



シワを検知してエキスパンダーロールで自動除去 10 μ mサイズも見逃さず、数値による管理も

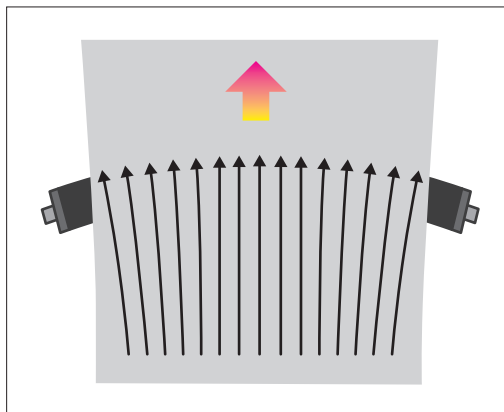
カンセンエキスパンダー工業(株)

Roll to Rollプロセスにおいて、ウェブ搬送時に生じるシワは重大な製造欠陥につながる可能性があり、軽度の段階で拡幅ローラなどによる対策を講じる必要がある。カンセンエキスパンダー工業(株) (日高 勉社長、大阪府枚方市南中振 2-31-3、TEL.072-831-7321) は、10 μ mサイズの微細なシワ発生を素早く検知し、電動バリボウエキスパンダーロール (以下、電動バリボウ) を自動制御してこれを除去する「シワ自動除去装置」を開発。シワの数値化が可能で、設定値によるOK/NGの判定ができるなど、従来のウェブ拡幅機構にはなかった機能を搭載。不良品流出防止や歩留まり改善、省人化、製品品質の均一化といった導入効果を打ち出している。 (稿 的場大祐)

ウェブ品質に重大な影響を与える トラフや折れシワ

コーター、ラミネーター、印刷機、スリッターなど、Roll to Roll プロセスでウェブを搬送するコンバーティングマシンでは、搬送ローラ間のミスアライメント等によってウェブの幅方向に圧縮力が生じ、ウェブが波板状に変形する座屈が起きてシワ (トラフと呼ばれる) が発生することがある。このシワは、塗る、貼る、印刷する、切る等の加工の結果に悪影響を与えたり、下流側のローラに到達した際に回復不能な永久変形である折れシワに成長したりする可能性がある。折れシワに至った場合はウェブの品質に重大な影響を与えてしまうため、軽度の段階でウェブを拡幅し予防するのが望ましい。

ウェブには、下流側のローラ軸に直角に進入する性質



エキスパンダーの拡幅作用のイメージ。
ウェブがローラ軸に対し直角に進む性質を利用

(直角方向進入性) がある。エキスパンダーロール (以下、エキスパンダー) は、これを利用した拡幅ローラの種類で、左下の図のように搬送方向に湾曲した形状によってシワを改善する仕組み。その形状からバナナローラとも呼ばれている。

エキスパンダーのパイオニア

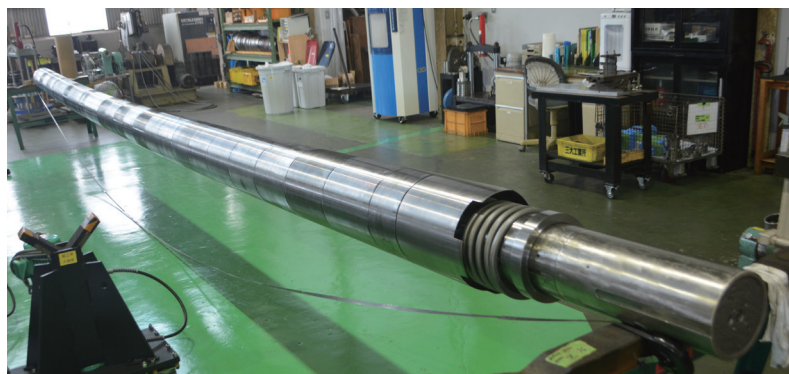
カンセンエキスパンダー工業は、1932年、染色機械などの製造・販売を手掛ける関西染色機商会として創業。52年に国産初のエキスパンダー「KSK ゴムエキスパンダー」を商品化し、繊維業界などを中心に展開し事業が拡大。66年に現社名に改称してエキスパンダーを中心とするビジネスに軸足を移し、現在に至っている。

「エキスパンダーの原型は、海外のコンバーティング市場において布のシワ取りなどに活用されていた Curved Expanding Roller と呼ばれていたものです。太平洋戦争が終結して間もなくの頃、当社創業者が海外の展示会でこれを見出したことが事業転換のきっかけになったと聞いています」と同社の担当者。

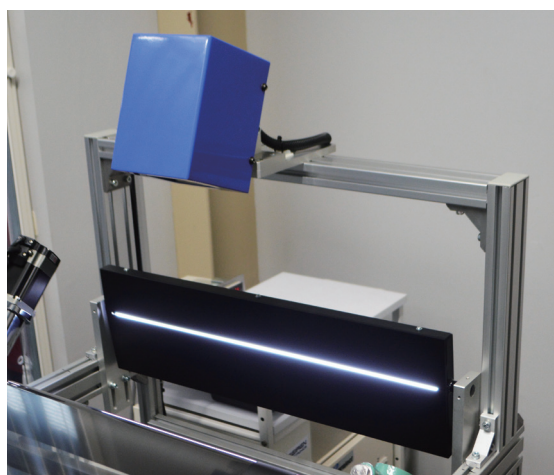
同社が扱うエキスパンダーは、湾曲方向 (バンド方向) および湾曲量 (バンド量) の両方の調整が可能な湾曲量可変型 (バリボウタイプ) と、湾曲方向のみ任意に調整できる湾曲量固定型の2種類がある。担当者によると、初めて導入する場合や、同一ラインで複数のウェブを扱うケースには、バリボウエキスパンダーを推奨しているとのこと。

また、近年、ウェブの薄膜化やマシンの高速化などでシワに関係するトラブルは増加傾向にあり、エキスパンダー

CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH



メンテナンスのため工場に一時返却されたエキスパンダー。使用環境や搬送速度などに応じて多種多様な提案が可能



カンセンエキスパンダー工業に設置されたシワ自動除去装置のデモ機（左）。LED光源から光を当て、カメラで観察する仕組み

への注目が高まっている。特に、リチウムイオン電池の電極に用いられるアルミ箔および銅箔などの製造・加工ラインにおける需要が拡大しているという。「電極材は、塗工部厚み、連続or間欠、多条or単一、両面or片面、といった加工条件の影響を受けやすく、対象に応じて設定を細かく変えられるバリボウエキスパンダーの強みが活かされています」。

セーレン電子と共同開発

近年、コンバーティング業界において、自動化技術を採用し、省人化や品質均一化、歩留まり改善といった成果につなげようという取り組みが目立ってきている。同社でも、2018年頃から、自社技術と自動化との接点を模索し始めていたところ、顧客から『シワの発生に応じたウェブの拡幅を自動化できないか』というタイムリーな要望が寄せられた。「当社が構想していた方向性と合致しており、喜んでお引き受け致しました」と担当者。

こうして「シワ自動除去装置」開発がスタートしたが、まずは、シワ（トラフ）の発生をどうやってリアルタイムでキャッチするかが課題となった。そこで、各種織物・編

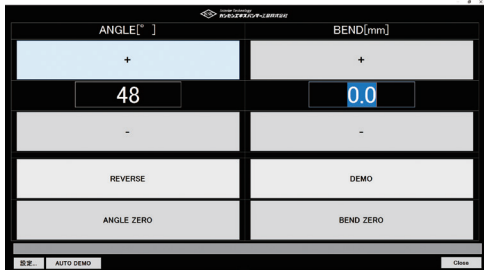
物の加工における、緯糸の目曲がり*方向と角度を高感度カメラで検出し、これらを自動的に矯正する自動布目矯正機で多くの実績を有するセーレン電子㈱に協力を要請。目曲がりの矯正にはカンセンエキスパンダー工業のエキスパンダーが使われている。「自動布目矯正機で培った技術を、トラフの検出・改善に応用していただきました。セーレン電子様にとっても、繊維で培った技術をより広範な分野へと広げられたことから、今回の共創は大きな意義があったと評価されていると聞いています」。

多様な幅、厚み、性質のウェブに対応

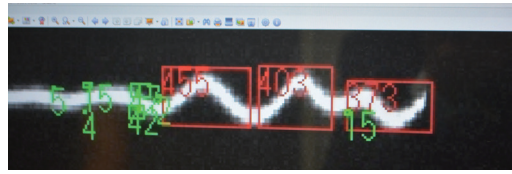
シワ自動除去装置は、シワ検知システムと、シワを検知した際に自動的に湾曲してこれを解消する電動バリボウで構成される。シワ検知システムをラインに先行導入し、必要に応じて電動バリボウを後付けすることも可能。

シワ検知システムは、カメラ、LED照明、モニター（ディスプレイ）、制御盤、専用ソフトウェア等で構成。フィルム、金属箔、紙、布といった各種ウェブについて、透明・不透

目曲がり：経糸と緯糸が直交せずに交差している状態



電動バリボウのベンド方向とベンド量の入力画面



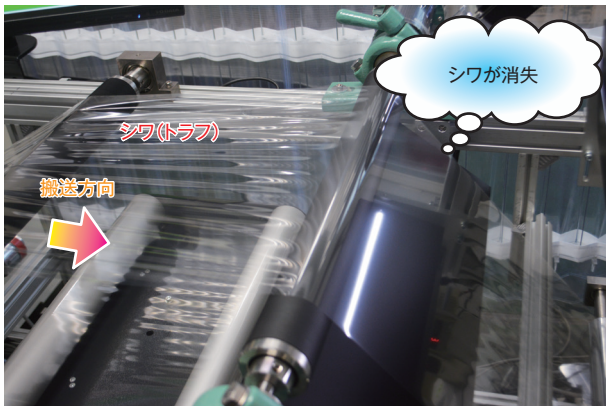
モニター上でシワが数値化・可視化される。緑はOK、赤がNG

明関係なく対応できる。LED 照明から光を当て、シワの発生によって起きる変化をカメラで検出する仕組み。

標準仕様では、対応ウェブ幅は100~1900mmで、基本的にカメラ1台で1000mmまでをカバー。「目視ではほとんど判別できない、連続性のある10μmレベルの微細な凹凸の発生も見逃しません。お客様の要望に応じたシステムのカスタマイズも可能です」。検出精度やシワの発生頻度によるが、最高ライン速度500m/minに対応。



搬送ローラのミスアライメントによってシワが発生



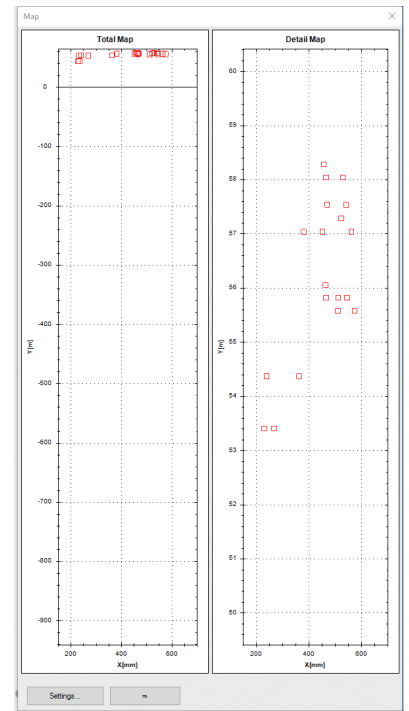
シワの検知と同時に電動バリボウが湾曲し、これを除去

シワの大きさを数値化し、OK・NG 判定の基準となる値を設定可能。モニターにはシワの検知状況と判定結果がリアルタイムで表示され、NG 判定が出た場合にラインを停止したり、アラームを鳴らしたりすることもできる。タブレット端末を使ったモニターの遠隔確認も可能。

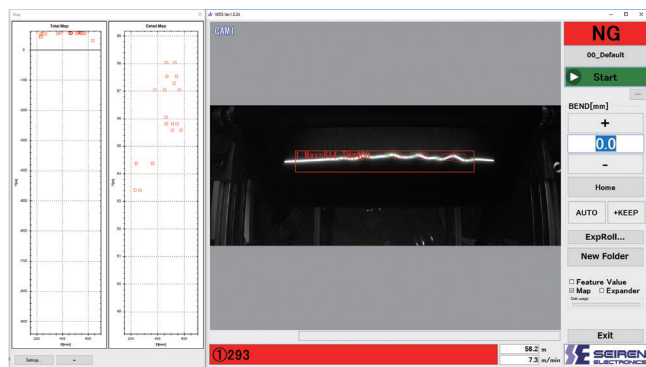
電動バリボウは、現状、ロール外径φ60~100mm、ロール面長500~2000mmに対応し、ロール表面はゴムor スチールが選べる。

シワ検知システムでシワ発生をキャッチすると、専用ソフトウェアによって電動バリボウのベンド量が自動的に変化してシワを除去する。ベンド方向は、ウェブのセット時に-180~180度の範囲で手動設定し、以降は固定(必要に応じ任意に調整可能)。

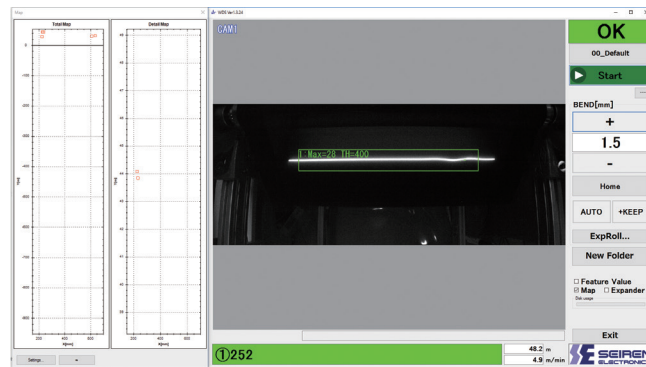
ベンド量は、あらかじめ登録した“NG判定が●秒続くごとに▲mm上がる”という設定に従って変化し、シワ消失を検知した時点で湾曲制御が止まり、以降はその状態を維持し続ける。「万が一、さらにシワが発生すれば、設定に応じてベンド量が再び上昇して対処します。ウェブを交換した際には初期設定値に戻り、そのウェブ用に登録した設定が適用され、基本的にこれを繰り返します。つまり、1つの装置で、多種多様な幅、厚み、性質のウェブに対応できるのです」。



シワ発生位置をマッピングデータにまとめられる



マッピングデータとシワ検出画像のリンクが可能



シワ自動除去装置の働きでシワが消失した状態

不良流出防止、歩留まり改善などのメリット

担当者は「シワ自動除去装置は、これまで市場に出ている各種ウェブ拡幅機構に対し、さまざまな優位性があると考えます」と述べ、こう説明する。「まず、シワに起因する不具合を劇的に減らせるので不良流出防止や歩留まり改善が図れます。また、ウェブの常時監視による人員削減や、シワレベルの数値化による品質の均一化、マシンに近づく機会の減少による安全性確保といったメリットも期待できます」。

さらに、検出したシワの位置や画像等の詳細は CSV ファイル（項目例：時間、ロット番号、ウェブ上でのシワの発生箇所、シワの数値、ベンド方向、ベンド量など）で記録され、いつ、どこで、どんなシワが発生したのかをトレース可能。これにより、後日、何らかのクレームが寄せられた場合にもスムーズに対応できる。

こんな効果も期待できる。「例えば、海外の工場では、オペレータの技能のバラつきが大きく、熟練度によって製品の品質が左右される場合があり困っているという話を聞くことがあります。こうしたケースに対し、シワ自動除去装置の導入は改善への大きな一歩になると考えます」。

シワ自動除去装置の本格的な市場展開が始まったのは2020年の夏頃。コロナ禍によって従前のような営業活動が進められず、もどかしい思いを抱くことも少なくないが、それでも、市場からの反応に確かな手ごたえを感じているという。「国内外からの引き合いが増えてきており、機械メーカー様からは標準搭載を検討したいとの声も届いています。また、早くも国内外の異なるユーザー様に対し、いくつかの導入実績もつきました。評価は高く、他のラインにも横展開を図っていく方針とかがっています。当社のデモ機を使ったテストは大歓迎ですし、シワ検知システム一式のレンタルサービスも行っています。基材幅 1500mm まで対応でき、これ以上の長さでも相談に応じられます」。

ちなみに、同社は、コロナ禍の前後でも売り上げに大きな変化はないという。「食品包装や衛生材料など、むしろ増産に追われるようになったコンバーティング製品も少なからずあり、設備の新規導入や更新といった案件が途切れることなく寄せられています。エキスパンダーは世の中に必要なものであることを改めて実感しました。シワ自動除去装置もまた、こうした評価を獲得できる製品となるよう、全社的な取り組みを加速しています」。

ウェブ巻取時のスリップ発生に関する研究がサイエンス・インカレで受賞

コンバーティング業界におけるウェブハンドリング技術の普及・応用に取り組む東海大学工学部機械工学科の砂見雄太准教授が指導する笹本悠太さん・山本勲介さん(ともに同大4年次生)が、文部科学省が主催する第10回サイエンス・インカレに出場し、エア・リキード賞を獲得した。サイエンス・インカレは、自然科学を学ぶ全国の大学生や

高等専門学校生を対象とした自主研究発表イベント。

笹本さんと山本さんの研究テーマは「緑の下の力持ちロール化技術の全貌は如何に～巻取り速度が円周方向スリップに及ぼす影響～」。ウェブの巻取における空気巻込みとスリップ発生の関係を明らかにし、また、実験と数値解析によって巻取速度とスリップの大きさ

の関係を考察した。受賞について砂見准教授は「学生が主体となって進めた内容であり、研究としても興味深く、産業界でも役立つと思います。また、受賞は根気よく頑張ってくれた結果だと思います。学生らは、自らが興味を持ったことには熱心に取り組むことを改めて感じました」とコメント。

(📧 的場大祐)