

染色工場の省力化技術に関する研究

糸染工場における人手作業の自動化方法

佐藤 久、浅井弘義

要 旨

糸染工場の人手作業の中で、染色品の品質に重要な影響を及ぼす染料計量作業の正確化と効率化を図るため、染料秤量誤差が染色物の色差に及ぼす影響を検討して染料の秤量誤差の許容範囲を求めると共に、熟練専従者によらず作業者が変わっても正確な計量作業が維持できるような染料計量システムを検討した。

その結果、染料秤量誤差が計量値の1%以下であれば、染料秤量の不正確さが原因となる染色品の色ブレを防止できることが分かった。また、パーソナルコンピュータと天秤を組み合わせ、糸染工場でも導入が容易な染料簡易計量システムを開発した。

1. はじめに

糸染工場では熟練技術者の不足に対応するため、工程の連続化・システム化が望まれており、各種自動化機器が提案されている。

染色工程では、求められた色を正確に、かつ短時間に再現できるかが重要な課題となっている。このため、試染部門では色出し(CCM)、染料計量(自動秤量装置)、試染機の自動化がかなり浸透し、一日の試染点数の増加や色出しでの一発率の向上などの成果が得られている。

一方、染色現場でも個々の染色機の自動化

はかなり進んでいるが、染色品の品質に密接に関与するとされる染料計量作業の合理化は試染部門に比べると大幅に遅れている状況にある。

多くの企業では、秤量精度の確保や責任の明確化などの理由により、染料計量作業に熟練専従者を配置している。しかし、多品種少量生産により、計量点数は増加し、作業も煩雑化しており、計量ミスが発生し易い状況にある。また、最近の慢性的な熟練者不足から、染料計量作業に配置した熟練者をより高度な分野へ再配置する必要がある、糸染工場でも粉体染料自動計量装置への関心が高まっている。

しかしながら、装置が高額なこと、設置面積の点から染料ホッパーを多数設置できないため利用できる染料数が少ないことなど、糸染企業が導入するには未だ課題が山積している。

本研究は糸染工場でも導入が容易で、熟練者だけでなく未経験者でも一定の精度以上で染色計量作業が行え、かつ秤量ミスなどを防止できるような計量方法を検討した。

2. 染料の許容秤量誤差範囲の設定

ここでは、染料計量時の秤量誤差の許容範囲を求めるため、以下の実験を行った。

2-1 実験方法

試験糸は梳毛糸 2/48 を用い、恒温恒湿室 (20℃・65% RH) に 24 時間放置し、ラップリールで 5 ± 0.001 g の総状とした。

染料は以下の 3 原色のレベリング型酸性染料を用いた。

Y ; Sandolan Yellow E-2 GLN conc.

R ; Sandolan Red E-NEN

B ; Sandolan Blue E-HRLN conc.

ここでは、上記の染料の希釈液 (0.01%) を用いて実験を行った。

表 1 秤量誤差の設定条件

記号	染料	Y	R	B
R+			R+	B-
Y+	Y+		R-	
B+	Y-			B+

染料 Y ; Sandolan Yellow E-2GLN conc.
R ; Red E-NEN
B ; Blue E-HRLN conc.

秤量誤差 ; 0.5%、1.0%、2.0%、3.0%

+ ; 基準+誤差

- ; 基準-誤差

基準とした染料濃度は

Y 0.2 % owf

R 0.2 % owf

B 0.2 % owf

合計 0.6 % owf

とし、表 1 のような組み合わせで秤量誤差を ± 0.5 、 ± 1.0 、 ± 2.0 、 ± 3.0 の 4 段階に変えて実験を行った。表 1 で、R+は、染料 R を基準量より誤差分多く、染料 B を誤差分少なく秤量することを意味している。この結果、合計の染料濃度はどの組み合わせでも基準と変わらず 0.6 % owf と一定である。

染色は以下の条件で行った。

染色条件：

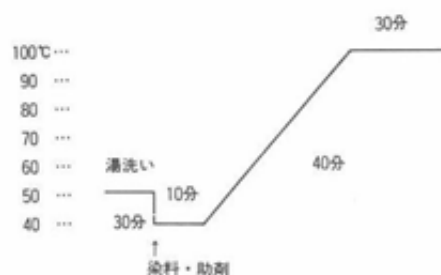
助 剤；

蟻 酸 3 % owf

芒 硝 10 % owf

浴 比； 1 : 60

染色機；カラーペット



染色糸は FAK 試験編機で筒状に編成後、スチームセットし、クラボ式分光光度計で測色し、 $L^* a^* b^*$ 値を求め、色差を算出した。

2-2 結 果

秤量精度を変えた染色糸と基準の染色糸を測色して求めた各々の明度指数 (L^*) とクロマティクネス指数 (a^* 、 b^*) の差を ΔL 、 Δa 、 Δb とすると、色差 ΔE は

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

で求めることが出来る。

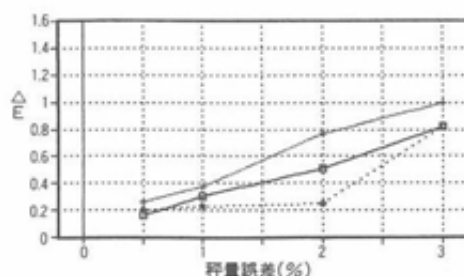


図 1 染料秤量誤差と色差 (ΔE) の関係
□: R(+) +: Y(+) ◇: B(+)

図 1 に、染料秤量誤差と色差 (ΔE) の関係を示した。秤量誤差が増えると、色差も増加するが、誤差を与えた染料によって、その増加の程度は異なる。すなわち、赤成分に秤量誤差がある場合 (図中、R+、Y+) には、色差は大きくなる傾向にある。

一般に色差の許容範囲は 0.5 以下とされており、この値から染料の秤量誤差の許容範囲を求めると、秤量時の許容誤差は 1% 以下でよいことが分かった。

3. 染料簡易計量システムの検討

次に、糸染工場でも導入が容易で、熟練者だけでなく、未経験者でも染色計量作業時の秤量ミスを防止できるように、天秤とパーソナルコンピュータを組み合わせた染料簡易計量システムを検討した。

図2に、本システムを用いた染料計量作業の流れを示した。すなわち、CCMや試染をもとに決定した染料・助剤濃度から染料秤量データを作成する。この染料秤量データには、工程データ（染色重量、品番、色番、品名、糸番手、釜番）と秤量データ（染料名、濃度、必要量）が登録されている。これらのデータはフロッピーディスクに記憶させると共に、秤量指示書（図3）としてプリントアウトする。この秤量指示書が作業者に渡り、作業者はこの指示書に従って計量作業を行う。

計量システムの構成を図4に示した。ここで用いた天秤は最大秤量1210g、読取限度0.001g（ザルトリウス（株）製、E1200S）である。天秤はRS232Cでコンピュータと接続した。

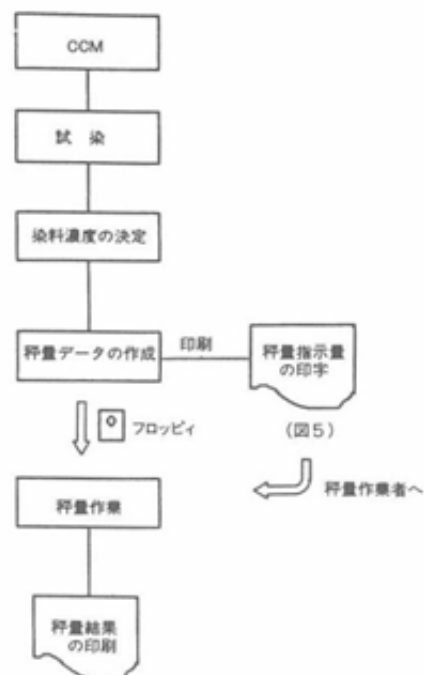


図2 染料計量作業の流れ

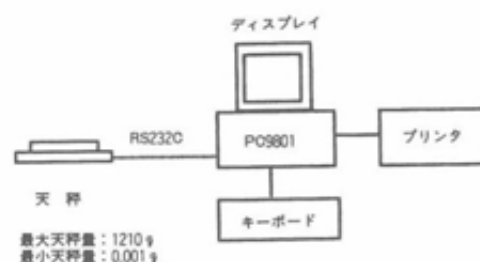


図4 染料簡易計量システムの構成

品番	12300	No.	染料名	濃度 %	必要量 g
色番	2503	1	KNM YELLOW 5GW	0.201	20.10
品名	ウール100%	2	KNM RED BRW	0.423	42.30
糸番手	2/60	3	KNM TURQUOISE BLUE 3G	0.062	6.20
染色重量	10kg	4	酢酸アンモニウム	3.000	300.00
釜番	10	5	アボランSC	0.500	50.00
備考		6			
		7			
		8			

図3 染料秤量指示書の例

このシステムによる秤量作業の特長は、以下のようである。すなわち、

- ① コンピュータ側の画面に秤量量を大写しにマイナス値で表示し、作業者が必要量を一々読み取ることなく、画面上の値が「0」になるまで染料等を秤り入れる。

このことにより、染料の必要量が変わっても、作業者は絶えず固定化した目標値「0」を目指して計量作業を行えばよいことになり、

計量点数が増加しても、読み取りミスなどの発生を防止できる。

- ② 実際の秤量値が先に求めた許容誤差範囲を越えた場合、作業者に警報で知らせ、秤量値が誤差許容範囲内になるまで次の染料薬剤の秤量作業には入れないようにした。

このことにより、作業者の熟練度や個性に関係なく、一定以上の秤量精度で染料計量作業を行うことができる。

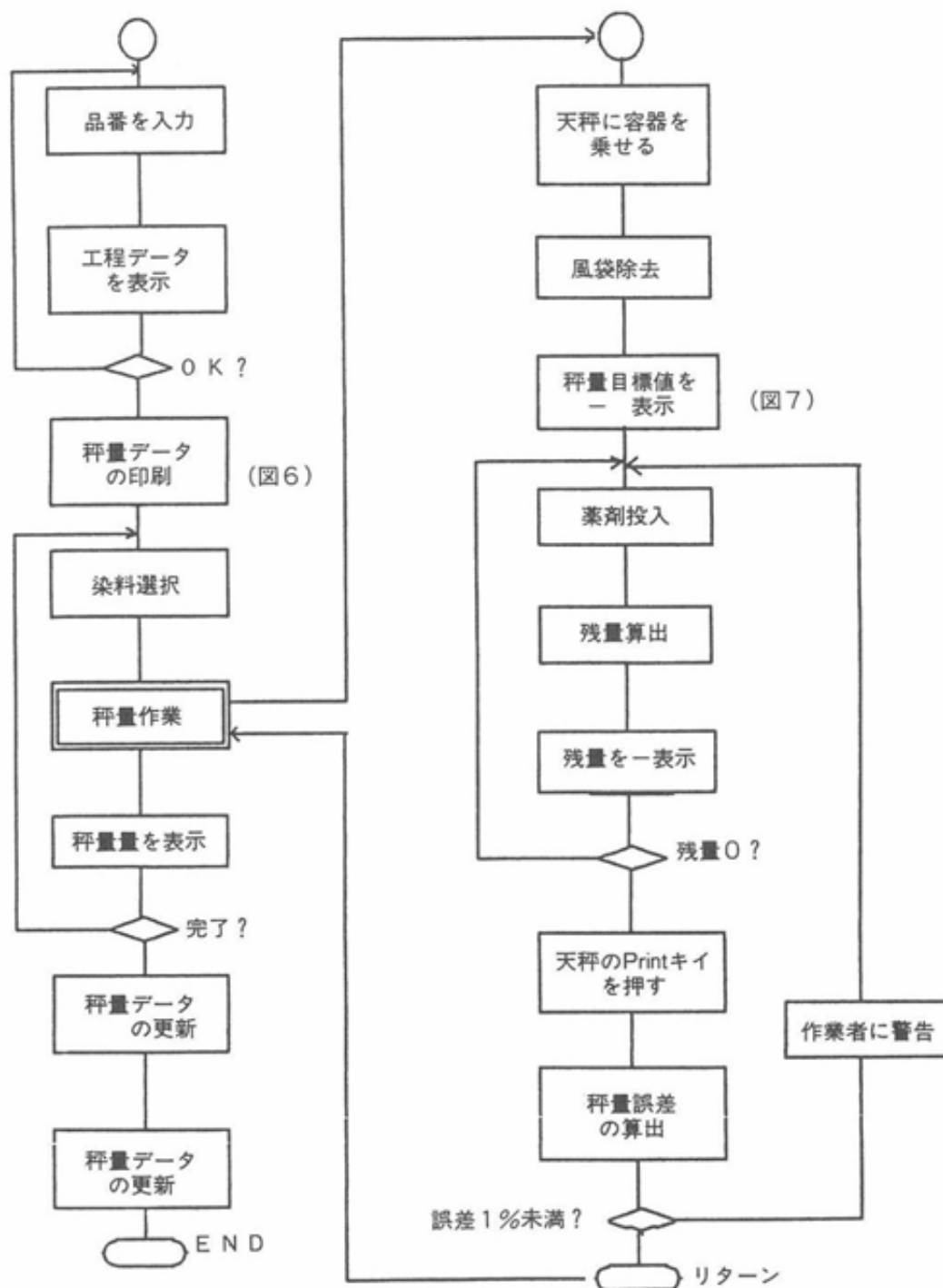


図5 染料計量手順のフロー図

図5は、染料計量作業のフロー図である。
この図に従って計量作業手順を述べる。

①確認作業

作業者は染料秤量指示書に従って、まず計量する品番をコンピュータに入力する。入力された品番の工程データが画面に表示される

***** 工程 *****

品 番 = 12300
色 番 = 2503
品 名 = ワール100%
糸 番 = 2 50
染色重量 = 10Kg
重 量 = 10

工程データは一致していますか？(Y/N)

図6 染料計量作業（工程データの確認）

(図6)。作業者は表示された工程データと秤量指示書の工程データを比較し、間違いをチェックする。その結果、間違いがなければ次のステップに進む。

次に、秤量データが表示される(図7)。

***** 秤量データ *****

染色重量=10Kg

No	染料名	濃 度 %	必要量 g	秤量量 g	誤 差 %
1	KNM YELLOW 50W	0.251	25.10		
2	KNM RED 50W	0.423	42.30		
3	KNM TURQUOISE BLUE 30	0.062	6.20		
4	群青 アンモニウム	3.500	350.00		
5	アボラン S C	0.500	50.00		

秤量する薬剤の番号を選んで下さい ?

完了すれば -1- を入力して下さい

図7 染料計量作業
(秤量データの表示・染料選択)

作業者は秤量する染料の番号を入力する。染料番号を入力すると、選択した染料名が画面に表示されるので、手元にある染料容器の染料名との照合を行う(図8)(間違い無ければ「Y」を入力)。染料の確認が終れば、秤量作業に移る。

②秤量作業

まず、作業者は秤量容器を天秤にのせ、「Y」を入力する。「Y」が入力されると、コンピュ

ータは自動的に天秤の風袋を除去し、秤量目標値をマイナス値で画面に表示する(図9)。

秤量する染料名は以下の通りです！

染料名 KNM YELLOW 50W

染料名は正しいですか？(Y/N)

図8 染料計量作業（染料名の確認）

秤量する染料名と秤量量は以下の通りです！

染料名 KNM YELLOW 50W

あと

- 20.100

秤量値が0になるまで染料を計って下さい

図9 染料計量作業（秤量目標値の表示）

作業者は画面を見ながら、手作業で、染料を秤量容器に入れる。コンピュータは目標値と投入量の差を求め、画面上に残量を表示するので、作業者は画面上の数値が0になるまで秤量作業を続ける。最後に作業者が天秤のプリントキーを押すと、最終秤量値がコンピュータに転送され、最終秤量値と目標値とで秤量誤差を求め、誤差が許容範囲を越えていれば、再び秤量作業を続けなければならない。

③秤量結果の確認

秤量誤差が許容誤差範囲内であれば、画面は再び染料選択画面に戻り、秤量結果と秤量誤差を表示する(図10・11)。全ての染料・薬剤の秤量が終れば、秤量データファイルのデータに秤量結果を記憶させ、秤量結果表を印刷(図12)して、計量作業を完了する。

秤量する染料名と秤量量は以下の通りです！！

染料名 KNM YELLOW 5GW

あと

0.001 g

図10 染料計量作業（染料計量結果）

***** 秤量データ *****

染色重量 = 10 kg

No.	染料名	濃度 %	必要量 g	秤量量 g	誤差 %
1	KNM YELLOW 5GW	0.201	20.10		
2	KNM RED BRW	0.423	42.30		
3	KNM TURQUOISE BLUE 3G	0.062	6.20		
4	酢酸アンモニウム	3.000	300.00		
5	アボラン S C	0.500	50.00		

秤量する薬剤の番号を選んで下さい ？！

完了すれば - 1 - を入力して下さい

図11 染料計量作業（染料計量結果）

品番	1 2 3 0 0	色番	2 5 0 3		
品名	ウール100%	染色重量	10kg		
糸番手	2／60	釜番	10		
No.	染料名	濃度 %	必要量 g	秤量量 g	誤差 %
1	KNM YELLOW 5GW	0.201	20.10	20.101	0.00
2	KNM RED BRW	0.423	42.30	42.295	-0.02
3	KNM TURQUOISE BLUE 3G	0.062	6.20	6.197	-0.05
4	酢酸アンモニウム	3.000	300.00	300.500	0.16
5	アボラン S C	0.500	50.00	49.900	-0.20

図12 染料計量作業（秤量データの印刷例）

④今後の課題

今回の構成では、計量する染料名の確認は作業者の視覚に頼っている。このため、染料選択ミスの発生を完全に防止することは困難である。この点については、染料名をバーコード化し、バーコードリーダーで染料缶の染料コードを読み取るようにすれば、染料選択ミスの発生をより防止できる。

4. ま と め

染料の秤量誤差が染色物の色差に及ぼす影

響を検討した結果、染料秤量誤差が計量値の1%以下であれば、染料秤量の不正確さが原因となる染色品の色ブレを防止できることが分かった。

また、パーソナルコンピュータと天秤を組み合わせた染料簡易計量システムによって、作業者が違っても染料秤量誤差を1%未満に抑えることができ、正確な染料秤量作業が可能となる。このため、染料の計量作業に熟練者を配置する必要がなくなった。