

氏 名	きた がわ かず お 北 川 和 男
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 乙 第 64 号
学位授与の日付	平成 10 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 題 目	Interphase Properties of Aramid Fibre Reinforced Composites
審 査 委 員	(主査) 教 授 前川善一郎 教 授 西田俊彦 教 授 秋山隆一

論 文 内 答 の 要 旨

本論文は、先端複合材料として注目されているアラミド繊維強化複合材料の繊維マトリックス界面特性を取り扱った研究である。アラミド繊維は優れた力学的特性を示す一方、繊維/樹脂界面の接着性はあまり良くない傾向にある。本研究では、アラミド繊維/樹脂界面の評価法および本材料の力学的特性に及ぼす界面構造の影響について系統的に調べまとめたものである。本論文は、5章および緒論と結論から構成されるものであり、以下に各章の概要を示す。

第1章では、本論文の研究の背景を述べたのち、既往の研究の現状と問題点を明確にしている。

第2章では、アラミド繊維強化複合材料の繊維/マトリックス樹脂界面特性の評価法について取り扱い、従来の手法が適用できない根拠を明確にした後、新たな評価法として単繊維埋蔵圧縮試験法を提案している。

第3章では、本複合材料におけるアラミド繊維はサイジング処理を行って用いるが、アラミド繊維上に処理された微量樹脂成分の定量分析を近赤外分光分析法により行うシステムを確立した。この手法では、編物などの強化形態のまま直接分析が可能であり、本材料の解析には非常に有用である。

第4章では、アラミド編物/エポキシ樹脂の引張特性に及ぼす界面の影響を調べている。2種類の異なるサイジング処理を施した試験片の破壊機構を詳細に調べ、界面強さの異なる繊維/樹脂界面の違いにより、引張荷重下でのき裂進展挙動と引張強度が大きく異なることを明確にした。

第5章では、繊維/樹脂界面を、厚みを有する界面相として捉えて界面設計を行う手法を提案している。ここでは、3種類の柔軟な界面相を有するアラミド繊維強化複合材料を作製し、環境温度の異なる衝撃試験を行い、衝撃吸収エネルギーと界面特性の関係を明確にしている。さらに、界面相の内部構造を詳細に調べ、その分類化を行っている。

第6章では、本複合材料を用いて4種類の疑似等方性積層板を作製し、引張および曲げ荷重下における亀裂進展過程を調べている。さらに、炭素繊維を用いて同じ積層板を作製し比較検討を行っている。両者には、明確に異なる損傷過程が観察され、界面相の影響を明確にしている。さらに、有限要素法を用いた数値解析により、界面相の効果を求めている。

最後に第7章では、これまでに論じてきた研究の成果の総括を行っている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

アラミド繊維強化複合材料は、高比強度、高比剛性、優れた耐衝撃性などの特徴を有し、航空・宇宙、自動車、スポーツなど多くの分野への用途展開が進展している有用な工業材料である。しかしながら、アラミド繊維/樹脂界面の接着性は良好ではなく、本複合材料の強度特性に及ぼすアラミド繊維/樹脂界面の

影響に関する系統的な研究はなされていなかった。本研究では、最初に、弱い界面を有する複合材料の繊維/樹脂界面の接着性を評価する単繊維埋藏圧縮試験法を提案し、その有用性を認められた。さらに、アラミド繊維の表面処理により付着した微量樹脂成分の定量分析を行うシステムを確立した。この手法では、編物などの状態のまま分析が可能であり、界面解析には非常に有用である。これらの手法を用いて、種々のアラミド繊維強化複合材料の強度特性と界面特性の関係を系統的に調べ多くの知見を得ている。最後に、これらの知見を元にして、繊維/樹脂界面を、厚みを有する界面相として捉えて界面設計を行う手法を提案し、衝撃吸収エネルギーの大きい複合材料の作製に成功している。

上述のとおり、本論文の内容には学術上十分の新規性と独創性ならびに高い学術的な価値があることを全審査員が認めた。

本論文の内容はレフリ制のある学会誌に掲載された報文をもとにまとめたものである。

K. Kitagawa, S. Hayasaki, N. Ikuta, Z. Maekawa, *Composite Interfaces*, 14, pp. 417-428 (1997)

K. Kitagawa, H. Hamada, Z. Maekawa, N. Ikuta, M. Dobb, D. Jhonson, *J. Mater. Sci. Lett.*, 15, pp. 2091-2092 (1996)

K. Kitagawa, S. Hayasaki, N. Ikuta, Z. Maekawa, *Adv. Comp. Lett.*, 5, pp. 175-181 (1996)

K. Kitagawa, S. Hayasaki, Y. Ozaki, *Vibrational Spectroscopy*, 15, pp. 43-51 (1997)

早崎悟、北川和男、西脇剛史、横山敦士、前川善一郎、*日本複合材料学会誌* 23, pp. 220-227 (1997)

K. Kitagawa, H. Hamada, Z. Maekawa, N. Ikuta, *Composite Interfaces*, (in press)

これら6編の中の5編は申請者が筆頭著者である。さらに、複合材料に関する国際会議で申請者が3件の研究発表を行っている。