

## 製紙技術特集Ⅱ

- 
- 1 抄紙機におけるデジタル化技術の可能性……………清水良三
- 10 抄紙機ドライパートにおける諸問題を解決する最新溶射技術  
—画期的な非粘着溶射と現地研磨技術—……………岩根公明
- 16 カレンダ・リールの基礎と最新動向……………清田圭祐
- 23 カンバスの変遷と最新技術動向……………竹内 晋
- 29 相川鉄工のカンバスクリーナー……………吉野剛史
- 
- 総説・資料** 33 SmartPapyrus<sup>®</sup> が実現する製紙工場の働き方改革  
—カンバス汚れの遠隔モニタリングと汚れ防止アプリケーションの連動による欠点防止対策—  
……………坂田人丸
- 38 SmartPapyrus<sup>®</sup> による欠点原因箇所特定への定量的アプローチ  
—ディープラーニングを用いた欠点画像分類と発生源の特定—……………下 貴行
- 
- シリーズ：大学・官公庁研究機関の研究紹介(147)** 44 北海道大学 大学院農学研究院 基盤研究部門 森林科学分野 木材工学研究室
- 
- 03 会告
- 46 知財散歩道 (140)  
映画の楽しみ方も人それぞれ?……………藤田敏宏
- 47 パピルス  
紙素材を使用した工芸品……………藤田幸英
- 50 内外業界ニュース
- 54 特許公報
- 59 全国パルプ材価格
- 60 統計
- 62 協会だより
-

## 抄紙機におけるデジタル化技術の可能性

株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー 製紙機械技術部  
清水良三

価格圧力の高まりにより、製紙会社は競争力を維持するために常に新しい課題に直面しています。これには、バリューチェーン全体（通常は複数の生産拠点）で効率を最大化するために、ますます複雑なシステムが必要になります。製造プロセスを最適化し、メンテナンスコストとダウンタイムを大幅に削減するデジタルテクノロジーでこれらの要件を満たします。

フォイト社は製紙業界の技術リーダーおよびパイオニアとして、包装、家庭紙、板紙から上質紙や特殊紙まで、シングルソースから製紙プロセス全体に技術、製品、サービスを提供しています。紙の生産のデジタル化とは、データ重視の意思決定を行い、生産性と収益性を高めることで、バリューチェーン全体で革新的な製造方法を特定することを意味します。

フォイトはフルラインサプライヤーとして、お客様に製紙プロセスのすべてのセクションで幅広いサービスポートフォリオを提供しています。インテリジェントな製紙を実現するために発明した Papermaking4.0 は、機器を仮想システムとネットワーク化して、マシンが相互に通信できるようにし、予知保全とデータ重視型ビジネスモデルの理想的な基盤を提供します。

イノベーションリーダーとして、フォイトはインテリジェントで持続可能な紙の生産を可能にし、お客様と協力して、市場の課題に合わせた個々の製品およびサービスソリューションを開発します。自動化とデジタル化のためのソリューションを提供することで、お客様の将来と競争力を確保するデジタルトランスフォーメーションで重要な役割を果たしていきます。

(本文 1 ページ)

## 抄紙機ドライパートにおける諸問題を解決する最新溶射技術

—画期的な非粘着溶射と現地研磨技術—

トーカロ株式会社 営業本部  
岩根公明

抄紙機のドライパートで紙の乾燥の役割を持つドライヤーシリンダー、及びカンバスロールの抱える代表的な問題は表面への異物（湿紙、ピッチ等）の付着である。これら付着した異物が紙製品へ転移することで紙製品の重大な欠陥につながっている。従来からこれらのロールは鋳物等鉄製素材が採用され、表面処理としてクロムメッキ、テフロンコーティング、テフロンシート等が採用されてきた。また最近では異物付着対策としてロール表面への薬液噴霧等も採用されている。これら過去から採用されてきた対策品は客先の満足を十分に得るまでに至っていない。当社は 20 年以上前より上述の問題を解決すべく非粘着溶射 TS-NSC をドライヤーシリンダー、カンバスロールに適用してきた。結果ロール表面への異物付着対策として大きな効果を発揮している。しかしドライヤーシリンダーへ溶射を適用するにあたりシリンダを取り外して施工することは高額な費用、長い施工工期が必要であり、効果が認めつつも普及には限界があった。当社では 2015 年 9 月に機上で施工可能な溶射皮膜 DryOnyxH を市場へ導入し、現在までに 50 本超の施工実績を有している。非粘着性と耐摩耗性（ドクタプレートが常時使用可能）を兼ね備えた画期的な溶射技術として高い評価を得ている。

ドライパートにおける品質問題の解決手段としての溶射技術である TS-NSC、DryOnyxH は今後各製紙メーカー各社へ普及が進展してくと確信している。

(本文 10 ページ)

## カレンダー・リールの基礎と最新動向

バルメット株式会社 製紙技術部  
清田圭祐

抄紙機の生産性の向上と高品質化、近年では特に省エネ・省資源化について絶え間なく改善が進められており、その要求に応えるためにカレンダー・リールの両パートについても新しい技術が数多く開発され、実機に適用されてきた。

カレンダーパートは紙の表面平滑性の改善や光沢の付与、印刷特性の向上を実現するカレンダーリングを行うパートであるが、近年ではそれに加え、嵩の減少を抑えてカレンダーリングを行えるよう発展を遂げており、カレンダー前に紙匹を冷却し嵩を保ちつつ表面性の付与を行うアクアクーリングという装置が開発された。

リールパートは紙の巻取を行うパートであり、抄紙プロセスの最後に紙匹をハンドリングしやすいよう、親枠と呼ばれる巻き取られた状態に上げることが目的とする。この巻取の中で、巻取りの大径化、紙の品質を損なうことなく巻取を行うこと、巻取り時の損紙を最小限化するなどの目的に沿って、サーフェスリールからセンタードライブリールへ、更にレール上で巻取を行うリニアリールへと発展してきた。

本稿では、これら両パートの基礎と最新技術動向について紹介する。

(本文 16 ページ)

## カンバスの変遷と最新技術動向

敷島カンバス株式会社 技術部  
竹内 晋

ドライヤーカンバスはプレスパートで搾水されたシートを保持運搬しながら、蒸気で加熱されたシリンダードライヤーに圧着させて乾燥を促進させる役割を担っており、抄紙機のエネルギー効率に直結している要具である。各パートに適したカンバスを選定し、性能を発揮できないと、生産効率の低下、エネルギー消費のアップに繋がるため、カンバス自体が環境対応製品であると考えられる。

本稿では綿織物よりスタートしたカンバスの変遷を述べると同時に、昨今特にカンバスに要求される汚れ対策として、タテ糸形状を工夫したことにより効果が得られた事例と、CNF を利用して防汚効果を高めた事例を報告する。また環境負荷への取り組みとして、シート乾燥性の向上、廃棄物の削減を目的とした商品の開発事例についても紹介する。

(本文 23 ページ)

## 相川鉄工のカンバスクリナー

相川鉄工株式会社 設計部  
吉野剛史

板紙抄造マシンでは以前からカンバスの汚れが多くカンバスクリナーの需要は多かったが、最近は新聞、上質、食品など用途が多岐に渡っている。新聞、上質では古紙の利用率向上によりカンバスが汚れるようになり、食品も含めて品質対策で導入されることが多くなってきている。

新開発の ACE クリーナーはブロワーを使用せずエゼクターエアで洗浄水と取り除いた異物を吸引回収するカンバスクリナーである。従来機スーパークリーナー WET と比較して洗浄ヘッドを小型化、カンバスとの隙間を狭くし流体解析を行い理想的な形状を採用することで格段に吸引力をアップさせることに成功した。設置スペースが狭い場所でも取付可能である。

従来板紙抄造マシンでは高圧水をカンバスに当てて反射した洗浄水と取り除いた異物をセーブオールに回収する方式のコンビクリーナーが主流であったが、操業中でもより多くの水を使用してカンバスの洗浄を行いたいとの要望を受けてブロワー吸引型スーパークリーナーは開発され、今では多くの板紙抄造マシンで採用され稼働している。この高性能なカンバスクリナーはブロワーを使用し強力な吸引で洗浄水と取り除いた異物を回収し、クリーナー内部にある吸引ホースを通り直接系外に排出する現在主流の装置である。

(本文 29 ページ)

## SmartPapyrus<sup>®</sup> が実現する製紙工場の働き方改革 —カンバス汚れの遠隔モニタリングと汚れ防止アプリケーションの連動による欠点防止対策—

株式会社メンテック 富士事業所 開発一課  
坂田人丸

当社はリサイクル抄紙の課題であるマシン汚れによる欠点・断紙を防止するソリューションとして、ドライパート汚れ防止アプリケーション（薬品、装置、適用方法）を1980年代より製紙会社に提供しており、その後多くの技術改良を経て、2021年8月現在では国内・海外の約250機のマシンで約800のアプリケーションが稼働している。

近年、原料事情の悪化でマシン汚れによるトラブルは増加する一方で、労働人口の減少、熟練者の退職により、マシン汚れに対するタイムリーかつ適切な対応が困難となりつつある。この課題に対して当社はマシンの汚れをIoTで見える化、AIを用いて欠点・断紙の予兆解析を行い、マシン汚れ防止技術を用いて欠点・断紙を未然に防止するシステム『SmartPapyrus<sup>®</sup>』を開発している。その第一弾であるVer. 1では、カンバス汚れ状況をリアルタイムで可視化するため100℃を超えるフード内の高温にも耐えうるカメラと数値解析により汚れレベルを定量化する『SmartDepo. <sup>®</sup>』を開発し、カンバス洗浄装置である『ファブリキーパー <sup>®</sup>』との連動や汚れ防止薬品のコントロールによりカンバス汚れ状況に応じた制御を行う『SmartChemical <sup>®</sup>』を開発した。

本報告では、SmartPapyrus<sup>®</sup> Ver. 1を国内板紙工場で適用した結果、操業改善や効率化につながった事例について報告する。

(本文 33 ページ)

## SmartPapyrus<sup>®</sup> による欠点原因箇所特定への定量的アプローチ —ディープラーニングを用いた欠点画像分類と発生源の特定—

株式会社メンテック 富士事業所 開発一課  
下 貴行

近年、日本を含む先進国においては、労働人口の減少が予測され、少子化により若手の人材確保が困難となる中で、技術者の高齢化も進み、このままでは十分な技術伝承が出来ず長年培ってきた経験やノウハウが失われ、これまでの安定した生産が難しくなる可能性がある。

日本の製紙工場の現場も決して例外ではなく、高温・高湿の過酷な現場で働く新たな人材獲得が困難な上、現場の熟練者の定年退職が続く中で、生産現場の働き方改革は将来の経営に向けた大きな課題となりうると考える。

この課題に対する解決策の一つとして、当社では、IoTを用いたマシン汚れの見える化技術を開発し、AIを用いて欠点・断紙の予兆解析を行い、マシン汚れ防止技術を用いて欠点・断紙を未然に防止するシステム『SmartPapyrus<sup>®</sup>』の開発を国内の顧客と共に推進している。

このシステム開発を進める中で、継手欠点や断紙の予兆を捉えるためには、マシン汚れの見える化技術と共に、操業中にどのような欠点か、「いつ」、「どこで」、「どれだけ」発生したかといった情報が重要である。

一方、現状の欠点検出器（WIS：Web Inspection System）はあくまで欠陥品を出荷していないかを判別することが目的であり、欠点か抄紙機のどこで発生したかまでは特定しておらず、欠点の発生場所を特定するためには、WISから出力された欠点情報をもとに現場のベテラン作業員が経験に基づいて判断するような属人的な操業が行われている。

そのため、当社はこの属人化したプロセスを誰でも定量的に判断できるようにするために、ディープラーニングを用いた画像分類により、ベテラン作業員のカン・コツを組み込んだAIを作成し、その推論結果をもとに操業を支援する欠点画像分類システムを開発した。

本報告では、これまでの取り組みと今後の展望について紹介する。

(本文 38 ページ)