

新設道路トンネルと交差する既設導水路トンネルの調査、対策設計、計測

日本工営（株） 正会員 ○小谷 拓
玉野総合コンサルタント（株） 正会員 角川 智哉

1. はじめに

本検討の対象となる既設導水路トンネル（内空幅 2.6m×内空高 2.6m、馬蹄形）は、水力発電用の施設として大正時代に建設され、施工後 80 年以上が経過した老朽構造物である。新設される道路トンネルは導水路トンネルと 2 箇所、約 10m の離隔距離で交差する。既設導水路トンネルの勾配は約 0.1%、新設される道路トンネルの勾配は最急部で 7% 以上で計画されているため、上流部では導水路の上方に道路トンネルが位置し、逆に下流側では導水路の下方に道路トンネルが位置する。導水路トンネルの覆工コンクリート厚や背面空洞などのトンネル構造、周辺地山状況については調査が実施されていないため、当該地点での新設トンネル構築に伴う既設トンネルへの影響評価、導水路トンネルの耐荷性能評価を行うことを目的として導水路トンネル内からの地質調査、覆工構造調査を行い、併せて対策の設計、新設道路トンネル施工中の計測計画を立案した。

2. 既設導水路トンネルの調査と対策の必要性

調査は、両トンネルの間に位置する地山をサンプリングすることにより地質性状、弱層の分布範囲等を評価することを目的として、既設トンネル内部からの地質ボーリング調査（φ66mm）を行った。また、覆工コンクリート厚、覆工背面の空洞分布状況を把握することを目的とした電磁波レーダ探査、コンクリートコア採取による一軸圧縮強度試験を実施した。

調査の結果、導水路トンネルの上部には破碎帯を含む自立強度の低い地質が分布していること、下部にはCH級岩盤を含む堅硬な地山が分布していること、覆工コンクリート背面は全線に亘り空洞が分布していることが確認できた。覆工コンクリート強度は 18N/mm² 程度以上の強度が室内試験により確認できた。

また、調査結果に基づき、両トンネルの交差箇所を二次元有限要素法により構造解析を行った結果、覆工コンクリート背面空洞は充填した上で、道路トンネルの掘削は発破振動の低減を目的として制御発破工法を採用することで導水路トンネルへの構造安定性低下を回避できることが確認できた。

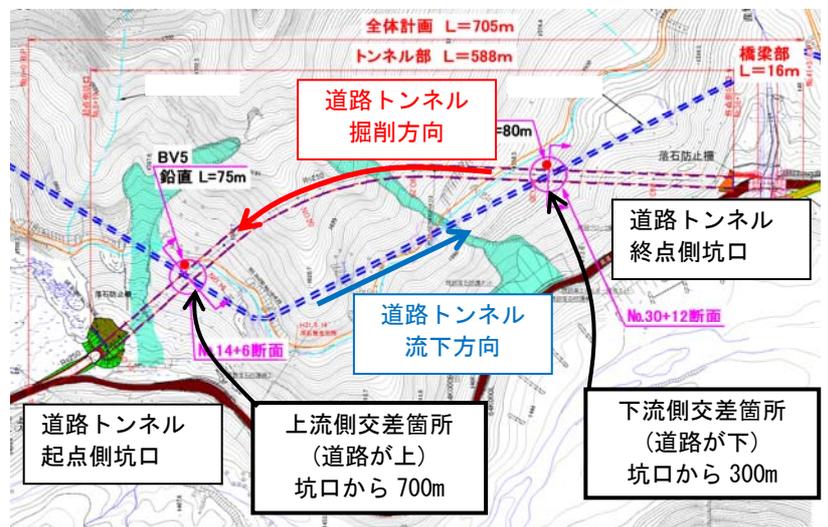


図-1 導水路と道路の交差位置平面図

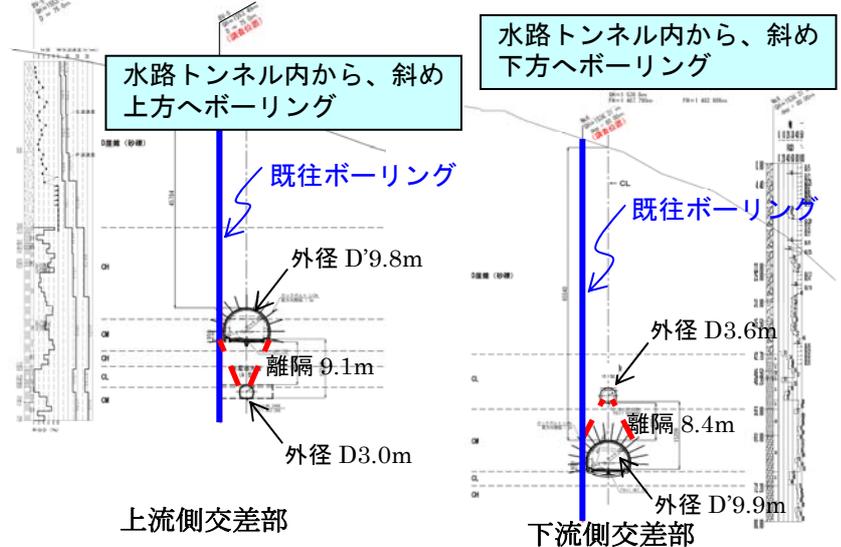


図-2 地質ボーリング調査実施断面図

キーワード 維持管理、水路構造物、補強対策、空洞充填工

連絡先 〒812-0007 福岡県福岡市博多区東比恵 1-2-12R&F センタービル 日本工営（株）福岡支店技術第二部 TEL：092-475-7552

3. 対策工の施工方法検討

導水路トンネルの対策として実施する空洞充填工事は、水力発電所の運転を停止して実施するが、低減分の電力量は他の発電施設の電力（火力発電所等）を増出力して補うため、コストがかかり、工事期間は極力短くする必要がある。検討の結果、導水路トンネルの通水停止後、坑内仮設備の設置、空洞充填工事、道路トンネルの交差部通過を、他の水力発電所工事期間に合わせて、3カ月以内に計画することとなった。

空洞充填工事は交差部の2箇所で行われるが、交差部2箇所は道路トンネルの延長で約300mの離隔があるため、両地点を3カ月以内に道路トンネルが通過することは困難である。このため、空洞充填後の道路トンネルの交差部通過は、道路トンネルが導水路の下部を通過する下流部のみを発電所の停止期間3カ月以内に通過し、道路トンネルが導水路の上部を通過する上流部交差箇所の通過は、振動計測、変位量計測を自動計測器で実施する計画とした。

対策工として実施する空洞充填工の材料は、トンネル周辺の地下水による材料分離や地山亀裂内へのリーク防止を図ることを目的として、耐水溶性可塑状タイプのセメントベントナイトを使用することとし、充填範囲を設定するための覆工背面の仕切り位置となるストップグラウト材量として発泡ウレタンを使用する計画とした。

空洞充填工事は、工期短縮の観点から、取水口と下流側の管理用立坑の2箇所から同時施工することとし、両地点の坑外に水路内昇降設備、電源設備、給水設備、グラウトプラントを設置した。また、下流側には工事で発生する濁水の処理施設として濁水処理プラントを計画した。

坑内にはグラウト配管や給排水配管、換気設備、照明設備、電源設備のほか、坑内でもグラウト材量の練混ぜを行い、材料ロスの低減を図ることを目的として坑内プラントを計画した。

5. 施工における課題

本案件は、次年度以降の施工が計画されているが、道路トンネルの掘削工程、導水路トンネル坑内仮設備設置をはじめ、空洞充填材料のリーク防止を目的としたひび割れ補修工事、空洞充填工事そのものが計画通りに進め工事期間を計画工程以内に収める必要がある。このため、今後、工事期間中のリスクを想定したリスクマネジメントを行い、不測の事態に即応できる体制を構築する必要があると考える。

参考文献

- ・トンネル工学委員会：トンネル標準施工方書 山岳工法・同解説，2006年7月
- ・社団法人農業農村工学会：土地改良事業計画設計基準 設計「水路トンネル」，平成8年10月

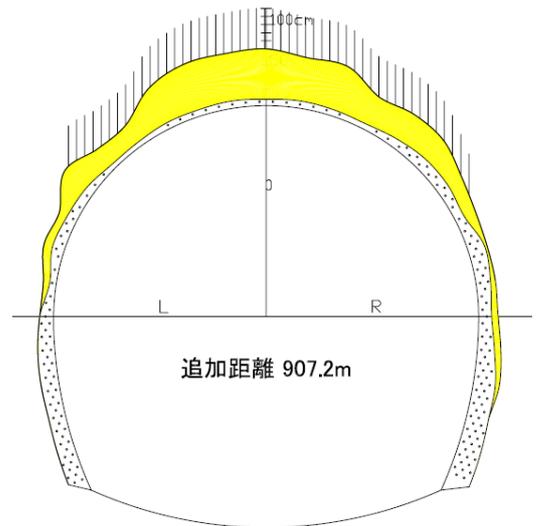


図-3 電磁波レーダによる空洞探査結果例

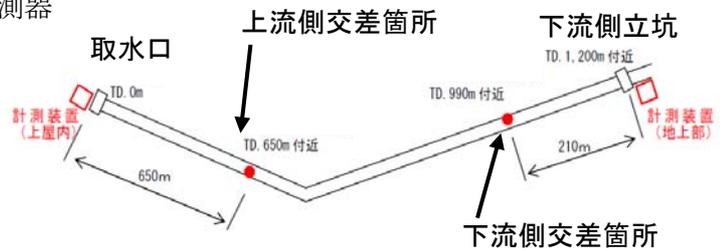


図-4 計測装置配置図

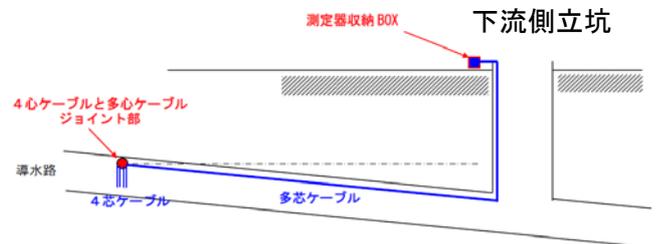


図-5 計測装置概要

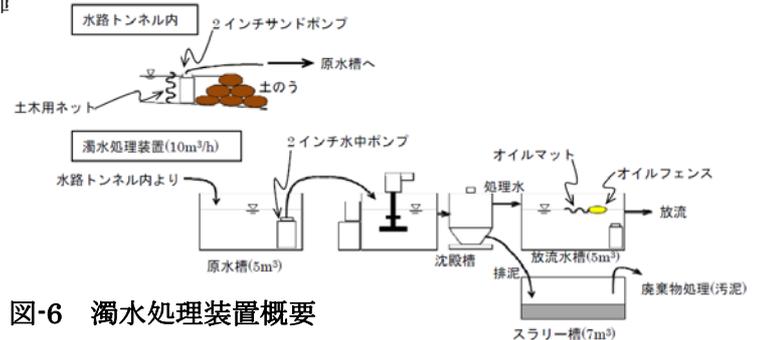


図-6 濁水処理装置概要