

スコリア地山におけるトンネル掘削時の湧水対策

西松建設(株)関東土木支社 正会員 ○平野 太一
 西松建設(株)関東土木支社 正会員 奈良 聡 吉永 浩二
 西松建設(株)土木設計部 正会員 大谷 達彦 原島 大
 中日本高速道路(株) 東京支社 沼津工事事務所 正会員 山田 宏道

1. はじめに

新東名高速道路湯船原トンネル工事は、静岡県駿東郡小山町から御殿場市における工事で、上下線各 1,600m のトンネルである。トンネル地層は、火山砕屑物が堆積した未固結のスコリア層となり、全国的に施工事例が少ない。本トンネルの湧水量は、既往の調査結果より上下線合計で最大 250L/min(15m³/h)、濁水処理設備の規模は 30m³/h で設計されていた。しかし実際には、想定を超えて、最大約 660m³/h となった。多量湧水に伴う地山崩落・空洞発生で、トンネル貫通に約 5 年間に要した。本稿では、上述の地質におけるトンネル掘削時の湧水対策について報告する。



図－1 湯船原トンネル位置図

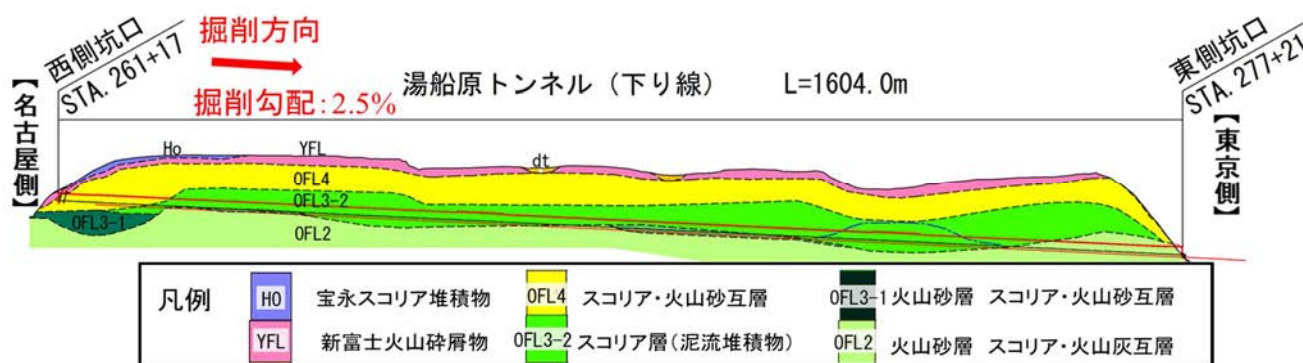
2. 工事概要、地質概要

工事諸元：トンネル延長 上り線:1,598m, 下り線:1,604m

内空断面積：A=73m² (片側 2 車線)

掘削方式：機械掘削工法(NATM)

本トンネルの地質は、図－2 に示すようにスコリアと呼ばれる新富士火山砕屑物 (YFL: 約 1100 年前～300 年前) と古富士火山砕屑物 (OFL2～OFL4: 約 10～8 万年前) が分布し、江戸時代の富士宝永噴火により堆積した宝永スコリア (Ho) が表面を覆う。これらの地山強度比は全体的に 2 以下である。



図－2 地質縦断図

3. 課題と対策

＜課題①＞ 多量湧水条件下において注入材の未反応（地山改良不足）による地山崩落が発生した（写真－1）。注入箇所に湧水が多いため通常の注入材（シリカレジ）では未反応で流されてしまい、地山を改良できなくなった。対策として、注入材をシリカレジから湧水抑制材（水発泡性ウレタン）による止水注入工法に変更した。補助工法（長尺鋼管先受け工・長尺鏡補強工・脚部補強パイル、図－3）の注入材をシリカレジから水発泡性ウレタンに変更することで、湧水による地山の劣化・緩みを最小限にすることができた。また、シリカレジと水発泡性ウレタンの選定の湧水量閾値を明確にするために、切羽で試験施工を実施した。その結果から、水発泡性ウレタンを採用する湧水量の閾値を 20L/min とした。

＜課題②＞ 下半盤からの湧き出しにより路盤の泥濘化が発生し、坑内重機・車両の走行に支障をきたし

キーワード スコリア、湧水対策、変状、空洞

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-1-18 ヒューリック虎ノ門ビル 3F TEL 03-3502-7556

た(写真-2)。対策として、横断側溝による釜場排水を施工した。下半切羽から後方20m以内にインバートコンクリート下面より500mm下(深さ約2m、幅1m)まで掘削し、横断部は割栗石に置換え、両土平に釜場を約20m毎に設置した(図-4)。この結果、2.5%の下り勾配であったが、坑口側から切羽側に流れてくる湧水を遮断することで路盤泥濘化防止が図られ、切羽側の地下水位を低下させることで作業効率や安全性が向上した。さらに、下半切羽から30m以上離れると濁度が低下し、清濁分離も可能となった。

＜課題③＞ インバート施工前の湧水把握のための試掘結果では坑口から900m～1,300mに富士山の伏流水が発生していた。そのため、インバート切羽面の崩落、インバート栈橋支持地盤の沈下による安全性の低下が懸念された。対策として、インバート1サイクル(10.5m/BL)毎にインバート下面より500mm下に仮中央排水工を実施した(写真-3)。トンネルセンターに幅600mmで掘削し、シングルプレスト管(φ150mm有孔管)を設置し、深さ500mmのフィルター層(割栗石40-80)を形成し(図-5)、地下水位を低下させ、湧水処理(最大6吋11kwポンプ2系統設置)を行った。その結果、切羽面の崩落やインバート栈橋支持地盤の沈下を防止することができ、安全に掘削することができた。



写真-1 切羽崩落状況



写真-2 路盤泥濘化状況



写真-3 仮中央排水管設置全景

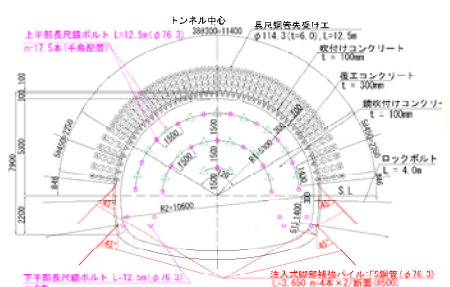


図-3 支保パターン図

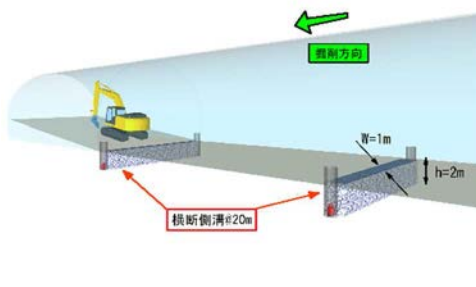


図-4 横断側溝設置全景

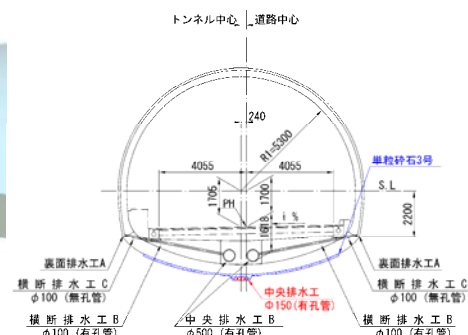


図-5 インバート下面排水管断面図

4. 下り線変状

前述した対策を実施しているにもかかわらず、地下水位上昇により、トンネル掘削前の地山に空洞や緩み領域が広範囲に拡がり、切羽から20m後方の約30m区間で上半左側の支保工が最大80cm沈下し、50cm内側へ押し出される変状が発生した(写真-4)。そこで、変状対策工として上半の増し吹付コンクリート・サイドパイル・脚部パイル・坑壁背面の空洞充填を実施した。想定していた以上にトンネル背面地山のゆるみ領域が広がっていたため、注入作業に5ヶ月を要し、掘削再開までに合計8ヶ月を要した。



写真-4 下り線支保工変状状況

5. まとめ

令和5年3月現在、上下線掘削、インバート、覆工が完了している。多量湧水条件下では止水注入、横断側溝、仮中央排水工による強制排水にて施工箇所の地下水位を下げることは効果的であった。本稿が今後施工される同様の地形・地質条件のトンネル設計・施工を行ううえでの一助となれば幸いである。