

同様に920°Cに加熱鍛伸した試験片の結晶粒度が1050°C 鍛伸材より細かく、1150°C 圧延材より粗いのは920°Cでの加熱中に AlN 粒子はやや凝集するが、1050°C 鍛伸材ほどには大きな粒子にならないためであろうと考えられる。

このほか結晶粒度および AlN の析出形態におよぼす要因として、昇温速度、加工比、加工温度、加工終止温度、加工終止後の冷却速度などが考えられるが、昇温速度、加工比、加工終止後の冷却速度は各試験片とも、ほぼ同一であり影響はないと考えられる。加工温度の影響については、SANDERS<sup>8)</sup>は  $C=0.5\%$ 、 $Cr=0.8\sim 1.10\%$  の鋼で、1205°C 以上では結晶粒は微細化し、組織は均一になるといつており、SCHEMP 与 SHAPIRO<sup>9)</sup>は 980°C→1090°C→1200°C と高くなるほど粗大化するといっているが、本実験では、加熱温度および終止温度の影響と分離できず明確にできなかつた。同様に加工終止温度については、荒川、小田<sup>10)</sup>は、1200°C に加熱し圧延した場合、圧延終止温度が 700~900°C の間で低温になるほど結晶粒粗大化温度は低下することを認めているが、本実験では、加熱温度が異なるため、明確ではない。しかし、AlN の析出挙動を考慮した場合、本実験においては加工温度および加工終止温度よりも加熱温度の高低が最も大きく影響しているように思われる。

### 5. 結 言

鋼の焼入性にあたえる熱履歴の影響を知る目的から、熱間加工条件と焼入性の関係を調査した。その結果次のようなことが明らかになった。

(1) 鋼の熱履歴としての熱間加工条件は焼入性に影響をあたえ熱間加工開始温度 1050°C、終止温度 820°C 附近が最も焼入性を良好にし、これ以上の温度でもまたこれ以下の温度でも焼入性は悪くなる。

(2) この焼入性の相違は、熱間加工条件の相違による結晶粒度の変化が主因であると考えられる。

(3) 熱間加工条件の相違による結晶粒度の変化は、熱間加工温度および終止温度の相違による AlN の析出形態の変化が大きな役割をはたしていると考えられる。

### 文 献

- 1) 品質管理便覧：規格協会，p. 171~176
- 2) 本間，田部，工藤，山下：鉄と鋼，51 (1965) 5, p. 1069.
- 3) 芥川：日本機械学会誌，昭和31年9月，p. 25
- 4) 足立：日本金属学会誌，30 (1966) 1, p. 399
- 5) L. A. ERASMUS: Iron and Steel, Oct. (1966), p. 477
- 6) L. S. DARKEN, R. P. SMITH and E. W. FILER: J. Metals. 3 (1951), p. 1174
- 7) 雑賀，深川：熱処理，6 (1966), p. 162
- 8) W. E. SANDERS: Trans. Amer. Soc. Metals, 22 (1934), p. 1051
- 9) R. SCHEMP 与 C. L. SHAPIRO: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 125 (1937) Iron and Steel Div. 41
- 10) 荒川，小田：学振19委，6269

## テーパードワイヤの各種製造法について\*

(テーパードワイヤの製造に関する研究—II)

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 Processes of Tapered Wires

(On the manufacturing of tapered wires—II)

Dr. Isao GOKYU, Yoshihiro SAITO and Satoru OGURA

#### 1. 緒 言

第1報<sup>1)</sup>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方法について報告したが本報においては正方形，正六角形，円形断面を有するテーパードワイヤの各種製造方法について総括して報告する。

#### 2. 実 験 方 法

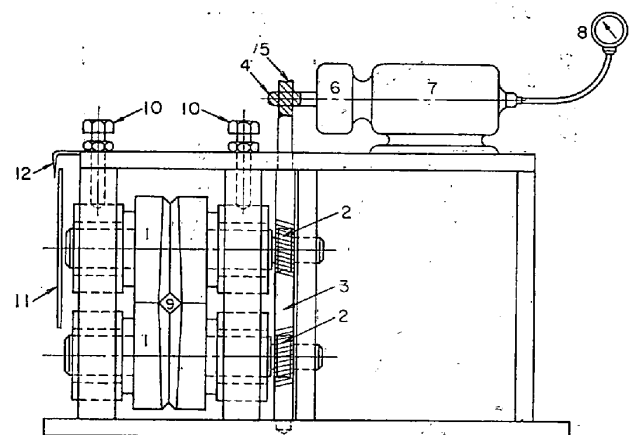
##### 2.1 実験装置

本実験では A-51 型ローラーダイスの他に新たに開発，試作した回転式可調整ダイスおよび絞り式可調整ダイスを製造装置として用いたのでこれらの構造の概要を述べる。

なお引抜には第1報と同様にドローパーチを用いた。

##### 2.1.1 回転式可調整ダイス<sup>2)</sup>

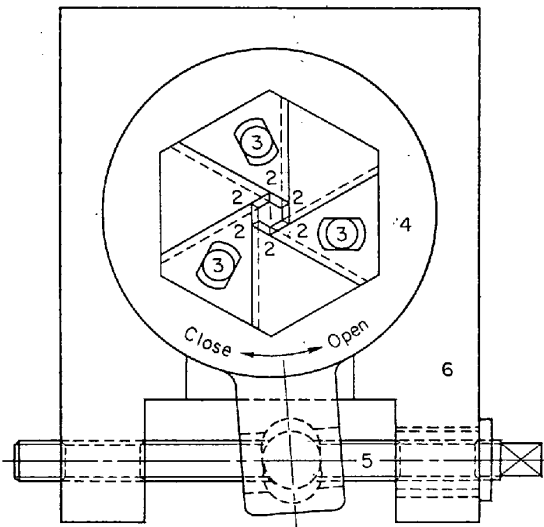
回転式可調整ダイスの構造を Fig. 1 に示す。外周部にテーパ付孔型を有する2個のローラーを相対して設けることによりダイス孔が構成されている。この2個のローラーの軸がウォームおよびウォーム歯車，連結歯車，減速機を通じて動力モーターに連結されており，同期して互いに逆方向に徐々に回転することによりダイス孔の断面積または断面形状あるいはその両者が連続的に変化するようになっている。ダイス孔の形状はローラー外



1 Square grooved rollers 2 Worm gears 3 Worm 4, 5 Connecting gears 6 Reduction gear (1/300) 7 Motor 8 Tachometer 9 Die bore 10 Adjusting bolts 11 Dial 12 Pointer

Fig. 1. The structure of the continuously rotating adjustable die with square grooved rollers.

\* 第72回講演大会にて発表：講演番号 203. 昭和41年11月10日受付



1. die bore 2. die pieces 3. eccentric connecting pieces  
4. hexagonal frame 5. bolt which adjusts the size of die bore 6. case

Fig. 2. The structure of the continuously contracting adjustable die with hexagonal die bore.

周部に設ける孔型の形状により種々のものを選ぶことができる。実験では直径 100 mm のローラーを用いた。

2.1.2 絞り式可調整ダイス<sup>3)</sup>

絞り式可調整ダイスの構造を Fig. 2 に示す。Fig. 2 は正六角形のダイス孔を有するものの構造であるが、この場合は 6 個のダイス片によつてダイス孔が構成されており、これらのダイス片は偏心ピンによつてケースに連結されると同時にケースに対して相対的に回転する六角フレームに納まっている。ダイス孔開度は開度調節ボルトを操作して六角フレームを回転させることによつて連続的に調節することができるようになっており、実験では手で開度調節ボルトを操作した。ダイス片をケースに連結するためのピンはダイス片の相互の位置を正確に調節するためにとくに偏心ピンを用いている。なおこの絞り式可調整ダイスは正六角形に限らず他の正多角形断面を有するテーパードワイヤの製造装置としても応用できるものである。

2.2 実験方法

本実験では次のような各種の方法についてテーパードワイヤの製造実験を行なった。

2.2.1 2 連ローラーダイスおよび 1 連回転式可調整ダイスによる正方形断面テーパードワイヤの製造実験

正方形断面素材をダイヤ孔型ローラーを有する A-51 型ローラーダイスで引拔を行ないテーパ形状を有する中間素材を製造し、これをテーパ付スクエア孔型ローラーを有する 1 連回転式可調整ダイスによつて引拔を行なつて正方形断面テーパードワイヤを得る方法である。本法を正方形断面テーパードワイヤ製造方法の (b) 法という。(Fig. 3 参照)

2.2.2 1 連回転式可調整ダイスによる正方形断面テーパードワイヤの製造実験

正方形断面素材をテーパ付ダイヤ孔型ローラーを有する 1 連回転式可調整ダイスで引拔を行ないテーパ形

Method		(a)	(b)	(c)	(d)
Cross-section of material					
Schematic representation of the pass schedule	R. D. (Double passes)	1st R.	Flat	Dia.	
		2nd R.	Flat	Dia.	
	C.R.A.D. (Single pass)		Tapered square		
	C. D. (Double passes)	1st R.		Dia.	
		2nd R.		Tapered square	
	C.R.A.D. (Double passes)	1st R.			Tapered dia.
2nd R.				Tapered square	

R.D. roller die  
C.D. combined die  
C.R.A.D. continuously rotating adjustable die

Fig. 3. Production methods of the tapered wire with square cross-section.

Method		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Cross-section of material						
Schematic representation of the pass schedule	R. D. (Double passes)	1st R.	Flat	Flat		
		2nd R.	Dia.	Dia.		
	C.R.A.D. (Single pass)		Tapered hexa.			
	C. D. (Double passes)	1st R.		Flat		
		2nd R.		Tapered dia.		
	C.R.A.D. (Double passes)	1st R.			Tapered flat	
2nd R.				Tapered dia.		
C.C.R.D.						

R.D. roller die  
C.D. combined die  
C.R.A.D. continuously rotating adjustable die  
C.C.R.D. continuously contracting adjustable die

Fig. 4. Production methods of the tapered wire with hexagonal cross-section.

状を有する中間素材を製造し、これをテーパ付スクエア孔型ローラーを有する 1 連回転式可調整ダイスで引抜き正方形断面テーパードワイヤを製造する方法である。本法は正方形断面テーパードワイヤ製造方法の (d) 法に相当する方法である。(Fig. 3 参照)

2.2.3 2 連ローラーダイスによる正六角形断面テー

テーパーワイヤの製造実験

本法は正方形断面テーパーワイヤ製造方法の(a)法 (Fig. 3 参照, 第1報既述)に対応する方法であり, 第1ローラーにフラットローラー, 第2ローラーに頂角120°ダイヤ孔型ローラーを有するA-51型ローラーダイスで円形断面素材を引抜き, 正六角形断面テーパーワイヤを製造する方法で本法を正六角形断面テーパーワイヤ製造寸法の(a)法という。(Fig. 4 参照)

2.2.4 絞り式可調整ダイスによる正六角形断面テーパーワイヤの製造実験

正六角形断面素材を絞り式可調整ダイスで引抜きを行ない, 正六角形断面テーパーワイヤを製造する方法であり, 本法を正六角形断面テーパーワイヤ製造方法の(e)法という。(Fig. 4 参照)

2.2.5 2連ローラーダイスおよび1連回転式可調整ダイスによる円形断面テーパーワイヤの製造実験

本法は前述2.2.1に対応する方法でオーバル孔型ローラーを有するA-51型ローラーダイスおよびテーパー付ラウンド孔型ローラーを有する1連回転式可調整ダイスを用いて円形断面素材より円形断面テーパーワイヤを製造する方法である。本法を円形断面テーパーワイヤ製造方法の(a)法という。(Fig. 5 参照)しかしこの場合に用いるローラーのテーパー付ラウンド孔型の切削は特殊な方法によらなければならない。その方法はすでに確立されているが<sup>4)</sup>切削装置が未完成であったので実験は既存のラウンド孔型ローラーを用いて各種寸法の円形断面線を製造し, 本法による円形断面テーパーワイヤの製造が可能であることを確かめた。

3. 実験結果および考察

3.1 正方形断面テーパーワイヤの製造実験

(b)法および2.2.2に述べた(d)法に相当するいずれの方法によっても正方形断面テーパーワイヤの製造が可能であることが判明し, これらの実験結果から2.2.5に述べた(a)法による円形断面テーパーワイヤの製造が可能であることも類推された。

3.2 正六角形断面テーパーワイヤの製造実験

(a)法および(e)法のいずれの方法においても容易に正六角形断面テーパーワイヤが得られることが判明した。

また, 絞り式可調整ダイスを用いる(e)法では寸法精度, 断面形状共に優れたものが得られ, とくに製品断面隅部にも問題がないことが明らかとなった。Table 1に(e)法によつて得られた製品の形状測定例を示す。したがつてこの絞り式可調整ダイスは他の製造法と組合せて製品の寸法精度を上げ, 断面形状を整えるための整形工程に用いても十分な効果を上げることができるものと考えられる。

3.3 円形断面テーパーワイヤの製造実験

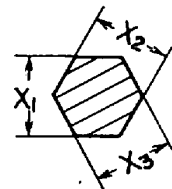
Method		(a)	(b)	(c)
Cross-section of material				
Schematic representation of the pass schedule	R. D. (Double passes)	1st R.		
		2nd R.		
	C.R.A.D. (Single pass)			
	C. D. (Double passes)	1st R.		
		2nd R.		
	C.R.A.D. (Double passes)	1st R.		
2nd R.				

R.D. roller die  
C.D. combined die  
C.R.A.D. continuously rotating adjustable die

Fig. 5. Production methods of the tapered wire with round cross-section.

Table 1. The dimension of the tapered wire with hexagonal cross-section produced by the method (e).

Distance from the top of the tapered wire (mm)	Objective dimension of cross-section x (mm)	Actual dimension of the tapered wire (mm)				
		x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	Mean value	Maximum error
0	5.50	5.54	5.53	5.56	5.54	+0.06
100	5.40	5.42	5.41	5.43	5.42	+0.03
200	5.30	5.31	5.33	5.31	5.32	+0.03
300	5.20	5.21	5.21	5.22	5.21	+0.02
400	5.10	5.06	5.07	5.08	5.07	-0.04
500	5.00	4.97	4.97	4.99	4.98	-0.03
600	4.90	4.88	4.88	4.90	4.89	-0.02
700	4.80	4.80	4.80	4.82	4.81	+0.02
800	4.70	4.73	4.71	4.74	4.73	+0.04
900	4.60	4.64	4.63	4.66	4.64	+0.06
1000	4.50	4.53	4.54	4.55	4.54	+0.05



円形断面テーパードワイヤは前述したように実際に製造してみることはできなかつたが、2・2・5 に示した(a)法によつて 5・9 mm  $\phi$  の素材から 5・5, 5・0, 4・6, 4・2 mm  $\phi$  の各寸法の円形断面線を製造した結果、(a)法による円形断面テーパードワイヤの製造が可能であることが明らかになつた。しかし本法においては第2工程で材料の捻転が起こりやすい傾向があり、このような点を考慮すると第1ローラーにオーバル孔型ローラー、第2ローラーにテーパ付ラウンド孔型ローラーを有する複合式ダイスによる(b)法(Fig. 5 参照)が最も安定した方法であることが類推される。

### 3.4 工具の弾性変形

以上のような各種の装置によりテーパードワイヤを製造する場合は常に材料寸法および圧下量が変化するため、工具の弾性変形も一定でない。従つて弾性変形量が大きい場合はこれを考慮した圧下スケジュールが複雑となるのでテーパードワイヤ製造装置としてはとくに剛性の大きい工具を使用する必要がある。

### 3.5 各種製造方法の総括

各種テーパードワイヤの基本的な製造方法をFig. 3, Fig. 4, Fig. 5 に示す。これらの方法を実際の製造条件に応じて適宜選択し、あるいは組合せを行なうことにより各種断面形状のテーパードワイヤを能率的に製造することができる。

## 4. 結 言

以上の実験により次のような結論が得られた。

- (1) 正方形, 正六角形, 円形断面テーパードワイヤの製造はいずれも可能である。
- (2) 各種製造方法にはそれぞれ特徴があり、個々の製造条件を考慮して選択すべきものであるが比較的工程が簡単で安定した方法と考えられるものを挙げると次のようである。(Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5 参照)

正方形断面 (a)法  
正六角形断面法 (a)または(e)法  
円形断面 (b)法

- (3) 新たに開発、試作した回転式可調整ダイスおよび絞り式可調整ダイスは各種断面テーパードワイヤの製造に有効に活用できる。

## 文 献

- 1) 五弓, 齊藤, 小椋: 鉄と鋼, 53 (1967) 7, p.846
- 2) 五弓: 特許 276963, 277584
- 3) 五弓: 特許申請中
- 4) 五弓: 実用新案 536882

## 硬鋼線材の伸線性について\*

住友電工

前田閑一・川本正司・山田勝彦

### Study of Drawability of the Hard Steel Wire Rods

Kanichi MAEDA, Masaji KAWAMOTO and Katsuhiko YAMADA

## 1. 緒 言

硬鋼線材の伸線にあつて最近ではパテンチングが省略される場合が多くなり伸線速度も増大する傾向にある。このため線材の生引伸線性が重要視されているが伸線性に関係した鋼線の機械的性質におよぼす成分、組織伸線条件の影響については従来の報告<sup>1)</sup>で多くのデータが示され、また伸線性についても興味ある基礎的な考察<sup>2)3)</sup>がなされている。

これらを比較的研究実績の少ない生引伸線性に応用する場合実用的には熱間圧延線材の性能および伸線速度の増大にともなう歪時効硬化と断線率との関連で検討されるべきものと考えられ、本研究は圧延直後の冷却条件に依存した線材の特性を求め、つぎに伸線限界を従来のように断線の有無によつてではなく鋼線の機械的性質から定めて、これにおよぼす線材の組織、機械的性質および連続伸線の影響を考察したものである。

## 2. 実験方法

### 2.1 供試材

供試材は 5・5 mm  $\phi$  の線材で成分は Table 1 の通りである。供試材Dは Table 2 のように4種類の組織に分かれる。

### 2.2 線材の機械的性質

熱間圧延線材の機械的性質におよぼすC量と冷却条件の影響を求めため供試材A, B, Cをそれぞれ920°C × 220 secに加熱後 540~680°Cの 20°C 間隔の鉛浴炉で恒温変態させてその抗張力、絞り率を測定した。

### 2.3 鋼線の機械的性質

鋼線の機械的性質におよぼす層状パーライトの粗さ(層間隔)および連続伸線の影響を求めため供試材 D<sub>1</sub> ~ D<sub>4</sub> を2方法で伸線して各工程で機械的性質を測定した。

Table 1. Chemical composition of specimens (%).

Mark	C	Si	Mn	P	S	Cu
A	0.46	0.24	0.46	0.016	0.013	0.08
B	0.63	0.23	0.53	0.014	0.012	0.09
C	0.84	0.26	0.47	0.016	0.024	0.09
D	0.63	0.20	0.48	0.010	0.021	0.08

Table 2. Heat treatment of the specimen D.

Mark	Heat treatment	Procedure	Obtained structure
D <sub>1</sub>	Lead patented	920°540°C L.Q.	Fine pearlite
D <sub>2</sub>	Air patented	950°C A.C.	Fine + medium
D <sub>3</sub>		as hot rolled	Medium
D <sub>4</sub>	Annealed	830°C F.C.	Coarse

\* 第72回講演大会にて発表 講演番号 264 昭和41年11月10日受付