

# コンクリート構造物のひび割れ画像を用いた 健全性の診断支援に関する基礎的研究

南 貴大<sup>1</sup>・藤生 慎<sup>2</sup>・福岡 知隆<sup>3</sup>・塩崎 由人<sup>4</sup>・高山 純一<sup>5</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 金沢大学准教授 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: fujiu@se.kanazawa-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 金沢大学博士研究員 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: tfukuoka@se.kanazawa-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 金沢大学大学院特任助教 自然科学研究科 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: yuto@se.kanazawa-u.ac.jp

<sup>6</sup>フェロー 金沢大学名誉教授 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

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。筆者らは点検箇所の画像を保存、深層学習を用いたひび割れ位置の自動検出、ひび割れ幅・長さの自動計測、GIS（地理情報システム）上での管理を一元的に行うことができるシステムを開発した。システムの活用可能性・課題点について橋梁の点検経験者にヒアリングを行い把握した。また、損傷の検出のみでなく健全性の診断に関する支援情報の提供まで行えることが望ましいという課題から、本研究では、過去の近接目視点検結果を用いて、損傷を客観的に数値化した損傷度と点検箇所の健全性を示す健全度の関係性を分析した。

**Key Words :** *soundness of bridge, bridge inspection, crack map, automatic diagnosis.*

## 1. はじめに

日本では、橋長2m以上の橋梁が約72万橋あり、その多くが高度経済成長期に建設されており、橋梁の高齢化が進んでいる。緊急的に整備された箇所や立地条件が厳しい箇所では老朽化が顕在化している。地方自治体管理の橋梁では、2018年で約2650橋が通行規制を行っており、2008年から10年間で約3.0倍に増加している<sup>1)</sup>。

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。道路管理者は、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。定期点検の結果を蓄積し活用することで、効率的で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<sup>2), 3), 4), 5), 6)</sup>。しかし、地方公共団体では、管理する橋梁の数に対して人材が不足していること、維持管理にかけられる財源が不足していることから、定期的に近接目視点検を行えていない自治体が一定数存在する。地方公共団体を対象に行った5年に1度の近接目視点検の義務化に関するアンケート調査<sup>7)</sup>では、点検業務の課題として財源・人材不足の課題が問題視されている。具体的な課題としては「職員・委託コンサル技術者の人数が、管理橋梁に対して圧倒的に少ない」ことや「点検費用が高いため、修繕にお金があてられない」ことなどが挙げられている。特に市区町村においては、橋梁保全業務に携わる土木技術者が少なく、また、ひとつの橋梁にかけることができる点検業務費用についても都道府県などの規模の大きな自治体に比べて市町村では少ない。財源・人材の不足により、今後継続的に予防保全的に維持管理を行っていくことは困難である。

これらの課題を踏まえ、筆者らは点検箇所の画像

を保存，深層学習を用いたひび割れ位置の自動検出，ひび割れ幅・長さの自動計測，GIS（地理情報システム）上での管理を一元的に行うことができるシステムを開発した．本研究では，橋梁の点検経験者に対してヒアリングを行い，開発したシステムの活用可能性・課題の把握を行った．

また，橋梁の定期点検では，損傷を検出することだけでなく，検出された損傷をもとに健全性についても診断を行っている．画像データを用いたひび割れの自動検出が行われている一方で，検出されたひび割れをもとに健全性の診断については自動で行っていないのが現状である．既存の点検・診断手法では，診断者によるばらつきが少なからず含まれており，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．

本研究では，過去の橋梁の定期点検の結果を用いて，検出した損傷から客観的に損傷の程度を数値化した損傷度と健全性を評価している健全度の関係性を分析を行った．対象部材はコンクリート床版として，損傷種類はひび割れを対象とした．

これまで専門技術者が行ってきた健全度診断の事例の傾向を把握することで，若手技術者への知識の伝承につながると考えている．客観性のある点検結果を蓄積することによって，より効果的な維持管理計画の策定につながると考える．

## 2. 既往研究の整理と本研究の位置づけ

画像データを用いたコンクリート損傷の検出に関する研究ではなく，健全度・損傷度の診断に関する研究について整理する．

広兼ら<sup>8)</sup>は，コンクリート床版のデジタル画像47枚を対象として，サポートベクターマシンを適用することで，ひびわれによる構造物の損傷度を推定している．ひびわれの発生パターンとひびわれの集中度の指標を用いて損傷度の分類を試みている．

大島ら<sup>9)</sup>は，橋梁全体の健全度を評価方法として，数量化理論およびファジィ数量化理論を適用した場合の評価方法の比較を行い，橋梁の健全度に影響する様々な因子と部材損傷の相関性について検討するとともに耐震性を考慮した健全度評価方法に提案している．

杉本ら<sup>10)</sup>は，サポートベクターマシンを用いて，部材単位で行われている社会基盤施設点検の結果を利用することで供用年数をもとにして社会基盤施設単位での総合的な健全度と補修の順位付けを行う手法を提案している．

本研究では，ひび割れの位置・幅・長さを自動検出し管理するシステムを開発し，システムの活用可能性・課題について点検者のヒアリングを通して把握することを目的としている．また，点検熟練者が行った過去の近接目視点検結果を用いて，検出した損傷状況を客観的に評価がなされている損傷度と技



図-1 高解像度カメラでの橋脚部の撮影の様子



図-2 AIによるひび割れ自動検出の結果の一例

術者の技術的判断を含んだ評価がなされている健全度との関係性を把握し，若手技術者への診断支援情報の提供の一助になることを目指している．

## 3. システムの概要

本システムは，橋梁を対象とし，高解像度カメラで撮影された点検箇所画像の保存，損傷の検出，健全性の診断支援，GIS上での管理を一元的に行うシステムである．システムは高解像度カメラでの撮影画像に画像処理を施し，画像認識によってコンクリート構造物の代表的な損傷であるひび割れの位置・幅・長さを自動で検出することが可能となっている．本システムを導入した橋梁点検業務では，橋梁の撮影作業と損傷の検出・診断作業で作業者の負担が可能となることを目指している．作業を分担することで，点検技術者が遠隔地で画像を用いて損傷検出・診断作業を行うこととなり，点検技術者の負担を抑えることが可能となる．

### 1) Phase 1 高解像度カメラでの対象物撮影

解像度の高いカメラを使用することで，遠距離から画像分解能が小さい画像を入手することが可能である．また，ダイナミックレンジが高く，影になりやすい床版などのひびわれも撮影可能である．図-1に高解像度カメラでの撮影の様子を示す．図-1では17mからの距離で橋脚を1枚の画像で撮影している．17m離れていても0.2mmのひび割れを視認することが可能である．

### 2) Phase 2 ひび割れ位置の自動検出

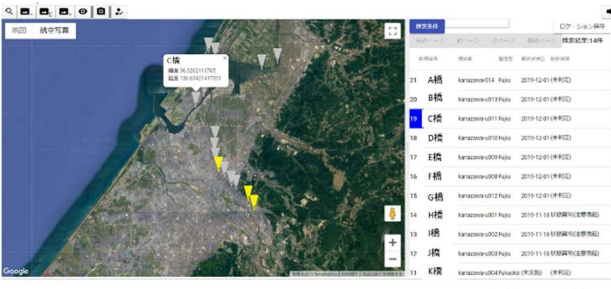


図-3 開発したシステムのインターフェイス画面の一例

深層学習を用いた画像処理技術の一つであるセマンティックセグメンテーション技術を用いて画像のひび割れ領域を自動抽出する。セマンティックセグメンテーションは画像を任意の領域（道路、空、人など）に分割した情報を保持した教師データから、各領域の特徴を学習したモデルを用いて、未知の入力画像に対して画像の領域を自動で推定する技術である。畳み込み学習をベースとした領域の特徴抽出を行い、ピクセル単位で領域の推定を行う。

推定する領域を「ひび割れ箇所」と「ひび割れ以外の領域」として、事前に学習したモデルを用いることにより、撮影した橋梁画像のひび割れ箇所を自動で推定する。ノイズとして抽出される型枠跡、Pコン跡を除去するため、同様に型枠跡のみ、Pコン跡のみを抽出するモデルを学習し、その結果を用いてひび割れ以外のノイズ（型枠跡、Pコン跡）の除去を行う。自動検出した結果の一例を図-2に示す。

### 3) Phase 3 ひび割れ幅・長さの自動計測

ひび割れ位置の検出結果から、ひび割れ領域のピクセル数を取得する。Zhang-Suenの細線化アルゴリズム<sup>11)</sup>に基づき、ひび割れ領域を1ピクセル単位まで細線化することでひび割れ長さを計測する。ひび割れの領域のピクセル数とひび割れの長さに基づきひび割れ幅を計測する。計測精度については1.5億画素の高解像度カメラ（焦点距離：240mm、シャッター速度：160分の1秒）を用いて撮影距離5mで撮影した場合、0.05mmのひび割れの自動検出が可能であり、ひび割れ幅の計測精度は0.05mmにおいて±0.04mmの誤差で計測可能である。

### 4) Phase 4 地理空間上での管理

橋梁の位置情報と健全性の診断結果を紐づけることで、GIS上に各点検箇所の点検結果を表示する。各点検箇所の点検結果は、点検部位で最も悪い点検結果を代表値として表示する。システムのインターフェイス画面の一例を図-3に示す。

## 4. 橋梁の点検経験者によるヒアリング

橋梁の点検経験者に本システムの使い方、性能、ユーザーインターフェースなどを説明し、本システムの活用可能性と課題についてヒアリングを行った。図-4に橋梁の点検経験者とのヒアリング様子を示す。



図-4 点検経験者に対するヒアリング

以下に本システムに対するヒアリング結果を示す。

### 1) 本システムの活用可能性

- ・ コンクリートひび割れの点検項目では、ひび割れをチョーキング・記録するなどの作業があり、ひび割れの量によって点検にかかる費用・時間が異なる。そのため、事前にひび割れの量を本システムを使用して把握することが可能であれば、点検費用・期間の見積もりの際に活用することが可能。
- ・ 定量的にひび割れの幅が写真を撮るだけで簡単に把握できるので、近接目視点検後における橋梁の経過観測としても適用可能。
- ・ 同じ橋梁であっても、点検者が異なる場合がある。点検者によっては、小さなひび割れを記録していないため、2巡目以降の点検では、新たにひび割れが発生したものか、以前の点検で見逃したものと判断することが困難な場合がある。そのため、自動検出によって客観的に見逃しなくひび割れを記録することは、劣化の程度を正確に把握することができ、点検業務の質の向上につながる可能性がある。
- ・ 本システムを導入することで、現場の撮影者と遠隔地の診断者、道路管理者の3者が有機的に連携することができ、若手技術者の教育、道路管理者の点検結果に対する理解が深まることが期待できる。

### 2) 本システムの課題

- ・ 点検時には、過去の点検結果も使用するため、過去の点検・補修履歴を追える必要がある。
- ・ 写真だけではなく、動画など音声通信機能があると現場の状態を遠隔地の診断者が把握でき・撮影の指示も簡易になる。
- ・ 今後の技術者の不足の問題を鑑みると、橋梁の設計・点検の経験の少ない若手技術者のために、損傷を見つけるだけでなく、健全性の診断支援となる情報を選択形式で提供できるものが必要である。
- ・ 損傷の発生箇所、発生要因を診断する場合があるため、撮影した点検箇所が橋梁全体のどの

表-1 健全度の判定区分

区分	状態
I	健全
II	予防保全段階
III	早期措置段階
IV	緊急措置段階

表-2 損傷度の判定区分

損傷度	一般的状況
e	損傷が著しく、交通の安全確保の支障となる恐れがある。
d	損傷が大きく、損傷eへ進展する可能性がある。
c	損傷が大きく、補修するかどうかの検討を行う必要がある。
b	損傷が認められ、その程度を記録する必要がある。また、損傷状況によっては追跡調査委を行う必要がある。
a	軽微な損傷である。
損傷なし	点検の結果から、損傷は認められない。

部分にあたるかをより簡単に把握できるようにするとよい。

## 5. 損傷度と健全度の関係性に関する分析

本研究では、4章におけるヒアリング結果のシステムの課題として挙げられた、点検箇所の健全性の診断支援情報の提供を行うために、基礎的な分析として国内のある市で行われた橋梁の近接目視点検の結果を用いて、損傷度と健全度の関係性について分析を行う。

### 5.1. 橋梁の定期点検の概要

定期点検では近接目視によって損傷の程度を把握して、橋梁・部材単位で構造上の健全性の診断・評価を行っている<sup>12)</sup>。

橋梁毎の健全性の診断は橋梁単位で総合的な評価をつけるものであり、健全度の判定区分はI：健全、II：予防保全段階、III：早期措置段階、IV：緊急措置段階、の4段階で評価される。一般的に橋梁を構成する部材の健全度の合成値あるいは構造物の性能に影響を及ぼす主要な部材に着目してもっとも厳しい評価値で評価される。主要な部材として、主桁、床版、橋脚・橋台、基礎、支承部、伸縮装置などが挙げられ、各部材が橋梁全体に与える影響を加味した重み係数を設定することで橋梁単位の健全度を算出している。しかし部材単位の健全度が道路橋全体の健全度に及ぼす影響は、構造形式や、架橋環境条件、当該の重要度によって異なるため、各部材の重みは道路管理者によって異なっている。

部材単位の健全性の診断は構造上の部材区分あるいは部位毎、損傷種類ごとに行うことを基本としており、健全度の判定区分は表-1に示すように、I：健全、II：予防保全段階、III：早期措置段階、IV：緊急措置段階、の4段階で評価される。損傷種類は部位・材料種別によって異なっており、例えば、鋼部材であると腐食、亀裂、ゆるみ・脱落、破断、防

食機能の劣化などが、コンクリート部材であるとひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち、床版ひびわれ、うきなどが評価する損傷種類として挙げられる。本研究では、部材単位の健全度について着目し、コンクリートひび割れの損傷項目がある床版を対象部材として分析を行った。

### 5.2. 損傷の程度の評価

橋梁の定期点検では、点検部位、部材の要素毎、損傷毎に損傷の程度を評価している。これらの記録は単に損傷の大小という情報だけでなく、橋梁の状態を示す最も基礎的なデータとして蓄積され、維持・補修等の計画の検討などに利用される。そのため損傷度の評価はできるだけ正確かつ客観的となるように評価している。損傷度の評価では、損傷種類に応じて定性的な区分で評価するものと定量的な数値データとして評価されるもの、あるいはその両方で評価することが必要なものがある。損傷度は損傷の現状を評価したものとし、その原因や将来予測、橋全体の耐荷性能等へ与える影響度合いは含まないものである。一方、対策区分や健全度判定は、損傷原因や将来予測、橋全体の耐荷性能等へ与える影響、当該部位、部材周辺の部位、部材の現状等を考慮し、今後道路管理者が執るべき措置を助言する総合的な判定であり、技術者の技術的判断が加えられたものである。

国内のある市では、損傷度を表-2に示すように6段階で評価している。対象とするコンクリート床版の損傷度は損傷の種類が「ひび割れ・遊離石灰、床版ひび割れ・抜け落ち」と「剥離・鉄筋露出・うき」の2種類存在する。本研究では、前者の「ひび割れ・遊離石灰、床版ひび割れ・抜け落ち」の損傷のみを対象とする。損傷度の区分は定性的・定量的な区分の両方を組み合わせており、「損傷度e」：路面陥没の恐れがある抜け落ち、ひび割れが多数発生、錆汁が見られる、部分的な剥離・剥落が見られるもの、「損傷度d」：格子一辺25cm程度の二方向ひびわれで漏水による変色、遊離石灰、錆汁を伴うもの、「損傷度c」：格子一辺25cm程度の二方向ひび割れで漏水による変色、遊離石灰、錆汁を含まないまたは、格子一辺50cm程度の二方向ひび割れで漏水による変色・遊離石灰・錆汁を伴うもの、「損傷度b」：格子一辺50cm程度の二方向ひび割れで漏水による変色、遊離石灰、錆汁を含まない、または一方向ひび割れもしくは二方向ひび割れ格子は形成していないもの、「損傷なし」の5段階で評価されている。対象部材がないもしくは判定不可であったサンプルは本研究では分析対象から除外した。また、損傷度とともに損傷の規模が対象部材に対してどのくらいあるかを、大：全体、中：全体の2分の1、小：局所、無の4段階で評価している。

本研究では、若手技術者に診断支援情報を提供するために、過去の橋梁の点検結果を用いて、損傷状況から客観的な評価がなされている損傷度と技術者の技術的判断が加わった健全度との関係性を把握し、

表-3 床版の損傷度・損傷規模と健全度の集計結果

損傷度	損傷規模	健全度	
		II	III
b	小	38	0
	中	8	0
	大	4	0
c	小	59	1
	中	11	0
	大	9	0
d	小	0	1
	大	1	0

点検の熟練者が客観的な評価がされている損傷度から健全度にどのように変換させているかを明らかにする。

### 5.3. 損傷度と健全度の関係性の基礎分析結果

本研究では、可視画像から取得できる情報のみを対象としているため、「剥離・鉄筋露出・うき」の損傷が見られるサンプルは除外し、「ひび割れ・遊離石灰、床版ひび割れ・抜け落ち」が見られたサンプルのみを抽出した。またコンクリート床版が構成部材としてあるが記録の欠損が見られるものについては除いた。健全度、損傷度、損傷規模のデータの欠損がない橋梁132橋を使用したデータとした。

使用データを用いて、損傷度・損傷規模と健全度の関係性について集計した結果を表-3に示す。損傷度cの橋梁はみられなかった。床版の損傷度b、cの橋梁については概ね健全度IIの判定がなされていることが分かる。損傷度cの1つの橋梁が健全度IIIに判定されている。損傷度dに関しては、サンプル数が少ないものの、健全度IIと健全度IIIに同じ確率で判定がなされている。また、損傷規模で見た場合、損傷の規模が大きくなると、健全度が悪くなっている傾向はみられなかった。反対に、健全度IIIと判定されている橋梁が2つあるが、どちらも損傷の規模は小と判定されている。

判定が分かれた橋梁について橋梁台帳から諸元を把握した。健全度IIIと判定された橋梁について、どちらも代替路はありの一般道であり、損傷度cの橋梁は架設年次が1970年であった。損傷度dの橋梁は第一次緊急輸送道路に指定されており架設年次も1929年と比較的古い橋であった。健全度IIと判定された損傷度dの橋梁は、架設年次1970年で、橋長242mの橋梁であった。今後の課題として、判断が分かれた橋梁について、判断が分かれた要因について統計的に分析する必要がある。

## 6. まとめと今後の課題

本研究では、橋梁を対象とし、高解像度カメラで撮影された点検箇所画像の保存、損傷の検出、健

全性の診断支援、GIS上での管理を一元的に行うシステムを開発した。また、開発したシステムの橋梁点検における活用可能性・課題について橋梁の点検経験者にヒアリングを行い把握した。ヒアリングの結果、コンクリートひび割れの点検項目では、ひび割れをチョーキング・記録するなどの作業があり、ひび割れの量によって点検にかかる費用・時間が異なるため、事前にひび割れの量を本システムを使用して把握することが可能であれば、点検費用・期間の見積りの際に活用することが可能であるという意見をいただいた。また、同じ橋梁であっても、点検者が異なる場合があり、点検者によっては、小さなひび割れを記録していないため、2巡目以降の点検では、新たにひび割れが発生したものか、以前の点検で見逃したものか判断することが困難な場合がある。そのため、自動検出によって客観的に見逃さなくひび割れを記録することで、劣化の程度を正確に把握することができ、点検業務の質の向上につながる可能性という講評をいただいた。また、現場の撮影者と遠隔地の診断者、道路管理者の3者が有機的に連携することができ、若手技術者の教育、道路管理者への点検結果の理解が深まることが期待できること、定量的にひび割れの幅が写真を撮るだけで簡単に把握できるので、近接目視点検後に経過観測をしないといけない橋梁に対して適用可能であるという意見もいただいた。

ヒアリング結果からシステムの課題としては、点検時には、過去の点検結果も使用するため、過去の点検・補修履歴を追える必要があること、現場の状態を遠隔地の診断者が把握・撮影の指示するためにも写真だけではなく、動画など音声通信機能の追加が必要であること、今後の技術者の不足の問題を鑑みると、橋梁の設計・点検の経験の少ない若手技術者のために、損傷を見つけるだけでなく、健全性の診断支援となる情報を選択形式で提供できるものが必要であること、損傷の入っている箇所、発生要因を診断する場合があるため、撮影した点検箇所が橋梁全体のどの部分にあたるかをより簡単に把握できるように改善する必要があることなどが挙げられた。

また、若手技術者に診断支援情報を提供するために、過去の橋梁定期点検結果を用いて、損傷状況から客観的な評価がなされている損傷度と技術者の技術的判断が加わった健全度との関係性を把握し、点検の熟練者が客観的な評価である損傷度から健全度にどのように変換させているかを明らかにした。基礎分析の結果、国内のある市のコンクリート床版の損傷度の判定区分で損傷状況を客観的に区分することができれば、おおむね健全度についても判定することができている傾向が見られた。そのため、今後、画像から国内のある市の損傷度の判定区分の特徴を抽出できるアルゴリズムを実装する必要がある。

しかし、同じ損傷度でも健全度の判定が分かれた橋梁も一定数あることが分かった。今後の課題として、健全度の判定が分かれた橋梁に着目して、どの

ような要因が起因しているかを統計的に分析し、熟練技術者の経験知を形式知にする必要がある。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省 老朽化の現状・老朽化対策の課題, <https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/torikumi.pdf>, 2019年12月24日閲覧
- 2) 南貴大, 藤生慎, 中山晶一朗, 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.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) 水谷大二郎, 小濱健吾, 貝戸清之, 小林潔司: 社会基盤施設の多元的劣化過程モデル, 土木学会論文集 D3, Vol.72, No. 1, pp34-51, 2016.
- 7) 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・ニーズ調査偏】, [http://www.socialinfra.org/p\\_activity/questionnaire/Bridge\\_tenken\\_Digest.pdf](http://www.socialinfra.org/p_activity/questionnaire/Bridge_tenken_Digest.pdf), 2018年7月19日閲覧
- 8) 広兼道幸, 野村泰稔, 楠瀬芳之: コンクリート構造物のひび割れ形状に基づく損傷度分類への線形 SVM の適用, 土木学会論文集 A, Vol.64, No.4, pp739-749, 2008.
- 9) 大島俊之, 三上修一, 山崎智之, 丹波郁恵: 橋梁健全度評価に用いる評価方法の検討と影響要因の解析, 土木学会論文集, Vol.2001, No.675, pp201-217, 2001.
- 10) 杉本博之, 一関恵伍, 阿部淳一, 古川浩平: SVM による社会基盤施設の健全度の総合的評価とそれによる順位付けに関する研究, 土木学会論文集 A, Vol.65, No.3, pp658-669, 2009.
- 11) Zhang-Suen thinning algorithm, [https://rosettacode.org/wiki/Zhang-Suen\\_thinning\\_algorithm#Python](https://rosettacode.org/wiki/Zhang-Suen_thinning_algorithm#Python), 2020年3月7日閲覧
- 12) 国土交通省道路局国道・防災課, 橋梁定期点検要領, [http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/pdf/yobo3\\_1\\_6.pdf](http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/pdf/yobo3_1_6.pdf), 2018年10月17日閲覧

## A BASIC STUDY ON BRIDGE SOUNDNESS DIAGNOSIS USING BRIDGE INSPECTION DATA

Takahiro MINAMI<sup>1</sup>, Makoto FUJII<sup>2</sup>, Tomotaka FUKUOKA<sup>3</sup>, Yuto SHIOZAKI<sup>4</sup>  
and Junichi TAKAYAMA<sup>5</sup>,

In Japan, there is a discussion about the replacement or extension of the service life of the bridges built during the rapid economic growth period, which are now reaching the end of their planned service period. As issues with the continuing close visual inspection of bridges are surfacing, the remote imaging system is expected to become a new inspection method that replaces close visual inspection. Although the automation of the creation of the data of damage has been achieved, the automation of the diagnosis of the soundness level has not been performed. In order to ensure the objectivity of the diagnosis results, in this study, in order to automate the soundness level evaluation, we analyzed the relationship between the data of damage and the soundness level evaluation value at the time of periodic inspections in the past.