現場見学会の記録　　2020 年 3 月 9 日

天ヶ瀬ダム再開発事業　現場見学会

文責　田村　隆大郎　TAMURA Ryutarou　学部 4 年
吉田　侑矢　YOSHIDA Yuya　学部 4 年
サンハー・ローク　Sangha Loek　研究生

2020 年 3 月 9 日に近畿地方整備局琵琶湖河川事務所が発注し，大成建設（株），鹿島建設（株），（株）IHI インフラシステム，日立造船（株）および大林・飛鳥特定建設工事共同企業体がそれぞれ施行を担当している天ケ瀬ダム再開発事業の現場を見学する機会を頂いた．以下にその詳細を報告する．

1. 視察現場概要

天ヶ瀬ダムは京都府宇治市にある淀川本川筋で最初にできた多目的ダムである．**図-1** に天ケ瀬ダムの位置情報および再開発事業の概要図を示す．**図-1** に示す通り，再開発事業において施工中であるトンネル式放流設備は，放流設備の入り口である流入部，流水を下流に導く導流部，放水量を調節するゲートがあるゲート室部，放流水の勢いを緩めるための減勢池部，および放流設備の出口である吐口部の 5 つの施設で構成されている．今回はこれら 5 つの施設を全て見学する機会を頂き，現場で行われている様々な工事の施工過程についてご教示いただいた．

2. 流入部

天ケ瀬ダムはアーチ式コンクリートダムであり，周囲の岩盤に支えられている．そのため，嵩上げを検討するための解析は非常に複雑であり採用できない．加えて，現在のダムを支える岩盤に影響を及ぼさないようにするために，トンネル式放流設備をダムから大きく迂回させる形で施工している．

流入部はダム湖の部分に建設され，**図-2** に示す通り，内径約 28 m，躯体の高さ約 50 m，上屋の高さ約 13 m である．**写真-1** に示す通り，鋼管矢板を打設し，仮締切を行うことで水を抜き掘削を行う．その際，掘削前にボーリング孔からセメントミルクを注入することで掘削地盤を固化させ，掘削中に噴出する地下水の量を最小限に抑

図-1　現場付近の地図および再開発事業概要図 [1), 2)]

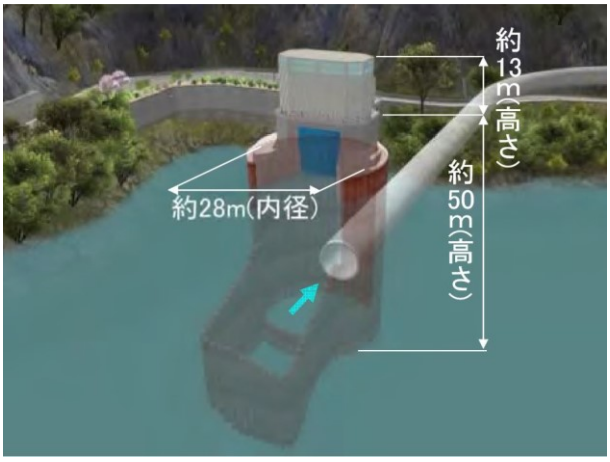

図-2　流入部概要図 [3)]

写真-1　鋼管矢板による仮締切

写真-2　流入部の地上部分

えている．

また，水中深くに鋼管矢板を打設するため，用いられている鋼管矢板は高い水圧に耐えられるよう，継ぎ目が少ない，強度の高い特注品となっている．水路トンネル掘削は流入部付近の約 30m を残すのみであり，最終的に高圧ガスレーザーによって鋼管を適宜カッティングする．

周辺景観への配慮について，流入部コンセプトは「鳳凰湖との調和」であり，水面や空を背景とした湖畔の独立建築物にふさわしいデザインを目指している．具体的には，**写真-2** に示す通り，流入部の地上部分は縦線の模様をつけることで，周囲の景観との調和を配慮している．

3. 導流部およびゲート室部

3.1 導流部

導流部は流水を下流に導くトンネルであり，内径 10.3 m の大規模円形トンネルである．**写真-3** に示す通り，導流部はその形状によるエネルギーの損失を最小限にするため，断面が真円形となっている．流入部付近以外はトンネルの掘削は完了しており，水路トンネルが開通後，トンネル内は全て水で満たされる．

3.2 ゲート室部

ゲート室部は**写真-4** に示す通り，放流量を調整するゲートがある施設であり，「主ゲート」と「副ゲート」を各 2 門設置している．**図-3** に示す通り，主ゲートの縦断面は扇形，副ゲートの縦断面は長方形となっており，主ゲートは円軌道上を動いて開閉するのに対して，副ゲートは鉛直に動いて開閉する．放流量は主ゲートで調整するが，主ゲートの点検・修理時には副ゲートを閉めて，主ゲートを水が通過しないようにする．なお，ゲート室部付近には地上と繋がる空間があり，ここから地下に対して重機や機材などを投入することが出来る．ゲート付近は断面が複雑に変化している為，ステンレスで覆われている．また，天井に空いた穴から少量の水を放流する

写真-3　導流部

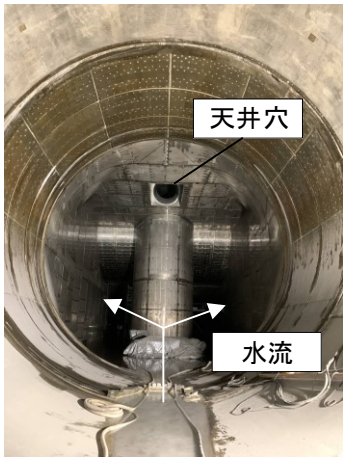

写真-4　ゲート室部

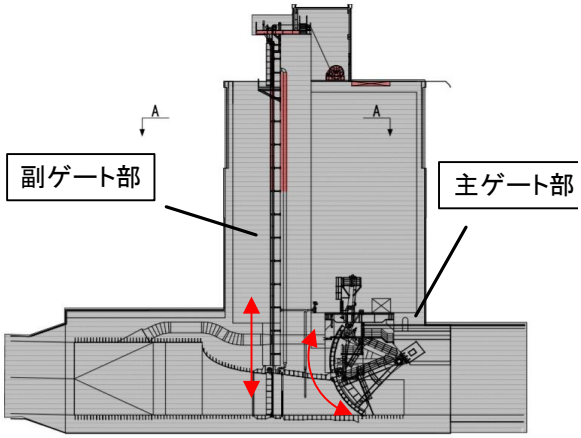

図-3　ゲート室部縦断図 [4)]

写真-5　鋼製型枠（セントル）

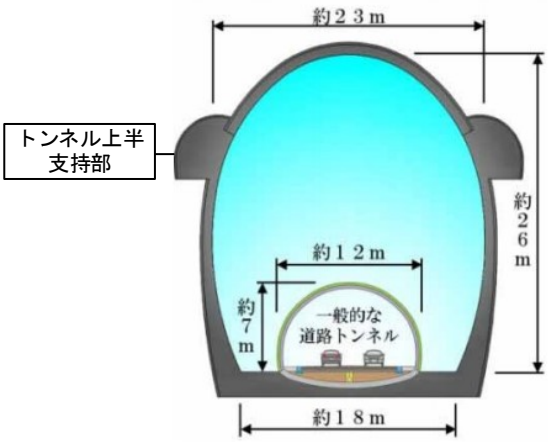

図-4　減勢池部断面図 [4)]

ことが出来，複雑な流量調節が難しいゲートの欠点を補うことが出来る機構となっている．この水路トンネルは現行のダムよりも，放流時に発生する低周波音を抑えることが出来るようになっている．そのため，水路トンネル完成後，水路トンネルからの放流が優先して行われる．

4. 減勢池部および吐口部

天ヶ瀬ダム貯水池と宇治川の水位差はおよそ 50~60 m あり，そのまま宇治川に放流すると吐口部対岸を侵食してしまうためエネルギーを減勢させる必要がある．そこで一般的な道路トンネルの 7~8 倍にもなる約 500 m^2 の断面積の水路トンネルに，模型実験をもとに決定した減勢構造が設置された．減勢池部の断面図を**図-4** に示す．NATM 工法により施工されており，トンネル覆工には仕上がり形状に合わせた専用の鋼製型枠（セントル）が用いられる（**写真-5**）．また，トンネル掘削前にトンネル側方（トンネル上半支持部）を掘削し，そこにコンクリートを充填しそこを支点とすることで，上半のコンクリートを安定的に支持している．施工中，事前に確認されていなかった岩盤中の粘土層（断層部）に対しては，断層部の側壁導抗の真下に RC 円柱支保工を設置することにより、トンネルの崩落が無いよう対処されていた．

現在，上半の掘削およびコンクリート打設が完了し，下半 9 m の掘削を行っている状況であった．また，放流により生じる騒音，低周波を低減させるため，吸音板を天井に設置する予定だと伺った．

機能性だけでなく風致地区としての景観に配慮し,「渓谷との調和」をコンセプトに, 露岩･護岸や道路と馴染み、放流口の構造体としてまとまり感のあるデザインが目指されている．

感想

実際の現場では，現場の状況に応じて様々な工夫がなされていることを学んだ．一方で，ダム湖から下流へ放流する際の水頭差を考慮してトンネルを設計することや，トンネルの断面を真円に近い形状にしてエネルギー損失を抑えることおよび周辺環境へ配慮した施設となるように設計すること等普段講義で学んできたことが実際の設計・施工の根底にはあることを実感した．また，自分は構造物と地盤との相互作用について，ミクロな視点から研究を進めているが，実際の現場のスケールの大きさを肌で感じ，構造物全体の挙動に関する視点を見失わないようにすることが大切であると感じた．（田村）

天ヶ瀬ダムを訪問し，基本的な施工過程から，安全を確保しつつ費用や工期を抑えるための工夫まで丁寧に説明していただいた．個人的には土木の現場見学は初めての経験で，土木のスケールの大きさに驚愕し，特に覆工コンクリート打設に使用するセントルの迫力に圧倒された．トンネル掘削時には地山の影響を大きく受けるため適宜適切な対処や工法を施したというお話を伺い，そこが自然を対象とする土木の難しくかつ面白い点であると感じた．普段学んでいることが実際に活かされている現場を見学することができ，土木に対する興味を深める非常に有意義な経験となった．（吉田）

天ヶ瀬ダムへの訪問は今回で 3 回目だが，前提知識がある分，より充実した現場見学となった．そのなかで，本現場の鋼管矢板基礎は周囲が固い岩盤であるため貫入させずに埋設することや，トンネル内のコンクリート打設のために非常に大掛かりな基礎を必要とすることなど，現場の状況に合わせてオーダーメイドの施工法を提案することが土木事業の難しさであり楽しさでもあると教えて頂いた．また，近隣住民との合意形成に関しては，木村先生より「上手く」伝える重要性をご教授頂き，議会や検証委員会などでの協議結果を分かりやすく言語化する力が求められていると感じた．（末澤）

I was really impressed after the site excursion on 03/09. It is the most impressive and unique project I have ever seen. The way the designer and engineer used tunnel to increase the water discharge rate is creative. Also, the technology used to erect the structures is also something we cannot deny, especially the set-up that is used to cast the large concrete arch at the exit of the tunnel. Moreover, it was hard not to notice that the completed structures are not only structurally functional but also have aesthetic and clean finish. Last but not least, site housekeeping and site safety are also excellent. Everything was well organized and precautions against accident have been considered. To sum up, it was a knowledgeable and exciting site visit.(Sangha Loek)

（日本語訳）

3 月 9 日の現場見学ではとても感動しました。今まで見た中で最も印象的でユニークなプロジェクトだと感じています。設計者と技術者がダムの放水量を増やすためにトンネルを使用したという方法は独創的であり、トンネルの出口にコンクリート製の大型アーチを打設する技術も素晴らしいものでした。加えて、完成した構造物は構造的に機能的なだけでなく、美的で清潔な仕上がりになっていたことに気づきました。最後に、非常に重要だと感じたことですが、現場の全てがきちんと整理されていて事故の予防策も考えており、安全性に優れていることが強く心に残りました。まとめると、3 月 9 日の現場見学は新たに知ることが多く、刺激的なものになりました。

謝辞

近畿地方整備局琵琶湖河川事務所，そして，大成建設（株）および大林・飛鳥特定建設工事共同企業体の皆様，お忙しい中現場を見学させて頂き誠に有難うございました．現場での案内に加えて，学生の質問にも親切に答えて下さり，パネルを用いて再開発事業の背景等を懇切丁寧にご教示賜りました．普段の研究生活だけでは決して目にすることの出来ない建設業務に関して直に触れることが出来，土木技術や土木工学について学ぶ我々にとって大変貴重な経験となりました．深く御礼申し上げます．

木村先生にはご多忙の中, 本見学会の機会を頂くとともに, 御車にて引率頂きました. 見学会においては，実際の現場で検討するべき事項についてご教授賜りました. また，見学会前には昼食を，見学会後には宇治の伊東九右衛門にてスイーツを御馳走して頂きました．心より感謝申し上げます. この見学会で学ばせて頂いたことを心に留め，より一層研鑽して参りたいと思います.

参考文献

1) Google map に加筆(2020 年 3 月 11 日加筆)
2) 天ヶ瀬ダム再開発事業 HP, URL: https://www.kkr.mlit.go.jp/biwako/amadam/index.html , (2020 年 3 月 16 日最終閲覧)
3) 近畿地方整備局琵琶湖河川事務所 天ヶ瀬ダム再開発事業　現場見学会配布資料
4) 独立行政法人水資源機構関西・吉野川支社淀川本部 HP,
URL: https://www.kkr.mlit.go.jp/daido/think/pdf/190930_sirou02.pdf , (2020 年 3 月 16 日最終閲覧)

ギャラリー

流入部にて説明を頂く様子

導流部にて記念撮影

流入部最下部にて記念撮影