

岩盤の亀裂状態（RQD）を考慮した 300kW 級縦軸型掘削機の性能

岩田地崎建設(株) 技術部 正会員 ○須藤 敦史
カヤバシステムマシナリー(株) 鈴木 康雄

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を越える硬岩まで掘削されている.しかし,大型掘削機によるトンネルの掘削が増加する一方で,その機構や掘削性能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⁾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級縦軸型掘削機を対象として掘削岩盤の亀裂状態（RQD）を考慮した掘削予測式の提案を行なっている.

2. 岩盤性状と掘削機械の性状

(1) 大型（200～300kW級）の掘削機械

大型(200～300kW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に示す横軸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写真.2に示す縦軸型が多いのが現状である.しかし,どちら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 級の掘削機における性能は,標準的な掘削値とほぼ同等の性能を示している¹⁾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と 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. 岩盤亀裂状態（RQD）を考慮した 300kW 級縦軸型掘削機の性能推定

300kW級縦軸型のトンネルの掘削実績より求めた掘削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).

$$ICR = -A_{RCNMI}^{300} \cdot \ln(\sigma_c) + B_{RCMI}^{300} \quad (1)$$

$$A_{RCNMI}^{300} = 789 \cdot (RQD)^{-1.157} \quad (2.1) \quad , \quad B_{RCMI}^{300} = 1,662 \cdot (RQD)^{-0.057} \quad (2.2)$$

ICR:掘削性能 (m³/hr), σ_c :一軸圧縮強度 (MPa), $A_{RCMI}^{300}, B_{RCMI}^{300}$:性能係数(300kW 級縦軸型), RQD(%):亀裂係数

ここで岩盤の亀裂指数（RQD）による性能係数 $A_{RCMI}^{300}, B_{RCMI}^{300}$ は掘削実績（回帰式）より求められる.

キーワード 山岳トンネル, 大型掘削機械, 縦軸型, 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 E-mail a.sudou@iwata-gr.co.jp



写真.1 300kW 級横軸型掘削機(WAV300H)



写真.2 300kW 級縦軸型掘削機(RH10J)

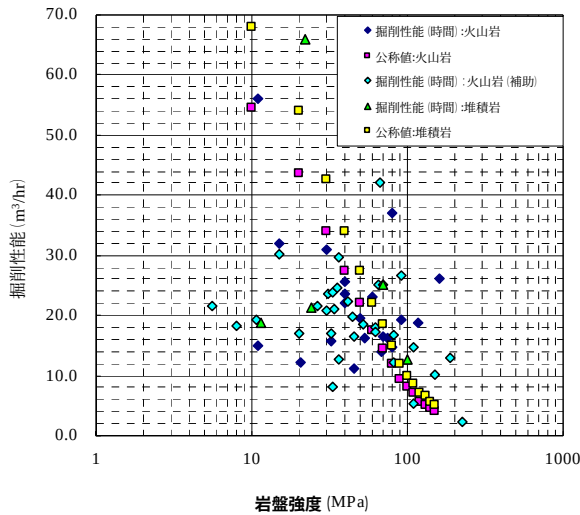


図.1 300kW 級縦軸型の掘削性能と岩盤性状

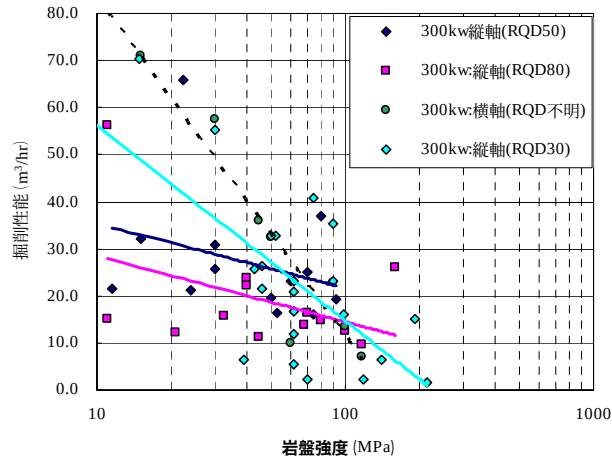


図.2 300kW 級縦軸型の掘削性能推定

4. 岩盤性状を考慮した 300kW 級縦軸型掘削機の 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は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 級縦軸型におけるピック消費量の推定式を以下に示す(図.4 参照)。

$$PC_{RQD} = a_{RQD}^{PC} \cdot e^{b_{RQD}^{PC} \cdot UCS} \quad (3) \quad , \quad a_{RQD}^{PC} = 0.001 \cdot RQD - 0.0396 \quad (4.1) \quad , \quad b_{RQD}^{PC} = 0.5909 \cdot RQD^{-0.712} \quad (4.2)$$

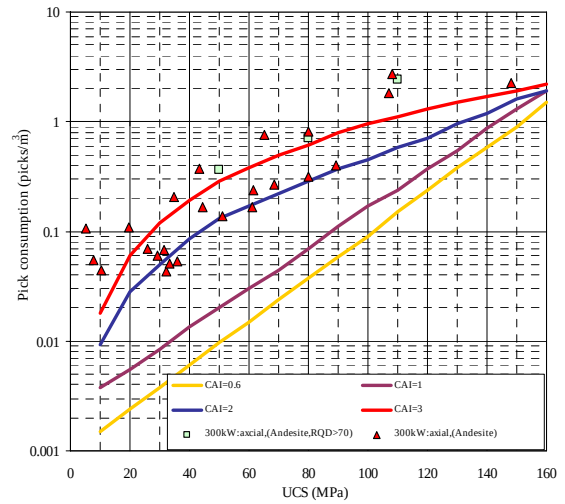
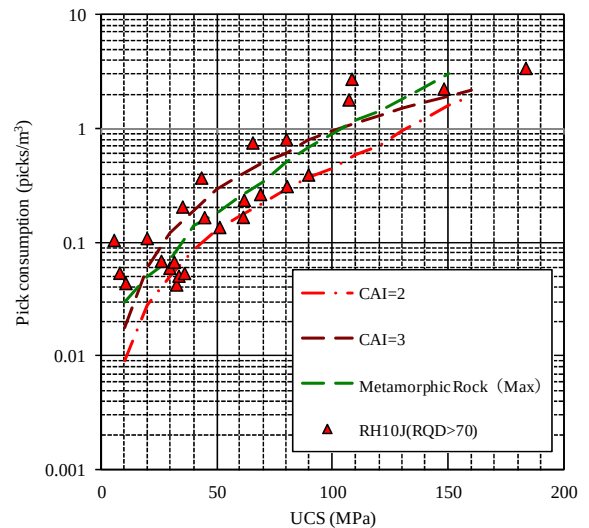
PC:ピック消費量(本/m³), UCS:岩盤の一軸圧縮強度(MPa), RQD:岩盤の亀裂係数(%)

5. まとめ

300kW級縦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。本研究の実施はジェオフロント研究会(硬岩機械掘削WG)および北海道土木技術会トネル研究委員会の協力を得ている。

参考文献

須藤敦史, 松本啓志, 高木茂雄, 大山 宏, 片平 繁: 岩盤性状を考慮した300kW級横軸型掘削機の性能, 土木学会 第68回年次学術講演会, V-398, pp795-796, 2013.9.

図.3 300kW 級縦軸のピック消費実績量と
CERCHAR 摩耗係数図.4 300kW 級縦型のピック消費予測と
CERCHAR 摩耗係数