

長大山岳トンネル掘削に伴う周辺水環境への影響と対策 -北陸新幹線、新北陸トンネル-

(独) 鉄道・運輸機構	正会員	○田中 智裕
(独) 鉄道・運輸機構	正会員	柏木 亮
八千代エンジニアリング (株)	非会員	鷺見 浩司
八千代エンジニアリング (株)	非会員	坂元 寿幸

1. はじめに

北陸新幹線（金沢・敦賀間）は、工事延長 114.6km のうち約 38.4km がトンネル区間である。このうち、福井県南越前町～敦賀市に位置する新北陸トンネルは、南北に延びる延長約 20km の長大トンネルであり、途中でウツロギ断層、柳ヶ瀬断層などの断層破碎帯を通過している。本稿は、長大山岳トンネルの施工に伴い生じた周辺水文環境の変化について、水文調査の概要、減渇水等の状況及びその対策について報告するものである。

2. 水文調査と影響予測について

(1) 水文調査について

水文調査については、新北陸トンネルの施工前である平成 27 年 4 月から実施しており、当初は、影響予測範囲として後述する「高橋の方法」により新幹線中心線から左右 500m の範囲が含まれる流域を基本として、沢水や個人井戸を対象に、約 140 箇所流量及び水位観測を行うこととした。その後、現地状況や工事進捗等を加味しながら、トンネル覆工完了から 1 年以上経過した令和 4 年 12 月まで観測を実施し、観測箇所は最終的に 230 箇所となった。

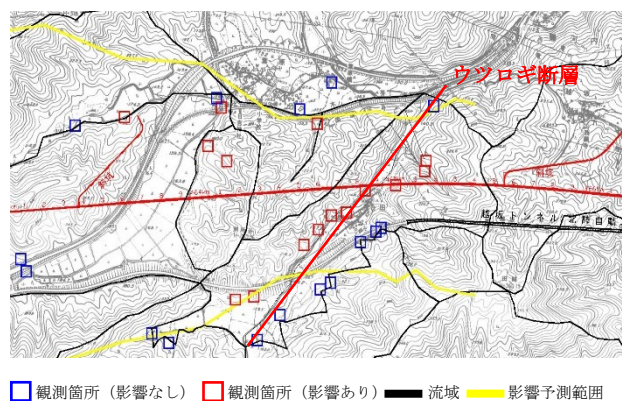


図-1 減渇水状況と影響予測範囲

(2) トンネル掘削の影響について

新北陸トンネルは 12 地区にまたがった長大トンネルであるが、そのうち 3 地区でトンネル掘削の影響が確認された。図-1 は、トンネル掘削の影響を大きく受けた代表的な地区の状況を示している。

(3) 影響の評価について

各観測箇所の減渇水状況とトンネル掘削との因果関係については、累積降水量との相関性を確認することで影響の有無を判断した。一般に河川流量は、降水量の変化に応じて増加、減少を繰り返すが、灌漑用水等に利用される水量は常時河川を流れている基底流量部分であり、基底流量の把握が渇水対策上重要な項目である。しかしながら、流量自体が少なく、手計で計測する場合には、基底流量の把握が難しい。

また、河川流量（地下水位）とその流量の観測日までの数日間の累積降水量との間には、正の相関関係が存在すると考えられる。そのため、影響評価を行う際には、掘削開始前の流量データについて、どの累積降水量と最も相関が高いかを判定し、次に最も相関が高かった累積降水量に対して、掘削開始前と掘削開始後の流量を散布図にプロットし、それらの相関関係の変化から影響を評価することとした。図-2 はトンネル掘削の影響

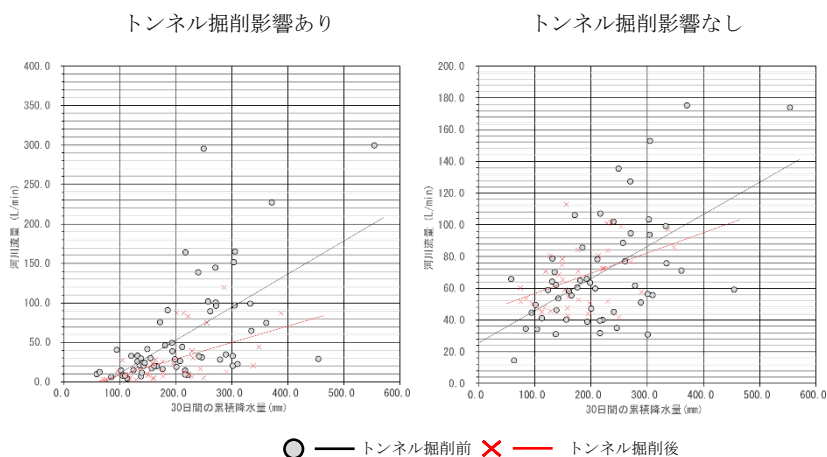


図-2 流量・累積降水量の相関性

キーワード 北陸新幹線, 山岳トンネル, 環境, 地下水, 減渇水

連絡先 〒914-0047 福井県敦賀市東洋町 1-15 (独) 鉄道・運輸機構 北陸新幹線建設局 TEL 0770-47-5033

響「あり」「なし」の沢の相関性を示している．影響「あり」の散布図については，掘削前後の線形近似直線の傾きに差異があり，掘削前と同程度の降水量に対して流量が減少している．一方，影響「なし」の散布図では，掘削前後の線形近似直線の傾きに大きな差異が無く，掘削前と同程度の降水量に対して流量の変化はみられない．

(4)簡易予測との比較について

トンネル掘削に伴う湧水影響範囲の簡易予測手法の代表的なものとしては，鉄道技術研究所（現財団法人鉄道総合技術研究所）の「高橋の方法」がある．高橋の方法は，①トンネルに流出する地下水は自由水面を有する，②不透水層は，トンネルの掘削底面付近にあり水平である，③左右の地下水面を分離して取り扱うことができる，④平衡状態において成立する H-R 関係の水平接点において，本来の地下水面は水平面である，⑤地下水面は実用上，地表面の形に一致する，という 5 つの仮定を設けることで，簡易的に恒常湧水量と湧水影響範囲を予測することができる．これを用い，土被り (H) と影響幅 (R) の関係である H-R 曲線を求め，地形断面図に投影しトンネル掘削による影響範囲を予測しており，図-1 右側では本線から 300m～450m 離れた場所までを影響範囲としているが，図-1 左側では最大で 900m ほど離れた地点までが影響範囲となった．

3. 簡易予測範囲と実際の影響範囲との差異についての考察

当該地区における減渇水の状況は，いずれも高橋の方法により予測した影響範囲内に収まる形となった．当該地区の地質は，中生代の砂岩・粘板岩の互層及び花崗岩からなっており，いずれも風化し亀裂が多く，割れ目間隔が大きかった．そのため，透水性が高く水を引き込みやすい性質をもっていると推定され，土被り 50 m ほどの深さの新北陸トンネルでは，予測範囲内の水源全てに影響を及ぼす可能性があった．

しかし，図-1 上側の二級河川を挟んで反対側の水源については，トンネル掘削の影響はみられなかった．これは，実際の流域が河川を挟んだ反対側にあったことから，トンネル掘削の影響を受けなかったと考えられる．

また，図-1 下側については，影響が出ている箇所と出していない箇所で地質的な差異はみられなかった．これは，過去に周辺で北陸自動車のトンネル工事が行われていたことや，ウツロギ断層が付近にあることから，「高橋の方法」の仮定条件である⑤地下水面は実用上，地表面の形に一致する，に影響を与えているものと考えられる．その結果，地下水面と地表面の形が一致しておらず，実際の影響範囲が影響予測範囲よりも小さくなったものと思われる．

4. 減渇水への対策について

当該地区においてトンネル掘削の影響を受けた沢水は，主に水稻を生育するための農業用水として利用されているものであった．水稻は，活着期と穂ばらみ期に多量の水を必要とすることから，一般的な対策としては，①上水道による補償，②被害が無かった水系からの導水，③代替水源の設置などがある．なお，①は使用水量が多い場合には経済的に不適，②には地形的な制約を受けるため，現地状況に応じて検討する必要がある，当該地区では③を主に実施した．深井戸設置の際には，図-3 のように掘削トンネルよりも，深い位置に井戸の基底を設定している．

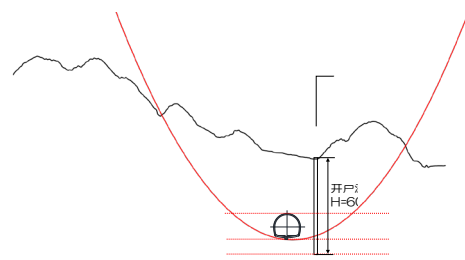


図-3 深井戸とトンネルの位置関係

5. おわりに

新北陸トンネルの水文調査の結果と高橋の方法によるトンネル掘削影響範囲の簡易予測結果を比較することで，トンネル掘削に伴う減渇水の傾向を把握することができた．今後は，事前の地質調査データを増やし，トンネル掘削時の減渇水の予測データとして活用できるよう分析を進めてまいりたい．

参考文献

- ・大成建設技術センター報：GIS を用いたトンネル湧水渇水予測システムの開発，2003
- ・鉄道技術報告：トンネル湧水に関する応用地質学的考察，1962