

トンネル掘削に伴う水環境保全対策について

西日本高速道路(株) 関西支社 新名神大阪西事務所 正会員 ○山下 学 前本 将志

1. はじめに

新名神高速道路箕面トンネルは、高槻第一 JCT から神戸 JCT のほぼ中間に位置する全長約 5 km の 2 車線上下線トンネルである。箕面トンネル東工事は東側 2 km の工区で、東坑口より 1 km の地点では、土被り約 20m で「勝尾寺川」と交差する。勝尾寺川周辺は豊かな自然、豊かな水環境(箕面国定公園付近)であり、周辺地域住民による農業用水としての水利用が盛んである。

そこで、様々な課題や技術的な助言を得ることを目的とした学識経験者からなるトンネル施工検討委員会を設置し、水環境保全対策や施工方法等について検討を行っている。

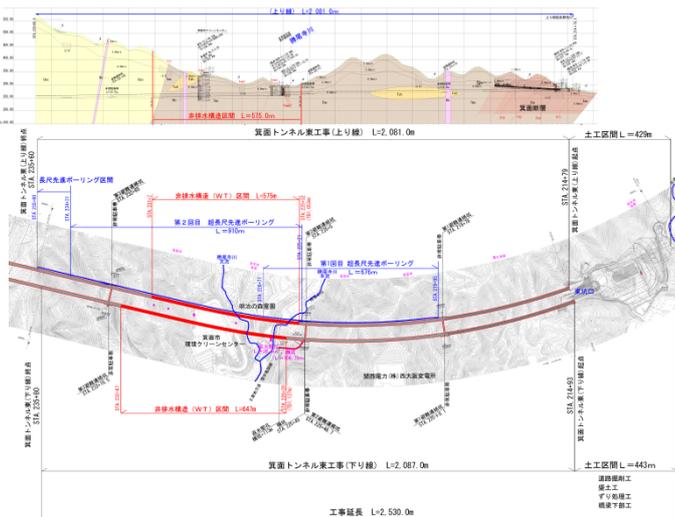


図-1 箕面トンネル東工区 全体図

2. 水環境保全対策の基本方針

(1) 基本方針

トンネル掘削によって周辺地域の利水に影響が及ばないよう調査・対策を行いながら慎重に施工する。施工中は、水文調査、地質調査、先進ボーリング等の前方調査により、多量の湧水が想定され、かつ地表の水環境および周辺利水に影響が出ることが想定される場合は、可能な限り湧水の抑制を図る。

(2) 河川交差部で土被りが薄い区間について

河川交差部で土被りが薄い勝尾寺川交差部区間については、断層破碎帯も集中していることにより、表層近くの地下水や河川水のトンネルへの引き込みが懸念されるため、施工中の河川等対策に加え、完成時においてトンネル本体工に非排水構造(WT:ウォータータイト)を採用することを基本とした。これを実行するために、1000m級の超長尺先進ボーリングや100m級の長尺ボーリング、及び水文モニタリング等を用いた地下水情報化施工を採用する。

3. 地下水情報化施工について

施工中に得られる情報(超長尺先進ボーリング、長尺ボーリング、水文モニタリング、切羽地質湧水状況等)を用いて、水環境への影響を把握し、よりの確な水環境保全の実現を図る「地下水情報化施工」を採用する。これにより、迅速な対策工の提示、合理的な施工が可能となる。

4. 水環境保全としての実施予定の対策工

(1) トンネルの非排水構造(WT)の構築

完成時にトンネル周囲に防水シートを敷設することにより、地下水が流入しない構造にする。ただし、WTを構築するまでのトンネル掘削中は、坑内に地下水が流入することから、周辺地下水が低下する可能性があるが、WT完成後、周辺地下水は現状に回復する。

(2) 勝尾寺川の切り廻し

掘削中は河川水が流入する可能性があるため、河川の影響範囲に仮設・本設水路を設置し、河川水をバイパスさせる。

(3) トンネル湧水の返水施設の設置

対策(1)、(2)を実施しても万が一、影響が発生した場合に備えて、トンネル湧水の返水施設を準備する。返水施設は、地上部への堅孔と、堅孔と本坑をつなぐ横坑からなり、返水は勝尾寺川に放流する。

(4) 切羽通過後のトンネル周囲の地盤改良

技術的限界からトンネルに作用する水圧が1MPa(水深100m相当)程度以下の区間には非排水構造(WT)を実施し、それを超える区間においてはトンネル湧水を抑制するために地盤の透水性を低下させることを目的にトンネル周囲の地盤を改良する。恒久性のある材料を使用し、掘削済みの区間で実施する。

(5) トンネル湧水の返水

トンネル掘削に当たっては、調査・対策を行いながら慎重に施工を行うが、万が一、周辺利水に影響があった場合は、利水に必要な水を供給するために、まず応急対策を行い、他の対策工を実施しても回復しない場合には、長期対策を実施する。

5. トンネルの非排水構造(WT)の構築

(1) WT区間の設定

勝尾寺川付近は、土被りが小さく高透水性の断層が密集していることから、トンネル掘削により周辺水環境に影響を及ぼす可能性が高いことが想定されるため、非排水構造(WT)を採用する。WT区間はその起終点部を透水性の低い地山に配置することが重要である。

そこで、起終点部は1D(約12m)透水性の低い健岩部の配置する。健岩部とは、透水係数 $k = 2.7 \times 10^{-7}$ m/sec ($\times 10^{-5}$ cm/sec)以下とする。

当該地区で実施されているボーリング調査、電気探査、弾性波探査、地質踏査、源頭調査の結果から、地質構造および地下水位を設定、複数想定される断層破砕帯を網羅するようにWT区間を設定した。(3次元浸透流解析から高透水性区間の対策による効果を確認済み)

(2) トンネル断面構造の設定

想定される地下水位を基に、断面構造をパターン区分し、その範囲を設定。今後、観測井水位をモニタリングし最終決定。

(3) 設定されたWT区間の検証方法

超長尺先進ボーリングや長尺ボーリング、実際の地盤状況により検証し、WT区間を決定する。

6. 現状での具体的なWT区間検証方法

(1) 観測井による覆工水圧の設定

WT区間に観測井を複数設置し、季節変動や降雨の影響を加味し実際の地下水位を観測し、覆工水圧の設定を行う。

(2) 超長尺先進ボーリングでの水理地質情報把握

区間湧水量、削孔地質分析、削孔エネルギー解析、ボアホールカメラによる現地地質状況、孔壁RQD、地質の走向傾斜を把握し、当初設定されたWT区間を検証し、微修正する。

(3) トンネル掘削時の検証方法

(2)で微修正したWT起終点に対し、切羽から100m級の長尺水平ボーリングを実施し、区間透水係数を確認する。

(4) 掘削切羽の地山状況

実際の掘削時の切羽観察記録により地山・湧水状況を確認し、必要であれば切羽側壁にて透水試験を実施する。

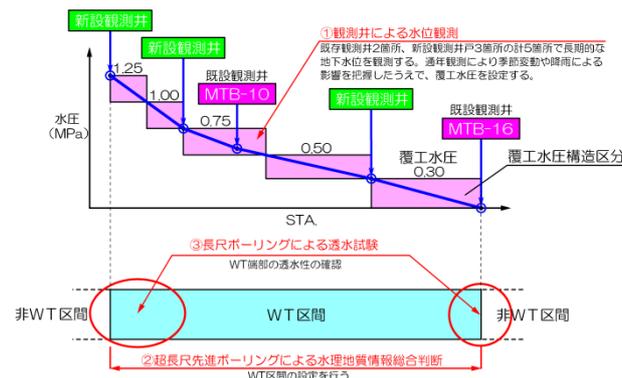


図-2 具体的なWT区間検証方法

7. おわりに

箕面トンネル東工事は、平成25年1月より掘削を開始し、平成26年3月末時点で990m地点まで掘り進めている。

現在、500m地点から実施する1本目の超長尺先進ボーリング及び勝尾寺川のバイパス施工が完了し、設定したWT区間の検証、解析作業を実施している。

箕面トンネル東工事は水環境保全対策については、今後も詳細な検討・計画を行い、地元や行政と協議を進めていく必要があるとともに、トンネル掘削による影響を最小限に抑えることができるよう努力していく。