

BIM およびクラウド技術を活用した公共共同住宅のための 外構点検業務支援システムの開発

Development of the Inspection Support System for Outdoor Space of Public Housing Using BIM and Cloud Computing

○緒方 英亮*1, 大西 康伸*2
Eisuke OGATA *1 and Yasunobu ONISHI *2

*1 熊本大学大学院自然科学教育部 大学院生

Graduate Student, Graduate School of Science and Technology, Kumamoto Univ.

*2 熊本大学大学院先端科学研究部 准教授 博士 (学術)

Associate Prof., Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto Univ., Ph. D.

キーワード：団地、維持管理、修繕・更新、CAFM、QR コード、GPS

Keywords: Housing complex; Operations and maintenance; Repair and update; CAFM; QR Code; GPS.

1. 研究の背景と目的

戦後の都市部における住宅不足を発端として整備されてきた公共共同住宅は、現在老朽化が進行し効率的な維持管理が必要とされている。川端らの研究¹⁾では、維持管理のための公共共同住宅^{注1)}の住棟の3Dモデル(以下、住棟維持管理モデル)を提案するとともに、点検作業現場(以下、現場)からスマートフォン(以下、スマホ)を用いて点検結果の情報を入力するシステム(以下、住棟点検支援システム)、および公共共同住宅の維持管理情報をクラウド上で一元管理する Building Information Management System for Public Housing (以下、PHBIMS)を開発した。しかし、団地単位での点検を支援するには、公共共同住宅の住棟だけでなく外構の点検業務を支援する必要がある。

そこで公共共同住宅の外構に共通する構成要素に着目し、PHBIMSでの利用を前提とした外構維持管理モデルを提案する。さらにスマホを用いて、外構に関する点検結果の入力を支援するシステム(以下、外構点検支援システム)の開発、およびPHBIMSの閲覧機能の拡充を行う。

2. 公共共同住宅の外構に関する維持管理業務の整理

本研究では公共共同住宅の内、1459団地71万戸を管理する独立行政法人都市再生機構(以下、UR)が運営する共同住宅(以下、UR住宅)を対象とする²⁾。主要業務としてUR住宅の維持管理を担う日本総合住生活株式会社(以下、JS)を対象に、維持管理業務の整理を行った。本研究では、業務頻度が高く情報量の多い「安全点検」における点検項目のうち、外構に存在する点検部位を対象とする(表1)。

表1 安全点検項目の一覧

| 業務 | 点検項目 | 業務 | 点検項目 | 業務 | 点検項目 |
|-------|--------|--------|---------|----|-------------|
| 建築 | 外壁 | 機械 | 屋内給水設備 | 電気 | テレビFM共同受信設備 |
| | 外壁以外 | | 屋内排水設備 | | 雷保護設備 |
| | 排水施設 | | 屋内ガス管 | | 屋外灯設備 |
| | 道路 | | 暖房給湯配管 | | 架空配線設備 |
| 法面・擁壁 | 煙道 | | 地中配線設備 | | |
| 土木造園 | 遊戯施設 | 屋外給水設備 | 太陽光発電設備 | | |
| | 休息施設 | 屋外排水設備 | 段差解消機 | | |
| | 通路 | 共用灯設備 | 防犯カメラ設備 | | |
| | 囲障 | 配線器具 | 駐車場管制設備 | | |
| | 調整池 | 盤類 | J型受信機 | | |
| | 橋梁 | 換気設備 | | | |
| | サクラ天啓木 | | | | |

※網掛けは外構の点検項目

3. 外構維持管理モデルの作成

本研究における外構維持管理モデルの提案は、川端らの研究¹⁾と同様に、オートデスク社のRevit2021(以下、Revit)を用いてモデリングを行うことを前提とする。

既存の全てのUR住宅のBIMモデルを作成した場合、モデリングに膨大な手間がかかることが予想される。そこでモデルの作成方針として、川端らの研究¹⁾と同様に点検結果を不足なく関連付けることができ、かつ可能な限り簡易に作成できるモデルを提案する。そこで本研究では、複数の点検部位の情報を保持する面的なオブジェクト(以下、地盤オブジェクト)と点検部位ごとに詳細な形状を持つ独立したオブジェクト(以下、部位詳細オブジェクト)を組み合わせた外構維持管理モデルを提案する。なお、地盤オブジェクトは必要最小限の種類で可能な限り分割せずに作成し、部位詳細オブジェクトは点検部位同士を視覚的に区別しやすいよう共通化、簡略化して作成する。外構維持管理モデルのモデリング方法の分類を図1、URの保有する団地の外構の一部を対象に作成した外構維持管理モデルを図2、モデリング方法と入力方法を表2に示す。

地盤オブジェクトを作成するにあたり、一般的な地先

境界ブロックの高さが最大 20cm 程度であることから、高さ 20cm 以下の点検部位は地盤オブジェクトに含める。例外として、UR では樹木を 1 本ずつ管理しておらず個々の位置把握のためにモデリングする必要がないため、高さ 20cm を超える点検部位ではあるが樹木、樹木支柱、植樹柵は地盤オブジェクトに含める。なお、倒木の恐れが高く 1 本ずつ位置把握をする必要のある幹周が 150cm 以上のサクラ大径木は、部位詳細オブジェクトで作成する。また不具合箇所の把握を容易にするために、高さ 20cm 以下でも各地盤オブジェクトに複数点在する点検部位は部位詳細オブジェクトで作成する。

地盤オブジェクトは、地盤面を必要最小限の用途として、「車道」、「駐車場」、「歩道」、「緑地」の 4 種類に分類し、可能な限り分割せずに地盤面の用途ごとに床オブジェクトで作成する。なお、地盤オブジェクトのうち「緑地」は、敷地に対して占める面積が大きく 1 色の面として作成した場合に、モデルと現実で対応する場所が分かりにくいことから、オブジェクトごとに航空写真をマッピ

ングする。作成した地盤オブジェクトには個々を識別するため「棟名」、「ブロック名」、「地盤 ID」を共有パラメータ^{注 2)}として付与する。また、外構点検部位には土木・造園、機械、電気の業務の点検部位が混在するため、部位詳細オブジェクトは業務別に着色することで区別する。また、同じ点検業務の中でも形状が類似している点検部位が存在する場合は、モデルの上面にその点検部位名の頭文字を表示することで区別する。作成した部位詳細オブジェクトには個々のオブジェクトを区別するため、「棟名」、「固有 ID」を共有パラメータとして付与する。

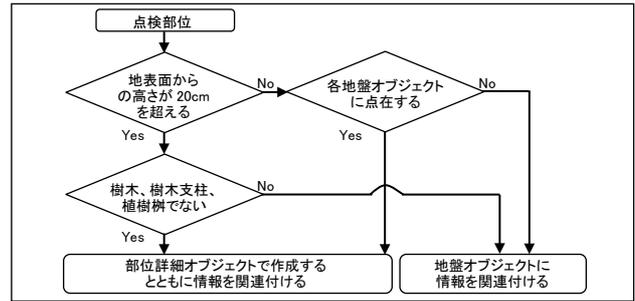


図 1 モデリング方法の分類

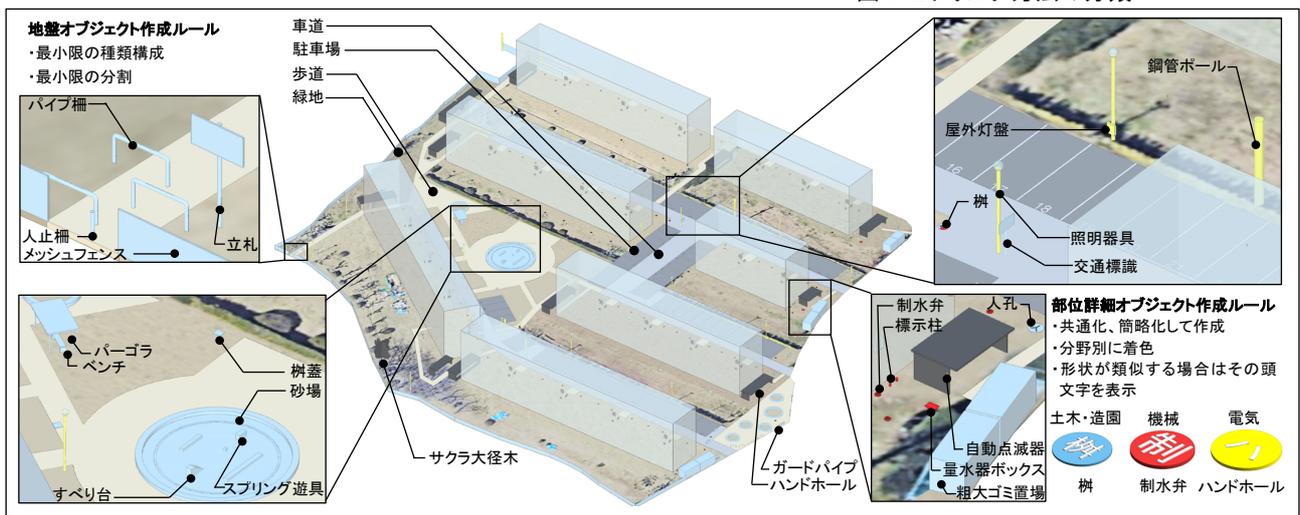


図 2 作成した外構維持管理モデル

表 2 モデリング方法と入力方法(一部抜粋)

| 業務 | 点検分類 | 点検部位 | 地盤オブジェクト | | | | 部位詳細オブジェクト | | | |
|---------|------------|------------|----------|--------|----|----|------------|--------------|--|---|
| | | | 車道 | 駐車場 | 歩道 | 緑地 | QRコード | GPS情報+モデルタップ | | |
| 土木・造園 | 排水施設 | 樹 | | | | | | ○ | | |
| | | 人孔 | | | | | | ○ | | |
| | | U字溝 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| | | 敷地排水 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| | | 水路等 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| | 道路 | 舗装 | ○ | | | | | | | |
| | | 鉄板(車室部) | ○ | | | | | | | |
| | | 街渠 | ○ | | | | | | | |
| | | 緑石 | ○ | | | | | | | |
| | | 樹 | | | | | ○ | ○ | | |
| 囲障 | 樹木支柱、樹柵 | エキシバンドフェンス | | | | | ○ | ○ | | |
| | | 金網柵 | | | | | ○ | ○ | | |
| | | 排ガス防止板 | | | | | ○ | ○ | | |
| | | パイプ柵 | | | | | ○ | ○ | | |
| | | 空洞ブロックウォール | | | | | ○ | ○ | | |
| | | 組立式コンクリート塀 | | | | | ○ | ○ | | |
| | | 流出入口 | | | | | ○ | ○ | | |
| | | 堤体 | | | | | ○ | ○ | | |
| | | 池内 | | | | | ○ | ○ | | |
| | | 橋梁 | 路面、伸縮装置 | 地覆、高欄等 | ○ | | ○ | | | |
| | | | | 横断構造物等 | ○ | | ○ | | | |
| | | | | 排水施設 | ○ | | ○ | | | |
| | | | | サクラ大径木 | | | | | | ○ |
| | | 電気 | 機械 | 制水弁 | | | | | | ○ |
| | | | | 仕切弁 | | | | | | ○ |
| 減圧弁 | | | | | | | | ○ | | |
| エア抜き弁 | | | | | | | | ○ | | |
| 量水器ボックス | | | | | | | | ○ | | |
| 屋外排水設備 | 水栓 | | | | | | | ○ | | |
| | 標示柱 | | | | | | | ○ | | |
| | 排水ポンプ | | | | | | | ○ | | |
| | 照明器具 | | | | | | | ○ | | |
| | 外灯柱 | | | | | | | ○ | | |
| 屋外灯設備 | 太陽光発電設備 | | | | | | | ○ | | |
| | 風力発電設備 | | | | | | | ○ | | |
| | 蓄電池 | | | | | | | ○ | | |
| | 案内板 | | | | | | | ○ | | |
| | 指示板 | | | | | | | ○ | | |
| J型受信機 | 屋外灯盤 | | | | | | ○ | | | |
| | 自動点滅器 | | | | | | ○ | | | |
| | 網管ホール | | | | | | ○ | | | |
| | 油圧配管部 | | | | | | ○ | | | |
| | 附属設備 | | | | | | ○ | | | |
| 防犯カメラ設備 | 防犯カメラ | | | | | | ○ | | | |
| | 録画機器 | | | | | | ○ | | | |
| | 録音機器 | | | | | | ○ | | | |
| | 機器収容箱 | | | | | | ○ | | | |
| | カーゲート | | | | | | ○ | | | |
| 駐車場管制設備 | カーゲート用送受信機 | | | | | | ○ | | | |
| | 車路管制設備 | | | | | | ○ | | | |
| | J型受信機 | | | | | | ○ | | | |

○: 点検部位の基本情報を含める対象
 QRコード: QRコードで位置を指定する対象
 GPS情報+モデルタップ: GPS情報とモデルタップで位置を指定する対象

4. システム開発の概要

開発するシステムの構成を図3、機能を表3に示す。ウェブページの開発には HTML、JavaScript、CSS を、データベースのやり取りには PHP を利用した。なお、点検履歴 DB、3D ビュー情報は PostgreSQL、属性情報 DB は MongoDB を利用した。

本研究において開発するシステムは、Revit で作成した住棟維持管理モデルおよび外構維持管理モデルを、管理・保存・共有・編集・ユーザー管理のためのクラウドサービスである BIM 360 Docs (以下、Docs) にアップロードし、データをクラウドで扱うサービスを利用するための API 群である Autodesk Forge (以下、Forge) を利用してウェブ上で表示する。なお、Docs にはモデルの他に「緑地」の地盤オブジェクトのマッピングに用いた航空写真もアップロードする。

点検者が現場で住棟点検支援システムまたは外構点検支援システムを用いて送信した点検情報は、その場で点検履歴 DB に保存される。保存された点検結果は、点検者が事務所などで PHBIMS を介して公共共同住宅の住棟維持管理モデルおよび外構維持管理モデルと共に閲覧することや、Excel 形式の点検報告書として出力することができる。

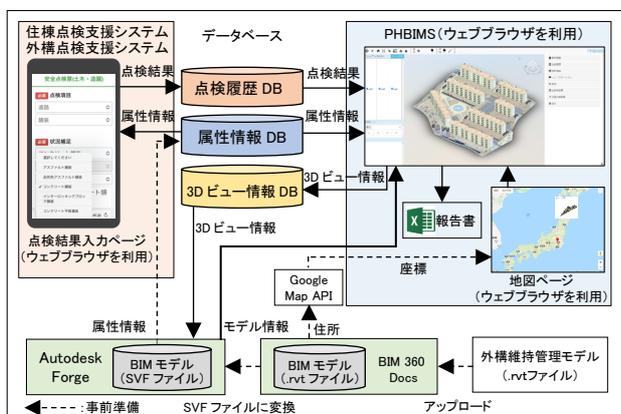


図3 システム構成

表3 開発機能一覧

| システム | ページ名 | 開発する機能 |
|------------|-----------|--|
| 外構点検支援システム | 部位指定ページ | e.モデルタップにより点検部位を指定する機能 d.ピンの位置修正をする機能 |
| | 点検結果閲覧ページ | e.過去の点検結果を閲覧する機能 |
| PHBIMS | 団地ページ | f.地盤オブジェクトと紐づく点検項目を表示する機能 g.検索機能の改良 ピンの位置を修正する機能 |

※網掛けは既存のシステムへの追加機能、その他は新規開発

5. 外構点検支援システムの開発

外構点検支援システムにおける点検結果の入力対象部位の指定には、対象部位に予め貼付された「QR コード」の読み取り、もしくは「GPS 情報およびモデルタップ」

のいずれかの方法を用いる。前者を指定方法の基本とするが、QR コードが貼付できない(表面に凹凸があり物理的に貼付できない、地盤オブジェクトなど対象部位のモデルが大きく貼付された場所が分からなくなる)場合は、後者の指定方法を用いる。外構点検支援システムの利用手順を図4に示す。

「QR コード」を用いる場合、点検者は貼付されているQR コードをスマホで読み取ることで不具合のある点検部位を指定し、続いて点検結果の入力を行う(図4-a、b)。一方「GPS 情報およびモデルタップ」を用いる場合、はじめに不具合箇所を撮影しシステムから当該写真を選択すると、当該写真が保持するGPS 情報を基におおまかな位置に自動的にピンを配置する(図4-c)。その後、手動で正確な位置をタップすることでピンが移動し、点検部位が確定する(図4-d)。続いて点検結果の入力を行う(図4-b)。GPS 情報を用いてピンを配置する理由として、外構は面積が大きいため点検者の位置周辺まで大まかに絞り込むためである。点検結果を送信すると、入力した点検結果と共にモデル内でのピンの座標情報がデータベースに記録される。

点検現場から点検履歴を参照する際は、不具合箇所指定ページから点検結果閲覧ページへアクセスし点検部位を検索することで、前年度の点検履歴がリスト表示される(図4-e)。リストから特定の点検結果を選択すると詳細な点検結果が表示され、モデルを表示する画面は対象のオブジェクトにズームする。

6. PHBIMS での点検結果の閲覧機能の拡充

PHBIMS による地盤オブジェクトと紐づいた点検結果の閲覧を図5に示す。

地盤オブジェクトを選択すると、それに紐づく点検結果がリスト表示され、それらの記録された座標情報に基づき地盤オブジェクト上にピンと写真が表示される(図5-f)。これにより、地盤オブジェクトと紐づく点検結果も詳細な不具合箇所を把握して点検情報を閲覧できる。なお、外構点検支援システムで記録されたピンの位置をPHBIMS 上でより正確な場所に修正することができる。現場でのピンの位置修正には限界があるためである。

検索機能を用いることで、オブジェクトと紐づく属性情報や点検履歴のリストを閲覧できる(図5-g)。「部材情報検索」ではオブジェクト単位で検索を行うことで、検索にヒットしたオブジェクトの属性情報がリスト表示される。一方、「点検結果検索」では点検履歴の項目に対して検索を行うことで、検索にヒットした点検履歴がリスト表示される。検索結果のリストから特定の点検結果を選択すると、詳細な部材情報または点検履歴が表示され、モデルを表示する画面は対象のオブジェクトにズームする。



図4 外構点検支援システムの利用手順

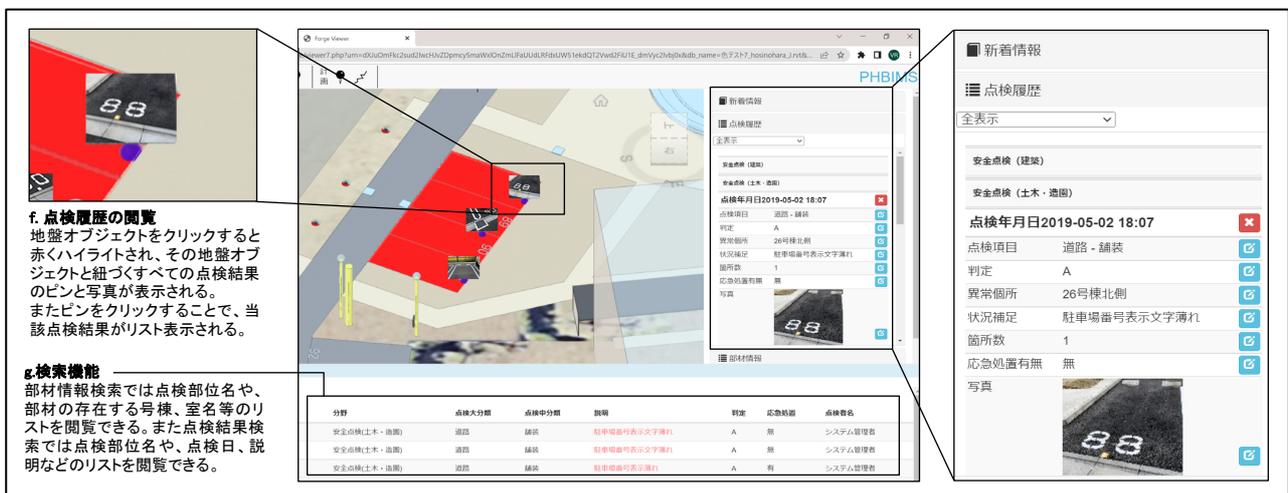


図5 PHBIMSによる地盤オブジェクトと紐づく点検結果の閲覧

7. まとめ

本研究では、公共共同住宅の外構の特徴を踏まえたモデリングルールを作成し、外構点検業務の実施に不足のない程度にできるだけ簡易的な外構維持管理モデルを提案した。また、公共共同住宅の外構点検業務を対象とした、現場における入力対象部位の指定に「QRコード」、「GPS情報およびモデルタップ」を併用するスマホを用いた外構点検支援システムを開発するとともに、PHBIMSを外構維持管理モデルに対応させるために閲覧機能の拡充を行った。

課題として、外構点検支援システムおよびPHBIMSの拡充機能を実際の外構点検業務で利用し、実践的な評価を行う必要がある。また、外構点検支援システムは高低差がある敷地へ対応させる必要がある。

謝辞

日本総合住生活株式会社の関係者の方々には、研究を進めるに

あたり貴重なデータをご提供いただくとともに、多大なご助言を賜りました。この場をお借りして御礼を申し上げます。

注釈

- 注1) 本研究では、住棟のプランタイプや住戸の配置が類似していることから、自治体が運営する公営住宅と独立行政法人都市再生機構（UR）が運営する公団住宅をまとめて公共共同住宅とする。
- 注2) 複数のBIMパーツやBIMファイル間で共有して利用できるRevit固有のパラメータ定義。パラメータを規定する情報をBIMファイル外で保存・管理できるため、異なるBIMファイル間でのパラメータの受け渡しが容易になる。

参考文献

- 川端巧己、大西康伸、「BIMおよびクラウド技術を活用した公共共同住宅のための点検業務支援システムの開発」、日本建築学会第44回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集（DVD）、pp.291-294、2021.12、京都
- UR都市機構、「（HP掲載用）個別団地類型（案）表紙・総括表・一覧_220630」、https://www.ur-net.go.jp/chintai_portal/stock/lrmhph000000ebqe-att/stocktype_220630.pdf、（2022年9月26日にアクセス）