

負荷分散及び衝撃吸収機能を有する素材の特性解析と評価に関する研究

Study on a characteristic analysis and valuation of the material

having load sharing and shock absorbing function

○ 安藤弘晃（芝工大） 田中啓介（株式会社パシフィックウェーブ）

李虎奎（芝工大） 米田隆志（芝工大）

Hiroaki ANDO, Shibaura Institute of Technology
Keisuke TANAKA, Pacific wave.,ltd.

Lee HOKYOO, Shibaura Institute of Technology
Takashi KOMEDA, Shibaura Institute of Technology

Abstract: Recently, "Transformable material" has been paid attention as a material that reduces the burden on the living body. It is expected to load sharing and shock absorbing function from the flexible texture of the material and the form of special two-layer integral structure. Therefore, representative examples of how to use is such as mattresses and cushions. However, an evaluation of the usefulness of the products when a person used it is not carried out until now. Therefore, in this study, we verified the usefulness of the products from the measurement system that assumed real use environment. In particular, we verified the usefulness of the shock absorption function in it. We set a cushion on a motion base and let a subject sit on it. Then, it was added a small vibration. The displacement of the subject's body at that time was measured using a 3-axis acceleration sensor.

Key Words: Cushion, Load sharing function, Shock absorbing function, Bioinstrumentation, 3-axis acceleration sensor

1. 序論

近年，負荷分散や衝撃吸収の機能により生体の負担を低減する素材として「大変形素材^①」が注目されている。大変形素材は，ミネラルオイルとポリマーから構成されたグミ状の素材である。ミネラルオイルはベビーオイルや化粧品としても使用されており，アレルギー誘発性がなく，皮膚への影響も少ない。さらに，その柔軟な素材に加えて四角柱上部に十字型が入った二層一体構造の形状からも負荷分散や衝撃吸収の機能が期待されている。そのため，代表的な使用方法の例には，マットレスやクッション，まくらなどが挙げられ，家庭用から介護用まで幅広く利用されている。しかし，現在までに，実際に人が大変形素材製の製品を使用した際の有用性の評価が行われていない。そこで，本研究では，実際の使用環境を想定した外力の負荷が可能な計測機器を用いた物性特性実験や生体計測実験から大変形素材製の製品を使用した際の有用性の評価を行っている。本論文では，特に，大変形素材の衝撃吸収機能に着目した生体計測実験について報告する。

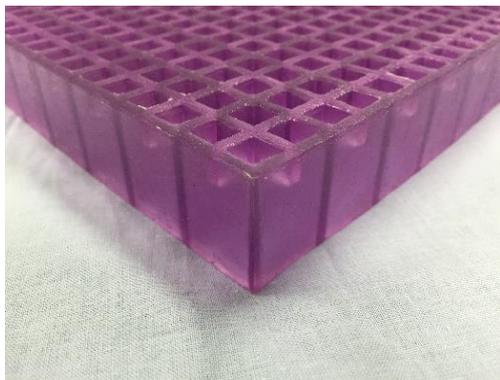


Fig. 1 Transformable material

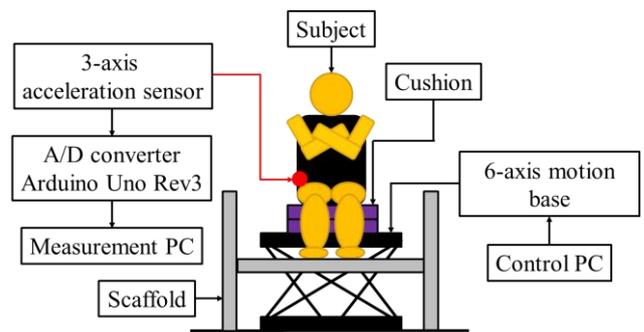


Fig. 2 System configuration

2. 振動吸収機能評価実験

2.1 目的

大変形素材の衝撃吸収機能に関する有用性を評価するために振動吸収機能評価実験を行った。本実験では，振動刺激を与える6軸モーションベース(COSMATE社，MB-150)上にクッションを設置し，その上に被験者を座らせた。そして，モーションベースで振動刺激を負荷した際の被験者の身体の変位を評価指標として用いた。また，身体の変位の計測には，3軸加速度センサ(Kionix社，KXR94-2050)を用いた。

2.2 方法

Fig. 2に本実験のシステム構成を示す。本実験では，モーションベース上に直接クッションを設置した。そして，被験者の膝が直角となるように足場の高さを調節して，被験者を座らせた。計測時の姿勢は，閉眼で両腕を胸の前で組んだ状態である。その姿勢で，モーションベースに振動刺激を負荷した際の身体の変位を3軸加速度センサで計測した。本実験で使用した3軸加速度センサは，X軸，Y軸，及びZ軸におけるアナログ出力となっている。このセンサの装着部は，右の骨盤とした。クッションは，大変形素材とウレタンの2種類を用意した。ウレタンは，クッション

として頻繁に使用されていることから比較対象として用意した。また、クッションの厚さは、60[mm]で統一した。

与えた振動刺激は、水平方向である。振動刺激のパラメータは、振幅 0.1, 0.3, 0.5[mm]の3種類、及び周波数 5, 10, 15, 20[Hz]の4種類を組み合わせた計12パターンである。計測は着座5秒、振動刺激5秒の2行程の計10秒間であり、それぞれのパターンで5試行ずつ計測した。被験者は、20代男性10名で行った。

2.3 評価指標

本実験で使用した3軸加速度センサは、X軸、Y軸、及びZ軸の値を得ることができる。これらのX軸、Y軸、及びZ軸の値を用いて、静止状態の平均を基準とした3次元移動距離を算出した。次に、姿勢保持で生じたノイズを除去するために、算出した値にハイパスフィルタ処理を行った。そして、ハイパスフィルタ処理した値に絶対値化処理を行った。本実験では、絶対値化処理した値の振動刺激時の積分値を評価指標に用いた。

2.4 結果

Fig. 3に各周波数における積分値の結果を示す。検定は、統計解析ソフトウェアJMP Proにより、それぞれの振幅における積分値の結果に対して対応のあるt検定を行った。有意水準は $p < 0.05$ とした。

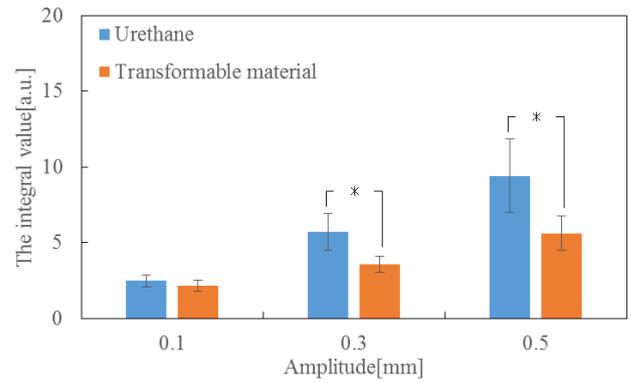
Fig. 3に示すように、周波数5[Hz]の際の振幅0.3[mm]、及び0.5[mm]で有意差が見られ、ウレタンよりも大変形素材の方が、積分値が小さかった($p < 0.05$)。また、周波数10[Hz]の際も同様に、振幅0.3[mm]、及び0.5[mm]で有意差が見られ、ウレタンよりも大変形素材の方が、積分値が小さかった($p < 0.05$)。しかし、周波数15[Hz]、及び20[Hz]では、いずれの振幅においても有意差は見られなかった。

2.5 考察

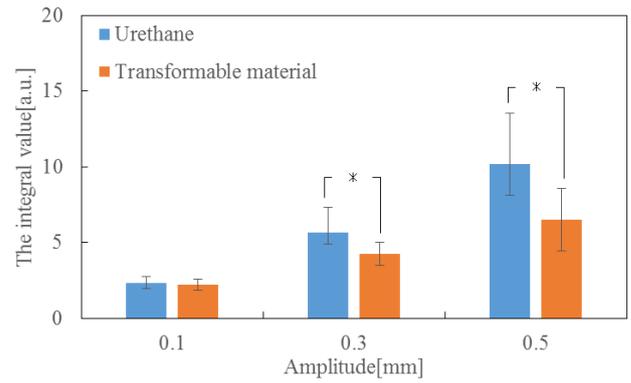
周波数5[Hz]の際の振幅0.3[mm]、及び0.5[mm]で有意差が見られ、ウレタンよりも大変形素材の方が、積分値が小さかった。また、周波数10[Hz]の際も同様に、振幅0.3[mm]、及び0.5[mm]で有意差が見られ、ウレタンよりも大変形素材の方が、積分値が小さかった。このことから、周波数5[Hz]、及び10[Hz]の際には、ウレタンよりも大変形素材の方が振動の影響を低減していると考えられる。また、周波数15[Hz]、及び20[Hz]では、いずれの振幅においても有意差は見られなかった。さらに、被験者の感想も、周波数15[Hz]、及び20[Hz]の際にはウレタンと大変形素材の差異を感じにくいとのことであった。これらのことから、低周波数では大変形素材の衝撃吸収機能が発揮されやすく、高周波数では大変形素材の衝撃吸収機能が発揮されにくいと考えられる。また、0.3[mm]や0.5[mm]という小さな振幅でも有意差が見られたことから、わずかな振動でも十分に大変形素材の衝撃吸収機能が発揮されると考えられる。したがって、低周波数の小さな振動が生じる可能性がある乗用車や車いすなどの使用環境では、十分な振動吸収機能を有すると考えられる。

3. 結論

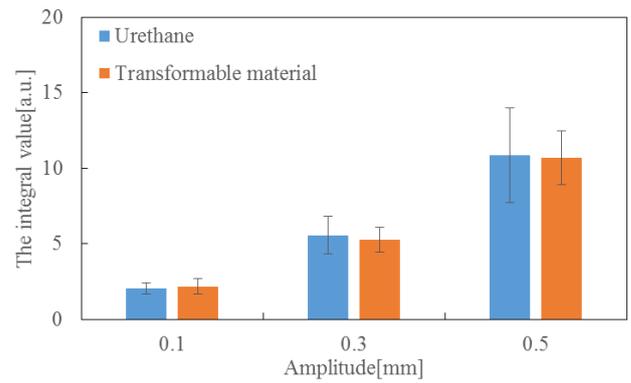
大変形素材の衝撃吸収機能に関する有用性を評価するために振動吸収機能評価実験を行った。その結果、大変形素材の衝撃吸収機能は、低周波数の振動で効果を発揮し、わずかな振動でも十分に効果を発揮することが示唆された。今後は、負荷分散機能に関する有用性を評価するために体圧分散機能に着目した生体計測実験を行っていく。



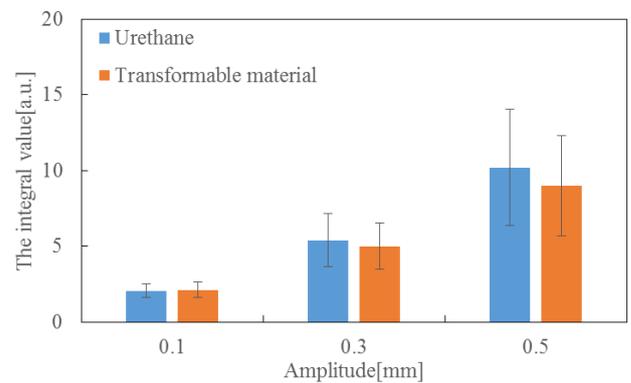
(a) Frequency 5[Hz]



(b) Frequency 10[Hz]



(c) Frequency 15[Hz]



(d) Frequency 20[Hz]

Fig. 3 The results of the integral value (Significance *: $p < 0.05$)

参考文献

- (1) ジェルトロンの特徴

<http://geltron.jp/?tid=1&mode=f1> (平成28年6月28日)