

中長距離ランナー用舗装の着地衝撃と路面のテクスチャに関する研究

日本道路(株)	正会員	○池田	茜
日本道路(株)	正会員	遠藤	桂
山口大学大学院	学生会員	小澤	将希
山口大学大学院	正会員	中島	伸一郎

1. はじめに

マラソンは手軽かつ、年齢を問わずに楽しめるスポーツであることから、人気が高まっている。一方で、ランニングによる障害の発生も増加しており、原因の一つとして、舗装が硬いと着地衝撃が大きいいため、下肢に強い影響を与えることが明らかになっている¹⁾。そこで、黒岩ら²⁾は中長距離ランナー（以下、ランナー）を対象とし、様々な舗装の走行性について、アンケート調査を行った。その結果、アスファルト舗装は、コンクリート舗装に比べて走りやすい舗装であることが明らかになったが、アスファルト舗装のうち密粒度舗装と排水性舗装のどちらが走りやすいかまでは明らかになっていない。本研究では、4種類のアスファルト舗装に対して走行試験を実施し、アンケート調査の結果と路面のテクスチャの関係について検討を行った。

2. ランナーによる走行試験

ランナーによる走行試験は、2017年8月上旬に北海道のスポーツ施設内の駐車場で実施した。走行試験の路面を写真-1に示す。アスファルト舗装に着目し、(a) ポーラスアスファルト舗装（空隙率17%，改質II型）（以下、ポーラス舗装）、(b) (c) ポーラス舗装を母体とし、空隙にゴム骨材を摺り込んだ弾性舗装を2種類、(d) 細密粒度ギャップアスファルト舗装（空隙率3.3%，改質II型）（以下、密粒度舗装）の4種類の舗装を対象とした。弾性舗装はゴム骨材の摺り込み量の少ないもの（0.84 kg/m²）と多いもの（1.69 kg/m²）の2種類用意した。舗装延長は55 mとした。図-1に起点から50 mまでの試験路面の縦断プロフィールを示す。なお、路面の縦断プロフィールはレーザープロファイラ（MRP）を用いて計測を行った。図-1より、縦断勾配は約0.2%の登り勾配で4種類の舗装間の差はない。被験者は大学陸上部に所属する男性5名と実業団の陸上部に所属する女性5名でいずれも中長距離走を専門としている。各舗装の走行後にアンケートを行い、着地時の衝撃と走りやすさについて3段階で評価してもらった。そしてすべての舗装の走行後にも最も走りやすい舗装を選択してもらった。

3. 走行試験のアンケート調査結果

図-2にアンケート結果を示す。アンケート結果は、[衝撃が小さい、走りやすい]を1点、[どちらでもない]を0点、[衝撃が大きい、走りにくい]を-1点のポイントで集計を行った。図-2より、ポーラス舗装とポーラス舗装を母体とする弾性舗装は、着地衝撃が小さくかつ走りやすいというプラス評価であるのに対し、密粒度舗装は着地衝撃が大きかつ走りにくいというマイナス評価である。このことから、ポーラス舗装は密粒度舗装よりも走りやすいことがわかった。ただし、ポーラス系舗装の3種類（ゴムなし、ゴム少、ゴム多）を比較した場合、ゴム骨材

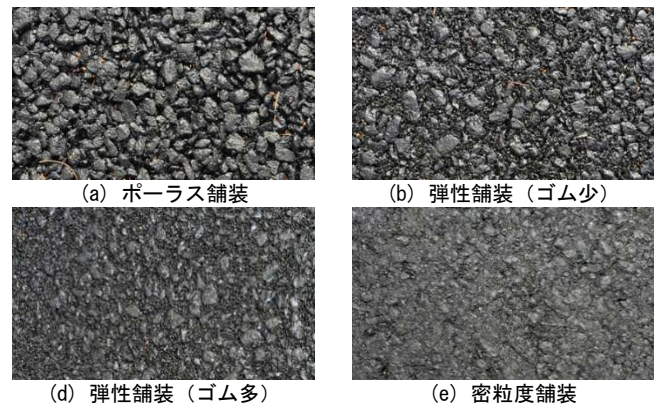


写真-1 本試験で使用了舗装4種類

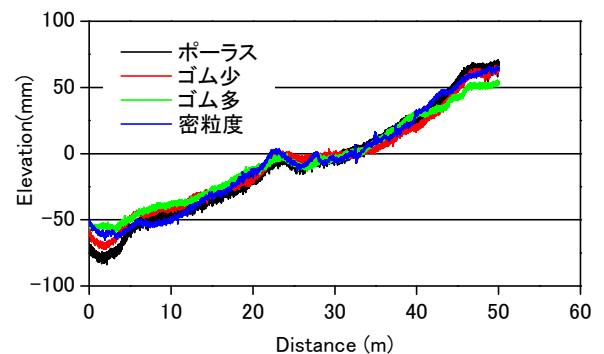


図-1 試験舗装路面のプロファイル

キーワード：ランナー、着地衝撃、テクスチャ、PSD

連絡先：〒146-0095 東京都大田区多摩川 2-11-20 TEL:03-3759-4872

量の増加に伴い着地衝撃が小さくなる
と想定されたが、図-2 (a) のアンケート
結果では大きな差は見られなかった。
走りやすさについては、ポーラス舗装
と弾性舗装（ゴム多）が弾性舗装（ゴ
ム少）に比べて、高ポイントであった。

図-2 (b) より、4 種類の舗装を走行した
後、最も走りやすい舗装を評価しても
らった結果、弾性舗装（ゴム多）が過
半数を占めており、密粒度舗装は 0 人
であった。したがって、走りやすさは
着地時の衝撃のみでの評価が難しく、
蹴り出しやすさや、着地時の安定性な
ど複数の要素が含まれていると推察す
る。

4. 走行試験の路面テクスチャについて

路面のテクスチャに関する指標は多種にわたるが、MPD
(Mean Profile Depth) とパワースペクトル密度 PSD³⁾ (Power
Spectral Density) で評価を行った。PSD の算定には解析ソフト
ProVAL を用いた。図-3 に各舗装の MPD の結果とアンケ
ート結果の関係を、図-4 に PSD の結果を示す。なお、路面
の縦断プロファイルは起点から 50 m までの区間を用いた。

図-3 より、MPD の値が 1 mm 以下であると着地衝撃が大き
くかつ走りにくいというマイナス評価を得た。しかし、着地
衝撃が小さくかつ走りやすいというプラス評価については
MPD の値では評価が難しい。そこで、MPD のように一部の波長のみならず、全波長成分での検討を行うため PSD
による評価方法を検討した。

図-4 より、波長が 200 mm 以上の長周期成分の PSD は舗装の種類によらず、同程度の値を示している。一方で、
波長が 200 mm 以下では差が見られ、4 種類のうちポーラス舗装が最も大きく、密粒度舗装は最も小さな値を示し
ている。また、波長が 200 mm 以下の短周期成分における PSD の値の差と増加傾向の違いは、混合物の配合割合に
よる差であると推察する。ポーラス舗装の場合、最大粒径 13 mm の骨材が全体の 60 % を占めていることから 20 mm
の波長における PSD の値が大きく、1 mm~20 mm の波長間における増加傾向の傾きも大きい。密粒度舗装は骨材
粒径に偏りがなく、ほぼ同程度の割合で配合されていることから、PSD の値が緩やかに増加している。よって、混
合物の配合割合を変化させることで波長 200 mm 以下の PSD の値に差がみられることがわかった。アンケート結果
を踏まえると波長が 200 mm 以下の PSD 値によって着地の衝撃と走りやすさに関する評価のしきい値を見つけるこ
とができた。総合評価で最も走りやすい舗装という評価を得た弾性舗装（ゴム多）は、PSD の値が密粒度舗装とポー
ラス舗装の中間値であることから、ポーラス舗装よりも粗くなく、かつ密粒度舗装よりも密でない路面がランナー
にとって好ましい路面であると考えられる。以上のことから、本試験の路面テクスチャにおける PSD の値が着地時
の衝撃や走りやすさを評価できる指標の一つであることが明らかになった。

5. 参考文献

- 1) 山下, 山際: 衝撃と下肢関節の障害, バイオメカニズム学会誌, Vol.14, No.2, 1990.
- 2) 黒岩, 川上, 峰岸, 増山, 前川: 中長距離走に適した舗装の評価方法に関する研究, 土木学会論文集 E1, Vol.69, No.3, I_185-I_190, 2013.
- 3) 土木学会舗装工学小委員会路面性状小委員会: 路面テクスチャとすべり, 土木学会舗装工学ライブラリー10, pp.36-37, 2013.

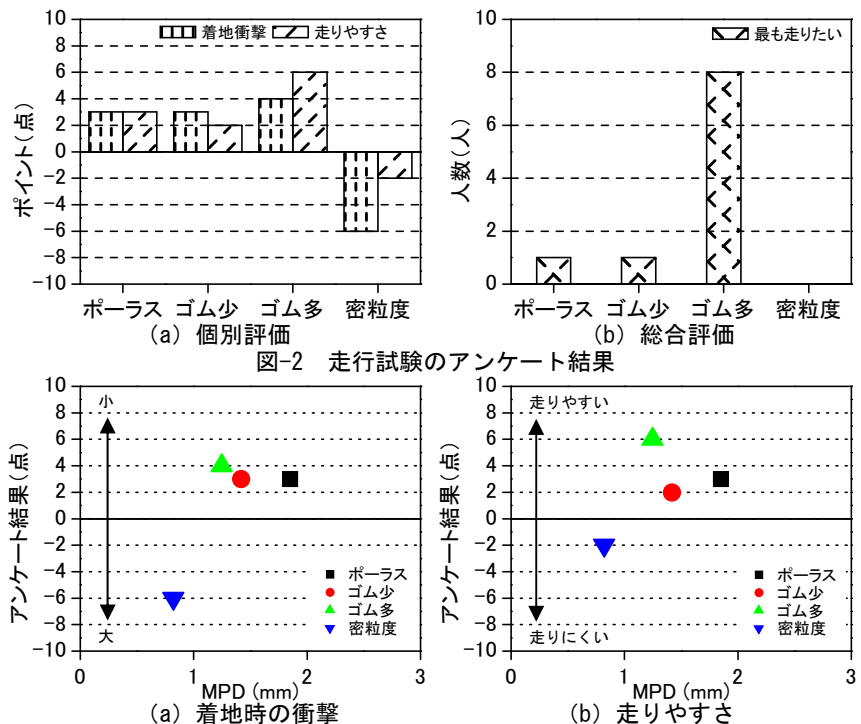


図-3 平均プロファイル深さ (MPD) とアンケート結果の関係

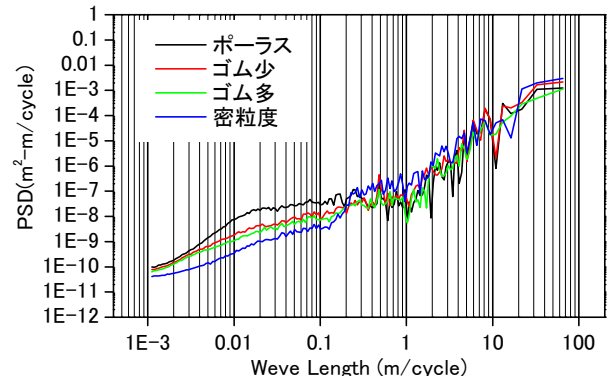


図-4 パワースペクトル密度 (PSD)