SE Report

ダムの老朽化とその対策

一般財団法人電力中央研究所 上席研究員 西内 達雄 Tastuo Nishiuchi
中国電力株式会社 流通事業本部 専任部長 吉岡 一郎 Ichiro Yoshioka

1. はじめに

わが国では、河川法で定義された高さ15m以上のダムとして、コンクリートで築造された重力式やアーチ式のコンクリートダム（併せて国内約1200基、**図1**）と、土や岩石など土質材料で築造されたアースフィルダムやロックフィルダムのフィルダム（併せて国内約1600基、**図2**）があります。コンクリートダムは古いもので、重力式の布引五本松ダム（兵庫県、高さ33.3m）が100年程度供用されています。一方、アースフィルダムは歴史的に古く、7世紀前半以降に狭山池（大阪府、高さ18.5m）や満濃池（香川県、現在の高さ32m）が築造されています。ロックフィルダムの歴史は比較的新しく、小渕防災溜池（岐阜県、高さ20.5m）が60年程度供用されています。

農業用や上水道用を除くと、ダムは山間部に築造され、長期間、厳しい自然環境に曝されています。また近年、地震や豪雨など自然災害の頻発・巨大化なども懸念されています。

図1　アーチ式コンクリートダム（佐々並川ダム：山口県、中国電力）

図２　ロックフィルダム
（明神ダム：広島県、中国電力）

ダムを今後も供用していくためには、経年に伴う劣化や老朽化、自然災害に対して、適切な方法で健全性や耐震性などを診断し、将来の予測と安全性の確認を実施し、必要に応じた処置を実施しておく必要があると考えています。

2. 老朽化の原因と実態

近年、既設ダムの長寿命化が重要な課題の一つとなっています。この課題を解決する方策として、例えば、大規模地震に対する耐震安全性を向上させるための補強や、豪雨など大規模出水に対する洪水処理能力を高めるための対策、既設ダムを有効利用するためにダムの高さを大きくする嵩上げや貯水池内に堆積した土砂を排出して貯水容量を増大させる方策などが各地で行われています。このような方策をより効果的に行うためには、既設ダムの現状を的確に把握した上で、必要に応じて適切な対策を施した後に、将来にわたって健全な状態に保つことが必要と考えられます。前章で、ダムは築造される材料により、コンクリートダムとフィルダムに大別されることを述べました。フィルダムは土や岩石など自然材料で築造されることに対して、コンクリートダムはセメントの化学反応により固まった人工材料のコンクリートで築造されるため、コンクリートの劣化やひび割れなどの損傷が生じやすく、フィルダムよりも劣化や老朽化の影響を受けやすいと考えられます。

以下では、コンクリートダムを対象として老朽化の原因と実態について述べます。

山口らが国内外のコンクリートダムに関する劣化や老朽化の文献を調査した結果[1)]によると、国内では漏水が事例全体の約3割と最も多く、次に凍害によるコンクリートの劣化（**図3**）が約2割を占め、その他、コンクリート表面の劣化や変質、亀裂（ひび割れ）などが報告されていました。**図3**に示す凍害の例では、コンクリート中の水分が凍結と融解を繰り返して、その結果、コンクリートの表面にひび割れが発生している状況が認められます。海外では亀裂が事例全体の約5割と最も多く、次にコンクリート表面の劣化が多い事例でした。これらの結果から、ダム堤体コンクリートのうち、外気に曝される表面は環境からの経年的な影響により、凍害や変質などの劣化や温度変化に起因した収縮によるひび割れなどを起こしやすいと言えます。これらの状態変化は経年的に徐々に進行するものもあり、老朽化として考えられています。建設

図３　コンクリート表面の凍害の事例

後、長期間を経たダムに対しては、定期的な点検・診断を行い、状態を把握・管理しながら、安全性において問題のないことを確認した上で供用しています。

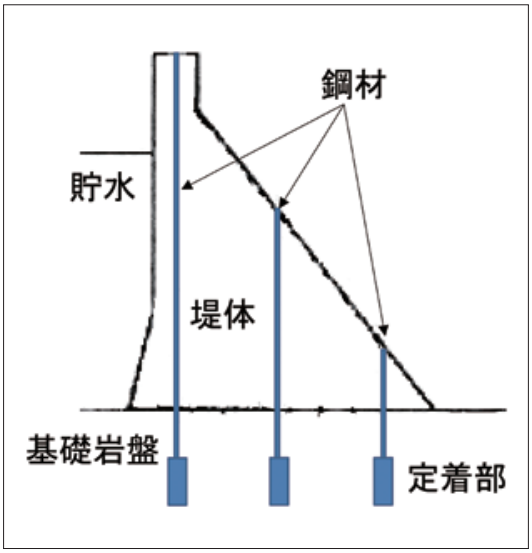
以下では、コンクリートの劣化や老朽化に対する予防やダム堤体の耐震安全性の向上も含めて、対策が必要と判断された既設コンクリートダムに対して施される対策工法の概要と具体的な事例の一部について紹介します。

3. 老朽化対策

（1）対策工法

既設コンクリートダムに対して施される対策にはさまざまな方法があります。そのなかでも、堤体表面のコンクリートが老朽化した場合、その部分のコンクリートを除去して、耐久性に優れた新しいコンクリートに置き換える方法が国内外とも多く採用されています。また、現時点でコンクリートの耐久性に問題のない場合でも、今後長年月の供用を考えると、将来にわたってコンクリートを劣化や老朽化から守り、大規模地震に対して安全性を確保する必要があります。このような目的で、例えば新しいコンクリートを堤体表面に打ち増したり、鋼材を用いて堤体を基礎岩盤に固定化する方法（**図4**）などが採用されています。

図４　耐震安全性向上策のイメージ



（2）帝釈川ダムでの事例[2)、3)]

帝釈川ダム（広島県、高さ62m、堤頂長35m）は1924年に完成した中国電力最古の発電専用重力式コンクリートダムです。わが国では最も古い時代のダムに属し、当時としては国内最大級のダムでした。石灰岩が織り成す豊かな自然に恵まれた国定公園（帝釈峡）内に位置し、ダムサイトは両岸絶壁をなす河川の狭隘部で、堤頂長が高さの約半分という類例のないダム形状、わずか31,000 ㎥の堤体積で14,278,000 ㎥の貯水容量を有するわが国でも有数の極めて高い貯水効率に大きな特徴があります（**図5**、**図6**）。

1924年の完成以来約80年間にわたり、電力安定供給の一翼を担うとともに地元観光資源としての役割も果たしてきた帝釈川ダムですが、帝釈川発電所の再開発に合わせて、安全性向上・長寿命化を図ることとし、2003年6月から洪水処理能力の向上および耐震強化を目的とした抜本的な改造工事が行われ、2006

図５　上空から見た帝釈川ダム（広島県）

図６　下流からみた帝釈川ダム

図７　帝釈川ダム改造概要図

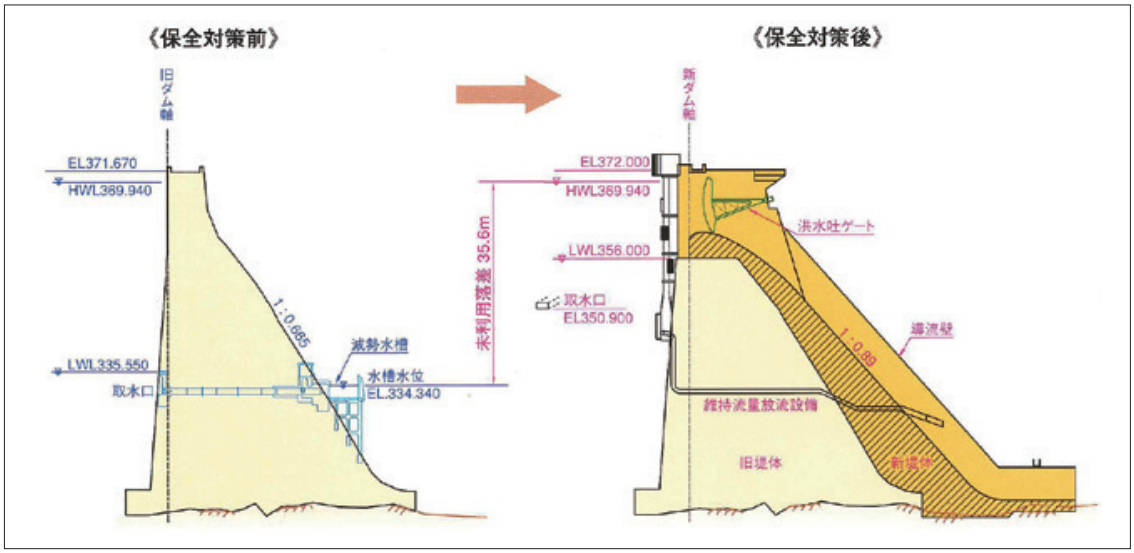


図８　改造後の帝釈川ダム（下流面）

年6月に完成しました。

具体的な改造工事は**図7**、**図8**に示すとおりであり、既設堤体の上部を切り欠き、そこへ堤体越流式の洪水吐（ダムから水を放流するための設備）を増設し、洪水処理能力の向上を図る(洪水処理能力720㎥/s→1,610 ㎥/s)とともに既設堤体の下流面にコンクリートを打ち増し（下流面勾配1:0.665→1:0.89、コンクリート打設量15,600㎥)、耐震性の向上を図りました。

4. おわりに

本稿では、人工材料のコンクリートで築造されたダムを対象として、老朽化の原因と実態、それらの予防やダム耐震安全性の向上策について、具体的な事例を含めてその一部を紹介しました。建設後長年月を経たダムが増えていくなか、ダムには経年に伴う劣化や老朽化に対する対応のみならず、規模の大きな地震や異常気象による豪雨など、頻発・巨大化する自然災害に対しても安全であることが求められています。このため、これに関わる様々な技術開発が今後も必要とされています。

参考文献

1）山口嘉一，林直良:千年ダム構想実現のためのダム本体の管理・点検に関する研究，平成20年度土木研究所成果報告書. http://www.pwri.go.jp/jpn/seika/report-seika2008.html
2）沖田俊治，吉岡一郎，市原昭司：新帝釈川発電所建設工事の概要，電力土木，309(1), 2004.
3）吉岡一郎：帝釈川ダムの保全対策工事について，ダム日本，728(6), 2005.

にしうち●たつお

平成元年一般財団法人電力中央研究所に入所。地球工学研究所構造工学領域 上席研究員。工学博士。専門はコンクリート工学。現在、コンクリートダムの健全性評価や耐震性能照査に関わる研究に従事。

よしおか●いちろう

昭和59年中国電力株式会社に入社。流通事業本部専任部長（土木）。水力発電所の開発に関わる業務に長年従事。本稿の事例で紹介した帝釈川ダム改造工事では、調査・設計から工事監理に至るまで一連の業務に従事。