

論 文

UDC 669.14.019.234 : 546.262.3 : 620.184.2 : 621.746.628

線引|ダイスの形状と摩耗について*

西 本 秀 雄**・兵 頭 健 次**

On the Relation between the Shape of a Wire Drawing Die and Its Abrasion

Hideo NISIMOTO and Kenji Hyôdô

Synopsis:

From the viewpoint that the shape of a wire drawing die has some influence on its abrasion, a research was made to examine the relation between drawing force and the die shape by using two kinds of tungsten carbide dies whose shapes are different and a diamond die. The factors that cause the difference in abrasion of the dies were investigated. The results obtained are as follows:

1) The mean value and the fluctuation of drawing force in the case of tungsten carbide die increase with increasing the length of bearing portion, and the abrasion of the die with longer bearing portion is much larger than that of shorter bearing. The abrasion of the die is represented by the increase in diameter of drawn wire.

2) The ratio of length of bearing portion to diameter of the tungsten carbide die is an index of magnitude of the drawing force, but this value can not be applied to the comparison of the drawing force for tungsten carbide die and that for the diamond die. It is considered that this is due to different surface conditions of both dies.

(Received Oct. 6, 1972)

1. 緒 言

伸線作業においてはダイスの消耗がその生産性に非常に大きな影響をおよぼすものである。したがって伸線作業中におけるダイスの消耗を減少させることはきわめて重要な課題であつて、逆張力伸線法¹⁾²⁾、強制潤滑法³⁾等々により引抜抵抗を減少させて、ダイスの摩耗を減殺することが研究されてきた。一方ダイスの形状、材質などについても種々検討されているが、伸線作業中におけるダイスの摩耗を系統的に研究したということをかかない。とくに現在の研摩技術では多数のダイスを常に同一の形状に仕上げることはすこぶる困難で、その引抜力も不安定な状態にあるのが実状である。前報⁴⁾において、われわれは引抜中にダイス推力が変動する場合、すなわちダイスの引抜面に衝撃的な力が加わる場合にこそダイスは摩耗しやすいことを推定したが、ダイスと線の接触状態により、その影響も異なつてくると思われる。換言するとダイスの形状、その表面状態の違いによるダイス引抜力の相違が摩耗に大きく影響することが予想される。そこで本報にあつては、形状のきわだつて異なる2種類の

超硬合金ダイスについて引抜力を比較し、つぎにこれらのダイスとダイヤモンドダイスについてその形状および引抜力を調べることにより、引抜力の違いが何によつて生じるかを推定した。さらにこれら2種類の超硬合金ダイスについて実際の伸線作業における摩耗の差を調べてみた。その結果によると、超硬合金ダイスにおいてはベアリング部の長いものほど引抜力は大きく、その変動も大きくなる傾向があるが、その表面状態も無視できないと考えられ、また引抜力が小さく安定しているダイスのほうが伸線作業中における摩耗も少ないこと、潤滑剤の影響が意外に大きいものであることなどがわかつた。

2. 材 料

2.1 供試線材

実験に使用した線材は硬鋼線材 SWRH 5 A で、乾式伸線、パテンティング後ブラスメッキ処理したものである。線材の化学成分を Table 1 に、主な物理的性質を Table 2 に示す。なお引抜実験には直径 0.901 mm、伸

* 昭和47年10月6日受付

** 金井重要工業(株)特殊鋼線製造所

Table 1. Chemical composition of the wire (%).

C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr
0.71	0.45	0.23	0.016	0.012	0.02	0.02	0.02

Table 2. Physical properties of the wire.

Diameter of wire (mm)	Tensile strength (kg/mm ²)	Composition of brass plating (%Cu)	Amount of plating (g/kg wire)
0.901	124	72.0	6.37
0.760	119	71.0	6.86

線機による実験では直径 0.901 mm および 0.760 mm の線材を使用した。

2.2 ダイス

ダイスは形状のきわだつて異なる 2 種類の超硬合金ダ

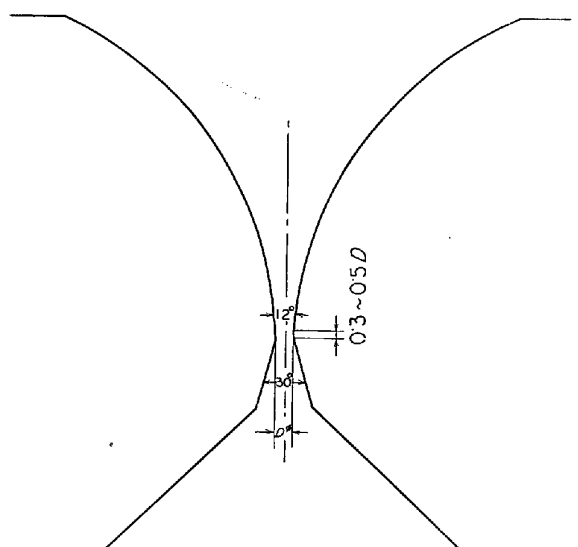


Fig. 1. Die shape of A-type die.

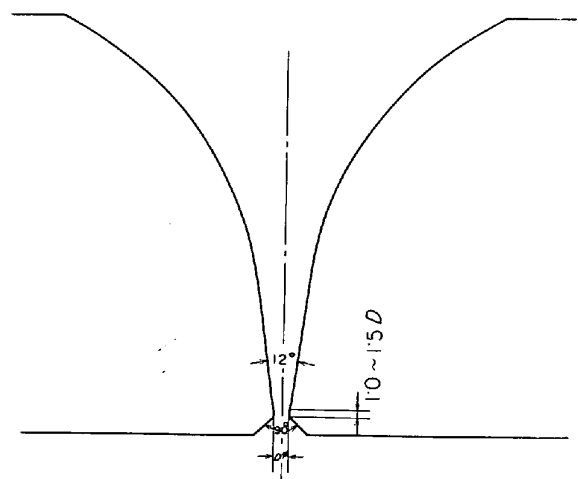


Fig. 2. Die shape of B-type die.

イスおよびダイヤモンドダイスを使用した。超硬合金ダイスについてはベアリング部の長さやダイスの孔径との比が 1.0 未満のものを A 型、1.0 以上のものを B 型と呼ぶことにした。A 型および B 型ダイスの標準的な形状を Fig. 1 および Fig. 2 に、またダイヤモンドダイスの標準的な形状を Fig. 3 に示す。本実験におけるダイスシリーズは Table 3 に示すものを使用した。なおダイスの孔径公差は孔径が 0.30 mm 以下のものでは (± 0.003) mm, 0.30 mm 以上のものでは (± 0.005) mm であった。また孔径は鋼線を引抜いたときの線径で表わすことにした。

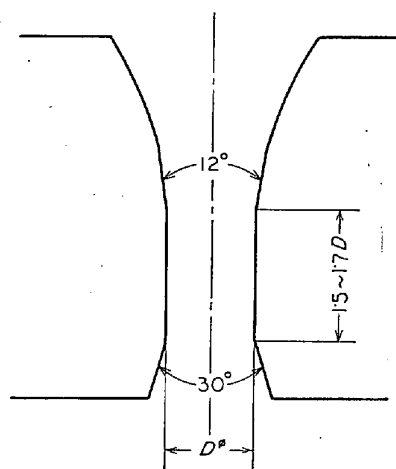


Fig. 3. Die shape of diamond die.

Table 3. Diameters of three series dies (mm).

Die No	Experiment by tension testing machine	Experiment by drawing machine	
		I	II
1	0.830	0.688	0.805
2	0.760	0.622	0.740
3	0.700	0.564	0.680
4	0.640	0.511	0.620
5	0.585	0.460	0.575
6	0.538	0.424	0.525
7	0.494	0.387	0.480
8	0.457	0.354	0.440
9	0.415	0.325	0.405
10	0.383	0.298	0.370
11	0.350	0.275	0.340
12	0.320	0.253	0.312
13	0.295	0.233	0.286
14	0.270	0.215	0.262
15	0.248	0.198	0.240
16	0.226	0.184	0.221
17	0.208	0.171	0.202
18	0.191	0.159	0.186
19	0.178	0.148	0.173

2.3 潤滑剤

潤滑剤は Table 4 に示す 3 種類のものを使用した。以下これらの潤滑剤を Table 4 に従つて潤滑剤 1, 2,

Table 4. Components and content of lubricants (%).

	Lubricant		
	1	2	3
Maker	Kyoeisha yushi Co.	Fuso Kaken Co.	Adeka fine chemical Co.
Trade mark	Metalshin MP-5	Lubsol ASP-2	Swift Lube # 370
Animal and vegetable oil	20	55	50
Surface active agent	Anion and non-ionic type 10	Non-ionic type 5	Non-ionic type 30
Extreme pressure additive	0	unknown	Chlorine type 10
Inorganic substance	Silica compound 40	unknown 20	0
Water	30	20	10

3 と呼ぶ。なお使用時にはそれぞれ水で 10 倍に希釈後、冷却循環使用した。

3. 引 抜 実 験

3.1 引抜装置

引抜実験は前報⁴⁾と同様、引張試験機で潤滑剤 1 を使用して行なった。なお引抜速度は 10 cm/min であった。

3.2 実験方法

3.2.1 引抜力の測定

A 型ダイスと B 型ダイスの引抜力を比較するため、Table 3 に示したダイスシリーズで A 型および B 型ダイスについて引抜力を測定した。引抜力は前報⁴⁾と同様、50 cm 引抜く間の平均値で示した。また引抜中における引抜力の変動状態を知るため、これらの標準偏差を求めて比較した。なお各ダイスに供給する線はその前のダイスを通じた線を使用した。つぎにこの試験では各ダイスについて 1 個ずつしか測定していないので平均的な引抜力の差を調べるためとくに No 17 ダイスをそれぞれ 10 個ずつ選び、その引抜力を比較した。なおこのときの素線径は 0.227 mm であった。

3.2.2 摩耗性の比較

A 型および B 型ダイスの摩耗性を比較するため、No 18 ダイスを用いてそれぞれ 100m ずつ引抜いた。ダイスの摩耗は前報⁴⁾と同様、線径の太りで表わすことにした。線径は 10m 引抜くごとに円周に沿ってマイクロメータで 3 回ずつ測定し、それぞれの測定値の異なる場合はその最大値と最小値で示した。なお引抜前の線径は A 型ダイスが 0.190 mm、B 型ダイスが 0.191 mm であった。また素線径は 0.210 mm であった。

3.2.3 引抜力とダイスの形状

引抜力におよぼすダイス形状の影響を調べるため、A 型、B 型ダイスおよびダイヤモンドダイスについて引抜力を測定し、つぎにこれらのダイスの形状の違いを調べるため、ダイス壁面をトリクレンで洗浄した後ダイス断面を分割するか (A 法とする) あるいはダイスにゴムを圧入し、これを 140°C で 40 min 加硫することによりダイスの型をとり (B 法とする)、これらの顕微鏡写真を倍率 100 倍で撮影した。なおダイス孔径は 0.202, 0.186, 0.158 mm のものを使用した。また素線径はそれぞれ 0.220, 0.200, 0.170 mm であった。

3.3 結 果

3.3.1 引抜力の比較

A 型および B 型ダイスのシリーズ全体についての引抜

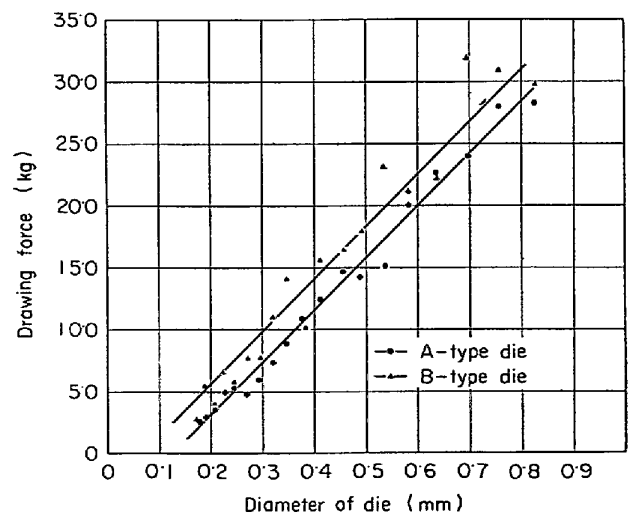


Fig. 4. Relation between drawing force and diameter of die.

Table 5. Drawing force for No 17 die of A- and B-type dies (kg).

	A-type die	B-type die
	3.9	5.3
	3.8	5.4
	4.1	6.1
	4.4	5.6
	3.9	5.8
	4.2	5.3
	4.0	6.1
	3.8	5.2
	4.1	5.8
	4.0	5.4
Mean value	4.0	5.6

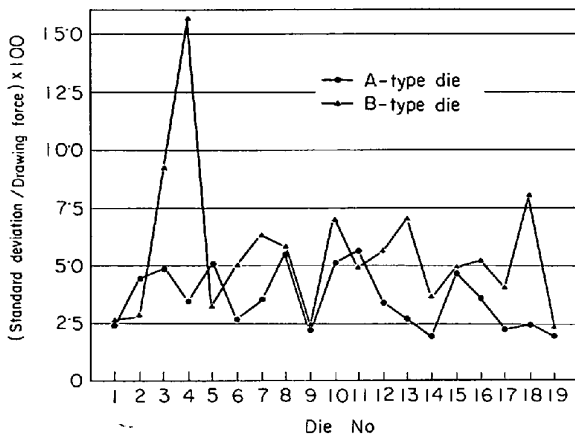


Fig. 5. Fluctuation of drawing force during drawing.

力および各ダイスでの孔径の測定結果からダイスの孔径に対して引抜力をプロットしたものを Fig. 4 に示す。引抜力は大部分のダイスにおいて B 型ダイスの方が大きくなっている。また Fig. 4 からわかるように引抜力は孔径に対してほぼ直線的に大きくなっているが、それぞれの直線は測定値から回帰直線として求めたものである。さらに No 17 ダイスでそれぞれ 10 個ずつ測定した結果を Table 5 に示す。10 個のダイスの引抜力の平均値は A 型ダイスで 4.0 kg, B 型ダイスで 5.6 kg であつた。この結果から全体的にみて A 型ダイスでは B 型ダイスよりも引抜力は小さいことがわかる。つぎに Fig. 4 に示した引抜力の引抜中での変動を比較するため標準偏差/引抜力を求めた結果を Fig. 5 に示す。引抜力の変動状態は Fig. 5 からわかるように A 型, B 型ともにそのばらつきはかなりあるが, A 型ダイスの方が小さい傾向にある。なお No 4 の B 型ダイスでは標準偏差/引抜力の値が異常に大きくなっているが, その原因は明らかでない。また本実験における No 18 ダイスでの引抜力の記録を Fig. 6 に示す。このときの (標準偏差/引抜力) ×

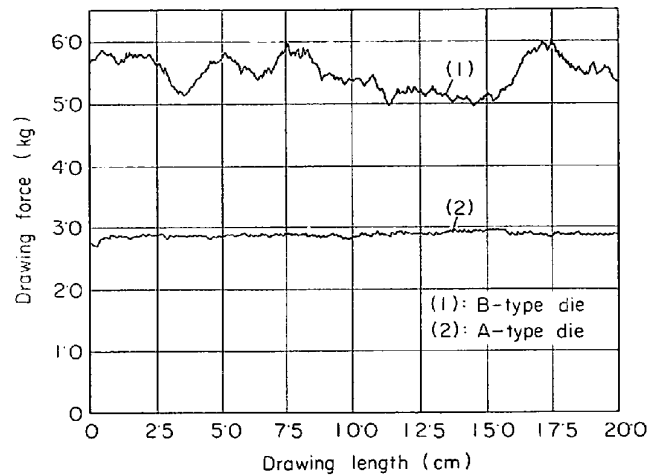
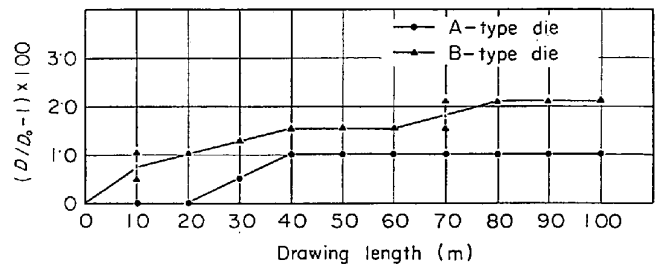


Fig. 6. Drawing force for No 18 die of A- and B-type dies.



D_0 : Diameter of wire before drawing.
 D : Diameter of wire after drawing.

Fig. 7. Change in diameter of wire.

100 は A 型ダイスが 2.4, B 型ダイスが 8.0 であり, A 型ダイスにくらべ B 型ダイスの変動が非常に大きく, また引抜力も A 型より B 型の方が大きいことは Fig. 6 から明らかである。以上の結果より A 型ダイスでは B 型ダイスにくらべて引抜力は小さくまた安定していることがわかる。

3.3.2 摩耗性の比較

引抜長さによる線径の変化を Fig. 7 に示す。線径は 100m 引抜後, 引抜前の線径に対して A 型ダイスで 1.0%, B 型ダイスで 2.1% 太くなつていた。このときの A 型および B 型ダイスでの引抜力はそれぞれ 3.6 kg および 6.3 kg であつた。A 型ダイスでは引抜長さが 20m から 40m の間に線径は 1.0% (0.002 mm) 太くなりそれ以後は安定している。一方 B 型ダイスでは A 型ダイスにくらべ線径の一定している区間が短く不安定であり, 線径が太りやすいことがわかる。

3.3.3 引抜力とダイスの形状

A 型および B 型ダイスの引抜力と形状の測定結果を Table 6 に示す。Photo. 1~Photo. 3 に示した B 型ダイスではベアリング部の長さとの比は 1.0~1.5

Table 6. Die shape and drawing force of A- and B-type dies.

Type of die	Diameter of die (mm)	Drawing force (kg)	Record of drawing force	Die shape	Length of bearing
					Diameter of die
B	0.202	4.8	Fig. 8 (1)	Photo. 1	1.2
B	0.202	4.2	Fig. 8 (2)	Photo. 2	1.0
B	0.186	5.8	Fig. 8 (3)	Photo. 3	1.5
A	0.158	2.1	Fig. 8 (4)	Photo. 4	0.5
A	0.158	2.2	Fig. 8 (5)	Photo. 5	0.2

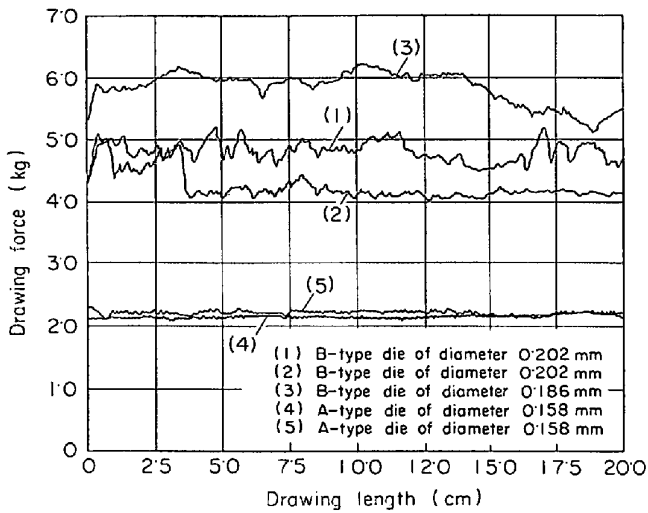


Fig. 8. Drawing force of A- and B-type dies.

になつており、その引抜力は Fig. 8 の (1)~(3) に示すように変動が大きく、とくに Photo. 3 に示したダイスではベアリング部の長さとの比が大きく、他より孔径が小さいにもかかわらず引抜力が大きくその変動も

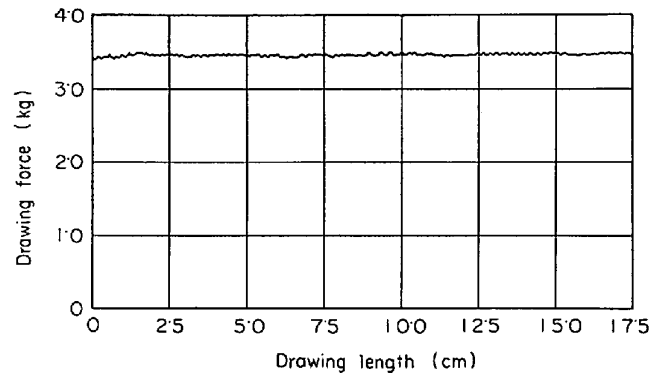


Fig. 9. Drawing force of diamond die of diameter 0.186 mm.

大きい。なお Fig. 8 の (2) において引抜開始から約 3.5 cm の間はそれ以後にくらべて引抜力は大きく不安定であるが、これは引抜開始時に潤滑剤が十分に作用しなかつたためと考えられる。一方 Photo. 4 および Photo. 5 に示した A 型ダイスではベアリング部の長さとの比は 0.5 および 0.2 であり、Fig. 8 の (4) および (5) からわかるように B 型ダイスのような引抜力の変動もな

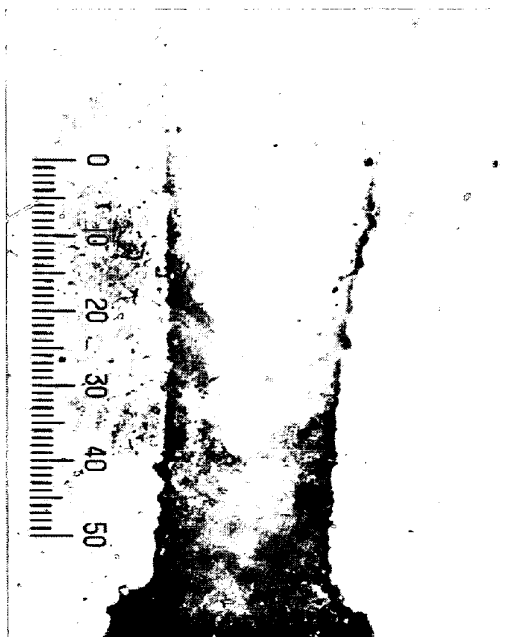


Photo. 1. Die shape of B-type die of diameter 0.202 mm. (B-method) ×100(4/5)



Photo. 2. Die shape of B-type die of diameter 0.202 mm. (B-method) ×100(4/5)

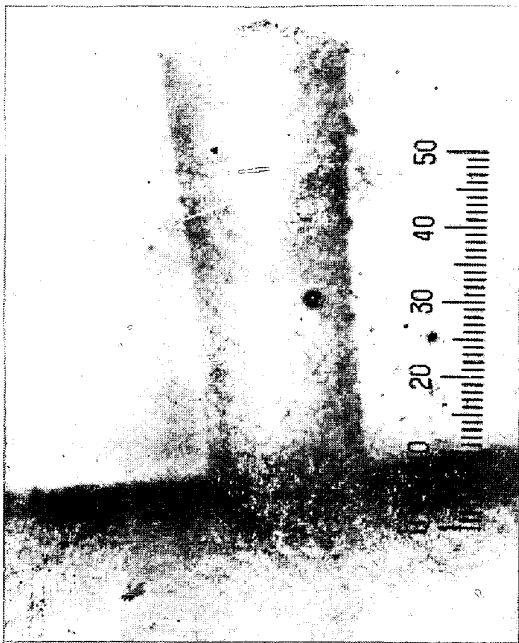


Photo. 3. Die shape of B-type die of diameter 0.186 mm. (B-method) $\times 100(4/5)$



Photo. 4. Die shape of A-type die of diameter 0.158 mm. (A-method) $\times 100(4/5)$

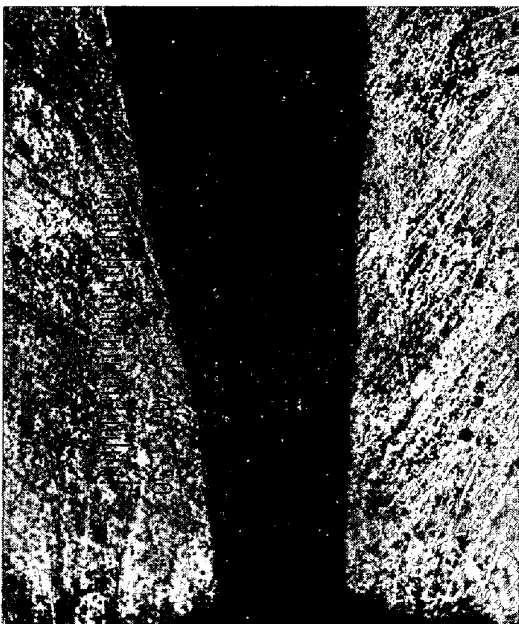


Photo. 5. Die shape of A-type die of diameter 0.158 mm. (A-method) $\times 100(4/5)$



Photo. 6. Die shape of diamond die of diameter 0.186 mm. (B-method) $\times 105(4/5)$

い。つぎにダイヤモンドダイス (孔径 0.186 mm) の引抜力および形状を Fig. 9 および Photo. 6 に、また A 型, B 型およびダイヤモンドダイスの引抜力を同じ孔径 (0.202 mm) のものについて比較した結果を Table 7 に示す。以上の結果から A 型ダイスと B 型ダイスとでは引抜力の大きさおよびその変動に著しい相違のあることがわかる。またダイヤモンドダイスにおいてはベアリン

Table 7. Drawing force for A-type, B-type and diamond dies of a diameter 0.202 mm.

Type of die	Drawing force (kg)	
A-type	4.8	4.3
B-type	5.7	5.1
Diamond die	3.2	3.8

グ部の長さとの比がB型ダイスに相当しているにもかかわらず、引抜力は同一孔径のA型ダイスにおけるよりも小さい。この点はきわめて注目に値する事実である。

4. 伸線機による実験

4.1 伸線機

実験に使用した伸線機は多段湿式連続伸線機で、その特性を Table 8 に示す。

4.2 実験方法

実際の伸線作業においては仕上線径付近の孔径の小さいダイスの摩耗が重要視されている。そこで本実験においては実際の伸線作業によつてこれらの孔径の小さい部分のダイスについてA型ダイスとB型ダイスとの摩耗の違いを調べ、またこれらのダイスの摩耗がダイスシリーズのどの部分によつて影響されるかを知るため、Table 3 に示したダイスシリーズ(I)を Table 9 に示すように4つの群に分け、全数B型を用いて伸線した場合、IV群のみA型の場合、III群とIV群にA型を用いた場合および全数A型を使用した場合など、A型ダイスを使用する群の数を増し、おのおの場合について85200m ずつ潤滑剤Iを用いて伸線し、その間の線径の変化をNo 18 および No 19 のダイスについて調べた。ただしダイスの摩耗は線径の太りで表わすことにした。なお伸線機は Table 8 に示す伸線機(I)を使用し、ダイスは1回の実験が終わるごとに全部を交換した。また伸線機は7100m伸線するごとに一旦停止して巻取ポピンを交換しながら作業を繰り返す、線径は21300m伸線するごとにマイクロメータで測定した。なおこの実験での素線径は0.760mmであつた。

つぎにA型およびB型ダイスの摩耗性の差をさらには

Table 8. Characteristic of drawing machine.

Type of drawing machine	Reduction of speed of the cone (%)		Drawing speed (m/min)
	No 1~18	No 19	
I	12.5	0	400
II	14.5	6.0	700

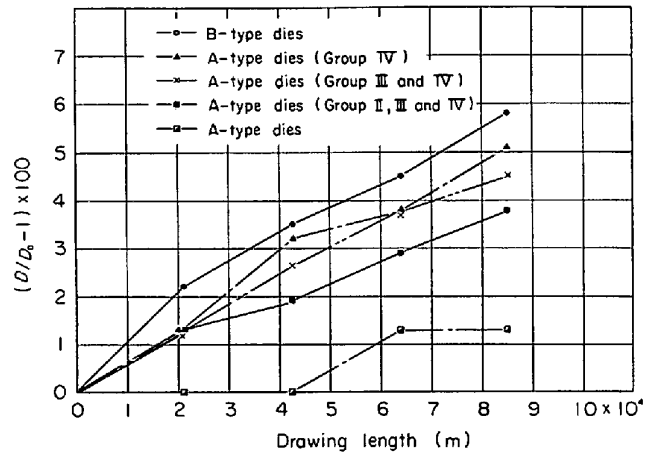
Table 9. Grouping of dies series I for drawing machine.

Group	Die No
I	1 ~ 5
II	6 ~ 10
III	11 ~ 15
IV	16 ~ 19

つきりさせるため Table 8 に示す伸線機(II)により潤滑剤3種類、ダイス2種類を用い、2回繰り返しの2元配置法を適用して伸線し、各条件におけるNo 19ダイスでの伸線量を求めた。伸線機は21370m伸線するごとに停止してNo 19ダイスの線径を測定し、線径が 0.182 ± 0.001 mm になるまで繰り返した。なおこのときの素線径は0.901mmであつた。

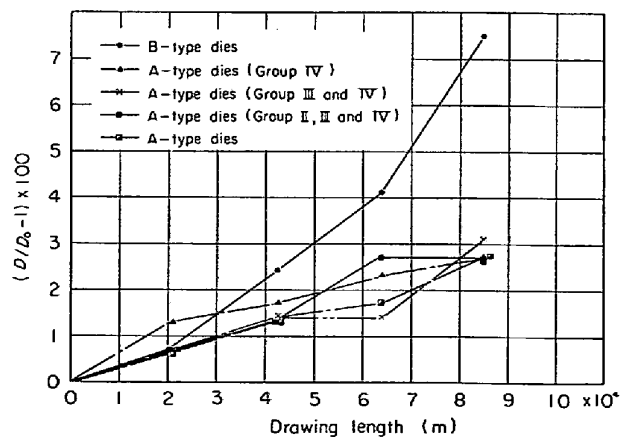
4.3 結果

A型ダイスを使用する群の数を変化させた場合の伸線長さによる線径の変化を Fig. 10-1 および Fig. 10-2 に示す。Fig. 10-1 は No 18 ダイス、Fig. 10-2 は No 19 ダイスについての変化を示したものである。Fig. 10-1 ではA型ダイスを使用した群の数を増すにつれて線径の太りは減少しており、全数B型ダイスを使用した場合は線径の太りが最も大きい。一方 Fig. 10-2 ではA型ダイ



D_0 : Diameter of wire before drawing.
 D : Diameter of wire after drawing.

Fig. 10-1. Change in diameter of wire with No 18 die.



D_0 : Diameter of wire before drawing.
 D : Diameter of wire after drawing.

Fig. 10-2. Change in diameter of wire with No 19 die.

スを使用した群の数を増しても線径の太りにはほとんど差が現われていないが、全数B型ダイスを使用した場合には上記いずれの場合にくらべても線径の太りは大きい。これらの結果から全数B型ダイスを使用した場合にはA型ダイスを使用したいずれの場合よりも線径の太りは大きいことがわかる。しかしA型ダイスを使用した群の数を増すに比例して線径の太りが減少するかどうかは必ずしも明らかでない。

つぎに2回繰り返しの2元配置法を適用して伸線した結果をTable 10に、またこの結果の分散分析表をTable 11に示す。この表は有意でない交互作用を誤差項にプールしたものであるが、潤滑剤とダイスとの効果はそれぞれ有意水準1%および5%で有意となり、潤滑剤による影響の方が大きい。しかし潤滑剤の影響を考慮してもなおA型ダイスとB型ダイスとではその伸線量に差のあることがわかる。それぞれの伸線量の母平均は本実験においては水準数が少ないため精度のよい推定ができないが、点推定値はA型ダイスで41.5 kg、B型ダイスで28.3 kgとなり、その差はかなり大きいものと思われる。このことはA型ダイスの方が線径の太りが少ないことを示し、上述の個別の実験結果とよく一致している。

5. 考 察

Fig. 4におけるA型およびB型ダイスでの回帰直線についてそれぞれの95%信頼限界を求めると、A型では $F = (42.2d - 5.5) \pm 2.03 \sqrt{0.30 - 1.16d + 1.37d^2}$ 、B型では $F = (42.3d - 3.0) \pm 8.52 \sqrt{0.30 - 1.16d + 1.37d^2}$

Table 10. Results of drawing (kg).

	B-type die	A-type die
Lubricant 1	36 41	69 53
Lubricant 2	16 28	29 37
Lubricant 3	20 29	28 33

となり、B型ダイスでは信頼限界の幅が非常に大きい。ここでFは引抜力、dはダイスの孔径を表わす。このことから引抜力Fとダイスの孔径dとの間で成立する直線性の精度はB型ダイスにおけるよりもA型ダイスにおける方がはるかによいことがわかる。いいかえるとA型ダイスにおいては五弓氏の提唱した式⁵⁾が一層よく妥当する。また個々の孔径のダイスについてみれば、大部分のダイスにおいてA型ダイスの引抜中の最大値はB型ダイスの最小値よりも小さく、引抜力は明らかにA型ダイスの方が小さい。したがって平均値で示したFig. 4の引抜力も大部分のダイスにおいてA型ダイスの方が小さくなっている。しかしFig. 4およびFig. 5をみるとNo 12以降のダイスにおいてはA型ダイスとB型ダイスとの差がよく表われているが、孔径の大きいダイスではA型ダイスとB型ダイスとの差が孔径の小さいダイスのように顕著に表われていない。実際の引抜試験においては、引抜開始から5~10cmの間は引抜力がきわめて不安定であつて、しかも孔径の大きいものほどこの不安定の度合は大きいという事情がある。Fig. 4およびFig. 5のA型ダイスとB型ダイスにおける点のばらつきは以上の点を見無視できないと考える。これらのことから孔径の大小にかかわらずダイスに違いのあることが示される。

つぎにこれらのダイスの引抜力の違いを形状の面から考えてみよう。ダイスの引抜力を求める理論式は種々提唱されているが、これらはいずれもアプローチ部分での引抜力を求めたものであつて、実際にはこれにベアリング部での引抜に要する力を加える必要がある。まずアプローチ部での引抜力については一般にその角度が重要視されているが、本実験に使用したダイスでは $12 \pm 2^\circ$ の範囲にあり、この程度のばらつきであればSACHSあるいはGELEJIの理論式⁶⁾から計算しても引抜力の違いは5%以内であるから、アプローチ部の形状の引抜力に対する影響はあまりないと考える。したがってA型およびB型ダイスの引抜力の差はベアリング部での引抜力の差に基づくと考えてよい。五弓氏⁵⁾によるとこの部分での引抜力 F_B は $F_B = \pi dl \mu \bar{p}$ で表わされる。ただし

Table 11. Result of analysis of variance.

	Sum of square S	Degree of freedom ϕ	Mean square V	Ratio of mean square F_0	Value of F-table	
					F (0.05)	F (0.01)
Die shape	520	1	520	9.44*	5.32	11.3
Lubricant	1320	2	660	11.98**	4.46	8.65
Error	441	8	55.1			
Total	2281	11				

d : ダイス孔径

l : ベアリング部の長さ

μ : 線とダイス間の摩擦係数

\bar{p} : ベアリング部での平均圧力

この式からわかるようにベアリング部の長さおよび線とダイス間の摩擦係数、したがってまたダイスの表面状態が引抜力を大きく支配するものとみなしてよい。また同一の形状および表面状態のダイスでは引抜力はその孔径に比例すると考えられる。このことは Fig. 4 にも顕著に現われており、B型ダイスではベアリング部の長さあるいは表面状態のばらつきが比較的大きく、A型ダイスでは安定しているものと推察される。3.3 の結果をみると、A型およびB型ダイスでは Fig. 8 からわかるように、同一条件で引抜いて引抜力が比較的大きいものほどその変動は大きく、ベアリング部の長いものが多い。したがって同じ材質のダイスにおいては、引抜力の大きさとその変動はベアリング部の長さとの比によつて左右されるが、ダイヤモンドダイスでの結果をみると材質の異なるダイスにあつては、その表面状態、材質のち密性などの相違を同時に考慮すべきことを示している。

A型およびB型ダイスでの摩耗性を比較した Fig. 7 においてB型ダイスのほうが線径が太くなつた。前報⁴⁾によれば線径の太る過程においては常に線径のばらつきが大きくなるが、本実験においては線径の測定間隔が長かつたためその状態は前報⁴⁾でみたようにはつきりとは現われていない。Fig. 7 においてB型ダイスでは引抜長さが 10m と 70m の点のみ線径が真円になつておらず、この付近では線径のばらつきが大きくなつていゝと思われれる。しかしこの現象は線径の変化している区間では多少の差はあつても常に現われていゝと考えられるにもかかわらず、A型ダイスに現われず、B型ダイスのみに現われていゝ。これは Fig. 7 からわかるように前者つまりA型ダイスにあつては線径の変化を伴う区間がB型ダイスの場合よりもはるかに短かつたので、測定からはずれたためであらうかと思ふ。いずれにしてもA型ダイスにおけるほうがB型ダイスにおけるよりも線径の太りは小さいとみなしてよい。Fig. 10-1 および Fig. 10-2 からはいずれの群にA型ダイスを使用しても全数B型ダイスを使用した場合より線径の太りは減少することがわかる。しかしA型ダイスを使用する群の数を増してもⅣ群のダイスにおける線径の太りが減少するかどうかは明らかでない。Ⅰ～Ⅲ群のダイスではⅣ群のダイスにくらべて通過する線は速度は小さく、また伸線長も短いのでその摩耗は非常に緩慢になり、本実験の伸線量ではⅠ～Ⅲ群にA型ダイスを用いてもⅣ群のダイスに対する影響は

少なく、そのためA型ダイスの数を増しても No 18 および No 19 のダイスでの線径の太りに明確な差が現われなかつたものと考えられる。

4.3 の結果から実際の伸線作業におけるダイスの摩耗に関していえば、引抜力が小さくかつ安定しているA型ダイスのほうがB型ダイスよりも摩耗の少ないことは明らかである。同じ材質のダイスについては引抜力の大きいものほどその変動も大きいと考えられ、したがって伸線中におけるダイス面への衝撃力も引抜力の大きいB型のほうがA型よりもはるかに大きいとみてさしつかえなからう。ベアリング部の長さとの比が小さいものほど、いいかえると同じ孔径のダイスに対してベアリング部の短いものほど引抜力は小さく、その変動も小さい。このことがダイス面への衝撃力を緩和してダイスの摩耗を抑制し、線径のばらつきを小さくするものと考えられる。一方ダイヤモンドダイスにおける引抜力および潤滑剤の効果を考慮すると、引抜力を支配する因子が単にベアリング部の長さのみでないことを示している。すなわちダイス面と線の表面との摩擦抵抗も無視できない。このことは五弓氏の式¹⁾から考えても当然のことといえよう。しかしダイスの形状と表面の摩擦とのいずれの効果もより大きいかはにわかには速断はできない。ただ実際の作業面からみると一定のダイス形状を確保するのは技術上幾多の困難を伴うので、有効な潤滑剤を選定することのほうがはるかに容易であることには異論がないであらう。

6. 結 言

- 1) 引抜力はベアリング部の長さとの比が小さいものほど小さく、その変動も小さいことが明らかにされた。
- 2) 引抜力の小さいものはその変動も小さく、したがってまたダイス面への衝撃もゆるやかであると考えられ、ダイスの摩耗は少ないと思われる。
- 3) ダイス面と線との摩擦の引抜力に対する影響も無視できず、ダイス面のち密なダイヤモンドダイスではベアリング部の長さが超合金ダイスより長いものでも引抜力は小さく変動も少ない。
- 4) 潤滑剤の如何が引抜力の変動を小さくする効果は意外に大きい。

文 献

- 1) 五弓, 福山, 岩田: 日本金属学会誌, 17 (1953) 1, p. 43
- 2) 鈴木, 橋爪: 生産研究, 7 (1955) 6, p. 121
- 3) 松下: 潤滑, 15 (1970) 1, p. 29
- 4) 西本, 兵頭: 鉄と鋼, 58 (1972) 10, p. 33
- 5) 五弓, 岸, 二宮: 日本金属学会誌, 31 (1967), p. 83
- 6) 五弓: 金属塑性加工の計算(下), (1964), p. 4