

箕面トンネルにおける地下水情報化施工法（SWING法）の開発

大阪大学大学院工学研究科 正会員 松井 保
 大阪府道路公社箕面有料道路建設事務所 正会員 ○磯崎 弘治
 " 早坂 毅
 パシフィックコンサルタンツ 正会員 安田 亨

1. はじめに

山岳トンネルに関する地下水問題は、施工面では大量湧水に伴う切羽崩落防止やトンネル排水の処理、及び地下水対策工の必要性が課題である。また、周辺環境面では、周辺水環境への損傷、既設水源に及ぼす影響が挙げられ、これらの自然環境保全はトンネル工事に関わる重要課題である。本研究は、これらの地下水問題への対応を考慮しつつ、経済的、合理的な施工を目的として、箕面トンネルにおいて開発した地下水情報化施工（SWING法）の開発経緯、並びに評価手法について報告するものである。

2. SWING法（System on Water Information of Ground）の必要性

箕面トンネルは、中～古生代砂岩頁岩互層の山岳道路トンネルであり、トンネル湧水や周辺水環境に関して慎重な配慮が求められる。設計段階で水文的手法や準3次元水収支シミュレーションを行い、トンネル湧水発生状況や周辺水環境への影響を予測したが、工事着手後の実績は予測とかなり異なっており、施工実績を迅速にフィードバックでき、トンネル完成後の湧水管理にも活用できるシステムの構築が必要となった。

システム構築にあたり、設定するモデルとパラメータを簡素化する、データ入力、予測計算を短時間で行う、坑内湧水量、水文観測データとの対比により経時的な検証を行うことを基本とした。

3. SWING法の開発

SWING法は、水収支シミュレーション等の地盤モデルを用いた数値解析法ではなく、Fig.1に示す通り、実際のトンネル掘削により発生した湧水量を基に、トンネル進捗距離50mをスライス単位としてFig.2に示した水理式¹⁾を適用して透水係数や有効間隙率を求め、この水理定数を基にスライス座標系における地下水位低下量や沢水減少量を求める方法であり、更に実測値のフィードバックにより逐次予測値を修正し、現況の再現と予測精度の向上を図るシステムである。

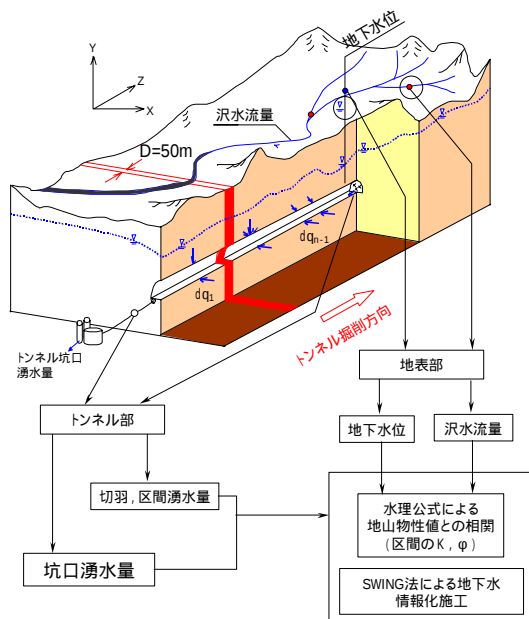


Fig.1 SWING法におけるデータの流れ

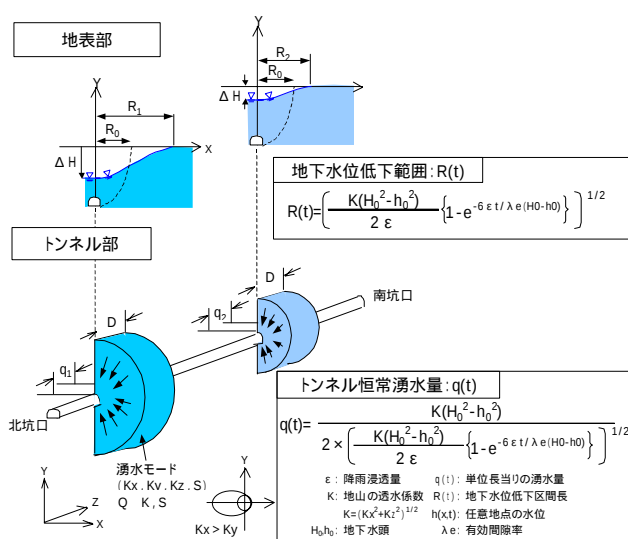


Fig.2 SWING法に適用した水理式

キーワード トンネル / 地下水 / 地下水情報化施工法

連絡先 〒562-0036 箕面市船場西 2-21-9 大阪府道路公社箕面有料道路建設事務所 TEL0727-26-0880 FAX0727-26-0850

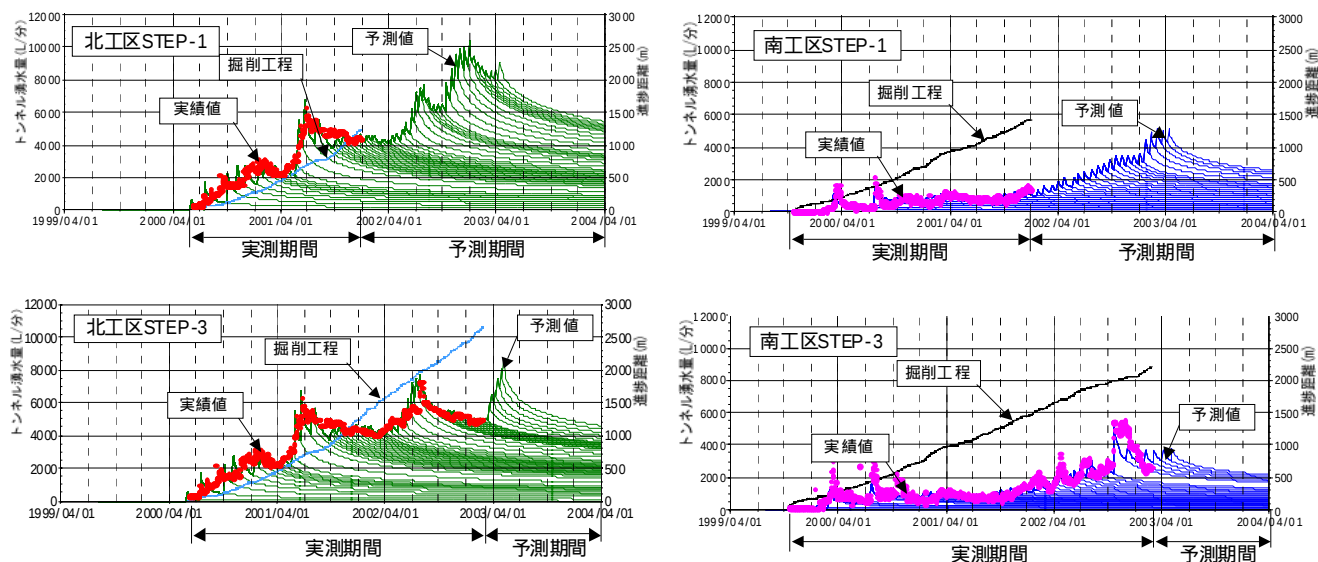


Fig.3 SWING 法によるトンネル坑口湧水量の検証

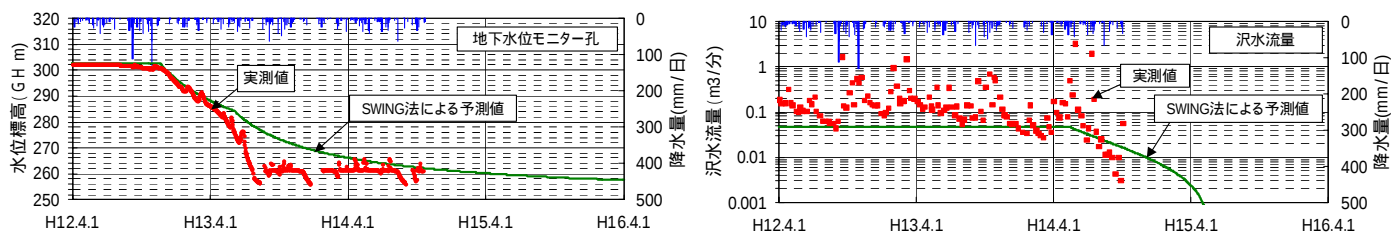


Fig.4 SWING 法による地下水位、沢水流量への影響予測

貫面トンネルの場合、着工前に設定された初期値はトンネル縦断方向における弾性波速度、比抵抗値、及び水理地質区分であり、その初期設定を基に SWING 法を適用し、施工実績に基づく既施工区間の検証、及び未施工区間の予測を繰り返し行った。運用実績としては、入力データの修正を含めて、トンネル湧水、地下水位低下範囲、沢水減少量について 2 ～ 3 時間を要して既施工区間の検証と未施工区間の予測評価を行っている。

4. SWING法による地下水情報化施工

Fig.3 はトンネル掘削に伴う湧水についての実績値と SWING 法による予測値を対比して示している。実績値は南北の坑口湧水量であり、各掘削ステップにおける南北工区の工事進捗に伴う既施工区間の実績値との検証、及び未施工区間の予測結果を示している。Fig.4 は、SWING 法における湧水影響評価の 1 例として地下水位、及び沢水流量の予測結果と実績値を対比して示している。両モニタリング地点は、SWING 法におけるスライス座標系の任意地点の予測結果であり、このスライス座標系はトンネル周辺に設置した約 90 箇所余りの実測地点の全てを網羅している。したがって、トンネル湧水と同様に、既施工区間の湧水影響実績の検証と未施工区間の影響予測が同時に確認できることになる。

5. まとめ

一般的に、トンネルでは工事前に地山の安定性、透水性を見極めることは困難なことから地下水に関わるトラブルが余儀なくされる事例が多い。このような課題に対して、施工中のトンネル坑内外で発生した地下水や地表水の挙動を観察、計測し、迅速に設計・施工に反映させる SWING 法が重要な役割を担うことになる。SWING 法の活用により、簡便に掘削実績を組み入れた、経済的、効果的な施工や水環境保全対策の立案や評価が可能であり、施工面、環境面を考慮したきめ細かい地下水情報化管理システムが構築できた。他のトンネルに対する汎用性も期待できる評価手法と考えている。

参考文献 1) 佐藤邦明: 山岳トンネル地下水のモデル化とシミュレーション手法の応用, 応用地質, 23-No.3, pp. 50-56, 1982.