捺染工場における 省エネルギー*

出 野 清 光**

——技術解説——

1. 緒 言

一昨年10月の第4次中東戦争を契機として、石油供給の削減や石油価格の高騰など、エネルギー事情は根本的に変化した。このため、国のエネルギー政策として、エネルギーの安定確保を図るとともに、省エネルギー化を進めることの重要性が叫ばれている。そして国家的な省エネルギー化の具体策として、

- (1) エネルギー消費機器のエネルギー効率の向上
- (2) これまで、技術的に利用することが困難であったり、経済性から利用されていない廃熱の利用技術の開発
- (3) 工場・住宅等の合理的配置による総合熱供給システムの開発
- (4) 産業廃棄物および生活系廃棄物のリサイクルシステム確立のための環境整備と技術開発
- (5) 省エネルギー型交通システムの開発
- (6) 省エネルギー型産業構造への転換
- (7) 既存化石燃料節約のための新エネルギー開発¹⁾
などが上げられているようである。

さて、現在、染色業界は全般として深刻な不況下にあり、国家的なエネルギー政策のためというよりも、むしろ、製品コストの引き下げのための自衛策として、省エネルギー問題に取り組む必要に迫られている。

すなわち、昭和48年10月以前に比較すると、電気やガスの料金は約2倍に、重油に到っては約3倍に価格が高騰している反面、染色加工料金はまったく低迷が続いている現在、コスト プッシュのために、省エネルギーに努力を傾げざるをえない状態になっている。

2. 捺染工場の特殊性と省エネルギーの道

捺染工場の省エネルギーを考えるに当って、技術以前の問題ではあるが、捺染業の体質からくる問題、あるいは、受注や工程の管理面からくる課題がきわめて多い。

我々が、一つの設備や作業において、エネルギーを無駄なく、合理的に使用するためには、できるだけ効率のよい設備と方法で、長時間停止することなく、一定の条件で、可能な限り高速運転のもとで生産を行なうことが望ましいのは無論であり、漂白品における連続精練漂白や、浸染品の場合の連続染色法などは、省力や品質の均一化とともに、このメリットを追求しているわけである。

しかし、捺染の場合には、これが、受注上の制約から、あるいは捺染業の性格や工程管理上から、思うようにならないのが実情である。

2.1 受注上の問題点

A. ロットの大きさ

ローラ捺染でも、自動スクリーン捺染においても、1柄の1配色に関する限り、捺染は連続的に行われているが、柄ごとに、あるいは配色ごとに機械を停止して、型替えや色替えを行うことが必要で、これは、連続機械を用いてのバッチ生産と考えるとよくいらいである。

このバッチ生産型式であること自体によって、エネルギーだけでなく、染料・薬品などの原材料から、労力・時間のロスを生ずるが、更に、ロットが小さくなるにつれて、これらのロスは急激に増加する。

捺染機では、色替え・型替えが終わったのちに、ウォーミングアップに無駄な時間を失うことなく直ちに運転を開始するのが普通であるが、運転開始後、捺染布が十分に乾燥する状態に保つための停止時間中の蒸気のロスは、運転時間中における蒸気消費量の最低10%と見積²⁾られている。

したがって、ロットが小さくなるにつれて、停止の回数が増し、停止時間が長くなってロスが増加する。しかも、ロットが小さくなるほど、捺染数量は少なくなるの

* Save- Energy in Printing Factory.

** K. Ideno, (株)高瀬染工場 常務取締役

で、当然、捺染数量1m当りのエネルギー消費量はますます増加するということになる。

B. 品種・加工法の多様化

捺染布の素材の繊維種別、あるいは、組織、幅、重量などの相違によって、エネルギー消費量は異なる。たとえば、抜染や防染などでは、オーバプリントに比べると、エネルギー消費量が大きく、電気・蒸気ともに、25~35%多く消費する。

また品種・加工法の相違によって、運転条件の変更や切替えなどを行なう必要がある場合には、もちろんエネルギーのロスを伴う。

C. 柄・配色による差

柄や配色の相違によってエネルギーの消費量の異なる場合が少なくない。柄のつき場面積の大きくなるほど蒸気消費量が多くなり、あるいはスクリーン捺染で柄の重なり部分の多いものは乾燥しにくく、したがって乾燥温度を上げなければならないというようなことは常に経験することである。

このほか、仕上方法の多様化・高級化などに伴ってエネルギー消費量は一般に増加する。

このように受注の内容からくる消費エネルギー増加の要因も多いわけであるが、捺染業の動向は、開発途上国は別として、世界的にも小ロット化・多品種少量化をたどっており、また最近は防抜染の増加など、省エネルギーを指向する我々にとっては、まったく相反する条件に苦しめられていることになる。

2.2 工程管理面での対策

前述のように、捺染業は、染色工業の中でも省エネルギーに関する限り、特に不利な条件を背負っているわけであるが、このような制約の下でも、工程管理面から、省エネルギーの目的のために留意すべき事項がいくつかある。

A. 切替時間の短縮

作業の切替えに要する機械の停止時間を出来るだけ短縮して、時間のロスを少なくすることは、重要なエネルギー節減策である。

B. 不揚りの減少

不揚り（不合格品）の発生は、エネルギー、原材料、時間など総てを無駄にすることになる。ことに不揚りの発生によつて受注の要求量を充足出来ないために、わずかな量を補充加工・再加工することを強いられる場合などでは、不揚りによるロスに更にロスを大きく重ねることになる。

このほか、工程の少略、特に湿潤・乾燥の工程の省略は大きなエネルギー節減になる。また、一つの設備を1日

のうちに断続して使うことを避けて、これらをまとめて、できるだけ長時間継続して作業するようにすることも、省エネルギーの効果が大きい。

2.3 技術開発による省エネルギー

業界において、開発が望まれている課題の中で、少なくとも省エネルギーを主な目的の一つとするものを挙げると次のようなものがある。

- (1) 溶剤加工とか、転写捺染のように方法の根本的変革を追求するもの
- (2) 連続化ないし短時間処理を志向するもの
- (3) 低温処理、低溶比処理あるいはピックアップの減少によって省エネルギーの目的を果たそうとするもの
- (4) 水洗機については水量や水温の自動調整の可能な洗浄効率のよいもの、また乾燥機では乾燥程度を検出して処理速度や熱源を自動調整できる効率のよい乾燥機

3. 省エネルギーの考え方と具体的方法

3.1 用水

省エネルギーの主な対象は、広義に解釈するときは別として、燃料（固体・液体・気体）と電気ということであろうが、染色仕上工程は、湿潤と乾燥との繰返しであり、しかも、湿式処理においては、常温の水を使用することよりも、むしろ加熱水で処理することの方が多く、したがって水の使用量の節減を図ることは、そのまま燃料の節減になることに留意を要する。

大体において、水を10%節減すると、燃料の消費量は3%ないし5%の節減になるようである。

特に水の供給を工業用水に依存している場合には、水に対するコスト意識も十分であろうが、地下水や河川水を利用している場合には水の節減意識は薄くなりがちであり、染色工業の省エネルギーには節水が大きな役割りを果たすことを反省したい。

捺染工場における用水は、調液などの原料用水から、洗浄用をはじめとして、冷却用・ボイラ用・飲料用・雑用など多岐にわたっている。

この水そのものの節減対策を考えると、次のように分けられよう。

A. 無駄の排除

主として、人の意識によるもので、無駄な放水をなくすとか、あるいは必要以上には使わないということであるが、このほか送水圧の適否も問題であろう。

B. 回収使用

これは2つに分けられよう。

1) 一度使用した排水の水質が変化しないものは、容易に回収使用できる。クーラ、油圧機器の冷却用水などがこれである。

2) 一度使用した後に水質が変化しても用途によっては、そのまま再使用できるものがある。捺染工場における型や色糊容器のように汚れのはなはだしいものの洗浄用には軽度の汚染水を使用できる。このほか、連続多槽式水洗機で後の槽の水を前の方の槽の給水に使用すること（いわゆる「向流方式」）もこれに当るわけである。捺染工場の水の節減には、このグループの水の回収使用が大きな効果がある。

C. 再生使用

これは一度使用した水の水質が変化してそのままの状態では使えない場合で、なんらかの処理を施してから再使用する必要があるというもの、これにはもちろん、水質の内容によってどんな処理を行うかが問題であり、また実施上では用水コストと処理コストの比較が問題である。

3.2 ガ ス

捺染工場におけるガスの使用は比較的限られていて、毛焼、ヒート・セット、ベーキング、あるいは特殊な乾燥の目的に使用するガス赤外線装置などが、その主なものであろう。

実際使用上の節減策としては、次のような事項が挙げられよう。

- (1) 設備自体の熱効率の向上
- (2) 毛焼機においては、バーナの働幅を通過布幅に対して適正に保ち、無駄をなくす
- (3) ヒート・セット機やベーキング機では設備の稼働率を高める。なお、設備が相当長時間停止するときには、燃焼を継続するか、いったん消火した方がよいかは、予めガス消費量を検討して限界の時間を求めておく

3.3 電 気

一般に、染色工場の照明用の消費電力は全体の 10 % 程度が普通で、しかも、ほとんどすべての機械設備は、作業の停止とともに原動も停止するので、後述の燃料の場合に比べて節減の余地が少ないように思われる。

また電力の消費原単位は、エネルギーの中でも最も工場ごとの差が著しい。これは、もちろん、加工内容の相違によることもあるが、このほかに、最近の設備では電気関係の設備が重くなっていて、同一生産量の設備でも、新式のもののうちには旧式のものの数倍の電力を消費するものもあり、これらの設備の新旧の差によるものであ

ろう。

またこのほか、省力化ないし省資源のための電力消費、あるいは、公害防除施設関係の電力の消費も工場ごとの差を大きくしている。

また一方、工場の消費電力のうち、15 ~ 30 % は、生産の数量にスライドせずに消費される、いわば固定消費的なものであることが、生産量に対する電力消費量の原単位が工場によって大きく相違する原因になっているようである。

したがって、電気の節減についても、工場によって異なろうし、また効果的な取り組みも容易ではないが、節減上留意すべき事項としては、以下のようなことが挙げられよう。

- (1) 照明の再検討
- (2) 設備本体の原動が停止した後も、付属機器等が無駄に運転される場合がある。たとえば、熱風乾燥機における送風ファンの運転は、本体の運転に先行してウォーミング・アップが必要なので、本体の運転とは同調できないが、段取替えなどのために本体がいったん運転を休止する場合におけるファンの運転は、ウォーミング・アップに要する必要最短時間以上はロスである。またこのロスの低減は、電気はもちろん、蒸気の節減に対する貢献も大きい。
- (3) 直流駆動設備における発電機の運転についても乾燥機のファンの場合とまったく同様であらう。

3.4 蒸 気

染色加工工程が湿潤・乾燥の繰返しであり、また重油価格のアップ率が、電気やガスよりもはるかに高いことから、染色工場の省エネルギーの本命は、蒸気の節減にあるであらう。

捺染工場における蒸気の使用量を目的別、工程に分けて一例を挙げると、

用途別：	乾燥用	45%
	洗浄用	40
	蒸熱用	15
工程別：	捺染前処理工程	30%
	捺染工程	15
	捺染後処理工程	50
	仕上工程	5

（ただし、いずれもその他の雑用分を除外）

このうち、設備 1 台当りの蒸気使用量は、蒸熱機が最も大きく、洗浄装置がこれについている。

これらから、蒸気を対象とした省エネルギー対策としては、以下のような事項が挙げられよう。なお、個々の対

策に先立って、ボイラからの適正送気圧を確認して、送気圧をできるだけ低減すること、あるいは、配管や設備機器からの蒸気の漏洩を防止すること、適当な保温を施すこと、ドレインの回収を徹底することなどはもちろん必要であろう。

A. 乾燥機

機械を停止したときは直ちに蒸気の供給を止める。また運転開始前のウォーミングアップに必要な以上の時間をかけない。

特に熱風乾燥機では、適正温度を把握してこれを維持することが必要で、このためには、温調装置の使用、適用温度の指示を要する。特に過剰乾燥は捺染の品質上からも好ましくない。一例を挙げると、通常のフラットスクリーン捺染機で、乾燥温度を140℃から120℃に20℃下げると蒸気量は約17%程度の節減になる。

B. 水洗機

a. 処理温度の適正化の検討・確立

給水温度が20℃の場合を例にとると、80℃の洗浄水の温度を20℃下げて60℃にすると約36%の燃料の節減になる。

b. 水使用量の節減

捺染工場では一般に、排水の温度が高いことから、排水量の低減すなわち節水が、省エネルギー効果に大きな影響のあることがうかがわれよう。

c. 向流方式の正しいあり方

連続多槽式水洗機では、水や蒸気の節約のため向流方式(カウンタフロー)が採用されることが多いが、この場合も方式を誤ると所期の効果が得られない。例えばオープンソーパでは多くの場合、運転開始後の給水は槽間の絞りロール直前に設けたシャワを通じて行なうことが多い。

このような場合に、シャワによる給水をそのままにしておいてカウンタを行なっても効果が少ない。回収温水をシャワを通じてカウンタに使用することが効果的である。

C. スチーマ(蒸熱機)

スチーマは単位設備の中でも最も蒸気使用量の大きいもののひとつである。普通のスチーマでは、排気を大気中に放出するための排出口を、定まった位置に設けているので、排出蒸気を捕集しやすい。

この排出蒸気を、熱交換器により、あるいは水に吸収させて、温水として再使用できる。捺染工場では温水の用途は十分あるので、回収温水の用途に困ることはない。

4. 廃熱回収について

以上に、省エネルギーについて、雑然と述べたが、最後に、廃ガスにおける廃熱の回収について一言したい。

多くの捺染工場では、ヒートセット機、ベーキング機、あるいは熱風乾燥機からの排気は、利用せずに大気中に放出している。この回収・利用に、air-air型、または、air-water型の熱交換器を適用する場合には、問題点としては、

- (1) 廃ガスの容量が比較的大きいこと
- (2) 廃ガスの温度が比較的低いこと(90° ~ 130℃)
- (3) 低温になるとタール状物質を凝結する場合があります、

このものは、特に熱交換器を器壁に付着して性能を低下せしめ、また保全を困難にすること

これらの問題点を克服して、しかも経済的に効率のよい、廃熱利用のできる機器の開発することが望ましい³⁾。

なお、これに類する問題としてはボイラの廃ガスの熱回収がある。これは、例えば、多くの染色工場で行われている、アルカリ排水を利用する湿式排煙脱硫装置において、洗浄後には排水の温度が上昇して公害処理施設の機能の妨げになっている反面、脱硫後の廃ガスをアフターバーニング(燃焼処理)するために燃料を使用するという不合理を解決していないことである。

参考文献

- 1) “省エネルギー技術に関する調査報告” 工業技術院技術調査課
- 2) Review, CIBA-GEIGY, 7, 1973/4
- 3) Amer. Dyest. Rep., 63, 66~69, 89~90 (1974-4)