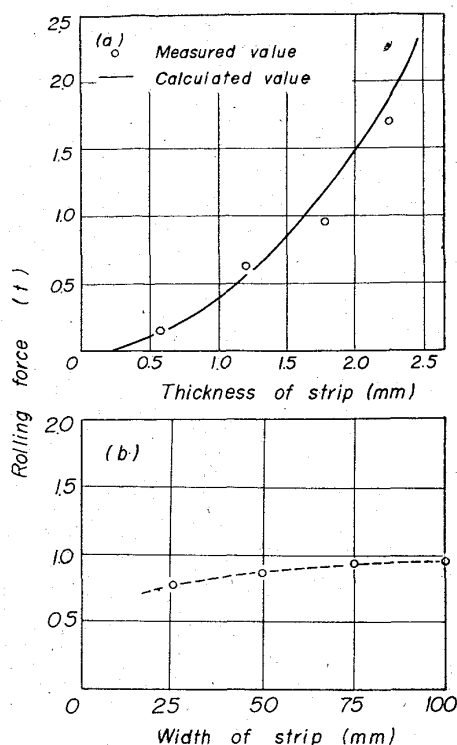




a) Relation between thickness of strip and rolling force.
b) Relation between width of strip and rolling force.

Fig. 5. Rolling force on V type roll forming.

$$\begin{aligned}
 P &= k_1 \cdot (\alpha / \sqrt{3} \mu) \sigma_e t^2 (\theta - \theta_0) \\
 T_u &= k_2 \cdot (\alpha / 2\sqrt{3}) \sigma_e t^2 (\theta - \theta_0) d_1 \\
 T_d &= k_3 \cdot (\alpha / 2\sqrt{3}) \sigma_e t^2 (\theta - \theta_0) \\
 &\quad \times \{d_2 + 2b \sin \theta / (1 + \kappa)\} \dots \dots \dots (19)
 \end{aligned}$$

ただし,

$$\begin{aligned}
 \kappa &= p_2 / 2p_3 \\
 k_1 &= (\cos \theta + \kappa) \cos (\theta / 2) / \\
 &\quad \times \{\cos \theta + (1 + \kappa) \cos (\theta / 2) + \kappa\} \\
 k_2 &= (\cos \theta + \kappa) / \{\cos \theta + (1 + \kappa) \cos (\theta / 2) + \kappa\} \\
 k_3 &= (1 + \kappa) \cos (\theta / 2) / \\
 &\quad \times \{\cos \theta + (1 + \kappa) \cos (\theta / 2) + \kappa\}
 \end{aligned}$$

4. 計算式の実験結果による検討

以上で導いた計算式を実験結果によつて検討する。一例としてV形ロール成形におけるロール圧下力は文献⁴⁾によると Fig. 5 (a) に示すように変化する。ロール圧下力の計算式 (10) 式による計算結果 ($\sigma_0 = 50 \text{ kg/mm}^2$, $\theta_0 = 0^\circ$, $\theta = 45^\circ$, $\alpha = 4$, $\mu = 0.1$) と比較すると実験結果をよく近似している。また、同文献によると同一条件におけるロール圧下力は Fig. 5 (b) に示すように板巾に対してあまり変化しない。この実験結果は、ロール圧下力の計算式 (10) 式が板巾 $2b$ によつて変化しないこととよく一致している。以上の結果から、V形ロール成形におけるロール圧下力の実験値は計算式 (12) 式で説明できる。

5. 結 言

冷間ロール成形現象を簡単化し、ロール圧下力などの計算式を導き、実験結果と比較検討した結果、計算式は実験結果をよく近似していた。またこの計算式はロール

設計などに適用できる。また、本報に述べた解析法は他の種々の断面形状の成形においても可能である。

文 献

- 1) 益田, 他: 日本機械学会誌, 67 (1954), p. 406
- 2) 益田, 他: 塑性と加工, 5 (1964), p. 519
- 3) 山川: 塑性と加工, 4 (1963), p. 783
- 4) 上野: プレス技術, 2 (1964) 7, p. 10

(164) エンボスシートの試作に関する研究

富士製鉄, 中央研究所

赤松 泰輔・工博 柳本 左門

○田海 幹生・福島 紀

Study on the Fabrication of Embossed Sheet.

Taisuke AKAMATSU, Dr. Samon YANAGIMOTO
Mikio TAUMI and Osamu FUKUSHIMA.

1. 緒 言

エンボスシートを試作するにあたり、フラット圧延の圧延条件との対比でエンボスシートの最適圧延条件を調査する目的で実験を行なった。すなわち、エンボス圧延とフラット圧延での圧下力および先進の関係について検討した。

2. 試料および実験方法

供試料として $0.81 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ のものを用い、潤滑剤として菜種油を塗付した。Table 1 に供試料の圧延前の機械試験値を示す。また使用圧延機は容量 30kW, 圧延速度 10m/min の二段圧延機で、エンボス圧延の場合はロール径 200mm, 胴長 200mm のフラットロールを下に、また同寸法のフラットロールに凹部が $1.5 \text{ mm}^2 \times 0.3 \text{ mm}$ で 2.5 mm ピッチに腐食加工したロールを上組合せたものを用いた。圧下力の測定は圧下スクリュウの下にロードセル (ストレンゲージ使用) を取り付けて行なった。エンボス圧延およびフラット圧延とも最高圧下率を 50% 程度に見込んで、これを目標にほぼ 10 等分間隔で圧下率を変化させて 1 パス圧延で試験を行なった。

3. 実験結果および考察

3.1 フラット圧延とエンボス圧延の圧下力の比較

圧下率と圧下力の関係を Fig. 1 に示す。ここでエンボス圧延の圧下率は枝の伸びより算出した平均圧下率である。一般に圧下率一定で圧延面積が異なる場合 (ただし板厚は一定として) は、面積の小さいものは大きいものに比較して圧下力は小さくなると考えられてよいが、

Table 1. Mechanical properties of test specimen.

Specimen	Y. S. (kg/mm ²)	T. S. (kg/mm ²)	Elong. (%)	Hardness (H _R 30 t)
FC	22	31	40.0	43.0

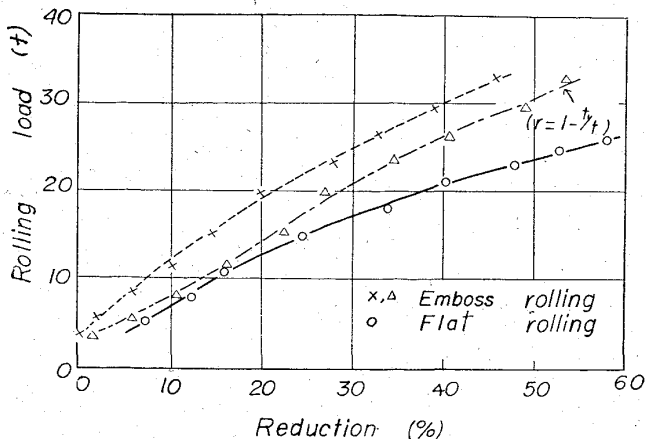


Fig. 1. Relations between rolling load and reduction in embossed and flat rolling.

エンボスロールの凸部だけで圧延されると仮定した場合、圧延面積の小さいエンボスロールで圧延する場合のほうが圧下力が高くなっている。このことは圧延の一般的な考え方のみでエンボス加工を説明することは難点があることを示している。以下この問題について検討する。材料がまだエンボスロールの凹部にみえないものとして、エンボスロールの凸部のみで圧延されると仮定した圧下率 $r=1-t_1/t$ を求め、圧下力を図示したのが Fig. 1 中の△印である。この結果、伸びから求めた平均圧下率による値のほうが大きくなっている。これは単に圧下率を $1-t_1/t$ と仮定して、見掛け上はフラット圧延と同じ考えに立っているためである。エンボス特有の凸部における押込みの効果を考慮していないからである。以上の予備的な考察から、エンボスロールによる圧延を取り扱うためには、圧延加工と圧延方向に材料の流れが束縛されるために生ずる特有の押込み効果を共に考えなければならないことがわかる。この比較は、真空接触面積

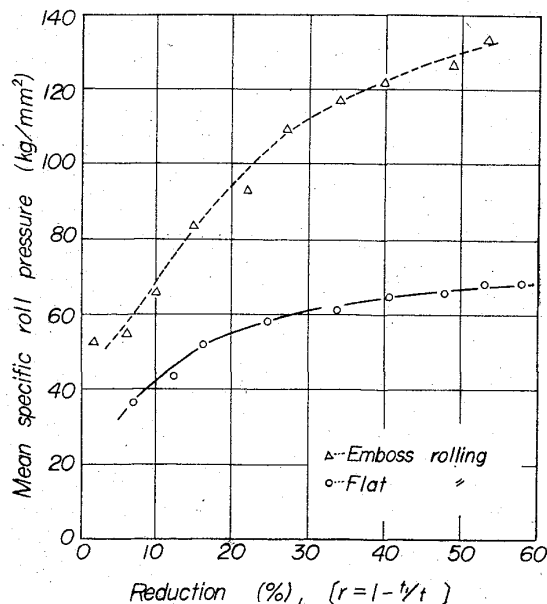


Fig. 2. Relations between mean specific roll pressure and reduction in embossed and flat rolling.

に対する圧延荷重、すなわち、平均圧延圧力によると明瞭になる。まず HITCHCOCK の式¹⁾から圧延中のロールの扁平化を計算し、扁平化を考慮した接触面積で圧下力を割った平均圧延圧力を Fig. 2 に示す。ここでエンボス圧延の接触面積は凸部だけで圧延されるとした場合である。図から、エンボスロールによる圧延では著しくその値が大きいことがわかる。

すなわち、エンボス特有の効果が存在するわけである。著者らはこの説明として、押込みの効果を考えた。

すなわち、エンボスによる圧延では、圧延材料は圧延方向および巾方向に束縛されるために、ロールと材料面の接触面で変形機構が複雑になり、圧延とエンボスの押込みの双方が混然として存在するのではないかと推定したわけである。試みに HILL²⁾ の押込みについての考え方を導入すると、平均圧延圧力は実測とかなり近い値になる結果が得られ、エンボス圧延を定性的に説明できるようである。しかし後述するように先進現象も存在するので単にこのような説明のみでは十分でないことはもちろんである。エンボス圧延は現象が複雑なため著者らはまだ確定的な結論はもっていない。

3.2 エンボスロール圧延による圧下率と先進率の関係

エンボスロールで圧延した試料から圧下率の異なるいくつかの試片を選定し、圧延方向の先進率を調査した。この先進はロールのエンボス寸法と圧延中に材料にプリントされたエンボスの相対的な関係から求められる。その結果を Fig. 3 に示すとともに、佐伯³⁾が行なったフラット圧延での先進率をも併記して示す。これからは明らかなごとく、エンボスロールによる圧延では圧力率が 30% から 40% の間では一般の圧延現象にみられる 7% 程度の先進性が見られることがわかる。なお 30% 以下の圧力率ではエンボスシートの凸部が明らかでないため測定上の誤差もあるが多少大きな先進性があるようである。またエンボスシートの仕上がり外観から見た圧下率の上限は 10% 程度で、圧下率 5% 前後が最も美麗のようであるため、10% 以上の圧下を一度に加えることは不要であろう。

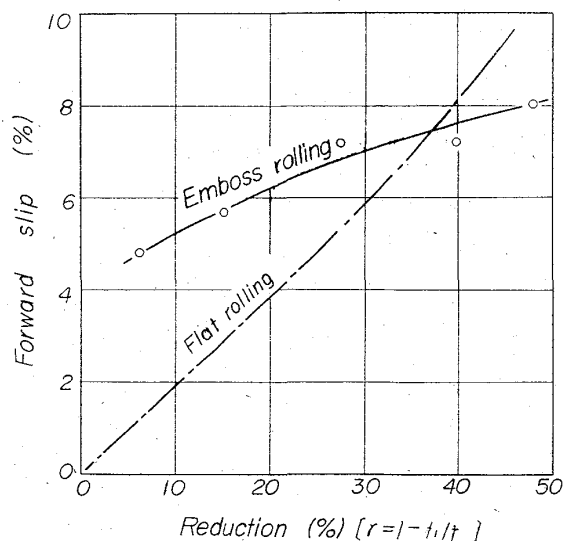


Fig. 3. Relations of forward slip and reduction.

4. 結 言

エンボスロールとフラットロールによる圧延で、圧下力と先進率について実験をおこない比較検討した結果、次のことが判明した。

(1) 圧下力は、エンボスロールでの圧延のほうがフラットロールでの圧延よりも約 30% 程度高い値を示している。

(2) 今回の実験に用いたエンボスロールでの圧延では、エンボスロールの凸部では圧延と押込みが共存した状態の加工であると考えられる。

(3) エンボスシートの仕上り外観上からの判定による圧下率は 5%前後が最も美麗である。

文 献

- 1) HITCHCOCK: Roll Neck Bearings, Appenaix I. J. 1935, [A. S. M. E. RESEARCH PUBLICATION].
- 2) HILL, 例えば山田, 中原: 塑性学, p. 185, [日本機械学会].
- 3) 佐伯: 例えば鈴木弘編, 塑性加工 (1961) p. 99, [裳華房].