

スポーツウエア評価用人型ダミーの開発

生活科学課 浦上 晃、上野 実 ものづくり研究開発センター 溝口正人*1、住岡淳司

1. 背景

近年、企業からのスポーツ動作時のウエア挙動(しわ、つっぱり、たるみなど)解析の依頼が増加しているが、実際に人間がウエアを着て評価すると再現性に乏しく信頼性のある結果が得にくい問題がある。また、ウエア着用時の動きやすさについて、現在は人間が着用しての官能評価で行っており、その結果が第三者に伝わりづらい非常に抽象的な方法のみで評価している。

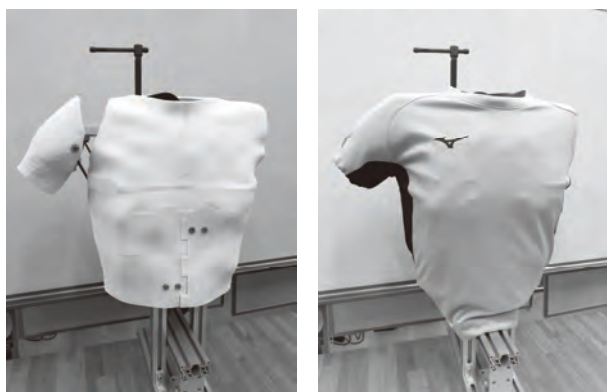
運動時のスポーツウエア挙動解析やウエア着用による身体負荷評価のためには、機械的な運動機構により正確かつ再現性の高い身体動作を模擬し、微妙な生地特性やウエア形状の差異による運動抵抗を精度良く検出する必要がある。

そこで本研究では、スポーツウエア設計のための基礎データを得ることを目的として、肩関節トルクが計測できる人型ダミーの開発を目指した。前年度までに、屈曲、伸展の1軸駆動のみ動作可能なダミーを開発したが、本稿ではさらに外転、内転運動も可能である2軸駆動ダミーを作製し、その挙動、トルク測定等を確認、検証した結果を報告する。

2.2 軸駆動可能なダミー作製

2.1 3Dプリンタによる人型作製

作製したダミーの挙動を実際の人間の動作と比較するため、ダミーは人間と原寸大のものを作製することが望ましいと考え、筆者の体幹および右上腕を3Dスキャニング後、3Dプリンタにより人型ダミーを造形した。材料はナイロン製とし、厚さは体幹が約8mm、上腕が約4mmとした。作製したダミーを図1に示す(右はウエア着用時)。



人型ダミー ウエア着用時

図1 作製した人型ダミー外観

2.2 右肩関節駆動機構の検討、作製

駆動機構には2個のサーボシステムを採用し、2軸(①屈曲、伸展と②外転、内転)駆動可能とした。2個のモータ位置をダミー内部の空間に納めるため、右上腕連結部には、動作①を行うモータ軸に図2のような駆動部品を作製、接続し、動作②をプーリー、ベルトを利用して駆動させる構造とした。

また、2個のモータを同時に位置決めデータによる運転で制御するソフトウェア(図3)を作製し、それぞれの回転速度、停止位置、停止時間等を任意に設定することで、動作①と動作②を同時に制御可能なダミーを開発した。

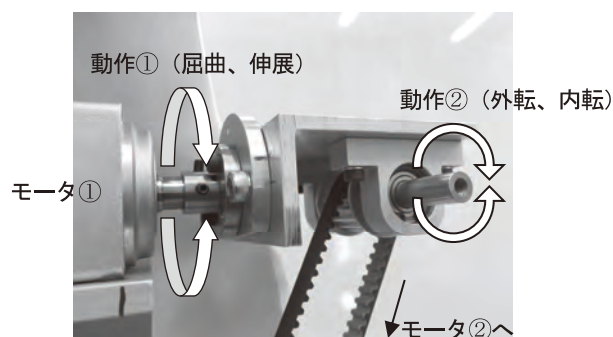


図2 右上腕連結部品



図3 2軸同時駆動ソフトウェア

3. ダミーによる肩関節トルク計測

作製した人型ダミーを用いて、屈曲、伸展、外転、内転運動を行ったときの肩関節トルクを計測した。計測例として、外転、内転運動について、無負荷(ウエア非着用)および市販のスポーツウエアを着用させた場合のトルクを計測し、その結果を比較した。肩回転速度は4r/min、回転角度は0~45°の範囲、各停止時間は0.3sとした時の測定結果を図4に示す。図4より、外転運動時はウエア着用により肩関節トルクは徐々に大きくなる一方、内転運動時はウエアが戻る(縮む)力により初めは無負荷時よりトルクが小さくなるのがわかり、ウエア有無の差

*1 現 企画管理部

異による運動抵抗の検出が可能となった。しかしながら、現状のダミー駆動機構では無負荷時のトルクが非常に大きいことから、ウェア着用時のトルクの変化をより明確にするため、今後さらに構造、材料等を検討する必要がある。

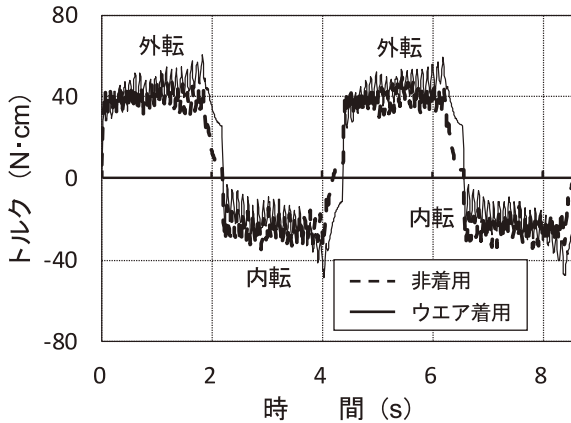


図4 ダミーによるトルク測定結果

4. 動作解析手法によるダミーと人間の挙動比較

動作解析装置（楸ライブラリー製 Carrot）を用いて、作製したダミーと人間の腕振り挙動を比較した。解析例を図5に示す。

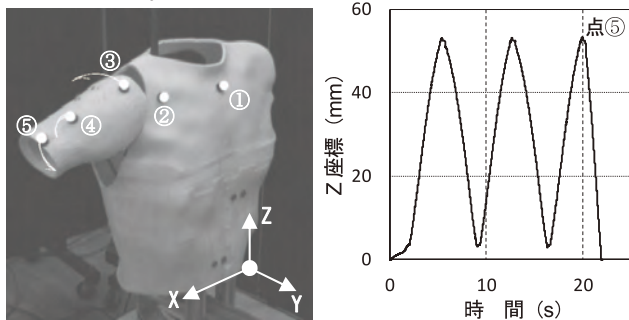


図5 動作解析結果例（ダミー）

キーワード：スポーツウェア、挙動解析、肩関節動作、トルク検出、サーボモータ

図5写真の5点の座標について解析したところ、ダミーを1軸（動作①）のみで制御した場合と2軸同時（動作①と②を同時）に制御した場合には、2軸同時の方が人間の腕振り動作に近い挙動を再現することができた。これにより、ダミーの可動軸を増やすことで、肩関節動作の自由度が高くなり、スポーツウェア着用時の身体負荷量のより効果的な定量的評価が可能となった。

しかしながら、実際の人間の動作は非常に複雑であることも判明し、現状の2軸駆動での再現の限界も認識した。例えば、図5写真の点②の挙動について、ダミーの解析では当然移動量はゼロであるが、人間動作の場合は腕を動かす度に点②も常に移動する。このような細部まで再現するには、さらにダミーの構造が複雑化、部品数も増加するため、簡易的な身体負荷評価用ダミーとしては、現状の2軸駆動で十分であると考えている。

5. まとめ

本研究では、人間の屈曲、伸展および外転、内転運動が同時に再現可能で、肩関節トルクの検出が可能な人型ダミーを開発した。これによりスポーツウェア着用時の身体負荷量が数値化でき、動きやすさ等の効果的なウェアの定量的評価に貢献することが可能となった。無負荷時のトルクの軽減、人間動作の再現性の向上等の課題については、今後さらに検討の必要がある。

参考文献

- (1)浦上ほか：富山県産業技術研究開発センター研究報告 No.32 (2018)64

Development of the Human Body Dummy to Evaluate the Sportswear

Human Engineering Section; Akira URAKAMI and Minoru UENO
 Monozukuri R&D Center; Masato MIZOGUCHI and Junji SUMIOKA

For the sportswear behavior analysis when exercising, and the body load measurement when a wear is put on, the precision imitates expensive body motion of correctness and reproducibility by mechanical motion mechanism, and has to detect motion resistance by the difference between the subtle dough characteristics and wear shape well. In order to get basic data for a sportswear design, the human body dummy which can reproduce basic action of shoulder joint, and with detection functions of the joint torque when exercising was developed.