

技術ニュース

製自軽車産業振興協会 技術研究所

1992. 9

No. 129

スポーツシューズの科学

福岡正信

1. はじめに

シューズの科学的な研究は、ここ十年ほどの間にかなりの進歩がみられた。しかし自在に変形し、製品の図面もない物だけにその完成度はまだまだ低いといわざるをえない。

2. 主な靴の機能

靴の機能のうち主なものは

1) 適合性, 2) 衝撃緩衝性, 3) 反発弾性, 4) 安定性, 5) 靴底の摩擦, 6) 柔軟性, 7) 靴内気候(温度・湿度), 8) 重量などである。

3. 適合性とは

靴の機能で最も大切なものは着用する人の足に適合しているかどうかである。特にマラソンなどでは足の寸法はゴール前ではスタート直後より数ミリ膨脹し、両方の状態にうまく適合するシューズを作るには、静的な立体形状だけではなく個人の好みも含んだ様々な情報が必要であり、現時点では客観的な評価ではなく経験者の感覚に依存する割合が高い。

適合性の客観的な評価方法は足の立体形状、木型、靴の内面形状の比較といった方法で検討されているがまだ一般的ではない。図1は足の立体形状と木型(靴型)を比較した例である。このように足の立体形状の測定、木型のCADなどはかなりの進歩が見られるが、製品の内面形状測定に関しては未完成である。

4. 衝撃緩衝

1) 評価方法

着地の衝撃を緩衝する機能であり、ユーザも重視するため様々な新素材を利用し宣伝も活発に行われている。しかし衝撃緩衝や反発弾性を正確に評価できる汎用的なシステムは市販されていないため問題も多い。当社における機械試験は人の体の代わりに踵の面積に近い45φの金属製の重量物(10kg)を1m/sで緩衝材に衝突させ、その時発生する衝撃の大きさを加速度計で測定し加速度ピーク値「G」の大小で評価している。

2) 衝撃の調整機能

衝撃の大きさを測定する加速度計を人の皮膚上へ固定してランニング中の下肢に作用する衝撃を測定し、靴の評価をしている人もいる。しかし機械試験結果が非常に良

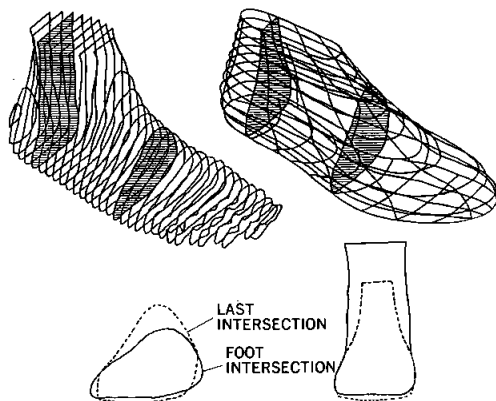


図1 足の立体形状と木型のちがひ

いい靴から悪い靴までいくつか選び、それを着用して走ると、2Gの差があれば、ほとんどの人はその違い・順序を明瞭に感じ取ることができるが、同時に測定された足に伝わる衝撃の大きさは機械試験や感覚評価の順番通りにはならず、平均してみると、どの靴を履いても人間の身体に作用している衝撃の大きさには有意差が無いことが分かった。

図2は機械テストで約10, 12, 16Gと明瞭に差がある靴で走った5人の被験者の脛骨上に固定した加速度計からの出力結果であるが、「緩衝性の悪い靴は身体に伝達する衝撃が増大する」という予測に反し、一定の傾向はみられない。この結果から人はランニング中に身体に加わる衝撃を正確に感じ取り、過大な負担がかからないように無意識にコントロールしているのではないかと推測され、この様な方法ではシューズの正しい評価はできないことが分かる。

3) 疲労と調整機能

衝撃緩衝性の異なる3種類の靴を着用してランニングをすると、開始直後では先の説明のごとく、身体に作用する衝撃の大きさに有意差は認められない。しかし20分間のランニング後では図3に示すように靴の違いが身体に作用する衝撃の違いとなって現れることが実験で明らかになった。

すなわち元気なうちは身体運動を変化させて衝撃が一定値を越えないようにコントロールしているが、疲労してくるとそのコントロールがうまく作用しなくなり、靴の緩衝性の優劣が明瞭になってくるものと考えられる。

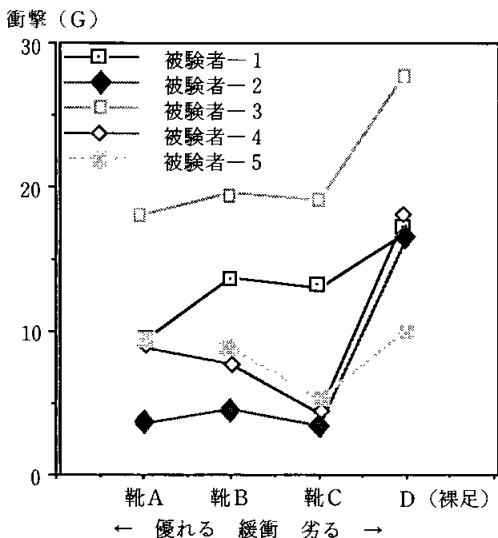


図2 “靴の衝撃緩衝性と人への衝撃の伝達”

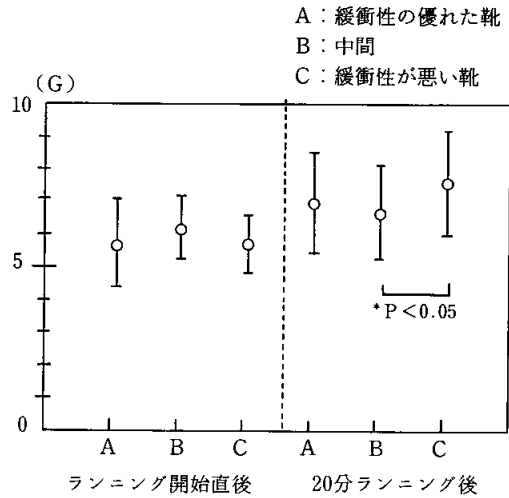


図3 疲労すると靴の緩衝性の違いが明瞭になる

5. 反発弾性 (エネルギー吸収性)

1) 反発弾性とは

材料の弾むか弾まないかの指標である。反発弾性の求め方は緩衝性能評価試験で求められた動的S-Sカーブの面積から算出される。

図4は実線が一般スポーツシューズによく使用されるEVAというスポンジで、破線がエネルギー吸収の大きい素材、鎖線がエネルギー吸収の小さい(反発弾性の大きい)素材である。

それぞれの曲線で囲まれた部分が吸収されたエネルギーの量を示す。この時衝撃緩衝性は縦軸の衝撃力の小さい方が優れていることになる。

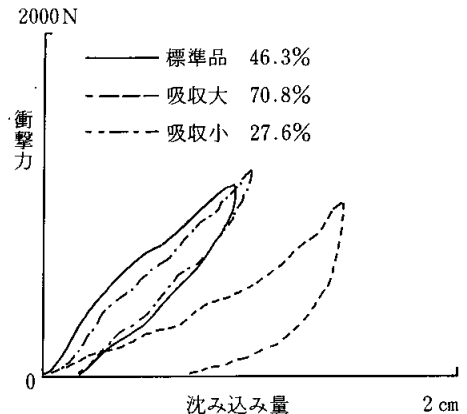


図4 エネルギー吸収の異なる素材

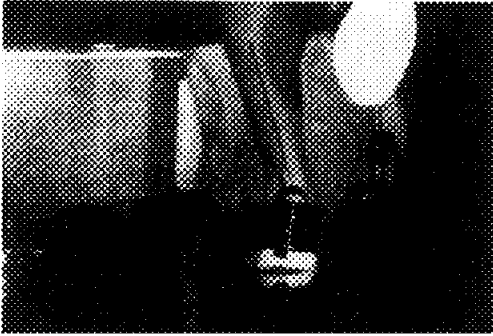


図5 着床中の踵部外反

6. 安定性

1) 安定性とは

図5で接地している足の足首が「く」の字に折れまがっている。これは着地の際、関節を柔軟に曲げて衝撃を緩衝するという人が本来備えている自然な動きである。この角度が大きいと下腿の内旋を招き、その結果膝やアキレス腱、足底筋膜などの使い過ぎ障害の原因になるといわれている。このようなランニングの接地の間に足首周辺の関節が必要以上に曲げられることを防ぐ性能を安定性と呼んでいる。一般に安定性の定量的な評価はランニング着床中の踵の外反度合を、映像などで解析し判断している場合が多い。

7. 靴底の滑り

1) 滑りの功罪

滑りは推進力を減殺するマイナス効果と、急停止の衝撃を滑ることにより緩衝するプラスの効果がある。

ハードコート上でのテニスや滑りにくいフロアでのバスケットでは滑らずに急停止することが故障の原因になるといわれており適度な滑りの実現のための実験が重ねられている。しかしコート表面の状態が一定ではなく靴底の滑りの適切なコントロールは現実には困難である。

2) 試験方法

図6は東京工業大学「小野ら」が提唱した仕様に基づ

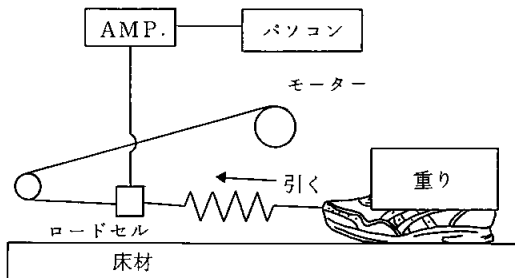


図6 滑り試験機模式図

いてアシックスで製作した靴底滑りの試験機(OY-PULL SLIP METER)である。靴底に一定の加重を付加しながら決められた加速状態で斜め上方に牽引し、牽引力を力変換器で測定する。滑りにくい底は動かすために大きな力が必要であることから、靴底の滑りを評価する。

8. 靴の柔軟性

ランニングや歩行の際、足は指の付け根後方で屈曲する。当然靴もこの部分が足の屈曲につれて柔軟に曲がる必要がある。

もしも靴が非常に固くて曲がりにくければ足は曲がるのに靴は曲がらない、その結果踵は靴の中で上下動することになり歩行の効率が悪くなったり、靴擦れの原因にもなる。

靴の柔軟性の違いが踵の上下動にどのような影響を与えるか実験で確認した結果、当然ながら硬くて曲がりにくい靴は踵の上下動が大きいたことが分かった。

そしてその定量的な評価のため図7のように独自に靴および靴材料の柔軟性を機械試験で評価できるシステムを開発し活用している(特許取得済み)。

試験は靴を強制的に屈曲させその時に必要なエネルギーの大小で評価する。新品の間は回数が増すごとに柔軟になるため一定回数予備屈曲10回のデータの平均値を採用している。試験機は人が靴をセットすると予備屈曲、データ採取、計算などすべてコンピュータが管理するシステムになっている。

このようにシューズの客観的な評価方法はだんだんと確立されつつある。しかし最も大切な適合性に関しては大きく遅れており、この分野の進歩が今後の課題である。

(筆者は、(株)アシックススポーツ工学研究所基礎研究部長)

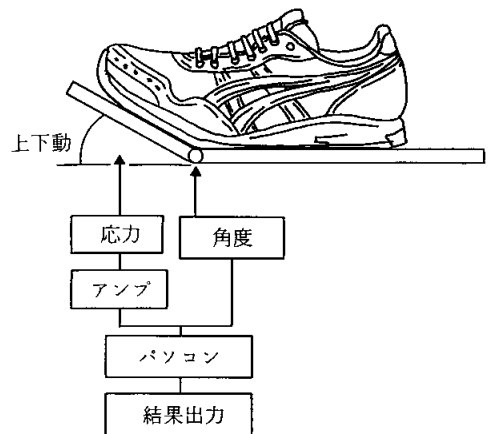


図7 屈曲試験機模式図