

福祉機器用小形多目的駆動装置の開発

佐川 克雄* 平野 聡* 原沢 等**

1. 緒言

茨城県北地区の中小製造業は、核となる大企業の地域外部品調達、海外移転など、従来の親企業を中心とするピラミッド構造が崩壊し、新分野進出及び取り引き先の拡大が必要となってきた。

そのような中、一部中小企業は、高齢社会を見越し、高齢者及び障害者用福祉機器分野への進出を目指している。

一方、これからの高齢者福祉の現場においては、介護者側も高齢化し、それに伴い介護者の負荷を軽減する介護支援機器のニーズが高まってきている。特に入浴介護装置などの介護用福祉機器の移動を電動で行えると介護者にかかる身体的負荷を大幅に軽減でき、介護者の精神的余裕から質の良い介護が提供できることから、老人ホームや介護施設にとって大きなメリットになる。従来、福祉機器を電動で移動させる時には、機器個別にモータ、タイヤ、バッテリー及び制御装置を取り付けることが行われており、設計変更や改造に多くの手間とコストがかかっていた。

そこで、機器の移動に必要な駆動系をひとつのユニットにまとめた着脱可能な福祉機器用小形多目的駆動装置を開発すれば、入浴介護装置のみならず車椅子等の移動支援機器、病院等のベット、ストレッチャ、及び一般作業用台車等広範囲の利用が期待できる。

そこで福祉機器用小形多目的駆動装置を(株)コーヨーと共同開発することとした。

2. 技術課題

福祉機器用小形多目的駆動装置(以後、多目的駆動装置と記す)の開発においては、小型化、ユニット化、制御性、及び低コスト化が重要な課題となった。そこで、工業技術センターで開発した4輪車椅子Fit用ドライブユニットを参考とした。

Fit用ドライブユニットは、DCブラシレスモータを採用し、遊星歯車減速機を2段に使用した構成となっている。このドライブユニットは、モータ及び減速機の効率が高いという特徴があるが、問題点としてDCブラシレスモータのブレーキ力の制御性、遊星歯車減速機よりの騒音発生、及びDCブラシレスモータ駆動回路製作コスト等の問題があり、これらの改善を必要とすることが判明している。

3. 開発コンセプト

本装置は、既存のベッドや福祉機器に簡単に取り付けることが求められるため、モータ、バッテリー、車輪及び制御装置を一体にし、また各機器の移動には小回りが要求されることから2個の駆動輪を別々に制御する必要がある。なお、多目的駆動装置の走行制御はジョイスティックに限定することにした。

多目的駆動装置の開発においては、効率は劣ること

となるが制御性とコストを重視し、DCモータの採用によるモータ駆動回路のコスト低減、ウォームギアの採用によるブレーキ力の制御性向上、減速機の騒音低減、及び停止時の電磁ブレーキを省略し小型化を図ることにした。

以上のことから装置構成は、DCモータの回転をウォームギアにて減速し、駆動輪を回すユニットを左右1個づつ取り付けて、その間に設置した2個のバッテリーにより、DCモータを個々に速度制御することにした。これにより、直進、後退、旋回、及びその場旋回が可能になる。操作は、福祉機器本体に取り付けられる別置きジョイスティックにて行うことにした。また、小型化のためにDCモータを縦長小径として、モータケースを駆動装置の構造体として利用することにした。

そして、目標とした性能は、

- ・総重量120kgの福祉機器を、登坂角度6度で2km/hにて移動可能
 - ・2モータを個別に駆動し、装置長の短いものはスポットターン可能
- とした。

4. 技術開発

開発手順は、初期に本駆動装置の開発において重要な制御技術開発、減速機騒音の低減効果を確認して、その後新規モータを開発して福祉機器用小形多目的駆動装置を完成させることにした。このため、技術試験装置と多目的駆動装置を製作した。

また、試作駆動装置の試験を行うにあたり、(株)コーヨーで開発予定のある4輪車椅子をその対象とした。

技術試験装置には、市販DCモータを採用し、ウォームギアは一般のウォームギア程度の減速比でより伝達効率の高いハイレシオハイポイドギアを採用した。DCモータは、試作したPWM駆動回路に既存のマイコンボードを組み合わせ、アセンブラ言語により開発した制御ソフトにて駆動した。走行試験結果から、減速機騒音が改善し、走行制御性はソフトの調整程度で済むことが示された。

しかし、ジョイスティックの操作方向と搭乗者の操作方向の認識に差があることが判明したので、図1に示すように車椅子搭乗者のつま先の速度ベクトルをジョイスティックの操作方向と一致させるようにした。その方法を以下に示す。

図1のようにして、つま先の速度ベクトルに合う左右駆動輪の速度を計算し、モータ特性よりモータ印加電圧を求め、使い易さを考慮した調整を行いジョイスティックと左右駆動輪の関係を指令値データテーブルにし、それにもとづく制御をおこなった。

多目的駆動装置は、新規開発DCモータを採用し、試作駆動装置で発生した技術上の問題事項を改善し、また製造原価を考慮した開発を行っている。

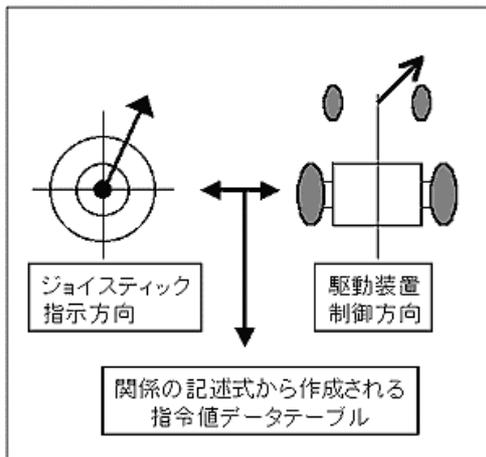


図1 走行制御方法

ここで、新規開発したモータは、当初予定したウォームギアをハイレシオハイポイドモータギアとしたために減速機の減速比が小さくなり、当初予定よりモータ回転数が低く逆にトルクを大きくすることが必要となった。このため、小径縦長モータとはならず図2に示すようにモータケースを駆動装置の構造体とすることはできなくなった。しかし、市販のモータに比べて径は同程度であるが、長さは約半分程度の小型モータとすることに成功した。

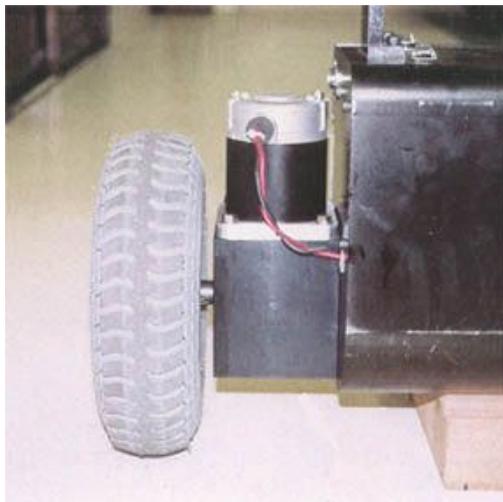


図2 開発したモータ

多目的駆動装置の走行試験結果は、騒音の少ない、十分な走行性能を備えた駆動装置となったことを示した。完成した多目的駆動装置を4輪車椅子車体と組み合わせた写真を図3に示す。



図3 福祉機器用小形多目的駆動装置を適用した車椅子

次に商品化のための試験として、電波障害試験、振動試験及び車椅子JIS試験を実施した。その結果、制御回路の耐ノイズ性向上、駆動装置カバーの防振性能向上及び左右輪ブレーキ特性のばらつき改善等が必要ながことが判明した。

5. 結 言

共同研究により福祉機器用小形多目的駆動装置を開発した結果、以下のような成果が得られた。

- 1) 開発した本多目的駆動装置は、既存品に比べて減速機で30%、DCモータで直径13%、長さ32%小型化したことにより従来にない小型の駆動装置となった。
- 2) 本駆動装置を4輪車椅子に採用した結果、ジョイスティック操作において、操作者の感覚と実際の走行方向のズレが軽減でき、かつ滑らかな発進・停止が実現できた。
- 3) 今後は、本駆動装置の不具合を(株)コーヨーにおいて改善していく予定である。
- 4) 本共同研究は、平成10年度で終了するが、今後企業においてさらなる原価低減や、EMC対策及び筐体の防振対策を実施し、商品化に向けて開発をおこなう予定である。工業技術センターも引き続き技術支援を実施する予定である。

謝 辞

本共同研究は、(株)コーヨーが中小企業事業団による「平成10年度特定中小企業集積支援技術開発事業」の補助を受けて実施したものであり、(株)ひたちなかテクノセンターをはじめとして、本事業に関係された方々に深く感謝いたします。