

穿孔探査システムによる支保パターン事前想定を試み

西松建設(株) 技術研究所 正会員 山下雅之, 平野 享, 木村 哲
西松建設(株) 札幌支店 石井洋司

1. はじめに

油圧式削岩機による長尺穿孔データを使用した地山評価手法は、一般にトンネル切羽前方に存在する断層破砕帯等の脆弱層の位置・性状把握といった、いわゆる“切羽前方探査”として適用される場合が多い。今回、本探査の適用範囲を支保パターンの事前想定にまで拡大させることを目的に、約 1800m 区間における穿孔探査の連続適用事例を用いて穿孔データに基づく地山判定基準および支保パターン想定手法の策定・運用を試みた。

2. 穿孔探査および適用トンネルの概要

穿孔探査では、図 - 1 に示すように油圧式削岩機の穿孔データ（穿孔速度、穿孔エネルギー、ダンピング圧等）の変化から穿孔区間の地山性状を定量的に評価する。この中で、穿孔エネルギーとは地山の穿孔に削岩機が要する仕事量を示しており、この値が低い程より脆弱な地山であると評価できる。また、穿孔は 64 程度のピットを装着した孔曲がり防止先頭ロッド（45、L=3.0m）に丸ロッド（32、L=3.0m）を順次継ぎ足しながら行われる。

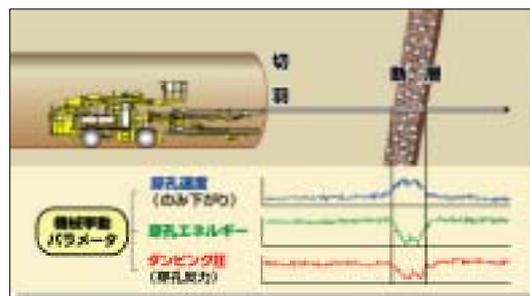


図 - 1 穿孔探査法の概念図

適用トンネルは約 2,000m の道路トンネルであり、起点側のトンネル周辺には古第三紀の花崗閃緑岩、終点側には白亜紀～古第三紀の変成岩類（ホルンフェルス）がそれぞれ広く分布している。探査は、1 回当たり約 40m 区間の穿孔探査を起点および終点側からの掘削進行にあわせて順次実施し、合計 62 回の探査を約 1,800m 区間において連続適用した。

3. 穿孔エネルギーによる地山判定および支保パターン想定

(1) 地山判定基準

探査適用初期段階において探査孔周辺に限定した地山性状と穿孔エネルギーの関係を求め、探査区間の地山分類を決定するための基準（管理値）を作成した。地山の評価は、探査孔周辺地山の圧縮強度、風化変質の度合い、割れ目間隔、割れ目性状等の各項目を点数化し、そこで得られた評価点に対応する地山分類を求めた。地山判定基準は、他トンネルの適用事例をもとに作成した暫定基準に対して本トンネル適用初期段階で合計 2 回の見直しを行い、最終的に表 - 1 に示すような基準を作成した。データ収集の過程で穿孔エネルギーと地山分類との間に岩種の違いによる影響が認められたため、花崗閃緑岩とホルンフェルスの岩種毎に判定基準を設定した。

表 - 1 地山判定基準

岩種	地山分類	穿孔エネルギー (J/cm ³)	岩種	地山分類	穿孔エネルギー (J/cm ³)
花崗閃緑岩	C	550 ~	ホルンフェルス	C	300 ~ 900
	C	250 ~ 550		C	300 ~ 600
	D	150 ~ 250		D	150 ~ 300
	D	~ 150		D	~ 150

穿孔探査、穿孔エネルギー、地山分類、支保パターン想定

〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間 2570-4 TEL: 046-275-0055 FAX: 046-275-6796

(2) 支保パターンの想定手法

穿孔探査区間（孔周辺）の地山分類の決定は表 - 1 の基準を用いて約 10cm 区間毎に実施することとし、この分類をもとに支保パターンを探査深度 1m 毎に想定した。想定は各深度の前後 5m を含む 10m 区間（トンネル径：1D に相当）において、最も低ランクの地山分類が占有する比率から以下のように求めた。

区間中の最もランクの低い地山分類(A)について、

A の占有比率 30% 支保パターン A を想定

10% A の占有比率 < 30% 支保パターン A または 1 ランク上の支保パターンを想定

A の占有比率 < 10% 支保パターン A の 1 ランク上の分類について占有比率を求めて再想定

ここで、 の占有比率では 2 種類の支保パターンを想定したが、何れのパターンを選択するかは前後の想定パターンとの連続性を考慮して決定した。

以上の方法で 1m 毎の支保パターンを決定した後、施工性等を加味して同一パターンの区間が概ね 10m 以上となるように想定支保パターン区間を定めた。なお、D パターン等の脆弱層に対しては、想定が数 m 区間であっても確実に想定することとした。

4 . 適用結果

図 2 に探査適用区間における穿孔エネルギーの分布状況（1m 区間平均値）および上述の手法によって求められた想定支保パターンと施工実績の比較図を示す。この図から明らかなように、穿孔エネルギーによって地山を評価することにより、STA73450m 付近の花崗閃緑岩とホルンフェルス（Hf）の地質境界を明瞭に識別することができた。また、支保パターンについては、STA73500m 付近および STA74500m 付近の C から D へのパターン変更部や掘削区間中最も脆弱な地山が分布していた STA73600m 付近の D パターン適用区間等、本探査による事前想定と実績が概ね一致することが確認できた。

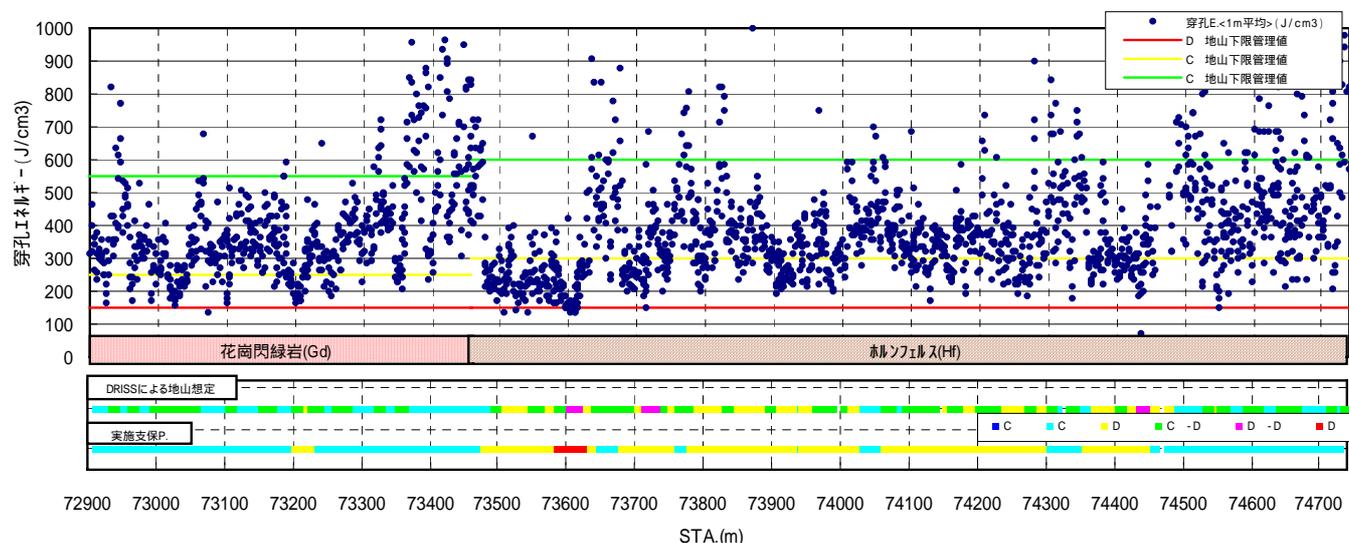


図 - 2 探査結果および想定・実施支保パターンの比較

5 . おわりに

穿孔探査データから 10cm 区間毎の地山分類を決定し、さらに 10m 区間における地山分類の占有率から区間中心地点の支保パターンを 1m 毎に順次決定するという手法を用いることにより、実際の地山性状に即した支保パターンを比較的精度良く想定することができた。

なお、今回のように比較的な良好な結果が得られた要因の一つとして、適用トンネルにおける地山性状の変化部が比較的面（層）状かつトンネル軸に高角度で交差するといった地山条件が挙げられる。今後は、変化部が不規則な形状やトンネル軸に低角度で交差するような地山条件に対しても、本探査による支保パターン想定手法の適用性について検討を進めていきたい。