

既設導坑内からの事前補強ボルトを補助工法とした本坑拡幅掘削

中日本高速道路(株) 静岡工事事務所 大川 了
 大林組・熊谷組・フジタ共同企業体 正会員 ○渡邊 裕介
 (株)大林組 本社 トンネル技術部 正会員 木梨 秀雄

1. 施工概要

島田第一トンネル上り線は、第二東名高速道路の三車線扁平大断面トンネルである。西側坑口部では、先行して施工した下り線(他社 JV 施工)の TBM を搬入するために導坑が施工済みであり、上り線工事では既設導坑を本坑断面に拡幅掘削する。拡幅掘削にあたり、図 1 に示す範囲で当初設計の長尺鋼管フォアパイリングに替えて、事前補強ボルトと充填式フォアポーリングを併用した工法に変更した。

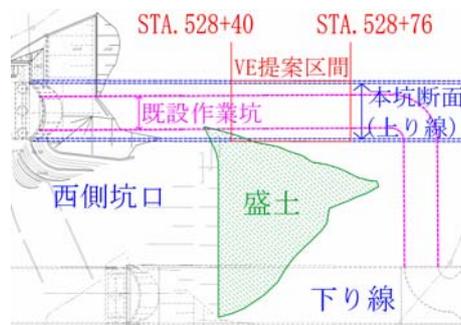


図 1 西側坑口部平面図

2. 問題点と代替工法の提案

西側坑口部は図 2 に示すように極端な偏圧地形であるのに加え、地質は第三紀瀬戸川層郡の泥岩および強風化泥岩であり、本坑掘削時の逆解析から得られた弾性係数が 13.8MPa の脆弱な地山である。拡幅掘削にあたり、坑外からの盛土により偏圧地形の影響が解消し、地滑りや斜面崩壊のリスクが低減していた区間では、図 3 に示す当初設計の長尺鋼管フォアパイリングの代替工法として、図 4 に示す地山の補強対策となる既設導坑内からの事前補強ボルトと、天端の剥落防止対策となる掘削補助工法の充填式フォアポーリングの併用を提案した。

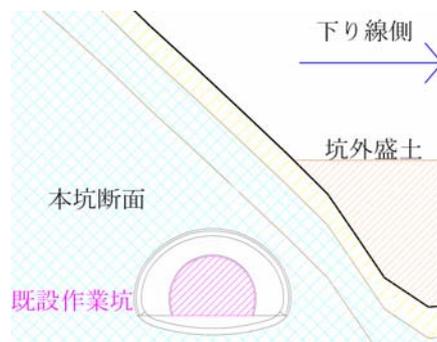


図 2 STA. 528+49 断面図

事前補強ボルトは、既設の導坑内から拡幅掘削に先立ち補強ボルトを打設し、地山の補強を行うものである。本坑断面内の事前補強ボルトは拡幅掘削時に撤去するが、断面外の部分はパターンボルトとして存置する。さらに、地山天端部の剥落防止対策として、拡幅掘削時に充填式フォアポーリングを施工する。

3. 代替工法の計画

事前補強ボルトの施工には図 5 に示すように本坑掘削で用いる 2 ブームのドリルジャンボを使用した。また、強風化岩であり孔壁の自立が困難であると予想されたので、事前補強ボルトには自穿孔ボルト(L=10m、R32、鋼製、中空で後注入可)を採用した。地山と事前補強ボルトの間の定着材としては、10m のボルトに 1 液型の定着材を注入する必要があったため、高流動性早強モルタル(商品名:IB0 モルタル)を後注入した。

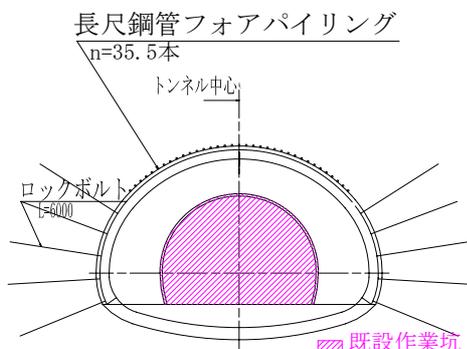


図 3 当初設計標準断面図

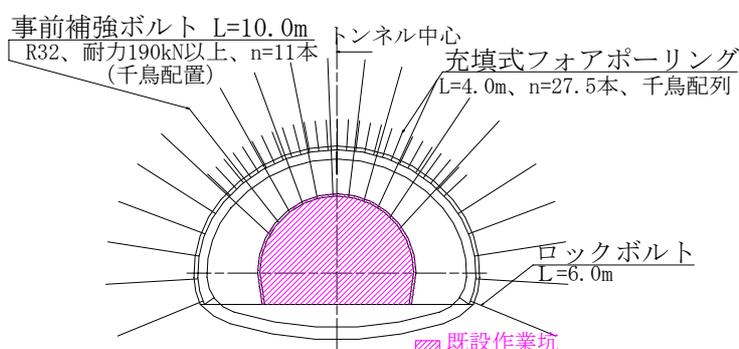


図 4 代替工法標準断面図

キーワード 山岳トンネル, 導坑先進拡幅掘削, 事前補強ボルト,

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 TEL03-5769-1111

4. 施工結果と技術的評価

(1) 施工性

①事前補強ボルト 既設の導坑内から施工することで、切羽作業を減少することができ、安全性及び施工性が確保された。定着材の注入は、当初は地山とボルトの間の空隙のみを埋めるように注入量を計画していたが、定着材が地山の空隙に散逸してしまう状況がみられたため、ボルト周りに改良体を造成するように注入量を見直した。

②掘削サイクルへの影響 事前補強ボルトのうち約 4mは掘削断面に含まれており、掘削時に鋼材カッターを用いて切断し撤去した。また、ボルトの切断面は、通常のロックボルト頭部よりも鋭利になり、防水シートを破る恐れがあるので、プレートとナットを取り付け裏込め処理を行った後、図6に示すように吹付コンクリートによって保護を行った。充填式フォアポーリングを含め、各施工工程は掘削サイクルの中で処理することができ、事前補強ボルトの処理による掘削サイクルへの影響は殆どなかった。

(2) 鏡面の安定性

図7に示すように、掘削時は事前補強ボルトが鏡面にあることで切羽天端部前方の抜け落ちは発生しなかった。鏡面で地山の亀裂内に事前補強ボルトの定着材が浸透しており、定着材によって弱層が補強されていることが確認できた。これによって切羽作業の安全性が向上すると共に余掘りの低減によるコスト抑制、サイクル短縮にも効果があった。

事前補強ボルトは地山に対して垂直縫地ボルトのように作用したと考えられる。

5. まとめ

代替工法の評価をまとめると表1の通りである。但し、事前補強ボルトの打設には5.5日を要したが、事前施工が可能であるため日数を計上していない。施工性には問題なく、掘削時の切羽の安定性は標準案よりも優れていたと言える。



図5 事前補強ボルト施工状況

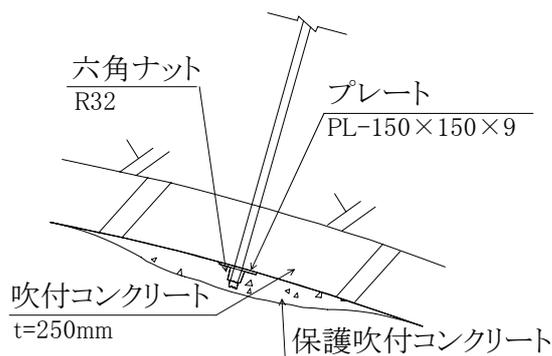


図6 事前補強ボルト切断後養生



図7 掘削時の切羽状況

表1 代替工法と標準案の比較

	代替工法 (事前補強ボルト+充填式フォアポーリング)		標準案 (無拡幅長尺鋼管フォアパイリング)	
切羽安定	標準案より切羽安定性が優位	○	AGF 先端部で鋼管下部地山の剥落の可能性あり	△
施工性	問題無し	○	問題無し (実績多数)	○
工期	(本坑掘削) 17.1日	○	(本坑掘削) 20.8日	△

6. 今後の展開

(i) 導坑先進工法等、導坑が本坑に先進する、(ii) 事前補強ボルトの打設を他作業と並行して行える、等の条件がそろえば本代替工法は工程短縮、切羽面の安定、天端崩落防止対策の補助工法として有効である。