

氏 名	いま づ かつ ひろ 今 津 勝 宏
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 乙 第 66 号
学位授与の日付	平成 10 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 題 目	板材のストレッチドロウ成形法の開発と薄肉缶の成形に関する研究
審 査 委 員	(主査) 教 授 山 口 克 彦 教 授 土 屋 八 郎 教 授 岩 本 正 治 助教授 高 倉 章 雄

論 文 内 容 の 要 旨

ビールやジュース等の飲料缶の大部分は、絞り・しごき加工 (DI 加工) によって作られているが、この加工プロセスはポンチとダイスの小さい隙間で板をしごいて薄肉化を図るという苛酷な加工であるために、大量の潤滑剤あるいはクーラントを使用しなければならない。また、潤滑剤の脱脂・洗浄等廃液処理が必要であり、地球環境保全の点から必ずしも望ましい加工法とはいえない。

本論文は、このような問題点を改善するために、可能な限りドライな状態で薄肉缶を成形する新しい製缶技術としてストレッチドロウ成形法を開発し、その基礎的事項について検討したものであり、10 章から構成されている。

第 1 章は緒論であり、本研究の背景および缶の成形に関する従来の研究・開発状況と本研究の位置付けについて述べている。第 2 章では、このストレッチドロウ成形法の原理と特徴ならびに素板として使用する有機被膜ラミネート材の必要特性を明らかにしている。また第 3 章では、ストレッチドロウ成形法におけるカップ側壁部の薄肉化についてスラブ法解析を行い、再絞りダイラジアスの大きさが薄肉化に影響を及ぼす因子として最も支配的であることを明らかにしている。第 4 章では、カップ側壁部の薄肉化に及ぼす成形条件の影響を実験的に検討し、ストレッチドロウ成形における成形条件の適正範囲を明らかにするとともに、成形限界の推定を行っている。

ドライ成形を基本とするストレッチドロウ成形法においては、加工発熱と被加工材および成形工具の温度上昇がラミネート材の摩擦挙動、成形の安定性や成形後の製品精度に影響する。そこで第 5 章では、ストレッチドロウ成形性に及ぼす成形温度および成形速度の影響を詳細に調査している。また第 6 章では、ストレッチドロウ成形用薄鋼板の必要特性を明らかにするために、熱間圧延工程の巻取り温度をコントロールした素材を試作し、ストレッチドロウ成形における耳の発生と成形後の側壁部の板厚精度の関係を検討している。

ストレッチドロウ成形法はドライ状態での加工であるため、得られた成形品の表面性状は潤滑剤を用いた通常の加工法の場合とは異なる。そこで第 7 章では、カップ側壁部の表面性状に及ぼす再絞り加工条件の影響を調べるとともに、表面粗さ曲線のスペクトル解析を試み、ストレッチドロウ成形法で形成される表面性状の特徴を明らかにしている。

以上の各章では、ストレッチドロウ成形法の特徴と基礎的事項を把握することを主目的にし、1 回のストレッチドロウ成形を対象にして検討を行っている。しかし実際の金属缶の生産では、カップ高さ/カップ径の大きい製品を得るために、このようなストレッチドロウ成形を 2 回以上繰り返すことが一般的である。そこで第 8 章では、多段ストレッチドロウ成形における薄肉化とダイラジアスの関係、成形限界、成形カップの表面性状等を詳細に検討し、多段ストレッチドロウ成形における最適成形条件を明らかにして

いる。第9章では、成形カップの深さの増大およびさらなる薄肉化、軽量化、高精度化を図るために、ドライ状態での成形が可能なストレッチドロー成形法とアイアニング（しごき加工）法を組み合わせた複合成形法を提案し、第1再絞りと第2再絞りにおけるダイラジラス、絞り比、成形温度などの成形条件と成形限界および成形カップの板厚ひずみの関係を明らかにしている。

第10章は結論であり、本研究で得られた成果と知見をまとめている。

論文審査の結果の要旨

1809年に缶詰の原理が発明されて以来、長期保存用の食品包装容器として金属缶が大量に使用されるようになった。1996年における我が国の缶詰総生産量は約400億缶にのぼり、製缶技術は板材プレス成形の分野において主要な精密・高付加価値化技術の一つになってきている。

本研究の独創性は、従来の絞り・しごき加工（DI加工）の代わりに、絞り・再絞り加工を基本としたストレッチドロー成形法を考案し、可能な限りドライ状態（潤滑剤あるいはクーラントをほとんど使用しない状態）での薄肉缶のプレス成形を実現したことである。また、このストレッチドロー成形に適した有機被膜ラミネート材の必要特性、再絞りダイラジラスや付加張力などの成形条件とカップ側壁部の薄肉化および缶の表面性状との関係を明らかにしたこと、さらにはストレッチドロー成形法の応用として、多段ストレッチドロー成形法やストレッチドロー成形法としごき加工法との複合化の可能性等について一連の研究を行い、ストレッチドロー成形法の基本原理、特徴を把握するとともに基礎的事項を明らかにしていることは、本成形法の実用化に寄与するところがきわめて大きく評価に値する。また、地球環境保全に配慮した新しい薄肉缶の成形技術を提案したことも、今後の技術開発の方向を示唆するものとしてその意義は大きい。以上により、本論文は博士（工学）の学位論文として十分であると判断した。

なお、本研究で得られた一連の成果は「薄肉化深絞り缶の開発とその製造システムの実用化」として、平成5年度日本塑性加工学会会田技術奨励賞を受賞しており学会でも高く評価されている。本論文作成の基礎となった学術論文は日本機械学会論文集7編（投稿中1編）、日本トライボロジー学会誌1編、国際会議プロシーディングス2編であり、その内7編は単著、3編は筆頭著者である。

1. 今津勝宏：深絞り加工の薄肉化技術に関する研究（第1報、ストレッチドロー法における成形条件の実験的検討）、日本機械学会論文集（C編）、62-600（1996）、3320.
2. 今津勝宏：深絞り加工の薄肉化技術に関する研究（ストレッチドロー成形における表面性状の検討）、日本機械学会論文集（C編）、63-610（1997）、2126.
3. 今津勝宏：深絞り加工の薄肉化技術に関する研究（ストレッチドロー法における板厚精度と板材異方性の関係）、日本機械学会論文集（C編）、63-610（1997）、2132.
4. 今津勝宏：深絞り加工の薄肉化技術に関する研究（第2報、ストレッチドロー成形におよぼす成形温度と成形速度の影響）、日本機械学会論文集（C編）、63-611（1997）、2538.
5. 今津勝宏、小林具実、小林 亮：深絞り加工の薄肉化技術に関する研究（ストレッチドロー法とアイアニング法の複合化に関する検討）、日本機械学会論文集（C編）、63-613（1997）、3287.
6. 今津勝宏：深絞り加工の薄肉化技術に関する研究（多段ストレッチドロー法の成形条件とその成形性に関する検討）、日本機械学会論文集（C編）、63-615（1997）、4037.
7. 今津勝宏：深絞り加工の薄肉化技術に関する研究（ストレッチドロー法における薄肉化機構の近似解析）、日本機械学会論文集（C編）、投稿中.
8. 今津勝宏：3004アルミニウム合金板のしごき性に及ぼす基油粘度の影響、日本トライボロジー学会誌、43-4（1998）、341.
9. K. Imazu and T. Kobayashi : Studies on the Stretch Draw Forming Conditions of Laminated Steel, Proc. 5th Int. Conf. on Technology of Plasticity, (1996), 727.

10. K. Imazu and S. Machii : Development of the Can Manufacturing System for a New Metal Package, TULC, Proc. 2nd Int. Conf. on EcoBalance, (1996), 649.