

切羽観察記録から支保パターンを 決定するための一手法の検討

寺戸 秀和¹・中田 雅博²・中川 浩二¹

¹ 社会建設工学科

² 日本道路公団福岡建設局八代工事事務所長

山岳トンネルの標準工法である NATM では、施工中に切羽を観察することによって切羽ごとに支保工の妥当性の検討を行う。その際に、事前に設計された支保工が不適切と判断された場合には、支保工の変更を行う。しかしながら切羽観察のみによる支保工の決定方法は、未だ一般化された手法は確立されていない。そこで本報告では、切羽の観察結果のみから容易に支保工を決定する手法について検討する。また、個人の主観を考慮するために、切羽の観察の際に重視する項目をアンケートによって明らかにし、その結果を決定手法に取り込むことを試みる。

Key Words : NATM, face observation, support pattern, simple decision technique

1. 序論

トンネルは線状構造物であるため、事前に対象地山全体にわたって地質状況を詳細に把握することが困難である。そのため、施工中に行われる坑内の観察や計測に基づき、地山の安定性や設計された支保工の妥当性を評価する。

山岳トンネルの標準工法である NATM では、施工中に行われる地山評価に基づき支保工の妥当性を検討することが一般的である。地山評価とは、トンネル掘削中に地質状況や岩盤の性状が変化したときに行われるもので、切羽観察や計測などに基づき地山の等級区分を行い支保工の妥当性について検討を行うものである。地山評価の結果から設計された支保工が不適切と判断された場合には、支保工の変更を行う。したがって、NATM においては施工中の坑内の観察は重要であり、切羽観察に基づいた支保工の決定システムの確立が望まれる。しかしながら支保工の決定には、技術者の主観も影響するため、一般的な決定システムは確立されていないのが現状である。これまでも、切羽観察の結果から支保パターンを決定する手法がいくつか提案されている^{1)~4)}が、これらの手法が一般化されているとは言い難い。そこで本報告では実施工への適用性を念頭に置き、より簡易に支保工を決定する方法について検討する。

また、技術者に対してアンケートを行い、その結果を加味することによって技術者の主観を決定手法に取り込むことを考える。

なお本報告では、日本道路公団（以下、JH という）によって発注された高速道路トンネルのデータを対象とする。

2. 対象データと基礎分析

(1) 対象データの概要

切羽観察は、トンネルの切羽状態をチェックシートの形式で記録するもので、切羽の状態を把握し評価するために行われる。本報告では、これまでの地山評価の際に行われた切羽観察の結果を収集し分析することによって、切羽観察記録による支保パターンの決定手法について検討する。支保パターンとは、トンネル支保工の構成要素であるロックボルト、吹付けコンクリートおよび鋼製支保工をパターン化したものである。本報告では JH の支保パターン分類⁵⁾を参考に、剛性の低いものから順次して A, B, CI, CII, D, E の 6 種類の支保パターンを対象とする。JH による切羽観察記録は、平成 8 年までの工事においては表-1 に示す形式で統一されている。本報告で使用するデータは、施工中の地山評価の際

表一 切羽観察記録表と評価結果の一例

項目	評価内容	評価点と評価基準			
		1	2	3	4
A	切羽の状態	安定	鏡面から岩塊が抜け落ちる	鏡面の押し出しを生じる	鏡面は自立せず崩れあるいは流出
B	素掘り面の状態	自立（普請不要）	時間がたつとゆるみ抜け落ちる（後普請）	自立困難掘削後早期に支保する（先普請）	掘削面に先行して山を受けておく必要がある
C	圧縮強度	$s_p \geq 1000 \text{ kgf/cm}^2$ ハンマー打撃はね返る	$1000 > s_p \geq 200$ ハンマー打撃で可	$200 > s_p \geq 50$ 軽い打撃で可	$50 > s_p$ ハンマー刃先くい込む
D	風化変質	なし・健全	岩目に沿って変色、強度やや低下	全体に変色、強度相当に低下	土砂状、粘土状、破碎、当初より未固結
E	割れ目の頻度	間隔 $d \geq 1 \text{ m}$	$1 \text{ m} > d \geq 20 \text{ cm}$	$20 \text{ cm} > d \geq 5 \text{ cm}$	$5 \text{ cm} > d$ 破碎、当初より未固結
F	割れ目の状態	密着	部分的に開口	開口	粘土はさむ、当初より未固結
G	割れ目の形態	ランダム方形	柱状	層状、片状、板状	土砂状、細片状、当初より未固結
H	湧水	なし、滲水程度	滴水程度	集中湧水	全面湧水
I	水による劣化	なし	緩みを生ず	軟弱化	崩壊・流出

表二 収集の対象としたトンネルの一覧

片岩		粘板岩		花崗岩	
トンネル名	使用データ数	トンネル名	使用データ数	トンネル名	使用データ数
SC1A	45	SL1A	12	GR1A	31
SC1B	48	SL1B	12	GR1B	30
SC2A	69	SL2A	17	GR2A	26
SC2B	58	SL2B	28	GR2B	24
SC3A	30	SL3A	11	GR3A	11
SC3B	34	SL3B	10	GR3B	12
SC4A	27	SL4A	8	GR4A	48
SC4B	24	SL4B	10	GR4B	49
SC5A	24	SL5A	22	GR5A	34
SC5B	25	SL5B	18	GR5B	32

に記録された切羽観察記録と、その断面における支保パターンを示した施工記録である。なお以降においては、表一に示されるA~Iの各項目を評価項目と呼び、各評価項目の評価内容（例えばA項目では、安定、鏡面から岩塊が抜け落ちる、など）を評価項目の категорияと呼ぶ。

データの収集はJHによって発注された高速道路トンネルを、片岩、粘板岩、花崗岩の3岩石を対象に、各岩石において5トンネル分を収集した。いずれのトンネルも、上下線（AラインおよびBライン）を有するトンネルである。表二に収集データの対象岩石、本報告で使用するトンネル名および各トンネルにおける切羽観察結果の使用データ数の一覧を示す。トンネル名は、最初の2文字が岩石、次の数値がトンネルの名前、最後のA、Bは上下線の違いを表す。

(2) 切羽観察記録と支保パターンの相関性

支保パターンを予測値とした切羽観察記録の回帰式としては、重回帰分析⁶⁾や数量化I類⁷⁾などが

考えられるが、これらの回帰式は予測値（支保パターン）と説明変数（切羽観察記録）の相関性に着目して定式化がなされている。そこで、収集データを対象に支保パターンと切羽観察記録の相関性について検討し、回帰式へ当てはめることの妥当性や、岩石あるいはトンネルの違いによる相違点について検討する。相関性の検討には、切羽観察記録および支保パターンが質的な変数で表されることから、クラメールの連関係数⁸⁾（以下、連関係数という）を用いる。連関係数は、1から0の値をとり、1に近いほど相関が高いことを表す。

図一は、岩石ごとに連関係数を求めた結果である。図中の軸は最大値を全て1としている。図から、それぞれのレーダーチャートの形態は、ほぼ相似形を示しているものの連関係数の値は異なっていることが分かる。これは、切羽観察による支保パターンの決定には、少なくとも岩石による区分が必要であることを示唆しているものと考えられる。この結果は、既存の研究^{1)・9)}においても述べられている。

次にトンネルごとに連関係数を求め、それぞれ

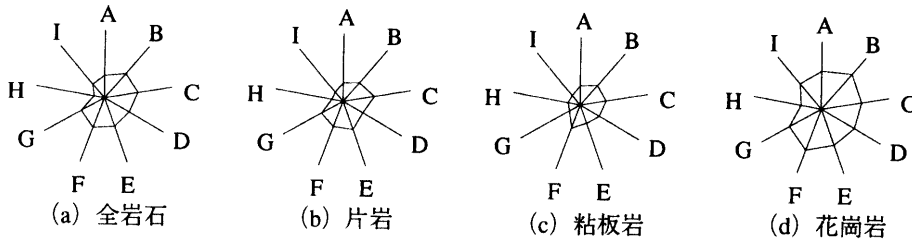


図-1 岩石ごとに求めた連関係数 (軸の最大値は1)

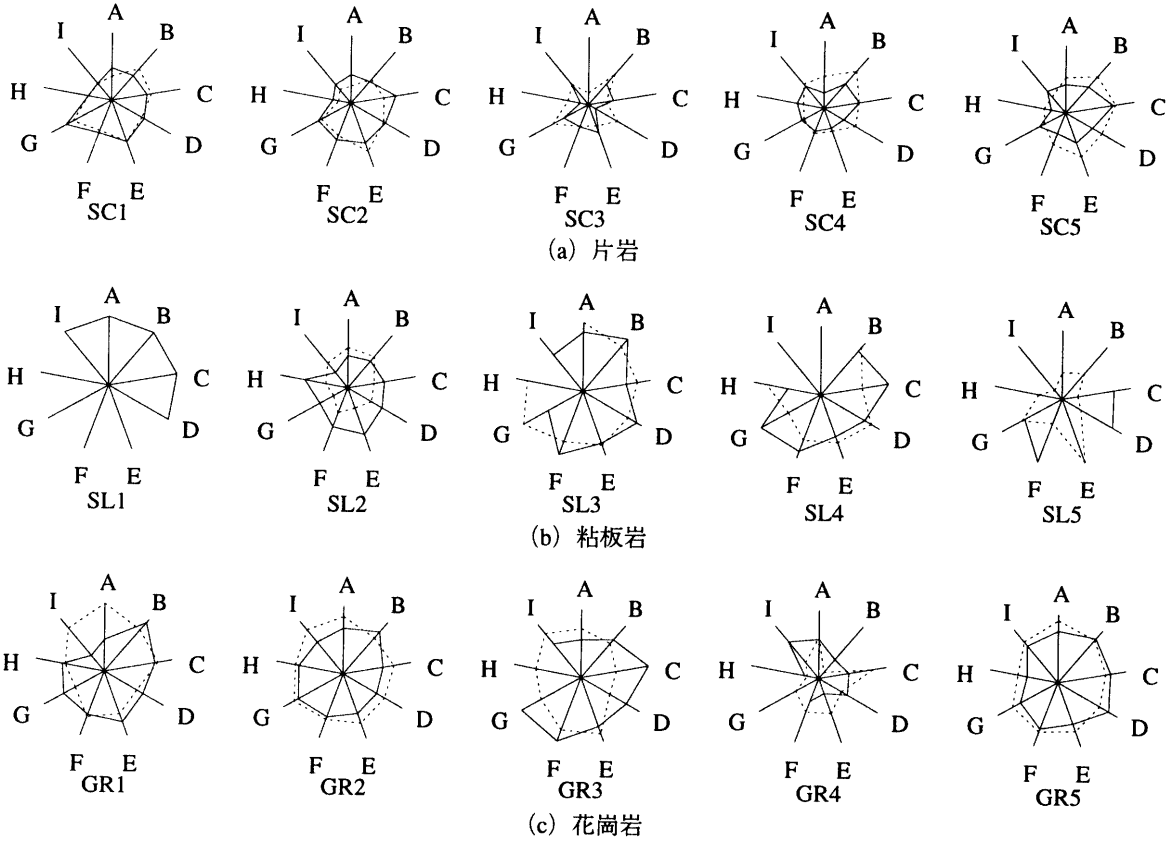


図-2 トンネルごとに求めた連関係数 (軸の最大値は1; 実線がAライン, 破線がBライン)

の相違点について考察する。図-2 は、トンネルごとに連関係数を求めた結果である。軸は図-1 と同様に最大値を全て1としている。図中の実線は上り線 (A ライン)、破線は下り線 (B ライン) の解析結果である。また値の欠落部分は、データ数が不十分のために分析不能であったことを表す。図によると、同一の岩石においても連関係数の分布はトンネルごとに異なった傾向を示していることが分かる。このことから切羽観察記録の分析においては、トンネルごと (地山ごと) に分析することによって、より精度の高い分析が行えるものと考えられる。しかしながら、回帰式への当てはめにおいては、データ数が少ないと解が求まらない場合がある。そこで本報告では、データ数が少ない場合においても比較的精度

良く支保パターンを決定することのできるシステムの構築方法について検討する。

3. 切羽観察による支保パターン決定システム

ここでは、切羽観察記録から支保パターンを決定するシステム (以下、決定システムという) の構築を行う。構築には、医療診断のエキスパートシステムである“MYCIN”で用いられる確信度¹⁰⁾を用いる。広兼ら¹¹⁾は、斜面の危険度評価に対して確信度を適用しており、本報告においても確信度の算定に同様の手法を用いることとした。

確信度とは、あいまいさの主観的度合いを数値で表現したものであり、0 から 1 の値で表される。

表-3 支保パターンのカテゴリ-化

支保カテゴリ-	1	2	3	4
支保パターン	A, B	CI	CII	D, E

確信度は、その値が小さいほどあいまいさが大きく、1 のときあいまいさが0であることを表す。

(1) 確信度の決定方法

確信度は、切羽観察記録の各項目の評価結果に対して求められる。なおシステムの作成にあたっては問題の簡略化のため、表-3 に示すように支保パターンのカテゴリ-を統合している（以下、支保カテゴリ-という）。

確信度は次のようにして決定する¹¹⁾。例えば表-4 に示されるような施工実績が得られたとする。表中の数字は、それぞれの評価項目および支保パターンのカテゴリ-番号である。表から F 項目の第1カテゴリ-に対しては、いずれの切羽 No.においても第1支保カテゴリ-が選択されている。そこで、第1支保カテゴリ-に対する F 項目の第1カテゴリ-に対しては、確信度を 0.5 とする。F 項目の第2カテゴリ-に対しては、支保カテゴリ-1 のものが4断面、支保カテゴリ-2 のものが4断面、支保カテゴリ-3 のものが2断面、支保カテゴリ-4 のものが0断面である。このときの各支保カテゴリ-に対する確信度はそれぞれ、

$$\text{第1支保カテゴリ-} : 0.5 \times 4 \div (4 + 4 \times 11/5 + 2 \times 11/2) = 0.08$$

$$\text{第2支保カテゴリ-} : 0.5 \times 4 \times 11/5 \div (4 + 4 \times 11/5 + 2 \times 11/2) = 0.18$$

$$\text{第3支保カテゴリ-} : 0.5 \times 2 \times 11/2 \div (4 + 4 \times 11/5 + 2 \times 11/2) = 0.23$$

$$\text{第4支保カテゴリ-} : 0$$

となる。表-4 において、それぞれの支保カテゴリ-に対する断面数は、第1が11断面、第2が5断面、第3が2断面、第4が8断面であるので、これを補正するために、第2支保カテゴリ-に対しては11/5、第3支保カテゴリ-に対しては11/2、第4支保カテゴリ-に対しては11/8を乗じている。このようにして、全評価項目の各カテゴリ-に対して確信度を求めると表-5 に示すようになる。

(2) 確信度の合成と支保パターンの判定方法

異なったルール（切羽観察記録の各項目）が一つの結論（支保パターン）を導き出した場合、それぞれのルールにおける確信度を合成することが重要となる。本報告では、「MYCIN」で用いられる合

表-4 切羽観察記録の実績の一例

切羽No.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	支保カテゴリ-
1	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4
2	1	2	3	3	2	3	3	2	1	4
3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	4
4	2	2	4	3	4	4	3	3	2	4
5	2	2	4	3	3	4	3	3	2	4
6	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3
7	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2
8	2	2	2	2	2	3	2	2	1	2
9	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2
10	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1
11	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1
12	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2
13	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1
14	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1
15	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1
16	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1
17	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1
18	2	1	2	1	2	1	2	2	1	1
19	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1
20	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1
21	2	2	2	2	2	2	3	2	2	1
22	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2
23	2	2	3	3	3	2	3	2	2	3
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
25	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4
26	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4

成方法¹²⁾を適用する。すなわち、あるルール（ここでは、切羽観察記録の各評価項目）によって確信度 CF0 が与えられたところに、新たに別のルールによって確信度 CF1 が加わった場合には、総合確信度は CF0 + CF1 × (1 - CF0) で与えられる。この操作を切羽観察項目の A から I まで繰り返すことによって総合確信度とする。

支保パターンの決定方法は、総合確信度の大きさによって決定する。例えば、表-1 に示される切羽観察結果を表-5 の確信度を用いて評価すると、それぞれの支保パターンの総合確信度は表-6 に示される値となる。この中で最も大きい総合確信度を決定支保パターンとする。

本手法は、データ数が少量であっても取り扱いが可能で、しかも卓上計算機などで簡単にシステムが構築できるところに優位性がある。

(3) システムの適用と評価

ここでは、収集データを用いて決定システムを

表-5 例題に対する確信度の一覧

評価項目	カテゴリ	支保カテゴリ			
		1	2	3	4
A	1	0.37	0.00	0.00	0.13
	2	0.11	0.17	0.17	0.06
	3	0.00	0.00	0.00	0.50
	4	0.00	0.00	0.00	0.50
B	1	0.41	0.09	0.00	0.00
	2	0.02	0.17	0.21	0.10
	3	0.00	0.00	0.00	0.50
	4	0.00	0.00	0.00	0.50
C	1	0.37	0.13	0.00	0.00
	2	0.17	0.15	0.18	0.00
	3	0.00	0.16	0.20	0.15
	4	0.00	0.00	0.00	0.50
D	1	0.50	0.00	0.00	0.00
	2	0.18	0.20	0.12	0.00
	3	0.00	0.06	0.16	0.28
	4	0.00	0.00	0.00	0.50
E	1	0.21	0.13	0.11	0.05
	2	0.21	0.13	0.11	0.05
	3	0.00	0.16	0.20	0.15
	4	0.00	0.00	0.00	0.50
F	1	0.50	0.00	0.00	0.00
	2	0.08	0.18	0.23	0.00
	3	0.00	0.14	0.00	0.36
	4	0.00	0.00	0.00	0.50
G	1	0.50	0.00	0.00	0.00
	2	0.29	0.21	0.00	0.00
	3	0.02	0.08	0.21	0.18
	4	0.00	0.00	0.00	0.50
H	1	0.50	0.00	0.00	0.00
	2	0.17	0.20	0.10	0.03
	3	0.00	0.00	0.22	0.28
	4	0.00	0.00	0.00	0.50
I	1	0.27	0.17	0.00	0.05
	2	0.08	0.13	0.21	0.08
	3	0.00	0.00	0.00	0.50
	4	0.00	0.00	0.00	0.50

作成する。また、作成されたシステムを収集データに適用し、予測された支保パターンと実際に施工された支保パターンを比較することによってシステムの適用性について検討する。システムの構築は次の3通りについて行った。

Case 1) 全データを対象としたシステム

Case 2) 岩石ごとのシステム

Case 3) 各トンネルの上り線によるシステム

上記の3種類のシステムを各トンネルに適用し、実

表-6 例題に対する支保カテゴリの総合確信度

カテゴリ-1	カテゴリ-2	カテゴリ-3	カテゴリ-4
0.503	0.795	0.840	0.503

施工支保パターンに対する予測支保パターンの正解率を求める。図-3は、各トンネルに対して決定システムを適用して求めた支保パターンの正解率である。図によると、片岩トンネルと粘板岩トンネルにおいて、トンネルの上り線ごとのシステム (Case 3) の正解率が他のシステムに比べ若干正解率が高い傾向にある。一方、花崗岩トンネルにおいては、いずれのシステムの正解率も大差は見られない。

ここでは、確信度のみに基づいて支保パターンを決定する方法について検討した。したがって、各項目の重みは考慮していないが、実際には切羽観察記録の各項目は何らかの重みを有しているものと考えられる¹³⁾が、本報告ではアンケートによって技術者の意見を重みとして考慮する。これに関しては、次章において述べる。

4. アンケートによる切羽観察記録の重み付け

(1) アンケートの概要¹⁴⁾

アンケートは、切羽観察記録の各評価項目 (表-1 参照) を対象とし、各項目をどの程度考慮するかを問う形式で行った。より正確な重みを求めるためには、トンネルごとにアンケートを行うことが望ましい。しかしながら、アンケートをトンネルごとに行うことは、事実上不可能である。そこで本報告では、アンケート調査は岩石ごとに片岩、粘板岩、花崗岩、凝灰岩、砂岩頁岩、泥岩の6岩石を対象として行った。以下にアンケートの回答方法を示す。

まず、回答者に施工経験のある岩石を問い、その岩石における切羽観察において、観察項目のそれぞれをどの程度考慮したか (以下、考慮の程度という) を回答してもらった。回答方法は、最も考慮する項目を考慮の程度が最大、最も考慮しない項目を考慮の程度が最小として当該項目に印を付けた後、それら以外の項目は、それらに比べて相対的にどの程度考慮したかを回答してもらった。また最後にその時の地山等級を、B, CI, CII, D, Eの内どの状態であったかを質問し、地山評価に対するコメントをつけ加えてもらった。回答はアンケートで対象とする6岩石の中で、回答者が経験している岩石を全て回答してもらった。したがって、回答者1名に

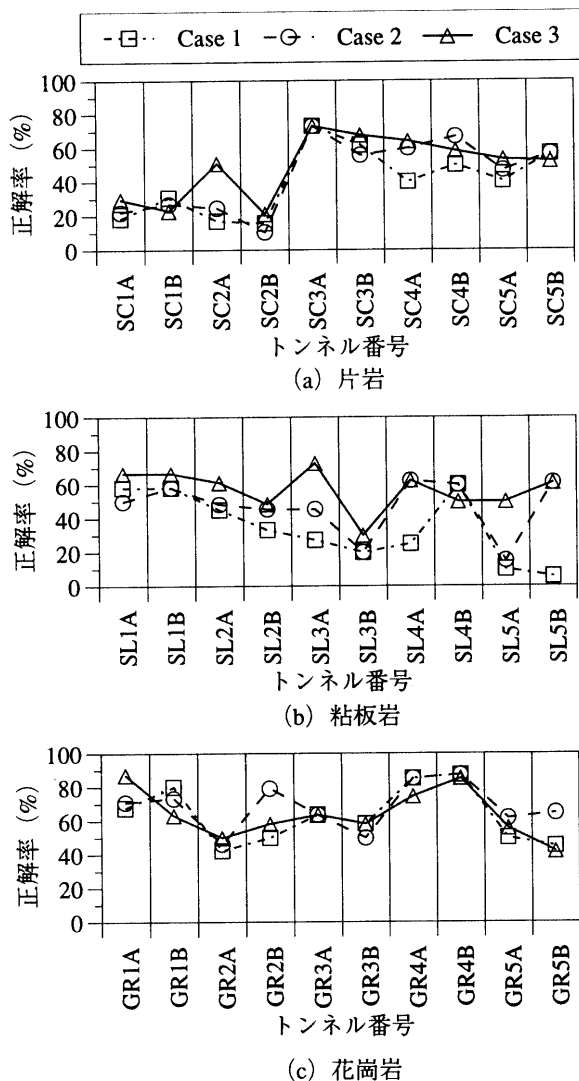


図-3 予測支保パターンの正解率

つき複数の回答を得ている場合もある。アンケートの回答例を図-4に示す。

アンケートは、トンネルの施工現場に携わる建設会社の技術者を対象に行った。その結果、153名からの回答が得られた。また、回答者1名につき複数の岩種について回答している場合もあり、それを考慮すると回答者数は296となった。これを岩石ごとに分類すると表-7に示すようになる。

なお、本報告では現行の切羽観察記録の利用を考えていることから、図-4に示す回答項目の中のA~Iの項目のみを評価の対象とする。

(2) アンケートの結果

アンケートによって得られた考慮の程度を、最小を1、最大を5と数値化し、岩石ごとに平均値と標準偏差を求めた結果を図-5に示す。図によると、全岩石とも坑内の客観的な状況を表すAおよびB項

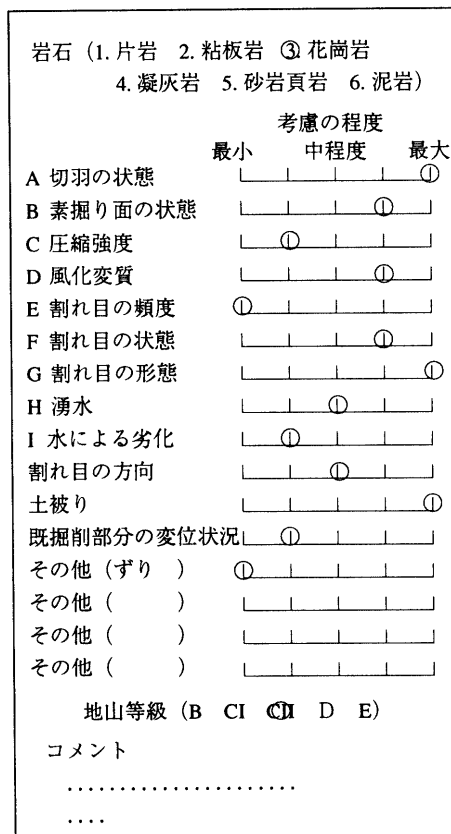


図-4 アンケートの回答例

表-7 アンケートの回答数一覧

片岩	粘板岩	花崗岩	凝灰岩	砂岩頁岩	泥岩
27	34	57	77	59	42

目の考慮の程度が高いことが分かる。また、泥岩を除く他の岩石では、C項目(圧縮強度)の考慮の程度が小さい。D項目(風化変質)は、いずれの岩石においても比較的重視されているようであり、特に花崗岩において顕著である。これは花崗岩は風化することによって容易にマサ土化し、著しく強度が低下することに起因すると思われる。

割れ目の影響を表すE, F, G項目、および地下水の影響を表すH, I項目は、各岩石において回答の傾向が異なっている。割れ目の影響(E, F, G項目)の考慮の程度が高い岩石は、片岩および花崗岩である。これらの岩石は固結度の高い岩石であるため、岩盤の挙動が割れ目に支配されることが多いためと考える。

地下水の影響(H, I項目)に関しては、堆積岩である凝灰岩、砂岩頁岩、泥岩において比較的重視されているようである。これは、堆積層間の水による劣化を懸念しているためと考える。

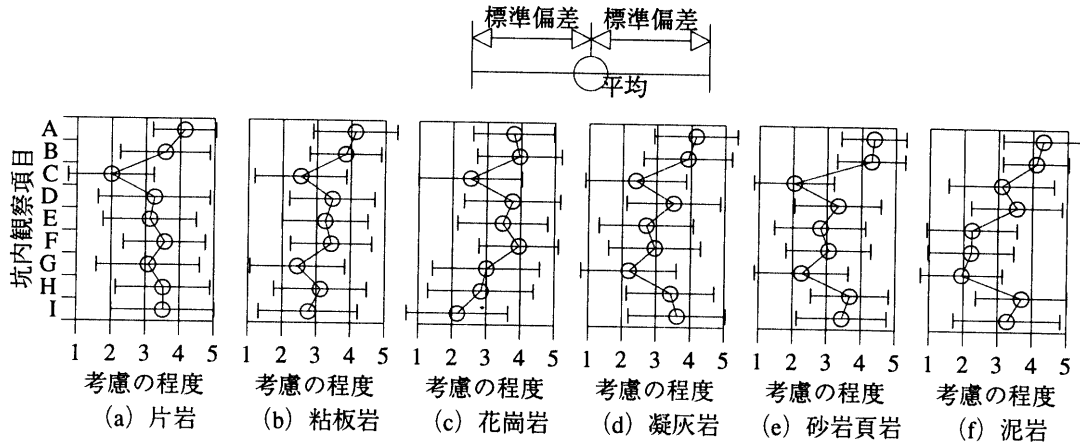


図-5 アンケートの回答結果

表-8 各岩種の重み一覧

評価項目	片岩	粘板岩	花崗岩
A	0.14	0.14	0.13
B	0.12	0.13	0.13
C	0.07	0.09	0.09
D	0.11	0.12	0.13
E	0.11	0.11	0.12
F	0.12	0.12	0.13
G	0.1	0.08	0.1
H	0.12	0.11	0.1
I	0.12	0.1	0.07

(3) 重みの決定方法

各項目に対する重みは、岩石ごとに求めた、重みの値は、数値化された考慮の程度を α_i 、対象とする評価項目 j に対する重みを W_j とすると、

$$W_j = \frac{\alpha_j}{\sum_{i=1}^n \alpha_i} \quad (1)$$

として求めた。ただし、 n は評価項目数である。求められた重みの一覧を表-8 に示す。

(4) 決定システムへの重みの導入と評価

前章で求めた確信度 (表-5) に、表-8 の重みを乗じて求めた予測支保パターンの正解率を図-6 に示す。重みを考慮しない場合 (図-3) と比較すると、重みを考慮することによって全体的に正解率が上昇していることが分かる。また、各システムの正解率の比較は、重みを考慮しない場合と同様に、花崗岩トンネルにおいては大差は見られないが、片岩トンネルおよび粘板岩トンネルにおいては、トンネル上り線ごとのシステムの精度が他に比べて高い。

このように重みを考慮することで、より精度の高い支保パターンの予測が可能であると考えられる。

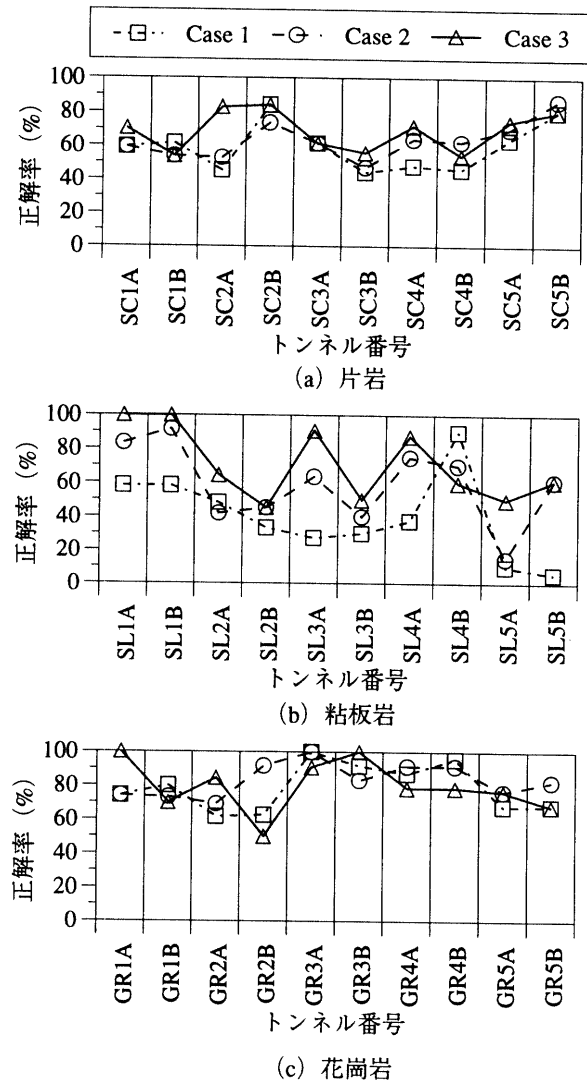


図-6 重みを考慮した予測支保パターンの正解率

5. おわりに

本報告では、実績データを利用した簡易な支保

パターンの決定システムの作成方法について検討し、さらに技術者の主観を考慮するためにアンケートによる項目の重み付けを行った。以下に本報告で得られた結果を以下に列記する。

1) 切羽観察記録を利用して容易に支保パターンを決定する手法として、切羽観察項目の各カテゴリに対して確信度を求める方法を示し、得られた確信度から支保パターンを決定する方法を示した。

2) トンネルごとにシステムを構築することで、全データあるいは岩石ごとにシステムを構築するよりも、高い精度での予測が可能である。

3) 切羽観察に関するアンケートの結果を利用して切羽観察項目の重み付けを行い、システムに適用することによって予測精度の向上が見られた。

謝辞：アンケートの回答にご協力いただいたトンネル技術者の方々に謝意を表す。

参考文献

- 1) 鈴木昌次, 古川浩平, 井上洋司, 中川浩二: ファジィ回帰モデルに基づくトンネル岩盤分類法の提案, 土木学会論文集, No.418/III-13, pp.181~190, 1990.6.
- 2) 鈴木昌次, 古川浩平, 井上洋司, 中川浩二: ファジィ回帰モデルに基づくトンネル岩盤分類と岩種特性, 土木学会論文集, No.430/III-15, pp.153~156, 1991.6.
- 3) 佐々木祐三, 亀甲谷義高, 磯野龍昭: 古生層地山の地山評価と支保の選定, トンネルと地下, 第19巻9号, pp.37~46, 1988.9.
- 4) 荒木義則, 鈴木昌次, 宮崎智司, 日永田雅司, 古川浩平, 中川浩二: ニューラルネットワークを用いた NATM 施工時の支保パターン選定構造のモデル化に関する研究, 土木学会論文集, No.522/VI-28, pp.143~153, 1995.9.
- 5) 日本道路公団: 設計要領 第三集 第9編 トンネル, pp.40~87, 1985.10.
- 6) 菅民郎: 多変量解析の実践 上巻, 現代数学社, pp.25~85, 1993.
- 7) 菅民郎: 多変量解析の実践 下巻, 現代数学社, pp.1~42, 1993.
- 8) 田中豊, 垂水共之: 統計解析ハンドブック 多変量解析, 共立出版, p.141, 1995.
- 9) 鈴木昌次, 古川浩平, 井上洋司, 中川浩二: アンケートに基づくトンネル施工時の岩盤分類に関する研究, 土木学会論文集, No.435/VI-15, pp.51~60, 1991.9.
- 10) 上野晴樹, 小山照夫共編: 知識工学講座 5 エキスパートシステム, オーム社, pp.36~39, 1988.
- 11) 広兼道幸, 三上市藏, 植田哲司: 自然斜面の崩壊危険度診断における判定要因と判定結果の S-P 表を用いた評価, 土木学会論文集, No.474/VI-20, pp.115~124, 1993.9.
- 12) 前掲 10), pp.87~90.
- 13) 例えば, 前掲 11)
- 14) 寺戸秀和, 中田雅博, 中川浩二: アンケートに基づくトンネル切羽観察項目の考慮の程度と類縁性について, 土木学会第 53 回年次学術講演会, 1998 (投稿中).

(1998. 5. 15 受理)

AN EXAMINATION OF SIMPLE TECHNIQUE TO DECIDE SUPPORT PATTERNS IN TUNNELING BASED ON FACE OBSERVATION RECORDS

Hidekazu TERATO, Masahiro NAKATA and Koji NAKAGAWA

It is very important to observe the face condition in tunneling. Because that result is used for deciding the support pattern. This report examines a simple technique to decide the support patterns based on face observation records. This technique is superior in simplicity to others. Furthermore, the opinion of constructors improved the precision of this technique.