

整理番号 2018M-024

補助事業名 平成30年度 地下情報の基盤モデルづくりに関する調査 補助事業

補助事業者名 一般財団法人エンジニアリング協会

1 補助事業の概要

(1) 事業の目的

地下の埋設物・構造物の位置や構造情報、地盤・地層・地下水等の地質・地下水情報は、一部は集約管理されているが、地下構造物の設計・施工・維持管理に必要な地下情報は殆ど整備されていないのが現状である。

昨年度実施した「平成29年度 地下情報の基盤モデルづくりに関する調査補助事業」の調査研究成果を踏まえ、既存地下構造物の改修・維持管理や新規地下構造物の設計・施工システムの合理化を図り、全ての構造物の地下部分の設計・施工の生産性を向上させるため、実際のモデル地区を題材として、具体的な地下情報の3D基盤モデルを作成し、要素技術の検証と今後の情報の一元管理についての仕組みを提言することを目的とする。

(2) 実施内容

(2-1) 国内外の関連情報の進捗・変化に対する調査

国土交通省のよるデータ利活用に関する取組としては、「インフラ長寿命化とデータ利活用に向けた取組」と題した資料を発表し、インフラ施設に関する建設生産プロセス全体を 3D モデルのデータとして一元管理するデータ基盤の構築を目指している。さらに、気象データや災害データおよび交通・物流データとも連携させ、AI 等の活用も視野に入れ、施工や維持管理の高度化の構想を描いている。

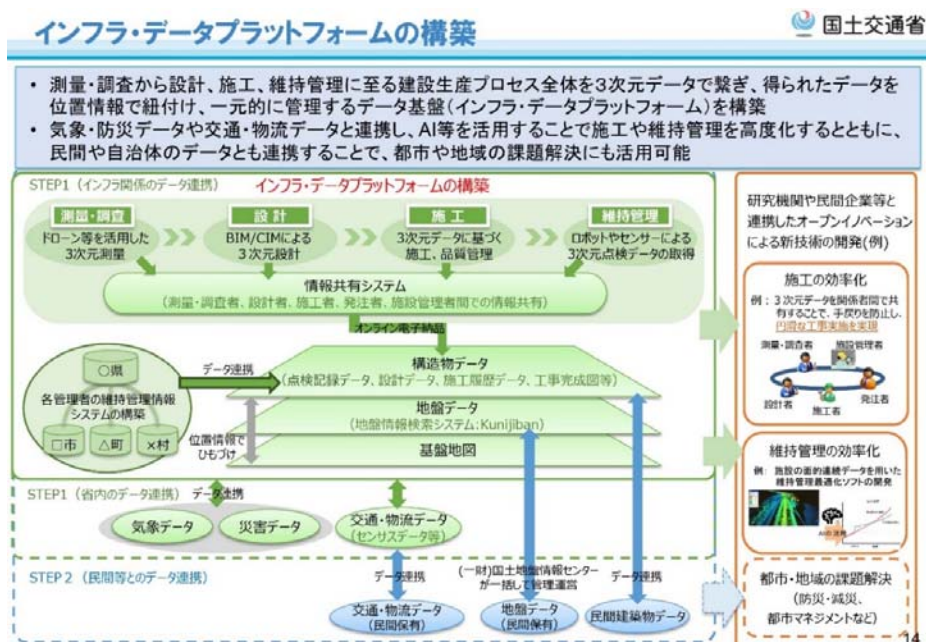


図-1 インフラ・データプラットフォームの構築

出典：インフラ長寿命化とデータ利活用に向けた取組 国土交通省 平成30年11月2日

国内民間企業の代用的な取り組みとしては、①作成した BIM/CIM モデルを AR システムに組み込み工事完成イメージの可視化、②営業中の鉄道上空を横断する新設鉄道の架設工事で、施工検討用に作成した BIM/CIM モデルを活用し、営業鉄道運転手の目線での動画を作成、した事例等があった。いずれの事例も、工事完成形状や架設構造物の可視化モデルを受発注者間で共有することにより、迅速な合意形成を進めることができた。

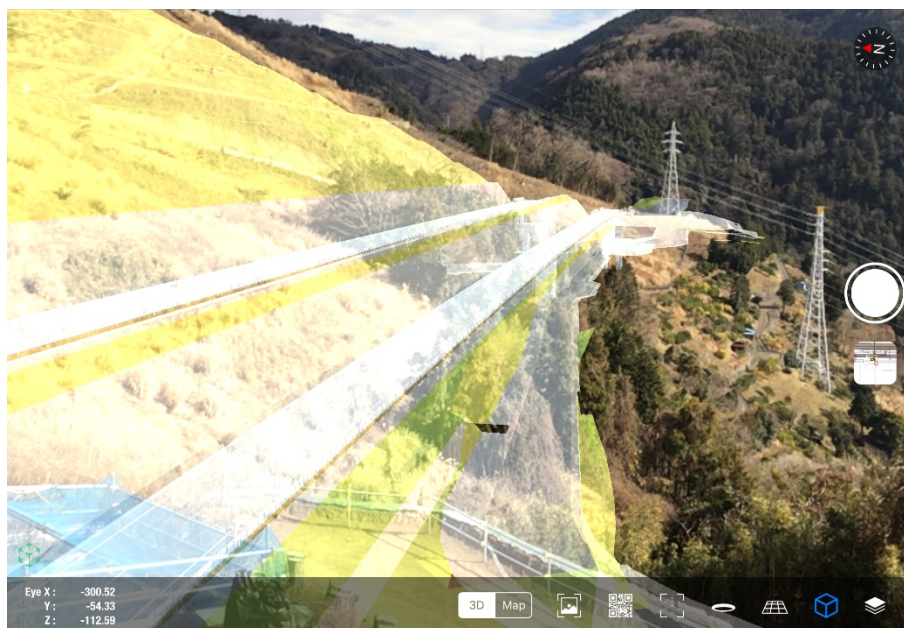


図-2 拡張現実 AR での画面例 2
(高速道路造成工事事部:完成道路を半透過にした事例)

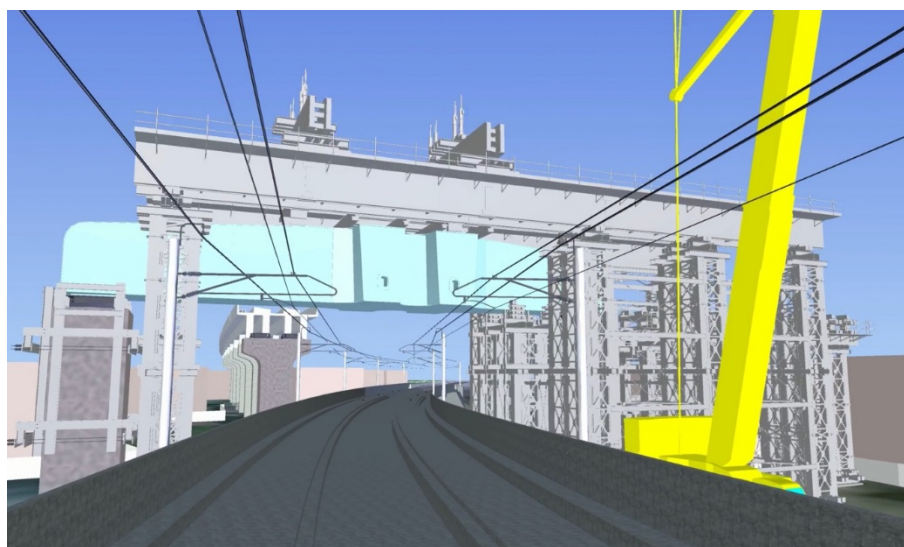


図-3 BIM/CIM モデルから作成した動画の一画像 2
(営業線上空を横断する架設構造物)

シンガポールは、急激なインフラ整備が進む東南アジア地域において、政府主導により多くのインフラプロジェクトにBIMを適用している。シンガポール政府機関 Building and Construction Authority（以下:BCA）では、5,000m²以上の建築物の申請にe-Submissionとして、BIMモデル提出を義務化している。また、民間企業によるBIMへの取組としては、e-Submissionを最低限として、発注者からの建設4D～コスト5D～維持管理6DのBIM要求が一般化しており、受け手の企業もその要求に対応するためのBIM capabilityを保持している。

カタールのルセイユ市都市開発は、設計から施工、維持管理までのデジタル化が最も大規模に実施されている事例である。共同溝の内部に入る配管や配線一本一本までが3Dモデル化されている。

（２－２）モデル地区の設定

モデル地区は、名古屋駅の西口に位置する「エスカ地下街」を選定した（図-1 参照）。株式会社エスカは、構造躯体の3Dモデル化を既の実施済みであり、モデル地区周辺の地質情報を推定するためのボーリング柱状図を12孔保有しており、3Dモデルづくりの対象となる項目の情報がある程度揃っていた。さらに、エスカ地下街建設時に打設したグラウンドアンカーの展開図などの所有されていた。また、ライフラインについては、各ライフライン会社を株式会社エスカと一緒に訪問し、既存ライフラインの図面情報の有無と開示範囲を確認した。

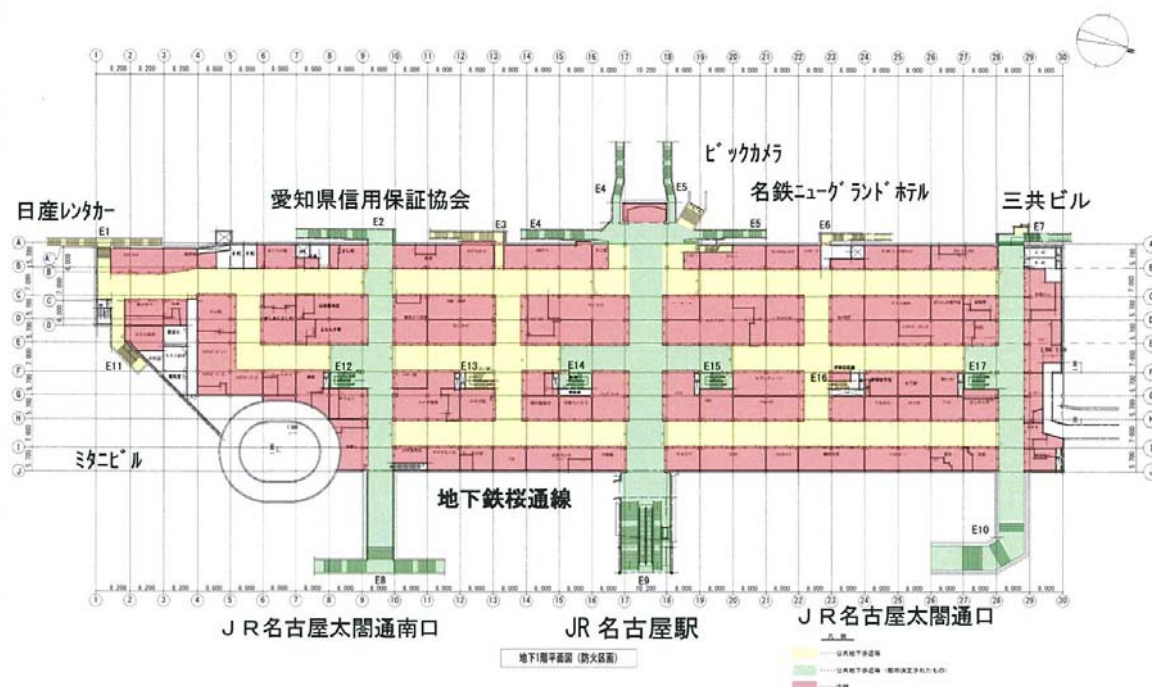


図-4 エスカ地下街地下1階（商店街）平面図

出典：エスカ地下街防災推進計画（変更）平成30年3月16日より

<http://www.esca-sc.com/img/company/suishin2018.pdf>

エスカ地下街の 3D モデル作成に際しては、3D モデル作成業務発注者要件書（EIR）を作成した。今回の 3D モデル化においては、これまで実施されなかった、エスカ地下街に関する地質情報、ライフラインおよびグラウンドアンカーを対象としたので、具体的な活用方法についての詳細な要求は出されなかったため、発注に係わる一般的な項目の記述に留めた。

3D モデル作成業務実施計画書（BEP）では、EIR の要望に基づき、実際にどのような目的で、こういった 3D モデルを、どのような手順で作成するかを具体的に定義することが一般的であるが、今回は調査を進めながら項目を決定した。

（２－３）モデル地区の3Dモデル化

エスカ地下街周辺の地質は、見かけで緩やかに西方に傾斜しており、下位より海部累層、第二礫層、熱田層上部層・下部層、沖積層を確認している。エスカ地下街躯体の最低部が GL-12.8m であり、熱田層上部層と沖積層が大半を占めると考えられる。

モデル地区の 3 次元地質モデルは、地質対比作業に応用地質(株)製の 3 次元地質解析システム「GEO-CRE®」を、ソリッドモデル作成に「OCTAS® Modeler」を使用した。3 次元地質モデルを構築するための解析手順は 3 次元地質解析マニュアルに準じた。サーフェスモデルを計算するための空間補間アルゴリズムは、当該地の地質構造が概ね水平成層である自然地盤と考えられるため、自然な形状の自由曲面を推定可能な BS-Horizon を採用した。

3D 地質モデルとエスカ地下街の 3D 躯体モデルを合成した 3D モデルについては、Navisworks を使って、任意の視点から確認した断面図を作成した。図-5 では、南側にある駐車場への斜路から南西角にある E1 階段及び E2 階段に掛けての断面図である。地表面近くの沖積層粘性土から、熱田層上層部砂質土、粘性土及び礫質土の分布を確認することができる。

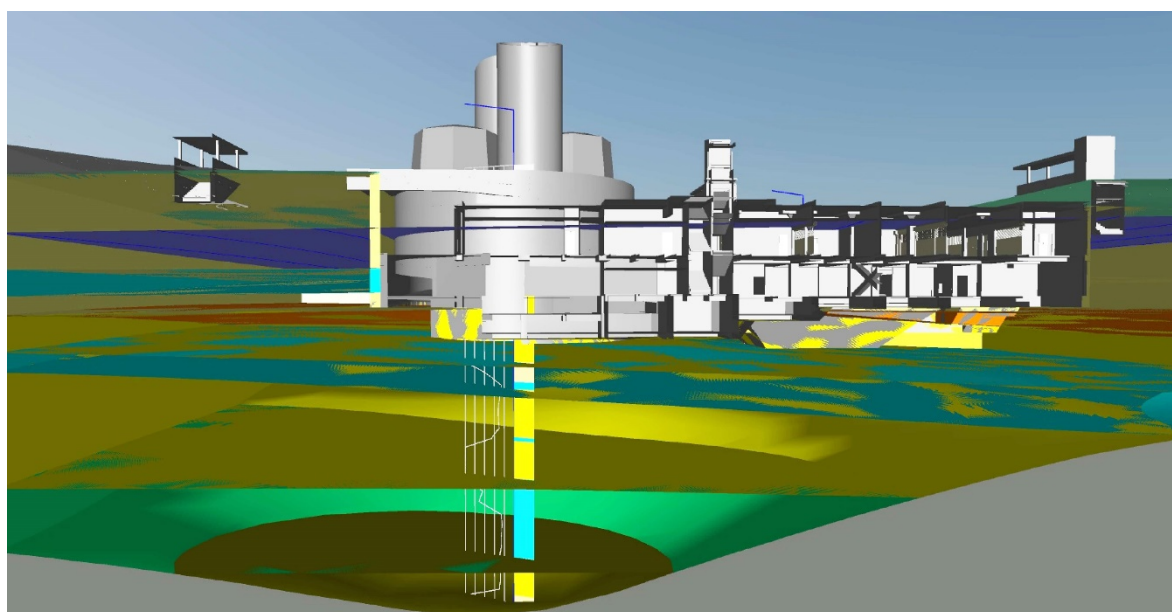


図-5 東西方向断面図

ブール演算を用いて定着部ソリッドオブジェクトを地層モデルで切断することにより、グラウンドアンカー定着部における推定地質分布・構成について把握することができた。

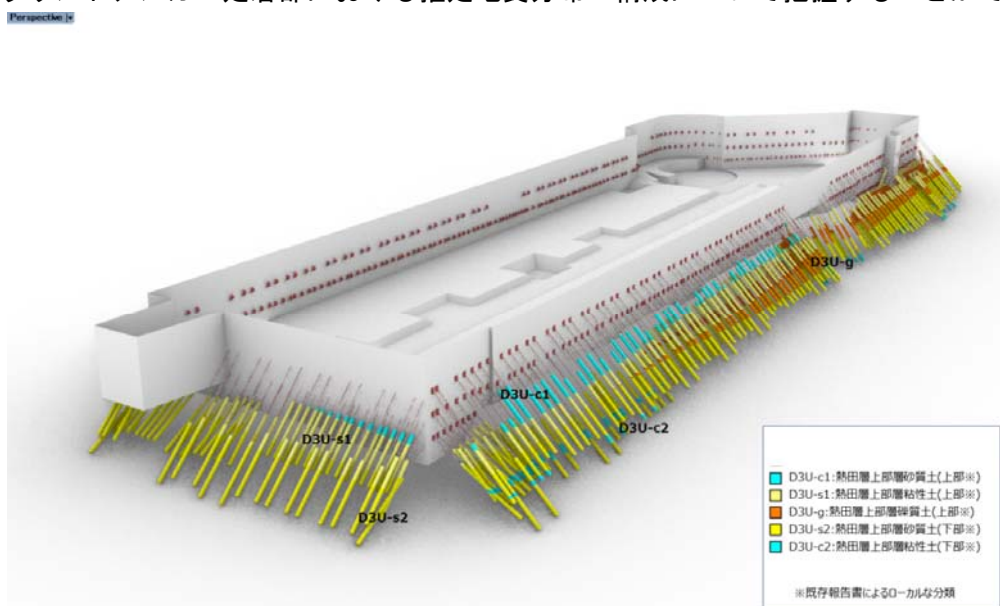


図-6 グラウンドアンカー定着部における地層モデル（北西より俯瞰）

（２－４）MRによる3Dモデルレビュー

ライフラインの 3D モデルについては、外部階段 E1 及び E2 の間にあるエスカ地下街の南西部の部分について Autodesk 社の Revit を使用して実施した。

また、ライフラインの 3D モデルとエスカ地下街躯体の 3D モデルを使って、現地にて MR（Mixed Reality）デバイスを用いた 3D モデルレビューを実施した。本 3D モデルレビューとしてマイクロソフト社の Microsoft HoloLens とアプリケーションソフトとしてインフォマティクス社の GyroEye Holo を使用した。

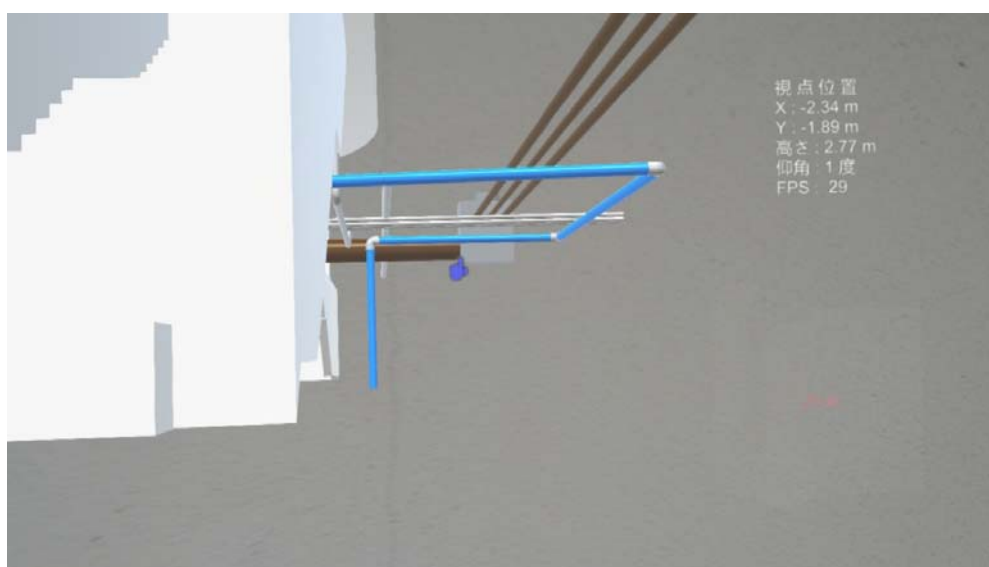


図-7 ライフラインの3Dモデル



図-8 外部階段E1内でのHoloLensによるレビュー状況

(2-5) 調査のまとめと今後の課題

本事業では、国内外の関連情報の進捗・変化に対する調査を行うとともに、エスカ地下街を対象に 3D 地質モデル、エスカ地下街の 3D 躯体モデル、さらには地下埋設物やグラウンドアンカーを合成した 3D モデルを作成した。3D モデルを作成するに際しては、施設の管理者側の立場から、できるだけ使いやすく、運用計画や改修計画の立案に活用できるよう配慮するという要件が出され、それに対応すべく、3D モデル化の実施計画書を作成して関係者間の共通認識を図った。このように合成した 3D モデルは、地下構造物・埋設物の新設、改修、維持管理に関わる調査・設計・施工のみならず、事故、不具合、故障の事前予測、発生時の迅速な対応など、さらなる応用も期待できる。

今後の課題としては、各種地下施設の管理者が、3D モデルの構築および活用に関して、運用管理組織、発注携帯や予算上、無理なく遂行できる仕組みを構築することである。すなわち、調査・企画・計画・設計・建設・維持管理段階での関係者間の迅速で円滑な合意形成が可能であることを認識して 3D モデル化に踏み出すことにより、結果として一元管理された齟齬の無い情報の共有と、情報利用者がストレス無く活用・維持管理できる 3D モデルのデジタルプラットフォームの構築を実現できるようなプログラムを作ることである。