

V-132

赤外線映像装置のひび割れ調査への 応用に関する基礎的研究

九州工業大学 学生員 藤田 源
九州工業大学 正会員 渡辺 明
ショボノ建設 正会員 樋野 勝巳

1. はじめに

最近、ビルの外壁材の剥落事故が相次いでいるが、このような外壁材の剥離探査などでは赤外線映像装置が利用されている。⁽¹⁾ 筆者らは、同装置をコンクリート部材のひび割れ調査に用いることを考え、基礎的研究を実施した。その概要は、ひび割れを有するコンクリート供試体に熱を与え、その伝播状況を同装置で測定することによりひび割れ位置及びその程度を推定することである。

2. 実験概要

実験に用いた赤外線映像装置による測定方法の概略を図-1に示す。同装置は非接触で物質表面から放出される赤外線エネルギーを検知し、物質の表面温度を非破壊で測定するものである。供試体は円盤状で図-2, 3に示すひび割れの大きいもの(ひび割れ幅最大3.2mm)、ひび割れの小さいもの(ひび割れ幅最大0.35mm)の2種類とした。実験の手順は以下の通りである。①供試体を105℃で72時間養生して絶乾状態とし、その後24時間20℃の実験室に放置する。②赤外線映像装置をやぐらに取り付けその下に供試体を設置する。③赤外線映像装置の可視像と熱画像とが一致するように調整する。④フレームレコーダーのL・T(測定する温度範囲の最低温度), S・N(測定表示される

16階調の温度間隔(L・TからS・Nきざみで16段階までの温度表示を行う)、フレーム間隔(フレームレコーダーでフロッピーディスクに熱画像を記録する時間間隔)の諸条件をセットする。⑤供試体の任意の位置にヒーターを設置し加熱開始と同時にフレームレコーダーでの記録を開始する。⑥測定後供試体上に座標測定用の座標設定電熱盤をおき座標を記録する。以上の測定終了後、供試体が室温と等しくなるのを待ってヒーターの位置を移動させ次の実験を繰り返す。点線で囲んでいる部分が今回の実験で熱伝播が及んだ範囲である。

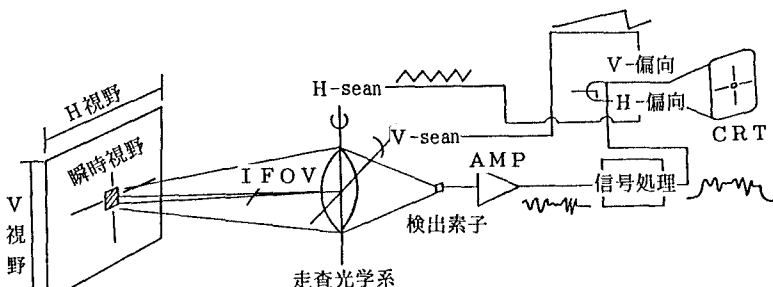


図-1 赤外線映像装置による測定方式の概略

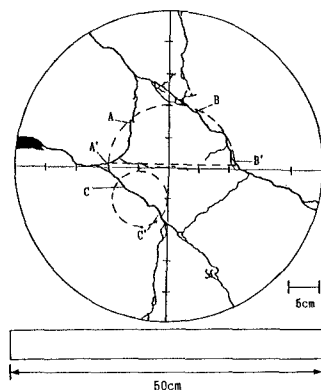


図-2 ひび割れ大供試体

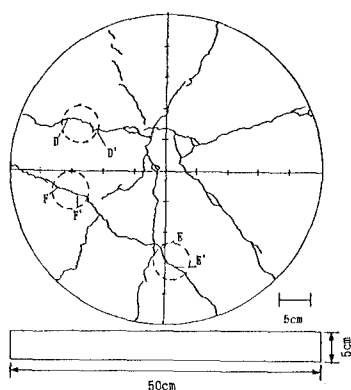


図-3 ひび割れ小供試体

3. 解析方法

本実験の場合、フレームレコーダーでディスクに記録された熱画像データをパソコンで解析するオフライン

方式を取っている。赤外線映像装置と供試体との距離が2.2mであるので測定面積は579mm×385mmとなる。熱画像には25,600画素として記録されるので、1画素あたりの面積は4.8mm²（メーカー値）である。データ解析は以下の要領で行う。熱画像における各表示画素の隣接するものの温度差の絶対値をとる。この温度差の絶対値が所定の値より大きい画素を拾いだす。各フレーム別（加熱開始からの時間別）に拾いだしたものを合成してプロットする。温度差の設定が適切であればプロットされた点とてひび割れ図が一致してくる。

4. 実験結果及び考察

ひび割れ大の解析結果の合成図を図-4に示す。ひび割れ大の供試体の場合、 $L \cdot T = 19.5^{\circ}\text{C}$ 、 $S \cdot N = 0.4^{\circ}\text{C}$ 、フレーム間隔2分とした。ヒーターはハンダごてを改良したもので電圧40(V)ヒーター温度142 $^{\circ}\text{C}$ と棒状ヒーター電圧65(V)ヒーター温度100 $^{\circ}\text{C}$ を使用した。この条件での測定値から温度差1.6 $^{\circ}\text{C}$ 以上の画素を選びプロットした。図-4に表れているひび割れは、図-2におけるA-A'、B-B'、C-C'のひび割れの位置とよく一致している。ここでA-A'、B-B'、C-C'のひび割れ幅はそれぞれ1.0～2.0、1.5～2.0、2.0～2.5mmであった。同一温度条件でひび割れ小の供試体についても実験した結果を図-5に示す。ひび割れ幅が小さいため、大きな熱量を与えると熱伝播にひび割れによる影響が現れず、ひび割れに関係なく熱源に隣接する温度勾配の大きいところだけがプロットされた。このため、ひび割れ小の供試体については熱源の温度を低くして加熱する必要があると考え、 $L \cdot T = 19.5^{\circ}\text{C}$ 、 $S \cdot N = 0.2^{\circ}\text{C}$ 、フレーム間隔2分とし、円状ヒーターで電圧14(V)ヒーター温度65 $^{\circ}\text{C}$ で図-6の結果を得た。同図に表れているひび割れは図-3におけるD-D'、E-E'、F-F'の位置とよく一致する。ここでD-D'、E-E'、F-F'のひび割れ幅はそれぞれ0.30～0.35、0.20～0.25、0.15～0.20mmである。このことよりひび割れの小さいものを推定するためには熱源温度を低くして加熱する必要がある。しかしながら、熱源温度を低くすると熱伝播の及ぶ範囲が狭くなり調査範囲が小さくなってしまう欠点がある。このような場合全体をカバーするには実験を多く繰り返す必要がある。

5. まとめ

室温と等しい供試体に熱を与え、赤外線映像装置を用いて測定することにより、ひび割れ幅0.15mm以上のものの位置を推定することが可能であった。しかしながら、今後実用化するに当たっては、ひび割れの程度に応じた $L \cdot T$ および $S \cdot N$ などの測定条件設定方法、対象物が高含水状態の場合や最初から温度差がある場合等の測定方法、実構造物の加熱方法等のような解決すべき課題が残されている。

【参考文献】

- (1) 長内 軍士：耐久性診断と非破壊検査方法（赤外線） コンクリート工学 Vol.26, No.7, July 1988

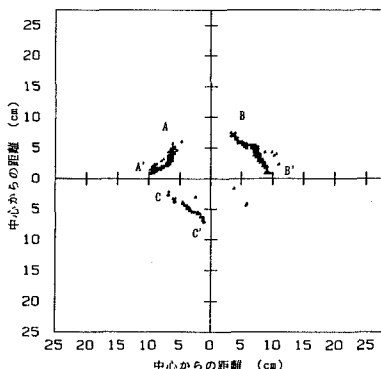


図-4 ひび割れ推定図（ひび割れ大）

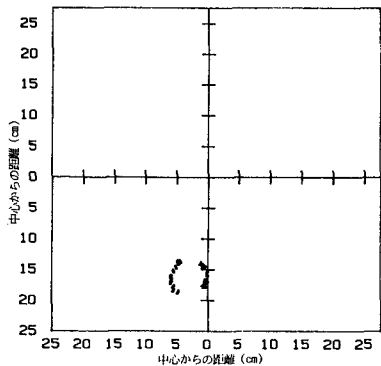


図-5 ひび割れ推定図
（ひび割れ小，失敗例）

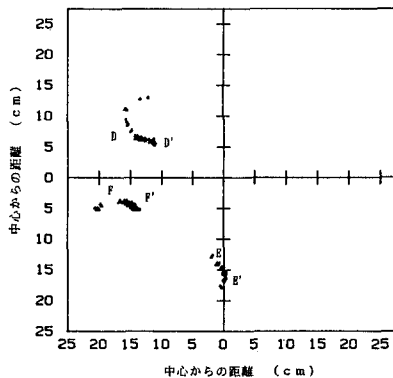


図-6 ひび割れ推定図（ひび割れ小）