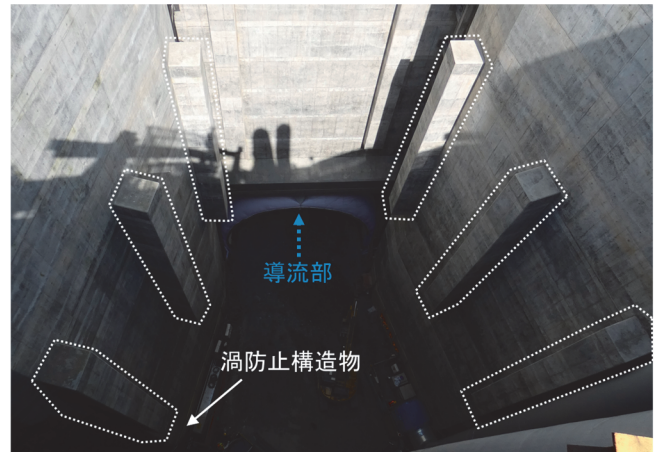


図-6 渦防止構造物設置状況



図-7 減勢池部の水理模型実験の様子



図-8 流入部の鋼管矢板撤去予定範囲

つつ、鋼管矢板の継ぎ目から生じる漏水を適切に処理しながらの施工となった。

流入部施工の最終段階として、ダム湖からの流入部分となる鋼管矢板を切断撤去する必要がある。切断撤去にあたっては、円形に設置した鋼管矢板の内側を満水状態にしたうえで、鋼管矢板を切断し撤去を行うことになる。水中での切断及び撤去作業は、困難な施工となることが想定されている(図-8)。

このように、ダム湖内の施工では、ダム湖の水圧と向き合いながら、常に慎重な施工が求められる。

4.2 トンネル内に設けた減勢池部の施工

減勢池部は、高さ約26m、横幅約23m、内空断面積約500m²の水路トンネルとしては国内最大級の規模を有している。更に、シュート部はゲート室部に向かって標高が上がるとともに断面が小さくなっていくという複雑な形状を有している。

トンネル設計としては、覆工を行うことになるが、トンネル式放流設備は、その規模が日本最大級の大きさだけでなく、わずか約170m区間に、トンネル断面が大きく変化する特徴を持つことから、通常の覆工方法での施工は困難であった。

大きな断面変化を有する約170m区間においては、5つのセクションに分割しそれぞれに個別のセントルを設置することにより施工方法とした。特に、約22度の勾配を持つシュート部における覆工では、急斜面でのセントル設置が困難なため、平面形状を確保するため階段状に底盤を形成した後、セントルを設置する工夫をした。



図-9 シュート部の施工状況

このように、大規模かつ形状が大きく変化する減勢池部では、常に状況に応じた工夫を行いながら施工することが求められる(図-9)。

5. 最後に

天ヶ瀬ダム再開発事業は、来年度の完成に向け大詰めを迎えている。今回、設計と施工の両面から紹介させて頂いたが、常に状況に応じた工夫が求められる現場である。まだ、課題が山積しており、今後も現場の状況に応じた工夫が必要であると考えている。天ヶ瀬ダム再開発事業は一刻も早い完成が望まれている事業である。早期完成に向け、引き続き事業進捗に努める。

謝 辞

天ヶ瀬ダム再開発事業の水理設計にあたりご指導ご助言をいただきました、国立研究開発法人土木研究所水工研究グループの皆様には感謝の意を表します。

堀田 伸之

国土交通省近畿地方整備局
琵琶湖河川事務所長
HOTTA Nobuyuki

伊藤 昌資

国土交通省近畿地方整備局
琵琶湖河川事務所 事業対
策官
ITOU Masashi