

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

千葉工業大学大学院 学生員 高羅 信彦

千葉工業大学 F 会員 足立 一郎

東京大学生産技術研究所 F 会員 魚本 健人

1.はじめに

近年、コンクリート構造物の維持管理の重要性が高まり、欠陥探知技術の向上が望まれている。現状では、コンクリート構造物の点検は主に目視で行われているため、より高精度の方法としてコンクリートの非破壊検査が注目を浴びている。

非破壊検査手法の一つに赤外線カメラ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、健全部における熱伝導の差異を利用したものであり、欠陥の存在個所を定性的に判断するなどの概略調査に用いられている。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とその存在位置に大きく影響されるため、測定時間やコンクリート表面の温度分布を予測することが非常に困難であり、利便性および精度という観点から必ずしも良いとは言えない。

そこで本研究では、コンクリート内部の空隙を対象として、熱拡散理論に基づいたサーモグラフィー法の効率的な試験方法の確立を最終的な目的としてその検出精度について実験的検討を行った。

2. 実験概要

実験はコンクリート版の内部に人工的な空隙を導入し、サーモグラフィー法により内部空隙の測定精度に関して検討を行った。

2.1 供試体の作製

サーモグラフィー法によるコンクリート内部の空隙の測定精度を明らかにするため、図-1に示すようなアルファベットの『A』の形状の空隙を、厚さ130mmのコンクリート版の背面に作製し、コンクリート版の表面より測定した。

空隙は、スチレン製の軽量断熱材をアルファベットの『A』の形状に切り出し、型枠内に設置しコンクリートを打設し所定材齢に達したら、型枠をはずし背面よりアセトンを流しこみスチレン製の軽量断熱材を溶かし作製した。空隙の位置はコンクリート表面より30mmと100mmの2種類とした。この供試体には、最大骨材寸法20mm、水セメント比55%、スランプ11cmの普通コンクリートを用いた。供試体の配合を表-1に示し、また内部空隙『A』の形状・寸法を図-2に示す。

2.3 内部空隙の測定方法

図-1に示した供試体の加熱面以外の5面断熱状態に保ち、遠赤外線加熱装置を用いてコンクリート表面をほぼ均等に加熱した。加熱は遠赤外線ストーブを用い、照射距離を1mとした。測定時間は既報の解析結果を参考にし、加熱開始から0, 5, 15, 30, 45, 60, 90, 120分とした。測定機器は表-2に示す仕様の赤外線熱画像装置を使用した。

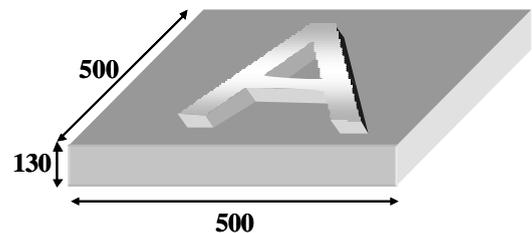


図-1 内部空隙測定用供試体

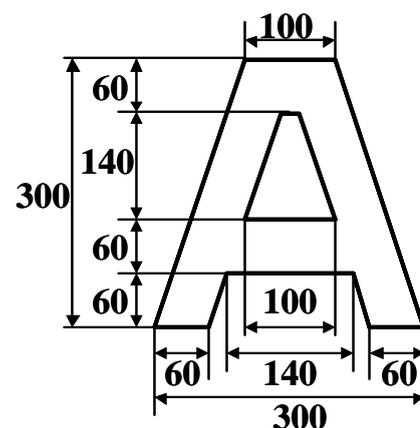


図-2 内部空隙『A』の形状・寸法

キーワード：サーモグラフィー、欠陥検出、空隙、非破壊検査、赤外線

〒106-8558 東京都目黒区駒場 4-6-1 TEL03-5452-6098

表 - 1 コンクリートの配合

W/C (%)	単体量 (kg/m ³)			
	W	C	S	G
55	160	290	868	989

表 - 2 赤外線画像装置の仕様

最小検出温度差	0.025
測定精度	フルスケールの±0.4%
検出素子	水平320×垂直240
観測測定範囲	-40 から1200
フレームタイム	60フレーム/秒

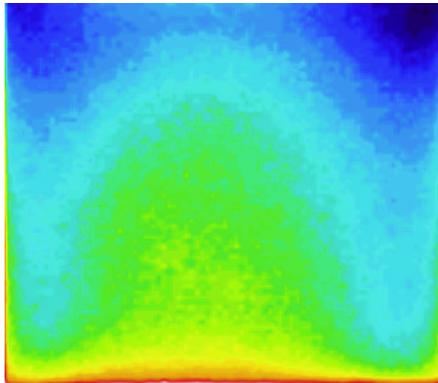


図-3 100mm の位置に空隙 (45 分後)

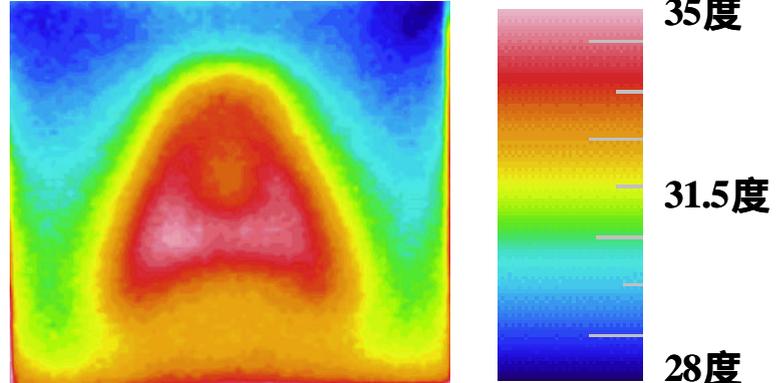


図-4 30mmの位置に空隙が (45 分後)

3 実験結果および考察

図-3 はコンクリート表面より 100mmの位置にアルファベット『A』の空隙が存在するコンクリート版を 45 分加熱した時の熱画像である。図より深さ 100mmの位置にアルファベット『A』の空隙が存在した場合、サーモグラフィー法によりアルファベット『A』を検出することは不可能であることがわかる。しかしながらやや温度分布が山型になりアルファベット『A』の外郭の形状を表現しているような傾向も示していることから、測定方法を工夫すれば精度よく測定することも可能であるとも考えられる。

図-4 はコンクリート表面より 30mmの位置にアルファベット『A』の空隙が存在するコンクリート版を 45 分加熱した時の熱画像である。図より、深さ 30mmの位置にアルファベット『A』の空隙が存在した場合、サーモグラフィー法により空隙を検出することは可能であり、また空隙の形状であるアルファベットの『A』を認識できるほど、その精度は高いことが分かる。

4. まとめ

本研究により得られた知見を以下に示す。

1. 深さ 100mmの位置に空隙が存在した場合、実験の範囲ではサーモグラフィー法により空隙形状を正確に把握することは困難である。しかしながら測定方法を工夫すれば精度よく測定することも可能であるとも考えられる。
2. 深さ 30mmの位置に空隙が存在した場合、サーモグラフィー法により空隙形状をある程度正確に把握することができる。

以上のことから既報 1)より提案した測定時間の予測手法の適用と今回の本件より確認されたサーモグラフィー法の検出精度を考慮すると、従来の定性的な概略調査だけでなく、信頼性と効率性の二つの性能を有する新しい非破壊検査方法としてサーモグラフィー法を確立することが可能である。

謝辞

本研究は東京大学生産技術研究所魚本研究室にて行ったものであり、同研究室の皆様にご協力頂いたことに感謝の意を表します。また実験、解析にあいて多大なるご指導を頂きました(株)大林組技術研究所平田隆祥氏には、深甚の謝意を表します。

参考文献

- 1) 高羅信彦・魚本健人：温度解析に基づいたサーモグラフィー法によるコンクリート中の空隙検査方法に関する基礎的研究，生産研究 VOL.53 No.3，pp62-65(2001年3月)