

Ⅲ－B118

切羽前方予測への削孔探査システムの適用

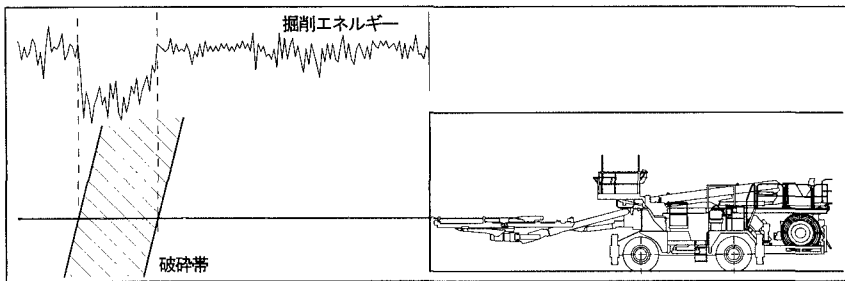
佐藤工業 正会員 瀬谷 正巳
同 上 フェロー会員 山本 松生
同 上 川崎 真史
同 上 正会員 中村 創

1. はじめに

削孔探査システムは、トンネル切羽前方の地山状況を調べることを目的として、トンネル現場で従来から用いられてきた“探りノミ”をシステム化したものである。この手法は、探査距離が30～50m程度であるが、作業は簡単で探査に必要な時間も短いため、比較的手軽に実施出来るという特徴を持つ。本報告では、削孔探査システムについて紹介し、その試験結果と実際の地山状況を比較した内容について述べる。

2. 削孔探査システムの概要

削孔探査システムは、削孔中の油圧ドリルの削孔深度、削孔速度、フィード圧、回転圧、打撃圧といった油圧データを記録・保存するシステムと、それらの記録されたデータを処理して、最終的に掘削エネルギーを求めるシステムからなる。



図－1 削孔探査システム概要図

掘削エネルギーは、次式で求められる。

$$\Delta E = (E_p \times D^n \times B) / \Delta V$$

ΔE : 掘削エネルギー (kgf/m²) , E_p : 打撃圧から求めた打撃エネルギー (kgf・m)

D : のみ継ぎによる損失係数 , n : のみ継ぎ回数

B : 打撃圧から求めた打撃数 (bps) , ΔV : 1秒あたりの掘削体積 (m³)

このようにして求められた掘削エネルギーの大きさから切羽前方の地山状況を予測するのが削孔探査システムである。

3. 探査対象となったトンネルの地質状況

地質は、四万十帯の砂岩頁岩互層である。頁岩勝ち互層の部分は破碎状態を呈しており手でボロボロに崩れる状態となっているが、砂岩層は比較的塊状で、亀裂が少なく堅硬な岩である。地層の走向は、トンネル軸とほぼ平行であるが、部分的に大きくうねっている。傾斜は、切羽に対して左側に急な角度で落ちている。

4. 削孔探査結果

今回の削孔探査では、約18mの区間でデータを採取することができた。これは、本来30mまで掘削する予定だったのが、掘削中にジャミングを起こしたため中止したものである。記録された各種のデータを図－2に示す。また、記録されたデータから計算で求められた掘削エネルギーを図－3に示す。この図によると、削孔深度9m付近と13m付近で不連続に掘削エネルギーの減少する箇所が認められる。

キーワード：削孔探査システム，前方探査，油圧ドリル，探りノミ，掘削エネルギー

連絡先：〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 佐藤工業（株），TEL 03-3661-4794，FAX 03-3668-9484

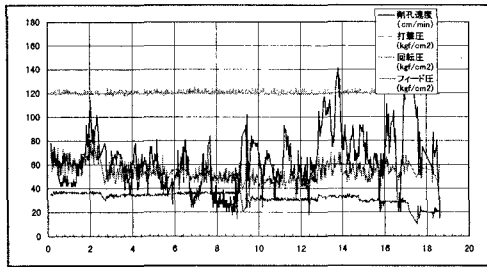


図-2 各種油圧データ

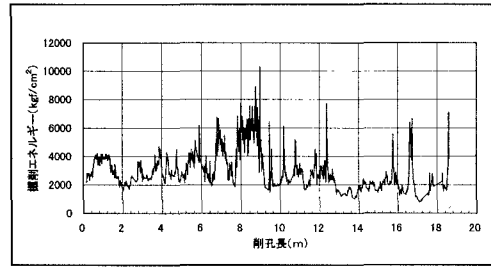


図-3 掘削エネルギー

5. 探査結果と実際の地山状況との対比

切羽観察記録と切羽写真から作成した、削孔探査位置におけるトンネル地質平面図を図-4に示す。これによるとトンネルの地質は、大きく砂岩優勢の部分と頁岩優勢の部分に分けられる。図-4から、今回行われた削孔探査では、当初砂岩優勢部分を掘削し、削孔深度13m付近から頁岩優勢部分の掘削に移行したということが分かる。これは、掘削エネルギーの不連続な変化点と概ね一致しており、地山状況の変化が掘削エネルギーの大きさに反映されることを示している。なお、削孔深度9m付近における掘削エネルギーの変化は、砂岩層中の層理面の部分を削孔した可能性が大きいものと推定される。

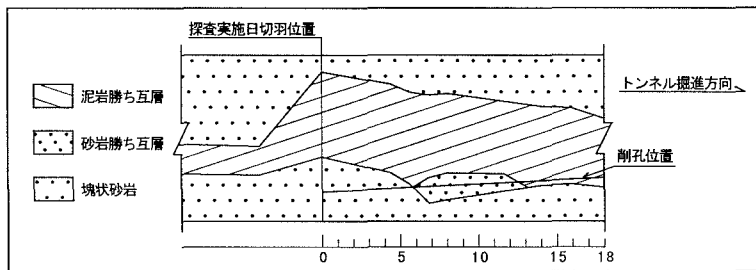


図-4 探査範囲トンネル地質平面図

次に、切羽で行われたシュミットハンマーテストの結果と掘削エネルギーの比較を行った。今回のシュミットハンマーテストは、切羽毎に削孔探査の孔を確認して、削孔箇所と同じ層相の範囲で10回行った。シュミットハンマーテストの結果から求められた換算一軸圧縮強度と、削孔探査による掘削エネルギーの比較を図-5に示す。この図における掘削エネルギーは、シュミットハンマーテストを行った箇所を中心とする前後50cm区間の平均値である。この両者のデータは相関係数0.7と、比較的良好な正の相関を示す。

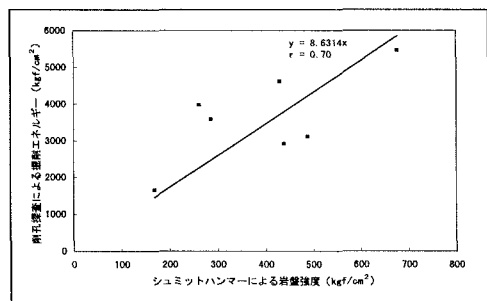


図-5 掘削エネルギーと岩盤強度

なお、掘削エネルギーのバラツキの程度についても検討してみたが、この点については今回の試験結果から顕著な傾向を見出すことはできなかった。

6. まとめ

削孔探査システムを用いた今回の前方予測の結果から、掘削エネルギーが実際の地山状況および岩の一軸圧縮強度の変化を反映することが確かめられた。削孔探査システムは、手軽に短時間で探査を行うことができるため、サイクル的な地山状況の前方予測に適しており、今後は広い範囲で利用が進むものと考えられる。

次の課題としては、削孔探査の結果と実際の地山状況（地質状況、シュミットハンマーテスト、切羽評価点など）を比較していくことで、削孔探査の結果が支保を決定する際の定量的な目安となるようにして行きたい。