

# ワイヤスプリング・リレーの線引・矯正

## Wiring and Correction for the Wire Spring Relay

中村良男\* 長屋稔\*  
Yoshio Nakamura Minoru Nagaya

### 内容梗概

クロスバ交換機の最重要機器であるワイヤスプリング・リレーに用いられる洋白線および珪素銅線は、線径が小さく、かつリレーの性能上より高精度の真直性、均一な機械的特性および一定の疲労強度が要求される。このワイヤの製造工程である線引、矯正はその後のモールド、溶接、曲げなどの良否を左右するばかりでなく、リレーの性能を左右するものである。そのために逆張力線引機械により線引を行い、矯正は従来の方法ではきわめて困難であつたのを、ブレード回転式矯正方式を具現化し、数次の量産実験を行い、所要の線を製作し得た。ここに線引および矯正の条件と線の諸特性の関係を実験結果に基づいて述べる。

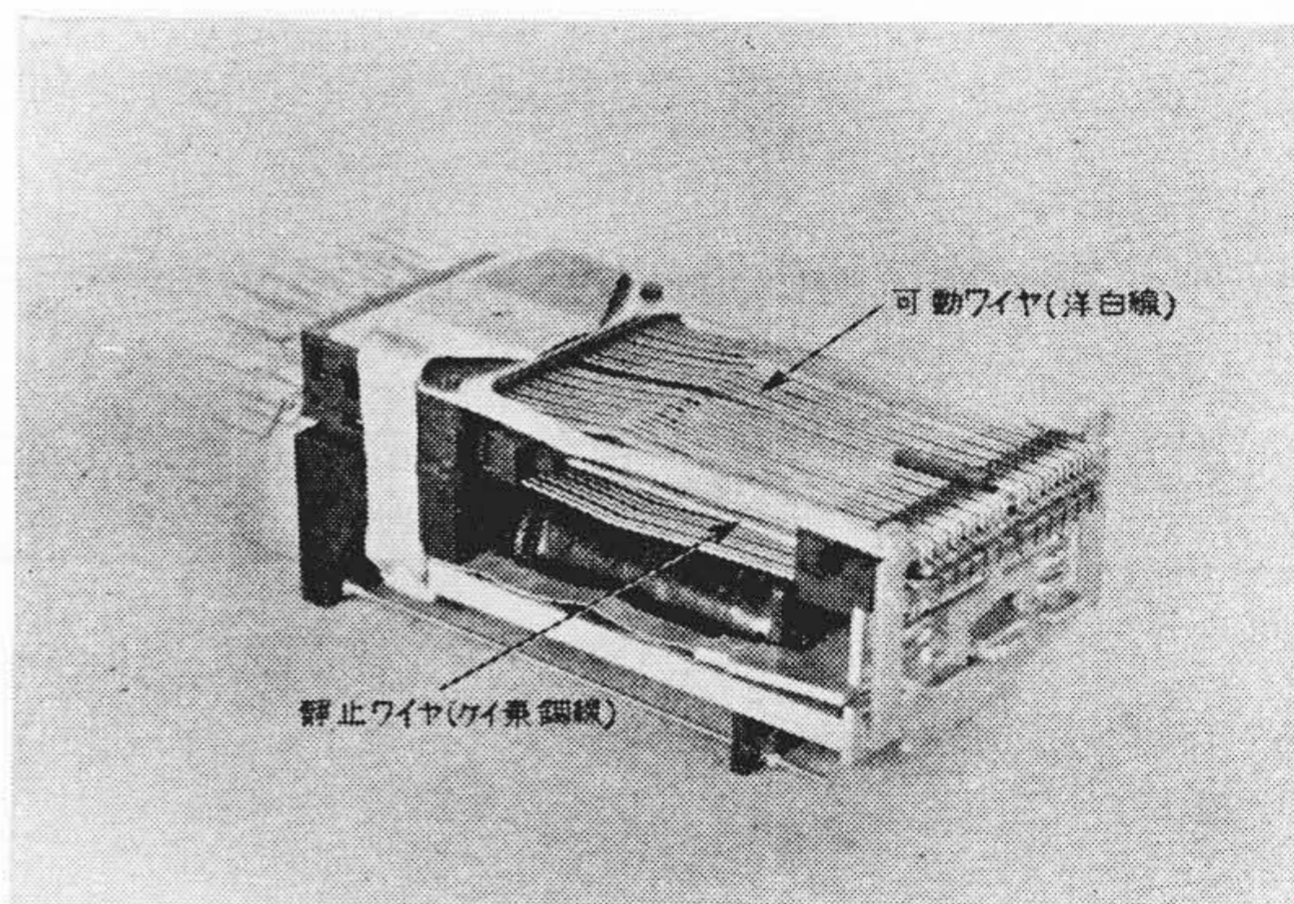
### 1. 緒言

新しい電話交換方式であるクロスバ交換機には、その特長である共通制御方式を発揮するために、長寿命、速動の機器を必要とすることは、すでにしばしば報告されている<sup>(1)(2)</sup>。ワイヤスプリング・リレーはその最も重要な機器であつて、長寿命、速動のほか無調整、接点動作の信頼性の増大、量産に適した構造による均一性などにより、保守が容易で、経済的なリレーである<sup>(3)~(5)</sup>。

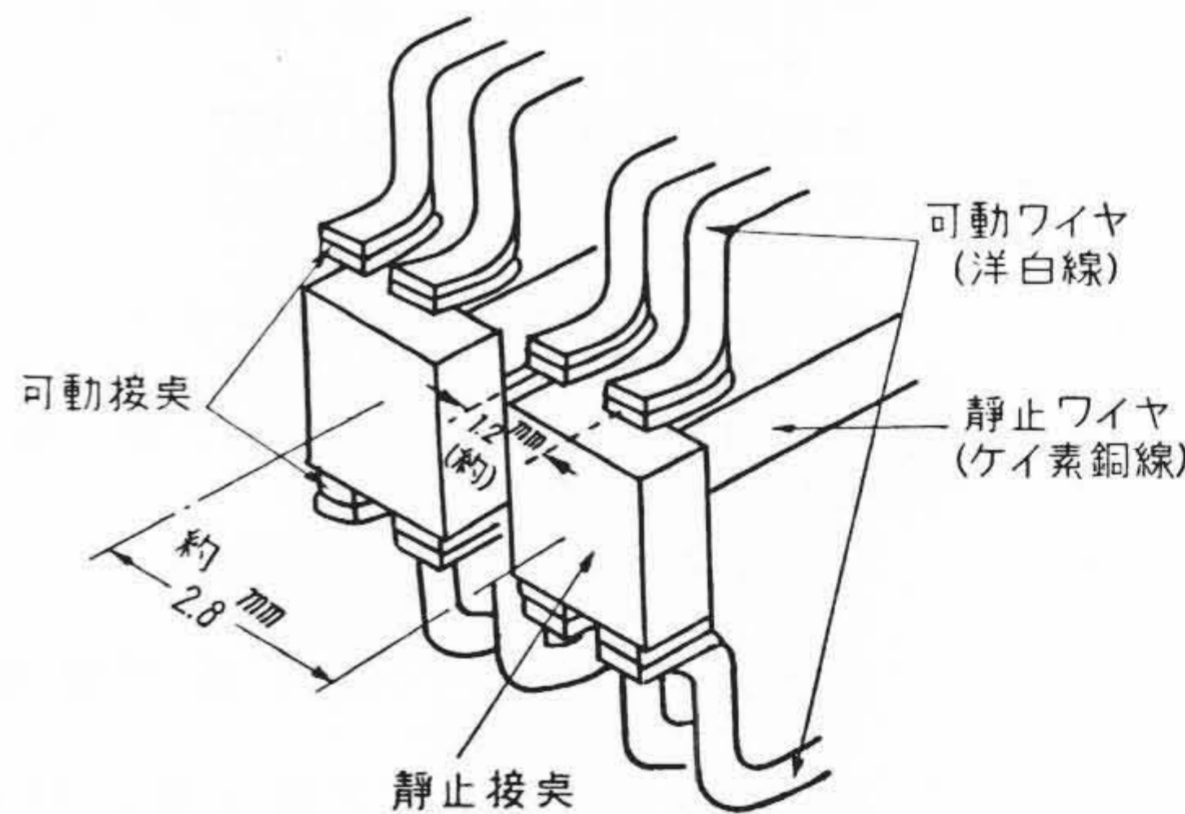
ワイヤ・スプリング・リレーの有するこの多くの特長は、ほとんどが、従来のリレーの板状のスプリングの代わりに、線状のいわゆるワイヤ・スプリングを使用したことにより生じている。このワイヤは第1図に示すように、直径わずか約0.6mmの洋白線を24本、直径約1mmの珪素銅線を12本、これらが正確に配列し、一様の曲げ特性を有しなければならない。このためにワイヤは精密な直線性と均一な機械的性質および一定の疲労強度を有し、クリープ特性の小さいことが要求される。日立製作所において、昭和29年このリレーの開発を始めた時から、多くの実験研究を重ね、残留応力の少ない逆張力線引方式と、ブレード回転式矯正方式により、所要のワイヤを量産し、均一なリレーの生産を可能ならしめた。以下その概要を報告する。

### 2. ワイヤスプリング・リレー用ワイヤの必要条件

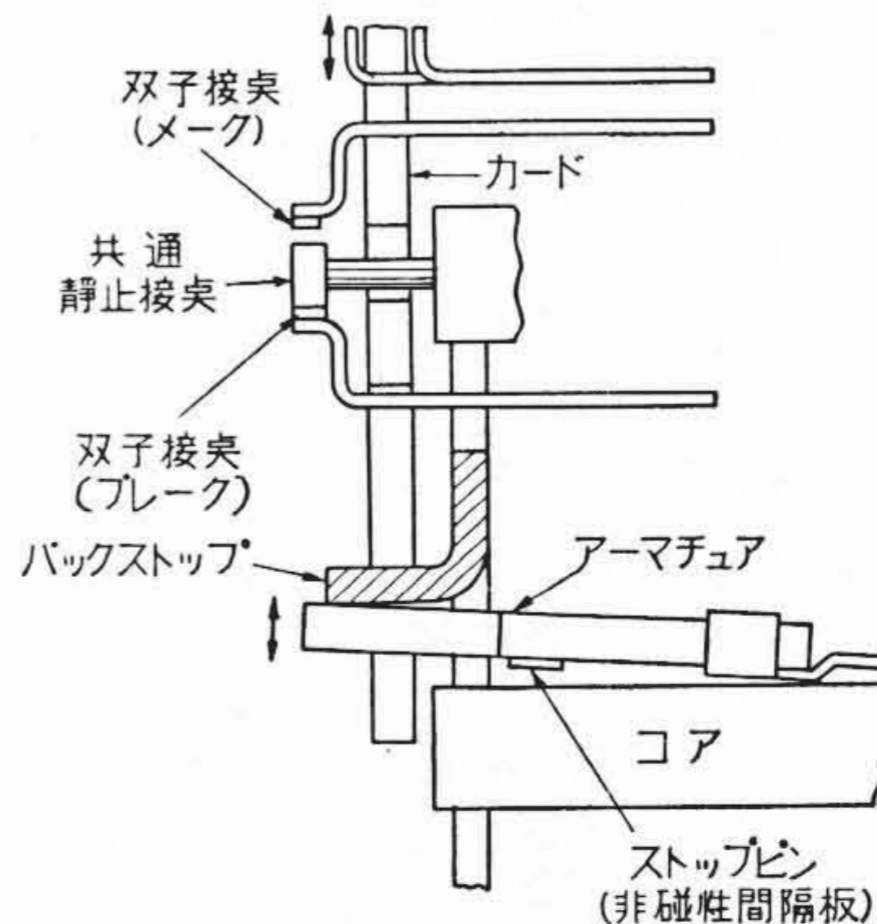
ワイヤスプリング・リレーのワイヤは第2図に示すように直径約1mmの珪素銅線の先端に接点を溶接し、静止接点として使用し、直径約0.6mmの洋白線の先端に接点を溶接したものを2本ずつ1組として、静止接点の上下に対応させ可動接点として使用している。1組2本の可動接点はいわゆる双子接点を形成している<sup>(5)</sup>。リレーの駆動には第3図に示すようにカードを用いたリフ



第1図 ワイヤスプリング・リレー

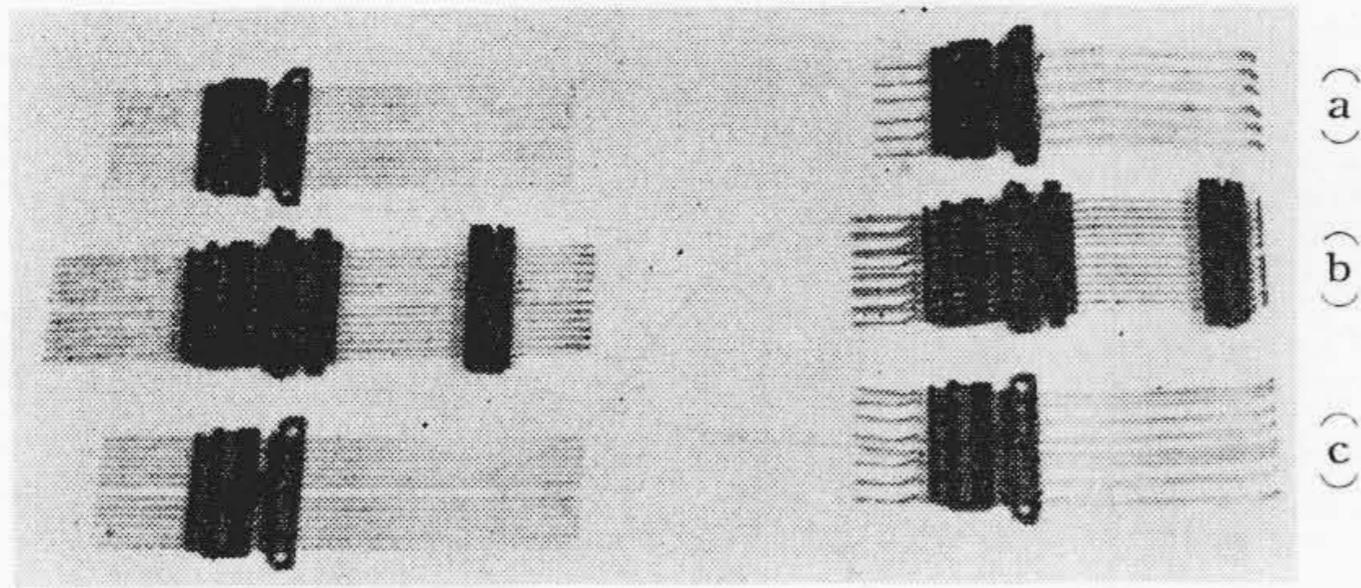


第2図 可動、静止接点部分

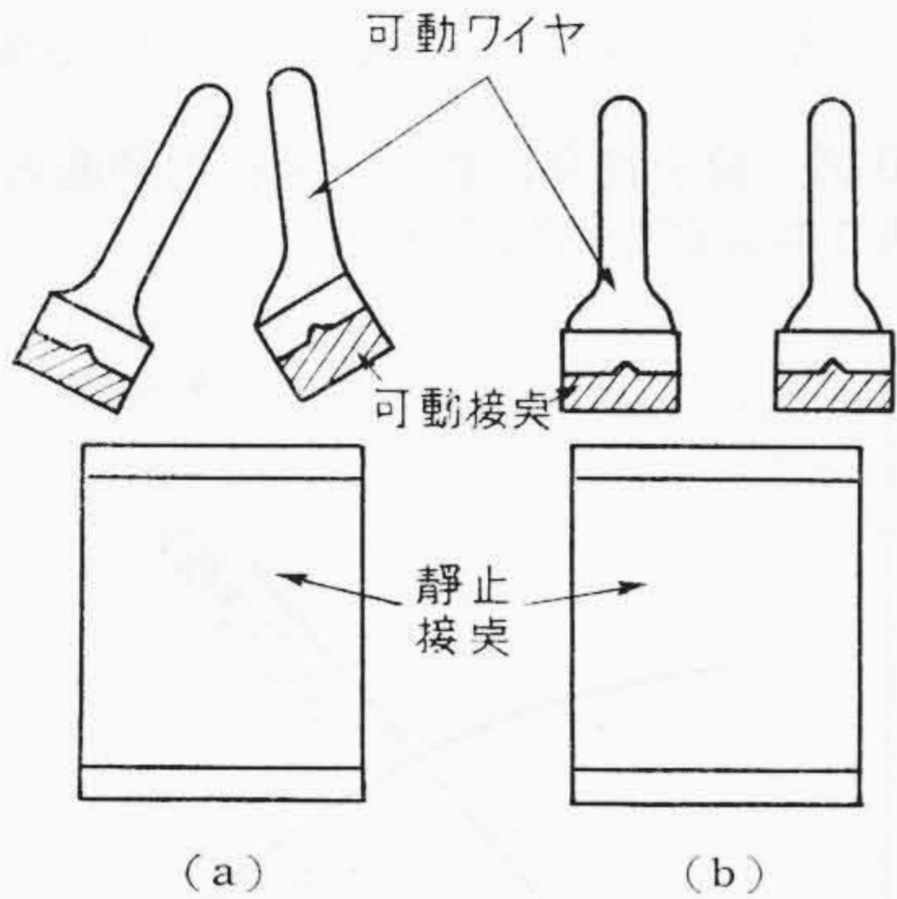


第3図 リレーの駆動(不動作)

\* 日立製作所戸塚工場



第4図 可動、静止接点ワイヤモールド  
 (a) 可動(メーク)接点ワイヤモールド  
 (b) 静止接点ワイヤモールド  
 (c) 可動(ブレーク)接点ワイヤモールド

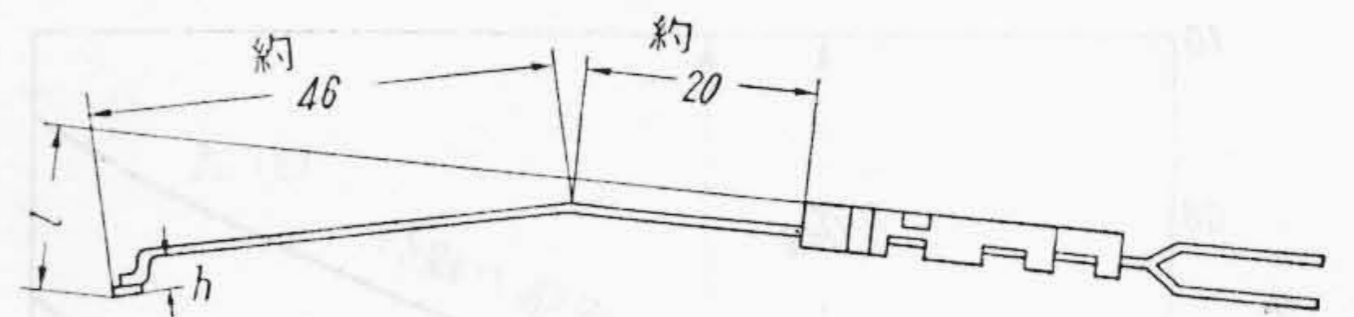


第5図 可動接点配列  
 (a) よくない配列  
 (b) 正しい配列

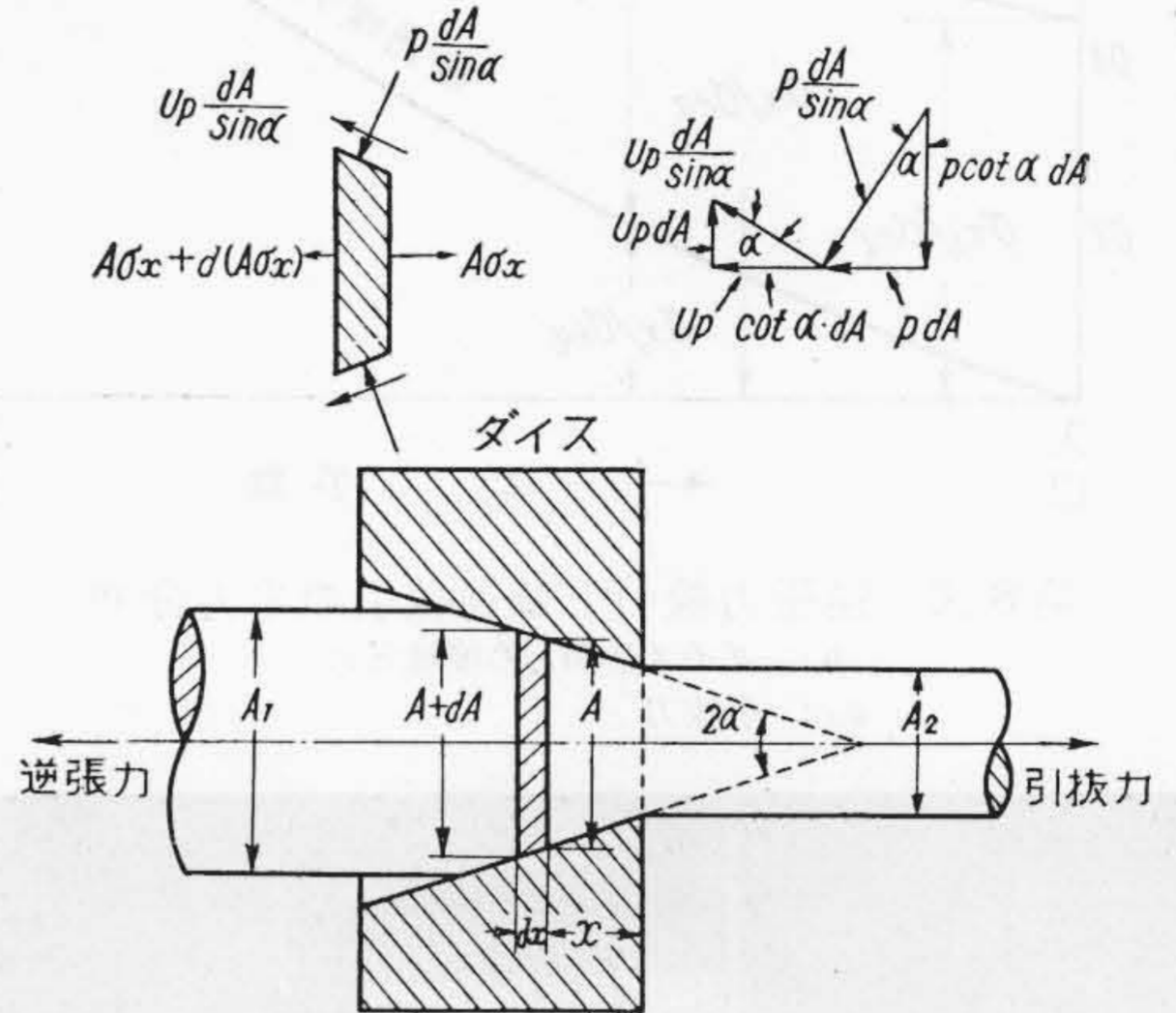
ト・オフ形式で、低スティフネス・スプリングの駆動を可能にし、接点のロッキングを防いでいる。これらのワイヤは第4図に示すように、可動ワイヤは24本、静止ワイヤは12本そろえて、基部をモールドし、先端に接点を溶接し、さらに必要な接点圧力を得るための曲げ加工を行って、ワイヤ・モールド・アセンブリとしてまとめられ、リレーに組立てられるのである。

ここにおいて各接点組間の間隔は約1.6mmであり、1組2本の可動ワイヤの間隔は約1.2mmであつて、可動接点が静止接点に正確に対向するために、第5図に示すように先端曲げの捩れの少ないことと、精密なピッチ公差を必要とする。また接点圧力を得るための予備変位(第6図l)と、接点間隔を得るための先端曲げ寸法(第6図h)とは無調整のために、特に精度の高い寸法が必要である。このためヤング率の均一性を必要とし、また深い予備変位と長期使用に耐えるための疲労、クリープに対する特性が要求される。

以上のような多くの困難な条件を満たすために、ワイヤは十分な直線性を有し、残留応力が少なく、機械的特性の均一であることを要求される。このようなワイヤを製作するためには、良質の素線からの適切な線引と矯正が必要である。以下線引と矯正について、特に精度の高い可動ワイヤ用の洋白線について検討した事項を述べる。



第6図 可動接点ワイヤの寸法



第7図 逆張力線引

### 3. ワイヤの線引

#### 3.1 逆張力線引方式<sup>(6)(7)</sup>

細線をダイスに通して、次第に線径を落していくいわゆる線引加工において、第7図のように、逆張力をかけて線引を行うと、普通の線引と比較して引張変形と引抜変形の長所が組合わされて線径を均一にし、かつ表面も美麗にすることができる。いま第7図について普通の線引と逆張力線引の応力状態を比較検討すると、

- $p$ : ダイス壁面から材料に及ぼす垂直圧力
- $\sigma_x$ :  $x$ 断面に作用する垂直応力で、断面に一様に分布する
- $A$ : ダイス出口から  $x$  の距離の断面積
- $\mu$ : ダイスと線の摩擦係数
- $\alpha$ : ダイス角(一定)
- $\sigma_{eq}$ : 相当引張応力<sup>(7)</sup>

とおけば、微小部分に作用する力の  $x$  軸方向の平衡を考えると、

$$d(A \cdot \sigma_x) + p(1 + \mu \cot \alpha) dA = 0 \dots \dots \dots (1)$$

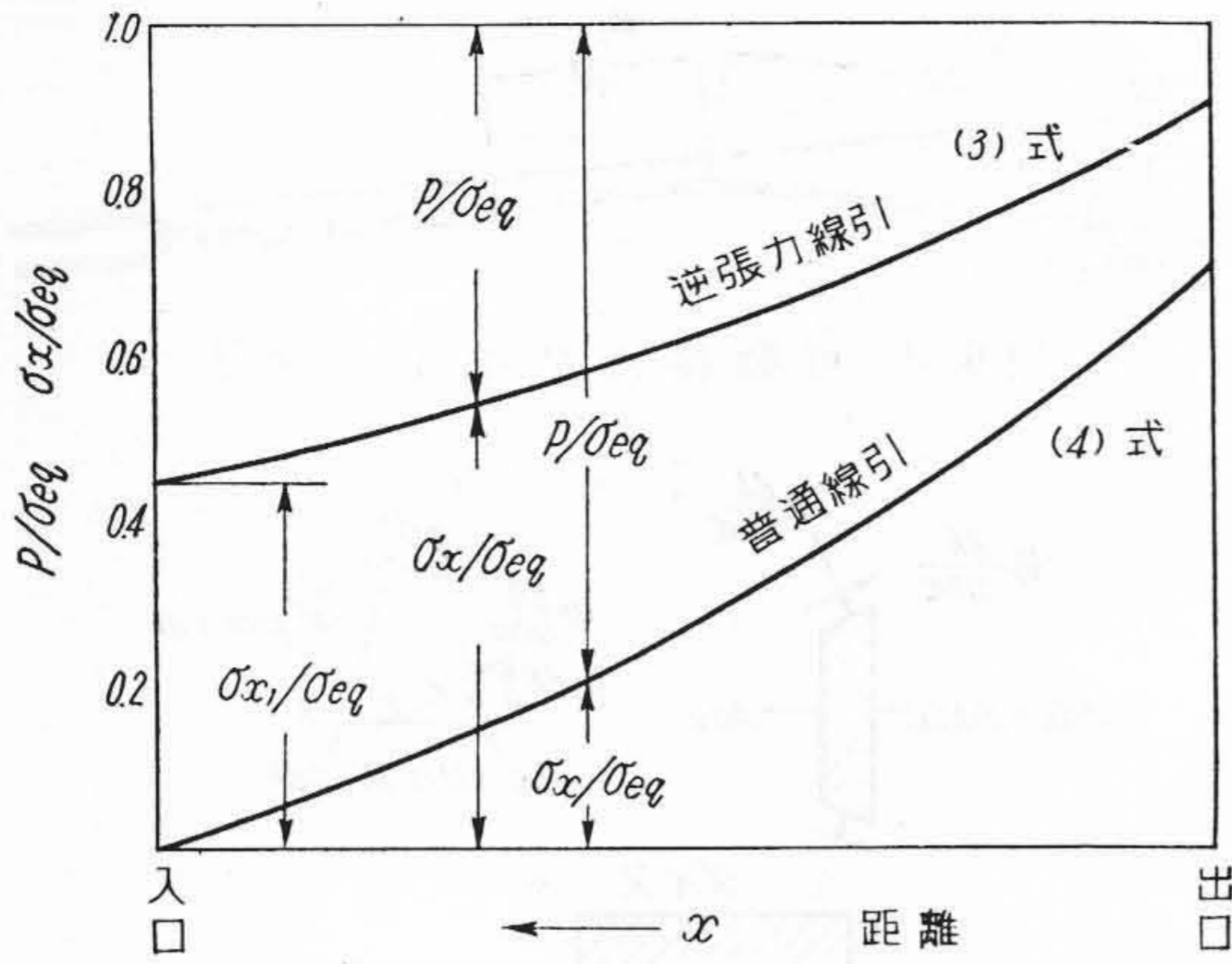
$x$  軸に直角にダイス壁面から作用する力は

$$p \cot \alpha \cdot dA - \mu p dA = p(1 - \mu \tan \alpha) \cot \alpha \cdot dA$$

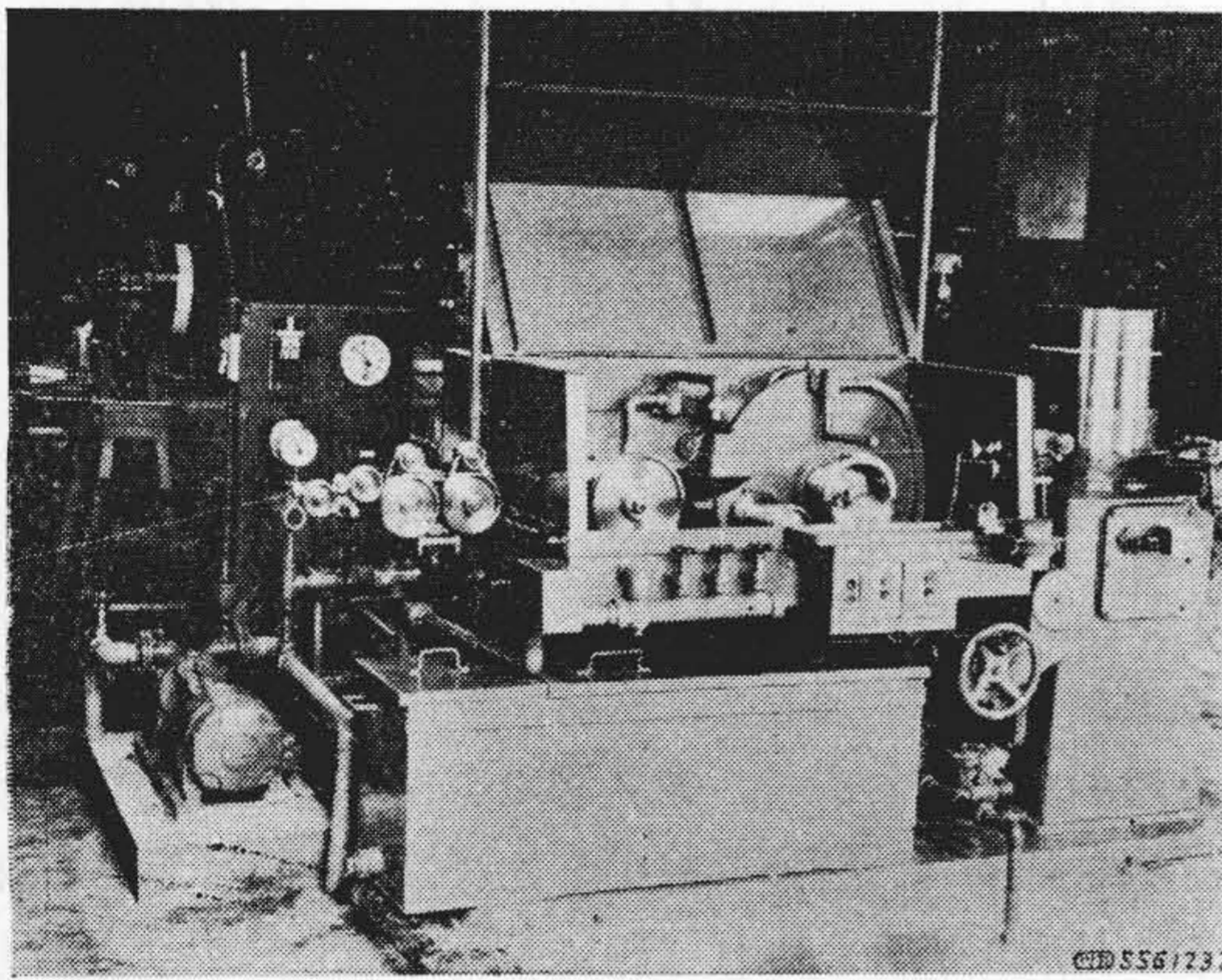
で、これが  $\cot \alpha \cdot dA$  なる面積に作用するから半径方向の応力は、 $p(1 - \mu \tan \alpha)$  と考えてよい。したがって塑性変形の条件は、 $\mu \tan \alpha$  を省略すると

$$\sigma_x + p \sigma_{eq} \dots \dots \dots (2)$$

(2)式を(1)式に代入し、 $p$ を消去し  $\sigma_{eq} = \text{一定}$ として積分し、積分常数を決定すると、逆張力線引において逆



第8図 逆張力線引と普通線引の応力分布  
 p: ダイス壁面との接触圧力  
 σ<sub>x</sub>: 引抜き力



第9図 TS-7型逆張力線引機械

張力を  $A_1\sigma_{x1}$  とすれば

$$\sigma_x = \left(1 + \frac{1}{\mu \cot \alpha}\right) \left\{1 - \left(\frac{A}{A_1}\right)^{\mu \cot \alpha}\right\} \sigma_{eq} + \sigma_x \left(\frac{A}{A_1}\right)^{\mu \cot \alpha} \dots (3)$$

逆張力を加えない普通の線引では  $\sigma_{x1} = 0$  であるから

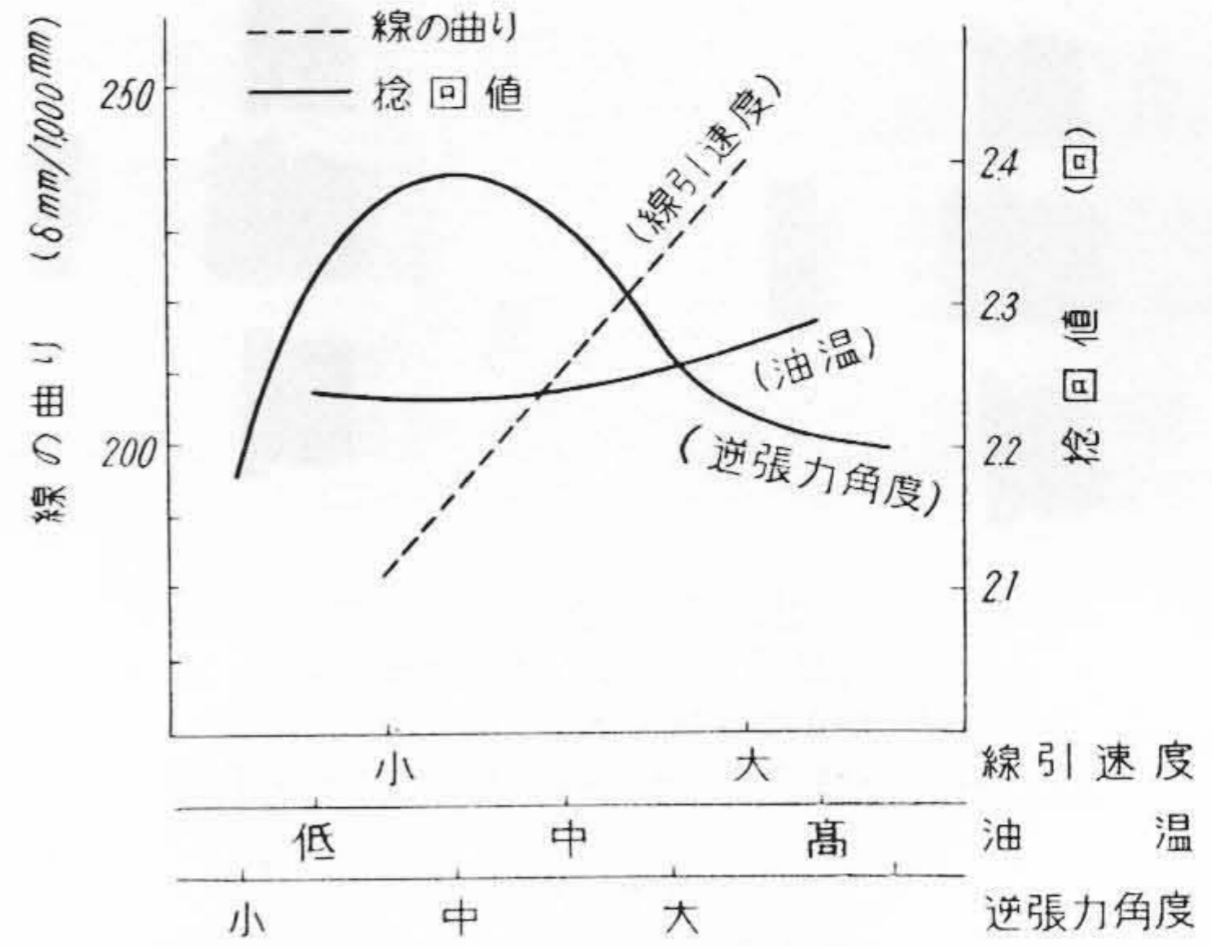
$$\sigma_x = \left(1 + \frac{1}{\mu \cot \alpha}\right) \left\{1 - \left(\frac{A}{A_1}\right)^{\mu \cot \alpha}\right\} \sigma_{eq} \dots (4)$$

またダイス壁面との接触圧力は(2)式より

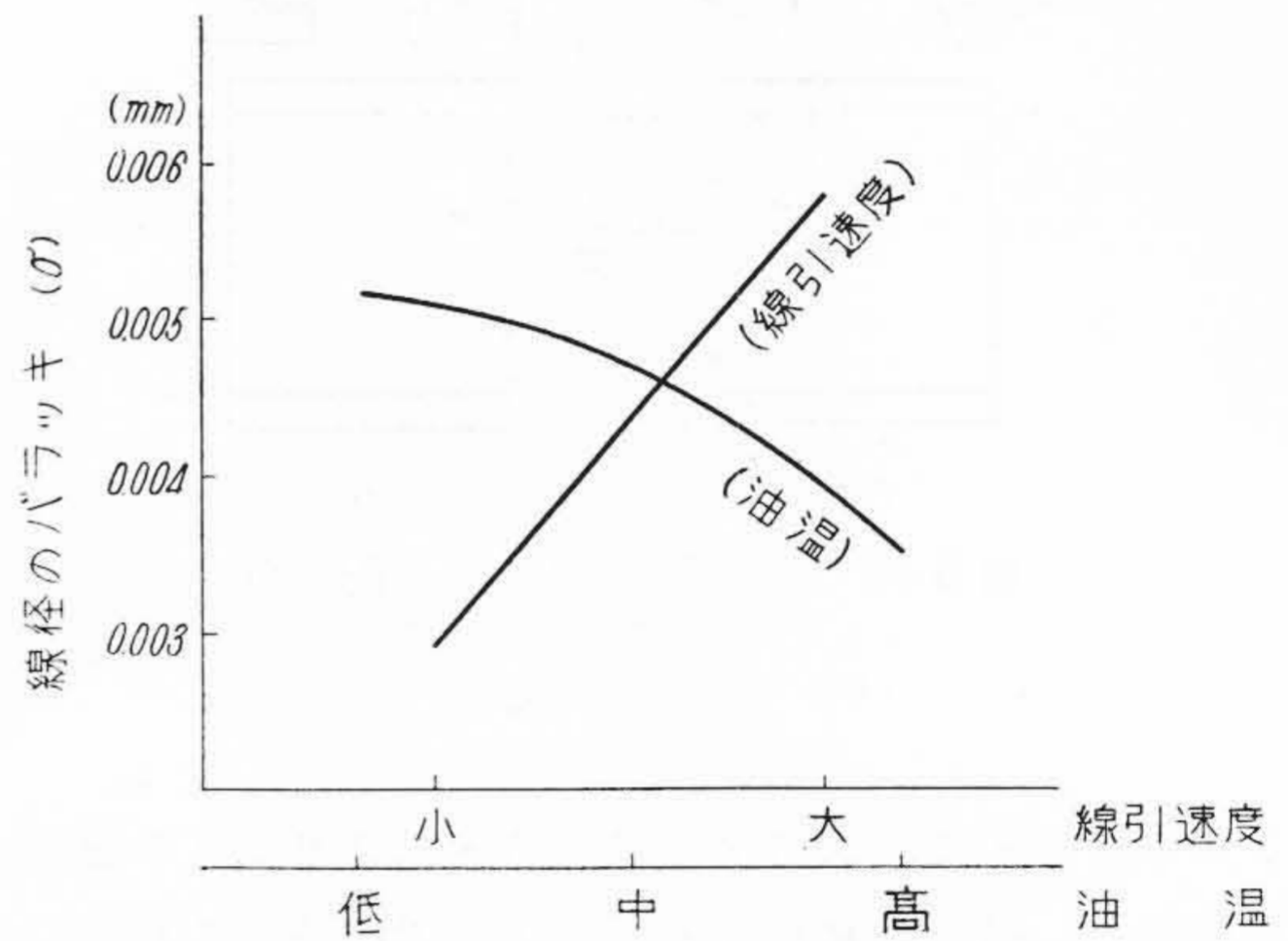
$$p = \sigma_{eq} - \sigma_x \dots (5)$$

(3), (4) および (5) 式を図示すると第8図のようになる。この図でわかるように、逆張力線引を行うと、引抜き力  $\sigma_x$  は増大するが、ダイスとの接触圧力  $p$  は減少する。そのため

- (A) 線の外周と中心部の差が減少し、かつ残留応力が減少する。
- (B) 線の表面の加工硬化が少ないので加工性が良い。



第10図 線引速度、油温、逆張力角度と線の曲りおよび捻回値の関係



第11図 線引速度、油温と線径のばらつき関係

(C) ダイスとの摩擦抵抗が減少するので、ダイスの寿命が長い。

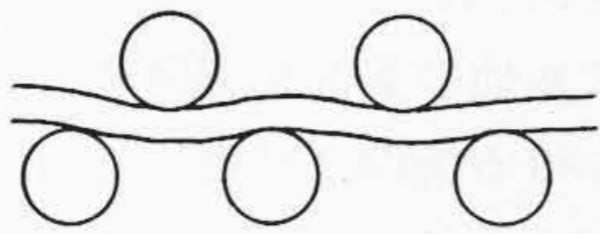
以上のような長所があるので、ワイヤの線引には、逆張力線引方式を採用することとした。多くの条件を検討の上製作したTS-7型逆張力線引機械を第9図に示す。

なお本機は均質の線を得るため、線引速度、ダイスの断面減少率いずれも小さく、潤滑は湿式にして、潤滑液は  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  に自動管理され、素線もつれ、断線自動停止装置をつけ、線引条件を均一にしている。

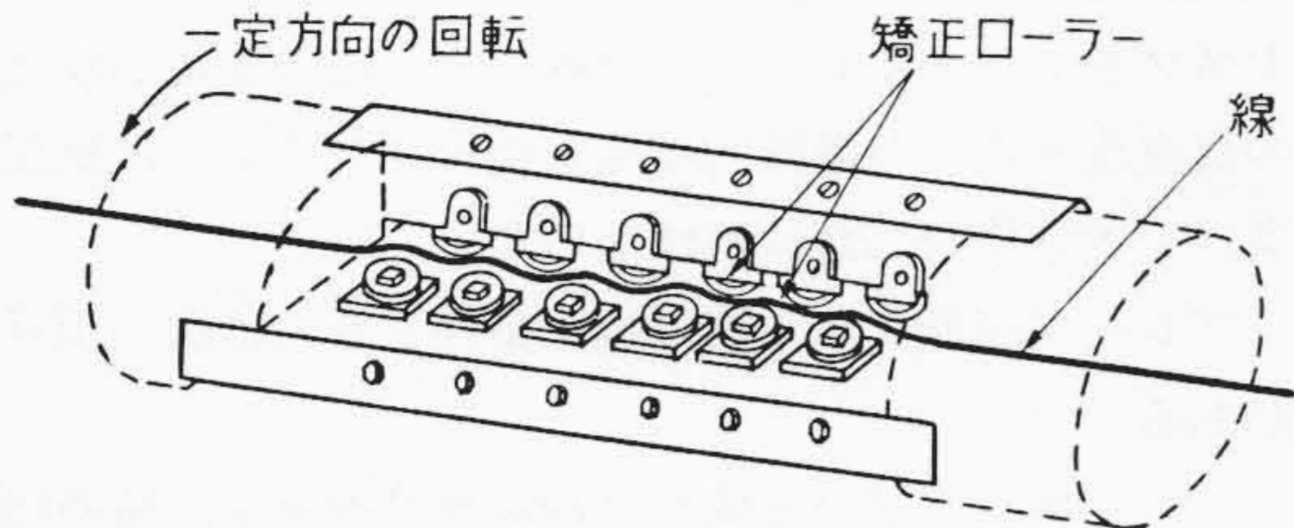
### 3.2 実験結果

前述の逆張力線引機械を使用して線引条件を検討するため実験を行った。すなわち線引速度、逆張力角度、油温を因子にとりあげ線引後の次の特性につき検討した。

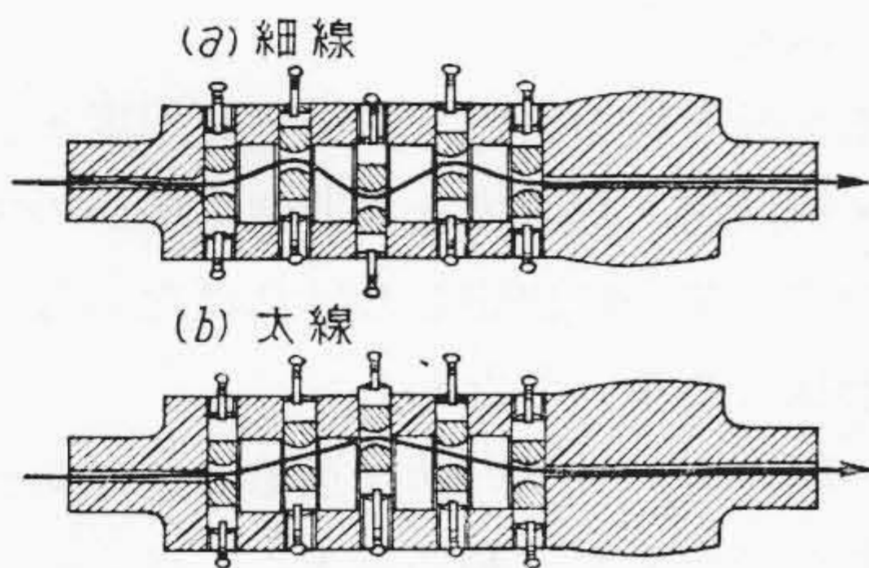
- (A) 捩れ(1mについて)
- (B) 真直度(1mについて)
- (C) 捻回値(回)
- (D) 引張り強さ(kg/mm<sup>2</sup>)
- (E) 線径(mm)
- (F) 真円度(mm)



第12図 ロール矯正機



第13図 ロール回転式矯正機の構造



第14図 ダイス式線材矯正機

実験の結果の線引後の各特性値と線引条件の関係についてみると

- (A) 捩れ： 有意差なし。
- (B) 真直度： 線引速度がおそいと良い（第10図参照）。
- (C) 捻回値： 逆張力角度および油温に最適値がある（第10図参照）。
- (D) 引張り強さ： 線引速度が速い方が、加工硬化が大きい。
- (E) 線径： 線引速度が速く、油温の低い場合、細くなりばらつきが大きい（第11図参照）。
- (F) 真円度： 線引速度のおそいほど向上する。

以上の結果を検討し、線引の作業条件を決定したのである。

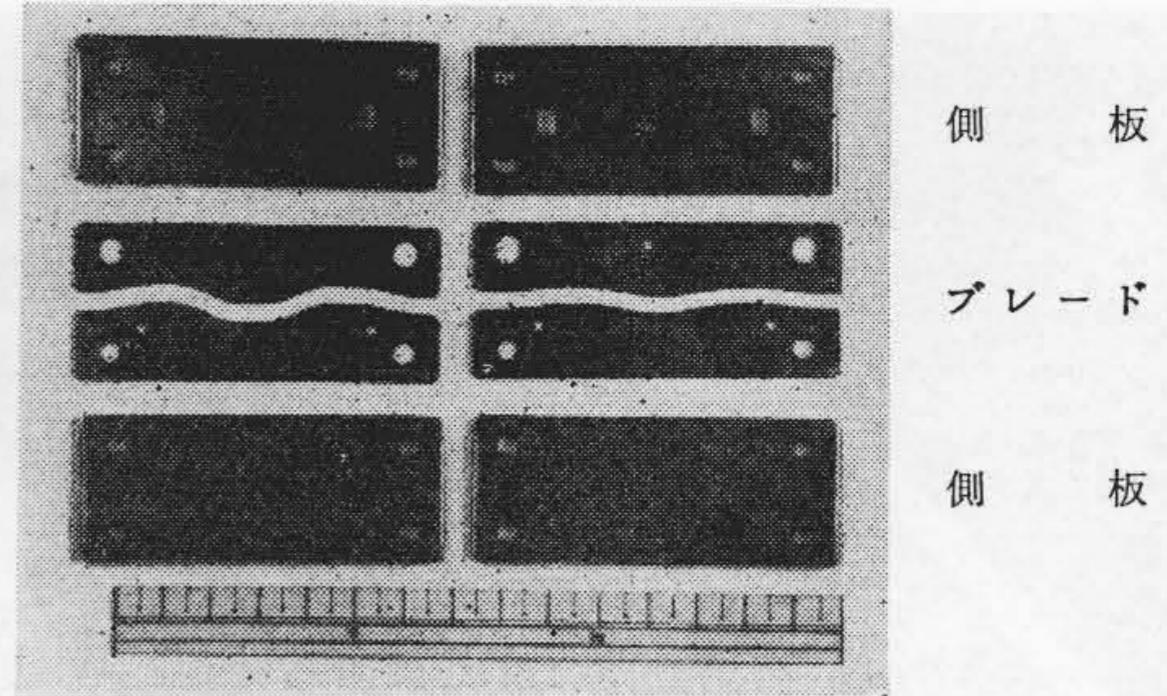
#### 4. ワイヤの矯正<sup>(8)~(12)</sup>

##### 4.1 各種矯正方式の比較

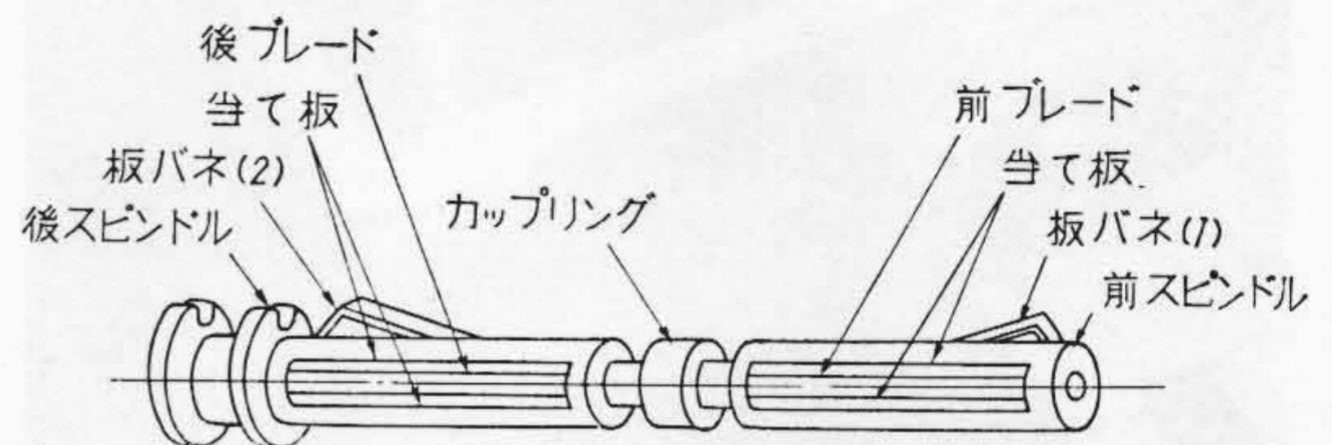
###### 4.1.1 従来の矯正方式

ワイヤスプリング・リレーの洋白線、珪素銅線のような細線の矯正には従来連続的に能率よく行うため、主としてロール矯正機、およびダイスまたは駒を用いた回転工具矯正機が考案され、使用されている。

- (1) ロール矯正機(ロールが一平面内のもの、二平面内のもの、回転するものなど)



第15図 ブレードおよび側板



第16図 ダブルスピンドル

これは最も広く使用されている型式で第12図に示すように一平面内に連続的に配置された一定直径の数個のロール系からなっている。その矯正機構はロールの間を通過しながら、数回の曲げを繰り返して素材の曲りを一定にし、次に何回か曲げ戻す間に曲りを漸次減少していくもので、各ロールのオフセット量を適当な値に調節する必要がある。このほかに水平垂直平面内の2組のロール系をもつたもの、またこのロール系を回転させるロール回転式矯正機（第13図参照）がある。

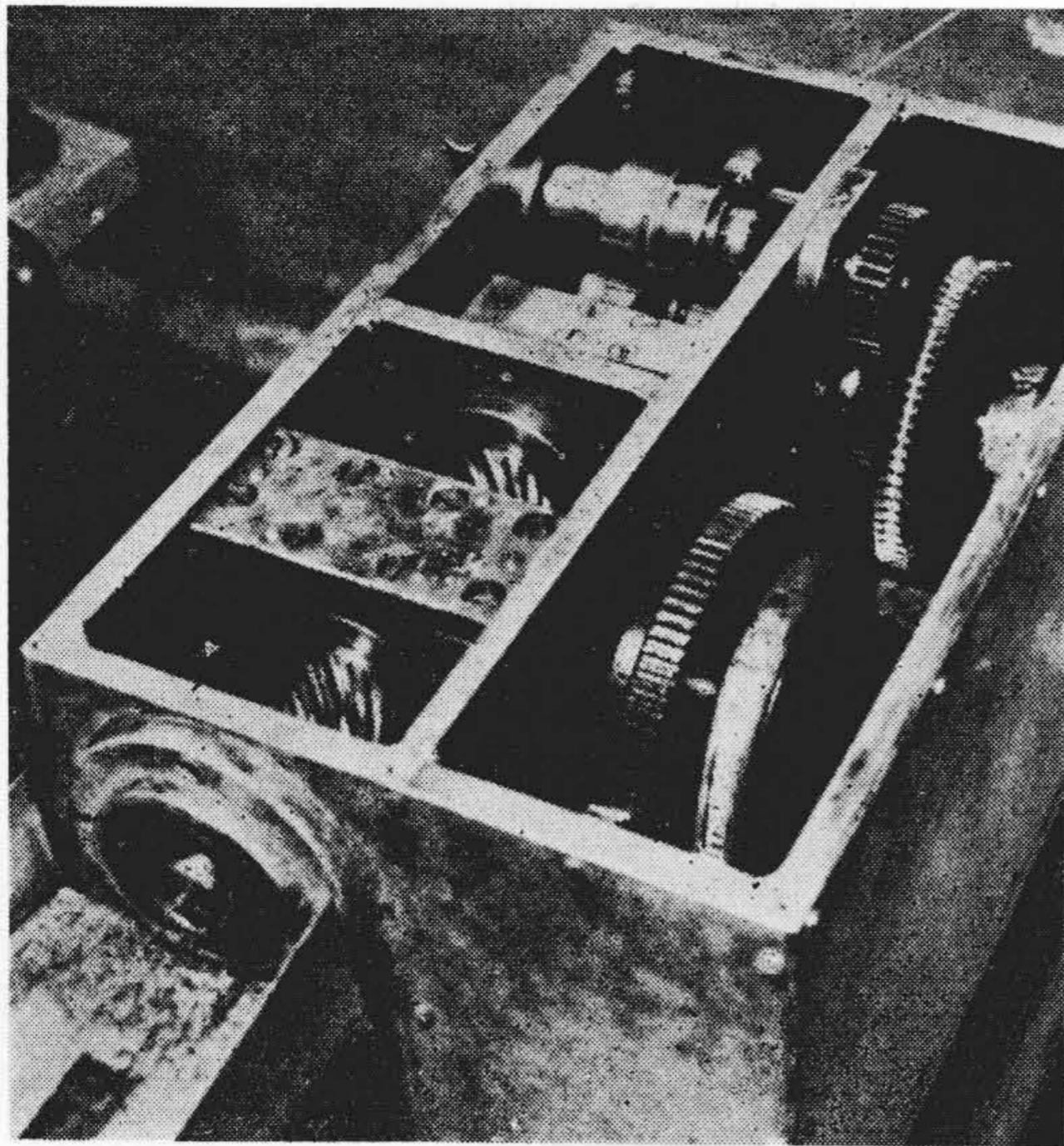
###### (2) 回転工具矯正機

第14図はダイス状の工具をケース内に適当に偏心配置し、線に必要な曲げを与えて、ケースを高速回転して前述のロール回転式矯正機と同様空間的なひずみを矯正するものである。本矯正機でダイス状の工具の代りに鞍型の駒を用いることがある。

以上のロール矯正機、回転工具矯正機の機構では、線が矯正効果を十分に受けるのはロールあるいは工具の接触部分だけであり、ロールとロールの間にある線は矯正効果を受けていない。合理的な線の矯正は連続的に一様な矯正効果を与えることである。ロール矯正機、回転工具矯正機などのように工具の接触部分しか十分な矯正効果が与えられない場合は、どうしても矯正機構を長くして、矯正を受ける有効長を大きくするか、線の送り速度をおそくして実質的に矯正の有効長を大きくしなければならない。この欠点を改善したものがブレード回転式矯正機である。

###### 4.1.2 ブレード回転式矯正機

ブレードによる矯正は線とブレードの接触部分が長



第17図 ブレード回転式矯正機

くなり、矯正効果を与える有効長が長いので、矯正機構を短くすることができ、かつ線の矯正速度を速くすることができる。

この構造は第15図に示すように中央の波型のブレードを上下に示した側板ではさみ、その間に適当な幅の溝形の空間を作り、この溝に線を通して矯正を行うものである。すなわち線の送り方向に対し、オフセットの大きい前ブレードを入口側、小さい後ブレードを出口側の第16図に示すようなスピンドルの溝に入れて固定する。すると相対する一対のブレードはそれぞれ逆方向に回されるスピンドルの溝に入っているため、逆方向に回転させられ、入口側のピンチロールで送り出された線が回転しているブレードの間を通つて繰り返し曲げをうけながら矯正されるのである。

この矯正機では、ダブルスピンドルの溝に入ったブレードは側板にピンで固定されているので、オフセットは決まり、線の矯正条件は一定し、ブレードのみ正確に製作しておけば同一の矯正条件の再現性がある。また線を矯正するときブレードを正逆両方向に回しているため、線が矯正中に振れることが少ない。また矯正では最も要求される真直度もほかの矯正機に比較してはるかに高い精度を得る。一方摩耗する部分は、ブレードのみでほかの部分は摩耗することがない。ブレードが摩耗した場合には、ブレードのセットがスピンドルの溝に入っているため交換が容易である。第17図はブレード回転式矯正機である。

## 4.2 ブレード回転式矯正方式の検討

### 4.2.1 矯正条件の要素

従来の矯正作業においては、矯正条件選定はほとん

ど現場の経験に任せていることが多いが、この場合線速が異なつても他の条件を調整することにより同一精度の真直度を得る条件は見出せるのである。しかしたとえば線速だけが異なつても、矯正後の線の機械的性質が変化することがあり、その他の条件が変動すれば機械的特性の均一な線をつくることはできない。ワイヤスプリング・リレーの洋白線のように矯正後高精度の真直度・均一の機械的特性を要求されるものは矯正条件を十分検討しなければならない。

ブレード回転式矯正機の矯正条件としては次の項目がある。

- (1) ブレードの形状：板厚、オフセット、溝の幅（ギャップ）、曲線のピッチ
- (2) 前後ブレードの回転方向、回転数
- (3) 線速

一方矯正後の線の特長も線径・真円度・引張り強さ・伸び・捻回値・真直度など非常に多いのである。矯正条件の中で第一に決定しなければならないのはブレードの形状である。すなわち

- (1) 線がブレードの溝を通るときブレードとの接触長ができるだけ長いこと。
- (2) 線がブレードの溝を通るとき降伏ひずみ以上の一定のひずみを与えること。
- (3) できるだけ滑らかな曲線にすること。

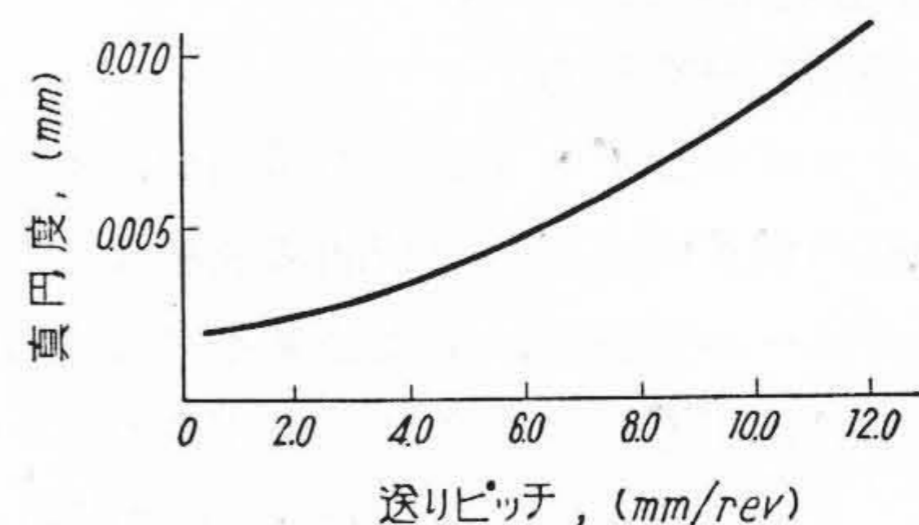
以上のことを考慮してブレードの形状を次のような方針で定めた。あらかじめ引張試験によつて、線の弾性限ひずみを求めて、ブレードの山および谷の部分が与える最大ひずみを弾性限ひずみより大きくするように形状を決定した。

### 4.2.2 矯正条件の影響

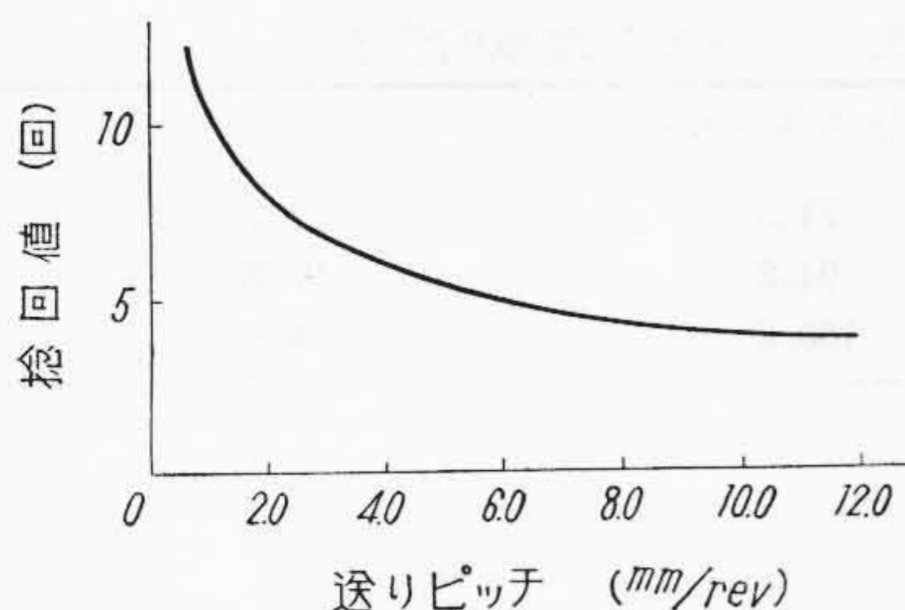
線の真直度を十分得られる円弧の組合せである一定の形状のブレードを用いて、前後ブレードの回転数と線の送り速度とが矯正後の線の特長に及ぼす影響を検討した。

この実験結果から主な特性値について、ブレードの回転数と送り速度の影響を総括すると次のようになる。

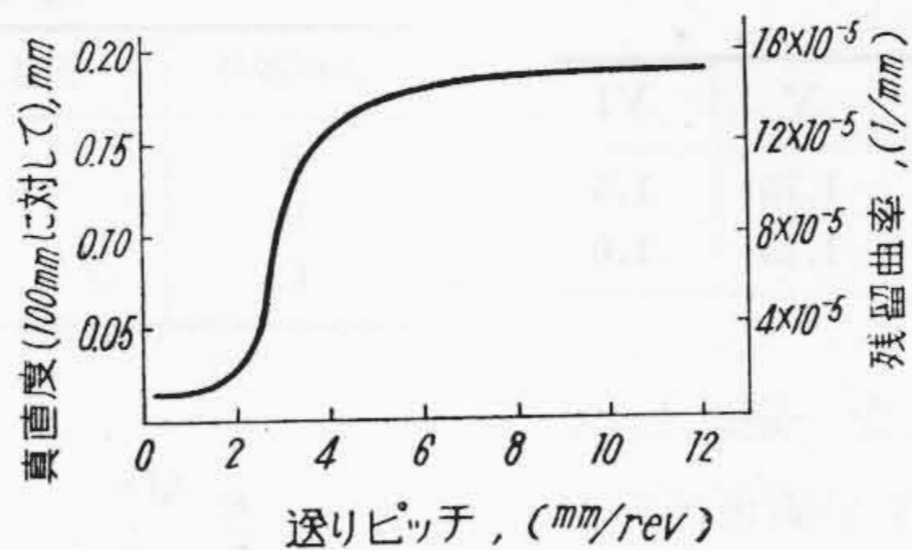
- (1) 線径：矯正によつて増加する傾向があるが、



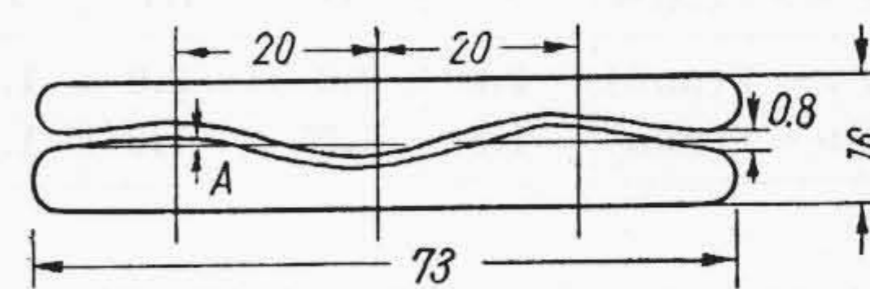
第18図 送りピッチと真円度の関係



第19図 送りピッチと捻回値の関係



第20図 送りピッチと真直度の関係



(サインカーブ)  
A: オフセット

第21図 ブレード形状

最大1%までは増加しない。

- (2) 真円度: 送り速度が遅く, ブレードの回転数が速いほど良い傾向がある。
- (3) 引張り強さ: 送り速度が遅く, ブレードの回転数が速いほど引張り強さは減少する傾向にある。
- (4) 捻回値: 送り速度が遅く, ブレードの回転数が速いほど増加する。
- (5) 真直度: 送り速度が遅く, ブレードの回転数が速いほど良い傾向にある。
- (6) 弾性係数: 矯正によつてはほとんど変わらない。

いま送り速度をブレードの回転数で割つた値を考えると, ブレードが一回転する間に線が進む距離になるので, これは矯正中に線がブレードの山および谷の部分の円弧に接触して繰り返す曲げをうけるピッチになる。これは矯正のときには線が直線運動をし, ブレードが回転しているので, ブレードによる最大ひずみをうけるラセン状のピッチである。したがつて (送り速度/ブレード回転数) = 送りピッチ mm/rev とすれば, これは矯正効果の大小の基準になる。上述の実験結果の矯正後の各特性値と, この送りピッチとの関係についてみると,

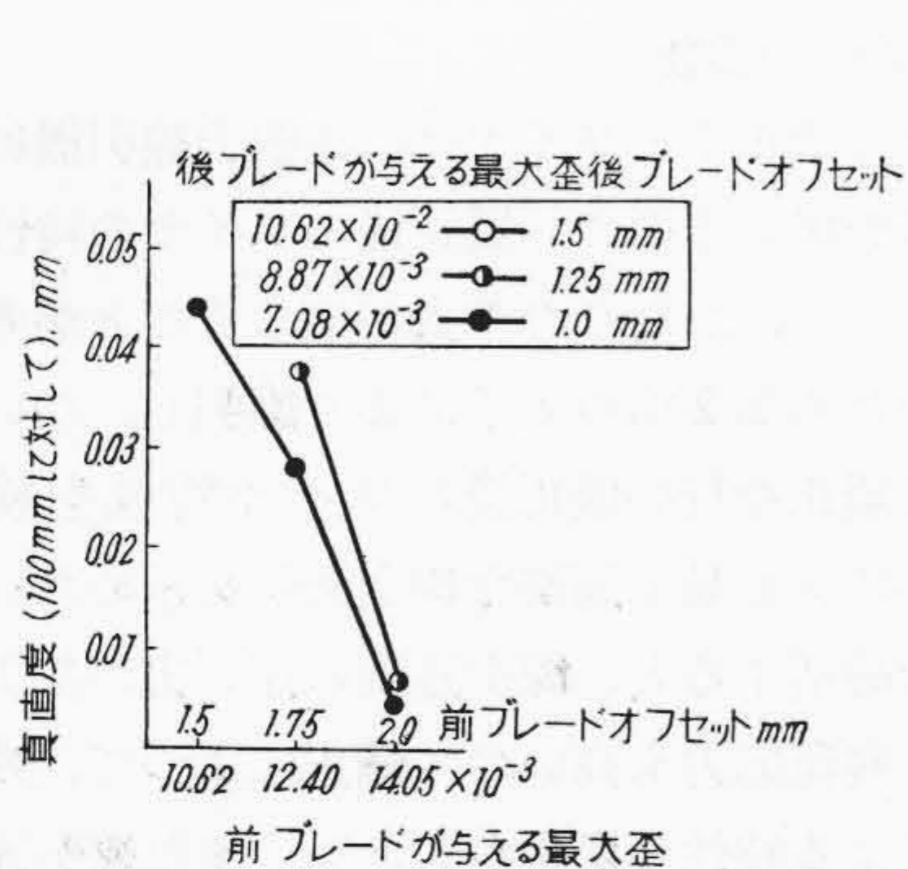
- (1) 線径: 送りピッチが小さいほど線径は小さい。

- (2) 真円度: 送りピッチが小さいほど向上する (第18図参照)。
- (3) 引張り強さ: 送りピッチが小さいほど減少率は大きい。
- (4) 捻回値: 送りピッチが小さいほど捻回値は向上する (第19図参照)。
- (5) 真直度: 送りピッチが 2.0 mm/rev 以下では矯正後 100mm につき 0.03 mm 程度の真直度を得るが, 2.0 mm/rev 以上になると矯正後の真直度は 100 mm で 0.2 mm くらいで極端に悪くなる (第20図参照)。

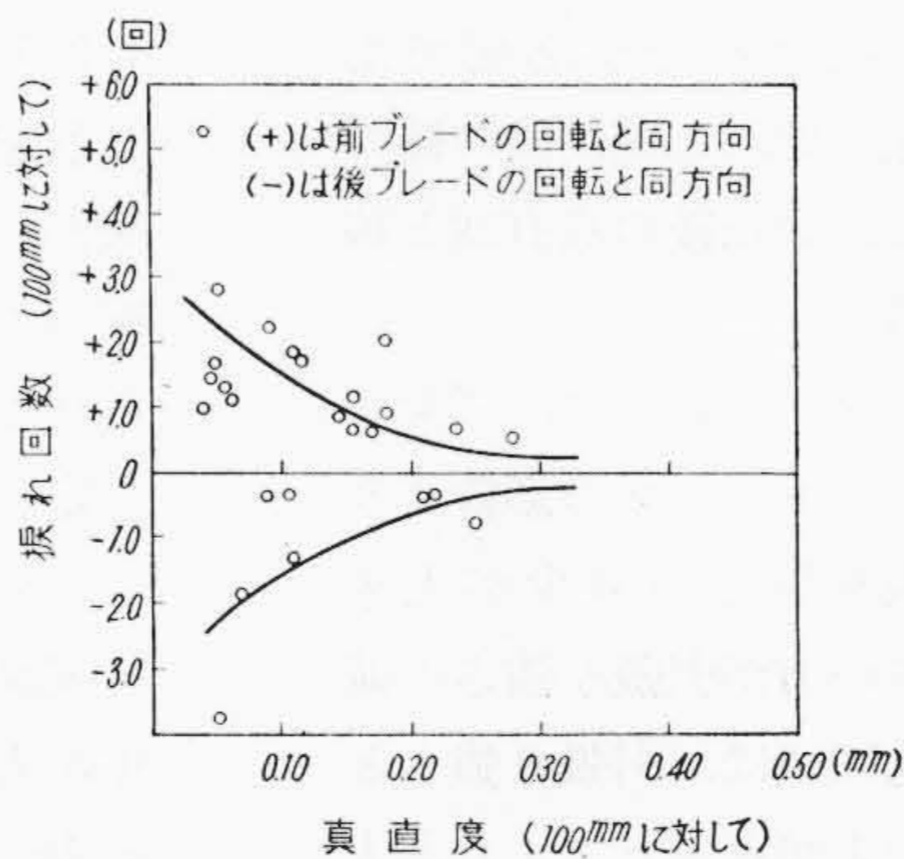
このことを考察すると線とブレードの接触する部分のうち, 実際に矯正効果を与えているところは, ブレードが線に与えるひずみの大きいところだけと考えられる。実際に矯正されるときは, 線はブレードの溝の中で回転運動を行い, そのために静的に観察したよりも線がブレードに接触し, 矯正効果をうける部分が少ないと推定される。したがつて細線の矯正には, ブレードのギャップ, 板厚, 線径および機械的特性より矯正効果を与える有効長が限定され, この長さよりも送りピッチが小さいと矯正可能であると考えられる。

4.2.3 ブレード形状の影響

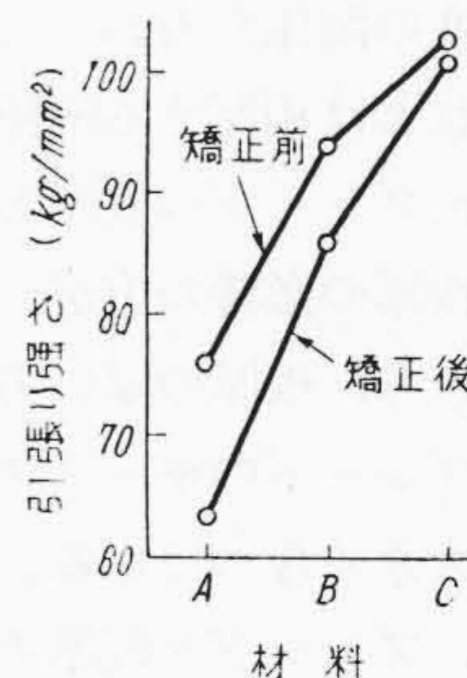
ブレードのオフセット, 板厚およびギャップは, 矯正中の線のブレードに接触する抵抗を少なくし, かつ十分な矯正効果を与えるものを採用すべきである。し



第22図 真直度と前ブレードが与える最大ひずみの関係



第23図 矯正時の捩れ回数とワイヤの矯正後の真直度



第24図 引張り強さと材料の関係

第1表 ブレードのオフセット

オフセット組合せ	I	II	III	IV	V	VI
前ブレード(mm)	2.0	2.0	2.0	1.75	1.75	1.5
後ブレード(mm)	1.5	1.25	1.0	1.5	1.25	1.0

たがって、ブレードの回転数、送り速度を一定にして、ブレードのオフセット、ギャップ、板厚が矯正後のワイヤの特性に与える影響を検討した。ブレード形状を第21図に、オフセットの組合せを第1表に示す。実験結果を総括すれば次のようになる。

真直度は第22図に示すように、前ブレードのオフセット（線に与える最大ひずみ）によりほとんど決定し、後ブレードのオフセットにはあまり影響されない。

引張り強さおよび捻回値は、真直度同様前ブレードのオフセットが影響し、前ブレードが大きくなるに従い、引張り強さの減少率は大きく、捻回値は増大する。

一方以上のほかの問題点として線の振れがある。ブレード回転式矯正機で矯正する場合、前ブレード、後ブレードはそれぞれ逆方向に回転されるため、ブレードが線に与える回転力の不平衡により、矯正中線の振れを生ずる。

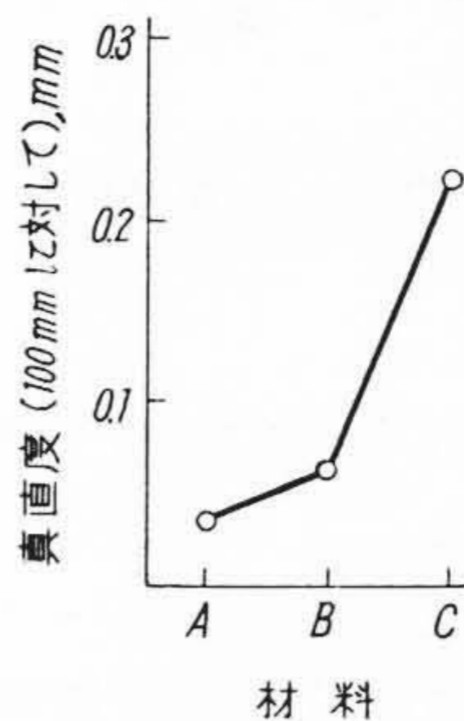
線が矯正中に振れを受けると、矯正後振れによる残留応力を生じ、曲げ工程の加工時のばらつきの原因になる(第5図参照)。したがってできるだけ矯正時の線の振れを少なくし、かつ精度の高い真直度を得る矯正条件を見出さねばならない。

矯正時の線の振れと、ブレードのオフセットとの関係は、ブレードのオフセットが小さく、矯正効果が小さい場合は、線に与える振りの回転力は小さく、線の振れを生じないが、ブレードのオフセットが大きく、矯正効果の大きい場合は、前後ブレードの回転力の不平衡により、回転力の大きい方向に振れ回転をする。したがって前後ブレードのオフセットは、矯正効果もあり、かつ線の振れを生じない組み合わせが必要である。また第23図は矯正時の線の振れと矯正後の線の真直度の関係を表わしたもので、矯正後の真直度と線の振れとは相反する関係にある。

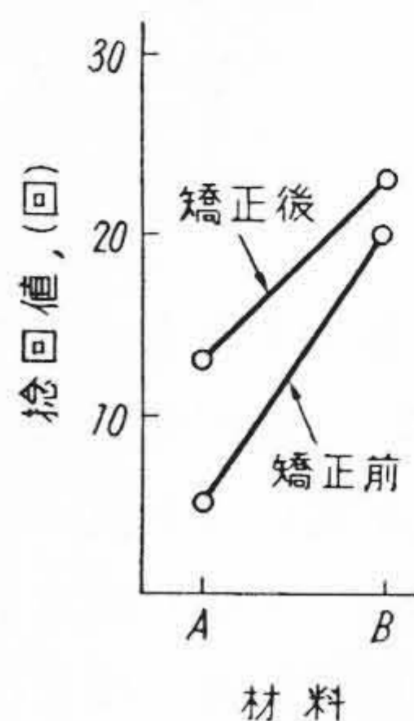
またブレードの板厚とギャップについては、ブレードの板厚の影響の方が、ブレードギャップの影響よりも大きく、板厚の厚い方が引張り強さの減少が大きい。ブレードのギャップは小さい方が引張り強さの減少が大きくなっている。また捻回値は、引張り強さと同様、ブレードの板厚の影響の方がギャップよりも大きく、板厚が厚く、ギャップが小さいほど捻回値は向上する。矯正後の真直度はギャップと板厚とがあまり

第2表 洋白線の機械的性質

試料番号	引張り強さ(kg/mm <sup>2</sup> )	捻 回 値(回)
A	74.5	3.7
B	94.2	20.5
C	100.2	6.0



第25図 真直度と材料の関係



第26図 捻回値と材料の関係

異なる、精度が低下することがわかった。

4.2.4 素線の影響

次に第2表に示すように素線の特性が異なつた場合、機械的性質も異なるので、当然その材料に適した矯正条件も異なり、矯正後の線の特性も変化してくると推定されるので、素線の特性について検討した。この場合矯正条件としてブレードの形状、ブレードの回転数、線の送り速度を一定にして行つた。この実験結果を総括すると、引張り強さの高いものほど弾性限ひずみが多いので、一定の形状では大きな矯正効果は得られない。

第24図に示すように同一条件で矯正した場合、材料の引張り強さ(弾性限ひずみ)の小さいほど矯正による引張り強さの減少率は大きい。第25, 26図はそれぞれ同一条件で矯正したとき、材料の弾性限ひずみの小さいものほど矯正後の真直度は高く、捻回値は増加することを示している。

4.2.5 線引条件の影響

前述のごとく矯正するワイヤは、逆張力線引機械で線引したものをを用いるので、矯正後のワイヤの特性は線引条件によつて、かなりの差異が生じることが考えられる。このため3.2項の因子により線引し、ついで一定の条件で矯正を行い矯正後のワイヤ特性を検討し、矯正条件に対し最も適切な線引条件を求めた。

実験結果を総括すると、線引速度の速い方が加工硬化が大きく、残留応力も高いので矯正によつて、残留応力の除去による特性の変化が大きい。また線引速度の遅い方が矯正後の真直度は向上し、線径の精度が高い。潤滑油の温度を高くして線引すると、矯正の効果

が大きく引張り強さの減少率は大きで、捻回値は向上する。このような検討から矯正に対し最も適した線引条件は、前述の 3.2 項と同じ結果を得た。

このほかにブレードの材質、硬度、仕上状態、ピンチロールの線に対する圧力、ブレードと線の接触による熱の発生など多くの問題がある。たとえばブレードの材質も硬度の高い工具鋼などを焼入して使用しないと摩耗により、すぐに矯正効果が低下する。また矯正中に潤滑油を用いるとブレードの摩耗は少なくすることが確かめられた。また矯正による線の疵は、ブレードの面の仕上げを吟味することによりほとんどなくしうる。

### 5. 疲労強度およびクリープ特性<sup>(13)(14)</sup>

本実験で矯正した可動ワイヤ材料を高速疲労試験を行った結果疲労限は  $29\text{kg/mm}^2$  で実際にリレーとして使用状態の最大曲げ応力  $25\text{kg/mm}^2$  に対し実用上差しつかえないことが判明した。矯正により表面にわずかなきずが入っているが、疲労限には影響しないこともわかった。一方静止ワイヤ用珪素銅線のクリープ試験を行い、常温 ( $0\sim 60^\circ\text{C}$ ) においてはクリープ特性のないことがわかり実用上支障ないことを確認した。

### 6. 結 言

ワイヤスプリング・リレーに用いられる洋白線、珪素銅線のように  $1\text{mm}\phi$  以下の細線の矯正は従来の方法では困難であつたが、これらの高精度の線を具現化するため、まず逆張力線引機械を製作し、より均質な線を線引し、一方矯正はブレード回転式矯正機を製作し、洋白線

の材質、線引条件(線速、油温、逆張力角度)、矯正条件(ブレードの回転数、送り速度およびブレードの形状)を検討し、矯正後のワイヤの特性が線引、矯正条件にどのように影響するか、前述のように数次の実験により求め、おのおののワイヤが量産化できるようになし得た。また種々の検討によりワイヤの精度は向上し、接点圧力の均一化を計り、一方長寿命に対する疲労強度の保証をなし得たのである。またクリープ特性が常温でほとんどないことを確かめた。

終りにつねに御指導をいただく日本電信電話公社の関係各位、本研究に格別の御協力、御指導をいただいた東京工業大学益田教授、東京大学生産技術研究所鈴木教授、日立製作所中央研究所須藤主任研究員、橋本氏、南波主任研究員、大原氏および関係各位に深甚の謝意を表する次第である。

### 参 考 文 献

- (1) 渡辺：日立評論 36, 1359(昭 29-9)
- (2) 田島, 三井：日立評論別冊 No. 18(昭 31-12)
- (3) A. C. Keller: B. S. T. J. Vol.31 No.6(1952-11)
- (4) 小林, 条原：通研月報
- (5) 小林, 田島, 三井, 鈴木：日立評論 40, 385(昭 33-3)
- (6) 鈴木：線引機械
- (7) 益田：塑性加工(I)
- (8) 日比野：塑性加工専門講演会前刷(昭 31-10)
- (9) 長屋：塑性加工専門講演会前刷(昭 31-10)
- (10) 鈴木：機械の研究(昭 32-11)
- (11) 長屋：機械の研究(昭 33-1)
- (12) A. J. Brunner: B. S. T. J. (1954-5)
- (13) 橋本：学術会議報告(昭 32-11)
- (14) 大原：金属学会総会前刷(昭 32-10)



### 日立製作所社員社外寄稿一覧表

(昭和 33 年 5 月受付分)

寄 稿 先	題 目	所 属	執 筆 者
応用物理学会	日立 1.5 MeV ファンデグラフ型電子加速装置	国分工場	末 松 茂
応用物理学会 Der Stadtverkehr Schriftleitung	名古屋地下鉄, 大阪地下鉄	笠戸工場	藤 岡 多喜男
日本産業機械工業会	インド国鉄ボンベイ地区郊外電車	笠戸工場	大 橋 剛
日刊工業新聞社	旋回式天井クレーン	亀有工場	松 川 安 広
浚渫治水協会	原価管理における各部課長の職務権限	亀有工場	麻 生 武 進
精密機械学会	浚渫用日立ブレードレスサンドポンプ	亀有工場	寺 田 進
小峰工業出版(株)	仕上面の現場管理	川崎工場	葛 上 昉
応用物理学会	ころがり軸受を使用した工作機械の主軸構造について	川崎工場	橋 本 三 男
日本自動制御協会	高性能干渉フィルタの研究	多賀工場	岩 崎 敏 勝
	$\gamma$ 線 液 面 計	多賀工場	鷺 見 哲 雄 諏 訪 志 朗

(第94頁へ続く)