

小型リワインダーMRの開発



(株)東伸
岩田 哲

1. はじめに

本稿で対象にする小型リワインダーとは、片持ちの巻取・巻出軸を有するローラー面長600 mm程度のもので、主に2次スリッターなどによる最終スリット後の不良の巻き直しに利用される。この工程の製品はウェブとしての最終製品となるため、不良などによる損失コストは上流工程のそれに比較し非常に大きい。したがって挽回可能な巻取不良は良品にすべく巻き直しされることが多い。

一方、近年、ウェブ製品の検査やトレサビリティの必要性が増してきている。こちらに対してもウェブとしての最終段階を扱う、このようなリワインダーが活躍する。

さらに、ロールtoロールのテストやフィルムへのちょっとした加工にも小なりワインダーが大変便利である。

これらの用途に対し、ウェブの薄膜

化、多様化、および高機能化により、ますます厳しくなる市場の要求品質に対応すべく新製品を開発したので紹介する。

2. 市場要求品質

市場調査により導かれた小型リワインダーの要求品質は以下の通りである。

①張力範囲が広いこと。

様々な材質や製造条件のウェブを優れた端面品質で巻き取るには、広い範囲で張力を調整できることが必須である。特に狭幅や、厚みの薄いウェブは内部応力が高くなるため変形やシワが発生しやすく、その巻取には極低張力が出せることが重要である。

②コンパクトなこと。

オフラインで設置されるため工場のスペース上、設置面積が小さいことが望ましい。

③高速であること。

当然ながら巻き直しが短時間で済むのが望ましい。

④パスラインが短いこと。

巻き直し作業の短時間化および初期巻きズレの防止のためパスラインが短いことが好ましい。

⑤多用途に対応できること。

常に巻き直しが発生するというわけではないため、ユーザーとしては多目的に使用できることが便利な場合がある。この場合、顧客ごとにまちまちな要求があり多品種の機械になりがちである。しかしながら、当初から様々な用途を想定した設計をし、基本部分が不変な構造にしておけば、不変部分の量産効果が生まれトータルとして製造コストを抑えることができる。

3. 従来機の構成

張力制御方式および市場要求品質との関係を表1に示す。

表1に基づき検討した結果、張力制御には各個フリクションシャフトを用いた。特にスリッターでスリットされた後の幅が狭い製品に適している点が他の方式と異なっている。標準はオープンルー

問い合わせ

✉ design@cstoshin.co.jp

表1 張力制御方式と市場要求品質の関係

	大分類	中分類	小分類	張力範囲	張力精度	狭幅低張力	コンパクト	パスライン	多用途
張力制御方式	フィードバック制御	ダンサーローラー	モーター	○	◎	○	×	×	△
		張力検出器	モーター	△	○	△	○	○	○
			ブレーキ	△	○	△	△	○	○
			各個フリクションシャフト	○	○	◎	○	○	○
	オープンルーブ制御	ドロウ制御	モーター	△	△	△	○	○	×
		トルク制御	モーター	△	△	△	○	○	○
			ブレーキ	△	△	△	△	○	○
			各個フリクションシャフト	○	△	◎	○	○	○

CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH CONVERTECH

プ制御（張力検出器なし）で、オプションでフィードバック制御（張力検出器あり）を選択できるようにしている。

4. 用途の広がり

小型リワインダーには巻き直しの他に様々な用途が考えられる。その例を表2に示す。



写真1 MR外観

表2 小型リワインダーの用途例
(巻き直し以外)

検査	無地、印刷、厚み、継目回数、ピンホール など
加工	スリット、穴あけ、接着、易開封、ハーフカット、ミシン目 など (刃物、レーザー、超音波、ディスペンサーなどによる)

5. 開発機を紹介

5.1 基本性能

写真1に新開発機「MR」を、表3にその主要諸元をそれぞれ示す。巻取・巻出径600 mm、速度400 m/min、および張力範囲3～60 Nはいずれも国内同クラスでは業界最大である。また設置面積では業界最小（当社従来機と比較しても35%ダウン）を実現している。

(1) 張力範囲

前述の通り、張力制御には各個フリクションシャフトを用いた。フリクションシャフトにも様々な方式があるが、張力範囲が業界最大で特に低張力域で良好な性能を実現する当社オリジナルの2系統各個フリクションシャフトである「TAF38」（表4）を採用した。

表5に各個フリクションシャフト方式の比較を示す。まず、チャック把持を空

圧で実施するか、スプリングで実施するかであるが、フリクション軸では空圧で張力を制御しているため、チャックを空圧で実施すると低張力時空圧が低すぎて把持できない問題が発生する。そのため空圧でチャックする方式は低張力に向かない（表5(a)）。

そこで、スプリングでチャックすることになるのだが、この場合チャックの解除に空圧を使うことになる。空圧1系統の場合、張力を上げようとして空圧を上げるとチャックが解除されてしまう。そのため張力範囲が狭くなってしまう（表5(b)）。

空圧2系統にすることにより初めて広い張力範囲と低張力域を確保したフリクションシャフトとなる（表5(c)）。TAF38はこの空圧2系統スプリングチャック方式を採用している。

表3 MR主要諸元

		MR6	MR7
ローラー面長	mm	600	700
基材幅	mm	50～500	50～600
巻取径	mm	600	
巻出径	mm	600	
速度	m/min	400	
張力	N	3～60	
X	mm	1100	
Y	mm	1400	
Z	mm	1270	1370

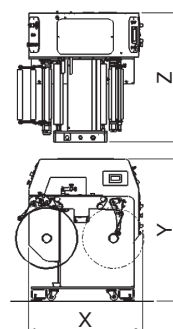


表4 各個フリクションシャフト

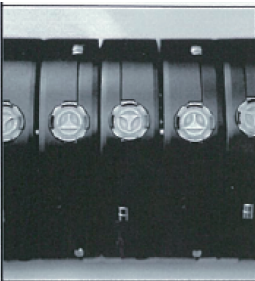
	TAF9	TAF19	TAF25	TAF38		
				STD	H	
						
	76.2±0.5 (3")					
	9.5	19	25	38		
	30				50	
	110		170	240		
空圧系統数	1系統	2系統				
スライダー	なし	あり				
チャック休止機構	あり					



表5 各個フリクションシャフト方式の比較

	(a)	(b)	(c)
力			
空圧系統数	1 系統		2 系統
チャック力	空圧	スプリング(チャック解除は空圧)	

(2) 高速化

高速時のローラーへのエア巻込みによる滑りを防ぐためローラーの小径化、滑り止めテープの採用、およびメカロス低減のための軸受の小径化を実施した。

ローラーは強度等計算検討した結果20%の小径化を実現できた。フィルムのローラースリップ開始速度 U_{slip} は次の理論式¹⁾で計算できる。ローラーの小径化により U_{slip} は理論的に改善することが分かる。

$$U_{slip} = 5.258 \times 10^4 T_1 \left(\frac{\sigma}{R} \right)^{3/2} \dots\dots (1)$$

T_1 : ローラー直前のウェブ張力、 R : ローラー半径、 σ : ローラー表面の合成粗さ

なお、ローラーの小径化は機械全体のコンパクト化にも貢献している。

ローラーは軽量アルミ製で表面に滑り止めテープを巻いている。滑り止めテープは織機やスリッターなどで広く実績のある合成ゴム製のものを使用している。表面はスポンジ状の凹凸形状が成形されており、フィルムとの間のエアを抜くのに効果がある。これによりエア巻込みによるフィルムの浮上を防ぐことがで



EXPERT Stephan Heuser GmbH & Co. KG 社 (独) カタログより

写真2 滑り止めテープの例 (左: 合成ゴム製、右: コルク入りゴム)

きる。同様な用途でコルク入りゴムテープの使用も可能である (写真2)。

軸受の小径化はメカロスの低減に効果がある。こちらにも計算検討により従来から30%小径化できた。軸受摩擦モーメント M の理論式²⁾を以下に示す。

$$M = \mu P d / 2 \dots\dots\dots (2)$$

μ : 軸受の摩擦係数、 P : 軸受荷重、 d : 軸受内径

5.2 モジュール化設計

QCD (品質・コスト・納期) を高度に維持しつつ、市場の多様な用途に対応するためにモジュール化設計が採用された (図1)。あらかじめ準備されたモジュールを組み合わせることで、顧客の特殊用途に対応した製品を供給するというものである。これにより従来、納期のボトルネックになっていた“都度設計”の削減に成功している。また、同じモジュールが繰り返し使用されることにより品質

やコストも研ぎ澄まされていく。

5.3 その他の特長

(1) 巻出フリクションシャフト

巻取軸ではなく、巻出軸に各個フリクションシャフトを採用した。巻取軸にはエアシャフトを使用している。これは以下の理由による。

①側板の使用

巻取端面精度の向上のため側板を使用した巻き直しがしばしば行われる (写真3)。その際、各個フリクションシャフトが巻取軸であると側板の取付けが困難になる。

②コア内面の保護

各個フリクションシャフトによる巻取では、注意してコアを位置決めしないとフリクションモジュール半掛けなどで製品のコア内面を傷めることがある。

(2) 目視検品照明のLED化

目視検品の照明にはメンテナンスフ

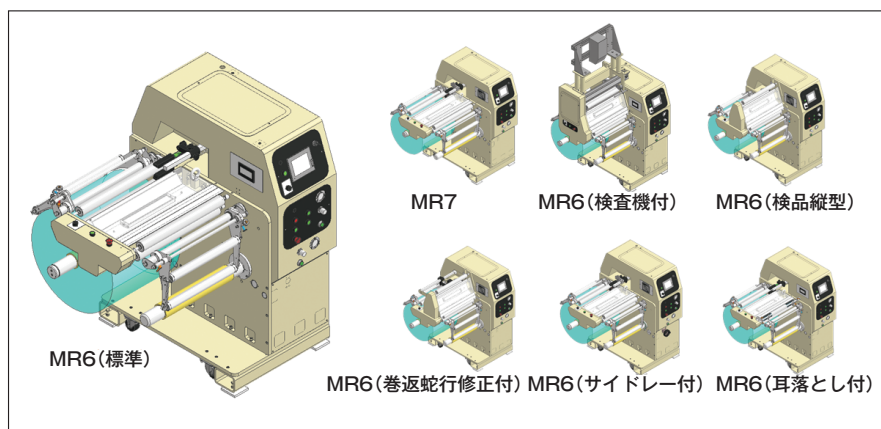


図1 モジュール化設計の例

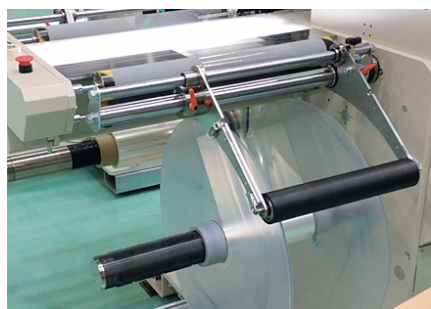


写真3 側板を併用した巻取の例

り化のためLEDを採用している。LEDの光は指向性が高いため、そのまま使用すると光が広い範囲に拡散せず検品作業を妨げる。これを防ぐため、拡散効果のある反射板を採用し改善している(表6)。

(3) タッチローラー

特に低張力巻取時にはタッチローラーの押さえ荷重も低く抑える必要がある。低張力巻取が必須となる狭幅製品でタッチローラーの押さえ荷重を繊細にコントロールできるよう、タッチローラー幅を可変にしている。これにより狭幅製品に対しては幅の狭い軽量なタッチローラーを使うことができ、より繊細な荷重コントロールが可能になる。荷重のコントロールは低摩擦タイプのエアシリン

表6 LED照明の改善 (LED+特殊反射板を採用)

蛍光灯 (従来機)	LED	LED + 特殊反射板

ダーで行う。

6. まとめ

市場ニーズにマッチした以下の特長を持つ小型リワインダーを開発した。今後も常に市場に耳を傾け、現場に喜ばれる商品の開発を心掛けていきたい。

①広い張力範囲の実現

各個フリクションシャフトを採用して狭幅にも対応可能な3~60 Nという広い張力範囲を実現した。

②高速化

ローラーの小径化や滑り止めテープの採用で400 m/minの高速化を実現した。

③モジュール化設計

QCDを高いレベルで維持しつつ様々な用途に対応するため、モジュール化設計を採用した。

④コンパクト化

ローラーの小径化を含むコンパクト設計により業界最小の設置面積を実現した。

<参考文献>

- 1) 橋本 巨: ウェブハンドリングの基礎理論と応用, 加工技術研究会 (2008)
- 2) 岡本純三、角田和雄: 転がり軸受, 幸書房 (1981)
- 3) EXPERT Stephan Heuser GmbH & Co. KG社 (独) カタログ

半導体型単層CNTの製造技術確立、2018年度から販売開始

日本電気(株) (NEC)、産業技術総合研究所 (産総研) ナノ材料研究部門、(株)名城ナノカーボン は、非イオン性分散剤を使い、99%以上の高純度で、半導体型単層カーボンナノチューブ (CNT) を分離できる製造技術の確立に世界で初めて成功。2018年度から名城ナノカーボンがサンプル販売を開始する。

単層CNTは、炭素の並び (巻き方) の違いにより半導体型・金属型といった異なる物性を示すことが知られており、半導体型CNTは、印刷技術を利用して電子回路などのエレクトロニクス製品を生産するための高機能性インク用途で注目されている。高電子移動度と化学的安定性を持つ半導体型CNTをトランジスタのチャネル材料として利用することで、大面積・超薄型・フレキシブル性を備えた高性能センサーデバイスの実現が期待できる。

しかし、単層CNTは半導体型と金属型が混在して生成されるため、高性能トランジスタ用途で使うには、半導体型CNTだけを高純度かつ効率的に分離する技術が必要となる。従来、さまざまな分離技術が提案されてきたが、いずれもイオン性界面活性剤などを使用するため、

エレクトロニクス用途の場合、デバイスの動作を不安定にってしまうなどの課題があった。

そこで、NECと産総研は、イオン性界面活性剤を用いない単層CNT分離技術「電界誘起層形成法 (ELF法)」を開発。さらに、NEC、産総研、名城ナノカーボンの三者で、ELF法による半導体型CNTの製造技術を確立した。製造設備は安価・簡便、大型化が容易であり、大量製造にも適している。

ELF法は、単層CNTを非イオン性界面活性剤で分散し、分散液を分離装置に入れ、上下に配置された電極に電圧を印加して分離する技術。単層CNTは半導体型と金属型で表面電位が異なっており、この差を利用し、無担体電気泳動により陰極・陽極にそれぞれ移動させ、分離槽内の分散液に密度勾配を形成することで安定的な分離を実現。これにより分離した半導体型CNTの高機能性インクを使って作製した電界効果トランジスタを評価したところ、電流が流れている状態と流れていない状態が完全に分かれた、良好な均一性を持つデバイス性能が確認された。

(電 場大祐)