

寒冷期の赤外線カメラによるコンクリート構造物剥離診断調査

ドーコン 防災保全部 正会員 上北正一
 北海道開発土木研究所 構造研究室 正会員 池田憲二
 ドーコン 防災保全部 正会員 佐々木聡
 ニコン 技術工房 正会員 外川 勝
 日本アビオニクス 第二営業部 加藤久和

1. はじめに

社会基盤施設であるトンネルや橋梁を含めたコンクリート構造物の劣化損傷によるコンクリート片の落下事故が発生し、最新技術を利用した調査や補修の検討が試みられている。国土交通省でも国道橋梁を対象とした第三者被害防止の一点検が実施され、床版や壁高欄のコンクリートの剥離や空隙を発見するために赤外線カメラを利用した点検が行われている。この結果、打音検査範囲決定手段として、初期段階の利便性が確認されている。温度の低い積雪寒冷地における赤外線技術についての検証は極めて少ない状況にある。赤外線カメラによるコンクリートの剥離診断を行うに当たり、寒冷期のフィールド試験をおこなったので、ここに報告する。

2. 現場試験概要

試験目的物：擁壁壁面（図 - 1 参照）
 試験装置：日本アビオニクス社製 TVS - 600(二次元非冷却マイクロボロメータ)
 その他（日射計、温湿度計、風向風速計）
 画像処理：(株)ニコン技術工房製 GS - Thermo
 概況：試験日は終日晴れ（雲量は概ね 4）
 外気温 +1.9 ~ -0.8

3. 現場試験結果

図 - 1 は調査擁壁部の損傷部である対象 1 と健全部である対象 2 を示す。他にも損傷部は存在するが当報告は対象 1 に着目した。

表 - 1 に見られるように、外気温は午前から午後にかけて +1 前後で推移し、14:30 から徐々に低下し、氷点下まで下降する。調査は 7 時間行い外気温差は 2.7 と比較的小さい環境で行った。

表 - 2 擁壁部温度・日射量と損傷判定の可否

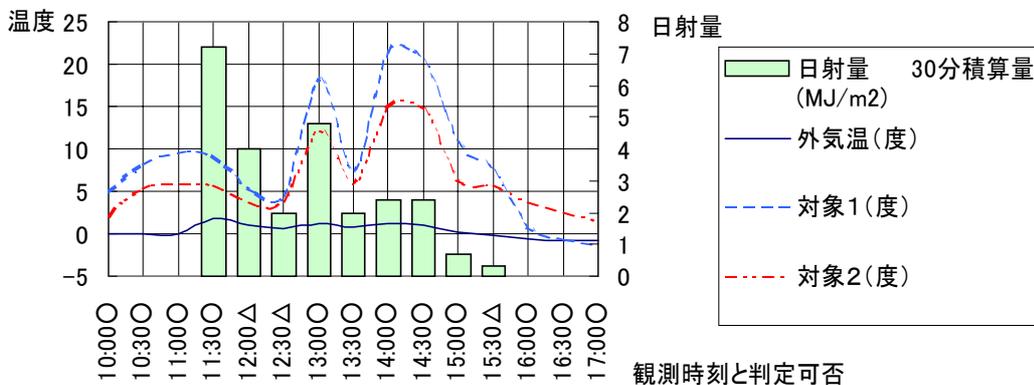


図 - 1 擁壁面

表 - 1 擁壁部測定環境と損傷判定の可否

撮影時刻	対象面状況	外気温(度)	湿度(%)	風速(m/s)	風向	日射量30分積算量(MJ/m2)	対象1	対象2	温度差(度)	最適レンジ判定可否
10:00	日向	-	-	0.5	北西	-	4.8	2.0	2.8	○
10:30	日向	-	-	1.0	北	-	8.1	5.3	2.8	○
11:00	日向	-	-	0.5	北西	-	9.6	6.0	3.6	○
11:30	日向	1.9	17.6	1.0	北西	7.2	9.3	5.9	3.4	○
12:00	日向	1.1	19.3	1.0	北	4.0	5.3	3.8	1.5	△
12:30	日向	0.7	19.3	0.0	北西	2.0	4.5	3.8	0.7	△
13:00	日向	1.3	18.9	0.5	北西	4.8	18.3	12.1	6.2	○
13:30	日向	0.9	19.5	0.5	北西	2.0	7.3	6.0	1.3	○
14:00	日向	1.2	18.3	0.5	北西	2.4	21.4	14.7	6.7	○
14:30	日向	1.0	20.3	2.0	北西	2.4	20.4	14.7	5.7	○
15:00	日陰	0.3	22.4	1.5	北西	0.7	10.9	6.5	4.4	○
15:30	日陰	-0.2	26.2	1.5	北西	0.3	7.5	5.8	1.7	△
16:00	日没	-0.5	26.3	0.5	北西	0.0	0.8	3.8	-3.0	○
16:30	日没	-0.8	33.0	0.0	北西	0.0	-0.7	2.6	-3.2	○
17:00	日没	-0.8	32.9	0.5	北西	0.0	-1.4	1.7	-3.1	○

※地覆側面は13:00より壁面が日陰となる。
 ※10:00~11:00の気温・湿度・日射量は未計測。

擁壁部の損傷判定の可否は、温度、湿度、風向、風速には関連性が希薄であった。一般に、赤外線カメラを用いた非破壊検査は外気温温度差の大きい環境下で行うのが良いとされているが、外気温温度差は

2 程度でも有効な調査が可能であることが明らかとなった。また、損傷部と健全部の温度差が、2 以上あれば容易に損傷と見なす事が可能である。温度差 0.5 以上の場合も、判定可能の領域である。損傷判定の可否と温度や日射量との関係を見るために、表 - 2 にグラフ化し

キーワード 赤外線, 剥離, 非破壊検査, 維持管理

連絡先 〒004-8585 北海道札幌市厚別区厚別中央1条5丁目4番1号 TEL011-801-1576 FAX011-801-1577

た。このグラフから日射量が減少すると表面温度も下降することが理解できる。調査当日、15:00 に日陰に変わり、16:00 には日没となっている。日陰になって30分後に損傷部と健全部がほぼ同温となり、日没時には表面温度は逆転していた。

また、日射量が増加に向かう時間帯は温度差が大きくなり損傷判定を容易にする有効な剥離診断実行期間であることが読みとれる。また、日没後の温度差も大きくなることから、日向から日陰に移行1時間後も有効な時間帯である。したがって、日射量が少なれば温度差が生じずに判定不可につながるが、撮影時に日射量がなくとも、撮影時前に日射量がある場合、損傷判定は可能であるという結論に達した。

実際に撮影した映像を掲載する。12:00 と 16:00 に撮影した映像をそれぞれ図 - 2、図 - 3 に示す。円で囲まれた部分が損傷部であり、12:00 の映像では、ある程度高温になっており、損傷判定可能であるが明確ではない状態である。

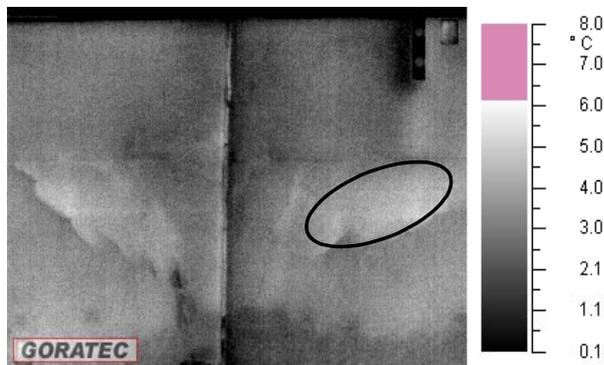


図 - 2 12:00 における擁壁の赤外線写真

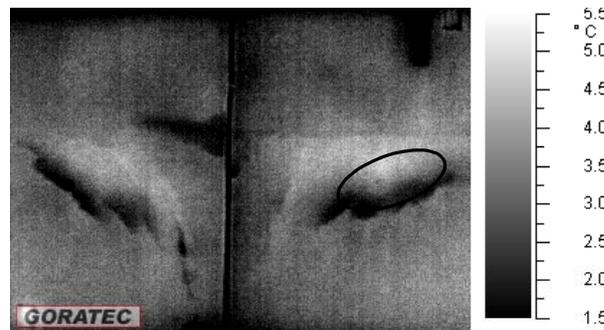


図 - 3 16:00 における擁壁の赤外線写真

16:00 の映像では円の部分が周囲より低温となっていることが明確である。日射があっても日射量が減少している 12:00 と、日射量が無い 16:00 を比較した場合、単に日向であれば判定可能であるというのは早計である。

次に損傷部を特定できたので、実際に損傷箇所をはつることにした。(図 - 4 参照)はつりおよび計測の結果、損傷は赤外線映像箇所と一致する。最大厚さ 4.5cm、最小厚さ 1.0cm である。このことから、約 5cm 厚程度の剥離コンクリートはパッシブ法で十分判別可能であることがわかった。

当試験では、はつり前の擁壁面に冷水をかけて表面温度変化の観測を予備的に実施した。対象構造物の損傷は、ほぼ左右対称であるため、半断面のみ冷

却し、残る半断面と比較した。観測時間は1時間で、逐次赤外線映像を撮影したところ、損傷部と健全部で生じる温度差に傾向が見受けられることがわかった。



図 - 4 はつり状況写真

4. おわりに

当調査は積雪寒冷地における赤外線カメラを用いたコンクリートの剥離診断が有効に行われるかについての検証であった。検証結果として寒冷期であっても赤外線カメラによる日照部のコンクリート剥離診断は有効であると判断する。

剥離診断時の気象条件については、外気温差の大きさには左右されず、日射量や日射時間が重要である。日向から日陰に移行して1時間程度は表面温度が激しく変化する。

5. 今後の課題

今回の調査では風向・風速・外気温・湿度と判定可否の関連性は見られなかったが、他のケースのデータを収集し明確にしたい。

また、当調査は幸い好天に恵まれたが、天気が曇りの場合や、北側の壁面および床版下面といった日照が無い部位、さらに一般に剥離診断を控えている夏場において、比較的すずしい北海道の剥離診断の有効性について、レンジ幅の小さい(例えば1刻みの表示色を0.5刻みに表現できる)赤外線カメラによる検証が必要と思われる。

さらには今回調査で、予備的に行った、冷却法による剥離診断調査について、時間や対象箇所を変えた詳細調査を行いたい。

【参考文献】

- 1)青野健治、中岡勇、朝川誠(2001)「赤外線サーモグラフィによるコンクリート構造物の内部欠陥検査技術の研究」表面損傷・サーモグラフィ合同シンポジウム講演論文集 4-2pp95-100
- 2)長田文博、虫明成生(2001)「赤外線カメラによる高架橋コンクリートの剥離診断手法」表面損傷・サーモグラフィ合同シンポジウム講演論文集 5-1pp105-110
- 3)外川勝(2001)「赤外線対応画像診断支援ソフト G S - Thermo の開発」表面損傷・サーモグラフィ合同シンポジウム講演論文集 5-2pp111-112
- 4)加藤久和(2001)「赤外線サーモグラフィの動向」表面損傷・サーモグラフィ合同シンポジウム講演論文集 5-3pp113-116