

# 赤外線サーモグラフィ法の測定に及ぼす諸要因に対する実験的検討

東京都市大学 学生会員 ○橋本啓佑 東京都市大学 正会員 手塚正道  
 東京都市大学 正会員 吉川弘道 東京都市大学 学生会員 本田侑

## 1. はじめに

コンクリート構造物の欠陥部の非破壊検査として、広範囲を容易に測定可能な赤外線サーモグラフィ法の活用が注目されている。しかし、この方法は日照や外気温の変動により測定を行う手法である。基本的な測定の適用条件は表 1 のようにマニュアル類<sup>1)2)</sup>に記載されているが、測定諸要因が検出精度に及ぼす影響は具体的に示されていない。

そこで本研究では、赤外線サーモグラフィ法における測定諸要因が検出精度に及ぼす影響について諸要因を変更させた実験を行い、その影響度合いについて検討した。

## 2. 実験概要

壁高欄を模した試験体 A, B を縦 900mm, 横 1050mm として作製した。図 1 に試験体概要を示す。試験体 A は上段 55mm, 下段 45mm, 試験体 B は上段 35mm, 下段 25mm の表面深さ位置に、3 種類の大きさの欠陥を厚さ 3.5mm にて設けた。また赤外線サーモグラフィカメラは [非冷却マイクロバロメータ型, 最小分解能 0.04°C, 表示画素数 640×480px, 測定視野角 (水平×垂直) 25° × 19° ] を使用した。

実験の概要を表 2 に示す。実験は 2015 年 7 月 2 日に実施した。実験日の日射量は 361Wh であり、表 1 に示す条件を満足していた。測定は、試験体の測定距離、仰角 (高さ) 及び角度を変更し実施した。測定距離は 6m 及び 12m, 仰角は 0°, 22°, 35° 及び 61°, 角度は 0°, 30° 及び 60° とした。

測定時の熱画像の一例を図 2 に示す。図中の破線で示した試験体横方向の表面温度分布を計測し、欠陥部の最高温度を欠陥部温度とした。また健全部の温度はライン上の最も低い箇所とした。得られた欠陥部温度と健全部温度の差を、表面温度差とした。

## 3. 結果及び考察

### 3. 1 欠陥深さの影響について

測定距離 6m における深さ 55mm の欠陥大きさ別の表面温度差の時間変化を図 3 に示した。欠陥深さの測定条件は 50mm 程度とされているが、200×200mm の欠陥は表面温度差が最大 0.36°C まで生じ、測定条件を超える深さ 55mm においても欠陥を検知することが可能であった。しかし、大きさ 100×100mm においては表面温度差が 0.1°C 台で推移しており、検出が難しくなった。また欠陥大きさ 50×50mm においては表面温度差が生じなかった。

表 1 測定条件<sup>1)2)</sup>

測定条件
検知限度は欠陥深さ50mm程度
外気温の日較差10°C以上
必要日射350Wh以上
角度が60°程度まで
カメラの仰角は45°以下とする

試験体A, B平面図 試験体A断面図 試験体B断面図

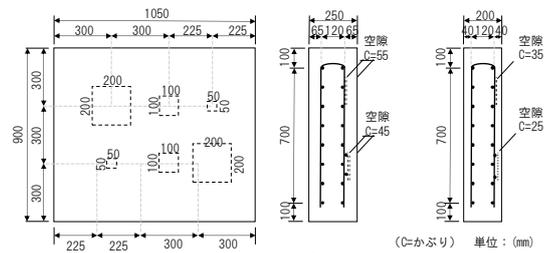


図 1 試験体概要

表 2 実験概要

場所	栃木県真岡市 方向:南南西		
年月日	2015年7月2日		
測定条件	9:00~11:00, 15:30	14:00~15:00	
	距離:6m,12m	角度:0°,30°,60°	仰角:0°,22°,35°,61°

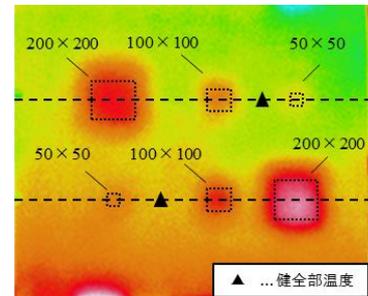


図 2 試験体 B 熱画像

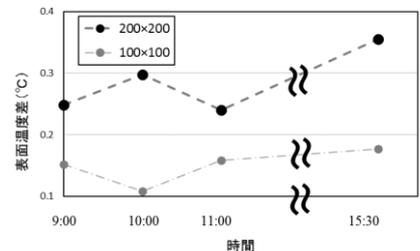


図 3 欠陥深さ 55mm の大きさ別における表面温度差の時間変化 (測定距離: 6m)

キーワード 非破壊検査 赤外線サーモグラフィ法 熱画像 表面温度 表面温度差

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL.080-1698-7028 : g1318066@tcu.ac.jp

### 3. 2 測定距離が計測に及ぼす影響について

測定距離が計測に及ぼす影響について図4に示す。測定距離6mの表面温度差に対する12mの表面温度差の比率を欠陥深さ25mm及び45mmについて、欠陥大きさ別にプロットした。ばらつきがあるもののその結果によれば、欠陥大きさ200×200mmでは最大21%、100×100mm及び50×50mmでは最大37%減少した。欠陥が小さいと大きく減少する結果となった。距離についての測定条件は示されていないが、距離が遠くなることで精度が低下するので、測定距離と検知する欠陥の大きさについて事前に確認しておくことが重要となる。

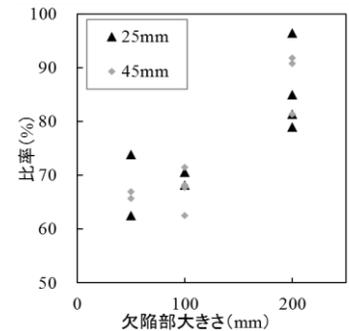


図4 距離が計測に及ぼす影響

### 3. 3 仰角が計測に及ぼす影響について

仰角が計測に及ぼす影響について図5に示す。図は欠陥深さ25mmにおいて、仰角0°のときの表面温度差に対する各仰角の表面温度差の比率を欠陥大きさ別にプロットし、近似線を求めた。61°においては大きさ100×100mm以上の欠陥を測定することができ、欠陥大きさ200×200mmでは約20%減少し、100×100mmでは約30%減少となった。仰角が大きくなるほど表面温度差の比率は小さくなり、欠陥が小さいほど大きく減少する結果となった。また仰角の測定条件は45°以下とされているが、実験では深さ25mm大きさ50×50mmの欠陥については、0°以外は測定できなかった。

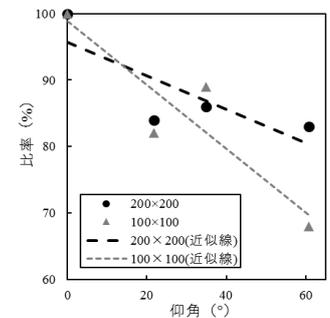


図5 仰角が計測に及ぼす影響

### 3. 4 角度が計測に及ぼす影響について

角度が計測に及ぼす影響について図6に示す。図は欠陥深さ25mmにおいて角度0°に対する各角度における表面温度差の比率を欠陥大きさ別にプロットし、近似線を求めた。欠陥深さ25mm、大きさ100×100mmにおいて30°では約12%、60°では約22%減少し、30°増すごとに約10%減少し、角度が大きくなると表面温度差は減少していく結果となった。また角度の上限とされる60°において、欠陥深さ25mm大きさ50×50mmは表面温度差が見られなかった。

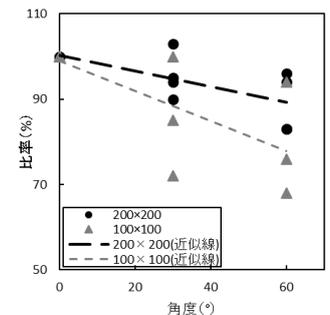


図6 角度が計測に及ぼす影響

## 4. まとめ

本研究では、限られた環境下での計測ではあるが、得られた知見を以下に示す。

- (1) 深さの測定条件は50mm程度とされているが、測定距離6m深さ55mmにおいて欠陥大きさ200×200mmは測定が可能であった。しかし、欠陥大きさ100×100mm及び50×50mmでは検知できなかった。
- (2) 測定距離が6mから12mになると、表面温度差は欠陥大きさ200×200mmでは最大21%、100×100mm及び50×50mmでは最大37%減少した。検知する欠陥が小さい場合には測定距離に留意する必要がある。
- (3) 測定条件は仰角45°以下とされているが、仰角が61°においては、欠陥深さ25mm大きさ200×200mmでは約20%、100×100mmでは約30%減少するものの測定可能であった。しかし、深さ25mm大きさ50×50mmの欠陥については0°のときしか検知できなかった。
- (4) 角度の上限となる60°において、深さ25mmでは大きさ50×50mmの欠陥は検出が困難であった。その範囲で角度が30°増すと、欠陥深さ25mm大きさ200×200mmでは約5%、100×100mmでは約10%減少する結果となった。

## 参考文献

- 1) 一般財団法人赤外線サーモグラフィ協会：会報赤外線サーモグラフィ，平成22年10月
- 2) 財団法人土木研究センター：土木コンクリート構造物はく落防止用赤外線サーモグラフィによる変状調査マニュアル，2005年