

トンネル施工実績からみた事前設計における弾性波速度の評価に関する一考察

岡山県	正会員	三宅和志
日本道路公団試験研究所	正会員	赤木 渉
山口大学大学院	正会員	保岡哲治
山口大学工学部	正会員	河原幸弘 中川浩二

1. はじめに

山岳トンネルの計画は、事前の調査・設計において地中深部の地山の情報を精度良く捉えることが重要であり、調査結果と過去の実例等から総合的に評価する必要がある。ところが調査精度の限界や経済的な理由などから十分に地山の状態を推定することが困難であり、設計時と施工時の支保選定が一致しない場合が多く見られるのが現状である。このことから、事前設計と施工実績を比較した報告¹⁾²⁾より支保設計の信頼性向上について検討が行われている。

本報告は、既往の研究¹⁾²⁾を踏まえ日本道路公団（以下JHという）が発注した58トンネルのデータ（6岩種、切羽観察記録数：17,000枚、総延長：約64,000m）を集積し、事前に測定される弾性波速度が岩種の違いによってどの程度地山を捉えているか評価を行った。ここでは、トンネル区間に分布する代表岩種として片岩、粘板岩、花崗岩、凝灰角礫岩、砂岩頁岩、泥岩の6岩種に分類した。

表-1 切羽観察項目

項目	評価内容
A	切羽の状態
B	素掘り面の状態
C	圧縮強度
D	風化変質
E	割れ目の頻度
F	割れ目の状態
G	割れ目の形態
H	湧水
I	水による劣化

2. 弾性波速度による地山の推定度の評価方法

事前の弾性波速度による地山評価と施工実績の切羽観察記録との比較を行い地山の推定度について評価を行った。施工実績の評価に対応させるものとして、表-1に示す切羽観察項目毎に整理を行うものとした。ここでは、弾性波速度と圧縮強度に関して関連がある³⁾ことから強度に関する項目として、圧縮強度（C項目）および風化変質（D項目）に着目し、表-2の弾性波速度による地山の評価表を作成した。表-3に岩

表-2 地山分類表に基づき設定した地山の評価表

タイプ	弾性波速度 (Vp,km/s)	切羽観察項目:C, D項目			備考
		圧縮強度 :C	風化変質 :D	C+D値 の合計	
I	5.0~	1~2	1~2	2~4	A
II	4.9~				
III	3.5~				
I	3.8~5.0	2~3	2	4~5	B
II	3.6~4.9				
III	3.0~3.5				
I	3.3~3.8	2~3	2~3	4~6	C I C II
II	3.1~3.6				
III	2.0~3.0				
I	2.6~3.3	3	3~4	6~7	D I
II	2.6~3.1				
III	1.5~2.0				
I	~2.6	3~4	4	7~8	D II E
II	~2.6				
III	~1.5				

表-3 岩種による分類

タイプ	岩種
I	片岩(a岩種), 粘板岩(b岩種)
II	花崗岩(c岩種)
III	凝灰角礫岩, 砂岩頁岩, 泥岩(d岩種)

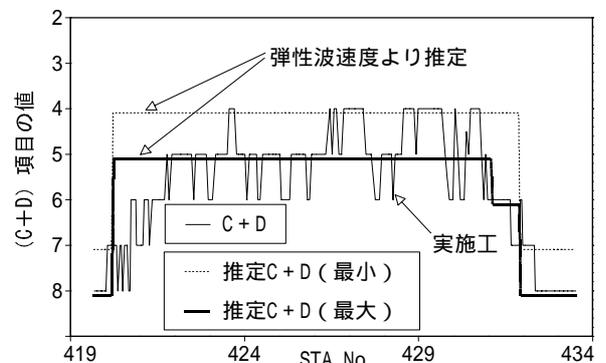


図-1 弾性波速度による推定と実切羽の比較

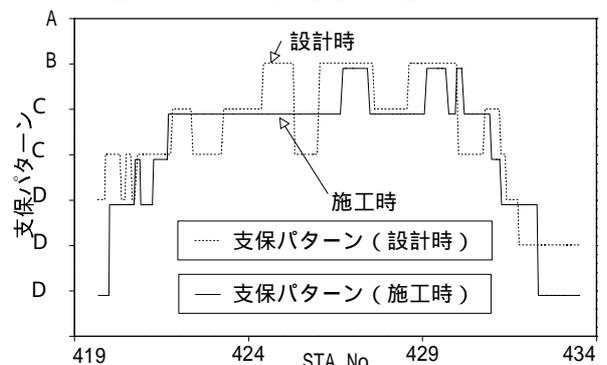


図-2 設計時と施工時の支保パターンの比較

キーワード：岩盤評価，トンネル，弾性波速度，岩盤分類，施工実績，事前設計

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部 TEL:0836-22-9722 FAX:0836-35-9429

種毎のタイプを示す。図 - 1 に表 - 2 から求められる事前弾性波速度の推定 (C + D) の最大値と最小値および切羽観察記録の (C + D) 値の比較を示す。この図において地山の推定度は、事前弾性波速度から求められる推定 (C + D) 値の範囲内に切羽観察記録の (C + D) 値が該当する場合を一致とした。図 - 2 に設計時と施工時の支保パターンを示す。

3. 土被り厚からみた地山の評価

図 - 3 に土被り厚からみた岩種毎の地山の推定度を示す。ここで、推定度とは先述した事前弾性波からの (C + D) 値と切羽観察記録の (C + D) 値が一致した率を表す。

この図から、岩種によって以下の傾向を示す。

(1) 花崗岩では、土被りが 50m まで推定度は減少しさらに土被りが厚くなると推定度は上昇する。

(2) 片岩、砂岩頁岩は、土被りが厚くなる程、推定度は低下する。

(3) 粘板岩は、土被りが 50m 付近で 40% 程度に下がり土被り 80m 付近で推定度が約 70% と上昇する。

(4) 凝灰角礫岩は、土被りに関わらず推定度は一様である。

(5) 泥岩では、全体的に推定度は高く表れるが、坑口部では逆に極端に推定度が低下する。

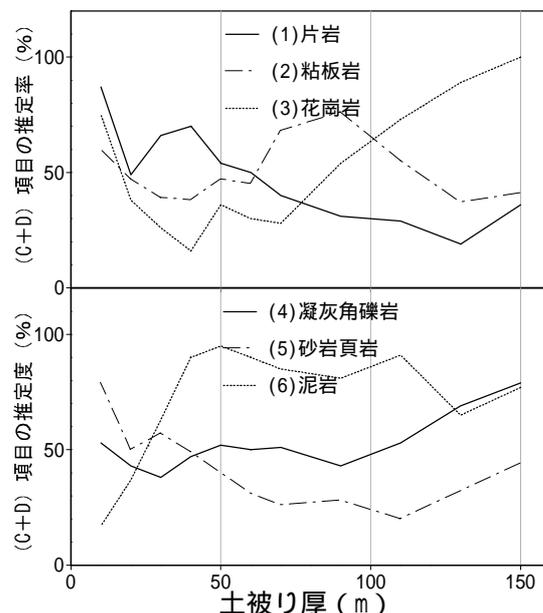


図-3 土被り厚からみた弾性波速度の推定度

4. 段階的なデータの抽出による支保パターンの一致率

先述した (C + D) 項目で推定度の一致したデータの抽出を行い、同様に地山の評価に影響すると考えられる (E + F) 項目とそれ程影響しないと考えられる (H + I) 項目について段階的にデータの抽出を行い、支保パターンの一一致率の整理を行った。その結果を図 - 4 に示す。

この図から以下のことが示される。

(1) 片岩、粘板岩、砂岩頁岩、泥岩においては、(E + F) 項目によりさらなる支保パターン一致率の向上が示された。

(2) 全岩種において (H + I) 項目からは、支保パターンの一一致率の向上は示されない。

(3) 凝灰角礫岩では、データの抽出を行っても全体的に支保パターンが一致する割合は、約 40% 程度である。

5. おわりに

本報告は、事前の弾性波速度からの地山評価と実施工の切羽観察記録を比較することにより地山の推定度の評価を行い、岩種毎にその傾向が異なることが示された。

今後、各岩種において地山の推定精度をさらに向上するための適切な調査計画について提案する必要があると考える。

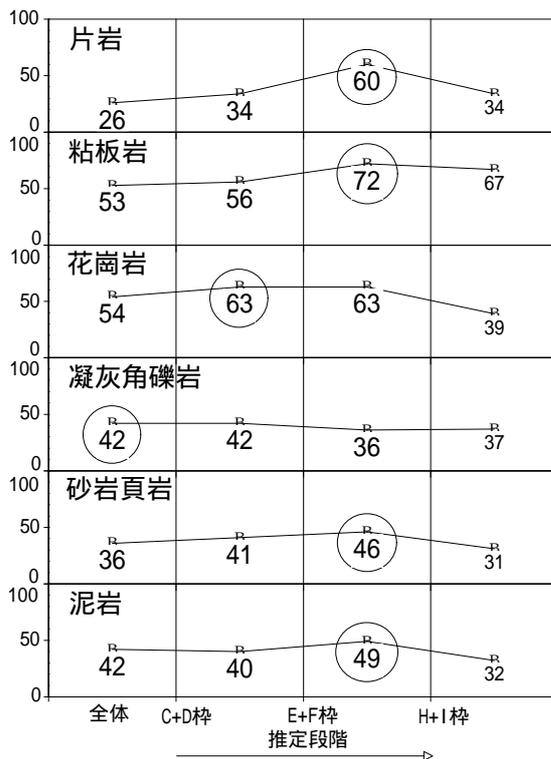


図-4 段階別支保パターン一致率 (%)

(参考文献)

- 1) 鈴木ら：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/ -14(報告)，1991 年 3 月
- 2) (社)日本トンネル技術協会：トンネル地山の評価手法に関する調査研究報告書，1995 年 3 月
- 3) 三木幸蔵：岩盤力学入門，pp.193 ~ 196，1986 年 11 月