大阪公立大学
Osaka Metropolitan University
学術情報リポジトリ

義手におけるワイヤー駆動の方式について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-11-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 吉田, 丈夫 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24729/00008121

義手におけるワイヤー駆動の方式について

Research About Cable-alignment Method in an Artificial Hand

吉　田　丈　夫*

Takeo YOSHIDA**

(昭和51年9月6日　受理)

Summary

Three Stretch Method (T.S.M.), which is a new method for driving an Artificial Hand, was devised. Together with the Rolling Joint which was recommended by A.K. Godden, using the T.S.M. solved the rolling action in a cable-alignment type of artificial finger set. It resulted in a success of sure action in grip and pulp pinch. Seesaw mechanism was also used for driving cable-alignments. This reduced the clutches and made the prosthesis light-weighted.

1. まえがき

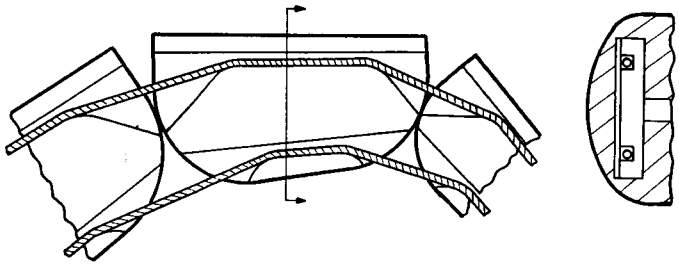
義手における指の屈伸方法としては，一般にロッドによる押しの機構が用いられている[1)2)]．しかし，ロッドの代りにワイヤーを用いると，軽量化，機構の簡単化等の面で大きな利点がえられる．さらに電磁クラッチを併用することによって，任意の状態で，任意の握力で把持し続けられることも報告した．しかし，通常のワイヤー駆動方式では，屈曲の際にワイヤーが指骨と指骨をつなぐジョイントに作用して，屈曲作用を弱める働きをする．この点を解決するために A.K. Godden はローリングジョイントなるものを提示している[3)]．これは力の損失を少なくし，動きがスムーズで，なおかつ人間の指の動きに近いという長所をもっている．しかし，この方式を用いても D.I.P.（遠位指節間関節）の方が P.I.P.（近位指節間関節）や M.P.（中位指節間関節）より強い屈曲作用をうけ，いわゆる「まき込み現象」を生じ，つまみ動作がうまく行なえない欠点がある．本研究は，ローリングジョイント方式の関節に，特別な機構「T.S.M. (Three Stretch Method)」を開発してこの欠点を解消した．

2. 理　　論

2-1. A.K. Godden のローリングジョイント

これは **図-1** に示す通り自由関接からなり，関接のスリップはバンドで止めている．この方式によると，ジョイント部の摩擦損失が少なく，指を屈伸するためのトルクの腕の長さを一定にすることが出来る．さらに，ワイヤーの径路を曲線形とすることによってスムーズな動きを実現し，張力の損失を少くすることが出来る．

*機械工学科　**Department of Mechanical Engineering



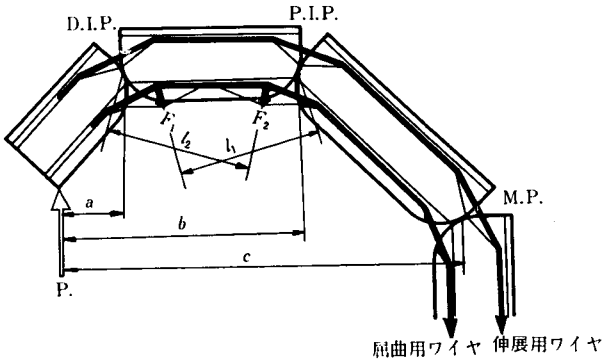
図－1

2-2.　まきこみ現象

ピンジョイント，ローリングジョイントの方式に関係なく，ワイヤー駆動方式においては，〝まきこみ現象〟を生じる．これは D.I.P. における屈曲力が他の関節におけるそれより大きくて，把持対象物に指がふれたとき，D.I.P. は曲ったままでなお強く曲ろうとし，P.I.P. と M.P. は伸ばされることにより，物をつまむことが出来なくなる現象をいう．この原因としては次のことが考えられる．

1)　各関節にかかるモーメントの違い

図-2 において，指骨が抵抗物から力Pを受けたとき，D.I.P., P.I.P., M.P. にかかるモーメントはそれぞれ $p\times a$, $p\times b$, $p\times c$ であり，$p\times a<p\times b<p\times c$ である．従って M.P. が伸ばされる．



図－2

2)　P.I.P., M.P. における伸展作用

ワイヤーを引張るとき，D.I.P. については屈曲作用のみが働くが，P.I.P. については $M_1=F_1\times l_1$ なるモーメントによって屈曲作用をうけると同時に，$M_2=F_2\times l_2$ なる伸展作用をうける．M.P. についても同様で，P.I.P., M.P. の屈曲力が弱くなる．

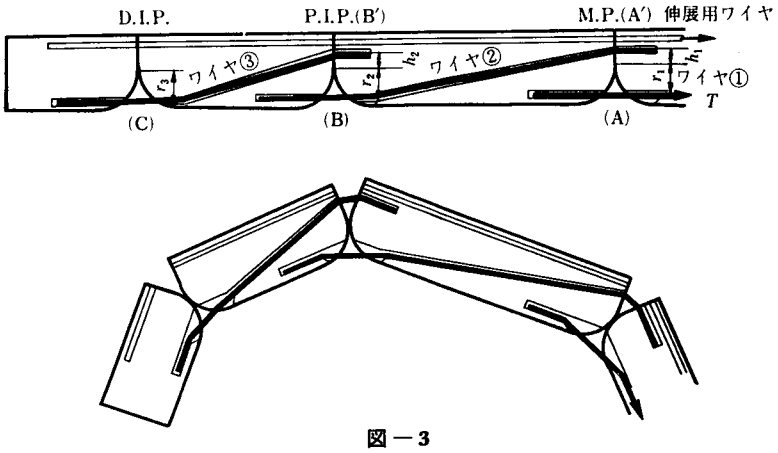
3)　ワイヤーの溝内摩擦抵抗の違い

溝内でワイヤーのうける摩擦抵抗を考慮に入れると，屈曲した指を伸ばすとき D.I.P., P.I.P., M.P. とだんだん抵抗は小さくなる．

3.　試　作　義　手

3-1,　T.S.M.

図-3 に新しく開発した機構 T.M.S. (Three Stretch Method) の構造を示す．ワイヤー①



図－3

を張力 T_1 で引張ると M.P. 関節が曲り，(A) の間隔が短くなり，(A′) の間隔が長くなる．このときワイヤー②には

$$T_2 = T_1 \times \frac{r_1}{h_1}$$

なる張力を生じる．この T_2 によって P.I.P. が曲げられ，更に

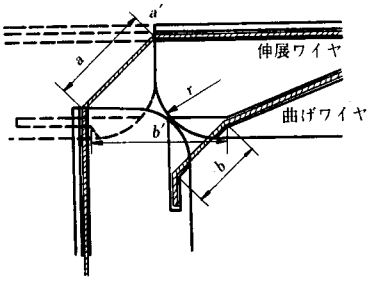
$$T_3 = T_1 \times \frac{r_1}{h_1} \times \frac{r_2}{h_2}$$

なる張力を生じて D.I.P. を曲げる．今 $h_1 = r_1$，$h_2 = r_2$ とすると $T_1 = T_2 = T_3$ となり，また D.I.P. は P.I.P. が，P.I.P. は M.P. が曲らなければ曲らない．以上の理由でまきこみ現象は起らない．

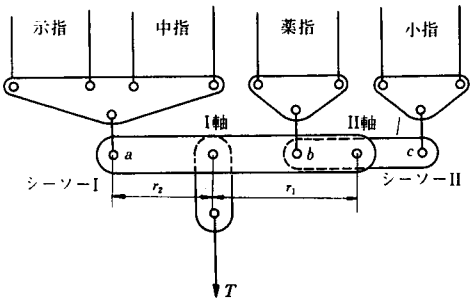
なお，曲げワイヤーと伸ばしワイヤーの関係は**図-4**から明らかな通り，(曲げ側の引張量) $= b' - b$，(伸ばし側のゆるみ量) $= 3a$ この各々の大きさに比例してワイヤー巻きどりドラムの直径を決定する．

3-2.　シーソー機構

ワイヤー駆動には，**図-5**ののようなシーソー機構を用いた．これは次のような利点をもっている．



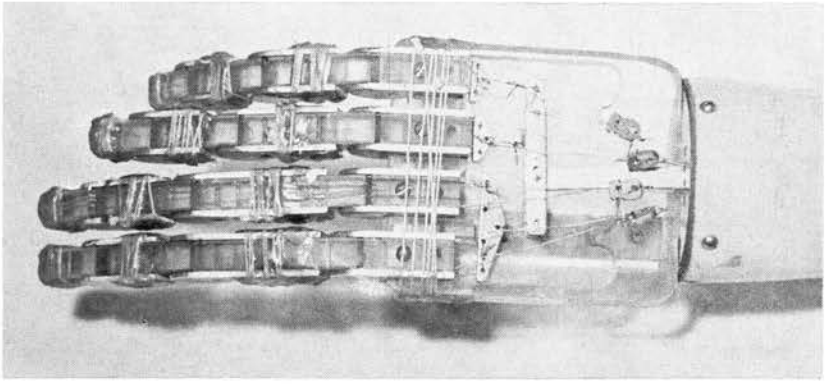
図－4



図－5

1)　4指に必要な電磁クラッチを一つにすることが出来て小型軽量化が出来る．

2)　対象物にマッチしたつかみが可能である．

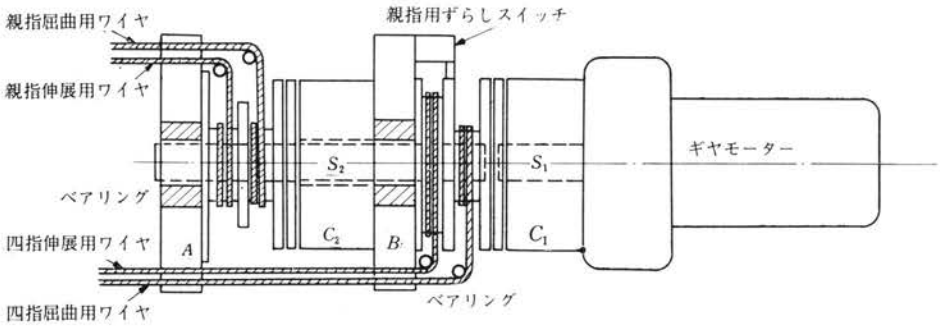


図－6

図-6 はシーソー機構を含めた手指部の写真である．

3-3.　駆動装置

モーターの回転をクラッチに伝え，クラッチに取りつけたドラムにワイヤーを巻きつける．クラッチ c_1 は4指用で，シーソー機構を通じて4指につながれている．クラッチ c_2 は親指用である．c_1 ドラムの曲げ用と伸ばし用は直径比1：4.24であり，このドラム端に親指の動く時期をずらす遅延スイッチをつけている．



図－7

ギャーモーター　　定格電圧 24 V，7 r.p.m，負荷 5 kg-cm

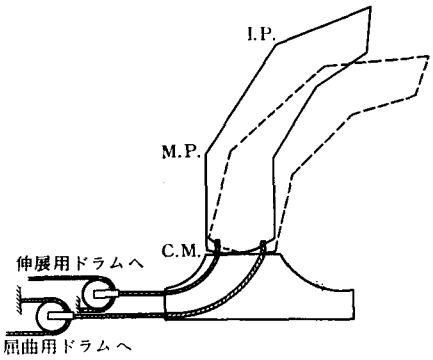
ク　ラ　ッ　チ　　定格電圧 24 V，負荷 5 kg-cm

3-4.　親　　指

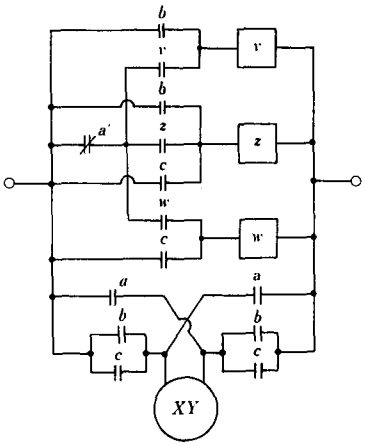
日常生活における親指の各関節の曲る角度については，米満氏の研究[4]より，C.M. のみを可動にして，M.P.，I.P. は固定でもよいことが報じられている．また安定したつまみ動作を行なわすためにも M.P.，I.P. は固定した方が望ましいので，**図-8** の通り C.M. のみに屈曲動作をもたせた．また，親指の可動範囲は小さくてよいので，駆動用ワイヤーに動滑車を組み込み，曲げ張力を大きくすることに努めた．なお，親指の移動時期のずらし方はドラムに取りつけた遅延スイッチで行なう．

3-5.　制　　御

目標に従って，つまみ，にぎりの動作開始から終了までのレバースイッチの状態を5つに分



図－8



図－9

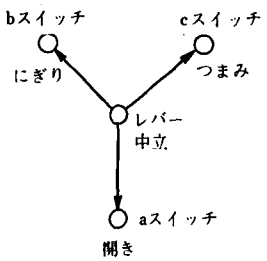
け，**表-1**，**表-2** の真理表を実現することにして，**図-9** のような回路を組みたてた．なお，スイッチは**図-10**のように，三方向に倒すことによってにぎり，つまみ，開きの動作を行なう形式とした．レバーを放すと中立にもどる．

表－1

中立	*b*	中立	*a*	中立	*X*	*X*	*Z*	*v*	*w*
○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
×	○	×	×	×	○	×	○	×	○
×	×	○	×	×	×	×	○	×	○
×	×	×	○	×	×	○	○	○	×
×	×	×	×	○	×	×	×	×	×

表－2

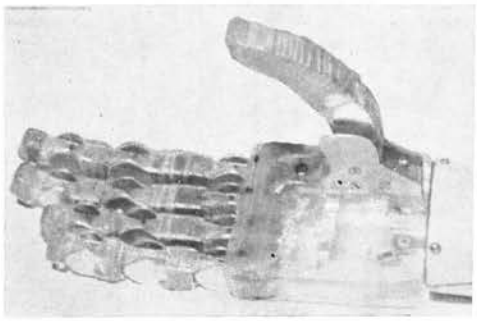
中立	*c*	中立	*a*	中立	*X*	*Y*	*Z*	*w*	*v*
○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
×	○	×	×	×	○	×	○	○	×
×	×	○	×	×	×	×	○	○	×
×	×	×	○	×	×	○	○	○	×
×	×	×	×	○	×	×	×	×	×



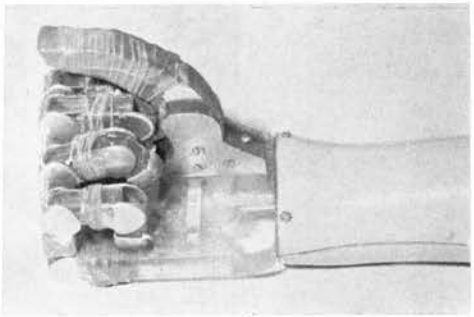
図—10

4. 特性試験—結果と考察—

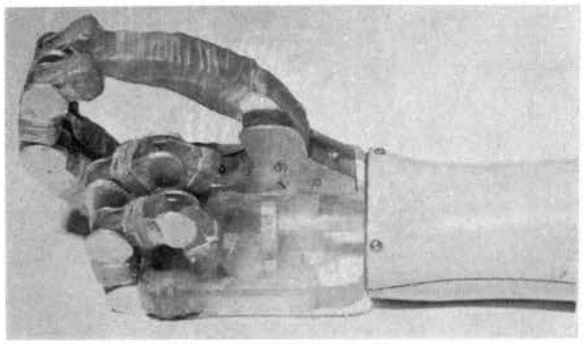
図-11 に指の開閉と各種動作の様子を示す．（イ）は手を開いた図を示す．ローリングショイントは人間の手の動きに近く，図のように開いた時はより大きな手となる．また，四指の配列は図のように一直線上に並べてあるが，これによって指相互の干渉をなくすることが出来たし，そうすることによって機能が悪くなるということはなかった．



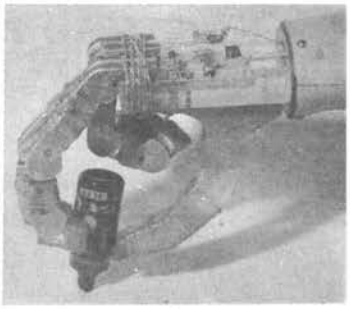
（イ）



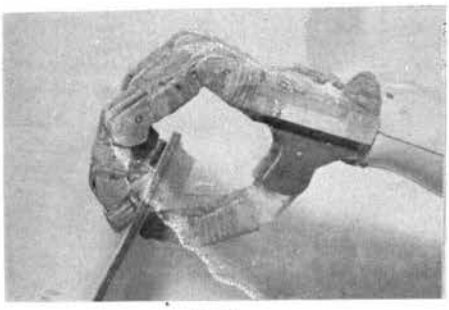
（ロ）



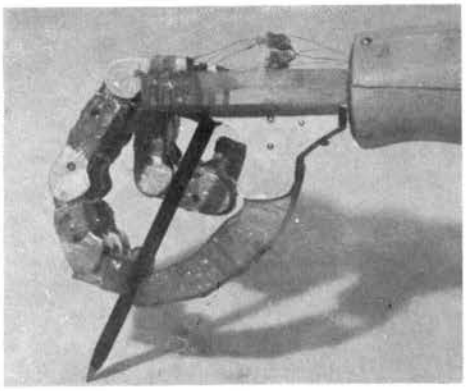
（ハ）



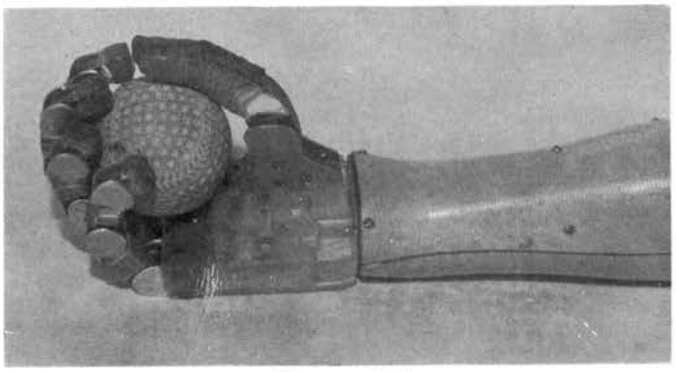
（ニ）



（ホ）



（ヘ）



図－11（ト）

（ロ）は握りこんだ状態を示しているが，やはりローリングジョイントのために小さなにぎりこぶしにすることが出来る．親指の遅延動作によって四指との干渉は全く起らず，小さなクラッチ電圧で図のように完全に握りこむことが出来る．

（ハ）はつまみ動作のために四指と親指を同時に動かした時の結果であるが，図のように親指と示指，中指がちょうど合い，薬指と小指は掌に当るまで曲げられる．T.S.M.，シーソー機構，親指の位置と構造の改善等によって可能となったものである．しかも，これらの動きは簡単なレバーの操作によって可能であり，患者の訓練は不要である．

（ニ）はマジックをつまんだところで，しっかりと安定している．（ホ）はノートをつかんだ図である．通常のワイヤー方式の場合は，四指がノートに接触すると更に屈曲作用をつづけて，指自体がまき込みを起し，こうした安定したつかみは出来ない．（ハ）のように鉛筆をつまむことも可能であるが，あまり細くなると不安定となる．指の動きは屈曲のみであるが，こうしたものを安定してつかむためにはやはり指に横方向の動きをもたせてやらなければならないことを示している．かぎ下げ，握り等のような簡単な動作はもちろん可能であり，（ト）はこのことを示している．ただし，対象物の形状に対する「なじみ」の点では多少難点がある．これは各関節の屈曲角度が全ての指骨について同一の値となるためであるが，図に示す通り実用的にはあまり問題ないと考えられる．指にゴムなどを張りつけることによってなじみは増大さすことが出来る．

なお，この他の特性は重視しなかったが，シーソー機構の採用によるクラッチの減少によって軽量化され，ローリングジョイントにより握力は増大した．

5. 結　　論

T.S.M. という新しく採用した機構によって，にぎりとつまみの二動作を確実に安定して行わすことが出来るようになった．またシーソー機構の採用はクラッチの数を減らし，動力伝達部の軽量化をもたらす．指の配列については一直線上に並べた方が指の干渉が起らず，機能面でも悪くはない．

おわりに，本研究に際して協力いただいた大阪府立高専学生の飯野智勇，北牧一士，島山悟の諸氏に感謝の意を表する．

参　考　文　献

1) Rakic M.: The "Belgrade Hand Prosthesis," Proc. Inst. Mech. Engrs; 1968–69, Vol. 183.
2) 加藤，大原，岡崎，市川：圧力感覚を持つ上腕電子義手，バイオメカニズム（1），1971.
3) A.K. Godden: Some factors in the design of an adaptive artificial hand; Proc. Inst. Mach. Engrs: 1968–69, Vol. 183
4) 米満弘之：指の機能；精密機械，Vol. 40, 1974, No. 9.