

## 既存分譲マンションの維持管理における BIM 利用の効果に関する研究

## —大規模修繕情報の可視化による効率化の可能性—

BIM 大規模修繕 維持管理 準会員 ○ 牧野 広明\*<sup>1</sup> 正会員 石田 航星\*<sup>2</sup>  
分譲マンション 既存建物 台帳化 正会員 室井 一夫\*<sup>3</sup>

## 1. 緒言

## 1.1. 研究背景

我が国において、多くのマンションは 1990 年代中期から 2000 年初頭にかけて建てられてきた。そのため、マンションの建築ストックは今後、一斉老朽化が起ると危惧されている。老朽化問題に対して、大規模修繕業務は非常に重要であるが、その専門性ゆえに合意形成が難しいなどの問題が見られる。そのため、今後の起こるマンション一斉老朽化に備えて、維持管理分野、特に大規模修繕業務の問題解決をすることが非常に重要になる。

## 1.2. 既往研究

小林らの研究<sup>1)</sup>では既存大型オフィスビルについて、工事情報を Building Information Modeling(以下 BIM)を用いて情報を連携し、BIM モデルの空間オブジェクトを着色することによって効果的に可視化する手法を提案している。また、久富らの研究<sup>2)</sup>では公共共同住宅の維持管理用の BIM として、BIM モデルに部位ボリュームオブジェクトを設け、不具合情報をスマートフォンにより登録するシステムの構築も行っている。このように、BIM を用いた維持管理へのアプローチが研究され始めている。

## 1.3. 研究目的

本研究では今後顕在化する可能性が高いマンションの一斉老朽化問題に対応するため、大規模修繕情報を調査、整理しマンション管理組合や居住者でも扱えるように台帳化を行い、大規模修繕情報について適切な理解を得られるようにすることを目指す。また、それらの整理及び台帳化業務について、既往研究で確認したように、BIM を用いて行うことで業務の効率化を目指す。

## 1.4. 研究手法

本研究では、千葉県に存在する築 30 年以上の分譲マンションをモデルケースとして研究を進める。

初めに建物の BIM モデルを作成する。その後、過去の大規模修繕情報を確認し、整理したうえで BIM モデルに導入していく。そして情報の導入が済んだ BIM モデルを効果的に可視化するシステムを作成し、Web サーバー上に一般公開する。最後に、作成したマンション管理 BIM モデルについて、共有する居住者やマンション管理会社にどのような効率化をもたらすのかを考察し、評価する。

## 2. 大規模修繕業務の効率化検討

## 2.1. マンション管理業務の概要

マンションの管理業務には様々な種類の業務があり、基本業務は事務管理業務、管理員業務、清掃業務、建物・設備管理業務、緊急対応業務の五つに分類される。このうち、事務管理業務に大規模修繕工事業務が含まれる。

マンションの管理方法として、居住者から成るマンション管理組合が組織され、その中に中心的な役割を担う理事会が設置される。理事会は管理会社に委託する管理業務を決定し、管理会社がその業務を受託して代行する。また、より専門性の高い業務では、理事会により専門委員会が設置される場合があり、大規模修繕業務はその専門性の高さにより特に委員会が設置されやすい。

## 2.2. 大規模修繕業務の流れと課題

一般的な大規模修繕工事の流れを図 1 に示す。

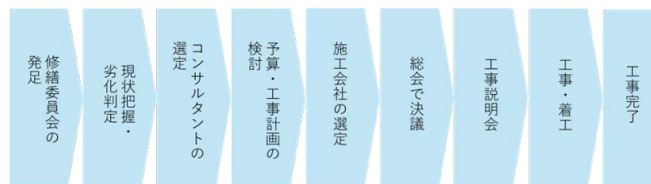


図 1 一般的な大規模修繕の流れ

また、国土交通省のマンション管理会社に対するアンケート<sup>3)</sup>より、マンション管理業務において問題となることとして、事業費の確保が最も多く回答されており、その次に管理組合への情報共有が挙げられている。また、同アンケートにおいて、合意形成の賛成率を高めるために行われた活動は着手のしやすさから説得活動が広く行われている。また、築 30 年以上のマンションでは、過去の大規模修繕情報が紙データで保存されている場合が多い。紙データの場合持ち運びが難しく、量も膨大となるため、情報の参照が難しくなっている。以上より、工事費の確保が難しい点、合意形成が難しい点、そして紙データの不便な点という 3 点が現在の問題としてあげられる。

## 2.3. BIM 利用による効率化要素の検討

この 3 点の問題の解決方法として、BIM モデルを用いて大規模修繕情報の台帳化を行う。これにより、マンション管理組合や居住者が情報をより理解し、活用することができるようになること、また情報がデジタルデータ化

されることから解決に導けると考えられる。

多岐にわたる大規模修繕情報のうち、これらの問題を解決するために必要となる情報は、特に「修繕理由」「修繕箇所」「修繕方法」であると考えられる。そのため、本研究では図2のようにそれらの情報が記載されている「施工計画書」と「補修施工図」について整理を行う。



図2 大規模修繕情報からBIMに入れる情報の整理

整理した情報の提示方法について、BIMモデルを用いることでより効果的に理解を行えるようにする。具体的に、BIMモデルに修繕情報の登録を行い、工事情報が行われた箇所を色付けすることによって、視覚的な理解を促進させる。図3に作成する視覚化のイメージ図を示す。

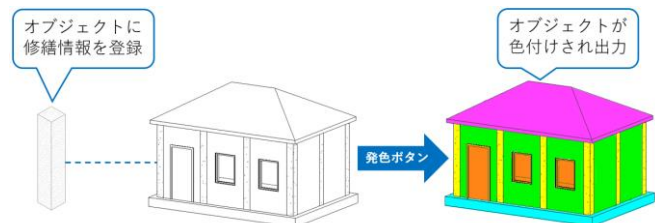


図3 BIMモデルへの色付け検討

## 2.4. 本研究の対象とするマンションの概要

対象建物について、最高階高15階で延べ床面積は33238.89m<sup>2</sup>と非常に大きく、建物自体もA棟からF棟までに加え、円形のエントランスに集会所がついた大規模な分譲マンションとなる。本マンションは2003年度と2022年度の2回大規模修繕工事を行っており、屋上防水改修工事などの大規模改修も行っている。また、それぞれ主導となったマンション管理会社が異なる他、情報の集積方法が2003年度は紙データ、2022年度は紙データに加えてPDFデータが存在するという違いがある。

## 3. マンション管理BIMモデルの構築

### 3.1. マンション管理BIMモデルの考え方

本研究で作成するシステムを「マンション管理BIMモデル」と呼称する。このマンション管理BIMモデルとは、管理情報の着色による可視化が行えるようになったシステムであり、大規模修繕情報を登録したBIMモデルとそれの可視化を行うソフトウェアの総称とする。

大規模修繕工事の修繕記録を集積し、その情報が効果的に可視化される必要があるため、求められる条件は以下の通りになると考察した。

(1) 過去の大規模修繕工事の情報を閲覧できるように、共

用部には情報を登録するためのオブジェクトが配置されていること。

- (2) 大規模修繕工事を含め、今後行う修繕記録をBIMモデル上に反映させるために、オブジェクトへの情報の登録が可能であること。また、マンション管理者でも行えるようにその動作が容易であること。
- (3) 日頃から修繕情報を円滑に閲覧できるように、BIMモデルのデータ量は最低限であること。

以上よりデータ容量は最低限かつ、共用部と専有部についてオブジェクトの詳細度を検討していく必要がある。

### 3.2. オブジェクトを作成する留意点

BIMモデルはAutodesk社のRevitというソフトウェアを用いて作成を行う。

初めに、情報を格納するためのBIMモデルの建築的要素について検討する。建物を構成する躯体部についてはすべての棟について作成を行う。ただし、内壁に関しては大規模修繕工事が共用部についてのみ行われること及びプライバシー保護の観点から、共用部と専有部を分ける内壁と共用部にある内壁に関してのみ作成を行う。

建具の設置に関しては、大規模修繕工事が共用部について行われることを考慮し、共用部にのみ行う。ただし、窓に関しては専有部のものについても大規模修繕の対象となるため、作成する必要がある。

各棟の詳細度について、全6棟の建物オブジェクトをすべて詳細に作成してしまうとデータ総量が非常に大きくなると懸念される。そのため、建物全体が共用部となるエントランス及び集会所、それに隣接しているC棟の建物オブジェクトは詳細に建具まで作成する。それ以外の建物オブジェクトについては、モデル作成の時間の短縮とデータ容量の削減のため、構造部材のみを作成したダミーモデルで作成を行うこととする。

建具オブジェクトについて、データ量が高くなく、また詳細度が担保されている点よりAutodesk社のジェネリックオブジェクトを寸法のみ加工し使用していく。図4に整理したBIMモデル作成における条件を示す。

要素	共有部	専有部	建物	モデル形式
躯体部材			A棟	ダミーモデル
柱	○	○	B棟	ダミーモデル
梁	○	○	C棟	詳細モデル
スラブ	○	○	D棟	ダミーモデル
外壁	○	○	E棟	ダミーモデル
内壁	○	×	F棟	ダミーモデル
建具材			ENT	詳細モデル
窓	○	○	集会所	詳細モデル
扉	○	玄関のみ		
仕上げ材	○	×		

図4 作成するモデルの設定

### 3.3. 対象マンションのBIMモデル作成

図5にBIMモデルを作成する手順を示す。

## BIM作成の手順

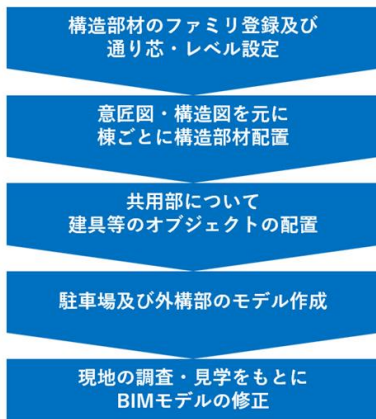


図5 BIMモデル作成の手順

図5に示すように部材表を参照し部材のファミリー登録を行う。また、通り芯と建物レベルについて図面をもとに設定する。その後、構造躯体、共用部建具、駐車場・外構部の順で対応する図面を参照し作成を行う。

また、対象建物は図面が手書きであり、図面のみで判別が困難な部位については現地に見学に行き、確認の上でBIMモデルの修正を行う。図6に実際にC棟を作成した過程を示す。

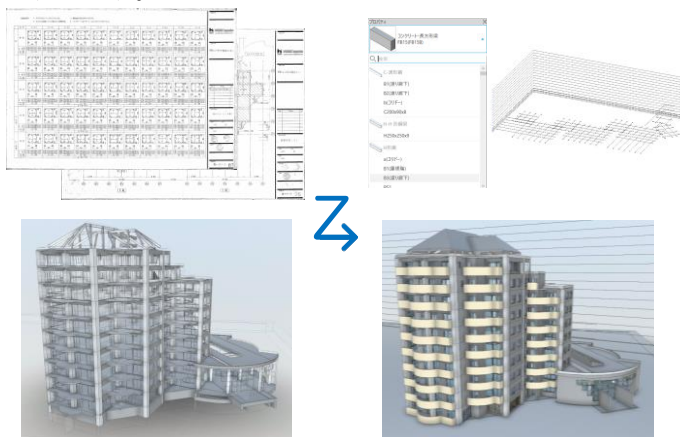


図6 BIMモデル作成の状況

### 3.4. 完成したBIMモデルの総括

完成したBIMモデルを図7に示す。配置したオブジェクト数は合計で約11,000個となり、データ容量は約125MBとなった。これは一般的な3Dモデルと比較して軽量であり、モデル上での操作が重くなることを防止できると考えられる。



図7 完成したBIMモデル

## 4. マンション管理BIMモデルの可視化及び考察

### 4.1. データ連携項目の整理と可視化手法について

第2章で確認したように対象マンションでは過去2回大規模修繕工事が行われていたが、それぞれマンション管理会社が異なっていた。そのため、使用されているフォーマットや工事名称が異なることが確認できた。名称が異なったままでは台帳化して情報を参照する際や、実際に情報をBIMモデルに登録する際に非常に不便である。そのため、「施工計画書」と「補修施工図」について工事名称を図8、9に示すように整理を行った。

工事種類	2003年度工事仕様書	2022年度施工計画書	工事種類・名称
仮設工事	仮設工事	共通仮設工事 足場仮設工事	仮設工事
下地処理工事	外壁等下地処理工事	下地補修工事	下地補修工事
シーリング工事	シーリング工事	シーリング工事	シーリング工事
外壁塗装工事	外壁塗装工事	外壁等塗装工事	外壁等塗装工事
鉄部塗装工事	鉄部塗装工事	鉄部等塗装工事	鉄部等塗装工事
防水工事	無機複合防水工事	防水工事	塗膜防水工事
	ウレタン防水工事 アスファルト防水工事		シート防水工事 アスファルト防水工事 複合防水工事
その他の工事	その他工事	建物他改修工事	建物他改修工事

図8 施工計画書より工事名称の統合

2003年度下地補修施工図	2022年度補修図面	下地補修工事
ひび割れ補修(0.2mm未満)	せん断クラック(アルファック)	下地補修工事 クラック補修 浮き補修 欠損補修 塗膜補修
ひび割れ補修(0.2mm以上)	クラック補修(0.3mm未満) バルコニー上裏	
鉄筋露出部補修	クラック補修(1.0mm以上)	
欠損部補修・雨落とし目地部補修(100mm×100mm)	爆裂補修(100mm×200mm)	
漏水部止水材・低圧注入	爆裂補修(100mm未満)	
浮き部補修	欠損補修(100mm×200mm)	
手摺壁モルタル欠損	欠損補修(100mm未満)	
PC版釣りフック埋め戻し部欠損	モルタル浮き補修	
天端調整モルタル浮き注入	欠損補修(既存足場繋ぎ跡)	
既存塗膜塗膜除去・段差調整	欠損補修(新規足場繋ぎ穿孔跡) 塗膜脆弱部補修 補修跡肌合せ	

図9 補修施工図より補修工事の概括

また、着色による可視化の拡張機能について、工事種別のボタンを設置し、ボタンを押すことで、その工事が行われた箇所がBIMモデル上で可視化が行われるようにする。実施年度については年度切替ボタンを作成することで切り替えられるようにし、両年度で工事が行われていた場合は強調表示されるようにする。これにより、工事種別ごとに実施された箇所や、その箇所に行われた工事回数も参照できるようになると考えられる。

### 4.2. 可視化を行うシステムの作成

前節で整理した「施工計画書」と「補修施工図」の名称のもと、図10に示すように工事内容をBIMモデルのオブジェクトに文字データとして直接情報を登録した。

下地補修工事	仕上げ工事
欠損補修	シーリング工事
クラック補修	外壁等塗装工事
	鉄部等塗装工事
塗膜補修	塗膜防水工事
	シート防水工事
爆裂補修	アスファルト防水工事
	複合防水工事
	建物他改修工事

図10 情報登録する単語のルール

続いて、実際に可視化するためのシステムを作成する。Autodesk Platform Services(以下 APS)というソフトウェアを用いて可視化の拡張機能の作成を行った。APSは既存のWeb技術を生かしてAutodeskの機能を導入し拡張機能の開発が行える。そのため、一般的なWebサービス上でBIMモデルを見ることが、拡張機能の操作が行えることからこのソフトウェアを用いて作成した。

作成する拡張機能の скрипт としては、工事ボタンが押された際に年度切り替えボタンのON/OFFを判別するようにする。その後、工事ボタンに紐づけられたキーワードがあるか判別を行うことで、オブジェクトの抽出及び色付けが行われるようにした。図11に作成したシステム、図12に色付けされたモデルを示す。

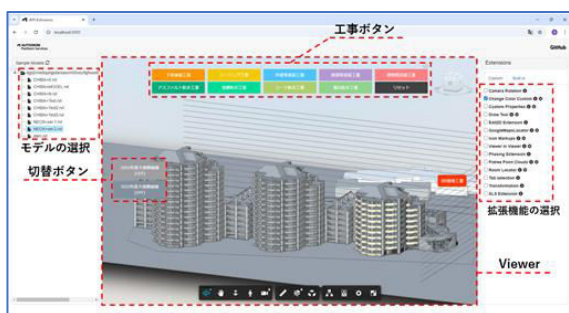


図11 作成したマンション管理 BIM モデル



図12 着色されたマンション管理 BIM モデル

図12に示すように、工事ボタンを押すと工事種別ごとに紐付けられた色にオブジェクトが着色される。さらに、過去2回の大規模修繕工事両方において行われた箇所は、赤色で表示される。また、部材を選択しプロパティを見ることでその部材に行われた工事を確認できるようにした。

このシステムは工事種別ごとにその工事が行われた箇所や実施回数を着色により、視覚的に確認することを可能とした。また、オブジェクトごとに入力された工事情報をプロパティから確認することも可能とした。

#### 4.3. マンション管理 BIM モデルの Web 化

作成した拡張機能である作成したマンション管理

BIM モデルは管理会社のみならず居住者にも共有され、使用されることを想定している。そのため、居住者もモデルを参照できるように、Amazon Web Services という仮想サーバーを作成できるクラウドサービスを用いて、システムを Web 上に公開する準備を行った。これにより URL による共有が可能となった。図13に仮想サーバーを用いてスマートフォンで操作する様子を示す。

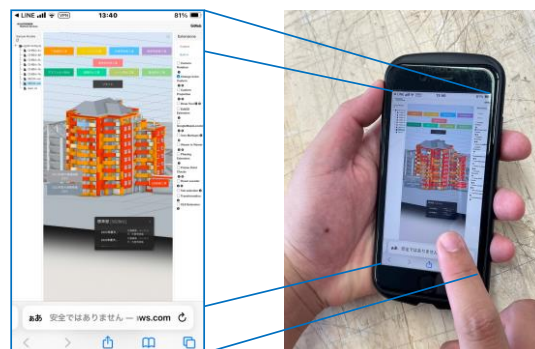


図13 スマートフォンを用いたシステム

#### 4.4. マンション管理 BIM モデルの効率化への影響の考察

本研究で作成したシステムは、大規模修繕の工事箇所や工事内容をモデル上で確認できるシステムとなる。このシステムは工事情報を BIM データという形式で累積できる台帳となる。また、居住者にも共有できるシステムのため、これを利用することにより、現在の大規模修繕業務の問題解決に近づけると考える。

#### 5. 結言

本研究では、過去の大規模修繕工事の情報を参照しやすいように整理し、その内容を BIM モデルで着色し可視化、それをマンション管理組合及び居住者、管理会社に公開する準備を整えた。このシステムは、管理組合や居住者でも扱える修繕情報のアーカイブとなり、より適切な方法で情報を参照できるようになったと考えられる。

今後の展望として情報登録方法などについて、より適切な登録方法を考察していく。

#### 謝辞

本研究の着手を住民総会満場一致でご賛同いただいたマンション全住民の皆様、ならびに竣工図や工事関係資料提供にご協力いただいた東急コミュニティーのご担当者へ、心より感謝申し上げます。ありがとうございました。

#### 参考文献

- 小林明日香, 石田航星, 板谷敏正, 大野晃敬, 織田村嶺: 不動産管理における BIM の活用に関する研究—可視化による不動産運用情報の活用—, 2022 年度(第 93 回) 日本建築学会関東支部研究報告集, pp. 357-360, 2023-03
- 久富英樹, 大西康伸: 不具合部位選定を中心とする実務性向上のための点検業務支援システムの評価と改良 BIM およびクラウド技術を活用した維持管理支援システムに関する研究その 5, 2023 年度学術講演梗概集, pp. 149-150, 2023-07
- 国土交通省: 分譲マンションの建替え等の検討状況に関するアンケート調査結果について, 2008-11-21, <https://www.mlit.go.jp/common/000027312.pdf>, (参照日 2024-10-28)

\*1 早稲田大学創造理工学部建築学科

\*2 早稲田大学創造理工学部建築学科准教授 博士(工学)

\*3 千葉ニュータウン中央ネオックス長期修繕 PT 委員

\*1Waseda University, Undergraduate School of Creative Science and Engineering Department of Architecture

\*2Waseda University, Department of Architecture, Associate Professor, Doctor of Engineering

\*3Chiba Newtown Chuo Neox Long-Term Repair PT Committee Member