

本研究で開発してきた車いすブレーキは図1に示すような油圧モータを用いて、その油の経路を弁により開閉することでブレーキ力を得るものである。昨年度までの開発及び評価において挙げられた問題点は、1)ブレーキの遊びが大きいことと、2)走行抵抗が大きいことであった。1)の原因としては、油圧モータの使い方が通常と違うために、油圧経路に負圧が発生し、油圧弁から空気が混入してしまうことが挙げられた。また、チューブ長が長いことも、遊びを発生する原因として考えられた。2)の原因としては、油圧モータの容量が大きすぎるということが考えられた。そこで、本年度は以上の問題点を解決するよう、さらなる機構の開発を行った。

改良点としては以下の通りとした。

- 1)空気の混入を防止する弁の開発
- 2)油経路に生じる負圧の防止機構
- 3)油圧経路の短縮
- 4)油圧モータの小型化

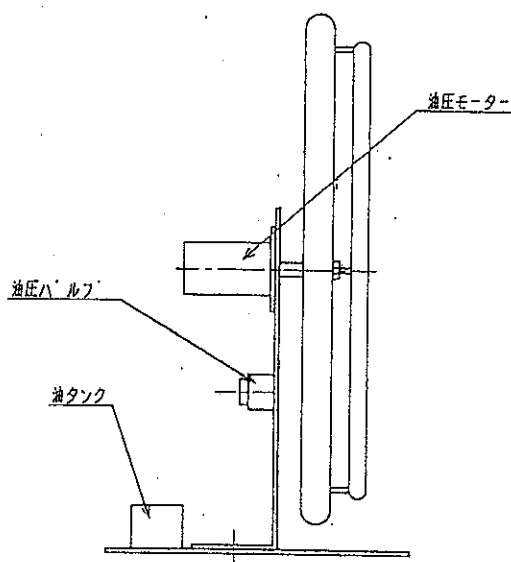


図1 油圧モータを利用した車いす

以上の改良を行った油圧ブレーキシステムに関して、実際に車いすに組み込み、ブレーキの遊び、走行抵抗、制動力について、各性能の評価を行った。走行抵抗、制動力については、通常的車いすブレーキとの比較を行った。

さらに、改良したブレーキシステムを組み込んだレバー式ブレーキかけ忘れ防止装置の製作を行った。

## C. 研究結果

### 1. ロータリー弁の開発

弁からの空気の混入を防ぐために図2に示すようなロータリー弁を開発した。この弁は、弁自体を油タンクの中に入れて構造となっている。従って、弁は空気と接していないために、空気の混入は完全に防止できる。弁の構造は図3のようになっている。左右それぞれの油圧モータに向かう油路が合計4つあり、中心のロータが回転することにより、すべての弁が同時に開閉する。ロータは図2の操

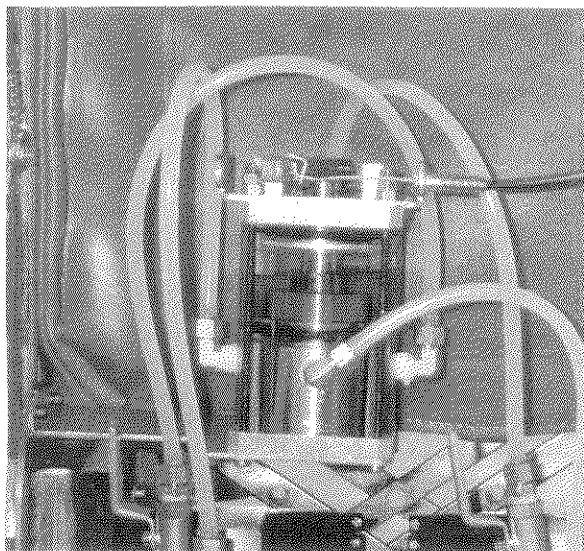


図2 ロータリー弁

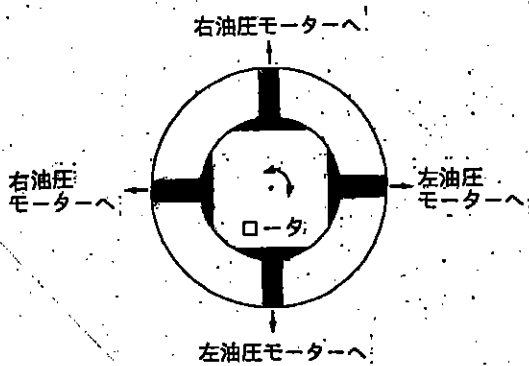


図3 ロータリー弁の機構

作レバーを動かすことで回転する。機構部分が油に接していることにより、操作レバーの動作はスムーズで、操作力は非常に小さい。

## 2. 負圧対策

本ブレーキ機構では基本的に油路に負圧がかかってしまう。したがって、弁部分に限らず、空気の混入の可能性は存在してしまう。そこで、ロータリー弁構造内の油路に逆止弁を設置し、油路に負圧がかかった場合には油タンクから油路に対して油を供給する機構を採用した。ブレーキ力は油を圧縮する側の油路の閉鎖により確保されるため、ブレーキ機構としての動作は十分得られる。

## 3. 油圧モータの小型化

これまでに開発したブレーキ機構の問題点として、走行抵抗が大きいことがあげられた。本機構では、走行中に油圧モータが回転するために、モータのペーンが作動油を押すことになる。その際に生じる力が抵抗力となってしまう。この一つの解決策は油圧モータのペーンを小さくすることである。すなわち、容量の小

さいモータを選定することである。

以上をふまえて、これまで開発してきたブレーキ機構において、負荷される油圧の計測を行った。その結果、ブレーキをかけた状態で車いすを押した際に、油圧システムにかかる圧力は、当初想定していた圧力の20%程度の圧力しか負荷されていないことが判明した。そこで、これまで使用してきた日本オイルポンプ社製ORB-M-100よりも容量の小さいORB-M-70を使用したブレーキシステムを製作した。

## 4. 油圧経路の短縮

問題点として挙げられた、ブレーキの遊びおよび走行抵抗に影響する要因として、油圧経路が長すぎたことが考えられる。また、油圧経路が長いことにより、チューブが邪魔になり、安全性の点や見栄えの点でも問題があった。そこで、油圧弁を油圧モータ近くの車いす後部に配置し、操作レバーから油圧弁まではステンレスワイヤで連結し、動作を伝達する機構を製作した。油圧弁自体の操作力が非常に小さくてすむため、ステンレスワイヤの抵抗を含めても、操作にはほとんど力を必要としない。

## D. 考察

### 1. ブレーキの遊び

改良後のブレーキシステムに関して、ブレーキの遊びの測定を行った。その結果、遊びは14mmであり、実用に耐えるものが実現できた。また、昨年度製作したブレーキの遊びは50mmであった

ことと比べると大きな向上である。残された遊びの原因としては、ギア部分のバックラッシュが考えられ、タイヤの直径分増幅され、14mmの遊びにつながっていると考えられる。

## 2. 走行抵抗と制動力

ブレーキを解放した状態とブレーキをかけた状態について、車いすが静止した状態から動き始めるときの引っ張り荷重を、荷重計を用いて測定した。測定条件としては、体重60kgの人が車いすに座った状態で測定を行った。さらに、介助者用の市販されている、タイヤ押し当て式のブレーキ機構についても測定した。

結果を表1に示す。油圧ブレーキ機構が取り付けられた車いすの、ブレーキ解放時の荷重は、通常の車いすより500g～1kg程度大きい結果がえられた。しかし、操作した被験者の主観評価では、この差は走行中はあまり気にならなかったとのことであった。従って、走行抵抗については、ある程度満足できる性能が得られたといえる。

また、ブレーキをかけた状態での制動力の測定では、市販のブレーキよりもよい結果が得られた。ただし、今回使用した市販のブレーキは、介助者がレバーを握ることにかかるブレーキであり、制動力は通常のトグルタイプのブレーキよりも弱いと考えられる。しかし、30kgの制

表1 走行抵抗と制動力の評価結果

	油圧ブレーキ	ハンドブレーキ
走行抵抗	1.5～2.5kg	1.0～1.5kg
制動力	30kg	15～17kg

動力があれば、車いすのブレーキとして実用上問題は無いと考えられる。

## 3. ブレーキかけ忘れ防止装置

開発したブレーキ機構を組み込んだブレーキかけ忘れ防止装置を試作した（図4）。本装置はブレーキレバーを車いすに座っている人の前方に配置し、ブレーキをかけないと立ち上がれないようにしたものである。ブレーキレバーは、前方に回転しながら開く機構となっており、開いた状態ではレバーがじゃまにならないように、下方に折れ曲がる機構になっている。レバーの回転運動はステンレスワイヤを介して、車いす後部のロータリー弁に伝えられ、弁の開閉を行う。レバーは非常に小さい力で操作することができ、なおかつ十分なブレーキ力を得ることが可能である。

## 4. ブレーキ機構の応用

今回開発した油圧ブレーキ機構は、弁を動作させることのみでブレーキを操作できる点が特徴である。この特徴を生か



図4 レバー式ブレーキかけ忘れ防止装置

して、今回試作したブレーキかけ忘れ防止機構以外にも、いろいろな応用が考えられる。油圧弁を半開状態にすると、走行に抵抗を持たせることができる。この機能を生かせば下り坂等での制動ブレーキとして有効である。通常使用されているトグルブレーキは走行中の制動ブレーキとしては使用不可能であり、この機能は新しい機能となる。また、本機構では4つの弁があり、それぞれの弁は、左右の車輪の一方向の回転を制止する作用がある。従って、一方向を制止し、反対方向の動きはフリーにすることにより、上り坂等で車いすを漕ぐストローク間に後退せず、有効に機能するものと考えられる。走行抵抗が与えられる機能の応用として、リハビリテーション体育訓練における車いすの操作訓練に有効と考えられる。現在、タイヤを引く訓練が多く行われているが、これでは負荷を定量的に設定することが困難である。弁の開閉量を調節することで、負荷を適切に設定して訓練が可能となる。

今後これらの可能性も考慮しながら、本ブレーキ機構の活用場面を検討していくことは有意義と考えられる。

#### E. 結論

昨年度までに開発した油圧ブレーキ機構について、本年度は問題点の改良を行った。問題点としては、ブレーキの遊びが大きいこと、走行抵抗が大きいことが指摘されており、その改良策として新しいロータリー弁の開発、負圧対策用の逆止弁の取り付け、油圧モータの小型化、

油圧経路の短縮化を行った。これらの改良により、ブレーキの遊びは50 mmから14 mmに改善され、走行抵抗も通常の車いすとほぼ同じ大きさとなった。

さらに、本ブレーキ機構を組み込んだブレーキかけ忘れ防止装置の試作を行った。本装置はブレーキレバーを車いす乗車者の前方に、立ち上がり邪魔するように配置したものであり、軽い操作力で十分な制動力を得る本ブレーキ機構が有効に機能している。

本ブレーキ機構は弁の動作によりブレーキ力を変化させることができる一つの要素であり、このほかにもいろいろな応用例が考えられる。今後種々の活用を検討していくことで、さらなる展開が予想される。最後に、本研究の試作にあたり多大なご協力をいただいた大田区異業種企業交流会ジョイント92の各位に謝意を表します。

#### F. 参考文献

- 1) 市村珠子, 齋藤ルミ子他: 入院患者における転倒事故調査より一転倒事故の現状と危険因子一, 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究紀要, 第10号, 162-163, 1989
- 2) 井上剛伸, 廣瀬秀行, 今泉寛: 高齢障害者用車いすブレーキかけ忘れ防止装置, 人間工学, 32, 4, 183-188, 1996

#### G. 研究発表

##### 1. 展示会発表

- ① 車いす油圧ブレーキ機構, 大田区R & D工業フェア, 財団法人大田区産業振興協会, 1998

厚生科学研究費補助金（厚生科学特別研究事業）

分担研究報告書

高齢者用超軽量携帯用手押し車いすに関する研究

分担研究者 田中 理（横浜市総合リハビリテーションセンター）

研究要旨 高齢者が外出、遠足、旅行などに使用する「超軽量・コンパクト」な携帯用車いすについて、昨年度製作した試作機を基に、強度の向上と移乗方法の検討。また、旅行時に夜間ベッドサイドでポータブルトイレとして使用できる機能の付加についても検討した。

A. 研究目的

高齢者がより豊かに地域社会で生活するためには、その社会参加を促進することが重要である。屋内や自宅周辺なら歩行可能であるが、移動距離が長くなると対応できなくなる高齢者は多い。そのような人を対象に外出、遠足、旅行などに同伴者が携帯する車いすの開発が求められている。

また、旅行先でホテルに宿泊する際、ホテルの部屋にあるトイレは狭く、段差もあるため使用するのが難しい場合が多い。そこで、夜間等の介助者が得にくい場合にベッドサイドに置いておき、ポータブルトイレとして使用できる機能についても検討する。

B. 研究方法

昨年度までに試作した携帯用車いすを基に、実用強度の確保と、移乗方法についての検討を行った。

ポータブルトイレ機能は、座面および排泄物受けの着脱について検討した。

C. 研究結果

強度は、昨年度まで前輪キャスターの取り付けられるフレームが座面フレームから前方に1本であった。折りたたみの際に後方フレームとのリンク機構を採用することで強度の向上させたが、実用性という点でさらに強度を高めるため、前方フレームを3本に増やし、力が分散するようにした。また、部材の寸法精度を高めることでがたつきを減らし、強度を高めた。

使い勝手の面では、移乗の際にこれまでは前方からアプローチするようにしていた。しかし、前方のフレーム、および足台があるため、足台の両側に足を開いて立ち上がる（座る）形になり、高齢者にとってはやや移乗しにくい面があった。そのためアームレストが外側に座面の直下まで倒れるようにし、側方からアプローチしやすくなるようにした。

車輪はこれまで12インチ、あるいは18インチのチューブレスの細幅車輪を用いてきた。しかし、空気圧の管理が非常に面倒で

あったため、ソリッドの車輪を用いることで空気管理の必要をなくした。



図1 本研究による携帯用車いす

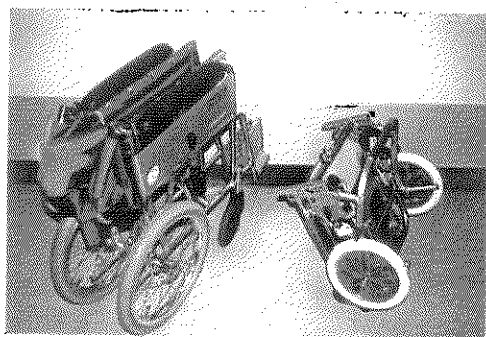


図2 一般的な手押し車いす(左)と携帯用車いす(右)…折りたたんだ状態

ポータブルトイレ機能は、座面にジュラルミンの芯材と、クッション材としてポリブタジエン樹脂によるゴム系の軟質発砲体を用い、軽量でクッション性の高い座面を得た。また、クッション材の表面はラミネート加工し耐水性に考慮した。

排泄物受けはパルプ材の袋の内側にポリエチレンの袋を被せ、その中にパルプ4:ポリマー1の割合で構成された吸水シートを入れる。この吸水シートは160mm×240mmの寸法で脱イオン水約135ccの吸水性能がある。これを使用者の夜間の排泄量に応じて適当な枚数使用する。使用後は内側のポリエチレンの袋ごと廃棄する。

排泄物受けの座面への着脱は、座面の下側にアルミ材のレールを取り付け、その

レールに排泄物受けを座面後方から差し込む(引き出す)ようにして着脱する。

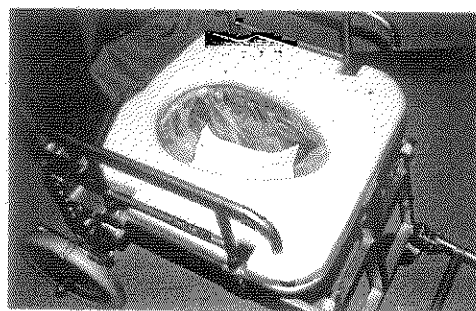


図3 トイレ用座面、排泄物受け、および吸水シート

#### D. 考察

フレーム重量は5.9kgで、目標とした5kgには達しなかった。実用強度を得るために前方のフレームを増やしたため、全体の構成を見直し、部品数の削減等を行ったが、結果的に昨年度より200gの増加となった。ただし、従来の一般的な手押し車いすの約8kgに比べると約3/4で非常に軽量化され、折りたたんだときも非常にコンパクトになるため、車載や携帯する場合には非常に取り扱いやすいと思われる。

使い勝手の面では、走行性能の点で現在使用しているソリッドの車輪に改善の余地がある。強度はほぼ実用レベルに達したが、現時点ではフィールドでの使用経験が少ないため、今後屋外での走行試験を継続し、耐久性等の確認が必要である。

#### E. 結論

目標重量であった5kgには及ばなかったが、それ以外はほぼ実用レベルの高齢者用超軽量携帯用手押し車いすを開発することができた。今後フィールドテストを行いながら、操作性の改良を行いたい。