

岩盤クオリティー評価システムの適用事例

日本物理探鑛株式会社 東 浩太郎

表-1 RMQR における各パラメータと評点⁴⁾

劣化度 (DD)	新鮮	色変質	若干	中程度	強劣化	粘土化
評点 (R _{DD})	15	12	9	6	3	1-0
不連続面群数 (DSN)	なし	1群+ランダム	2群+ランダム	3群+ランダム	4群+ランダム	破碎帯
評点 (R _{DSN})	20	16	12	8	4	1-0
不連続面の 間隔 (DS) あるいは RQD	なしあるいは DS ≥ 24m	24m > DS ≥ 6m	6m > DS ≥ 1.2m	1.2m > DS ≥ 0.3m	0.3m > DS ≥ 0.07m	0.07m > DS
評点 (R _{DS})	20	16	12	8	4	1-0
不連続面の 状況 (DC)	なし	再溶着 あるいは 非連続的	粗い	やや平で 密着している	薄い充てん物 を有し、 鏡肌あるいは 開口幅 t < 5mm	厚い充てん物 あるいは 開口幅 t > 10mm
評点 (R _{DC})	30	26	22	15	7	1
地下水の 浸透状況 (GWSC)	乾燥	やや湿潤	湿潤	滴水	流水	大流水
評点 (R _{GWSC})	9	7	5	3	1	0
地下水 吸水状況 (GWAC)	非吸水	毛管あるいは 電氣的な吸水	やや吸水	吸水	強吸水	超吸水
評点 (R _{GWAC})	6	5	4	3	2	1-0

1. はじめに

岩盤の工学的性質を把握するために、岩盤を区分し、ランク付けし、それぞれの岩盤等級の物性値を設定するために、岩盤分類を用いる。岩盤分類には田中による電研岩盤分類¹⁾や、道路トンネルに関する NEXCO 岩盤分類²⁾など、対象とする土木建築物に応じて様々な岩盤分類が存在している。これに対し Aydan ら³⁾⁴⁾では国内外に存在する様々な岩盤分類を考慮した、新たな定量的岩盤分類として岩盤クオリティー評価システム (RMQR) を提案している。

本発表では、秋田県南部での道路トンネルに関する地質調査において採出した岩盤ボーリングコアについて、提案された岩盤クオリティー評価システム (RMQR) を適用し、定量的岩盤分類を行った事例を報告する。

2. 岩盤クオリティー評価システム (RMQR)

Aydan ら³⁾は、岩盤の工学的性状において最も一般的な要因として不連続面の状態と幾何学的特性を挙げている。この岩盤の不連続面に関するパラメータとして、不連続面群数 (DSN)、不連続面の間隔 (DS) および不連続面の状況 (DC) の3つのパラメータを示している。また不連続面の周辺では、母岩が大气や熱水などに触れ、風化や劣化が起きる。岩盤の力学的特性において、母岩の状態は重要な要因として挙げている。この母岩の状態に関するパラメータとして、風化あるいは熱水による母岩の化学的劣化は、母岩の劣化度 (DD) のパラメータを示している。また地下水の状況についても岩盤の力学的特性として重要な要因として挙げており、地下水の浸透状況 (GWSC) および地下水吸水状況 (GWAC) の2つのパラメータを示している。

以上6つのパラメータについて、各パラメータの評価基準と各評点をまとめたものを表-1に示す。Aydan ら各評点の合計値により、岩盤を定量的に評価する岩盤分類法として岩盤クオリティー評価システム (RMQR) を提案している³⁾。

本論文ではボーリングコアに適用するため、1m 毎に評価し、評点を集計した。また不連続面の間隔 (DS) について RQD を用いて評価した。RQD が100の場合は安全側に

評点12とした。地下水の浸透状況 (GWSC) については、地下水位面上部はやや湿潤、地下水位面下部は湿潤とした。

3. 地質概要

秋田県は、岩手県との県境に奥羽山脈が南北に位置し、その西方に出羽山地が奥羽山脈に沿って存在する。奥羽山脈と出羽山地の間には盆地が発達し、南部域には横手盆地が形成されている。出羽山地以西は低地部が海岸線に沿って形成されており、南部域には本庄平野が形成されている。

秋田県南部の地質は新第三紀を主体とし、県境南西部には、第四紀火山岩が見られる。今回の調査地を構成す

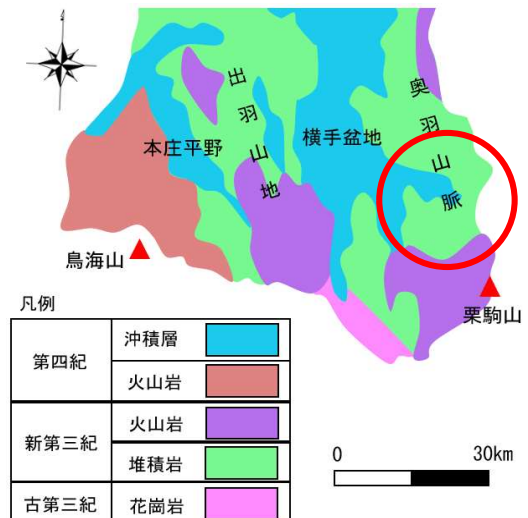


図-1 秋田県南部の地質概要⁵⁾

る地層は新第三紀の堆積岩であり（図-1赤丸部）、泥岩や砂岩、一部凝灰岩が分布している地域である。

4. 結果

(1) 岩盤ボーリング結果

岩盤ボーリングの結果、確認された主な地質は、地表面より順に、盛土、強風化した泥岩、風化した泥岩、新鮮な泥岩、砂岩であった。以下に各地質の概要を記す。

強風化した泥岩は、上部は褐色に変色し、粘土化が著しい部分を多く含む岩質からなり、粘土状コアおよび角レキ状コアで採取され、硬さは指圧で簡単に潰れる程度であった。一方下部も褐色に変色するが、主に短柱状のコアで採取され、硬さはカッターが容易に刺さる程度であった。

風化した泥岩は、主に暗灰色を呈するものの、コアは短柱状でとれる岩質で、硬さは爪で傷がつく程度であった。また粘土化し軟質である層を所々挟んでいた。

新鮮な泥岩は、暗灰色であり、亀裂は少なく、コアは棒状で採取され、ハンマーによる打音はやや鈍い金属音であった。

砂岩は、灰色から暗灰色を呈し、主に細砂から構成されていた。コアは棒状で採取され新鮮であるが、所々亀裂が見られ、亀裂面は褐色に汚染されていた。

また地下水位は風化した泥岩の上部で確認された。

(2) RMQR 岩盤分類結果

岩盤ボーリングコアについて RMQR 岩盤分類を行った結果を表-2に示す。

深度が深くなるにつれ RMQR 値は高くなる傾向が見られ、浅部の強風化部は RMQR 値が11程度と低く、深部の新鮮部は RMQR 値が50~86と高い値を示し、ばらつきが見られた。これは粘土化した強風化部および新鮮部が混在することが原因と考えられ、ボーリングコア観察結果の不連続面の状態と幾何学的特性や岩の性状と合致する結果となった。

表-2 岩盤ボーリングコアの RMQR 岩盤分類

	強風化した泥岩 (上部)	強風化した泥岩 (下部)	風化した泥岩	新鮮な泥岩	砂岩
RMQR値 (括弧内平均値)	10~11 (11)	20~29 (24)	8~57 (29)	55~86 (79)	50~86 (69)
標準偏差	0.4	2.8	12	11	14

5. 考察

文献4)では、RMQR と NEXCO 岩盤分類及び電研岩盤分類の一般的な関係について述べられている（表-3）。今回の結果をもとに、RMQR により推定された各岩盤分類は、ボーリングコアの観察結果による岩盤分類より高い等級を示した（表-4）。これは不連続面群数（DSN）を1m毎に評価し、評点を集計したため、RMQR が高く評価されてしまったことが原因と考えられる。不連続面群数は亀裂等の

表-3 RMQR と NEXCO 岩盤分類、電研岩盤分類の一般的な関係⁴⁾

RMQR	100 ≥ RMQR > 95	95 ≥ RMQR > 80	80 ≥ RMQR > 60	60 ≥ RMQR > 40	40 ≥ RMQR > 20	20 ≥ RMQR
NEXCO 岩盤分類	A	B	C I	C II	D I	D II
電研 岩盤分類	A	B	CH	CM	CL	D

表-4 コア観察による岩盤分類と RMQR による推定岩盤分類

		強風化した泥岩 (上部)	強風化した泥岩 (下部)	風化した泥岩	新鮮な泥岩	砂岩
コア観察による 岩盤分類	NEXCO 岩盤分類	D II	D II	D II	C II	C II
	電研 岩盤分類	D	D	D	CL	CL
RMQR から推定した 岩盤分類	NEXCO 岩盤分類	D II	D I	D I	C I	C I
	電研 岩盤分類	D	CL	CL	CH	CH

数ではなく、不連続面の方向の数であり、岩相ごとに不連続面群数を決める必要がある。しかしボーリングコアのみでは不連続面の走向、傾斜を決めて、不連続面群数を正確に把握することは難しく、ボアホールカメラによる直接不連続面観察、あるいは踏査による露頭での不連続面観察で、不連続面群数を正確に把握する必要がある。

6. おわりに

今回岩盤クオリティー評価システム（RMQR）をボーリングコアに適用し、ボーリングコア観察結果との関連性を検討した。RMQR 岩盤分類はボーリングコア観察結果と調和的と判断される。また表-3に従い RMQR から推定した NEXCO 岩盤分類と電研岩盤分類は、ボーリングコア観察結果による NEXCO 岩盤分類と電研岩盤分類高い等級を示す結果となった。これは不連続面群数を正確に把握できていないことが要因であると考えられる。RMQR は、ボアホールカメラによるボーリング孔の観察や露頭観察等の手法を併用することにより、岩盤の性状をより正確に把握可能な岩盤分類法となると考えられる。

《引用・参考文献》

- 1) 田中治雄:土木技術者のための地質学入門, 山海堂, pp.169, 1964
- 2) (社)日本道路協会:道路トンネル技術基準(構造編)・同解説, pp.78-79, 2003.11.
- 3) Aydan O. *et al.*: A new Rock Mass Quality Rating System: Rock Mass Quality Rating (RMQR) and its application to the estimation of geomechanical characteristics of rock masses, *Rock. Meck. Rock. Eng.*, 47, pp.1225-1276, 2014.7.
- 4) 藍檀オメル, 渡嘉敷直彦,:新しい岩盤クオリティー評価システム(RMQR)と琉球諸島の岩盤評価への適用, 第44回岩盤力学に関するシンポジウム講演集, 43, pp.240-245, 2016.1.
- 5) (社)斜面防災対策技術協会:秋田県地質概況図, <https://www.jasdim.or.jp/gijutsu/kenbetsu/chiiki/akita/2.html>, (2020年7月10日閲覧)