HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ロール加工及びヒート加工による帯鋸の残留歪分布
Author(s)	土肥, 修; 山下, 良雄; 島森, 義光 他
Citation	北海道大學工學部研究報告, 38, 47-64
Issue Date	1965-09-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40769
Type	departmental bulletin paper
File Information	38_47-64.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

ロール加工及びヒート加工による帯鋸の残留歪分布[1)]

土肥　修　山下良雄
島森義光*　小川　駿

Residual Strain Distributions of Band Saw Blade by Rolling and Heat Working

Osamu DOI, Yoshio YAMASHITA, Yoshimitsu SHIMAMORI*
and Shun OGAWA

Abstract

Band saw blades for lumbering should be stretched to increase both running stability on the saw wheels and torsional rigidity against the feeding force in the free part.

Formerly, tensioning was given by a large number of lines of longitudinal rolling with a pair of rollers of different rolling loads throughout the whole width of the blade.

On the other hand, heat tensioning introduced recently is given usually by only one (near the front edge) or two lines (front edge and back) of heating with a C_2H_2 gas torch.

One of the authors previously investigated and established the theories on both roll tensioning and heat tensioning, and foresaw the practical values of strains from the relation between strain and deformation of the blade as 0.03～0.06% for rolled strain and −0.1～−0.2% for heated strain.

This paper shows the exact values and fine distributions of strain given by rolling and heat working measured by the method used to measure the principal residual stress and the results are found to substantiate the above mentioned strain values.

1. はしがき

製材用帯鋸の仕上には，腰入という加工工程がある。腰入の目的は，帯鋸が鋸車上に安定して走行する点[2)]と，自由部分にかかる送材抵抗に抗して，捩れ座屈を起しにくいように，帯鋸の捩れ剛性を増す点[3),4)]にある。

従来の腰入は，帯鋸の腹部を長さの方向に，幅の狭いローラで圧延する方法によっていたが，こうして塑性加工された帯鋸は，鋸車表面との接触力及び自由部分の緊張応力が歯側と背側に集中し[5)]，上記の走行安定と捩れ剛性増加の目的を果すのである。

近年開発され，著者がその理論を与え，実験によって確認したヒート加工[6),7)]は，帯鋸の

* 受託研究員

熱膨脹による変形を拘束した状態で歯底附近を長手方向に連続的部分的に加熱し，加熱部分の熱応力が高温降伏点を越えて生ずる塑性変形によって，常温において，もとの長さより収縮した状態とするもので，ロール加工とほぼ同様の効果を期待することが出来る。

この様に，熱歪による腰入をヒートテンションと称しているので，著者は従来の圧延による腰入をロールテンションと呼ぶこととした。或いは，加熱腰入及び圧延腰入の名称を採用してもよい。

著者はロールテンションの場合について種々の理論的，実験的研究を行なった後，ヒートテンションについても，種々の加工条件に応ずる実用的な変形計算式を与え，実験によって確め，更にその応用について一応の成果を得た[6),7)]。

ロール加工又はヒート加工による塑性変形のための残留歪についても，腰入された帯鋸の横断面の変形（テンション）や，定盤上で測定される背線の曲率（バック）を実測することにより，テンション及びバック計算式から算出することが出来，実用の範囲で，ロールテンションの最大歪が 0.03～0.06%[8)]，ヒートテンションの歪が −0.1～−0.2% 程度[6),7)] であることを指摘した。

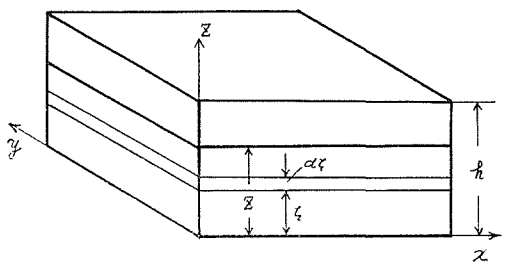
この論文は，帯鋸に1条のロール加工又はヒート加工を施したものについて，残留主応力測定[5),10)] の手法により，一端縁から逐次に薄層を削り去りつつ，変化する曲率を測定し，削り去った幅と曲率との関係曲線を作り，各層の長さ方向残留主応力，従ってその方向の残留歪を計算した結果について報告するもので，ロール加工及びヒート加工によって与えられる個有歪の数値，並びに，幅の方向の歪の分布状態について，正確な知識を得，厳密な変形計算に資する事を目的とする。

2.　残留歪測定計算式

帯鋸の長手方向にロール加工又はヒート加工を施せば，帯鋸にはその方向に個有歪が与えられ，残留応力を生ずる。

主応力方向が予め知られている場合についての平板の残留主応力は，その応力が平面応力状態であり，長さと幅の方向には一様に，厚さの方向にのみ変化していると仮定すれば，長さと幅の方向にとった別々の短冊型試片について，一方の側から順次に薄層をとり去りながら，とり去った厚さの函数として試片の曲率を測定すれば著者の誘導した次の計算式によって示される[9),10)]。

$$\left.\begin{aligned}\sigma_x &= \frac{1}{1-\nu^2}(u_x+\nu u_y)\\ \sigma_y &= \frac{1}{1-\nu^2}(u_y+\nu u_x)\end{aligned}\right\} \qquad (1)$$



第 1 図

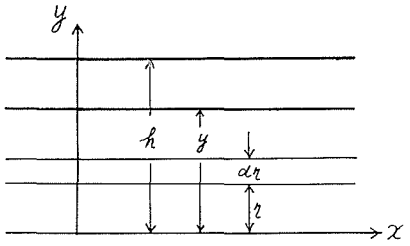
$$\left.\begin{aligned} u_x &= -\frac{E}{6}\left\{(h-z)^2\frac{dc_x}{dz}-4(h-z)c_x+2\int_0^z c_x d\zeta\right\} \\ u_y &= -\frac{E}{6}\left\{(h-z)^2\frac{dc_y}{dz}-4(h-z)c_y+2\int_0^z c_y d\zeta\right\} \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

ここに　σ_x, $\sigma_y = d\zeta$ 層に残留した x, y 方向残留主応力

c_x, $c_y = \zeta = 0 \sim z$ 迄除去した時の試片の夫々 xz, yz 平面内における曲率変化

h＝板厚，E＝縦弾性係数，ν＝ポアソン比

帯鋸の長さの方向にロール加工或いはヒート加工を施して，幅の方向に変化する歪分布を与え，従って，平らな定盤に沿わせ，自由な状態に置いた時に，幅の方向に変化する残留応力分布を有する帯鋸について，第2図の様に，長さ x 方向の残留主応力の測定を考える。



第 2 図

この場合，まずロール加工においては，圧延方向（長さ方向即ち x 方向）のロール曲率半径が 30～40 mm 程度であるのに反し，これと直角の幅方向（y 方向）のロール筒面半径は，100 mm 以上が普通であり，従って，長さ方向の圧延効果が著しく，幅の方向の圧延効果は左程問題にならぬと予想され，一方，実用の帯鋸の厚さが，1 mm 以下である事を考えれば，厚さの方向の圧延効果の相違も左程考えなくてもよく，厚さの平均の歪として論じて差支えないと判断され，更に，長さの方向には一様に圧延され，幅の方向には圧延の強さが変化するから，幅の方向の圧延の変形は，たとえ存在しても，長さの方向にも厚さの方向にも一様に現われれば幅の方向の残留歪，残留応力は存在しないと考えてよいし，勿論，厚さ方向の残留歪，残留応力も無視出来る。

次に，ヒート加工においても長さの方向の変形を拘束しながら帯鋸の幅のせまい部分を長さの方向に順次一様に加工するもので，幅の方向には拘束を加えておらず，且つ，厚さの方向にも加熱温度差は左程現われないから，残留歪，残留応力は，長さの方向にのみ一様に存在し，幅の方向には存在しないものと考え，且つ厚さの方向には変化しないとしてその平均値を論じて差支えない。

以上の理由から，この場合取り扱う残留応力は幅 y 方向の残留主応力を無視して $\sigma_y = 0$ とし，長さ x 方向の残留主応力 σ_x を幅 y の函数として，厚さについては平均値として議論すれば十分である。

そこで，残留主応力 σ_x の計算式は，式 (1), (2) において，第1図，第2図を参照し，$z \to y$, $\zeta \to \eta$ と書き改め，且つ，$\sigma_y = 0$ から $\sigma_x = u_x$ となることから

$$\sigma_x = -\frac{E}{6}\left\{(h-y)^2\frac{dc_x}{dy}-4(h-y)c_x+2\int_0^y c_x d\eta\right\} \qquad (3)$$

ここに　　h＝帯鋸の幅

次に，残留主応力は σ_x のみの単純引張又は圧縮の場合を考えるのであるから，個有歪 ε_x, ε_y, ε_z (元歪成分) と残留主応力 (元応力度) σ_x, σ_y, σ_z, γ_{xy}, γ_{yz}, γ_{zx} との関係から[11]

$$\left.\begin{aligned}
&\sigma_x \neq 0, \quad \sigma_y = \sigma_z = \gamma_{xy} = \gamma_{yz} = \gamma_{zx} = 0 \\
&\sigma_x = -(\lambda e + 2G\varepsilon_x) = -E\frac{(1-2\nu)\varepsilon_x + \nu(\varepsilon_x+\varepsilon_y+\varepsilon_z)}{(1+\nu)(1-2\nu)} \\
&\sigma_y = -(\lambda e + 2G\varepsilon_y) = -E\frac{(1-2\nu)\varepsilon_y + \nu(\varepsilon_x+\varepsilon_y+\varepsilon_z)}{(1+\nu)(1-2\nu)} = 0 \\
&\sigma_z = -(\lambda e + 2G\varepsilon_z) = -E\frac{(1-2\nu)\varepsilon_z + \nu(\varepsilon_x+\varepsilon_y+\varepsilon_z)}{(1+\nu)(1-2\nu)} = 0
\end{aligned}\right\} \tag{4}$$

但し　　$e = \varepsilon_x+\varepsilon_y+\varepsilon_z$＝体積歪

$$\lambda = \frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)} = \text{Lamé の常数}$$

とおくことが出来，従って

$$\sigma_x = -E\varepsilon_x, \quad \varepsilon_y = \varepsilon_z = -\nu\varepsilon_x \tag{5}$$

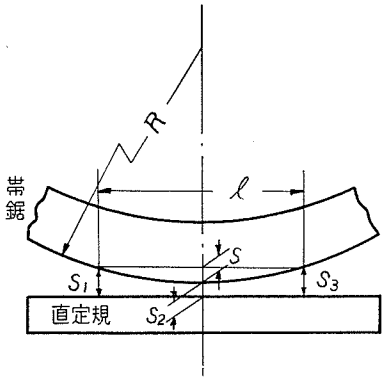
が得えれる。

結局，この問題の残留歪の計算式としては，式 (3), (5) から

$$\varepsilon_x = \frac{1}{6}\left\{(h-y)^2\frac{dc_x}{dy} - 4(h-y)c_x + 2\int_0^y c_x d\eta\right\} \tag{6}$$

式 (3), (6) 中の c_x は，xy 平面内における曲率の変化であって，この測定には次の方法を用いる。

第 3 図において，測定しようとする帯鋸を定盤に平らに置き背側端縁に接近して，予め検定した直定規を置き，標点 l の両端と中央における隙間 s_1, s_2, s_3 を測定し，$s_1=s_3$ になる様に調整すれば，



第 3 図

$$s_1 - s_2 = s_3 - s_2 = s$$

$$\frac{1}{R} = \frac{8s}{l^2}$$

今帯鋸の前縁から薄い幅を削り去り 1 回の切削の前後にこの測定を行なって

s, s'＝切削前後における矢高 mm

R, R'＝切削前後における背線の曲率半径 mm

とすれば，

$$c_x = \frac{1}{R'} - \frac{1}{R} = \frac{8(s'-s)}{l^2} \tag{7}$$

$t=s'-s$＝切削前後の l 間における矢高の差，と書き直すと，

$$c_x = \frac{8t}{l^2} \tag{8}$$

従って，式(3)，(6)は，c_x のかわりに t を用いて

$$\sigma_x = -\frac{4E}{3l^2}\left\{(h-y)^2\frac{dt}{dy} - 4(h-y)t + 2\int_0^y t d\eta\right\} \tag{9}$$

$$\varepsilon_x = \frac{4}{3l^2}\left\{(h-y)^2\frac{dt}{dy} - 4(h-y)t + 2\int_0^y t d\eta\right\} \tag{10}$$

が求める残留主応力又は残留歪の計算式となる。

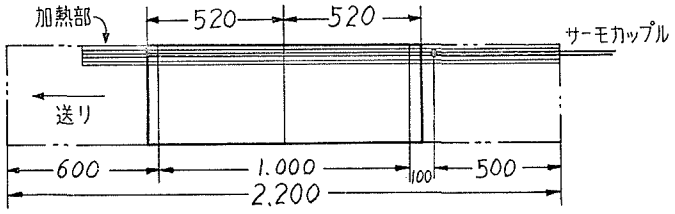
3. 実　　験

3·1 帯鋸の試料

帯鋸は幅 5″ (127 mm)，厚さ 20 G (0.9 mm)，材質は SKS-5，化学成分および熱処理条件は第1表の通りである。

第1表　帯鋸の化学成分及び熱処理条件

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
0.80	0.23	0.30	0.009	0.015	0.19	0.90	0.06
焼入温度	890°C	保持時間	2 min				
焼もどし温度	485°C	保持時間	50 sec				



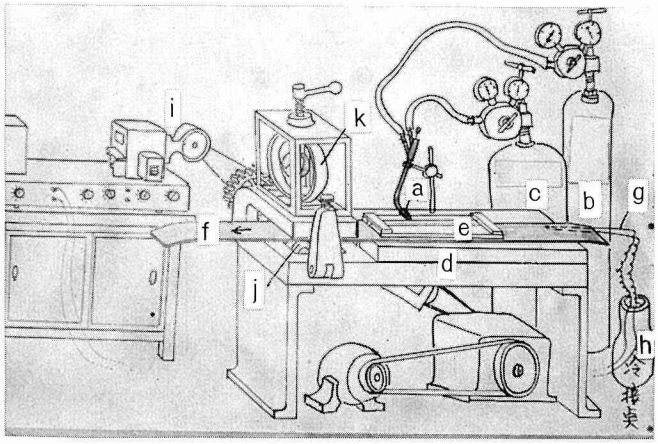
第 4 図

試料の長さはテンション，バック，加熱温度を測定する必要から，2200 mm とし第4図のようにとった。

3·2 ロール，ヒート腰入装置

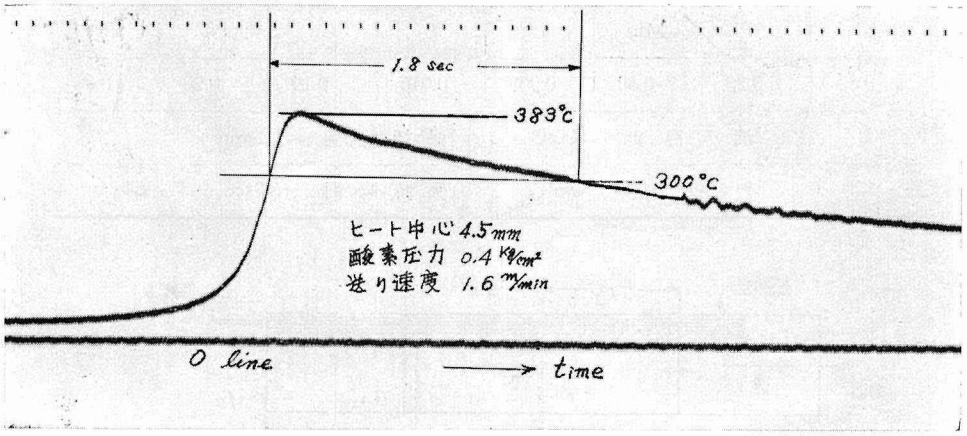
第5図に示す本体は富士製作所製帯鋸ロール機で，ロール腰入の荷重測定のためプルービングリング k を取り付けた。ロール j の半径は 38.5 mm，筒面半径は 115 mm である。

ヒート腰入の場合は，この装置のほかにガス火熖を加熱部に集中させるため，帯鋸に触れないように，定盤 d に固定されたカバー e をかけ，火口が当る部分に 7 mm 幅の窓をあけた。加熱にはガス溶接器を使用し，火口は 25 ℓ/h のもので火熖は標準の中性熖とした。火口の傾



a. 火　　口　　b. 酸素ボンベ　　c. 溶解アセチレンボンベ
d. 腰入定盤　　e. 火焔遮蔽装置（カバー）　　f. 帯　　鋸
g. サーモカップル　　h. 冷　接　点　　i. オッシログラフ
j. ロ　ー　ル　　k. プルービングリング

第 5 図

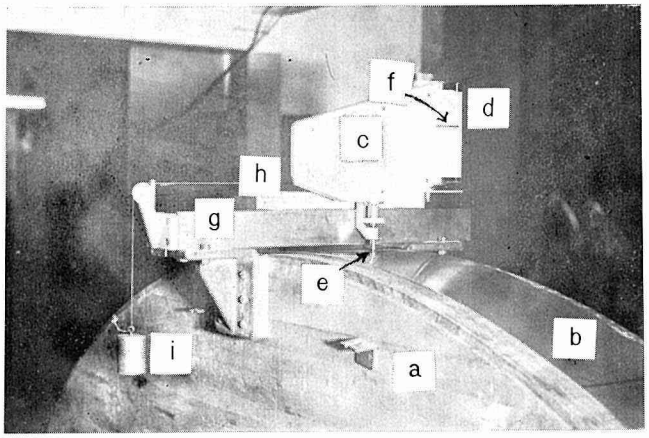


第 6 図

は帯鋸の送り方向に垂直から 30° 傾斜させ，帯鋸から火焔の白色錐の先端迄の距離が 1～2 mm 位になるよう火口 a の高さを調節した。酸素の圧力は 0.4 kg/cm² を採用した。加熱温度の測定は鋸に溶接した熱電対の熱起電力をオッシログラフに導きオッシロペーパーに記録させ最高温度と 300°C 以上の加熱保持時間が求められる。記録の一例を第 6 図に示す。

3·3 テンョシンの測定

写真 1 は，著者考案の帯鋸テンション測定記録装置を示す。テンションの形状，量は，帯鋸を保持する状態によって変化するもので，長手方向の曲率と関係があることを指摘した[6),7),12)]。従ってテンション形状および量を正確に測定，表現するためには，長手方向に既知の一定曲率に保つ必要がある。写真 1 に示す装置は，曲率半径 $\rho=1$ m の木型（幅 7″）上に帯鋸を沿わせた



a．木　　型　b．帯　　鋸　c．拡大装置
d．記　錄　紙　e．触　　針　f．ペンホルダー
g．スライド定盤　h．スライド　i．釣合重り

写真 1

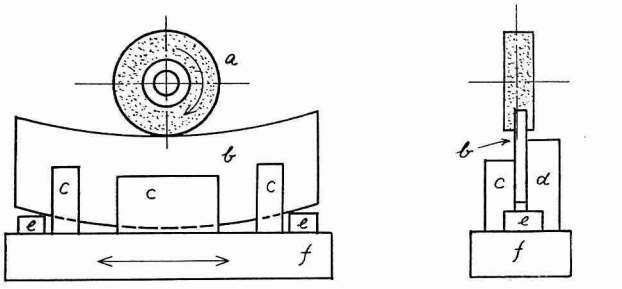
状態で，幅の方向の曲率を，50 倍に拡大して円筒にまきつけた方眼紙上に記録するもので，幅の方向の倍率は 1 である。

3·4 歪の測定

ロール又はヒート加工した帯鋸（長さ 2200 mm）を 520 mm の長さに切り第 7 図，写真 2 のように平面研削盤のテーブルにセットし，一方の端縁から順次研削除去しつつ変化する背縁線の曲率を測定する。

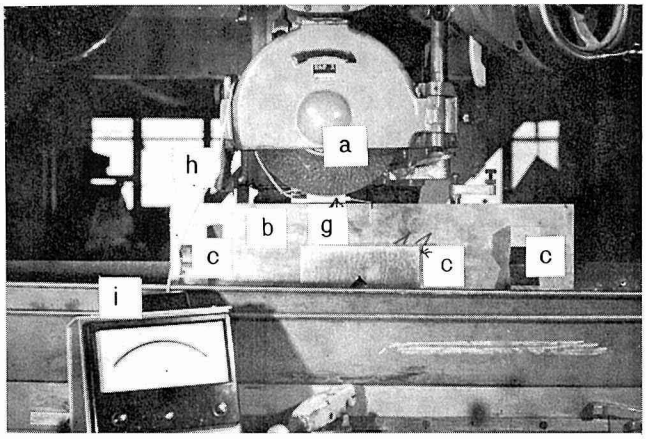
1 回の研削量を 0.005 mm とし，ロール又はヒート加工した側から，0.5 又は 1 mm 連続研削後，研削側と反対側について第 8 図の s_1, s_2, s_3 を電気マイクロで測定し s を求める。

なおこの試料の曲線に沿った研削がのぞましいが，幸い l=500 mm 程度ならば s が研削量（0.5～1.0 mm）に比較して桁違いに小さいから，曲率による研削量の相違の影響を無視できるものとして，テーブルに固定したまま，一方の端からテーブルに平行に研削する方法をとった。



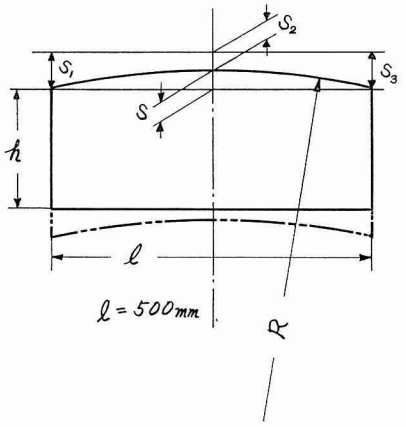
a．砥石車　　b．試　　料　c．試料押えブロック
d．試料押えスタンド　e．パッキング　f．マグネットチャック

第 7 図



a．砥 石 車　　b．試　　料　　c．試料押えブロック
g．電気マイクロ検出部　　h．リ ー ド 線　　i．電気マイクロ指示部

写 真 2

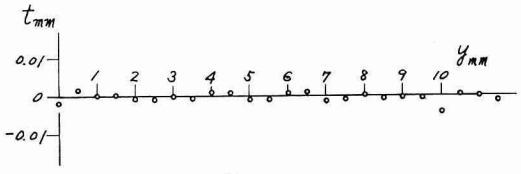


第 8 図

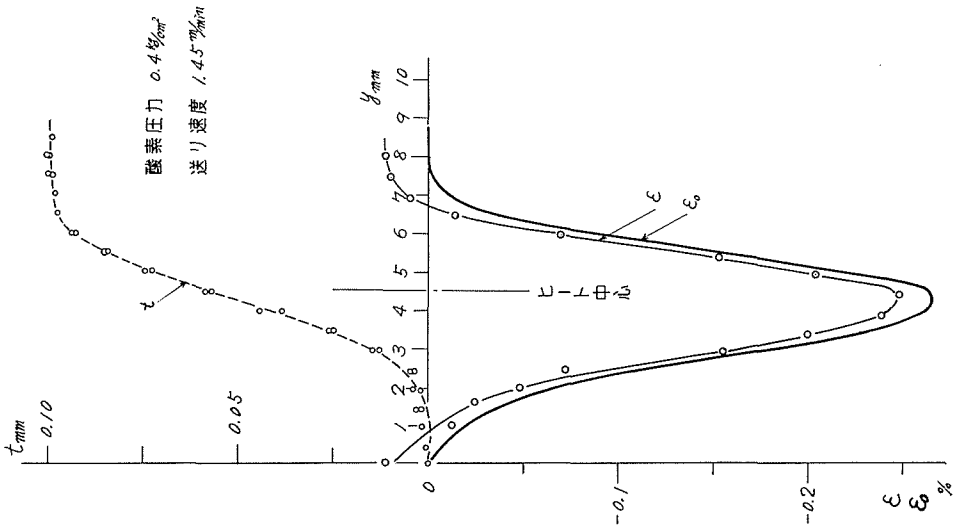
4. 実験の結果と考察

まず測定値のバラツキがどの程度であるか，又素材の圧延，熱処理の幅方向の差違により，素材に残留する歪がどの程度であるかを調べるために，素材のままのものを研削して矢高の差 t を求めてグラフを画いて見ると第9図のようになる。即ち ±0.001 mm の範囲であった。

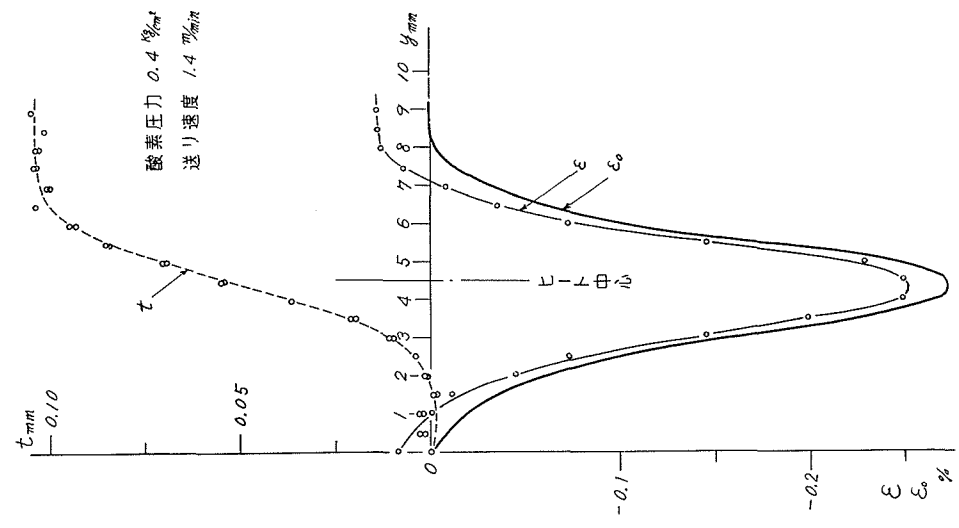
第10図はヒート加工による場合，端からの距離 $h_1=4.5$ mm の線上を，酸素ガス圧力



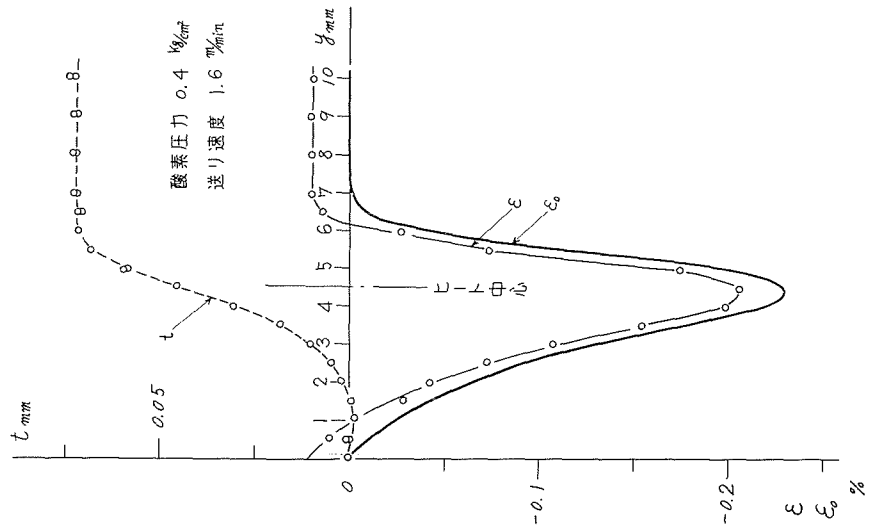
第 9 図


酸素圧力 0.4 kg/cm²
送り速度 1.45 m/min
t mm
0.10
0.05
t
y mm
ヒートセン
ε
ε₀
0
-0.1
-0.2
ε ε₀ %

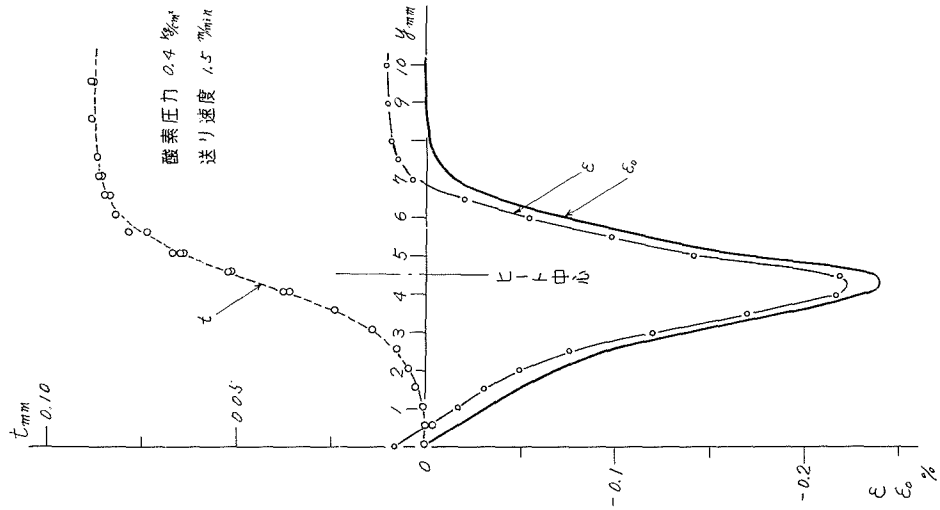
第10図 b


酸素圧力 0.4 kg/cm²
送り速度 1.4 m/min
t mm
0.10
0.05
t
y mm
ヒートセン
ε
ε₀
0
-0.1
-0.2
ε ε₀ %

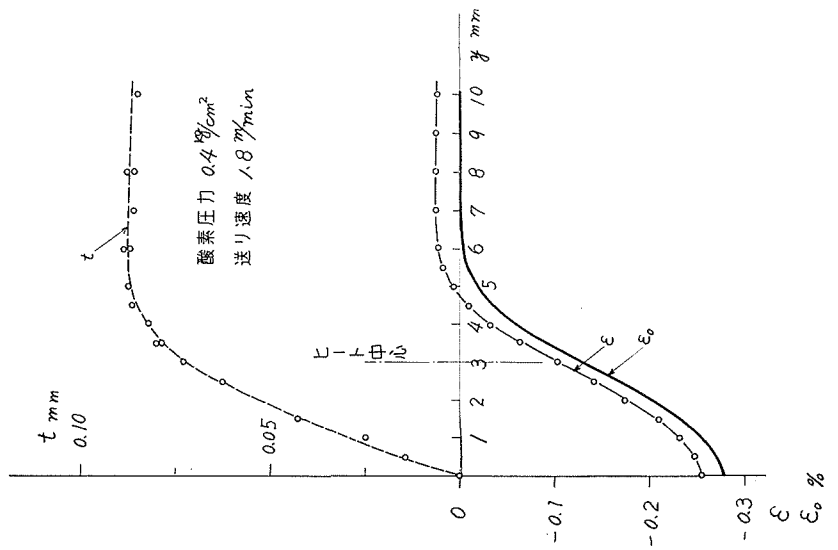
第10図 a


酸素圧力 0.4 kg/cm²
送り速度 1.6 m/min
t mm
0.05
ヒート中心
y mm
ε
ε₀
0
-0.1
-0.2
%

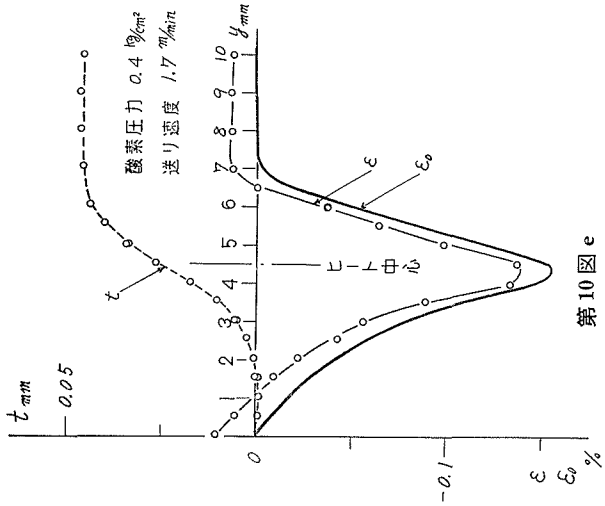
第10図 d


酸素圧力 0.4 kg/cm²
送り速度 1.5 m/min
t mm
0.10
0.05
ヒート中心
y mm
ε
ε₀
0
-0.1
-0.2
%

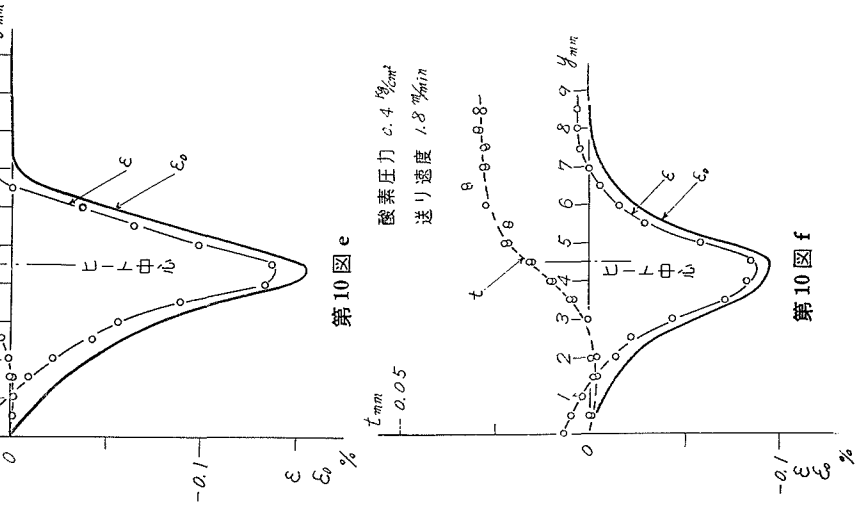
第10図 c



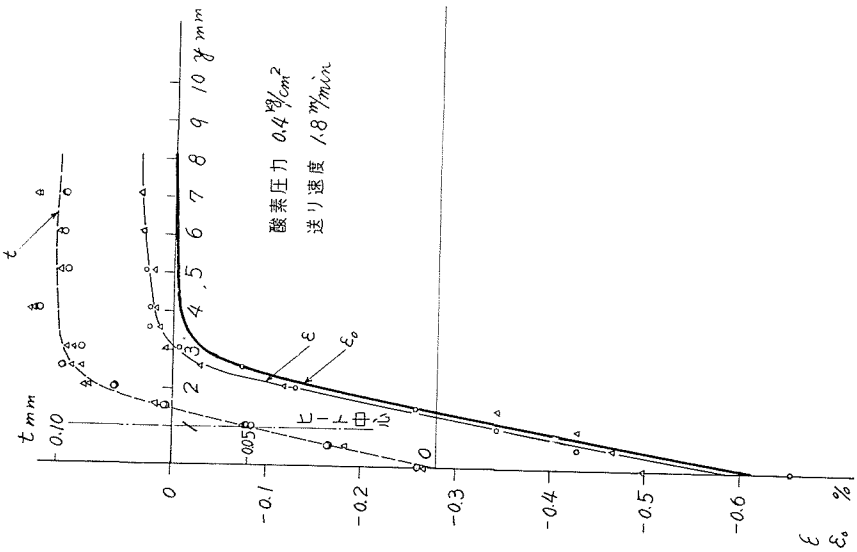
第 10 図 g



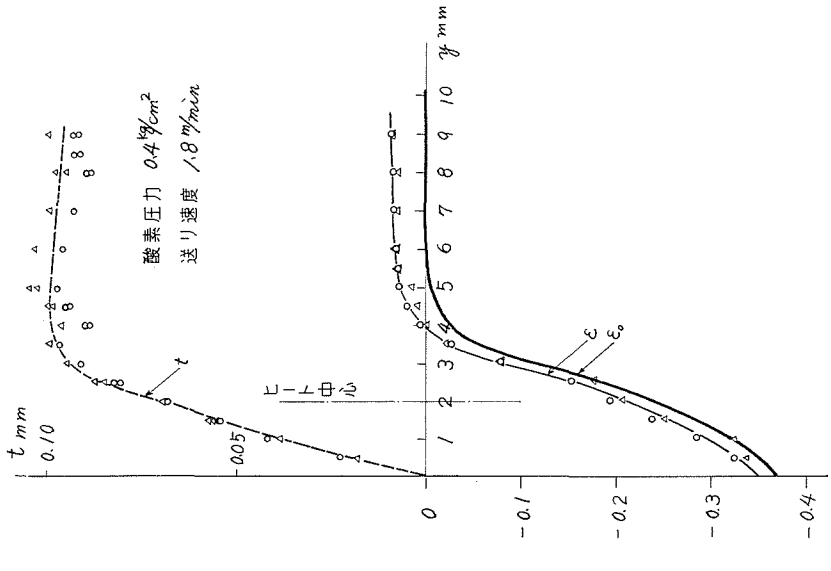
第 10 図 e



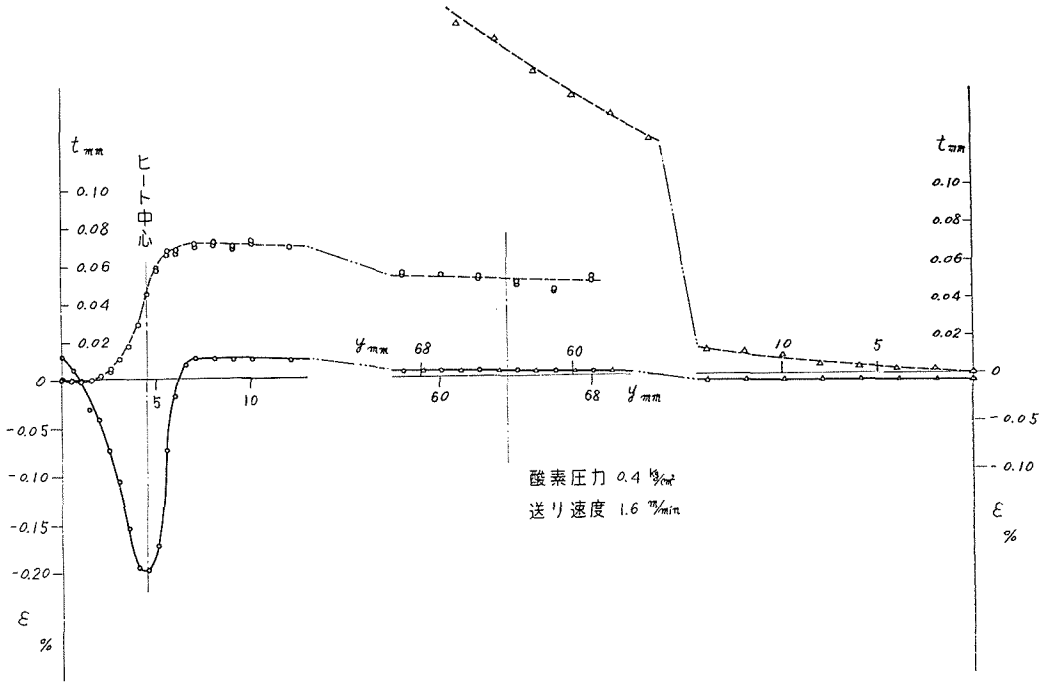
第 10 図 f


酸素圧力 0.4 kg/cm²
送り速度 1.8 m/min
ヒート中心
t mm
0.10
0.05
8
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 y mm
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
-0.5
-0.6
ε
ε₀ %

第 10 図 i


酸素圧力 0.4 kg/cm²
送り速度 1.8 m/min
ヒート中心
t mm
0.10
0.05
8
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 y mm
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
ε
ε₀ %

第 10 図 h



第 11 図

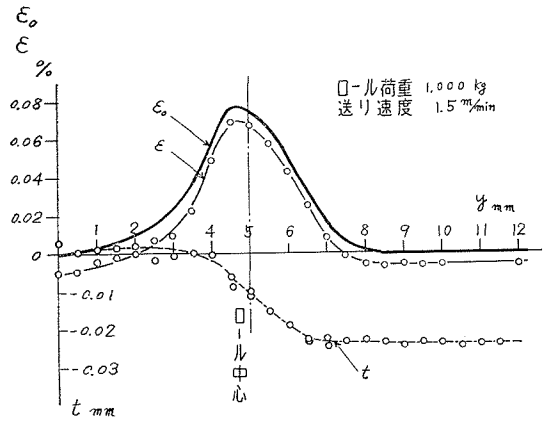
p_0=0.4 kg/cm² と一定にし，帯鋸の送り速度 v を 1.4～1.8 m/min に変化して加熱した試片について，帯鋸の幅 y に対する矢高の変化 t (点線) と，それをもとに計算された残留歪 (実線) を示すものである。

第 11 図は特に，全幅に亘る残留歪分布を測定するために，同様の試料 2 枚について，夫々，互に反対の側から，全幅のほぼ 1/2 を研削除去測定した結果であって，全幅に亘り，予想される分布を示している。

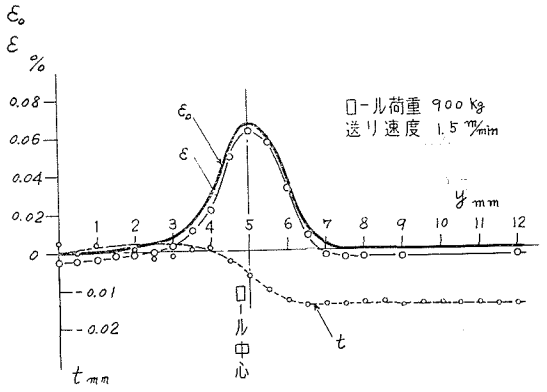
第 12 図はロール加工による場合で，圧延速度を 1.5 m/min と一定にし，ロール荷重 1,000～500 kg に変化した試片について測定されたものである。

測定される残留歪 ε は，加工後，平らな定盤に置くだけで，外力のかからぬ自由な状態に保った場合，厚さの方向には平均値として考え，幅の方向に分布する歪であって，全幅に対し，応力が釣合った状態で測定されたものである。従って，この歪分布を応力に換算し，全断面に亘って合計されたものは 0 となり，又，モーメントの釣合も保たれている。

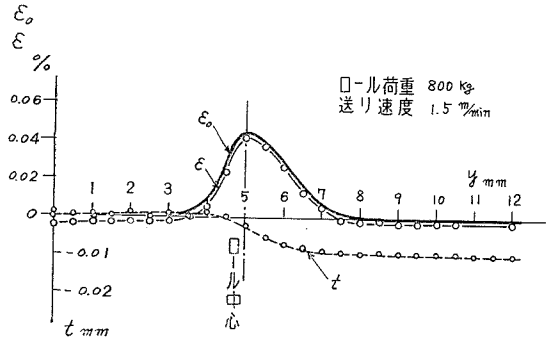
従ってヒート加工及びロール加工によって塑性変形をうけた部分 (幅 h_0) には，当然歪が存在するが，加工の影響を受けぬ部分にも，以上にのべた力とモーメントの釣合を保つために歪 (弾性歪) が存在する。然しこの歪分布は，全体として一つの直線の上に乗るもので，その直線の上に出た部分が，最初に与えられた塑性歪である。この塑性歪は，云わば，拘束した状態で加工した時，その拘束を解かぬ状態で測定されるべきもので，直線部分から上を書き直し，



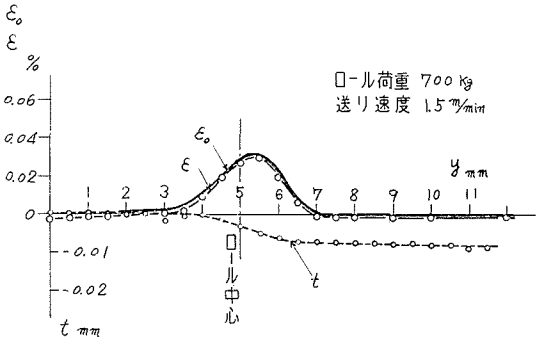
第 12 図 a



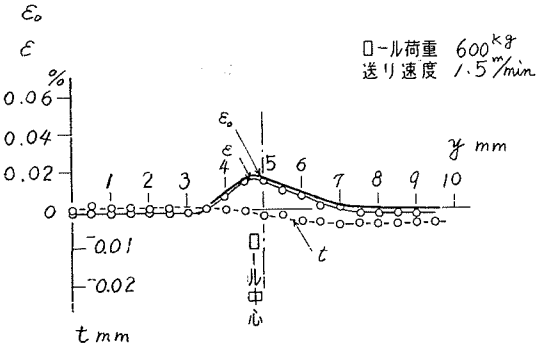
第 12 図 b



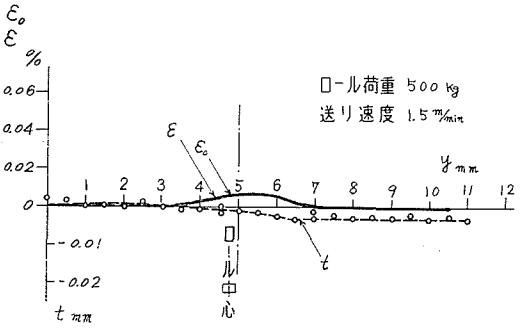
第 12 図 c



第 12 図 d



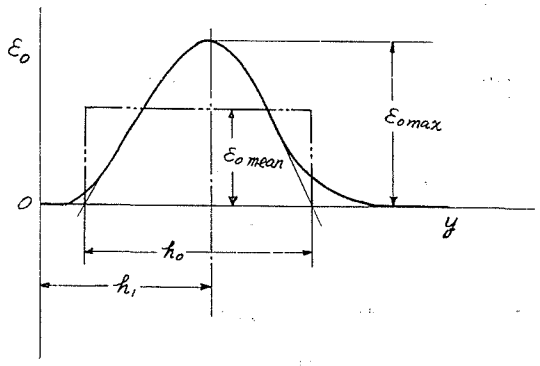
第 12 図 e



第 12 図 f

ε_0 として第 10, 12 図中に記入した。

測定された歪 ε_0 は図の様に極大値 $\varepsilon_{0\,max}$ を有し角の丸い山形を示すが，これを第 13 図の様に作図し，歪部分の幅 h_0 を底辺とする矩形分布に置きかえると，h_0 に亘って平均値 $\varepsilon_{0\,meam}$ を得る。



第 13 図

これらの結果をまとめて表示したものが第 2 表及び第 3 表である。ヒート加工の結果を示す第 2 表中には，加工中の最高加熱温度 T, 裏面で測定される青変の幅，歪分布の測定から求められる歪部分の幅 h_0, 上記の $\varepsilon_{0\,max}$, $\varepsilon_{0\,mean}$ などを表わし，ロール加工の結果は第 3 表の様に，ロール圧痕の幅と上記 h_0, $\varepsilon_{0\,max}$, $\varepsilon_{0\,meam}$ などを示す。

第 2 表　ヒート加工

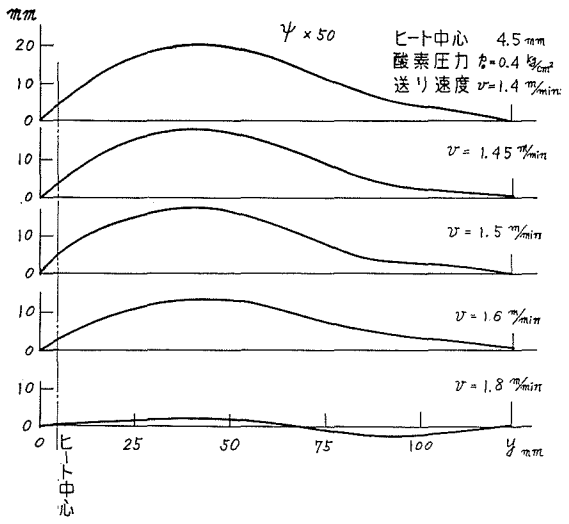
酸素圧力 p_0 (kg/cm²)	送り速度 v (m/min)	ヒート中心位置 h_1 (mm)	加熱最高温度 T (°C)	青変の幅 (mm)	歪部分の幅 h_0 (mm)	歪の最大値 $\varepsilon_{0\,max}$ (%)	歪の平均値 $\varepsilon_{0\,mean}$ (%)	バック測定値 s (ℓ=500mm) (mm)	バックからの計算値 ε_0^B (%)	テンション最大高さ ψ_{max} (ρ=1m) (mm)	テンションからの計算値 ε_0^T (%)
0.4	1.4	4.5	384	4	4.5	−0.272	−0.195	0.104	−0.215	0.39	−0.178
0.4	1.45	4.5	363	4	5.0	−0.265	−0.170	0.100	−0.185	0.36	−0.150
0.4	1.5	4 5	360	4	4.5	−0.240	−0.162	0.087	−0.179	0.34	−0.160
0.4	1.6	4.5	345	3	4.2	−0.229	−0.156	0.072	−0.159	0.26	−0.140
0.4	1.7	4.5	330	3	3.9	−0.155	−0.115	0.046	−0.110	—	—
0.4	1.8	4.5	310	3.5	3.7	−0.095	−0.075	0.028	−0.071	0.06	−0.07
0.4	1.8	3	350	3.5	4.7	−0.240	−0.185	0.087	−0.167	0.39	−0.170
0.4	1.8	2	350	3.2	3.9	−0.284	−0.236	0.096	−0.217	0.37	−0.197
0.4	1.8	2	—	3.2	3.8	−0.281	−0.253	0.104	−0.238	0.35	−0.192
0.4	1.8	1	413	2.5	2.7	−0.519	−0.386	0.105	−0.340	0.40	−0.304
0.4	1.8	1	380	2.5	2.3	−0.664	−0.431	0.100	−0.380	0.36	−0.326

第 3 表　ロール加工

ロール荷重 (kg)	送り速度 v (m/min)	ロール中心位置 h_1 (mm)	ロール条痕幅 (mm)	歪部分の幅 h_0 (mm)	歪の最大値 $\varepsilon_{0\,max}$ (%)	歪の平均値 $\varepsilon_{0\,mean}$ (%)	バック測定値 s (ℓ=500 mm) (mm)	バックからの計算値 ε_0^B (%)
1,000	1.5	5	5.5	4.7	0.077	0·050	0.0220	0.044
900	1.5	5	5.5	3.1	0.066	0.048	0.0145	0.044
800	1.5	5	5.5	3.2	0.045	0.029	0.0090	0.026
700	1.5	5	5.5	3.2	0.032	0.022	0.0067	0.020
600	1.5	5	5	3.9	0.018	0.010	0.0034	0.008
500	1.5	5	5	4.0	0.007	0.004	0.0020	0.005

この結果歪部分の幅はヒート加工の場合は青変の幅，ロール加工の場合は圧痕の幅を以てほぼ推定されることがわかる。

尚，ヒート加工を施した試料について，前述の方法でテンション形状を測定した例を第 14 図に示す。著者の一人は帯鋸の一方の端にヒート加工を施した場合に，テンションの山の高さ ψ_{max} と与えた歪 ε_0，歪部分の幅 h_0 との間の関係から次の関係式を導けることを指摘した。



第 14 図

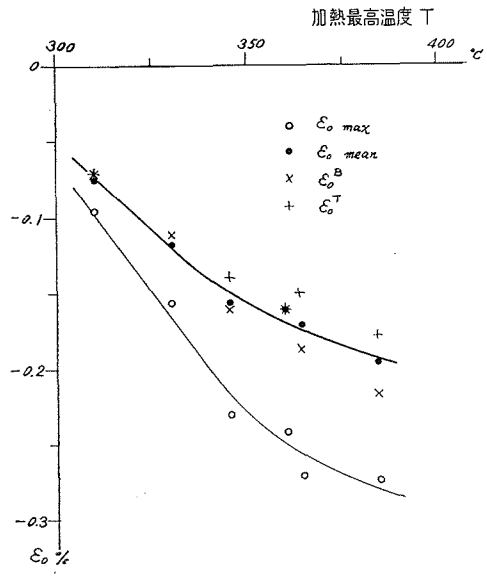
$$h_0\varepsilon_0 = 0.01637\,\psi_{max} + 0.001615 \qquad (11)^{6),7)}$$

加熱部分が端に近い場合も実用的にはテンションの形状が式(11)で表わせることから，式(11)を用い，測定された ψ_{max} から歪 ε_0 を計算し，ε_0^T として第 2 表に掲げた。また著者の一人はバック量と $h_0\varepsilon_0$ との関係についても，次の式を導いている。

$$h_0\varepsilon_0 = h^2/6\cdot R_F \quad \text{(端加熱の場合)} \qquad (12)^{6),7)}$$

$$h_0\varepsilon_0 = h^2/6\cdot R_F[1-(2\,h_1/h)] \quad \text{(中間加熱の場合)} \qquad (13)^{6),7)}$$

これらの式(12), (13)を用い，最初に与えたバック量 $(1/R_F)$ から計算される歪 ε_0 を ε_0^B で表わせば，第 2 表中の様な数値になる。



第 15 図

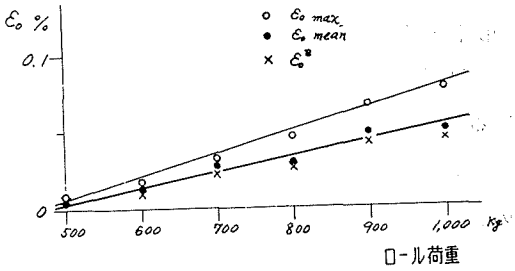
ロール加工の場合も，同様の考え方で，バック量から計算される歪 ε_0^B を定めることができるので，第 3 表中に示した。

次に以上の様にして測定された $\varepsilon_{0\,max}$, $\varepsilon_{0\,mean}$ 及び計算された ε_0^B, ε_0^T を図示したのが第 15 図，第 16 図で，ヒート加工の場合は，加熱最高温度 T に対し，ロール加工の場合はロール荷重に対して目盛ってある。

先ず第 15 図について，歪 $\varepsilon_{0\,max}$, $\varepsilon_{0\,mean}$ は，加熱温度がほぼ 300°C に近い点から現われ，加熱温度が上昇するに従って歪の値も大きくなり，バック，テンションからの計算値 ε_0^B, ε_0^T もほぼ $\varepsilon_{0\,mean}$ の附近に現われておる

ことがわかる。

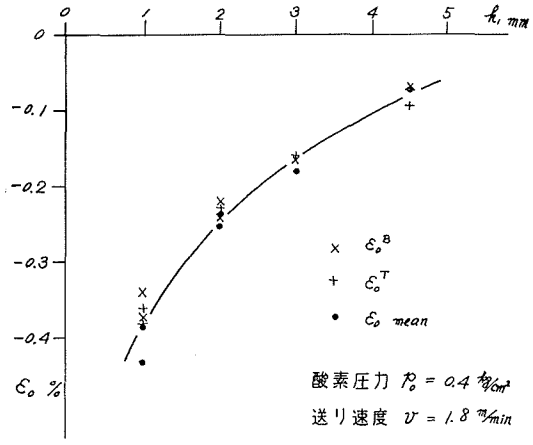
また第16図は，ロール荷重がほぼ500 kgの附近から歪が残り，ロール荷重と共に増加し，バックから計算される ε_0^B がほぼ $\varepsilon_{0\,\mathrm{mean}}$ に近い値を示している。



第 16 図

著者の一人[6),7),8)]は，ヒート加工によって与え得る歪が −0.1〜−0.2% に達し，ロール加工によって与え得る歪は 0.03〜0.06% に留まることを指摘したが，この実験の結果，その推定が定量的にもほぼ正確であったことが証明された。

尚，ヒート加工を施す場合，実用的には種々の理由で帯鋸の歯底線から 5 mm 程度内部に入った部分を加熱，腰入するが，加熱部位を端にとると，冷却の差があるために，同じ条件で加熱しても，加熱最高温度が高く現われ，従って歪の値も大きく，又同量の歪を与えた場合でも，端の場合はテンションが強く入ることは，理論的に証明される[6),7)]。



第 17 図

この状況を確認するために，同じ加熱条件で，加熱部分の位置だけを変化した場合の歪を測定し，一方テンション，バック量からも歪を計算して第 17 図及び第 2 表に示した。端に近づく程，明らかに歪の値は大きくなっている。

5. むすび

普通に実用される帯鋸素材について，二，三の条件の下に，ヒート加工及びロール加工を施し，残留歪の測定を行なった結果，次の事実を明らかにした。

(1)　ヒート加工によって加熱部分に与えられる残留歪は収縮の歪であり，歪分布の形状は山形となり，全幅に対する歪分布はよい釣合を示している。

これに対し，ロール加工により圧延部分に与えられる残留歪は伸びの歪で，歪分布は山形であり，全幅に亘る分布はよく釣合っている。

(2)　ヒート加工において初期歪が与えられるのは，加熱最高温度がほぼ 300℃ 附近からであって，実験の範囲では，加熱温度の上昇に比例して，歪の値が増加している。

ロール加工においては，ロール荷重がほぼ 500 kg から初期歪が生じ，ロール荷重の増加に比例して歪の値も増加する。

(3)　先に著者は，ヒート加工した帯鋸の変形を論じ，与えた歪の値とテンション測定値との関係式を導き，テンションの測定値及びバックの測定値から計算される歪として −0.1〜−0.2% 程度の値を求めたが，この実験で得られた塑性歪の数値は，上記の値とよく一致している。

更に著者は，ロール加工による場合もテンション測定値と圧延歪との関係式を与え，帯鋸の実用されるテンション形状から計算される歪として 0.03〜0.06% 程度の値を求めていたが，実験の結果もよくこの値と一致した。

(4)　実験に供したヒート加工の場合の試料について，テンション，バックを実測し，上記の計算式から歪の値を計算してみると，厳密な実測値とほぼ等しい値を与えることがわかる。

ロール加工の試料については，試料の長さの関係でテンション形状の測定は行なわなかったが，バックの値から計算される歪はこの実験の結果とよく一致する。

(5)　ヒート加工において，加熱条件が同一でも，加熱部分を端に近くとる程，歪の値は大きくなる。

文　　献

1) 土肥　修・山下良雄・小川　駿：日本機械学会 42 期全国大会前刷集 (昭 39. 10), 108.
2) 久野陸夫・土肥　修：北大工学部研究報告, 10 (昭 29. 5), 53.
3) 久野陸夫・土肥　修：北大工学部研究報告, 10 (昭 29. 5), 72.
4) 久野陸夫・土肥　修：北大工学部研究報告, 12 (昭 30. 5), 1.
5) 久野陸夫・土肥　修・山下良雄：北大工学部研究報告, 17 (昭 32. 12), 1.
6) 土肥　修：木材工業, 17-183 (昭 37. 6), 9; 17-187 (昭 37. 10), 16; 17-189 (昭 37. 12), 9.
7) 土肥　修：日本機械学会誌. 67-551 (昭 39. 12), 1835.
8) 久野陸夫・土肥　修：北大工学部研究報告, 15 (昭 31. 12), 135.
9) 久野陸夫・土肥　修：北大工学部研究報告, 9 (昭 28, 12), 8.
10) 土肥　修：日本機械学会論文集, 30-215 (昭 39. 7), 808.
11) S. Timoshenko: Theory of Elasticity, Mc Graw Hill.
12) 久野陸夫・土肥　修：北大工学部研究報告, 14 (昭 31. 4), 71.