

V-9

「舗装材料が人体に与える影響についての研究」

ー筋電計を用いた解析手法の検討についてー

東京農業大学農学部

○正会員 牧 恒雄

信州大学医療技術短期大学部

藤原孝之

東京農業大学農学部

高橋英一

まえがき

近年、快適な街並や人が集まる空間を作り出す重要な要素として、「人のための舗装」が注目を集めており、舗装材料はその特徴を出すため様々な種類の材料が開発されている¹⁾。これらの舗装材料は、まわりの建物との景観や使用場所のイメージアップを目的として、舗装の色彩や表面のテクスチャー、デザインなどを中心に選定される事例が多く、歩き易さや安全性など歩く人のために検討されるべき舗装の性質については殆ど研究されていない。そこで、本研究では、舗装上を歩いたり走ったりした場合、足の筋肉がどのような筋活動をしたかを調べることで、人体が舗装材から受ける何らかの影響を知ることが出来るのではないかと考え、その方法として足の筋電図を測定してこの生体データからの波形を検討したので報告する。

目 的

人間が歩行したり走行したりする時に影響を与える舗装材料の性質としては、材料の表面硬さ、表面の滑り、弾力性等が考えられるが、筋電図を測定した場合、被験者の運動経験やその日の状態、あるいは使用した靴の種類、運動の種類など多くの要因が影響するものと考えられる。従ってこれらの要素を全て取入れ、舗装上を歩行、走行した時に人体が受ける影響を調べることは様々な要因があり困難であるし、これらの試験方法や評価方法もまだ確立されていない。そこで、本研究では舗装上を歩行したり走行した時に人が感じる歩きにくさや疲労感等を測定するのではなく、歩行やジョギングをした場合、舗装の材質の差により足の筋肉がどのような使われ方をしたか、あるいはどの程度筋力を使用したか等を測定し、これらのデータから舗装材の特徴を比較することを目的として筋電図の測定解析実験を行った。

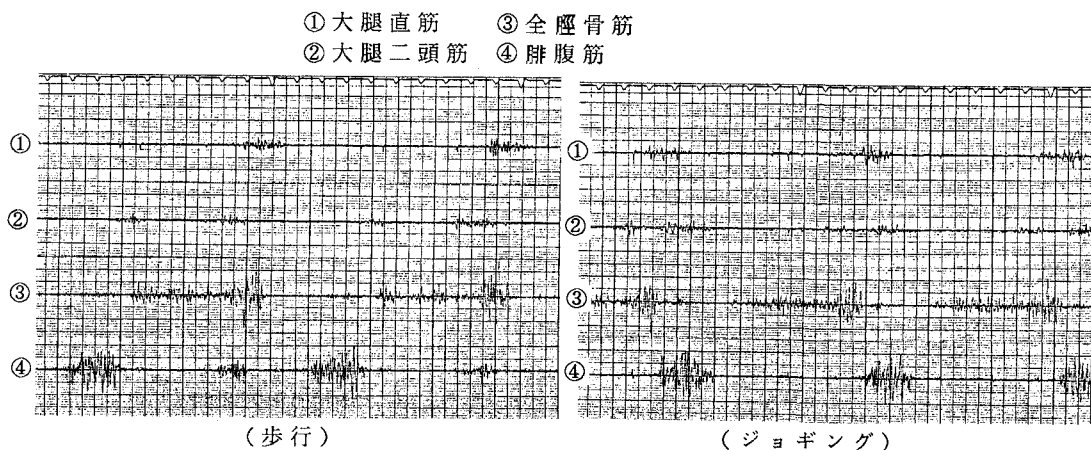
実験方法

(1) 測定条件

今回測定に用いた舗装は 比較的低価格で弾力性のある舗装材として最近開発された(1)ウレタンゴムチップ舗装(粒状ゴム)、(2)ゴム碎石混合舗装、(3)クレイ舗装の3種類について東京都内の小学校の校庭で比較実験した。使用した靴は一般に学童が学校などで用いている(1)上履きシューズと、靴底にクッション材が入っている(2)ジョギングシューズの2種類とし、(1)歩行(120歩/分)、(2)ジョギング(150歩/分)、(3)全力走行の3状態で4人の被験者(青年男女各2人)について測定を行った。また併せて各種舗装材については、衝撃加速度及び表面すべりを測定した。

(2) 筋電図の測定および解析方法

表面筋電の測定位置は大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋の内側頭の4ヶ所測定し、ディスプレイ電極(外径45mm×58mmの楕円形、ゲル部18mmで2電極の中心間距離は44mm)を用いた。表面筋電は本研究室で改良した小型アンプで増幅し7チャンネル記録専用カセットデータレコーダでカセットテープに記録した。アンプ及びデータレコーダはいずれもウエストポーチで腰部に固定し、走行時に邪魔にならないように配慮した。なおデータレコーダの記録周波数特性はDC~1250Hz(+0.5, -1.0dB)で重量は590gである。またカセットテープに記録したデータは、広帯域アナログ入力装置でA/D変換し、パソコンでパワースペクトル解析及び波形の積分などを行った。



図－1 歩行およびジョギングの筋電図

実験結果及び考察

筋放電の一部を図－1 に示す。従来から歩行時の筋肉の動きや筋電位の解析等については、W. BRAUNE²⁾やT. INMAN³⁾ 等が発表しているが、今回の実験でもこれらと同様の筋電位の状態が確認できた。

全体の筋電位解析結果から、大腿二頭筋は歩行時では足を地面に接する直前とつま先が地面から離れる時に活動するが、ジョギングや全力走行では地面に接した直後にも強い活動があり、逆につま先を上げる時には活動はない。前脛骨筋は足を上げた時から活動し始め、歩行とジョギングでは特に地面に足を接する前後に強く活動する。全力走行の場合は足を上げ始めたときの放電量と着地前後の放電量がほぼ変わらない。腓腹筋の内側頭はかかとを押し上げる作用があり、歩行ではつま先を上げる前に活動しているが、ジョギングでは接地直後に活動し、全力走行では接地時期より前に活動が始まる。足が地面に着いている時期と離れている時期を比べると、地面から離れている時間は走る速さが増すと多少短くなってはいるが速度で大きく変化していない。しかし足を地面に下ろしている時間は走る速度が速いほど極端に短くなっている等の現象が認められた。

筋電図の周波数分析結果から、大腿直筋では、歩行の場合、上履き、ジョギングシューズとも、筋電の積分値はクレイ舗装が少なくゴム碎石舗装が多い。しかしジョギングをした場合は上履きでは歩行と同じ傾向を示したもののジョギングシューズではクレイとゴム碎石舗装が同じ値になり、全力走行になると逆にクレイの積分値のほうが大きくなる傾向にあった。前脛骨筋の積分値を見ると、いずれの靴も歩行、ジョギングではクレイ舗装、ゴムチップ舗装、ゴム碎石舗装の順で積分値が大きくなっているが、全力走行の場合逆の傾向を示していた。

以上の結果を見ると、各種条件により筋電図の放電量等は異なっていることから、筋収縮効率は同一実験下（速度、歩行条件等）で振幅積分値に比例することや、積分筋電値と発生張力の間には20～80%の随意収縮レベルで0.9の相関がある、等の従来の研究結果⁴⁾をもとに詳細に解析することにより、舗装材や靴と足の筋肉の活動状態を解析していくことは可能であると考えられる。

解析にご協力を賜りました（株）キッセイコムテックに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 人のための道と広場の舗装；金井 格他；技報堂出版
- (2) The Human Gait; W. Braune ; Translators: P. Maquet; Springer-Verlag
- (3) Human Walking ; Verne T. INMAN ; Williams & Wilkins
- (4) 筋と筋力の科学-筋収縮のメカニズム解析-；永田晟；不昧堂出版