

福祉用具の工学評価に関する研究

山下 進^{*1}, 西澤 巧^{*2}, 那須裕規^{*1}, 田中 繁^{*3}, 小林勇也^{*3}

A Study on Engineering Evaluation of Assistive Products

Susumu YAMASHITA, Takumi NISHIZAWA, Yuki NASU
Shigeru TANAKA, Yuya KOBAYASHI

Presently, National Institute of Technology, Oyama College owns industrial arm robots. In this research, using this industrial arm robots, we are verifying whether testing that is standardized by JIS is possible. Concretely, the durability test of the cosmetic hands for arm prostheses and the walking repeated test of the artificial feet were performed. As a result, it became clear that utilization of the arm robot is possible.

KEYWORDS : JIS, Arm Robot, Cosmetic Hands for Arm Prostheses, Artificial Feet

1. はじめに

義肢, 装具等を装着して生活している方々にとって, これらが破損したり, 故障することは, 生活を不便なものにしてしまうことはもちろんのこと, 事故を誘発し, 使用者が怪我を負ってしまうことも考えられる (例: 図1). これらのことを防ぐために, 義肢, 装具類の安全性評価試験を行い, その安全性を保証することは必要不可欠なことである.

一方で, 義肢, 装具等の完成用部品の工学評価試験を実施する機関の不足により, 試験実施機関の必要性が高まっている. しかし, 試験項目が多いことや, 装置が高額であることなどから, 実施機関は減少傾向にある.

そこで本研究では, これらの問題を解決するための 1 つの方策として, 図2に示すような小山高専が所有している産業用アームロボット¹⁾を活用

し, 安価でかつ精度が高く, 複数の試験を 1 台のアームロボットで行うことができる試験装置を製作することを考えた. そして, 実際に試験ができるかどうかの検証を行うことを目的としている. なお, 本研究は株式会社福祉用具総合評価センターとの共同研究である.



図1 破損した義手

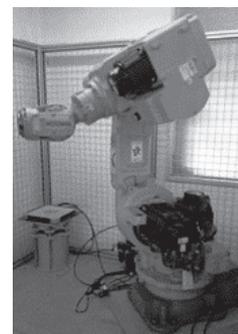


図2 アームロボット

*1 機械工学科(Dept. of Mechanical Engineering), E-mail: syama@oyama-ct.ac.jp

*2 機械工学科 2016 年度卒業生

*3 株式会社 福祉用具総合評価センター (Comprehensive Evaluation Center of Assistive Products, Inc.)

2. 産業用アームロボットについて

産業用アームロボットは、複数の可動軸を持ち、ティーチングをすることで様々な動きをさせることができる。表1におもな仕様を示す。

表1 アームロボットの主な仕様

メーカー	安川電機
型式	MOTOMAN-UP50-80
動作形態	垂直多関節形
自由度	6
可搬質量	80 kg
寸法	1458 mm×1533 mm×455 mm
繰返し位置決め精度	±0.07 mm
本体質量	540 kg
電源容量	5.0kVA

3. 義手用装飾ハンドの耐久試験²⁾

JIS T9224-1995 に示されている耐久試験では、図3に示すような義手用装飾ハンド（以下ハンドという）の指を水平から60度まで曲げ、水平に戻す屈伸運動を5秒間隔で500回行い、試験前後の変化をばねばかりで確認する。ハンドを台座に固定し、指にばねばかりを引っ掛けているので、指を試験機で掴み、屈伸運動させていると考えられる。これを参考に、台座と掴みを製作した。



図3 義手用装飾ハンド

掴みは図4に示すように、コの字型に加工した板とこれを固定するプレート、そしてアームロボットと掴みを繋げるためのプレートをボルトで固定した。コの字型の板の先端に穴を開けてボルトを通し、ナットで指を締め付けて固定した。

台座は、図5に示すように底部を正方形にして内側に十字に棒を通し、ハンドを固定するための支柱を中心に立てる構造にした。

アームロボットは、設置場所の関係で可動でき

る範囲があまり広がらないため、JIS で定められた状態で試験を行おうとすると、アームロボットの可動範囲を超えてしまうことがわかった。しかし、指の屈伸運動を行うことができれば、ハンドを上下逆さに固定しても問題はないので、図6のようにすることで、この問題を解決した。



図4 掴み部



図5 台座

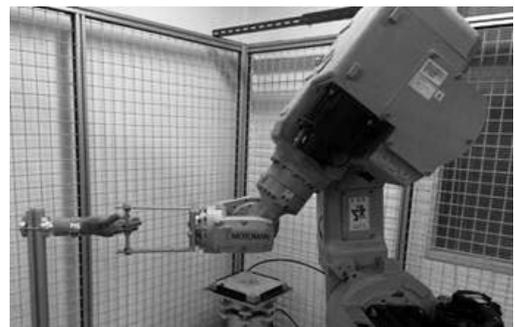
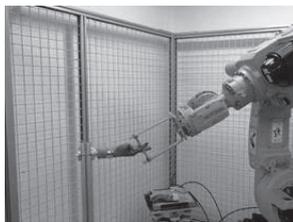


図6 完成した試験装置

次に、プログラムを作成し、試験を実施した。図7は、その様子を示している。図7(a)から図7(c)の動きを繰り返した行かせたが、エラーや装置が破損することはなかった。以上のことから、アームロボットを活用した工学評価試験は、可能であることが明らかになった。



(a) 0°の状態



(b) 30°の状態



(c) 60°の状態

図7 耐久試験の様子

4. 歩行繰り返し試験²⁾への活用

4.1 JIS基準の概要

アームロボットを活用できる試験をさらに調査し、その結果JIS T9212に規定されている義足足部、足継手に対する歩行繰り返し試験を採り上げることとした。図8は、試験対象となる義足足部の写真である。JISにおいて紹介されているこの試験を行うための試験装置は、油圧および制御ユニットを備え、実際に製作すると数百万円はかかると思われる装置である。



図8 義足足部

この試験の規定を以下に示す。

- 1) かかとと接地時に、下腿長袖が鉛直線となす角度を20度とする(図9参照)。
- 2) つま先離れ時に、下腿長袖が鉛直線となす角度を25度とする(図10参照)。
- 3) 繰り返し周波数は1Hz以下とする。
- 4) 1周期に加わる垂直荷重は、原則として図11に示す波形を基準とする。ただし、負荷パターンが変形した場合には、基線と負荷パターンで囲む力積が、基本の力積より20%を超えてはならない。
- 5) 繰り返し試験回数は100万回とする。



図9 かかとと接地時

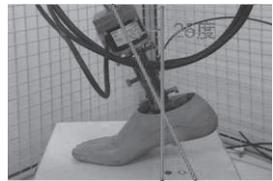


図10 つま先離れ時

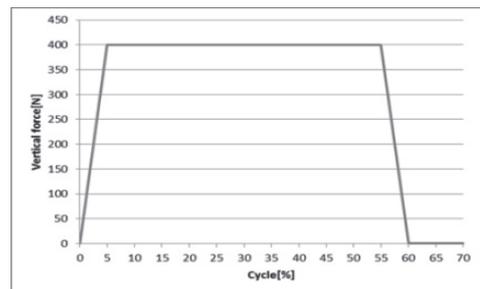


図11 1周期に加わる垂直荷重の波形

4.2 治具の製作と動作確認

4.2.1 アームロボットへの足部の取付け

図12の治具を製作し義足に取付け、図13のようにアームロボットに接続されている装置に義足を取り付けた。



図12 製作した治具



図13 取付け部分

4. 2. 2 ティーチング用プログラムの作成

試験の規定を満たすようにティーチング用プログラムを作成した。図14にその一部を示す。また動作確認をした結果、図15に示すような「かかと接地時」と図16に示すような「つま先離れ時」の状態が正しいことを確認した。

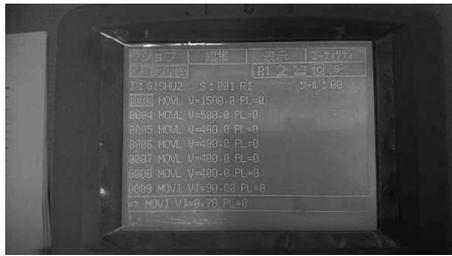


図14 作成したプログラム

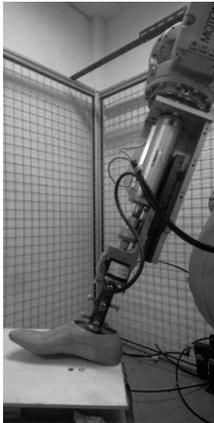


図15 かかと接地時



図16 つま先離れ時

4. 2. 3 垂直荷重の確認

垂直荷重を測定するために、図17に示すような測定機器を使用した。ロードセルとインジケータで垂直力を測定し、その時の電圧をデータ収集システムで採取した。そして、得られた試験の垂直力が試験の規定の4)を満たすかを基準の波形と比較した(図18)。図18において、大きく変動している線が測定した波形、直線の波形が基準の波形である。

4. 2. 4 考察

以上の結果より、義足の安全性試験を行うためのプログラムは問題なく実行でき、かかと接地時とつま先離れ時も規定の角度をつけることができた。

しかし、図18を見ると、測定から得られた波

形は、基準の波形と比べて上下していることがわかる。これは、接地中に直線的に義足を動かしていることで、義足にかかる負荷にムラができたことが原因であると考えられる。しかしながら、プログラムを改良することによって、基準の波形に近づけることは可能であると考えられる。

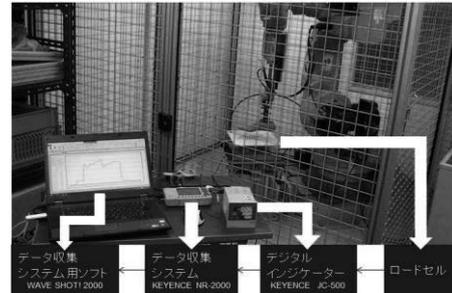


図17 測定機器

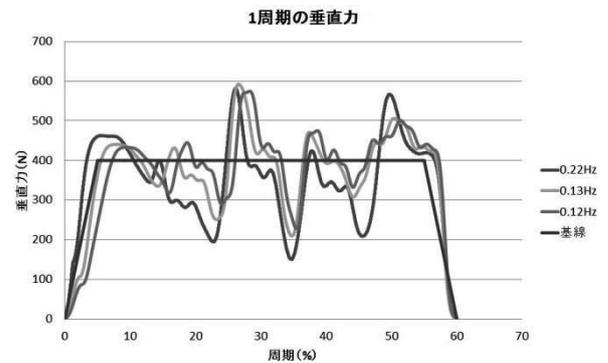


図18 試験の波形と基準の波形の比較

5. おわりに

アームロボットを活用して、JISに規定されている試験が可能かどうかの検証を行った。その結果、治具を工夫し、またプログラムを改良することで、より精度の高い試験が可能であることが、明らかになった。

なお、本研究は平成28年度卒業研究の内容を一部編集、加筆したものである。

参考文献

- 1) 安川電機, MOTOMAN-UP50-80 マニピュレーター取扱説明, p5-1.
- 2) JISハンドブック 2011 ⑧ 高齢者・障害者等 アクセシブルデザイン, 日本規格協会

【受理年月日 2017年 9月29日】