



Title	帯鋸の腰入. 第5報 : 帯鋸の長さの方向の曲率半径とテンション測定値との関係
Author(s)	久野, 陸夫; Kuno, Rokuo; 土肥, 修 他
Citation	北海道大學工學部研究報告, 14, 71-82
Issue Date	1956-06-05
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/40584">https://hdl.handle.net/2115/40584</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	14_71-82.pdf



# 帯鋸の腰入 (第5報)

— 帯鋸の長さの方向の曲率半径とテンション測定値との関係 —

久野 陸夫  
土肥 修

(昭和31年2月29日受理)

## Stretching for Band Saw Blade (V)

— Theory on the Relation between the Radius of Longitudinal Curvature and the Tention Value measured —

Rokuo KUNO

Osamu DOI

### Abstract

On the stretching of the band saw blade, we roll the blade with a pair of rollers in the longitudinal direction, so that the blade should bend in a cross section perpendicular to the longitudinal axis with its non-uniform stresses.

The shape of the cross section (tention radius) should be influenced by the longitudinal curvature, and therefore the tention value would vary on account of the supporting state.

Therefore if we wish to measure the tention radius of the blade, we must support it in some definite curvature.

In this report we treat the bending of the stretched saw blade as a problem of the large deflection of the thin plate with internal stresses and find out the theoretical relation between the longitudinal curvature and the shape of the blade in its cross section.

The last relation is as follows:

$$\varphi_{\frac{h}{2}} = \left( \rho - 2.42 \frac{b}{h^2} \rho^2 \right) \cdot \varepsilon_{\frac{h}{2}}^0 - 0.091 \cdot b$$

where

$\varphi_{\frac{h}{2}}$ : max. deformation of the center line above the level of both edges of the blade at a radius  $\rho$

$\rho$ : radius of longitudinal curvature

$b$ : thickness of the blade

$h$ : width of the blade

$\varepsilon_{\frac{h}{2}}^0$ : longitudinal permanent strain difference between the center line and the edge line

If  $\rho$  is less than  $\rho_{cr}(\rho_{cr} = h^2/4.84b)$ , the larger  $\rho$  is, the more  $\varphi_{\frac{h}{2}}$  increase.  $\rho_{cr}$  is the critical radius of curvature.

The max. value of  $\varphi_{\frac{h}{2}}$  is

$$\left(\varphi_{\frac{h}{2}}\right)_{cr} = 0.103 \frac{h^2}{b} \cdot \varepsilon_x^0 \frac{h}{2} - 0.091 \cdot b$$

## 序 論

帯鋸は切削熱のための熱膨脹，走行安定，振動，挫屈荷重等を適当に考慮し，作業条件に適した腰入作業を行つてから使用するものである。即ち，平らな帯状の鋸の両端を鑽付して円筒状(endless)となし，これをロールで長さの方向に強圧して塑性変形を起させ，帯鋸の中の方向にも彎曲させて用いるのである。

帯鋸の歯側よりも背側を多く圧延するために背側が多く延びた状態となり，帯鋸はごく背の低い截頭円錐状になる。これをバックまたは背盛りと称し，帯鋸を定盤の上に平らに置き背の曲率半径を適当な方法で測定してバック量を知る。

この他に歯側背側よりもその中間部，即ち腹部をつよく圧延するため，腹部はたるんだ状態になり凸出して巾の方向にも曲率半径を有することになる。これをテンションと称し，これを測定するには定規の一辺が種々な曲率半径を有する数枚のテンションゲージを用い，このテンションゲージを帯鋸の中心線に直角に，即ち巾の方向に当て，定規の曲率半径と帯鋸の巾の方向の曲率半径とを比較してテンション量を知るのである。

ここで問題とするのはテンションを測定する場合に先ず定盤上に帯鋸を置き，帯鋸の左の方を左手で幾分持ち上げて帯鋸が長さの方向にも彎曲した状態にし，テンションゲージを右手に持ち帯鋸の中心線に直角に当てて測定するのであるが，この左手で持ち上げる程度により帯鋸の長さの方向の曲率半径が異り，これとともに帯鋸の腹部の凸出量も変り，巾の方向の曲率半径も変化してくるはずである。

単に或る一個人が自分のテンション量の多少を調査記録して置くだけならばその個人としての曲率半径が一定しておればよいわけであるが，この長さの方向の曲率半径が規定されていないのが現状なので各個人が独特の曲率半径でテンションを測定することになり（実際には飛び離れた曲率半径で測定している人はいないと思われるが）見かけ上のテンション値が異なることになる。これでは一般的でなく技術交流の障害になる恐れもあるので，同じ腰入をした帯鋸について長さの方向の曲率半径を変化した場合，テンション測定値が如何に変るべきかについて，理論的な究明を試みる。

## 理 論

帯鋸を腰入する場合表裏から二つの同形のロールで平等に長さの方向に強圧されるから表裏を

生ぜず、したがつて腰入によつて生じた彎曲は、表側に彎曲させた場合も裏側に彎曲させた場合も殆んど同形になる。即ち板の中央面に対し対称に塑性変形が起されているものと考え、いい換えると中央面に対し非対称の塑性変形のために帯鋸の彎曲が起きたものとは考えない。

このように腰入された帯鋸の彎曲は固有応力を有する薄板の大きな撓みの問題として取扱うことができる。先ず薄板の厚さ方向の中央面を  $xy$  平面、板に垂直の方向を  $z$  方向とし、帯鋸の各点に塑性変形によつて生じた歪を示すのに、内部応力が作用していない状態で、厚さの平均値として固有応力源  $\varepsilon_x^0, \varepsilon_y^0, \gamma_{xy}^0$  を用いる。応力も厚さの方向について積分した値、即ち合力、合成モーメントを用いる。中央面内には面内力  $N_x, N_y$ , 剪断力  $N_{xy}$ , 中央面に垂直に剪断力  $Q_x, Q_y$  が働き、この他に曲げモーメント  $M_x, M_y$ , 捩りモーメント  $M_{xy}$  が働くこととする。

多くの教科書に示されるようにモーメントと剪断力との関係は

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial M_x}{\partial x} + \frac{\partial M_{xy}}{\partial y} &= Q_x \\ \frac{\partial M_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial M_y}{\partial y} &= Q_y \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

中央面に垂直な方向の力の釣合式としては

$$\frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} + N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2N_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} = 0 \quad (2)$$

モーメントと撓みの関係式としては、厚さ  $b$ , ポアソン比  $\nu$  として

$$\left. \begin{aligned} M_x &= -D \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \\ M_y &= -D \left( \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) \\ M_{xy} &= -D(1-\nu) \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$D = \frac{Eb^3}{12(1-\nu^2)} \quad (4)$$

がこの場合も成立するから

$$D \left( \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) = N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2N_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \quad (5)$$

また面内力の釣合の式は

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial N_x}{\partial x} + \frac{\partial N_{xy}}{\partial y} &= 0 \\ \frac{\partial N_y}{\partial y} + \frac{\partial N_{xy}}{\partial x} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

以上は教科書にある通りで別に説明を要しない。板の大きな撓みの場合、無歪無応力の状態からの変位を  $u, v, w$ , 弾性歪を  $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma_{xy}$  とすれば歪と変位との関係は

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_x + \varepsilon_x^0 &= \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \\ \varepsilon_y + \varepsilon_y^0 &= \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 \\ \gamma_{xy} + \gamma_{xy}^0 &= \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial y} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

面内力と歪成分との関係は

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_x &= \frac{1}{bE} (N_x - \nu N_y) \\ \varepsilon_y &= \frac{1}{bE} (N_y - \nu N_x) \\ \gamma_{xy} &= \frac{1}{bG} N_{xy} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

以上(4)乃至(8)の9つの式から、 $\varepsilon_x^0, \varepsilon_y^0, \gamma_{xy}^0$ が与えられるならば  $N_x, N_y, N_{xy}, u, v, w, \varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma_{xy}$ なる9つの未知数が決定できる筈である。

帯鋸の場合、帯鋸の長さの方向を  $x$  軸、巾の方向を  $y$  軸と取れば、帯鋸の長さの方向に一様に腰入を行い、測定の時も一様な曲率半径  $\rho$  で曲げられるものとするれば、帯鋸のどの横断面を取つても同形に彎曲している筈であり、

$$w = \frac{1}{2\rho} x^2 + \varphi(y) \quad (9)$$

と置くことができる筈である。 $\varphi(y)$  は横断面の彎曲の形状である。また

$$N_{xy} = \gamma_{xy} = \gamma_{xy}^0 = 0, \quad N_y = 0$$

更に

$$\frac{\partial N_x}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial \varepsilon_y^0}{\partial x} = 0$$

とすれば、

$$\frac{1}{bE} \frac{\partial^2 N_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_x^0}{\partial y^2} = \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \quad (10)$$

ここで(5)式と(10)式に(9)式を代入すれば

$$\begin{aligned} \frac{1}{bE} \frac{\partial^2 N_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_x^0}{\partial y^2} &= -\frac{1}{\rho} \frac{d^2 \varphi}{dy^2} \\ D \frac{d^4 \varphi}{dy^4} &= N_x \frac{1}{\rho} \end{aligned}$$

結局

$$\frac{D\rho}{bE} \frac{d^6 \varphi}{dy^6} + \frac{1}{\rho} \frac{d^2 \varphi}{dy^2} + \frac{d^2 \varepsilon_x^0}{dy^2} = 0 \quad (11)$$

或は

$$\frac{D\rho}{bE} \frac{d^4\varphi}{dy^4} + \frac{1}{\rho} \varphi + \varepsilon_x^0 = Ay + B \quad (11)$$

が得られる。A, B は帯鋸全体が一体となつての回転及び変位を示すから、この場合は0と置いて

$$\frac{D\rho}{bE} \frac{d^4\varphi}{dy^4} + \frac{1}{\rho} \varphi + \varepsilon_x^0 = 0 \quad (11'')$$

固有応力源を最も簡単な形で次のように仮定する。但し原点は、帯鋸の1方の縁にとる。

$$\varepsilon_x^0 = c_1 y (h - y) + c_2 y \quad (12)$$

第1項はテンションを代表し、第2項はバックを代表する。

$$12 \frac{(1 - \nu^2)}{\rho^2 b^2} = \frac{bE}{D\rho^2} = 4\beta^4$$

と置けば、解は

$$\begin{aligned} \varphi = e^{\beta y} (E \cos \beta y + F \sin \beta y) + e^{-\beta y} (G \cos \beta y + H \sin \beta y) \\ - \rho c_1 y (h - y) - \rho c_2 y \end{aligned} \quad (13)$$

となる。周辺条件としては帯鋸の歯側  $y = 0$  及び背側  $y = h$  で

$$M_y = -D \left( \frac{d^2 w}{dy^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) = 0$$

$$Q_y = -D \left( \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} + \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} \right) = 0$$

即ち

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 \varphi}{dy^2} + \frac{1}{\rho} \varphi &= 0 \\ \frac{d^3 \varphi}{dy^3} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

であつて、これを次の如く近似的に解く。(13)式第3項、第4項のみでは帯鋸の両辺に  $M_y$  が残るから、これを打消すために第1項、第2項が加えられるのであるが、この第2項は両辺から少し遠ざかる、即ち  $\beta y$  が少し大きくなれば殆んど0になる。故に  $y = 0$  だけで条件(14)を満す半無限の中を有する帯鋸を考えれば、この場合は(12)式第1項は用いなくてもよく、かつモーメント  $M_y$  は  $y = 0$  またはその附近では第2項のために変化するが、少し遠いところ、例えば  $y = h$  では殆んど第3項から生ずるモーメントのみとなる。故に半無限中の帯鋸で  $y = 0$  で条件を満す解を求め、この解の中、第3項に付け加えて修正しなければならぬ第2項の大きさがわかるから、この項の  $y$  の代りに  $(h - y)$  を代入した値を更に付け加えて  $y = h$  附近を修正すれば両辺できわめて小さなモーメント  $M_y$  を残した解が得れる筈である。

このような歯側背側の条件を近似的に満した解は次の如くである。

$$\begin{aligned}
-\varphi &\doteq \rho c_1 y (h-y) + \rho c_2 y + \frac{c_1 \rho^2}{\beta^2 \rho} e^{-\beta y} \{\cos \beta y - \sin \beta y\} \\
&+ \frac{\nu}{2\beta^2 \rho} e^{-\beta y} \{\cos \beta y - \sin \beta y\} + \frac{c_1 \rho^2}{\beta^2 \rho} e^{-\beta(h-y)} \{\cos \beta(h-y) - \sin \beta(h-y)\} \\
&+ \frac{\nu}{2\beta^2 \rho} e^{-\beta(h-y)} \{\cos \beta(h-y) - \sin \beta(h-y)\} \quad (15)
\end{aligned}$$

ここで  $\varphi$  の符号を逆にし、常数によつて整理し、更に

$$\begin{aligned}
\phi_{\beta y} &= e^{-\beta y} (\cos \beta y - \sin \beta y) \\
\phi_{\beta(h-y)} &= e^{-\beta(h-y)} \{\cos \beta(h-y) - \sin \beta(h-y)\}
\end{aligned}$$

とおくと

$$\begin{aligned}
\varphi &= c_2 \rho y + c_1 \{\rho y (h-y) + \frac{\rho^2}{\beta^2 \rho} (\phi_{\beta y} + \phi_{\beta(h-y)})\} \\
&+ \frac{\nu}{2\beta^2 \rho} (\phi_{\beta y} + \phi_{\beta(h-y)}) \\
&= \varphi_2 + \varphi_1 + \varphi_0 \quad (16)
\end{aligned}$$

但し、

$$\left. \begin{aligned}
\beta^2 &= \frac{\sqrt{3(1-\nu^2)}}{\rho b} \\
\varphi_2 &= c_2 \rho y \\
\varphi_1 &= c_1 \left\{ \rho y (h-y) + \frac{\rho^2}{\beta^2 \rho} (\phi_{\beta y} + \phi_{\beta(h-y)}) \right\} \\
\varphi_0 &= \frac{\nu}{2\beta^2 \rho} (\phi_{\beta y} + \phi_{\beta(h-y)})
\end{aligned} \right\} \quad (17)$$

ここに

$\varphi_2$  = バックの入れ方に左右される項

$\varphi_1$  = テンションの入れ方に左右される項

$\varphi_0$  = 腰入に左右されない項

今、鋸の両端縁を規準として腹部の凸出を測るとすれば、 $\varphi_2$  は考慮しないでよいから、恰もバックのつかぬ帯を考えるように、

$$\varphi_2 = 0 \quad \text{従つて} \quad c_2 = 0$$

とすることができ、

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_0 \quad (18)$$

となる。

また、 $\varphi_1$ 、 $\varphi_0$  とも、 $y=0$  ( $y=h$ ) である値 (常数) をとるので、両縁を規準とする場合、その常数を差引かねばならない。その常数項は

$$\left. \begin{aligned}
(\varphi_1)_{y=0} &= c_1 \cdot \frac{\rho^2}{\beta^2 \rho} (1 + \phi_{\beta h}), \\
(\varphi_0)_{y=0} &= \frac{\nu}{2\beta^2 \rho} (1 + \phi_{\beta h})
\end{aligned} \right\} \quad (19)$$

であるから、両端縁からの腹のふくらみはこの補正項を考慮して、

$$\begin{aligned} \varphi = c_1 \cdot \{ \rho y (h - y) \frac{\rho^2}{\beta^2 \rho} - (1 + \phi_{\beta h} - \phi_{\beta y} - \phi_{\beta (h-y)}) \} \\ - \frac{\nu}{2\beta^2 \rho} \{ 1 + \phi_{\beta h} - \phi_{\beta y} - \phi_{\beta (h-y)} \} \end{aligned} \quad (20)$$

式(12)のバックの項を無視するから

$$\varepsilon_x^0 = c_1 \cdot y (h - y) \quad (21)$$

となり、(20)の $c_1$ を $\varepsilon_x^0$ で表わすと

$$\begin{aligned} \varphi = \varepsilon_x^0 \left\{ \rho - \frac{\rho^2}{\beta^2 \rho \cdot y (h - y)} (1 + \phi_{\beta h} - \phi_{\beta y} - \phi_{\beta (h-y)}) \right\} \\ - \frac{\nu}{2\beta^2 \rho} \{ 1 + \phi_{\beta h} - \phi_{\beta y} - \phi_{\beta (h-y)} \} \end{aligned} \quad (22)$$

これらの式中、 $c_1$ 従つて $\varepsilon_x^0$ は、腰入のつよさによつてきまるべきもので、塑性理論から決定される筈である。 $c_1$ または $\varepsilon_x^0$ が定まらなければ、腰入による変形量 $\varphi$ は決定できない。しかし、もし、一定の $\rho$ に対する $\varphi$ が測定されれば、 $c_1$ または $\varepsilon_x^0$ は定まり、その鋸を、他の任意の $\rho$ に曲げた時の $\varphi$ 、即ちテンションの形は(20)または(22)で計算される。

次に腹部中央の山の高さを求めるには、 $y = \frac{h}{2}$ として

$$\varphi_{\frac{h}{2}} = \varepsilon_x^0 \frac{h}{2} \left\{ \rho - \frac{4\rho^2}{\beta^2 \rho h^2} (1 + \phi_{\beta h} - 2\phi_{\frac{\beta h}{2}}) \right\} - \frac{\nu}{2\beta^2 \rho} (1 + \phi_{\beta h} - 2\phi_{\frac{\beta h}{2}}) \quad (23)$$

ここで、 $\nu = 0.3$ 、 $\beta^2 \rho = \frac{\sqrt{3(1-\nu^2)}}{b} = \frac{1.653}{b}$ とし、 $\phi_{\beta h}$ 、 $\phi_{\frac{\beta h}{2}}$ ともに1に比べて微小となるから省略すると、式(23)は簡略化され

$$\varphi_{\frac{h}{2}} = \left( \rho - 2.42 \frac{b}{h^2} \rho^2 \right) \varepsilon_x^0 \frac{h}{2} - 0.091 b \quad (24)$$

が得られる。

式(24)によると、山の高さを支配するものは、中央の腰入のつよさ( $y = \frac{h}{2}$ と $y = 0$ との塑性歪の差 $\varepsilon_x^0 \frac{h}{2}$ )と、鋸巾 $h$ 、鋸厚 $b$ 、長さ方向の曲率半径 $\rho$ であることがわかる。

後の数例に示すように、実用の鋸に採用される $h$ 、 $b$ の範囲では、 $\rho$ を小さい値から次第に増す時、式(24) $\varepsilon_x^0 \frac{h}{2}$ の項、即ち

$$\rho - 2.42 \frac{b}{h^2} \rho^2$$

は次第に増すが、遂にmax.に達し、後減少する。従つてその限界の $\rho$ を臨界曲率半径 $\rho_{cr}$ とすると、 $\rho < \rho_{cr}$ の範囲では、式(24)でみるように山の高さは $\rho$ とともに増加するが、その増加の割合は次第に少くなり、 $\rho > \rho_{cr}$ となれば逆に $\rho$ とともに山の高さが減少する。しかし、このような $\rho$ の大きな範囲では、既に以上のような議論は成立せず、 $\varepsilon_x^0$ の大小に応じ、不安定の状態になるか、又は平らな板の状態に近づくものと考えられる。

この臨界曲率半径  $\rho_{cr}$  は

$$\rho_{cr} = \frac{h^2}{4.84 \cdot b} \quad (25)$$

となり、その時の  $\varphi_{\frac{h}{2}}$  の値は

$$(\varphi_{\frac{h}{2}})_{cr} = 0.103 \frac{h^2}{b} \varepsilon_x^0 \frac{h}{2} - 0.091 \cdot b. \quad (26)$$

で示される。

## 数 値 例

木材学会第1回講演会(昭30.10.名古屋)で、林業試験場技官仁賀定三氏が、測定時の曲率半径  $\rho$  によつてテンションの値が変わることを指摘され、同場製材研究室が25府県における製材技術競技会で測定されたデータを発表されたので、それにもとづいて  $\varepsilon_x^0 \frac{h}{2}$  の値を算出して次表にかかげた。これによると同一の鋸に対する  $\varepsilon_x^0 \frac{h}{2}$  の値が、必ずしもよく一致しない場合があ

数 表

帯鋸 No.	代 表 府県名	鋸 厚		鋸 巾 mm	有効鋸巾 mm	$\varphi_{\frac{h}{2}}$ mm(測定値)		$\varepsilon_x^0 \frac{h}{2}$ ‰ (計算値)	
		mm	B.W.G.			$\rho=69$ cm	$\rho=150$ cm	$\rho=69$ cm	$\rho=150$ cm
1	広 島	0.65	23	100.9	89	0.19	0.28	0.0417	0.0324
2	鳥 取	0.41	27	97.5	90	0.20	0.40	0.0381	0.0361
3	福 井	0.51	25	93.5	88	0.18	0.32	0.0377	0.0325
4	静 岡	0.58	24	98.4	90	0.20	0.39	0.0410	0.0397
5	愛 知	0.55	24	80.9	73	0.20	0.31	0.0438	0.0383
6	島 根	0.56	24	99.1	85	0.23	0.40	0.0467	0.0417
7	埼 玉	0.64	23	97.0	88	0.20	0.39	0.0543	0.0428
8	大 阪	0.59	24	97.8	88	0.12	0.19	0.0283	0.0222
9	兵 庫	0.51	25	101.0	93	0.22	0.39	0.0435	0.0373
10	青 森	0.57	24	97.1	90	0.26	0.42	0.0508	0.0420
11	栃 木	0.52	25	101.4	93	0.16	0.29	0.0339	0.0291
12	宮 城	0.57	24	101.7	92	0.16	0.28	0.0345	0.0292
13	群 馬	0.56	24	89.3	80	0.21	0.33	0.0441	0.0373
14	鹿 児 島	0.54	25	99.9	91	0.22	0.36	0.0443	0.0360
15	長 野	0.64	23	93.1	84	0.27	0.38	0.0559	0.0440
16	徳 島	0.52	25	87.2	79	0.20	0.32	0.0423	0.0353
17	山 梨	0.69	22	97.3	88	0.27	0.42	0.0560	0.0475
18	大 分	0.65	23	93.0	88	0.28	0.38	0.0577	0.0423
19	山 口	0.51	25	100.8	90	0.20	0.32	0.0403	0.0319
20	(岩手)	—	—	—	—	—	—	—	—
21	熊 本	0.48	26	90.4	87	0.30	0.50	0.0549	0.0469
22	高 知	0.66	23	74.1	65	0.19	0.20	0.0490	0.0399
23	福 島	0.55	24	96.6	90	0.22	0.36	0.0445	0.0363
24	福 岡	0.69	22	98.1	89	0.35	0.48	0.0695	0.0529
25	滋 賀	0.64	23	113.3	95	0.33	0.53	0.0620	0.0532

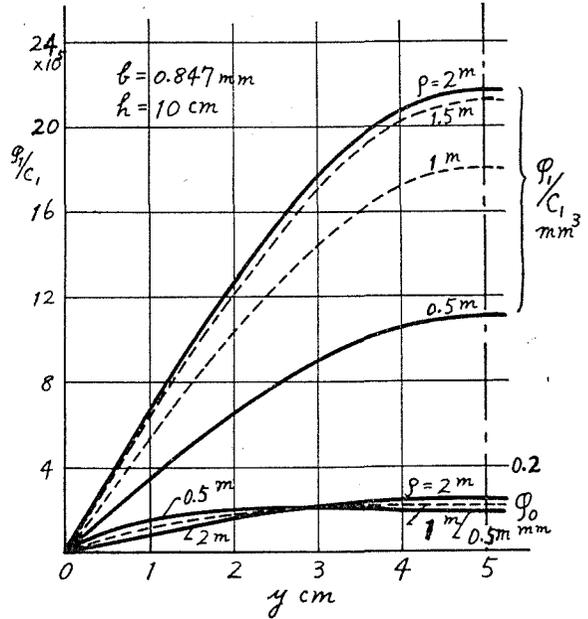
るが、これは  $\varphi_{\frac{0}{2}}^0$  の値として  $\varphi$  の最大の値をひろつたため、 $\varphi$  が必ずしも巾の中央において最大値になつておらず、また  $\rho = 69 \text{ cm}, 150 \text{ cm}$  の場合につき、同一の点に対して最大値を示してもいないことなどから、式の精度を十分たしかめることは不可能であつた。但し、 $\varepsilon_{\frac{0}{2}}^0$  の値は大略 0.03~0.06% になつてゐることが判る。

第1図は、 $h=10 \text{ cm}, b=0.847 \text{ mm}$  (ほぼ 21 W. G.) の場合につき、式(20)の  $\varphi_1$  括弧内の値即ち  $\varphi_1/c_1$  及び  $\varphi_0$  の値を、 $\rho = 50, 100, 150, 200 \text{ cm}$  とし、 $y$  に対して計算したもので、 $\varphi_1/c_1$  の単位は  $\text{mm}^3$  である。この図から、 $\rho$  が増す時、 $\varphi_1/c_1$  の増加率が次第に小さくなること、 $\varphi_0$  は  $\rho$  によつてさほど変化しないことがわかる。

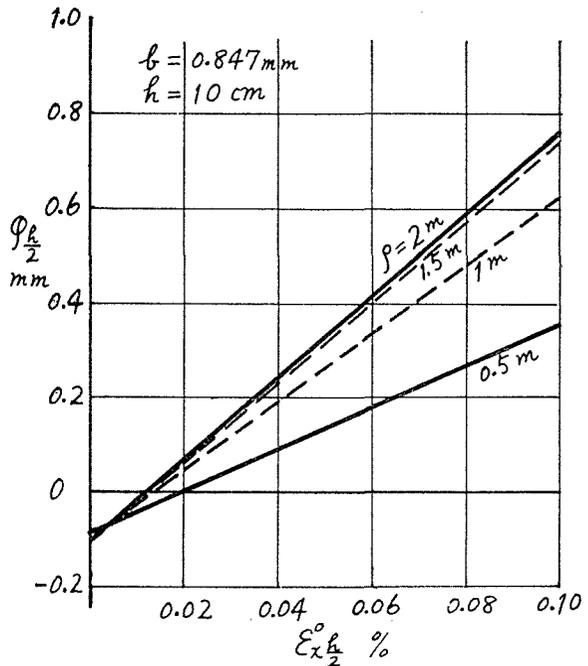
第2図は、同様の例につき、式(23)から  $\varepsilon_{\frac{0}{2}}^0$  と  $\varphi_{\frac{h}{2}}^0$  との関係を、 $\rho$  をパラメーターとして示したものである。  $\phi_{\rho h}, \phi_{\frac{\rho h}{2}}$  を無視していないから、 $\varepsilon_{\frac{0}{2}}^0 = 0$  で  $\varphi_{\frac{h}{2}}^0$  の値が僅か異つて来る。

第3図は、 $\varepsilon_{\frac{0}{2}}^0 = 0.05\%$  とし、 $\rho = 1 \text{ m}, 2 \text{ m}$  の場合の  $b$  と  $\varphi_{\frac{h}{2}}^0$  の関係を、 $h$  をパラメーターとして表わし、第4図は同じ場合につき、 $b$  をパラメーターにとつて  $h$  と  $\varphi_{\frac{h}{2}}^0$  の関係を示している。式(24)から計算したものである。

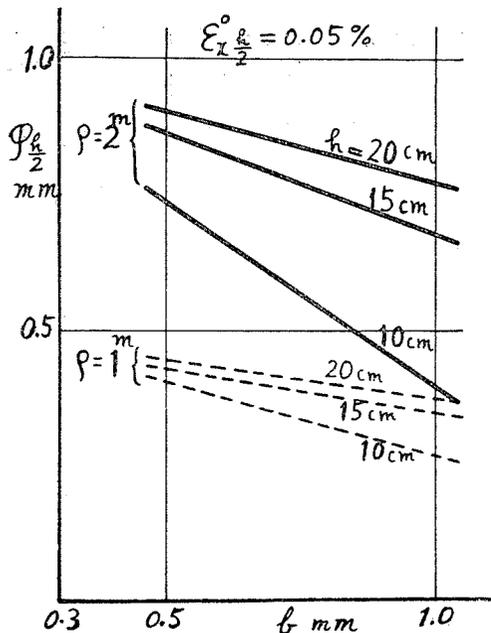
第5図、第6図は、式(25)から  $b$  と  $\rho_{cr}$ 、 $h$  と  $\rho_{cr}$  の関係を計算したものである。これらからもわかるように実際に鋸のテンション測定時にとつてゐる 1~2m という  $\rho$  の値は、薄鋸の場合には  $\rho_{cr}$  に較べて相当小さい値であること、従つて、 $\rho$  のとり方によつ



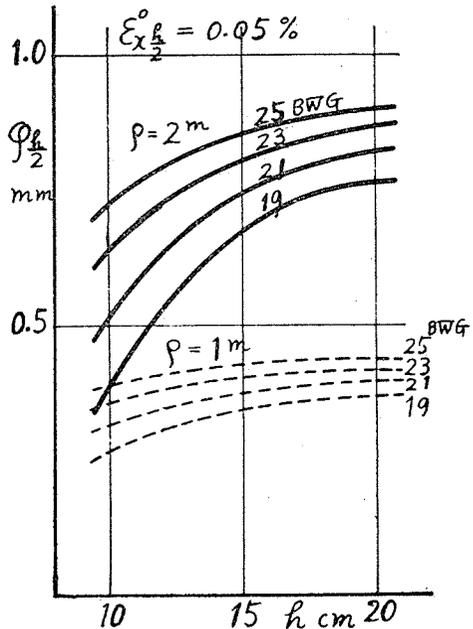
第 1 図



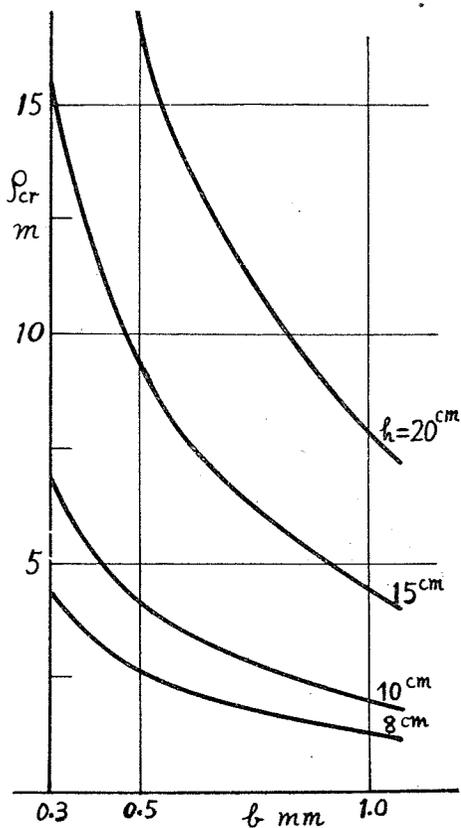
第 2 図



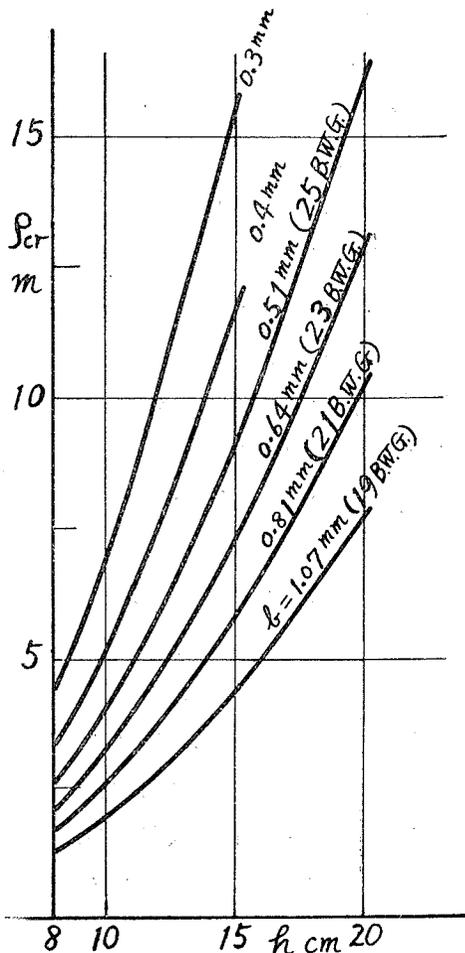
第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖

て  $\varphi$  の値が敏感に変つてくるはずであることが明らかである。

## む す び

テンション測定用木型  $\rho = 1 \text{ m}, 2 \text{ m}$  のものを、現在、北海道林業指導所の協力を得て同所新保多善夫氏の手で製作中であり、これが完成を待つて、実験を行い、式の精度を検討する予定である。

林業試験場技官仁賀定三氏からは、全国製材技術競技会における資料をいただいた。計算や図表の作製には、当研究室山下良雄助手、榎本朝好君の助力を得た。

併せて感謝の意を表する。

## 文 献

Timoshenko: Theory of Plates and Shells.

村松信之(林試製材研究室): 全国製材技術競技会にあらわれた鋸仕上げ実態, 木材工業, Vol. 11, No. 2.

## 附 録

(11) または (11'') の微分方程式は次のように考えても導くことができる。

帯鋸は長さの方向に一様に腰入を行うのであるから、先づ長さ  $l$  なる帯鋸を、腰入する前に長さの方向に細い素線に切り分けて置き、この各々の素線に、その素線を取り出した部分に行うはずのロール掛けと同じつよさのロール掛けを与える。その結果、素線は  $\varepsilon_x^0$  なる永久歪を生ずる。この素線の両端をつないで円筒にする。このために加えなければならぬモーメントを  $M_x, M_y$  とすれば、

$$w = -\frac{M_x - \nu M_y}{2D(1-\nu^2)} \cdot x^2 - \frac{M_y - \nu M_x}{2D(1-\nu^2)} \cdot y^2$$

$y$  の方向に彎曲しないようにするには

$$M_y = \nu \cdot M_x$$

$$\therefore w = -\frac{M_x}{2D} \cdot x^2$$

$$M_x = -D \frac{d^2 w}{dx^2}$$

$$M_y = -\nu D \cdot \frac{d^2 w}{dx^2}$$

次に、この各々の素線円筒は腰入量だけ直径が異なるから、各々の円筒に外圧を加えて、腰入しない素線で作つた円筒と同じ直径とする。そのために加えなければならぬ外圧  $p$  は

$$p = \frac{Eb \cdot \varepsilon_x^0}{\rho}$$

そこで、このように外圧  $p$  及び両側にモーメント  $\left(-\nu D \frac{d^2 w}{dx^2}\right)$  が加わつた、直径の等しい円筒をつなぎ合せて元の帯鋸とする。この場合、外圧  $p$  は加えたままとし、両側のモーメントはお互いに隣りの素線によつて加えられるから外から別に加えずともよいが、帯鋸の両端縁（歯側及び背側）の2つの素線に限り、隣りの素線がないので、外からモーメント  $\left(-\nu D \frac{d^2 w}{dx^2}\right)$  を加えたままにして置かねばならぬ。

このようにつなぎ合せて置いて最後に外圧  $p$  及び歯側背側のモーメントを取り去れば、帯鋸が腰入された変形状態と同じ状態になる。外圧を取り去つたための変形は、内圧  $p$  を加えた変形に等しいから、

$$D \frac{d^4 w}{dy^4} + \frac{Eb}{\rho^2} w = \frac{E\varepsilon_0}{\rho} \cdot b$$

で求められる。（式 (11'), (11'') では、 $w$  を内側にとつてあるので、符号が逆になつてゐる。）但し、更に両側で  $-\nu D \frac{d^2 w}{dx^2}$  を取り去つた変形も考慮に入れなければならぬから、両側に  $\nu D \frac{d^2 w}{dx^2}$  なるモーメントを加えている状態の変形を求めなければならぬ。周辺条件は

$$M_y = \nu D \cdot \frac{d^2 w}{dx^2} = -D \cdot \frac{d^2 w}{dy^2}$$

$$\therefore D \left( \frac{d^2 w}{dy^2} + \nu \cdot \frac{d^2 w}{dx^2} \right) = 0$$

$$Q_y = -D \cdot \frac{d^3 w}{dy^3}$$

である。