

3 輪型動力アシスト付き歩行支援機の開発

Development of three-wheel type walking support machine with power assist actuator

○ 鈴木 浩平(芝浦工業大学) 川上 幸男 (芝浦工業大学) 岡村 宏 (芝浦工業大学)

Kouhei Suzuki, Shibaura Institute of Technology
Yukio Kawakami, Shibaura Institute of Technology
Hiroshi Okamura, Shibaura Institute of Technology

Abstract: In recent years, elderly people are increasing under the influence of low birthrate and longevity. Thereby, the demand of independence of elderly people is important. The walking support machine supports maintenance and recovery of the walking capability. However, it is considerably difficult for elderly people of low physical strength to use existing walking support machines without power assist in the outdoors because they cannot move the obstacle and the slope. Then, the purpose of this study is development of a walking support machine with power assist actuator for the outdoors gait training. Our machine can easily make shape turns and smoothly overcome the obstacle and the slope because it has one front wheel driven by a power assist actuator and two rear wheels. The former model had some problems with the practical. Therefore, we report the new research model which improves practical problem.

Key Words: Walking Support Machine, Low Birthrate and Longevity, Power Assist

1. 諸言

現在、日本は少子高齢化により若い世代の減少と高齢者層の増加が同時に進行している。これにより将来、若い介護の担い手が少ない中での高齢者による「寝たきり」といった介護問題が懸念される。そこで高齢者には老化で衰えていく体力を早期に維持・回復させ、寝たきりにさせないことが今後必要であると考えられる。老化で衰えていく体力を手軽に維持・回復させる方法の1つとして歩行補助車を用いた歩行訓練が挙げられる。しかし屋外での歩行補助車の使用は段差や坂道などの障害が多く、足腰の機能が低下した高齢者の体力では思い通りに目的地を目指すのは難しい面がある。そこで動力を搭載することで地形を選ばずに歩行訓練が出来る歩行補助車の開発を目指す。一般的な4輪型の歩行補助車は屋外において前輪が段差に躓くことや、狭路での取り回しが難しい問題がある。そこで段差の乗り越えや旋回性、軽量性において優れた3輪型構造に着目し、3輪型の動力アシスト付き歩行補助車の開発を行う。

これまで試作してきた3輪型歩行補助車の研究モデルは段差や旋回中に転倒してしまうことが多く安全面、実用面で問題があった。そこで諸々の問題を解決し、実用性を向上させた改良モデルの設計製作を行った。

2. 開発コンセプト

対象とする使用者は自分の脚で歩くことは出来るが老化による足腰機能の低下から歩行が不安定であるといった歩行能力に低下の兆候が現れ始めた高齢者を想定している。

歩行補助車は屋外での使用を想定しており、段差や坂道の乗り越え性能や小回りが効く旋回性能など高い運動性が必要機能として要求される。

要求される仕様から具体的な機能を考えていく。

(1) 動力によるパワーアシスト

モータを搭載することで段差や悪路など移動の難しい場所での歩行をアシストさせる。

(2) 前輪駆動前輪操舵3輪型構造

段差を乗り越える際、4輪型後輪駆動では前輪に掛かる負荷によって段差の走破性が問題となる。一方で4輪型前輪駆動にすると段差は乗り越えられるが旋回中心が前方に移動する為、使用者が大回りする形で旋回することにな

り、旋回性が問題となる。そこで段差の走破性と小回りの効く旋回性を両立する為に、前輪駆動と前輪操舵を行える3輪型構造を採用する。3輪型にすることで部品点数が少ないシンプルな機構となり、軽量化・整備性の向上にも繋がる為、屋外用としても適した形状であると考えられる。

(3) 歩行のアシスト効果が高く軽量なフレーム

使用者の体重を受け止めるハンドルは歩行をアシストする効果が高い構造が望ましい。また軽量の素材で機体を構成し、高い運動性を目指す。

3. 過去に試作した研究モデルの問題点

先行研究において我々の研究グループが試作した研究モデルはハンドルが自転車のように横に伸びた構造となっており、これが原因で脇が締まらず体重が腕に掛かる為、体重アシスト効果が低かった。また前輪とハンドルが直結して操舵動作を行う為、旋回時にバランスを崩しやすく、軽量の後輪側に対して前輪側を重い鉄部材で構成していた為、重心が前方に偏り、段差での転倒が起こり易かった。

4. 前輪タイヤ径・駆動モータ出力について

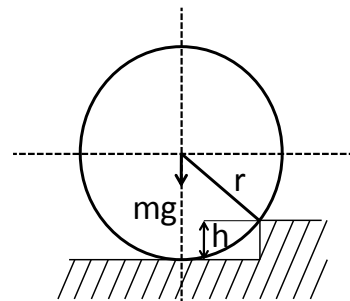


Fig.1 Front wheel model in difference

段差の乗り越えに必要な前輪タイヤ径・モータトルクを推定する為、前輪をモデル化する(Fig.1)。段差は国土交通省令で示される歩道と車道間の段差標準値である50[mm]を助走なしで乗り越えられることを目標とする。これより、前輪タイヤに掛かる荷重を10[kg]としたとき、乗り越えに要求される力は、タイヤ半径が0.15[m]以上の時から急激に

小さくなる為、12[inch]のタイヤを選定する。この時、モータトルクは15[N・m]程度が要求される。

歩行補助車の速度について、成人の平均歩行速度は1.0[m/s]~1.5[m/s]程度であることから1.25[m/s]程度の速度を出すことが出来れば充分であると考えられる。この時、12[inch]のタイヤで1.25[m/s]を出すのに必要なモータの回転数は80[rpm]程度である。したがってトルクと回転数の組み合わせから120[W]以上の出力が駆動モータに要求されると考えられる。製作したモデルには出力に余裕を考慮し、150[W]のモータを選定して搭載した。これにより、最高速度は理論値で1.36[m/s]まで出すことが可能となる。

5. 改良モデルのハードウェア概要



Weight[kg]	9.2
Length[mm]	880
Width[mm]	700
Height[mm]	770~900
Output[W]	150

Fig.2 Refined model

Fig.2の改良モデルはハンドルをフレームに固定しU字型にすることで脇を締めて安定した姿勢で体重を乗せられ、重心をより中心にすることで旋回時でも転倒しないよう安定性を向上させたモデルである。駆動モータはベルトで動力を前輪に伝達し駆動させている。ハンドルをフレームに固定したことにより操舵はサーボモータによる制御で行い、駆動と操舵操作はジョイスティックで行う。また前方部フレームは鉄よりも比重の軽いアルミ合金で製作し、軽量化を行った。

5.1. システム構成

製作した改良モデルのシステム構成を次に示す(Fig.3)。

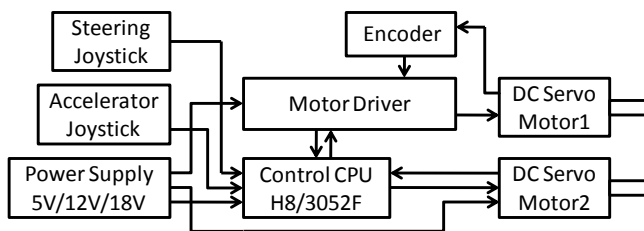


Fig.3 System configuration

5.2. 操作インターフェース

高齢者による使用を想定すると操作インターフェースはなるべく簡便で負担の少ない機構が望ましい。そこで操作が視覚的にも簡単なジョイスティックを操作インターフェースに選んだ。駆動用モータ、操舵用モータの制御信号はジョイスティックからの入力を分解能10Bitで制御CPU H8/3052Fにて処理を行いモータに信号を出力する。

ジョイスティックによる操作は左側がステアリング、右側がアクセルとなっている(Fig.4)。また、ジョイスティックの軸の中心には不感帯をソフトウェアで設けており、暴走をしないようにしている。

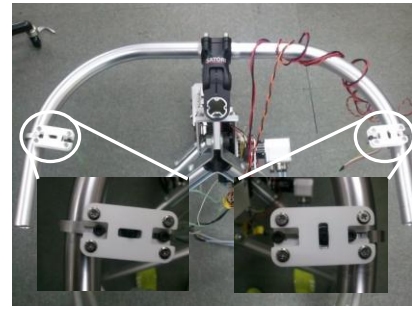


Fig.4 Joystick interface

6. 基本動作実験

製作した歩行補助車がジョイスティック入力に応じて速度を追従するか実験で確認した。また最高速度が理論値1.36[m/s]に対してどの程度到達するか確認した(Fig.5)。

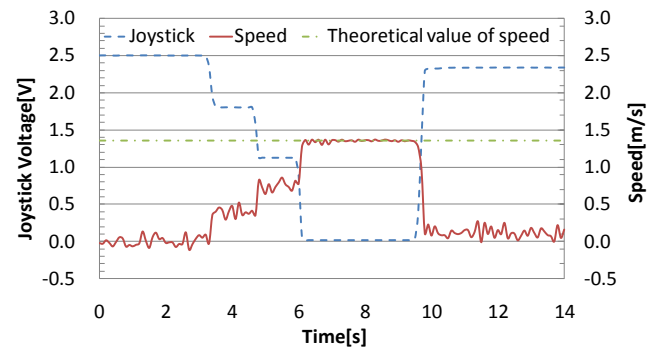


Fig.5 Input response and maximum speed

段階的なジョイスティックの入力に応じて速度が追従し、最高速度では理論値の1.36[m/s]に到達しているのが確認できた。10[s]を越えてからジョイスティックは中央に戻っているが電圧が基準値2.5[v]に戻りきっていない。これはジョイスティックによるヒステリシスが原因だと考えられる。次に要求仕様通り走行できるのか、段差乗り越えの走行実験を行った。結果、安全に目標である50[mm]の段差を克服できた。

Table.1 Result of obstacle

Road difference[mm]	10	15	20	25	50
	○	○	○	○	○

7. 結言

構造を見直し、従来の研究モデルからその問題点を改善した3輪型動力アシスト付き歩行支援機の製作を行った。この改良によって、従来の研究モデルより使用者は安全に歩行訓練を行えるようになり、実用性を向上させることができた。また、基本動作実験を行い無段階での速度制御や段差の乗り越えを達成できた。

今後は屋外での実験や安全性をより向上させる為の各種センサ系を実装し、3輪型歩行支援機の評価を行っていく。また、使用アンケートを取り、意見をフィードバックすることでハードウェアとソフトウェアの両方面から改良を行っていく、より実用的な機能の実装や性能の向上を目指したい。

参考文献

- (1) 鎌野 直幸, パワーアシスト付き歩行支援機の開発, バイオエンジニアリング講演会講演論文集 2008(21), 413-414, 2009-01-22