

歩行者系舗装体の歩き心地に関する研究

福岡大学大学院 学生員 ○三宅 秀和 福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一
福岡大学スポーツ科学部 川上 貢 上和（株） 佐藤 雅治

1.はじめに 土系舗装を代表とする歩行者系舗装は、経済的にも安価で舗装体の色を自由に選択できることから、自然と調和し、人にやさしく、歩きやすい舗装とされている。このような、舗装体の「歩き心地」を評価する場合、舗装体の有する弾力性が重要な因子であるとされている¹⁾。しかし、この「歩き心地」がよい舗装体というのは、どの程度の衝撃吸収性、弾性反発性及び滑りを有すればよいかということとはあまり明らかにされていない。そこで、本研究では、舗装体の違う6ヵ所において、物理試験を実施するとともに、歩行アンケートを実施し、両者の結果を用いて歩行者系舗装体の「歩き心地」について検討した。

2.歩き心地の検討

2-1 物理試験 本研究では、歩行者系舗装体として、舗装体の剛性が異なる コンクリート舗装(以下 CON 舗装と示す) タイル舗装(以下 TIL 舗装と示す) 下層に空隙を持つゴムチップ弾力層を備えた弾性ポリウレタン舗装(以下 ELA 舗装と示す) 土の上に12mmのポリウレタンチップ全天候型舗装を敷いたもの(以下 POL 舗装と示す) 陸上競技場トラックのゴムシート状ノンチップ全天候型舗装(以下 RUB 舗装と示す) クレイ舗装(以下 CLA 舗装と示す)の6ヵ所を選定した。物理試験は、これらの舗装体上で、GB 反発試験による衝撃吸収性調査、SB 反発試験による弾性反発性調査、乾燥路面すべり抵抗試験を実施した。なお、乾燥路面すべり抵抗試験は、英国式ポータブルスキッドレジスタンステスター(BPN テスター)を用いた。

2-2 アンケート調査 乾燥路面状態の天候の日に上記の6ヵ所において、20代の本学学生35名に、2.0m/s程度の歩行速度で各舗装体を歩いてもらい、アンケートを実施した。調査項目は、(1)路面の柔らかさ(2)跳ね返り(3)足への衝撃(4)滑り(5)心地よさの5項目とし、回答法は5件法を用いた。なお、今回は、靴による感じ方の違いを統制するため、被験者全員に同種のシューズを履いて調査した。

3.実験結果及び考察

3-1 物理試験結果 表-1に舗装体別の計測結果、図-1に各測定結果との関係をまとめた。その結果、CLA舗装、ELA舗装、POL舗装、RUB舗装は、GB係数が大きくなるに従いSB係数も大きくなる傾向が見られた。すなわち、これら4つの舗装は、衝撃吸収性が減少することにより弾性反発性が増加することを示している。一方、CON舗装とTIL舗装のGB係数はほとんど変わらなかったが、SB係数はCON舗装が大きくなった。これは、CON舗装の方がTIL舗装より弾性反発性があることを示している。CLA舗装は、GB係数、SB係数ともに最も小さくなることから、衝撃吸収性はあるが弾性反発性がないことがわかる。乾燥路面すべり抵抗は、CLA舗装では表面に砂の粒があるため若干小さくなり、滑りやすくなったが、その他の舗装体はほとんど変わらなかった。表-2に物理試験結果の各相関関係を示す。SB係数は、すべり抵抗との相関係数が他に比べ $r=0.81$ と高い相関が見られ、滑りにくい舗装体ほど弾性反発性があることを示している。また、GB係数は、すべり抵抗との相関係数が $r=0.51$ となり、滑りにくいほど衝撃吸収性がないことを示している。

3-2 アンケート分析 アンケート項目が物理試験の結果をうまく評価しているかを調べるため、各項目カテゴリーを数量化した。表-3に物理試験結果と数量化させたアンケート結果の相関係数を示す。SB係数は、跳ね返りとの相関係数が $r=0.72$ となり、足への跳ね返りを評価していることがわかる。しかし、滑りとの相関係数($r=0.99$)の方が、跳ね返りとの相関係数よりも高くなっ

キーワード：歩き心地、舗装材料、GB係数、SB係数、すべり抵抗、重回帰分析

表-1 舗装材別3系数値

測定場所	SB係数 (%)	GB係数 (%)	すべり抵抗 (BPN)
CON舗装	37.20	78.26	75.67
TIL舗装	14.26	81.38	74.33
ELA舗装	20.18	21.80	76.33
POL舗装	32.98	28.72	73.00
RUB舗装	44.56	46.92	80.33
CLA舗装	2.48	6.02	64.00

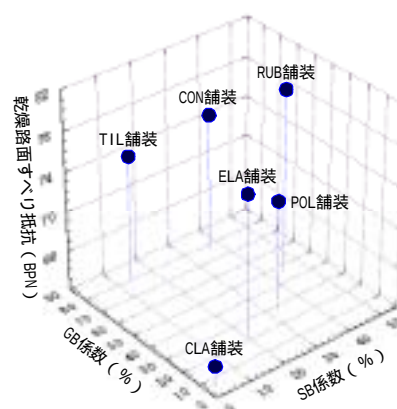


図-1 舗装材別3系数グラフ

表-2 3系数の相関関係

係数	SB係数	GB係数	すべり抵抗
SB係数	1.00	0.38	0.81
GB係数	0.38	1.00	0.51
すべり抵抗	0.81	0.51	1.00

ている。このことは、ヒトの感覚は滑りにくいほど跳ね返りがあると判断する傾向があると考えられる。GB 係数は、衝撃との相関係数が $r=0.53$ と最も高くなり、足への衝撃を評価していることがわかる。また、柔らかさとの相関係数も $r=0.50$ となり、他の 2 係数より高いことから GB 係数は、柔らかさも評価していることがわかる。すなわち、ヒトの感覚は GB 係数が高いほど衝撃があり、舗装体が硬いと判断する傾向があると考えられる。すべり抵抗は、滑りとの相関係数が $r=0.76$ と最も高くなり滑りを評価していることがわかる。また、跳ね返りとの相関係数も $r=0.59$ と高くなったことから、ヒトの感覚はすべり抵抗が高いほど滑りにくく跳ね返りがあると判断する傾向があると考えられる。以上のことから、アンケート項目と物理試験結果は、ヒトの地面に対する感覚をうまく評価していると考えられる。

次に、目的変数を心地よさ(y)、説明変数を跳ね返り(x_1)、衝撃(x_2)、滑り(x_3)とし、重回帰分析を行った。

重回帰式は以下になった。

$$y = 3.2196 + 0.1929x_1 - 0.3939x_2 + 0.1715x_3$$

また、この回帰モデルは、重相関： $R=0.4983$ 、 $p < 0.01$ で、F 値は危険率 1% 水準で棄却されたので、意味があるといえる。次に、標準回帰式は以下になった。

$$y = 0.2018x_1 - 0.4048x_2 + 0.1916x_3$$

標準回帰係数（図-2）は、衝撃（ $\beta = -0.4048$ 、 $p < 0.01$ ）が最も高い負の値を示し、2 番目に跳ね返り（ $\beta = 0.2018$ 、 $p < 0.01$ ）が、3 番目に滑り（ $\beta = 0.1916$ 、 $p < 0.01$ ）が高い正の値を示した。

重回帰分析の結果から、心地よさに最も影響しているのは、衝撃（ $\beta = -0.4048$ ）であった。次に心地よさに影響しているのは、跳ね返り（ $\beta = 0.2018$ ）、滑り（ $\beta = 0.1916$ ）であった。このことは、歩行時の衝撃を少なくし、跳ね返りがあり、滑りにくくなるような舗装体にする事で、心地よさに貢献することを示している。

また、跳ね返り（アンケート項目 2）と滑り（アンケート項目 4）は、 $r=0.66$ と相関が見られる。このことは、ヒトは滑りにくいほど跳ね返りを強く感じることを示している。これは、物理試験結果と一致している。

さて、「歩き心地」という評価が一番高いのは、これら舗装体のどれかを知るために、目的変数を心地よさとし、説明変

数を衝撃、跳ね返りとした場合、衝撃、滑りとした場合の回帰式を算出したものを図-3 に示す。これらのラインは、評価値 3.0、3.5、4.0 の回帰直線である。これから、両図とも左上にプロットされるほど、舗装体の評価値が高く、「歩き心地がよい」ことを示している。(a)の衝撃と跳ね返りの関係より、評価値が 3.5 に最も近いのは POL 舗装であった。(b)の衝撃と滑りの関係より、評価値が 3.5 以上であったものは POL 舗装だけであった。このことから、今回の 6 つの舗装体では、POL 舗装が最も歩き心地がよいことが明らかになった。

4.まとめ ヒトが歩行時に感じる舗装体への感覚は、物理試験結果を評価していることが示された。ヒトの感覚は滑りにくいほど跳ね返りがあると判断する傾向があると考えられる。「歩き心地のよさ」に最も影響しているのは衝撃であり、次に跳ね返り、滑りの順であった。今回選定した 6 つの舗装体では、土の上にポリウレタンチップ全天候型舗装を敷いたものが最も「歩き心地がよい」結果となった。

【参考文献】 1) 斎藤弘志、大道賢、坂本浩行：「歩行者系舗装の歩きやすさと弾力性に関する一考察」、第 23 回日本道路会議論文集、pp.70~71、1998

表-3 物理試験結果とアンケートの相関関係

係数	柔らかさ	跳ね返り	衝撃	滑り
SB係数	-0.24	0.72	-0.20	0.99
GB係数	0.50	0.45	0.53	0.26
すべり抵抗	-0.35	0.59	-0.32	0.76

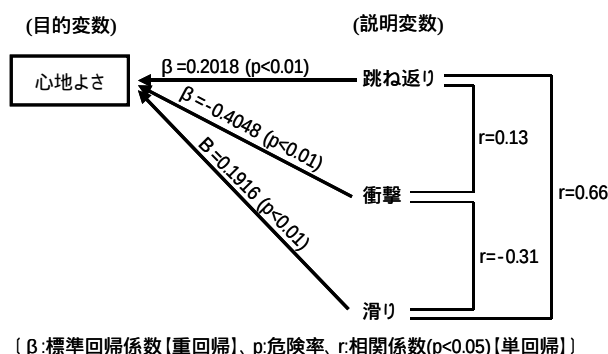
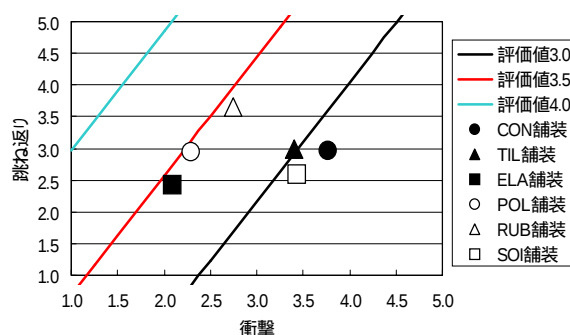
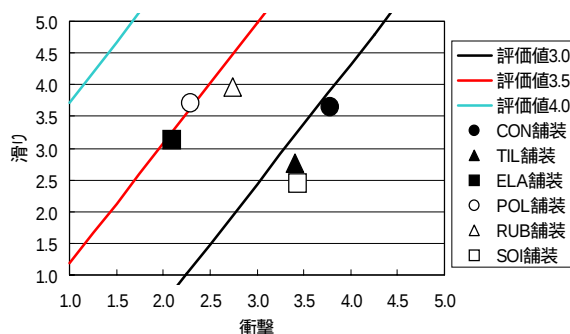


図-2 心地よさとの相関関係図



(a) 衝撃と跳ね返りの関係



(b) 衝撃と滑りの関係

図-3 各舗装体の評価値