

3. 山岳トンネルの施工に伴う周辺地下水の変動実態と影響発生機構の検討

The Change Actual Situation of Neighboring Underground Water and Examination of Influence Outbreak Mechanism with Construction of Mountains Tunnel

佐々木 浩

(復建調査設計株式会社)

1. はじめに

山岳トンネル工事では、周辺地下水への影響予測と対策が重要な課題である。今回、山口県西部の山岳トンネル工事においても、周辺利水箇所の地下水量、表流水流量の減少が発生した。このトンネルでは、着工の約4年前から周辺地域において継続的な水文観測を実施しており、トンネル工事の進捗と湧水発生状況の関係を把握できた。特に、南坑口付近では湧水影響予測範囲を超えた位置でも水量減少を確認した。本報告では、水文観測結果に基づく水量変化状況、および、周辺の地質構造を踏まえた影響発生機構の検討結果を示す。

2. トンネル工事の概要

本トンネルは、延長1,320mの道路トンネルであり、最大土被りは145m、地質は中生代関門層群の安山岩質～流紋岩質火山岩類である。トンネルの縦断面図を図-1に示す。トンネル掘削期間は平成16年6月から平成17年12月であり、終点側である北坑口を発進側とする片押し施工が行われた。トンネルの縦断勾配は、中央付近にあたる距離675m付近を頂点として両坑口側に下る形状である。

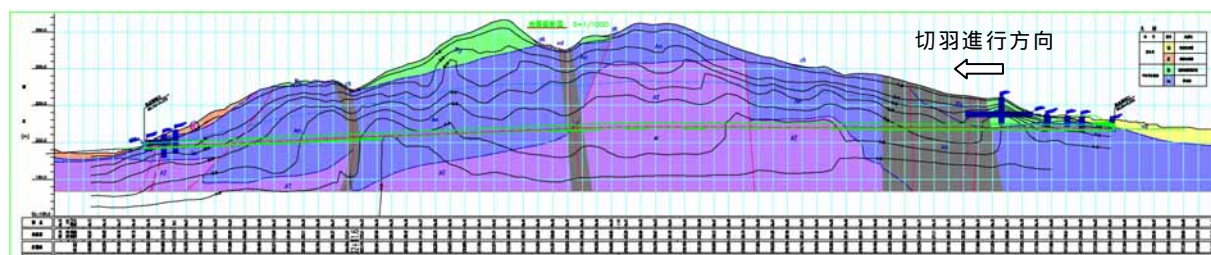


図-1 トンネル縦断面図

3. 水文観測の概要

トンネルに近接する民家には上水道が無く、湧水や井戸水を生活用水として利用している。また、農業用水も湧水や渓流水に依存しているため、トンネル掘削により当該地域の利水に影響が発生することが懸念された。よって、トンネル施工前の平成12年7月から、生活用水などの既設利水施設および代表的な河川、溪流において水量観測を開始した。観測箇所とトンネルの位置関係を図-2に示す。

4. トンネル工事の進捗と影響発生状況

図-3は、トンネル切羽の進捗、坑口総湧水量、日雨量の関係を経時変化図にしたもので

ある。

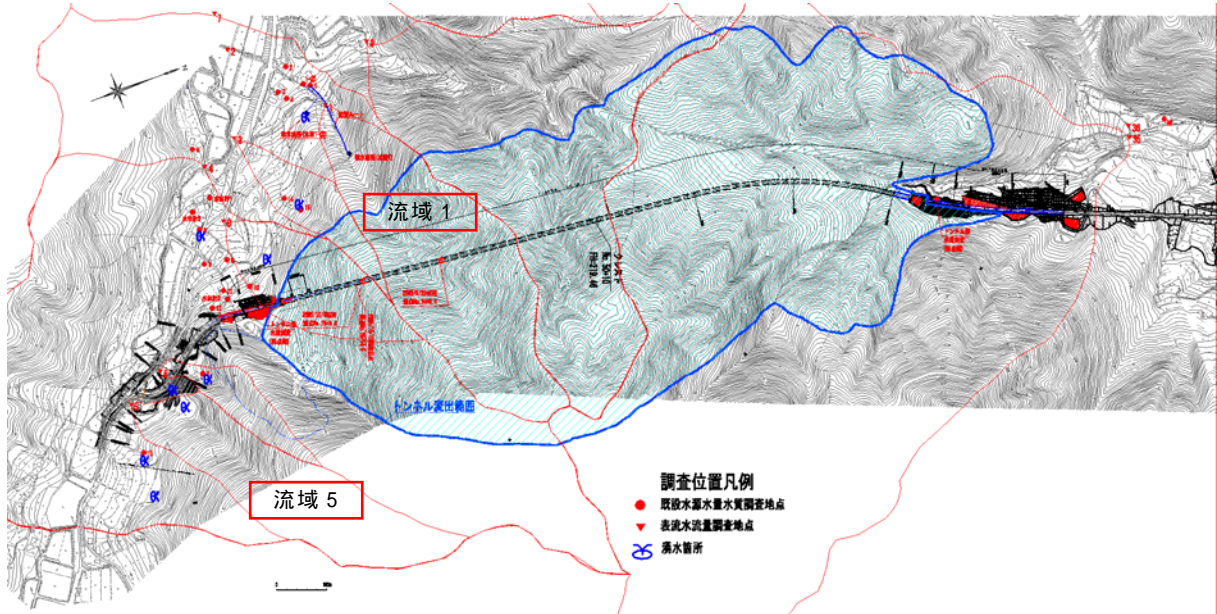


図-2 水文観測箇所および高橋の方法¹⁾によるトンネル流出範囲

北側坑口から発進し、分水界に至る間は、周辺利水箇所の水量に顕著な変化は発生しなかった。北側坑口では、民家や水田が坑口よりかなり下流に位置するため、トンネル付近に測定点を設けていない。周辺から一旦トンネル内に流入した地下水は、坑口を出て再び同じ流域に流入するため、下流側の測定箇所では顕著な水量変化が発生しなかった。

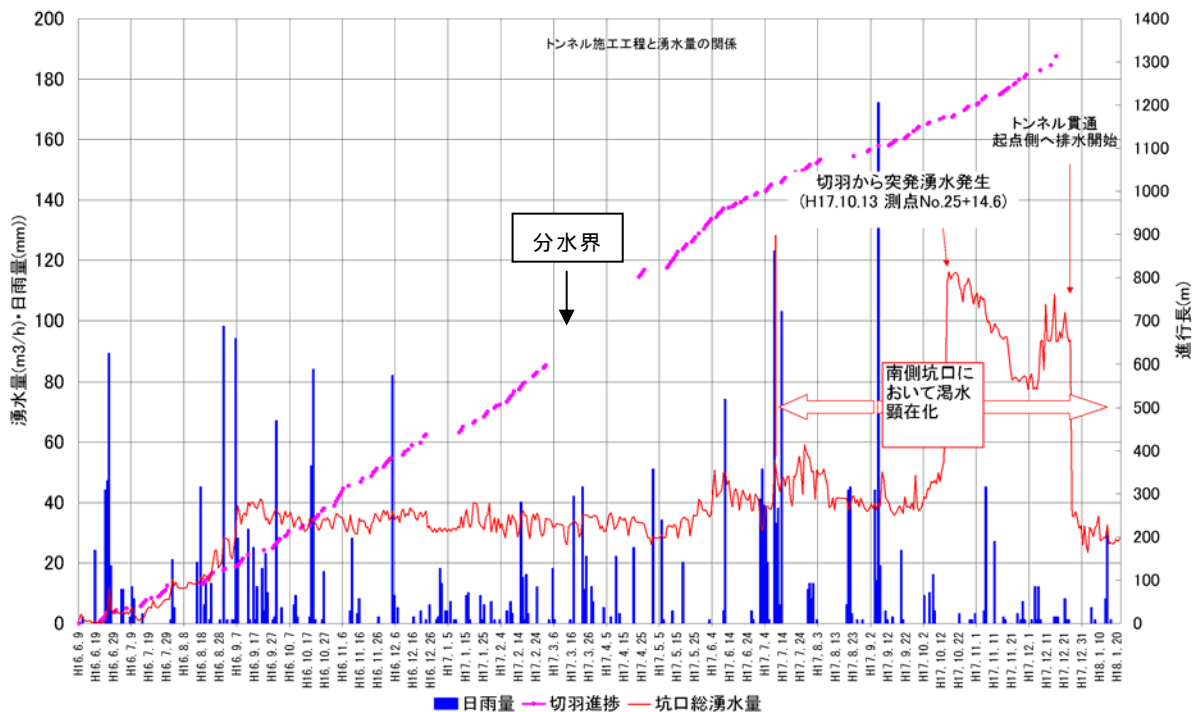


図-3 トンネル施工中の総湧水量と切羽進捗・雨量との関係

トンネル切羽が分水界を超え南側坑口に近づくると、南側坑口側の渓流水や湧水、井戸に水量の減少や枯渇が発生した。図-4 は、南坑口側の流域 1(図-2 参照)における流量測定結

果である。この渓流水は、トンネル切羽が 1000m 程度進行した時点から流量がほとんど無くなる状況となった。本測定流域は、面積の約 80%をトンネル流出範囲が占めており、流域内に切羽が到達した時点で湧水が発生した。

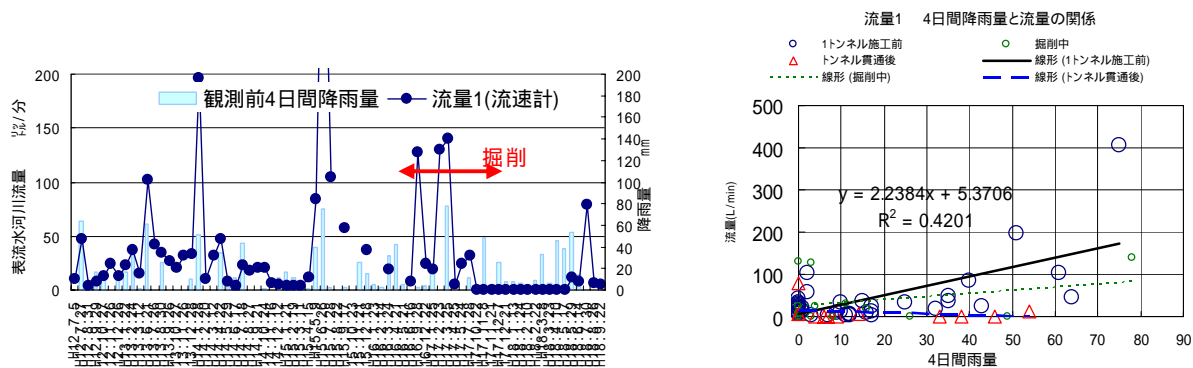


図-4 流域 1 の流量測定結果および降雨量(4日間累積)と流量の相関関係

また、南坑口から約 300m の距離に位置し、トンネル流出範囲が流域に接していない渓流においても、流量の減少を確認した。図-5 に流域 5 における流量測定結果を示す。この溪流の流量と降雨との相関から見ると、施工後の水量は施工前より減少している。

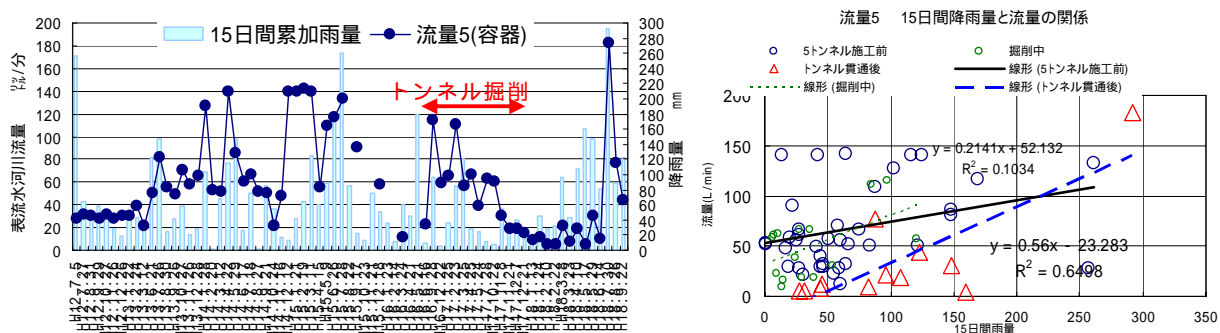


図-5 流域 5 の流量測定結果および降雨量(15日間累積)と流量の相関関係

5. 影響発生機構の検討

当該トンネルの貫通後湧水量は、両坑口の総計で 1,000 /分程度で安定している。高橋の方法による流出範囲の面積(0.72km²)から単位面積当たりのトンネル湧水量を求めると、23 /sec/km²と計算できる。また、トンネル延長に対する湧水量は 0.76m³/分/km となる。一般的な山岳トンネルの湧水量は、15~30 /sec/km²、延長に対しては 1~4m³/分/km と言われている²⁾。当該トンネルの総湧水量は、トンネルの規模から見た場合は一般的な湧水量の範囲といえる。

しかし、当該トンネルの主な湧水箇所は、北坑口から距離 150m 付近までの間、および突発湧水が発生した距離 1170m 付近から南坑口にかけての 150m 区間の、計 300m の区間にほぼ限定でき、断層破碎帯など特定の水みちから集中的、突発的に湧水が発生している。これは、地山の透水性を均等と仮定する高橋の方法や水理公式などの前提条件と大きく異なる点であり、影響範囲の予測が食い違う原因と考える。図-6 にトンネル周辺の地質と主な

断層、リニアメントの分布状況を示す。湧水の集中する区間には連続性の良い断層が分布すること、また南坑口付近にはトンネルを横断する方向の断層やリニアメントが密に分布することがわかる。岩盤中の水みちは周辺岩盤より透水性が著しく高く、地下水変動の影響範囲は水みちに沿って予測範囲より遠くまで及んだと推定できる。

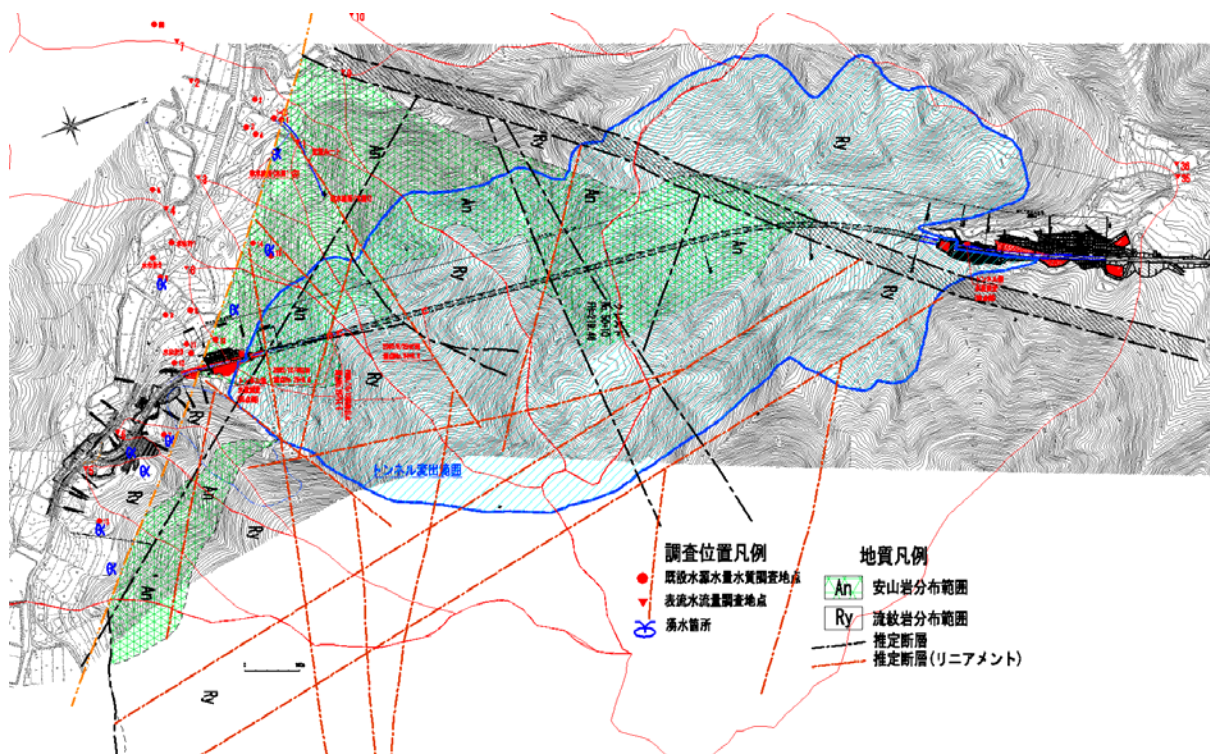


図-6 トンネル周辺地域の地質

5. まとめ

今回のトンネル工事では、事前から事後まで継続的な水文調査データに基づき、周辺利水への影響を評価することができた。トンネル工事の利水への影響は南坑口側で顕著となったが、その原因は、近接箇所利水施設が多いことに加えて、水みちとなる断層等の分布密度や方向が関与していることを明らかにした。

亀裂性岩盤を地山とする山岳トンネル工事では、特定の地質構造を水みちとして地下水が流動するため、透水性が均等であることを前提とした高橋の方法などにより予想した影響範囲を超えて湧水が発生する場合があります。影響範囲の予測精度の向上が重要な課題である。今回の事例から、トンネルから最低 500～600m の範囲について利水現況調査を実施すること、事前水文観測は可能な限り長期間実施し、降雨と水量の相関を明確に把握すること、および 地表踏査、空中写真判読などにより広域的な地質構造調査を実施することなどが、的確な湧水影響評価につながると考える。

(以上)

参考文献

- 1) 大島洋志・西森紳一：トンネル工事を対象とした水文調査法の研究，鉄研報告，No.1108，1979.
- 2) 大島洋志：わかりやすい土木地質学，土木工学社，p153，2000.