

強制熱伝導方式熱赤外線画像による吹付のり面の空洞調査方法

ライト工業（株） 正会員 ○坂下 悟
同 上 正会員 鈴木 和夫
同 上 鶴木 道幸

1．はじめに

吹付のり面はモルタルおよびコンクリートなどで吹付被覆した構造物で、地盤の風化や強度低下を防ぐことが目的であり、昭和 40 年代に非常に多くの施工実績がある。近年、全国各地において、これら吹付のり面の老朽化が深刻な状況になってきており、改修が必要とされる箇所が増大してきている。そこで、点検、調査作業が困難な吹付のり面の点検、調査方法として熱赤外線画像を利用した方法が確立され、全国各地で行われている。この調査方法は吹付面の表面温度を高温時と低温時の 2 回撮影し、その温度差画像で空洞を判定する手法を用いており、日射等の自然環境、のり面の凹凸等の現場条件など誤差要因を持ち合わせている。また、2 回の撮影した温度差画像から空洞やクラックを特定する作業において、熟練性を要することも指摘されている。

そこで、従来手法の誤差要因を軽減するために、本調査方法では空洞と予想される部分を強制的に冷却し、周辺との温度差を作り出すことで、より空洞領域の判定精度を高めることを試みた。

2．本調査方法の概要

本調査方法の概要を以下の から に示す。また、本調査方法の強制熱伝導方式の概略を図-1に示す。

熱赤外線カメラを設置して、熱画像の温度分布から空洞部を推定する。

空洞と推定される部分を打音確認しながら、孔を開け、ホースを設置し、ジョイント周囲を密閉し冷却効果を高める。

冷却方法は、細粒状ドライアイスを用い、これを空気と共に設置したホースから徐々に吹付のり面背面の空洞に低圧で送り込む。

空洞のあるところから吹付表面は徐々に温度変化を始め、空洞領域の特定ができる。

背面からの貫通クラックがあれば、そこから冷却空気が漏れるので、危険なクラックも特定できる。

冷却前後の温度差画像で解析を行うが、冷却している間も連続撮影することで、温度の経時変化を

確認できる。

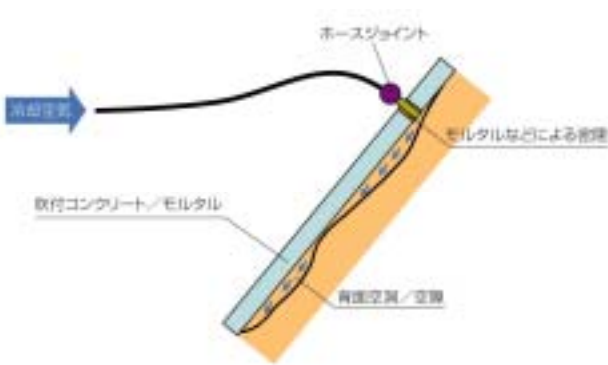


図-1 本調査方法の概略図

3．本調査方法の手順および主な使用機材

本調査方法を現地で実施する場合の手順を図-2に、主な使用機材を表-1に示す。

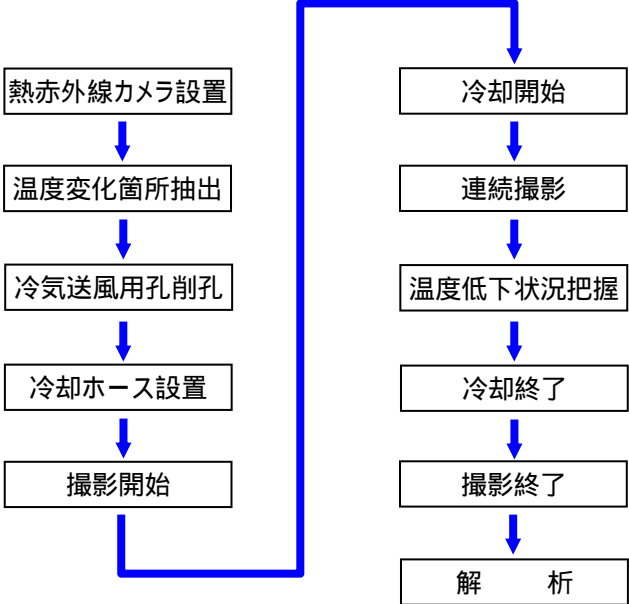


図-2 本調査方法の手順

表-1 本調査方法に使用する主な機材

機 材 名	仕 様
熱赤外線カメラ	サーモレサー TH9100MV/WV
ドライアイス	ペレット状ドライアイス
冷却装置	自社製ドライアイス搬送機

4．本調査方法の検証実験結果

実際の吹付のり面を対象に本調査方法の検証実験を行った。写真-1に実験対象の吹付のり面と実験を行った範囲を示す。

4 - 1 従来の熱赤外線映像法の結果

図-3は、実験範囲の中心部分のモルタル面の表面温度が15.4と26.1の時に撮影した画像の温度差画像である。「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」によれば、温度差画像において空洞部や風化部は特に温度差が大きいとされ、湿潤部や健全部は温度変化が小さいとされている。当該地で温度差が大きい領域は黄色から赤色で表示されており、13～19程度の温度差となっている。また、温度差の小さい領域は6～9程度となっている。上記マニュアルに従えば、空洞があると推定される部分は一般に図-3の赤線で囲まれた領域であると推定される。

4 - 2 本調査方法の結果

従来の熱赤外線映像法の結果（図-3）から推定される空洞部分4箇所を削孔し、そこから約60分間冷却を行った。図-4は冷却前後の温度差画像であり、図中の1から4の丸印は削孔位置を示す。この温度差画像では、白線で囲まれた領域が他の部分よりも温度が0.5～2.5低くなっており、冷却されていることが分かった。つまり、白線で囲まれた領域がドライアイスによる冷却空気が移動した部分と考えられ、背面の空洞領域と推定される。

4 - 3 従来方法と本調査方法の判定結果の比較

図-5は、従来方法と本調査方法で判定される空洞部分の比較を示している。空洞部分は共に同じ様な領域を示しているが、本調査方法の方が広い領域を示している。そこで、本調査方法のみで空洞部分と判定された領域について、数ヶ所、背面をコア削孔したところ、実際に空洞が確認された。従来方法は太陽の方向、日照時間、凹凸の程度、植物の有無、不均一な吹付け厚さ等で判定誤差を生じやすいことは以前から知られているが、以上の結果より、本調査方法はこれらの影響を軽減でき、且つより明確に空洞部分を判定できることが明らかとなった。

5．今後の課題

今回、最も日射が強く、気温が高い時期および時刻に実施したため、強制的に周辺との温度差を作り出すことに時間を要した。そのため、吹付のり面の表面温度があまり変化しない季節、時間帯での実施を検討する必要がある。

【参考文献】

- ・ 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 平成8年1月 建設省土木研究所



写真-1 実験対象の吹付のり面と実験範囲

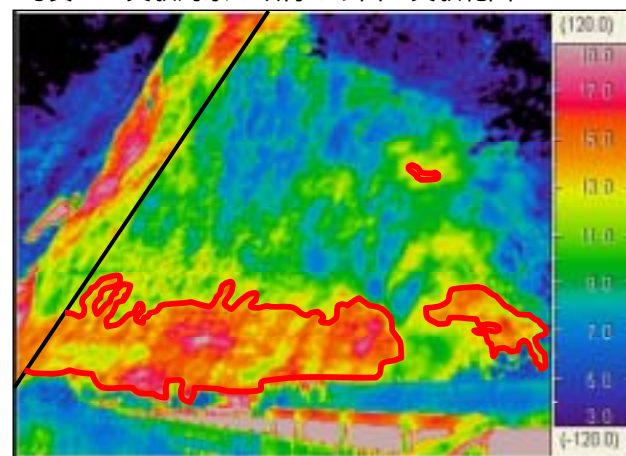


図-3 従来方法の温度差画像による空洞部分の判定

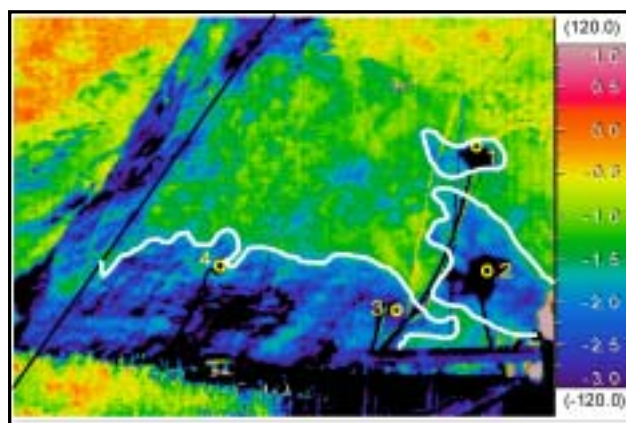


図-4 本調査方法の温度差画像による空洞部分の判定

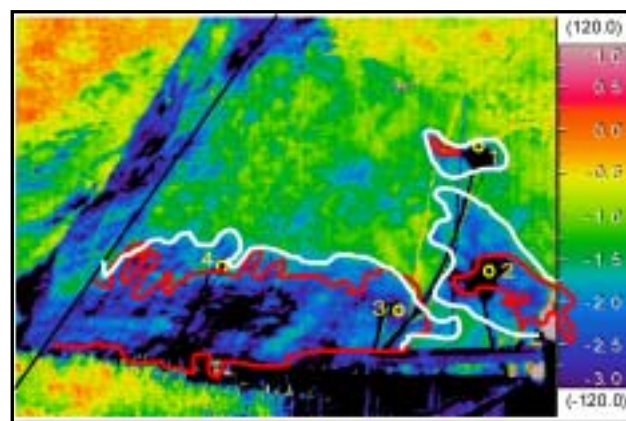


図-5 従来方法と本調査方法の判定結果の比較