

(4) 河川施設の3次元モデルにおける 詳細度に関する検討

久保 知洋¹・矢吹 信喜²

¹正会員 応用技術株式会社 エンジニアリング本部 (〒531-0074 大阪市北区本庄東1-1-10)
E-mail: to-kubo@aptec.co.jp

²フェロー会員 大阪大学教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻
(〒565-0871大阪府吹田市山田丘2-1)
E-mail: yabuki@see.eng.osaka-u.ac.jp

国土交通省が推進しているCIM (Construction Information Modeling) を河川施設の維持管理に適用する場合、対象となる施設を効率的に3次元モデル化することが重要である。施工時に作成された河川施設の3次元モデルは、維持管理において十分な精度を有していると考えられるが、既存河川施設のモデル化に施工時と同程度の詳細度を持たせることは、モデル作成に多大なコストがかかり、あまり現実的でないと考えられる。現在、土木分野において3次元モデルの詳細度に関する知見は見当たらない。そこで、本稿では河川施設の維持管理に利用する3次元モデルの詳細度に着目し、どの程度精緻な3次元モデルを作成すれば河川施設の維持管理に過不足なく利用できるかを検討した。

Key Words : CIM, 3D models, LOD, cost estimation, construction, product model

1. はじめに

平成24年度から国土交通省よりCIM試行業務が発注され、CIMによる業務の効率化が期待されている¹⁾。CIMは、形状だけでなく性質などの情報を属性として保持した3次元モデルを用いるとともに、様々なICTツールを活用して、維持管理、調査、計画、施工の各フェーズ間でのデータの流通によりマネジメントを可能にする。ゆえに、今後の河川管理においてCIMが十分活用されていくものとする。

河川施設の維持管理に過不足なく利用できる詳細度を持った3次元モデルが効率よく作成できれば、膨大なストックを有する河川施設の3次元モデルを用いた維持管理が可能となる。

が簡単に把握できる。

そこで、河川施設の3次元モデルにおける詳細度を選定するために、3次元モデルに表す維持管理項目を抽出する。

3次元モデルに表す維持管理項目については、現行で用いられている河川管理基準及び指針の調査を行い、「樋門等構造物周辺堤防詳細点検要領」²⁾及び「堤防等河川施設及び河道の点検要領」³⁾から抽出することとした。維持管理項目の抽出基準は、河川施設の壁や床版など特定部位に係る維持管理項目とした。河川施設の特定部位に係る維持管理項目は、さらに河川施設の本体構造の変状(外形が変わる)に係る傾倒や沈下などと河川施設の特定箇所に係る劣化やクラックなどに分類して整理した。なお、河川施設全体に係る基本諸元などの維持管

2. 河川施設の3次元モデルで表す維持管理項目

河川施設の3次元モデルの詳細度を決定する要因は、3次元モデルに表示される維持管理調査結果のわかりやすさである。図-1に示す通り、3次元モデルに維持管理調査結果を表示することにより、損傷の位置や連続性など

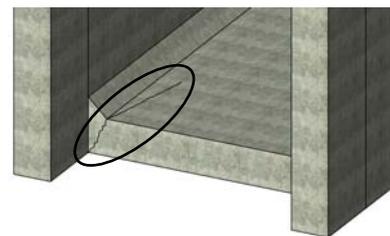


図-1 クラックの状況

理項目は、3次元モデルに直接表示しないので詳細度に影響を及ぼさないことから抽出対象外とした。

3次元モデルの特定部位に係る維持管理項目を表-1に示す。

表-1 3次元モデルの特定部位に係る維持管理項目

対象構造	調査項目
本体構造の変状 (外形が変わる)に係る項目	沈下：(段差) 高さ cm, なし 傾き：あり(方向記載), なし 隙間：(開き) 幅 cm, なし, 補修箇所
特定箇所に係る項目	劣化：あり, なし 腐食：あり, なし 吸出し：あり, なし 損傷：あり, なし クラック：幅 cm (方向記載), なし, 補修箇所 止水板：あり, なし, 確認できず

3. BIMにおける3次元モデルの詳細度

現在、土木分野において3次元モデルの詳細さを表す基準は見当たらない。土木分野に先行して3次元モデルを利用している建築分野では、3次元モデルの詳細さを表す基準として、国土交通省大臣官房官庁営繕部より策定された「官庁営繕事業におけるBIMモデルの作成及び利用に関するガイドライン(平成26年3月)」⁴⁾(以下BIMガイドラインと称す)のほか、米国のAIA(American Institute of Architects)によりLOD(Level of Development)が定義されている。なお、LODはBIM Forumによって用例が「Level of Development Specification(August 22, 2013)」⁵⁾(以下LOD Specificationと称す)にまとめられている。

(1) BIMガイドライン

BIMガイドラインでは、詳細度を「BIMモデルの作成及び利用の目的に応じたBIMモデルを構成するオブジェクトの詳細度合いをいう。」こととして定義づけられている⁴⁾。その詳細度の目安を、設計業務においては、①基本設計方針策定モデルの詳細度、②基本設計図書作成モデルの詳細度、③実施設計図書作成モデルの詳細度、及び工事における④完成図等作成モデルの詳細度モデルの4ケースに分けられている。

BIMガイドラインは、利用シーン別にモデル化する部位(構造耐力上主要な柱・梁など)が規定されているが、各要素の具体的な詳細度は明記されていない。

(2) LOD Specification

LOD Specification⁵⁾は、3次元モデルが持つ形状や属性情報の詳細度を明確にすることにより、利用者の目的に合った3次元モデルを作成するための指針である。

LODは、モデルの詳細度を6段階に分類している。

- LOD100：記号や概略形状で表す。
- LOD200：形状や配置は近似値で表す。
- LOD300：固有の形状や配置で表す。
- LOD350：固有の形状や配置で表すとともに他の要素の配置についても表す。
- LOD400：固有の形状や配置で表すとともに接合部材についても表す。
- LOD500：現地と同様の形状や配置で表す。竣工モデルである。

4. 河川施設3次元モデルの詳細度

(1) 詳細度別の河川施設3次元モデルの作成

河川施設の維持管理に適する3次元モデルの詳細度を検討するために、樋門・樋管の本体構造と本体構造の特定部位に係る維持管理項目について詳細度別にモデル化を行った。詳細度は、LOD Specificationを参考に定義付けを行った(表-2)。

3次元モデルの作成条件を表-3に示す。3次元モデルは、

表-2 LODの定義付け一覧表

本体構造モデル	
詳細度	定義
LOD100	単純な記号
LOD200	概略レベルのモデル
LOD300	外形は正確にモデル化されているが、接合部は位置表示のみのモデル
LOD350	外形とともに接合部も細部までモデル化されている詳細なモデル
LOD400	接合部のボルトまでモデル化されている非常に詳細なモデル
本体構造の変状に係る維持管理項目モデル	
詳細度	定義
LOD100	本体モデルを変更せず、傾倒、段差を単純な記号で表したモデル
LOD200	傾倒、段差を近似値もしくは誇張して本体モデルを変更
LOD300	傾倒、段差を対象となる部材のみ正確に本体モデルを変更
LOD350	傾倒、段差を対象となる部材と他の関連する部材を正確に表して本体モデルを変更
LOD400	傾倒、段差を対象となる部材と他の関連する部材及び接合部を正確に表して本体モデルを変更
特定箇所に係る維持管理項目モデル	
詳細度	定義
LOD100	クラック、損傷を単純な記号で表したモデル
LOD200	クラック、損傷を近似値もしくは誇張したモデル
LOD300	クラック形状、損傷の外形が確認できるモデル
LOD350	クラック幅、損傷(表面気泡とジャンカの境界がわかる)の状態が確認できるモデル
LOD400	クラック幅、損傷(表面気泡とジャンカの区別ができる)の状態が確認できるモデル

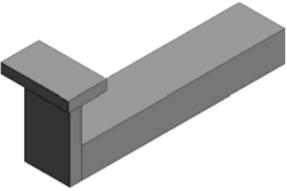
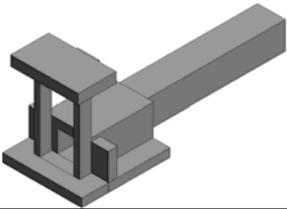
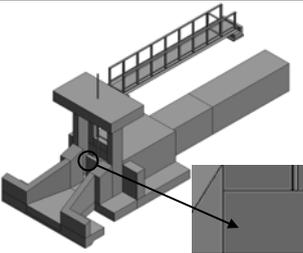
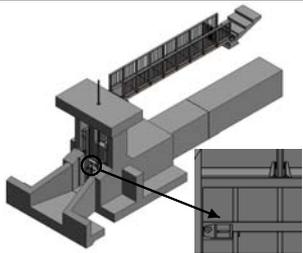
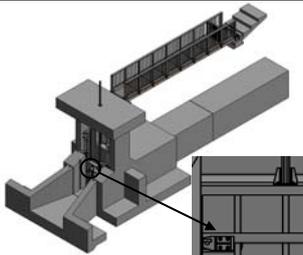
詳細度別に本体構造と本体構造の特定部位に係る維持管理項目についてモデル化を行った(表-4, 表-5)。

本体構造3次元モデルに維持管理項目を表示させた3次元連携モデルを図-2に示す。

表-3 3次元モデルの作成条件

条件	内容
使用コンピュータ	CPU : Intel Core i7-3720QM 2.6GHz Memory : 16GB Graphics : NVIDIA Quadro K2000M OS : Windows 7 Professional 64bit
使用ソフト	Autodesk Revit Structure 2014
モデル化対象	一般的な樋門・樋管の土木部分

表-4 詳細度別本体構造の3次元モデルの一覧表

LOD100	LOD200
	
LOD300	LOD350
	
LOD400	
	

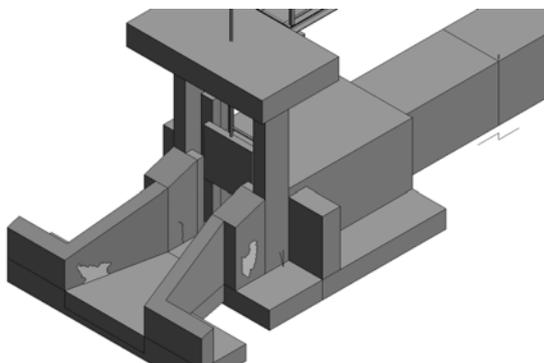
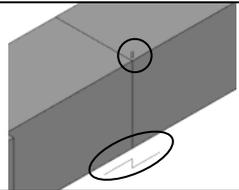
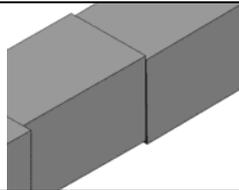
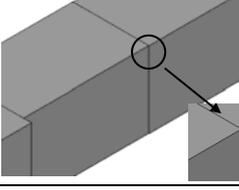
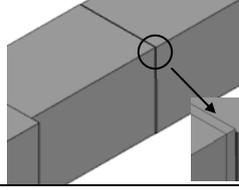
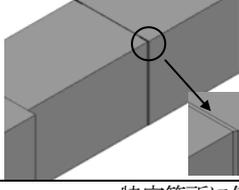
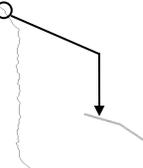
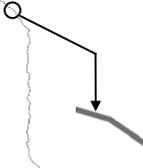
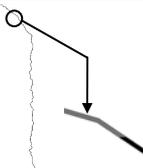
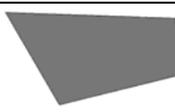


図-2 維持管理の3次元連携モデル

表-5 詳細度別維持管理項目の3次元モデルの一覧表

本体構造の変状に係る項目	
LOD100	LOD200
	
LOD300	LOD350
	
LOD400	
	
特定箇所に係る項目 (クラック)	
LOD100	LOD200
	
LOD300	LOD350
	
LOD400	
	
特定箇所に係る項目 (損傷)	
LOD100	LOD200
	
LOD300	LOD350
	
LOD400	
	

(2) 河川施設の3次元モデルの詳細度の選定

詳細度別に作成した3次元モデルを比較した評価を表-7に示す。その結果から、河川施設の維持管理における3次元モデルの対象部位別の詳細度を表-8に示す。

表-7 詳細度別に作成した3次元モデルの評価一覧表

本体構造モデル		
詳細度	概要	評価
LOD100	全体形状がわからないため維持管理に利用するレベルではない。	×
LOD200	維持管理項目を明示するには寸法が不正確であるため維持管理に利用するレベルではない。	×
LOD300	外形が正確であり接合位置も正確であるため維持管理項目が明示できる。	○
LOD350	接合部の開きまでモデル化するため維持管理項目がわかりやすく明示できる。ただし、費用対効果より不適と考える。	△
LOD400	接合部の構成部材までモデル化するため維持管理項目に対して過剰な詳細度と考える。	×
本体構造の変状に係る維持管理項目モデル		
詳細度	概要	評価
LOD100	変状は3次元モデルで表現しないが、変状の有無、位置はシンプルでわかりやすい。	○
LOD200	変状は3次元モデルで表現される。正確性は無いがわかりやすい。ただし、誇張された表現が実際の状態と間違われる恐れがある。	△
LOD300	変状は正確に3次元モデルで表現される。ただし、正確であるがゆえにmm単位の変状がわかりにくく、費用対効果より不適と考える。	×
LOD350	変状は正確に3次元モデルで表現される。ただし、正確であるがゆえにmm単位の変状がわかりにくく、費用対効果より不適と考える。	×
LOD400	変状は正確に3次元モデルで表現される。ただし、正確であるがゆえにmm単位の変状がわかりにくく、費用対効果より不適と考える。	×
特定部位に係る維持管理項目モデル		
詳細度	概要	評価
LOD100	変状の状況がモデルではわからないため利用には不適。	×
LOD200	変状の状況がモデルではわからないため利用には不適。	×
LOD300	変状の外形が正確であり、3次元モデルに貼付することによりわかりやすく明示できる。	○
LOD350	変状の状況が正確に表現されるが、クラック幅などmm単位の変状の区別がつかず、費用対効果より不適と考える。	△
LOD400	変状の状況が正確に表現されるが、クラック幅などmm単位の変状の区別がつかず、費用対効果より不適と考える。	×

表-8 対象部位別の詳細度一覧表

対象部位	詳細度
本体構造モデル	LOD300
維持管理項目（本体構造の変状に係る）モデル	LOD100
維持管理項目（特定部位に係る維持管理）モデル	LOD300

5. 結論

本稿では、CIMによる河川施設の維持管理のために3次元モデルの詳細度の選定を行った。3次元モデルの詳細度を選定するに当たり、3次元モデルに直接表示が可能な維持管理項目を抽出した。抽出した維持管理項目を実際に3次元モデルに表示させることにより、3次元モデルに適する詳細度が確認できた。3次元モデルの詳細度の基準が、土木分野に見当たらないため、LOD Specificationを参考に定義付けを行った。この結果、3次元モデルの対象となる部材や維持管理項目に応じた詳細度を選定した。

河川施設の3次元モデルによる維持管理の普及に向けた今後の課題として、現在行われている河川管理手法に則った3次元モデルの利用方法の確立が挙げられる。河川管理は、状態変化の履歴を時系列に確認できるように調査・点検結果を集積してきた。これらの維持管理データを3次元モデルに紐付ける方法を確立することにより、過去のデータが引き継がれるとともにわかりやすく管理されるので、3次元モデルによる維持管理が普及すると考える。

謝辞：本研究は、一般財団法人日本建設情報総合センターの研究助成を受けて進めているものである。同センターの影山主任研究員には貴重なご意見を賜った。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 一般財団法人日本建設情報総合センター，H24年度報告 CIM 技術検討会，pp.3，2013.
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局治水課，樋門等構造物周辺堤防詳細点検要領，pp.21，2012.
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局治水課，堤防等河川施設及び河道の点検要領，pp.52，2012.
- 4) 大臣官房官庁営繕部，官庁営繕事業における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドライン pp.2，2014.
- 5) BIM Forum, Level of Development Specification, 2013.