

歩行者系舗装の勾配部のすべり抵抗に関する検討

(国研)土木研究所 舗装チーム 正会員 ○川上篤史, 正会員 久保和幸
(株)オリエンタルコンサルタンツ 小野田光之, 正会員 松下郁生

1. はじめに

歩行者系舗装の勾配部におけるすべり抵抗については、高齢者を対象に最低限必要なすべり抵抗値の検討事例¹⁾があるが、その他の検討事例や具体的な測定方法、測定データに関する情報が少ないのが現状である。

本研究は、歩行者系舗装の縦・横断勾配部でのすべり抵抗に関して、振り子式スキッドレジスタンスステータ（以下、BPST）を用いた室内実験により横断勾配部および縦断勾配部での特性を把握すると共に、縦断勾配部で BPN40 に相当する舗装材料のすべり抵抗値について検討した。

2. 検討方法

勾配部での舗装路面の BPST によるすべり抵抗の測定は、実験室内において供試体がある一定の角度に傾けて横断方向および縦断方向で測定した。検討に用いた供試体は、表-1 に示す密粒度舗装、排水性舗装である。

表-1 試験を行った供試体

種類	骨材配合割合(%)					As量 (%)	厚さ (cm)
	6号 砕石	7号 砕石	砕砂	細砂	石粉		
密粒度(13)	40	12	32	11	5	5.8	5
排水性(13)	85	0	10	0	5	4.8	5

(1) 横断勾配部におけるすべり抵抗測定値の特性把握

道路構造令では、歩道の横断勾配は2%を標準としており、道路構造令の解説と運用では1.5~2.5%程度が適当であるとしている。横断勾配部での測定では、供試体を0%, 1%, 2%, 3%の4通りに傾け、図-1のようにBPSTは舗装調査・試験法便覧どおりに水平に設置して測定を行った。

(2) 縦断勾配部におけるすべり抵抗測定値の特性把握

縦断勾配は、図-2に示すように供試体を0~3°, 6°, 8°, 10°, 12°の8通りに傾けた。BPSTの設置は、水平面で0点調整を行った後、勾配面に平行に（そのまま）設置した。測定は、振子を勾配の高い側から低い側に振り下ろす方法と、反対に低い側から高い側に振り下ろす方法の両方を行った。

(3) 縦断勾配部での BPN40 相当を有する舗装材料のすべり抵抗値の算出

平坦部を歩行する場合と勾配部を歩行する場合では荷重のかかり方が異なるため、勾配部でのすべり抵抗値を算出した。まず、平坦部におけるすべり摩擦係数は、摩擦の法則により次式により示される²⁾。

$$\mu = F/G \quad (1)$$

ここに、F：摩擦力、G：荷重、 μ ：平坦部におけるすべり摩擦係数
よって、傾斜角（ θ° ）の勾配部（図-3）におけるすべり摩擦係数（ μ' ）は、次式で示される。

$$\mu' = (F - G \sin \theta) / G \cos \theta = \mu / \cos \theta - \tan \theta$$

ここに、 μ' ：勾配部でのすべり摩擦係数（下る方向）

ここで、傾斜角が小さい場合では $\cos \theta \approx 1$ であることから次式に簡略化される。

$$\mu' \approx F/G - \tan \theta = \mu - \tan \theta \quad (2)$$

次に、すべり摩擦係数と BPN の関係は、英国 RRL の変換式³⁾を用いた。

$$\mu = 3R / (330 - R) \quad (3)$$

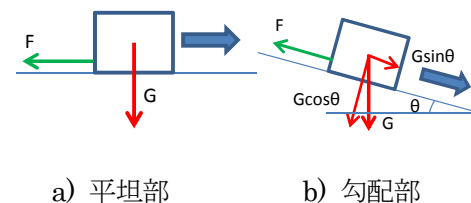


図-3 すべり抵抗の概念図

ここに、R：BPN 測定値

キーワード 歩行者系舗装, 勾配部, すべり抵抗, BPN, 舗装材料

連絡先 〒305-8516 国立研究開発法人土木研究所 道路技術研究グループ舗装チーム TEL 029-879-6789

式(3)により BPN40 のすべり摩擦係数は 0.41 に相当する．これを式(2)の μ' が 0.41 となるように μ を算出することで，各勾配で BPN40 相当を有するための舗装材料のすべり摩擦係数と BPN を算出した．

3. 検討結果

(1) 横断勾配部におけるすべり抵抗測定値の特性

横断勾配でのすべり測定結果を図-4 に示す．BPN は角度によらず，ほぼ一定の値となっていることが確認できた．これは，ゴムスライダの取り付け部が横断勾配に追従できているため，横断方向で計測できることが確認できた．

(2) 縦断勾配部におけるすべり抵抗測定値の特性把握

縦断勾配部で測定した BPN を図-5 に示す．ほぼ一定の傾きを示していることが分かる．BPST はエネルギー保存の法則を用いた装置であり⁴⁾，BPN は所定の高さから振り下ろされたスライダが路面をすべる時に，路面との摩擦によるエネルギー損失量により決まる⁵⁾．したがって，摩擦によるエネルギー損失量が同一の場合，高さに比例する位置エネルギーの変化により BPN の値も一定の傾きで変化し，舗装材に限らず傾きは直線になると考えられる．また，平均した値を図-5 に，勾配 0° の BPN (基準値) との差の増減率を図-6 に示す．密粒舗装および排水性舗装は，ほぼ 5% 程度の範囲で横ばいとなった．

これより，縦断勾配部で BPST を水平に設置できない場合は，高い側から低い側，低い側から高い側の両方で BPN を計測し，平均値をとることによってその舗装材料の平坦部と同程度の BPN を得ることが出来る可能性がある．

(3) 縦断勾配部での BPN40 相当を有する舗装材料のすべり抵抗値の算出

式(2)により各勾配で BPN40 相当を有する舗装材料のすべり摩擦係数，および式(3)により得られた BPN を図-7 に示す．縦断勾配が大きくなるにつれて，BPN40 相当を有するための舗装材料のすべり摩擦係数と BPN は大きくなる．これらは，縦断勾配に使用する舗装材料の開発の目安の一つとなると考えられる．なお，実際の舗装路面は供試体レベルの試験とは違うため，勾配部でのすべり抵抗値と歩行者の感覚との定量的な関連性も調べる必要があると考えられる．

4. まとめ

本研究により，横断・縦断勾配部での BPN 測定値の特性を把握するとともに，縦断勾配部において BPN40 相当を確保するための舗装材料のすべり摩擦係数および BPN を算出することができた．今後の課題として，実際の舗装路面でのすべり抵抗値と歩行者の感覚との定量的な関連性を調べる必要があることが挙げられる．

参考文献 1) 鍋島ら：一般歩行と高齢者歩行に対する適正なすべり抵抗値について平坦部と勾配部における検証，土木学会舗装工学論文集，第6巻，2001年12月 2) 長倉ら：岩波理化学辞典，第4版，岩波書店，1992年7月 3) Road research laboratory：Research on road safety, London, HMSO, 1963. 4) 市原・小野田：路面のすべりとその対策，技術書院，1997.3, P134 5) 斉藤：路面のすべり抵抗の測定方法と測定値の標準化，アスファルト214，アスファルト協会，2003.10, P13

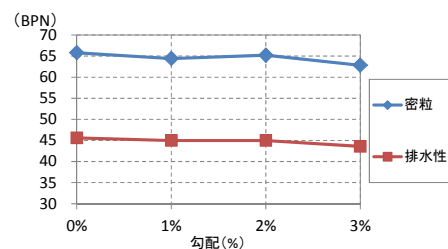


図-4 横断勾配での BPN 測定結果

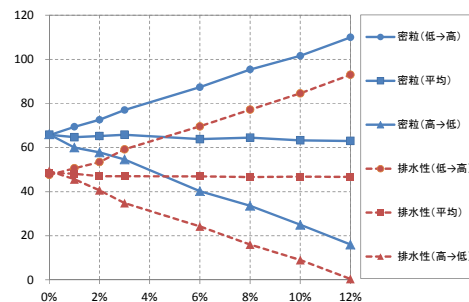


図-5 縦断勾配での BPN 測定結果

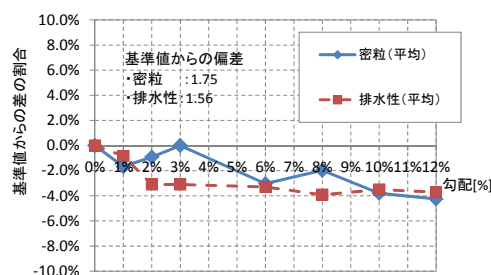


図-6 縦断勾配による基準値との差の増減率

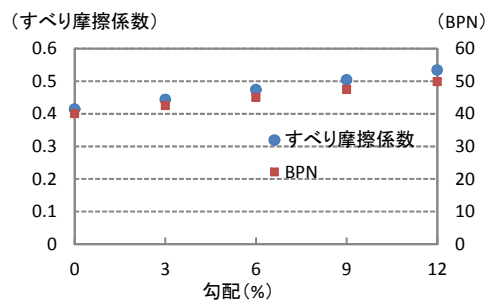


図-7 縦断勾配で BPN40 相当を有する舗装材料のすべり摩擦係数と BPN