

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ポリプロピレンメルトブロープロセスにおける 細繊維径化のための樹脂設計
Title(English)	
著者(和文)	飯場康三
Author(English)	Kozo Iiba
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11764号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:扇澤 敏明,森川 淳子,早川 晃鏡,松本 英俊,浅井 茂雄,鞠谷 雄士, 杉本 昌隆
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11764号, Conferred date:2022/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース：

材料

系

Department of, Graduate major in

コース

申請学位(専攻分野)： 博士 (工学)

Academic Degree Requested

Doctor of

学生氏名：

飯場 康三

Student's Name

指導教員(主)： 扇澤 敏明

Academic Supervisor(main)

指導教員(副)：

Academic Supervisor(sub)

要旨(和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「ポリプロピレンメルトブロープロセスにおける細繊維径化のための樹脂設計」と題し、6章から構成されている。

第1章「緒論」では、高温高速の空気流により熔融吐出された繊維を細径化させるメルトブロープロセスの開発経緯を示すとともに、ポリプロピレン(PP)の樹脂設計を通じて繊維の細径化と製造される不織布の高性能化を図ろうとする本研究の目的と意義について述べた。

第2章「ポリプロピレンのメルトブロープロセスにおける可紡性、繊維径および繊維径分布に及ぼす原料樹脂調製法の影響」では、工業的な樹脂調製法として多く用いられるブレンド法につき、その手法が樹脂性状に及ぼす影響を安定状態の紡糸挙動の解析を通じて検討し、異なる性状を有する PP の二軸押出機による熔融ブレンド法の結果が、一軸押出機によるブレンドに比べ紡糸安定性を向上させ、直接重合法に比べほぼ差異がないことを確認した。一方、可紡性限界に近い紡糸条件では直接重合法がブレンド法に比べ優位性があることも示した。

第3章「ポリプロピレンのメルトブロープロセスにおける繊維径および繊維径分布のメルトフローレート依存性」では、直接重合法及び熔融ブレンド法で調製したメルトフローレート(MFR)が著しく異なる一連の PP を用いて検討し、一般的に知られるように MFR の増大に伴い繊維径は細くなる傾向を示すが、一定以上高い MFR を有する PP では繊維径分布が広がるとともに、分布の分裂によるピークの二峰化が起きた後に、紡糸時に繊維の破断が起こり安定な紡糸が困難になることを確認した。さらに、不安定性が発現し繊維径分布の広幅化が始まる直前の MFR において平均繊維径が最も細くなり、製造される不織布の比表面積も大きくなることを見出した。

第4章「ポリプロピレンのメルトブロープロセスにおける繊維径および繊維径分布に及ぼす分子量分布制御の効果」では、不安定性の制御が平均繊維径、比表面積などの不織布物性の向上の要因であるとする前章で見出した結論に基づき、同程度の MFR を有し分子量分布が異なる一連の PP を、標準 PP への高分子量及び低分子量 PP のブレンドにより調製して検討した。その結果、Z-平均分子量(M_z)と重量平均分子量(M_w)の比 M_z/M_w を指標とすると、 M_z/M_w が大きくなるほど一軸伸長粘度は増加するが、繊維径分布が狭くなり平均繊維径が細くなることを見出した。さらに、分子量分布の拡がりには最適値が存在し、本研究の条件では M_z/M_w が 24 を超えると平均繊維径が増加に転じることを明らかにした。

第5章「メルトブロープロセスにおける繊維径および繊維径分布に及ぼす原料樹脂への長鎖分岐導入の効果」では、前章で得た一軸伸長粘度の制御が不織布の高性能化に繋がることの知見に基づき、高速変形、大変形条件下で流動特性への影響が顕在化することが知られている長鎖分岐導入の効果について検討した。その結果、長鎖分岐 PP の標準 PP へのブレンド量の増大に伴い樹脂の粘度は増加するが、二峰化した繊維径分布の大直径側ピークの細径化、小直径側ピークの狭化を伴って平均繊維径が低下し比表面積が増大することを見出すとともに、前章の分子量分布制御 PP に比べ可紡性が高く、繊維径分布の最頻値が $1\ \mu\text{m}$ 以下の不織布が製造できることを示した。また、本研究の条件では長鎖分岐 PP ブレンド量の最適値が 2wt%であることも明らかにした。

第6章「結論」では、本研究で得られた成果をまとめるとともに、今後の展望について述べた。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース：

Department of, Graduate major in

材料

系
コース

申請学位(専攻分野)： 博士

Academic Degree Requested

(工学)

Doctor of

学生氏名：

Student's Name

飯場 康三

指導教員(主)：

Academic Supervisor(main)

扇澤 敏明

指導教員(副)：

Academic Supervisor(sub)

要旨(英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The aim of this thesis entitled “Polymer designing for producing fine diameter fibers in melt-blowing process of polypropylene” is to produce high-performance non-woven fabrics consisting of small diameter fibers through the melt-blowing process, in which molten polymer extruded from spinning nozzles are extended by high-speed and high-temperature air flow to form fine fibers. Firstly, optimal blending conditions for preparing the raw materials of polypropylene (PP) for the melt-blowing process was investigated. The material prepared through the melt-blending of PP of different characteristics using a twin-screw extruder exhibited superior spinning stability in comparison with the blends prepared using a single-screw extruder, whereas the raw material from direct polymerization was found to show better performance under extreme spinning conditions. Investigation using the raw materials of widely varied melt flow rate (MFR) revealed that even though increase of MFR, i.e. decrease of molecular weight, resulted in the reduction of fiber diameter, fiber diameter distribution started to increase and the specific surface area (SSA) of the prepared PP web started to decrease when the MFR exceeded a certain value. Effect of molecular weight distribution was investigated preparing a series of raw materials of similar MFR by simultaneously blending the high- and low-molecular weight PP into the standard PP. The increase of molecular weight distribution (MWD) caused the increase in the elongational viscosity, and there was an optimum MWD for the stabilization of the melt-blowing process to obtain the fibers of the lowest mean diameter. It is known that the introduction of long-chain-branching (LCB) affects the flow behavior of molten polymers under extremely high strain rate and large deformation conditions. Investigation on the blending of the LCB-PP into the standard PP revealed that the melt-blown fibers exhibited bimodal fiber diameter distribution where reduction of mean diameter was achieved through the narrowing of the diameter distribution of the lower-diameter peak and reduction of the peak value of the larger-diameter peak. These raw materials exhibited good spinnability, and with the optimum amount of the LCB-PP, production of non-woven webs with the most frequent fiber diameter less than 1 μm was achieved.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).