

論文内容要旨 (和文)

氏名 畑田 浩一



論文題目 ポリプロピレンの塑性変形安定化に関する研究

プラスチック材料は軽量で、物性バランスが優れることから、自動車をはじめとする多くの工業部品に使用されている。このような工業製品の強度あるいは耐久性を向上させる設計技術を確立することは工学の基本である。

従来このような材料には、金属が使用されている。この構造体においては、形成されたボイドが外部の負荷によって拡張し、それが塑性不安定条件を満足したときに、不安定破壊が起こることが 1960 年頃から多くの研究者により検討されていた。

一方、プラスチック材料においては、それよりは後になるが、用途の拡大し始めた 1970 年後半より不安定破壊のメカニズム解析および強靱性化の検討が行われるようになった。

そのようなプラスチック材料の中でも、ポリプロピレンは安価で、軽量で、そして物性バランスが優れることから、自動車部品をはじめ多くの用途で使用されており、そのような理由から、多くの研究が行われている。

これまで、ポリプロピレンの強靱性化に関しては多くの知見が得られているが、フィラー、エラストマー、その他の安定剤を含む微量添加剤の効果については不明な点が多い。

そこで本研究では上記の課題を踏まえながら、ポリプロピレンの塑性変形安定化に関する研究を行ない、以下のことが明らかとなった。

本論文は全 6 章から構成されている。各章の内容を以下に示す。

第 1 章 『序論』ではポリプロピレンの塑性変形及びタフネスに関する研究の現状とそれに対する問題点に関して述べ、本件旧の着想と目的について記述した。

第 2 章 『i-PP へのステアリン酸エステル添加が高次構造とタフネスに与える影響』では、i-PP に低分子量添加剤としてステアリン酸エステルを用い、この添加がタフネスに及ぼす効果をステアリン酸エステルの分子量そして添加量を変えて検討した。添加量が 0.5wt.% のとき、タフネスはステアリン酸エステルの分子量の低下に伴い増加した。検討したステアリン酸エステルの中で最も分子量の低いステアリン酸ブチルにおいて最も高いタフネスの改善が得られた。ボイドの形成密度の指標である体積膨脹はこのステアリン酸ブチルにおいて最も大きな値を示した。

この結果はタフネスの改善にボイドの形成によるひずみの拘束の解放に起因する応力集中の緩和の関与を示唆している。タフネスはステアリン酸ブチルの添加量の減少とともに改善された。このタフネスの改善はこのステアリン酸ブチルの添加によるクレイズ強度の増加と密接に関連することが結論された。

第3章 『 β 結晶のi-PPのタフネスについて』では β -PPは α -PPに比べ、クレイズ強度および降伏応力が低いにもかかわらず、高いタフネスを発現した理由は降伏応力に対するクレイズ強度の比が大きいことが要因であることがわかった。この比が大きいほど塑性変形が安定化することはすでに知られている。

さらに、マイクロクレイズの携帯観察を比較すると、 β -PPは α -PPに比べ高密度のクレイズが形成していることも確認された。これにより、破壊時の変形には有効に歪の拘束の開放を行っていることも明らかとなった。

第4章 『ポリプロピレンの塑性変形の安定性』ではi-PPの塑性変形の安定性に影響する要因を検討した。 α 結晶をもつi-PPは結晶化の条件によらずネッキングそして明確なクレイズを形成し、その塑性変形は不安定である。一方、 β 結晶を持つi-PPはボイドの形成は起こるが、ネッキングを伴うことはなく、均一な塑性変形が可能であった。 α 結晶i-PPの通常のネッキングは真応力の低下であるソフトニングがそれに関与している。 β 結晶i-PPの塑性変形の安定化には配向硬化が大きく関与していることを示唆する結果が得られた。


第5章 『総括』では各章であられた結果をまとめ、ポリプロピレンの塑性変形安定化に難して総括した。


学位論文の審査及び学力確認の結果の要旨


平成26年 2月 17日

理工学研究科長 殿

論文博士論文審査委員会

主査 杉本 昌隆 

副査 伊藤 浩志 

副査 幕田 寿典 

副査 小山 清人 

副査 

学位論文の審査及び学力確認の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

氏名 畑田 浩一

2. 論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記する。)

ポリプロピレンの塑性変形安定化に関する研究

3. 審査年月日

論文審査 平成26年 2月 3日 ~ 平成 26年 2月 17日

論文公聴会 平成26年 2月17日

場所 工学部百周年記念会館

学力確認 平成26年 2月 17日

4. 学位論文の審査及び学力確認の結果 (「合格」・「不合格」で記入する。)

(1) 学位論文審査 合格

(2) 学力確認 合格

5. 学位論文の審査結果の要旨 (1,200字程度)

別紙のとおり

6. 学力確認の結果の要旨

別紙のとおり

別紙

氏名	畑田 浩一
学位論文の審査結果の要旨	
<p>本学位論文では、プラスチック材料であるアイソタクチックポリプロピレン(i-PP)のタフニングについて実験的、理論的な検討を行っている。i-PPは軽量で物性バランス、加工性に優れることから、自動車をはじめとする多くの工業部品に使用されており、国内生産量が240万トン前後となっている。このようなi-PPの強度あるいは耐久性を向上させる材料設計技術を確立することは工学的にきわめて重要である。</p> <p>材料強度学は主に金属において発展がなされてきた。金属材料に負荷が生じると形成されたボイドが拡張し、それが塑性不安定条件を満足したときに、不安定破壊が起こることが1960年頃から多くの研究者により報告されてきた。一方、プラスチック材料においては、用途の拡大し始めた1970年後半より不安定破壊のメカニズム解析および強靱性化の検討が行われるようになった。これまで、i-PPの強靱性化に関しては多くの研究が報告されているが、フィラー、エラストマー、その他の安定剤を含む微量添加剤の効果については不明な点が多い。</p> <p>以上の観点から、本研究の目的は、少量の添加剤によりi-PPのタフネスを改善することにある。さらにもうひとつの目的は、i-PPのタフネスの改善方法を破壊の基本機構を基礎に体系的に検討し理解することにある。</p> <p>本論文は全5章から構成されている。各章の内容を以下に示す。</p> <p>第1章「序論」ではポリプロピレンを取り巻く状況について概要及びポリプロピレンの従来のタフネス改善方法を述べるとともに、本論文の目的であるポリプロピレンを少量の添加剤によるタフネス改善の重要性について記載している。</p> <p>第2章「i-PPへの低分子量添加剤の添加がタフネスに与える影響」では、少量の低分子量の添加剤としてステアリン酸エステルを用いて、その添加剤の分子量及び添加量のタフネスに与える影響について記載している。</p> <p>第3章「β結晶核剤の添加がi-PPのタフネスに与える影響」では、i-PPに少量のβ結晶核剤を添加し、そのときの各種添加量における試料のキャラクタリゼーションとそのタフネス改善への影響について記載している。</p> <p>第4章「i-PPにおける歪硬化がタフネスに与える影響について」では、i-PPを用いて、結晶化条件及び結晶核剤添加により結晶形態を変化させ、そのときのタフネスに与える影響とそのメカニズムについて述べる。</p> <p>第5章「総括」では、本論文の成果の総括を述べる。</p> <p>本研究で得られた成果は、学術雑誌に1報が掲載、1報(英文)が掲載決定されている。以上より、審査委員一同は本学の規定に従い、本論文が学位論文の価値を有するものと判断し、合格と判定した。</p>	
学力確認の結果の要旨	
<p>論文申請者は平成23年3月に課程博士単位取得満期退学しており、すでに高分子材料学、材料力学、レオロジーなどの学力を有している。博士論文公聴会における質疑応答と論文博士審査委員による面談を通じて、改めて専門知識についての理解力、研究能力、語学力など、博士(工学)として必要とされる能力が確認できたので、合格と判定した。</p>	