

赤外線画像を用いたコンクリート欠損検出へ及ぼす外部環境の影響評価

Influence of Environmental Conditions for Detection of Concrete Damage by Infrared Thermography Method

山本 大祐^{*1}・鈴木 哲也^{*2}・青木 正雄^{*2}

Daisuke Yamamoto, Tetsuya Suzuki and Masao Aoki

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の早期劣化が社会問題化し、非破壊検査に関する技術開発が急務な課題となっている。筆者らは、赤外線画像の空間特性の観点から損傷度評価法の開発を行っている^{1), 2)}。本報では、赤外線サーモグラフィ法の計測結果へ及ぼす外部環境の影響を既設農業用コンクリート開水路において検討した結果を報告する。

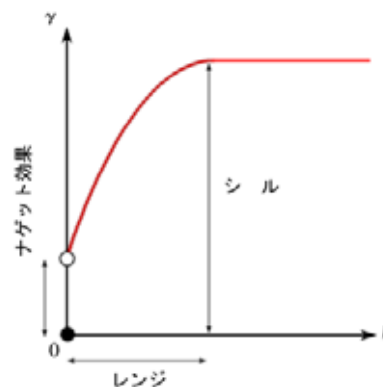


図-1 セミバリオグラム概念図

2. 計測施設

計測対象は愛知県に立地している豊川用水東七根第二開水路と神奈川県に立地している相模川左岸幹線用水路である。

3. 計測方法

豊川用水東七根第二開水路は、太陽光を利用した自然状態での過熱により 24 時間計測を行った。計測は 15 分に 1 枚の間隔で赤外線画像を取得した。コンクリート壁面から 12m の位置に赤外線カメラを設置し、計測を行った。評価対象範囲は、横 6.0m、縦 4.5m である。

相模川左岸幹線用水路では、強制加熱により計測を行った。強制加熱は、計測開始より 3 分間行った。計測は加熱前後の 15 分間行った。その際、日射は完全に遮断した。赤外線画像の取得は、30 秒に 1 枚の間隔で行った。コンクリート壁面から赤外線カメラまでの距離は 1.0m であり、ライトは 0.7m である。計測範囲は、縦 40cm、横 50cm の範囲である。取得した熱画像を 80 要素に離散化し、空間特性をセミバリ

オグラムモデルにより評価した。

4. 解析手法

検出データの解析には、セミバリオグラムモデルを用いた。モデルの概要を図-1 に示す。本モデルは、横軸にラグ ($lag\ h$: サンプル間隔)、縦軸にセミバリエンス (semi-variance $\gamma(h)$) をとり、ラグ h のセミバリエンス $\gamma(h)$ は、距離 h だけ離れた全ての組み合わせ $N(h)$ の評価値間のばらつきの程度を表す。本計測対象であるコンクリート壁では、局所的な損傷が無い限り、空間的に連続して物性値が変化すると考えられる。その際、セミバリオグラムは連続し、図-1 のような形状を示す。セミバリエンスの最大値をシル (sill) といい、データの内在的なばらつきを表す。シルに達する時のラグをレンジ (range) という。レンジは空間依存性の限界を表す。ラグ 0 におけるセミバリエンスをナゲット (nugget) と呼び、実験誤差等の偶然的なばらつきを示している。

*1 日本大学大学院生物資源科学研究科 Graduate School of Bioresource Sciences, Nihon University

*2 日本大学生物資源科学部 College of Bioresource Sciences, Nihon University

キーワード：コンクリート水路構造物、損傷、赤外線サーモグラフィ法、セミバリオグラムモデル

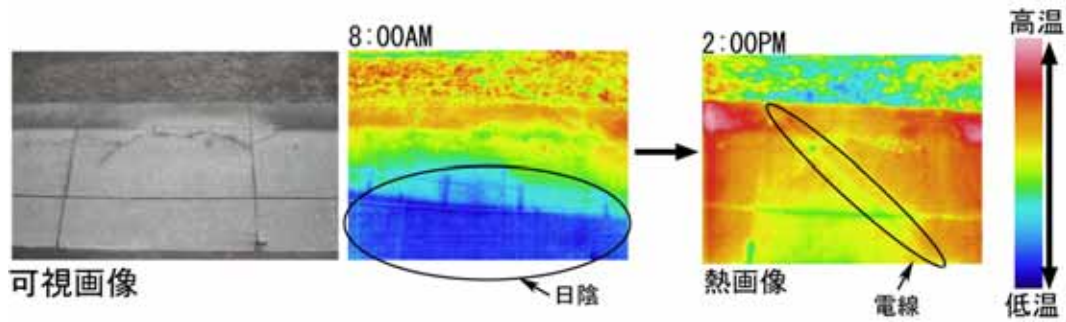


図-2 自然光を利用した赤外線計測結果（豊川用水東七根第二開水路）

5. 結果および考察

5.1. 外部環境が画像データに及ぼす影響

豊川用水東七根第二開水路で取得した赤外線画像を図-2に示す。8:00AMの段階では画像下面に日陰の部位があり、壁面温度の偏在が確認できる。6時間経過した2:00PMの画像では画面中央に斜めに電線の影が入っていることが確認でき、壁面温度の日中変化以外の影響が熱画像データとして取得されている。このことから、太陽光を利用した自然条件下での赤外線計測では、画像データ取得の際に日射条件に配慮する必要があるものと考えられる。

5.2. 赤外線画像のセミバリオグラム特性

そこで本研究では、図-2のデータを対象にセミバリオグラムによる時系列での評価を試みた(図-3)。8:00AMのセミバリアンス $\gamma(h)$ の挙動と比較して2:00PMのデータにおけるラグ h の相違による $\gamma(h)$ の変動性の低下が確認された。両データにおいて損傷部位による相違は、本解析結果からは明確化されていないが、検出データへの外部環境の影響を詳細に評価することで精度向上は望めるものと考えられる。太陽光を用いた計測との比較検討として強制加熱での同様の方法による評価例を図-4に示す。日射を遮断し、強制加熱により得た赤外線データでは、損傷部と均質に補修された壁面ではセミバリアンス $\gamma(h)$ に明確な相違が確認された。

6. 結論

以上のことから、計測時の熱環境をコントロールすることにより、赤外線画像データの空間特性によるコンクリート損傷度の定量的評価

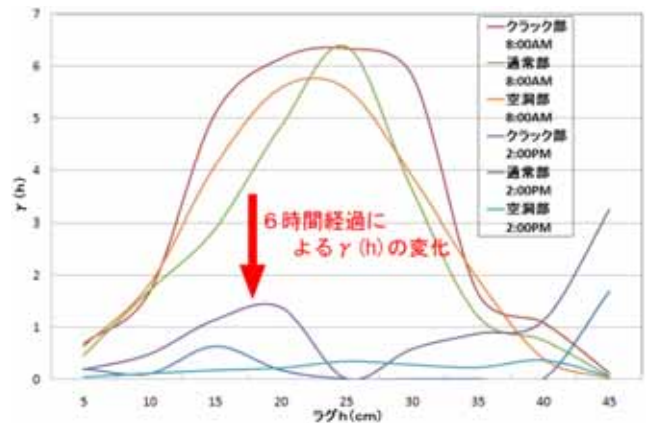


図-3 セミバリオグラム（熱源：太陽光）

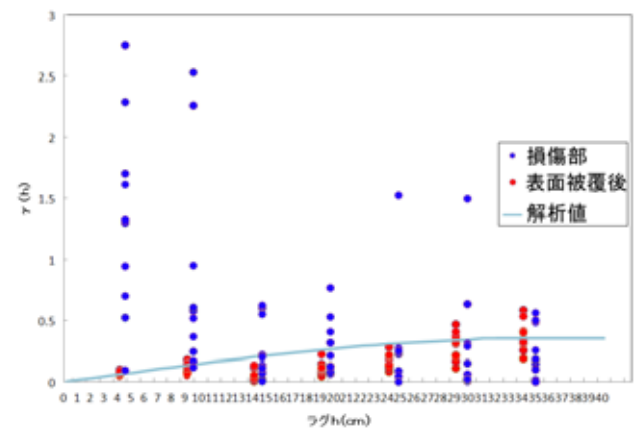


図-4 セミバリオグラム(熱源：強制加熱)

は可能であることが、本研究により示唆されたものと考えられる。

引用文献

- 1) 鈴木 哲也 他:バリオグラムによる表面被覆工を施したコンクリートの熱特性評価,コンクリート工学年次論集, Vol.30, No.2, pp763-768, 2008.
- 2) 山本大祐 他: 損傷コンクリートの赤外線画像特性に基づく補修効果の検証に関する研究, 第59回農業農村工学会関東支部大会講演会講演要旨, pp.137-138, 2008.