

熱収支モデルによるコンクリートの赤外線計測精度の改善 Improvement of Infrared Measurement Precision for Concrete by Heat Balance Model

渡邊月子*・萩原大生**・木村匡臣***・鈴木哲也****

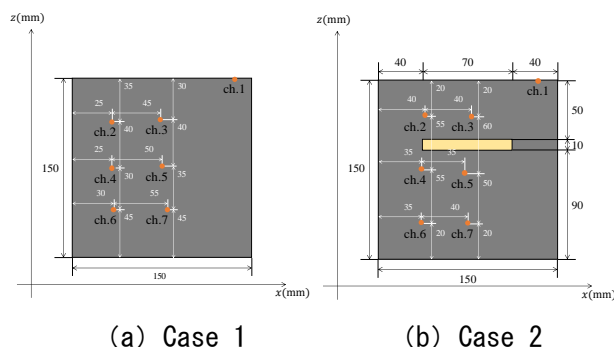
Tsukiko Watanabe, Taiki Hagiwara, Masaomi Kimura and Tetsuya Suzuki

1. はじめに

社会基盤施設のなかでもダムに代表される水利施設は、機能低下に伴う地域社会への影響が甚大である。近年、非破壊検査技術の普及により赤外線画像による欠損診断が行われている¹⁾。赤外線画像の利点は非破壊かつ非接触による検出が可能である点にあるが、検出深度は表面からおよそ 100 mm 程度が限度であり、精度の改善が求められている¹⁾。本研究では、既設コンクリートダムを対象にモデル試験を行い、赤外線サーモグラフィ法による欠陥の有無や深さ推定の有用性について検討した。

2. 実験・解析方法

コンクリート標準示方書に基づき角柱供試体 (150 mm×150 mm×150 mm) を作製し、赤外線サーモグラフィ試験を行った。供試体には人工欠損として表面積 70 mm×70 mm の厚さの異なる発泡スチロールと、内部温度計測のため K 熱電対 (DVK: 東洋熱科学社製) を埋設した。供試体断面図を図-1 に示す。赤外線サーモグラフィ試験はパッシブ法により計測を行った。計測は 2019 年 7 月 31 日から同年 8 月 30 日の期間に、新潟大学農学部棟屋上で行った。屋上に供試体を設置し、赤外線画像、供試体内部温度および気象条件を計測した。赤外線画像は日の出 (5 時) から日の入 (19 時) まで 1 時間に 1 枚の間隔で、供試体内部温度と気象条件は 30 分間隔で計測を行った。気象データは新潟大学農学部棟屋上での降水量、気温、風速、日射量を 30 分間隔で計測した。計測した気象



(a) Case 1 (b) Case 2
図-1 供試体断面図

データを、コンクリートの熱伝導方程式に基づく熱収支モデルを適用し、試体内部の温度変化をシミュレーションした。シミュレーションは下向き長波放射とコンクリートの熱伝導率の値を変え、A~D の 4 つの解析条件で行った。赤外線画像および熱収支シミュレーションの解析結果を実測内部温度と比較し、赤外線計測精度の改善を図る。本論では無損傷供試体 (Case 1) と厚さ 10 mm の人工欠損を上面から 50 mm の位置に埋設した損傷供試体 (Case 2) の結果について詳述する。

3. 結果および考察

3.1 時間-温度関係

供試体内部温度と時間の関係を図-2 に示す。計測期間前半は快晴が続き、後半は降雨があった。内部温度は 6 時頃から上昇し始め、13 時から 16 時にかけてピークを迎え、その後下降する傾向にあった。各計測点での日較差平均は Case 1 で 12.2~16.3 °C, Case 2 で 11.9~17.0 °C であった。降雨時は内部温度の上昇は抑えられた。Case 1 と比較して Case 2 の日較差が大きい

*株式会社ネクスコ・エンジニアリング新潟 Nexco-Engineering Niigata Co.,Ltd.

**新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science of Technology, Niigata University.

***東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

****新潟大学自然科学系(農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University.

キーワード: 赤外線画像, コンクリート欠損, 異時点データ, 非破壊検査

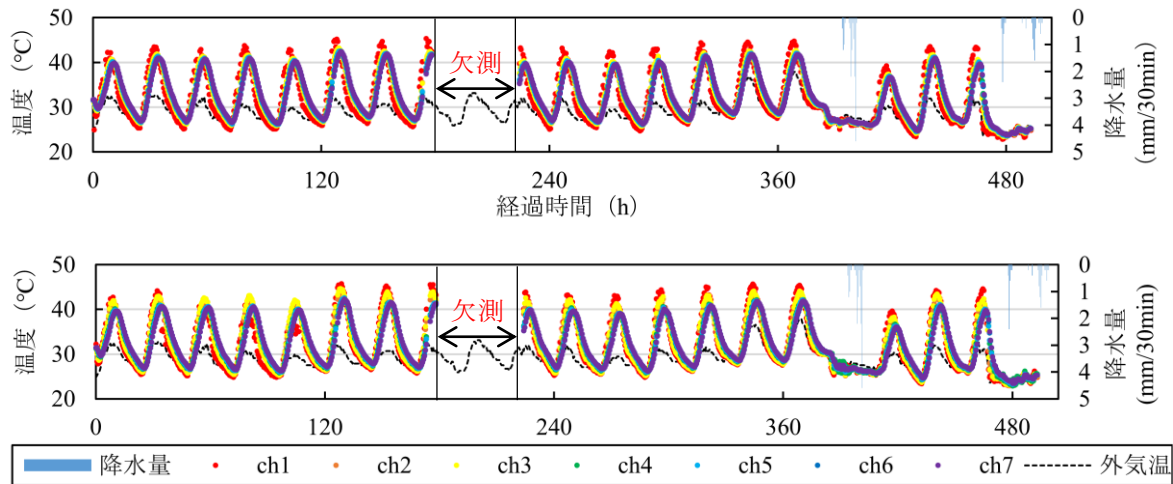


図-2 時系列温度分布 (上) Case 1 (下) Case 2 (計測 : 30 分間隔)

ことから、内部損傷がコンクリートの熱容量に影響を与えていることが推察される。

3.2 実測値との比較検証

赤外線画像および熱収支シミュレーションの解析結果を実測内部温度と比較し、相関係数を算出した。深さと相関係数の関係を図-3に示す。シミュレーション結果はいずれの解析条件も 0.85 以上の相関係数が見られた。相関係数が最も高くなる解析条件は Case 1 と Case 2 では異なる条件であった。このことから、Case 1 と Case 2 では深部への熱伝導特性が異なることが推察される。赤外線画像により得られた表面温度と供試体内部温度との相関係数は Case 1, Case 2 共に 0.8~1.0 となった。表面温度を除き、相関は計測点が深くなるほど低下し、赤外線画像計測結果はより表層部の状態に影響を受けていることが推察される。

4. まとめ

実験的検討の結果、内部に損傷を有するコンクリートは、無損傷コンクリートとは異なる熱特性をもつことが明らかになった。赤外線画像は、深部方向の温度計測結果と赤外線画像との相関係数の相違から、欠損位置が検出精度へ及ぼす影響が示唆された。その際、熱収支モデルを用いた解析的検討を行うことにより、調査対象の実態を踏まえた熱特性を具体的に考慮す

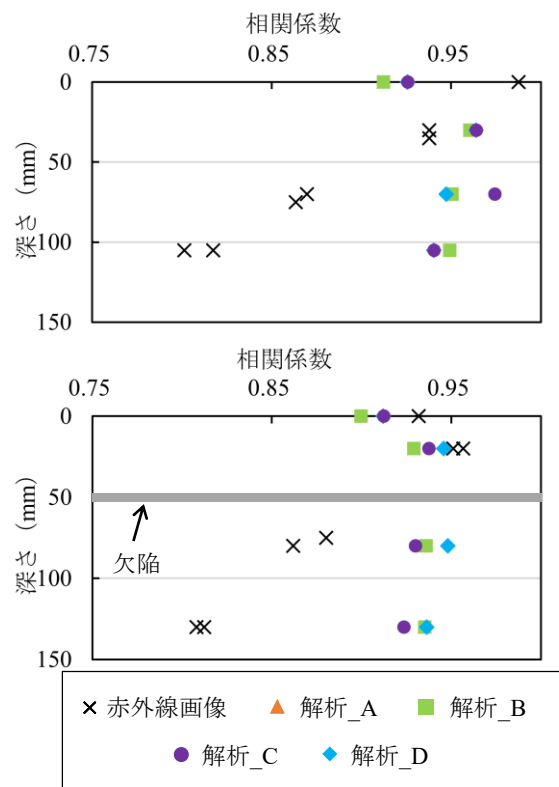


図-3 深度別の計測値と計算値および赤外線画像表面温度との相関係数 (上) Case 1 (下) Case 2

ることができるものと推察される。

参考文献

- 1) (一社)日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物の診断のための非破壊試験方法研究委員会報告書，pp.89，2001.