

山岳トンネル建設時における切羽観察項目と補助工法採用確率との相関性に関する考察

山口大学大学院創成科学研究科 学生会員 ○田中 惇一
 山口大学大学院創成科学研究科 正会員 森本 真吾
 山口大学大学院創成科学研究科 正会員 進士 正人

1. はじめに

トンネル掘削で最も重要な項目の一つである施工時の切羽安定を図るために、必要に応じて補助工法が用いられるが、その選定判断基準は確立されたものが無く現場技術者の経験的判断に依存している¹⁾。また、施工時の切羽状況を記録する切羽観察記録システムは完備しており、観察調査結果と補助工法採用の関係はいくつか提案されているものの十分利用されていない。

そこで本研究では、過去の切羽観察記録を用いて、切羽観察項目(表-1 参照)とフォアポーリング(以下、FP と称す。)採用率の関係について検討し、FP 採用に影響を与える切羽観察項目を明らかにすることを目的とした。

2. 研究対象とする補助工法

過去の切羽観察記録に採用状況が示されている補助工法は、主に天端部の安定対策である FP と切羽面の安定対策である鏡吹付けコンクリートとがある。鏡吹付けコンクリートはトンネル施工会社の方針で切羽状況に関わらず安全を確保するために実施される傾向がある。そこで、本研究では FP と切羽観察項目の関係に着目して分析を行った。

3. 切羽観察記録における使用データ

切羽観察記録は天端部、左右両肩部の三分割された切羽面に対し現場技術者が各観察項目(表-1 参照)を評価し、切羽状況を点数で評価するための記録である。観察項目の評価は表-1 に示す評価区分であり、値が大きいほど各項目の評価は低い。本研究では、1997 年から 2002 年の間に日本道路公団で施工された高速道路トンネルの切羽観察記録 27,387 データを、表-2 に示す 4 つの岩石グループごとに分類した。このデータを用いて観察項目のうち圧縮強度、風化変質、割目間隔、割目状態の 4 項目に着目し、各項目と FP 採用率との関係を分析した。

表-1 切羽観察項目と評価区分数

観察項目	内容	評価区分数
圧縮強度	岩石の硬さ	1,2,3,4,5, 6
風化変質	風化や変質の程度	1,2,3,4
割目間隔	割目の間隔	1,2,3,4,5
割目状態	状態、挟在物の有無と性状	1,2,3,4,5
湧水・劣化	湧水の量、水による劣化	1,2,3,4

表-2 岩石グループの区分²⁾

岩石区分	岩石グループ名	データ数
硬質岩〈塊状〉	岩石グループ1	6,633
中硬質岩・軟質岩〈塊状〉	岩石グループ2	8,734
中硬質岩〈層状〉	岩石グループ3	5,687
軟質岩〈層状〉	岩石グループ4	6,333
	合計	27,387

なお、本研究で対象とする補助工法は FP であるため、観察項目における天端部の評価結果のみ対象とした。

4. 各観察項目と FP 採用確率の関係の検討

本研究で着目した 4 つの観察項目それぞれと FP 採用率との検討を行った。検討の結果、各観察項目において評価区分値が大きくなるにつれて FP 採用率が増加する傾向が確認できた。特に、各観察項目において評価区分値は圧縮強度では 4、風化変質では 2、割目間隔と割目状態では 3 を超えると FP 採用率が大きく上昇する傾向が確認できた。このことから、FP 採用率が大幅に増加する評価区分のしきい値が存在すると考えた。

5. 観察項目の組み合わせと FP 採用率の関係の検討

次に観察項目の組み合わせと FP 採用率の関係を検討した。分析では岩石そのものの性質を示す圧縮強度・風化変質と割目の性質を示す割目間隔・割目状態の組み合わせとし、FP 採用率との検討を行った。

図-1～図-4 に各岩石グループの圧縮強度・風化変質

キーワード 切羽観察項目、補助工法採用率、フォアポーリング

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 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

の組み合わせとFP採用の関係について検討した結果を示す。図-1～図-4より、各岩石グループにおいて圧縮強度の評価区分値が4そして風化変質評価区分が2を超えるとFP採用率が大きく上昇する傾向を示し、FPの採用はある評価区分値をしきい値としていることが確認できた。割目間隔・割目状態の結果については紙面の都合上割愛するが、割目間隔と割目状態では評価区分値が3をしきい値としていることが確認できた。また、しきい値以下の範囲にあるデータについては、FP採用率が低いため切羽観察とFP採用率の関係性は低い。

6. 結論と今後の課題

各観察項目とFP採用率との関係について検討した結果、各観察項目においてある評価区分値を超えるとFP採用率が増加する傾向が確認できた。このことから、FP採用率が大幅に増加する評価区分のしきい値が存在すると考えた。

次に観察項目の組み合わせとFP採用率の関係を検討した結果から圧縮強度・風化変質と割目間隔・割目状態のそれぞれの組み合わせにおいてもある評価区分値をしきい値としていることが確認できた。また、しきい値以下の範囲にあるデータについてはFP採用率が低いため切羽観察項目とFP採用の相関性は低いと考えられる。今後の課題としては、本研究で得られた結果から補助工法選定が行うことのできる簡易的な判断システムの作成の試行を検討する。

参考文献

- 1) 長野康彦, 清水弘史, 進士正人: トンネル補助工法選定支援システムのインターネット化とその適用, 平成21年土木学会中国支部学術講演会概要集, III-4, 2009.5
- 2) 赤木渉・佐野理・進士正人・西琢朗・中川浩二: 山岳トンネル施工支援のための切羽評価法の適用性に関する研究, 土木学会論文集, No.686/VI-52,121-1314,2001.9

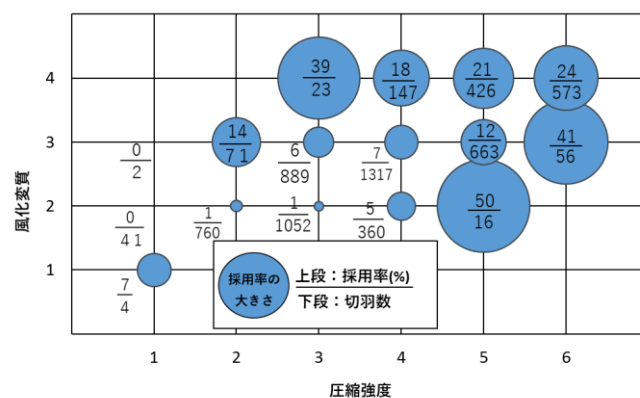


図-1 圧縮強度・風化変質とFP採用率 (岩石 1)

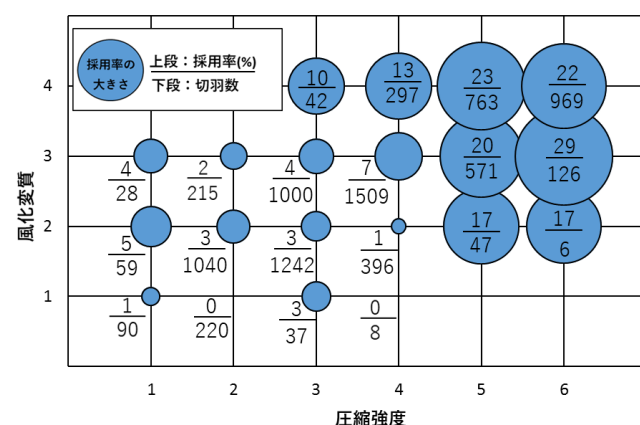


図-2 圧縮強度・風化変質とFP採用率 (岩石 2)

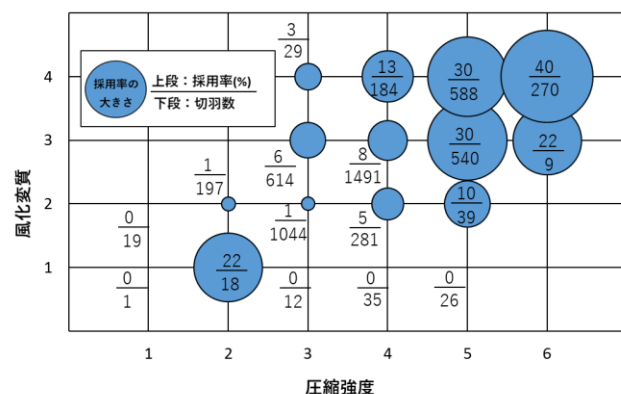


図-3 圧縮強度・風化変質とFP採用率 (岩石 3)

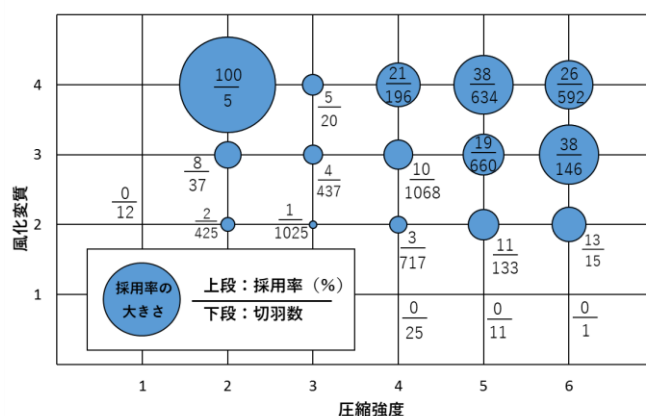


図-4 圧縮強度・風化変質とFP採用率 (岩石 4)