

(株)大本組 正員 鈴木昌次
 山口大学工学部 正員 古川浩平
 日本道路公団 日永田雅司
 山口大学工学部 正員 中川浩二

1. はじめに 筆者らは、NATMにおける施工時の工法変更に関する実態調査を行い¹⁾、事前調査時の弾性波速度と土被りをパラメータとした事前設計時の支保パターンに対する補正モデルを提案した²⁾。しかし、上記の研究では補正モデルの実用性が確認されていない点に問題が残された。このことから、本文では先に示した補正モデルを新たな施工実績に対して適用し、提案モデルの有効性を検討する。

2. 補正モデル 補正モデルは事前設計時の支保パターン³⁾を初期設計として、これを補正するものであり、過去の施工実績および事前設計時の弾性波速度と土被りを説明変数とした数量化理論Ⅰ類の結果から構成されたものである。表-1は補正値を各岩種についてマトリックス表示したものである。補正値は支保パターンA、B、C_I、C_{II}、D_I、D_{II}を1～6の階級値に対応させたときの階級変更幅を示す。例えば、初期設計においてBパターンとされた場合に補正値が-2であった場合はC_{II}パターンに変更する。表-1では補正値が小数点以下の値も含めて示されている。支保パターンは段階的に定められており、1ランク単位の補

表-1 補正モデル

	Vp \ H	(*, 20)	[20, 50)	[50, 100)	[100, *)
花崗岩	(*, 4.8]	-0.2	-0.4	-1.1	-0.9
	(4.8, 3.5]	-0.4	-0.7	-1.3	-1.1
	(3.5, 3.0]	0.8	0.6	-0.1	0.1
	(3.0, 2.5]	0.2	-0.1	-0.8	-0.6
	(2.5, *)	0.1	-0.2	-0.9	-0.7
	Vp \ H	(*, 50)	[50, 100)	[100, 200)	[200, *)
粘板岩	(*, 5.0]	-0.7	-1.3	-1.6	-1.8
	(5.0, 3.8]	-0.7	-0.7	-1.0	-1.2
	(3.8, 3.2]	0.3	0.2	-0.1	-0.2
	(3.2, 2.5]	1.3	1.2	0.9	0.8
	(2.5, *)	1.5	1.4	1.1	1.0
	Vp \ H	(*, 20)	[20, 50)	[50, 100)	[100, *)
片岩	(*, 5.0]	-1.2	-1.3	-1.9	-3.0
	(5.0, 3.8]	-0.8	-1.0	-1.6	-2.7
	(3.8, 3.2]	—	—	—	—
	(3.2, 2.5]	—	—	—	—
	(2.5, *)	0.3	0.1	-0.5	-1.6

正がなされるのが通常であろう。しかし、実際には支保パターンに対してロックボルト寸法や本数、吹き付けコンクリート厚さ等の変更を施して実状に合った支保形態が設計されることも少なくない。このことから、小数点以下の数値は補助的な工法変更の必要性を示すものと考えてもよい。例えば、補正値が1.2の場合は明らかに1ランクの補正で良く、1.8の場合は2ランクの補正を要する。1.4～1.6の場合には、2ランクの補正よりも1ランク補正した上で、補助的な補正を加えるほうが現実的と考えられる。表-2は、表-1の補正値を調査トンネル^{1, 2)}での実績データに適用した結果である。ここでは小数点以下の数値を四捨五入し段階的に補正を行っているが、よく改善されていることがわかる。

表-2 調査トンネルでの補正結果

岩種	変更内容	変 更 度 数	
		無補正	補正
花崗岩	下位側変更	105(56%)	66(35%)
	上位側変更	33(17%)	41(22%)
	無変更	51(27%)	82(43%)
	2ランク以上変更	40(21%)	36(19%)
粘板岩	下位側変更	103(68%)	38(25%)
	上位側変更	23(15%)	50(33%)
	無変更	25(17%)	63(42%)
	2ランク以上変更	73(48%)	21(14%)
片岩	下位側変更	104(74%)	37(26%)
	上位側変更	14(10%)	46(33%)
	無変更	22(16%)	57(41%)
	2ランク以上変更	76(54%)	23(16%)

3. 新たなトンネルに対する適用結果 以下では、文献1, 2)における調査の段階では入手されなかった新たなトンネルでの事前設計に対して表-1を適用し、その有効性を調べる。

まず、図-1は花崗岩トンネルでの補正例である。図中の斜線部は在来工法の適用区間である。表-3はトンネル延長距離に対する変更距離を百分率で示したものである。図-1、表-3より、花崗岩トンネルにおいては2ランク以上の変更が減少しているものの、補正の効果はあまり得られていない。これは、設計支保パターン

と施工支保パターンそれぞれの弾性波速度との相関に他岩種ほどの差がないことによる¹⁾。また、火成岩類のような塊状岩体の場合には、堆積岩や変成岩類のような層状岩体に比べて、弾性波の選択的な伝播が少ないことによるものと考えられる。次に、

表-3 補正結果

変更内容	初期設計からの変更(%)			補正後の変更(%)		
	花崗岩	粘板岩	片岩	花崗岩	粘板岩	片岩
下位側変更	47.5	100.0	59.8	23.8	60.5	17.4
上位側変更	18.8	0.0	8.7	45.0	0.0	25.0
無変更	33.8	0.0	31.5	31.3	39.5	57.6
2ランク以上変更	28.8	60.5	30.4	17.5	60.5	5.4

図-2は粘板岩トンネルでの補正例である。対象トンネルの弾性波速度は中間部で4.9～5.2Km/sとなっている。表-1に示した補正指標では5Km/sが補正值の境界となっている。このような場合には地質調査資料等を検討して何れかを選択する必要があるが、ここでは $V_p \geq 5.0\text{Km/s}$ に対する補正指標を用いた結果を示す。図-2、表-3より、粘板岩トンネルにおいては無変更が0%から39.5%にかなり改善されている。しかも、2ランク以上の変更は初期設計からの変更も補正後の変更も表-5においては同率であるが、無修正の場合はA→D₁と3ランクの変更であるのに対して、補正後は、B→D₁と2ランクの変更に縮小されている。このように、粘板岩トンネルに対する改善効果はかなり大きいものと考えられる。最後に、図-3は片岩トンネルでの補正例である。図-3、表-3より、片岩トンネルでは無変更が31.5%から57.6%に増加し、2ランク以上の変更も30.4%から5.4%に減少しており、改善効果が著しいことがわかる。

4. 結 論 本文では、弾性波速度と土被りを用いた支保パターンの補正モデルの実際面での有効性を検討した。この結果、他の地質情報を用いず補正值を四捨五入して段階的に補正するという、やや荒い方法を用いたにも関わらず工法変更の度合はかなり低下しており、提案法がNATMにおける事前設計時の岩盤評価の改善にかなり有効であることが示された。

弾性波速度(Km/S)	3.45	4.3	2.1	4.7	5.2	2.0	5.2	2.2	
土被り厚(m)	h<20	20≤h<50	h≥50			20≤h<50	h<20		
事前設計		C ₁₁	B	C ₁₁	D ₁	C ₁	B	A	B
補正後		C ₁₁	C ₁	D ₁	D ₁₁	C ₁₁	C ₁	B	C ₁
施工		D ₁	C ₁₁	C ₁	B	A	B	C ₁₁	D ₁

図-1 花崗岩トンネルでの補正結果

弾性波速度(Km/S)	2.0	4.9～5.2	2.0
土被り厚(m)	h<50	50≤h<100	h<50
事前設計	C ₁₁	A	C ₁₁
補正後	D ₁	B	D ₁
施工		D ₁	

図-2 粘板岩トンネルでの補正結果

弾性波速度(Km/S)	2.0	4.1	2.2
土被り厚(m)	20≤h<50	50≤h<100	20≤h<50
事前設計	D ₁	C ₁₁	C ₁
補正後	D ₁	C ₁₁	D ₁
施工	D ₁	C ₁	C ₁₁

図-3 片岩トンネルでの補正結果

参考文献 1) 鈴木昌次・古川浩平・井上洋司・中川浩二：NATM施工実績に基づく事前設計の評価に関する一考察、土木学会論文集、第427号／VI-14、pp.261～270、1991.3 2) 鈴木昌次・古川浩平・日永田雅司・中川浩二：NATMにおける事前設計の改善方法に関する一考察、平成4年度土木学会中四支部研究発表会講概集、1992.5（投稿中） 3) 日本道路公団：設計要領第三集第9編トンネル、pp.79、1985.10