

岩盤性状を考慮した 300kW 級横軸型掘削機の性能

○ 岩田地崎建設(株)技術部 正会員 須藤敦史
 サンドビック・マイニング・アット・コンストラクション(株) 松本啓志
 (株)赤阪鐵工所タイクウ事業部 高木茂雄
 オオヤマ & Co. 大山 宏, 片平繁

1. はじめに

近年,都市部の山岳工法におけるトンネル掘削や切羽作業の合理化のため,大型の掘削機を用いて中硬岩から100MPaを越える硬岩までが掘削されている。しかし,硬岩用掘削機によるトンネル掘削が増加する一方で,その機構や性能(掘削量やピック消費量等)を把握する研究がほとんどなされていないのが現状である¹⁾²⁾など。

そこで,本論文はトンネル掘削の実績値に基づいて300kW級横軸型の掘削機を対象として掘削岩盤の性状を考慮した掘削性能の予測を行なっている。

2. 岩盤性状と掘削機械の性能

(1) 大型(300kW級)の掘削機械

大型(300kW級)掘削機は,カッターヘッドの回転方向により縦軸(インライン)型と横軸(クロスヘッド)型に分類され,写真.1,2に示すような横軸(クロスヘッド)型掘削機の実績が海外では多いが,我国における山岳トンネルの掘削実績では圧倒的に縦軸(インライン)型が多いのが現状である。しかし,どのタイプにおいても掘削性能は,ブーム形状,掘削岩盤の岩種やその亀裂状況などの諸条件で大きく異なるのが現状である。

(2) 岩盤性状(強度・RQD)と掘削性能

300kW級横軸型掘削機の性能は,メーカーが示す標準的な掘削値とほぼ同等の性能を示している³⁾が,一般的に亀裂が少なく,掘削岩盤の一軸圧縮強度が大きな場合に採用される事例が多い。しかし,掘削岩盤の一軸圧縮強度やRQDを代表とする亀裂指数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(図.1参照)。

3. 岩盤性状を考慮した 300kW 級横軸型掘削機

の掘削性能の推定式

300kW級横軸型のトンネルの掘削実績より求めた岩盤の一軸圧縮強度と亀裂指数(RQD)の大きさを考慮した掘削性能の推定式を以下に示す(図.2参照)。

$$ICR = a_{RQD} \cdot \ln(MRPI) \quad (1)$$

$$MRPI = b_{RQD} \cdot P \cdot W / UCS \quad (2)$$

$$a_{RQD} = 6.0 \times 10^{-6} \cdot RQD^{-3.158} \quad (3.1)$$

$$b_{RQD} = 1.0 \times 10^{-6} \cdot RQD^{2.2289} \quad (3.2)$$



写真.1 300kW 級縦軸型掘削機(WAV300H)



写真.2 300kW 級横軸型掘削機(ATM105)

ICR:掘削性能(m^3/hr), W:Roadheaderの重量(metric ton),

P:カッターヘッドパワー(kW), UCS:一軸圧縮強度(MPa),

RQD(%):亀裂係数

ここで岩盤の亀裂指数(RQD)大きさによる性状関数(a_{RQD} , b_{RQD} : Site Effect Function)は掘削実績(回帰式)より求められる。

4. 岩盤性状を考慮した 300kW 級横軸型掘削機

のピック消費量の推定式

掘削岩盤の亀裂係数(RQD)および一軸圧縮強度とピック消費量とCERCHAR摩耗係数による消費量を図.3に示

キーワード: 山岳トンネル, 大型掘削機械, 施工機械, 掘削性能

連絡先 〒105-8488 東京都港区西新橋 3-23-5 TEL03-3436-3178 FAX03-3438-4486 E-mail a.sudou@iwata-gr.co.jp

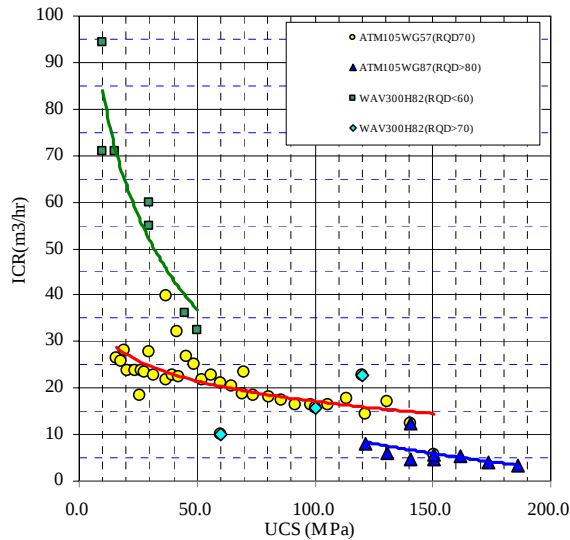


図.1 300kW級横軸型掘削機の掘削性能と岩盤性状

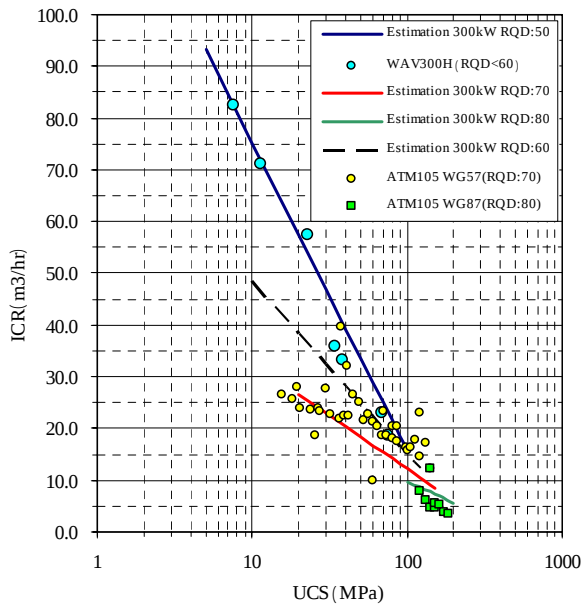


図.2 300kW級横軸型掘削機の掘削性能予測

す。図.3より, CERCHAR 摩耗係数による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の消費量が大きな値を示している。

ここで, 岩盤の亀裂指数 (RQD) の大きさを考慮した 300kW 級横軸型におけるピック消費量の予測式を以下に示す (図.4 参照)。

$$PC_{RQD} = a_{RQD}^{PC} \cdot e^{b_{RQD}^{PC} \cdot UCS} \quad (4)$$

$$a_{RQD}^{PC} = 0.001 \cdot RQD - 0.0396 \quad (5.1)$$

$$b_{RQD}^{PC} = 0.5909 \cdot RQD^{-0.712} \quad (5.2)$$

PC: ピック消費量(本/m³), UCS: 岩盤の一軸圧縮強度(MPa),
RQD: 岩盤の亀裂係数(%)

今後, 予測精度の向上には以下に示す事項の検討が必要

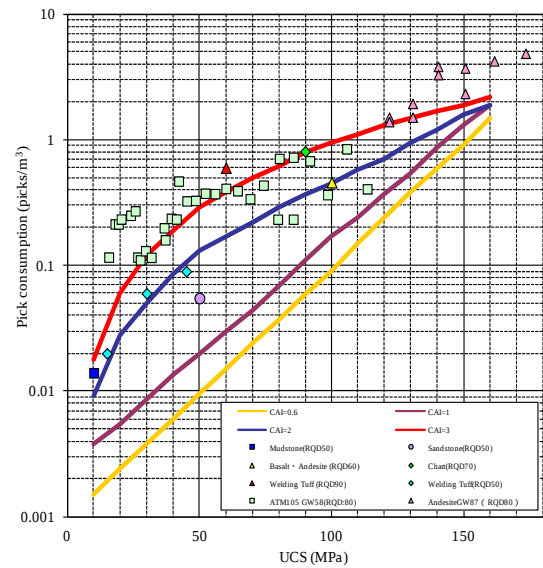


図.3 300kW級横軸型掘削機のピック消費量

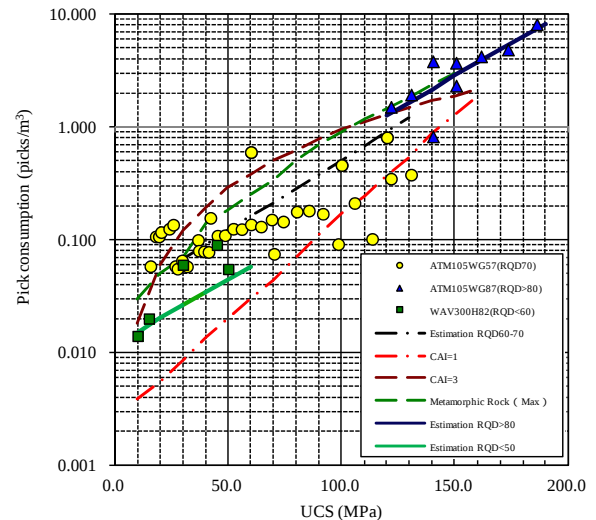


図.4 300kW 横軸型掘削機のピック消費予測

である。

A. 機械的要因

ロードヘッダー (重量, 出力, タイプなど)
カッターヘッド (軸, 大きさ, ピック数など)

B. 地質的要因

岩質 (構成鉱物の含有量, 粒径など)

5. まとめ

300kW級横軸型の掘削性能およびピック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。本研究の実施に際して, ジェオワテ研究会(硬岩機械掘削WG)の協力を得ている。

【参考文献】

- 1) Atsushi Sutoh, Hiroshi Oyama, Shigeo Takagi Koki Sakurai : Studies on Performance Prediction of Heavy Weight Crosshead Roadheaders Based on Field Data in Tunneling Projects, 土木学会第20回トンネル工学研究発表会, 2011.11.