

# 超高解像度画像データを用いた 橋梁の画像目視点検に関する基礎的分析 ～近接目視点検と比較して～

南 貴大<sup>1</sup>・藤生 慎<sup>2</sup>・高山 純一<sup>3</sup>・  
須田 信也<sup>4</sup>・奥村 周也<sup>5</sup>・渡辺 一生<sup>6</sup>・福元 一輝<sup>7</sup>

<sup>1</sup>学生会員 金沢大学大学院 環境デザイン学専攻 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail:takahoro1993@gmail.com

<sup>2</sup>正会員 金沢大学助教 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail: fujiu@se.kanazawa-u.ac.jp

<sup>3</sup>フェロー 金沢大学教授 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail: takayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

<sup>4</sup>非会員 株式会社WorldLink&Company SkyLink Japan ()  
E-mail:s.suda@skylinkjapan.com

<sup>5</sup>非会員 株式会社WorldLink&Company SkyLink Japan ()  
(E-mail:s.okumura@skylinkjapan.com)

<sup>6</sup>非会員 京都大学連携准教授 環境共生研究部門 ()  
E-mail:isseiw@cseas.kyoto-u.ac.jp

<sup>7</sup>非会員 株式会社WorldLink&Company SkyLink Japan ()  
(E-mail:k.fukumoto@skylinkjapan.com)

日本では、約73万橋の橋梁が存在しており、一斉に高齢化が進んでいる。予防保全的維持管理を行うために5年に1度の頻度で近接目視により点検・診断が行われている。しかし、財源・人材が不足している地方公共団体にとって近接目視点検を継続的に行うことは困難である。そのような中、近年、維持管理の効率化に向けて画像データの活用が期待されている。本研究では、画像を用いた目視点検と近接目視点検結果の比較を行い、画像目視点検の有用性について検証した。超高解像度カメラで撮影した1億画素の画像を用いることで、人が実際の点検現場で行う近接目視点検とほぼ同様の点検環境の構築を図る。橋梁点検経験者が実際に画像を用いて、コンクリート橋脚のひび割れの診断を実施し、有用性について検証を行った。

**Key Words :** *super-high-resolution camera, bridge inspection, diagnostic imaging technology.*

## 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が一斉に高齢化が進んでおり、それらの維持管理が重要視されている。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。定期的な点検を行うことで、橋梁の最新の状態を把握するとともに、措置の必要性の判断を行う上で必要な情報を取得し、予防保全的維持管理を可能にしている。近接目視点検では、橋梁点検車や高所作業車、足場などを利用して、点検対象物に触診や打音検査ができる程度まで近接して、人が施設の損傷状態や変状を点検・診

断している。定期点検の結果を蓄積し活用することで、維持管理計画をより効果的・効果的に行うことが可能になっている<sup>1) 2) 3) 4)</sup>。しかし、地方公共団体では財源、人材、技術力が不足しており、継続的に近接目視点検を続けることは困難であり、より効率的で正確な点検・診断手法が求められている。

そのような中、近年、新たな点検・診断手法として画像データの活用性が期待されており、コンクリート構造物であれば、ひび割れの自動・半自動検出に関する研究が数多くなされている。しかし検出精度は十分とは言えないのが現状である。財源・人材が不足している中で、莫大な数の橋梁の新たな点検手法の開発が喫緊の課題であるため、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、本研究では、画像を人が目視して損傷を診断するシステム（画像目視診断）の構築を目指す。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、画像目視点検結果と近接目視点検の結果を比較することで、画像目視点検の課題の抽出と有用性の検証を行った。

## 2. 既往研究

近年、近接目視点検の継続可能性について問題視されている中、近接目視点検に代替する新しい点検手法として画像データの活用が期待されており、研究が蓄積され始めている。

今井ら<sup>5)</sup>は、繰り返し載荷中の桁試験体ならびに供用中の橋梁に対してフレームレート100fpsで動画を撮影し、フレームごとにデジタル画像相関法で得られる変位分布の時系列変化を基にたわみ量やひび割れ幅の変化を評価し、実用性の検証を行っている。その結果、高速撮影動画を用いて重量車両通行時に生じる瞬間的な現象をとらえ、ひびわれ開閉挙動を基にしたひびわれ抽出の可能性について確認されている。

西村ら<sup>6)</sup>は、長大橋梁のRC製の主塔に発生しているひび割れ取得の可能性検証を目的に、遠隔から計測が可能な3Dレーザー測量、自動撮影雲台を用いたギガピクセル画像撮影およびUAV搭載のカメラで撮影した画像で得られたデジタル情報を基に処理解析を行っている。また点検が困難な場所の点検技術を開発する有用性や課題について検証している。

岡田ら<sup>7)</sup>は、橋梁の近接目視及び打音検査を代替し、ひび割れ、腐食、うき等を発見するための受動回転球殻を有するマルチコプタの開発を行い、実橋梁で模擬点検を実施し、第三者評価を得ることで点検性能の評価を行っている。床版の幅0.1mmの模擬ひびわれを撮影可能であることが認められたが、飛行時間などの制約があることなどの課題が挙げられた。

木本ら<sup>8)</sup>は、斜張橋のコンクリート主桁を対象にUAVを用いて撮影した画像から、SfM技術による3D化を行い、既存の点検結果と比較することで、提案した手法の有用性について検証している。大幅な省力化・ローコスト化できる手法として示唆されたが、ひび割れ幅の検出精度不足や接触調査が必要なうきなどが把握できないこと、UAV撮影の安全性の確保などの課題が残っている。

藤田ら<sup>9)</sup>は、低解像度で低コントラストの画像上のひびわれの位置を大まかに指定する半自動化ひびわれ抽出手法に加え、超解像処理の適用とクラックスケールを用いたひびわれ幅の評価法を提案してい



図-1 超高解像度カメラ (iXU-RS 1000)



図-2 本研究で撮影対象とした橋梁

る。

以上のように、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・半自動検出を試みている研究が数多くなされている。しかし検出精度は十分であるとは言えない。本研究では、画像データからひびわれを自動・半自動判定するのではなく、人が画像を目視して診断することの課題を抽出する。具体的には、近接で目視する場合と、画像データを目視する場合とで検出結果にどの程度差異が生じるのかを検証する。自動・半自動化までいかずとも、画像目視点検に転換することで、現状の近接目視点検に比べ、現場に橋梁点検士が赴く必要がなくなることで、機材・足場が必要なくなるため、点検の効率化が期待できる。

## 3. 使用データ

本研究では、図-1に示すように、Phase One Industrial社製のiXU-RS 1000 AERIAL CAMERAS<sup>10)</sup>を用いた。iXU-RS 1000 AERIAL CAMERASは、ダイナミックレンジ：84db以上、ピクセルサイズ：4.6ミクロン、光感度：ISO：50～6400、シャッター速度：最大1/1600秒の諸要素を持つ超高解像度カメラで100メガピクセル（11,608×8708）の写真の撮





図-3 本研究で対象とするコンクリート橋脚

影が可能である。この超高解像度カメラで撮影された写真画像データは、1枚あたり約600MBの容量となり、専用のソフトウェア (Capture ONE<sup>11</sup>) を用いることで閲覧でき明度、彩度、コントラストなどを自由に調整することが可能である。超高解像度カメラの大きさは、97.4×93×170.5 mm、重さは、930 (g) であり持ち運びは容易で、UAVにも搭載することが可能であるため、橋梁点検車・高所作業車、足場やボートでのアクセスが必要なアプローチの難しい橋梁の写真も容易に撮影することが可能である。

### 3.1. 撮影対象橋梁

対象の橋梁は、図-2に示すような石川県羽咋市にかかる橋長 41.30m、全幅員 4.70m、2 径間の鋼溶接橋 I 桁 (非合成) の橋梁である。分析対象部材としては T 型橋脚 (RC) である。1967 年に架設され、2016 年 11 月には定期点検が行われており、対象部材である橋脚は判定区分Ⅱで評価され、ひびわれ、漏水・滞水が確認されている。路下条件が河川であるため 2016 年に行われた定期点検は通行規制を行い、橋梁点検車を利用している。

### 3.2. 写真撮影実験

写真撮影は平成 29 年 10 月 27 日 (金)、12 時 30 分から 15 時の 2 時間 30 分で実施した。本研究で対象とした橋梁のすべての部位 (上部工・下部工・支承部) を撮影した。さらに、橋梁の全景写真および側面写真を撮影するために、超高解像度カメラを UAV に搭載し、河川上流方向・下流方向・橋梁直上の 3 方向から写真を撮影した。撮影実験時は河川敷が出水の後であったため足場が良くなかったため、三脚ではなくテーブルを設置し、テーブル上に超高解像度カメラを据え置き、画角を変えながら写真を撮影した。

### 3.3. 写真撮影結果

図-3は本研究で対象とするコンクリート橋脚の全景画像である。12.5mの距離から撮影した画像であり、分解能は約0.71mm/画素であり、0.1mmのひび

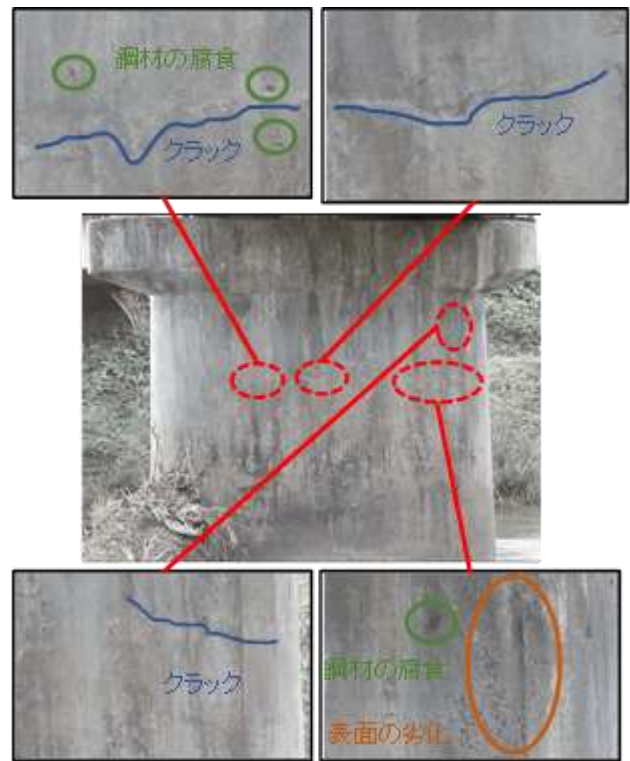


図-4 超高解像度カメラで撮影したひびわれや腐食

われを視認することが可能である。肉眼やデジタルカメラで撮影した写真と比較すると、本研究で使用したカメラはハイダイナミックレンジ・各チャンネル 16bit であり多くの光の情報、つまりわずかな錆や腐食、コンクリート表面の汚れなどの詳細な情報も取得しているため多くの色情報を持った画像となる。多くの光情報を取得するため、通常は暗い橋の下の場合でも明るい画像を取得することが可能である。なお、超高解像度カメラで撮影された写真は、撮影後にソフトウェアを使用することで明度・彩度・コントラストなどを自由に調整することが可能である。図-3は読者がわかりやすいように明度・彩度・コントラストなどを調整済である。

図-4に超高解像度カメラで12.5mの距離から撮影した橋脚と橋脚に生じているひびわれ・鋼材の腐食の一部を示す。赤の点線枠で囲まれた位置にひびわれや鋼材の腐食が生じている。橋脚の全景写真ではひびわれを確認することはできないが、クローズアップすることにより、幅0.1mmのひびわれや鋼材の腐食を明確に確認することができる。超高解像度カメラで撮影した画像は、1億画素で構成されているためクローズアップしても、ひびわれや鋼材の腐食を視認することが可能である。

## 4. 画像目視点検の環境構築

52インチの4K解像度対応のモニターで専用のソフトウェア (Capture ONE<sup>11</sup>) を用いることでの超高解像度カメラで撮影された橋脚全景画像を閲覧できる環境を構築した (図-5)。明度、彩度、コント



図-5 画像目視点検の実験環境



図-6 画像目視点検によるひびわれ診断の様子

ラストなどを自由に調整することが可能であり、スムーズに拡大縮小の操作を行うことも可能である。本研究ではひびわれの診断結果の記録媒体として橋脚全景画像を印刷したA0用紙を用いた。

画像によるひびわれの診断を実際に橋梁点検の経験者が診断実験を行い、検証を行った。橋梁点検経験者はA氏（羽咋市職員）とB氏（博士（工学）、技術士（建設部門/鋼構造及びコンクリート）、コンクリート診断士を有する者）に依頼し、PC上で橋脚全景写真の拡大縮小を繰り返し行い、目視によってひび割れであると視認できたものに関して、橋脚全景画像を印刷したA0用紙に赤色でひびわれをなぞるように記入していただいた。画像による診断の様子を図-6に示す。

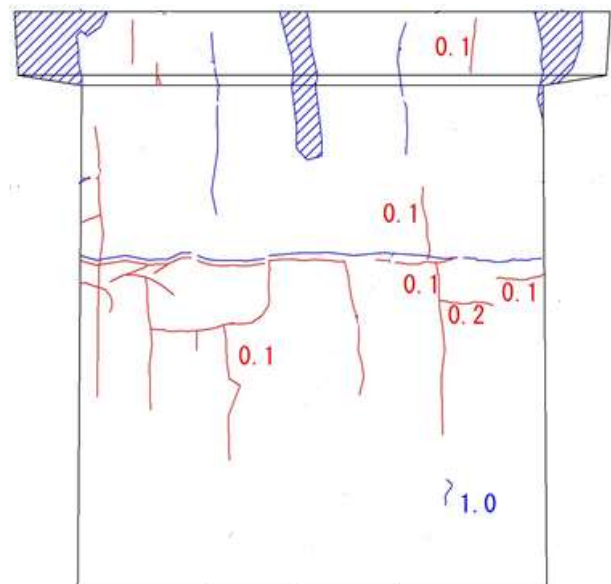
画像による診断可能性に関して診断者にヒアリングを行った結果、ほとんど近接目視による点検と同じ感覚でひびわれを検出することが可能であるという意見をいただいた。また実際に点検業務に取り入れることが可能になれば、点検費用の削減や複数人で画像を診断することで主観性を除いた診断結果を得ることができるといった有用性についても評価していただいた。しかし、建設時の型枠の跡や補修の跡など、ひびわれであるか判断が困難なものが混在していること、うきなどといった可視光画像だけでは診断が困難な損傷もあることが課題として残った。また記録方法についてPC上で行うことやメッシュが表示されることが可能であればよりスムーズに行



図-7 橋梁点検の経験者（A氏）による診断結果



図-8 橋梁点検の経験者（B氏）による診断結果



※赤色は新規・進行、青色は継続を示す

図-9 近接目視点検時の損傷図  
(2016年11月橋梁点検車使用)

うことができたといった、診断実験環境に関する課題も残った。



## 5. 近接目視点検結果との比較

各検出結果を図-7、図-8に示す。橋脚中央の横方向のひびわれの検出を行っており、概ねひびわれの検出位置は類似している。しかし診断者によって検出結果に多少誤差が生じている。その理由として、橋梁点検の経験値によるものが考えられる。経験年数が短い場合、目地、型枠の跡などの区別を行う判断力が乏しい・または目地、型枠の跡の存在を認識していない可能性があるため、ひびわれでないにもかかわらず、ひびわれであると誤診断を行っている可能性がある。また橋梁点検の経験が長い場合、ひびわれが生じやすい箇所を経験的に把握しており、損傷を見つけやすく、ひびわれの見逃しが少ないことも考えられる。

目視点検の結果（損傷図）を図-9に示す。画像を用いた目視点検の結果と近接目視点検の結果を比較してみると、画像による目視点検においても0.1mm以上のひびわれについて、すべてではないが検出できていることが分かる。

画像による目視点検で検出できなかったひびわれ箇所については、チョーキングがひびわれに重なっていたことや漏水が生じていたことが原因で、ひびわれを視認することが困難であった。また、橋脚中央部に比べ橋脚側面付近のひびわれが検出できていないことが明らかになり、カメラのレンズの歪み、橋脚側面が湾曲しておりピントが合っていないことなど撮影方法・画像処理に関しての課題も残った。

コンクリートひびわれの検出において、画像目視点検では、高い分解能の画像であれば、2つの条件を満たすことで0.1mmのひびわれも、ある程度視認することが可能である。1つ目は点検対象物にチョーキングや漏水などの汚れが付着していないこと。2つ目は撮影時にピントを合わせた距離の平面上にあることである。これらを満たした場合、型枠の跡と目地も余分に検出されてしまうが、画像目視であってもひびわれの見逃しはほとんどなくなることが考えられる。

## 6. 画像認識によるひびわれ診断の自動化

画像診断実験を行った結果、1億画素の画像から診断者が目視によってひびわれの診断ができることを確認できた。点検者が点検現場に行かずに1億画素の画像を用いてひびわれの診断を行うことで、点検時間を短縮することができ、点検者の負担を減らすことが期待できる。しかし今後人口減少が進み、画像を用いてひびわれを診断することができるスキルを持った点検者の確保すら困難になることが予想される。そのため本章では、1億画素の画像の中からひびわれが発生している箇所を自動的に検出することを目指す。

### 6.1. 画像認識手法

表-1 ひびわれの有無を識別するAIの精度

	Precision	Recall
全体	95.1%	88.2%
ひびわれ	92.3%	70.8%
コンクリート	95.5%	98.8%
草	100.0%	85.0%

ひびわれを含んでいる画像の特徴量を把握し、画像からひびわれを識別することができるAIを作成するためにMicrosoft Azureで提供されている画像認識サービスであるCustom Vision Service<sup>12)</sup>を活用した。Custom VisionはCognitive Services に追加されたサービスであり、利用者自身で用意した画像を用いてカスタムの画像認識エンジンを作成できるサービスである。画像認識ロジックを構成せずに、画像をアップロードしタグ付けし、学習させることで画像認識エンジンを構成することが可能である。

### 6.2. 教師データ作成

橋梁点検の経験者がひびわれを診断した1億画素の画像（図-8）を用いて、ひびわれと診断された箇所、ひびわれではないと診断された箇所をそれぞれ画像（1画像当たり約80.9KB）として切り抜き、教師データとして活用した。ひびわれと診断された箇所を含んでいる画像については「ひびわれあり」「コンクリート」とタグ付けし、ひびわれを含んでいない画像には「コンクリート」とタグ付けし学習を行った。また画像に草を含む場合もあったため「草」というタグも追加した。「ひびわれ」とタグ付けした画像は48枚、「コンクリート」とタグ付けした画像は82枚、「草」とタグ付けした画像は14枚を教師データとして学習させ、ひびわれ発生の有無を診断するAIを作成した。

学習後の評価は、画像を分類したとき、どの程度正しく分類されたかを表すPrecision（精度）と、正しく分類されるはずのすべての画像のうち、正しく識別した画像の数を表すRecall（リコール）の2つの指標で評価される。学習後のAIの評価について表-1に示す。PrecisionとRecallともに高い値であり、ひびわれ、コンクリート、草に関しては、ある程度正しく認識できることが分かる。しかし実用的にひびわれの有無を識別するAIとして活用するためには認識精度の向上が必要である。そのため、今後の課題として教師データの増加や作成の工夫が求められる。

### 6.3. ひびわれ自動判定の精度

作成されたAIを用いて、超高解像度カメラで撮られた点検部の全景写真の中からひびわれが発生している箇所の自動検出を行う。AIのひびわれの有無の識別の精度の検証を行うために、5章で用いた橋脚の反対側の橋脚の全景画像を用いた。本章で扱う橋脚の画像についても診断実験を行い、図-10に示すように、ひびわれが発生している箇所については赤色でなぞり、診断した。

1億画素の橋脚全景画像の中にコンクリートの表面が確認できる程度の大きさのメッシュ（縦6×横



図-10 診断実験によるひびわれ診断結果

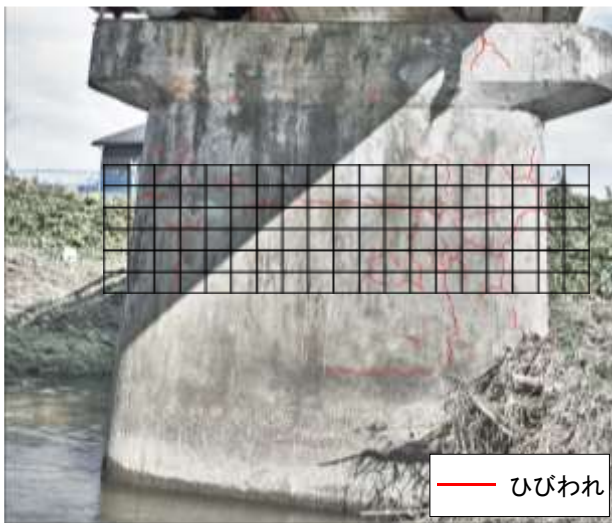


図-11 メッシュによるテストデータ作成

19) を作成し、各画像（1画像当たり約105.3KB）をテストデータとして用いた（図-11）。診断実験でひびわれが多く診断された橋脚中央部に限定して、AIによるひびわれの有無の識別の精度検証を行った。

Custom Visionで作成したひびわれの有無を識別するAIを用いて、メッシュで区切られた各画像にひびわれが含まれているかについて診断させた。診断結果については確率で評価され、AIに入力した画像についてひびわれを含んでいる確率、コンクリートを含んでいる確率、草を含んでいる確率の3つの確率を出力する。本研究ではひびわれを含んでいるかについてのみ考慮し、簡便のため閾値を設定し、ひびわれを含んでいる確率が30%未満である場合、「ひびわれ発生の可能性：小」、ひびわれを含んでいる確率が30～60%の場合、「ひびわれ発生の可能性：中」、ひびわれを含んでいる確率が60%以上の場合「ひびわれ発生の可能性：大」とした。

AIによるひびわれの診断結果を図-12に示す。人が画像を用いて目視でひびわれであると診断した箇所について「ひびわれ発生の可能性：大」と診断されている箇所が多く存在し、ひびわれが目視で確認できなかった場所については「ひびわれ発生の可能

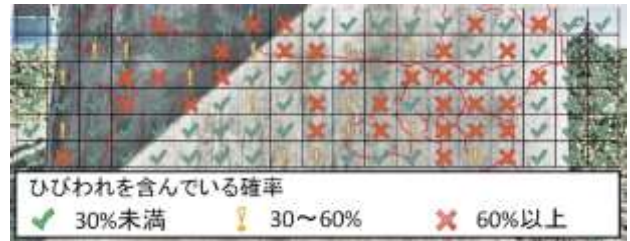


図-12 AIによるひびわれ診断結果

性：小」と診断されている箇所が多くあるため、AIによるひびわれ発生箇所の自動検出の可能性が示唆された。しかしひびわれが目視では確認できない箇所であっても、影の境目や型枠の跡がある場合「ひびわれ発生の可能性：中」または「ひびわれ発生の可能性：大」と誤診している箇所も存在する。これはAIを作成する際に学習させた教師データによる問題が原因として考えられるため、教師データの増加や作成の工夫が必要である。

## 7. まとめと今後の課題

高解像度カメラで撮影した画像を用いて、ひびわれの診断実験を行い、画像による診断可能性の検証を行った。その結果、診断者によって多少のひびわれの検出誤差は生じるものの、概ねひびわれの検出結果は類似していることが明らかになった。また診断者にヒアリングを行ったところ、現場での近接目視による点検と同じ感覚でひびわれの検出が可能であったという意見や実際に点検業務に取り入れることが可能になれば、点検費用の削減や複数人で画像を診断することで主観性を除いた診断結果を得ることが可能であるといった意見が挙げられ、高解像度カメラを用いて撮影した画像による橋梁診断の有用性が示唆された。

近接目視点検の結果（損傷図）と画像目視点検の結果（ひびわれトレース図）を比較した結果、画像目視点検においても0.1mmのひびわれについて、すべてではないが検出できていることが分かった。

検出できない要因として、点検対象物にチョーキングや漏水などの汚れがありひびわれと重なっていること、撮影時にピントを合わせた距離の平面上にひびわれがないことが明らかになった。また、型枠の跡や目地については画像で区別することが困難であり、画像目視点検者の勘によって診断されてしまうことが明らかになった。

本研究では、画像による目視点検結果と近接目視点検結果を比較しているが、ひびわれの記録の方法がそれぞれ異なるため、正確なひびわれ箇所・長さの一致率については算出することが困難である。

画像目視点検者によってひびわれの検出結果が異なることを把握することができたが、近接目視点検結果と同等のひびわれ検出結果を得るために必要な画像目視診断者の診断スキルや、撮影方法、画像処理について明らかになっていない。今後の課題として、画像目視点検の精度の検証方法の検討が必要で

ある。

また本研究では、コンクリート橋脚・ひびわれについてのみの検討を行ったが、今後、撮影橋・箇所を増やし、他の部材・損傷についても診断可能性の検証を行い、画像では診断できない部材・損傷と診断可能な部材・損傷の分類を行う必要がある。

また、今後の人材不足に向けて、画像目視点検の結果を用いて、ひびわれを自動判定するAIを学習させ、ひびわれが生じている箇所を橋脚全景写真から抽出することを試みた。その結果、ある程度、ひびわれの有無を識別することができ、1億画素の画像からひびわれが発生している箇所を自動で抽出できる可能性が示唆されたが、ひびわれ自動検出精度は十分ではなく、画像目視点検の結果を今後蓄積し、学習データの増加することが求められる。

### 参考文献

- 1) 南貴大, 藤生慎, 中山晶一朗, 高山純一, 近田康夫: 環境要因が橋梁の健全度に与える影響の分析—石川県の橋梁定期点検データを用いて—, 土木学会論文集 D3, Vol.72, No.5, pp251-260, 2016.
- 2) 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.
- 3) 津田尚胤, 貝戸清之, 山本浩司, 小林潔司: ワイブル劣化ハザードモデルのベイズ推計法: 土木学会論文集 F, Vol.62, No.3, PP473-491, 2006.
- 4) 小林潔司, 貝戸清之, 大井明, Nguyen Dinh THAO, 北浦直樹: データ欠損を考慮した複合的隠れマルコフ舗装劣化モデルの推計, 土木学会論文集 E1, Vol.71, No.2, pp63-80, 2015.
- 5) 今井道男, 太田雅彦, 露木健一郎, 今井浩, 三浦悟, 村田一仁, 高田巡: 高速撮影動画を用いたデジタル画像相関法によるコンクリート構造物の動的挙動把握, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.72, No.1, 279-289, 2016.
- 6) 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.
- 7) 岡田佳都, 岡谷貴之: 橋梁点検を代替するための受動回転球殻を有するマルチコプタの開発と実橋梁における点検性能評価, 日本ロボット学会誌, Vol.34, No.2, pp119-122, 2016.
- 8) 木本啓介, 山口浩平, 奥松俊博, 河村太紀, 松田浩: 光学的計測手法による仮設足場を必要としない橋梁点検手法の開発, 長崎大学大学院工学研究科研究報告, 47(89), pp.59-66, <http://hdl.handle.net/10069/37675>, 2017.
- 9) 藤田悠介, 田口岳志, 浜本義彦: コンクリート構造物の外観検査のための画像合成および半自動ひび割れ評価, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), Vol.74, No.1, pp18-32, 2018.
- 10) Phase one industrial iXU-RS 1000, [http://industrial.phaseone.com/iXU\\_camera\\_system.aspx?c=ixurs1000](http://industrial.phaseone.com/iXU_camera_system.aspx?c=ixurs1000), 2017年10月17日閲覧.
- 11) Capture One Pro 10 Imaging Software | Phase One, <https://www.phaseone.com/ja-JP/Products/Software/Capture-One-Pro/Highlights.aspx>, 2017年10月17日閲覧.
- 12) Custom Vision Service - Microsoft Azure, <https://docs.microsoft.com/ja-jp/azure/cognitive-services/custom-vision-service/getting-started-build-a-classifier>, 2017年12月17日閲覧.

## A BASIC STUDY ON DIAGNOSTIC IMAGING TECHNOLOGY FOR BRIDGE INSPECTION USING SUPER HIGH RESOLUTION CAMERA COMPARED WITH VISUAL INSPECTION

Takahiro MINAMI<sup>1</sup>, Makoto FUJII<sup>2</sup>, Junichi TAKAYAMA<sup>3</sup>, Shinya SUDA<sup>4</sup>, Shuya OKUMURA<sup>5</sup>, Kazuo WATANABE<sup>6</sup> and Kazuki FUKUMOTO.