

気象庁データを用いた保水性舗装モデルの構築

東京電機大学 学生会員 ○江川和寿
大成ロテック株式会社 正会員 小栗直幸
東京電機大学 フェロー会員 松井邦人

1. はじめに

年々、ヒートアイランド現象が進行する傾向にある。その対策として、保水性舗装や遮熱性舗装が開発されている。保水性舗装や遮熱性舗装はすでに様々な機関や企業で実験が行われ、その効果が確認されている。しかしながら、保水性舗装の解析的検討はこれまで十分に行われていないのが現状である。

そこで、本研究では以前開発した保水性舗装表面温度と蒸発量のプログラムの妥当性を、実測データを用いて検討した。なお、アメダスのような気象データから各都市の舗装表面温度と蒸発量を予測することが本研究の最終的な目標である。

2. 解析舗装モデルと入力データ

プログラムの妥当性を比較・検討するため、2004年7月27日、28日の浜名湖花博で計測した実測データと気象庁の静岡市の気象データで解析し比較・検討した。また、舗装表面温度の比較のため保水性舗装と密粒度舗装で比較した。

図-1は保水性舗装、図-2は密粒度舗装の温度解析に用いた舗装断面である。解析に使用する気象データは、外気温、湿度、風速、全天日射量を用いた。保水性舗装、密粒度舗装の舗装表面のアルベド、射出率は、保水性舗装で0.25、0.9、密粒度舗装で0.11、0.9を用いた。

0.05 (m)	表・基・As安 熱伝導係数:1.47(W/(m・K)) 比熱:1100(J/(kg・K)) 密度:2230(kg/m ³)	表・基・As安 熱伝導係数:1.10(W/(m・K)) 比熱:900(J/(kg・K)) 密度:2350(kg/m ³)
	路盤 熱伝導係数:2.00(W/(m・K)) 比熱:1000(J/(kg・K)) 密度:1800(kg/m ³)	路盤 熱伝導係数:2.00(W/(m・K)) 比熱:1000(J/(kg・K)) 密度:1800(kg/m ³)
	路床 熱伝導係数:1.60(W/(m・K)) 比熱:1000(J/(kg・K)) 密度:1800(kg/m ³)	路床 熱伝導係数:1.60(W/(m・K)) 比熱:1000(J/(kg・K)) 密度:1800(kg/m ³)

図-1 解析モデル
(保水性舗装)

図-2 解析モデル
(密粒度舗装)

3. 温度解析

構造物内部の温度分布を支配する方程式として、式(1)の1次元熱伝導方程式を用いた。

$$\rho C \frac{\partial T}{\partial t} = k \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \quad (1)$$

ここで、 ρ :密度、 C :比重、 k :熱伝導係数、である。

自然環境下に暴露されている構造物は、さまざまな気象因子の影響を受ける。そのため、温度解析を行う上で、舗装表面で式(2)の境界条件を考慮しなければならない。

$$-k \frac{\partial T}{\partial z} = q_{con} + q_{sol} + q_{sky} + q_{evp} \quad (2)$$

ここで、 q_{con} :対流熱伝達量、 q_{sol} :正味全天日射量、 q_{sky} :正味天空放射量、 q_{evp} :潜熱輸送量である。本研究では q_{sol} 、 q_{sky} には実測データを用いた。また q_{con} 、 q_{evp} にはこれまで数多くの提案式があり、 q_{con} には式(8)に示すASHRAEのモデルを、 q_{evp} には式(3)を用いた。

$$q_{evp} = l \rho C_E U \beta (q_s - q) \quad (3)$$

$$l = 2.50 \times 10^6 - 2400T \quad (4)$$

$$q = 0.622 \times \left(\frac{e}{p} \right) \left/ \left(1 - 0.378 \times \left(\frac{e}{p} \right) \right) \right. \quad (5)$$

$$q_s = 0.622 \times \left(\frac{e_s}{p} \right) \left/ \left(1 - 0.378 \times \left(\frac{e_s}{p} \right) \right) \right. \quad (6)$$

$$e_s = 6.1078 \times 10^{(7.5 \times T / (237.3 + T))} \quad (7)$$

$$h = 5.7 + 3.8 \times v \quad (8)$$

ここで lE :潜熱輸送量[W/m²]、 l :水の気化潜熱[J/kg]、 β :蒸発効率、 T :外気温°C、 ρ :空気密度[kg/m³]、 C_E :潜熱のバルク輸送係数、 U :風速[m/s]、 q_s :地表面に対する飽和比湿、 e_s :地表面に対する気圧[hPa]、 q :大気比熱[J/(kg・K)]、 e :水蒸気圧[hPa]、 p :大気圧[hPa]、 v :風速[m/s]である。

キーワード: 保水性舗装, 潜熱輸送量, 蒸発効率, 蒸発量, 舗装表面温度

連絡先: 330-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 TEL: 0492(96)5731 内線(2734), FAX: 0492(96)6501

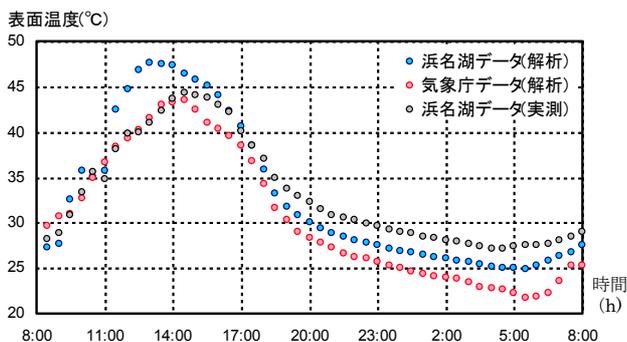


図-3 舗装表面温度 (蒸発効率 0.71)

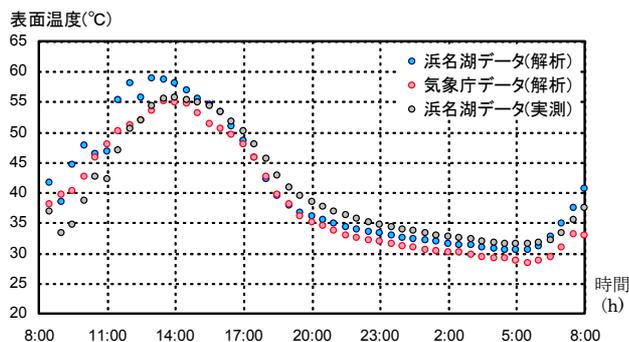


図-4 舗装表面温度 (蒸発効率 0)

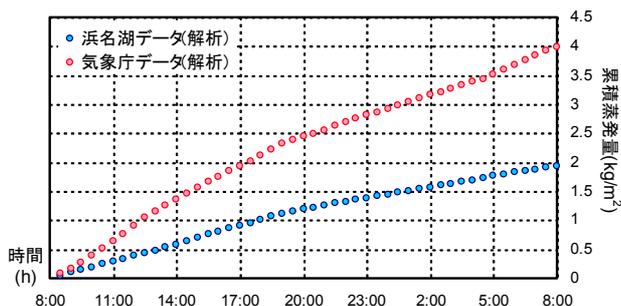


図-5 累積蒸発量

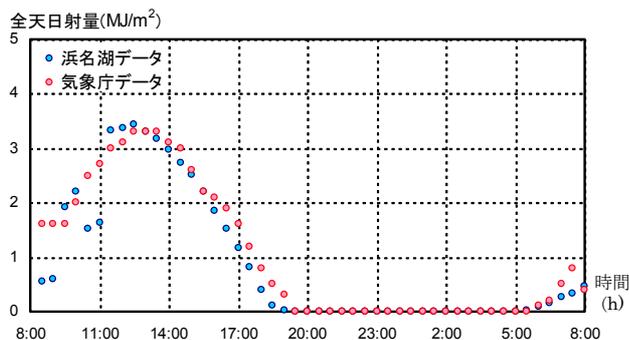


図-6 全天日射量

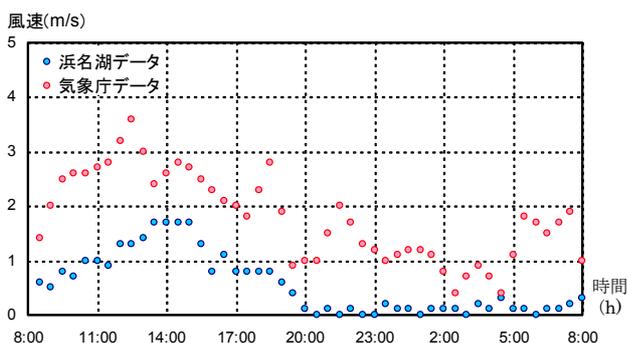


図-7 風速

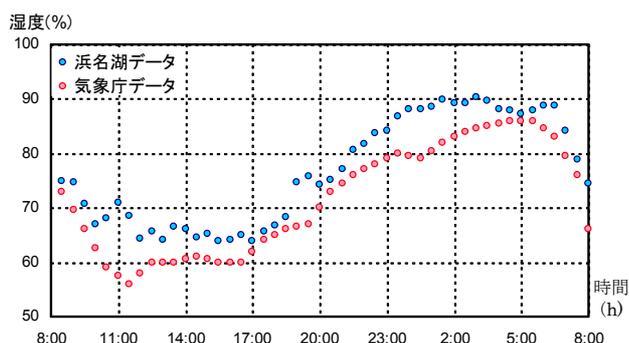


図-8 湿度

4. 解析結果

解析には、潜熱輸送量のモデル式で用いる蒸発効率を 0.71, 0 と変えて解析を行った。蒸発効率とは水分の蒸発のしやすさを示す係数である。本研究では、蒸発効率 0 を密粒度舗装の解析時に使用し、蒸発効率 0.71 を保水性舗装の保水量として解析を行った。

図-3、図-4は蒸発効率 0.71, 蒸発効率 0 のときの解析結果である。両結果より浜名湖データより気象庁データで解析したほうがより精度の高い解析ができるとわかる。図-6～図-8は浜名湖データ、気象庁データの各気象データのグラフである。湿度と風速に違いがある。特に風速の値が大きいと顕熱輸送量が大きくなってしまい、浜名湖データでは舗装表面温度が高くなったのだと思う。図-5は累積蒸発量を示したグラフである。9時から17時までの

累積蒸発量は浜名湖データで $0.8(\text{kg}/\text{m}^2)$ 、気象庁データで $1.9(\text{kg}/\text{m}^2)$ であった。実測データでは $3.5(\text{kg}/\text{m}^2)$ であり、蒸発量が少ない結果になってしまった。

5. 今後の課題

解析結果と実測データのピーク時に時差があること、夜間では舗装表面温度が低くなること、蒸発量が少ないことなど実測と異なっており、この原因を究明する。

[参考文献]

- 1) 近藤純正；地表面に近い大気の科学－理解と応用－東京大学出版会，2000，9
- 2) 福田萬大，越川喜孝，辻井豪，浅枝隆，藤野毅；夏季に給・散水した保水性舗装の熱環境緩和特性に関する実験的研究，土木学会論文集，No.613/V-42,225-236,1999.2