

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Solvent Infusion Behavior and Structural Development of Poly(ethylene terephthalate) Filament upon Cold Drawing
著者(和文)	KhanumRina
Author(English)	Rina Khanum
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9995号, 授与年月日:2015年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:鞠谷 雄士,曾根 正人,阿藤 敏行,木村 好里,塩谷 正俊,扇澤 敏明,浅井 茂雄
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9995号, Conferred date:2015/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Rina Khanum	
		氏 名	職 名	氏 名	職 名
論文審査 審査員	主査	鞠谷 雄士	教授	塩谷 正俊	准教授
	審査員	曾根 正人	准教授	扇沢 敏明	教授
		阿藤 敏行	准教授	浅井 茂雄	准教授
		木村 好里	准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本研究は“Solvent Infusion Behavior and Structural Development of Poly(ethylene terephthalate) Filament upon Cold Drawing (ポリエチレンテレフタレート繊維の冷延伸における溶媒 infusion 挙動と構造形成)”と題し、英文で書かれ7章からなっている。

第1章“General Introduction(緒論)”では、ポリエチレンテレフタレート(PET)未延伸糸を常温の有機溶媒中で延伸する過程で起こる溶媒の繊維中への吸い込み (infusion) 挙動と、これに伴う繊維の高次構造形成挙動の詳細を明らかにしようとする本研究の目的と意義について述べている。

第2章“Crystallization of Poly(ethylene terephthalate) Filaments by Infusion of Ethanol upon Cold Drawing) (冷延伸過程におけるエタノールの infusion による PET 繊維の結晶化)”では、PET 繊維を室温下、空気中あるいは水中で延伸 (冷延伸) すると、ネックが1箇所に発生して未延伸部と延伸部が共存する状態となり、ネックの伝播を伴って延伸が進行するのに対し、エタノール(Et)中の冷延伸では複数のネックが発生し、また降伏応力およびネック延伸応力の低下、自然延伸比 (NDR) の増加をもたらすことを明らかにしている。さらに、延伸繊維中に Et が存在し、その量は延伸倍率の増加に伴って増加すること、冷延伸でありながら PET が結晶化すること、小角 X 線散乱(SAXS)像では明瞭な赤道反射が観測されることなどを明らかにしている。また、PET 繊維を Et 中に浸漬しても繊維中への拡散は生じないことから、これらの結果は延伸操作を駆動力として溶媒が繊維中に引き込まれる infusion に起因することを示すとともに、複数のネックが生じる要因は有機溶媒中での繊維の表面自由エネルギーの低下であり、また、infusion が生じるのは繊維のポアソン比が0.5以下であることから延伸応力の付与に伴う体積増加と繊維内部に生じる負圧に起因すると考察している。さらに、Et 中に染料を溶解すると infusion の過程で染料分子も繊維中に取り込まれ、常温染色が可能であることを示している。

第3章“Role of Ethanol Concentration on Drawing and Infusion Behavior of Poly(ethylene terephthalate) Filaments upon Cold Drawing (PET 繊維の冷延伸における延伸および infusion 挙動に及ぼす Et 濃度の役割)”では、溶媒中の Infusion および延伸過程に及ぼす繊維と溶媒の親和性の影響について検討することを目的として、PET 繊維の冷延伸を、濃度の異なる Et 水溶液中で行っている。その結果、Et 濃度の増加に伴い、ネック発生点の増加、降伏応力およびネック延伸応力の低下、NDR の増加とともに、繊維中に infusion する Et 量が増加することを明らかにしている。さらに Et 量の増加が、結晶化度の増加、SAXS 赤道反射強度の増加、繊維中に取り込まれる染料の量の増加をもたらすことも示している。一方、NDR 以下の延伸倍率の繊維の示差走査熱量(DSC)測定で観測される冷結晶化温度が Et 濃度の増加に伴い低下することから、未延伸領域にも、溶媒の存在下で伸長応力が作用することにより僅かな性質の変化が生じることを見出している。また、Et 濃度を下げた溶媒中でも十分な infusion が起こることは、安全性の観点から本プロセスを工業利用する際に重要であることを指摘している。

第4章“Effect of Drawing Speed on Infusion and Drawing Behavior of Poly(ethylene terephthalate) Filaments upon Cold Drawing in Ethanol (Et 中の冷延伸における PET 繊維の infusion および延伸挙動に及ぼす延伸速度の効果)”では、延伸速度が溶媒中の延伸挙動に及ぼす影響について検討し、延伸速度の低下に伴い、ネック発生数の低下、降伏応力および延伸応力の低下が見出し、さらに個々のネックの進展速度も延伸速度の低下とともに低下すること、ネック発生数は延伸開始前の溶媒中への浸漬時間の増大に伴って減少することなども示している。一方、infusion により繊維中に取り込まれる Et および染料の量は、延伸速度の低下に伴い増大し、その結果、結晶化度の増加、SAXS 赤道散乱強度の増加が起こることも明らかにしている。これらの結果に対し、表面自由エネルギーに基づいて議論してきたネック開始点数についても速度過程が介在すること、さらに Et の infusion に要する時間が、本実験条件の範囲で延伸速度と競合関係にあることを議論している。

第5章“Removing of Infused Ethanol from Drawn Poly(ethylene terephthalate) Filaments (延伸 PET 繊維からの Et の除去)”では、infusion により繊維中に取り込まれた Et を除去する手法について検討し、水中での洗浄、空気中での繊維の付加的な伸長によっても Et は除去されるが、いずれの場合も染料は繊維中に残存することを示し、これは、infusion を利用した繊維の機能化の観点から有用な結果であると述べている。また、Et の除去により結晶化度は変化しないが、SAXS 像から赤道散乱が消失することを見出している。

第6章“Infusion and Structural Development of Partially Oriented Poly(ethylene terephthalate) Filaments Drawn in Solvent(PET 部分配向糸の有機溶媒中延伸による infusion と構造形成)”では、出発原料として未延伸糸(UDY)の代わりに部分配向糸(POY)を使用して Et 中延伸を行い、複数のネックが生じないこと、延伸の初期段階でわずかに Et の infusion が起こるが延伸後の WAXD 像の結晶反射は微弱であることなどを示している。

第7章“General Conclusion (結言)”では、各章で得られた実験結果をまとめ、PET 未延伸繊維の溶媒中延伸における infusion による溶媒の取り込みと、これに伴って起こる繊維の高次構造形成の機構についてまとめるとともに、本プロセスの工業化への可能性について論じている。

以上これを要するに本論文は、infusion を利用して、繊維の高次構造形成と機能化を同時に成し遂げる新規な繊維製造プロセスを提案し、その基礎的な挙動を明らかにするとともに、工業的な展開に向けた基本指針を示したものであり、工学上、工業上貢献するところが極めて大きい。よって本論文は博士 (工学) の学位論文として十分に価値があるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(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。