

VI-47

表面温度データを用いた物質内部状態の評価方法について

日本大学 正員 坪松 学

工業材料、とくに壁面や路面のアスファルトやコンクリートは長い間に劣化やひび割れ、剥離などを起こす。このような場所やその状態の程度を表面の温度データから知る方法について数年来この場をかりて発表しております。表面の温度を用いる方法は他の方法に比べ広い範囲のデータを比較的容易に得ることができる反面、媒体としての熱エネルギーの伝播の性質や気象などの影響が問題となる。しかし他の多くの方法のように超音波や電磁波などの媒体を能動的に照射する必要はなく、物質表面から温度に比例して放射される電磁波を情報として用いることができ魅力ある方法と考えられる。実用上温度データと物質の状態がどの程度対応するかが重要で、これらの検討や温度データの有効性について考察する。

屋外にある物質の表面温度は日射と気象条件および物質表面や内部の熱特性で決まる。したがって物質に質的または構造的な変化があれば熱特性も変化し、その部分の表面温度に影響を与える。温度情報からこの特性変化による影響だけを抽出できればよいわけであるが、温度は多くの因子に関係するので、たんに温度が高いか低いかだけで状態の指標とすることは難しい。しかし気象やその変化の温度への影響は比較的広い範囲で一様であることから、温度の値を場所的また経時的に周囲と相対的に比較し温度特性が異なる部分を抽出すれば、この部分は周囲と熱特性、つまり表面や内部に質的または構造的な違いがあることを意味している。（例えば、日射の変化により温度変化が顕著な部分は周囲に比べ熱容量や内部への熱の伝導量が小さいか、表面の電磁波エネルギーの吸収率が高いと考えられる）

実際に材質や構造の違いがどの程度表面温度に影響を与えるかについて近似的な計算例を図-1に示してある。いずれも日射量（ I ）、物質表面の電磁波反射率（ ε ）、大気との間の熱伝達や材質の厚さ（ D ）、剥離の深さ（ $D1$ ）、剥離の間隙（ dd ）、熱伝導率（ k ）、気温（ t_a ）などを与え上段は材質の違いによる表面温度の経時変化を示したもので、壁面の一方は陽にあたり他面の温度は気温と同じ場合の、陽に当たっている表面の温度変化を示してある。当然温度上昇の変化率は初めのほうが大きい。また下段は剥離がある場合の計算で実際の状態とは異なるが日射量を一定とし熱流が定常になった場合の剥離の間隙と表面温度関係を熱収支の平衡条件から求めたもので剥離の間隙は狭くそこでの対流はないとして計算してある剥離の有無は表面温度に大きな影響を与えるが間隙の幅の影響は少ないことが判る。表面温度は一般に壁面が受熱または放熱状態の場合、熱特性の違いによる温度への違いは顕著になる。

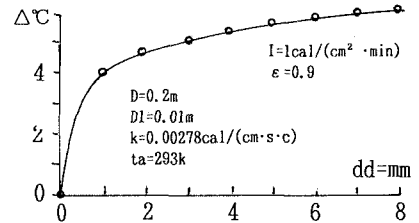
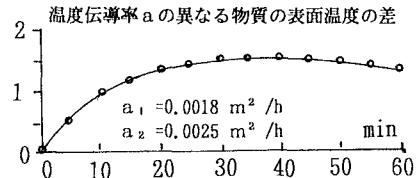


図 - 1

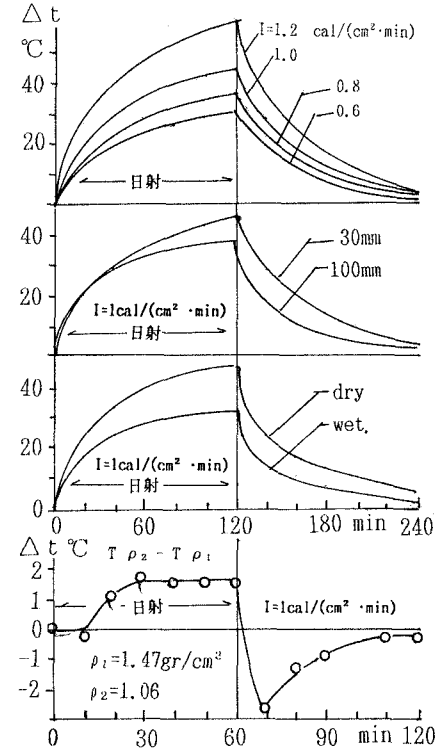


図 - 2

日射や物質の状態と表面温度の関係の実験例を図-2に示す。上段の図は厚さ40mmのレンガの表面以外を熱絶縁し、2時間程人工的な日射を加え、その後放置したもので、日射量 I をパラメータに日射時間と温度の経時変化を載せてある。実験中の気温は約13度前後でほぼ一定で風速は0 m/sec。次の図はレンガの厚さ d の違いによる影響をまた次は表面が乾燥している (Dry) か、湿っている (Wet) かの違いをどう様にして示しまた下の図は厚さ30mmの赤色レンガ下の土の密度 ρ の小さい方と大きい方の表面温度の差を表している。

計算や実験から間隙以外はいずれも表面や内部の状態の違いは表面温度の違いに大きな影響を与えていることが判る。

図-3は実際のコンクリート壁面の温度データで上段は壁面の写真と同じ場所の表面温度が上昇中の温度分布を示したものである。温度の値は実際にはレインボーカラーの色の違いで表示され連続する色のひとつの違いは1℃である。普通の写真ではほとんど識別できない表面の補修の跡が、材質のわずかな違いによる熱特性の違いにより温度え大きな差を与えていることがわかる。次の図は水槽の壁面の厚さの違いと壁面の温度分布を示したもので、厚さの違いが表面温度にはっきりと表れている。また図-3の最後の写真は剥離部分の抽質に関するもので壁面写真の(A)の部分の内部に剥離があり、剥離のない部分(B)との表面温度の差について3回観測したときの経時変化を載せてある。いずれも平均気温は10℃、平均風速は1.7m/s程度であった。いずれの回も日射時と夕方では逆転した夜間は差がなくなる傾向を示している。右側の図は写真枠内の受熱時および放熱時の温度分布の写真と、この二時期間の温度変化の大きさを濃淡で示したもので、白い色ほど差が大きいことを表してある。この白い部分は実際の剥離の部分とよく一致している。また次の写真は数十m離れたところから撮影したビル壁面の剥離部分の抽出で、○で囲まれた2箇所の受熱時および放熱時の温度写真からその部分の温度差が大きくこの部分は剥離部分とよく一致している。

太陽日射による物質表面の温度の値やその経時変化は、物質の表面や内部の熱特性の違い、つまり材質や構造の違いを反映している。しかし先に述べたように表面温度は多くの因子に関係することから、温度の値やその変化を定量的に扱つかい判断することは難しいが、ここで示したように場所ごとの温度やその変化過程の比較から、材質や構造の相対的な違いを知ることは十分可能である。とくに表面での熱エネルギーの増加や減少過程ではっきりとこのことが表れる。実際の日射量は太陽高度や向きが刻々と変化しており識別には有利に働いている。ただ熱の伝播は比較的等方的であることから表面から深い部分の熱特性の違いが表面温度に与える影響に関して今後検討したい。

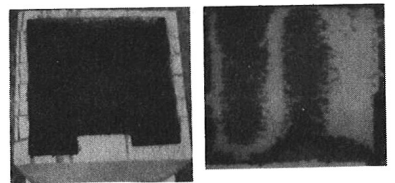
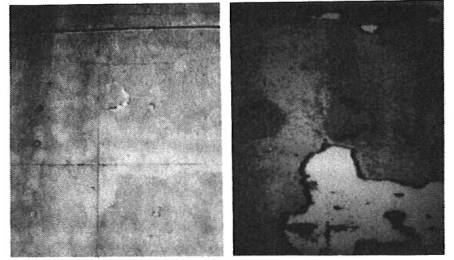


図 - 3

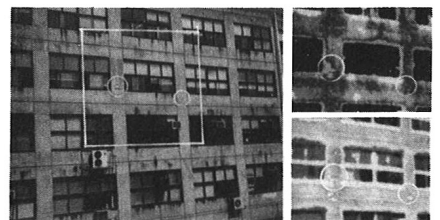
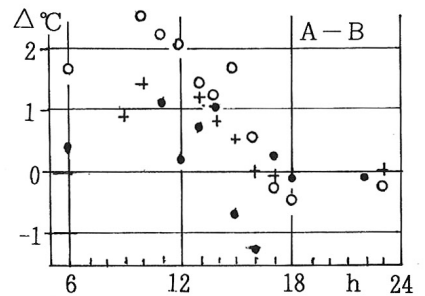
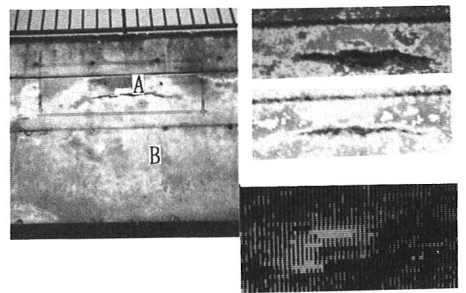


図 - 4