

VI-21

低土被り地山におけるトンネル坑口部対策工法

—磐越道渡戸トンネルでの小口径長尺先受工—

日本道路公団いわき工事事務所 正員 ○河原崎邦彦
同 正員 中川 裕明
五洋建設(株)・第一建設工業(株) J V 正員 高川 博司

1. はじめに

磐越道渡戸トンネルⅡ期線（下り線）工事は、現在供用中のⅠ期線に隣接して、花崗閃緑岩の地山を貫く延長 1,129 m の 2 車線道路トンネル工事である。終点側（いわき側）坑口部は、1 D（D：掘削直径）以下の低土被り区間が長く続く偏圧地形を呈し、その岩質は風化が深部まで進行してマサ化している。このため、トンネル掘削に伴い切羽天端の崩落および周辺地山の緩みの発生が懸念された。また、当トンネルとⅠ期線の隔離距離が 2 D 程度と近接することから、Ⅰ期線に影響を及ぼすことなく施工することが要求された。

そこで、トンネル掘削の補助工法として注入式長尺小口径鋼管フォアパイリング工法（以下、小口径長尺先受工という）を採用した。本報告では、当該坑口部で実施した補助工法および計測工について述べる。

2. 坑口部の地形・地質概要

終点側坑口部の地形・地質概要を図 1 に示す。当トンネルはⅠ期線の谷側に位置し、やせ尾根の裾部を貫く坑口部付近は偏圧地形であり、STA.607+40 付近からはトンネル右肩部の最小土被りが 1 D 以下となる。

一方、地質は約 90 ～ 100 m の区間に渡って強風化岩～マサ土で構成されている。マサ状の深層風化は著しく、新鮮な露岩は認められず、地表にはマサ土と共に転石状の風化残留核が露頭している。またⅠ期線工事では、マサ土特有の流砂現象が起因した地表面陥没に至る天端崩落が発生している。

3. 施工上の問題点と対策検討

当該坑口部の地形・地質状況や周辺環境等から予想されるトンネル施工上の問題点として、①切羽天端の崩落、②切羽の自立性欠如・鏡面の崩壊、③掘削に伴う地山の緩み、④偏土圧の作用、⑤地耐力不足が懸念され、特に①～③の問題点を克服する必要がある。

対策工法は実施効果、施工性・工期、経済性および現場での適用性を勘案し、坑内からの対策工（補助工法）を基本として選定した。低土被りの未固結地山における切羽天端の崩落防止および周辺地山の緩み抑制の対策としては、注入式長尺鋼管フォアパイリング工法（以下、AGF 工法という）等の長尺先受工が有効であり、施工実績も多い。しかしながら、硬質の風化残留核が点在する当該地山での施工性や経済性を比較検討した結果、AGF 工法の汎用鋼管（φ 101.6mm あるいは φ 114.3mm）の替わりに小口径鋼管を使用する長尺先受工を採用した。

4. 小口径長尺先受工

(1) 工法概要

小口径長尺先受工の概要を図 2 および図 3 に示す。

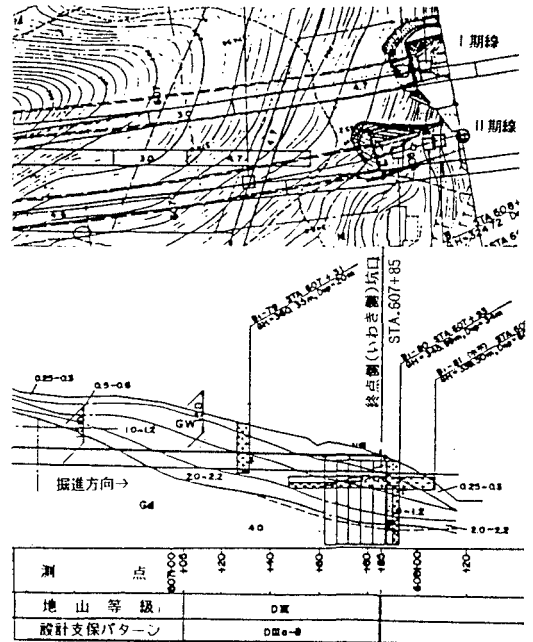


図 1 坑口部の地形・地質

当工法は従来の AGF 工法の改良型であり、先受材としてφ 60.5mm（肉厚 $t = 5.5\text{mm}$ ）の小口径鋼管を使用することにより、施工性および経済性を向上させている。また、端末管に特殊樹脂管を配することで掘削断面の拡幅を不要としている。

(2) 施工概要

強風化岩優勢の区間ではモルタル充填式フォアボーリング併用の D Ⅲ a パターン（標準設計）で切羽天端の崩落防止を図ったが、土被り 1 D 程度となった STA.607+29 では土砂状にマサ化した花崗閃緑岩が切羽上半全面に出現し、天端からの抜け落ちが懸念された。このため、全長 9 m の長尺鋼管を上半 120° 範囲に 1 断面あたり 28 ～ 29 本を打設・注入して地山改良する小口径長尺先受工を 8 シフト施工した。

施工手順・方法は AGF 工法と同様に、1 本おきに鋼管を打設し、先行孔の注入が完了した後に残り半数の鋼管打設～注入を施工した。注入材は安全ガイドラインに適合したシリカレジン（ウレタン系）を使用し、設計注入量を 70 kg/本と設定した。なお、注入材は事前に試験施工して、地山改良効果を確認した。

施工中の切羽は概ね均質なマサ地山であり、風化残留核も一部混在した。しかしながら、小口径ロストビット式による削孔システムは施工性が良好であり、切羽状況に応じて注入量を増量して慎重に掘削した結果、切羽天端の崩落を発生させずに施工できた。

5. 計測結果

トンネル掘削に伴う周辺地山の挙動把握ならびに I 期線に対する影響を確認するために、坑内での A 計測をはじめ、坑口部での動態観測工（地中沈下測定、地表面沈下測定）、I 期線の内空変位測定を実施した。

計測概要を図 4 に、計測結果の一例として地表面沈下測定結果を図 5 にそれぞれ示す。坑口部における内空変位・天端沈下ならびに地表面沈下は 20 ～ 30mm 程度であり、当初想定された周辺地山の緩み発生や脚部沈下は認められなかった。

6. おわりに

低土被りの未固結地山という厳しい地形・地質的条件下での坑口部施工において、小口径長尺先受工を採用した。この結果、当初想定していた切羽天端の崩落や周辺地山の緩みを発生させることなく、さらに隣接する I 期線へ影響を及ぼすことなく、トンネル掘削を安全かつ確実に施工することができた。

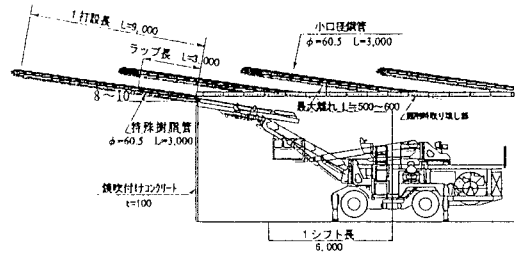


図 2 小口径長尺先受工の施工概要

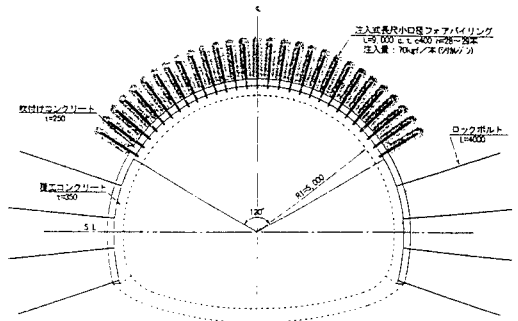


図 3 小口径長尺先受工の施工パターン

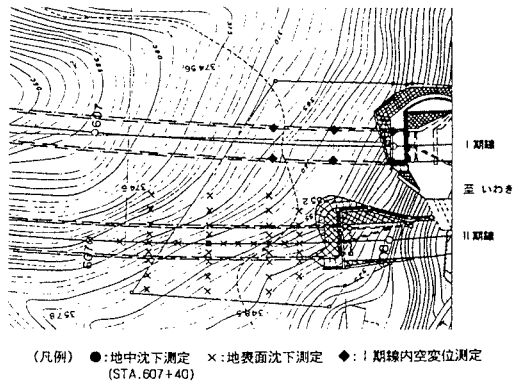


図 4 計測概要

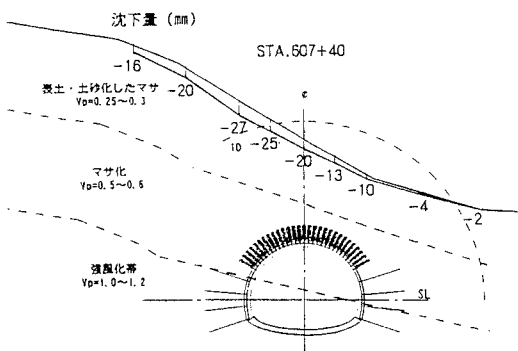


図 5 地表面沈下測定結果