

佐々木賞受賞講演

紙中薬品の分布状態の分析 —効果発現メカニズムの解明と開発への応用—

荒川化学工業株式会社 研究開発本部 開発推進部
東谷仁史

当社は、製紙業界の種々のニーズに対応すべく、様々な製紙用薬品を開発、上市してきた。ニーズはますます高度化しており、技術の更なるレベルアップ、改良を目指して鋭意検討を行っている。

製紙用薬品の開発において、薬品の効果発現メカニズムの理解は重要な意味を持つ。我々は微小部観察技術を駆使し、主として薬品のパルプ繊維への吸着と分布状態に着目した検討を2000年より継続して実施してきた。本報告では、これまでに検討したエマルジョン型サイズ剤の分布状態、およびパルプスラリー中での紙力剤ポリマーの形態と吸着状態の可視化手法とそれにより得られた知見に加え、新規紙力剤開発での活用事例を併せて報告する。

(本文 40 ページ)

佐々木賞受賞講演

ボイラ燃焼制御最適化システム『ULTY-V』による 主蒸気圧力安定と燃料削減

—ボイラ燃焼制御最適化による主蒸気圧力安定化および燃料低減の実現—

郵船商事株式会社 プラント計装グループ
岡村雄治

低炭素化を求める社会の中で、事業用・IPP・その他自家発電設備のみならず、製紙・化学プラントなどの産業用プラントで用いられている蒸気生成ボイラにおいてはCO₂排出量抑制等環境への配慮と高効率な運用形態への対応が求められている。

ここで述べる火力発電所や産業プラントで使用されている火力発電用ボイラとは、主として石炭を燃焼させ、過熱蒸気を生成する設備である。そのボイラは、建設当初は安定した運転となるが経年劣化やその他の外乱が蓄積されてくるとボイラ内の燃焼特性が変化することでボイラ投入燃料流量が不安定化し燃焼効率が低下する。この特性変化を常時捉え、調整していくことは難しく、エネルギーコスト増加や環境への影響が問題となっていた。

そこで、ボイラの実態に即した燃料関数を導き出し、安定した主蒸気圧力・燃料流量を維持することで石炭使用量とCO₂排出量の削減を可能としたシステムを開発。それがボイラ燃焼制御最適化システム「ULTY-V (アルティ ヴィ)」である。

本システムは既設のプロセスデータからシステム内部にもつ計算式より燃焼特性を掴み、補正係数を出力してボイラの制御を常時最適化し、安定した運転・ボイラ燃焼効率の向上、投入燃料量の低減である省エネルギー化を可能とした。

現在、本システムは日本国内の電力会社をはじめ製鉄会社、製紙会社、化学会社など様々な業種の火力発電用ボイラへ60台導入されている。

(本文 45 ページ)

佐々木賞受賞講演

カレンダー用樹脂ロール —ZE-K シリーズ—

株式会社金陽社 工業機材研究室
梶野直樹

製紙用のスーパーカレンダーにおいて処理速度、圧力の上昇など処理条件の過酷な変更により、カレンダー用

樹脂ロールにも更なる耐久性の向上が求められている。従来の樹脂ロール（エラグラス ZE）においても、紙巻き付き時の割れ、クイーンロールに使用した場合の高光沢紙のグロス低下など様々な問題が発生していた。

ZE-K シリーズはより高機能、高品質なロールとすべく耐割れ性、高表面性等の特性を向上させたカレンダー用樹脂ロールである。ZE-K シリーズを使用することで、耐割れ性の向上により紙の巻き付き時の衝撃にも割れなくなり、ZE-K310 においては高表面性のためクイーンロールで使用しても高光沢紙のグロス低下がないということの高い評価を得ている。また、スーパーカレンダー用途向けに開発された材質ではあるが、ソフトニップカレンダー用途においてもバーマークの発生が遅く、研磨周期が他製品よりも長いということ、高い評価を得ている。

今回、ZE-K シリーズの物理特性、使用例について報告する。

(本文 51 ページ)

リン酸エステル化によるセルロースナノファイバーの製造とその応用展開

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 CNF 創造センター
酒井 紅

環境問題への意識の高まりから、木質バイオマスの有効活用が注目を集めており、その中でも特に近年、その応用展開が期待される素材として、セルロースナノファイバー（CNF）の研究が世界各国で活発になっている。

一般的に CNF は、木質パルプに機械処理を加えることで得られるが、セルロース同士の強固な水素結合によって、機械処理のみで完全ナノ化（幅 3-4 nm）した CNF を得ることは困難であった。木質パルプから効率的に CNF を得る方法として、当社では機械処理の前に「リン酸エステル化」という前処理を行い、パルプ中のセルロース分子にリン酸基を導入し、水の浸透圧効果とイオンの静電的反発力の発現により、①微細化時のエネルギーの大幅削減、②ほぼ 100% の収率で完全ナノ化可能、③高い透明性と粘性とを発現する、といった特徴を持つ CNF 水分散液を得ることに成功した。この水分散液は、汎用の天然系増粘剤と比較して透明性に優れ、かつ 10 倍以上の高粘度を持つため、工業用、化粧品用増粘剤としての利用を検討している。

また、当社では他にも、パウダー状、シート状の CNF を開発しており、パウダーでは疎水化パウダーの開発による、塗料、インキ等新たな分野への応用、シートでは高透明性、高強度、熱安定性、フレキシブル性を生かした、フレキシブル電子基板材料やディスプレイ材料への利用が期待される。

2016 年の CNF 分散液の実証設備導入を皮切りに、2017 年下期にはシートの実証設備も導入し、更に当社 CNF の普及、事業化を加速していく考えである。

(本文 55 ページ)

セルロースナノファイバーの実用化に向けた検討

日本製紙株式会社 研究開発本部 CNF 研究所
河崎雅行

木質バイオマスは地球上に膨大に存在しており、かつ再生産が可能でカーボンニュートラルな資源である。この木質バイオマスを大量に扱い、紙・板紙を主に工業製品に変換する技術を蓄積しているのが紙パルプ産業である。当社は「総合バイオマス企業」を目指し、木質バイオマスを利用した様々な新規事業への展開を進めている。その中で、新たなセルロース素材としてセルロースナノファイバー（以後 CNF）の製造およびその用途開発に注力している。これまでに当社では様々なタイプの CNF の実用化に取り組んできており、商業の量産設備として石巻工場では TEMPO 酸化 CNF、江津工場ではカルボキシメチル化 CNF（CM 化 CNF）の製造設備を設置し、さらに富士工場では CNF 強化樹脂の実証設備を設置した。本報告では、本年度に新たに設置した 3 工場の製造設備及びそこで製造している CNF の特徴、用途開発などについて紹介する。

(本文 59 ページ)

ナノフォレストの事業化と用途開発事例

中越パルプ工業株式会社 開発本部 開発部
橋場洋美

近年セルロースをナノサイズにまで解繊したセルロースナノファイバー（CNF）やセルロースナノクリスタルについての研究が盛んに行われている。中越パルプ工業（以下、当社）では、2010年よりCNF研究開発に取り組み、2017年6月に川内工場内においてCNF第一期商業プラントを稼働させた。

当社では、物理的手法の一つである九州大学大学院の近藤哲男教授が考案した水中対向衝突（Aqueous Counter Collision：ACC）法を採用している。この製造法で製造した当社CNF（商品名：nanoforest）は親水性に加え疎水性サイトを持つユニークなCNFを得ることができる。このほか、処理回数や噴出圧力の調整により得られるCNFの形態を制御できるという特徴、水のみで素材を微細化するため安全性の高い試料を得ることができる。さらに、機械的なせん断力を与えない「マイルドなナノ微細化法」であり、分子量の低下を最小限に抑えることができる。

用途開発事例として、複合樹脂開発では、分散性向上を実現させ機械強度向上が得られた。今後は強度向上の他、さらなる機能性向上を期待できると考えている。

樹脂等を併用しない、nanoforestのみからなる成形体の調整にも取り組んでいる。今までは10mm程度の厚みの成形体しか成形できなかったところ、調整条件を検討することにより20mm程度の厚みの成形体を作成することが可能となった。現在は、工業的なプロセスの開発に着手している。

（本文 66 ページ）

セルロースナノファイバーを用いた高性能エアフィルタ濾材の開発

北越紀州製紙株式会社 新機能材料開発室
根本純司

セルロースナノファイバー（CNF）は、複合材、機能材、増粘剤として優れた物性を示しているが、断熱材やフィルタといった多孔質材料としても期待が高まっている。そこで、CNFをエアフィルタ濾材へ適用すると、通気抵抗（圧力損失）をあまり上げずにより多くの微粒子を捕捉でき、優れたフィルタとなることが分かった。そのフィルタ性能は従来のガラス繊維から成るエアフィルタ濾材よりも高く、さらに、微細なネットワーク構造から、数nmオーダーの超微粒子の捕捉も期待される。

CNF含有エアフィルタ濾材は、支持体である既存のガラス繊維不織布にCNF分散液を付着させ、凍結乾燥させることにより得られた。支持体となるガラス繊維の間に、クモの巣状のCNFネットワークが形成され、効率よく微粒子を吸着させていると考えられる。支持体に対するCNFの付着量は、フィルタ性能に対して最適値があり、CNF付着量が多いとガラス繊維間でCNFが密になり、やや性能低下となった。CNF含有エアフィルタ濾材は、湿度の影響を多少受けるものの、風圧や微粒子を連続負荷させてもCNFの脱落は確認されず、CNFネットワークが強靱であることも示された。まだ課題も残されているが、多量に存在するバイオマスを極少量使用するだけで大幅なフィルタ性能の改善が得られることは非常に興味深い。

（本文 70 ページ）

科学的根拠に基づく防虫防そ対策の優先順位付けと有効性の評価

アース環境サービス株式会社 開発本部 学術部
大庭朋洋

虫やネズミによる製品の汚染防止への要望が高まる中、自社の防虫防そ管理が効果的で、さらに将来にわたって問題が起りにくい予防的なシステムであることを示す必要がある。現在、予防管理をより強力に推し進めるため、リスクマネジメントの考え方が導入されて始めている。リスクマネジメントでは、客観的な基準で分析・評価されたリスクの大きさに従って、合理的に優先順位を付けて対策を実施するため、コストの有効な配分が可

能であり、予防管理の説明性を向上することも可能である。

しかし、取り組むべきリスクの優先順位付けや実施した対策の有効性の評価は、リスクマネジメントに取り組む工場の多くで悩まれる点である。これを解決するためには、収集したモニタリングデータや調査結果をつなげ、混入シナリオを科学的に作成することが大切である。この汚染シナリオに基づく分析・評価において、弊社から様々な調査、解析方法、教育の支援を提供している。弊社の新しいサービスである ESCOEVO は、データの集計や解析、改善活動の運用と見直し、工場とのコミュニケーションにおいて、強力な支援ツールとなる。

(本文 74 ページ)

抄紙機の安定操業化に向けた薬品散布装置の故障予知システム開発

株式会社メンテック 富士事業所 システム開発課
坂田人丸

現在の日本が今後も成長していくために課題の一つとして人口問題があり、生産年齢人口（15～64歳の人口）は既に1995年をピークに減少に転じており、今後も減少の一途をたどると試算されている。近年、この人口問題対策としてICT（情報通信技術）の発達によりIoT（Internet of Things）、BD（Big Data）、AI（Artificial Intelligence）といった技術が注目を集めている。これらの技術を活用することで生産設備の各所に設置されたセンサがデータを収集し、サーバーで蓄積したデータからトレンドを予測したうえで、今後の分析・予測を行うシステムを活用することにより人手不足を解消する事が期待されている。

当社は、現場の省力化を進める製紙工場においても、これら技術の活用は有効と捉えており、当社が提供するマシン汚れ防止アプリケーションへの応用を進めている。その第一ステップとして薬品散布装置『ミストランナー』、『シャワーランナー』においてIoTを活用した故障予知システムを開発している。本報告ではその目的ならびにシステム概要についての紹介を行う。

(本文 78 ページ)

研究報文

煮熟剤による竹紙の物性への影響

東京藝術大学大学院 美術研究科
鍾 佳榮, 稲葉政満
復旦大学
陳 剛

竹紙は中国唐代（618-907 AD）から漉かれたとみられ、丈夫で平滑なため、書画と印刷物などによく用いられている。中国の古籍に用いる紙の約7割が竹を原料としてしているとされているが、日本も中国から漢籍や高級な素材として輸入してきた。しかし現在生産されている竹紙は品質が低く、今後の文化財保存や修復のために当時用いられていたのと同様な良質な竹紙の再現が期待される。

竹紙の伝統的製造法には竹を発酵させるのみでパルプ化する生料法と発酵後アルカリを用いて煮熟してパルプ化する熟料法がある。本研究では中国江西省鉛山県で発酵処理済みの孟宗竹粗繊維を入手し、異なる3種類のアルカリ（苛性ソーダ NaOH、ソーダ灰 Na₂CO₃、石灰 Ca(OH)₂）を用いて煮熟した。煮熟速度は苛性ソーダが一番早く、石灰が最も遅かった。長時間煮熟した石灰煮の収率84%（L84）では紙の耐折強さが大きく低下していた。

本研究の目的は製造した5種の竹紙の耐久性を検討することである。竹紙試験片に低濃度や高濃度のドウサ溶液（膠と明礬の混合液で日本画用の表面サイズ）を塗布し、8週間湿熱劣化（80℃+65% rh）させた。色、pH、強度試験（耐折強さと引裂強さ）の変化を測定した。今回抄紙した竹紙の初期 pH は 8.7～9.2 と高く、高濃度のドウサを塗布しても pH は 7.9 以上を保っていた。湿熱劣化処理による紙の強度低下は小さいものであった。湿熱劣化処理による変色速度は同一 pH で比較すると石灰の紙（L94, L84）が低かった。以上の結果より今回用いた粗竹繊維は苛性ソーダ或いはソーダ灰で煮熟するのが良いと結論した。

(本文 85 ページ)