

II-167

舗装面熱収支の定量評価について

埼玉大学 大学院 学生員 藤野 毅
 埼玉大学 工学部 正 員 浅枝 隆
 清水建設 エンジニアリング部 正 員 前垣内 正記

1. はじめに

都市域においては、夏場の舗装の蓄熱による効果は熱帯夜に大きく寄与することが報告されている¹⁾。しかしながら、舗装の有無や舗装の違いによる熱収支特性について定量的な評価はあまりなされていないのが現状である。そこで今回は、地表面の改変が熱環境に及ぼす影響について、モデルを用いた観測からアスファルトとコンクリートの熱収支特性を定量的に評価し、考察を加えた。

2. 観測概要

観測は、昨年8月26日に埼玉大学敷地内で行った。各舗装のモデルは広さ3m×3m、厚さ10cmのものをを用い、舗装内部とその下の土中に温度センサーを埋設して地中の温度分布が求められるようにした。地上では、気温、湿度、風速、日射量、大気放射量、地表からの赤外放射量、地表のアルベドの他、地表付近における土の含水率と、容器に水を入れて可能蒸発散量の測定を行った。また、各モデルと同じ材質のサンプルを用いて熱伝導率、熱容量の測定を行った(表1)。

3. 地表面放射量と地中温度の日変化

表1 サンプルの物性

サンプル	熱伝導率 (W/m・K)	熱容量 (J/cm ³ ・K)	アルベド (12時)
asphalt	0.74	1.42	0.10
concrete	1.69	2.07	0.45
soil(dry)	0.12	1.15	0.15

まず、地表面から放つ赤外放射量(図1)ではアスファルトが最高670W/m²まで達し、夜間でも最も多く放射を放っている。コンクリートはアルベドが大きく放射量の増加は最も鈍く、最高値も土よりも少ないが、夕方から翌日の明け方までは土より多くの放射を放っている。土は夕方放射量が急激に減るが、これは表面付近での水分蒸発によりアルベドが増加したことが影響している²⁾。

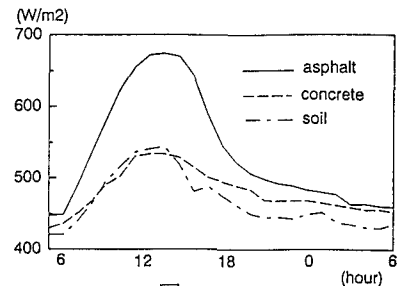


図-1

次に、地中温度の分布(図2)を見ると、午前6時ではどれも深さ方向に増加の傾向を示しており、地表面は冷却状態にある。これが午後2時になると、アスファルトは表面温度が60℃近くに達し、分布曲線は大きな温度勾配を持ちながら深いところまで及ぶ。コンクリートも、表面のアルベドが大きく日射の影響は弱くなるが、熱伝導率が大きいため地中の深い部分においても明らかに温度は上昇している。一方、土はアルベドが小さいために日射の影響を強く受けるものの、表面温度はコンクリートと同程度に留まる。また、熱伝導率が小さいため表面付近のみで大きな温度勾配を有する。夕方6時では、表面付近で温度勾配は負になり、大気中へ熱を放出しているが、アスファルトの舗装面下では、まだ大きな正の勾配を持ったままであり、地中のより深い部分に熱が移動している。

4. 地表面熱収支特性

図3(a)-(c)にそれぞれの地表面における熱収支の日変化を示す。舗装面における顕熱輸送量は、表面が十分乾いており潜熱輸送はほぼ零であるため、正味放射量-伝導熱(それぞれ観測値より求めた)として見積もった。これらのグラフより、アスファルトは日中気温と表面温度の差が大きくなるため、顕熱は300W/m²にも及ぶ。また夜間では9時頃でも70W/m²出しており、これが夜間の気温上昇に寄与しているものといえる。ちなみにこの量をバルク式で見積もると、昼間でさえ20W/m²でしかなく、このように地表面が加熱される場合にはバルク式は全く利用できない。なお熱対流中の熱輸送関係式³⁾を用いると270W/m²となり観測値に近づく。一方、土では日中正味放射量がアスファルトよりも大きいにもかかわらず、潜熱として輸送されるために顕熱も伝導熱も小さい。夜間では、地表面の温度は気温と等しくなり、地表面における熱の出入りは生じ

ない。コンクリートでは潜熱がないため伝導熱は土よりも多いが顕熱量は土と同程度である。日中それぞれの地表面から入った熱量を見積もると、アスファルトが $4.21\text{MJ}/\text{m}^2$ 、コンクリートが $3.87\text{MJ}/\text{m}^2$ 、土が $3.02\text{MJ}/\text{m}^2$ であった。そして夕方から翌日の明け方まで昼間蓄えられた熱が同程度放出される。

5. 地表付近の大気への影響

図4は、赤外放射の収支を顕熱及び潜熱輸送の乱流による輸送量との和に対する割合で示したものである。これより日中は、アスファルト以外のものでは地表面からの赤外放射の割合は相対的に小さいことがわかる。一方、アスファルトでは放射の占める割合が平均して3割以上もあり、赤外放射による大気への加熱への影響がより大きいことをうかがわせる。このように、アスファルト舗装では単に、大気を温める効果が他に比べて大きいだけでなく、赤外放射の寄与が大きいことが分かった。

参考文献

- 1) 浅枝 他: 水工学論文集, 35, 591-596, 1991.
- 2) Idso SB et al.: J. Appl. Meteorol., 14, 109-113, 1975.
- 3) T. Asaeda and W. watanabe: Phys. Fluids A, 1, 861-867, 1989.

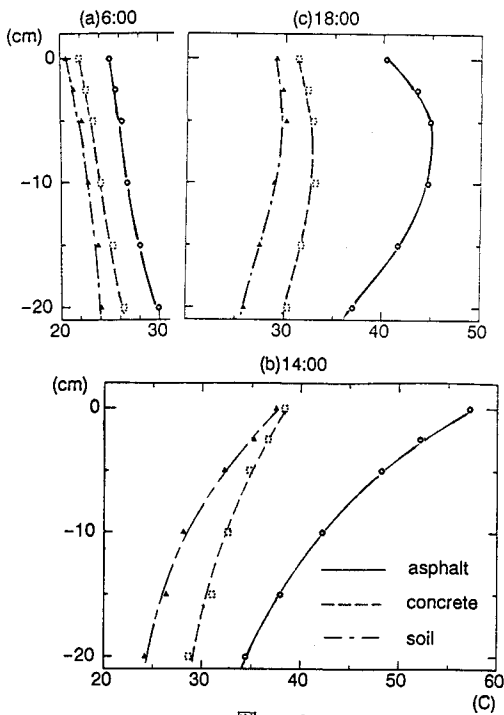


図 - 2

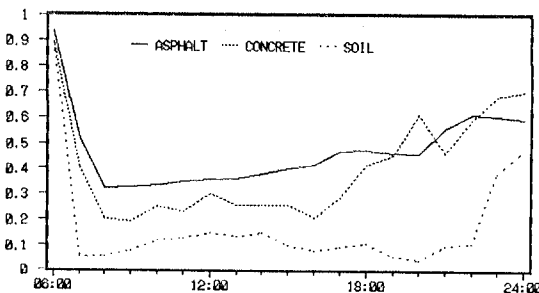


図 - 4

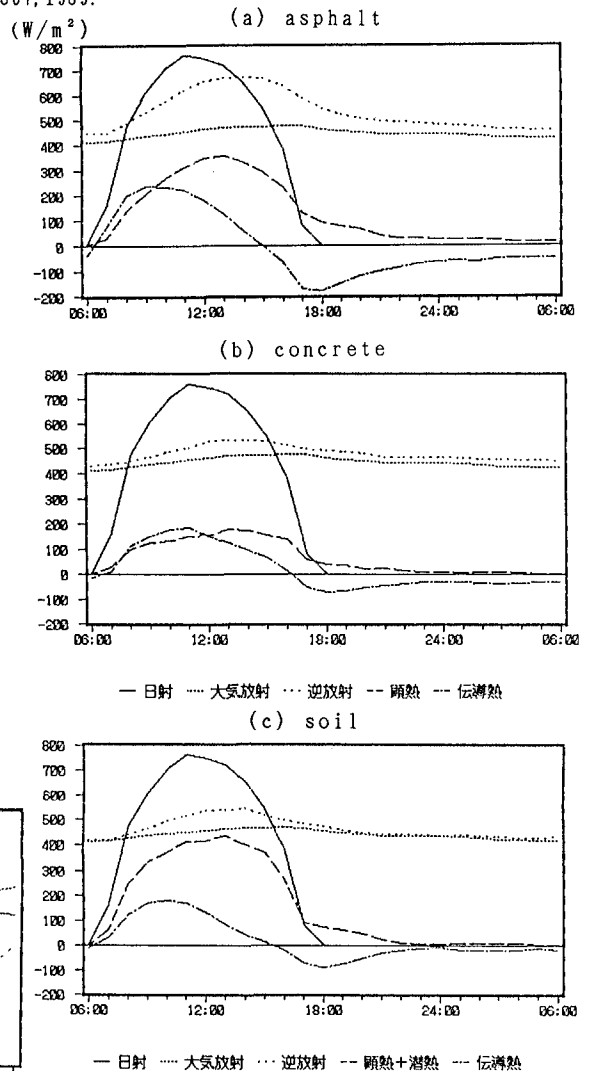


図 - 3