

Fig. 1. Profile of punches and die for redrawing.

りしたカップの板厚は初めのカップの板厚と殆ど変らないことが判明したので、初めのダイスと同一にした。深絞り試験にあつては速度が問題となるが、Fig. 2 に示した様に初めの絞りの場合には、クランクプレスを使用しても、アムスラー試験機を使用しても深絞り性には問題となる差はないことが判明したので、すべてアムスラー試験機を使用した。この際には試験法としてはblank 55mm のものを外径比法で行つた。試験にはすべ

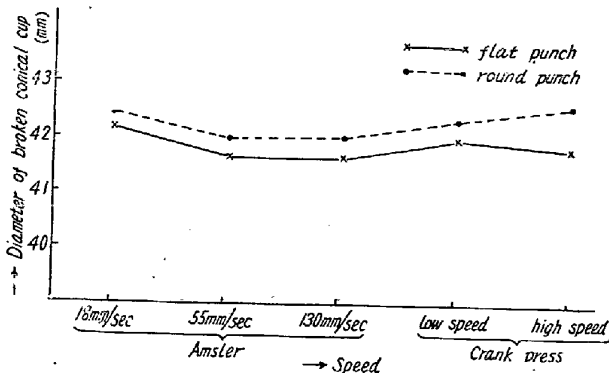


Fig. 2. Effect of speed on drawability of cold rolled sheets.

てマシン油を使用した。

III. 試験結果

再絞り試験の結果の一例を Fig. 3 に示したが、5/8" のポンチでは初めの絞りの深絞り限度以内のものはすべて再絞りが可能で破断試験としては不適當であるが、9/16", 19/32" のポンチでは深絞り限度が現われて再絞り試験として利用できた。図に示す如く深絞り限度以内では非常にバラつきが大きいが、再絞り中の最大荷重は初めのblank 外径の増大と共に増大の傾向を示すが、深絞り限度をこえると破断荷重は極めてばらつき、円錐形ダイスの時の如く図上で深絞り限度を求めることができないので、再絞りのできた最大blank 直径で再絞り

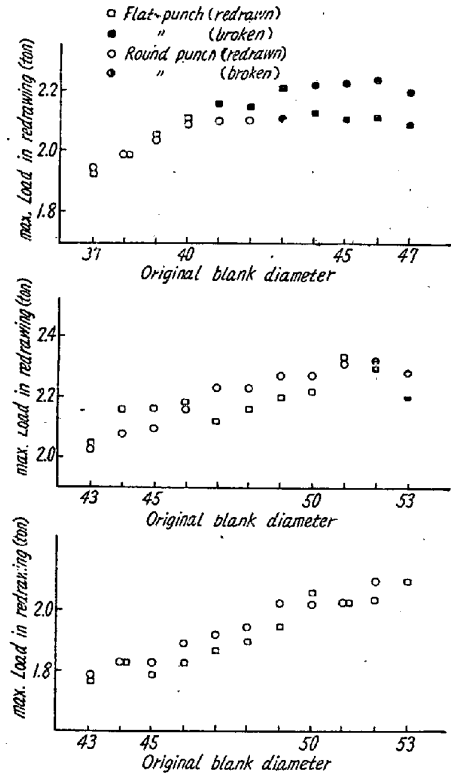


Fig. 3. Relation of original blank diameter and max. load in redrawing.

限度とした。なお同時に板の機械試験も行い、再絞りの結果と比較した。

IV. 結 論

- 1) 再絞り試験としては再絞り率 69 または 73% が適當である。ただし 73% の再絞り率では底丸ポンチでは初めの深絞り限度以内のものはすべて絞りうる場合がある。
- 2) 再絞り試験においては底平と底丸ポンチを比較すれば一般に底丸ポンチの方が深絞り限度が高い。
- 3) 初めの深絞り試験においては、一応深絞り性は機械試験値より見当をつけられないことはないが、再絞り試験の結果は極めてばらつき、再絞り限界と原板の機械試験値との相関は認められない。
- 4) 初めの深絞り限界と再絞り限界との相関は認められない。

(22) 鋼管の冷間曲げ加工 (I)

(曲げ加工による歪および応力、曲げ加工限度)

Cold Bending of Steel Tube (I)

(Stress and Strain by Bending, and Limit of Bending)

K. Takase.

日本鋼管、技術部技術研究所

理 高 瀬 恭 二

I. 緒 言

鋼管の曲げ加工限度や曲げ加工後の強度については、はつきり解らぬことが多い。この解決のためには先ず曲げ加工の際に管の各部に生ずる歪や応力を求めねばならないが、ここでは実際に最も多く使用されているダイスプラグ式ベンダーで曲げた場合について解析した結果について述べる。

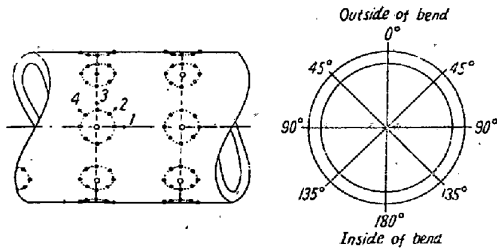


Fig. 1. Mode of marking measuring points.

II. 実験方法

曲げ加工前に管の表面に Fig. 1 の如く、1組8箇の標点を各所に打刻しておき、この管を曲げ加工後、これらの標点の間隔の変化から歪、応力の大きさおよび方向を求める。この算式は次の如くである。管軸線方向を1としこれより順次に45°の間隔をおいて2, 3, 4の方向とし、その各方向の標点距離の伸率に1を加えたものをそれぞれ e_1, e_2, e_3, e_4 とする。また一方、歪の主軸方向と1の方向とのなす角を θ 、管表面の2つの主歪の伸率を a, b とし、 $A = (1+a)^2, B = (1+b)^2$ とおく。しかるとき

$$A + B = e_1^2 + e_3^2 - \frac{\Delta}{2}$$

$$\Delta = e_1^2 + e_3^2 - e_2^2 - e_4^2$$

$$(A - B) \cos 2\theta = e_1^2 - e_3^2$$

$$(A - B) \sin 2\theta = e_2^2 - e_4^2$$

これらから A, B, θ が知られ歪が完全に求められる。また

$$\beta = \frac{\log_{10} A + 2 \log_{10} B}{2 \log_{10} A + \log_{10} B}$$

とおくと、主応力は

$$\sigma_x = \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{1-\beta+\beta^2}}$$

$$\sigma_y = \frac{\beta \bar{\sigma}}{\sqrt{1-\beta+\beta^2}}$$

ここに $\bar{\sigma}$ は、今計算している点の加工度 (A, B から求められる) に応ずる比較応力で、これは別に塑性曲線を測定して求められる。

さらに管軸を含む平面による管の断面 (継目のある管では継目がこれに相当する) に作用する法線力 σ_n と剪

断力 τ_n とを求めると

$$\sigma_n = \sigma \frac{1 - (1-\beta) \frac{\cos 2\theta + 1}{2}}{\sqrt{1-\beta+\beta^2}}$$

$$\tau_n = \sigma \frac{(1-\beta) \frac{\sin 2\theta}{2}}{\sqrt{1-\beta+\beta^2}}$$

となる。

III. 実験結果

2 in のガス管について、その外径を D とした場合、管軸線の曲げ半径にして $1.5D, 2D, 3D$ で 180° の曲げ加工をした結果の中、 σ_n, τ_n を Fig. 2, 3 に示す。

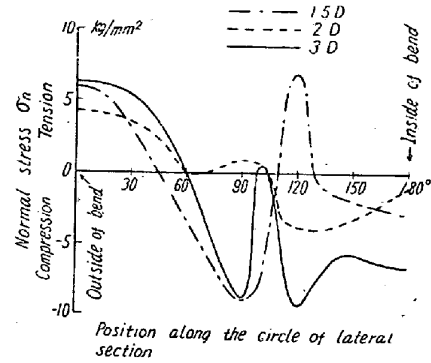


Fig. 2. Normal stresses acting on the longitudinal section of tube.

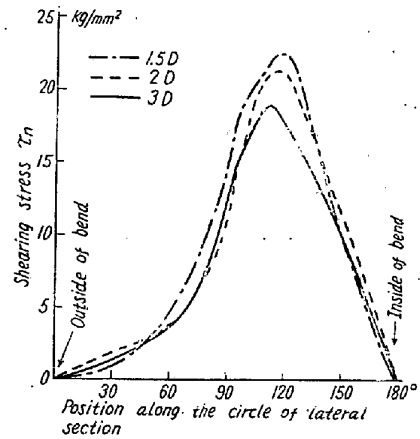


Fig. 3. Shearing stresses acting on the longitudinal section of tube.

なお曲げの中性線は曲げ内側から管軸方向に測つて約 75° のところにあるから曲げ最外側の伸率 δ は

$$\delta = \left(\frac{R + \frac{D-t}{2}}{R - \frac{D-t}{2} \cos 75^\circ} - 1 \right) \times 100\%$$

R管軸線の曲げ半径
 D管外径, t管肉厚。

δ を一般伸び限界 δ_g でおさえると、この式で曲げ加工限度が与えられる。これを曲げ半径 R_g で表わすと、2" ガス管では $R_g=60 D/\delta_g$ となる。なお $\delta_g=22\sim 25\%$ であるから $R_g=2.4\sim 2.7D$ である。ただし実測によるとこの式で与えられるよりはやや小さい曲げ半径迄、局部伸びを示さない。

また曲げ最外側の肉厚減少率 Δt は応力二軸度を考慮に入れて $\Delta t = \left\{ 1 - \left(1 + \frac{\delta}{100} \right)^{-0.6} \right\} \times 100\%$ となる。これは曲げ半径 $2.5D$ で 12% となる。
(文献省略)

(23) 鋼の冷間押出加工法に関する研究 (V)

(3000 t 水圧プレスによる後方押出加工に関する実験結果)

Studies on Cold Extrusion of Steel (V)
(Experimental Results of Cold Backward Extrusion in 3000 t Hydraulic Press)

S. Tsujimoto, et alii.

住友金属工業, 製鋼所

工 児玉 藤雄・工博 小田 尚輝
工 板橋 哲男・ 〇辻本 信一

I. 緒 言

第IV報迄においては主に 100 t アムスラー万能試験機による模型後方押出加工の基礎実験結果について報告してきたのであるが、引続き本報においては 3000 t 水圧プレスによる 0.35% 炭素鋼の後方押出加工の最初の実用化試験を実施したので、この場合の押出力、潤滑剤の効果、加工後の材質調査等の結果について報告する。

II. 供 試 材

鍛造棒鋼より 79φ×56 mm の試料を採取したものでその本体分析の結果は Table 1 に示す通りである。

熱処理は焼準 (870°C×1h A.C.) 焼鈍 (710°C×3h F.C) を行い、潤滑剤処理は標準のボンダライト、ボンデルーベ処理を施した。

Table 1. Chemical composition of specimen (%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Al
0.35	0.04	0.84	0.011	0.021	0.17	0.11	0.08

III. 実 験 方 法

3000 t 水圧プレスを使用して、加工速度約 2/3 秒、加工度 64% の場合における押出力を抵抗線歪計で測定し、同時にラム行路の関係をオツシログラフに記録した。

なお使用したダイス、ポンチは高炭素高クロム鋼で球状化焼鈍後焼入、焼戻したものであつて、模型実験で用いたダイス、ポンチを基礎にして新しく設計したものである。

また加工直後の試料表面の温度を弓形表面測温計で測定し、加工後の材質調査もあわせ行った。

IV. 実 験 結 果

(1) 押出力について

抵抗線歪計で押出力とラム行路の関係をオツシログラフで求めた結果は Fig. 1 に示す通りであつて、模型実験と殆ど同様な関係曲線を示し、最高押出力は約 700~800 t を示した。

これを前報同様に M. Dipper の提出している押出力計算式と比較するとほぼ近似値を示した。

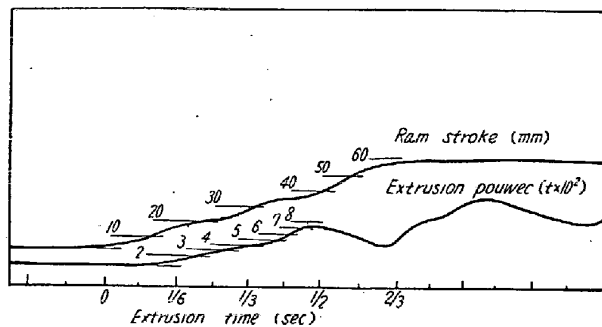


Fig. 1. Relation between extrusion power and ram stroke.

(2) 潤滑剤の効果について

この程度の加工においては潤滑剤は切れることなく内外面共に光沢ある綺麗な面で仕上り充分効果があつたものと思われる。加工後試料の表面温度を弓形表面測温計で測定した結果 150~170°C の温度を示したので試料内面の温度はほぼ、200°C 前後ではないかと推定される。

これは前報で報告した如く潤滑効果は約 200°C 程度が最も有効に作用することが判つているので、比較的良い条件で加工されたといえる。

(3) Fibre の影響について

素材時の Fibre と平行方向並に直角方向に押出加工したものについて、外周側壁部、底部より引張、衝撃試験片を採取して機械的性質の比較を行った。その結果は Table 2 に示す通りである。すなわち外周側壁部の降伏点引張強さには大差が認められないが伸、絞、衝撃値