ドビー機の近代化*

会 員 沢 木 汀 二**

" 堀 江 勤之助

1. ま え が き

最近、繊維工業における各分野において、工程の合理化ならびに機械設備の近代化が叫ばれ、着々実現され成果が上がりつつある。

織機関係においても、豊田自動織機製作所、豊和工業(株)、遠州製作所、東海式織機(株)などで、スーパーマガジンが完成され、各社においてそれぞれ特長ある製品が販売され人員の節減に大いに役立っている。

このような織機の近代化に伴ない、ドビー機の近代化も考慮され研究が行なわれている。

本解説はドビー機の近代化について、著者の私見、ならびに著者らのドビー機の近代化の一翼として研究した試作電磁ドビー機について述べる。

2. ドビー機について^{1~5)}

本解説において取上げるドビー機は、消極複動ドビー機を対象とする。すなわち、ひ投げ、おき打ち2回ごとにドビー機は1完全運動を行なう。したがって、高速度の織機にも用いることができる。

ドビー機の機構を第1図に示す。このドビー機は木製カードにベッグを植え込んで使用されているもので、ベッグ(2)がフィッシュ レバー(3)を押上げるとフックがナイフにかかり、パーティカル レバー(5)が働きジャック レバー(4)を上げる。1

* Modernization of Dobby Machine.

** T. Sawaki, K. Horie, Members. 名古屋工業大学

したがって、ジャック レバーとドビー ハングで吊られているヘルド枠が上げられ、たて糸は開口される。

第2図に ペーパー カード方式の機構を示す。ニードル(1)が、ペーパー カード(2)の孔に入ると、フック(8)にナイフ(9)がかかり、レバー(11)を運動させ、レバーに連結しているヘルド枠を上げて、たて糸の開口を行なう。

1. 木製カード	4. ジャック レバー
2. ベ ッ グ	5. パーティカル レバー
3. フィッシュ レバー	

(第1図) 本製カード式ドビー機の機構

1. ニードル	7. サポート ワイヤ
2. ペーパー カード	8. フ ッ ク
3. レ バ ー	9. ナ イ フ
4. 押し上げバー	10. パーティカル レバー
5. コネクター	11. レ バ ー
6. 押し上げバー	

(第2図) ペーパー カード方式のドビー機の機構

3. ドビー機の近代化

ドビー機を近代化するのに、つぎの2方面より検討する必要がある。すなわち、各種高級織物を製造するためのドビー機と、織機の高速度に追従するドビー機との2つに分類する。いま、高級織物用について説明する。

高級織物用としては一般に 32 枚ヘルドで、160~170 rpm 用として 4 本シリンダが使用される。ここで問題となるのは、カードの組織替えである。複雑な組織になればなるほどベッグ植えに時間を要するので、ベッグマシンを使用するとよい。ここでその解説をする。

(第3図) 自動ベッグ植機の外観図

第3図に、山田ドビー製作所で開発されたベッグマシンの外観図を示す。A, Bはベッグホルダで、これにベッグを保持させる。この場合、紋控図窓より紋控を見て、紋控の位置にベッグを保持させる。しかるのちクラッチペダルを踏むと、A, Bホルダが同時に回転してカードにベッグを植える。第4図はベッグを自動的に植える場合の説明図である。A, Bベッグホルダは、それぞれペダルを踏むとラックとピニオンによって回転直進運動を行ない、回転シリンダ上のカードにベッグを植える。第5図にホルダの詳細を、第6図にA, Bホルダが同時にベッグをカードに植え込む順序を示す。実際の使用例によって手作業とこの機械を用いた場合とを比

(第4図) 自動ベッグ植えの作用図

(第5図) ベッグホルダ図

(第6図) ベッグ植込順序

較すると、よこ糸 200 本分に必要なカード作成時間は、手作業で 2 hr、機械ではこの約 $\frac{1}{4}$ の 30 min である。

3.1 ドビー機におけるベッグの作用の解析

ベッグが織機の運転中にゆるみ、落ちる場合があるのでベッグおよびレバーの作用について解析しておく必要がある。

第7図において、A, Bなるフックを下降させてナイフに引掛ける作用をベッグにより伝える。ベッグは組織の信号を伝えるとともに、ベッグ自体が運動を伝達して

(第7図) ベッグとフックとの関係図

いる。パーレルSに掛けられたカードのベッグは、支点JなるレバーI, I'を下降させ、Hを通じてフックAを、I'によりフックBを下降させてナイフKに引掛かける。ベッグがレバーに作用す

(第8図) ベッグの作用図

る状態を第8図に示す。図において、バーレルに掛けられたカードのベッグ BB' が $BB'' \rightarrow BB'''$ の状態に移動すると、レバー A_0A_0 は O_1 を支点として、 $A'A' \rightarrow AA' \rightarrow A_0A_0$ と変動する。ベッグ BB' の先端 B' は、レバー A_0A_0 に最初に接し、 B'' 点で $BB'' \perp A'A'$ となり、 B''' 点でレバーと接触を断つ。図において、 $\angle B'O_2B'' = \xi$ 、 $\overline{O_2B'} = \overline{O_2C} = L$ とすれば、 $\xi L = \widehat{B'B''}$ である。レバー AA' は支点 O_1 をさかいとし、右方より重くしてある。いまその左右の重さの差を Q とし $\overline{O_2B'}$ の B' 点に作用する荷重の平均の値を P 、ベッグの高さ $\overline{BB''} = h$ とすれば、ベッグが垂直になったとき、レバーを押上げるエネルギーの相関を求めると近似的に、 $Qh = PL\xi$ となる。したがってベッグの受ける先端の荷重の平均の値 P は

$$P = Qh/L\xi \quad (1)$$

となり、ベッグは荷重を角度 2ξ のあいだ受ける。ベッグは第9図に示すようにカードに植えられていて、荷重 P によって曲げ作用を受けることになる。いま、ベッグの断面円形と考え、 A 点を原点とし任意の距離 x における関係式は、断面係数 $Z = \pi/32 \cdot d^3$ なるゆえに、応力を σ とすれば

$$\pi/32 \cdot d^3 = P(l-x)/\sigma \quad (2)$$

(2) 式より

$$d = \sqrt[3]{32 \cdot P(l-x)/\pi\sigma} \quad (3)$$

A 端の横断面の有効直径は

$$d_0 = \sqrt[3]{32 \cdot Pl/\pi\sigma} \quad (4)$$

(第9図) ベッグの解析図

であるから

$$d/d_0 = \sqrt[3]{(l-x)/l} \quad (5)$$

B 端のたわみを求めると

$$d^2y/dx^2 = 2\sigma/Ed \quad (6)$$

ゆえに、(5) と (6) 式より d を消去すると

$$d^2y/dx^2 = 2\sigma/Ed_0 \cdot \sqrt[3]{l/(l-x)} \quad (7)$$

(7) 式において

$$2\sigma/Ed_0 \cdot \sqrt[3]{l} = a \text{ とおけば}$$

$$d^2y/dx^2 = a/(l-x)^{1/3} \quad (8)$$

(8) 式を積分して

$$dy/dx = -3/2 \cdot a(l-x)^{2/3} + C \quad (9)$$

(9) 式にて

$$x=0 \text{ に対して } dy/dx=0 \text{ とすれば } C=3/2 \cdot a \cdot l^{2/3}$$

したがって

$$dy/dx = 3/2 \cdot a[l^{2/3} - (l-x)^{2/3}] \quad (10)$$

さらに (10) 式を積分すれば

$$y = 3/2 \cdot a[l^{2/3}x + 3/5 \cdot (l-x)^{5/3} + C'] \quad (11)$$

$x=0$ において、 $y=0$ なるゆえ、 $C' = -3/2 \cdot a \cdot 3/5 \cdot l^{5/3}$

ゆえに

$$y = 3/2 \cdot a[l^{2/3}x + 3/5 \cdot (l-x)^{5/3} - 3/5 l^{5/3}] \quad (12)$$

$x=l$ に対する y 、すなわち、 B 点のたわみは

$$\delta = 3/5 \cdot a l^{5/3} = 6/5 \cdot \sigma/E \cdot l^2/d_0 \quad (13)$$

となる。以上述べたようにベッグが完全ビルトインしていると仮定すれば、ベッグの先端のたわみ量および応力は、これらの式から求めることができる。しかし、いまベッグ自体のゆるむ原因は、現在使用されているベッグが金属であり、カードは木製のため、ベッグの先端に働く力によって第9図の A' 点まわりにモーメントが働き、抜き出し力 $R = l/a \cdot P$ が生じ、繰返し作用を受けるためと考えられる。

3.2 レバーの運動の解析

ベッグによりレバーは上下運動をする。いま、この運動の解析を行なうとつぎのようになる。第8図において、ベッグが等速回転をしながら作用するものと仮定する。

$\overline{O_1O_2} = R$, $\overline{O_2C} = L$, $\overline{O_1C} = x$ とし、 $\angle DO_2C = \theta$, $\angle CO_1O_2 = \varphi$ とすれば

$$d\theta/dt = \omega_0 = \text{const.}$$

$$\left. \begin{aligned} L \cdot d\theta/dt \cdot \cos(\theta - \varphi) &= x d\varphi/dt \\ L \cos\theta + R &= x \cos\varphi \\ L \sin\theta &= x \sin\varphi \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

が成立し

$\omega_d = d\varphi/dt$ および $\alpha_d = d^2\varphi/dt^2$ の値を θ の関数として求めると

$$\omega_d = (L^2 + RL \cos \theta) / (L^2 + R^2 + 2RL \cos \theta) \cdot \omega_b \quad (15)$$

あるいは

$$\omega_d = (1 + \lambda \cos \theta) / (1 + \lambda^2 + 2\lambda \cos \theta) \cdot \omega_b, \lambda = R/L \quad (16)$$

および

$$\alpha_d = \lambda (1 - \lambda^2) \sin \theta / (1 + \lambda^2 + 2\lambda \cos \theta)^2 \cdot \omega_b^2 \quad (17)$$

となる。

すなわち、レバーの角速度ならびに角加速度を上式より求めることができる。

4. ペーパーカード方式と木製カード方式の比較

木製カードではベッグを植え込んで使用するが、ペーパーカードではペーパーに孔をあけて用いるので、木製カ

(第 1 表)

ペーパーカード方式と木製カード方式によるドビー機の性能比較表(ただし、消極複動)

(a) カードの比較

	ペーパーカード	木製カードとベッグ
経済回転数 (rpm)	200	160
よこ糸 2 本に必要な長さ (mm)	6	30
よこ糸 200 本に必要な重さ (g)	400	3 500
よこ糸 200 本に必要な消耗品費	300円 (カード 0.6m × 500円 = 300円)	2 200円 (カード 100本 × 11円 = 1 100円) (ベッグ 1 600本 × 0.7円 = 1 120円)

(b) カード作成時間

	ペーパーカード	木製カードとベッグ
よこ糸 200 本に必要なカード作成時間	30 min	手作業 2 hr 自動機 30 min
よこ糸 200 本に必要なカードを 10 台作成する時間	2 hr (30min + 10 min × 9 台 = 2 hr) コビー装置を使用	手作業 20 hr (2 hr × 10 = 20 hr) 自動機 5 hr (30min × 10 = 5 hr)

(c) カード作成の機械価格

	ペーパーカード	木製カードとベッグ
ペーパーカードマシン	200 000円	自動ベッグ植機 200 000円

ードと比較していろいろの利点がある。すなわち、第 2 図に示したように、ペーパーでは孔にニードルをはいるとフックが下がる。この結果、カードの長さは木製カードの 1/6 で、重量は 1/6 以下に減少され、機械の軽量化、運動の高速化が可能になり、長い組織の織物の製織が容易で、そのうえ織物の変わるごとに必要な消耗品代の削減になる。第 1 表にその比較表を示した。わが国において、ペーパー方式のカードによるドビー機の開発が山田ドビー製作所にて行なわれ、近い将来発売される予定である。

とくに、織機の高速化に追従するドビー機としては、ペーパーカード方式を用いるのが適当と考えられる。この場合にもペーパーカード用のカッティングマシンを使用して簡単にペーパーに孔をあけることができる。

5. その他のドビー機を近代化する装置について

5.1 ピック ファインディング装置 (Pick Finding Device)

織機が糸の切断によって停止したとき、ドビーが 1 回転前進して停止しているので、つぎに製織する場合スタートの織口位置にもどす装置を取付けければ能率が増す。この装置がピック ファインディング装置である。

5.2 ヘルドそろえ装置 (Heald Levelling Device)

ヘルドの位置をそろえるための工夫が考えられる。一般には、フィッシュ レバーを全部ベッグから落して、レベルを調整するが、将来は簡単にレベルをそろえる装置を考える必要がある。これがヘルドそろえ装置である。

5.3 カム ドビー機 (Cam Dobby)

高速織機用として、カム ドビー機が現在製作されている。これは、一般力織機において V の安全通過を計るため開口装置のタペット カムに静止角を与えていると同じように、ドビーで静止角を与えることができる点が特長である。静止角は 30°, 45°, 60° とあり、クランクシャフトの回転角に換算すると 60°, 90°, 120° であるが、一般に静止角 30° のものが多く製作され使用されている。

6. 電磁方式による試作ドビー機

この電磁方式のドビー機の試作は、従来のドビー機の欠点とされているカードにベッグを植える手間を省くとともに、ベッグの落ちる欠点を考慮して試作したものである。

ヘルド駆動指示に電磁方式を採用し、まずシネフィルムに織物の組織図を描き、光源の前方に配置した。シネフィルムを間欠駆動したときのみ受光部が通過光によって作動し、これを増幅して、ヘルド相当数設置したソレノイドによりヘルドを電磁方式で駆動する。

6.1 電磁式ドビー機の構造

第10図において、光源(1)より光を投射すると、調節付集光レンズ(2)にて光は集光せられ、スリット(3)を通った光は、フィルム駆動歯車(5)にて間欠的に送られる組織図を書いたシネフィルム(4)に当

(第10図) 試作ドビー機の骨格図

たり、透過光は調節付拡大レンズ(6)にて、ヘルド相当数に区画され、受光部に投射される。ヘルド相当数設置した受光部(7)は硫化カドミウムあるいはセレン光電池またはフォトトランジスタを使用し、シネフィルム(4)により光が遮断された場合、トランジスタ増幅回路(8)、(9)を経て、リレー回路(10)を作動し、リレー(12)の接点を閉じさせる。このとき円盤(13)の中心指示針(14)およびターミナル(15)を経て、ソレノイド(16)に電源(18)より電流が流れ、中心棒が突出して、レバー(17)を突き上げ、レバーの動きによってヘルド上昇駆動装置に運動を伝える。非電導体にて作られた円盤(13)は、盤上に(1)、(2)、(3)……(12)の刻印ターミナル(15)をヘルド相当数等分に固定し、一方、指針(14)は電導体で作られ、自由に回転できる。

第11図は、ヘルド12枚の場合の円盤(13)、ソレノイド(16)の結線図を示す。この場合、円盤およびソ

(第11図) 試作電磁ドビー機の円盤およびソレノイド関係図

レノイドは12個必要である。いま、図において円盤(13)、(13')、(13'')……(13''')上のすべての①と刻印されたターミナル(15)、(15')、(15'')…(15''')は、ソレノイド(16)に連結し、②と刻印されたターミナルのすべてが(16')に連結されている。以下同様に連結され、最後のターミナル⑫と刻印されたもののすべてが、ソレノイド(16''')に連結している。

本試作実験には、リレー(10)の代わりに可飽和リアクトルをあわせ使用した。可飽和リアクトルの特性については後述する。

6.2 試作電磁ドビー機の実操作

実際に使用操作例について説明すると、第12図に示す片面斜紋織を製織する場合、ヘルド通しに山路通しを

(第12図) 組織図

用いるとき、組織図(17)とヘルド通し図(18)よりベッグ図(19)を決定し、ベッグをカードに植えなければならない。本機においては、ベッグ図(19)はまったく必要なく、組織図(17)の×印のところをそのままシネフィルムに写し、光を通過させないように黒く塗りつぶす。すなわち、第13図の×印のところを塗りつぶし、光の遮断を行なう。つぎに、第14図に表わしたように、

(第13図) 試作電磁ドビー用シネフィルム

(第14図) 試作電磁ドビー機の結線図

ヘルドに相当する数の円盤(13), (13'), (13'') (13''')上の指示針(14), (14'), (14'') (14''')を第12図のヘルド通し図(18)の順番通りターミナル(15), (15'), (15'') (15''')をそれぞれの刻印番号①, ③, ⑤, ⑦, ⑧, ⑥, ④および②と合わせる。以上の操作にて運転を行なえば、従来のベッグ図を作ってベッグを植えた場合と同様な運動を行なう。この操作は、従来のカードのベッグによるヘルド駆動指示方式の場合のベッグ図を省き、またベッグ植えもなく非常に簡単化される。また、製織途中で組織を変えたい場合に、ヘルド通しの順を変化することなく指示盤の指示針の変更によって組織変えできる特長がある。

a, b. 光源ランプ c. 光源切替用 CdS
d. 光源ランプ
e. 本装置と織機との連動用 セルシン モーター
f. 組織用 CdS

(第15図) 試作電磁ドビー機の配線図

(第16図) 試作電磁ドビー機の概要図

(第17図) 試作電磁ドビー機の内部配線

(第18図) 試作電磁ドビー機のソレノイド部

第15図は本電磁ドビー機の回路図を示し、第16, 17, 18図の写真は試作電磁ドビー機である。

6.3 可飽和リアクトルの性能

電磁ドビー機において、シネフィルムに組織図を描き、これに光を投射したときのオフオン回路によって、リレーを通じてソレノイドが可動する。この場合、リレーの接点は故障を起こしやすいので、これに代わるものとして可飽和リアクトルを用いた。

可飽和リアクトルを使用すると、つぎの利点があげられる。

- a. 構造が簡単である
- b. 堅牢でほとんど半永久的に使用できる
- c. 交流電源が直接作動し、ヒータ電源、高電圧は不用である
- d. 摩擦と騒音がない

本研究では、可飽和リアクトルと金属整流器を組合わせて磁気増幅器として使用した。本装置の原理となる可飽和リアクトルは、第19図のごときものである。図のA, Bはリアクトルの鉄心で作られている。鉄心材料の磁気特性は図の右側に示すような鋭い飽和特性を持っている。いま、織物組織に従って、たて糸を上げる場合、光電流によってオフオンの形で制御回路Dに直流が流れるようにする。

交流電圧Eよりたえず負荷回路に電流が流れ、ソレノイドは12Vで作動するようにする。ソレノイド内の鉄心は電流によって上下動し、これはドビー機の従来のベ

(第19図) 磁気増幅器

ッグの役目をする。

負荷回路にたえず交流が流れていれば、ソレノイドは磁化して鉄心を押出すように考えられるが、負荷回路がリアクトルになっているため、直流制御回路より直流が制御巻線に流れないと負荷巻線が高いインピーダンスとして作用し、交流電源Eの電圧をほとんどここで消費し、ソレノイドCに電流を流さない。しかし、制御回路に織物の組織点に応じて直流が流れると2つのA, Bリアクトルは短絡された形となり、交流の電源電圧は直接負荷にかかって、負荷回路に電流が流れる。それによってソレノイドは作動する。

7. む す び

繊維工業における各分野において、機械設備の近代化が行なわれている現状より、当然ドビー機の近代化は重要課題の一つと考えられる。ここに述べた事項は、近代化に対するほんの一部の私見にすぎず、また著者らの試作電磁ドビー機について解説した。

今後、この分野の機械が一層の研究開発によって近代化されることを希望する。

参考文献

- 1) 内田, 力織機および製織準備機, コロナ社, P. 21 (1936)
- 2) J. Schneider; Weberei, Spring-Verlag, P. 141~184 (1961)
- 3) A. Meister and Ziegler; Melliand Textilber., 43, 457~460 (1962)
- 4) Modern Schafsmaschinen; Melliand Textilber., 51, 511 (1961)
- 5) E. Peterson; Melliand Textilber., 46, 586~591 (1965)