

1) - 5 BIM 中要素の空間・属性情報と要素間の関係を用いた施設技術者の知識・経験の表現【持続可能】

Representation of facility engineers' knowledge and experiences using building information models that have information of building components and networks between building components

(研究開発期間 令和3～5年度)

建築生産研究グループ
Dept. of Production Engineering

松林道雄
MATSUBAYASHI Michio

In this research project, we developed an add-on tool for BIM software that expresses the knowledge and experience of facility engineers as procedures to be used in facility management operations by using geometry and attribute information of elements and relationships between elements through the BIM data structure. Leaks and water leakage associated with the deterioration of waterproofing on rooftops of existing buildings were treated as the subject matter of the case study.

【研究開始当初の背景及び目的】

BIM (Building Information Modeling) とは、コンピュータ上に設計情報を集約させることを通じ、仮想の建築物を実寸で構築する発想・手法を指す。その特徴として、オブジェクト 3D-CAD を用いること、線や四角などの幾何ではなく建築・設備要素（壁や床、天井、建具など）を組み合わせて配置しモデリングしていくことが挙げられる。わが国においては2009年前後から注目が集まり、これによる設計・施工が増加してきている。2019年には「建築 BIM 推進会議」が設置され、官民が一体となり情報基盤の整備が進められている。しかし、現状では企画・設計、施工部門への展開はされるものの維持管理へのそれは比較して少なく、建物のライフサイクルを通じた活用には至っていない。理由の一つとして維持管理場면을意識した情報基盤整備を進めるにも、これらの活用像・メリットが確立されていないことが挙げられる。そして、このことから既存手段と比較しても、設計初期段階における BIM データ作成の手間の価値が見出せないと捉えられてしまう。

ところで、BIM に関連する学術的研究は情報処理技術の発展との均衡の中で展開されてきた。近年はビッグデータや AI のキーワードに代表されるように、豊富なデータを組合せて活用できる程にコンピュータ性能が向上してきている。BIM についても、BIM モデルのデータベースに含まれる要素どうしを組合せて活用する基盤が整ってきており、今後の BIM 研究の発展可能性はここにある。また、既存建築物の維持更新においては技術者不足の問題も指摘されており、これを解決するために従来の図面媒体との対比で BIM・CIM (Construction Information Modeling) が期待されている。課題解決に向けたデータ

活用のあり方として、熟練技術者の知識や経験が、BIM モデル内要素の空間・属性情報とこれら関係性を以って記述し使用できれば、施設管理場面における新たな利用像提示に繋がる。

本研究課題の目的は、BIM モデルのデータ構造を介して要素の形状・属性情報や関係性を用いることにより施設技術者の知識・経験をルール化し、施設管理業務に活用するための手法として開発することにある。典型的な故障に対して、これら手法を用いて今後、同様な故障の発生可能性のある施設内箇所を推定していくことを目指す。

【研究の方法】

実施内容は「A) BIM データを用いた施設技術者の知識・経験の表現」、「B) 国立大学法人等施設を対象とした現地調査・インタビュー調査」と「C) BIM データの構築・充実化」の3項目から構成した。所属機関（過去に所属していたものも含む）の建物をケーススタディの施設として設定した。

A) BIM データを用いた施設技術者の知識・経験の表現

ケーススタディ施設に関係する施設担当職員へのインタビュー及び施設管理業務を通じて作成された資料の観察を通じて、建物故障の進行プロセスをモデル化する。

選んだ建物故障に関連する要素と属性情報を選定し、また BIM モデルのデータ構造をたどり空間的・ネットワーク的につながりのある要素を選定する。要素の選定に関しては、該当クラスだけでなく上位の雛形にあたるクラスも考慮する。選定した要素や要素間の関係らを用いて施設技術者の知識・経験を表現し、類似の性格を持つ

要素・箇所を探索・把握するためのプログラムとして開発する。開発したプログラムについてはケーススタディ建物の BIM モデルを対象に検査をかけ、その結果から精度について検討する。B)に実施する現地調査結果またはインタビュー結果からもプログラムが実情と対応しているかを検討する。精度の高いプログラムになるまで、以上のサイクルを繰り返す。

B) 国立大学法人等施設を対象とした現地調査・インタビュー調査

A)におけるケーススタディの建物故障を選定するために現地調査、インタビュー調査を実施する。また、A)において開発したプログラムから割り出された施設内箇所の妥当性を検討するために、国立大学法人等・庁舎の施設の該当箇所を観察する。また、施設担当職員へインタビューを実施し、建物故障の詳細を把握する。これらの作業を通じて、開発した手法の利便性について評価する。

C) BIM データの構築・充実化

A)においては BIM データ中の各要素が持つ形状や属性情報、また要素間の関係を利用する。よって、これを実現させるために、各建築・設備要素の属性項目への入力も含めた既存建築物の BIM モデル作成作業を先立って必要とする。以前の研究課題「BIM のデータ構造と修理記録を手掛かりとした効果的な施設管理のための建物情報活用」（若手研究,平成30～令和2年度）にて、2施設の建築と機械設備のモデルをある程度の分量で構築しているため、これらを用いる。またケーススタディの建物故障の設定に伴い、現地での測量から得られる建物情報を追加するなど、BIM モデルの完成度を高めるための構築作業を実施する。

【研究の成果】

A) BIM データを用いた施設技術者の知識・経験の表現

研究期間を通してケーススタディの建物故障には、既存建築物の屋上防水の劣化に付随して発生する雨漏り・水漏れを取り上げた。インタビューから聞かれる頻度の高い建物故障の一つに雨漏り・漏水があった。そして、この建物故障の発見・理解を助けるためのアドオンツールの開発に取り組み、モデリングに用いる BIM ソフトウェアのアドオンツールとして開発した。開発には雨漏り・漏水に関連する文献も参考とした。

最初の開発目標は、天井裏など目視で確認できない箇所に配置される要素を平面図ビュー上に描画することとした。また、発生箇所に隣接する他部位の要素もまとめて平面図ビュー上に表示する。

アドオンツールは漏水の報告のあった部屋を基点とし

て調べる。調べたい部屋を選択状態にしておき、この上部に屋上スラブがあるかどうかを調べる。そしてこの結果のジオメトリに接触する他部位（梁、壁、柱）のジオメトリを調べる。このプロセスについては、発生箇所（屋上防水、スラブ）に接触する他部位（梁等）を順番に経由して水が室内に侵入するという施設担当の技術者の意見を基礎として組み立てた。発生箇所から隣接する部位を順番に伝っていく段階を BIM モデル内の複数要素とそのジオメトリ操作を用いて記述した。操作として、BIM モデル内に集約される要素の形状変更また移動を用いた。浸水する範囲については、隣接する部位を調べる段階の数にて調整するものとした。

アドオンツールの機能としては、調べた結果を平面図ビュー上に表示させる機能、拾い上げた要素を部位ごとに区別し想定ひび割れ長さを計算する機能を持つ。

起点となる部位別でアドオンツールを作り、天井から漏水するケース、壁面から漏水するケースの2種類作成した。

B) 国立大学法人等施設を対象とした現地調査・インタビュー調査

ケーススタディの建物故障の選定、開発したアドオンツールの評価に関連して、国立大学法人等の施設担当職員へのインタビューを複数回実施した。また、開発したアドオンツールとの対応を検討するために、国立大学法人等・庁舎の施設を対象にケーススタディの建物故障に関連する部位の観察等を複数回実施した。

C) BIM データの構築・充実化

研究代表者に所属機関変更があり、対象とする施設を見直した。主な取組みとして、現所属機関の事務所建築についての設計・施工資料を収集し、これらを用いて BIM モデル構築した。計画時に想定していた国立大学法人等の施設についても、ケーススタディの建物故障の設定に伴い、該当する部位の要素を配置し直すなど BIM モデルの編集を進めた。そして、開発したアドオンツールの動作確認には、これまでに作成した施設のものも含め、複数の BIM モデルを使用した。

【参考文献】

- 1) BIM 中要素の空間・属性情報と要素間の関係を用いた施設技術者の知識・経験の表現. 科学研究費助成事業データベース. 2023-12-25.
<https://kaken.nii.ac.jp/grant/KAKENHI-PROJECT-21K14328/>, (参照 2024-04-01).