

論文 遮熱性歩道ブロックの夏季温度低減に関する基礎検討

代田 哲朗^{*1}・上野 敦^{*2}・大野 健太郎^{*3}・宇治 公隆^{*4}

要旨：過密都市部の夏季の温度上昇の対策として、遮熱性塗料を塗布した歩道ブロックについて検討が行われている。本研究では、ブロックの表面形状、透水性および遮熱性の3つの観点から、表面の溝の有無、ブロックのかさ密度、遮熱性塗料の有無を実験上の変数とし、コンクリートブロックと密粒度アスファルトコンクリート舗装版を曝露し、各舗装材料の温度について検討した。この結果、遮熱性塗料の効果、透水性の有無、表面の溝の有無によって、舗装材料の温度に生じる違いが明確となった。また、降雨時の各舗装材料の温度では、透水性ブロックで降温速度が高いことが明らかとなった。

キーワード：歩道ブロック、温度低減、遮熱性塗料、透水性ブロック

1. はじめに

我が国の過密都市においては、夏季の気温上昇が、熱中症や熱帯夜の増加など、人間の生活環境に悪影響を及ぼしている。東京都では、気温上昇対策の一つとして、遮熱性塗料を塗布した舗装の検討¹⁾や施工²⁾が行われている。また、近年では、車道以外の歩道等への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。歩道舗装は、過密都市部での舗装面積としては車道舗装に比較して小さいが、人間に近い舗装である。このため、人間の生活環境という面で、車道舗装に先んじて改善されるべきであると考えられる。

このようなことから、これまで筆者らは、遮熱性塗料を塗布した歩道用コンクリートブロックと車道用アスファルト舗装版を曝露し、各舗装材料の温度変化の挙動を検討してきた³⁾。この結果、遮熱性塗料を塗布した歩道ブロックが、車道用アスファルト舗装版と比較して、舗装材料内の最高温度が低くなること、また、昇温および降温時の温度変化挙動を、蓄積または放出されるエネルギーに着目して定量的に表す手法を示した。しかし、この検討³⁾では、歩道ブロックの温度低下の要因として、使用した遮熱性塗料による効果、アスファルト舗装版と歩道ブロックの明度の違いによる影響が混在する結果となっている。遮熱性塗料による温度低減効果と、明度の違いによる影響を分離して検討するためには、遮熱性の塗料を使用しない歩道ブロックを含む、基礎的な検討が必要である。また、透水性を持つ舗装や、表面積が異なる舗装では、昇温時および降温時や降雨時の温度変化の挙動が異なると考えられ、これらの面でもより基礎的な検討が必要である。

本研究は、歩道舗装材料の夏季温度挙動について、基礎的な検討を行うことを目的としたものである。検討においては、舗装材料の明度による影響と遮熱性塗料による温度低減効果を分離して検討することに留意した。このため、密粒度アスファルトコンクリート舗装版、遮熱性の塗料を用いないセメントコンクリート歩道ブロック、遮熱性塗料を塗布したセメントコンクリート歩道ブロックを曝露し、アスファルトコンクリート舗装とセメントコンクリート舗装の差および塗料の反射性の有無による温度低減効果の差を明らかにすることとした。また、表面の反射性とあわせて、透水性の有無で舗装材料の見かけの比熱容量が変化することから、透水性による温度挙動への影響を検討した。さらに、舗装材料表面から空気への移動熱量について検討するため、表面形状を変化させた歩道ブロックについても検討を行った。

2. 実験概要

2.1 舗装材料試験体

本研究で測定の対象とした舗装材料では、表-1に示すとおり、試験体表面の形状、組織構造としてのポーラスさ、そして、遮熱性の塗料の有無を実験変数とした。

表-1 舗装材料の実験変数と略称

| | | | |
|------|-------|----------------|---|
| 表面形状 | スリット | Slit | S |
| | フラット | Flat | F |
| 透水性 | 透水性あり | Porous | P |
| | 透水性なし | Dense | D |
| 反射性 | 遮熱性塗料 | Reflection | R |
| | 通常塗料 | Non-reflection | N |

*1 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科都市基盤環境学域 (学生会員)

*2 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科都市基盤環境学域准教授 博士(工学) (正会員)

*3 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科都市基盤環境学域助教 博士(工学) (正会員)

*4 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科都市基盤環境学域教授 博士(工学) (正会員)

舗装材料の明度と塗料の反射性の観点では、遮熱性塗料を塗布した歩道ブロック（以下 R シリーズ）、これと明度による温度差が生じないように色調をそろえるため、通常の塗料を塗布した歩道ブロック（以下 N シリーズ）、密粒度アスファルト舗装版（以下 As）が比較対象となる。

舗装材料の表面形状の観点では、歩道ブロック表面に施される溝（以下スリット）があるもの（以下 S シリーズ）と平坦なもの（以下 F シリーズ）が比較対象となる。

舗装材料のかさ密度とこれに伴う単位体積当たりの見かけの比熱容量および降雨時の温度変化の観点では、透水性歩道ブロック（以下 P シリーズ）と透水性のない歩道ブロック（以下 D シリーズ）が比較対象となる。

これらの実験変数の組合せとして、本研究で曝露試験に供した舗装材料の種類と略称を表-2 に示す。

舗装材料の使用材料は、結合材に密度 3.17g/cm^3 の普通エコセメント、細骨材に表乾密度 2.64g/cm^3 の砕砂と 2.7g/cm^3 の砕石 7 号を用いた。配合は、表-3 に示すとおりであり、透水性を持たない普通コンクリートと透水コンクリートの設計空隙率は、それぞれ 8% と 20% としている。また、本研究では、高反射性塗料に広場、公園、歩道などで用いられるものを使用した。

図-1 に示すように、各舗装材料の大きさは、歩道ブロックで $300 \times 300 \times 60\text{mm}$ 、密粒度アスファルト As で $300 \times 300 \times 50\text{mm}$ である。図中の黒丸（●）は、温度測定点を表している。舗装材料の温度は、表面から 10、30mm および裏面の 3 点で、T 熱電対を用いて行った。以降の測定結果では、測定点の位置を「供試体の略記号-測定深さ (cm)」として表す。熱電対は、舗装材料にドリルで穴をあけ、埋め込み後、微量のエポキシ系の接着剤で固定した。曝露試験は、東京都八王子市の首都大学東京構内の実験棟の屋上で行い、図-2 に示すように、厚さ 50mm のスチレンフォーム材を設置し、その上に各舗装材料を 5×5 枚の 25 枚設置した。ブロック間は珪砂で埋め、珪砂の流出を防ぐために、舗装材料の周囲を木材で囲んでいる。舗装材料の温度は 25 枚の中心の 1 枚で測定し、気温は、同じ場所のコンクリート床版面から 1.5m の高さで測定した。曝露期間は 2011 年 7 月 23 日から 2011 年 8 月 31 日とし、測定間隔は 10 分とした。

2.2 表面積と移動熱量の関係

日射による舗装材料への入力エネルギーは、日射の強さと投影面積に依存して変化する。すなわち、日射の強さと投影面積が同じならば、舗装材料の表面積に関わらず、理論的には、入力エネルギー量は一定であると考えられる。一方、舗装材料と空気間の移動熱量は、式(1)で表される。

$$Q = h \times A (T_w - T_a) \quad (1)$$

表-2 舗装材料の種類と略称

| 舗装版の種類 | 表面形状 | 透水性 | 遮熱性 | 略称 |
|--------|------|-----|-----|-----|
| 歩道ブロック | S | P | N | SPN |
| | | D | | SDN |
| | | D | | FDN |
| | F | P | R | SPR |
| | | D | | SDR |
| | | D | | FDR |
| As | F | D | N | As |

表-3 舗装材料の配合

| 種類 | 設計空隙率 (%) | 単位量 (kg/m ³) | | | |
|-------------|-----------|--------------------------|-----|-------|---------|
| | | セメント EC | 水 W | 砕砂 S1 | 砕石7号 G7 |
| 普通基層コンクリート | 8 | 350 | 106 | 836 | 1,045 |
| 透水性基層コンクリート | 20 | 280 | 80 | - | 1,706 |

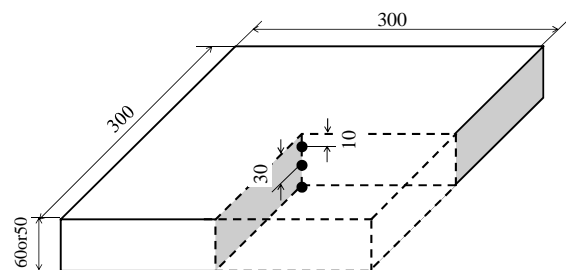


図-1 舗装材料の概形と温度測定点



図-2 舗装材料曝露の様子

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 (K), T_a : 媒体 (空気) 温度 (K)

式(1)から、舗装材料の表面積 A を大きくすると、熱移動量 Q も比例的に大きくなり、舗装材料から媒体への熱移動効率が向上することがわかる。すなわち、舗装材料の表面積を大きくすることで、昇温時の最高温度は同等であっても、夜間の熱移動速度が速い舗装材料になる可能性があると考えられる。このため、本研究では、歩道ブロックの表面に、スリットの入ったもの (S シリーズ) とスリットのない平坦な歩道ブロック (F シリーズ) を曝露した。スリットは、図-3 に示すように、歩行性に支障が出ないように、深さ 1.4mm、幅 3mm とし、5mm 間隔

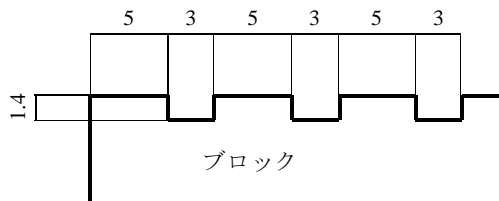


図-3 Sシリーズのスリットの形状

表-4 舗装材料の質量、密度、比熱

| 略称 | 舗装版の質量 (kg) | 舗装版の体積 (L) | かさ密度 (kg/L) | 単位質量比熱 (kJ/kg・K) | 単位体積比熱 (kJ/L・K) |
|-----|-------------|------------|-------------|------------------|-----------------|
| SPN | 11.51 | 5.4 | 2.13 | 1.05 | 2.24 |
| SDN | 12.01 | | 2.22 | | 2.34 |
| FDN | 12.30 | | 2.28 | | 2.39 |
| SPR | 11.36 | | 2.10 | | 2.21 |
| SDR | 12.34 | | 2.28 | | 2.40 |
| FDR | 12.27 | | 2.27 | | 2.38 |
| As | 10.77 | 4.5 | 2.39 | 0.85 | 2.03 |

表-5 8月18日の温度変化量と温度変化速度

| 略称 | 昇温前温度 (°C) | 最高温度 (°C) | 降温後温度 (°C) | 温度上昇量 (°C) | 昇温時間 (hr.) | 昇温速度 (°C/hr.) | 温度降下量 (°C) | 降温時間 (hr.) | 降温速度 (°C/hr.) |
|-------|------------|-----------|------------|------------|------------|---------------|------------|------------|---------------|
| SPN-1 | 26.0 | 60.8 | 27.1 | 34.8 | 8.0 | 4.35 | 33.7 | 15.3 | 2.20 |
| SDN-1 | 41.4 | 66.4 | 38.9 | 25.0 | 8.5 | 2.94 | 27.5 | 10.5 | 2.62 |
| FDN-1 | 26.2 | 60.1 | 27.3 | 33.9 | 8.0 | 4.24 | 32.8 | 15.3 | 2.14 |
| SPR-1 | 25.6 | 57.4 | 26.7 | 31.8 | 8.5 | 3.74 | 30.7 | 15.5 | 1.98 |
| SDR-1 | 31.1 | 61.1 | 33.2 | 30.0 | 8.8 | 3.40 | 27.9 | 15.0 | 1.86 |
| FDR-1 | 26.6 | 54.5 | 27.8 | 27.9 | 8.8 | 3.16 | 26.7 | 14.8 | 1.80 |
| As-1 | 25.3 | 72.6 | 26.5 | 47.3 | 8.5 | 5.56 | 46.1 | 15.5 | 2.97 |
| 気温 | 26.6 | 41.6 | 27.2 | 15.0 | 9.5 | 1.58 | 14.4 | 13.8 | 1.04 |

で設けられている。各舗装材料の表面積は、スリットの入っているSシリーズで112,900mm²、スリットなしのFシリーズで88,800mm²となっており、Sシリーズの表面積はFシリーズの約1.3倍となっている。

2.3 かさ密度と単位体積当たりの比熱容量

同一の材料を用いた歩道ブロックでも、透水性を有するPシリーズと密実なDシリーズとでは、かさ密度が異なる。このため、一般的な質量基準の比熱容量は同じとなるが、単位体積基準の比熱容量は異なる。本研究では、各舗装材料の比熱容量によって、温度の観測結果を舗装材料に蓄えられたもしくは放出されたエネルギーとして数値化することを考えている。このため、ポーラスな構造を有する舗装材料と密な構造を有する舗装材料の比較のため、一般的な単位質量基準の比熱容量ではなく、空隙を含む、単位体積基準の比熱容量を用いることとした。

ポーラスな構造を持つ場合、単位体積当たりの比熱容量が小さくなるため、透水性を有するPシリーズの方が、密な構造を持つDシリーズと比較して、同じ時間での温度変化が大きくなると考えられる。各舗装材料の質量、かさ密度、単位体積当たりの比熱容量を表-4に示す。なお、本研究で用いた歩道ブロックの単位質量当たりの比熱は、1.05kJ/kg・K⁴として計算し、密粒度アスファルトコンクリートAsの単位質量当たりの比熱容量は、0.86kJ/kg・K⁵とした。そして、これらの比熱容量にかさ密度を乗じ、単位体積当たりの比熱容量を算出している。

3. 結果および考察

3.1 日最高気温記録日の温度挙動

(1)各舗装材料の温度変化

測定期間中の最高気温は、2011年8月18日に記録さ

表-6 各舗装材料のエネルギー変化量

| 略称 | 温度上昇量 (°C) | 温度降下量 (°C) | 単位体積比熱 (kJ/L・K) | 昇温時の蓄積エネルギー (kJ/L) | 降温時の放出エネルギー (kJ/L) | 一日の蓄積エネルギー (kJ/L) |
|-------|------------|------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| SPN-1 | 34.8 | 33.7 | 2.24 | 77.9 | 75.4 | 2.46 |
| SDN-1 | 25.0 | 27.5 | 2.34 | 58.4 | 64.2 | -5.84 |
| FDN-1 | 33.9 | 32.8 | 2.39 | 81.1 | 78.4 | 2.63 |
| SPR-1 | 31.8 | 30.7 | 2.21 | 70.2 | 67.8 | 2.43 |
| SDR-1 | 30.0 | 27.9 | 2.40 | 72.0 | 66.9 | 5.04 |
| FDR-1 | 27.9 | 26.7 | 2.39 | 66.6 | 63.7 | 2.86 |
| As-1 | 47.3 | 46.1 | 2.03 | 96.2 | 93.8 | 2.44 |

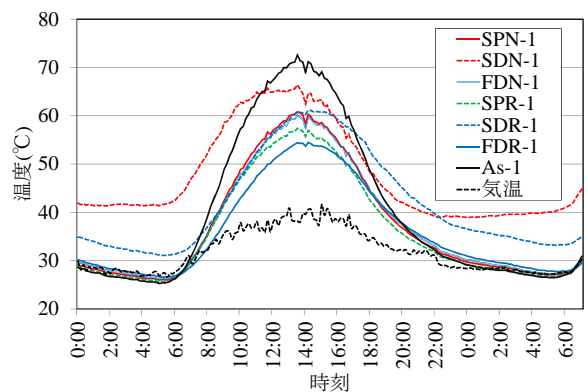


図-4 8月18日の舗装材料温度の経時変化

れた41.6°Cである。8月18日における各舗装材料の表面から10mmの深さでの、昇温前の温度、最高温度、昇温または降温時の温度変化量および温度変化速度を表-5に、温度変化によるエネルギーの変化量を表-6に示す。また、同日の各舗装材料の表面から深さ10mmでの温度の経時変化を図-4に示す。図-4および表-5から、アスファルトコンクリートのAsと比較して、いずれの歩道ブロックも最高温度が低いことがわかる。すなわち、遮熱性塗料の有無にかかわらず、セメントコンクリートである歩道ブロックは、Asと比較し、温度低減効果が高いこ

表-7 8月18日におけるSPRの各測定点の温度変化量および温度変化速度

| 略称 | 昇温前温度 (°C) | 最高温度 (°C) | 降温後温度 (°C) | 温度上昇量 (°C) | 昇温時間 (hr.) | 昇温速度 (°C/hr.) | 温度降下量 (°C) | 降温時間 (hr.) | 降温速度 (°C/hr.) |
|-------|------------|-----------|------------|------------|------------|---------------|------------|------------|---------------|
| SPR-1 | 25.6 | 57.4 | 26.7 | 31.8 | 8.5 | 3.74 | 30.7 | 15.5 | 1.98 |
| SPR-3 | 26.3 | 59.8 | 27.0 | 33.5 | 8.2 | 4.10 | 32.8 | 15.3 | 2.14 |
| SPR-6 | 29.5 | 61.9 | 29.7 | 32.4 | 8.5 | 3.81 | 32.2 | 15.2 | 2.12 |

とがわかる。このことは、同じ平坦な表面形状および密な構造を有するAsとFDNを比較すると、より明確となる。両者の最高温度は、Asが72.6°Cであるのに対し、FDNで60.1°Cとなっており、セメントコンクリートとすることで、約12°C程度の温度低下効果があることがわかる。これは、Asと比較して、歩道ブロックの明度が高く、日射の反射率が高いためと考えられる。なお、8月18日から翌19日にかけての舗装材料表面から10mmの温度変化を表した図-4から、SDNの温度挙動が他の舗装材料と大きく異なることがわかる。原因は明確ではないが、これ以前の計測結果では、他の舗装材料と同様の温度変化挙動を示していたため、何らかの原因によって、温度測定が正確に行えない状況になったものと考え、以降の検討からSDNのデータを除外することとした。

(2)遮熱性塗料による温度低減効果

表-4、図-4および最高温度の比較を示した図-5の結果から、遮熱性塗料が舗装材料の最高温度に及ぼす影響について検討する。平坦な表面形状で、密な組織構造を持つFDNとFDRでは5.6°C、スリット入りの表面形状で、疎な組織構造を持つSPNとSPRでは3.4°C、遮熱性塗料を使用したものの方が温度が低い結果となっている。前に述べた明度による温度低減効果と比較して、遮熱性塗料による効果は小さいが、明度による温度低下分に遮熱性塗料の効果が加算されることとなるので、Asと比較すると最高温度が最大で18°C低下することとなる。

(3)透水性による温度とエネルギー変化への影響

表-5および図-4から、組織構造が舗装材料の最高温度および昇温時と降温時の温度変化量、そして、これによるエネルギー変化に及ぼす影響について検討する。

スリット入りの表面形状で密な組織構造を持つSDRに比べて、同じ表面形状で疎な構造を持つSPRの方が、最高温度が3.7°C高く、昇温速度、降温速度ともに若干高いことがわかる。しかし、各舗装材料の昇温・降温時に変化したエネルギー量を表-5と蓄積エネルギーを比較した図-6から、SDRと比較して、SPRの方が、一日で蓄えたエネルギー量は小さいことがわかる。これらのことは、疎な組織構造によって、単位体積当たりの比熱容量が小さくなることによるものと考えられる。

(4)舗装材料内部の温度分布

スリット入りの表面形状で、疎な組織構造を持ち、遮

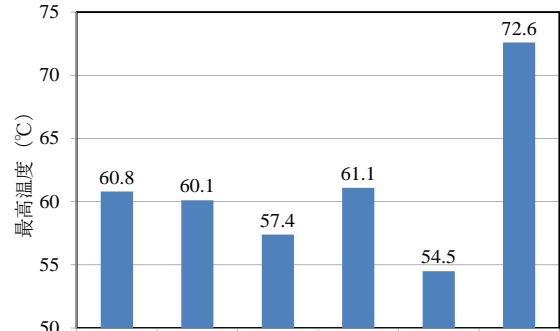


図-5 8月18日の最高温度

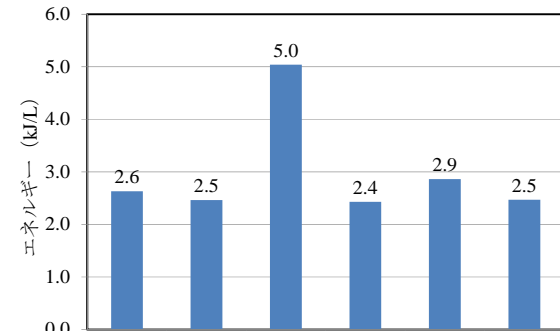


図-6 各舗装材料の蓄積エネルギー

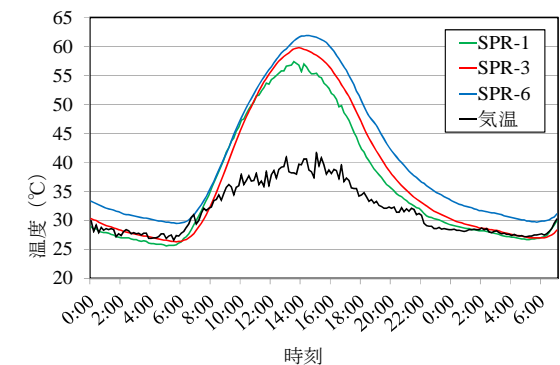


図-7 SPRの各測定点での温度の経時変

熱性塗料を使用したSPRの深さの異なる測定点での温度変化を図-7に、温度に関する測定結果と、ここから得られる温度変化量、昇温速度および降温速度を表-7に示す。測定点が深くなるに伴い、昇温前温度、最高温度および降温後温度は高く、最高温度記録時間は遅くなっている。これは、舗装材料が表面から日射によるエネルギー入力を受けるため、昇温時には温度変化が表面から開始すること、降温時には、舗装材料の表面は空気との熱交換が可能であるが、裏面(測定点60mm)では、試験体の下に設置したスチレンフォーム材の断熱効果が作用

表-8 8月18日のSDRとFDRの各測定点における温度とエネルギーの変化量

| 記号 | 測定温度 | | | 温度変化量 | | 比熱 単位体積 比熱 (kJ/L・K) | エネルギー変化量 | | |
|-------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | 昇温前温度 (°C) | 最高温度 (°C) | 降温後温度 (°C) | 温度上昇量 (°C) | 温度降下量 (°C) | | 昇温時に蓄積した エネルギー (kJ/L) | 降温時に放出した エネルギー (kJ/L) | 一日で蓄積した エネルギー (kJ/L) |
| SDR-1 | 31.1 | 61.1 | 33.2 | 30.0 | 27.9 | 2.40 | 72.0 | 66.9 | 5.04 |
| SDR-3 | 28.5 | 58.3 | 29.6 | 29.8 | 28.7 | | 71.5 | 68.9 | 2.64 |
| SDR-6 | 27.5 | 56.4 | 28.4 | 28.9 | 28.0 | | 69.3 | 67.2 | 2.16 |
| FDR-1 | 26.6 | 54.5 | 27.8 | 27.9 | 26.7 | 2.39 | 66.6 | 63.7 | 2.86 |
| FDR-3 | 27.3 | 54.8 | 28.4 | 27.5 | 26.4 | | 65.6 | 63.0 | 2.62 |
| FDR-6 | 27.6 | 54.5 | 28.6 | 26.9 | 25.9 | | 64.2 | 61.8 | 2.39 |

表-9 8月11日のSDRとSPRの降温温度と放出エネルギー

| 略称 | 降雨前温度 (°C) | 降雨後温度 (°C) | 温度変化量 (°C) | 降温時間 (hr.) | 降温速度 (°C/hr.) | 単位体積比熱 (kJ/L・K) | 放出エネルギー (kJ/L) |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|-------------------|
| SDR-1 | 54.8 | 39.7 | 15.1 | 0.667 | 22.7 | 2.40 | 36.2 |
| SDR-3 | 56.3 | 52.0 | 4.3 | 0.667 | 6.5 | | 10.3 |
| SDR-6 | 55.2 | 52.4 | 2.8 | 0.667 | 4.2 | | 6.7 |
| SPR-1 | 55.4 | 36.4 | 19.0 | 0.667 | 28.5 | 2.21 | 42.0 |
| SPR-3 | 59.6 | 52.3 | 7.3 | 0.667 | 11.0 | | 16.1 |
| SPR-6 | 56.2 | 53.8 | 2.4 | 0.667 | 3.6 | | 5.3 |

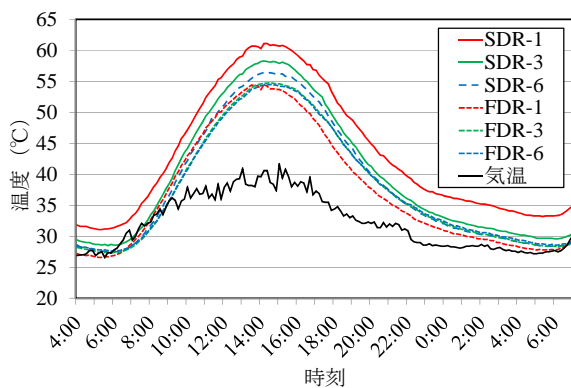


図-8 SDRとFDRの各測定点での温度の経時変化

し、媒体との熱交換が直接行えない状況となるためと考えられ、土壌との熱交換が行える状況とは異なる挙動となっていると考えられる。仮に、舗装材料裏面と土壌とのエネルギーの移動を効率よく行うことができれば、降温時に空気中と地中の両者への放熱が可能となり、舗装材料の短時間での温度低下が期待できると考えられる。

(5)表面形状による温度変化への影響

スリットの有無による温度挙動への影響を検討する。密な組織構造で、遮熱性塗料を使用したSDRとFDRの各測定点での温度変化を図-8に、温度に関する測定結果、ここから得られる温度変化量と蓄積または放出エネルギー量を表-8に、最高温度の比較を図-9に示す。SDRとFDRでは、昇温前温度、最高温度ともに、SDRの方が高くなっている。特に、深さ10mmでの温度差が他点よりも大きく、測定点が高いほどその差は小さくなっている。すなわち、舗装材料の表面付近では、スリットの影響が大きいことがわかる。このことは、温度下降時も同様で

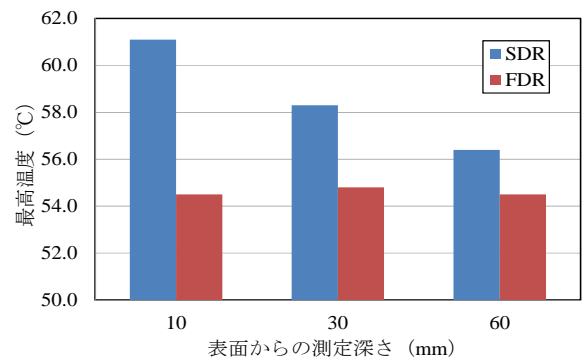


図-9 SDRとFDRの最高温度

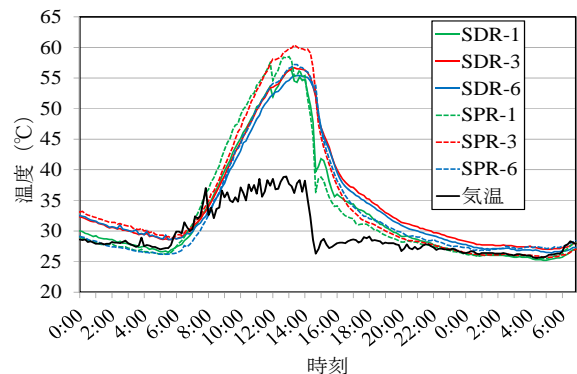


図-10 8月11日のSDRとSPRの温度の経時変化

あり、日射によるエネルギーの入力時および媒体空気との熱交換による温度下降時ともに、舗装材料の体積と表面積による影響を受けているものと考えられる。舗装材料の表面積に関する詳細な検討が必要と思われる。

3.2 降雨時の温度変化

(1)降雨時の舗装材料の温度変化

2011年8月11日における、スリット入りの表面形状で遮熱性塗料を使用し、疎な組織構造を持つSPRと密な

構造を持つ SDR の深さ 10mm での一日の温度変化を図-10 に示す。14 時から 15 時にかけて急速に、気温および両舗装材料の温度が下がっている。気象庁の八王子市の 10 分間隔気象観測データによると、14 時 10 分から 14 時 40 分にかけて降雨が確認されており、この時間に曝露地点でも降雨があった。気温、舗装材料ともに、一度温度が下がった後、再び温度が上昇しており、降雨で舗装材料の温度が下がった後に、日射によって再び舗装材料が温められていることがわかる。

(2)透水性の有無による温度変化への影響

降雨のあった 8 月 11 日の SDR と SPR の降雨前後の温度変化量、温度変化の速度などを整理すると表-9 のとおりとなる。疎な構造を持つ SPR と密な SDR の深さ 10mm における温度を比較すると、降雨前の温度差が 0.6℃と僅かであるのに対して、降雨後には 3.3℃の温度差となっており、透水性を有する疎な構造の SPR の温度の方が低くなっていることがわかる。また、表面から 10 および 30mm の深さでは、疎な構造の SPR は、密な構造の SDR と比較して、降雨時の降温速度が顕著に速いことがわかる。さらに、降温時の放出エネルギーの観点からも、裏面でのエネルギーの放出は、SPR と比べて、SDR の方が大きいものの、深さ 10 および 30mm での放出エネルギーは、SPR の方が顕著に大きくなっている。

これらのことから、降雨時には、透水性を有する舗装材料の方が、表層部で効果的に温度が下がることがわかる。そして、この作用が加わることで、降雨終了後の夜間の舗装から空気への放熱を抑えることが可能となるものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、6 種類のセメントコンクリートブロックと、密粒度アスファルト舗装を曝露し、各舗装材料の温度変化の挙動を比較した。本研究で得られた結果を、以下にまとめる。

- (1) 日最高気温記録日では、密粒度アスファルト舗装は、他のセメントコンクリートブロックよりも最高温度が高くなり、セメントコンクリートである歩道ブロックの温度低減効果が確認された。これは、アスファルトコンクリートとセメントコンクリートの明度の違いに起因すると考えられる。
- (2) 日最高気温記録日では、遮熱性塗料を塗布した歩道ブロックは、通常塗料を用いた歩道ブロックよりも最高温度が低く、温度低減効果が確認された。
- (3) 組織構造の疎密で比較すると、日最高気温記録日では、組織構造が密な歩道ブロックよりも、疎な歩道ブロックの方が、最高温度、最低温度が高く、昇温

速度、降温速度は速くなった。これは、組織が疎な歩道ブロックの方が見かけの比熱が小さいためであると考えられる。また、舗装材料内に蓄積されたエネルギー量は、疎な歩道ブロックの方が小さくなった。そして、密な構造の歩道ブロックに比べ、疎な構造の歩道ブロックの方が、降雨による表層部での放熱効率が高く、降雨後の夜間には、舗装材料から空気への放熱が小さくなる可能性がある。

- (4) 日最高気温記録日の同一舗装材料内の温度分布では、測定点が深くなるほど最高温度、最低温度が高くなり、最高温度記録時間が遅くなった。その要因の一つに、試験体の下に設置したスチレンフォーム材の断熱効果による影響が考えられ、実施工された舗装材料とは挙動が異なる可能性がある。
- (5) 表面形状で比較すると、スリットを有する歩道ブロックの方が、スリットを持たないものよりも表層付近の最高温度が高くなった。このことには、スリットによる材料体積の減少と、表面積の増加の影響が含まれると考えられるため、表面積に関する詳細の検討が必要である。

謝辞

本研究にご協力を頂いた東京都土木技術支援・人材育成センター峰岸順一氏、並びに、試験体の提供および設置のご指導を頂い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，鶴田隆生：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，峰岸順一，武田敏憲：遮熱性舗装の路面温度低減効果と供用性能一民間との共同実験による検討一，平成 16 年度土木技術支援・人材育成センター年報，pp.87，2004。
- 3) 代田哲朗，上野敦，宇治公隆，大野健太郎：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，第 66 回土木学会年次講演，V-373，pp.745-746，2011.8
- 4) 土木学会コンクリート委員会：2007 年制定コンクリート標準示方書 [設計編]，土木学会，p.47，2008.3
- 5) 小作好明，廣島 実：保水性舗装の比熱・熱伝導率・放湿性の測定，平成 17 年度土木技術支援・人材育成センター年報，pp.20，2005。