

歩道舗装における舗装材料の夏季温度低減に関する検討

首都大学東京 学生会員 ○ 代田哲朗

首都大学東京 正会員 上野敦, 正会員 宇治公隆, 正会員 大野健太郎

1. はじめに

過密都市においては、夏季の気温上昇が、人間の生活安全性に影響を及ぼしている。東京都では、遮熱性塗料を塗布した車道での遮熱性舗装の検討¹⁾や施工²⁾が行われている。また、近年は、歩道においても遮熱性舗装材料の使用が検討されているが、現状ではデータが少なく、温度低減効果の明確化が望まれている。

本研究は、夏季の各種舗装版の温度挙動の把握を目的としたものである。車道用アスファルトコンクリート版と高反射性塗料を塗布した歩道ブロックを曝露し、気温と各舗装版内部の温度を測定した。そして、各舗装版温度と舗装版に蓄積されたエネルギーの観点から、昇温特性および降温特性について検討を行った。

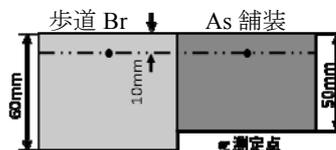


図-1 温度測定深さ

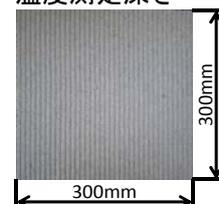


図-2 歩道 Br の表面

2. 研究概要

2.1 実験概要

東京都土木技術・人材育成センター内のヤードに、密粒度アスファルトコンクリート版（以下、密粒 As）、低騒音型アスファルトコンクリート版（以下、低騒音 As）、高反射性塗料を塗布した歩道ブロック（以下、歩道 Br）の3種類の舗装版を敷設し、内部温度を測定した。図-1に示すように、歩道 Br と両 As 舗装版の厚さは、60 または 50mm であり、表面から 10mm の温度を測定した。歩道 Br は 300×300×60mm の平板で、図-2に示すように、表面に意匠的な凹凸が施されている。測定期間は、2010年7月2日から8月20日の50日間で、測定間隔は10分とした。また、舗装版内部の温度と併せ、気温、日射及び降水量についても測定を行った。

表-1 舗装版の密度と比熱

材料	密度 (kg/L)	見かけ密度 (kg/L)	単位重量比熱 (kJ/kg・K)	単位体積比熱 (kJ/L・K)
歩道 Br	23	17.25	1.05	18.11
密粒 As		23.00		24.15
低騒音 As		17.25		18.11

2.2 見かけの比熱容量の導出

低騒音 As および歩道 Br は、低騒音または透水性の観点から、疎な構造となっている。一方、密粒 As は密な構造である。本研究では、測定した舗装版の温度を、各材質の比熱容量によって舗装版内に蓄積されたエネルギー量に変換して検討する。しかし、一般的な質量基準の比熱容量では、内部の空隙量が著しく異なる場合、熱特性の評価が困難となると考えた。一般に、セメントおよびアスファルトコンクリートでは、その体積の約70%程度を骨材粒子が占めており、質量基準の比熱容量は、結合材に関わらず同等となる。本研究では、全ての舗装版について、質量基準の比熱容量をコンクリート標準示方書設計編に記載の1.05kJ/kg・Kとし、これに空隙を含む見かけの密度を乗じ、単位体積あたりの見かけの比熱容量を算出した。密粒 As およびセメントコンクリートの密度を2.30kg/Lとし、低騒音 As と歩道 Br の空隙率を25%と仮定し、見かけの密度を計算した。結果は、表-1に示すとおりである。

3. 結果および考察

3.1 最高気温日の日温度変化

測定期間中の最高気温は、37.0℃であり、8月17日に記録されている。8月17～18日の気温および各舗装版内部の温度変化を、図-3に示す。全ての舗装版において、最低および最高温度の記録時刻は同等であった。密粒 As と低騒音 As については、最高温度、昇温/降温挙動ともに同等であり、ポーラスアスファルトとして

キーワード：遮熱性舗装，内部温度，歩道舗装，蓄積エネルギー，コンクリートブロック

〒 192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL 042-677-1111

も、舗装版の温度特性には影響がない。一方、両As舗装と比較して、歩道Brでは、最高温度が低くなった。密粒Asまたは低騒音Asと歩道Brの舗装版の温度差は、日平均で約7℃、最高温度で約13℃となる。これは、両材料の明度の違いと、高反射性塗料による効果と考えられる。明度による影響と塗料の効果を分離して検討するには、無塗布のセメントコンクリートの計測が必要である。

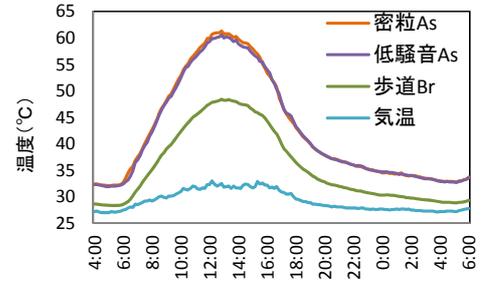


図-3 8月17日の温度変化

3.2 昇温時の舗装版の熱的な特性

各舗装版について、温度上昇時の温度変化量、昇温速度、最高温度から計算した単位体積当たりの蓄積エネルギー量とその増加速度をまとめると、表-2のとおりとなる。

表-2 昇温時の温度変化とエネルギー

	最低温度(°C)	最高温度(°C)	上昇温度(°C)	蓄積エネルギー(kJ)	昇温時間(hr.)	昇温速度(°C/hr.)	エネルギー増加速度(kJ/hr.)
歩道Br	28.35	48.40	20.05	11960	7:20	2.86	1708.60
密粒度As	32.10	61.30	29.20	13064	7:50	3.89	1741.84
低騒音As	31.90	60.60	28.70	17120	8:00	3.59	2140.02

表-3 降温時の温度変化とエネルギー

	最高温度(°C)	最低温度(°C)	下降温度(°C)	減少エネルギー(kJ)	降温時間(hr.)	降温速度(°C/hr.)	エネルギー減少速度(kJ/hr.)
歩道Br	48.40	28.85	19.55	11662	16:20	1.20	714.00
密粒度As	60.80	32.80	28.00	12527	16:20	1.71	766.95
低騒音As	60.60	32.80	27.80	16583	16:30	1.68	1005.05

歩道Brでは、最高温度、上昇温度差、蓄積エネルギー量、昇温速度、エネルギーの増加速度ともに、両Asと比較して低くなっている。このことは、歩道Brの温度上昇量が、両Asと比較して小さいことによるものと考えられる。

3.3 降温時の舗装版の熱的な特性

各舗装版について、温度下降時の温度変化量、単位体積当たりの放出エネルギー量とその減少速度を整理すると、表-3のとおりとなる。歩道Brでは、両Asと比較して放出エネルギー量が小さくなっている。これは、前節での結果と同様、歩道Brの温度上昇量が、両Asと比較して小さいことによるものと考えられる。しかし、温度下降に要する時間は、Asと比較しても大きな差は見られなかった。

一般に、昇温時の舗装版の蓄積エネルギー量は、日射の投影面積に依存する。一方、物体の温度が下降する場合、舗装版と媒体(空気)間でエネルギー伝達が生じる。このとき、移動熱量は、式(1)のとおり、媒体との接触面積Aに比例する。すなわち、舗装版の面積を増加させることで、日中の昇温速度は増加せず、夜間の降温速度を増加させることができる可能性がある。

$$Q=h \cdot A \cdot (T_w - T_a) \tag{1}$$

ここに、Q: 移動熱量(W), h: 熱伝達率(W/(m²・K)), A: 伝達面積(m²), T_w: 表面温度(°C), T_a: 媒体温度(°C) 舗装版の明度、また、高反射性塗料の塗布により、舗装版の蓄積エネルギーを抑制することと、放熱時に有効な面積を増加させる観点で、舗装材料の幾何形状の検討を行うことで、過密都市部での温度環境改善に貢献できる舗装材料を開発できる可能性があると考えられる。

4. まとめ

- (1) 両Asと比較して、歩道Brでは、最高温度が最大13℃程度低下し、蓄積されるエネルギー量が減少する。このことで、温度上昇速度、蓄積エネルギーの増加速度が小さくなる。
- (2) 温度下降時も温度上昇時と同様に、温度変化量が小さいため、歩道Brでは放出エネルギー量が減少する。

謝辞

本研究において、曝露試験のご協力を頂いた東京都木技術支援・人材育成センター峰岸順一氏、並びに、試験体を提供して下さった太平洋プレコン工業株式会社の関係各位に、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小作好明 他: 遮熱性舗装における気温と熱輸送量の観測結果, 平成21年度土木技術支援・人材育成センター年報, pp,65-76, 2009.
- 2) 小林一雄 他: 遮熱性舗装の路面温度低減効果と供用性能—民間との共同実験による検討—, 平成16年度土木技術支援・人材育成センター年報, pp,87, 2004.