

古紙処理工程フロー見直しによる省エネ

日本製紙株式会社 関東工場 草加製造部製造課
山田昭一郎

日本製紙(株)関東工場草加は日本製紙グループの板紙工場として段ボール原紙をはじめとする産業用板紙を生産している。全抄紙機は3台であり、それに伴う古紙処理工程は9系統を有している。

今回、フロー見直しをおこなった工程は2号抄紙機系古紙処理設備の3系統となるが、改造点としては、近年、板紙古紙処理設備では一般的となってきたバルパーエキストラクションプレート孔径の小径化による粗選1次スクリーンの停止や精選2次スクリーンの直列二重化により設備を停止したフロー見直しについて、省エネを図った事例を紹介する。
(本文1ページ)

東海工場における省エネルギーの取り組み

王子エフテックス株式会社 技術本部技術部
加藤拓也

再生可能エネルギーの重要性が高まるなか、王子グループでもバイオマス発電、水力発電の利用を積極的に進めている。製紙工場はエネルギー多消費型産業であり、依然としてLNG等の購入燃料、購入電力も多く、エネルギー費が収益に大きな影響を与えていることから、効果の発現が早い省エネ案件の抽出と実施が求められている。王子エフテックス各工場でも省エネ目標を「生産計画に基づくエネルギー使用量見込みに対し1.5%削減」と設定し、省エネ活動に取り組んでいるが、新規省エネ案件の発掘に苦慮している。

東海工場では、誘導電動機の消費電力削減に特化した省エネ機器「シガセイバー」を設置し、省エネ効果検証を行った。

本稿では、省エネ案件の実例として「シガセイバーによる省エネ」について紹介している。「シガセイバー」の省エネ効果検証を行った結果、当初10%前後の電力削減効果を見込んでいたが、結果は0.7~2.9%削減と期待していた効果を得るまでには至っていない。

今回の検証結果を基に更なる改良を行うことによって、世の中で幅広く利用されている誘導電動機の使用電力量削減に大きく貢献できる機器になるものとする。
(本文6ページ)

熱回収ソリューション『水熱利用システム』による 省エネ検討プロセスと導入事例

オルガノ株式会社 ソリューション技術部
田熊康秀, 田村 翔

年々ニーズが高まる省エネ対策において『熱』は重要な要素である。当社では様々な業種の工場を顧客に持っているが、ほぼ全ての工場において排水や冷却水、地下水等が持つ『水の熱』が有効利用されことなく捨てられている点に着目した。そしてその『水の熱』を回収利用する熱回収ソリューション『水熱利用システム』を提案している。水熱利用システムは、ヒートポンプ技術や独自のシステム検討ツールにより、従来とは視点を変えた熱回収システムを構築することで、行き詰まり感のある工場の熱利用に係わる省エネを更に進めることが可能である。

水熱利用システムは、①低温側から高温側への熱移動、②高効率熱源機、③温・冷水同時供給という3つのポイントにより従来とは異なる熱回収利用を行う。また、熱回収システムの導入で最も大切なプロセスである、工場内の〔熱回収〕と〔熱利用〕ポイントの検討では、『熱マップ』等の当社独自ツールを用いて、省エネ効果が最大限発揮できるシステムを構築することが可能である。

これまでの納入実績におけるエネルギーとCO₂排出量の平均削減率は、エネルギー使用量52%（原油換算）、CO₂排出量53%となっており、大きな削減効果を実現している。
(本文11ページ)

8号抄紙機の省エネの取り組み

レンゴー株式会社 尼崎工場 製紙部 製紙課
西向裕相

レンゴー(株)ではCO₂排出量を2020年までに1990年度比で32%削減することを目標にしている。尼崎工場では、大型設備導入による省エネと並行して、小集団サークル活動を通じて、細かな省エネ事例を積み重ねている。本報告では、8号抄紙機において実施した蒸気使用量の削減事例を3つ紹介する。1つはサイズプレス周辺オープンフードのパネル設置による湿紙温度低減防止。2つ目はタービュレーターバー位置調整による水分プロファイルの改善と水分プロファイラーの出力低減。3つ目はドレンタンクフラッシュ蒸気の蒸気ヒーターでの再利用である。

(本文 17 ページ)

石炭焚火力の木質バイオマス高比率混焼による CO₂ 低減対策技術動向

株式会社 IHI 資源・エネルギー・環境事業領域 ボイラ SBU 保守技術部
福島 仁
同 資源・エネルギー・環境事業領域 事業開発部
田村雅人
同 資源・エネルギー・環境事業領域 環境対応事業推進グループ
河西英一
同 技術開発本部 化学システム開発部
上野俊一朗
同 技術開発本部 材料研究部
松永康夫

2020年以降の国際的な削減枠組みとなるパリ協定が、2015年の12月に採択され、日本政府が2030年度の温室効果ガスを2013年度比26%削減するという目標達成に向けて動き出している。例えば省エネ法の改正による各火力への効率目標設定であり、木質バイオマス混焼は、石炭焚火力の効率改善にカウントができる有効な低炭素化技術である。現在ようやく木質バイオマスを30 cal%混焼する石炭焚火力が商用運転に入った。本論文では、その高比率混焼を可能にした技術や事前に確認された実証試験の内容を紹介する。実証試験は、新日鐵住金株式会社釜石製鐵所殿の石炭焚設備で木質ペレット25 cal%の高比率混焼を実施し、安定した運転を確認。ボイラ内では付着灰を採取して分析を行い、模擬灰を調整して腐食試験を行った。ボイラ伝熱管の灰による腐食は、長期運用で明らかになることではあるが、石炭灰腐食を定量化した手法を使い現段階での評価をした。その結果、石炭専焼時と比較して木質バイオマス混焼による腐食量の差は小さく、実用上問題は無いと判断された。以上から石炭焚火力のCO₂低減対策技術として、木質バイオマス混焼は有効な技術と考えられ、特に高比率混焼に対応できる木質ペレットの国内流通拡大が、今後は待たれると考える。

(本文 20 ページ)

表面改質パルプの紙質特性 —TEMPO 酸化パルプ / 脂肪族アミン塩—

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 紙パルプ革新センター
小林由典, 野一色泰友, 山本 学

近年、TEMPO (2,2,6,6-テトラメチルピペリジン-1-オキシル) を触媒としたセルロースの1級水酸基の酸化方法が開発されている。パルプにTEMPO触媒酸化を施した場合、パルプの繊維形態を維持したまま、カチオン性薬品の定着サイトとなるカルボキシ基を導入することができるため、TEMPO酸化パルプを使用することで、紙独特のテクスチャーを有する新たな機能性紙の開発に繋がる可能性がある。本検討では対イオンを交換した表面改質パルプに関する基礎的な知見を得るため、TEMPO触媒酸化パルプのカルボキシ基の対イオンを炭素数が異なる第1級アミン、第2級アミン、第3級アミンに交換し、これらのパルプから作製した紙の特性を検

討した。FT-IR の測定結果から、炭素数 18 以下の第 1 級アミンであれば、パルプ表面の大部分のカルボキシ基と塩を形成することができた。第 2 級アミン、第 3 級アミンでもアミン塩を形成したが、第 2 級アミン、第 3 級アミンの順で、アミン塩を形成するカルボキシ基の量が減少した。アルキル鎖の長い第 1 級アミンを使用するほどサイズ度は良好であったが、紙力が低下する傾向であった。他方で、カルボキシ基の多い TEMPO 酸化パルプを使用するとアルキル鎖の短いアミンを添加した場合でも高いサイズ性が発現し、TOP-B にオクチルアミン (C8) を添加した場合、高い強度を維持したままサイズ度が高い紙を作製することができた。

(本文 27 ページ)

産業植林における精密林業技術の開発

日本製紙株式会社 基盤技術研究所
 岩田英治, 陶山健一郎, 浦田信明, 中浜克彦
 日本製紙株式会社 技術企画部
 南藤和也
 Amapa Florestal e Celulose S.A.
 新屋智崇
 秋田十條化成株式会社
 河岡明義
 東京農工大学
 澁澤 栄, 小平正和
 千葉大学
 加藤 顕
 農研機構 北海道農業研究センター
 小花和宏之

地球温暖化防止や資源の有効活用による循環型社会の構築には温室効果ガスの排出抑制が重要となる。さらに、化石資源への依存脱却を目指すためには、バイオマスの利用促進等が有力な手段と考えられる。しかし、産業的にバイオマスを利用拡大するためには、原材料の低コスト化が必須である。そのためには、単位面積あたりから得られるバイオマス生産量の増加が課題となる。

当社は、国立大学法人東京農工大学、国立大学法人千葉大学と共同で国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) のプロジェクトに参画し、当社がブラジル北部に保有するユーカリ植林地を対象として、植林木の単位面積あたりのセルロース量を飛躍的に増大させる精密林業技術の開発を行った。これを実現するために、具体的には、植栽地選択や施業の最適化を可能とする土壌センシング技術を開発した。また、DNA マーカー育種技術により優良候補木 (精英樹) を複数個体選抜する技術を開発した。これら技術を組み合わせることにより単位面積あたりのバイオマス生産は飛躍的に増大することが期待される。また、リモートセンシング技術により効率的にモニタリングすることで、広大な植林地を精密に管理することが可能になった。

(本文 33 ページ)

バルメット・サービスの一環としての インダストリアル・インターネット

バルメットオートメーション Inc.
 ヤリ アルミ, ヨハンナ ニューカム
 バルメット株式会社 製紙技術部
 金江正浩

バルメット社はインダストリアル・インターネットによるこれまで蓄積してきた顧客の操業データに基づくサービスを提供しており、顧客システムの操業性、品質の改善及びコストの削減を実現している。

1960 年代に自動化ソリューションを市場に送り出し、1980 年代には、分散制御及び監視システムの提供を始め、1990 年代より、生産プロセスに高度な機能と情報を活用したソリューションの提供を行っている。2000 年初頭には、トラブルシューティングと予防保全支援のため、365 日 24 時間対応のリモートサービスを開始した。

2010年以降、バルメット社の情報サービスとリモート分析サービスは、顧客システムの生産性、製品品質、材料効率を向上させてきた。

将来、プロセスの信頼性とパフォーマンスを改善するために予知保全のソリューションとサービスが一層強化されることになる。拡張現実と複合現実を混在させた新技術の利用により、新たな専門的な応用を促進し、サプライヤーの専門家と工場の生産・保守担当者とをバーチャル技術で結び付け、関係を強固にする。分析技術の発達により、パルプ、紙およびエネルギープロセスを最適化できるように結果をシミュレートして予測するデータ強化を図った最新分析技術によって、従来式データ報告、質問、訓練、および警報機能が一層強化されている。最終的には、規範的な人工知能の分析技術が工場の担当者による判断と決定を支援することになるであろう。

(本文 39 ページ)

排水用オンライン TOC 計 (バイオテクター 7000) の紹介 —塩類や懸濁物を多量に含む試料に強いオンライン TOC 計—

株式会社三菱ケミカルアナリテック 営業推進部
赤坂秀市

近年、工場排水の異常値監視にオンライン TOC 計が多く使われている。しかしながら、その多くは燃焼式の TOC 計であり、塩類の影響や懸濁物の影響からメンテナンス頻度や部品交換などで苦労している例が多く見られる。

本報告では湿式法で且つ、常温で有機物が効率良く分解できるバイオテクター社が開発した TOC 計を紹介する。特長として、酸化剤にオゾンを使った二段階での分解によって燃焼式と同等の酸化効率を得ている事。サンプリング配管が太い (内径 2 φ以上) ため、試料による詰りが無い事が挙げられる。更に、オゾン酸化剤に使う湿式法であることから、塩類の影響を受けない為、工場排水などの測定に適している。(本文 43 ページ)

製紙工程におけるビッグデータマネジメント —dataPARC によるデータ主導型製紙工程の将来像—

キャップストーンテクノロジー
マーク・コーヴィ、イアン・パドレー
スペクトリス株式会社 BTG 事業部
西野優治、長谷川正司

製紙工程における主な目標は、費用効果の高い方法で、顧客が望む特徴や特性を有する紙シートを生産することである。目標が達成された時、その工程の条件、つまり、どの処方や製法で成果を上げたのかを知ることが最も重要であり、その結果、この手法を繰り返すことができる。また、工程で混乱や変動が発生した場合、問題の原因を知る必要がある。成功を繰り返したり、問題から学び、継続的な改善に努めたりするために、データが活用される。工程データの管理は、以下の 3 項目に分類できる。

1. データ取得—センサー /DCS またはラボ機器または技術者によるデータの生成
2. データ保管—今後の使用のために何らかの形でのデータの保管
3. データ変換、分析、可視化—過去のデータの検索と活用、今後のアクションに関する決定

本報では、製紙業界での手作業によるデータの記録シートから現代の高頻度データのデジタル化までのデータの取得、保管および分析の履歴、そして現在のデータヒストリアンの広範囲の利用について概説している。

また BTG / Capstone の dataPARC の管理ツールである "PARCview および PARCgraphics" によるコスト管理、中心線での基準値管理、トラブルシューティングのためのデータ分析プラットフォームの使用、高度な統計手法、データの可視化、ソフトセンサーとモデル予測制御 (MPC) の傾向について、更にインダストリー 4.0 や産業用インターネットの適用 (IIoT) などの先駆けとなる、データ主導型製紙工程の未来に関する展望について説明する。

(本文 46 ページ)

プルサー社 / 川之江造機の最新家庭紙 コンバーティングライン技術の紹介 —コンバーティングラインの構成と管理における新しいトレンド—

プルサー社
マッシモ フランザロリ
川之江造機株式会社 営業課
大西雅也

2017年7月より川之江造機はイタリア・プルサー社と日本市場に於いて協力関係を締結し、プルサー社の特徴ある製品や優れた技術力を国内の御客様にご紹介、販売協力することになった。プルサー社の数ある製品の中でも特に、①製品品質検査機、②家庭紙製造ラインのコンベア搬送システム、③家庭紙製造ラインの性能評価検証ソフトウェアは国内の家庭紙製造メーカーにとって非常に有効で魅力ある商品である。

特に、これまで世界的にみても有効な設備の無かった製品品質検査機（未包装のロール及び包装製品）は、プルサー社の優れた光学技術を駆使し、イタリアを始めヨーロッパ各国の有力家庭紙製造メーカーがその有効性を認め、採用を始めている。日本国内に於いても昨年より1社が採用し、現在では検品作業を人間から当該検査機による無人化に移行している。

プルサー社は家庭紙製品の搬送システムに於いては、ヨーロッパを中心に多数の納入実績があり、プラント全体のレイアウトエンジニアリングやコンサルティングをひとつのビジネスの柱とするエンジニア集団でもある。

また、加工ラインを構成する機器の製作はもとより、独自開発のプラントレイアウトシュミレータを駆使し、コンピュータ上に完璧なバーチャル生産ラインを作成し、設備の機能と生産性を分析できる技術力を持っている事が大きな特徴のひとつである。

今回のプルサー社との協力に於いて、弊社が持つ家庭紙加工設備と連携することにより、御客様に対しより幅広い御提案が可能となり、今まで以上に有益なソリューションを提供する事が可能となると考えている。

(本文 53 ページ)

シリーズ

日本における社会・経済の変化と製紙産業の技術対応

第1部：戦後の日本経済の発展の中での紙パ産業

飯田清昭

例えば、紙・板紙の消費量を年次に対して対数でグラフ化すると、その年の勾配がその年の変化率となる。1950年からの紙・板紙の消費量の変化を調べると、1970-1975年を境に年当たり増加率が13.2%から3.8%に激減、さらに1995-2000年からマイナス0.9%となっている。これらの時期に、日本のGDP（名目）の年当たり変化率も14.5%増から8.6%増、さらに0.0%と変化しており、社会・経済がこれらの二つの時期に大きく変わったと理解され、製紙産業の生産活動もそれに大きく影響されたことになる。

製紙産業の日本経済の中での立ち位置は、1960年で製造業の約3%を占め、以後漸減気味であるが、その位置を保っている。これは、浮き沈みの激しい他産業に比して特異的である。また、長年にわたって、輸入、輸出ともに10%以下で、輸出をしない代わりに、輸入紙圧力に対し内需を保ち続けたことになる。

日本の社会・経済が先の二つの時期に大きく変化する中で、製紙産業がその地位を保ち続けることができたことには技術的な対応が寄与したと考える。その歴史を次号から追いかけてみる。

(本文 65 ページ)

総合報文

カラー印刷に適した高白色度・高不透明度の中性新聞用紙

紙パルプ技術協会
宮西孝則

著者らは日本製紙の研究所においてウェットエンド科学の基礎的な実験を行って知見を蓄積し、製紙工場の大型ツインワイヤー抄紙機（年産 10 万トン）を用いて第一回実機テスト（12 時間）を実施し、オンサイト PCC（沈降性軽質炭酸カルシウム）を高配合した中性新聞用紙が技術的に製造可能であることを示した。しかし印刷所において紙粉トラブル（リンティング）が発生し実用化には至らなかった。そこで研究所にてプレューフパウ印刷テスト及び電子線マイクロアナライザー（EPMA）と電子顕微鏡（SEM）による観察を行ってリンティングと紙層構造を調べた。その結果、抄紙機ワイヤー上の紙層形成過程において、PCC 粒子が機械的な濾過作用により紙の表層に不均一に留まり、それが印刷工程で剥離して紙粉トラブルを起こしたと推定された。

次にラボ実験にて対策を検討し、第二回実機テスト（23 時間）に踏み切った。オンラインゼータ電位測定装置で連続的に抄紙機のヘッドボックス原料を測定し、ゼータ電位を高分子歩留剤の効果が発揮できる範囲にコントロールした。ヘッドボックス pH は 7.5~8.0 の範囲で安定し、機械パルプのアルカリ焼けによる白色度低下、断紙、発泡、ピッチトラブルなどは発生せず操業は順調であった。歩留り剤の効果により微細繊維と PCC のファーストパスリテンションが向上し、紙の表裏差と印刷所でのリンティングは解消し、地合いが良く、インキ転移、裏抜けなどの印刷品質に優れた、高白色度で高不透明度のカラー印刷に適した中性新聞用紙を開発した。

得られた知見を他の抄紙機にも適用し、あらゆる種類の印刷・出版用紙（上質紙、中質紙、塗工用紙、情報用紙）を生産する日本製紙石巻工場を完全中性化し、安価で高白色度のオンサイト PCC を配合してパルプと高価な填料を減配し大幅なコストダウンを達成した。

このようにウェットエンド科学を用いた解析技術は、紙の抄造の基盤技術として多くの製紙工場で幅広く活用されている。紙パルプ技術協会は次世代に紙パルプ製造技術を継承するためシニア世代の会員に紙パ技協誌への報文投稿を呼びかけている。本報告がその一助になれば幸いである。（本文 74 ページ）

技術報文

オフィス製紙機を実現する乾式古紙再生技術の開発

セイコーエプソン株式会社 PL 事業推進部
中村昌英

現状、古紙は製紙会社へ輸送されリサイクルが行われ、新たな紙として市場へと戻ってくる。この「大きなサイクル」に対して、使用済みの紙から手元で新たな紙をつくる「小さなサイクル」を実現する乾式オフィス製紙機を製品化した。その根幹となる乾式古紙再生技術を新規に開発したので報告する。

紙を使ったコミュニケーションは読みやすい、理解しやすいなどの利点を有し、オフィスにおいても多くの紙が使用されているが、オフィス文書、特に機密文書はリサイクル率が低い。これは機密情報の抹消とリサイクルの双方を満たすことが必要なためであり、例えば、シュレッダーは処理後のかさが大きくなり製紙会社への輸送に適さない。また、機密文書を入れた段ボールごと製紙会社へ輸送する直接溶解処理は輸送中の機密漏えいリスクとなる。乾式オフィス製紙機は、機密文書を外部に持ち出さずにユーザーの手元で機密抹消とリサイクルの双方を実現する。

オフィス製紙機として小型・省電力・オンデマンド再生を実現するために、排水処理と乾燥エネルギーが必要で水への離解に時間を要する既存の湿式技術に代わり、新規に乾式による再生技術を開発した。開発技術は、衝撃力を使って古紙を単独のパルプ繊維に分解する「繊維化技術」、分解されたパルプ繊維を気中に分散させてベルト上に降り積もらせて再び均一なシート状に形成する「シート化技術」、シートを高圧で圧縮し新規に開発した結合剤によりパルプ繊維同士を結合する「結合・成形技術」からなる。また、必要な厚みと色の紙をオンデマンドで製紙できることでオフィス製紙機としての利便性が向上すると考え、ユーザーの選択で自由な坪量と色を設定し再生する技術を盛り込んだ。（本文 91 ページ）