

歩行空間における筋活動電位を用いた履物の違いによる歩きやすさの検討

北見工業大学大学院	学生会員	○佐々木 賢一郎	北見工業大学工学部	正会員	富山 和也
北見工業大学大学院	学生会員	幸谷 有毅	北見工業大学大学院	学生会員	西海 隼人
大林道路株式会社	正会員	森石 一志	大林道路株式会社	正会員	山口 雄希
			明石市市役所	正会員	鈴木 啓祐

1. はじめに

急速に高齢化が進むわが国では、誰もが安心して社会参加するため、安全かつ快適な移動を可能とする歩行空間の整備が重要である。しかし、障がい者らの移動等の円滑化の促進に関する法律（バリアフリー法）¹⁾に基づく移動等円滑化基準のために必要な道路の構造に関する基準を定める省令²⁾では、歩道等の路面管理に資する具体的な指標がなく、歩行空間における合理的な路面管理手法が必要といえる。既往研究^{3), 4)}では、歩行者の筋活動と路面の物理性状の関係性から、歩き心地の良い範囲が存在することが示唆されている。しかし、歩行者の履物の違いによる歩き心地の違いは明らかになっていない。そこで本研究では、歩行者の履物の違いによる影響を明らかにすることを目的に、形状、性質の異なる4種類の履物（普段靴、ランニングシューズ、革靴、サンダル）を用い、歩行者の表面筋電図および路面の物理性状を計測した。

2. 歩行者の筋活動電位計測

本研究では、人からみた路面の評価を客観的に行うため、筋電センサを歩行中の主働筋である腓腹筋内側頭（以下、Gmh）および前脛骨筋（以下、Ta）に取り付け、歩行した際の表面筋電位を計測した。また、歩行中の挙動を測定するため、腰部に振動加速度センサを取り付け、歩行周期を計測した。ここで、歩行時において、Gmhは後方にしっかりと蹴りだす運動に関連し、Taは着床時につまずきの予防につながる脚部を大きく前方にだす運動と関連することが知られているため⁵⁾、Gmhを歩きやすさの指標とし、Taをつまずきやすさの指標とした。

3. 路面の物理性状計測

図-1に試験の対象とした路面の外観を示す。舗装種別は、図-1(a)が表層にインターロッキングブロック（以下、ILブロック）を用いた全長50mの舗装、図-1(b)が表層にILブロックを用いた全長100mの舗装、図-1(c)が表層にポーラスアスファルト混合物を用いた全長100mの舗装（以下、ポーラス舗装）、図-1(d)が密粒度アスファルト混合物を用いた全長100mの舗装（以下、密粒度舗装）である。また、路面の物理性状値として、英国式ポータブル・スキッド・レジスタンス・テスト（以下、BPN）により、静止摩擦係数を、回転式きめ深さ測定装置（以下、CTM）より、路面の粗さの目安となるきめ深さを計測した。なお、路面の物理性状試験は、公益財団法人日本道路協会「舗装調査・試験法便覧」に基づいて行った。

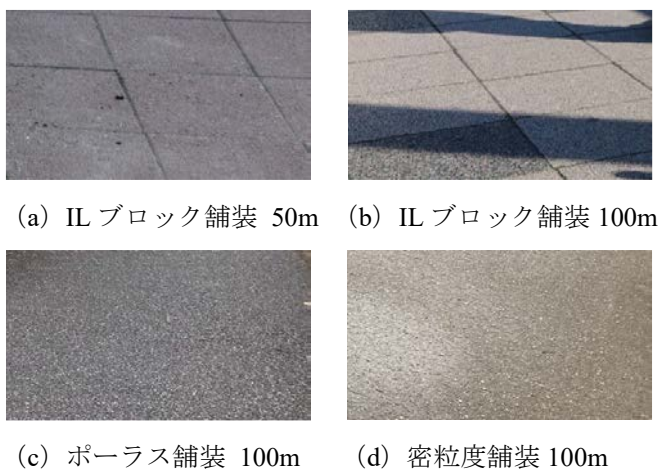


図-1 対象とした路面

キーワード 歩行空間、表面筋電図、BPN、CTM、履物の違い

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町165

北見工業大学 工学部 社会環境系 TEL 0157-26-9496

4. 解析方法

図-2 に試験で得られた筋電波形の一例 (Ta) を示す。

図-2 (a) に示されるように、筋電波形は負の値を含んでいるため、波形の絶対値をとることにより整流化を行った。続いて、図-2 (b) に示されるように、時間窓を 0.03 秒で積分 (移動平均処理) し、平滑化を行った。また、振動加速度センサから歩行周期を特定し、1 歩行周期毎の筋電波形を積分し、筋活動量とした。

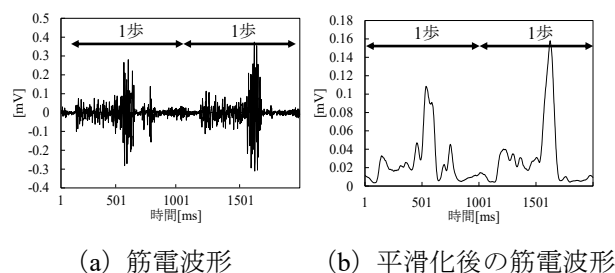


図-2 試験で得られた筋電波形の一例 (Ta)

5. 試験結果

図-3 に BPN, きめ深さおよび Gmh の筋活動量 (以下, Igmh) の比較を示す。図-3 (a) よりランニングシューズ装着時の Igmh は、きめ深さによってその値が大きくなり、きめが深すぎると歩きにくいという既往研究⁴⁾と整合する結果を得た。図-3 (b) よりサンダル装着時の Igmh は、ランニングシューズ装着時とほぼ同様の等高線図を示したことから、Gmh は履物の違いの影響を大きく受けないことが示唆された。図-4 に BPN, きめ深さおよび Ta の筋活動量 (以下, Ita) の比較を示す。図-4 (c) より革靴装着時の Ita は、BPN 値が 58, きめ深さが 1.5mm の際に大きくなり、歩きにくい範囲を示す結果を得た。図-4 (d) より普段靴装着時の Ita は、BPN 値が大きく、きめが深いほど歩きやすいと感ずることが示唆された。また、革靴装着時と異なる等高線図を示したことから、Ta は履物の違いによる影響を受けることが示唆された。

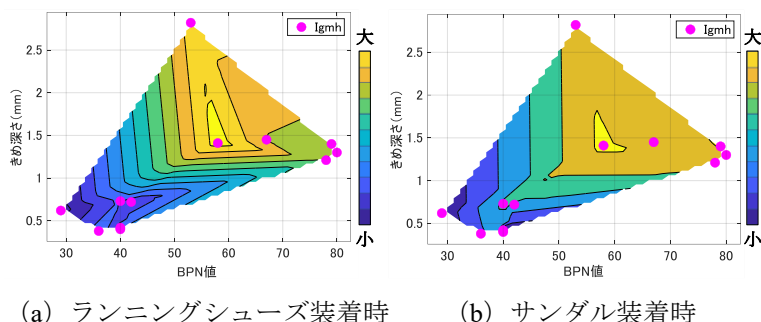


図-3 BPN, CTM, Igmh の比較

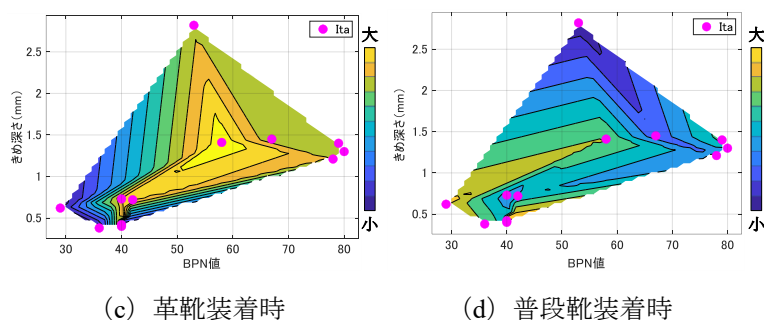


図-4 BPN, CTM, Ita の比較

6. おわりに

本研究では、路面の物理性状と Igmh, Ita の比較を異なる 4 種類の履物を装着し、検討を行ったことで、履物の違いによる歩きやすさを合理的に評価できることが示唆された。本研究成果は、利用者のつまずきによる転倒での怪我防止や歩き易さの向上につながる舗装材料の選定など、誰もが安心して利用できる歩行空間の整備に寄与するものと期待できる。

参考文献

- 1) 高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律: https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=418AC0000000091_20210401_502AC0000000028 (最終アクセス 2023 年 3 月)
- 2) 移動等円滑化基準のために必要な道路の構造に関する基準を定める省令: <https://www.mlit.go.jp/barrierfree/transport-bf/shinpou/dourokijyun.pdf> (最終アクセス 2023 年 3 月)
- 3) 鬼塚信弘, 他: 歩行者系舗装の物理性状と筋活動の定量的評価に関する研究, 土木学会論文集 E1, Vol.72, No.3, 2016
- 4) 佐々木賢一郎, 他: 歩行空間における下腿部表面筋電図を用いた路面評価, 土木学会第 77 回年次学術講演会, V-326, 2022 年 9 月
- 5) 坂本理徳, 他: 高齢者の歩行動態を表す特徴量の抽出とそれに影響を及ぼす要因, 繊維製品消費科学, 58 巻 1 号 p.55-63, 2017