

岩盤切削機への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 川畑 雅樹
 奥村組土木興業(株) 正会員 丸山 健一
 奥村組土木興業(株) 正会員 ○藤森 章記

1. はじめに

道路土工における硬岩や中硬岩の掘削には、一般的に発破工法が用いられるが、民家等に近接して施工するような現場条件では、より低騒音で低振動な掘削工法が求められる。このような場合には、静的破碎工法や割岩工法等が採用される事例が増加しているが、発破工法に比べて作業効率(掘削能力)が悪いことが課題となっている。以上のことから、当社では、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」(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。

本報は、岩盤切削工法の施工精度および施工効率を向上させるため、岩盤切削機にマシンコントロールシステムを導入し、その適用性を試験施工において検証したものである。

2. 岩盤切削工法

(1)工法概要

「低騒音・低振動・低粉塵 岩盤切削工法」は、ヴィルトゲン社と共同開発した岩盤切削機を用いた硬岩(中硬岩)掘削工法である。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、2009年からはNETISの「少実績優良技術」に指定されている。

(2)岩盤切削機

岩盤切削機(2500SM)は、ビットを螺旋状に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。

岩盤切削機の主な仕様は表-1に示すとおりであり、掘削幅は2.5 m、最大掘削深さは35 cmである。標準的な条件での掘削能力は、中硬岩の場合が200~250 m³/日、硬岩の場合が50~100 m³/日である。直近の施工事例によれば、切削箇所から30 m離れた地点で、騒音値が78 dB以下、振動値が42 dB以下となっている。

表-1 岩盤切削機の仕様

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

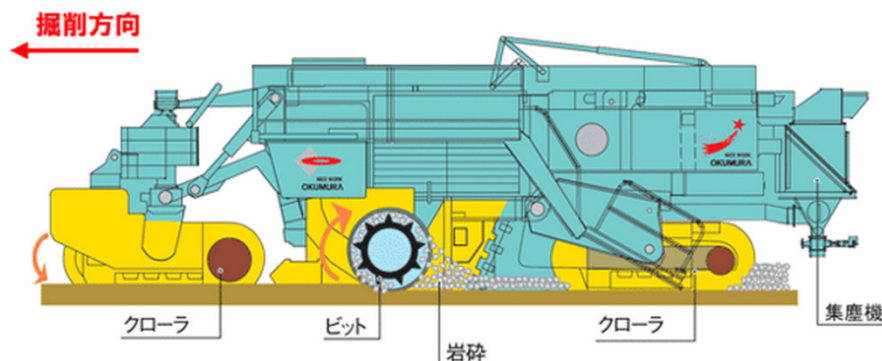


図-1 岩盤切削機(2500SM)の構造概要図

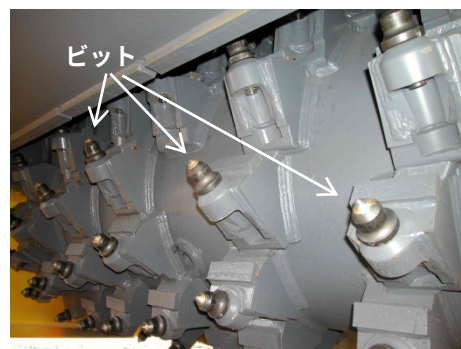


写真-1 切削ドラム

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

3. マシンコントロール技術

岩盤切削機に搭載するマシンコントロールシステムは、機械制御の機構が類似した「3D-MC アスファルトフィニッシュシステム」(株)トプコン)に改良を加えたものである。システムの概要は次のとおりである。岩盤切削機の位置情報を自動追尾式 TS で取得し、これを機械側のコントロールボックスに送信して、設計面との差分を算出する。この値を基に、機械後方側のシリンダ長を自動調整することで切削深さを制御する。



写真-2 自動追尾式 TS

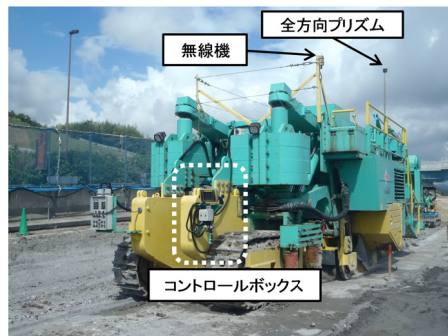


写真-3 機械搭載機器

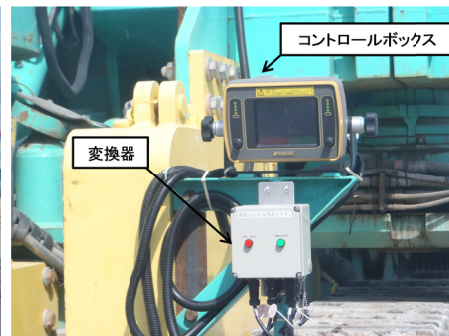


写真-4 コントロールボックス

4. 試験施工

(1) 試験概要

高速道路建設工事で試験施工を実施し、マシンコントロール技術の適用性を検証した。施工対象の岩盤は、砂岩系堆積岩の中硬岩(シュミットハンマー反発度: 40~50)であった。比較対象とする通常施工方法は、切削する面の高さを丁張から測定し、この測定値を基に切削深さを手動調整する方法である。試験施工の延長は 100 m とし、通常施工、情報化施工ともに各 2 回ずつ切削を行った。切削後、施工精度(出来形精度)を確認するため、延長 10 m ごとに仕上り面(切削面)の高さを測定し、設計値との差を確認した。

(2) 試験結果

仕上り面高さの出来形精度(設計値との差)は、表-2 のように、通常施工が平均 17 mm、情報化施工が平均 5 mm となり、情報化施工の導入によって施工精度が向上することが確認できた。一方、情報化施工による施工時間の短縮効果はわずかであった。しかし、施工精度の向上による手直し作業の減少や、機器設置作業の慣れ等による時間短縮効果が期待できるため、今後は、施工効率も向上すると判断している。

表-2 試験施工結果(仕上り面高さの出来形精度)

単位: m

測点	通常施工①			通常施工②			情報化施工①			情報化施工②		
	設計	実測	差	設計	実測	差	設計	実測	差	設計	実測	差
STA.267+20	30.413	30.391	-0.022	30.613	30.594	-0.019	30.313	30.316	0.003	30.513	30.517	0.004
STA.267+30	30.477	30.456	-0.021	30.652	30.634	-0.018	30.389	30.394	0.005	30.564	30.565	0.001
STA.267+40	30.530	30.543	0.013	30.681	30.659	-0.022	30.455	30.458	0.003	30.605	30.601	-0.004
STA.267+50	30.577	30.561	-0.016	30.702	30.686	-0.016	30.514	30.515	0.001	30.640	30.642	0.002
STA.267+60	30.570	30.538	-0.032	30.667	30.661	-0.006	30.516	30.509	-0.007	30.617	30.608	-0.009
STA.267+70	30.604	30.586	-0.018	30.704	30.713	0.009	30.554	30.544	-0.010	30.654	30.651	-0.003
STA.267+80	30.637	30.642	0.005	30.737	30.709	-0.028	30.587	30.589	0.002	30.687	30.683	-0.004
STA.267+90	30.661	30.682	0.021	30.761	30.740	-0.021	30.611	30.615	0.004	30.711	30.713	0.002
STA.268+0	30.676	30.663	-0.013	30.776	30.761	-0.015	30.626	30.621	-0.005	30.726	30.728	0.002
STA.268+10	30.683	30.662	-0.021	30.783	30.780	-0.003	30.633	30.626	-0.007	30.733	30.736	0.003
STA.268+20	30.681	30.666	-0.015	30.781	30.786	0.005	30.631	30.636	0.005	30.731	30.723	-0.008
精度 (絶対値)	最大		0.032	最大		0.028	最大		0.010	最大		0.009
	平均		0.018	平均		0.015	平均		0.005	平均		0.004

5. 今後の課題

今回は、対象となる岩種が中硬岩であったことから、切削時の機械振動はそれほど大きなものとならず、プリズムの揺れも小さかった(コントロールボックスの表示値で 5~10 mm 程度)。このため、大きな振動が予想される硬岩切削時についても試験施工を実施して、マシンコントロール技術の適用性を確認する必要がある。