岩盤切削機の施工効率向上を目的とした切削ビットの改良検討

奥村組土木興業㈱　正会員　○藤森　章記
奥村組土木興業㈱　川畑　雅樹
奥村組土木興業㈱　丸山　健一

１．はじめに

民家や病院等に近接して施工するような場所で硬岩や中硬岩を掘削する際には，発破工法に代わる，より低騒音で低振動な掘削工法が求められる．これに対して当社では，岩盤切削機(サーフィスマイナー)を使用した岩盤切削工法を開発し，実施工に適用しながら，無線操縦システムやマシンコントロール技術の導入等の改良を加えてきた．平成 27 年度からは，岩盤切削工法の作業効率(掘削能力)をさらに向上させるため，石灰岩採掘現場に岩盤切削機を導入する際に問題となった切削ビットの折損および損耗に着目し，これらを抑制する方法を検討してきた．

本稿は，岩盤切削工法の施工効率向上を目的とした取組みについて，昨年度から引き続き実施した切削ビットの延命化に関する検討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岩盤切削機を用いた硬岩(中硬岩)掘削工法であり，「低騒音・低振動・低粉塵 岩盤切削工法」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 2015 年の間には，NETIS の「少実績優良技術」に指定されていた．

(2) 岩盤切削機

岩盤切削機は，**図-1** に示すように，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．

現行の岩盤切削機である「2500SM」の主な仕様は**表-1** に示すとおりであり，掘削幅は 2.5m，最大掘削深さは 35cm となっている．標準的な条件での掘削能力は，中硬岩の場合が 200～250m^3/日，硬岩の場合が 50～100m^3/日である．

表-1　岩盤切削機の仕様

項目		単位	2500SM
機械寸法	全長	mm	12,920
	全福	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

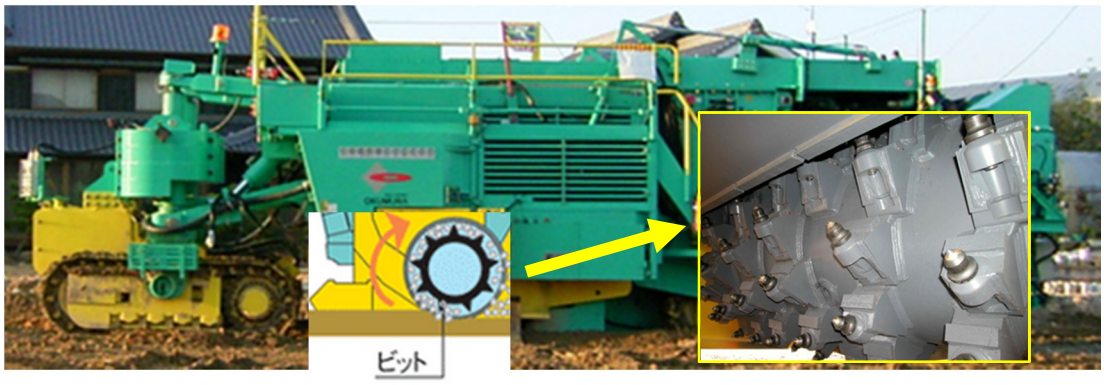

図-1　岩盤切削機(2500SM)の構造概要図

キーワード　岩盤掘削，切削機，低騒音，低振動，ビット
連絡先　〒552-0016　大阪市港区三先 1-11-18　奥村組土木興業㈱環境開発本部広域工事部　TEL：06-6572-5301

３．切削ビットの磨耗および折損

通常の岩掘削では，切削ビットが掘削時に軸回転する機構によって，**写真-1** のようにチップが均等に磨耗し(セルフシャープニング)，磨耗量が限界に至った時点でビットを交換する．しかしながら，石灰岩の掘削に際しては，岩盤の粘り強さに起因し，磨耗限界前にシャンク部で折損が発生(**写真-2** 参照)してビットの交換時期が早くなる傾向が顕著となる．切削ビットの折損は，施工コストの増加のみならず，ビット交換作業やビット片回収作業などの時間的ロスが生じる要因となり，作業効率に大きな悪影響を及ぼす．

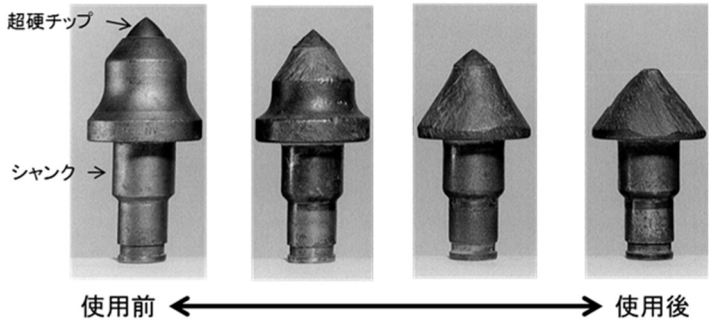

写真-1　ビットの標準的な磨耗プロセス

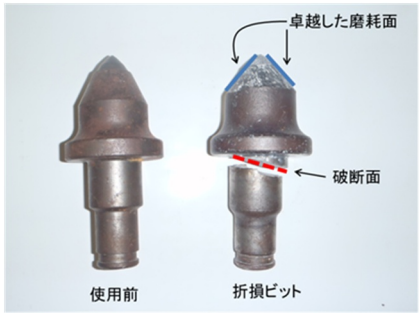

写真-2　ビットの折損状況

４．切削ビットの改良検討結果

(1)改良ビット

切削ビットの折損および磨耗を抑制するため，シャンク径とチップ径を変えて**表-2** のとおり改良ビットを製作し，それぞれの効果を検証してきた．昨年度の検討成果から，ビットの折損に影響を及ぼすシャンク径については 42mm が適合と判断した．チップ径については，径が大きいほどビットの損耗を抑える効果が見られたが，コスト低減と作業効率向上の両立を期待して，チップ径が 19mm の「改良ビット D」を検討に加えた．

表-2　改良ビットの仕様

名称		シャンク径	チップ径	シャンク硬度
標準ビット	WSM-25	38mm	25mm	HRC44-48
改良ビットB	WSM1-17-77/42LR	42mm	17mm	HRC44-48
改良ビットC	WSM1-22-77/42LR	42mm	22mm	HRC44-48
改良ビットD	WSM1-19-77/42LR	42mm	19mm	HRC44-48

(2)施工結果

同一の石灰岩採掘現場における平成 27 年 4 月から平成 29 年 3 月まで掘削実績を改良ビットの種類ごとに集計して**表-3** に示す．

ビット損耗の抑制については，改良ビット D が最も優れた結果を示し，ビットに要するコストを比較すると，改良ビット B および C は改良ビット D の 1.5～1.7 倍となった．一方で，作業効率に大きく影響するビットの折損については，切削ビット B が飛び抜けて良い結果を示したが，切削ビット D も切削ビット C からは大きく改善されており，実用上は十分な結果であることを確認した．

表-3　改良ビットごとの掘削実績

名称	掘削土量 (m^3)	ビット損耗数 (本)	損耗率 (本/m^3)	ビット折損数 (本)	折損率 (本/m^3)	$1m^3$当たりのコスト比
改良ビットB (φ17)	9,333	1,561	0.167	1	0.000	1.5
改良ビットC (φ22)	13,208	1,876	0.142	240	0.018	1.7
改良ビットD (φ19)	10,880	980	0.090	58	0.005	1

５．まとめ

本検討の結果から，石灰岩採掘現場では，コストと作業効率の両面から改良ビット D が総合的に最適であると判断した．今後は，一般的な建設工事の硬岩掘削についても同様の検討を進めていく予定である．