

押出し性地山の強度評価方法に関する考察

中日本高速道路(株)南アルプス工事事務所 正会員 佐藤 淳
 清水建設(株)関東支店土木部 正会員○谷村 浩輔
 清水建設(株)地下空間統括部 正会員 楠本 太

1. はじめに

地山強度比が1を下まわる押出し性地山では、地山強度比 cf から土圧 P_0 を想定、厚肉円筒理論を用いて必要支保耐荷力を算定、これを参考にして早期閉合トンネルを設計し、全断面早期閉合工法を採用して、計測管理のもと施工を確実にしている。この施工方法では、早期閉合トンネルの基本パラメータの地山強度比 cf を、切羽観察で評価し、早期閉合パターンを選択することにしており、このための地山強度 qu を高精度に試験、評価することが求められている。このことから、全断面早期閉合の切羽観察に弾性波速度測定を追加し、これを用いて粘土質と破碎質地山の強度を評価、推定した。その結果、弾性波速度と早期閉合トンネルパラメータの対応、トンネル挙動との関係が得られた。

2. トンネル概要

中部横断自動車道八之尻トンネルでは、 cf が0.5を下まわる押出し性地山の出現が予想されたので、早期閉合トンネルを設計し、切羽観察で cf を評価、計測工で安定性を

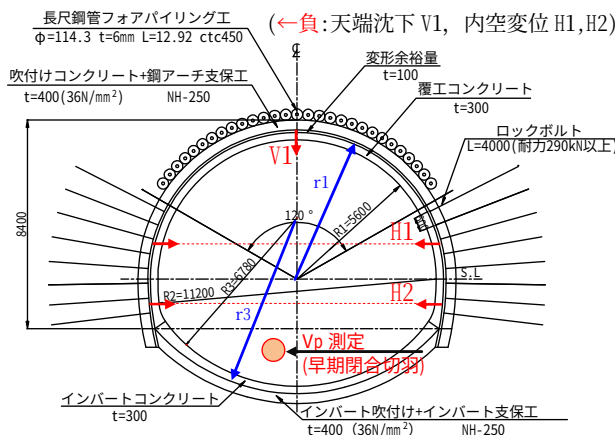


図-1 Ec10 構造概要 (r3/r1=1.2)

表-1 早期閉合トンネル構造諸元

早期閉合パターン名	Ec1	Ec9	Ec10
想定地山強度比 cf (-)	0.3	0.1	<0.1
一掘進長(m)	1.00	1.00	
変形余裕量(cm)	10	10	
トンネル支保構造	吹付け厚(cm)	30	40
	圧縮強度(N/mm², 28d)	36	36
	吹付け補強	—	—
	鋼アーチ支保工	NH200	NH250
	ロックボルト耐力	170kN	290kN
早期閉合構造	ロックボルト本数	L=4m(16/8本)	
	早期閉合部材	上下半と同様	
	構造半径比(r3/r1)	1.5	1.5
覆工	早期閉合距離 Lf(m)	6	3~4
	巻厚	30cm(全周)	
	設計基準強度, 補強	30N/mm², SFRC(0.5%Vol)	

確認しながら施工した(表-1). 計測工A測点と早期閉合切羽で実施する簡易弾性波測定¹⁾位置は図-1に示す。

3. 地山強度推定

粘土質地山の一軸圧縮強度 qu (N/mm²) は、針貫入試験(pe)で求める。応力解放された破碎質地山では、切羽で地山の弾性波速度 (V_p , km/s) を測定、これから割れ目指数を $k=V_p/V_L$ で算定、 $qu=k^2 \times qu'$ で換算²⁾する(図-1, 図-2)。 V_L は応力解放以前の泥岩の弾性波速度で $V_L=2$ km/s, qu' は点載荷試験からの岩石強度である。

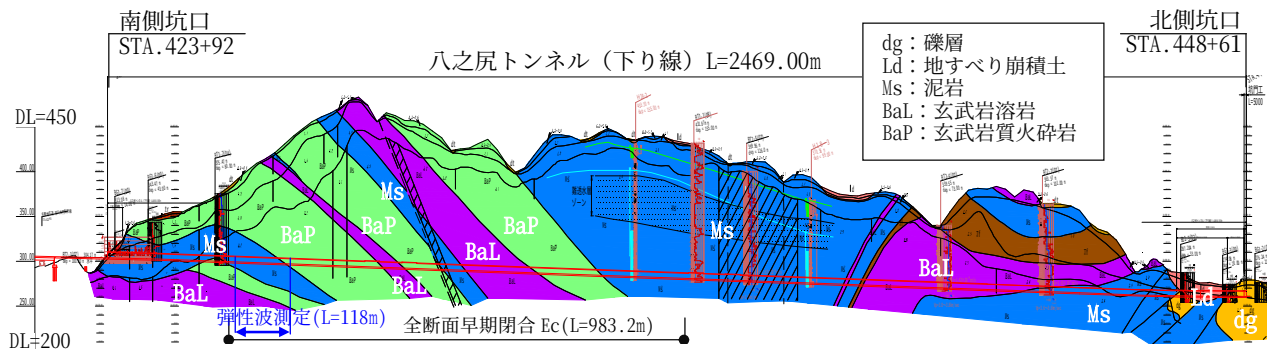


図-2 地質縦断面図

キーワード：押出し性地山、全断面早期閉合工法、地山強度比、弾性波速度、割れ目指数

連絡先：東京都中央区京橋2丁目16-1, Tel.03-3561-3887, Fax.03-3561-8672

4. 測定データと考察

測定データから、以下のことがわかる。

(1)全断面切羽の針貫入試験からの qu は、 V_p が 0.6km/s を境にして、 $0.3\sim 0.5\text{N/mm}^2$ と $1.0\sim 1.3\text{N/mm}^2$ に大別される。

(2)早期閉合切羽では、針貫入試験の qu と割れ目指数からの地山強度の換算値は、同様の傾向を示しており、 V_p が 0.8km/s 以下の破碎質地山の強度推定に有効である(図-4)。

(3)岩石強度 qu' と V_p の相関はみられず、 qu' は $10\sim 15\text{N/mm}^2$ である。割れ目指数からの k^2 で換算すると、 V_p に対応する地山強度 qu が推定可能である(図-5)。

(4)トンネル変位は、全断面早期閉合によりトンネルの安定が確保されているので、 V_p との相関はみられなく、地山性状で決まる。

(5) V_p が 0.6km/s 以下では、切羽評価点は2を下まわり Ec10 の施工である。 V_p が 0.6km/s 以上では7~10 となり、Ec1 の施工である。

(6)Ec10の弾性波速度 V_p の平均値は 0.4km/s 、地山強度比 cf は 0.18 であり、土圧想定地の山強度比 cf と同程度である(図-8)。

5. まとめ

弾性波速度が 1km/s 以下の低強度地山の強度推定方法として、岩石強度を割れ目指数で補正する方法の有効性が示され、早期閉合パターンとの対応で確認した。今後は、土圧の土被り相当高と地山強度比からの地山強度、限界ひずみ法による岩盤強度推定などで照査する。

1)池田正晃，真下英人，宮川順一：トンネル切羽における簡易弾性波の現場計測試験，第51回年次学術講演会，JSCE，III，1996。

2)道路トンネル技術基準(構造編)・同解説，社団法人日本道路協会，p.84，平成15年。

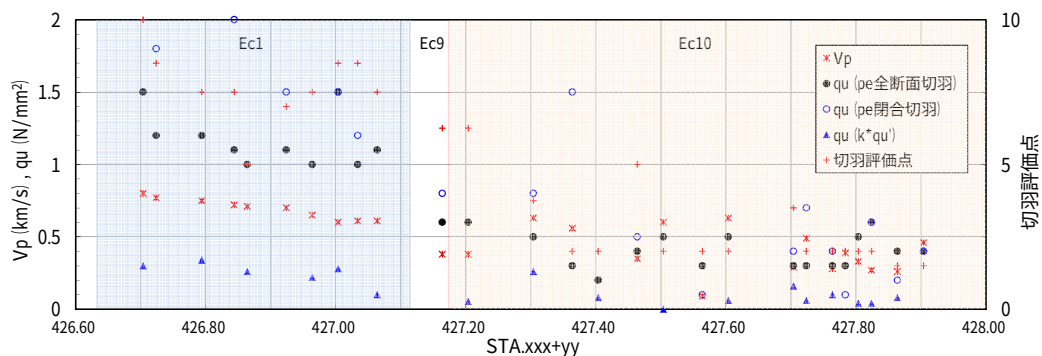


図-3 弾性波速度 V_p ・地山強度 qu ・切羽評価点

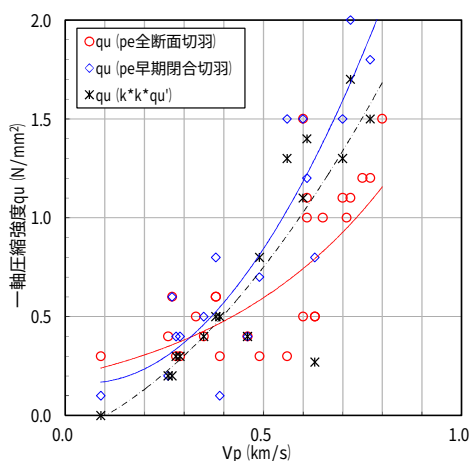


図-4 V_p と qu

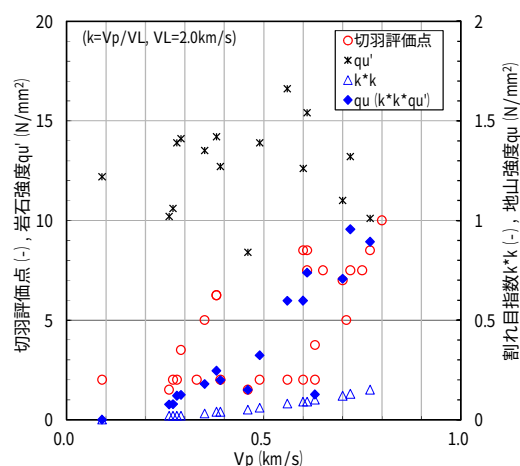


図-5 V_p と破碎質地山強度

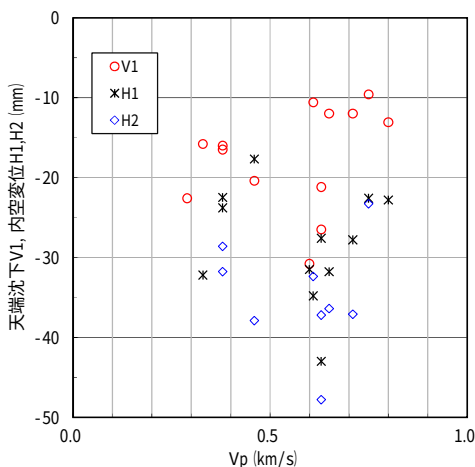


図-6 V_p とトンネル変位

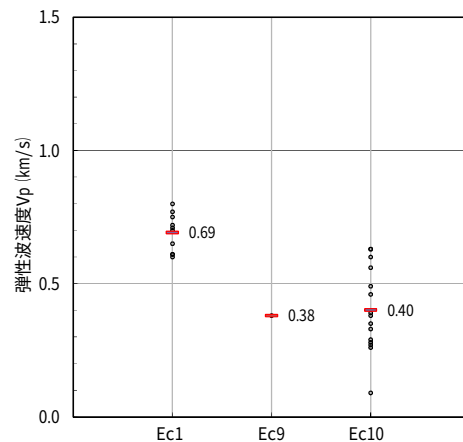


図-7 早期閉合パターンと V_p

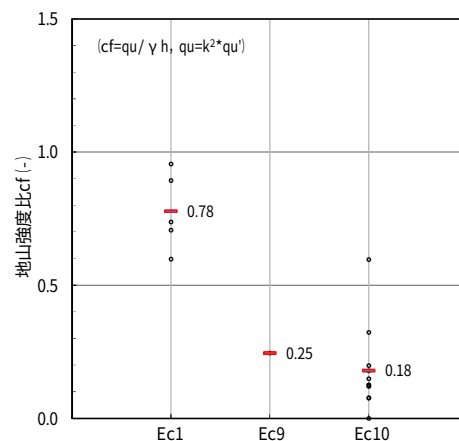


図-8 早期閉合パターンと Cf