

TOPICS

スポーツシューズ設計のための 新規測定技術

1. はじめに

近年、健康に対する意識向上や余暇の過ごし方の一つとして、ランニング、フットサルやテニスなどさまざまなスポーツへの関心が高まっている。これらのスポーツを快適に行うためには、目的や使用環境に適したシューズ設計が望まれる。例えば、ランニングでは、着地後に体重の約3倍の荷重が体に負荷され、足の関節が大きく変形するため、シューズには、衝撃緩衝性や過度な足関節の変形を抑制するための安定性などの機能が付与されている。このように使用目的に応じてスポーツシューズを設計するためには、実使用時の足関節およびシューズの変形状態や、シューズに作用する荷重を同定する必要がある。一般的に足関節およびシューズの変形角は、モーショキャプチャシステム等を用いて定量的に測定されている。一方、シューズや路面に作用する荷重は、フォースプレートやシート状のセンサにより測定されるが、いずれのシステムもシューズと路面の接地面内の三次元的な地面反力分布の同定が困難であった。本稿では、シューズ設計のために独自に構築した、三次元地面反力分布の測定技術について紹介する。

2. 小型3軸力覚センサ搭載シューズ (センサシューズ) の開発

開発したセンサシューズを図1に示す。ソールの一部を切削した市販マラソンシューズの底面に計6個の小型3軸力覚センサが取り付けられている。力覚センサは、シューズ底面の計19箇所に取り付け可能であり、センサ配置を変化させることで接地エリア内の三次元地面反力分布が算出できる。出力されたデータは、被験者の腰部に取り付けたデータログ内に蓄積されるため、動作を妨げることなく測定が可能である。シューズの重量増加を抑えるため、センサ未搭載エリアには、ABS製のダミーを配することで、市販のランニングシューズ(350g)よりも軽い、約250gのシューズの作製が可能となった。

センサシューズより算出した走行時接地中の地面反力時系列変化を図2に示す。汎用のフォースプレートと比較した結果、センサシューズの地面反力が全ての成分において、同値であることから、精度よい荷重の算出が可能であることが判断できる。接地後の反力値の差異は、センサシューズ踵部に定

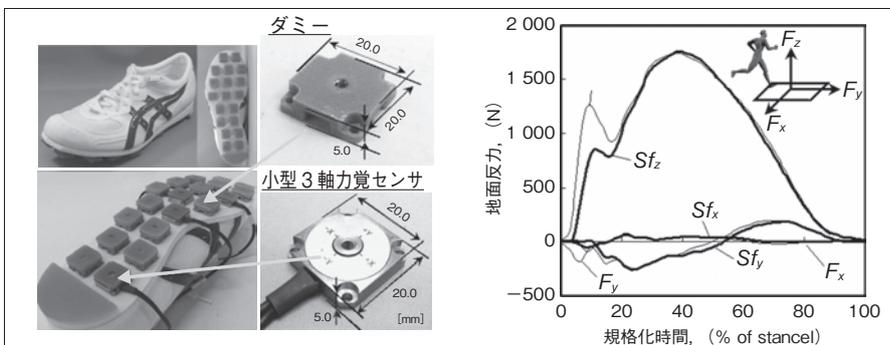


図1 センサシューズ

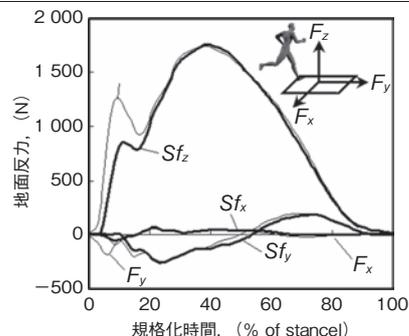


図2 地面反力履歴比較結果 (フォースプレートからの出力: F_z, F_y, F_x , センサシューズからの出力: Sf_z, Sf_y, Sf_x)

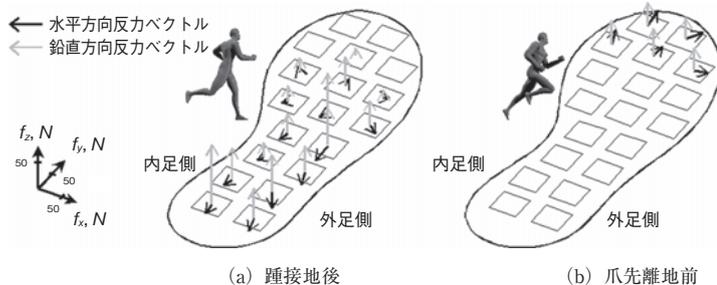


図3 走行中の踵接地後および爪先離地後の地面反力ベクトル分布

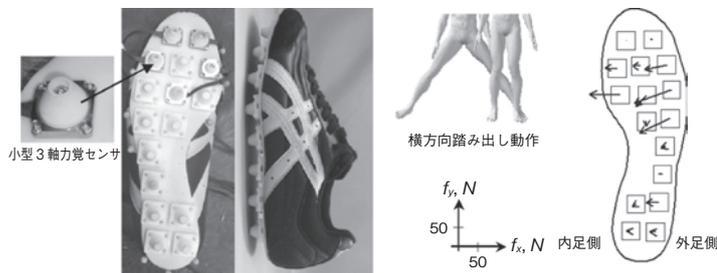


図4 センサシューズのサッカースパイクへの応用例

格容量を超えた負荷がかかる可能性があり、同エリアにセンサを配していないためである。

3. 地面反力分布測定

上述したように本測定技術により三次元荷重分布の取得が可能である。走行中の踵接地後と爪先離地前の地面反力ベクトル分布を図3に示す。図3によれば、接地エリア内の反力値は鉛直、水平方向ともに一様ではなく、地面反力が部位ごとに変化して作用していることがわかる。これらの結果を考慮することで、制動力や推進力の発揮に必要なエリアの特定が可能となり、シューズのグリップ設計への応用が期待できる。

同様の手法を用いることで、サッカースパイクのスタッドに作用する三次元地面反力分布の測定が可能となる(図4(a))。図4(b)は、横方向踏

み出し時に各スタッドに作用する水平方向反力ベクトルを示している。このように水平方向反力の向きと分布を考慮することで、切り返し動作などサッカー特有の動作に対してグリップ性向上に有効なスタッド設計が可能となる。

4. おわりに

本技術は、シューズに作用する荷重分布を三次元的に直接測定できるため、今回紹介した例のみならず、足部の関節トルク等の算出、数値解析や機械試験における荷重条件の設定の際に有用である。このように独自の測定技術により得た情報を基に人体応答を考慮した更なる高機能シューズ設計を行い、今後も使用者にスポーツを快適に楽しんでいただける靴づくりに励みたい。

(原稿受付 2011年11月25日)

[森安健太 (株) アシックス]