

温度特性を考慮した歩道舗装ブロックの曝露試験時の挙動

首都大学東京大学院 学生会員 ○張 暉

首都大学東京大学院 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

近年、都市部において地表面被覆の人工化により、セメントコンクリートなどの蓄熱体が増加し、夏季の日中の気温上昇や夜間の気温低下の鈍化の一因となっている。現在、都市部の夏季の気温環境は、人間の生活や健康に悪影響を及ぼしている。このため、気温上昇対策の一つとして、舗装材料の熱特性の改善が望まれている。当研究室では、熱特性を改善した新規の歩道舗装ブロックを提案することを目的とした検討を行ってきた。この結果、日射入力面の形状と平面率により、再帰反射率の制御が可能となった¹⁾。また、日射入力面と逆側となるブロック裏面から接触土壌への放熱効率に着目し、室内照射試験でブロックから敷砂層への放熱特性の検討を行った。この結果、昇温時の温度変化と蓄積エネルギーについては、裏面の表面積が大きくなるほど昇温温度および蓄積エネルギーが低くなること、裏面の表面積が大きくなるほど降温温度および放出エネルギーも低くなることが明らかとなった¹⁾。そして、敷砂の粒径に応じ、接触効率の高い裏面形状とした上で裏面表面積を増加させることが放熱速度の向上の面で有効であることが示された。

本研究では温度特性面で有効な結果を示した表面および裏面形状を有する歩道舗装ブロックを対象に曝露試験を行い、実験室内での試験結果との比較を行った。また、雨水による顕熱輸送の効果についても検討を行った。

2. 曝露実験

2.1 実験概要

(1) 使用材料およびモルタルの配合

セメントには、密度 3.16g/cm^3 の普通ポルトランドセメントを用いた。骨材には、粗骨材を用いず、細骨材として、密度 2.62g/cm^3 の珪砂 5 号および密度 2.61g/cm^3 の珪砂 3 号を用いた。ブロックのモルタルの配合は、表-1 に示すとおりである。試験体の材質をセメントコンクリートブロックの一般的な構造である密なもの(以下、Dense)と、透水性を有する構造である疎なもの(以下、Porous)の2水準とした。

表-1 モルタルの配合

材質	単位量 (kg/m^3)			
	普通セメント	水	珪砂5号	珪砂3号
Dense	500	150	1827	-
Porous	450	120	-	1917

(2) ブロックの寸法および形状

試験体は、プレキャストコンクリート製品で、歩道舗装に多く使用されている寸法 $98 \times 198 \times 50\text{mm}$ のものとした。

試験体の表面形状は、図-1 に示すとおり、平坦なもの、既往の研究¹⁾で提案した球状凹部を配置し、平面率を 8.89%に減少させたものとした。ブロックの平面率は、投影面積に対する平坦部の面積の割合として定義したものである。

ブロックの裏面形状は、表-2 に示すとおり、エネルギー移動に関する室内試験の結果¹⁾に基づき、降温速度が高い値を示した裏面表面積が最大のもの(星型)、比較のため、裏面形状が平坦なもの、裏面表面積が両者の中間程度のもの(ダイヤ型)の3水準とした。

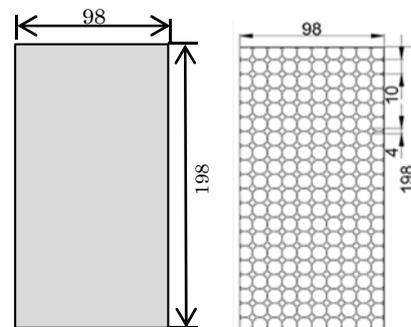


図-1 表面形状(単位: mm)

(3) ブロックの作製方法

キーワード 歩道舗装ブロック、表面形状、裏面形状、平面率、顕熱輸送

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL042-677-1111

試験体の作製は、高振動加圧即時脱型方式で行った。はじめに、目的の形状を施した樹脂製の凸版を3Dプリンタで作製した。次に、ブロック成型機に裏面形成版を設置した。その後、モルタルを投入し、表面形成版を上からプレスし、表面形状および裏面形状を形成した。平板についても上下プレス版でブロックが同じ厚さになるように締め固めた。振動と圧力をかけ成型後、表面形成版を脱型し、裏面形成版は除去せず、養生した。また、すべての試験体表面に、近赤外線を選択反射性を有する遮熱性塗料を塗布した。

(4) 曝露試験

試験場所は、埼玉県熊谷市とし、2016年9月2日～9月13の14日間とした。温度測定は、**図-2**に示すように、ブロック表面中心から25mm離れた二か所、深さ25mmの位置に熱電対を設置して実施した。各ブロックの熱容量は、コンクリート標準示方書設計編において、単位重量比熱の特性値として与えられる1.05kJ/kg・℃とブロックの質量から算出した。

2.2 試験結果および考察

ブロックの形状と昇温温度の関係を**図-3**に、ブロックの形状と蓄積エネルギーの関係を**図-4**に示す。昇温時の温度変化と蓄積エネルギーについては、室内試験のように、裏面の表面積が大きくなるほど昇温温度が低くなり、蓄積エネルギーが小さくなる傾向とはならなかった。これは、太陽光の入射によって、ブロックの温度が上昇すると同時に、敷砂の温度も上昇するため、ブロックから敷砂層への放熱が鈍化したためと考えられる。また、敷砂が降雨の作用により湿潤状態であることも放熱の鈍化に影響していると考えられる。同様に、降温温度と放出エネルギーについても、室内実験のような裏面表面積による明確な差は生じなかった。

雨水による顕熱輸送の効果に関しては、**図-5**に示すように、表面形状および裏面形状が同じブロックについて、Denseより、Porousの方が高い降温温度を示す傾向があるとわかる。

3. まとめ

(1)ブロック下面の敷砂層の温度がブロックとともに変化する場合、ブロック裏面からの土壌への放熱は鈍化する。このため、ブロック裏面から土壌への放熱に対して、裏面表面積の影響は顕著とならない。

(2)降雨時には、材質が密なものより、疎なものの方が高い降温温度を示す傾向となる。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費基盤研究 (C) 26420440 により行った。実験のご協力を頂いた太平洋プレコン工業株式会社の皆様に深く感謝の意を表します。

参考文献

1) 佐藤凜奈、上野敦、宇治公隆、大野健太郎：歩道ブロック表面の再帰反射特性および裏面からの放熱に関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.38、No.1、pp.1761-1766、2016.7

表-2 試験体の裏面形状

	平板	星型	ダイヤ型
概略図			
1単位の凹部			
凹部断面図		66° 1:1.64	30° 49° 1:1.53
表面積	19404 mm ²	47310.4 mm ²	29642.6 mm ²

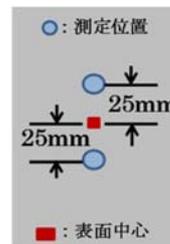


図-2 熱電対の位置

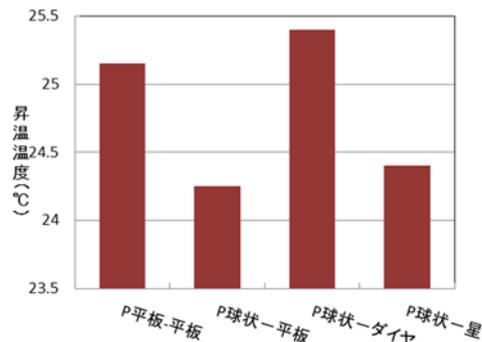


図-3 ブロックの形状と昇温温度

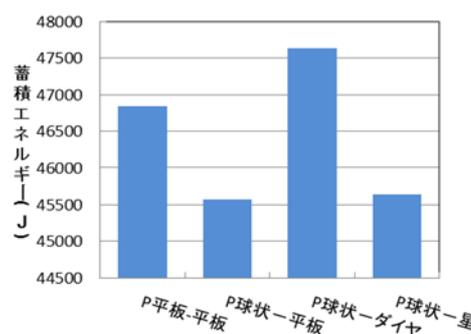


図-4 ブロックの形状と蓄積エネルギー

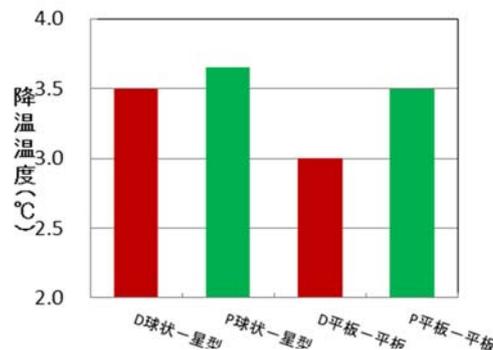


図-5 ブロックの材質と降温温度