

カーブエキスパンダーロールの選定法と導入事例 シワ自動除去装置と遠隔操作対応製品の開発



カンセンエキスパンダー工業(株)
営業部
東 賢司朗

1. はじめに

当社は1932年に「関西染色機商会」として創業（48年「関西染色機械(株)」に組織変更）し当時は染色整理機械を中心に染色機械などの製造・販売を手がけていたが、52年に国内では初となるエキスパンダーロールの開発に成功し、社名も「カンセンエキスパンダー工業(株)」に改称。その社名が示す通り、エキスパンダーロールの専門メーカーである。

染色や製紙業界を軸に長らく多くのユーザーにご使用いただいているが、ここ20年では、高性能フィルムや金属箔などを取り扱われるユーザーにも徐々に知れ渡り、売上の半数を上回るまでになった。

2. エキスパンダーロールとは

フィルム・金属箔・紙・布・不織布などのRoll to Roll上で搬送されるシート状製品の製造工程で発生するシワや縮みを除去するためのロールである。

シワを取るためのロールは他にもいくつかあるが、当社が製造している製品はその形状が弓形に湾曲した特長を持つカーブエキスパンダーロール（以下、「エキスパンダー」と表記）である。湾曲させた軸上にボールベアリングを内蔵した複数の回転子を並列させゴムパイプを被覆させた構造で、ゴムパイプを被覆させず表面を金属仕上げにした製品もある。

3. エキスパンダーの原理

フィルムなどのウェブがストレートロールと十分な張力と抱き角度を持って接しながら搬送される場合、ウェブはそのロール軸に対して垂直方向に搬送される傾向にある（図1(a)）。

このストレートロールが上流側のウェブに対して傾斜していたとしてもその効果は変わらず作用するため、下流側のウェブの搬送方向はその傾斜分の影響を受けることになる（図1(b)）。

当社のエキスパンダーは、いわば短いストレートロールが湾曲の頂点を基準にして左右均等にいくつも角度を変えて多角的に並列しているイメージのため、均一に幅方向へ拡幅する力が作用する。この拡幅力を利用しシワや縮みを除去している（図1(c)）。したがって湾曲量と拡幅力は比例の関係にある。

4. エキスパンダーの選定法

確認必須項目は、①ウェブ幅、②ウェブ種、③雰囲気温度、④搬送速度、⑤張力、⑥想定接触角度、⑦使用環境の7点

で、以下のプロセスで仕様を選定する。

- (1) ロールタイプ（湾曲可変型 or 湾曲固定型）→ 基材種類・使用実績・接触角度
- (2) 有効面長 → 基材幅
- (3) 外径・軸径 → 搬送速度・接触角度・張力
- (4) ゴム質 → 雰囲気温度、使用環境
- (5) 特殊仕様（低トルク・駆動プーリ）の付与要否 → 基材幅・接触角度・張力など

ロールタイプについては3章で述べた通り、エキスパンダーの選定にあたって湾曲量の決定は非常に重要な項目となる。この選定を誤ると他の仕様がベストなものでもシワを除去しきれなかったり、ウェブを張りすぎて様々な不具合が発生したりする。

また回転体は共振速度域がありロール寿命や振れに大きく影響を及ぼす。ロール外径・軸径を増加させれば共振速度域は上昇し回避できるが、もちろんコストや接触角度・起動接線力も増加するので最適なサイズを選定する必要がある。

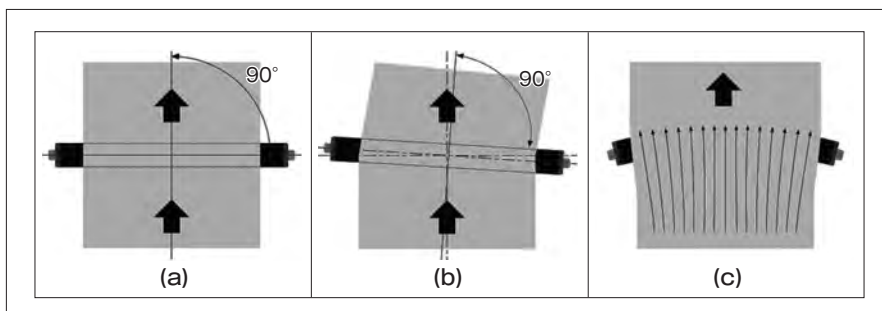


図1 エキスパンダーの原理

問い合わせ

azuma@kansenexp.co.jp



ゴム質の選定については使用環境や用途によって様々なので（例えばグリップ力のあるゴムがよい場合や滑り性が高い方がよいなど）、当社では実績から導き出すことが可能だが、これについてはノウハウになるため割愛させていただく。

5. 導入事例

エキスパンダーの設置場所は基本的に何らかの加工を行う直前となる。ウェブにシワが発生した状態ではコーティング、ラミネーティング、スリッティングやワインディングなどに影響を及ぼすため、これらを行う前にエキスパンダーを設置し、シワを除去した上で加工を行うという使い方になる（図2、3）。

最近の動向としては、ウェブの薄膜化により低張力搬送の条件下が多くあるが、始動トルクを抑えた低トルクタイプでカバーしている。駆動プリー等で連れ回りでできればいいが、特に後付けで設置する場合はコストやスペースなどの問題に対応するため、このタイプの製品が採用されることが多い。

また、ウェブに発生したシワが折れジワに発展することを予防するためにも使用される（図4）。特に温度変化により発生した熱ジワが折れジワに発展することが多く、最近は雰囲気温度が150℃を超えるような環境下で使いたいというニーズもいただいております、特殊仕様によって対応できる環境が整ってきたところである。

ここ数年間では二次電池用の金属箔に発生する折れジワに関する問い合わせが多く、湾曲量可変型エキスパンダー（以下、「バリボウエキスパンダー」と表記）の注文が急増している。

6. シワ自動除去装置（Automatic Expander）の開発

近年は人材不足の影響や歩留まり低減のため、Roll to Roll装置全般で自動化のトレンドにある。当社も1年程前からシワ自動除去装置の開発に取り組んだ。

シワを自動で除去するにはまずシワを

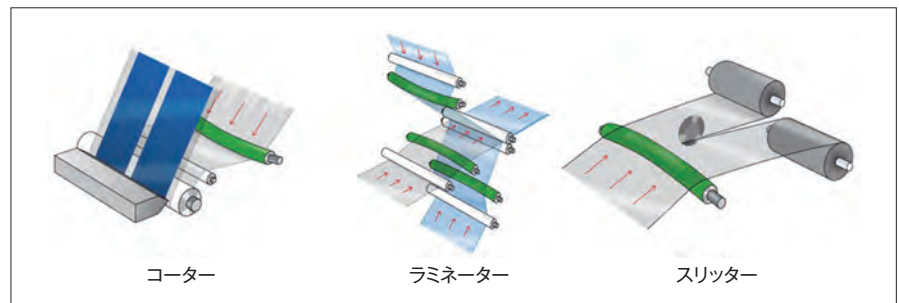


図2 エキスパンダーの導入事例①

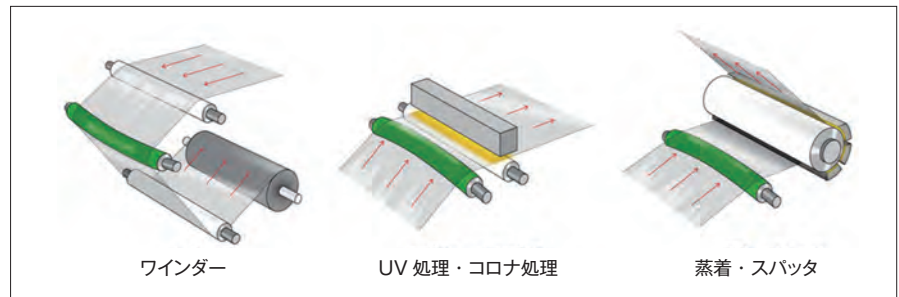


図3 エキスパンダーの導入事例②



図4 折れジワ予防用途での導入事例

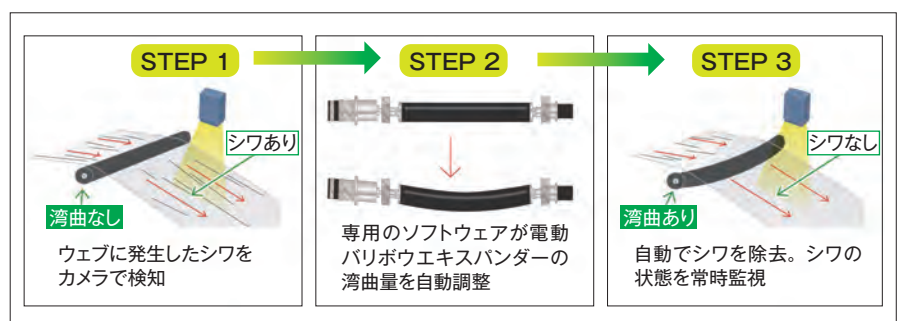


図5 シワ自動除去装置の機能

検知しなければならないが、全く知見のないことだったため、協力会社を探すところからのスタートになった。

自動布目矯正機は布目の高精度検知システムが採用されており、これを当該案件に応用できないかと考え、業界大手のセレン電子(株)へ依頼し共同開発することになった。

また、大手装置メーカーの(株)ヒラノテ

クシードからも共同開発を快諾いただき、技術的指導や搬送テスト機会の提供等のご協力をいただいた。

原理は専用カメラとソフトウェアがウェブに発生したシワを検知し（図5 STEP 1）、電動型バリボウエキスパンダーへフィードバック（湾曲量を自動調整）する（図5 STEP 2）。シワが除去された後もウェブの状態を常時監視する

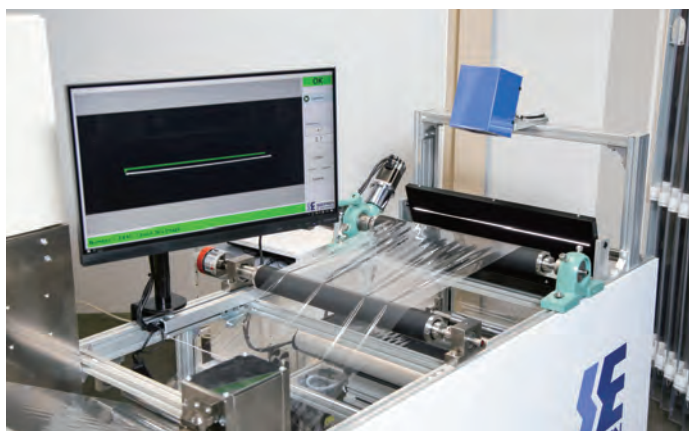


写真1 シワ自動除去装置の外観

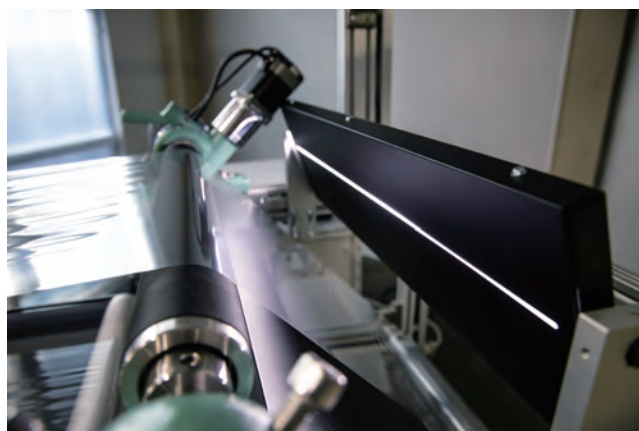


写真2 シワ自動除去装置の検知部



写真3 新開発の遠隔操作対応バリボウエキスパンダー



写真4 ワイヤレス端末でモニタリングしながら遠隔操作可能

(図5 STEP 3)。

シワが検知されればアラームが鳴りオペレーターに知らせてくれるので検知システムのみでもご使用いただけるのではないかと考えている。

最終的に3社共同開発によって1年という期間で開発に成功し、今年5月22日～24日、インテックス大阪で開催された第7回「関西」高機能フィルム展で初出品した(写真1,2)。反響が大きく多数の問い合わせをいただいている。

特に二次電池で使用されるセパレーターフィルムや金属箔などを取り扱われるユーザーからの引き合いが多い。これらのウェブは特にムラの出やすいもののようで、シワがない状態で搬送できていてもある一定区間でシワが発生することが多発しており、自動でシワを除去できることはユーザーにとって非常にメリットが大きいと思われる。まだ課題は多くあるので改善していく予定である。

7. 遠隔操作対応型製品の開発

これまでの電動型バリボウエキスパンダーは有線のため、配線を考慮する必要があったがタブレット端末やノートパソコンなどのワイヤレス端末で遠隔操作できる製品をシワ自動除去装置と共に開発した(写真3,4)。

シワ自動除去装置の検知システムを併用して、ワイヤレス端末でシワの状況をモニタリングしながら湾曲量と湾曲方向を遠隔操作することが可能である。これまではオペレーターが設置場所まで向かいシワの状況を確認しバリボウエキスパンダーの調整を行っていたが、制御室にいながらシワの確認と調整が可能になった。

また、安全対策で装置自体が柵等に覆われている場合やウェブ搬送中に装置に近づくことが禁止されている場合など、ウェブ搬送中にエキスパンダーを手動で調整できなかった問題にも対応できるようになった。

製造現場になると電波の妨げとなる障害物や、距離が離れている場合などが想定されるが電波の中継器を設置するなどしてある程度の範囲はカバーできる。今後は安全性や効率化のため、こういった商品が主流になってくると考えている。

8. 今後の展望

当社が製造を行っているのはエキスパンダーだが、販売しているものはエキスパンダーによって得られる効果である。エキスパンダーの製造ノウハウは十分にあるが、内需縮小・グローバル化が進む近年、また将来に当社製品を選んでいただくにはウェブハンドリング技術の修得、特に社内研究開発を徹底して進め、ただのロール販売に終わらないシワに関するトータルサポートが必要であると考えている。微力ながら日本のコンバーティング業界を支えるメーカーであるため日々精進していきたい。