コンピュータによる自動調合システムの現状と問題点

伊 藤 博*

有 滝 宗 重**

資 料

1. はじめに

昨今の急激な円高を背景に、染色業界は非常に厳しい経済環境にあり、有史以来の重大な局面に立たされた。一方、NICS 諸国の繊維業界は、未曾有の活況下にあり、設備投資意欲も極めて高く、コスト競争力の格差は一段と広がる一方である。

これらの国際競争力の低下に、いかに歯止めをかけるかが、当面の染色業界の大きな課題である。

商品競争力の面から、高付加価値商品への志向が急速に進められている。

このことは多品種化傾向に拍車をかけ、当然の帰結であるが小ロット化を生み出した。

さらに最近在庫圧縮、売れ筋へのクイックレスポンスの志向が高まり、短納期対応への要望が強くなり、染色業界では、困迷の度を深めているといえよう。

この様な背景もあって、調合作業の自動化、コンピュータ化への関心が極めて高く、自動化装置の開発進展も目覚ましいものがある。

当社庄川染色工場においても、各種自動調合システムの導入開発に着手して久しいが、現在極めて高い効果を上げている。これらの導入により得られた体験をもとにユーザの立場で若干の考察を加えてみたい。

2. 自動調合システム導入の背景

高付加価値商品指向は、商品の短サイクル化を招き、多品種、小ロット、短納期化の渦中に、染色工場を巻き込んでいる。このことは、特に調合関連作業に大きな影響を与えた。すなわち、調合作業の負荷が一挙に増大するという現象が生じた。例えば当工場での仕上処方では現在8000種類にもなっており、染色ロット長は依然として低下している（図1）。

図1 染色ロット長比率推移グラフ

増大する切替え回数に対応し、同時加工の工夫によるまとめ加工方法が取られてきたが、それも限界になり、生産効率が落ちるばかりである。調合頻度の増加と合わせて、処方内容も複雑多岐にわたっており、人的ミスの誘因ともなり、ひいては品質の低下となって表われる。このため、工場では、工程のかなめとなる調合作業に最も信頼のおける人を配置するといった対応を行っているが、作業量の増加に伴い、必然的に熟練者を多く必要とする。

しかし現状での、人材の安定的確保は難しく、労務コストの増加の面でも問題である。自動調合システムの構築は、染色工場のサバイバルともいえる課題となったといえる。

3. システム開発の着眼点

染色工場は主に漂白、染色、仕上の3工程からなっている。各工程における調合作業は工程の目的に応じて管理すべきポイントが異なるため、各工程ごとに特徴のある方法が工夫されている。

マニュアルによる調合作業をシステム(自動調合)

*H. Ito, 東洋紡績(株)短繊維テキスタイル加工部

**M. Aritaki, 東洋紡績(株)庄川工場システム課

化することによって次のメリットが期待できる。

- (1) 人件費の節減
- (2) 熟練者の個人有技術を標準化し、共有の固有技術とする。
- (3) 人的ミス（ケアレスミス）の皆無化

一方、自動調合システムの開発のためには克服すべき技術上の課題がある。おのおのの工程について検討した内容を以下に述べる。

3.1 連続精練漂白工程における自動調合について

多品種化、小ロット化、短納期化により切替作業が増大した。自動化の方策を検討した結果を集約すると次のようになる（図2）。

- (1) プレ調合システムでは、切替時間の増大、調合液の廃棄ロス等が生じやすくなる。
- (2) 在来方法での基本的な問題がクローズアップしてきた。例えばサチュレータでの液面の変動が大きいこと、サチュレータでのケミカル濃度管理での追従不良の問題から品質不良が生じること。
- (3) 解決策としてプレ調合システムを廃し、原液調合システムに変更した。アルカリ剤、酸化剤の定量に高感度センサーを採用し、制御用のソフトウェア開発を行い問題点を改善した。

3.2 連続染色工程における色合わせ作業の自動化について

小ロット化に伴い、色数が増加し、色合わせ作業

は増大し、現場技術者への負荷は一段と増えた。この問題を解決すべくシステム化に取り組んだ（図3）。

- (1) 染色処方への増加に対処するため、色合わせ精度を向上し、試染作業の軽減をはかった。
 - 1) 現場実績の染色処方をデータベースとしたCCM（Computer Color Matching）システムの開発
 - 2) 試染時の作業精度を上げ、労力の低減をはかるべく、自動調合装置（略称 CCK：Computer Color Kitchen）の開発
- (2) 現場調合作業におけるケアレスミス防止のためのシステムを開発した。
 - 1) 染料秤量システム開発
CCW（Computer Control weighing）
 - 2) 染料調合システム開発
CCD（Computer Control Dyeing）
 - 3) 還元液の調合システム開発
CCR（Computer Control Reduction）
- (3) 全体のシステムを機能的に結び付けるトータルシステムの構築（略称：DYMONS）をはかった。

3.3 仕上工程における自動調合について

多品種化による品種の増大は、仕上処方の増加を生み、8000種類の仕上処方にもなった。仕上処方を管理し、調合作業を軽減することが急務となった（図4）。

- (1) コンピュータによる仕上処方管理システムの開発

図2 精練漂白工程の自動調合システム
問題解決図

図3 連続染色工程の色合わせ作業自動化へのアプローチ

図4 仕上工程における調合システムのアプローチ図

- 1) 約8000種類の処方を管理し, レポート指図, 新指図に対し処方作成を行う.
- 2) 自動調合装置を連動させ, 調合作業をスムーズに行えるオンラインシステムとする.
- (2) 自動調合装置の開発 (略称 CCF: Computer Control Finishing)
 - 1) 高粘度薬品の秤量ができる
 - 2) 秤量精度100 ppm を実現する
 - 3) 空タンク検索, 自動洗浄を組込む
 - 4) 完全無人化を目指す

4. 自動調合システムの開発状況

当社庄川染色工場におけるシステム開発は, 昭和46年~本社との DATA 交換を中心とする生産情報

システムと帳票発行業務のコンピュータ化といった OA 化から取組んだ.

この結果, 昭和57年には工場管理データベースとして加工指図マスタの構築が完成した時点より本格的な自動調合システム開発がスタートした.

開発の主旨は前述した内容の検討経過の後にその重要度に応じて約6か年をかけて順次実用化に入った(表1).

5. 自動調合システムの概要

5.1 漂白工程における自動調合システム

CCB (Computer Control Breaching)

- (1) 化学分析器 (アルカリ: 導電率計, 酸化力:

表1 自動調合設備の開発状況

	自 動 調 合 設 備			生産管理システムの構築
	漂 白	染 色	仕 上	
昭和57年		実績色CCM開発 (現場データ活用) CCK実用化 (88ピン方式)		F2770(端末機6台・プリンタ2台) ○加工指図データベース構築 ○染色レサイブシステム
昭和58年	CCB完成 (漂白, 調合システム)	CCRの更新 (還元液自動調合)	CCF装置の完成 (仕上自動調合)	V850(端末機15台・プリンタ6台) ○投入計画システム化
昭和59年			CCF, システム化完成 (仕上自動調合システム)	○仕上レサイブシステム
昭和60年		CCW開発 (染料, 秤量装置) CCD完成 (染液調合装置)		K280 (端末機21台, プリンタ15台)
昭和61年			晒CCM開発	○仕上レサイブシステム 改良
昭和62年	CCB改良 (コンピュータレベルアップ)			K-300R (端末機25台, プリンタ17台)

定電流分極電位差法)と自動制御機構(P. I. D. 制御)を組込んだ特殊ソフトウェアによる原液供給方式の制御システム

(2) 特殊ライン攪拌装置及び薬品特性に応じた供給方法(供給位置, 順序, タイミング)による原液供給方式の構築

(3) 仕様内容

- 1) 調合方式 サチュレート循環系への直接原液供給方式
- 2) 使用センサ アルカリ度:導電率計
酸化力:定電流分極電位差法
- 3) 濃度制御 アルカリ度:連続
酸化力:4~8分/回

4) 工程別センサ使用例

- (a)糊抜工程 アルカリ度又は酸化力
- (b)精練工程 アルカリ度
- (c)漂白工程 酸化力

(4) システムのフロー概要

システムフローをフロー図(図5)によって説明すると,

- 1) 条件設定は管理用端末である④よりレサイブデータベース(薬品組合せ, レサイブ, 制御範囲)より選択され, モードNoを入力する
- 2) 入力されると自動的に管理用端末より自動制御機構⑥に制御条件が指示され自動分析装

置⑤よりの分析値に従って定量ポンプ⑩の注量制御を行う

3) サチュレート液は⑥の順環系に組込まれた分析器⑤に分枝する一方, 原液薬品の注入時の安定性を確保するための特殊ミキシング装置⑦を通りサチュレートに戻る

(5) CCB 導入効果

1) 薬液濃度制御状況比較

従来制御方式(CCB導入前)とCCB導入後の比較をグラフにて比較する(図6).

CCB導入後 バラツキ幅±4g/lから±2g/lへ, 濃度切替60分/回から30分/回へ大幅に減少した.

2) 精度向上(バラツキの減少)による効果

薬液濃度のバラツキが原因と考えられる品質不良(白度不良, 葉粕残り, 浸透不良等)が大幅に減少し, 損失金額で8,000千円/月の減節効果があった(図7).

3) 自動調合による切替時間の減少

切替時間の内容分析をするとCCB導入前に必要としていたサチュレート液の正確な分析調合を行うための繰り返し作業が大幅に合理化され約1/2に短縮されている(図8).

5.2 染色工程における自動調合システム

(1) 概要

図5 CCB-システムフロー図

図6 薬液濃度制御状況グラフチャートによる比較

図7 調合原因による損失金額の比較パレート図

図 8 切替え時間の短縮

図 9 CCM システム比較

- 1) 実績色 CCM (Computer Colour Matching)
(コンピュータ: IBM5560 測色機: マクベス MS2020+使用)
最近似色の現場実績データを基に新色のレサイプを作成する。東洋紡独自の CCM システム (図 9)。
 - (a) 現場実績データを用いているため、信頼性の高いレサイプが求められ色合わせ作業の大幅な軽減となる。
 - (b) ホストコンピュータ (K-300R) と連動させ染色管理票を発行し染色全体の工程条

- 件管理を行う。
- (c) CCK (試染用調液装置) と連動させて運転ができる (図10)。
- 2) CCK (Computer Colour Kitchen)
エアー加圧、重量方式の試染用染液自動調液システムであり88の母液ビンを持つ東洋紡自社開発装置である。
 - (a) エアー加圧方式により吐出時間が早まりしかもソフトウェアで吐出量アップするための精度低下をカバーする独自のシステム
 - (b) 吐出時間の短縮により秤量時間を 1 ~ 2

図10 CCM-CCK 関連図

分/色（6染料）と大幅に短縮し調色能力を2倍にアップ

- (c) エアー加圧によりノズル詰り、エアージェリが解消でき実稼働率が上昇.

3) CCW (Computer Control Weighing)

(コンピュータ：F9450又はIBM5540, バーコードリーダ, 電子天秤使用)

- (a) CCM (K-300R) により発行された調合指示票の内容をオンラインにてCCWに伝達し, 調合指示Noの入力だけでコンピュータ上にレサipsを指示する.
- (b) バーコードにより使用染料のチェックを行い, 電子天秤による秤量値と指示値との差が許容範囲内か否かを音と色で表示する.
- (c) 結果はプリントアウトされる.
プリントアウトの結果にて正確な秤量作業内容が確認出来, 秤量結果の保証が出来る.

4) CCD (Computer Control Dyeing)

秤量された染料を調合タンクに調液するためCCWの指示伝票に従って調合量をセットしコンピュータ制御による調液を行う (図11).

- (a) 秤量から調液までのデータを一元管理する

図11 CCD, フロー図

- (b) 調液作業のミスをなくする.

- (c) 結果はプリントアウトされる.

プリントアウトの結果にて内容の確認が確実に行える.

5) CCR (Computer Control Reduction)

スレン染料の発色のためパッドスチーマ工程の自動薬液調合装置

染料使用量によりCCM (K-300R) にて計算された薬液使用モードNo.を入力することで自動的に薬液調合される.

- (a) 染料使用量に対し常に理論的に正しいパッドスチーマ薬液が調合され, 色の再現性が大幅に向上
- (b) 酸化により反応力の低下しやすい還元剤が使用直前に最適な条件で作成されるため発色効果が非常に良くなり色ぶれが発生しない.

(2) システムの相互関係

- 1) 染色実績データベースを用いた実績色CCMで作成されたレサipsの内, 色確認の必要なもの (サンプル提出必要なもの等) はCCKにデータ伝送され, 自動調液される.
- 2) 実績色CCMでレサips確定されると染色管理票が発行され同時にCCWにデータ伝送される.
- 3) CCWにてレサips確認後, 秤量されるとCCDでの自動調液に移る.
- 4) CCDにて調液された染液濃度に従ってCCRにて還元液の自動調液が実施される.
- 5) 1)~4)の一連の自動調合システムにて染色された結果が実績データとして新たなデータベースとして登録され, フィードバックされる (図12).

(3) システム導入による効果

システムの導入前 (昭和57~59年) に比較し, 導入後 (昭和61~62年) では, CCM, CCKの相乗効果にて, 人員の半減とピーカ納入の短縮 (約1/3の日数) を実現した. 又, CCW, CCDの導入により人員の半減とともに正確な秤量, 調液による品質の向上 (色不合の半減) がはかれ大きな効果をあげることができた (表2).

5.3 仕上自動調合システム

CCF (Computer Control Finishing)

(1) 設備概要

- 1) ホストコンピュータ (K-300R) と自動調合装置のコントロール用コンピュータ

図12 システム関連図

表2 染色工程のシステム化効果

設 備	項 目	導入前	導入後	効 果
C C M	人 員	100%	50%	半 減
C C K	生 産 性	100	300	3 倍
	色 不 合	100	50	半 減
	ピーカー納期	100	33	⅓に短縮
C C W	人 員	100	50	半 減
C C D	生 産 性	100	110	1.1 倍
	色 不 合	100	50	半 減

(F9450) による仕上レサイプ管理システム

2) コントロール用コンピュータ (F9450) と
秤量システム制御盤及び調合調液システム制
御盤とで構成するコントロール装置

3) 制御盤におけるコントロールの内容

秤量制御盤：デイスペンサ，秤量器の連動
制御

調合調液制盤：秤量制御盤よりの情報と秤量器出口弁，調合タンク群の制御

(2) 運転概要

図13 CCFシステムフロー図

- 1) 仕上データベースを用いた最適レサイブがホスト (K-300R) よりコントロール用コンピュータ (F9450) に伝送
 - 2) F9450 にて調合レサイブを確認後、調合予約を行う。
 - 3) F9450 では秤量制御盤及び調合調液制御盤に対し運転状況を管理し、予約された調合レサイブの順に従い調合指示を与える。
 - 4) 秤量制御盤及び調合調液制御盤では組込まれたプログラムにより指示されたレサイブを自動秤量する。
 - 5) 秤量が完了すると運転者に知らせ(ブザー、ランプ点灯) F9450 より次のレサイブ指示を受け、順次作業を進める (図13)。
- (3) CCF 導入効果

CCF 導入前 (昭和59年～60年) に比較し、導入後 (昭和62年) には人員の減少 (50%)、薬品調合ミス等の人為ミスによる異常廃棄ロスを大幅に減少 (約1/3) させることができた。

項目	導入前	導入後	効果
人 員	100%	50%	半 減
薬品廃棄ロス	100%	33%	1/3に減少

区 分	項 目
(1)漂白工程	1) 各種酸化剤の高精度連続測定装置 2) 各種センサの自動洗浄システム 3) 精練、漂白効果の連続測定装置
(2)染色工程	1) 微量粉体の自動計量装置 2) 液量計量の精度99%以上確保出来る計測装置 (比重差の補正含む) 3) 染色要求品質の漂白工程フィードバックシステム
(3)仕上工程	1) 高粘度薬品の連続溶解設備 2) 糊剤、染料の経時変化防止技術 3) 各種装置の自動洗浄システム 4) 微量粉体の自動計量装置

6. まとめ

以上述べた当工場での自動調合は、トータルシステムの中に組込まれ稼働を続けている。一方、日進月歩の世の中にあって、これら装置のメンテナンスは必要不可欠である。今後の発展を考える時、下記の最新装置が開発されることを願っている。