

製紙技術特集Ⅱ

- 1 これからの古紙原料に向けた再生処理技術……………榎原 慎
- 5 インライン繊維分析計 BTG SPM による操業最適化
—最小限の設備投資でティッシュマシンの省エネを実現—
……………James Litchwark, Klaus Kunschert, Sanjay Aggarwal, Grant Downham, 石原健一
- 11 ライナ抄紙機におけるインラインカラーセンサー導入……………中村諒治
- 15 調成からアプローチの基礎, 変遷と最新動向
—ベール及びブロークパルパー, コニカルリファイナ, マシンスクリーンの紹介—……………岡 耕平
- 23 スクリーニング, クリーニング最新技術例……………神田 隆
- 27 自動認識技術を使った作業員の安全管理, 導線管理システムの紹介……………松枝 毅
- 30 「連携最適化ソリューション」のご紹介
—制御性改善による省ロス・省力化の取り組み—……………和田健一郎
- 35 製造工程のデータを活用した排水処理の運転最適化システム……………福田知世

総説・資料

- 39 —ウェットエンドにおける断紙・欠点のお悩み解決!—
マシン汚れ対策と搾水性改善による生産性向上を目的とした局所的ケミカルアプローチ
……………國分宏幸
- 45 パルパーからウェットエンド, 白水回収までコンパクトなレイアウトをターン
キーで提案できるシステム……………奥村順彦
- 51 「キュアサイド」と「リアライザー」による抄紙マシンの操業性と紙品質の向上—
スライムコントロール剤と多機能凝結剤によるウェットエンドの最適化(その2)—
……………大竹修平, 武末早織, 但木孝一
- 56 ハイモウェットエンドシステムのアプリケーションと機能
—環境負荷軽減へのアプローチ—……………佐藤夏彦
- 62 アンドリッツの低グレードミックス古紙処理システム技術のご紹介……………花田知弘
- 67 製紙原料品質悪化に伴う原質システム改善……………後藤隆徳

シリーズ:大学・ 官公庁研究機関の 研究室紹介(159)

- 72 愛媛大学 大学院農学研究科 生物環境学科 森林資源学コース 森林化学研究室

工場紹介(107)

- 75 王子マテリア株式会社 松本工場

- 03 会告
- 74 知財散歩道 (152)
絵描きと生成 AI……………深澤 匠
- 79 パピルス
新潟県長岡市……………佐藤重徳
- 80 内外業界ニュース
- 85 特許公報
- 93 全国パルプ材価格
- 94 統計
- 96 協会だより

これからの古紙原料に向けた再生処理技術

相川鉄工株式会社 マーケティングエンジニア事業部
榊原 慎

国内の古紙価格は過去4年間においては大きな変動を見せていないが、2001年と比較すると現在の古紙価格は約3倍となっている。価格が高騰する中、古紙利用率は緩やかに増加していることを考慮すると、低廉古紙の使用で従来と同等の品質及び処理量を維持する必要がある。増大する異物量への対応が難しい状況の中、従来のデトラッシュ装置における課題に対応した連続式デトラッシュシステム「S-PALシステム」について実績を踏まえ紹介する。

S-PALシステムはS-ANP型無閉塞ポンプ、S-PAL型デトラッシャー、ドラムスクリーンの3つで構成しており、連続運転に対応するために開発されている。導入により処理量増産への対応、従来と比較した稼働時間の短縮、作業員の負担軽減など性能に満足頂ける結果を得られた。

この画期的なシステムは日本のみならず、海外でも採用されており、難処理古紙における問題解決の力添えになると確信している。

(本文1ページ)

インライン繊維分析計 BTG SPM による操業最適化

—最小限の設備投資でティッシュマシンの省エネを実現—

BTG カナダ Tissue Digitalization Leader
James Litchwark
BTG オーストラリア Tissue Segment Manager (Asia Pacific)
Klaus Kunschert
BTG インディア Tissue Segment Manager (SEA and S Asia)
Sanjay Aggarwa
BTG アメリカ Tissue Global Solutions Team Manager
Grant Downham
フォイトターボ株式会社 BTG 事業部 プロセスソリューションズ
石原健一

エネルギーコストはティッシュ製造工場にとって常に重要な関心事であったが、近年、コストの上昇や変動、さらには地域によっては供給不足もあり、より深刻になっている。この焦点に加え、エネルギー消費を抑えることが、より環境的に持続可能なアプローチでもあるという認識により、生産者は望ましい量と品質でティッシュを生産し続けながら、エネルギー消費を最小限に抑える方法を模索するようになった。ティッシュマシンにおけるプロセスのばらつきは、しばしば材料とエネルギー使用の非効率につながり、ティッシュ製造工場は、最低要件を常に満たすために望ましい坪量と引張目標値よりも高い値で運転する必要がある。ばらつきを抑えるためにプロセスを安定化させることは、より広い運転枠を提供し、エネルギーと材料コストを最小化する機会を生み出す。私共は原料の濃度管理や叩解といった基本的なウェットエンドプロセスを監査することで、原料調成プロセスにおけるばらつきの小さな改善が、複数の下流プロセスに影響を与え、材料とエネルギーの節約にさまざまな効果を与えることを発見した。本稿では濃度管理や叩解プロセスの監査と共に新たにファイバー形態分析計 SPM 5500 を導入し、ティッシュ製造プロセス全体にわたって驚くほど大きな効率向上をもたらした3例を紹介し、これらがさらに高度なプロセス制御ソフトウェアや機械計装における最近の技術革新などの新しいテクノロジーを活用した最適化のための強力な基盤となることを紹介する。

(本文5ページ)

ライナ抄紙機におけるインラインカラーセンサー導入

レンゴー株式会社 福井事業部 金津工場 製紙部 製紙課
中村諒治

金津工場2号抄紙機は、2017年に中しん原紙専抄マシンから、ライナ原紙も生産可能な併抄マシンへ改造し、2019年には当工場をモデル工場と位置付けたIoTプロジェクトを発足した。それ以降、DX推進とIoT活用力を入れ、省エネや働き方改革につなげている。中でもライナ原紙抄造時の色調管理を、高精度で、より効率的に行うことを目的に、原料自体の色調を監視する新たなセンサーを設置し、測定したデータを活用した制御システムを導入したことは、大きな成果をもたらした。この取組みにより、これまで紙表面の色調が管理基準値内に収まらず、度々不良品が発生していたが、導入後は、要因となっていた色調変動が抑えられ、不良品の発生量を大幅に削減できている。さらに、オペレーターの業務負担も軽減され、省力化を実現できた。

今後も先進技術を駆使し、これまで解決が難しかった問題をクリアすることで、生産性向上と省力化に貢献する取組みを積極的に展開していく。

(本文 11 ページ)

調成からアプローチの基礎、変遷と最新動向

ーベール及びブロークパルパー、コニカルリファイナ、マシンスクリーンの紹介ー

バルメット株式会社 製紙技術部
岡 耕平

抄紙機に原料を送るアプローチシステムまたそれらを含む調成工程は、製品の品質を左右する非常に重要なプロセスである。アプローチシステム機器も時代に応じて変遷してきており、本稿では機器コンセプトの基本、変遷等、またバルメット社が適用している各機器について説明を行う。バルメット社は、この分野でも紙パルプ業界で世界的なリーダーでもあり紙料調成とアプローチシステムを改善するためのあらゆる機器とサービスを備えている。

調成工程、アプローチ機器とはスラリーパルプまたはパルプの離解から抄紙機に送り出すための工程となり、特にパルパー、リファイナ、スクリーンを中心に解説する。主原料であるパルプはスラリーパルプとシートパルプに大きく分かれるが、離解しただけのパルプを紙にすると、繊維間結合が少ないため、紙質強度が弱く使用目的に合った紙にならない場合がある。そこでパルプは適当な叩解と呼ばれる処理をリファイナによって行い、繊維をフィブリル化したり、短く切ることによって使用目的に合った紙を抄くことができるようになる。本稿では新しく開発されたコニカルリファイナーの紹介も行う。

(本文 15 ページ)

スクリーニング、クリーニング最新技術

アンドリッツ株式会社 サービス営業第一部
神田 隆

パルプ工程における異物除去において、スクリーニング、クリーニングは重要な働きをしているが、最近では古紙の品質悪化やエネルギーの高騰のあおりを受け、効率的な異物除去は当然としてその他消耗部品の長寿命化や省エネなども同時に求められる。アンドリッツはその歴史において、スクリーニング、クリーニングの分野でも、多数のユニークな製品開発をしており、求められる様々な要求へ対応している。スクリーニングでは、ワイヤに捻りを加えることで、山高さを必要に応じて可変出来るUTwistを開発した。スクリーンバスケットの山高さはスクリーンでの除塵効率や生産量に大きな影響を与えるが、アンドリッツが独自に開発したツイストを持

つワイヤは、1台のバスケットで高さ方向に山高さを自在に変えることが出来る。目的により最適な山高さを配置することで、処理能力と除塵効率の両方の課題を同時に解決でき、スクリーンの潜在能力を最大限に引き出すことを可能とする。MIVC クリーナーは、クリーナー下部より希釈水を注入する希釈水ユニットで中央のボルトテックスの流れを阻害することなく、従来に比べ少量の希釈水で濃縮を抑え、繊維流出を最小限とすることが出来る。このことにより詰まりのない安定したクリーナーの操業、従来よりも濃い入口濃度での運転による生産量の増加、繊維流出の抑制による歩留の向上などの効果が見込まれる。

(本文 23 ページ)

自動認識技術を使った作業員の安全管理，導線管理システムの紹介

TOPPAN デジタル株式会社 事業推進センター NAVINECT 本部 販売促進部
松枝 毅

流通・物流業における 2024 年問題が 4 月より施行され、その内容が、製造業にも影響されはじめている。ドライバーの残業時間が制限されることによる、倉庫内積載作業の効率化、運送費高騰による製造コストの見直し、倉庫内の導線効率化の見直しなど、システム化も含めての検討が増えている状況である。製造 DX 化を視野にいたアナログからの脱却のための施策として、RFID などの、自動認識技術が注目されている。当セミナーでは製造業における DX 化にむけての自動認識技術を紹介します、貴社のシステム構築の手助けになれば幸いです。

(本文 27 ページ)

「連携最適化ソリューション」のご紹介

— 制御性改善による省ロス・省力化の取り組み —

横河電機株式会社 横河プロダクト本部 P&W ソリューション統括部
和田健一郎

紙パルプの製造工程は複数の連続するプロセスで構成された複雑なプラントであり、非常に多くの制御ループが存在する。このようなプラント全体の改善を行うには、膨大なデータを把握した上で、課題と原因を特定し、プロセス間の干渉も考慮して最適化を行う必要がある。そのような取り組みを進めるため、当社では「連携最適化ソリューション」サービスを提供している。本サービスによる主な改善効果は次の通りである。

- ・ 銘柄変更のロス時間を削減する（増産効果、原料・蒸気削減）
- ・ プロセス変動を抑制して品質を改善する（原料・蒸気削減、返品削減）
- ・ 自動制御の範囲拡大と使用率向上（省力化・省人化、オペレーション標準化）

生産現場において、現状のオペレーションが当たり前となっている状況では、問題を認識することがそもそも困難な場合がある（隠れている改善テーマ）。また問題認識があったとしても、改善効果を定量的に示すことが難しく、改善に必要な投資判断ができない場合もある。

本サービスではまず課題の存在を明らかにすること、次にそれが改善可能であることを示すこと、そしてその改善効果を定量的に見積もることを、専門の制御エンジニアが包括的に実施する。本稿ではそのアプローチ方法と、取り組み事例の詳細を報告する。

事例：

- ① 調成・抄紙連携 銘柄変更制御の導入
⇒ 銘柄変更の所要時間 20%以上削減、自動化範囲の拡大、オペレーション個人差の改善
- ② 調成工程・抄紙工程の相互干渉による変動の改善
⇒ 銘柄変更の坪量収束時間を 50%以上短縮

(本文 30 ページ)

製造工程のデータを活用した排水処理の運転最適化システム

栗田工業株式会社イノベーション本部 イノベーション技術開発部門 ソリューション開拓部
福田知世

近年、製紙業界では原料や操業条件が著しく変化しており、製品品質を安定的に維持するために様々な取り組みが行われている。このような取り組みはマシン水質に大きな影響を与え、マシン水質の変化によって、予想しないトラブルに繋がることがある。

例えば、排水処理において、処理水質を安定化させるためにはこれらの変化を迅速に把握して適切に対応する必要があるが、連続的な変化の中で常に最適な処理を行うことは困難である。

当社は、製紙工場で多量に使用される「水」に関する豊富な知見と、製造工程から排水工程を含めた操業に関するソリューションを活用して、排水処理の運転最適化システムを構築した。このシステムは、排水処理で発生する課題を予測し、常に最適な運転を行うことで、操業条件が変化する状況の中でも常に安定した排水処理を行うことが可能となった。

本報では、排水処理最適化システムを構築する上で重要な当社の技術を3点紹介する。まず、操業データを見える化するS.sensing[®]システムについて述べる。S.sensing[®]システムによって、工場全体の水質データを連続的に監視し、重要指標の影響因子を見える化した。次に、見える化したデータを活用した予測分析手法について紹介する。予測分析によって、将来起こり得る排水水質の変化を高い精度で自動予測することが出来た。また、当社の予測分析手法は、予測分析結果に対して重要な影響因子の擬似評価を行い、この結果から最適な運転条件を選択できる。最後に、予測分析結果に基づいた課題解決策として、当社の幅広いソリューションと適用事例について紹介する。

(本文 35 ページ)

一ウェットエンドにおける断紙・欠点のお悩み解決！ マシン汚れ対策と搾水性改善による生産性向上を目的とした 局所的ケミカルアプローチ

株式会社日新化学研究所 東北研究所
國分宏幸

製紙工程ウェットエンドに付着するデポジットは、断紙・欠点の発生に伴う操業トラブルを引き起こし、紙・板紙の生産性悪化あるいは紙製品の品質低下によって、多大な損失に繋がる原因となる。近年の製紙業界では、情報デジタル化の進行によって古紙発生量が減少しており、とりわけ古紙品質の低下によるピッチ問題の増加が問題として大きく取り上げられるようになっている。またウェットエンド白水のクローズド化や紙製品の高灰分化によって系内の灰分濃度が上昇し、ワイヤーパート、プレスパートの用具および脱水機器での目詰まりが問題となっている。

弊社ではこういったデポジット問題を解決するために、これまで原質工程においてデポジットの原因となる成分を系外に排出する事が最も重要であるという考え方のNISSIN-Pitch Control Methodを提唱してきた。NISSIN-Pitch Control Methodは、原質工程から抄紙工程までの紙パルプ製造工程全体を包括するピッチ対策プログラムであり、抄紙工程における局所的な汚れ対策方法を含み、弊社は長年に渡ってウェットエンドにおけるデポジット対策方法について研究開発に取り組んできた。

本稿では、ウェットエンド、とりわけワイヤーパート、プレスパートにおいて引き起こされる断紙・欠点などのデポジット問題に対する局所的な対策方法について、原因調査から問題解決に至るまでの、そのいくつかを例を挙げて紹介する。

(本文 39 ページ)

パルパーからウェットエンド、白水回収までコンパクトなレイアウトをターンキーで提案できるシステム

相川鉄工株式会社 技術本部
奥村順彦

新型コロナウイルス感染が国内で初めて確認されてから3年が経過、徐々にかつての日常を取り戻しつつある一方で、コロナ禍による人々の生活様式や働き方の変化、円安にも後押しされて回復基調を見せるインバウンド需要など、紙パルプ業界も少なからずその追い風を受けきている。

様々な環境が急激に変化する中ではあるが、大規模な設備計画が減少してきている近年において、各製紙工場においては設計フェーズにおけるエンジニアの人員及び経験が不足気味である上、工事完了後の操業フェーズにおけるオペレータ人員の不足や労働環境・安全管理への配慮など、従来と比較して計画遂行が困難となっている状況が散見される。

一方で弊社では長年に渡って原質機器提供してきた中、国内外の様々な製紙工場及びその原料処理システムに接してきたバックグラウンドを有しており、これら弊社に蓄積された知見は、これまでに採用された弊社製品とともに培われたものであり、このような時代背景をふまえて各製紙工場向けに貢献していけるのではないかと考えに至った。

複数のティッシュマシン新設プロジェクトに携わる機会を通じて、弊社の主力製品である原質機器のみに留まらず、これまで培ってきた原料処理のノウハウを注ぎ込みシステム設計からプラント工事、試運転に至る一貫サービスの提供をふまえて、パルパーからウェットエンド、白水回収まで含めたコンパクトなシステム及びレイアウト設計、及びそれらのターンキーサービス提供について紹介する。

(本文 45 ページ)

「キュアサイド」と「リアライザー」による抄紙マシンの操業性と紙品質の向上

— スライムコントロール剤と多機能凝結剤によるウェットエンドの最適化 (その2) —

ソマール株式会社 技術本部 技術開発部
大竹修平, 武末早織, 但木孝一

パルプや古紙の原料面での品質低下や抄紙マシンのクローズド化により、抄造条件は厳しさを増し、抄き込み欠陥や断紙トラブルが増加傾向にある。弊社では欠陥や抄紙マシン用具等について、各種分析及びトラブル原因調査に対応している。また、それらの課題解決に向けた製品である酸化型スライムコントロール剤「キュアサイドシリーズ」と多機能凝結剤「リアライザー A シリーズ」を展開している。今回は、「キュアサイドシリーズ」にて採用している先端混合技術による低食塩型次亜塩素酸ナトリウムを用いた系内の清澄化と、「リアライザー A1800」による内添薬剤添加量の削減から成る操業性の向上を報告する。

「キュアサイドシリーズ」は、通常の無機酸化型スライムコントロール剤が持つ無機殺菌成分に加え、有機殺菌成分も併せ持つタイプのスライムコントロール剤である。これに、先端混合技術と ORP 自動制御技術を掛け合わせ、最大限の殺菌効果を発揮する。

「リアライザー A シリーズ」は、紙面欠陥対策に有効な多機能凝結剤である。ピッチ成分や内添薬剤をパルプ繊維へ定着させることにより、系外へ排出する効果がある。特に、「リアライザー A1800」には、リアクティブポリマーテクノロジーが導入されており、凝結剤としての効果が更に向上した薬剤である。

抄紙マシンの操業性向上への課題として、紙欠陥や断紙、各内添薬剤の添加量増加に伴う定着性の悪化が挙げられる。強力な殺菌力を持つ「キュアサイドシリーズ」と、各内添薬剤の定着性向上に特化した「リアライザー A シリーズ」を最適な処方で使用することで、これらの課題解決に繋がると考えられる。

(本文 51 ページ)

ハイモウェットエンドシステムのアプリケーションと機能 —環境負荷軽減へのアプローチ—

ハイモ株式会社 機能化学品開発グループ
佐藤夏彦

近年では企業経営を行っていく上で SDGs を熟慮し、そして取り組むことは非常に重要である。弊社では環境保全・省エネ化に役立つ製品の開発・改良に尽力している。製紙工程用薬品の中で凝結剤・歩留剤・濾水剤はその役割を通して様々な機能があり環境負荷軽減・SDGs に貢献する薬品である。

環境負荷軽減に貢献する具体的な機能としては排水負荷軽減・省エネルギー化・原料及び他の内添薬品の有効活用・操業性改善・紙の品質向上等が挙げられる。そしてその機能を引き出すための最適な薬品選定は最も重要であるがその際に「添加場所、添加方法、他薬品との組合せ」といったアプリケーションの最適化を図ることで更に機能面で優れた効果を得ることを今なお見出している（ハイモウェットエンドシステム）。それらのアプリケーションも踏まえた上で実際の製紙現場にて得られている機能と環境負荷軽減事例を紹介する。

その他新しい濾水システムを開発した（組み合わせ処方）。このシステムは高分子量独自アニオン薬品（FA-、RV-）の次に特殊カチオン薬品を添加する処方である。紙料状態にもよるがカチオン薬品の次にアニオン薬品を添加した場合と比較して本システムを使用することにより高い水切れ効果とプレス後含水率低減効果を得ることが出来る。本システムを活用することで実際に製紙現場にて蒸気量を減少させる結果を得られた。

弊社ではウェットエンドシステムのアプリケーションを有効活用することで機能面を活かし環境負荷軽減及びエネルギー削減に貢献することを目指している。

(本文 56 ページ)

アンドリッツの低グレードミックス古紙処理システム技術のご紹介

アンドリッツ株式会社 技術営業グループ 技術営業第3部
花田知弘

日本の紙パルプ製造各社は世界でもトップクラスの回収率を誇る古紙を最大限利用しており、これは社会が求めるサステナビリティの実現に貢献するものであるのは明白だ。しかしその一方で紙パルプ製造各社は当然のことながら収益を生み出さなければならず、その鍵は製造原価低減にあると言える。その方法の一つとして、現在使用している古紙からの下級グレード古紙への移行があり、これは上手く移行できれば紙パルプ製造各社の国際競争力の維持のみならず向上にも寄与すると共に、ゴミを減らす意味においても時代が求める循環型社会の形成にも貢献するものである。

昨年創立 170 年を迎えた ANDRITZ は、会社の一つの使命として、製紙原料の原質・調成設備の製造・開発を長年続けてきている。現状使用されている古紙より低グレードな古紙でも製品の品質を落とすことなく紙パルプ製造各社が生産活動を行える設備を提案すべく、本稿では海外で採用された当社の「大型古紙処理設備を使用した超下級ミックス古紙処理ライン」および大型設備の設置スペース確保が困難な日本国内向けの「中型古紙処理設備を使用した下級ミックス古紙処理ライン」、そして製紙・加工仕上げ会社から発生した循環損紙を従来から約 2 割の省エネを実現し再原料とする、昨年紙パルプ技術協会より『第 50 回佐々木賞』受賞した「FibreSolve パルパー」について紹介する。紙パルプ製造会社各社が今後構造改革を検討される際の検討材料となれば幸いである。

(本文 62 ページ)

製紙原料品質悪化に伴う原質システム改善

株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー 原質機械技術部
後藤隆徳

近年の製紙原料（古紙）事情はさらに悪化し、プラスチック系、金属片、粘着系などの様々な異物の混入率が増えており、ますます異物処理の重要性が高まっている。

こうした状況下で、今までと同じ設備・条件下で操業を続けた結果、完成製品の品質の悪化や各製紙機器の早期損耗を招いている報告が多くされるようになってきている。

効率の良い異物除去処理として早期選別・除去することが望ましい。

本稿では、パルピングから粗選テール系・精選スクリーンまでの原質工程に焦点を当て、異物の早期系外排出に大きく寄与する最新システムの一部を紹介する。ツインパルプシステムは、インテンサパルパや、デトラッシングシステムとして安定した異物の選別が可能なインテンサマックス、繊維ロスを最小限に抑えて異物を排出するスクリーンドラムで構成されている。クリーナのプロテクタシステムでは、高濃度クリーナを2段式にすることで、大小様々な重質異物除去に大きく貢献している。粗選テール系のコンビソーターでは、プラスチック系異物を極力微細化させずに系外へ排出することが可能となる。また、精選スクリーンのタンデム化を採用することにより粘着異物除去に対して非常に効果的に作用し、低級古紙を使用した場合でも、高品質の完成原料を得ることができるシステムとなっている。

今後の古紙事情の変動に対応するためにも、これらの特徴を考慮したより柔軟に操業を調整できる機能を有するシステムが重要になると思われる。

(本文 67 ページ)