

## 切羽観察項目と補助工法採用率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、必要に応じて補助工法が用いられる。しかし、選定時の判断基準は確立されたものがなく現場技術者の経験的判断に依存している<sup>1)</sup>。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、十分な活用が行われていないのが現状である。

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記録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。施工者の安全を確保するため、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 と切羽観察項目との関係について分析を行った。

### 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、切羽状況をカテゴリー(点数)で評価する。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。なお、本研究で対象とする補助工法は FP であるため、

表-1 切羽観察項目と評価区分

観察項目	内容	評価区分
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<sup>2)</sup>

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

観察項目における天端部の評価結果のみ対象とした。ここでは、FP 採用率が高いと考えられる岩石グループ 4 (軟質岩・層状) を中心に分析結果を述べる。

### 4. 観察項目の組み合わせと FP 採用率の関係の検討

分析では観察項目を圧縮強度・風化変質と割目間隔・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 に圧縮強度・風化変質の組み合わせと FP 採用の関係について検討した結果を示す。図-1 より、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が見てとれる。これは他の岩石グループのそれぞれの組み合わせにおいても確認でき、FP の採用は評価区分値がしきい値となっていることが分かる。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と考えられる。

キーワード 切羽観察記録, 切羽観察項目, フォアポーリング, 補助工法採用率  
 連絡先: 〒755-8611 山口県宇部市 2 丁目 16 番 1 号 山口大学院 進士研究室  
 TEL: 0836-85-9332

5. 切羽観察項目とFP採用の相関性の検討

5-1 検討方法

4. において切羽観察との関係性は低いと考えたデータを除き、各切羽観察項目とFP採用の相関性を検討した。圧縮強度を例として、評価区分値を横軸にFP採用率を縦軸にとった時の観察項目ごとのデータの分布を図-2に示す。図中の○印の大きさ、および数字はデータの個数を示す。また、図中には分布から導出した回帰直線を合わせて示す。図-2より評価区分値が大きくなるのに対し、FP採用率が大きく変化した観察項目は、FP採用に大きく関係していると考えられる。そこで表-3に示すように岩石グループごとに回帰直線の傾きに注目し、それぞれの観察項目の傾きの合計が全体として100%となるように各観察項目の比率を算出し、切羽観察項目がFP採用にあたる影響度を明らかにした。

5-2 結果と考察

図-3に各岩石グループにおける観察項目の比率を示す。これよりどの岩石グループにおいても風化変質が3割程度を占めており一定の影響度を有していることが確認できる。また、岩石グループ1では割目間隔が4割を占めており影響度が最も高いことが確認できる。それに対して、層状に風化が進む岩石グループ3,4では割目間隔が2割程度の影響度であり比較的FP採用の影響は低いということが確認できた。

6. 結論と今後の課題

切羽観察項目とFP採用の影響度の検討結果、岩石グループにおいてFP採用に最も関係している切羽観察項目を明らかにすることができた。

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施行を検討する。

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

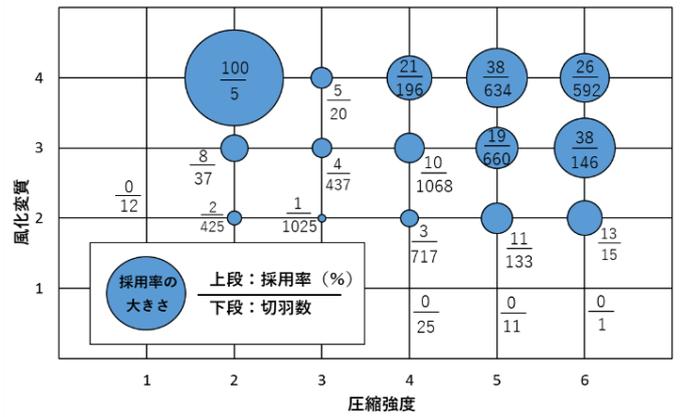


図-1 圧縮強度・風化変質とFP採用率

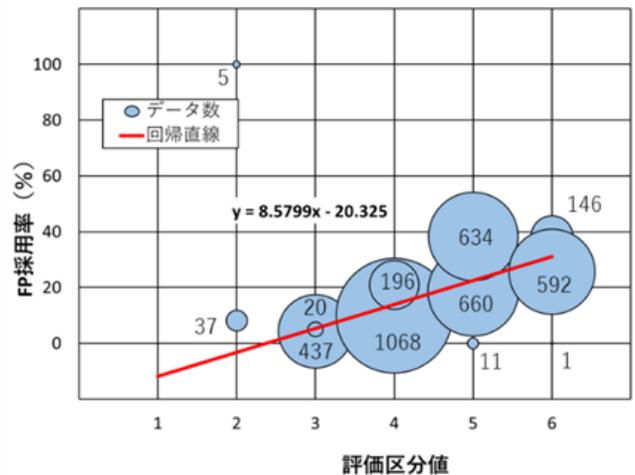


図-2 圧縮強度におけるFP採用率の分布  
表-3 各観察項目における回帰直線の傾き

観察項目	回帰直線の傾き	比率 (%)
圧縮強度	8.5799	21
風化変質	14.523	36
割目間隔	8.7127	21
割目状態	9.0433	22
合計	40.8589	100

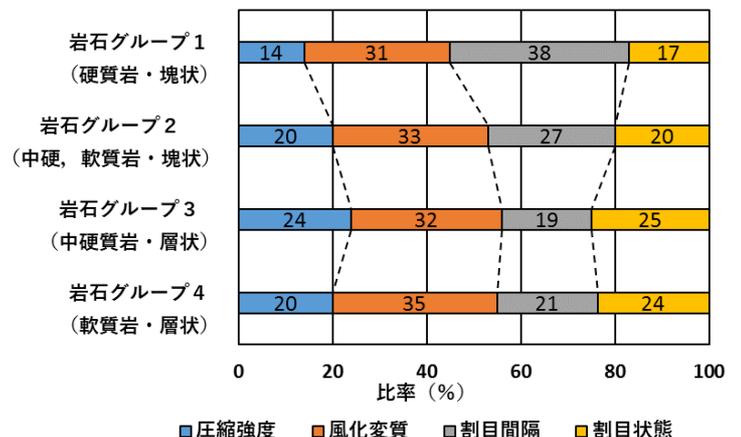


図-3 各観察項目の比率