

2軸センタードライブスリッターeS!の開発



(株)東伸
技術部
岩田 哲

1. 開発の経緯

「eS!」は主に軟包装フィルムや各種高機能フィルムなどの最終スリットに使用される汎用タイプの2軸センタードライブスリッターである。この10年間、このような汎用スリッターで抜本的な革新がなされてきたとは言えない。一方、社会の変化は大きい。働き方改革はいやが上にも生産性の向上を労働者に課す。高生産性へ一層シフトしていく中、物質的豊かさと同時に精神的な豊かさのニーズが高まる。少子化が進む中で国内でも外国人の雇用が一般化してきた。しかし、多くのものづくりが新興国に移行した現在でも国内の景気を支える大黒柱は製造業である。

このような背景から、従来品を一新すべくデザイン思考を取り入れた汎用スリッターeS!が開発された。デザイン思考導入では、まずはオペレーターが安全にかつ合理的に作業できることを狙っている。さらに高生産性や新素材対応のための高精度化を導入している。また、合理性を追求し、様々な意味でシンプル化した。

2. 市場ニーズ

軟包装フィルムは一般に多品種小ロットの傾向にある一方、大手や海外向けに大径（大ロット生産）の需要がある。

薄膜化による巻取低張力化ニーズの一方、脱プラのための紙や新材料への対応等、多様な巻取条件に対応する必要がある。高機能フィルムは同様に薄膜対応、新素材対応が求められるのに加え、より高いクリーン性が重要である。また、両者とも安全性と省力化のニーズは高い。

3. スリッターeS!の特徴

写真1にeS!の外観、表1に主要諸元をそれぞれ示す。

eS!の企画・開発にはデザイン思考を取り入れている。デザイン思考では従来製品にとらわれずユーザーを真に理解し、仮説を立て、解決に導く。従来の開発では製品の機能性向上や多機能化が重視され、オペレーターにとって使用法が難解でむしろ使いにくくなっているとい

う事態も発生してきた。そこで、操作手数を大幅に削減する工夫を取り入れ操作を簡略化した。インターフェース(HMI:写真2)にも気を配り使いやすさを追求した。また、同じ働く現場なのにオフィスに比べ製造現場は殺風景で人間重視の環境とは言えない場面が多かった。オペレーターにとっての働く環境を変えるためにもスッキリとした明るい色調の外観にした。

(1)生産性向上

500 m/minの高速スリットが可能であり、巻出径1000 mmおよび巻取径600 mmの大径対応により大ロットへの対応が可能である。小ロットに対しても、独自の吸着式紙継ぎ台や製品搬出装置などの工夫により段替えがスムーズになる。特徴的なフレーム形状により通紙が簡単



写真1 eS! 外観

表1 主要諸元

巻取速度	m/min	500
巻取張力	N/m	30~200 Φ90~Φ600 mm
巻出径	mm	Φ1000
巻取径	mm	Φ600
寸法	mm	L1900×W2400×H1815 (L2035×W3650×H2015) ※ () 内フルスペック
重量	t	2.3 (3.2) ※ () 内フルスペック

問い合わせ

✉ s.iwata@cstoshin.co.jp



写真2 HMI (CMS: カメラモニターシステムとの切り換えが可能)

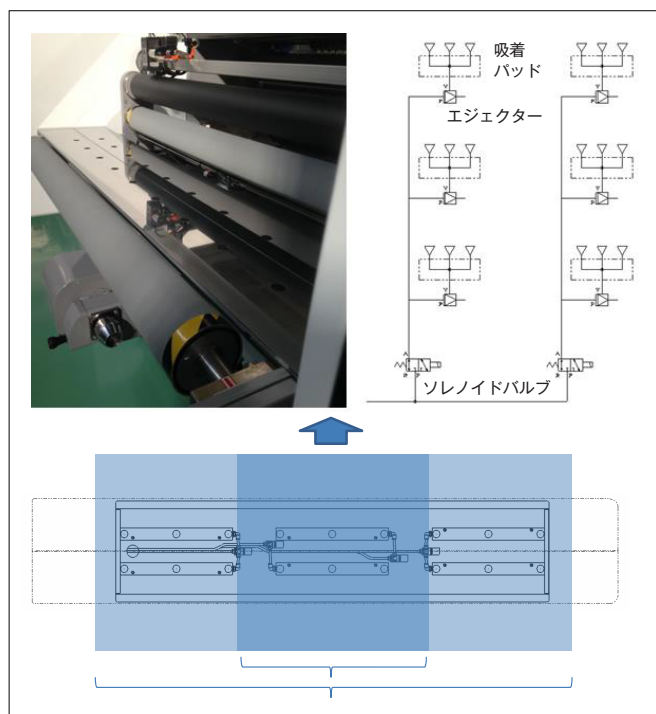
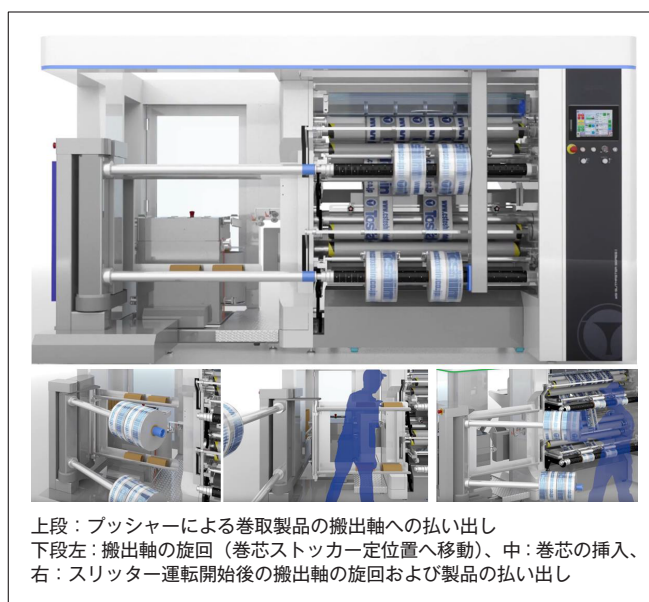


図1 エア複数系統吸着式紙継ぎ台 (幅の異なるウェブの確実な吸着)



上段: プッシャーによる巻取製品の搬出軸への払い出し
下段左: 搬出軸の旋回 (巻芯ストッカー一定位置へ移動)、中: 巻芯の挿入、右: スリッター運転開始後の搬出軸の旋回および製品の払い出し

図2 製品搬出および巻芯準備の効率化

になった。また、操作ボタン数を60%以上削減した。さらによく使うパターンの連動動作が可能で操作手数を40%削減した。各部の監視はカメラモニターシステムの活用により、付加価値を生まないオペレーターの移動動作を極小にした。トータルして生産性30%アップが可能となる。

紙継ぎ台にはフィルムを固定する機能に、押さえ棒でクランプする方式と負圧で吸着する方式がある。挟まれなどの危険回避のためクランプ式ではなく吸着式を採用した。確実な吸着とするためにゴム製の吸着パッドを埋め込んだ。さらにエア系統を区画化し、フィルムの幅が

狭く一部の吸着パッドが開放されてしまっても、残りのパッドの吸着力に影響がない工夫がなされている (図1)。

巻き上がった製品は自動で製品搬出装置に払い出される。製品搬出装置には巻芯ストッカーを設けた。これにより巻芯を巻取軸に一気に挿入することができる。特に巻芯の数が多い多条取りの場合に、段取りのためにスリッターを止める時間を短縮する効果大きい (図2)。

耳巻取機の巻取を縦にしたことによりコンパクトなスペースで大容量の耳巻取が可能になり、段取り回数が減った。また、巻き取られた耳屑は立てた姿勢のまま台車に移すことができるため作業者

の負担が少なく段取り時間も短縮される (写真3)。

(2) 新素材対応を含めた汎用性

巻取軸は当社独自の空圧2系統各個フリクションシャフトTAFを標準装備している。その発生張力範囲は従来のフリクションシャフトの2倍となっている。低張力も可能でありフィルムの薄膜化などにも対応できる。

共通タッチローラーは水平移動式としている。タッチローラーの重量や位置により加圧力が変動しないので、より正確な加圧条件が設定可能という利点がある。

ウェブのスリットでは切りくずが発



写真3 縦型耳巻取機

生し、クリーン化の妨げとなる。発生した切りくずは粘着ローラーやバキューム装置などを装着して除去することになるが、そもそもバリやヒゲの発生しないシャープで安定した切断を実現し、切りくずの発生量を極小化しなければならない。安定した切断のため、カッター位置精度を大幅に向上させた。シャークカット（せん断）においてオーバーラップとオフセット（図3）はいずれも重要なパラメーターである。ウェブの変形を防ぐためにオーバーラップは小さくするのが望ましい。オフセットはせん断加工のクリアランス（図4）を決めるパラメーターである。

クリアランス最適値は材料厚の10～20%前後であり、例えば12 μ mのウェブでは1～2 μ m程度になる。機械精度上、このクリアランスを成立させるのは困難なため、一般的にスプリングで上刃を下刃に押し付け、この押し付け代を管理する構造がとられている。本来クリアランス（隙間）を設けるべきところをスプリングで押し付けてクリアランスゼロにしている関係もあり、この押し付け量は小さくするのが望ましく、かつ、十分な精度が確保されなければならない。ウェブ材料や厚さ、速度などにより左右されるが、20 μ m以下の薄いウェブではオーバーラップおよびオフセットとも0.1～0.3 mm程度の中で最適値を探すのが理

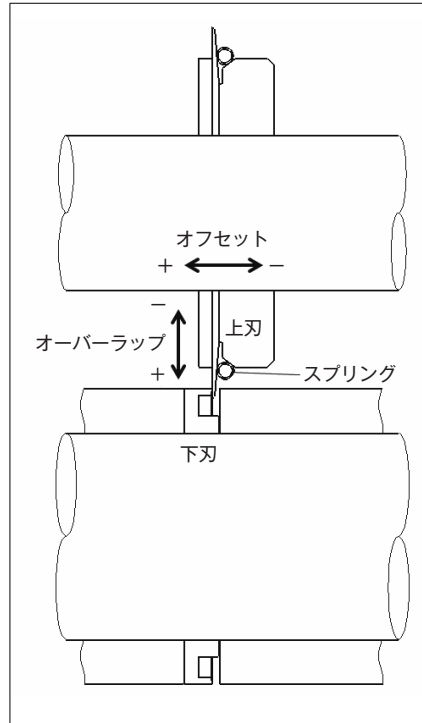


図3 オフセットとオーバーラップ

想である。

これに対応するためにこれらの10分の1の0.01 mm単位を保証できる精度を実現すべく上刃移動精度を $\pm 5 \mu$ mとした。オーバーラップは段取り時に上刃を退避させる移動も必要など作動範囲が大きいと電動とした（図5）。その値はタッチパネルで数値確認できる。

なお、上刃と下刃のクリアランスを確保する方式にはギャングカットおよび特殊なシャークカット方式がある。ギャングカットは刃物部品の精度でクリアランスを確保する方式で高度なすり合わせを要し、生産性の観点からは望ましいものとは言えない。特に薄膜ウェブの場合、前述の通りクリアランスが小さすぎるため難易度が高い。特殊なシャークカット方式は上刃の形状の工夫により、上刃と下刃を接触させた状態で先端部のみ1 μ mレベルのクリアランスを実現するものである^{2), 3)}。

高機能フィルム用途にマイクログループローラー⁴⁾をオプションで準備している。マイクログループローラーを用いるとウェブの空気巻き込みによる浮上

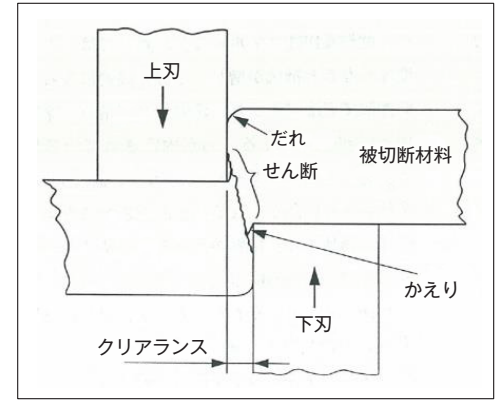
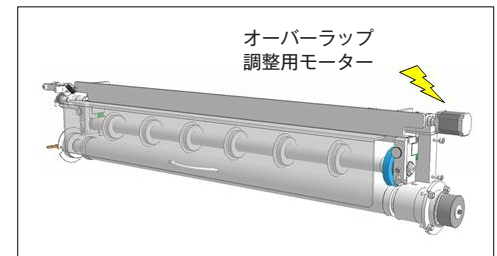
図4 シャークカットにおけるクリアランス¹⁾

図5 カッターASSY

量を減らすことができる。適切なグループ設計によりローラーのグリップ力を確保することができ、条件次第ではニップなしの運転も可能になる。マイクログループローラー上のウェブ浮上量 h_0 は式(1)で表される。

$$h_0 = h_{eq} - n_g S_g / W \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで h_{eq} はマイクログループローラーを平滑面に置き換えた場合のウェブ浮上量、 n_g はウェブ幅の内部に含まれるグループの数、 S_g はグループの断面積、そして W はウェブ幅をそれぞれ示している。第2項が浮上量の減少分となる。

(3)軽量コンパクト

図6のようなFEM解析などによりフレーム構造から見直すことで40%の軽量化を実現した。標準でキャスター付きとし、工場のレイアウト変更など永続的な改善に貢献する。また、40%のコンパクト化を実現した。コンパクト化によりオペレーターの動線は半分になった。そのほか徹底的なシンプル化により部品点数を20%削減した。

(4)安全性の確保

全方向から視認できる警告灯により、

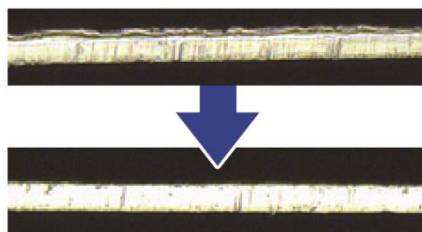


写真4 アルミニウム箔切断面の改善例

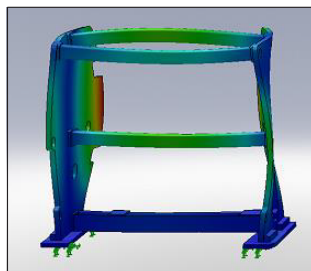


図6 FEMによるフレーム固有値解析の例

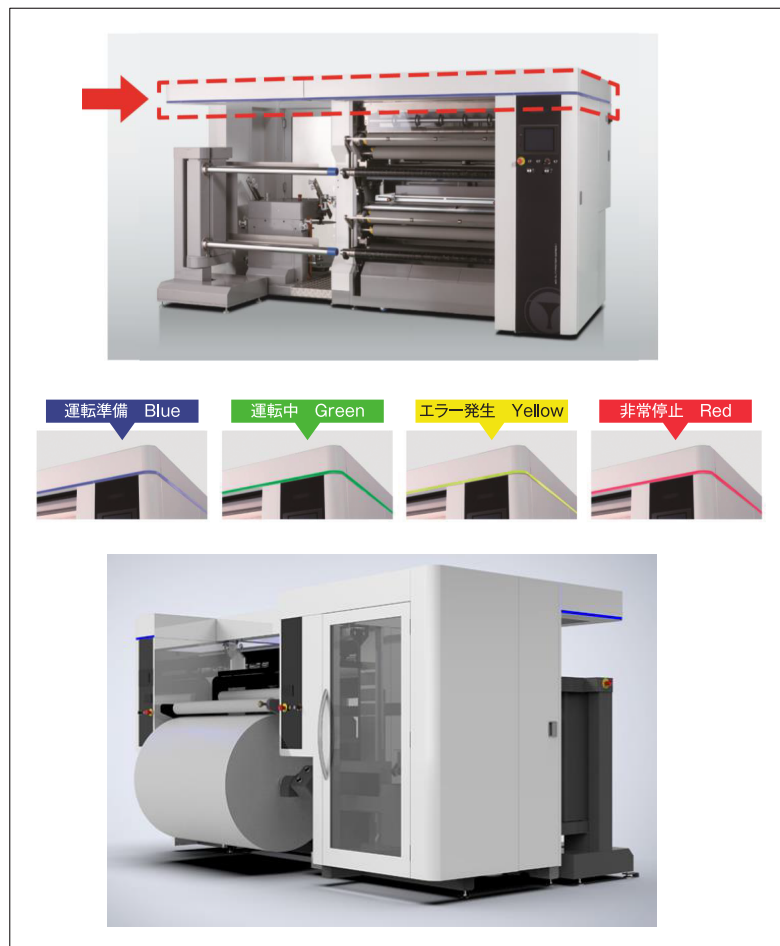


図7 安全性の確保 警告灯とカバーリング

オペレーターは機械の状態を一瞥できる。また、危険箇所は作業性に支障のない範囲でカバーリングした（図7）。

4. 今後の展望

私たちの暮らす社会は必ず『より生産性の高い社会』にシフトしていく。そして人々の暮らしもその生産性に合ったものとなる。単純労働や長時間労働から解放された豊かな社会への移行が考えられる。そのために生産設備の自動化はますます進んでいくことになる。IoTを含めた高生産性に適した生産ツールの市場導入に向けて、研究開発の手を緩めず邁進していかなければならない。それと同時に、モノだけでなくコトにおいても市場でお役に立てる存在になっていかなければならないと考えている。

<参考文献>

- 1) 向井英夫：スリッター・リワインダーの技術読本，第4.1節 切断方式，加工技術研究会，34-37（1998），
- 2) 向井英夫：特許3195597（2000）
- 3) 松本昌昭：特許4098978（2003）
- 4) 橋本 巨：ウェブハンドリングの基礎理論と応用，第9.3節 マイクログループローラーを用いた場合の理論，加工技術研究会，213-218（2008）