

VI-104 油圧削岩機の削孔データを利用した山岳トンネル切羽前方予知

(株)奥村組 正会員 武田 晃
(株)フジタ 正会員 鈴木 裕一
(株)奥村組 正会員 小宮 一朗

1. はじめに

近年、山岳トンネル工事において種々の切羽前方予知方法が考案され、実施工への試用が進められている。しかし、予測精度、コスト、施工サイクルへの適応性など解決しなければならない課題が多く残されている。そこで、施工サイクルへの組込みが容易な点、また、日常の施工管理へのフィードバックが容易な点を重視し、油圧削岩機の削孔データから切羽前方を予測する方法を実現場で試用した。ここでは、試用した予測手法の精度と施工管理への適用性について報告する。

2. 削岩機削孔データの収録方法

前方予知を実施した場所は、群馬県内で施工中のトンネルであり、掘削断面積約50m²をNATM工法（全断面掘削）により施工している。トンネルルート沿いの地質は秩父帯塩基性凝灰岩・玄武岩塊混在岩を主体とし、概ねCH～CM級の良好な岩盤であるが、部分的な地質不良個所の出現も予測された。

切羽前方のトンネル軸方向に油圧削岩機で削孔を行い、その間の削孔データを収録した。今回は、図-1に示すような出力55kw・重量170kgの油圧削岩機にデータロガー及び計測用パソコンを搭載し、1秒ごとの削孔速度・打撃圧・打撃回数・フィード圧・ロッド回転圧・ロッド回転数を収録した。2mのロッドを20本継ぐことにより切羽前方の40m区間を削孔する。これはほぼ1週間先の切羽位置までの距離である。削孔距離が長くなることによるロッド等と孔壁間の摩擦の影響を少なくするため、ロッド径φ32・スリーブ径φ45に対し、削孔ビット径をφ65とした。施工位置はロッドの継ぎ足し・外しの作業性を考慮し、トンネル中心よりやや下の位置とした。準備から削孔及び測定、片付けまでに要する時間は2～3時間程度である。

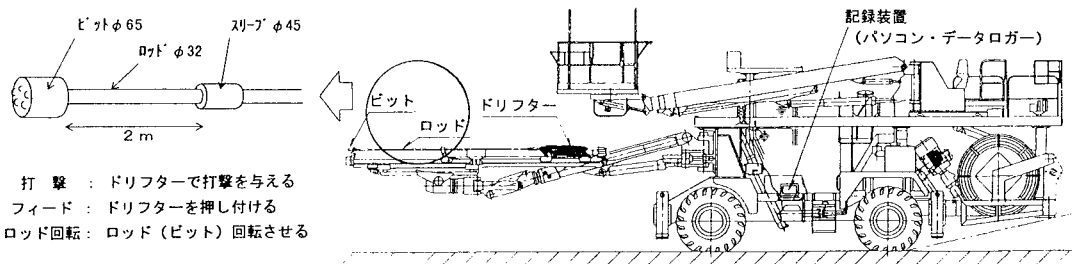


図-1 削岩機・測定装置の概要

3. 削孔データの処理方法

削孔データを収録するとき、打撃圧を一定に設定すれば、削孔速度の大小から概ねの岩盤の硬軟を判断できる。しかし、打撃圧・ビット径また、削岩機の種類が変わっても一般性のある指標とするために、式-1のような仕事を考え打撃係数と呼ぶこととした。なお、同式では簡便化のためフィード、ロッド回転に費やされた仕事は無視し、ドリフターが行った打撃のみを削孔に費やされた仕事としている。（図-2参照）

$$\text{打撃係数 } C = \frac{P \times A \times n}{a \times V} \quad (N \cdot \text{回} / \text{mm}^3) \quad \dots \dots \text{ (式-1)}$$

このような打撃係数の分布形態から、切羽前方の岩盤状況を予測した。この方法では短時間に前方予測できる点が特長である。また、削孔で発生するクリコも2mごとにフィルムケース1本分採取し、岩種を判断するデータとして利用した。

切羽前方予知、油圧削岩機、削孔データ

〒107-8429 東京都港区元赤坂1-3-10 (株)奥村組東京支社 TEL 03-5410-2131 FAX 03-5411-1066

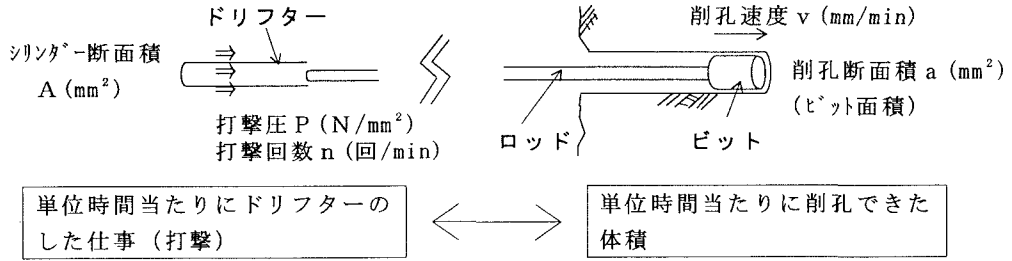


図-2 打撃係数の考え方

4. 実施工への利用と結果の一例

支保パターンの決定は切羽観察を基にして行ったが、削孔データの打撃係数も次のように施工管理に反映させた。

- ①. 既施工区間の打撃係数の分布形態の比較から今後の岩盤状況を予測し、支保パターン決定・装葉量決定を補助する情報として利用した。
- ②. 打撃係数が相対的に小さな区間に対しては、ボアホールカメラ等の追加詳細調査の必要性を判断する情報として利用した。

図-3に地山が悪かった区間の打撃係数データと岩級区分及び支保パターンを比較した図を示す。TD230m付近から打撃係数が $10 \text{ N} \cdot \text{回} / \text{mm}^3$ 程度と坑口付近でしか現れなかった小さな値となり、地山が悪いことが事前に予測できた。部分的な肌落ちを生じたこの軟質化した部分は5m程あとに切羽天端付近にまで広がり、鋼製支保工（Dパターン）を施工した。

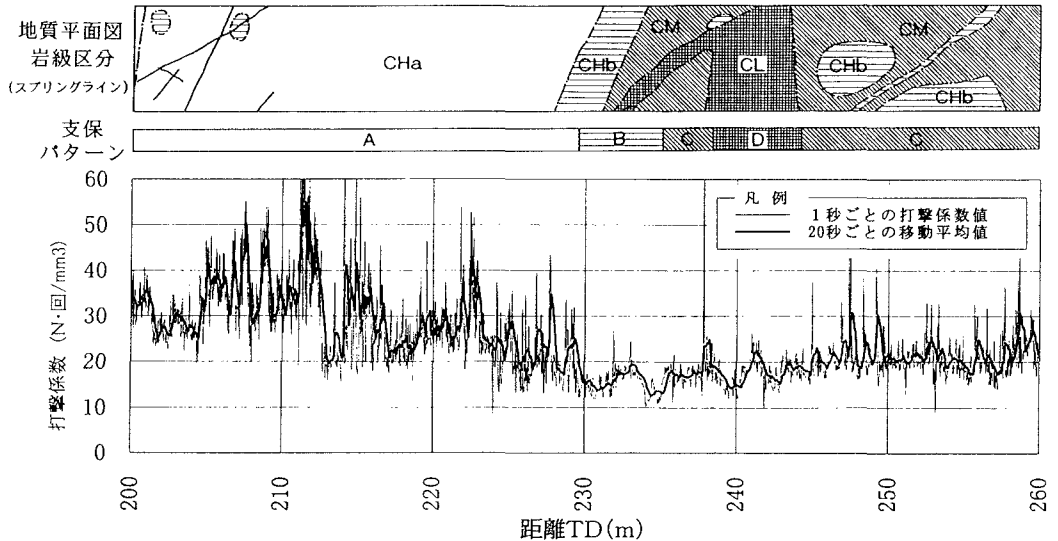


図-3 打撃係数と岩級区分・支保パターンの比較

5. まとめ

削孔機の削孔データを利用して、岩盤の状態変化を定量的に表現することができ、切羽前方の岩盤状況の目安として施工レベルでも利用可能であることが実証できた。今後は、打撃係数と岩盤の物理的性状（圧縮強度など）との関係の把握やデータ処理迅速化のためのソフト改良等を行い、前方予知方法としての信頼度・適応性を高め、さらには支保パターン決定の一つの判断基準となり得るよう改善していくつもりである。