[共通セッション] 構造物の設計/維持管理におけるAI/DX

2024年9月6日(金) 10:40 ~ 12:00 第1講義室(経済学部)(川内南キャンパス文科系総合講義棟)

構造物の設計/維持管理におけるAI/DX (7)

座長：今井 龍一（法政大学）

11:10 ~ 11:20

[CS11-46] 多摩市の橋梁における損傷の継続監視とAI を活用した損傷の進行把握方法の検討

*中島 道浩[1]、伊藤 均[1]、横田 敏広[1]、山本 浩貴[1]、野田 一弘[1]、浅沼 孝[3]、山田 康一郎[2]、楢島 幹夫[4]、岡田 稔[4] (1. 八千代エンジニヤリング株式会社、2. 株式会社ニコンシステム、3. 株式会社ニコン・トリンブル、4. 多摩市)

キーワード：ひび割れ、AI、健全性評価、継続監視、橋梁、点検

人が作成した過去の点検記録を基に判断するとひび割れの進展が確認されるが、その進行性は正確に判別できない橋梁があったため、複数年継続監視を実施した．監視等により正確な進行把握が可能となれば,健全性の判断や措置内容の適正化,実施時期の優先度付け,維持管理費の低減などにつながる効果が期待できる.
本検討では,損傷検知AI が持つ特性を把握した上で,AIを使用した継続監視データからの損傷の進行把握方法ついて検討した.検討の結果、従来，点検者が目視で確認することが困難な，ひび割れの進行を確認することが出来た．劣化進行の定量的な評価方法として，今後の点検手法を補う１手段として有効であると考える．

© 2024 Japan Society of Civil Engineers

多摩市の橋梁における損傷の継続監視と AI を活用した損傷の進行把握方法の検討

八千代エンジニヤリング（株）　正会員　○中島　道浩，正会員　伊藤　均，非会員　横田　敏広
八千代エンジニヤリング（株）　正会員　山本　浩貴，正会員　野田　一弘
（株）ニコン・トリンブル　非会員　浅沼　孝
（株）ニコンシステム　非会員　山田　康一郎
多摩市都市整備部道路交通課　非会員　楢島　幹夫，非会員　岡田　稔

１．背景・目的

多摩市において令和元～5 年度の間，橋梁の点検，補修設計，長寿命化計画策定業務の長期包括契約を実施している．令和元年以前の点検結果では健全性判定Ⅲの橋梁が多数確認されていたが、これらの橋梁の健全性は，措置したもの，点検時の判断手法の見直し（**図 1**）により判定が変わるものなど，多様なマネジメントを実施したことで，回復しつつある（**図 2**）．

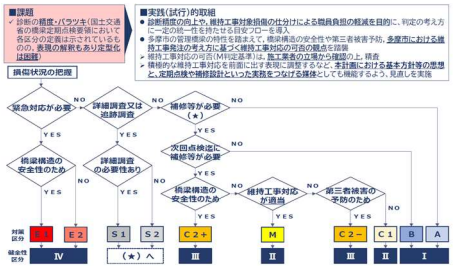

図 1 健全性の判定フロー

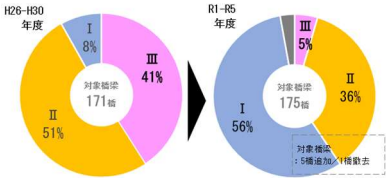

図 2 多摩市の健全性の変化

対象橋梁の中には，過年度の「点検調書」からひび割れの進展が確認された橋梁があるが，人が作成した損傷図であるため，その進行性を正確に判断できない橋梁があった．そこで，長期包括の利点を生かし，複数年継続監視を実施した．監視等により正確な進行把握が可能となれば，健全性の判断や措置内容の適正化，実施時期の優先度付け，維持管理費の低減などにつながる効果が期待できる（**図 3**）．また，令和 6 年度以降の点検要領の改訂案では，予防保全段階に関しても的確な判断が求められる方針となっており，劣化進行を把握することはより重要になると考えている．

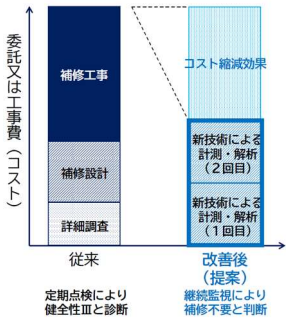

図 3 監視の効果イメージ

以上を目的として，本検討では，損傷検知 AI が持つ特性を把握した上で，継続監視データからの損傷の進行把握方法ついて検討した．

２．人による損傷の継続監視

人による損傷進展の把握では，2021 年に実施した点検時にひび割れの先端に複数個所マーキングを実施した．2023 年にひび割れ長さの進行を確認（**図 4**）したが，伸びは確認されず，人の目視判断では，全体的に進行は見られない結果となった．

図 4 ひび割れ先端の確認

３．デジタルデータを活用した継続監視

2021 年，2022 年，2023 年と約 1 年毎に撮影した写真から AI によるひび割れ損傷図を作成（**図 5**）し，デジタルデータによる損傷の進行把握方法を検討した．

3 年間の撮影条件は，撮影位置，アングル，照明環境，解像度は固定していないが，解析時に最も解像度

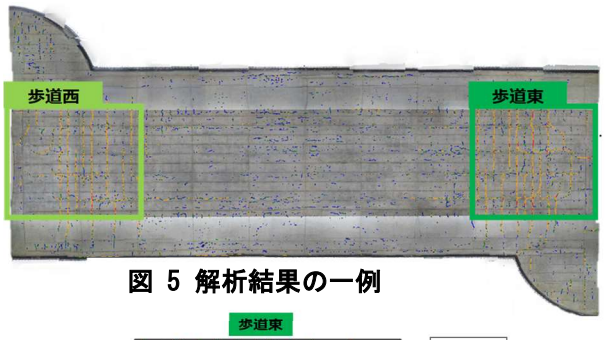

図 5 解析結果の一例

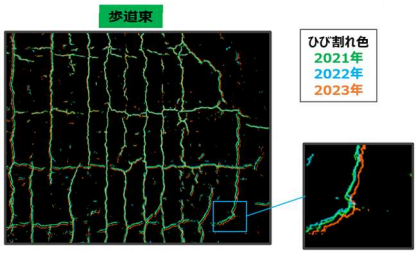

図 6 図化による進展の比較

キーワード　ひび割れ，AI，健全性評価，継続監視，橋梁
連絡先　〒111-8648　東京都台東区浅草橋 5-20-8 CS タワー 八千代エンジニヤリング（株）　TEL 03-5822-6213

© Japan Society of Civil Engineers

の低い画像に他の画像を落とす処理を実施した．把握方法は，CAD 図，および幅・長さをピクセル単位で処理した数値データおよび面積を算出し，その傾向を定量的に把握することとした．なお，ひび割れ幅は、輝度変化から変換式を適用し算出した値である．

CAD 図による比較検討結果では，ひび割れ画像の結合処理等の影響により，各年のひび割れの位置を重ねることが困難であった（**図 6**）．また，重なったとしてもひび割れの進行性を目視で把握することは著しく困難である．

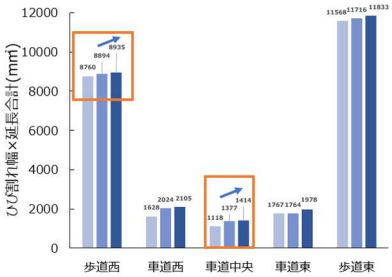

図 7 面積による比較

そこで，ひび割れの面積で比較した結果，全ての箇所でひび割れ面積が増加傾向であることが確認された（**図 7**）．ひび割れが多い歩道西，歩道東では増加率は 3%程度であるが，ひび割れが少ない車道部（西～東）は 10～30%程度増加している．

幅と長さで比較した結果では， 2021 年からは，おおむね増加傾向にあるが，1. 0㎜ 未満（0.3～1.0mm）では，減少している（**図 8**）．これは，極端に幅が広がっている箇所（角欠けなど）で，AI が検知しない場合があることが 1 つの要因であると考えている．

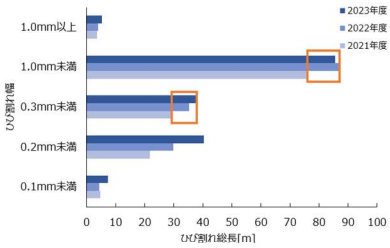

図 8 幅と長さによる比較

4．デジタルデータを活用した継続監視の検証

人による目視では，進行性が認識されないが，AI による比較では，ひび割れの増加傾向が確認された．その要因を検証するために，対象とした橋梁とは異なるボックスカルバートでひび割れの画像検知性能を検証した．計測は，定点で 3 回，時間を変えて計測（30 分後、6 か月後）し，AI の特性を把握した．

同じ画像を複数回，AI でひび割れ検出した場合，その検出結果に違いはないことを確認した上で，**図 9** に示す通り，人の目で判断する限りでは，進展はみられないひび割れ画像を AI でひび割れ検出し，その検出結果の違いを比較した．撮影条件は，**表 1** に示す通りほぼ同じ撮影条件となっている．

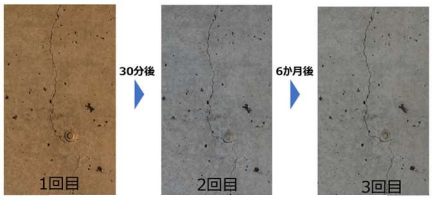

図 9 3 回の撮影データ

表 1 撮影条件の比較

No	ファイル名	撮影日時	カメラ	レンズ	焦点距離 [mm]	撮影距離 [m]	解像度 [mm/pixel]
1	DSC_7570	2021/9/15 16:54	Z7	24-120mm	51	2.8	0.22
2	DSC_7750	2021/9/15 17:19	Z7	24-120mm	51	2.8	0.22
3	Z71_3364	2022/3/21 10:36	Z7	24-120mm	50	2.7	0.22

ひび割れ長さは大きな変化はなかったが，ひび割れ幅が、最大 30%ばらつく結果となった（**表 2**）．日射等の影響により撮影された画像が変化したことによって，AI による解析値が異なっていると判断した．

表 2 幅の計測結果

	実測値 [mm]	1回目	2回目	3回目
計測点1	0.95	0.86	0.79	0.93
計測点2	0.65	0.61	0.55	0.74
計測点3	0.60	0.65	**0.58**	**0.79**

5．継続監視におけるひび割れ進行の把握方法案

デジタルデータからひび割れ総量の増加傾向を把握できたとして、その妥当性は、実際の発生状況から確認する必要がある。そのため，ひび割れが進行している箇所を抽出・明示することを目的としたメッシュ解析を行い，実際のひび割れ進行状況を確認した（**図 10**）．この結果，**図 11** に示すような角欠けを複数個所で把握することができた．このような水準で損傷の進行を人の目視では認識することはできず，AI を活用することで進行性把握の高度化が可能であることが確認された．

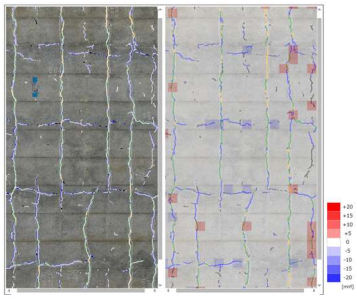

図 10 メッシュによるひび割れ増減の把握

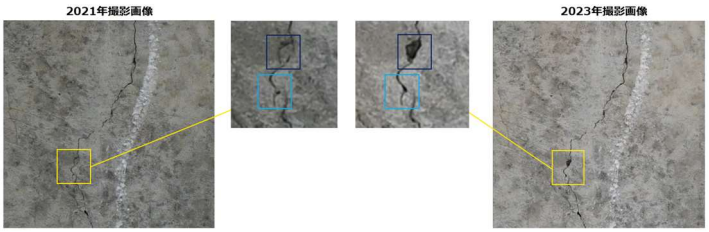

図 11 メッシュ解析により増加した箇所の詳細画像

6．結果

・従来，点検者が目視で確認することが困難な，ひび割れの進行を確認することが出来た．

・画像取得、処理のばらつきの影響を低減することなど課題はあるが、劣化進行の定量的な評価方法として，今後の点検手法（特に点検要領改定後）を補う 1 手段として有効であると考える．

本検討は，多摩市にフィールドを提供いただきご協力頂きました．ここに感謝の意を表します．

© Japan Society of Civil Engineers