

パッシブサーモグラフィ法による欠陥検出と降雨の関係

中央工学校 正会員 ○ 金光 寿一
 日本大学 正会員 柳内 睦人

1. はじめに

サーモグラフィ法から連続したコンクリートの内部診断を行う場合には、太陽光を利用したパッシブ法が有効である。しかし、気象条件は晴れ、曇り、雨の繰り返しが日々変化するため、最適な診断を行うためには、特に降雨後の診断について明らかにしておく必要がある。一般に、雨がコンクリートに浸透して日射を受けると気化熱によって表面温度は低下することになるが、一方では水はコンクリートの2倍の熱容量を持ち、含水率が高いほど熱伝導率も大きくなるという特性がある。従って、降雨後の気象条件によっては内部の水分が欠陥検出に有効に働くことが期待される。そこで、本研究では実測された日々変化する気象条件から降雨後の内部診断への有効性について検討した。

2. 日射量とコンクリート温度との関係

日射量とコンクリート温度のデータは横浜市港北区役所から提供されたものである。区役所屋上ではヒートアイランド現象の緩和や省エネ対策に繋がる事業として緑化内部温度及びコンクリート表面温度(水平面)が1分間隔で計測されている。図-1は2006年8月1日から31日まで計測されたコンクリート表面の最大上昇温度と最大温度までの日射積算量との関係である。なお、この最大上昇温度は最大温度から日の

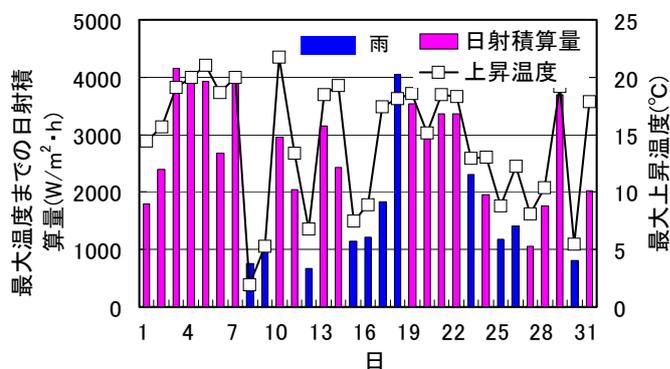


図-1 コンクリート上昇温度と日射積算量(8月)

出時刻の温度を減算したものである。その結果、図-1に示すようにコンクリートの最大上昇温度は日射積算量とほぼ比例関係にあるように思われるが、17日、31日、14日及び10日は同日射積算量で比較すると5°C以上も大きい特異な上昇温度を示している。これらに共通する気象条件は、前日あるいは前々日が雨天となっている。その降雨量では、9日は103mm/日の大雨で、14日の前々日となる12日は20mm/日、16日は14mm/日、また17日は18.5mm/日で朝の8:00頃まで降っている。また、30日は時刻15:40~16:00まで0.5mm/日の降雨量であった。

特に、10日は日射積算量が少ない割には8月で最も上昇温度が大きくなっており、降雨後に晴天の場合には診断への有効性が認められる。

3. 水中含漬実験による健全部と欠陥部温度

実験に供した試験体は、縦300×横300×高さ210mmで、内部欠陥として縦100×横100×厚さ5mmの空洞を深さ20mm(No.1試験体)、30mm(No.2試験体)、40mm(No.3試験体)の位置に設けたものと欠陥のない標準試験体(No.4試験体)である(図-2参照)。降雨を想定したコン

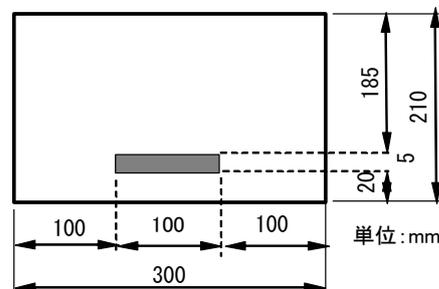


図-2 試験体(No. 1)

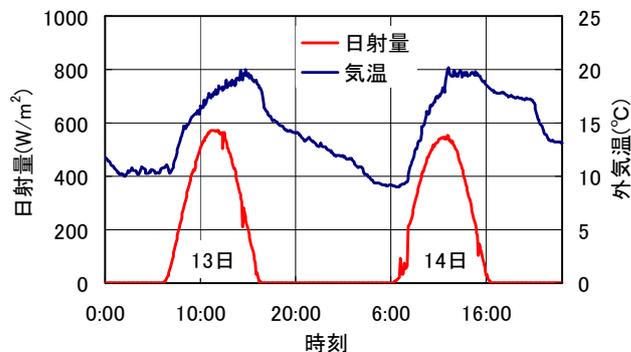


図-3 日射量と外気温

キーワード：サーモグラフィ法、気象条件、降雨、日射量、コンクリート温度

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学土木工学科 TEL047-474-2441 E-mail: yanai@cit.nihon-u.ac.jp

クリートへの吸水は、打設後 28 日間水中養生し、その後 1 ヶ月間室内で気中養生を続けた後に、3 日間を測定面のみ水に浸した。実験は、2007 年の 11 月 13 日と 14 日の両日で、13 日の時刻 6:45 に試験体を水槽から取り出して表面の水滴を拭き取り、時刻 7:00(日の出時刻 6:20)より赤外線カメラによる温度測定を開始し 14 日の 17:00 まで行った。図-3 に日射量と外気温を示す。含水率の測定はコンクリートモルタル接触型水分計〔HI-520〕:高周波容量式,測定範囲 0~12%〕にて行った。各試験体の含水率は、13 日の時刻 7:00 で 5.15%、実験を終了した 14 日の 17:00 で 4.56%であった(深さ 40mm までの平均値)。写真-1 に 13 日の時刻 13:00 に得られた熱画像を示す。No.1 試験体(欠陥深さが 20mm)は、欠陥の位置に高温域を確認することができるが、No.3 試験体(深さ 40mm)については視覚的に欠陥の位置を確認することは困難になっている。図-4(a), (b)には日射積算量と試験体中心位置の上昇温度との関係を示す。欠陥のない No.4 試験体の両日を比較すると、13 日の上昇温度では実験開始時刻 7:00 からの上昇温度勾配は表面の湿気及び気化熱によって緩やかに変化し、800W/m²・h(時刻 9:40)以降から 14 日に比べて大きくなっていることが分かる。一方、最大温度からの降下勾配は僅かではあるが緩やかになっている。図-5(a), (b)に最大温度となった試験体中央位置の温度差分布を示す。その両日の温度差変化は、13 日の方が欠陥部位置の温度差も大きく、また欠陥深さ 40mm の No.3 試験体もその温度分布変化の特徴から欠陥を評価できる。また、最大温度差となる時刻では 13 日の方が早く現れている。各試験体の温度差の比較では、欠陥のない No.4 試験体(健全箇所)は 0.3℃程度の差であるが、No.1 の欠陥部では 1.2℃程度の差となっており、降雨後に晴れの場合の診断が欠陥部の検出に有効であることが確認できる。日射による蓄熱量は健全部では深さ方向にも熱拡散することになるが、欠陥部前面では空洞・空隙が熱移動を遮断して残留水分が熱媒となり、より蓄熱量が増大したものと考えられる。

4. まとめ

(1) コンクリートの上昇温度は、日射積算量とほぼ比例関係にあり、特に降雨後には同日射積算量と比較すると 5℃以上も大きい特異な上昇温度を示した。(2) 水中浸漬実験では、健全部よりも空洞・空隙を有する欠陥部の上昇温度差の方が大きくなり、降雨後の診断が欠陥検出に有効であることが分かった。

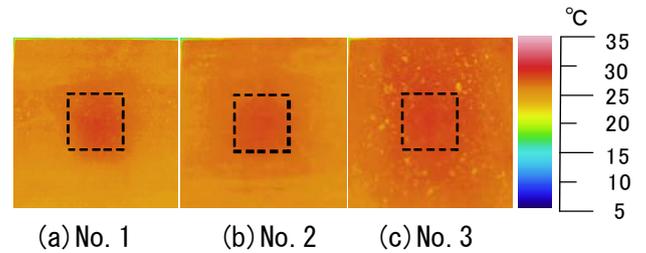
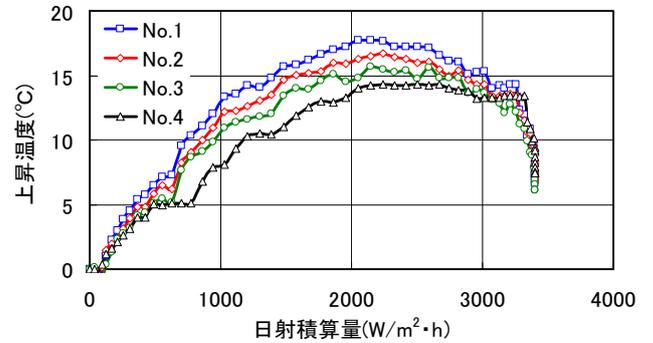
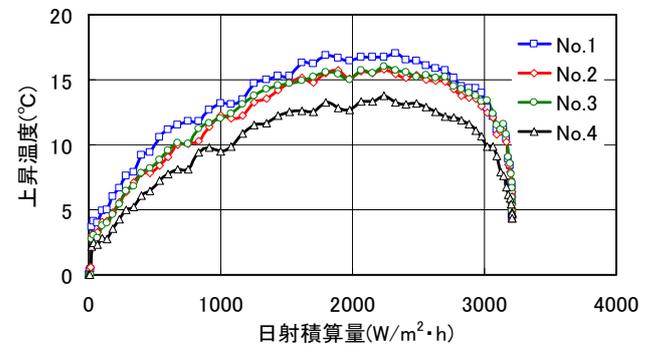


写真-1 13 日の熱画像 (13:00)

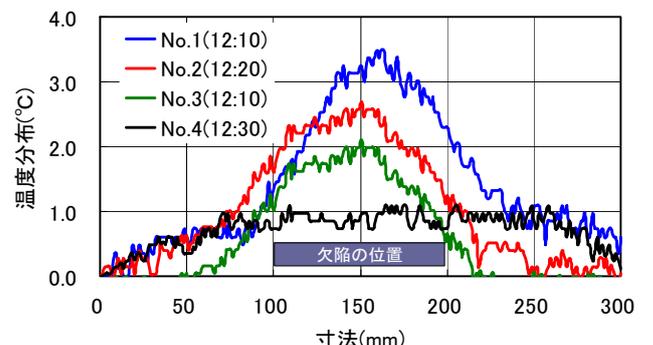


(a) 13 日

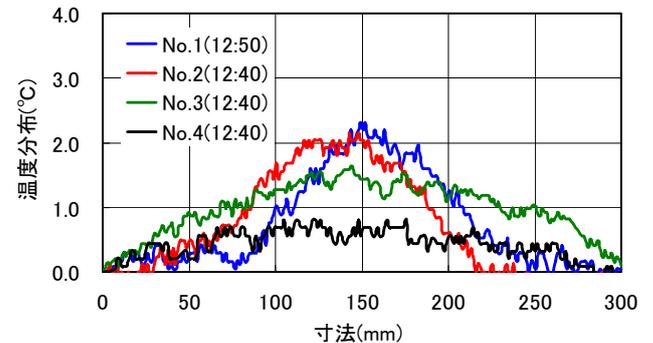


(b) 14 日

図-4 日射積算量と上昇温度



(a) 13 日



(b) 14 日

図-5 温度分布変化