吹付のり面に対する維持管理の新たな展開～サーモグラフィ調査～

山北調査設計株式会社　正会員　○大平英樹　相樂弘朗
（株）オリエンタルコンサルタンツ　正会員　出本剛史　河野伸征
古山翔悟

1. 背景・目的

近年、吹付のり面の背面空洞化が進行し、崩壊に繋がる事例が報告されている。のり面点検手法は、防災点検において遠望目視で変状が確認された箇所について近接目視、打音検査を実施する。しかし、遠望目視で発見できる異常箇所は、漏水箇所、亀裂など外見に明らかな変化のある箇所のみであり、吹付のり面等の背面の状況を把握することは非常に困難である。そのため、今後、吹付のり面の老朽化に伴い、崩壊事例が増加する恐れがある。

これらの背景を踏まえ、吹付けのり面の調査法として、サーモグラフィを用いた背面空洞調査による遠望目視の補完調査手法を提案する。

2. 調査手法の提案

防災点検は、対象となるのり面工・土工構造物の数が多いため、路上からの遠望目視を一次点検とし、近接目視等を二次点検として、段階的な点検を行う[※1]とされている。

また、他の手法として、熱赤外線映像法（サーモグラフィ調査）[※2]がある。これは、赤外線カメラでのり面の表面温度の差（高温時と低温時）を調査し、背面の空洞を検出する方法である。

本稿では、従来、路上から調査していた熱赤外線カメラを UAV に搭載し、調査精度・効率性の向上などの効果について、現地確認した結果を報告するものである。

3. 調査方法

サーモグラフィ調査は物体から放射される赤外線エネルギーを検知し、その表面温度を平面的に画像化することによって物体内部の状態や性質を調査する手法である。

本調査では、対象のり面に対し、赤外線カメラを路上から用いる手法（マニュアル[※2]に記載された従来の手法で、「定置式」と呼ぶ）と UAV に搭載して用いる手法（「UAV 式」と呼ぶ）の２タイプで調査した。

調査は、高温時と低温時の２度測定し、これらの温度差から空洞部を判別する 2 時刻法で実施した。その他、遠望目視、打音調査、削孔調査を併せて実施した。

4. 調査結果の考察

定置式は、対象のり面から 30m 程度離れた位置から、調査した。UAV 式は、対象のり面から 40m 程度離れた位置で高度 10m 程度の高さから調査した。

定置式の結果を図１、UAV 式の結果を図２に示す。

サーモグラフィ調査の後、部分的に打音調査を行い、不良音箇所（図中 No.1）と正常音箇所（図中 No.2）を抽出し、この 2 箇所で削孔調査を行った。

その結果、No.1 には吹付層内に亀裂が確認されたことから、これをもとに打音調査を実施すべき範囲を設定した。

なお、打音調査を実施すべき範囲は、高温時と低温時の温度差で設定しており、定置式の場合 38℃、UAV 式の場合 36℃の温度差以上が生じている範囲とした。

定置式と UAV 式で温度差に差異が生じているのは､赤外線カメラの精度や撮影地点が異なるためである。

図１及び図２の調査結果を見ると、いずれもほぼ同様の箇所に高い温度差が分布しており、調査精度は同

キーワード　のり面点検、サーモグラフィ、UAV、防災点検、赤外線
連絡先　〒963-0204　福島県郡山市土瓜１丁目 209　山北調査設計株式会社　TEL024-951-7293

等であると判断できる。

今回の調査現場では、調査数量が 400m^2 程度と少ないため調査時間や解析時間をそれほど要さない、のり面に凹凸がない、調査スペースを潤沢に確保できるなど、好条件に恵まれたが、今回の調査結果をもとに、定置式と UAV 式を比較すると表 1 のように考察できる。

以上の結果から、サーモグラフィ調査を UAV 式で実施することで、調査安全性や調査費用・調査時間などにメリットが生じると考える。

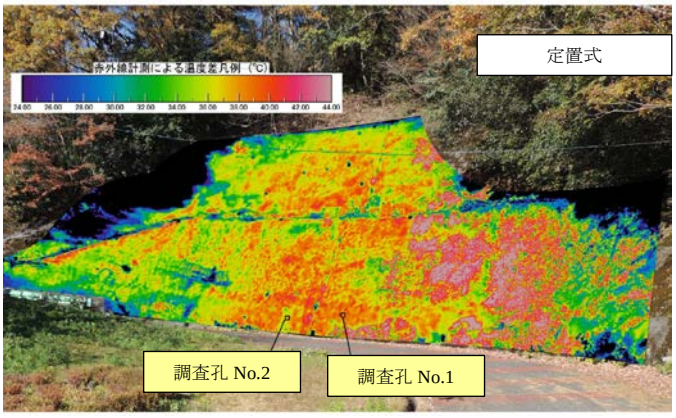

図 1　サーモグラフィ調査結果（定置式）

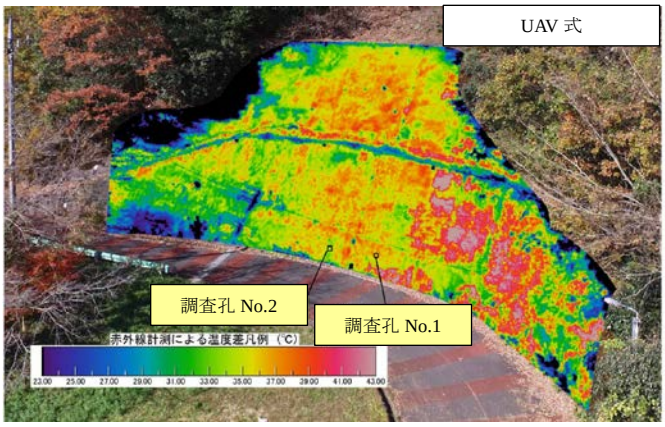

図 2　サーモグラフィ調査結果（UAV 式）

表 1　定置式と UAV 式の比較（調査数量は 1000m^2/法面程度を想定）

	定置式	UAV 式
調査精度	条件次第で不十分となる箇所有（高所部等）	高所部でも精度担保確保
調査スペース	高所作業車が必要な場合大	3.0m×3.0m程度
調査安全性	高所作業車の転倒に注意が必要 また道路上での保安施設が必要	調査スペースが確保されない場合 一時的な保安施設が必要
調査費用	1.3	1.0
調査時間	20～40 分程度	15～20 分程度
解析時間	解析枚数が多くなるため解析時間増	定置式より解析枚数が減らせるため 解析時間減
総合評価	○	◎

5. 今後の展望

本調査では、「熱赤外線映像法による吹付のり面老朽化診断マニュアル」で標準的な調査手法として紹介されている定置式に対し、UAV 式での効果検証を行った。

赤外線カメラを UAV に搭載することで、調査精度、費用及び調査・解析時間に優れることが明らかになった。今後は、防災点検の遠望目視の代替手法として活用できるように、調査精度と撮影距離、費用等の関係を明らかにして UAV 式の汎用性を高めていきたいと考える。

参考文献

1.総点検実施要領（案）【道路のり面工・土工構造物編】H25.2　国土交通省道路局
2.熱赤外線映像法による吹付のり面老朽化診断マニュアル H8.1　建設省土木研究所