

双設大断面トンネル掘削時の大規模断層破碎帯の挙動特性

清水・熊谷・竹中土木共同企業体
日本道路公団静岡建設局富士工事事務所
清水建設（株）土木技術本部技術第二部

正会員 上岡 真也
川俣 和久
正会員 楠本 太

1. はじめに

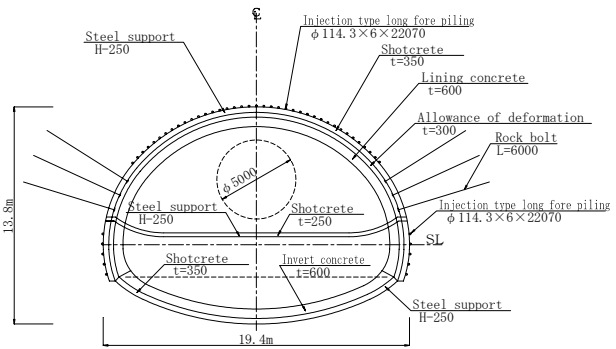
第二東名高速道路富士川トンネルは、延長約 4,500m の長大トンネルである。トンネルの中央付近に、地山強度比が 0.3 ～0.7 の入山断層破碎帯が分布し、強度不足による押出し性地山である。このような大規模断層破碎帯を貫く双設大断面トンネルの力学的安定のカギは、断層破碎帯の挙動特性とともに不明であったので、高耐力、高剛性仕様のトンネル支保構造体を設計し、計測工 A, B による動態計測のもと、早期断面閉合掘削方法で施工した。その結果、双設大断面トンネルの挙動特性とともに断層破碎帯の挙動特性が明らかになったので報告する。

2. 地質概要

入山断層破碎帯は、上り線で 69m、下り線で 108m の規模で分布する。破碎質で脆弱な粗粒粘土に挟まれた約 20～30m 幅の細粒粘土は、鏡肌を呈し、走向 N15～35° W で、上り線と下り線を横切る。双設トンネルの離隔は、トンネル中心で約 55m である。

3. 支保構造仕様

入山断層破碎帯粘土は、軟質、脆弱であるので、「高強度鋼繊維補強吹付けコンクリートと高耐力鋼アーチ支保工を主要支保部材とし、周辺地山強度と背面地圧に見合う高耐力、高剛性仕様の支保構造体とする」、「Cycle3-6-12 方式の早期断面閉合掘削方法の採用により、支保の軸力閉構造化を図り、保有耐力の早期発現と掘削影響域の深部進展の抑制により、不安定地山を安定化させる」は、トンネル設計・施工の基本とした。



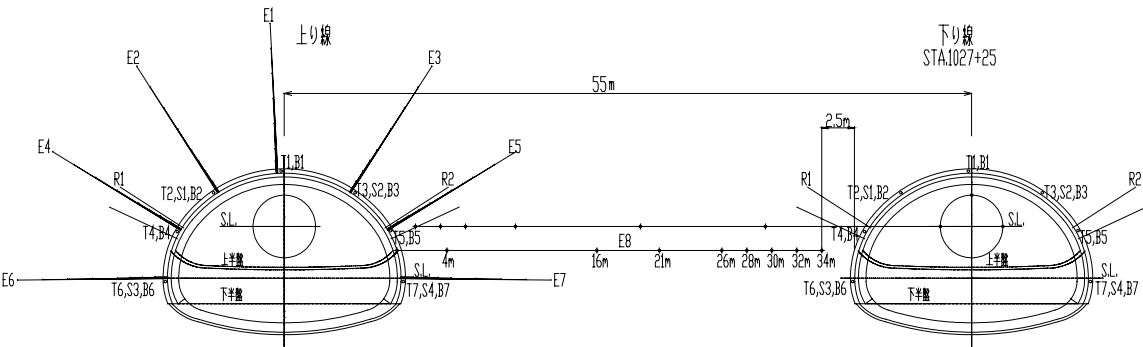
図－1 支保構造概要

表－1 支保構造仕様

断面区分		DⅡ-K-P	E-K1-P	E-K-P
地質性状		破碎質	粘土質（後行）	粘土質（先行）
1 掘進長		1.00m	0.75m	
変形余裕量		30cm	15cm	30cm
支保	吹付け厚（強度）	35cm	50cm	35cm
		(36N/mm ²), SFRS (1%)		
	鋼アーチ支保工	HH-250 (SS590)		
	ロックボルト本数	上半 6 本 (L=6m) 290kN		
長尺鋼管フォアパイルリング		上半 39 本、下半 10 本、L=22.07m、 φ114.3×6		

4. 計測概要

支保構造仕様の検証と次施工の判断のための挙動特性把握を目的として、自動追尾機能を有する三次元自動



図－2 計測工B計器配置概要

測量・計測システムの PaM-Net を用いて、吹付けコンクリート表面に取付けた測点の鉛直・水平方向絶対変位を 6～12 時間毎に、自動測定する。この計測断面は、トンネル進行方向 5m 間隔に設け、1 断面当りの測点数は 7 点である。先行掘削した上り線側は、下り線の掘削影響を把握するために、計測工 A, B は継続した。

キーワード：双設トンネル、断層破碎帯、先行変位率、トラベルパス、グラントアーチ

連絡先：清水建設株式会社土木技術本部技術第二部 Tel. 03-5441-0566、Fax. 03-5441-0510

5. トンネル周辺地山の挙動特性

下り線掘削に先行して、上り線 STA. 1027+25 (粗粒粘土) と STA. 1027+72 (細粒粘土) の2箇所に設置した $L=32\text{m}$ の地中変位データから、下り線周辺地山の挙動特性として、以下のことが分かった。

(1) 下り線深度 2.5m～8.5m間の区間ひずみは、最大約 0.3%の伸びひずみを受ける。この以深では、下り線掘削面から 36.5m 離れていても、約 0.1%の伸びひずみを受ける。

(2) 上り線内の計器口元の絶対水平変位量は、STA. 1027+25 は 1.7mm 上り線内空側に変位し、STA. 1027+72 は 4mm 下り線側に変位する。これから、下り線上半脚部の深度 2.5m 位置の絶対水平変位は、両測点ともに 39mm、下り線側に変位する。

(3) 断面閉合時の最終水平変位に対する比は、粗粒粘土は 0.73～0.78、細粒粘土は 0.62～0.65 となり、水平方向先行挙動は粗粒粘土の方が大きい。

(4) 下り線 STA. 1027+75 の変位トラベルスから、上半右脚部の絶対水平変位は、上り線側の上半左脚部のものより大きく上り線側に変位する。上り線 STA. 1027+92 の変位トラベルスから、上半左脚部の絶対水平変位は、下り線側の上半右脚部のものより大きく下り線側に変位する。

以上のことから、この断層破碎帯区間では、後行下り線掘削時に、先行上り線を包含するグラントアーチが形成され、これに直交する方向に変位が生じたことが分かる。

6. 入山断層の挙動特性

下り線掘削にともなう上り線測点の水平方向絶対変位量は、図-5に示す。これから分かるように、トンネル変位の三次元自動計測を行うことにより、地質構造に起因する明らかに不連続なトンネル変形挙動特性が検出され、入山断層位置は特定できた。また、グラント

アーチは、この断層面の影響を受けながら、上り線、下り線を包含して形成されることが明らかになった。

7. まとめ

双設大断面トンネルの力学的安定のメカニズムと大規模断層破碎帯の挙動特性が明らかになった。今後は、これらの挙動特性を、数値解析的手法を用いてシミュレーションし、力学モデルを構築する予定である。

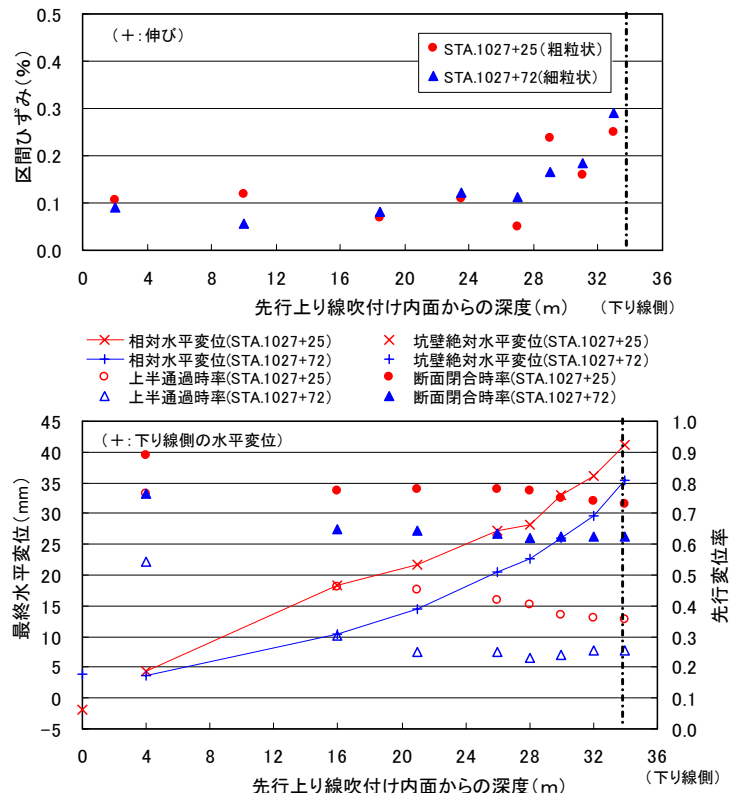


図-3 トンネル間地山内水平変位と地中ひずみ

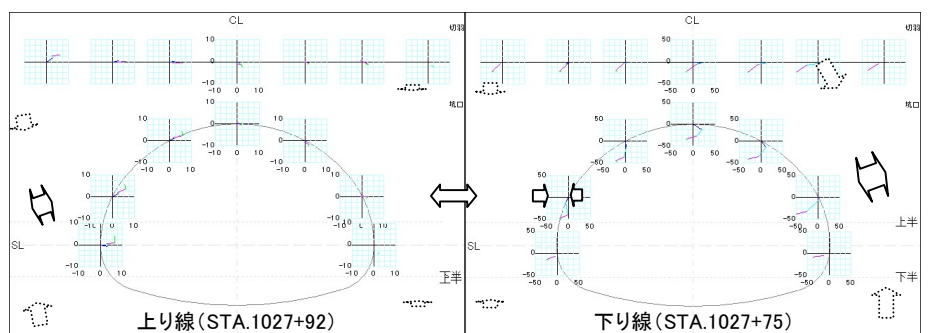


図-4 変位トラベルス($L=32\text{m}$ 地中変位測線両端位置の計測断面)

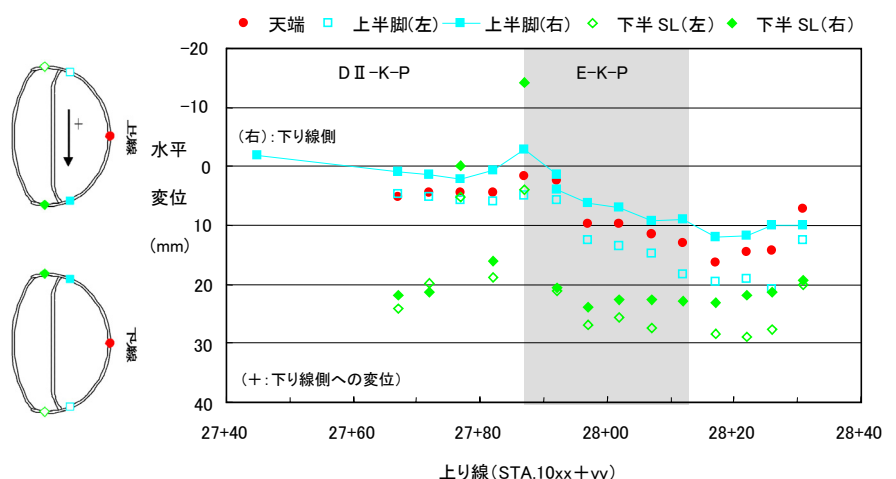


図-5 上り線絶対水平変位分布(下り線掘削影響)