

### (3) 維持管理段階に適した CIM モデルの情報連携プラットフォームの開発

川野 浩平<sup>1</sup>・青山 憲明<sup>1</sup>・寺口 敏生<sup>2</sup>・関谷 浩孝<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 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 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

E-mail: nil-jyohou@mlit.go.jp

<sup>2</sup>非会員 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 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

E-mail: nil-jyohou@mlit.go.jp

国土交通省では、建設生産プロセス全体を効率化するため、CIM の導入と普及に取り組んでいる。CIM は、建設生産プロセス全体で 3 次元モデルを連携させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産システムの効率化を図ることを目的としている。CIM の導入効果は、現場試行により、設計・施工段階においてその有効性が確認されているが、維持管理段階の有効性は検証が進んでいない。そこで、本研究では、まず過年度の検討成果である維持管理に適した CIM モデルの作成仕様に基づき、維持管理段階での活用を目的とした CIM モデルの情報連携プラットフォームのプロトタイプを開発した。そして、CIM モデルを点検現場で活用する方策を検討し、プロトタイプを用いた現場試行を通じて、維持管理における情報連携プラットフォームの有効性を評価した。

**Key Words:** CIM, 3D-model, construction production process, maintenance

## 1. 研究の背景

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した CIM モデル<sup>1)</sup>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。CIM の導入効果は、現場試行により、設計・施工段階における有効性が確認されている<sup>2)</sup>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 (以下、「本研究室」という。)では、維持管理段階での CIM 活用に向けた研究<sup>3)</sup>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】<sup>4)</sup>」(以下、「CIM モデル作成仕様」という。)を作成した。

CIM モデル作成仕様では、維持管理段階における CIM モデルの利便性向上のため、関連情報を連携するプラットフォームの導入を提案している。CIM の効果

を十分に発揮するためには、属性情報の円滑な蓄積と流通及び再利用を可能とする環境の整備が必要不可欠である。調査・設計・施工の各段階では、発注者と受注者間での情報連携を支援する仕組みが成立しつつあるが、維持管理段階への導入はあまり取り組まれていない。

本研究では、CIM モデル作成仕様での検討成果に基づき、維持管理段階での活用を目的とした CIM モデルの情報連携プラットフォームのプロトタイプを開発し、実際の点検業務での適用を通じて、その有効性を検証する。

## 2. 既存研究

CIM の最新の導入事例は、インフラ再生委員会技術部会が年度毎に公開する施工 CIM 事例集<sup>5)</sup>にて数多く紹介されており、CIM を用いた施工管理の導入が加速している状況が確認できる。また、土木学会においても CIM の導入に関する研究成果<sup>6)</sup>が発表されていることから、技術開発が活発化していると言える。しかし、施工段階で作成したデータを維持管理段階で活用している事

例は掲載されていない。

維持管理に CIM を適用する手法に関する既存研究として、石田らは、Web ブラウザで 3 次元モデルを表示させるための標準仕様である WebGL を用いた CIM モデルの確認手法<sup>9)</sup>を提案している。WebGL を用いることで、専用のソフトウェアを用意することなく、一般的な Web ブラウザで CIM モデルを確認できる。また、専用のパソコンや高速な通信回線を必要とせず、タブレット端末などを用いて現場で手軽に CIM モデルと現況を比較することができ、点検業務の効率化に資すると考えられる。しかし、石田らの研究では、膨大な維持管理情報の管理方法や連携方法は検討されていない。

そこで本研究では、維持管理に適した CIM モデルの在り方と情報連携プラットフォームの要件を検討してきた。既存研究では、CIM モデルと属性情報の連携方法を 3 種類検討<sup>3)</sup>し、モデルへの情報登録に必要なコストの観点から、その有効性を評価した。また、点検結果を適切に管理するため、橋梁定期点検要領<sup>9)</sup>で定められた「損傷状況を把握する際に用いる部位、部材の最小評価単位（以下、「点検要素」という。）」に基づいて CIM モデルを分割する手法<sup>4)</sup>を提案している。しかし、これらの研究成果を実際の点検業務にて活用する取り組みは行われていなかった。

### 3. 本研究の概要

本研究では、GIS を基盤とする情報連携プラットフォームを通じて、CIM モデルを点検現場で活用する方策を検討し、開発したプロトタイプを用いた現場での試行を通じて有効性を評価する。本研究で開発した情報連携プラットフォームの概要を図-1 に示す。図-1 に示すとおり、本研究では、情報連携プラットフォームは、WebGIS を経由して施設管理者や点検業者に CIM モデルを提供するシステムを構想した。

情報連携プラットフォームでは、CIM モデルは緯度経度に紐づけられて WebGIS 上で管理されている。また、過去から蓄積された膨大な点検記録や点検写真が格納された維持管理データベースを属性情報として CIM モデルに関連付ける。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、過年度に検討した 3 種類の CIM モデルと属性情報の連携方法<sup>3)</sup>から、CIM モデル作成仕様にて検討されている「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」の適用を検討した。これは、中間リストを用いる関連付け手法が、CIM モデルから維持管理データベースの属性情報に直接アクセス出来る関連付け手法であり、情報の検索性が高いためである。しかし、専用のソフト



図-1 情報連携プラットフォームの概要



図-2 CIMモデルの関連付け支援ツール

ウェアを使用しない場合、CIM モデルと既存の維持管理データベースとを連携するには、膨大な手作業が発生することが問題となっていた。そこで、本研究では、CIM モデルと外部参照データの関連付けを支援するためのツールを作成した。CIM モデルの関連付け支援ツールを図-2 に示す。図-2 に示すとおり、本ツールは

一般的な表管理ツールのマクロとして開発したため、専用のソフトウェアを必要とせず、CIM モデルと外部参照ファイルとを連携可能である。本ツールでは、点検要素ごとに分割された CIM モデルの各点検要素と外部参照ファイルとを関連付けることにより、CIM モデルと外部参照ファイルとの関連を保持する方策を採用した。これにより、CIM モデルと本ツールの両方から、外部参照ファイルと呼び出すことが可能となる。

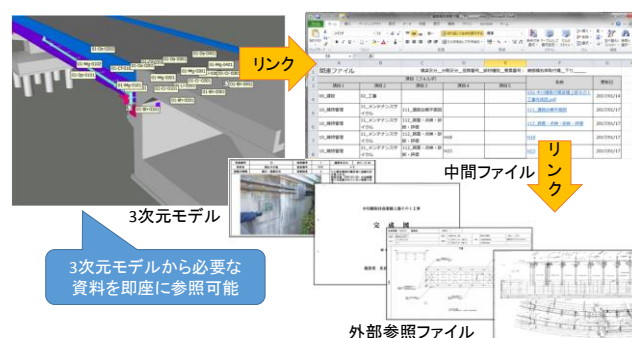


図-3 3次元モデルを用いた資料の検索

## 4. 実証実験

### (1) 実験の概要と目的

作成した CIM モデルの情報連携プラットフォームを用い、実際の点検業務での実験を通じて、有効性を検証した。本稿では、以下の3項目に関する検証結果を示す。

#### a) 情報の検索性における有効性の検証

本検証項目では、図-3 に示すとおり、過去の点検記録や点検写真など、必要な資料を情報連携プラットフォーム経由でモデルから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を確認する。

#### b) 点検記録の確認における有効性の検証

本検証項目では、図-4 に示すとおり、点検要素ごとに登録された過去の点検結果に基づき3次元モデルを色付けすることで、変状や損傷が激しい箇所を俯瞰的に把握し、点検計画の策定を支援することが可能かどうかを確認する。

#### c) 点検記録作業時における有効性の検証

本検証項目では、検証にはタブレット端末を用いて、図-5 に示すとおり、点検現場で CIM モデル上で損傷位置を記録することで、情報連携プラットフォームを点検現場で活用する場合の有効性を確認する。

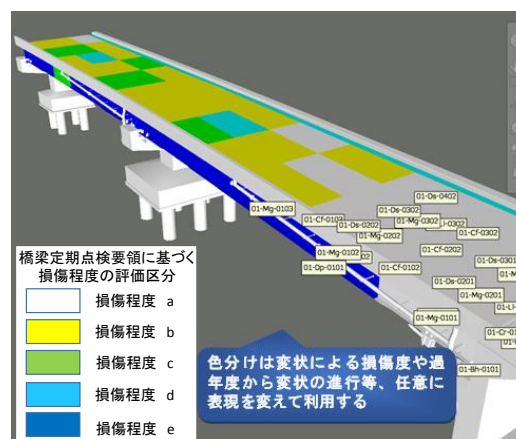


図-4 変状箇所や損傷箇所の俯瞰的な表現

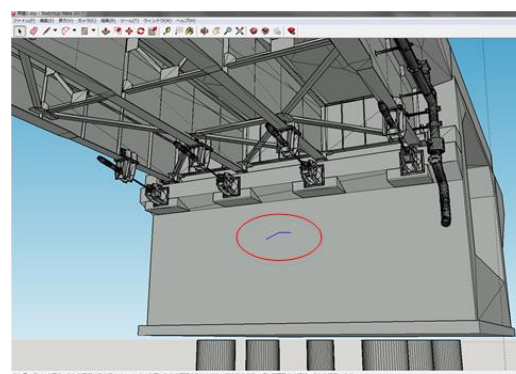


図-5 3次元的な損傷位置の記録

### (2) 実験条件

本研究で開発した情報連携プラットフォームの動作環境を表-1 に示す。表-1 に示すとおり、本研究で開発した情報連携プラットフォームは、3次元モデルの閲覧と損傷図の描画に専門的なソフトウェアを活用することを想定しているが、それ以外は一般的なソフトウェアにより構築されている。

検証では、河川堤防・護岸、樋門・樋管と橋梁の3現場において施設管理者と点検業務の作業員、計7名にタブレット端末を介して情報連携プラットフォームを利用してもらい、ヒアリングを通じて、上述の3つの検証項目に関する意見を抽出した。

### (3) 検証結果

ヒアリングにより得られた各検証項目に関する検証結

表-1 情報連携プラットフォームの動作環境

| 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 |
|       |             | Chrome             | Google    | 56       |
| 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       |

果を以下に示す。

#### a) 情報の検索性における有効性の検証

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。また、過去の点検記録を CIM モデルと関連付ける際に、CIM モデルの関連付け支援ツールを用いることで、手間を軽減できることを確認した。以上より、情報連携プラットフォームは、情報の検索性において有効であることが分かった。

#### b) 点検記録の確認における有効性の検証

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。情報連携プラットフォームでは、点検要素ごとに分割した CIM モデルに対し、過去の点検記録に基づき算出した損傷度で彩色することで、点検結果の概略をひとめで把握可能である。以上より、情報連携プラットフォームは、過去の点検記録の内容把握の支援に有効であることが分かった。

#### c) 点検記録作業時における有効性の検証

タブレット端末を用いることで、点検現場で3次元的に損傷箇所を確認・記録できるため、後の点検時に位置関係の把握が容易となる。また、撮影した点検写真を並べて表示することで、損傷の経時的な変化の把握を支援できることを確認した。以上より、情報連携プラットフォームは、点検現場における点検記録作業時に有効であることが分かった。

### (4) 考察と今後の展開

検証結果から、維持管理の現場において、CIM モデルと情報連携プラットフォー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ごとに分割されておらず、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情報連携プラットフォームを利用しても、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。

## 5. まとめ

本研究では、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情報連携プラットフォー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、過去の点検記録の把握を支援する仕組みとして、CIM モデルを用いた点検情報の可視化の有効性が実証された。また、情報連携プラットフォー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が確認できた。

今後の展開として、情報の自動登録を支援する仕組み等の点検記録作業の省力化技術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 モデルと情報連携プラットフォームの有効性向上に努める予定である。

## 参考文献

- 1) 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.
- 2) 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.
- 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.
- 4) 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.
- 5) 国土技術政策総合研究所: CIM モデル作成仕様【検討案】, 国土交通省, 2016, <<http://www.nlim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/cim.html>> (2017 年 5 月入手)。
- 6) インフラ再生委員会技術部会: 2017 施工 CIM 事例集 ~ 施工 CIM の解説 ~, 日本建設業連合会, 2017, <<http://www.nikkenren.com/publication/detail.html?ci=260>> (2017 年 6 月入手)。
- 7) 宮武一郎, 田村利晶, 盛伸行, 岡井春樹, 高岸智紘: 築堤事業の施工における CIM の運用についての一考察, 土木学会論文誌 F3 (土木情報学), 土木学会, Vol.71, No.2, pp.II\_12-II\_27, 2015.
- 8) 石田仁, 矢吹信喜: WebGL の土木構造物の維持管理への適用, 土木学会論文誌 F3 (土木情報学), 土木学会, Vol.71, No.2, pp.II\_58-II\_65, 2015.
- 9) 国土交通省道路局国道・防災課: 橋梁定期点検要領, 2016, [http://www.mlit.go.jp/road/ir/r-council/pdf/yobo3\\_1\\_6.pdf](http://www.mlit.go.jp/road/ir/r-council/pdf/yobo3_1_6.pdf)> (2017 年 6 月入手)。