

(6) 維持管理での活用を目的とした 橋梁の CIM モデル作成方法の検証

山岡 大亮¹・青山 憲明²・川野 浩平²・重高 浩一³・関谷 浩孝²

¹ 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 茨城県つくば市大字旭 1)

E-mail:jyouhou@nilim.go.jp

² 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 茨城県つくば市大字旭 1)

E-mail:jyouhou@nilim.go.jp

³ 正会員 元国土交通省 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
現 内閣府 (〒100-8914 東京都千代田区永田町 1-6-1)

国土交通省では、平成 24 年度から CIM モデル事業を実施しており、社会資本の老朽化に伴い今後増加が見込まれる維持管理においても、CIM の利用が期待されている。著者らは、平成 28 年度に予定している「先導的事業に対する CIM 導入ガイドライン」の策定を目的として、維持管理での活用を考慮した CIM モデルの要件をまとめ、CIM モデル作成仕様として公開した。本研究では、この CIM モデル作成仕様に基づいた 3 次元モデルを整備するにあたり、維持管理段階で発生する作業を整理し、そのコストを検証した。結果、設計段階で作成された CIM モデルを基に、維持管理段階で CIM モデル作成仕様に沿ったモデルを整備することは十分に可能であることが確認された。

Key Words: CIM, bridge, maintenance, 3D-model, attribute

1. はじめに

国土交通省では、平成 24 年度から CIM モデル事業を実施しており、インフラの設計業務や工事の現場において 3 次元モデルを用いた可視化による品質の向上や、関係者間での共通認識の強化、安全管理の向上等の効果を確認してきた。さらに、設計や施工だけではなく、今後、社会資本の老朽化に伴い業務量が増加する維持管理についても、CIM 活用の検討を開始している。

著者らは、昨年度までの研究で、維持管理段階で必要となる 3 次元モデルの作成方法並びに、3 次元モデルへ付与する属性情報について整理し、「CIM モデル作成仕様【検討案】橋梁編」(以下、CIM モデル作成仕様という)としてまとめ、公開した^{1), 2)}。

本研究では、CIM モデル作成仕様に基づいた 3 次元モデル(以下、CIM モデルという)を作成し、CIM モデル作成仕様の妥当性を検証した。

2. 研究の目的, 方法

CIM の取り組みにおいて、CIM モデルは設計段階で作成され、維持管理へと引き継がれることが想定されており、CIM モデル作成仕様においてもこの考え方を踏襲している。しかしながら、設計段階で作成された CIM モデルが必ずしも維持管理でそのまま使用できるわけではない。維持管理段階での活用を考慮した場合、橋梁定期点検要領³⁾に基づき、点検要素単位でモデルが分割されていることが望ましい。しかし、設計・施工段階で作成される CIM モデルは可視化利用を想定した要素分割のないモデルであったり、施工手順のシミュレーションを目的とした製作に必要な単位で分割したモデルが主である。よって、多くの場合、維持管理段階で CIM モデルを加工する必要が生じると考えられる。

そこで、本研究では実際に設計段階で作成された CIM モデルを使用して、維持管理段階へ引き継がれた後に CIM モデル作成仕様に基づくモデルへと変更するための作業について検証を実施した。検証した項目は大

きく分けて、下記3点である。

(1) 点検要素単位への部材分割方法の検証

設計段階で作成された CIM モデルを基に、点検要素単位への分割を行い、分割方法及び分割にかかる作業時間を検証した。

(2) 維持管理データベースとの連携方法の検証

維持管理で発生する損傷種類や損傷程度などの情報は各種維持管理用のデータベースに格納されている。損傷種類や損傷程度を CIM モデル上に表現するためには、CIM モデルの各部材に点検情報を連携させることが望ましい。そこで、モデルケースとして国土交通省が開発した全国道路橋データベース（以下、道路橋 DB という）から点検結果のデータを取得し、CIM モデルの属性情報として受け渡す方法を検証した。

(3) 外部参照ファイルとのリンク方法の検証

CIM モデル作成仕様では、設計、施工、維持管理における納品物（設計書等）については、情報共有サーバで管理し、CIM モデルからハイパーリンク等により外部参照することを想定している。また、情報共有サーバに管理されている情報の分類方法及びリンクの作成方法についても言及しており、エクセル等の一般的なツールを活用し実現できることを念頭に3つの方法を提案している。それぞれの方法について、実際の CIM モデルを使用して検証を行った。

3. 研究結果

検証で使用したモデルは、産学官 CIM の対象橋梁で「大落古利根川側道橋」の設計業務にて作成されたものであり、補剛材や吊り金具、ボルト添接部等までモデル化されている詳細なものである。このモデルが維持管理段階へ受け渡されたと仮定し、点検要領で示される点検要素単位への分割および、外部参照ファイルとの紐付けを実施した。

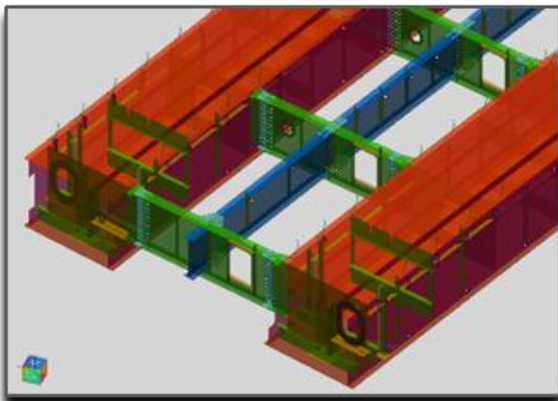
(1) 点検要素単位への部材分割検証結果

表-1 に、点検要素単位への分割作業の流れおよび、所要時間を示す。要素分割にかかる時間は、対象の CIM モデルの作り込みレベルに依存する部分が多い。今回は詳細に作りこまれたモデルを使用しており、CIM モデルを構成する要素の数が多いことから、そのまま点検要素単位への分割を行うことは非常に効率が悪い。そこで、分割を行う前に点検要素としては不要となる部材（吊金具、補強リブ等）を削除した後、分割を実施した。所要時間の内訳を見ると、部材削除にかかる時間が大部分を占めている。事業によっては、設計段階で住民説明等での使用を目的とした、より簡易な3次元モデルが作成される場合がある。そのような3次元モデルはもともと部材が少なく、部材整理の時間を短縮或いは手順そのものを省略することができる。この場合、所要時間は3時間程度となり、一層効率的に CIM モデルを作成することが可能なため、簡易な3次元モデルが維持管理へ受け渡される場合には、積極的に活用を図るべきである。

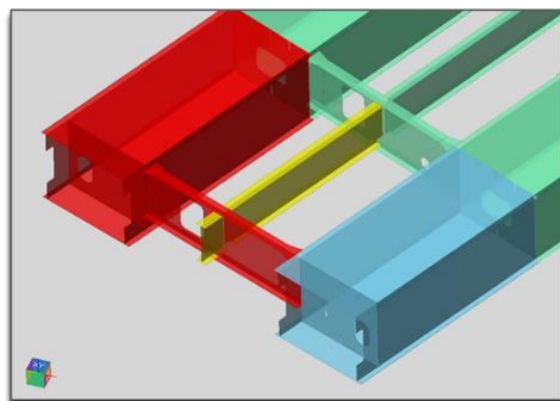
表-1 3次元モデルの要素分割手順と作業時間

作業手順	作業内容	所要時間
① 部材整理	縦横リブ、吊金具、中間ダイアフラム、添接板など不要な部材の削除	12.0時間
②点検要素分割	点検要素単位（横桁～横桁）に主桁を分割	2.0時間
③グルーピング	部材単位を点検単位にレイヤ整理、レイヤ色変更	1.0時間
合計		15.0時間

・設計段階で作成された3次元モデル



・点検要素単位への分割作業後の3次元モデル



(2) 全国道路橋データベースとの連携検証結果

道路橋 DB の既存のデータ出力機能を用いて、データを取り出し、関連する損傷の種類や損傷程度等のデータを CIM モデルの属性として受け渡す方法を検討した。

a) ファイル形式およびデータ項目

道路橋 DB では CSV 形式によるファイル出力が可能であった。また出力されたファイルに含まれるデータ項目は、全部で 217 項目あり、項目の並び順は固定されていることが判明した。

b) 連携手法

道路橋 DB には要素別の損傷情報が記録されているが、これらの情報を CIM モデルと連携させるためには、損傷情報と合わせて位置を特定する情報が必要となる。そこで、道路橋 DB から得られる情報の中から、位置を示す項目、時間の情報（各部材の経年変化）、損傷状況に関する項目を抽出し、整理した。（表-2）

結果、損傷情報の位置を特定するためには橋梁番号、径間番号、部材種別、要素番号を用いれば良いことが分かる。そこでこれらの情報を組み合わせた値を固有 ID として定義し、CIM モデル側にも同様の ID を持たせることで情報の連携を行った。図-1 に作業の流れおよび損傷状況を色分けし表示した結果を示す。適切な項目を指定することで、道路橋 DB に格納されている損傷状況を CIM モデルに取り込み表示することができる。今後、ツール等の開発により機械的に CIM モデルとの連携することも可能であると考えられる。

(3) 外部参照ファイルのリンク方法検証結果

CIM 作成仕様で示されている CASE1~CASE3 の各手

表-2 道路橋 DB から CSV ファイルにて出力される項目

分類	項目番号※	出力項目
部材の位置を示す項目	1	橋梁管理番号
	166	径間番号
	170	部材種別
	173	要素番号
点検日を示す項目	155	点検日
損傷状況を示す項目	179~181, 190, 191	要素単位の損傷状況

※項目番号は CSV ファイル内の項目の並び順を示している

法について、データ準備および外部参照ファイルの検索性の観点で評価を実施した。（表-3）

情報共有サーバへのデータ格納方法としては、CASE1 では納品物を構造体別に格納し直す手間が非常に大きく、CASE 2, CASE 3 では、事業段階別のフォルダに直接、電子納品のフォルダ構成を格納できるので手間が小さい。一方で、3次元モデル自体は構造体別に構成されていることから、CASE 2, CASE 3 では構造体と情報共有サーバ内のファイルを結ぶ中間リストを作成する必要が生じ、CASE 2 のように設計~維持管理まで全てのデータを対象とすると作業ボリュームは大きい。

外部参照ファイルの検索性としては、CASE 1 では、CIM モデルから直接アクセスできるのは各構造体に対応したフォルダまでであり、そこから設計や施工の情報（ファイル）を探すためにフォルダを辿る必要が生じる。CASE 2, CASE 3 では中間リストにファイルの格納先が示されており、中間リストを経由することで直接ファイルへアクセスすることが可能である。

これらの結果を踏まえ、データ準備にかかる手間と、

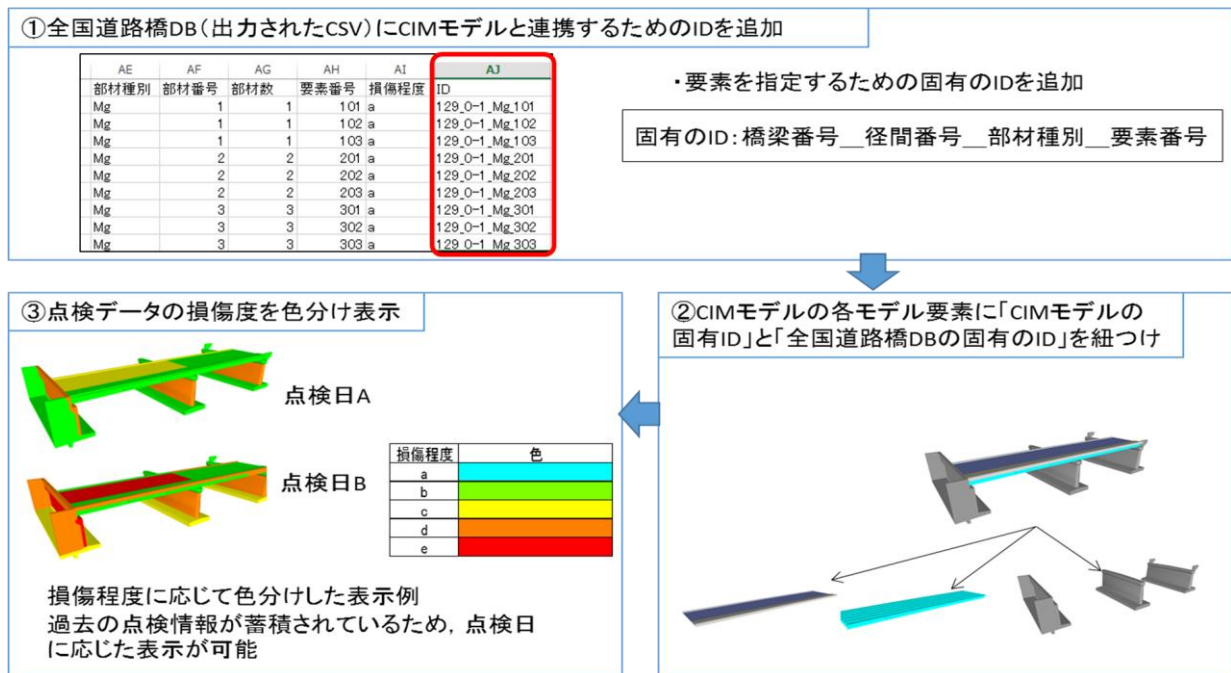


図-1 道路橋 DB から出力された情報と CIM モデルとの連携作業手順および表示結果

表-3 外部参照ファイルとのリンク方法

	CASE 1	CASE 2	CASE 3
概要	<p>■共有サーバ内のフォルダ構成 構造体別にフォルダを作成し、関連する情報を格納する。 例. 上部工、支承、橋台など</p> <p>■格納する情報 設計、施工、維持管理段階のそれぞれの情報</p> <p>■紐付け方法 CIMモデルから各フォルダへ直接リンクを張る。</p>	<p>■共有サーバ内のフォルダ構成 事業段階別にフォルダを作成し、関連する情報を格納する。 例. 設計段階、施工段階など</p> <p>■格納する情報 設計、施工、維持管理段階のそれぞれの情報</p> <p>■紐付け方法 情報共有サーバ内の格納場所を示す中間リスト(※)を作成し、CIMモデルからリストへリンクを張る。</p>	<p>■共有サーバ内のフォルダ構成 CASE2と同じ</p> <p>■格納する情報 設計、施工、維持管理段階のそれぞれの情報</p> <p>■紐付け方法 CASE2と同じだが、作成する中間リスト(※)は維持管理データのみを対象とする。</p>
概念図	<p>情報共有サーバ フォルダ ← CIMモデル</p>	<p>情報共有サーバ ファイル ← CIMモデル ↓ 中間リスト エクセルファイル</p>	<p>情報共有サーバ ファイル ← CIMモデル ↓ 中間リスト (維持管理データのみ) エクセルファイル</p>
データ準備 (情報共有サーバへの格納, リンク設定)	<p>○メリット 3次元モデルから直接リンクを張るため、中間リストの作成が不要。</p> <p>●デメリット 基本的に納品物は電子納品要領に基いて事業別に管理されており、そこから構造体別に各ファイルを格納し直す作業に大きな手間が生じる。</p>	<p>○メリット 事業別のフォルダ管理は電子納品要領の構成と変わらず、情報共有サーバへの格納の手間が少ない。</p> <p>●デメリット エクセルファイル等の中間リストを作成する手間がかかる。</p>	<p>○メリット ・事業別のフォルダ管理は電子納品要領の構成と変わらず、情報共有サーバへの格納の手間が少ない。 ・中間リスト作成対象を維持管理情報のみに絞っており、リスト作成の手間が少ない</p>
外部参照ファイルの検索性	<p>●デメリット 構造体フォルダまでは直接アクセスできるが、それより先の階層が深く検索の手間を要する。</p>	<p>○メリット ・設計～施工～維持管理段階の全データにリストから直接アクセスできる</p>	<p>○メリット ・維持管理段階のデータにリストから直接アクセスできる。</p> <p>●デメリット 設計・施工データへのアクセス性は低い。3Dモデル(リスト経由)からのアクセスは不可。</p>

※中間リスト：CIMモデル内の構造と、情報共有サーバ内の各ファイルの格納場所を結びつけるリスト。エクセル等での作成を想定している。

参照時の使い勝手のバランスを考慮し、維持管理段階としてはCASE3が適していると評価する。

今後は、維持管理の実業務でCIMモデルを活用し、その効果を実証することで、費用対効果を明確にしていきたいと考えている。

4. 結論

本研究では、CIMモデル作成仕様に基づき、実際に設計段階で作成された3次元モデルを用い、維持管理での活用に必要な要素分割および外部参照ファイルとの紐付けについて検証を行った。設計段階で作成されたCIMモデルが流通されることで、維持管理段階でCIMモデル作成仕様に沿った3次元モデルを整備することは十分に可能であることが分かった。

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), Vol.72-No.2, p.I_204-I_211, 2016.
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所: CIMモデル作成仕様【検討案】橋梁編, http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/specification_bridge_cim_H28.pdf, 2016.
- 3) 国土交通省道路局国道・防災課: 橋梁定期点検要領, <http://www.mlit.go.jp/common/001044574.pdf>, 2014.