

# ロールフォーミング汎用シミュレータの拡張に関する研究 (第3報)

## —— 広幅断面材の解析 (2) ——

木内 学\*・小野寺 隆\*

Manabu KIUCHI and Ryu ONODERA

### 1. はじめに

筆者らは、ロールフォーミング汎用シミュレータの機能の拡張を目指し、面内せん断力の長手方向・幅方向分布を考慮しつつ、長手方向および幅方向の力の釣り合いをも考慮する解析モデルを新たに提案し、その有効性を示した<sup>1)~2)</sup>。本報では、この拡張解析モデルを用いて、広幅断面材の代表的事例であるデッキプレート (3山品) の成形について解析し、解析モデルの適用範囲の拡大について検討するとともに、素板に発生する膜ひずみに対する各種成形条件の影響について調査したので、その結果を報告する。

### 2. 拡張モデルの概要

本解析モデルの詳細は既報<sup>1)</sup>に示すとおりであるが、その要点は、図1に示すように、素板の板厚方向中央面が成形過程において呈する3次元的な変形曲面形状を数式表示し、

- (1)  $X=X_k-X_{k+1}$  の範囲内の帯状要素に作用する長手方向合力の釣り合い
- (2) その帯状要素をさらに幅方向に分割した各微小要素に作用する幅方向垂直力と面内せん断力と合わせた幅方向の力の釣り合い

を考慮しつつ微小要素に発生する応力・ひずみを逐次算出し、そのうえで、スタンド間で素板の変形に要する仕事率が最小となるように変形曲面形状の修正を行い、最適な近似解を得るという方法である。

### 3. 解析条件

本解析で対象としたデッキプレート (3山品) の概要を

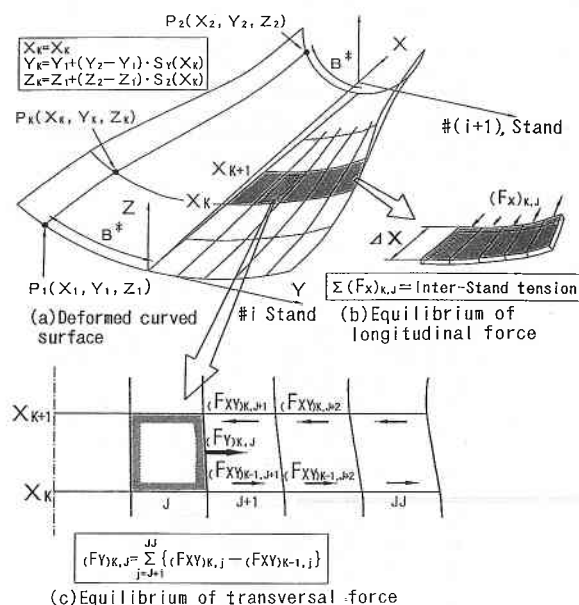


図1 変形曲面と要素内の力の釣り合い

図2に示す。この製品の成形プロセスのうち、中央と両側の山を同時に成形する場合に限定し、入口ガイド～#1スタンド間の素板変形について解析を行った。各部の形状寸法および素板の寸法などは表1に示すとおりである。また、パスラインはボトムラインーコンスタント (入口ガイド中の素板位置と成形断面の溝底部とが水平面上にある) とし、ライン速度は40m/min.としている。素板の機械的特性については別に行った引っ張り試験の結果より、降伏点 $\sigma_y$ 、および加工硬化係数を求めて解析に用いた。その他成形条件をまとめて表2に示す。

以下に幅方向膜ひずみおよび変形仕事率などに対する各条件因子の影響についての解析結果を報告する。なお、各部の名称は図2に示す記号、すなわち、ウェブ部 (W1部、

\*東京大学生産技術研究所 第2部





## 研 究 速 報

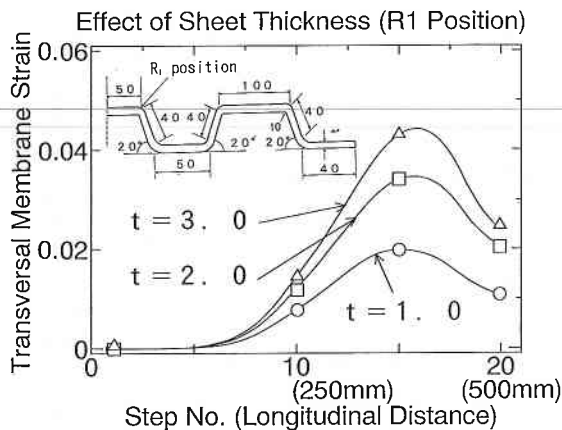
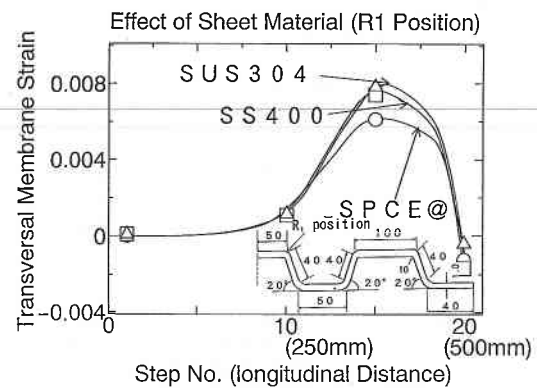
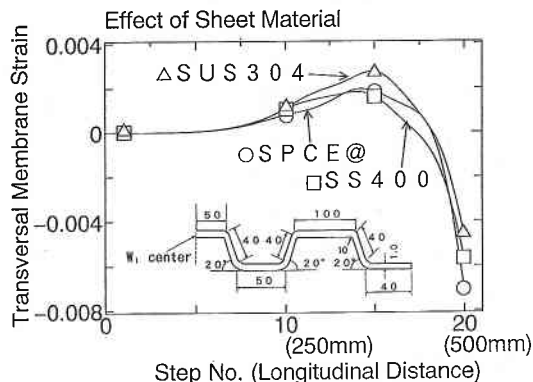
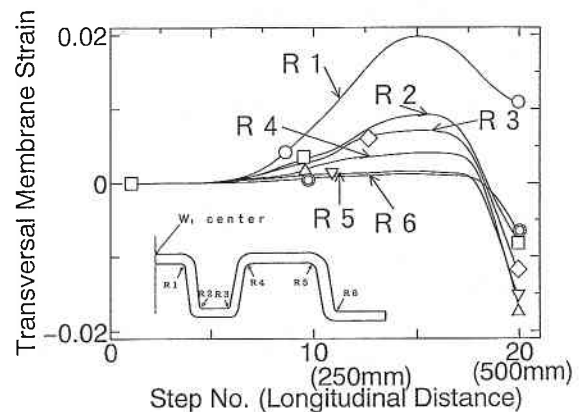
図10 幅方向膜ひずみの推移 (R<sub>1</sub>位置)図12 幅方向膜ひずみの推移 (R<sub>1</sub>位置)図11 幅方向膜ひずみの推移 (W<sub>1</sub>ウェブ中央)

図13 幅方向膜ひずみの推移 (折り曲げ部の比較)

わるためである。この現象は広幅断面材に限らずロールフォーミングでは一般的に観察されることである。

#### 4.7 素板材質の影響

図11に各素板材質について、W<sub>1</sub>部中央に発生する幅方向膜ひずみの推移を、図12にはその際にR<sub>1</sub>位置(図参照)に発生する幅方向膜ひずみの推移を示す。ひずみの集中する折り曲げ部でSPCE@のピーク値がやや低いものの、ひずみの分布形態は素板材質によらずほぼ同一になっており、今回対象としている範囲では、幅方向膜ひずみの分布に対しては、素板の機械的特性よりも、断面形状の効果の方が大きいことがわかる。

#### 4.8 各折り曲げ部に発生する幅方向膜ひずみの比較

図13に、基準条件の下で各折り曲げ部に発生する幅方向膜ひずみの推移を示す。幅方向膜ひずみについては、中心側のR1折り曲げ部で最大、板縁側のR<sub>5</sub>、R<sub>6</sub>折り曲げ部で最小となっている。当然のことながら、中心側では、素板の幅寄せに要する幅方向張力が、板縁側に比較して大きい

ため、幅方向膜ひずみが大きくなる。また各折り曲げ部に発生する曲げひずみ自体は曲げ半径によってほぼ決まるので、寸法位置による差異は小さい。

#### 5. ま と め

既報に続いて、拡張した解析モデルを用いてより複雑な形状を有する広幅断面材について解析を行い、素板各部に発生する幅方向膜ひずみなどに与える断面寸法や素板材質の影響についての知見を得た。本報で対象とした3山品の成形時に発生するひずみの挙動については既報の1山品と比較して、素板の機械的特性の影響が相対的に小さく、断面形状・寸法の影響がより大きい、という結果を得た。

今後は実成形の助力となりうる知見を整備すべく解析事例のさらなる拡張を目指していく予定である。

(1994年6月23日受理)

#### 参 考 文 献

- 1) 木内・阿部：平成5春塑加工論 (1993), 835
- 2) 木内・阿部：平成5春塑加工論 (1993), 839