

令和3年度
富士工業技術支援センター
研究発表会

《要旨集》

令和4年3月9日(水)
静岡県工業技術研究所
富士工業技術支援センター

令和3年度 富士工業技術支援センター研究発表会 プログラム

[令和4年3月9日(水) 会場・オンライン開催]

14:00

開会挨拶

富士工業技術支援センター長 佐野 禎彦

【CNF】

14:05～14:15

◆静岡県新成長戦略研究

【1】「次世代自動車軽量化のためのCNF複合材の開発」の概要

CNF科 ○大竹 正寿 田中 翔悟 河部 千香
機械電子科 中島 大介
工業技術研究所化学材料科 静岡大学農学部
イオインダストリー(株) (株)モールド技研
トクラス(株) 芝浦機械(株) 日本製紙(株)
相川鉄工(株) 日本プラスチック(株)

本研究では、自動車でも最も使われているポリプロピレン (PP) とセルロースナノファイバー (CNF) の複合材を成形するために必要な、CNFの分散性と強度が向上したマスターバッチの開発を行った。3年間の成果の概要を説明する。

14:15～14:30

【2】 CNF利用製品の開発支援 ～関連機器のご紹介～

機械電子科 ○中島 大介
CNF科 河部 千香 田中 翔悟 大竹 正寿

CNF科では、地域企業のCNF利用製品の開発を支援するため、関連機器の整備を進めている。本発表では、CNF科で所有する機器の中から、特に有用性に高いものをいくつか紹介する。

14:30～14:45

◆静岡県新成長戦略研究

【3】 X線CTによる樹脂/CNF複合材の分散性評価

CNF科 ○田中 翔悟 河部 千香 大竹 正寿
機械電子科 中島 大介
工業技術研究所化学材料科 静岡大学農学部

樹脂/CNF複合材の物性向上のためには樹脂内部のセルロース繊維の分散状態を把握することが重要である。複合化の方法や配合濃度を変えた場合に、セルロース繊維の分散性がどのように変化するかをX線CTにより確認し、複合材の開発に活用した事例について報告する。

14:45～15:00

◆静岡県新成長戦略研究

【4】 新型リファイナーを用いたCNF製造の試み

CNF科 ○河部 千香 大竹 正寿 田中 翔悟
機械電子科 中島 大介
製紙科 深沢 博之
相川鉄工(株) 武安 裕也 山村 延彦

市販のCNFは未だに非常に高価である中、本研究ではリファイナーにより多量かつ安価にCNFを製造することを目的とする。今年度は、CNF製造に向けた「新型リファイナー」を開発し、従来型との比較をするとともに、新しく開発した刃物の効果を調べたので、報告する。

15:00～15:15 休憩

【製紙】

15:15～15:30

【5】 段ボール古紙を使用した「茶色いトイレトペーパー」の開発

製紙科 ○齊藤 和明 深沢 博之 杉本 芳邦 佐野 知恵

再生紙トイレトペーパーは、原料古紙である印刷用紙の減少により、原料不足が懸念される。豊富にある段ボール古紙を古紙処理実験して得たトイレトペーパー様再生手すき紙について、ほぐれやすさなどの様々な物性を評価し、利用可能性について検討したので、結果を報告する。

【機械電子】

15:30～15:45

【6】 プラズマ照射による樹脂表界面の新規改質技術の開発

機械電子科 ○高木 誠 井出 達樹 本間 信行
神谷理研(株) (株)クリエイティブ・コーティング
(有)アスカモデル

H29～R1の新成長戦略研究「異種材料接合のための新型プラズマ照射装置の開発」で開発した新型プラズマ照射技術と分子接合剤を併用して、クロム酸フリーの樹脂めっき技術を開発した。また、樹脂への塗装を改善する技術も開発した。その結果と事例を紹介する。

15:45

閉会

富士工業技術支援センター 研究統括官 飯野 修

< 発表に関するお問い合わせは、電話または以下のメールアドレスにお寄せください >

電話(代表) 0545-35-5190

<メール> C N F 科 fk-cnf@pref.shizuoka.lg.jp
製紙科 fk-seishi@pref.shizuoka.lg.jp
機械電子科 fk-kd@pref.shizuoka.lg.jp

「次世代自動車軽量化のための CNF 複合材の開発」の概要

富士工業技術支援センター

CNF科 ○大竹正寿 田中翔悟 河部千香

機械電子科 中島大介

工業技術研究所

化学材料科 真野 毅 菅野尚子 稲葉彩乃 小泉雄輔

静岡大学農学部 青木憲治

1 目的

次世代自動車などの自動車部材へセルロースナノファイバー(以下 CNF) と樹脂の複合材を活用することが、軽量化や、環境保全などの観点から世界的に期待されている。この複合材を成形するためには、樹脂に高濃度の CNF を配合した「マスターバッチ」が必要であるが、樹脂への CNF の分散性が悪く強度などの特性が十分得られない問題がある。そこで本研究では、自動車でも最も使われているポリプロピレン(以下 PP) の CNF 複合材を成形するための、分散性と強度が向上した PP/CNF マスターバッチを開発することを目指した。

2 方法

①マスターバッチ用 CNF の開発、②樹脂・CNF 複合材の開発、③樹脂・CNF 複合材の成形条件の検討、の3つの小課題について、静岡大学及び県内企業7社との共同で研究を行った。

*協力企業：イオインダストリー株式会社、トクラス株式会社、株式会社モールド技研、日本製紙株式会社、芝浦機械株式会社、相川鉄工株式会社、日本プラスト株式会社

3 結果と考察

下図のように、PP/CNF 複合材開発のための、CNF の作製から実機成形までの県独自のプロセスを確立した。



図 本プロジェクトで行った CNF の作製から実機成形までの開発の流れ

CNF 利用機器の開発支援 ～関連機器のご紹介～

機械電子科 ○中島大介
CNF科 河部千香 田中翔悟 大竹正寿

1 背景

CNF は木材等の植物繊維を原料とした天然由来の素材であり、その特性から輸送機器、食品、電池材料等、さまざまな分野での応用が期待されている。また、世界的に脱炭素の流れが加速する中、カーボンニュートラルを実現する素材としても注目が集まっている。

一方で、静岡県の森林面積は県土全体の約6割を占め、明治時代以降、その豊富な森林資源と豊かな水資源を背景に、製紙産業が主要な産業の一つとして発展してきた。また現在は、輸送機械、電気機械、食品、医薬品・医療機器など、県内全域にさまざまな産業が根付いている。こうした地域特性を活かし、静岡県ではCNF関連産業の創出と集積を目指し、「CNFを活用した製品開発の支援」「研究開発の強化」及び「製造拠点の形成」を三本柱とした「ふじのくにCNFプロジェクト」に取り組んでいる。

「ふじのくにCNFプロジェクト」の中で、富士工業技術支援センターは主に技術面での支援を行う中核的支援機関と位置づけられており、CNF科を中心として、研究や技術指導を通じたCNF関連企業の支援を行っている。

2 関連機器の紹介

富士工業技術支援センターCNF科では、CNF関連機器の整備を進めており、関連企業への技術支援に活用している。整備しているCNF関連機器は共同研究で活用するほか、CNF関連企業へ貸し出し、自由に使用していただくことで、CNF利用製品の開発促進や技術的課題の解決に役立っている。

機器はCNFに関わる幅広い業種の企業が利用できるよう、CNFの製造から分析に至るまで、それぞれの段階で利用できるものをそろえている。本発表では、CNF科で整備している機器の用途を「つくる」「まぜる」「はかる」の三つに分けてそれぞれ紹介した後、特に有用性が高いものについて詳細に説明する。紹介する機器はどれもCNF関連企業が自由に利用できるものであり、本発表を通して機器の概要を知っていただき、有用と思われるものについて、関連企業のCNF利用製品開発に活用していただけることを期待する。



図 紹介する関連機器

X線CTによる樹脂/CNF複合材の分散性評価

富士工業技術支援センター

CNF科 ○田中翔悟 河部千香 大竹正寿

機械電子科 中島大介

工業技術研究所

化学材料科 真野 毅 菅野尚子 稲葉彩乃 小泉雄輔

静岡大学農学部 青木憲治

1 目的

木材等の植物繊維を微細化した素材であるセルロースナノファイバー (CNF) は、樹脂の強化材として使用すると多くの付加価値を付与できることが期待されており、近年では天然資源の循環によりカーボンニュートラルの実現に貢献する材料として注目されている。

CNF を樹脂に複合する際、強化材として有効に働くためには、CNF の繊維が樹脂中に良好に分散している必要がある。X線CTを使用して材料内部のCNFの分散状態を可視化したうえで数値評価する手法を、県の新成長戦略研究で取り組んでいるPP/CNF複合材の開発に適用し、CNFの分散性を改善した事例について報告する。

2 方法

試料: PP/CNF複合材マスターバッチ (MB) はCNFと分散剤 (MAPP) の反応混合物 (種材) を二軸混練機によりPPと混練することにより作製した。MBをPPと希釈混練し、PP/CNF複合材ペレットを得た。昨年度の検討では種材の粒子の残留が見られたため、分散性の改善のため混練方法等を検討した。

X線CT測定: (株)リガク 高分解能3DX線頭微鏡 nano 3DXを使用した。測定試料は1mm×1mm×3mm程度の角柱状とし、X線源はCuターゲットを使用した。測定条件は視野0.9mm×0.7mm、画素サイズ0.81 μ m/voxel、撮影枚数600枚、照射時間16sec/枚、1試料あたりのCT撮影時間2時間54分である。

数値評価: グレースケールのCT画像をもとに、0.5mm×0.5mm×0.7mmの観察領域において画素の輝度を基準とした二値化法によりセルロース分を抽出し、配合量に対する観察されたセルロース分の量の比を求めた。

3 結果と考察

PP/CNF複合材について、混練条件を最適化し、ホモタイプのPPを使用した結果、種材粒子の残留のない、セルロース繊維の分散性が極めて良好なペレットを得ることができた (図)。

PP/CNF20%複合材について分散性を数値評価した結果、配合したセルロース分のうち94%が今回の測定条件では観察できない程度に微細化しており、前回のブロックタイプPPを使用した場合に比べてセルロースの分散性が向上していることがわかった。

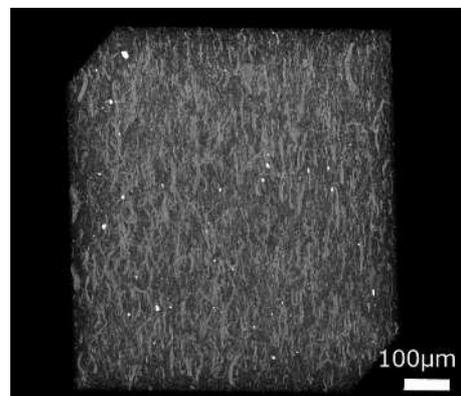


図 PP (ホモタイプ) /CNF20%複合材のCT像

新型リファイナーを用いた CNF 製造の試み

CNF科 ○河部千香 大竹正寿 田中翔悟
機械電子科 中島大介
製紙科 深沢博之
相川鉄工(株) 武安裕也 山村延彦

1 目的

セルロースナノファイバー (CNF) は幅広い産業分野への利用が期待されているが、現状の CNF 製造機器では、製造コストが高く、CNF が非常に高価であるため、CNF の用途開発の足かせとなっている。本研究ではリファイナーのみを用いた CNF 製造を検討し、多量かつ低コストの CNF が製造できる機器の開発を目指す。



▲図1 昨年度開発した新型リファイナー (相川鉄工(株)CNFテスト設備内)

2 方法

市販の針葉樹漂白クラフトパルプ (NBKP) を離解後、従来刃、開発刃、新規開発刃を取り付けた従来リファイナーあるいは新型リファイナー (相川鉄工(株)製 図1) を用いてこう解し、各種評価 (粘度、クリル値^{*1)}、相対重量^{*2)}、結晶化度測定、顕微鏡観察など) を行った (以下、この手法で作製した繊維を「リファイナーCNF」という)。

※1 クリル値 (サブミクロン程度の繊維数の指標) : 繊維長分布測定装置 (L&Wファイバーテスタープラス (ABB 社製)) を用いて行い、スラリー中を透過する短波長と長波長の光にクリル等が干渉する特性から分析した値。Hakan I. Karlsson et al. : Method of measuring fines in pulp suspensions. USP 4514257 (1985. 4. 30). 参照。

※2 相対重量 : 繊維長分布測定装置を用いて行い、測定可能な範囲 (繊維長 7 μm かつ繊維幅 7.8 μm 以上の繊維) について、各サンプルの測定用投入試料 1 g あたりの測定可能繊維の相対重量 (mm³/g) を算出した。ただし、原料がすべて木材パルプであることから、どれも密度がほぼ等しいと仮定し、算出して得られた体積を相対重量とした。

3 結果

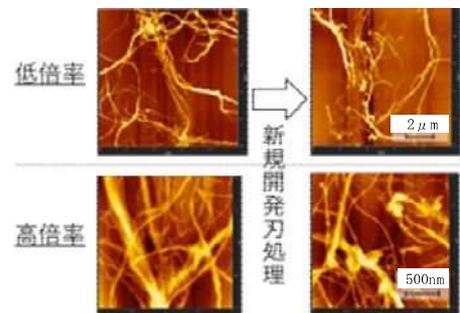
〈新型リファイナーの影響評価〉

従来あるいは新型リファイナーから作製したリファイナーCNF を比較した結果、従来リファイナー処理よりも新型リファイナー処理の方がクリル値は高く、相対重量も大きく減少した。新型リファイナーの方がより細かくなることが示された。

〈新規開発刃の影響評価〉

開発刃処理後に新規開発刃処理を行った際の原子間力顕微鏡による繊維形状の観察結果を図2に示す。

開発刃処理後と比べると、新規開発刃処理後には、未解繊の太い繊維が少なくなった。



▲図2 新規開発刃処理後の原子間力顕微鏡観察による繊維形状変化

段ボール古紙を使用した「茶色いトイレットペーパー」の開発

製紙科 ○齊藤和明 深沢博之 杉本芳邦 佐野知恵

1 目的

古紙から製造した再生紙トイレットペーパーは県内 30 以上の工場で国内シェアの 5 割以上が生産されている。再生紙トイレットペーパーの原料古紙は主に印刷用紙であるが、印刷物は年々減少しているため古紙も減少しており、トイレットペーパーの生産量は漸増しているため、原料確保が困難になってきている。一方、段ボール古紙は増え続けており、段ボール古紙全体の 1 割程度で、再生紙の衛生用紙（トイレットペーパーやタオルペーパーなど）の原料を賄えるほど流通量が豊富で、比較的安価で安定している。再生紙トイレットペーパーの原料に段ボール古紙を利用できれば、原料調達幅が広がり、経営安定化の一助とすることができる。本研究の目標は、段ボール古紙を使用した茶色いトイレットペーパーを試作抄造することである。段ボール古紙の再生紙トイレットペーパーへの利用可能性を示すことを目的に、令和 3 年度は段ボール古紙を原料にして古紙処理・手すき実験を行い評価・検討した。

2 方法

原料には製紙工場から提供された実際の原料古紙（段ボール古紙、家庭紙原料）を用い、パルパーで離解し、大きな異物を手で除去し、試験用ラボスクリーンでスクリーン処理をかけて、ふるいで洗浄・濃縮し、フローテーターで脱墨して抄紙原料を得た。抄紙原料は角型シートマシンでシート化し、プレスして脱水し、回転ドライヤーで乾燥させて手すき紙を調製した。抄紙原料のろ水度や手すき紙のほぐれやすさなどを測定し評価して比較検討した。その他の実験方法の詳細については、発表にて口述する。

3 結果と考察

実際の段ボール古紙、家庭紙原料を用いた古紙処理・手すき実験の結果を簡単に表にまとめた。段ボール古紙を用いても JIS に規定される製品品質には問題ないことが分かった。商品価値については現状の観点からは低下しているが、環境への配慮や生活様式の変化などからリサイクルや未漂白といった点で訴求力を高められる可能性がある。古紙処理において発生するゴミの量は、段ボール古紙では通常の家紙原料に比べて非常に多い（図）ものの、再生紙トイレットペーパーの持続可能な生産体制には有用と考えられる。段ボール古紙のトイレットペーパー原料としての利用可能性を示すことができた。

表 原料ごとの手すき紙等に対する評価

原料		段ボール古紙 (OCC)	家庭紙原料
製品	ほぐれやすさ	○	◎
	品質	◎	○
商品	白色度	×(暗い)	○
	色	×(茶色い)	○
価値	柔らかさ	◎	○
	きょう雑物	×(多い)	○
生産性	ゴミの量	×(多い)	○
	歩留まり	△(低い)	○

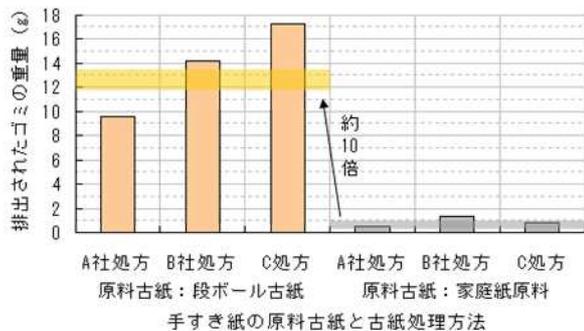


図 原料に対して古紙処理で排出するゴミの量

プラズマ照射による樹脂表界面の新規改質技術の開発

機械電子科
神谷理研株式会社
株式会社クリエイティブコーティング
有限会社アスカモデル

○高木 誠 井出達樹 本間信行
小玉大雄
山田 隆
八津友美

1 目的

樹脂製品は様々な用途で利用されており多様な加工が行われている。樹脂表面では耐久性や装飾性を付加するために、めっきや塗装を施している。めっきや塗装の際に材質によっては前処理として表面改質が必要となる。現在の前処理技術としては化成処理等が一般的であるが、有害薬品を利用するなどの問題が多く、新規の改質技術が求められている。県の新成長戦略研究で新型プラズマ照射装置を開発し、接着前処理への応用に取り組んできた。本研究ではプラズマ照射装置を樹脂のめっきや塗装への前処理への活用を検討した。

2 方法

樹脂にプラズマを照射すると表面に親水基が生じ、水や塗料に濡れやすくなる。塗装用の検討ではプラズマ照射した表面の塗装性と密着性を評価した。また、めっき用途では親水性を付加するだけではめっき用触媒の定着が出来ないため、触媒の定着を目的に親水面と金属を橋渡しする分子接合剤を用いてめっき法の開発に取り組んだ。樹脂めっきには多くの処理プロセスが存在するため逐次検討し、めっき膜の密着性評価を行った。

3 結果と考察

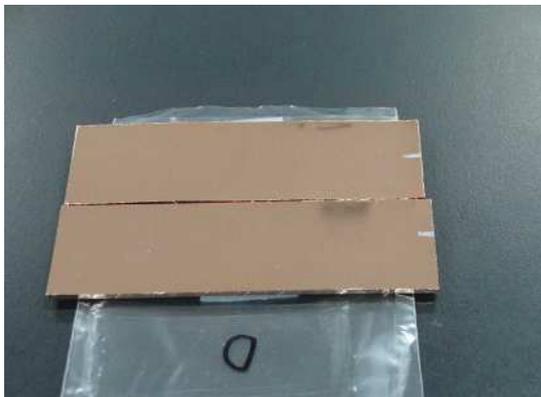


図1 ABSに銅めっきした試料(表面は鏡面状態)

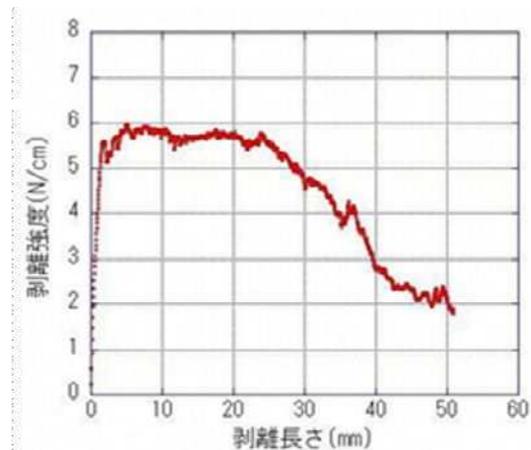


図2 ABSに銅めっきした試料の剥離強度

ABS樹脂にプラズマ照射と分子接合剤処理を併用する事で光沢のある銅めっきが可能となり、JIS H8630で決められた5N/cm近くの剥離強度に到達した。また、ABS以外の樹脂(PP、PE、PVC、PC、PMMA)にもめっきを付けることが出来たが、剥離強度は現段階では十分な値とならなかった。

高耐久性の保護膜として期待されている有機無機複合シリカ膜をPP、PMMA等の樹脂に密着させることが可能となり。密着強度は9N/cm以上であった。さらにプラズマ照射によってプラモデルの水性塗装が可能となった。

令和3年度富士工業技術支援センター研究発表会要旨集

令和4年3月3日発行

発行者 静岡県工業技術研究所富士工業技術支援センター

住所：〒417-8550 静岡県富士市大淵2590-1

電話：0545-35-5190 FAX：0545-35-5195