

小土被り脆弱地山におけるトンネル掘削時の安定対策

国土交通省関東地方整備局 長野国道事務所 高桑信一 篠遠富恵
大成建設株式会社 正会員 ○大久保虎乃助 高橋聡尚 鳥谷部健介

1. はじめに

下諏訪岡谷バイパスは、国道20号の諏訪郡下諏訪町東町から岡谷市今井に至る延長5.4kmのバイパス事業であり、市街地内を通る現道の交通混雑の緩和、交通事故の減少を目的としている。このうち、(仮称)山田トンネルは下諏訪町と岡谷市の山間部を貫く延長約485m、掘削断面約



図-1 位置図

92m²、内空断面約67m²の2車線道路トンネルで、山岳工法（機械掘削）により施工中である。大規模な地質構造線の中に位置し、複雑で脆弱な地質であることからトンネルの施工には細心の注意が求められる。ここでは、トンネル中間部の小土被り区間における掘削時の安定対策について報告する。

2. 地形・地質概要と施工条件

トンネル中間部には延長約90mにわたり土被りが1.5D（D：トンネル掘削径）となる小土被り区間が存在し、地表には小さな沢があり地表部には崖錐堆積物が分布、安山岩の地山部は破碎・粘土化して脆弱化している区間も認められる。最小土被りは約4.5mと小さいことから、トンネル掘削時の切羽・天端の安定確保が課題となった。本トンネルでは地下水位が高いことが確認されており、過去に施工された近傍のトンネルでは、掘削時に異常出水とともに土砂陥没が生じていることから、掘削時の出水に伴う切羽・天端地山の不安定化も懸念された。

当初計画においては、通常の高圧鋼管フォアパイリングによる施工を想定していたが、現地調査の結果、地表部の崖錐堆積物が厚く、崖錐堆積物を除いた地山部分の土被りは最小で約2mと非常に小さいことから、施工時に地表水の流入や、それに伴う地山の不安定化に伴う崩落・崩壊が懸念された。

3. 施工方法

地表面からの地盤改良や置き換え等も考えられたが、当該箇所は、休耕田であり、アクセス道路は狭隘なので、資材搬入出車両の通行が困難であると判断し、坑内からの補助工法による対策を検討した。

小土被り区間では長尺鋼管フォアパイリング先端付近で未固結の崖錐堆積物の抜け落ちを生じさせないために、次のように変更した。①打設密度の変更（25.5本450mm間隔から37.5本300mm間隔）、②鋼管長の短尺化（L=12.5mからL=9.5m）、③シフト長の変更（L=9.0mからL=4.0m）。

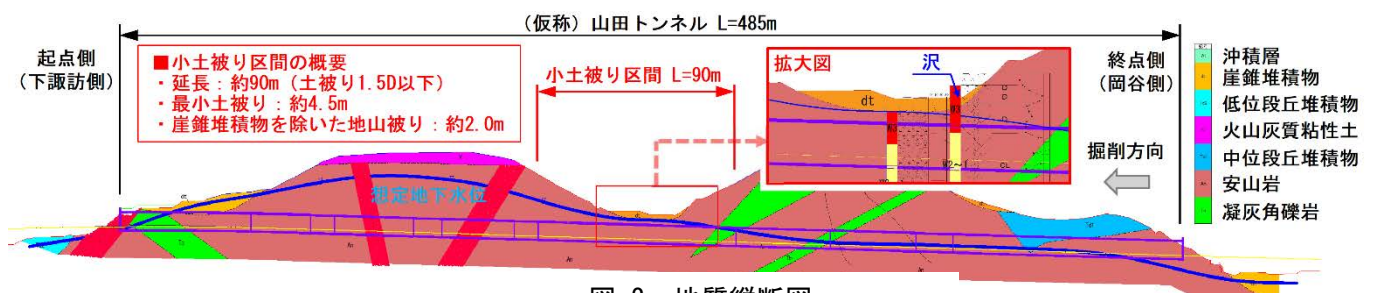


図-2 地質縦断図

キーワード 山岳トンネル、小土被り、補助工法、早期閉合、上半仮インバート

連絡先 〒950-8585 新潟市中央区八千代1-4-1 大成建設(株) 北信越支店 土木部 TEL 025-247-1192

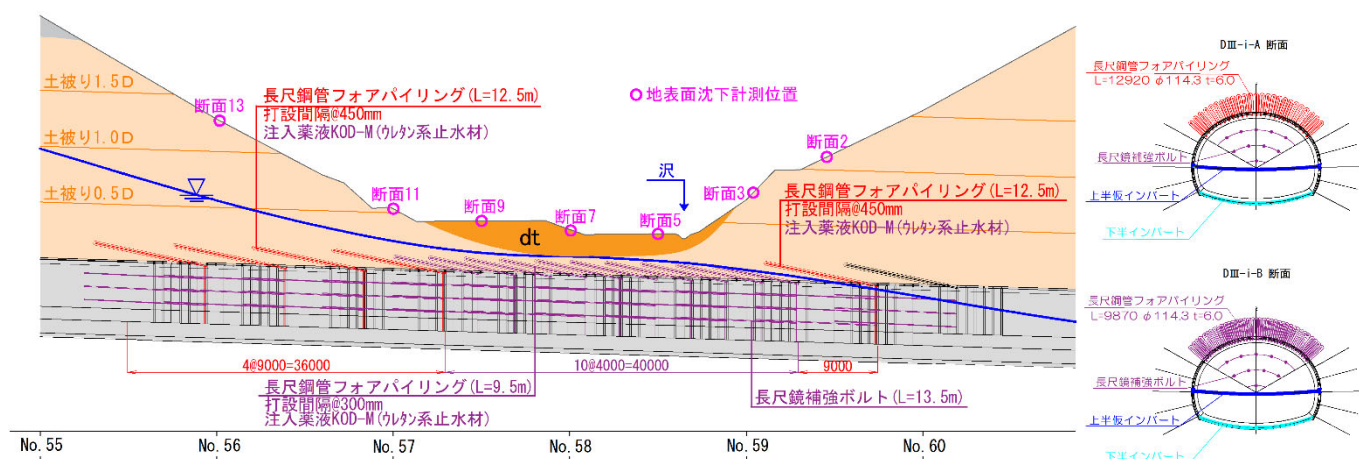


図-3 補助工法概要図

さらに、湧水があった場合でも確実に発泡固結体を形成し地山をより強固にするために、注入材をシリカレジンからウレタン系減水止水材 KOD-M に変更した（対策④）。また、変位量を抑制して確実に地山の安定を確保するために、手前の脆弱地山区間で採用して効果が確認されていた上半仮閉合を小土被り区間にも適用することとした（対策⑤）。

施工に先立ち、注入材の地山に対する適合性を確認するために坑内下半盤にて試験施工を行い、シリカレジン以上の改良効果が期待できることを確認した。

4. 施工状況

当該区間では、地表面沈下の常時自動計測により地山挙動を把握しながら慎重に掘削を行った。切羽前方 45 度の掘削影響範囲に入ると地表面沈下が観測され、上半切羽通過時に 15～20mm 程度、下半切羽通過時 10mm 程度の沈下が生じたが、事前の予測値と同程度に抑えながら掘削を完了させた（図-4）。上半仮閉合の効果により上半切羽通過後の沈下量を抑えることができたが、下半掘削時には変形を抑えていた上半仮インバートを撤去するため、全体的に沈下挙動が生じたものの、インバート支保工で閉合することで沈下挙動も収束した。水抜きボーリングと注入材の止水効果により掘削時に天端からの湧水はなく、注入材が地山の割れ目に浸透・充填され、湧水対策と周辺地山を一体化させることによる地山安定化対策ができたと考えている。

5. まとめ

本工事では、地下水が豊富な断層・破碎帯地山の小土被り区間において、水抜きボーリング、切羽・天端の安定対策として長尺鋼管先受け工の短尺化、打設間隔の縮小、ウレタン系減水止水材 KOD-M の採用、上半仮閉合による変状対策等の各種補助工法を併用することで、地表面沈下を最大 40mm 程度に抑え、周辺環境への影響を最小限にとどめながら無事に掘削をすることができた。本事例が今後の類似条件のトンネル施工の参考になれば幸いである。

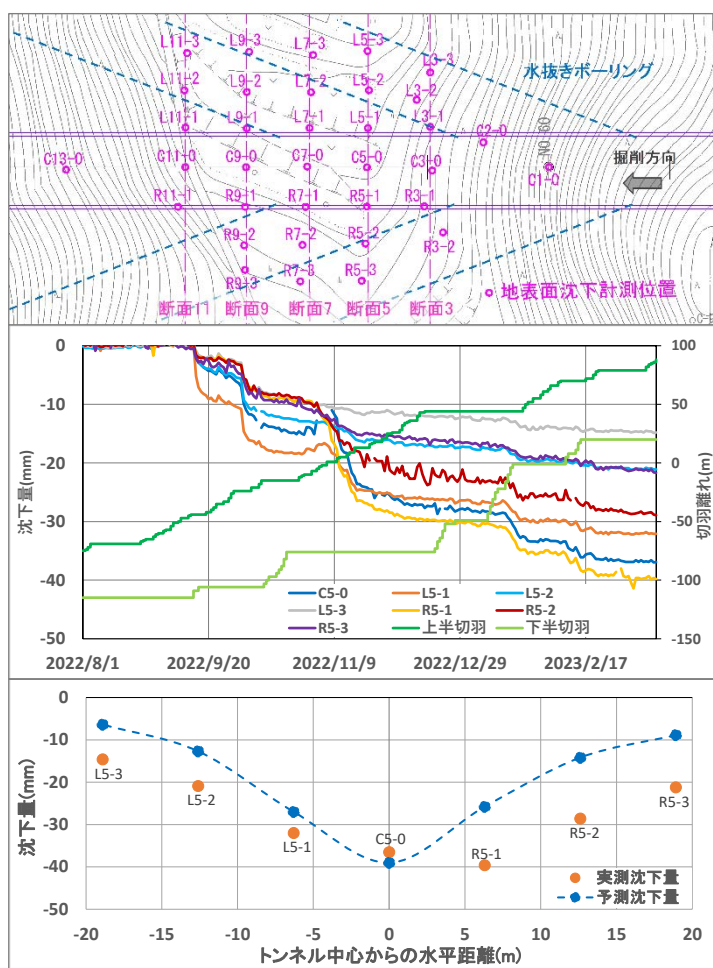


図-4 地表面沈下測定結果（断面 5）