

VI-58 表面温度データを用いた壁面内部状態の判読

日本大学生産工学部 坪松 学

物質内部の状態を表面から推測するいわゆる非破壊検査には目的や状況に応じた媒体の利用や方法があるが熱エネルギーの伝播が工業材料などに媒体として用いられることは、熱の伝播の指向性や速さなどの問題から少ない。しかし物質の熱特性や特性の変化をともし現象では熱の伝播は直接的に関係するもので、目的によっては熱特性の違いによる表面温度への影響を用いることがより実際の状況を把握できると考えられる。ここでは表面温度情報を用い熱特性の違いやその分布を調べるによりコンクリート壁面の状態を識別する方法などについて検討をおこなった。

物質表面の温度は表面に与えられる熱エネルギーと物質表面や内部の熱特性および表面と内部の温度差などで定まる。表面での熱エネルギー授受の多寡は、物質が屋外にある場合太陽日射や気象条件で定まり、また物質の熱特性には、太陽電磁波エネルギー吸収に関する表面状態や比熱、熱容量、熱伝導率などがある。日射や気象条件は一定ではなく、したがって表面温度もこれらの変化にしたがって変化する。しかし気象的要因の影響は比較的広い範囲で同様であることから、表面温度が場所毎に違っていたり、温度分布の相対的な関係に変化が生じた場合、場所毎の物質の熱的特性の違いや特性が変化したことを意味する。つまり物質の種類や状態、内部の構造などが異なっていることや熱的特性の変化、例えば漏水や浸水または含水量の変化などが考えられる。

いま表面から出入りする電磁波エネルギー、物質表面と空気との間の熱伝達、内部の熱伝導による熱流束、濡れている場合の蒸発潜熱などの関係から物質の状態と表面温度について近似的な計算を試みる。

表面への太陽エネルギー量は経時的に変化しているが、比較のため一定とし壁内の熱流束が定常状態として計算を行なった。一例として太陽エネルギー $600 \text{ Kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ 壁面吸収率 .9 壁厚 20 cm 熱伝導率 $1 \text{ kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ 内壁面の温度および気温は 20°C に保たれたとすると、表面温度は約 37.8°C となる。いま外壁面から深さ 1 cm の所が剥離して5mm ほどの隙間ができ、壁面間の熱抵抗の増加すると熱流束が減少し、その分外壁面からの放射エネルギーが増加する。表面温度は約 40.5°C となり 2.7°C 程度高くなって熱平衡となる。熱流束が定常として計算すると、剥離の深さによる影響はほとんどないが、実際の現象は非定常で深さの違いは表面の熱容量の違いとなり、表面温度に現れ、また表面が濡れることによる表層の熱伝導率の変化や蒸発潜熱はよりはっきりした影響を与える。

屋外で観測したコンクリート表面の温度から剥離部分を識別する過程を図-1～5に載せてある。図-1は対象とした壁面で白線で囲んだ部分の表面の温度分布を、熱擦像装置により映像として捉え図-2 aに載せてある。温度の値はレインボーカラーで示し、また白黒の濃淡に直したものを図-2 bに示す。この図で白いほど温度が高く、一つの濃度の違いは 1°C である。図から周囲に比べ異常に温度の高い場所があることが判る。温度が高くなる理由はその場所の比熱、熱容量または熱伝導率が周囲と比べ小さいか、表面からの太陽熱の吸収が大きいかまたは表面蒸発がある場合周囲より蒸発量が小さいことを意味している。この場合表面が一般的な壁面であるから、表面の比熱、熱伝導率、電磁波エネルギーの吸収率や蒸発潜熱は同じであると考え、熱容量や内部の熱伝導率が異なっているものと考えられるが、一般に場所毎に壁面の材質が大きく違っていることはなく、その違いは構造上の違いによものと考えられる。その部分の壁面が周囲に比べ薄く内側には熱容量または熱伝導率の小さな物質で充たされているか、表面付近が剥離し空気の層ができ内部への熱流が少なくなっていると考えられる。温度分布の境界がはっきりしていることから、剥離とすると熱の

伝わり方から表層に近い場所での現象であることが予想される。壁面のより詳しい状況を知るため水をパラメータとして、壁面に放水し温度や温度分布の相対的な関係にどのような影響を与えるかについて見たものが図-3で、対応する先の図-2 bと比べると相対的に温度分布の関係が逆になっているような場所がある。乾燥時温度が高かった場所が濡れることにより周囲より低くなる部分で、水温が壁面より低い場合はその部分の比熱や熱容量が小さいか、壁の表面が内部より温度が高い場合濡れることによりその部分の熱伝導率が増し内部へ熱が移動しやすくなることなどが考えられる。先の結果と考え合わせると剝離現象を起こしている場合の熱特性と一致する。図-2 b, 3で示すように両方の現象が同時に現れる場所を電算で抽出した図が5で剝離している場所と考えられ、この部分の拡大写真が図-4で表面が浮いている様子と図-5の形状とよく一致している。また表面へのエネルギー変化に対する温度変化のレスポンスが速く、図2 a、図3に対応する温度の差が大きい程剝離層は表面近く、放水後の温度回復の速さは剝離層の厚さや間隙の状況に関係する。

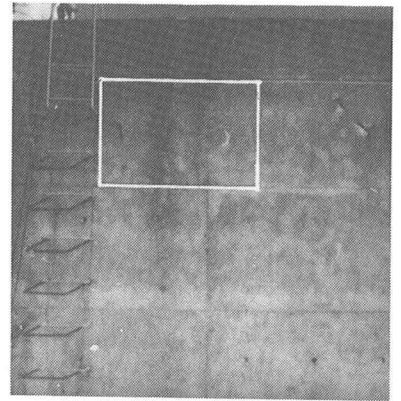


図-1



図-2 a

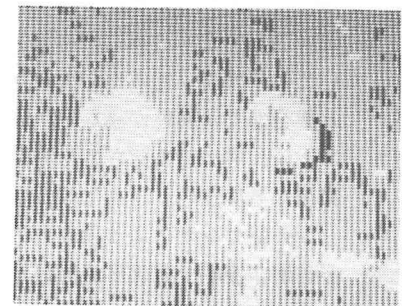


図-2 b

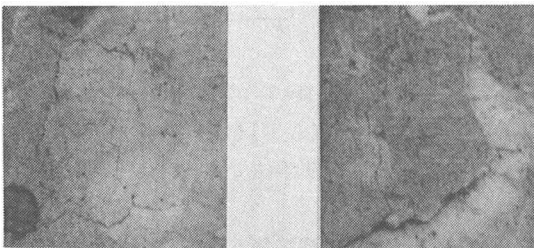


図-4

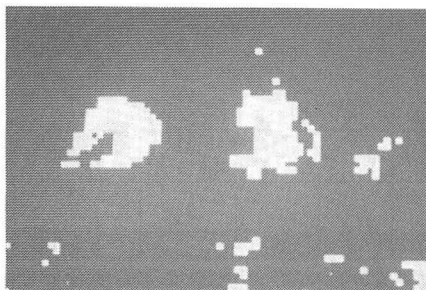


図-5



図-3