

VI-249

熱赤外線法を用いたのり面工調査について

J R 西日本 大阪支社 一志 義晴
 J R 西日本 大阪支社 正〇佐溝 昌彦
 J R 西日本 大阪支社 境 秀光

1. はじめに

鉄道のり面工においては、一部の箇所では空洞等の欠陥が発生している。そこで、調査困難な箇所については、非破壊かつ遠隔から調査できる方法として、これまで熱赤外線法による調査を行ってきたが、コンクリートが厚い箇所及び日の当たらない箇所での精度について課題があった¹⁾。そこで、今回は、熱赤外線法におけるこれまでの実績について整理し、精度向上について検討を行なった。さらに空洞深さや空洞範囲を精度良く把握するために、試験的に地中レーダ法を併用して調査を行なったので、これらについて報告する。

2. 熱赤外線法と地中レーダ法の実績及び比較

表-1は今日まで、のり面工背後の空洞を把握するために実施した熱赤外線法と地中レーダ法の実績を示し、表-2は熱赤外線法と地中レーダ法の比較を示したものである。

① 調査方法

熱赤外線法では遠隔から調査できるが、地中レーダ法は機器本体を構造物に接触させた調査となる。

② 欠陥の抽出

熱赤外線法は図-1に示すとおり温度差から、欠陥を抽出する方法である。地中レーダ法では電気的性質（比誘電率）の相違によって生じる境界面から反射波をとらえて、信号処理を行ない欠陥の抽出する方法である（図-2、式-1）。

③ 特徴

表-2のとおりであり、熱赤外線法では空洞の有無を面的にとらえることができる。地中レーダ法は図-3のトンネル覆工調査検証結果に示すように、空洞深さを精度良く求められることが知られている。しかし、のり面工においては調査実績はない。

表-1 のり面工調査実績表
(熱赤外線法、地中レーダ法)

ケース	年 度	撮影時期	調査方法	調査数量
1	平成3年	H3.10	熱赤外線法	1,480㎡
2	平成4年	H4.9	熱赤外線法	604㎡
3	平成5年	H5.10	熱赤外線法	8,920㎡
4	平成5年	H5.10	地中レーダ法	10m

表-2 熱赤外線法と地中レーダ法の比較表

内 容	熱 赤 外 線 法	地 中 レ ー ダ 法
①調査方法	・非破壊・遠隔から（物体が表面から放射する。熱赤外線強度を特殊なカメラで検出する）	・非破壊・接触させる（機器より電磁波を物体に放射する）
②欠陥の抽出	・温度分布から異常域の抽出（図-1参照）	・電磁波がDの距離を往復するのにかった時間Δtに媒体中の電磁波の伝播速度Vを乗じて抽出 $D = \Delta t / 2 \times V$ （図-2参照）
③特徴	・空洞の有無の判断まではできる。また条件によっては、10cmオーダーの把握は可能である ¹⁾ 。	・コンクリートの厚みが分かる。 ・深さの把握も可能である。（図-3参照）

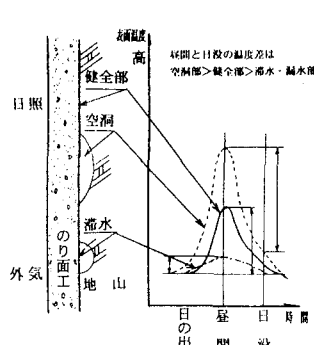


図-1 熱赤外線法による欠陥（空洞等）抽出原理

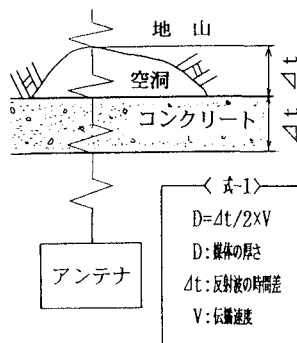


図-2 地中レーダ法による欠陥（空洞等）抽出原理

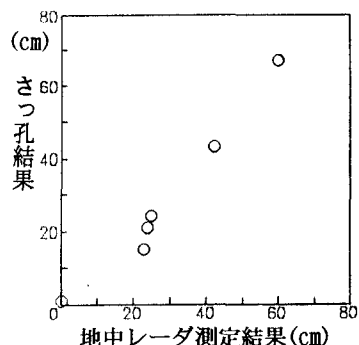


図-3 熱赤外線法を用いたトンネル覆工調査検証結果表

3. 熱赤外線法調査結果

3.1 厚いコンクリート背後の空洞検出について

図-4は、のり面工の熱画像処理画面に、空洞領域とさっ孔位置を示したものである。これまでは、コンクリート厚さが約20cmを越えると空洞等の把握は困難とされていたが、今回の調査で空洞領域が鮮明に現われていることから、図-4の②の箇所ですっ孔にて検証した結果、コンクリート厚さが約30cm程度でも空洞の深さが10cm以上ある等の条件が揃えば、精度良く検出することは可能であることが明らかとなった。また、さっ孔調査結果と熱赤外線法による整合率は、全調査箇所数105箇所に対して83%であった。

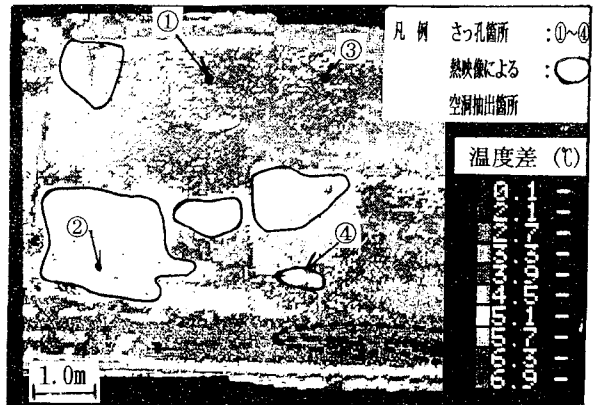


図-4 のり面工の熱映像処理画面

3.2 日照条件及び構造別の空洞検出について

日照条件については、一部日が当たらない箇所（写-1、エリア2）はこれまで、温度差の小さい空洞の検出は困難であった。今回、日照条件別または、構造別（張りコンクリート、吹き付けコンクリート等）に、エリア区分を行なって、判定基準をが精設定変えることにより、解析精度が向上した。

表-3 さっ孔調査と熱赤外線法調査結果表

さっ孔位置	コンクリート厚さ (cm)	さっ孔による空洞深さ (cm)	熱映像空洞の有無
①	21.0	5.0	無
②	29.0	9.0	有
③	20.0	0	無
④	20.0	6.0	有

4. 地中レーダ法の調査結果

今回熱赤外線とあわせて地中レーダ法を試験的に実施したが、10m程度の調査延長であった。図-5の生波形データの空洞部分は、コンクリート厚さ29cm、さっ孔調査結果より空洞深さ9cmの箇所を中心に調査したものである。その結果、空洞の範囲の検出は精度良く測定することができたが、空洞深さの把握は今後の課題である。

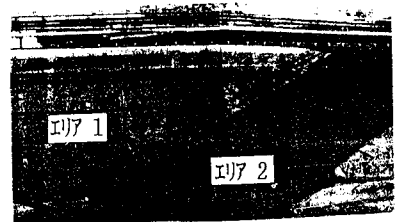
5. おわりに

熱赤外線法を用いたのり面工調査について、得られた精度を整理し、さらに初めて併用した地中レーダ法の結果を以下にまとめる。

- ① コンクリート厚さが約30cm程度まで空洞の検出が可能であることが認められた。
- ② 日が当たらない箇所や構造別をエリアで区分することによって、検出精度が向上した。
- ③ 地中レーダ法は、空洞深さの検出については、今後の課題であるが、空洞有無の精度は良い。
今後も、熱赤外線法を用いて、鉄道のり面調査のデータを蓄積するとともに、地中レーダとの併用も考慮したいと考えている。

<参考文献>

- 1) 国広，芦谷，一志：鉄道構造物における熱赤外線法の適用範囲と実用性について，土木学会第48回年次学術講演会



写-1 調査箇所エリア区分

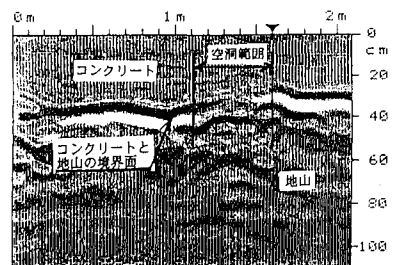


図-5 地中レーダ波形