

コンクリート系舗装の熱収支解析とヒートアイランド緩和効果に対する研究

住友大阪セメント(株) 正会員 ○安久 憲一
住友大阪セメント(株) 正会員 君島 健之
鹿 島 道 路 (株) 正会員 加形 護
マチダコーポレーション(株) 正会員 本田 隆
神戸大学大学院 森山 正和

1. はじめに

ヒートアイランド現象の対策の一つとして、コンクリートやアスファルトで覆われた都市の表面被覆の改善が挙げられる。その具体策として、公園緑地、街路樹の整備などと共に、舗装面（道路）に対する対策技術にも注目が集まっている。アメリカでも建築外皮および道路における対策が注目されており、ローレンスバークレー国立研究所ヒートアイランドグループの Akbari ら¹⁾は、クールペイブメントと呼んで、高反射が期待できる白色系コンクリート舗装を用いて、ヒートアイランド現象の軽減を試みている。

本研究では、コンクリート系舗装とアスファルト系舗装の舗装面を試験的に施工し、実測とその結果に基づく熱収支の解析より、顕熱流の抑制効果の観点からコンクリート系舗装におけるヒートアイランドの緩和効果について考察する。

2. 測定の概要

測定は、大阪市大正区において実施した。舗装の種類および層厚は、コンクリート系舗装として普通コンクリート舗装（15cm）、透水性コンクリート舗装（15cm）、透水性インターロッキングブロック舗装（8cm）、アスファルト系舗装として密粒度アスファルト舗装（5cm）、透水性アスファルト舗装（5cm）とした（以下、A はアスファルト舗装、B はブロック舗装、C はコンクリート舗装と称する）。各舗装の施工面積は、2m×2m とした。

測定項目は気温、相対湿度、水平面全天日射量、赤外放射量、風向、風速、雨量の気象条件、および各舗装の表面および内部の温度、熱流量であった。表面温度は赤外線熱電対により測定し、日射反射率（アルベド）は長短波放射計の日射量の測定結果により算出した。模擬供試体で水分の蒸発量も測定した。

3. 測定結果

各舗装面における表面温度の測定結果を図 1 に示す。密粒度 A が最も高い温度を示し、これと比べコンクリート系舗装では最高温度で 5～20℃程度温度上昇が抑えられていた。舗装面間での表面温度の差は、昼間に最大約 20℃に対し、夜間は約 4℃となった。

各舗装面の乾燥状態の日射反射率を表 1 に示す。普通 C の反射率が 0.29 と比較的大きいのに対し、透水性 C の反射率が低下しているのは、空隙が大きくなり、表面に相当する部分に暗色の骨材および影の比率が大きくなるためと考えられる。密粒度 A、透水性 A の反射率は小さい。ブロック系は明色を用いているため反射率は大きい。

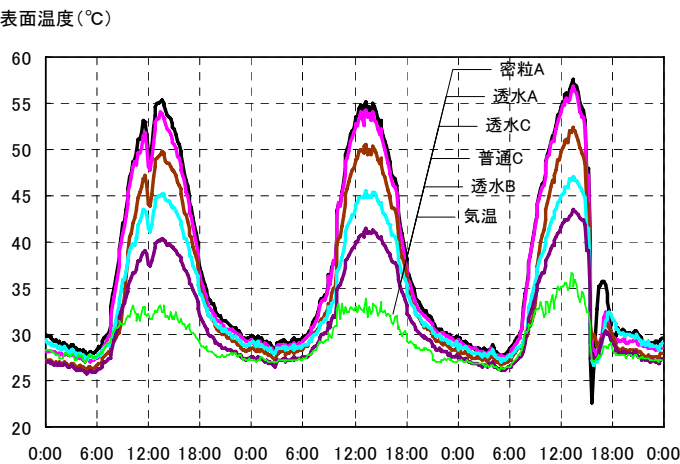


図 1 表面温度の測定結果（2005 年 8 月 3 日～5 日）

表 1 日射反射率（アルベド）

舗装の種類	アルベド
普通コンクリート舗装	0.29
透水性コンクリート舗装	0.14
透水性 IL ブロック舗装	0.40
密粒度アスファルト舗装	0.08
透水性アスファルト舗装	0.07

キーワード ヒートアイランド現象、コンクリート系舗装、クールペイブメント、熱収支、顕熱流

連絡先 〒551-0021 大阪市大正区南恩加島 7-1-55 住友大阪セメント(株) セメント・コンクリート研究所 TEL 06-6556-2260

4. 熱収支計算

舗装体表面の熱収支の概念図を図2に示す。また、表面の熱収支は式(1)～(4)のように表される。

$$Rn = A + V + IE \quad \dots\dots (1)$$

$$A = -\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=0} \quad \dots\dots (2)$$

$$V = \alpha(T_s - T_a) \quad \dots\dots (3)$$

$$IE = l \cdot \beta \cdot \alpha_w (X_s - X_a) = l \cdot \beta \cdot \alpha / C_p \cdot (X_s - X_a) \quad \dots\dots (4)$$

ここで、Rn: 正味放射量(W/m²)、A: 伝導熱流(W/m²)、V: 顕熱流

(W/m²)、IE: 潜熱流(W/m²)、λ: 熱伝導率 (W/mK)、z: 地中の深さ(m)、α: 対流熱伝達率 (W/m²K)、Ts: 表面温度(°C)、Ta: 気温(°C)、β: 蒸発比(-)、Cp 湿り空気の定圧比熱(J/kgK)、Xs: 表面の絶対湿度(kg/kg)、Xa: 外気絶対湿度(kg/kg)である。蒸発は表面でのみで行われると仮定した。水の蒸発潜熱(IE)は、模擬供試体の重量測定により算出した。舗装内の熱伝導については式(5)で表される。

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{c} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \quad \dots\dots (5)$$

ここで、c: 体積熱容量(J/m³K)である。上記熱収支の式に実測のデータを与えて、正味放射量、顕熱流、潜熱流、伝導熱流を求めた²⁾。

計算結果より、ヒートアイランド現象の直接的要因であると考えられる顕熱流Vの最大値と平均値を図3に示す。最大値では、密粒度Aと比較して普通Cは180W/m²程度の低減、透水性Bは270W/m²程度の低減が算定され、普通Cに関してはアルベドの影響、透水性Bに関してはアルベドおよび蒸発の影響があるものと推察される。透水性Aに関しては蒸発がほとんど生じないため密粒度Aと差がなかった。透水性Cは普通Cよりアルベドが小さいため、若干の蒸発はあるが顕熱流の低減効果は小さかった。

5. まとめ

本研究では、アスファルト系舗装に対するコンクリート系舗装のヒートアイランド緩和効果を推測するため、舗装面における顕熱流の抑制効果の観点からヒートアイランドの緩和効果について考察を行った。各舗装面における表面熱収支の計算結果より、以下の点が考察された。

① 普通コンクリート舗装と明色のインターロッキングブロック舗装は、アルベドが大きいため顕熱流が低減された。

② 透水性コンクリート舗装は、骨材間の影の

影響でアルベドが低下し、蒸発量も大きくないため、顕熱流の低減効果は小さい。

③ 透水性アスファルトは蒸発がほとんど生じないため、密粒度アスファルトと同様に顕熱流は大きい。

謝辞 本研究の遂行にあたりご指導および様々なご協力を頂いた、神戸大学大学院竹林英樹助教、佐野公俊氏（現鹿島建設）、大阪市立大学大学院西岡真稔講師、鍋島美奈子講師に謝意を表します。

参考文献

1) ローレンスバークレイ国立研究所: <http://eetd.lbl.gov/heatIsland>

2) 佐野公俊ほか: 環境配慮型舗装の熱収支解析とそれによるヒートアイランド緩和効果に関する研究、空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会論文集、pp.199-202(2006)

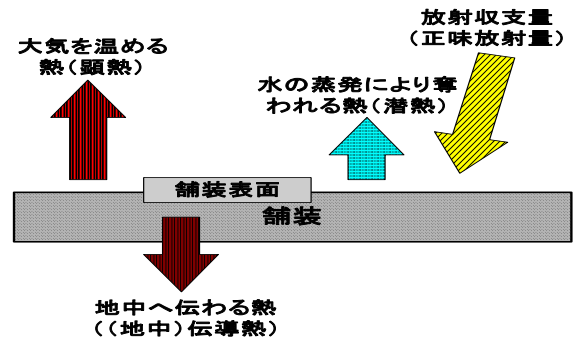


図2 舗装表面での熱収支

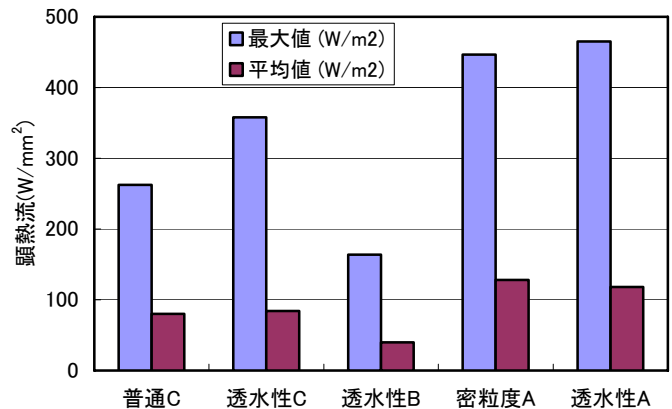


図3 各舗装における顕熱流算出結果
(2005年8月3日～5日)