



Title	剛塑性有限要素法による薄板圧延の数値シミュレーションに関する研究
Author(s)	古元, 秀昭
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40885">https://hdl.handle.net/11094/40885</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	古 <sup>ふる</sup> 元 <sup>もと</sup> 秀 <sup>ひで</sup> 昭 <sup>あき</sup>
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 13395 号
学位授与年月日	平成 9 年 9 月 12 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	<b>剛塑性有限要素法による薄板圧延の数値シミュレーションに関する研究</b>
論文審査委員	(主査) 教授 小坂田宏造 (副査) 教授 小倉 敬二      教授 平尾 雅彦      教授 斎藤 好弘 助教授 森 謙一郎

## 論文内容の要旨

本論文は薄板圧延分野における板幅端部でのエッジプロファイルの解析技術の確立および左右非対称圧延時の板変形挙動の予測技術確立のため、解析モデルの提案および実験結果との比較による精度検証を目的として実施したものである。

剛塑性有限要素法による薄板圧延の数値シミュレーションにおいて、板幅端部でのエッジプロファイルに関しては十分にその解析技術が確立されていない状況にある。エッジプロファイルを精度良く求めるためには圧延方向張力および圧延荷重の幅方向分布を精確に算出する必要がある。板幅端部において板厚が薄くなるエッジドロップにおいては解析結果と実験結果とは良く対応するものの、板幅端部において板厚が厚くなるいわゆるエッジアップの範囲においては実験結果との対応がとれず、ロールバイト入口近辺の微小な弾塑性変形を考慮して板幅端部における 3 次元塑性変形を予測することが必要である。本来この領域を解析するためには弾塑性解析が必要であるが、3 次元圧延解析への適用は計算時間等の点から現状ではかなり困難な状況である。そこで剛塑性有限要素法を用いてロールバイト入口近傍の弾塑性変形部の取り扱い方法を提案する事は重要な課題である。本提案の方法を用いたエッジプロファイルの解析結果と圧延実験結果とを比較し、エッジドロップからエッジアップの範囲において解析結果と実験結果の良好一致を得た。

また歩留り向上、操作安定の観点から左右での板厚差および板の横曲がりの低減、板の蛇行防止が重要な課題となっている。これら非対称な圧延を防止するための制御技術確立のためには左右非対称な圧延時の板変形挙動を精度良く予測する技術の確立が不可欠である。ここでは解析領域を塑性変形しているロールバイト近傍とした剛塑性有限要素法を用いて、ロールの弾性変形との連成を考慮した板厚差および板曲がりの効率的な解析方法を提案した。板厚差および板曲がりの解析結果とアルミニウム板を用いた圧延実験結果との良好一致を得た。さらにロールバイト外の拘束を Shohet モデルにより考慮し、剛塑性有限要素法と結合することにより張力が作用する場合の解析モデルおよび蛇行解析モデルを提案した。蛇行防止のためには後方張力付与が有効である結果を得た。またロールバイト外の板の座屈を考慮した左右非対称な解析モデルを提案した。

上記の解析方法を用いて厚板圧延、熱間粗圧延および熱間仕上圧延の実機圧延条件での板厚差、板の横曲がり、蛇行のシミュレーションを実施した。

## 論文審査の結果の要旨

圧延された板材の寸法精度を向上させる要求は近年強まっており、特に板クラウン、エッジドロップなどの板厚の不均一分布を低減することが望まれている。本論文は、薄板圧延における板材の変形挙動を解析する方法を剛塑性有限要素法を基礎として提案し、冷間圧延における板クラウンおよびエッジドロップ、非対称圧延における板材の蛇行、板材先後端の非定常変形を計算できるようにしたものである。

2章では変形解析のための剛塑性有限要素法について説明している。初期速度場の決定、非変形域の処理、収束判定条件、摩擦の取扱いに関する方法を示している。また、板圧延における3次元変形を短い時間で計算するために、板厚方向に1要素である近似3次元解析法を開発している。

板クラウンおよびエッジドロップはロールの弾性変形によって生じるため、3章では剛塑性有限要素法解析においてロールの弾性変形を考慮する方法を提案している。分割モデルによってロールのたわみ変形を、修正半無限体モデルによってロールの偏平変形をそれぞれ考慮している。

4章では、開発された方法によって薄板の冷間圧延をシミュレーションし、板クラウンおよびエッジドロップを計算している。圧延後の板材の形状を正確に計算するために、入口近傍の弾塑性変形域を特別な速度依存性で近似し、前後方張力の影響を正確に考慮できるようにしている。計算された板幅端部の形状は、エッジドロップからエッジアップの広い範囲において実験結果とよく一致している。

圧延中の板材の蛇行は作業および材料歩留り上問題となるため、第5章では左右非対称圧延における板材の変形挙動を計算する方法を提案し、蛇行のシミュレーションを行っている。圧延された板材の曲がりの計算結果はアルミニウム板を用いた圧延実験の結果とよく一致している。また、厚板圧延、熱間粗圧延および熱間仕上圧延の実機条件でシミュレーションを行っている。

圧延された板材の先後端の非定常変形部は材料歩留り上問題となるため、第6章では先後端の非定常変形をシミュレーションする方法を提案している。

以上の成果は、板材圧延の工業化、圧延機的设计に関して有益な新しい知見を与えるものであり、その手法はより広い工学的応用が可能であると考えられ、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。