

# 塑性加工の複合数値解析に関する研究 第 6 報

## ——孔型圧延の解析— I ——

Study on Combined Numerical Analysis 6th Report

——Analysis of Shape Rolling— I ——

木 内 学\*・柳 本 潤\*

Manabu KIUCHI and Jun YANAGIMOTO

### 1. 結 言

前報<sup>1)</sup>において、定常変形に対する複合数値解析法を提案し、圧延加工への適用法につき示した。本報においては、これの帯板および孔型圧延への適用を行い、その特性につき検討を加える。

### 2. 解 析 結 果

#### 2.1 板圧延における幅広がり

##### およびロールとの接触応力

解析法の妥当性の確認のため、帯板圧延における三次元変形の解析を行い、実験との比較を行った。図 1 に、計算結果と実験結果<sup>2)</sup>における幅広がり率を、板幅比 2 の場合につき比較して示す。なお、実験はアルミニウムにより行われており、解析は非硬化材、摩擦係数 0.25 を仮定している。解析結果は、実験結果と良い対応を示し

ているが、圧下率が大きくなるほど、実験結果とのずれが大きくなる傾向を有している。これは、長手方向(z方向)に垂直な各断面での歪速度 $\dot{\epsilon}_{zz}$ の一様性の仮定に起因していると考えられる。また、図 2・図 3 にロールとの接触応力の分布を示すが、これらはいわゆるフリクション・ヒルを示しており、また図 3 より、圧下率の増加にともない、板中央部での接触応力が急激に増大することがわかる。

#### 2.2 ドッグ・ボーン形状断面を有する形材の解析

本解析法の孔型圧延への適用例として、ドッグ・ボーン形状断面を有する形材の解析を行った。以下に示す解析は非硬化材について、摩擦係数を 0.25 として行ったものである。なお、被加工材の初期形状としては、幅 80mm×高さ 40mm の矩形形状を想定しており、孔形の最小半径および幅中心での半径はそれぞれ 752mm、

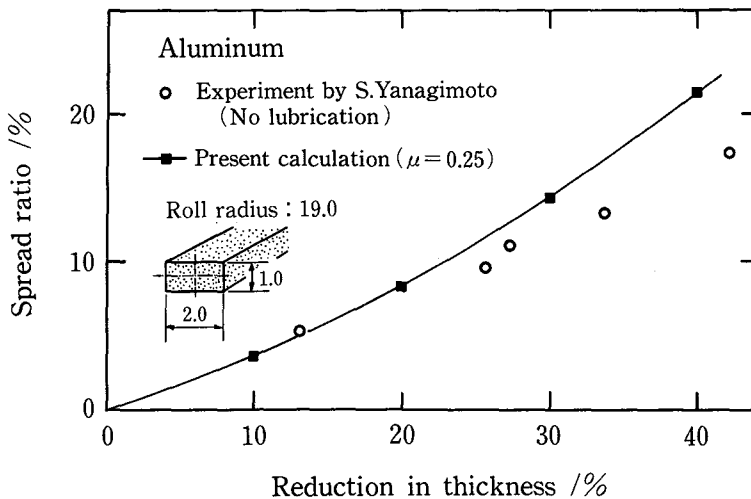


図 1 帯板圧延における幅広がり率

\*東京大学生産技術研究所 第 2 部

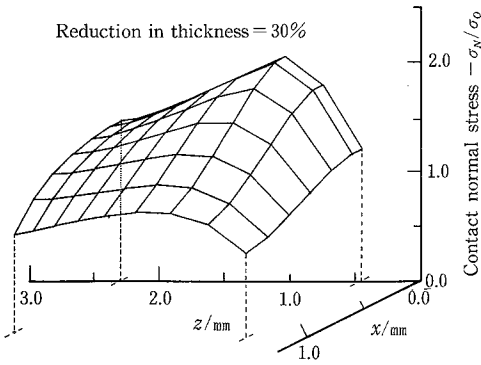


図2 帯板圧延における接触面垂直応力(1)

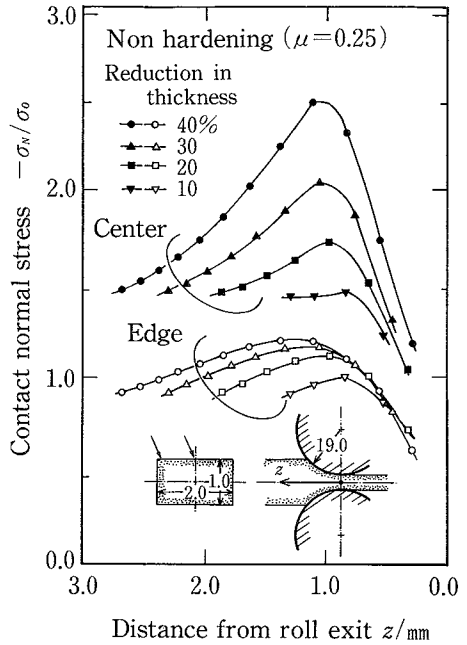


図3 帯板圧延における接触面垂直応力(2)

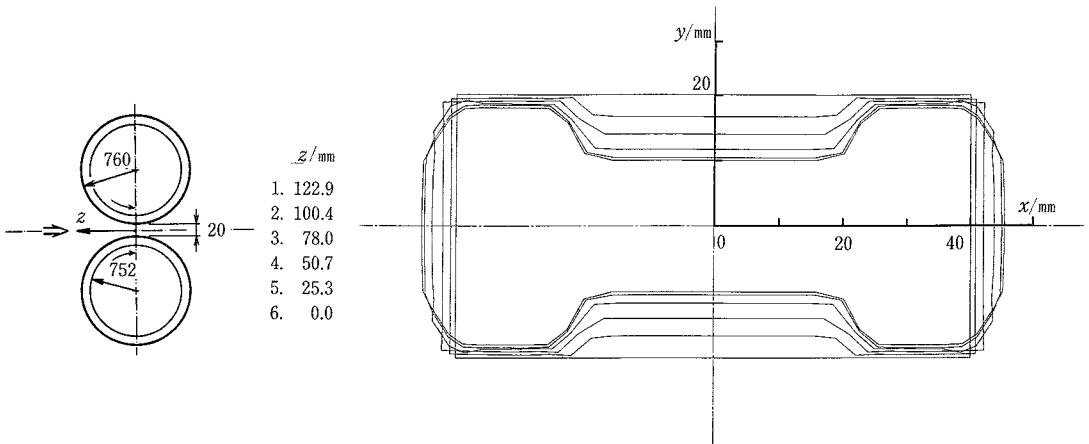


図4 外形形状の変化

760mmとした。図4に、加工中の断面形状の変化を、図5に三次元変形形状を示す。また、図6は初期要素分割および加工後の相当歪分布であり、以上のような、従来得ることが著しく困難であった解析結果を、容易に得ることが可能であった。

### 2.3 アングル材の粗圧延の解析

本解析法の、実生産孔型圧延への適用例として、L150×150のアングル材の粗圧延の解析を試みた。以下

に示す解析結果は、トータル7スタンドのうち、2番スタンドについてのものである。なお、実際の生産工程は熱間であるが、簡単のため、解析においては、非硬化材を仮定し、摩擦定数は0.7を用いている。また、この解析については、加工中の幅広がり比較的小さく、前報の式(7-2)に示した長手方向のせん断成分 $\dot{\epsilon}_{zx}$ 、 $\dot{\epsilon}_{zy}$ を含めた歪速度を用いての解析が困難であったため、これを除く式(7-1)の歪速度成分のみを用いて解析を行っている。

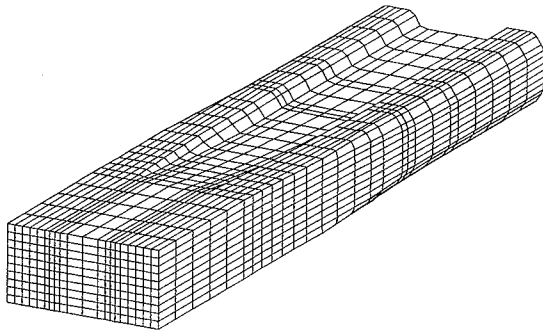


図 5 変形過程の三次元表示

解析に用いた分割は、 $xy$ 面内にて $12 \times 4$  (48要素)であり、また、長手方向には、32ステップを必要とした。

図 7 は、圧延後の半製品の断面形状を、解析結果と比較したものであるが、よい対応が認められる。図 8 は、被加工材の圧延中の形状変化を、長手方向に垂直な断面について示したものであり、また、図 9 は、加工中の変形過程を、変形域入口面および出口面より、三次元的に表示したものである。

3. 結 言

前報<sup>1)</sup>にて示した、定常変形用の複合数値解析法の、帯板圧延および孔型圧延への適用を行った。結果は妥当な

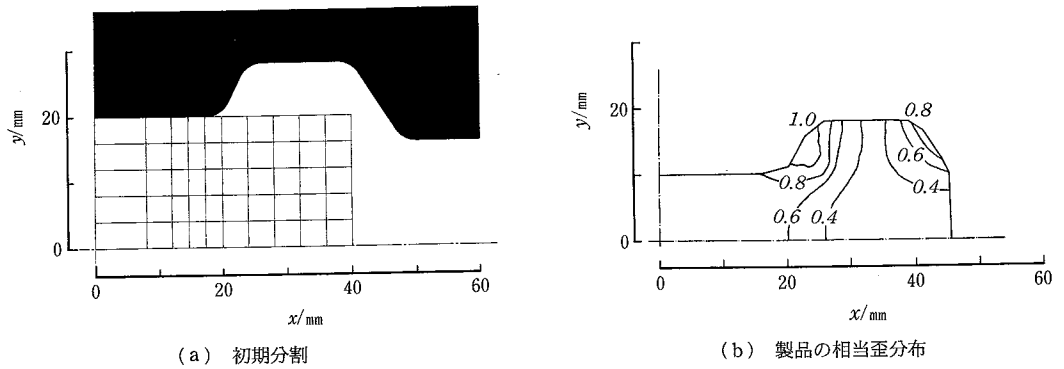


図 6 ドッグ・ボーン形材の解析結果

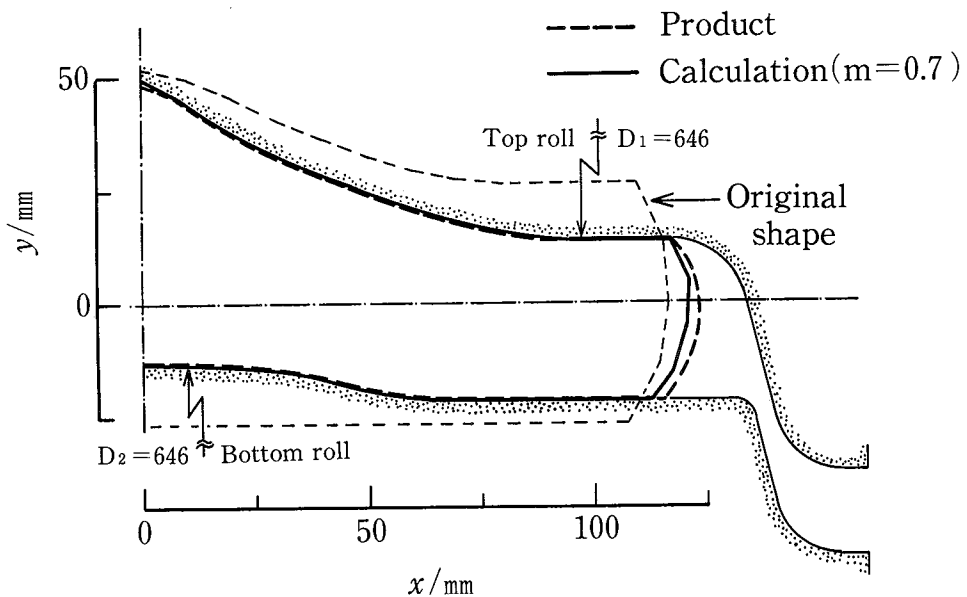


図 7 アングル材の粗圧延における断面形状の比較

研究速報

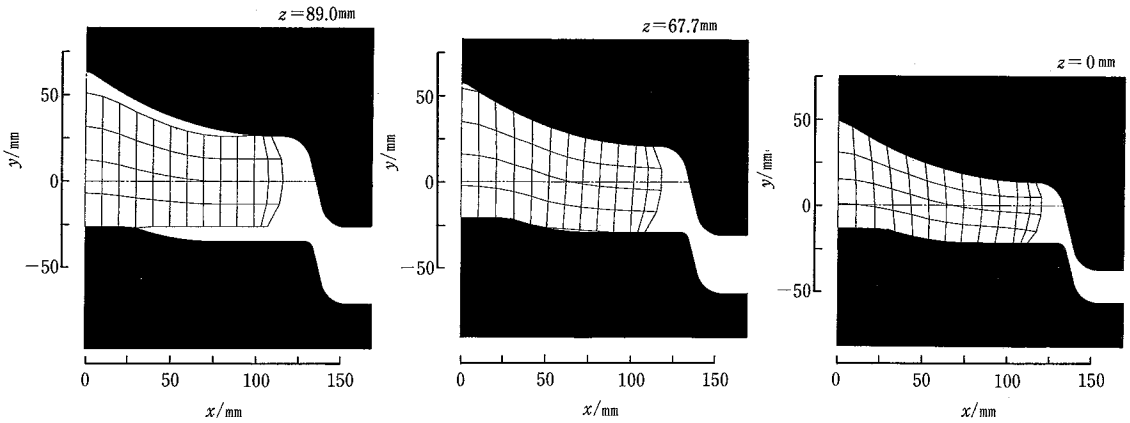


図8 アンクル材の粗圧延における変形状

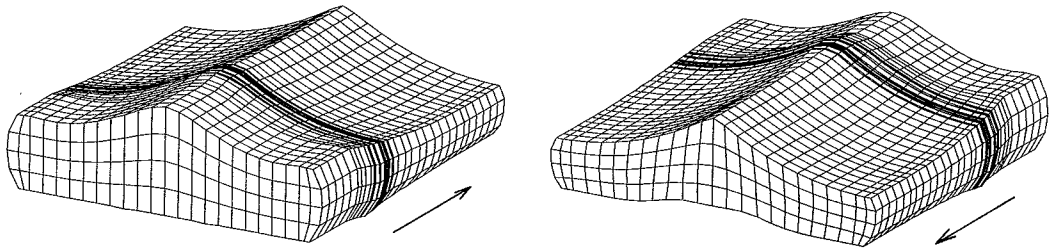


図9 アンクル材の粗圧延の変形過程

ものであり、従来得るのが著しく困難であった問題に対しても、解析結果が容易に得られることを示した。なお、本報にて示した解析の範囲では、非硬化材のみを対象としているが、加工硬化材および歪速度依存性材料の解析も容易に行うことが可能である。今後は、より一層の理論的検討を通し、圧延加工に対する解析の質的向上を目指すと共に、各個別の加工条件・孔形状を対象とした解析を行い、種々の加工条件因子の影響について系統的な研究を遂行する予定である。また、圧延以外の定常変形問題（押し出し・引き抜き）に対しての、本解析法の適用限界およびその可能性についても、検討を行う予定

である。

なお、本報にて示した数値計算には、東京大学大型計算機センターのHITAC M680H/682Hを用い、ある仮定した  $(\dot{U}_b)_z$  に対応する変形の計算に要した演算時間は、たとえば図5については、100秒程度であった。

(1987年4月14日受理)

参考文献

- 1) 木内 学・柳本 潤：生産研究, Vol. 39, No. 8, 327~330.
- 2) 柳本左門：塑性と加工, 2-7 (1961), 129.