

Ⅲ-B113 道路直下に偏平大断面のトンネルを掘る

(株) 鴻池組 ○ 正会員 山田 直樹
 " 村上 孝男 吉野 一彦

1. はじめに

船坂トンネルは、主要地方道米沢・猪苗代線の道路改良工事として現在の道路の峠を貫通するトンネルであり、全長168m、最大土被り30m、幅員11.75m（車道部6.5m）、最大掘削断面積120m²、内空断面積75.1m²の偏平大断面のトンネルである。（図-1・2）

起点側坑口付近の40m区間では、現道及び吹付け法面への近接施工（図-3）となり、また、終点側坑口付近の15m区間においては土被りが5mと薄く、偏圧地形となっているため、当初よりAGF工法（All Ground Fasten）の採用が計画されていた。しかし、起点側現道直下付近の掘削に際して、予想以上の地質の悪化に伴い種々の問題が発生したため、追加対策を施した。

本報告では実施した補助工法と計測結果について報告するものである。

2. 地質・地形概要

トンネルルートは、米沢盆地から丘陵山地に入り船坂峠を越えて大樽川沿いの山間平野に至るもので、その坑口は山の中腹に位置していた。起点側については出尾根を切土により坑口を付けるものであり、斜面に対して直交する型であった。また、一部現道直下の土被りの浅いルートとなっていた。一方、終点側においては斜面にやや斜交して進入するため、山側と谷側で土被りの差を生じ偏圧地形となっていた。

地質は、全線にわたり綱木川層（泥岩）となっており、事前の地質調査では、亀裂は多いが比較的新鮮で、弾性波速度も1.7km/sec以上と概ね良好とされていた。しかし、起点側現道直下掘削地点の手前より断層破碎帯が出現し、天端の崩落が続く、切羽や鏡（核）も亀裂に沿って滑落する状態であった。（図-4）

3. 現道直下掘削における鏡（核）滑落と対策工

現道直下掘削地点（当初補助工法施工予定区間）手前より、切羽天端の小崩落が続くようになったため、この区間では、前方地山の改良効果と先受け効果を持つ注入式フォアボーリングを採用し天端崩落を抑えた。

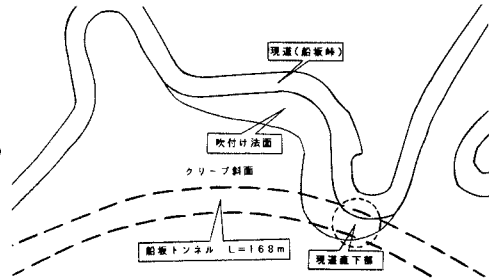


図-1 船坂トンネル平面図

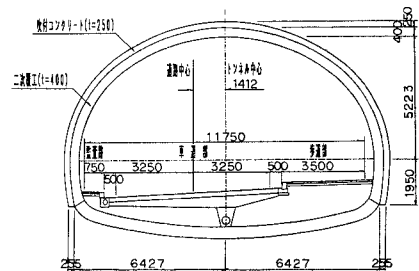


図-2 船坂トンネル標準断面図

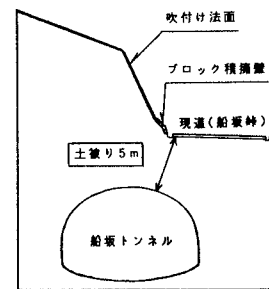


図-3 道路直下掘削部正面図

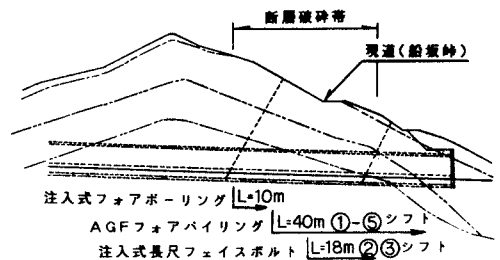


図-4 断層破碎帯位置図

AGF工法、注入式長尺フェイスボルト、偏平大断面、道路直下、断層破碎帯

福島県西白河郡泉崎村大字泉崎極内裏内 33-1 (Tel) 0248-53-4943 (Fax) 0248-53-4944

しかしながら、当初計画の補助工法区間に入り、AGFを1シフト施工し掘削したところ、切羽、鏡（核）の滑りによる天端崩落が発生し、鏡吹付けコンクリート施工後でも崩落する状態となり、AGF鋼管前方での崩落も大きくなった。AGF2シフト・3シフト目は、前述のとおり現道の直下（土被り5m）を掘削することになるため、掘削の緩みを最小限に抑える必要があると考えた。一方、AGF1シフト掘削における実績より、AGF工法だけでは鏡（核）の滑りを完全に抑えることができないことから、鏡（核）の滑り防止対策を新たに検討した結果、①切羽を頻繁に止めることなく施工できる。②通常のトンネル作業機械（ジャンボ）で施工できる。③切羽前方地山変位の拘束ができる。④ガラス繊維系ボルトで機械掘削に支障がなく、軽量で施工が容易である。⑤施工が速く工費が安価である。等の理由から、注入式長尺フェイスボルト（ $L=12\text{m}$ 、 $n=16$ 本）を採用することとした。ボルト本数については、切羽に作用する土圧を推定し、その土圧に対してフェイスボルトの引張強度で抵抗するものと考え必要本数を算出した。

注入材は、AGF工法で採用している地山改良効果に優れるシリカレジン（SRF）を採用した。なお、注入方法はボルト中央注入方式を採用したが、孔荒れにより、ボルト外周と削孔壁間の閉塞による注入口付近における注入不足をなくすため、排気及び確認用のチューブに注入ホースを使用し、ボルトに沿わせ挿入（ $L=4\text{m}$ ）しておくことにより、口元注入もできるように工夫した。実際の注入時において閉塞と思われる急激な注入圧上昇による注入不能の事態が発生したが、口元注入を行うことより十分な地山の拘束力を得ることができたと考えられる。図一5、表一1にその配置図と使用材料諸元を示す。

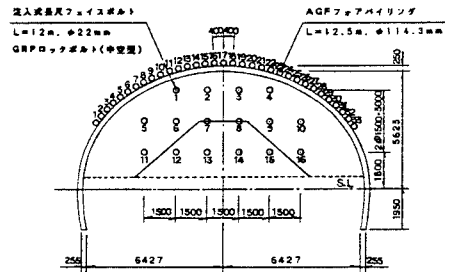
4. 計測結果

補助工法未施工区間及びAGF工法と注入式長尺フェイスボルト併用施工区間のA計測の天端沈下と内空変位量と切羽距離との関係を図一6、図一7に示す。

未施工区間における収束値が、天端沈下で13.2mm、山側斜測線で6.6mm、谷側斜測線で3.8mm、水平測線で12.6mmであるのに対し、併用施工区間では、天端沈下で3.4mm、山側斜測線で2.0mm、谷側斜測線で1.5mm、水平測線で2.8mmと概ね1/4以下に抑えられ、また、変位の収束も2Dから1.5Dへと早期収束傾向が現れており、トンネル掘削時の緩みを最小限に抑えることができたと考えられる。

5. おわりに

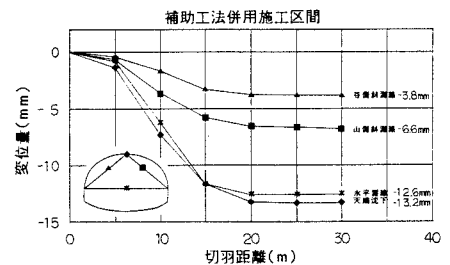
AGF工法ならびに注入式長尺フェイスボルトを併用して施工することで、トンネル掘削に伴う地山の緩みを最小限に抑えることができ、無事にトンネル掘削を完了することができた。また、自立性が悪く、流れ盤における補助工法として有効であったと考えられる。



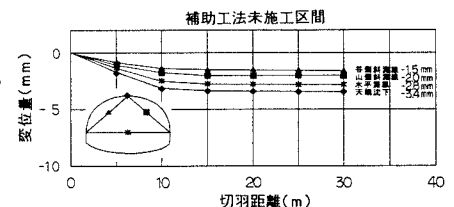
図一5 AGF、注入式長尺フェイスボルト配置図

表一1 材料諸元

材 料 名	GRPロックボルト（中空型）
外 径	22mm
内 径	12mm
引 張 強 度	$30.9 \times 10^4 \text{ N}$
せん断強度	$12.9 \times 10^4 \text{ N}$
使用本数	16本



図一6 経距変化図（未施工区間）



図一7 経距変化図（併用施工区間）