技術報告

An Approach to a Super High-Speed for Ring Spinning Frame.

By Keishi Fujisawa
Nihon Spindle MFG. Co., Ltd.,
Amagasaki

This article aims to summarize our study to obtain a super high-speed of 20 000 rpm in spindle revolutions of a ring frame, by improving the mechanisms of rotation parts such as spindle and ring and by developing an advanced speed controller and speed regulator.

The informations on the process of our study for speeding up the spindle revolutions up to 20 000 rpm are as follows:

1) We have succeeded in developing a new spindle for ring frame, which can attain a speed of 20 000 rpm, restraining the spindle vibration as the same level as in the conventional operation at 15 000 rpm.

2) All the bottlenecks of the rings and travellers usually encountered during the high-speed operation of spindle have been broken by improving their mechanisms.

3) We have developed a speed regulators provided with wider ranges of speed and also a speed controller with lenient pitches not to occur sudden changes in speed. The new equipments thus developed increase the efficiency of spindle and are effective in eliminating yarn end-downs.

リング精紡機の超高速化 へのアプローチ

会 員 藤 澤 啓 司

1. ま え が き

糸切れを少なく保ちながら、精紡機の回転数を上げる努力は、従来からも絶えず行なわれている。例えば、昭和35年から37年にかけて高速化(15 000 rpm 化)の努力が行なわれ、昭和41年から42年には17 000 rpm も可能の状態になった。

今回の報告は、オープン エンド精紡機の出現に伴って、リング精紡での回転上昇限度を把握しておくことが、今後のリング精紡方式の位置づけをするうえにぜひ必要であるという考え方から、最高速 20 000 rpm を目標にしていろいろと検討した結果を集約したものである。今回の検討の対象に取上げたのは、スピンドル、リング、変速運転方法および変速装置であるが、その結果

- (1) 超高速時のスピンドルの振動が、超高速仕様スピンドルの開発によって、15 000 rpm のときと同程度の振動に保てるようになったこと
- (2) 今まで高速化に対する最大のネックポイントであると考えられていたリングの改良がすすみ、最高 20 000 rpm が可能になってきたこと
- (3) 変速域を広くとれる両シープ式変速装置と、増

速勾配をゆるやかにした速度制御装置の開発によって、平均回転数を上げて糸切数の増加を防止できるようになったこと

などの理由によって、リング精紡の超高速運転が可能になってきた。これらの検討過程を含めて以下に報告する。

2. スピンドルについて

一般にスピンドルに関しては、HF型やHA型インサートを使用すれば現在のスピンドル型式でも問題なく超高速化できると考えられていたようである。しかしながら、15 000 rpm から 16 000 rpm では特に問題のない現在のスピンドル型式でも、そのまま 18 000 rpm から 20 000 rpm に回転を上げるといろいろの問題点が生じてくることが判明した。

超高速運転を行なう場合、スピンドルについて注意を要するのは、振動、消費動力およびスリップの増加対策である。

特にスピンドルの振動増加はインサート寿命低下の一因にもなるので、20 000 rpm でも 15 000 rpm と同程度の振動に保つことがインサート寿命の減少を少しでも軽減

* K. Fujisawa, Member. 日本スピンドル製造
繊維機器事業部 設計部

減させるためにはぜひ必要である。そのためにわれわれはスピンドルの振動増加防止策を見出すことに重点を置いて検討をすすめた。

第1図は回転数とスピンドル振幅の関係であるが、スピンドルのみ、および裸管付の場合は超高速域でも問題はないが、満管付の場合は 16 000 rpm 以後から振動が急激に増加する。

(第1図) スピンドルの振動特性

第2図(耐久実験による運転時間とスピンドル振動の増加傾向)や、第3図(運転時間とボビンの変形増大現象)および第4図(アンバランス重錘付と満管付スピ

(第2図) 運転時間とスピンドルの振動の増加傾向

(第3図) ボビンのクリープ変形現象

(第4図) アンバランス量とスピンドルの振動の関係

ドルの振動特性の差)などの結果からもわかるように、16 000 rpm 以上になるとボビンの曲げ強度がその遠心力に対して不足し、回転数の増加とともにボビンの曲がりが大きくなってアンバランス量が増加する結果、スピンドルの振動が増加するのだといえる。

この現象を防止するためには、ボビン強度を増すか、スピンドル自体でボビンの曲りを起こさせぬような構造を考えねばならない。ボビンの強度を増すのは高分子材料を使う以上限度があるので、この問題はボビンメーカーにお願いすることにして、われわれはスピンドル構造によりこれに対処する方法を考えた。

第5図は上述の現象を防止するように設計した超高速用(USS)スピンドルである。第6図は満管付の場合の従来型スピンドルの振動特性を比較したものであるが、その性能差は超高速域において特に著しいことがわかる。

(第5図) 超高速用スピンドルの構造

(第6図) 従来型スピンドルとUSSスピンドルの振動特性

第7図は軸受の寿命延長を対象にして吸振ゴムを介してスピンドルを取付ける方式の一例を示す、図に示すように軸受にかかる負荷をストレインメーターを使用して歪みにおきかえてみると第8図のような結果になる。

(第7図) 弾性取付および歪み測定装置

(第8図) 弾性取付の効果

すなわち、固定取付の時の 15 000 rpm の軸受負荷と弾性取付の時の 20 000 rpm の軸受負荷はおおむね同等になる。

この弾性取付方式はすでに大型スピンドル（合燃機や延伸燃系機などのスピンドル）には適用されているが、精紡の場合はスピンドルの取付けの真直度や取扱い上の問題などで大型の場合より厳密な要求も多いので、今回の 20 000 rpm 用スピンドルとしては、この方式は採用していない。この点は今後も継続して検討をすすめていきたい。

USSスピンドルを使用して、精紡機の超高速運転を行なう場合の参考事項として超高速域でのスピンドルの消費動力特性およびテープテンションとスリップ率の関係を第9, 10図に示した。

(第9図) 消費動力 (一锤当たり)

(第10図) テープテンションとスリップ率

消費動力軽減のためにはワープ径を小さくする必要があり、スリップ率の増加を防ぐためにはテープテンションを従来の 1.5 倍程度にするなどの考慮を払わねばならない。

以上の検討結果を折込んだUSSスピンドルは

- (1) 振動増加を防ぐために、スピンドルのランニングパートにボビンの曲がり防止策を折込んだ
- (2) 消費動力の増加をいくぶんでも軽減させるために HA25C インサートを使用し、ワープ径を従来の 23.8 mm ϕ から 20.2 mm ϕ とした
- (3) 油污れを軽減し、その強度を増すためにスチール ボルスターを使用している

などの点に特長がある。USS スピンドルの外観を第 11 図に示す。

(第 11 図) USS スピンドル

3. リングについて

従来から超高速運転に対して最もその追従性が悪いとされていたリングについて種々の検討を進めた。第 12 図は巻始め、5 分玉および満管時における紡出張力の 1 チュース間の最高値を示したものである（以下図中の紡出張力は 1 チュース間の最高値を示している）。一般に紡出張力は単糸強力の 1/4~1/5 以下に押さえる必要が

(第 12 図) 分玉別紡出張力

ある。綿・ポリエステル混紡糸 45 s の強力を 200 g、安全率を 4 と仮定すると、紡出張力は 50 g 以下に押さえない^{注1)}。したがって第 12 図の結果のみからいえば、巻始め時は 1700 rpm、5 分玉時は 19500 rpm、満管時は 19000 rpm の回転数がこの条件に該当することになる。

リングの超高速運転を行なうためには、リングとトラベラーの摩擦抵抗を減らして紡出張力の低下をはかるとともに、耐磨性の秀れたトラベラーを選択しなければならない。第 13 図は従来の高速リングと 20000 rpm 用に開発した USS リングの中玉時の紡出張力の比較である。

(第 13 図) 従来の高速リングと USS リングの性能差

この結果からも明らかなように USS リングは従来の高速リングに比較して超高速域での紡出張力の増加傾向が小さい。第 14 図はトラベラーの運転時間と摩耗量の関係、第 15 図はこの実験に使用したトラベラーの拡大図である。線材が薄くて熱放散効率の良い箱型形状のトラベラーが耐磨性が良いことがわかる。^{注2)}

(第 14 図) トラベラーの摩耗特性

(第15図) 楕円型と箱型トラベラーの一例

第16, 17図には高速リングとUSSリングに箱型トラベラーをそれぞれ組合わせた場合の紡出張力を示す。USSリングと箱型トラベラーの組合わせが、回転数上昇による張力増加の影響が少ないことがわかる。

(第16図) 高速リングと箱型トラベラーの組合わせによる紡出張力

(第17図) USSリングと箱型トラベラーの組合わせによる紡出張力

第18, 19図は比較的糸切れの多い3分玉時および5分玉時のリング(高速およびUSSリング)とトラベラー(楕円型および箱型トラベラー)を組合わせた場合の紡出張力の測定結果である。これらの結果からも明らかにUSSリングと箱型トラベラーの組合わせが超高速回転への追従性が最もすぐれていることがわかる。

(第18図) 各種リング, トラベラーの組合わせによる紡出張力(3分玉時)

(第19図) 各種リング, トラベラーの組合わせによる紡出張力(5分玉時)

4. 変速運転について

現在のリング精紡機で同一リングとトラベラーを使用して1ドップ間等張力で紡出するためには変速運転を有効に行なわねばならない。

第20図は綿-ポリエステル混紡45sでUSSリングと箱型トラベラーを組合わせた場合の等張力変速線図を示す。糸切れ発生が紡出張力と完全な相関々係にあれば、第20図の等張力線に沿った変速をすれば良いことになる。

(第20図) USSリングと箱型トラベラーの組合わせによる等張力線の一例

第21図は、① 20 000 rpm 等速運転、② 18 000 rpm 等速運転、③ 第18図の50g等張力変速線図に沿った運

転, のおのおの場合の糸切れ傾向を示したものである。この図からも明らかなように等速運転の場合はもちろんのこと, 50 g 等張力変速の場合でも, 豆玉時の糸切れは中玉時以後の糸切れに比較して著しく大きい。したがって豆玉時の回転数は, 第 20 図の等張力変速線図の場合よりも低く押さえる必要がある。

- 注 1) 糸切れ比は 17 500~20 000 変速の 1 ドフティング間の時間当たりの糸切れ数を 1 とした場合の比率を表わす
注 2) 48 鍾建精紡機で 10 ドフティング間の平均値を換算した
注 3) 各分玉での糸切れ傾向を比較するための指標である

(第 21 図) 等速運転および変速運転時の糸切れ特性の一例

第 22 図には上述の糸切れ傾向を考慮に入れて, 豆玉時の糸切れを押えるように設定した。最高 20 000 rpm を出す変速線図とその時の糸切れ傾向を示した。この場合でも 3~4 分玉時には他の分玉時に比較して糸切れ数の絶対値が多くなる傾向にある。この時の糸切れ数が管理限界を越える場合は, 最高回転数に達する位置を 5 分玉時に近づけるなどの処置が必要になるう。

- 注 1) 48 鍾建精紡機で 10 ドフティング間の平均糸切れは 7.3/400 鍾・hr であった

(第 22 図) 最高 20 000 rpm を運転する場合の変速プログラムと糸切れ傾向の一例

5. 変速装置と速度制御方式について

すでに述べたように, リング精紡の糸切れは巻始め時に多発し, 中玉時以後は減少する傾向にある。したがって USS スピンドルおよび USS リングを使って糸切れを少なく保ちながら超高速運転を行なうには, 変速運転を有効に利用しなければならない。第 22 図は最高回転数を 20 000 rpm に設定した場合の変速プログラムの一例であるが, この図からも明らかなように,

- (1) 変速域は従来の最高回転数 15 000 rpm の時と比較して相当広くとらねばならぬこと
- (2) 増速勾配は従来より著しくゆるやかにする必要があること

がわかる。

この目的を達成させる手段として, 両シープ型変速装置 VPS と階段増速型速度制御装置を開発した。

両シープ型変速装置; 両シープ型変速装置は従来の片側シープの変速範囲 (25%) を大きく上回る変速 (50% 以上) を可能にした。第 23 図はモーター側, 第 24 図は

VPS-C3FMC-(径の呼称)

(第 23 図) モーター軸側バリピッチ シープ

VPS-C3FPC-(径の呼称) VPS-C4FPC-(径の呼称)

(第 24 図) チン プーリー側, バリピッチ シープ

チン プーリー 側の シーブである。型式および仕様は第 1, 2 表のとおりであるが、これらを組合わせた変速比

(第 1 表) バリピッチ シーブの型式

ベルト型	径の呼称	変化し得るピッチ径 (PD φ)	外径 (OD φ)	最大孔径 (d φ)	ベルト本数	変速比
C 型	6.5	168~224 φ	236 φ	48 φ	3~4	33%
	7	178~234 φ	246 φ	48 φ	3~4	31%
	8	203~259 φ	271 φ	48 φ	3~4	27%

(第 2 表) バリピッチ シーブの仕様

ベルト型	ベルト本数	A	B	C	L	伝達馬力
C 型	3	293	136	95	336.5	19 kW (25) HP
	4	334	177	115.5	377.5	22.5 (30)

Z は、モーター側 シーブの変速率を X%，チン プーリー側シーブの変速率を Y% とするとつぎようになる。

$$Z = \left(1 + \frac{X}{100}\right) \times \left(1 + \frac{Y}{100}\right) \times S \text{ (スリップ率)}$$

階段増速型速度制御装置；従来の比較的急な増速勾配（従来型 SS コントローラーは 25 min で 25% 増速）から、増速所要時間をさらに伸ばしてゆるやかな増速勾配を得るために階段増速型 SS コントローラーを開発した。階段増速型 SS コントローラーは従来の SS コントローラーをその母体にして可変タイマーを組み込み第 25 図あるいは第 26 図に示すような速度制御を可能にした。

これらの両シーブ型変速装置と階段増速型 SS コントローラーの併用によって、第 22 図のような変速プログラムに沿った運転がはじめて可能になった。

$T_1' = [n(1+t_1) - t_1] \min$, $t_1=0$ の時 $T_1' = T_1$ で最大変速時間 25 min (60 Hz・hr)
 T_2 ; 最大変速時間 6 1/4 min (60 Hz・hr)
 t_1 ; 可変タイマー設定時間

(第 25 図) 階段増速プログラム例

$T_1' = [n_1(1+t_1) + n_2(1+t_2) - t_2] \min$, $t_1=t_2=0$ の時 $T_1' = T_1$ で最大変速時間 25 min (60 Hz・hr)
 T_2 ; 最大変速時間 6 1/4 min (60 Hz・hr)
 t_1, t_2 ; 可変タイマー設定時間

(第 26 図) 曲線階段増速プログラム例

第 27 図は最高速運転時の途中停止および再起動の状態を示す。いったん最高回転に達した後に機台停止を行なった場合は、従来の方式では最低回転に落とした後に機台停止をしていたが、今回の階段増速型 SS コントローラーでは中間速まで落としたのちに機台を停止させ、再起動の場合は中間速から急な勾配で最高速に達するように設定してある。現在、われわれはリング精紡機の超高速運転に対してはこの方式が最も良好な結果を生ずると考えている。

T_1 ; 階段増速をしない場合の低速から高速に到達するまでの時間
 T_1' ; 階段増速をした場合の低速から高速に到達するまでの時間
 $T_1' = \{n(t_0+t_1) - 2t_1\} + t_2 - ①$
ただし $t_0 = T_1/25a$
 n ; 低速から高速までの階段数で $25a \times S/s$ で計算される
 s ; シーブの全変速範囲 (%)
 S ; シーブの実際使用変速範囲 (%)
 a ; 階段増速用スイッチ カムの割数
 t_1 ; タイマー (1) の休憩時間 (max. 180 sec)
 t_2 ; タイマー (2) の休憩時間 (max. 30 min)
 T_2 ; 高速から低速までの減速時間 $T_2/T_1 = 1/4$ or $1/2$
注) 高速時機台停止 (BS_1) をさせると中速にて減速適位置停止する

(第 27 図) 高速運転プログラム例と途中停止、再起動の状態

第 3 表には超高速化に伴って必要になる関連装置を示した。これらの関連装置の併用によって、上述の両シーブ型変速装置や階段増速型 SS コントローラーの性能が有効に発揮できる。

(第 3 表) 超高速運転用関連装置

関連装置の名前	理 由
1. クッション スターター または スターデルタ	1. 紡機高速化による消費動力の増大に伴う機台モーターの大馬力への変更することにより機台起動電力の抑制のため 2. 両シーブの起動伝達動力の安定のため
2. 変速時期決め装置 (オート カウンター) 変速時期選定装置	1. 増速時期、減速時期の検知のため
3. チン ローラー プレーキ	1. 紡機高速化で軸受部ベアリング化され機台構性が長くなりスナール ヤーンの発生が多くなる恐れが生じるため
4. 機台モーター馬力上昇	1. スピンドル高速に伴う消費動力の増大のため
5. ドライビング軸新調	1. ドライビング側シーブ取付けのためドライビングシャフトの挿入長が150~200 mm 必要となる 2. 軸受部のベアリング化のため

第 28, 29 図は両シーブ型変速装置と階段増速型 SS コントローラーをリング精紡機に組込んだ状態である。

(第 28 図) 両シーブ型変速装置
階段増速型 SS コントローラーおよび
チン ローラー プレーキの取付状態

(第 29 図) 両シーブ型変速装置
階段増速型 SS コントローラーおよび
チン ローラー プレーキの取付状態

(1) 16 000 rpm (2) 18 000 rpm (3) 20 000 rpm

(毛羽判定用投光器による判定結果)

(第 30 図) 糸の外観状態

6. む す び

今回の一連の研究は、主に 48 錠建精紡機を使用して検討した結果の集約である。リング精紡機の超高速運転はスピンドルやリング トラベラーなどの各部品の性能向上に加えて、新しい変速運転の使用によって各部品の性能がそれぞれ十分に発揮できるようになった結果、可能になったものであると考えている。今回の研究は綿—ポリエステル混紡 45 s を対象にして行なってきた。今までの研究結果からも、超高速化には糸種、番手およびリフトなどには限定があることがわかっているが、今後はその適用範囲を広げるための検討や、実際の操業状態での問題点の把握とその対策の検討が必要であろう。

いずれにしても 20 000 rpm への第一歩を印したという点で意味が大きいと考えている。

20 000 rpm で運転するためには、機台関係においても従来から行なわれているドラフト パートのペンデュラ

本報で述べた各部品，装置の取付けと目標回転数の組合わせは第4表のようになる。

目 標 回転数 (rpm)	必 要 な 部 品 装 置				
	USS リング	USS スピン ドル	モーター 側 VPS	チン プ ーリー側 VPS	階段増 速型 SSU
17 000	○	△	○	—	○
18 500	○	○	○	—	○
20 000	○	○	○	○	○

一印：強いて必要はない

また、今回開発した両シープ型変速装置や階段増速型 S S コントローラーは超高速化以外の目的にも適用範囲が拡大される可能性も大きい。例えば比較的番手切替えの多い工場やロング リフトで従来の S S コントロー

参考までに、第 30 図に 160 00, 18 000 および 20 000 rpm で紡出した糸の外観状態(綿-ポリエステル混紡 45 s)を示したが、大きな差は認められていない。

今回の報告結果がリング精紡機の使用限界に対する従来の認識を少しでも、良い意味で変えることができれば幸甚である。

注

注1) 紡出テンションとトラベラー、ポピン間の巻取テンションの比を1:3と仮定した。したがって、余裕を含めて安全率を4とおいた。

注2) P. F. Grishin; *Whitin Review*, Vol. 25, No. 12 (1958-12)

注3) 箱型トラベラーが超高速回転への追従性が良いのは、トラベラーの走行姿勢が安定していることが大きな要因のひとつである。これはトラベラー上の糸の通過点の移動が少ないことや、トラベラーの重心が低いことなどの効果が大きいと考えている。

海外資料研究部会ご案内

海外の繊維関係の情報を、より早く、より広く、より正確に把握するため、本研究部会へのご入会をおすすめします。現在、本会へは海外諸国より毎月 100 数種の雑誌、資料、研究所報、カタログなどを入手しております。上述のごとく多数の資料のうちより、繊維ならびに繊維機械に関する基礎的研究論文および技術的実際研究の総合的紹介に主力をおき、海外繊維技術文献集（月刊）ならびに海外繊維文献抄録（月刊）を刊行しています。

海外纖維技術文獻集目次紹介

1970年 1月号 「新しい繊維」
2月号 「防災加工」
4月号 「メリヤス」
5月号 「羊毛」

1970年6月号 「メリヤス国際会議発表論文集」
7月号 「溶剤染色加工（1）」
以下続刊 「溶剤染色加工（2）」
「綿に関する国際会議発表論文集」

海外資料研究部会部

会員をA部会員，B部会員に分ける.

A部会員は「海外纖維技術文献集」「海外纖維文献抄録」の2種類を毎月無料配布。

B部会委員は「海外繊維技術文献集」を毎月無料配布。A、B部会員とも、海外文献紹介講演会への優先参加、文献貸与、原著の閲読などを行うことができる。

部 会 費

部会員は、6か月あるいは1か年を前納するものとする。

A部会費 6か月 3000円 1か年 6000円 B部会費 6か月 1500円 1か年 3000円

入会の手引

海外資料研究会申込書

海外資料研究部会A部会（　口）B部会（　口）として申し込みます

1. 会社・学校名
(あるいは個人名)
2. 所在地
(住所)
3. 部会費 昭和 年 月～ 年 月分(口) _____ 円払い込みました。
(備考) 部会費は6か月あるいは1か年分前納願います。