

自律飛行型ドローンによる床版下面画像からの角欠け検出に関する試験

大日本コンサルタント 正会員 ○牧 祐之, フェロー 横山 広 金沢大学 フェロー 梶谷 浩
 東京大学 正会員 長井 宏平 寒地土木研究所 正会員 中村 拓郎
 日本システムウェア 正会員 野村 貴律 NTTドコモ 非会員 田仲 秀行

1. はじめに

道路橋床版の疲労劣化は輪荷重走行の繰り返し作用による格子状のひび割れ進展から押し抜きせん断破壊に至るものであり、輪荷重走行試験機によってその損傷過程が解明されている。疲労によるひび割れ進展では、貫通ひび割れによりたわみが漸増し、ひび割れ部の上下動、即ち擦り磨き作用により角欠けが発生する。著者らはこれまでに輪荷重走行試験のひび割れ進展画像から角欠けをAI検出し、その発生個数の増加とたわみ増加が近似すること、さらに破壊の兆候がたわみの経時変化よりも早く認知できる可能性を示唆した^{1,2)}。

角欠けは橋梁定期点検要領にも記述されているとおり、道路橋床版の劣化を評価する指標の一つであり、それを検出するための床版下面の画像を簡易に取得することが可能になれば、劣化度評価の精度が向上すると考えられる。そこで本研究では、橋梁下面でも飛行が可能となる自律飛行型ドローンを用いて画像データを取得し、その画像から角欠けのAI検出を試みたのでその結果を報告する。

2. 試験内容

床版下面の画像は実橋であることが望ましいものの、現在の維持管理では予防保全への移行も相まって角欠けが発生するまで放置される床版はほとんど実在していないのが実情である。よって、試験では輪荷重走行試験を終了したひび割れが生じている床版供試体を実験場室内で床上クレーンによって吊り上げ、供試体周囲にシートを垂らすことで明るさを調整しながら画像を取得した(写真-1)。使用したドローンは自律飛行が可能なskydio社のskydio2であり、撮影状況は写真-2の通りで、その際の照度は7ルクス程度であった。自律飛行型ドローンの障害物回避機能による障害物までの最小距離は設定値では0.28mで、実質の距離は0.40~0.50m程度を保持しての飛行であった。



写真-1 供試体の照度調整

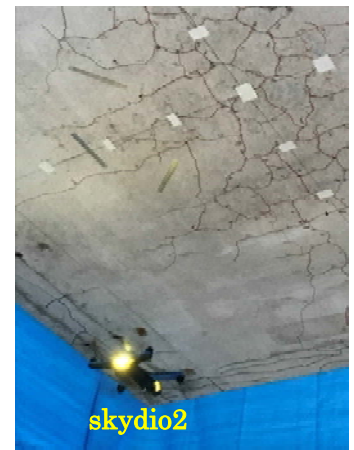


写真-2 ドローン撮影状況

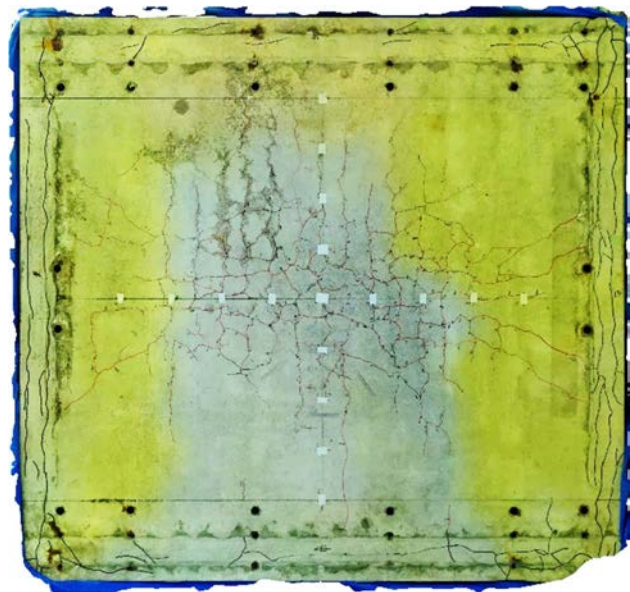


写真-3 床版下面のオルソモザイク画像（明るさ調整済）

3. 試験結果

ドローンによる撮影画像をオルソモザイク

キーワード 道路橋床版, ひび割れ, 角欠け, ドローン, 劣化度評価

連絡先 〒102-0075 東京都千代田区三番町 6-3 大日本コンサルタント(株) TEL 03-6850-0065

化したものを写真-3 に示す。ひび割れは赤色でマーキングしており、ひび割れ図として記録したものが図-1 である。

なお、本供試体では反応性骨材を使用しており、ASRに起因するひび割れが含まれている。図のひび割れは供試体上面からの透視図となっており、写真-3 の画像とは表現している方向が異なっていることに注意を要する。ひび割れに沿ったマーキングという補助作業は必要になるもののオルソモザイク画像でもひび割れ形態は確認可能であり、面積範囲が確認できる情報があれば、あえて損傷図として加工する必要は無いと考えられる。

写真-4 はAIによる角欠け検出を実施した結果の画像である。写真で黄色の点がAIで検出した角欠けで、赤色の丸で囲んだものがAIでは検出できなかった未検出の角欠けである。写真-4 の拡大部分での全体の角欠け数に対する未検出の割合は30%程度であり、その理由として、実橋を想定して照度を7ルクスとしたため、使用した自律飛行型ドローンの画像取得センサではAI分析に使用できる解像度が得られなかったものと考えている。

検出精度が得られない場合の対応として、道路橋床版下面側のひび割れは補強鉄筋配置の影響を受けることが知られており、ひび割れパターンはその影響で格子状となる。その後劣化が進展すると床版は梁化して終局に至ることから、角欠け分布とひび割れパターンを組み合わせることで、その検出数が限られても劣化進展の程度が把握できる可能性があると考えられる。よって、ドローンの画像取得センサの性能向上やドローンへの照明機器の搭載のほか、角欠けの発生パターンに関する検討も進める予定である。

3. おわりに

本研究では、道路橋床版における角欠けの検出で状態変化を把握するための画像取得方法として、自律飛行型ドローンを用いてその画像から角欠け検出を試みた。結果として未検出が認められるが、ドローンの改良や角欠けの検出パターン学習を組み合わせれば状態把握が可能になると考えている。

現在の道路橋の維持管理では予防保全が浸透することで、ひび割れ部に角欠けまで生じている床版は少ないものの、近い将来には社会インフラの維持管理に投入できる費用も制限され、使い切り橋梁として供用せざるを得ないものも増加すると推察される。その際には耐荷性能の正確な把握が必要になり、本研究で検討しているドローンによる画像取得とAIによる角欠け検出を組み合わせた劣化度評価の適用が効果的になる。

参考文献

- 1) 横山広, 龍田斉, 野村貴律, 安東祐樹, 長井宏平: AI画像分析を活用したRC床版疲労劣化点の検知に関する研究, 構造工学論文集 Vol.66A, pp.783-790, 2020.
- 2) 横山広, 龍田斉, 野村貴律, 中村拓郎, 榎谷浩, 長井宏平: AI画像分析による反応性骨材使用RC床版の疲労劣化検知に関する研究, 構造工学論文集 Vol.67A, pp.628-635, 2021.

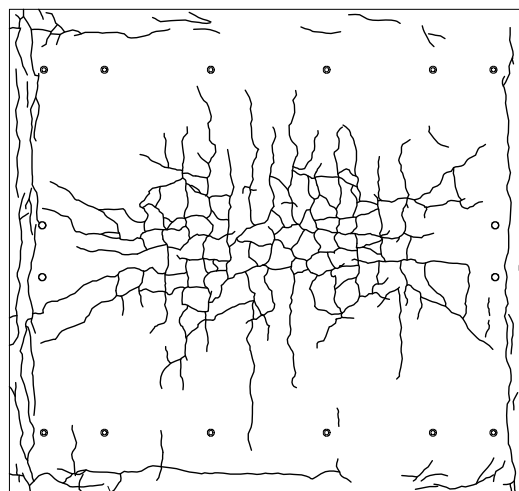
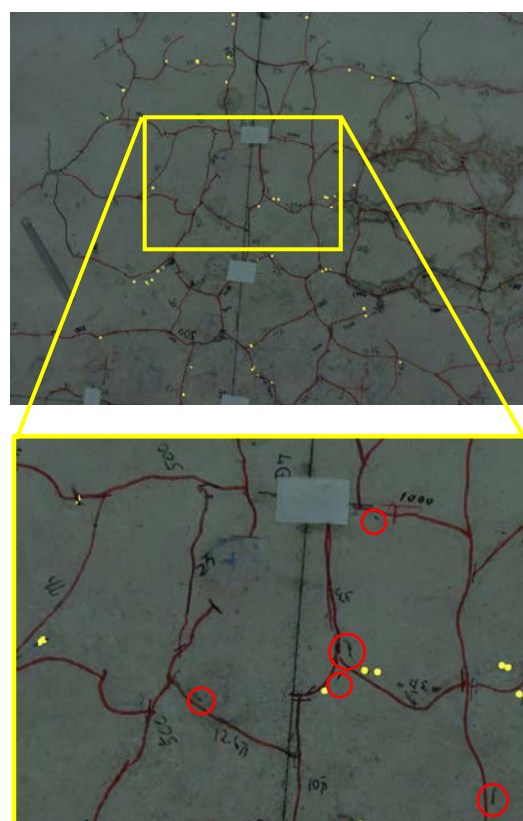


図-1 床版下面のひび割れ発生状況



●: AI 検出角欠け ○: 未検出

写真-4 AIによる角欠け検出画像