

ひび割れ指数の経年変化に基づく既設道路トンネル覆工のひび割れ進行性の分析

山口大学大学院創成科学研究科 学生会員

○相緒春菜

山口県 非会員

中村剛 山田賢

山口大学大学院創成科学研究科 正会員

森本真吾 進士正人

1. はじめに

山口県が管理する道路トンネルの多くは1965年以降に建設されているため、全トンネルの約1割が供用開始後50年経過している¹⁾。また、平成26年に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²⁾、現在山口県が管理する129本のトンネルにおいて1回目の定期点検が完了し、2回目も順次実施されている。このような膨大な数のトンネルにおいて、今後も限られた予算で繰り返し定期点検を実施していくためには、効率的なトンネル覆工の健全度判定手法が求められている。

そこで、本研究は今後の維持管理の効率化を目的に、山口県内の複数の既設トンネルに覆工ひび割れ指数³⁾（以降、TCIと称する）を適用することで、各トンネルの劣化状況の把握と経年変化に伴うひび割れの進行性の定量的な分析ができることを明らかにし、トンネル点検優先度の考察を行う。

2. 対象トンネルにおけるTCI算出結果と考察

本研究では、山口県が管理する道路トンネルのうち過去2回以上の点検記録があるトンネル計9本を対象とした。各トンネルの詳細を、表-1に示す。これらのトンネルに、覆工コンクリートに発生したひび割れの定量的評価手法として、クラックテンソルの考えを用いて提案されたTCIを適用した。TCIが大きいほどひび割れ量が多く、覆工の健全度は相対的に低いことを意味する。ここでは対象とした9本のトンネルのうち、特徴的な経年変化を示したB、CトンネルのTCI算出結果を点検年別に図化し、局所的なひび割れ発生要因について推察した。

2-1. Bトンネル

Bトンネルのスパン毎のTCI算出結果を図-1に示す。BトンネルはスパンNo.17におけるTCIの増加が顕著に認められる。Bトンネルの地質は堅硬緻密

表-1 対象トンネルのデータ

トンネル名	全長(m)	スパン数	建設年(年)	工法	点検年(年)
A	358	40	1971	矢板工法	1999, 2008, 2016
B	273	29	1971		1997, 2008, 2016
C	318	58	1958		2011, 2017
D	178	44	1958		2010, 2017
E	45	6	1958		2011, 2016
F	166	17	1978		2012, 2016
G	334	33	2001	NATM	2011, 2016
H	708	68	2008		2011, 2016
I	587	58	1991		2012, 2016

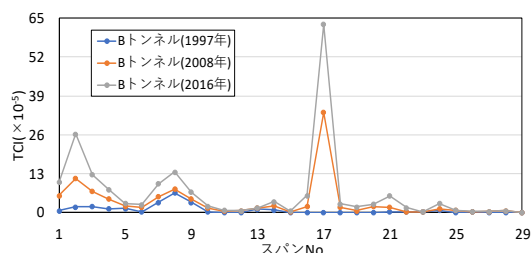


図-1 BトンネルのTCI算出結果

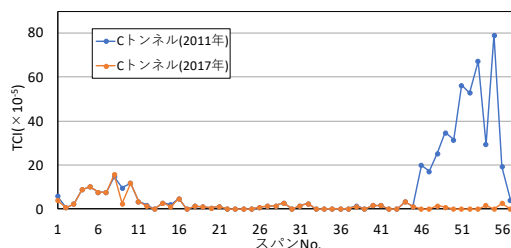


図-2 CトンネルのTCI算出結果

な泥質珪質片状ホルンフェルスであり地山強度としては問題ないと考えられるが、スパンNo.17地点は土被りが約55mと最大であり、付近に断層が存在することから、TCI急増に関しては土被りもしくは断層の影響を受けていると推察する。

2-2. Cトンネル

CトンネルのTCI算出結果を図-2に示す。Cトンネルはトンネル中央部ではひび割れがほとんど見られないが、2011年の点検時にはスパンNo.45を境にTCIが急増し、スパンNo.55では全9トンネルで最高の 79.1×10^{-5} となった。2012年に実施されたトンネル本体補修設計時のコアボーリング結果によると、スパンNo.45を境に地質が泥質片岩から花崗岩に変化していることから、現段階ではその地質の変化が

キーワード 覆工ひび割れ指数, トンネル, 点検優先度

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

TEL0836-85-9332

TCIに影響していると推察している。また、Cトンネルは2015年にスパンNo.46～57にかけて剥落対策工による補修工事が実施され、本研究では保全点検要領⁴⁾に基づき、補修が実施されたひび割れはなくなったとみなしたため、2017年の第2回点検時にはTCIが減少した結果となった。

同様に、他の7トンネルにおいてもそれぞれTCIの経年変化の分析を行った。

3. 平均TCIの経年変化による考察

図-3に本研究で対象とした全9トンネルにおける1スパンあたりの平均TCIの経年変化を示す。この図より、A,B,EトンネルはTCIが増加しており、健全性が低下傾向を示すことがわかる。また、供用年数が50年を超える3トンネルのうち、C,Dトンネルは既に一部で補修工事が実施されているが、Eトンネルでは補修記録がなくTCIが増加傾向を示すことから、Eトンネルは今後特に注意して監視すべきトンネルであると考えられる。しかし、図-3に示す平均推移だけでは図-1に示すBトンネルのスパンNo.17のようなTCIの急増が不明瞭になってしまうことが懸念されるため、次項では着眼点を変えることで考察を行った。

4. ひび割れ進行部の全域性と局所性

それぞれのトンネルによってひび割れが全域的に、また局所的に進行している場合がある。これを図-3に示すTCIの平均推移のみで把握するのは困難と考えた。そこで、図-4にトンネルの全域的な進行性を示すと考えられるTCI平均年間増加率と、局所的な進行性を示すと考えられる増加量最大スパンのTCI勾配の2項目による分布図を示す。ここで、増加量最大スパンにおいては初回点検時のTCIに0が含まれる場合があり、増加率の計算ができないケースがあったため、進行性を示す他の尺度としてTCI勾配を採用した。平均年間増加率は図-3における各トンネルの初回点検時から第2回もしくは3回点検時までのTCI増加率を点検間隔年数で除した値である。ここで増加率を用いたのはTCIの増加量に着目するためである。例えば、図-3のB,Eトンネルの勾配はそれぞれ0.379,0.375とほとんど差はないが、増加量はBトンネルの方が大きいため、年間増加率を求めるとそれぞれ43.2%,13.1%と大きく異なる。図-4において、破線の矢印で示すように右斜め上にプロッ

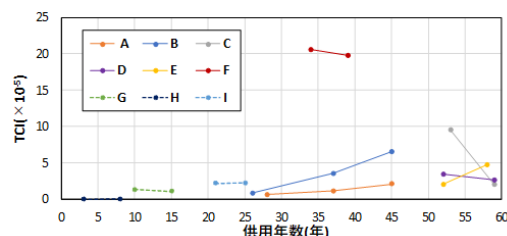


図-3 1スパンあたりの平均TCIの経年変化

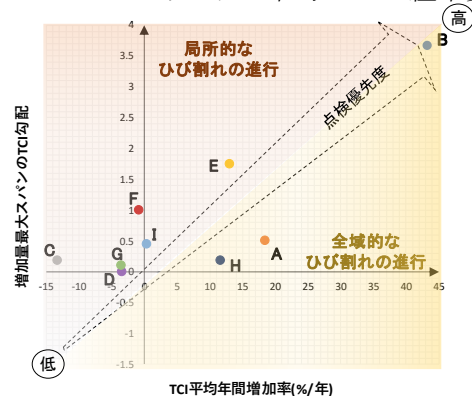


図-4 ひび割れ進行部の全域性と局所性

トされるトンネルほど、ひび割れが全域的にも局所的にも進行しているため点検優先度は高くなると考えられる。また、点検優先度ではほとんど差がないA,EトンネルにおいてAトンネルは全域的、Eトンネルは局所的なひび割れの進行が見られる等といった特徴の違いを把握することができる。

5. 結論と今後の課題

本研究では、山口県内の複数の既設トンネルにTCIを適用し、ひび割れ発生要因の推察と進行性の分析を行った。トンネルによって断層や地質の変化の影響を受けている可能性があるトンネル、ひび割れが局所的もしくは全域的に進行しているトンネル等様々な特徴を把握することで、今後のより効率的な維持管理のサポートが可能であると考えられる。

今後は、他のトンネルにおいてもTCIを適用し、TCIの経年変化によるひび割れ発生状況と進行性の類型化を目指す。

参考文献

- 1) 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
- 2) 国土交通省道路局：道路トンネル定期点検要領，pp.1-2，2014.6
- 3) 重田佳幸：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) 東日本・中日本・西日本高速道路(株)：保全点検要領構造物編，p.145，2015.4