

ロールフォーミングに関する実験的研究 第3報

Experimental Study on Cold Roll Forming 3rd Report

—基本的断面形状に関する実験 (3)—

—Experiments on Fundamental Forming Sections (3)—

鈴木 弘・木内 学・中島 聡・赤堀明夫・雪竹泰三・柴田忠臣

Hiromu SUZUKI・Manabu KIUCHI・Satoshi NAKAJIMA・Akio AKAHORI・Taizō YUKITAKE and Tadaomi SHIBATA

1. ま え が き

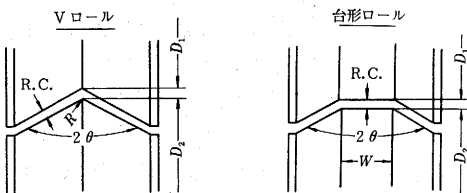
V形・台形曲げは円弧形曲げと同様にロールフォーミングにおける成形断面および成形工程の基本的構成要素として重要な部分を占めている。本報では一連の研究のうちからこのV形・台形断面の単スタンドおよびタンデム成形に関して、各種成形条件・成形過程と製品形状との関係について報告する。

2. 実験方法

実験は1～3組のV形または台形の成形ロールを第2報図1のように配置し、左方から素材平板をそう入し半開断面の製品を得る。実験条件因子と具体的数値は表1の通りである。上記の条件下で得た製品の形状を全体的形状因子の長手方向そり曲率 $1/\rho_x$ と部分的形状因子の

表1 実験条件一覧 (mm)

		V 形	台 形
素 材	素材材質	SPC1, SS41, Br-O, Br-1/2H	
	素材板幅 (2b)	40~94	70~140
	素材板厚 (t)	0.4~3.2	1.0~3.0
成 形 ロ ール	凹ロール曲げ角 (2θ) _凹 ($\xi_{凹}$)	90°~150°	90°~150°
	凸ロール曲げ角 (2θ) _凸 ($\xi_{凸}$)	90°~150°	90°~150°
	凹ロール先端R ($R_{凹}$)	0, 2R	
	凸ロール先端R ($R_{凸}$)	1~1.5R	
	台ロールウェブ幅 (W)		10~80
	凹ロール径 (D_1)	119.8~192	121.29~192
	凸ロール径 (D_2)	160.2~262.71	140~262.71
ガ イ ド	入口ガイド高さ (G.H.)	-50~+50	-50~+50
	ロール高さ (R.H.)	-30~+30	-30~+30
	ロール・ガイド間距離 (R.G.D.)	237.5~450	270, 450
	スタンド間距離 (S.D.)	400, 800	400, 800
圧 下 調 整	ロール間隙 (R.C.)	0.4~3.4	2.9~3.4
	圧下力	40~160 kg	40~160 kg
駆動方式	上下軸直結強制駆動		
成形速度	1.32~30 m/min		



断面の曲げ角 2θ で表示し評価検討する。ここで次の各種の係数を導入する。成形断面係数 $\xi = \cos(\theta)_{Roll}$ ・素材断面係数 $\eta = 2b/t$ ・成形曲げ係数 $\zeta = (\rho_v)_{Roll}/t$ ・圧下係数 $A = RC/t$ ・台形断面係数 $K = 2b/W$ ・みかけの対ロール進入角 $\alpha = GH/RGD \cdot RH/SD$ ・上下ロール径比 $r = D_1/D_2$ ・曲げ角成形度 $f = \theta/(\theta)_{Roll}$ 。これらの係数は成形の度合や特性・素材の対ロール進入径路およびロールから受ける束縛の強弱等を示す指標となる。

3. V形曲げに関する実験結果

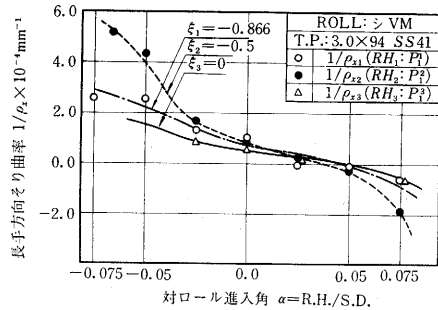


図1 ロール高さ R.H. が製品の長手方向そりの曲率 ($1/\rho_x$) に与える影響

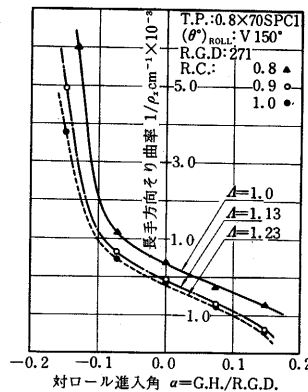


図2 ロールクリアランスが長手方向そり曲率 ($1/\rho_x$) に与える影響

図1～3参照。一般に α が (-) (凹ロール側から素材が進入) から (+) (凸ロール側から素材が進入) へ変化するに従い、単スタンド・タンデムいずれの場合も $1/\rho_x$ は (+) のくから形から (-) のなべ形へ単調に減少する。これは図6に示す成形過程で素材に生じる長手方向膜ひずみ e_{xx} の分布形態の α に伴う変化に対応している。RGD・SD が増大するとスタンド相互間の束縛が弱まり、Aが大あるいは $\xi_{凸} > \xi_{凹}$ となるに従いロール直下で素材の受ける拘束が全体的・

* 東京大学生産技術研究所 第2部

研究速報

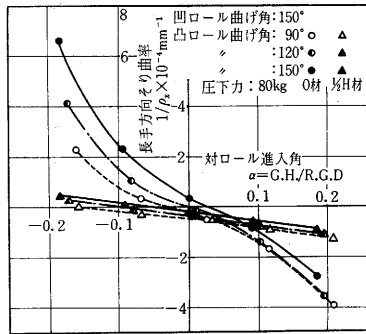


図3 入口ガイド位置が製品の長手方向そりの曲率 ($1/\rho_x$) に与える影響

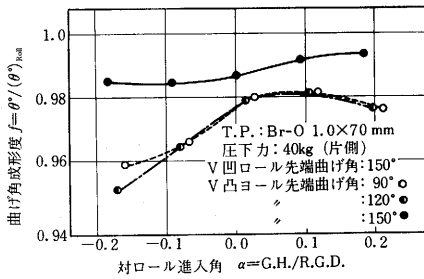


図4 入口ガイド位置が製品曲げ角 θ に与える影響

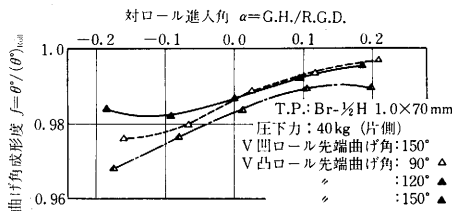


図5 入口ガイド位置が製品の曲げ角 θ に与える影響

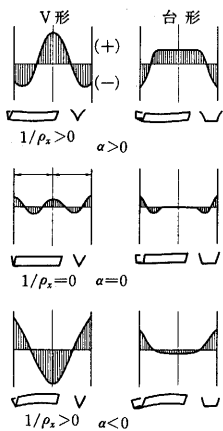


図6 長手方向膜ひずみ e_{xx} 分布

局部的に緩和され、膜ひずみ e_{xx} ・曲げひずみ e_{xb} の分布が幅方向に均一化されるため、さらに $\xi_{凸}$ が增大すると断面の長手方向曲げ剛性の増大のため、 α に対する $1/\rho_x$ の変化量は小となる。

$\alpha=0$ の近傍では $1/\rho_x$ に対する A の影響はわずかである。 η が增大する方向に $t \cdot 2b$ が変化すると $1/\rho_x$ は一般に減少する。これは η 増大に伴う e_{xx} の寄与の増大よりも断面曲げ剛性の増大の効果がより大きいためと考えられる。 r

に関しては、ロールの等周半径 D_0 が製品断面中央にあるとき $1/\rho_x$ は極小となる。素材の材質的にみると、 n 値の大きい材料ほど各因子の変化に対して $1/\rho_x$ が変化す

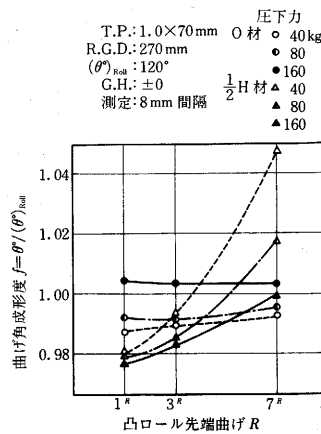


図7 曲げ R が曲げ角 θ に与える影響

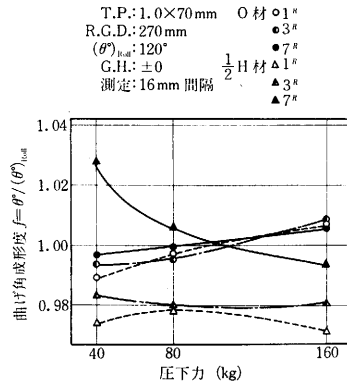


図8 圧下力が曲げ角 θ に与える影響 的拘束が緩和され α による 2θ の変化が大きい。 A が增大するに従い 2θ は次第に減少しオーバーバンドが進行する。この変化の度合は $\xi_{凸}$ が大なるほど激しい。 A による 2θ の変化は $1/\rho_x$ の変化と対応しており、一般に $1/\rho_x$ が (+) から減少するに従い V 形断面の直線部は外にふくらむ状態から内にくぼんだ状態に移行し、結果的に 2θ 減少となる (図6参照)。凸ロール先端 R が変化し ζ が增大すると Br-O 材では 2θ の変化は少なく、Br-1/2H 材では 2θ は増加し圧下力の小なるほどその割合は大である。圧下力が增大すると Br-O 材では 2θ は設計値の近傍でわずかに増大するが、Br-1/2H 材では $\zeta \leq 3$ で 2θ がほぼ一定であるが $\zeta > 3$ で大きく減少し圧下力の増大が弾性回復減少に効果があることがわかる。また圧下力の影響は $\xi_{凸}$ により異なり特に Br-O 材では $\xi_{凹} = \xi_{凸}$ で圧下力増大とともに 2θ は増大するが、 $\xi_{凹} < \xi_{凸}$ ではわずかに減少する。 η が增大するように $t \cdot 2b$ が変化すると 2θ はオーバーバンドの状態から次第に増大し設計値に近づく。ロール径比 r が大となるに従い 2θ は減少の傾向を示す。成形速度 FS の影響は認められない。素材材質の影響は n

る割合が大きい。圧下力 $\cdot \zeta \cdot$ 成形速度 FS の影響はほとんどない。

(2) 製品の曲げ角 2θ に与える各因子の影響

図4・5参照。 $\xi_{凹} = \xi_{凸}$ の場合、先端での幅方向曲げひずみ e_{yb} が他のひずみ成分に比較して極端に大きくさらにロールの局部的な拘束が強いため α の変化に伴う付加的ひずみ分布の変化が少なく、その結果 α による 2θ の変化は少ない。 $\xi_{凸} > \xi_{凹}$ ではロールの局部

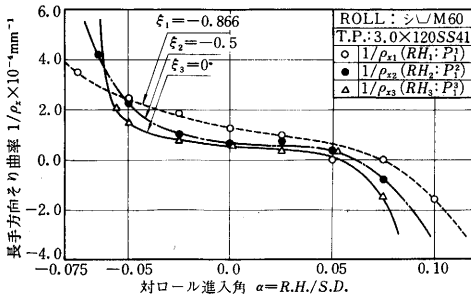


図9 ロール高さ R.H. が製品の長手方向そりの曲率 ($1/\rho_x$) に与える影響

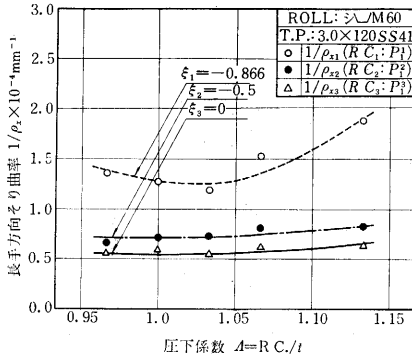


図10 ロールクリアランス R.C. が製品の長手方向そりの曲率 ($1/\rho_x$) に与える影響

値の小さな材料ほど各因子の変化に対して 2θ の変化する割合が大である。

4. 台形曲げに関する実験結果

(1) 製品の長手方向そり曲率 $1/\rho_x$ に与える各因子の影響

図9・10参照. α が (-) から (+) へ変化するに従い, $1/\rho_x$ は単調に減少する. その変化の割合は n 値の大きい材料ほど大きい. また K が小なるほど激しいが, これは $1/\rho_x$ に対するウェブ部の e_{2b} の寄与が急激に増大するためと考えられる. K 一定の場合には A が $1/\rho_x$ に与える影響は少ない. 他の条件因子が一定ならば K の増大につれ曲げ剛性は増大し $1/\rho_x$ は減少の傾向を示す. ロールの設計等周速径 D_0 が成形断面中央に位置するとき $1/\rho_x$ は極小となる. 圧下力の影響は認められない. 素材材質では n 値の大きいほど各因子の変化に対して $1/\rho_x$ の変化する割合は大となる.

(2) 製品の曲げ角 2θ に与える各因子の影響

K が小さな場合, α が (-) から (+) へ変化するに従い 2θ はわずかに増加する. A の増加に従い 2θ は

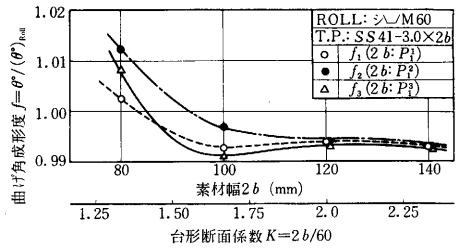


図11 素材板幅 $2b$ が曲げ角成形度 $f = \theta^\circ$ に与える影響

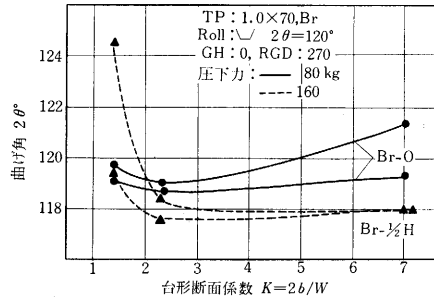


図12 素材板幅 $2b$ が製品の曲げ角 2θ に与える影響

1 パーセントの状態から増加して設計値に近づく. 図11は W 一定で $2b$ を変え, 図12は $2b$ 一定で W を変化した場合を示すが, 共に K の増大に伴い 2θ は大きく減少する. n 値の大きい Br-O 材では K のいかに問わず 2θ は圧下力の影響をほとんど受けない. n 値の小さな Br-1/2H 材では K の小さい場合に圧下力の増加とともに 2θ は激しく減少する, 成形速度 $FS \cdot$ ロール径比 r の 2θ に対する影響はほとんど認められない. 素材材質では n 値が小さいほど各因子の変化に対して 2θ の変化する割合が大である.

5. む す び

本報ではV形・台形曲げに関し各種条件因子が製品形状に与える影響に関して実験結果を主体に述べた.

(1969年1月20日受理)

参 考 文 献

ロールフォーミングに関する解析的研究 第1・2報 第18回塑性加工連合講演会前刷集 42.11 木内 実験的研究 第1報 同上
42.11 鈴木, 木内, 中島 " 第2報 第19回 同上
43.11 鈴木, 木内, 中島, 赤堀 " 第4報 同上
43.11 鈴木, 木内, 中島, 赤堀, 雪竹, 柴田