

Ⅲ-561

湧水地山におけるNATMの施工

鴻池組 ○二階堂邦彦 吉田武久 富澤直樹 久保田聡
奈良県高田土木事務所 佐原和男 才治文利

1 はじめに

本トンネルは、図-1の位置図に示したように大阪府と奈良県の府県境に位置し、金剛山と葛城山の谷間を貫く一般国道309号線のバイパスとして計画された2車線道路トンネルである。その内、奈良県側の1103m区間では最大6ton/分の坑内湧水进行处理しながらNATMで施工したが、平成6年11月に無事掘削を完了したのでその概要を報告する。

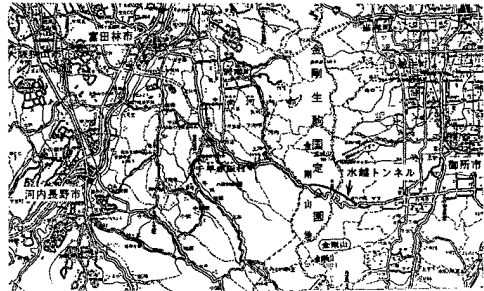


図-1 位置図

2 地質・湧水概要

図-2に地質縦断面図および坑内湧水量を示した。掘削の対象となる地山は領家花崗岩類に属し、亀裂が多く風化が進行した石英閃緑岩により構成され、トンネルは大規模な断層に平行しており、切羽には粘土化した未固結部分や破碎帯が多く出現した。坑口から150mまでの坑内湧水は事前の水平ボーリングの影響でほとんどなかったが、それ以深については徐々に増加し、最終的には約6ton/分を示した。また、切羽面からの突発湧水はなかったが、亀裂面からは100ℓ/分程度、ロックボルトのボアホールからは最大50ℓ/分程度の地下水が吹き出した。

3 湧水対策

切羽や坑壁に湧水が見られない場合でも、ロックボルトの穿孔により、地下水の噴出がしばしばあった。このような場合には通常のロックボルトでは定着材が流出し定着が不可能となったため、摩擦による定着方式のスウェレックスボルトを適用した。また、事前に地山の状態を探り水抜きを図るため、全線に亘り19本

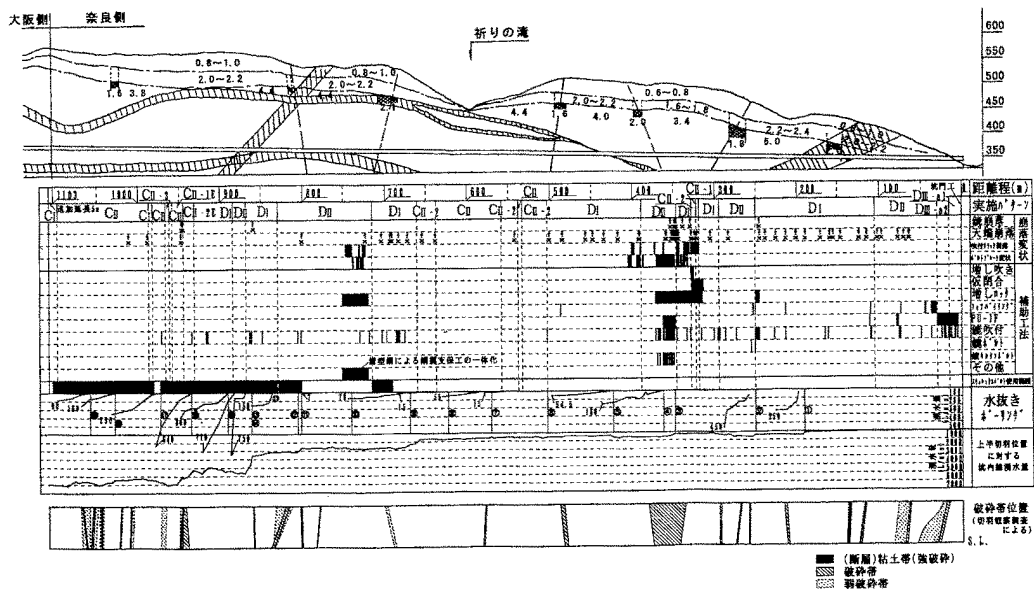


図-2 地質縦断面図および坑内湧水量の推移

の水抜きボーリングを実施した。坑口より900mの水抜きボーリングからは最大700ℓ/分の湧水が記録された。湧水の多い箇所では吹付けコンクリートの付着が悪く剥落することが多く、トンネルの支保の遅れと掘削作業の危険を招いたため、ホースによる導水や吹付けコンクリートのセメント量を増やすなどの配合変更等を試みた。

4 計測結果と変状対策

亀裂が非常に多い箇所や亀裂面の風化が著しく粘土化したような箇所に湧水が伴うと鏡部やクラウン部に小崩落が生じた。また、湧水が見られない破碎帯や粘土化した未固結層区間においても、掘削に伴う変位の収束が悪く切羽後方においてクリープによる変状がしばしば生じた。その一例として図-3～6に変状が生じた坑口より750mの位置（DⅡパターン）の断面図と計測結果を示した。本断面の前後では上半切羽通過後にロックボルトの座金が変形し吹付けコンクリートにクラックが生じた。内空の水平変位は上半で37mm、最終的に59mmを、天端沈下は同じく15mm、33mmを示した。鋼アーチ支保工縁応力は上半で部分的に2000kgf/cm²、最終的には短期許容応力の2100kgf/cm²を上回った。ボルト軸力は耐力18tfに対して16tfを示した。このため上半段階で増しロックボルトと溝型鋼による補強を実施した。

5 まとめ

本トンネルの地山はほぼ全線に亘って亀裂が細かく入り、変質により粘土化した未固結層や断層破碎帯が数多く切羽に出現し、湧水が多かった。湧水に対してはスウェレックスボルトが効果的であったが、吹付けコンクリートの付着不良に関してはよい解決策を見いだせなかった。また、切羽からのボーリングは湧水対策や地質の推定に有効であった。しかしながら、切羽に湧水が見られない場所においても変位の収束が悪く変状をきたすことがあり、今後同種の地山でトンネルを施工する場合には注意が必要であると考えられる。

なお、本工事は一般国道水越トンネル施工検討委員会の指導に従って実施したものであり、委員長である大阪大学松井保教授以下委員の皆様へ感謝いたします。

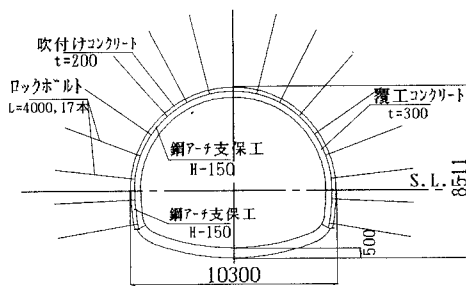


図-3 DⅡパターン断面図

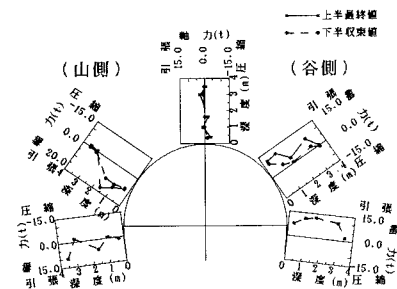


図-5 ロックボルト軸力分布図

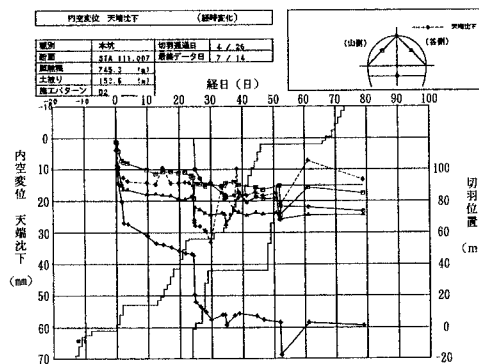


図-4 計測A経時変化図

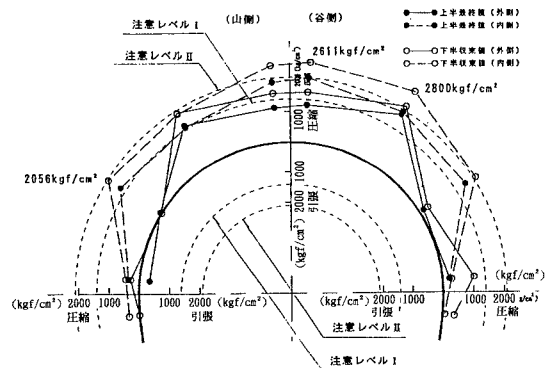


図-6 鋼アーチ支保工縁応力分布図