



最適化シミュレーションを用いた ランニングシューズの安定性設計

研究・開発機関 : (株)アシックス スポーツ工学研究所
 利用施設 : 自社内施設
 計算規模 : 自社内のPC利用
 利用ソフトウェア : 構造最適設計ソフトウェアOPTISHAPE-TS (株式会社くいと)

Before

●ビギナー向けランニングシューズはクッション性、安定性、屈曲性、フィット性、軽量性が重要で、エリート向けではスムーズな体重移動の実現や、軽量性などが重要とされます。しかし、これらの機能には相反するものが少なくなく、設計が困難という課題がありました。

After

○安定性と軽量性、それぞれを目的関数、制約関数としたコンピュータシミュレーションによる最適化設計を行い、これらを同時に満足するヒールカウンターを有するランニングシューズを開発しました。

背景と目的

神戸マラソンなど都市型マラソン大会の開催に代表されるように、市街、郊外を問わずランナーを見かける機会が増えてきています。ランナーが着用するシューズには、ビギナーが快適に障害を発生することなく走るためのタイプから、エリートがタイムの短縮などを目的に速いスピードで走るためのタイプまで様々であり、その使用目的などの違いにより、異なる機能設計が施されています。

ビギナーが着用することが多いランニングシューズでは、着地衝撃を吸収するためのクッション性、過度な足首、膝関節の動きを抑制するための安定性、足趾部での曲がりにシューズの曲がりを適合させた屈曲性、足とシューズの間に過度なズレや圧力を発生させていないかのフィット性、重量の軽減といった軽量性などが重要とされます。一方、エリートが着用することが多いレーシングシューズでは、スムーズな体重移動の実現や、軽量性などが重要とされます。これらの機能の違いをシューズ設計に適用し、シューズの高機能化を行うためには、シューズの各機能を定量的に評価することが重要となります。

しかしながら、これらの機能には相反するものが少なくありません。例えば、安定性を向上させるためには、一



図1. 内蔵式ヒールカウンター

般に図1に示すようなヒールカウンターがシューズの後足部に挿入され、シューズの形状を保持すると同時に、踵が過度に倒れこむことを押さえる役割を果たします。安定性を向上させるためには、ヒールカウンターの高剛性化による重量増加が避けられません。そのため、これら安定性と軽量性を同時に満足させる設計を行うためには、それぞれを目的関数、制約関数としたコンピュータシミュレーションによる最適化設計が必要となります。

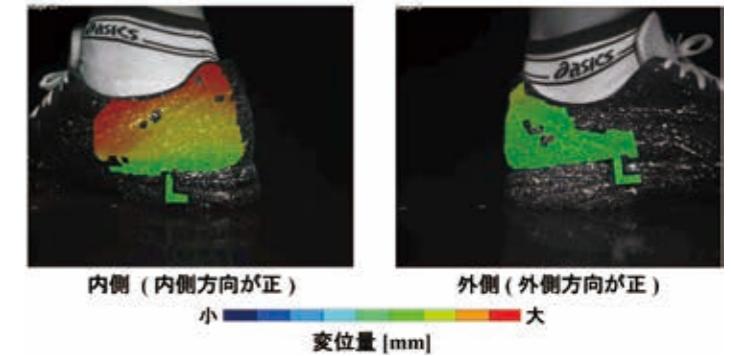


図2. プロネーション発生時の変位分布

利用成果

コンピュータシミュレーションに用いる境界条件の検討を行うため、実走行中のヒールカウンター部の変位状態を測定しました。その結果、図2に示すように踵部が内側に倒れこむプロネーション時には、ヒールカウンター部が内側へ大きく変位しているのが確認できます。そこで、ヒールカウンターが内側に倒れこむような変形を再現しうる荷重に対するトポロジー最適化を行い、ヒールカウンター形状の検討を行いました。

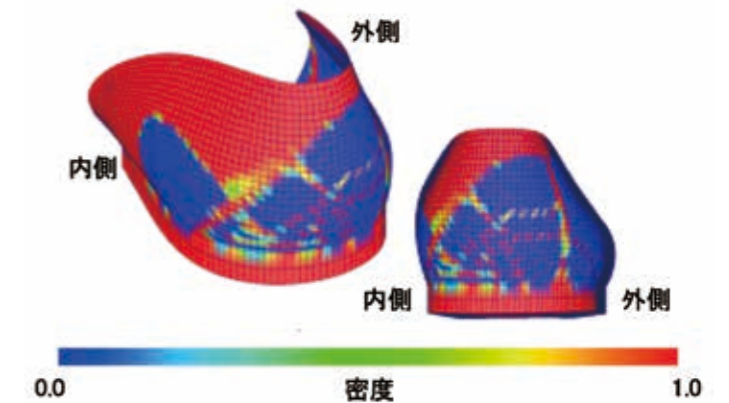


図3. トポロジー最適化結果 (残存体積 35%)

シミュレーションにおける目的関数は実走行時の荷重に対する剛性の最大化とし、制約関数はシミュレーションモデルのヒールカウンター部の体積を一定値に減少させることとしました。トポロジー最適化のシミュレーション結果における密度分布を図3に示します。密度が高い領域が、補強が必要な箇所と判断でき、踵の倒れこみに対してはヒールカウンター内側の補強が有効であることが確認できました。これらの結果を基に設計されたヒールカウンターを有するランニングシューズの一例を図4に示します。図4のランニングシューズでは、後足部に安定性と軽量性を考慮した樹脂製のヒールカウンターが搭載されています。



図4. 設計例: GEL-KAYANO 19