

## 3Dモデルを活用したGIS情報共通基盤の開発



大島 竜二<sup>\*1</sup>



栗林 健一<sup>\*2</sup>



今井 勉<sup>\*3</sup>

### System Developmet of GIS platform using 3D-model

Ryoji OSHIMA<sup>\*1</sup>, Kenichi KURIBAYASHI<sup>\*2</sup>, and Tsutomu IMAI<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> Assistant Chief Researcher, Civil Structure Maintenance Technology Unit of Research and Development Center of JR EAST Group

<sup>\*2</sup> Chief Researcher, Civil Structure Maintenance Technology Unit of Research and Development Center of JR EAST Group

<sup>\*3</sup> Division Senior Manager, Civil Engineering Unit of Research and Development Center of JR EAST Group

#### Abstract

We are planning to carry out large-scale renovation work on the civil structures of Tohoku Shinkansen (between Tokyo and Morioka) and Joetsu Shinkansen (between Omiya and Niigata) from fiscal 2031. This is a very large-scale and wide-area project, and it is very important to manage the progress of the entire project. So, we are developing the system of GIS platform to improve productivity of the project management. In this paper, we introduce prototype of the system, and report validation of the system using full-scale simulated structures.

●**Keywords:** Large-scale renovation of Shinkansen infrastructure, GIS platform, 3D-model, Full-scale simulated structures, Digital transformation

<sup>\*1</sup>JR東日本研究開発センター 土木技術メンテナンスユニット 副主幹研究員  
<sup>\*2</sup>JR東日本研究開発センター 土木技術メンテナンスユニット 主幹研究員

<sup>\*3</sup>JR東日本研究開発センター 土木技術メンテナンスユニット ユニットリーダー

## 1. 緒言

東日本旅客鉄道株式会社（以下、JR東日本とする）では、1982年に開業した東北新幹線（東京～盛岡間）および上越新幹線（大宮～新潟間）の合計約780kmの区間について、将来にわたる安定輸送確保のため、橋りょうやトンネルなどの新幹線土木構造物を対象として2031年度から10年間で大規模に改修することを計画している。その改修工事は非常に大規模かつ広域にわたり、また長期間の施工となるため、プロジェクト全体の計画・進捗管理は極めて重要となる。そのため、JR東日本では新幹線大規模改修における工事計画策定やプロジェクト管理業務の生産性向上のため、GIS (Geographic Information System. 仮想空間上で様々な地理空間情報を重ね合わせて表示するためのシステム)上に3Dモデルを配置し、各構造物の諸元情報や各種調査データ、工事計画を連携して管理できるGIS情報共通基盤の開発を進めてきた<sup>1)</sup>。本稿では、開発概要を紹介し、さらに新幹線構造物の実物大模擬設備「EAStructure」で実施した試験施工を対象に利活用方法を検討した内容について報告をする。

## 2. GIS情報共通基盤 (MIM) の開発

### 2・1 開発目的

新幹線大規模改修のプロジェクトの特徴として施工エリアが非常に広域にわたること、全体工期が長大であることが挙げられる。また、対象構造物や改修項目もコンクリート橋、鋼橋、トンネルなど多岐にわたる。そのため、対象エリアごと、対象設備・項目ごとに複数の担当者が分担して管理することや、また、長期にわたるプロジェクト期間中に担当者が変更となることが想定される。このような条件下において、情報共有や意思疎通の不備なくプロジェクトを円滑に遂行していくためには、プロジェクトの各段階における関係者間での情報の一元化が極めて重要となる。そこで、新幹線大規模改修におけるプロジェクト全体の効率的かつ効果的な計画策定、進捗管理および関係者間での情報の一元化を目的に、GIS上に3Dモデルを配置し、土木構造物の諸元情報および位置情報とプロジェクトの各段階での情報を連携して管理できるGIS情報共通基盤を構築することとした。なお、開発したプラットフォームは、BIM/CIMの中でも特に維持管理場面の業務に力点を置いた手法であることから、社内では「Maintenance Information Management/Modeling」と呼称しており、以下、MIMと称する。

## 2・2 開発概要

### (1) プラットフォームの構成

新幹線大規模改修ではプロジェクトの対象エリアが非常に広域にわたることから、情報の一元化を図るには位置情報を把握できることが肝要となる。そこで、MIMのプラットフォームの構成は、GIS上で構造物の位置関係や周辺状況を把握しながら、工事計画等を入力できる仕様とするため、一定程度詳細な地図（ベースマップ）と3Dモデルを組み合わせたこととした。実現可能性の検証のため、上記の仕様に基づき開発の第一段階としてプロトタイプを作成した。MIMプロトタイプでは、クラウドサーバの環境下で各種データとベースマップおよび3Dモデルについてデータ連携を行う。また、クラウドサーバ上のアプリケーションに対してWebブラウザを介して操作を実行することで、個々のユーザー端末へのソフトウェアのインストールが不要となる構成とした（図1）。なお、実現可能性の検証を目的とした第一段階での開発であることから構築コストの削減のため、ベースマップ、3Dモデルを扱うソフトウェア、およびクラウドサーバは既存のサービスを組み合わせ活用することとした。

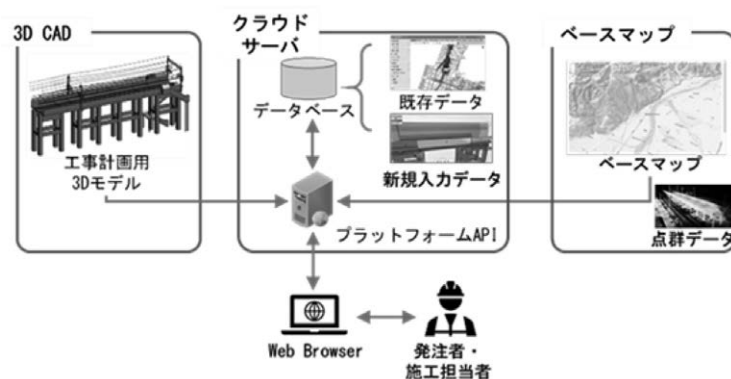


図1 MIMプロトタイプのプラットフォームの構成概要

### (2) 基本画面およびベースマップ

基本画面ではGIS上に3Dモデルが配置され、個々の3Dモデル（構造物単位）を選択することで、選択した構造物の属性情報（諸元情報、調査情報、工事情報）が表示される。また、工事情報に関しては、個々の属性情報のほかに、プロジェクト全体の状況を把握できるよう工事計画情報の一覧が合わせて表示される（図2）。ベースマップは地図として基本的な鉄道や道路の路線情報や土地利用状況を把握できるほか、航空写真の表示や地形の起伏も三次元的に表現できるものを選定した。また、工事計画策定時に詳細な現地状況も同時に確認できることが望ましいため、点群データを重ねて表示できるものを選定した（図3）。



図2 MIMプロトタイプの基本画面レイアウト



図3 ベースマップ上の3Dモデル・点群データ表示状況

### (3) 3Dモデルソフトウェア

3Dモデルを扱うソフトウェアは、工事計画などの情報入力の際の作業性を考慮して、基本画面・ベースマップとは別ビューワで立ち上がるものとした。工事計画時に施工範囲を指定して情報入力ができ、また、施工範囲（指定範囲）の面積を3Dモデルから自動計測できるものを選定した。なお、面積のほか、指定範囲に埋め込まれた属性情報を取得して、それを工事計画に含めるかどうかを提案するユーザー補助機能も有している。

(4) プロジェクト全体管理機能

MIMの開発目的は新幹線大規模改修のプロジェクト全体の効率的な管理および情報の一元化にあることから、プロジェクト全体管理機能は最も重要な要素である。そこで、必要機能・項目の具体化に際して、以下を特に重要な要素として定め、機能検討を行った。

- ①発注者と受注者間における個別工事計画の確認
- ②仮設工配置等の工事計画作成の補助
- ③発注者内のプロジェクト全期間の予算・進捗管理

これらは業務フローと密接に関わる内容であることから、後述の3章の試験施工に合わせた検証において詳細を記述する。

### 3. 実物大模擬設備での試験施工を基にしたMIMの検証

#### 3・1 検証概要

コンクリート橋の新幹線大規模改修項目の一つである防音壁取替工は、狭隘な作業空間内で既存の防音壁を撤去・改築する必要があり、さらに対象箇所の一部では高架橋外側からの施工が困難な区間もあり、厳しい施工条件となることが想定される。そこで、施工方法の最適化に向け、JR東日本所有の実物大模擬設備「EAStructure」<sup>2)</sup>を用いて防音壁取替工事の試験施工を実施した。本試験施工に合わせ、実業務におけるMIMの利活用方法について検討をした。

#### 3・2 想定される業務フロー

想定されるプロジェクト全体の業務の流れとMIMプロトタイプを用いた業務フローを図4に示す。フローに示す業務の各段階でMIMプロトタイプを用いて計画の作成や情報登録を行い、想定される効果について整理した。

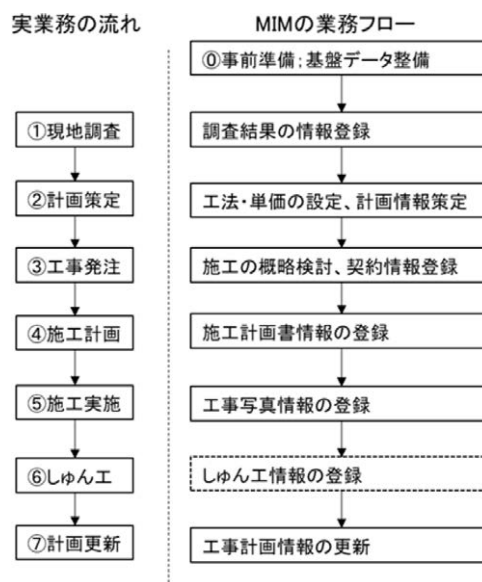


図4 想定される業務の流れとMIMの業務フロー

#### 3・3 業務の各段階における検討

##### (1) 現地調査業務

大規模改修の対象箇所・工法の選定に向けては、構造物の現況(劣化状況等)調査および現況把握が重要である。MIMでは、3Dモデル作成時に部位別にモデル分けしておくことで、上記の調査データを部位ごとに記録することができる。更に、3Dモデル上で詳細な位置を記録しておくことができる(図5)。なお、実物大模擬設備は、現況では劣化等は生じていないため、今回は調査結果(劣化状況等)を模擬的に入力・記録することとした。

### (2) 計画策定業務

計画策定業務においても、MIMでは部位ごとに施工範囲を指定して入力・記録することができる(図6)。工事計画の位置情報を3次元で可視化することができるため、長期あるいは広範にわたる工事計画情報を発注者および受注者間で適切に情報共有を図ることができる。



図5 3Dモデルソフトウェア上での調査結果の入力画面例

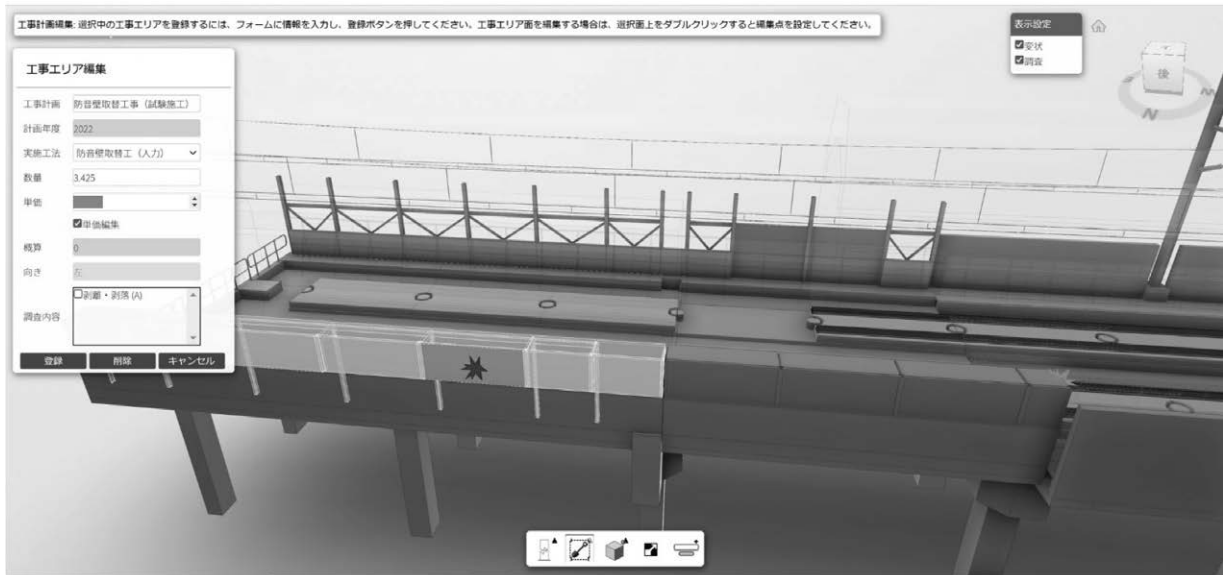


図6 3Dモデルソフトウェア上での工事計画の入力画面例

### (3) 工事発注業務

MIM内に予め重機や仮設物の3Dモデルを保持しておくことで施工方法の概略検討をMIM内で実施することができる(図7)。これにより、業務のより上流側で施工方法などを検討できることとなる。例えば、今回の事例では、鉄道高架橋と道路の間に保守作業用設備が介在することから、高所作業車の稼働範囲内で作業を実施することが困難であることを事前に把握することができた。また、工事契約情報については、計画策定時に入力したデータを引き継いで登録することができ、かつ、複数の工事計画(工法)を一つの契約情報に集約して登録することが可能な機能を設けることとした(図8)。

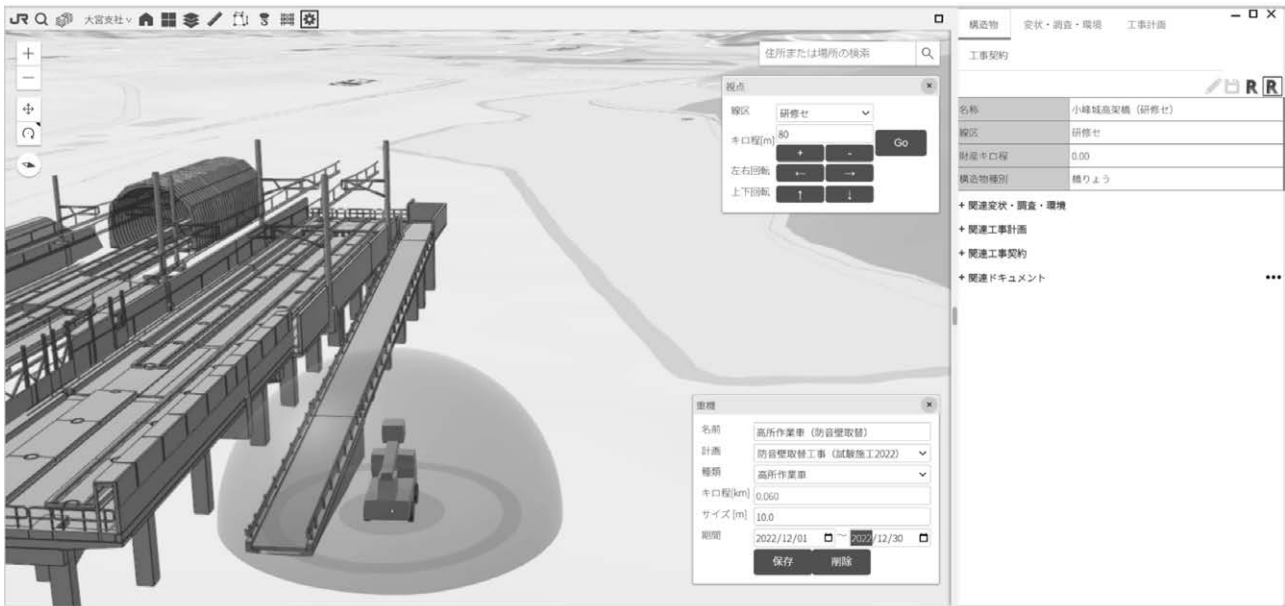


図7 重機・仮設物のサンプルを用いた概略検討の一例

サマリー

計画     契約済     しゅん功済

**計画**

防音壁取替工事 (試験 大宮支社)    概算    円

施工)    計画年度    2022    予算    円

線区    研修セ

**契約**

防音壁取替工事 (試験 契約日)    見積金額    円

施工)    契約金額    円

**施工**

しゅん功日    2022年12月23日

**計画 防音壁取替工事 (試験施工)**

支社    大宮支社

計画年度    2022

線区    研修セ

概算    円

予算    円

明細	数量	単価	概算
防音壁取替工 (人力)	13.77		
合計			

関連仮設物・重機リスト

名前	種類	開始キロ程	終了キロ程	開始日	終了日

**契約 防音壁取替工事 (試験施工)**

支社    大宮支社

線区    研修セ

見積金額    円

契約金額    円    契約日-

明細	数量	契約単価	概算	見積金額	契約金額
防音壁取替工 (人力)	13.77				
合計					

契約済

**施工**

しゅん功日    2022年12月23日

しゅん功済    契約済に戻す

サマリーステータス文表示

サマリー計画情報

サマリー契約情報

サマリー施工情報

図8 契約情報の集約機能

(4) 施工計画業務および施工実施段階

施工計画時の施工計画書や、施工の各段階で施工会社から提出される報告書および工事写真などのドキュメント情報は、MIM内で関連ドキュメントとして登録することが可能である。これにより、従来は施工会社と発注者間で、電子メール等で行っていた情報提出がシステムを介して直接的に行えるようになり、双方の業務軽減につながる事が期待できる。

(5) しゅん工業務

今回の試験施工事例では、防音壁を取り替えることにより、工事完了後、部材の形状に変更が生じる。それに伴って、該当する部材について3Dモデルの基データ、および、属性情報の更新を行うことが理想的な業務の進め方である。今回開発したプロトタイプでは、しゅん工情報については、工事の進捗状態を「しゅん工済」に変更する仕組みを有するのみであり、部材の変更等のデータ更新には対応していない。これについては、現時点では更新作業の実施者、および実施のタイミングなどの業務の流れが未確定であるため、今後、それらを検討の上、システムに反映していくこととしたい。

(6) 計画更新業務

プロジェクト全体の進捗管理について工事計画・契約情報を集約する機能を設けることとした(図9)。工事契約情報で入力されたデータに基づき、システム内で進捗状態が反映されることで、プロジェクト全体の進捗管理を容易に行えることが期待できる。なお、今回、実物大模擬設備で行った試験施工以外の工事計画・契約情報については、全体管理機能の検証のため、模擬的にデータ入力を行ったものである。



図9 プロジェクト全体の工事計画情報の集約状況

4. 結言

新幹線大規模改修における工事計画策定やプロジェクト管理業務を対象とした情報一元化に向けたGIS情報共通基盤(MIM)について報告をした。MIMの導入により、工事計画策定やプロジェクト管理業務の生産性向上が期待できる。一方、鉄道に限らず土木・建設業界では働き手の減少や資材価格の高騰など、様々な社会環境の変化により実施工段階での生産性向上やDX化も求められている。今後は、MIMで管理する様々なデータを実施工段階、施工現場で活用するようなツールや機能の付加を検討することで、さらに利便性を高めていくこととしたい。

参考文献

- 1) 向井他、新幹線大規模改修工事に向けたGISプラットフォーム開発、土木学会第77回年次学術講演会、VI-874(2022)
- 2) 向井、栗林、新幹線大規模改修に向けた実物大模擬設備を用いた技術開発とGISプラットフォーム開発、橋梁と基礎Vol.57、No.3(2023)、pp.60-61.