

10416 移乗支援機器の抱上機構に関する研究 A Study on Holding Mechanism on Transferring Devices

○小嶋 裕樹(横浜国立大) 高田 一(横浜国立大) 松浦 慶総(横浜国立大)
Hiroki KOJIMA, Yokohama National University
Hajime Takada, Yokohama National University
Yoshifusa Matsuura, Yokohama National University

Today, physical strain on caregiver is a concern in a care facility. Specifically transferring from a bed to a wheelchair is hard work and causes a backache. Therefore, easy-to-use transferring devices are being developed in recent years. In our laboratory we have studied these devices which can pick person up and developed some prototypes. However, because these devices are leaned against with breast and knee, there are some problems. The first one is that users feel pain because of high pressure in chest. The second one is that they feel uneasy because the devices don't hold their back.

In our study, we developed a new transferring device which can hold person's back and judged the performance of it in order to solve these problems. I designed a non-powered multi-link flexible arm system. These improvements will make stable transferring and enhance a sense of ease.

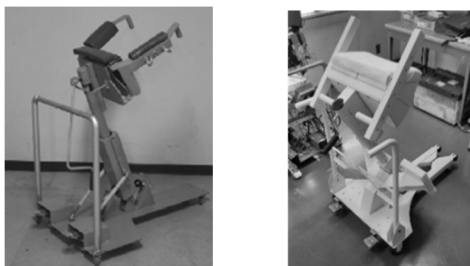
Key Words: Welfare, Transferring device, Non-powered system

1. 研究目的

現在、介護の現場において介護者の肉体的負担が問題となっている。特に被介護者を車椅子等へ移乗させる作業は腰痛等の障害の原因となっており、厚生労働省は昨年より原則として人力による移乗は行わないよう指導している。そこで近年、移乗を代替する機器の開発が進められており、様々な方法が提案されている。本研究では、被介護者を抱き上げる方式の機器の抱上機構を開発し、その性能を評価する。具体的には多リンクのフレキシブルアームを用いることで、身体を確実に保持し安定した移乗を実現する。

2. 移乗機器について

Fig.1 は当研究室で開発された移乗機器「だっこ君」である。



(a) 1st model (b) 2nd model

Fig.1 Transferring Device “Dakko-Kun”

この移乗機器は被介護者を抱え上げる形で移乗作業を補助する装置である。構造としては移動式の台座に前後方向に回転する支柱を持ち、支柱上端に胸部や脇部を支持する構造物と、台座上に膝部を保持する板が装備されている。移乗の際は被介護者の腋下に装置上部の棒状部を挿入し、胸部、脇部、膝部の3点で抱え上げる。この方式は確実に移乗動作が行える反面いくつかの問題があり、過去の研究では胸部に圧力が集中し移乗中に痛みを感じる場合があることや、移乗中に被介護者が不安感を覚えたケース、そして一部被験者の装置からのずり落ちの可能性が指摘された。

3. 抱上支援装置 (フレキシブルアーム)

前章で述べた抱上型移乗機器の問題を解決するため、本研究ではフレキシブルアームによる背中中の保持機構を開発した。以下、その設計について記述する。

3.1 設計条件

設計条件として、着座時に被介護者が後方に転倒しないような保持力が求められる。本研究では着座～移乗初期に必要な保持力を基準として計算した。着座時に身体が後傾し、それを背中から支える場合を考える。これを Fig.2 のようにモデル化した。

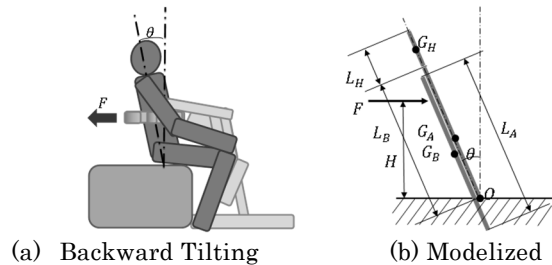


Fig.2 Backward Tilting Model

図中の G_H : 頭部重心, G_A : 腕部重心, G_B : 胸部重心, L_H : 肩峰-頭頂部長, L_A : 腕部長, L_B : 座面-肩峰高, H : 保持高, m : 身体質量, θ : 後傾角とし、頭部質量を 8%, 胸部質量を 46%, 腕部質量を 12% として^[1], モーメントの釣り合いの式より

$$F = \frac{1}{H} \{ (0.46L_B + 0.08L_H + 0.12L_A) mg \sin \theta \}$$

ここで高齢者の人体寸法データ^[2]より

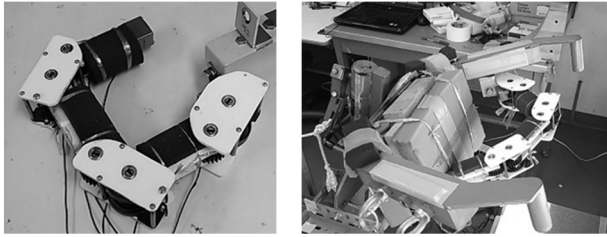
$$L_A = 0.679m, L_B = 0.549m, L_H = 0.292m, m = 60\text{kg}$$

また、 H を脇部より 100mm 下方の 0.341m, 後傾角を 20 度以内と設定すると $F = 114\text{N}$ と求められる。アシスト力の目安を 1/3 程度と考えれば 40N 程度の保持力を有すれば良いと結論づけた。

3.2 構造

基本構造は 4 リンクからなる開リンク機構のアームである。関節部は歯車と渦巻きばねからなり、取付角度の設定を行うことが可能である。総重量は約 2.8kg で、部品の多

くは軽量で加工性の良いアクリル材を使用した。Fig.3 に装置の外観を示す。



(a) Arm Unit (b) mounted on transferring Device
Fig.3 Holding Support System

この装置を4リンクのロボットアームとしてモデル化し、一般的な高齢者の体型において背後から約40Nの保持力を得るようばねを選定した。各リンクには2個ずつロードセルを配置し、アルミニウム板で圧すことで荷重を測定できる。リンク名を取付部側からリンク0~リンク3とすると、各リンクの長さはリンク0から順に45mm, 100mm, 120mm, 100mm, 各リンクのロードセル間距離はリンク1から順に40mm, 60mm, 40mmとした。

4. 実験

4.1 キャリブレーション

保持力の大きさと位置の計測のため、装置を分解してリンク毎に一定荷重をかけるキャリブレーションを行った。また、装置を組立てた状態でリンクに紐を取付け一定荷重で引張ることで、開角度と荷重とのキャリブレーションを行い、荷重と関節角度の関係を推定した。

4.2 機能検証実験

実際の移乗時における本装置の評価のため、移乗実験を行った。Fig.5に実験装置を示す。

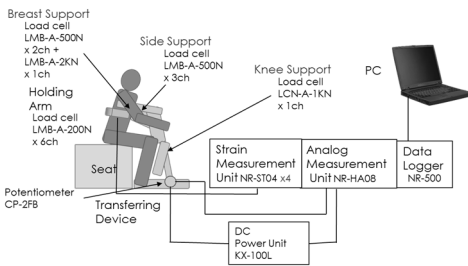


Fig.5: Transferring Exp. System

この実験では、移乗機器”抱っこ君”を用いて移乗の模擬を行い、本装置の有無による官能評価や荷重の比較を行った。官能評価は9段階の絶対評価を用い、主に移乗時の各部の苦痛やずり落ちの不安感について質問した。また、体を保持する別の方法として固定ベルトを用いた実験も並行して行った。結果はまず胸部、脇部、膝部の荷重の変動に有意差は認められなかった。特に胸部に関しては、被験者が移乗中胸部の苦痛を嫌ってアーム側に体重を逃がしたと考えられ、平均値が若干低下した。また、各リンクへの荷重を比較すると、Link2では荷重を検出せず、Link1と3で荷重の差が大きい。これは製造上の不具合で各関節の最大展開角に差があったことが原因と考えられる。

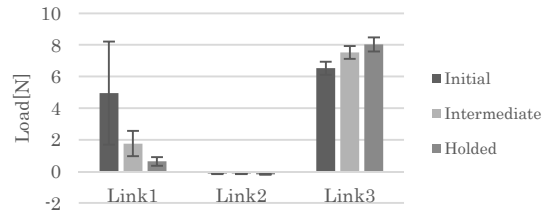


Fig.7: Load on Link

官能評価においては、比較可能な全ての項目で平均値が補助なしの場合を上回ったが、いずれも $\alpha=0.05$ での有意差は認められなかった。ただ、移乗の総合評価を示すQ8では平均値で約1ポイントの上昇がみられ、移乗の改善の傾向があると考えられる。

4.2 移乗実験

この実験では、前項で用いた抱上支援装置の関節部に改修を加え、関節の可動域を拡張したものをを用いた。実験条件は、胸部保持板の角度を変更し、よりずり落ちが発生しやすい状況を設定した。

結果は、4.1章と同様に移乗支援機器上のデータでは有意な傾向を見つけることは出来なかった。ただ、リンクに掛かった荷重のバランスは大幅に改善されており、左右均等に保持できていることがわかる。

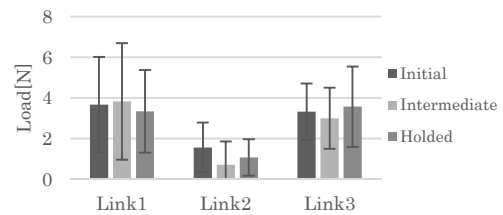


Fig.9: Load on Link

官能評価については総合評価を示すQ8に於いてSteel-Dwassによる多重比較検定で補助なしとの間に1%有意差が認められた。また、機器からのずり落ちの抑止の指標であるQ5では補助なしとの間に10%有意傾向がみられた。

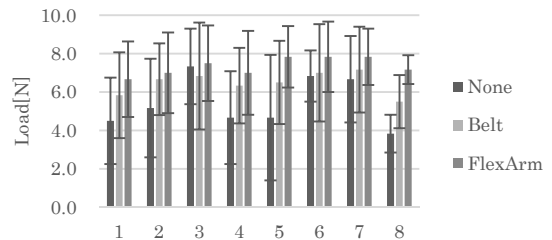


Fig.10: Enquete

5. 結言

必要な機能を満たすアームを設計し、実際に製作して機能評価を行った。官能評価の結果から、本装置を利用した場合では移乗の快適性に改善がみられたと考えられる。今後は機構の軽量化や機能の洗練化を行い、より実用性を高めていく必要がある。

6. 参考文献

[1] 小川鑛一(2008) 『イラストで学ぶ看護人間工学』東京電機大学出版局
 [2] 高齢者対応機器の設計のための高齢者特性の解明に関する調査研究 (高齢者対応基盤整備事業)
<http://www.hql.jp/project/funmdb2000/>