1ZG-06

設計図書のない既存建築物の点群データから構築した BIM モデルを用いた維持管理

鶴田　駿†　　窪田　諭†　　安室　喜弘†

関西大学　環境都市工学部　都市システム工学科†

1. はじめに

我が国の建築物には，建設年度や構造形式などの施設諸元や劣化，損傷などの進展状況などの維持管理に必要な情報が不明な施設が多く存在しており，維持管理の不備が原因と考えられる事故が発生している [1]．例えば，2019 年 1 月大阪府の小学校で校舎入口の庇約 800kg が落下する事故が，同年 5 月京都府の小学校では，外壁のモルタルの一部が落下する事故 [2]が起きた．維持管理業務では，設計図書を用いて施工時の状況を踏まえて点検し，修繕する．しかし 2007 年に改訂された建築士法により設計図書の保存期間が 15 年と定められたが，それ以前に建てられた建築物は設計図書が保管されていないことや，15 年を超えれば設計図書は破棄される可能性があり，維持管理に支障を来すことがある．

建築分野では，BIM（Building Information Modeling）が，測量・調査，設計，施工，維持管理・更新のライフサイクルを通じて活用されており，建築物の 3 次元形状情報に加え属性情報を併せ持つ BIM モデルとそれに現場説明書や点検調書などの図書情報を追加した BIM データで建築物を管理する．仲間ら [3]は，建築物の維持管理情報と BIM モデルを連動させた施設維持管理方法の利点と問題点を明らかにした．現状の BIM モデルは設計・施工段階で作成されることが多く，維持管理を行うために必要以上の属性情報を保持しており，維持管理段階で活用することを目的に BIM データを整備することが必要である．

本研究では，設計図書のない既存建築物の維持管理のために，複数の計測機器により取得した建築物の点群データを元に 3 次元の BIM データを構築し，維持管理に活用する仕組みを提案する．

Proposal of maintenance management method using BIM model built from point cloud data of existing buildings without design documents

†Shun Tsuruta, Satoshi Kubota and Yoshihiro Yasumuro
Faculty of Environment and Urban Engineering, Kansai University

2. 既存建築物の維持管理方法の提案

本研究で提案する既存建築物の点群データから BIM モデルを構築し，維持管理に活用するまでの流れを図 1 に示す．情報システムの定義に基づく情報の収集として，設計図書のない既存建築物の屋内外の点群データを取得し，情報の処理として，これらを結合する．情報の伝達として，点群データを元に維持管理に必要な BIM モデルを構築し，BIM の標準的なフォーマットである IFC（Industry Foundation Classes）形式で保存する．これに図書情報を付加して構築した BIM データと点群データを日常点検，定期点検での参照や結果の記録，予防保全に活用する．点検結果から得られた新たな維持管理情報を属性情報として IFC 形式で BIM モデルに保存し，次の維持管理業務に活用する．維持管理業務以外のユースケースとして，3D 都市モデルとしてのシミュレーションや歩行者ナビゲーションに活用する．

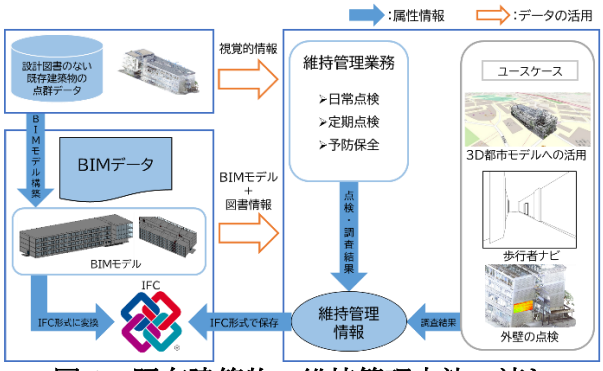

図 1　既存建築物の維持管理方法の流れ

3. 既存建築物の BIM モデル構築

3.1　既存建築物の点群データの取得

点群データの取得には，主に地上型レーザスキャナ（Terrestrial Laser Scanner：以下，TLS）を用いる．ただし，建築物には TLS の設置が困難な箇所や障害物，物陰が多く，計測が難しい箇所が存在する．その補完として，カメラで撮影した動画，画像や Google Earth からキャプチャした動画，スクリーンショットした画像を

Copyright ©2023 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

用いて SfM/MVS（Structure from Motion/Multi View Stereo）処理し点群データを構築する．また，タブレット端末の LiDAR 機能より構築した点群データを用いて，建築物全体の点群データを構築する．

3.2　BIM モデル作成のための点群データ構築

取得した建築物の点群データをすべて結合すると，膨大なデータ容量になり， BIM モデルを作成することが困難になる．そのため，建築物の点群データは，屋外，各階層および階層を繋ぐ階段に分けて構築した．BIM モデルは維持管理に用いる基盤となるデータであり，3 次元の高さ方向の情報が必要 [4]となるため，点群処理ソフト CloudCompare 内で点群データ同士の特徴点を元に位置合わせを行い，BIM モデルに 3 次元的な高さ方向の情報を保持させる．

3.3　点群データを用いた BIM モデル構築

本研究では，BIM モデルに構築する空間要素と部材・設備などの建築要素の構成を決定する情報伝達マニュアル IDM（Information Delivery Manual）を図 2 に定めた．空間要素は，IFC における空間構造要素定義（Ifc Spatial Structure Element）を参照する．建築要素は，維持管理に必要な項目を建築基準法第 12 条に基づく定期報告制度の調査項目から選定した．

BIM モデルは，建築要素毎に点群データから形状情報を取得し市販ソフトを用いて構築した．BIM モデルの詳細度は，LOD（Level Of Detail）で表現される．施工，設計段階で作成される BIM モデルの形状詳細度や膨大な属性情報は，維持管理には過剰な情報であり，対象の構造形式が分かる程度である LOD200 から対象の外形形状を正確に表現した LOD300 の BIM モデルを構築した．点群データが欠損し外形形状を取得できないときには，得られた点群データから対称面を推定して 3 次元形状を作成する．

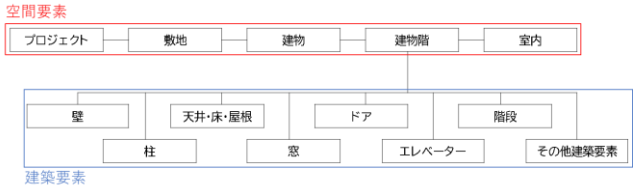

図 2　BIM モデルの構成図

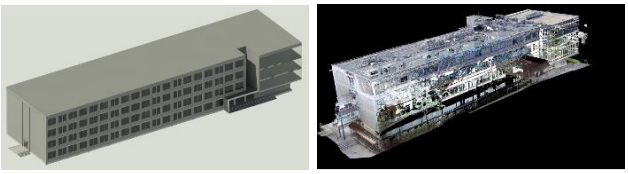

図 3　構築した BIM モデルと点群データ

3.4　維持管理情報の IFC による表現

維持管理のために IFC で保存するエンティティは，①点群データから BIM モデル構築時に保存する情報として空間要素や建築要素を，②BIM モデル構築後に点検結果より保存する情報として点検情報と調査履歴を定めた．BIM ソフトウェア間のデータ連携を行うため，BIM モデルの要素として，IDM に基づき IFC でデータを連携するモデルビュー定義 MVD（Model View Definition）を定めた（図 4）． 図 5 は，MVD で定めた IFC におけるエンティティのインスタンスの例を示す．

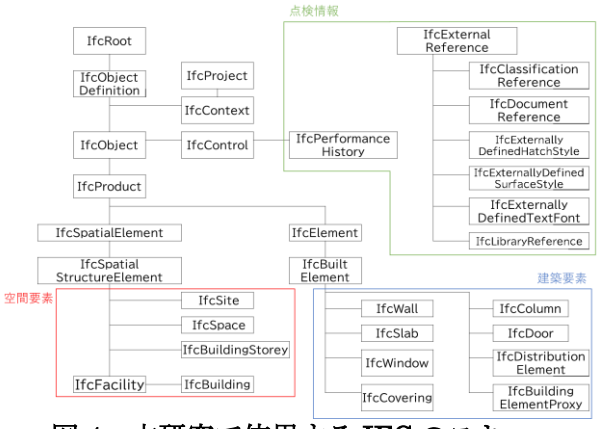

図 4　本研究で使用する IFC のスキーマ

```
#130=IFCCOLUMNTYPE('3kW$0h_pzBbffYl95elc8f',#20,'RC¥X2¥67F1¥X0¥-
¥X2¥89D2¥X0¥:500x500',$,$,(#155),(#129),'127806',$,.COLUMN.);
#131=IFCMATERIAL('¥X2¥30B330F330AF30EA30FC30C8¥X0¥-¥X2¥73FE5834¥X0¥');
#132=IFCPRESENTATIONSTYLEASSIGNMENT((#124));
#133=IFCSTYLEDITEM($,(#132),$);
#134=IFCSTYLEDREPRESENTATION(#93,'Style','Material',(#133));
#135=IFCMATERIALDEFINITIONREPRESENTATION($,$,(#134),#131);
#136=IFCCLASSIFICATION('https://www.csiresources.org/standards/uniformat','1998',$,'Uniformat');
#137=IFCCARTESIANTRANSFORMATIONOPERATOR3D($,$,#3,1.,$);
#138=IFCMAPPEDITEM(#129,#137);
#139=IFCSHAPEREPRESENTATION(#95,'Body','MappedRepresentation',(#138));
#140=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#139));
#141=IFCCARTESIANPOINT((-3458.4581987292631,8128.7465192230411,0.));
```

図 5　インスタンスの例

4. おわりに

本研究では，設計図書のない既存建築物の維持管理を目的として，複数の計測機器を用いて取得した点群データを元に維持管理に適した BIM モデルを構築し，活用方法を提案した．

参考文献

1) 国土交通省：インフラ長寿命化基本計画，2013.
2) 文部科学省：学校施設の維持管理の徹底に向けて－子供たちを守るために－，2020.
3) 仲間祐貴，大西康伸，位寄和久：施設維持管理における 3D ビュー活用の利点と問題点に関する研究，日本建築学会計画系論文集，Vol.84，No.758pp.1029-1037，2019.
4) 国土地理院：3 次元屋内地理空間情報データ仕様書（案），2018.

Copyright ©2023 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.