710 空気圧駆動による段差走行型の車椅子の開発

Development of wheelchair of difference in step running by air pressure drive

武田 真紀 茨城大学

Maki TAKEDA Ibaraki University DoE

住谷 秀保 茨城大学

Hideyasu SUMIYA Ibaraki University DoE

白石 昌武 茨城大学

Masatake SHIRAISSI Ibaraki University DoE

Key Words: 車椅子 空気圧 エアモータ

論文要旨

Researchers are researching expanding the range of running of the wheelchair now. However, they are time-consuming to maintenance and the handling of the system because of the electric wheelchair that assumes electricity to be energy. As for this, the load rests upon the user. In this research, the air pressure with an easy maintenance and handling is used as motive power of the wheelchair. And, the research and the development of the wheelchair with efficiency and convenience are done. This time, preliminary operation for the wheelchair of difference in step running type by air pressure drive to accumulate necessary pressure for the front wheel feint is investigated. In addition, it is tried to improve the performance of the difference running.

1. はじめに

近年のバリアフリー化により、車椅子で生活を送っている人たちにも快適な環境が整いつつある。しかし、それでもいたるところに段差は存在し、車椅子はわずかな段差も障害となる。介助者がいれば押しってもらうこともできるが、車椅子利用者のみの場合は大変な苦勞を要することとなる。

電動車椅子を利用すれば、移動する行為をわずかな動作のみですませることができ、ものによっては段差も苦にはならない。このことは電動車椅子の大きな利点であり、重度の障害を持った方などには必要なものである。しかし便利な反面、電動車椅子を使うことにより、体を動かす機会が減り、筋肉への適度な刺激を与えることができなくなる。それにより他の日常生活に支障をきたすほど、筋肉が衰えてしまうことになりかねない。また、電動車椅子では動力源を電気に頼るため、故障した場合の修理にたくさんの時間と費用がかかる。また重量が大きいため、動力を失った場合の対処にも苦勞する。構造を単純にすることで故障を少なく、また修理も容易になる。以上より、電動車椅子より利用者が体を動かす機会を増やし、通常の車椅子では越えられない段差も克服できる車椅子を目標とする。

そのため本研究では、電気より保守や取り扱いが容易な空気圧を動力源として取り入れる。そして、利用者が自分の力でエネルギーを溜め、段差を乗り越える力とすることで自動化する部分を最小とする。今回は段差走行型車椅子の空気圧と走行速度を測定し、システムの効率を調べ、実用化に向けての考察と、新システム構成の提案を行う。

2. システム構成

2-1 システムの概要

車椅子は小回りがきくように前輪の径が小さい。しかし、径が小さいために屋外でよく見受けられる 5 [cm] 程度の段差も自力で越えることが困難になる。実際、障害者の公共施設利用を容易にするための配慮として、段差を作らなければいけないときは 2 [cm] 以下とするとされている。また、歩道

面の高さは原則として 5 [cm] (国土交通省道路局調べ) となっている。そこで、車椅子の前輪が 5 [cm] の段差を乗り越えることを目標とする。

さらに、電動車椅子のように必要以上の自動化は図らないものとして、段差を乗り越える動作以外は主導で行うものとする。これは、体を動かすことにより得られる感覚と達成感を利用者に感じてもらうためである。

2-2 システムの動作

外部からの動力の供給を受けることなく、通常走行時に後輪の回転運動を空気圧に変換し、段差走行のために必要な動力を得られるようなシステムを採用している。

本システムでの段差走行の動作は以下のとおりである。

1. 通常走行時にエアモータを回転させてエアタンクに空気を溜める
2. ハンディマノメータによりエアタンクに溜まる空気圧を確認する。
3. エアタンクに十分な空気が溜まった場合はレバーを倒し、エアモータの従動車と後輪との接触をなくす
4. 段差を乗り越えるときは、エアシリンダについている補助前輪を、乗り越える段差の上に位置するように車椅子を移動させ、ブレーキをかけて後輪を固定する
5. ポート弁を切り替えることで、シリンダーに空気が送り込まれ補助前輪が押し出される
6. 補助前輪が伸びきって前輪が浮き上がった状態で後輪のブレーキをはずし、前輪を段の上まで移動させる
7. ポート弁を切り替えると補助前輪が引き込まれる
8. 後輪を回転させて手動で段差を乗り越える

実験に用いる車椅子のシステムの構成とそれによる空気の流れを図 1 に示す。

Fig. 1 Structure of the system (Flow of air)

3. 実験

3-1 実験方法

エアシステムを組み込んだ段差走行型車椅子をオートランニング上に設置し、仮走状態におく。空気圧が溜まっていく様子の距離を測定する。実験は走行速度を0.5[m/s]から0.9[m/s]までの0.1[m/s]刻みでおこなう。

3-2 実験結果

空気圧の移り変わりを図2に示す。図2のグラフを $y = A(1 - \exp(-t/T))$ の近似で表したものを図3とする。

Fig. 2 Mileage and air pressure

Fig. 3 Approximation

Aは走行距離が120[m]のとき、Tは空気圧がAの63.2%のときの時間となる。

0.5[m/s]から0.9[m/s]までの範囲での近似の式を速度vを関数として最小二乗法で一般化すると

$$y = (4.9v + 9)(1 - \exp(-t/(-3.2 + 16.3v)))$$

となった。

3-3 考察

走行速度0.5[m/s]については0.1[MPa]までいかなかった。これは、エアモータが空気を作り出す量よりも多くの空気が漏れているためと考えられる。

図2、3より、空気の溜まり方は走行速度が速くなるにつれて走行距離は短くなる。よって、走行速度を速くすれば空気漏れの影響が少なくなり、走行距離が短縮することができるということがわかった。

4. 結論

4-1 まとめ

本研究では、車椅子で生活している人を支援するため、車椅子利用者の行動範囲を拡大するために、外部からのエネルギー供給を必要とせず、通常走行時に動力を得る完全自己供給型のシステムを開発し、段差走行を容易にすることを目的とした。そして、実用化に向け、段差走行性能を知り、改善のための足がかりとする。

4-2 課題

速度を上げれば空気圧が溜まるのは早まるが、速度を上げるには限界がある。そこで、実用化に向けての大きな課題としてあげられることは、現段階での予備動作(システム効率)では、まだまだ利用者への負担が大きいため、今よりも短い距離や遅い速度でも必要な空気圧が溜まるように、負担軽減についての対策が必要である。以下にそのいくつかの例を挙げる。

1. 連結の空気漏れによる圧力低下を防ぐためOリングなどを用いてシーリングを行う
2. エアモータの従動車と後輪の接触部分による損失をへらすための従動車の径や素材の検討
3. 利用者に負荷をかけず空気圧を溜める方法の考察や実験(例: エアモータではなく空気入れを取り付ける)

今後としては、システムの効率の向上を多方面から試み、そして、車椅子生活を楽しむというこのシステムのコンセプトをよりいっそう明確に打ち出し、本格的な実用化を図ることで更なる飛躍を目指したい。

5. 参考文献

- [1] 河野雅徳:「空気圧駆動による車椅子の開発」、卒業論文、1998
- [2] 安田明彦:「空気式走行車椅子に関する研究」、卒業論文、2001
- [3] 稲村健吾:「クラッチ機構導入による段差走行車椅子の開発」、卒業論文、2003