

赤外線映像装置を用いたひび割れ 調査方法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 員 出光 隆
九州工業大学 正 員 渡辺 明 ショーボンド建設 正 員 樋野 勝巳

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の健全度を診断しコンクリートの劣化の程度を判断する目的で、赤外線映像装置を用いることが始められた。赤外線映像装置を用いれば、非接触でコンクリート表面から放出される赤外線エネルギーを検知し、コンクリートの表面温度を非破壊で測定することができる。従ってそのコンクリートの表面温度を測定することを利用して、現在タイルの剥離探査や、電力設備の診断などに利用されている。本研究の目的はひび割れを有する供試体に熱を与え、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が可能か否かを検討することである。

2. 実験概要

実験に用いる供試体は図-1,2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)など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を始める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。

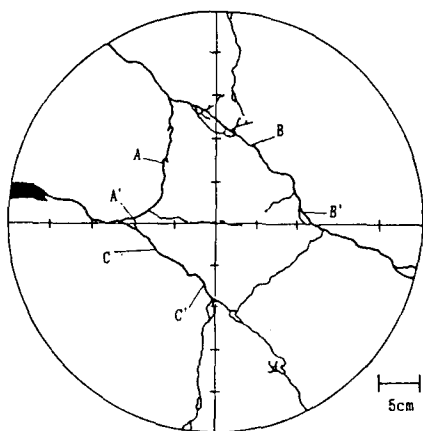


図-1 ひび割れ大供試体図
(ひび割れ幅最大 3.2mm)

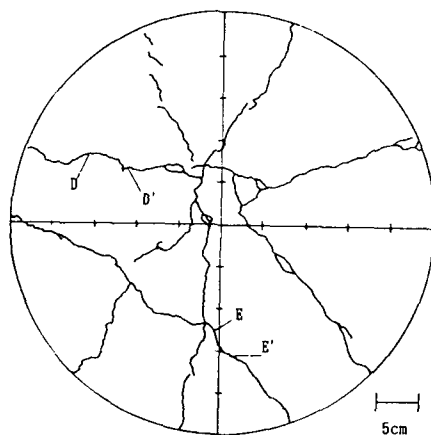


図-2 ひび割れ小供試体図
(ひび割れ幅最大 0.35mm)

3. 解析方法

本実験の場合、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。熱画像において25,800画素として記録されるもので1画素あたりの面積は4.8mm²(メーカー値)である。図-3に示すように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プロットしそれらを合成してひび割れ図を描く。

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、ひび割れ小の解析結果の合成図を図-5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°C と棒状ヒーター電圧65(V)ヒーター温度 100°C を使用した。この条件での測定値から温度差 1.6°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-1におけるA-A'、B-B'、C-C'のひび割れの位置とよく一致する。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がひび割れの推定はできなかった。ひび割れ小の場合、 $L \cdot T = 19.5^{\circ}\text{C}$ 、 $S \cdot N = 0.2^{\circ}\text{C}$ 、フレーム間隔2分とし、ヒーターは円状ヒーターで電圧14(V)ヒーター温度 65°C で図-4の結果を得た。同図に表れているひび割れは図-2におけるD-D'、E-E'の位置とよく一致する。ここでD-D'、E-E'のひび割れ幅はそれぞれ0.3~0.35、0.2~0.25mm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ゆっくりと加熱する必要があると思われる。

5. まとめ

実験は続行中であるが現在までに得られた結果から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0.2mm以上のものを推定することが可能であった。しかしながら実用化するには次のような解決すべき点が残されている。(1) $L \cdot T$ 、 $S \cdot N$ などの測定条件の設定やひび割れ幅の推定が難しい。(2)対象物からの距離が遠くなると1画素あたりの面積が大きくなりすぎる。(3)対象物に最初から温度差がある場合の測定方法の確立。

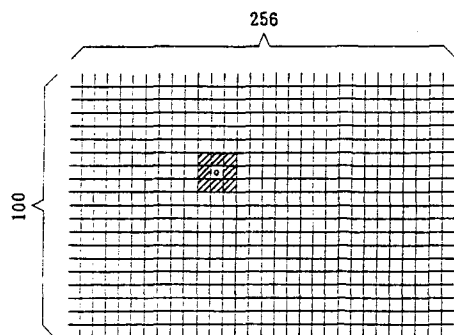


図-3 熱画像における各表示画素の概要図

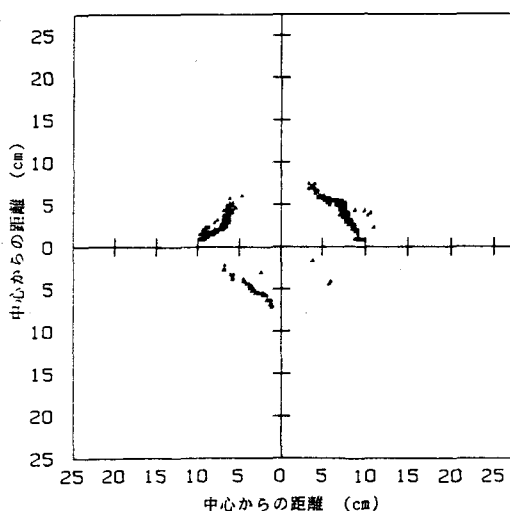


図-4 ひび割れ大合成図

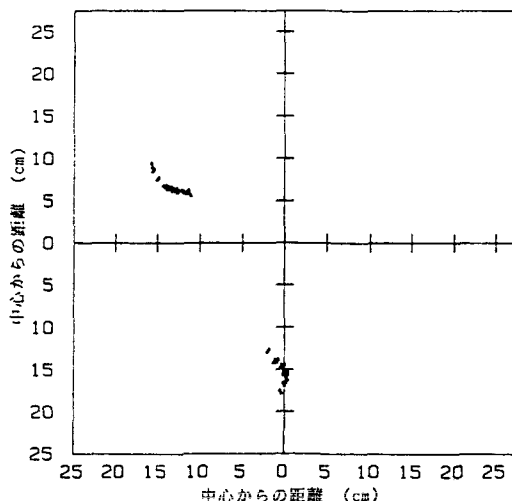


図-5 ひび割れ小合成図