

気温の変動がトンネル覆工コンクリートのひび割れ幅に及ぼす影響

元松江工業高等専門学校

非会員

細田 尚輝

山口大学大学院創成科学研究科

学生会員

○持田 新太郎

松江工業高等専門学校

正会員

岡崎 泰幸

山口大学大学院創成科学研究科

正会員

林 久資

1. 目的

コンクリート構造物では、ひび割れや変状等の異常を早期に検出・評価し、コンクリート片の剥落等を未然に防ぐことが必要とされる。例えば、道路トンネルでは定期点検を5年に1回の頻度で行うことを基本としている¹⁾。しかしながら、トンネルの定期点検は前回の点検と季節を合わせることが難しく、季節変動がトンネル覆工コンクリートのひび割れに及ぼす影響を考慮して健全度評価を実施していないのが現状である。コンクリートは、特に気温の変動により膨張・収縮を繰り返すため、トンネルの定期点検において統一的な評価を実施するためには、気温の変動がトンネル覆工コンクリートのひび割れ幅に及ぼす影響を明らかにする必要がある。そこで、本研究では、気温の変動によるトンネル覆工コンクリートのひび割れ幅の変動を調査し、その変動傾向の評価を行った。

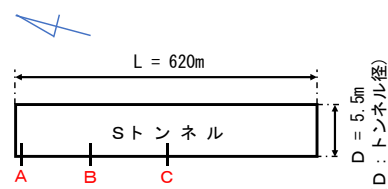
2. 計測概要

(1) 計測対象と計測箇所

本研究の計測対象は、矢板工法によって1981年に竣工されたトンネルを対象とした。また、ひび割れを計測する箇所は図-1中の計測対象の平面図に示すトンネル内の3箇所とし、各箇所においてトンネル横断方向と縦断方向のひび割れを計測した。図-1中の表に、ひび割れ計測箇所の詳細を示す。ここで、表内の初期ひび割れ幅はクラックスケールを用いて計測している。

(2) 計測方法と計測誤差

本研究では、まずひび割れの両サイドに黒いテープを貼り、接着剤で固定した。そして、デジタルマイクロスコプを用いてテープの角部を含めたひび割れの撮影を約1週間おきに行った。この際の撮影はカメラの焦点距離を固定し、覆工コンクリート壁面に密着させた状態で行った。撮影した各画像から、テープの3つの



計測箇所の名称	ひび割れの方法	初期ひび割れ幅(mm)	ひび割れ計測位置	
			路面からの高さ(m)	坑口からの距離(m)
A地点	トンネル横断方向(C)	0.20	0.42	4.8
	トンネル縦断方向(L)	0.70	0.73	5.3
B地点	トンネル横断方向(C)	0.15	0.94	146
	トンネル縦断方向(L)	0.65	1.55	145
C地点	トンネル横断方向(C)	0.20	1.30	324
	トンネル縦断方向(L)	0.30	1.26	324

図-1 ひび割れ計測箇所の詳細

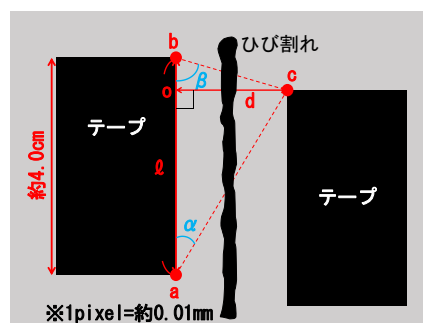


図-2 ひび割れ撮影時の画像のイメージ図

角(図-2中の点a, 点b, 点c)を標点とし、画像解析ソフトを用いて3点の座標を算出した。そして、三角測量の原理を用いた計算²⁾により直線d(図-2参照)のpixel数を算出し、事前に算定した1pixelあたりの長さ(約0.01mm)から直線dの距離を求めた。本研究では、上記の方法により求めた同計測箇所における直線dの距離の変化をトンネル覆工コンクリートのひび割れ幅の変動として調査および分析を行う。また、各計測箇所におけるひび割れの撮影時には、ひび割れ計測箇所における気温も同時に計測している。

上記の方法を用いてひび割れ幅の変化を調査するにあたり、撮影時の据え付け誤差や画像解析誤差などによる計測誤差を把握するため、本研究では1箇所のひ

キーワード 山岳トンネル, 覆工コンクリート, ひび割れ幅, 季節変動

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

び割れに対してカメラを据え付け直した撮影を 10 回行い、その画像から算出した直線 d のぼらつきを評価することで、撮影時の計測誤差を調査した。その結果、これらの標準偏差は 0.0056mm となり、微小なものであることが確認できた。

3. 計測結果及び考察

(1) 計測結果の整理

2. (2) の方法で 2019 年 7 月～2020 年 1 月まで計測したトンネル覆工コンクリートのひび割れ幅の変動と計測箇所における気温の関係を図-3、図-4 に示す。ここで、ひび割れ幅の変動とは、初期ひび割れ幅に対する変化を示しており、図-3 はトンネル横断方向のひび割れ幅の変動、図-4 はトンネル縦断方向のひび割れ幅の変動について整理した。また、図中には、計測箇所における計測結果を直線近似した結果も示している。

(2) ひび割れ幅の変動と計測箇所の気温の関係の考察

図-3、図-4 の近似直線から、すべての計測箇所において、気温が低下するとひび割れ幅が増加し、気温が上昇するとひび割れ幅が減少する傾向にあることがわかる。この結果は、一般的なコンクリートの性質である気温の低下・上昇による膨張・収縮と整合する結果であった。また、図-3、図-4 の近似直線の傾きと初期ひび割れ幅の大小(図-1 参照)に相関がみられないことから、初期ひび割れ幅がひび割れ幅の変動に及ぼす影響は小さいことが示唆された。

(3) ひび割れ方向の違いによる影響及び考察

図-3 と図-4 の同一計測箇所におけるトンネル横断方向とトンネル縦断方向のひび割れ幅の変動と計測箇所の気温の近似直線の傾きを比較すると、トンネル横断方向がトンネル縦断方向より近似直線の傾きが大きい計測箇所が多いことがわかる。したがって、ひび割れの方向の違いによってひび割れ幅の変動と計測箇所の気温の関係が異なる可能性があることがわかった。

(4) ひび割れの計測箇所の違いによる影響及び考察

図-3、図-4 の各計測箇所におけるひび割れ幅の変動と計測箇所の気温の近似直線の傾きを平均し比較すると、およそ B 地点、C 地点、A 地点の順に近似直線の傾きが大きいことがわかった。したがって、ひび割れの計測箇所の違いによっても、ひび割れ幅の変動と計測箇所の気温の関係が異なる可能性があることがわかった。

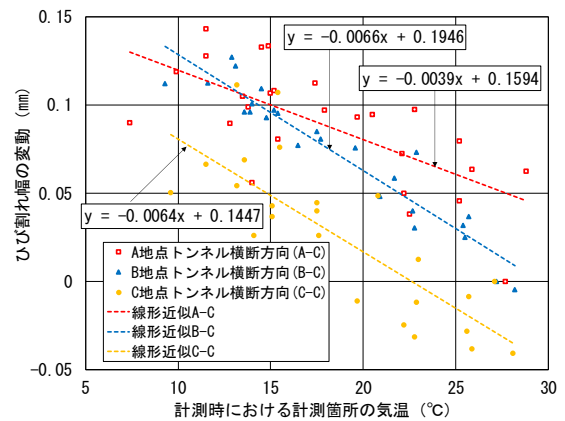


図-3 トンネル横断方向ひび割れ幅の変動と計測箇所における気温の関係

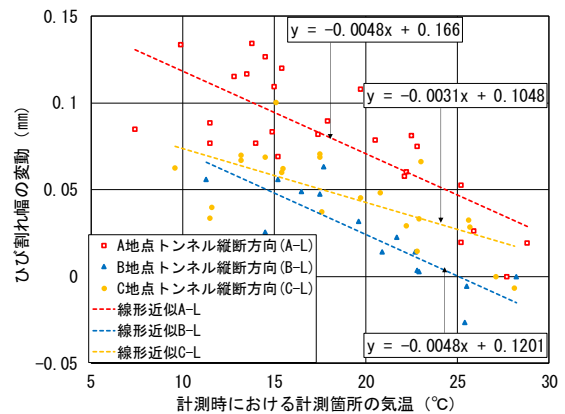


図-4 トンネル縦断方向ひび割れ幅の変動と計測箇所における気温の関係

4. まとめと今後の課題

本研究では、気温の変動によるトンネル覆工コンクリートのひび割れ幅の変化を調査し、その傾向の評価を行った。その結果、気温の低下・上昇によってひび割れ幅が増加・減少する傾向にあり、その傾向の大小は初期ひび割れ幅にあまり依存しないが、ひび割れの方向やトンネル内のひび割れ計測箇所の違いによって異なる可能性があることがわかった。本研究により、ひび割れ幅の変動と坑内の計測箇所における気温の関係が得られたが、現状、年間を通した計測を実施していないため、より定量的な評価を実施するためにデータの蓄積が必要不可欠である。

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.1，2019.
- 2) 堀内ら：簡易なひび割れ計測システムの開発 -3 次元への拡張-，第 39 回地盤工学研究発表会 発表講演集 C-07，pp.123-124，2004.