

概要調査における坑道建設性評価 その2：評点式岩盤評価法

電力中央研究所 正会員 ○新 孝一 , 正会員 澤田 昌孝
 電源開発株式会社 正会員 秦野 輝儀
 原子力発電環境整備機構 正会員 朝川 誠

1. はじめに

最終処分地選定のための概要調査段階において、候補地を施設建設性の観点から評価するために必要な岩盤評価手法を検討する。その岩盤評価においては、坑道設計のために必要と考えられる岩盤の強度・変形の力学特性の評価、および掘進や支保といった施工性の評価を行うことが目的となる。また複数の候補地点がある場合にも、施設建設性の観点から客観的かつ合理的に地点を評価できるような岩盤評価とする必要がある。

概要調査段階では、調査坑道での詳細な調査は行われず、文献情報、地表踏査と物理探査、地表からのボーリングなどの限られた調査から前述のような岩盤評価を行うことが求められる。岩盤の工学的物性ならびに施工性といった建設性の観点からできるだけ定量的な岩盤評価を行うためにはコアの評価がまず重要であり、その結果を地質構造などに基づいて面的に外挿することが考えられる。

本報告では、コアの情報から客観的かつ合理的に岩盤の力学特性や坑道の施工性を評価するための手法を考案しそれを評価用のモデル地点に適用した結果を示す。

2. 評点式岩盤分類

工学的な目的のために行われる岩盤分類法として、岩盤を要素別でなく全体的に捉えて定性的に記述する総括式岩盤分類(例えば電中研式)と、岩盤を要素ごとに捉えて点数化する評点式岩盤分類(例えば RMR, Q, GSI など)がある。この2つのアプローチを比較すると、複数地点をより客観的に評価して結果を示すためには評点式の方が適していると考えられる。しかし、たとえば RMR などを用いてわが国の岩盤物性の評価を行おうとすると、弾性係数を平板載荷試験の実測値より大きめに評価する傾向があるなど、必ずしも十分な適用性が確認されているとはいえない。このため、海外で用いられる評点式岩盤分類法をそのまま日本に適用することは適切でなく、わが国に適したものとして再構築する必要がある。また、評点式岩盤分類で用いる評価要素はボーリング・コアから得られることが必要がある。そこで建設性を評価するために重要な要素として、岩石の一軸圧縮強度(q_u)、割れ目頻度の情報である RQD、割れ目の状態(Jc)の3つを用いることにする。

またこの評点式岩盤分類においては、RMR, Q, GSI などのように評価要素を組み合わせでひとつの評価数値を設定するのでなく、3つの評価要素をそのまま記述することとする。これは、岩盤分類すること自体が目的でなく、それに基づいて強度・変形特性や支保・掘進速度を評価することが目的であり、そのためには1次元の岩盤評価を介するのでなく、3次元の要素のままの方が適切と考えられるからである。

3. 評点式岩盤分類と建設性の関係

3.1 岩盤の力学特性

建設性評価に関わる岩盤の力学特性としてせん断強度を表す粘着力 c と内部摩擦角 ϕ および変形特性である弾性係数 E を取り上げる。 q_u , RQD, Jc からこれら力学特性値を評価するために、主に国内のダム基礎の岩盤試験、地下発電所の岩盤試験、ほかの公開文献のデータを検討した。

せん断強度の推定では、国内の 236 地点、1976 点のダム基礎での岩盤せん断試験を整理した森・阿南ほか(2004)¹⁾で用いている岩石の硬さ、割れ目間隔、割れ目状態の3要素を、 q_u , RQD, Jc に読み替えた。これが

キーワード 放射性廃棄物処分、概要調査、強度、掘進速度、支保、岩盤評価

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (財)電力中央研究所 TEL 04-7182-1181

ら RMR 評点(地下水なしの場合)を求めることができるが, RMR 評点と粘着力 c との相関性は低いことがわかった。しかし, q_u の区分ごとに見ると RMR と c には良好な相関性が認められた。すなわち, c を評価するためには RMR では q_u に適切な重みを与えていないことが示唆される。このようなこともあって本検討の岩盤評価では, q_u , RQD, Jc の 3 評価要素を 1 次元の数値に置き換えるのではなくそのまま用いた。この概念を図 1 に示す。すなわち, 評価しようとする c , ϕ , E などは, q_u -RQD-Jc の 3 次元空間に分布しており等高面で表現できると考える。阿南ほか(2004)¹⁾による岩盤せん断試験データをこの 3 次元空間にプロットして c と ϕ それぞれの等高面を評価し, それを強度評価の基準図とすることとした。なお実際には, 3 次元図は使い難いこと, また Jc を細かく区分することは現実的でないこと, から Jc 一定の数断面ごとの q_u -RQD の 2 次元図とした。

弾性係数の推定では, 地下発電所等での岩盤試験データを用いた。また十分な数のデータがないことから基準図の Jc 断面は 1 つとした。

3.2 坑道の施工性

掘進速度の推定では, NATM で掘削された下郷と奥只見の水路トンネル, TBM で掘削された早木戸, 讃岐, 阿南紀北のトンネルの総延長 11,000m の施工実績に基づいて検討した。掘進速度評価の基準図は, TBM, NATM ごとに日進を 3 区分して表示した。また, 支保についてもその程度を 3 区分して TBM, NATM ごとに評価基準図を作成した。

4. 適用例とまとめ

第 3 節で述べたいくつかの予測評価基準の, 概要調査における建設性の評価への適用性を把握するために, 基準作成に用いていない新たな地点のトンネル施工事例で検討した。

基準図により岩盤の強度を良好に推定することができた。推定の精度を向上するためにはより多くのデータに基づき細かく Jc 区分した基準図とすること, などの課題が挙げられる。岩盤の弾性係数は, 実際より大きく推定する傾向があったが, この一因はデータ数の制約から Jc が良好な場合の基準図となっていたためであり, 改良のために同様の課題がある。施工性すなわち掘進速度・支保とも良好に推定できた。精度向上のための課題としては, 軟質岩領域の施工データによる基準図の見直しが挙げられる。

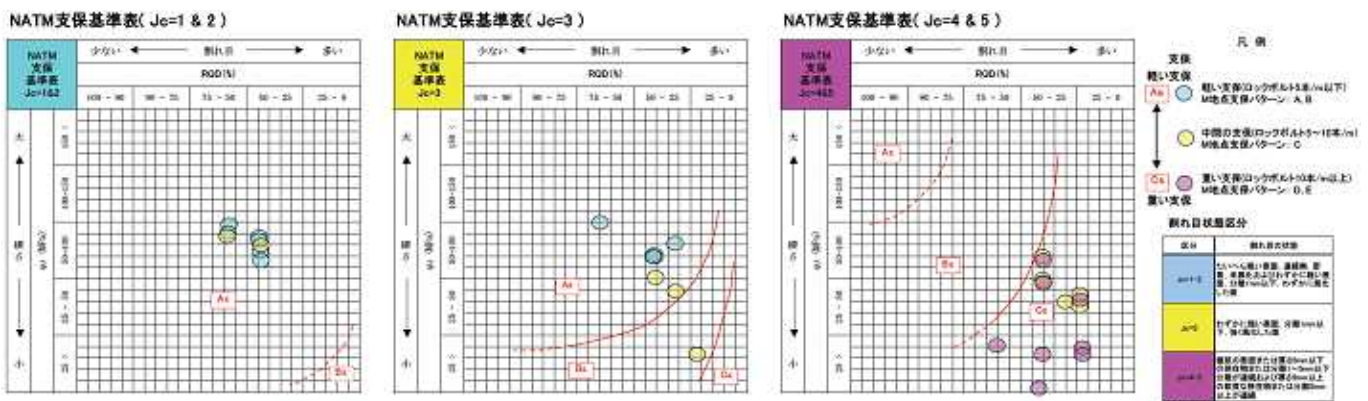
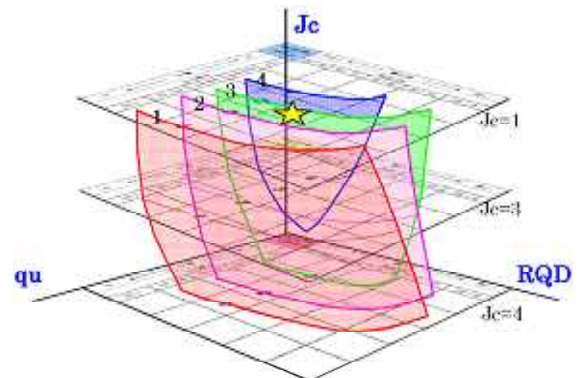


図 2 トンネルの実施工データに基づき支保を基準図にプロット。

参考文献

- ・ 森・阿南ほか(2004): 日本応用地質学会平成 16 年度研究発表会講演論文集 74, pp.261-264.