

- 3) Max Kroneis, Theodor Skamtetz: Stahl u. Eisen, 83 (1963), Nr. 24, 21, p. 1546
- 4) 鈴木, 後藤, 林: 神戸製鋼所研究報告, 第1563号

621.777.016.2:539.374:621.7.073-4345
 (176) 鋼熱間押出におけるメタルフローとダイス形状
 八幡製鉄, 光製鉄所 No.64238

岡本 一生・工博○中村 貞男
 Effect of Die Shape on the Metal Flow in the Hot Extrusion of Steels.

Kazuo OKAMOTO and Dr. Sadao NAKAMURA.

I. 緒 言 PP2044-2046

熱間加工性の悪い鋼種を押し出したさいにみられる製品の表面肌荒れについて, ダイス形状を変えて押し出し中の材料の塑性流れすなわちメタルフローを変えることにより, 表面の改善を試みた。

はじめに油粘土を使ってメタルフローをよくするとされているコニカルダイスと, それと類似の効果を示し実用上の利点を持つ平ダイス2枚を重ねたダブルダイスについて実験し, その結果から工場実験を行なつて, 表面改善の効果および実用上の問題点を調査した。

II. 粘土実験

1. 実験装置

軸対称な円管を押し出す場合について, 押し出し中の材料 Fig. 1 の斜線の部分の変形を考

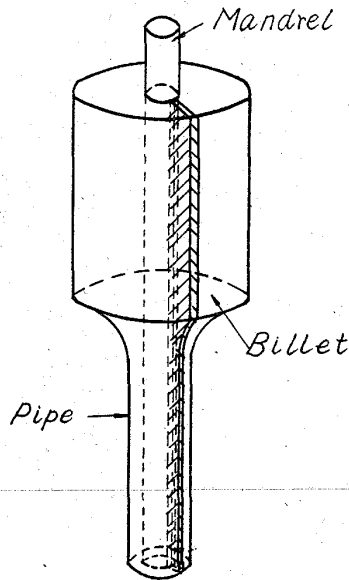


Fig. 1. Material under extrusion.

- 1. Billet.
- 2. Ram.
- 3. Mandrel.
- 4. Container.
- 5. Conical die.
- 6. Die.
- 7. Die.

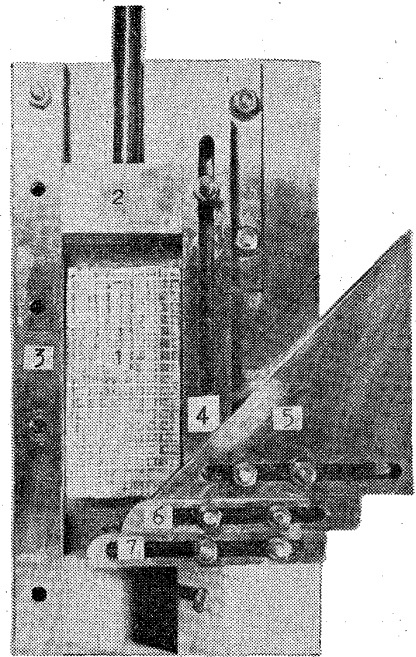


Photo. 1. Experimental apparatus.

えることとして, 軸対称3次元変形と2次元変形の類似性と, 種々のダイス形状に対する実験の容易さことから Photo. 1 のような実験装置を使用した。

50×100×10mm の粘土板を2枚用意し, これらの合わせ面の一方に5mm 間隔の正方形網目を刻んでおき, 炭酸カルシウム粉末を介して2枚の粘土板を合わせてビレットとする。

このビレットの外周辺およびビレットに触れる実験装置の部分に潤滑のためグリースを塗つて挿入しカバープレートで覆い, 装置全体を万能試験機に取付けて押し出しを行なう。

2. コニカルダイス

Photo. 2 はコニカル部分すなわち c を変えて押し出した1例であつて, c が大きくなるほどビレット内のメタルフローがなめらかになる。

メタルフローのなめらかさについては, ビレット内の変形状態のほか, 簡単には押し出材の流線について

Table 1. The values of f (mm) shown in Photo. 2.

a mm	Die	Entry radius		b or c mm								
		R ₁ mm	R ₂ mm	0	12.5	20	22.5	25	27.5	30	32.5	35
15	C	5	—	150	96	67		52			44	
	D	5 5	10 15			77 71	67 58	63 69	85	88		
10	C	5	—	170	135	123				73		64
	D	5 10	15 15					117 91	106 75	139 100	131	133
	CD	5	—					102	107	127		115

C=conical die. D=double die. CD=conical double die. thickness of die ②=15mm.

Photo. 2 に f で示した値によつて評価することができる。 f の実験結果を Table 1 に示した。

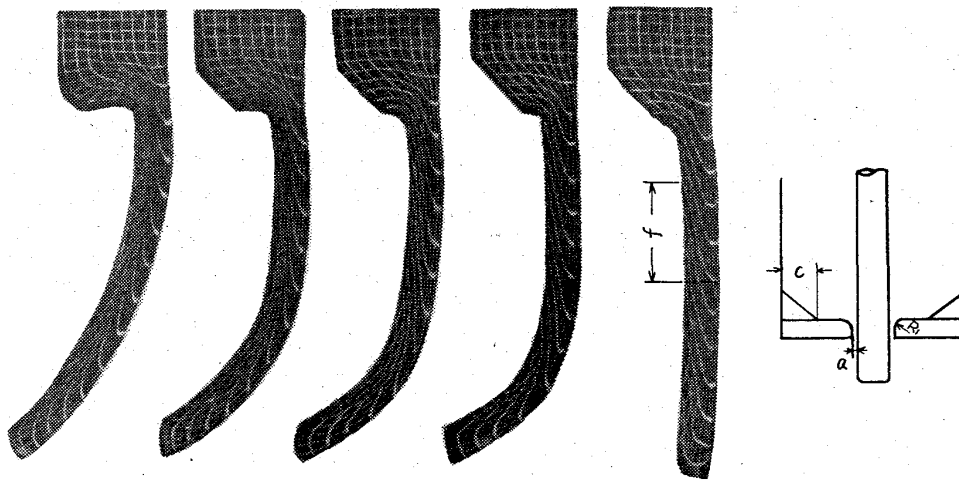


Photo. 2. Metal flow in extrusions with conical dies.

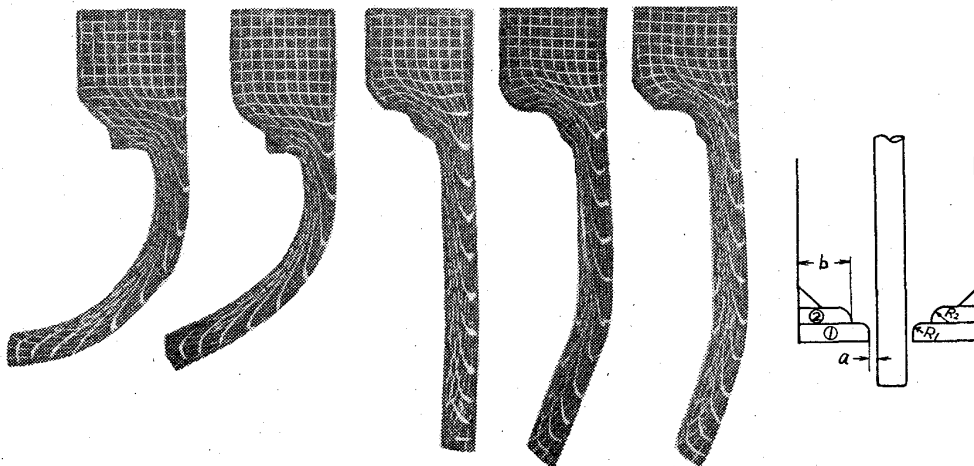


Photo. 3. Metal flow in extrusions with double dies.

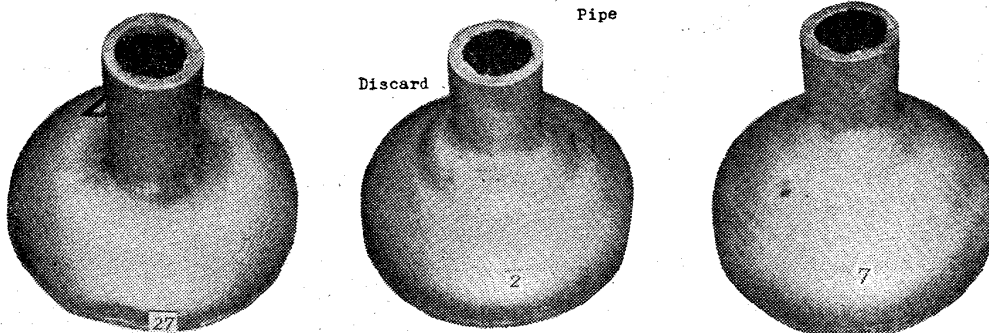
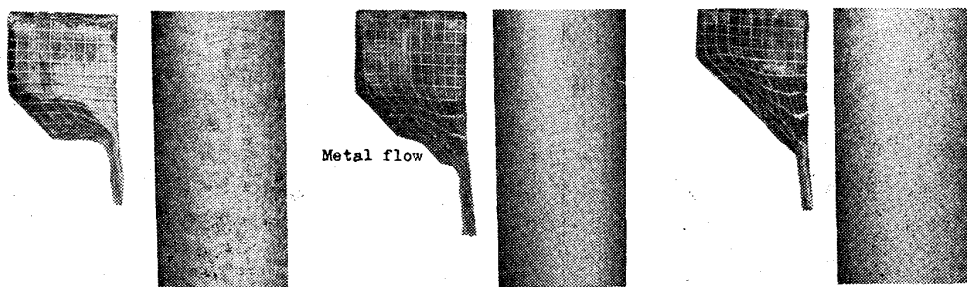


Photo. 4. Metal flow and surface of extruded pipes.

コニカルダイスとしては、 45° コニカルで部分コニカルから完全コニカルまでの実験と、 30° 完全コニカルの実験を行なつた。 f によつても完全コニカルが最もよく、とくに 45° 完全コニカルは後述のダブルダイスも含めて最もよいことがわかる。 30° コニカルでは効果が少なくなり、適当な条件を選ぶとダブルダイスのほうがよくなる。

3. ダブルダイス

Photo. 3 はコニカル部分を一部固定し、2枚の平ダイスのうち①を押し寸法に合わせて固定し、②の影響すなわち b を変えて押し出した一例であつて、 b の適当な値の場合にメタルフローがなめらかになり、材料は真直ぐに押し出される。

ダイス①、②の入口面取りの形および R を変えて実験した結果を Table 1 でみると、入口面取り R はいずれも大きいほうがよく、それぞれのダイスの組合せで最もよい条件の b の値はダイス②の R によつて定まる。

Table 1 でダイス CD はダイス②の入口面取りを丸味のある R でなく、 45° コニカルにしたもので、それについて b を変えて実験すると、角ばつた段になるために、ピレット内のメタルフローに局部的に歪みが異常になる部分が現われるので、入口面取りは丸味を持つほうがよい。

III. 工場実験

SUS33 鋼管を押し比 37 で平ダイス、 45° コニカルダイス、粘土実験で検討して選んだダブルダイスを使つて押し試験を行なつた。その結果は Photo. 4 のようになり、粘上によるメタルフロー実験でもコニカルダイス、ダブルダイスは平ダイスよりよく、製品鋼管およびディスクなどの表面性状も平ダイスの粗い表面に対し、コニカルダイ

スではオレンジ肌になる特徴があり、ダブルダイスでは滑らかな表面になり改善されている。また押出力についても平ダイスで 1550 t に対し、ダブルダイスでは -50 t、コニカルダイスでは -100 t 程度それぞれ低くなる事が認められた。5回ずつ押出したときのダイスをみると、コニカルダイスに比べ、ダブルダイスは、ダイス①と②の段の部分に潤滑ガラスの溜り場ができるため摩耗が少なくすぐれている。また 45° コニカルダイスは押出製品寸法に対しダイス厚さが変わるのに比べ、ダブルダイスでは一定厚さでよい点実用上の利点がある。

IV. 結 言

コニカルダイスとそれに類似の効果を持つダブルダイスについて、押出し中のダイス形状によるメタルフローの調査を容易にするため実験装置 Photo. 1 を考案し、油粘土による実験を行なった。その結果、45° コニカルダイスが最もすぐれ、30° コニカルは効果が少なく、適当な組合せのダブルダイスのほうがよかつた。ダブルダイスについては、入口面取り形状が丸味を持ち R の大きなものがよい。

粘土実験による結果をもとにして工場実験を行なった結果、表面性状、押出力の点で平ダイスに対して 45° コニカルダイス、ダブルダイスがすぐれており、ダイス摩耗の点でダブルダイスがよく、実用上ダブルダイスのすぐれていることを認めた。

など一般にはほとんど報告されていない。そこで体系的調査の手初めとして若干の現場実験をおこなつた。

II. 加工荷重について

(1) 加工荷重測定実験

供試材として、0.12% C-1.18% Cr-0.50% Mo なる成分のものを選び、圧延加工後外径 200mm、内径 30mm、長さ 400mm に切削し、1050°C に加熱後拡大加工をおこなつた。

加工用のプラグは半頂角 15°、最大外径 50mm、70mm、90mm、110mm、130mm の計 5 種類を採用し、荷重の測定はプラグに水圧力を伝達するマンドレルにストレーンゲージを張り付け、歪をペン書オッシログラフに記録することより得た。

加工荷重の測定によると、加工の進行とともに荷重の変動は認められず、計算式の作成において定常状態のみを考えればよいことが明らかとなつた。

(2) 加工荷重計算用理論式の作成—全歪理論による初等解および平面すべり線場理論による解。

まず全歪理論による解として、衆知の Siebel が線引荷重計算用に作成した式を変形し、採用した。すなわち加工荷重 P は以下のごとく示される。

$$P = \pi(1 + \mu \cot \alpha) \cdot \sigma_e \cdot$$

$$\left\{ (1 + \mu \cot \alpha) (R^2 - r_1^2) \log \frac{R_2 - r_1^2}{R^2 - r_0^2} - \mu (r_0^2 - r_1^2) \cot \alpha \right\}$$

ただし、 σ_e : 変形抵抗、 r_1 : 加工前材料の内径、 r_0 : 加工後の材料内径、 R : コンテナ内径、 α : プラグ半頂角、 μ : 工具面と材料との接触摩擦係数。

次にすべり線の解としては、工具と材料との間の接触摩擦係数はないものとし、プラグ角部を応力の特異点と仮定した 15° 等角平面すべり線を描き、Hency の定理を使用してこの図から応力を計算し、しかる後このすべり線がそのまま軸対称応力解であるとして計算した。ここで描かれたすべり線は正解であるか否かは証明されていない。

(3) 理論式と実験との比較

結果を Fig. 2 に示した。

理論式を使用して加工荷重を計算する場合の変形抵抗は押出しにおける実効変形抵抗 15 kg/mm² (1050°C にて) を採用した。また全歪理論式において摩擦係数 μ の値はガラスの高温での最大摩擦係数 0.01 を採つてある。しかし実際にはこれ以下でほとんど無視し得る程度である。

図によつて明らかなごとく全歪理論による解は、平面すべり線場理論による解に比し、かなり小さくなつている。しかし、これは前者は剪断歪による影響を考慮していないのであるから当然のことである。したがつて平面すべり線による解は種々の仮定を含んではいるが、より實際を説明し得ると考えられる。

以上のごとくホットエキスパンション加工法における荷重の計算に際しては平面すべり線場理論の採用がより信頼性があることがあきらかとなつたが、最終的には変形抵抗 (実効変形抵抗) をいかに評価するかが問題であり、平面すべり線場理論式から逆算した実効変形抵抗の実験値をあらゆる条件において集積しておくことが大切である。

62/774.3815392741539.388.24.
(177) ホットエキスパンションにおける

荷重および材料の流れについて

住友金属工業、鋼管製造所 No. 64229
小島 浩・○宇多小路勝

On the Necessary Pressure and the Flow of the Metal in Hot Expansion Process.

Hiroschi KOJIMA and Masaru UTAKOZI.

I. 緒 言

ユージン・セジュール式製管法において、押出の前工程として深穴ボーリングされた (たとえば径 20mm ~ 30mm) ビレットを Fig. 1 のごとく逆円錐形プラグにより内径を拡大 (Expand) する作業がある。工具と材料の接触部はすべてガラス潤滑とし、加工温度は押出の場合と大差なく、1000°C ~ 1200°C である。

この加工法は、大変特異なため加工荷重、材料の流れ

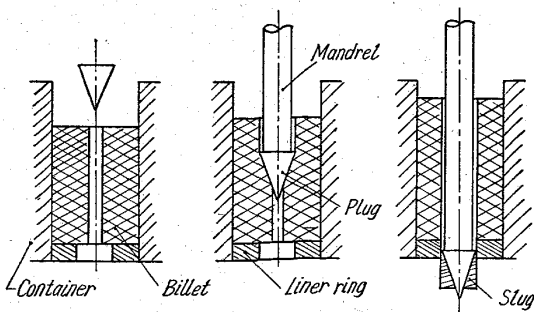


Fig. 1. Process of hot expansion.