

室内用高齢者移動機器の開発

Development of mobility aid for senior persons

- 座り心地、乗り心地に配慮した車いすの開発試作 -
- Development of wheelchair with rigid seat surface, monocoque reclining seating, wheel suspension mechanisms, and shock-absorbing casters -

米田郁夫 西岡基夫 阪東美智子 田中 大(研究第三課)

YONEDA Ikuo, NISHIOKA Motoo, BANDO Michiko, TANAKA Hiroshi

中川昭夫(研究第四課)

NAKAGAWA Akio

Abstract :

In this study, we began developing a wheelchair that is much in demand by the elderly: one that allows the user to secure a stable sitting position, allowing the user to remain sitting for a long period with minimal vibration while traveling.

We began by selecting a wheelchair with a firm-plate sitting-surface structure to secure a stable sitting position. For a variable position feature, we added a monocoque reclining mechanism. By installing this monocoque reclining mechanism, the user can sit at a resting position from time to time while also altering the body-weight load distribution. This in turn enables an individual to use the wheelchair for a longer period of time.

In addition, to ease the vibrations and shock of traveling on the road surface, we developed casters and rear-wheel suspensions to absorb shocks. To verify the effectiveness of the shock-absorbing mechanism that we developed, we conducted an experiment in which wheelchairs - our newly developed wheelchair and a commercially available one - were dropped from a 5cm-high step. The result confirmed that our shock-absorbing mechanism was highly effective.

1. はじめに

昨年度までに、歩行不可能ではないが困難になった高齢者が室内で違和感なく使えるという考え方で移動補助システムを開発・試作した。すなわち、家具として使われている椅子を活用するシステムを試作した¹⁾。具体的には、大車輪およびキャスター輪を取り付けた台車に椅子を搭載して移動機器として利用するものである。大車輪は平成9年度までに開

発したハンドリムも一体に樹脂成形したディスク・ホイール型車輪を用いた。椅子部分と台車は工具を使わないで着脱可能とした。

現在、室内で違和感なく使えるコンセプトで家具に限りなく近づけた車いすが複数社から市販されるまでになっている。したがって、こうしたコンセプトの移動機器のデザイン面での開発は一応の区切りと考えることができる。

そこで、今年度からは機能上のニーズに注目して高齢者に適した移動機器の開発という視点で研究を進めることにした。また、目標を歩行がかなり困難あるいは不可能な高齢者の移動機器の開発に置くことにした。

2. 開発にあたって

歩行が困難あるいは不可能になった高齢者は車いすで過ごすことが多い。車いすは単なる移動補助機器というだけでなくベッドから離れた生活パターンを確保するうえで大切な機器でもある。日中のほとんどの時間車いすに乗って過ごす場合も多い。したがって、長時間の乗車に耐える車いすが選択肢としてあることも重要である。

高齢者本人およびその家族からの直接的あるいは間接的相談の中から開発課題を見つけることも大切である。われわれがこれまでに対応した相談の中から開発課題を整理してみる。

2.1 座位の安定性と快適性

手動車いすの座面はほとんどすべて布製シートである。スリング・シートと呼ばれることもある。スリング・シートは体重がかかると伸びが生じて必ずたるむ。車いすの使用期間が長くなるとそのたるみ

は大きくなる。座面にたるみがあると、座位姿勢がくずれやすく、くずれた姿勢を修正しにくい。座面のたるみが大きくなると、腰部の側面が圧迫され、大転子に痛みが生ずることもある。高齢者の中には、座面のたるみを嫌がる人が多い。車いすスリング座面の上にわざわざ板を敷いて使っている人もいる。また、クッションを使う場合は、ベースすなわち車いすの座面は硬い平板の方が効果的といわれている²⁾。

2.2 座位姿勢変換

ところで、同じ座位姿勢で長時間過ごす、臀部をはじめ身体の各部に痛みが生じたり、場合によっては床ずれが起きたりする。そのため、ときどき姿勢変換して臀部に集中した圧力を除去する必要がある。腕に力があり上体の姿勢を保持する能力がある場合は、プッシュアップしたり上体を傾けたりすることによって除圧することができる。しかしながら、そうした動作ができない人の場合は、何らかの技術的解決策が必要となる。

リクライニング機構は背もたれを倒すことで安息姿勢がとれるとともに臀部に集中した圧力を頭部～体幹～下半身にわたって分散させることができる。ただし、身体の回転中心とリクライニング機構の回転中心が一致していないため、リクライニングを繰り返すと、座面・背もたれと身体にずれが生じ、座位姿勢がくずれてしまう。

姿勢変換手段としてティルト（あるいはモノコック・リクライニング）機構もある。ティルト機構は、フットレスト・座面・背もたれを一体で傾けるので、繰り返し姿勢変換しても座位姿勢がくずれることはない。

2.3 走行中の衝撃・振動

車いすを利用している高齢者および家族から、走行中の路面（床面）からの衝撃や振動が身体に伝わらないようにできないかという相談を受けることが比較的多い。室内の1cm程度の敷居でも、それを通過する際の衝撃は高齢者にとっては苦痛となり、そのために車いすに乗るのを嫌がる人さえいる。

3. 基本機構の検討

前節でまとめた高齢者およびその家族の車いすへのニーズをもとに、座り心地と乗り心地に配慮した新しいタイプの車いすを開発することにした。なお、今年度は、高齢者が使用する割合が多い手押し型車いすとする。

3.1 プレート座面およびティルト機構

スリング・シート座面に起因する問題点は、基本的にはすでに開発・実用化されているプレート座面型車いす³⁾の方式を用いることによって解決できる。

そして、プレート座面型車いすに新たにティルト機構を装備することによって座位変換できるようにする。

3.2 衝撃吸収機構の開発

中川らは車いすの駆動輪およびキャスター輪をコイルばねによって懸架する機構を開発している⁴⁾。そのシステムは市販化には至っていないものの、乗り心地と操作性が格段に向上することを確認している。

そこで、本研究では、近い将来実用化することを視野に入れて衝撃吸収機構を開発することにした。

(1) 後輪懸架機構

後輪における衝撃を吸収するために、図1に示すような機構とする。

すなわち、車いすフレームに対しピン接合されたスウィング・アームに後輪を取り付ける。スウィング・アームは機構的にピンを中心として自由に回転できるが、その動きを弾性ラバーで拘束する。それによって、走行時路面から車輪に加わる衝撃を和らげることができる。

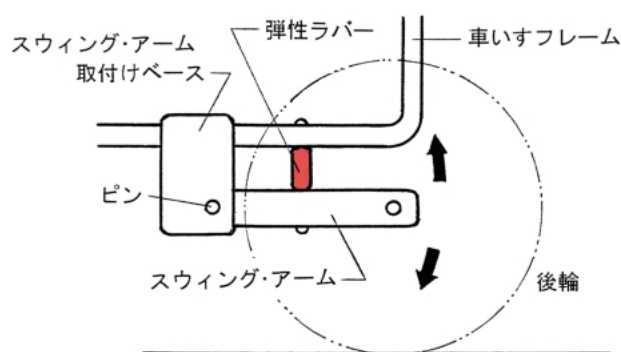


図1：後輪懸架機構の原理図

(2) 防振キャスターの開発

キャスター輪においても何らかの衝撃吸収機構が必要である。そこで、キャスター自身に振動吸収機能を備える機構を開発することにした。その原理は図2に示すとおりである。

すなわち、キャスター軸の下部のベース部から突出するキャスター・フォークをベース部に設けた軸

を中心に可動式にする。そして軸の回転を弾性ラバーによって拘束する。それにより、ちょうど自動車の懸架機構の一つであるトーションバー懸架装置と同じような防振機構を実現することができる。

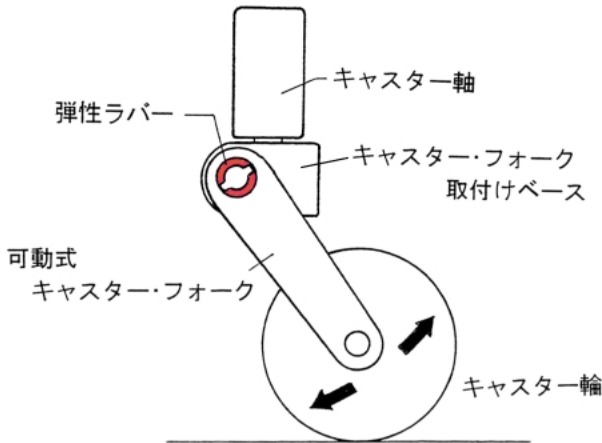


図 2 : キャスター輪防振機構の原理図

4. 結果と考察

4.1 試作結果

前節で検討した機構を装備した車いすを試作した(図3)。図3(a)は座面を傾けていない状態であり、図3(b)は最大限ティルトした状態である。座席は無段階で任意のティルト角度で固定することができる。固定にはガス・スプリングを用いている。座席をティルトするには、まず手押しハンドルのところに取り付けられた小さい方のレバーを握ることによってガス・スプリングのロック状態を解除する。そしてロック解除レバーを握ったまま手押しハンドルに力を加えると座席を倒すことができる。任意の座席角度でロック解除レバーを離すと、座席はそのティルト角度でロックされる。座席を倒したり起こしたりする際には、ガス・スプリングはちょうどカウンタ・バランス(釣り合いおもり)のような働きもする。すなわち、座席を倒すときは急激に倒れるのを防ぎ、座席を起こすときは軽い力で済む。

図4、図5はそれぞれ今回開発試作した後輪懸架機構および防振キャストである。

なお、試作した車いすは全長1077mm、全幅560mm(座幅は405mm)、全高910mm(ただしヘッドレスト装着時1270mm)、重さは196N(20kgf)である。後輪は呼び径18インチの空気式タイヤ、前輪は呼び径6インチのソリッド・タイヤである。また、通常の子車いすと同様折りたたみ可能である。



(a) 通常状態



(b) ティルトした状態

図 3 : 試作した車いす



図 4 : 開発した後輪懸架機構



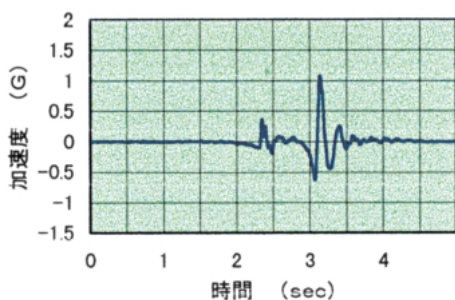
図 5 : 開発した防振キャスト

4.2 衝撃吸収機構の効果

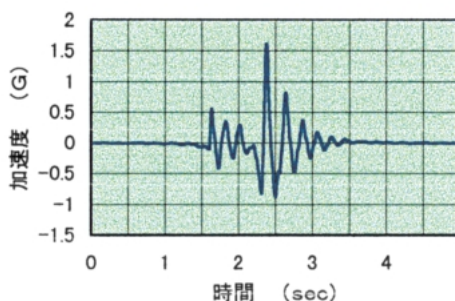
開発した衝撃吸収機構の効果を調べるために、高さ5cmの段差落下走行試験による検証を行った。

試験方法は、座席部に重さ490N(50kgf)のダミー(ISO準拠)を固定した試験車いすを高さ5cmの段差上に置き、手押しハンドルを静かに前進方向に押し、試験車いすをその段差から前輪キャスト、後輪の順に自由落下させるものである。ダミーの上部には加速度センサーを取り付けてあり、試験中ダミーに加わる衝撃を定量的に計測することができる。比較のために、キャスト輪径および後輪径が同一の市販の手押し型車いすについても同様の試験を行った。

図6に加速度センサーから得られたデータの例を示す。グラフの最初のピークが前輪キャストが着地したときの衝撃であり、しばらく時間が経過して現れているピークが後輪が着地したときの衝撃である。グラフから、市販の車いすに比べて、今回開発した衝撃吸収機構を取り付けた車いすの方がキャストおよび後輪の着地時の衝撃がかなり和らげられていることが明らかである。市販の手押し型車いすと比べて、開発した衝撃吸収機構付き車いすでは衝撃がキャストにおいて45%程度、後輪については75%程度に抑えられている。



(a) 試作車いす



(b) 現用手押し型車いす

図6：段差自由落下衝撃試験結果

また、グラフから、試作した車いすでは、衝撃が軽減されていることに加え、車輪着地後の持続振動もかなり軽減されていることがわかる。

5. まとめ

高齢者とその家族からのニーズが高い安定な座位が確保でき乗り心地が良い車いすの実現をめざした開発に着手した。

安定な座位を確保できるプレート座面型車いすをベースとし、姿勢変換機能を持たせるために座席ティルト機構を付加した。座席ティルト機構を装備することによって安息姿勢がとれ体重負荷分布を変えられることができる。さらに、高齢者の場合、長い時間座っていると次第に臀部が前に滑って仙骨座り(通称ずっこけ座り)になることが多い。ティルト機構によって座面を少し後方に傾けることで前滑りを防ぐといった使い方もできる。

さらに、走行中車いすに伝わる衝撃を和らげて乗り心地を改善するために、キャスト輪および後輪の衝撃吸収機構を開発した。段差落下走行試験によって衝撃吸収機構の有効性が確かめられた。

今後、さらに実用化開発を進めていきたい。

6. おわりに

本研究開発を進めるにあたり、車いすは(株)ウィリーに試作をして頂いた。ここに心より感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 米田郁夫他：室内用高齢者移動機器の開発、平成11年度福祉のまちづくり工学研究所報告集、1999、pp117-120
- 2) E.Van Ross：Pushchairs；Prosthetics and Orthotics International、1991、15、pp46-50
- 3) 米田郁夫他：収納コンパクト型手動車いすの開発 - 実用化へのアプローチ -、第11回八工学カンファレンス講演論文集、1996、pp323-324
- 4) 中川昭夫他：車椅子用防振装置の開発、第2回八工学カンファレンス講演論文集、1987、pp121-124