

UAV と赤外線カメラによる橋脚ひび割れ等調査の現場適用性評価

株式会社奥村組 正会員 ○山田三洋 金和寛 筒井祐貴 田邊裕之
 株式会社パスコ 正会員 堺浩一
 有限会社スギテック 杉山和也
 本州四国連絡高速道路株式会社 村井俊之

1. はじめに

高速道路をはじめとする社会インフラにおいては、建設から 30 年を経過するものが増加しており、現在、近接目視等による維持管理点検が行われている。橋脚ひび割れ等調査における点検手法は、足場組立後にクラックスケールや打診等による点検を行い、その記録として CAD データや数量表の作成を手作業で行っており、調査結果に至るまでに要する人員・時間が膨大になる。また、橋脚ひび割れ等の変状把握が遅れれば、ひび割れ補修等の次工程へ影響を及ぼすことから、橋脚変状を早急かつ適切に評価する手法の開発が求められている。

2016 年度から国土交通省が推進している i-Construction では、建設現場の生産性向上を目的に、建設現場において UAV 等の ICT の全面的な活用を進めている。

本研究では、足場組立前に UAV 及び赤外線カメラにて橋脚画像を撮影し、画像診断法によって橋脚ひび割れ等の変状調査を行う。足場組立後、目視点検を実施し、ひび割れ等の抽出精度について画像診断法と比較を行うことで、現場への適用性を検討する。

2. 調査内容・方法

2.1 調査対象

本調査では、高さ約 30 m、幅 15 m、厚さ 3.6 m の高速

道路高架橋 A（昭和 58 年竣工）を対象とし、耐震補強の足場組立前にコンクリート表面の撮影を行う。

2.2 UAV によるひび割れ調査

画像診断法によるひび割れ抽出は、高解像度画像が必要となるため、橋脚側面に接近したデジタルカメラによる写真撮影が必要となる。橋脚は高さ 30m で高所まで撮影が必要であり、橋梁床板下部では非 GPS 環境下となる。以上の条件から、TS 追尾式システムによる UAV の自動航行撮影によって、連続した高解像度画像を撮影した。UAV の撮影方法を図-1 に示す。システムは UAV、自動追尾 TS、専用タブレットの構成となっている。対象側面全ての写真を漏れなく撮影するため、隣接写真と重複させて複数行のフライトラインを作成し、自動航行により UAV を上下に移動させて連続写真を撮影した。解像度は、画像診断で必要とされる 1 mm/画素に設定して撮影した。この解像度は、撮影範囲として 1 枚当たり縦 3.96 m×横 5.28 m に相当し、壁面 450 m² では約 500 枚の撮影画像となる。これら多数の画像を、SfM 処理によって相対位置精度を確保した 1 枚のシームレスなオルソ画像として作成する。オルソ画像をひび割れ自動抽出ソフト Kuraves-Actis で処理し、コンクリートのひび割れ長さと幅を自動抽出する。抽出するひび割れ幅は、0.2 mm 以上 1.0 mm 未満と

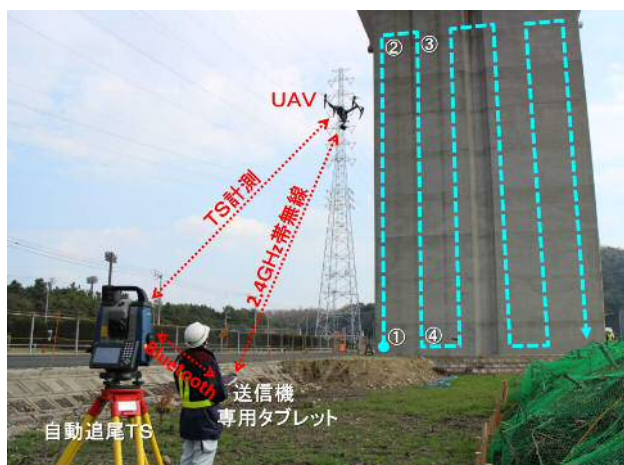


図-1 TS 追尾式システムによる UAV 撮影



図-2 赤外線サーモグラフィによる浮き調査

キーワード ひび割れ, UAV, TS 追尾式システム, 画像診断, 赤外線カメラ

連絡先 〒545-8555 大阪府大阪市阿倍野区松崎町 2-2-2 株式会社奥村組土木本部 Tel:06-6625-3893

した．欠損，錆はオルソ画像から目視で抽出した．

2.3 赤外線カメラによる浮き調査

対象側面を地上から赤外線サーモグラフィ（フリーA6701SC）にて撮影し，熱画像を記録した．浮き調査の方法を図-2 に示す．撮影対象面に接触型温度計を設置し，日較差7℃以上であることを確認して撮影を行った．撮影諸元は，赤外線画像解像度 24.5 mm/pix，空間分解能 0.49 mrad とした．熱画像の解析には，赤外線解析ソフトウェア Kuraves-Th を使用した．熱画像のレベルとスパンを調整し，壁面温度の変状部を検出した上で，可視画像から補修跡や表面のジャンカ，汚れなどのノイズ（浮き以外の温度変状）を除いた箇所を浮きと判断した．

2.4 目視による確認調査

足場組立後，ひび割れ等を目視確認した．ひび割れはクラックスケールを用いて測定を行い，浮きはテストハンマーによる打診で行った．

3. 結果

画像診断から抽出するひび割れ，欠損，錆，浮き検出の再現性を検討した．調査対象は橋脚の型枠目地の区間とした．表-1 に画像診断による

抽出と目視調査の数量表を示す．抽出率は，抽出数量を目視数量で除して算出した．図-3 にひび割れ・欠損・錆の解析結果図を示す．図-3 の a.線は画像診断によるひび割れ（幅 0.2-1.0 mm），b.線は目視調査によるひび割れ（幅 0.2-1.0 mm），c.は目視調査による欠損，d.は画像診断による錆，e.は目視調査による錆を示す．ひび割れは 36,899 mm 抽出されたのに対し，目視では 32,000mm 確認され，抽出率 115%であることから，画像診断と目視調査の結果は一致している．欠損は橋脚表面の破損によるものとし，画像診断では抽出はされなかったが，目視では 8 箇所，合計 0.006 m² 確認された．1 箇所あたりの欠損面積は平均約 0.001m² であり，オルソ画像からの判定は難しかったと考えられる．錆は，既設コンクリートの金属製セ

表-1 画像診断・目視調査による数量結果

調査項目	単位	抽出	目視	差	抽出率(%)
ひび割れ	mm	36,899	32,000	+4,899	115
欠損	m ²	0.000	0.006	-0.006	-
錆	箇所	4	2	+2	200
浮き	m ²	0.602	0.000	+0.602	-

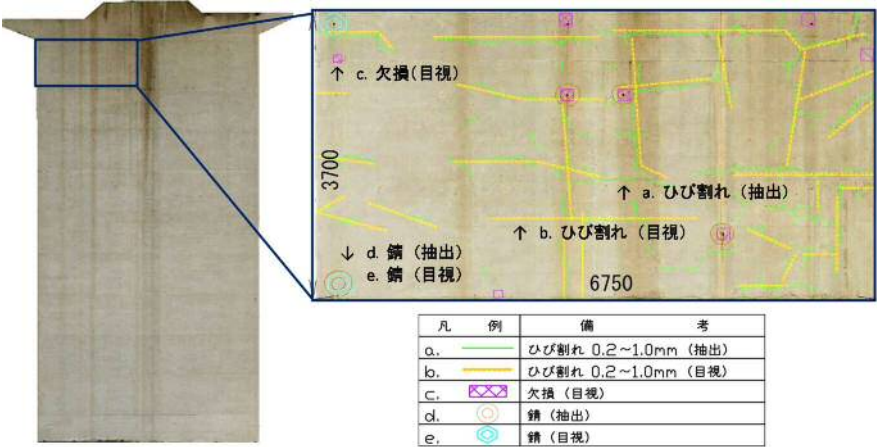


図-3 ひび割れ・欠損・錆の解析結果図

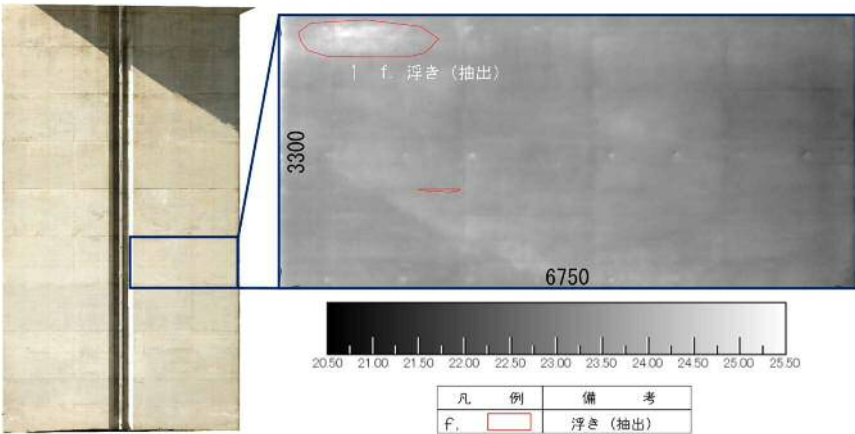


図-4 浮きの解析結果図（熱画像）

パレーター等によるものと思われ，画像診断では4箇所抽出され，目視では2箇所確認された．図-4 に浮きの解析結果図（熱画像）を示す．浮きの抽出はコンクリート表面の温度差で判断し，高温の温度変状部（図-4 の f.）を浮きとした．画像診断では 0.602 m² 抽出されたのに対し，目視では確認されなかった．抽出部の橋脚表面には補修跡があり，温度差が生じた部分を抽出したと考えられる．

4. 結び

UAV・赤外線カメラによるひび割れ等の抽出には，抽出条件の設定に課題があると考えられ，解析結果を実寸単位へとキャリブレーションし調査を継続する．足場組立前にひび割れ等の抽出が可能であり，現場の生産性向上に繋がるため適用を進める．