

建築、土木、機械設計の連携による景観・環境を両立した設計への挑戦について

中安 真也¹・竹内 和輝²

¹近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所 工務課 (〒520-2279 滋賀県大津市黒津4-5-1)

²近畿地方整備局 兵庫国道事務所 工務第2課 (〒650-0042兵庫県神戸市中央区波止場町3-11)

天ヶ瀬ダム再開発事業において、ゲート室地上部に設置する空気管より放流時に発生する水の音を低減し環境に配慮する設計の見直しを行った。また、天ヶ瀬ダムのある宇治市は観光客が多数訪れる場所であるため、景観への配慮も併せて行った。

本報告は、建築、土木、機械設計の連携により設計見直しの課題を解決した事例について紹介する。

キーワード ダム、空気管、景観、騒音、上屋

1. はじめに

天ヶ瀬ダムは、京都府宇治市に位置し、一級河川・淀川本川中流部、通称宇治川と呼ばれる流域に建設されたダムである。戦後まもなく、淀川の洪水防御と水道用水（京都府）の安定供給、近畿地方の電力需要に対処するため計画され、昭和40年より管理を開始し現在に至っている。



図-2 (天ヶ瀬ダムの下流からの風景)



図-1 (天ヶ瀬ダムの位置)

項目	諸元
型式	ドーム式アーチ型コンクリートダム
堤高	73.00m
堤頂標高	EL 82.0m
堤頂長	254.0m
堤頂幅	4.0m
堤敷幅	14.0m
基礎地盤標高	EL 9.0m
堤体積	164,000m ³
地質	砂岩主体層一部粘板岩

図-3 (天ヶ瀬ダムの諸元)

現在では、アーチダムという景観的なインパクトや京都、大阪などの大都市域に近いこともあり、年間を通じて多くの観光客が訪れ、地域にとって貴重な観光資源にもなっている。

天ヶ瀬ダム再開発事業は、水道用水（京都府）の安定供給、発電（株）関西電力）の能力増強、宇治川・淀川の洪水調節を目的として、現在のダムの放流能力である毎秒 900 立方メートルから毎秒 600 立方メートル増強し、毎秒 1500 立方メートルとするため、ダムの左岸側に全長 617 メートルのトンネル式放流設備を建設する事業である。

貯水位	計画法流量(m3/s) ※琵琶湖後期放流時		
	全体	アーチダム	トンネル
洪水期制限水位 EL72.0m	1,500	900	600
発電最低水位 EL67.1m	1,500	806	694
最低水位 EL58.0m	1,140	600	540

図- 4 (再開発の諸元)

平成元年（1989年）に建設事業に着手し、平成 25 年（2013 年）6 月に本体工事の起工式を行い本格的に着手し、現在、最盛期を迎えている。

トンネル式放流設備は、流入部、導流部、ゲート室部、減勢池部、吐口部で構成されており、放流量のコントロールはゲート室部に設置する主ゲートで行う事となる。



図- 5 (再開発の配置図)

2. 検討の経緯

今回は、放流設備のうちゲート室部について検討を行った。

ダム用ゲートには、ゲート下流側の負圧を低減し、放流水をスムーズに流すため、地上部より空気を供給する空気管を設ける。ダムゲートから流出する高速水流はゲート大量の空気を連行するので、ゲート下流側に大気から十分に空気給気が行われない場合、空気管を設置することとなる。

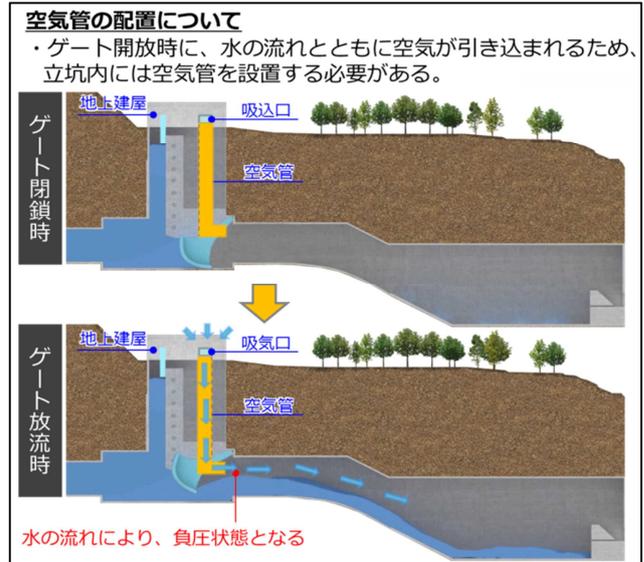


図- 6 (空気管の配置)

本事業の空気管は、地上より立坑を通じて地下にあるゲート横まで設置しており、その内空断面積は、ダム堰技術基準の風速 35m/s 以下とするべく、キャンベルガイトンの式より導き、約 4 m²（縦 2m×横 2m）の内空断面積となっている。

地上の空気吸込口の施工は、観光都市である宇治市で実施することから、景観との調和を考慮し、上屋建築の内側に配置し、すっきりとした構造で計画していた。



図- 7 (計画当初のゲート室)

3. 課題

一般的に音は物質を振動させて伝搬する。空気は、非常に軽く振動しやすいので、音を伝えやすい性質がある。上屋建築の詳細設計において関係法令を確認する際に、放流時に発生する水叩音が空気の管を伝搬することから、近隣への影響を確認することとなった。

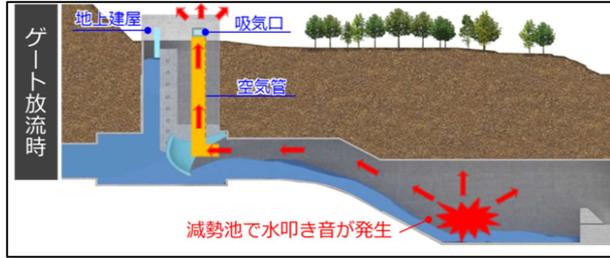


図- 8 (水叩音の伝搬)

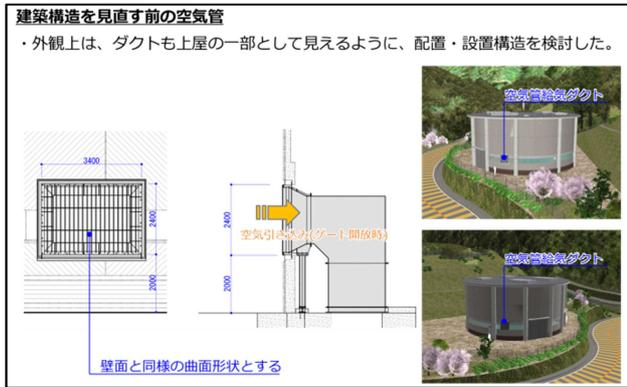


図- 9 (当初の空気管の配置)

本地域は、環境基本法に定める地域指定されておらず、水叩音は騒音規制法の対象とならないが、民政安定上、居住地域 (B 地域) の環境基準値を目安とすることとした。

騒音値はシミュレーション解析した結果、ゲート室部の敷地境界である道路境界では 95 デシベル、最寄りの民地では 78.4 デシベルとなった。

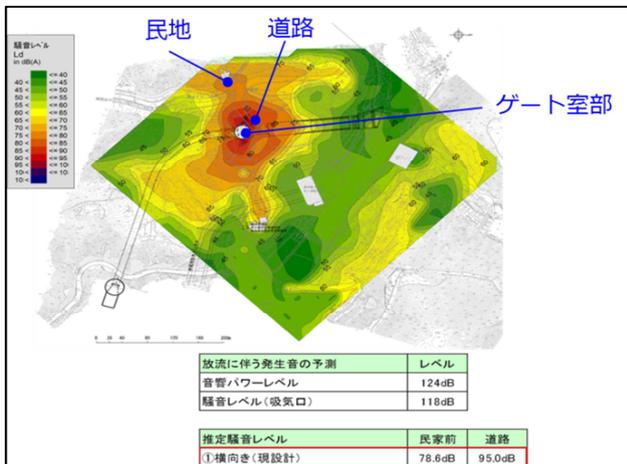


図- 10 (騒音のシミュレーション)

シミュレーションの結果が夜間の基準値の 65 デシベルを大幅に上回っており、晴天時の放流も想定されることから騒音低減の対策が必要となった。

その際、当該地域は琵琶湖国定公園指定されており、東側は官地で新たに開発予定がないため、対象を西側にある最寄りの民地境界とすることとした。

そこで、以下の条件で環境基準を下回る構造の検討を行った。

- 民地において、夜間騒音の基準値を満足する対策を行う。
- 建築施設をより控えめな大きさとし、ゲート室部のテーマである「里山との調和」に合致した構造とする。
- ダム施設の重要性を見学者に説明しやすい構造とする。
- 流入部との統一感を保つ構造とする。

トンネル式放流設備の景観設計：建屋・構造物
景観整備コンセプト

◆放流設備の基本方針

- 放流設備全体のコンセプト
 - 鳳凰湖(流入部)と里山(ゲート室部)と峡谷(吐口部)との調和
 - ※ 豊かな自然景観を主役に据え、存在感を控える
 - ※ 同じ放流設備としての関連性に留意する
- 流入部
 - 鳳凰湖との調和 → 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
- ゲート室部
 - 里山との調和 → 里山の緑の中に控えて立つデザイン
- 吐口部
 - 峡谷との調和 → 露岩・護岸や道路と馴染むデザイン
放流口の構造物としてまとまり感のあるデザイン

図- 11 (景観整備のコンセプト)

4. 対策

環境基準の対策について概略検討した結果、空気管の吸込口を東向きとし、上屋の背面(山側)に空気管の吸込口を配置することで、騒音値を満足したため空気管の位置を山側とすることとした。

建築施設は、機械設備で屋内に配置が必要なものと、そうでないものを整理するとともに、見学する人とな

構造比較

比較する構造	構造見直しによる対策 空気管の吸込み位置を変更			材料変更による対策		
	現状	山側	屋上	サイレンサー(吸音材)の設置	透光性遮音板の設置	樹木の設置
騒音の低減	×	○	×	△	×	△
民地での値(dB)	78	64	72	解析不能	72	解析不能
景観への影響	○	○	○	○	×	○
		屋内のため	上屋の背面で目隠し可能	パラペットで目隠し可能	空気管内部に設置	屋外設置のため自然林を植樹のため
維持管理性	-	-	-	×	×	-
				ゴミによる厚さ吸音材の劣化	紫外線劣化	
総合評価	×	○	×	×	×	△

図- 12 (騒音対策の比較)

い人への見せ方も整理を行った。

対象	見る方法	見せるポイント
見学する人	敷地内を徒歩にてじっくり見る (watch)	ダム施設の構造
見学しない人	自動車やサイクリングで通過時に風景として見る (view)	里山との調和

図-13 1(景観の整理)

整理の仕方について、道路側の構造を「里山との調和」とし、山側の構造を「ダム構造の見せやすさ」とすることを有識者協議したところ、景観設計で一定の評価を得られた。これにより空気管を屋内に配置する必要がなくなり、ダムのセキュリティ確保とゲート設備を雨風から防ぐ機能、ゲート設備のメンテナンス機能を確保しつつ、里山との調和のため最小サイズへ減築設計が可能となった。

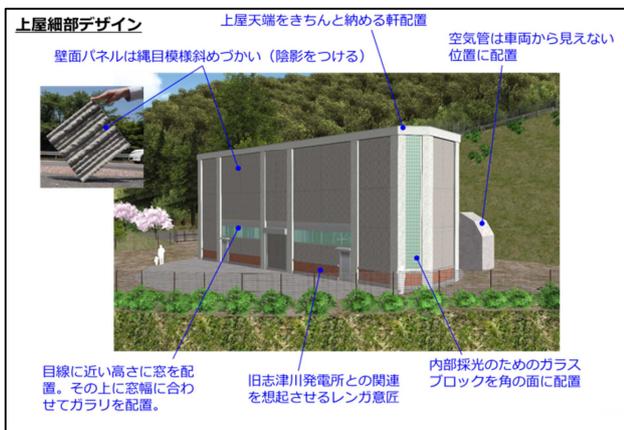


図-14 (道路側の景観)

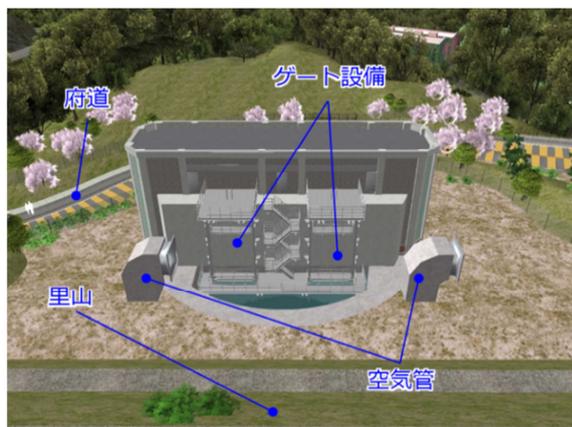


図-15 (山側の景観)

また、機械設備については、地下のゲート設備のメンテナンスハッチを防水化し、減築設計をに対応したことで、機器の搬出をしやすくなる構造となった。

土木設備については、建築の構造変更や空気管の地下構造の変更により鉄筋配置の変更を行うことで大幅な形状変更を回避することができた。

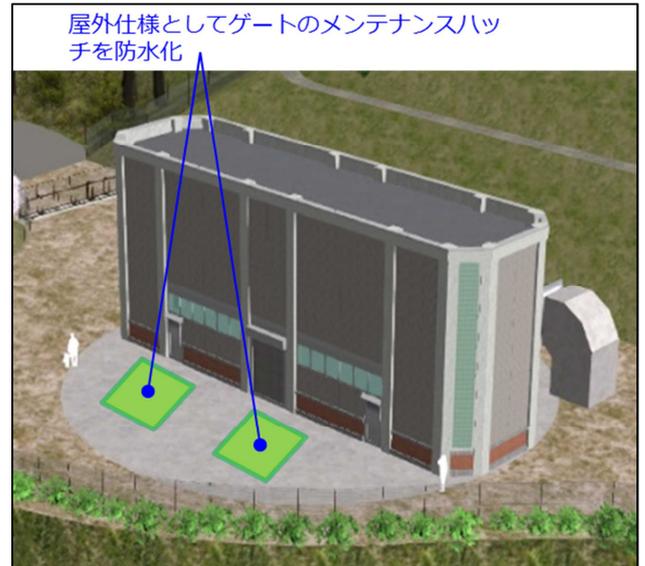


図-16 (機械設備の防水化)

5. 終わりに

今回の構造見直しでは、土木、機械、建築の担当者同士で数え切れないほどのブレーストミングを行った。時間と場所の節約のため、終盤の打ち合わせは低い書棚をテーブルにして、スタンディングミーティングを行った。その結果により短期間で課題解決にたどり着くことができた。

この報告が、課題解決手法の1事例として他の事業担当者に伝われば幸いである。

謝辞：景観設計においては富山大学の久保田教授に多大な助言をいただいたことに、この場を借りてお礼を申し上げます。