

(94) 拡管作業における管の偏肉の発生について

(マンネスマン・ダブル・ピアサーによる継目無鋼管の穿孔・拡管作業に関する研究—II)

住友金属工業和歌山製鉄所 馬場 善緑

Inequalities of Wall Thickness in Tube Expanding Process after Piercing.

(Studies on the piercing and expanding processes of seamless steel tubes by the Mannesmann double type piercing mill— I)

Zenroku BABA

I. 緒 言

さきに報告したマンネスマン・ダブル・ピアサーのモデル・ミルリによつて、継目無鋼管の穿孔・拡管作業中に生ずる偏肉の発生状況と、その原因とについて調査した結果を報告する。二重穿孔法による継目無鋼管の製管においては、成品の横断面内の肉厚の変動にもつとも重要な役割をもつものは、第2ピアサーの作業である。したがつて本報告では、継目無鋼管の偏肉発生の問題を、主として第2ピアサーの作業に限定して調査し、これ以前の工程で考えられる要因、たとえば丸鋼のセンターリング、加熱炉における材料の片焼け、第1ピアサーの作業条件などについては、ここでは言及しなかつた。なお本実験に使用した標準の素管は 35φ×20φ の低炭素リムド鋼で、圧延温度は 1250°C である。拡管後の管の偏肉の判定については、管周方向には 16 等分点、管長方

向には 3mm ピッチの肉厚を測定し、次式によつて平均偏肉率(λ)を算出した

平均偏肉率(λ)

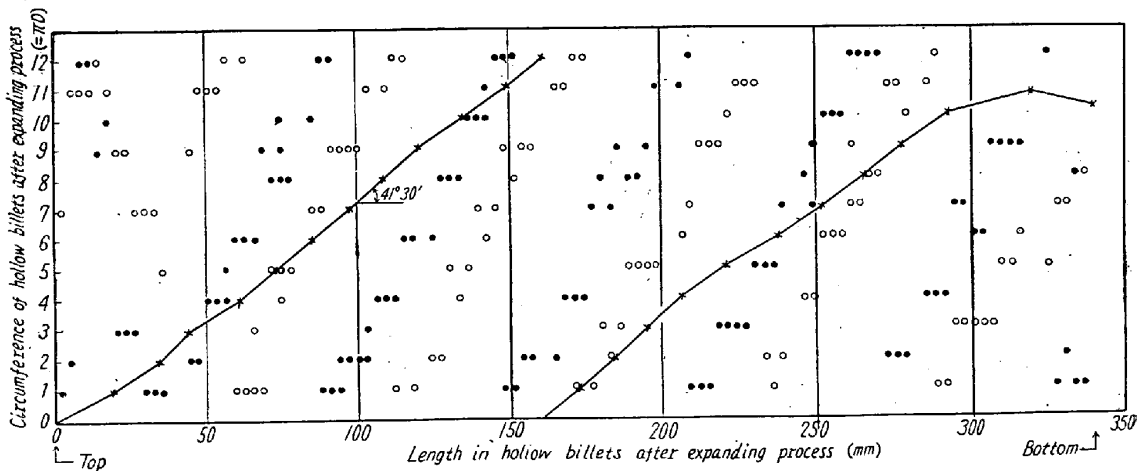
$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{t_{i-\max} - t_{i-\min}}{t_i} \right) \times 100 (\%)$$

ここで  $t_i$  は任意の断面の平均肉厚で、max., min. はこの断面の最大・最小肉厚である。管の平均肉厚(T)は、 $T = (\sum_{i=1}^n t_i) / n$  で表現した。

II. 試 験 結 果

1. プラグの形状・運動の影響

プラグの形状不整や運動の不規則が拡管作業における偏肉の発生に、どのような影響をあたえるかを調査した。それらの要因のうちでも、とくにプラグ底面のテーパーによつて生ずるプラグの傾斜偏心回転が、偏肉に与える影響のもつとも大きいことを観察した。正常なプラグを使用したときのλの3.0% (T=3.0mm) に対し、2.5°の底面テーパーのプラグではλ=7.4% (T=3.0mm)、5°ではλ=9.1% (T=3.1mm) である。この傾向は、プラグとマンドレルとの接触が密になるほど大であつて、たとえばプラグとマンドレルとが完全に固定されたときのλは、2.5°テーパーで14.2% (T=3.5mm)、5°テーパーで25.0% (T=3.4mm) である。これらの偏肉が管軸方向に分布する状態を示したものがFig. 1である。Fig. 1に示すように、これら偏肉のピッチは材料表面の捩れピッチよりも小さく、ロールによる前進ピッチよりも大である。ロール出口の管の回転数(365.1 rpm)とプラグ回転数(599.5 rpm)と拡管後の管寸法(平均 41.6φ×3.44 t)との実測結果より、これら偏肉のピッチはプラグと管との回転の位相差によつて生ずることが理解される。同一横断面内の肉厚の分布に



○: Max. wall thickness, ●: Min. wall thickness, ×: Twisting of tube surface

Fig. 1. Longitudinal distribution of the max. and min. wall thickness in transverse sections of hollow billets after No. 2 piercing.

については、その最大と最小とは常に  $180^\circ$  対称の位置にある。

プラグ先端の偏心量が変らなくても、プラグがマンダレルに対して単にズレているだけで、ともに平行に回転するような平行偏心回転については、傾斜回転ほど  $\lambda$  が大きくない。たとえば、マンダレルに対するプラグの偏心が  $1.5\text{mm}$  (偏心率  $9\%$ ) の場合でも、 $\lambda = 3.5\%$  ( $T = 3.1$ ) となつて、わずか  $0.5\%$  増加するに過ぎない。そのほかプラグの断面形状の不整も、かなり悪影響をおよぼすものである。

たとえば、 $33\phi \times 75\text{l}$  のプラグの、圧延部とリーリング部について、それぞれ半円周に  $0 \sim 2.25\text{mm}$  だけ外周を余分に切削した不整プラグを使用して試験した結果、圧延部不整の場合は  $\lambda = 19.0\%$  ( $T = 3.11\text{mm}$ )、リーリング部不整の場合は  $\lambda = 6.4\%$  ( $T = 3.1\text{mm}$ ) となつた。圧延部で生じた偏肉は、非常に矯正され難いことを示すものである。

## 2. ガイド開きの影響

上下のガイドシューの開きを  $38.5 \sim 46\text{mm}$  に変えることによつて、穿孔中の管を closed pass か loosed pass かにした場合、偏肉の発生がどのように変化するかを調査した。ガイド開きを上記のように変化させたときに、それぞれの上下ガイドが、どの程度に管と接触しているかについては、途中止めを行なつた試料から、ロール・ゴージ部とプラグ・リーリング末端部との2横断面を観察した。その結果の一例を Fig. 2 に示す。この観察によれば、ロール・ゴージ部における管とガイドとの接触については、ガイド開き  $40\text{mm}$  までは上下ガイドと管とが完全に接触しているが、 $42\text{mm}$  以上になると、片方のガイドだけが管と接触するようになる。プラグ・リーリング末端部における接触については、 $40\text{mm}$  までは片方のガイドと管とが接触しているが、それ以上は上下ガイドとも、ほとんど管と接触していないことが明らかとなつた。closed pass か loosed pass かは、比較的な表現であつて、明瞭な線があるわけではないが、ここではロール・ゴージ部で上下ガイドが管と接触している状態 (ガイド開き  $\leq 40\text{mm}$ ) を closed pass と呼び、上下ガイドのいずれかが管から離れている状態 ( $\geq 42\text{mm}$ ) を loosed pass と呼ぶことにする。

closed pass と loosed pass とが偏肉に与える影響には、かなり明瞭な差がある。実験の結果、もつとも closed の場合で  $\lambda = 2.5 \sim 3.0\%$  ( $T = 2.8$ )、もつとも loosed の場合で  $\lambda = 6.0\%$  ( $T = 2.8$ ) である。しかも、closed pass と loosed pass との相違は、管の平均偏

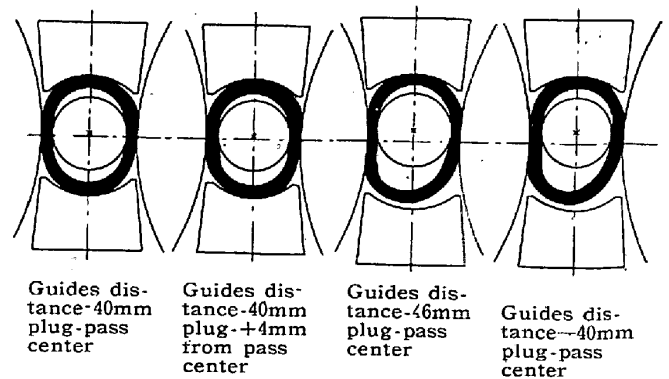


Fig. 2. Sections of the hollow piece at the roll gage.

肉率よりも、むしろ管内の偏肉率のバラツキに大きい差を示す。すなわち、loosed pass になるほど管尾端の偏肉の異常発生が顕著である。

それぞれのガイド開きにたいして、プラグの上下位置をパス・センターより  $0 \sim 4.5\text{mm}$  ずらして穿孔し、プラグの位置が偏肉に与える影響を調査した。これによると、closed pass の場合には、拡管前にプラグをパス・センターにセットしても、故意にパス・センターより大きくずらしても、偏肉の現われ方には、ほとんど差がない。たとえば、ガイド開き  $38.5\text{mm}$  でプラグを  $4.5\text{mm}$  ずらしてセットしても、 $\lambda$  はたかだか  $3\%$  ( $T = 3.1$ ) である。この値は最も正常な拡管作業のときと変りがない。これは、Fig. 2 からわかるように、closed pass の場合には拡管前のプラグがパス・センターから、どんなにはずれていても、圧延中では常にセンターに位置されているからである。この反対に loosed pass の場合には、拡管前にプラグをパス・センターにセットしても、圧延中では常にセンターからはずれている。このズレは、ガイド開きが大きなるほどいちじるしい。

このように圧延中のプラグの位置が重要な要素ではあるが、最初のセットの位置に重要な意味があるのではなく、管が拡管中にどの程度となつているかが重要なことである。

## 3. ロール開き、プラグ径、プラグ位置の相対関係の影響

まず、第2ピアサー後の管肉厚をすべて  $4.0\text{mm}$  にするために可能な拡管条件について、ロール開き、プラグ径、プラグ位置の相対関係から、それらの組合せを求めた。これらの実験の結果では、一定のロール開きにたいしては、プラグ位置の下がるほど  $\lambda$  の低下する傾向が見られるほかは、これら拡管作業条件が偏肉に与える影響については、殆んど無視できることが明らかとなつた。

## 4. マンドレルの曲がりの影響

マンドレルに、その中央で「く」型の曲げを与え、真直マンドレルとの偏肉に与える影響の差を調査した。このマンドレルをスラスト・ブロックにセットしたときのプラグ先端の振れは、 $32.5\text{mm}$  である。このような曲がりマンドレルを使用して拡管しても、偏肉にたいしては、まったく影響をおよぼさないことが、実験の結果から観察された。このことは、曲がりマンドレルをセットしたままの状態では、プラグ先端に最大の振れが存在するが、圧延中は、この最大振れがマンドレル中央部に移行するために、セットのままの状態ほど大きい偏心を示さず、またその上プラグとマンドレルとの若干の遊びのために、拡管中はプラグがロールからの力の平衡位置に置かれることのために、プラグはほとんど偏心回転を起さないものと考えられる。

#### 5. 拡管肉厚の影響

素管の偏肉が、拡管後の偏肉に影響をおよぼすことは当然予想されることである。偏肉の素管を、第2ピアサーでいろいろの肉厚に拡管したときの、第2ピアサー後の偏肉がどのように変化するかを調査した。第2ピアサーで薄肉に拡管するほど、素管の偏肉の矯正が大である。このことは、とくに素管の偏肉率の大なるものほど明瞭である。たとえば、偏肉率 34% の素管を、 $45.6\phi \times 2.4\text{t}$  に拡管したときの  $\lambda$  は 6.7% となつた。素管の  $\lambda$  と拡管後の  $\lambda$  とはもちろん比例関係にあるが、薄肉拡管ほどその矯正が大であるから、圧延比の大なるものほど素管の依存性が少ないことになる。しかし、第2ピアサーで偏肉を生ぜしめるような要因がある場合（たとえばプラグの不整など）には、その偏肉の絶対値については、薄肉拡管ほど小さくはなるが、偏肉率の方は薄肉拡管ほど若干高目である。

#### 文 献

- 1) 馬場善祿, 吉井孝一: 鉄と鋼, 46 (1960) 3, p. 318

### (95) 2HI 厚板粗圧延機の圧延電流に対する圧下量, 圧延トルクの関係

日本鋼管技術部

○清水 茂成

〃 鶴見製鉄所

杉山 忠男

〃 技術研究所

日下部 俊

#### Relation between Reduction and Rolling Torque vs. Rolling Electric Current of the 2-High, Roughing Plate Mill.

Shigenari SHIMIZU, Tadao SUGIYAMA  
and Takashi KUSAKABE

#### I. 緒 言

当所 2HI 可逆式厚板粗圧延機は、巾出し粗圧延と、スラビングミルとして使用されているが、本圧延機の特徴を調査した。すなわち、圧延電流に対する圧下量, 圧延トルク, 圧延荷重について、実測および計算により求め、検討を加えた。

本粗圧延機の諸元はつぎのごとし。

メインモーター	イルグナー 3000 kW × 2
定格トルク	97.3 t·m
作業最大トルク	230 t·m
非常最大トルク	268 t·m
回転数	0~30~50 rpm
スタンド片側最大圧延荷重	2000 t
ロール胴長	3556 mm

本研究に使用した材料は、鋼塊 4~13 t, 鋼塊断面 420~700 mm, スラブ 2.5 t 以上, スラブ断面 100 mm 以上である。

#### II. 圧延電流と圧下量の関係

同一温度, 同一材質の材料について、巾 1m に換算しいろいろの厚みから圧下し、圧下量と所要電流（上ロールモーター）の関係を求めた。Fig. 1 はその一例で、温度 1080 °C, 厚さ 300 mm の材料について圧下量を変え、圧延電流を測定した結果である。これらの測定値から、圧延電流が 8000 A になるときの

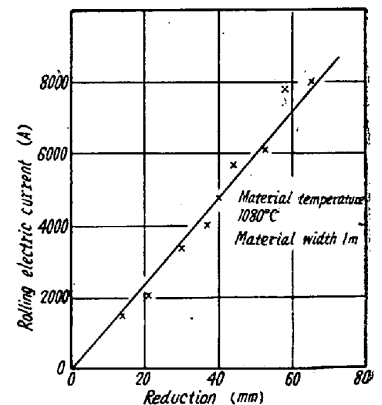


Fig. 1. Relation between electric current vs. reduction.