紡機部品の解説

大口径のリング*

会員 藤 沢 啓 司**

延伸燃糸や合燃、および タイヤ コード などには大口径のリングが用いられている。特に合織糸の合燃では127φmm リングで9000rpm～10000rpmに達しようとするものがあり、最近では合燃はもとより、一般的にさらにラージ パッケージ化、高速化を対象にして、この手段をいろいろな面から検討されているようである。そこで今回は大口径のリングの種類と特長について述べ、そのラージ パッケージ化、高速化に対する考え方をまとめてみることにした。

1. リングの種類

大口径のリングはそれに用いる潤滑剤の種類と給油機構からつぎの3種類に分類される。すなわち

- 1) リングのトラベラとの接触面にグリースを塗布するもの
- 2) リングのトラベラとの接触面上に溝をきって給油芯を埋めこむか、あるいは細孔を数個所に設けて給油芯を埋めこんで給油するもの（給油リング）
- 3) 焼結金属製のリングで、リング自体に油を含ませて、トラベラ接触部の微細孔から油を湧出させるもの（焼結リング）

* Rings for Large Package. (Draw and Ring Twister)

** K. Fujisawa, Member. 日本スピンドル製造(株) 設計部

などがある。

そのうちグリース リングは最も古い形式のもので、現在でも一部では使用されているが、グリースを塗布する煩雑さと糸汚れが生じやすいという欠点から徐々に姿を消しつつある。海外では Multi Groove Ring といって、リングの内面に傾斜した溝を切りこんでグリース溜りの役目をさせているものがあるが、これはグリースリングから給油リングへの移行段階に相当する種類のものであるといえよう。

給油リングには、溝をリング内面の全周または数個所に切りこみ、給油芯を埋めこんだものが海外には多い。国内ではトラベラ接触部に小さな油孔を数個所設けて給油を行なうリングがその大部分を占めている。しかし給油リングは過剰給油気味でないとトラベラの走行に障害を起こす傾向があり、過剰給油状態では糸汚れを起こしやすく、また消費油量が甚大になる点に問題がある。

焼結リングは焼結金属の特性を生かして、トラベラの摺動によってリングの表面温度が上がると、必要な部分にのみ油が湧出するので、その点からいえば理想的なリングである。疑問視されていた寿命についてもその材質や熱処理技術の向上によってほとんど問題がなくなったので、グリース リングや給油リングに取り代わりつつある。

現在の欧米の傾向は、グリース リングは Multi Groove 式に移行し、その大勢は給油式および焼結リングになっているようである。

2. 焼結リングについて

今後大口径リングの主柱と目されている焼結リングについて若干述べてみたい。

焼結リングを構成している焼結金属は、金属の粉末を焼結したものを加工し、浸炭焼入れを行なったものである。それゆえ、金属の粉末間に空間を生じさせることができるので、この空洞に油を含浸させて、トラベラの摺動面に自動的に油を補給する作用を行なう点に特長がある。そのために、グリース リングや給油リングに比較すると補油状態が安定するので、過剰給油や油切れの状態は皆無に近く、トラベラの走行がきわめてスムーズである。

焼結リングの性能を決定する要素の大半はリングを構成する焼結金属にあるといっても過言ではない。リングの特性に合致した材質の選択が非常に重要である。この中で特に必要な項目とその特性について述べるとつぎの

ようになる。

a. 鉄粉の粒度

粉末の粒度がリングの加熱テンションに与える影響は第1図のようになる。この結果からも明らかなように粒

(第1図) 焼結金属の平均粒度と加熱テンションの関係

- 注) 1. テンションの許容限界は 0.2 g/d 程度が多い
2. 変動率の許容限界は 0.05~0.35 % 程度である (リング径, リング形式などの条件によって異なる)

度の大小が性能に及ぼす影響は大きい。粒度による平均テンションとリング個々のばらつきとは逆の傾向を示すので図中の $m_i \sim m_j$ が適当な粒度ということになる。

b. 焼結金属の密度

焼結金属の密度がリングの性能に及ぼす影響は大きい。密度によって決定される有効多孔度は油の供給能力と消費量に關係する。密度と有効多孔度との關係は第2図, 有効多孔度と加熱テンションおよび油の消費量との關係を第3図に示した。第4図は密度とリングのライフとの關係である。密度が高すぎても低すぎてもリングライフが短くなる傾向がある。図中の ρ_x を含むような $\rho_i \sim \rho_j$ の範囲の密度の決定が必要であらう。

(第2図) 焼結金属の密度と有効多孔度の関係

- 注) 有効多孔度 P は 10~20 % の範囲のものを使用条件によって適用している
密度 ρ_x は 5.8~6.5

(第3図) 焼結金属の有効多孔度と加熱テンションおよび油消費量の関係

- 注) 1. テンション許容限界は 0.2 g/d 程度が多い
2. 油消費量は 0.035 cc/hr 前後が多い (リング径, トラベラ重量, 回転数によって異なる)
3. 有効多孔度 $P_i \sim P_j$ は 10~20 % 程度が多い

(第4図) 焼結金属の密度とリング寿命の関係

- 注) 1. 密度 $\rho_i \sim \rho_j$ は 5.8~6.5 に相当する
2. リングの寿命は条件により異なり 2~6 年に分布している。再研磨直前までの耐用年数は 1.5~2.5 年程度である

c. リングの表面硬度

焼結金属製のリングも普通の肌焼き鋼製のリングと同じようにリングの表面硬度を上げるために浸炭焼入れを行なう。第5図は焼結リングの表面硬度の測定結果である。したがってトラベラとの接触面は普通の肌焼き鋼製リングと同等以上の硬さをもっていることがわかる。

(第5図) 焼結リングの表面かたさ

d. 焼結リングの油について

焼結リングは油粘度による性能差は給油リングほど顕著でない。しかしながらやはり粘度の低い油を使用するとテンションは低くなる傾向がある。第6図には使用油粘度と加燃テンションの関係を示した。細デニール系には低粘度油、太デニール系には高粘度油が適合する。

(第6図) 油粘度とテンションの関係

これらのほかに焼結リングの性能に影響する要因はいろいろある。今回の報告ではその中で特に重要なものの特性について説明した。リングの特性を示す絶対値はその条件によって異なることが多いので、今回はその傾向について述べたに過ぎないが、焼結リングの特性把握の一助になることと思う。

3. リングの形状特性について

リング フランジの形状は第1表のように分類される。

(第1表) リングの形状・種類

フランジ形状・種類		リング フランジ または 高さ A or h		
横 型			3.2	4.0
縦 型			9.5	10.3
			16.8	17.2
コニカル型			6.2	8.0
			14.1	17.2

この中で、横型は小口径リングに多く、大口径リングには主として縦型およびコニカル型が使用されている。

リングの形状特性のうち特に性能に影響を与えるのは、フランジ内面傾斜角、フランジ高さおよびトラベラの接触面の形状である。

a. フランジ内面傾斜角

フランジ内面の傾斜角を同一トラベラを使用して種々

(第7図) リング内面傾斜角とテンションの関係

検討してみると第7図のようになる。コニカル型リングでは 10°~15° の傾斜角が適当である。

b. フランジの高さ

フランジの高さと加燃テンションの関係は第8図のようになる。フランジの高さが低くなると、テンションは下がる傾向にある。

(第8図) リング フランジ高さ とテンションの関係

c. フランジ内面の形状

フランジ内面のトラベラ接触部の曲面と性能との関係は第9図のような傾向がある。曲面の曲率が小さくなれば加燃テンションは下がる傾向があるが、摩耗率が増すので、図中の $R_i \sim R_j$ の範囲が適当である。この値はリ

(第9図) リング内面の曲率と加燃テンションの関係

注) リングのトラベラ接触面の曲率 $R_i \sim R_j$ は近似的にいえば $50R \sim 200R$ である。これはリングの内径およびフランジ高さなどによって異なる

ングの内径寸法・フランジ種類によって異なるので、それぞれの種類のリングに対する最適の曲率を与えなければならぬ。

上に挙げた結果からいえば、リング フランジの断面形状はコンカル型で、高さの低いものが良いことになる。しかし実際の性能はこれ以外にいろいろな条件が重なるので、すべての種類の糸、条件下に対して、高さの低いコンカル リングが適するとはいえない。

たとえば、コンカル型リングを使用すれば、同じ高さの縦型リングに比較して、その使用トラベラが細くなり、トラベラはずれや飛散は増す傾向がある。その反面縦型リングはコンカル型リングに比較して、糸の通過位置の空間が狭くなり、糸汚れが若干多くなる傾向がある。第2表には縦型とコンカル型、およびフランジ高さの差による、糸汚れ、トラベラ飛散、テンションなどの

(第2表) リング フランジ形状と性能

	17.2 mm シリンド	14.1 mm コンカル	11.1 mm コンカル	9.5 mm シリンド
加 熱 テンション(g)	30.1	27.7	26.6	22.7
糸 の 油 汚 れ(%)	0	0	0.003	0.013
トラベラ飛散(%)	0.097	0.174	0.107	0.020

注) 127φ リング使用 7 000 rpm
ナイロン 70 d × 2 トラベラ No. 26

測定結果例を示した。この結果からみてもコンカル型は糸汚れは少ないが、トラベラ飛散は多い傾向にあること、フランジ高さの低い方がテンションは軽くなりトラベラ飛散は少なくなるが、糸汚れはやや多くなる傾向にあることなどがわかる。

4. 用途別によるリングの種類について

リングの形状、フランジ高さの選定に際しては、それぞれの特長を十分に把握しておかねばならないが、実際には使用条件が日々変わることも多いので、リング種類

(第3表) 用途とリングの種類

用 途	リ ン グ 種 類
延 伸 燃 糸 用	縦型 (9.5, 10.3, 11, 16.8, 17.2) コンカル型 (8, 11, 14, 17)
合 燃 用	縦型 (9.5, 16.8, 17.2) コンカル型 (8, 11, 14, 17)
タイヤコード用	縦型 (16.8, 17.2, 25.4) コンカル型 (14, 17)

の選定が困難であることが多い。簡易的なリングの選定方法として第10図のようなものがある。これは使用トラベラの番手範囲によってリングのフランジを選定する方法である。可能な限り、そのリングのトラベラ番手使用範囲が、図中柱状グラフの中央部にくるようなフランジ高さのリングを選ぶことが望ましい。

また、いろいろな用途に応じて、使用する

リングが異なっているが、これをまとめたのが第3表である。第4表には各リングに使用されているトラベラ種類を示した。

(第4表) リング種類とトラベラ種類について

リング フラ ンジ種類 (mm)	金 属 製 ト ラ ベ ラ	ナイロン トラベラ
縦 型 9.5	S B, S K	S
10.3	K P	
16.8	C B	C
17.2	N D	C
25.4	T B	B
38.1	T L	L
コ ン カ ル 型 6	M B C E S	
8	H B C E M	
11	S B C, S B A, E, E K	
14	F B C	
17	C B C	

現状で延伸燃糸機には縦型リング、合燃機にはコンカル型リングの使用が多い。

5. 大口径リングの高速運転に対する問題点とその対策

大口径リングで回転数を上げようとすると、巻取角度やバルーニングの高さの変化によって、加熱テンションが大きく変化する傾向がある。これに対しては、リングそのものの性能を上げることももちろんであるが、適切なリング種類の選定と加熱テンションの増加を防ぐよう

リング フランジ高さ
(第10図)

リング フランジの高さと
適応トラベラの番手

な補助手段の併用が必要になる。

a. 回転数を上げるためのリング フランジ種類

同一番手のトラペラを使用して回転数を上げると、トラペラの遠心力が増加して加熱テンションも上昇する。回転数とテンションの関係を示したのが第 11 図である。

(第 11 図) ハビンドル (トラペラ) 回転数と加熱テンションの関係

(第 12 図) トラペラ番手と線径の関係

高回転になってもテンションを低く保つには、トラペラ番手を軽くして、その遠心力を小さく保たねばならない。しかしトラペラ番手を軽くするとトラペラの太さが細くなって、その寿命が短くなる傾向があるので、それを防ぐには、小さい形状のトラペラを使ってトラペラ太さをできるだけ太くしておく必要がある。

第 12 図にはリング高さが 11, 8, 6 mm 用のトラペラ番手と線材太さの関係例を示した。この図からいえば 11 mm 高さのリングで #30 のトラペラを使用しておれば、8 mm 高さのリングでは #34, 6 mm 高さのリングで

は #38 が同じ線径のトラペラである。このことは 11 mm のリングよりも、8 mm または 6 mm のリングの方が、高速化・細デニール化に対する適用性が優れていることを示しているといえよう。

トラペラの線径が同一の場合、トラペラ寿命も変わらないと仮定すれば、トラペラ寿命をほぼ同一に保つためのフランジ高さと回転限度の関係は第 13 図ようになる。フランジ高さを低くすることによって、回転上昇の可能性が大きくなることがわかる。

(第 13 図) 同一線径トラペラを使用した場合トラペラ遠心力が同一のときのスピンドル回転数

b. ポビンの形状

リング径とポビン径との差が大きくなると糸の巻取角度が小さくなって加熱テンションが増加することはよく知られている。第 14 図にはポビン径とリング径による加熱テンションの変化の傾向を示した。ポビン径が細い

(第 14 図) リング内径およびポビン径と加熱テンションの関係

場合は、加熱テンションはリング径によって差が大きくなり、ボビン径がある程度太くなるとそれが小さくなる傾向にあることがわかる。

また加熱テンションはバレーニングストレッチによっても変化する。第15図はボビンの高さ方向の位置と巻径が加熱テンションに与える影響である。この図から

(第15図) ボビン径に対するバレーン高さと加熱テンションの関係

ボビンの最適形状が決定できる。すなわち最大加熱テンションを $T_{0.2}g$ に押えようとすると、ボビンの高さ方向の各位置で $T_{0.2}g$ になるボビン径を求めればよい。第16図はその結果をまとめたものである。ボビン形状を第16図のようにすれば最大加熱テンションを $T_{0.2}g$ 以下に押えられることになる。

(第16図) 第14図の結果による最適ボビン形状

c. スピンドルの変速運転

加熱テンションはボビン径が変わっても、またスピンドル回転数が変わっても変化する。第17図は各巻径に対するスピンドル回転数と加熱テンションの関係である。加熱テンションを $T_{0.2}g$ に押えようとすると第17図からボビンの各巻径が $T_{0.2}g$ になるスピンドル回転を求めればよい。その結果をまとめたのが第18図である。

(第17図) ボビン径に対するスピンドル (トラベラ) 回転数と加熱テンションの関係

(第18図) 第16図の結果による最適変速方法

スピンドルの変速方法を第18図のようにすれば最大加熱テンションを $T_{0.2}g$ 以下に押えられることになる。

以上は回転を上げるためのリングの選定および補助手段についての概略である。上述の方法以外にもまだ検討されるべき事項も多いが、これらの方法を組み合わせればさらに能率向上に役立つと思う。

6. む す び

最近ではこれらの種類のリングのほかに焼結金属を利用した無給油方式のリングや高分子材料を利用したリングなどが研究されている。またナイロントラベラ用として独特の形状のリングも市販されている。しかしこれらのリングはいずれも限定された条件下での使用が多いので今回は説明を割愛した。いずれ稿を改めてその内容に触れたい。