

VI-16

既設鉄道トンネル直下1.8mを交差するNATMトンネルの施工について

J R東日本 東北工事事務所 正会員 ○新関 信  
 J R東日本 東北工事事務所 阿部 勇夫  
 J R東日本 東北工事事務所 正会員 瀧内 義男

1. はじめに

浅虫ダム分水トンネル新設工事は、治水ダム計画による分水トンネルが既設のJ R浅虫トンネルの直下を離隔約1.8mで交差する超近接トンネル交差工事である。分水トンネルの掘削に伴う影響解析<sup>1)</sup>、施工計画<sup>2)</sup>、作業坑の貫通に伴うJ Rトンネルの挙動<sup>3)</sup>については以前に報告した。本稿では、J Rトンネル直下での分水トンネルの掘削、J Rトンネルの挙動について報告する。

2. 工事概要

トンネル交差部付近の地山は一軸圧縮強度 $q_u=1,500\text{kgf/cm}^2$ 程度の安山岩、 $q_u=400\text{kgf/cm}^2$ 程度の流紋岩質凝灰岩からなり、岩盤物性は比較的良いといえるが、J Rトンネル建設時の発破による地山の亀裂の存在が推定された。本工事は離隔約1.8mのトンネルをNATMで施工するという前例がない工事であるため、3次元のFEM解析の影響予測によりJ Rトンネルの補強を行うとともに、列車の運行に重大な危険を生じさせないため、J Rトンネル内に工事桁を架設したのちに分水トンネルの掘削を行った。トンネル交差部全体図を図-1、工事のフローを図-2に示す。

3. 分水トンネル掘削

J Rトンネル直下の分水トンネルの掘削は、AGFフォアパイリングを補助工法として、J Rトンネルに影響を及ぼさないよう機械掘削とした。AGFフォアパイリングは、ケーシング方式のビット回収可能な鋼管式フォアパイリング工法であり、有孔鋼管を使用して地山注入を行った。径が10cm、長さが6mの鋼管を用いて一断面に23本（40cm間隔）を打設した。掘削機械は、地山強度 $q_u=1000\sim 1800\text{kgf/cm}^2$ 程度に想定して硬岩用に開発されたロードヘッドS-300Aとした結果、補助工法区間30mを48日間で施工することができた。サイクルタイムを図-3に示す。

4. 計測

本工事では、J Rトンネルの影響を瞬時に把握するため計測項目の管理基準を定めて、この基準に合わせた計測管理を行った。トンネル交差工事で既設トンネルに対する総合的な管理基準を設定した事例は少ないので、「トンネル補強・補修マニュアル」、FEM影響予測解析結果等を参考にして独自の管理基準を定めた。管理基準値を表-1に示す。

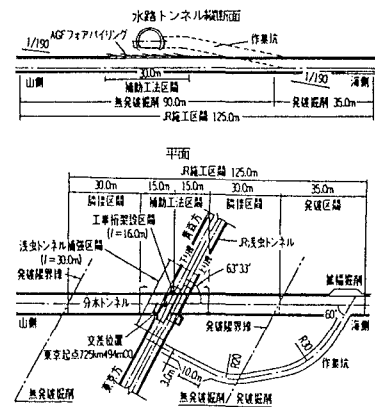


図-1 トンネル交差部全体図

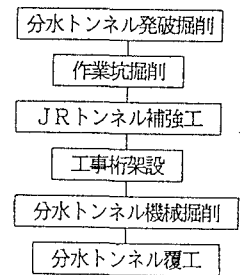


図-2 工事のフロー

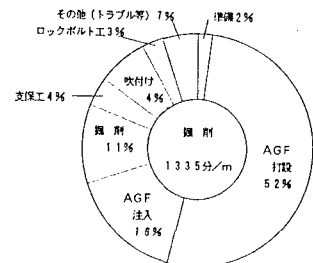


図-3 掘削サイクルタイム

表-1 管理基準値

|   | 計測項目       | 管理レベル  |            |            |             |        | 限界値の根拠               |
|---|------------|--------|------------|------------|-------------|--------|----------------------|
|   |            | 安全レベルⅠ | 安全レベルⅡ     | 注意レベルⅠ     | 注意レベルⅡ      | 注意レベルⅢ |                      |
| J | 自 沈下(mm)   | ～ 0.60 | 0.60 ～ 2   | 2 ～ 3      | 3 ～ 4       | 4 ～    | 覆工コンクリートの限界ひずみ       |
| R | 動 亀裂変位(mm) | ～ 0.40 | 0.40 ～ 2   | 2 ～ 3      | 3 ～ 4       | 4 ～    | トンネル補強・補修マニュアル(鉄道総研) |
| ト | 計 軸力(ton)  | ～ 0.40 | 0.40 ～ 4.3 | 4.3 ～ 6.5  | 6.5 ～ 8.6   | 8.6 ～  | ロックボルト降伏耐力           |
| ン | 測 地中変位(mm) | ～ 0.70 | 0.70 ～ 6   | 6 ～ 9      | 9 ～ 12      | 12 ～   | 周辺地山の限界ひずみ           |
| ネ | 手 内空変位(mm) | ～ 2    | 2 ～ 4      | 4 ～ 6      | 6 ～ 8       | 8 ～    | 周辺地山の限界ひずみ           |
| ル | 動 天端沈下(mm) | ～ 2    | ～ 4        | 2 ～ 3      | 3 ～ 4       | 4 ～    | 内空変位の1/2             |
| 計 | 計 内空変位(mm) | ～ 2    | 2 ～ 6.6    | 6.6 ～ 13.2 | 13.2 ～ 19.8 | 19.8 ～ | 周辺地山の限界ひずみ           |
| T | 測 天端沈下(mm) | ～ 2    | 2 ～ 3.3    | 3.3 ～ 6.6  | 6.6 ～ 9.9   | 9.9 ～  | 内空変位の1/2             |

安全レベルⅠは(FEM解析結果) + (機械誤差)とし、安全レベルⅡは限界値の50%、注意レベルⅠは限界値の75%、注意レベルⅡは限界値の100%とした。

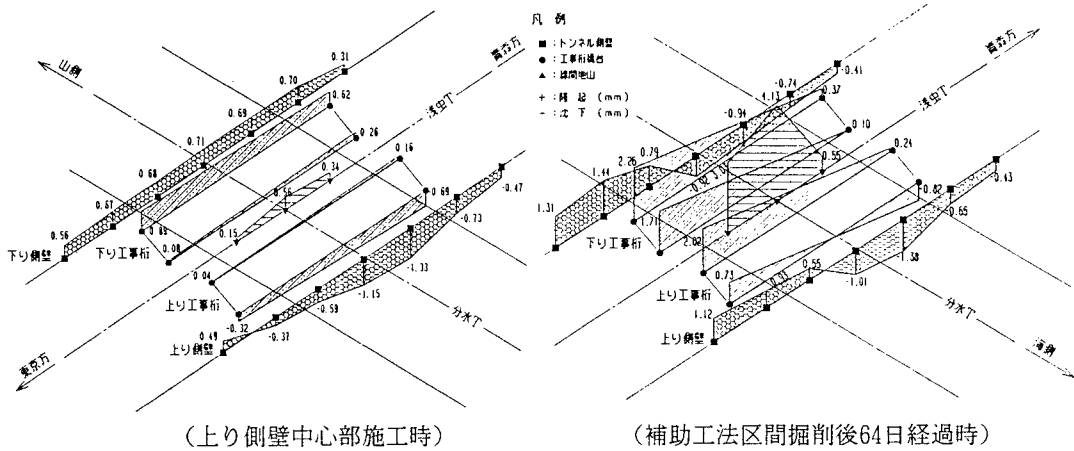


図-4 沈下量測定結果

## 5. 計測結果

沈下量測定結果を図-4に示す。これによると、切羽がJRトンネル上り側壁中心部に到達した時に上り側壁脚部と近接する橋台が沈下し、下り側壁脚部と近接する橋台が同程度隆起したことから、JRトンネルが中心線を軸に分水トンネル海側に回転したことがわかる。また、切羽が浅虫トンネル上下線間中心部に到達した時、海側に回転したJRトンネルが山側に戻る動きを示した。これはJRトンネルが弾性体に近い挙動をしたことを示しており、補強工事によりJRトンネルの剛性が増加された結果と考えられる。また、覆工コンクリートの脚部で発生した最大沈下量は1.38mmとなり、解析値1.44mmとほぼ同様となった。また、他の計測値の変化もわずかであり、ほぼ管理基準値内で掘削を完了することができた。

## 6. おわりに

本工事はJRトンネルに影響を与えることなく、列車運行の安全性を確保することを第一の目標として施工した結果、列車に影響を与えることなく作業を終了することができた。最後に本工事の設計、施工にあたり、ご指導とご援助をいただいた関係各位の皆様に厚く感謝するとともに、本紙をお借りしてお礼申し上げる。

## 7. 参考文献

- 1) 朝倉俊弘他：超近接トンネル交差の影響予測と対策工の設計，JR東日本技術資料S E D，No.2
- 2) 佐々木弘他：鉄道トンネル直下1.8mをN A T Mで交差，トンネルと地下，Vol.26
- 3) 木村 力他：近接トンネルの施工に伴う既設鉄道トンネルの挙動について，トンネル工学研究発表会，1995，11