

損傷図データを用いた橋梁の健全度自動診断に関する基礎的研究

金沢大学大学院	学生会員	○南 貴大
金沢大学大学院	学生会員	浦田 渡
金沢大学	正会員	藤生 慎
金沢大学	正会員	福岡知隆
金沢大学	フェロー	高山純一

1. はじめに

日本では、高度経済成長期に建設された社会基盤施設の高齢化が進んでおり、それらの戦略的な維持管理が求められている。そのような中、橋長2m以上の橋梁において、道路管理者には、5年に1度の近接目視点検が義務付けられている。点検の結果を蓄積し活用することで、より効率的・効果的な維持管理計画を策定することが可能になりつつある¹⁾。しかし、地方公共団体では財源、人材が不足しており、継続的に近接目視点検を続けることは困難である。加えて、既存の点検業務では専門技術者が行うとはいえ、点検員によって点検・診断結果にばらつきが生じることが指摘されている²⁾。そのため、効率的で点検者の客観的な点検・診断手法が求められている。

これらの課題を克服する新たな点検・診断手法として、近年では画像データの活用性が期待されており、近接目視点検に代替する遠隔撮影システムの開発に向けて、画像データから、コンクリート構造物のひびわれを自動検出・半自動検出を試みた研究が数多くなされている³⁾。しかし、撮影条件によっては自動検出が困難である部材や損傷が存在しており、検出精度が十分でないのが現状である。財源・人材が不足している中で、莫大な数の橋梁が高齢化しているという現状において、段階を踏んだ効率的な橋梁の点検手法の開発が求められる。

そこで、画像データを用いた損傷の自動検出は最終的な目標ではあるが、本研究グループでは、画像を人が目視して損傷を点検するシステム（画像目視点検）の構築を目指している⁴⁾。本研究では、超高解像度カメラで撮影された画像を用いて、ディスプレイ上で画像目視点検を行うことができる環境を構築し、

その画像目視点検の環境下で、複数の橋梁の点検経験者によるコンクリートひびわれの検出・診断を実施し、ヒアリングにより画像目視点検の有用性・課題について検証した。

また、バラツキの少ない客観性を担保した診断結果を取得するために、過去の橋梁の定期点検の結果を用いて、健全度を診断する上で損傷図（CADデータ）と諸元データのどの項目を判断材料として重要視しているかを統計的に分析した。健全度の診断に至る判断材料を把握することで、健全度の自動診断につながると考えている。

2. 画像目視によるひびわれの検出・診断実験

本研究では、画像目視点検の有用性や課題、点検者によるコンクリートひびわれ検出・診断結果のばらつきについて把握するために、橋梁の定期点検を請け負っている建設コンサルタントの橋梁点検経験者を対象に画像目視点検の環境下⁴⁾で、RC橋脚のひびわれの検出・診断実験を実施し（図-1）、ひびわれ検出後に被験者にヒアリングを行った。ヒアリングでは、個人属性、画像目視点検の有用性・課題に関する

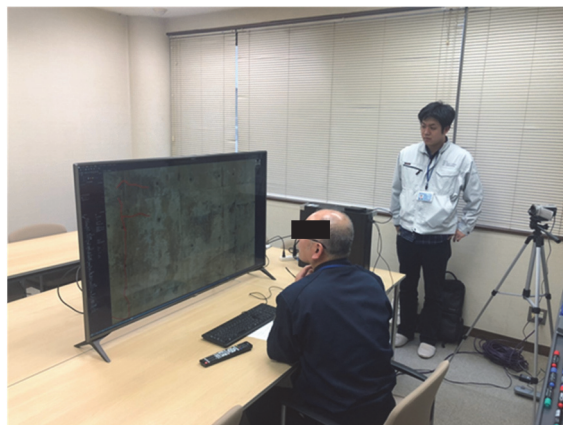


図-1 画像目視点検環境下でのひびわれ検出の様子

キーワード 橋梁定期点検 損傷図データ 健全度 自動診断 診断結果のバラツキ

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学 自然科学 2号7階 2C719 TEL076-234-4914

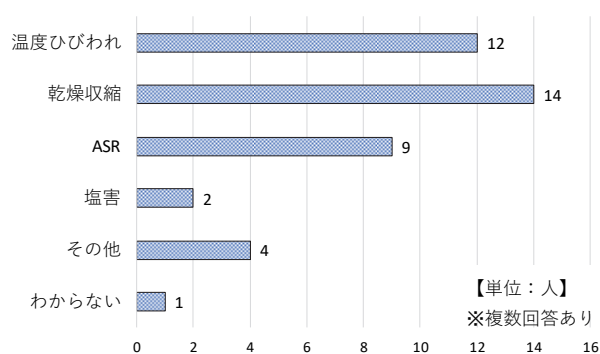


図-2 被験者によるひびわれ発生要因の診断結果

項目の他に、ひびわれを検出した RC 橋脚の損傷程度の評価、対策区分の評価、健全性の評価、ひびわれの発生要因について問うた。損傷程度の評価、対策区分の評価、健全性の評価は国土交通省の橋梁定期点検要領に基づいてヒアリングを行った。ヒアリングの結果、診断結果に大きくばらつきが生じていることが明らかになった (図-2)。

3. 損傷図と諸元を用いた健全度自動診断

橋梁の診断結果には、診断者ごとのばらつきが含まれており、効果的な維持管理計画を立てる上では、このような診断者の主観的な判断に伴うばらつきを最小限に抑える必要がある。そのため、健全度の自動診断に向けて、過去の近接目視点検結果である健全度と、健全度診断の際に参照した損傷図・橋梁の諸元データの関係性を統計的に明らかにする。これまで、健全度と諸元のデータの関係性について統計的に分析をした研究はあるが、損傷図を活用した事例はみられない。画像から損傷図を自動作成する研究が進んでいく中で、今後、損傷図が容易に作成できることが考えられる。既存の研究⁵⁾でなされている諸元のみでの健全度予測に損傷図から得られる情報を加えることで、健全度の予測が精緻になる可能性がある。

本研究では、過去に行われた橋梁の定期点検結果を使用データとした。橋梁の定期点検データにおいて、橋梁の健全性に関する指標である、損傷度・判定区分・健全度・要因をそれぞれ目的関数として使用した。また説明変数として、橋梁の諸元である、橋長・架設年次などに加えて、海岸線からの距離、凍結防止剤の散布状況、交通量などの環境条件の情報と、損傷図 (CAD) のデータを用いた。

多くの道路管理者が保存している損傷図は、点検

対象部材に対して損傷が検出された箇所・種類・程度が記録されている。本研究では、コンクリート部材を対象とし、ひびわれの損傷についてのみ分析を行った。損傷図から健全度を診断するために必要な情報として、ひびわれの程度・範囲、点検対象物におけるひびわれの発生位置、ひびわれ損傷の形状の3つの情報を取得する。既往研究では、健全度を橋梁の諸元や環境条件で説明することを試みているが、健全度の再現率は低い。一方、本研究では、諸元・環境条件データに加えて、損傷図から得られる、「ひびわれの程度・範囲」、「点検対象物におけるひびわれの発生位置」、「ひびわれ損傷の形状」の3つの情報を説明変数として用いることで、健全度の再現率が上がることがわかった。

4. まとめと今後の課題

本研究では、画像目視点検におけるひびわれ検出・診断結果の診断者によるばらつきについて評価した。その結果、診断結果は診断者によってばらつくことが明らかになり、その要因として、ひびわれ検出結果の差異、点検者の評価基準の差、ひびわれ幅や間隔が計測できていないことが考えられる。

診断の精度を上げるために、今後は損傷図データ数を増やす必要がある。

参考文献

1. 貝戸清之, 小林潔司, 青木一也, 松岡弘大: 混合マルコフ劣化ハザードモデルの階層ベイズ推計, 土木学会論文集 D3, Vol. 68, No. 4, pp.255-271, 2012
2. 宮本文徳, 江本久雄, 高橋順, 平西邦裕: 現地調査に基づく撤去橋梁の健全度診断と余寿命推定およびその検証方法, コンクリート工学論文集, Vol. 23, No. 3, pp119-132, 2012.
3. 西村正三, 木本啓介, 松岡のどか, 大谷仁志, 緒方宇大, 松田浩: 橋梁維持管理における遠隔測定法の開発と評価, 応用測量論文集 24, 52-61, 2013.
4. 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, 社会技術研究論文集, Vol.15, pp54-64, 2018.
5. 南貴大, 藤生慎, 中山晶一郎, 高山純一: 定期点検結果を用いた既存コンクリート桁の劣化速度に影響を与える環境要因分析, 土木学会論文集 D3, Vol.73, No.5, pp323-330, 2017.