

VI-14

三戸トンネルにおけるNATMによる 未固結滞水砂礫層の掘削

日本鉄道建設公団 北川博通
清水建設株式会社 正会員 千葉 隆
清水建設株式会社 正会員 眞下義章

1. はじめに

三戸トンネルは東北新幹線盛岡以北建設工事のうち青森県三戸郡名川町から福地村に至る全長8,250mの山岳トンネルである。当トンネル工事は南北の2工区に分けられ、終点側の北工区では平成4年9月の坑口付け以降、発破掘削を中心としたNATMミニベンチ工法により掘進を行ってきた。しかし地質調査の結果、坑口から500m～650m付近に切羽の自立困難な未固結滞水砂礫層の出現が予測されたため、地下水位低下対策工として地上からのディープウェル工および坑内からの水抜きボーリング工を施工し、掘削補助工法として一部薬液注入を伴う先受け工を採用した施工を実施した。

本稿では、地下水位低下工法を中心に当工区における未固結滞水砂礫層の施工の概要を報告する。

2. 地質概要

図-1にトンネル縦断面図を示す。砂礫層分布箇所は沢地の直下にあたり、基盤岩は新第三紀中新世の凝灰角礫岩である。基盤岩の上には下位より、第四紀洪積世の砂礫層（層厚2.5～3m）、同じく礫混り砂層（同15～20m）、沖積層（同7～10m）が堆積している。砂礫層はN値50、均等係数 $U_c=21.8$ と安定しているが、礫混り砂層ではN値20～50とバラつき、均等係数は $U_c=7.7\sim14.1$ と流動性を示す。透水係数は事前調査では全体的に $10^{-4}\sim10^{-6}\text{cm/sec}$ の値が得られたが、ディープウェルの予想以上の揚水量からは、 $10^{-2}\sim10^{-3}\text{cm/sec}$ オーダーと推定された。

岩盤と砂礫層との境界線は図-2の縦断面図中に示すように、最も砂礫層の深い箇所でもトンネルのSL-1m程度である。施工前の地下水位は、トンネル掘削天端+8m(SL+13m)の高さで観測された。

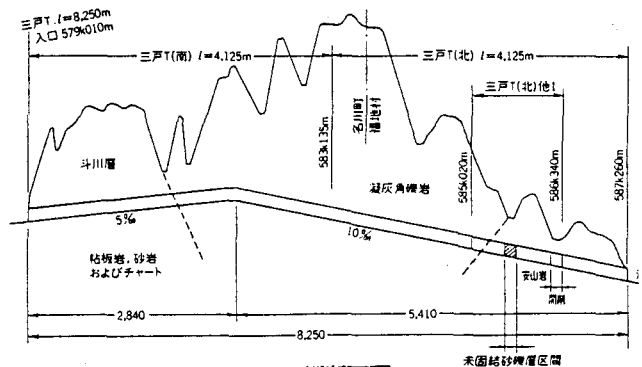


図-1 縦断面図

3. 地下水位低下工概要

3-1 ディープウェル工

事前検討の結果、地上からディープウェルを20mピッチ千鳥に7本設置し、切羽の進行に合わせて揚水を開始した。ウェルの径は318.5mm、掘削は基岩の深さまでとし、トンネル掘削面との離間4mを確保した。図-2に配置関係を示す。最大揚水量は1本当たり630ℓ/min、7本合計では5,500t/dayであった。

図-3の地下水位の低下状況は、ディープウェルの用水開始直後から20日まで順調に水位低下が低下しているが、以後頭打ちとなっていることを示している。このことから、図-3の断面図に示すように動水勾配の関係でディープウェル単独ではトンネル掘削部の水位低下に限界があるもの推測された。

3-2 坑内水抜きボーリング工

残留水位の低下を図るため、砂礫層区間直前に掘進を停止し、切羽および側壁上部から油圧ジャンボによる短尺の水抜き削孔を55本施工し、続いてSL高さの左右2か所にTOP-Lボーリングマシンを使用した二重管シールドリバース工法による水平水抜きボーリングを施工した。ケーシング管の径は101.6mm、管長は右80m、左50mであり、水抜き効果を高めるためにトンネル掘削予定断面内に削孔を行った。図-2にボ

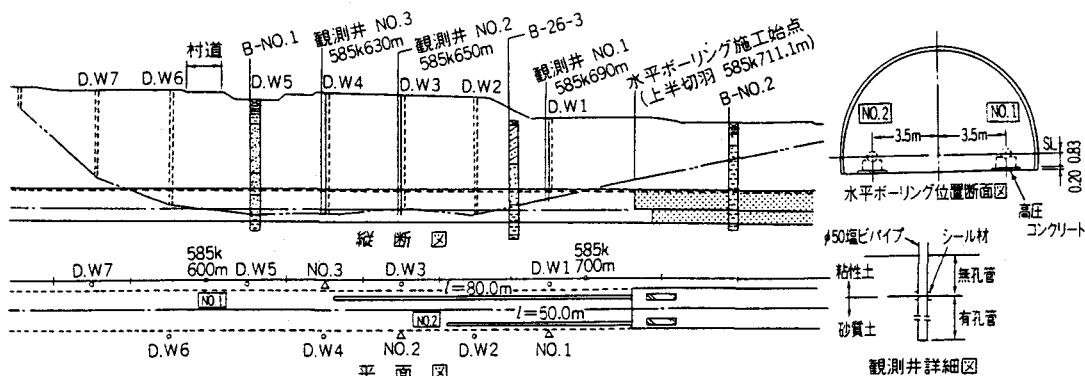


図-2 ディープウェル工、水平ボーリング工、観測井工

ーリング位置を示す。水抜き量は最大で右孔1100 ℓ /min、左孔 630 ℓ /minであった。全孔合わせると坑内からの水抜き量は最大で2,700t/dayにのびた。

水抜きボーリングの結果、図-3に示すように地下水位の低下が促進され、50日目に切羽掘削を再開、約90日目には基岩線までほぼ完全に水位の低下がみられた。

4. 掘削概要

図-4に砂礫層区間の標準断面図を示す。掘削工法は上半先進とし、上半加背割を更に2分割して切羽の安定化を図った。砂礫部はバックホウを使用し、基岩部は発破による掘削を行った。

先受け工は打設範囲を天端 120° とし、試験施工の結果有効性が確認された単管パイプ ($\phi 48.5$, $\ell = 3\text{m}$, ctc20cm) を標準使用した。地山の状況に応じて鉄筋ボルト (D25, $\ell = 3\text{m}$, ctc20cm)、自穿孔ボルト (ウレタン注入式, $\phi 28.5$, $\ell = 3\text{m}$, ctc60cm) も併用した。また鏡面の安定化対策として鏡吹付コンクリート ($t=5\text{cm}$) を施工し、一部流動化箇所には、ウレタン注入を伴う鏡ボルトを打設した。

5. おわりに

以上述べた地下水位低下工法と掘削工法により、約4ヵ月の奮闘の後、大規模な地山崩落もなく、砂礫層区間131mの突破に成功した。その後は中硬岩に類する凝灰角礫岩中を順調に掘進し、現在は砂礫区間を含む1期工事1,205mを終え、2期工事1,885mを貫通地点に向けて鋭意掘削中である。

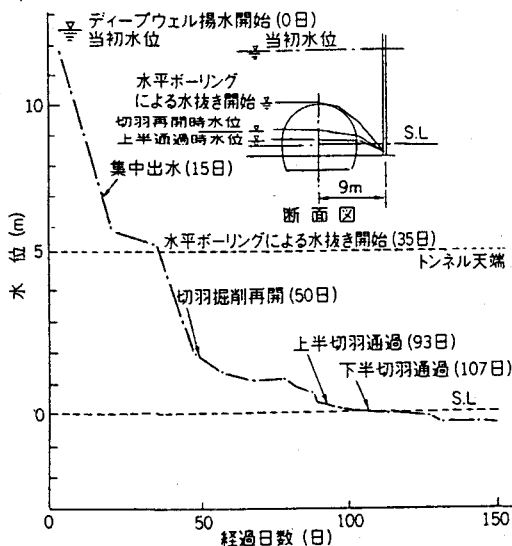


図-3 地下水位低下状況

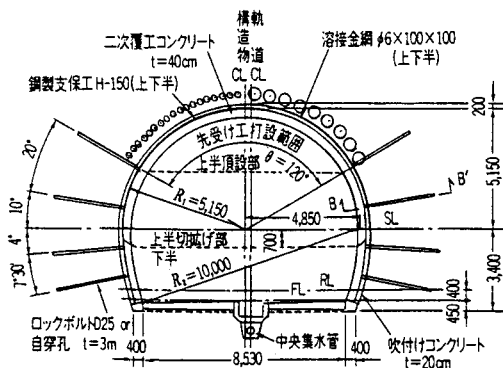


図-4 標準支保パターン