作業負担軽減コンテナの開発

○森山冬馬, 土井俊央, 村田厚生 (岡山大学大学院自然科学研究科)

Development of container to reduce workload

Toma Moriyama, Toshihisa Doi and Atsuo Murata

(Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University)

1. はじめに

近年, 産業技術は急速に発展し, 人が行っていた力仕事はロボットによる自動化が進んでいる. しかし, ロボットが介入できない場面は依然として存在し, ロボットと人は共存していく必要がある. その中で, 人が行う作業の負担をできる限り小さくすることが重要であると考え. コンテナ運搬作業は農業や運送業などで頻繁に行われる作業の一つであり, こうした日常的な力仕事は身体への負担が大きい.

現在, 重量物を持ち上げる際の腰部や上肢にかかる作業負担を定量化する研究は数多くなされている[1]. しかし, コンテナのデザイン自体に着目し作業負担を減らすための取り組みを行っている研究は少ない. また, パワーアシストスーツは作業者の負担を軽減する一助になると期待されているが, 着脱の手間や装着感の個人差といった問題がある.

そこで, 本研究では作業者にとって負担の少ないコンテナを開発することを目的とし, 持ち手形状を変更し, さらに持ち手位置を上下の二ヶ所に備えたコンテナを試作した. 従来型コンテナ (図1) と試作型コンテナを用いて作業を行い, 筋電図解析と被験者による主観評価によって作業負担を比較した.

図1 従来型コンテナ

2. 実験方法

本研究では2つの作業を行い, 生理指標として脊柱起立筋, 僧帽筋, 上腕二頭筋の筋電位を計測することで, 作業負担を客観的に評価した. また, 被験者に作業負担と使いにくさに関する主観評価を実施した.

2.1. 被験者

本実験は22~24歳の筋骨格系障害の既往歴がない男性3名を対象にした. 被験者には予め実験に関するインフォームドコンセントを得た.

2.2. 計測機器

表面筋電図計測のために湿式ワイヤレス筋電センサを用い, 表面電極には直径30mmのAg/AgClの円形ディスポーザブル電極を使用した.

2.3. 実験方法

本研究では以下の2つの実験を行い, それぞれにおいて従来型コンテナと試作型コンテナの比較を行った.

実験①: 地面の高さから約0.9mの高さまで
コンテナを移動させる作業

実験②: 約0.9mの高さから約1.3mの高さまで
コンテナを移動させる作業

実験条件は, コンテナの持ち手位置(上・下), 持ち手形状(従来型・試作型), 重さ(軽い・重い)を組み合わせた8条件で行った. 重さは安全を考慮して実験①では10kg・20kg, 実験②では5kg・15kgに設定した. なお持ち手位置が下の条件において, 従来型コンテナには下側に持ち手が無いため, コンテナの底面を持って作業を行った. 被験者には各条件の作業を2回ずつ行ってもらい, 1回の動作ごとに1分間の休憩を挟んだ. また, コンテナを元の位置に戻す作業は実験者が行った.

2.4. 評価方法

筋電図解析では, 作業を「手前に引く動作」「持ち上げ動作」「置く動作」の3つに分割し, 各区間での%MVCの最大値($\%MVC_{max}$)を算出した. 実験前にダニエルズの徒手筋力測定に基づいて被験者の各筋肉の100%MVCを計測した.

また, 各条件の作業終了時, 被験者にどのくらい作業負担を感じたかについて7段階(1:とても負担が小さい, 7:とても負担が大きい)で主観評価を行った. また, コンテナの使いにくさについても7段階(1:とても使いやすい, 7:とても使いにくい)で主観評価を行った.

4. 結果

図2に実験②の持ち上げ動作における上腕二頭筋の $\%MVC_{max}$ の結果、図3に実験②におけるコンテナの使いにくさの主観評価の結果を示す。図2に示すように、実験②の持ち上げ動作において持ち手位置が上かつ重さが5kgの場合をのぞき、持ち手形状を変えた試作型コンテナの方が、 $\%MVC_{max}$ がより小さくなった。また、実験②の主観評価に関して、どの条件においても試作型コンテナの持ち手形状の方が従来型コンテナよりも作業負担が小さく感じ、使いやすいという結果となった。

実験②に関して、僧帽筋においても上腕二頭筋の結果と同様の傾向が見られた。いっぽう、脊柱起立筋に顕著な差は見られなかった。また、実験①においても試作型コンテナの持ち手形状の方が作業がしやすいと感じることが主観評価によって示唆された。

図2 実験② 持ち上げ動作における上腕二頭筋 $\%MVC_{max}$ の平均値

図3 実験② 作業のしにくさの主観評価

5. 考察

実験②において、図2と図3を比較すると、重さ15kgの条件における試作型コンテナの持ち手位置について、筋電図解析では持ち手位置が下の場合に $\%MVC_{max}$ がより高くなっているが、主観評価では持ち手位置が下の方が作業がしやすいという結果となった。これは、持ち手位置が下の場合、コンテナを支える位置がコンテナの重心よりも下側であるため、重心によるモーメントの影響を受けやすく、コンテナを安定して保持するために余計な力が加わってしまったためだと考えられる。いっぽう、実験②におけるコンテナを置く台の高さは、コンテナの底面を基準としたとき成人男性の胸～肩のあたりであるため、上肢を高く挙げる必要があった。このとき、持ち手位置が下の方が上肢を高く挙げなくて済むため、作業者にとっては作業がしやすいと感じられたのではないかと考える。

6. まとめ

本研究では、①地面の高さから約0.9mの高さまでコンテナを移動させる作業、②約0.9mの高さから約1.3mの高さまでコンテナを移動させる作業を行い、従来型コンテナと試作型コンテナを用いたときの作業負担を比較した。主観評価において実験①②の両方で試作型コンテナの方が作業者が感じる作業負担が小さく、より使いやすいことが示唆された。また、実験②においてコンテナを胸～肩の高さまで持ち上げる際、持ち手位置が上側の方が上腕二頭筋の負担は小さくなるが、作業者の主観的には持ち手位置が下側の方が使いやすいと感じることが示唆された。

参考文献

- 1) Pernille Kofoed Nielsen, Lone Anderson and Kurt Jørgensen : The muscular load on the lower back and shoulders due to lifting at different lifting heights and frequencies, *Ergonomics*, Vol. 29, No. 6, 445-450, 1998