

ふりがな	ながしままさゆき
氏名	長島 正幸
学位	博士(工学)
学位記番号	新大院博(工)第228号
学位授与の日付	平成18年9月21日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
博士論文名	塗布工程における粘塑性体の流動に関する流体力学的研究

論文審査委員	主査 教授	長谷川富市
	副査 教授	藤澤延行
	副査 教授	大川 輝
	副査 助教授	鳴海敬倫
	副査 助教授	松原幸治

博士論文の要旨

本論文は、「塗布工程における粘塑性体の流動に関する流体力学的研究」と題し、5章から成っている。

第1章では、本研究の背景と目的について述べている。押し出し成型塗布においてニュートン流体を使用する場合、分配室断面やスリットの間隙が一定な単純形状でも偏差の少ない吐出が得られることが知られている。しかし、近年使用されるようになった降伏応力を有する粘塑性体を塗布する場合は、吐出偏差を抑制するために内部流路形状を特別に設計する必要がある。本研究においては、降伏応力が原因となって生じる吐出偏差を零にできる理想的な成型の内部流路の形状を、精度良くかつ効率的に導出できる解析手法を提案する。また、任意の内部形状を持つ成型を用いた場合の吐出偏差を予測する手法も提案する。

第2章では、ビンガム流体に関する研究結果について述べている。押し出し成型内のビンガム流体の流動を、分配室内の1次元流れとスリット内の1次元流れの独立した2つの流れに分離し、圧力と流量を共通パラメータとして連立させることで、理想的な成型内流路の形状を高速計算できる代数的手法を用いた低次元解析手法を提案した。同時に、吐出偏差に影響を与えるパラメータを抽出し、その特徴についての評価および考察をおこなった。また、本手法による解析結果と実際のビンガム流体を用いた実験結果について検討を行った。その結果、両者間には良い一致が見られ、押し出し成型の内部流路設計に対する本手法の有効性が確認できた。

第3章では、ビンガム流体をさらに拡張したハーシェル・バルクレイ流体に関する研究結果について述べている。第2章と同様に押し出し成型内の流動を独立した2つの流れに分離し、共通パラメータを用いて連立させ、これを4次までのテーラー展開を用いた近似手法を利用して代数的に解くことで、理想的な成型内部流路の形状を高速計算できる代数的近似解析手法を提案した。本流体モデルについても吐出偏差に影響を与えるパラメータを抽出し、その特徴についての評価および考察を行った。また、本手法による解析結果と実際のハーシェル・バルクレイ流体を用いた実験結果を比較するとともに、過去に行われたパワー・ロー流体モデルに対しての解析手法および第2章で述べた解析手法による計算結果とも比較を行った。その結果、すべてにおいて良い一致が得られ、本手法の有効性が確認できた。

第4章では、任意の金型内部形状における粘塑性体の吐出偏差予測に関する研究結果について述べている。第2、3章において導出された理想的な形状は一般的には単純な関数で表現することのできない複雑な曲線であるため、実際にこの形状を加工することは容易ではない。このため、算出された理想的な形状を比較的加工の容易な直線や単純な曲線で近似して、金型を加工する方法が有効である。しかし、これにより生じる吐出偏差を評価する必要がある。ここでは、任意のスリット形状における吐出偏差を予測する手法を提案した。本手法について、計算結果と実験結果の比較を行い本手法の有効性を確認した。

第5章では、全体を総括するとともに、今後の展望について述べている。降伏応力を有する粘塑性体モデル（ビンガム流体とハーシェル・バルクレイ流体）を用いた流動解析手法を提案した。また、任意のスリット形状における吐出偏差を予測する手法を提案した。これらの3つの解析手法はいずれも工業的に十分な精度を持った効率的な手法であることを確認した。

審査結果の要旨

本論分は、押し出し金型塗布において塗布する流体が粘塑性体である場合の金型内部の流動解析を行った研究結果をまとめたもので、学術雑誌に3報の論文として掲載されており、学術的ならびに工業的に有益な知見を得ている。よって、審査員一同は、本論文を博士（工学）の学位論文として認定した。