

$$\delta\theta_2/\theta_2 = 1/3 \cdot (0.07 + 0.12) (1 - 873^3/903^3) \\ + 873^3/903^3 \cdot 34/903 = 0.034$$

$$\therefore \delta\theta_2 = 0.034 \times \theta_2 = 30^\circ\text{C} (= \delta\theta_2)$$

ストリップの尾部は 30°C 捲取温度が上昇する。実際の捲取温度の記録を Fig. 2 に示す。

IV. 圧延速度上昇に伴う捲取温度の変動 (数式の適用例 2)

最近の新しいホットストリップミルでは能率および品質向上を目的として、ストリップの頭部が捲取機に捲付いた後、速度を上昇させて圧延するミルが多い。

ある工場では板厚 2.3mm, 巾 3フィートの圧延を、最初は $V_1 = 1700 \text{ fpm}$ で圧延を行ない、ストリップの頭部が捲取機に捲付いた後、 $V_2 = 2700 \text{ fpm}$ に速度を上昇して圧延する。その工場のホットランテーブル注水装置の詳細は不明であるが、仕上出口温度 870°C、捲取温度 600°C を目標にまず 1700 fpm で圧延し、のちに 1000 fpm 速度上昇することによつてどの程度捲取温度が上昇するかを試算してみる。

$$600 = e^{-Kl/(C^2 \cdot 3 \times 1700)} (870 - 30) + 30 \text{ より } Kl = 1510$$

$$\therefore \theta_2 = e^{-1510/(C^2 \cdot 3 \times 1700)} \cdot (870 - 30) + 30 = 690^\circ\text{C}$$

従つて注水条件が同一で圧延速度を上昇させた場合は捲取温度が 90°C 上昇する。

このような圧延速度の加速中および加速後の温度変動を補償するための注水セクションの撰択あるいは注水圧力の調整は (6) 式, (8) 式によつて容易に計算できる。

V. 結 言

われわれは、ストリップの冷却状態を理論的に解析しこれを数式化することができた。もちろん、数式化する際に 2, 3 の仮定を設けてはいるが、得られた数式を実験値と比較することによつてこの数式が實際上充分使用に供せるといえる。われわれはこの数式を窮極的にはホットストリップミルのコンピューターコントロールに使用することを考えている。2, 3 適用例を挙げたが、この数式は、コンピューターコントロールに限らず、各種部門の作業管理に広く適用できると思う。

621,774,35,014,2

(106) マンネスマン穿孔条件の管材変形 に対する影響

(模型ビレットによる穿孔法の研究—I)

日本鋼管技術研究所

工博○加藤 健三・日下部 俊
籠田 三郎・平沢 猛志

Effect of Setting Conditions on the
Metal Flow in Mannesmann Piercing
Process.

(Studies on the piercing process with model
plasticine billets—I)

Dr. Kenzo KATO, Takashi KUSAKABE
Saburo KOMOTA and Takeshi HIRASAWA.

I. 緒 言

鋼管のマンネスマン穿孔機でビレットを穿孔する際に

は管材は複雑な変形を生ずる。特に最新の高速薄肉穿孔では変形量もいちじるしく大きい。

従来、穿孔時の変形については鋼ビレットに線をつけたり、ボルトを埋込んだりした報告も見られるが、ロール、プラグ、ガイドシューなどの各種の複雑な条件について総べて調査することは極めて困難である。

そこでわれわれは実物ビレットよりもはるかに広範囲の研究をするために中経管工場の 1/3 の模型穿孔機を製作し、plasticine を用いて実験を行なつた。なお、ワックスビレットによる経験もあるが、ワックスは取扱いがむづかしいためすべて plasticine を用いることとした。

II. 模型穿孔機

模型穿孔機は鋼製の本体と木製のロール、ガイドおよび樹脂製のプラグから成り、本体フレーム下部には駆動モーターおよび変速機がある。Photo. 1はその外観である。模型穿孔機の主要項目をつぎに示す。

1. ロール寸法 最大胴径 305mm, 最大胴長 235mm
2. ロール傾斜角調整範囲 0~15°
3. ロール八の字調整範囲 0~6.5°
4. ロール間隔調整範囲 0~200mm
5. ガイドシュー調整範囲 0~150mm
6. ホローピース長さ 最大 400mm
7. 素材寸法 直径 30~100mm, 長さ 200mm 以下
8. マンドレルバー 直径 25mm, 長さ 600mm
9. ロール回転数 7~60 rpm
10. モーター 2HP, 1500 rpm

今回の実験では穿孔ロールとしては最大直径 292mm 胴長 220mm, 入口面角 3°30', 出口面角 3° のものを用い、ガイドシューはセミパラレル型、プラグはエトナ型の径 27, 30, 33mm を用いた。

実験方法としては、ビレット 45φ×150mm, ロール傾斜角 9°, ロール間隔 38mm, ガイドシュー間隔 47mm, プラグ径 33mm, プラグ先進 25mm, ロール回転数 75 rpm を標準条件としてその前後に変化させた。

III. 測定方法および結果

① 管材の表面捩れ

Fig. 1 に示すような方法で角度 ϕ をもつて示すこととした。ロール傾斜角、ロール間隔の影響はあまり大きくないがガイド間隔が大きい場合およびビレット径が小さい場合は管外径がビレット径に比して大きくなるに従い捩れは大となる。プラグ径が小さい場合は捩れは激減しプラグ先進が大きい場合も小さい。

② 管材の長手方向剪断変形

層状ビレットを穿孔中止めして縦割したものを Fig. 2 に示す。剪断変形は管の内面および外面の近くで大であり、特にプラグに接する内面はいちじるしい。このように肉厚内の変形が一様でないため、Fig. 2 のように白黒の境界層が管の内外面に現われた所の長手方向の距離 S を求めて管の肉厚 t とから角 β を求めた。肉厚中央部の層の傾き δ は拡大写真から求めた。

ロール傾斜角が大きくなると軸方向速度成分が増加し、長手方向剪断変形は大きくなる。ロール間隔とガイド間隔は狭いほど、またプラグ径とプラグ先進は大きい

程, ビレット径の大きい程変形は増大する. ロール傾斜角を一定とした場合, 他の条件下では長手方向剪断変形

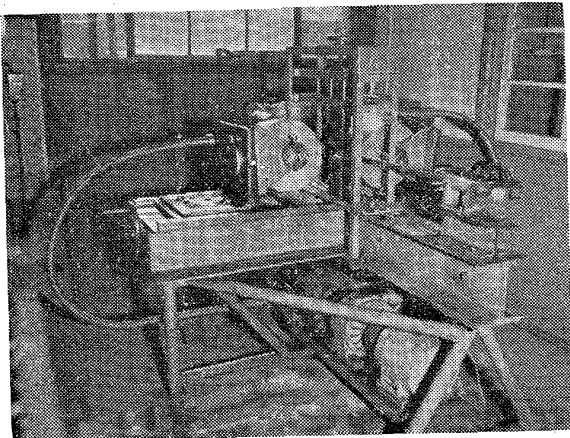
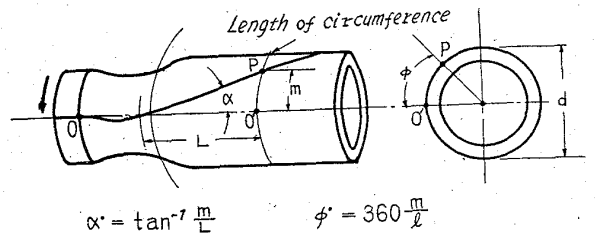
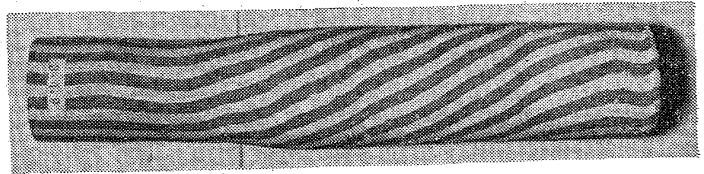


Photo. 1. Model piercing mill.



$$\alpha = \tan^{-1} \frac{m}{L} \quad \phi = 360 \frac{m}{L}$$

Fig. 1. Surface wist.

Table 1. Effect of setting conditions on the metal flow.

		α	β	γ	$\frac{(l_2-l_1)}{l_0}$	$\frac{(d-d_0)}{d_0}$	$\frac{(a_0-a)}{a_0}$	$\frac{(R-t)}{R}$	$\frac{d_{max}}{d_{min}}$	d/t
Feed angle	6°	⊙	○	⊙	⊙	○	⊙	⊙	○	⊙
	9	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	12	○	⊙	⊙	○	⊙	⊙	○	⊙	○
Roll clearance	37mm	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	38	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	39	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Guide clearance	47mm	○	⊙	○	○	○	⊙	○	○	○
	52	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	57	⊙	○	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Plug diam.	27mm	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	30	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	33	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Plug position	5mm	⊙	○	⊙	⊙	⊙	○	○	⊙	○
	15	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	25	○	⊙	○	○	○	⊙	⊙	○	⊙
Billet diam.	40mm	⊙	○	○	⊙	⊙	○	○	○	⊙
	45	○	⊙	⊙	○	○	⊙	⊙	⊙	○

⊙ Higher value, ⊙ Medium value, ○ Lower value.

α : Twist angle.

β : Longitudinal shear angle.

γ : Circumferential shear angle.

l_2 : Maximum length of circumference (pipe).

l_1 : Minimum length of circumference (pipe).

l_0 : Length of circumference (billet).

d_0 : Outer diameter of billet.

d : Outer diameter of pipe.

a_0 : Section area of billet.

a : Section area of pipe.

R : Radius of billet.

t : Wall thickness of pipe.

d_{max} : Maximum outer diameter in the piercing process.

d_{min} : Minimum outer diameter in the piercing process.

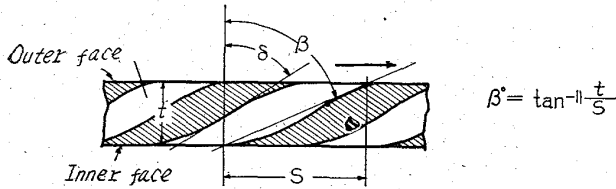
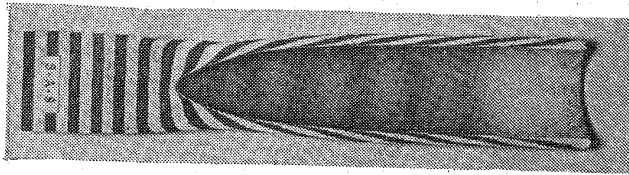


Fig. 2. Longitudinal shear deformation.

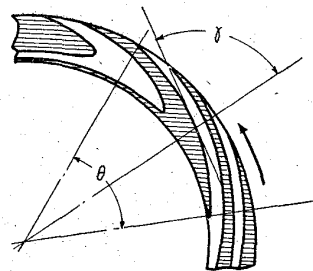
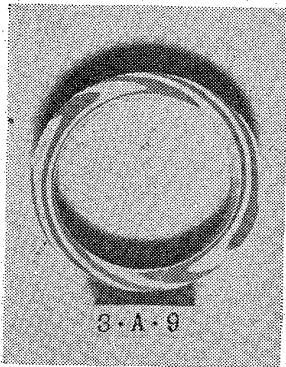


Fig. 3. Circumferential shear deformation.

の大小と減面率の大小とが一致する。

③ 管材の円周方向剪断変形

長手方向に層状に重ねた模型ビレットを穿孔中止めして輪切りしたものが Fig. 3 である。管材は円周方向にも大きな剪断変形をうける。中心軸を通る面をもつたビレットを穿孔するとその面は穿孔後の輪切りの断面に対数うずまき曲線とほとんど一致する曲面として現われる。対数うずまき曲線の性質としては曲線の任意の位置における接線と曲線の中心と接点を結ぶ線とのなす角は一定である。しかし実際の穿孔の場合には板の剪断の場合と少しことなる要素が入ってくるため、この角度は完全には一定とならず、接線の位置により少し差がでる。従つて実際の測定には Fig. 3 のような肉厚中央部で剪断変形面に接するような線をひいて γ を測定した。

ロール傾斜角の大きい場合に円周方向の剪断変形も大きくなり、減面率、プラグ径、ビレット径に比例して変形は増大する。しかもガイド間隔が大きい場合およびプラグ先進の少ない場合も増大する。

④ 鋼ビレットとの比較

当社中径管工場での鋼ビレットによる測定例に対して上述の振れ角 α 、長手方向剪断角 β 、円周方向剪断角 γ などの値を比較したところ、よい近似を示した。特に円周方向の剪断変形はよく一致しており、長手方向剪断変形も Plasticine の方がやや変形が大きくなるようであるが、全般的によい一致を示している。

IV. 結 言

川崎製鉄所中径管工場マンネスマン穿孔機の 1/3 の模型穿孔機を製作し、plasticine 模型ビレットにより穿孔過程に生ずる材料のメタルフローを研究し、現場作業と平行して、作業的にはとても不可能な範囲までの条件変化をあたえながら詳細な調査をなし得ることを明かにした。

621,774,09、621,774,68
(107) ストレートナー矯正による鋼管の寸法、および硬度変化 63/07

住友金属工業鋼管製造所 三 瀬 真 作
" 本社生産部 藤 田 和 雄
" 鋼管製造所 ○白 藤 禎 男

Effect of Rotary Straightening on the Size and Hardness of Tubes. 480-490

Shinsaku MISE, Kazuo FUJITA
Sadao SHIRAFUJI.

I. 結 言

ストレートナーによる矯正後の鋼管の寸法と硬度の変化については、原管の曲り状況、寸法、材質、段取など多くの要因によつて支配されるものと考えられる。このように一概に矯正後はどのような変化をするかを断定することは困難ではあるが、数種の要因につき種々変化させ、相互に矯正前後を比較検討させることによりある程度の要因の影響度合を推定することができる。また実際の現場作業においては、この問題を加味して作業を行う必要がある。

今回の試験は縦型 4 1/2" ストレートナーの中で 2-2-2 型の場合について、数種の外径、材質で肉厚の豊かな鋼管についてロール間のクラッシュ、オフセット、バンド量を変化させ、これによる矯正後の外径、長さ、硬度の変化を測定した。

II. 供試管および段取り

供試管は外径 50.8mm, 76.2mm, 114.3mm, 肉厚率 $\lambda=t/d$ は約 A=5%, B=7%, C=8%, C=10% 程度のものおよび材質は炭素鋼から 1%Mo-2%Cr 鋼までの 5 種を用いた。また段取としては

- i) crush=原管外径と上下ロール間隔との差 mm
 - ii) off-set=パスセンターに対する No. 2 ロールセンターのずれ量 mm
 - iii) bending 量=No. 3 下ロール面に対する No. 4 下ロール面のセンターからの距離のずれ量 mm
 - iv) roll 角度=パスセンターに対するロール軸の傾き角
 - v) pass 回数=同一の管を矯正作業を繰返す回数
- を変えて試験を行つた。Fig. 1 にロールのセットの状態と段取を説明する図を掲げた。

III. 実 験 結 果

A) 外径変化

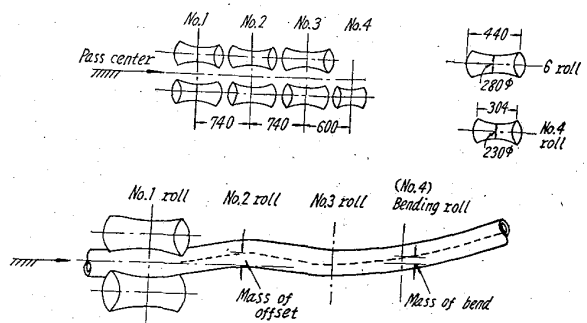


Fig. 1. Schematic roll arrangement and dimensions.