16種類の歩行者系舗装に関するすべりと筋電位の評価

東亜道路工業㈱　技術研究所　正会員　○谷知　尚之
同　正会員　多田　悟士
木更津工業高等専門学校　環境都市工学科　正会員　鬼塚　信弘

1. 目的

近年、少子高齢化やバリアフリー化などの社会変化に伴い、高齢者や障害者でも使用しやすい施設・舗装の整備が必要とされている。特に、運動・スポーツ・リハビリ訓練などに使用される歩行者系舗装には、歩きやすさに関する品質管理指標の提案が望まれている。そこで著者らは、「歩行者の筋電位（筋肉を動かすときに生じる電圧）」を歩きやすさに関する新しい定量的評価指標として利用する研究を始めた。本報では、計16種類の歩行者系舗装のすべり抵抗性と各歩行者系舗装における歩行者の筋電位を測定した。その結果、歩行者の筋電位が歩きやすい歩行者系舗装のすべり抵抗性に関する品質管理指標として提案できる可能性が示唆されたことを報告する。

2. 試験方法

2.1 測定対象舗装

様々な物理性状を持つ舗装について歩行者の筋電位測定を行うため、東亜道路工業㈱技術研究所構内に試験用の歩行者系舗装を施工した。試験用に用意した歩行者系舗装は、既往の研究[1]に遮熱舗装と天然芝舗装を加えた計16種類である。

2.2 歩行者系舗装のすべり抵抗性測定

歩行者系舗装のすべり抵抗性を測定するため以下の3種類の試験を行った。砂利舗装に関しては路面の形状が変化しやすいため、再現性のある測定値が得られなかった。

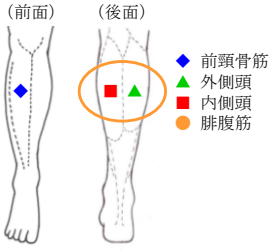
① 振り子式すべり抵抗試験（舗装調査・試験法便覧S021-2）
ゴムスライダーを持つ振り子を所定の高さから振り下ろし、振り子が測定面をこすって振り上がった高さから、路面のすべり抵抗値（BPN）を測定する。天然芝舗装に関してはゴムスライダーの接地幅を定めることが難しく測定が困難であった。

② DFテスターSタイプ
ゴムスライダーを持つ円盤を測定面に押付け、回転させた時の抵抗値から静止摩擦係数（μ）を測定する。

③ 床滑り試験（JISA1454 高分子系張り床材試験法）
床面と接触するすべり片に80kg の荷重をかけ、斜方18°に引っ張った時のすべり抵抗係数（C.S.R）を測定する。本報では床滑り試験機に準拠し装置を自作した。

2.3 筋電位測定

皮膚表面に電極を使用した表面筋電図法を用いて歩行時の筋電位を測定した。被験者は男性7名（35.4±8.0歳）と女性4名（30.5±8.4歳）の計11名とし、被験筋は前脛骨筋と腓腹筋の外側頭、内側頭とした（**図－1**）。また、歩行周期（**表－1**）を初期接地から遊脚終期までとし、1歩行周期に要する時間を100%に正規化した筋電位を全波整流、積分することで筋活動量を算出した。さらに被験者間の傾向を比較するため、密粒舗装の筋活動量を暫定的に1とした筋活動量比を求めた。



図－1 被験筋（右足）

キーワード　歩行者系舗装，すべり抵抗性，筋電位，歩きやすさ
連絡先　〒300-2622　茨城県つくば市要315-126　東亜道路工業㈱　技術研究所　ＴＥＬ029-877-4150

表－1　歩行周期

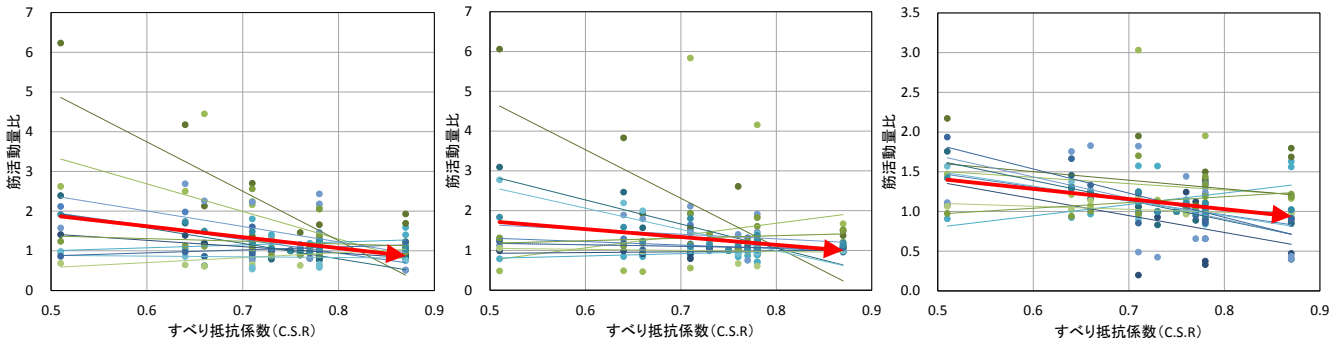
歩行周期（右足）	立脚期					遊脚期		
	両脚支持		単脚支持		両脚支持			
相	初期接地（IC）	荷重応答期（LR）	立脚中期（MSt）	立脚終期（TSt）	前遊脚期（PSw）	遊脚初期（ISw）	遊脚中期（MSw）	遊脚終期（TSw）
相の割合	0%	0～12%	12～31%	31～50%	50～62%	62～75%	75～87%	87～100%
筋活動	前頸骨筋		腓腹筋		前頸骨筋			

表－2 すべり抵抗性測定値

工区名	すべり抵抗値（BPN）	静止摩擦係数（μ）	すべり抵抗係数（C.S.R）
おが屑1	59	0.82	0.64
おが屑2	49	0.70	0.66
土	55	0.77	0.71
ILB	58	0.76	0.78
木レンガ	56	0.88	0.78
石板	21	0.55	0.76
ニート	66	0.99	0.78
密粒	67	0.87	0.75
透水性	71	0.77	0.73
遮熱	83	1.17	0.87
木チップ	50	0.76	0.87
ゴムチップ	58	0.80	0.78
コンクリート	57	1.01	0.77
砂利	-	-	-
天然芝	-	0.49	0.51
人工芝	75	0.91	0.71

3. 歩行者系舗装のすべり抵抗性と筋電位測定結果

各舗装のすべり抵抗性測定値を**表－2**に示す。各測定値と筋電位測定から求めた筋活動量比との関係を整理すると、いずれかの被験筋においてC.S.Rとの相関を示す被験者が11人中7人と最も多く見られた（**図－2**）。これはC.S.Rを測定する床滑り試験が立脚中期から前遊脚期までの歩行動作を再現しているためだと考えられる。また、全ての被験筋においてすべりにくい舗装であるほど筋活動量が減少する傾向が見られた。すべりやすい舗装であるほど体のバランスを保持しようとするため筋活動量が増加したと考えられる。



(a) 前頸骨筋　(b) 腓腹筋外側頭　(c) 腓腹筋内側頭

図－2　C.S.R と各被験筋における筋活動量比との関係

4. まとめ

本研究では歩行者系舗装のすべり抵抗性を 3 種類の試験法で測定し、その違いによる歩行者の筋活動量への影響を検討した。その結果、多くの被験者が C.S.R と筋電位測定から求めた筋活動量比との間に高い相関性を示し、すべりにくい舗装であるほど筋活動量が減少する傾向が見られた。これは歩行者の筋電位が舗装の歩きやすさに関する定量的指標として利用できる可能性があることを示唆している。今後、硬さとすべりを考慮した歩きやすさに関する評価式の提案をする予定である。なお、歩行者の筋電位と舗装の硬さなどに関する取り組みの詳細は参考文献[2),3)]を参照していただきたい。

謝辞

本研究の遂行にあたり、ご協力を頂いた木更津工業高等専門学校の沢口義人准教授、栗本育三郎教授、専攻科神田夕葵氏、瀬本智貴氏ならびに被験者の諸氏にお礼申し上げます。

【参考文献】

1) 野尻大祐・多田悟士・鬼塚信弘・神田夕葵：各種の歩行者系舗装の硬さとすべりの評価，土木学会第69 回年次学術講演会講演概要集第Ⅴ部門，pp. 1263-1264，2014. 9.

2) 野尻大祐・多田悟士・鬼塚信弘・神田夕葵：硬さと筋電位測定による歩行者系舗装評価の一検討，土木学会第70 回年次学術講演会講演概要集第Ⅴ部門，投稿中，2015. 9.

3) 神田夕葵，鬼塚信弘，沢口義人，栗本育三郎，多田悟士：歩行者系舗装の性能の違いが人の筋活動に与える影響とデータの再現性，土木学会第 70 回年次学術講演会講演概要集第V部門，投稿中，2015.9.