

大規模断層破砕帯を貫く大断面拡幅トunnelの力学特性

日本道路公団静岡建設局富士工事事務所 正会員 恩田 雅也
清水・熊谷・竹中土木共同企業体 八木 一浩
清水建設（株）土木事業本部技術第二部 正会員 楠本 太

1. はじめに

第二東名高速道路富士川Tunnelは、延長約 4,500mの長大Tunnelであるので、TBM 導坑先進拡幅掘削工法を採用した。Tunnelの中央付近には、入山断層破砕帯が分布し、強度不足による押し出し性地山である。先行掘削した上り線では、設計強度レベルの高い支保部材軸応力が生じたが、Tunnel支保構造系は安定化できた¹⁾。後行下り線の掘削では、先行Tunnelの力学特性を考慮し、Tunnel支保構造仕様を修正し、施工した。その結果、後行Tunnel支保構造系の力学特性とともに先行Tunnelへの掘削影響が明らかになったので報告する。

2. 後行Tunnel支保構造仕様

入山断層破砕帯粘土の変形能は高く、地山強度比は0.3～0.7の押し出し性地山で軟質、脆弱であるので、「鋼繊維補強高強度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剛性と耐力を有する剛な支保構造体とする」、「早期断面閉合による支保の軸力閉構造化により、保有耐力の早期発現と掘削影響域の深部進展を抑制することにより、不安定地山を安定化させる」は、上り線と同様であるが、後行下り線では、上り線掘削により応力再配分を受けているのと、上り線での力学特性を反映させると、後行下り線粘土質区間は、E-K1-Pのように修正した。

3. 計測概要

支保構造仕様の検証と次施工の判断に資するTunnel挙動特性の把握を目的として、支保部材応力測定の下り線計測工Bは、下り線TBM導坑鋼製ラゲが上半掘削時に変

状した破砕質D区間のSTA.1027+10、TBM導坑掘削時に鋼製ラゲが変状・座屈した粘土質E区間のSTA.1027+25、上り線掘削

時に下り線

TBM導坑鋼

製ラゲが座屈

した粘土質

E区間

STA.1027+75

の3断面で

実施した。また、先行掘削

した上り線側では、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Tunnel、大断面Tunnel、断層破砕帯、押し出し性地山、断面閉合

連絡先：第二東名高速道路富士川Tunnel西（その3）工事共同企業体 Tel.0544-65-0810、Fax.0544-65-0885

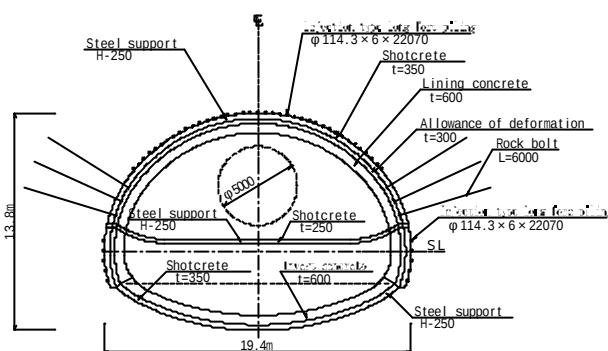


図 - 1 支保構造概念

表 - 1 下り線支保構造仕様

断面区分	D -K-P	E-K1-P
断面幅	72m	36m
1掘進長	1.00m	0.75m
変形余裕量	30cm	15cm
支保	吹付け厚（強度）	35cm (36N/mm ²), SFRS(1%)
	鋼アーチ支保工	H-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	上半39本、下半10本 L=22.07m、φ114.7×6	

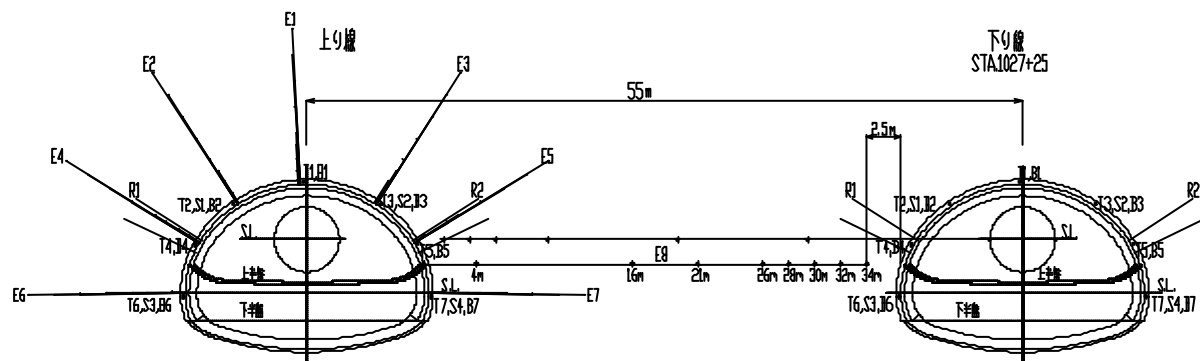


図 - 2 計測工B計器配置概要

4. 計測結果と考察

計測データは、下り線入山断層破碎帯での断面閉合が完了し、上半切羽が27m進行した時点のものである。この計測データから、以下のことが言える。

(1) 粘土質E区間 STA.1027+25 の吹付けコンクリート軸応力は、最大値となり、上半掘削時に 24N/mm^2 の圧縮力が作用する。断面閉合時に、約 $1/3$ に除荷されたが、切羽進行とともに回復し、インバート閉合後2ヶ月が過ぎても不安定に増加する。

(2) 吹付けコンクリート軸応力の最大値は、粘土質E区間の上半左脚部に生じ、約 21N/mm^2 の圧縮である。ここでの上半断面の平均値は、約 17N/mm^2 であり、圧縮強度の約50%の応力レベルである。吹付け厚がEより薄い破碎質D区間では、約 12N/mm^2 と小さく、圧縮強度の約30%の応力レベルである。

(3) 鋼アーチ支保工軸力の最大値は、破碎質D区間で発生し、約 290kN の圧縮である。粘土質E区間では、 230kN と 135kN であり、STA.1027+25の方が大きい。

(4) トンネル支保部材全作用外力に対する吹付けコンクリートの負担比率は、吹付け厚35cmの破碎質Dで約60%、吹付け厚50cmの粘土質Eで70~80%であり、粘土質の方が高い。

(5) 下り線掘削による先行上り線への掘削影響では、上り線主要支保部材の増分軸力は、吹付けコンクリートで約1.0~1.4倍、鋼アーチ支保工では1.1~1.3倍に増加する。

5. まとめ

2003年9月15日より下り線入山断層破碎帯の掘削を開始し、2004年3月25日に断面閉合を完了した。

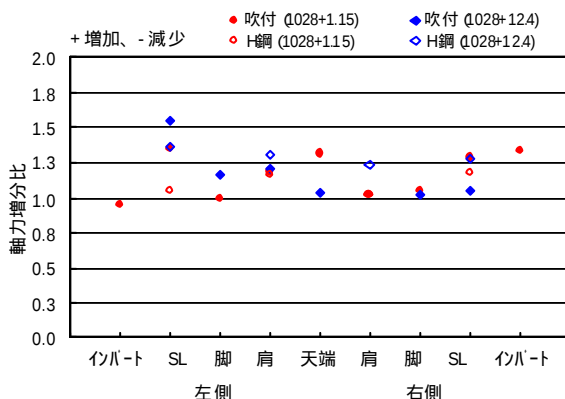


図 - 6 上り線への掘削影響

現時点、計測データは微増しているが、トンネル支保構造系の力学的安定は確保できた。今後は、計測を継続しながら、数値解析的な評価を加え、大規模断層破碎帯での双設トンネルの力学特性としてとりまとめる予定である。

(参考文献)

1) 小林隆幸ほか、大規模断層破碎帯をTBM先進導坑で突破、トンネルと地下、pp25~35、3月号、2004年。

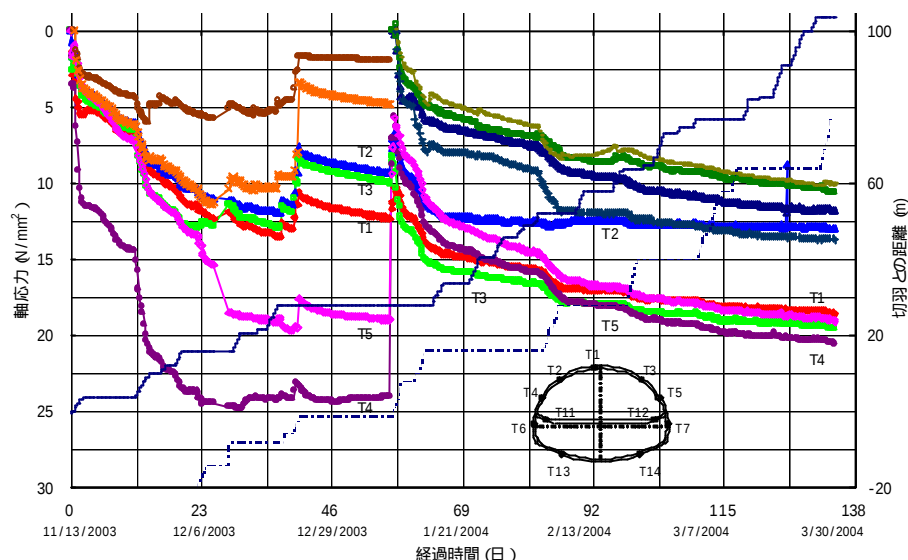


図 - 3 吹付けコンクリート軸応力経日変化 (粘土質E区間 STA.1027+25)

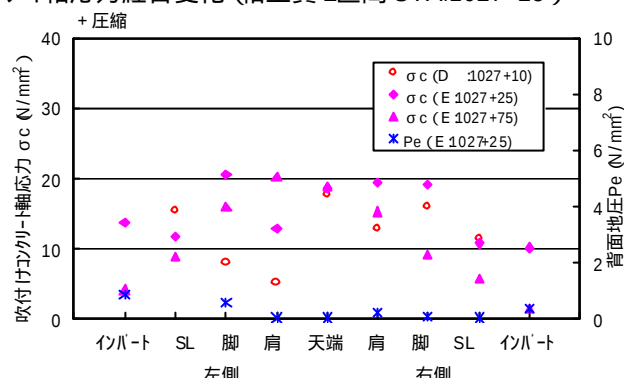


図 - 4 吹付けコンクリート軸応力と背面地圧

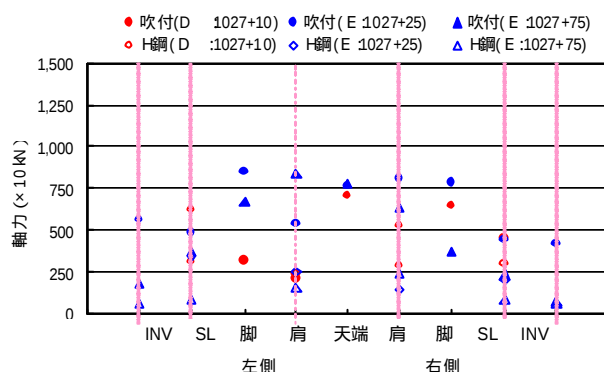


図 - 5 支保部材に作用する軸力

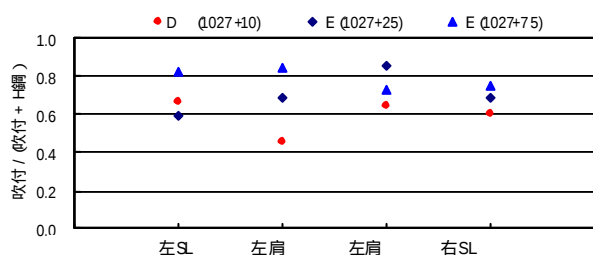


図 - 7 吹付けコンクリート分担率