

維持管理分野におけるC I M技術活用事例

船越 義臣

関東地方整備局 北首都国道事務所 管理課 (埼玉県草加市花栗 3-24-15)

建設業における生産性革命として“i-Construction”が注目されている中、関連して3次元モデルを活用した設計 (Construction Information Modeling : C I M) 等も着々と行われ始めている。

本稿は、①既設橋梁の耐震補強設計におけるC I M活用、②維持管理分野におけるC I M適用可能性、について報告するものである。

キーワード C I M, 3次元モデル, 3次元レーザー測量, データベース

1. はじめに

今後、我が国において生産年齢人口の減少が予想されている中、建設分野において、生産性向上は避けられない課題となっている。このため国土交通省では、建設業の生産性向上を目的としたI C T (Information and Communication Technology: 情報通信技術) の活用を過年度より実施してきているところである。平成24年からは、3次元モデル(たて、よこ、高さの情報を有する立体のC A Dデータ) データを建設生産システムの過程である調査設計から施工、維持管理にわたってデータを連携させることにより、効率化や高度化等を図ることを目的とした「C I M (Construction Information Modeling)」が、さらに平成28年度からは、「建設業の生産性革命」と銘打ち、I C Tの全面的な活用等の施策を建設現場に導入することにより、建設生産システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す「i-Construction」の各種取組が始まっている。

本稿は、既設橋梁の耐震補強設計における問題点を整理したうえで、既設橋梁の耐震補強設計(補強用部材搬入や施工計画等)にC I Mを活用した事例、維持管理分野におけるC I M適用可能性、について報告するものである。

2. C I Mとは

C I Mは、一般的には、公共事業の計画から調査・設計、施工、維持管理、更新に至る一連の過程において、I C Tを駆使して設計・施工・協議・維持管理等に係る各情報を一元化することで、業務改善による一層の効果・効率向上を図り、公共事業の安全、品質確保や環境性能の向上、トータルコストの縮減

を達成するもの、とされている。

表-1に、一般的に言われているC I Mのメリットを示す。

表-1 一般的なC I Mのメリット

・ プロジェクトの可視化・情報共有の容易化
・ 設計の最適化(整合性の確保)
・ 施工の高度化(情報化施工)、意思決定の迅速化
・ 維持管理の効率化・高度化
・ 構造物情報の一元化・統合化

3. 維持管理分野へのC I M活用

これまでC I Mは、「ないものを作る(新設)」場面では既に活用されているが、「あるもの(既設)を更新する(維持修繕)」場面での導入事例は少ない。

今回は事例の少ない建設業の維持管理分野において、既設橋梁の耐震補強の設計と施工計画立案にC I M(3次元モデル適用)を活用した。

4. C I M活用の対象橋梁

耐震補強設計を実施し、今回のC I M活用の対象とした橋梁は、表-2及び図-1~2に示すとおりの実質2橋である。

表-2 耐震補強設計を実施した橋梁

橋梁名	橋長(m)	構造諸元
幸魂大橋(上り)	1485	2径間連続鋼溶接非合成箱桁斜張橋
幸魂大橋(下り)	1486	2径間連続鋼溶接非合成箱桁斜張橋
番匠免二丁目歩道橋	107	3径間連続鋼桁橋



図-1 幸魂大橋



図-2 番匠免二丁目歩道橋

5. 耐震補強設計へのC I M活用

5.1. 耐震補強設計における問題点

耐震補強設計は、既設の桁や橋脚に対して行う設計であるため、対象橋梁の「(最新の) 現況」を把握し、それに即した設計が求められる。対象橋梁に関する古い現存資料を設計に適用したり、現地確認が不十分なまま設計を行ったりすると、実際の施工段階において現場合わせが生じたり、部材等の搬入や設置、撤去が困難となる等の事象が生じたりするおそれがある。

これには、2次元で設計を行うことに原因の一端があると考えられる。現況の構造物に新たに部材を据え付けると仮定した場合、現況の図面等をもとに、2次元上で設置や施工の可否を判断するのは容易ではなく、判断ミスにもつながる。これを解決するには3次元設計、すなわち、設計対象物と現況を3次元モデル化して設計することが望ましい。

3次元設計を進めるにあたり、これから設計するものは3次元で行えばよいので特に問題はないが、今ある「現況」のデータは大半が2次元であり、データが作成された時期によっては、最新の情報が反映されていないおそれがある。この「(最新の) 現況(2次元)の3次元モデル化」は、C I Mを維持管理分野で活用することにおいて、非常に重要なポイントとなる。

5.2. 「現況」への対応(2次元を3次元に)

現況の2次元データを3次元化するには、「図面

(2次元)をもとに、CAD上で高さや奥行きといった情報(1次元)を与えて3次元化する方法」と、「たて、よこ、高さの各情報を持った「点群データ」を生成して3次元化する方法」がある。ここで、この点群データは、光波測距計等の計測機器からレーザー波を測定対象物の表面に何万発も発射することにより得られるデータを解析することで生成される。今回は、既述の「図面を3次元化する方法」と、点群データを生成する「3次元レーザー測量」を活用することとした。後者の使用機器を図-3に示す。



図-3 3次元レーザー測量端末(トランシット型)

5.3. 本検討における維持管理分野へのC I M活用方針

一般的なC I Mは、他のフェーズ(段階)とのデータ連携が主な活用シーンであるが、今回はC I Mの導入事例の少ない維持管理分野への応用であることから、データ連携でなく「今ある現況を3次元モデル化したものを、設計で生成した3次元モデルと重ねる等して、取り合い等を確認する」というところに主眼を置いたC I M活用を検討した。

具体的には、耐震補強における「耐震補強用部材の設計及びその桁内搬入」や、「工事の施工計画」のそれぞれシミュレーションに活用した。今回は、幸魂大橋では「耐震補強用部材の設計及びその桁内搬入」を、番匠免二丁目歩道橋では「工事の施工計画」を、それぞれ検証した。

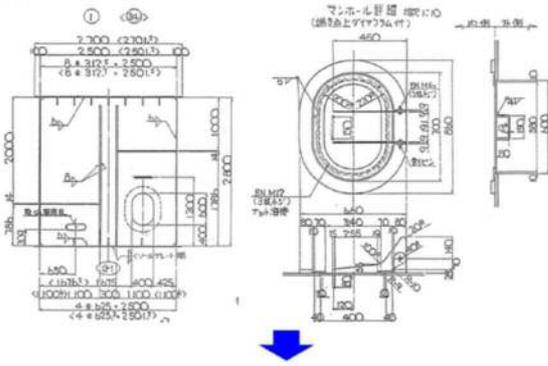
5.4. 各橋梁の耐震補強設計におけるC I M活用

5.4.1. 幸魂大橋(上り)(下り)【設計】

当該橋梁の耐震補強設計では、桁内に補強用部材を設置することになっているが、これについて、現況橋梁の上部工マンホールから補強用部材を搬入することが可能かを、3次元モデルにより確認した。

図-4は、現況の桁を、既存の完成図(紙ベース)をもとに3次元モデルに再現したものである。これと同時に、設計した補強用部材も図-5のとおり3次元モデル化している。これらはどちらも、本稿5.2.に示した「図面(2次元)をもとに、CAD上で高さや奥行きの情報(1次元)を与えて3次元化する方法」によるものを実際に行ったものである。

完成図(2次元)



完成図から生成した3次元モデル(3次元)

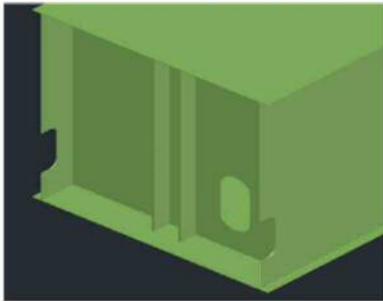
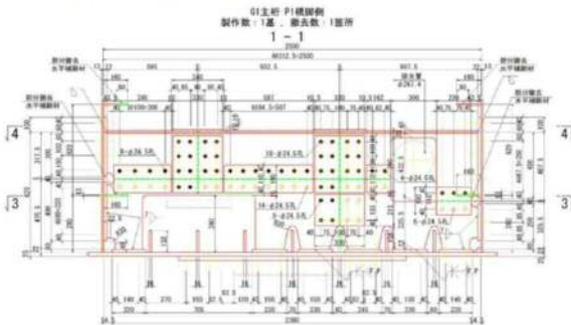


図-4 紙図面から生成した既存桁のモデル

CADデータ(2次元)



CADデータから生成した3次元モデル(3次元)

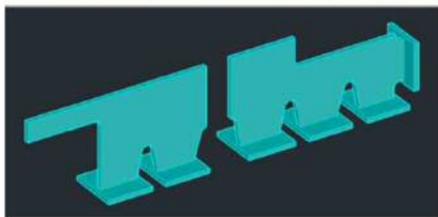


図-5 CADデータから生成した補強用部材のモデル

これら生成された3次元モデル同士を重ねることで、耐震補強用部材を箱桁内の既存の桁部材と干渉することなく搬入できるかを立体的(視覚的)に確認した。その様子を図-6に示す。ここでは、補強用部材の搬入に必要な仮設備を配置し、様々な角度から干渉の有無を確認しながら検証を行った。

これにより、設計した補強用部材が既存桁に干渉しない形状であることを確認したうえで設計した。

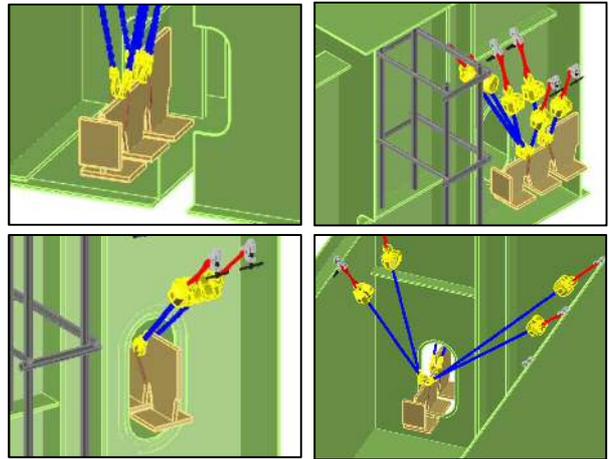


図-6 既存桁内に耐震補強用部材を搬入できるかを確認した時の様子

5.4.2. 番匠免二丁目歩道橋【施工計画】

当該歩道橋の耐震補強設計では、橋脚自体のRC巻立て及び橋脚に落橋防止用のPCケーブルを設置するものになっているが、この現場では限られた施工ヤードしか設けることができないことから、工事時の施工計画として、「①施工ヤードを設置しても歩道は問題なく確保されるか」、また「②桁下という上空制限下においてもクレーンによる施工が可能か、また施工ヤード内でクレーンが旋回及び作業することが可能か」を確認することとした。現況をトランシット型の機器で3次元レーザー測量し、生成された点群データに、3次元モデルで作成した、想定される施工状況を重ねた。図-7に歩道動線の確認状況を、図-8にクレーンによる足場設置時の桁との離れの確認状況を示す。

3次元レーザー測量データに3次元モデルを重ねた結果、①必要となる施工ヤードを現地に設置した時にも歩道動線は確保されること、また、②選定したクレーンは、この施工ヤード内及び桁下でも問題なく作業ができること、を視覚的に確認した。

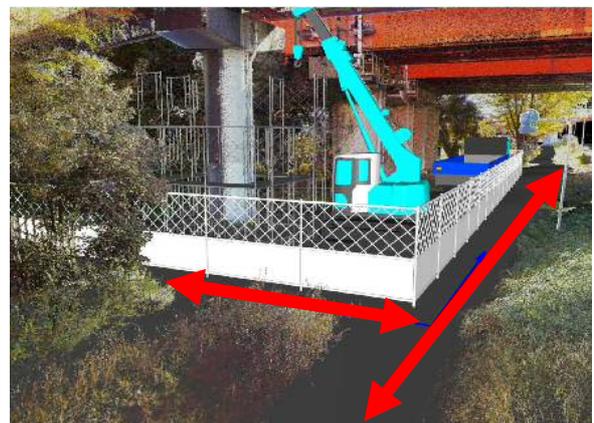


図-7 歩道動線の確認状況

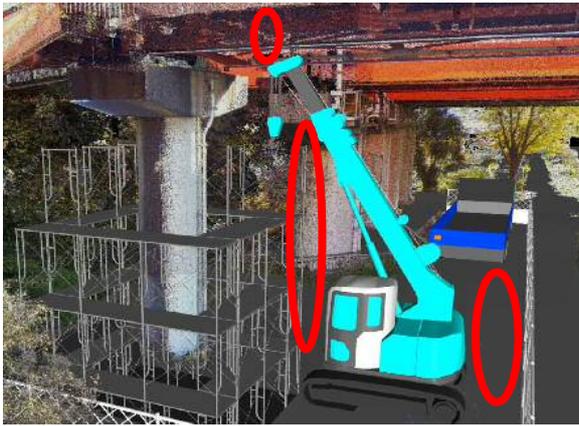


図-8 クレーン施工時の桁との離れの確認状況

5. 維持管理分野におけるC I M適用可能性

耐震補強設計及び施工計画立案以外の維持管理分野への導入シーンについても、考えてみた。

維持管理分野は、事業フェーズでも最下流に位置することから内容は多岐にわたり、データの受け渡しも同フェーズ内でしか行われない特徴がある。このような状況下で考えられる活用シーンとしては「情報管理」があげられる。

ここで橋梁の維持管理を例としてあげると、維持管理の過程では、完成図や点検結果等の資料が何千枚も発生するものであり、それら情報を保管管理している。これらの情報は、橋梁の上下部別・部材別に存在している。このような状況から、いざ何かの情報を確認しようとした時、その情報を探すことも煩雑を極める。

そこで、管理対象となっているものの3次元モデルを作成し、構成要素毎に関連する情報を与えて管理する、すなわち視覚的なデータベースとして活用すれば、情報を知りたい部材をクリックするだけで情報が取り出せるようになる。現存する、あるいはこれから発生する各種情報を、管理する対象物の3次元モデルにひも付けさせることで、維持管理段階における診断や補修設計等の効率化が期待できる。関連情報を包含したデータベースは、適切な維持管理を実施していくうえで重要なツールとなるが、3次元モデルをインターフェースとする視覚的なデータベースであれば、欲しい情報を簡単に取り出せるようになるため、維持管理分野での適用に有効であると考えられる。

6. 考察

6.1. 耐震補強設計におけるC I M活用 幸魂大橋【設計】

今回、耐震補強の設計段階においてC I M技術を活用するシミュレーションを行った。このとき、専門業者へのヒアリングをもとに、工事に必要なチェーンブロック等の仮設備を配置したことで、現実的な状況を3次元モデルで作り上げたうえで実施可能かどうかを確認できた。C I M活用により、実際の施工時にありがちな「(施工が困難なことによる現場合わせ等の)手戻り」を回避できる設計を行えることは、より実用的な設計を行えるということであり、非常に意義があると思慮される。

6.2. 耐震補強設計におけるC I M活用 番匠免二丁目歩道橋【施工計画】

今回、耐震補強の施工計画においてC I M技術を活用するシミュレーションを行った。「施工ヤードを設置しても歩行者動線は確保できるか」、また、「設計の時と同様に、専門業者へのヒアリングを行ったうえで、必要な足場等の仮設備を設置し、低空頭下である施工ヤード内での作業が問題なく行えるか」を検証したものである。

従来から行っていた図面による机上での検討に比べて、C I Mによる3次元モデルを用いた検討の方が視覚的に確認でき、手戻りのない、より有効性の高い施工計画を立案することができた。

6.3. 維持管理分野におけるC I M適用可能性

今回は、維持管理分野でのC I M活用として、耐震補強における設計及び施工計画立案を行ったが、前述のような特徴を有する維持管理分野においては、一般的なC I Mの特性の一つである「上流から下流への情報共有・伝達」が発揮されない。したがって、「維持管理段階でも発生し続ける情報を、いかにスマートに蓄積・管理していくか」、すなわち「使い勝手がよく、最新の情報が更新し続けられるデータベースの構築」が適用可能性の答えとなる。

7. おわりに

建設業C I Mの取組が始まって7年が経過し、設計や工程管理等にC I Mが活用され始めている。今後も、i-ConstructionとしてのC I M活用を、実業務において進めていきたい。

【出展】

「C I M技術検討会 平成27年度報告」、C I M技術検討会、2016.6

「3次元データ利活用方針」、国土交通省、2017.11