

紡織工業に於ける電動力應用 (I)

Motor Appliances in Textile Industry (I)

大阪販賣店第二強電課 蒲 生 朝 郷

概 説

当社が 20 年來主力を注いで來た電動力應用部門の一として、紡織工業を挙げる事が出来る。需要家各位の熱心なる御指導に依り、その技術的内容は戦前の水準を遙に凌駕したのも少なくないし、また製造台数に於ても現在当社の重要部門を占めている。茲に

第 1 篇 綿糸紡績 第 2 篇 毛糸紡績

第 3 篇 織 機 第 4 篇 染色整理

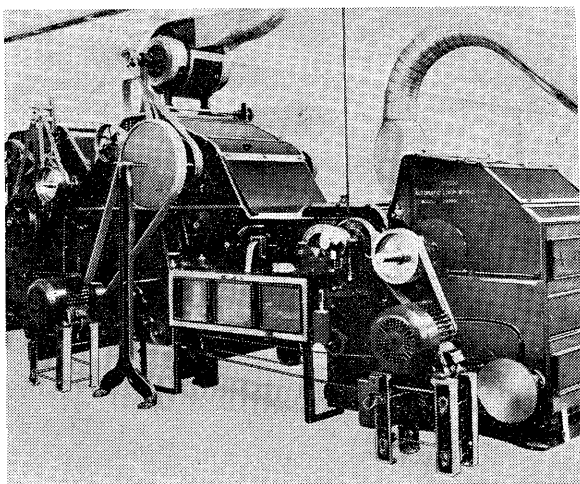
の 4 篇に分けて本部門の技術的内容を紹介し、以て諸先輩各位の御叱正を仰ぎ度い次第である。

第 1 篇 綿 糸 紡 績

I. 工 程

1. 開綿及混綿

綿花は原産地で俵詰にする折、容積を小さくする爲め水圧器等に依り強く圧縮されており、且つ枯葉及土砂等の不純物を含んでいる。従って固く締付けられた綿塊を解きほごし、同時に不純物を取去る事が必要である。



第 1 図 ホッパーフィーダー及びブラチスフィーダー
Fig. 1. Hopper feeder and lattice feeder.

これが開綿工程である。此の際経済的及技術的理由から屢各種の原綿を混合する場合がある。斯る場合には開綿と同時に混綿が行われる。

此の工程で使用される機械は原綿の種類、製品の等級等に依って相異なるが、主要機械は次の通りである。

H B B (Hopper bale breaker)

H O (Hopper opener)

P O (Porcupine opener)

C O (Crighton opener)

H F (Hopper feeder)

印度綿用としては H F の次に C O No. 2 をもう一台使用し、又埃及綿用としては H O, P O 間に H F が屢使用される。これ等の機械では何れも綿塊をほごすのであるが、H B B には排風機があって塵埃を工場外に排出する。

2. 打 綿

開綿に引続いて行われる工程で、綿塊をほごすことと不純物を取去って淨綿作用を行うこと、及び厚味にまだらのない筵狀の綿、即ち筵綿を作ることが主要目的である。此の工程では次の機械が使用される。

E O (Exhaust opener, 荒打機)

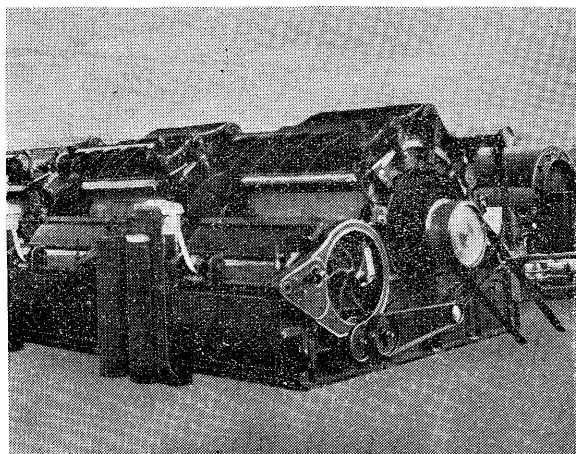
F S (Finishing scutcher, 仕上打機)

E O では綿纖維中の塵芥及びくず纖維を取去り、良質の纖維をローラーに依って筵狀にし、ビータにて打ちながら淨綿作用を行う。F S でも大体同様の作用を行うのであるが、茲では E O で出來た筵綿を数枚合せてロールする。

3. 梳 綿

以上の工程で出來た筵綿では、各綿実から採られた纖維は大体一塊になっており、他の綿実から得られた纖維と容易に區別出來る状態で、且つ各纖維は互にもつれ合っている。これを一本づつ分離して均一な組織狀態とし、

太さにまだらのない篠を作るのが本工程の目的である。同時に不純物及びくず繊維の除去も行われる。本工程では次の機械が使用される。



第2図 梳綿機
Fig.2. Carding engine.

Carding engine (梳綿機)

Sliver lap machine

Ribbon lap machine

Comber (コーマ)

普通の綿紡工程では梳綿機のみが使用されるが、高級糸質を望む場合は Sliver lap machine, Ribbon lap machine を経て comber を使用する。我国で comber を使用する氣運が動いて來たのは極く最近のことである。

4. 練篠

繊維の均一と云うことは、紡糸上最も重要な点であって、総ての機械は此の目的に対して、原料の挿入及び送出口が自動的に調整されている。梳綿機或はコーマより出て來た篠は、相当均一になってはいるが、未だ充分とは言えない。そこで、これを数本合せて索伸を興えて篠の均一性を高めることが必要である。これに使用するのが Drawing (練篠機) である。

5. 粗紡

練篠機より出て來た篠を更に数本合せて引伸し、これを細くして、更に少しく撚をかけ作業中の切断を防止する。これが粗紡工程であって、次の諸機械を使用する。

Slubbing frame (始紡機)

Intermediate frame (間紡機)

Roving frame (練紡機)

此の中、練紡機は最近殆ど使用されない。又始紡機と間紡機とを一緒にして、高度の索伸を興える粗紡機として Simplex fly frame がある。何れも索伸ロールとフライヤー及ボビンを有し、索伸と弱撚とを興えて粗糸を

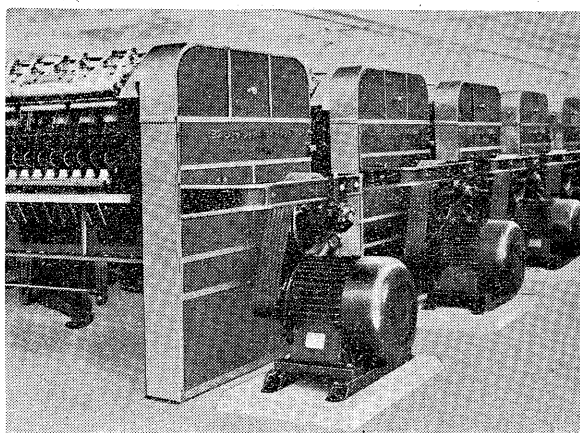
作る。

6. 精紡機

粗糸に適当な索伸と撚をかけてスピンドルに巻取り、所要番手の糸にする工程である。精紡機には種々あるが、綿糸紡績に使用されるのは下記の機械である。

Ring spinning frame (リング精紡機)

Mule (ミュール)



第3図 リング精紡機
Fig.3. Ring spinning frame.

リング精紡機が殆ど大部分で、特殊の高級品、又は細番手にはミュールが使用される。リング精紡機のスピンドルの数は普通400錘で、紡績設備の単位として此の錘数が使用される。超ハイドラフト方式に於ては粗紡工程を全々省略し、練篠機より直接精紡機へ送られる。此の精紡機では約 $\frac{1}{200}$ のドラフトを行いつつ精紡する。猶此の外にボット精紡機があり、各スピンドルの代りにボットを使用して精紡するのであって、製品は相当優秀であるが、未だ試験期と云うべく、一般に使用される迄には相当の期間を要する事であろう。

7. 撚糸及び仕上

精紡機で出來た糸は單糸であるが、そのまま使用される場合は直ちに次の工程即ち織布工場又は編組工場等へ送られる。これ等單糸をチーズに巻取る場合には

Quick traverse winder (チーズ巻機)

が使用される。

撚糸として使用される場合は單糸を2本乃至数本併合するのであって、一樣な張力で糸を引揃え、抜糸等のない様に完全に巻返すことが必要である。この糸を合せる工程を合糸工程と云い、これを撚合せる工程を撚糸工程と云う。これには次の機械を使用する。

Quick traverse double winder (合糸機)

Ring doubler (リング撚糸機)

仕上工程としては、糸の毛羽を焼取る瓦斯焼機、紹(か

せ)を作る総機 (Reeling machine), 総の玉造りをする玉締機 (Bundling press) 等がある。

II. 電動機

1. 概説

集團運轉と單獨運轉との比較に就ては、今更 Leiter の工場経済学に待つまでも無く、量と質との点に於て單獨運轉が合理的であることは云う迄もない。各機械の所要電力及び1万錠当りの台数は第1表の通りである。單獨運轉用電動機は電氣的特性はもちろん、機械的構造に就ても充分機械の特性に合致することが必要である。

第1表 純綿糸20番手チーズ1万錠当り機械所要電力算出表

項	機 械 名	1 台 当 り 所要電力 (kW)	標準 台数	運轉率 (%)	所 要 電力量 (kWh)	使用配分 (%)
1	HBB	1.2	1.05	85	17.2	0.55
2	HBB	0.9	1.05	〃	12.9	0.41
3	PO	1.0	1.05	〃	14.3	0.45
4	CO del付	2.4	1.05	〃	34.3	1.09
5	HO	1.1	1.05	〃	15.7	0.50
6	HF	0.7	1.05	〃	10.0	0.32
7	LF	1.5	1.05	〃	21.4	0.68
8	CO 2nd	1.4	1.05	〃	20.0	0.64
9	EO	6.8	1.05	〃	97.1	3.08
10	FS	3.3	1.83	85	82.1	2.60
11	梳 棉 機	1.0	41.6	88	585.7	18.56
12	練 篠 機	1.7	4.13	92	103.3	3.27
13	始 紡 機	1.5	3.4	90	73.4	2.33
14	間 紡 機	1.7	6.46	50	158.1	5.01
15	精 紡 機	4.5	25.00	97	1746.0	55.38
16	捲 糸 機	1.2	8.24	92	145.6	4.61
17	総 機	0.2	25.61	95	—	—
18	丸 締 機	0.5	3.72	80	—	—
19	荷 造 機	2.3	0.32	80	—	—
20	合 糸 機	1.1	4.32	90	—	—
21	撚 糸 機	4.3	18.81	94	—	—
22	棒綿打機	1.4	0.5	80	9.0	0.22
23	篠 切 機	1.5	0.5	80	9.6	0.30
合計					3155.7	100.00

(註) 日本紡績協会技術部会電力委員会昭和25年1月報告に依る。

a. 電氣的特性

電氣的特性としては

起動トルク

効 率

温度上昇

等が問題になる。カード電動機、リング電動機等に就ては日本工業規格 JISC 4203 に其の規準値が記載されて居る。

起動トルクとしてはカード電動機は特に起動回轉力の大きなることを要求されるが、練篠、粗紡、精紡等に対し

ては、むしろ起動トルクを制限して、緩かな起動を必要とする。

効率の問題は電動機温度上昇とも関連があるのであるが、一般に高効率が要望される。特にカード及びリング電動機では電力消費量の面から見て、高効率電動機の採用が合理的である事は云う迄もない。高効率電動機では鉄損及銅損を可及的に軽減する様設計製作する爲、普通効率のものに比較して5~8% 効率が高くなる。P.V.F線は絶縁の厚味が薄く、耐圧が大なる故、スロット内の利用率が高くなり、高効率電動機には頗る効果的である。勿論高効率電動機を使用する場合は最初の購入費は多少割高になるが、實際運轉では電力消費量の減少の爲に、短期間に消却されることを思えば、殆ど問題にならぬ。

温度上昇に就ては、成る可く低いことが要求される。この要求には二つの原因がある。一つは温度が高いと壽命が短くなると云う理由からであり、他は温度が高いと室温の調整が困難であると云う理由（これは誤解に立脚して居る場合が多い）が挙げられる。電氣機器の温度と其の壽命とは密接な関係があり¹⁾、特に壽命即ち絶縁物の劣化時間と考えるならば温度の低い事は壽命の長いことを意味する。然し乍ら経済的最高許容温度としてはA種絶縁物に対して105°C、B種絶縁物に対して125°Cと云う数値が万国共通の規程である。此の場合A種絶縁物の壽命は種々の年数が発表されているが、最長16年(Hober)²⁾、最短2年(Langlois)³⁾で中間的数字としては7年(Monstinger)⁴⁾である。即ち時代と方法と材質に依り大きな数字的相異が示されている。これを電動機の實際運轉状態に就て考えて見ると、室温40°Cに対して温度上昇65°Cである故、室温の調整が完全で、一年中一定温度25°Cに保持されたとすれば、そして電動機は完全に全負荷で温度上昇65°C一定であるとすれば、絶縁物の温度は90°Cとなり、Monstingerの発表している温度θ(°C)と壽命Y(年)の関係式

$$Y=Ae^{-m\theta}$$
 又は $Y=7.15 \times 10^4 e^{-0.088\theta}$ (年)

に依れば、其の壽命は20年となる。室温調整の不完全な場合であっても、一年間の温度の平均値を取れば大体同様の結果となる。更に實際問題として全負荷で何年間も連続使用することはあり得ないのであって、軽負荷、断続使用等の場合を考えれば、更に壽命は永くなる。こ

1) 学会誌昭和19年9—12月号
2) H. M. Hober: TAIEE 35 1259 (1916), Electric Motors vol. 2. 392 (1923)
3) M.R. Langlois: ETZ 53 1241 (1938)
4) V. M. Monstinger: TAIEE 47 776 (1930)

れ等の寿命の数値は概念的であって、結論的数字を示す事は不可能であるが、實際運轉に於ては使用状況及び保守の良否に左右される多くの要素を含んでいる。

次に電動機の温度上昇が高いと室温の調整が困難になると云う見解に対しては、効率が同一であるとすれば熱源としての容量は同一である故、室温は電動機の温度上昇には関係がないと云える。但し室温調整の不完全な場合には、電動機に近接して居る空気の温度が上昇して均一な製品が得られぬと云う場合も考えられるが、これは例外的と考えるのが至当であろう。

従って紡織用電動機である故、特に温度を低下しなければならぬと云う理由はない。高効率電動機を使用する場合は損失を軽減させる結果として温度上昇は自ら低くなるが、紡織用電動機の温度上昇をすべて JISC-4206 迄低下させることは必ずしも妥当とは云えない。一般電動機と同様に JEC に準すべきである。

b. 機械的構造

紡織用電動機として機械的構造上特に考慮しなければならぬ点は

耐塵構造

取付方法

機械的強度

等である。

耐塵構造としては、全閉型にして浮遊している綿屑が電動機内部に侵入しない構造にするか、或は逆に極端な開放型（露出型）にして附着した綿屑を容易に掃除出来る構造にするかの二つの方法がある。混打綿関係の特に綿屑の多い場所では全閉外扇型を使用する場合、外扇カバーの吸気孔は浮遊綿の爲に数日にして塞がれて終う実状よりすれば、保守の面より頗る厄介な問題である。全閉型にして放熱用リブ迄取去った構造にすれば保守上は最も便利であるが、価格は多少割高になる。但し長年月に亙る保守上の経費を考えれば必ずしも不経済な構造とは云えない。カード電動機には従来此の型式が使用されて居るが、混打綿関係にも最近此の型式が採用されている。精紡関係では全閉外扇型又は開放型（露出型）が使用される。リング電動機としては床下に通風孔を設け、電動機の冷却風をここより吸入し他の風道へ排出する方式が最も理想的である。整流子電動機には此の方式が多く使用される。

取付方法としては床下のピット中に据付けるもの、床上に取付けるもの、機械の一部又は上部に取付けるもの等がある。床下のピット中に入れるのが場所を取らぬ点で有利であるが、保守、点検及び冷却等が厄介になる。

床上取付又は機械の一部に取付ける場合には寸法の制限が履行される。一般に軸方向に短い構造が要求される。

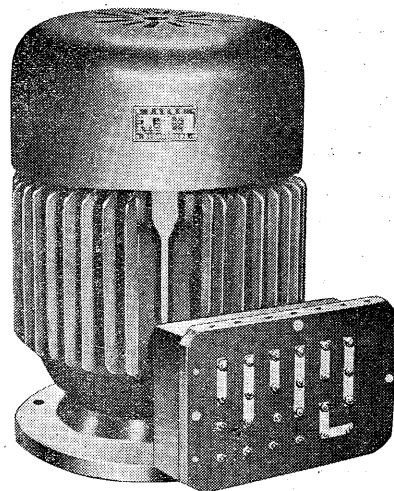
主軸の直上又は直下よりベルト運轉する場合には、サスペンション型、又はジョッキープーリが採用される。

機械的強度としては特に問題になるのはカード電動機である。高起動トルクを必要とし、且つ起動時間も約 1 分近くかかる故、軸及び軸受は充分頑丈に設計しなければならぬ。

2. 開綿、混綿及び打綿機用電動機

出力 3~5 HP, 4 又は 6 極電動機が使用される。使用台数は少く且つ出力も小さい故、特に高効率を採用する必要はない。起動特性も普通の標準で良い。但し最も塵埃の多い場所故、耐塵構造にしなければならぬ。普通全閉外扇型が使用されているが、理想から云えば外扇も無く、放熱用リブもない全閉型が望ましい。尚、取付の關係上軸方向に成る可く短くすれば更に便利である。

Crighton opener は主軸速度 600~1,000 R.P.M. であるが、原綿の種類に依って主軸速度を変えねばならない。従って 6, 8 極又は 8, 12 極等の極数変換電動機が使用される。但しプーリを取換える構造のものは二重速度の必要はない。所要出力は 3~5 H.P. で堅型が使用される（第 4 図）。



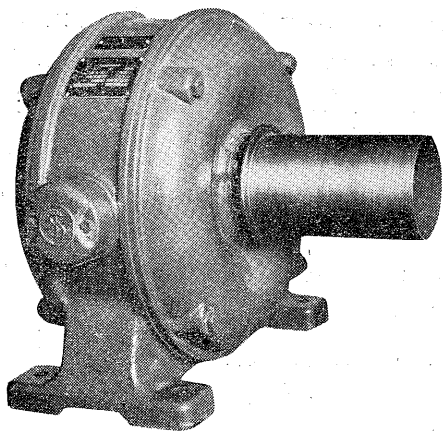
第 4 図 クライトンオープナー電動機

Fig. 4. Motor for crighton opener.

6/4.5/3.6 IP. 8/10/12P

3. 梳綿機用電動機

出力 1.5 H.P., 4~6 極電動機が使用される。運轉時のトルクに対して起動トルク大なること、及び特に軸方向に短い構造を必要とすることが特長である（第 5 図）。綿紡用には普通フラットカードが使用されるが、そのシリンダの GD^2 は 1,000 R.P.M. に於て 20~30 kg-m², 従って平均加速トルク 275% としても起動に 30~40 秒か



第5図 カード電動機

Fig. 5. Card motor.

1.5 HP. 6 P

かる。運転中の負荷は約1 H.P.である。1万錘当り約50台を必要(番手に依って異なる)とする故、屢高効率を要求される。

電動機と機械との連結方式はベルト、ギヤ及びチェンなどが使用される。Stiel⁵⁾はシリンダの内部に電動機の大端を押込んだギヤードドライブを推奨しているが、我国では専らベルト運転が行われている。但しベルトの二段落しに依る方式は面白くない。此の場合一段をギヤにすれば余程合理的である。6極又は8極電動機を使用し、ベルト一段落しが普通である。全閉型で外扇及びリブ無し構造が一般に使用されることは前述の通りである。

梳綿機の磨針の爲、時々逆轉しなければならぬ。その爲、電動機には逆轉用開閉器をいわゆるカードスイッチとして使用する。此のカードスイッチは電動機の起動停止に使用することなく、無電圧切換えである。間違つて逆轉の方向に切換えぬ爲、止めピン等のインターロックが取付けてある。

4. 練篠機用電動機

出力1~1.5 H.P., 4又は6極、全閉外扇型電動機が使用される。篠は切れ易い状態にある故、起動トルクは制限しなければならぬ。取付の関係上サスペンション型又はジョッキープーリ付のものが屢使用される。開閉器としては電磁接触器を使用し、自動停止装置に接続するのみならず、フレームの停止桿にも接続して何処からでも停止することが必要である。

5. 粗紡機用電動機

現在粗紡機の運転には、エリコン式とVベルト又はギヤに依る直接起動方式とが行われている。エリコン式ではルーズプーリに依り緩かな起動が出来るが、Vベルト

又はギヤに依る運転では起動時の衝激の爲に糸が切れたり、太さの不均一を生じたりすることがある。従つて此の場合起動トルクを制限しなければならぬ。

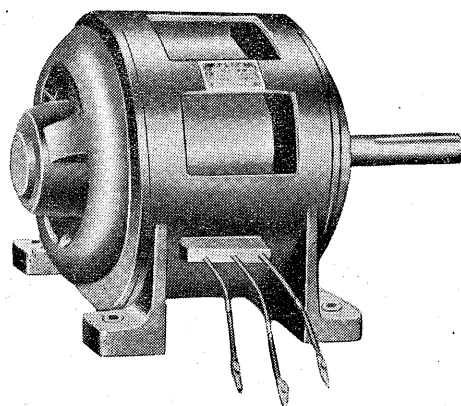
Slubbing frame では 1,000 R.P.M. に於ける GD^2 約 4 kg-m^2 ($J=0.1 \text{ kg-m-S}^2$) であり、起動時間5~6秒が適当な起動時間とされている故、所要加速トルクは 2.5 kg-m となる。これを3 H.P. 1,200 R.P.M. の電動機で起動するとすれば、定格トルクは 1.8 kg-m である故、平均加速トルクは定格トルクの140%となる。Intermediate frame でも、大体同様の結果になる。

斯る低起動トルクを得る爲に、特殊の電動機が設計されたこともあるが、最も簡単に起動トルクの調整容易なのはクザ起動方式である。此の方法では3相籠形誘導電動機の固定子回路1相に抵抗を挿入して起動し、運転中はこの抵抗を短絡するのであって、抵抗値の調整に依つて廣範囲の起動トルクの調整が出来る。起動時には各相の電流が不平衡となるが問題にはならない。

6. 精紡機用電動機

精紡機では可及的に良質の糸を生産すること、及び可及的に多量に生産することの二大条件が要求される。この基礎的條件より、リング電動機の特性が決定されるのであって、起動及び運転の二つの面に分けて考察しなければならぬ。

起動条件：リング精紡機は余り速く起動してもいけないし、又余り緩やかに起動してもいけない。前者は糸切の原因となり、後者は瘤や節を生ずる。3~5秒が最適の起動時間である。3相交流整流子電動機を使用すれば起動条件は何等問題はないのであるが、籠形電動機でも起動回轉力を適当に取れば別に困難はない。精紡機の GD^2 は 400~500 スピンドルの場合、大体 15 kg-m^2 ($J=0.4 \text{ kg-m-S}^2$) である。これより所要起動トルクが

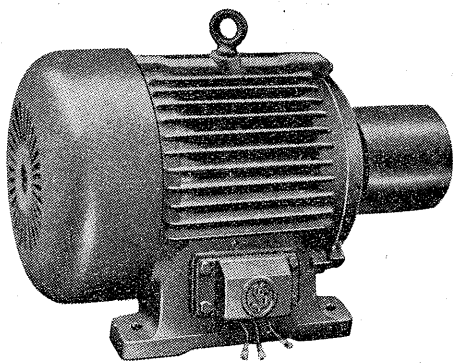


第6図 リング電動機(露出型)

Fig. 6. Ring motor (open type)

10 HP. 4 P

5) S. Stiel: Electrobetrieb in der Textilindustrie s. 171



第 7 図 リング電動機 (全閉外扇型)

Fig. 7. Ring motor (fan cooled)

10 HP. 4 P

算出出来る。

運轉狀態：精紡機では速度を上げて生産量を増加する事が最大の條件である。速度の制限は糸切であって、速度の上昇と共に糸切は増加し、スピンドル速度 13,000 R.P.M. 以上になると急激に増加する。糸切は継目が太くなり品質を害するし、又工員の単位時間に継ぎ得る数にも限度がある故、生産の増加を阻害する。従って高級糸を精紡する場合はスピンドル速度を制限し、糸切を少くするのは当然であるが、一般にはスピンドル速度と工員数と生産高との関係に就ては、常に検討されねばならない。

整流子機：リング精紡機を最高効率で運轉する爲には整流子機と自動速度調整器とを必要とする。当社に於て

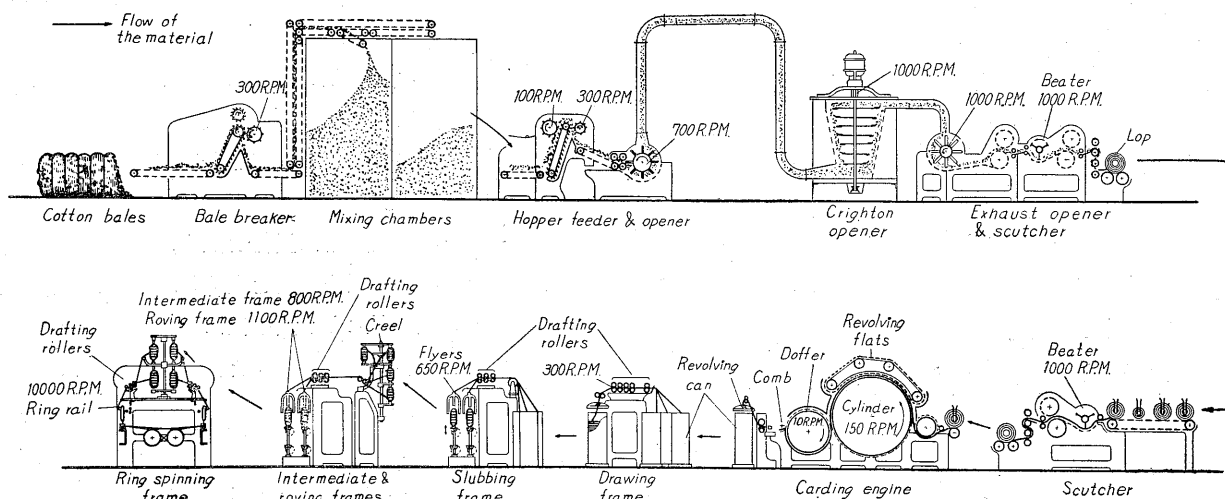
は、最近リング精紡機用 3 相交流分巻整流子電動機及び自動速度調整器の完成を見たので、その試験成績に就ては稿を改めて報告する。

誘導電動機：10 H.P., 4 極誘導電動機が一般に使用されて居る。高効率を必要とすることは前述の通りで、T 級の硅素鋼板を使用すれば最高 92.5% (全負荷) の効率が得られる。全閉外扇型若しくは開放型が普通採用されるが、前述の露出型は更に便利である (第 6, 7 図)。

起動方法はエリコン式に依るものは別に問題はないが V ベルト等に依り運轉する場合は起動トルクを 100~120 % 位に制限しなければ糸切の原因となる。一部では前述のクザ起動方式等も研究されて居るが、余り実施例を見ない。

巻始め及び巻終りの速度調整として、極数変換方式又は周波数変換方式等が考慮されたこともあったが、現在では殆ど使用されない。

精紡機の補助設備として Pneumatic clearer と称する吸気ファンが最近使用されている。精紡機の糸切を放置して置くと隣のスピンドルに絡みつき、その糸を切り、次々と糸切が増加する。これを防止する爲に吸気ファンに依り各スピンドルに準備された管中に切れた糸を吸込む方式である。このファンには 1 H.P., 2 極の誘導電動機が使用される。開放又は全閉型で、取付の関係上寸法に制限がある。(以下次号)



紡 織 工 程 図 解



＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。