

RTK-GNSS 測位を利用した非鉛直施工における削孔機据付のマシニングガイド

日特建設(株) 正会員 ○斎藤翼 窪塚大輔 三上登
山田歩実 吉成美咲 弓山隆

1. はじめに

近年の ICT 建設機械の発展は目覚ましく、地盤改良分野で一般的な鉛直施工（混合処理工法など）では RTK-GNSS 測位によって施工機械を高精度に施工位置に誘導することを可能とする、いわゆるマシニングガイド技術の普及が著しい。一方で、斜面防災分野におけるグラウンドアンカーなどの非鉛直施工では、削孔機の平面的な位置情報のみならず、削孔機の高さ、削孔方向や削孔角度などの削孔機の複雑な姿勢を高精度に把握する必要がある。こうした技術的な課題から非鉛直施工におけるマシニングガイド技術の開発・普及は進んでいないのが現状である。また、当該施工において品質を確保するためには、削孔機の位置や方向をトランシットなどの測量機器を用いて複数回にわたって測量する必要がある、煩雑な作業となっていた。著者らは、生産性の向上を目的に、非鉛直施工におけるマシニングガイドを実現するシステムの開発を行ってきた。本報告では、開発したシステムの概要、簡易精度検証試験、実現場における実証試験の結果について報告する。

2. 削孔機マシニングガイドシステム

著者らが開発した削孔機マシニングガイドシステム（以下、本システム）の概要を図1に、本システムの外観を写真1に示す。本システムは主に位置情報および方向を計測する GNSS アンテナ3基と削孔角度を計測する傾斜計、PC などからなる制御ボックス等から構成される。GNSS アンテナは中央の位置情報取得用のアンテナと、両サイドの削孔方向取得用のアンテナに分けられる。前者はネットワーク型 RTK-GNSS 測位方式を、後者は GNSS ジャイロを採用し、削孔機の位置と向いている方向を高精度に把握することができる。これらのアンテナ類を搭載した架台を削孔機（例えば、スキッドタイプのロータリーパーカッションドリルなど）の操作盤上に設置する。アンテナを設置した削孔機を削孔開始位置にセットし、初期位置としてシステムに認識させることで、削孔機の水平方向の位置および削孔機が向いている方向をリアルタイムにモニタリングし、施工箇所への誘導を可能とする。

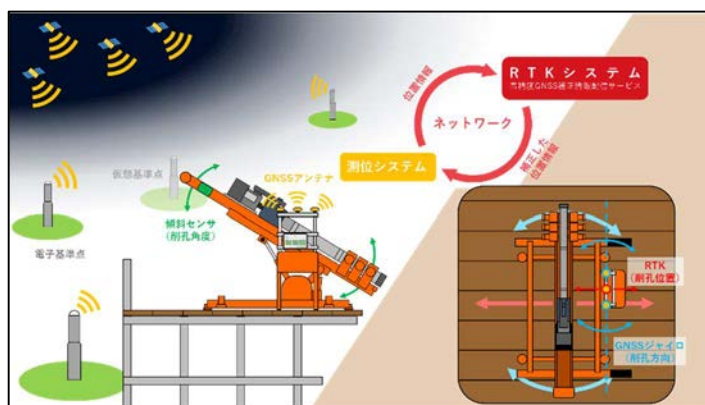


図1 本システムの概要



写真1 本システムの外観

3. 簡易精度検証試験

本システムの精度を確認するため、簡易的な検証試験を実施した。試験方法はアンテナ架台を3m間隔で平行に移動し、システム上に表示される設計データとの差分、すなわち水平方向における軸心の誤差と削孔方向の誤差に相当する差分を記録することとした。RTK-GNSS 測位はリアルタイムに測量結果を出力するため、瞬時の測量値（位置情報や方向角）は常に変動する。そのため、システム表示差分は30～60秒以内における最小値と最大値およびその平均値で評価した。試験は2回実施し、1回目（削孔方向に向かって左方向）と2回目（右方向）で移動方向を逆向きとした。試験の結果を図2に示す。水平方向の軸心誤差は平均15mm、最大35mmであり、開始位置から離れるほど誤差が大きくなった。この誤差は1回目、2回目とも設計の位置から

キーワード マシニングガイド、RTK-GNSS、GNSS ジャイロ、グラウンドアンカー

連絡先 〒103-0004 東京都中央区東日本橋 3-10-6 日特建設(株) 技術開発本部 TEL03-5645-5115

開始位置側に向かってずれる傾向がある。これは計測基面が完全な水平面でなくある程度傾斜しているために、墨出し線の水平方向の間隔が短くなったためと推察される。削孔方向の誤差は平均 0.35° 、最大 1.29° であり、開始位置からの距離と相関するような傾向はみられなかった。これらの誤差は国交省や日本アンカー協会によって規定される規格値（軸心誤差 75mm ないし 100mm、削孔方向 $\pm 2.5^\circ$ ）の範囲内に収まっていることが分かる。

4. 実現場における実証試験

切土のり面における地すべり対策工事（グラウンドアンカー工）において、本システムの現場実証試験を実施した。当該現場は道路に並行するのり面に対して地すべりの滑動方向が斜交しており、のり面に直行する方向から反時計回りに 24 度の方向にグラウンドアンカーを打設する設計となっている。実証試験として、本システムを使用した場合の削孔方向の据付精度の確認およびトータルステーション測量により据付を行う従来方法との作業時間の比較を行った。

写真 2 に現場における本システムの使用状況を、図 3 に削孔方向の据付精度、図 4 に据付にかかる作業時間の結果を示す。削孔方向の据付精度は平均 1.04° 、最大 2.22° （孔番 A-1～C-4）と、現場においても一般的な規格値（ $\pm 2.5^\circ$ ）の範囲内で据付できることが確認できたが、簡易精度検証試験の結果に比べて大きな誤差が確認された。削孔方向の誤差は一定方向に偏っており、これは開始位置セット時の削孔方向のずれに起因すると考えられる。そこで開始位置セットを再度実施したところ（孔番 C'-6～C'-10）、誤差が平均 0.48° 、最大 0.69° まで低減することが確認できた。

据付にかかる作業時間は、削孔機移動の所要時間と削孔方向測量の所要時間に分けて測定した。削孔機移動の所要時間は、システム使用時で平均 6.7 分、従来方法では平均 5.8 分であり、両者に大きな違いは認められなかった。また、従来方法における測量の所要時間は平均 8.8 分であった。本システム使用時には、この測量時間が不要となるため据付作業時間を短縮できることが確認できた。

5. まとめ

グラウンドアンカーなどの非鉛直施工における削孔機据付けのマシンガイダンスシステムを開発し、その精度および現場における適用性、導入効果を検証した。検証の結果、本システムを使用した削孔機据付けの精度は一般的に要求される規格値を満たすことが示された。また、本システムを使用した場合、測量作業が不要となるため、据付作業にかかる時間を減らすことができることが確認できた。

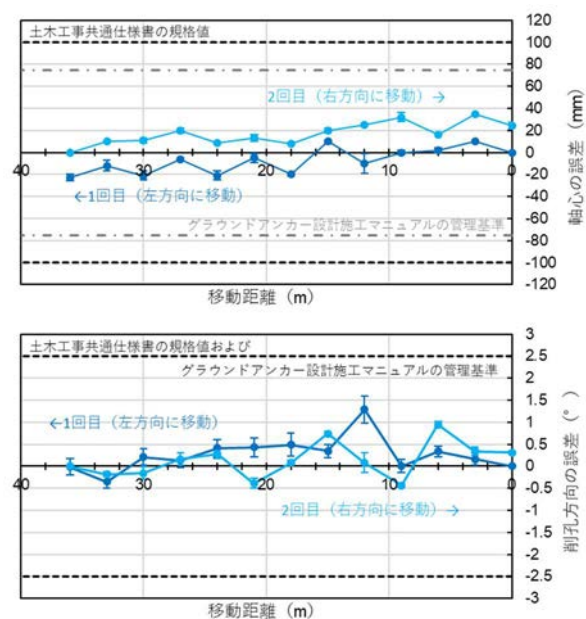


図 2 簡易精度検証試験結果



写真 2 本システムの使用状況

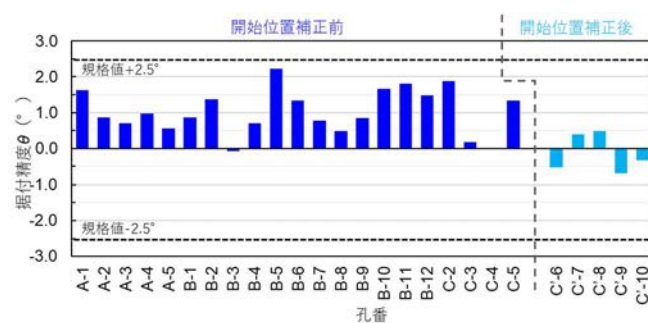


図 3 削孔方向の据付精度

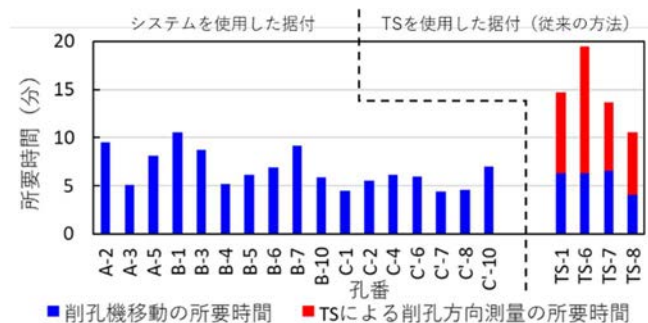


図 4 削孔機据付にかかる所要時間