

歩道舗装ブロック表面のミクロな凹凸と再帰反射性の関係

首都大学東京大学院 学生会員 ○市川 直樹, 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

近年過密都市部において, 夏季の気温が上昇し夜間も気温が下降しにくくなっている. 原因の一つに, 都市部の舗装材料が日射による熱エネルギーを蓄積していることが挙げられている. このため, 舗装表面で熱エネルギーをより多く反射させるための検討が行われてきたが, 反射した熱エネルギーが構造物の壁面等に再び蓄積することが考えられる. そこで, 日射による入力エネルギーの入射してきた方向への反射(再帰反射)の割合を増加させることができれば, 周辺の気温をより効果的に降下させることができる. 本研究は, 車道舗装に比べ, 強度, 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特性が再帰反射性に及ぼす影響を基礎的に検討したものである.

2. 実験概要

2.1 ブロックの種類と反射率の測定

表-1 のように表面形状, 材質を変数とした計 6 種類の表面特性のブロックを作製した. 材質の差は図-1 に示すように, 透水性を有するブロックには骨材間の空隙があり, 表面にミクロな凹凸が多く存在している. 一方, マクロな表面形状は図-2 に示すように, 表面に深さ数 mm のスリットや球状の窪みを設けて変化させている.

これらのブロックについて, 図-3 に示す分光光度計を用いて, 波長 900nm の近赤外線の方角への反射率を測定した.

入射角と受光角は, 図-3 の調整部を回転させることで, 10° ~ 170° の範囲で 10° ずつ調整できる. 入射角は 150° とし, 受光角を 10° ~ 170° の範囲で 10° 毎に測定した. なお装置の構造上, 光の当たる部分はブロック表面のうち直径約 3cm の範囲となる. また反射率は, BaSO₄ 白色板の入射角 100° , 反射角 80° における反射光量を基準(100%)とした時の割合で示されている.

2.2 再帰反射率とマクロな表面形状

再帰反射率は, 受光角 10° ~ 170° の反射率の和に対する, 受光角 90° ~ 170° の反射率の和の割合で表した. 一方, 舗装ブロックのマクロな表面形状における, 投影表面積に対する平坦部の面積の割合をマクロな平面率として定義した. 各表面形状でのマクロな平面率を表-2 に示す.

表-1 ブロックの種類

表面形状	材質	記号
平坦面 (flat)	透水性 p(porous)	fp
球の窪み (45°) s(sphere)		sp
3mm V スリット t(triangle)		tp
平坦面	普通 d(dense)	fd
球の窪み (45°)		sd
3mm V スリット		td



(a) 透水性表面 (b) 普通表面

図-1 材質とテクスチャ

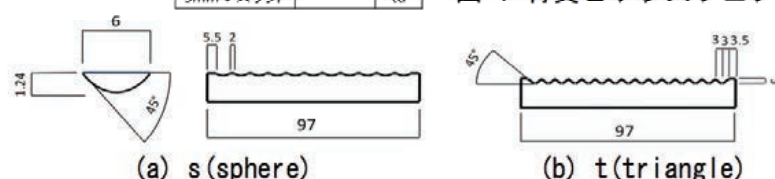
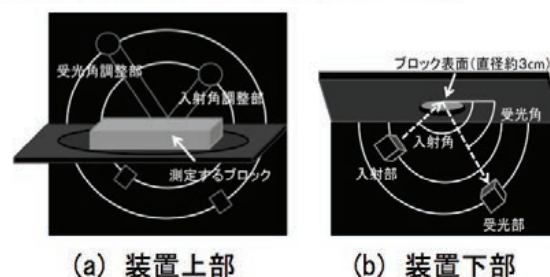


図-2 表面形状の断面図(単位の無い数値は全て mm)



(a) 装置上部

(b) 装置下部

図-3 装置概略図

表-2 表面形状ごとの平面率

表面形状	マクロな平面率 (%)
flat	100
sphere	64.4
triangle	0

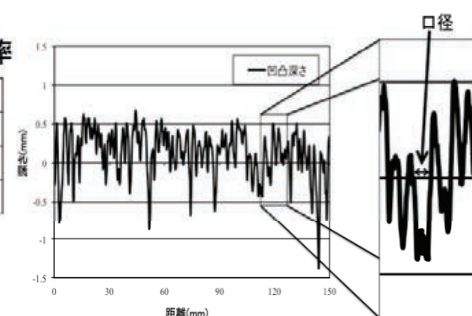


図-4 凹凸の概形と口径について

キーワード 再帰反射, 歩道ブロック, 表面形状, 透水性舗装, 近赤外線

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 042-677-1111

2.3 ミクロな凹凸の測定とミクロな凹凸を含む平面率

自走式レーザ変位計を用いて、fpのブロックの表面のミクロな凹凸を測定した。図-4に示すように、深さが0mmの線を基準として凹部の口径を算出した。その後口径についてのしきい値を決め、しきい値以上の口径の凹部は平坦部ではないとみなし、表-2のマクロな平面率をミクロな凹凸を含む平面率に変換した。

3. 結果及び考察

3.1 再帰反射率とマクロな平面率の関係

図-5に示すとおり、マクロな平面率が低いほど再帰反射率が高く、その傾向はミクロな凹凸の影響の小さいdenseのブロックの方が大きい¹⁾。また材質の違いで比較すると、マクロな平面率が同一であれば、ミクロな凹凸の多いporousのブロックの方が再帰反射率は高い。

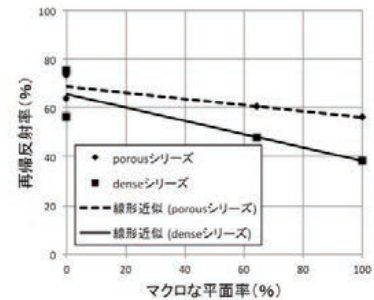


図-5 マクロな平面率と再帰反射率の関係

3.2 ミクロな凹部のしきい口径と平面率

ミクロな凹部のしきい口径と、これを含む平面率の関係は図-6のようになる。しきい口径は0.0045mm～2.5mmの12水準で計算を行ったが、このうち0.0045mm～0.05mmの範囲内では図-6右側に示すような関係となっている。

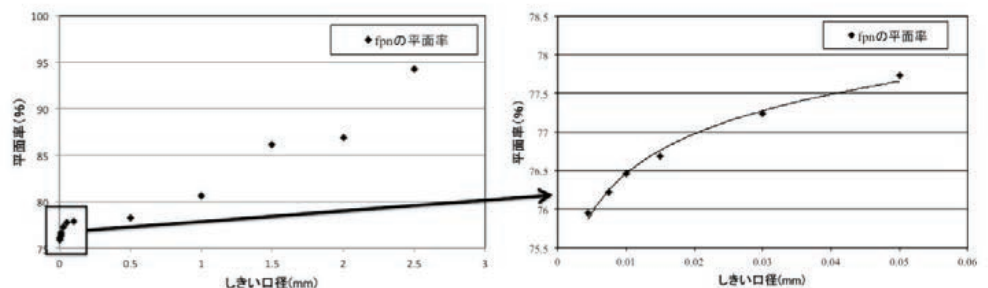


図-6 しきい口径と平面率の相関

図-5のdenseシリーズの関係とfpブロックで得たミクロな凹凸を含む平面率(図中●)の関係を図-7に示す。fpの平面率を、今回の測定において最小のしきい口径である0.0045mmとした時の75.9%としても、denseシリーズよりも再帰反射率が高い。すなわち、口径が0.0045mm以下の凹部も再帰反射率に影響するとわかる。また、fpの再帰反射率は56.1%で、この値をdenseシリーズの直線式で計算すると平面率は39.4%となる。この平面率を図-6右側のグラフの対数関数にあてはめると、しきい口径は $1.387 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ と算出される。すなわち、 $1.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ 程度の非常にミクロな凹部も再帰反射率に影響しているとわかる。

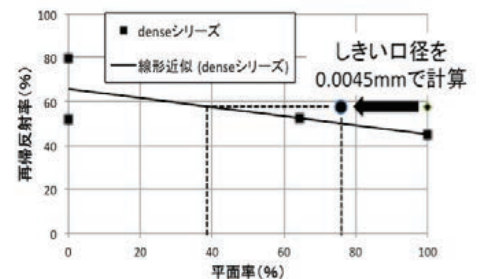


図-7 変換後の平面率

4. まとめ

- (1) 舗装表面にマクロな凹凸が多いほど、再帰反射率が向上する。
- (2) 舗装表面にミクロな凹凸が多いと再帰反射率は向上し、再帰反射率に影響を与えるミクロな凹凸の径は、近似上 $1.387 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ と非常に小さい。

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にご協力頂いた。また、反射率の測定は日本ペイント株式会社にご協力頂いた。

参考文献

- 1) 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, No.1219, 2013