

秋田高専における足こぎ車いす用接続ユニット部の開発と評価

Development and Evaluation of Connecting Unit of Cycling Unit for Wheel Chair in Akita National College of Technology

- 梶森 江靖 (秋田高専) ラッセ ケトーネン (トゥルク応用科学大学: フィンランド)
 虻川 義幸 (秋田高専) 高橋 昇平 (秋田高専) シティ ラッジアー (秋田高専)
 正 小林 義和 (秋田高専) 正 宮脇 和人 (秋田高専)

Kosei HIMORI, Akita NCT. Lasse Ketonen, Turku University of Applied Sciences

Yoshiyuki ABUKAWA, Akita NCT. Shohei TAKAHASHI, Akita NCT. Siti Radziah, Akita NCT.

Yoshikazu KOBAYASHI, Akita NCT. Kazuto MIYAWAKI, Akita NCT.

Key Words: FES, front wheel unit, wheel chair, EMG measurement

1. 緒言

近年、病気や事故による下肢運動機能障害や加齢による下肢機能低下などの問題がある。また、これらの二次障害として、下肢の筋萎縮の進行、血行障害などの問題が生じる恐れがあるが、下肢のトレーニングによりこれらの二次障害を防止することができると考えられている。下肢のトレーニングには、ローイング運動などのほかサイクリング運動がある。また、障害が比較的重いと考えられるときには、FES(機能的電気刺激)を用いた方法もあり⁽¹⁾、FESサイクリングに関する研究も進んでいる。しかしながら、試作されているものは自転車と車いすが一体となったものがほとんどである。本研究は、屋内では障害者の方に、通常の車いすを利用してもらい、屋外または比較的広い屋内では、レクリエーションを兼ねた運動を行うために、車いすにサイクリング前輪ユニット(以下前輪ユニット)を取り付け、屋内外での乗り換えが不要となる足こぎ車いす用接続ユニットを開発することを目的としている。本研究では、Fig. 1に示す三号機の更なる改良を行った。



Fig. 1 Apparatus of cycling unit (ver.3) and wheelchair

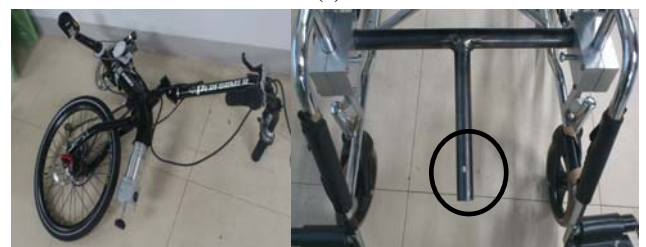
2. 三号機のこれまでの製作と評価

三号機は、車いすに取り付ける前輪ユニットとして、PERFOMER社のリカンベント自転車 Front Wheel Drive (2009 model)の前輪部を使用した(Fig. 2(a)). この前輪駆動

二輪車は前輪部と座席、後輪部が取り外せるようになっている。もとから人が乗るためのものであるため強度も充分にあり、軽量(前輪部のみで約7kg)であるので、この自転車を選定し、FESサイクリングの前輪ユニットとすることにした。ユニット側に円柱のアダプタ(Fig. 2(b))を取り付け、円柱底部に手回しのねじを取り付ける事で車いすとの取り付け取り外しを容易とした。そのアダプタと車いすに取り付けてある Fig. 2(c)のような T 字に溶接された鋼管の前輪部を接続する形とした。ユニット側のアダプタ(アルミ円柱)に車いす側のアダプタ(鋼管)を差し込み、アルミ円柱底部についた手回しのねじを回し、鋼管に空いた穴(Fig. 2(c),丸部)を通す方式であった。



(a)



(b)

(c)

Fig. 2 Front Wheel Drive (2009 model) (a)

Front unit (b) adapter unit (c)

結果として、取り付け取り外しが一人で3分程度の時間を要し、Fig. 2(c)の鋼管の穴の位置の変更や角度調節機構に

よって様々な体格の方に対応可能となり、内部空間の拡張により、ユニットを取り付けた状態でも乗り降りがしやすくなった。しかし、ユニットの取り付け取り外しには工具が必要不可欠であること、角度調整機構に直接使用者の体重が加わり、破損の恐れがあり危険であること、内部空間の拡張によるペダルと椅子の距離が長く、ペダルが椅子の位置よりかなり高い位置にある、といった問題が挙げられた。同種の研究⁽²⁾によれば、ボトムブラケット(クランクの根元部分の軸)の高さとシート高さは等しくすることが良いとされるため、これらの三号機の問題点を解決すべく、以下の改良を行なった。

3. 改良箇所と改良結果

ユニットの取り付け取り外しをより早く簡単にする為、ピン 2 本による接続方法に変更した。改良後のフロントアダプタを Fig. 3(a)に示す。フロントアダプタの先端にはピンを挿入する穴が複数あり、この穴をアダプタユニット中央にある鋼管の穴と位置を調整することで椅子とペダルとの距離を乗る人の体格に合わせて調整することが出来るようになった。この接続方法により、取り付け取り外しの際に工具を用いる必要性が一切無く、接続の時間を 3 分程度から 30 秒程度に大幅短縮する事を可能にした。アダプタユニットは、Fig. 3(b)のように車いすに取り付けられている。



Fig. 3 Improved front unit (a) adapter unit (b) welding part of front unit (c)

アダプタユニットは、中央の鋼管に加わる荷重に耐えられるよう、2本の鋼管とアルミの部品によって支えられ、鋼管の端が既製品のフレキシブルクランプによって車いすに接続されている。フロントアダプタは、Fig. 3(c)に示すようにアルミの材料をそれぞれ加工した部品を溶接する事で、アダプタユニットと車いすの距離がコンパクトになり、ボトムブラケットと座面との高さや距離が改善され、剛性の向上に繋がった。また、マウンテンバイクなどに用いられて

いるサスペンションをフロントアダプタに組み込む事により、車いすに乗った時の衝撃の緩和や、車いす前輪が僅かに浮く事で FES サイクリングユニットの操作性が向上する効果を発揮させた。

4. FES サイクリングユニット全体像

Fig. 4 に改良した後の FES サイクリングユニットの 3 号機の全体像を示す。



Fig. 4 Improved cycling unit(ver.3)

Fig. 4 に示すように、ボトムブラケットと座面の高さが等しくなり、無理のない姿勢でのサイクリング運動が容易となった。また、使用者は車いすに乗車した状態で容易にフロントアダプタの着脱が可能となった。

5. 結 言

今回の足こぎ車いす用接続ユニットの改良を行なった結果、以下の点が改善されることとなった。

- (1) フロントアダプタを 2 本のピンによる接続方法にしたことにより、工具を用いることなく取り付け取り外しの時間を 30 秒程度にまで大幅短縮したりすることが可能となった。また、ピンの接続方法を改善することにより、安全性も向上した。
- (2) 使用者の体格に応じて、サスペンションの初期圧縮力の調整や接続ピンを挿入する位置により、クランクと椅子の高さや距離、シート角度を自由に変更することが可能となった。
- (3) 既製品のフレキシブルクランプを用いることにより、様々なタイプの車いすにアダプタユニットを取り付けることが容易となった。

今後はサスペンションの硬さやフロントユニットの角度をそれぞれ調整した時の性能評価や、加速度センサやクランク型パワーメーターを用いた段差の乗り越しや登坂力、乗車時のパワーや仕事力といった、詳細な評価をする予定である。

参考文献

- (1) K.J. Hunt et al., "Comparison stimulation patterns for FES-cycling using measures of oxygen cost and stimulation cost", *Medical engineering & Physics*, vol. 28, pp.710-718, 2006.
- (2) Rik Berkelmans, "FES Cycling", *J. of Automatic control, Univ. of Belgrade*, vol.18(2), PP. 73-76, 2008.