

AR 地中可視化技術を用いた地盤改良の施工管理

五洋建設（株） 土木設計部 正会員 ○中野豪，山下航洋，堤彩人
五洋建設（株） 東京土木支店 木暮匠倫，佐藤省吾

1. はじめに

浸透固化処理工法¹⁾は既設構造物に影響を与えない液状化対策として空港、港湾工事で広く採用されている。しかし、施工範囲内に埋設物が存在する場合は埋設物を回避するため、複雑な配置で注入工を削孔する必要がある、削孔位置および角度の管理に多大な労力を必要とする。本稿では、その解決方法として「東京国際空港旧整備場地区護岸地盤改良工事」において実施した BIM/CIM および AR を活用した施工管理方法を報告する。

2. 工事概要および技術的課題

本工事は、斜削孔による浸透固化処理工法によって既設護岸直下に薬液を注入し、液状化対策を行うものである。薬液の浸透注入に用いる注入外管を建て込むために、まずは計画深度までケーシングパイプで削孔を行う必要がある。本工事における改良対象土は約 11,000m³であり、計 1,474 本の削孔、約 3,300m³の薬液注入が計画された。また、一部施工範囲の地中には、既設の排水管やマンホールが存在していた（図-1）。したがって、これらの近傍では、削孔時に XYZ 方向に対して角度を調整した三次元的な削孔管理を行い、既設排水管の損傷を防ぐ必要があった。また、削孔配置が複雑になることから、削孔位置を可視化し、削孔機械の誘導の短縮および複雑な削孔諸元を間違いなく確認する工夫が求められた。

3. AR を用いた削孔管理

(1) AR モデル作成方法

前項の課題に対応するため削孔ラインの配置検討を当社が開発した Gi-CIM²⁾を活用して実施した。削孔ラインをモデル化し、埋設物および他の削孔ラインとの離隔が 500mm 以上となることを確認した。また、薬液によって造成される球状の改良体モデルと削孔諸元（削孔名、削孔角度、削孔長）を表示した旗モデル（図-2）を作成した。これらのモデルを fbx 形式に変換して出力し Mixpace（SB C&S、ホロラボ）にインポートして AR 化した。本アプリケーションは定義した基準点に AR マーカーを設置し、タブレット端末で読み込むことで簡単に AR モデルを現地に投影することができる。各モデルを AR で表示した際のタブレット表示画面を図-3 で示す。

(2) 施工中の活用

浸透固化処理工法で削孔工を行う場合、通常は職員による削孔位置、角度の誘導および確認を行う。従来の作業の流れとの比較を図-4 に示す。従来の方法では事前に墨出しした後、削孔開始時に図面と現地を目視で照合しながら

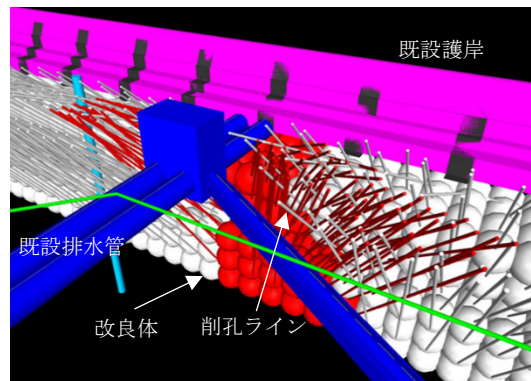


図-1 既設排水管周辺のモデル



図-2 削孔諸元を示す旗モデル

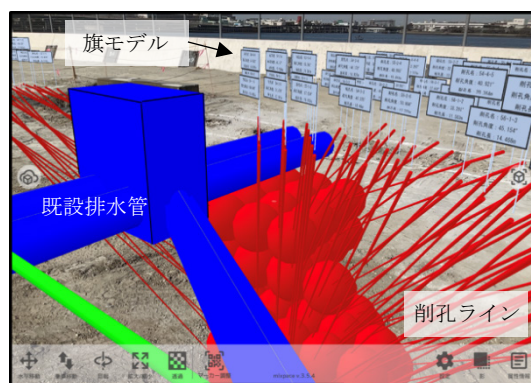


図-3 AR 表示したモデル

キーワード BIM/CIM, AR, 地盤改良工, 浸透固化処理工法

連絡先 〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8 五洋建設（株）土木本部土木設計部 TEL03-3817-7813

ら機械を削孔位置に誘導する必要があったが(図-5), AR を用いることでより視覚的で簡単な誘導が可能となった。また, 従来法では, オペレーターが二次元図面と削孔諸元によって削孔ラインを想像していたが, 削孔時に現地に重畳した AR モデルを見ることで削孔位置や諸元を視覚的に把握することが可能となった。図-6 に AR による誘導状況, 図-7 に誘導中のタブレット表示画面を示す。

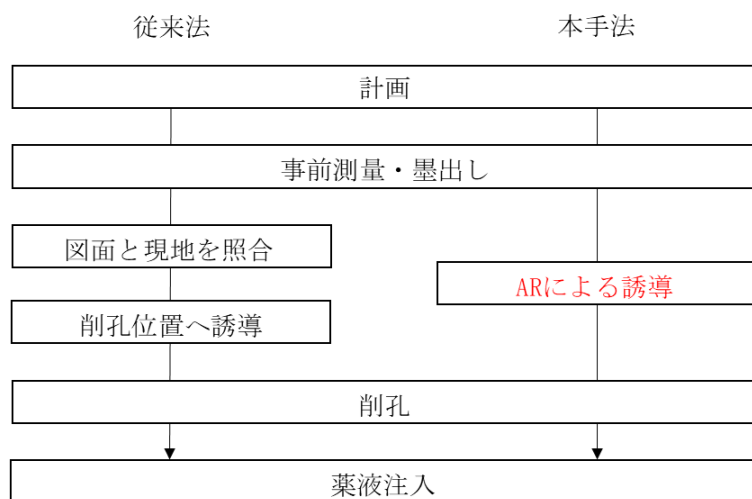


図-4 従来法と本手法の比較

(3) 実験結果

AR を活用したことで削孔機械の誘導時間を 1 本あたり約 4 分短縮することができた。さらに, 間接的な効果として, 削孔諸元が可視化されたことで間違いのない誘導をできたと考える。特に今回実施した箇所のように削孔箇所が不規則に並び, 削孔長や削孔角度もそれぞれ異なる場合の誘導には効果的であったと言える。

一方で, ミスの防止と施工当日の確認時間短縮には大きな効果があるものの, AR の重畳精度が規格値を満たしていることを確認できていない。よって, 測量機器と監督職員が不要とはならないため, 作業時間の大きな割合を占める事前測量の削減には至らない。今後は, AR の重畳精度を向上させ, 誘導時のツールとして従来法の代替手法として使用可能にすることが期待される。

4. まとめ

本稿では, 岸壁の地盤改良工事の施工管理における BIM/CIM および AR の活用事例を紹介した。複雑な削孔ラインの誘導確認に対して, AR の活用によって 1 本あたり 4 分の短縮効果があることを確認した。本工事で実施したような AR の活用は地盤改良のみならず, ボーリングやくい打ちなどの先端が不可視となる場合や, 傾斜管理が求められる施工に有用であると思われる。

参考文献

- 1) 一般財団法人沿岸技術研究センター：浸透固化処理工法技術マニュアル（改訂版），2020。
- 2) 堤彩人，山本敦：地盤改良工事の見える化技術—Gi-CIM: Ground Improvement Construction Information Modeling—，五洋建設技術年報，Vol.52，pp.12-17，2022。



図-5 従来の削孔方向確認作業の様子



図-6 AR による誘導の様子



図-7 タブレット表示画面