UAV搭載型熱赤外カメラによるコンクリート剥離深さの検出精度評価

日大生産工(院)	o川村	郷	日大生産工	朝香	智仁
日大生産工	渡部	Æ	日大生産工	野中	崇志
			日大生産工	岩下	圭之

1) はじめに

現在,日本は高度経済成長期に整備されたイ ンフラが多数存在し、2033年には建設後50年 以上経過したインフラは、道路橋で約63%、ト ンネルで約42%,河川管理施設で約62%となり, メンテナンスが必要になり戦略的に維持管理・ 更新することが求められている¹⁾。劣化診断に おいては近接目視や打音検査が実施されてい るが,画像診断技術も発展しており,レーダ画 像や可視画像だけではなく熱赤外画像も利用 されている。特にコンクリート構造物の点検・ 診断では、欠陥部を検出する非破壊の手法とし てサーモグラフィ法が実用化されている。また, 近年ではUAV (Unmanned Aerial Vehicle)の 利用普及が進み,赤外線カメラを搭載したモデ ルも登場し、インフラ点検に供され始めている。 しかしながら、UAV搭載型熱赤外カメラにつ いてはスペックに伴う観測条件や適用限界な ど、研究要素が多くあるのも実態である。

本研究では、UAV搭載型熱赤外カメラによって取得される画像について撮影高度が与える影響を考察するとともに、コンクリート内部の剥離がどの程度検出可能か分析することを目的とした。

2) 研究手法

図-1は、本研究で実験対象とした試験体を UAVで上空から撮影したものである。模擬剥 離は、図中の青枠(Sp1:壁面から深さ10mm), 赤枠(Sp2:深さ20mm),緑枠(Sp3:深さ30mm), および黄枠(Sp4:深さ40mm)に存在し、実態は 100mm×100mm×1mmの空洞に模した発泡ス チロールである。

実験は、2021年8月6日に実施した。当日の最 高気温は35.0度(14時30分)であり、天候は晴 れであった。UAVの観測条件は、11時から約1 時間30分毎に、試験体までの高度を10mと 20mとに変化させ、異なる視点での模擬剝離部 分の表面温度の変化等について分析すること した。また、観測後には、トータルステーショ



図-1 模擬剥離試験体

ンによる測量を実施し,試験体の四隅の公共座 標を取得して画像をジオコーディングするた めのグラウンドコントロールポイントとした。 画像処理については,観測した画像を16ビ ットの表面温度画像に変換し,地理空間情報ソ フトに取り込んでジオコーディングした。さら

フトに取り込んでジオコーディングした。さら に、ジオコーディングした画像を試験体周辺部 だけ切り出し、分析に使用することとした。

3) 結果と考察

図・2は、高度を10mと20mから観測したSp1 との中心付近と模擬剥離がない部分の表面温 度の時系列変化である。傾向としては両高度と も温度に大きな違いはないが、高度10mの方 の解像度が高い分(空間分解能:約8mm),温 度の感度も良い結果となった。また、図・3は、 高度10mの画像から、Sp1~Sp4の中心部にお ける温度を健全部の温度との差分を算出して グラフ化した時系列変化である。この結果より、 模擬剥離部分は健全部より温度が上がりやす く、直射日光がさえぎられる時間帯は健全部よ り温度が下がりやすい一般的な傾向²⁰を確認す ることができた。特に、Sp1では17時の時間帯 の表面温度が大きく下がっていることがわか った。

図・4は高度10mから観測した12時30分の表 面温度画像,図・5は高度10mから観測した17時

Accuracy Evaluation for Detecting the Depth of Concrete Delamination Damage using UAV Thermal Camera

Go KAWAMURA, Tomohito ASAKA, Tadashi WATANABE, Takashi NONAKA and Keishi IWASHITA



図-2 UAV の高度の違いによる 表面温度の時系列変化



図-4 表面温度画像(高度10m, 12:30観測)

の表面温度画像である。温度のレンジは異なる が、日中と夕方では直射日光の違いにより試験 体表面の温度がドラスティックに変化してい ることがわかった。また、図-6は図-4の画像か ら図-5の画像を差し引いて作成した画像であ る。Sp1およびSp2については、図-5からもや や判読が可能であったが、差分画像からも模擬 剥離部分が概ね検出可能であることがわかっ た。一方で、Sp3およびSp4については、差分 画像からも鮮明には剥離部分を検出すること ができなかった。よって、本研究で実施した条 件下では、深度20mm程度に存在するコンクリ ート構造物の剥離ならば、UAV搭載型熱赤外 カメラによって検出ができると考えられる。

4) おわりに

本研究では、気温が高い夏季においてUAV 搭載型熱赤外カメラよって、コンクリート構造 物内部の模擬剥離を検出する実験を行い、高度 10mから深度20mmに存在する模擬剥離を検 出することができた。今後は、観測条件を変え た状態や、周辺部の温度に乱れに影響されにく い条件下での観測を行い、UAVからの観測に



図-3 剥離深度の違いによる健全部と 剥離部分との表面温度差の時系列変化



図-5 表面温度画像(高度10m, 17:00観測)



図-6 差分画像(図-4と図-5の差分)

おけるサーモグラフィ法の適用限界について 研究する予定である。

参考文献

- 1) 社会インフラの老朽化・国土交通省 (<u>https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/mai</u> <u>ntenance/02research/02_01.html</u>)
- 2) 久保 昌史, 天野 勲, 中山 聡子: 赤外線熱 画像と可視画像によるコンクリート構造 物の劣化診断技術の開発と適用, コンクリ ート工学, 52 巻, 8 号, p. 644-651, 2014.