

Keywords | 維持管理, 維持管理計画, 点検, 3D-PDF

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



川村 広樹
設計計画本部 水環境部 流域保全グループ 課長代理
(技術士 建設部門一河川、砂防及び海岸・海洋)
kawamura@shinnihon-cst.co.jp



高瀬 俊介
設計計画本部 社会基盤部 点検調査グループ 課長代理
(コンクリート診断士、道路橋点検士)
takase@shinnihon-cst.co.jp

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に我が国の河川管理施設の標準耐用年数と施設数の割合を示す¹⁾。

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

点検対象施設が位置する琵琶湖は、瀬田川洗堰で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。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を踏まえると軽微な補修・補強による既存ストックの有効活用は必須であり、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に弊社保有のUAVによる堤防天端の利用状況を示す。

そのため、供用期間内のサービスレベルを維持するよう適切な点検や補修・補強等による予防保全的な維持管理が求められている。



写真-1 堤防天端利用状況

(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か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等、異なる構造に対し、旧点検要領²⁾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。

図-2、図-3に過去の点検で用いていた展開図と鳥瞰図を、写真-2に施設状況写真を示す。

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等、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を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。

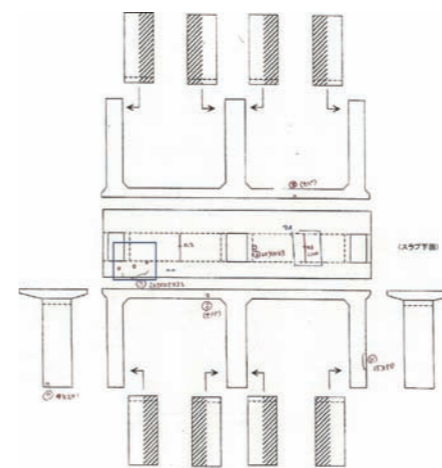


図-2 過去の点検で用いた展開図

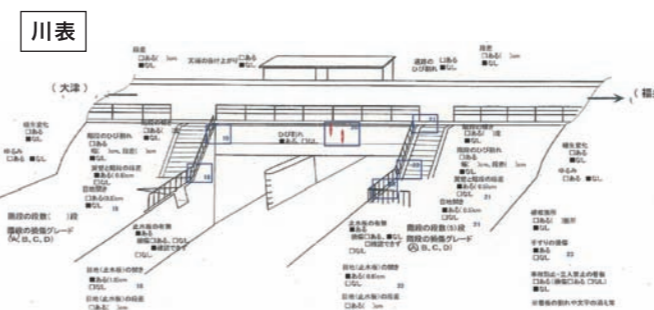


図-3 過去の点検で用いた鳥瞰図(川表の例)



写真-2 施設状況写真

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、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。

(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、フェンス等の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。

2連樋門を例に図-4に躯体モデル、図-5に鳥瞰図を示す。

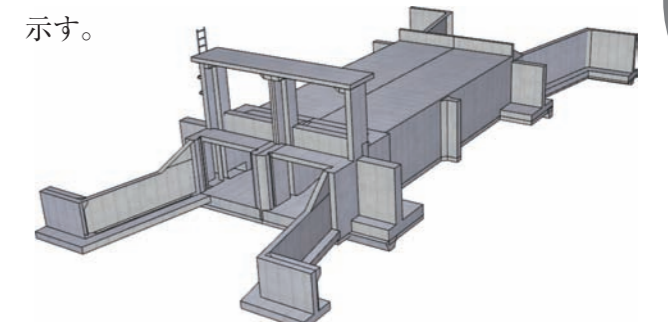


図-4 躯体モデル

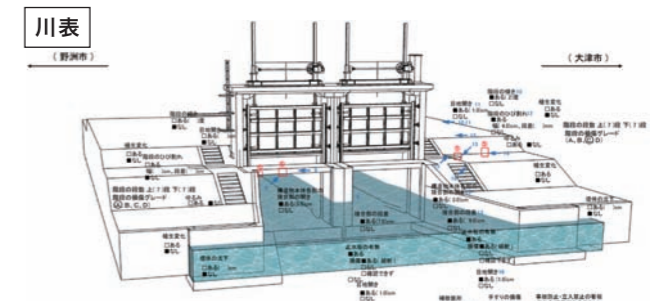


図-5 鳥瞰図

ストック
マネジメント

ストック
マネジメント

(2) 3D-PDFの活用検討

前述で作成した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-6に表示例を示す。

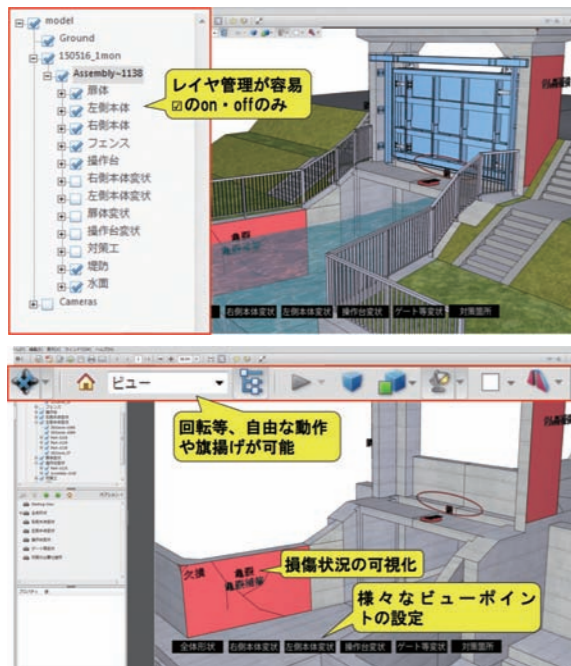


図-6 Adobe Readerによる表示例

b) 3D-PDFのメリット

- ・施設の全体像が非常に理解しやすい。
- ・施設の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、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。

(3) 3Dモデルと損傷図を重ねた損傷状況の「見える化」の提案

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劣化の集中箇所や致命傷の有無等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-7に損傷図を重ねた鳥瞰図、図-8に上部からの損傷図、図-9に函渠内部の損傷図をそれぞれ示す。

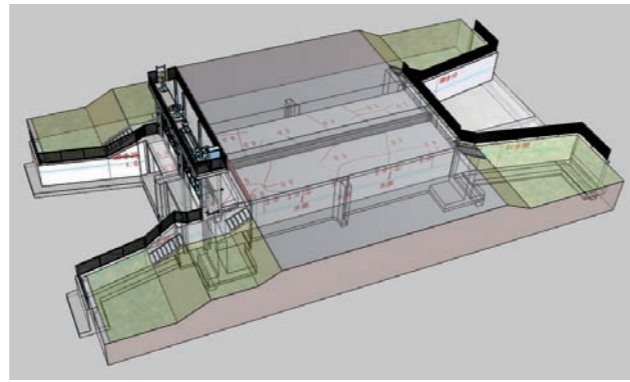


図-7 鳥瞰図

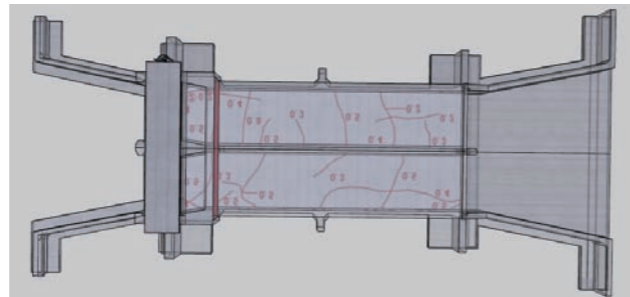


図-8 上部からの損傷図

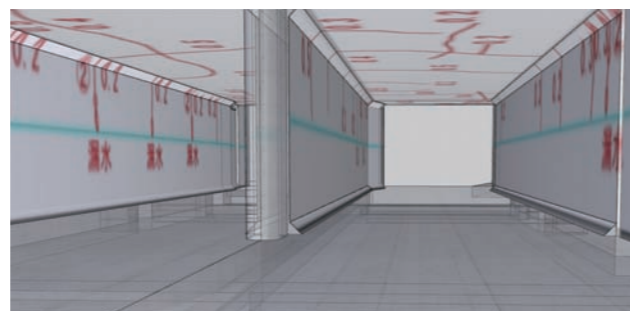


図-9 函渠内部の損傷図

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ている。

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ている。

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携を図り建設生産システムの効率化を図るCIM(Construction Information Modeling)としての活用イメージを図-10に示す。

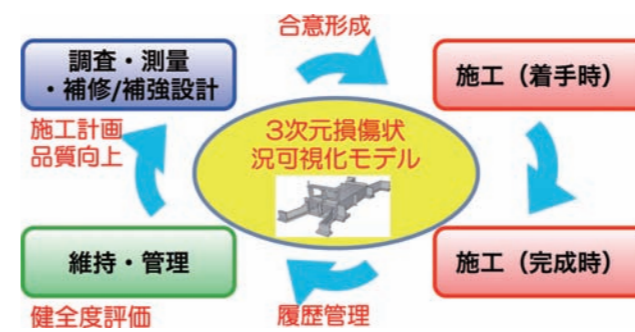


図-10 3次元損傷状況可視化モデル活用イメージ

琵琶湖開発総合管理所においては点検データと施設カルテを統合したDB(データベース)が構築されているがデータの利活用が図られていないため、長寿命化計画へ発展させるためのツールとして3次元損傷可視化モデルを付加することが有効であると考えている。

図-11に琵琶湖開発総合管理所における3次元損傷状況可視化モデルを利用した維持管理の適正化イメージを示す。

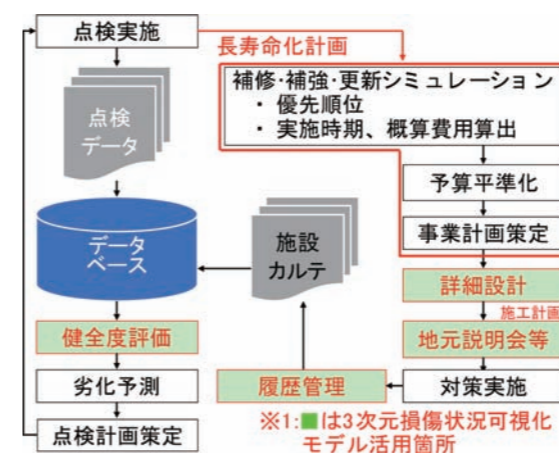


図-11 維持管理の適正化イメージ

しかしながら、継続的に維持管理が必要な施設数及び工種が豊富な琵琶湖においては全施設を3Dモデル化することは費用面を鑑みると必ずしも得策とはいえない。

解決策としては健全度評価結果や周辺の土地利用状況、施設重要度(機能が損なわれた場合の二次被害危険度、応急復旧難易度、利水・治水影響度)、耐震性能などの重要性を総合的に勘案したうえでモデリング対象施設の絞り込みを行う等、より効率的且つ効果的な維持管理を実践し、施設機能の継続的な維持改善を図ることが有効であると考えている。

今後も数十年に渡り継続的に維持管理する上での投資であることを踏まえ、メリット・デメリットのトレードオフの関係を適切に判断する必要がある。

5 おわりに

本業務は3D-PDFの導入提案等の創意工夫が評価され、琵琶湖開発総合管理所より平成28年度優良業務表彰並びに平成28年度優秀技術者表彰を受賞でき一定の成果を得ることができた。

インフラの調査・診断へのICTの活用が進む中、点検結果を如何に維持管理に活かしていくかが我々建設コンサルタントに与えられた課題といえる。

更には老朽化施設の増大、少子高齢化に伴う職員・熟練技術者の減少、厳しい財政状況等、社会経済情勢の変化を鑑みると今後より一層、点検の効率化を図る必要があると考えている。

今後は、多くの課題を抱えながらも維持管理の重要性は更に高まることを踏まえ、点検の効率化によるコスト削減を達成するために日々研鑽し、社会貢献に努める所存である。

謝辞: 本業務の遂行にあたり、独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所のご指導・ご支援を賜り、職員の皆様に、心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省インフラ長寿命化計画(行動計画)H26.5
- 2) 樋門等構造物周辺堤防点検要領H13.5