

人に優しい家具・インテリア ～高齢者用家具の開発～

ウレタンフォーム素材の性能

The furniture for aged people

Physical property of polyurethane form

中瀬博幸*, 本木寛**

Hiroyuki Nakase and Hiroshi Motoki

抄 録

暮らしの中で効率良く体圧や座圧を下げて寝心地や座り心地を良くするウレタンフォームの組み合わせを探るため、様々な条件下で各種ウレタンフォームの単体およびその組み合わせによる硬度や反発力・体圧等を測定し、分析した。その結果、汎用ウレタンフォームと低反発・高硬度・高弾性・チップウレタン等の荷重変位率の違いやその特性を把握し、またそれらを複層化することで触感や体圧分散効果を向上させることができた。

1 はじめに

高齢者用家具は年代・性別等による体格差に合わせたものや若年に比べて筋肉や脂肪が減少した体に合わせたもの、加齢による体各部の機能劣化に対応するもの、またはいくつかの具体的な機能損傷部を補填するもの等、様々なものがある。本研究はその素材とそれらの相互組み合わせについての基礎実験である。

我々の日常生活では布団やベッドで寝ている時間が約1/3、さらに仕事や休息等で椅子や床に座る時間は仕事内容や環境条件によってかなり変わるが、人によっては移動時間も含めてほぼ1日中座っている人もいる。高齢になるとともに体の肉付きが落ちてくると、ベッドや椅子（床座用椅子を含む）の寸法やクッション材の厚み・硬さ・弾性率等は寝心地や座り心地を左右する上で非常に重要な要素になる。以前はあまり重要視されなかったが、バリアフリーやユニバーサルデザイン、福祉機器関連のイベントや展示会が活発化するに伴い、ベッドや椅子に関連する出展企業がその素材や機能性についての意識を高めてきている。

今回対象にしたウレタンフォームはベッドマットや椅子・ソファ等クッション材の中心となる素材で、種類も多く、材質や性能も適・不適の判断が難しい。最終的な目的は効率良く体圧や座圧を下げて寝心地や座り心地を良くすることだが、各素材単体の基礎

データはあるがそれらを組み合わせた場合のデータは少なく、感や経験をもとにした試行錯誤の中から選び出している場合が多い。そこで今回はウレタンフォームの硬度や反発力と実際に寝た時・座った時の耐圧分散測定データをもとに、ウレタンフォームの機能分析と分類を行った。

2 試験方法

ウレタンフォームは製造企業によって品番や名称が変わり、それら全ての測定データを個別に紹介するだけでも膨大な量となるため、これまでの各種のデータをいくつかのグループに分類し、その代表例についてのデータや特性を説明する。

まずウレタンフォームの硬度・反発力試験は(株)島津製作所のオートグラフを使用し、400mm×400mmのウレタンフォーム各種サンプルの中心周辺を直径100mmの円盤型で0～15.0kPaの荷重をかけた時の変位率(ウレタンフォームが荷重によって圧縮される割合)を測定・記録し、その時間経過による形状変化を観測した。

一方体圧測定は、ベッドの場合は900～1200mm×2000～2400mm、椅子や座具の場合は400mm×400mmのウレタンフォームを単体または各種複数枚組み合わせたものに性別や体格差のある被験者数人(実験によっては数十人)が一定時間寝て、または座って、その結果を記録した。測定はニッタ(株)のビッグマットを使用。1ドット10mm角の測定端子が1シート

*生活科学課, **office MD

48×44 個の縦方向ジョイントタイプで、座具は座面 1 枚、椅子は座と背の 2 枚、ベッドマットは 4 枚つなぎで実験を行った。

3 結果と考察

まず、図 1 はよく使われる代表的な種類のウレタンフォームの荷重変位率を表したものである。

なお、ここで使用する「汎用ウレタンフォーム」とは従来から一般的に使用されてきたウレタンフォームで、低反発と高弾性や高硬度ウレタンフォームとの間に位置するものである。当然その硬度や加重変位率も品質や品番、または製造企業によってもかなりのバラツキがあり、ここでは測定に使用した全てのデータを出して分析することは不可能なため、最も中心的に使用したサンプルデータを「汎用ウレタンフォーム」として使用し、「高硬度」「高弾性」「低反発」「チップウレタン」についても同様の方法をとるものとする。

図 1 で実験に使った汎用ウレタンフォームは 2.0kPa まで数%程度しか沈まないが、3.0kPa あたりから急に沈み初め、7.0kPa では 60% 強の沈み(変位)が出る。それに対して低反発ウレタンフォームは 1.0kPa、3~4% あたりから沈み初め、5.0kPa で 60% ほどの沈み(変位)ができる。

逆に高弾性ウレタンフォームは 6.0kPa で 10%、高硬度ウレタンフォームは 7.0kPa で 5% と、弱い力ではほとんど沈まないという性質の違いがある。それに対してチップウレタンはその密度によって硬さの違いはあるものの、比較的平均した荷重変形になっていることがわかる。

次に軟らかいタイプ(低反発)と硬いタイプ(高弾性)のウレタンフォーム 2 種を重ねたとき、どのように性質が変わるかをグラフにしたものが図 2 である。ここで低反発(A)を上にしたものが A+B、高弾性(B)を上にしたものが B+A である。

加圧測定装置は直径 100mm の円盤で加圧するため、低反発側から加圧した場合、5.0~6.0kPa までは低反発側が 70% 程先につぶれ、そのつぶれしろがほとんど無くなった頃から高弾性側がつぶれ始めている。この時低反発側は柔らかいため高弾性側を押す面積も加圧測定装置の加圧盤面積から極端に増えることはない。これが逆に高弾性側からの加圧になると

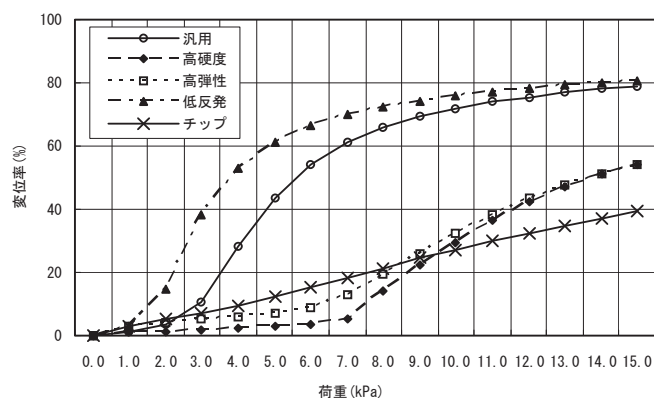


図1 ウレタンの種類による荷重変位率

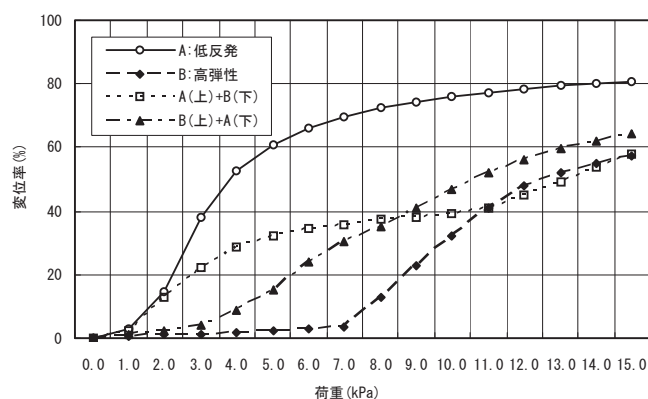


図2 ウレタンの2層組合せによる荷重変位率

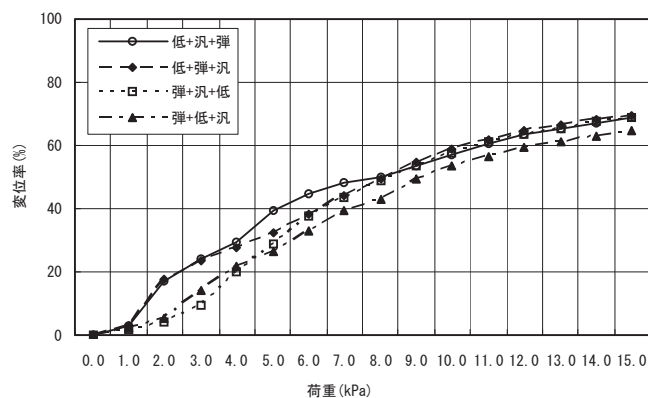


図3 ウレタンの3層組合せによる荷重変位率

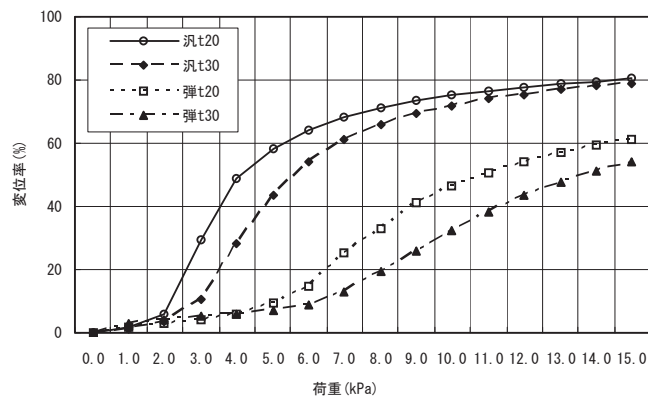


図4 ウレタンの厚みによる荷重変位率

低反発からの反発力は低いが、高弾性は低反発ほど変形しないため、高弾性を押す測定装置の円盤よりも広い面積で高弾性は低反発を押す形になる。その結果、A + B（低反発 + 高弾性）よりもB + A（高弾性 + 低反発）の方がつぶれにくくなるものと思われる。

さらに、図3は低反発・汎用・高弾性3層の組み合わせ順を変えて測定したものである。3層にしたことで2層の場合の特徴が1回増えて現れている。まず高弾性・汎用・低反発と低反発・高弾性・汎用の違いは1.0～6.0kPaの間に現れ、また低反発・高弾性・汎用と低反発・汎用・高弾性の違いも4.0～8.0kPaの間に現れている。このこぶ状突起ができる理由は2層での実験結果と同じで、低反発→汎用、低反発→高弾性、汎用→高弾性のように軟らかい側から加圧した時は、硬い側がつぶれ始める力が伝わるまでは軟らかい側が先につぶれ、それが70～80%つぶれた頃から硬い側を含めた全体がつぶれ始める。これが図2、3のこぶ状の変位グラフになる。このように3層以上の多層化の場合も基本は2層構造にある。ただ、最上層が高弾性の場合は汎用や低反発全体に圧力を分散させるため、部分変形が現れにくくなっている。

図4は汎用ウレタンフォームと高弾性ウレタンフォームの厚みの差（20mmと30mm）で変位率がどの程度変わるかを測定したものである。結果は同じ素材でも厚くなるとその変位率は小さくなり、ある程度硬くなっていることがわかる。これは、同じ素材の組み合わせでも図2、3のように順番を換えると変位率が変わるだけでなく、同じ素材・同じ順番であっても組み合わせ時の厚みを変えれば変位率も変化することを表している。このようにウレタンフォームの特性を理解して組み合わせることで、より良い座り心地を創り出すことができる。

図5はこれまでの各種測定データをもとにして、ウレタンフォームの種類・厚さ・組み合わせ順等を調整したマットA、Bである。Aは比較的通気性の良い汎用ウレタン2層 23mm + 低反発 20mm + 高弾性 45mm、Bは汎用ウレタン 15mm + 高硬度 20mm + 高弾性 40mm（共に上面から）である。

これを見るとA・B共に多少の凹凸や傾斜の違いはあるものの、全体になだらかな曲線を描いており、

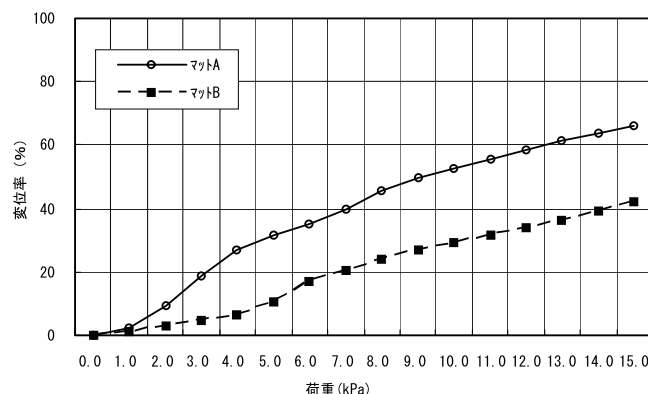


図5 各種ウレタンの組み合わせによる荷重変位率

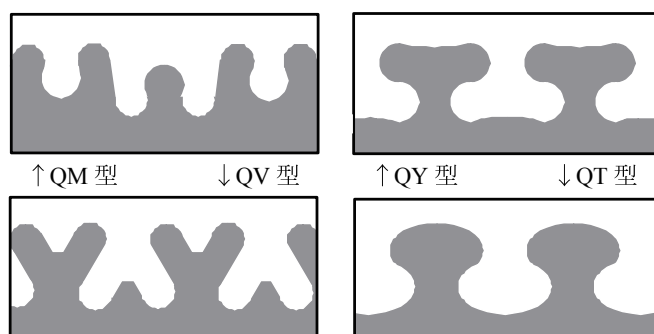


図6 荷重変位率測定用ウレタンのカット形状

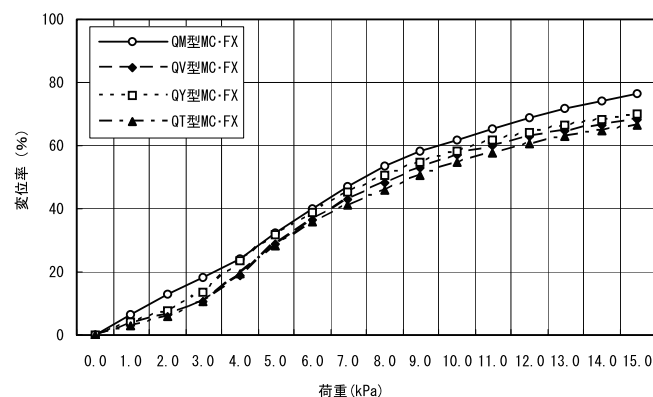


図7 ウレタンのカット形状による荷重変位率

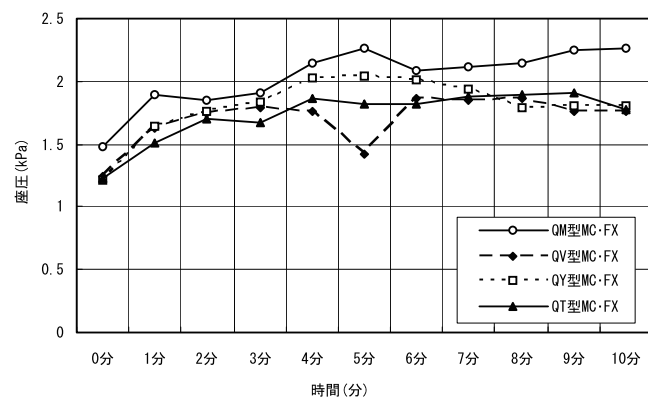


図8 ウレタンのカット形状による体圧分散効果

材質差による各層間の硬さの違いを感じることはほとんどない。ただ、全体を比較するとAがやや硬め、Bがやや柔らかめになっている。

次にウレタンフォームの材質と形状の組み合わせでどれくらい体圧が変わるかを測定するために使用した主なカット形状を図6に示す。これらはその形状に合わせてQM型、QV型、QY型、QT型と称する。そしてこれらの形状にカットした各種ウレタンフォームを上下組み合わせた時の荷重変位率を測定したものを図7、その時の椅子座面の左右座骨部の体圧を測定したものを図8に示す。

このカット形状やウレタンフォームの種類と組み合わせも数十種類について実験を行ったが、これらはその代表的な形状と組み合わせの1つで、4種とも多少の誤差はあるが比較的なだらかな曲線を描きながら上がっていることがわかる。それらの中で最も変位率の高いQM型は体圧分散測定グラフでも4種の内では最も体圧が高く、他の3型は、時間経過によって多少の上下はあるが、7分以降ではほぼ同じ数値になっている。

これらのデータをもとに、実際の椅子座面の原寸モデル(図9)を作成し、その上下のウレタンフォームの種類と厚みを変えることで荷重変位率と体圧分散効果を測定したものが図10、11である。ここではさらにウレタンフォームのカット形状を改良しているため、図7以上に曲線がなだらかで、最終荷重値がやや低く抑えられていることがわかる。

また、図8の最終座圧は高い方のQM型は2.2～2.3kPa、低い方のQV、QY、QT型でも1.8kPa程度であるのに対して、図11では高い方でも1.6～1.8kPa、低い方では1.1kPaまで軽減されており、図7、図10の変位率曲線と合わせてその違いを読み取ることができる。それは0～3.0kPaでの沈み量が多くなっていること(柔らかさ)と3.0～13.0kPaでの曲線がより直線的(荷重に比例した変形)になっていることにある。



図9 QHHQ型ウレタンマットのカット形状

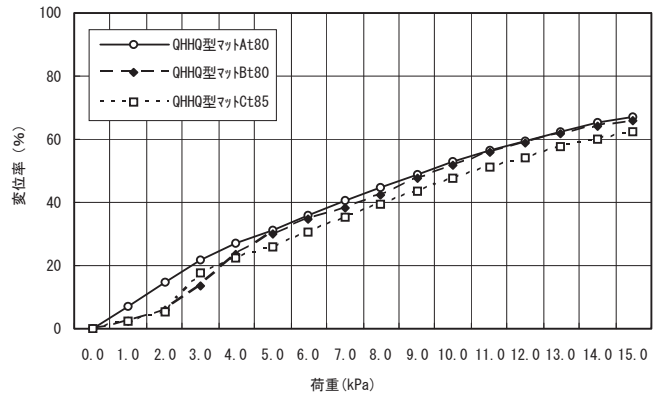


図10 ウレタンマットのカット形状による荷重変位率

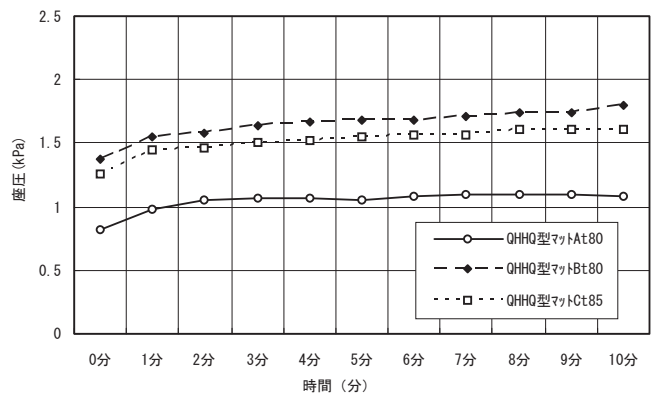


図11 ウレタンマットのカット形状による体圧分散効果

4 おわりに

本研究は素材をウレタンフォームに絞り、その硬度や反発力と、実際に寝たり座ったりした時の体圧や分布状況を測定したデータをもとに機能分析を行った。その結果、素材の特性やそれらの組み合わせ方で変形率の均一化と体圧の分散度を向上させることができ、寝やすく座りやすいクッション構成が可能になることがわかった。もちろんこのたびの実験はこれまでの代表的事例を上げたもので、その材質・形状・加工法等を変えることで、より有効な新しい組み合わせも可能である。また、今回使用したウレタンフォーム以外の素材との組み合わせも考慮することで、さらに品質を向上させることも可能である。本実験だけでは測定しきれない物性(通気性・保温性・触感・耐久性等)もまだ数多く残るが、本研究成果からでも、幼児や高齢者、その他体に様々なハンデを持つ人たちにとって、長時間使用しても疲れにくいベッドや椅子を開発する基礎データとして、広く活用することができると思われる。