

施工実績を基にした BIM/CIM による削孔出来形管理方法の提案

五洋建設 正会員 ○岡本 彩加 正会員 堤 彩人
五洋建設 正会員 山本 敦 正会員 鈴木 定義

1. はじめに

2023 年度に前倒しされた公共工事における BIM/CIM 原則適用を目前にして、様々な BIM/CIM 活用技術の開発が進んでいる。当社においても地盤改良工事における施工情報を 3 次元的に統合・可視化するための BIM/CIM ツール¹⁾を開発し、改良を重ねてきた。曲がり削孔式浸透固化処理工法²⁾の削孔は、削孔軌跡を二種類の方法で計測（図-1）し、削孔機の操縦者が適宜軌道修正しながら行っている。一方、削孔機の操縦者以外は施工中にどこを掘っているのか把握できず、削孔出来形の帳票作成にも時間がかかるといった課題があった。そこで、施工中においても操縦者以外の関係者が削孔出来形を管理できる方法を考案した。

本稿は、施工実績を基にした BIM/CIM による削孔出来形管理方法と現場における活用事例を報告するものである。

2. 新千歳空港での活用事例

2.1 施工上の課題

本工事では、新千歳空港滑走路下の地盤改良を行うにあたり、以下の課題に対処する必要があった。

高精度な削孔管理：滑走路下を横断する函渠直下を改良するため、2 回曲がり削孔（図-2）をする必要があった。従来の削孔管理方法では、削孔機操縦者が 2D モニター（平面、断面）を基に削孔軌跡、およびその後の削孔進路を推測しながら削孔していた。しかし、2 回曲がりの場合には、鉛直・水平の 2 方向に削孔を制御する必要があるため、削孔状況を立体的に把握できる管理方法が求められた。

削孔出来形管理表作成の省力化：曲がり削孔では、所定の改良範囲に薬液を浸透させるため薬液注入位置を管理しており、薬液注入位置のズレ量（計画位置座標に対する実績位置座標のズレ $\Delta S = (\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2)^{0.5}$ ）を出来形管理表に整理して提出しなければならない。従来は、2D 図面上で平面方向と断面方向の差を計測（図-3）して ΔS を算出していたため、出来形管理表の作成に時間がかかっていた。

2.2 施工実績を基にした 3D 削孔出来形管理方法の概要

本管理方法の概要を以下に記載し、施工実績から削孔出来形を 3D 化するまでの仕組みを図-4 に示す。

①削孔機の計測 PC から挿入式管路計測装置で計測した削孔軌跡の X,Y,Z 座標（ジャイロデータ）をクラウド
キーワード BIM/CIM, 地盤改良, 薬液注入, 浸透固化処理工法, 施工管理, 削孔出来形

連絡先 〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8 五洋建設株式会社 土木本部 土木設計部 TEL03-3817-7813

	固定式位置検出装置	挿入式管路計測装置
精度	低(1/100)	高(1/500)
計測頻度	常時	3~9m掘削ごとに1回
用途	削孔中の位置制御	固定式的位置補正 出来形管理



図-1 曲がり削孔位置検出システム

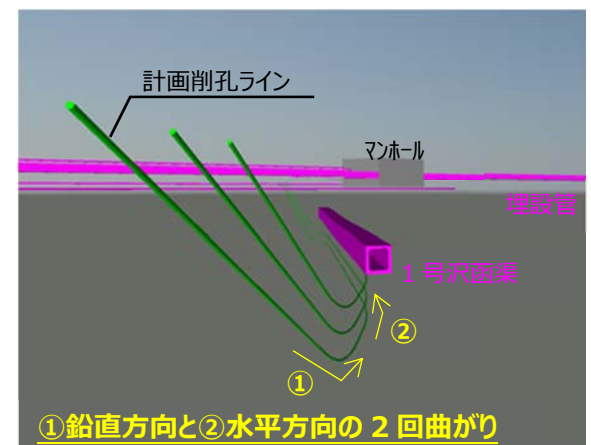


図-2 2回曲がり削孔の概要

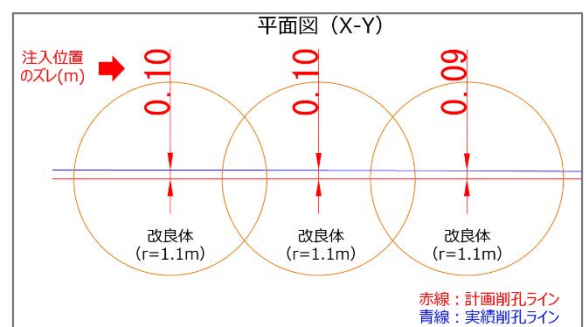


図-3 注入位置の平面ズレ(m)計測

にアップロードする。

- ②現場事務所等にある BIM/CIM 用 PC がクラウドから任意の間隔（最小 5 分）でジャイロデータを読み込み、自動で削孔出来形を 3D 化する。なお、作成された 3D モデルは、クラウドへ自動アップロードされる。
- ③現場で電子端末からクラウドにアクセスし、クラウド上で削孔出来形、計画削孔ライン、および地下埋設物との離隔等を確認する。

2.3 3D 削孔出来形管理の効果

①高精度な削孔管理

本管理方法を用いることで、3~9m 削孔するごとに削孔機操縦者以外の関係者も削孔出来形を確認することができた（図-5）。その際、計画削孔位置に対するズレが規格値以内であることを確認した。さらに、削孔出来形と計画削孔ラインを 3D で比較することで、その後の削孔進路を直感的に予想できるようになり、早期の軌道修正が可能になった。

②削孔出来形管理表作成の省力化

施工実績を基に 3D 化した削孔出来形と計画削孔ラインから、薬液注入位置のズレ量 ΔS を自動で算出し（図-6）、一覧表で出力した。これにより、本工事の曲がり削孔 1 本あたりにかかる削孔出来形管理表作成時間を 87%（通常 24 分から 3 分へ）短縮することができた（表-1）。なお、ここでは、3D モデルおよび 2D 図面（平面、断面）の作成時間は含んでいない。

3. まとめ

3D 削孔出来形管理方法は、施工実績を基に削孔出来形を忠実に 3D 化し、かつ施工中にクラウドを通して同時刻多地点で削孔状況を共有することができる手法である。

本活用事例では、3D 削孔出来形管理方法を用いることで、すべての削孔ラインにおいて薬液注入位置のズレを規格値以内に収め、埋設物との離隔も計画通りにとることができた。さらに、削孔出来形管理表作成においては、従来法と比較して 87% の時間短縮となり、現場作業の省力化に繋がった。省力化の効果は、削孔本数、または改良体数が多いほど大きくなると考えられる。

参考文献

- 1) 増田雄太郎, 陳恩旒, 堤彩人, 山本敦: 曲がりボーリングを用いた地盤改良工事に対する BIM/CIM の適用事例, 第 55 回地盤工学研究発表会, DS-8-06, 2020.
- 2) 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.

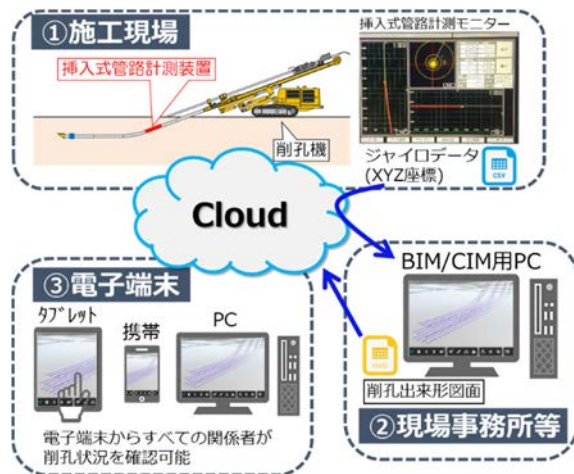


図-4 施工実績を基にした BIM/CIM による削孔出来形作成の仕組み



図-5 タブレットから削孔出来形を確認

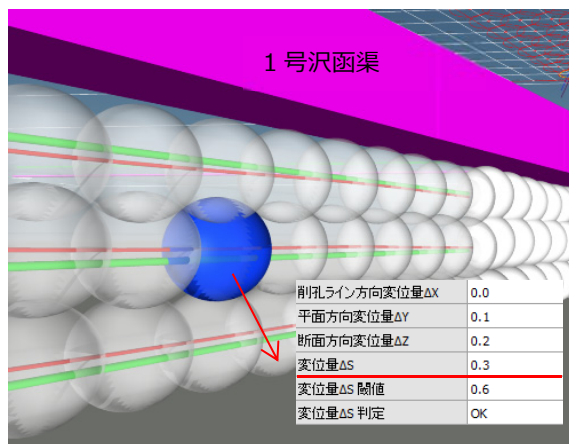


図-6 注入位置のズレ量を自動算出

表-1 出来形管理表作成時間の短縮

	出来形管理表作成時間	
	削孔1本 (改良体30個)	全削孔6本 (改良体180個)
従来法	24分	144分
3D削孔出来形 管理法	3分	18分
短縮時間	21分(87%減)	126分(87%減)