

コンクリート構造物の健全度調査における赤外線サーモグラフィ法の適用性について

金田 甚右門¹・藤巻 恵²・畑 一民³・坂井 隆之⁴

¹正会員 近畿日本鉄道株式会社企画統括部土木部（〒543-8585 大阪市天王寺区上本町6-1-55）

²近畿日本鉄道株式会社企画統括部土木部（〒543-8585 大阪市天王寺区上本町6-1-55）

³正会員 大日本土木株式会社土木本部エンジニアリング部（〒162-8410 東京都新宿区市谷田町2-37）

⁴大日本土木株式会社土木本部エンジニアリング部（〒162-8410 東京都新宿区市谷田町2-37）

キーワード：赤外線サーモグラフィ, はく離, コンクリート構造物健全度診断

1. はじめに

従来、コンクリート構造物のはく離の調査は目視・打音調査によっていた。このため打音調査では多大な時間・労力を要すること、遠隔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ること等が問題であった。赤外線サーモグラフィ法は短時間に広範囲のはく離検出が行える非接触検査法である。本稿は近畿日本鉄道(株)の鉄道橋の赤外線調査と打音調査を行い、両者の結果を比較することによって赤外線調査法の欠陥検出精度を検証、同法の適用性を検討したものである。

2. 調査概要

(1) 使用機械

表-1は調査に使用した赤外線カメラ（アビオニクスTVS-610）の仕様をまとめたものである。今回の調査では主に焦点距離70mmの望遠レンズを用いた。

表-1 赤外線カメラの仕様

検出素子	マイクロボロメーター
画素数	320×240=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℃
瞬時視野角	0.7mrad(望遠レンズ装着時)
外形寸法・重量	115×142×220mm、約2kg

(2) 調査対象

調査対象は東西方向に位置する鉄道橋（桁長33.2m）の場所打ちコンクリート造の高欄（幅1600mm、厚さ150mm）および地覆（同700mm、250mm）で、南および北方位に面するものである。撮影時の対象物までの距離は5～15mである。赤外線

調査時の測定環境を表-2に示す。

観測日時	天候	気温(気象台による)		測定時状況	
		最高/最低	日較差	気温	日照率
2003年9月3日 9:30～11:00	晴れ	35.3℃ 28.0℃	7.3℃	33.2～ 37.0℃	30～70%

表-2 赤外線調査時の気象条件

(3) 調査結果

写真-1は高欄部の可視画像の例、写真-2は同位置の赤外線画像（白色→高温、黒色→低温）である。写真-2では温度の高い異状箇所が数カ所（点線囲み箇所）検出されたが、同位置には外見上特に変状は認められない（写真-1の点線囲み箇所）。

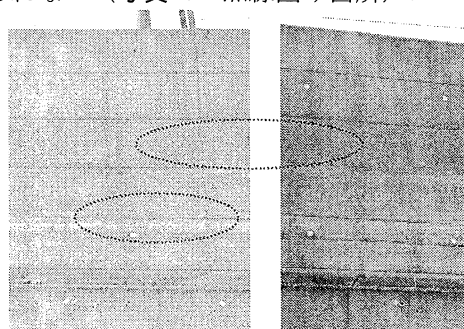


写真-1 調査対象面（高欄部）の可視画像

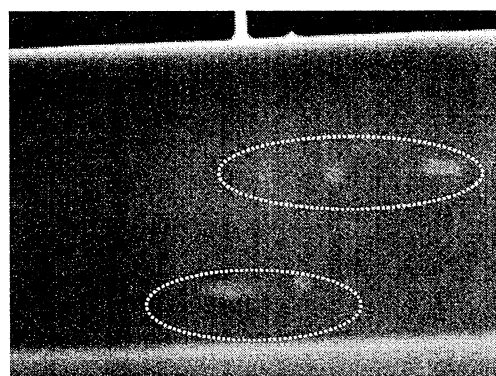


写真-2 同上の赤外線画像

3. 検証結果

(1) 検証方法

赤外線調査を行った後、対象面全面を打音調査（叩き落とし調査）して、はく離の確認を行った。表-3は目視調査と打音調査に基づいて、はく離の程度をランク分けしたものである。なお、前出の写真-2の事例は、叩き落とし調査の結果からランクBに該当するものであることがわかった。

表-3 はく離のランク分け

ランク分け	意味
Aランク	約10m離れた位置から肉眼で確認できるはく離
A'ランク	約10m離れた位置から拡大鏡(双眼鏡)で確認できるはく離
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異状

(2) 検証結果

各調査の結果を図-1（北側に面する高欄地覆面の略図）に、赤外線調査法の精度を表-4にまとめる（表-4では叩き落とし調査によってすべてののはく離が検出できることを前提としている）。なお図-1は、はく離の状況を把握しやすくするために縦横比を実際より1.5倍縦長にした略図である。検証結果を以下にまとめる。

- ①目視調査（双眼鏡含む）で検出されたはく離は10カ所にとどまった（ランクAおよびA'）。これに対し赤外線調査では50カ所の温度異状箇所を検出した。
- ②赤外線調査によって、対象面に存在するはく離のうち8割が検出された（見逃し率は2割）。
- ③赤外線調査によって検出された異状のうちの約

表-4 検証結果（赤外線調査の精度）

(1)	打音調査で検知されたはく離	47箇所
(2)	赤外線調査で検出されたはく離	50箇所
(3)	(1)のうち、赤外線調査で検出された箇所	38箇所
	検知率 $= (3) / (1) \times 100$	80.9%
	見逃し率 $= 100\% - \text{検知率}$	19.1%
	的中率 $= (3) / (2) \times 100$	76.0%
	見誤り率 $= 100\% - \text{的中率}$	24.0%

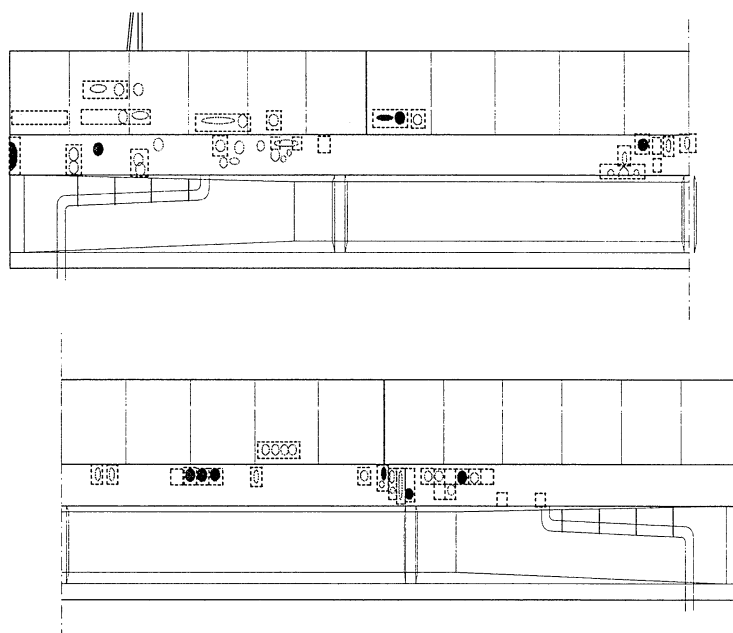
8割は実際にはく離であった（見誤り率は約2割）。

4. まとめと今後の課題

赤外線サーモグラフィ法によるコンクリートのはく離の検出に関して、基本的な性能を確認できた。今回の調査ではジャンカ等の補修跡を欠陥として見誤る例がいくつかあった。今後適用を重ねることによって的中精度の向上を図っていく必要がある。

参考文献

- 1) 畑一民, 植野修昌, 吉田敏之, 金田基右門, 赤井智明: 赤外線サーモグラフィ法による高架橋のはく離調査, 平成15年度土木学会関西支部学術講演会講演概要集V-47-1~2, 平成15年5月
- 2) 金田基右門, 赤井智明, 畑一民, 植野修昌, 吉田敏之: 高架橋のはく離調査における赤外線サーモグラフィ法の適用性検討, 第58回年次学術講演会VI-341, 土木学会, 平成15年9月
- 3) 畑一民, 坂井隆之, 植野修昌: 赤外線サーモグラフィ法によるコンクリート構造物のはく離調査, 電力土木No307p124~126, 平成15年9月



- : 赤外線検知 A、A' ランク
(肉眼、若しくは拡大鏡で確認できる)
- : 赤外線検知 Bランク
(目視で確認できない)
- : 叩き落とし箇所

図-1 検証結果（赤外線調査と打音調査結果の比較：北側に面する高欄地覆の略図）