

V-28

歩道の歩行感測定に関する研究

(その1) -筋電波形を用いた解析法の検討-

東京農業大学○学生会員 竹内 康
東京農業大学 正会員 牧 恒雄

はじめに

現在、歩道には様々な種類の材料が用いられているが、中には歩きにくい舗装材もあり、歩道の歩行感、舗装材の材質や表面の滑りと深く関わっている。

歩行感に影響を与える要因として、舗装材の①降雨や汚れなどによる表面の滑り、②硬さ、③滑りを防ぐ目的でつくられた様々なパターンや表面加工による表面の凹凸などがあげられる。また、人的な要因としては、①歩行者の使用する靴、②歩道を利用する目的や歩行速度、③歩道周辺の環境などが影響する。これらの中で、物理的な測定が可能な要因として、舗装表面の滑り抵抗値や硬さなどがあげられるが、歩行感測定には人の個体差の影響が大きいことから、これらの測定だけでは判断しにくい。従来から、歩行感を測定する方法として官能検査が行われてきたが、本研究では、歩行感を歩行時の人体のデータから解析することを試みたので報告する。

研究目的

歩行する時に、身体で著しく疲労を感じるのが脚である。そこで、歩行感と舗装材の滑りとの関係に着目し、滑り抵抗値の異なる材料で、歩行時に人間の脚の筋肉の動きがどのような変化を示すかを筋電図解析法により調べ、歩行感測定法の有効性について検討することを目的とした。

試験方法

人体のデータとして、歩行者の脚の筋肉の動きを知るために、利き脚の前脛骨筋と大腿直筋に電極を貼り、アンプを通してデータレコーダーに筋電波形を記録した。そして、波形の振幅積分値を求め、FFTによる周波数解析を行った。ここで、振幅積分値は筋肉の行った仕事量、周波数値は筋肉の収縮の強さを示す。筋電波形は、被験者の筋肉の発達程度や年齢差などで個体差を生じることから、これらを検討するために、事前に30cmの踏台を昇降する負荷試験を行った。

被験者は20代男子2人・女子2人、30代男子2人の計6人で行い、使用した靴は運動靴と革靴の2種類で、運動靴は同一種類のテニスシューズとし、革靴は日頃各自が使用しているのもので靴底に滑り止めのないものを用いた。また、歩行及び負荷試験は110歩/分の速度で行った。

試験に用いた歩道舗装材は、密粒度アスコン、コンクリート平板、ILB (Inter Locking Block) の3種類とし、比較材料として屋外では用いられていないが、湿潤時において滑りやすいPタイルを加えた4種類を用いた。なお、各舗装の滑り抵抗値はBPST (British Portable Skid-resistance Tester) で測定した。

結果及び考察

人が歩行する際に生じる筋電波形は、踵が着地してから爪先が離れる間に顕著な動きを示すが、これは舗装表面の滑りに関係するものと考えられることから、踵が着地する時に働く前脛骨筋、大腿直筋を選び検討した。また、滑りは湿潤時において著しいことから、乾燥時における滑り抵抗値を基準として、湿潤時における検討を行った。

(1) 大腿直筋

図-2、3に示すように、積分比(湿潤時の積分値/乾燥時の積分値)を見ると、密粒度アスコンやILBといった滑りにくいと言われている舗装では、乾燥時と湿潤時の筋肉の仕事量の差が小さく、積分比1を中心に収束していたが、比較的滑りやすいと思われるコンクリート平板や滑りやすいPタイルでは、積分比がばらつく結果を得た。これは、踵が着地した時に滑りやすいため、乾燥時とは異なった

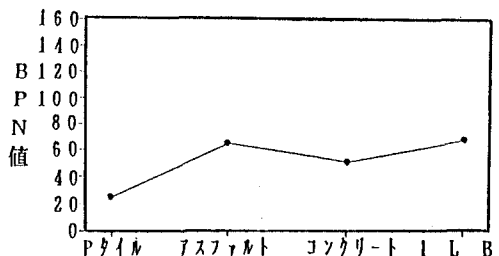


図-1 各舗装のBPN値 (湿潤時)

筋肉の仕事量を示しており、舗装材により歩行感に差があることを示している。また、図-4、5に示すように、周波数比(湿潤時の周波数値/乾燥時の周波数値)の傾向を見ると、運動靴においては、舗装のBPN値の変化と逆の傾向を示した。これは、BPNが小さいほど滑り易いため、滑りを受けたときの筋肉の緊張度が大きくなったものと考えられる。一方、靴の種類が異なっている革靴では、周波数比は一定の傾向を示しておらず、靴の種類の影響も大きいことを表している。これらのことから、歩行速度、靴底の形状・素材を同一にした場合、大腿直筋の筋電波形を解析することで、歩行感における滑りの影響についての情報を知ることができるとと思われる。

(2)前脛骨筋

図-6、7を見ると、滑り易いPタイルでは、他の舗装に比べ筋肉の収縮強さや仕事量のばらつきが大きく、着地時に舗装の表面状態を意識して、脚の動きをコントロールしていることが見受けられる。また、ILBは密粒度アスコンと同程度の滑り抵抗値であったが、積分比は滑り抵抗値の小さいコンクリート平板と同じ傾向を示した。これはILBの舗装表面のパターンが仕事量に影響しているためと思われる。これらのことから、前脛骨筋にも歩行感に関する情報が含まれているものと考えられる。

まとめ

筋電波形の解析は個体差が大きく、一般的な傾向が求めにくいと言われているが、今回の様に、乾燥状態での筋電波形の解析結果を基準として湿潤状態の評価を行うなど、測定・解析条件を整えることで、かなり有効な試験方法であると考えられる。

- 凡例：○被験者1 □被験者2 △被験者3
●被験者4 ■被験者5 ▲被験者6

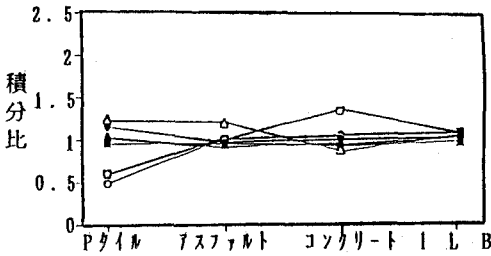


図-2 運動靴における大腿直筋の積分比

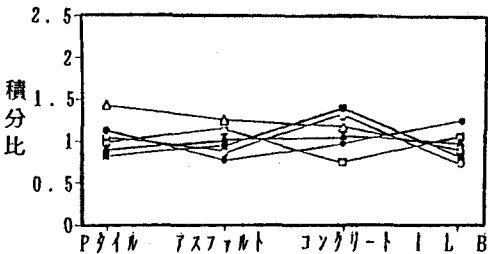


図-3 革靴における大腿直筋の積分比

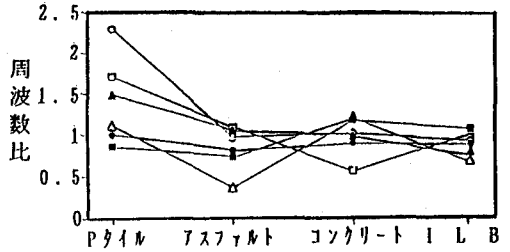


図-4 運動靴における大腿直筋の周波数比

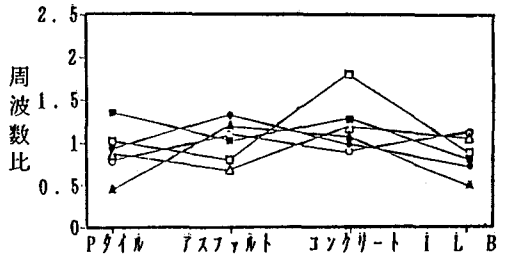


図-5 革靴における大腿直筋の周波数比

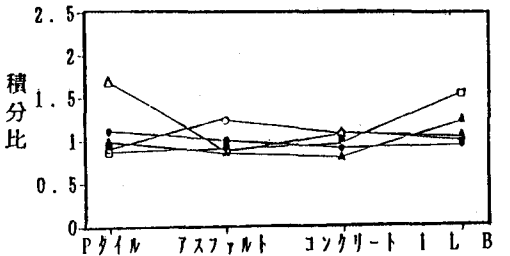


図-6 運動靴における前脛骨筋の積分比

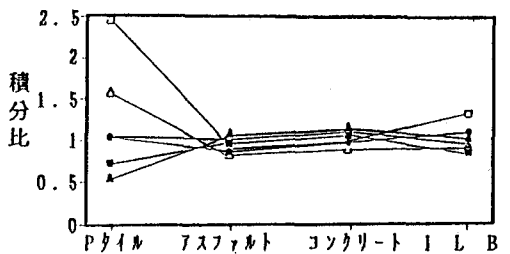


図-7 革靴における前脛骨筋の積分比