

論説・企画趣旨

ダム有効利用技術の夢

* 吉田 等



1. はじめに

ダムを有効利用し、できるだけ長寿命化させるという考えを突き詰めて行くと、千年ダムの構想に行き着く。千年ダムとは、幾世紀もの間メンテナンスフリーの状態に機能を保持し続けることができるダムであり、有効利用の究極の夢である。この千年ダムが、単なる夢物語の構想ではなく、現実味を帯びてきている。

通常のダムは、100年間の堆砂容量を確保するように計画されるので、ダムの耐用年数は100年というのが通り相場となっている。しかし、ダム本体を構成するコンクリートやロック材料は耐久性に優れているので、ダム本体は100年経過してもびくともしない。地球温暖化が進行すれば平均気温は上昇するが、コンクリートやロック材料にとっては、耐久性に影響を及ぼす凍結融解作用が緩和されて、条件的にはより有利になる。

千年ダムがクリアしなければならない大きな関門が2つある。今後生じうるであろう最大級の地震に対する耐震性の確保と、流入してくる堆砂の排除である。

まず、ダムの耐震性に関しては、地震動と地表面に生ずる変位（ずれ）に対する安全性を確保しなければならない。このうち、地震動については、2005年に試行が開始された「大規模地震に対するダムの耐震性照査指針（案）」¹⁾により、現在から将来にわたって考えられる最大級の強さを持つレベル2地震動に対して、所要の耐震性能を有するダムを設計することが可能になった。この照査指針（案）は、概ね3ヶ年程度の試行期間を経て本運用される予定である。

一方、変位については、予備調査の段階でダムサイトを比較検討する際に第四紀断層調査を行い、変位を起こす懸念のある要注意な第四紀断層を避けてダムの位置が決定されている。以上のことから、千年ダムが今後生じうるであろう最大級の地震に対して所要の耐震性を確保することは可能で

ある。

残る課題は堆砂である。我が国は、急峻な地形条件に加えて降水量が多いので、ダムへ流入する土砂量が多いと一般に考えられている。しかし、堆砂問題の深刻さの程度は、地域ごと、ダムごとにかなり様子が異なっている。

年平均堆砂量が多いダムは、糸魚川・静岡構造線と中央構造線の周辺に分布している²⁾。これらの地域のダムには、計画を超えて堆砂が進行しているものがある（写真-1）。しかし、その他の地域、たとえば中国地方のダムの年平均堆砂量は概して少ない。

当初計画どおり堆砂が進行しているダムは、100年間で堆砂容量を使い果たしてしまうことになるが、100年後に突然ダムが機能なくなるというわけではない。それ以降は、治水容量や利水容量を徐々に減少させながら堆砂が進行し機能が低下していく。

流入土砂量に等しい量の土砂を、メンテナンスフリーの状態に、自然の力を利用して下流に排砂することが、千年ダム構想実現のための鍵となる。

近年、治水専用ダムの事例が増加しつつある。治水専用ダムの底には洪水吐きの穴が開いており、これが土砂吐きを兼ねる。洪水調節の際に一時的に貯水するが、普段は水を貯めずにドライな状態となっている。このため、海外ではDry Damと



写真-1 堆砂が進行したダム

* 独立行政法人土木研究所つくば中央研究所水工研究グループ長

呼ばれることもある。

土木研究所では、治水専用ダムにおける堆砂の研究を行っている。これまで5件程度の検討事例によれば、1次元河床変動計算により100年間の運用計算を実施すると、概ね50年以内に堆砂が安定化する。大洪水時に堆砂が一時的に増加するが貯水位が低下していく過程で、あるいはその後に発生する中小洪水時に排砂される。

このように、堆砂と排砂を繰り返す平衡状態において、たとえば計画洪水が生じた時の最高水位における堆砂量をダムの計画堆砂容量とすれば、それ以上は堆砂が進行しない治水専用の千年ダムが実現できそうである。

ただし、これまでの検討事例の数が少ないので、流入土砂量と洪水流入量の条件、常用洪水吐きの規模と最大粒径の条件によっては、堆砂の傾向が異なる可能性がある。今後さらに検討を進めたい。

治水専用の千年ダムを実現するには、このほか土砂が絶えず流下する洪水吐きの摩耗対策や流木による閉塞対策などの維持管理上の課題があるが、土木研究所においてはこれらの課題解決のための検討を行っているところである。また、ゲート等の金物類を設置する場合は、耐磨耗性や防錆性に優れた材料を使用しても更新が必要になる。

千年ダムとはいえ、以上のような最低限の維持管理は必要となるが、自然の力を利用して排砂ができることのメリットは非常に大きい。

治水専用ダム以外の常時貯水するダムにおいても、長寿命化を目指す上での最大の課題は堆砂である。たとえば、かんがい専用のダムのように、季節によって貯水池を空にできるダムであれば、貯水位を低下させる際の流水の掃流力により堆砂を排出するフラッシングや、土砂を含む流水を土粒子が沈降する前に放流するスルーリングなどのゲート操作を行うことにより、千年ダムに近づけることができそうである。小規模なダムであれば、メンテナンスフリーというわけにはいかないが、空虚時に堆砂を掘削するという方法もある。

しかし、生活用水や工業用水の水源となるダムは、年間を通じて用水を補給する必要があるため、貯水したままでの排砂が必要になる。

以上のように、ダムによって排砂する際の制約条件が異なるとともに、ダムごとに流入土砂の量と質が異なる。さらに、貯水池の中でもダム本体の近くには泥が、中流には砂が、上流には粒径の

大きい砂礫が堆積するので、さまざまな粒径の土砂を対象にしなければならない。このため、数多くのダムの中から条件が共通するダムを類型化し、類型ごとに排砂の処方箋を用意する必要がある。

土木研究所では、平成18年度からスタートした新しい重点プロジェクト研究において、ダムの排砂技術の開発を位置づけ、各種の処方箋を用意するための研究を精力的に進めている。

2. ダムの有効利用特集

近年、ダムの有効利用事例が増加しつつあるが、それには以下のような背景がある。

ダムを新設する場合は、地域社会の合意形成や水源地域対策、環境保全対策に十分な対応を必要とすることから、調査の開始からダムの完成までに数十年を要している。事実、筆者が現場で担当した2つのダムは、現地調査の開始から完成までにそれぞれ34年、44年という長期間を要した。

一方、既設ダムを有効利用すれば、ダムを新設する場合に比べて事業効果を早く発現でき、環境に及ぼす影響も小さく、建設費も少なくて済む。

このため、既設ダムの有効利用を支援するための技術開発を進めることが、土木研究所の使命となっている。

ダムの有効利用の手法には、

- ①ダムの嵩上げ・放流設備の増設により、機能を増強させる方法、
 - ②ダム群の再編・連携利用や弾力的な運用により貯水池の有する潜在的機能を活用する方法
 - ③適切な維持管理を行うことによりダムを長寿命化させる方法
- などがある。

本特集では、①に関連してダムの嵩上げと放流設備の増設の新たな設計法について紹介するとともに、①や③の前提となる堆砂と水質の予測手法について、土木研究所における最近の研究成果を紹介する。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局治水課：大規模地震に対するダムの耐震性能照査指針（案）、2005年3月
- 2) 柏井条介：ダム貯水池の堆砂問題、土木学会誌、Vol.86, pp.50-52、2001年6月