

氏 名	かわ べ かず まさ 川 邊 和 正
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 乙 第 65 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	強化繊維束の新しい開織法と樹脂含浸への応用に関する研究
審 査 委 員	(主査) 教 授 松 尾 達 樹 教 授 高 橋 雅 興 教 授 前 川 善 一 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、複合材料の補強材に使用される強化繊維束の開織法と、この技術の複合材料製造時のマトリックス樹脂含浸への応用に関するものである。前者については、申請者が考案した新しい空気開織法の提案、この空気開織法とこの予備工程としてのロール開織法とを併用することによる実効性の検証、ならびにこれら開織法の開織機構の解析を行っている。後者については、開織によって樹脂含浸が著しく促進できることを、実験ならびに理論面から検証している。本論文は本体となる五つの章ならびに緒論、結論の章から構成されており、以下に各章の概要を記す。

第 1 章では、本研究の背景と目的を述べると共に、既往の研究の状況と課題点を明らかにしている。

第 2 章では、特定の市販の炭素繊維について、繊維束を弛緩懸垂状態にしつつこれに約 50m/s レベルの空気流を当てることによって、その幅が約 2、3 倍にまで拡大するように開織させるという、新しい開織方法を提案し、そのための装置を試作し、実験している。

第 3 章では、本空気開織法の開織機構に関する検討を二つのモデル実験を通して行なっている。その一は糸でつるして水平にかつ互いに平行に接して並べた円柱群に、その円柱軸に垂直に空気流を当て、空気流による円柱の開きの度合いを種々の条件下で測定した。その結果、円柱の個数、直径、糸の長さ、空気流速等の条件と開き度合いの関係は、本空気開織における工程条件と開織度合いの関係と全く合致していることを確かめている。この場合円柱は束端の空気圧の低下により横移動するが、移動すると位置のエネルギーの増加によって元に戻ろうとし、両者のバランス点で開織の度合いが決まるものと推定している。また固定円柱群内の空気流の可視化実験から、空気流速が増大すると開織が不均一になる理由を推定している。

第 4 章では、本開織の予備工程としてロール開織法の検討を行なっている。ロール開織は広く実用されて来ているが、これまで学術的検討を行なった文献は見当たらない。ここでは、ロールが固定か回転か、繊維束の張力、ロールとの接触角、ロール個数等と開織度との関係等を系統的に実験すると共に、ロール開織の機構を検討し、開織幅のシミュレーション計算を行い、実験値と良く合致することを確認し、さらにロール開織法の限界をも見いだしている。

第 5 章では、種々の炭素繊維ならびにガラス繊維について、本空気開織法による単独処理、ロール開織法による単独処理、両者の併用法による処理を行なっている。ここでは開織の度合いの評価法として、三つの評価値を提案し、種々の工程条件下で開織度合いの変化を実験している。その結果、単独法はいずれもその効果に限界があること、両者の併用法はその適用範囲ならびに開織効果において一段と優れていることを確認している。また併用法においては、ロール部において繊維束内の集束状態が開放され、ついで空気部において繊維の横移動が生じ開織が効果的に進行するものと推定している。また良好な開織が可能

な繊維束の条件の検討をも行っている。

第6章では、本併用法によって開繊処理された繊維束と未処理の繊維束を用いて、一軸強化熱可塑性複合材料を作る際の、マトリックス樹脂の含浸挙動の検討を行なっている。炭素繊維とナイロン樹脂との組合せについて加熱圧縮成形を行い、成形中のボイドの減少量の時間的変化をオンライン的に計測すると共に、成形途中の成形品を取出し、成形加圧時間による含浸の進行状態をその断面の観察ならびにその90度曲げ変形特性の測定から検証している。また含浸の理論モデルを援用し、この成形系に対するボイドの時間的変化についてのシミュレーション計算を行なっている。これらの結果から、開繊処理によって含浸は著しく促進できることを確認している。またボイドは成形の当初は外部とつながっているが、後半では閉じた独立系となり、それが圧縮されつつ含浸が進行するものと推定している。

論文審査の結果の要旨

強化繊維束の開繊法としては、これ迄あまり有効な方法が無かった。そのため先端複合材料では、含浸が比較的容易な熱硬化型樹脂が一般に用いられ、耐衝撃性等に優れているものの樹脂が高粘度のため含浸が困難な熱可塑性樹脂を用いることが遅れてきた。本論文は、実用性の高い新しい開繊法を提案し、その適用性ならびにその開繊機構の解明を試みかなりな成功をおさめている。またこの開繊技術を熱可塑性複合材料での樹脂含浸への応用をも検討し、本法で開繊処理された強化繊維束では当初の期待通り著しく含浸が容易になることを実験ならびに理論面から確認している。以上の理由により、本論文は学術的解析を伴う基礎技術的研究として十分価値あるものと認められる。

本論文の基になるレフェリー制度のある学術雑誌の論文としては、下記の1篇が刊行され、3篇が刊行予定になっている。また現在1篇が投稿中となっている。

- ①繊維束の開繊技術と複合材料への応用（第1報） 川辺、友田、松尾：繊維機械学会誌 50, 3, 50 (1997)
- ②同上 (第2報) 川辺、松尾：繊維機械学会誌 51, 2 刊行予定 (1998)
- ③同上 (第3報) 川辺、松尾：繊維機械学会誌 51, 刊行予定 (1998)
- ④諸強化繊維束の新しい開繊方法 川辺、松尾、前川：材料学会誌 刊行予定
- ⑤開繊された強化繊維束の樹脂含浸挙動 川辺、松尾、前川：材料学会誌 投稿中

また国際的シンポジウムにて下記の2篇の論文が発表されている。

- ① K. Kawabe, S. Tomoda, T. Matsuo : Proceedings of 42nd International SAMPE Symposium 65 (1997)
- ② K. Kawabe, T. Matsuo : Proceedings of 5th Japan International SAMPE Symposium 175 (1997)