

空気圧による柔らかいパワーアシスト

山本 圭治郎 (神奈川工科大学)

1. はじめに

少子高齢化が急速に進む現在、介護に携わる方の精神的・肉体的負担は既に大きな問題として認識されているが、その解決に至るには適切な「介護支援機器」の導入と活用が必須となる。「介護支援機器」は人を対象とする機器であるため、被介護者・介護者双方の物理的・感性的な「人と人の関わり合い」を機械によって妨げないことが必須となる。介護の内容は多種多様であり、パターンからの予測も困難なことから、ロボットが介助を完全に代替することは現実的ではなく、また遠隔操作もその安全性確保に大きな問題を持つ。これらを踏まえていくと、「装着型パワーアシスト機器」という、介護の現場で望まれる支援装置のスタイルが見えてくる。「装着型パワーアシスト機器」が備えるべき機能は増力機能と介護者・被介護者双方の感じるフィーリングの良さである。

我々は介護者が体に装着することによって簡単に肉体的負担を大幅に軽減できるエアバッグによる「パワーアシストスーツ」を1991年に提案し⁽¹⁾、ウェアラブル化を実現した⁽²⁾。将来は住宅でも限られた介助空間に空気の配管が可能となることを想定して、住宅の狭い空間での介護動作ができるスリムな「パワーアシストスーツ」の開発を目指して開発を進めている。

また、手指のパワーアシストとしてペローズによる「パワーアシストハンド」⁽³⁾を開発し実用化している。以下に、これらの開発経緯を紹介する。

2. エアバッグ式パワーアシストスーツの開発

開発を始めるに際して基本的な課題を考え整理して4つの開発コンセプトを決定した。①安全性、②介護される人に違和感を持たせない、③人体の滑らかな動作を損なうことなく、柔らかく力を添える、④介護者の腕、脚、腰の微妙な動きに対応できる、の4つである。①を解決するために人と装置を一体化した装着型のパワーアシスト機器「パワーアシストスーツ」を考案した。②は介護者の体の前面にスーツの構造物が無い様にする事で解決した。③の解決のために、複数のエアバッグを膨らませて関節の回転力を発生するアクチュエータを開発した。これは柔軟性があり軽量である利点を持つ。④については、介護者の各関節を駆動する筋肉が発揮している力を筋肉の硬さにより検出する筋肉センサを開発し

て、必要な力に応じた補助力を介護者の各関節に与えるようにした。開発した「パワーアシストスーツ」はアーム部、ウエスト部、レッグ部からなる。バッテリー、ポンプ、マイコンまで全ての部品を備えた最初の「完全独立型パワーアシストスーツ」は外部からのエネルギー供給を必要としないが構造が大きくなってしまったため介護の場面での実用可能性は少ない。これを実用に耐え得るものにするには機能の絞り込み、機構の単純化、構造のスリム化、操作の簡便化、安全性の向上が必須である。「自宅の天井に空気配管をしてでもスリム化したパワーアシストスーツを使いたい」という要望を受けて現在、大幅に簡略化した実用機の開発を進めている。拘束感の強いアーム部を無くし、腰ユニットの構造を変え、脚ユニットのエアバッグの配置を工夫して大幅なスリム化を図った「簡易型パワーアシストスーツ」を図1と写真1に示す。

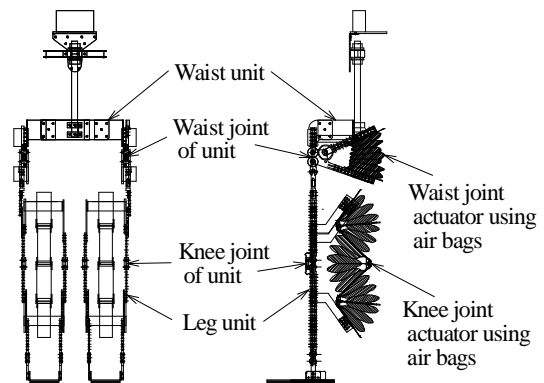


図1 エアバッグ式簡易型パワーアシストスーツ



写真1 抱き上げ動作のパワーアシスト

一連の改善を進めて重労働を要する工場や建設現場での利用を実現し、この経験を踏まえて一層の改善を進めることによって、介護現場で「パワーアシストスーツ」を実用に供することが可能となると考えている。

3. ベローズ式パワーアシストハンドの開発

軽くて柔らかいプラスチック製のベローズ（蛇腹）をアクチュエータとして利用した「パワーアシストハンド」を開発し実用化した。図2および写真2に示したように、各関節の上に配置したベローズに給気・排気すると、ベローズが膨張・収縮するので、関節を屈曲・伸展させる回転力が発生する。軸の周りに回転するモータとは異なり、指の各関節の動きに適応しながら柔らかく回転力を伝えることが出来るという特長を持つ。

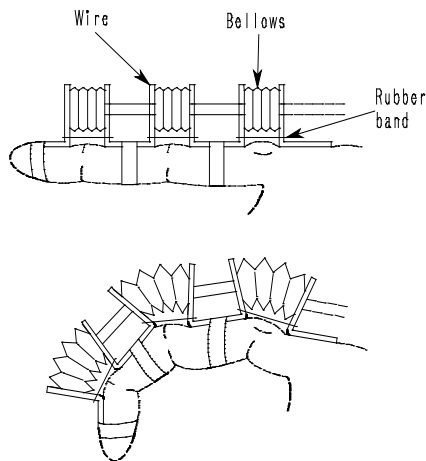


図2 ベローズ式パワーアシストハンド



写真2 手指関節動作のパワーアシスト

写真3に示したように、麻痺していない右手に関節角度センサを配置したセンサ手袋をはめて、各指

を屈曲・伸展すれば、パワーアシストハンドによって麻痺した左手各指が同じように屈曲・伸展されるので、リハビリ効果が上がるものと期待される。

また、この機構そのものが手指と同じであるので、この構造に肉付けをすれば、そのままで義手となり、軽くて柔らかな動きが可能となる。

さらに、写真4に示したように、足関節の上にベローズを配置することにより、足関節の屈曲・伸展動作のリハビリが出来る。



写真3 健全な右手にセンサグローブをはめて、各指を任意に動かすと、パワーアシストハンドにより麻痺した左手の各指が同じように動かされる

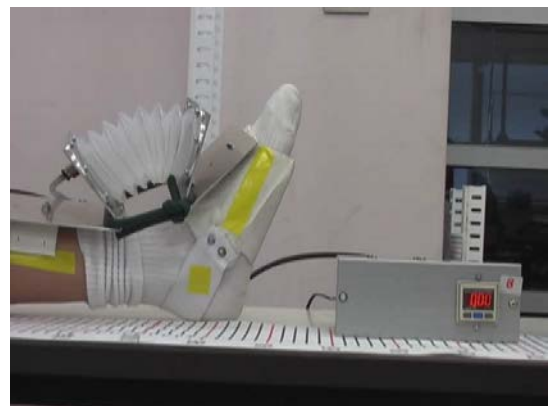


写真4 足関節屈曲・伸展動作のパワーアシスト

参考文献

- [1] 山本圭治郎, 宮西秀樹, 今井政行, パワードアーム用空気圧アクチュエータの開発, 平成3年秋期油空圧講演会 (JHPS), pp. 85-88, 1991
- [2] 山本圭治郎, 兵頭和人, 石井峰雄, 松尾崇, 介護用パワーアシストスーツの開発, 日本機械学会論文集 (C編), 67巻657号, pp. 1499-1506, 2001
- [3] 山本圭治郎, 石井峰雄, 高橋勝美, 兵頭和人, ベローズによるパワーアシストスーツの開発, 日本機械学会 Dynamics and Design Conference2010CD-ROM 論文集, 648, 2010