

III-272

トンネル掘削工事における岩盤
分類法の一考察

関西電力(株)総合技術研究所 正員 藤田修一

関西電力(株)総合技術研究所 正員 岸本修治

1. はじめに

導水路トンネル工事で得られた岩盤観察データの特徴を数量化Ⅲ類により分析し、その結果をもとに比較的小断面のトンネルを対象とした岩盤分類法の構築を試みたのでその結果を報告する。

2. 岩盤観察データの概要

(1) 岩盤観察データ項目

本検討に当たっては、当社の水力発電所導水路トンネル工事のうちM発電所(昭和63年5月運開)の岩盤観察データを対象とした。M地点における岩盤観察データ項目は、①電研分類 ②Qシステムの評定要素 ③RMR法の評定要素 ④その他7項目である。

M地点における岩盤観察項目とその区分数ならびに各区分のデータ数を表-1に示す。なお、M地点の代表的な岩質は片麻岩である。

(2) 岩盤分類と支保の関係

M地点では、支保の標準パターンとして図-1に示すように1~3工種を設定し、岩盤の状況が非常に悪いときに、その状況に応じて施工する場合を4工種としている。ここでRMR値、Qシステム、電研分類による工種決定率の結果を表-2に示す。

各分類法の工種決定率には大きな差がなく、実工種に対して60%程度であることがわかる。

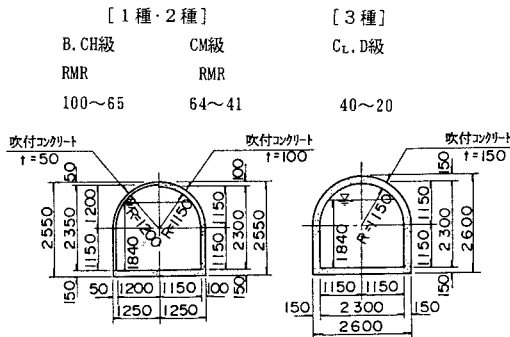


図-1 M発電所導水路トンネル標準断面図

3. 岩盤観察データの特性

工種の決定に対して、さらに精度の高い岩盤分類法を構築する基礎資料として、岩盤観察データが有している特性について分析した。分析には得られているデータが定性的なものであることから、数量化Ⅲ類を適用した。若干のカテゴリー(観察項目の区分)の集約を行い、得られた解析結果を図-2に示す。

解析結果から、大部分の観察項目のカテゴリー数量がその順番に従って放物線上に分布しているが、「湧水の量・出かた」については異なる分布になっていることがわかる。したがって、「湧水の量・出かた」

表-1 岩盤観察項目とその区分(M地点)

(a) 電研式岩盤分類

No	区分	B	C _w	C _m	C _L	D
1	データ数	2	70	68	65	28

(b) トンネル掘削日報の観察項目

No	観察項目	区分	1	2	3	4	5	6
2	切羽の状況		4	80	57	56	20	0
3	湧水の量・出かた		80	32	35	24	34	30
4	岩質		222	1	1	3	5	3
5	ハンマーによる打診		1	54	86	41	40	13
6	岩石の強度		3	22	45	82	58	25
7	節理の形態		3	135	60	37		
8	R Q D		137	41	24	33		
9	節理間隔		13	115	56	21	20	
10	風化・変質の度合い		37	70	66	29	33	
11	節理面の形態		10	47	36	24	118	
12	節理の開口性		22	73	11	129		
13	削壁機による割れ方		22	93	54	49	17	
14	のみ下がり速度		18	71	81	50	15	
15	節理の評価		27	136	72			

(c) Q値の評定要素 J_n、J_a、SRF

No	区分	A~C	D	E	F	G	H	J
16	J _n	0.5 0.5 0.5	4.0	6.0	9.0	12.0	15.0	20.0
	データ数	8	27	20	68	18	57	35

No	区分	A	B	C	D	E	F	G	K	H	I	J	M	O	P	R
17	J _a	0.75	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	8.0	10.0	10.0	12.0	13.0	20.0	0
	データ数	23	20	14	17	10	0	74	41	0	34	0	0	0	0	0

No	区分	J	K	C	I	H	B	I	C	D	I	H	P	A	M	O	R
18	SRF	1.0	0.5 2.0	2.5	5.0	5.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
	データ数	15	27	20	15	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表-2 3種の岩盤分類による工種決定率 (M地点)

分類法	R M R 法	Qシステム	電研分類
支保 実工種 の方が大	19% (45)	26% (60)	34% (81)
適 当	64% (150)	55% (128)	61% (144)
実工種 の方が小	17% (40)	19% (45)	4% (10)

()内はデータ数

とその他の観察項目(「岩盤の良好度」を表わす指標と考えられる)という2つの指標を用いた岩盤分類法を構築すれば良いものと考えた。

4. 岩盤分類法の一提案

上述の検討結果を踏まえ次の方針で新たに岩盤分類法を構築した。①「岩盤の良好度」と「湧水の量・出かた」の2軸で評価する。②観察項目はM地点で観察した18項目の全部でも、その中のいくつかでも良いものとする。

ここで「岩盤の良好度」という総合指標を決定する方法として、図-2で想定される放物線上で最も右上側にあるカテゴリを0点、最も左上側にあるカテゴリを100点として等間隔に点数を目盛り、各カテゴリの点数を求め、その和の算術平均をその地点の「岩盤の良好度」の評点とすることとした。「岩盤の良好度」に対する各観察項目の区分ごとの評点の一部を表-3に示す。また、「湧水の量・出かた」の区分についても表-4にその一部を示す。「岩盤の良好度」に対する評点と、「湧水の量・出かた」の区分が得られれば、図-3に示す2軸の分類図により工種が決定できる。図-3に示した工種の区分は、M地点の実工種に対して最も工種決定率が高くなるよう設定したものである。

表-3 「岩盤の良好度」に対する評点

区 分	1	2	3	4
A 観研分類 評点	B以上 90	C _W 80	C _M 65	C _L 55
B 切羽の状況 評点	安定 100	ときどき、小石が落ちる 85	ときどき、岩塊が抜け落ちる 65	岩塊が抜け落ちる 55
C ハンマーによる打撃 評点	音：キンキン 強打しても岩塊は分離しない 90	音：キンキン 強打により、節理などで大きく割れる 80	音：カンカン 強打により、節理的に中〜小片に割れる 65	音：カンカン 強打により、節理的に中〜小片に割れる 55
D 岩石の強度 (kgf/cm ²) 評点	1,000以上 90	500〜1,000 80	250 65	150 55
E 節理の形態 評点	53以上 90	43 80	33 65	23 55

表-4 「湧水の量・出かた」に対する区分

区 分	1	2	3
湧水の量・出かた	なし	にじむ程度	湧き

5. 2軸岩盤分類法の評価

M地点のデータを用いて2軸岩盤分類法の検証を行った。M地点のデータにより「岩盤の良好度」の評価を算出するのにあたって、観察項目が異なる場合の工種決定率の変動を、①全観察項目(16項目) ②電研分類とRMR法の観察項目(6項目) ③電研分類とQ値の観察項目(6項目)の3ケースで調べた。表-5にその結果を示す。観察項目の数、種類が異なっても工種決定率は75%程度であり、評価結果が安定していることがわかる。

6. おわりに

水力発電所の導水路トンネル工事における岩盤観察データを分析することにより2軸岩盤分類法を提案した。今後もデータ蓄積を進めさらに精度の高いものに発展させていく必要がある。

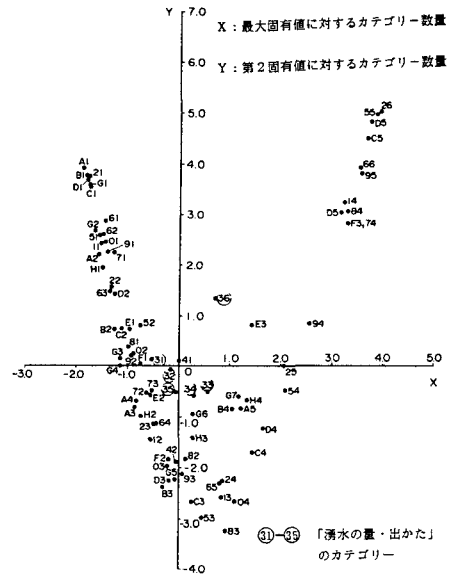


図-2 数量化Ⅲ類による解析結果

■ : 1工種 □ : 2工種 ▨ : 3工種

区 分	1	2	3	4	5	6
湧水の量・出かた	なし	にじむ程度	湧き	湧き	湧き	湧き
岩盤の良好度	100	85	65	55	45	35
岩盤の良好度の評点	~20	~40	~60	~80	~100	~120

図-3 2軸岩盤分類法の工種区分

表-5 2軸岩盤分類法と実工種との関係

評価項目	全観察項目 (A~P)	電研分類とRMR法の 観察項目 (A, D, F, G, I)	電研分類とQ値の 観察項目 (A, F, I, N~P)
実工種の方が大	15% (36)	15% (35)	14% (34)
適 当	76% (179)	73% (172)	74% (173)
実工種の方が小	9% (20)	12% (28)	12% (28)