

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

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、「環境負荷を最小にする治水専用ダムに関する研究」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 18～21 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 19 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

「環境負荷を最小にする治水専用ダムに関する研究」においては、19年度は構造設計面について重力式コンクリートダム堤体の1ブロック内に設置可能な空洞規模を検討するとともに、隣接2ブロックにわたる空洞の周辺応力状態を2次元及び3次元FEM解析等により検討した。水理設計面については、計画洪水規模の大洪水を対象にゲート操作方法について検討するとともに、川幅程度の開口部を有するダムのゲートの概略諸元を提示した。研究の最終年度である20年度は、底部に空洞を有する治水専用ダムの堤体構造形式を考慮した可能な空洞規模、ゲートの構造および減勢方式、操作方法について取り纏める。

また、「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、19年度は、長期信頼性を考慮したCSGの強度指標を提案することを目的として室内実験を行い、CSGの繰返し載荷時・長期載荷時の強度・変形特性を把握した。今後は、長期材齢の供試体の強度・変形特性を把握するための室内試験の継続実施を通じたCSGの長期信頼性の検討、ばらつきの大きいCSG材料の堤体応力解析の妥当性の検討を実施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、19年度は全国から収集した比較的品质の劣る骨材を対象に土研が開発した簡易凍結融解試験と従来の安定性試験を実施するとともに、それらの骨材を用いたコンクリートの凍結融解試験を実施し、簡易凍結融解試験の有効性を確認した。さらに、19年度改訂されたコンクリート標準示方書で新たに追加された乾燥収縮の評価のために、骨材の密度、吸水率やコンクリートの動弾性係数とコンクリートの長さ変化量との関連について予備的な調査試験を計画内容を追加して行い、動弾性係数と長さ変化との間に相関関係を認めた。今後は、簡易凍結融解試験法の試験期間短縮の検討を行うとともに、乾燥収縮の観点からの評価法の検討および簡易な試験法として非破壊試験である超音波法の適用性について、課題の追加として期間を1年延長し22年までに検討を行いたい。

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、19年度は充填物を含まない弱層のせん断強度の評価に用いる理論式の有効性を検討するため、垂直応力、表面形状及び材料強度の条件を変えた弱層模型の一面せん断試験を行った。その結果、供試体のかみ合わせが悪い場合には材料の変形性がせん断強度に大きく影響することなどがわかった。次年度は、かみ合わせの効果を考慮したせん断強度式の改良を行うとともに、充填物を挟在する弱層のせん断強度式についても検討を進める予定である。

(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、19年度は底泥の沈降および再浮上実験、18年度に混合粒径と浮遊砂輸送に対応できるように改良した二次元河床変動モデルの実験結果及び現地観測結果への適用性の検証、ダム貯水池上下流河川の土砂移動特性を把握するための現地調査を実施した。その結果、底泥の沈降および再浮上特性を把握するとともに、その沈降速度の適切な試験方法を提案した。また、微細粒子土砂4種類の置土での侵食実験から、土砂による侵食特性の違いを把握し、侵食速度の試験方法を提案した。改良した二次元河床変動モデルについては、現地スケールの現象をある程度定量的に再現できることを確認した。さらに現地調査により、過去の河床形状変遷と今後の検討の基本となる河床材料の状況を把握した。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目指す。

また、「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、19年度はダム下流河道の置土方式について、実際の置土侵食現象の把握及び侵食予測法の検証データを得ることを目的に置土侵食の現地観測を実施した。土砂吸引施設については、エアーバルブ方式について土砂の粒径と管内流速、サイフォン管のアスペクト比を変化させた場合の排砂特性を検討した。また、土砂を管路によって湖内輸送する場合のエネルギー損失の検討を実施した。その結果、現地スケールの置土侵食の進展を定量的に把握することができ、水理量と侵食量のデータが得られた。エアーバルブ方式については、サイフォン管切り替え操作における排砂状況を確認するとともに、各種パラメータと排砂量、損失水頭の関係を明らかにした。また、土砂輸送管のエネルギー損失について管径、土砂粒径、土砂濃度、管内流速との基本的な関係を把握した。今後は、これらの手法につい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開発を目指す。

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