

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Simultaneous Structure Formation and Functionalization of Poly(ethylene terephthalate) Fibers through Infusion of Organic Solvent in Continuous Drawing Process
著者(和文)	高東佑
Author(English)	Dong-Woo Go
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11148号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:鞠谷 雄士,扇澤 敏明,森川 淳子,浅井 茂雄,塩谷 正俊
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11148号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

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	高 東 佑	
論文審査 審査員		氏 名	職 名	氏 名	職 名
	主査	鞠谷雄士	教授	塩谷正俊	准教授
	審査員	扇澤敏明	教授		
		森川淳子	教授		
浅井茂雄		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は”Simultaneous Structure Formation and Functionalization of Poly(ethylene terephthalate) Fibers through Infusion of Organic Solvent in Continuous Drawing Process (連続延伸過程における有機溶媒のインフュージョンによるポリエチレンテレフタレート繊維の構造形成と機能化)”と題し、英文で書かれ、5章からなっている。

第1章「General Introduction (緒論)」では、低分子配向で非晶状態の poly(ethylene terephthalate) (PET) 繊維をエタノール浴中で延伸すると、複数のネッキングの発生を伴いながら溶媒が繊維中に取り込まれ (インフュージョンと呼ぶ)、溶媒誘起結晶化により高配向度・高結晶化度の高次構造が形成されるとともに、溶媒中の染料などの溶質も同時に繊維内にインフュージョンすることにより繊維の高機能化も達成されることを述べるとともに、これまでバッチ式の延伸プロセスで検討が進められて来たこの現象の工業化を目的として連続延伸過程を適用し、延伸挙動および延伸繊維の構造・物性の延伸条件依存性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「In-situ Observation of Drawing Behavior in Continuous Drawing Process of PET Fiber in Organic Solvent (PET 繊維の有機溶媒中連続延伸過程における延伸挙動のその場観察)」では、エタノール浴中で PET 繊維の連続延伸を行い、多数のネッキングが発生することを見出すとともに、ネッキング延伸の様相の延伸倍率及びプロセス速度依存性について高速度カメラを用いた観察、張力測定などを通じて詳細な解析を行っている。その結果、延伸速度の増大に伴いネッキングの数密度も増加するため、インフュージョン挙動を支配する重要な因子である個々のネッキングの伝播速度に大きな変化がないことを明らかにしている。さらに、延伸倍率が高くなると延伸点がエタノール浴外に移動し浴中の延伸が困難となるが、浴中に延伸ピンを設置するとネッキングの発生数が増加するとともに、延伸比が繊維の自然延伸比に到達するまで浴中での延伸が可能になることなどを明らかにしている。

第3章「Infusion Behavior of Organic Solvent in Continuous Drawing Process of PET Fiber (PET 繊維の連続延伸過程における有機溶媒のインフュージョン挙動)」では、延伸後の繊維の示差走査熱量分析(DSC)によるエタノール含有量の推定、レーザーラマン分光測定による繊維中の染料分子濃度の解析を行い、エタノールは延伸後 1 日程度は繊維内に留まるが 1 週間以上の保存期間を経るとほぼ消失することを明らかにしている。一方、染料分子は延伸部のみに存在し未延伸部には拡散していないこと、延伸ピンを用いた延伸により染料分子の濃度が著しく高くなること、さらに、染料分子は繊維断面の中心まで十分に拡散しているが表面付近の染料濃度がわずかに高いことなどを明らかにしている。

第4章「Development of Higher-order Structure and Improvement of Mechanical Properties in Continuous Drawing Process of PET Fiber in Organic Solvent (PET 繊維の有機溶媒中連続延伸過程における高次構造形成と機械特性の改善)」では、エタノール浴中で延伸した繊維の機械特性の解析を行い、延伸後 1 ヶ月の間に降伏応力が著しく増加することを明らかにしている。さらに、エタノール浴中延伸後の乾熱 2 次延伸により繊維の高強度化を試み、エタノール浴中で 1 段目の延伸を行った繊維は通常の熱延伸繊維に比べ高伸度、高タフネスであること示している。両者の高次構造解析の結果、結晶化度、結晶配向度などに本質的な差異はみられないが、レーザーラマン分光測定による芳香環の応力状態の繊維断面内分布の解析を通じ、エタノール浴中延伸の後に 2 次延伸した繊維は絡み合い構造の均質性が高いことを示唆する結果が得られ、これが繊維の高タフネス化の要因であると考察している。

第5章「Concluding Remarks (結言)」では、本研究の成果をまとめ、今後の展望について述べている。

以上、これを要するに本論文は PET 繊維のエタノール浴中延伸における溶媒のインフュージョンを利用した繊維の高性能化・高機能化を連続延伸過程で達成できることを示し、本技術の工業化への指針を示したものであり、博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。