



ランニングシューズ設計への 足部モデルの活用

研究・開発機関 : 株式会社アシックス
 利用施設 : 自社内設備
 計算規模 : 自社内のPC利用
 利用ソフトウェア : Marc、Abaqus

Before

- ランニングシューズ等の機能評価は、実験に頼ることが多く、さらなる高機能化に必要な、ソールの内部の変形や、足部関節の動きを把握するには限界がありました。
- 従来の足部のシミュレーションモデルは、骨格を主としたものでした。

After

- ランニング時の足部の動き、ソール変形を、軟部組織等を考慮した詳細な足部モデルを用いたシミュレーションを行うことにより、詳細に把握することが可能となりました。
- 足部の関節の動きに加え、足部底面に発生する圧力分布などを考慮したソール構造設計が可能となりました。

背景と目的

近年の健康志向の高まりとともに、場所、時間を問わず身近にできるスポーツとしてランニングの注目が高まっています。ランニングに使用されるシューズには、ランナーのケガ発生のリスクを抑えつつ、快適に走れることが求められます。そのため、ランニングシューズには、安定性、屈曲性、クッション性、フィット性、軽量性等、様々な機能が付与されています。これらの機能において、高い安定性を発現させるためには、過度な足部関節の動きや、ソール変形を抑えることが重要となり、図1に示すシューズでは、ソールの踵部内側に硬い領域や、高い剛性を持つ樹脂製のシャンクを設け、ソールの圧縮、ねじれ、曲げ変形を抑える設計が行われています。一方、シューズに入力される境界条件は、使用するランナーの骨格、筋力、走り方等の身体的な特徴や、スピード、路面等の使用条件などによって異なり、ランナーの特徴、使用条件を考慮したシューズ設計を行う場合には、前述の機能においても優先すべき機能は異なります。そこで、ランナーの特性も考慮したシューズ設計を行うため、足部の関節、足裏の変形、ソール変形等を複合的に把握できる設計手法の構築を行いました。



図1 ランニングシューズ (GEL-KAYANO 23)

利用成果

従来までの足部モデルは、図2に示すような骨格部のみに着目したモデルでした。近年のモデリング技術の進化により詳細な足部のモデル化が可能となったため、3次元のCT画像を基に、図3に示すような足部の有限要素モデルを構築しました。モデルは、骨格のみを考慮するのではなく、骨格に加え、皮膚等の軟部組織、靭帯、足底筋膜をも考慮したモデルとなっています。これによって、足裏の変形等も算出可能となりました。シミュレーションに用いた荷重条件は、実際のランニング時に測定されるキック力から算出した距骨下関節に対する力、トルクとし、図3中の矢印部に付加しました。本シミュレーション手法を使用し、異なる硬さの分布を持つソールに対して、踵の倒れ込み角度を比較し、安定性の評価を行いました。その結果、図4に示すように踵の内側部に硬い領域を設けることによって、踵の倒れを抑えられることが再確認できました。さらに、踵部から離れた母趾球部付近にも硬い領域を設けることによって、踵の倒れ込み角度を押さえることができ、より高い安定性を持つソール構造とすることが可能となりました。

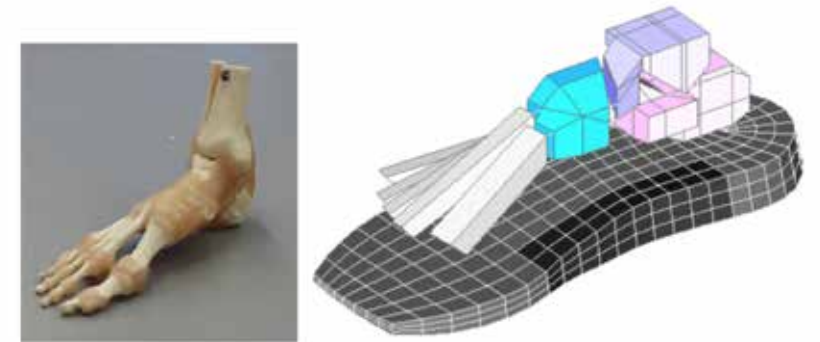


図2 従来モデル

このような足とソールを複合化したシミュレーション手法を用いることにより、シューズを作成することなく、ソール構造の違いが足部に及ぼす影響を詳細に評価することができるようになりました。今後は、本シミュレーション手法を用いることで、ソール構造の違いが身体に及ぼす影響をさらに詳細に分析し、より快適で、ケガ発生のリスクを低減させるためシューズの提案を続けていく予定です。

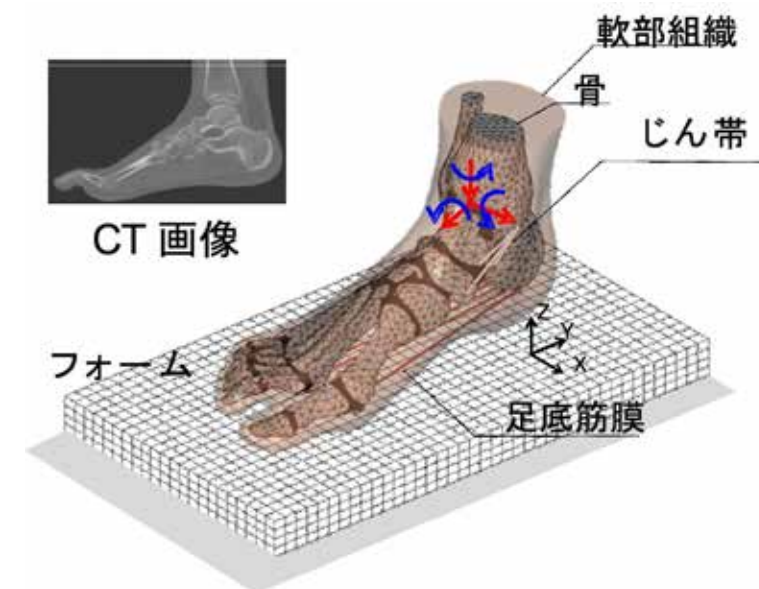


図3 CT画像を基にしたシミュレーションモデル

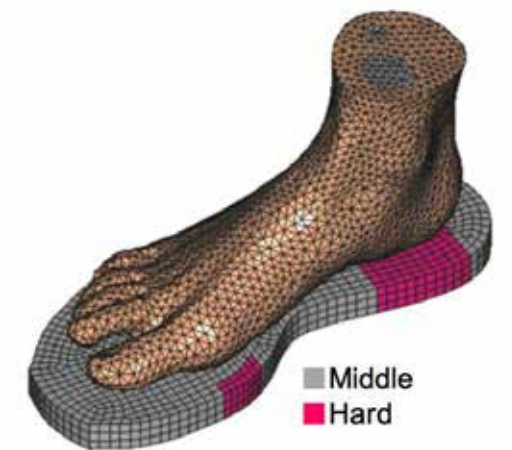


図4 高い安定性を持つソール硬さ分布