

ウレタンフォームを使用した 体圧分散クッションの設計に関する研究

神戸学院大学 総合リハビリテーション学部 社会リハビリテーション学科

高見 正利, 黒田 大治郎, 奥 英久, 糟谷 佐紀

ファミリー株式会社

八幡 裕之

徳増 篤宏

ウレタンフォームは体圧分散が容易に実現できる上、軽量・安価のため、褥瘡防止クッションとして広く利用されている。しかし、耐久性が乏しく頻繁な取替が伴うので、容易な選択法や適合設計法が必要となる。本報告はウレタンフォームについて、発泡密度、表面形状、複合化が力学特性に与える影響を計測し、これを基にクッション設計の体系化について考察したものである。ウレタンフォーム材の力学特性は、変位に対して圧力が一定に推移する非線形圧力-変位特性を有する。また、非線形領域が広く、圧力が低いほど良好な圧力分散効果を示す。表面形状に変化をつけると力学特性は変わる。切込み間隔が短いほど軟らかくなる。橋脚状突起を設けると、ある値以上の変位で圧力は急激に衰退する。これは非線形領域を拡張するのに役立つ。複合材の力学特性の変化は、単独材の圧力-変位特性から図式的に予測することができる。これらの知見はクッションの最適設計に欠かせないものと考えられる。

キーワード：褥瘡，ウレタンフォーム，クッション，設計，応力ひずみ特性

1 緒 論

褥瘡誘発因子として、圧力と持続時間、剪断力、温・湿度、感覚・運動機能、筋萎縮、姿勢、皮膚状態、健康・栄養状態、循環機能、年齢などが挙げられる[1]。圧力の制御は褥瘡防止のために古くから行われ、除圧法の考案や各種体圧分散クッションの開発改良だけでなく、定量的モニタリング技術も進んでいる。Kosiak (1959)やReswickとRogers (1976)らは、圧力値と圧迫持続時間の関係から皮膚が損傷を受ける範囲を見出した[1-3]。

これら成果は、現在、除圧による局部圧迫の低減等の褥瘡予防法に反映され、よく実施されている。しかし、病態や環境によっては除圧動作が取れない場合があり、そこでは、均等かつ広い範囲に体重を分散させるクッションを用いることが有効である。

クッション用の素材として、発泡材である

軟質ポリウレタンフォーム(以下ウレタンフォーム)、プラスチック繊維を束ねた三次元スプリング構造体、ゲル、ゴム等がある。なかでもウレタンフォームは広く利用されている体圧分散クッション用の材料であり、ポリイソシアネートを主成分として発泡させた石油化学製品である。

ウレタンフォームで作られるクッションは接触部位による凹凸の変化に対しても圧力を一定に保つことが可能である。さらに製作が容易であり軽量かつ安価である。このクッションは衝撃吸収性にも優れている。久保(2004)らは加速度計と体圧分布計測システムを併用して、走行中の車いすの乗り心地を調べた。圧力分散が良いものほど乗り心地も良いことを確認し、ウレタンは好成績を示した[4]。また、江原(2004)らはクッション使用による蒸れの評価を行ったがウレタンは良い成績を残している[5]。

このようにウレタンフォームは数々の利点を持つが、耐久性は乏しく劣化しやすい欠点も持つ。そのため頻繁な取替が必要となり、簡便な選択法や適合設計法が求められている。

選択法に関しては、上垣(2005)らが簡易圧力測定器を使って価格・クッションの厚さによる減圧効果の比較をしている。減圧効果と車いす寸法から厚さが決まるので、その後は価格の高いものを選べば良いとしている[6]が、判断材料には不十分である。

設計に関しては、材料特性の洞察が求められる。ウレタンフォームの特性は気泡の量を調整することで変えることができるが、密度と硬さの関係は単純ではない。変形が大きくなるに伴ってカー変位の関係が変化していくからである[2,3]。最適な圧力分散クッションを作るために、この非線形特性の使い方が解明されていないが、この特性を十分利用していないのが現状である[2]。

Krouskop (1990)らは発泡材を密度と体圧計測にて得た圧力値で分類し、体重と症状も分類してこれと対応付け、ニーズとクッションの関係を整理している[7]。選択には便利であるが、クッション材の圧-変位特性との関連性がないために設計への応用は困難である。

本木(2002)らはクッション材の力学的材料特性を計測し、さらに座圧分布計測と官能検査も併用して、素材選択の判断基準を求め、クッション製作の合理化を図った[8]。しかし、設計に必要な因子でもある密度と材料特性の関係、その背景となるメカニズムの考察、クッション厚と体圧分散の関係が不明である。複合クッションを圧縮して断面変化を観察し評価しているが、クッション端の形状の影響にも触れていない。設計の体系化にはさらなる定量的検討が必要と思われる。特に、クッションの表面形状については、市販品に様々なものが見受けられるが、形の違いによる圧力分散効果についての定量的な報告がない。表面形状がクッション全体の力学特性に与える影響の把握も設計に欠かせないと考える。

本論文ではウレタンフォーム材の特性を調べ、非線形の力学的材料特性を確認し、材料の密度や表面形状も含め、その特徴や効果を生かしたクッション設計法について考察する。

2. 方 法

クッション材の力学特性を計測し、これに基づいた定量的設計法について考察する。検討課題は以下の通りである。

(1) 材質・密度と力学特性

クッション材の力学特性すなわち圧力-変位特性(応力-ひずみ特性)を計測する簡便なシステムを製作する。これを用いて、密度の異なるウレタンフォームやその他のクッション材の力学特性を、また、併せてクッション使用時の座圧分布を計測し、ウレタンフォームの特徴を明らかにする。

(2) クッション表面形状と力学特性

ウレタンフォーム材の平坦な表面に凹凸の形状加工を行った上で、力学特性の計測と圧縮変形の様子を観察して、表面形状が力学特性に与える影響を明らかにする。

(3) クッション材複合化と力学特性

異なる素材を組み合わせて計測を行い、単独素材の特性との関係を検討する。そして、複合化クッションの特性予測を試みる。

1) 計測システム

(1) 力学特性の計測

材料の力学特性の計測を行うために簡易圧縮試験装置を製作した(図1)。験者の体重を乗せて加圧することができるよう試験機にレバーを設ける。クッション材を固定する枠の内寸は400×400mmであり、圧縮子は70×70mmである。試験装置下部には、空気圧による圧力上昇を防ぐために排気孔を設ける。試料の端の影響を少なくするために計測部を試料の中心部に限った。

圧力は共和電業製小型ロードセルLM-20KA-Pと三栄測器製動ひずみ増幅器6M56Aを用いて検出する。変位は緑測器製ポテンシオメータCP2-FB(B)を用いて得たレ

バーの回転角度とレバーアーム長の積から求め、さらに試料の厚みで除算して百分率で示す。

また、圧縮時、断面形状の変化を観察できるように、1側面が透明プラスチック板で構成した外寸 $16 \times 17 \times 16 \text{ cm}$ の観察箱を製作し、簡易圧縮試験装置に取り付ける。

各センサからの信号はCONTEC製A/DコンバータAD12-8PMを使用して、IBM製ノートパソコンThinkPad X20 (Celeron 500MHz)に取り込む。サンプリング周波数は50kHzである。データ収集および表示プログラムはVisual Basic6.0を用いて作成する。

(2) 座圧分布の計測

座圧分布の計測にはカナダVERG社製FSAシステムを使用する(図2)。このシス

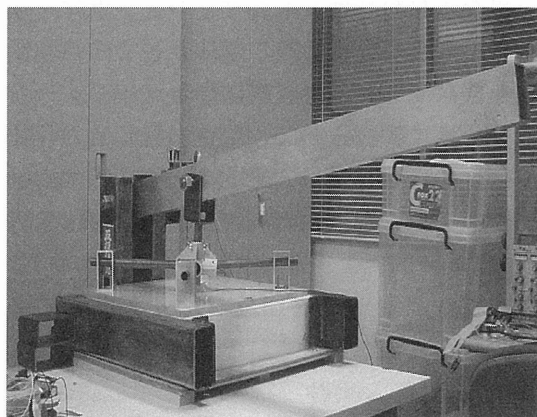


図1 簡易型圧縮試験装置

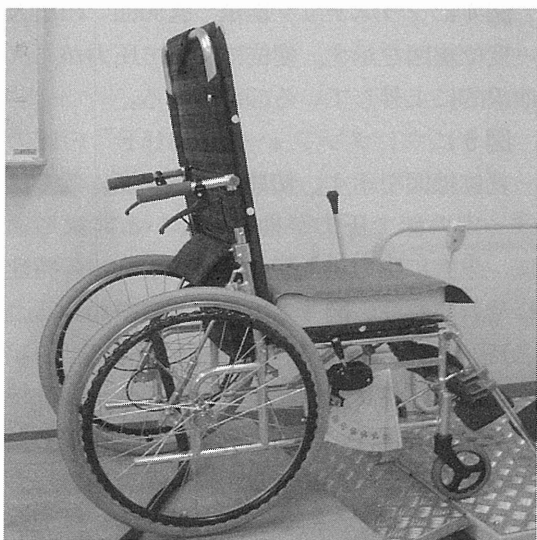


図2 FSA体圧分布計測システムと車いす

テムは、高感度圧電素子1024個を格子状に敷き詰めた軟質のシートタイプのセンサから成り0~200mmHg(26.7kPa)までの圧力分布を計測することができる。日進医療機器製リクライニング車いすNA-117BDに、15mm厚みの硬質木板を用いた測定ボードを取り付け、その上に試料を乗せ、続いてFSAマットを被せて被験者が座り、圧力分布を計測する。

2) 試料

(1) クッション材料

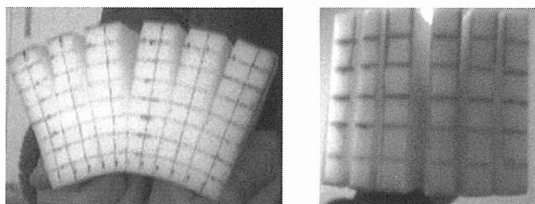
計測対象の試料は密度の異なる3種類のウレタンフォーム、プラスチック繊維である。ウレタンフォームは、東洋ゴム工業製ソフランエーテルフォーム品番“816F”(密度： $16 \pm 1.5 \text{ kg/m}^3$ ，硬さ： $80 \pm 20 \text{ N/314cm}^2$)，同“360S”(密度： $22 \pm 2 \text{ kg/m}^3$ ，硬さ： $110 \pm 20 \text{ N/314cm}^2$)，同“HL”(密度： $31 \pm 3 \text{ kg/m}^3$ ，硬さ： $160 \pm 30 \text{ N/314cm}^2$)である。すべて外寸は $400 \times 400 \text{ mm}$ ，厚みは100mmであり，密度はJIS-K6401により，硬さはJIS-K6400-2D法に基づき測定されたものである。

プラスチック繊維のクッションは，東洋紡績製三次元スプリング構造体ブレスエア“A3080”の80mm厚と30mm厚の“A4535”であり，ウレタンフォームと異なる特性が期待され，比較のために計測する。

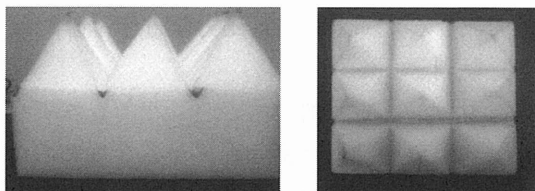
(2) 表面形状の加工(図3)

市販クッションには表面形状の異なるものが数多く存在する。表面形状が力学特性に与える影響を検討するために，クッション表面に各種の形状を成形し，圧縮力-変位特性を計測する。試料として使用するウレタンフォームは，“360S”であり，外寸は $120 \times 120 \times 80 \text{ mm}$ である。これは市販されているクッションの平均的な硬さをもつ。

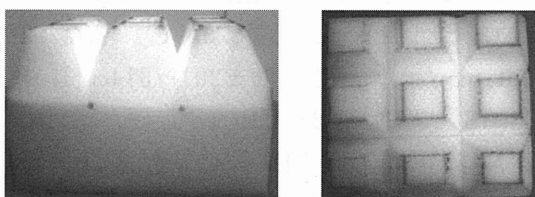
試料表面を各種形状に成形する。深さ40mmで四角形の切込みを40mm間隔で入れた“切込み4cm”，20mm間隔の“切込み2cm”，40mm間隔で高さ40mmの“四角錐”を成形したもの，40mm間隔で高さ40mmの“台座”(上底20mm，下底40mm)に成形したもの，表面を20mm，10mm，



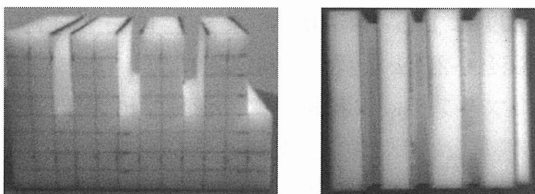
切込み 2 cm : 2 cm 間隔に四角形の切込みを深さ 4 cm で入れたもの



四角錐 : 4 cm 間隔で高さ 4 cm の四角錐



台座 : 高さ 4 cm の台形
(上底 2 cm, 下底 4 cm 高さ 4 cm)



橋脚形 : 2 cm, 1 cm, 2 cm 間隔に深さ 4 cm の切込みを入れて, 1 cm の部分を切り取った形状

図3 表面形状を成形した試料

20mmと間隔を離して深さ40mmの切込みを入れ、さらに10mmの部分を切り取った“橋脚”状および無成形の“平坦”，計6種各3個を用意する。

3) 計測方法

(1) 力学特性の計測

クッションの力学特性は既述の簡易圧縮試験装置(図1)を使用する。これに試料を挿入して、計測ソフトウェアに組み込んだタイムマーカ機能に従い、レバーを押しつけて試料を圧縮する。試料が底着きした時点で加圧を終了する。圧縮速度により材料特性は変化するが、予備実験により再現性と特性安定化に必要な時間が30秒であることを確認し、この

時間を費やしてかつ圧縮速度が一定になるように加圧する。

計測環境は空調設備により温度を24℃に、湿度を40%に保った。

(2) 座圧分布の計測

リクライニング用車いすに試料用クッションを乗せ、FSAマットで覆った上に(図2)、被験者を着座させる。衣類のしわや継ぎ目によるノイズを軽減するため、被験者は薄く軟らかいタイツを着用し測定を行う。

リクライニング車いすのバックレスト角は100度に固定する。被験者を着座させ、圧力分布図を記録する。被験者は年齢22歳、体重67.5kg、身長180cmの健常男性である。

(3) 複合クッションの力学特性計測

異なる材料特性をもつクッション素材を重ね合わせるにより、全体としての特性変化を検討する。この材料はウレタンフォームにプレスエア“A4535”を重ね合わせ力-変位特性を測定する。“A4535”はプラスチック繊維を束ねた三次元スプリング構造体であり、ウレタンフォームとは異なる特性をもち、ウレタンフォームと組み合わせることにより、特性変化が期待される。

3. 結 果

1) 材質と力学特性の関係

図4にプラスチック繊維“A3080”の圧力-変位線図を示す。変位に対して圧力が二次曲線的に上昇しているのがわかる。

図5にウレタンフォーム“816F”の圧力-変位線図を示す。初期の線形領域、低くほぼ一定の値で圧力が推移している非線形領域、急激に圧力が上昇する領域の3つの特性に分れており、図4とは異なるのがわかる。

2) 密度による力学特性の変化

図5に、ウレタンフォームの圧力-変位特性と圧力分布を“816F”，“360S”，“HL”と密度の少ない順に示した。

“816F”では、荷重初期にわずかに圧力が増し、その後ほぼ50mmHg(6.7kPa)一定の

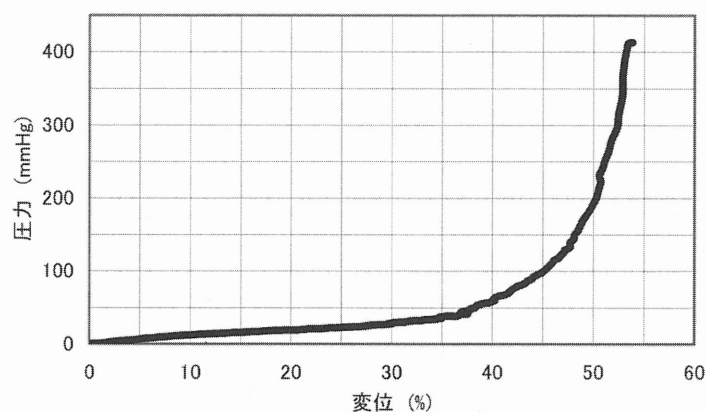


図4 プラスチックスプリング構造体“A3080 8 cm”の力学特性

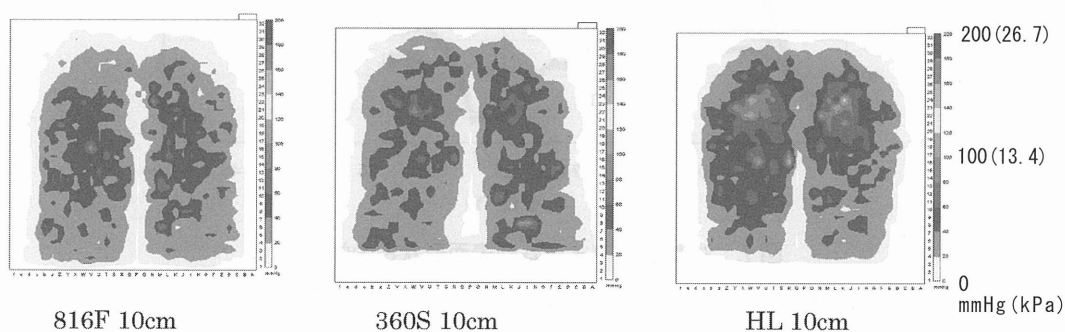
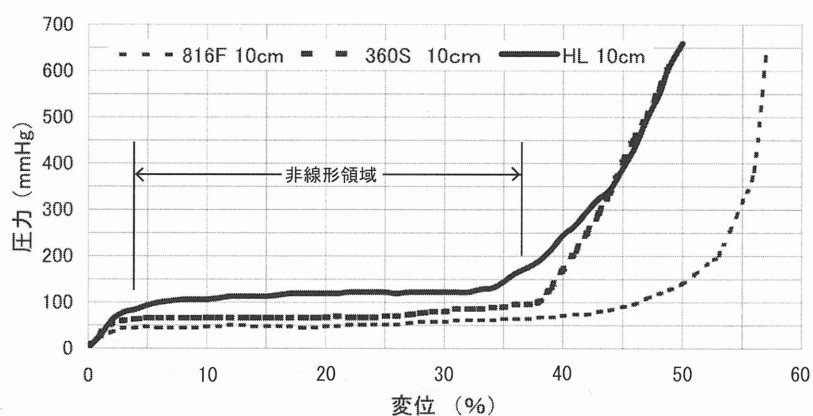


図5 ウレタンフォームの力学特性(上図)と圧力分布(下図)

状態が変位50%近傍まで続き、非線形領域を形成している。すなわち圧縮変位が大きく変化しても低圧力を保っている。座圧分布図では低圧力が広い面積を占めている。

“360S”は、“816F”より非線形領域が狭く(変位40%迄に終了)、非線形領域での圧力は約70mmHg(9.3kPa)である。座圧分布での両者の違いは認めにくい。

“HL”では、荷重初期の線形領域で“816F”と“360S”よりも高い圧力(約110mmHg(14.7kPa))に達し、その後一定となるが、圧縮変位が35%近辺で圧力は急激に増大、底着きを起こしている。圧力分布図では50mmHg(6.7kPa)以上が占める面積は約2倍になっているなど高圧部の面積が増加している。

ウレタンフォーム密度と非線形圧力-変位特性の関係を図6に示す。密度が増加するに伴い圧力一定領域の幅は狭くなり、領域の圧力値は大きくなる。このように密度が大であるほど硬くなるが、その関係は変位に依存しており単純な比例関係ではない。

3) クッションの表面形状と力学特性の関係

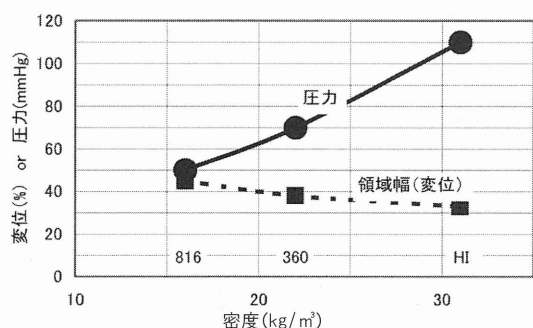


図6 ウレタンフォーム密度による非線形力学特性の変化

クッションの表面形状と力学特性の関係を図7、図8にまとめた。それぞれの特性曲線は6回の計測値の平均である。図7に“切込み4cm”、“切込み2cm”の各タイプと“橋脚”形の、図8に“四角錐”と“台座”の各タイプの圧力-変位特性曲線を示す。

図7の各特性曲線ではウレタンフォーム特有の非線形特性の影響が強く残っていることがうかがえる。“切込み2cm”は“切込み4cm”よりも約7.5mmHg (0.1N/cm²) 少ない値を示している。“橋脚”は“平坦”よりも約15.0mmHg (0.2N/cm²)、“切込み2cm”よりも約7.5mmHg (0.1N/cm²) 少なく、軟らかくなっていることがわかる。また、“橋脚”は変位がクッション厚の20~35%に達する範囲で圧力が急激に低下しており、その瞬間、クッションの柱が折れてつぶれ座屈しているのが

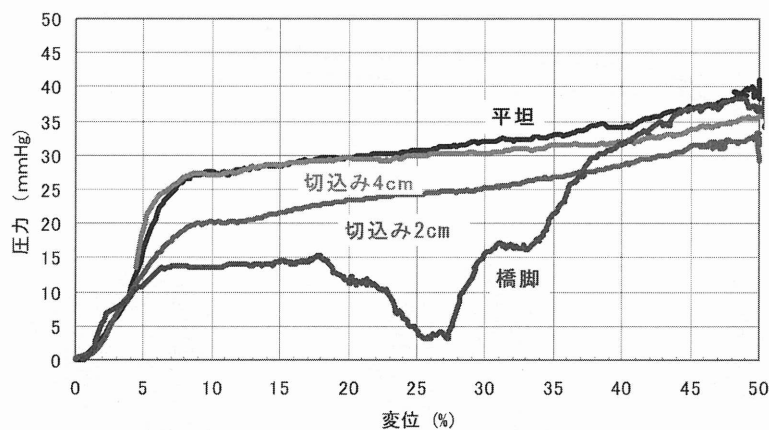


図7 ウレタンフォームの表面形状と力学特性

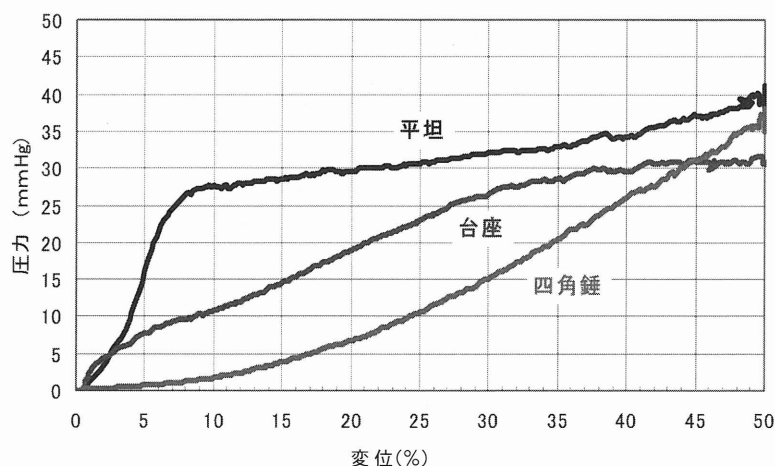


図8 ウレタンフォームの表面形状と力学特性

観察された(図9)。

図7での荷重初期の線形領域では4種の形状とも同じ特性を示したが、“平坦”および“切込み4cm”は変位約5%から同じ非線形特性を示した。図8の“四角錐”および“台座”は、変位が増加するにしたがって圧力は単調に増加していて、明確な非線形特性を示

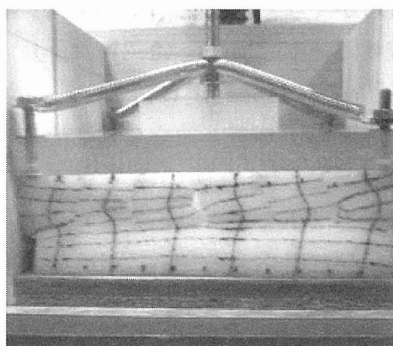


図9 座屈現象
(圧縮断面に描かれた直線が曲線へ変化している。)

さない。

また、“台座”は“切込み4cm”あるいは“四角錐”の中間値を示し、変位40%までは滑らかな曲線になっている。

4) 異種材料複合化による力学特性の変化

厚み50mmのウレタンフォーム“816F”と厚み30mmのプラスチック繊維“A4535”の異種材料を積み重ねて(直列接続)複合化したクッションの各々の力学特性(力-変位線図)を簡易圧縮試験器により計測した。図10は得られた“816F”の力学特性であり、変位30mm(60%)から力が急上昇している。“A4535”では、力の急上昇は変位15mm(50%)からである。この2つの材料による複合化クッションの特性は図11であり、力が急増するところは変位48mm近傍となっている。

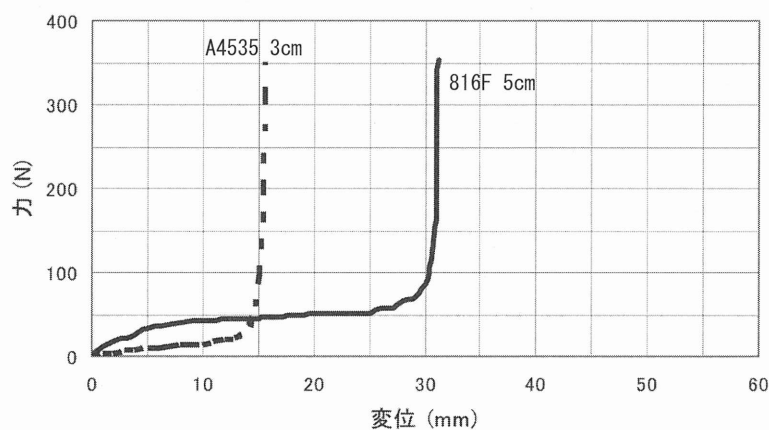


図10 ウレタンフォーム“816F 5cm”とプラスチックスプリング“A4535 3cm”の力学特性(実測)

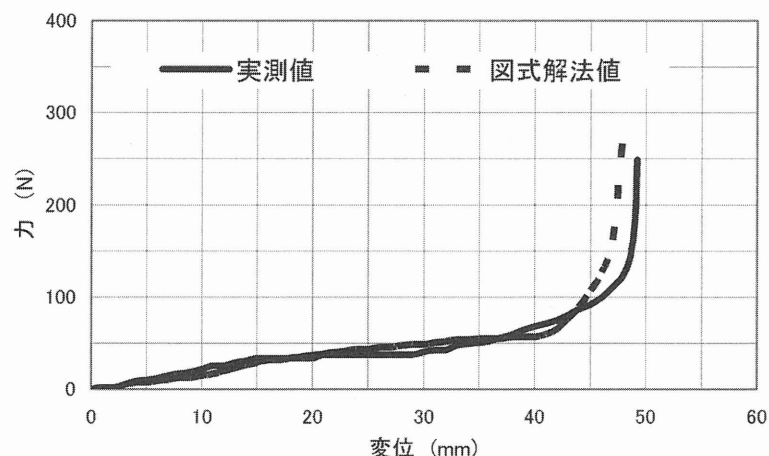


図11 複合化クッションの力学特性

4. 考 察

1) 材質・密度と力学特性の関係

江原ら(2000)は材料特性に基づいたクッション設計を試みているが、その際、ウレタンフォームに静荷重(1.5kg重)をかけて圧力分布を計測し圧力を得ている[9]。当然ながら、非線形の圧力-変位特性を反映していない。

ウレタンフォームに関する本実験の結果は、圧縮初期の線形領域、圧縮変位が増えても圧力はほぼ一定に推移する非線形領域、最後に圧力が急上昇する領域の、3つの領域に分かれた特性になった。最後の圧力が急上昇する領域では、組織が潰れて変位が停止する“底着き”状態が観察された。そのために急激に硬くなる。非線形領域では変位に対して圧力は一定であるので、クッションとして使用した場合、体型に沿って圧縮変位は異なるが反発力は変わらない。つまりこの領域の存在は圧力分散には効果的であると考えられる。

この見解に基づけば、“816F”は“HL”に比べ非線形領域は広く、この領域の圧力も低いので圧力分散効果が優れていると予測できる。実際、圧力分布図と対応させて比較すると“816F”の方が高圧部の面積が少ない。このように非線形領域の広い方が、体の接触部形状による押し込み量が異なっても圧力を均等化させることになるので、圧力分散効果を強化するには非線形領域を広くかつ圧力を低くすることが必須と言えよう。

プラスチック繊維“A3080”では、図4に示す通り変位に対して圧力の関係が階段状でなく二次曲線的に上昇している。これに似た特性を示す材料も多く、Gel-Tクッション、発泡ゴムもこれに近い[8]。明確な非線形特性はウレタンフォームの特徴といえる。

2) 表面形状による力学特性の変化

クッション上で座位を保つ際、クッションの変位には臀部形状に沿って差が生じるが、線形特性を持つ材質ならば変位が大きな部位では反力も変位に比例し、圧力が高くなる。

しかし、ウレタンフォームの圧力-変位特性の非線形領域は広いので、これを利用すると臀部形状によらず圧力が一定となる。この領域が広いほど圧力分散効果は優れている。

図9に示すように“切込み2cm”は、“切込み4cm”より約7.5mmHg(0.1N/cm²)小さかった。つまり、切込みを入れる間隔が短いほど軟らかくなる。また“橋脚”は“平坦”と比較すると15.0mmHg(0.2N/cm²)、“切込み2cm”とでは7.5mmHg(0.1N/cm²)少なかった。切込みにより隣と独立することになり、受けた荷重は受けた所のみで支えることになって反力は小さく、軟らかくなったと考える。市販品に見られる切込みは、通気性の保持と剪断応力低減のほか、圧力も減少させる効果がある。また“橋脚”のように座屈現象を積極的に利用する構造を組み込むならば、通常なら変位が大きいところで硬くなることを防ぎ、柔らかくすることが可能である。

“四角推”は変位が増加するに従って荷重が増加している(図8)。荷重増とともに形が上からつぶれていき、荷重を支える面積が増加していくためであろう。この形状は圧縮初期の反力が少なく増加割合も少ないので肌触りを向上させる部分に使用できる。

このように材料本来の特性に幾何学的要因が加わり、圧力-変位特性は複雑な関数になる。

3) 異種材料複合クッションの力学特性

異種材料組み合わせは、より効果的な圧力分散を目指すほかに、各種素材の欠点を補うことに注目した設計方法である。

車いすクッションに限らず多くの製品に用いられているウレタンフォームは圧力分散には優れるものの、吸水性が高く使用者の汗や尿を含みやすく、褥瘡発生の原因となりうる。使用後の処理も難しく、燃焼させると有害な物質を発生する。自然環境をも視野に入れた設計を行うためには、異種材料の組み合わせ設計は必要不可欠といえる。

そこで、異種材料組み合わせ後の力学特性について予測の可能性を検討した。

弾性体に力 F を加えると x 変位する。その関係が線形ならば、比例定数であるばね係数 k を使って、 $F=kx$ と書ける。ここで、異なるばね係数 k_1 と k_2 をもつ2種類の物質を作用力方向に直列接続した場合の全体のばね係数を考える。2種類の物質間で同じ大きさの力が伝達されるので、力 F は同じであるので、物質の硬さに応じて変位 x_1 、 x_2 は異なる。全体の変位 X は x_1 と x_2 の和となるので、 $X=x_1+x_2$ と表せる。したがって、全体のばね係数 K とすると、 $X=F/K=F/k_1+F/k_2$ と表せるので、 $1/K=1/k_1+1/k_2$ となる。 k_1 と k_2 が等しければ、 K は k_1 の1/2となるので、厚みが増すほど同荷重に対して変位量が大きくなり、見かけ上、軟らかくなった印象をあたえる。(クッション全体としてのばね係数 K は変わるが、物質としての硬さ、つまり応力-ひずみ特性は変わらない。)

変位に依存してばね係数も変化するならば k は変位 x の関数になる。特性値が異なる2種類のクッションを組み合わせると、合成ばね係数は単純な計算で求めることができない。同じ圧力でも線形領域および非線形領域の変位はそれぞれ異なるからである。実験により求めた圧力-変位特性は図11に示した。

一方、個々の材料の圧力-変位特性から、作図により複合化後の特性予測を試みた。図10の両特性曲線から、圧力値を変化させつつ、同一圧力に対応する変位を求め、この2つの変位を加算し、得た変位をもとに対応する圧力を、同じく図11に再描画した。

測定で得た特性と図式解法で得た特性を比較するとよく一致している。特に変位15mmから30mmの圧力一定領域がよく再現されている。各素材の単独特性を得ておれば、複合材の特性は容易に推定できることがわかった。このようにして得た圧力-変位特性も複合材料の判断指標となり、各素材の利点を活かした設計が可能となる。

表面形状の異なる材料を含め、異なった非線形圧力-変位特性をもつ材料を複合化する

ならば、新たな特性のクッション開発が可能となる。

しかし、利用者の生体力学的特性に適合させるにはさらなるデータが必要である。体格や姿勢、特に重量と座位時で臀部形状のデータが必要になる。それに応じてクッション材の材質および寸法を決めることになる。これには座位時の臀部形状の採寸が可能な採型機を必要とする。採型機を組み合わせた設計の体系化と具体的な製作は今後の課題である。

5. 結 論

軟質ウレタンフォームの圧力-変位特性は非線形であり、この非線形領域が広くかつ圧力が低いものほど良好な座圧分散効果を示す。この領域を有効に利用することにより、利用者に最適な特性を持つクッションの設計が容易になる。そのためには材料特性を知る必要があり、本論文で報告したような簡易型計測装置を使用すると容易かつ有効である。

クッションの表面形状を形成することにより、全体としての力学特性が変わる。“切込み”はその間隔が短いほど軟らかくなる。特に“橋脚”の突起は一定の値以上の変位を経ると、圧力(反発力)が急激に減衰する。これはクッションを軟らかくする場合、材質の特性変更だけでは限界がある時、これに代わる手段として利用できる。

本研究において、ウレタンフォーム密度による選択および表面形状の工夫を組み合わせることにより、ユーザーに最適な特性を持つクッションを製作することが可能になることがわかった。

参考文献

- [1] Ham R, Aldersea P, Porter D: Pressure management. Wheelchair users and postural seating, Ham R, et al, Churchill Livingstone, New York, 1998; 217-231
- [2] Cooper RA: Selection of seat cushions. Wheelchair selection and configuration,

- Cooper RA, Demos Medical Publishing, New York, 1998; 297-323
- [3] Bader DL, Hawken MB: Ischial pressure distribution under the seated person. Pressure sores clinical practice and scientific approach, Bader DL, Macmillan Press, London, 1990; 223-233
- [4] 久保純一, 岡田徳次, 大鍋寿一: 車いす用体圧分散クッションの乗り心地評価. 第19回リハ工学カンファレンス論文集, 2004; 263-264
- [5] 江原喜人, 藤家馨, 寺師良輝, 小林博光: 車いすクッションの蒸れ評価. 第19回リハ工学カンファレンス論文集, 2004; 251-252
- [6] 上垣幸衛, 依岡徹, 島浩人, 船谷俊彰, 竹中紀子, 中尾仁美, 木村裕: 簡易圧力測定器を用いた車いすクッションの減圧効果の比較検討3報. 第20回リハ工学カンファレンス論文集, 2005; 246-247
- [7] Krouskop TA, Garber SL, Noble P: Pressure management and the recumbent person. Pressure sores clinical practice and scientific approach, Bader DL, Macmillan Press, London, 1990; 235-248
- [8] 本木寛, 富田聡子, 鶯春夫, 高木賢一, 森河光子, 平沢小百合, 尾崎充代: ウレタンクッションの性能評価. 第17回リハ工学カンファレンス論文集, 2002; 53-56
- [9] 江原喜人, 松尾清美, 荒川哲吉, 山下浩二: 空気層とウレタンを組み合わせによる車いす用クッションの試作. 第15回リハ工学カンファレンス論文集, 2000; 165-168

A study on design method of pressure sore prevention cushion made from urethane foam.

Masatoshi TAKAMI¹, Daijiro KURODA¹, Hidehisa OKU¹, Saki KASUYA¹
Hiroyuki YAHATA², Atsuhiko TOKUMASU

¹) Kobe Gakuin University, The Faculty of Rehabilitation, Department of Social Rehabilitation.

²) Family Co., Ltd.

Urethane foam is used widely as a material of cushion for pressure-sore prevention since it is not only effective in dispersing of pressure but also light and cheap. However, it has low durability and it is necessary to replace regularly. It is desired to develop a simple method on the adaptive design of urethane foam cushion.

In this paper we deal with the measurement on mechanical property and design method of urethane foam cushion.

The effect on mechanical property of density, shape of surface and composite materials were measured with the material-testing machine of our own making. Then we considered the pressure distribution effect of urethane foam cushion on the basis of experimental results.

The results showed that the material has a nonlinear pressure-displacement property that pressure is constant in a wide range of displacement. It was also found that the pressure distribution increase as the nonlinear area is wide. The cushion changed in its mechanical property when the surface of the cushion was formed into various shapes. The narrower the interval of cutting lines on the surface, the softer the indentation hardness of the cushion.

Forming projections as bridge pier on the surface, the pressure value of the cushion decreases sharply due to nonlinear buckling at a certain displacement. This phenomenon is useful for magnifying nonlinear range.

The property of a cushion compounded of several materials could be estimated from the pressure-displacement diagram by graphical calculation.

We believe that the information obtained from this study is very valuable for the adaptive design of urethane foam cushion.
