

夜間時の赤外線カメラを用いた高架橋コンクリートの剥離診断(その2)

国際航業(株) 正会員 ○虫明 成生 小野 尚哉
西日本旅客鉄道(株) 正会員 渡辺 佳彦 正会員 長田 文博

1. はじめに

西日本旅客鉄道(株)では、1999年に発生した山陽新幹線トンネルコンクリート剥落事故以降、第三者被害の防止を目的に、山陽新幹線高架橋に対して赤外線画像法を用いたコンクリート剥離検査手法の開発を行ってきた。平成13年3月には昼間検査(9時～17時)を前提とした調査マニュアル¹⁾を整備し現場における運用を進め、本手法の有効性を確認してきた。

本研究では、さらに適用可能時間の拡大を図り、夜間における赤外線画像法による剥離検査手法の実用化を目的に、24時間における実観測データを基にその基礎検討を行った。

2. これまでの昼間検査適用基準

表1には、これまでの昼間検査を前提とした調査マニュアル¹⁾における本手法の適用可能条件を示す。昼間検査では、気温の上昇値と日照時間の組み合わせにより、観測時間における適用可否判断を行っている。

その1で指摘したように、現場適用にあたってはいくつかの問題点が現れる場合もある。そこで、これまで調査対象時間外としていた夜間(18時～翌8時)を検討対象時間に含め、実観測画像の蓄積による評価を行った。

3. 夜間観測データによる検討

(1) 実観測結果の概要

その1で示したように、24時間連続観測により山陽新幹線高架橋(第三者被害のない高架橋)において、夜間における赤外線画像法の利用可能性が示された。表2には、季節別高架橋別の剥離判別結果の概要を示す。

表2 季節別高架橋別の剥離判別結果の概要

項目 季節・高架橋		気象条件評価 ^{*1)}			剥離判別性評価		備 考
		気温	日照	風速	昼間 ^{*2)}	夜間 ^{*3)}	
夏季	高架橋 A	C	A	A	A	A+	秋季気象条件に近い
	高架橋 B	A	A	A	A	B	秋季気象条件に近い
	高架橋 C	A	A	A	A+	A+	気温較差が非常に大きい
秋季	高架橋 A	C	A	A	A+	A+	
	高架橋 B	C	B	A	B	A+	
	高架橋 C	A	B	A	B	A+	
冬季	高架橋 A	C	B	A	A	B	低温時はセンサノイズの影響あり
	高架橋 B	A	C	A	B	B	低温時はセンサノイズの影響あり
	高架橋 C	A	A	A	A+	C	低温時はセンサノイズの影響あり。夜間の気温変動が激しい

*1) 昼間検査適用可能条件の充足度を評価 A:適用条件を満たす B:適用条件下限付近 C:適用条件を満たさない
夏季気温較差は適用可能条件未設定のため、夏季平均気温較差(調査マニュアル作成時に評価)の大小を評価した
(A:較差大 C:較差小)

*2) A+:適用可能時間帯を上回る時間帯で判別可能 A:適用可能時間帯で判別可能
B:一部(時間あるいは部位)のみ判別可能 C:ほぼ判別不可能

*3) A+:昼間適用時間(4時間)以上の判別可能時間あり A:昼間適用時間と同等の判別可能時間
B:一部(時間あるいは部位)のみ判別可能 C:ほぼ判別不可能

キーワード:赤外線カメラ・高架橋検査・剥離診断・夜間・運用・適用条件

連絡先:〒102-0085 東京都千代田区六番町2 国際航業(株) 技術センター TEL: 03-3288-5772 FAX: 03-3262-6150

これによると、昼間検査を前提とした適用可能条件(気象条件)を満たさない場合でも、マニュアル上の適用可能時間と同等あるいは同等以上の昼間適用性が確認され、現状の適用可能条件が安全側に設定されていることが確認された。夜間検査の適用性については、昼間検査では適用が最も難しいと考えられる、床版部における個別の剥離部と健全部の温度差から見ると、その1で示した秋季、冬季、夏季の順であった。高架橋全体を見た場合には、秋季、夏季における適用性が高く、冬季の適用性はノイズの影響もあり、やや劣る結果となった。ただし、夏季については観測時の気象は秋季に近い条件の場合が多く、典型的な条件での評価についてはさらに検討が必要と考える。

(2) 夜間観測における適用基準の検討

現在運用している昼間検査における適用基準は、気温較差、日照条件、風速を考慮している。夜間運用に際しても、同様に明確な適用基準を設定することが必要である。今回の報告では、実測事例における適用基準要素の一つと考えられる気温条件のみに注目し、その設定可能性について検討した。一例として、図1に夏季および秋季観測日における最高気温からの気温低下状況を示す。

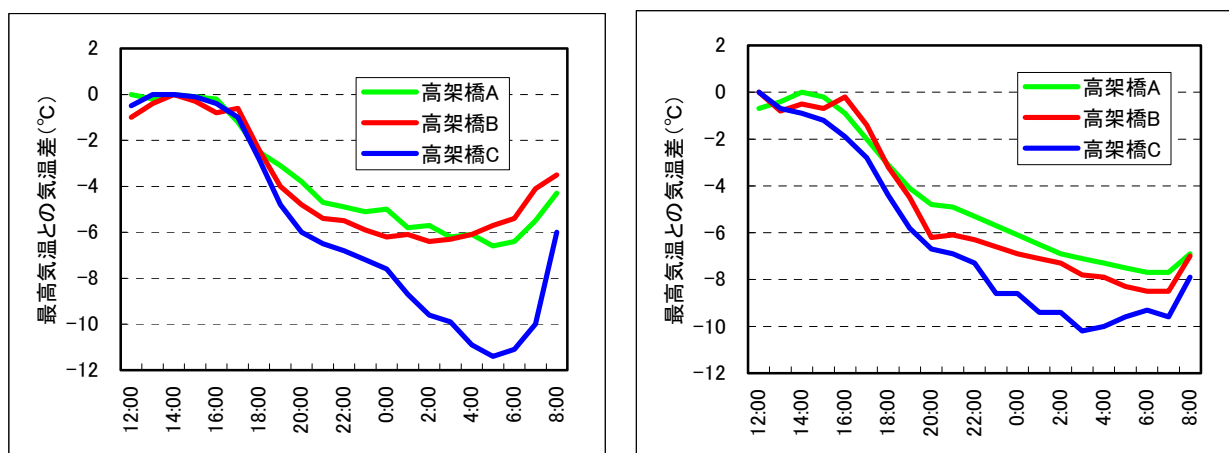


図1 最高気温からの気温低下状況(左:夏季 右:秋季)

夏季の高架橋 C 観測日は気温低下が非常に大きく、A,B はほぼ同様の気温低下量であった。ただし、A 観測日は低下幅が微少であるものの午前 5 時頃まで常に低下傾向を示し、B 観測日には午前 2 時頃に最低気温を記録、以降は上昇傾向にあった。秋季はいずれの観測日もほぼ早朝(明け方)まで常に低下傾向であった。図示していないが、冬季は高架橋 A 観測日のみ低下傾向であったが、B,C では夜間に気温の上下変動を繰り返している状況であった。

これらの事と夜間の剥離判別性評価結果を考慮すると、気温の低下傾向と判別性には関連性が伺える。

4. 夜間実運用までの検討課題

本研究では、24 時間の実観測データを蓄積することにより夜間観測の適用可能性について検討を行い、その概要を把握した。また、主に夜間の定性的な剥離判別性の把握を主眼に検討を進めてきたが、昼間検査と同様に夜間検査の実運用を図る上では定量的な評価を行うことが必要となる。また、今後本手法を夜間において実運用していく上では、適用基準の設定が不可欠である。このことから、特に以下の点についての検討が必要と考える。

- (1) 調査対象における実観測データの蓄積(春季、夏季を主体として)
- (2) 熱収支モデルを用いた温度シミュレーションによる夜間適用可能条件の一般化

さらに、赤外線画像法による検査精度を向上させるために必要となる目視点検(夜間を主体)の可能性などについても考慮する必要があると考えられる。

5. おわりに

本手法を構造物管理現場において実利用していくためには、最終的な運用方法を定型化・簡略化する事が重要となる。さらに、費用対効果などを考慮して夜間における運用方法が確立されれば、適用可能時間・適用日数の増加が予測され、調査効率の大幅な向上が期待される。

【参考文献】

- 1) 西日本旅客鉄道株式会社:「赤外線カメラによる高架橋コンクリート剥離検知運用版マニュアル」, 平成 14 年 5 月
- 2) 岡本芳三:「遠赤外線リモートセンシング熱計測法」, コロナ社
- 3) 長田文博、虫明成生、赤松幸生:「赤外線画像法によるコンクリート高架橋点検の実用化」, 平成 14 年 7 月, 日本写真測量学会年次学術講演会論文集 pp175-178