

機能性を向上させたスポーツ用衝撃吸収パッドの開発

生活科学課 牧村めぐみ、浦上 晃

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スムーズな競技動作が行える形状の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向上させるために、素材とその組合せについて検討をする。さらにその着用時の快適性についても検討し、衝撃吸収力と着用感の優れた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) 市販の衝撃吸収素材およびプロテクター素材を収集して、適正な素材・構造・組合せについて検討した。
- (2) 組合せたサンプルについて、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。
- (3) 着用時の快適性の指標として、通気性試験を行った。

2.1 衝撃吸収パッドの性能比較

2.1.1 素材の組合せの選択

スポーツ競技用ウェアや、プロテクトインナー等に利用されている素材を収集し、数種を組合せてサンプルとした。代表的なサンプルの内訳を表1、選択した素材とその組み合わせの例を図1に示す。

Table 1 サンプルの内訳

a	軟質ウレタンフォーム10mm (軟質10mm)
b	低反発ウレタンフォーム6mm (低反発6mm)
c	半硬質ウレタンフォーム5mm (半硬質5mm)
d	半硬質ウレタンフォーム12mm (半硬質12mm)
e	EVA5mm
f	NBR8mm
g	EVA5mm + NBR8mm
h	EVA8mm + 低反発6mm
i	半硬質5mm + NBR8mm
j	半硬質5mm + EVA5mm + 低反発10mm
k	半硬質5mm + EVA5mm + 軟質10mm + 低反発10mm

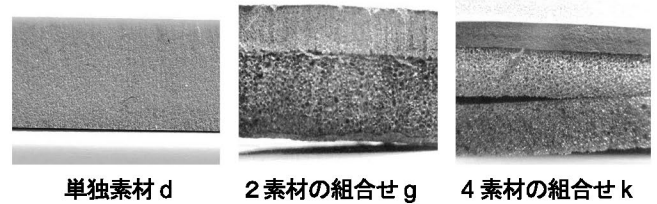


Fig. 1 選択した素材とその組合せの一例

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2)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。

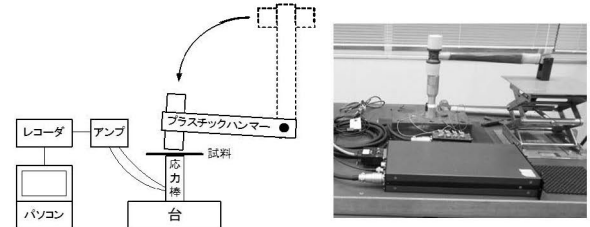


Fig. 2 低速衝突試験装置

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、硬式野球の実戦速度域のボール衝突を想定して衝撃吸収性能を測定した。ボールは野球硬式球を使用し、衝突速度は100km/hに設定した。

2.1.4 圧縮試験機による剛性の評価

強度試験機(島津製作所製)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。

2.1.5 通気度試験機による通気性の評価

通気度試験機(テクステクト社製)を用いて通気度試験を行い、通気性を評価した。

3. 実験結果および考察

3.1 低速衝突による結果

低速域での各サンプルの衝撃吸収性能を調べた結果の一部を図3に示す。試験したサンプルのうち、素材を組合せたサンプル5種はすべて衝撃吸収率(対ブランク)が90%以上であった。しかし、吸収材の厚さが大きくなると、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。

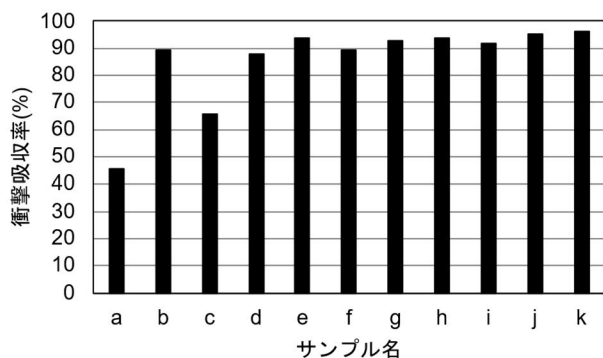


Fig. 3 低速衝突時の衝撃吸収性の比較

3.2 高速衝突による結果

高速域での各サンプルの衝撃吸収性能を調べた結果を図 4 に示す。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、昨年度と比較して衝撃力の吸収効果が全体的に大きいことが明らかとなった。特に半硬質ウレタンフォームとの組合せサンプルである i、j、k は、29%以上の衝撃吸収率が得られた。

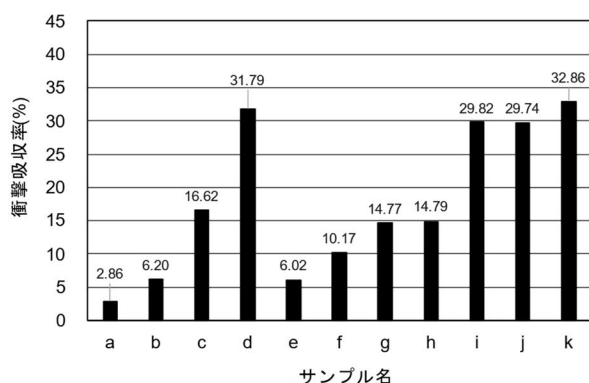


Fig. 4 高速衝突における衝撃吸収性比較

3.3 剛性による衝撃吸収性の比較

実験から得られた高速衝突試験の衝撃吸収率と剛性を比較した結果を図 5 に示す。今回の高速での衝突条件に

おいては、29%以上の衝撃吸収率を示したサンプル d、i、j、k は 4~10N/mm 程度の剛性を備えており、低速での衝突条件においても 90%程度以上の吸収性能を発揮した。

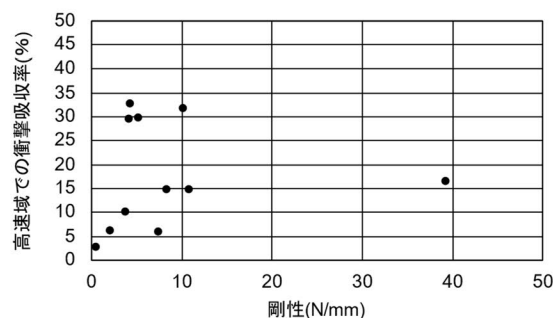


Fig. 5 剛性による衝撃吸収性の比較

3.4 通気度による快適性評価の結果

各サンプルの通気度を測定した結果、その値は軟質および低反発ウレタンフォームを除いて測定限界である $0.05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 以下であったことから、これらを用いた衝撃吸収ウェアを着用すると蒸れにより快適性の低下が予想される。一方、直径 4mm の穴を 6mm 間隔で型抜きした厚さ 5mm の EVA は通気度が $185 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 、直径 2mm の穴を 8mm 間隔で型抜きした厚さ 8mm の NBR は通気度が $27.8 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ に上昇したことから、通気性のない素材を用いる場合は型抜きや表面に凹凸を付けた形状の素材を用いる必要がある。

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、市販の衝撃吸収素材およびプロテクター素材を組合せて動的な負荷特性を比較した。その結果、各種吸収材への衝撃力による差異を把握するとともに、選択する素材やその組合せの指針を得た。また快適性を高めるために、通気性のない素材を用いる場合は型抜きや表面に凹凸を付けた形状の素材を用いる必要がある。

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

Human Engineering Section; Megumi MAKIMURA and Akira URAKAMI

The purpose of this research is to develop a shock absorbing protector for sportswear with improved absorption characteristics for dynamic impact force and comfort. The dynamic load characteristics of commercially available shock absorbing materials and protector materials were investigated through experiments. As a result, differences due to impact force on various absorbing materials were clarified, and practical guidelines for selecting materials and their combinations were drawn. In order to increase the comfort of protectors, if a non-breathable material is used, it is necessary to use a material with a die-cut shape or has an uneven surface.