

広幅断面のロール成形に関する実験的研究 第6報

Experimental Study on Cold-Roll-Forming Process of Wide Profiles, 6-th Report

—成形過程における歪挙動に与える各種条件の影響—

Effect of Process Variables on Behavior of Strain in Forming Process

(台形と平坦部の組合せ断面の場合)

鈴木 弘*・木内 学*・新谷 賢*・三浦 史明*

Hiromu SUZUKI, Manabu KIUCHI, Ken SHINTANI and Fumiaki MIURA

1. まえがき

広幅断面のロール成形においては、現在、製品の形状不良が問題となっている。そこでこれらの問題の基本的要因と考えられる長手方向膜歪および幅方向膜歪の挙動を、素材材質・素材板幅(ウェブ部幅・平坦部幅)等を変化した場合について検討した結果を報告する。

2. 実験方法および実験条件

実験方法は前報と同様であり、省略する。製品断面形状および歪測定位置を図1に、実験条件をまとめて表1に示す。

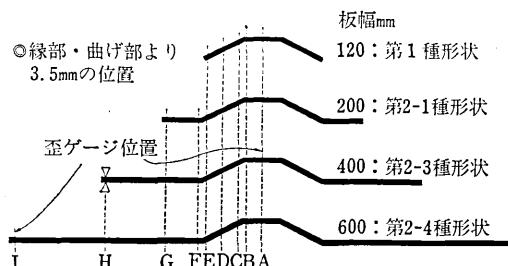


図1 製品断面形状および歪ゲージ貼付位置

表1 実験条件

素材材質	Al-H ₂ O ₂ (アルミ材)	SPCE① (深絞り用 焼鍛鋼材)
	SPCC (冷延鋼材)	SPG(2) (メッキ鋼材)
素材板幅(2b)	120, 200, 400, 600 mm	
” 板厚(t)	1.0 mm	
” 板長(l)	1000, 1500 mm	
進入角(α: tan)	0.03, 0.10	
駆動方式	上下軸直結駆動方式	
圧下調整	定クリアランス方式	
成形速度	約3 m/min	

* 東京大学生産技術研究所 第2部

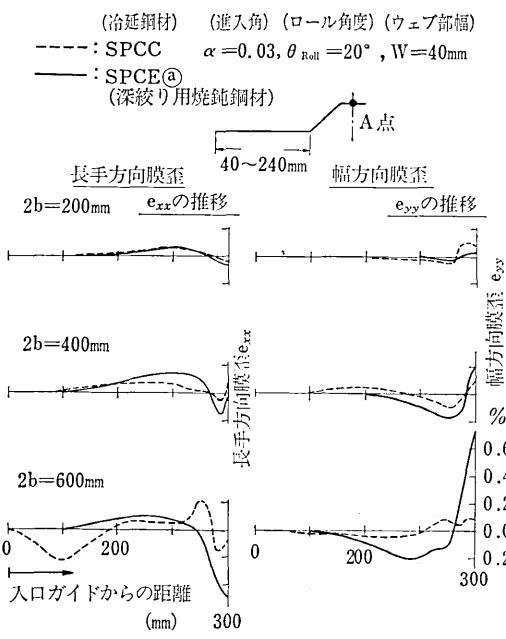


図2 材料進入過程中の膜歪の推移

3. 実験結果および考察

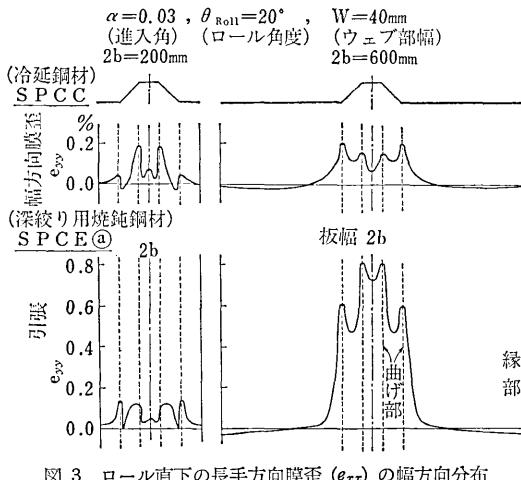
1) 材料の進入過程における膜歪の推移：図2

(A) 長手方向膜歪(e_xx)の推移

ウェブ中央はロールへの進入過程において、長手方向に引張り変形を受け、ロール直下では圧縮変形を受ける。この傾向は平坦部幅が大きくなるほど強くなる。冷延材(SPCC)と深絞り用焼鍛材(SPCE①)を比較すると、SPCC材の方が発生するe_{xx}が小さい。ウェブ部幅が大きくなると、ウェブ中央に発生するe_{xx}は小さくなるが、材料の進入過程におけるe_{xx}の推移の傾向は変わらない。

(B) 幅方向膜歪(e_yy)の推移

ウェブ中央はロールへの進入過程において、幅方向に圧縮変形を受け、ロール直前・直下で急激に引張り変形を受ける。この傾向は平坦部幅が大きくなるほど強くな

図3 ロール直下の長手方向膜歪 (e_{xx}) の幅方向分布

る。SPCC材とSPCE@材を比較すると、SPCC材の方が発生する e_{yy} が小さい。ウェブ部幅が大きくなると、ウェブ中央に発生する e_{yy} は小さくなるが、材料の進入過程における e_{yy} の推移の傾向は変わらない。

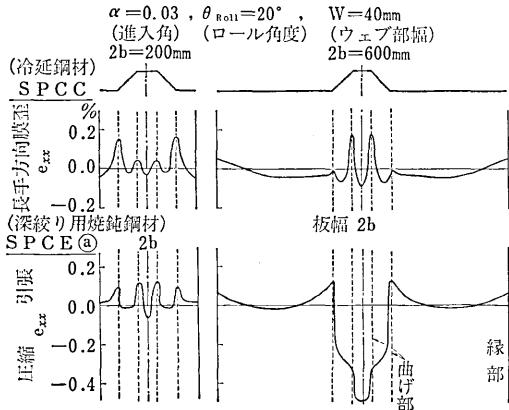
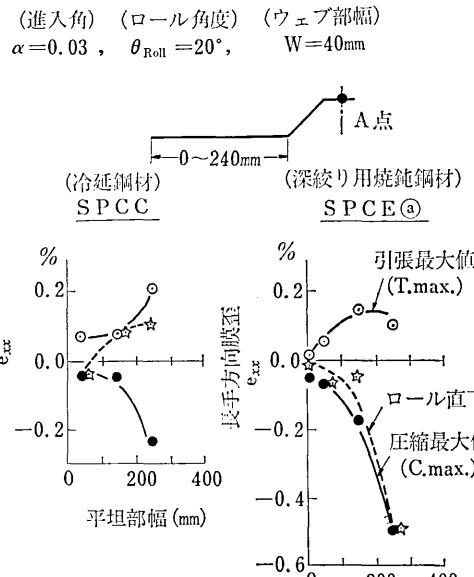
2) ロール直下における膜歪の幅方向分布

(A) 長手方向膜歪 (e_{xx}) の幅方向分布: 図3

大きく3種類のパターンに分類される。

- [I] 第1種形状の場合: e_{xx} の分布形状は素材各部のロールへの進入過程における軌跡長差に対応する。
- [II] 第2種形状で両端に平坦部が付いた場合: 平坦部・曲げ部の影響により、材料の中央への寄りが拘束され、ウェブ部・フランジ部には圧縮歪、曲げ部はロールの押込みによる張り出し効果のために引張り歪が発生し、平坦部はほとんど伸び縮みしない。
- [III] 第2種形状で両端の平坦部が十分大きい場合: 材料の中央への寄りが強く拘束され、ウェブ部・曲げ部・フランジ部に圧縮歪が発生する。

(B) 幅方向膜歪 (e_{yy}) の幅方向分布: 図4

図4 ロール直下の幅方向膜歪 (e_{xx}) の幅方向図5 平坦部幅が長手方向膜歪 (e_{xx}) に与える影響

平坦部幅が大きくなると、ウェブ部・曲げ部・フランジ部に発生する幅方向の引張り歪は大きくなる。

ウェブ部幅が大きくなると、ウェブ部・フランジ部に発生する幅方向の引張り歪は小さくなり、代りに曲げ部に発生する幅方向の引張り歪は大きくなる。

3) 材料の進入過程における膜歪の変動幅

(材料の進入過程において発生する各歪成分の最大値と最小値の差を変動幅と定義する。)

(A) 長手方向膜歪 (e_{xx}) の変動幅: 図5

ウェブ中央での e_{xx} の変動幅は、平坦部幅が大きくなると大きくなり、またウェブ部幅が大きくなると小さくなる。ただし、SPCC材よりもSPCE@材の方がその変動幅は大きい。

曲げ部近傍に発生する e_{xx} の変動幅は平坦部幅・ウェブ部幅の変化に対し、ウェブ中央と同じ傾向を示す。

(B) 幅方向膜歪 (e_{yy}) の変動幅: 図6

ウェブ中央での e_{yy} の変動幅は、平坦部幅が大きくなると、SPCE@材では大きくなるが、SPCC材ではあまり変わらない。またウェブ部幅が大きくなると、その変動幅は小さくなるが、SPCC材よりもSPCE@材の方がその変動幅がやはり大きい。

曲げ部近傍での e_{yy} の変動幅は、平坦部幅が大きくなると大きくなり、かつSPCC材よりもSPCE@材の方がその変動幅は大きい。またウェブ部幅が大きくなるとSPCC材では e_{yy} の変動幅は小さくなるが、SPCE@材では大きくなる。

4) 膜歪の挙動と材料特性との関係: 図7

研究速報

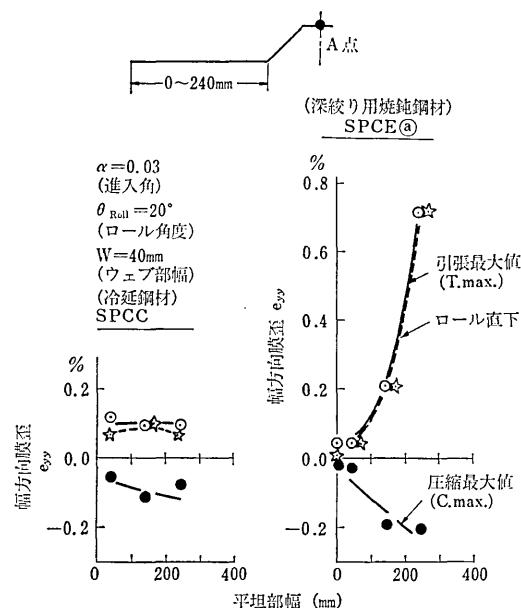
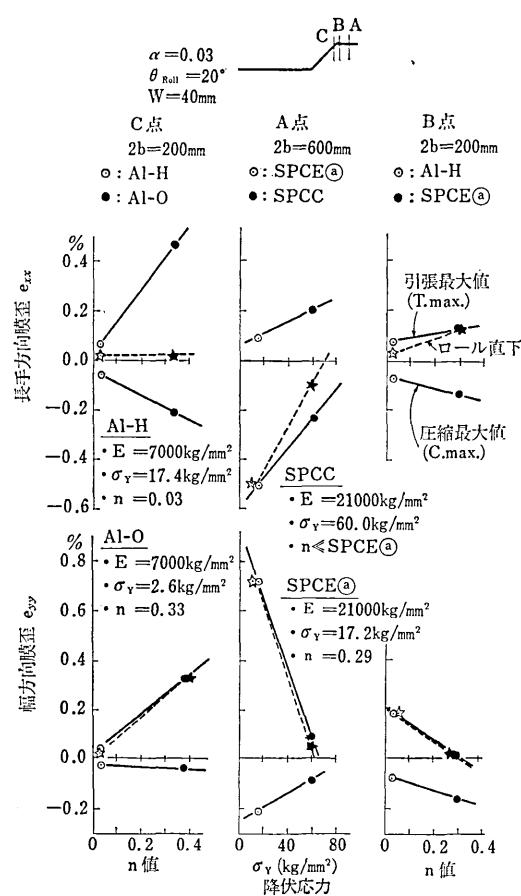
図6 平坦部幅が幅方向膜歪 (e_{yy}) に与える影響

図7 膜歪と材料特性との関係

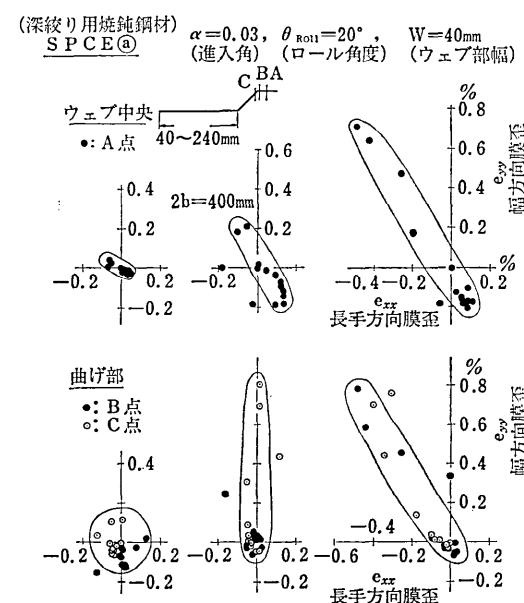
綾弹性係数 (E)・降伏応力 (σ_y)・加工硬化指数 (n 値) が膜歪の値・変動幅に与える影響について次のことがいえる。

(1) SPCC 材と SPCE④ 材, Al-H 材と Al-O 材とを対比して見ると, それぞれ E は等しいから, $\sigma_y \cdot n$ 値の複合効果を比較できる。 σ_y が小さく, n 値が大きい SPCE④ 材・Al-O 材の方が断面各位置において, e_{xx} ・ e_{yy} の変動幅は大きい。

(2) Al-H 材とメッキ鋼材 (SPG(2)) とを対比して見ると, SPG(2) 材は降伏伸びが大きく, その範囲で考えると n 値はほぼ等しいから, $E \cdot \sigma_y$ の複合効果を比較できる。この場合, $E \cdot \sigma_y$ の大小と, 断面各位置における e_{xx} ・ e_{yy} の変動幅の大小との対応関係はあまり明確でない。SPG(2) 材の変形が降伏伸びの範囲内にあることが原因の一つであると思われるが, そのメカニズムはまだ十分解明されていない。

以上の結果と e_{xx} ・ e_{yy} ・ e_{xz} の成形中の挙動および前報で示した断面各位置のロールへの進入経路に関する検討結果より, 次の点が明らかになった。

- (i) (i) $E \cdot \sigma_y \cdot n$ 値がそれぞれ大きい場合には, ロールへの進入過程において, 歪の値・変動幅は一般に小さい。(ii) $E \cdot \sigma_y \cdot n$ 値がそれぞれ小さい場合には, 断面各位置はロール直前で急激に立上り(成形され)大きな変形を受け, 歪の値・変動幅は一般に大きい。
- (ii) Al-O 材・SPCE④ 材等は n 値が大きいにもかかわらず σ_y が小さいために, 進入経路としては(i)の場合に相当する。かつ n 値が大きいので歪分布が幅方向に広がる傾向が助長される。

図8 長手方向膜歪 (e_{xx}) と幅方向膜歪 (e_{yy}) との関係

- 5) 長手方向膜歪 (ϵ_{xx}) と幅方向膜歪 (ϵ_{yy}) との関係: 図8
断面各部の変形様式は大別して次の3種類に類別できる。
- [I] 面内変形が主体となる部分—ウェブ部・フランジ部
この領域では主として縮みフランジ型の変形が起り、平坦部幅が大、ウェブ部幅が小なほど顕著に現われる。ただし、SPCC材では $|\epsilon_{xx}| \cdot |\epsilon_{yy}|$ が小さく、したがってこの傾向は顕著でない。
- [II] 曲げが主体となる部分(ただし、ロール直下で凸ロール先端の押込みが加わる)—ウェブ部側の曲げ部
この領域では、通常、材質によらず幅方向伸び型が基本となるが、平坦部幅が十分大きくなると、SPCC材では張り出し型、SPCE@材では縮みフランジ型の変形となる。またウェブ部幅が大きくなても、材質によらず幅方向伸び型である。
- [III] (曲げ+しごき) が主体となる部分(ただし、ロール直下で凸ロール先端の押込みが加わる)—平坦部

側の曲げ部

この領域では、通常、材質によらず張り出し型が基本となるが、平坦部幅が十分大きくなると、SPCC材では張り出し型または幅方向伸び型、SPCE@材では幅方向伸び型の変形となる。またウェブ部幅が大きくなると、SPCE@材では幅方向伸び型の変形となる。

4. むすび

以上、長手方向膜歪・幅方向膜歪の挙動と素材材質、成形断面の形状、寸法との対応関係が明らかになった。

(1973年4月24日受理)

参考文献

- 1) 鈴木・木内・新谷・三浦: 昭和48年度塑性加工春季講演会 講演論文集(1973-5)
- 2) 鈴木・木内・木村: 塑性と加工 Vol. 12, No. 123, (1971-4)
- 3) 鈴木・木内・新谷: 生産研究 Vol. 24, No. 6 (1972-6)

次号予告(8月号)

研究解説

斜面の受ける太陽エネルギーに関する基礎的研究 村井俊治 大林成治

調査報告

カリフォルニア大学(サンタバーバラ)の印象 高木幹雄

研究速報

大きな金属単結晶のX線トポグラフィ 第1報 片岡邦貞 高色正一

CO₂レーザ光のビーム・ガイド 藤井大東松 野和秀

シミュレーションモデルを用いたアースデザインに関する研究(第6報) 村井俊治 大林成治

Al-4.4% Mg合金における高温クリープ転位組織とすべり面との関係 森石加藤 藤田洋一

回転円柱近傍にある静止円柱に作用する流体力の特性 第1報 佐石小佐 藤原智敏

CHEMICAL SOIL STABILIZATION RECENTLY DEVELOPED IN JAPAN 三木五三郎

Al-4.4% Mg合金における格子転位および粒界転位への析出 劉石加藤 勝利 田藤洋一

研究室紹介

本間研究室 本間楨一