

岩盤地下空洞内湧水の水資源としての再利用に関する研究

長崎大学 工学部 正会員 棚橋 由彦 長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静
 長崎県出島バイパス事務所 村里 静則 長崎大学工学部 学生員 ○首藤 茂満

1. はじめに

社会基盤整備により都市部にトンネルの建設例が近年増加している。このような場所では地下水が生活用水等に使用されていることがあり、トンネル掘削による河川水の減少、地下水変動など周辺の地下水環境への影響が懸念される。また、自然環境保全の見地から、これまで以上の管理が要求されるケースが増しており、地盤状況を的確に把握し、地下水変動の影響を予測・評価をすることが重要な課題である。このような現状により本研究は、掘削に伴う都市トンネル内湧水の予測法について検討し、実トンネルへの適用を試みる。

2. 研究対象となるオランダ坂トンネルの概要

長崎市は、地形的な制約から、市中心部に一点集中型の幹線道路となっているため、慢性的な交通混雑を呈している。オランダ坂トンネルは地域の活性化および地域間交流の促進を図るために計画された出島バイパスの中心となるものである。このトンネルは長崎市新地町から九州横断自動車道の起点となる早坂町(長崎I.C)までを結ぶ上り線(全長2918.0m)、下り線(全長2961.5m)として建設されている。トンネルは、住宅密集地の下を掘削し、新地側では地表面までの土被りが小さい所で10数mの場所が存在する。また、このトンネルルート周辺には現在使用されている井戸が約400箇所及んでおり、これらの井戸の大半は新地側坑口より約1km区間に集中して分布しており、井戸が社会生活に密着している。トンネル掘削により、トンネルルートの2箇所(図-1のA、B)で湧水量が著しく増加し、周辺地域の井戸や観測用ボーリングでの水位低下が確認されている。そのため、トンネル掘削に伴う地下水変動の影響により井戸の枯渇や地盤沈下などで、社会環境に与える影響が懸念されている。

3. トンネル湧水量と井戸水位の関係

調査によれば、井戸水位の変化には以下の3パターンが見られ、a) A地点の影響により水位変化が生じたもの; b) B地点の影響により水位変化が生じたもの; c) トンネルとは関係なく水位変動が見られないものがある。

a)の場合は、トンネル掘削断面には凝灰角礫岩が主に分布しており、トンネル内の総湧水量は40t/h発生した。地下水の変化は、ゆっくり低下し、トンネルから約500m離れた地点でも水位の変化が見られた。b)の場合は、掘削断面には火山角礫岩が主に分布しておりトンネル内の総湧水量は上り線で60t/h、下り線で140t/hが発生した。c)の場合は、トンネルに近接していても水位の変化が見られなかった。

上下線湧水の間接関係を見ると、A地点までは、ほぼ同じ量である。A～B間は、下り線のほうが30～40t/hと多い。また、B地点からは下り線における湧水量の増加が大きく上下線の差は、約80t/hにも及んでいる。また、A、B地点の共通点

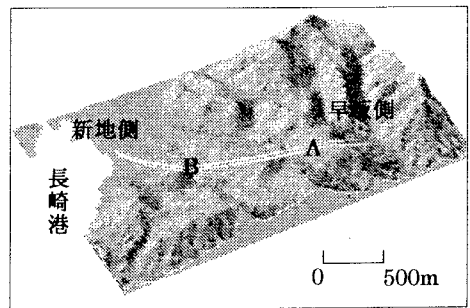


図-1 解析領域

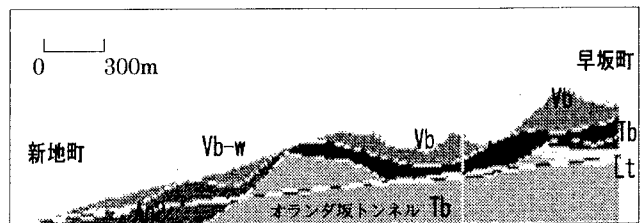


図-2 地質状況断面図

は両者とも地質の替り目であり、湧水の著しい増加は地質状況の変化によるものではないかと考えられる。

4. 地盤状況の可視化

図-1に解析領域トンネル周辺の地形を表し、トンネル周辺地域のボーリングデータなどに基づいて地盤状態の三次元可視化を行う。この領域のトンネルに沿った断面図(図-2)に示したように、6層の地層からなっており、地質概要を表-1に示す。尚、地盤の賦存状況の領域における推定方法について説明する。図-3のように、数本のボーリングデータを内挿することにより、その間にある地質状況を推定する。ボーリングの間隔とその間の地層の変化傾向に応じて幾つかの内挿関数を用意する。これを基本として、複雑な地盤状況についても表現が可能である。

5. トンネル湧水解析のモデリングについて

以上に示した地盤状況の可視化法を用いて作成した三次元地盤モデル(図-4)にトンネル部のメッシュを再分割すれば、掘削に伴う地下水の変動をトンネル内の湧水を解析することが出来る。ここでは、地層ごとの透水係数などの各種パラメータは現場観測又は室内試験に基づいて入力する。次に、降雨量と湧水の関連性、トンネル地質状況による湧水発生パターンの違いについて検討を行い、またトンネル掘削に伴う湧水量の予測法を構築するとともに、周辺地域に与える影響の解析的評価を行う。

6. おわりに

本研究は、トンネル湧水によって生じた地下水位変動を評価するための三次元地盤状況モデリングの方法を示し、実現場への適用を行った。今後はトンネル掘削時及び完成後の湧水解析を実施して地盤状況と湧水量に見られる関連性を明らかにしていく。また、湧水量を的確に予測することにより、トンネルの排水施設の選定やトンネル湧水の水資源としての再利用の可能性について更に検討していく。

表-1 地質概要

記号	地質	透水係数(cm/s)	基質の状態
Vb-w	強風化火山角礫岩	2.4×10^{-4}	割目多
Vb	火山角礫岩	8.4×10^{-5}	軟質
An2	安山岩自破碎部	3.7×10^{-4}	脆質～ほぼ固結
An1	安山岩溶岩	1.4×10^{-3}	固結
Tb	凝灰角礫岩	9.1×10^{-5}	固結、割目小
Lt	火山礫凝灰岩	1.0×10^{-5}	割目多

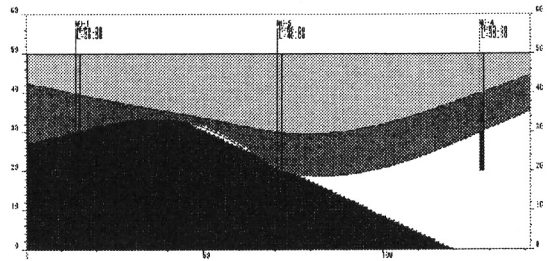


図-3 ボーリングデータに基づく地盤状況の推定

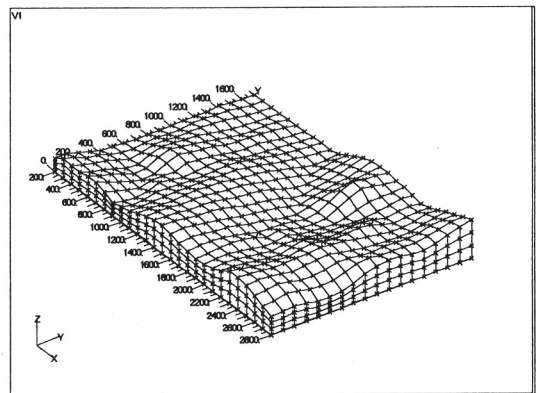


図-4 解析モデル

参考文献

- 1) 大島洋志(1983): トンネル掘削に伴う湧水とそれに伴う水収支変化に関する水文地質学的研究, 鉄道技術研究報告, No.1228, pp.1-23.
- 2) 国土地理院(2000): 数値地図 50m メッシュ(標高).
- 3) 近藤達敏(2000): 地質調査の不確実性とトンネル工事のリスク要因評価, 応用地質, Vol.40, No.6, pp.340-345.