

日影を利用した赤外線映像装置による コンクリート内部欠陥深さ検出に関する研究

茨城大学工学部	学生会員	○平田 寿磨
茨城大学工学部	正会員	沼尾 達弥
茨城大学工学部	正会員	福澤 公夫
茨城大学工学部	正会員	三井 雅一

1. はじめに

非破壊検査手法の一つに赤外線映像装置を利用したサーモグラフィー法がある。サーモグラフィー法とは、欠陥部と健全部における熱伝導の差異を利用したものであり、欠陥の存在箇所を定性的に判断するなどの概略調査等に用いられている。しかしながら、コンクリート表面に生じる温度分布が欠陥の状態のみならず、測定環境に大きく影響されるため、コンクリート表面の温度分布から内部欠陥、特に欠陥深さを精度よく推定することが困難であった。そこで本研究では、サーモグラフィー法を用いて、屋外環境下で容易に利用可能な太陽光放射を熱付加として使用し、測定条件として問題視されてきた、太陽光放射を遮る日影障害物を逆に利用し、コンクリート内部の欠陥深さ検出の可能性について実験的検討および、FEM解析による数値的検討を行った。

2. 実験方法

2.1 実験の要因と水準

本実験では、模擬的に表面からの深さを変えた内部欠陥を配置した供試体を用いて行った。内部欠陥深さ水準は、10、30、50(mm)の3水準を用いた。熱付加は供試体表面に放射される太陽光放射を利用し、屋外環境に静置することで生じさせた。

2.2 供試体の配合と寸法

供試体は図1に示すように、 $300 \times 300 \times 100\text{mm}$ とした。コンクリートの配合は、水セメント比50%、スランプ9 cm、空気量 $2.5 \pm 1.5\%$ として決定した。また、内部欠陥として発泡スチロール製の板（ $100 \times 100 \times 10\text{mm}$ ）を供試体中央部内部に配置した。

2.3 表面温度の測定方法

供試体は、24時間前に屋外環境下に放置し、外気温に十分なじませておく。また、熱移動を表面のみとするため、発泡スチロール製の断熱材により供試体測定面以外の箇所を覆った。撮影を行う時間帯は、太陽が南中高度に達する時間を基準として、午後12時付近から撮影を開始した。また、熱移動を表面のみとするため、発泡スチロール製の断熱材により供試体測定面以外の箇所を覆った。測定は、日影障害物による日影が、供試体表面を移動する時間を基準に行った。測定の概要を図2に示す。

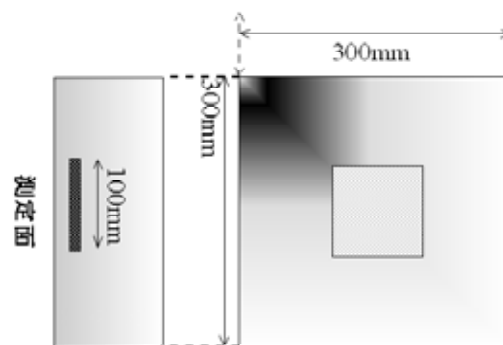


図1 供試体

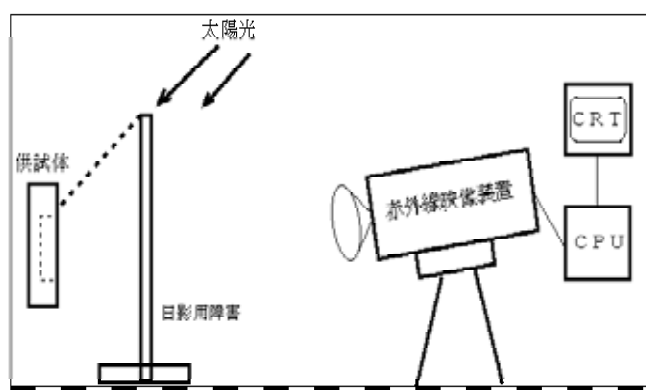


図2 表面温度測定概要

キーワード：非破壊検査、サーモグラフィー法、内部欠陥、欠陥深さ

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 TEL：0294-38-5274 FAX：0294-35-8146

2.4 実験結果と考察

供試体の撮影状況として写真1を示す。また、赤外線画像の一例として、内部欠陥1cm供試体における、日影移動による表面温度変化の熱画像を写真2に示す。内部欠陥箇所（供試体内部に正形状）の表面温度分布が変化しており、供試体に日影が投影されている箇所では、棒状の低温箇所として確認できる。日影が供試体内部欠陥箇所に投影された画像より、表面温度分布が特徴的な変化をしていることが確認できた。図3に、日影形状の変化モデルを示す。この日影形状を利用することにより、従来、温度差がほとんど確認されなかった内部欠陥深さが5cmにおいて、日影投影の形状軌跡を辿る事により、内部形状、内部欠陥検知が可能となった。供試体表面温度を決定させる日射量加熱作用と、日影による冷却作用が相互に働くことによりコンクリート内部欠陥深さの精度が著しく向上し、容易に屋外環境下において実用可能であると考えられる。

2.5 非定常熱伝導FEM解析

非定常熱伝導FEM解析により、日影移動による表面温度変化を再現した。解析にはCOSMOS/M Ver.2.1を使用した。解析に使用した熱物性値等は、発表時に述べるものとする。解析結果、および赤外線画像温度分布を、図4に示す。解析結果と赤外線画像温度分布は、ほぼ同じ値に収束した。赤外線画像温度分布の特徴的な温度曲線は、日影の進行方向、熱物性値の推定にも役立つものと考えられる。

3. まとめ

日影障害物を使用し、日向における赤外線測定において、日影箇所の特徴的な温度分布の軌跡を辿ることにより、内部欠陥深さの推定および、検知精度が向上することが確認できた。

非定常熱伝導FEM解析により、屋外測定における日影移動を再現することにより、熱物性値の推定が可能である。

日影障害物による日影要因を定量化することにより屋外測定におけるコンクリート構造物の診断精度が向上し、内部欠陥深さがある程度推定可能である。

参考文献

1) 高羅信彦、足立一郎、魚本健人：サーモグラフィー法によるコンクリート内部空隙の検出精度に関する研究、土木学会論文集、v-421,2001,10



写真1 供試体撮影状況

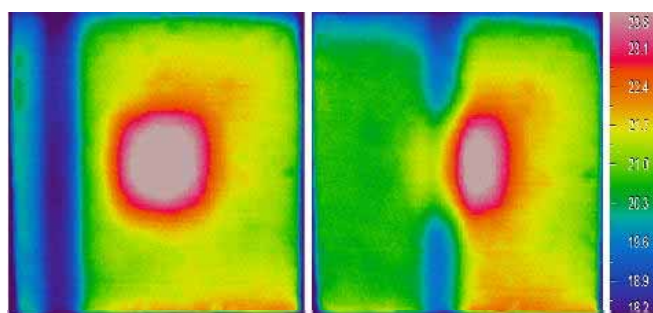


写真2 内部欠陥1cm 熱画像

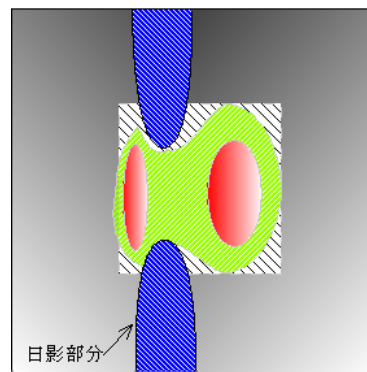


図3 日影形状の変化モデル

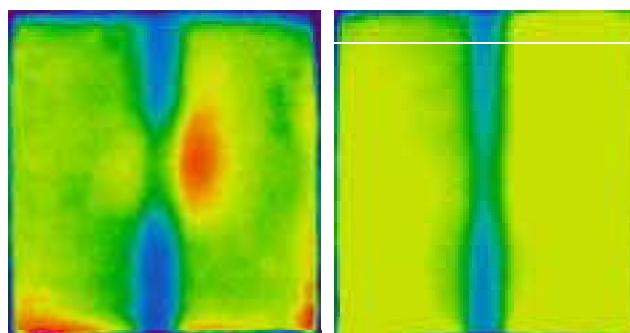


写真3 内部欠陥(3cm、5cm) 熱画像

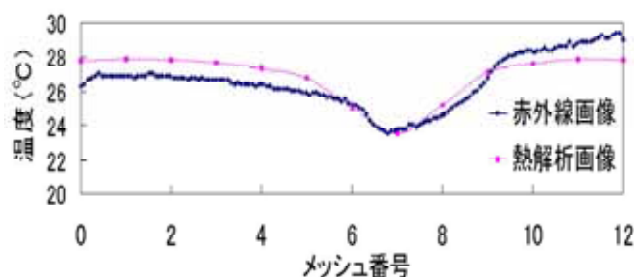


図4 日影移動による表面温度分布変化