

地下水の経時変化を考慮した岩盤空洞内湧水の予測と再利用

長崎大学工学部 正会員 棚橋由彦 蔣宇静 長崎県土木部 道路建設課 村里静則
長崎大学工学部 学生員 首藤茂満 ○松尾健作

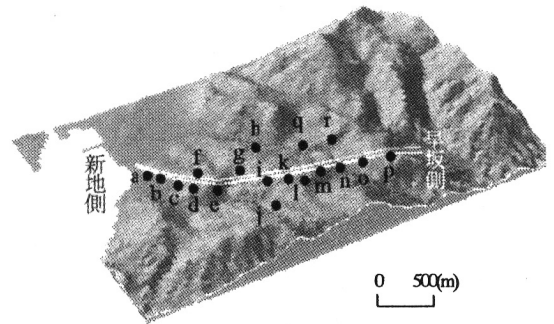
1. はじめに

近年、トンネルが生活圏の下に建設されることが増えてきている。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や生活用水としての地下水の枯渇を防がなければならない。また自然環境保全の見地からもトンネル建設に伴う地下水環境の保全について、これまで以上の管理が要求される場合が増えているのが現状である。

そこで本研究では、このような現状に対し、トンネルなど地下空洞の湧水を積極的に利用する新しい水資源開発について技術提案と実証研究を行う。また、地下水の変動を把握することにより、トンネル工事が周辺地域に与える影響についても検討する。検証事例として現在建設中の長崎県出島バイパスの中心となるオランダ坂トンネルを対象として考える。オランダ坂トンネルが完成すると、一定量の恒常湧水があり、それを処理するために膨大な施設と投資が必要となる。しかし一方で、それを、トンネル火災防止のための消防用水や生活用水など、つまり水資源として再利用できれば、環境への負荷を大幅に低減させることができる。

2. 地下水位のデータベース化について

本研究では、GIS(地理情報システム)の優れた空間情報管理機能を用いて地下水位の管理を行う。地形に関しては国土地理院発行の数値地図 50mメッシュをGISに取り込み、オランダ坂トンネル周辺の井戸(18点)の地下水位をポイントデータとして作成する(図-1)。座標系は平面直角座標系で与える。地下水位データは1998年から2001年まで1年毎のレイヤーを作成する。GISでデータベースを作ることで、空間情報と属性情報を一元管理でき、空間情報から属性情報の検索、あるいはその逆の検索が行えるようになる。



a.BV-11 b.BV-1 c.BV-12 d.BS-1 e.BV-6 f.BV-5 g.BV-2
h.HBV-1 i.BV-7 j.HBV-2 k.BV-8 l.BV-15 m.BV-9
n.BV-3 o.BV-10 p.BV-14 q.HBV-3 r.HBV-4

図-1 オランダ坂トンネルと観測井戸位置

3. 地下水位の経時変化の考察

図-2、3 に示したように、データベースから各井戸(18点)の地下水位の経時変化また、各時期毎の地下水位をグラフ化し、これにより各井戸の経時変化が容易に分かる。特にa.BV-11(図-1)付近は、市街地、住宅地があり、さらに土被りが約7mと非常に薄いため掘削に伴う地下水の枯渇や地表沈下などにより社会環境に影響を与えることが懸念されている。そのため地下水位の経時変化とそれによる地盤変動を正確に把握する必要がある。

データベース中の地下水位のデータを用いて地下水位の3次元分布と経時変化を解析するが、トンネルから離れた場所では地下水位のデータがないため、観測された井戸内の地下水位データから地形の影響を考慮して地下水位の分布を推定することとした。図-4は、GISの拡張機能を用いて地表面の流水パターンを解析した結果である。

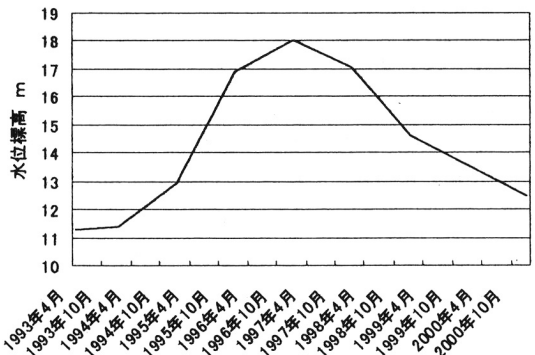


図-2 地下水位の経時変化(a.BV-11)

谷部と山頂など地形の変化が顕著に示され、山頂から谷部に近づくにつれ地下水位が低下していく。図5は一例として2000年1月の観測井戸データと地形の変化を考慮して推測した対象領域の地下水位の空間分布状態である。このようにGISを用いることにより地下水位の3次元分布の経時変化を容易に表現することができた。

4. 水資源の再利用についての提案

以上の手法により推定した地下水位の空間座標データを3次元浸透流解析モデル¹⁾に取り込み、トンネル湧水の経時変化の予測と周辺環境への影響および再利用を考える。今までトンネル掘削などによる湧水はそのまま放流されていたが、本研究では、オランダ坂トンネル掘削による湧水を、現在計画中の長崎アーバンルネッサンス構想の一部に利用し水資源として再利用することを提案している。長崎アーバンルネッサンス構想とは、都市機能や都市環境を改善し、活力と魅力に満ちた都市の再生を図るための長崎都心・臨海地帯の再開発構想をいう。特に、長崎市の常盤・出島地区の埋立地に計画されている「シーサイドパーク」や「水辺のプロムナード」は、人々が自然との共生を体感でき、心やすらぐ緑と水の空間の創造が目的とされている。本研究は親水公園の噴水などにトンネル湧水を再利用する可能性評価も視野に入れ実施している。

5. おわりに

GISの空間解析機能を利用して対象領域における地下水位の3次元分布を推定し、経時変化を解析した。さらに、トンネル掘削前、後の地下水位の経時変化や掘削による湧水量の変化が周辺地域に与える影響を検討するアプローチを示した。また、環境への負荷を低減させ水資源としての利用として長崎アーバンルネッサンス計画にトンネル湧水の再利用について提案を行っている。

参考文献

- 1) 村里静則, 蔭宇静, 首藤茂満, 棚橋由彦: 掘削に伴う都市トンネル内湧水の予測法に関する研究, 土木学会地下空間シンポジウム論文・報告集(審査付論文), Vol.7, pp.119-128, 2002.

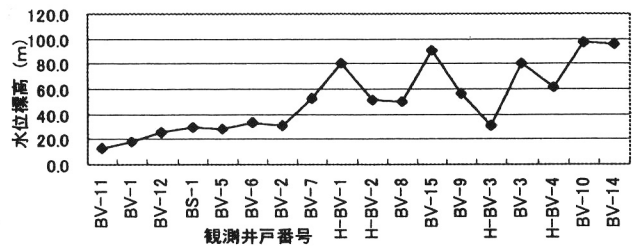


図3 過去9年間の平均地下水位の変動

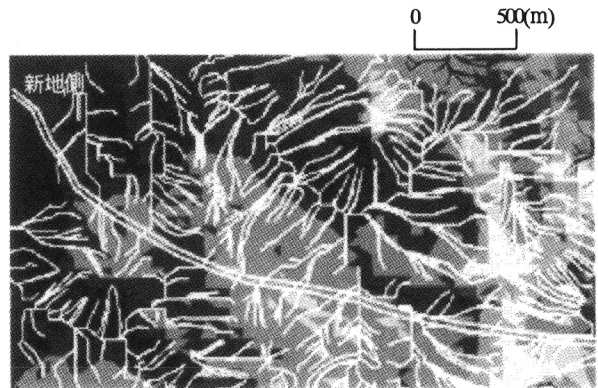


図4 GISによる流出パターンの解析結果

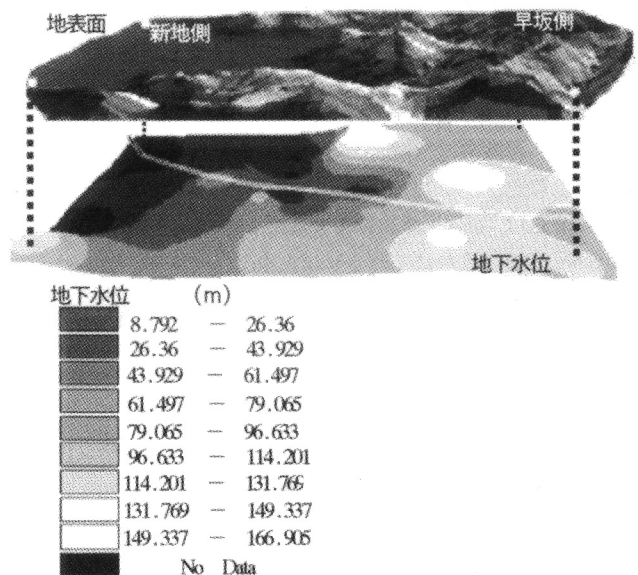


図5 地下水位の3次元分布(2000年1月)