技術報告

メーカーよりみた仮撚機

会 員 鈴 木 弘*

1. は じ め に

メーカーよりみた仮撚機ということは、いいかえればメーカーはどんな心構えで仮撚機的设计製作をしているのか、设计製作上のむずかしい問題点はなにかということになる。

最近の仮撚機は目ざましい発展をつづけているが、メーカーがつねに心がけるべきことは、ユーザーに喜んで使ってもらえる仮撚機をいかにして作るかということにつきる。すなわち、価格が安く、高い生産性を有し、使いやすい、しかも品質の良い仮撚糸を作るにはどうしたらよいかということになる。それには多くの問題が重なっているが、その中から仮撚糸の品質に影響のあるヒーターの問題について 2, 3 述べ、批判を仰ぐことにしたい。

2. 熱板に接触する糸の温度上昇について

熱板に接触しながら通過していく糸の温度が果たして

The Heating Method of the False Twister as Seen by a Machine Maker.

By Hiroshi Suzuki,

Nagoya Machinery Works, Mitsubishi Heavy Industries Ltd., Nagoya.

It is not too much to say that the quality of the false twisted yarns is based on the heating time and temperature accuracy.

However, finding the actual temperature of the running yarn on the heated plate is very hard indeed, and we can't calculate without having the heat transfer rate between the heated plate and the running yarns.

In this report, we sought for this rate with our experimentation and tried to indicate the temperature curve of the yarns per its speed and heating time.

何度になっているかということは、糸の巻縮効果にとって重要なことである。ところが実際には、これを測定することはほとんど不可能に近い状態であるので、別の角度からなんらかの方法でこれを推定しておく必要がある。

一般的にいえば、糸の温度上昇は糸の太さ、比重、比熱と熱伝達係数がわかれば計算によって求められるが、困ったことには、この熱伝達係数が不明で、かつ、とらえにくい。すなわち、糸が熱板面にどんな状態で接触しているのか、線接触か、面接触か、あるいは熱板との間の空気の介在状態など、つかみにくい点が非常に多い。イギリスの D. E. Aurther が研究発表した熱伝達係数は、糸が中空ヒーターの中を走り、熱板には接触しないときのものなので、接触加熱方式の場合にはそのまま適用できない。そこでつぎのような方法で熱伝達係数を見いだすことを試みた。

2.1 考 え か た

ここでは熱板と糸との接触状態を微視的に追及するのではなく、熱板面から糸がどれだけの熱を奪い去ったかという、熱板と糸との間の熱の移動状態から導くことにした。その方法として、糸のないときに均一な温度分布になる電気式ヒーターの熱板上に熱電対 5 個を等分に配置して、糸のあるなしによる各点の温度変化を測定する。この測定結果と別に誘導した熱収支の微分方程式との双方から、熱伝達係数を算定することにした。

* H. Suzuki, Member. 三菱重工業(株)名古屋機器製作所

2.2 温度上昇についての微分方程式

糸のないときに均一な温度分布を示している熱板が、糸が通ることによって温度変化が生ずるとすれば、熱板上 dx 間における熱収支の関係はつぎの(1)式で表わされる。また熱板上 dx 間で、熱板から糸に与える熱量と実際に糸が持ち去る熱量は等しいことから(2)式が成立する。

$$\lambda A \frac{d^2 \theta_1}{dx^2} + q = \alpha_1 [\theta_1(x) - \theta_0] + \alpha_2 [\theta_1(x) - \theta_2(x)] \dots\dots\dots (1)$$

$$\left(\frac{d}{9} \times v \times c \times 10^{-6} \right) \times \frac{d\theta_2}{dx} = \alpha_2 [\theta_1(x) - \theta_2(x)] \dots\dots\dots (2)$$

- λ : ヒーター熱板の熱伝導率
- A : ヒーター熱板の断面積
- j : ヒーターの単位長さ当たりの供給熱量
- α_1 : ヒーターの単位長さ当たりの放熱係数
- α_2 : 熱板と糸との間の単位長さ当たりの熱伝達係数
- θ_0 : 室温
- $\theta_1(x)$: 糸が接触して通過しているときの熱板面温度
- $\theta_2(x)$: 熱板面の糸の温度 (ただし、糸断面温度分布の平均値)
- d : 糸のデニール
- v : 糸の通過速度
- c : 糸の比熱
- x : 熱板面上端からの任意長さ

2.3 熱伝達係数の実験的算定

前項の連立微分方程式で熱伝達係数 α_2 を実験的に求めれば、糸の上昇温度 θ_2 は求められることになる。そこで熱伝達係数 α_2 を任意の値に仮定して、熱板面上を糸が一定の速度、一定のデニールで通過したときの熱板面上の温度 θ_1 を微分方程式から求め、これとまったく同一の条件で糸を通過させたときの、熱板面上における実際の温度分布の測定結果とを比較して、両者が一致するような α_2 の値を求めてみることにした。以上のことを糸速、デニールを変えて検討してみると、熱伝達係数 α_2 は、糸の太さのみの関数で糸速には無関係の値となり、およそ次式で近似されることがわかった。

$$\alpha_2 = 3.75 \times 10^{-3} \times c \times d \text{ (Kcal/m} \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{C)}$$

この式からナイロン糸 70d の場合の熱伝達係数を Aurther が発表した熱伝達係数と比較する意味で、ディメンションを同じにして計算してみると

$$\alpha_2 = 9.86 \times 10^{-3} \text{ (cal/cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C)}$$

(第1図) 熱板温度の実測値と計算値の比較

となり、Aurther の中空ヒーター間接加熱時の $\alpha_2 = 3.15 \times 10^{-3} \text{ (cal/cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C)}$ に比して相当大きい値となる。このことから接触加熱のほうが、はるかに短時間で糸の温度が上昇することがわかる。

2.4 熱板温度の実測値と計算値の比較

このようにして求めた α_2 の近値式を基にして、実際に糸速 40 m/min, 80 m/min で、ナイロン糸 50 d, 100 d の場合の熱板面上の温度分布を計算値と実測値とで比較してみたのが第1図で、これをみるとほとんど一致していることがわかる。

ただ、ヒーターの上下端で実測値が計算値よりもやや高いのは、微分方程式を誘導するときの仮定によるもので、仮定ではヒーター全長にわたって加熱用ニクロム線からの供給熱量 (q) と加熱係数 (α_1) は一定とし、かつ、上下端からの熱放散はないものとしたが、実際には上下端における放熱を考慮して、ニクロム線の巻密度を増したために生じたものと思われる。上端において設定温度より下がり、下端において上昇しているのは温度制御用検出点があることを意味する。

2.5 電気式ヒーターにおける熱板面温度分布と糸温度上昇曲線およびその考察

ナイロン糸 100 d の場合の熱板面温度分布と糸温度上昇曲線を各糸速ごとに計算で求めてみると、第2、3図

(第2図) 電気ヒーターにおける熱板面温度分布 ($d = 100 \text{ d} / 1 \text{ 錘} \times 2$)

(第3図) 電気ヒーターにおける糸温度上昇曲線
($d=100\text{ d}$)

(第4図) ダウサム ヒーターにおける
糸温度上昇曲線 ($d=100\text{ d}$)

のごとくなる。これをみると、設定温度 180°C に対して熱板面終端温度は糸速が早くなるにつれて相当上昇し、糸温度の上昇曲線も設定温度ラインに漸近すること

なく交差して、設定温度以上に上昇していくことがわかる。このことは、もしもナイロン糸に最適熱固定温度が重要であり、また、分子間結合の切断、再配向にある所定の加熱時間が必要であるならば、重要な意味あいを持つことになる。したがって、電気ヒーターでこの問題を解決するとすれば、糸通過時においても長手方向各点の温度が変化しないことを要し、そのためには熱板材料としてアルミなどの熱伝導係数のよい材料で、断面積も相当大きくする必要がある。たとえば 900 mm ヒーターで、糸速 80 m/min で 100 d 糸を2本通し、 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ の温度分布を保つためには 146 cm^2 の断面積を必要とし、設計上、相当の問題となる。この観点より見れば、蒸気などの凝縮熱を利用したヒーターは、きわめて温度変化が少なく望ましいものとなる。参考のために、ダウサム密封加熱方式ヒーターによる糸温度上昇曲線を計算によって示すと第4図のごとくなる。

3. その他の諸問題

前章は仮燃機設計上の問題点の一つである。この他にもたとえば

- (1) スピンドルの高速化
- (2) スピンドル ヘッドの燃かけ効率およびその材質
- (3) 糸 冷 却
- (4) 糸通過部分の材質
- (5) 高速に伴う各機構
- (6) 操作の容易化
- (7) ラージ パッケージとオート ドッフィング

など多くの問題をかかえて努力しているが、つぎの機会にゆずることとする。

4. む す び

以上主として、糸温度の上昇について調べた結果を申し述べたが、言葉たらずの気味もあり、また内容そのものに不十分な点多々あると思われるので、今後のご指導をお願いしたい。さらに、その他の諸問題のいずれをとってみても、ゆるがせにできないものばかりで、専心努力する要あることはもちろんであるが、これらについてもユーザー、部品メーカーのかたがたの積極的なご支援がぜひとも必要なので、この機会にお願い申し上げる。