

アスファルト舗装面の蓄冷実験

1113406 廣木 元
指導教員 成田 健一

1. 研究目的 アスファルト舗装面は、日中に太陽の放射を受けて表面温度が上昇し、体感温度を上昇させる。また、夜間でもアスファルトは日中に蓄えた熱の放出を続けるため、熱帯夜の原因になっている。これは熱容量が大きいアスファルトの特性が影響しているが、逆にこの特性を利用し、日中は日射を遮蔽し、夜間は放射冷却させることで表面温度が外気温より低くなり、周囲の気温を下げる冷却源になる可能性がある。そこで本研究では、アスファルト舗装面への日射遮蔽や打水などを実施し、日中のアスファルト表面温度の上昇を抑制し、夜間は放射冷却させ、アスファルトの表面温度の変化を経時的に測定し、そこから都市における冷却源となる可能性について基礎的な検討を行うことを目的とする。

2. 実験概要・実験方法 日本工業大学キャンパス内に設けたアスファルト舗装面 6 区画を対象とし、アスファルト内にT熱電対(φ0.32mm)を表面、5cm 深さ、10cm 深さに埋め込み温度の測定を 30 秒間隔で行った。遮蔽材はアルミ(日射遮蔽率 97%)と膜(日射遮蔽率 91%)の 2 種類を使用した。測定は 2014 年 8 月 19 日から開始したが、強風や雨水により遮蔽材が壊れてしまったため、強度補強に遮蔽材の内側にブルーシートを重ね、雨水の排水のため勾配をつけ最終的に図 1 の通りにし、9 月 2 日から測定を再開した。実験は 3m×3m のアスファルト舗装面 1 区画に対し 4m×4m の遮蔽材を用いて日中は日の出と同時に遮蔽材を被せて日射遮蔽し、夜間は日の入に合わせて遮蔽材を移動しアスファルト舗装面を開放して放射冷却させた。比較対象として設けた実験ケースを表 1 に示す。

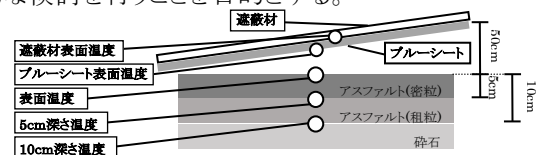


図 1. 測定項目(断面図)

表 1. 実験ケース

実験ケース名	日中の状態	夜間の状態	打水	遮蔽材の種類
終日開放	開放	開放	—	—
終日遮蔽(アルミ)	遮蔽	遮蔽	—	アルミシート 厚さ: 0.2mm
日中遮蔽(アルミ)	遮蔽	開放	—	アルミシート 厚さ: 0.2mm
日中遮蔽(アルミ)打水	遮蔽	開放	日の入時	アルミシート 厚さ: 0.2mm
終日遮蔽(膜)	遮蔽	遮蔽	—	膜材 厚さ: 0.35mm 白色
日中遮蔽(膜)	遮蔽	開放	—	膜材 厚さ: 0.35mm 白色

※強度補強のため、遮蔽材の下にブルーシートを重ねている

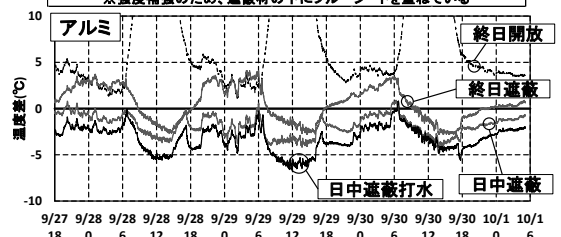


図 2. 表面温度と外気温の差(アルミ)

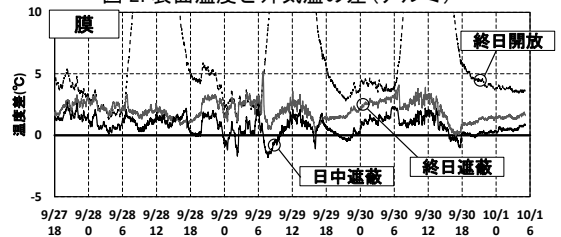


図 3. 表面温度と外気温の差(膜)

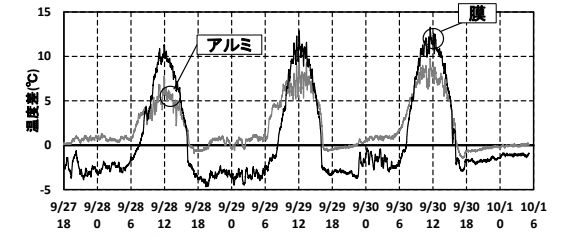


図 4. ブルーシート表面温度と外気温の差

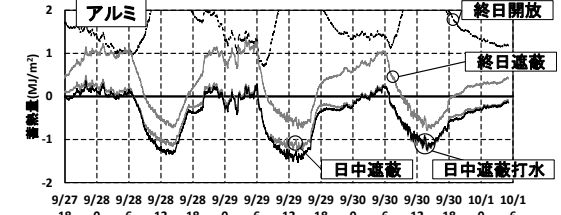


図 5. 蓄熱量(アルミ)

3. 実験結果 比較的晴れが続いた 9 月 27 日から 10 月 1 日の 3 日間の結果を一例として示す。各ケースのアスファルト表面温度と外気温の差(図 2、図 3)を比較すると、[日中遮蔽(アルミ)]と[日中遮蔽(アルミ)打水]のケースがほぼ常時外気温を下回っている。特に[日中遮蔽(アルミ)打水]は日中の外気温より 5°C 近く低くなっており、日の入時のみでも打水による表面温度の低下は翌日まで効果があると言える。アルミ、膜ともに裏面にブルーシートを重ねたため日射遮蔽率に大きな差は無いが、日中のアスファルト表面温度はテントの方がアルミより高くなっている。これはブルーシートの温度の違いによるものであり、ブルーシートからアスファルト表面への赤外放射の影響であると考えられる(図 4)。またアルミの温度は、日中は上がりにくい、夜間は下がりにくいという傾向が見られた。これは放射率が小さく放射冷却が抑えられるためであり、夜間も遮蔽する場合はアルミの方がアスファルトの表面温度を高くしてしまう。

4. 蓄熱量 アスファルトの表面および各深さの温度と外気温の差、熱容量(1.94MJ/m³・K)を用いて厚さ 10cm 層の 1m² 辺りの蓄熱量を式 1 で算出した。蓄熱量が小さかったアルミのケースを図 5 に示す。表面温度と同様に[日中遮蔽(アルミ)]が蓄熱量も負の値(蓄冷)になっているが、打水による効果は表面温度の低下と比べると蓄熱量への効果は小さかった。

5. まとめ 日中は日射遮蔽率の高い遮蔽材で覆い夜間は開放することで終日蓄冷状態となり、アスファルトが冷却源になる傾向が確認できた。

$$Q = C_p \rho \times \Delta \theta \times h \quad \text{式 1}$$

Q: 蓄熱量(MJ/m²) C_pρ: アスファルトの熱容量(MJ/m³・K) h: 評価深さ(m)
Δθ: 表面、5cm深さ、10cm深さの各温度と外気温の差(K)