

BIM/CIM モデルの構造解析への活用に関する一考察

JR 東日本コンサルタンツ(株) 正会員○工藤敦弘, 武田智信, 井比享
松山大介, 小山俊二

1. はじめに

建設現場の生産性向上を目指す i-Construction の取組みの 1 つとして, 3 次元データを活用した建設プロジェクトの効率化・高度化を図る BIM/CIM の導入が進められている. BIM/CIM の概念は, 調査・測量, 設計, 施工, 維持管理の各段階で, 一貫した 3 次元データを活用することを推奨しているが¹⁾, 鉄道分野では設計の各プロセスにおいて一貫したデータを用いるワークフローが確立されていない. そこで, 著者らは図-1 に示すように設計の初期段階から属性情報を付与した 3 次元データである BIM/CIM モデルを積極的に用いるワークフローについて検討し, 設計業務の高品質化および生産性向上を目的とした取組みを実施してきた. 本稿ではそれらの取組みのうち, BIM/CIM モデルと構造解析を連動させるシステム開発に関して報告する.

2. BIM/CIM モデルと構造解析の連動の概要

図-2 に BIM/CIM モデルと構造解析の連動のイメージ図を示す. 本検討では構造計画段階で作成された BIM/CIM モデルとモデルに付与されている各種属性情報から, 解析に必要な情報を構造解析ソフトウェア (以下, 解析ソフト) に連動するシステム開発を目指す. 設計業務における構造解析の実務では, 解析手法や解析条件によってさまざまな解析ソフトを使い分けて実施している. そのため, 前述した解析に必要な情報は中間ファイルを介して解析ソフトに連携させる中間ファイル方式を採用することとし, 今後様々な解析ソフトへの展開を視野に入れシステムの開発をすることとした.

3. 本開発の概要

本開発における環境条件を表-1 に示す. 鉄道構造物の構造解析では, 構造形式や荷重条件に応じて様々な解析手法を用いて検討を実施しているが, その中でも広く用いられている骨組み解析を対象とした, 解析ソフトには, 汎用 3 次元非線形骨組み構造解析ソフトウェア isas²⁾を用いることとした. isas は, 2 次元・3 次元, 静的・動的, 線形・非線形, 常時・地震時等の多様な解析をすることができ, 多くの実績^{例え3)}を残している. さらに, 追加機能による拡張が社内で実施可能であることから, 本

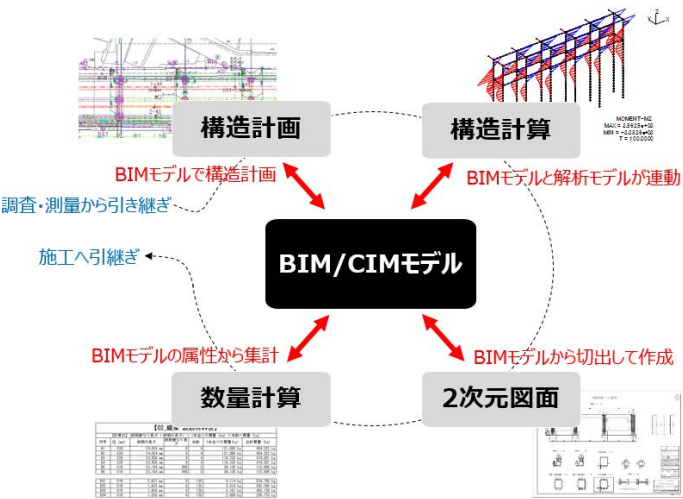


図-1 設計段階における BIM モデルを活用したワークフローの概念図

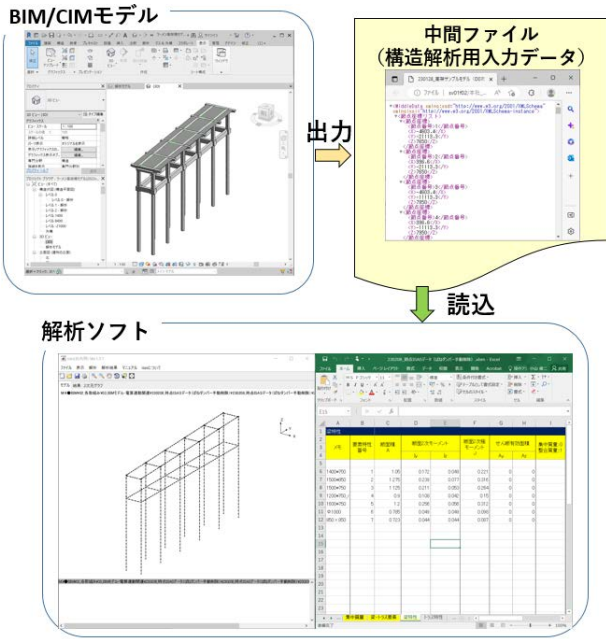


図-2 BIM/CIM モデルと構造解析の連動イメージ

表-1 本開発の開発環境

項目	対象
構造解析手法	骨組み解析
解析ソフト	isas
BIM/CIM モデル作成環境	Autodesk Revit
対象構造物	2 柱式 RC 高架橋

キーワード：BIM/CIM, 属性情報, 3 次元設計

連絡先：〒141-0033 東京都品川区西品川 1 丁目 1 番 1 号 14 階 JR 東日本コンサルタンツ(株) TEL：03-5435-7628

開発において柔軟な対応ができる解析ソフトとして選定した。

BIM/CIM モデルの作成環境は、BIM/CIM モデル作成で広く用いられている Autodesk 社の Revit (Ver.2022) を対象とした。Revit は構造計算に必要な構造特性の扱いに優れていること、集計機能を有し数量集計に優れていること、拡張性が高く作業のシステム化がし易いといった優位性があり、それらに加えて標準機能として解析との連動を想定した機能（解析線分作成機能、荷重入力機能等）が備わっていることが選定の根拠となっている。

本開発で対象とした鉄道構造物は、2 柱式の RC 高架橋を対象とした。検討を簡易化する為、構造物は直線とし、スラブを省略することとしたが、縦断勾配を考慮することとした。

なお、現段階については地盤条件による地盤バネや Revit で扱うことができない荷重については検討対象外として実施しており、以降の試行結果については解析連動後に解析モデル上に任意の条件を付加して検証を実施している。

4. 本開発における試行結果

図-3 に検証に用いた BIM/CIM モデルを、図-4 に中間ファイルから生成した解析モデルと荷重図を示す。このモデルに対して表-2 に示す地盤ばねの剛性を付与し、自重解析および固有値解析を実施した。図-5 に自重解析から得られた曲げモーメント図と固有値解析から得られたモード形状の一例を示す。自重解析結果では、自重で想定される曲げモーメント図を確認することができ、固有値解析では起終点の重量の違いがモード形状に反映されており、固有周期についても一般的な RC 高架橋の弾性固有周期内であった。

5. まとめと今後

本報告では、BIM/CIM モデルから解析ソフトへの連動の取り組み内容の概要とその試行結果を報告した。BIM/CIM モデルへの適切な属性付与により構造解析への連動が可能になることが示唆されたが、設計業務への適用に向けては継続的な検討が不可欠である。今後は本開発の更なる深度化に加え、解析結果を BIM/CIM モデルへ反映するための開発等に取り組み、設計段階における BIM/CIM モデルの一貫した運用に向けた検討を行っていきたいと考えている。

6. 謝辞

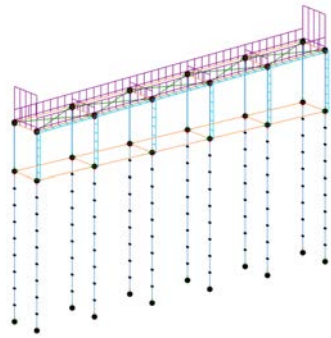
本開発の検討に当たっては、(株)ソフトウェアセンター橋本和俊氏に多くのご協力を頂いた。ここに深謝の意を表する。

参考文献

1) 国土交通省 BIM/CIM 活用ガイドライン (案) ,2022.3 2) 汎用三次元非線形骨組み構造解析ソフトウェア isas, <https://www.jrc.jregroup.ne.jp/isas/> 3) Tomoaki Takeda, Tsukasa Mizutani, Tomonori Nagayama and Yozo Fujino: Reproduction of Cable-Stayed Bridge Seismic Responses Involving Tower-Girder Pounding and Damage Process Estimation for Large Earthquakes, Journal of Bridge Engineering, 24(2), 2019.



a) RC 高架橋モデル



b) RC 高架橋モデルに付与した解析モデル

図-3 検証に用いた BIM/CIM モデル (Revit で作成)

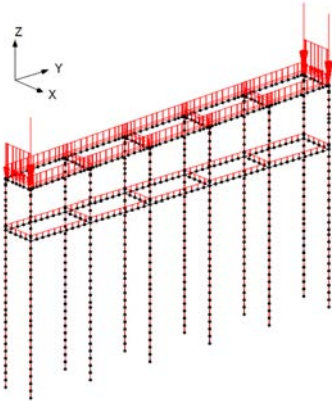
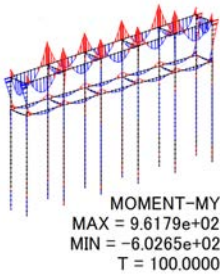


図-4 isas 上の解析モデルと荷重図

表-2 解析モデルに付与した地盤ばねの剛性

地盤ばねの成分	地盤ばね定数(kN/m)
水平方向	1.0×10^5
鉛直方向	1.0×10^6



a) 自重解析結果(曲げモーメント図:My 成分)



b) 固有値解析結果(1 次モード:固有周期 0.26 秒)

図-5 自重解析と固有値解析結果の例