

盛土層と崖錐堆積層からなるトンネル坑口部の掘削

長野県 松本建設事務所 長谷川哲郎 胡桃邦年
鹿島建設(株) 正会員 ○酒井健博 内藤圭一郎

1. はじめに

国道 158 号狸平トンネルは、松本市安曇稲核地区の梓川と切り立った崖に挟まれた線形不良区間の解消と落石災害防止を目的に計画された NATM による全長 1,060m の道路トンネルである。起点側坑口部は土取場跡地で、法面保護のための盛土が施された状態であった。地質は未固結な崖錐崩積土と段丘堆積物からなる。小土被り偏圧地形対策として坑口部をセメント改良土による押え盛土を行ってからトンネル掘削を開始した（写真－1）。本稿では、このような未固結で脆弱な盛土層と崖錐堆積層の分布域における坑口部 DIII 区間のトンネル掘削の施工実績について報告する。



写真－1 トンネル切羽状況

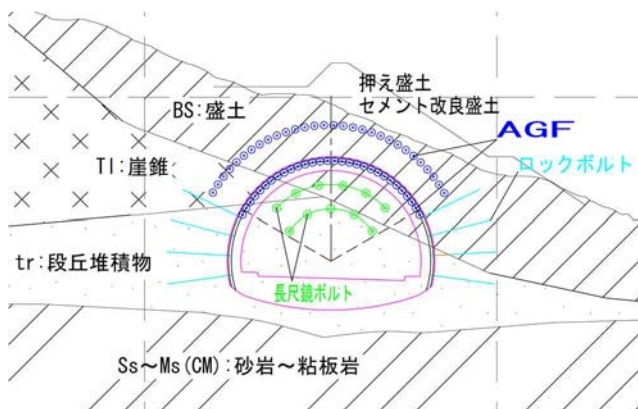
2. DIII TD.0～40mまでの対策

トンネル掘削では、天端の安定化対策として AGF（注入材：シリカレジン、設計注入量：180kg/本、改良径：450mm、1 シフト長：9m、鋼管長 12.5m、φ114.3mm 上半 120°、27.5 本（千鳥配置））を施工した。

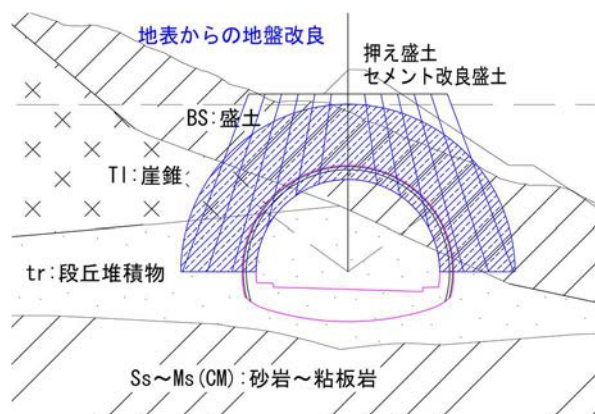
坑口付け掘削時の地質状況や法面補強時のアンカー注入状況により、想像以上に地盤内の間隙が大きい未固結な礫層であることが想定できたため、シリカレジンの注入は奇数孔で定量の 4 倍、偶数孔で初期圧+2.5Mpa の圧力管理で施工した。

当初設計は、天端安定対策としての AGF 工法（以下 AGF）のみの施工であったが、坑口付けでは切羽が自立せず、鏡面の剥落から切羽前方の緩みに繋がると想定していたので、当初から変更で長尺鋼管鏡ボルト（注入材：シリカレジン、設計注入量：82kg/本、1 シフト 9m、鋼管長 12.5m、φ76.3mm）を追加した（図－1）¹⁾。

この区間の実施注入量は設計注入量に対して AGF で平均 6.4 倍、長尺鏡ボルトで平均 12.7 倍となった。この実施注入量は、詳細設計時に比較検討された地表部からの薬液注入による地盤改良工法（図－2）と同等程度の改良規模となった。



図－1 坑内からの地山改良図



図－2 地表からの地盤改良図（詳細設計時に検討）

キーワード 坑口部の施工、崖錐堆積層、押え盛土、多重式 AGF 工法、長尺鋼管鏡ボルト

連絡先 〒330-0846 埼玉県さいたま市大宮区大門町 2 丁目 118 番 大宮門街 SQUARE

鹿島建設(株)関東支店土木部 TEL048-658-7800

3. DIII TD.40～87mまでの対策

鏡吹付けコンクリートを完了していた TD.40mの AGF 施工切羽において、降雨の影響もあり天端の抜け落ちが発生した（写真－2）。そのため種々の原因分析を行う中で、まずは注入剤の適正について試験施工により再確認した。試験施工は下半鏡面において、セメント系注入材（超微粒子セメント+急硬化材）とシリカレジン（シリカ）の2種類について自穿孔ボルトを用いて比較確認した。セメント系注入材は逸走性があり、改良体が形成されなかった。一方で、シリカレジンは、周辺地山に浸透し、自穿孔ボルト周辺に良好な改良体を形成し、シリカレジンが当該地山に適していることを再確認した（写真－3）。

抜け落ちの原因は AGF・鏡ボルト先頭部が十分に改良されていなかったものと考え、AGF・鏡ボルトのシフト長を9mから6mに変更し、多重式のダブルラップパターンとした（図－3）。

薬液の注入圧管理は継続して行い、実施注入量は AGF で設計注入量の6.6倍、長尺鏡ボルトで設計注入量の2.3倍となった。6mのダブルラップパターンに変更してから2シフト目の TD.55m以降の変位量は、内空変位の最大値は-10mm、天端沈下の最大値は-16mmで、所定の掘削内空断面を確保して収束した。

DIII区間の TD.87mまで6mシフトと注入圧管理を続けた結果、大きな肌落ちもなく、良好な結果を得ることができた。

4. おわりに

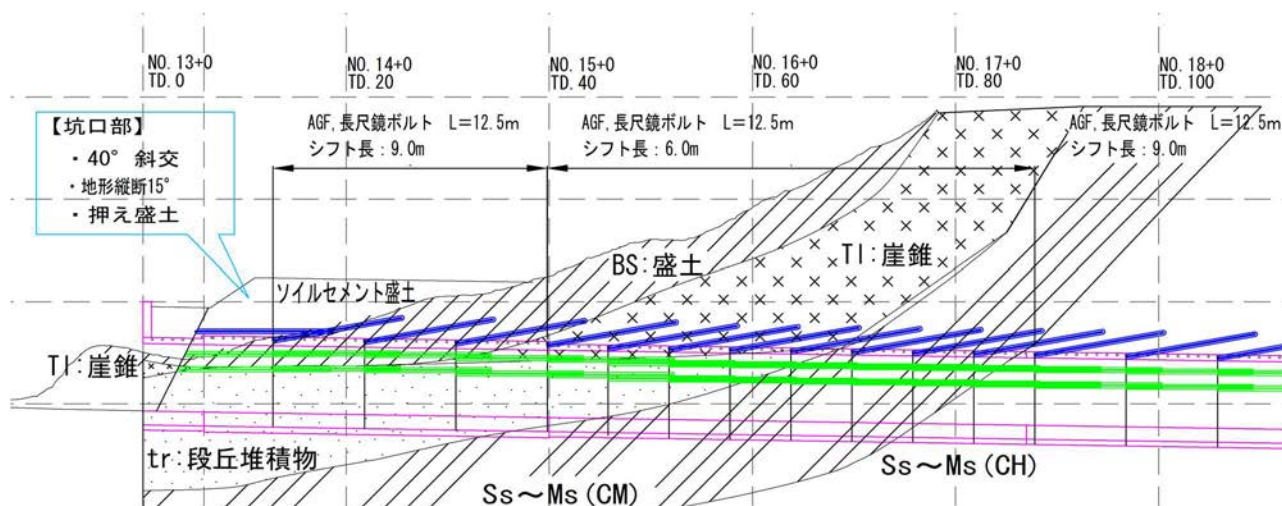
未固結で脆弱な盛土層と崖錐堆積層の分布する坑口部のトンネル掘削において、長尺鋼管鏡ボルトの追加、地山に適合した注入材の選定、多重式 AGF 工法のラップ長の変更等により、地山に適合した対策工の適用を図る事ができた。



写真－2 TD.40 天端抜け落ち状況



写真－3 試験施工状況



図－3 坑口部縦断面図

参考文献

- 1) 岡崎勇樹・上南隆・戸邊勇人・佐々木栄治・松崎裕亮・佐藤浩明：トンネル坑口周辺の不安定地盤の土質定数設定と対策工選定, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会, VI山岳トンネル, 2020.9