



Title	赤外線サーモグラフィによるコンクリート構造物検査技術の高精度化に関する研究
Author(s)	佐藤, 大輔
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48665
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 佐 藤 大 輔

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 22014 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 20 年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

工学研究科機械工学専攻

学 位 論 文 名 赤外線サーモグラフィによるコンクリート構造物検査技術の高精度化に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)

准教授 阪上 隆英

(副査)

教 授 久保 司郎 教 授 高谷 裕浩 教 授 鎌田 敏郎
大阪工業大学八幡工学実験場教授 松井 繁之

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、コンクリート構造物の検査に適した赤外線サーモグラフィ計測システムの開発、およびコンクリート構造物の表層に生じる剥離の評価手法の確立を研究の柱としている。すなわち、コンクリート構造物検査の精度向上に寄与する、熱画像および可視画像の重畳画像生成、剥離位置・範囲を正確に出力する画像内寸法計測を基本機能とするコンクリート構造物診断支援システム、および外乱ノイズの影響を取り除くことのできる反射低減型赤外線サーモグラフィというハードウェアの開発を行っている。さらに、剥離とそれ以外の理由によって生じた温度変化を区別し、剥離評価の確実性を高めるための熱画像解析手法の開発というソフトウェアを構築することによって、コンクリート構造物検査技術の高精度化に取り組んでいる。論文は 7 章から構成されている。

第 1 章では、研究背景および本研究の必要性について論じている。

第 2 章では、赤外線および赤外線サーモグラフィの基礎知識、コンクリート構造物の剥離検出原理について述べている。

第 3 章では、赤外線サーモグラフィ、デジタルカメラ、レーザ測距計、角度計から得られる情報を一元化し、熱画像と可視画像の重ね合わせ、画像内寸法計測というコンクリート構造物の検査精度を向上させるために必要な機能をシステム化したコンクリート構造物検査支援システムの開発について記述し、システムの有効性について検証している。

第 4 章では、 $5\text{-}9\mu\text{m}$ を検出波長帯とする、反射低減型赤外線サーモグラフィの開発について述べている。最大の特徴は、 $5\text{-}9\mu\text{m}$ の画像計測を非冷却マイクロボロメータによって実現していることである。非冷却マイクロボロメータによる $5\text{-}9\mu\text{m}$ 赤外線サーモグラフィの実現には、センサに発生している固定パターンノイズを取り除く必要がある。本章では、非冷却マイクロボロメータセンサによる、 $5\text{-}9\mu\text{m}$ を検出波長帯とする反射低減型赤外線サーモグラフィの特性、および天体観測などにおいて CCD カメラの熱によるノイズを低減するための処理を応用した、ノイズ処理機構に関して記述している。

第 5 章では、パッシブロックイン赤外線サーモグラフィ法の開発について述べている。モルタルなどによって補修された箇所は、熱画像では健全部より高温に示される傾向があり、熱画像だけでは健全な補修跡か再劣化した補修跡

かを判断することができない。コンクリート表面温度変動は、日射および外気温変動によって支配されることに着目し、このような環境におけるパッシブな温度変動測定値に対してフーリエ級数係数に基づくロックイン赤外線サーモグラフィ法を適用し、健全な補修跡か再劣化した補修跡かを判別する手法について検討を行っている。また、通常の熱画像だけでは健全部と欠陥部との温度差が小さくなるため、検出できない剥離を、高精度に検出することを目的として、自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィ法を適用することによる剥離の検出について検討を行っている。さらに、日射量・外気温を入力値としたシミュレーションにより、コンクリート健全部の温度変動を算出し、これを参照信号として相関処理を行い、生成される画像を評価し、シミュレーションによる参照信号生成の有用性について検討している。

第6章では、本論文にて構築したコンクリート診断支援システム、反射低減型赤外線サーモグラフィおよびパッシブロックイン赤外線サーモグラフィ法を実際の構造物の検査に適用した事例を紹介している。

第7章では、検査機器の開発からロックイン処理の適用まで、本研究において明らかとなった知見についてまとめ、本研究を総括している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、コンクリート構造物の検査に適した赤外線サーモグラフィ計測システムの開発、およびコンクリート構造物の表層に生じる剥離の確実な評価手法の確立を研究の柱としてまとめられたものである。まずハードウェア面での研究開発として、コンクリート構造物検査の精度向上に寄与する、熱画像および可視画像の重畳画像の生成に関する新技術の開発、剥離の位置および範囲を正確に検出・出力するための画像内寸法計測を基本機能とするコンクリート構造物診断支援システムの開発、さらに測定結果に悪影響を及ぼす外乱ノイズの影響を取り除くことのできる反射低減型赤外線サーモグラフィの開発を行った。次にソフトウェア面での研究開発として、剥離とそれ以外の理由によって生じた温度変化を区別し、剥離評価の確実性を高めるための、時系列熱画像の解析手法を開発した。さらに、上述のハードウェアおよびソフトウェアを統合した、新しい計測システムを構築し、コンクリート構造物検査技術の高精度化に取り組み、多くの有用な知見を提供した。

以上のように、本論文で得られた知見は、コンクリート構造物に対する赤外線非破壊検査に関わる問題点の解決の向け、極めて高い工学上の価値を有していると判断できる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。