

目次

CNF特集

- 1 リン酸エステル化 CNF の製造と応用展開……………櫻井みづき
- 6 ザンテート化セルロースナノファイバーの特長と応用……………杉山公寿
- 10 オールセルロース構造材の可能性
……………根本純司, 福島彰太, 田村 篤, 内山雅彦, 笠原勝次, 岡田英樹
- 13 水中カウンターコリジョン法により製造されたセルロースナノファイバーの原料
種に依存した特性……………辻 翼
- 18 日本製紙の TEMPO 酸化パルプ関連製品
—CNF だけじゃない, 変性セルロース利用技術の展開—……………中谷丈史

総説・資料

- 23 PCMC 最新鋭リワインダー「Paragon」
—Paragon Winding—……………樫部泰平
- 27 「お客様とともに」を体現する KAWANOE のパイロット設備の取組みと衛生用
紙向け抄紙機のご紹介……………大西雅也
- 31 アンドリッツ ティッシュパイロットマシン……………小西哲史
- 37 紙が演出した文明史上の交代劇
シリーズの要約: その1……………飯田清昭
- 46 ナノセルロース関連規格類の動向……………小島鋭士

シリーズ:大学・ 官公庁研究機関の 研究室紹介(143)

- 62 あいち産業科学技術総合センター 産業技術センター 環境材料室 物流技術担当

工場紹介(93)

- 65 日本製紙パピリア株式会社 高知工場

- 03 会告
- 61 知財散歩道 (136)
最近話題になった商標権について……………山本光保
- 64 Coffee break
フランス・スイスレンタカー周遊の旅 (その7) ……………豊福邦隆
- 68 パピルス
感染症のモデルについて……………宇野俊一朗
- 71 内外業界ニュース
- 78 特許公報
- 91 全国パルプ材価格
- 92 統計
- 94 協会だより

リン酸エステル化 CNF の製造と応用展開

王子ホールディングス株式会社 イノベーション推進本部
櫻井みづき

持続可能な社会の実現に向け、木質バイオマスの多面的な利用が期待されている。なかでも、樹木の主要構成成分のひとつであるセルロースに由来する新規ナノ材料として、セルロースナノファイバー（CNF）が注目を集めている。当社では、木材パルプ中セルロース分子の一部の水酸基にリン酸基を導入し、得られたリン酸エステル化パルプを機械処理する独自の CNF 製造方法を確立した。得られたリン酸エステル化 CNF は高収率で完全ナノ化（幅約 3 nm への微細化）しており、その水分散液は高透明かつ高粘性で pH 3-11 という幅広い液性でも安定している。また、リン酸エステル化 CNF の水分散液を脱水、乾燥させることにより、CNF が緻密に絡まった CNF 透明シートを形成することが可能である。このシートは高い透明性と強度を有し、熱寸法安定性にも優れている一方で、紙のような柔軟性も有している。当社では、実用化推進のため、水分散液やシートの実証プラントが稼働中である。実用化の第一段階として、水分散液は化粧品用増粘分散剤やコンクリート圧送用先行剤、シートは卓球ラケット用素材などの用途で製品採用されている。さらに、リン酸エステル化 CNF の改質により有機溶剤中への分散を可能とした。この CNF はパウダー化可能で、その溶剤分散液は水分散液と同様に透明性や粘性を有する。これにより、溶剤系の用途への適用可能性が高まった。我々は今後もリン酸エステル化 CNF の特長を活かし、更なる用途開発を進めていく。

(本文 1 ページ)

ザンテート化セルロースナノファイバーの特長と応用

レンゴー株式会社 中央研究所
杉山公寿

セロファン[®]の製造技術を発展させて開発されたザンテート化セルロースナノファイバー（XCNF）は、容易に元の官能基を持たないセルロースナノファイバー（RCNF）とすることができる。これまでに機械解繊でしか得られなかった官能基を持たないセルロースナノファイバーの中で、最も細く、透明性や粘度特性に優れ、またパルプに近い熱安定性を有することから、化学修飾セルロースナノファイバーとは異なる用途に展開できると考え、現在さまざまな用途開発を進めている。

今回の報文では、RCNF は水スラリー中で緩やかな結合力で凝集体となっていること、200℃の環境下でも優れた耐熱性を有すること、水スラリーだけではなくジオール類と混合、乾燥することで RCNF の固形分が 10～15 wt%の乾燥体とすることができること、またこの乾燥体の水スラリーに戻した時の特性が、元のスラリーの特性とほぼ同一であることがわかった。また工業界で広く利用されているポリウレタンの特性向上に寄与できる可能性があることを見出すことができた。

現在福井・嶺北エリアにて実証プラントを稼働させており、今後、上記の特長を活かしながら、新たな特長を探索し、応用展開を進めていく予定である。

(本文 6 ページ)

オールセルロース構造材の可能性

北越コーポレーション株式会社 機能材開発室
根本純司、福島彰太、田村 篤
新潟県工業技術総合研究所
内山雅彦、笠原勝次、岡田英樹

セルロースナノファイバー（CNF）でセルロースを接着させたオールセルロース材料であるバルカナイズドファイバーは、昔からある材料ではあるが、これからの時代に求められる環境、機能、感性という 3 つの価値を備えているため、再び注目を集めている。本オールセルロース材料の構造材としての可能性を広げるため、新た

に接合や接着、プレス成形加工について検討した。

市販接着剤と従来の金属鋸の接着強度の値は、それぞれ $0.7 \sim 8.5 \text{ N/mm}^2$ と 2.4 N/mm^2 であり、市販接着剤でも十分な接着強度を得ることができた。また、ホットメルト接着剤は、超音波を1秒照射するだけでも本材料を接着でき、最大接着強度は 2.9 N/mm^2 と十分な値を示した。さらに、オールセルロース材料自体を用いた小さな紐状物を、ホチキスの芯のような結合材料として使用することができ、その接着強度は 4.0 N/mm^2 となった。プレス成形では、プレスと材料の両方の条件を最適化することにより、材料自体の伸張、圧縮を最大限生かし、シワのない成形品が得られた。最後に、ラボベースでの接着試験の結果を応用して、市販品と同等のバッテリーケースを作ることに成功した。

これら成果を組み合わせることで、これまで使用されていなかった分野での利用も期待でき、本オールセルロース材料の構造材としての可能性を広げることができた。

(本文 10 ページ)

水中カウンターコリジョン法により製造されたセルロースナノファイバーの原料種に依存した特性

中越パルプ工業株式会社 開発本部
辻 翼

セルロースナノファイバー (CNF) は大比表面積を有するため、表面における物質との高い相互作用力や吸着力の発現が期待されており、表面特性の影響を受けて得られる機能性材料は幅広い分野への応用展開が盛んに試みられている。そのため、CNFs を利用して新規機能性材料を開発する上で、CNFs の表面特性および表面特性に起因する諸特性を理解することが重要になる。

CNFs は様々な手法により製造されているが、一般的に親水性の表面を有している。当社は水中対向衝突 (ACC) 法を用いて異なる原料種から ACC-CNFs を製造しており、「nanoforest[®] (ナノフォレスト)」という商品名で製造販売を行っている。他のナノ微細化手法により得られる親水性の CNFs とは異なり、ACC-CNFs は親水性および疎水性の異なる面から成る両親媒性表面を有することが大きな特徴であり、原料種に依存して表面特性および表面特性に起因した諸特性は異なる。本稿では、nanoforest[®] のラインナップの中で、竹漂白クラフトパルプ (BBKPs) および広葉樹漂白クラフトパルプ (LBKPs) を原料とした ACC-CNFs の表面特性および表面特性に起因した特性を比較評価した。

他のナノ微細化手法により得られる親水性の CNFs とは異なり、BKPs 由来の ACC-CNFs は両親媒性の表面を有しており、ACC-BBKPs は ACC-LBKPs よりも疎水性表面の割合は高いことが明らかとなった。また、この表面特性に起因して ACC-BBKPs は ACC-LBKPs より高い熱分解耐性およびエマルション形成能を有しており、ACC-CNFs は新規機能性材料として産業利用する上で高い実用性を示した。このように、表面特性および表面特性に起因する諸特性は原料種により異なるため、ACC-CNFs ならびに nanoforest[®] を利用する際は用途に合わせて原料種を選定し、それぞれの特性を活かした研究開発を進めていく必要がある。

(本文 13 ページ)

日本製紙の TEMPO 酸化パルプ関連製品 —CNF だけじゃない、変性セルロース利用技術の展開—

日本製紙株式会社 研究開発本部 富士革新素材研究所
中谷 丈史

近年、世界的な環境意識の高まりから低炭素社会や、持続可能な循環型社会の実現が広く求められている。木質資源は、植林と伐採をくり返すことで再生循環が可能であることから、パルプや紙製品による石油資源製品代替は期待されている。

当社グループでは、「紙でできることは紙で。」を合言葉に、再生可能な資源である「木」を原料とし、リサイクル可能な「紙」「パルプ」に新たな機能を付与した多彩な製品を提供している。パルプを原料とした新素材で

あるセルロースナノファイバー（CNF）関連製品もその一つである。

一方、当社 CNF の中間原料の一つである TEMPO 酸化パルプ（TOP）は、TEMPO 触媒酸化法により化学処理した木材パルプから得られる化学変性パルプであり、反応性に富み、高い解繊性を有しながら未変性の木材パルプのような扱いやすさを持っており、非常に多様な用途への利用可能性を含んでいる。

今回、この TOP において、その一例として①疎水化変性 TOP、②金属イオン担持 TOP、③ TEMPO 酸化マイクロフィブリル化セルロース（MFC）としての利用について紹介する。

（本文 18 ページ）

PCMC 最新鋭リワインダー「Paragon」 —Paragon Winding—

PCMC 日本支店
檜部泰平

PCMC 社は、ロール状製品（トイレットペーパー・キッチンペーパー等）製造加工用のリワインダー Forte に改良を加え、この度、最新鋭のサーフェイスリワインダー「Paragon」を開発販売開始した。従来の Forte サーフェイスリワインダーのユニークなワインディング技術を踏襲する一方、加工用のローワーロールを廃止し、新たにベルトによるサポート方式を採用した。紙管の挿入も重力に逆らわず、上から下方向に変更し、全ての動きが自然に流れるように考慮されている。

また、創業以来 PCMC が得意としてきたセンターワインダーの経験を活かし、これまで、全く別の技術とされてきたサーフェイスリワインダーとセンターリワインダー技術の融合に成功した。これまで、紙管を外側から押さえるガイドのような機構は存在したが、本技術はそれらとは似て非なるものである。PCMC ではそれを「Paragon Winding」と呼称したい。

Forte リワインダーのオープンなデザインはそのままであり、複雑な機構がなく、少ない部品点数により、部品の状態や各箇所の稼働状況が把握しやすい。機械内部には油圧やグルー等液体がなく、生産現場にクリーンで高効率な作業をもたらす。

本稿では、生産現場における高品質製品の安定生産に寄与すべく革新的でかつ特徴的な本技術をご紹介したい。

（本文 23 ページ）

「お客様とともに」を体現する KAWANOE のパイロット設備の 取組みと衛生用紙向け抄紙機のご紹介

川之江造機株式会社 営業部
大西雅也

昨今のコロナ禍による衛生意識の高まりから、家庭紙業界に於いてはタオルペーパーを中心に設備投資が盛んにおこなわれてきた。弊社に於いてもタオルペーパー向け抄紙機をはじめ、折り機、ワインダなど世相を反映した製品をご下命頂いた。各社とも製品に付加価値をもたせ差別化を図るべく様々な要望を求められるため、弊社に於いては 2021 年 10 月からの運用を目指してパイロット加工設備（ノンストップワインダ）を導入する。続いて 2022 年には折り機（インターフォルダ）を導入予定。これらには製品の付加価値を高める為の熱カレンダ、熱エンボス、塗工設備（ラミネーション、プリンタ）の組合せが可能としている。

また製紙業界から期待されている CNF（セルロースナノファイバー）の実用化のボトルネックとなっている脱水技術に於いて、共同研究を進めている愛媛大学等と共に脱水装置のパイロット設備を製作した。本機にて実験を重ねた結果、特許を取得。これを機に本格的に研究を進め、お客様の生産技術の向上及び産学連係を行う場として 2020 年 7 月に弊社内に研究開発棟を建設し、本機を移設した。

上記 2 つのパイロット設備は「お客様とともに」を体現すべく、お客様からのニーズを受け入れ、要望に応えられるよう継続して改造を重ねながら運用する方針である。

またお問合せの増えているタオルペーパー向けの BF15 ベストフォーマンキー抄紙機を紹介させて頂く。更

にその心臓部である、スチール製ヤンキードライヤの国内への納入実績の紹介とともに、既存のドライヤの点検サービスとその成果をご紹介させて頂く。

これらの活動を行う事で、開発はもとより設計、製作、導入後のメンテナンスサービスを含めたトータルサポートを提供できるメーカへと挑戦していく。

(本文 27 ページ)

アンドリッツ ティッシュパイロットマシン

アンドリッツ株式会社 技術営業第2部
小西哲史

コロナウイルスの世界的蔓延とその経済的打撃にも関わらず、ティッシュ及び衛生用紙の国際的な市場は成長傾向にある。その需要の増加は既存のティッシュサプライヤーや新規参入によって満たされるが、生き残るために製品種類と製品品質のアドバンテージを持つことが必要になる。また、近年はプラントのデジタル化や AI 技術の導入が著しく進み、工場効率の鍵となっている。

本項では、アンドリッツが将来の課題に取り組むために、2018年3月より稼働させているオーストリア / グラーツ本社工場の世界で最もモダンなティッシュパイロットマシン設備「PrimeLine TIAC」を紹介する。このマシンは、1台で8つものコンフィギュレーションを提供可能であり、顧客は将来の検討に合致するトライアルを行うことができる。このパイロットマシンはティッシュサプライヤーだけでなく、パルプサプライヤー、ケミカルサプライヤー、用具サプライヤーなどに向けての多様な要件・目的のトライアルにも対応可能である。

また、パイロットマシンはアンドリッツのデジタルソリューションである PrimeControl E で制御されている。8つのコンフィギュレーションを1つの制御システムで利用でき、モバイル機器による監視の最適化や機器の故障や誤作動の予知により、時間や経費、エネルギーロスを抑えて工場の効率を引き上げる。OPP サービスは継続的なデータ収集、分析、改善の提案を行ってプロセス機能の最適化を行う。OPP サービスは既に世界 11 カ国以上で 50 以上の契約の実績がある。

本パイロットマシンを製造品種の変更や新規製品の開発のために、ぜひ活用いただければと思う。

(本文 31 ページ)

シリーズ

紙が演出した文明史上の交代劇 シリーズの要約：その1

飯田清昭

紙が発明される以前は、文字は、粘土板やパピルスには 3000 年以上に亘って、竹簡には 1000 年以上の間、記録されてきた。いずれの場合でも、文字と記録媒体は、まず、行政の手段として使用され、さらに、文学、哲学を生みだし、科学・医学の発展にも記録を残すことで寄与してきた。パピルスと粘土板が 3000 年の年月で生みだした成果がギリシャ文明であり、古代オリエントから地中海沿岸で栄えた。一方、竹簡が 1000 年かけて成し遂げたのが中国の漢の文明で、漢の版図で栄えた。

その中国で、西暦 100 年頃に画期的な製紙法が開発された。その技術的特徴の一つが、原料として、破布（ぼろ）に加え、靱皮繊維（楮や大麻）も利用することであった。その後、500 年ほどの間に、靱皮繊維の植生のある東アジア、東南アジアではそれを原料に、植生のない中央アジアではぼろを使う技術が広がり、それらの地域の諸民族が、紙を手にしたことで、自国の文字を作り、中国文明に独自性を加えた文明を作っていった。その紙の伝播と文明の開花には仏教が大きくかかわった。日本も、まさしく、その一例であった。

8 世紀には、中東・地中海沿岸ではギリシャ・ローマ文明がパピルスおよび羊皮紙に記録され、中央アジア・東アジア・東南アジアでは、諸民族の文明が紙に記録されていた。

(本文 37 ページ)

ナノセルロース関連規格類の動向

ナノセルロースジャパン 標準化分科会
小島鋭士

ナノセルロースの規格化に関する具体的な議論は、ISOの中で新しいTC (TC229 : Nanotechnologies) が活動を開始した2005年から始まった。特に、米国紙パルプ技術協会 (TAPPI) の役割は大きく、必要と思われる規格の種類や発行スケジュールなどを議論する関連ワークショップを重ね、2011年に発行された「ナノセルロースの国際規格策定のためのロードマップ (TAPPI-roadmap)」という形で基本方針がまとめられた。その後、TAPPI-roadmapの方針を踏まえて、ISO/TC229とISO/TC6 (Paper, Board and Pulps) の2つのシステムで規格開発が進められてきている。本稿では、TC229とTC6で議論されている規格の全体像と各論を解説した。また、ナノセルロース関連規格の理解を深めるために必要なISO情報をまとめた。最後に、今後この分野における規格策定活動の参考になることを期待し、日本主導で行われたISO/TS 21346 開発プロセスの概要を紹介した。

(本文 46 ページ)
