

国道直下におけるトンネル掘削について

福島県県中建設事務所 事業部 道路課 監督員 影山 嘉一
(株)大林組 鳳坂トンネル工事事務所 正会員 ○中戸敬明, 手嶋元気
谷口智洋, 近藤紹仁

1. はじめに

道路橋りょう整備（再復）工事（（仮称）鳳坂トンネル）では、当初設計されていた起点側の坑口位置を 39m 手前にシフトすることになり、国道直下を 3.5m の低土被りで横断することになった。このため、天端崩落や地表面の沈下による国道への影響、舗装下に埋設している融雪装置への影響が懸念された。このため、類似のトンネル実績や FEM 解析等により、地表からの対策として「地盤改良工」、トンネル坑内からの対策として「AGF 工＋鏡補強工」の 2 工法を組み合わせた対策工を実施した。本報告では、その経緯及び方法・効果について述べる。

2. 工事概要

本工事は、福島県の中通りと会津をつなぐ国道 118 号において、福島県復興計画の「県土連携軸・交流ネットワーク基盤強化プロジェクト」に位置づけられている。本工事は、標高 825m の鳳坂峠を通過する、急カーブ・急勾配及び冬期間の路面凍結による交通の難所に、安全で円滑な交通を確保するため、延長 2,538m のトンネルを整備するものである。トンネル周辺の基質岩盤は新生代新第三紀中新世勢至堂層に属し、起点から砂質凝灰岩、軽石質凝灰岩、安山岩、溶結凝灰岩となり、起点坑口付近には未固結～半固結状の段丘堆積物が存在する。

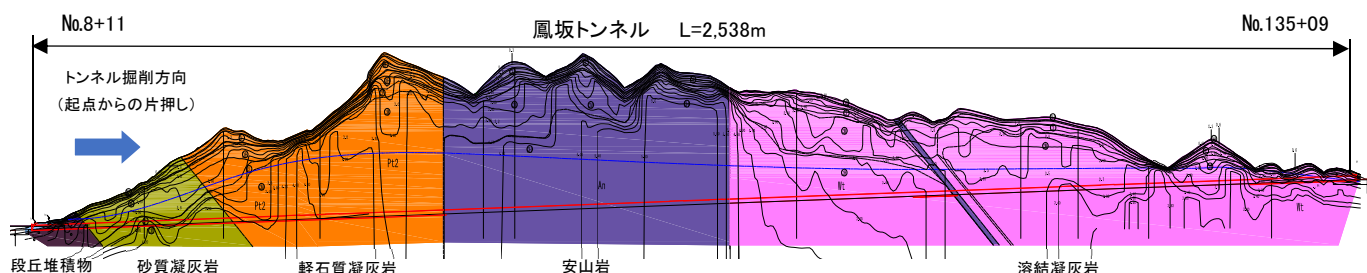


図-1 トンネル地質縦断図

3. トンネル起点坑口部における課題と対策工の検討

トンネル起点坑口部は土地利用の制約をうけ、当初計画されていた坑口位置が 39m 手前にシフトすることとなり、国道の直下を土被り 3.5m で通過することになった。さらに、起点坑口ヤードは見通しの悪い急カーブ区間に位置し、道路勾配は 5~10% の急勾配であり、沢と道路に囲まれた非常に狭隘な施工ヤードであった。

これより、①一般交通に影響を与えない（国道の管理目標値 30mm 以内を満足する）地表面沈下対策、②狭隘な坑口ヤードでも施工可能な工法の選定が必要となった。

上記の課題をクリアする対策工として、(a) 坑内からの AGF 工 + 鏡補強工、(b) 地表からの地盤改良工、(c) 坑外からのパイプルーフ工、以上の 3 工法を対策工として検討した。沈下抑制の効果、工費、工程への影響をふまえて、「(a) + (b) の組み合わせ」による対策工を選定した。

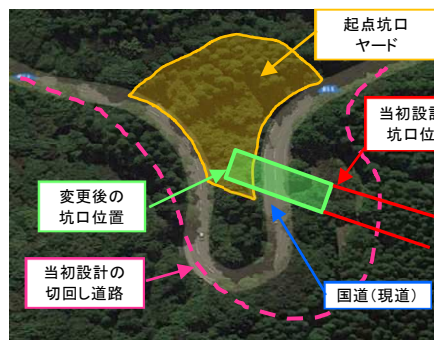


写真-1 トンネル起点坑口

[illegible]

図-2 対策工比較検討表

キーワード 国道直下，低土被り，地表面沈下，補助工法

(連絡先) 〒962-0512 福島県岩瀬郡天栄村大字飯豊字宮ノ前 48-1 (株) 大林組鳳坂トンネル工事事務所 TEL: 0248-94-7338

4. 対策工の仕様、工法の選定

地盤改良工における改良範囲の設定は、地山改良条件を目標強度： $q_u=1.0\text{ N/mm}^2$ 、 $E=100\text{ N/mm}^2$ 、 $c=0.3\text{ MN/m}^2$ 、 $\sigma_t=0.2\text{ N/mm}^2$ 、改良範囲を $B=1.5\text{ m}$ （掘削面外側 1.0 m +掘削面内側 0.5 m ）として、トンネル天端からの必要改良厚さを2次元FEM解析により検討した。その結果、トンネル天端+2.5m（改良厚 2.5 m ）を確保すれば、前述した国道の管理目標値： 30 mm を満足することを確認した。

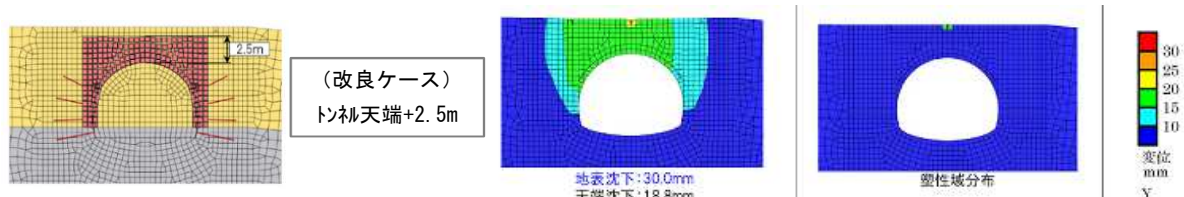


図-3 2次元FEM解析による地盤改良範囲の設定

次に、起点坑口部における国道全体の地表面沈下量及びトンネルの安定性を検証するため、3次元FEM解析を行った。その結果、供用中の国道直下における地表面沈下量の最大値は 20.7 mm 、地表面沈下量の最大値も 21.7 mm で、いずれも管理目標値（ 30 mm ）以下であり、トンネルの安定性は確保していることを確認した。

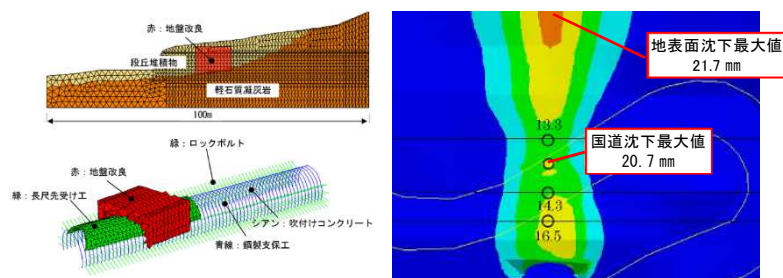


図-4 3次元FEM解析による国道通過部の安定性

地盤改良工の施工では、推定支持地盤を下端とし、①トンネルの両側に $\phi 3300$ の杭を造成する高圧噴射攪拌工法（JEP工法）②トンネル上部の地山と改良材を直接攪拌混合する中層混合処理工法（SCM工法）の2工法を採用した。トンネル掘削時には、補助工法として「AGF工法+注入式長尺鏡ボルト」を併用しながら慎重に施工を行った。

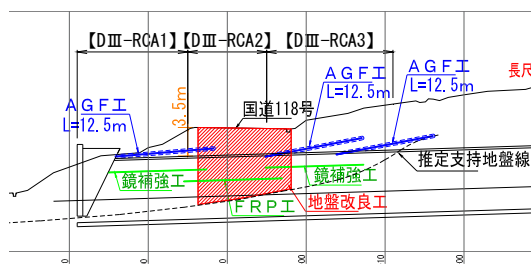


図-5 トンネル補助工法縦断面図

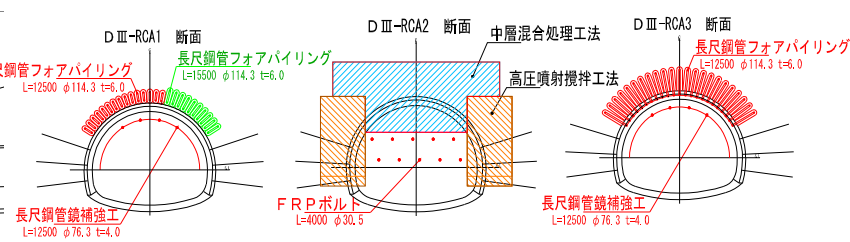


図-6 トンネル補助工法断面図

5. 実施工の結果と評価

地表面からの地盤改良体は、礫などの影響による欠損箇所もなく良好であり、切羽の安定性が確保できた。掘削時にはトータルステーションによる坑内計測、地表面計測により監視した。その結果、天端沈下 5.2 mm 、地表面沈下量 15.0 mm で、管理目標値 30 mm 未満であった。加えて、AGF鋼管に先行沈下計を設置して、前方地山の先行変位量を計測した。その結果、天端沈下量は最大 14.59 mm で、実測した計測結果と連動していることが確認できた。

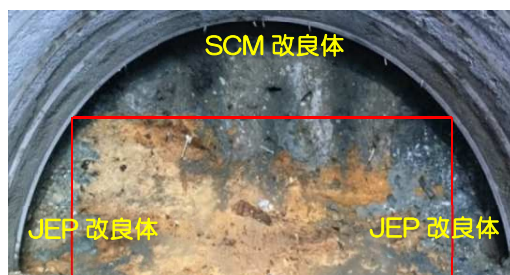


写真-2 切羽状況（改良体出現状況）



図-7 先行沈下計経時変化図

6. まとめ（考察）

今回の対策工は、国道直下部の低土被り区間における地表面沈下の抑制には非常に有効であったといえる。本報告が、低土被り部のトンネル掘削の施工に対する一工法として参考となれば幸いである。