

Ⅲ-B78

支保耐力を考慮した新しい切羽評価点法の検討

日本道路公団 試験研究所 正会員 三谷 浩二

日本道路公団 試験研究所 正会員 赤木 渉

1. はじめに

JH日本道路公団(以下、JHという。)では、切羽の適正な評価と地山に合った支保工の選定を目的として、二車線断面トンネルにおける切羽観察手法と標準支保パターンの見直しを実施した。

従来もトンネル掘削時には切羽観察が行われ、内空変位が小さい場合には支保を選定する際の指標として利用されてきたが、必ずしも統一的、客観的に行われてきたとはいえず、切羽観察をもとに切羽の評価点を算出した事例も少ない。また、緩み土圧が岩盤の不連続面(割れ目)によって起因するにも係わらず、切羽観察に岩盤工学的な不連続面の評価方法が充

分に採用されていなかった。そこで、トンネル建設の一層の合理化、経済化を進めるための重要な手段として、新しい切羽観察手法とそれに基づく支保工の選定について検討を行った。

2. 新しい切羽観察表

表-1 に新しい切羽観察表を示す。この表はJH試験研究所のデータベースに保存されている今までに施工されたトンネルの切羽観察結果と支保パターンとの関連性を統計分析し、支保の選定に関し影響度の強い観察項目を抽出して

表-1 新しい切羽観察表

観察項目	評価区分					
	1	2	3	4	5	6
A. 圧縮強度 (kgf/cm ²)	1,000以上	1,000~500	500~250	250~100	100~30	30以下
目録	40以上	40~20	20~10	10~4	4以下	
強度の目安	岩片を指図し、割れ目で見ても割れにくい	岩片を指図し、割れ目で割れず、割れ目が見える	岩片を指図し、割れ目で割れ、割れ目が見える	岩片を指図し、割れ目で割れ、割れ目が見える	岩片を指図し、割れ目で割れ、割れ目が見える	岩片を指図し、割れ目で割れ、割れ目が見える
評価区分	1	2	3	4	5	6
B. 風化変質	概ね新鮮	割れ目沿いの風化変質	岩芯まで風化変質	岩芯まで風化変質	土砂状風化、未固結土砂	土砂状風化、未固結土砂
風化の目安	変質は見られない	変質により割れ目に粘り、粘りが見える	変質により割れ目に粘り、粘りが見える	変質により割れ目に粘り、粘りが見える	変質により割れ目に粘り、粘りが見える	変質により割れ目に粘り、粘りが見える
評価区分	1	2	3	4	5	6
C. 割目間隔	d ≥ 1m	1m > d ≥ 50cm	50cm > d ≥ 20cm	20cm > d ≥ 5cm	5cm > d	
RQD	80以上	80~50	60~30	40~10	20以下	
評価区分	1	2	3	4	5	
D. 割目状態	割目の開口度	割目は密着している	割目の一部が開口している(幅<1mm)	割目の多くが開口している(幅<1mm)	割目が開口している(幅1~5mm)	割目が開口している(幅5mm以上)
割目の存在物	なし	なし	なし	薄い粘土を挟む(5mm以下)	厚い粘土を挟む(5mm以下)	
割目の粗度・鏡面	粗い	割目が平滑	一部に鏡面	よく磨かれた鏡面		
評価区分	1	2	3	4	5	
F. 湧水量	状態	なし、湧水 1L/分以下	湧水程度 1~20L/分	集中湧水 20~100L/分	全面湧水 100L/分以上	
評価区分	1	2	3	4	5	
G. 劣化	水による劣化	なし	緩みを生ず	数弱化	流出	
評価区分	1	2	3	4	5	

作成したものである。そして、これらの観察項目に岩種グループごとに重みを与え、切羽の評価点を算出して概略的に支保の区分を明確にすることを検討した。

3. 収集データの整理分析結果

分析の方法は、各観察項目の評価区分と選定された支保パターンとの相関性を岩種グループごとにまとめた。その中から図-1 に硬質岩塊状のものを示す。図-1 の横軸は、各支保パターンの支保としての耐力(吹付けコンクリートと鋼アーチ支保工とで支え得る地山の高さ)を表現したもの

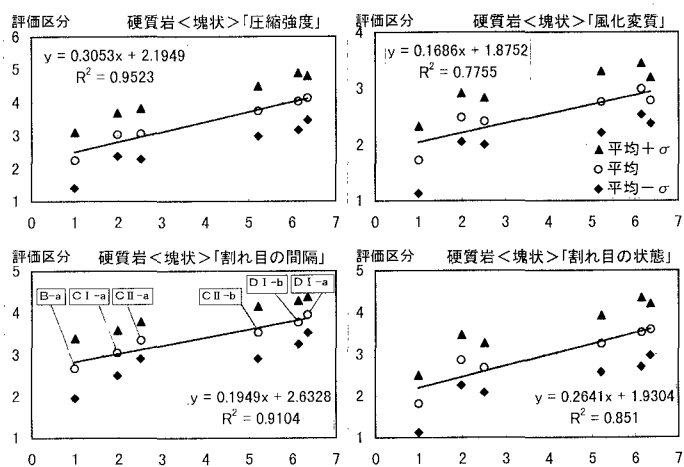


図-1 観察項目の評価区分と支保パターンとの相関性(硬質岩塊状)

キーワード: 切羽評価点 切羽観察 地山分類 マルチ支保パターン

連絡先 : 〒194-0035 東京都町田市忠生 1-4-1 Tel.0427-91-1621 FAX0427-92-8650

で、B-a パターンを 1.00 として他の支保パターンの値を定めている（B-a=1.00, C I-a=1.98, C II-a=2.51, C II-b=5.21, D I-a=6.14, D I-b=6.35）。各支保パターンの限界高さの算出は、図-2 に示すM-N曲線と $\nu=0.49$ （静水圧的荷重状態）、 $\nu=0.30$ （一般的な荷重状態）、 $\nu=0.01$ （緩み荷重が作用している状態）の3ケースの解析結果値との交点の地山高さを平均して求めた。

これらの結果から、鋼アーチ支保工の有るC II-b と無いC II-a との間に大きな隔りがあることが確認できる。また、図-1 より各観察項目における評価区分の平均値は、支保パターンとの相関性が高いことが分かる。

4. 配点の検討

図-1 の各グラフでの平均値を結ぶ直線の傾きが急なほど評価区分の変化が敏感に支保パターンに影響しているものと考えて、その傾きを各観察項目の選定支保パターンに対する感度としてとらえることとした。そして、4つの観察項目間における各グラフの傾きの割合を求め、それを 100 点満点内での各観察項目の最高点として整理した。硬質岩塊状でのこれらの結果を表-2 に示す。

ここで、各評価区分の間を等間隔と仮定して、切羽観察表における各岩種グループの配点を検討し、これを用いた収集データの新切羽評価点と内空変位との相関を図-3 に示す。これより、おおよそではあるが、図中に示されるような各支保パターンの境界が考えられる。なお、図-3 のような図表は、支保選定の一般的な傾向を知るための目安として使えるが、個々の支保を選定する際には現場技術者の判断が重要であることは言うまでもない。

5. まとめと今後の課題

JHでは、「圧縮強度」「風化変質」「割れ目の間隔」「割れ目の状態」「地下水の影響」を観察項目にして新しい切羽観察手法を導入し、これ

らの観察項目に岩種グループごとに重みを与えて切羽の評価点を算出する方法を試みた。また、この試行導入の全国のデータを収集、分析し改良を加え、切羽評価点と支保判定の目安を得ることができた。

地山に合ったトンネル支保工を選定し、トンネル建設の経済性を追求するためには、経験度の低い人でも活用できるような、また、誰が切羽評価しても同じ結果となるような、支保の選定と結びついた切羽観察手法を確立する必要がある。すなわち、切羽観察に岩盤工学の考え方を取り入れてできるだけ定量化するとともに、多くのトンネルで統一的、客観的に実施することが求められる。

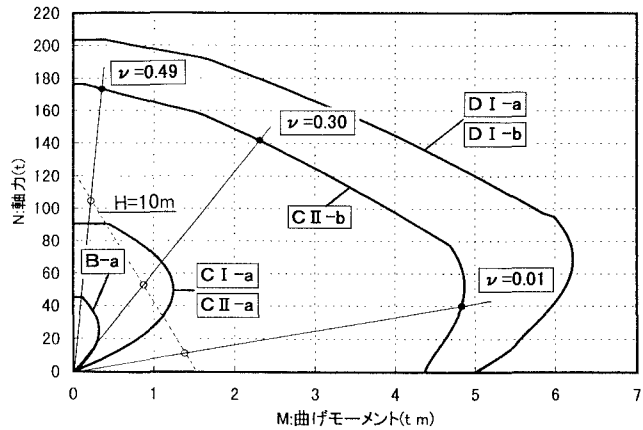


図-2 各支保パターンの許容土被りの検討

表-2 観察項目間の配点の検討(硬質岩塊状)

硬質岩(塊状)	図-1の線形の傾き	割合(%)	最高点
圧縮強度	0.3053	32.7	33
風化変質	0.1686	18.1	18
割れ目の間隔	0.1949	20.9	21
割れ目の状態	0.2641	28.3	28
合計	0.9329	100.0	100

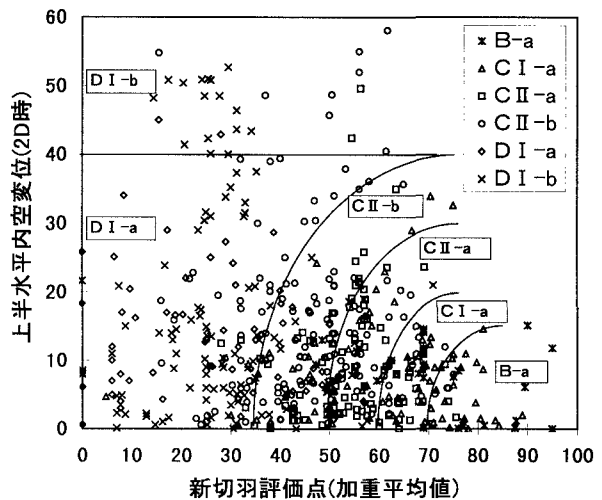


図-3 新切羽評価点と内空変位との相関(全岩種)