

既設水路トンネル直下7mで交差する偏平大断面トンネルの施工

日本道路公団 正会員 福田 美文
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 今村 博行
 西松建設(株) 前 啓一

1.はじめに

本工事は、第二東名高速道路における大断面トンネル工事である。本工事の特徴としては、土被りが平均 2D 以下と浅く、地質が第四紀更新世古富士火山砕屑物（火山砂礫～砂礫）を主体とした土砂地山であること、トンネル上部に発電用水路トンネル、民家、県道・市道および送電鉄塔等が点在していることが挙げられる。特に、水路トンネルは、本坑天端より約 7m 上方で斜交しており、トンネル掘削による影響が懸念されることから慎重な施工管理を要求された。

本稿では、本坑掘削までの限られた期間での中央導坑掘削時等の計測データ集積、地山物性値の再評価、補助工法の選定に至るまで経緯について報告する。

2.中央導坑施工による地山評価と対策工選定

水路トンネルと本トンネルの位置関係を図 - 1 に示す。水路トンネルは、大正年間に在来工法で施工された馬蹄形のトンネル（内空断面積約 8m²）で、水力発電用水路として現在も使用されている。事前解析における沈下量は、無対策の場合、許容値 20mm を大きく上回る 35mm となった。そのため、本トンネルの掘削工法は、変位量の抑制、事前の地質確認および地山改良を目的として、中央導坑先進掘削工法を採用した。

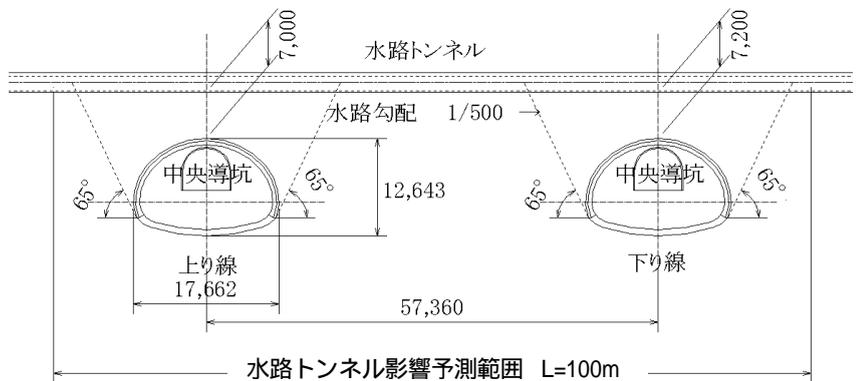


図-1 水路トンネルと本トンネルの位置関係（断面図）

導坑掘削時の計測結果に基づいた逆解析では、地山物性値が設計時点よりも若干良好であることが判明した。そこで、本坑掘削時の水路トンネル沈下量について、再評価した地山物性値を用いた三次元 F E M 解析を行った。その結果、無対策では許容値 20mm に対して 28.0mm と上回るが、両トンネル間を地山改良することによって、許容値内に抑制できる結果が得られた。このため、本トンネル掘削の影響を緩和する目的で、中央導坑内より水路トンネル下部に対して薬液注入による地山改良を行うこととした。

地山改良の範囲は図 - 2 に示すとおり、縦断方向 L=50m、横断方向 L=35m とした。薬液注入の仕様は、最適な注入材、注入率、注入間隔及び注入圧による水路トンネルへの影響等を把握するため、事前に明かり部での試験施工を実施し、表 - 1 に示すとおり決定した。水路トンネルを通水停止するためには、莫大な電力補償費を要するため、地山改良に先立ち短期間の通水停止を実施し、水路トンネルの補強および沈下測定・断面ひずみ測定（光ファイバーセンサー）等の計測器を設置した。地山改良時は、その計測データを常時監視することで、通水したまま水路トンネルに有害な影響を与えることなく施工することができた。

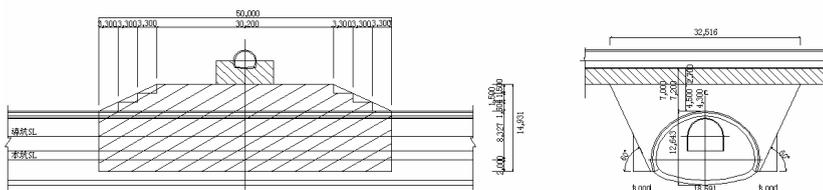


図-2 地山改良範囲

表-1 薬液注入工

薬液	超微粒子系注入材
注入率	15%
注入圧力	2.5N/mm ²
注入間隔	2.0m

キーワード：偏平大断面トンネル，近接構造物，土砂地山，補助工法，薬液注入

連絡先：〒417-0061 静岡県富士市伝法字大原170-1 Tel.0545-22-3048 Fax.0545-22-3031

3. 本坑掘進時の水路トンネルの挙動計測と対策工の追加

水路トンネル影響区間を施工する前には、本坑掘削の既施工区間における計測データにより再度地山物性値の妥当性を確認した。水路トンネル影響区間の掘削時には、万全を期して水路トンネルを通水停止した上で掘進を行った。また、当区間の監視体制は、上記の水路トンネル計測データ監視の他、発注者と施工者で24時間体制で駐在し、1間進行する毎にA, B計測データを確認した上で次の掘削サイクルに進んだ。

水路トンネルの直下10m区間では、水路トンネル施工時によるゆるみの影響、切羽観察、計測、解析データによる不安要素を払拭するため、下記の補助工法を追加した(図-3、表-2)

- ・ 上半盤付近に軟弱な地山が分布していたこと、解析結果において上半脚部に塑性域が発生していたことから、脚部補強ボルトを施工した。
- ・ 地中変位計の計測データから切羽到達前後の変位量が全体の約40%を占めることを把握した。それを抑制するため、地山から一次吹付コンクリートへの応力を早期に鋼製支保工に伝達するため、間隙を超早強セメントで充填した。

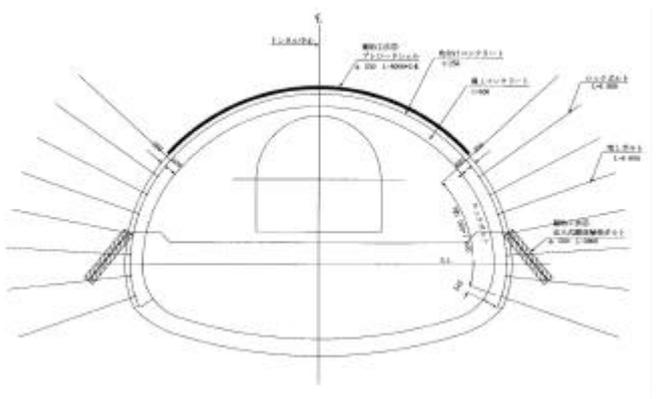


図-3 支保パターン

表-2 補助工法

名称	注入材	備考
脚部補強ボルト(自穿孔)	シリカレジン (発泡率: 4~6倍)	L=6m, 32
鋼製支保補助工 (プレロードシェル)	プレロードモルタル (硬化時間 30~80分)	ポリアミド繊維

本坑施工完了時における水路トンネルの変位量は、管理値である沈下量は、許容値内(20mm に対して 12.0mm) 収めることができた。また、水路トンネルのひずみ量は、縦断方向ひずみ(最大 0.002%)、壁面ひずみ(最大 0.009%) が生じたが、事前に施工した防水ランニング工の追従性を考えれば、支障のないものであった。後日、水路トンネル内を目視検査した際にも変状やひずみの進行などが認められなかった。

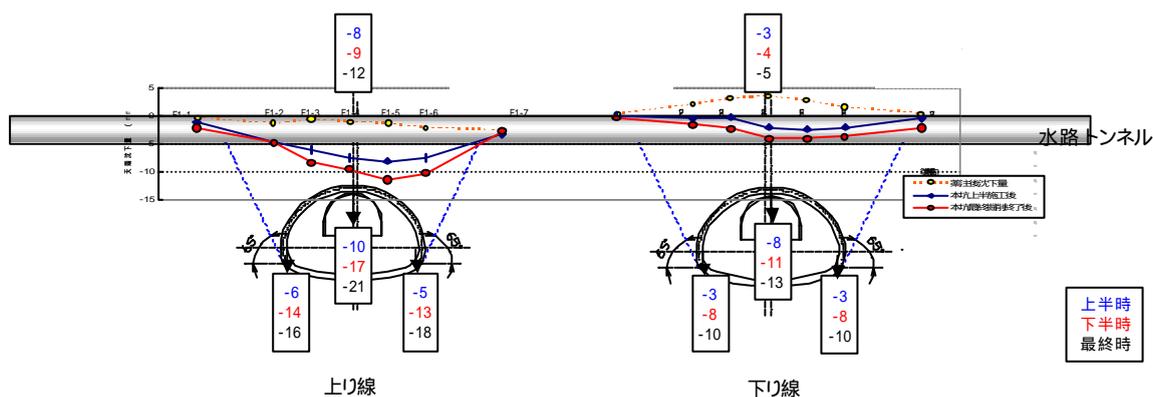


図-4 水路トンネル及び本トンネルの計測結果

4. まとめ

本トンネル工事において最も施工管理上の精度が要求された区間は、供用中の水路トンネル下部を貫く近接施工区間であった。しかしながら、設計時の事前解析から始まり中央導坑、本坑事前区間の計測データに基づいた順逆解析および地山改良における事前の試験施工を実施することで水路トンネルへの影響を抑制し、経済的かつ効率的な施工ができたと考える。最後になりましたが、本工事の設計・施工するにあたり、東京都立大学名誉教授今田委員長をはじめ、「第二東名高速道路愛鷹地区トンネルの設計・施工に関する検討会」の関係各位に感謝の意を表します。

参考文献 1)金丸他：既設水路トンネル直下7mで交差するトンネルの施工報告：土木学会第57回年次学術講演会 2002年9月 pp331-332

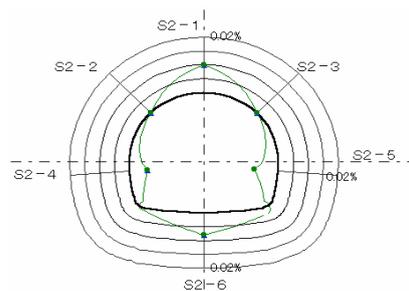


図-5 水路トンネル壁面ひずみ