サーモグラフィ 1 時刻法による吹付のり面調査への適用

株式会社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
山北調査設計株式会社　正会員　大平英樹　相楽弘明

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. 2 時刻法と 1 時刻法の調査方法

(1) 2 時刻法

赤外線カメラを用いて、高温時と低温時の 2 度に亘り、吹付のり面の赤外線エネルギーを検知し、温度差を解析することで、構造物背面の不良部（空洞）を検出する調査方法である。平成 8 年に、土木研究所よりマニュアル※1 が発刊され、測定技術としては既に確立した手法であるが、調査費用が高額で、特殊な技術を必要とすることから、十分に普及していない背景がある。

(2) 1 時刻法

調査方法は 2 時刻法と同様だが、1 時刻法の場合は高温時のデータのみ撮影、解析する手法である。

本稿では、サーモグラフィ調査の実用性を高めるため、従来の 2 時刻法と 1 時刻法の調査精度等を現地確認した結果を報告するものである。

3. 現地調査の結果

現地調査は、朝の低温時、日中の高温時の調査を実施し、その後打音調査及び不良音・正常音箇所の削孔調査を行った。2 時刻法と 1 時刻法の調査結果を図 1、2 にそれぞれ示す。削孔調査の結果を表 1 に示す。

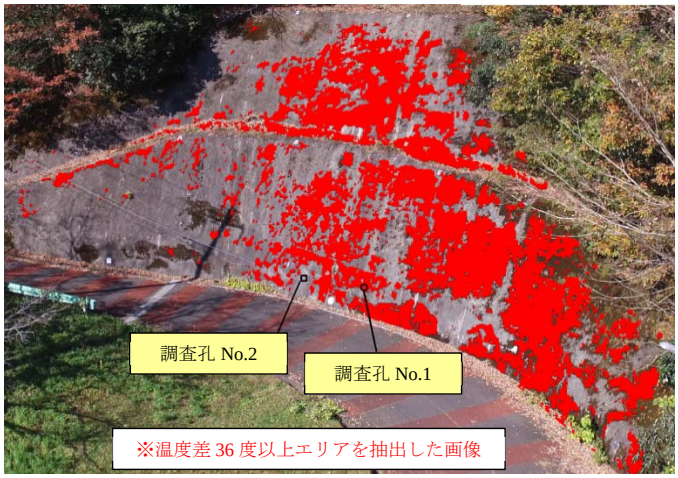

図 1　サーモグラフィ調査結果（2 時刻法）

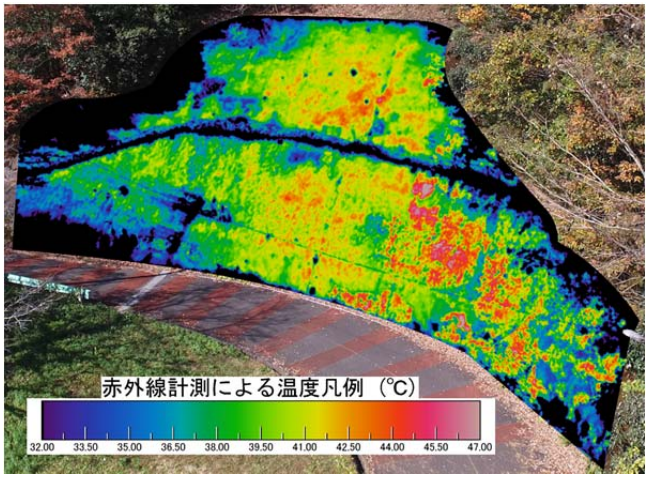

図 2　サーモグラフィ調査結果（1 時刻法）

キーワード　のり面点検、サーモグラフィ、防災点検、赤外線
連絡先　〒151-0071　東京都渋谷区本町 3-12-1 住友不動産西新宿ビル 6 号館　(株)オリエンタルコンサルタンツ　TEL03-6311-7861

4. 考察

2 時刻法の結果では、赤色の範囲を不良箇所と評価した。サーモグラフィ調査の後、代表箇所を打音して、不良音箇所（図 1 の No.1）と正常音箇所（図 1 の No.2）の 2 箇所を抽出し、削孔調査を行った。なお、不良音箇所の高温・低温時の吹付のり面の温度差は 36℃、正常音箇所の温度差は 34℃であった。

削孔調査の結果、不良音箇所のコアは吹付層内に付着力不足と見られる亀裂が確認された。一方、正常音箇所には、そのような異常は見られなかったことから、吹付背面の不良箇所は、温度差 36℃以上の箇所と評価した。

従って、サーモグラフィ調査を行う場合、削孔調査を行い､背面状況を目視確認することで、より高い精度で健全性を評価できる。

図 2 に 1 時刻法の結果を示す｡1 時刻法では、低温・高温時の温度差が不明であり、単一のり面内の相対温度が検知できる。この結果から、高温箇所で背面に空洞が存在している可能性、低温箇所で湧水の可能性などを推察することができる。但し、のり面全体に背面空洞が存在している場合や、のり面の凹凸や植生などの影響によって、温度差が生じる場合などのケースを判断できないため、背面の不良を特定するには至らない。

表 1　削孔調査結果

調査孔 No.1		
温度差 36℃ 地点	・吹付層内で亀裂（1~2mm 程度）確認 ・吹付長：8～9cm	・亀裂面は酸化褐色化
調査孔 No.2		
温度差 34℃ 地点	・吹付長：17～18cm	・亀裂面は新鮮な状態

表 2　2 時刻法と 1 時刻法の相違点

	2 時刻法	1 時刻法
調査手法	UAV	UAV
調査時間	1 時刻法の 2 倍	1
解析時間	1 時刻法の 2 倍	1
概算費用	1 時刻法の 2 倍	1
調査精度	コア抜きをすることで概ね背面空洞箇所を特定できる	近接目視を行うための優先順位の判断材料として利用

5. 今後の展望

表 2 に 2 時刻法と 1 時刻法の相違点を整理した。

1 時刻法を用いることによって、調査時間、調査費用が大幅に削減できること、吹付のり面の赤外線エネルギーを面的に画像化したことで、近接目視の優先順位の判断材料とできることなどの利点があることが判明した。これらの利点を鑑みると、利用方法は下記のようなシーンが考えられる。

a) 防災点検の遠望目視点検では、吹付背面の状況（不良部エリア、湿潤部）がわからないため、本調査でおおよその状況を把握することが可能である。

b) 調査対象の吹付け法面の数量が多い場合、調査期間が限られているケースでは 1 次スクリーニングのための調査（例えば、災害後の緊急点検、密着不良部の重要リスク排除のための点検）に活用できる。

c) 限られた予算の中で、計画的に法面の維持管理を行うケースで、予算に応じて優先的に打音検査すべき法面を抽出することができる。また、1 つの法面内において、調査範囲（数量）を限定し、リスクの高い範囲を優先的に点検することができる。

本調査によって、1 時刻法の利用によってのり面点検を効率的に行うことができることがわかった。今後は、1 時刻法の精度について検証を積み重ね、利用方法をより明確にしていくことが必要である。

参考文献

1.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