

短尺削孔データを用いた前方切羽面の予測

山口大学大学院創成科学研究科 学生会員 ○宮仲美玖
 株式会社 安藤・間 正会員 河邊信之
 山口大学大学院創成科学研究科 正会員 森本真吾 進士正人

1. はじめに

トンネル施工において、施工の安全性や効率性を確保するために地山の地質調査が必要不可欠である。しかし、設計・施工段階における地質調査では地山状況をすべて詳細に把握することは不可能であるため、トンネル施工中に切羽前方探査を行うケースが増えている。現在、切羽前方探査で最も用いられる削孔検層システムは、長尺削孔検層システムである。

本研究はより簡便な手法として施工サイクルに合わせて発破装薬のために実施する短尺削孔を削孔検層システムとして利用し、そのシステムの適用性を検証したものである。

2. 削孔検層システムの概要¹⁾

削孔検層システムとは、掘削に用いる機械（ドリルジャンボ）の削孔データ（表-1 参照）から切羽前方の地山性状を直接的に判定するシステムである。削孔検層システムにおける長尺削孔と短尺削孔の特徴を表-2 に示す。ここで、どちらも得られるデータは同じである。

3. 採用した統計解析と予測対象

削孔データから地山性状を推定する統計解析手法として遺伝的プログラミングを用いた。遺伝的プログラミングとは、得られた回帰式によって目的変数を予測する非線形回帰分析手法である。本研究では用いるデータをランダムに分割し、70%をトレーニングデータとして回帰式を作成し、30%をテストデータとして一般性の検証を行った。回帰式の目的変数（予測対象）を切羽評価点、説明変数を削孔データ（表-1 参照）とする。ここで、切羽評価点とは切羽を評価する指標であり、施工中の切羽状態や割れ

キーワード 切羽前方探査、削孔検層、統計解析

連絡先 〒755-8611 宇部市常盤台2丁目16番1号 山口大学大学院創成科学研究科 進士研究室

TEL 0836-85-9332

表-1 削孔データの概要

地山パラメータ	単位	概要
穿孔速度	cm/s	単位時間当たりのフィード前進長
打撃圧	MPa	打撃の作動圧力
回転圧	MPa	ドリフト油圧モータの作動圧力
フィード圧	MPa	通常油圧シリンダの作動圧力

表-2 長尺削孔と短尺削孔の特徴

	長尺削孔	短尺削孔
水平掘削長	約30m	約1～2m
削孔数（1断面）	1～3	多数
調査実施時期	掘削作業休止時	掘削作業中（切羽毎）

表-3 回帰式毎の支保パターンの中率

	支保パターンの中率（%）
式（1）	100
式（2）	100
式（3）	100
式（4）	100

目、湧水等に関する項目について点数付けしたものである。切羽評価点は低いほど切羽状態は良好であるといえる。

4. 遺伝的プログラミングに用いるデータの概要

S トンネルの主な岩種は粘板岩であり、長さ約1493mの二車線道路トンネルである。本研究では、3983本（38断面）の短尺削孔データを用いて統計解析を行った。

5. 分析結果と考察

図-1に示すように、データ区間4ケースから得られた式（1）～（4）を用いて前方切羽評価点の予測を行った。以下に、切羽評価点の予測方法を述べる。

①回帰式毎に実データを当てはめ、各発破孔の切羽

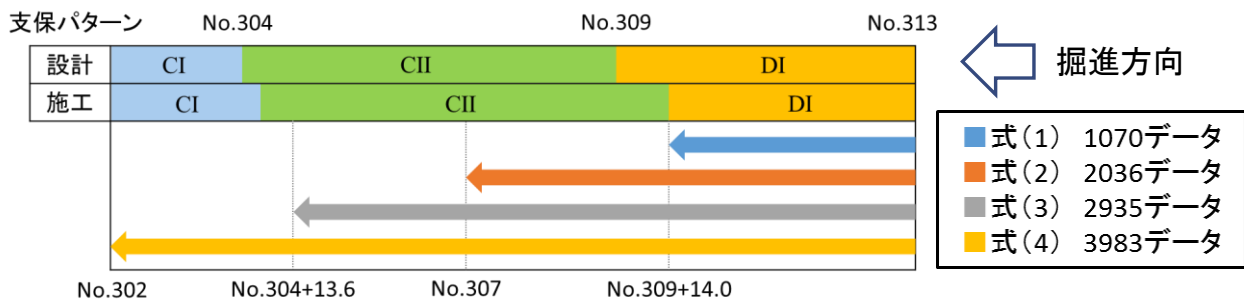


図-1 S トンネルデータ詳細

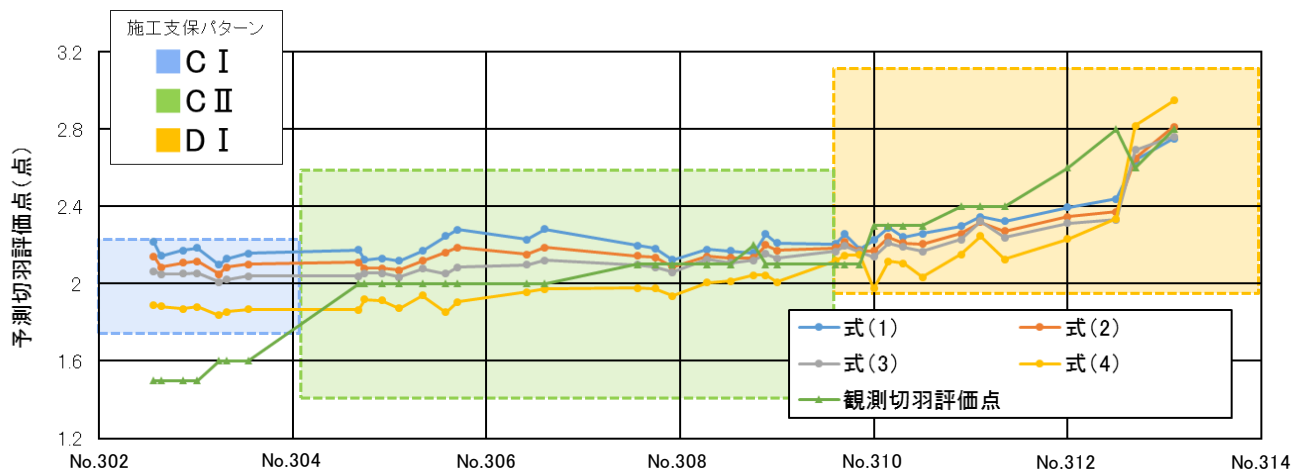


図-2 切羽評価点の予測

評価点を算出②得られた切羽評価点を天端、右肩・左肩・天端で平均化③平均した切羽評価点を以下の式に当てはめ、これを予測切羽評価点とする。

$$\text{切羽評価点} = (\text{右肩} + \text{左肩} + \text{天端} \times 2) / 4 \quad 2)$$

次に、それぞれの回帰式による切羽評価点の予測結果を図-2に示す。ここで、図-2の着色部分は実際に施工された支保パターンの切羽評価点の目安範囲を表す。本研究では、切羽評価点の予測精度を「支保パターンの中率」として評価した。支保パターンの中率とは、支保パターンごとの切羽評価点の目安範囲に予測切羽評価点が当てはまる割合をいう。この目安範囲は切羽観察シートに基づいている。回帰式ごとの支保パターンの中率を表-3に示す。

この表-3から、支保パターンの中率が全式において100%であったこと、また、図-2のNo.304+18.4～No.305+14.0区間において式(1)～(3)の予測切羽評価点が徐々に低下し、切羽状態が良好になってきていることを示している。これらのことから、前方地山状況の予測ができていることがわかる。しか

し、図-2よりNo.304以降(CIパターン領域)において観測切羽評価点は支保パターンの目安範囲外にあった。これは、切羽観察項目に含まれない岩種等が影響していることが挙げられる。

6. まとめと今後の課題

本研究では、削孔データ4ケースによる4つの回帰式を用いて、前方の地山状況予測を行った。その結果、前方の地山状況予測は概ねできた。今後は、CIパターン領域における予測切羽評価点が観測切羽評価点に近づく回帰式を導出するために、回帰式に用いる新しい説明変数を検討したい。

参考文献

- 1) ジェオフロンテ研究会：現場技術者のための切羽前方探査技術読本，pp. 29～32，2012. 3.
- 2) 近畿地方整備局道路部道路工事課：トンネル地山等級判定マニュアル（試行案），2006. 9.