

## 国道及び河川と小土被りで交差するトンネルの施工について

西松建設(株) 正会員 ○田尾 有希, 諏訪 至

### 1. はじめに

北海道新幹線は、新青森～札幌間の延長約 360km の路線である。このうち、新青森～新函館北斗間の延長約 149km は、平成 28 年 3 月に開業した。現在、新函館北斗～札幌間の延長約 211km において、平成 24 年 6 月に工事着手したトンネル工事を中心に、令和 11 年度末の完成を目指して建設を進めている。

本工事はこの延伸区間である新函館北斗駅～新八雲駅にある全長 32,675m の渡島トンネル（陸上トンネル日本最長）の内、台場山工区のトンネル本坑 3,500m および斜坑 447.9m を施工する工事である。

本稿では国道 227 号、および大野川と小土被りで交差するトンネルの施工実績について報告する(図-1,2)。

### 2. 交差部付近の地質概要

本工事における前述の交差部付近の地質は、地表面より氾濫原堆積物 (A1)、中部黒松内層 (UMt1)、文月層 (Dl1) が分布し、トンネルは文月層 (Dl1) と中部黒松内層 (UMt1) 内に位置する。文月層 (Dl1) は低固結～未固結の砂礫層であり、基質は砂質～シルト(凝灰)質である。中部黒松内層 (UMt1) は凝灰質砂岩、火山礫凝灰岩を主体とし、岩相変化に富む。F1 断層付近では固結度が低下し、ハンマの軽打で容易に碎ける。コアは指圧にて潰せる程度に脆く、全体に脆弱な地質状況であり、F1 断層や破碎作用を受けた泥岩層などの不安定化要素が多分に含まれるため、掘削においては天端・切羽の崩壊や先行緩みによる変位の増大や、地表面に影響を与えるリスクが懸念されることから補助工法を併用した掘削の検討を行った。

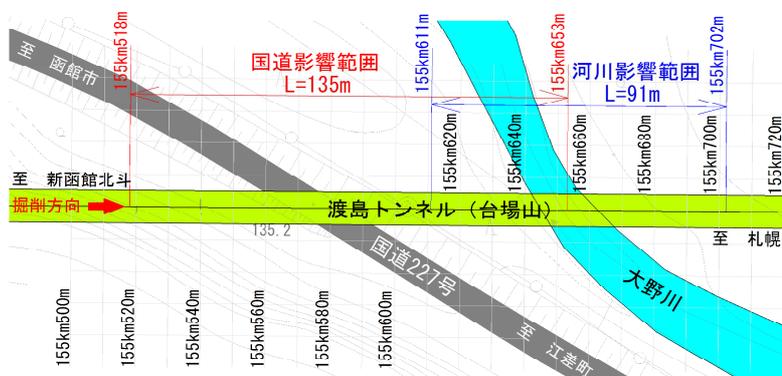


図-1 小土被り部平面図

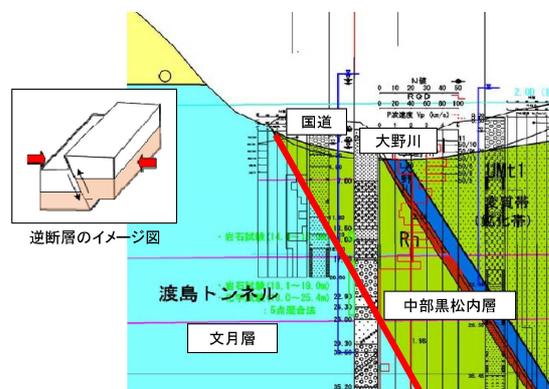


図-2 小土被り部地質縦断面図

### 3. 国道と小土被りで交差する区間の施工方法

渡島トンネルの台場山工区は、国道 227 号の直下(土被り 15.8m～18.0m)を交差して通過する。この土被りは、2D 以下であり一般的に地山がアーチ作用によって保持できない可能性があり、さらに上部を一般交通車両が通過する。このため、道路荷重に対しては鋼管で抵抗できるよう 180° で AGF を行った。また、対象地山は脆弱な砂礫層であり地下水位以下を掘削するため、長結性で浸透性が良く止水ゾーンを形成できる、シリカライザーによる二重管ダブルパッカー工法を採用した。

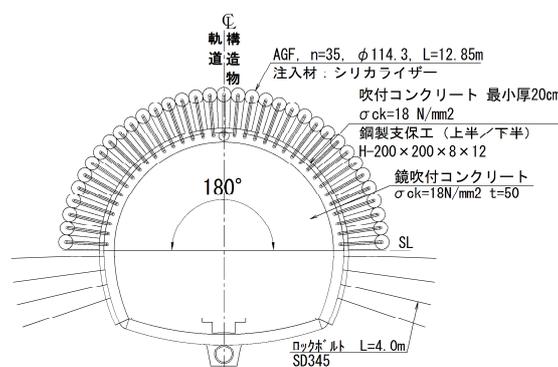


図-3 標準断面図 (AGF)

キーワード 小土被り 長尺先受け工 減水・止水対策

連絡先 〒041-1105 北海道亀田郡七飯町桜町 412-1 西松建設株式会社北日本支社 新幹線渡島出張所 TEL 0138-83-6920

#### 4. 河川と小土被りで交差するトンネルの施工

河川影響範囲の地質はシルトを含む凝灰質砂岩である中部黒松内層 (MUt1) であり、破碎帯を伴うことから、局所的に脆弱部の出現や、被圧水の坑内流入による切羽の不安定化が懸念された。このため、地下水位を低下させることが重要であり、その対策として、DRISS および FDEM による土質の変化と帯水層の把握、効果的な位置での水抜きボーリングの実施、河川影響範囲での地下水位の観測を行った。

河川水の流入は切羽の不安定化を招き、崩落という大事故に繋がるため、地下水位は下げ、直上河川水の流入は止める必要がある。河川影響範囲は、より止水効果が求められるため急結性の高いシリカレジンをを用いた。また、鋼管からの湧水量が 20ℓ/min 以上の場合には減水・止水を目的に開発されたウレタン系注入材を使用した。155km635m, 644m 掘削時には AGF を行った際、8本の鋼管にウレタン系注入材を使用した。注入前の鋼管から最大 30ℓ/min 近く発生していた湧水が、注入後はほぼ完全に止水できた。また、トンネル湧水・河川水をそれぞれ採水して、イオン分析および溶存酸素を測定し、坑内で発生した湧水が、河川水か地下水であるかの監視を行った結果、河川水の引き込みは確認されなかった。

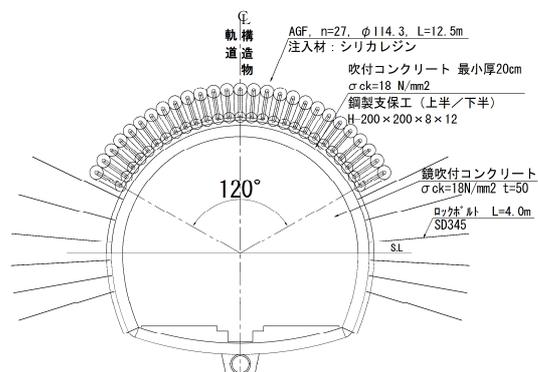


図-3 標準断面図 (AGF)



図-4 ウレタン系注入材使用前後

#### 5. 施工時の計測結果と変状後の対応

国道影響範囲の掘削は補助工法が効果的であり、天端崩落や地表面沈下を抑制して掘削できたが、河川直下となる155km689m~698m 付近の掘削中の A 計測結果が、レベル III (天端沈下 28mm, 内空変位 56mm) を超える変形が発生した。このため、変状対策工 (支保工連結, 補強ボルト追加, AGF180° 打設) を実施後に上半掘削を進めたところ、155km698m 付近にて吹付コンクリートにクラックを伴う急激な変位増大が確認されたため、さらに追加対策工 (サイド・上半フットパイル (φ114.3, L=9.5m), 上半仮インバート, ウイングリブ) を実施した (図-5)。その結果、変位速度は小さくなり上半掘削時点での変形は収束している (図-6)。切羽は 155km714m で休止しており、既掘削区間のインバート施工を行い、仮設備組立等の終了後に掘削再開を予定している。

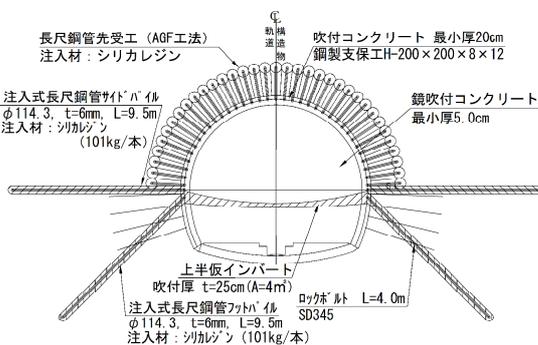


図-5 追加補助工法パターン

#### 6. まとめ

現在の切羽位置は河川の掘削影響範囲を超えた位置ではあるが、引き続き小土被り区間であり、先進ボーリングの結果からも地質・湧水量共に変化が見られない結果となっている。今後も変位計測を行いつつ、適切な補助工法を併用して安全に掘削を進める必要がある。

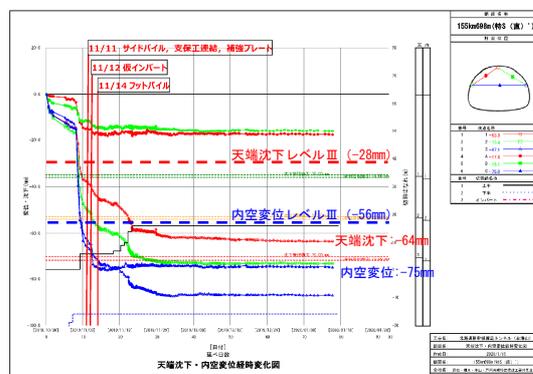


図-6 A 計測結果 (155km698m)