

点群データ付き360° 画像データを用いた 施設維持管理の効率化

エンジニアリング本部 まちづくり計画部

久保 知洋

1. はじめに

これまでに建設されてきた膨大な数の下水道施設などの公共施設は日々劣化が進行し機能不全に陥るリスクが高まっており、その維持管理や修繕改築のためのコストが増大しつつある。さらに、これまで施設管理に携わってきた熟練技術職員が大量に退職時期を迎え、技術継承ができないことにより、適切な施設管理が困難になることも懸念されている。

本稿では、施設維持管理を適切かつ効率的に行うため、点群データ付き360° 画像データを用いた施設維持管理システムの提案を行う。

2. 現状の課題

2.1 必要な情報へのアクセスに関する課題

適切な施設維持管理のための点検実施、修繕改築計画を策定するにあたり、過去の資料や情報が一元的に管理されていないことや時系列的に情報が整理されていないため必要な資料の調査に時間がかかることなどが課題となっている。

2.2 現場の状況把握に関する課題

技術職員の不足、熟練職員の退職などにより、現地調査もしくは、過去の現場状況の把握が困難になっているという課題が存在する。

2.3 モデルの構築に関する課題

現在、データプラットフォームの土台として

BIM/CIM モデルの構築が提唱されている。

BIM/CIM モデルとは、構造物の3次元モデルに属性情報を組み合わせたものである。属性情報には基本的な諸元や点検記録などがあり、これらを3次元モデルに付加することで、施設の状況把握を容易にし、維持管理の効率化を図ることができると考えられる。

しかしながら、現在においても施設設計は2次元図面で行われているため、3次元モデルが存在しないという問題があり、安価で速やかな3次元モデルの構築が課題である。





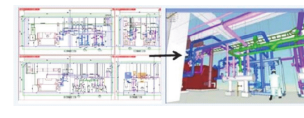
2.4 属性情報の付与に関する課題

BIM/CIM 等による3次元モデルを構築しても、維持管理に必要な情報が紐づけられていなければ、維持管理に有用な BIM/CIM モデルとはなりえない。このため、速やかな3次元モデルへの属性付与を行うことが必要となる。

2.5 データプラットフォームの運用に関する課題

データプラットフォームの運用にあたって、システムの稼働やインフラの構築に必要なサーバーやネットワーク機器などを自ら保有・運用するオンプレミスで行う場合、技術職員の新たな業務としてサーバー・ネットワークの管理作業が発生するため、技術職員の不足という課題に対する適切な対策とは言えない。必要なセキュリティを保つうえで、クラウドサービスとしてデータプラットフォームを利用できることが望ましいと言える。

表 1 3次元モデルの比較

	3次元点群データ	3次元CADデータ	点群データ付き360°画像データ
概念	<p>点の集合体（3D空間に存在する対象物の表面形状を記録した“3D座標点の集合データ”）</p> <p>3Dの写真的イメージ</p> 	<p>「モノ」の3次元モデル</p> 	<p>写真の合成 AIにより360°画像データを合成して3次元化。赤外線による点データを保持する。</p> 
表現	実態に即している（リアル）	物体の形状を示したものの細部は実態には追従できない	実態に即している（リアル）
情報	3次元座標（x,y,z）、色情報（R,G,B）、反射強度、反射率、角度情報（φ,θ）など寸法も確認可能	物の属性情報（竣工年、仕様、材料、点検・修繕記録など）	3次元座標（x,y,z）、色情報（R,G,B）、反射強度、反射率、角度情報（φ,θ）など寸法も確認可能
作成方法	<p>① レーザーを照射して反射したものを計測する3Dスキャナーにより対象物をスキャンしデータ化</p> <p>②点データを点群処理ソフトで読み込み（位置合わせ、ノイズ処理など）</p> 	<p>3次元CADを使って新規作成もしくは2次元の設計図面を読み込み、3次元モデル化</p> 	<p>①360°撮影カメラにより対象物を撮影するとともに赤外線により対象物をスキャンしデータ化</p> <p>②360°画像データをクラウドにてAI処理を行う（位置合わせ、3次元化処理など）</p> 
主な適用	既設の現状把握が必要な改築・更新	新規に図面を作成する新增設	既設の現状把握が必要な改築・更新

しかし、現状では自治体におけるクラウド利用は、情報漏洩やコストおよびデータの取り扱いなどが懸念事項となり、あまり進んでいない状況である。

このように、クラウド利用に関する問題は技術的な要因以外も含まれるため、本稿では対象としない。

3. 課題解決に向けて

3.1 3次元モデルの構築

現在、3次元モデルを作成する方法としては、レーザースキャナーにより作成された3次元点群データ、3次元CADソフト等を用いて作成された3次元CADデータ、360°カメラにより作成された点群データ付き360°画像データの3つがあげられる。（表1参照）

本稿では、3次元モデルの構築を点群データ付き360°画像データにて行った。点群データ付き360°画像データとは、既存施設を360°画像とAI（人工知能）技術を用いて3次元モデル化するものであり、3次元モデルを安価に短時間で作成することができる。

3.2 属性情報の付与

本稿における点群データ付き360°画像データ取得のためのソリューションはMatterportを使用した。Matterportは、カメラとLiDARおよびAI機能による画像合成技術を備えた優れたシステムであるが、インフラ維持管理に活用するために以下の課題が存在する。

(1) 台帳との連携

3次元モデルの設備位置に属性情報を付与することで、設備名称や諸元、点検結果の情報を静的に追加することが可能である。しかし、別途管理する設備台帳と連携し、外部で台帳情報が更新された場合、Matterport内の情報も動的に更新されるような仕組みになっていない。

(2) 3次元モデルへのオブジェクトの配置

3次元モデルの視認性を活かした維持管理について、Matterport内に新規設備を模したオブジェクトを任意に追加、もしくは追加したオブジェクトを修正

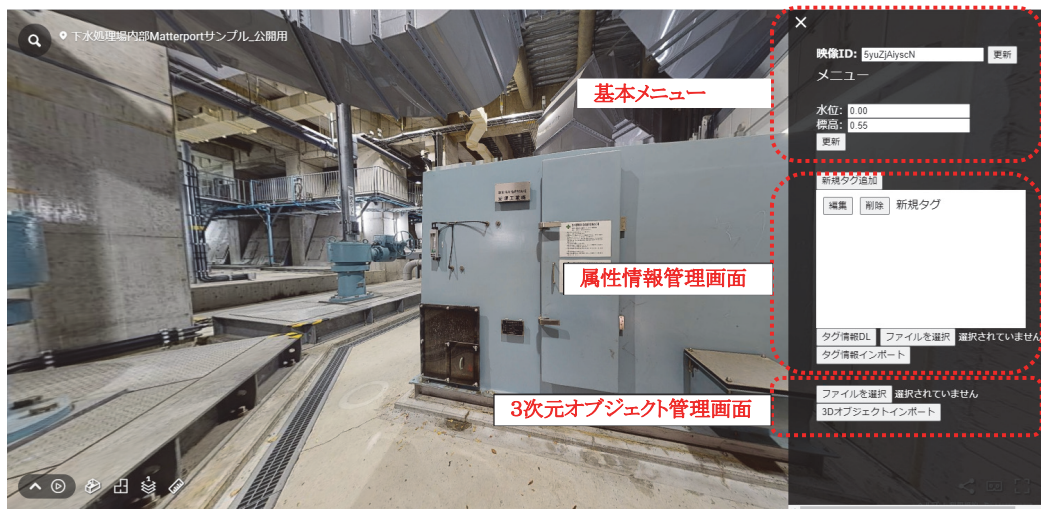


図 1 属性情報追加表示機能

することは容易ではない。例えば、施設内に新たな設備を配置した場合の設置確認などを行うことが困難である。同様に、施設浸水時の確認等の目的で、浸水に見立てた一定の高さのオブジェクトなどを配置し、浸水状況をMatterport内で確認するなどのシミュレーションは困難である。

4. 検討中のソリューションについて

Matterportを維持管理分野に活用するための課題を解決するため、Matterportの機能を拡張し、次の機能を使用可能とするソリューションを試作した。

4.1 属性情報追加表示機能

本システムは、Matterportが持つ3次元モデルに属性情報などのコンテンツを埋め込む機能(タグ機能)を拡張して、属性情報を容易に管理するための機能を開発した。(図 1 参照)

(1) 属性情報の入力

入力項目は、設備ID、設備名称、設置年度および設備台帳へのリンク先 URL である。(図 2 参照)



図 2 属性情報入力欄

(2) 属性情報の出力

入力されたタグ情報は、[タグ情報 DL]ボタンにより CSVファイルに出力される。出力される情報は、入力した情報のほかにタグ補助線の座標値が出力されるので機器設置高さが明らかになる。(図 3 参照)

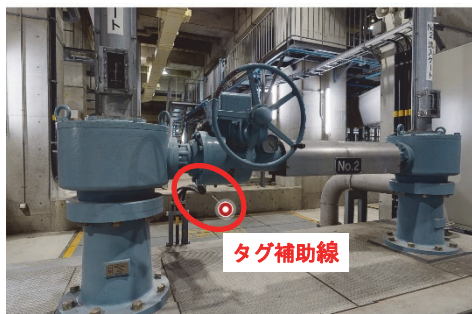


図 3 タグ補助線

図 3 のタグ補助線はゲート開閉器の電動機下部を指し示しており、この座標値を取得することにより耐水性能を把握することができる

(3) 属性情報の読み込み

本システムでは、CSVファイルの読み込み機能により施設情報付与の効率化を図っている。

複数の機器に属性情報を付与する場合、属性情報入力の際では、複数の機器に対してタグのみを配置しCSVファイルに出力する。CSVファイルには、タグ補助線の座標値のみが記載されているので、その他の必要情報をCSVファイルに一括入力し、システムにて読み込むことにより3次元モデルに属性情報を効率的に付与することが可能となる。

4. 2 3次元オブジェクト表示機能

本システムは、矩形の3次元オブジェクトを配置することが可能となっており、制御盤等の搬入経路や止水壁の収まりなどを視覚的に確認することができる。

(1) 3次元オブジェクトの配置

3次元オブジェクトは、位置座標、回転角、大きさを入力したCSVファイルをインポートすることにより配置する。(図 4 参照)

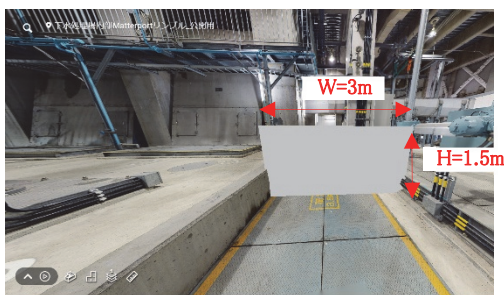


図 4 3次元オブジェクトの表示

図 4 のオブジェクトは、幅 3m×高さ 1.5m×奥行 1m の矩形であり、わかりやすく通路を塞ぐ位置に配

置した際の収まりや周囲の見え方が確認できる。

(2) 浸水面の配置

本システムは、浸水面を表示する機能を有している。3次元モデル基準面と浸水面の標高を指定することにより、施設内の浸水状況を視覚的に確認できる。

(図 5 参照)

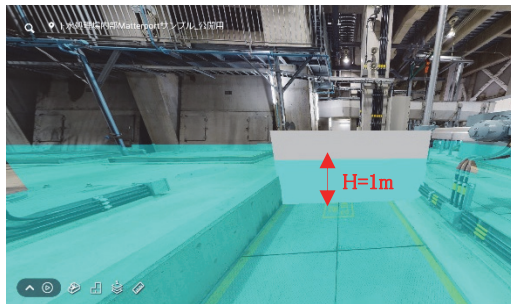


図 5 浸水面の表示

図 5 の浸水面は、通路標高 DL=0m に対して浸水面標高 H=1m、3次元オブジェクト高 H=1.5m を示している。

5. ソリューションの構成

5. 1 ソリューションの構成

本ソリューションは、公開されているMatterport Space に対して別途管理する施設台帳データ、オブジェクトデータなどを追加・表示するものであり、以下の構成となっている。

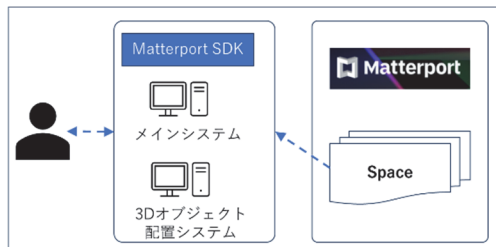
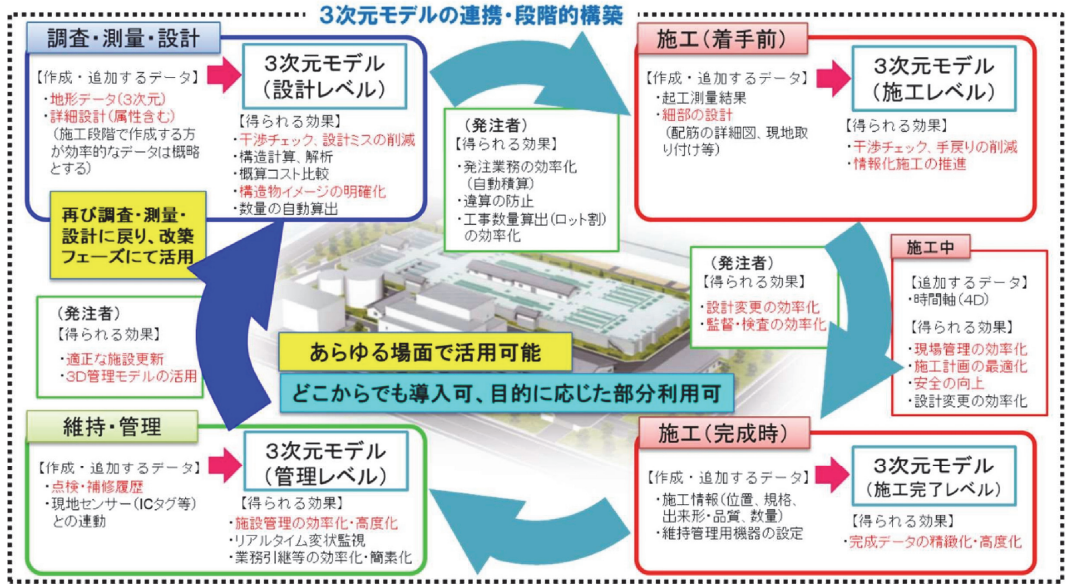


図 6 ソリューション構成概要



※赤字：本ガイドライン策定段階で対応できる項目。期待される効果

図 7 マネジメントサイクル各工程におけるBIM/CIMモデル利用

(出典:BIM/CIMガイドライン(案)下水道編令和3年3月国土交通省)

本構成のメリット・デメリットとして以下が考えられる。メリットとして、Matterport Space 自体に変更を加えないため、オリジナルの Space 情報を変更せずに情報追加が可能な点があげられる。

デメリットとしては、Matterportとは別種のシステムを運用するため、クラウドサーバーの維持管理に対するコストと手間が必要となる点があげられる。

6. まとめと今後の課題

6.1 まとめ

本稿では、効率的な施設維持管理のために3次元モデルをデータプラットフォームとして利用するためのシステムの試作について報告した。システムは、3次元モデルを効率的に作成するためのソリューションにMatterportを選定し、Matterportのタグ機能を拡張して設備情報をモデルの属性情報として効率的に付与できるものとして開発した。システムは、設

備ID、設備名称、設置年度や設備台帳などのリンク先URLを一括して入力できる仕様とするとともに、従前の設備台帳を活かすためリンク先URLを紐づけることにより、対象設備の点検調査情報などがすぐに検索できることが確認できた。

また、3次元モデルの視認性を活かすために3次元オブジェクトを設置できるものとした。これにより、制御盤等の搬入経路や止水壁の収まりなどを視覚的に確認することができた。さらに、浸水面を表示することにより設備の耐水性が一目で確認できることがわかった。

6.2 今後の課題

本システムは、3次元モデルを早く安く作成するために点群データ付き360° 画像データを使用してデータプラットフォームとした。ただし、点群データ付き360° 画像データから作成した3次元モデルでは、

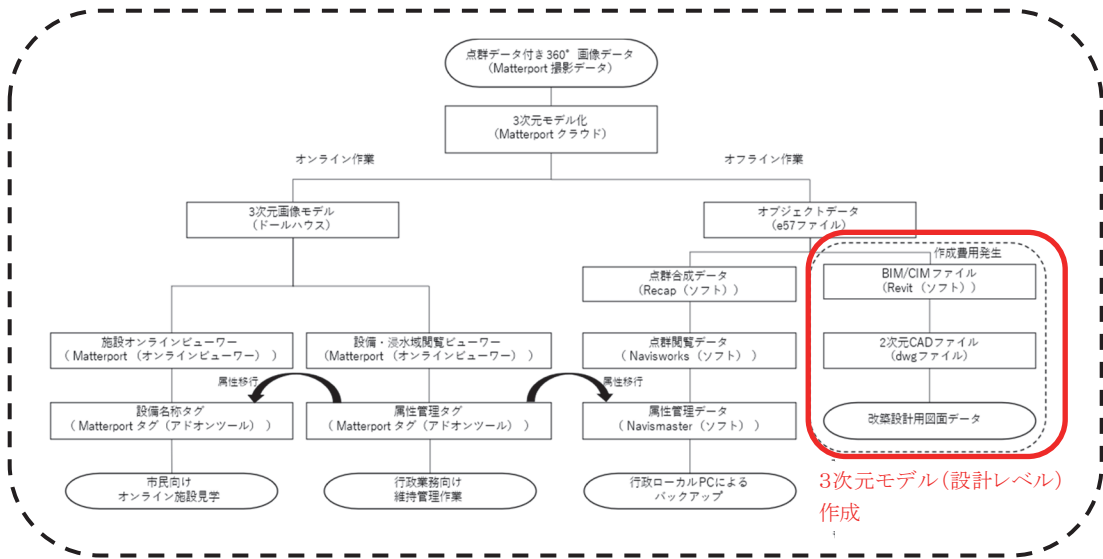


図 8 360° 画像を用いた維持管理の体系

施設管理マネジメントサイクルを確立するための機能が不足している。特に設計業務を行うための仕様となっていないため、維持管理から修繕改築のサイクルに移行することが困難である。(図7参照)

点群データ付き360° 画像データをデータプラットフォームとして定着させるための今後の課題は、点群データ付き360° 画像データ(管理レベル)から修繕改築設計に利用可能な3次元モデル(設計レベル)を作成することである。

Matterportは、LiDAR からオブジェクトデータ(e57ファイル)を作成することが可能であることから、オブジェクトデータ(e57ファイル)から設計レベルに達する3次元モデルを正確に早く作成する手法を確立する必要がある。(図 8 参照)

点群データ付き360° 画像データは、オンラインでの公開が可能であるので市民向けオンライン施設見学など新たな可能性を見出していくことも課題となる。

<参考文献>

- 1) 「BIM/CIMガイドライン(案)下水道編」(国土交通省,令和3年3月)
<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/content/001421077.pdf>