

家庭用階段昇降装置の電磁環境対策

室田修男*¹ 堀場隆広*¹

Countermeasures for Electromagnetic Interference with the Domestic Lifter on Stairs

Nobuo MUROTA and Takahiro HORIBA

電動福祉機器が他の電子機器と共存するためには、安全性や快適性を低下させない必要がある。そこで、電動福祉機器のモータ駆動に伴い発生する電磁ノイズについて検討し、次の成果を得た。

- 1) 電動福祉機器として誘導電動機駆動の階段昇降装置を対象に電磁ノイズの低減を試みた。3相誘導電動機をPWMインバータで制御しているが、インバータ特有の電磁ノイズが課題となっていた。医療機器と同様の安全性を備えるためには漏洩電流が制限されるため、バイパスコンデンサを利用したノイズ低減対策を多用できない。各種対策を組み合わせた結果、家庭用情報機器と同様のノイズレベルに抑制しつつ、悪条件下でも感電の危険性を排除できた。
- 2) 製品のコストを低減するために、マイコンとインバータ及び電源部を一枚の基板に実装した新規制御装置を開発した。しかし、電源部やグランド配線を介して電磁ノイズが装置全体に流出したため、発生源でのノイズフィルタの最適化などによるノイズ流出対策や帰還の抑制を図った。この結果、コスト上昇を抑えながら効果的にノイズを低減することができた。

1. はじめに

電動福祉機器の開発には、機能のみならず高度の安全性を総合的に調和させる技術力が要求されている。人力を補助するための動力用モータ機構は、使いやすさや快適性を高めるためにトルクや回転数を制御している。このため、内部では高速に電流のスイッチングを繰り返しており、強い電磁ノイズ（雑音）を発生する。また、低価格化による福祉機器の普及が強く求められるようになってきた。

そこで、本研究では新型階段昇降装置において、電磁ノイズを低減しつつ、快適性、コストが犠牲とならない方法について検討し、モータ機構及びその電子制御装置を新規に開発した。

2. 放射雑音の低減

可変速位置決め制御が必要な用途においては、電動機には制御が容易な直流ブラシ電動機を採用することが多いが、ブラシ部の損耗があり交換等のメンテナンスが必要である。一方、誘導電動機は、回転軸以外では損耗部がなく長寿命であるが、制御回路が複雑であるためコストの低減は容易ではない。本機では、利用者のメンテナンスを軽減できる誘導電動機を採用し、その制御用にマイコンによる専用制御装置を試作した。

これにより、低価格化が可能となったが、電磁ノイズなどの電磁環境対策を製造者の責任で行う必要が生じた。そこで、写真1に示すように、当所の小型電波暗室において各種の電磁環境対策を行った。

電動福祉機器は、主として家庭内で用いられるが、人力を補助するため比較的大出力である。本機でも、起動時には200Vモータに各相最大5Aの電流が流れる。つまり電力制御素子は最大1kVAを制御する必要がある。また、利用者の転落などの異常時も考慮しなければならない。このため、機器開発には機能のみならず高度の安全性を総合的に調和させる技術力が要求されている。試作制御装置は、高トルクが発生できる3相誘導電動機の制御用可変速用インバータ回路、リミットスイッチなどの情報をやりとりする入出力回路、16ビットマイコンによる制御回路、および、電源回路から構成されている。

マイコンと電力制御素子とを1ボードに集約したため、見た目には簡素化されているが、マイコン用5V電源とモータ用200V電源が同一基板上に組み込まれているため、電磁ノイズ対策は容易ではない。

電磁ノイズには、伝導性ノイズと放射性ノイズとがある。伝導性ノイズは、電源線に重畳した150kHzから30MHzまでの電磁ノイズ成分で、擬似電源回路網に誘起する雑音端子電圧として測定される。この伝導性ノ

*1 機械電子部



写真1 電波暗室での電磁ノイズ対策

イズは、機器の誤動作や中波・短波放送に対する受信障害の原因になる。また、放射性ノイズは、30MHz から1000MHzまでの電磁ノイズ成分で、アンテナに誘起する電界強度により測定される。この放射性ノイズは業務用無線通信やテレビ等に障害を与える。

電磁ノイズ対策を行わない状態では、本機も他のモータ利用機器と同様に、低い周波数帯ではモータ機構からの強い電磁ノイズが、また高い周波数帯ではクロックノイズが測定された。

本研究では、安全性を高めるために、医療用機器の安全規格を基準とした。これによると、微弱な感電も防止するため、接地線における漏洩電流を1mA以下にする必要があった。このため、ノイズ成分をコンデンサを使用して接地線へバイパスするには限界があり、ノイズの発生要因ごとにノイズフィルタ回路の追加、プリント基板のグランド配線の最適化、さらには、増幅素子へのノイズ帰還経路遮断などを実験結果を踏まえながら総合的に進めた。

この結果、接地漏洩電流を1mA以下に抑えながら、ノイズ発生量が最大となる全負荷時においても、パソコンなど家庭用情報機器に適用されているVCCI規格のBクラス規制値を満たすようにできた。この規格は、電動機に適用するには厳しく、義務化されているものではないが、家庭内で使われているパソコンと同程度にノイズレベルを低減するのが社会的責任との考え方により、今回この規格を採用した。

電磁ノイズ対策を施した階段昇降機における最大定格負荷時の雑音端子電圧の測定結果を図1に示す。縦軸は雑音端子電圧である。横軸は測定周波数で150kHz～30MHzの範囲である。図の太い折れ線は準尖頭検波におけるVCCI規格のBクラス規制値を示す。2本の測定値は商用電源の各線と接地線との間の雑音端子電圧である。規格の定めている準尖頭値ではなく最大尖頭値（ピーク値）であるから、規格どおりに測定すると測定値はさらに下がる。対策の難しい低周波帯のノイズが規格内に抑制されていることが分かる。同様

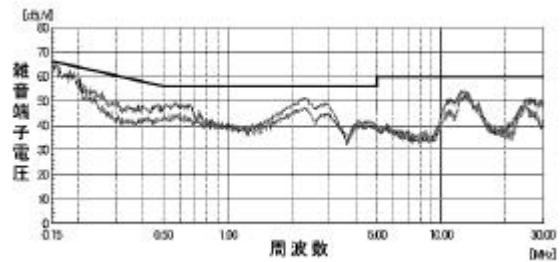


図1 対策後の電磁ノイズ（雑音端子電圧）

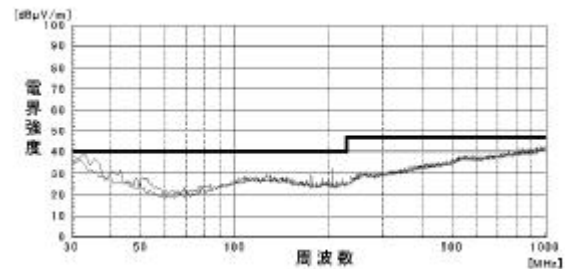


図2 対策後の電磁ノイズ（放射電界強度）

に、図2は対策後の放射電界強度の測定結果である。縦軸は電波の強さを示す電界強度である。横軸は測定周波数で30MHz～1000MHzの範囲である。2本の測定値は水平および垂直偏波における最大尖頭値である。ほとんど測定限界値を示しており、低域にノイズ放射が見られるが、ヒゲ状のクロックノイズは抑制されており見られない。

電力制御機器である本機も、情報機器の電磁ノイズ許容値以下になるように対策され、他の電子機器に妨害を与えないように考慮されていることがわかる。

このほかに、電源からの電磁ノイズや静電気放電、さらには携帯電話の電波など、外部からの誤動作要因に対しても十分な耐性を確保するよう対策した。これらにより、安全性と快適性を備えた電動福祉機器を開発することができた。

3. 結び

電動福祉機器には、医療、電子制御、機械機構、建設、環境など多くの分野の専門知識を総合した技術的対応が必要である。また、機器開発には機能のみならず高度の安全性を総合的に調和させる技術力が要求されている。家庭内で使用される福祉用機器は安全かつ快適に使用できるように設計時に十分検討しておく必要がある。そこで、家庭内の各種の電子機器と調和できるよう、各種の試験およびコストを考慮しながら電磁ノイズ対策を行った。これらにより、福祉用電動機器の開発の迅速化と安全性の向上を図った。