赤外線サーモビュ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

住友金属工業　正員　小林洋一　同左　北濱雅司
住友金属工業　中川憲一　　同左　正員　上條崇

１．目的

近年、コンクリート構造物の健全度診断等に用いられている赤外線サーモビュアーをサンドイッチ型複合床版のコンクリート充填度検査に適用できると、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。赤外線サーモビュアーの適用性を確認することを目的に模型の測定実験を行った。

２．水和熱を利用したコンクリート未充填部の確認実験

実大のサンドイッチ床版でコンクリート未充填部が、セメント水和熱を利用し赤外線サーモビュアーで適用可能か確認するため、実大確認試験を実施した。試験は、コンクリート打設後、鋼板面の温度分布を計測した。計測は、図-1 に示すように赤外線サーモビュアー（最小温度分解能 0.08℃、温度測定範囲-20℃～500℃）と試験体に貼付した熱電対を使用した。試験体にはコンクリート未充填部を想定し発泡スチロールを所定の位置に貼付した。コンクリート内部と外気の温度差、ならびに鋼板表面と外気の温度差を図-3 に示す。コンクリート打設後 9 時間後～40 時間後はセメントの水和反応に伴う発熱によりコンクリートと外気の温度差は 10℃以上となった。コンクリート打設後 16～17 時間には水和熱によるコンクリートと鋼板表面の温度上昇と外気温の低下のため、温度差が最大になった。温度差が最大時の温度画像と温度分布を図-4, 図-5 に示す。コンクリート未充填部は周囲の健全部より温度が低くなり、未充填深さが深いほど温度が低くなる傾向が認められた。コンクリートと外気温の温度差が大きいほど、コンクリート未充填部と周囲の健全部の温度差が大きくなる傾向が認められた。したがって、コンクリート内部と外気の温度差が最大になる時間帯（コンクリート打設後１～２日以内で、外気温が最も低下する時間帯）に撮影するのが良いと考えられる。

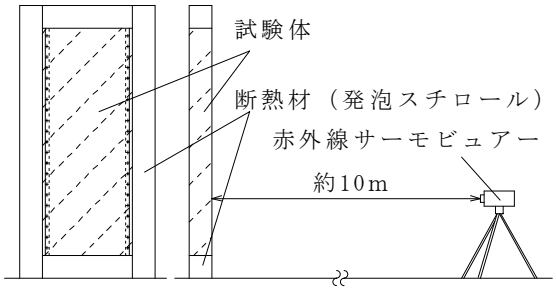

図-1 計測方法

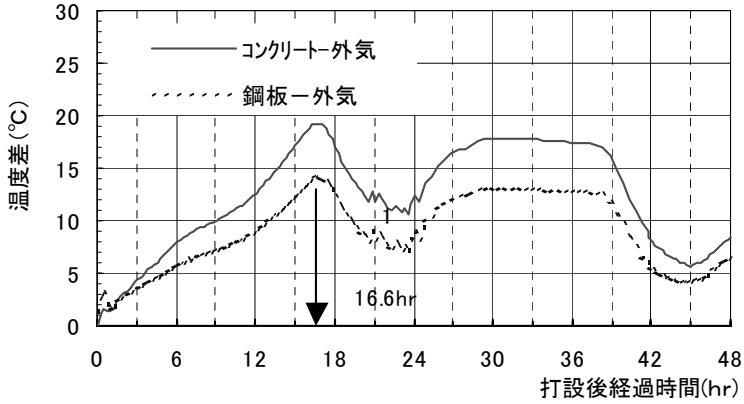

図-3 温度変化

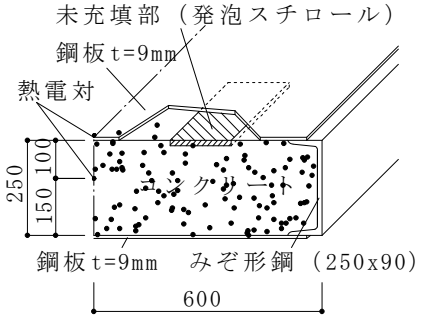

図-2 試験体断面

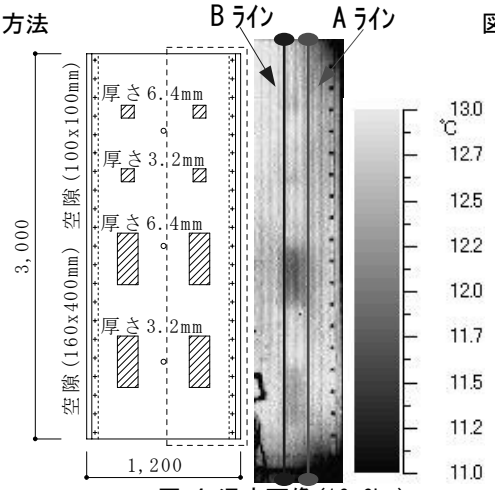

図-4 温度画像(16.6hr)

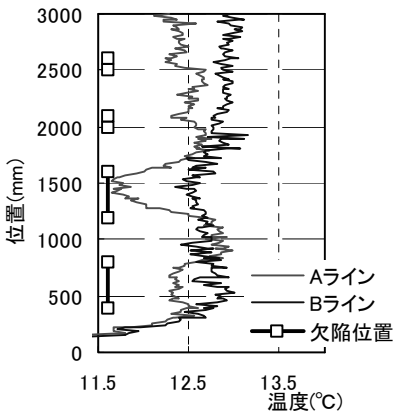

図-5 温度分布

キーワード　合成床版、非破壊検査、赤外線サーモビュアー
連絡先　　〒314-0255　茨城県鹿島群波崎町砂山１６　住友金属工業株式会社　ＴＥＬ0478-46-5128

３．ヒーターを用いた小型模型実験

サンドイッチ床版の鋼板表面状態による影響を確認するため、コンクリート部を加熱した部分試験を実施した。試験は、セメント水和熱を想定しコンクリート側をラバーヒーター（電圧 AC100V、電力密度 0.4W/cm^2、消費電力 2KW）で加熱し、温度計測と画像撮影した。試験体は図-7 に示すように、直径 800mm の円筒形状で厚さ 100mm の軽量コンクリートと厚さ 9mm の鋼板により構成される。画像撮影は、コンクリート打設後１～２日以内で生じるコンクリートと外気の温度差 10℃以上を目安に実施した。各試験体の表面条件と撮影時の温度を表-1 に、撮影画像を写真 1～5 に示す。

試験体の表面処理については、黒皮のままの場合も防錆材（炭素繊維入りポリマーセメント）を塗布した状態でもコンクリート未充填部は周囲の健全部より温度が低くなり画像により確認可能である。降雨については、表面に完全に水を張った状態と表面に水滴がある場合について実施した。水のある部分と無い部分では画像に差が生じるため、均一に水を張った場合は確認可能であるが、部分的に水がある場合誤認する可能性がある。降雨時や雨上がりに計測する場合は、水を拭き取りした後撮影するのが望ましい。表面状態に泥靴や小石を置いた状態では、画像に差が生じ誤認する可能性がある。画像確認する場合、表面状態はなるべく清浄にすることが望ましい。

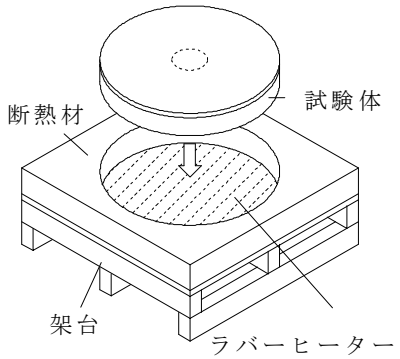

図-6　試験方法

表-1試験計測条件

条件名	表面状態	防錆材 塗布	欠陥厚 (mm)	撮影時温度(℃) 外気	コンクリート	鋼板
黒皮	黒皮	無	6.4	17.8	31.4	23.3
防錆材	防錆材	有	3.2	14.7	28.9	20.8
降雨多	表面水張り	有	3.2	14.9	27.8	19.6
降雨少	表面水滴有り	無	6.4	16.2	36.7	23.7
汚れ	泥靴跡、小石	無	3.2	15.9	34.4	23.4

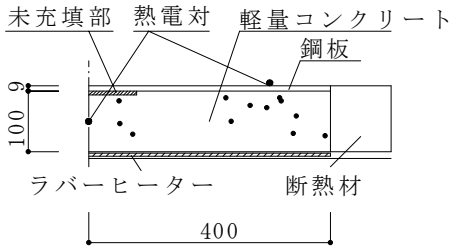

図-7　試験体断面

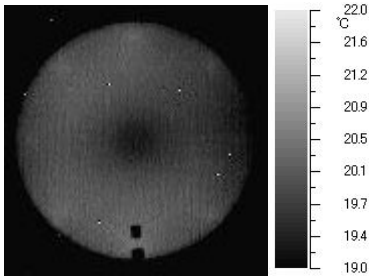

写真-1　温度画像[黒皮]

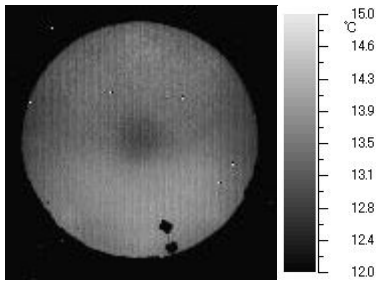

写真-2 温度画像[防錆材]

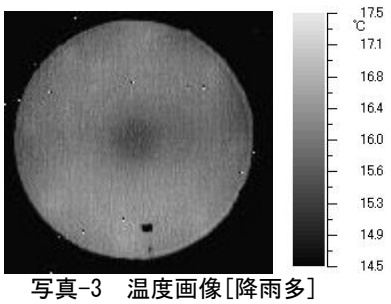

写真-3　温度画像[降雨多]

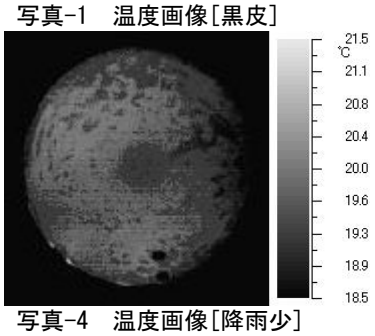

写真-4　温度画像[降雨少]

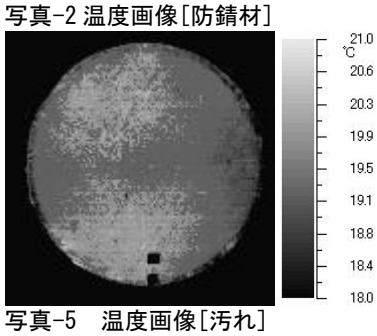

写真-5　温度画像[汚れ]

４．まとめ

セメント水和熱により充填コンクリートと外気に温度差が生じることを利用し、サンドイッチ床版の充填度検査に赤外線サーモビュアー適用可能であることを確認した。また、外乱要因のうちコンクリート残骸等が表面にある状況では検出が困難であることが確認された。今後は、更なる実験データの蓄積や実際の現場計測確認等が必要である。

謝辞：赤外線サーモビュアーの使用は日本アビオニクス社のご協力を頂きました。

参考文献：中村他、「内部温度測定を併用した赤外線サーモグラフィー法に関する研究」コンクリート工学年次論文集、Vol.25、No.1、2003