

三次元解析と CIM の関係による設計合理化システム構築への取組み

鹿島建設(株) 正会員 ○上田 純広 山沢 哲也 大家 史

1. 背景および目的

2012年に国土交通省がCIMを提唱してから、三次元モデルを共有しながら、公共事業の計画、設計、施工、維持管理の業務の効率化を目指す取組みが進められている。様々な工事において、積極的な適用事例が報告されているものの、多くの場合は、発注図面からCIMモデルを新規に作成している。また、施工時の詳細設計や仮設構造物の検討では、CIMモデルから構造解析や地盤解析などの解析用データを作成するのは容易ではない。本稿では、CIMモデルや解析用データ作成の効率化を図るとともに、三次元形状と属性データを一元的に格納し操作する技術について整理し、三次元設計を推進するための合理化システム構築を提案する。

2. 要素技術と課題

2.1 複数の CIM モデルの統合化

CIMモデルは三次元CADでモデリングを行うが、コンクリート・鋼構造物モデルや地形モデルなどは、特定の目的に合わせて作成効率化を図ったCAD製品が使われている。作成されたCIMモデルは、CIM用レビューソフト上で統合化されることが多い。そのため、CIM用レビューソフト製品の機能および改良によりCIMモデルと解析の関係システムを構築せざるを得ないのが現状である。クラウド上でこれらのデータを統合するためには、オープンな技術を組み合わせ、継続的な拡張性を確保した発展性のあるシステム構築が必要である。

2.2 CIMモデルと地理情報データ

国土地理院が提供している基盤地図情報では、地形データや地図データの取得ができ、CIMモデルへ利用されている。他にも総務省のe-Statや産総研の地質情報データベースなど国や各団体から様々な地理情報データ(GISデータ)が提供されている。三次元CAD上では扱えるオブジェクト数の制限のため限られた範囲を切り取る必要がある。GIS(地理情報システム)では、三次元形状モデルを表示する機能があるものの、表示するに留まっている。CIMモデルとGISデータを同様に扱える技術が必要である。

2.3 解析モデル

三次元FEM解析においても、FEM用のプリポストプロセッサでメッシュ作成・結果表示等を行っている。CIMモデルからのメッシュ作成や、CIMモデルと解析結果の重畳表示および解析結果ファイルの一般的なCADデータ等への直接変換は、現時点ではできない。また、CIMモデルはFEM解析を行うには形状が複雑であるため、解析メッシュに合わせたLOD(Level of Development)に調整する必要がある。

3. 課題解決のための技術

3.1 CIMモデルとGISデータの統合

欧米においては、土木を特に区別してCIMとは呼称せず、土木・建築とも“BIM”と呼ぶ²⁾。BIMとGISデータの統合は、英国におけるSurvey4BIM、韓国におけるBIM/GIS Platform、オランダにおけるFull-lifecycle BIMなど国の援助を受けた技術開発が進められている。これらの取組みによりいずれも、屋外/屋内、縮尺の違い、幾何データの扱いなど解決すべき技術的な課題はあるものの、空間データ機能を備えたリレーショナルデータベース(SRDBMS; Spatial Relational Database Management System)へBIM(CIM)情報を統合することができるようになる³⁾。OSS(オープンソースソフトウェア)では様々なツールが開発されており、組み合わせによる拡張性、発展性のあるシステム構築が可能になる。

3.2 SRDBMS上のデータ

CIMモデルとGISデータがSRDBMS上で統合され、位置情報と関連付けられた様々なデータは、重畳表示や

キーワード CIM、FEM、三次元解析、IFC、CityGML、LandXML、RDBMS、GIS

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂6-5-30 鹿島建設(株)土木設計本部解析技術部 TEL03-5561-2111

空間的な検索や分析が行えるようになる。ファイル単位の CIM モデルや GIS データでは、広範囲のデータの場合すべての範囲を CAD や CIM レビューソフトで取り込むため、表示に時間がかかる等の不具合がおきやすいが、SRDBMS 上のデータは必要な範囲のみを逐次取得するため高速でスムーズな表示が可能である。

3.3 世界標準フォーマットの適用

CIM モデルは、構造物モデルや地形モデルなどに分けることができるが、一つのファイル形式でこれらをすべて記述することは難しい。構造物モデルは BIM で一般的な IFC (Industry Foundation Classes) や CityGML、地形や道路線形等では LandXML などのフォーマットが存在する。これら世界標準フォーマットをデータ変換のための基軸フォーマットとすることで、OSS などでも普及しているプログラムライブラリを活用することができ、開発時間を短縮できるとともにバージョンアップへの対応が容易になる。

3.4 BIM ソフトウェアによる LOD のコントロールと属性値

BIM 用の CAD ではあらかじめ用意された部品もしくは自分で作成した部品をカスタマイズできる機能を持っている。LOD に応じた部品に取り換えることで、プロジェクト全体の LOD を調整することができる。LOD 調整をした CIM モデルから解析メッシュはオートメッシングにより作成することができる。これにより、CIM モデルと解析メッシュの整合性がとれるようになる。また、物性値は属性値として設定する。

4. 三次元解析と CIM 関係による設計合理化システムの提案

ここまで要素技術の課題と解決のための技術について述べてきた。既存のオープンな技術を統合することで三次元解析と CIM を統合する設計合理化システム構築が可能と考えている。特長は以下のとおりである。構成は図-1 に示す。

- ・ BIM 用 CAD の活用で、CIM モデルが更新されてもオートメッシングにより解析メッシュとの整合性を確保。
- ・ SRDBMS へ CIM モデル、解析結果、GIS データを集約し重畳表示させることで解析条件や設計条件を視覚化。
- ・ SRDBMS へ蓄積されたデータから、近傍工事や類似工事との比較検討を容易にする空間検索や属性検索。



図-1 三次元解析と CIM 関係システムの構成

5. おわりに

三次元解析と CIM 関係システムにより、CIM モデルと解析用データの一元管理が可能になる。今後は、現場計測データと解析結果との比較の蓄積などに活用し、解析精度の向上を図る。また、SRDBMS 上に蓄積されたデータは、仮想現実(AR)への表示や、人工知能(AI)の分析に活用するなど、機能を拡張する予定である。

参考文献

- 1) 日本建設業連合会：2015 施工 CIM 事例集, 2015. 5.
- 2) 矢吹信喜：海外の CIM 事情, 建設 IT ガイド 2013, pp. 86-92, 2013. 2.
- 3) I. Hijazi : BIM FOR GEO-ANALYSIS (BIM4GEOA) : SET UP OF 3D INFORMATION SYSTEM WITH OPEN SOURCE SOFTWARE AND OPEN SPECIFICATION (OS), International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXVIII-4/W15, 2010. 11.