

機能性を向上させたスポーツ用衝撃吸収パッドの開発

生活資材開発課 牧村めぐみ*1 生活科学課 浦上 晃、溝口正人*2

1. 緒言

スポーツウェアには、競技種目によって必要な個所に衝撃吸収パッドが設置されている。これらには、適切な衝撃吸収性や耐久性に加えて、ストレッチ性による動きやすさや温熱的な快適性も求められる。プレーヤーの身体保護を考慮した安全安心なスポーツウェアを実現するためには、衝撃吸収性に優れた動きやすい衝撃吸収パッドの開発が望まれる。

そこで本研究では、衝撃吸収パッドのプロテクター部の重要な役割である衝撃吸収力を競技種目に応じて向上させるとともに、スムーズな競技動作が行える形状の検討をする。さらに衝撃吸収パッドを取り付けたウェアを試作し、その着用性能について被験者による検証実験を行い、衝撃吸収性に優れた丈夫で動きやすい衝撃吸収パッドの製品化を目指す。

2. 実験方法

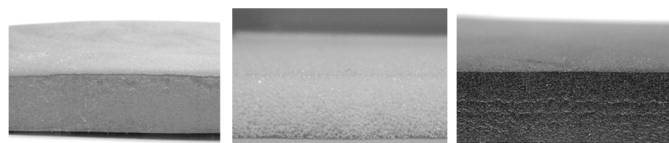
今年度は、以下の内容で実験を行った。

- (1)市販の衝撃吸収パッド付きスポーツウェアおよびプロテクター素材を収集して、適正な素材・構造について検討した。
- (2) 収集したサンプルの衝撃吸収材について、低速衝突、高速衝突および圧縮試験機による評価を行い、競技中に身体に作用する衝撃力の大きさ、作用時間などの保護効果を検討した。

2.1 市販品の性能比較

2.1.1 市販衝撃吸収材の選択

野球、サッカー、ラグビーなどのスポーツ競技用ウェアや、プロテクトインナー等に配置されている衝撃吸収材 18 種を選択した。代表的なサンプル断面を図 1 に示す。



EVA 系 7 種 ウレタン系 6 種 ゴムスポンジ系 5 種

Fig. 1 選択した衝撃吸収材の素材とその一例

2.1.2 低速衝突による評価

自作したハンマー式の衝撃負荷装置 (図 3) により各サンプルの衝撃吸収性能を比較した。ハンマーの質量は 300g、回転半径は 270mm で、衝突時の速度は約 2.3m/s (8.3km/h)である。

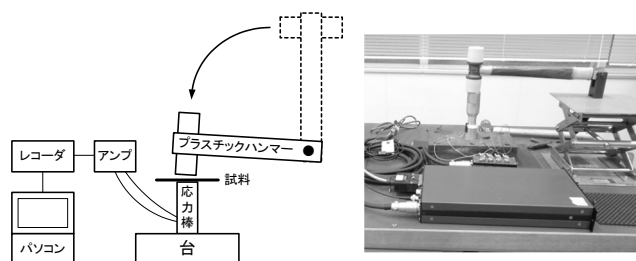


Fig. 2 低速衝突試験装置

2.1.3 高速衝突による評価

高速度で各種ボールを発射できる衝撃力負荷装置 (米国 ADC 製 : エアキャノン) とロードセル (キスラー製 : 9081A) を用いて、実戦速度域のボール衝突による衝撃吸収性能を測定した。ボールは野球硬式球を使用し、衝突速度を最大 100km/h まで段階的に設定した。



Fig. 3 高速衝突試験装置

2.1.4 圧縮試験機による剛性の評価

強度試験機 (インストロジャパン製) を用いて圧縮試験を行い、荷重変位曲線から各サンプルの剛性を算出した。

3. 実験結果および考察

3.1 低速衝突による結果

低速域での各種市販品の結果を図 4 に示す。これより、衝撃吸収性能には大きな差異がみられ、試験した 18 種のサンプルのうち衝撃吸収率 (対ブランク) が 90% 以上のものが約半数あったが、その他は 40% 程度の吸収率であった。また、吸収材の厚さが大きい吸収材では、ハンマー質量と衝突速度による負荷力が足りず、比較が困難であった。

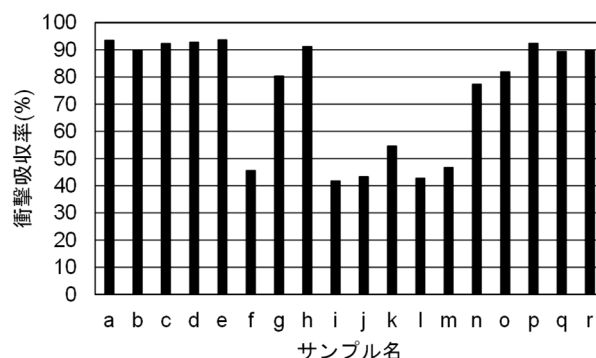


Fig. 4 低速衝突時の衝撃吸収性の比較

*1 現 生活科学課、*2 現 (公財)富山県新世紀産業機構

3.2 高速衝突による結果

3.1の試験結果で比較的衝撃吸収率が高かった7種のサンプルを対象として、実戦速度を想定した高速域における衝撃吸収性能を調べた結果を図5に示す。これより、衝撃吸収率が最も大きなサンプルでも16%程度の吸収率であり、他は概ね5%前後の吸収率であった。

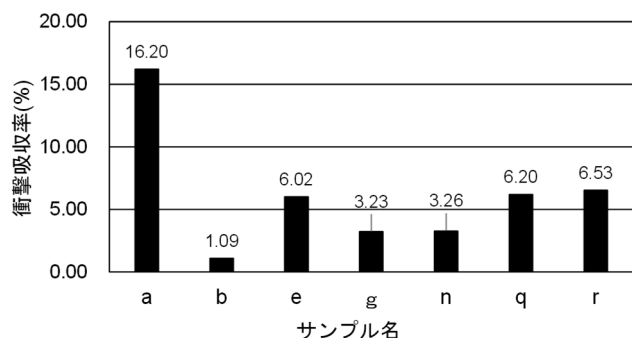


Fig. 5 高速衝突における衝撃吸収率比較

今回の実験では、衝突体の接触面積が比較的小さく、高速域で正面からの衝突という限定的な条件下ではあるが、予想よりも衝撃力の吸収効果が小さいことが明らかになり、素材や形状に改善の余地があることが示唆された。今後は、競技種目による衝突物の形状や接触面積、最大衝撃力や接触時間等を考慮して、より実戦条件に近い衝突現象を再現する試験方法を検討する必要がある。例えば、身体同士の衝突を伴う種目においては、比較的低速で質量と接触面積が大きな摩擦衝突を含む衝突現象となるが、今回の実験方法では再現できないため、次年度に検討する予定である。

3.3 剛性による衝撃吸収性の比較

衝撃吸収材として用いられる高分子材料は、粘弾性体の性質をもつ。剛性を低減することで負荷力の接触時間を長くして最大衝撃力を低減できる一方で、負荷力の大き

きさに応じて一定の剛性は必要である。実験から得られた剛性と低速衝突試験の衝撃吸収率を比較した結果を図6に示す。今回の低速での衝突条件においては3N/mm程度以上の剛性を備えれば概ね良好な吸収性能を発揮するが、それ以下では吸収性が急減する。また、剛性が高い領域においても吸収率が低下する傾向がみられた。

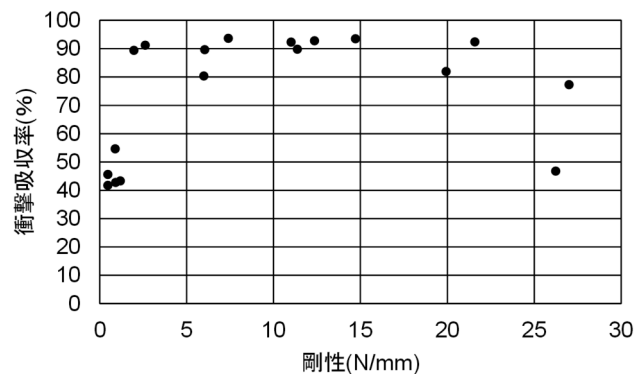


Fig. 6 剛性による衝撃吸収性の比較

市販ウェアに装着されている衝撃吸収材の特性は、競技種目による速度と衝突体の質量により分類することができることから、本研究の手法により衝突条件を考慮した材料物性の最適な範囲を求めることができる。

4. 結言

スポーツウェア用の衝撃吸収パッドの機能性向上を目的に、市販ウェアの動的な負荷特性を比較した。その結果、各種吸収材の負荷質量による差異や速度依存性を把握するとともに、競技に最適な素材や形状の指針を得た。次年度では、身体同士が衝突するような質量が大きい動的負荷やスライディング動作を再現した摩擦衝突などを考慮した試験方法を検討し、競技ごとの衝撃吸収パッドの最適化を目指す。

キーワード：スポーツウェア、衝撃吸収、耐衝撃性、身体保護

Development of High-performance Shock Absorbing Pads for Sports

Life Materials Development Section; Megumi MAKIMURA*¹, Akira URAKAMI and Masato MIZOGUCHI*²

The purpose of this research is to develop a shock absorbing protector for sportswear with improved absorption characteristics for dynamic impact force. The impact absorption properties of several types of protectors used on commercial wear were investigated by the experiment under the conditions of low and high speed impact loads. As a result, characteristic differences depending on the type of sport and installation position were clarified, and from the relationship between rigidity and impact absorption rate, effective absorption characteristics for body protection were considered.