

## ダム巡視システムの提案

(株) オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○植田 知孝  
 (株) オリエンタルコンサルタンツ 吉田 勢  
 (株) オリエンタルコンサルタンツ 正会員 中尾 毅

### 1. はじめに

わが国では、1900 年以降、約 2,500 基のダムが建設されており、コンクリートダムは1950年代から平均150基/10年のペースで建設されてきている。

ダムを長期にわたり良好な状態に維持し、適正な機能を確保するためには維持管理が重要である。また、今後、完成後に長期間経過したダムが確実に増加していくため、経年劣化がダムの安全性に影響を及ぼさないように維持管理の重要性は増しているといえる。そして、適切な維持管理の基礎となる、各種の劣化・変状の発生状況やその経年的な傾向を把握のためには、巡視等の状態把握をいかに行い、結果を活用するかが重要となる。

本稿では、管理中の 3 つの重力式コンクリートダムを対象に実施したヒアリングを基に、巡視等の効率化・高度化を支援するツール（ダム巡視システム）について提案する。

### 2. 管理段階に応じた巡視の役割変化

ダムの安全管理は、ダム建設後の経過年数により、3 段階（第 1 期～第 3 期）の管理段階に区分される。

第 1 期はダムの試験湛水期間であり、貯水池の水圧に対するダムの安全性が初めて問われる期間となる。

試験湛水の終了からダムが定常状態に達するまでの期間が第 2 期であり、ダムの挙動の経年的な変化を分析し、ダムの挙動が定常状態に向かっているかどうかを確認する期間である。

ダムの挙動が定常状態に達した後の期間をダムの安

全管理の第 3 期といい、ダムに生じている諸現象は安定期に入り、貯水位あるいは温度に連動し、毎年ほぼ同様の挙動を示すようになる。また、当初問題視された事象は、第 1 期～第 2 期を通じた監視により、問題ないと判断されるか、必要な対応がとられた後である。一方で、ダム本体および基礎岩盤の劣化に関連した項目の監視の重要性が高まってくる。

第 1 期においては、万が一にも生じるかもしれない異常の兆候をいち早く発見して迅速に対応するため、高い頻度で各種の計測や巡視が行われる。また、この期間に把握されたダムの挙動が、以降の期間における判断の基礎となる。

第 2 期においては第 1 期に比べて計測や巡視の頻度が幾分緩和され、当初の状態（異常なし）や前回巡視時の状態からの変化の把握が、その役割となる。

第 3 期では、さらに監視項目が絞り込まれる。巡視の役割は第 2 期と同様だが、劣化の兆しの発見が重要となる

### 3. 巡視システム構築の目的等

前項で述べたように、巡視の基本的な役割は変化の把握であり、把握した変化に対しては、ダムの安定性に関わるものかどうか等を判断し、対応を決定していくこととなる。「変化の把握」と「変化への対応判断」のどちらにおいても、過去の状態（または、過去の状態から整備した判断基準）との比較を通じておこなうものであり、蓄積したデータ（過去の巡視結果等）を活用する必要がある。

このデータの蓄積・活用が、システムによる支援のポイントであり、システムは巡視行為をデータ管理面から支援することで、巡視の効率化・高度化を支援するものである。つまり、蓄積したデータの活用と、活用に適した形での蓄積を、現状の巡視行為の流れの中で実現することが巡視システムの構築の目的である。

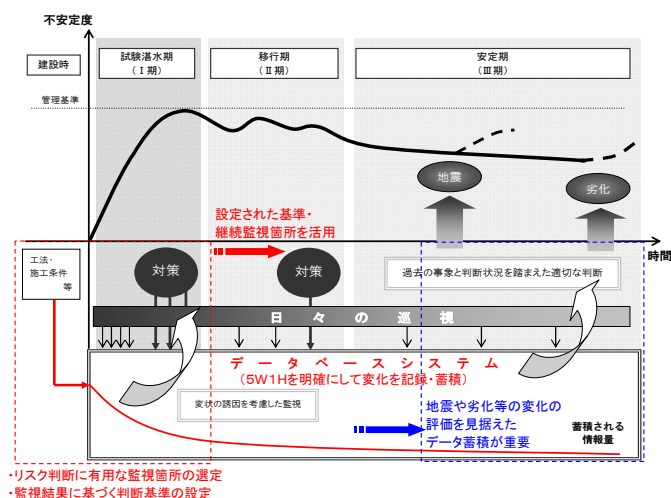


図 1 ダムの管理段階とデータの活用イメージ

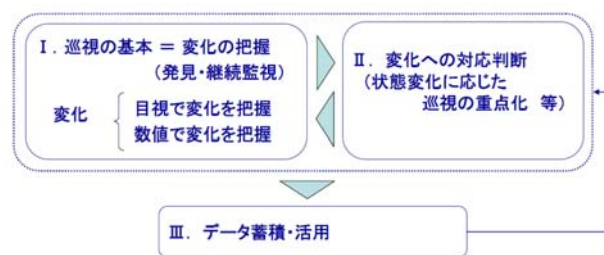


図 2 巡視の効率化・高度化のプロセス

キーワード 執筆要領、書式、PDF ファイル、電子投稿、年次学術講演会

連絡先 〒160-0004 東京都新宿区四谷1丁目（外濠公園内）（公社）土木学会 全国大会係 TEL 03-3355-3442

なお、第 1 期は初期データの蓄積期という側面があるため、把握結果を以降において活用可能なように留意する必要があるが、主なシステムの運用対象期間は蓄積データを活用していく第 2 期以降と考えられる。

4. 巡視の現状とシステムによる支援の方向性

現状における巡視を効率化・高度化していくうえで想定される懸念事項を表 1 に示す。また、巡視等の行為体系におけるシステムの支援ポイントを図 3 に示す。

「変化の把握」と「変化への対応判断」に共通の要素として、個人の経験や感性等の属人的な能力を軸に、「変化の把握」および「変化への対応判断」が実施されることで、共有可能な知見として蓄積・活用が困難になることが考えられる。

そのため、「誰でも（ダム管理の初心者でも）」が「迷いなく（円滑かつ確実に）」、状態把握とその結果に対する判断を行えるようにすることが、システムによる支援の方向性と考えられる。

また、継続監視を確実に実施することで、巡視により発見した変化について、継続監視の記録と照合して新たな変化であるかどうかを判断することが可能となる。つまり、蓄積データを活用して確実な継続監視を行うことが、新たな変化の効率的な発見にもつながると考えられる。

これらを実現するためには、巡視等の結果は、5 W 1 H (what : 何を (確認事象の種別・内容)、when : いつから・いつまで、where : どこで、why : なぜ (想定される要因)、how : どのように (把握手法)、who : 発見者) を明確に記録し、データベースに蓄積し、容易に参照可能とすることが重要である。また、「変化の把握 (発見)」から始まる情報の流れを円滑にし、全体的な作業効率を向上させるためには、GIS を活用して情報の「見える化」を行うとともに、携帯端末 (タブレット型端末) 等を活用して「現場参照・現場入力」が可能なシステムとすることが有効と考えられる。

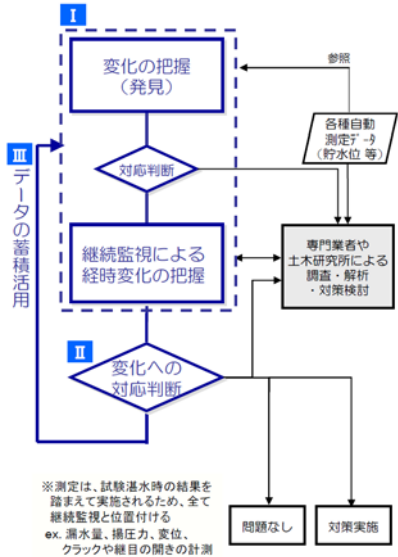


図 3 巡視等の行為体系とシステムの支援ポイント

5. さらなる巡視行為の高度化

ダム管理においては、定期検査や総合評価等の巡視行為の見直し機会がある。これらの機会において、蓄積したデータを高度に活用することで、PDCA サイクル (定期検査や総合評価は C・A に相当) による巡視行為の高度化が可能になると考えられる。

表 1 現状の巡視の懸念事項およびシステムによる支援の方向性

| 行為分類           | 懸念事項                                                                                                    | 支援の方向性                                    |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| I. 変化の把握       | ・異動等により、個人に蓄積された情報・ノウハウを喪失 (交代に伴う非効率、継続的な高度化が困難)<br>・監視箇所の増加に伴い、紙ベースの記録を現場で参照する手間が増大 (現場作業における非効率)      | ①現場作業のスピードアップ<br>②確認箇所・視点の明確化<br>③測定精度の向上 |
| II. 変化への対応判断   | ・異動等により、個人に蓄積された情報・ノウハウを喪失 (I と共通。交代に伴う非効率、継続的な高度化が困難)<br>・判断のための基準の参照・照合や全体状況の把握等に時間が必要 (報告・判断における非効率) | ④結果整理の自動化<br>⑤判断基準との自動照合<br>⑥異常発生範囲の視覚化   |
| III. データの蓄積・活用 | 紙ベースや個別のデータファイルとして情報が蓄積されているため、情報の検索・抽出が困難であり、日常的な参照や、高度化のための分析・評価が困難。                                  | ⑦データ検索の容易化<br>⑧巡視行為のさらなる高度化               |

| 行為分類 | 支援の方向性        | 概要                                                                      |
|------|---------------|-------------------------------------------------------------------------|
| I    | ①現場作業のスピードアップ | ・迷いなく、円滑に現場作業を実施可能とする。<br>・資料確認や入力の手間・ミスを削減。                            |
|      | ②確認箇所・視点の明確化  | ・誰でもが、同じ視点で、必要な確認を、確実に実施可能とする。<br>・どこで、何を見るかを、図面上や箇所別リストにわかりやすく表示。      |
|      | ③測定精度の向上      | ・誰でもが、確実かつ適切に、測定を実施可能とする。<br>・どこで、どのように測定するかを、わかりやすい画面表示で誘導。            |
| II   | ④結果整理の自動化     | ・結果の判断 (または判断のための報告の作成) の迅速化を可能とする。<br>・巡視等の結果を組合せて、自動的に判断に必要な各種の様式を作成。 |
|      | ⑤判断基準との自動照合   | ・測定結果の判断の迅速化を可能とする。<br>・測定結果と判断基準との照合を自動化。                              |
|      | ⑥異常発生範囲の視覚化   | ・異常の重大性の判断や、追加の状況把握の判断の迅速化を可能とする。<br>・⑤の結果に基づく、異常発生範囲の広がりを実動的に図示。       |
| III  | ⑦データ検索の容易化    | ・大量の蓄積データを高度に活用可能とする。                                                   |
|      | ⑧巡視行為のさらなる高度化 | ・任意のデータの検索・抽出を容易化。<br>・巡視行為のさらなる高度化に向けた、蓄積データの分析・評価に適したデータ蓄積。           |