

会員寄稿

維持管理の適正化に向けた 3次元損傷状況可視化モデルの適用

株式会社新日本コンサルタント

設計計画本部水環境部流域保全グループ 川村 広樹

1. はじめに

(1) 我が国における河川管理施設の状況

我が国の河川管理施設のうちコンクリートの標準耐用年数である50年を超過する施設数は今後増加の一途を辿り、その割合は平成25年3月時点では全体の6%に留まっているが平成45年には約半数にも及ぶといわれている。

表-1 標準耐用年数を超過する施設数の割合¹⁾

施設	建設後50年以上経過する施設の割合		
	平成25年3月	平成35年	平成45年
河川管理施設	6%	20%	47%

(2) 琵琶湖の現状

点検対象施設のある琵琶湖は湖面積約674km²、湖容積約275億m³、流域面積約3,848km²を有しており、瀬田川洗堰の水位調整により近畿圏の約1,400万人へ給水を行う日本最大の湖である。図-1に琵琶湖位置を示す。



図-1 琵琶湖位置図²⁾

琵琶湖では治水・利水及び水位低下対策を目的とした琵琶湖開発事業において昭和51年～平成4年の17年間で集中的に158施設の水門及び樋門を築造した後、水資源機構琵琶湖開発総合管理所により管理されている。

そのため、20年後には約70%が標準耐用年数を超過し、全国平均よりも早期に更新時期を迎えることが明白であり、維持管理を怠った場合は改築工事が同時期に集中する恐れがある。

しかしながら費用の捻出が困難な財政状況であることを考慮すると軽微な補修・補強による既存ストックの有効活用は必須であるため、如何に効率的且つ適正に維持管理を推進していくかが重要な課題の一つといえる。

(3) 点検対象施設の概要

点検対象である水門及び樋門は、堤防機能を有する重要施設である。躯体を構成するコンクリート部の経年劣化や損傷に伴い土との境界面において空洞や水みちの発生が懸念され、連続した堤防よりも洪水に対して弱部となる可能性が高い施設である。

また、堤防天端を県道として兼用しているため、老朽化の進行に伴い躯体が破損した場合は道路の陥没や不同沈下が発生し、通行障害につながる可能性もあり、維持管理計画の根本となる点検の精度確保は重要な要素である。

写真-1にUAVによる堤防天端の利用状況を示す。



写真-1 堤防天端利用状況

そのため、供用期間内における治水・利水・環境（天端利用）などのサービスレベルを維持するよう適切な点検や補修・補強による予防保全的な維持管理が求められている。

(4) 水資源機構の取組み

こうした現状を踏まえ、水資源機構では農林水産省が策定した「農業水利施設の機能保全の手引き」に準じ、施設の長寿命化とライフサイクルコストの低減を図る「ストックマネジメント」の取組を本格化させている。

点検対象施設を管理する琵琶湖開発総合管理所においては平成14年度と平成20年度に一斉点検を実施しており、また、平成20年度に策定した維持管理計画に準じ、平成26年度～平成28年度の3カ年で三順目となる一斉点検を実施している状況にある。

本稿では点検業務の中で得られた課題への対応として維持管理の適正化に向けた3次元損傷状況可視化モデルの適用について考察するものである。

2. 点検結果の評価時における課題

過去二度の点検では樋門の連数の相違や水門など異なる構造に対し、旧点検要領³⁾に記載の一般的な帳票をそのまま利用しており、施設の特徴を捉えきれず適切に施設健全度を評価できない状況であった。写真-2に施設状況写真を図-2、図-3にはそれぞれ過去の点検で用いていた展開図と鳥瞰図を示す。

両者を比較して分かるように展開図にスケール感が無いことや鳥瞰図に門柱が無いなど施設の全体的なイメージが掴めない。実際に現地調査において損傷箇所の確認作業を行ったが非常に煩雑な作業となった。

そのため、如何に直感的に損傷状況を把握できる帳票とするかが課題であった。



写真-2 施設状況写真

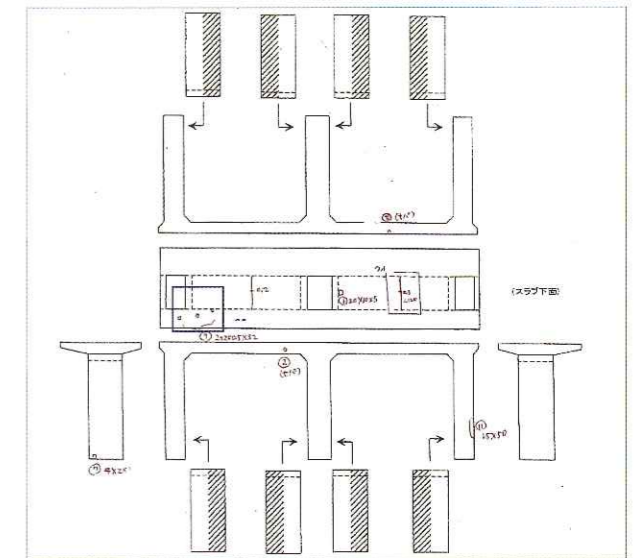


図-2 過去の点検で用いた展開図

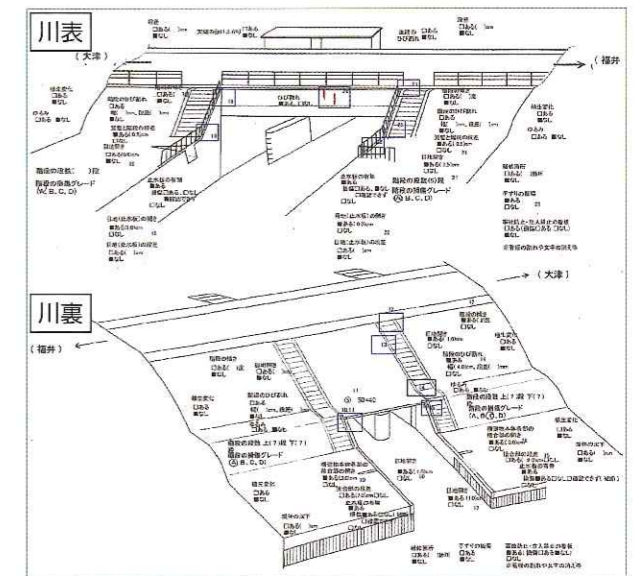


図-3 過去の点検で用いた鳥瞰図

3. 3Dモデル等による課題への対応

今後も継続的に実施することとなる点検作業時において施設状況を知らない後任者が直感的に損傷位置を把握することが可能となるよう、スケールを持つ展開図をCAD化したほか以下の提案を行い、課題解決を図った。図-4に展開図を示す。

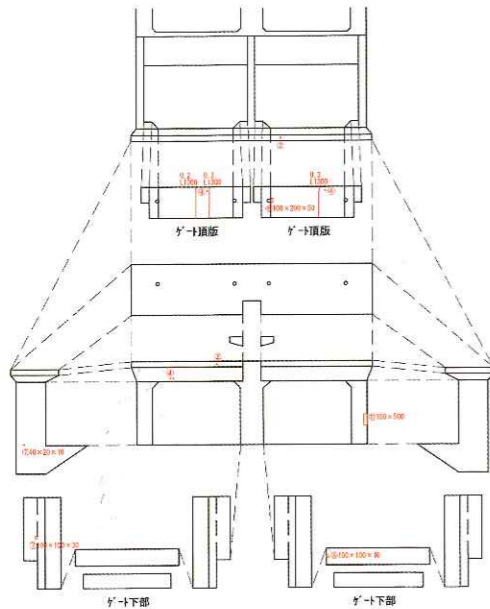


図-4 CAD化した展開図

(1) 代表施設の3Dモデル化による鳥瞰図作成

今回点検を実施した48施設を1連、2連、3連の樋門と水門の4つの構造形式に区分した。

その後、形式毎に一般図より躯体、ゲート、フェンスなどの3Dモデルを作成し、直感的に損傷状況を把握可能な帳票とするための基礎資料とした。図-5に躯体モデル例、図-6に鳥瞰図例を示す。

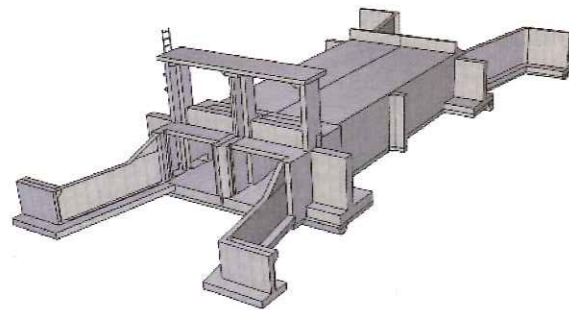


図-5 躯体モデル(2連樋門の例)

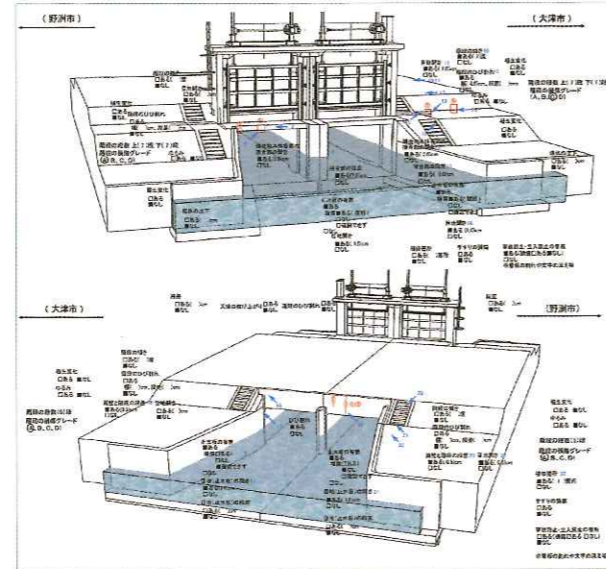


図-6 鳥瞰図(2連樋門の例)

(2) 3D-PDFの活用検討

作成した3Dモデルを鳥瞰図への使用だけに留めず更なる活用の場を求め、PDFと統合(以下3D-PDFとする)することで誰でも使える維持管理ツールの一つと成り得えないか検討を行った。

a) 3D-PDFとは

3D-PDFとは3Dモデルを誰でも簡単に閲覧できるようにAdobe Reader等の形式でエクスポートしたものを示す。モデリング時に本体、ゲート、フェンス等の部材毎にレイヤ区分することで多種多様な用途に対応可能であるほか、PDF上で点検結果等の簡易な旗揚げや部材の透過による全体の可視化も可能とするPDFデータである。図-7に表示例を示す。

b) メリット

- ・施設の全体像が非常に理解しやすい。
- ・局所的な変状箇所が分かりやすく直感的に把握可能。
- ・閲覧や旗揚げは無料のAdobe Readerで可能。
- ・協議の簡素化が図れる。
- ・関係機関協議の共通認識ツールとして利用可能。

- ・モデリングのCIMデータへの転用が可能。
 - ・施工ステップ図に利用可能。
- c) デメリット
- ・モデル作成時に初期コストが掛かる。

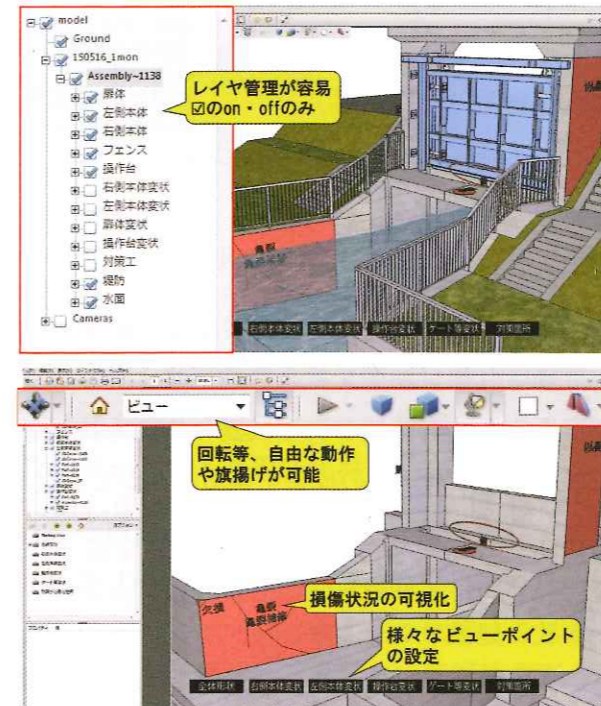


図-7 Adobe Readerによる表示例

(3) 3Dモデルと損傷図を重ねた損傷状況の「見える化」

損傷図を3D-PDFに取り込むことで損傷状況の「見える化」を行い、様々な視点から可視化することで損傷の集中箇所や致命傷などの特徴がないか検証を試みた。検証の結果、門柱基部のひび割れ幅が比較的大きい点や堤防天端の県道利用に起因したと想定される全体的なひび割れが確認できた。図-8に損傷図を重ねた鳥瞰図、図-9に上部からの損傷図、図-10に函渠内部の損傷図をそれぞれ示す。

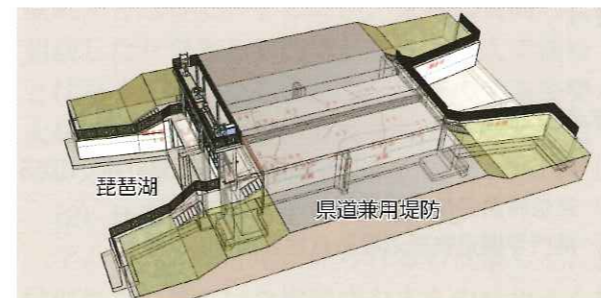


図-8 鳥瞰図

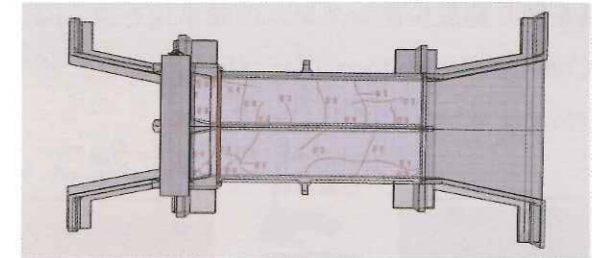


図-9 上部からの損傷図

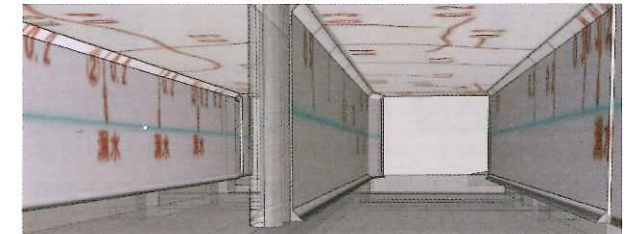


図-10 函渠内部の損傷図

4. 今後の課題と考察

本業務で得られた課題を整理し、今後の維持管理における考察を以下にまとめる。

(1) 3次元損傷状況可視化モデルの適用性

今回は比較的損傷度の高い代表施設において損傷状況を3Dモデル化したものであるが、ひび割れ等の損傷位置や規模を様々な視点から直感的に把握できることで、温度変化・乾燥収縮や荷重等、劣化要因を推定することが可能であることが証明できた。

これにより施設全体の健全度評価の精度向上や対策工法の検討時に有効であると考えられる。

また、3D-PDFにより簡易な追記が誰でも容易に出来るため、今後も継続的に蓄積される点検結果をレイヤで追加することで経年劣化を整理するツールとしても有効活用が図れると考える。

(2) 今後の展望

3次元損傷状況可視化モデルは施設全体の健全度評価や損傷の経年変化の整理のほか補修・補強対策工の施工可否の判断や施工ステップをモデル化するなどの地元住民などへの説明用ツールとして活躍の場があると考えられる。

このように計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、施工・維持管理の各段階で連

