

Ⅲ-B42 RMRに基づくトンネル支保パターンの選定

大林組技術研究所 正会員 ○畑 浩二
大阪工業大学短大 ク 吉岡尚也

1. 緒言

日本道路公団では、トンネル施工のより一層の合理化・経済化を目的に、従来の標準支保パターンと切羽評価点法の見直しが行われてきた。その結果、支保パターンのマルチ化を提案し、1997年から「新標準支保パターン」と「新切羽評価点法」の試行導入を図り現在に至っている。

本研究では、新標準支保パターンの選定を現場で簡便に運用するための判断基準に、地山分類法の一つであるRMRの利用を提案するものである。

2. 新標準支保パターンの特徴¹⁾

日本道路公団が提案した新標準支保パターン²⁾を表-1に示す。表中、旧標準支保パターンを網掛けで併記した。標準aの支保パターンは基本的にすべての岩種に適用されるもので、標準bの支保パターンは、粘板岩、黑色片岩、泥岩、頁岩、凝灰岩において変位が大きくなると予想される場合に適用することになっている。

例えば地山等級CⅠに着目してみると、ロックボルトの打設範囲が変更されていることがわかる。具体的には、1断面当たりの打設本数がこれまでの15本から4本減の11本に変更され、ロックボルトの打設本数を減じてもトンネルの安定性は確保できると解釈できる。さらに、支保の増量に対してはロックボルトの打設範囲を180°から240°に広げることで、一方支保の減量に対しては吹付けコンクリート厚さを10cmから7.5cmに減じることで、対応できるようになっている。つまり、日本道路公団が提案している支保パターンのマルチ化とは、支保のゆるやかな変更を意味し、従来のように急激に変わらないところに特徴がある。

表-1 日本道路公団方式における新旧標準支保パターンの比較

地山 等級	支保 パターン	ロックボルト				鋼アーチ支保			吹付けコンク リート厚 (cm)
		長さ (m)	施工間隔 (m)		打設 範囲	上半	下半	建込間隔 (m)	
			周方向	掘進方向					
B	B (旧)	3	1.5	2.0	180°	なし	なし	—	5
	Ba	3	1.5	2.0以上	120°	なし	なし	—	5
CⅠ	CⅠ (旧)	3	1.5	1.5	240°	なし	なし	—	10
	CⅠa	3	1.5	1.5以上	180°	なし	なし	—	10
CⅡ	CⅡ (旧)	3	1.5	1.2	240°	H125	なし	1.2	10
	CⅡa	3	1.5	1.2以上	240°	なし	なし	—	10
	CⅡb	3	1.2	1.2以上	240°	なし	なし	—	10
DⅠ	DⅠ (旧)	4	1.2	1.0	240°	H125	H125	1.0	15
	DⅠa	3	1.2	1.0以上	240°	H125	H125	1.0以上	15
	DⅠb	4	1.2	1.0以上	240°	H125	H125	1.0以上	15
DⅡ	DⅡ (旧)	4	1.2	1.0以下	240°	H150	H150	1.0以下	20
	DⅡa	4	1.2	1.0以上	240°	H150	H150	1.0以上	20

- 注) 支保量の増減：①Ba：支保増；RB打設範囲120°→180°、支保減；ランダムボルト or 発破長さ2m→2.5m
 ②CⅠa：支保増；ロックボルト打設範囲180°→240°、支保減；吹付け厚さ10.0cm→7.5cm
 ③CⅡa, b：支保増；吹付け厚さ10.0cm→15.0cm、支保減；打設範囲240°→180°
 ④DⅠa, b：支保増；吹付け厚さ15.0cm→20.0cm、支保減；ロックボルト打設間隔1.2m→1.5m
 ⑤DⅡa：支保増；吹付け厚さ20.0cm→25.0cm、支保減；吹付け厚さ20.0cm→15.0cm

キーワード：トンネル支保、マルチ支保パターン、RMR

〒204-0011 東京都清瀬市下清戸4-640、☎：0424-95-1256、Fax：0424-95-0903

表－2 新道路公団方式の標準的な支保パターンとRMRによる支保パターンの比較

新道路公団方式による標準支保パターン		BieniawskiのRMRによる支保パターン	
地山等級	支保部材	地山等級	支保部材
B	ロックボルト(長さ3m、8本)、吹付け厚さ50mm	II	ロックボルト(長さ3m、ランダム)、吹付け厚さ50mm
C I	ロックボルト(長さ3m、11本)、吹付け厚さ100mm	III	ロックボルト(長さ4m、11～15本)、吹付け厚さ(50～100mm)
C II	ロックボルト(長さ3m、15 or 18本)、吹付け厚さ100mm、鋼製支保(無しまたは上半のみ H・125、1.2mピッチ)	IV	ロックボルト(長さ4～5m、11～18本)、吹付け厚さ(100～150mm)、鋼製支保(H・100、1.5mピッチ)
D I	ロックボルト(長さ3～4m、18本)、吹付け厚さ150mm、鋼製支保(H・125、1mピッチ)		
D II	ロックボルト(長さ4m、18本)、吹付け厚さ200mm、鋼製支保(H・150、1mピッチ)	V	ロックボルト(長さ5～6m、11～18本)、吹付け厚さ(150～200mm)、鋼製支保(H・150～H・200、0.7mピッチ)

3.新標準支保パターンとRMRとの関係

日本道路公団では、表－1に示した新標準支保パターンを運用するうえでの定量的な判断基準について「新切羽評価点法」⁹⁾で試行しつつある。一方、著者らは現場における切羽観察結果に基づき、新標準支保パターン選択を簡便かつ実用的に行うための判断基準としてBieniawskiによるRMR⁹⁾の適用を検討した。表－1に示した日本道路公団の新標準支保パターンとBieniawskiの示した支保パターンを薄肉理論により支保圧力に換算する⁴⁾と、表－2に示すように新道路公団方式における標準的な支保部材とRMRにおける支保部材の規模が同程度であることがわかった。したがって、RMRが求められれば新標準支保パターンを選定することが可能になるものと判断した。以上の観点から、RMRを用いて新標準支保パターンを選択していくうえでの案を表－3に示す。この表では、切羽観察から算定可能なRMRを基準とし、高速道路トンネルおよび一般道路トンネルの支保パターンが選択できるようになっている。RMRが境界付近の値になった場合には、支保パターンの変更を考える必要があり、新標準支保パターンの支保量の増減に従いゆるやかに支保を変更することが重要である。

表－3 RMRによる新標準支保パターン選定案

新標準支保パターン	RMR
Ba	61～80
C I a	41～60
C II a, b	31～40
D I a, b	21～30
D II a	11～20
特殊	10以下

4.結言

地山の性状に最適な支保パターンを選択することが極めて重要となる。そこで、現場技術者が支保パターンを選択していくうえでの判断基準(案)を提案した。まとめると以下のようになる。

- (1) 薄肉理論による支保圧力換算から、新標準支保パターンとRMRによる支保パターンが関連づけられた。
- (2) 切羽観察結果に基づいて支保パターンを選択するためには、RMRを併用するとその判断が容易になる。
- (3) ここで示した支保パターン選択のための考え方は、高速道路トンネルのみならず一般道路トンネルにも適用できる。

参考文献

- (1) 吉塚 守、三谷浩二、中田雅博：トンネル支保のマルチ化に関する研究、トンネル工学研究論文・報告集 第7巻、pp.147～152、1997。
- (2) 赤城 渉、吉塚 守、三谷浩二、城間博通：新しい切羽評価点、トンネル工学研究論文・報告集 第8巻、pp.277～282、1998。
- (3) Bieniawski：Rock Mechanics Design in Mining and Tunneling, BALKEMA, pp.97～136, 1984。
- (4) 吉岡尚也、畑 浩二、道廣一利：新支保パターンとRMRとの関係、トンネルと地下投稿中