

図 2.11 大腿二頭筋の筋電位

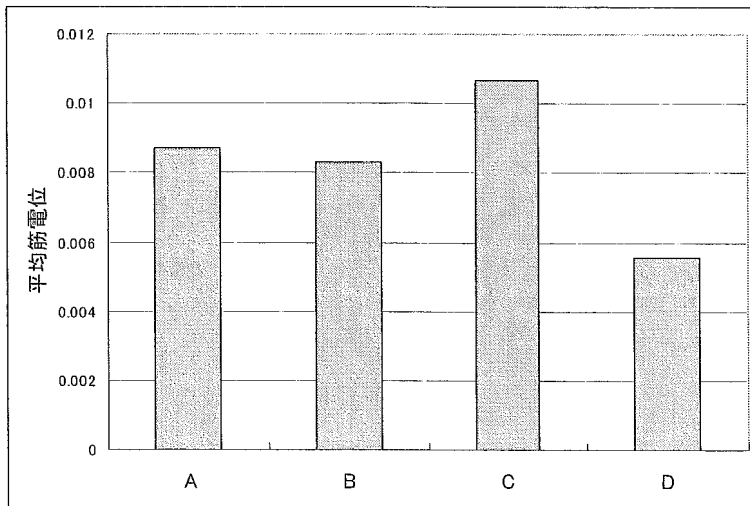


図 2.12 上腕二頭筋の平均筋電位

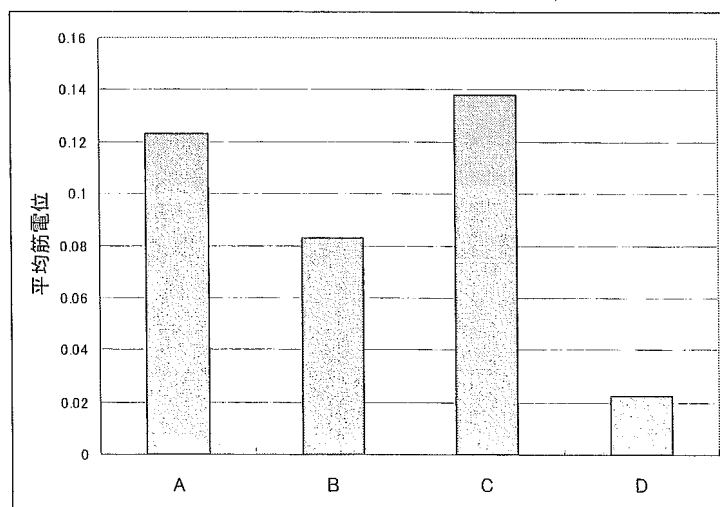


図 2.13 上腕三頭筋の平均筋電位

図 2.12 と図 2.13 をみると腕の屈曲方向に働く上腕二頭筋や進展方向に働く上腕三頭筋がともに、肘関節の角度・角度変化が大きいほど筋力を使っていることが分かる。ハンドルとの距離に着目すると TypeB と TypeD が距離が小さく、TypeA と TypeC が距離が大きくなっていることが分かる。この距離が股関節の屈曲作用がある大腿直筋の結果につながっているひとつの要因と考えられる。大腿直筋は膝関節を伸ばす方向にも作用するため、肘掛タイプの TypeD が全体的に筋活動が少なくなっているのは、肘でしっかりと体重を支えているために、その分足への負担が減っているためと考えられる。そのため大腿直筋は膝角度の変化が小さい割りに、機器によって大きな差が出たと考えられる。膝関節の屈曲に作用する大腿二頭筋は膝関節角度の変化量と同様に機器による差は小さくなっている。

2.4 考察

以上の実験結果より、ハンドル形状により歩行支援機器を使用する人の負担が変わることがわかる。図 2.11 と図 2.12 をみると、肘置きハンドルである TypeD は上腕二頭筋においても、上腕三頭筋においても一番筋活動を低くなり、逆に TypeC は筋活動が一番多くなっている。歩行支援機器を新たに設計するに当たり、使用者の状態に応じてハンドル形状を変えることが必要である。例として杖で歩行できる人は TypeC のようになるべく筋を多く使う歩行支援機器を使用し、車椅子を使うことがあるくらいの方は、TypeD のように筋力の疲労を抑えられ、なるべく自分の足による歩行支援できるものにするのが考えられる。

この実験で得ることができたデータを基準のデータとし、今後の比較対象として用いる。

3. ハンドル特性実験

3.1 被支援者との力関係

被支援者と歩行支援機器の力関係は図 3.1 のようになっている。被支援者が歩行支援機器のハンドルに体重の一部および進行力（操作力）を加え、それにより歩行支援機器が動かされる。歩行支援機器には路面状態に応じた摩擦力が働いており、被支援者から加えられる力とのバランスによって挙動が決まる。

被支援者からの力 F は、進行方向成分 F_x と鉛直方向成分 F_y に分解できる。 F_x は歩行支援機器を前進させ、また同時に歩行支援機器接地面における摩擦力との関係で F_x の正の方向に転倒させる力になる。 F_y は歩行支援機器を接地させる力になり、摩擦力にも影響を与える。 F_y に関してはハンドル位置が後輪よりも後ろに来た場合には図 3.1 での時計回り方向に転倒させる力となる。

F_y の前輪および後輪への分力はハンドル位置によって決定され、重心位置とあわせて機器の安定性が変化する要因となる。

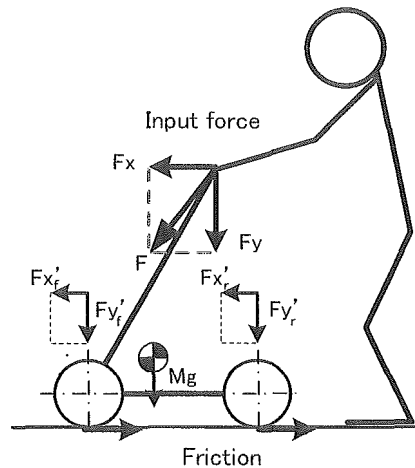


図 3.1 被支援者と歩行支援機の力関係

3.2 力 F の変化

図 3.2 に示したとおり、歩行支援機器と被支援者はハンドルと腕を介して結合されている。人間が歩行する場合、歩行周期に合わせて前進が周期的な運動を行うため、 F についても歩行周期に一致した変動が現れることが予想される。路面の状態による摩擦力の変化については、 F_x に現れるものと考えられる。路面状態ごとにそれぞれ特徴のあるロードノイズとして現れると考えられる。

3.3 力関係の把握

3.3.1 目的

3.1 で想定した力 F の傾向を把握するために、市販の歩行器を用いて実験を行った。純粋な力関係を見るために路面は平地としている。歩行時の姿勢と F の変化の関係から F の変動パターンについて考察し、アシストパラメータとしての有効性を確認する。

3.3.2 実験装置

図 3.2 に実験装置の概要を示す。市販の歩行器に Kistler 社の力センサを組み付けて力を計測する。直進時と旋回時を比較するために、前後方向 F_x 、鉛直方向 F_y 、に加えて y 軸周りのトルク T と左右方向 F_z の検出が可能。

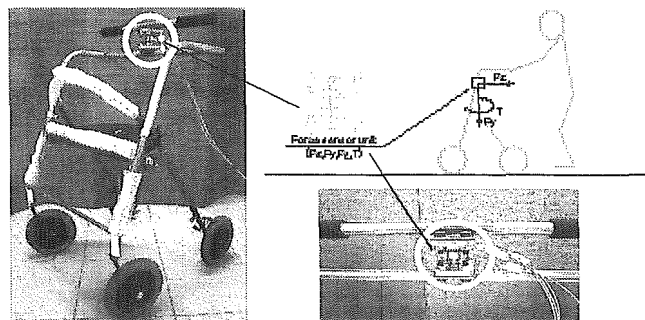


図 3.2 センサーと取り付け位置

3.3.3 実験方法

平坦な室内の床面上で被験者が歩行器を使用する。直進動作を行い、力を計測する。被験者は学生とし、ハンドルに手を乗せる自然な姿勢で使用してもらった。また同時に高齢者キットを装着した状態で使用した場合についても計測した。

3.3.4 実験結果

高齢者キットを装着していない状態での実験結果を図 3.3, 図 3.4 に、装着した状態での実験結果を図 3.5, 図 3.6 に示す。被験者は直立して停止した状態から歩行を開始し、およそ 5[m]程度を移動し停止するという動作をしている。Fx の正の向きは機器使用者の手前側（進行方向と逆向き）になるため、Fx は負の値となっている。Fy は上下方向の下向きが正なので、正の値となっている。Fz は左右方向の左向きが正となっている。

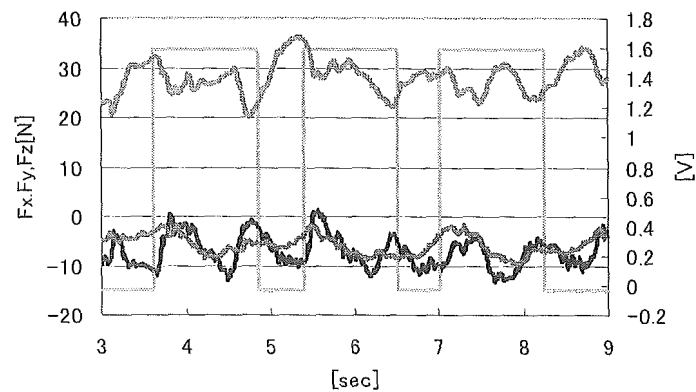


図 3.3 健常者の力入力

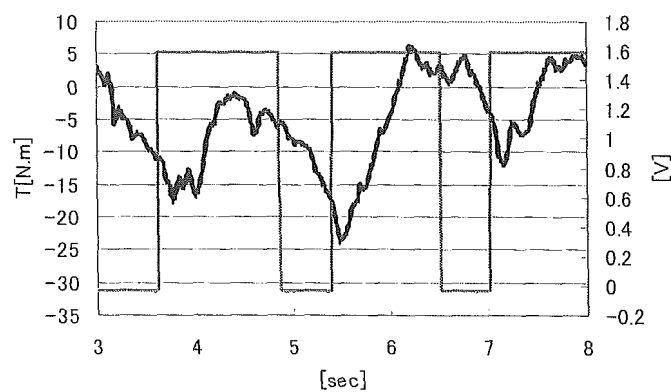


図 3.4 健常者のトルク入力

非装着状態での F_y の値は 25[N]程度であり、装着状態では 35[N]となった。 F_x , F_z についても装着状態の方が高くなっている。トルク T に関しては、非装着状態では 10[N.m]程度の振幅で変動し、装着状態ではほぼ 30[N.m]であった。

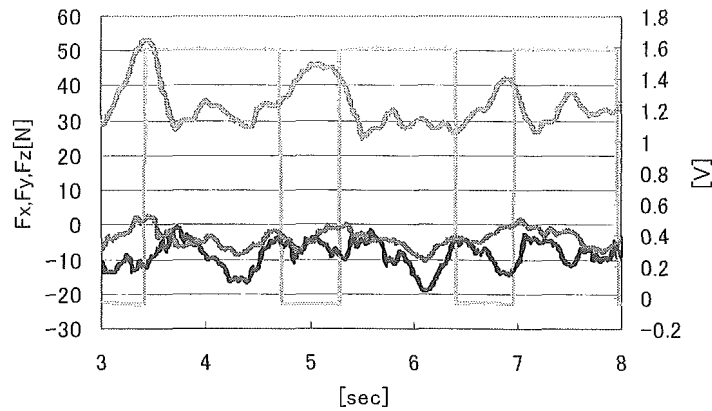


図 3.5 仮想高齢者の力入力

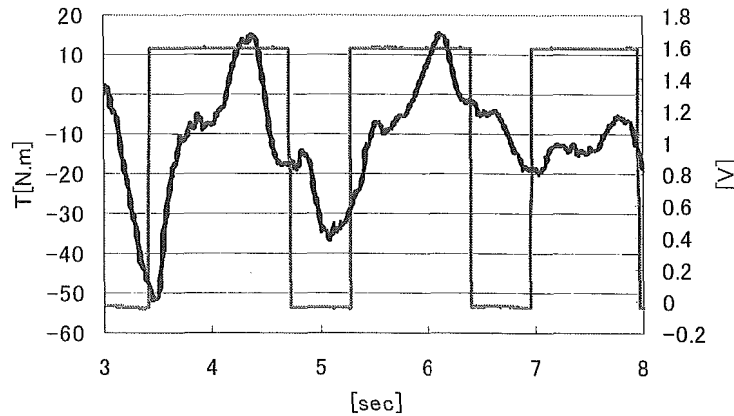


図 3.6 仮想高齢者のトルク入力

3.3.5 考察

装着状態の方が数値が大きくなる傾向がみられるが、これは高齢者キットにより膝関節・肘関節が拘束された状態では歩行器に掛ける体重の比率が高まるためと考えられる。

F_x は足の接地と同時に前方向に働き、6歩分のピークが出ている。これは遊脚が接地する際に支持脚が蹴りだし動作に入るためと、接地した際に接地点を軸に前傾するトルクが発生し、歩行器に力がのるためと考えられる。前者は蹴りだしの弱まる高齢者では影響が小さくなることが考えられ、後者は運動機能の低下から影響が大きくなることが考えられる。しかしながら、少なくとも今回の計測結果からは F_x は歩行周期をそのまま示すという可能性が見出せる。これは歩行支援機器におけるアシスト力の制御パラメータとして有用であることを意味する。

また、また、踵接地から次の踵接地までを1周期としたときのx方向y方向の力入力量を10%ずつ区間にわけて各区間で平均化したものを図3.7に示す。

ここでベクトルは前後方向の力と上下方向の力のなす角で表す. 参考として図 2.5 と各歩行周期でどのような動作をしているかを示す.

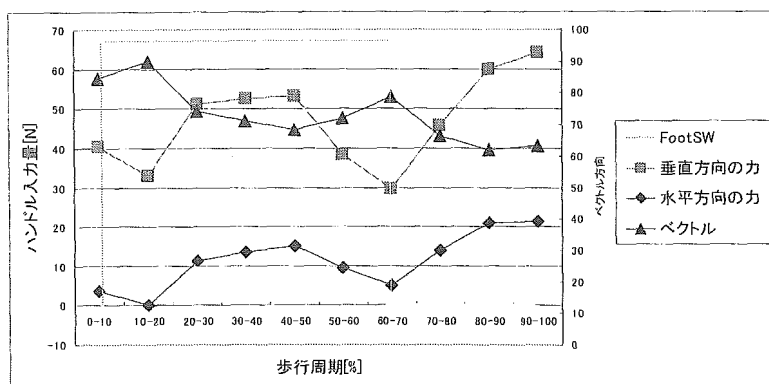


図 3.7 10%ごとの力入力とベクトル

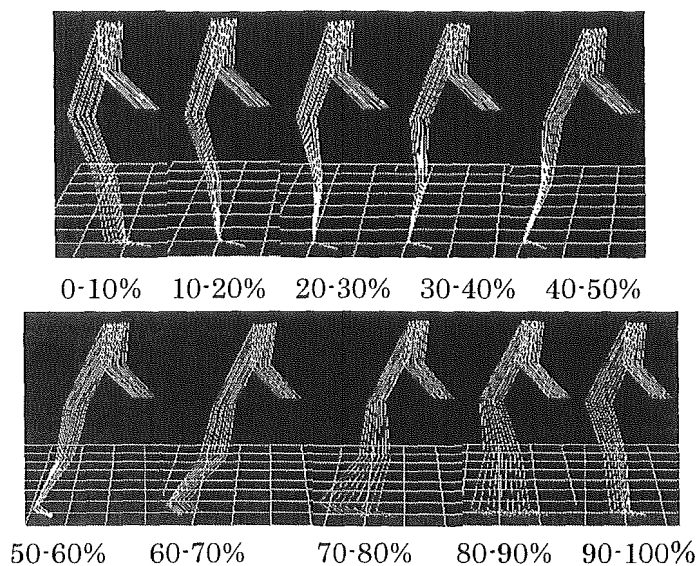


図 2.5 各歩行周期での挙動

- 0-10% : 踵を引きずるようにして右足を接地
- 10-20% : 右足を完全に接地. 両足接地状態.
- 20-50% : 上体を前方へ倒し荷重移動. 左足が移動し始めてると考えられる.
- 50-60% : 左足が完全に接地. (両足接地)
- 60-80% : 上体を起こしつつ右足を移動開始
- 80-90% : 右足をずるよう前方へ
- 90-100% : 再び踵を引きずるように右足接地

図 3.7 と図 2.5 から以下のようなことが分かる.

(1) 歩行周期でハンドル入力量を区切った場合前後上下方向の力入力量は同

じ波形を示している。

→力の向きは変わるものの歩行器に体重掛けるタイミングは垂直方向も水平方向も同じであることを示す。

(2) ベクトルの向きを見ると、10-20%と60-70%のところで前方方向の力がゼロに近く、下向きの力が強くなっている。

→両足が地面に設置し安定しているため歩行器にかかる力が小さくなっていることを示す。

(3) 10-20%と50-70%の区間で両足がしっかりと接地し、上体が前方方向へ移動している。

→前進方向へほとんど力が加わっていないため、使用者が先に力を加えて前進させた歩行器に近づくように前進していると考えられる。

以上の結果からシミュレーションやモーターアシストを考えたときに必要となってくるパラメータを得ることができた。

4. 機構の検討

4.1 機構の目的

現在使用されている歩行器は段差の移動が困難であり、振動を吸収する装置がないため衝撃や振動がダイレクトに体に伝わる。その結果、路面によって容易に転倒を引き起こしやすくなってしまふ。そこで新たに設計する歩行支援機に取り付ける衝撃・振動吸収機構を考察する。

4.2 サスペンションの選定

衝撃・振動を吸収する装置として、様々なものがある。選定するに当たって代表的なものをリストアップし、それぞれの利点と欠点を考察した。

・エアサスペンション

サスペンションにおいてポピュラーな金属製スプリングの代わりに、空気のスプリング効果を活用したサスペンション。

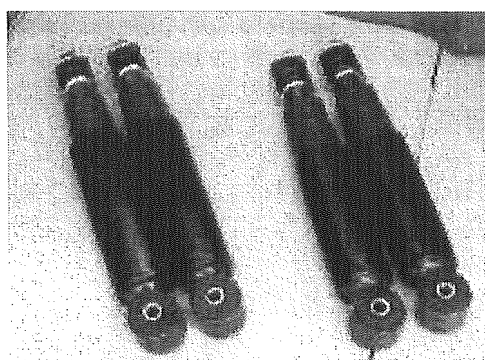


図 4.1 エアサスペンション

利点：路面の状況に応じてリアルタイムに硬さを変えることが可能。
欠点：装置が大掛かりなものになる。
値段が高価。

- ・ポリマー製サスペンション
ポリマーを用いたサスペンション

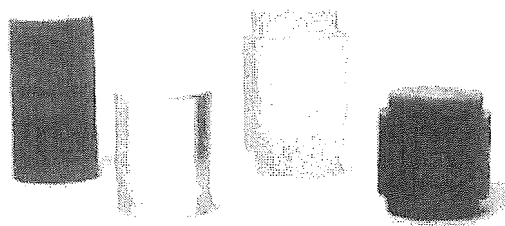


図 4.2 ポリマー製サスペンション

利点：小型・軽量
欠点：特性が非線形であり，評価が困難

- ・油圧減衰式サスペンション
金属性コイルと油圧減衰器を用いたサスペンション。自動車用や自転車用など，最も普及している。

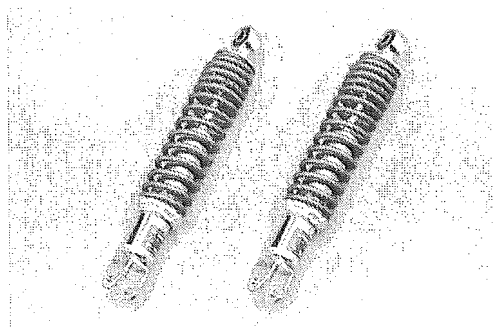


図 4.3 油圧減衰式サスペンション

利点：様々な分野で普及しているため種類が豊富
評価をしやすい
欠点：重い

それぞれのサスペンションの利点と欠点を比較し，試作機では評価が重要であること，コスト，サイズの面から油圧減衰式サスペンションを採用することを決定した。

4.3 試作モデルの製作

サスペンションとして油圧減衰方式の採用を決定したが、それを取り付ける機構として、できるだけ小型のサスペンションを使用する、上下左右の振動を吸収する、段差時の衝突も吸収する、といった条件からリンク方式の機構を考案した。図 4.4 に製作したリンク方式のモデルを示す。

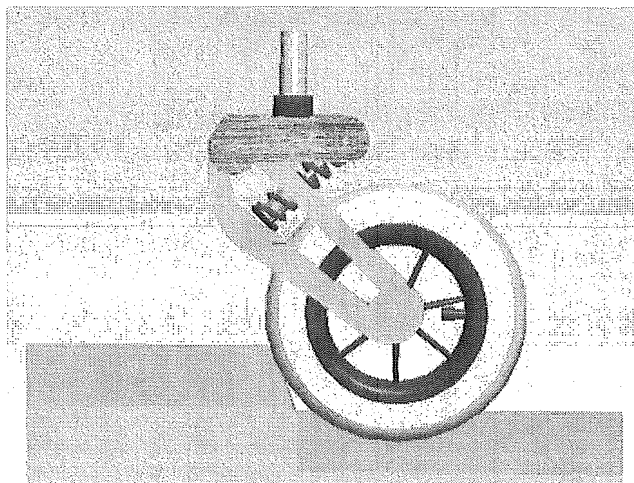


図 4.4 リンク方式サスペンション

シミュレーションではこのモデルを用いて挙動などを調べていく。

5. シミュレーション

5.1 目的と方法

実際に試作することなく考案した機構の挙動を調べるためにシミュレーションを行う。シミュレーションには visual NASTRAN 4D を用いる。今年度設計した歩行支援機に機構をとりけるといふ想定のもと、段差乗り越しや、がた路モデルとして波状路通過を、サスペンションがない場合・前輪だけの場合・4輪の場合に分けてシミュレーションする。

5.2 シミュレーションに用いるパラメータ

シミュレーションに用いるパラメータを決定するに当たり、図 5.1 のような減衰のある 1 自由度の振動系を考えた。

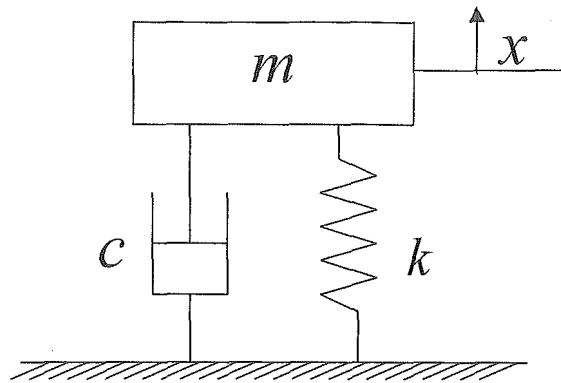


図 5.1 減衰のある 1 自由度振動系

m : 質量, k : バネ定数, c : 減衰係数, x : 平衡点からの変位量
 ダンパーは速度に比例した抵抗力が発生する.

$$F_c = c \dot{x} = c \frac{dx}{dt}$$

したがって図 5.1 の運動方程式は

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - c \frac{dx}{dt}$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = 0 \quad (5.1)$$

両辺を m で割り

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{c}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = 0 \quad (5.2)$$

これを係数で置き換え

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\zeta\omega_n \frac{dx}{dt} + \omega_n^2 x = 0 \quad (5.3)$$

ここで,

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} : \text{固有振動数}, \quad \zeta = \frac{c}{2\omega_n m} = \frac{c}{2\sqrt{mk}} : \text{減衰係数比}$$

初期条件を

$$t = 0, \quad x = x_0, \quad \frac{dx}{dt} = v_0 \quad (5.4)$$

とし, (5.3)の解を $x = e^{\lambda t}$ として代入すると

$$\lambda^2 + 2\zeta\omega_n\lambda + \omega_n^2 = 0 \quad (5.5)$$

となるから,

$$\lambda = (-\zeta \pm \sqrt{\zeta^2 - 1})\omega_n \quad (5.6)$$

を得る. したがって ζ の値によって λ は

$$0 \leq \zeta \leq 1; \quad \lambda = (-\zeta \pm \sqrt{1 - \zeta^2}i)\omega_n \quad (5.7)$$

$$1 \leq \zeta; \quad \lambda = (-\zeta \pm \sqrt{\zeta^2 - 1})\omega_n \quad (5.8)$$

と与えられる.

$\zeta = 1$ のときの減衰係数は

$$c = 2\sqrt{mk} \equiv c_c \quad : \text{臨海減衰係数}$$

$$\zeta = \frac{c}{c_c} \quad (5.9)$$

一般的にサスペンションに用いられるダンパーの減衰係数比は 0.3~0.5 の範囲で使用される. したがって $0 \leq \zeta \leq 1$ の範囲で考え, 解を求める.

(5.6)から解は

$$x = e^{-\zeta\omega_n t} (A \cos \sqrt{1 - \zeta^2} \omega_n t + B \sin \sqrt{1 - \zeta^2} \omega_n t) \quad (5.10)$$

初期条件(5.4)に代入して,

$$x_0 = A, \quad v_0 = -\zeta\omega_n A + \sqrt{1 - \zeta^2} \omega_n B$$

となるから, A, B は

$$A = x_0, \quad B = \frac{v_0 + \zeta\omega_n x_0}{\sqrt{1 - \zeta^2} \omega_n} = x_0 \frac{\zeta + \frac{v_0}{x_0\omega_n}}{\sqrt{1 - \zeta^2}} \quad (5.11)$$

と決定され, (5.10)は次のようになる.

$$x = x_0 e^{-\zeta \omega_n t} \left(A \cos \sqrt{1-\zeta^2} \omega_n t + \frac{\zeta + \frac{v_0}{x_0 \omega_n}}{\sqrt{1-\zeta^2}} \sin \sqrt{1-\zeta^2} \omega_n t \right) \quad (5.12)$$

$$= a e^{-\zeta \omega_n t} \cos(\sqrt{1-\zeta^2} \omega_n t - \beta)$$

ここに

$$a = \sqrt{\frac{1 + 2\zeta \frac{v_0}{x_0 \omega_n} + \left(\frac{v_0}{x_0 \omega_n}\right)^2}{1-\zeta^2}}, \quad \tan \beta = \frac{\zeta + \frac{v_0}{x_0 \omega_n}}{\sqrt{1-\zeta^2}} \quad (5.13)$$

・ 振動数 $\omega = \sqrt{1-\zeta^2} \omega_n \quad (5.14)$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\sqrt{1-\zeta^2} \omega_n}{2\pi} \quad (5.15)$$

・ 周期 $T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{1-\zeta^2} \omega_n} \quad (5.16)$

・ 減衰率 $\gamma = \frac{x_{n+2}}{x_n} = \frac{a e^{-\zeta \omega_n (t+T)}}{a e^{-\zeta \omega_n t}} = e^{-\zeta \omega_n T} = e^{-\frac{2\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}} \quad (5.17)$

・ 対数減衰率 $\delta = \log_e \left(\frac{1}{\gamma} \right) = \frac{2\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \quad (5.18)$

今回設計したモデルではリンク方式を採用しており，サスペンションに実際かかる力を求める必要がある．図 5.2 に設計したモデルのリンクアームを示し，これらの力関係を考察して行く．

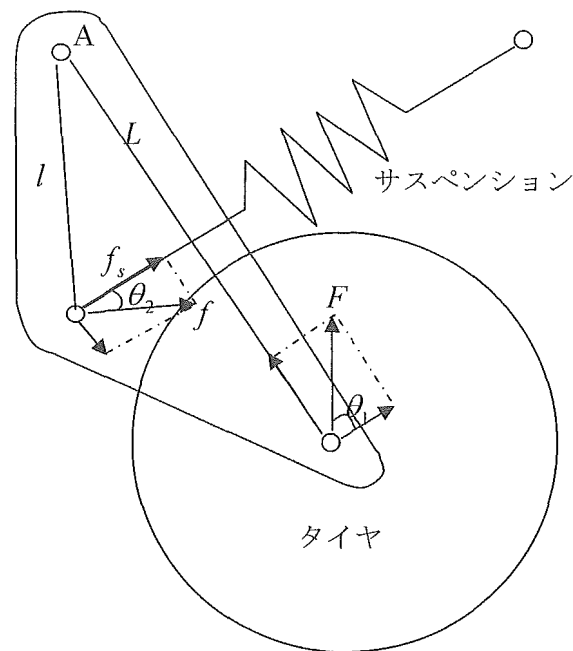


図 5.2 リンクアームに加わる力

ここで、各成分と括弧内に試作モデルでの数値を示す。

F : タイヤと地面の垂直抗力

f : サスペンションとリンクの接合部に垂直に働く力

f_s : サスペンションに加わる力

l : サスペンションとリンクのアーム長さ (=64 mm)

L : タイヤとリンクのアーム長さ (=177 mm)

θ_1 : L に垂直成分と F のなす角 (=45°)

θ_2 : f_s と f のなす角 (=43°)

A 点周りのモーメントは同じことであることから、

$$F \cos \theta_1 \cdot L = f \cdot l \quad (5.19)$$

f と f_s の関係は

$$f \cos \theta_2 = f_s \quad f = \frac{f_s}{\cos \theta_2} \quad (5.20)$$

これを(5.19)に代入し整理すると、

$$f_s = F \cdot \cos \theta_1 \cdot \cos \theta_2 \cdot \frac{L}{l} \quad (5.21)$$

(5.21)に試作モデルで用いられている値を代入すると、

$$f_s = 1.4366F \quad (5.22)$$

以上の計算結果から歩行支援機に体重を掛けてから平衡状態に落ち着くまでの変位の一例を図 5.3 に示す。

パラメータとして以下のように設定した。

$$\text{質量 } m = 11[\text{kg}], \quad k = 15[\text{N/mm}], \quad c = 400[\text{kg/s}], \quad \zeta = 0.615, \quad \omega_n = 36.9$$

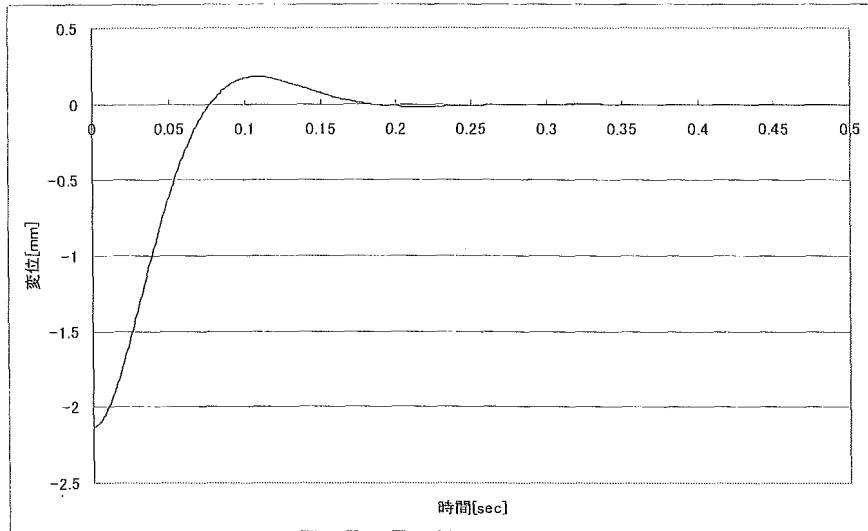


図 5.3 静止状態での挙動

図 5.3 ではこの値が通常より大きいものになっているが、歩行支援器にサスペンションを導入するに当たり、使用者に不安感を与える上下の揺動はできるだけ早く収束が必要のため、減衰係数比を比較的大きく設定した。

5.3 シミュレーション

シミュレーションとしてサスペンションなし、前輪のみサスペンション、4輪すべてにサスペンションを取り付けたモデルを用意し、それぞれに関して単純なガタ路としての波状路と段差の乗り越しを行った。

図 5.4 に波状路のモデルを、図 5.5 にシミュレーションモデルを示す。

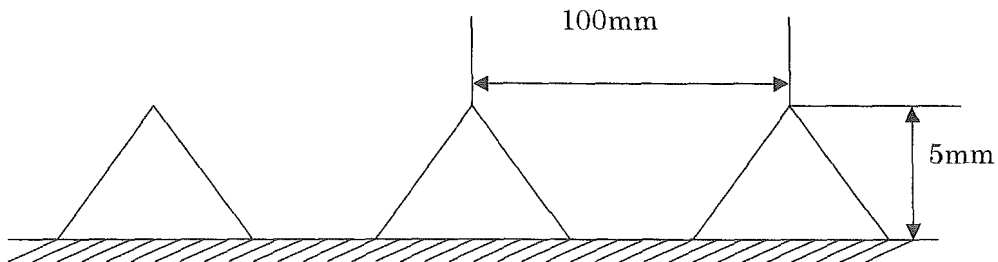


図 5.4 波状路モデル

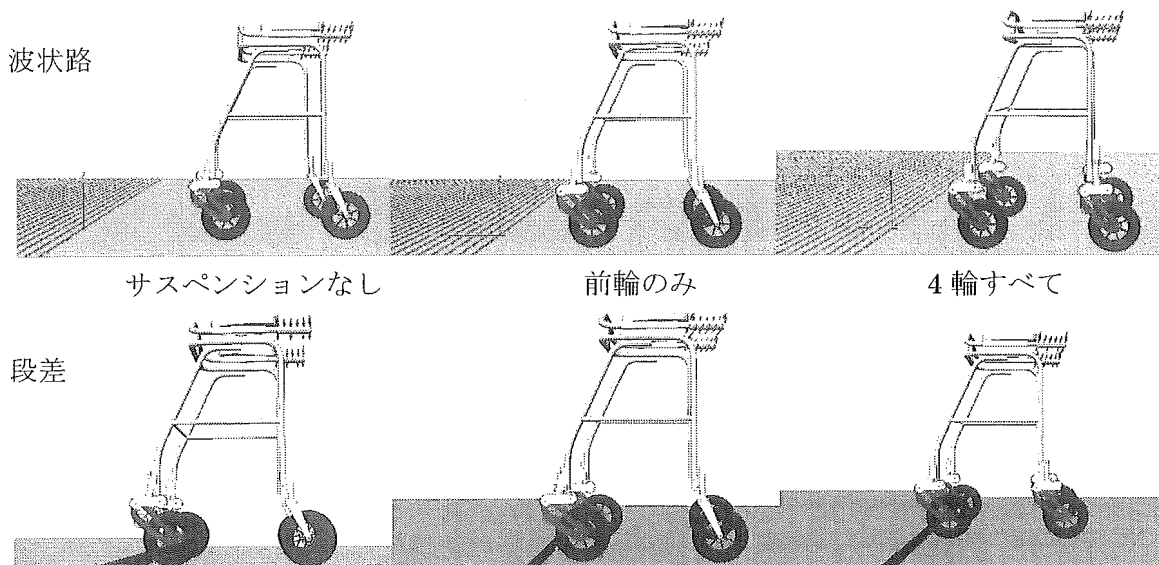


図 5.5 シミュレーションモデル

5.3.1 結果

シミュレーションのパラメータを決定するに当たり，ひとつのサスペンションに掛かる質量が不明であったため，バネ定数を先に決定し，任意に定めた減衰係数で単純なシミュレーションを行い，サスペンションの歪み量を出力し，バネ定数との関係から質量を導出した．その結果パラメータを以下のように設定し，シミュレーションを行った．

$$m=11[\text{kg}], k=12[\text{N/mm}], c=400[\text{kg/s}], \zeta=0.55, \omega_n=33$$

また，ハンドルへの入力量は波状路では第 3 章で得ることができた数値をそのまま代入し，段差乗り越しではその最大値を加えてシミュレーションを行った．

図 5.6, 5.7 に波状路歩行と段差乗り越しに関するシミュレーション結果を示す．波状路は歩行支援機ハンドル部の位置変化を，段差乗り越しに関しては変位量で示す．

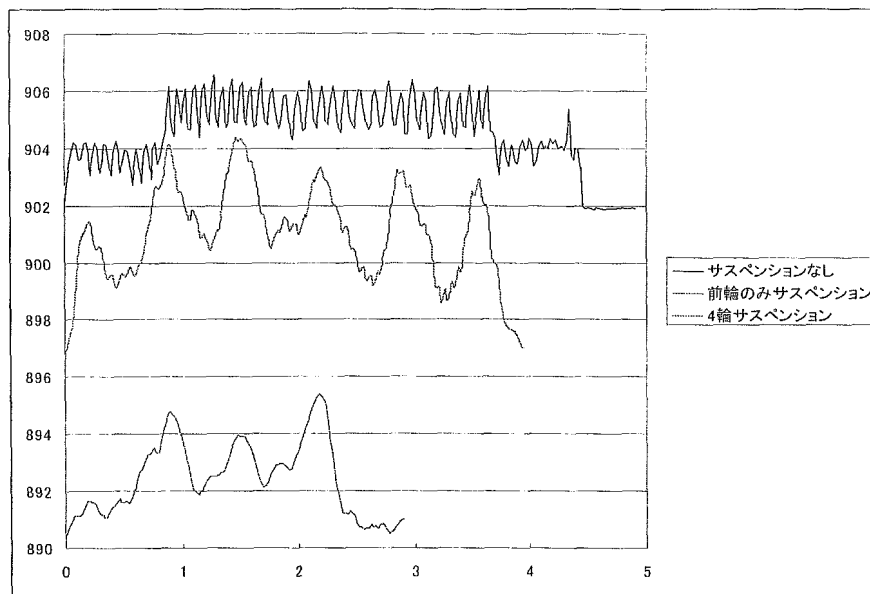


図 5.6 波状路歩行

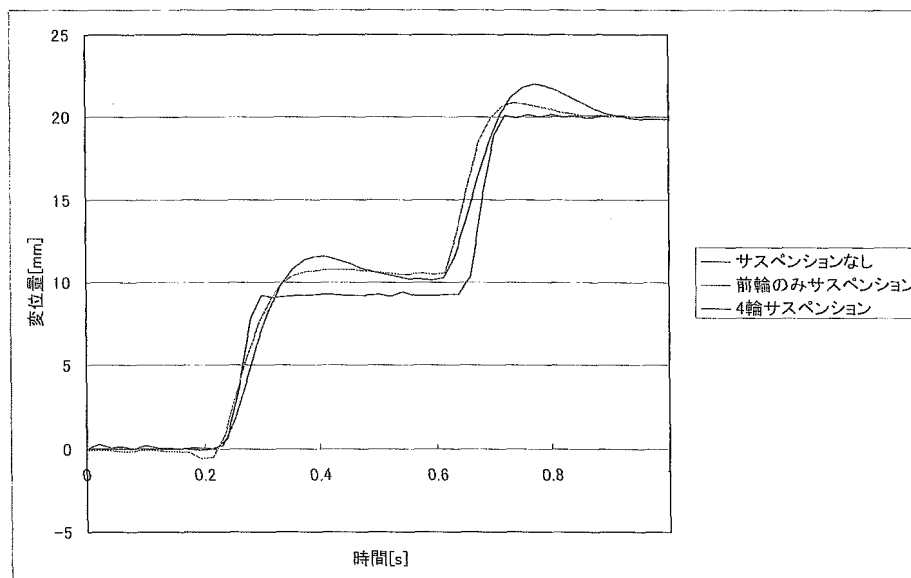


図 5.7 段差乗り越し

5.3.2 考察

5.3.2.1 波状路：

- (1) サスペンションがついていない場合，突起に差し掛かるたびに細かい上下振動をしている。
- (2) 前輪のみサスペンションがついている場合は，細かい変動は緩和されているものの大きなうねりとなっている。また，サスペンションがないときほどではないが細かい振動が残っている。
- (3) 4輪サスペンションがついている場合は，2輪で残っていた小さな上下

変動も消え、同じ荷重、条件で行ったにもかかわらず、波状路を歩行し終わるまでの時間が短くなっている。

(1)はサスペンションがついていないために、前輪後輪それぞれが波状路の突起にぶつかるたびにダイレクトにハンドル部まで衝撃が伝わり振動しているといえる。これは現行歩行器の現状であり、この状態ではタイル張りの路面・アスファルトなどを通過するだけで手がしびれてしまう。

(2)は前輪にサスペンションをつけているため、細かい振動そのものは軽減されている。しかし、後輪にはついていないため、後輪が波状路の突起に当たった際も多少吸収しているものの、振動を抑え切れしていない。また、力入力第3章で得られた値を周期的に入力しているため、振幅 2[mm]程度のうねりが現れている。変位量は少ないが、使用者に不安感を与える可能性もあるため、慎重に検討していく必要がある。

(3)は4輪すべてにサスペンションがついているために、それぞれのタイヤがいつ段差にあたっても衝撃を吸収し、ハンドル部への振動を絶縁しているといえる。しかし、(2)と同じようなうねりもある。

5.3.2.2 段差乗り越し：

サスペンションがついていない場合は変動量のグラフが段差と同じように急な変化を示しているが、前輪についているときは変動量の傾斜が滑らかになり、4輪すべてについているときは後輪が段差にあたった際もサスペンションで吸収しているためにより滑らかな変化になっていることが分かる。サスペンションにより段差乗り越し時のショックが吸収されていることが言える。

今回行った 20[mm]の段差乗り越しは、段差の前で止まらずとも通過できるであろう高さということでシミュレーションを行った。それ以上の高さの段差になると段差の前で一度停止してから超えねばならず、その場合今回考案したモデルでは乗り越えることができなかった。そのため、新たな段差乗り越し機構が必要となってくる。

6. 終わりに

6.1 まとめ

歩行支援機における姿勢評価をするための基礎データをモーションキャプチャーの実験により得て、振動絶縁を行うためにリンク式のサスペンションモデルを設計し、シミュレーションを行った結果以下のことがわかった。

- ・ サスペンションがあることで高周波の振動は絶縁できる。
- ・ 前輪だけサスペンションがついているモデルより、4輪すべてについているモデルのほうがより高周波の振動を吸収できる。
- ・ 波状路通過の際、高周波の振動は絶縁できたが、低周波のうねりが残ってしまう。
- ・ 段差において、乗り上げ時の前後方向の衝撃が吸収され、急激な変動を滑らかなものにすることができた。

以上のようにサスペンションにより衝撃や振動を吸収することができることがわかった。今回シミュレーションでは行わなかったが、段差を乗り降りる際上下の衝撃も吸収するものと思われる。しかし、衝撃や振動を吸収できる反面、歩行支援器の安定性が失われ、使用者に不安感を抱かせる危険性もあるため、どの程度の振幅・周波数まで許容するかなどの官能評価も必要になってくる。

6.2 今後の課題

今回考案したモデルではガタ路歩行、小段差乗り越しに有効であることが確認されたが、解決すべき問題も多い。また、静止状態から50mmの段差を乗り越すことができなかった。これは歩行支援機のみでの自重ではタイヤから路面への駆動力の伝達が両者間の摩擦力不足のため十分でないことによる。したがって目標の段差乗越しを行うには、駆動輪への荷重の増加などの条件が整う必要がある。今後は最低の条件でも可能とするための新機構の考案をし、コストも検討した上で製作し、新たな歩行支援器に搭載することを目指していく。

以上

別添 4 - 2

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）
分担研究報告書

広域歩行支援装置の柔軟な操作性に関する研究
—歩行支援機における駆動・制動デバイスに関する研究—

（分担）研究者 川上 幸男 芝浦工業大学教授

研究要旨

高齢者や障害者を寝たきりにさせない対策の一つとして歩行支援装置の効果的な利用が期待されている。この実現のために段差乗り越えや登坂時における動力サポート、逆に段差降りや降坂時における加速力の制動を行うことが必要となる。本研究では、歩行支援装置の動力サポートと制動の両方を行うことが可能な駆動・制動デバイスについて研究開発することを目的とする。本デバイスは電気粘性流体（Electrorheological Fluid：ERF）クラッチと電動モータを組み合わせた構造となっており、両者をコンピュータ制御することにより駆動と制動の両方の機能実現を目指している。電気粘性流体とは電場の変化により流体の粘性が変化する流体であり、クラッチに応用することによりアクティブなトルク伝達の制御が可能となる。そこで、歩行支援装置搭載用の駆動・制動デバイスを設計試作し、デバイスを制御する制御アルゴリズムについても構築を進めた。そして、デバイスの特性について試験を実施し、性能について評価検討を行った。得られた結果より歩行支援装置の搭載するデバイスとしての十分な有効性を示すことができた。

1. はじめに

従来の歩行支援装置は、機動性に乏しく、段差や障害物などの乗り越えが困難であり、高齢者や障害者のリハビリ装置として用いる、あるいは自立を積極的にサポートする点では十分とは言えない。

そこで、プロジェクトチームを構成し、従来の歩行支援装置の問題点を解決し、高齢者や障害者において便利で、使いやすい歩行支援装置の開発に取り組んでいる。

2. 研究目的

従来の歩行支援装置の問題点であった段差やガタ路において、動力のアシストを可能とするだけでなく、走行時の安定性および停止時の安全性を確保しつつ、スムーズな機動性を実現させる機能を開発中の歩行支援装置に持たせるために、本研究では歩行支援装置に搭載する駆動・制動デバイスの開発を行っている。駆動・制動デバイスには、機能性流体の1つである電気粘性流体を用いた ERF クラッチが後輪に搭載されている。

3. 歩行支援機について

歩行支援装置の検討により、Fig 1 に示すような基本レイアウトを完了した。支持部の高さは使用者の体形に応じて調節可能となっている。フレームは中空の軽量部材を用い、制御装置とバッテリーをフレーム中空スペースに内蔵し、小型化を計る。駆動・制動デバイスは両後輪に装着し、モータよりベルトを介して ERF クラッチに

動力が伝達される。モータと ERF クラッチを制御することによりタイヤに動力と制動力の両方の伝達が可能となる。それにより、時速 4[km]で走行できるように動力アシストを行い、50[mm]段差を乗り越えることができるようにする。

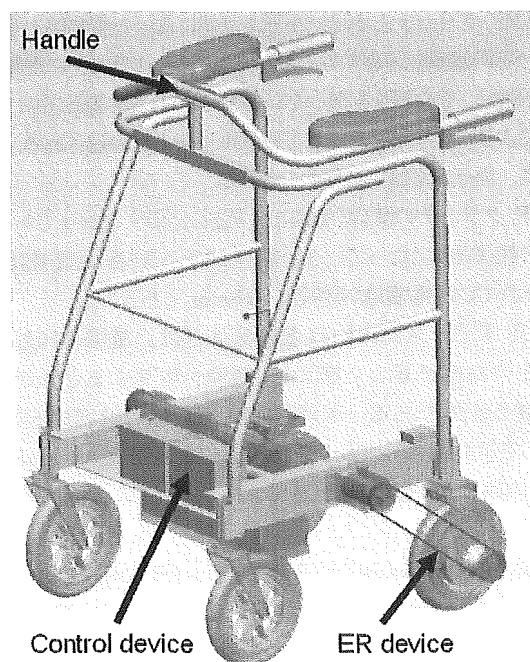


Fig 1 歩行支援装置