

赤外線カメラを使用した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全て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、非破壊検査装置である赤外線カメラの精度、使用条件に関する現地試験を行った。本文では、鉄道コンクリート高架橋の検査における赤外線カメラの現地適用性について述べる。

2. 使用条件の検証

2.1 試験内容

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、各部位の剥離が生じている箇所に対して1時間毎に定点測定を行い、表面温度、剥離部の検出状況の確認を行った。また、剥離部の検出状況と気象データの相関性に関する検討も行った。試験は、天候が「晴れ」であった10/30、2/1と「曇のち晴れ」であった12/18に行った。なお、気象データは、気象庁の観測データを使用した。

2.2 試験結果

定点測定の結果を図-1、全天日射量及び日照時間の経時変化を図-2に示す。1日中晴れており、日射、日照時間共大きかった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った。ただし、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では、日射、日照時間共小さかった（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、剥離部の検出はできなかった。一方、日射、日照時間が大きくなった（晴れ）12時以降は、全ての方角で表面温度に差が現れ、

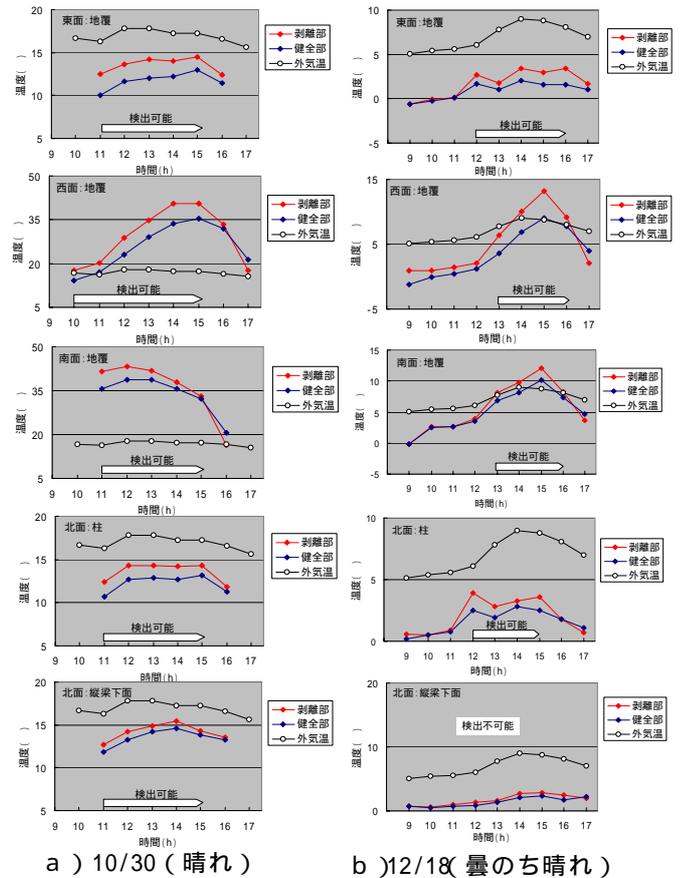


図-1 剥離部・健全部の表面温度の経時変化

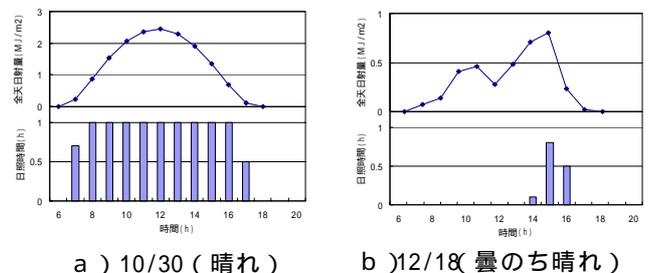


図-2 全天日射量・日照時間の経時変化

キーワード：コンクリートの剥離、非破壊検査、赤外線カメラ、温度差、気温、日射量

〒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

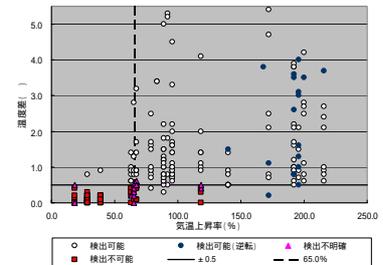
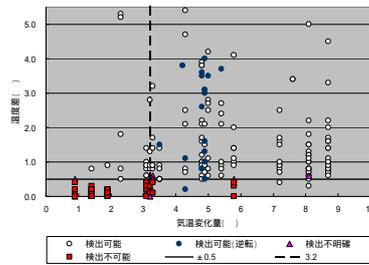
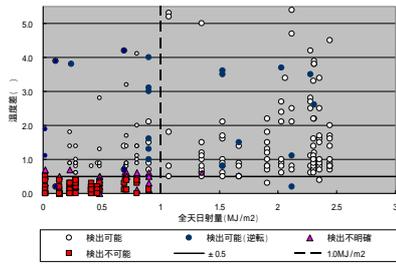


図-3 温度差と日射量との相関 図-4 温度差と気温変化量との相関 図-5 温度差と気温上昇率との相関

概ね 15、16 時頃まで剥離部の検出が可能であった。ただし、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ける剥離部の検出だけはできなかった。

次に、剥離部の検出状況と全天日射量との相関を図-3 に示す。コンクリート表面の温度差が概ね 0.5 以上の場合は、剥離部の検出が可能であり、それを下回る場合は、検出ができない箇所や剥離部と明確に判断できない箇所が多いため、剥離部の検出が困難であるといえる。また、全天日射量が概ね 1.0MJ/m² 以上の場合は、剥離部の検出が可能であるが、それを下回る場合は、検出が可能な箇所と検出ができない箇所が混在しているため、剥離部の検出が困難であるといえる。

次に、剥離部の検出状況と気温変化との相関を図-4、5 に示す。図-4 の気温変化量は、測定日の最低気温と毎時の平均気温との差であり、図-5 の気温上昇率は、最低気温を 100%とした時の気温変化量の割合（上昇率）である。図-4 より、気温変化量が概ね 3.2 以上の場合は、ほとんどの剥離部を検出することができるが、それを下回る場合は、検出ができない箇所や剥離部と明確に判断できない箇所が多いため、剥離部の検出が困難であるといえる。また、図-5 より、気温上昇率が 65% 以上の場合は、ほとんどの剥離部を検出することができるが、それを下回る場合は、検出ができない箇所や剥離部と明確に判断できない箇所が多いため、剥離部の検出が困難であるといえる。

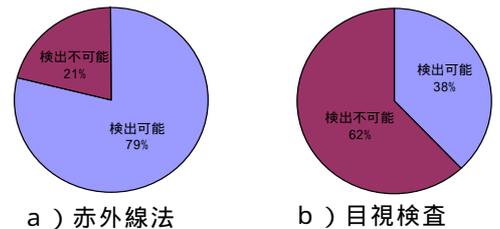


図-6 剥離部検出数の比較(打音:100%)

3. 精度の検証

3.1 試験内容

次に、赤外線カメラを使用した検査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、打音検査による剥離部の検出箇所数に対して、赤外線カメラを使用した剥離部の検出数と従来の目視検査による剥離部の検出数との比較を行った。試験は、高架橋の東面で任意に設定した延長 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を対象とし、晴天時の赤外線カメラの測定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。

3.2 試験結果

試験結果を図-6 に示す。試験対象範囲内において、打音検査では、総計 71 箇所コンクリートの剥離を発見した。これを 100%とした場合、赤外線カメラを使用した検査では、打音検査で発見した剥離部の概ね 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が、概ね 4 割程度しか検出が出来なかった。

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カメラは、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。
- (2) 赤外線カメラは、晴天で日射、日照がある程度あれば、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。また、剥離部検出可能時間は、概ね 10～15 時頃と考えられる。
- (3) 剥離部と健全部との温度差が 0.5 以上であれば、赤外線カメラによりコンクリートの剥離を検出することが可能である。
- (4) 全天日射量が 1.0MJ/m² 以上、気温変化量が 3.2 以上、気温上昇率が 65%以上であれば、赤外線カメラによりコンクリートの剥離を検出することが可能である。

参考文献 松沼政明他：赤外線カメラ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