

Ⅲ-A422

穿孔時のダンピング圧とフィード圧の比（ D'/F' ）を用いた
岩盤評価の試み西松建設（株） 正会員 山下雅之，石山宏二，引間亮一，稲葉 力
ドリルマシン（株） 塚田純一

1. はじめに

これまで、トンネル切羽およびその前方の地質性状を迅速かつ定量的に把握することを目的に、削岩機の穿孔油圧データを利用した手法について検討を行ってきた¹⁾。その過程で、穿孔時の反力を吸収する油圧（ダンピング圧）と給進圧（フィード圧）の関係が岩盤性状と高い相関関係にあることが明らかになった。

本論では、上述の穿孔油圧データの特徴を利用して、ダンピング圧およびフィード圧データの補正值の比（ D'/F' ）を岩盤性状の指標とする手法を提案し、その指標を用いて定量的な岩盤評価を試みた。

2. 穿孔時におけるダンピング圧の挙動

穿孔データの計測は穿孔時のダンピング、フィード、回転および打撃圧データに加えて穿孔距離データを集し、各油圧および穿孔速度の穿孔深度毎表示を行う“穿孔探査システム¹⁾”を用いて行った。

削岩機による穿孔は、図-1に示すようにビット先端部にフィード圧を加えながら打撃圧によって生じる一定の打撃エネルギーを連続的に与えて岩盤を破壊することにより行われる。このとき、フィード圧および打撃圧によって生じたエネルギーの一部は岩盤の破壊に消費され、残りのエネルギーは穿孔反力として削岩機内のダンピングピストンにダンピング圧として吸収される。そして、このダンピング圧は岩盤性状の違いによってその値も変化する。

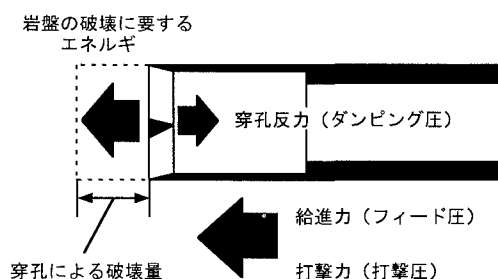


図-1 穿孔時の各油圧の働き（概念図）

3. 穿孔対象岩盤の性状

今回の検討に使用した穿孔データは、表-1に示すように切羽観察によって識別された性状の異なる6パターンの岩盤より収集した。ここで、①～③、④～⑥についてはそれぞれ同一トンネルによるものであるが、各岩盤性状を相対的に比較してみると表-1に示すような順序でより脆弱層からより硬質岩へと評価することができる。

表-1 穿孔対象岩盤の性状

記号	岩盤性状
① CH	節理間隔10cm程度の泥岩優勢層
② CM	節理間隔が1cm以下で一部粘土薄層を挟む
③ CL	条線が発達した粘土層を主体とする弱破碎層
④ CI	硬質層状チャート
⑤ CII	脆弱化した粘土薄層を挟む層状チャート
⑥ DI	粘土化した弱破碎層（一部硬質岩層が混在）
(岩盤の相対強度)	
④>① > ⑤>②>⑥ > ③	
硬質岩 中硬～軟岩 弱破碎部	

4. D'/F' の算出

図-2は、各岩盤性状において収集した穿孔データ（稲田花崗岩の供試体データも含む）のうち、フィード圧とダンピング圧との関係を示したものである。この図から明らかなように、各岩盤データにはダンピング圧とフィード圧の間に高い正の相関が認められる。また、同一のフィード圧条件下ではより硬質岩盤ほどより高いダンピング圧領域に分布している。しかし、同一の岩盤性状であっても、穿孔時のフィード圧によってダンピング圧の値も変化するため、ダンピング圧の値のみで岩盤性状を識別するのは困難である。

図-3は、各岩盤性状のデータから算出された回帰式をもとに各岩盤性状の関係を表したものである。

キーワード：穿孔データ、ダンピング圧、フィード圧、岩盤評価

〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間 2570-4 TEL 0462-75-1135 FAX 0462-75-6796

〒116-0013 荒川区西日暮里 2-23-11 TEL 03-3806-3377 FAX 03-3806-8461

なお、図中の各岩盤データのダンピング圧が一定になっている 25kgf/cm^2 という値は、ダンピング圧の初期油圧を示す。ここで、各岩盤の回帰直線の特徴として、より硬質岩盤ほど直線の傾きが大きくなる傾向が認められ、今回その傾きの違いを岩盤評価に利用することにした。傾きの算出は、機械的に計測可能な最低ダンピング圧である 25kgf/cm^2 に着目し、それに相当する各直線のフィード圧値を平均化した値を収束点 ($D=25.0$, $F=45.8$) と設定し、以下の式で近似させた。

$$D'/F' = (D - 25.0) / (F - 45.8)$$

図-4は各岩盤におけるフィード圧と D'/F' の関係を示したものである。このように、より硬質岩盤データほどより高い D'/F' 領域に分布しており、また、図-2でダンピング圧が受けたようなフィード圧による影響はほぼ取り除かれている。

5. D'/F' による岩盤評価

次に、今回得られた各岩盤の D'/F' データを用いて、表-1に示した相対的な岩盤性状の分類（硬岩、中硬～軟岩、弱破砕部）の定量的な評価を試みた。

ここで、各岩盤性状を代表する CH, DI および CL 岩盤における各岩盤の D'/F' データは、有意水準 5% で各集団における正規分布モデルの妥当性が確認できた。その正規モデルを用いて各集団を区分する D'/F' （境界値）を求めると、CH および DI データの境界値は約 1.2（約 85% の識別が可能）、DI および CL データの境界値は 0.9（約 95% の識別が可能）となり、各岩盤性状の D'/F' 領域は図-4のように設定することができる。以上より、 D'/F' を用いることにより、先に挙げたような岩盤性状の差異であれば定量的な識別・評価は十分可能であると言える。

6. まとめ

今回、穿孔データによる岩盤性状の定量的な評価方法についての検討を行い、以下のような結果を得た。

- ① 穿孔油圧データから岩盤性状を定量的に判断する指標として、ダンピング圧とフィード圧の補正値の比 (D'/F') を提案した。
- ② 穿孔油圧データの D'/F' を用いて岩盤評価・区分をおこなった結果、硬岩、中硬～軟岩および弱破砕部という3種類の岩盤を定量的に識別することができた。

今後の課題としては、 D'/F' を算出する上で重要な要素である収束点のより最適な設定方法についての検討や、 D'/F' と岩盤物性（強度）や RMR, Q 値等の岩盤評価方法との関係についての検討等が挙げられる。

参考文献

- 1) 山下, 石山, 稲葉, 早坂, 塚田: 油圧式削岩機のダンピング圧を利用した切羽前方探査法, トンネル工学研究論文・報告集 (第6巻), pp107-112, 1996。

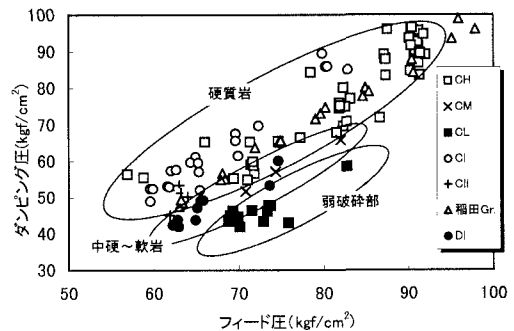


図-2 各岩盤のフィード圧とダンピング圧の関係

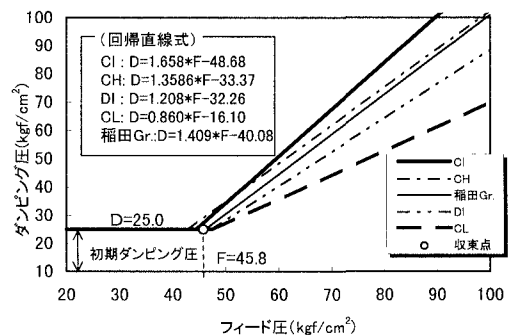


図-3 各岩盤の回帰直線を基にした線形分布

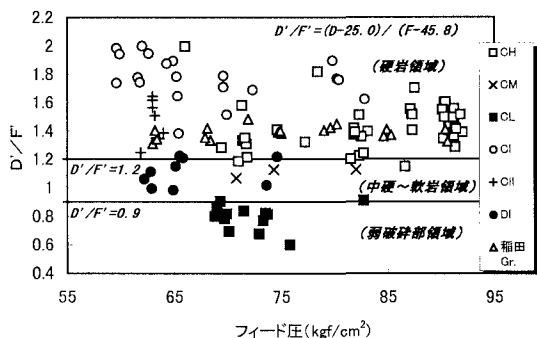


図-4 各岩盤の D'/F' 分布領域