

歩道ブロックの表面形状による再帰反射率への影響

首都大学東京大学院 学生会員 ○佐藤凜奈

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、都市部でアスファルトコンクリートやセメントコンクリート等の蓄熱体が増えたことにより、熱帯夜や熱中症等が頻発し、人体に悪影響を及ぼしている。このため、舗装表面に遮熱性塗料を塗布し、近赤外線領域の波長の光を反射させる遮熱性舗装の検討¹⁾が行われてきた。しかし、舗装表面で入射光を反射しても、反射光により構造物の壁面等を暖めると、反射の効果が少なくなる。熱源となる近赤外線を入射してきた方向へ反射する再帰反射の割合を増やすことで周辺の熱環境を改善できると考えられる。本研究は、表面形状の自由度が高い歩道舗装を対象とし、舗装ブロックの表面の形状が再帰反射率へ与える影響を基礎的に整理し、舗装材料表面の再帰反射率設計を可能とすることを目的としたものである。

2. 実験概要

2.1 試験体

試験体は、表-1 に示すような寸法のブロックとした。平面率は、式(1)のとおり、ブロックの投影面積に対する平坦部の面積で定義した。投影面積はブロック表面の凹凸を含まない面積であり、平坦部の面積は投影面積から凹部の面積を減じて計算している。

表-1 ブロックの表面形状寸法

	口径(mm)	間隔(mm)		個数(列×行)	辺の長さ(mm)	平面率(%)	深さ(mm)
		球と球	球と辺				
(a)	4	2	1	16×16	96	65.1	0.83
(a')				12×12	96	55.8	
(b)	6	1	0.5	14×14	98	42.3	1.24
(c)		0	0	17×17	102	21.5	
(d)	10, 5	1	0.5	9×9	99	18.9	2.07, 1.04
(e)	10, 4	0	0	10×10	100	8.89	2.07, 0.83

$$\text{平面率}(\%) = \frac{\text{投影面積} - \text{凹部の面積}}{\text{投影面積}} \times 100$$

(1)

図-1 に示すように、(a)～(c)の1種類の大きさの口径の球状凹部を配置したものと、より平面率が低くなるように(d)～(e)の2種類の大きさの口径の球状凹部を配置したものを作製した。全ての球状凹部は、図-3 のようにブロック平坦面に対して45° となるように設計した。本研究では、このような表面形状の精密さを向上させる目的で、セメントコンクリートではなく、樹脂を用いて試験体を作製した。試験体表面には、近赤外線の選択反射性を有する塗料を塗布した。

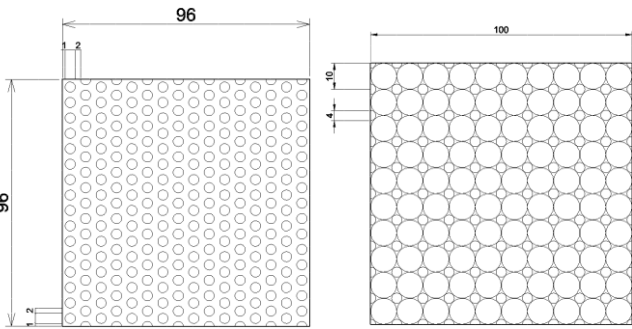


図-1 ブロックの表面形状図(aとeの例)

2.2 反射率の測定方法

ブロック表面の反射率の測定は、入射角および受光角を10° ごとに变化させることができる分光光度計²⁾を用いた。測定対象とした波長は、主な熱源となる900nmの近赤外線とした。図-4 に示すように、装置下部で光を150° (水平面からは30°)の角度で入射させ、受光角を10°～170°の範囲で10° ごとに变化させた。

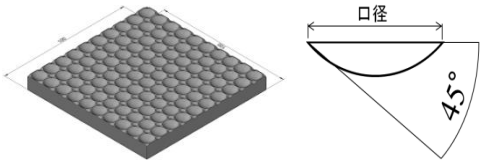


図-2 ブロック概略図(e) 図-3 凹部深さ

キーワード 再帰反射率、歩道ブロック、遮熱性舗装、平面率

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

2.3 反射率と再帰反射率

反射率は硫酸バリウム白色板の入射角 100° 、受光角 80° における反射光量を基準とした時の反射光量の相対値で表し、再帰反射率は式(2)のとおり全反射角の $10^\circ \sim 170^\circ$ の反射率に対する $90^\circ \sim 170^\circ$ の反射率の割合で表した。

$$\text{再帰反射率}(\%) = \frac{90^\circ \sim 170^\circ \text{の反射率の和}}{\text{全反射角 } 10^\circ \sim 170^\circ \text{の反射率の和}} \times 100 \quad (2)$$

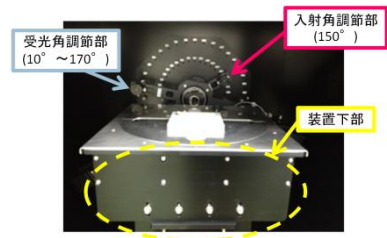


図-4 分光光度計

3. 結果および考察

受光角ごとの反射率を平面率 8.89%、55.8%、100% の場合を例に整理すると図-5 のとおりとなる。

本研究では入射角が 150° であるため、正反射は 30° となる。図-5 のとおり、平面率が小さくなると、 30° 付近での反射率が低下し、 150° 付近の再帰反射の割合が高くなっていることがわかる。

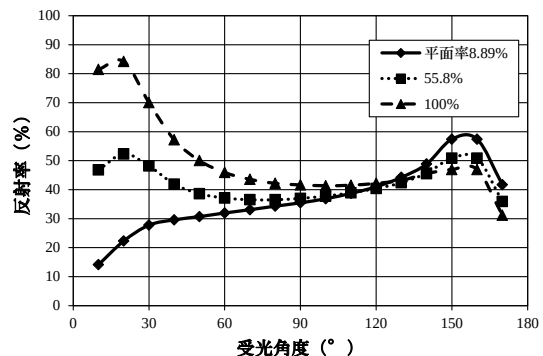


図-5 受光角度ごとの反射率

平面率と再帰反射率の関係を、全ての試験体について整理すると、図-6 のとおりとなる。平面率の増加に伴い、再帰反射率が直線的に減少することがわかる。すなわち、舗装表面のマクロな形状を示す平面率によって、再帰反射率を設計できる可能性があると思われる。

本研究では、試験体表面のマクロ形状による再帰反射率への影響を基礎的に検討した。前述の平面率と再帰反射率の直線的な関係を、セメントコンクリートで検証すること、また、既報³⁾にて報告した、透水性を有するテクスチュアによる再帰反射率への影響の定量的評価が今後の課題である。

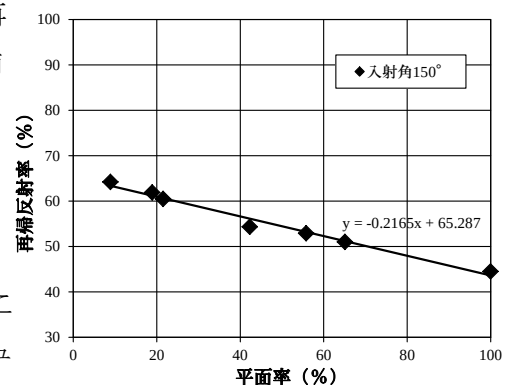


図-6 平面率と再帰反射率の関係

4. まとめ

- (1)試験体のマクロな表面形状によって、近赤外線の反射角が顕著に影響を受ける。
- (2)試験体の投影面積に対する平坦部の面積の割合を平面率と定義すると、平面率の増大に伴って、近赤外線の再帰反射率が直線的に低下する。
- (3)試験体表面の平面率によって再帰反射率が設計できる可能性がある。

謝辞

本研究の遂行にあたり、太平洋プレコン工業株式会社より研究費の支援を受けた。反射率測定では、日本ペイント株式会社の協力を得た。

参考文献

- 1) 代田哲朗、上野敦、大野健太郎、宇治公隆：遮熱性歩道ブロックの夏季温度低減に関する基礎検討、コンクリート工学年次論文集、Vol.34、No.1、pp1474-1479、2012
- 2) 五傳木一、坂本康文、津島宏、筒井宏明：遮熱性舗装の再帰反射特性に関する一検討、第66回土木年次講演、V372、pp743-744、2011
- 3) 市川直樹、上野敦、宇治公隆、大野健太郎：歩道舗装ブロックの日射再帰反射性に対する表面特性の影響、第67回セメント技術大会講演要旨、pp98-99、2013