

現状のトンネル覆工健全性評価の定量化に向けた分析

山口大学大学院 学生会員 ○糸田 大輝
 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

平成26年度の道路法の一部改正に伴い、道路トンネルの定期点検は5年に1回の頻度で実施することが義務付けられた¹⁾。定期点検結果にもとづく対策区分の判定では、覆工コンクリート（以降、覆工と称す）1スパンにおけるひび割れ等の各変状に対して、外力、材質劣化、漏水毎の判定が行われている。この判定結果に基づきスパンごとに健全性を診断したのち、トンネル全体の健全性の診断が行われている。しかしながら、トンネル健全性診断の判定基準は技術者の主観的かつ定性的な判断が中心で、技術者の技術、経験によるブレが懸念されている。さらに、今後のわが国の少子高齢化による技術者不足を考慮すると、個々の技術者に依存しない定量的な判定基準が必要となる。

一方で、既往研究²⁾で提案されているTunnel-lining Crack Index（以降、TCIと称す）は覆工に生じたひび割れの幅、長さ、角度を数値化できる覆工の定量的健全度判定指標であるが、技術者の技術、経験的な判定結果との比較・考察はあまり行われていない。

そこで本研究では、トンネル健全性の定量的な判定指標を提案することを目的とし、表-1に示す技術者が覆工のひび割れを定性的に判定しているひび割れに対する判定区分³⁾（以降、判定区分と称す）とTCIおよびTCI増加量ならびにTCIを導出する際に用いるひび割れの幅、長さの経年的な増大との関連分析を行った。

2. 分析対象トンネル

分析対象トンネルは過去2回以上の点検記録がある計13本のトンネル、総数501スパンである。このうち山口県が管理するトンネルが11本、福岡県が管理するトンネルが2本である。

3. 技術者による判定とTCI増加量のひび割れ進行性に対する関連分析

表-1 ひび割れに対する判定区分³⁾

判定区分	変状の状態
I	ひび割れが生じてない、または生じていても軽微で、措置を必要としない状態
II	IIb ひび割れがあり、その進行が認められないが、将来的に構造物の機能が低下する可能性があるため、監視を必要とする状態
	IIa ひび割れがあり、 進行が認められ 、将来的に構造物の機能が低下する可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態
III	ひび割れが密集している、またはせん断ひび割れ等があり、構造物の機能が低下しているため、早期に対策を講じる必要がある状態
IV	ひび割れが大きく密集している、またはせん断ひび割れ等があり、構造物の機能が著しく低下している、または圧ざがあり、緊急に対策を講じる必要がある状態

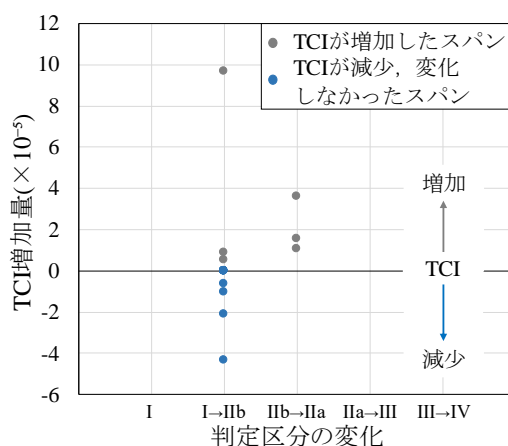


図-1 判定区分が低下したスパンにおける判定区分とTCI増加量

ひび割れの経年的変化、つまり進行性が高い覆工スパンでは、健全性が低い傾向があると考えられる。そこで、対象トンネルにおいて、ひび割れ進行性を示すと考えられるTCI増加量と判定区分を比較した。ここで、TCI増加量とは過去2回分のTCIの差分である。図-1に、定期点検1回目より2回目の判定区分が低下したスパン(19スパン)における判定区分とTCI増加量の関係を示す。図-1より判定区分がIからIIbに低下したスパンではTCI増加量が減少（ひびわれが減少）しているスパンの方が多く見られた。一方で、判定区分がIIbからIIaに低下したスパンでは、すべてのスパンでTCI増加量が増加（ひびわれが増加）した。これは、表-1に示す技術者による判定の指標となる表のとおり、判定区分IIbからIIaにおいてはひび割れ進行性に

キーワード トンネル, TCI(Tunnel-lining Crack Index), 判定区分, ひび割れ進行性

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

よって技術者が判定区分を決定していることが読み取れる。したがって、技術者の判定とTCI増加量に一致している。

4. 覆工ひび割れ幅および長さの経年変化分析

既往研究⁴⁾では、TCI増加量をひび割れ幅の増大とひび割れ長さの増大、さらに新しく発生したひび割れに起因するものの3種類に分離することで詳細なひび割れ進行性を把握できることが示されている。ただし、技術者の判定との比較は行われておらず、また、その分離方法は覆工点検結果のひびわれ1本ずつの幅と長さの経年変化を把握する必要があり、多くの手間を要するという問題点があった。そこで本研究では、簡便にひびわれの幅と長さの増加割合を知るために、覆工1スパンにおけるひびわれの単位長さあたりの幅および、単位幅あたりの長さを算出し、経年によるそれらの変化を分析した。

4-1. 算出方法

各スパンに発生したひび割れの幅と長さの積の和からそのスパンにおけるひび割れの総面積を算出した。そして、総面積をそのスパンにおけるひび割れの長さの合計で除することで、単位長さあたりの平均幅を、また、総面積をそのスパンにおけるひび割れの幅で除することで、単位幅あたりの長さを算出する。これらの結果を経年的に比較することで経年的にひび割れの長さが増大したのか幅が増大したのかを判断した。

4-2. 技術者による判定とひび割れの幅、長さの経年的な増大の関連分析

前節で技術者の判定とTCI増加量におけるひび割れ進行性に対する評価が同義であることが分かった。そこで、より詳細なひび割れ進行性と技術者の判断を比較するため、判定区分が低下したスパンにおけるひび割れ幅の増大と長さの増大の関係を求めた。

図-2に判定区分がIからIIbに低下したスパン(16スパン)における幅と長さの増大の関係を、図-3に判定区分がIIbからIIaに低下したスパン(3スパン)における幅と長さの増大の関係を示す。各図は点検1回目の算出結果に対する点検2回目の算出結果を割合で示したものである。図-2より判定区分がIからIIbに低下したスパンでは幅と長さの増大に明確な関係は見られないが、図-3より判定区分がIIbからIIaに低

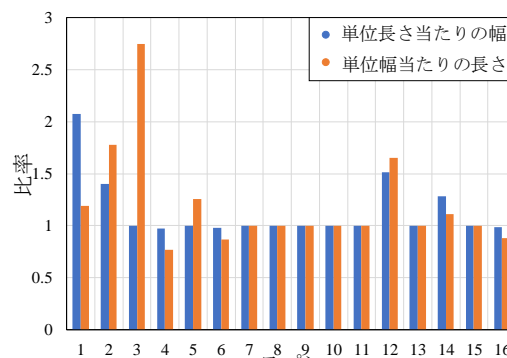


図-2 判定区分がIからIIbに低下したスパンにおける長さとの増大

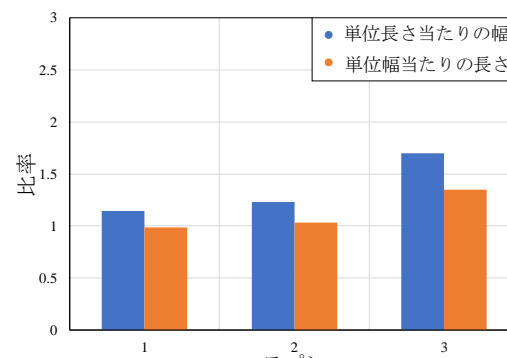


図-3 判定区分がIIbからIIaに低下したスパンにおける長さとの増大

下したスパンでは、すべてのスパンでひび割れ幅の増大が卓越していることがわかる。このことから判定区分が低下する場合は、ひび割れ幅の増大が技術者の判断に与える影響が大きいと推測できる。

5. まとめ

本研究では、ひび割れ進行性を示すTCI増加量と判定区分、TCIを基盤としたひび割れの幅、長さの経年的な増大と判定区分の関連分析を行った。分析の結果、TCI増加量によりひび割れ進行性を適切に把握でき、そのうちひび割れ幅、長さの増大に着目すると幅の増大が技術者の判断に与える影響が大きいと推測された。今後は、対象スパン数を増やし、結果の妥当性を検討する。

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，p6，2014.6
- 2) 重田佳幸，飛田敏行，亀村勝美，進士正人，吉武勇，中川浩二：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. 628-632，2006.10
- 3) 公益社団法人日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧 [本体工編]，p202，2015.6
- 4) 相緒春菜・中村剛・藏重聡志・林久資・進士正人：トンネル覆工の健全性評価実用化のためのTCI項目の寄与度分析に関する研究，トンネル工学報告集，第29巻，I-17，2019.11