

赤外線サーモセンサーを用いた施工欠陥部判定の可能性に関する検討

鹿児島大学工学部 正会員○武若 耕司
同 上 田中 繁
鹿児島県警本部 迫田 和己

1. まえがき

コンクリート構造物において、施工欠陥は本来あってはならないものであるが、一方、実際には十分に起こり得るものでもある。しかも、一般の状況ではあまり問題とならないような欠陥でも、塩害やASRのような早期劣化が生じる状況に直面するとこれらを誘発・加速させる大きな原因となる。本研究の目的は、このような施工欠陥を、実施コンクリート構造物の竣工検査あるいは、劣化顕在化以前の定期検査の段階においてチェックできるシステムを確立させることにある。

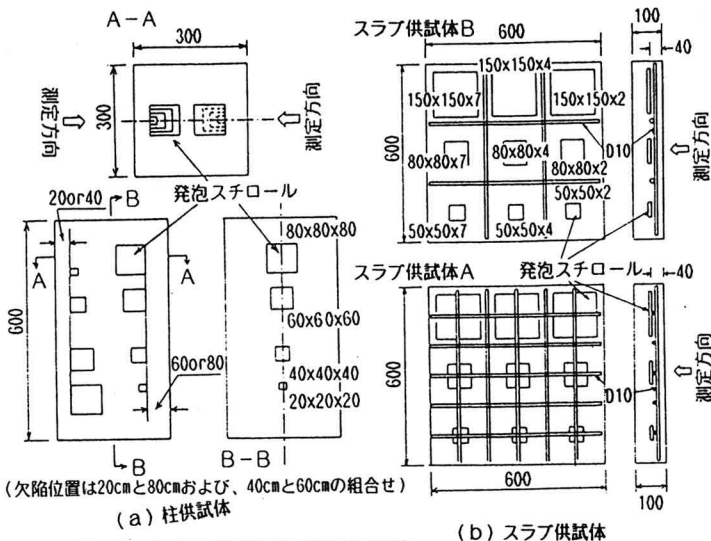


図-1 モデル欠陥を有する供試体の形状

ところで、最近、構造物の種々の検査に対して非破壊的な診断手法の利用が期待され、施工欠陥の検査においても、これまでに打診法、超音波あるいは電磁波法などの手法の適用が試みられている。ただし、これらの手法はいずれも直接接点タイプであり、構造物を全体にわたって一度に評価することができないという大きな問題を有している。そこでここでは、現在、建築物の外壁剥離状況検査の非接触型手法として利用が増大しつつある赤外線サーモセンサー法をコンクリート躯体内部の施工欠陥診断手法として活用することを考え、そのために必要な基礎的資料の収集を行ったものである。

2. 実験の概要

実験では、柱部材およびスラブ部材を対象として、図-1に示す2種類の供試体を作製した。これらの供試体中には、モデル施工欠陥として発泡スチロールを設置してある。赤外線サーモセンサー（A社製、最小検出温度差 0.1℃、測定温度範囲

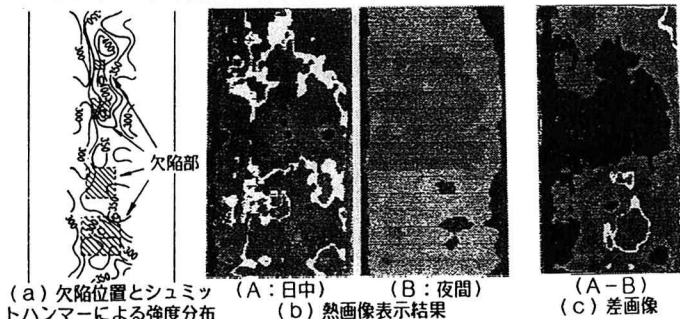


図-2 柱供試体における熱画像表示結果の一例

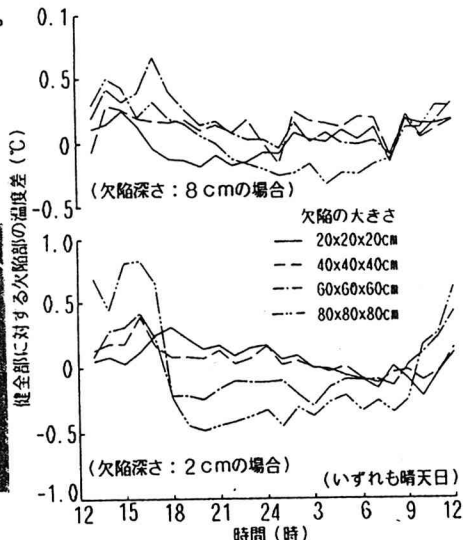


図-3 柱供試体における欠陥部と健全部の温度差の日変化の例

-40~2000℃)による測定は、カメラを各測定面に対して24時間固定し、その間の1時間ごとのデータをコンピュータに記録した。なお、今回報告する結果はいずれも、日中最高気温が10~20℃の冬場の条件で測定されたものである。

3. 実験結果および考察

図-2には、柱部材における熱画像表示結果の一例を示す。また、図-3は、晴天日の供試体表面温度分布から欠陥設定位置と健全部の温度差を求め、その日変化を示した例である。全般的な傾向として、欠陥がある位置の表面は健全部に比べて日中は温度が高く、夜間は逆に低くなる傾向が見られる。また、図-4は日中の欠陥部と健全部の最大温度差を欠陥容積との関係で示したものであるが、この図から、欠陥容積が大きくなるほど欠陥部と健全部の温度差も明らかに大きくなることが確認できる。一方今回の測定において、熱画像表示画面のみから欠陥部を認識する場合には、健全部での温度のばらつきなどの影響で、欠陥部と健全部の温度差は少なくとも0.2~0.4℃程度必要ようであったが、この点を考慮すると、今回測定を行った冬場の晴天日のような条件において熱画像表示で欠陥と認識できる範囲は、欠陥容積が100m³以上のものとなる。なお、上記の晴天日の結果からは、欠陥の位置と温度分布の関係についての指標を得ることはできなかったが、図-5に示すように、雨天日には全体的に欠陥認識の精度が晴天日に比べて落ちるが、特に、深い位置にある欠陥ほどその認識は困難となるようであった。また、図-2中には、夜間と日中のそれぞれ温度分布の差画像についても示した。このような差画像は、健全部のばらつきを消去し、一方、欠陥部の温度差を拡大できるため、より有効に欠陥部の判定を行える可能性が高い。

図-6、7には、スラブ供試体における熱画像表示結果の一例および、この場合の健全部と欠陥部の温度差の日変化を示した。今回スラブ供試体中に設定した欠陥の厚さは2~8mmと薄いものであったが、このような欠陥でも、少なくとも150x150cmの面積を有する場合には熱画像表示によって十分に認識可能であった。ただし欠陥厚が薄いために、今回の実験によって、厚みの相違を温度差から認識するまでにはいかなかった。なお図-7より、鉄筋が密に配筋されしかも欠陥上に鉄筋が存在する状況では、鉄筋量が少なく欠陥上に筋鉄筋がない場合に比べて、欠陥部と健全部の温度差が全般的に小さくなる傾向も認められ、鉄筋の影響によって欠陥の存在判定がしづらくなる可能性があることも示唆された。

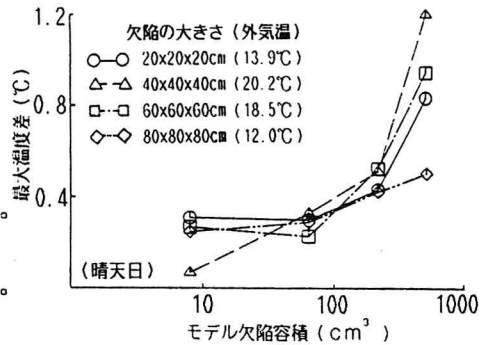


図-4 欠陥部と健全部の最大温度差と欠陥容積の関係

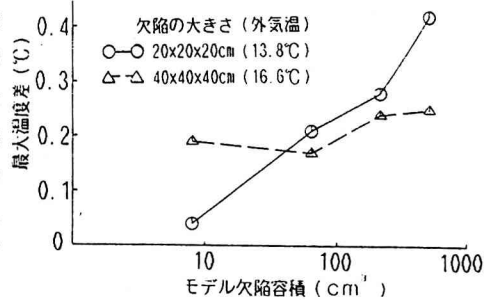


図-5 雨天日における欠陥部と健全部の最大温度差

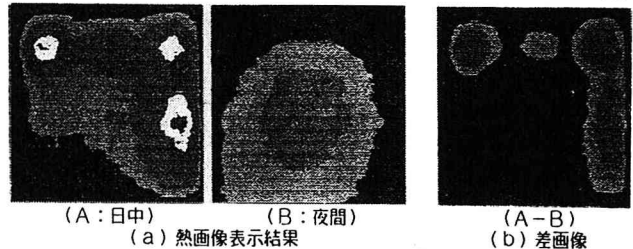


図-6 スラブ供試体Aにおける熱画像表示結果の例(欠陥位置は図-1参照)

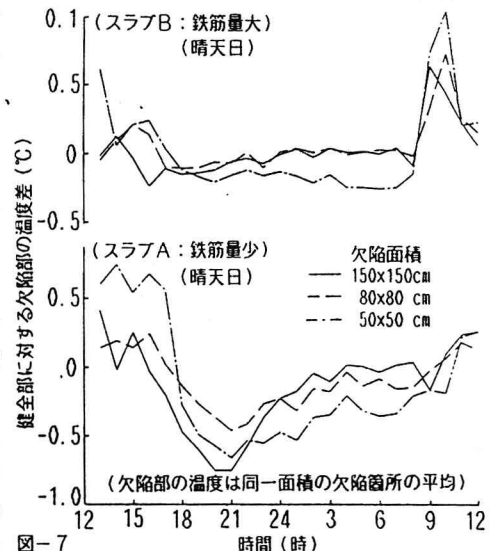


図-7 スラブ供試体における欠陥部と健全部の温度差の日変化の例