

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 20 日現在

機関番号：12401
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2009～2011
 課題番号：21500509
 研究課題名（和文） エアバッグ式ヒッププロテクターの最適化デザインによる継続的装着率の改善
 研究課題名（英文） Mechanical design of the air-bag hip protector
 研究代表者
 森田 真史（MORITA MASAFUMI）
 埼玉大・学理工学研究科・教授
 研究者番号：20112667

研究成果の概要（和文）：新たに開発したエアバッグ式ヒッププロテクターは、臀部に伝達される衝撃力は 1/10 以下に低下することができた。本研究はプロテクターの継続的装着率の改善に向けて、エアバッグの最適化デザインの設計、衝撃力緩和作用と装着性に優れたヒッププロテクターの開発を行った。プロテクターの厚みは 2 cm 以下では直接接触が起こり、それを防ぐためには気圧を 1.3 気圧以上に高くする必要があり、装着感を損なう可能性があることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：In this study, we carried out the pendulum type impact loading and a dynamic visco-elastic loading tests for a newly designed air-bag hip protector. Then, we found out the remarkable reducing effect of the impact force was exhibited by the air-bag hip protector compared with the other protectors commercially produced.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010 年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2011 年度	100,000	30,000	130,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学B

キーワード：ヒッププロテクター、大腿骨頸部骨折、転倒、骨折予防、エアバッグ、 衝撃荷重

1. 研究開始当初の背景

現在市販されているヒッププロテクターは、硬い、重い、寝返りがうてない、格好が悪い、トイレに不便である、動くはずれる、痛いなど日常生活に苦痛や不便を伴うので倦厭されがちである。それゆえヒッププロテ

クターは力学的な衝撃緩和効果は実証されてはいるが、継続的装着率が低く臨床上的有効性は明確ではない。¹⁾ 高齢化が進む中、実用的なヒッププロテクターの開発が急がれる。

2. 研究の目的

1. エアバッグ式ヒッププロテクターの実機

版を試作し、衝撃吸収、緩和効果について評価する。また、持続的装着可能なエアバッグ式ヒッププロテクターを開発する。

3. 研究の方法

3.1 実験試料

衝撃吸収素材 d3o™ と np ゲル® (いずれもヒッププロテクターとしては製品化されていない)、市販のヒッププロテクターで軟質タイプの A, B 社, 硬質タイプの C 社の計 5 個を実験試料に用いた。

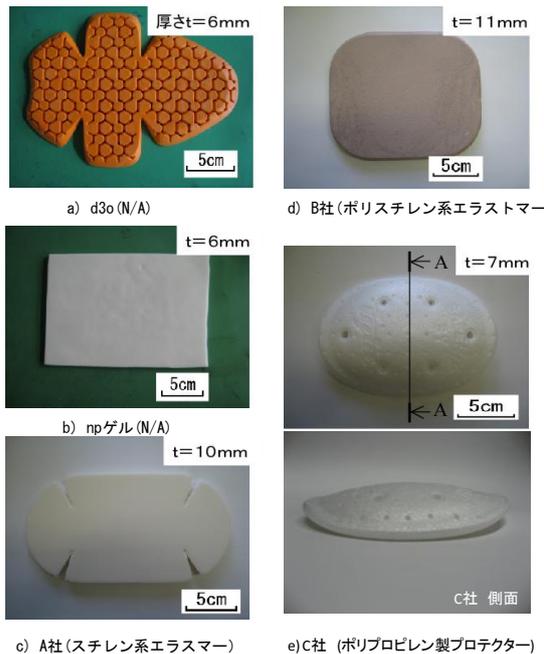


図 1 供試材

3.2 振り子式衝撃試験

硬い床での転倒を想定し、図 2 の振り子式衝撃試験機を用いて、20kgf の重りを高さ

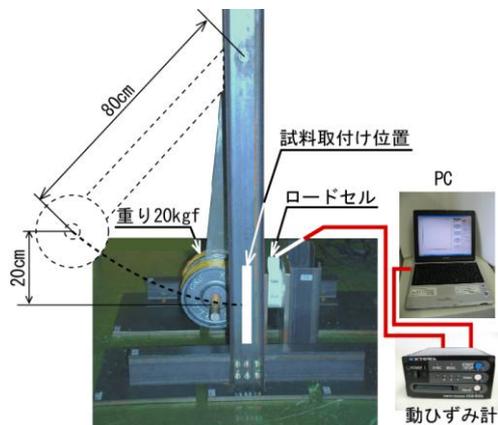


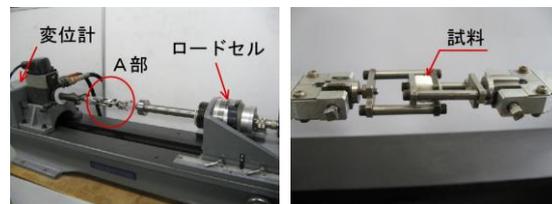
図 2. 振り子式衝撃試験

20cm の位置から自由落下させ、重りと垂直に当たるように設置した試料に衝突させた。そのときの衝撃力を測定した。

3.3 動的粘弾性試験

図 3 の動的粘弾性測定器 (RHEOVIBRON MODEL DDV-III-C) を用いて各試料の動的粘弾性特性を測定した。約 10mm 角の試料をチャックし、油圧駆動による正弦波強制ひずみ入力に対する、試料内部の応力を測定した。強制ひずみ入力の周波数は 0.1, 1, 2, 5, 10Hz の 5 点で測定した。絶対弾性率 $|G|$, 貯蔵弾性率 G' , 損失弾性率 G'' , $\tan \delta$ を求めた。

また、同時に圧力分布状態を見るために、プロテクターの背面に測定可能圧力範囲が 0.5~2.5MPa の超低圧用プレスケール (富士フィルム社製) を貼り付けた。加圧によりフィルムが赤色に発色した色濃度およびその分布をスキャナーで読み取り、圧力分布を定量化した。



a) 全体図

b) A部拡大

図 3. 動的粘弾性測定器

4. 研究成果

4.1 振り子式衝撃試験

図 4 に、プレスケールにより得た色濃度の圧力分布を、画像解析ソフトの StellaImage Ver. 6 (Astro Arts 社製) を用いて濃度圧力換算し、圧力分布をグラフ化したものを示す。

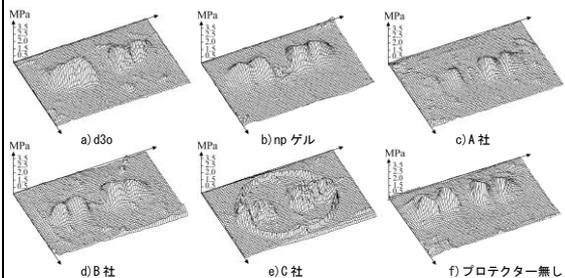


図 4. 各試料の圧力分布

このグラフから、プロテクター無しのもの
は局所的に高圧力が発生しており、d3o, np
ゲルも同様に局所的に高圧力が発生してい
ることが分かる。軟質タイプのヒッププロテ
クターである A, B 社と硬質タイプの C 社
のものとは全く異なった圧力分布パターンを
示した。軟質タイプのは、高圧部が減少
しており、衝撃力減衰効果はあるものの衝撃
力を分散させる効果はみられなかった。硬質
タイプの C 社のは、衝撃力を外周部分に
分散させる効果があることが分かった。

プロテクター無しのは、2.30MPa 以上
の高圧部が非常に多く、また、d3o と np ゲル
も高圧部が多い。しかし、ヒッププロテク
ターの A, B, C 社のは高圧部がかなり減少
した。特に A 社は高い圧力が少なく、0.25MPa
以下の低圧部の占める割合が非常に多くな
っている。これらのことから、市販のヒップ
プロテクターには圧力分散効果があるもの
と考えられる。

全受圧面積 A は、最も小さいプロテクター
無しの 40cm^2 に対して、A 社が 3%大きく、d3o
が 40%, B 社が 48%, np ゲルが 50%, C 社
が 78%拡大した。2.30MPa 以上の高圧部受圧
面積 A_1 は、プロテクター無しの 10cm^2 に対し
て、d3o のみが 20%大きく、np ゲルは 25%、
C 社は 59%, B 社は 62%, A 社は 86%小さい
結果となった。

全受圧面積に対する高圧部受圧面積の割
合 A_1/A は、プロテクター無しが最も大きく、
次いで d3o, np ゲル, B 社, C 社, A 社の順で
あった。

4.2 動的粘弾性試験

図 5 に、周波数を 0.1~10Hz まで変化させ
たときの、各試料の絶対弾性率 $|G|$ 、損失弾
性率 G'' 、貯蔵弾性率 G' 、 $\tan \delta$ の変化を示
す。d3o と np ゲルは周波数が大きくなるに従
って、 $|G|$ と G'' , G' が共に若干増加した。そ

のため、 $\tan \delta$ はほとんど変化していない。A
社も $|G|$ と G'' , G' が周波数の増加と共に大
きくなった。A 社に関しては 2Hz から G'' の
増加が他に比べ大きかったため $\tan \delta$ も 2Hz
から大きくなっている。B 社は全体的に周波
数の増加と共に大きくなっている。C 社のも
のは硬質タイプのプロテクターで、弾性率
が高いため、縦軸の圧力スケールが 1 桁大き
くなっている。これに関しては、 $|G|$ と G' は周
波数の増加に伴って大きくなったが、 G'' が
減少傾向を示したため、 $\tan \delta$ も減少してい
る。

ここで、 $\tan \delta$ について比較すると、軟質
タイプのプロテクターである B 社が最も大き
く、2Hz 以上では次いで A 社が大きかった。
d3o と np は小さく、硬質タイプである C 社は
最も小さい値となった。

このことから、動的粘弾性試験の結果から
は、衝撃力減衰能に優れているのは、 $\tan \delta$
の大きい軟質タイプの A, B 社のものである
と考えられる。

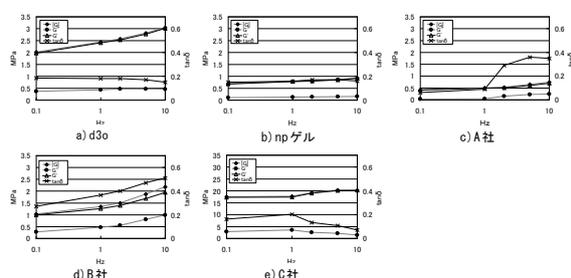


図 5. 各試料の動的粘弾性試験結果

4.3 市販ヒッププロテクターによる骨折回 避能力

現在市販されているヒッププロテクター
は軟質タイプと硬質タイプの 2 種類に分ける
ことができ、これらは全く異なる衝撃力緩和
効果を期待している。

軟質タイプは、図 4, 5 から素材の持つ衝
撃力減衰能は硬質タイプのものより高いこ
とが分かる。この効果を有効に発揮させるた
めには吸収エネルギー量の増大が不可欠で

あり、厚み(体積)を増す必要がある。さらに、軟質タイプは硬質タイプに比べて低剛性であるため、衝撃力分散効果は図6から分かるように、硬質タイプほど期待することはできない。その結果、衝撃力は集中して大転子部に負荷されると推察できる。

硬質タイプは、甲羅型をしているため、衝撃力がプロテクター中央に負荷されると甲羅状の構造は大きな弾性変形を生じる。図5から分かるように、変形に要する時間効果により、プロテクター無しに比べて、最大衝撃荷重が1/3程度に低下するものと考えられる。図6の圧力分布からも分かるように、硬質タイプは剛性効果により、大転子周辺の広域に衝撃荷重が分散されることが、骨折回避に効果的に働くものと考えられる。

以上のことから、軟質タイプは衝撃力減衰能に優れているが分散効果は低く、硬質タイプは衝撃力分散効果が高いが、減衰能は低いことが分かった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

1) 鈴木 保, 森田真史, 三木将仁, 動的負荷試験によるヒッププロテクターの評価, 日本医療科学大学研究紀要 No. 4, p 5-16, 2011

2) 三木将仁, 森田真史, 鈴木 保, 土井一浩, 小林英敏, ヒッププロテクターの衝撃緩和効果に関する力学的評価, バイオメカニクス学会誌, Vol. 33, No. 4, 2009.

[学会発表] (計0件)

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森田真史 (MORITA MASAFUMI)
埼玉大学・理工学研究科・教授
研究者番号：20112667

(2) 研究分担者

三木将仁 (MIKI MASAHITO)
埼玉大学・総合研究機構・専門技術員
研究者番号：90515066

(3) 研究分担者

土井一浩 (DOI KAZUHIRO)
群馬県立県民健康科学大学・看護学部・
講師
研究者番号：70381308

(4) 研究分担者

鈴木 保 (SUZUKI TAMOTSU)
日本医療科学大学・保健医療学部・講師
研究者番号：40524244