

] î0 5r •  
KAWASAKI STEEL GIHO  
Vol.8 (1976) No.1

---

-ç\*x Ç'Ä þ b K H A • d \_6õ M •%É'2

A Study on Deep Drawing and Ironing of Thin Cylindrical Container of Tin Plate

7?4Š ,e µ(Hideo Abe) j~Ôqg7?0îÐõ!q Y,dŒ&6ª 8ç Y q Ag7?0î (Kichizaemon

---

0[ " :

Ý) ~\K H A • d \_ | • È Û Ÿ È b-ç\*x Ç'Ä þ b • d \_ > 8 Z>\* Q b • d7H#ú \_ > |  
p M B g² ó \ | q"l ö b s8j \_ X 8 Z#.1=\$x \_ > | g 9,\$x \_%É'2 K>\* b B Ý † " S  
7H#ú) ~ š>&LDR>' \ %Ú •7H#ú K H A } W"á l r\* b0£'i) Ý c 9,) Ý \ | 8 M+ ' †&g K  
S È Û Ÿ È b) ~ ö>& LDR>' c Û á j Ç > î » Í>& r Í' \_ > v \_ -4Ä l € • r í @ ±  
A 8 o ]>\*) ~ š B0 @ ` l 8 o ]

does not only increase LDR, but also decrease the effects of r-value on  $l r^*$ , so that grain size of steel can be made small and the stretch flange formability is improved. The tin coating of 0.3 to 0.8  $\mu$  thickness on steel gives the maximum LDR, but the ironability is improved as the tin coating becomes thicker.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

• e c b \hat{r}^a ? } 7 0 t [ A r M

# 薄肉円筒容器のしごき加工に関する研究

A Study on Deep Drawing and Ironing of Thin .

Hideo Abe

中川吉左衛門\*\*\*

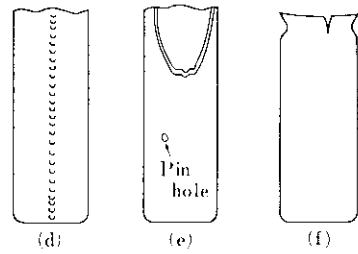
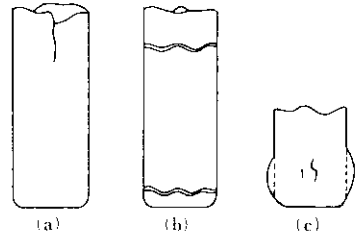
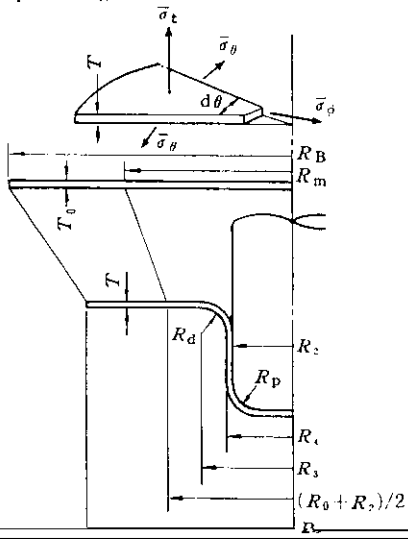
Kunio Kitamura

久々湊英雄\*\*\*\*

Effects are studied experimentally and theoretically of forming conditions and mechanical properties

1959年米国のパイプ・マシナリが、AL-6000合金のシボ加工に関する研究の最終結果を得たのでここに

(a) Deep drawing



(a) - (f) Deep drawing process

き加工軸方向応力 $\sigma$ が成形中最大となるのは、絞  
りカーブ端がダイス口に達したときである。しか

ばす $r$ 値の効果やダイ肩部での曲げ、しわ押え力  
の効果も考慮されていかなければ、これらをすべて

てここでは加工限界のみを対象とし、この状

考慮し、次の諸仮定に基づき近似解法によりLDR

$\frac{1}{n} \cdot \frac{1+r}{1} \left[ \frac{1}{\sqrt{1+2r}} \left( \frac{1}{K} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right]$  次にポンチ肩で破断するときの板厚  $T_{tr}$  は、 $\epsilon_s=0$

$$-\frac{\sqrt{1+2r}}{1+r} = 0 \dots\dots\dots(10)$$

$$T_{tr} = T_0 \exp(\epsilon_t) = T_0$$

フランジ部の変形が均一であるとみなし、これらの式で  $\bar{\sigma}_s, \bar{\sigma}_\phi, \bar{\epsilon}_s, \bar{\epsilon}_\phi, \bar{\sigma}_{eq}, \bar{\epsilon}_{eq}$  はそれぞれの平均値であり、河合<sup>24)</sup>と同様にフランジ平均半径位置  $(R_0+R_2)/2$  における値を用いる。その位置の変形前の半径座標  $R_m$  は体積一定の条件より

$$\pi(R_B^2 - R_m^2)T_0 = \pi \left\{ R_B^2 - \left( \frac{R_2 + R_0}{2} \right)^2 \right\} \cdot \bar{T} \dots\dots\dots(11)$$

まる。

$$\cdot \exp \left\{ \frac{\sqrt{1+2r}}{1+r} \left( \frac{1}{K} \right)^{\frac{1}{n}} \left( \frac{\sqrt{1+2r}}{1+r} \sigma_{eff} - \sigma_0 \right)^{\frac{1}{n}} \right\} \dots\dots\dots(18)$$

破断力  $P_{tr}$  は

$$P_{tr} = 2\pi \left( R_2 + \frac{T_{tr}}{2} \right) T_{tr} \cdot \sigma_{str} \dots\dots\dots(19)$$

結局(15)(16)(17)式を  $B_0, \beta_0$  について解き、 $\beta_0$  に関する  $P_0$  の最大値 (最大絞り力) が(19)式の

$\varepsilon = \ln B$  ..... (20)       $\sigma_t = 0, \varepsilon_\theta = 0$  の条件のもとで引張力を受ける。こ

$T_d = T_0 \exp \varepsilon_t = T_0 \cdot B_0^{\frac{1}{1+r}}$  ..... (21)       $n \cdot (K)^{\frac{1}{n}} \frac{1+r}{\sqrt{1+2r}} \frac{1}{p_{fr}} \left\{ \frac{\sqrt{1+2r}}{1+r} p_{fr} - \sigma_0 \right\}^n$   
 $\sqrt{1+2r}$       (21)



Table 2. Conditions of Ironing

Punch diameter	$2R_2$ (mm)	33.00
Radius of punch shoulder	$R_p$ (mm)	4.75
Half angle of die approach	$\theta$ (deg)	8.0

Lubricants	High viscosity mineral oil with EP additions R.W. 50°C 1100sec	
Ironing speed	(mm/min)	500

次に LDR 以下の円形素板を用い絞りカップを作成し、Table 2 に示す条件にてしごき加工をし、側壁板厚を10~80%圧下し各絞り比に対する

$$\eta = (d - d_0) / d_0 \times 100(\%) \dots \dots \dots (28)$$

4.2 供試材

実験に用いた材料は厚さ0.24mm冷延鋼板として



らに本実験のブリキ板についてみぞれが認められ 分力が小さくなり ダイト材料の間の摩擦係数は

る。春日ら<sup>8)</sup>の実験結果と合わせて考えればクリ を増す方向に働き、ポンチと材料の間の摩擦  $\mu_2$

得られる。

### 5.2 しごき加工限界について

因子が  $(\mu_2 - \mu_1) / \tan \theta$  の形で  $\rho$  に大きな影響を与える。とくに極端な例として、 $(\mu_2 - \mu_1) / \tan \theta > 1$  となると  $\rho < 0$  (圧縮応力) となり理論上引張破

(25)式で求めた平均カップ高さ  $\bar{H}_c = H_c + \Delta H / 2$

断が生じなくなるが、接触圧力  $q$  が増大し工具破



から  $\sigma_0$  は大きいほど、 $K, n$  は小さいほど  $L_r^*$  は大きくなる。したがって歪の大きな範囲 ( $\epsilon_{eq} > 1.0$ ) での加工硬化が小さな材料ほどしごき加工性にすぐれていることが認識される。しかしこれらの影

場合 ( $\epsilon_0 = 0, T_d = T_0$ ) には  $n$  値が大きいほど  $L_r^*$  は増大し、福井らの結果と一致する。しかし、絞り加工を考慮すると  $Cl/T_0 = 1.0, Cl \gg T_0$  の場合、 $n = 0.1 \sim 0.3$  の範囲で  $n$  値が大きいほど  $L_r^*$  は減

響も  $Cl, B_0$  が大きいときに顕著であり、同時しごき加工、前しごき加工をした場合にはその影響は

少し、さらに前しごき加工 ( $I_{r,p} = 30\%, 60\%$ ) すると、 $n = 0.1 \sim 0.5$  の範囲で  $n$  値が大きいほど



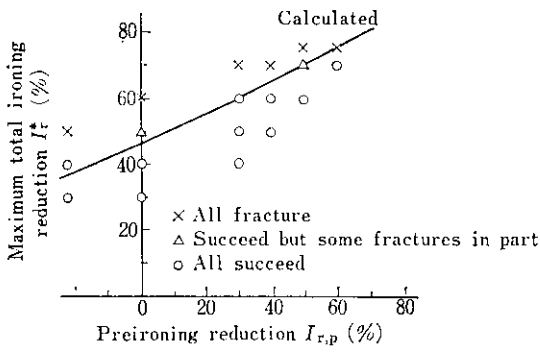
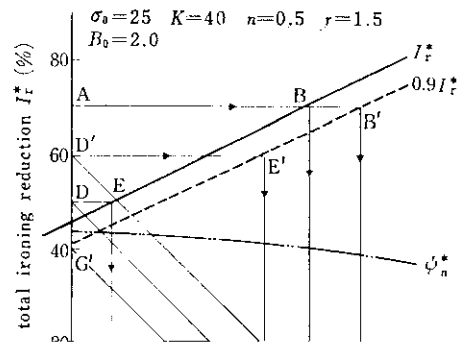
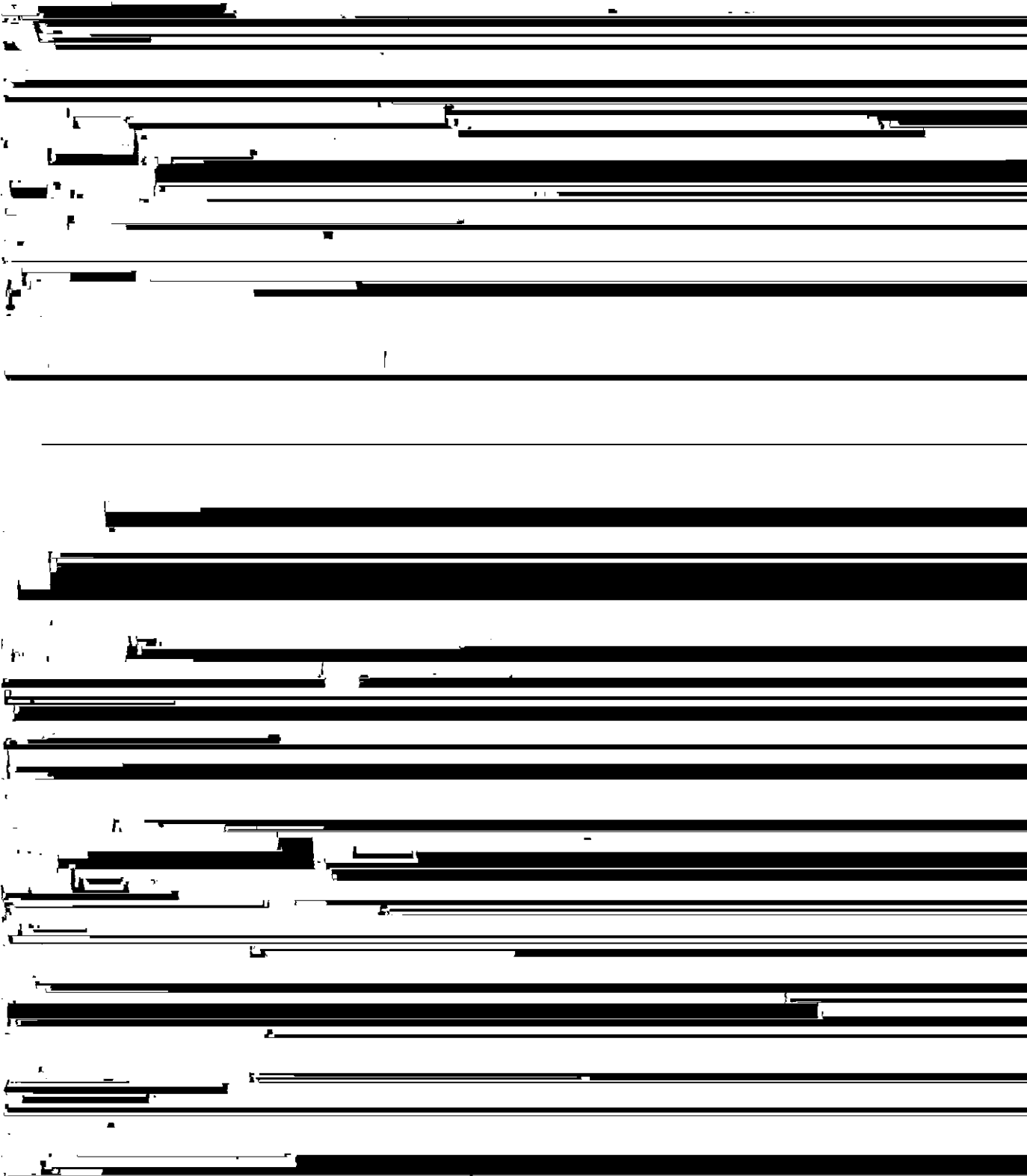


Fig. 14 Effect of preironing reduction  $I_{r,p}$











小さいほど  $I_r^*$  は向上する。歪の大きい範囲

性がすぐれていることが示唆される。均一な板厚

- 19) 福田：塑性と加工, 5 (1964) 36, 3  
20) 山田：日本機械学会誌, 67 (1964) 542, 105

21) 富川 貞吉：プレス技術, 7 (1960) 7, 161

22) 赤田 宏田：工業塑性力学 (1961) 163 [巻頭言]

- 23) R. Hill : J. Mech. Phys. Solids, 1 (1952) 1, 19  
24) 河合：日本機械学会論文集, 26 (1960) 166, 850  
25) R. L. Whitely : Trans. ASM, 52 (1960), 154  
26) 阿部, 中川：川崎製鉄技報, 5 (1963) 2, 210  
27) H. T. Coupland & Wilson : Sheet Metal Ind., 35 (1958) 370, 85  
28) 中岡：塑性と加工, 9 (1968) 93, 718  
29) Wassermann : Texturen Metallischer Werkstoffe, Springer, (1962)