

トンネル覆工の評価精度向上を目的としたひび割れ分布把握に関する検討

山口大学大学院 学生会員 ○相緒春菜
 山口県 非会員 中村剛 藏重聡志
 山口大学大学院 正会員 林久資
 山口大学大学院 フェロー会員 進士正人

1. はじめに

道路トンネルの多くは、高度経済成長期に集中的に整備されたため、今後急激な高齢化の進行が懸念されている。また、平成26年から道路トンネルの定期点検は5年に1度の実施が義務付けられている¹⁾。そのため、山口県のトンネルの維持管理計画ではこれまでの事後保全型から予防保全型への転換がなされつつある²⁾。現在、山口県が管理する129本のトンネルにおいては1回目の定期点検が完了し、2回目 が順次実施されている。しかし、今後もトンネルの定期点検を繰り返し実施していくためには、効率性および経済性が重要視され、より定量的なトンネル覆工の健全度判定手法が求められる。そのような課題に対し筆者らは、覆工ひび割れ指数³⁾（以降、TCIと称する）を提案し、山口県内の複数の既設トンネルに適用、各トンネルのひび割れ発生状況と進行性の把握を行ってきた。しかし、TCIは1スパンごとのひび割れ量を平均的に算出するため、ひび割れ進行性と称しても、覆工のどの部位のどの方向のひび割れが進行しているのか具体的に判定できない問題点を有していた。

そこで、本研究は山口県が管理するトンネルを対象にTCIを天端・肩部・側壁に分割して算出し、さらにひび割れの方向性に注目することで、これまで行ってきたひび割れ進行性の分析をより詳細に行うことを目的とした。

2. 対象トンネルの概要とTCI算出方法

研究対象とした山口県が管理するトンネルAの概要を表-1に示す。また、トンネルAの2017年点検時における覆工展開図の一部を図-1に示す。図-1より、各スパンにおいて2012年から2017年にかけてTCIが増加していることが確認できるが、スパンNo.31, 32とNo.42, 43ではひび割れ発生部位や形態

表-1 対象トンネルの概要

トンネル	延長(m)	スパン	建設(年)	工法	点検年(年)
A	833	80	1997	NATM	2012, 2017

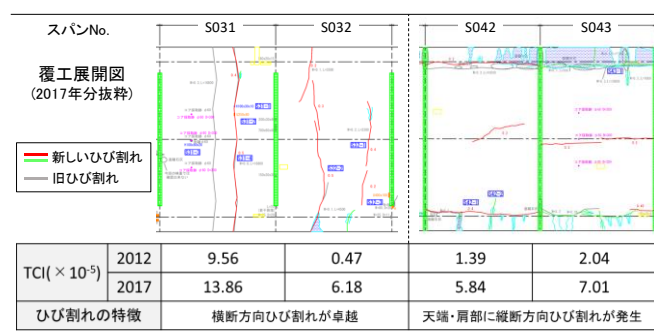


図-1 覆工展開図の一例（2017年点検時）

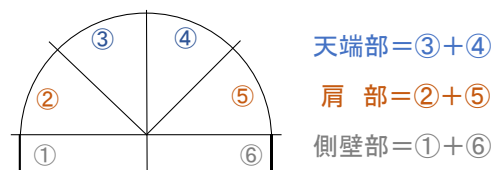


図-2 覆工断面図と各部位

が異なるため、その発生要因や覆工の健全性にも違いが見られる可能性がある。しかし、それらを1スパンごとに算出したTCIで把握するのは困難である。そこで、本研究では図-2に示すように覆工を天端部・肩部・側壁部の3つの部位に分割してTCIの算出を行い、それぞれの部位におけるTCIの経年変化を分析した。

3. 覆工3分割によるTCI算出結果

対象とする覆工の面積を天端部・肩部・側壁部の3つの部位に分割して過去2回の定期点検時（2012、2017年）におけるTCI算出結果を図-3に示す。トンネルAの場合、この図より全スパンそれぞれの各部位におけるTCI分布が把握でき、特にトンネル覆工の肩部でひび割れが多く発生していることがわかる。従来は1スパンごとにTCIを算出していたため、通行車両や歩行者の安全性への影響が大きいとされる

キーワード 覆工ひび割れ指数, トンネル, 維持管理, 経年変化

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 山口大学大学院創成科学研究科 進士研究室 TEL0836-85-9332

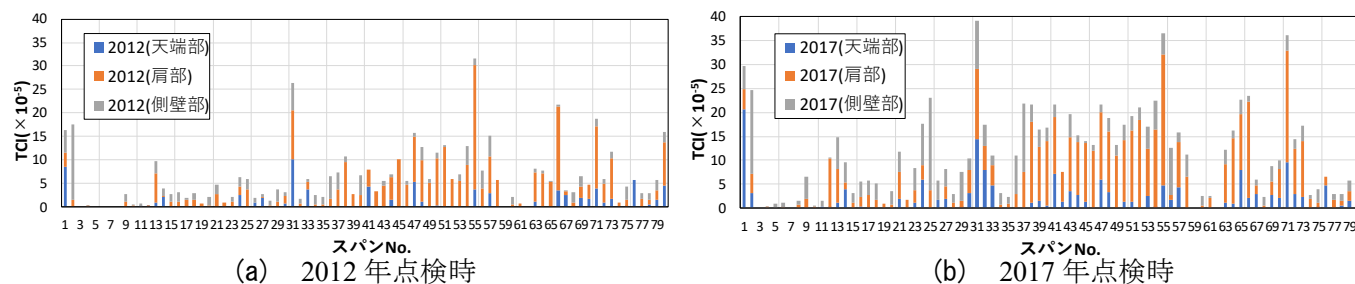


図-3 各部位における TCI 算出結果

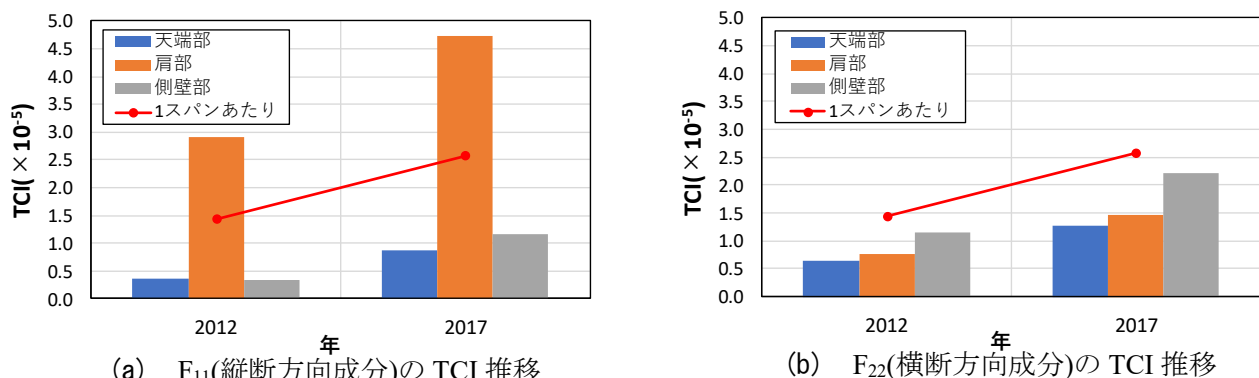


図-4 方向成分別 TCI 経年変化

天端部・肩部と比較的小さいと思われる側壁部の健全度を区別することはできなかったが、対象覆工面積を分割することによって、その問題は改善されると思われる。また、TCIの増加傾向が同様な他のトンネルと比較する場合は、ひび割れが側壁部よりも天端部・肩部に発生しているトンネルを優先的に点検・補修を行う必要があると判断できる。

4. TCI 方向成分の検討

TCIの値は、 F_{11} （トンネル縦断方向成分）と F_{22} （トンネル横断方向成分）の総和である。図-4に各方向におけるTCIの推移を示す。図-4(a)より、どの部位においてもTCIが増加しているが、その中でも肩部の縦断方向ひび割れは2012年点検時点で突出しており、今後もその増加が予想される。この傾向は、図-1のスパンNo.42, 43のようなひび割れ形態を反映していると考えられ、従来の1スパンごとのTCI推移では平均化されてしまう危険性が図-4(a)から読み取れる。また、図-4(b)より、横断方向ひび割れは側壁部で最も多く発生しているが、他の部位とそれほど大きな差はなく、覆工の全体で増加傾向にあることがわかる。これは、図-1のスパンNo.31, 32のようなひび割れ形態を反映していると考えられる。このように、TCIを天端部・肩部・側壁部に分割して算出し、ひび割れの方向成分も考慮することで、より詳細なひび割れ発生状況を把握することが可能となる。さらに、道路トンネル維持管理便覧⁴⁾においては、外

表-2 ひび割れ発生要因と特徴

	天端部	肩部	側壁部
F_{11} (縦断)	・緩み土圧	・偏土圧 ・斜面のクリープ ・膨張性土圧 ・水圧	・膨張性土圧 ・水圧
F_{22} (横断)	・支持力不足	・支持力不足 ・温度/乾燥収縮	・支持力不足 ・温度/乾燥収縮

因・内因によって生じるひび割れの傾向が表-2のように示されていることから、本研究のようにひび割れ発生部位ごとの方向性を分析することで、ひび割れ発生要因の推察が可能となると考えられる。

5. まとめ

本研究では、天端部・肩部・側壁部に分割してTCIを算出することで、従来の方法では得られなかった詳細な覆工のひび割れ発生状況と進行性が把握できるとともに、ひび割れの方向性に注目することで発生要因の推察の材料になり得る可能性を示した。今後はその妥当性和其他のトンネルにおいてもこのTCI算出方法が有用であることを検討する。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路トンネル定期点検要領，pp.1-2，2014。
- 2) 山口県土木建築部道路整備課：山口県トンネル長寿命化修繕計画（案），2016。
- 3) 重田佳幸他：ひび割れ方向性を考慮した覆工コンクリートの健全度評価法，土木学会論文集F，Vol.62，No.4，pp.628-632，2006。
- 4) 日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧，2015。