

新型岩盤切削機への GNSS 測位によるマシンコントロール技術の導入

奥村組土木興業（株） 正会員 ○梅宮 利之
奥村組土木興業（株） 正会員 笠屋 裕廉
奥村組土木興業（株） 川畑 雅樹

1. はじめに

当社では、民家等が近接する施工条件下での硬岩・中硬岩の掘削に、岩盤切削機(サーフィスマイナー)を使用した「低騒音・低振動・低粉塵 岩盤切削工法」(旧 NETIS : CG-990014-V)を開発し、実施工に適用しながら改良を加えてきた。また、近年の ICT 施工の普及に伴い、岩盤切削機へのマシンコントロール技術の導入も進めてきた¹⁾。従来の位置計測では、岩盤切削機に装着した計測用プリズムを TS により自動追尾して掘削機の位置・姿勢を計測するシステムを採用していたが、岩盤切削機の振動や遮蔽物等によりプリズムを見失い、計測データが得られなくなることが課題であった。

今回、新たに開発した岩盤切削機に、GNSS 測位システムによるマシンコントロール技術を導入することで、高度な位置制御、作業効率の向上および作業精度の向上が期待された。

本報は、その適用性を試験施工において検証した結果を報告するものである。

2. 岩盤切削工法

(1) 工法概要

岩盤切削工法は、ヴィルトゲン社と共同開発した硬岩(中硬岩)掘削工法であり、騒音・振動・粉塵を低減する岩盤掘削工法として、国土交通省の発注工事を中心に施工実績を積み重ねてきた。

岩盤切削機は、切削ビットを取り付けた掘削用回転ドラム(切削ドラム)を胴体中央部に配置し、自重を反力にして、切削ドラムを手前から前方へ掻き上げる方向に回転させることによって連続的に岩盤を掘削するものである。

(2) 新型岩盤切削機

従来型と新型の岩盤切削機の主な仕様は表-1 に示す。新型の掘削幅は 2.2m、最大掘削深さは 30cm であり、標準的な条件での掘削能力は、中硬岩の場合が 176～220m³/日、硬岩の場合が 44～88m³/日である。新型は従来型(2500SM)に比べて、作業時重量を約 45%軽減

表-1 従来機と新型岩盤切削機(220SM)の仕様

項目		単位	2500SM(従来型)	220SM(新型)
機械寸法	全長	mm	12,920	10,581
	全幅	mm	3,710	3,047
	全高	mm	4,090	4,760
	重量(作業時)	kg	133,000	72,400
切削ドラム	切削幅	mm	2,500	2,200
	最大切削深	mm	350	300
	直径	mm	1,400	1,300
	回転数	rpm	47	50
	ビット本数	本	114	72
走行性能	定格出力	kw(PS)	895(1,217)	708(963)
	作業速度	m/min	0~25	0~84
	走行速度	km/h	0~3.9	0~2.5
	登坂能力	度(%)	20(36)	11(20)
	最小回転半径	m	15	8



写真-1 新型岩盤切削機(220SM)の外観(左:側面 右:正面)

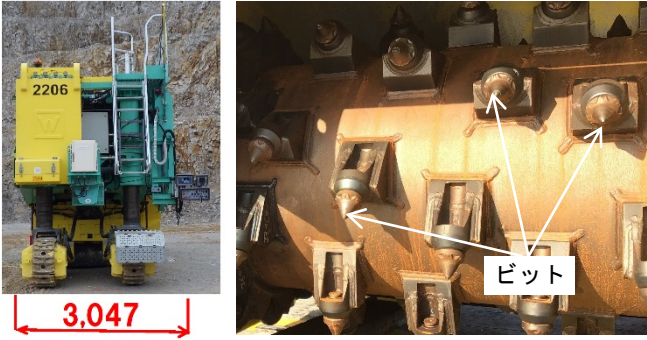


写真-2 切削ドラム

キーワード 岩盤掘削, 切削機, 低騒音, 低振動, 情報化施工, マシンコントロール

連絡先 〒552-0016 大阪市港区三先 1-11-18 奥村組土木興業(株)環境開発本部広域工事事部 TEL : 06-6572-5301

し、掘削幅は 2,500mm から 2,200mm に小さくなり、軽量・コンパクトに改良した。これにより運搬・組立・解体に係る作業工数の省力化と低コスト化を実現した。

3. GNSS 測位システムによるマシンコントロール技術

導入した測位システムの機器構成は、GNSS アンテナ(2機)、受信機、コントロールパネル、および基準局(共にライカジオシステムズ社)であり、測位方式は RTK-GNSS 方式である。GNSS 測位により岩盤切削機の3次元位置情報(座標)を取得し、3次元設計データを基に、機械前方ローラのシリンダ長をリアルタイムに自動制御し、切削深さを設定する。使用する3次元設計データは、専用のソフトで作成する3Dポリラインであったが、新システムではTINサーフェス(XML形式)も扱え、汎用性が高くなった。

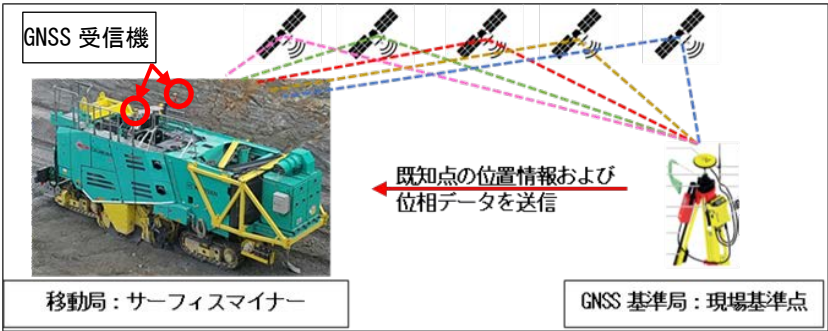


図-1 RTK-GNSS 測位方式

4. 試験施工

(1) 試験概要

試験施工は調整池築造工事の岩盤掘削で実施した。対象工事の岩盤は、古第三紀層の砂岩の中硬岩であった。試験施工場所の平面図を図-2に示す。マシンコントロールの施工精度を確認するため、地上型レーザースキャナー「RTC360」（ライカジオシステムズ社）により切削後の仕上り面の点群データを計測し、3D設計データとの差を比較した。



図-2 試験施工場所の平面図

(2) 試験結果

仕上り高さの出来形精度は、表-2に示すように、平均値-2mm（規格値±50mm）、最大値（差）+61mm（規格値±150mm）、最小値（差）-30mm（規格値±150mm）となり、施工管理基準値を十分に満足した。また、GNSS測位によるマシンコントロールにすることで、継続して機械の位置制御ができるため、従来のTSによる問題点が解消され、作業の中断が無くなり作業効率が向上した。

表-2 出来形計測結果



写真-3 3次元設計データ

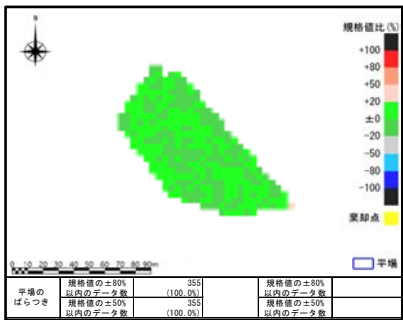


図-3 出来形ヒートマップ

計測項目			規格値
平場 標高 較差	平均値	-2mm	±50mm
	最大値(差)	61mm	±150mm
	最小値(差)	-30mm	±150mm
	データ数	355	1点/m ² 以上 (350点以上)
	評価面積	355.0m ²	—
	棄却点数	0	0.3%以内 (1点以下)

5. まとめ

本システムにより、施工中の切削ドラムの位置(高さ)を自動制御して高精度に施工することが確認できた。また、新型岩盤切削機をコンパクト化したことによる、運搬・組立・解体の省力化と低コスト化が確認できた。今後は、マシンコントロールの施工データを蓄積するとともに、蓄積したデータを基に AI による自動運転にも取り組んでいきたいと考えている。

【参考文献】

1) 川畑, 丸山, 藤森: 岩盤切削機へのマシンコントロール技術の導入, 土木学会全国大会第 70 回年次学術講演会講演概要集, 2015.9