

入山断層破碎帯粘土部の TBM 導坑挙動特性

日本道路公団静岡建設局富士工事事務所 小林 隆幸  
 日本道路公団静岡建設局富士工事事務所 正会員 佐藤 淳  
 清水・熊谷・竹中土木共同企業体 正会員 水戸 聡

1. はじめに

富士川トンネルは、第二東名高速道路の富士 IC～清水 IC 間に位置し、上り線延長 4,520m、下り線延長 4,434 m の長大トンネルである。このため、TBM 導坑先進拡幅掘削工法が採用されている。現在、φ5.0m TBM 導坑は、上り線・下り線ともに、入山断層破碎帯粘土区間を無事通過し、掘削を完了している。この断層破碎帯粘土部は、地山強度比は 0.3～0.7 と低く、押出し性を有する特殊地山であることから計測工は継続しており、後行上り線 TBM の掘削影響が先行下り線 TBM 導坑に顕著に現れ、その挙動特性が明らかとなったので報告する。

2. 入山断層破碎帯概要

入山断層破碎帯は、本坑下り線内の TBM 発進坑口より 1,465m 位置の STA. 1027+00 付近より出現し、延長約 100m におよぶ。上り線側では、STA. 1027+65 付近より出現し、延長約 60m におよぶ。ここでの地質は、軟質、脆弱で、緑色の鏡肌をなし、岩石試料での一軸圧縮強度は 0.07～1.87N/mm<sup>2</sup> である。切羽湧水はない。土被り厚は約 250～300m である。

3. 支保構造と TBM 掘進工程

鋼製ラゲを使用するので、ダブルシールドタイプ TBM を採用した。支保構造は、シールドジャッキ推進反力が取れる全周鋼製ラゲとし、外径 φ4,700mm、主桁高 150mm、板厚 12mm、ラゲ幅 1.0 m で、4 種 6 ピースに分割した。鋼製ラゲの構造設計では、Terzaghi の緩み荷重を作用外力とし、トンネル掘削径の 5 m を緩み高さとした。この区間の TBM 掘進工程は、下り線が先行し、

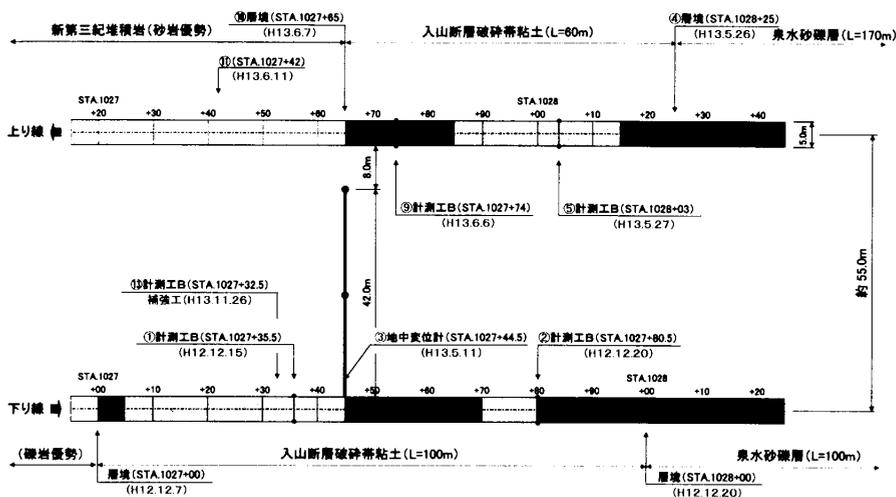


図-1 TBM 切羽進行と計測開始日

平成 12 年 12 月 7 日～平成 12 年 12 月 20 日である。下り線から約 55m 離れた上り線 TBM 導坑の掘削は、東側から西坑口に向かっての他工事東工事の掘削であり、平成 13 年 5 月 26 日～平成 13 年 6 月 7 日である。

4. 下り線 TBM 導坑への掘削影響

小型ひずみ計による鋼製ラゲ主桁に作用する鋼製ラゲ周方向軸応力は、鋼製ラゲ背面土圧とともに、1 回/hr または 1 回/3 日の頻度で、自動測定した。下り線 STA. 1027+35.5 での測定結果から、次のことがいえる。

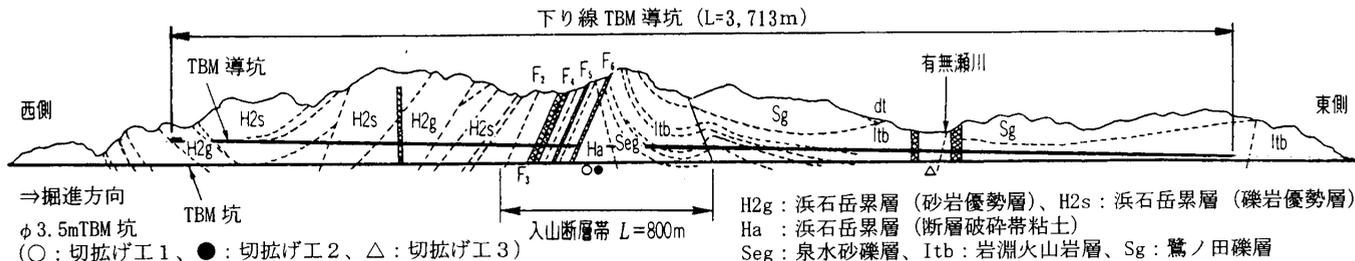


図-2 地質縦断図

キーワード：入山断層帯、断層破碎帯粘土、押出し性、挙動特性、掘削影響

連絡先：第二東名高速道路富士川トンネル西（その 2）工事共同企業体 Tel.0544-65-0810、Fax.0544-65-0885

①天端部では、鋼製ライゲ設置後 10 日間で、230kN の軸方向圧縮力を受ける。その後も徐々に増加し、約 12 ヶ月後に収束傾向を示し、約 550kN で安定する。  
 ②右 SL 部では、上り線 TBM 導坑の掘削影響は約 5.5 ヶ月後より現れる。その約 12 ヶ月後に、収束傾向を示し、約 245kN の軸方向圧縮力状態で安定する。  
 ③左 SL 部では、鋼製ライゲ設置約 5.6 ヶ月後の 6 月 5 日までは徐々に増加し、約 270kN の軸方向圧縮力となる。上り線 TBM 導坑が計測断面位置の手前約 30m 地点を通過する 6 月 5 日から 6 月 15 日にかけて、上り線 TBM 導坑の明らかな掘削影響が現れはじめ、軸方向圧縮力は除荷され、約 180kN になる。その後は徐々に増加し、約 14 ヶ月後は約 255kN の軸方向圧縮力となり、上り線 TBM 導坑の掘削影響を受ける以前の軸力値に戻りながら右 SL 部と同等レベルになる。  
 ④ダブルシールドタイプ TBM では、鋼製ライゲ設置位置は、切羽より約 2 倍の掘削径後方となるので、掘削外力の再配分はほぼ終了したと推定できるが、鋼製ライゲ作用周方向軸力などは「12 ヶ月以上の長期間にわたって増加する」、「TBM 導坑間は約 55m 離れているが明らかな掘削影響が現れる」から、掘削影響域は掘削径の 10 倍以上におよぶ。

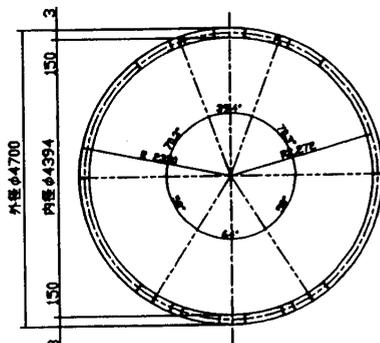


図-3 鋼製ライゲ姿図

5. TBM 導坑間の挙動特性

下り線 TBM 導坑内より上り線に向けて、長さ 42m の地中変位計を設置した。これにより、次の知見をえた。

①下り線 TBM 導坑掘削面に設けている計測の不動点は、内側側に変位するので、下り線 TBM 導坑周辺地山は約 0.1% の伸びひずみとなる。

② 深度 0~14m 間ひずみは、上り線 TBM 導坑が計測断面位置通過の約 3 ヶ月後に、一度、収束したようである。H13 年 11 月 6 日に、10m 離れた変状箇所鋼製ライゲは補強した。これ以降は、微増する。

③深度 42~40m 間の区間ひずみは、上り線 TBM 導坑が計測断面位置通過後約 1 ヶ月間は、上り線 TBM 導坑の掘削影響を大きく受け、約 0.2% の伸びひずみとなる。その内側では、約 0.1% の縮みとなり、伸びと縮みが交互に現れる。

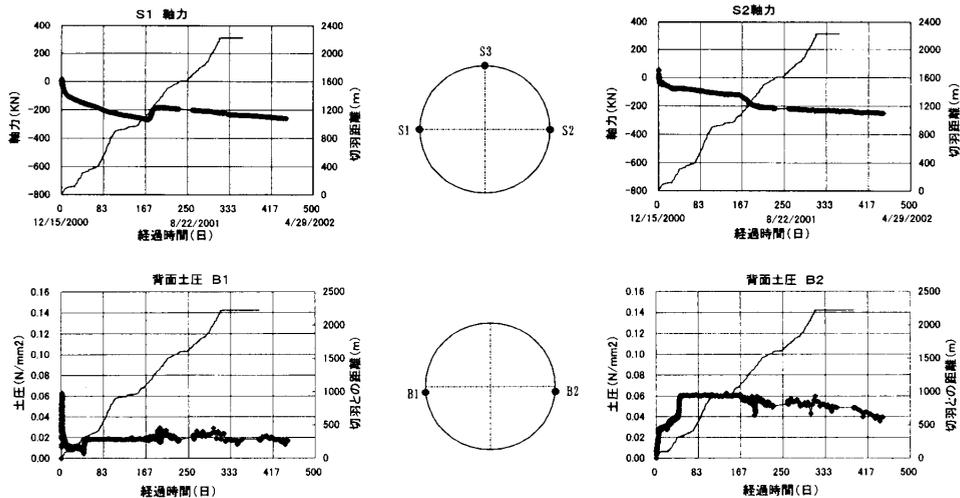


図-4 鋼製ライゲ周方向軸力と背面土圧 (STA. 1027+80)

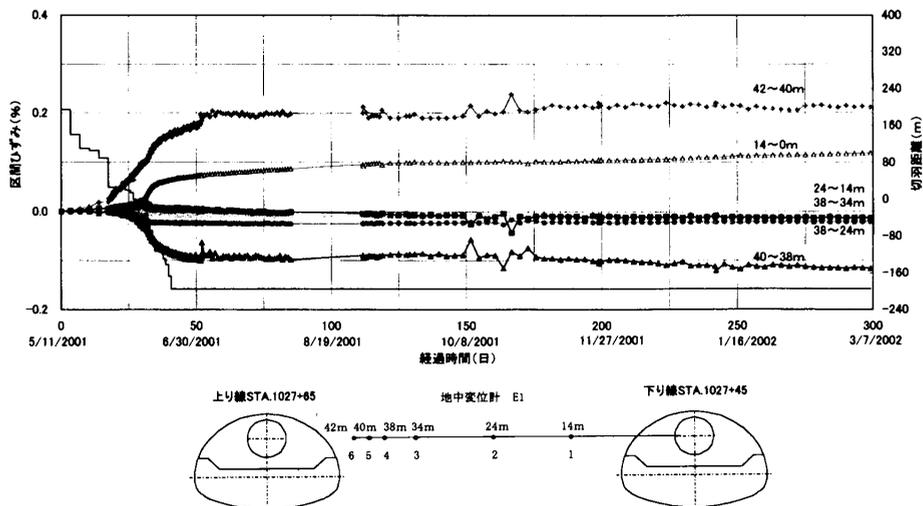


図-5 TBM 導坑間の地中ひずみ経時変化 (STA. 1027+45)

6. まとめ

入山断層破砕帯粘土部では、鋼製ライゲ作用応力は長期間にわたって増加するのと TBM 導坑での掘削影響域は掘削径の 10 倍以上におよぶことが分かった。今後は、この特殊条件下で、大断面トンネルを掘削する予定である。参考文献 1) 佐藤淳：入山断層破砕帯での TBM 導坑挙動特性、土木学会第 56 回年次学術講演会、第 III 部門、2001。