

# 平面ラップ盤による丸棒のラッピング

松 永 正 久

## 1. 緒 言

丸棒の外径をラッピングするには、丸棒とほぼ同径の孔形ラップによって工作する方法が最も普通に行われているが、量産的に行うには平行平面の間で丸棒を転動させてラッピングする方法がよく用いられる。この場合使用する機械としては上下に2箇のラップを有する平面ラップ盤をもって兼用することができる。ただ目的がちがっているために平面ラッピングの場合とちがった作業条件をとらなければならないことは当然であろう。工作物の運動はラップ盤の構造ならびにラップおよびケージの回転数によって複雑に変化するものであるが、このような運動を解いたものは Lätzig の著書をのぞいてはあまり見当たらない。筆者はさきに平面ラッピングのときの工作物の運動を論じたが<sup>2)</sup>、それと同じように平面ラップ盤によって丸棒をラッピングするときの運動はどのように考えたらよいかをのべ、作業にたずさわる人やこの目的の機械を設計する人の参考に供したいと思う。

## 2. 平面にはさまれた丸棒の運動

平面ラップ盤による丸棒のラッピングにはいる前に、平行に運動する平行平面の間で丸棒をラッピングするときの運動について少し吟味してみよう。第1図のように丸棒をA、B両平面の間にはさみ、A・Bいずれかまたは双方を運動させる。丸棒にはラップから加わる工作力のほかになんらの力も加わらないとすると、丸棒はラップの運動につれて、X方向の移動および、軸Oの周りの回転の両運動を行う。いまA、B両ラップの運動速度をそれぞれ、 $v_1$  および  $v_2$  とし、図のX軸の方向を正、丸棒の回転は反時計方向を正とする。丸棒のX方向の運動速度  $v$  は滑りがないとすれば、

$$v = (v_1 + v_2) / 2 \quad (1)$$

で表わされる。

このときの工作物の回転数を  $n_\omega$ 、工作物の直径を  $D$  とすれば、工作物がAまたはBと接触する部分における

相対速度を考えて

$$\frac{v_1 + v_2}{2} + \pi D n_\omega = v_1 \quad (2)$$

ゆえに

$$n_\omega = \frac{v_1 - v_2}{2\pi D} \quad (3)$$

この式が滑りのないときの工作物の回転速度を表わす。

丸棒が平面の間にはさまれて運動するときラップ量に影響を及ぼすのは主として滑りであるので、工作能率をあげるために第2図のように工作物を  $\gamma$  だけ傾斜させることがある。この場合は純粋な滑りのほかに機械の構造による滑りが存在する。前者を無視しラップの進行方向の速度成分を丸棒軸の方向  $v_A$  と、それに垂直な方向  $v_V$  とに分ければ、前者は純粋な滑り成分であり、後者は丸棒を回転させる成分となる。すなわち

$$\left. \begin{aligned} v_V &= v \cos \gamma = \frac{(v_1 + v_2) \cos \gamma}{2} \\ v_A &= v \sin \gamma = \frac{(v_1 + v_2) \sin \gamma}{2} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

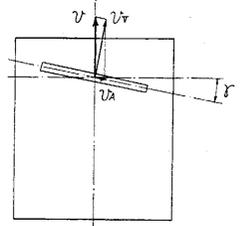
である。この場合工作物の回転数は

$$n_\omega = \frac{(v_2 - v_1) \cos \gamma}{2\pi D} \quad (5)$$

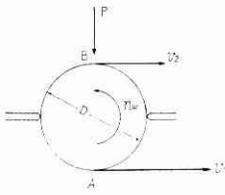
で表わされる。この機構によるときには、純粋な滑り成分のほかに  $v_A$  なる滑りが加わるため、工作能率が良い。しかし一方  $n_\omega$  が小さくなるため真円度が悪くなる恐れがある。このような工作方法をとっている实例はしらないが粗仕上用としては使用されるであろう。この場合は丸棒の横方向の移動を防ぐために、適当なケージを用いる必要があることはいうまでもない。

## 3. 平面にはさまれた丸棒の運動(ケージ固定の場合)

前項においてはケージは自由に動きうるものとして解を求めたが、ケージが固定されていたらどうなるであろうか。このような工作方法をとることはないかもしれないが、これは後にのべる平面ラップ盤を用いたときの丸



第2図 工作物を傾斜させた場合の丸棒の運動



第3図 ケージ固定の場合の丸棒の運動

棒の運動を考える基礎となるので、ここで述べておこう。第3図に示すように丸棒を上下のラップによって、 $v_1, v_2$ なる速度でラッピングを行ったとき、丸棒が  $n_w$ なる回転速度で回転するものとす。丸棒にかかる荷重は均一であるとし、1本にかかる荷重を  $P$  とする。丸棒の周速を考えるときに、A、B 両点において速度の符号が逆になるので、 $v_1$  および  $v_2$  はともに同一方向に運動するときと、互に逆方向に運動するときの2つに分けて考えた方がわかりやすい。

<p>A) <math>v_1, v_2 &gt; 0</math></p> <p>(i) <math>-\frac{v_2}{\pi D} &gt; n_w</math></p> <p>(ii) <math>-\frac{v_2}{\pi D} &lt; n_w \leq 0</math></p> <p>(iii) <math>0 &lt; n_w &lt; \frac{v_1}{\pi D}</math></p> <p>(iv) <math>n_w &gt; \frac{v_1}{\pi D}</math></p>	<p>B) <math>v_1 &gt; 0, v_2 &lt; 0</math></p> <p>(i) <math>n_w \leq 0</math></p> <p>(ii) <math>\frac{ v_2 }{\pi D} &gt; n_w</math></p> <p>(iii) <math>\frac{ v_2 }{\pi D} &lt; n_w &lt; \frac{v_1}{\pi D}</math></p> <p>(iv) <math>n_w &gt; \frac{v_1}{\pi D}</math></p>
--	--

第4図 ラップの速度と丸棒に加わる回転モーメントとの関係

な回転数はとりえない。また  $n_w > v_1/(\pi D)$  のような回転数をとることもできない。結局、第4図よりみて分る通りいずれの場合においても

$$-\frac{v_2}{\pi D} < n_w < \frac{v_1}{\pi D} \quad (6)$$

の範囲内で工作物に働く摩擦力はいずれも正側に働くこととなり、工作物に回転モーメントが加わらない。それ故工作物の回転数は(6)式の範囲内で安定する。しかしここで注意しなければならないことは、 $v_1, v_2 > 0$  のときは、第4図(ii)および(iii)に示すように、 $n_w$ の正負いず

れの場合にも安定区域があることである。B図よりみてわかるとおり、 $v_1 > 0, v_2 < 0$  のときはこのようなことがない。ケージの部分において工作物に加わる摩擦力は工作物の回転が正負いずれの場合にも減速させるように働くので前者の場合は  $n_w = 0$  で安定するものと考えられ、工作物は回転しないので真円度を保つという見地からは望ましい条件でない。回転モーメント零の状態におけるラップと工作物との接触点の滑り速度の平均を求めるとAの(ii)の場合には、

$$\pi D \omega |n_w| + \frac{v_1 - v_2}{2}$$

Aの(iii)の場合には

$$(v_1 + v_2)/2$$

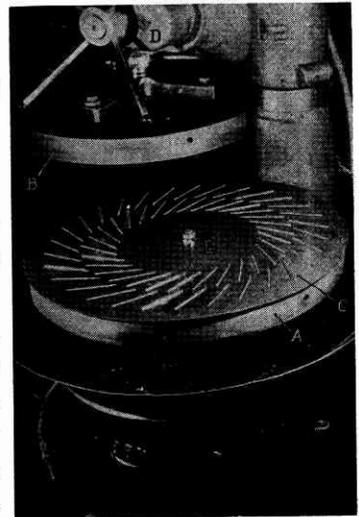
Bの場合には

$$(v_1 - |v_2|)/2$$

である。Aの場合は常に零より大であるのに反し、Bの場合には  $v_1 = |v_2|$  のとき零とすることができる。平行平面による丸棒のラッピングにおいてはケージ固定するときなるべく真円度を良くするには  $v_1 = |v_2|$  の条件を選ぶ必要がある。真円度を犠牲にして工作速度をあげるには  $v_1 \neq |v_2|$  の条件のときを使うことができるし、その速度差は真円度と工作速度とのかね合いから決定さるべきである。しかし少なくとも  $v_1$  と  $v_2$  とが符号が反対のことが必要条件である。このことは後の二重円板形ラップ盤によるラッピングの場合にも言えることである。

### 3. 平面ラップ盤による丸棒のラッピング

上下にラップを有する平面ラップ盤を用いて丸棒をラッピングする方法はよく用いられている。第5図は津上製作所においてミシンの針棒をラッピングしている例を示した。この場合の工作物の運動を考えてみよう。符号は次のように定める。この符号は以前発表した平面のラッピングの場合と同じように選んである。



第5図 平面ラップ盤による丸棒のラッピング(津上)

$N$  = ラップの毎分回転数

$N'$  = 工作物を含むケージの空間固定軸に対する毎分自

転回転数

$n$  = 工作物を含むケージが工作物の方向を空間固定軸

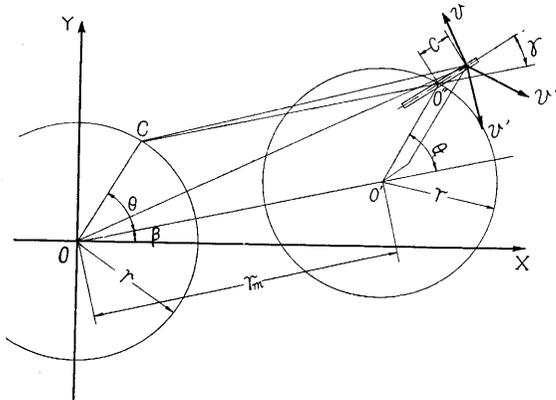
に対し一定に保ちながらラップ軸の周りを公転する回転数(毎分)

- $r_m$  = ケージの中心より工作物の中心までの距離
- $r$  = ラップの中心とケージの中心との距離
- $\gamma$  = ケージ半径方向と工作物とのなす角
- $c$  = 工作物の中心より工作物上の一点にいたる距離とし、ケージ中心より外方に向うときを正とする。
- $2l$  = 丸棒の全長

丸棒が回転しないとしたとき、丸棒に対するラップの相対速度を丸棒の軸方向とそれに垂直な方向に分け、それぞれを  $V_A$  および  $V_V$  とすれば、 $V_V$  は丸棒に回転運動を与える速度成分となり、 $V_A$  は滑りの一部をなし、

$$\left. \begin{aligned} V_V &= 2\pi\{(r_m \cos \gamma + c)(N - N') + r(N - n) \cos(\theta - \gamma)\} \\ V_A &= 2\pi\{r_m \sin \gamma (N - N') - r(N - n) \sin(\theta - \gamma)\} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

で表わされる(第6図参照)。



第6図 二重凹板形ラップ盤により丸棒をラッピングするときの速度関係

この式から分る通り平面ラップ盤による丸棒の運動は非常に複雑であり、厳密な解を求めることは困難である。それは  $V_V$  が  $\theta$  すなわち時間と共に変化するので、丸棒の回転速度が時間と共に変化すると考えられるし、丸棒の回転速度が変化すれば、それにともなって滑りも変化するからである。ここでは仮定を設けてこの運動の概要を求めることにしよう。

まず丸棒の回転数は常に一定とする。このときの回転速度は

$$n_\omega = \frac{V_m}{\pi D}$$

で表わされると仮定しよう。もちろん  $V_m$  は  $V_V$  の平均値であり、

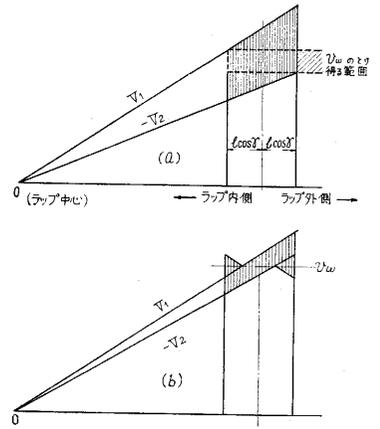
$$V_m = 2\pi(r_m \cos \gamma + c)(N - N')$$

である。このように考えて差支えない条件は  $r_m$  が  $r$  に比して大きいときであり、第5図に示すような単一ケージ形の場合である。

上下ラップの回転数をそれぞれ  $N_2, N_1$  とすれば、前項においてのべたように  $N_2$  と  $N_1$  とは符号反対である

方が都合がよい。いま代表的な場合を考えて、 $N_2 < 0 < N_1$  であり、かつ  $N_1, |N_2| > N'$ 、 $|N_2 - N'| < (N_1 - N')$  とする。そのほかの場合も同様に求めることができる。式(7)の第1項だけによる工作物の回転数を考えるとラップは環状であるので、ラップ各部における  $V_V$  は第7図に示すようにラップの中心を通る直線として表わすことができる。図の横軸はラップ中心よりの距離であり、工作物は  $2l \cos \gamma$  の間に存在する。縦軸は  $V_m$  また

工作物の周速  $n_\omega$  である。図では上下ラップについての  $V_m$  をそれぞれ  $V_2, V_1$  と表わしている。上方ラップ  $V_2$  は負であるので、X軸に対し  $V_1$  の反対側になるのであるが、この図では  $-V_2$  をとり上方に画



第7図 ラップ盤により丸棒をラッピングする際の滑り速度

(1)  $(r_m \cos \gamma - l)(N_1 - N') > |(r_m \cos \gamma + l)(N_2 - N')|$

のとき、この場合は第7図(a)に示すように、工作物の回転数  $n_\omega$  は多くの値をとりうるもので、いかなる  $n_\omega$  のをとった場合にも、工作物がラップに接する部分における滑り速度の和は

$$V_s = 2\pi\{(r_m \cos \gamma + c)(N_1 + N_2 - 2N')\}$$

に等しくなる。これは同図において縦線をもって示してあり、丸棒の内側ほど小さく、外側ほど大きい。

$V_2$  が  $V_1$  と同符号すなわち  $-V_2$  が負になったときには(a)図の  $-V_2$  をあらわす線は基線より下方になるので、 $v_\omega$  のとりうる範囲が正負いずれにもなることが理解できるであろう。

(2)  $(r_m \cos \gamma - l)(N_1 - N') \leq |(r_m \cos \gamma + l)(N_2 - N')|$

この場合は工作物の周速は理論的には一定してくる。同図(b)に示すように工作物の周速を  $v_\omega$  とすれば、滑り速度は同図の縦線のように変化する。図のラップ外側においてはラップの周速はいづれも工作物の周速より大きいのであるから、モーメントは工作物の回転速度を加速させる方向にはたらく。内側においてはラップの周速は工作物の周速より小さいのであるからモーメントは工作物の回転を減速させる方向にはたらく。工作物にかかる荷重が均一であるとすると、工作物の加速部分と減速部分の長さが等しいときの  $n_\omega$  が工作物の安定な回転数である。このようにして  $n_\omega$  を計算すると、

$$n_{\omega} = -\frac{4r_m(N_1 - N') (N_2 - N') \cos \gamma}{D(N_1 - N_2)}$$

となる。ラップに接触する部分における滑り速度の和は図の縦線に示す如くであり、工作物の中央部分において小さく、左右端において大きくなる。

この滑りが最も小さくなるのは、

$$N_1 - N' = -(N_2 - N') \quad (8)$$

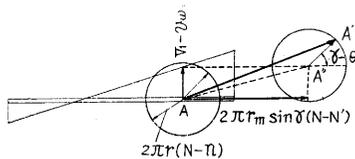
すなわち

$$N_2 = -N_1 + 2N' \quad (8)'$$

のときであり、中央において零となる。このときの  $v_{\omega}$  は

$$v_{\omega} = 2\pi r_m \cos \gamma (N_1 - N')$$

である。



第 8 図 丸棒に加わる合成滑り速度の求め方

A点における合成滑り速度を求めるには次のようにすればよい。第8図に示すようにA点において工作物軸に垂直な方向の滑り速度のうち  $r$  に無関係のものは、 $V_{1,2} - v_{\omega}$  であり、軸方向の滑り速度は  $2\pi r_m \sin \gamma (N - N')$  である。これに回転するベクトル  $2\pi r (N - n)$  の工作物軸に垂直な方向および軸方向の成分がそれぞれ加わることになる。滑り速度はAを起点として  $A''$  円上に終る方向と大きさを有している。

以上のように平面ラップ盤により丸棒をラッピングするときの運動を解析することができ、(8)式に近い条件において最適のところがあると思われるが、これ以上の結果を求めるにはどうしても実験が必要である。この方面の実験結果、または作業データを持ち合わされる方はご教示願えれば幸甚である。終に第5図の写真を貸与せられ、かつ転載を許可された津上研蔵氏に深謝する。

(1956. 10. 10)

文 献

- 1) W. Lätzig; Läden. 1950, München.
  - 2) 筆者; 精密機械 21 (昭 30) 390.
- 生産研究 8 (昭 31) 22.

表 紙 写 真  
表面波放射器

この放射器は導波管より歯形平面上に電磁波を導びき、ここで起る放射を利用したものである。水平面内の指向特性を改善するためには歯形平面の幅を広くし、波頭の調整をして平面上の電波を平面波の状態にさせる必要がある。このために導波管と歯形導体平面との間の部分では深さをかえた溝を切つてある。平面の先端では溝の深さを順次に浅くしてあるが、このようにすれば平面上を伝はんする電波を能率よく自由空間中に放射させることができる。この放射器は形状、特性等の点で多くの特長を持っているため、これを生かせばかなり広く利用できるものと思われる。

次 号 予 告  
(12 月号)

研究解説

北洋鮭鱒漁区における経験……………田宮 真

動搖するマノメータ指示値の……………石原智男  
読み取り精度……………井田富夫

1 t 試験高炉における装入物の分布について……………金森研究室

海外事情

米国に原子力を学んで……………武谷清昭

研究速報

鋳物用 Al-Mg 合金砂型鋳物の改良……………加藤 正 夫  
……………中村 康 治  
……………安藤 良 夫  
……………高橋 幸 伯  
……………長尾 義 信

船底凹損の腐食におよぼす影響……………高橋 幸 伯  
……………長尾 義 信

正 誤 表 (10月号)

頁	段	行	種別	正	誤
表2			目次	一高速飛翔体の光学的追跡に関する研究第8報一を入れる。 (副題)	
5			表題	第2図	等2図
6	左	3	本文	短い方が小さく hが数10km	短い方が小さく がhが数10km
6	"	下12	"	視野8°20'の双眼鏡で15倍、双眼鏡では倍率過大視野不足の…	視野8°20'の双眼鏡で倍率過大視野不足の…
9	"	下10	"	視野8°20'の双眼鏡で15倍、双眼鏡では倍率過大視野不足の…	視野8°20'の双眼鏡で倍率過大視野不足の…