

ロールフォーミングに関する実験的研究 第15報

—円弧形断面を有する製品の形状に関する検討—

Experimental Study on Cold-Roll-Forming Process. 15-th Report
—Investigation into Cross-Sectional Profile and Longitudinal Shape of
Product with Circular Arc Cross-Section—

鈴木 弘*・木内 学*・高田 研二*
Hiromu SUZUKI, Manabu KIUCHI and Kenji TAKADA

1. ま え が き

ロールフォーミング加工では、所定の製品断面を成形するためのロール段数とロール形状（すなわち、成形量配分またはパススケジュール）の設計が最も基本的かつ重要な問題であり、高度な問題を数多く含んでいる。本報告は、従来行ってきた一連の研究の上に立ち、この成形量配分がこれまでの諸結果にどのような影響を与えるかについて、円弧形断面に関して主として製品の断面形状の面から検討したものである。

2. 実験方法および実験条件

#1～#3 スタンドに目的とする成形量配分を実現するロールを配置し、ガイドを通して板を挿入し成形する。ここで、成形量としては(板幅)/(ロール曲げ半径) = $2b/(\rho_y)_{roll}$ を考え、以下、成形量配分は $(\rho_y)_{roll}$ の値の組合せ (a, b, c) を以て表示する。表1に実験条件を示す。

3. 実験結果および考察

(1) 製品断面形状の再現性

図1に示すごとく、同一条件で成形した製品の断面の幅方向曲げ半径分布 $\rho_{yi}(y)$ はほぼ一致及る。ただし、

表1 実験条件

スタンド数:	#1～#3, #1～#2 タンデムおよび単スタンド
圧下方式:	定クリアランス方式
潤滑:	なし
成形速度:	30 m/min
素材:	SS-41, SS-28 相当ミル・スケール付
	熱延板 $t=3.0, 2.7, l=3,000, 2b=180, 140, 100, 60$ (mm)
パス・ライン	$RH(x, y, z): \#i$ スタンド・タンデム成形で、 $RH_i = -20, 0, 30$ (mm) の場合、 $RH_{i-1}, RH_{i-2}, \dots = 0$ (mm) とする。
成形量配分:	$2b/(\rho_{yi})_{roll}$ で定義する。 $(\rho_{yi})_{roll} = 180, 120, 90, 60$ (mm) より作られる12種類の配分を採用。

*: 東京大学生産技術研究所 第2部

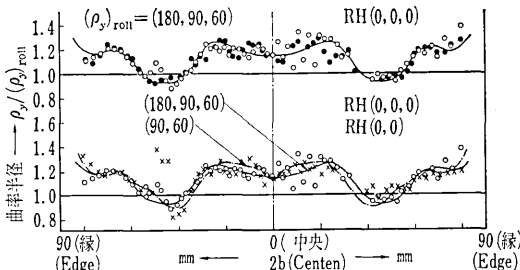


図1 断面形状の再現性と最終2スタンドの効果

$\xi_i = 2b/(\rho_{yi})_{roll}$ が小さくなると測定値のパラツキが増す。

(2) 成形量配分が $\rho_{yi}(y)$ に与える影響

図1に示すごとく、最終2スタンドの成形量配分を同一にすれば、それより上流側の成形量配分にかかわらず製品断面はほぼ同様の $\rho_{yi}(y)$ を示す。この傾向は、最終2スタンドの ξ_i, ξ_{i-1} が大きい程顕著である(図1, 2参照)。

ただし、図3に示すように、 ξ_i が大となる程 ξ_{i-1} の影響は相対的に弱まる。さらに、ロール高さ $RH_i = 0$ の場合に比して、 $RH_i = -20 + 30$ (mm) の場合、この傾向が強くなる。

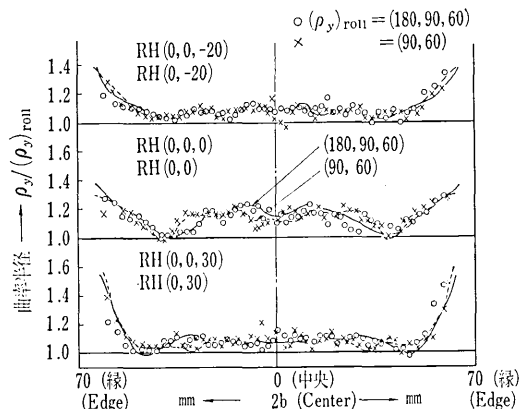


図2 断面形状に対する最終2スタンドとロール高さ影響

研究速報

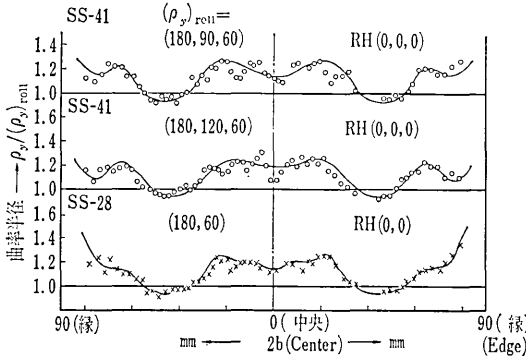


図3 断面形状に対する成形量配分，ロールクリアランスの影響

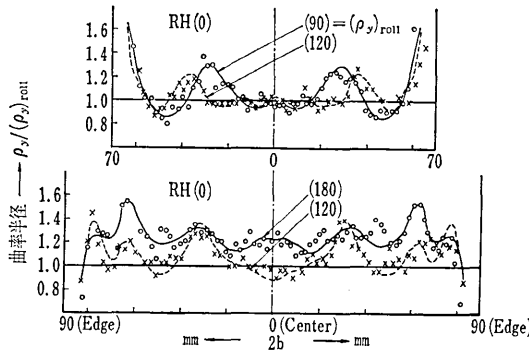


図4 単スタンド成形の断面形状

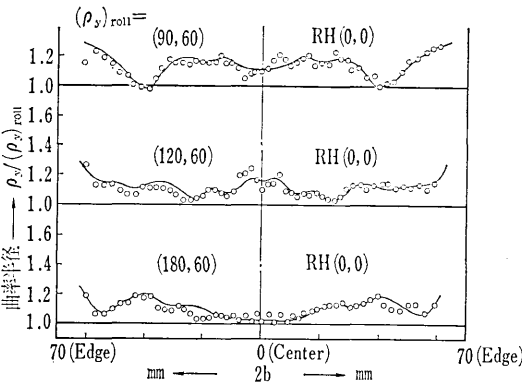


図5 2スタンドタンデム成形の上流側ロールの影響

(3) スタンド数(ロール段数)が $\rho_{yi}(y)$ に与える影響

(1) 図4に単スタンド成形 ($\xi_1=1.0, 1.17, 1.5, 1.56$) の場合の $\rho_{y1}(y)$ を示す。 $\xi_1=1.0$ の場合には他の場合に比較して、 $\rho_{y1}(y)$ が幅方向に平滑である。

(2) 2スタンドタンデム成形では、 ξ_1 が変化すると $\rho_{y2}(y)$ が変化する。図5に $\xi_2=2.33$ の場合の例を示す。 ξ_1 の変化に伴い、 $\rho_{y2}(y)$ の極小値が中央に移動する。 ξ_2 が他の値をとる場合にも同様の傾向が認められる。

(3) 2スタンドおよび3スタンドタンデム成形で

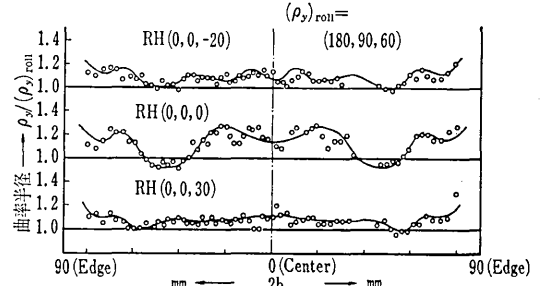


図6 断面形状に対するロール高さ RH_i の影響

は、 $\rho_{yi}(y)$ に対する RH_i (但し $i=2$ または 3) の影響は同様のパターンにしたがって現われる。その他の面についても $\rho_{y2}(y)$ と $\rho_{y3}(y)$ は類似の傾向を示す。

(4) パスライン・ロールクリアランス RC_{0i} (設計値) が $\rho_{yi}(y)$ に与える影響

(1) 図6に示すごとく、 ξ_i が大の場合、 RH_i (パスライン) を正・負いずれに変化させても、 $\rho_{yi}(y)$ は縁部を除いて幅方向に平滑化する。 ξ_i が小の場合、 RH_i の変化に伴ない縁部から中間部へかけての $\rho_{yi}(y)$ の変化が著しい。

(2) $RH_i = \text{const}$ の下で、 $A_{0i} = RC_{0i}/t$ (板厚) が増大すると、 ξ_i が大ならばその影響は少く、 ξ_i が小の場合 $\rho_{yi}(y)$ の縁部での変化が著しい。

(5) ロール・材料間の接触圧力と $\rho_{yi}(y)$ との対応

ロール・材料間の接触圧力や $\rho_{yi}(y)$ の測定結果から判断して、ロールへの進入過程において材料は幅方向に不均一に曲っていると考えられる。この不均一変形のパターンを図7に示し、局所的な屈折領域の数を次数と呼ぶことにする。 ξ_i が大きく、 $\zeta = (\rho_y)_{roll}/t$ が小さい程、また A_i が小さい (>1.0) 場合に、次数の高いパターンをとると考えられる。実際には、材料は成形中に上述のパターンのいくつかを経て成形される。図8には凸ロール・材料間の単位巾荷重の幅方向分布と $\rho_{yi}(y)$ との対応の一例を示す。この場合、ロール直下において、材料は図7〔Ⅲ〕に近い変形パターンを示している。

(6) 縁部の形状

図9に示すごとく、縁部は〔Ⅰ〕、〔Ⅱ〕の領域に分けて

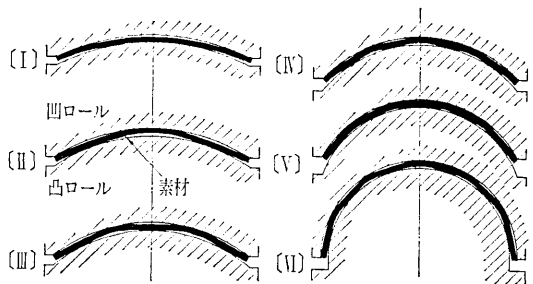


図7 幅方向曲げ変形の基本変形パターン

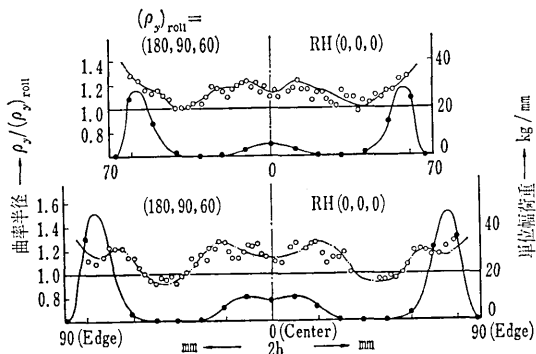


図 8 凸ロール材料間単位幅荷重分布と断面形状の対応

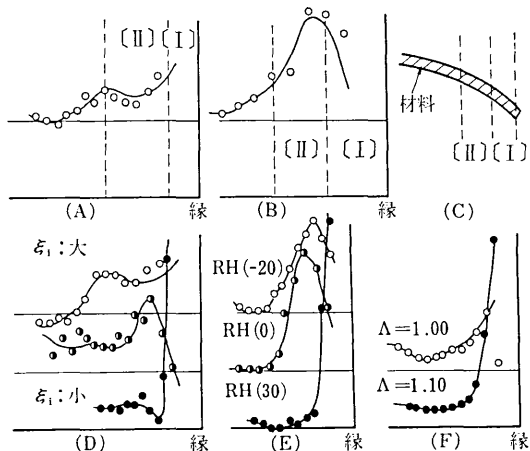


図 9 緑部形状および ξ_i, R_i, A_i の効果

その形状を検討評価するのが妥当である。

(1) 領域〔I〕: 高さ $1 \sim 2t$ の幅を有する領域で、凹ロールとの接触開始点において、ロール成形本来の変形とは異なる一種の摩擦が生じる。 ξ_i が大きい程、また t が大の場合に発生しやすい。

(2) 領域〔II〕: 凹ロールに強く接触するが、ロール成形本来の変形が生じている部分である。図 9 (D)(E)

(F)に示すように、 $RH_i \cdot \xi_i$ ・成形量配分等の影響をうけ RH_i が正に、また A_i が大となるに従い形状が悪化する。

(7) 長手方向そり曲率 ($1/\rho_{yi}$)

最終 2 スタンドの成形量配分が同じであれば、 RH_i の変化に対する ($1/\rho_{yi}$) の変化はほぼ同様となる。一般に ξ_i が大きい程この傾向が強いが、 $|1/\rho_{yi}|$ の値自体は小さくなる。またすでに報告したように、($1/\rho_{yi}$) に対しては RH_i の影響が最も大きく、このことは成形量配分の如何によらない。

4. ま と め

本実験および従来の実験の結果、円弧形断面の成形に関して、以下の事項がいえる。

(1) $\xi_i \leq 3.0$ の範囲では、 $\rho_{yi}(y) \cdot (1/\rho_{xi})$ は最終の 2 スタンドの成形量配分・ロール高さ RH_i および素材材質・寸法により支配される。

(2) RH_i が水平状態により変化すると、 $\rho_{yi}(y)$ に対する RH_i の影響が相対的に強まる。

(3) 一般に材料は幅方向に均一に曲がらず、幾つかの屈折領域を有する数種の基本変形パターンを経て成形される。

(4) 材料の変形パターンおよびその遷移過程は、成形量配分、素材寸法・ $A_i \cdot RH_i$ 等により異なる。

(5) タンデム成形では最適な成形量配分が存在し、これはロール段数にも最適値があることを意味する。

(1973 年 4 月 24 日受理)

参 考 文 献

- 1) ロールフォーミングに関する実験的研究 第 1 報, 鈴木・木内他, 塑性と加工, Vol. 10, No. 104.
- 2) ロールフォーミングに関する実験的研究 第 15 報, 鈴木・木内他, 第 22 回塑加連講演論文集 (1971)

正 誤 表 (6 月号)

頁	段	行	種 別	正	誤
22	左		図 5	(b) データレコーダ	(b) テープレコーダ