

長大橋維持管理業務の効率化・高度化を目的とした BIM/CIM 導入検討

本州四国連絡高速道路（株）正会員 杉山 剛史 ， 横井 芳輝 ， ○平松 直人
非会員 大倉 章弘

1. はじめに

本州四国連絡橋は、長大橋特有の部材数が多く、複雑な構造のために維持管理業務に多くの手間がかかっている。BIM/CIM を活用することで維持管理業務の効率化・高度化が期待できる。具体的には、変状の位置や原因、数量、形状など(以下、変状情報という)と3次元モデルを紐付けさせデジタルツインとすることで、点検等の業務の手間を軽減する(効率化)とともに、橋梁全体の健全性評価や将来の劣化予測、補修方法の策定支援などの活用(高度化)が考えられる。この目標を実現するために基礎検討として、CIM の製作方法、デジタルデータの入出力、可視化、CIM の動作性確認等の検討を行った。本稿では、その検討について報告する。

2. 長大橋維持管理へのCIM導入検討

長大橋の詳細な構造まで 3 次元モデル化すると、データ量が膨大になり、ソフト上での動作遅延や CIM 製作に要する費用が増大するなどの問題がある。そこで、橋長 100m 程度の規模の小さい橋梁で構造部材ごとに維持管理上必要となる最適な詳細度の選定等の CIM 製作方法の検討、変状情報等のデータの入出力方法の検討を行った。

CIM 製作方法の検討については①紙ベース(PDF 版含む)の 2 次元図面から人が読み取って製作する手法と②対象構造物周辺でドローン飛行により撮影して得られる画像データから製作する手法について、経済性等の比較を行った。表-1 にそれぞれの手法についての比較表、図-1, 2 に製作した 3 次元モデルを示す。

①2 次元図面からの製作はモデル化する部材の取捨選択ができ、構造部材ごとに詳細度を選択できる等のメリットがある。②ドローンにより撮影して得られる画像から製作した3次元モデルは実際の現場とおりにより3次元化できるメリットがあるものの①2次元図面からの製作に比べ、費用が10倍ほど高くなる。また、海峡部長大橋への適用を想定した場合、飛行条件に制約が多いこと、実際の維持管理では不要な部材までモデル化してしまいデータ量が大きくなることなど現状での活用を考慮すると①2次元図面からの製作が現実的であることがわかった。

次に変状情報等と 3 次元モデルを紐付けさせ、MR デバイスに投影することで、過去の点検履歴等へのアクセスや図面などの情報の MR デバイス上での可視化などの適用性を検証した。

表-1 3次元モデル製作方法ごとの比較

	① 2次元図面から製作 詳細度100～400	②ドローン撮影により製作 詳細度500
費用対比	1 : 10 (① 2次元図面から製作 : ②ドローン撮影により製作)	
メリット	・表現する部材の取捨選択やレイヤー設定、詳細度の選択が可能 ・図面や変状情報が揃っていれば現場確認は不要	・現況のまま3次元モデル化することができ、変状も同時に取得可能 ・3次元モデル化はシステム内で自動処理
デメリット	・現状では人の手で一からの作成が必要 ・図面に反映されていない変更はモデル化できない	・ドローン飛行には制約が多く、活用可能な環境が限定的 ・データ容量が非常に大きく、運用に耐えられる環境の整備が必要

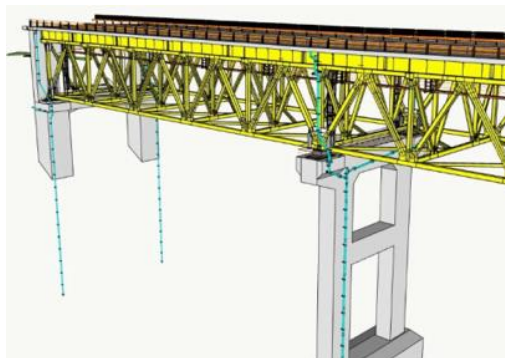


図-1 2次元図面から製作したモデル



図-2 ドローン撮影から製作したモデル

キーワード CIM, 長大橋, 維持管理, 3次元モデル

連絡先 〒651-0088 兵庫県神戸市中央区小野柄通 4-1-22 本州四国連絡高速道路(株) TEL 078-291-1000 (代)

写真-1 に MR デバイスを用いた実証実験の実施状況、写真-2 に実橋と 3 次元モデルを重ね合わせたものに変状情報を記録した報告書(以下、変状報告書という)を表示した状況を示す。MR デバイスは変状報告書を視覚的に邪魔にならないように表示し、表示された変状報告書は必要に応じて拡大・縮小することができる。このシステムを利用することで、感覚的かつスムーズに変状情報を確認することができ、これまで点検業務等で事前に行っていた過去の変状報告書に基づいた変状情報の確認の手間を省略することができ、現地での要経過観察変状の見落とし防止等にも効果があると考えられる。

次に変状報告書を現場で効率的に作成するために MR デバイス活用の可能性の確認を行った。変状報告書の入力には、選択式(事前登録された項目から選択)および音声入力(自由入力欄への入力)の確認をした(写真-3)。実橋と 3 次元モデルを重ね合わせることによって簡単に位置情報を変状報告書に付与することが可能になり、変状報告書の作成を点検作業中に現場でスムーズに完結できることが確認できた。



写真-1 MR デバイス



写真-2 3次元モデル連携画面

3. 長大橋維持管理への CIM 導入の課題

長大橋の 3 次元モデルを製作すると、データ量が膨大になり、現状ではスムーズな可視化やシステム運用に課題がある。データ量の大半は、橋梁付属物(管理路、手摺、排水管、耐震補強部材等)で占められている。しかし、橋梁付属物には多くの変状が発生しており、3 次元モデルから除外することはできない。長大橋の維持管理においては、構造細部に着目した橋梁付属物の詳細モデルは必要ないが、変状情報との紐付けは必要である。



写真-3 変状報告書作成状況

そこで、橋梁付属物は位置がわかる程度のモデル化を行い、詳細度を下げた 3 次元モデルを検討した。この処理により、3 次元モデルのデータ量は約半分となり、維持管理で利用できる 3 次元モデルを製作することが可能になると考えられるとともに 3 次元モデル製作費を削減できることが確認できた。

4. おわりに

本検討では CIM に含まれる 3 次元モデルと変状情報等を紐付けることにより、以下のことが確認できた。

- ① 3 次元モデル製作方法は経済的かつ詳細度(LOD)を構造部材ごとに自由に選択できることから 2 次元図面から製作することが現実的である
- ② MR デバイスやタブレット等の入出力デバイスを活用することで、現場内で位置情報を含んだ変状報告書の作成が完結し、点検業務の効率化が期待できる

一方、今後の課題として以下のことが挙げられる。

- ① 長大橋は部材数が多いこと等から 3 次元モデル製作でのデータ量が膨大なことによる、スムーズな操作ができないこと、及び 3 次元モデル製作コストが高くなること

しかし、3 次元モデルの詳細度を構造部材ごとに最適化することでデータ量を縮減できると考えられる。また、これまで長大橋耐震照査で作成した 3 次元ファイバーモデルを CIM 用の 3 次元モデルへ変換して活用することで CIM 製作コストを抑えることも検討中である。

今回の検討結果・課題を基に、比較的構造が単純な箱桁の長大橋 CIM モデル製作・実証実験など、長大橋維持管理業務の効率化・高度化を目的に引き続き CIM 導入検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省：BIM/CIM 活用ガイドライン(案)、令和 4 年 3 月