

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：32678

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K06669

研究課題名（和文）マンションの維持管理促進のためのBIM手法の開発

研究課題名（英文）Development of BIM method for promotion of condominium maintenance and management

研究代表者

信太 洋行（SHIDA, HIROYUKI）

東京都市大学・都市生活学部・准教授

研究者番号：70558155

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、各専門家へのヒアリングを通じて維持管理BIMに求められる要件を抽出し、BIM内で完結させるのではなく、既存の業務フローで生成される情報とBIMの連携を可能とするプラグインを開発した。その機能は、企画設計に近い詳細度のBIMモデルが持つ維持保全に必要な属性情報を抽出し、Excel上の表形式に出力されるだけでなく、改修工事中に生じた属性情報の追加・修正に関しても相互に同期を行うことが可能となる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我が国での建築分野において、ライフサイクルを通じたプロセス横断的なBIM活用は限定的であるが、マンションはモジュール化できる部分が多いため、BIMとの相性が良い用途といえる。維持管理段階では、形状情報よりも数量等の属性情報の方が相対的に大切になるため、本研究で開発したプラグインによって、数量の集計や改修後の情報の追加・修正が効率化し、長期修繕計画の促進に寄与するものと考えている。

研究成果の概要（英文）：In this study, the requirements for maintenance BIM are extracted through interviews with various experts, and then we have developed a plug-in that enables linkage between information generated by existing workflows and BIM, rather than being completed in BIM. The function is to extract the attribute information necessary for the maintenance from the BIM model of detail degree close to the planning design, and output it to the table form on the excel, and to synchronize the addition and modification of the attribute information generated during the renovation work.

研究分野：工学

キーワード：BIM 維持管理 マンション

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

東京都の推計によると、平成 26 (2014) 年末時点における都内のマンションの総戸数は、約 168 万戸となっている。これは、総世帯数の約 4 分の 1 に相当する数であり、マンションは都民の主要な居住形態として普及している。一方で、東京都の人口は 2020 年にピークを迎えるため、今後は空き家を含むマンションストックの有効活用と流通の活性化が必要となってくる。

「マンションは管理を買え」という言葉が使われて久しいが、国の調査によると、管理費・修繕積立金を 3 ヶ月以上滞納している住戸があるマンションは約 4 割あり、築年数の経過したマンションほど、滞納のある住戸の割合が高くなる傾向にある。この背景として、築年数の経過したマンションほど、高齢化や賃貸化が進み、管理上の参加や意識が低下すること、約 9 割の管理組合が管理を管理会社等に委託し、自主管理は少数であること、があげられる。「マンションの老朽化」と「居住者の高齢化」という「2 つの老い」が更に進行すると、管理不全になり、周辺環境にも悪影響を及ぼすマンションの増加が懸念されている。

2. 研究の目的

管理組合は居住者によって構成されるため、技術的な判断は困難である。よって、現実的には管理会社の判断で進められているが、発注者である管理組合もある一定の専門知識を学習し、発注者としての責務を果たすことが肝要である。

そこで、本研究は、管理組合と管理会社、建築士、マンション管理士、情報サービス機関等のコミュニケーションを可能とする、維持管理促進のための BIM 手法を開発し、管理組合の合意形成と次世代への建築情報の継承に寄与することを目的としている。

3. 研究の方法

- (1) 各専門家へのヒアリング調査
- (2) マンションの建物調査・診断の実態調査
- (3) 3次元スキャナーによる建物情報取得の試行
- (4) 開口部の改修構法を対象としたケーススタディ
- (5) データ抽出プラグインの開発

4. 研究成果

- (1) 維持管理促進のための BIM 手法を開発するにあたり、各専門家へのヒアリングを通じて維持管理 BIM に求められるポイントを抽出した。

マンション修繕コンサルタント

調査時に使用する図面と現状が異なる事が多く、特に設備は隠蔽されている領域が多いため現状把握が困難である。配管ルート等の詳細が分かれば申し分ないが、少なくとも設備システム(システム)が分かる情報があれば調査効率が向上する。更に、劣化診断の精度を向上させるには、過去の修繕履歴が重要な情報源となるため、BIM モデルがそれらを引き出すインターフェースになると分かりやすい。また、修繕工事費の算定は、数量×単価を積み上げるため、部位別数量算定が可能なまとまりでモデリングされていると良い。但し、部位によっては複合単価になるため、これを考慮する必要がある。

BIM コンサルタント

設計段階においては、構造や仕上等の「仕様と数量」を選別できるように BIM モデルを生成することで、デザインを実現するための概算コストを把握でき、クライアントの要望に合わせてコントロール可能となる。

また、施工段階においては設計時と同様に数量を算出できるだけでなく、BIM モデルと工程表をリンクすることで、施工手順や変更時のシミュレーションを可視化することができるため、打設するコンクリート量も電卓や Excel で拾わなくても確認可能となる。更に、干渉チェックによるモデル修正を行えば、変更修正によるコスト検討にも活用できる。要するに「工程と実数量」の視覚化が BIM モデルの強みといえる。

設計事務所(建築再生)

改修レベルによって、現場調査の詳細度(破壊試験など)が異なるため、管理組合が調査費に投資するレベルに応じて BIM モデルの詳細度が設定できると良い。耐震改修を行う場合、精度の高い躯体寸法が必要となるため、3D スキャナーによる点群の表面情報は、概略モデルの生成や仕上げ厚さを推定する際には役立つと思われる。また、一般的に改修工事は 12 年周期であるため、BIM データ自体の維持管理も配慮する必要がある。

集合住宅の管理会社

修繕工事前の計画時に、予算を検討するツールとして使用できるとよい。ただし、詳細度の低いモデルで屋根防水工事面積を算出するには、床+パラペット 床のみ(パラペット部は無視)等が考えられるが、実際の防水は両方にまたがるため、の場合は BIM データの更新時に配慮が必要である。また、長期修繕計画に対応できるよう、履歴情報が管理開始から終了時まで時間軸上に集約されていれば、次の担当者への申し送りが容易となり、適切に引き継ぐことが可能となる。

(2) マンションの建物調査・診断の実態調査

現場調査用の簡易モデルの試作

マンション修繕コンサルタントの協力のもと、横浜市に立地する、築12年で一回目の大規模改修を予定している、RC造の分譲マンション(38戸、5階建て)の建物調査に同行した。現場では、竣工図の平面図と立面図をコピーした用紙に、調査時のポイント(図面と異なる箇所、目隠し等の図面には無いもの)を記入しながら写真を撮る作業が行われていた。ポイント箇所の位置情報を平面図に記入するが、高さ方向の位置を示しづらだけでなく、立面図には表れないバルコニー内部の情報を記入しにくい事、更にこれらの記入情報と撮影した写真を紐づける作業に手間がかかることが明らかになった。

そこで、竣工図と分譲時のパンフレットをもとに現場調査を支援する簡易モデルを作成した。簡易モデルは、躯体と開口部と一部の配管のみモデリングしたものを3Dpdf化し、BIMを保有していない主体がタブレット上で見られるものとした。試作後のコンサルタント会社による評価は以下の3点となった。

- ・躯体、外壁の調査時に記入可能な仕組みがあると良い
- ・設備システムを理解するために、排水、給水・給湯の情報があると良い
- ・配管は曲がり等の詳細情報よりも、おおよその配管ルート位置が分かると良い

BIMモデルの詳細度と表情報

上記物件では、サッシ周りのリーリング改修工事を下辺と両サイドの立ち上がり100mmのみを改修するというVEがなされていた。既存部と改修部が混在するため、新旧のシーンをBIMモデルで識別できる詳細度であれば示すことは可能であるが、「下辺と両サイドの立ち上がり100mmのみを改修」というルールが明確であれば、窓のW寸法+200mmでシーリング長さを定義できる。つまり、BIMモデルの建具情報からW寸法を抽出する仕組みがあれば、Excel等の表計算ソフトで数量を把握できることが明らかになった。

管理規約BIMモデル

専有部の改修工事に関する事項が管理規約・使用細則等で整備されていない場合、管理組合が具体的な工事内容を把握していないところが多い。具体的には、専有部の改修工事で配管はすべて交換したといっても、縦管からPS壁の外側までの横引き管が改修されずに残っていることがある。これらの説明を住民にする場合、共用(管理組合マター)・取り残された部分(グレーな領域)・改修された部分(居住者マター)の三つに分けた「管理規約BIM」(図1)の様なものがあれば説明しやすい。これは、配管をモデリングする時の部品分割を考える上で一つの指標となる。

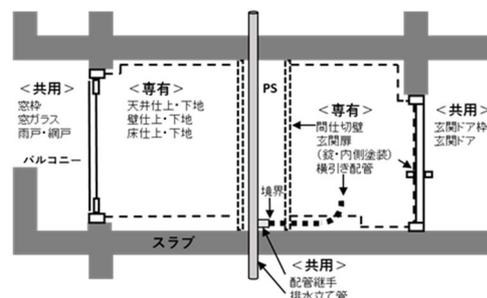


図1 管理規約BIMのイメージ

(3) 3次元スキャナーによる建物情報取得の試行

実際のマンションは、図面があったとしても現物と異なる場合が多いため、一般的には実測を通じて図面を復元する。この作業手間を軽減するために、3次元レーザースキャナーによる情報取得と、その点群データをもとにモデリングを試行した。マンションのスキャニングは許可が必要のためできなかったが、小規模オフィスビルや戸建住宅のスキャニングを通じて、作業時間や寸法精度等を確かめた。

1回のスキャン時間は約5分で、複数箇所スキャンしたものを現場で統合していく。延床面積60㎡の戸建であれば外観と内観合わせて約3時間程度で終了し、PCへのデータ移行は15分程度で済んだ。しかし、この点群データは誤差や建物自体の歪みから最大15mm程度の幅を持ち、角や直線が曖昧な中で柱・梁などを定義することは困難であるため、まずはモデリングに特化した3次元CAD(ライノセラスなど)でラフモデル(図2)を生成し、それをBIMに移行する流れが有効であることが分かった。

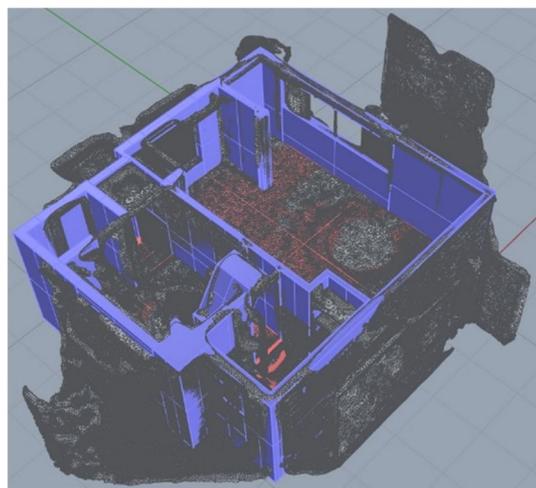


図2 点群から3Dモデルへ

図2)を生成し、それをBIMに移行する流れが有効であることが分かった。

図3は新築戸建住宅の基礎配筋をスキャンしたものを、点群編集ソフト(AUTODESK ReCap)上で統合したものである。スキャン後に配筋を補強して、取得した点群との差が生じてしまったため、補強箇所の位置に補強後の写真とテキストデータをタグ付けし、情報を補完した。点群データの強みは、ありのままの形状を計測できるため、点群空間内で寸法計測が可能であることに加え、座標を特定できる点にある。一方、既存のBIMソフトには、現在このような写真管理機能を備えたインターフェースがないため、点群データは工事履歴の残し方の一つの手段として検討する価値があることが分かった。



図3 点群ソフト上でのタグ付け

(4) 開口部の改修構法を対象としたケーススタディ

アルミサッシの代表的な省エネ改修構法(複層ガラス化、二重サッシ、かぶせ構法)を対象にケーススタディを行った結果、既存と同じ範囲で部品を交換する 既存部は維持し、新規の部品を追加する 既存部の一部を撤去し新規の部品を組み込む、といった改修の度合いによって形状情報の詳細度や部品分割に検討を要することが明らかになった。部品内部品であるサッシの戸車は、モデル自体ではなく、メーカーの品番や代替品の情報が大切であり、これらはメーカーの部品図(または図面番号)に紐づいていれば、形状情報を省略することも可能となる。

次に、これらの部品をBIMでモデリングする際のデータ構造に着目した。検討にあたっては、普及度の高いAUTODESK社のRevit(BIMソフトウェア)を使用した。Revitは建築物のデータを「プロジェクト」、柱や窓などの建築要素や記号等の作図要素のデータを「ファミリ」という概念・仕組みで管理する。つまり、物件単位の「プロジェクト」に、建築要素の形状・属性情報をもった「ファミリ」を取り込むことで、位置情報を含んだ固有データ「インスタンス」として配置される。スタディの結果、Revitのデータ構造は、生成したファミリを他のファミリに取り込んだり(部品内の部品) インスタンスの確定まで様々なルートが存在する柔軟なものであるため(図4) 何らかのルールが無ければ同じ建築要素であっても、利用者や組織によって全く別の構成になる可能性があることが明らかとなった。

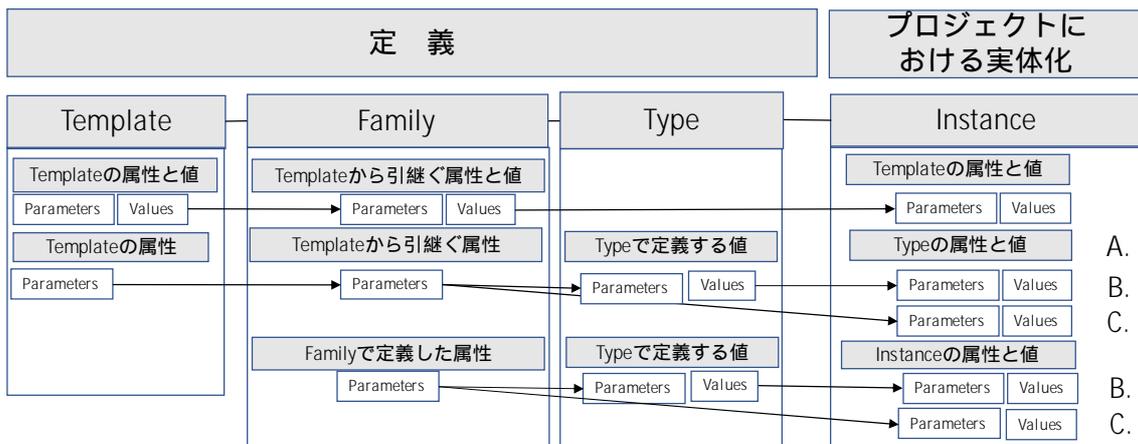


図4 ファミリが持つ属性と値の構造

(5) データ抽出プラグインの開発

Revit等のBIMソフトウェアを使用して、サブコンの生成する詳細図レベルまでモデリングすることは、技術的には可能であるが、以下の点で現実的ではない。

- 1) 今まで行われてきた二次元作図と比較して非常に手間がかかる
- 2) データ容量が大きくなる
- 3) 維持管理においては形状情報よりも属性情報の方が相対的に重要である
- 4) 企業、設計者により表現方法の差異が大きく、モデリングルールが統一されていない
- 5) BIMソフトウェア内の集計機能を正しく活用するためには、建築物や部位の属性データや構成を正確に定義、入力する必要があるため、非常にコストがかかる

また、(4)でのケーススタディを通じて BIM 部品の定義には複数のルートがあり、これら

を将来の変更まで想定してルール化するのは現実的ではない。2D の部品図との紐づけができれば形状情報は不要になるものもあるため、本研究では、BIM 内で完結させるのではなく、既存の業務フローで生成される情報と BIM の連携を試みた。具体的には、入力手間の少ない企画設計に近い詳細度の BIM モデルに対しても利用可能なプラグインソフトウェアを開発し、BIM モデル (Revit) が持つ維持保全に必要な属性情報を抽出し、Excel ファイルに出力される。さらに、改修工事中に生じた属性情報の追加・修正に関して相互に同期を行うことが可能となる。



図5 開発したプラグインの機能

本研究では、各専門家へのヒアリングを通じて維持管理 BIM に求められる要件を抽出し、既存の業務フローで生成される情報と BIM の連携を可能とするプラグインを開発した。今後は、江東区にある築 16 年の大規模マンションを対象に、本研究で開発した BIM 手法の検証を行う準備を進めている。そこでは、管理組合とのコミュニケーションを通じて「管理規約 BIM」や「積算 BIM」も合わせて検討する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 信太洋行
2. 発表標題 マンションの維持管理促進のためのBIM手法に関する考察 開口部の補修・改修構法を対象に
3. 学会等名 日本建築学会大会（東北）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 信太洋行、塩野禎隆
2. 発表標題 維持管理を想定したBIMデータの利活用に関する研究 開口部を対象として
3. 学会等名 日本建築学会大会（北陸）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<ul style="list-style-type: none"> ・2018年10月 清華大学にて研究発表 ・2019年12月 清華大学にて研究発表
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	L i a o Y u C h i a (Liao YuChia) (50750890)	首都大学東京・都市環境科学研究科・客員研究員 (22604)	