

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	高速炉用炭化ホウ素制御材の微構造制御による高性能化
Title(English)	
著者(和文)	小林知裕
Author(English)	Tomohiro Kobayashi
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9470号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:矢野 豊彦,小原 徹,高橋 実,赤塚 洋,尾上 順
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9470号, Conferred date:2014/3/26, 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

論文審査の要旨および審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	小林 知 裕	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	矢 野 豊 彦	教 授	審査員	尾 上 順	准教授
	審査員	小 原 徹	教 授			
		高 橋 実	教 授			
赤 塚 洋		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「高速炉用炭化ホウ素制御材の微構造制御による高性能化」と題し、7章より構成されている。

第1章「緒言」では、高速炉の安全性および経済性の観点から炭化ホウ素(B₄C)制御材を長期間安定して使用することが望まれるが、中性子の吸収に伴い発生する熱応力およびヘリウムガス放出により B₄C 制御材ペレットが短期間のうちに破損することが課題であることを指摘し、微構造の制御およびカーボンナノチューブ (CNT) 分散 B₄C 基複合材料とすることにより B₄C 制御材の高性能化が期待できることを示し、本研究の意義と目的を述べている。

第2章「熱炭素還元法による炭化ホウ素粉末の合成」では、B₂O₃/カーボンブラック混合粉末を用いて熱炭素還元法により B₄C 粉末を合成し、熱処理温度および原料粉末の組成が B₄C 粉末の形状および粒径に及ぼす影響について調べている。熱処理温度は B₄C 粒子の粒径に影響を与え、混合粉末組成は B₄C 粒子の形状に影響を与えることを明らかにしている。

第3章「熱炭素還元法による炭化ホウ素粉末合成における種粒子添加の影響」では、B₂O₃/カーボンブラックの混合粉末に B₄C 種粒子を添加し、種粒子添加が合成される B₄C 粉末の形状および粒径に及ぼす影響について調べている。種粒子は結晶成長における核として働き、合成収率が向上することを明らかにしている。B₄C 種粒子添加により、広い熱処理温度範囲で B₄C 粉末の粒子形状を制御できること、また、B₄C 粒子径は種粒子の添加量およびその粒径により制御可能であることを明らかにしている。

第4章「炭化ホウ素/カーボンナノチューブ複合材料の機械的性質に与えるカーボンナノチューブ添加量および焼結助剤の影響」では、アルミニウム (Al) および酸化アルミニウム (Al₂O₃) を焼結助剤として用い、ホットプレス法により B₄C/CNT 複合材料を作製し、焼結助剤および CNT 添加量が複合材料の機械的性質に与える影響を評価している。複合材料の曲げ強度は、Al 助剤を用いた複合材料よりも Al₂O₃ 助剤を用いた複合材料の方が高く、また、複合材料のヤング率およびビッカース硬さは CNT 添加量の増加に伴い低下し、弾性率は 20 vol% の CNT を添加した場合に B₄C 単体の約 1/2 になることを明らかにしている。B₄C/CNT 複合材料の破壊靱性は CNT 添加量の増加に伴い上昇し、20 vol% 添加した複合材料の破壊靱性は、B₄C 単体と比較して 1.5~2 倍まで向上することを明らかにしている。さらに、CNT が配向して分布することにより複合材料は異方性を示すことも明らかにしている。

第5章「炭化ホウ素/カーボンナノチューブ複合材料の熱的性質に与えるカーボンナノチューブ添加量および焼結助剤の影響」では、4章で作製した B₄C/CNT 複合材料について、焼結助剤および CNT 添加量が複合材料の熱的性質に与える影響について評価している。B₄C/CNT 複合材料の熱伝導率は異方性を示し、CNT の長軸に沿った方向の熱伝導率は垂直方向の熱伝導率に比べ、最大で約 1.2 倍高くなることを明らかにしている。

第6章「押出成形法による炭化ホウ素/カーボンナノチューブ複合材料の作製および機械的性質」では、押出成形法により CNT を 20 vol% 含む原料泥漿から成形体を作製し、ホットプレス法により焼結して複合材料を作製し、CNT の混合状態が複合材料の機械的性質に与える影響について評価している。SEM 観察により、押出方向に対して平行に CNT が配向している様子を観察することができ、押出成形法は CNT を配向させた複合材料の作製に有効であることを示している。

第7章「総括」では、本研究で得られた成果を総括し、結論としている。

これを要するに、本論文は高速炉制御材として用いられる炭化ホウ素に関して、粉末合成条件の検討により粒子の形状制御が可能なおよびカーボンナノチューブを分散した複合材料とすることにより高性能な制御材を作製できることを明らかにしたもので、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士 (工学) の学位論文として十分価値あるものと認められる。