UAVを用いたインフラ点検におけるひび割れ撮影技術

（株）オカベメンテ　インフラ点検チーム　正会員　○岡部　成行，　鈴木　浩一
大成建設（株）　技術センター　社会基盤技術研究部　正会員　鈴木　三馨，本澤　昌美，堀口　賢一
琉球大学　正会員　山田　義智，富山　潤，崎原　康平，須田　裕哉

１．はじめに

近年，無人航空機（以下,UAV）を用いた技術ニーズが急速に高まっており，国土交通省が推進するi-Construction においては，公共測量の成果に UAV を活用するなど新基準の導入が進められている。また，国土地理院においては平成 28 年 3 月 30 日に「UAV を用いた公共測量マニュアル（案）」が公表されるなど，今後，ICT（情報通信技術）を積極的に活用する革命的な建設生産システムは，益々，その適用範囲が多岐に広がって行くと考えられる。

このような中，戦略的イノベーション創造プログラム（以下，SIP）のインフラ維持管理・更新・マネジメント技術として，大成建設㈱によるコンクリートのひび割れ画像解析技術を中核技術としたモニタリング技術の開発が採択され技術開発を行っている。

今回，ひび割れ画像解析技術と併せて，沖縄県の離島架橋に対するコンクリートのひび割れ調査に対して，UAV を活用するための撮影技術の検証を行った。

２．UAV によるひび割れ撮影技術の概要

撮影に使用した UAV の機体及び搭載したカメラのスペックを以下に示す。（**表-1** 参照）

表-1　ひび割れ撮影に使用した機体及びデバイス

UAV	製造者名	DJI
	名　称	MATRICE 210　RTK
	重量 （最大離陸重量）	3800g 6140g
	最大風圧抵抗	10m/s
	最大飛行時間	20～30min
カメラ	製造者名	DJI
	名称	ZENMUSE　X5S
	画像数	2080万画像
操縦装置	製造者名	DJI
	名称	CENDENCE

今回，離島架橋のモニタリング技術におけるひび割れ撮影を行うにあたり，使用した UAV の選定基準としては，以下の点が挙げられる。

① 磁気干渉に強い機種
② GPS が届かない範囲でも安定して飛行可能
③ レンズ交換式の高画素カメラ

以上の点を考慮し，UAV 分野で世界的に 7 割のトップシェアを誇る DJI 社の MATRICE 210　RTK を採用した。

この UAV は，DJI 社がインフラ点検用に開発した UAV で橋梁の下面においても，カメラを上向きにも設置することが可能で，離島架橋の下面部分の撮影が出来る。また，GPS が利用出来ない桁下などの範囲においても，測量用に開発された RTK を装着することで，UAV の位置情報が正確に認識でき，安定的な飛行が可能で最適な機種であると判断した。

使用した機種を以下に示す。（**図-1** 参照）

図-1　使用した UAV（MATRICE 210 RTK）

３．ひび割れ撮影技術の撮影対象と撮影方法

撮影対象は，A 大橋（1997 年開通，橋長 900m，PC 連続箱桁橋，PC 連続ラーメン箱桁橋），C 大橋（2015 年開通，橋長 3,540m，PC 連続箱桁橋，鋼床版箱桁橋）の橋脚とした。

UAV で撮影するにあたり，国土交通省航空局の認可を必要とする場所であるかの確認が必須となる。これは，人口密集地域（以下，DID 地区）においては，事前に許可申請が必要となるからである。

キーワード　ひび割れ，新技術，コンクリート，画像解析，UAV
連絡先　〒900-0003　沖縄県那覇市安謝１－４－３５（１F）　（株）　オカベメンテ　ＴＥＬ098-927-9229

今回の撮影対象はDID地区ではなく，特に許可申請は不要であった。

撮影前の事前準備として以下の点が挙げられる。

① UAV飛行ルートの確認

② RTK基地局の設置位置確認

③ 機体・送信機ファームウエア更新

④ コンパス・カメラキャリブレーション実施

今回の撮影対象である離島架橋に対して，UAVで撮影するにあたり，橋軸直角方向からの飛行ルートを選定した。飛行ルートを（図-2）に示す。

これは、橋梁の下はGPSにおける衛星からのUAV位置情報が取得しにくいため、RTK基地局を横方向から、UAVへ通信させて位置情報を取得し安定飛行をさせる必要があるためである。

図-2　UAV撮影の飛行ルート

UAVにおける橋梁点検に必要な撮影技術については、以下の点が挙げられる。

① ホバリング制御技術（直径60cm以内）

② 上昇・下昇能力技術（直径60cm以内）

③ ノーズインサークル（8の字走行）

④ 安全対策（リターントゥーホーム離陸地点帰還）

また，UAVに搭載されたカメラにより，ひび割れ画像を撮影するため，カメラの選定及び知識も重要な項目である。カメラに必要な知識及び設定については以下の点が挙げられる。

① 送信機（プロポ）によるカメラ設定操作

② カメラとジンバル（ブレ防止）の設定

③ 絞り（F値）4.0～5.5

④ ISO感度　200～400

ひび割れ画像を撮影するにあたり，検出ひび割れ幅を0.2mm以上とするため，空間分解能は0.74mm/pixel～0.78mm/pixel（焦点距離 25mm，撮影対象との距離5.65m～5.95m）とした。

このため，UAVと構造物との間隔は5.5m～6.0mの距離を保ちながらの撮影を実施した。なお，シャッタースピードは1/1600（秒）とした。また、撮影時の風速は4.0m/秒～5.0m/秒程度であった。

4．ひび割れ撮影の結果

撮影箇所は，A大橋のP3橋脚，P8-P9径間の上部工の下面を対象として撮影した。P3橋脚における撮影画像と解析結果を（図-3参照）に示す。

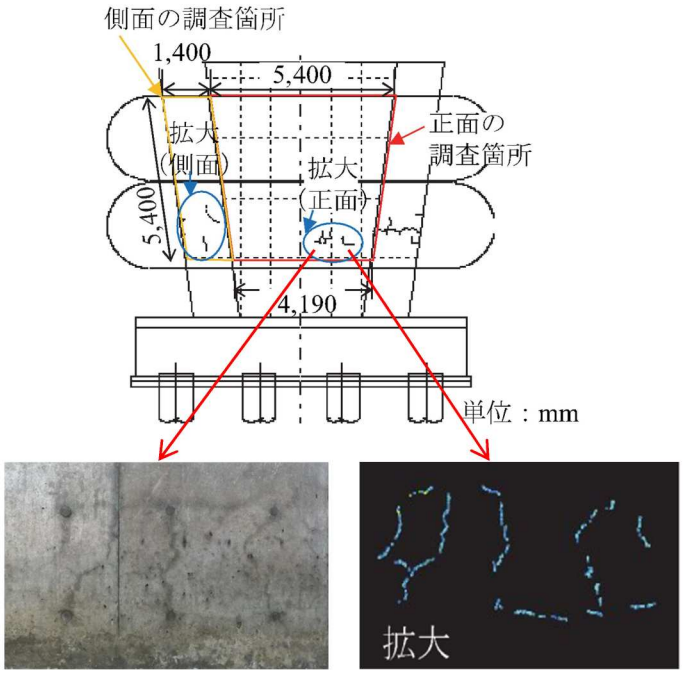

図-3　UAVによる撮影画像及び解析結果

今回、市販のUAVを用いた撮影画像により，人的に実施した点検図と撮影画像の結果を比較して，点検図にあるひび割れが，確認可能となる高繊細な画像を撮影することができた。

5．おわりに

UAVを活用した新技術によるインフラ等の点検は，従来の点検に比べ足場や橋梁点検車が不要となり安全性やコスト面でメリットが期待できる。

今後はUAV撮影画像によるコンクリートの浮き等の判断ができる技術開発が期待される。

謝辞

今回の調査実施では，戦略的イノベーション創造プログラム，沖縄県中部土木事務所，沖縄県北部土木事務所，沖縄県宮古土木事務所，（株）中央建設コンサルタント，（株）芝岩エンジニアリングに多大なご協力をいただいたことに謝意を表します。