

超高解像度カメラを用いた橋梁の画像診断において 点検スキルが診断結果に与える影響の分析

金沢大学大学院 学生会員 ○浦田 渡
金沢大学大学院 学生会員 南 貴大
金沢大学 正会員 藤生 慎
金沢大学 正会員 福岡 知隆
株式会社 WorldLink&Company 非会員 須田 信也
金沢大学 フェロー 高山 純一

1. はじめに

国土交通省が所管している約73万橋（平成25年道路局集計）の橋梁のうち、高齢化構造物として扱われている橋梁の割合が増加している。現在、高齢化橋梁は全体の約18%であり、これらが10年後には約43%、20年後には約67%と急激に増加していく。

このような状況で、損傷が進む可能性のある各橋梁に対し修繕や架け替えといった事後的な処置を適切に行うことは難しいと考えられる。そこで国土交通省は予防保全的維持管理を重要視し、すべての橋梁に5年に1回の頻度で近接目視点検を行うことを定めているが、「点検委託費や大型点検車使用による予算確保」や、「管理する橋梁に対する点検技術者の不足」などといった課題がある²⁾ことから、今後これまでも同様の精度を担保した点検を継続的にやっていくことは非常に困難である。

このような背景を踏まえ、本研究グループでは、現在行われている近接目視点検の代替的な点検手法として、超高解像度（1億画素）のカメラで撮影した橋梁の画像を橋梁点検者が目視することで、点検対象物の損傷部分を診断する画像目視点検システムの構築³⁾を行っている。このシステムは、写真さえ撮影すれば、場所に依存せず遠隔地での診断が可能であるため、人員の確保という面での負担が軽減されるが、課題として「診断者のスキルによって検出結果が異なる」、「画像の属性によって検出しにくい箇所が存在する」などがあげられている。そこで本研究では、診断者のスキル（橋梁点検の経験年数）がひび割れの検出精度に与える影響を把握することを目

的とする。

2. 写真撮影実験

平成30年9月20日（木）10時30分から16時の5時間30分及び9月21日（金）10時から12時の2時間に、石川県羽咋市にて写真撮影実験を実施した。撮影した橋梁は石川県羽咋市が管理を行う7橋であり、撮影対象部材はコンクリート橋脚とした。今回の実験では事前に羽咋市から提供を受けた橋梁定期点検データを基に、橋脚部にひび割れを有しており、かつ2径間以上の橋梁を対象として選定した。超高解像度カメラは三脚に取り付け、橋梁の下部で橋脚の全景が撮影できる距離から撮影を行った。また、撮影枚数は7橋の合計で454枚であった。

3. ひび割れ診断実験

本実験は被験者が52インチ4Kモニターのディスプレイ上に表示された対象画像からひび割れを目視で見つけ出し、ひび割れの上をなぞるように赤線を引くことでひび割れの検出を行う。赤線を引く作業と拡大・縮小はマウスで行い、すべての操作を超高解像度カメラ専用のソフトウェア（Capture One）上で行う。対象の被験者は橋梁点検の経験年数にばらつきのある建設コンサルタント4社（石川・福井・富山）所属の34名の点検者とした。本実験の対象橋梁は既に定期点検が行われているため、橋梁点検調書の損傷図から近接目視点検によるひび割れ検出結果が得られ、その結果を対象画像に反映させることで本実験における正解データを作成した。作成した正解データと各被験者の結果を照らし合わせ、各被験者の結果の評価を行う。なお、今回は経験年数に

キーワード 橋梁点検, 画像診断, 点検経験年数, 適合率, 再現率, F値

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学大学院自然科学研究科 TEL 076-234-4914

よる比較分析を行うため、全ての被験者に対して同じ画像を使用する。

4. ひび割れ検出精度評価に用いる指標

本研究では被験者のひび割れ検出結果がどの程度正解データと一致しているかを評価する指標として適合率、再現率、F値を用いる。適合率とは、被験者のひび割れ検出結果の中に正解データと一致しているひび割れがどれだけ含まれているかを表す指標である。適合率が高ければ、ひび割れの誤検出が少ないことを示しており、ひび割れ検出の精度が高いことが表される。再現率とは、正解データの中に被験者のひび割れ検出結果と一致しているひび割れがどれだけ含まれているかを表す指標である。再現率が高ければ、ひび割れの見落としが少ないことを示しており、多くのひび割れを検出できていることが表される。F値は適合率と再現率の調和平均を取った値であり、被験者間の検出精度の優劣を付ける際に用いる。

5. 点検スキルが画像診断に与える影響の分析

経験年数が適合率、再現率、F値に与える影響評価を0~5年、5~10年、10~15年、15年以上で分類した経験年数ごとに分析を行う。4つに分類した経験年数を2組ずつ合計6つの組み合わせで分散分析を行い、適合率、再現率、F値に関して各経験年数が他の経験年数に与える影響を明らかにした。分散分析の結果を表-1から表-3に示す。適合率、再現率、F値すべてがどの経験年数の組み合わせでも有意な差がなかった。経験年数が0~5年、5~10年、10~15年、15年以上の点検者のそれぞれの適合率、再現率、F値の平均値のグラフを図-1に示す。グラフからも経験年数による検出結果にはあまり差がないことがわかる。

6. まとめと今後の課題

画像診断システム構築の際の課題である「診断者のスキルがひび割れ検出精度に与える影響」を明らかにするために超高解像度カメラで撮影した画像を用いたひび割れ診断実験を実施し、その結果の分析を行った。分析した結果、適合率、再現率、F値は、どの経験年数の組み合わせでも有意な差がなく、経験年数ごとの適合率、再現率、F値の平均値の変化もそれほど大きな差はみられなかったことから、本点検システムは橋梁点検の経験年数に関わらず、幅

表-1 適合率に関する分散分析の結果

	年数1	年数2	平均1	平均2	P 値	判定
適合率	0~5	5~10	79.1	75.7	0.4	
	0~5	10~15	79.1	76.8	0.6	
	0~5	15~	79.1	74.7	0.4	
	5~10	10~15	75.7	76.8	0.8	
	5~10	15~	75.7	74.7	0.8	
	10~15	15~	76.8	74.7	0.7	

表-2 再現率に関する分散分析の結果

	年数1	年数2	平均1	平均2	P 値	判定
再現率	0~5	5~10	85.9	86.7	0.8	
	0~5	10~15	85.9	85.7	0.9	
	0~5	15~	85.9	84.5	0.6	
	5~10	10~15	86.7	85.7	0.7	
	5~10	15~	86.7	84.5	0.5	
	10~15	15~	85.7	84.5	0.7	

表-3 F値に関する分散分析の結果

	年数1	年数2	平均1	平均2	P 値	判定
F 値	0~5	5~10	82.1	80.3	0.3	
	0~5	10~15	82.1	80.4	0.4	
	0~5	15~	82.1	78.6	0.7×10^{-1}	
	5~10	10~15	80.3	80.4	1.0	
	5~10	15~	80.3	78.6	0.4	
	10~15	15~	80.4	78.6	0.4	

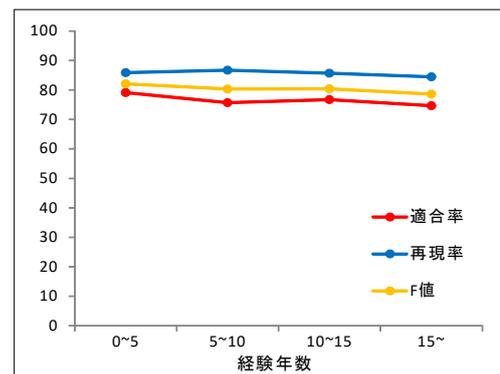


図-1 経験年数ごとの適合率・再現率・F値の変化

広い点検スキルの点検者に対応している手法であるといえる。今後の課題としては、ひび割れ以外の損傷（遊離石灰、浮き等）に関しても画像目視により検出可能とするシステムも検討して研究を進める。

参考文献

- 国土交通省 インフラメンテナンス情報 社会資本の老朽化の現状と将来, http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02_01.html
- 一般社団法人次世代センサ協議会, 点検業務のIoTの利活用をめざして 自治体橋梁における橋梁点検業務実態調査報告書【課題・ニーズ調査編】, http://www.socialinfra.org/p_activity/questionnaire/Bridge_tenken_Digest.pdf
- 南貴大, 藤生慎, 高山純一, 須田信也, 奥村周也, 渡辺一生: 超高解像度カメラで撮影された画像を用いた橋梁点検の実施可能性に関する基礎的検討, 社会技術論文集, Vol.15, pp.54-64, 2018