

解析 CIM 統合システムによる三次元解析の生産性向上への取組み

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

CIM の普及により三次元モデルから三次元解析を実施して現場や実験の計測結果と解析結果を比較したり、計測結果の分析を行うことなど、属性情報の利活用ニーズが増加している。三次元による設計・解析～施工～計測～対策の PDCA サイクル(図-1)をより確実に進めるためには、三次元形状と属性情報を扱いやすくする仕組みの整備が必要である。

本稿では、CIM をプラットフォームとした、オープンソースソフトウェア(OSS)を組み合わせた、拡張性、発展性のある解析 CIM 統合システム構築の取組みについて報告する。

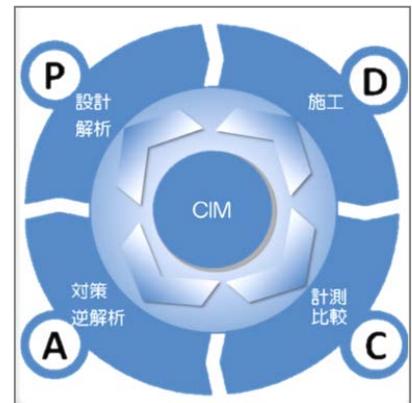


図-1 PDCA サイクル

2. 要素技術

2.1 さまざまなデータのカタログ化

設計・解析と計測データには多くのファイルが含まれており、ファイルサーバやクラウド上の共有ファイルに置いただけではどのような情報が含まれているのかをすぐには知ることはできない。そこで、国内外のオープンデータポータルを広く調査した。その結果、OSS で開発されている CKAN(Comprehensive Knowledge Archive Network)を採用することで、それぞれのファイルに対して内容を示すための文字情報や三次元形状のプレビュー機能を追加した発展性のあるカタログサーバの構築が可能であることがわかった。CKAN を採用した一般社団法人社会基盤情報流通推進協議会が運用する G 空間情報センターは、i-Construction データの集約を計画¹⁾しており、将来的な関係も視野に入れたシステムとすることができる。

2.2 属性値を伴う三次元形状表示

WebGL ベースの OSS 三次元形状表示ライブラリが多数公開されている。IFC(Industry Foundation Classes)、VTK (Visualization Toolkit) および LandXML の三次元形状、属性値および表示スタイルを維持できるツールとして以下の三つを選定した。①PostGIS は RDB(Relational DataBase)に空間処理機能を追加する機能拡張である。三次元形状データを取り扱うことができ X3D 出力が可能である(図-2)。②Cesium は Google Earth の代替としての利用例が増えており、3D Tiles 形式により大容量データでもストリーミング配信が可能である。③Mago3D は BIM データの可視化ツールとして開発され、極めて大きなデータの高速表示が可能である。



図-2 PostGIS の三次元表示例

2.3 地図情報表示

航空写真、道路および建物位置などの背景や、地質分類、地層面、気象および統計情報などの情報は地図として取得し、三次元地形モデルに投影して表示する。近年では、データ分析機能が進化し、分析結果を自由にデザインして配信することが可能である。CARTO はクラウドベースの GIS エンジンである。GIS エンジニアが不要で、ユーザの手元にある表データをブラウザにドラッグアンドドロップするだけで主題図を作成することができる。MapBox は OpenStreetMap をベース地図としたカスタム地図配信サービスである。三次元形状データとともに地図情報を背景情報として併用することで、より多くの情報を設計者や解析者に提供できる。

キーワード CIM、FEM、三次元解析、IFC、VTK、LandXML、RDBMS、GIS、WebGL、CKAN

連絡先 〒107-8502 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

3. 解析 CIM 統合システムの特長

3.1 高度な検索方法

CKAN のデータ管理は、「組織—データセット—リソース」というツリー構造になっている。また、グループやタグなど横断的な検索を行う仕組みも備える(図-3)。一般的な CIM、解析および計測データはこれらの仕組みに加えて全文検索を利用することで、容易に見つけ出すことができる。しかし、解析内容や解析パラメータについては、インプットファイルから探し出す必要があったため、解析ソルバーごとに異なるインプットファイルのフォーマット共通化機能を新たに開発した。これにより物性値や境界条件の検索が可能となった。

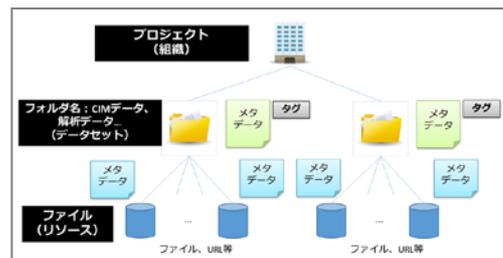


図-3 CKAN のカタログツリー

3.2 PostGIS による高度な演算

PostGIS では三次元形状と属性値の保管だけでなく、空間演算やブーリアン演算が行える。また、国内外の座標系が扱えるため、異なる座標系のデータ間で高度な分析を行うことができる。これらは SQL コマンドで記述でき複雑な演算を実行することができる。また、属性値は厳密な型が与えられるため、数値計算や文字列計算などの分析が行える。これにより、人工知能分析のインプットデータとするなど活用の幅が広がった。

3.3 Web ブラウザによる簡易な操作

Web ブラウザをインターフェースとしたことで、どこにいてもモデルや解析結果などの閲覧が可能になった(図-4)。そのため、関係者全員が CIM や解析に必要な高スペックのハードウェアや高価なソフトウェアを用意する必要がなくなり、一部の人に限られていたデータ利活用の機会が大幅に増えた。



図-4 解析/CIM モデルの重畳表示

4. 課題と対応

2.2 で述べたとおり三次元形状と属性値を損失なく WebGL ベースのフォーマットに変換するにはさまざまな手法があるが、用途に応じた使い分けが課題である。それぞれに特長があるため、フォーマットを一つに限定せずデータ規模に応じた選択方法を整理する必要がある。

解析データは時系列データの保管と表示が課題であり、インプットデータは施工ステップとの連動、解析結果は HDF5 形式への対応が必要である。どちらも、デスクトップおよび Cesium で時系列表示機能を開発する。

Web 上の機能はデータの閲覧目的で行える操作に限定している。高度な分析解析を行うにはデータをダウンロードし専用ソフトウェアを利用する。今後、Web 上に実装する機能の選別が必要である。

5. おわりに

既存の OSS 技術を採用し、世界標準フォーマットを基軸とすること²⁾で、CIM や解析データの検索と重畳表示するシステムを短期間で構築することができた。設計と解析結果の比較、過去の解析結果との比較および計測データ分析などの三次元解析業務の効率化が図られた。また、データカタログ化、データ再利用、リソース閲覧、重畳表示および RDB による演算機能によりデータ利活用を最大化することで、PDCA サイクルを確実に進めるとともに生産性の向上を図ることができた。OSS 技術は急速的に改良が進んでおり、進歩に合わせて技術を取り込めるよう柔軟性を確保しながらシステムの改良と拡張を図りたい。

参考文献

- 1) 地理情報活用推進会議：地理空間情報活用基本計画(第3期), 2017
- 2) 上田ほか：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, 土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, 2017