

氏 名	佐藤 正 さとう ただし
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1375 号
学位授与の日付	昭 和 56 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	成形過程におけるフェノール樹脂成形材料のレオロジー的研究

論文調査委員 (主査) 教授 水科篤郎 教授 吉岡直哉 教授 小野木重治

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、代表的な熱硬化性成形材料であるフェノール樹脂について、成形過程におけるレオロジー的性質を実験による基礎データをもとに解明しようと試みた研究結果をまとめたもので、7章より成っている。

第1章緒論では、高分子材料のレオロジー的基礎研究は1950年代から非常に進展し、その成形加工への応用も1960年代から主として熱可塑性材料について多くの研究がなされたが、熱硬化性材料については研究が少なく、まだ充分整備されていないことを述べている。その原因として著者は

1) 熱硬化性材料の成形加工には材料の溶融、流れ、硬化の諸現象が伝熱や発熱等と複雑にからみあうために、モデル数式化が難しいこと、2) 成形材料の構成が多成分系で、しかも熱硬化性樹脂においては成形過程で化学反応を伴うために、そのレオロジー的性質が非定常となるため、とりわけ複雑な挙動を示すことの2点をあげている。

そこで本研究の目的は、代表的な熱硬化性樹脂であるフェノール樹脂成形材料について、成形加工法の中で最もよく用いられる射出成形法を主体として、成形過程におけるレオロジー的性質を実験による基礎データを用いて解明することにあるとし、これにより従来不明確であった成形性を解明し、更に工学的取扱いを可能にする緒としたいとしている。

第2章、第3章においては、それぞれ反応を伴わない場合、反応を伴う場合について、フェノール樹脂成形材料の金型流路内における溶融流動材料の検討を行っている。その際 1) 高温加熱の必要があること、2) 溶融材料が極めて粘稠であること、3) 高剪断速度域における測定が必要であることなどの理由から、円管押出法を採用し、その流れ挙動は成形初期において指数法則モデルに従う粘性流として取扱えること、更に反応を伴う場合の流動特性の変化は、一次反応型のモデルに従うことを実験的に立証している。

第4章においては流路内における摩擦による発熱に起因する材料温度の上昇を実験的に検討し、その値を推算することを可能にしている。

第5章はキャピタリー内に充填された材料の粘弾性的性質の変化を検討している。本章において著者はJSR型キュラストメータを使用し、マックスウェル二要素モデルを用いて粘性率、弾性率を算出する方法を確立し、更に反応に伴う粘弾性特性は一次反応型モデルに従うことを実験的に示している。

第6章は市販フェノール樹脂成型材料の幾つかについて、レオロジー的基本物性の測定結果を例示すると共に、成形性の重要な一要素である離型性を例にとり、基本物性をもとにして、その評価が可能であることを示している。

第7章は結論であるが、著者の本研究で用いたレオロジー的性質のモデルが最も簡単な指数法則モデルと、マックスウェル二要素モデルでいずれも2個のパラメータをもつ簡単な式であるため、材料のレオロジー的性質を厳密に表すには充分ではないが、工学的には、これ以上複雑な式を取り扱うことが、かえって問題を煩雑にするため、あえてこれらの簡単なモデルを採用したことを述べている。

更に各章の総括を行い、熱可塑性材料と比較して系統的研究の少ない熱硬化性材料の成形過程におけるレオロジー的挙動を簡単なモデルを用いて説明することに一応の成功を取めたことの意義につき述べている。

論文審査の結果の要旨

この論文は、代表的な熱硬化性成形材料であるフェノール樹脂について、成形過程におけるレオロジー的挙動を解明するため、実験データを基にして材料の基本物性を抽出すると共に、諸物性の反応に伴う変化を明らかにし、それらをもって成形材料の材料特性を評価するための指標とすることを目的としたものであり、得られた成果の主なものは次のとおりである。

- (1) この材料の加熱溶融状態における流動特性は、化学反応を伴わない場合、指数法則モデルに従い、流れ指数 n は温度に関係なく一定で、粘稠度 m の温度依存性はアレニウスの式で表わされる。
- (2) 化学反応を伴う場合の流動特性は、反応初期においては指数法則モデルに従い、流れ指数 n 、粘稠度 m は共に一次反応型の式に従って変化し、反応の進行と共に非ニュートン性が著しくなる。
- (3) 流路内における摩擦による発熱を検討し、実測値を解析解によって充分予知できることを示した。
- (4) 反応を伴う場合の流動は、反応初期においては粘性流として取扱いうるが、反応がある程度以上進展すると粘弾性的取扱いが必要となるので、これについて検討し、マックスウェルの二要素モデルで表現できることを示した。またこの場合、粘弾性特性が反応の進行に伴い一次反応型の式に従って、変化することを明らかにした。
- (5) 市販フェノール樹脂の数種につき、レオロジー的基本物性として i) 成形初期における粘稠度、ii) 成形初期における流れ指数、iii) 成形初期における流れの活性化エネルギー、iv) 硬化完了後の弾性率、v) 硬化完了後の粘性率、その他の基本物性として、vi) 反応速度定数、vii) 反応の活性化エネルギー、viii) 温度伝導度をとりあげ測定結果を表示した。

各種材料間で上記物性はかなり変化するが、これらの諸物性値によって成形材料の特徴を把握できるとした。

- (6) その実証として、成形性の一要素である離型性を例としてとりあげ、上述の基本物性との関係につ

き検討し、離型性と基本物性との間に良好な相関関係の存在することを示した。

以上要するに本論文は従来比較的研究のなされていなかった熱硬化性樹脂の成形過程におけるレオロジー特性に関し、系統的に研究を行った結果であり、実際の成型過程にも有用な知見を加え、学述上實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。