

## 属性情報を利用した BIM/CIM モデルから三次元骨組解析へのデータ連携手法の開発

(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○大野又稔 石橋奈都実 渡辺 健  
 (株)HRC 研究所 正会員 阿部淳一  
 (株)構造計画研究所 遠藤洋平

## 1. はじめに

設計、施工、維持管理を BIM/CIM モデルで連携・管理することで建設分野の生産性向上が期待されている。設計では、要求性能の設定、構造計画、構造詳細の設定、照査を実施し、施工への情報伝達として設計計算書、設計図を記録・保存する。BIM/CIM モデルを構造計画、構造詳細の設定、施工への情報伝達に活用した事例は多いが、照査に活用した事例は少なく<sup>1)</sup>、構造解析による照査では解析モデルの入力齟齬確認作業が多い。BIM/CIM モデルを構造解析にデータ連携することで、設計業務省力化が考えられる。

ここで、一般的な RC ラーメン高架橋の設計では、線形および非線形骨組解析で応答値を算定し、照査する場合が多い。また、三次元解析では、形状・荷重が不整形でも対応可能である。そこで、BIM/CIM モデルの三次元座標情報、材料強度等の属性情報から、線形および非線形の三次元骨組解析モデルの自動作成を実現し、データ連携可能な手法を開発した。

## 2. データ連携手法の流れ

図 1 にデータ連携手法の流れを示す。三次元 BIM/CIM モデル作図ソフト(以下、BIM/CIM ソフト)で作成した BIM/CIM モデル(第一層)から、中間ファイルと呼ばれる図面情報を出力し(第二層)、中間ファイルを解析ファイルと呼ばれる解析情報に変換し(第三層)、解析ソフトで解析ファイルを読み込むことで解析モデルを自動作成し、荷重等を入力して構造解析、照査を行う(第四層)ことが可能である。

第一層は、BIM/CIM ソフトで作成した BIM/CIM モデルであり、作図方法を統一し、第二層以降に必要な情報を自動で適切に出力できるようにした(3章)。第二層は、中間ファイルと呼ばれる図面情報としての構造物の形状・寸法、配筋、材料情報等である。設計図に必要な情報を有したファイルを出力したことで、

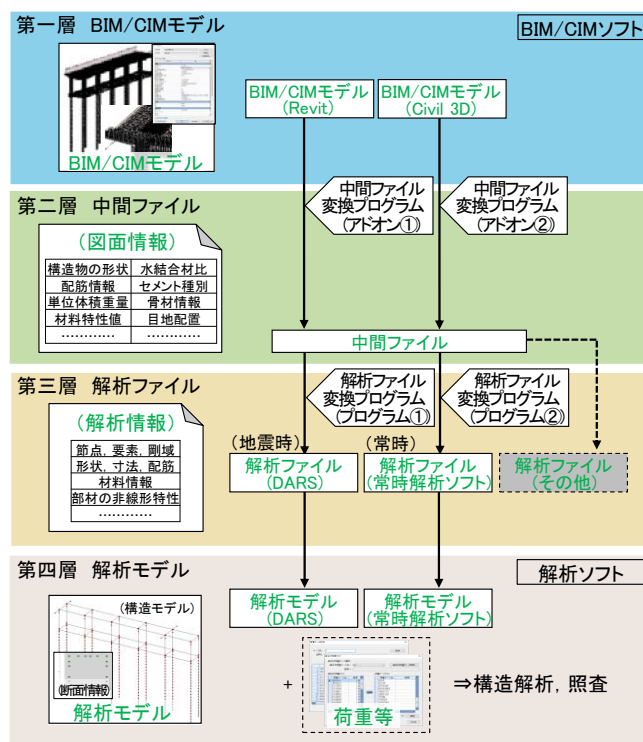


図1 データ連携手法の流れ

常時・地震時含めた様々な解析ソフトに対応可能なデータ連携手法の流れとした(4章)。第三層は、解析ソフトに応じた、解析ファイルと呼ばれる構造物の性能照査のための解析情報としての構造モデル、断面情報である(5章)。第四層は、対象の解析ソフトで読み込まれた解析モデルである。解析ソフト上で、解析目的に応じた荷重や要求性能等を入力して構造解析、照査を行う。

## 3. BIM/CIM モデルの作図方法の検討

BIM/CIM モデルから図面情報や解析情報を自動で判別して抽出するため、BIM/CIM モデルの要素や属性情報を活用できる、統一した BIM/CIM モデルの作図方法を検討した。BIM/CIM ソフトとして Revit(ver.2021.1.3)と Civil 3D(ver.2020)を選定し、一般的な整形の鉄道 RC ラーメン高架橋を対象として、梁・柱・杭等の部材と、鉄筋の作図方法を検討した。

キーワード BIM/CIM モデル、属性情報、データ連携、非線形骨組解析、鉄道 RC ラーメン高架橋

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7281



図2 BIM/CIMモデルから三次元骨組解析モデルの自動作成状況

部材の作図は、部材種別を属性情報に入力し、接合部等の境界が曖昧な部位の作図形式を統一した。鉄筋の作図は、鉄筋の役割をデータ判別するため、軸方向鉄筋と帯鉄筋の区分を属性情報に入力した。軸方向鉄筋は連続した有効な異形鉄筋を一本の線として作図し、フックは軸方向鉄筋の属性情報とすることで、折り返し部分を二本の鉄筋として計算しないようデータで判別できる。帯鉄筋は連続した一組の異形鉄筋に対して、「本数・間隔」を指定して作図し、重なる部分が二本の鉄筋として計算されないようにした。

#### 4. 中間ファイル変換プログラムの開発

BIM/CIM モデルから出力する中間ファイルは、構造解析に必要な情報だけでなく、耐久性検討に必要な情報や施工に必要な情報等、現行の設計図に記載する情報をデータとして含む形とした。第一層から第二層への連携は、BIM/CIM ソフトの拡張機能(アドオン)で行うこととし、BIM/CIM ソフト上で操作可能なプログラムを開発した(図1のアドオン①②)。

初めに、部材ごとの配置や形状等をアウトラインとして処理し、要素・鉄筋情報や断面情報をアウトライン情報として中間ファイルに出力する。アウトライン処理では、BIM/CIM モデルの要素情報から、部材ごとの座標情報と接続情報を含んだアウトラインを作成する。また、図面情報として必要となる、断面寸法や配筋の切り替わり位置でアウトラインを分割する。梁の部材軸方向では、ハンチ等の断面変化、鉄筋曲げ上げ等の軸方向鉄筋の本数変化、発生断面力に応じたスターラップ間隔の変化が考えられる。

#### 5. 解析ファイル変換プログラムの開発

第二層から第三層への連携として、解析ソフト上

で中間ファイルを解析ファイルに変換するプログラム(図1のプログラム①②)を開発した。本稿では特に鉄道コンクリート構造物における耐震性能照査等の部材の非線形特性を考慮した設計計算への活用を想定し、三次元骨組解析による耐震性能照査プログラム DARS(ver.2.3.1.9)への連携を中心に記載する。DARS の解析ファイルには、構造モデルとしての解析上のアウトラインや、断面情報としての断面形状、配筋、材料特性値等が必要となるが、中間ファイルのデータにより、自動的に反映可能である。

続く第四層では、変換した解析ファイルを解析ソフトで読み込み、荷重等を入力して照査等を行う。図2に、BIM/CIM モデルから三次元骨組解析モデルの自動作成状況を示す。BIM/CIM モデルの三次元形状・寸法、配筋、材料情報等が適切に反映されており、本モデルに荷重条件等を入力することで構造解析および照査が可能である。

#### 6. まとめ

整形な鉄道 RC ラーメン高架橋の BIM/CIM モデルから、中間ファイルおよび解析ファイルを通じて三次元骨組解析モデルを自動作成することができ、本モデルに荷重等を入力することで照査が可能となる、BIM/CIM モデルを照査にデータ連携する手法を開発した。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省大臣官房技術調査課: BIM/CIM 事例集 ver.1, 国土交通省 BIM/CIM ポータルサイト (<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/bimcimExamplesR1.pdf>)