

破砕帯と交差する大断面トンネルの施工

(株) 鴻池組 土木技術部 正会員 ○福井 正規
 (株) 鴻池組 土木技術部 正会員 山田 浩幸
 鴻池・土屋特定建設工事共同企業体 吉田 武久
 静岡県 沼津土木事務所 藤井 洋行

1. はじめに

国道 136 号下船原バイパスは、静岡県伊豆市の中央部に位置し、渋滞緩和等を目指して国道 136 号下船原から国道 414 号月ヶ瀬をショートカットで結ぶ延長 840m のバイパスとして静岡県沼津土木事務所により整備が進められている。この内、(仮称) 下船原ト

ンネルは狩野川と支流の船原川に挟まれた丘陵地を貫く延長 208m、最大土被り 44m の山岳トンネルである。月ヶ瀬側の拡幅区間 (L=70m) は通常の 2 車線に加えて右折車線と歩道を伴うため、内空幅 14.7m、内空高さ 8.4m、内空断面積 108.6m² の大断面である。起点側から機械掘削で掘り進めたところ、TD77m 付近から切羽に破砕帯と考えられる脆弱部が出現したため、標準断面区間から拡幅区間にかけての天端安定性を確保することが求められた。

2. 地質状況と前方探査ボーリング

図-1 に地質縦断図を示す。当トンネル付近の地質は石英安山岩を主体とし、一部に凝灰角礫岩を伴う。弾性波探査の結果では①TD44m～54m および②TD124m～164m 付近に低速度帯が検出されていた。①区間では破砕帯などの脆弱部の出現が予想された。②区間では亀裂の発達した石英安山岩や変質した凝灰角礫岩の出現が予想された。

掘削は下船原側の坑口から 1.544% の下り勾配で開始した。①区間では、割れ目の一部に粘土が挟在し、鏡面から岩塊の抜け落ちが見られたものの、破砕帯などの脆弱部は出現しなかった。しかし、②区間の手前約 50m (TD77m) からは、右踏前に土砂化・粘土化した脆弱部が出現し、徐々に右半断面を占めるようになった。同時に、湧水に伴う小規模な崩落が繰り返し発生した。

そこで、切羽前方の地質を探るため、TD99m より 1 回目の先進調査ボーリング (L=41.5m) を実施した。先進調査ボーリングは工程への影響低減が求められたことから、ロータリーパーカッションドリルで削孔してワイヤーラインでコアを回収する PS-WL 工法を採用した。図-2 にコア写真を示す。TD115m 以降は亀裂が多く、TD118m から非常に脆弱な凝灰角礫岩が出現し、TD126m から TD133m にかけては黄白色の厚い軟質な粘土化した石英安山岩の層を確認した。ボーリング孔からの湧水量は 8L/分であった。以上のことから、TD77m の右踏前から続く破砕帯と考えられる脆弱部は、拡幅区間の TD140.5m 付近まで断続的に出現すると予想された。

3. 補助工法の選定

切羽進行につれて崩落規模が大きくなったため、TD113m より天端部の安定対策として補助工法を追加した。

キーワード トンネル, 破砕帯, 拡幅, 大断面, PS-WL 工法, 補助工法

連絡先 〒136-8800 東京都江東区南砂 2-7-5 (株) 鴻池組 技術統括本部土木技術部 TEL03-5617-7790

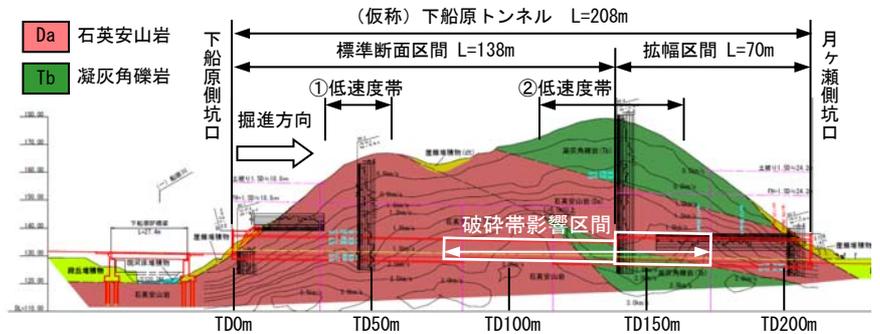


図-1 地質縦断図

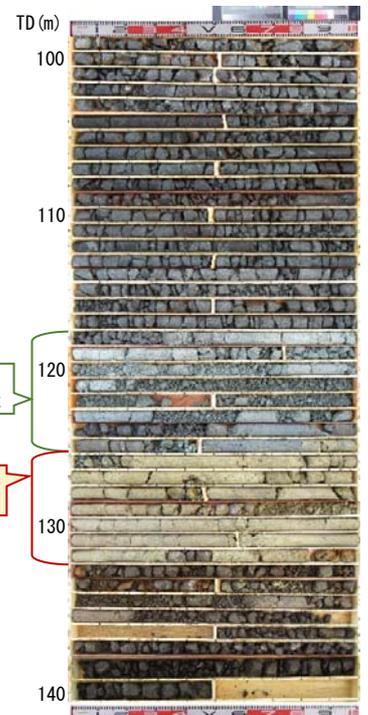


図-2 PS-WL 工法による採取コア (TD99m～140.5m)

図-3 に切羽状況を、図-4 に補助工法断面図を示す。補助工法は、切羽状況に併せて打設範囲の調整や施工の中止再開が容易なことから、注入式フォアポーリングを選定した。ただし、TD136m から2mの断面変化区間は約45度で切り広げて拡幅区間に入るため、延長3mの注入式フォアポーリングでは先受け長を確保できない。そのため、拡幅区間の8m手前から注入式フォアポーリングに代えて延長12.5mの長尺鋼管フォアパイリングを1シフト配置し、先受け長を確保した。また、断面変化区間に注入式フォアポーリングを1シフト追加し、鋼管下部の抜け落ちを防止した(図-5)。

4. 破碎帯区間の施工結果

補助工法の追加により天端部からの崩落はなく、坑内変位は天端沈下10mm、内空変位20mm程度で、管理レベルI以下に収まった。

1回目の先進調査ボーリングの終点にあたるTD138m(拡幅区間起点)より2回目の先進調査ボーリング(L=22.5m)を実施した。その結果、延長1m前後の粘土化した部分3箇所や、非常に脆弱な凝灰角礫岩が確認され、破碎帯の影響が続くと予想されたため、引き続き注入式フォアポーリングを併用して掘削を継続した。

その後、TD170m付近で破碎帯をぬけて良好な地山の区間に入ったため、補助工法の施工を中止した。

1回目の先進調査ボーリングで確認された黄白色の厚い粘土化した石英安山岩の層はトンネルと低角度で交差しており、TD103mから約50mに渡り切羽に出現した。その前後を含む約70mに渡って天端の安定性が悪い状態が続いた。破碎帯とトンネル軸がなす角度は約25°で、その影響範囲は幅30m程度であったと考えられる(図-6)。

5. まとめ

切羽に破碎帯に伴う脆弱な地山が出現したため、坑内より先進調査ボーリングを実施して前方地山の状態を把握した。孔壁崩壊により二重管削孔を余儀なくされたものの、PS-WL工法の採用により比較的短時間で調査を行い(平均掘削効率21.3m/日)、工程への影響を低減できた。PS-WL工法は打撃と回転を併用するため、RQDから亀裂の状態を定量的に判定できない欠点はあるものの、採取コアの状態から基岩の性質や割れ目の程度を定性的に判断することは可能であり、不良地山における施工中の調査として非常に有効であった。

破碎帯はトンネルと約25°の低角度で交差していたため、約70mに渡って天端の安定性が悪い状態が続いたが、注入式フォアポーリングと長尺鋼管フォアパイリングを効果的に配置することにより、破碎帯内での断面変化にも対応し、天端部の安定を確保することができた。

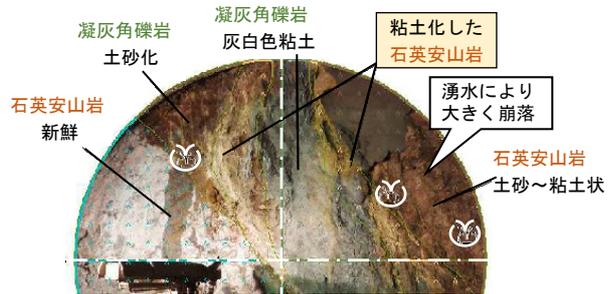


図-3 TD111m(No. 35+16.7)の切羽状況



図-4 補助工法断面図

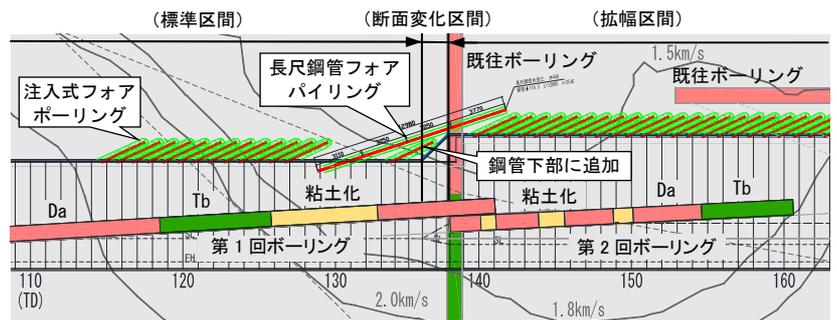


図-5 補助工法縦断面図

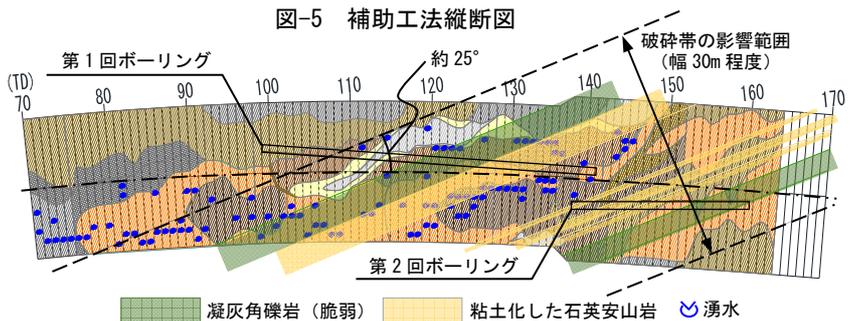


図-6 破碎帯の影響範囲(坑壁展開図とボーリングデータから推定)

凝灰角礫岩(脆弱) 粘土化した石英安山岩 湧水