

河川直下土被り 3.5m のトンネルをN A T Mで施工

宇治市建設部参事

三枝政勝

大林組・大日本土木共同企業体 正会員 松本暢史

○ 大林組・大日本土木共同企業体 正会員 宮崎裕光

1. はじめに

黄檗山手線は、東宇治地域の主要道路である府道京都宇治線の慢性的な交通渋滞を解消するために、東宇治山麓部を南北に貫く新たな交通軸として建設されている。その主要区間であるトンネル工区は、宇治カントリークラブの直下を最低土被り 3.5m のもとN A T Mで施工した。地質は、大阪層群の礫、砂、シルト、粘土を主体とした未固結地山、およびゴルフ場造成時の軟弱盛土層である。本報文では、ゴルフ場を流れる河川の直下を土被り 3.5m で通過したトンネルの施工方法について報告する。



図－1 黄檗山手線（トンネル工区）完成予想図

2. 技術的課題

河川直下を通過する 24m 区間は、以下の特殊条件により技術的課題の大きい区間であった。

①老朽化した三面張り水路

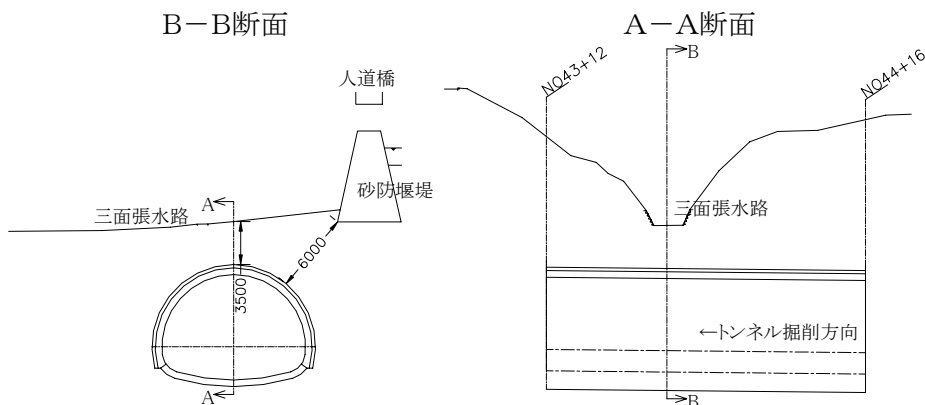
の直下を 3.5m の低土被りで施工するため、トンネル上部地山のアーチ効果が期待できない。

②砂防堰堤に離隔 6m で近接する。

堰堤上部には人道橋があり、堰堤はゴルフ場が管理する人道橋のピアの基礎となっている。

③当該区間は沢部に位置し、

地下水位がトンネル上部に存在する。



図－2 河川直下部 縦横断面

当該区間の地質状況は、トンネル掘削部は丹波層群の頁岩風化帯で比較的安定していると思われるが、トンネル天端部以浅は半固結状のシルト混じり砂および砂礫が分布し、湧水による劣化により崩壊しやすい。よって天端および切羽の安定対策、地下水位低下対策を十分検討する必要がある。河川水は砂防堰堤より 60m 上流側に土嚢堤を設けφ 600 プレスト管によりトンネル掘削に影響がない下流側へ切回した。

当該区間はゴルフ場内にあり、大型の重機や車輛の搬入は不可能であった。当初は、砂防堰堤の解体・再構築や地上から大規模な薬液注入を行う案も検討されたが、ゴルフ場の営業に支障をきたすため不可能であった。よってトンネル坑内からの補助工法と必要最小限の地上からの補助工法とを組み合わせ再検討を行った。各種補助工法を検討した結果、トンネル坑内からは長尺鋼管先受工（A G F）と注入式長尺鏡ボルト（F I T）を、地上からは保護盛土工とディープウェル工を採用することとした。以下に各工法の概要を述べる。

キーワード：低土被り、大阪層群、河川直下、A G F、保護盛土、ディープウェル

連絡 先：〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄高峰山 1 番地の 1 TEL0774-33-1746 FAX0774-33-1795

大林組・大日本土木共同企業体

3. 補助工法の概要

3. 1 ディープウェル

堰堤下の伏流水を堰堤上流側から強制排水するディープウェルを施工した。堰堤上流側の流域面積を考慮し、ディープウェルは2本施工した。これによって堰堤付近の河床がドライな状態となった。以下に仕様を示す。

削孔径：250mm 削孔長：8.0m ストレーナー径：125mm 揚水ポンプ：吐出し 250 $\frac{\text{リットル}}{\text{分}}$

3. 2 保護盛土工

低土被り部に盛土を行うことによって、上載荷重を増加し側圧とのバランスを改善することによってトンネルの安定を保ち、また堰堤の傾斜を抑止するとともに長尺鋼管先工の注入薬液のリークを抑制した。

AGF注入材のリーク防止、および保護盛土と既設水路との縁切材として、盛土施工範囲に防水シート（軟質塩化ビニール製護岸用シート $t=2\text{mm}$ ）を張り付けた。

保護盛土の施工範囲を図-3、4に示す。保護盛土を施工する堰堤下流側は、地形的に大型の重機やダンプトラックの搬入が不可能である。よって当工事における保護盛土は、重機による埋戻しが困難な箇所へ流動化した処理土をポンプで圧送する「流動化処理工法」を採用した。

3. 3 長尺鋼管先受工（AGF）

低土被り、河川直下、堰堤近接という特殊条件を考慮して、12.5mのAGFを施工した後トンネルを6.0m掘削するというパターンとした（図-3参照）。

1シフトは6.0mとし、各シフトのラップ長は6.5mとなる。すなわち常に2段のAGF鋼管でトンネル外周を保護することができる。注入材は、対象となる地山がシルト混り砂礫であるためシリカレジンとした。また鏡面前方の地山を補強し先行変位を抑制することで、内空変位や支保の負担を軽減させるために、注入式長尺鏡ボルト（FIT）を併用しながら上半を全断面で施工した。

検討にあたっては、各種補助工法をモデル化した3次元FEM解析を実施し、その有効性を確認した。

4. トンネル施工結果

懸念された坑内湧水は、ディープウェルの効果で殆ど見られず、天端沈下・内空変位とも10mm以内に収まった。図-5にトンネルに近接している砂防堰堤の沈下量経時変化を示す。大きな沈下が懸念された堰堤は最大4mm程度の沈下に収まり、水平変位は殆ど観測されなかった。また保護盛土を撤去した後の水平変位（堰堤の傾斜）発生も懸念されたが、これも殆ど観測されず、無事に堰堤近接低土被り区間を通過した。

5. おわりに

低土被り等の悪条件下にありながら影響を最小限に抑えることができた要因としては、ディープウェル、AGF、鏡ボルトの効果に加えて、低土被り部に保護盛土を行った効果が注目される。これにより側圧とのバランスが改善され、また河川の窪地を平滑化して地表への影響を分散し、さらに堰堤の傾斜も抑制する効果を発揮した。

保護盛土は費用対効果からみても優れていたと考えられる。

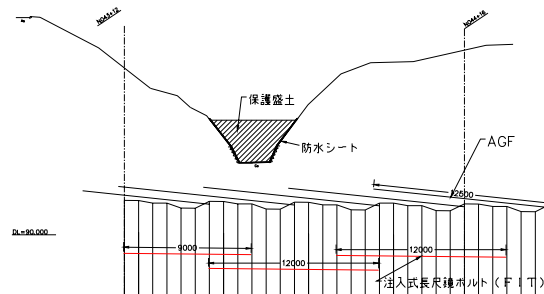


図-3 トンネル縦断面図

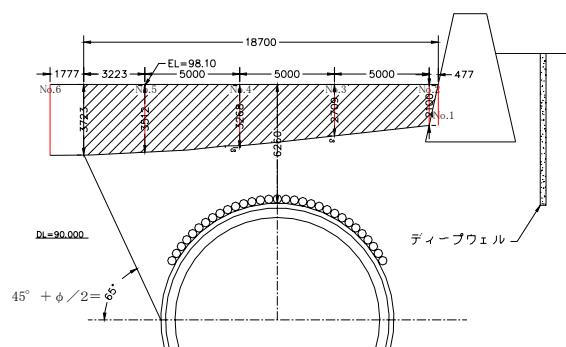


図-4 トンネル横断面図

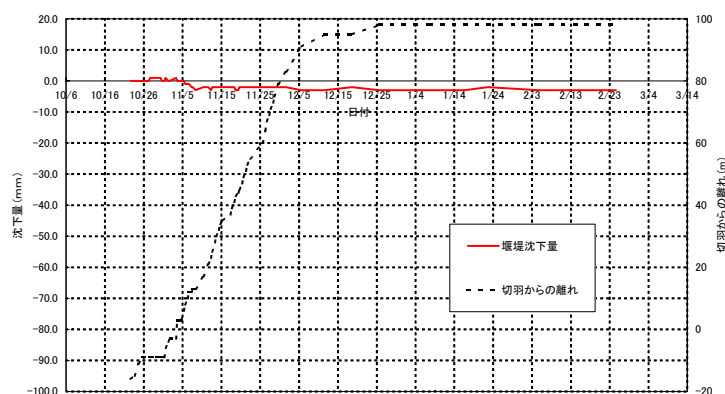


図-5 堰堤沈下量の経時変化