

漏水発生の可能性を検討するための BIM データを用いた要素位置を表示するツール Use of a BIM to Display Element's Location for Considering Possibility of Water Leakage

○松林 道雄*¹

Michio Matsubayashi*¹

*¹ 釧路工業高等専門学校創造工学科 助教 博士 (社会工学)

Assistant Professor, Department of Creative Engineering, National Institute of Technology, Kushiro College, Ph.D. in Policy and Planning Sciences

キーワード : BIM; 漏水; 空間情報; 属性情報; 視覚化

Keywords: BIM; water leakage; spatial information; attribute information; visualization.

1. 背景と目的

BIM の利活用に関して、昨年 6 月に「建築 BIM 推進会議^{注1)}」が設置され、企画・設計・施工・維持管理の各場面での Building Information Modeling (BIM) の活用・推進が急速に進行している。一方で、維持管理場面での普及は課題とされており、モデル事業を募集するなどの取組みが進められている。

ところで、既存建築ストックを含め社会インフラの維持更新は喫緊の課題とされる。文教施設も老朽化に伴う数多くの故障が報告されており、内容は軽微なものから重大なものまで多岐に渡る。本稿で取り扱う雨漏り・水漏れも発生頻度の高い故障・トラブルの一つに挙げられる。社会インフラの諸々の問題に対して、政府が策定した「インフラ長寿命化基本計画^{注2)}」では CIM (Construction Information Modeling) 等の導入に言及するなど、情報基盤の活用と整備が謳われている。少子高齢化に伴う技術者の人手不足が様々な業界で問題となっていることから^{注3)}、施設管理業務をいかに少ない人数で実施できるかという視点は重要である。少人数による維持管理業務を実現するためには、限られた情報を駆使して同様のリスクを持つ箇所を推定する技術開発は必要であり、ここにおいて BIM の活用を検討する余地がある。

以上から本研究では、既存建築物の雨漏り・水漏れに関する故障・トラブルを題材とし、漏水発生の可能性を検討するための BIM データを用いた要素位置を表示するツールを開発することを目的とする。

2. 研究の方法

本研究では既存建築物において過去の工事の設計図書から BIM データが構築されていることを前提とする。これに含まれる要素を用いて、配管や雨漏りを原因とする漏水の発生可能性を検討することに寄与するツールを開発する。

ツールでは、まず BIM データ中の選択した部屋と共通部分のある対象クラスの要素を集め、これらの外形をウインドウ上に描画する。また、集めた要素を CAD ソフトウェア上でも描画できるように、位置・属性情報を集約しテキストファイルとして書き出す。平面図ビューも書き出す。次に、CAD ソフトウェア上に平面図ビューを読み込む。そして、描画用テキストファイルを読み込み、要素の位置を図面上に追加する。この編集された図面を確認することを通じて、漏水の発生箇所を検討することを想定した。最後に、施設職員へ開発したツールを見せ、質問し、その回答からツールに対する評価を行った。

3. ケーススタディの対象

3.1. 施設

建物は釧路工業高等専門学校 (以降、釧路高専) 校舎の講義棟を選定した。Table 1 に講義棟の概要を示す。校舎は新築以降、断続的に部分的な改修工事が実施されている。講義棟の BIM データの再現^{注4)}には平成 13 年度改修工事の設計図書を用いた。再現に用いた設計図書は建築工事と機械設備工事の 2 種類であり、それぞれに記載される内容を別々のファイルとして作成している。講義棟の BIM モデルの外観を Figure 1 に示す。

3.2. 故障の種類

故障種類については昨年の報告¹⁾から継続して漏水に関する故障を扱う。選定にあたっては、相談件数が多いという施設職員の意見と文部科学省が発表したアンケート調査結果^{注5)}を参考としている。釧路高専では衛生関係の配管の他に蒸気管の相談がされるなど、配管に関する故障・トラブルが一定の件数見られる。

雨漏りや水漏れといった故障・トラブルは天井や壁、床に発生する。しかし、これらの発生箇所については、現地調査からは確認できない場合が多い。

Table 1. Overview of lecture building (Included in School Building).

Item	Description
Construction year	1966
Structure	Reinforced concrete (partly steel and wood)
Floors	1F-2F
Total floor area	3,530 m ²

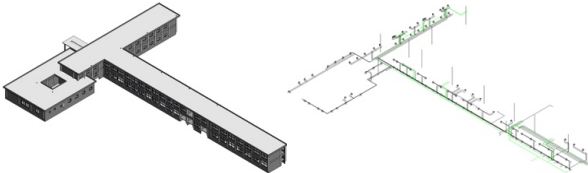


Figure 1. BIMs of the lecture building's architecture elements (left) and BIMs of the lecture building's MEP elements (right).



Figure 2. Internal appearance of lecture building.

4. 要素位置を表示するプロセス

Figure 2 は対象施設の内部、数箇所を写したものである。故障・トラブルが発生した際に、原因の箇所が天井裏等にある場合は現状の把握がしづらい。位置を確認する手段として設計図書を用いるならば、該当する平面図・天井伏図などの図面・CAD データの重合せが挙げられる。そこで BIM データのみを用いて、天井裏等の配管の位置を平面図上に表示し、可視化することを目指す。

操作は BIM ソフトウェアの API (Application Programming Interface) を利用して、画面上部のリボン内に配置されるツールを選択することから実行する。選択した部屋との共通部分を持つ要素を表示する手続きは Figure 3 に記載する通りに進める。BIM ソフトウェア上にウィンドウを発生させ、ここに平面図ビューでの要素位置を表示する。また、CAD ソフトウェア^{注6)}で表示・編集できるように作図用のテキストファイルを取り出すこととした。対象のクラスごとに区別して取り出しができるようツールを開発した。

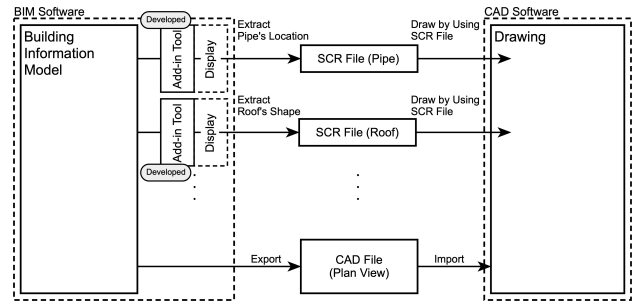


Figure 3. Procedure for displaying element's location within selected room.

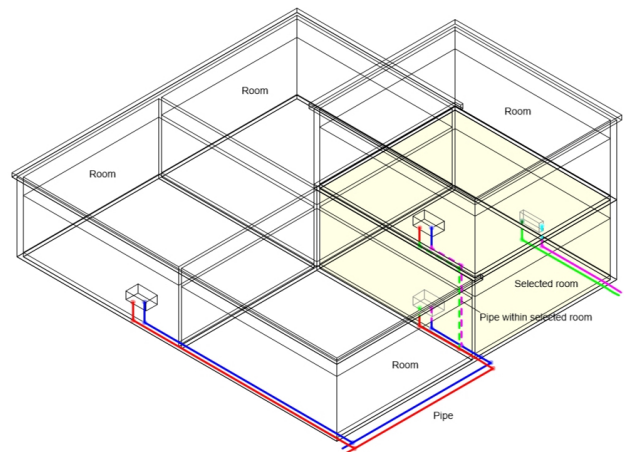


Figure 4. Intersection between geometries of MEP elements and geometry of selected room.

4.1. 部屋との共通部分の確認

Figure 4 に部屋ボリュームの中に含まれる配管関係要素の様子を描いた。以前の研究²⁾では配管とフレキシブル配管^{注7)}について部屋との共通部分を求め、その長さの総和を部屋ごと、システムごとに算出した。本稿では形状情報に注目し、外形を構成する線分を取り出す。

ツールを実行する前に BIM データ中の調べたい部屋を選択状態にしておく。そして、全ての配管要素の中からこの部屋ボリュームとの共通部分を持つものを調べる。

該当する要素について、CAD ソフトウェア上での描画で配管のシステムごとに線を使い分けるため、各配管要素の属性情報から区別に必要な情報を取り出した。また、配管要素が天井裏にあるか床下にあるかを区別するために、選択した部屋ボリュームの下面から 1m 程度を基準として上下を区別できるようにした。

4.2. BIM ソフトウェア上の操作

機械設備要素が収録されるファイルをリンクさせた状態で、建築要素が収録されるファイル上から操作を行うようにした。事前に調べたい部屋を選択状態にしておく。リボン内にツールに対応するアイコンを配置しており、これを選択することからプログラムを実行する。

Figure 5 はツールを実行している途中の画面を写しており、選択した部屋ボリュームの輪郭とこれと重なりのある配管要素の外形をウィンドウに表示させている。BIM ソフトウェア上でも確認できるように、発生させるウィンドウ内に描画させた。また、ウィンドウでは後に使用する CAD ソフトウェアに合わせた SCR ファイルを書き出すかどうかを選べるようにした。

これら操作の結果、書き出した SCR ファイルを開いている様子を Figure 6 に示す。後に使用する CAD ソフトウェアの入力の順番に従って記述させている。最初に作図に使用する画層^{注8)}の設定を行う。そして、一つ一つの線分において、最初に線種等を選んでから描画する。平面図ビューと座標値が一致するよう、その値は BIM データで採用しているものを使用した。

4.3. CAD ソフトウェア上での描画

CAD ソフトウェア上における描画の手順は Figure 7 の通りに進める。基本的には取り出した平面図ビューを平面図として開き、これに SCR ファイルを読み込んで確認したい要素を描画していく順番となる。そして、必要な作図をした後に CAD ファイルとして保存すれば、以降は BIM ソフトウェアに囚われず、図面内容を確認することができる。SCR ファイルによる作図の前に線種など画層の設定をしておくのが望ましいが、本稿では読み込む SCR ファイルの冒頭に設定用の文章を予め記載させた。

Figure 8 は平面図ビューに配管に関する SCR ファイルを取り込んだ結果を示したものである。また、Figure 9 は平面図ビューに対して、対象の部屋の直上に位置する屋上スラブの輪郭を描いている。これら 2 つの Figure ではクラスを区別して平面図ビューに表示させている。一方で、調べたい部屋・クラスごとに SCR ファイルを区別させていることから、これらを順次読み込めば一つの平面図ビュー上にまとめて表示することも可能である。

本稿では平面図ビューを対象としたが、このツール開発を応用すれば、ビューについても、内観の立面ビューの裏側にある要素を表示することも可能である。

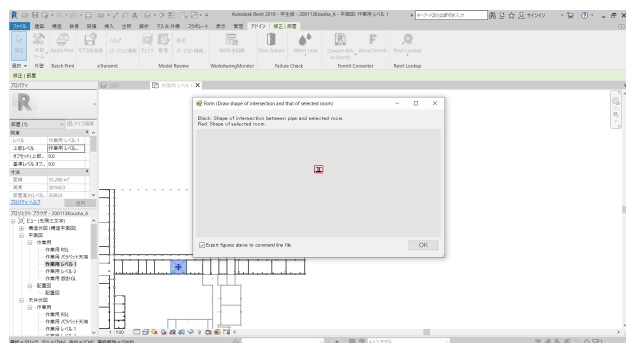


Figure 5. Screenshot of the execution of add-in command in Autodesk Revit.

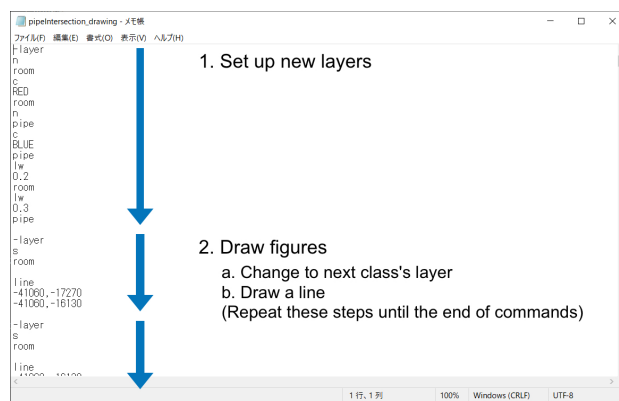


Figure 6. Description in the SCR file (opened by Notepad on Windows 10).

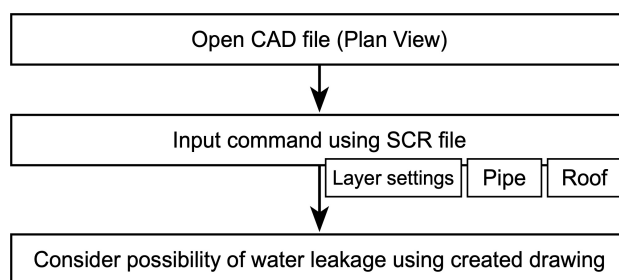


Figure 7. Procedure for creating a drawing about intersection between MEP elements and selected room.

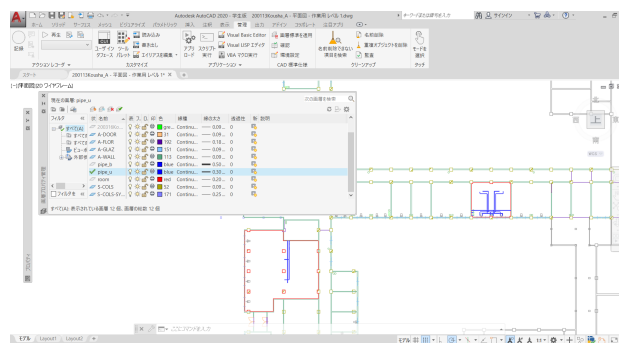


Figure 8. Drawing about locations of pipes generated by the proposed method.

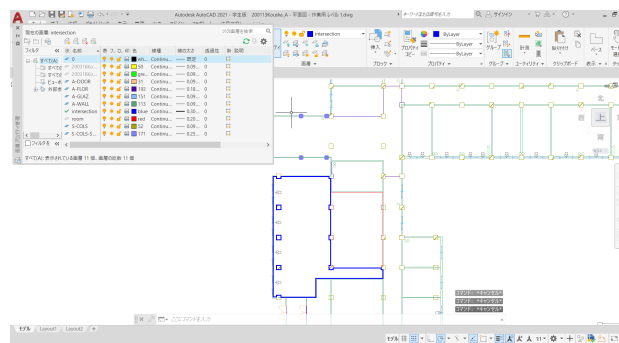


Figure 9. Drawing about locations of roofs generated by the proposed method.

5. ヒアリングを通じた評価

開発したツールの有用性を評価するために、釧路高専の総務課の施設担当に対しヒアリングを実施した。BIMソフトウェアでのデモンストレーションを実施した後に質問した。2020年3月に意見収集している。

ヒアリングの中で、天井等によって隠され、直接目視できない要素についての位置が視覚的にわかることに、BIMとツールの有用性を感じるという意見が聞かれた。目視では確認できないものが可視化される点に価値が置かれていた。本報告で使用したBIMデータは過去の工事の設計図書から再現しているが、それでも位置の把握には役に立つという意見だった。しかし、設計施工でBIMが作成され、施設管理場面でこれを用いることができるならば有用性は更に高いものとなる。

6. まとめ

天井裏の配管等の老朽化に起因すると見られる漏水発生の可能性を検討する手段として、BIMデータ中の対象の部屋ボリュームとの共通部分等を調べることから、天井裏・床下に配置される配管要素を平面図ビュー上に表示するツールを開発した。このツールでは、該当要素の位置・属性情報を取得・加工し、後に使用するCADソフトウェアの入力規則に従った表記にし、テキストファイルとして書き出す。そして、CADソフトウェア上でも平面図ビューとこのテキストファイルを読み込むことにより、対象の部屋の天井裏・床下に配置される配管要素の外形を表示できるようにした。

ヒアリングからは、既存の手段では実現できないこともBIMを用いれば実現できるという意見を確認した。開発のツールを用いることにより、目視では確認できないような天井裏等に配置される要素も平面図ビュー上で確認することができる。これらの作業から、対策を立てるべき部屋が特定でき、以降のトラブルに備えることが可能となる。

7. 今後の展開

本稿で取り組んでいるツールは、要素のクラスによってツールを区別し開発を進めている。そのため、各故障を調べるツールのまとめ方も開発の範囲に含めたい。

ヒアリングを実施した国立大学法人等においては、少数人数体制で施設管理業務を行なっている機関が多い。このことから業務効率化に寄与する手法を検討しており、見えない箇所を可視化する手法はこれに含まれる。また、施設職員の知識・経験について、ある種の手続きとしてBIMを用いて表現し活用することができれば、一部の点検や確認作業の代替にできると考える。ある程度の作業をBIMデータ内で処理でき、現地での施設管理業務の軽減につながるような手法の開発を今後の課題としたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、釧路工業高等専門学校総務課のみなさまには校内施設やその設計図書に関する資料・情報提供など、多大なご協力を頂きました。また、本研究はJSPS科研費JP18K13906の助成を受けたものです。

注

注1)国土交通省：建築BIM推進会議. 国土交通省ホームページ,

<https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/kenchikuBIMsuishinakaigi.html>, (参照 2020-09-05)

注2)インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議:"インフラ長寿命化基本計画", 内閣官房ホームページ,

http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/infra_roukyuuka/pdf/houbun.pdf, (参照 2020-09-06).

注3)例えば、政府ホームページに掲載される未来投資会議(第1回)で言及されている。首相官邸：未来投資会議. 首相官邸ホームページ,

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikagigi/>, (参照 2020-09-05)

注4)BIMデータを作成するソフトウェアとしてAutodesk Revit 2019を使用した。

注5)文部科学省大臣官房文教施設企画部："国立大学法人等施設の老朽化等に関するアンケート調査結果", 文部科学省ホームページ,

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shisetu/047/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2018/02/05/1400948_01.pdf, (参照 2020-09-05).

注6)描画をするためのCADソフトウェアとして

Autodesk AutoCAD 2020を使用した。SCRファイルはコマンド入力による作図に対応したスクリプトファイルを指す。

注7)BIMソフトウェアで分類されるクラスに従って、その名称を区別している。

注8)AutoCAD上で線の使い分けができるよう、一つ一つの画層に対して個別の線種と色、太さを対応させる。

[参考文献]

- 1) 松林道雄：BIMデータ中要素を持つ形状・属性情報を用いた漏水が予想される箇所の探索 その2. 日本建築学会情報システム技術委員会第42回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, 日本建築学会情報システム技術委員会, pp. 44-47, 2019-12.
- 2) 松林道雄：漏水発生の可能性を検討するためのBIMデータを用いた配管情報を収集するツール. 2020年度日本建築学会大会(関東)学術講演梗概集, 日本建築学会, 情報システム技術 pp.25-26, 2020-09.