

A:	Time (min)	1,	Inhibitor	none	E:	Time (min)	1,	Inhibitor	A type (0.2 wt%)	×200(3/5)
B:		3,	"	"	F:		3,	"	"	
C:		5,	"	"	G:		5,	"	"	
D:		7,	"	"	H:		7,	"	"	

Photo. 1. Microstructure of the film of zinc phosphate.

ようであるが、添加量が増すと加工後の潤滑被膜は減少し、外径減少率が高い場合部分的に地肌が見られ、添加量は0.2%程度が適当と思われる。

(5) パス当たりの潤滑被膜減少量および加工限界膜厚を被膜の重量測定法ならびに顕微鏡による組織から観察し、減面率よりもパス回数に左右されかつ加工限界膜厚は3~4g/m²以上が必要であることが推定された。

文献

- 1) 向江脇：鉄鋼のデスクールに関する研究，(学位論文)
- 2) S. MUELLER: Freiburger Forshungsh, 88(1964), p. 29
- 3) 栗山：塑性と加工, 2 (1961) 6, p. 51.
- 4) 井上：機械学会誌, 489 (昭和34), p. 1515

速・高減面率線が要求され、伸線機もこの要望を満足するものが製作されている。しかるにこの場合伸線速度の高速化に比例してダイス摩耗も著しく増大し、高速伸線であるにもかかわらずその生産性はあまり上昇しない。これはダイス摩耗によるダイス取替回数の増加とそれによる休止時間の増大によるものである。ここでこれら問題解決の2, 3の方法として, (1) 耐ダイス摩耗性のすぐれた新潤滑剤の開発, (2) 乾式にて粉末の潤滑剤を用いダイス直前に設置した円錐形の導入管に、伸線材の表面に付着した潤滑剤を伸線材とともに高速にて圧入して強制潤滑を実施する方法, (3) 入口・出口の2枚のダイスを高圧容器内に取付け、そのなかに高圧の潤滑油を圧送して流体潤滑を実施する方法などの方法がありこれらはいずれも耐ダイス摩耗性にすぐれた方式である。

これらの事項については過去においてすでに2, 3の論文が発表されており, (2) については非鉄線材および鋼線について種々実験が実施されているが、そのときの潤滑圧力の上昇は3000 atmまでであり、供試材の降伏点圧力まで達していない, また(3)については最高5000 atmまでの圧力で非鉄および軟鋼線材を伸線しているが、中高炭素鋼線についての実験がなされていない。本研究においては特に潤滑油圧力を12000気圧まで上昇せうる実験装置を試作して, (3)の方法につき0.1~0.6% C鋼線を使用して、その供試材の降伏点近辺の潤滑油圧力にて伸線し、ダイスと鋼線の引抜き時接触面に流体潤滑を助成させ、その場合の鋼線の伸性特性が常圧伸線に比しどのようなように変化するかを究明したものである。

(201) 臨界圧力における伸線特性

(超高压強制潤滑による鋼線の引抜きに関する研究—II)

神戸製鋼所

○辻村 昂

Drawing Properties at the Critical Pressure
(On the carbon steel wire drawing by super high pressure forced lubrication—II)

Takashi TUZIMURA

1. 緒言

最近鋼線の伸線においてはその生産性向上のために高

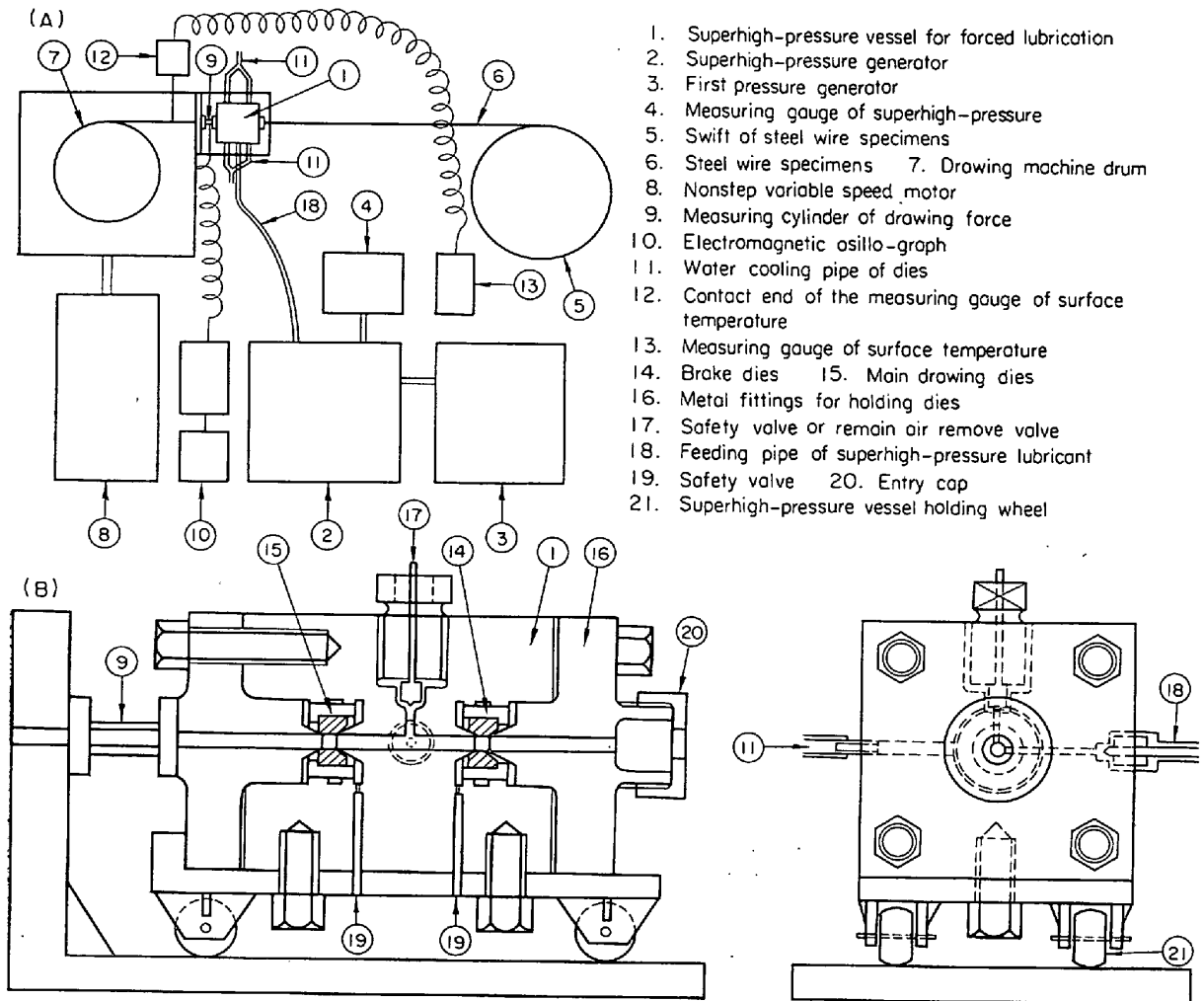


Fig. 1. (A) Schematic arrangement of experimental forced lubrication drawing apparatus.
(B) Setting of dies and pressure vessel under forced lubrication.

2. 実験装置と実験方法・実験条件

実験装置としては Fig. 1 (A) に機器の概要配置を示し、(B) に高压容器のダイス取付け状態と支持方法を示す。Fig. 1 (A) において①は高压容器であり、このなかに2枚のダイスを置いている。②③は高压発生装置でここで高压にした潤滑油が厚肉チューブ¹⁸⁾により①に圧入される。

供試鋼線⑥は⑤のスイフト上におかれ、①の高压容器内で伸線されて、⑦の捲取りドラムに捲取られる。⑧は伸線機駆動モーターであり無段変速機構である。⑨は引抜き力測定装置で、中空円筒の外周に針金歪ゲージをはりつけ、その歪をオシロにより測定した。⑫⑬は鋼線の引抜き直後の表面温度測定用温度計である。Fig. 1 (B) において⑭⑮はブレーキダイスおよび主引抜きダイスであり、ブレーキダイスの減面率およびダイス半角は全実験を通じて一定とし、主引抜きダイスの減面率およびダイス半角を変化させた。⑰の高压潤滑油は⑭⑮のダイス間の円筒部に圧入され、主として主引抜きダイスに流体潤滑を助成させる構造である。⑭⑮のダイスと高压容器とのシールは、ダイス合金部と高压容器の突部とで行ない、⑯の押え板により所要圧力まで押しつけた。なお高压容器は引抜き力測定の精度をあげるため、⑳のコロを

取付け下部支持板との摩擦抵抗を少なくした。

高压発生装置は低压側圧力として 140 atm を用いインテンシファイヤーを用いて 85.7 倍に増圧し 1200 atm をえた。潤滑剤としては水とグリセリンの等量混合液を用い耐高压潤滑剤としたが、市販の引抜き液およびタービン油はすべて 6000 atm で潤滑剤としての性能がなくなつた。水と二硫化モリブデンの混合液は水とグリセリンの混合液よりもすぐれた性能を示す。

供試線材としては前述のごとく 0.1~0.6% C 鋼を用い、圧延のままの 5.5 mm ϕ 線材を連続伸線機ですべて 3.2 mm ϕ まで伸線し、そのうち空気焼入れを実施し酸洗ボンデライト・ボンダリユーベ処理をほどこして、3.1 mm ϕ まで仕上げ伸線したものを用いた。それらの供試鋼線の降伏点、抗張力はくわしくは後述の図中に記入してあるが、伸線前の降伏点は 56.2~85.1 kg/mm² の範囲にあり鋼種としては 0.1% C, 0.25% C, 0.4% C, 0.6% C のキルド鋼を使用した。

実験条件としては主引抜きダイスのダイス半角をそれぞれ 4°・8°・12°・16°・20°とし、引抜き速度を 10・100・200・290m/min として減面率を 10・15・20・25% に変化させ、これら条件の組合わせにより実施した。また潤滑油圧力は各条件につきそれぞれすべて降伏点近辺の

臨界圧まで上昇させ伸線特性を調べた。ここで臨界圧力とは潤滑油圧力を上昇させてゆき伸線を行ないながら、潤滑油が主引抜きダイスより爆発音を発して爆出する圧力をいうもので、これ以上圧力を上昇しても圧力が上昇しないでかえって下降する限界の圧力をいう。また測定した引抜き力は、ブレーキダイスのみの引抜き力およびブレーキダイスおよび主引抜きダイスの合成引抜き力で、後者を全引抜き力とし後者からブレーキダイスの引抜き力を差し引いたものを主引抜き力とした。またすべてダイスは円錐型の直線ダイスとし、ダイス半角の影響が比較的明確にできるようにした。

3. 実験結果とその考察

Fig. 2 は臨界圧力と常圧潤滑における主引抜きダイス半角と全引抜き力との関係を示す。図中減面率 15% とあるのは主引抜きダイスの減面率であり、ブレーキダイスの減面率 6% を加えると 21% が全減面率である。以下各減面率についても同様である。この図より各減面率・ダイス半角が変化しても、潤滑油圧力が常圧の場合に比し臨界圧の場合は、すべての場合引抜き力は低下し、

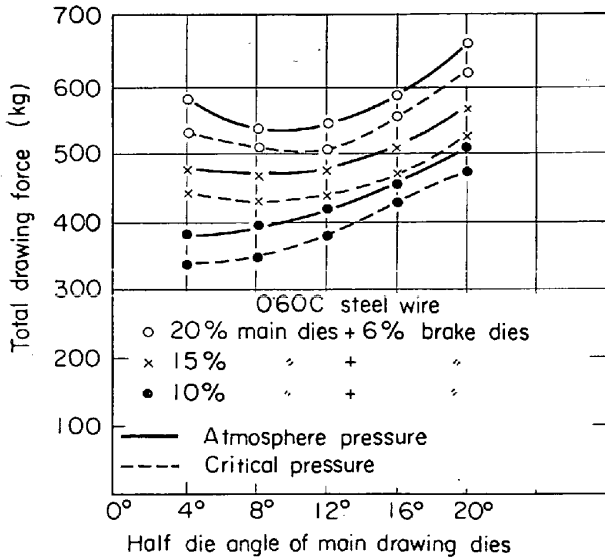


Fig. 2. Relation of die half angle and total drawing force.

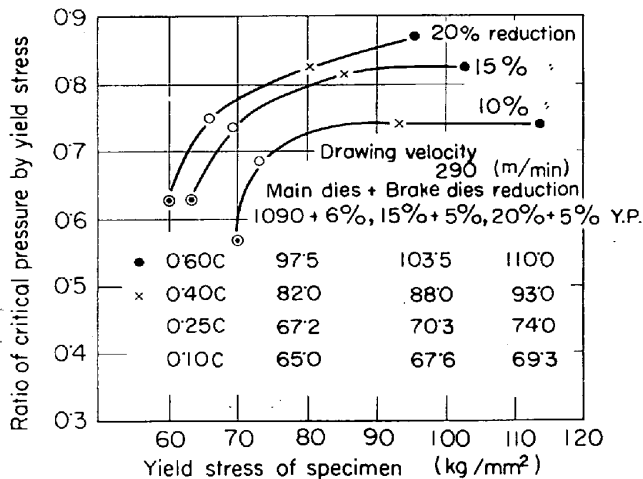


Fig. 3. Relation of yield stress and ratio of critical pressure by yield stress.

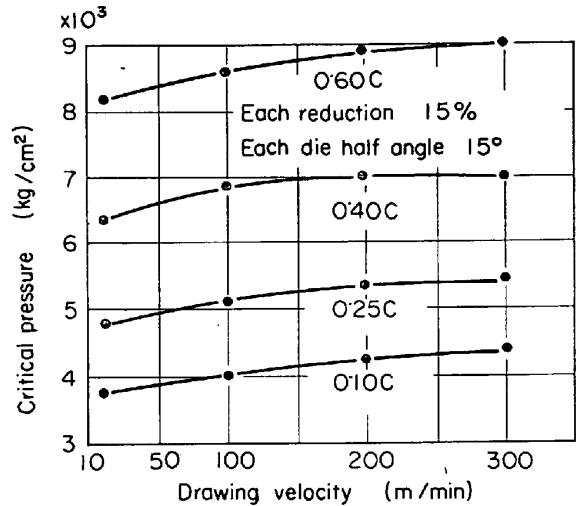


Fig. 4. Relation of drawing velocity and critical pressure.

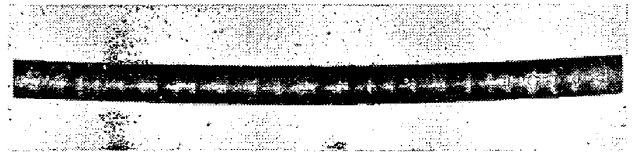


Photo. 1. Surface condition after wire drawing at critical pressure.

その割合は 0.1% C 鋼線で 60%, 0.6% C 鋼線で 30% である。また常圧の場合の引抜き力が最低値を示すダイス半角は、臨界圧伸線の場合に適用しても引抜き力の最低値を同様に示すことがわかる。これは実験の結果 0.1~0.6% C 鋼線のすべてについて成り立つことが確かめられた。また引抜き力の降下は高降伏点材料よりも低降伏点材料のほうが大であり、伸線速度の上昇とともに引抜き力の低下率は減少するが、その減少割合は高降伏点材料のほうが顕著である。この現象は低降伏点材料より高降伏点材料のほうが伸線速度の増大とともに変形抵抗が大となり、強制潤滑における引抜き力の低下割合が減少するものと考えられる。

Fig. 3 は降伏点応力と、臨界圧力と降伏点応力比との関係曲線をしめす。図より低降伏点材料のほうが高降伏点材料に比べ臨界圧力の導入比が小さく、その材料のもつ降伏点よりも比較的低い圧力で臨界圧になることを示す。減面率の増加につれて各供試材の降伏点が上昇し、臨界圧も上昇はするが、それでも上記現象はほぼ同様である。これは高圧強制潤滑の場合、鋼線とダイスの引抜き時接触面の鋼線の表面層は、高降伏点材料に比し低降伏点材料のほうがその極部変形が容易であり、したがって潤滑油圧力も降伏点応力の 60% 程度の低い圧力で、臨界圧に達するのではないかと考えられる。

Fig. 4 は伸線速度と臨界圧との関係を示す。伸線速度の上昇につれて臨界圧力も上昇し、高降伏点材料では比較的低速の範囲で飽和点に達する。これは伸線速度の上昇につれて供試材の変形時の降伏点応力は上昇するが、その上昇割合が低降伏点材料と高降伏点材料では異なり臨界圧に影響をおよぼすのではないかと考えられる。

Photo. 1 は 0.4% C 鋼線の臨界圧伸線における鋼線

の伸線後の表面状態を示す。写真でわかるごとくその表面は凹凸がはげしく、完全流体潤滑においては伸線後の鋼線の寸法精度は非常に不安定であり、節状になることを示す。この場合凹部は流体潤滑面であり凸部は半流体潤滑面である。これは凹部において完全流体潤滑が助成されるため潤滑剤はこの面で爆出し、つぎの瞬間爆出による潤滑油圧力の低下により爆出が止まり、半流体潤滑となりつぎの瞬間圧力容器内の潤滑油圧力の上昇とともに同じ現象をくりかえすもので、理論的には主引抜きダイスより爆出するものと等量の潤滑油を供給できれば、これらの凹凸は少なくなるのではないかと考えられる。

4. 結 言

上記 12000 atm の高圧強制潤滑油を使用し、0.1~0.6% C 鋼線を伸線した結果その減面率、ダイス半角、伸線速度を変化した場合つぎの結論をえた。

1) 臨界圧伸線においても常圧伸線と同様ダイス半角・引抜き力の間にはあるダイス半角で引抜き力最小の現象が現われ、そのダイス半角は常圧伸線の場合とほぼ同様である。また引抜き力の低下割合は、常圧に比し臨界圧では水とグリセリン潤滑油では 0.1% C 鋼線で 60%、0.6% C 鋼線で 30% 程度である。

伸線速度の高速化につれて引抜き力の低下割合は減少し臨界圧力は上昇する。その上昇率は低降伏点材料のほうが高降伏点材料より大である。

3) 0.1~0.25% C 鋼線の低降伏点材料は 0.4~0.6% C 鋼線の高降伏点材料に比しそれぞれの降伏点応力に対する臨界圧力比は低く、降伏点応力の上昇に比例して臨界圧力比は上昇する。

4) 臨界圧伸線においては鋼線の伸線後の寸法精度は悪く円弧節状表面となる。

なお本研究については神戸製鋼所顧問安並三男氏、福田技師、同志社大学中村教授のご指導に感謝の意を表します。

文 献

- 1) 大井: “伸線における強制潤滑の効果” 塑性と加工, 3-17 (1962-6), p. 363
- 2) 中村, 稲田: “強制潤滑法による線材の引抜きに関する研究” 6-57 (1965-10), p. 548
- 3) В. ф. Мосеев and А. А. Коростејинн: Новый способ лодачи технологической смазки в зону деформации при волочении, Сталь 22-3 (1962)
- 4) 辻村: “超高压強制潤滑による鋼線の引抜きに関する研究, 第10回材料試験連合講演会前刷(1966), p. 79
- 5) D. G. CHRISTOPHERSON: O.B.E, B.A, Ph, D. and H. NAYLOR. “Promotion of Fluid Lubrication in Wire Drawing” Proc. Inst. Mech. Eng, 169-35 (1955), p. 643

(202) ローラーダイスによる正方形断面テーパードワイヤの製造について

(テーパードワイヤの製造に関する研究—I)

東京大学工学部 工博 五 弓 勇 雄

東京大学大学院 齋 藤 好 弘

富士製鉄 ○小 椋 学

On the Manufacturing of Square Cross-Sectioned Tapered Wire with Roller Die

(On the manufacturing of tapered wires— I)

Dr. Isao GOKYŪ, Yoshihiro SATO

Satoru OGURA

1. 緒 言

線材または棒材が一般の強度部材として使用される場合、全長にわたって均一な断面を有するものよりも、使用状態の力学的条件に応じて断面積または断面形状あるいはその両者が連続的に変化したいわゆるテーパ材のほうが理想的であり、このようなテーパ材を用いることによつてより合理的な設計が可能となり材料の節減と軽量化をはかることができる場合が多い。吊橋用サスペンションワイヤや堅坑用ワイヤロープなどはその1例である。

それにもかかわらず現在までこのようなテーパ材の使用がほとんどなされなかつたのは一般にテーパ材の製造が容易でなく、特にテーパードワイヤのように長さの長いテーパ材の製造がほとんど不可能であつたことに起因する。したがつてこのようなテーパ材の能率的なしかも安定した製造方法が開発されれば工業的にもきわめて重要な意義を有するものと考えられる。

そこで本研究においては引抜きによるテーパードワイヤの製造方法を確立することを目的として実験的な各種の製造実験を行なつたが、本報では A-51 型ローラーダイスによる正方形断面テーパードワイヤの製造実験について報告する。

2. 実 験 方 法

2.1 実験装置

本実験にはテーパードワイヤ製造装置として A-51 型ローラーダイスを用い、ドローベンチによつて引抜きを行なつた。

A-51 型ローラーダイスの構造についてはすでに詳細な報告¹⁾²⁾がなされているので省略するが、相対するローラー対が互いに直交して2組設けられており、引抜きを行ないながら第1、第2ローラーの圧下量をそれぞれ独立に任意に調節できるために、テーパードワイヤの製造にきわめて有効に活用できるという特徴を有している。

実験ではいずれも直径 90 mm のフラットローラーを用い、圧下スクリーンにそれぞれの圧下量を読みとることができる目盛盤を取り付けた。また、ローラーダイスの第1第2ローラー間距離は 75 mm、ドローベンチの引抜き速度は 85 mm/sec であつた。

2.2 実験方法

フラットローラーを有する2連ローラーダイスを用いて正方形断面テーパードワイヤを製造する方法の原理を Fig. 1 に示す。一様な正方形断面を有する素材を2連ロ