

赤外線サーモビューアを用いたサンドイッチ型複合床版の強制加熱によるコンクリート充填度検査

住友金属工業 正会員 ○小林洋一 中川憲一
 正会員 上條 崇 北濱雅司

1. 目的

サンドイッチ型複合床版のコンクリート充填度検査に赤外線サーモビューアが適用できると、検査スピード向上や結果の記録性などのメリットが得られる。セメント水和熱を利用したサンドイッチ床版の充填度検査に赤外線サーモビューアが適用可能であることは確認されている。¹⁾しかし、セメント水和熱による方法は、計測タイミングが限定される。そこで、コンクリート硬化後の充填度検査方法として鋼板表面を加熱する方法を検討した。

2. 小型試験体による強制加熱法の確認

サンドイッチ床版の鋼板表面を強制的に加熱した場合、コンクリート未充填部と充填部ではコンクリートへの熱の流れが異なるため温度差が生じると思われる。赤外線サーモビューアの適用可能性検討のため、図1に示すサンドイッチ床版を模した小型試験体をヒーターで強制加熱し温度画像を撮影した。試験体には、図2に示すようにコンクリート未充填部を想定した模擬欠陥として発泡スチロールを鋼板の裏側に貼付した。温度画像を図3に示す。模擬欠陥部は、熱伝導の違いにより周囲と温度差が生じており、温度画像から欠陥形状がほぼ判別可能であることを確認した。

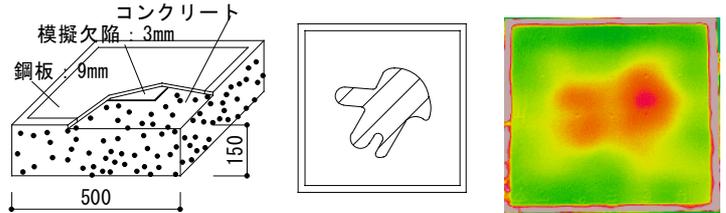


図1 試験体形状 図2 模擬欠陥形状 図3 温度画像

温度画像を図3に示す。模擬欠陥部は、熱伝導の違いにより周囲と温度差が生じており、温度画像から欠陥形状がほぼ判別可能であることを確認した。

3. 実大試験体でのヒーターによる強制加熱法の検討

実大のサンドイッチ床版において、コンクリート未充填部を調査するための加熱方法を検討した。加熱は、サンドイッチ床版の鋼板表面に密着性の高いシリコンラバーヒーター（電圧 AC100V、電力密度 0.22W/cm²）を設置し直接加熱する方法とした。撮影範囲を考えヒーターサイズは1200×900mmとした。試験体には図4に示すように模擬欠陥として発泡スチロールを所定の位置に貼付した。

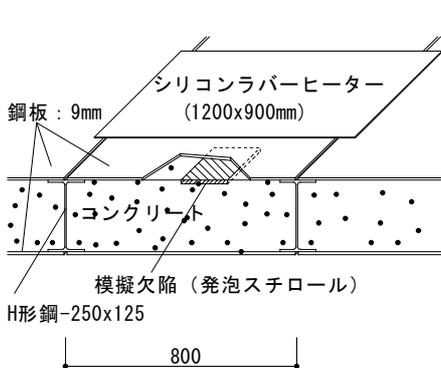


図4 計測方法

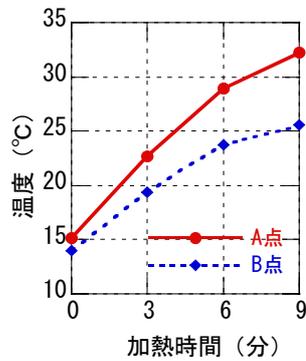


図7 温度の時間変化

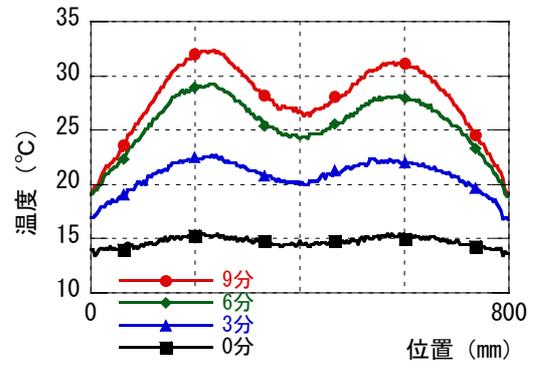


図8 温度分布の傾向

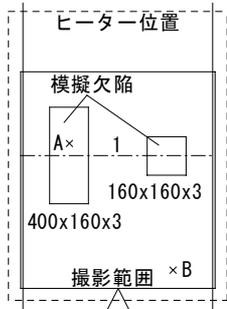


図5 画像撮影範囲

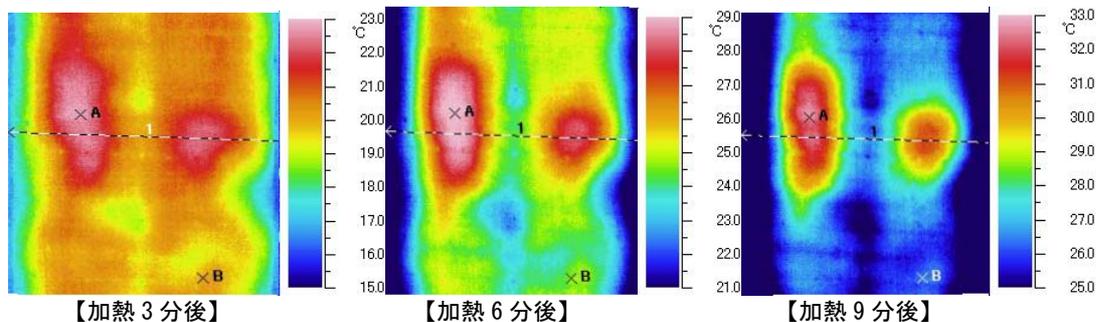


図6 温度画像

キーワード：合成床版、非破壊検査、赤外線サーモビューア

連絡先：〒314-0255 茨城県鹿嶋郡波崎町砂山16 住友金属工業株式会社 TEL0478-46-5128

図5に示す模擬欠陥を含む位置で、鋼板表面を加熱して温度画像を撮影した。温度画像撮影には赤外線サーモビューアー（最小温度分解能 0.08℃、温度測定範囲-20℃～500℃）を使用した。加熱途中における温度画像を図6に示す。画像内の温度幅は全て 8℃とした。画像内の模擬欠陥位置 A と健全部 B の2点の温度変化を図7に示す。加熱3分後でも2点間で約 2℃の温度差が生じている。加熱6分以降で温度上昇がややゆるくなっている。模擬欠陥位置を通る線分1の温度分布を図8に示す。模擬欠陥を中心に温度勾配が生じている。温度勾配は加熱時間が長い方が大きくなっている。模擬欠陥の判別は加熱3分でも可能であるが、加熱時間が長い方が温度勾配は大きく画像上確認しやすいことを確認した。

4. 実大試験体での打撃検査との比較

実大サンドイッチ床版の打撃検査結果と比較するため、打撃検査を実施した位置について温度計測を実施した。計測は、シリコンラバーヒーターで8分加熱し、加熱前と加熱直後に温度画像を撮影した。打撃検査による合格部、不合格部と模擬欠陥部の加熱前後の温度差分画像を図10に示す。図中の線分位置の温度分布を図11に示す。打撃検査の不合格部では、擬似欠陥部と同様に温度が高い部分の確認され、温度の高い範囲と打撃検査不合格部の形状は良い対応を示している。打撃検査合格部は、温度上昇が低くまた画像内の温度差も小さいことを確認した。

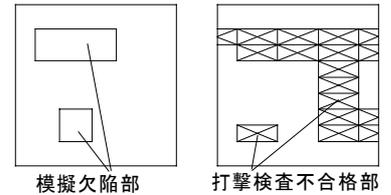


図9 画像撮影位置

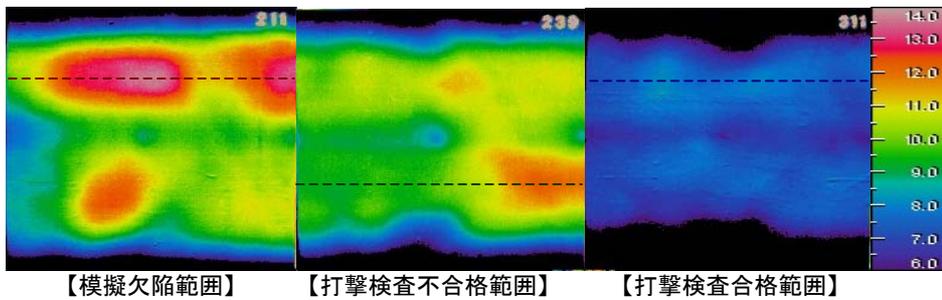


図10 温度画像

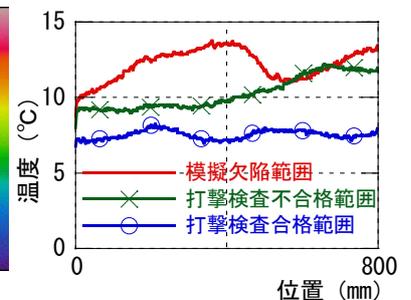


図11 温度分布

5. 実大試験体での太陽熱を利用した調査

サンドイッチ床版の鋼板に太陽熱が加わった場合、コンクリート充填部と未充填部で温度差が生ずることが予想される。日照時に実大サンドイッチ床版の温度画像を撮影した。打撃検査による合格部、不合格部と模擬欠陥部の温度画像を図12に示す。図中の線分位置の温度分布を図13に示す。模擬欠陥位置は、健全部より 1℃以上温度が高くなっている。打撃検査不合格部は、模擬欠陥部と同程度の温度になっている。打撃検査合格部は、全体的に温度が低くなっている。本検査は冬季（12月の14時頃、当日の最高気温 16℃）に実施したものであるが、夏期等の太陽熱による入熱が大きい場合、温度差がさらに大きくなり判別が容易になる可能性がある。

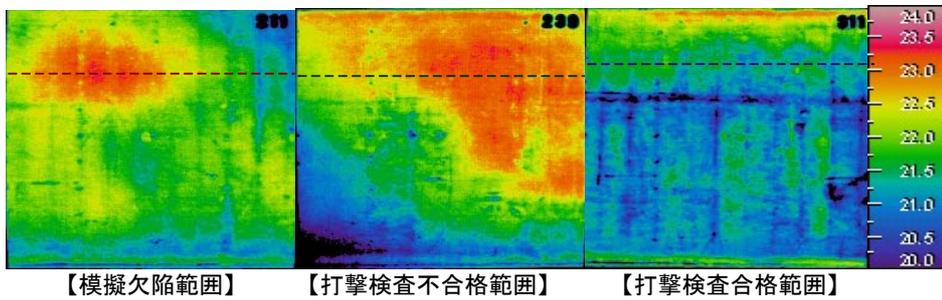


図12 日照による温度画像

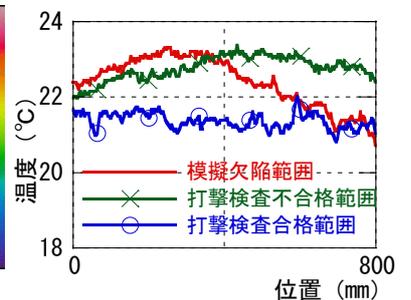


図13 温度分布

6. まとめ

サンドイッチ床版の鋼板表面をヒーターで強制加熱する方法で、コンクリート充填度検査に赤外線サーモビューアーが適用可能であることを確認した。今後は、更なるデータ蓄積と実際の現場計測技術の検討等が必要である。

参考文献

1) 小林他、「赤外線サーモビューアーを用いたサンドイッチ型複合床版のコンクリート充填度検査」第59回年次学術講演会 2004.9