

気象因子を考慮した舗装内部温度の推定について

西松建設㈱技術研究所 正会員 椎名貴快
東京電機大学理工学部 フェロー会員 松井邦人
鹿島道路㈱技術研究所 正会員 金井利浩

1. はじめに

都市部において高温低湿となるヒートアイランド現象が問題となっている。この熱環境変化の一要因として、都市域において約 20%の面積率を占める道路舗装が考えられる¹⁾。本研究では、著者らがこれまでに報告してきた舗装表面と大気との境界における熱収支を明らかにした理論的舗装内温度推定手法により、気象庁の地上気象観測データを用いた解析結果と実測結果との比較を行い、その有用性について考える。

2. 舗装内温度への影響因子

舗装体内の温度への影響因子は、気温、太陽からの輻射熱、風速、降雨そして気化熱などの気象作用となる外的なもの、舗装面からの輻射熱、舗装構成材料と路床の熱伝導率、熱容量ならびに融解潜熱を含む温度特性に帰する内的なものがある²⁾。ここでは、舗装表面と大気との境界において、対流熱伝達量、全天日射による入熱量、大気や舗装面からの赤外放射量を考える。但し、雨水等による蒸発散損失熱量(潜熱)については、舗装表面での実質的蒸発可能水量がどの程度か分からないので、舗装表面が乾燥状態を考えた。

3. 舗装内温度の測定要領

温度測定は、埼玉県北葛飾郡栗橋町にある鹿島道路㈱機械センター構内の試験ピットにおいて、1 時間毎に行なわれた。測定期間は、平成 7 年 8 月 1 日 0 時から 1 ヶ月間とし、その一部比較結果を後で図示する。舗装構造断面は図-1 に示す通りとし、各層熱物性値に関しては、既往文献より同図のような値とした。

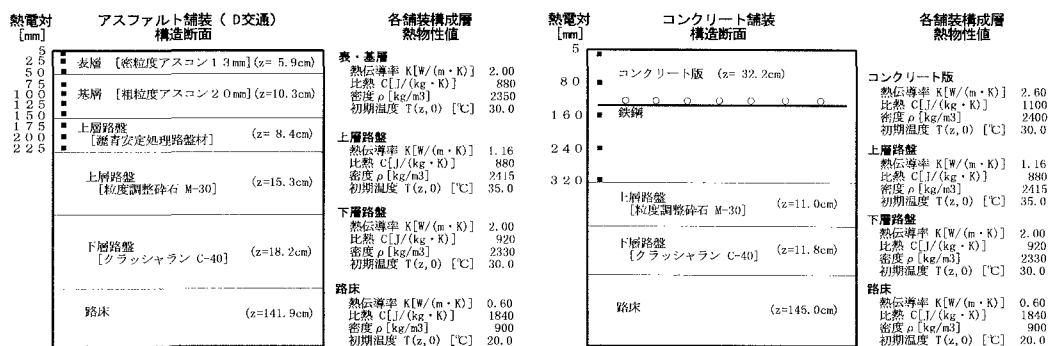
4. 熱伝導方程式と初期・境界条件

熱伝導方程式は、下式(1)のとおりである。初期条件は、日射入熱量のない深夜 0 時に初期温度を各層に与え、繰返し順解析により影響を低減する。境界条件は、式(2)のとおりである。詳細は参考文献 2) 参照。

$$1 \text{ 次元熱伝導方程式} : \rho C \frac{\partial T(z, t)}{\partial t} = K \frac{\partial^2 T(z, t)}{\partial z^2} \quad (1)$$

$$\text{境界条件} : K \frac{\partial T(0, t)}{\partial z} + q_{con} + q_{soi} + q_{sky} = 0, \text{断熱温度境界 } \partial T(0.80, t) / \partial z = 0 \quad (2)$$

ここで、 K : 各舗装材料の熱伝導率[W/(m・K)], T : 任意の点における舗装体内温度[°C], z : 舗装表面から



アスファルト舗装 (D 交通)

コンクリート舗装

図-1 舗装構造断面・熱物性値・初期温度

Keywords: ヒートアイランド現象, 舗装, 熱伝導解析, 気象観測データ

連絡先: 〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間 2570-4 TEL 0462(75)1135, FAX 0462(75)6796

深さ方向にとった軸[m], t : 時間[hr], ρ, C : 各舗装材料の密度[kg/m³]と比熱[J/(kg·K)], q_{con} : 対流熱伝達量[W/m²], q_{sol} : 全日射による入熱量[W/m²], q_{sky} : 正味地球放射量[W/m²]である。

対流熱伝達量の推定に必要な“対流熱伝達率”については、既往の論文において風速との関係式が幾つか提案されている。しかし最適な式が分からなかったため、ここでは平均風速時のおよそ値として定数値 5.8[W/(m²·K)]を用いる。

舗装表面におけるアルベドと射出率については、各表層材について既往文献を参考にして表-1 に示すような値を用いた。

5. 地上気象観測データ

本解析に必要な気象データは、全日射量、気温そして露点温度である。これらのデータは、気象庁熊谷管区気象台において 1 時間毎に計測されたデータを用いた。ただし、熊谷市では全日射量を計測していないため、簡易的に日照時間より、理論推定式によって計算した値を用いた。著者らは、理論式による推定精度に大きな問題がないことは確認している。これら気象観測データおよび全日射量の理論推定値を図-2 に示す。

6. 数値解析結果

図-3 に a. アスファルト舗装と b. コンクリート舗装の解析温度と測定温度の比較結果を示す。

7. おわりに

本報告における結果は以下の通りである。

- ①舗装内温度の日較差が 1 年の内で最も大きい 8 月期における解析では、測定温度との誤差は最大で±2 から 3℃程度におさまった。本解析モデルは、実際の舗装構造モデルに対して適用するが可能であると思われる。
- ②舗装敷設場所に近い地点で計測された限られた気象観測データからでも、舗装内部の温度履歴を比較的精度良く予測できることが確認できた。
- ③降雨水の蒸発散に伴う熱量の損失は、舗装体温度に対して顕著な影響を示すと思われる。今後、舗装表面における実質的蒸発水量を算定予測し、そのモデル化を行う必要がある。

参考文献

- 1) 福田萬大, 深沢邦彦, 荒木美民, 藤野毅, 浅枝隆: 夏季自然状態での各種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.571/V-36, pp.149-158, 1997. 8.
- 2) 椎名貴快, 松井邦人, T. F. Smith: 地上気象観測データを用いたアスファルト舗装の内部温度推定, 第2回舗装工学講演会講演論文集, pp.105-112, 1997. 12.

表-1 各表層材のアルベドと射出率

表層材質	アルベド albedo	射出率 emissivity
アスファルト	0.05	0.90
コンクリート	0.22	0.90

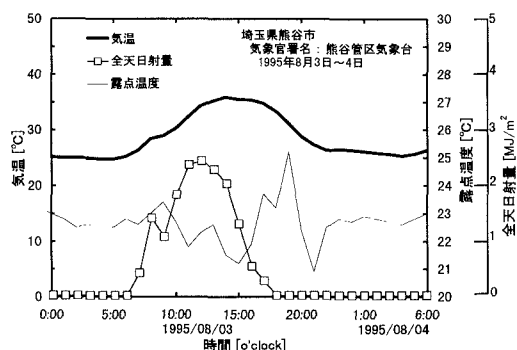
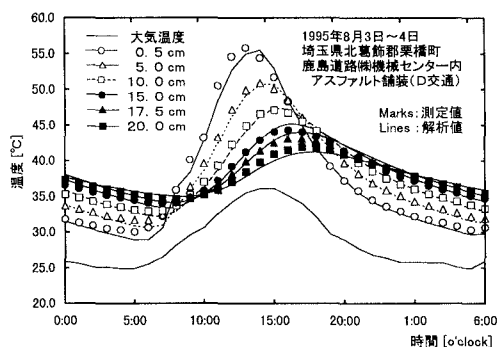
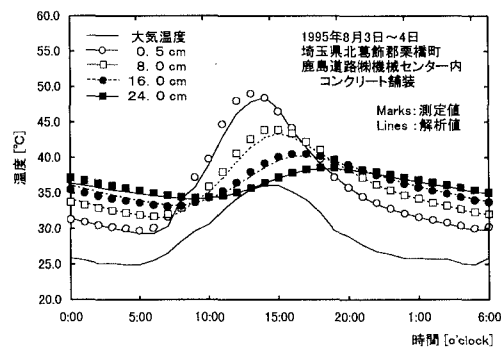


図-2 気象観測データと推定全日射量



a. アスファルト舗装 (D交通)



b. コンクリート舗装

図-3 実測温度と解析温度の比較