

名護東道路 3 号トンネル 起点側坑口部のトンネル変状対策

西松建設（株）	土木設計部	正会員	○鈴木 健
西松建設（株）	名護東トンネル出張所	正会員	福山 新二
西松建設（株）	名護東トンネル出張所	正会員	寺西 淳次

1. 目的

名護東道路 3 号トンネルは、名護市世富慶地内から同市数久田地内を結ぶ延長 551m のトンネルである。本トンネルの起点側は、トンネル内に分流・合流車線を有するため、トンネルが 2 段階に拡幅されており、最大断面である DIII-w2 の内空幅は、SL 位置で 17.5m、DIII-w1 の内空幅は SL 位置で 14.0m であった。

当初設計では、DIII-w2 区間の掘削工法として側壁導坑先進工法が採用されていた。当該区間を掘削したところ、側壁導坑掘削時から大きな変位が計測されたことから、本坑上半掘削時には鏡ボルト等の補助工法を追加して変位の増大を抑制した。しかしながら DIII-w1 区間には、側壁コンクリートがないことから、掘削によって大きな変位、特に沈下の発生が懸念された。そこで、DIII-w1 区間の沈下を抑制するための補助工法の検討を行った。

2. 坑口部の地質

掘削する地山の地質は、基盤の千枚岩が強い風化を受けて変色、細粒化された脆弱層（Npw1 層、Npw2 層）であった（図-1）。切羽で地山の性状を確認したところ、強度は「力を込めれば、小さな岩片を指先で潰すことができる」程度であり、非常に脆弱であった。また切羽全体が土砂化していたことから、想定より強い風化を受けた脆弱層であることが判明した。

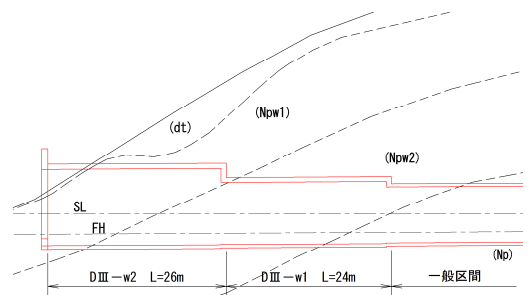


図-1 地質縦断面図とトンネル位置関係

3. DIII-w2 区間の変位と対策

側壁導坑を掘削したところ、側壁導坑の天端沈下・内空変位は、最大で 60mm～70mm と大きく、かつ変位が収束しない状況となった。特に大きかったのは、起点側坑口から 10m の範囲であり、吹付けコンクリートにひび割れ等の変状も発生した。そこで、側壁導坑の変位を抑制させるため、側壁導坑に仮インバートを設置し、変位を収束させた。本坑掘削時には、側壁導坑の変位の実績から想定される懸案事項を整理して、沈下対策として仮インバート、切羽安定対策として鏡ボルトを打設した（図-2）。

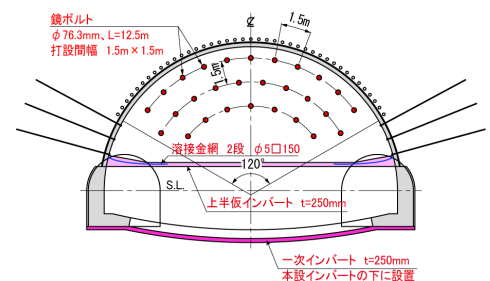


図-2 DIII-w2 補助工法

対策工を実施した結果、上半掘削時の変位は、左側の脚部沈下量 50mm 以外は、10mm～20mm 程度で収束した（図-3）。

4. DIII-w1 区間の支持力対策の検討

DIII-w1 区間の地質は、DIII-w2 区間と同等であることから、大きな変位の発生が懸念された。しかしながら当該区間は、側壁コンクリートがないことから、側壁コンクリートに代わる支持力対策が必要と判断し、支持力対策の検討を着手した。

検討では、まず坑内で平板載荷試験を実施して地山の支持力を確認した。この支持力と想定される作用荷重を比較して支持力対策を検討した。

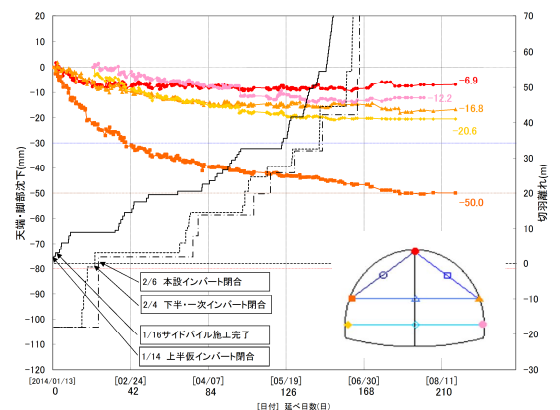


図-3 DIII-w2 天端沈下、脚部沈下

キーワード 大断面、千枚岩、補助工法、フットパイル

連絡先 〒105-6301 東京都港区虎ノ門 1-23-1 虎ノ門ヒルズ森タワー10階 西松建設株式会社 土木設計部 TEL 03-3502-7637

作用荷重は、ゆるみ荷重を考慮することとした。検討した結果、無対策では支持力不足となったため、支持力対策としてフットパイル($\phi 76.3\text{mm}$, $L=6.5\text{m}$, 打設角度: 40°)の打設を検討した。打設長は、想定されるゆるみ領域より下部まで打設することとし、 $L=6.5\text{m}$ とした。検討した結果、フットパイルは片側4本/m, 両側8本/mとなった(図-4)。なおフットパイルの沈下抑制効果は、地質の不確実性や不均一性からバラツキが大きいことが想定されたため、試験施工を実施して、効果を確認することとした。試験施工を実施した結果、変位速度は、フットパイル打設前は、 $6\text{mm/日} \sim 8\text{mm/日}$ であったが、打設後は 1mm/日 程度となり、沈下抑制効果があることが確認できた(図-5)。

5. DⅢ-w1 上半掘削時の変位

DIII-w1 区間の上半掘削時の天端沈下、脚部沈下の経時変化図を示す（図-6）.

計測結果を確認すると、計測当初の上半の天端沈下、脚部沈下の変位速度は、6mm/日程度と大きい値となった。しかしながら、フットパイルを打設したところ、変位速度は1mm/日程度に低下し、フットパイルによって支持力が向上し、沈下速度が低下したことが確認できた。

天端沈下，脚部沈下は，フットパイル打設後は収束傾向を示したが，下半掘削時に再び増加し，50mm を超えたため，対策工として一次インバート（鋼製ストラット入り）を施工した．それでも変位は収束しなかったため，本設インバートの施工を実施した．なお本設インバートの設置は，切羽から約 10m 手前まで実施した．

6. まとめ

DIII-w1 区間の上半掘削では、DIII-w2 区間の掘削の実績を考慮して、側壁コンクリートに代わる支持力対策を検討し、フットパイルを打設した。その結果、フットパイルの打設によって、天端沈下、脚部沈下の変位速度を低下させることができた。

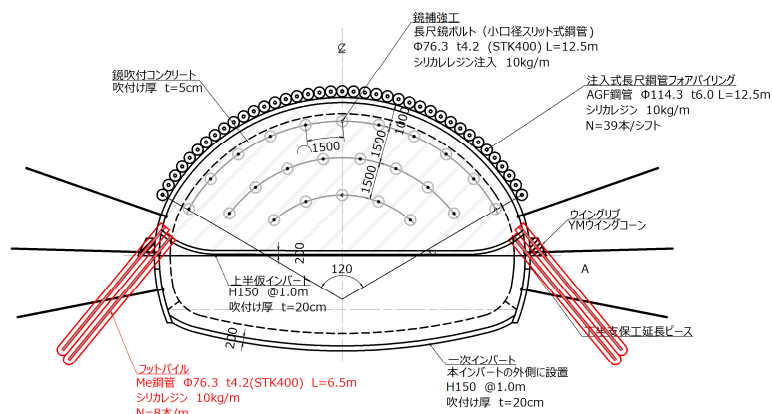


図-4 DⅢ-w1 フットパイル配置断面図

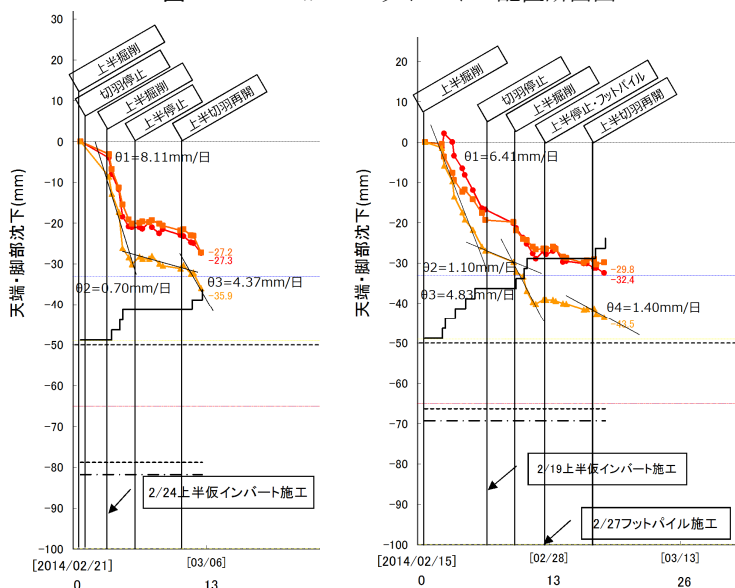


図-5 フットパイル試験施工結果（左：打設なし，右：打設あり）

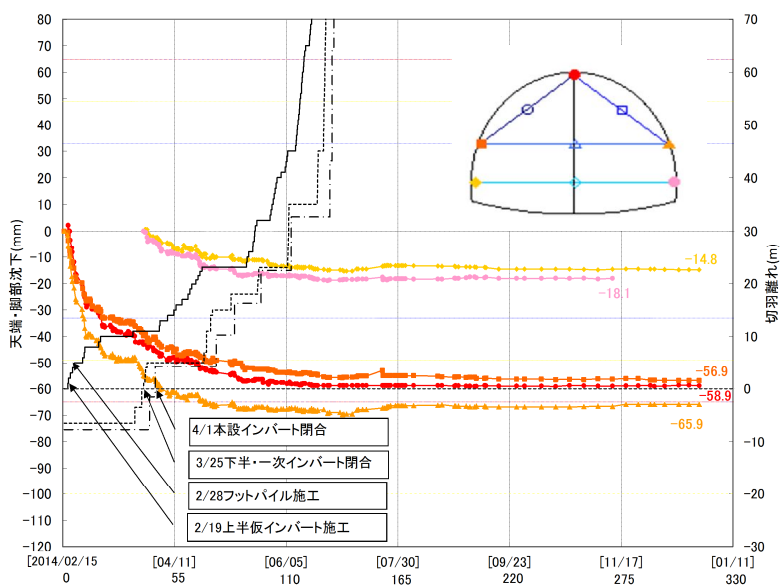


图-6 DIII-w1 天端沈下, 脚部沈下

参考文献 福山新二，寺西淳次：名護東道路の施工状況，土木施工 11 月号，2014 年 11 月