梳毛式前紡工程の合理化*

会 員 中 村 稔**
 " 加 藤 健 寿**
 " 南 端 徳**

1. ま え が き

最近深刻な人手不足と賃金上昇を契機として、合理化と省力化がますます大きな課題となってきた。

一般に紡績設備の合理化、省力化の方法として

- (1) 工程の連続自動化
- (2) 工程の短縮
- (3) 高速化と高生産化
- (4) ラージパッケージ化
- (5) 自動化、自動制御化
- (6) 掃除の機械化
- (7) 軸受の集中潤滑ないしは無給油軸受の採用
- (8) 運搬、包装の合理化

などが効果がある。

梳毛紡績においては、多種少量生産、高度の品質要求、合繊の進出にともなう素材の多様化などその特殊な事情を考えると省力化、合理化のための前紡工程の連続自動化方式は経済性においても問題があり、また技術的にも未解決な分野があってその実用化には難点が多い。

その意味において、前紡工程では、連続自動化方式よりもむしろ高性能機による工程短縮化、ラージパッケージ化、あるいは高速化が省力化、合理化につながるものと思われる。

例えば、2工程の仕事を1台の機械で行なう工程の部分連結化はPBギル、チェーンギルあるいはロータリーギルなど超高速の機械により可能となり、この機械にまず閉ループ方式の電子式オートレベラーを付けて長週期むらを除去しておいて、つぎの工程の開ループ方式のオートレベラーで短週期むらを除去することにより、すなわち閉ループ方式と開ループ方式のオートレベラーを直列に使用することによって工程が短縮された

上に品質が著しく向上できる。またオープンギルとファーストがボビナーの代わりに、揉み装置付のラッピングレデューサーを使用してさらに工程の短縮と省力化が可能となる。

高速ギルは近時ますます高速化して2000ドロップの領域に迫り、PBギルやチェーンギルとともに高生産化するとケンスも24inないし32inのラージパッケージが普通になりつつある。またロービングフレームもリフト14inからDLローバーのごとく20inにも達して省力効果をあげている。

要するに、前紡工程の合理化における省力化のポイントは、まず各工程の作業内容を分析することが第一であり、しの継ぎ、ケンスまたはボビン交換、運搬、掃除、見回りなどの作業者の仕事の中で、品質に関係あるしの継ぎを除いた他の作業はできるだけ機械化し、しの継ぎ作業の回数はラージパッケージ化することによって減少すれば、継ぎ目も少なくなり糸質が向上するのみならず後工程の精紡機やオートワインダーの効率までよくなって、人員削減の効果をあげることができる。

生産性の向上や、投資効率をよくするために、3交替制が採用されつつあるが、そうなると設備機械はいやがおうでも酷使するようになるので、部品の耐久力があって故障のない安心して使用でき、かつ保全に手間のかからない機械が求められる。

ユーザーにおいては、工程短縮、高速化、自動制御化、ラージパッケージ化、その他いずれに重点をおいて合理化を進めるかは、紡績工場の生産の規模、紡出繊維の種類、品種の多様性などにより、いちがいにはいえないが、要は生産性の向上と、省力化の度合い、投資効率などを基準に判断すべきである。以下人員削減の効果、その他を主体に各項目について述べたいと思う。

* Modernization of Worsted Drawing Process.

** M. Nakamura, K. Kato and M. Minamihata, Members. 大阪機工(株)紡機設計部

2. ギルの高速化の推移と生産性の向上

前紡工程のギルは近時著しく高速化してきて、短繊維における 400~500 m/min の練条機と同じく長繊維においても、200 m/min 以上の新鋭機で労働生産性を上げるべき時代もそう遠くないものと思われる。高速化にともない、当然フォーラーのドロップアップは、ますます要求されるがスクリュウ式ギルボックスにはおのずからその速度に限界があり、将来、高速化および騒音の点から有利な前紡用 PB ギルやチェーン ギル ロータリーギルなどが有望視される。

第1図は当社におけるギルボックスの高速化の推移を示す。

(第1図) ギルの高速化推移と生産性の向上

すなわち当社は昭和28年に高速ギルの製作を始め、1000~1200 ドロップのPDN型を製作してきた。41年には1250~1500 ドロップのHG-3型ギルにモデルチェンジして以来約1050ヘッド製作してきたが、43年これをさらに常用1500~1750 ドロップのHG-4型にモデルチェンジした。

その改良点のポイントは高速度カメラによりフォーラーの運動を解析して検討するとともに動的歪み測定器により、フォーラーがカムでたたかれる瞬間およびスライドに衝突するときの繰り返し衝撃応力を測定し、これを緩和すべくカム、スライドその他のギルボックスの各部品を再設計したもので、かかる高速においてもフォーラー、カム、スライドの摩耗および寿命を著しく改善することができた。

この経験に基づいてさらに3つ口カムによる2000ド

ロップのHG-5型ギルボックスの開発に成功、さらには超高速の前紡用PBギル、およびロータリーギルの研究も目下進めている。

生産性の向上には第1図に示すごとく、フォーラードロップや紡速の高速化が最も大きなファクターであって、ラージパッケージ化、ケンスおよびボールの自動交換装置、ニューマクリヤー、自動制御装置などの組み込みによる機械効率のいかによっても左右されるが、PDN型80 kg/hrを1とした場合のHG-4型170 kg/hrでは2.1倍となり、280 kg/hrのPBギルでは実に3.4倍の高生産となる。

3. 工程短縮による合理化

工程を短縮するためにはつぎのような合理化機械の採用が効果的と考えられる。

3.1 PB ミキサー

1台の機械で2工程の作用をするPBミキサーは第2図に示すごとく1stドラフトゾーンは3~4H建の高速ギルボックスを使用し、各ヘッドのフロントローラーから出てきたウェブはカールプレートで横取りし、

電子式レベラー付PBミキサー4H+1H×1CD

(第2図) 合理化工程PBM-I-PBM-II

(第3図) 工程結合のための順通し、逆通しによるスライバー品質比較
(原料アクリル3d×100mmカット)

この間に均一なオイリングを施し、サンドウィッチ状に重ね合わせて、2ndドラフトゾーンのPBギル（チェーンギルまたはロータリーギル）に供給され、3～6倍のドラフトが行なわれる。

工程連結において同一方向に2回ドラフトした場合の品質がどうなるかが問題であるが、順通し逆通しによるテストによれば、第3図に示すとおり大きな差はみられず、次工程のギルに通すとその差は完全になくることがわかっている。

3.2 閉ループ方式電子式レベラー装置の採用

前述PBミキサーの2ndドラフトゾーンに±50%のしむら自動制御機構をもつ電子式レベラー装置をつけると品質ならびにクリールにおける省力効果は大きい。

(第4図) 装置の構成原理図

この閉ループ方式の電子式レベラー装置は第4図に示すごとくフロントローラーから出たスライバーのむらをメジャリングローラーMRで検出し、差動変圧器に伝達される。ここで機械的信号は、平衡変調された電気信号に変換され100～200mmの繊維長オーダーの短周期むらはフィルターで除去され、中、大周期むらのみを対象にスライバー太さの目標値に対して偏差に比例した正負の信号が出され、サーボモーターSMを正逆に回転してPIV無段変速機を通してフロントローラーの回転速度、すなわちドラフトを変化してスライバーむらの修正を行なう。またここで修正されたスライバーの修正効果は、ふたたびメジャリングローラーMRでチェックされ目標値と比較修正され、いわゆる閉ループ連続制御を行なうので紡出スライバー重量（太さ）は常に一定する長所を持ち、開ループ方式に比し、短周期むら領域で制御特性は劣るが、外乱の影響を受けにくく、かつ

取り扱いや管理が容易である。この電子式レベラー装置を単独機として使用すると、スライバー継ぎ目のごときステップ入力はそのまま紡出スライバー中に0.5mほど未修正のままで出てくるが、PBミキサーの場合は1stドラフトゾーンより出たウェブが切れて2ndゾーンにステップ入力として入るような機会は非常にまれで、その懸念はほとんどない。

それよりも最も大きいメリットは、作業量の大半を占めるクリールの裏しの継ぎの手数が削減されることである。すなわちオートレベラーに±50%の制御範囲があるため40ボール中20ボールまで供給量が減じても機械を停止せずに常に一定しの重量を紡出することができ、したがって従来のような段取り玉やボールを解いて、しの継ぎをして巻き付けておくようなやっかいな作業を省けるので、その省力効果は大きい。

3.3 ラッピングレデューサー

前紡工程においてはダブリングとドラフトを繰り返して、スライバーを均斉化するのが普通であるが限度以上、反復繰り返してもその効果が少ないのはドラフトによって付加されるむら、ボールクリールから引き出した時の不正ドラフトおよびボールに巻き取る時のむらを作る要素などが原因するもので、とくに工程を短縮する場合には、この不正ドラフトをなくすることが必要である。

(第5図) HR-C型ラッピングレデューサー
3H×6CW×18C

この点高速採み装置を持つラッピングレデューサーはドラフトゾーンにフルインターセクティングギルボックスを使用しているので、オープンギルボックスやボビナー（ポーキュバインローラー）に比較して、ドラフトコントロールが確実でハイドラフトが可能である。

また採み装置により十分採まれて抱合性を増したスライバーはケンスにむらなくきれいなコイリングで収容されるので、次工程機のクリールにおいてスムーズにしのを供給することになり、前述のごとき不正ドラフトやスライバー割れがなく品質は向上し、工程短縮が可能となる。

3.4 合理化機械使用による工程短縮の例

16~24 S 手編毛糸合理化工程 4 工程

20~36 S メリヤス合理化工程 6 工程→5 工程

48~60 S 織糸合理化工程 7 工程→6 工程

(注) 略記号説明

	本体型式	×	デリバリー型式	(ケンスサイズ)
PBML	電子式レベラー付PBミキサー (閉ループ方式)	4H + 1H×1CD		(32.40)
HM	HM型スピードマッチング ミキサー	2H × 1C	1CD	(24.32.40)
HL	HL型オートレベライザー (閉ループ方式)	1H × 1C	1CD	(24.32.40)
HG	HG型高速ギルレデューサー	1H × 2C	2CW	(16.20.24)
HR-C	HR型ラッピングレデューサー (1H当たり12スライバー)	2H × 6C	6CW	(1b)
HR-F		3H × 9C	9CF	(1b)
R.S.F	リングスピンニングフレーム	3H × 9C	9CF	(1b)
O.G	オープンギル			
F.F.B	フォアフィニッシャー ポビナー			
F.B	フィニッシャー ポビナー			

- は合理化機械を示す
- 本体型式 1H, 2H はヘッド数を示す
- デリバリー型式 1C は 1 デリバリー スライバーのケンス取りを示し 1CD は ケンス チェンジャー付を示す
- 2CW は 2 ケンスで 1 ケンス当たりダブル スライバーをバイコイル方式で収容 6CF は 6 ケンスで 1 ケンス当たりフォア スライバーを収容
- クリール型式における B はボールクリールを C はケンスクリールを示す

(第6図) HR型ラッピングレデューサー, HL型オートレベライザー, 電子式レベラー付PBミキサー I ないし II 使用による工程短縮例

4. ラージパッケージ化による人員削減効果

従来の缶式前紡工程の設備においては、ボール取りでしかも7~9工程くらい使用していたものが、高速ギルが導入されてからは、工程が短縮されると同時にケンス取りになり、そのためしの継ぎ作業が容易になった上に、ケンスがラージパッケージ化されて収容量がはなはだしく増加し、人員削減効果は大きい。

4.1 高速ギルにおけるラージパッケージ効果

16×36 in ケンスで羊毛 10 kg ほど収容できるのでに対し、32×52 in ケンスにおいて容積率は5.75倍であるが実際には60~70 kg ほど収容できる。いま1ヘッド×1ケンス×8ケンスクリールのオートレベラーにおいて

紡出しの重量…… 25 g/m

紡出速度……… 110 m/min

と仮定して両者の作業量比較をしてみると

16×36 in ケンス	32×52 in ケンス
ケンス収容量 10 kg	65 kg
(25 g/m×400 m)	(25 g/m×2 600 m)

呼称ケンス サイズ (ケンス径)×(ケンス高さ)
(グラフ上部の数字はケンス サイズ 16×36 容積に対する比率を示す)

(第7図) ケンス サイズと容積比率

ケンス交換間隔 3.6 min 23.5 min

1 シフト (7.75 hr) 130 回 20 回

当たりケンス交換回数
交換回数すなわちデリバリー側のケンス交換作業量は 1/6.5 に削減される。

クリール側においても同様で、8ダブルリング8ドラフトと仮定して

ケンス交換間隔 (1本当たり) ……29 min 190 min

1 シフト (7.75 hr) 当たり
ケンス交換およびしの継ぎ
回数 (8本当たり) …… 130 回 20 回

となり、前後のケンス交換およびしの継ぎ作業には多少関連があるが、両者合計して計算すると 16×36 in ケンスの 260 回に対し、32×52 in ケンスの 40 回は 1/6.5 の作業量であり、人員は大幅に削減される。

4.2 HR型ラッピングレデューサーを使用した場合のポビナー台持ち工の削減効果

- (1) F.Fポビナー紡出ゲレン…… 0.7 g/m
- (2) F.Fポビナー紡出速度…… 40 m/min
- (3) 計算生産高……26 kg/7.75 hr/1 BW 当たり
- (4) 効率………78%
- (5) 実際生産高……20.1 kg/7.75 hr/1 BW 当たり
1010 kg/7.75 hr/1 台当たり

	F.Fポビナー供給相乗種類	重量	ポビナー裏の替え交換周期	1台当たり (100Bまたは100C) ケンス交換本数	クリールしの替えケンス交換本数	比率
HR使用工程	16φ×36in ケンス	8 kg	1.25回/7.75 hr	125本	0.19	1.25
	16φ×45in ケンス	10 kg	1回/7.75 hr	100本	0.15	1.00
従来工程	1st B 繰りボール	1.5 kg	6.7回/7.75 hr	670本	1.00	6.7
	OG 繰りボール	2.2 kg	4.6回/7.75 hr	460本	0.88	4.6

すなわち、HR型ラッピングレデューサーを使用し、ポビナー裏がケンスになると、クリールしの替え本数において 15~20% に減り、台持ち工の作業量は著しく削

減される。

なお、ボールしの継ぎ作業に比しケンスの場合は容易であるから、ゆっくりと品質本位に上手に継ぐことができる。

4.3 従来工程と合理化工程の人員削減効果

48〜52 s Nm 紡出工程の場合、従来仏式工程 8 工程、合理化工程 6 工程におけるデリベリー側のボールおよびケンス交換周期とその回数、クリール側の玉替えおよびケンス替え周期とその回数をそれぞれ第 1 表、第 2 表(次ページ)に示した。

またその作業量を第 8、9 図のヒストグラムと比較してみると、ラージ パッケージの効果は大きく、作業人員も 11 人のものが 4〜5 人に減る。また生産性も 90 kg/1 人/7.75 hr のものが 240〜300 kg/1 人/7.75 hr と 3 倍くらい向上する。

(第 1 表) 従来工程におけるボール交換周期とその回数 (作業量)

Nm
従来工程 8 工程 (48〜52 s 紡出)1 000 kg/7.75 hr, 生産性=90 kg/1 人/7.75 hr

工程機械名 略仕様		D 1 インター	D 2 オート レベラー	D 3 インター	D 4 コース レ デューサー	D 5 ファイ ンレ デューサー	D 6 lst ボビナー	D 7 FF ボビナー	D 8 F ボビナー
項 目		4 H×4 B	1 H×1 C (24)	6 H×6 B	6 H×12 B	9 H×18 B	20 H×40 B	25 H×50 B	25 H×50 B
機 械 台 数		1	1.5	1	1	1	2	2	3
紡 出 し の 重 量 (g/m)		28	30	7	4.5	2.5	1.2	0.7	0.3
ダ ブ リ ン グ		8	8	2	3	3	2	3	2
ド ラ フ ト		6.6	7.5	8.6	4.65	5.4	4.2	5.15	4.75
デリベリー側	紡出速度 (m/min)	30	85	26	28	32	27	26	30
	ボール重量 (kg)	8	(ケンス) 20	6	4	2.2	1.5	1.2	1
	ボール ドップイン グ周期 (min)	9.5	7.9	16.5	16	13.7	23	33	57
	ドップイン回数 (回/7.75 hr/1 台あたり)	49	59	28	29	34	20	14	8.2
ク リ ー ル 側	送込速度 (m/min)	4.55	11.3	3	6	5.9	6.4	5	6.3
	ボール重量 (kg)	8	8	(ケンス) 20	6	4	2.2	1.5	1.2
	玉 替 周 期 (min)	2.4	3.15	9.3	2	1.4	0.86	0.835	1.37
	玉 替 回 数 (回/7.75 hr/1 台あたり)	195	148	(ケンス) 50	233	332	540	557	340

(第 8 図) 従来工程における作業量

4.4 ラージ パッケージの DL 型ローバー採用による
人員削減効果

合繊紡績においては下記のようにロービング フレームを使用するケースが多い。

アクリル系合繊 10 000 鍾の工場において、リフト 11〜14 in のロービング フレームの代わりに写真のごとくリフト 20 in の DL 型ローバーを採用した場合、粗糸巻き量は 5 4/5 φ × 11 in で 0.8〜0.9 kg に対し 7 φ × 20 in では 4〜4.4 kg と実に 5 倍近くの巻き量になり、これが精紡機の持ちち工をどれほど削減できるか、その効果を検討し

(第2表) 合理化工程におけるケンス交換周期とその回数 (作業量)

Nm (240)
合理化工程 6工程 (48~52 s 紡出)1 200 kg/7.75 hr, 生産性=300 kg/1人/7.75 hr

機 械 名		HM	HL	HG	HR-C	HR-F	FB
略仕様		スピード マチ ック ミキサー	オート レベライザー	バイ コイラー	ラビング レデューサー	ラビング レデューサー	ボビナー
項 目		2 H×1 CD (32)	1 H×1 CD (32)	1 H×2 CW (24)	2 H×6 CW (16)	3 H×9 CF (16)	25H×50B
機 械 台 数		1	1	1	2	2	3
紡 出 し の 重 量 (g/m)		30	30	7	1.9	0.63	0.286
ダ ブ リ ン グ		20	8	2	2	2	2
ド ラ フ ト		15.3	8	8.6	7.4	6.1	4.5
デ リ ベ リ ー 側	紡 出 速 度	110	102	109	85	78	40
	(ケンス サイズ) および収容量 (kg)	(32×52) 60	(32×52) 60	(24×52) 30	(16×45) 10	(16×45) 10	(ボール) 1.2
	ケンスドッグイング 周期 (min)	18	19.5	19.6	31	52	52
	ドッグイング回数 (回/7.75 hr/1台当たり)	25	24	24	15	9	9
ク リ ー ル 側	送 込 速 度 (m/min)	7.2	12.7	12.7	11.5	12.7	8.9
	ケンス収容量	(ボール) 8	60	60	30	10	10
	ケンス替周期 (min)	2.4	20	20	15.5	5.8	9
	ケンス替え回数 (回/7.75 hr/1台当たり)	(ボール) 194	23	23	30	82	57

(第9図) 合理化工程における作業量

(第10図) 80 sp DL型ローバー

(第11図) DL型ローバー (フライヤー パート)
(7 φ×20 in, 巻き量 4~4.4 kg)

(第3表) スーパー ローバーのラージパッケージ化が精紡機台持ち工人員に及ぼす影響

	機 種	3 A 型 スーパー ローバー			L L 型 ローバー
		5 $\frac{3}{4}$ ϕ $\times$ 11 in 0.9 kg	5 $\frac{3}{4}$ ϕ $\times$ 13 in 1.2 kg	6 $\frac{3}{4}$ ϕ $\times$ 14 in 22 kg	7 ϕ $\times$ 20 in 4.4 kg
36 s Nm	精紡機実生産高 (kg/7.75 hr/sp)	0.29	0.29	0.29	0.29
	クリールしの替え本数 (本/7.75 hr/台)	129	97	53	26
	(a) クリールしの替え所要時間 (min)	43	32.4	17.7	8.7
	1 hr 1 台当たり糸切れ本数 (本)	21	19	18	17
	7.75 hr 当たり糸継ぎ数 (本)	179	162	154	145
	(b) 糸継ぎ所要時間 (min)	17.9	16.2	15.4	14.5
	(c) 掃 除 時 間 (min)	15	15	15	15
	(a)+(b)+(c)	75.9	63.6	47.4	38.2
	有効作業時間 (min)	418	418	418	418
	計算上持ち台数 (台)	5.5	6.6	8.8	10.9
48 s Nm	10 000 sp 当たり片番所要台持ち工 (人)	4.55	3.8	2.85	2.3
	精紡台持ち工削減比率 (%)	100	83.5	63	51
	精紡機実生産高 (kg/7.75 hr/sp)	0.214	0.214	0.214	0.214
	クリールしの替え本数 (本/7.75 hr/台)	95	71	39	20
	(a) クリールしの替え所要時間 (min)	31.7	23.6	13	6.5
	1 hr 1 台当たり糸切れ本数 (本)	15	13	12.5	12
	7.75 hr 当たり糸継ぎ数 (本)	128	111	107	102
	(b) 糸継ぎ所要時間 (min)	12.8	11.1	10.7	10.2
	(c) 掃 除 時 間 (min)	15	15	15	15
	(a)+(b)+(c)	59.5	49.7	38.7	31.7
	有効作業時間 (min)	418	418	418	418
	計算上持ち台数 (台)	7	8.4	10.8	13.2
	10 000 sp 当たり片番所要台持ち工 (人)	3.58	2.98	2.32	1.90
	精紡台持ち工削減比率 (%)	100	83.5	65	53

てみると第3表のようになる。

なお精紡機台持ち人員の減少割合をグラフに示すと第12図のようになる。

(第12図) 精紡機台持ち人員の減少割合

すなわち、5 $\frac{3}{4}$ ϕ $\times$ 11 in 巻きのロービング フレームを7 ϕ $\times$ 20 in 巻きのDL型ローバーに置き換えると、精紡機のクリールにおけるしの替えのみの作業を考えるならば $\frac{1}{2}$ に減少し、また精紡機台持ち工全体の作業を考えても第3表および第12図のグラフにみられるごとく

$\frac{1}{2}$ に削減でき、このほかにローバーでの玉揚げ回数の減少にともなう直接工の削減など合わせると、ラージパッケージ化による人員削減効果はかなり大きいことがいえる。

5. む す び

前紡工程の合理化として、高速化による生産性向上とラージパッケージによる人員削減の効果の大きいことや、また工程結合用のPBミキサーや閉ループ方式の電子式レベラーと開ループ方式のオートレベライザーを直列に使用したり、HR型ラッピングレデューサーなどを採用せる工程短縮の例を説明したが、これは去る43年12月18日、毛紡績における近代化講演会に発表せる内容に一部加筆してまとめたものであり、よろしくご批判を賜わりたく、なおユーザーにおかれて、近代化計画のお役に立てば幸いと存じます。

文 献

1) 川端，細川，人見，小坂；織機論文集，18，12，T8 (1965)