

# 地形解析・判読に基づく地山地下水位の推定と施工影響評価

株式会社エイト日本技術開発 澤田 弦一郎

## 1. はじめに

我が国においてはトンネル掘削に伴う湧水問題が多数生じており、施工影響の予測・評価、湧水影響対策の検討にあたり、施工前の地山地下水位および地下水流動状況を把握することは重要な課題といえる。施工前に十分に地質・地下水状況の調査が行われている場合は、精度よく地山の地下水位等を推定できるが、必ずしも十分な調査を実施できない場合もある。

このような場合において、本論文では、国土地理院にて公開されている高解像度の数値標高モデル(1m メッシュ)に基づく地形解析・地形判読により地下水面および源頭(湧水)位置を推定した。さらに現地踏査により実際の湧水位置を確認することで、地山地下水位を推定し、施工影響を予測・評価した。

## 2. 予測手順・方法

### (1) 地山地下水位

トンネル施工による周辺地下水影響を予測するにあたっては、施工前の地下水位を把握することが重要となる。

一般的に、地下水面の形状は、地形面形状と調和的となることがいわれている。山地においては、山麓斜面と谷底面の境界部に地下水が湧出し、沢水を形成していることが多い。このため、①図-1に示すように谷底面の標高を面的に抽出し(いわゆる接谷面図を作成)、これを仮想的に地下水面の形状とみなした。②地形判読を行い、源頭地形(源頭位置)を抽出した。その後、③水文踏査を行い、源頭位置を把握し、①、②で推定した地下水面形状および源頭位置について検証した。

以上①、②、③の工程を踏まえ地山地下水位を推定した。なお接谷面図は、国土地理院にて公開されている1m メッシュ数値標高モデルを基に、GIS ソフトを用いて方眼法により作成した。

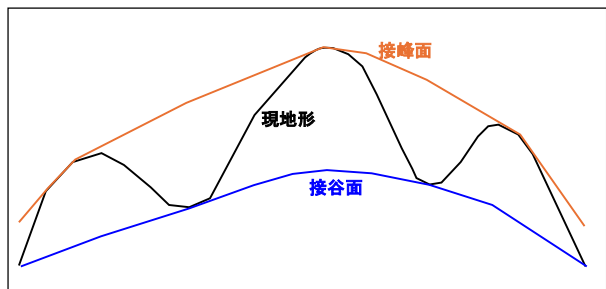


図-1 接谷面図の概念

### (2) 施工影響の評価

トンネル施工影響範囲については、高橋の水文学的方法<sup>1)</sup>により事前に算出している。(1)で予測した地山地下水位とトンネルの高さとの関係より、施工影響を予測し、

高橋の水文学的方法で評価されたトンネル施工影響の妥当性についても検証した。

## 3. 地山地下水位の推定結果

### (1) 地形解析・判読に基づく地下水面形状と推定源頭位置

谷底面の標高を面的に抽出し、作成した地下水面形状(接谷面図)と推定源頭位置をプロットした図を図-2、図-3に示す。

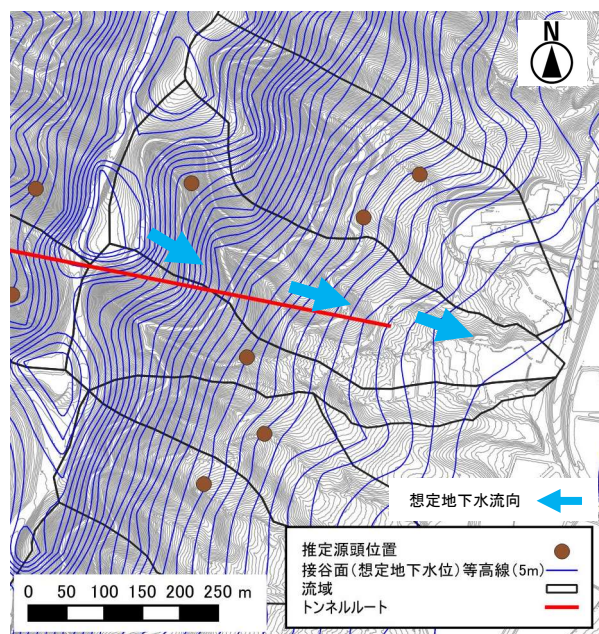


図-2 接谷面図と推定源頭(湧水)位置①

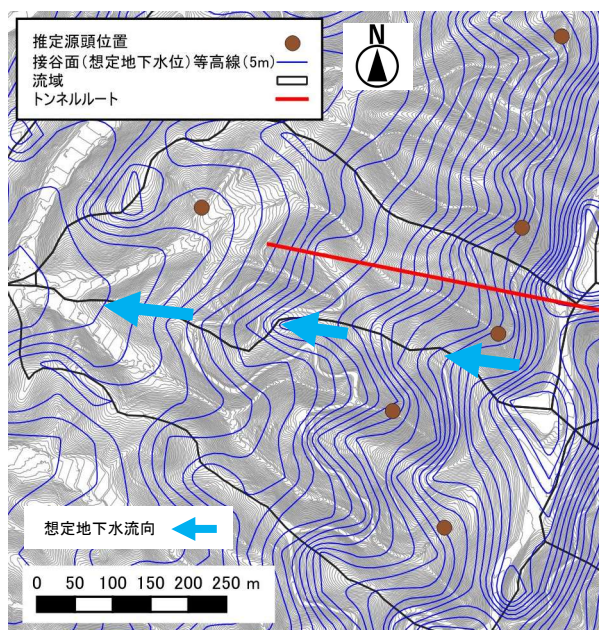


図-3 接谷面図と推定源頭(湧水)位置②

### (2) 水文踏査による源頭位置の確認

図-4は地形解析・地形判読で推定した源頭標高について

て、水文踏査により検証したものである。水文踏査によって確認した源頭位置は、地形図により周辺の地形的な特徴から確認するとともに、GPSにより記録した。

図-4に示すように、地形解析・地形判読と水文踏査の源頭位置の平均標高差は、8m程度であった。また、最大の標高差は44m、最小の標高差は1mであった。図-5には図-3に実際の源頭位置をプロットしたものを示す。

地形解析・地形判読と水文踏査による源頭位置の標高差が大きく乖離した地点（標高差44m）について現地を確認した結果、谷筋に堆積した土砂に沢水が伏流しており、湧水地点が下流側にシフトしていたことが一因である。また、現地で確認した源頭位置の読み取り精度が低かった可能性もある。

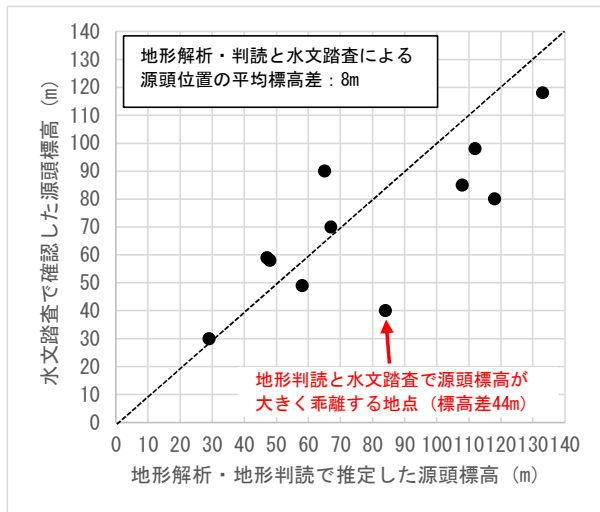


図-4 水文踏査による源頭位置の検証結果

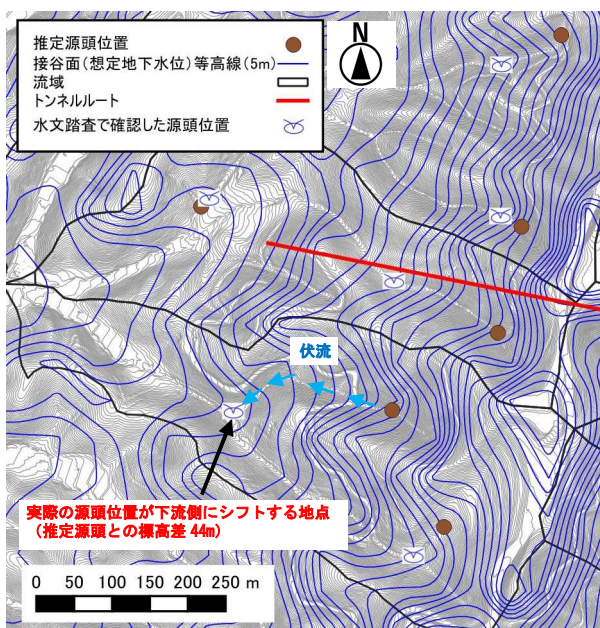


図-5 水文踏査による源頭位置（湧水地点）のプロット

### (3) 実際に推定した地山地下水位

図-6には、(1)、(2)の工程を踏まえて推定したトンネル地山の地下水位を示す。なお、地山は泥岩優勢の砂岩・

泥岩互層からなる。

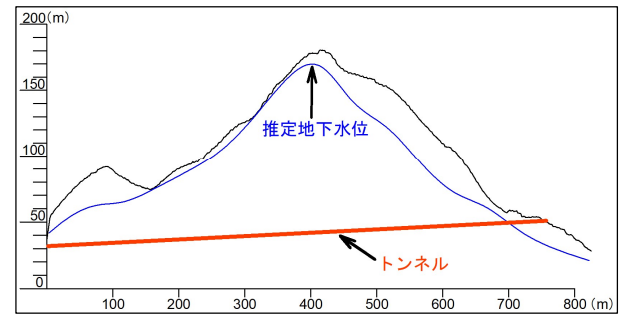


図-6 実際に推定した地山地下水位（縦横比2:1）

### 4. 施工影響評価

図-7には、事前に高橋の水文学的方法で推定した地下水影響範囲を示す。トンネルルート近傍の流域は、地下水影響範囲との重複率が高いことから、「工事による影響発生の可能性が高い」と評価していた。ただし、高橋の水文学的方法は、トンネル近傍流域の地形データ（流域面積、流路長、比高差）のみから地下水影響範囲を推定するものであり、地山の地質・地下水状況を考慮することができない。

本論文では、上記に示すように地山地下水位が高い状況にあることが実証された。トンネルの高さとの関係からは、施工影響発生の可能性が高く、高橋の水文学的方法に基づいて評価した工事影響を支持するものであった。

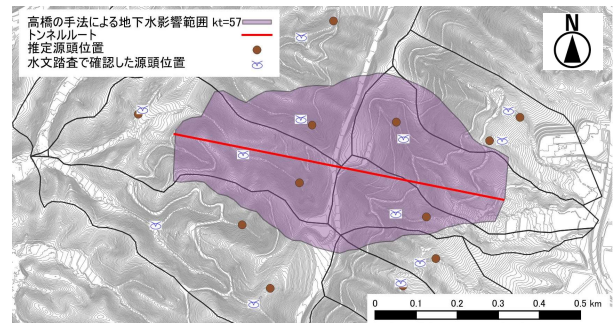


図-7 高橋の水文学的方法で推定した地下水影響範囲

### 5. まとめ

本論文では、高解像度の数値標高モデル（1m メッシュ）に基づいた地形解析・地形判読および水文踏査により地山地下水位を推定した。特に推定した源頭位置と水文踏査で確認した源頭位置は、地形的に特殊な地点を除けば概ね良い一致を見せた。このことは、机上の検討のみでも、ある程度は地山地下水位の想定が可能であることを示す。ただし、現地での源頭位置の把握精度の向上は、今後の課題である。

また、推定した地山地下水位とトンネル高さの関係は、事前に評価した施工影響を支持するものであった。

### 《引用・参考文献》

- 1) 高橋彦治 (1962) : トンネルの湧水に関する応用地質学的考察, 鉄道技研報告, 279.