

鉄道コンクリート高架橋の検査手法に関する一考察

東日本旅客鉄道（株）○正会員 浜崎 直行
東日本旅客鉄道（株） 正会員 友利 方彦
東日本旅客鉄道（株） 正会員 四宮 卓夫

1. はじめに

昨今、コンクリート構造の高架橋や架道橋等からの一連のコンクリート片剥落事故に伴い、コンクリート片の剥落が社会問題となった。現在、ＪＲ東日本における鉄道コンクリート高架橋の検査は、目視検査、打音検査が主体であり、コンクリート片剥落の兆候であるコンクリートの剥離を未然に捉えることが困難である。そこで、高架下からコンクリートの剥離を捉えることを目的として、非破壊検査装置の現地適用試験を行った。本文では、鉄道コンクリート高架橋の検査における非破壊検査装置（赤外線法、デジタルカメラ法）の現地適用性について述べる。

2. 赤外線法

2.1 使用条件の検証

赤外線法は、コンクリートの剥離部が健全部に比べ、「温まりやすく冷めやすい」というコンクリートの表面温度の違いを利用して、赤外線カメラの温度分布像からコンクリートの剥離を検出するものである。ところが、この手法は、太陽光を熱源として用いるため、天候、方角、時間帯等に制約される。そこで、はじめに東西南北の全ての方角に向いている高架橋を対象として、方角、時間帯、天候、部位に関する検討を行った。試験方法は、各方面の剥離が生じている箇所に対して1時間毎に測定を行い、表面温度、剥離部の検出状況の確認を行った。試験は、天候が「晴れ」であった10/30と「曇のち晴れ」であった12/18に行った。

試験結果を図-1に示す。1日中晴れていた10/30では、全ての方角、部位とも測定時間内において、剥離部と健全部の表面温度に差が現れており、剥離部の検出が可能であることがわかる。ただし、温度差が大きく、実際に剥離部を確実に検出できる時間は、全ての方角とも概ね15時までであった。次に、12/18の日射量の経時変化を図-2に示す。12/18では、日射量が少なかった（曇）11、12時頃までは、全ての方角でほとんど表面温度に差が現れず、剥離部の検出は不可能であった。一方、日射量が大きくなった（晴れ）12時以降は、全ての方角で表面温度に差が現れ、概ね15、16時頃まで剥離部の検出が可能であったが、縦梁の下面に位置し、直接日射の影響を受けない箇所において剥離部の検出は不可能であった。

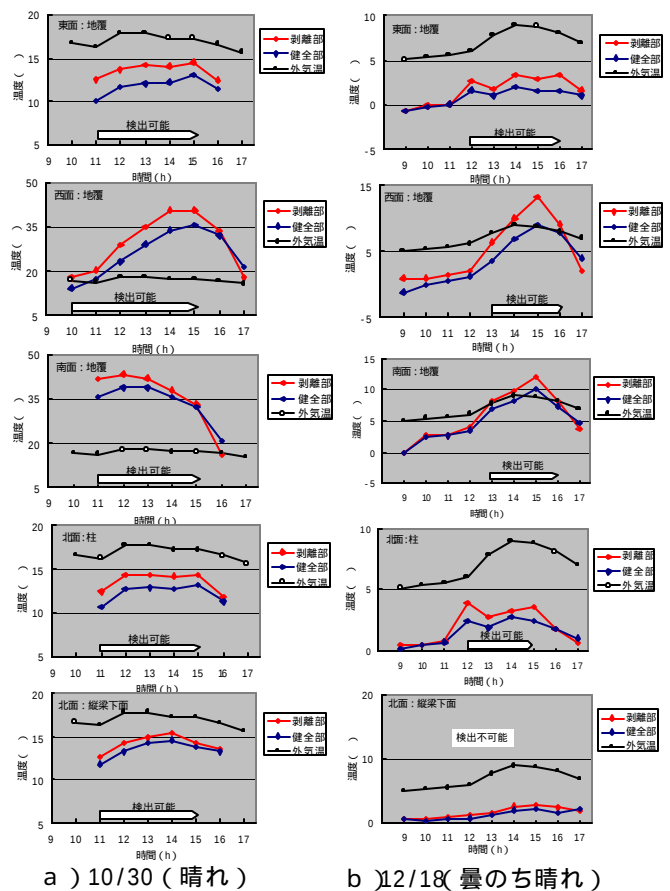


図-1 剥離部・健全部の表面温度の経時変化

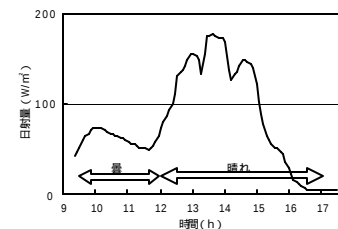


図-2 日射量の経時変化（12/18）

キーワード：コンクリートの剥離、非破壊検査、赤外線法、デジタルカメラ法

〒101-8612 東京都千代田区外神田 1-17-4 東日本旅客鉄道（株） TEL03-3257-1693 FAX03-5298-6920

2.2 精度の検証

次に、赤外線法の精度の確認を行った。試験方法は、コンクリートの剥離が見られる高架橋の一定区間を対象として、打音による剥離部の検出箇所数に対して、赤外線法を活用した剥離部の検出数と従来の目視による剥離部の検出数との比較を行った。試験は、対象箇所を高架橋の東面、概ね 30m 程度内に位置する高欄部、地覆部、張出スラブ下面及び電柱基礎とし、晴天時の赤外線法のデータと双眼鏡を使用した入念な目視検査のデータを使用した。試験結果を図-3 に示す。

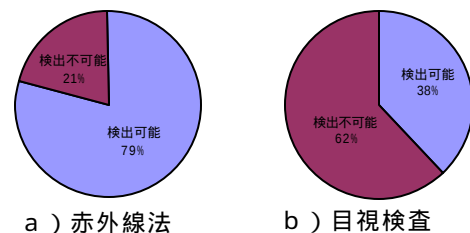


図-3 剥離部検出数の比較 (打音:100%)

赤外線法は、打音検査により発見された剥離部の概ね 8 割程度の検出が可能であった。一方、目視検査では、双眼鏡を使用して入念な検査をしたにも関わらず概ね 4 割程度しか検出が出来なかった。

3. デジタルカメラ法

3.1 撮影方法の検証

デジタルカメラ法については、CCD カメラとビデオカメラを使用して、高架橋の概ね 60 ~ 100m 程度の箇所に対する連続画(以下、展開図という)を作成し、撮影方法の検討を行った。撮影方法を表-1 に示す。ビデオカメラによる撮影については、高架橋の近傍に側道がある場合、カメラを車載した撮影では手ブレがなく、変状等の確認も概ね可能であるため展開図作成ツールとして有効であるが、都市部など側道がない箇所においての撮影は困難である。一方、CCD カメラによる撮影は、ステレオ画像等をえられるため、高架橋の剥離状況等を確認できる。また、カメラを据付けて撮影を行うため、手ブレもなく、側道がなくても展開図作成が可能である。

表-1 デジタルカメラ法における撮影方法

	撮影物	撮影方法	撮影時間	撮影条件	変状の確認	総合
1	ビデオカメラ	徒歩 広角	○		×	×
2	ビデオカメラ	徒歩 ズーム	○			×
3	ビデオカメラ	車載 広角	○	×		×
4	ビデオカメラ	車載 ズーム	○	×	○	
5	CCDカメラ	徒歩 広角		○		○

3.2 精度の検証

次に、デジタルカメラ法の精度の確認を行った。試験方法は、赤外線法の精度検証と同様とし、打音による剥離部の検出箇所数に対して、デジタルカメラ法を活用した剥離部の検出数との比較を行った。なお、目視検査との比較については、双眼鏡等を使用して入念に検査をした場合、精度はデジタルカメラ法と同様と考え、省略した。試験は、対象箇所を高架橋の西面、概ね 30m 程度内に位置する高欄部、地覆部、張出スラブ下面及び電柱基礎とし、CCD カメラを用いたステレオ画像のデータを使用した。試験結果を図-4、5 に示す。

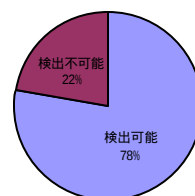


図-4 剥離部検出数の比較 (打音:100%)

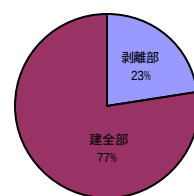


図-5 全検出数に占める剥離部の割合

デジタルカメラ法は、打音により発見された剥離部の概ね 8 割程度の検出が可能であった。しかし、それらは、デジタルカメラ法による剥離部検出数の概ね 2 割程度であり、残りの 8 割程度は、汚れ、補修跡等の健全部であった。

4. まとめ

- (1) 鉄道コンクリート高架橋の検査において、非破壊検査装置の赤外線法及びデジタルカメラ法は、非接触で遠方からコンクリートの剥離部の検出が可能であり、精度も良好であるといえる。
- (2) 赤外線法は、一日中晴天で日射量が大きければ、いずれの方角、部位においても剥離部の検出が可能であるといえる。また、剥離部検出可能時間の限度は、概ね 15 時頃と考えられる。
- (3) デジタルカメラ法は、都市部の高架橋の立地条件及び変状の確認等を考慮した場合、CCD カメラによるステレオ撮影が有効であるといえる。
- (4) デジタルカメラ法は、健全部を剥離部と検出する確率が大きいため、剥離部の判断方法、ステレオ撮影の方法等を検討する必要があるといえる。

参考文献 松沼政明他：赤外線法を用いた高架橋の剥離検査，土木学会第 57 回年次講演会概要集，2002.9