

Table 3 Effect of ratio on torsion test results.

Steel type	Rolling ratio				Note
	3~5	5~7	7~9	9~11	
49%Cr -9%Ni (19%Cr -11%Ni -2.3%Mo)	0.712	0.908	0.915	1.008	
25%Cr -29%Ni	—	—	—	0.962	La-Ce add.
18%Cr -11%Ni -0.8%Nb	—	0.850	—	0.829	La-Ce add.
18%Cr -11%Ni -0.5%Ti	0.755	0.612	—	0.595	

いる。

IV. 結 言

以上熱間加工性に対する加工性、特に稀土類元素添加の影響および圧延加工比の影響について現場的な解析を主に記述した。現在までの研究においては生産技術面ではかなり改善効果が認められたものの、基礎的な問題についてはなお未解決の問題が残されており、次回には引続いて行なっている現場的な検討結果を含めて報告したい。

文 献

- 1) 森島：鉄と鋼，44 (1958) 5, 6
 - 2) 田上，小谷：鉄と鋼，48 (1962) 4
- 621, 771, 261 = 669, 14 -
423, 2 = 621, 771, 011

(196) 山形鋼圧延におけるメタルフロー

東都製鋼技術部 63386
工博 浅野栄一郎・石田 徹

Metal Flow in Rolling of Angular Section Bar.

1631~1633
Dr. Eiichirō ASANO and Tōru ISHIDA.

I. 緒 言

熱間における形鋼圧延時のメタル・フローを理解することは、ロール孔型設計上、あるいは圧延作業上にも重要なことである。しかし、孔型圧延の場合の素材の変形は、板圧延の場合と異なり、歪と応力の3次元分布の特性を明らかにしなければ理論的な取扱いができない。したがって形鋼圧延における材料の変形についての報告はほとんどなく、圧延技術の改善と進歩は主として経験に頼っているのが現状である。この報告は、山形鋼圧延過程における素材の圧延方向と直角の断面の変形の状況を調査したもので、孔型設計上の有効な情報を得ることができた。

II. 実験方法

供試素材は、420 kg 型の鋼塊とし、造塊時に Fig. 1 に示す軟鋼板のネットワークを挿入した。

この素材を粗圧延したのち、所定の山形鋼，すなわち $\angle 90 \times 90 \times 7$ および $\angle 125 \times 75 \times 10$ の孔型圧延を行ない、各孔型でサンプルを採取した。

ネットワークの仕上がり寸法が粗材によつて若干ことなるために生ずるデータ解析上の誤りを軽減するた

め、1本の素材から相隣る孔型のサンプルをそれぞれ1個、計2個のサンプルを採取した。

なお成形は7パス（孔型）である。

さて、採取したサンプルの圧延方向と直角の断面のネットワークの変形状況をあらわすために、Fig. 2 に示すような方法で、各小部分について厚さおよび巾を求め、さらに厚減率および拡がり率（Table 1 参照）を求めた。

III. 実験結果および考察

(1) 各孔型における厚減率 (Reduction in thickness) について

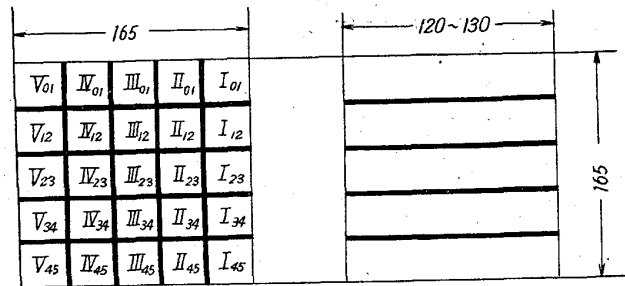
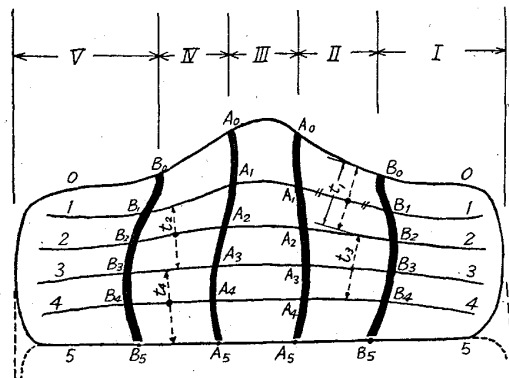


Fig. 1. Net work made of mild steel plate.



- t_1 : thickness of part IV-1 $\overline{A_0B_0}$: width of part IV-0 = bW_0
- t_2 : " IV-2 $\overline{A_1B_1}$: " IV-1 = bW_1
- t_3 : " IV-3 $\overline{A_2B_2}$: " IV-2 = bW_2
- t_4 : " IV-4 $\overline{A_3B_3}$: " IV-3 = bW_3
- " " $\overline{A_4B_4}$: " IV-4 = bW_4
- " " $\overline{A_5B_5}$: " IV-5 = bW_5

Fig. 2. Definition of thickness and width in the No. 2 shaping sample.

Table 1 Reduction in thickness and spread in width on No. 2 shaping sample.

	Reduction in thickness					Spread in width				
	$(t-t')/t \times 100\%$					$(b'-b/b) \times 100\%$				
	V	IV	III	II	I	V	IV	III	II	I
0							8.0	1.5	13.0	
1	21.5	20.3	9.8	20.2	19.5	-14.5	0	5.9	4.6	-5.5
2	26.0	22.0	13.6	22.0	28.0	-20.6	1.2	3.5	4.4	-3.5
3	31.3	20.3	19.3	21.1	32.5	9.6	0	0	10.3	10.2
4	35.6	25.3	22.1	25.3	35.3	20.5	-1.3	3.4	1.6	17.4
5							-5.2	-5.5	-3.4	

t, b: thickness and width before rolling.
t', b': " " after rolling.

成形孔型においては、厚減量はおおのこの小部分でかなり不均一になるのは当然である。Table 1 は $\angle 90 \times 90 \times 7$ 山形鋼の成形 No. 2 孔型サンプルにおける厚減率を示したものである。表から明らかなように、厚減率は 1 の部分から 2, 3, 4 の各部分へと移るにつれ、かなり大きくなっている。とくにこの傾向は、I, IV の部分すなわち両側端部においていちじるしい。この理由は 1, 2 の部分では巾広がりがあるロール孔型面において抑制され、したがって圧下できかかないが、一方 3, 4 の部分とくに 4 の部分では巾広がり比較的自由に起こされる結果、圧下を十分に行なうことができるからである。したがって、圧延前の粗材の形状、および寸法と孔型の形状および寸法との相互の関係によつて厚減量は決定されるのである。

成形 No. 1 孔型では上下ロールの合わせ（フランジのつてである）方向が No. 2 孔型と反対に上ロール方向であるから、厚減率の分布も No. 2 孔型のそれとは逆の傾向になる。すなわち、1, 2 の部分で厚減率は大になる。

一方 No. 3 以降の成形孔型では、両側端部におけるこれらの傾向はだんだん薄れてゆくが、この理由はデータ解析の場合の厚み (t) のとり方に疑問があるからであつて、フランジのごとく先端の部分については、やはり前述の傾向はあるものと考えられる。

成形 No. 1~No. 7 の各孔型を通過した最終サンプルの各小部分厚みはかなりのばらつきをもっているが、このばらつきは、巾広がり大きい部分は薄く、巾広がり小さい部分では厚くなるために生ずる。一例を次に示す。

$\angle 90 \times 90 \times 7$ の断面の左右方向の中央 (II) 部における厚みは、III₄₅ 部: 1.2mm, III₃₄ 部: 1.3mm, III₂₃ 部: 2.0mm, III₁₂ 部: 3.8mm であつて下ロールに近い部分が厚減量が大であり、したがって巾広がりも大きいことを示している。また、フランジのほぼ中央部 (I 部および II 部、または IV 部および V 部のそれぞれの境界附近) における厚みはそれぞれ 45 部: 1.8mm, 34 部: 1.5mm, 23 部: 1.2mm, 12 部: 1.0mm, 0.1 部: 1.1mm であつて、III 部の厚みの分布と反対の傾向があり、上ロールに近い部分が厚減量が大であることを示している。このような傾向は孔型形状からみて当然といえよう。

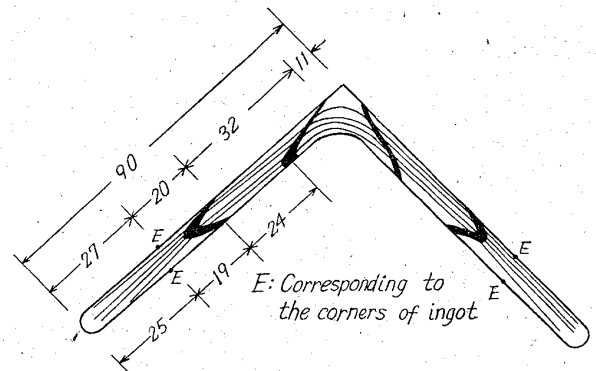


Fig. 3. A metal flow of the finishing sample. ($\angle 90 \times 90 \times 7$)

$\angle 125 \times 75 \times 10$ 不等辺山形鋼についても、等辺山形鋼と同様な現象を示すが、不等辺なるが放り下ロールに近い (III₃₄, I₄₅, III₃₄, III₄₅) の部分では短辺側から長辺側へとメタルの移動がかなりみられる。

(2) 各孔型における巾広がり (spread in width) について

巾広がり厚減率にほぼ比例するのは当然であつて、厚減率大きいということは、巾広がりが大であることを意味している。Table 1 は $\angle 90 \times 90 \times 7$ 山形鋼の成形 No. 2 サンプルの拡がり率を示したものである。この表から明らかなように厚減率の小なる部分では、拡がり率も小さく、負数になつている部分もある。負数になることは巾がせまくなることを意味しており、両側端の 1 および 2 の (厚減率の小さい) 部分においてはとくに、巾がせままつている。また下ロールに接触している II-5, III-5, IV-5 の各部分でも巾がせまくなつているが、この傾向は圧縮面が平らな場合にみられる現象であつて、ロールとメタルとの接触抵抗の大きいこと、および両側端の I₅ および V₅ 部分からの側圧力が強いことにしよせされておきるものと考えられる。また II₄ および IV₄ 部の巾広がりもきわめて小さいが、この理由も両側からの側圧力がつよいためと思われる。

また、各孔型に共通した一般的な傾向として、巾広がり大きい部分の巾方向の隣りの部分では、巾広がり小さくなつているが、延伸率が各部分同一であるはずであるから当然のことであろう。

(3) 厚減量と拡がり量との関係

孔型サンプルの断面で、厚み方向の中心点を結んだ、 $(I_{23} + I_{23} + I_{23} + I_{23} + V_{23})$ の巾を求め各々の孔型間の厚減量に対する拡がり量の関係： $(b' - b) / (t - t') \times 100\%$ を求めれば、この数値は $\angle 90 \times 90 \times 7$, $\angle 125 \times 75 \times 10$ 山形鋼はもちろん他の寸法の山形鋼についてもある一定の範囲があることを確かめた。

IV. 結 言

山形鋼圧延時のメタルフローについて調査した結果次の結論をえた。すなわち、

(1) 孔型形状および寸法の如何によつて厚減率、拡がり率は決定され、各小部分でかなりの違った値になる。

(2) 厚減率は、巾広がり比較的自由に行なわれる部分で大きく、拡がりの抑制される部分では小さい。

(3) 不等辺山形鋼におけるメタルフローは、等辺山形鋼とはほぼ同様な傾向であるが、下ロールに近い部分では短辺側から長辺側へと向つてメタルが移動する現象がみられる。

(4) 孔型サンプルの厚み方向の中心点を結んだ全体巾をもつて拡がり率を求めれば、いろいろの寸法の山形鋼についてほぼ同じような数値がえられる。

621,774,31 : 621,751,7 : 621,771,011

(197) ピアサーにおけるメタルフローについて 63387

住友金属工業鋼管製造所

三瀬 真作・舟 知 明
高井 岩 男・真 壁 郁 雄

On the Metal Flow in Mannesmann Piercing Process. 1633 ~ 1635.

Shinsaku MISE, Akira FUNACHI,
Iwao TAKAI and Ikuo MAKABE.

I. 結 言

マンネスマン穿孔機における丸鋼の変形過程は複雑であり、穿孔の際には円周方向および管軸方向に大きな剪断歪を生ずる。穿孔機の種々の段取における変形状況については既にモデルピアサーを用いた研究も発表されているが、これらは材料の表面捩れや断面変化などについての調査で、材料内部のメタルフロー、すなわち丸鋼の各部が管のどの位置にくるか、丸鋼の各部が同じような変形をするか、穿孔の前半と後半で変形に差があるかなどについての研究は比較的少ない。しかし疵対策などの取扱上からは実際の穿孔機における丸鋼の内部変形の特徴を細かく追跡し、これを基礎として丸鋼が一様に簡単な変形をするようなパステデザインを求めることは有意義なことである。そこで我々は低炭素鋼の丸鋼に合金鋼のピンを多数埋込んで穿孔後、これを少しづつ切削してピンの位置を追跡し、丸鋼内部の変形状況を明らかにし厚肉穿孔と薄肉穿孔の特質について比較した。

II. 試験段取および供試材

(1) 実験は当所第一製管工場の穿孔機 (1500 kW, ロール直径 970mm) を用い、 $4\frac{1}{2}$ " 段取の薄肉、中肉、

Table 1 Mill Setting.

	Thin Wall	Medium Wall	Thick Wall
Feed angle	9°	9°	9°
Roll opening	101	101	101
Guide opening	121	121	121
Plug diameter	103φ	97φ	77φ
Plug position	205	205	200

厚肉の3種について行なつた。その内容は Table 1 に示す。

(2) 供試材は 113φ × 1700 l の低炭素鋼を用い、次のように加工した。

(i) 表面捩れ測定のため丸鋼表面軸方向に 2mm 巾 × 1.5mm 深さの縦筋を 4 本、円周上 90° 間隔につけた。

(ii) 材料内部のメタルフロー調査のため Cr-Mo 鋼のピンを埋込んだ。第 1 の群は 3φ × 50 l のピンを丸鋼頭部 300mm の所から軸方向に 50mm 間隔で 23 本、90°C 間隔に 2 列、合計 46 本埋込んだ。第 2 群は 80mm 間隔で 10mm, 20mm, 30mm, 40mm, 50mm のピンを順次繰返して埋込んだ。ただし 50mm のピンは同一断面上直角方向に 4 本づつ埋込んだ。

III. 実験結果

穿孔材の剪断変形を示す曲線は管表面から順次軸方向、円周方向、再び軸方向、軸方向と円周方向の組合せの形で変化している。そして Fig. 1, 2, 3 より判るよ

うに、

(1) 薄肉穿孔では表面付近でガイドシュエおよびロールの影響を受けて円周方向の逆剪断変形がみられる。

(2) 表面付近の軸方向変形は穿孔が進むと小さくなる。

(3) 次の段階では軸方向に逆剪断変形がみられる。

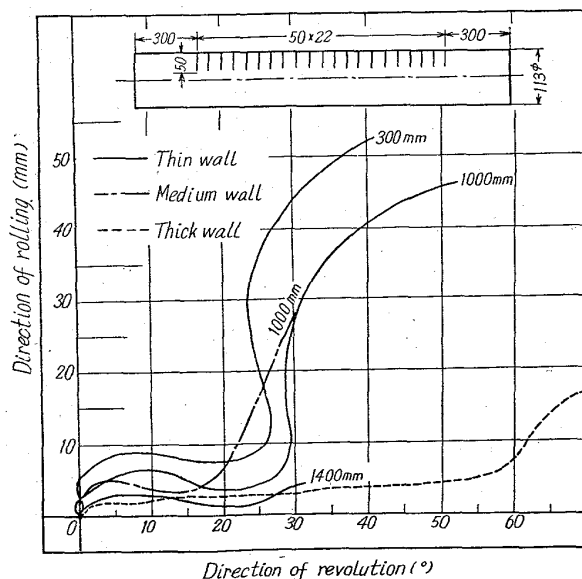


Fig. 1. Metal flow in piercing process. (Projected on the outer surface of pierced shell)