

構造物の3Dデータと地下情報を統合した基盤モデルの構築

(一財)エンジニアリング協会 フェロー会員 ○塩崎 功 日揮(株) 非会員 箱田利明
 応用地質(株) 正会員 西山昭一 (株)日建設計シビル 正会員 大森高樹
 (株)エスカ 非会員 成澤 守 大阪大学 フェロー会員 矢吹信喜

1. はじめに

都市域における地下街・ライフラインなどの地下構造物は、長年にわたって増改築が進められた結果、複雑な地下ネットワークを形成している。これらの地下構造物の管理や維持更新を行うには、位置情報を含む正確な3D情報を活用することが望ましい。しかし、現状では一部の構造物を除けば3Dデータは未整備であり、設計前や施工時には多くの現地調査や2次元図面による照合が必要となる。さらに、正確な3D情報が集積されたとしても、それらを一元管理する仕組みや、セキュリティを考慮した開示ルールなどが未整備であることから、3D情報を積極的に活用できる状況にはない。このような現状を打破し、地下構造物を含むインフラ全般の維持管理や新設構造物の設計施工の効率化を図るには、複数の3Dデータを統合整備した上でそれらを一元管理するシステムが不可欠であることから、平成29年度と平成30年度の2年計画の調査事業に着手した。

2. 実施内容¹⁾

平成29年度では、地方公共団体や民間企業の協力を得て、地下構造物・地下埋設物・地盤情報・地下水状況等のデータ整備の現状、3D化への取り組み状況、国内外の地下情報の整備状況・動向を調査し、地下構造物の設計・施工・維持管理に必要な情報の種類・範囲・精度等を検討した。平成30年度では、モデル地区として選定した名古屋駅西口のエスカ地下街を対象に、入手可能な多岐にわたる地下情報の3D基盤モデルの構築作業を通じて、モデル作成とその統合化に必要な要素技術を検証した。以下に成果の一例を示す。

(1) 3D地質モデルの構築

モデル地区の3D地質モデル作成では、複数の地質データの対比作業に応用地質(株)製の3D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。3D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²⁾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-Horizon³⁾を採用した。また、モデル地区の地下水分布を把握するため、ボーリング柱状図に記録された地下水位を用いて水位標高のサーフェスモデルを作成した。

(2) 3D構造躯体モデルと3D地質モデルの統合

上記で作成した3D地質モデルを、別事業で作成された3D構造躯体モデルと統合した。地下水面モデルからは、エスカ地下街建設前には西から東に向かって地下水が流れていたと推定できる。

3D地質モデルとエスカ地下街の3D躯体モデルを統合した3Dモデルを、Navisworksを使って確認した事例を図-1に示す。図-1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。

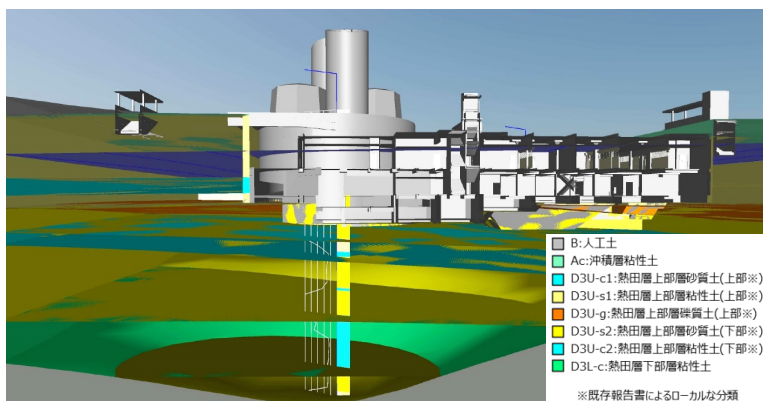


図-1 3D地質モデルと3D構造躯体モデルの統合¹⁾に加筆

キーワード：3Dモデル、地質構造、地下構造物、埋設物

連絡先：〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-18-19 (一財)エンジニアリング協会 TEL 03-5405-7203

(3) ライフラインの3Dモデル

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を使用してライフラインの3Dモデル化を行った。図-2にその一例を示す。

作成したライフラインとエスカ地下街躯体の3Dモデルを使い、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。MR技術とMicrosoft社のホロレンズを使うことにより、地下街内部および地上の歩道から躯体と地盤を透過する形で地下のライフラインを目視で確認することができた。

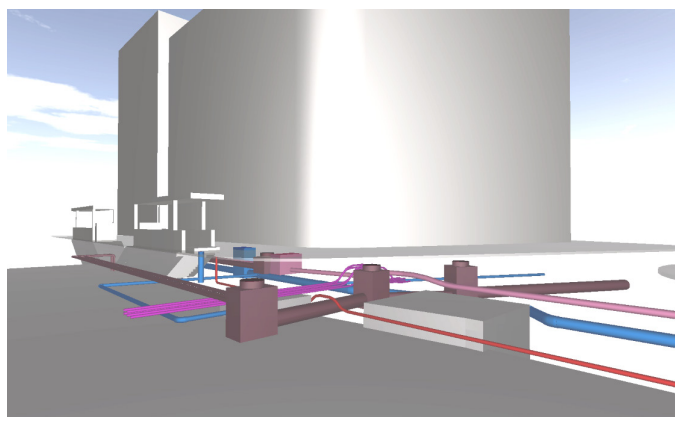


図-2 ライフラインのモデル化¹⁾

(4) 地下埋設物の3D情報

地下埋設物である、仮設用のグラウンドアンカーの3D情報をモデルに統合した結果を図-3に示す。ブ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、アンカー定着部における地質構成を把握することが可能になり、アンカーの定着効果を確認することができる。

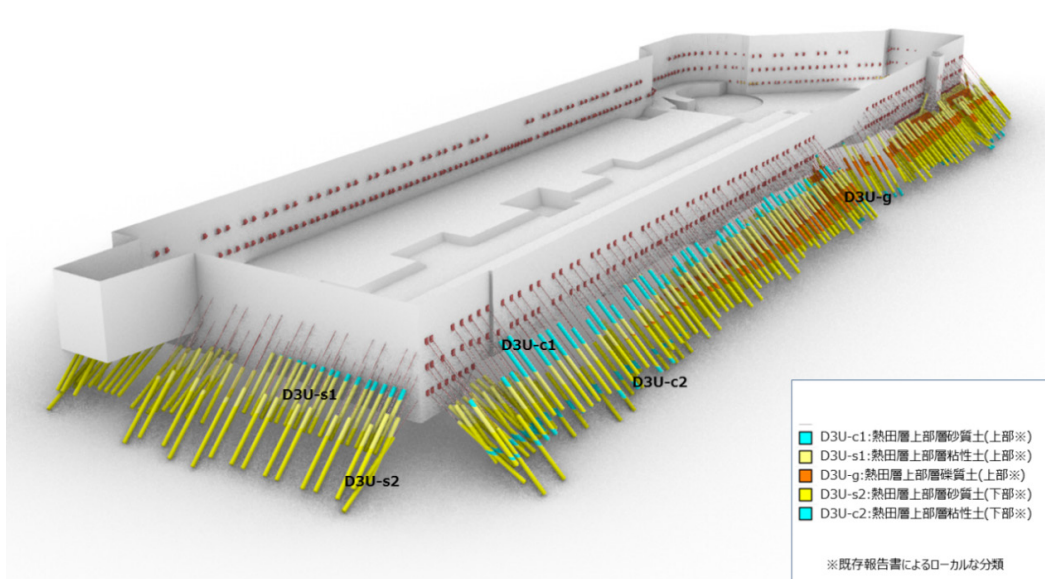


図-3 3D 構造躯体モデルと3D 地質モデルへのグラウンドアンカー情報の統合¹⁾

3. まとめ

建設時のボーリングデータを元に地質と地下水情報を3Dモデル化し、既存の地下街の3D構造躯体モデルと統合し、支持地盤の確認や地下水の流動状況を確認した。次に、地下のライフラインを3Dモデル化し、MR技術とホロレンズを使ってその位置を確認した。さらに、地下埋設物の情報として、仮設用のグラウンドアンカーの3Dモデル化を行い、上記3Dモデルと合成した。今回試行した手法を適用し、地質・地下水情報、構造躯体、埋設物、ライフラインの3Dモデルを統合することにより、構造物・埋設物の新設・改修・維持管理のための調査・設計・施工の大幅な効率化につながるものと期待できる。

謝辞：本研究は、公益財団法人JKAから機械工業振興補助事業の補助を受け、一般財団法人エンジニアリング協会地下開発利用研究センターが平成29年度から平成30年度にかけて実施した「地下情報の基盤モデル作りに関する調査」の成果を抜粋して取りまとめたものである。関係各位に謝意を表する。

【参考文献】

- 1) エンジニアリング協会：平成30年度地下情報の基盤モデル作りに関する調査報告書，2019.
- 2) 3次元地質解析技術コンソーシアム：3次元地質解析マニュアル Ver1.0，2018.
- 3) 野々垣進，升本眞二，塩野清治：3次元B-スプラインを用いた地層境界面の推定，情報地質，第19巻，第3号，pp.61-77，2008.