

低土被り、転石混じりのマサ山でのトンネル施工

(株)大林組 荻平トンネル工事事務所 正会員 ○浜田 崇、藤野 順也、木皿 直人

(株)大林組 本社 トンネル技術部 正会員 木梨 秀雄

1. はじめに

荻平トンネルは、一般国道 115 号（相馬～福島間）の改築事業として計画された阿武隈東道路 L=10.7km 間の福島県山上荻平地内に位置する延長 1,023m の山岳トンネルである。

トンネル掘削工法は NATM で、起点側坑口から 246m 間は機械掘削方式、それ以外は発破掘削方式である。D 区間は上半先進ベンチカット掘削、C 区間は補助ベンチ付全断面掘削を基本としている。

本トンネルの特徴として、起点側坑口から 270m 間は 1.5D (23m) 以下の低土被り部となっており、その間に 1D 以下の沢地形が 2 箇所存在する。地質は、転石混じりのマサ化した強風化片状花崗岩が主体である。掘削中、天端地山の抜け落ち、度重なる鏡面の崩壊等が発生した。本稿は、ノンコア削孔検層「トンネルナビ」、各種補助工法、計測工等を駆使した低土被り部の掘削施工について述べる。

2. ノンコア削孔検層「トンネルナビ」を利用したトンネル掘削

トンネル掘削は、油圧ジャンボのドリフターを利用した水抜き併用ノンコア削孔検層「トンネルナビ」による切羽前方探査を実施し、事前に地山状況を予測推定しながら施工を進めている。従来からの湧水量測定・湧水の色調・くり粉判定にノンコア削孔の解析結果（図-1）を加えて、地山状況と湧水特性を判断している。また、削孔検層結果と切羽状況を記録分析し、トンネル掘削施工に活用している。図-1 において、正規化削孔速度比が大きいほど、地山が軟質と判断する。TD87m 地点では切羽天端から鏡面にかけて小規模な崩落が発生しており、対策工として AGF 工 (L=12.5m×1 シフト) を施工している。沢部直下においても正規化削孔速度比は上昇しており、地山は軟質になるものと推定された。実際、鏡面の崩壊が頻発したため、対策工として、AGF 工、鏡ボルトを施工した。

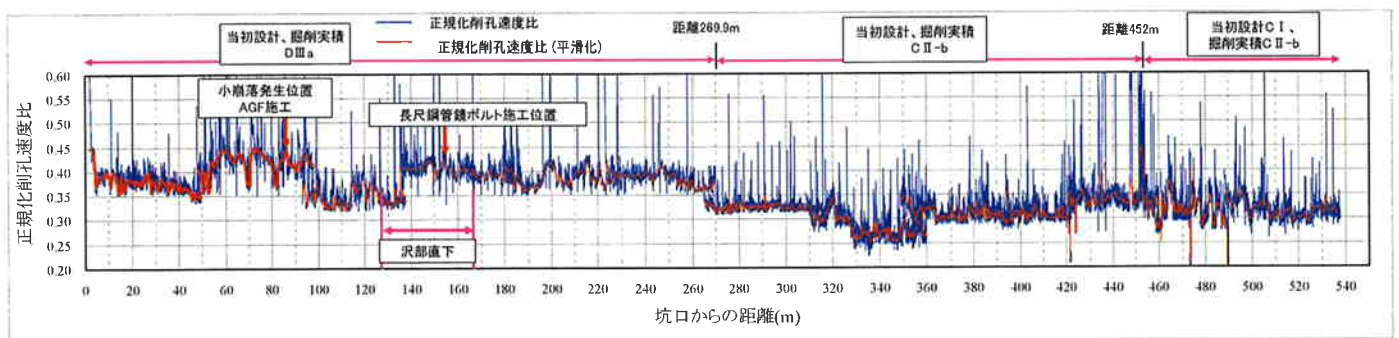


図-1 ノンコア削孔検層結果

3. 沢部直下の施工

No.284+00～No.286+00 の沢部の土被りは 1D 以下となっており、切羽天端安定対策として長尺鋼管先受工 AGF L=12.5m×4 シフトを施工しトンネル掘削を行っていたが、切羽鏡面の崩壊が頻繁に発生した（写真-1）。切羽の地山は脆弱化した強風化片状花崗岩であり、切羽の自立が困難な状況であった。天端の AGF 鋼管内に設置した水平傾斜計の測定では、図-2 のように 37 mm～41 mm の先行沈下が確認された。

対策工として、切羽鏡面の脆弱部に鏡ボルト L=6m (GFRP、シリカレジン注入式) を施工したが、当初ラップ長は 2 m で計画したがラップ長が 3 m になった時点で、再度、写真-1 のような鏡面の崩壊が発生した。応急的な対策として、吹付コンクリートによる天端および鏡面の補強、切羽安定勾配の保持、分割掘削等に対応したが、鏡面の自立性が期待できない崩壊性の不良地山において、安定したトンネル掘削を行うためには、より長尺で前方地山を補強でき、かつ耐力の大きい鏡ボルトが必要と考えられた。

キーワード：山岳トンネル、トンネル地山、低土被り、ノンコア削孔、長尺鋼管鏡ボルト、花崗岩

〒976-0151 福島県相馬市山上字荻平 13-1 (株)大林組 荻平トンネル工事事務所 TEL0244-65-3010

そこで、引張耐力と定着性の優れた切羽補強工法である長尺鋼管鏡ボルト（参考文献1））を採用した（写真-2、図-3、表-1）。長尺鋼管鏡ボルトは、掘削1m毎に重機で切断できるように工夫され、切断箇所は溶接加工により引張強度が400kN以上、またネジ継手部の引張強度も400kN程度となり、従来の鋼管に比べ向上している。また表面に突起を設け、異形加工しているため、従来のGFRP管と比べ定着耐力が3倍以上に向上している。No.285+05.9において、切羽天端、鏡安定対策として、長尺鋼管先受工 AGF L=12.5m、長尺鋼管鏡ボルト工 L=12.5m×13本を施工した結果、切羽の安定性を保ちながら、トンネル掘削を進めることができた。長尺鋼管先受工による天端地山安定化や地山の緩み防止、長尺鋼管鏡ボルト工による鏡面の安定化等、両工法の採用で安定したトンネル掘削が出来たとも考えている。

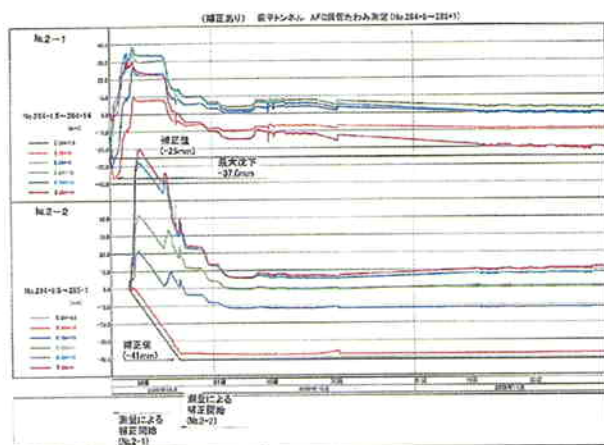


図-2 水平傾斜計たわみ測定結果



写真-1 切羽鏡面崩壊状況



写真-2 長尺鋼管鏡ボルト施工状況

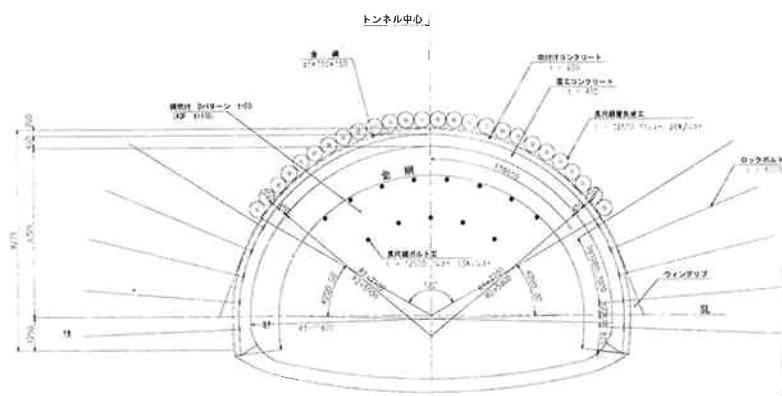


図-3 トンネル支保構造概要

表-1 補助工仕様 No. 285+05.9

長尺鋼管 先受工	・長尺鋼管: $\phi 114.3$, $t=6$, $L=12.5\text{m}$, 26本/断面(アーチ120度, @600) ・注入材: シリカレジン、11.45kg/m
長尺鋼管 鏡ボルト工	・新型鋼管: $\phi 76.3$, $t=6$, $L=12.5\text{m}$, 13本/断面 ・注入材: シリカレジン、10kg/m
鏡吹付	・ $t=50\text{mm}$ (AGF $t=100\text{mm}$)

4. まとめ

起点側坑口270m間の低土被り部は、天端の小崩落、切羽鏡面の崩壊、突発湧水の発生等があったものの、トンネルナビ、長尺鋼管先受工や長尺鋼管鏡ボルト等の補助工法、計測工を駆使し、特に大きな問題もなく、トンネル掘削を進めることが出来た。現在は、残りの未掘削区間をトンネル貫通に向けて、鋭意掘進中である。今回採用した長尺鋼管鏡ボルトは、今後、大土被り・押出し性地山や断層破碎帯等への適用も効果的であると考えられる。

参考文献

- 1) 高橋佳孝・木梨秀雄・西野 俊諭・畑浩二・中岡 健一：高耐力・高定着耐力の長尺鏡ボルト工法の開発、平成22年度土木学会年次学術講演会（投稿中）