

シューズを用いたテニスコートサーフェスのすべり特性評価手法に関する検討

東亜道路工業株式会社 技術本部 技術研究所 正会員 ○田中 宏季

国立大学法人筑波大学 大学院システム情報工学研究科 非会員 長尾 健史

国立大学法人筑波大学 システム情報系 非会員 松田 昭博

東亜道路工業株式会社 技術本部 技術研究所 正会員 増戸 洋幸

1. はじめに

テニスコートには、砂入り人工芝・ハードコート・クレイコート等、さまざまなサーフェスが用いられている。これらのサーフェスでは、「衝撃吸収性」や「すべり特性」といった性能の違いから、プレーヤーへの身体的負担に差異があるとされている¹⁾。サーフェス性能に関する既往の検討において、「衝撃吸収性」については、サーフェスに衝撃载荷した際の荷重および変位を計測することで、身体側への負荷を間接的に評価する手法が提案されている²⁾。一方、テニスの特徴的な動作である制動や切り返しといった運動へ影響を及ぼすサーフェスの「すべり特性」については、定量的な評価手法がいくつか運用³⁾されているものの、プレーヤーの運動方向や実荷重、実際のシューズ底面とサーフェス間との摩擦抵抗等は考慮されていない。したがって、プレーヤーが受ける印象や身体的負担とすべり特性の評価結果が整合しないものと考えられる。そこで本検討では、実際の運動や荷重を模擬することに加えて、一般的に流通しているシューズを用いたサーフェスのすべり特性評価手法を考案し、各サーフェスのすべり特性の違いについて考察した。

2. 試験概要

試験装置の外観を写真-1に示す。試験系として、幅 300 mm、長さ 400 mm、高さ 200 mm の供試体上にシューズを設置して、鉛直方向に荷重を载荷しながら、水平方向へけん引する機構とした。シューズには、人の実物の足より型取った足型を挿入し、水平器を取り付けた木材の型枠にはめ込んだ。足型にはシャフトを取り付け、バーベルの要領でプレートを差し込むことにより、鉛直方向の荷重を载荷する構造とした。ウィンチによるけん引力は、シューズをはめ込んだ型枠とウィンチとの間に取り付けたロードセルにより測定した。けん引時の水平方向変位量は、シューズのかかと部に接触させた変位計により測定した。

本検討ではテニスコートとして一般的に用いられている3種類のサーフェスを測定対象とした。各サーフェスの外観および構造を図-1に示す。なお、実際のテニスコートでの荷重に対する反力を模擬するため、供試体は図に示すような構造とした。

試験条件は3種類のサーフェスに対して、シューズを2種類(クレイ・人工芝用、オールコート用)、荷重を2種類(55 kg、95 kg)とし、計 12 条件を設定した。試験時のウィンチによるけん引力、ならびに水平方向変位量については、同一のデータロガーに入力し、サンプリング周波数 10 kHz で同期記録した。測定結果より算出した平均けん引速度は、約 90 mm/s であった。

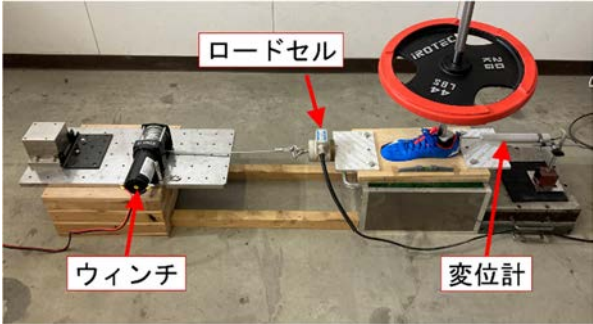


写真-1 試験装置外観

	サーフェス外観	構造
砂入り人工芝		人工芝(基布+砂充填部) t = 19 mm 開粒度アスファルト混合物 t = 50 mm 路盤 C-40 t = 131 mm
ハード		ハードコート t = 2 mm 密粒度アスファルト混合物 t = 50 mm 路盤 C-40 t = 148 mm
クレイ		真砂土 t = 100 mm 路盤 C-40 t = 100 mm

図-1 供試体概要図

キーワード テニスコート, サーフェス, 砂入り人工芝, ハード, クレイ, すべり特性
連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要 315-126 東亜道路工業株式会社 技術研究所 TEL 029-877-4150

3. 試験結果

試験結果の一例として、クレイ・人工芝用シューズを着用し、95 kg の荷重を載荷した場合のけん引力と変位量の関係を図-2 に示す。なお、本検討では変位 0～10 mm の間を静摩擦域、変位 20～80 mm の間を動摩擦域として定義する。各サーフェスの静摩擦域と動摩擦域で、けん引力に異なる傾向が見られた。砂入り人工芝およびハードでは、静摩擦域においてけん引力に明瞭なピークが見られ、その後の動摩擦域では全てのサーフェスにおいて、けん引力は概ね一定に推移した。これらの傾向は、いずれの荷重条件の場合も同様であった。

同条件での測定を各サーフェス別に 3 回行い、静摩擦域での最大けん引力、動摩擦域での平均けん引力、最大けん引力と平均けん引力の差についてそれぞれ平均値を算出した。一例として、95 kg の荷重を載荷した場合の結果を図-3 に示す。

砂入り人工芝では、最大けん引力が他のサーフェスと比べて最も大きく、平均けん引力は対象としたサーフェスの中で最も小さかった。ハードについては、最大けん引力は砂入り人工芝とクレイの間であったが、平均けん引力は最も大きい値を示した。クレイでは、最大けん引力が他のサーフェスと比較して最も小さく、最大けん引力と平均けん引力の差においても最も低い値を示した。また、シューズ別の比較では、クレイ・人工芝用シューズを着用した場合、砂入り人工芝とクレイにおいて最大けん引力と平均けん引力がオールコート用シューズを着用した場合と比較して増加する傾向が確認された。

以上の結果から、プレー時の走り出しや制動といった動作に影響を及ぼす静摩擦域での特性、およびスライド動作に影響を及ぼす動摩擦域での特性について、各サーフェスの違いを定量的に評価できたものと考えられる。

4. まとめ

本検討において考案した評価手法により、各サーフェスのすべり特性を定量的に評価することができた。今後は、得られた測定結果を詳細に分析するとともに、プレーヤーの印象や負担との相関について検証していく予定である。

参考文献

- 1) O Girard, F Eicher, F Fourchet, J P Micallef, G P Millet: Effects of the playing surface on plantar pressures and potential injuries in tennis, *Br J Sports Med*, 41, pp.733-738, 2007.
- 2) PD CEN/TS 16717:2015, Surface for sports areas. Method of test for the determination of shock absorption, vertical deformation and energy restitution using the advanced artificial athlete, European Standard, 2015.
- 3) (公財) 日本体育施設協会：屋外体育施設の建設指針 - 各種スポーツ施設の設計・施工 - 平成 29 年改訂版, 2017.

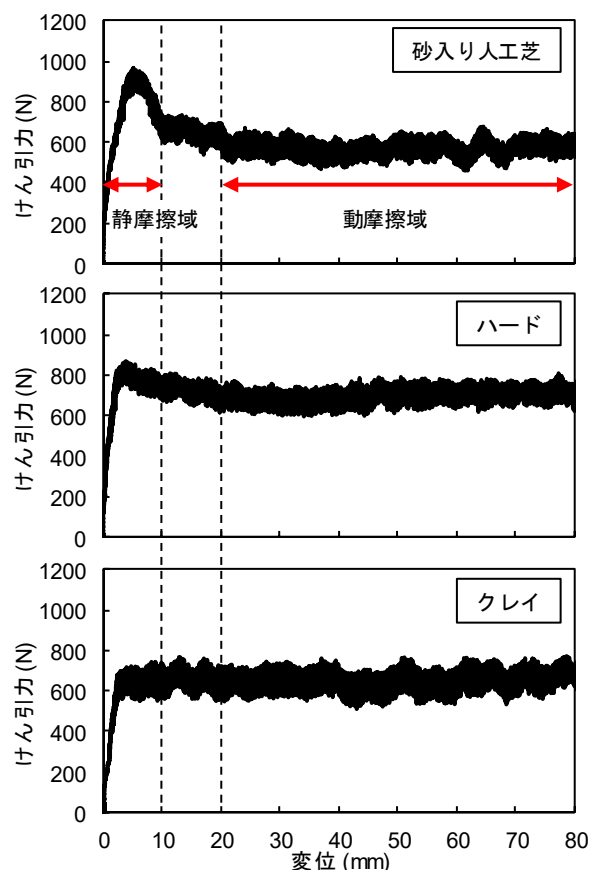


図-2 けん引力と変位量の関係

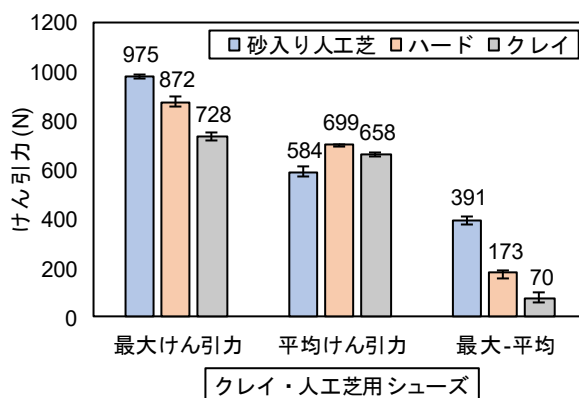
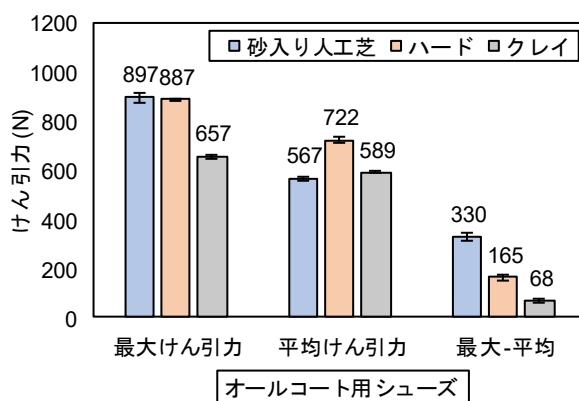


図-3 各サーフェスの特徴量比較