

車両走行部と非走行部における路面温度の日変化について

福井大学大学院工学研究科
福井大学大学院工学研究科
福井大学大学院工学研究科

正会員 ○藤本 明宏
学生会員 齊田 光
正会員 福原 輝幸

1. はじめに

雪寒事業費が抑えられる中、冬期道路の安全性を如何に効果的に確保するかが、積雪寒冷地の共通課題である。その一助として、路面を横切る熱フラックスから凍結発生を予測する熱収支型路面温度モデルが開発されている。従来モデルの多くは自然因子に重点を置いており、人的因子である車両熱が殆ど考慮されていなかった。そこで、これまでに筆者らは車両熱を組み込んだモデル(車両熱モデル)を構築した¹⁾。

本論文では、夏期の路面温度に及ぼす車両熱の影響を熱分布画像と車両熱モデルによる数値解析から考察した。

2. 車両熱の計算方法

車両熱 Q_v は、タイヤ摩擦熱 S_t 、車両輻射熱 R_v 、車両誘発風に伴う顕熱(車両誘発熱) S_{va} および遮蔽される日射と天空放射熱 R_s の和として与えられる。すなわち、

$$Q_v = S_t + R_v + S_{va} + R_s \quad (1)$$

S_t は、タイヤ温度 T_t (°C) と路面温度 T_{rs} (°C) の差にタイヤ-路面間の熱伝達率 α_{tp} (W/m²/K)¹⁾ を乗じたバルク式で表現される。すなわち、

$$S_t = \alpha_{tp}(T_t - T_{rs}) \quad (2)$$

R_v は、Stefan-Boltzmann の法則により次式で表される。

$$R_v = \varepsilon_v \sigma (T_v + 273.15)^4 \quad (3)$$

ここに、 σ : Stefan-Boltzmann 定数、 ε_v : 車両底面の射出率および T_v : 車両底面温度(°C)である。

S_{va} は、気温 T_a (°C) と T_{rs} の差に車両風熱伝達率 α_s (W/m²/K)¹⁾ を乗じたバルク式で表現される。すなわち、

$$S_{va} = \alpha_s (T_a - T_{rs}) \quad (4)$$

α_s は、車両誘発風速 V_w (m/s)¹⁾ の関数として与えられる。

キーワード : 熱収支, 路面温度, 車両熱, 冬期道路

連絡先 : 〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築建設工学科環境熱・水理研究室 Tel:0776-27-8595

R_s には車両による日射等の遮蔽効果が含まれており、 R_s は日射熱 R_{sd} と天空放射熱 R_{ld} の和に車両が路面を覆う時間割合 t_v^* を乗じた形で与えられる。すなわち、

$$R_s = (R_{sd} + R_{ld}) t_v^* \quad (5)$$

3. 夏期における路面の熱分布画像

図1は、平成20年7月5日正午頃に一般国道8号線(福井県越前市横市町地先)で撮影した熱分布画像を示す。車両が通過する場所(図中A)の路面温度は約47°Cである。これに対して、同じ密粒度アスファルト舗装であるのに、歩道や殆ど車が通過しない場所(図中B)では約54°Cであり、前者より7°C低い。

4. 路面温度に及ぼす車両熱の影響

(1) 解析条件

図2および図3は、本解析に用いた気象条件および交通条件をそれぞれ示す。

気温および風速は、福井地方気象台で観測されたデータ²⁾を用いた。日射および天空放射熱は夏期の代表的な日変化を与えた。なお、当日は終日晴天であった。

日中の交通量は、平成20年8月6日7時から17時

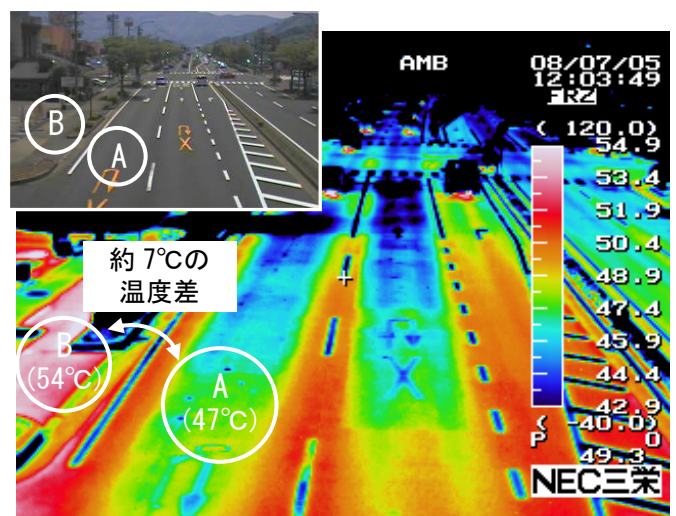


図1 路面の熱分布画像

(一般国道8号線, 平成20年7月5日12時)

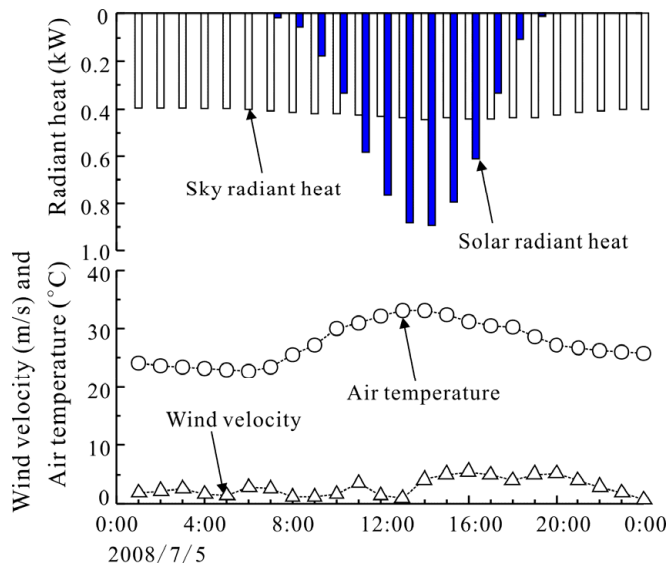


図2 気象条件

に同じ場所で行った交通量調査を基に決定した。夜間の交通量は、平成17年に近畿地方整備局が実施した交通量調査³⁾から算出した昼夜率(1.36)を用いて推定した。日中の車両速度は40km/h、夜間の車両速度は60km/h(制限速度)と仮定した。

本解析は、上記の交通条件で車両熱の影響を考慮するケース(Vehicle)と車両熱の影響を考慮しないケース(Non-vehicle)の2ケースとした。

(2) 路面温度

図4は、路面温度の日変化を示す。計算開始(0時)から8時までの夜間においては、Vehicleの路面温度 T_{sv} (●)とNon-vehicleの路面温度 T_{sn} (○)に大差はなく、両者とも約25°Cを推移する。日中では、 T_{sv} は T_{sn} より常に低く、最高値を示した13時における温度差は6.3°Cとなった。図1の結果と比較すると、両者の温度差($T_{sn} - T_{sv}$)は概ね一致した。

(3) 車両熱の寄与度

図5は、熱収支成分の絶対値の合計に対する S_t 、 R_v 、 S_{va} 、 R_s および Q_v の各割合を P として示す。

R_v の $P(P_{Rv})$ は常に正(加熱)で、日出と日没辺りに顕著となる。 S_t の $P(P_{St})$ は常に正であるが、無視できる程に小さい。 S_{va} の $P(P_{Sva})$ は常に負(冷却)で、 T_a と T_{rs} の差が増大する日中に大きくなる。 R_s の $P(P_{Rs})$ も常に負であり、日射の影響が強い時間帯に顕著となる。

以上より、本解析条件において、 Q_v は夜間では小さく、 T_{rs} を変化させるに至らない。しかしながら、日中では S_{va} および R_s によって Q_v は負となり、 T_{rs} を低下させるように作用する。

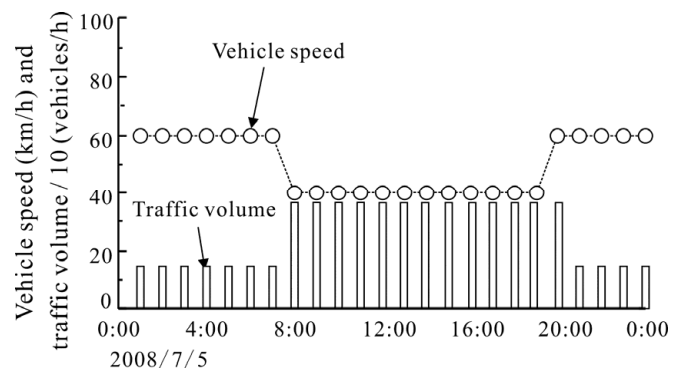


図3 交通条件

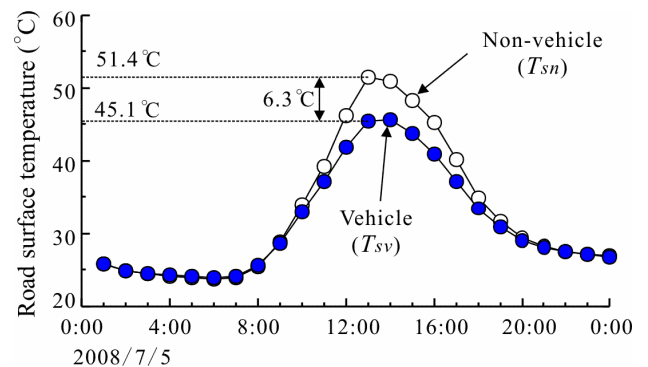
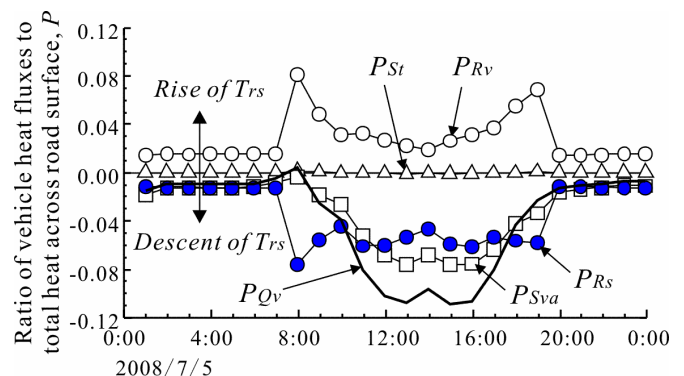


図4 路面温度の日変化

図5 熱収支成分の絶対値の合計に対する
車両熱の割合の日変化

5. おわりに

本研究では、路面の熱分布画像と数値解析から夏期における路面温度に及ぼす車両熱の影響を調べた。その結果、車両熱は条件によって、路面の熱収支に対して無視し難い因子に成り得ることが分かった。

参考文献

- 1) 藤本明宏, 渡邊洋, 福原輝幸: 車両熱のモデリングと乾燥路面温度への影響評価, 土木学会論文集, Vol. 63, No. 2, 2007, pp. 250 - 261.
- 2) <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 3) <http://www.kkr.mlit.go.jp/road/koutsugenzyou>