

れているが Trinks 等はロール面を拋物線に覺前氏は双曲線に近似してある。

VIII. 結 論

1. ロール面に直交する圓弧上の應力平衡より剪斷應力を考慮した壓延理論式を誘導し他の壓延理論との比較を行った。
2. 幅擴りの近似解を示し實測値との比較を行った。
3. ロール偏平變形に關する Hitchcock の式は冷間壓延にて良く一致する事を示した。

参 考 文 献

- 1) Karman, Th.: Z. ang. Math. u. Mech., vol 5, 1925, p. 139—41 "On the theory of rolling."
- 2) Trinks, W.: Blast Furnace and Steel Plant, vol, 25, 1937. p. 285, "The mechanics of cold rolling."
- 3) Tselikov, A. I.: Metallurg., No. 6, 1939, p. 61—76, "Effect of external friction and tension on the metal on the rolls in rolling."
- 4) Nadai, A.: Journal of Applied mechanics, p. A54—A62, Amerc. Soc. Mech. Eng., June, 1939, "The forces required for rolling steel strip under tension."
- 5) 覺前陸夫: 日本機械學會論文集, 16 卷, 55 號, p. 59—63. "板壓延における應力の計算"
- 6) Orowan, E.: Proc. I. Mech. E., vol 150, 1943, No. 4. p. 140—67, "The calculation of roll pressure in hot and Cold flat rolling."
- 7) Hitchcock: American Society of Mechanical Engineers Research Publication, 1935, "Roll neck bearings."

(80) 異方性珪素鋼帶製造實驗

川崎製鐵 K.K. 工 今 井 光 雄

異方性珪素鋼帶の工業的重要さについては今更改めて云う迄もない事であるが、現在我が國では極く一部の會社で試作程度に製造せられていると聞いている。實際の數字については知る可くもないけれども、私の實驗結果を發表して何かの御参考になれば幸と考へ、許可を得て發表する。工業的の實驗である故に、設備の不完全さのために、高温熱處理が出来なかつたのが残念ではあつたが致し方がなかつた。方針としては次の項目に重點を置いて實驗を行った。

- ① 一回強冷間壓延法
- ② 二回強冷間壓延法
- ③ 強冷間加工率と、中間燒鈍後の弱冷間加工率と仕上燒鈍溫度の磁化廻轉力に與える影響

先ず實驗に使用した材料の化學成分を下に示す。

C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cu%	Cr%
0.059	2.617	0.08	0.020	0.008	0.32	0.043

熱間壓延後の鋼帶は厚さ 2.8m/m, 幅 100m/m, 重量約 50kg であつた。この鋼帶を 850°C 6 時間保持の密閉燒鈍を行つて後酸洗を行い、次の厚さ迄強冷間壓延を行つた。

強冷間加工率

- |              |                  |       |
|--------------|------------------|-------|
| ① 一回強冷間壓延    | 2.8m/m → 0.35m/m | 87.5% |
| ② i) 二回強冷間壓延 | 2.8m/m → 0.70m/m | 75%   |
| ii) "        | 2.8m/m → 0.98m/m | 65%   |
| iii) "       | 2.8m/m → 1.40m/m | 50%   |

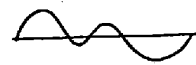
①の試料は 900°C 5hr 保持の中間燒鈍を行つた後直に弱冷間加工を行い、②の試料は 900°C 5hr 保持の中間燒鈍後、更に各試料は強冷間加工を行つて、0.35m/m 迄壓延した。此の時の冷間加工率は②i)が 50% ②ii)が 65% ②iii)が 75% であつて、②i)と②iii)は加工率の順序が逆になつてゐるに過ぎない。之等②の試料は再度 900°C 5hr 保持の中間燒鈍を行つた。中間燒鈍はすべて水素氣流中で行われた。

中間燒鈍の終了した珪素鋼帶は、次の 6 種類の弱冷間加工を行い、主方位結晶粒の選擇的粗大化への寄與と同時に、仕上燒鈍溫度と弱冷間加工率との相關性を實驗した。

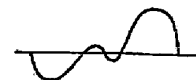
弱冷間加工率	0.5%	1%	1.5%	2%	3%	4%
仕上燒鈍溫度	750°C	800°C	850°C	900°C	950°C	1000°C

即ち 36 種類の弱冷間加工率及び仕上燒鈍溫度の相違した實驗材料の磁化廻轉力を測定した。仕上燒鈍は少くとも 1000°C 以上の方が良好である事は、既に實驗済みであつて、別の機會に其の理由を發表し度いと考へているが現在 1000°C 以上で熱處理の出来る工業用電氣爐乃至、瓦斯爐の設備がないので、熱處理は 1000°C に止めた。

強冷間壓延のみでは磁化廻轉力曲線は



の形を示し、熱處理後は



の形を示す事は、結晶の方向を考えると了解する事が出来る。即ち強冷間圧延のままでは、壓延面に平行な面は(100)面であつて、壓延方向に平行な軸は[110]軸である。熱処理後は結晶軸が廻轉して壓延面に平行な面は(110)面の管であり、壓延方向に平行な軸は[100]軸の管である。然し乍らすべての結晶粒が其の様な方向を持ったものばかりでなく、顯微鏡の蝕像に依ると、面及び軸共に傾斜したのを見る事が出来る。磁化廻轉力計に依る強冷間圧延後及び、中間焼鈍後及び弱冷間加工後の磁化廻轉力を第1表に示す。表中の數字は磁化廻轉力の極

87.5% の試料は中間焼鈍温度が不適當であつた爲か、焼鈍後の廻轉は著しく低い値を示し、 $2\sim 3 \times 10^4$  dyne cm を示した。第二回強冷間圧延は第一回強冷間圧延率とは逆に 50%, 65%, 75% の順序に行つた。

第2回強冷間圧延では、第1回中間焼鈍前の状態に復歸して、其の廻轉力も著しく低く、 $0.2\sim 2.8 \times 10^4$  dyne cm の程度であつた。然し乍ら第2回中間焼鈍後は、之等2回強冷間圧延試料は異方性を回復し、 $7\sim 10 \times 10^4$  dyne cm を示した。 $11 \times 10^4$  dyne cm を示した試料は六個の内一個で、他の五個は大なる差は示さなかつた。

之等一回及び二回強冷間圧延によつて 0.35m/m の厚み迄圧延せられた試料を中間焼鈍 900°C 5hr 後 0.5%~4% の範囲で弱冷間加工を行つて後に仕上焼鈍を行い、主方位結晶粒の選擇的生長の實驗を行つた。結果を第2表に示す。其の結果を吟味すると次の様である。

① 1回強冷間圧延法と2回強冷間圧延法との間には廻轉力に著しい差が示された。即ち1回強冷間圧延法では  $15 \times 10^4$  dyne cm の高廻轉力を示したが、2回冷間圧延法では、約  $11\sim 12 \times 10^4$  dyne cm の廻轉力が最高であつた。然し乍ら  $1.5 \times 10^4$  dyne cm を示す範囲は非常に限られた小範囲であつた。

② 2回強冷間圧延法では、全體に亘つて、 $6\sim 9 \times 10^4$  dyne cm の廻轉力を示し、著しく低い廻轉力も示され

第 1 表

処理法	第一回				第二回				波線	熱処理
	87.5%	75%	65%	50%	87.5%	75%	65%	50%		
母鋼焼鈍 2.8%	$4.26 \times 10^7$ dyne cm				$3.70 \times 10^7$ dyne cm					850°C 8hr
第一回強冷間圧延	5.13 2.67	7.19 6.22	3.58 6.28	1.87 2.12	6.12 5.83	5.40 3.07	4.87 2.21	4.50 6.49		900°C 5hr in/b
第一回中間焼鈍	/	6.07	2.67	2.24	/	5.63	5.20	1.59		
第二回強冷間圧延	/	0.78 2.46	1.35 2.76	2.03 2.72	/	0.22 0.93	0.77 1.48	2.63 2.87		
第二回中間焼鈍	1.94	9.11	11.06	7.35	3.11	7.34	6.21	7.41		900°C 5hr in/b
弱冷間加工率	0.5%	3.29	9.08	/	7.14	2.87	7.97	7.54	6.76	
	1.0%	1.99	8.67	/	5.75	3.47	5.98	9.17	5.99	
	1.5%	1.61	7.74	/	6.02	3.09	7.27	7.18	6.39	
	2%	2.73	8.79	8.55	7.59	2.43	8.29	9.03	6.26	
	3%	2.12	7.79	/	6.98	4.25	6.61	7.23	6.61	
4%	1.79	8.12	8.44	6.26	2.78	6.59	8.67	6.57		

大或は、極少を表し、其の單位は  $\times 10^4$  dyne-cm である。又表中で上下二段に示した數字は、強冷間圧延後の磁化廻轉力で、此の場合、山及び谷の高さが均一でなく、止むを得ず第1の山の高さを上段に、第2の谷の深さを下段の數字で示した。

第1表によると熱間圧延の仕上り温度が低かつた故か初めから磁化廻轉力は残存し、 $3\sim 4 \times 10^4$  dyne cm を示している。之に 87.5%, 75%, 65%, 50% の強冷間圧延を行つた後は、第1回實驗では山で約  $5 \times 10^4$  dyne cm, 谷で約  $8.7 \times 10^4$  dyne cm を示し、75% の試料は山で約  $7.19 \times 10^4$  dyne cm 谷で約  $8.24 \times 10^4$  dyne cm の廻轉力を示している。65% の試料は山で約  $3.5 \times 10^4$  dyne cm 谷で約  $6.28 \times 10^4$  dyne cm を示し、50% の試料は山で約  $1.81 \times 10^4$  dyne cm を示し、谷で約  $2.10 \times 10^4$  dyne cm を示した。第2回實驗では 65%, 50% の試料が第1回實驗の試料よりも廻轉力が強く、65% の試料は山で約  $4.87 \times 10^4$  dyne cm を示し、谷で約  $8.81 \times 10^4$  dyne cm を示した。50% の試料では山で約  $4.50 \times 10^4$  dyne cm を示し、谷で  $6.49 \times 10^4$  dyne cm を示した。中間焼鈍後は 75%, 65%, 50% と壓延率に應じて廻轉力は  $6\sim 2 \times 10^4$  dyne cm と低下を示している。

第2表 2.6% 珪素鋼帶磁化廻轉力 (焼鈍時間 2時間)

		750	800	850	900	950	1000
P A	0	異型	2.33	2.84	2.83	3.46	3.29
"	0.5	1.73	2.08	1.82	1.90	2.97	3.60
"	1.0	2.60	1.98	4.41	3.22	2.76	5.80
"	1.5	2.12	2.15	3.14	3.04	11.06	8.35
"	2.0	2.51	3.25	4.20	14.36	7.08	4.27
"	3.0	2.69	5.41	8.64	8.90	5.50	4.94
"	4.0	2.05	2.99	4.25	6.74	5.69	7.14
P B	0	9.10	7.33	8.93	9.90	9.76	9.89
"	0.5	8.01	9.61	8.69	9.68	10.60	11.44
"	1.0	9.50	6.37	8.43	7.81	5.73	8.28
"	1.5	8.31	9.56	8.77	8.04	9.52	10.47
"	2.0	7.74	8.71	8.56	8.18	7.73	10.25
"	3.0	8.02	6.05	6.37	4.76	4.17	4.95
"	4.0	8.23	8.65	7.03	3.26	3.77	5.19
P C	0	6.28	7.44	7.25	5.72	7.41	7.96
"	0.5						
"	1.0						
"	1.5						
"	2.0	9.50	9.42	9.40	9.67	12.90	10.83
"	3.0						
"	4.0	8.47	8.71	6.95	5.06	8.51	9.46

PD	0.5	5.53	7.24	6.54	7.72	7.43	7.77
"	1.0	5.07	6.50	5.85	7.77	12.74	11.17
"	1.5	2.09	3.00	7.75	8.76	9.17	10.90
"	2.0	7.87	6.56	9.13	10.66	11.21	8.93
"	3.0	6.47	6.50	7.62	10.49	9.26	10.53
"	4.0	6.01	6.31	7.48	6.35	10.33	8.08
"	4.0	4.56	4.71	4.27	4.65	5.54	4.26
SA	0.5	2.10	3.25	1.63	2.76	3.50	3.69
"	1.0	2.40	4.34	9.97	9.72	7.01	10.97
"	1.5	2.71	2.01	4.30	15.93	9.81	9.07
"	2.0	1.79	2.74	6.78	13.71	10.00	3.77
"	3.0	2.11	3.42	5.74	7.27	3.60	3.61
"	4.0	3.31	2.26	8.87	3.43	3.43	3.92
"	4.0	3.11	5.12	3.83	3.23	3.44	3.05
SE	0.5	4.87	5.89	5.87	7.49	8.78	10.50
"	1.0	6.32	7.92	6.76	6.38	7.70	9.07
"	1.5	6.60	7.21	6.54	7.60	8.20	7.78
"	2.0	6.96	5.39	6.71	7.27	10.01	9.27
"	3.0	7.18	8.32	7.64	6.35	6.69	5.60
"	4.0	6.82	8.39	5.84	5.59	7.20	7.23
"	4.0	5.77	4.99	4.29	3.69	3.36	5.45
SC	0.5	7.18	5.46	8.29	8.96	9.02	9.00
"	1.0	8.07	8.30	7.05	7.07	7.08	8.19
"	1.5	9.12	9.19	10.08	8.52	9.70	8.32
"	2.0	7.73	8.00	8.57	7.87	6.63	7.19
"	3.0	8.45	8.82	7.72	7.06	6.82	5.86
"	4.0	7.12	8.10	6.66	5.32	4.72	7.77
"	4.0	5.84	4.55	3.83	4.56	4.73	6.33
SD	0.5	6.20	6.74	7.15	7.32	6.74	7.48
"	1.0	6.53	6.59	6.54	7.91	7.50	9.10
"	1.5	8.21	5.56	6.16	7.70	8.24	6.75
"	2.0	6.40	7.16	5.61	7.61	10.07	7.58
"	3.0	6.25	6.21	7.05	6.06	5.93	7.00
"	4.0	6.58	6.21	5.97	7.12	7.05	7.17
"	4.0	6.91	7.56	6.73	7.11	6.13	6.38

なかつた。

③ 弱冷間加工率は 0.5%~2% の範囲が適當の様で 3% 以上は過大の様である。

④ 廻轉力が  $10 \times 10^4$  dyne cm 以上を示した試料は殆んど 900°C 以上の仕上焼鈍に限られている。

### (81) マンネスマン穿孔機に於ける壓延について (II)

日本鋼管 K. K. 川崎製鐵所技術研究所

理 鈴木 鋼 一

マンネスマン穿孔機による鋼片の穿孔壓延の機構は非常に複雑であり、容易に究明を許さない。筆者等はさきに穿孔の際のロールと鋼片の間の相互作用に關して研究を行つたが、今回更に鋼片の内部の變形に着目して、穿孔中の鋼片の動きとこれに對する力學的關係およびドルンの位置が變形におよぼす影響について報告する。

#### I. 實驗方法

穿孔中の變形を知るために、あらかじめ鋼片に軸方向に 1 列に 3/8 吋のボルトを 25mm おきに中心までうめこみ、その反對側に從來の方法で振りを測定する爲のすじを入れた。

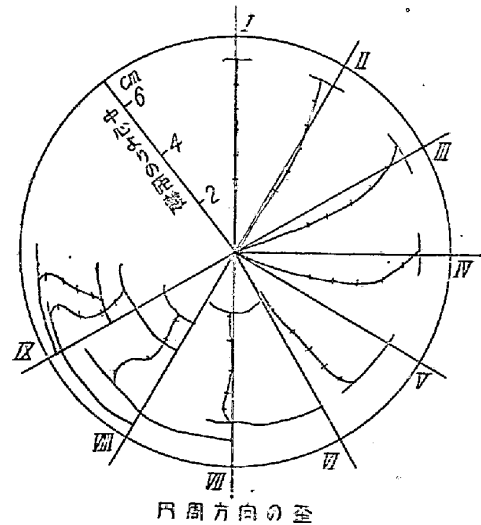
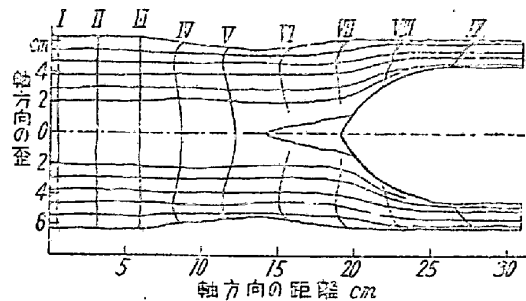
壓延條件は下記の通りで、穿孔途中で穿孔機を停止して鋼材を取出した。

- ロール 徑; 360mm
- 補助ロール 徑; 200mm
- 本ロール傾斜角; 4°58'
- ドルン 徑; 83mm
- 鋼片 外 徑; 130mm
- 素管 外 徑; 123mm
- 素管 内 徑; 84.5mm
- 壓延 温 度; 1300°C

鋼片は縦割りののち、ボルトの位置に沿つて半徑方向に切斷し、ボルトが現れるまで削り出してそれぞれの位置を決定した、またネジ山の數により最初の表面よりの距離を決定した。

#### II. 穿孔中の變形

穿孔中の變形の一例を第 1 圖に示す。上圖は軸方向のボルトの動きを示し、横の線はネジ山五つづの位置(穿孔前の間隔 8.05mm)の動きであり、これにより材料の



第 1 圖 穿孔中の歪