

自己評価報告書

平成 23 年 5 月 19 日現在

機関番号： 34310
研究種目： 基盤研究 (C)
研究期間： 2008~2011
課題番号： 20560090
研究課題名 (和文) セルロース微細フィブリルを利用した低線膨張特性を有する環境適応型高分子系複合材料の開発
研究課題名 (英文) Development of Eco-friendly polymer composite with low coefficient of expansion ratio using micro fibrillated cellulose
研究代表者
大窪 和也 (Okubo Kazuya)
同志社大学・理工学部・教授
研究者番号： 60319465

研究分野： 工学

科研費の分科・細目： 機械工学 ・ 機械材料・材料力学

キーワード： マイクロ材料力学

1. 研究計画の概要

自ら凝集し本来の特長を発揮しないセルロースの微細フィブリルを、天然由来の高分子系複合材料の中で適した力学構造を持つ『第3の材料』として利用できる技術を確認する事を目標に、微細フィブリルの凝集性を適切に分断させ、樹脂液中で分散させる基本ノウハウを確立したのち、その特徴の原理解明、利点を最大化する最適条件の確定、他材料や他手法への展開などを計画した。

2. 研究の進捗状況

(1) 概ね研究計画に従って研究を進めた。まず微細フィブリルの凝集化を防止して適切な分散能を得る対策として、狭隙間を有するように配置した回転数差を有する3ロール式手法の有効性を確認した

(2) その上で、微細フィブリル化セルロースに対しては狭間距離を $5\mu\text{m}$ とする条件が適切である事を明らかにした。

(3) 次にその微細フィブリルを少量に複合材料の主強化繊維である天然繊維の周囲に適切に配置させ、強化繊維の持つ内力分担機構を変更させる手法を確立した。具体的には、使用した天然繊維である竹繊維と親和性の高い水分散系のポリ乳酸の中に微細フィブリルを分散させ、適切な温度条件のもとで加圧成形する事により、強化材として使用した竹繊維と同質のセルロース成分が竹繊維の破壊、すなわち脆性的なき裂発生を抑止するような安定性の高い材料系を実現した。

(4) これらの最適条件を利用すると一般に天然繊維を用いる高分子系複合材料では低いと言われる破壊エネルギーを約2倍(200%)に向上させる事ができる事を示し

た。

(5) またその効果は、本手法によって微細フィブリル化セルロースを適切に添加すると、特に繊維強度が低い天然繊維を利用する複合材料の最終破壊を支配するき裂進展が強化繊維の直前位置に達し繊維/母材間の界面破壊を引き起こすまでに至るまでの間に比較的大きな変形が強化繊維の周辺にて許容され、その結果としてき裂進展の経路付近で局所的なひずみエネルギーが分散化される事によりこれらの改善がもたらされるような力学機構が存在する事も明らかにした。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

前述のように、当初に計画していた研究対象期間における基本手法を確立し、問題としていた微細フィブリルの凝集性を適切に分断させる条件を把握すると共に、それよる力学的な効果が得られる事も確認した。なお現在では次節に記載のような本手法の展開の模索を試みており、そのため上記の達成度であると判断した。

4. 今後の研究の推進方策

昨年度までに得られた手法をカーボン繊維などの汎用的な工業繊維を単独、または天然繊維と併用的に使う複合材料に対して展開し、適切な利用割合を選択する事により適切な機械的特性を持つ実用可能な環境適応型複合材料の開発を目指す。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 8 件)

- ① Interfacial adhesion improvement of plain woven carbon fiber reinforced epoxy filled with micro-fibrillated cellulose by addition liquid rubber, Mohamed H. Gabr, Mostafa Abd Elrahman, Kazuya Okubo, Toru Fujii, J. Material Science, pp.3841-3850 (2010), 査読有り.
- ② Takahiko Yoshi, Kazuya Okubo, Toru Fujii, Stiffness reduction of woven CFRP and CFRTP spring under ultra high cyclic fatigue for vibration conveyor, Advanced Materials Research Vol.123-125, pp.217-220 (2010), 査読有り.
- ③ Effect of microfibrillated cellulose on mechanical properties of plain-woven CFRP reinforced epoxy, Mohamed H. Gabr, Mostafa Abd Elrahman, Kazuya Okubo, Toru Fujii, Composite Structures 92, pp.1999-2006 (2010), 査読有り.
- ④ A study on mechanical properties of bacterial cellulose/epoxy reinforced by plain-woven carbon fiber modified with liquid rubber, Mohamed H. Gabr, Mostafa Abd Elrahman, Kazuya Okubo, Toru Fujii, Composites: Part A, Vol.41 pp.1263-1271 (2010), 査読有り.
- ⑤ 摩砕した竹繊維のフィブリル化度の最適化による P L A 複合材料の機械的特性の改善, 田中千晶, 大窪和也, 藤井透, 材料, Vol. 58, No.15, pp.368-373 (2009), 査読有り.
- ⑥ Multi-scale hybrid biocomposite: Processing and mechanical characterization of bamboo fiber reinforced PLA with microfibrillated cellulose, Kazuya Okubo, Toru Fujii and Erik T. Thostenson, Composites: Part A, Vol.40, pp.469-475 (2009), 査読有り.
- ⑦ Improvement of fatigue strength and impact properties of plain-woven CFRP modified with Micro Fibrillated cellulose, Norifumi Takagaki, Kazuya Okubo and Toru Fujii, Advanced Material Research Vols.47-50, pp.133-136 (2008), 査読有り.
- ⑧ How to improve mechanical properties of polylactic acid with bamboo fibers, Ryoko Tokoro, Duc Minh Vu, Kazuya Okubo, Tastuya Tanaka, Toru Fujii, Takayasu Fujiura, Journal of Material Science, Vol.43, pp.775-787 (2008), 査読有り.

〔産業財産権〕

○出願状況(計 3 件)

- ①
名称: 炭素繊維強化炭素複合材料及びその製造法
発明者: 藤井透, 大窪和也, 小武内清貴, 水野雅之, 仲辻毅
権利者: 同志社大学, サンスター技研株式会社
種類: 特許
番号: 特願 2010-188976
出願年月日: 2010 年 8 月 26 日
国内外の別: 国内
- ②
名称: MFC を C/C 複合材料用プリフォーム材への添加による高強度 C/C 素材
発明者: 藤井透, 大窪和也, 小武内清貴, 竹内康徳, 仲辻毅
権利者: 同志社大学, サンスター技研株式会社
種類: 特許
番号: 特願 2009-194259
出願年月日: 2010 年 4 月 22 日
国内外の別: 国内
- ③
名称: 炭素繊維強化炭素複合材料及びその製造法
発明者: 藤井透, 大窪和也, 小武内清貴, 竹内康徳, 仲辻毅
権利者: 同志社大学, サンスター技研株式会社
種類: 特許
番号: 特願 2008-191034
出願年月日: 2008 年 7 月 24 日
国内外の別: 国内