

低騒音・低振動・低粉塵 岩盤切削機サーフィスマイナー

丸山 健一¹

¹奥村組土木興業株式会社 工事部 特殊工事課 (〒552-0007大阪市港区弁天6-1-3)



低騒音・低振動・低粉塵岩盤切削機サーフィスマイナー（以下、サーフィスマイナーと記す）は、平成21年7月に開催された国土交通省新技術活用システムNETISの事後評価で「少実績優良技術」に指定された。

サーフィスマイナーは、平成3年にヴィルトゲン社（独）との共同開発で日本に導入し、騒音・振動・粉塵の低減、摩耗材の耐磨耗性の向上に改良を加え、国土交通省を中心に岩盤掘削工事の公害対策工法として採用されてきた。

本論では、サーフィスマイナーの概要、特長を中国地方の実績を踏まえ報告する。

キーワード 岩盤掘削、低騒音、低振動、低粉塵

1. はじめに

岩盤掘削工事では発破工法が一般的であるが、騒音・振動・粉塵・飛石などの問題がある。特に振動では岩盤に亀裂を誘発させ、崩落事故につながることもあり、重要構造物、民家の周辺および急傾斜地帯などでは使用が制限される場合が多い。

また、これに代わる大型ブレイカ、割岩機あるいは静的破碎剤などによる方法も使用する機械の組合せで騒音・振動が高く、さらに作業効率が悪く経済的な負担が大きいなどの問題がある。

サーフィスマイナー（写真-1）は、軟岩Ⅱから硬岩領域の岩盤を低騒音、低振動、低粉塵で岩盤をゆるめることなく、効率的に掘削するもので、掘削能力が大きいこ

となどから、他の工法に比べて経済的であると同時に、工期を短く設定できる点でも有利な工法である。

2. 概要

サーフィスマイナーには、胴体中央部に掘削用回転ドラム（直径1,400mm）があり、その外周面に超硬チップを埋込んだビットが螺旋状に並んでいる。4履帯で走行しながらドラムを手前からすくい上げる方向に回転させ、自重を反力にして連続的に岩盤を掘削する。

最大掘削深さは35cmである。

掘削機構を図-1に示す。



写真-1 サーフィスマイナーの全景

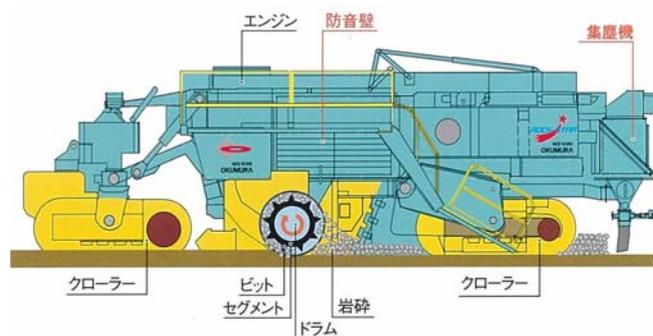


図-1 掘削機構

機種は、2500SMタイプ（掘削幅2.5m）と3500SMタイプ（掘削幅3.5m）の2機種ある。

表-1、図-2、-3に仕様、寸法図、ビット形状図を示す。

表-1 サーフィスマイナーの仕様

区分	仕様	単位	2500SM	3500SM
寸法	全長	mm	12,920	14,100
	全幅	〃	3,710	5,300
	全高	〃	4,090	6,410
重量	作業時	kg	133,000	133,000
切削ドラム	切削幅	mm	2,500	3,500
	最大切削深さ	〃	350	350
	直径	〃	1,400	1,400
	回転数	rpm	47	48
	ビット本数	本	114	134
	機関	エンジン		カシズ QST30
	定格出力		895kW/1,217ps/2,100rpm	895kW/1,217ps/2,100rpm
	燃料タンク	ℓ	2,750	2,300
	散水タンク	〃	5,600	6,200
走行性能	作業速度	m/min	0~25	0~25
	走行速度	km/h	0~3.9	0~3.9
	登坂能力	度(%)	20 (36)	20 (36)
	最小回転半径	m	15	15
保有台数		台	4	2

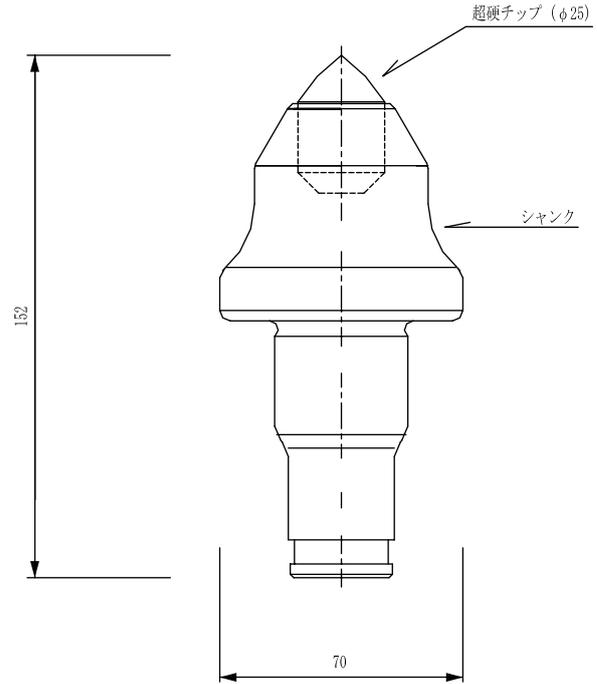


図-3 ビットの寸法図

3. 特長

(1) 掘削能力が大きい

地山弾性波速度VPが3.0~4.0km/sec程度までの軟岩Ⅱから硬岩までの掘削が可能である。表-2に掘削能力を示す。

表-2 掘削能力

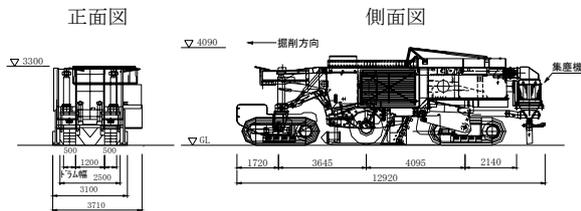
岩盤等級	地山弾性波速度	掘削能力
	km/sec	m ³ /日
中硬岩	2.0~2.9	200~400(平均300)
硬岩(参考)	2.9~4.2	80~120(平均100)

注1) 上記掘削能力は、標準であるため、岩石の固結度（一軸圧縮強度等で確認）を参考に決定する。

注2) 硬岩については実績が少ないため、参考値である。実際には、試験施工を行って決定する。

注3) 花崗岩、溶岩、玄武岩等の固結度の高い火成岩は、別途検討とする。

2500SM寸法図



3500SM寸法図

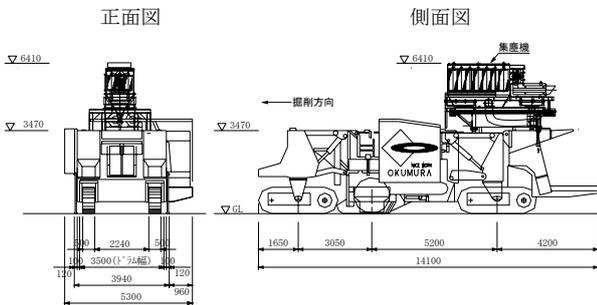


図-2 寸法図

(2) 環境への影響が小さい

30m離れた地点における騒音値は78dB以下で、同様に振動値は42dB以下で、岩盤をゆるめることがないので重要構造物や民家に対して近接施工ができる。また、集塵機の設置およびドラム部における散水（毎分50ℓ）で粉塵の飛散防止に努めている。図-4、-5に騒音値、振動値を、写真-2に粉塵対策を示す。

(3) 掘削ずりをそのまま路床材、透水材として使用できる

掘削ドラムのビットが螺旋状に配置しているため、掘削した掘削ずりはドラム内で2次破碎する。そのため、掘削ずりの最大粒径は100～150mm以下となり、2次破碎を省略してそのまま路床材、擁壁の裏込め材等として使用できる。また、シルト分である粒径0.075mm以下が3～15%の範囲であるため、透水材、フィルター材およびゾーニング材としても使用できる。さらにビットの本数や配置を工夫して最大粒径をコントロールすることも可能である。掘削ずりの状況を写真-3に示す。

(4) 掘削面の仕上がり精度と平坦性がよい

オペレータは、レーザーレベル計のデータを確認しながら掘削深さや縦断勾配をコントロールするため、仕上がり面の高さ精度は設計値の±3cm以下となる。また、振動が小さいため、掘削面をゆるめることがない。掘削後の掘削面の状況を写真-4に示す。

(5) 法面が階段状になる

機械の構造上、掘削幅が機械幅より狭くなるため、掘削後の法面は階段状になる。施工可能な法面の最急勾配は5分（1:0.5）である。

階段状の法面は岩盤緑化が必要な場合には、岩盤がゆるんでいないことや植生基盤が確保できていることから有利である。掘削後の法面の状況を写真-5に示す。

(6) 1台の機械で掘削～小割までの連続作業ができる



写真-3 掘削ずりの状況

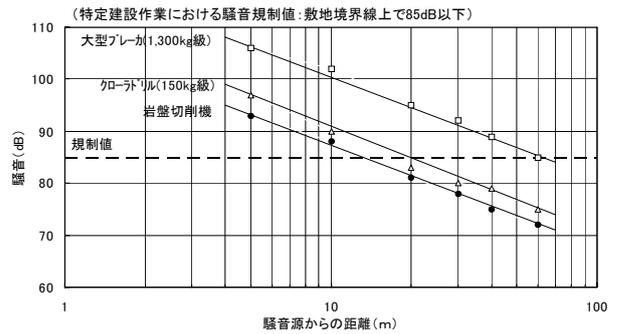


図-4 掘削時の騒音値

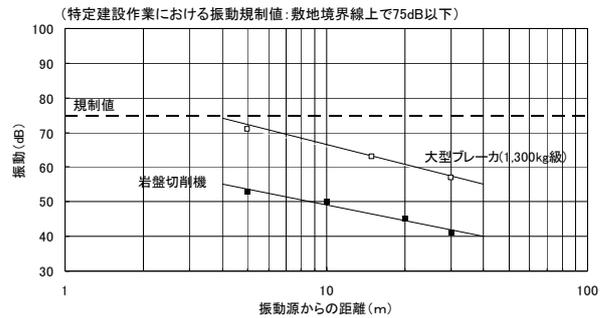


図-5 掘削時の振動



写真-2 粉塵対策（集塵機）



写真-4 基面の仕上がり状況



写真-5 法面の状況



写真-6 施工状況

4. 施工実績

(1) 国内の施工実績

平成22年3月時点での国土交通省、地方自治体およびNEXCO等の施工実績を表-3に示す。

表-3 施工実績

発注者	件数
国土交通省(旧建設省含む)	14件(2件)
地方自治体	21件(6件)
NEXCO(旧日本道路公団含む)	5件(1件)
民間	1件(1件)
合計	41件(10件)

※()内は、中国地方での件数。

(2) 中国地方の主な施工実績

a) 三隅火力発電所工事(島根県)

時 期：平成6年度

岩 種：泥質片岩

岩盤等級：CM級

数 量：約65,000m³

採用条件：発電所の新設工事で他工事に近接していたため、発破工法の使用が不可能であり、さらに工期短縮、掘削面の余掘り防止から大型ブレーカ工法に変わり、採用された。

写真-6、-7に施工状況、完成状況を示す。



写真-7 完成状況

b) 西瀬戸自動車道工事(広島県)

時 期：平成9年度

岩 種：広島型花崗岩

岩盤等級：中硬岩

数 量：約25,000m³

採用条件：供用線の拡幅工事で発破工法が使用できず、さらに工期短縮、飛石防護のため、大型ブレーカ工法に変わり、採用された。

写真-8、-9に施工状況、完成状況を示す。



写真-8 施工状況



写真-9 完成状況

c) 愛宕山造成工事（山口県）

時 期：平成12、14年度

岩 種：広島型花崗岩

岩盤等級：中硬岩、硬岩 I

数 量：約120,000m³

採用条件：2カ所の造成地をつなぐ連絡道路の工事で新興住宅地に近接しているため、発破工法、大型ブレーカ工法の使用ができず、騒音、振動、粉塵の低減対策として採用された。

写真-10、-11に施工状況、完成状況を示す。



写真-10 施工状況



写真-11 完成状況

d) 岡山児島線工事（岡山県）

時 期：平成16年度

岩 種：花崗岩

岩盤等級：硬岩 I

数 量：約20,000m³

採用条件：県道の新設工事で住宅、乗馬クラブが近接しているため、発破工法、大型ブレーカ工法の使用ができず、さらにセレモニーの連絡道路の早期開通も条件になっており、騒音、振動、粉塵低減および工期短縮から採用された。

写真-12、-13に施工状況、完成状況を示す。



写真-12 施工状況



写真-13 完成状況

e) 鳥取自動車道工事（鳥取県）

時 期：平成20年度

岩 種：流紋岩質凝灰角レキ岩

岩盤等級：硬岩 A

数 量：約48,000m³

採用条件：高規格道路の新設工事で住宅が近接しているため、発破工法が使用できず、騒音、振動、粉塵対策で大型ブレーカに変わり、採用された。

写真-14、-15に施工状況、完成状況を示す。



写真-14 施工状況



写真-15 完成写真

5. おわりに

サーフィスマイナーは、硬岩領域（中硬岩含む）の掘削で環境に対する制約がある場合、効率的な機械掘削を実現してきたが、花崗岩、流紋岩等の固結度の高い火成岩系では能力の低下、コストアップが課題となっている。

今後、ますます環境に対する社会の要請が高まる中、サーフィスマイナーの採用促進にはコストの低減が不可欠である。そのためには、施工能力を向上させる補助工法が必要であり、その開発に積極的に取り組んでいく所存である。