539. 374. 2 : 539. 388. 22 : 621. 774. 37

引抜きダイス出口における管の変形について*

矢 沢 重 彦**

On the Plastic Deformation of Tubes at the Exit of Sinking Dies

by Shigehiko YAZAWA

The difference between diameters of die-hole and of sunk tube is due to a plastic deformation of the tube which occurs after it has left completely the wall of dies. This plastic deformation is analysed theoretically under several assumptions.

As a result, the difference between the diameters can be computed by using the values determined by sinking conditions and the mechanical properties of the sunk tube materials. The fillet radius of dies has a conspicuous influence on the plastic deformation of tubes and the ratio of the radius to the thickness of tubes should be larger than 10 to keep the difference between the diameters least.

Experiments are carried out on steel tubes. The results agree well with the analysis.

1. ま え が き

出口の径の同じダイスで同じ肉厚の管のから引抜き(心金を用いない引抜き)を行うと、減面率およびダイス形状等により仕上り管の外径および肉厚に差が生ずる。肉厚の増減はおもに減面率によって定まるが⁽¹⁾⁽²⁾、外径の変動は減面率の外にダイス出口部の形状によって影響される⁽³⁾。ダイス出口径と仕上り管径とに差がある現象は引細りとよばれる。引細り量とダイス出口径とをくらべると、引細りのひずみは明らかに塑性ひずみになるから⁽⁴⁾、管はダイス壁面から離れてのち、ある程度塑性変形を続けると考えられる。

使用したダイスの内面を調べると、ダイスの断面形状によってその程度に差があるが、出口部に環状の著しい摩耗こんがみられる⁽⁵⁾。このことからこの部分に高い集中圧力が作用し、この圧力はダイスを離れてのちの管の塑性変形に必要な力であり、したがって引細り量の大きいほど摩耗も著しいと思われる。伸管ダイスには、引細りが少く、出口部の局部摩耗の著しくならない形状が望ましい。

引細り、すなわち伸管ダイス出口における管の変形については、上に引用した岡本氏の実験的研究があるだけと言ってよい。伸管ダイスの形状を選定するためには、前に報告したダイス入口の管の変形の研究⁽⁶⁾とならんで、引抜き条件およびダイス出口形状と引細りお

よびこれに必要な力との間の一般的な関連を知ることが望ましいので、このような関連を求めるために解析を行った。

2. ダイス出口の管の変形

第1図に途中止め引抜きを行って求めたダイス出口近傍の管の外表面の形状と、ダイスの形状とを引抜きときの相対位置において示してある。引抜き条件は同図に示したように実際の伸管作業におけるものに近から、この程度の変形はから引抜き作業において常に生じているとみてよい。管は第1図のようにダイスの出口平行部に達するまえにダイス壁からはなれ、軸断面内でその曲率が減少しつつ、同時にその外径も減少している。

一般に円すいダイスにおいてもその断面をみると、円すい部の直線と出口平行部の直線とは、円弧によってなめらかにつながれている。普通に用いられる円すいダイスの半角は 10° 以上、 15° 内外であるから、

第1図 伸管ダイス出口における管の変形

* 昭和 29 年 10 月 28 日 第 591 回講演会において講演，原稿受付 昭和 34 年 2 月 19 日。

** 正員，機械試験所（東京都杉並区住吉町 132）。

$$\sigma_B = K \epsilon_B \dots\dots\dots (7)$$

軸断面内の曲げ変形に対して，塑性曲げの初等理論の仮定を用い，曲げ変形により肉厚が変化せず，曲げの中立面は管肉の中央面に一致し，曲げられるまえに管肉の縦繊維に直交する平面は曲げられたのちも平面を保持して縦繊維に直交するとすれば，

$$\epsilon_B = t/\rho \dots\dots\dots (8)$$

(7) および (8) 式より

$$\sigma_B = Kt/\rho \dots\dots\dots (9)$$

出口の塑性変形をしている管の部分に，第 3 図に示すように中立面において単位幅を有する帯を考える．この帯の両側面が管軸においてはさむ角は $1/r_N$ であるが，引細りによる r_N の変化はたかだか 3% 程度であるから，両側面のはさむ角はどの部分でも一定であるとする．

第 3 図 応力のつりあい

出口の塑性変形の終了する点には実際には管肉の各層において異なると考えられるが，計算の便宜上前報において仮定したと同様に第 2 および 3 図のごとく， $x < 0$ の部分はすべて弾性域， $x \geq 0$ の部分は塑性域にあると考える．この場合の弾性域は，入口の変形の場合と逆に管が $x=0$ における状態から弾性的に復元する部分である．この復元における応力とひずみとの関係が，応力およびひずみが 0 の状態から塑性域まで増して行くときと同じであり，また引拔力が管の断面積に一樣に分布するとすれば，一樣な引張応力を受けている管が $x \geq 0$ にある塑性変形している部分からの作用を受けて変形するのと同じように考えることができる． $x \geq 0$ にある部分の作用は，曲げモーメント，引拔力に等しい軸方向力および軸に垂直な環状力であらわされる． $x=0$ における塑性曲げモーメントを無視できるとすれば，環状力をつぎのようにして求められる．環状力を中立面円周の単位長さ当り V_0 とすると，管端の弾性変形による中立面半径の減少量 y_{E0} は⁽⁷⁾

$$y_{E0} = V_0 / 2\beta^3 D$$

ただし

$$\beta = \sqrt[3]{3(1-\mu^2)/r_{N0}^2 \cdot T^2}, \quad D = ET^3/12(1-\mu^2)$$

$x=0$ における中立面上の円周応力 σ_{TN0} は

$$\sigma_{TN0} = -E y_{E0} / r_{N0}$$

この二式より

$$V_0 = -\sigma_{TN0} r_{N0} (\beta T)^3 / 6(1-\mu^2) \dots\dots\dots (10)$$

$x=0$ より塑性域にはいるから，この点の軸方向応力を引拔応力に等しいとすると

$$-\sigma_{TN0} = c_0 - z$$

したがって

$$V_0 = (c_0 - z) r_{N0} (\beta T)^3 / 6(1-\mu^2) \dots\dots\dots (11)$$

V_0 は $x=0$ において弾性変形域から塑性変形域に作用する力とつりあう．

帯の側面に作用する円周応力の管表面の法線方向の合力は $(-\sigma_T) T \cdot dx / r_{Nx}$ であり，その管軸に垂直な成分は $(-\sigma_T) T \cdot dx \cos \psi / r_{Nx}$ ，平行な成分は $(-\sigma_T) T \cdot dx \sin \psi / r_{Nx}$ である．

帯に作用する力の垂直方向のつりあいから

$$V_X = \int_0^X (-\sigma_T) T \cdot dx \cdot \cos \psi / r_{Nx} + V_0 + \sigma_{LX} T \sin \alpha \dots\dots\dots (12)$$

同じく水平方向のつりあいから

$$H_X + \sigma_{LX} T \cos \alpha = \int_0^X (-\sigma_T) T \cdot dx \sin \psi / r_{Nx} + z \cdot T \dots\dots\dots (13)$$

帯に作用するモーメント M_1 は，水平分力 $(-\sigma_T) T \cdot dx \sin \psi / r_{Nx}$ によるモーメントを ψ および

y_N の小さいことから無視できるとし、管軸に向ってたわませるものを正にとると

$$M_1 = z \cdot T \cdot y_{Nx} + \int_0^x \int_0^x (-\sigma_T) T \cos \psi \cdot dx \cdot dx / r_{Nx} + V_0 x$$

上式の積分において σ_T , ψ および r_{Nx} は x の関数であるから、その関数形がわからなければ積分はできない。しかし、 ψ の最大値は α であり、 α は普通用いられる形状のダイスでは 5° 以上になることはなく、また r_{Nx}/r_{N0} は普通の引抜きにおいては 1.03 程度以上になることはないで、 $\cos \psi = 1$, $r_{Nx} = r_{N0}$ とおいて計算しても大きな誤差は生じない。出口の変形量が小さいことから、積分中の σ_T を定めるとき、この部分の材料の降伏応力は c_0 に等しくまた $\sigma_l = z$ とおけるとすれば、(6) 式より

$$-\sigma_T = c_0 - \sigma_l = c_0 - z$$

これらを上式に入れてモーメントを求めると、

$$M_1 = z \cdot T \cdot y_{Nx} + (c_0 - z) T \cdot x^2 / 2 r_{N0} + V_0 x \quad \cdots (14)$$

曲げ応力のモーメント M_2 は M_1 と同じ符号を用いて (9) 式より

$$M_2 = K T^3 / 12 \rho \quad \cdots (15)$$

$M_1 = M_2$, $1/\rho = d^2 y_{Nx} / dx^2$ とおき、整理すると

$$\frac{d^2 y_{Nx}}{dx^2} = \frac{12z}{K T^2} y_{Nx} + \frac{12V_0}{K T^3} x + \frac{6(c_0 - z)}{K T^2 r_{N0}} x^2 \quad \cdots (16)$$

$12z/KT^2 = a$, $12V_0/KT^3 = b$, $6(c_0 - z)/KT^2 r_{N0} = d$ とおき、(16) 式をとくと

$$y_{Nx} = A e^{\sqrt{a}x} + B e^{-\sqrt{a}x} - (dx^2/a + bx/a + 2d/a^2) \quad \cdots (17)$$

積分定数 A および B を定めるため $x=0$ における条件 $y_{N0} = y_{N0}' = 0$ を用い、求まった A および B を (17) 式に代入すると、

$$y_{Nx} = (2d/a^2 + b/a\sqrt{a}) e^{\sqrt{a}x/2} + (2d/a^2 - b/a\sqrt{a}) e^{-\sqrt{a}x/2} - (dx^2/a + bx/a + 2d/a^2) \quad \cdots (18)$$

(18) 式を整理してかき直すと

$$y_{Nx} = [\cosh \sqrt{a}x - 1 - (\sqrt{a}x)^2/2] 2d/a^2 + (\sinh \sqrt{a}x - \sqrt{a}x) b/a\sqrt{a} - dx^2/a \quad \cdots (19)$$

(19) 式より、

$$y_{Nx}' = (\sinh \sqrt{a}x - \sqrt{a}x) 2d/a\sqrt{a} + (\cosh \sqrt{a}x - 1) b/a \quad \cdots (20)$$

$$y_{Nx}'' = (\cosh \sqrt{a}x - 1) 2d/a + \sinh \sqrt{a}x \cdot b/\sqrt{a} \quad \cdots (21)$$

ダイスから管がはなれる点 $x=X$ において、 $1/y_{Nx}''$

はダイス円弧半径 ρ_D に肉厚の $1/2$ を加えたものに等しいから

$$1/(\rho_D + T/2) = (\cosh \sqrt{a}X - 1) 2d/a + \sinh \sqrt{a}X \cdot b/\sqrt{a} \quad \cdots (22)$$

管の寸法および機械的性質がわかれば a , b および d が定まり、これらと (22) 式とから ρ_D に対応して X の値が求まる。この X の値を (19) および (20) 式に入れて、曲げ変形による管半径の減少量 y_{NX} および管とダイスがはなれる点の傾き角 $\alpha (y_{NX}' = \tan \alpha)$ が求まる。

また、この X の値を (12) 式に入れて、曲げモーメントの計算におけると同じ仮定を用い $\cos \psi = 1$, $r_{Nx} = r_{N0}$ および $\sigma_T = c_0 - z$ とし、また $\sin \alpha$ を無視すると

$$V_X = V_0 + (c_0 - z) T \cdot X / r_{N0} \quad \cdots (23)$$

(13) 式において T/r_{Nx} および $\sin \psi$ が小さいので積分の項を無視できるとし、また $\cos \alpha = 1$ とおくと

$$H_X = (z - \sigma_{lX}) T \quad \cdots (24)$$

第3図より

$$H_X = V_X \tan(\alpha + \delta) \quad \cdots (25)$$

ただし δ は摩擦角、

(23)~(25) 式より

$$(z - \sigma_{lX}) = [V_0 + (c_0 - z) T \cdot X / r_{N0}] \tan(\alpha + \delta) / T \quad \cdots (26)$$

すなわち、軸方向応力はダイスをはなれてのち上式に示すだけ増加するが、この増加のため出口の塑性変形を行っている部分は附加的に変形すると考えられ、引細り量を求めるためつぎのようにして補正する。軸方向の応力が $x=0$ において (26) 式に相当するだけ不連続的に増加するものとすれば、出口の変形がおわったのちは

$$z - \sigma_{T0} = c_0$$

軸方向応力が不連続的に増加するまえば、

$$\sigma_{lX} - \sigma_{T0} = c_0 - K(\epsilon_{l0}' + \epsilon_{T0}')$$

ϵ_{l0}' および ϵ_{T0}' は、それぞれ軸方向応力の不連続的增加による軸方向ひずみおよび円周ひずみを示す。

上の二式より

$$z - \sigma_{lX} = K(\epsilon_{l0}' + \epsilon_{T0}') \quad \cdots (27)$$

($z - \sigma_{lX}$) が小さく、 σ_{lX}/σ_{T0} と z/σ_{T0} とを等しいとみてよいとすると、半径方向応力を 0 として Hencky の応力-ひずみ関係式より、

$$(\epsilon_{l0}' - \epsilon_{T0}') / (z - \sigma_{T0}) = (\epsilon_{l0}' - \epsilon_{R0}') / z$$

ただし ϵ_{R0}' はこのときの半径方向のひずみを示す。体積不変として

$$\varepsilon_{t0}' + \varepsilon_{T0}' + \varepsilon_{R0}' = 0$$

この二式より

$$\varepsilon_{t0}' / \varepsilon_{T0}' = (2z - \sigma_{TX}) / (2\sigma_{T0} - z)$$

上の関係を (27) 式に入れると、

$$\varepsilon_{T0}' = (z - \sigma_{TX}) (2\sigma_{T0} - z) / 3(z - \sigma_{T0}) \cdot K \quad \dots (28)$$

半径減少の補正量を y_c とおくと、 $-y_c / r_{N0} = \varepsilon_{T0}'$ であるから

$$y_c = (z - \sigma_{TX}) (z - 2\sigma_{T0}) r_{N0} / 3(z - \sigma_{T0}) \cdot K$$

$z - \sigma_{T0} = c_0$ を上式に入れて整理すると

$$y_c = (z - \sigma_{TX}) (2c_0 - z) r_{N0} / 3c_0 \cdot K \quad \dots (29)$$

ダイスからはなれてのちの中立面半径の減少量 Y_N は

$$Y_N = y_{NX} + y_c \quad \dots (30)$$

引細り量を Δ とすると、これはダイス出口径と仕上り管径との差であるから、第 4 図より肉厚を一定として

$$\Delta / 2 = Y_N - (\rho_D + T/2)(1 - \cos \alpha) \quad \dots (31)$$

ダイス軸断面の円弧半径およびダイス出口径管の寸法、管材の加工硬化係数および引抜き後の降伏応力、引抜応力等がわかれば、上に求めてきたいいくつかの式を用いてダイス出口における管の変形およびこのために必要になる引抜き力の出口の補正項等を求めることができる。

3. 数値計算例

(19) 式等の定数 a , b および d に K , z および c_0 等を代入して整理し、また長さをあらわしている量を管の肉厚 T を単位としてつぎのようにかくと

$$y_{NX} = \eta_1 T, \quad y_c = \eta_2 T, \quad Y_N = \eta T, \quad X = \xi T,$$

$$r_{N0} = wT, \quad \rho_D + T/2 = RT, \quad \Delta = DT$$

(19) (20) および (22) 式より $\sqrt{12z/K} = \theta$ とおいて

第 4 図 引細り量と管の変形量

$$\eta_1 = \frac{(c_0 - z)}{z} \frac{1}{w} \frac{1}{\theta^2} \left[\cosh \theta \xi - 1 - \frac{(\theta \xi)^2}{2} \right] + \frac{V_0}{zT} \frac{1}{\theta} [\sinh \theta \xi - \theta \xi] \quad \dots (19)'$$

$$\tan \alpha = \frac{c_0 - z}{z} \frac{1}{w} \frac{1}{\theta} [\sinh \theta \xi - \theta \xi] + \frac{V_0}{zT} (\cosh \theta \xi - 1) \quad \dots (20)'$$

$$\frac{1}{R} = \frac{c_0 - z}{z} \frac{1}{w} (\cosh \theta \xi - 1) + \frac{V_0 \theta}{zT} \sinh \theta \xi \quad \dots (22)'$$

ポアソン比 $\mu = 1/3$ において、(11) 式より

$$V_0 / T = (c_0 - z) / (2.55 \sqrt{w}) \quad \dots (11)'$$

さらに (26), (29), (30) および (31) 式等から

$$(z - \sigma_{TX}) = [V_0 / T + (c_0 - z) \xi / w] \tan (\alpha + \delta) \quad \dots (26)'$$

$$\eta_2 = (2c_0 - z)(z - \sigma_{TX}) w / (3c_0 K) \quad \dots (29)'$$

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 \quad \dots (30)'$$

$$D/2 = \eta - R(1 - \cos \alpha) \quad \dots (31)'$$

これらの式を用いて引細りの係数 D を計算するには、ダイスの形状から定まる R および仕上り管の径から定まる w のほかに、引抜応力 z , 降伏応力 c_0 および加工硬化係数 K が必要である。 z および c_0 は、材質、引抜き前の状態および加工条件により変化する。加工条件のうちもっとも大きく影響を与えるのは減面率であり、ダイスおよび管の形状、減摩法等もある程度影響するが、普通の条件におけるから引抜き、特に実際の作業においては、これらの変動による z および c_0 の変動は無視してよいと思われる。第 5 図は岡本

第 5 図 から引抜きにおける加工硬化と引抜応力 (岡本氏の実験結果)

氏⁽⁸⁾の種々の肉厚比を有する軟鋼管を半角 16° の円すいダイスでから引抜きしたときの結果である。数値計算の例として、この図から得られる z および c_0 を用いて、 w および δ を適当に定め、 R と D との関係を求めた。なお K の値は、筆者らの軟鋼について行った実験結果⁽⁹⁾から得られた値を用いた。

第6図は、減面率10%のときの引細りの係数 D とダイスの曲率係数 R との関係を示す。 D は R が小さいほど大きい値になり、その増加の割合も R が小さいほど著しい。 R がある値(7くらい)以上になると D は実用上一定とみてよい程度になる。また管半径/肉厚の比 w が大きいほど、 R の一定値に対する D の値は大きく、 D のほぼ一定になるときの R の値も大きくなる。

第7および8図は、それぞれ減面率が20%および30%における D と R との関係を示しているが、 D と R および D と w の関係は第6図の場合と同様である。

第6~8図から、減面率が小さいときほど $[(c_0 - z)/z]$ が大きくなる。 D は大きい。また $R > 3$ の範囲では、 D の R による増減の割合は減面率が小さいほど著しい。しかし R が極端に小さくなると、これらの関係は一定の傾向を示さなくなる。

第9図は、管がダイスからはなれる点のダイス壁の傾き角 α と R との関係を示す。 α はある R の値まで

急激に減少し、ほとんど0になってしまう。

したがって $R > 10$ の範囲では $\alpha = 0$ としてさしつかえない。 α と R との関係に対しては、図には示していないが、 w および減面率はほとんど影響を与えないようである。

実際の引細り量を考えると、 $D \times$ 肉厚であるから、同一の径を有する管についてみると、 w が小さい場合には厚肉の管を意味しているの、引細り量が大きくなる場合が多い。同様なことは R についても言え、同一のダイスを用いても肉厚が大きければ R は小さくなる。これらのことを考えると、厚肉の管のから引抜きにおける引細り量はかなり大きくなると思われる。

第6~9図は、第5図の関係をもとにしているの、 c_0 および z の関係に変化があれば、 D の値も当然変化するが、上に述べた傾向にはほとんど変化はないとみられる。

4. 実験および実験結果

計算式と比較するため引抜き実験を行った。この実験において測定できるのは引細り量あるいは D だけである。 D に対してはダイス出口の曲率半径の影響が大きいので、実験はこの点に重点をおいた。

第6図 引細り係数 D とダイス曲率係数 R
(数値計算例1)

第7図 引細り係数 D とダイス曲率係数 R
(数値計算例2)

第8図 引細り係数 D とダイス曲率係数 R
(数値計算例3)

第9図 傾き角 α と曲率係数 R
(数値計算例4)

第 1 表 から引抜き実験結果

ダイス	実 験 No.	ダイス出口 曲 率 半 径 ρ_D mm	ダ イ ス 出 口 径 mm	試験片寸法 外径×肉厚 mm	引抜き後寸法		平 均 引 抜 応 力 $\bar{z}$ kg/mm ²	引抜き後 降伏応力 c_0 kg/mm ²	半径/肉厚 (平均) w	ダイスの 曲率係数 R	引細り係数 D
					外 径 mm	肉厚(平均) mm					
鋼 製 (銅めっきつき)	1	30. 8.4	29.00 28.99	31.9×1.58	28.94 28.63	1.67	10.5	43.8	8.1	18. 5.5	0.04 0.22
	2	24. 4.0	27.05 27.13		26.95 26.62	1.67	16.2	47.4	7.5	14. 2.9	0.06 0.31
	3	35. 4.0	25.12 25.03		25.07 24.57	1.69	24.8	51.4	6.8	21. 2.9	0.03 0.27
	4	3.3	23.01		22.65	1.65	30.2	54.6	6.4	2.5	0.22
鋳 鉄 製	5	13.0 13.3 8.7 2.7	27.85 27.90 28.00 27.93	32.0×1.38	27.66 27.73 27.66 27.40	1.40	15.3	54.3	9.4	10. 10. 6.7 2.4	0.14 0.12 0.24 0.38
		4.0 4.7 6.0 3.3	28.17 28.05 28.02 28.05		27.62 27.60 27.67 27.46					2.9 3.5 4.1 2.5	0.33 0.27 0.21 0.36
	6			32.0×1.60		1.65	16.4	54.3	7.9		

管の材質：軟鋼， 引抜き速度：9m/mn

使用したダイス 実験に用いたダイスは二組に分けられ、その一は、No. 1～4 の引抜きに用いた鋼製ダイスで、その壁面には 20 μ 厚の銅めっきを施したもの、他の一は、No. 5 および 6 の引抜きに用いた鋳鉄製のダイスである。それぞれの組において、出口部断面の曲率半径が異なっており、この半径の小さなものは円すいダイス、大きなものは円弧断面ダイスである。ダイスの出口径はシリンダゲージで測定し、プロフィールメータで測定した出口曲率半径とともに第 1 表にまとめてある。

引抜き実験 試験片として 1 本の長さが約 1 m の鋼管を用い、No. 1～5 の引抜きではダイスごとに 1 本ずつ、No. 6 ではダイスごとに 3 本ずつ引抜き、引抜き後に管径および肉厚をマイクロメータで測定した。さらに引抜き後の試験片について引張試験を行って降伏応力 c_0 を求め、また引抜き力を測定し、これから引抜き応力 $\bar{z}$ を求めた。 R , w および D の計算には引抜き後の肉厚を用いた。これらの値は測定値とともに第 1 表に示してある。

銅めっきのあること、あるいは鋳鉄製であることを考えて特別に引抜き減摩剤を用いなかったが、銅めっきしたダイスのうちには、引抜き途中でめっきがとれたと思われる場合もあった。

実験値と計算値との比較 第 1 表の $\bar{z}$, c_0 および w を用い、 $\delta=3^\circ$ および 6° にとって D を計算し、その結果を第 10 および 11 図に示した。これらの図上に D の実験値をプロットした。

引抜き No. 1～5 は、それぞれ 1 本の試験片による実験結果であるが、試験片の寸法精度（市販鋼管を用

計算値曲線の上側は摩擦角 $\delta=3^\circ$ にとってある。
 “ 下側 ” $\delta=6^\circ$ “

第 10 図 鋼製ダイスによる実験結果と計算値

計算値曲線の上側は摩擦角 $\delta=3^\circ$ にとってある。
 " 下側 " $\delta=6^\circ$ "

第 11 図 鋳鉄製ダイスによる実験結果と計算値

いた) および測定精度等を考えると、傾向および数値とも両者はかなりよく一致していると思われる。

No. 1~4 において、小さい R に対して δ が大きく、また大きい R に対して δ が小さく となっているように見えるのは、出口の塑性変形により変化するダイス出口部の集中圧縮力の作用により、銅めっきのとれ方に差があったためと思われる。No. 6 においては計算値と実験値とは、よりよく一致している。なお、これから摩擦係数を推定すると、銅めっきのあるとき 0.05~0.10、これがとれたとき 0.10~0.15 くらいになり、鋳鉄ダイスにおいては 0.07~0.15 くらいにな

る。これらの値はこのような状態における伸管加工の摩擦係数の値として妥当なものと思われる。

実験値との比較から、3 節の式を用いて から引抜きにおける引細りを計算しても、少くとも近似的にはさしつかえないといえる。

5. ま と め

管材の から引抜きを行うとき、管がダイスからはなれてのち生ずる塑性変形をいくつかの仮定を用いて解析し、引細り量を求めた。引細り量は、ダイス出口の形状、管の寸法、材料の性質および引抜き力等から計算でき、計算値と実験値とを比較するとかなりよく一致する。

この結果から、から引抜き用ダイスの出口の曲率半径は、管の肉厚の 10 倍以上にとることが望ましいといえる。

最後に種々御指導をいただいた東京大学 菊池教授、実験結果の引用を許可された住友金属 岡本氏、また実験資材の一部を提供していただいた東芝鋼管会社に厚くお礼いたします。なお本研究の費用の一部は、文部省科学試験研究費をもってあてたことを附記する。

文 献

- (1) E. Siebel, *Stahl u. Eisen*, **55** (1935), 331.
- (2) 岡本, 住友金属, **6**, 3 (昭 29), 163.
- (3) 岡本, 住友金属, **6**, 3 (昭 29), 161.
- (4) 岡本, 住友金属, **6**, 3 (昭 29), 158.
- (5) 矢沢, 佐藤, 機械試験所報, **9**, 4 (昭 30), 141.
- (6) 矢沢, 機械学会論文集, **25**, 150 (昭 34-2), 80.
- (7) ティモシエンコ (片山, 北畠訳), 材料力学, (昭 16), 336, コロナ社.
- (8) 岡本, 住友金属, **5**, 2 (昭 28), 68.
- (9) 矢沢, 佐藤, 機械試験所報, **6**, 4 (昭 27), 159.

ニ ュ ー ス

国立大学に木材工学科設置要望

製材木工機械業界では、かねて全国木工機械工業会を中心に国内需要の開拓策を検討していたが、このほどその一つとして国立大学に木材工学科(仮称)を設け、その中に「木工機械」を主体とした講座を設置するよう、関係方面に働きかけることになった。

そもそも、最近建築の様式が急速に近代化したのにつれて木材工業も大きく変ぼうしてきたが、それと関連して製材木工機械も大幅に進歩改良されてきた。すなわち在来はただ原木を処理すればこと足りた木工機械も、最近では使用する木材の変化からつよく技術的な改良が要求されてきたわけで、合板機械などについ

てはとくにこの傾向が強い。最近天井板などはきわめて精巧なものが誕生しており、一見したところでは「ひのき」とわからぬような張合せ板もできている。しかしこうした木材工業の進歩にもかかわらず、これを学問的な体系のもとに研究するとなると現状では各企業の研究室が主体というありさまで、国立大学でも、まだ全くこの面の研究をとりあげていない。紙とか糸については古くから、大学で研究が行われているにもかかわらず、木材の加工についてないことは木材工業の進歩発展のために寒心にたえないとの結論から今回の措置に出たものである。(服部敏夫)