The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	粘弾性流体のウェルド流れに関する研究
Author(s)	三橋, 正典
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43471
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【44】

氏　　名	三橋正典（みつはしまさのり）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　17017　号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械物理工学専攻
学　位　論　文　名	**粘弾性流体のウェルド流れに関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　中村喜代次 （副査） 教　授　辻　　裕　　教　授　稲葉　武彦　　助教授　森　　教安

論文内容の要旨

本論文は、ウェルドライン領域の異方性の改善を目的として行った研究をまとめたものであり、7章から構成されている。

第1章は緒論であり、研究の背景、成形不良現象、ウェルドラインに関する従来の研究、研究の目的、論文概要について述べた。

第2章では、フックダンベル・モデルと粘弾性流体の流動解析の理論について述べた。本研究で用いた微分型構成方程式のGiesekusモデルの特徴とその他の構成方程式についてもふれ、本研究の粘弾性流動解析に用いた支配方程式を示した。

第3章では、支配方程式の数値解析手法について、その離散化方法とそれによって得られた非線形の連立方程式の数値解法を述べた。

第4章では、ウェルド流れの粘弾性流動解析を行い、ウェルドライン領域の異方性に対するスパイダー形状の影響について示した。そして、ワイセンベルグ数が大きい条件では、スパイダー後方端角度を変更することで、伸長速度、伸長応力の成長を効果的に抑えることがわかった。

第5章では、ウェルド流れの粘弾性流動解析を行い、ウェルドライン領域の異方性に対する温度の影響について示した。そして、スパイダー形状の変更により、壁の温度上昇による伸長速度、伸長応力の増大を抑制できることがわかった。また、壁の温度を上昇することで、伸長粘度のstretch-thickening性が強く現れる流体においても分子配向緩和が進み、せん断粘度のshear-thinning性の強い流体では、出口でランダム状態になることを示した。

第6章では、低密度ポリエチレン溶融樹脂を用いてウェルド流れにおける流動複屈折を測定し、ウェルドライン領域の複屈折に対するスパイダー形状、流量、温度の影響について調べ、数値計算結果と比較検討を行った。ダイの温度を樹脂温度より上昇することにより、流量増大にともなう伸長応力の成長と緩和距離の増大を抑制し、分子配向緩和が促進することを示した。また、ウェルドライン領域の複屈折における計算予測はいずれの流量、温度においても実験値とほぼ一致し、数値解析によるウェルドライン領域の分子配向緩和予測の妥当性が高いことがわかった。

第7章では、本研究で得られた結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

ウェルドラインは樹脂の成形を行う場合に、分断された溶融樹脂が合流する際に発生する。この現象は押出成形、ブロー成形の押出工程などにおいて生じ、成形された製品にも強く残る場合があり、製品の外観不良や製品全体の機械的強度が劣化する原因となる。本論文はウェルドライン領域の異方性を改善できる手段を探求することを目的とし、ウェルドラインを生成するウェルド流れについて粘弾性流動解析を行い、ウェルドライン領域の分子配向に対する各流量、樹脂材料におけるスパイダーの形状の影響、ダイ温度の影響について検討を行ったものである。

本論文の成果を要約すると次の通りである。

(1)せん断粘度の shear-thinning 性の強い流体の場合、入口の流速が大きい条件では、ウェルドライン領域における中心線上の主流方向の流速のオーバーシュート領域が発生し、ウェルド合流部の伸長速度の最大値はスパイダー後方端角度の違いに対して大きく変化することを示している。

(2)ワイセンベルグ数が大きい条件では、スパイダー後方端角度を変更することで、伸長速度、伸長応力の成長を効果的に抑えることを明らかにしている。

(3)緩和距離が短く、分子が強く配向した直後に素早く溶融樹脂が冷却固化して高い異方性が残る場合、製品のウェルドライン領域の異方性に対するスパイダー形状の影響は大きくなることを明らかにしている。

(4)壁の温度上昇により、スパイダー後方端近傍のウェルド領域における伸長速度は増大することを示している。特にせん断粘度の shear-thinning 性の強い流体の場合、入口の流速が大きく、ワイセンベルグ数が増大する条件では、伸長速度、伸長応力に対する温度の影響が大きくなるが、スパイダー形状によりそれらの成長を抑制できることを明らかにしている。

(5)壁の温度を上昇することで、伸長粘度の stretch-thickening 性が強く現れる流体においても分子配向緩和が進み、せん断粘度の shear-thinning 性の強い流体では、出口でランダム状態になることを示している。

(6)ダイの温度を樹脂温度より上昇することにより、流量増大にともなう複屈折の成長と緩和距離の増大を抑制し、分子配向緩和が促進することを示している。

(7)ウェルドライン領域の複屈折における計算予測はいずれの流量、温度においても実験値とほぼ一致していることを示し、Giesekus モデルを用いた数値解析によるウェルドライン領域の分子配向緩和予測の妥当性が高いことを明らかにしている。

以上のように本論文はウェルドライン領域の異方性を改善するため、ウェルドラインを生成するウェルド流れについて粘弾性流動解析を行い、ウェルドライン領域の分子配向に対する各流量、樹脂材料における適正なスパイダーの形状、ダイ温度について提案し、理論的、実験的に検証している。本研究で得られた成果は、粘弾性流体の成形加工に対する信頼性を高めるとともにその適用分野を広め、更なる発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値のあるものと認める。