

V-52 舗装の種類が都市の熱環境に及ぼす影響に関する研究

日本舗道 正会員 南出貴司
北海道大学工学部 正会員 姫野賢治
大成ロテック 正会員 野村健一郎

1. はじめに

都心部の気温がその周辺部に比べて高温になる、いわゆるヒートアイランド現象は、この現象による大気の循環が積乱雲を発生させ局所的な集中豪雨をもたらすといった災害問題をも引き起こしている。このヒートアイランド現象が起きる原因としては、人工排熱の増加、大気汚染、乾燥化による潜熱効果の減少、熱容量の大きな構造物による夜間の熱の放出、都市キャニオンの形成などが挙げられるが、なかでもヒートアイランド現象が夜間に多く報告される事や乾燥化の原因になっていることを考えると、地表面を覆っているアスファルトの影響は決して無視することのできない要因となっている。

そこで本研究では、夏場の舗装体の温度が低く抑えられると報告されているポーラスアスファルト舗装に着目し、ポーラスアスファルトの熱的特性を調べた。その上で、舗装による大気の加熱熱量を算出し、従来の密粒度アスファルト舗装と比べてどの程度の熱的な影響の違いが現れるかを調べた。

2. ポーラスアスファルトの熱的特性

2.1 射出率: 各種の物体から放出される赤外放射量を精密赤外放射計を用いて測定すると同時に物体の表面温度を熱電対より測定し表面温度と赤外放射量の関係を求めた。その結果から、各物体の放射の割合を表す射出率 ε を式(1)より算出した。また、大気に関しては屋外で観測した大気放射量と気温の関係を求め、大気の射出率(=吸収率: 平衡状態)を算出した。

$$R = \varepsilon \sigma T^4 \quad (1)$$

R: 赤外放射量 (W/m^2)、T: 物体の絶対温度 (K)

ε : 射出率、 σ : スティファン-ボルツマン定数 ($5.67 \times 10^{-8} \text{ (W/m}^2\text{K}^4)$)

実験より得られた各物体の表面温度と赤外放射量の関係を図-1に、気温と大気放射量の関係を図-2に示す。図-1を見て分かるように、各物質の違い、表面の色の違いについては明瞭な差は現れなかった。また、図-2が示すように大気からも意外に多くの赤外放射が観測された。

2.2 熱伝達率: 供試体表面に一定の風を送りながら供試体の表面および内部の温度変化を熱電対より測定し、顕熱輸送量を算出した。同時に気温を測定し、ニュートンの冷却の法則を表す式(2)より各風速での熱伝達率を算出した。

$$H = \alpha (T_s - T_\infty) \quad (2)$$

H: 顕熱輸送量 (W/m^2)、 T_s : 表面温度 (K)

α : 熱伝達率 ($\text{W/m}^2\text{K}$)、 T_∞ : 気温 (K)

式(2)より得られた結果を図-3に示す。図-3を見るとポーラスアスファルトの方が風の影響を大きく受けており、間隙率

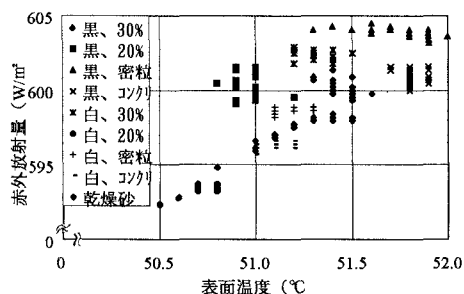


図-1 表面温度と赤外放射量の関係

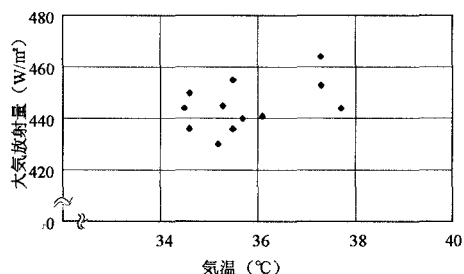


図-2 気温と大気放射量の関係

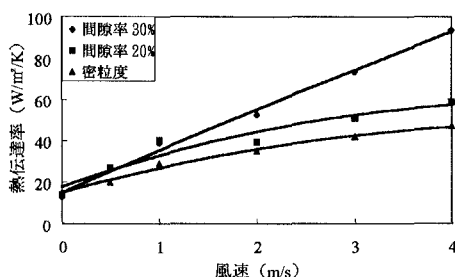


図-3 各混合物の熱伝達率

が大きいほどその差は顕著に現れている。

3. 大気加熱量の算出

舗装面上の大気熱収支に影響を及ぼすと考えられるのは、舗装面からの顕熱輸送、舗装面からの赤外放射、大気自身が放出する赤外放射、すなわち大気放射、日射及びその反射、潜熱輸送である。しかし本研究においては、舗装面が乾燥状態であるとして潜熱の影響を、また日射などの短波放射は大気をほとんど透過してしまうことから日射及びその反射による影響を、それぞれ無視した。また、大気に直接熱を伝達する顕熱輸送に対し、赤外放射はその全てが大気を加熱するわけではなく、舗装面からの赤外放射の内、大気へ吸収された分だけが大気を加熱しているといえる。また、大気自身も赤外放射を放出し冷却している為、その量だけ差し引くことにした。そこで、舗装体からの顕熱輸送量、舗装体が放出する赤外放射の大気への吸収量、及び大気放射量をそれぞれ算出した。算出に用いた舗装の物性値を表-1に示す。

3.1 赤外放射量： 実測の舗装表面温度と実験から求めた射出率を用い、式(1)から赤外放射量を算出し、さらに大気の吸収率（射出率） ϵ を乗じることにより舗装面からの赤外放射の大気への吸収量を算出した。また、気温から大気放射量についても同様に式(1)から算出した。

3.2 顕熱輸送量： 実測の舗装表面温度と実験から求めた熱伝達率を用い、式(2)から顕熱輸送量を算出した。熱伝達率 α は、先の実験で風速の関数として求めてあるが、ヒートアイランド現象は弱風状態で起きるため、風速0m/sの値で顕熱輸送量の計算を行った。

3.3 結果及び考察： まず、解析に用いた舗装体表面温度と気温の日変化を図-4に、顕熱輸送量、赤外放射の大気吸収量及び大気放射量を考慮した、大気を加熱する熱量の日変化を図-5に示す。これより、ポーラスアスファルト舗装からは昼間多くの熱量が放出されているという結果が得られた。これは、大気への影響を考えた際、夜間のヒートアイランド現象の抑制にはつながるが、逆に昼間にヒートアイランド現象を引き起こしてしまう懸念がある。しかし、

この昼間多くの熱を放出するというポーラスアスファルト舗装の挙動は乾燥した砂と同様の傾向であり、周辺部との気温差という点で見ると気温差の出にくい挙動を示していると思われる。さらに、潜熱の効果が期待できるようになれば、よりいっそうヒートアイランド現象の抑制に効果的に機能するものと思われる。

4. まとめ

本研究において、舗装の種類が都市の熱環境に及ぼす影響について調べた結果、ポーラスアスファルト舗装が都市のヒートアイランド現象の抑制に効果的に機能する特長があることが明らかになった。ただし、ポーラスアスファルト舗装が大気の温度上昇をどの程度抑えることができるか、またその温度差が上昇気流を抑えることができ、積乱雲の発生を抑制できるかといったことについては、今後さらに細かいデータを収集し、気象学的な研究を進める必要がある。

謝辞： 本研究には、土木学会舗装研究小委員会の活動によって得られた成果を一部引用させて頂いた。ここに、関係各位に感謝の意を表します。

参考文献： 浅枝隆ほか：加熱された舗装面上空の大気加熱過程の解析、土木学会論文集、No.467/II-23、pp.39～47、1993。

表-1 舗装体の物性値（実験結果）

	熱伝達率 (W/m ² /K)	射出率
密粒度舗装	15.17	0.957
排水性舗装	17.24	0.961
大気	—	0.863

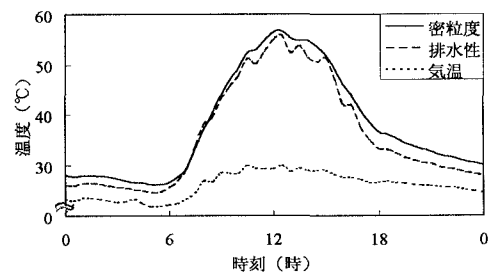


図-4 舗装表面温度と気温

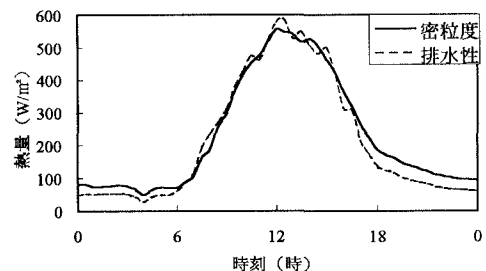


図-5 大気を加熱する熱量