

# ドローンを活用した熱赤外線調査法による吹付けのり面の老朽化診断

(株)ジーベック 原 由次郎

## 1. はじめに

我が国では、山岳地帯を通過する道路の法面保護工として、昭和40年頃から数多くのモルタル吹付工が施工されてきた。施工から40年以上経った今、モルタルの老朽化が進行し、中には豪雨の影響で斜面崩壊が発生して重大事故につながったケースもあるなど、道路の維持管理上の問題となっている。

吹付けのり面はその数が膨大なことや、高所での点検作業を要するなどの安全面の課題を抱えているのが現状であり、効率的で高度かつ安全に点検できる調査手法の確立が省庁や自治体などから要望されている。こうした中で、赤外線サーモグラフィによる熱赤外線調査法が提案実施され、平成8年1月に建設省土木研究所から『熱赤外線映像法による吹付けのり面老朽化診断マニュアル』が発行されている。

本発表は、弊社が開発したドローンを活用した熱赤外線調査の事例紹介で、その適用性や有効性について検証したものである。

## 2. 熱赤外線調査とは

熱赤外線調査とは、対象物を赤外線サーモグラフィで撮影することにより、表面温度分布から物体の性質や物体内部の状況について非破壊、非接触で調査する手法であり、吹付け法面の背後の状態を判定することに応用した調査である。

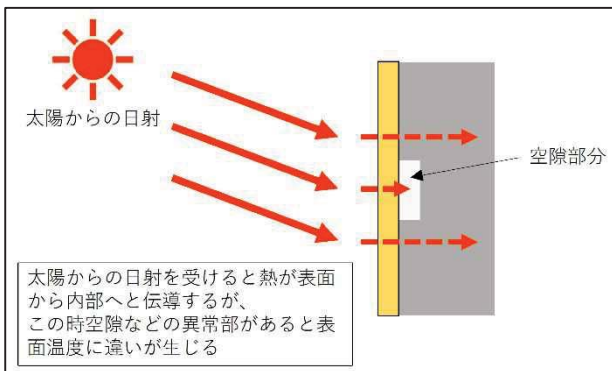


図-1 表面温度差の発生原理

太陽光の日射量が多い日中は、外気温が上昇する。この時に空気層のある空洞部は背面地山に熱を伝え難くなり、健全部より高温になる(図-2)。また、逆に日射量が減少して外気温が低下する夜間には、背面地山の熱は放射されるが、空気層がこれを遮断するため空洞部は健全部よりも低温になる(図-3)。熱赤外線調査法は、このような吹付け背面の状況によって変化する吹付け表面の温度分布を捉え、

得られた画像を温度特性を考慮して解析することで吹付け背後の空隙状態を推定するものである。

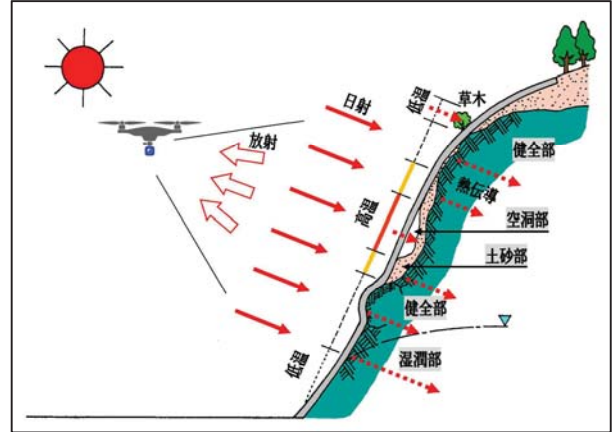


図-2 日中における吹付けのり面の熱移動模式図<sup>1)</sup>

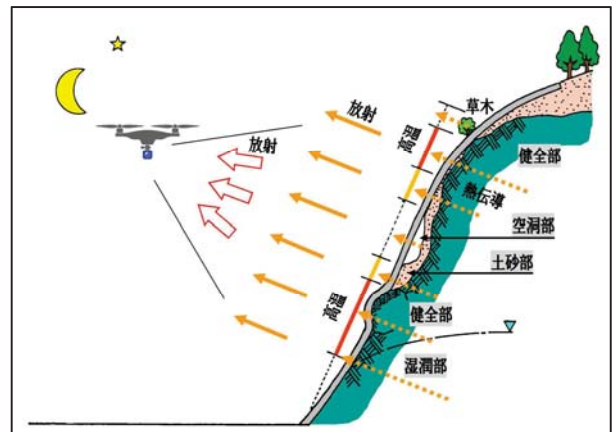


図-3 夜間における吹付けのり面の熱移動模式図<sup>1)</sup>

熱赤外線調査は、従来の吹付けのり面の老朽化診断手法に比べ、非常に簡易に吹付け背後の概況を知ることができる手法であるが、診断精度は斜面の向き(日射量)や気象条件、測定条件などの影響を受けるため、その原理や手法を十分に理解した上で適用する必要がある。これらの影響を排除することで診断精度は向上する。

吹付けのり面は、山岳地帯を通過する道路の急斜面に多く、法面に対して鋭角な撮影となることも多い。このような斜面の撮影にドローンを活用することで、法面に対して直角に近い角度での撮影が可能となり、測定条件による影響が軽減され、診断精度の向上を図ることができる。また、ドローンを用いることで無人での高所撮影が可能となり、安全かつ効率の良い熱赤外線調査を行うことができる。

## 3. ドローンを活用した熱赤外線調査事例

吹付けのり面の比高約60mの急斜面において、赤外線サー

モグラフィを搭載したドローンを使用して空撮を行なった事例である（写真-1）。



写真-1 ドローンによる撮影状況

撮影された日中の熱画像からは、早朝の熱画像では見られなかった高温部が検出され（図-4）、可視画像からは吹付け表面のひび割れも確認された。検出された高温部は、法面の凹凸など日射量の違いによる影響も考慮して、吹付け面の空洞化を推定した。

この事例では、ドローンを活用して正面からの撮影を行ったことにより、撮影角度による熱画像への影響は軽減され、診断精度は向上したと判断される。

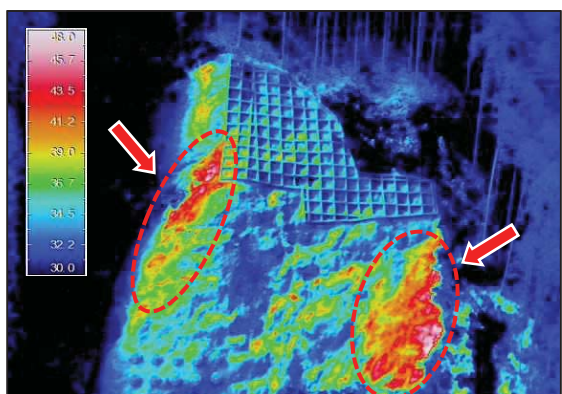


図-4 高温部が検出された日中の熱画像

#### 4. 熱赤外線調査の検証事例

熱赤外線調査を先行して実施し、熱画像から推定された空洞部でコア抜き調査を実施して双方の結果を比較検証した事例である。

撮影した熱画像からは高温部が検出され（図-5）、吹付け表面には細かなひび割れが認められた。検出された高温部でコア抜き調査を行った結果、吹付け背後には 15～18mm の空洞が確認され、熱赤外線調査と一致する結果を得ることができた（図-6）。

これは、熱赤外線調査の結果が実証できた事例であるが、実際には北向き斜面、苔や植物が生えているなど条件の悪い吹付けのり面も多く、法面の全体を熱赤外線調査だけで精度良く診断することは困難な場合が多い。このため、熱赤外線調査で空隙が検出された箇所では、従来手法も併用して診断精度の向上を図ることも重要である。

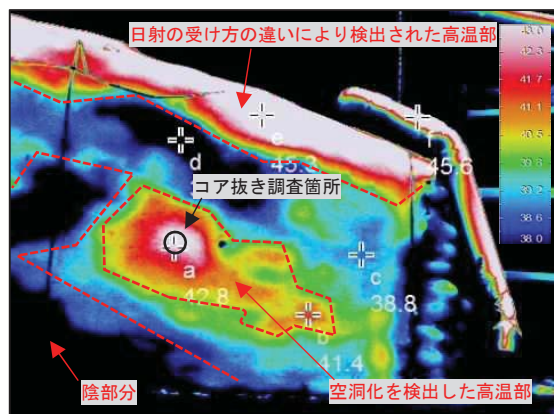


図-5 日中の熱画像



図-6 コア抜きによる観察結果

#### 5. おわりに

ドローンを活用した熱赤外線調査は、吹付け背後の空洞部を非破壊、非接触で推定できる赤外線サーモグラフィをドローンに搭載することで、人間が容易に行くことのできない急崖部などでの高所撮影を可能にし、安全性や効率性の向上を図っている。また、熱赤外線調査法は、老朽化した法面の健全度を把握するための有効な手法の一つであるが、条件によっては本手法が適用できない場合やドローン自体が飛行できない場所もあるなど、適用場所が限られてくるのが実状である。しかしながら、適用可能な条件が揃えば、その有効性は大きいと考える。

また、熱赤外線調査法は、非常に簡易に吹付けのり面背後の概況を知ることができる手法であるが、本調査法は吹付けのり面の老朽化診断の概査にあたるもので、維持管理上の優先順位決定などストックマネジメントでの活用にも期待される。

熱赤外線調査の診断精度は様々な条件に影響されるため、今後も調査実績や従来の診断手法との検証を重ねて、診断精度の向上に努めていきたい。

#### 《引用・参考文献》

- 1) 建設省土木研究所：熱赤外線映像法による吹付けのり面老朽化マニュアル，pp.1～16，1996.1.