

花崗岩の地質不良部における TBM 施工

— 宮津野田川道路 第12トンネル —

京都府道路公社 非会員 藤田 直也
 鹿島建設(株) 正会員 松田 雅和

京都府道路公社 非会員 吉川 淳史
 鹿島建設(株) 正会員 ○宮嶋 保幸

1. はじめに

当トンネルは、延長が 3,660mと長大で、供用後は2車線の対面通行となるため(暫定2車線、完成4車線)、本坑に併設して避難坑(延長 3,692m)を設けている。避難坑の掘削にはφ5mのTBM工法を採用し、2006年10月に掘削を完了した。地質は全線に渡り花崗岩であったが、掘削の前半部では粘土化、土砂化した断層が数多く出現し、切羽での崩落や掘削完了後の押し出し現象、メイングリッパ反力不足などの地質トラブルが多発した。本報告では、地質不良部におけるTBMの施工について報告する。

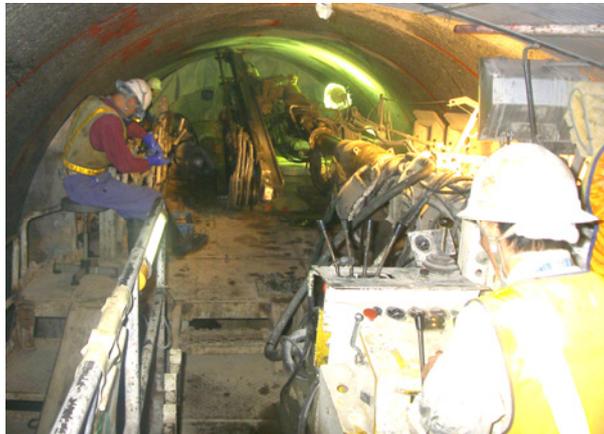


写真-1 削孔検層状況

3. TBMの概要

TBMはφ5mのオープン型TBMを採用した。削孔検層による前方探査や先受工などの補助工法を実施できるように作業床には削岩機を搭載した。写真-1に削孔検層状況を示す。

4. TBM補助工法の適用フロー

切羽補助工法及びメイングリッパ反力対策工の適用フローを図-1及び2に、TBM補助工法の概要図を図-3に示す。TBMでは崩落などの地質トラブルが一旦発生すると、その対策に多大な時間を要するため、地質不良部においては崩落などのトラブルが拡大する前の早い時点で、迅速な対応策が非常に重要である。そのため、対策工は特殊な機械を必要とせずにTBM搭載の削岩機を使用して短時間で実施できるとともに、早期に効果が期待できるウレタン系の注入材を採用した。また、既に発生した崩落に対しては充填及び崩積土を固結して崩落拡大を防止することとした。一方、切羽では崩落が発生しない場合でも、側壁の地質不良によって

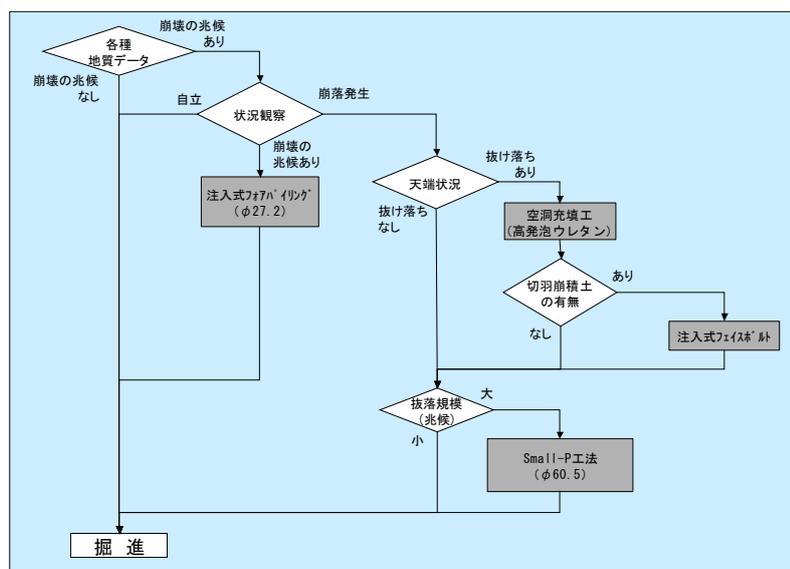


図-1 切羽補助工法フロー

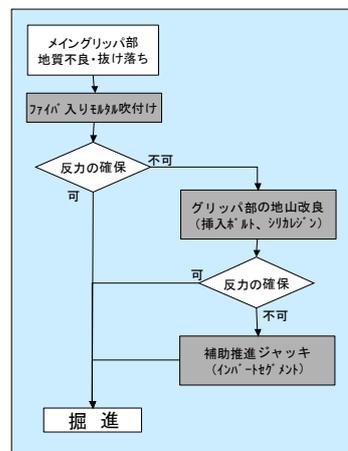


図-2 メイングリッパ反力対策工フロー

キーワード トンネル, TBM, 補助工法, 補強対策

連絡先 〒629-2262 京都府与謝郡与謝町字野田2520-1 鹿島・飛鳥・鉄建・公成・吉村特定建設工事共同企業体 TEL0772-22-6580

メイングリッパ反力を確保できない場合が考えられたので、日常的に使用している『ファイバ入りモルタル吹付け』～『シリカレジンによる地山改良』を迅速にできるようにルール化して、資機材についても常時準備をしていた。

5. TBM補助工法の適用実績¹⁾

表-1にTBM補助工法実施一覧表を示す。

(1) 切羽での補助工法(補助工法

①、②、⑤)

補助工法①、②、⑤の箇所地質不良部で補助工法を適用した。補助工法①、②を適用した箇所においては、支保工建込み後、20m程度後方で押出しが発生するような地山状況であったが、切羽補助工法フローに則り迅速な対策工を実施することができたため、TBMを拘束するような重大な地質トラブルを回避することができた。

(2) メイングリッパ反力対策工

補助工法③、④の箇所では、地山不良部が左側壁部に数mに渡って分布した箇所が出現したため、対策工フローに従って切羽では、PFモルタルの増し吹付けを実施してメイングリッパの载荷に備えた。しかし、当該箇所にメイングリッパを载荷した際、メイングリッパより坑口側の5～6m区間の側壁が隆起して支保工の主桁が変形した。そのため、ただちにフローに従って、グリッパ部の地山改良として耐熱塩ビ管及び自穿孔ファイバールートを打設・挿入し、シリカレジンを注入した。また、変形した支保工については鋼材にて補強し、再掘進したところ、メイングリッパの反力を確保することができた。結果的に当該トンネルでは、インバートセグメントの適用をするまでには至らなかった。

6. おわりに

当該トンネルは全線花崗岩であり比較的良好な地質状況であることが予測されていたが、粘土を挟在する亀裂が発達し、数mに渡る粘土を挟む断層では切羽での崩落や押出しが発生し、その他にもメイングリッパ反力トラブルなど、様々な地質トラブルが発生した。当該トンネルでは、TBM掘進開始前に補助工法の施工計画や対策フローを定めていたため迅速な対策を実施することができ、TBM拘束などの甚大なトラブルに至ることなく掘削を完了することができた。TBM補助工法においては、注入材にウレタン系を採用することで早期の効果を発揮しただけでなく、TBMマシンの周囲を改良する必要が多々発生するTBM補助工法では各所にリーク監視員を必要としたが、ウレタン系注入材はリーク管理がセメント系に比べて容易であることも適切な補助工法を実施するために有利であることが解かった。今回、種々のトラブルに対して実施した補助工法は、今後の地質不良部におけるTBM施工にも有効な方法であると思われる。

参考文献

- 1) 藤田, 吉川, 福家, 宮嶋: 避難坑を有する道路トンネルの計画と比抵抗高密度探査について, 平成19年度土木学会全国大会, 2007.9

表-1 TBM補助工法実施一覧表

工種	注入管	注入材料
補助工法① TD. 814.5～834.5m		
空洞充填工	耐熱塩ビ管 (L=4m, 3本)	高発泡ウレタン
空洞充填工及び崩積土固結	小口径AGF鋼管 (L=9m, 5本)	高発泡ウレタン シリカレジン
小口径AGF工法 (3回実施)	小口径AGF鋼管 (L=12m, 10本を基本)	シリカレジン
フェイスボルト	自穿孔ファイバールート (L=2m, 2本)	シリカレジン
注入式フォアパイリング	注入ボルト (L=12m, 10本)	シリカレジン
補助工法② TD. 923.9～943.3m		
注入式フォアパイリング (4回実施)	注入ボルト (L=12m, 10本)	シリカレジン
補助工法③ TD. 1414.2～1419.2m		
メイングリッパ部補強	自穿孔ファイバールート (L=2m, 7本) 耐熱塩ビ管 (L=1m, 4本/L=2m, 10本)	シリカレジン
補助工法④ TD. 1507.2～1514.2m		
メイングリッパ部補強	耐熱塩ビ管 (L=2m, 32本)	シリカレジン
補助工法⑤ TD. 1520.0～1530.0m		
空洞充填工及び崩積土固結	耐熱塩ビ管 (L=4m, 13本/L=0.5m, 5本)	シリカレジン
先受工	注入ボルト (L=6m, 4本)	シリカレジン

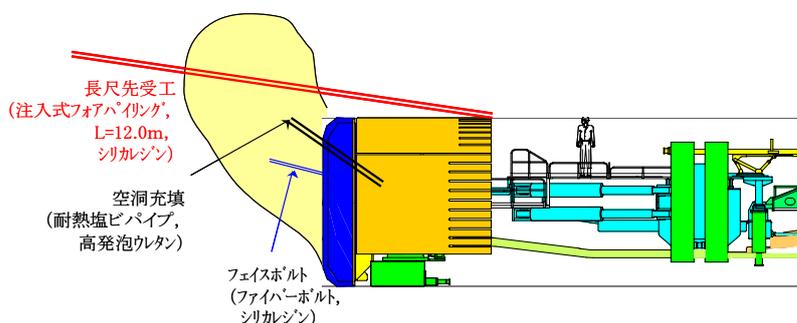


図-3 TBM補助工法の概要図(切羽補助工法)