「技術賞」紹介

耐スライディング摩耗布帛の開発

高 寺 由 和

1. はじめに

ポリエステル製のスポーツウェアのうち、特に野球ユニフォームとトレーニングウェア分野ではスライディングによる「穴開き」がその商品寿命を極端に短くしていた。一般に、このスライディング摩耗はすべり止め加工した体育館の床との摩擦熱を原因とする熱溶融による損傷と、土や砂が介在するグラウンドでの破損とに2大別される。両者の摩耗状態の差を図1、2に示す。

本研究は、破断要因の詳細が不明だった後者を念頭におき技術開発が行われた。

2. 摩耗現象の観察

まず、実際のグラウンドでのスライディングにより摩耗したユニフォームの破断面や損傷部を電子顕微鏡で観察した結果、伸長・剪断による破断、押し潰れやフィブリル化による破断のほか、熱溶融による破断が主な損傷原因であることを分析・解明した。それらの代表例を図3に示す。

一方、損傷部とその周辺に多くの砂や小石が組織内に侵入しているのが観察された。(図4参照)

これらの侵入物は組織を布帛内部から摩擦・剪断し、摩耗を促進することが推察された。

図1 体育館での摩擦面

図2 グラウンドでの摩擦面

Development of Sliding Abrasion Resistant Fabric

著者紹介 YOSHIKAZU TAKATERA

Value Added Products Research Laboratories, TEIJIN Ltd.

帝人㈱ 繊維研究所 第1グループ統括

著者は、消費科学、防塵、制・導電系をご専門とされ、久保博信氏とともに平成10年度繊維学会・技術賞を受賞されている。趣味は、バドミントン、テニスとのこと。

本稿では、グラウンドでのスライディングによる布帛摩耗の研究と耐摩耗布帛の開発について、その手法を含めて解説していただいた。

図3 スライディング摩耗による各種の繊維損傷

図4 編組織内に侵入した小石

3. 開発方針と技術手段

摩耗現象の観察により、PET繊維は伸長・剪断、フィブリル化、潰れ、熱溶融および小石の侵入により損傷されるとの結果を受け、ポリマー、紡糸、糸加工および編地の検討が始まった。その開発方針と技術手段を表1に示す。

4. 糸物性の検討

(1) 紡糸速度

耐摩耗性向上には、糸の強度アップ、中間伸度モジュラスの向上、耐溶融性、耐フィブリル性および単糸織度アップなどが有効であると考え、ポリマー・製糸、糸加工条件の最適化について検討した。一般に、高強度化は高分子量(高固有粘度)のPETポリマーを低速紡糸し、高倍率で延伸熱セットすることで得られるが、耐熱性、耐フィブリル性および中間伸度におけるモジュラスはむしろ高紡速サイドで高い値を示すため、中間の最適紡糸速度を選択した。(図5)

因みに製糸性の許容限度内で、なるべく高分子量のPET

表1 開発ターゲットと技術手段との関係

区分		問題点	開発目標	技術手段
糸要因	力学的	破断	強く 高強力	高分子量 PET
	形状的	フィブリル化	割れず 耐フィブリル性	中間紡速・適正延伸
		断面偏平化	潰れず 耐偏平性	逐次延伸・仮燃加工
	熱的	溶融	溶けない 耐熱性	熱セット
布帛要因	物理的	砂の組織内侵入	締まった 緻密化	高密度布帛
		摩擦抵抗	平らな 平滑化	フラット表面構造
	感性	粗硬風合	柔らかい ソフト風合	仮燃加工

図5 紡速速度と糸物性の均衡

図6 ポリマー分子量別の紡糸速度と物性

ポリマーを用いた方が、強度、融点とも高くなり、目的の耐グランド摩耗性も良い結果となる。又、物性の変化ポイントと耐グランド摩耗性のピーク点が合致している。(図6)

(2) 糸加工方法の検討

当然のことながら、単糸繊度を太くすると耐摩耗性は向上するが、粗硬風合いとなり着用快適性を損なう。逆

に、衣料としての風合いを優先させ、曲げ剛性の低い細繊度糸を使用すると、耐スライディング摩耗特性が極端に低下するため、普通繊度糸の仮撚加工で対応することにした。しかし、コストメリットのある通常のPOY-DTYの延伸同時仮撚加工では、強度低下と単糸断面の偏平化が著しく、耐スライディング摩耗性が劣るため、延伸熱セット後に仮撚加工をすることで、物性劣化を阻止することに成功した。

仮撚加工による糸断面の偏平化の状態を図7に示す。

逐次延伸・仮撚加工バズモ®糸(×1200)

同時延伸・仮撚加工普通糸(×1200)

図7 仮撚方式と糸断面の偏平化

5. 布帛の検討

一方、耐スライディング摩耗性を向上させる布帛要因の検討と、評価方法の検討が同時に進められた。布帛要因として、

- (1) 砂や小石を布帛組織内に侵入させない緻密構造
  - (2) グランドとの摩擦抵抗を極力減らす平滑構造
  - (3) 布帛の伸長を抑え、摩擦時の厚みの減少を阻止
- の3点を中心に開発が行われた。

他方、耐スライディング摩耗特性の評価は、当初JISのユニバーサル型平面摩耗試験機にて評価したが、計測結

図8 衝撃摩耗試験機(第1号機)

果と市場での評価との相関が低いことが判明し、独自に設計開発した衝撃摩耗試験機にて一次評価を行った。

本試験機はモーターシャフトに直結した回転円板にサンドペーパーを貼り付けた摩擦体に、試料を取り付けた突起を衝突させ、円板の回転モーメントにより衝撃的な耐摩耗性を評価する装置である。本機はユニバーサル型平面摩耗試験機のように比較的弱い力で徐々に摩耗する方式ではなく一度に強い力で摩耗させる方法であり、試料の耐熱性も同時評価される。(図8)

6. 結 果

最終評価は、人体とはほぼ同程度の表面硬さと接圧を有するダミーボディを袋状の試料で包んで、図9の通り実際にグラウンドを自動車で引きずり回し、試料に穴の開くまでの周回数により摩耗強度を判定した。

本開発の耐スライディング摩耗布帛は、破断までのグラウンド摩耗周回数で従来品対比、約2倍の耐久性を示した。また、近隣の高校のソフトボール部にて従来品と開発品のユニフォームとを試着してもらい、耐スライディング摩耗性を比較評価したところ、開発品は従来品の1.7倍から2.3倍も長寿命化ができたことが再確認された。

図9 耐スライディング摩耗の最終評価方法

7. まとめ

本技術は、野球ユニフォームや体育衣料分野を中心とした、特にグラウンドでの耐摩耗性を大きく改良したポリエステル延伸糸、仮燃加工糸および織編布帛に関するものであるが、スポーツ分野のみならず耐摩耗性が要求される衣料および非衣料分野にも今後さらに発展し得る技術である。昭和62年に「パズモ®」の商品名で上市され、年々生産量、用途とも拡大して来ており、事業の実績も大きく、その特許は独自技術として権利化されている。

この「パズモ®」の摩耗耐久性は市場でも認められ、学販トレーニング衣・野球ユニフォームのほか、プロ野球でもセ・リーグの巨人、ヤクルト、パ・リーグでは西武、ロッテのユニフォームに採用されている。

図10にジャイアンツ松井選手のユニフォームの写真を参考までに掲載する。

図10 巨人軍松井選手のユニフォーム

参考文献

- 久保博信, 黒田俊正 特公平5-18935
「耐摩耗性ポリエステル捲縮糸の製造方法」