

## 大型自由断面掘削機械（300kw 級）におけるトンネルの掘削性能

岩田地崎建設(株)技術部 正会員 須藤敦史  
 岩田地崎建設(株)技術部 正会員 河村 巧  
 カヤバシステムマシナリー(株) 鈴木康雅  
 (株)赤坂鐵工所タイクウ事業部 高木茂雄  
 サンドビックマイング アンド コンストラクションズ ジャパン(株) 櫻井弘毅

### 1. はじめに

近年、市街地に近接したトンネルの建設が増加しており山岳トンネル工法が採用される場合も多い。一方、北海道ではトンネル坑口部の周辺地山を緩みを防ぐため大型の自由断面掘削機を用いて中硬岩から100MPaを越える硬岩まで掘削している。しかし、これら自由断面機械によるトンネル掘削が増加する一方で工期や工費を見積もるための掘削性能やビット消費量等を把握する研究・開発はほとんどなされていないのが現状である<sup>1)など</sup>。

そこで、本論文は自由断面掘削機における掘削性能の推定するための基礎データを収集すると共に自由断面掘削機による掘削適用範囲の検討を行なっている。

### 2. トンネル掘削工法と掘削性能・岩盤強度

#### (1) トンネル掘削工法

トンネルの掘削工法は表.1に示すように、発破工法と機械掘削工法（無発破掘削工法）に大別され、さらに発破工法は通常発破と制御発破（自由面発破等）に分類される。これに対して機械掘削工法は自由断面掘削方式と全断面掘削（TBM）方式に分類され、自由断面掘削方式はさらに割岩工法、プレーカ工法、自由断面掘削機などの工法に分けられる。

#### (2) 掘削性能と岩盤強度

各トンネル掘削工法と掘削性能・岩盤強度の関係を図.1に示す。発破工法は岩盤強度、掘削性能とも大きな性能を示しているが、振動・騒音などの環境問題も発生する場合も多い。また、割岩工法は強度の大きい岩盤掘削が可能であるが掘削性能が小さく、自由断面掘削は岩盤強度の小さい範囲の掘削工法である。しかし、掘削性能は岩盤の岩種やその亀裂状況などの諸条件で変動するため、工期や工費を見積もるための掘削能率やビット消費量等の把握がなされていないのが現状である。

### 3. 自由断面掘削機（300kw 級）の実態調査

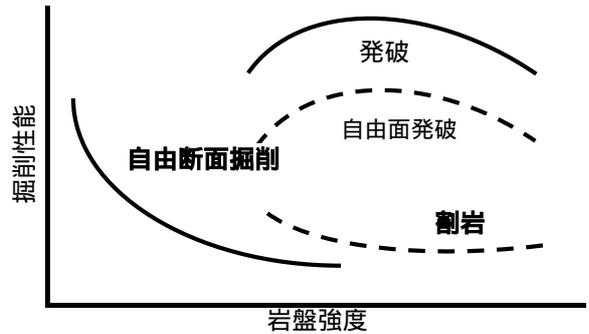


図.1 トンネル掘削工法の掘削性能と岩盤強度

表.3 自由断面掘削機（300kw 級）の実態調査

300kw級	横軸	縦軸	サンプル数
アンケート回答数	7	35	62

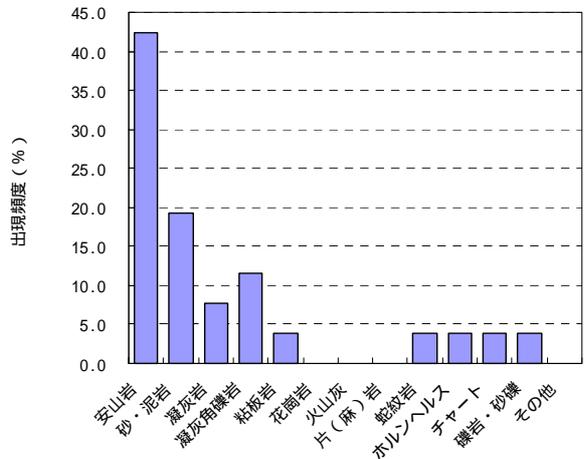


図.2 大型機械（300kw 級）掘削トンネルの地質構成

300kw 級のブーム式自由断面掘削機は、縦軸（インライン）型と横軸（クロスヘッド）型の分類され、その仕様を表.2に示す。

表.1 トンネル掘削工法の分類

発破工法		機械掘削工法(無発破掘削工法)	
通常発破	制御発破 (自由面発破等)	自由断面掘削方式(割岩工法・自由断面掘削機・プレーカ工法など)	全断面掘削方式(TBM)

キーワード: 山岳トンネル, 施工機械, 掘削性能, アンケート調査

連絡先 〒105-8488 東京都港区新橋 5-11-3 TEL03-3436-3176 FAX03-3438-4486 E-mail a.sudou@iwata-gr.co.jp

表.2 大型自由断面掘削機 (300kw 級) の仕様

メーカー	TAMROK VOEST-ALPINE	ALPINE- WESTFALIA	三井三池製作所	日本鋳機(現カヤ バマシナリ)
型式	ATM105	WAV300	S300	RH-10J
ドラム回転軸	横 軸		縦 軸	
重量(t)	110	83	95	115
切削電動機(kw)	300	300/200	300/150	330
ドラム回転数(rpm)	32.2/13.3 電気 式ギア切り替え	49/33	36/18 ボール チェンジ	50/29 電気式ギ ア切り替え
掘削高さ(mm)	6280	8300	6500	8700
掘削幅(mm)	9400	8860	7500	9200
電源(V)	1000	1000	1000	400
積込み機構	あり(なし)		なし	
備考	実績1件:ウインチ ナイ(北海道)	実績7件:第二東 名など	実績多数	実績多数

そこで大型自由断面掘削機 (300kw 級) おけるトンネル掘削性能およびビット消費量の実測の値を把握する目的でアンケート調査を実施した (表.3 参照)。

ここで図.2 に示すように大型自由断面掘削機 (300kw 級) で掘削したトンネルの地質構成は安山岩 (42%) が最も多く、次に砂岩・泥岩 (19%)、凝灰角礫岩 (12%)、凝灰岩 (7%) の順である。

4. 大型自由断面掘削機 (300kw 級) の掘削性能

アンケート調査結果より得られた大型自由断面掘削機 (300kw 級) のトンネル掘削性能およびビット消費量等を以下に示す。

1) 300kw 級横軸型 (掘削性能)

ブーム式300kw 級横軸型の掘削性能は、図.3(a)点線に示すようになり、メーカーの標準掘削値より大きな性能を示している。

2) 300kw 級横軸型 (ビット消費量)

ブーム式300kw 級横軸型のビット消費量は、図.3(b)に示すようになり、メーカーの標準消費量とほぼ同じ値を示しているが、亀裂の少ない堆積岩ではビット消費量が大きな値を示している。このこと自由断面掘削機においてビット消費量は岩種と強度および亀裂の程度が大きな影響を与えらる。

3) 300kw 級縦軸型 (掘削性能)

ブーム式300kw 級横軸型の掘削性能は図.2(a)実践に示すようになり、全般にメーカーの標準掘削値より若干小さい性能を示している。これは岩盤の亀裂指数 (RQD) ごとの回帰線が示せることより、掘削性能と岩盤の強度・亀裂指数 (RQD) は掘削性能を推定する上で重要な要素であると考えられる。

5. まとめ

自由断面掘削機における掘削性能の推定するための基礎データを収集する目的でアンケート調査を実施した結果、ブーム式300kw 級横軸型の掘削性能およびビット消費量は掘削性能と岩盤の強度・亀裂指数 (RQD) は密接な

関係を有していることが判明した。

【参考文献】

- 1) 鈴木昌次, 萩森健治, 大山宏, 中川浩二:自由断面掘削機による岩盤掘削のための岩盤評価法に関する一考察, 土木学会岩盤力学に関するシンポジウム, Vol.33, pp.151-156, 2004.
- 2) N. Bilgin, T. Seyrek, E. Erding and K. Shahriar: Roadheaders Glean Valuable Tips for Istanbul Metro, Tunnels & Tunnelling, pp.29-32, October, 1990.

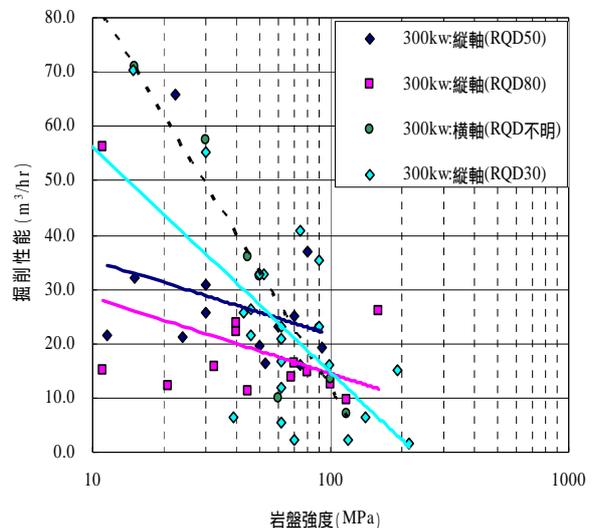


図.3(a) 300kw 級ブーム式自由断面掘削機の性能

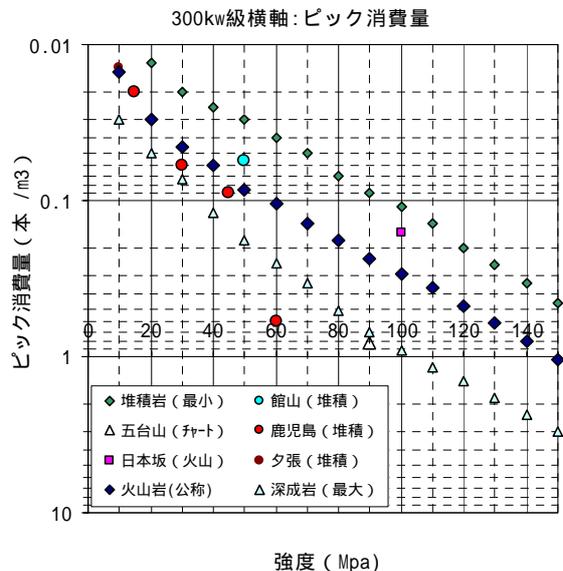


図.3(b) 300kw 級ブーム式自由断面掘削機 (横軸) のビット消費量