

製紙技術特集 I

- 1 第 29 回製紙技術セミナー開催報告……………紙パルプ技術協会 製紙技術委員会
- 4 ヘッドボックスからフォーマの基礎, 変遷と最新技術動向……………赤澤貴志
- 14 中芯抄紙機におけるバルメット社製最新ヘッドボックスの操業経験……………埴 慧
- 18 フォーミングワイヤーの基礎と最新動向 (省エネ)……………松本知伸
- 25 脱水機器とその扱い……………今田勝之
- 29 カメラ・モニター装置と脱水エレメント製品の融合による新たなウェットエンド
セクション最適化の提案……………森谷大樹
- 35 リニアタービン真空ポンプ及び運転事例の紹介……………羅 士剛

総説・資料

- 39 MillONE による操業監視方法の変革……………長岡 礼
- 42 ウェットエンド最適化による抄紙マシンの操業性コントロール技術
— SOMAR optimal wet end management —……………大石浩之, 但木孝一
- 48 増大する難離解古紙処理への対応……………岩谷陽一郎
- 52 凝結剤を併用したハイモウェットエンドシステムの紹介……………佐藤夏彦
- 57 調成工程オンライン測定値と欠点情報の解析による欠点・断紙原因の探索
……………大高弘行, 野間美沙
- 61 特別企画 基礎講座『ISO 規格および JIS について』概要報告
- 62 第 22 回木材化学, 繊維化学, およびパルプ化学に関する国際会議 (The 22nd
International Symposium on Wood, Fiber, and Pulping Chemistry (ISWFPC))
参加報告……………横山朝哉, 小松聡浩, 秋山拓也, 松本悠佑

73 紙パルプ技術協会 第 78 回定時総会報告

- 03 会告
- 72 Coffee break
野性的勘を磨こうとして雑学が増えた話……………池田晴彦
- 88 パピルス
最近の注目特許
- 100 内外業界ニュース
- 104 特許公報
- 114 全国パルプ材価格
- 115 統計
- 117 協会だより

ヘッドボックスからフォーマの基礎，変遷と最新技術動向

バルメット株式会社 製紙技術部
赤澤貴志

抄紙機の歴史的発展に着目し，ウェットパート一特にヘッドボックスとワイヤパートの基礎と最新技術を紹介する。紙は紀元前2世紀の中国に始まり，交易を経て西欧や日本へ伝わり，18～19世紀に連続生産と高速化を可能にした長網・円網抄紙機が登場した。ヘッドボックスは開放型，密閉加圧型，ハイドロリック型へ発展し，端部流量制御や希釈水制御の導入により，繊維配向と幅方向坪量プロファイルの制御性能がアップし，紙品質は飛躍的に向上した。一方ワイヤパートは長網（フォードリニア）とツインワイヤを核に高速化や地合改善が図られ，ハイブリッドフォーマやギャップフォーマなどが開発された。上下面から同時に脱水するツインワイヤ方式は表裏差を低減し，紙品質向上に寄与する。近年は多層化を実現するレイヤリングヘッドボックスや真空アシストシュー，スリーブロールなどが登場し，省エネルギーや小スペース化を可能にしている。とりわけ最新のスリーブロール技術は真空エネルギーを大幅に削減しながら脱水性能を高め，製造コストと環境負荷の両面で大きなメリットをもたらす。先人の努力と挫折，探求心を礎とした抄紙技術の発展を知ることが，紙づくりの本質を理解することに繋がり，さらには今後の新たな展開を可能とする。

(本文4ページ)

中芯抄紙機におけるバルメット社製最新ヘッドボックスの 操業経験

レンゴー株式会社 八潮工場 製紙部 製紙第一課
堀 慧

八潮工場7号抄紙機は1991年に稼動し，中芯原紙生産の主力マシンとして操業してきた。

ヘッドボックスは1991年稼働当時から使用しており，老朽化が進んでいたことと，ファンポンプの能力不足，低坪量化による生産性悪化，ユーザーからの高い品質要求，オペレーターの働き方改革等の課題を解決すべく，更新を検討していた。

検討の結果，紙力や歩留の向上，ギャップフォーマへの改造や他の品種抄造の可能性も期待でき，投資を無駄にすることなく，数年後の動向次第でいろいろな選択肢を選ぶことが可能なことから，バルメット社製 OptiFlo Gap ヘッドボックスを採用した。

ヘッドボックスからワインダーまで改造を実施したが，今回はヘッドボックスの更新とプレスパートの一部改造について報告する。

ヘッドボックス更新後は，幅方向の絶乾坪量 R と 2σ が共に約50%の改善ができています。また配向角も改善が見られた。操業中のプロファイル調整作業やヘッドボックス清掃作業の負担も大幅に改善されている。マシン前スクリーン更新による，スクリーンローターでのパルス低減，ファンポンプ更新，アテニュエータ設置により，流れ方向での脈動が改善され，振動によるワインダーでの断紙の問題が解決した。

立ち上げ後は，さまざまなトラブルを経験し，試行錯誤しながらの操業となったが，本改造により，短い時間ではあったが2024年12月に1,200 m/分までの増速を達成した。また紙切れ削減，平均抄速4.2%向上，電力原単位2.5%改善等の効果も見られ温室効果ガスの削減にも貢献した。

1年半にわたる OptiFlo Gap ヘッドボックスの操業経験について紹介する。

(本文14ページ)

フォーミングワイヤーの基礎と最新動向（省エネ）

日本フイルコン株式会社 製紙・機能ファブリックカンパニー 技術部
松本知伸

抄紙用ワイヤーは，抄紙工程のワイヤーパートで使用される用具であり，その役割は①パルプスラリーの脱水，

②紙質の形成、③次工程への搬送の3つである。特に紙質形成に関しては、紙の品質を左右し、次工程での操作性にも影響を与える重要な役割であるため要求度は高い。現代では製紙業界における高品質、高生産性への要求が高まり、抄紙機は大型化、高速化へと発展している。抄紙ワイヤーもその要求を満たすべく、常に進化し続けている。

現代の世界情勢においては、SDGs からなる環境・経済・社会のバランスを取った持続可能な発展を目指すことが、世界共通の目標であり急務の課題として求められている。国内においても省エネ法をはじめ、エネルギーの効率的な利用、省エネ製品の普及を通じて、持続可能な生産・消費を推進することが求められている。日本はエネルギー資源を輸入に依存しており、その電力構成は化石燃料が多く、エネルギーコスト削減のほか、CO₂ 排出量削減への取り組みも求められている。紙パルプ産業は、エネルギー消費が比較的大きい分野であり、環境負荷削減のための取り組みが盛んに行われている。その中でもワイヤーパートにおける駆動電力は年間推定数百万～数億円にもなり、駆動負荷低減はエネルギーコストおよび CO₂ 排出量削減への一助になる。

当社では抄紙ワイヤーの役割を果たしつつ、駆動負荷低減に貢献するラインナップとして、N シリーズおよび eco シリーズを開発した。本稿ではプラスチックワイヤーの組織変遷に加え、最新のラインナップである N シリーズおよび eco シリーズ使用による駆動負荷低減事例を紹介する。

(本文 18 ページ)

脱水機器とその扱い

株式会社堀河製作所 製造部
今田勝之

紙を作るうえで脱水は欠かせない工程となっているが、抄紙機で脱水を行うワイヤーパートにはフォイルと呼ばれる脱水機器が数多く取り付けられている。現在、脱水機器の構成はステンレス製の本体にセラミック製のブレードが基本となっており、取り付け場所に応じ本体、ブレード共に様々な形状で目的を持った脱水を行っている。

脱水機器にステンレスやセラミックが用いられる理由として、運転時や洗浄時に使用される水や薬品に対する腐食性、抄紙機の高速化に対する摩耗性や熱衝撃性に高い耐久力を持っている事が挙げられる。

しかしながら、高耐久ゆえに実機上での長期間連続使用によるメンテナンス不良や、異常発見の遅れから突然のトラブルが発生する事も見受けられる事がある。

そこで、弊社の 50 年以上にわたる実機使用でのデータや実際のメンテナンス経験を基にした、各脱水機器の目的や管理方法、トラブル事例やその対策・対処方法を一般的な長網抄紙機を例に紹介する。

(本文 25 ページ)

カメラ・モニター装置と脱水エレメント製品の融合による 新たなウェットエンドセクション最適化の提案

アイビーエスジャパン株式会社
森谷大樹

製紙業界は外的・内的要因から多くの課題に直面しており、省エネ・省コスト化を図りながら、柔軟な体制で高品質の製品を製造しなければならない。弊社では、長網抄紙機のウェットエンドの操業効率と柔軟性の向上を支援する目的で、iTABLE[®] ウェットエンド最適化システムを長らく提供してきた。さらに iTABLE[®] システムに高速度カメラ技術を駆使したモニタリングシステム TableVision[®] を融合し、新発想のウェットエンド最適化を提案している。

iTABLE[®] が持つ可変機能付き脱水機器や自動真空制御用バルブに高速度カメラ技術を組み合わせることで、経験値に頼り判断に個人差がある確認作業をオンラインで常時数値管理できるようになる。具体的には、1) フォーミングボードのジェット着地点を計測して適切な位置の保持、2) 原料アクティビティ強度をライブカメラで数値化して可変脱水機器を調整、3) 繊維フロックサイズや表面平滑性をオンラインで確認、4) ドライラインの位置を監視して脱水機器の真空レベルを適切に制御、などの機能を有している。

この iTABLE[®] と TableVision[®] の組み合わせにより、地合改善や紙強度の向上などに向けた製造品種ごとの設定を容易に切替えることが可能になり、適切な脱水強度の管理を行うことで駆動負荷やドライヤー蒸気使用量の削減につながるなど、多くの効果が期待できる。また、これらの作業が視覚的に容易に行えることも大きな利点であるので導入のメリットは大きいものとする。

(本文 29 ページ)

リニアタービン真空ポンプ及び運転事例の紹介

億昇科技日本株式会社
羅 士剛

現在、世界中でカーボンニュートラルの取組が積極的に行われている。さらに世界の情勢不安が続き、原材料価格高騰や燃料価格高騰など様々な要因から、生産効率の向上や省エネルギーに対する要望が増し続けている。

製紙工場で電力使用量が多いのは原質工程の機器、ファンポンプ、抄紙機のドライブ装置、真空ラインなどがある。その中で真空ラインはルーツブロアやターボブロアなどの従来の機器の置き換えが進められず、省エネルギーができる機器の開発が望まれていた。

その中で日本、ドイツで研究開発が進められていたリニアモーターの技術を応用し、磁気軸受で回転するリニアタービン真空ポンプを 2018 年に中国億昇リニア技術有限公司が開発した。

磁気軸受を採用し、非接触で軸を支持するため摩擦等のエネルギーロスが非常に小さく、高速回転が可能である。また電動機と直結されることにより、ベルトや減速機のような機械損失が少なく、伝達効率も高い。また低騒音で環境負荷、作業負荷低減にも大きく貢献できるものである。

中国の製紙工場では数多く導入が進んでいる中で、日本の製紙工場でもリニアタービン真空ポンプの導入が進むことにより、省エネルギーに貢献できる機器である。

(本文 35 ページ)

MillONE による操業監視方法の変革

株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー デジタルグループ
長岡 礼

大手製紙業のお客様の工場では、最大の操業効率を保つために 24 時間操業を行っている。24 時間操業を続けるためには多くの必要事項があるが、そのうちの 하나가操業員が簡易に操業状況を確認でき詳細な操作ができる操業画面 (GUI) の構築である。

優れた GUI は操作が直感的で、作業者が迅速に必要な情報を取得できるようになり作業効率が向上し、操業データに基づいた意思決定をするための時間を生むことになる。また GUI の使いやすさは操業員の作業満足度に直結する。

Voith paper ではこの GUI の品質と操業効率に注目し MillONE という GUI ソフトウェアの販売 / 開発を進めている。本ソフトウェアの特徴と使用のメリットについて記す。

(本文 39 ページ)

ウェットエンド最適化による抄紙マシンの操業性コントロール技術 —SOMAR optimal wet end management—

ソマル株式会社 技術本部 技術開発部
大石浩之、但木孝一

近年の抄紙マシンでは原料の品質低下や系内のクローズド化により、粘着性物質やスライム、スケール等の複合的な要因により欠陥や断紙が発生して操業性が低下しているケースが多く、複合的な要因に対応可能な薬品の開発が求められている。これらの課題解決に対応すべく多機能凝結剤「リアライザー A シリーズ」や高機能歩留

り剤「リアライザー R シリーズ」の開発を進めているが、弊社独自の新しいポリマー設計技術である「リアクティブポリマー」を導入することで更なる薬剤効果の向上に繋がっている。今回は、「リアクティブポリマーテクノロジー」を導入した「リアライザー A シリーズ」「リアライザー R シリーズ」による操業性改善例について報告する。

多機能凝結剤「リアライザー A シリーズ」は、紙面欠陥対策に有効な凝結剤であり、ピッチ成分や各内添薬品をパルプ繊維へ定着させることにより、系外へ排出して欠陥発生要因を効率良く取り除くことが可能である。特に、「リアクティブポリマーテクノロジー」を導入した「リアライザー A1800」は、高分散性であるため系内に素早く作用して効果を発揮することが出来る。

高機能歩留り剤「リアライザー R シリーズ」は灰分歩留り向上や濾水性向上に有効な歩留り剤である。「リアクティブポリマーテクノロジー」を導入した「リアライザー R250」は、系内に素早く分散して細かく密なフロックを形成して地合いを改善し、また紙力剤の定着性も向上させて紙力を高めることで断紙の発生リスクを低減することが出来る高機能歩留り剤である。

今後も抄紙マシンの操業性改善に繋がるように更なる新技術の開発に取り組んでいきたい。

(本文 42 ページ)

増大する難離解古紙処理への対応

相川鉄工株式会社 プラント事業部
岩谷陽一郎

これまでは再利用が難しく、一般廃棄物として焼却処理されていたような耐水性・難離解性の高い古紙や損紙についても、今後はより製紙原料として繊維回収していく必要性が高まると考えている。

そこで本稿では、そのような難離解性古紙の効率的・安定的な処理をテーマに、古紙の種別ごとの推奨フロー・弊社機器について紹介する。

離解性を高める為には、大きく 2 つの手段がある。1 つ目はパルパー行程前の乾式破碎。2 つ目がパルパー行程後の高速離解機による未離解片の処理である。それぞれ、代表的な弊社機器を紹介する。

また、実際の未離解古紙処理フロー案を、ラミネート付着の有無で分けていくつか紹介する。それぞれにメリット・デメリットがある為、実際の古紙原料による試験を実施し、最適な処理方法を提案する。

今後も、特殊機能を付加した製品、特殊用途に使用される紙製品は、増加・多種多様化が進められていくと考える。しかしながら、それら特殊製品のリサイクルの際には、従来の古紙処理設備では対応できないケースも増えて来ている。弊社の提供する機器や関連技術にて、課題解決のお役に立てる様、引き続き努力していく。

(本文 48 ページ)

凝結剤を併用したハイモウェットエンドシステムの紹介

ハイモ株式会社 機能化学品開発グループ
佐藤夏彦

近年では循環型社会の形成・SDGs の観点から低品質古紙の有効利用が進んでいる。また環境負荷低減のため抄紙系内のクローズド化も進んでいる。特に低品質古紙の場合、原料に含まれる樹脂や古紙由来からのホットメルト樹脂・粘着テープ等の粘着成分が多くこれらはピッチ・アニオントラッシュとなり欠点・欠陥を引き起こし操業性に影響を与える傾向にある。また抄紙系内のクローズド化はピッチ・アニオントラッシュの粗大化を促進し、ピッチトラブルをより引き起こす。

弊社では、ピッチトラブル防止には特徴のある凝結剤を使用することにより、電荷中和及びピッチ自体の粘着性を封鎖させピッチ同士の疎水性相互作用を防ぎ、粗大化させず紙に問題とならない程度の大きさにて抄き込むことが肝要と考えている。紙欠陥を解析すると板紙においてもピッチを主体とした粘着成分の他に炭酸カルシウム等含む複合物であることが多い。故にピッチや炭酸カルシウム等が抄紙系内を何度も循環させないことも重要

であり、凝結剤と共に歩留濾水剤を使用するウェットエンドシステムを推奨している。

特徴のある凝結剤として NR シリーズの NR-883 は構造・カチオン度に特徴を持つため疎水性ピッチと相性が良く特異的な効果を発揮する。また MT シリーズは強力カチオンであると同時に分子量分布に特徴があり特異的な効果を発揮する。

本発表では特徴のある凝結剤の紹介と共に、弊社凝結剤を使用した現場事例、凝結剤と歩留剤の併用処方による粘着物低減事例を紹介する。

製紙工程用薬品である凝結剤・歩留剤・濾水剤は纏めて言うのであれば「操業性改善」に貢献する薬品であり「系内清澄化：系内クリーン化」が図れるように今後も鋭意開発を行う。

(本文 52 ページ)

調成工程オンライン測定値と欠点情報の解析による 欠点・断紙原因の探索

株式会社メンテック富士事業所 技術部 開発生産技術二課
大高弘行、野間美沙

古紙を主原料とする板紙マシンにおいて、欠点・断紙は最大の課題であり、抄紙工程の汚れを制御して生産性を上げることは抄紙現場における重要な課題である。この課題に対して、当社は AI を用いた欠点画像自動分類システム SmartPapyrus[®] 1.0 を開発した。SmartPapyrus[®] 1.0 は各種欠点の発生頻度や、推移、発生場所、欠点对策効果などを定量的に評価し、欠点对策の有効性や発生源の推定を行うことができるシステムである。さらに、現在当社では、SmartPapyrus[®] 1.0 の分類情報を活用し、より精度の高い欠点对策を行うために、原料状態をモニタリングし、そのモニタリング情報と欠点種の発生状況の相関解析を行っている。

本講演では、SmartPapyrus[®] 1.0 により分類された一部の欠点種の発生傾向と、白水 SS (Suspended Solid, 浮遊物質濃度 mg/L) の推移に相関がみられた事例を紹介する。また、内添試薬にてこの白水 SS を改善させたことで欠点の減少が確認された事例についても紹介する。

欠点分類情報と原料や操業データなどの解析を進めることで、欠点・断紙の発生原因を確度高く推定し、薬品添加の調整・切り替えなどの対策につなげることができるとともに、将来的には欠点・断紙の発生を予兆し未然に防止することも可能であると考えている。

(本文 57 ページ)