

長尺フェースボルト等による不良地山対策と上下半斜路栈橋による工期短縮

大林組名古屋支店 堀越 J V 正会員 ○小山耕治
 日本道路公団名古屋建設局 緒方健治
 大林組名古屋支店 堀越 J V 所長 野村雅明
 大林組土木技術本部技術第2部 正会員 守屋洋一

上信越自動車道堀越第二トンネルで用いた急速施工の手法を述べるとともに、新たに開発した長尺フェースボルト工法（長さ20m、シリカレジン定着）、および、実用化した斜路栈橋による上半・下半・インバートの同時施工方法について、その概要および評価を報告する。

1. はじめに

堀越第二トンネルは、藤岡 J C T から長野市の南部を経て新潟県の上越 J C T に至る上信越自動車道のうち、長野県上水内郡三水村から同郡信濃町に抜ける全長2,340mのトンネルである。当報告では工期短縮のため取られた各種方策の内、特に適正支保パターン・補助工法の選定方法と施工結果、斜路栈橋による上下半・インバート並進工法（特許出願中）について述べ、次に当現場で開発したシリカレジン定着式の長尺フェースボルト（特許出願中）による切羽崩落防止方法を紹介する。

2. 地形・地質概要

当施工範囲は新第三紀鮮新世後期飯山累層の泥岩・砂岩・礫岩が主に分布している。岩質は固結度が低く一軸圧縮強度で1～50kgf/cm²程度である。トンネル

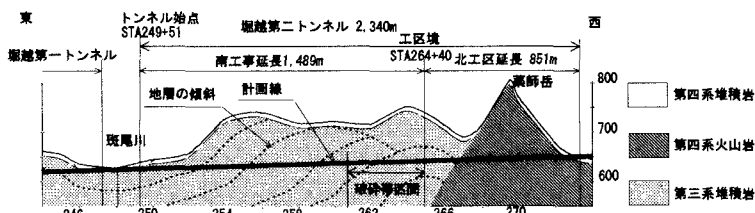


図-1 トンネル地質構造縦断面

部分の土被りは20m～100mで、切羽に対して流れ目となる層理節理が発達し、貫通点付近では破砕状であった。トンネル抗口から1,000m付近より貫通点までの間ではメタンガスが検出された。

3. 工程遅延の原因

- (1) 設計支保パターンと実施支保パターンの相違
- (2) 鏡・天端地山崩落の頻発
- (3) 地山の押し出しによる縫返し
- (4) メタンガスの発生



写真-1 鏡崩落状況写真

4. 工期短縮の方策

- (1) 追加ボーリング等による地質調査

貫通点付近約400m区間に破砕帯の存在が想定され、その部分の掘削が工程上最大の不確定要素であった。そのため、地上からのボーリング2本、坑内からの水平ボーリング1本、さらに事前に行われた弾性波探査の再解析を行った。この調査により、上記区間が破砕帯であると確認され、それに基づき支保パターンの検討を行った。

- (2) 適正支保パターンの選定方法

適正な支保パターンおよび補助工法を以下の２点により迅速に決定することにより、縫返しや崩落によるロスタイムを最小限にする。

①最終変位と相関が高い初期変位率（切羽が1/4D進行した時点での切羽1m進行当りの変位量）を利用し、予め決めた支保パターン選定表に基づき支保パターンを決定する。

②坑内切羽観察を天端部・鏡部に分け点数化した切羽評価点を用いて補助工法の採用基準とする。

上記２点は、抗口から約500m間の結果に基づき相関関係が高いことを確認している。

当選定方法を採用した区間では縫返しの割合が未採用区間の17%に対して3%に減少した。

（３）斜路栈橋の採用

当初インバートの施工は全線の35%であったが、全線インバートを施工する状況となり、上半稼動日数が1ヶ月当たり13日程度と少なくなっていた。この上半稼動日数を上げるため、下半盤から上半盤に全長44.3mの斜路栈橋を掛け栈橋下で下半・インバートを施工することで上半稼動日数を21日確保した。このことにより工期を約2.6ヶ月短縮した。

当トンネルのように不良地山の場合、通常の斜路造成による上半下半・インバート並進施工は非常に危険である。しかし、斜路栈橋を利用する事により各作業を分離できるため安全に無理なく作業が行えた。他のトンネルにおいても工期短縮と安全確保が可能のため利用価値は高いと思われる。

（４）３交替制の採用

３交替制を採用し交代時間・休憩時間等のロスタイムをなくした（休憩等は交代で取り上半掘削を継続させた）。この結果、通常の２交替制に比べ工期を2.3ヶ月短縮した。

（５）長尺フェースボルトの施工

当トンネルにおいて切羽崩壊防止法として当初、核残し・鏡止め吹付コンクリート・鏡ボルト・ウレタン注入工等を行った。しかし、ウレタン注入工以外は効果が不十分であった。ウレタン注入工は効果は大きいが工費が高く緊急時の使用に留めるよう指定されていた。

そのため、当現場では通常3～4mの長さで行われた、鏡ボルトを長尺（20m）とした長尺フェースボルトを採用した。長尺フェースボルトは①定着長を長くし鏡ボルトの効果を上げ、②施工頻度を少なくすることによりサイクルタイムを短縮、③さらには、現在行なっているウレタン注入工と比較し、工費の節減を図り得るものであった。

フェースボルト施工区間は本トンネル中最も地質が劣悪であった区間にもかかわらず、崩落頻度・規模共に低く抑えることができた。これからフェースボルトが切羽の崩落防止に有効であることがわかる。また、フェースボルト施工区間における鏡の押し出し量が未施工区間の約30%と小さくなっている事からも、フェースボルトにより切羽前方の緩みが抑制されている事がわかる。

5. あとがき

当現場のように地山強度が低く、切羽の崩落が頻繁に見られる不良地山で急速施工を行う場合、崩落・変位をどのようにマネージするかがポイントとなる。当現場で行った斜路栈橋による施工法は下半施工直後にインバート閉合を行うため下半施工時の変位を押さえる効果も有り非常に急速施工に適した施工法といえる。

一方フェースボルトは施工結果からも明らかに切羽を積極的に押さえる事が可能である。これにより、切羽の自立面積を大きくできるため急速施工が可能となる。また、当工法は従来の注入工に比べ安価であることから、将来的には大断面での切羽の安定を図るため用いられる事が十分考えられる。従って、現在のトンネル大断面化の流れの中で今後当工法が重要性を増す事は明白であり、当工事の実績がその礎となる事を期待する。