

# エネルギー回生を考慮した短下肢装具の開発

## 1. 緒言

脳卒中障害等による片麻痺患者の多くは、麻痺側の足先の垂れ下り（下垂足）による転倒などを防ぐ目的として短下肢装具（以下 AFO）を用いる。一般的に外観がよく、安価、軽量などの点からプラスチック製の靴べら型 AFO(図 1)により足首を固定することで下垂足の防止が図られている。しかし足首を固定し下垂足を防止できる半面、その剛性により自然な歩行ができないといったデメリットがある。

健常歩行では足首関節回りに適切な制動力をかけることで滑らかな歩行を実現していることから、自然な歩行を実現するためには歩行状態に合わせて適切な制動力を発生させる必要があると考えられる。

そこで電磁ブレーキで制動モーメントを発生させ、そのとき発生する電力を昇圧チョップにより昇圧しバッテリーへ充電を行う。エネルギー回生によりインテリジェントかつ長時間使用可能な AFO の開発を目指し実験を行った。

## 2. 開発した AFO と実験内容

開発した AFO (図 2) は、足首関節が自由に回転可能なプラスチック製 AFO をベースとし、足裏 2 か所に歩行状態のセンシング用の感圧センサを、ふくらはぎ部にコントローラと DC モータを取り付けてある。足首部の動きによりモータが回転し発電する機構となっている。足裏のセンサから歩行状態をセンシングし、それに応じた回転減衰を設定することで健常歩行に近づくように歩行補助を行う。



図 1 プラスチック製 AFO



図 2 開発した AFO

### 2.1 制動モーメント制御の確認実験と考察

DC モータは端子を短絡させると回転速度に比例した制動モーメントを発生する。これを電磁ブレーキと言う。この特性を用いて足首部に制動モーメントを発生させる。モータ端子間の短絡率を高速スイッチングすることにより可変させ、回転減衰の大きさを制御する。図 3 に実験装置を示す。安定化電源から Motor A に電力を供給し回転させる。2つのモータはカップリングにより連結されている。Motor B の端子間にあるトランジスタを高速スイッチングすることで短絡率を可変させる。高速スイッチングのオン時間の割合（Duty 比）ごとのモータ回転数の計測を行った。

図 4 に実験結果を示す。結果 Duty 比が大きくなるにつれて回転数が低下している。Duty 比により回転減衰を制御できることが確認できた。

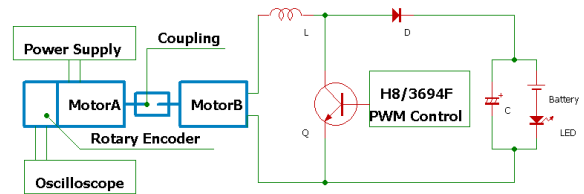


図 3 実験回路の概略

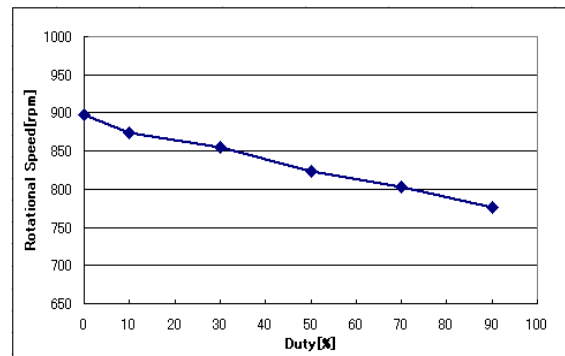


図 4 モータ回転数

### 2.2 歩行時の昇圧確認実験とその考察

製作した AFO を足に装着し歩行実験を行った。DC モータによる発電電圧と、昇圧チョップにより昇圧された電圧の測定を行った。図 5 実験結果を示す。

結果、全域で昇圧電圧がバッテリー電圧の 7.2V を上回っていることが分かる。またモータ回転時には充電確認用の LED がほぼ常に点灯していた。これらのことからモータから得られた電力を昇圧することでバッテリーへの充電が可能であることを確認した。

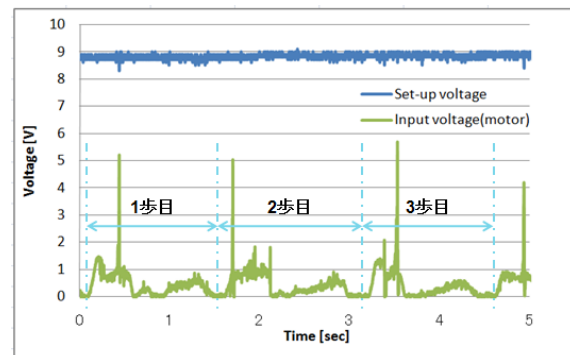


図 5 DC モータの発電電圧と昇圧電圧

## 3. 結言

本研究では、AFO による片麻痺歩行の補助において歩行状態に適した足首部の制動モーメントの制御が重要であることを示し、DC モータによる回転減衰の制御が可能であることを示した。次にその回路を搭載した AFO で歩行実験を行った。歩行時の運動エネルギーをモータの発電作用により回生し充電していることを確認した。今後はどの程度消費電力を補えているのかを検討することと、実用化を目指したより軽量でコンパクトな AFO の開発を行う予定である。