

(217) 円バールジにおける板材の板面方向性

理研 〇林 央 日新製鋼 白井 克 理研 工研 吉田清太

はじめに：金属薄板の加工硬化特性のプレス成形性・成形限に対する影響を正しく認識するためには、加工硬化挙動の変形様式・変形量依存性を明確にする必要がある。二軸引張り応力状態での変形特性を調べる方法として液圧バールジ試験が利用され、変形状態・応力-ひずみ関係が求められている。著者らは円バールジ・円バールジにおけるひずみ分布・変形状態を調べ、バールジ試験の有効性、材料の持つ板面方向性の影響を検討してきた<sup>(\*)</sup>。その中でひずみ分布・頂点のひずみ比に対する加工硬化の板面方向性の影響が大きいことを明らかにしたが、本研究では円バールジの応力-ひずみ関係に対する材料の板面方向性の影響を調べた。

実験方法：供試材は市販のAlキルド鋼(KS)、18-8ステンレス鋼304(SUS)、亜鉛合金(MZn)を用いた。板厚(t)は0.8mm。単軸引張試験による材料特性を表1に示す。円バールジは図1のような軸比3:2の形状を使用。円バールジ短軸に板の圧延方向に0°(L)45°(N)90°(C)の方向を一致させ、バールジ液圧p、頂点の曲率半径 $\rho_x, \rho_y$ 、板厚tを測定し、次式により相当応力、相当ひずみを求めた。表1. 供試材の材料特性

$$\sigma_y = p\rho_x / (2t), \quad \sigma_x = (p\rho_x / 2t)(2 - \rho_x / \rho_y)$$

$$\text{応力比 } \alpha = \sigma_y / \sigma_x = 1 / (2 - \rho_x / \rho_y)$$

$$\sigma^* = \frac{\sqrt{1-\alpha+\alpha^2}}{\alpha} \frac{p\rho_x}{2t}$$

$$\text{ひずみ比 } \beta = \epsilon_y / \epsilon_x = (2\alpha - 1) / (2 - \alpha)$$

$$\epsilon^* = \frac{2\sqrt{1-\alpha+\alpha^2}}{1+\alpha} \ln \frac{t}{T}$$

頂点のスクライフトサークルから直接ひずみ比も求めた。

実験結果：図2にバールジ液圧とバールジ高さの関係を示す。

軟鋼の場合、短軸に各方向においてもその差は認められ

ないが、304ステンレス鋼では板面方向性の影響が認め

られ、バールジ液圧は成形初期では $L > N > C$ 、破断時点では $C > L > N$

の順になっている。板面方向性の強い亜鉛合金では方向差は一層強

く、バールジ液圧は $C > N > L$ の順になっている。これらの順位は単

軸引張におけるflow-stressの順位と一致している。図3には304

ステンレス鋼の応力-ひずみ曲線ならびに応力比 $\alpha$ を示す。既に報

告しているようにバールジ頂点のひずみ比はほぼ一定で成形が進行す

るが、応力比は変化する。又、応

力-ひずみ曲線の板面方向性の影

響も強い。円バールジのような形

状的に方向性のある成形の場合、

その解析のためには材料の持つ板

面方向性の影響をも考慮する必要

がある。

(\*) 林・白井・吉田：才22回鉄鋼協会予稿集，(昭44)p.135，才22回塑性加工連合臨漢会臨漢論文集(昭44)p.127, p.131

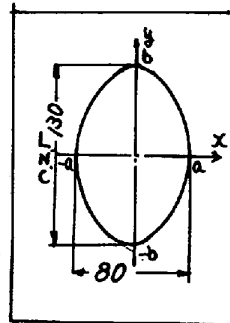


図1. 円バールの形状

		$\sigma_y$	$\sigma_x$	$\delta$	$r$	$n$
Alキルド鋼	L	17.8	30.5	42.0	1.77	0.224
	M	18.3	31.7	41.2	1.33	0.218
	C	17.9	30.2	46.5	2.12	0.228
	m	18.0	31.0	44.5	1.64	0.222
SUS 304	L	26.7	68.5	64.9	0.85	0.427
	M	25.1	63.7	73.3	1.27	0.431
	C	24.7	62.9	75.9	0.88	0.447
	m	25.4	66.5	71.9	1.07	0.434
亜鉛合金	L	14.6	17.4	88.8	0.16	0.176
	M	16.2	19.9	58.1	0.18	0.137
	C	19.6	24.2	37.1	0.42	0.088
	m	16.7	20.3	60.5	0.23	0.135

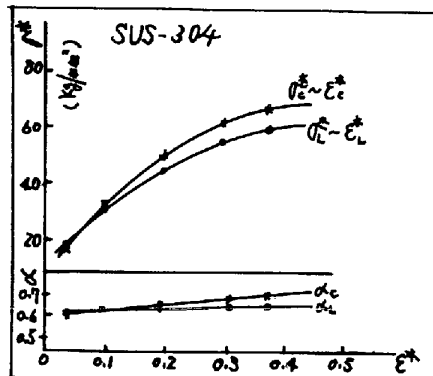


図3. 応力-ひずみ曲線と応力比 $\alpha$

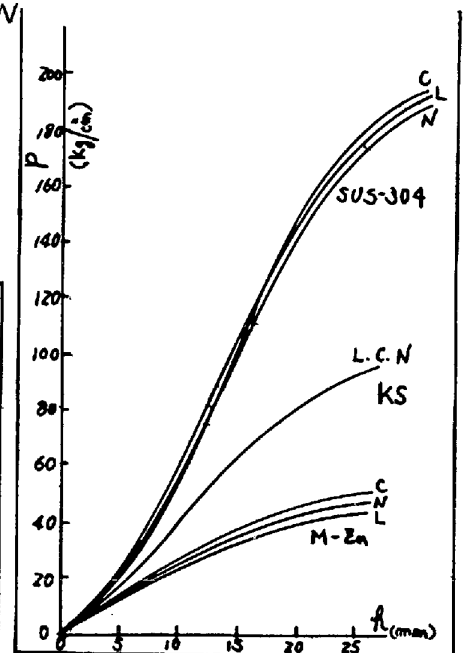


図2. 液圧(p)-高さ(h)曲線