

道道留萌小平線 道路改良（萌平トンネル）工事 現場報告

宮坂・堀口・堀松 特定建設工事共同企業体 藤谷 敦司

1. はじめに

道道留萌小平線は図 1-1 に示すように留萌市春日町の国道 232 号を起点として小平町本郷へ至る全長 9.16 km の路線であり、留萌内陸部に点在する各地点からの二次医療機関へのアクセス向上を図ると共に、日本海沿岸をはしる国道 232 号の悪天候等による交通障害時(写真 1-1)の迂回路線として有効である。

また、留萌市と小平町を中心とした観光ルートへの選択肢が増加し観光客誘致の基盤としても期待される路線である。

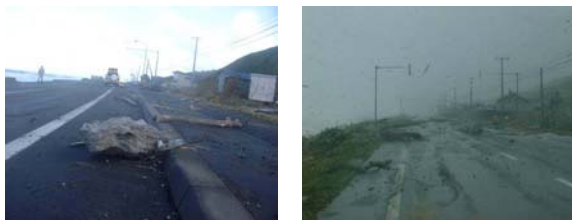


写真 1-1 H16 台風 18 号被災状況

2. 工事概要

- ・ 工事名：道道留萌小平線
道路改良（萌平トンネル）工事
- ・ 発注者：北海道 留萌支庁 留萌土木現業所
- ・ 工期：自 平成 19 年 10 月 11 日
至 平成 21 年 7 月 31 日
- ・ トンネル延長：L=488.5m
- ・ 内空断面積：A=47.1 m²（内既設トンネル 17.8 m²）
- ・ 工法：NATM
- ・ 掘削方式：機械掘削
- ・ 工事概要
掘削工、覆工、支保工、インバート工、坑門工、掘削補助工（長尺鋼管先受工・小口径長尺鋼管先受工・薬液注入工・空洞充填工・抑え盛土工）、道路土工、地盤改良工、法面工、排水工、カルバート工、路盤工、舗装工、構造物撤去工、仮設工



図 1-1 位置図

3. トンネル概要

萌平トンネルは、昭和 17 年に完成した鉄道トンネルを拡幅して道路トンネルとして再利用する工事である。工事に際しては在来工法で行われた旧トンネル工事の「ゆるみ領域」の影響や、旧トンネル解体時の「変位」など新設トンネルとは異なる挙動への対応が懸念された。

当該地域の地質様相としては北側には北西－南東の走向をもつ向斜軸が想定されており、向斜沿いに泥岩層、泥岩層の北東及び南西側には軟質細粒砂岩層の分布が想定されていた。

当該トンネルに分布する地質は上記軟質細粒砂岩層に相当し、設計では岩層から「細粒砂岩(Fs)」、「中粒砂岩(Ms)」、「砂岩泥岩互層(Md)」に区分されている。これら岩層の分布がトンネル区間では互層状に分布しており、またそれぞれ泥岩や砂岩の薄層を挟んでいるため、いずれも固結度は低い。トンネル区間は、起点側には細粒砂岩を主体とした砂質岩層が分布し、終点側に行くにしたがい泥質になる傾向を示す。

図 3-1 にトンネル断面および縦断を示す。

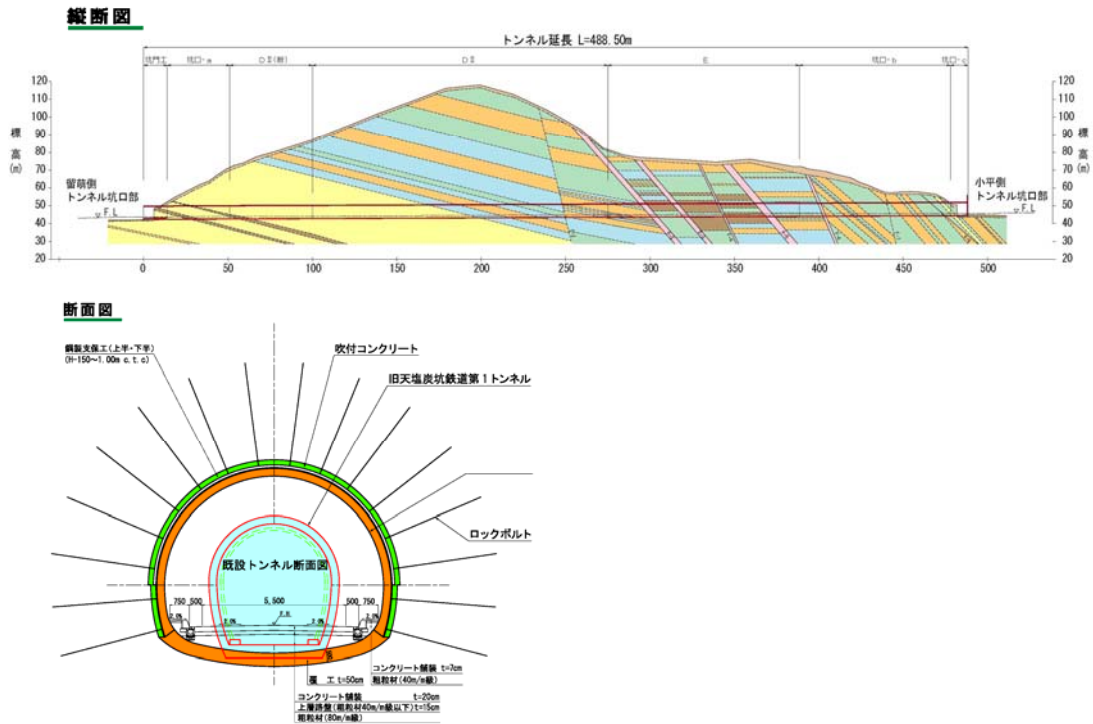


図3-1 トンネル断面および縦断

4. 施工概要

4-1. トンネル掘削工

1) 起点側坑口パターン

既設トンネルによる影響は早い段階で顕著に現れた。写真4-1に示すように既設トンネル上方を主として切羽左肩から概ね45°方向を境界とする上面の風化および亀裂により崩壊が発生する状態が続いた。また当初施工方法として既設トンネル覆工を可能な限り存置させることで、核としての効果を期待していたが当該区間では覆工の損傷度合が予想よりも大きく掘削機械による振動等により崩壊したため、既設覆工の存置については困難となった。

対策工として鏡吹付コンクリートによる補強を試みたが効果が得られず長尺鏡ボルトによる対応を考慮した。



写真4-1 切羽状況

2) DIIパターン

DII区間の特徴は、引き続き既設トンネルによる風化・劣化が挙げられる。但し、起点側坑口パターンとは異なり切羽全面の風化は弱くなる傾向を示し、既設トンネル直上部に残存する緩み領域のみが顕在化した状態である。

切羽の自立は可能であり、崩壊も安息傾向にある。掘削における課題は、既設トンネル上方部からの天端崩落が継続傾向にあるため、その安定対策のみが重要となった。

この区間での特徴としてまとめると以下が挙げられた。

- ① 崩落箇所が既設トンネル覆工直上部に限定されており側部の地山状態は良好である。
- ② 掘削後の内空変位量は微少である。
- ③ 掘削時の天端対策を講ずることで安全施工を確保できる。
- ④ 現状のフォアポーリングでは縫いつけ効果が期待できない。
- ⑤ AGF工による先受効果は既施工区間である起点側坑口パターンで確認されている。

通常、充填式フォアポーリング工に替わる補助工法の選定として、注入式フォアポーリング工が考慮されるが、地山の風化傾向が今後も続くことが予想され、またフォアポーリング工による削孔の繰り返しにより地山の性状劣化が懸念されるため、当該工法の採用については消極的な判断となる。

掘削後の変位量から推測すると後荷や断続的な荷重用の可能性がある低いと判断され、掘削時の天端保護のみを目的とするため従来のAGF鋼管のような高い剛性を発揮する補助工法も必要としない。

以上より、本区間については、これらの中位に位置する小口径長尺鋼管先受工の採用を試みた。

小口径長尺鋼管先受工の概要について以下に示す。

- ・施工範囲は既設トンネル幅を網羅するSL上方60°の範囲とする。
- ・鋼管径を小口径とすることでフォアポーリング以上AGF以下の効果を得る。
- ・注入量はAGF工前シフトの実績を維持する。

3) Eパターン

Eパターンに設定されていた区間は、2~3Dと土被りが薄く断層および破碎帯が存在し、これまでの岩盤性状とは異なることが想定された。

断層の位置を特定するため、最も起点側に位置し、その存在が顕著であるとされるF-2断層の手前から先進ボーリング調査を実施した。コアの様相は砂岩・泥岩の細互層であり全体にコアの軟質化が認められた。断層に近づくにつれて多亀裂化が進み、断層と判断される箇所では破碎化が顕著であった。

掘削時における本区間切羽状態は、全体に劣化・亀裂の発達が著しく、断層帯付近では天端および切羽面の崩壊・抜け落ちが発生する状態である。また、極所的に空洞が存在し補助工法に採用されているAGF工の注入剤が逸走している箇所も確認された。また、既設トンネル覆工の状態は覆工厚が薄いことが原因で変状が著しく掘削に伴い崩壊する状態であった。



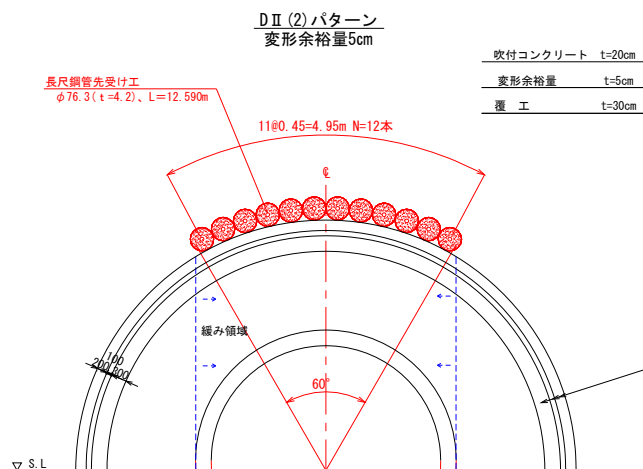
写真 4-2 断層帯近傍での崩落状態



写真 4-3 天端部空洞状態

4) 終点側坑口パターン

この区間は土被りが1~2Dと薄く、地山強度も低いいためグラウンドアーチの形成に難があり、天端沈下および側方からの押し出し量が増大傾向を示した。これにより、内空断面の確保が困難であったため、吹付イ



Me管断面図 S=1:5

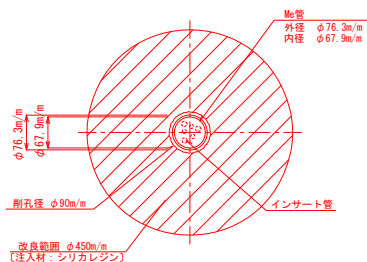


図 4-1 小口径長尺鋼管先受工の概要

ンバートによる早期併合を図り変位抑制を行った。

4-2. 掘削ブリの重金属対策工

既設トンネル内部から行った既往調査資料よりトンネル掘削ブリに含まれる重金属のうち、ヒ素(As)、鉛(Pb)、ホウ素(B)、セレン(Se)の4項目が溶出量基準を超過することが確認されていたため、自然由来の原因としての重金属対策工を実施した。

当工事での重金属対策工としては、上記4項目の重金属を同時に不溶化可能である地化学的鉱物不溶化剤による掘削ブリ全量の不溶化工法を採用した。

以下に不溶化処理フローおよび、当トンネルにて確認された重金属のうち、代表的であった砒素の溶出試験結果を図4-2、4-3に示す。

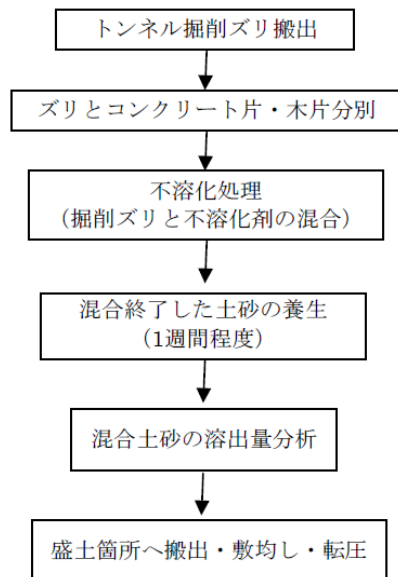


図4-2 不溶化処理フロー

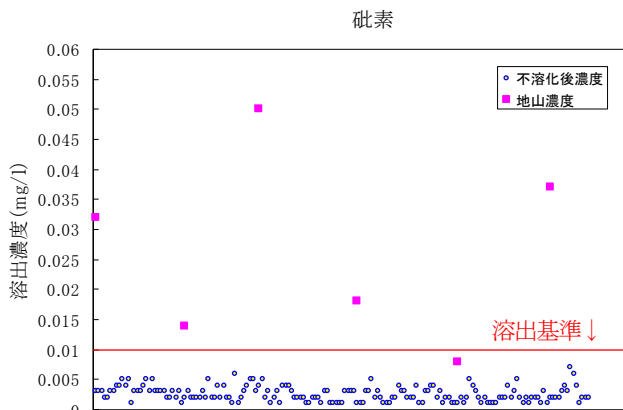


図4-3 溶出試験結果(As)



写真4-4 不溶化剤攪拌混合状況



写真4-5 不溶化処理後堆積・養生用ヤード

5. おわりに

当トンネルはH20.10月に貫通し、現在、舗装工の施工を行っている。トンネル掘削作業中は湧水の発生がほとんどみられなかったこと、A計測・B計測のデータを適時施工にフィードバックしながら適切な掘削補助工法の選定を行うことが出来たことで大規模な崩落や変形を抑制することができ、無事故で掘削完了を迎えることができた。

工事を通してご指導、ご協力を賜りました事業者である留萌土木現業所、ダイシン設計㈱、㈱ドーコン、および関係者の皆様にこの場をお借りしまして御礼申し上げます。

工事も残りわずかとなってきており、最後まで細心の注意を払い、無事故・無災害で完成を迎えたいと考えております。