

トンネルの漏水の発生箇所と発生時期に関する調査事例

A case study of the occurrence of water leakage and its term of the road tunnels

土木研究所寒地土木研究所 ○正会員 岡崎健治 (Kenji Okazaki)
 土木研究所寒地土木研究所 正会員 山崎秀策 (Shusaku Yamazaki)
 土木研究所寒地土木研究所 正会員 倉橋稔幸 (Toshiyuki Kurahashi)

1. はじめに

トンネルの漏水は、変状のひとつとして取り扱われており¹⁾、覆工の耐力低下、材料劣化、車両走行への影響等を引き起こす場合がある。このため、漏水調査は、漏水の発生位置、漏水量、濁り、凍結および既設の漏水防止工の機能の状況等に着目して実施している。とくに、漏水範囲の拡大や漏水量の変化は、覆工背面の地山の緩みや透水のしやすさを促進し、地山を浸食する場合があるため²⁾、より精度良く、現地状況を把握することが必要である。

本報告では、北海道の国道トンネルにおける漏水の発生箇所を調べるとともに、建設から38年経過した矢板工法で建設されたトンネルにおいて、漏水の発生位置と漏水量を異なる時期に調査した結果について述べる。

2. 調査概要

2.1 漏水の発生箇所

調査では、262の国道トンネル（矢板工法136、山岳トンネル工法126）におけるトンネル点検結果から、漏水の発生箇所を調べた。漏水の発生箇所は、トンネル断面内とトンネル縦断方向別に整理した。さらに、トンネル断面内では、アーチ部と側壁部に分けた。また、トンネル縦断方向別では、各トンネルの延長が異なることから、各トンネルの延長を10分割して発生箇所の違いを把握した。なお、各トンネルの点検時期は、概ね8月下旬～1月下旬である。

2.2 漏水の発生時期

調査は、北海道の日本海沿岸に位置する延長1.9kmの矢板工法で建設された道路トンネルで実施した。トンネルの主な地質は、安山岩溶岩、凝灰角礫岩である。本トンネルでは、全長の約40%に漏水防止パネルが設置されているため、覆工コンクリート区間で漏水の発生位

置と漏水量を調べた。調査は平成26年12月（以下、12月）と平成27年6月（以下、6月）に実施した。

漏水は136箇所が発生しており、現地状況（写真-1）をもとに、アーチ部、アーチの打ち継ぎ目、アーチと側壁の境界部、側壁部または側壁の打ち継ぎ目および、その他（水抜きボーリング孔や付属物取り付け部）の5区分とした。また、漏水量は、「漏水なし」、「浸出（表面が濡れている状態）」および「滴水（ポタポタと落ちるような状態）」の3区分として、12月の調査結果からの漏水量と発生状況を比較した。なお、本トンネルの漏水量は、「流下」や「噴出」のように比較的多く生じている箇所はない。

3. 調査結果

3.1 漏水の発生箇所

図-1、図-2にトンネル断面内における漏水の発生箇所、トンネル縦断方向別における漏水の発生箇所を示す。なお、漏水の発生箇所数は614であった。

まず、トンネル断面内における漏水の発生箇所は、その66%がアーチ部であり、31%が側壁部であった。また、路面部でも漏水は発生していた。次に、トンネル縦断方向別における漏水の発生箇所は、坑口部で230箇所と多く、その37%であった。以上のように、坑口付近やアーチ部で漏水の発生が多いという特徴があり、冬期間の凍結による通行への影響に配慮が必要である。

3.2 漏水の発生時期

本調査トンネルにおける漏水の発生箇所は、側壁部または側壁の打ち継ぎ目部で56箇所と最も多く、全体の40%程度を占めていた。続いて、アーチ部で43箇所、アーチと側壁の境界部で29箇所の順であった。

表-1に漏水発生位置における漏水量の発生数とその変化を示す。12月に「浸出」を97箇所、「滴水」を20



写真-1 漏水の発生状況

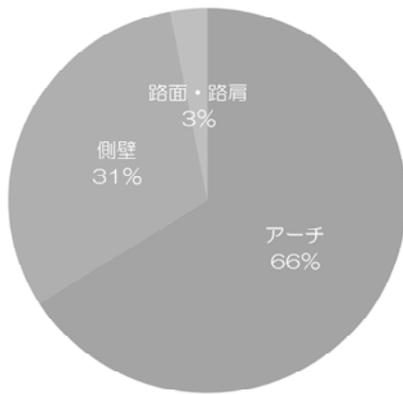


図-1 トンネル断面内における漏水の発生箇所

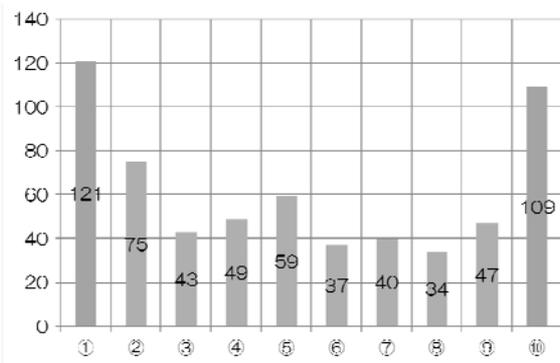


図-2 トンネル縦断方向別における漏水の発生箇所

表-1 調査時期に応じた漏水の発生状況

発生位置	平成26年12月		平成27年6月		
	漏水量	発生数	漏水なし	浸出	滴水
アーチ部	-	0	0	5	0
アーチの打ち継ぎ目	-	0	0	1	0
アーチと側壁の境界部	-	0	0	4	0
側壁部または側壁の打ち継ぎ目	-	0	0	8	0
その他	-	0	0	1	0
小計	0	0	0	19	0
アーチ部	32	8	23	1	
アーチの打ち継ぎ目	3	1	2	0	
アーチと側壁の境界部	20	4	16	0	
側壁部または側壁の打ち継ぎ目	42	15	27	0	
その他	0	0	0	0	
小計	97	28	68	1	
アーチ部	6	0	3	3	
アーチの打ち継ぎ目	0	0	0	0	
アーチと側壁の境界部	5	0	4	1	
側壁部または側壁の打ち継ぎ目	6	1	5	0	
その他	3	0	1	2	
小計	20	1	13	6	
合計	117	29	100	7	

箇所を確認した。また、6月には、新たに「浸出」を19箇所を確認した。あわせて、12月の「浸出」を6月でも68箇所を確認した。このように、漏水が6月に新たに発生することや継続して生じることが、融雪水や降雨が時期の違いで地山内へ供給されていること示している。一方、12月に「浸出」として確認した97箇所では、6月に28箇所が「漏水なし」となった。また、12月に「滴水」として確認した20箇所では、6月に1箇所が「漏水なし」、13箇所が「浸出」と漏水量は低い側へ変化した。ここで、トンネル坑内の12月の気温は-0.5～4.5℃、湿度は38～82%、6月の気温は8.0～17.5℃、湿度は42～95%であり、6月では相対的に湿度が高い状態であったと考えられ、覆工表面に乾燥が生じて漏水量が少なくなったと考えにくい。また、これらの箇所では、12月に漏水を確認できたが、6月には、覆工表面が白色の結晶で覆われていたこともあり³⁾、融雪水や降雨の供給、その水質が場所によって異なると思われる。

以上のことから、漏水は融雪時期等に増加するタイプ、通年継続して生じるタイプの他に、覆工表面に結晶を生じさせるタイプが存在し、漏水の発生状況を調査する場合、調査時期によって漏水量が異なることに注意が必要である。

4. まとめと今後の課題

本調査の結果をまとめると次のとおりである。

- ・漏水の発生箇所は坑口付近やアーチ部が多い
- ・覆工表面の漏水量は、調査時期によって、異なることがわかった。
- ・覆工表面に結晶が生じた状態で漏水調査が実施される場合、漏水量が少ないと判断されることがあり、調査時には注意が必要である。

今後は、漏水を生じる覆工背面の地質の違いと漏水量に関する分析を進めていきたい。

最後に、本調査にご協力頂いた国土交通省北海道開発局の関係各位に、ここに記して厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本編】、pp.35-89、2015。
- 2) 国土交通省道路局国道・防災課：道路トンネル定期点検要領、pp.47-50、2014。
- 3) 岡崎健治、山崎秀策、倉橋稔幸、伊東佳彦、丹羽廣海、村山秀幸：矢板トンネルにおける漏水の発生状況の調査事例、日本応用地質学会平成28年度研究発表会講演集、pp.179-180、2016。