

JR西日本 一志 義晴 正○国広 敏彦
正 芦谷 公稔

1. はじめに

トンネル覆工や高架橋床版、のり面工などの鉄道構造物の健全度診断に対する、熱赤外線法の適用性について検討を行なっている。本調査法は構造物内部の欠陥（剝離、空洞等）を、構造物表面の温度分布から把握するものであるが、最大のメリットは、構造物を非破壊、かつ遠隔から調査できることである。

今回は、これまで現地調査を行なってきた実績に基づいて、鉄道構造物における熱赤外線法の適用範囲とその実用性を整理し、さらに、のり面工については空洞深さの検出と言う詳細な調査を行なったので、これらについて報告する。

2. 鉄道構造物への応用実績

表-1に熱赤外線法の応用実績の例を示す。おもな調査対象構造物は、トンネル覆工、高架橋床版、のり面工であり、剝離及び空洞等の欠陥部分の把握を目的に実施している。

表-1 熱赤外線法実績表

ケース	年 度	撮影時期	構造物	目 的
1	平成1年	H1.12 , H2.2	トンネル覆工	空洞調査
2	平成2年	H3.1	トンネル覆工	空洞調査
3	平成2年	H2.12	高架橋床版	剝離、空洞調査
4	平成3年	H.4.2	高架橋床版	剝離、空洞調査
5	平成3年	H3.10	のり面工	空洞調査
6	平成4年	H4.9	のり面工	空洞調査

表-2は、熱赤外線法における、構造物別解析方法を示したものである。

解析法はどの調査も概ね共通しているが、必要に応じて、幾何補正や多画像の重ね合わせ等を行なっている。

表-2 構造物別解析方法

調査内容		トンネル覆工調査	高架橋床版調	のり面工調査
解析方法	データ処理	画像のA/D 変換 温度変換→階調表示	画像のA/D 変換 幾何補正（図面寸法を基準に補正） 温度変換→階調表示	画像のA/D 変換 幾何補正（図面寸法を基準に補正） 温度変換→階調表示 多画像の重ね合わせ等の画像処理
	変状の抽出	一回の観測で温度分布より異常域の抽出	一回の観測で温度分布より異常域の抽出	一回の観測及び多数観測より温度差分布から異常域の抽出

変状の抽出については、トンネル覆工と高架橋床版については、一回の観測による温度分布から異常域の抽出を行なっているが、のり面工については、観測回数を多くして温度差分布から異常域の抽出を行なっている。

表-3 適用性と評価表

3. 現段階での適用性の評価（表-3参照）

これまでの現地調査を整理し、現段階での適用性をまとめると、以下のとおりである。

調査内容	適用性について	評 価
トンネル覆工調査	・特殊な検査の場合を除き、現段階の精度では一般的な検査としては、適用は難しいと考える。	△
高架橋床版調査	・コンクリートの浮きを対象とする場合、精度的にはほぼ問題のないレベルであり、現段階では最も適用性が高いと考える。	◎
のり面工調査	・打音調査の替わり、もしくは打音調査の困難な箇所、概略の空洞範囲を推定する手法として適用性は高い。ただし、のり面工に制約条件がある。	○

3.1 トンネル覆工

トンネル内は、直接日照等の影響を受けないため、一日の温度変化は小さく、ほぼ平衡状態に達している。よって、健全箇所と変状箇所の温度差が小さいため、熱赤外線法では異常箇所は抽出しづらく、一般的な検査としての適用は難しい。ただし、湧水等が介在するような、特殊な箇所は検知可能である。

3.2 高架橋床版

直接日照等の影響を受け、背面床版において一日の温度変化が大きく、また床版表面が比較的均質であるため、微細な変状までも、検知可能であり、現段階では適用性が最も高いと考える。

3.3 のり面工

直接日照の影響を受け、一日の温度変化も大きいため、温度差が生じやすい状況であるため、のり面工の表面状態によっては、背後の空洞検出は可能である。ただし、空洞深さが検出できるかどうか、明確になっていない。そこで、今回、比較的表面状態が均一なのり面工について、背後の空洞深さ検出の可能性を判断するため、現地調査を行なった。

4. のり面工背後の空洞深さの検出について

調査したのり面工は、鉄道盛土のり面に、張りコンクリートブロックを施工したもので、長年の雨水等により、盛土材料が流出し、のり面工背後に空洞が発生していることが確認されている。

図-1は、のり面全体の昼と夕方の各時刻の温度差を示したものである。のり面上段に比べて、下段の方が温度差が大きいことが分かる。

こののり面は打音検査等によって、全体的に空洞が発生していることが確認されているため、この温度差は、空洞の有無によるものではなく、空洞深さの違いによるものと予測される。そこで、さっ孔や水抜き穴等で確認を行なった空洞深さと、熱赤外線法による観測結果の相関を調べた。

図-2は、昼と夕方の温度階数の差と空洞深さの相関図であるが、概ね空洞が深いほど、温度差が大きくなる傾向が見られる。

従来、空洞深さの検出については、否定的な見方が多かったが、今回の調査で、のり面工表面の状態が良好であれば、10cmオーダで空洞深さが検出できる可能性が認められた。

なお、今回の調査結果から判断して、のり面工背後の空洞深さが検出できる条件は、以下のとおりと考える。

- ①のり面工の厚さは、約15cm以下で、なるべく均一であることが望ましい。
- ②のり面工表面は、雑草、電柱等の障害物が無く、大きな凹凸が無い方が良い。
- ③空洞深さは、今のところ、数cmオーダの差の検出は難しく、10cmオーダの差異は検出可能。

5. おわりに

鉄道構造物の検査に対する熱赤外線法の適用性について、現場調査結果をもとに整理した。

その結果、最も適用性が高いのは、高架橋床版の検査であり次いで、のり面工調査である。

のり面工については、概略の空洞範囲を推定できる外、適用条件の制約はあるものの、10cmオーダでは空洞深さまで検出できる可能性が認められた。

今後も、熱赤外線法を用いて、鉄道構造物の検査データを蓄積するとともに、適用範囲を広げて行きたいと考えている。

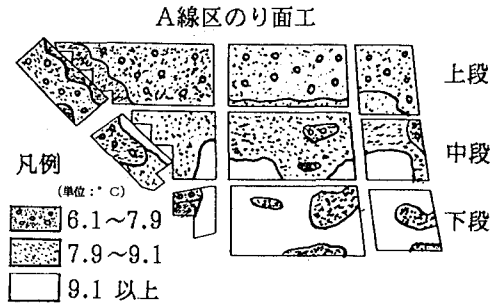


図-1 第2回観測-第5回観測
温度差分布図

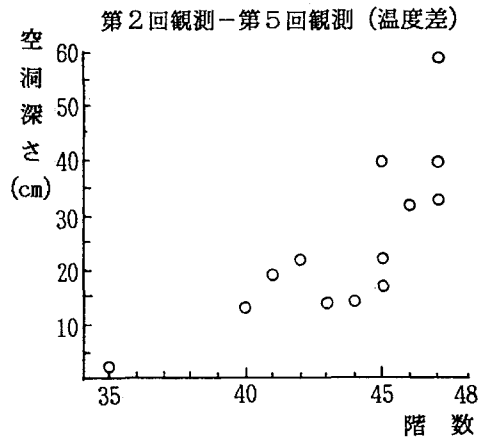


図-2 空洞深さと階数の相関図