

超高解像度カメラで撮影された画像を用いた 橋梁点検システムの実現可能性に関する基礎的研究 ～画像の属性に関する検討～

金沢大学 理工学域環境デザイン学類 学生会員 ○浦田 渡
金沢大学 自然科学研究科環境デザイン学専攻 学生会員 南 貴大
金沢大学 理工研究域地球社会基盤学系 正会員 福岡 知隆
金沢大学 理工研究域地球社会基盤学系 正会員 藤生 慎
株式会社 WorldLink&Company 非会員 須田 信也
金沢大学 理工研究域地球社会基盤学系 正会員 高山 純一

1. はじめに

現在、国土交通省が所管している橋梁は全国で約73万橋（平成25年道路局集計）の数があり、このうち、建設後50年を経過した橋梁の割合は2013年の段階で全橋梁の約18%を占め、高齢化構造物として扱われている。これらの高齢化構造物は10年後には約43%、20年後には約67%と急激に増加していく¹⁾。

このような状況で、安全上問題が発生する可能性のある全橋梁に修繕や架け替えといった処置が適切に行えるとは考え難い。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、今後これまでと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、場所にこだわら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、画像の属性（明度・コントラスト・彩度）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、及び9月21日（金）10時から12時に、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7橋で、いずれも石川県羽咋市が管理を行っている。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、RC橋脚にひび割れを有している橋梁を対象として選定した。撮影実験を行った7橋のうち、5年以内に定期点検が完了している橋梁が5橋、平成30年に点検予定（未点検）の橋梁が2橋であった。撮影対象部材としては、RC橋脚とし、撮影の際は超高解像度カメラを三脚に取り付け、橋脚の全景が撮



図-1 撮影実験風景



図-2 ひび割れ診断実験

影できる距離から撮影を行った(図-1)。また、撮影枚数は7橋の合計で454枚であった。

3. 画像を用いた診断実験

画像目視点検の実現可能性を検証するにあたり、本研究では、撮影した画像の属性(明度・コントラスト・彩度)がひび割れの検出精度に与える影響について分析を行う。既往研究³⁾で構築した画像診断の実験環境でひび割れ診断実験を行った(図-2)。回答者は橋梁点検の経験がない土木系学部に所属する学生24人を対象とし、被験者はディスプレイ上でひび割れだと認識した箇所に赤線を引くこととした(図-3)。実験は、実験計画法の直交表 $L_8(2^7)$ に基づき、画像の明度、コントラスト、彩度の3要因を2つの水準で変化させた8種類の画像(1人1種類)を用いた。回答した画像をメッシュ(256pixel正方形を縦34×横45)で分割し、ひび割れ(赤線)を含んでいるメッシュをひび割れありメッシュとし赤で色付けした(図-4)。今回の実験の対象橋梁は既に近接目視点検が行われていたため、羽咋市から提供を受けた橋梁点検データを基に解答データを作成し、同様にメッシュ分割を行い、色分けを行った。この実験結果と近接目視点検結果を基にひび割れ検出の適合率、再現率の算出と分散分析を行った。

4. 分析結果

本研究では、検出精度の評価指標に再現率(診断者が正答したひび割れ検出率を近接目視点検結果によるひび割れ検出率で除した値)と適合率(診断者が正答したひび割れ検出率を診断者が予測したひび割れ検出率で除した値)を用いた。分散分析の結果によると、再現率、適合率ともに彩度について優位性が見られ、ひび割れ検出に影響を与えていることがわかる。彩度が水準1(標準)の場合、ひび割れ検出の再現率の平均値が約70.9%、水準2(小さい)の場合、約80.7%となり、彩度が小さい、つまり画像を白黒にするとひび割れ検出の見落としが少なくなることが分かった。適合率に関しては、彩度が水準1の場合、平均値は約84.2%、水準2の場合、平均値は約76.1%となり、画像を白黒にするとひび割れの誤検出が多くなることが明らかとなった。



図-3 診断結果の一例

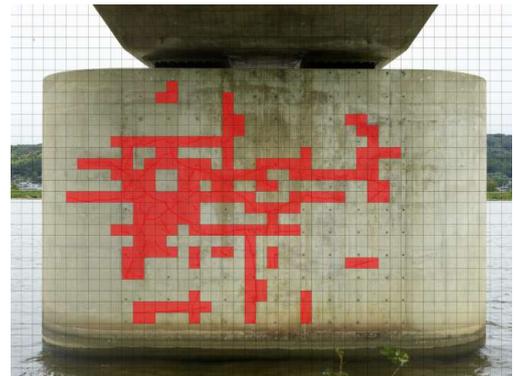


図-4 診断結果のメッシュ分割

5. まとめと今後の課題

本研究では、画像目視点検システム構築の際の課題である画像の属性による検出結果の変化に着目し、ひび割れ診断実験結果と近接目視点検結果を用いて、診断結果に影響を与える属性の判定を行った。分析の結果、彩度が再現率、適合率に影響を与える属性であることが明らかとなった。

今後は橋梁点検者にも同様の実験を行い、点検者のスキルによる診断結果の変化を考慮して研究を進めていく。

参考文献

- 1) 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
- 2) 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
- 3) 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