

湿分イメージングセンサによるコンクリート表面の水分分布計測に関する検討

香川大学工学部 賛助会員 ○榊原洋子 藤村素直
正会員 岡崎慎一郎

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の劣化は主として水分が関与している。実際に水掛かりのある箇所に鉄筋コンクリートは劣化するため（写真1）、構造物の点検業務において、水掛かりのある箇所や、その箇所における水分量を評価できれば、高度な劣化予測に資することができると思われる。

コンクリート表面の水分量を計測する手法として、コンクリートの電気抵抗を測定する原理を応用したものがあるが、点測定であるため、点検業務には使用しづらい。近赤外分光法に基づいたイメージング手法による測定手法が提案されており、2次元に広範囲に水分分布を計測できるが、機器が高価であり、また測定者にある程度の技量を要する。本検討では、湿分イメージングセンサと呼ばれる、赤外線を利用したデバイスにより、コンクリート表面における水分分布の測定可能性を検討するものである。非常に安価であるのが特徴である。



写真1 水掛かりと劣化

2. 湿分イメージングセンサの原理

湿分イメージングセンサは、赤外線を利用し、コンクリートのごく表層から蒸発する水分の気化熱による、コンクリートの温度変化から、コンクリートのごく表層における相対湿度を算出する。赤外線サーモセンサにより、気化熱により周辺より温度の低い箇所を検出し、具体的な湿度を湿分計測センサにより計測する。コンクリート内部の相対湿度や含水量を直接測定できないが、本デバイスはそれらを間接的に評価できる。

3. 赤外線サーモ画像実験による検討

寸法が10cm×10cm×5cm、水セメント比35%であり、打設後28日間封かん養生を施し、半年間気中に曝露したモルタル試験体を対象に、20℃の室内に5日間静置させた乾燥試験体と、底面より2cmのみ水で浸潤させた、一部湿潤試験体（写真2）を並べ、写真2の撮影方向となる位置から、湿分イメージングセンサで撮影したサーモ画像を図1に示す。

水に浸漬していない乾燥試験体では、机上と同じ温度であったためか、水分量の多寡を示す青色を呈していないが、一部湿潤試験体では、水分の浸透面ではないにも関わらず、温度が低いことを示す青色を呈した。なお、写真上部にも一部、青色を呈した箇所があったが、これは部屋の金属製ドアであり、外気によりドアが冷却されていたことが原因と考えられる。したがって、水分がコンクリート中にある程度存在し、水分が水蒸気となって蒸発してコンクリートから熱量が奪われて、雰囲気温度よりも、コンクリート試験体の温度が低いことをもって、本デバイスでは水分量の多寡を評価しているものと考えられる。

また、乾燥試験体を対象に、底面より1cmのみ水で浸潤させた、一部湿潤試験体を対象に、写真3の撮影方向となる位置から、湿分イメージングセンサによる撮影を行ったものを写真3に示す。写真3での湿潤箇所に対応する、図2の位置が気化熱によって温度が局所的に低下していることが確認できる。本デバイスにより、局所的な湿潤箇所つまり、温度低下箇所の検出は可能であることを確認できた。

4. 種々の試験体を対象とした測定

表2に、測定に使用した6体それぞれの、水セメント比、細骨材率および測定前の水分状態の一覧を示す。



写真2 水の浸透と撮影方向

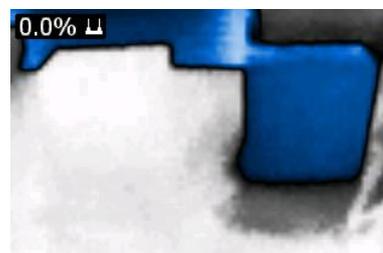


図1 赤外線サーモ画像
(左(黒枠):乾燥, 右:2cm湿潤)

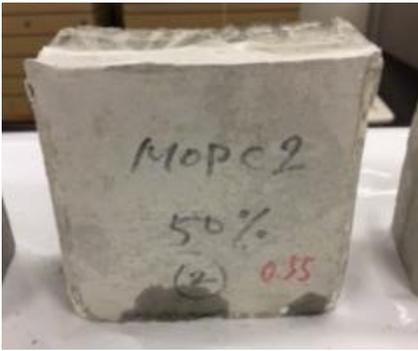


写真3 一部浸潤した試験体

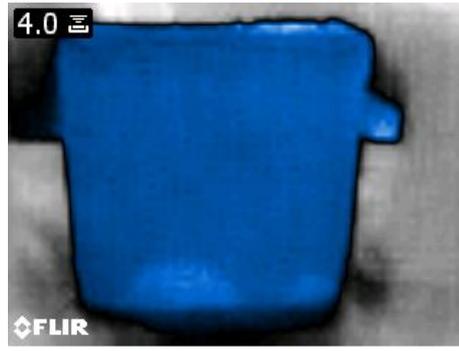


図2 赤外線サーモ画像

表2 試験体

	W/C	細骨材率(%)	試験前条件
1	0.35	25	湿潤
2	0.35	25	乾燥
3	0.35	50	湿潤
4	0.35	50	乾燥
5	0.55	50	湿潤
6	0.55	50	乾燥

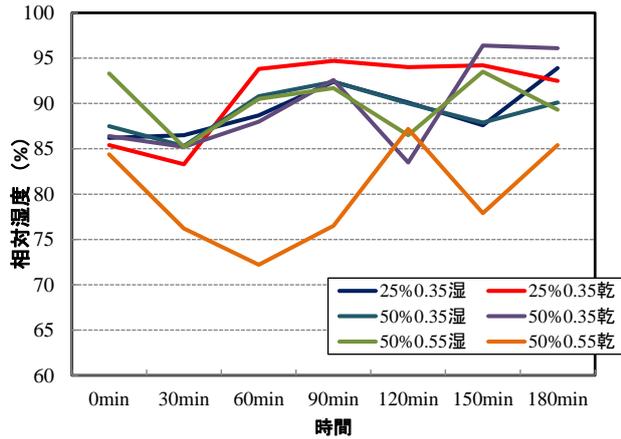


図3 全試験体の相対湿度変化

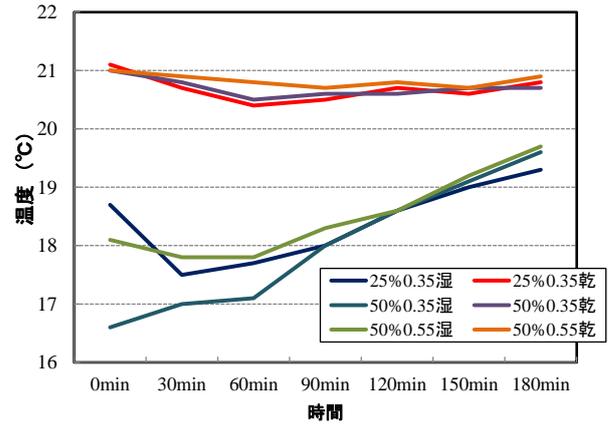


図4 全試験体の温度変化

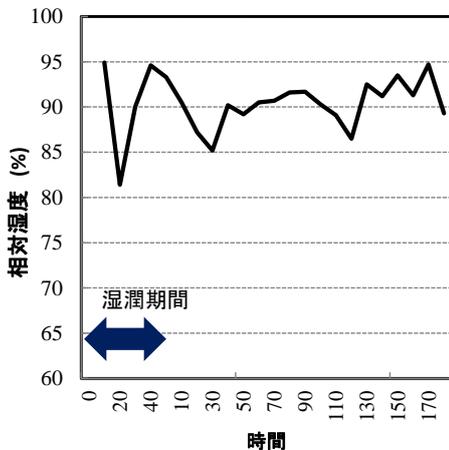


図5 相対湿度変化

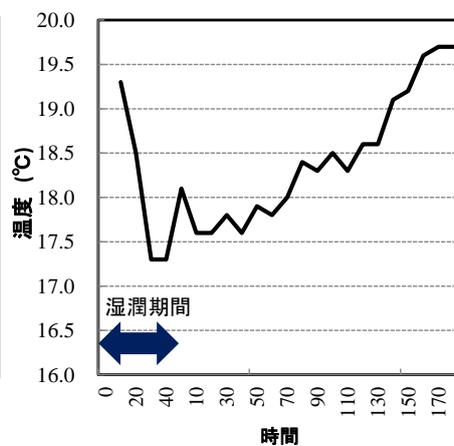


図6 温度変化

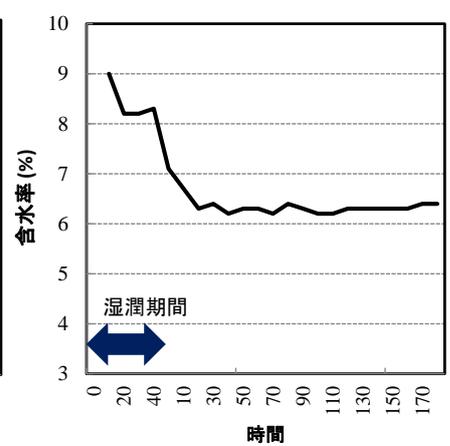


図7 含水率変化

図3に、全試験体における、相対湿度変化を示す。試験前の乾燥もしくは湿潤状態によらず、概ね高い値を示す傾向にあった。図4に、高性能赤外線サーモセンサによる計測結果を示す。試験前に湿潤状態にあったものと、乾燥状態にあったもので、明確な温度差を呈していた。したがって、本計測で使用したデバイスは、高性能な赤外線サーモセンサ程度の性能は有していないと思われる。図5に、W/Cが0.55、細骨材率50%、試験前に乾燥させた試験体を対象に、試験開始直後に水に40分間浸漬させたのち、乾燥させた一連の乾湿状態における、相対湿度変化を図5に、図6に高性能赤外線サーモセンサによる温度変化、図7にコンクリートの抵抗から含水率を計測する機器による測定値を示す。図6、図7では乾湿の状態が値の変化に反映されている傾向にあるが、図5の相対湿度変化の結果では、計測時の値の変動が大きく、温度や含水率の測定結果ほど精度よく計測できていないが、概ね湿潤と、乾燥の状態を反映できていると思われる。本デバイスは、従来木材を対象にしたものであり、木材と比較すると高い含水状態にあるコンクリートにおいて、測定時の測定値の変動もあることで高い精度の計測は難しいものの、水分の局所的な多寡は評価できると考えている。

謝辞：本研究は、SIP・インフラ維持管理・更新・マネジメント技術の支援を得て実施された。ここに謝意を記す。