

広幅断面のロール成形に関する実験的研究 第5報

Experimental Study on Cold Roll Forming Process of Wide Profiles • 5th Report

——成形過程における歪成分・応力成分の挙動——

Behavior of Strain and Stress Occured in Sheet 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*

Hironu SUZUKI, Manabu KIUCHI, Ken SHINTANI and Fumiaki MIURA

1. ま え が き

ロールフォーミングの成形過程において、材料の幅方向の異なる位置を占める要素は、各種条件因子によって決まる異なった歪径路を経て成形される。本報では、広幅断面のうち、台形と平坦部との組合せ断面について、単スタンド成形を行ない、成形過程における素材各部の歪推移を測定し、歪成分の挙動、材料内の弾・塑性領域、単位幅当りに作用する力の幅方向分布、応力分布の成形の進行に伴う推移等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るから省略する。製品断面形状および歪測定用のゲージ貼付位置を図1に、実験条件をまとめて表1に示す。

3. 歪成分の挙動の測定結果と考察

(1) 長手方向膜歪 (e_{xx}): 図2

e_{xx} の幅方向分布は製品の長手方向そりや縁波の発生等と関係がある。

1) e_{xx} の幅方向分布は断面形状・寸法によって大き

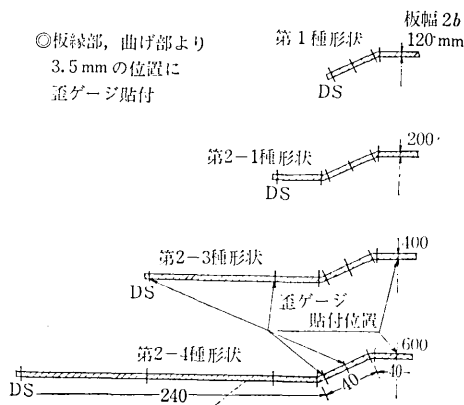


図1 製品断面形状および歪ゲージ貼付位置

表1 実験条件

素材材質	Al-H・O, SPCE@ (深絞り用鋼板) SPCC(冷延鋼板), SPG(2)(メッキ鋼板)
板幅	120, 200, 400, 600 mm
板厚	1.0 mm
板長	1.0, 1.5 m
進入角 (α)	0.03
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

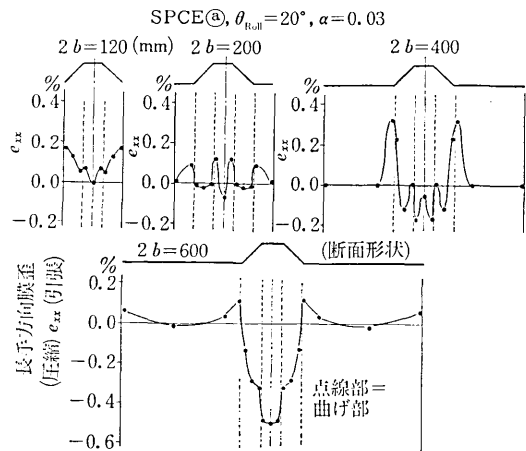


図2 長手方向膜歪 (e_{xx}) の幅方向分布 (ロール直下)

く三つのパターンに分類される。

〔I〕 第1種形状の場合で、 e_{xx} の分布形状が素材各部の軌跡長差に対応する場合。

〔II〕 第2種形状で、両端の平坦部の影響により、材料の中央への寄りが拘束されるようになり、新たに長手方向の圧縮歪が〔I〕の分布に加わる場合。但し、平坦部はほとんど伸び縮みせず、曲げ部にはロールの押込みによる伸び歪、ウェブ部・フランジ部に圧縮歪が加わる。

〔III〕 第2種形状で、両端の平坦部が十分大きい場合(第2-4種形状等)。この場合は材料の中央への寄りが

* 東京大学生産技術研究所 第2部

研 究 速 報

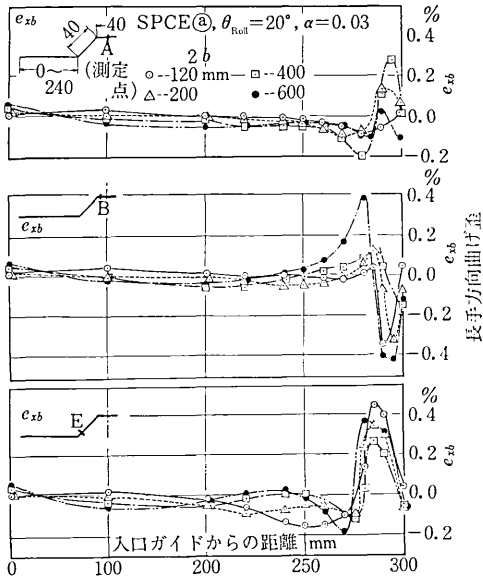


図 3 長手方向曲げ歪 (e_{xb}) の推移

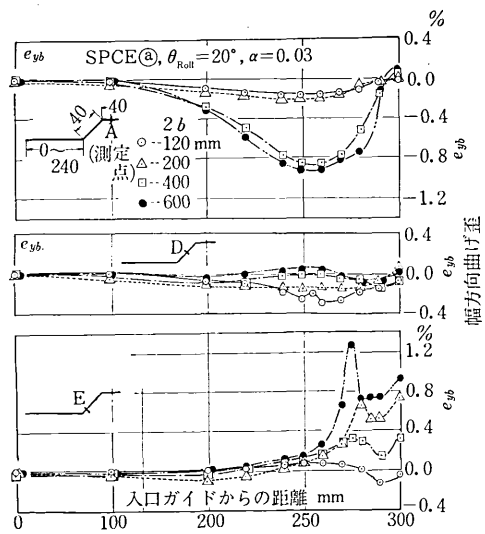


図 5 幅方向曲げ歪 (e_{yb}) の推移

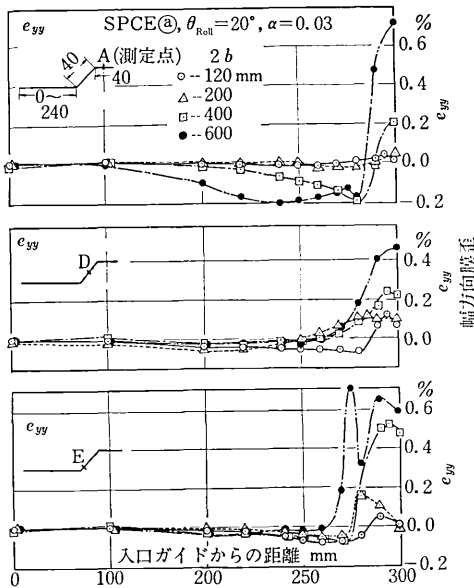


図 4 幅方向膜歪 (e_{yy}) の推移

更に拘束され、曲げ部・ウェブ部・フランジ部に圧縮歪が発生する。

2) (I)(II)(III)の三つのパターンは進入角・材質等の影響を受ける。

(イ) 進入角の影響は(I)のパターンに最も強く現われ、(II)(III)のパターンになると、その影響の度合は弱まる。

(ロ) 材質の影響: (i) 冷延材よりも焼鈍材の方が歪の絶対値が大きく、その分布領域は拡がる傾向にある。(ii) 幅方向伸び変形に対応する長手方向縮み変形

は焼鈍材の方が出やすく、特に SPCE@ (深絞り用鋼板) のように r 値の大きいものほど顕著である。

(2) 長手方向曲げ歪 (e_{xb}): 図 3

e_{xb} の挙動は断面の曲げ部の形状、特にオーバーベンドの問題と関係がある。

1) 成形中の材料の進行に伴う e_{xb} の推移のパターンは、断面上の一定位置については、断面形状・材質が変化しても、形は変わらない (但し、パターンは同じでも絶対値は異なる)。

2) e_{xb} の推移過程における変動量は曲げ部近傍で大きく現われる。但し、どの曲げ部で変動量が大きくなるかは、断面形状によって異なる。この傾向は断面形状・寸法が同一であれば材質によって変わらない。

(3) 幅方向膜歪 (e_{yy}): 図 4

e_{yy} の挙動は曲げ部の形状・割れ・長手方向の縮みに伴うポケットウェーブの発生等と関係がある。

1) ウェブ中央は、ロールへの進入過程において幅方向の圧縮変形を受け、ロール直前・直下で急激に幅方向の引張変形を受ける。この傾向は平坦部が大きくなるほど大きくなる。

2) 曲げ部近傍は、ロール直前・直下で急激に引張変形を受ける。フランジ部も同様な傾向を示す。

3) 平坦部は引張・圧縮変形をほとんど受けない。

(4) 幅方向曲げ歪 (e_{yb}): 図 5

e_{yb} の挙動は製品断面形状と直接的な関係がある。

1) ロールへの進入過程において、ウェブ部は、幅方向に相当程度曲げられ、ロール直下で曲げ戻される。この傾向は平坦部が大きくなるほど強くなる。また焼鈍材よりも冷延材の方がその傾向は強い。

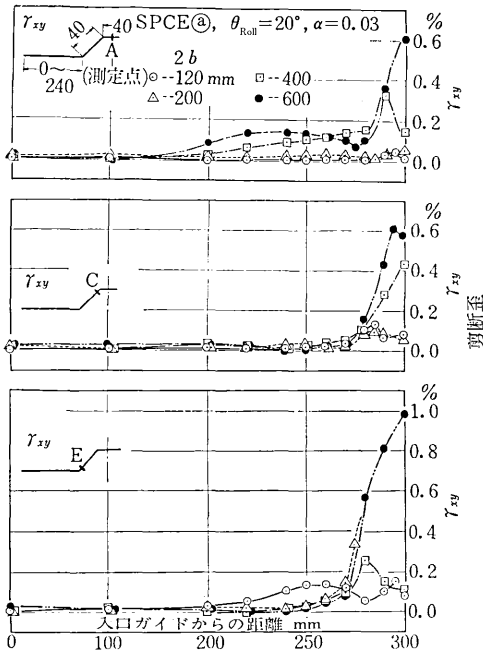


図 6 剪断歪 (γ_{xy}) の推移

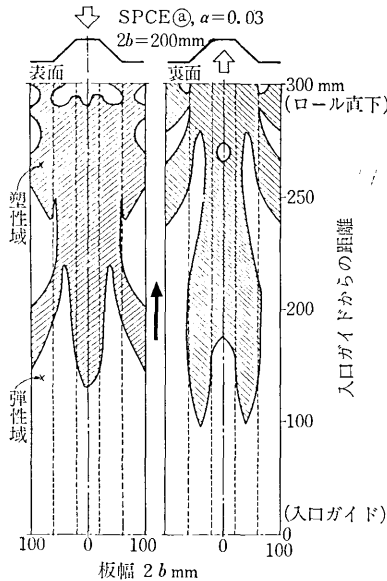


図 7 弾・塑性領域の分布

2) 曲げ部近傍はロールへの進入過程で幅方向に強く曲げられる。但し、ロール直下に至って曲げ戻される量は、断面形状と曲げ部の位置、および曲げ部の両側でそれぞれ異なる。このことはロールによる素材の噛込み状態、幅方向の引張りの強弱等に関係があると思われるが、まだ統一的な解釈ができない。

(5) 剪断歪 (γ_{xy}): 図 6

γ_{xy} の挙動は幅寄せと関係がある。

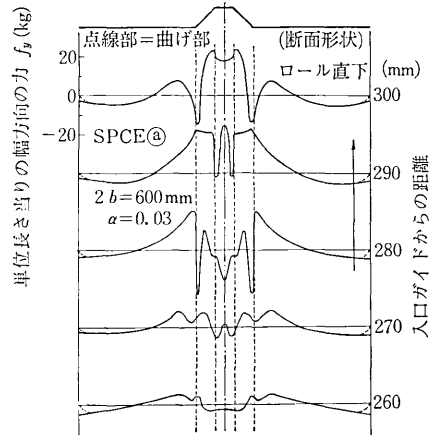


図 8 幅方向応力の板厚方向合力の幅方向分布

- 1) 平坦部の寸法が大きくなるにしたがって γ_{xy} の発生する度合いが大きくなる。
- 2) 第 2-4 種形状ではウェブ部・曲げ部近傍で γ_{xy} が大きい、フランジ部・平坦部では比較的小さい。
- 3) γ_{xy} の製品形状、その他に対する影響についてはまだ十分に解明できなかった。

4. 単位幅当りに作用する力の幅方向分布と応力分布の推移

素材表裏面の歪推移の測定結果より、素材内部の歪の板厚方向分布を直線近似により求め、歪の挙動から、応力およびその合力の挙動を求めた。

(1) 材料の弾性・塑性領域: 図 7

- 1) ウェブ部は平坦部が大きくなるほど早く塑性域に入る。
- 2) n 値が大きく、変形抵抗の小さい素材の方が早く塑性域に入り、ロール直下ではほぼ板厚方向全体に塑性域に入る。 n 値が小さく、変形抵抗の大きい素材は曲げ部を除いて、板表面だけ塑性域に入った状態でロール直下を通過する。

(2) 幅方向応力の板厚方向合力の幅方向分布: 図 8

- 1) 第 1 種形状のフランジ部はロール直前で圧縮から引張りに急激に変化し、ロール直下では引張りの状態にある。ウェブ部はロール直前で圧縮から引張りに変化し、ロール直下ではわずかに引張りの状態にある。
- 2) 平坦部が付いた場合 (第 2 種形状), ウェブ部はロール直前で圧縮、ロール直下で引張りに変化する。フランジ部も同じ傾向を示す。

(3) 応力分布の推移: 図 9

上下面上の各歪成分の推移から計算した幅方向応力 σ_y のロール直下における板厚方向分布からみて、製品断面の曲げ部がオーバーバンドとなる場合が判る。この

研究速報

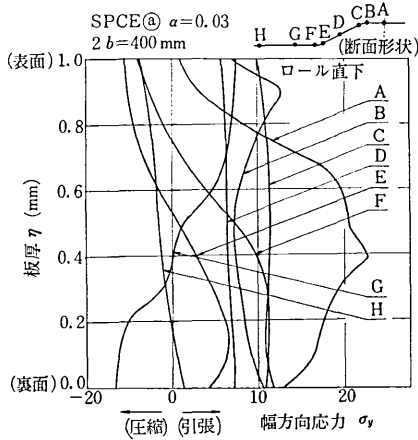


図 9

ことは製品形状の測定結果と明らかに対応している。

5. ま と め

- 1) e_{xx} の幅方向分布は製品の長手方向そりとよく対

応している。

2) e_{xb} の推移のパターンは材質・断面形状によらず、かなり規則的である。

3) e_{yy} の推移の傾向は材質・断面形状によらず、断面各部毎に一定の傾向を示す。

4) ウェブ部とフランジ部を比較するとウェブ部の方が幅方向に曲げ・曲げ戻しを受ける度合いが大きい。

5) 平坦部の寸法が大きくなるにしたがって、 γ_{xy} の発生する度合いが大きくなる。また、一般に γ_{xy} の幅方向分布は単調ではない。

6) 幅方向応力 σ_y の板厚方向分布をみると、曲げ部がオーバーバンドになる場合が多く、製品形状の測定結果とよく対応している。 (1972年10月23日受理)

参 考 文 献

- 1) 鈴木・木内他：第 23 回塑性加工連合会，講演論文集 (1972)
- 2) 鈴木・木内他：生産研究，Vol. 24, No. 6 (1972)
- 3) 鈴木・木内他：塑性と加工，Vol. 21, No. 123 (1971)

