

省エネルギーⅡ・カーボンニュートラル特集

- 1 熊谷工場における省エネルギーと省CO₂の取り組み……………宮崎達弥
- 6 中国／江門星輝造紙におけるリニア式タービン真空ポンプの導入……………藤田範之
- 12 コンプレッサー設備の省エネルギー……………藤田祐章
- 18 高効率モーター採用による省エネ事例……………太田島博臣
- 22 川内工場における抄紙工程の省エネ事例……………岩尾優希
- 26 卸電力市場活用によるコストダウン・需要最適化取組みのご紹介……………八木賢治郎
- 31 カーボンニュートラル社会の実現に向けたライムキルン向けガス燃焼技術の開発……………井上仁司

総説・資料

- 35 クラフトパルプにおける省エネルギーと操業改善事例
—黒液が関与する工程に着目したアプローチ—……………和田 敏

シリーズ：大学・ 官公庁研究機関の 研究室紹介(157)

- 40 長岡技術科学大学 技学研究院 物質生物系 微生物代謝工学研究室

- 03 会告
- 42 パピルス
最近の注目特許
- 48 内外業界ニュース
- 51 特許公報
- 58 全国パルプ材価格
- 59 統計
- 61 協会だより

熊谷工場における省エネルギーと省 CO₂ の取り組み

リンテック株式会社 熊谷工場 工務部 原動課
宮崎達弥

地球温暖化対策の具体的な活動が各国に求められている。日本政府は「2030 年までに 2013 年度比で温室効果ガスの排出量 46%削減を目指す」という方針を出している。企業に対しても CO₂ 削減努力を強く期待しており、地球規模の課題である気候変動問題の解決に向けて取り組んできた。

リンテックグループでは、長期ビジョン「LSV 2030」の重点テーマの一つに「社会的課題の解決」を掲げ、環境への取り組みを全社一丸となって進めている。「2050 年までにカーボンニュートラルを実現」を目指した CO₂ 排出量削減対策に取り組んでいる。

熊谷工場では CO₂ 排出量削減の取り組みの一つとしてクリーンルーム空調の戻り冷水から廃熱を回収し、乾燥設備の予熱を行う水熱利用装置の導入や 1,900 kW 級コージェネレーションシステム（以下 CGS）の導入、ボイラーの最適運転を実践してきた。

1,900 kW 級 CGS の導入において、廃熱を蒸気発生として直接利用でき総合効率がよく、省エネ省 CO₂ 効果が優れているガスタービン CGS を採用した。また、エネルギーサービス契約を活用することで初期投資をゼロにすることができ、運用面では定期整備や故障対応も円滑な体制が取れている。

ボイラーの最適運転においては、捨てられる紙屑由来の固形燃料を使っている焼却炉ボイラーを高負荷で運転させることで貫流ボイラーの燃料削減といった省エネに繋がった。2023 年 1 月には超高効率貫流ボイラーを導入し優先稼働させることでさらに燃料の削減ができた。

本稿では、水熱利用装置とエネルギーサービス契約によるガスタービン CGS 導入効果及びボイラーの最適運転による省エネ・省 CO₂ 事例を紹介する。

（本文 1 ページ）

中国／江門星輝造紙におけるリニア式タービン真空ポンプの導入

北越コーポレーション株式会社 関東工場 勝田工務部 施設課
藤田範之

中国／江門星輝造紙有限公司では工場コスト改善や国の施策への対応もあり、省エネルギーは継続的に取り組んできた重要なテーマである。当工場ではワイヤー・プレス真空脱水用として水封式真空ポンプを 9 台使用していたが、これらを効率が優れるリニア式タービン真空ポンプ 4 台に集約することで、748 kW の電力削減を達成することができた。

リニア式タービン真空ポンプの特徴として、磁気軸受を採用し非接触で軸を支持するため、回転時の抵抗（損失）が非常に小さく、高速回転が可能である。電動機は回転子に永久磁石を採用し、ベクトル制御インバーター駆動とすることで、最大効率は 97%以上を達成している。また、ポンプのインペラーは三次元流体解析による高効率設計がなされており、さらに電動機と直結されることにより増速機が不要で高速回転が可能となり、伝達効率も高くなっている。

真空ポンプ・電動機共に非常にコンパクトであり、増速機や潤滑ユニットが不要で、汽水分離器を含めても装置全体のスペースユーティリティに優れるため、既存設備への導入が容易である。また、軸受の定期交換や日常の油脂管理が不要で、メンテナンスの省力化が期待できる。中国では採用実績が着実に伸びてきており、装置の省エネルギー性と信頼性への裏付けと考える。

（本文 6 ページ）

コンプレッサー設備の省エネルギー

株式会社 IHI 回転機械エンジニアリング 技術センター 圧縮機設計部
藤田祐章

産業分野では、利便性の高い動力源として圧縮空気が幅広く使用されている。

その圧縮空気を生み出すものがコンプレッサー設備であるが、CO₂ 排出量削減や電気料金高騰において、運用するユーザーのニーズや悩みは多岐にわたる。

圧縮空気使用量のトレンドは常に変動し、適正な機種や台数での運用が出来ずに原単位（単位空気量当たりの消費電力）が悪化する時間帯があるケースが非常に多い。このことからコンプレッサー設備は、どのようなトレンド状況でも原単位が悪化しない（変わらない）設備が「究極の省エネ設備」であり理想的である。

ただし刻々と変化する圧縮空気使用量トレンドに対して1日中または年間を通して同じような原単位で運用することは現実的に不可能であるが、「究極の省エネ設備」に近づけることは可能である。

まずトレンド解析によりコンプレッサーの稼働状況を知り、コンプレッサーの特性を活かして運用できているかの確認が重要なポイントであるが、台数制御、配管設備、エア漏れ、メンテナンス状況などを調査する広い視野での計画を推奨。そこには改善のヒントが必ず隠れている。

（本文 12 ページ）

高効率モーター採用による省エネ事例

王子エフテックス株式会社 東海工場 施設動力部
太田島博臣

王子グループでは、2020 年 9 月に 2030 年度を目標達成年度とする「環境行動計画 2030」と、30 年後の長期ビジョンである「環境ビジョン 2050」を策定した。

東海工場においても、目標達成に向けエネルギー消費原単位を5年間平均で年1%以上削減することを目標にエネルギー効率の向上に取り組んでいるが、近年は省エネルギー効果が大きい案件の発掘には至らず、細かな案件を多数実施する活動が続いていた。

その中でモーター効率改善による省エネルギーを検討、製造ラインに清水を供給しているポンプのモーター（AC 220 V 30 kW）1 台を永久磁石型同期モーター（PM モーター）に置き換えた場合の試算を行った結果、一定の投資効果が見込めることから PM モーター採用を決定した。併せて、PM モーター置き換えによるインバーター駆動に伴い、従来のポンプ出口バルブ開度 80%固定運転から、運転周波数調整を行い、さらなる省エネルギーを図ることとした。

PM モーター置き換え前の試算では 2.2 kW の削減効果を見込んでいたが、置き換え後の結果では 2.9 kW 下がり、また、運転周波数調整では 4.0 kW の削減効果の見込に対し、結果は 5.3 kW の省エネルギー効果が確認でき、どちらも見込みを上回る結果となった。

本事例では PM モーター置き換えによる効率向上分に加え、従来の誘導モーター効率が見込みよりも低かったため、実際はさらに軸動力が下がり、全体として見込みの効果を上回ったと考察する。

今回の結果により、現在、同様の清水給水ポンプを3台追加で PM モーターに置き換える計画を進めている。今後は高効率ポンプ導入の検討も行い、更なる省エネルギー活動に努めていきたい。

（本文 18 ページ）

川内工場における抄紙工程の省エネ事例

中越パルプ工業株式会社 川内工 抄紙部
岩尾優希

現在世界中でカーボンニュートラルの取り組みが積極的に行われており、当工場でも省エネ活動については長年に亘り取り組んでいる。時代の流れは品質要望にも表れ、抄紙工程の操業にも変化が求められている。

長年当たり前となっていた操業形態については、固定概念にとらわれず品質面を重視しながら省エネの検証を行った。検証項目は、カンバスドライヤーの蒸気を止めバイパスした事例、クーチルーツ及び1次クリーナーナッシュポンプを停止した事例により省電力及び省蒸気を達成している。また省エネに寄与する抄紙用具を進取果敢に取り入れ、ワイヤーによる駆動負荷低減を図った結果、省電力を達成している。

本稿では当工場の抄紙工程で実施してきた省エネ事例を紹介する。

① プレドライヤーの6本のカンバスドライヤーの蒸気を止め、カンバスランをバイパスすることで電力 30.0 kW 及び蒸気 12,966 t/年の削減となった。

② ワイヤー・プレスパートの真空系統を連結することによりクーチルーツを停止することで電力 88.8 kW の削減となった。

③ 他抄紙機での実績を活かし、1次クリーナーナッシュポンプを停止することで電力 19.9 kW の削減及び 393,120 m³/年の節水となった。

④ 日本フィルコン株式会社製の省エネワイヤー eco シリーズを採用し、ワイヤーパートの駆動負荷低減を図り、電力 11.2 ～ 14.9 kW の削減となった。他抄紙機においても省エネワイヤーの使用を検討中である。

(本文 22 ページ)

卸電力市場活用によるコストダウン・需要最適化取組みのご紹介

特種東海製紙株式会社 資源再活用本部 事業開発部
八木賢治郎

近年、夏・冬に電力需給がひっ迫して節電要請が出される一方、太陽光発電拡大に伴って春・秋の休日昼間などに出力抑制が行われている。需給を反映して、卸電力市場は 0.01 ～ 200 円 /kWh と大幅な価格変動を示している。

このような背景を元に、特種東海製紙(株)三島工場では卸電力市場に参加して、市場価格・電力需給状況に応じた自家発電設備の運転調整を開始した。安値買電・高値売電によるコストダウンを実現するとともに、上げ DR (ディマンドリスポンス)・下げ DR による「電気の需要の最適化」を実現している。再エネ拡大に伴って世界的にも課題とされているダックカーブ現象の解消にも貢献する取組みと考えられる。

本取組実施にあたっては、工場のエネルギーシステムをモデル化した数理最適化モデルを活用している。このモデルを、検討時の効果計算や、日々の運用における 30 分ごと運転判断において使用している。自家発電設備の部分負荷特性、起動停止コスト、コージェネレーションシステムなどの特性をすべて考慮して、30 分毎の運転を判断することは非常に煩雑であるが、本モデルを組み込んだエクセルファイルを動力オペレータへ提供することで、土日夜間も含めて、適切な運転判断を可能としている。

また、市場の異常高騰に対するリスク対応も非常に重要であり、当社では電力先物、相対契約、および保険を組み合わせて対応している。

その他、生産設備での DR 取組みや、他工場で本取組みを実現可能とするプラットフォーム・システムの開発についても紹介する。

(本文 26 ページ)

カーボンニュートラル社会の実現に向けたライムキルン向け ガス燃焼技術の開発

Daigas エナジー株式会社 ビジネス開発部
井上仁司

2050 年カーボンニュートラル社会の実現に向けて CO₂ 削減への取り組みが加速しているが、国内の製紙業界のライムキルンの燃料としては C 重油などが使用されており、これらの燃料は天然ガスと比較し、熱量当たりの CO₂ 排出量が多いもののコストは低く、単純な天然ガス化は厳しい状況であった。

当社では、ライムキルンにおいて、これまで進めてきた省エネ技術、液体燃料から天然ガスへの燃料転換などの既存技術をさらに深化させ、独自のガスアトマイズ燃焼技術やガス専焼技術により天然ガス転換を推進し、エ

エネルギー単位の改善と CO₂ 排出量削減に取り組んでいる。

ガスアトマイズ燃焼技術は、重油と天然ガスの混焼技術であり、既存のバーナを流用した燃料転換が可能である。当社ではお客さまのキルンごとに火炎形状を最適化することで、焼成率向上、低 NOx 化やコーティングを抑制することに成功した。当社のガスアトマイズ燃焼技術は 2 工場 4 キルンでご採用いただいております、重油燃焼に比べ約 20% の CO₂ 削減に貢献している。

ガス専焼技術に関しては、輝炎を形成するガスバーナを新たに開発し、オイルガンを交換することに加え、既存バーナの近傍に補助バーナを追加し、メインバーナと補助バーナの燃焼量比率やガス噴出流速を調整することで火炎形状や温度分布を最適化することが可能となった。2023 年中にはお客さま先での実炉テストを行い、導入を進めていく予定である。ガスアトマイズ燃焼技術の展開およびガス専焼技術の導入による天然ガス転換推進で着実な低炭素化を進めるとともに、将来的には天然ガスで稼働するライムキルンに対してメタネーション技術により天然ガスを e-methane へ転換し、2050 年のカーボンニュートラル社会の実現に貢献していきたい。

(本文 31 ページ)

クラフトパルプにおける省エネルギーと操業改善事例 — 黒液が関与する工程に着目したアプローチ —

栗田工業株式会社 紙パプロセス技術部 紙パ技術課
和田 敏

紙パルプ工場では、近年の原材料価格変動や燃料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。

ここで、蒸解工程は、チップから紙の原料となるパルプを製造する工程であり、同時にエネルギーとなる希黒液を生み出す工程のため、安定操業、生産性維持は非常に重要な工程である。

また、エバポレータは、エネルギーとなる黒液を濃縮する工程であり、安定した操業は省エネルギー、コストダウンのために重要な工程である。

これらの工程において、デポジットの付着は、生産性の低下やエネルギー損失の原因となる。デポジットの発生は、原料や蒸解薬品に含まれる成分が、操業の条件において発生するため、避けられないものである。

その対策として、水処理薬品を用いた対策としては、洗浄剤を用いて洗浄し、付着防止剤を用いて清浄な状態を維持する事が理想である。

デポジットは、発生する個所により成分や特性が異なるため、適切な水処理薬品を用いて管理する必要がある。

本報では、デポジットに関与する操業改善およびエネルギー損失低減方法として、洗浄剤や付着防止剤の理論および、蒸解釜のトップセパレータに付着したデポジットの洗浄剤処理による改善事例および、エバポレータに付着した有機物の付着防止剤適用による改善事例を紹介する。

(本文 35 ページ)