

III-396

我が国におけるRMR値の評点方法とトンネルへの適用性

佐藤工業(株) 正会員 ○西野治彦 篠川俊夫
正会員 矢田 敬

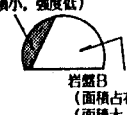
1. はじめに 我が国におけるトンネルの設計・施工は、各種の地山分類法に基づいて行なわれることが多い。すなわち、事前調査により地山をいくつかの等級に分類し、各等級に応じた標準的な支保パターンを設計支保パターンとし、施工時には、切羽観察によりその妥当性を検討しながら工事をすすめていく方法である。これらの地山分類法においては、切羽観察の結果を施工へ反映させる際の判定基準に幅があるため観察者の主観が入りやすく、観察結果が的確に施工へ反映されない場合がある。そのため、著者等はBieniawskiのRMR値¹⁾に基づき客観的に支保パターンの選定を行なう手法を提案した²⁾。しかし、RMR値は、南アフリカ等の地質構造的に安定した硬岩を対象として提案された指標であるため、地質構造が複雑な上に軟岩～中硬岩部での施工が多い我が国においてはその評点方法やトンネルへの適用性が明確化されていないのが現状である。本報告では、いくつかのトンネルで実際にRMR値の評点を行ない、その評点方法とトンネルへの適用性について検討を行なうものである。

2. RMR値の評点方法 RMR値は、岩石強度、RQD、節理の間隔、節理の状態、湧水状態、節理の方向性の6項目の評点により総合的に地山を評価する指標である。前述のように我が国の地質構造は複雑であり、実際のトンネルにおいて各項目の評点を求めようとすると以下に示すような問題を生じる場合がある。

- ① 1つの切羽に複数の種類の岩盤が存在する場合、岩石強度の評点をいかに決定するかが明確でない。
- ② 1つの切羽に複数の節理群が存在し、各節理群によって節理の間隔、状態、方向性が異なっている場合、節理の間隔、節理の状態、節理の方向性の各評点をいかに決定するかが明確でない。

そのため、我が国においてRMR値を適用する場合、まず、RMR値を構成する各項目の評点方法を明確にすることが必要であると考えられる。表-1に示す3つの評点方法（方法1～3）を設定し、それぞれの方法で求めたRMR値と最終変位量との関係を比較することにより、我が国の地山に合ったRMR値の評点方法について検討を行なう。ここでは、表中の切羽の例を各方法により評点する場合の例を示している。なお、RQDについては毎切羽においてボーリングコアの採集を行なうことが難しいため単位体積割目数JVによる推定値を用いている。以下に、各方法の特徴を簡単にまとめる。

表-1 RMRの評点方法（方法1～3）

項 目	方法1	方法2	方法3	切羽の例
岩石強度	各岩盤を占有面積により重み付けして評点を求める $R = \sum \alpha_i \cdot R_i / \sum \alpha_i$ R ; 切羽全体の評点 R _i ; 岩盤 i の評点 α_i ; 岩盤 i の面積占有率*)	切羽での占有面積が最大である岩盤の評点を切羽全体の評点とする $R = R_B$ R ; 切羽全体の評点 R _B ; 占有面積が最大の岩盤Bの評点	岩石強度が最も低い岩盤の評点を切羽全体の評点とする $R = R_A$ R ; 切羽全体の評点 R _A ; 岩石強度が最も低い岩盤Aの評点	岩盤A (評点R _A) (面積占有率 α_A) (面積小, 強度低)  岩盤B (評点R _B) (面積占有率 α_B) (面積大, 强度高)
節理の間隔	各節理群を占有面積により重み付けして評点を求める $R = \sum \alpha_i \cdot R_i / \sum \alpha_i$	占有面積の大きな節理群の評点を切羽全体の評点とする $R = R_B$	掘削にとって最も悪条件となる節理群の評点を切羽全体の評点とする $R = R_A$	節理群A (評点R _A) (面積占有率 α_A) (面積小, 条件悪い)  節理群B (評点R _B) (面積占有率 α_B) (面積大, 条件良い)
節理の状態	R ; 切羽全体の評点 R _i ; 節理群 i の評点 α_i ; 節理群 i の面積占有率	R ; 切羽全体の評点 R _B ; 占有面積が最大の節理群Bの評点	R ; 切羽全体の評点 R _A ; 最も条件の悪い節理群Aの評点	
節理の方向性				
RQD	RQD = 115 - 3.3 \cdot JV により推定 (JV ; 単位体積内割目数)			
湧水状態	目視による判定			

*) 面積占有率 α_i = 切羽内における岩盤 i (または節理群 i) の占有面積 / 切羽の面積

【方法1】切羽内に存在する全ての岩盤および節理群をその面積占有率により重み付けして評点を行なう方法である。切羽観察から得られる多くの情報を広くRMR値に反映させることができると考えられる。

【方法2】面積占有率が最大である岩石および節理群のみに着目し評点を行なう方法である。切羽を一見して面積の大きな岩盤および節理群のみに着目すればよいため、RMR値の採点が省力化される。

【方法3】占有面積の大小によらず、掘削に対して最も悪条件となる岩盤および節理群のみに着目し評点を行なう方法である。

3. 各評点方法の比較 A, B 2つのトンネルにおいて各評点方法（方法1～3）によりそれぞれRMR値を求め、それぞれのRMR値と最終変位量との関係について比較検討を行なう。Aトンネルの地質は流紋岩、Bトンネルの地質は泥岩、砂岩、凝灰岩の互層であり、いずれも岩石自体は比較的硬いが節理がかなり発達した岩盤である。表-2に、A, B 2つのトンネルにおけるRMR値と最終変位量との相関係数の比較表を示す。A, Bいずれのトンネルにおいても、RMR値と最終変位量との相関係数は、方法1において最も高く、方法2では方法1と同様の値を、方法3では方法1, 2に比べてかなり低い値を示している。図-1に、A, B 2つのトンネルにおける各計測断面毎のRMR値と最終変位量との関係を示す。方法1においては、RMR値は最終変位量と同様にかなりの変動を示しているが、方法2, 3においては、RMR値は最終変位量に比べてかなり激しい変動を示しているのが認められる。以上の結果から、ここで対象とした2つのトンネルにおいては、方法1によるRMR値が、最終変位量と最も高い相関性を示しているものと考えられる。

表-2 RMR値と最終変位量の相関係数

	方法1	方法2	方法3
Aトンネル	0.840	0.827	0.692
Bトンネル	0.775	0.769	0.478

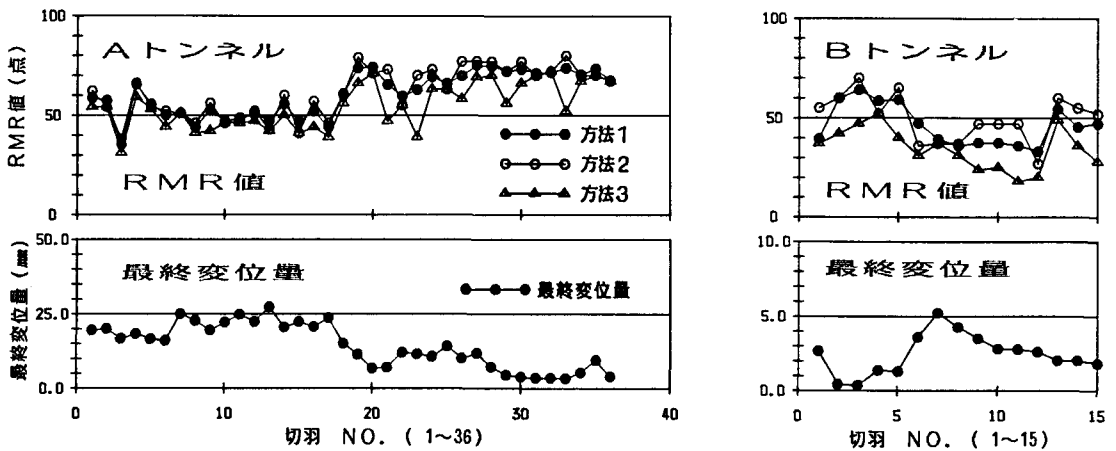


図-1 各断面毎のRMR値と最終変位量

4. おわりに 地質構造の複雑な我が国の地山にRMR値を適用するために、実際のトンネルにおいてRMR値の評点を行ないその評点方法について検討を行なった。その結果、対象とした2つのトンネルにおいては、全ての岩盤および節理群をその占有面積に応じて重み付けして評点を行なう方法（方法1）によるRMR値が、最も最終変位量と高い相関性を示しているのが認められた。しかし、これらの結果は限られたデータに基づくものであり一般的な結論を得るには十分とはいえない。今後は、様々な地山において多くのデータの蓄積を行ない、それらの実測データに基づき我が国におけるRMR値の評点方法を確立していきたい。

参考文献 1) Bieniawski, Z.T., 「Rock mass classifications in rock engineering」, Proc. Symposium on Exploration for Rock Engineering, vol.1, pp.97-106, 1976
2) 西野, 篠川, 矢田, 福島, 「切羽観察に基づく最終変位量の予測」, 第20回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp.244-247, 1988