

II-70

砂岩・粘板岩互層におけるトンネル湧水の水質について

ハザマ 正会員 塩崎 功
中部電力 正会員 林 好克

1. はじめに

山岳地帯において、トンネルを施工する際には、突発湧水に伴って発生する事故、工事の遅れが最も懸念される。しかし、突発湧水を予知することは、事前の地質調査が十分に行われたとしても困難なことが多い。したがって、トンネル施工中における切羽湧水の水質から切羽前方に賦存する地下水の状態を知ることができれば、安全施工上非常に有用であると考えられる。上記の目的を念頭において、赤石沢合流トンネルにおいて湧水の水質分析結果から地下水の流動形態について検討したのでその結果を報告する。

2. 地質概要

調査は、静岡県大井川の thượng部に施工中の導水路トンネルで実施した。トンネル周辺は、西側は中央構造線、東側は糸魚川－静岡構造線で境される四万十帯に属している。トンネルルートの地質は、四万十帯の白根帯に属し、粘板岩、砂岩およびそれらの互層を主体としている。図-1に地質縦断面図を示す。

3. 調査内容

トンネルルート周辺の河川水、トンネル湧水の水質を現地あるいは室内にて分析した。分析項目と分析方法を表-1に示す。

4. 調査結果

図-1のトンネル地質縦断面図に、トリチウム濃度、水温、酸化還元電位、イオン濃度の測定結果を示す。

(1) トリチウム

東京・千葉の降水中のトリチウム濃度は図-2のように変化している。このような過去の降水が地下に浸透し、他の年代の地下水と混合することなしに坑内に湧出したとすると、その濃度から概略の滞留時間を推定することができる。今回の坑内湧水のトリチウム濃度から、土被りが大きくなるほどその滞留時間が長いという結果が示されている。

(2) イオン濃度

ヘキサダイアグラムに示されるように、TD800mより切羽

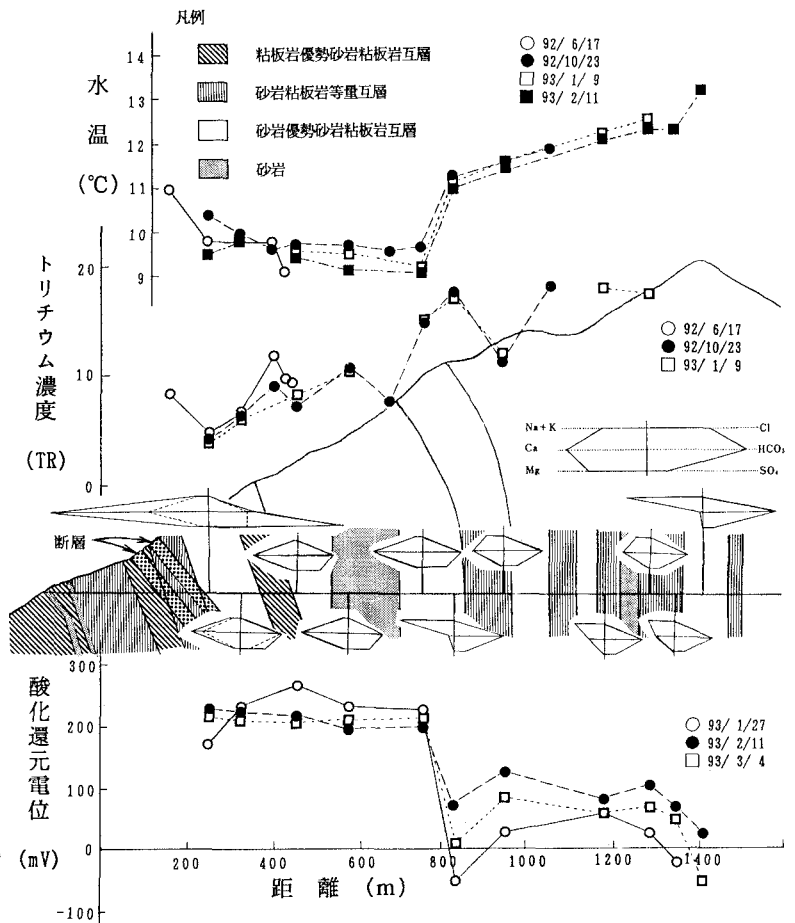


図-1 トンネル地質縦断面図および水質調査結果

側の湧水は、ナトリウム濃度が坑口側の湧水に比べて高くなっている。これは、地下水中のカルシウムと岩盤中のナトリウムとのイオン交換によるナトリウム濃度の増加と考えられ、この区間における湧水の滞留時間が坑口側の湧水より長いことを示している。

(3) 酸化還元電位

現地で測定した湧水の酸化還元電位を見ると、TD750mまでは200mVと高いがTD800mより切羽側では、その値は100mV以下と低く、場所的な変化がはっきりしている。図-3は、トリチウム濃度と酸化還元電位との関係を示したものであるが、トリチウム濃度と酸化還元電位の間には概ね負の相関が見られ、地下水の滞留時間が長いほど、大気と遮断された状態が長く続いたために、還元性の地下水となることが示されている。

(4) 水温
トンネル湧水の水温は、多くの場合湧水地点の土被りの増加に伴って高くなるが、本地点では、TD750mまでは土被りの増加に伴って若干低下傾向を示している。TD700m付近までは砂岩層内の開口亀裂によって部分的に湧水が発生した区間であり標高の高い地表面で供給された温度の低い地下水が透水性の高い亀裂内を浸透してきた結果であると推定される。

(4) 水温

トンネル湧水の水温は、多くの場合湧水地点の土被りの増加に伴って高くなるが、本地点では、TD750mまでは土被りの増加に伴って若干低下傾向を示している。TD700m付近までは砂岩層内の開口亀裂によって部分的に湧水が発生した区間であり標高の高い地表面で供給された温度の低い地下水が透水性の高い亀裂内を浸透してきた結果であると推定される。

5. まとめ

トンネル湧水の水質調査の結果以下の事項が示された。

- ①酸化還元電位はトリチウム濃度と概ね負の相関があり、分析に時間と費用がかかるトリチウムの代用として、現場で測定可能な酸化還元電位を指標として地下水の相対的な滞留時間を推定できる可能性が示された。
- ②湧水の水温も地下水の滞留時間を示す指標として有効である。

湧水の子知を目的とすれば、現場で迅速に測定可能な項目を選択することが必要であろう。今回の調査結果から、酸化還元電位と、水温が地下水の滞留時間との関連性が高いことが示されたので、本データを継続して測定しながら、今後の安全施工を図る予定である。

【参考文献】

- 1) 宮本霧子、他：環境中のトリチウムの調査、放射能調査研究報告書（昭和55年度）他、放射線医学総合研究所

表-1 分析項目および分析方法

分析項目	単位	分析方法
pH		ガラス電極法
電気伝導度	$\mu S/cm$	電気伝導度計
溶存酸素*	ppm	隔膜式 O_2 電極法
酸化還元電位*	mV	白金複合電極法
Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-	mg/l	イオンクロマトグラフ法
HCO_3^-	mg/l	上水試験法
SiO_2	mg/l	吸光度法
トリチウム	TR	液体シンチレーションカウンター

* 現地測定データ

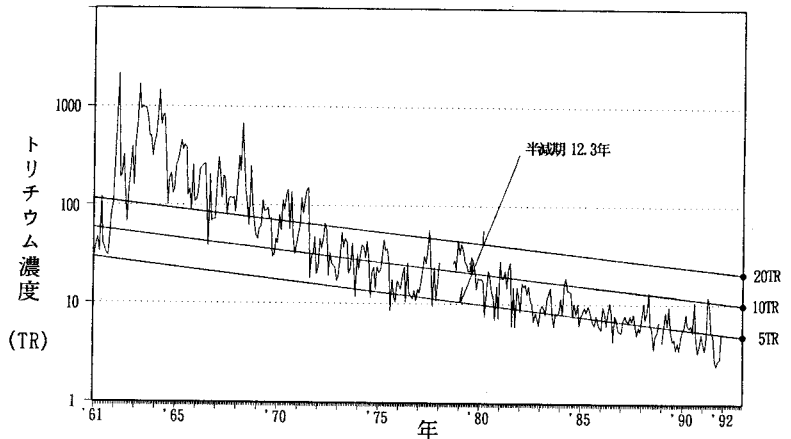


図-2 東京、千葉で採取された降水中トリチウム濃度の経時変化（IAEA、農業土木試験場、放射線医学総合研究所¹⁾のデータをまとめたもの）

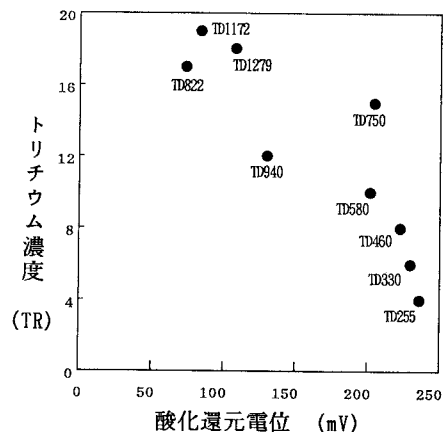


図-4 トリチウム濃度と酸化還元電位との関係