ピッチが付着し難い中芯紙及びジュートライナーマシン用の ライダーロールの開発*

株式会社野村鍍金 技術部 ○仲井 啓治, 中山 恵次

Development of New Coating Material for Rider Roll in Winder, Having Characteristic of Resisting Trouble with Pitch Sticking to Roll Surface, Concerning Latest Corrugating and Jute Liner Board Machine

Keiji Nakai and Keiji Nakayama

Technical Development Division, Nomura Plating Co.,
Ltd.

仲井啓治

In case of operation for Corrugating paper and Jute Liner board machine, corrugated waste paper and magazine waste paper are using, as main raw materials. In latest tendency, the content of waste paper are gradually increasing, and in almost Corrugating paper machine, they are keeping perfectly 100% waste paper. In component of waste paper, each kind of Hot Melt, Wax, Gum type materials and Film etc. are generally mixing.

Owing to the environment, winder operation for above system machine, are having some trouble with pitch sticking to surface of present Rider roll (made by steel pipe), and in some factory, they are much suffering from noise pollution, caused by pitch sticking.

In consideration of above mentioned condition, and customer's request for resisting trouble with pitch sticking, our company has decided to make project for settlement of trouble. By means of repeating several tests, for resisting pitch sticking, we have succeeded with developments of new materials for outside cover of Rider roll.

Keywords : waste paper, corrugating machine, rider roll in winder, pitch sticking trouble, noise pollution by pitch sticking, developments of new materials

1. はじめに

A 級中芯紙の主原料は、一般に広葉樹の SCP または CGP が用いられる。一方、B 級及び C 級の中芯紙

の場合には段古紙、雑誌古紙が主原料となっている。そして古紙には、ホットメルト、ワックス、ガム状物質、フィルム等の異物（これらの異物を総称して“ピッチ”と言われることが多い。）が混入しており、これが操業上のトラブルの原因ともなっている。これは、古紙を主原料とする B 級や C 級のジュートライナー

*平成 9 年度年次大会講演（講演 No. B 2-30）

クが入り、また摩耗も相当進行して表面がイレギュラー面となっていた。

以上の結果から次に述べる考察が成り立つ。

- ①ライダーロールの表面被覆に適する材料は、耐摩耗性があり、ピッチ等がロール表面に固着せずに非粘着性が維持出来る被覆材料でなければならない。
- ②一旦ピッチが固着すればロール表面に粘着性が現れ、紙離れ時に騒音が発生し、またピッチの固着が不均一であるがゆえにロール表面が凹凸を呈し、その結果、巻取られる紙に“シワ”が発生する。

2.4 ライダーロールでの騒音発生要因の分析と騒音発生モデル

(1) ライダーロールでの騒音発生要因の分析

ライダーロールの騒音発生要因を明らかにする為に、ライダーロール支持軸受部の振動計測が必要となるが、現時点で騒音発生要因を推定すれば、

- ①ロール表面の摩擦係数の変動…局部的なピッチの付着
- ②ロール表面の凹凸化……………ロール表面の凹み
- ③ロール表面の多角形化……………ロールの回転変動化

④巻取紙外面の振れ

などである。すなわち騒音発生は、上記①～④のいずれかの現象によってライダーロール（支持部を含む）の共振現象を誘発している可能性が高い。

一方、騒音側に立った対策であれば、

- a. ライダービームの剛性アップ（固有振動数の増大）
 - b. ライダーロールの押し付け荷重の増大
- などで、ある程度低騒音化が可能と推定される。

なお、厚肉（14 mm）のポリプロピレン被覆したライダーロールで10 dB程度騒音の低減が図れたことは、金属の場合と比べてライダーロール表面の剛性が著しく低い為に振動の減衰効果が大きいせいであると考えられる。

(2) ライダーロールでの騒音モデルの推定

ワインダーのライダーロールの運転モード例とピッチ固着がある場合とない場合の推定される騒音モデルを図2に示す。

3. ワインダーのライダーロールに対する当社の基本方針

当社は、従来から製紙業界で要望される防錆処置・耐摩耗性付与・汚染対策・耐熱性付与・潤滑性付与・光沢付与等の諸問題を全て取り上げて対応すると言う

図2 運転のモードと騒音発生の推定モデル

方針を打出しており、この意味では、現在ピッチ固着で困っているワインダーのライダーロールも例外ではなく、長期間に亘ってピッチの固着がなく、騒音低減に効果を示すライダーロールの表面被覆材の開発に着手した。

4. ライダーロールに適する表面被覆材の選定の為のフォアキャスター試験

4.1 ライダーロール用被覆材料の選定

事前に20種類にも及ぶ表面被覆材料をリストアップし、50 mm角のSS 400の表面に実際に被覆した後、表面粗さを2 μ Ry以下に揃えて、これらの表面にエチレン酢酸ビニル共重合体を主成分とする接着剤を一定量塗布乾燥させて基盤目試験で付着性の優劣を付け、最終的に表1に示す表面被覆材料をフォアキャスター試験用として選定した。なお、クロムめっきについては、参考迄に中芯紙との接触面積が少なくなる梨地クロムめっきを加えた。

4.2 フォアキャスター試験用テストリングの形状

テストリングの形状を図3に示す。

4.3 フォアキャスター試験でのピッチ付着テスト要領

4.2項のテストリングに4.1項の表1で示した選定被覆材料を施したものを準備し、図4の要領でピッチ付着テストを行った。また、予備テストの結果、テスト条件を以下の範囲で設定した。

- ・テストリングニップ圧…26～90 kg/cm
- ・運転スピード……………50～200 m/分
- ・運転時間……………合計3週間

4.4 ピッチ付着テストの結果

以上のピッチ付着テストは、一度実機のワインダーで巻き取られているせいだ3週間の運転にも関わらず、いずれのテストリングにも思ったようにはピッチ付着が生じなかった為にやむなくリングの汚れの程度をピッチ付着に置き換えて判定した。結果を表2に示す。

表 1 ライダーロール用として選定した被覆材料

No.	被覆材料	被覆厚	仕上粗さ	特記事項
1	鉄芯 (SS 400)	—	0.8 μ Ry	比較用材料
2	クロムめっき	50 μ m	0.8 μ Ry	通常のパフ仕上げ
3	梨地クロムめっき	50 μ m	50 μ Ry	通常のクロムとの比較
4	溶射 A	100 μ m	0.4 μ Ra	
5	溶射 B	100 μ m	0.4 μ Ra	
6	溶射 C	100 μ m	0.4 μ Ra	
7	特殊テフロン	100 μ m	0.8 μ Ry	

表 2 各種被覆材とピッチの付着

被覆材料	ピッチ付着程度
鉄芯 (SS 400)	○
通常のパフ研磨クロム	○
梨地クロム (50 μ)	○○
溶射 A	○○○○○
溶射 B	○○
溶射 C	○○
特殊テフロン	○○○○○

○の数の多い程ピッチ付着が少ないことを意味する。

図 3 テストリングの形状

図 4 ピッチ付着テスト要領

この結果によると溶射 A と特殊テフロンがピッチ付着が少ない被覆材料であることを確認出来たが、テスト条件を低速で高ニップ運転としていることや一度ワインダーに掛けられてバージンピッチが取り除かれていることなどを勘案すると実機の標準的な運転速度である 2,000 m/分 でピッチ付着にどれ程効果を発揮し、また寿命的にも充分なライフがあるのかは全くの未知数である。従って、溶射 A と特殊テフロンについて耐久性（寿命）の比較テストを実施することとした。

4.5 特殊テフロンと溶射 A の寿命比較試験

(1) たわみ加圧ロール方式による加速試験

基本的には、図 4 に示してある 360 mm ϕ ×500 mm 長さのロールをフリーの状態とし、これにキャンバスを掛けて面長方向 4 箇所モノマロンを使ってキャンバスの外側から加圧した。この試験の要領を図 5 に示す。

図 5 たわみ加圧ロール方式の試験要領

図 6 壁加圧ロール方式の試験要領

(2) 壁加圧ロール方式による加速試験

上記(1)では、摩耗加速試験としてたわみ加圧ロール方式を述べたが、ワインダーのライダーロールの運転状態を勘案して、別個に壁加圧されることを想定した加速試験を実施することにしたが、この試験要領は、(1)の図 4 の 360 mm ϕ のロールの左に入手した中芯紙を片側 50 mm 巻いて直径を 600 mm ϕ とした 500 mm ϕ ×500 mm 長さのロールを配置し、ネジ方式でそれぞれのロールをタッチさせて実施したもので、図 6 にその試験要領を示す。

(3) 加速試験の条件

2 種類の加速試験の要領は、それぞれ 1)、2) で記述したが、加速試験の為の運転条件は、実機の運転条件に出来るだけ近付ける為に、図 7 のようなタイムスタディで 75 回（計 300 分）運転した。但し、壁加圧ロール方式の場合には、1 回運転ごとに巻取紙を剥がして新たな表面を出した後、次の運転に入った。

図7 加速試験のタイムスタディ

(4) 加速試験の結果

表3の通りで、壁加圧ロール方式に於いて初めて溶射Aと特殊テフロンに差異が見られたので、実機に対しては、溶射Aを適用することに決定した。

5. 溶射Aの割れに関する机上検討

以上の一連のフォアキャスター試験で溶射Aがワインダーのライダーロールの被覆材料として好ましいことが分かったが、一般にめっき被膜やテフロンと比べると溶射材料は、硬度が高く、尚且つ脆いというのが定説で実機運転中に割れて飛散するという事故を起こす危険性も想定されたので、実際にワインダーのライダーロールに被覆したと言う前提で割れ発生有無について机上検討することとした。なお、ライダーロールは、実機でのトライアルを予定しているA社のB工場のものを対象として検討した。

(1) 接触面圧についての検討

- ライダーロール径：262 mmφ ($r_1=131$ mm)
- 溶射被膜のヤング率： $E_1=15,000$
- 溶射被膜のポアソン比： $\nu_1=0.26$
- 巻取紙最小径（紙管径）：120 mmφ ($r_2=60$ mm)
- 紙管のヤング率： $E_2=500$ （推定値）
- 紙管のポアソン比： $\nu_2=0.3$
- 線圧： $N=\max. 3$ kg/cm (0.3 kg/mm)

また溶射被膜の運動疲労度は、 $P_{HW}=37$ kg/mm²であり、実機に於ける線圧の変動が2倍あるとしても被膜の割れに対する安全率は、

$$f_1 = \frac{37}{1.57} = 23.6 \text{ となる}$$

(2) ライダーロールの曲げ応力についての検討

ロール表面の溶射被膜には、両振りの繰返曲げ応力が作用することになり、このケースでの溶射被膜の安全率は、仮に溶射被膜に繰返し外力が作用した場合の割れ発生疲労強度を12.03 kg/mm²とし、実際の2倍の曲げ応力が作用したとしても安全率 f_2 は、

$$f_2 = \frac{12.03}{0.175 \times 2} = 34.4$$

すなわち、溶射被膜に掛かる接触面圧、曲げ応力などの作用応力を負荷線圧側の2倍で算定しても溶射被膜の割れ発生に対する安全率は、いずれも高く、実運

表3 たわみ加圧ロール方式と壁加圧ロール方式による摩耗比較試験結果

加速試験	ロール被覆材料の摩耗状態
たわみ加圧ロール方式	ロールの摩耗状態には、溶射A、特殊テフロンとも全く変化なし。
壁加圧ロール方式	ロールの摩耗状態は、溶射Aが全く異常がないのに対して特殊テフロン側に若干の摩耗兆候あり。

$$Q^2 = \frac{1}{\pi} \left(\frac{r_1 + r_2}{r_1 \times r_2} \right) \left(\frac{N}{\frac{1 - \nu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \nu_2^2}{E_2}} \right)$$

Q：最大接触ヘルツ面圧

$$= 0.00773 \times 531.3 \times N$$

$$= 4.1069N$$

ここで

$$N = 0.3 \text{ kg/mm のとき } Q^2 = 1.232$$

$$Q = 1.11 \text{ kg/mm}^2$$

$$N = 0.6 \text{ kg/mm のとき } Q^2 = 2.464$$

$$Q = 1.57 \text{ kg/mm}^2$$

図8

$$M_{max} = \frac{1}{8} N L^2 \quad (N = 0.3 \text{ kg/mm とすれば})$$

$$= 8.77 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

$$Z = 5.015 \times 10^5 \left(\frac{\pi}{32} \times \frac{262^4 - 241^4}{262} \right)$$

$$\sigma_b = \frac{M_{max}}{Z} = 0.175 \text{ kg/mm}^2$$

図 9

転で割れ発生の危険性は極めて少ないと結論出来る。

6. おわりに（実機への適用）

最近の中芯紙及びジュートライナーマシンのワインダー用ライダーロールは、使用原料事情の変化やマシンの高速化でピッチの付着トラブルの増加とその結果としての騒音の発生と言う操業上の問題を抱えており、この解決に有効である被覆材料として“溶射 A”を開発した。“溶射 A”は、現在 A 社の B 工場に実機トライアルとして納入運転中で、使用開始後 3 ヶ月目を経過し、4 ヶ月目に入っている。

ちなみに B 工場のライダーロールは、262 mm 径 × 1,530 mm 長さを 1 本として 3 本 1 組で使用されるものである。また、使用中のテンダーの報告では、

①溶射 A を被覆することによって騒音量が確実に

低下した。

②ピッチの付着は、皆無ではないが鋼管製ロールに比べると同一運転期間での付着量とその堆積厚みが圧倒的に少なく、またピッチも固着と言うよりも付着に変化して除去しやすくなった。

③ピッチが付着すると若干運転時の音量が増加するが、それでも鋼管製のロールに比べると静かである。

と言う中間結果となっている。当社としては、定期的にピッチを除去する必要性はあるものの、テンダーにとって除去しやすい状態にまで改善されており、後はロールの寿命を見極めると共に、さらにピッチ付着を低減出来るライダーロール被覆材開発に努める所存である。