

VI-24 赤外線放射温度計測によるRC床版の劣化部検出法に関する基礎実験

川田工業(株)	○ 正員 町田 文孝
川田工業(株)	正員 作田 孝行
川田工業(株)	正員 橘 吉宏
金沢大学工学部	正員 梶川 康男

1. まえがき

道路橋のRC床版は、風雨の作用や輪荷重の作用を直接受け、橋梁構造物のなかで最も過酷な状況下にあると言われている。このようなRC床版で、鉄筋の腐食や交通荷重による疲労、および施工不良による欠陥等がその代表的な劣化状況として挙げられ、非破壊的にこれらを検出する手法の開発が進められている。著者らも、このような非破壊検査法として、鉄筋の腐食検査に有効な自然電位法や、AE(アコースティック・エミッション)法について、実橋床版への適用を想定した基礎的な実験を実施し検討を行ってきた^{1)・2)}。本報告は、これらの手法に加えて、赤外線放射温度計により温度分布を計測し劣化部を検出する手法(以下「赤外線法」と称す)に着目し、同様に実橋RC床版への適用性の検討を行った結果を報告するものである。

2. 実験概要

本実験で用いた赤外線放射温度計は日本電気三栄社製サーモトレーサ-6T61であり、図-1に計測システムを示す。本システムを用いて検出の可能性がある劣化部は、健全なコンクリートに比べ熱伝導率や熱容量の異なる部分である。たとえば、コンクリート内部に存在する空洞や水溜部、鉄筋腐食や疲労劣化の進行した床版で顕著に見られるひびわれやはく離等が考えられる。そこで、実橋RC床版の劣化部検出の可能性に関する基礎資料を得ることを目的として、これらの劣化部を想定した部分模型、および全体模型を作成し、各種の実験を実施した。

3. 空洞部および水溜部の検出

1) 実験1 空洞部の検出の可能性を調べるために図-2に示すような空洞部を有する供試体を作成し、その検出を試みた。この空洞部として2x4x5cmのプラスチック容器を図-2に示すように2個埋設し、かぶり厚が1.5cmと3.0cmの2種の供試体を作成した。なお、熱の供給は撮影用フラットライトにより行い、側面に断熱材を巻き上面のみを約1時間加熱した。加熱終了直後に赤外線放射温度計により計測された供試体下面の温度分布を図-3に示す。この温度分布測定結果からは、空洞の存在を検出できることが確かめられたが、かぶり厚が大きくなるにしたがい、不鮮明になっていることがわかった。

2) 実験2 実験1は熱源としてライトを用いた室内実験であったが、本実験ではより実橋床版に近い状態を想定し、床版模型を作成し、また模型を室外に置いて、熱源も日射によるものとした。対象とした供試体は図-4に示すように、実験1で用いたものと同様のプラスチック容器を、床版厚18cm、アスファルト厚6cmの床版供試体に埋設したものである。なお、空洞部までのかぶり厚は3cmとした。日射による加熱は、実験1と同様に側面に断熱材を巻き、夏期の日射状態で日中約3時間放置した。放置終了直後に赤外線放射温度計により計測された供試体下面の温度分布を図-5に示す。実験1と同様に、空洞の存在を確認できることがわかり、実験で用いた程度の空洞は、日射によっても検出が可能であることが確かめられた。左の部分の温度が高いのは、日射中にこの部分が南に面していたことと、側面部の不完全な断熱効果のためであると考えられる。

3) 実験3 前述の実験1、実験2で用いた供試体の空洞部に水を注入した供試体を作成し、同様な実験を行い水溜部の検出の可能性を調べた。その結果、水溜部の場合は前述の空洞部ほど明確には検出できず、目視による判断ではその存在の判定はむずかしい状況であった。その理由の1つとして、水の熱伝導率が空気に比べてコンクリートに近いことが考えられる。このような画像データに対し、最近では各種画像処理法の開発が進められており、これらの処理法の確立が必要であろうと思われる。

4. ひびわれとはく離部の検出

図-6に示すRC床版模型を電食により腐食させた後に実施した載荷試験で観察されたひびわれやはく離を、前述した鉄筋腐食や疲労劣化の進行した床版のひびわれやはく離の1モデルとして、それらの検出の可能性を調べた。なお載荷試験では、文献2)のAE実験も同時に行ったために、疲労を想定した繰り返し移動載荷を実施し、

その後、押し抜きせん断破壊を生ずるまでの載荷を実施した。赤外線放射温度計による計測は、繰返し移動載荷前、その途中段階、および押し抜きせん断破壊後に行い、計測は、夏期の日射状態で日中約3時間放置した後、床版下面より行った。以下にその測定結果の概要を示す。

1) 移動載荷前 電食終了時の載荷前の温度分布を、床版の状況とともに図-7に示す。電食は水槽中で行うので、測定時において腐食によるひびわれやはく離部にはまだ水が存在していることが考えられる。温度分布の測定結果からは、錆汁が滲出している部分と温度が低い部分とがほぼ対応していることがわかった。

2) 移動載荷途中段階 繰り返し移動載荷中に、床版下面に多くの曲げひびわれが現れた。しかしながら、日射を加熱源と想定した本実験のような加熱方法では、温度分布の測定でこのようなひびわれの度合いはもちろんその有無も判定できなかった。

3) 押し抜きせん断破壊後 押し抜きせん断破壊後の温度分布を、床版の状況とともに図-8に示す。この段階で、載荷版直下の陥没は約1 cmであり、図-8 b)に示すはく離は相当に大きい状態であった。温度分布は押し抜きせん断破壊と対応していることがわかったが、はく離の度合いとの関連は不明であった。

5. あとがき 赤外線法のRC床版への適用を想定した基礎実験から、空洞部、水溜部、はく離部に対応した温度分布の画像データが得られる可能性のあることが示された。しかしながら、得られた画像データと劣化部の種別やその大きさ、および供給した熱量との関係は本実験では解明するには至らず、画像処理方法も含めてさらに検討が必要であろうと思われた。最後に、本研究を進めるにあたり多大な御協力を頂いた金沢大学・樹谷浩先生に心より感謝の意を表します。

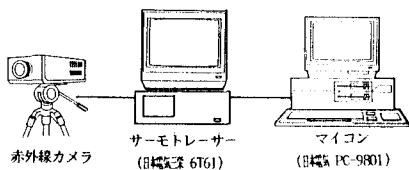


図-1 計測システム

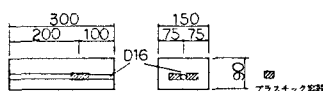


圖-2 供試体(實驗1)

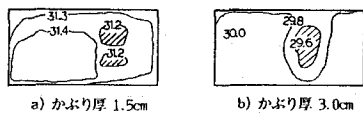


图-3 温度分布(实验1, 单位 °C)

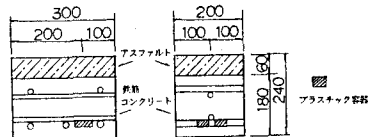
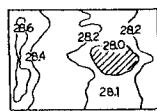


図-4 供試体(実験2)



图一5 温度分布(实验2, 单位 $^{\circ}\text{C}$)

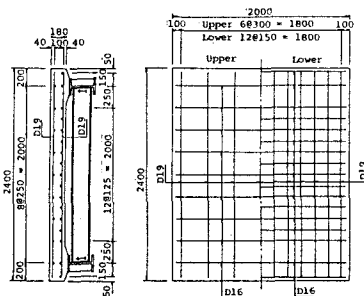


图-6 RC床板模型

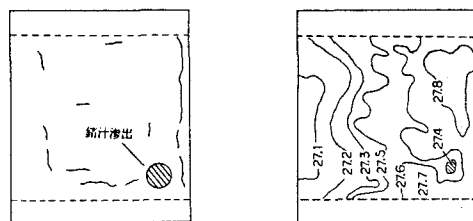
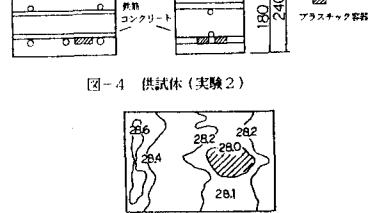


図-7 床版下面温度分布(移動載荷前, 単位: °C)



图一5 温度分布(实验2, 单位 $^{\circ}\text{C}$)

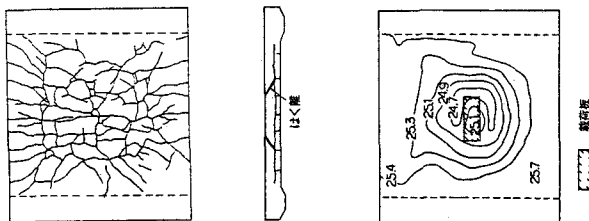


図-8 床版下面温度分布(押し抜きせん断破壊後, 単位: °C)

【参考文献】

- 参考文献
1) 橋, 作田, 前田 富沢, 堀川 : PC床版の自然型型法による鉄筋腐食検査と適用性に関する考察, コンクリート工学協会・コンクリート構造学会 耐久腐蝕部会 に関するシンポジウム資料集, 1988.
2) 作田, 橋, 前田 堀川 : AE法を用いたPC床版の劣化性状検査に関する基礎実験, 第43回年報発表会(V), 1988.