

維持管理段階におけるCIMモデルの有効性の検証

寺口敏生・青山憲明・川野浩平・関谷浩孝

1. はじめに

国土交通省国土技術政策総合研究所では、建設生産プロセスの効率化を目的に、CIM（Construction Information Modeling/ Management）の導入と普及に向けた研究開発に取り組んでいる。CIMでは、構造物の形状を表現した3次元モデルに材料・部材の規格や点検結果等の属性情報を付与して作成するCIMモデルを建設生産プロセス全体で流通・活用させることを想定している。試行により、設計・施工段階におけるCIMの有効性は確認されているが、維持管理段階の有効性は検証が進んでいない。

社会資本情報基盤研究室では、維持管理段階でのCIM活用に向けた研究^{2,3)}を行っており、維持管理段階で必要となるCIMモデルの詳細度や付与する属性情報を整理した「CIMモデル作成仕様【検討案】⁴⁾」（以下「CIMモデル作成仕様」という。）を作成した。また、CIMモデルの利便性向上のため、GIS（Geographic Information System）を基盤として関連情報を連携する統合管理システムのプロトタイプ（以下「統合管理システム」という。）の開発に取り組んできた。

本報文は、現場での試行と事務所職員並びに点検業者へのヒアリングを通じ、維持管理段階での活用に適したCIMモデルの作成と要素分割及び統合管理システムによる属性情報の関連付けの有効性を検証した結果を報告するものである。

2. 仕様に基づくCIMモデルの作成

CIMモデル作成仕様を基に、関東地方整備局北首都国道事務所管内の潮郷橋右岸取付橋のCIMモデルを作成した。当該橋梁を試行対象として選定した理由は、平成28年度の点検対象橋梁であり、100m以上の橋長を備え、過去の点検実績が残されており、道路橋下で直接点検業務が行えること等の条件を満たしたためである。

表-1 CIMモデルの作成に用いた資料（潮郷橋）

項目	備考
モデル作成にあたり準拠した仕様	CIMモデル作成仕様[検討案]<橋梁編> H28.4 国土交通省国土技術政策総合研究所
作成対象	潮郷橋A1橋台からP2橋脚区間
参考図面	S56 中川橋取付高架橋上部その1工事完成図

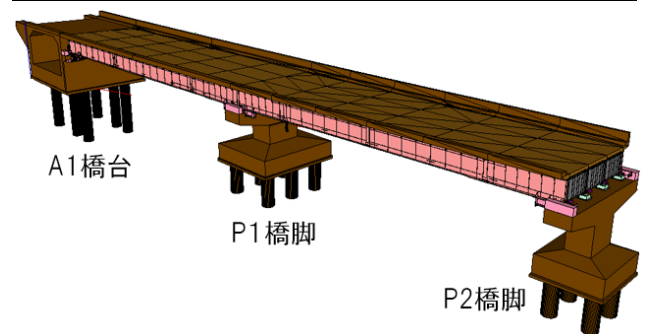


図-1 潮郷橋右岸取付橋のCIMモデル

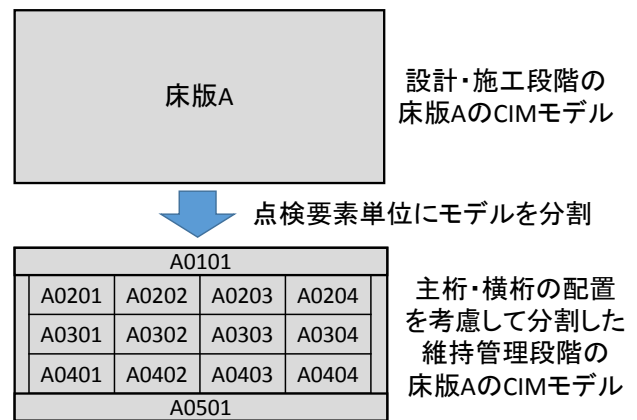


図-2 点検要素単位のモデル分割

CIMモデルの作成に用いた資料を表-1に、潮郷橋のCIMモデルを図-1に示す。3次元モデルの作り込み（詳細度）は、目的別詳細度設定の考え方に則り「CIM導入ガイドライン（案）⁵⁾」に準拠して決定した。橋梁全体は構造形式が分かる詳細度200、桁端部や支承部等の輻輳箇所は外形形状を正確に表現する詳細度300を基本とした。

3. 点検要素単位のCIMモデル分割

維持管理段階でCIMモデルを活用する場合、図-2に示すとおり、点検要素単位でモデルを分割すると、個別に点検結果を登録・管理・更新する

Verification of Effectiveness of CIM Model in Maintenance Phase

ことが可能となる。本研究では、直轄国道が対象の「橋梁定期点検要領⁶⁾」を基にCIMモデルを点検要素単位で分割した。

4. 統合管理システムによる関連付け

4.1 CIMモデルと外部参照ファイルとの連携

維持管理の現場では、過去に蓄積された膨大な点検記録や点検写真がデータベースに格納されている。これらの外部データベースの情報をCIMモデルから参照する方法として、本研究では、CIMモデル作成仕様⁴⁾で検討された「CIMモデルと外部参照ファイルを連携する中間リストを用いる関連付け手法」を適用する。

3次元モデルに付与する属性情報には、全国道路橋データベースから出力した過去の点検記録情報に加え、北首都国道事務所より貸与を受けた設計業務成果、工事完成図書、補修記録や写真等の付帯情報を用いた。

4.2 統合管理システムの概要と動作環境

施設管理者や点検業者が構造物のCIMモデルや関連情報を一元的に扱うプラットフォームとして、統合管理システムを構築した。概要を図-3に、動作環境を表-2に示す。図-3に示すとおり、統合管理システムでは、位置情報を基にGISとCIMモデルを関連付けた。個別の構造物の形状や属性情報は、3次元ビューワやモデルに紐付けた中間ファイルを通じて閲覧する仕組みとした。表-2に示すとおり、統合管理システムの動作環境は、タブレット型の可搬端末による点検業務を想定して決定した。統合管理システムをWebGIS上に構築することで、施設管理者や点検業者等の異なる組織の関係者間でも、必要なタイミングでCIMモデルを参照・更新することが可能となる。

5. 検証内容と結果

5.1 検証項目

作成したCIMモデルと統合管理システムを用い、事務所職員と点検業者による試行を行った。これを通じ、以下の3項目の検証を実施した。

(1) 仕様に基づき作成したCIMモデルの有効性の検証

本項目では、ふたつの試行を通じて、仕様に基づき作成したCIMモデルの有効性を検証する。ひとつ目の試行(図-4)では、2次元図面では確



図-3 統合管理システムの概要

表-2 統合管理システムの動作環境

対象	項目	ソフト名	開発元	バージョン
サーバ	OS	Linux CentOS	OSS	7
	Webアプリケーション	Apache	OSS	2.4
	プログラミング言語	PHP	OSS	5.3
	ライブラリ	Cesium	OSS	1.25
PC	OS	Windows	Microsoft	10
	ソフトウェア	Microsoft Excel	Microsoft	2013
		Navisworks Freedom	Autodesk	2017
		SketchUp	Trimble	17.1.174
タブレット	OS	Windows	Microsoft	10
	ソフトウェア	Microsoft Excel	Microsoft	2013
		Navisworks Freedom	Autodesk	2017
		SketchUp	Trimble	17.1.174
		Chrome	Google	56

認が難しい桁端部や支承部等の輻輳箇所における空間的な作業スペースの把握を3次元モデルで支援できるか確認する。ふたつ目の試行(図-5)では、タブレット端末などを用いて、点検現場にて損傷位置を3次元モデルに記録することで、損傷図作成作業の手間を軽減可能かどうか確認する。

(2) 点検要素単位に分割したCIMモデルの有効性の検証

本検証項目では、図-6に示すとおり、点検要素単位で登録された情報に基づき3次元モデルを色付けすることで、過去の点検結果を基に、変状や損傷が激しい箇所を俯瞰的に把握し、点検計画を

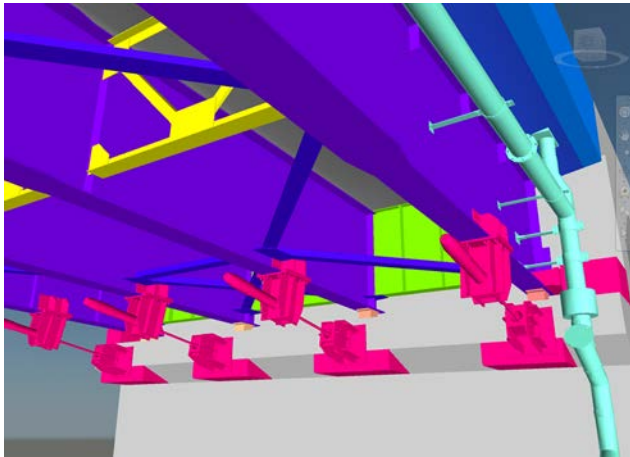


図-4 3次元モデルによる点検箇所 の事前確認

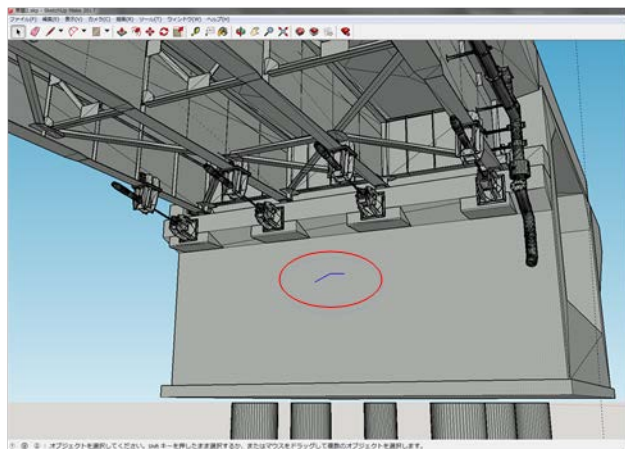


図-5 3次元的な損傷位置の記録

策定する支援が可能かどうか確認する。以上の試行を通じて、点検要素単位に分割したCIMモデルの有効性を検証する。

(3) 総合管理システムの有効性の検証

本検証項目では、図-7に示すとおり、統合管理システム経由でモデルから必要な資料を即座に参照可能とすることで、資料の検索性を改善可能かどうか確認する。以上の試行を通じて、総合管理システムの有効性を検証する。

現場試行に際しては、事前に事務所職員及び点検業者に対する説明会を実施し、試行内容と検証項目の理解徹底と意識の醸成を図った。そして、1週間程度、統合管理システムを使用して点検業務を行った。試行後にヒアリングを実施し、維持管理段階におけるCIMモデルと統合管理システムの有効性の検証と課題の整理を行った。

5.2 検証結果

ヒアリングより得られた各検証項目に関する分析結果を以下に示す。

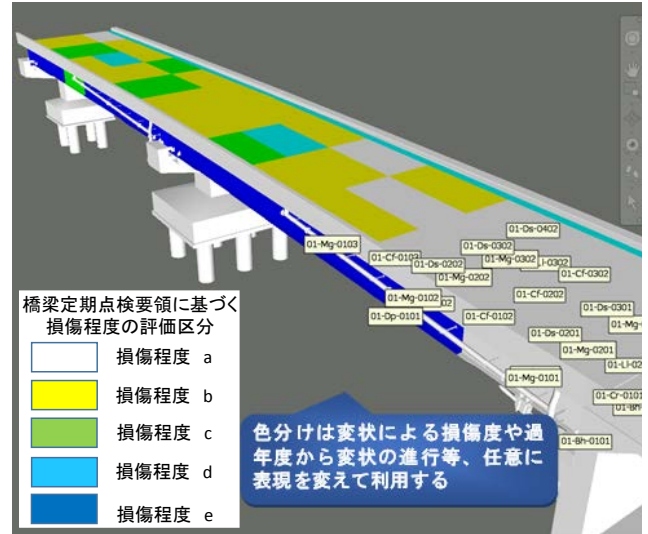


図-6 変状箇所や損傷箇所の俯瞰的な表現



図-7 3次元モデルを用いた資料の検索

(1) 仕様に基づき作成したCIMモデルの有効性の検証結果

ひとつ目の試行を通じ、輻輳箇所を3次元モデルで表現することで、占用物の情報を参照しやすく、現場に近づく経路や点検方法の検討に有効であることを確認した。一方、ふたつ目の試行では、記録精度の問題から最終的に製図が必要となるため、現場での点検記録は損傷図作成の手間の軽減に至らなかった。しかし、3次元的に損傷箇所を確認できるため、位置関係の把握が容易となり、対策を検討する会議での活用が有効であることを確認した。

(2) 点検要素単位に分割したCIMモデルの有効性の検証結果

点検計画を立案する際、過去の点検調書の内容を正確に把握するには慣れが必要である。本システムを通じ、点検要素単位でCIMモデルを彩色することで、点検結果の概略をひとめで確認できるため、過去の点検記録を参照する場合に有効であることを確認した。

(3) 総合管理システムの有効性の検証結果

関連付けた過去の点検記録から、構造体ごとの図面や写真等をすぐに参照できるため、紙資料に比べ検索性が高く有効性が高いことを確認した。

以上の結果から、維持管理の現場において、CIMモデルと統合管理システムは一定の効果を発揮することが確認できた。

一方で、現場に導入する際には、以下の導入障壁を解決する必要があるとの指摘があった。

● 既存構造物のモデル化

既存の構造物を対象に本技術を導入するためには、維持管理用のCIMモデルを作成する必要がある。しかし、設計図面や計測データは点検要素単位で分割されておらず、その属性情報を適切に登録するには、膨大な手間が発生する。

● 点検結果の記録作業の効率化

点検業者が損傷記録を作成する際、現場でのスケッチをCAD図面にするという手順を踏む場合が多い。タブレット端末経由で総合管理システムを利用しても、スケッチをCAD図面にする作業の手間は解決されないため、点検業務の効率化への寄与が十分ではないと想定される。

以上2点の課題に対応するため、当研究室では、属性情報の登録を支援する仕組みやツールの要件及び点検業務にて写真やレーザスキャナで得られた点群データから計測記録を自動生成する技術等を検討しているところである。

6. まとめ

本報文では、現場での試行と事務所職員並びに点検業者へのヒアリングを通じ、維持管理段階での活用に適したCIMモデルの作成と要素分割及び統合管理システムによる属性情報の関連付けの

有効性を検証した。検証結果から、点検情報を可視化することにより、過去の点検記録の把握を支援する仕組みとしてCIMモデルの有効性が実証された。また、統合管理システムにより情報が一元管理されることで検索性が高まり、WebGIS経由でシステムを提供することで、現場での作業効率化に繋がることを確認できた。

今後の展開として、情報の自動登録を支援する仕組みやレーザスキャナ等を用いた計測データとの関連付けに関する技術の開発と試行を通じ、維持管理段階におけるCIMモデルと統合管理システムの有効性向上に努める予定である。

参考文献

- 1) 岩崎福久：国土交通省におけるCIMのこれまでと今後の取り組み、JACIC情報、JACIC、Vol.114、pp.21～25、2016.8.
- 2) 山岡大亮、青山憲明、谷口寿俊、藤田玲、重高浩一：維持管理での利用を想定した橋梁の3次元データモデル標準の策定、土木学会論文集F3（土木情報学）、土木学会、Vol.71、No.2、pp.I_204～I_211、2016.3.
- 3) 山岡大亮、青山憲明、川野浩平、重高浩一、関谷浩孝：維持管理での活用を目的とした橋梁のCIMモデル作成コストの検証、土木学会論文集F3（土木情報学）、土木学会、Vol.72、No.2、pp.I_21～I_28、2017.3.
- 4) 国土技術政策総合研究所：CIMモデル作成仕様【検討案】、2016.4. < <http://www.nlim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/cim.html> >（2017年5月入手）
- 5) 国土交通省、CIM導入推進委員会：CIM導入ガイドライン（案）、2017.3.< <https://www.mlit.go.jp/tec/it/pdf/guide01.pdf> >（2017年5月入手）
- 6) 国土交通省道路局国道・防災課：橋梁定期点検要領、2016.6. < http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/pdf/yobo3_1_6.pdf >（2017年5月入手）

寺口敏生



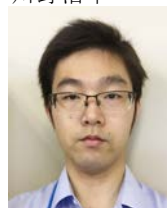
国土交通省国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター社会資本情報基盤研究室研究官、博士（情報学）
Dr.Toshio TERAGUCHI

青山憲明



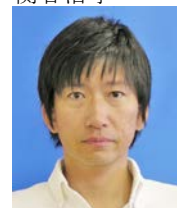
国土交通省国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター社会資本情報基盤研究室主任研究官
Noriaki AOYAMA

川野浩平



国土交通省国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター社会資本情報基盤研究室研究官、博士（情報学）
Dr.Kouhei KAWANO

関谷浩孝



国土交通省国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター社会資本情報基盤研究室長、博士（工学）
Dr.Hirotaka SEKIYA

