氏名	川口達治（かわぐち たつじ）
学位(専攻分野)	博士（工学）
学位記番号	博甲第35号
学位授与の日付	平成5年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科情報・生産科学専攻
学位論文題目	金属薄板の塑性変形特性と成形性評価に関する研究
審査委員	(主査) 教授 山口克彦 教授 齋藤憲司　教授 土屋八郎　助教授 今谷勝次

論文内容の要旨

本論文は、金属薄板の成形性や成形限界、製品の寸法精度等を精度よく予測するために、材料の塑性構成式ならびに有限要素法による成形過程のシミュレーション手法について検討したものであり、8章より構成されている。

第1章は緒論であり、試行錯誤的実験を中心にした従来の成形技術の問題点を指摘するとともに、コンピューターシミュレーションを主体にした成形技術の必要性、関連する分野の研究状況など、本研究の背景と位置づけについて述べている。

第2章では、まず金属薄板の塑性変形特性をできるだけ忠実に表すために、等二軸と一軸引張降伏応力の比（X値）を用いた異方性降伏関数を提案し、この降伏関数を用いれば、Hillの降伏関数（2次式）では説明できない材料の特異な変形挙動（Anomalous behaviour）や、相当応力-相当ひずみ曲線の変形様式依存性などの問題点が改善されることを示している。

第3章では、板面異方性を考慮した一般的な降伏関数を理論的に導出するとともに、具体的な応用例として、異種材料を積層した金属クラッド板の異方性パラメータr値の予測を行い、材料設計に対しても有効であることを示している。

第4章では、板材成形の有限要素シミュレーションの例として、剛塑性有限要素法による張出し加工の解析を行い、できるだけ短い計算時間で、かつ種々の形状の工具による加工をシミュレートできる手法を提案している。

第5章では、クラッド板の深絞り加工を対象にし、第4章と同様に剛塑性有限要素法による解析を行っている。そして、材料の組合せ、板厚比、板の表裏などによって限界絞り比がどのように変化するかを調べ、最適な加工条件について検討を行っている。

第6章では、金属薄板の深絞り性評価尺度について検討を行い、一軸引張変形特性であるr値よりも、深絞り加工中のフランジ部とポンチ肩部材料の変形応力に注目したY値あるいはX値のほうが、深絞り性評価尺度としてより適切であることを明らかにしている。

第7章では、板材成形品の寸法精度に影響を及ぼす重要な因子であるスプリングバックについて検討している。スプリングバックは材料の弾性に起因する現象であるから、剛塑性有限要素法ではこの値を予測することはできない。そこで、新たに弾粘塑性有限要素法の定式化を行い、計算例として板の曲げ加工の解析を行っている。計算結果と実験結果はよく一致しており、スプリングバック量の予測を可能にしている。

第8章は結論であり、本論文の内容および研究成果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

金属薄板は、自動車や航空機、電気・電子部品、食品包装容器、建材などをはじめ、種々の分野で多用されている。これら薄板材料を所要の形状・寸法の製品に成形していく場合、製品の成形限界や寸法精度の予測、成形性評価法の確立などが重要になる。

本研究は、種々の成形プロセスにおける板材の変形挙動をコンピューターシミュレーションによって予測し、このシミュレーション結果を基にして金型や加工工程の設計、加工条件の選定を行い、薄板成形プロセスの効率化・最適化を図ろうとするものである。板材の変形挙動を精度よくシミュレートするためには、まずその基礎として、板材の塑性変形特性について従来よりもきめの細かい検討が必要であるとの観点から、材料の塑性構成式に関する実験的・理論的検討を行っている。また、実際の成形プロセスにおける板の変形挙動を予測するための有限要素シミュレーション手法について検討を行っている。さらに、これら材料特性の検討とシミュレーションの結果とから、従来のｒ値に代わる新しい深絞り性評価尺度の提案を行っている。

このように、本論文では、新しい降伏関数や深絞り性評価尺度の提案をはじめ、異形形状容器の張出し加工、クラッド板の深絞り限界評価、板の曲げ加工におけるスプリングバックの予測などに関して新しい知見が得られており、金属薄板の成形に対して工業的に寄与するところが大きいものと考えられる。

以上のことから、本論文の内容は、博士（工学）の学位論文として十分であると判定した。