

切羽観察データの蓄積に伴う切羽評価点の配点に関する考察

日本道路公団 試験研究所 正会員 伊藤 哲男
日本道路公団 試験研究所 正会員 赤木 渉

1. はじめに

日本道路公団における、現在のトンネル切羽観察手法は、切羽評価点法の採用や標準支保パターンの見直しの取り組みとともに、「新しい切羽観察手法」として平成 8 年 11 月から全国に試行導入されたものが原形である。そして、その試行導入の結果を取り入れた、設計要領(H9.10)や施工管理要領(H9.12)の改訂により、本格的に採用されている。また、試行導入以降平成 10 年 3 月までの切羽観察データ等を取りまとめ、事務連絡「トンネル施工における切羽評価点の取り扱い等について(H11.3.31)」として、切羽評価点の算出方法や切羽評価点による支保パターンの選定指標が示され、日本道路公団における切羽観察結果の定量的評価手法となっている。本報文は、更に蓄積された全国の切羽観察データ等を取りまとめ、切羽評価点の配点について考察したものである。

2. 新規の分析対象データ

新しい切羽観察手法を試行導入以来、平成 12 年 12 月までの観察データを収集すると、表-1に示すように 19,730 断面となった。この中で、切羽評価点の配点の検討に用いた断面は、湧水がほとんどなく、水による劣化もないと評価された 4,077 断面とした。これは、「湧水量」と「劣化」の観察項目が、岩盤強度に関する評価に補正を与えるものであるという位置づけで採用されており、「湧水量」と「劣化」に関する補正を切り離すためである。この内訳を表-2 の中段に示す。

表-1 データの選択条件と該当数

	前回	今回	増加断面	比率(倍)
全収集断面数	6,561	19,730	13,169	3.01
土被り40m以上の断面かつ新標準支保パターンに準ずる断面	3,748	11,821	8,073	3.15
湧水量、劣化の評価区分の値がともに「1」であるもの	1,318	4,077	2,759	3.09

前回: H8.11~H10.03 今回: 前回+~H12.12

3. 切羽評価点の配点の検討手法

3-1 前回のとりまとめ方法の概要

前回のとりまとめ方法を以下に示す。

観察項目の評価区分値と選定支保との関係を知るために、岩石グループごと観察項目別に図-1 に示すグラフのように整理した。当該グラフは支保パターン別の評価区分の平均値と $\pm\sigma$ (標準偏差)の値を示している。ここで、平均値の直線回帰式の傾きが急であるほど、評価区分の違い、すなわち切羽状況の良し悪しで支保パターンの判別ができていたものと考え、その傾きを支保の選定に関するその観察項目の重みとし、傾きの値が大きいほど大きい重みを与えることとした。そして、各観察項目の重み(傾きの値)が占める比率を、一岩石グループにおいて求め、全体で 100 点となるように 4 つの観察項目(図-2 参照)に配分した。配分された各点数は、その観察項目において評価区分値が「1」の場合の点数に該当し、その観察項目での最高点となる。

表-2 分析対象データの内訳

(湧水量、劣化の評価区分の値がともに「1」であるもの)

	B-a	C I-a	C II-a	C II-b	D I-a	D I-b	合計
前回分							
硬質岩[塊状]	52	50	39	60	39	34	274
中硬質岩・軟質岩[塊状]	41	274	148	209	67	65	804
中硬質岩[層状]	0	16	19	73	0	1	109
軟質岩[層状]	0	18	41	40	0	32	131
合計	93	358	247	382	106	132	1,318
今回分まで							
硬質岩[塊状]	75	141	140	510	142	64	1,072
中硬質岩・軟質岩[塊状]	71	432	441	368	235	121	1,668
中硬質岩[層状]	0	80	24	288	19	67	478
軟質岩[層状]	23	190	116	330	85	115	859
合計	169	843	721	1,496	481	367	4,077
増加分							
硬質岩[塊状]	23	91	101	450	103	30	798
中硬質岩・軟質岩[塊状]	30	158	293	159	168	56	864
中硬質岩[層状]	0	64	5	215	19	66	369
軟質岩[層状]	23	172	75	290	85	83	728
合計	76	485	474	1,114	375	235	2,759

3-2 検討ケースの設定

前回(=ケース 1=H11.3.31 事務連絡)のとりまとめ時には、プロットデータを各支保パターンにおける評価区分値の平均値とし、グラフの横軸については支保パターン間隔を等間隔(B-a から D -b パターンまでを横軸の 1.00~6.00 に割り振り)とした(図-1)。今回(ケース 2~5)は、上記の内容について、下記 を組合せたケースも採用して検討を実施した(表-3)。

表-3 検討ケースの内容

	分析データ	プロット	横軸(支保レベル)
ケース1	H8.11~H10.03	平均値データ	等間隔
ケース2	H8.11~H12.12	平均値データ	等間隔
ケース3	H8.11~H12.12	平均値データ	格差付け配置
ケース4	H8.11~H12.12	全データ	等間隔
ケース5	H8.11~H12.12	全データ	格差付け配置

プロットデータについては、支保パターンごとの平均値の重み(母数データの多少)の違いをなくするため、対象となる全データをプロットする。(ケース 4,5)

地山分類 切羽観察 切羽評価点 トンネル支保パターン

〒194-8508 東京都 町田市 忠生 1-4-1 TEL:042-791-1621 (FAX2380)

横軸の支保パターン間隔については、各支保の剛性の違いを考慮した配置とする。(ケース3,5)

なお、については、「北陸自動車道 上越～朝日間 総合検討 第三紀層泥岩地帯におけるNATMの計測管理検討委員会報告書(総括)(S63.3)」より引用し、剛性の違いをB-aパターンを1.00として、表-2の最上行に示す支保パターン順に、1.00, 1.99, 2.06, 2.57, 3.84, 3.92とした。

4. 結果と考察

検討の結果として、図-2に切羽評価点の配点、図-3に累積百分率曲線、図-4に支保選定実績を示す。

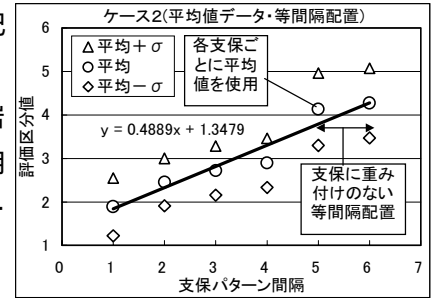
図-2より、収集データの増による違い(ケース1,2)は、<塊状岩盤>では各観察項目で0～3点の点差であるが、<層状岩盤>では大きい点差があり、特に中硬質岩の「圧縮強度」では19点の点差となっている。次にプロット方式の変更(3-2の)や横軸の各支保パターンの配置間隔の変更(3-2の)では、中硬質岩<層状岩盤>を除いて、大きな違いはない(0～4点)ものとなった。これら、中硬質岩<層状岩盤>における評価は、属する岩石が粘板岩と中・古生層の頁岩の2種類で少ない他、強度、互層、剥離性等の評価がトンネルや観察者の違いで定まらない結果になったものと思われる。

図-3では、ケース1(=H11.3.31 事務連絡)の配点をケース1,2のデータに適用して、支保パターンごとの累積百分率曲線を示した。これにより、ケース2(多データかつ新データ)の方が、曲線の傾きが急で曲線間の開きが広い、すなわち、各支保の該当範囲が狭く、切羽評価点と支保との関係がより明確なものとなっており、理想的な結果になったと言える。

図-4では、ケース1,2のデータと「H11.3.31の事務連絡以降のデータ」との3ケースについて、支保選定の実績を平均値と標準偏差の幅で示した。図-4における「事務連絡以降のデータ」では、標準偏差の幅が縮まり、B-aパターン以外では支保間の平均値間隔が広がり、これらは、切羽評価点により支保選定が客観的、統一的行われた結果であると言える。

5. まとめと課題

上記の結果により、切羽評価点を用いた支保選定は、トンネル建設をより合理的にしていると思われるが、分析対象のデータによっては、先の事務連絡を部分的に見直す必要性もあると思われ、支保の剛性差の考慮も重要課題である。また、変位量との関係についても整理が必要である。



(硬質岩<塊状岩盤>、圧縮強度)
図-1 ケース2の例

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
硬<塊>ケース1	36	19	19	26							
硬<塊>ケース2	34	19	19	28							
硬<塊>ケース3	35	20	18	27							
硬<塊>ケース4	34	17	19	30							
硬<塊>ケース5	36	20	18	26							
	圧縮強度	風化変質	割れ目の間隔	割れ目の状態							
中・軟<塊>ケース1	32	19	24	25							
中・軟<塊>ケース2	30	22	21	27							
中・軟<塊>ケース3	30	22	21	27							
中・軟<塊>ケース4	30	22	19	29							
中・軟<塊>ケース5	29	23	20	28							
中<層>ケース1	36	22	9	33							
中<層>ケース2	17	28	11	44							
中<層>ケース3	15	32	3	50							
中<層>ケース4	20	24	15	41							
中<層>ケース5	25	24	11	40							
軟<層>ケース1	39	20	12	29							
軟<層>ケース2	30	24	21	25							
軟<層>ケース3	30	24	21	25							
軟<層>ケース4	32	24	19	25							
軟<層>ケース5	31	25	18	26							

硬:硬質岩、中:中硬質岩、軟:軟質岩、<塊>:塊状岩盤、<層>:層状岩盤
図-2 各観察項目の切羽評価点の配点(ケース1～5)

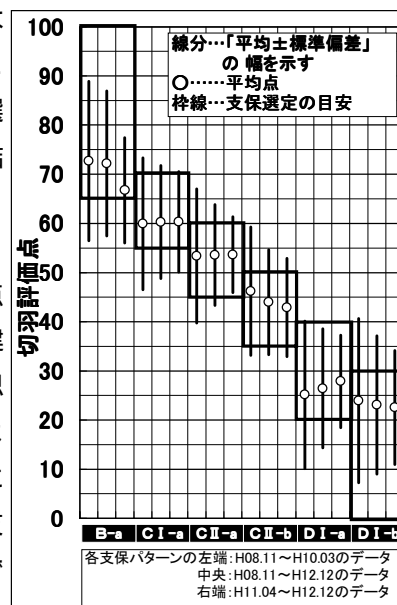


図-4 支保選定の実績
(ケース1,2,H11.04～H12.12)

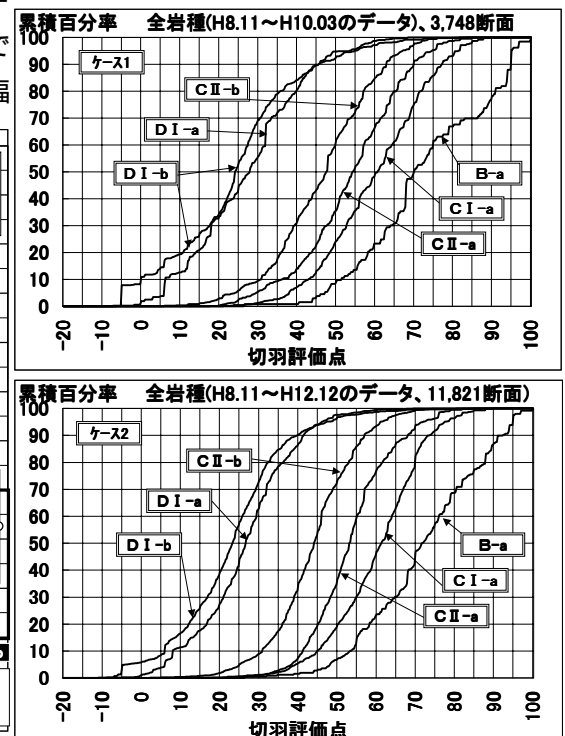


図-3 累積百分率曲線(ケース1,2)