節エネルギーのための技術的共通基本事項*

(その2)

会 員 堀 川 明**

総 説

3. 節エネルギーの具体例

機種は千差万別, 使用環境もいろいろであるが, ここでは代表的ないくつかの機種について, 具体的に節エネルギー方策を紹介していこうと思う。

これらの具体例を通し, また前述の基本事項を併せ考慮して, 個々の機械に適用するならば, 新機種を購入しないで, また高価な設備や装置を設置しないで, 染色工場全体の石油消費量を 30 % ぐらい減少させることはそんなにむずかしいことではない。

3.1 染色機

A. ウィンス

- (a) 扉は閉める。
- (b) 外壁を保温する。
- (c) 屋根の上には保温材をのせる。
- (d) 蒸気管の出ている加熱部の自由表面に落としぶたを設ける。
- (e) 必要なときのほかは扉はあけない。
- (f) 底部保温のため底面から 20 cm までスカートを巻く。
- (g) 最も悪い例を挙げると, 扉は開放のままになって蒸気はもうもうと立上がっていた。扉を開けてあるのは被染物が引つかからないように監視するためだということであった。それにはガラス窓が付いている

目 次 (太字は(その2)で本号掲載分, (その1)は Vol. 34, No. 6, P277に掲載済み)

- 1. 染色仕上工業の節エネルギー対策(まえがきに代えて)
 - 1.1 エネルギー問題とその社会的背景
 - 1.2 染色仕上工業にとっての節エネルギーの目的の確認
 - 1.3 繊維工業で使用されるエネルギーの使用形態
 - 1.4 染色仕上工程におけるエネルギー使用形態の特長
- 2. 節エネルギーのための技術的共通基本事項
 - 2.1 保温で40%節約できる
 - 2.2 器壁からの対流熱損失と輻射熱損失とはほぼ同量である
 - 2.3 自由表面から立上る蒸気の熱量は, その1/2の量の湯が漏れて持去る熱量と同じである
 - 2.4 機械は大きいほど冷めにくい
 - 2.5 流動抵抗の大きい部分では放熱も大きい
 - 2.6 スカートによる保温
 - 2.7 反射板による輻射放熱対策
 - 2.8 機械の調整
 - 2.9 保温材
- 3. 節エネルギーの具体例
 - 3.1 染色機
 - A. ウィンス
 - B. 高圧染色機
 - C. ウィンスに保温すれば 44 % 節エネルギーになるという京都市染織試験場の実機による測定結果
 - D. 液流染色機

- E. 箱形環流染色機
- 3.2 乾燥機
 - A. 箱形連続乾燥機
 - B. タンブラ型回転乾燥機
 - C. シリンダ乾燥機
 - D. 密閉熱風乾燥機
- 3.3 ヒートセッタ (露落ち対策)
- 3.4 毛焼き
- 3.5 水洗
- 3.6 給湿ステーマ
- 3.7 貯湯タンク, 貯湯プール, 温排水からの熱回収
 - A. 貯湯タンクの保温
 - B. 貯湯プール (まず保温, つぎが使い途)
 - C. 温排水からの熱回収
- 3.8 ボイラ回りの保温
- 3.9 熱交換機雑感 (効率よく使うためのヒント)
- 4. 節エネルギー実施関連雑感
 - 4.1 日本の染色工業のおかれている位置
 - 4.2 染色仕上業界の技術者の質的向上策
 - 4.3 節エネルギーに関して, メーカーの過剰性能とユーザの調整怠慢
 - 4.4 地場産業を育てる行政
- 5. あとがき
- 参考文献

* Technological and Fundamental Problems for Energy-saving (2).

** A. Horikawa, Member. 大阪大学 工学部 機械工学科 教授 (工博)

ではないかという、ガラス窓は汚れて見にくいという。また中を監視するだけならば片方の扉だけ開ければいいのに両方が開いている。これは、向うから光線が入って中が見やすい、異常が発見しやすいということであった。また蒸気に自動弁がなく、蒸気を吹き放しにしているところがある。1気圧だから96℃以上になることはないが、そのために液面からは蒸気がかなりの勢いで立上がりっぱなしである。この染色機は自由表面の面積が2m²はあったと思うので、1台1日あたり20ℓぐらいの石油を空気中にじゃんじゃん捨てていたということである。

保温材料については、温度が100℃までで比較的低温であるということと、液で濡れることを考えたものでなければならない。その意味では繊維材料は避けた方がよい。発泡させたプラスチック材料のなかから酸に強く、フレキシブルがあり、独立気泡構造のものならば大体使い得るはずである。

B. 高圧染色機

密閉式なので、自由表面から蒸気が逃げることによる放熱はない。また液温は120～130℃と高いので、ウインスに比べ、対流放熱量は20～30%大きい。そのことは逆に、保温効果がそれだけ大きくなるということである。

この形式の染色機は外形が単純なので保温工事は簡単である。ただ保温工事屋に依頼すると極めて高価になるから、できるだけ適切な保温方法をするべきである。すなわち、あんまり外観の体裁にこだわらずに胴部に保温材を巻付けるようにするのが良い。なお下の方の配管部は、配管そのものにも、バンド、フランジ、バルブなどを重点に保温し、つぎに直管部に保温すればよい。

また複雑な配管周りは全体に軟かいシートでおおうか、底部などはスカートをはかせるだけで有効な保温ができる。ただし、このときは、シートやスカートの上端で空気漏れのないようにしておかないと効果が半減する。半減といったのは、それらのシートによる輻射防止効果が半分はあるからである。

C. ウインスに保温すれば44%節エネルギーになるという京都市染織試験場の実験による測定結果

京都市染織試験場に噴射式染色機があるが、この機械にすでに蒸気流量計、用水流量計が組込まれているのでこの機械を用いて染色機の保温によってどれだけ熱をセーブできたかについて実験を行った。

染色機に4kgのレーヨンかせ糸をかけ浴比1:30を中心にテストした。

実験に使用した染色機はまったく保温工事の施されていないステンレス スチール製で、蒸気配管も裸のまま

である。

この染色機の表面積約36590cm²の約80%の保温工事を同所生谷氏が誰の手をも借らずに行った。

染色機側面には10mm厚の石綿板を張り付け、その上に15mm厚の発泡スチロール板を重ねて取付けた。

蒸気パイプ、染色機の背面の染液の流れるパイプ類に有り合わせの綿、羊毛、絹の布を巻付けた。

上部の構造の天井も同じように保温したがふたにはまったく保温していない(表面の11.8%)。

機械の下部にはビニールシートをスカートのように巻付け、床面までたらしめている。

このような素人の保温工事で(材料費は6300円)行ったもので実験を行った。その結果は次のようである。

また染色条件は次のようである。

浴比 1:30

使用蒸気量(元圧2.8kg/cm²)を裸のものと保温工事したものと比較した結果は次のようである。

	A	B
裸	27.5 kg	9.0 kg
保温	22.0 kg	5.0 kg

となりAでは20%の省エネ、Bでは44%の省エネとなっている。また昇温時に大きくエネルギーを必要とするが保温による減少量は大きい。

また保温した染色機で浴比を変化せしめて必要な蒸気量を測定した。

	A	B
1:20	16 kg	4.5 kg
1:30	22 kg	5.0 kg
1:40	28 kg	5.5 kg

これより見ると浴比の大小による昇温時のエネルギー差は大きい。したがって必要最小限の浴比とするのが賢明であろう。

上記の染色で1回ずつ染浴を排出する染法で1日作業した場合のエネルギー使用量の差は次のようである(1台で6回染色)。

裸の場合	保温工事したもの
219 kg	162 kg

26%の減少となり、次に昇温1回で継続染色した場合、エネルギー量は大幅に減少することがわかる。

裸の場合	保温工事
81.5 kg	52 kg

これらの場合は ふたをしたまま連続作業した例であるが、この染色機で ふたを開けて 10 min 放置すると 90℃ の液温が維持できず 10 min に 13.5 kg, その後 ふたをして 2 min 後にやっと 90℃ に回復して合計 16.5 kg の蒸気を必要とした。また、1 min 開放、3 min 閉鎖で 1~1.3 kg の消費である。

D. 液流染色機

液流染色機は、ウインスに比較して、一般に布の滞留槽が大きく長く設計されている。このため放熱面積が極めて大きく、槽の部分はまったく放熱機の感がある。

しかもこの滞留部には被染物が大量につまっており、染液そのものは、さほど多いとはいえない。したがって、この部分は非常に冷却しやすい構造的欠陥を持っている。この冷却を補うために消費される蒸気の量は大きく、この部分を重点的に保温することによって、おそらく蒸気消費量を半減できるのではないかと考えている。

液流染色機では、そのほか、ジェット液流のためのポンプや、被染物搬送用の動力が補助的に使用されている。しかし、これらの動力は、放熱損失に比較すれば問題にならないくらい小さいコストである。前にもすでに述べてあるように、コスト的には

(動かす) < (流す) < (温める) < (冷やす)

の順に高価になるので、(動かす) ために使用される費用は問題ない。

液流染色機の節エネルギー型と称して、ジェット部を低くし、被染物の搬送のための動力を小さくしたと宣伝している業者があるが、このような節エネルギーは全エネルギーから見ると極めてわずかである。

E. 箱型環流染色機

靴下などのピース物の染色によく利用されているが、槽の外周の保温が十分でなく、また周辺のメカニズムが保温するのに邪魔になっている場合が多い。これはデザイン段階から保温を考えたものにしなければならないと思う。

3.2 乾燥機

A. 箱型連続乾燥機

これは構造、外形が比較的単純であるのと、平面が多いので、よく保温対策が施されている。

外壁は大体 40~50℃ で、まあそんなところだろうと思う。これで対流放熱はかなりの程度に防止できていると考えてよい。

ただし、輻射による放熱対策ができていない。この放熱量は対流放熱とはほぼ同量あると考えられるので、その対策することによって、さらに放熱損失を小さくすることができる。この具体的対策については筆者も考えて

いるが、今ここでアイデアを明らかにすることは避けたい。

この種の乾燥機で最も大きな熱損失は排気の潜熱によるものである。

乾燥機には

- ① フレッシュ エア取入口
- ② 排気筒
- ③ 布などの入口、出口

がある。

小生が実地指導した多くの工場では、フレッシュ エア取入口の調整をしているところはどこもなかった。約 80% のものは ほこりが詰っていたり、すすで真黒になっていたたり、閉ったままになっていたたり、大体 1 年や 2 年、中には購入時そのまま触ったこともないというのが、大部分であった。

理屈を抜きにして取りあえず、乾燥機をもう一度調整し直すことである。

乾燥機の調整法

乾燥機を運転した状態で、

(準備)

- ① 入口から全長の 1/3 以内にある排気ダクトは全部閉めてしまう。将来とも使う必要はない。
- ② 入口から全長の 1/3 以内にあるフレッシュ取入口も閉める。場合により少しだけ開けることがある。

(調整)

- ③ 後半のフレッシュ取入口を全開。
- ④ 後半の排気ダクト全開。
- ⑤ 入口ではわずかに内部の熱風が漏れ、
- ⑥ 出口ではわずかにフレッシュが吸引されるように
- ⑦ 排気ダクトを徐々に閉める。
- ⑧ そのとき後半のフレッシュ取入口を少し閉め加減にすることがあるが閉切ってはならない。

この調整の基本となる理論については、ここでは触れないが、小生の講義を聞いた人や、日本繊維機械学会発行の「基礎繊維工学〔V〕」のなかの拙著「乾燥と乾燥機」を読まれた方は理解できるはずである。

乾燥機を実施指導している間に、乾燥機の底板が外されたままになっていることが発見されたこともあった。フレッシュ エアの作用や排気の意味についての十分の理解がメーカ、ユーザともに持っていないことが、大きなエネルギー損失の原因になっているようである。

どんどん盛んに排気して、その排気から熱交換機によって潜熱回収すれば良いではないかという考え方をもつ人が一部にいる。とくに乾燥の本質を知らない人のなかにそんな人がいる。これは井戸を雪で埋めようとするようなもので、エネルギーの無駄使いの悪例の最たるものである。

B. タンブラ型回分乾燥機

タンブラ型ではヒート セッタと乾燥機の両方の使い方がなされている。

この型式の乾燥機では、フィルタを経て外気が吸入され、熱交で加熱されてタンブラ内に吹込まれている。ここで乾燥に寄与（加熱と吸湿）したあと、排気ダクトから排出される。大部分のこの型の乾燥機は空気が1方向流れのみで、循環はない。

乾燥理論からいうとこれが大きな熱量損失の要因である。

タンブラの後ろにダクトを付設し、全乾燥時間のうち、最初の1/5ぐらいは外気と遮断し熱風循環にすればよい。つぎの3/5ぐらいでは外気の再循環分とを半々か、やや外気を多目にして循環する。そして最後の1/5は100%外気導入にする。すなわち全乾燥時間を T とすると、

時間割合

最初の $0.2 T \sim 0.3 T$ 再循環のみ

つぎの $0.3 T \sim 0.6 T$ $0.3 \sim 0.7$ 外気混入

最後の $0.2 T$ 外気導入のみ(再循環なし)

上の表は一例であって、個々の機械についてはなお少し調整が必要かとも思う。

またこのようなダクトを付設することは簡単であり、タイマと連動させれば1個のバルブで上の動作をさせることができる。

C. シリンダ乾燥機

この種の乾燥機では、シリンダ1本のもの、数本のもの、数本のものは水平、垂直などいろいろの配列があって、一概に論ずることはむずかしい。しかし、シリンダ乾燥機の性能についてはすでに理論が確立しているので、数本のものについても、1本のものに対する理論を拡大して解釈を付けることができる。

○シリンダ ドラムの材質はステンレスよりも鋳物、鋳物よりも他のより熱伝導率が悪いが熱保有率（熱容量）の大きいものがよい。

○シリンダ外周に輻射防止と熱気流調整のための反らせ板を活用することにより、熱エネルギーの節約をはかると同時に乾燥速度をより大きくすることができる。この板を具体的にどんな形にすればよいかは、個々の機械ごとに変化がある。要は熱気流と輻射に対する基本的な事項を参照されればよい。

○ドラムへの布の導入位置と導出位置とは一般に鉛直線に対称になっているが、導入位置はより中心に近く、導出点はより中心から離れた方がよい。

○例えば数本のシリンダが鉛直に連なるものでも、全体に輻射防止パネルを付けることによって熱損失を

防ぐことができるし、このパネルは、気流の邪魔にならない孔空き板または金網状のものでかなりの効果が期待できる。

○熱気流をうまく制御するための反らせ板は、多くは輻射防止板と併用できるはずであるが、これの設置、形状は熱気流の性質を十分考えないといけない。

D. 密閉熱風乾燥機

密閉高圧染色機のなかに、染めたあとそのまま熱風を通して乾燥する方式があるが、これは、現在の機械は極めて熱効率が悪いので、使用しない方がよい。例えばチーズを染めたあと、すぐそのまま乾燥できるという便利さはあるが、エネルギー経済から考えて無駄な点が多い。この機械は石油の価格が極めて安いときに作られたものであろうと考える。

3.3 ヒート セッタ（露落ち対策）

ヒート セッタでは、露落ち対策が、節エネルギーと関連して重要な問題となっている。

露落ちを防ぐため、セッタの主として布出入口から洩れる蒸気を、

① できるだけ少なくするか、あるいは

② 洩れた蒸気を排風機で導き排出するか

のどちらかである。

元来セッタでは蒸気、しかも湿り飽和蒸気中で布帛などの繊維製品をセットすることが多く、その目的は一つには形態セットであるが、また別に蒸気むしによる風合い調整（性能付与のための）セットであったりする。

したがって一般にセッタ内には湿り飽和蒸気、すなわち乾き飽和蒸気と微細な水滴とが入り混った形になっており、極めてドレンを形成しやすい状態になっている。

そのため、蒸気温度より少しでも低温の空気あるいは器壁に接すると、そこに多量のドレンが形成される宿命をもっている。

ドレンの形成される場所は

① セッタ内壁

② セッタ外の天井など

である。セッタ内壁でも天井についたドレンは露となって落下し、被処理物を汚染する。セッタ外部に出た蒸気は建屋の屋根裏、天井板、梁などで露結し、水滴となって落下し被処理物を汚染する。

このようないわゆる「露落ち」対策と称して、セッタから多量の蒸気を排出し、機外に捨て、機内圧力を外気より小さくし、セッタの各開口部からは、蒸気が洩れないようにしているのがある。このため機内には多量の外気が導入され、蒸気含有量を減少せしめ、蒸気と空気との混合が、セット条件を乱し、良好な結果が得られなくなっている。

上の欠点を補うため、セット機内を外気より少し加圧

気味にし、開口部からはむしろ積極的に蒸気洩れを許すことによって空気の混合を防ごうという考え方があり、この方法が、多く採用されている。ところが、これら洩出した蒸気は機外でやはり露結して「露落ち」による汚染を発生する。それを防止するため布の入口、出口などでフードのダクトにより強制的に蒸気を室外に排出している例が多い。ところが、このフードのダクトの設置が空気力学的に完全でないため、洩出した蒸気よりも、周辺の空気を排出している「空回り」的な動作しかしてないものが多い。

このようなセッタの場合には、排気ダクトをできるだけ絞込み、しかも布の入口、出口での洩出蒸気を極力小さくするように設定するのが良い。

機壁内での露結は、要するに機壁温度がスチーム温度より低いからである。したがって、セッタでは乾燥機以上に慎重な保温対策が必要である。

セッタの天井に高温オイルを配備して、天井の温度をセツ温度より高くして、機内天井における露結を防止したものがある。この方法は節エネルギーの観点からはまったくナンセンスな方法であり、エネルギーの無駄費いははなだしい。

つぎの図は、布の入口部での露落ち対策の一例を示したものである。この場合にも、洩れを極力少なくするようプロウは小さなもので十分である。

セッタ機内天井における露落ち対策についても考え方があり。詳細は省くが、要するに、露の逃げ道と、輻射効果を併用した露結防止策を併用すればよい。

要するにスチームでは

- ① 保温をさらに強化すること。
- ② スチーム洩れを極力押さえること。
- ③ 他のエネルギーを使用しないで露結防止するための工夫をすること（これについては各機械ごとに具体策が異なるので、ここでは具体策を省略した）。

図1 箱型セッタの入口部における露落ち対策の一例

3.4 毛 焼 き

この機械は染色機械よりも、仕上機械、あるいは整理機械に属するものであるから、ここで話題とする必要が

ないとも思われるが、かなり燃料の無駄費いが多いのであて取上げ、注意を促しておこうと思う。

毛焼きは直火で行われることが多い。布の速度が大きいので、生産性も良く、節エネルギーについての関心が比較的薄い。

しかし、ここでの加熱方式、燃焼ガスの流路、燃焼ノズルなどの改良で、燃料コストを半減することは、さして困難なことではない。箱型ボディに冷風が容赦なく吹込んでいる状態の機械がある。その辺の改善も必要である。

3.5 水 洗

水洗の温度は常温から高くても50~60℃である。したがって、一見放熱による熱損失は少ないように見えるけれども、この装置は一般に長大な形状のものが多い。したがって放熱の全量は意外に大きい。

ここでも、もし熱エネルギーの消費を少なくする目的からすると

- ① まず保温
- ② とくに自由表面の保温

ということになる。水に濡れる場所であるからそれに適した保温材を使用すべきである。

自由表面については、最近大きさが100 mm前後の六角形の厚さが20~30 mmのプラスチック製のものが市販されているが、これなど効果があると思われる。とくに六角形は全面をおおうのに便利であり、しかも波立ってもそれに従って動くので被処理物に悪影響はないと思う。

水洗の場合に、表面活性剤が自由表面で泡立っていることがあるが、この泡の層は極めて良質の保温材であった。泡の層が表面にあるときには、むしろそのままにしておいた方がよい。

水洗機でもパイロ ワッシャのように水中で上・下に波立たせる装置のついたものがあるが、前者の六角形の保温材ならば、ある程度使えるのではないだろうか。

自由表面の保温は、ほんとはなかなかむずかしい。しかし、全面でなくとも、例え一部の表面でも良いから、できるところで保温しておけば、それだけでも結構効果が期待できるものである。

節水型的水洗機もいくつか開発されているが、まだ一般的ではない。

傾斜した布面を水膜が布に対し向流することによる物質移動を利用した多段式、コンパクト形的水洗機が1975年頃から現れはじめたが、それに対し筆者の30年前の理論的研究から批判していたが、その改良型がさらに開発され、ほぼ筆者の理論に近い型で、布の通路長さが2倍になり同じ水量で2倍の水洗効果を上げている。

水洗は布帛と水との間の物質移動という現象が主役で

あって、物質移動を高めることによって水洗能率を高めることができる。水洗能率を高めるためには大量高速の水中に布帛を置けば良いのであるが、できるだけ少量の水で能率よく水洗を行うためには水槽をカスケード型とし、布と水とを反流にすることであり、さらに少量の水で物質移動を行わせるためには高速、反流にし、かつ物質移動係数を高めるため、温度を上げればよい。水量については下限があり、反流の場合逆汚染がないようにしなければならない。速度は水と布帛との相対速度が問題であるから、両方を逆方向に走らせるとよい。ここ数年の間に注目を集めている Kleinewefer (西ドイツ) の 100 プラス水洗機や Artos のハイドロ テックス水洗機は、水の走行を重力に依存し、布帛と反流させ、高温で水洗を行うようにしたものであるが、この種の機械も布速に限界があり、早すぎると水が引張られて水量が不十分になるおそれがある。また布と水流の間には水膜ができるが、物質移動係数は層流状態で小さく乱流の方が大きい。したがって、布の通路の形状を工夫することによって上の 2 機種よりもっと高能率のものを作ることができる。

なお水洗には、メリヤスにおけるテレションレス、厚手におけるパッディングの併用なども考慮しなければならない。以前からあるパイロ ウォッシュヤやサクシオン ドラム方式の応用 (日本) などはパッディング作用を水流によって替えようとするものであり、Brugmann (オランダ) におけるマッハ ノズルや超高压噴射水洗機 (日本) なども、布帛にテンションをかけないで、パッディングに代る作用を期待したものと考えられる。

水を溶媒に代えて洗浄を行うことにすると、密閉サイクル (closed cycle) で廃水浄化の心配もなくなる。しかし、溶媒による 2 次公害を考えるとこの方法にもいちまつの不安が残る。

3.6 給湿スチーマ

これは、毛布加工業のなかで、毛布の風合いを改善する目的で、タンブラ型のスチーマに入れる直前に、給湿する目的で作られた装置である。

この役割りは給湿であるが、給湿効果を高めるためにスチームで湯気もうもうとしたボックス中に毛布を通すようになっている。しかしこの装置は、どうも思い付きで設置されたようで、外観はみかん箱を 2 つ並べたように見える。しかも上部は開放のままであるから、スチームはその周辺で猛烈な勢いで噴出しており、省エネルギーにもあったものではない。どうも最初から計画的にメーカーで作られたものではなく、ユーザの方で思い付きで設置されたような感じである。スチームは手動のバルブで出しっ放しになっており、これはお話にならないくらいエネルギーの無駄費いをしてしている装置である。これは

図2 毛布に給湿する目的で作られた一種のスチーマ 幅約 1500 mm

もっと根本的に見直し、有効に給湿効果を得るように改良の余地がある。

もし改良するならば、入口、出口に流体抵抗を付与し、布面に垂直にスチームを噴射するようにし、箱自身にも保温を施し、バルブの調節を小まめにやれば、おそらく、現在のものの 1/3 のスチームで十分効果を上げることができるはずである。

あるいは布の通路を直線状とし、2 枚の板で構成されたスリットの両内面からスチームを万遍なく噴射させるようなものにすればもっと良い装置ができる。

3.7 貯湯タンク、貯湯プール、温排水からの熱回収

A. 貯湯タンクの保温

貯湯タンクは、直接生産する機械ではないというので、等閑に付されている場合が少なくない。屋内にあるものでは、鉄箱に ふたもせず放置されている。

これこそ実は最も保温による効果を発揮しやすい容器である。なぜなら動く部分や、複雑なパイピングがなく保温も十分に行えるからである。

にもかかわらず、機械ではないからということで、放熱し放しになっているのは惜しいことである。

一部には貯湯タンクは、機械ではないということであろうか、屋外に設置されているものも少なくない。しかも保温されていない。とくに屋外でも、タンクの設置されている場所は、建屋と建屋の すきまとか、片隅で、寒風吹きすさぶようなところに、わざわざ冷やすために設置したというようなものもある。

屋内・外を問わず貯湯タンクには保温を

と叫びたい。その効果についてはすでに前に述べたとおりである。

ここでも保温に多額の費用をかけることはない。簡単な保温方法で十分の効果を上げることができる。現場技術者で十分できるはずである。

現場へ行くと、ときどき、そんな きたない保温工事をすると機械の外観が見劣りするという人があったが、武士は食わねど高揚枝の意気込みがあるのか、ボロを着ててもふところが温かいのとどちらがいいのかと疑いたくなるし、そんなことをいってる間はまだ節エネルギーも

尻に火がついてないのかとも思う。

ある工場では、約1tの温水を入れた ふたなしの四角い鉄の裸タンクがあり、その横に、重さ2tはあろうかと思われるプレート型熱交換機が連結してあった。1日に2回ぐらい、タンクに湯が貯ったときに熱交換機を動かして清水の予熱に使うのだそうであるが、この湯の熱は80~90%、熱交換機のウォーミング アップに消費されてしまうだけあって、1日のこのタンクと熱交とを合わせた装置の熱回収効果は5%ぐらいではなかろうか。こんな無茶な温排水装置は即刻中止すべきである。

工場全体、装置全体の熱経済を考えないで、無暗にただ熱交換機さえ売ればよいと思うメーカーにも反省すべき点があるが、それを使いこなせず、メーカーの思うままに無駄な投資をするユーザの判断力の不足にも反省の余地がある。

B. 貯湯プール（まず保温、つぎが使い途）

温排水も貯湯プールまで行くと、ほとんど顧みられなくなる。しかしプールというからには、その容量は大きく、全熱量はかなりあると見るべきである。ただ湯の温度が45℃を下回るようでは、熱交を設置して回収しても経済的にメリットがなくなってしまう。

しかし大切なエネルギーであるからやはりまず保温を十分に次の利用に備えるべきである。次の利用を考えず、捨てるならば保温の必要は全然ない。

次の利用を考えたときの保温法としては、表面への落としぶたが一番手取り早くて、効果も絶大である。中空のプラスチック製の ふたを多数浮かべるのがよい。

使い途については、45℃以上ならば熱回収、それ以下ならば別の使い方を考えてもよい。熱エネルギーとして利用するのが最も普通であるが、それ以外の形としては、電気エネルギー、機械的エネルギー（動力）、圧力エネルギー、化学的エネルギーとして回収することも考えたら良いと思う。

熱エネルギーとしての利用方法については多種多様であるが、例えば水洗、乾燥機、ヒート セットならば給水やフレッシュ エアの予熱にといったところのいわゆる密閉サイクル的な考え方が大勢を占めているが、工場全体として、他機種への流用や冷暖房への利用を考えたら良いし、あるいはさらに周辺地域への熱エネルギーの販売ということも考えてよいはずである（植物用温室熱源、養魚用温水プール熱源など）。

ヒート パイプを利用し、家庭温排水から熱回収し、それを暖房・給水などの予備熱源として利用するコンパクトな個人用熱回収装置もすでに試作されている。

動力として再生させるためには低温度熱源は利用したいとされていたが、ホット エア エンジン (hot air engine) (この頃の表現ではスターリング エンジン) なら

らばその点有利である。ただし、このエンジンの効率は内燃エンジンにくらべて極めて悪いので、利用は可能であるが経済的にはプラスにならないと思う。

C. 温排水からの熱回収

染色工場から出る温排水は、水洗機などからの比較的低温度のものから、ウインス、高圧缶などから出る80℃ぐらいの高温のものまでいろいろあるが、それらは各機台ごとに1hrごとあるいは数時間ごとといったぐあいにまちまちに出てくるのが特徴であり、このため熱回収には、それなりの工夫が必要である。

ウインスの下には大抵の場合、床下にピットがあり、温排水はいったんそのピットに落とされ、工場内の溝を通して外部の貯水槽に導かれている。溝の中には常に温水が貯った状態で放置されているが、この溝の中で熱回収するのが最も簡単である。

例えば、溝にエロフィン チューブを沈め、それに清水を静かに流せば、これで十分熱回収ができる。開渠のまま放置すればその熱放散は大きいので、ウインスのすぐ近くで回収すればよい。

液一液の熱交換は比較的効率よく行えるので、なにも高価なものを購入する必要はなく、まして、プレート型の圧損の大きい熱交換機を使用するのは、むしろナンセンスである。

比較的低温工業である染色仕上工場での特殊事情（利用効率の悪い、温度落差の小さい熱源）からどのようにうまく熱回収するかは技術的には興味のある問題であるが、それには①適当な熱交換機と②小型大容量のリザーブ タンクとが必要である。

- ① 効率の高い熱交換器といっても気体系と液体系では別の考え方が必要である。コンパクト型といわれるもののなかには、通路に多数のフィンとか凸凹を付けて、単位面積中の実質表面積の拡大をしたものがあるが、その多くはポンプの動力の増加という別の形のエネルギーを余分に食うことになり限度を越えたと結局マイナスになる。ではその限度はいかん？ということであるが、これは場合場合について計算して検討しなければならない。また熱交換器は大きいばかりが能ではない。ある大きさを越すと面積増大効果が効率増加につながらなくなる。最近の論文でチューブ内部にねじり板を挿入して数倍の熱効率を高めたものが紹介されている。染色仕上業者のなかで熱交換器は既製品を買うものだと考えている人があって、熱交換についての十分の基礎知識のない人が大体に多い。パカとハサミは使しようということばかりがあるが、熱交換もそのとおりで、選択と使い方を適正にすれば、効率を倍加することぐらい誤はない。

- ② 小型大熱容量タンクも染色工場でのとくに排水からの熱回収には必要である。排水は時間的に一定していない。したがってリザーブタンクが必要である。変動する熱排水から熱回収するとき、タンクがなければ熱交換器は排水のピーク時に合わせた大きさにしなければならない。しかしその他の時は大き過ぎることになり設備費もかさむ。ところが適当なタンクを設けることによって熱交換器を小型にできる。熱交換器の大きさは同一タイプならば値段と比例すると考えてよい。熱交換器の大きさを1/2とし、適当なタンクを設けても、タンクの値段は決して熱交換器ほどではない。ではどんなタンクを用いるべきか？小型と大熱容量とは一見矛盾する。しかし、アイデアを生かせば可能である。熱媒の選択、タンク内部の構造、……ここまで書けばわかるはずである。

なお小エネルギー差用の熱交換器については、ユングストローム型とか流水式とか、プレート状ヒートパイプを応用したものとか、少し変わったタイプのものが見直されていると思う。

「排気」がスチームである場合、そのもっている熱エネルギーは相当に大きい。顕熱としては大した量ではないが、「潜熱」分は相当のものである。スチーマや乾燥機における排気からの熱回収は、復水器が必要である。

3.8 ボイラ周りの保温

ボイラの効率は普通は80~85%，悪くても75%までであり、その差は10%ぐらいのものである。

一方、染色機械、その他付帯設備を保温し、適当に調整し直すことによって得られる節エネルギー効率は少なくとも10%，多いときには40%にも達せしめることが可能である。

そのような観点からすれば、ボイラも大切であることはわかるが、ボイラの燃焼状態だけで節エネルギー効果を期待するのはむしろ無理である。

それよりもボイラ周りの保温をもう少し徹底してもらいたいと思う。

たとえば、スチーム配管の出発点であるヘッダについてみると、ここでは大部分のものが保温されていたが、ヘッダの保温がなされていないところがあった。

ヘッダは良いとしても、その出口のバルブ、フランジ、バンド類になるとほとんどの工場が裸のままである。

中には蒸気洩れしているところもある。

バルブやその他の部分は、実是一種の放熱装置である。この部分の前に立って、顔がほてるのは放熱がいかにか大いさを示す尺度である。

直管部分は保温するが、形の面倒なところはそのままにしておくのが「保温工事屋」のくせである。保温工事

屋は伝熱、熱移動の専門家ではない。彼らは仕様に従って仕事をするだけである。保温工事屋に熱移動の専門的なことをまかせてはいけない。

バルブ、バンド、フランジなどにはボロ布でも巻付けておけばそれでも保温の効果は大きい。これらの部分に保温用のガラス繊維を巻き、ほうたいをし、ブリキで外装するというようなことを考えるから、工事ができないのではない。保温の原理はそんなことではない。

(保温の原理は動かない空気層で包み込むことである)。

材料はなんでもいい。

これらの部分(バルブ、フランジ、バンドなど)がどれだけ大きく放熱しているかはすでに基礎的事項のところでも述べたのでここでは省略しておく。

3.9 熱交換機雑感(効率よく使うためのヒント)

- (1) フィン付き伝熱管はフィンを管外部にし、フィン側に低温流体というのが普通であるが、管内にフィンを付けても良い。工作が面倒であるという問題がある。その代りフィンに相当するものをインサートするにすればよい。ねじった板を挿入して伝熱効果を9倍アップさせたという例が報告されている。
- (2) フィンのピッチや深さは流体が気体か液体かによって限界がある。
- (3) 管群は格子より千鳥がよい。しかしピッチが問題である。
- (4) フィンとチューブとの接合状態はフィンの効果に影響がある。
- (5) チューブが曲がっていたり、太さが異なっていたりすると伝熱は良くなる。
- (6) 蒸気がコンデンスする場合のように、相変化を利用すると伝熱効果が良くなる。
- (7) ドレンは膜状よりも滴状の方が良い。管内が水で濡れないとき滴状になる。濡れないように管内壁を処理すればよい。水滴の成長を処理することを考えておく。
- (8) 伝熱面の汚れは効果を小さくする。
- (9) 熱交自体からの熱損失がないように注意すること。
- (10) 染色仕上で使用される温度範囲ならば対数平均温度差も、算術平均温度差もほぼ同じと考えてよい(大差ありとしても10 deg ぐらいである)。
- (11) コンパクト熱交換機の中には流体の圧損が大きいものがある。これは余分の電力を要することになるので、その経済性は十分吟味する必要がある。
- (12) スチームのコンデンスを利用する熱交では、その取付姿勢によって能率が左右される。
- (13) ヒートパイプは相変化を利用した密閉サイクル形の一種の熱交換と見ることができる。
- (14) 斜板上の流水型熱交換は、ミルクプラントで、短

時間高温殺菌に使用されているが、このような形式を熱排水からの熱回収にうまく利用したらいいと思う。高さ 30~50 cm の間ではば伝熱が終了する。この理論計算は古くは 1923 年 Nusselt が行っているが筆者も 1950 年頃行ったのがある。

この物質移動効果を応用したのが Kleinewefer の 100 プラス水洗機である。

- (15) フリッド ベッドを熱交として利用するとどうだろうか。
- (16) ユング ストローム型, スチール プレート型などの蓄熱型熱交換機は, 低温大熱容量の排気に適用して興味がある。
- (17) 伝熱管は極めて多種のものが市販され, アイデアも目新しいものがつきつぎに出されるが, 自分の目的と経済上の吟味をして選ぶべきである。

4. 節エネルギー実施関連雑感

4.1 日本の染色工業の置かれている位置

繊維工業は、その製品の流れの順序に、紡績、織布、染色仕上、縫製などから成っているが、日本では原料に近い方を川上、それから後を川中、川下などと称している。

たしかに原料はそうのように流れているのであるが、日本の場合には、それらの各パートが、それぞれ別企業になっていることが多く、紡績から縫製まで一貫した企業は極めて少ない。

しかも一般に川上と称される紡績は大資本企業が多く、企業の体質としてはそれ以降の川下にくらべて一般にすぐれた点を多くもっている。

そして紡績以降の製布業になるとやや企業が小規模になり、染色・仕上・整理と次第に規模が小さく、遂には家内工業的なところが多くなってくるという状態である。

川上から川下に至る間に資本、企業規模などが小さく、しかも小分けされて支流が次第に多くなってくる。繊維産業が、糸から最終製品に至る間に、次第に品物が多様化するのだから、これは自然のことであるが、これが日本の繊維産業の構造的特質の 1 つとなっているのではないかと思う。

このような小規模細分化は、一方では経済的、生産的な融通性を持ち得るという長所があり、過去幾度かの繊維不況にも、小さな、あるいは小規模の影響ですますことができたのは 1 つにはこのような体質が寄与したのではないか。

染色工業は、川上でもなく川下でもない川中に位置している。上からは原料の流れの圧力がある。川下では流量のコントロールをしている。その中であって、染色業

界はその調整に非常に努力しているというのが現状ではなかろうか。かつて商社が流通機構、それも生産のなかにまで大きくかかわっていた頃には、それが川中における品物や、情報や、さらには経済的な流れの調整役をしていたのではなかろうか。いまはそれが急に小さくなっているようである。

川中にある染色工業にとって、やはり多品種少量生産というのは重荷である。小規模企業であるため、品種転換が一見容易に見えるけれども、これは企業における経営努力によって補われているのであり、その努力が限界を越せばやはり圧迫に転ずるのは自明であろう。

もう一つ染色工業にとって、いま痛切に感じられることは、技術者の不足である。大卒者が染色関係の企業に就職する率は極めて低い。たとえ大卒者を迎え入れたとしても、彼等の大部分は、染色仕上技術についての系統的な学理をおさめていないのが現状である。

染色工業というのは、他から持込まれた糸・布・製品に、形付け、色付けなどの性能付与の加工をしているだけで、物そのものを自主生産していないというのも短所の 1 つに数えられる。ここで自主的に決め得るとすれば、性能付与加工の内容を専門化して選択受注するしかないのではないか。小規模企業であるがために、その生産の融通性を効かせてどんな仕事でも無差別にかかえ込むことが逆に企業の融通性を相殺してしまっているのではないかと思う。

3.2 染色仕上業界の技術者の質的向上策

前に染色仕上企業の特質の一断面を述べた。その特質は実はそのままこの分野の技術者の特質と相通ずるものがある。

この染色仕上工業というのは、繊維製品に色や形や質を与えるもので、製品というか原料となる繊維製品は他から持込まれ、色や質が与えられると、つぎの加工業者に持出されてしまう。

ここで用いられる資材としては染料、助剤などが主であり、これを水と熱とで繊維製品に付与することになる。したがって、加工費の中で占めるこれらの割合は極めて高く、これらの値動きが、そのまま企業利益の動きとなって現れるわけである。

ところが昨今のように水代は高くなる、使用ずみの水にまでただでは捨てさせてくれない世の中である。燃料代もまたしかり。どんな燃料でもよいというわけでもなく低質燃料では排気の浄化に設備を投入しなければならない。染料・助剤など薬剤の類いの価格も、今後とも合成品を使うかぎり廉価になるという見通しはまったくない。

こうした悪条件のなかで、なおかつ企業が持続されるためには、経営的努力もさることながら、技術的努力に

よらなければならない部分が極めて多く存在する。経営的努力はすでにある程度達成されているのではなかろうか。比較的小規模企業である染色工場にとっては経営的努力は即効的である。すなわちこれはすでに行われていると解してよろしいのではないか。

とすれば残された目標は技術的改革しかない。

では染色仕上業界における技術の質的向上はどのようにして高めればよいのであろうか。

これは現場技術者の再教育である。ではいかにして再教育するか。

- ① 各地区に設けられた公立試験所、研究所、センターの積極的な利用
- ② 経営者は各種の技術研修会に積極的に自社技術者を参加させる
- ③ 各地区公立試験所・研究所・センターと企業とのより密接な連携
- ④ 学会などにおける染色仕上技術教育への参加

などなどを通じ自発的に技術者の質的向上をはからなければならない。④については、日本繊維機械学会ですでに昭和50年以来毎年秋9月から12月にかけて、全国的規模で優秀な講師陣をようし、極めて特質ある「染色仕上機械教室」を開講しており、すでに第6回まで続けられ、合計250名に及ぶ受講者が各分野で活躍している。現在わが日本では、大学でも、これほどまとまったこの種の内容を講義しているところはまったくない。

4.3 節エネルギーに関して、メーカの過剰性能とユーザの調整怠慢

昭和55年3月から11月まで、大阪・京都・奈良の染色仕上業、約30社、規模は大から小まで、いろんな工場で現地指導して痛感したことは要するに表題に記したようなことである。

ユーザは購入した機械についてほとんど調整らしいことはしていない。ほこりにまみれ、油で汚れ、破損したところは放置……

機械を愛さずして技術者とはいえない。工場における技術者の大部分は繊維関係の学術を修めた人達であるためか、機械に入る繊維製品、機械から出てくる繊維製品の性能についてはかなり敏感に反応を示すが、その加工を行っている機械にはほとんど完全に無頓着である。無神経である。これは繊維関係の教育機関、大学・高校を含め、その講義内容、技術教育の仕方に難点があると思われる。

節エネルギーというのは、高価な装置を購入することではない。既設の機械をわずかの燃料でうまく使いこなすことである。使いこなすには機械の性能、その作用についての十分の知識と見識とをもたなければならない。現場技術者にそれが無い。

例えば乾燥機にしても、現場へいって、筆者が、現場技術者の目の前で、機械の天井によじ上り、弁を調整し、フレッシュ窓を清掃し、機械を効率よく運転しなければならなかった。一体現場技術者はなにしてるのかと問いたい。

要するに技術者の「いろは…」の「い」の字から、技術者の根性から教え込まねばならんというのが現状である。

節エネルギーの前にまず現場技術者の根性を

創り出さなければならない、情けない状態である。

染色仕上機械のメーカもまたひどいものである。メーカの多くは今までほとんど外国の機械のコピーばかり、それも本質を知らないでコピーばかりして来た。いまこの時代になって機械の高効率化（これは早くという意味ではなく、わずかのエネルギーで最高の仕事をする機械を作るという意味、すなわち節エネルギー型の機械という意味である）が叫ばれるようになって、本質的な知識が十分でないためすぐに対応できないようである。

また現場で、いろんな機械を直に見てわかったことは、機械への付属設備がやたらと過剰に付いていること、またそれらが過剰な性能で付いていることである。例えば排気のダクトは理論上も実際上からも1か所で十分なのに3か所も付いていたり、しかも誤った場所に設置されていたりする。またそれらのダクトに設けられているブロワの馬力が2倍から3倍大き過ぎるものまであった。

あんまり細かなことを、ここではいうつもりはないが、ユーザはもちろんメーカも、ともども技術者の再教育、また技術者としての心構えの高揚がぜひ必要であると思った次第である。

メーカの過剰性能とユーザの調整怠慢との相乗効果はばく大である。これは相殺はしない。

染色仕上機械に対する、メーカ、ユーザ両方の態度を実感し、やや筆が進みすぎて「悪口雑言」のそしりを受けそうな気もする。しかし、私もこの業界を愛し、この業界のために研さんしている技術者の1人である。あえて公言し、これを機にみんなが協力してより良い方向に努力し、立派な業界にしようではないか。

4.4 地場産業を育てる行政

どのような地場産業であれ、それがそこに生れ育つ上には、それだけの根拠と歴史とをもっている。とくに繊維産業のように、衣・食・住、人間の生活に関連のある産業分野では、そのことはより強固である。

したがって、行政としては、そこに生れ育っている地場産業に対し、愛情を持つことが必要であろうと思う。もちろん産業であるから消長はある。良いときもあれば悪いときもある。そのとき、とくに不況のとき行政面で

力をかすのが必要ではなからうか。

わたしは行政には素人である。しかし、①金融面の優遇処置、②関連公的試験・研究機関の強化、③技術者の再教育への援助、などではできないのではないだろうか。

節エネルギーのために技術者のチームを組んで事業所を巡回し、車に積んだ各種の計器をふり回して、現場の邪魔をし、データだけ取って、チームメンバーだけのための知識の向上に役立て、現場では十分な指示ができないようなグループがあってはならない。

また今すぐ役に立たない最新の情報、太陽エネルギーだとか核融合だとか、……そんな知識だけをふりまわすような技術者を集めて、染色仕上工場の節エネルギーができるはずがない。

ところがともするとお役人達は上のような誤びゅうをやりかねないのである。

少なくとも下手で価値のない、その場限りの行政をしないことが、地場産業を愛し育くむ最低の基準である。

要するに、行政側はもっともっと現場に踏み込み、その

肌で地場産業をまず確実に把握することである。その上で業界・研究機関と十分相談し、下からの意見によって方策を立てるべきであろうと思う。

5. あとがき

以上の原稿は、大阪府立繊維技術研究所、京都市染織試験場、奈良県工業試験所、奈良県染色工業協同組合、奈良県繊維染色工業組合のご協力によって作成されたものであり、さらに昭和55年3月から11月にわたり、大阪・京都・奈良3地区の染色業社30数社を実地指導した体験により綴られたものである。

ここに以上各位に感謝する次第である。

文 献

- 1) 堀川 明：染色仕上における技術的問題、繊維誌, 30(1977-3)
- 2) 堀川 明：染色整理加工業を中心とした省エネルギー対策について、大阪府立繊維技術研究所, 1980年6月
- 3) 堀川 明：染色工場の省エネルギー、京都市染織試験場：生谷吉男, 京染誌, 31, No. 2 (1980)
- 4) 堀川 明：機械工学入門、朝倉書店 (1975)

書 評

「デサントスポーツ科学(第1巻)」

(財)デサントスポーツ科学振興財団発行

(財)デサントスポーツ科学振興財団は、(株)デサントの石本会長が私財を投じて設立されたもので、その主旨とされるところは、スポーツおよびその周辺の科学的研究に資したいというものである。このような財団は、もちろん我国でははじめてのものである。

本誌は、次の内容からなっている。

1. 創刊にあたって
2. 第1回委託研究報告(2編)：「運動中の事故防止」,
「青少年の体力増進」。
3. 第1回助成研究報告
[最優秀入選]：「運動の腎臓機能に及ぼす影響」
[優秀入選]：「スポーツ活動による運動処方の手引きの作成」,「サーマル・マネキンによる運動中の被服の

局所別熱抵抗に関する研究」ほか4編。

[入選]7編, [佳作]11編

4. 講評、財団ニュース

第1巻は以上のような、研究成果を中心とした学術誌的色彩の濃い内容であるが、第2巻からは随筆等を加え、アカデミックな中にも、財団の機関誌にふさわしいものにされるよしである。「一億総スポーツ」といわれる現在、このような企画をされたことに対し、心から敬意を表するとともに、本誌が今後、この方面でユニークな、しかも極めて有用な学術誌となれることを期待してやまない。

＜広島大学 教育学部 教授 山田 都 一＞