

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	多様な炭素源から製造した炭素繊維の構造及び物性の解析
Title(English)	
著者(和文)	木村大輔
Author(English)	Daisuke Kimura
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12718号, 授与年月日:2024年3月26日, 学位の種類:課程博士, 審査員:扇澤 敏明,松本 英俊,浅井 茂雄,難波江 裕太,戸木田 雅利
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12718号, Conferred date:2024/3/26, 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	木村 大輔	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	扇澤 敏明	教授	戸木田 雅利	教授
	審査員	松本 英俊	教授		
		浅井 茂雄	准教授		
	難波江 裕太	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「多様な炭素源から製造した炭素繊維の構造及び物性の解析」と題し、6章から構成されている。

第1章「緒論」では、多様な炭素源を用いて製造された炭素繊維およびそれらの構造を統一的に解析する必要性について示すとともに、炭素源に依存した構造の特定、新規炭素源による炭素繊維の力学強度の発現機構、および多様な構造を有している様々な炭素繊維を解析できるような手法の確立を図ろ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「マイクロビーム X線を用いた炭素繊維の圧縮過程における *in-situ* 構造解析」では、炭素繊維の単繊維軸方向圧縮試験中におけるボイド構造の変化を、放射光によるマイクロビーム X線を用いて *in-situ* 測定することによって解析している。Pitch 系炭素繊維では、ボイド付近の結晶子への応力集中が発生しやすく、容易にボイド構造の変化が発生するのに対し、ポリアクリロニトリル (PAN) 系炭素繊維では、内部に存在する非晶炭素の存在や結晶子が小さいことによる均一化が影響し、破壊直前まで結晶子やボイド近傍に応力が集中しないような構造をとっているため Pitch 系炭素繊維に比べて高い圧縮強度を示すことを明らかにしている。

第3章「新規炭素源から製造された炭素繊維の到達可能強度と構造解析」では、低コストと高性能を両立しうる炭素繊維の炭素源として芳香族系有機高分子であるポリベンゾイミダゾール (PBI) および低コストな新規精製法によって得られた Pitch 系からなる炭素繊維に対して、到達可能強度、およびマイクロビーム X線を用いた小角 X線散乱 (SAXS) 測定とラマン分光測定による構造評価を行い、高強度化に対応する指針を検討している。PBI 系炭素繊維では、細化することによって到達可能強度の高い炭素繊維が作製できること、および欠陥の低減によって高強度化が図れることを明らかにしている。新規 Pitch 系炭素繊維では、精製前の前駆体の選定および精製方法の最適化が高強度化に重要であるとしている。

第4章「炭素繊維のボイド長さ分布を考慮した内部欠陥解析」では、ボイド長さに分布がある炭素繊維の SAXS 解析のために、既存の解析法である RuLand 法をボイド長さにガウス分布を仮定して拡張した「拡張 RuLand 法」を提案し、種々の炭素繊維の SAXS 解析に適用している。これにより種々の炭素繊維中のボイド構造を定量的に解析し、PAN 系と Pitch 系炭素繊維でのボイド構造の違いを明らかにしている。

第5章「機械学習を利用した炭素繊維の内部欠陥解析」では、散乱理論に基づいたボイドの孤立散乱のシミュレーションとそれから得られた散乱像のデータセットを基にして機械学習の手法を利用することにより、実測された炭素繊維の SAXS 像を解析する手法を提案している。炭素繊維の前駆体や製造条件の違いによって異なる構造を有する炭素繊維に対してこの解析を適用することによって、統計的な情報をより明確にとらえられることを明らかにしている。

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、提案した解析手法の有用性について述べている。

以上これを要するに本論文は、多様な炭素源から製造された種々の炭素繊維の構造と物性との関係を解析する手法を提案することを通じて、炭素繊維の設計への指針を与えるものであり、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) の学位論文としてふさわしいものと認められる。

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。