

14. 自然環境を保全するダム技術の開発

研究期間：平成 18 年度～22 年度

プロジェクトリーダー：水工研究グループ長 安部 友則

研究担当グループ：水工研究グループ（ダム構造物、河川・ダム水理）、
材料地盤研究グループ（基礎材料、地質）

1. 研究の必要性

かけがえのない自然環境を保全し次の世代に引き継ぐことは、我々に課せられた責務である。ダムは、建設時の地形改変や完成後の堆砂など、自然環境にさまざまな影響をおよぼす。持続可能な国土の保全と利用を実現するためには、自然環境と調和のとれたダムの整備と健全な流砂系の実現が求められている。自然環境を極力保全しながらダム貯水池の円滑な整備と持続的な利用を進めるためには、自然環境の保全を追究した新しい構造型式のダムの設計技術、ダム建設による地形改変を少なくする技術、ダム貯水池堆砂を抑制し下流河川に土砂を供給する土砂制御技術を開発する必要がある。

2. 研究の範囲と達成目標

本重点プロジェクト研究では、自然環境への負荷を最小にするための新たな構造形式のダムとして、底部に空洞を有する環境負荷の小さいダムの設計法を開発するとともに、材料の有効利用を可能とするために所要強度の小さい新形式の台形 CSG ダムの設計・施工技術を開発する。また、大規模な掘削や捨土によるダム貯水池周辺の地形改変を少なくするために、コンクリート骨材としての品質基準を満足しない規格外骨材（廃棄岩）の利用技術、基礎岩盤内弱層の強度を適正に評価する手法を開発する。あわせて、水系一貫した土砂移動の連続性を確保するために、貯水池および下流河川における土砂移動の予測手法を開発するとともに、貯水池堆砂の排砂と下流河川へ土砂を供給する土砂制御技術を開発する。これらの達成目標を整理すると以下のとおりである。

- ① 新形式のダムの設計技術の開発
- ② 骨材および岩盤の調査試験法の開発
- ③ 貯水池および下流河川における土砂制御技術の開発

3. 個別課題の構成

本重点プロジェクト研究では、上記の目標を達成するため、以下に示す研究課題を設定した。

なお、「規格外骨材の耐久性評価手法に関する研究」については、検討内容の追加のために、研究期間を 1 年間延長した。

- ① 環境負荷を最小にする治水専用ダムに関する研究（平成 18～20 年度）
- ② 台形 CSG ダムの材料特性と設計方法に関する研究（平成 18～22 年度）
- ③ 規格外骨材の耐久性評価手法に関する研究（平成 18～22 年度）
- ④ ダム基礎等における弱層の強度評価手法の開発（平成 18～21 年度）
- ⑤ 貯水池および貯水池下流河川の流れと土砂移動モデルに関する調査（平成 18～22 年度）
- ⑥ 貯水池下流供給土砂の高精度制御に関する調査（平成 18～22 年度）

4. 研究の成果

本重点プロジェクト研究の個別課題の成果は、以下の個別論文に示すとおりである。なお、「2. 研究の範囲と達成目標」に示した達成目標に関して、平成 21 年度に実施してきた研究と今後の課題について要約すると以下のとおりである。

(1) 新形式のダムの設計技術の開発

「台形 CSG ダムの材料特性と設計方法に関する研究」においては、平成 21 年度は、長期的な CSG の強度・変形特性を把握するため、CSG の長期載荷実験を実施した。平成 20 年度に乾燥クリープの影響を考慮し改良した試験法での試験を継続実施し、データを蓄積したうえで分析を行った。また、モンテカルロ法による解析により、CSG 材の物性のばらつきや施工・品質管理の確実性に起因する CSG の強度や弾性係数のばらつき特性が堤体の安全性に与える影響について分析評価を行った。次年度は、CSG の長期載荷試験の結果まとめによる長期信頼性の評価、及び材料のばらつき特性を考慮した品質管理法、設計法を検討していく予定である。

(2) 骨材および岩盤の調査試験法の開発

「規格外骨材の耐久性評価手法に関する研究」においては、骨材の品質がコンクリートの耐凍害性や乾燥収縮に与える影響と評価指標の検討を行っている。コンクリートの耐凍害性に与える影響に関しては砂利と碎石とで特徴が異なる傾向があり、平成 21 年度は主に砂利に対する検討を行った。この結果、新たに検討している簡易凍結融解試験結果がコンクリートの耐久性指数と良い対応を示した。コンクリートの乾燥収縮率の推定に関しては、21 年度は乾燥収縮率と対応の良い簡易指標について検討を行った結果、骨材の比表面積（水蒸気吸着率）やコンクリートの動弾性係数との対応が良いことが分かった。

また、「ダム基礎等における弱層の強度評価手法の開発」においては、平成 21 年度は充填物を含む弱層の模型を用いた一面せん断試験を実施し、弱層の強度予測式について充填物を含む弱層への拡張性を検討したほか、これまでの研究成果のとりまとめを行った。その結果、充填物を含む弱層のせん断強度は、充填物を含まない弱層のせん断強度と比較して、今回の試験できた幅 0.7~1.9mm の範囲では、充填物の幅に関係なく半分以下の強度を示すことや、垂直応力に対して非線形な関係を示し、表面摩擦抵抗は充填物のせん断強度に大きく依存していることを明らかにした。予測式に垂直応力に応じた充填物の表面摩擦抵抗を付加することにより、予測式の適用範囲を拡張した。また、岩盤の強度、壁面のかみ合い強度、充填物の強度等の弱層の力学的強度に関連する調査項目を、「弱層の地質調査およびせん断強度評価の手引き」として素案をとりまとめた。

(3) 貯水池および下流河川における土砂制御技術の開発

「貯水池および貯水池下流河川の流れと土砂移動モデルに関する調査」においては、21 年度は 18~20 年度に開発・改良を行ってきた二次元河床変動モデルを小渋ダムの現地の置土に適用した。また、混合砂礫河床の移動床実験結果をとりまとめた。その結果、開発したモデルによって、置き土の下流への土砂供給の量と質（粒径）を時系列で予測できる事例が蓄積できた。また、移動床実験から、粒径規模が異なる場合の大礫の割合の流砂量への影響を把握した。今後は、これらの検討をさらに進め、貯水池及び貯水池下流の流れと土砂移動のモデル化を検討していく予定である。

「貯水池下流供給土砂の高精度制御に関する調査」においては、21 年度はダム下流河道の置土方式について、置土侵食現象の把握及び侵食予測法を提案することを目的に模型実験及び現地観測を実施した。土砂吸引施設については、シート排砂方式の課題を解決するために新たに考案した潜行式吸引排砂管について、小規模及び中規模模型実験によりその排砂特性を検討した。その結果、置土侵食については、緩勾配水路の置土の侵食についての特性を把握し、貴重な実際の置土侵食の情報を得た。潜行式吸引排砂管については、小規模実験によって粒径や流量が排砂特性に与える影響を把握し、中規模実験によって新たな課題を確認した。今後は、これらの手法について模型実験や現地試験等を行ってさらに検討を進め、ダム放流量に応じて設定される下流河川への粒径別土砂供給を精度良く実施する手法の実用化を目指す。

**RESEARCH ON EFFICIENT CONSTRUCTION AND
REDEVELOPMENT OF DAMS CONSIDERING
SURROUNDING ENVIRONMENT**

When new dam reservoirs are constructed to meet the need of flood control and water supply, the impact on the surrounding natural environment should be minimized. In this research project, design technology such as heightening the dams and installing new discharge facilities in the dams will be developed in order to utilize existing reservoirs more effectively. In the case of new dam construction, technology for the effective utilization on construction materials will be developed. Survey and design technology for dam foundations and reservoir slope will be studied in order to minimize the impact on the topography and environment of project areas.

Key Word : Heightening dams, Reconstruction of water discharge facilities, Effective use of weak rock as construction materials, Stability of dam foundation and reservoir slope, Seepage control in dam foundation