

第Ⅴ部門

赤外線サーモグラフィ法による高架橋のはく離調査

大日本土木株式会社 正会員○畑 一民 正会員 植野 修昌 吉田 敏之
近畿日本鉄道株式会社 正会員 金田 甚右門 正会員 赤井 智明

1. はじめに

高架橋コンクリートのはく離調査はこれまで主に目視・打音調査によって行われてきたが、地上からの目視では検出できるはく離の程度や大きさに限りがあり、打音調査のためには足場設備が必要で多大な時間・労力を要するなどの問題があった。赤外線サーモグラフィ法は非接触で短時間に広範囲のはく離検出が行える非破壊検査法である。この方法を高架橋調査に適用する場合の熱源は太陽光（日射）や大気中の熱（気温）になるため、構造物の形状や方位・環境条件に応じて測定する時間帯や撮影方法の選定を適切に行うことが重要である。本報告は赤外線調査を行う場合の基本的な測定条件を検討したものである。

2. 調査方法

調査は近畿日本鉄道の高架橋を用いて行った。表1に示す携帯型の赤外線カメラによって高架橋の各部位（下記参照：数値は概略値）を撮影し、コンクリート表面の温度を測定した。

表1 赤外線カメラ（携帯型）の仕様

検出素子	2次元マイクロボロメーター
画素数	320(H)×240(V)=76,800
検知波長	8～14μm
最小検知温度差	0.1℃(30℃黒体にて)
測定温度範囲	-20～300℃
外形寸法・重量	115×142×220mm:約2kg

①床版部：平面寸法 8m×8m、高さ 10m。地上から撮影した。

②柱部：柱面のはく離（地表から2mまでの範囲）を測定距離を変えて（5mと20m）撮影した。

③高欄・地覆部：撮影対象とほぼ同じ高さから撮影した。対象物までの水平距離は12mである。

3. 調査結果

1) 床版部

写真1は床版下面を地上から撮影した可視画像である。写真1中の○囲みは赤外線サーモグラフィ法で高温部が検出された箇所（写真2参照）であるが地上からの目視では異状は確認できなかった。後日この箇所の打音調査を行ったところ写真3のようにはく離であることが確認された。写真4は同じ箇所を別時期に撮影したものであるが、はく離の像はやや不鮮明である。両観測日の気温を比較（表2）

すると気温日較差が大きいほど良好な測定が可能で、はく離識別のためには少なくとも6～7℃程度の気温日較差を必要とすることがわかる。

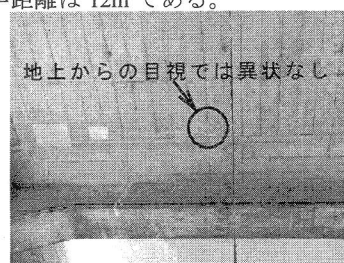


写真1 床版部（可視画像）

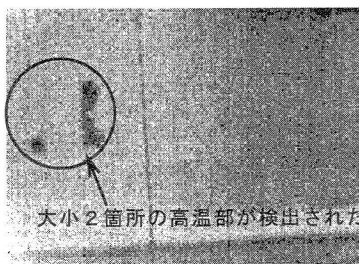


写真2 床版部（赤外線画像）

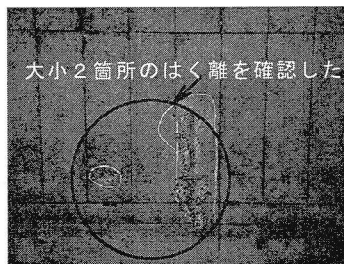


写真3 同左（叩き落し後）

2) 柱部

写真5は日射を受ける柱面にあるはく離の程度を目視・打音調査によって表3のようにランク分けしたものである。

表2 気温条件

写真6は柱面から5m、写真7は20m離れた位置から撮影した赤外線画像である。近距離(5m)からの測定では打音調査でしか確認のできない箇所も含めてすべてのはく離が検出されている。距離が大きくなると寸法の小さいはく離の識別が困難になっている（写真7中○囲み）のは、デジタル

	写真2	写真4
測定日	5月29日	2月14日
最高気温	26.2℃	9.1℃
最低気温	18.9℃	2.7℃
気温日較差	7.3℃	6.4℃



写真4 同上（赤外線画像その2）

画像の解像度が関係して

いるものと考えられる。

今後、より高い解像度

を有する望遠レンズに

よって撮影した画像と比較するなどの検討を行う予定である。

表3 はく離程度のランク

ランク分け	意味
Aランク	10m離れた位置から目視で確認できるはく離
A'ランク	10m離れた位置から目視で確認できないはく離
Bランク	近接位置からの目視でも確認不能、打音調査でのみ確認できる箇所

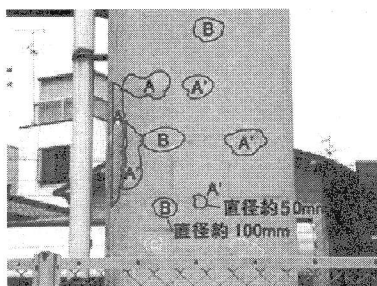


写真5 柱部(目視・打音調査)

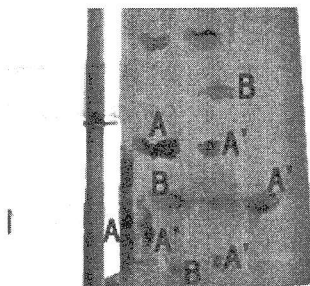


写真6 柱部赤外線画像(距離5m)

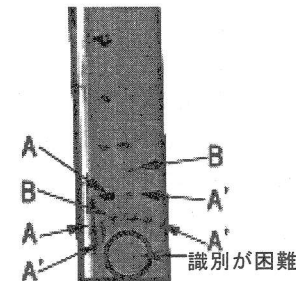


写真7 同左(拡大画像:距離20m)

3) 高欄・地覆部

写真8は日中もほとんど日射を受けない、北方位に面する高欄・地覆である。写真9～11は赤外線画像の経時変化をまとめたものである(当日の最低気温は20.7℃)。まだ気温が低い写真9では目視調査で確認できる異状も検出できていない。若干温度が上昇した写真10では目視で確認できる範囲のはく離が検出され始めている。さらに最低気温から約6℃上昇した写真11時点になるとはく離の像は明瞭になり、目視調査では確認できなかったはく離(写真8中の○囲み内)も検出可能になることがわかる。

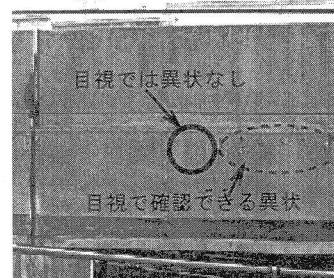


写真8 高欄地覆部(可視画像)

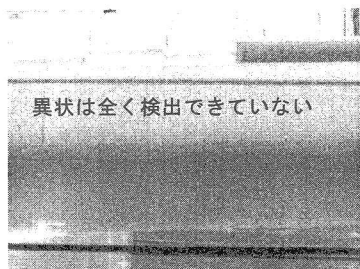


写真9 赤外線画像(7:40、23.8℃)

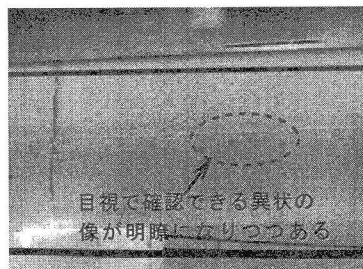


写真10 同左(8:10、24.5℃)

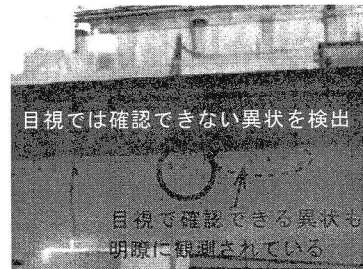


写真11 同左(9:40、26.4℃)

4. まとめ

本検討で以下のことがわかった。

①日射が得られる場合、欠陥の大きさによっては打音調査でしか確認できないような軽微なはく離を検出することが可能である。

②日射が得られない部位での測定では気温条件が重要である。気温変化が6～7℃以上になることが適用可否の目安となる。

③年間の気象データを考慮して基本的な測定条件を整理した結果を表4にまとめる。熱源や方位の違いに配慮した測定時間帯の選定が重要で季節による気温条件の違いにも留意が必要である。

今後は、検出可能なはく離の最小寸法、測定時の最大距離などの当調査法の適用範囲を明確にするため、望遠レンズによる撮影などの検討が必要である。実構造物の健全度点検への適用やコンクリート劣化対策計画での利用などの面に積極的な運用を図っていく予定である。

表4 基本的な測定条件

部位	主な熱源	観測に適する条件		測定時の留意事項(天候以外)
		時間帯	季節	
床版	気温	正午前後	春～秋:除梅雨	気温日較差(6℃以上を目安)
柱	日陰 気温	正午前後	春～秋:除梅雨	気温日較差(同上)
梁	日向 日射	限定なし	特になし	日照
高欄	東側 日射	午前	特になし	日照
地覆	西側 日射	午後	特になし	日照、背面の熱条件
	南側 日射	正午前後	冬がより適	日照、背面の熱条件
	北側 気温	朝、夕	春～秋:除梅雨	気温日較差(同上)、背面熱条件