

IV-220

熱環境を考慮した街路設計についての一考察

埼玉大学大学院 学生員 柴原千浩

埼玉大学工学部 正 員 浅枝 隆

1. はじめに

近年の地球温暖化現象の指摘にともない、都市域の温暖化いわゆるヒートアイランド現象の問題の重要性はますます強調されてきている。従って、快適な都市生活を送るためには視覚で感知される景観とは別に、肌で感知される赤外放射(熱)の視点にたって快適な生活空間を創造することが必要である。すなわち、設計、計画の上からもこのような点を考慮する必要があるといえる。一方、人々の生活サイクルの変化にともない日中と夜間では人の集まる場所が異なることも多くなった。従って周囲の環境設計はその生活サイクルに合わせる必要がある。本研究ではこうした概念の下に駐車場や簡単化した街路に見られるような平面場を対象として人体の受ける熱量を最少にするような環境設計のあり方について考察し、さらには街路設計への導入の一手法として定量的な図を示した。

2. 解析の諸条件

屋外において人体の受ける熱は短波放射(日射、地表面などによる日射の反射)と赤外放射(大気からの赤外放射、地表面・壁面などからの赤外放射)の放射によるものと、大気から直接伝わる顕熱である。今回は簡単のため単に平面場という設定にし、壁面などの立体的な構造物からの赤外放射は地表面からの放射に置き換えた。従って、鉛直方向の一次元モデルで考えればよく、解析にはAsaedaとVu(1993)の開発したモデルを用いた。また、対象を比較的小さなスケールの場所とした。従って、周囲の広範囲の状態で決定される気温・湿度・風速・雲量等は対象とした地表面の状態によらず一定とした。従って、下向きの放射量は地表面の状態の影響を受けない。また、顕熱輸送は直接は大気を温め、その大気を通じて人体に影響するものである。気温が広域の条件によって決定されるとすれば、局所的な地表面の改変の影響を受けないことになる。よって、地表面の改変に対して人体の受ける熱を検討するには、人体の下からの放射のみを考慮すればよい。また、地表面の状態を熱環境に着目して特性化するために、熱伝導率及び反射率であるアルベドの異なる舗装と潜熱輸送を有する裸地を考えた。

3. 解析結果

解析には熱伝導率、アルベド、舗装面の厚さ等様々な条件を変化させたが、今回は紙面の都合上、特に熱伝導率について述べる。

まず東京の緯度(北緯 $35^{\circ}40'$)を例にとり、地表面のアルベドが図-1に示されるように時間変化をするような舗装を考え、地表面の熱伝導率を表-1に示すように変化させ計算を行った。その結果を地面からの上向き放射量の和として一日の変化を図-2に示す。日中時には、上向き放射量は最も熱伝導率の小さい κ_3 が最も大きな値をとり、次いで熱伝導率の小さい順に κ_2 、 κ_1 となっている。すなわち熱伝導率の大きいものほど人体が受ける放射量は少なくなることを示している。これは、次のような理由による。アルベドを一定にしているので日射の反射については差がないが、地面に吸収された熱は熱伝導率の大きいものほどより深層まで伝えられ蓄積される。逆に、熱伝導率が小さい場合は同量の熱が地表面付近で蓄熱され、その結果地表面付近が高温となる。従って、 $\varepsilon\sigma T^4$ で表される上向き赤外放射量の値が大きくなり、人体の受け取る放射量の値が大きくなるのである。ここで ε は射出率、 σ はステファン・ボルツマン定数($=5.67\times 10^{-8}\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$)、 T は地表面の絶対温度を表す。一方夜間については今度は逆に熱伝導率の大きい場合ほど放射量の値が大きい。これは、日中に深層まで蓄積された熱が夜間に時間をかけてゆっくりと放出されるためである。また、図-2では同時に裸地の場合の結果も示した。舗装面の場合とアルベドの変化が異なるので単純に比較はできないが、ほぼ一日を通してどの熱伝導率の場合よりも上向き放射量の値が少ない。

これは、裸地の場合は水分蒸発による潜熱輸送が存在し表面温度が上昇しにくく、比較的热伝導率が小さいため蓄熱量が小さいため、上向き赤外放射量の値が小さくなるためである。

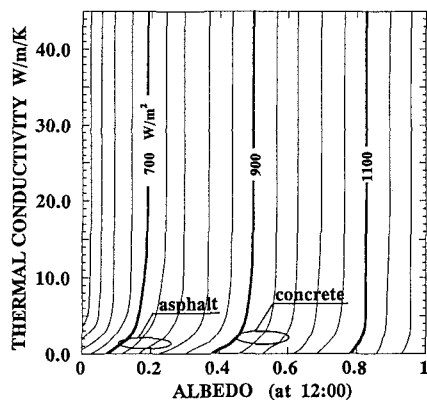
最後に、人体の受ける放射量に大きな影響を及ぼす熱伝導率およびアルベドの効果を同時に見てみる。このため熱伝導率とアルベドの値を逐次変化させ、それ以外の条件は全て等しいものとして計算した。12時、19時の結果をそれぞれ図-3 (a)、(b) に示す。ここで、縦軸に熱伝導率を、横軸にアルベドをとり上向きの放射量を等高線図で示した。アスファルト、コンクリートに代表される一般の舗装材料は等高線が斜めの領域に位置し、熱伝導率とアルベドの両方を変化させればより最適な状態を導けることをことを示している。すなわち、景観面で色彩の制限を受けるような場合は熱伝導率を変化させ、既存の街路をそのまま利用する場合には、表面の色を変化させれることにより放射量を軽減することも可能である。

4. まとめ

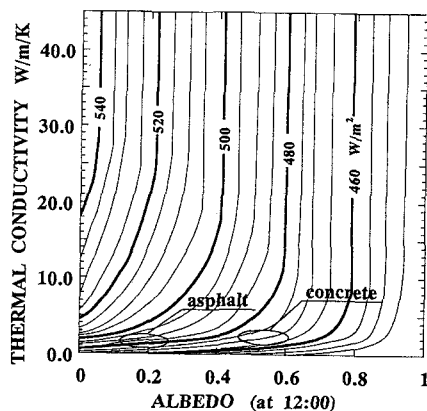
これまで述べてきたように、人体の受ける熱量は熱伝導率およびアルベドの変化により大きく影響を受ける。しかし、この両者について日中と夜間では互いに逆の特性を持つことがいえる。従って、その土地に最適な地表面の物性は、その土地の生活サイクル、すなわち歩行者の多い時間帯にあわせて図-3 により決定すればよい。

表-1 解析に用いた舗装材料の熱伝導率
Thermal Conductivity
(W/m/K)

κ_1	13.83
κ_2	1.38
κ_3	0.28



(a)



(b)

図-3 熱伝導率・アルベドに対する上向き放射量の等高線図 (a) 12時 (b) 19時

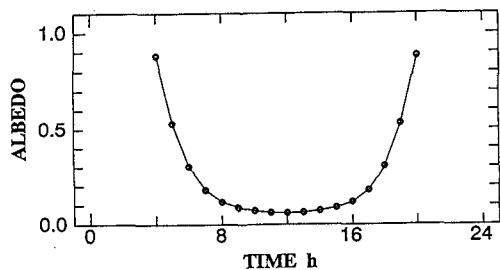


図-1 図-2の解析に用いたアルベド

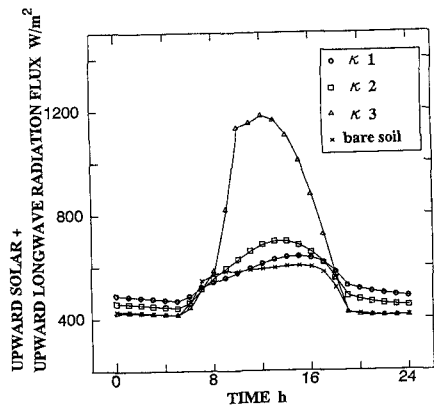


図-2 熱伝導率別上向き放射量の日変化