

地すべり地形における急勾配トンネルの掘削

静岡県土木部道路企画室

三井住友建設（株）静岡支店

三井住友建設（株）静岡支店

三井住友建設（株）静岡支店

三井住友建設（株）土木技術部

渡邊 良和

正会員 ○ 高科 浩之

柳田 利行

山田 剛弘

正会員 高橋 浩

1. はじめに

富士城2号トンネルは、静岡市北部の国道362号バイパス工事の一環として建設される延長292mの二車線道路トンネルである。本トンネルは、縦断勾配9.00%という全国でも稀な急勾配トンネルで、起点側坑口付近ではトンネル掘削に伴う地すべりの発生が懸念された。さらに起点側坑口から約80mの位置に中部電力の鉄塔が存在するなど、多くの問題点を有していた(図-1)。本稿では、富士城2号トンネルにおいて採用した補助工法および急勾配対策について、その概要を報告する。

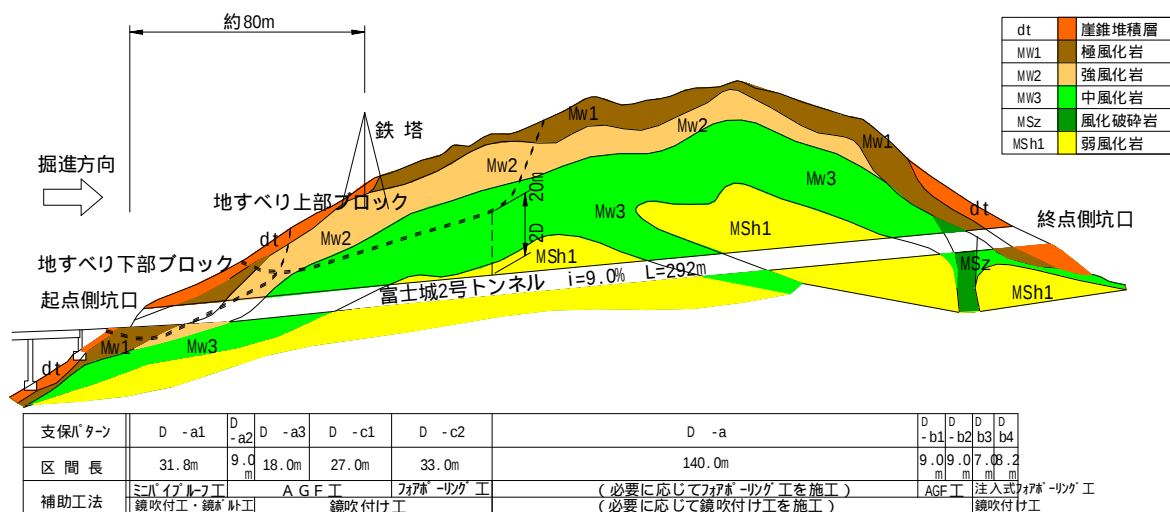


図-1 地質縦断面図

2. 起点側坑口部地すべり対策

本トンネルは、トンネル部全体にわたって四万十帯三倉層群の砂岩頁岩乱雑層が分布しており、起点側坑口部ではトンネルが地すべり下部ブロックを貫通するため、トンネル掘削に伴う地すべりの発生が懸念された。このため、当初設計では坑口から約86mの区間においてAGF工法が計画されていた(図-2)。しかし縦断線形が急勾配なうえ、AGF鋼管の打設角度がすべり面に近い角度となってしまう、天端の安定性が十分に確保できないことが考えられた。そこで、すべり面を越えた位置への鋼管先端の定着を目的として、坑口から32mの範囲を対象とした坑外からのミニパイプ工への変更をVE提案した(図-3)。

本提案によって、AGF鋼管のラップロスの低減、サイクルタイムへの影響軽減などにより、該当部分の工事金額を約20%削減した上で、地すべりの発生を防止することができた。

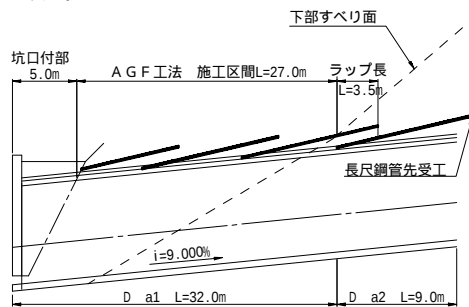


図-2 坑口部概要図（当初設計）

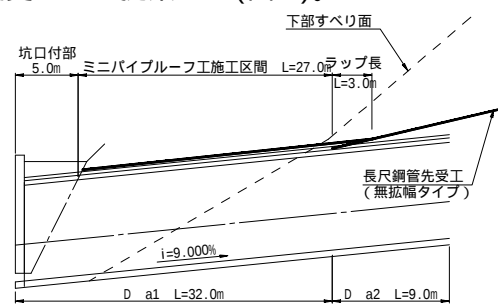


図-3 坑口部概要図（VE提案）

キーワード：地すべり、急勾配、補助工法

連絡先：〒164-0011 東京都中野区中央1-38-1 三井住友建設(株)土木技術部 TEL03-5337-2132 FAX03-3367-4762

3．近接する鉄塔対策

本トンネルでは、地すべり上部ブロック上に鉄塔があり、トンネル掘削に伴う緩みの影響による鉄塔の傾斜などが懸念された。本来はD -a パターンの支保を採用すべき地山であるが、地すべり上部ブロックに対して 2.0D の土被りを確保する位置までD 級（D -c：鋼製支保工 H-150，吹付厚 $t=200$ ）として支保剛性を上げることで地山の変位を抑制するとともに、AGF 工法、フォアポーリング工、鏡吹付け工などの補助工法を採用した(図-4)。

計測工の管理基準値は、鉄塔に対し 0.0005rad （傾斜角）内空変位・天端沈下については、地山の限界ひずみをもとに設定した。前述の対策を実施することで、鉄塔への影響もほとんどなく、無事地すべりブロック下を通過することができた(図-5)。



図-4 AGF工施工状況(D -c)

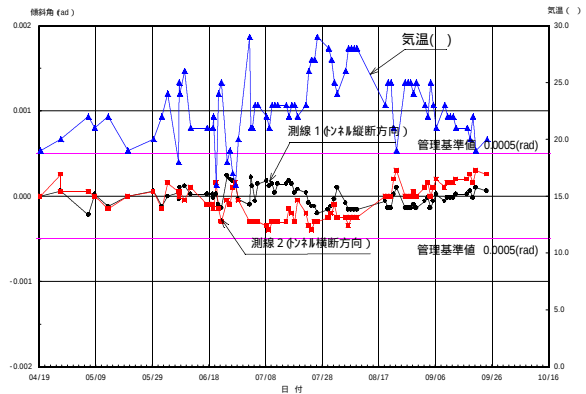


図-5 鉄塔傾斜計計測結果

4．急勾配対策

急勾配対策として、トンネル掘削および二次覆工の施工機械について、以下に示す安全対策を講じた。

クローラタイプのトンネル掘削機械の採用

急勾配のトンネルでは、通常のトンネルに比べ上半部への斜路の傾斜が大きくなり、傾斜を緩く抑えると斜路が長くなり施工性が劣ってしまう。このため、登板能力の向上と逸走防止のため、トンネル軟岩掘削機、ドリルジャンボ、吹付けロボット、ローディングショベル等の主要機械について、すべてクローラタイプのものを採用した(図-6)。

セントルの逸走防止装置

コンクリート打設時の逸走防止、移動時の登板能力向上を目的に、自走装置を4輪全てに設置した。また、コンクリート打設時には大型の鋼製ヤラズを設置するとともに、進行方向前方のインバートにアンカーを設置し、レバブロックで緊張して逸走防止措置とした(図-7)。

実施工においては、掘削機械、セントルの逸走、登板能力不足は発生せず、無事作業を終了している。



図-6 吹付ロボット(クローラ型)

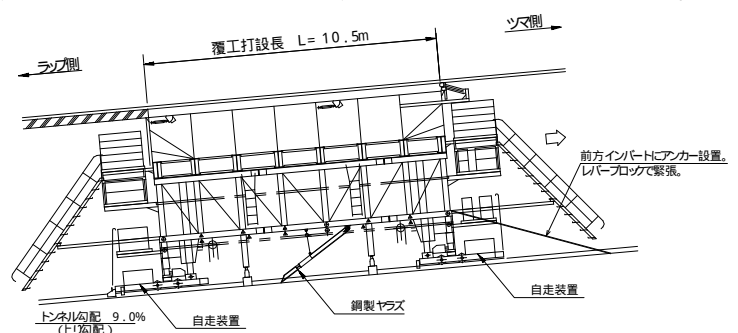


図-7 セントルフォーム構造図

5．おわりに

本件では急勾配に起因する諸問題のほか、起点側坑口部の比較的大きな沈下（共下がり現象）、トンネル深部（D -a 区間）における側壁部の押し出しなど、多くの問題が発生した。適宜、適切な補助工法を採用して無事トンネル掘削を完了することができたのは、静岡県トンネル技術検討委員会の技術指導、施工協力業者の努力など多くの方々の協力によって得られた成果であり、関係各位に深く感謝の意を表したい。本稿が類似工事の参考になれば幸いである。