Osaka University Knowledge Archive

Title	インテリジェント義足足継手および足継手への機能性流体の応用に関する研究
Author(s)	李, 成求
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48460
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【65】

氏　　名	李（リ）　成（セイ）　求（キュウ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　２１１７６　号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科電子制御機械工学専攻
学　位　論　文　名	**インテリジェント義足足継手および足継手への機能性流体の応用に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　古荘　純次 （副査） 教　授　金子　　真　　教　授　田中　敏嗣

論　文　内　容　の　要　旨

義足足部（義足足継手および足部よりなる）は切断部位に関わらず、ほとんどの義足で必要とする義足の構成要素であり、その歩き方に大きく影響する。義足ユーザが足継手部に求める機能としては(ⅰ)歩行周期に沿って、踵接地時に滑らかに底屈すること、(ⅱ)立脚期後半で踵が床から離れる直後に大きな底屈モーメントを生成すること、(ⅲ)爪先離れ直後に直ちに背屈姿勢がとれ、(ⅳ)遊脚期に背屈保持して床とのクリアランスを確保することが挙げられる。さらに、(ⅴ)歩行路面の傾斜に応じて足継手の中立角度が底背屈方向に変化できることが望まれ、その最終目標は、(ⅵ)健常者と同じような角度－モーメントのリサージュ波形がえられることである。そこで本研究では、大きな動力源が必要な(ⅱ)と(ⅵ)を除いて、僅かなエネルギ消費で義足足継手部の底背屈角度の制御を行い、下肢切断者の歩行の改善を目指して、上記の(ⅲ)、(ⅳ)、(ⅴ)の課題に取り組む。これらの課題が解決できれば、義足歩行の改善が大きく期待できる。本研究は以下のことを行った。

⑴MR 流体（磁場でそのレオレジ特性が制御できる流体）を用いたリニア型ブレーキ（以下 MR ブレーキ）を開発し、それを義足足部に適用し、底背屈角度の制御を行うインテリジェント義足足継手試作機を構成した。下腿切断者にこの試作機を装着してもらい歩行実験を行い、遊脚期に背屈保持がどのように行われるかを検討した。

⑵上述の試作機を改良し、自由に歩きまわれるインテリジェント義足足継手を開発した。次に義足ユーザに着用してもらい、評価実験を行った。歩行時の膝関節角度、股関節角度、上体中心の振れ等が小さくなり、義足側の膝と足部の遊脚期の持ち上げ高さが低くなることが確認できた。すなわち、リニア型 MR ブレーキを制御することにより、つまずくことなく、爪先と床とのクリアランスを確保していながら、大腿を意識して持ち上げずに歩行することができるようになった。

⑶義足のユーザは坂道などの傾斜面を歩行する際、平坦地の歩行と中立位置が異なるため非常に不便を感じている。小型サーボモータを用いて、足継手の中立位置を坂道の勾配に合わせて、わずかなエネルギで歩行中に中立位置が調節できる足継手中立位制御機構を開発した。坂道歩行実験による、中立位置を勾配に合わせて調整することで歩行の対称性と安定性に改善が見られた。特に上り坂道の歩行においては改善が顕著であった。

⑷義足に適用する MR ブレーキのコンパクト化、耐久性、制御性の向上等を実現するためには、ブレーキの内部の圧力が高くなる流動モードを利用するより、せん断モードを利用し、さらにロータとステータ間を微小ギャップ化し、

多層化する必要があると考えられる。そこで、微小ギャップにおける MR 流体の基礎特性を調べるため、25μm、50μm のギャップをもつせん断型 MR ブレーキの試験装置を開発し、実験を行い、せん断型多層 MR ブレーキ開発のための基礎データを得た。

論文審査の結果の要旨

本論文は義足歩行の改善を目的とし、ほとんどの義足で必要とされ、しかも義足歩行に大きく影響する義足の足継手に注目して行われた制御型足継手を持つ義足の研究開発に関するものである。制御型足継手には軽量性、コンパクトさ、耐久性などが要求されるため、今まで研究レベルでも開発されていない。本研究における立脚時足首背屈角度を遊脚中期まで保持できる足継手の開発において、機能性流体を用いたコンパクトなブレーキの開発を行い、それを足継手に適用している。このブレーキは低電力消費で高出力が得られるため、高いトルクを必要とする立脚時の足首角度の制御を可能にしている。また、坂道歩行時に中立位が制御できる義足足継手も開発している。歩行時の遊脚期に制御することによって、この足継手は数ワット程度の小型サーボモータでの制御を可能としている。最後には、機能性流体を用いる MR ブレーキの性能を改善するため、MR 流体の微小ギャップにおける基礎特性を調べる研究を行っている。本論文で得られた結果を要約すると、次の通りである。

⑴MR 流体（磁場でそのレオロジー特性が制御できる流体）を用いたリニア型ブレーキ（以下 MR ブレーキ）を開発し、それを義足足部に適用し、底背屈角度の制御を行うインテリジェント義足足継手プロトタイプを構成している。また、下腿切断者による本プロトタイプの装着歩行実験を行い、立脚時の背屈角度が遊脚期に確実に保持されていることを確認している。

⑵上述したプロトタイプを改良し、自由に歩きまわれるインテリジェント義足足継手を開発し、それの義足ユーザの着用による評価実験を行っている。評価実験により、歩行時の膝関節角度、股関節角度、上体中心の振れ等が小さくなり、義足側の膝と足部の遊脚期の持ち上げ高さが低くなることを確認している。すなわち、MR ブレーキを制御することにより、つまずくことなく、爪先と床とのクリアランスを確保しながら、大腿を意識して持ち上げることなく歩行することを可能にしている。

⑶義足のユーザは坂道などの傾斜面を歩行する際、平坦地の歩行と中立位置が異なるため非常に不便を感じている。この不便を解消することを目的として、小型サーボモータを用いて、足継手の中立位置を坂道の勾配に合わせて、わずかなエネルギで歩行中に中立位置が調節できる足継手中立位制御機構を開発している、坂道歩行実験により、中立位置を勾配に合わせて調整することで歩行の対称性と安定性に改善が見られることを実証している。特に上り坂の歩行においては改善が顕著であることを明らかにしている。

⑷義足に適用する MR ブレーキのコンパクト化、耐久性、制御性の向上を実現するためには、ブレーキ内部の圧力が高くなる流動モードを利用するより、せん断モードを利用し、さらにロータとステータ間を微小ギャップ化し多層化する必要があると考えられる。そこで、微小ギャップにおける MR 流体の基礎特性を調べるため、25μm、50μm のギャップをもつせん断型 MR ブレーキの試験装置の開発及び実験を行い、せん断型多層 MR ブレーキ開発のための基礎データを得ている。

以上のように、本論文は義足歩行の改善を目的とし、制御型義足の足継手に注目し、足首角度を歩行状態或いは歩行状況に合わせて制御できる義足足継手に関して研究開発を行ったものであり、本論文で得られた結果により、義足歩行の改善が期待できると考えられる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。