

## 岩盤切削機の施工効率向上に関する検討

奥村組土木興業(株) 正会員 ○吉田 彰男  
 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)の低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)を使用した岩盤切削工法を開発し、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効率の向上に関して、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に着目し、これを抑制する方法を検討したものである。

表-1 岩盤切削機の仕様

| 項目        |         | 単位     | 2500SM     |
|-----------|---------|--------|------------|
| 機械<br>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<br>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<br>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         |

### 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2015年の間、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(2500SM)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。

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2.5m、最大掘削深さは35cmである。標準的な条件での掘削能力は、中硬岩の場合が200~250m<sup>3</sup>/日、硬岩の場合が50~100m<sup>3</sup>/日である。

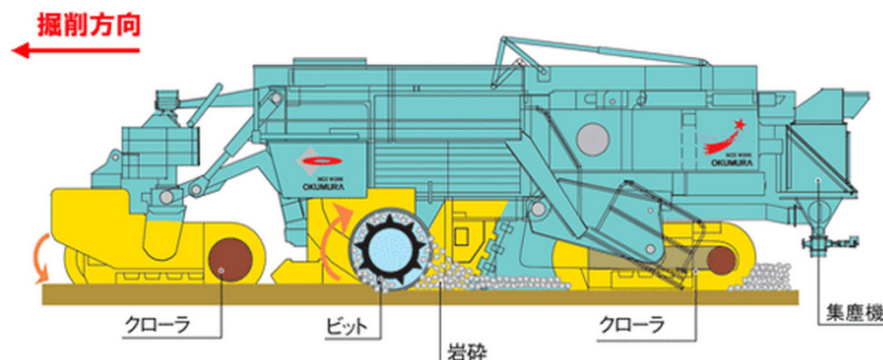


図-1 岩盤切削機(2500SM)の構造概要図

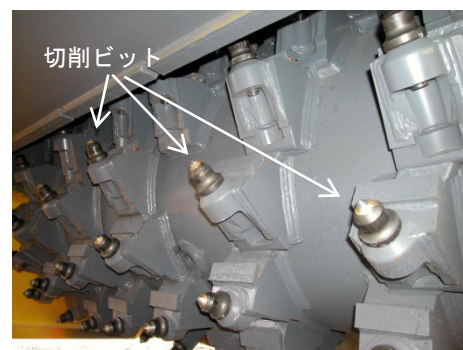


写真-1 切削ドラム

### 3. 切削ビットの折損現象

通常施工時は、切削ビットが掘削時に軸回転する機構によって、写真-2に示すようにチップが均等に磨耗  
 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(株)環境開発本部広域工事事部 TEL: 06-6572-5301

することから(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、石灰岩を掘削する際には、岩盤の粘り強さに起因して、磨耗限界に達する前に写真-3のようにシャンク部で折損が発生し、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、ビット交換作業などの時間的ロスが生じることとなり、施工効率にも大きな悪影響を及ぼす要因となる。

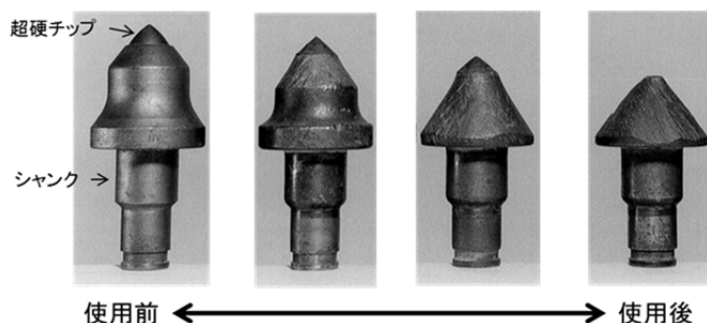


写真-2 ビットの標準的な磨耗プロセス

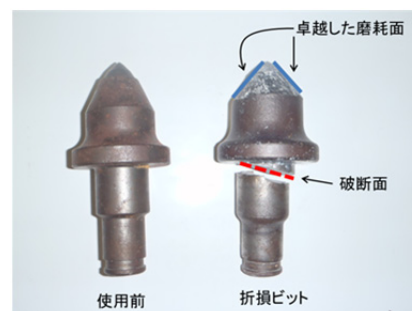


写真-3 ビットの折損状況

#### 4. 切削ビットの改良案の検討

##### (1) 検討した各ビットの仕様

切削ビットの折損および磨耗を抑制するため、シャンクの径・硬度およびチップの径を変えたビットを表-2のとおり製作し、試験施工によってそれぞれの効果を検証した。

表-2 各切削ビットの仕様

| 名称     | シャンク径 | チップ径 | シャンク硬度   |
|--------|-------|------|----------|
| 標準ビット  | 38mm  | 25mm | HRC44-48 |
| 改良ビットA | 38mm  | 25mm | HRC38-42 |
| 改良ビットB | 42mm  | 17mm | HRC44-48 |
| 改良ビットC | 42mm  | 22mm | HRC44-48 |

##### (2) シャンク硬度の変更

ビットの靱性を増加させることによって折損が減少することを期待して、標準ビット(シャンク硬度: HRC44-48)から、シャンクの硬度を下げた改良ビットA(シャンク硬度: HRC38-42)を用いて試験施工を実施した。この結果、ビット折損本数に大きな差異は見られず、改善効果は得られなかった。

表-3 試験施工結果(シャンク径)

| 使用ビット  | 施工日数 | 全掘削土量(m³) | 日掘削土量(m³/日) | ビット損耗・折損本数(率)      | ビット折損本数 |
|--------|------|-----------|-------------|--------------------|---------|
| 標準ビット  | 11日  | 1,454     | 132         | 154<br>(0.119本/m³) | 133     |
| 改良ビットB | 11日  | 1,888     | 172         | 232<br>(0.113本/m³) | 1       |

##### (3) シャンク径の変更

シャンク硬度の検証につづき、シャンク径の増大による折損の抑制効果を確認するため、シャンク径を標準ビットの38mmから42mmに変更した改良ビットB(シャンク断面積が約20%増、曲げ剛性が約50%増)を用いて試験施工を実施した。表-3に示す結果のとおり、11日間の施工におけるビットの折損本数は、標準ビットが154本であったのに対して、改良ビットBは1本のみとなり、大幅な改善効果が確認された。

表-4 試験施工結果(チップ径)

| 使用ビット  | 施工日数 | 全掘削土量(m³) | 日掘削土量(m³/日) | ビット損耗・折損本数(率)      | ビット折損本数 |
|--------|------|-----------|-------------|--------------------|---------|
| 改良ビットB | 26日  | 3,808     | 146         | 453<br>(0.119本/m³) | 0       |
| 改良ビットC | 31日  | 5,339     | 214         | 214<br>(0.040本/m³) | 1       |

##### (4) チップ径の変更

シャンク径の改良で折損本数は抑制できたが、損耗率の低減には効果が得られなかったことから、次にシャンク径を変えず、チップ径を22mmとした改良ビットCを用いて試験施工を実施した。表-4の結果のように、掘削1m³あたりのビット損耗本数は、改良ビットBと比較して1/3程度になり、大きな効果が得られた。

#### 5. 改良ビットの使用効果

石灰岩採掘現場における年度ごとの施工実績およびビット使用量を表-5に示す。改良ビットCを採用した2014年以降はビットの折損比率が大幅に低下し、これに伴って作業効率も大きく向上した。

表-5 施工実績およびビット使用量

| 使用ビット  | 施工年  | 施工日数 | 掘削土量(m³) | 損耗本数  | 折損本数  | 折損比率(%) |
|--------|------|------|----------|-------|-------|---------|
| 標準ビット  | 2012 | 120  | 15,019   | 1,954 | 1,163 | 59.5    |
|        | 2013 | 112  | 14,481   | 1,826 | 1,394 | 76.3    |
| 改良ビットC | 2014 | 110  | 16,930   | 1,658 | 2     | 0.1     |
|        | 2015 | 120  | 15,139   | 2,573 | 162   | 6.3     |