

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )	氏名	WU DI
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目			
Fabrication of Copper Plated Carbon Fiber Dispersed Iron Matrix Composites and Thermal Conductivity Calculation by Two-Dimensional Microstructure Images (銅めっき炭素繊維を添加した鉄基複合材料の作製と二次元微細構造画像を用いた熱伝導率の計算)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	佐々木 元	印
審査委員	教 授	松木 一弘	印
審査委員	准教授	杉尾 健次郎	印
審査委員	准教授	崔 龍範	印
審査委員	燕山大学 教授	許 哲峰	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>鉄鋼材料は、優れた機械的性質を有する機械材料であるが、多くの実用金属材料に比べ、熱伝導性に劣る。一方、鉄鋼材料の熱伝導性の向上は、熱マネジメント技術の発展に寄与する。本論文では、鉄鋼材料の熱伝導性向上の為、炭素繊維(Cf)の添加を試みた。Cfは高温で純鉄や鋼と反応し、繊維劣化を引き起こす。そこで、Cf表面上に無電解銅めっきを施し、反応抑制の効果を明らかにすることを研究目的とした。</p> <p>第1章では、鉄鋼を用いた複合材料の研究、開発状況をレビューし、炭素材料と鉄鋼による複合材料の開発が初期段階にとどまっており、体系的な研究の必要性があることを示した。</p> <p>第2章では、放電焼結(SPS)法で作製した Cf-Cu/Fe 複合材料の機械的特性と熱伝導性の評価を行った。その結果、焼結温度が1100K未満では Cf-Cu に劣化は見られず、Fe炭化物が形成されないことを明らかにした。一方、複合材料中の Cf -Cu の体積分率を20%から30%に増やすと、複合材料の相対密度は急激に減少し、複合材料の機械的特性と熱伝導性は減少することを明らかにした。</p> <p>第3章では、SPS法で作製した5~25vol.%の Cf-Cu/Fe 複合材料を熱間圧延して、熱流の方向に沿って Cf -Cu の大部分を整列させることにより、複合材料の熱伝導性の大幅な改善を行った。また、三次元空間における Cf-Cu の数学モデルを確立し、二次元断面における Cf-Cu の配向と三次元空間における配向との関係を得た。2D画像解析により、シミュレーションした複合材料の熱伝導性は、実測値と良い一致を示した。</p> <p>第4章では、5~25vol.%の Cf-Cu/Fe 複合材料の熱伝達を妨げるさまざまな要因を調査した。ROMモデル、EMAモデル、2D画像解析、および定常法から計算された熱伝導率を比較することにより、空孔、アスペクト比、および Cf-Cu の配向が熱伝導性に与える影響を</p>			

定量的に評価した。その結果、熱伝導性を阻害する主な要因は、Cf-Cu のアスペクト比と配向性であることを明らかにした。20%Cf -Cu/複合材料の場合に最も高い熱伝導率 71.02 Wm-1K-1 を示した。これは、界面熱伝達率を考慮したシミュレーション結果と良い一致を示した。

第 5 章では、工具鋼の熱伝導率を改善するために、母相に SKD61(40CrMoV5)を用いて複合材料を作製した。また、Cf-Cu の気孔、アスペクト比、および繊維配向を考慮した 2D 画像解析を使用して複合材料の熱伝導率を評価した。その結果、Cf-Cu/SKD61 複合材料の熱伝導率は SKD61 単体合金と比較して、91% 増加し、高熱伝導金型材料としての利用可能性を示した。

第 6 章は、各章の内容を要約し、本論文で開発した Cf/Fe および Fe 合金基複合材料の優位性、将来展望を明らかにした。特に Cf 上への Cu めっき、圧延が熱伝導性の向上に寄与する

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。