

# 張り出し・深絞り変形を含む3次元複合成形の解析

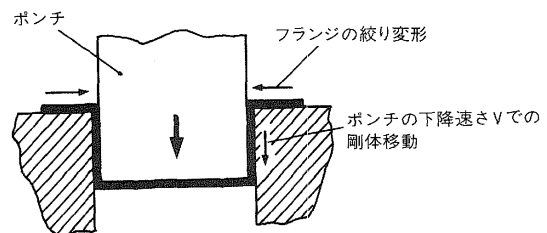
桑原 利彦\* 神馬 敬\*\* 松岡 功\*\*\*

## 1. 緒言

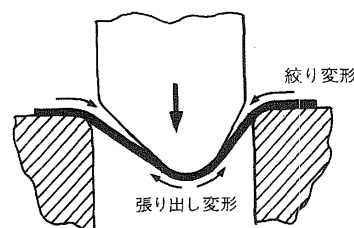
深絞り成形中の素板の変形挙動や、破断・しわの発生を実成形前に予測する手段を確立することは、金型の設計・製作時間の低減にとって極めて重要かつ緊急の課題である。

円筒容器や四角筒容器などの底付き柱状容器の深絞り成形においては(図1(a))、ダイス穴内の材料は変形せずほぼポンチと同じ速さで剛体移動するとみなせるため、この速度境界条件にもとづいてダイス面内の素板の変形挙動がすべり線場理論<sup>1), 2), 3)</sup>や有限要素法<sup>4)</sup>によってほぼ予測できることが立証されている。一方破断限界については、これらの単純形状の容器に対してさえ解析的に正確に予測することは困難であるものの、実験的研究<sup>5-8)</sup>の蓄積により明らかにされつつある。

一方、3次元異形容器の深絞り成形は、ポンチ頭部の張り出し変形ならびにフランジ部の絞り変形を同時に含む、いわゆる複合成形<sup>9)</sup>(複合張り出し成形とも呼ばれる)である(図1(b))。複合成形における金型設計の難しさは、素板の拘束過多による破断と拘束不足によるしわ(フランジしわ、側壁しわ、面ひずみ等)という、相反する発生原因を有する容器欠陥を同時に抑制せねばならぬ点にある。自動車関連薄板部品については広範なデータの蓄積と分析がおこなわれているものの<sup>10)</sup>、形状の複雑さも相俟って実用的な成形限界予測法



(a) 底付き柱状容器の深絞り変形モデル



(b) 3次元異形容器の深絞り変形モデル

図1

を確立するまでには至っておらず、金型技能者の経験に依存する度合いがまだ高い。また3次元大変形有限要素法についても、ベースとなっている理論・法則をはじめ精度・機能の点などで実用レベルに達していない。

本研究では、複合成形のモデル容器として底部に傾斜面を有する四角錐台容器の1工程成形を取り上げ、複合成形における素板の変形機構の基本的特徴を実験的に明らかにすることを目的とする。さらに素板の変形経路およびしわ発生量の簡便な予測法として全ひずみ理論的エネルギー法を用いた

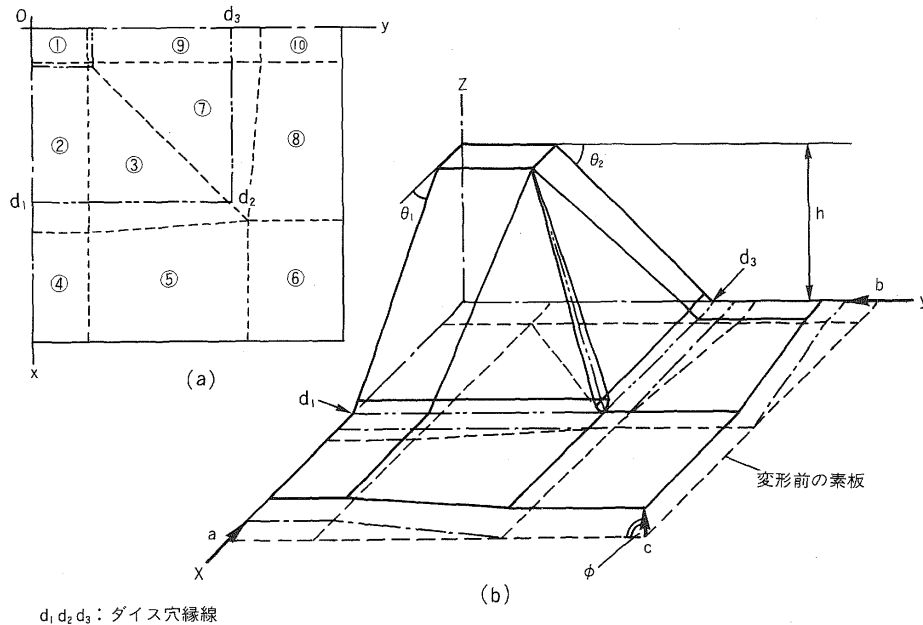


図2 全ひずみ理論的エネルギー法による素板の変形解析  
(a) 変形領域分割, (b) 4つの変形パラメータ

手法を提案し、実験値と比較してその妥当性を検証する。

## 2. 全ひずみ理論的エネルギー法を用いた変形解析

### 2.1 基礎仮定ならびに解析法概略

全ひずみ理論的エネルギー法とは、未知の係数を含めて、素板より最終形状にいたる変形経路を仮定し、この間に要する全ひずみエネルギーならびに摩擦仕事の総和を最小にするように係数を定める手法をいう。この手法を用いて、本研究では写真1に示すような四角錐台容器の基本的な変形機構を明らかにする。解析にあたり以下の仮定を設ける。

1) 材料は等方性の硬化型剛塑性体とし、相当応力  $\sigma$  - 相当ひずみ  $\epsilon$  間の硬化式を次式で仮定する。

$$\sigma = F \epsilon^n$$

2) ギイスおよびポンチ角部の丸味半径およびギイス穴のコーナ半径を零とする。

3) 素板は長方形素板を用いるものとする。対称性を考慮して変形前の素板の1/4の領域を考え、そ

れを図2(a)に示すように10個の変形領域に分割する。各変形領域は次節で述べる変形経路をたどり、深さ  $h$  の完成容器を形成する (図2(b))。

素板の変形状態を決定するパラメータは領域4の初期剛体移動量  $|a|$  ( $x$  軸に平行)、領域10の初期剛体移動量  $|b|$  ( $y$  軸に平行)、領域6の全剛体移動量  $|c|$  とその移動方向  $\phi$  ( $y$  軸を基準として反時計方向を正とする) の4つである。容器を深さ  $h$  まで成形するときの各変形領域の変形経路、すなわち容器の成形を実現するためのこれら4つのパラメータの組合せは無限に存在するが、それらのうち当該容器の成形に要する全仕事量  $W_t$  を最小にする  $|a|$ 、 $|b|$ 、 $|c|$ 、 $\phi$  の組合せが、実際に起こる素板の変形モードとなると仮定する。 $W_t$  は次式より計算される。

$$W_t = W_{fl} + W_{sw} + W_f + W_b \quad (1)$$

ここで、 $W_{fl}$  : フランジ部(4+5+6+8+10)で消費される塑性変形仕事量、 $W_{sw}$  : 傾斜側壁部(2+3+7+9)で消費される塑性変形仕事量、 $W_f$  : フランジ面上での摩擦力がなす仕事量、 $W_b$  : ギイス穴縁線  $d_1 d_2 d_3$  上での曲げ曲げ戻し変形によ

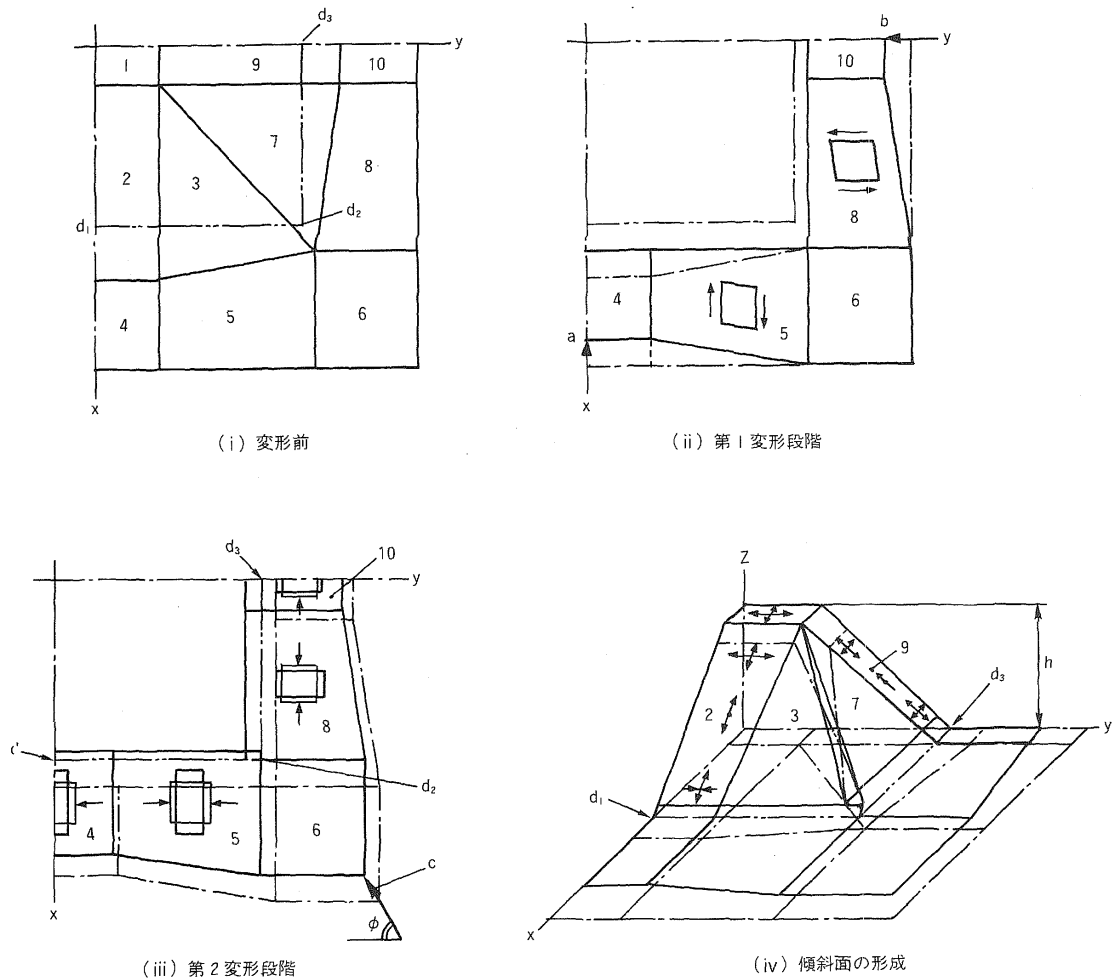


図3 四角錘台容器の深絞り成形における素板の変形過程

り消費される塑性仕事量、である。式(1)右辺の各項の計算法は文献(11)に詳しく述べてあるのでここでは繰り返さない。

## 2.2 素板の変形解析

### 2.2.1 ポンチ頂部材料の変形

図2において領域2の材料は一様2軸引張りを受けることと仮定する。ここでx方向およびy方向の公称伸びひずみ  $e_{px}$ 、 $e_{py}$  の値は、計算の簡単化のために実験値と合致するようにあらかじめ与える。

### 2.2.2 フランジ部の変形

フランジ部(4+5+6+8+10)は連続する2つの変形段階を経て変形すると仮定する(図3)。まず最初の変形段階では(図3(ii))、領域4がx軸に平行に大き

き  $|a|$  だけ、領域10がy軸に平行に大きさ  $|b|$  だけ剛体移動する。この結果領域5および8は有限の単純せん断変形を受け、変形後のフランジの形状は図3(ii)の実線ようになる。次の変形段階においては(図3(iii))、領域6が $\phi$ 方向に大きさ  $|c|$  だけ剛体移動し、領域(4+5)及び(8+10)が板厚不変の平面ひずみ状態下で、各々y軸方向およびx軸方向に一様圧縮変形を受けると仮定する。またこのとき、領域5と6ならびに6と8の境界線は速度の不連続線を形成すると仮定する。この変形の結果、最終的なフランジの形状は図3(iii)の実線ようになる。

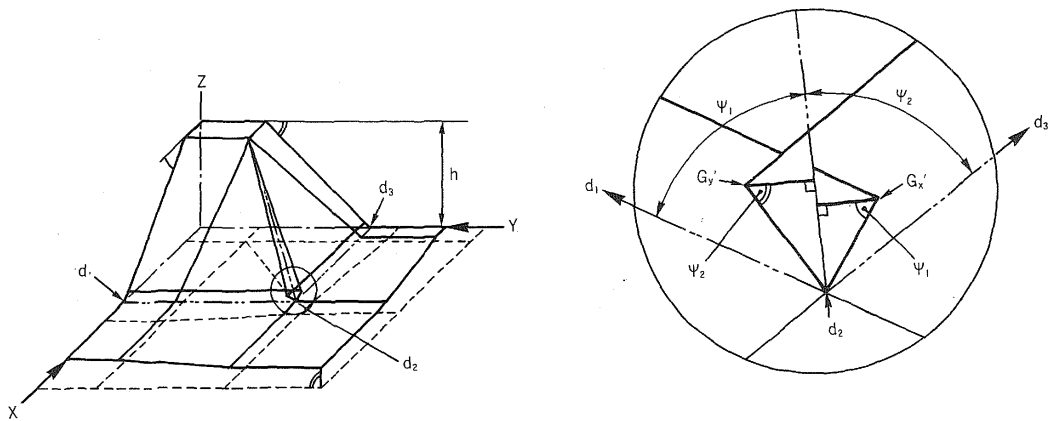


図4 しわ発生量の評価法。材料の重なり量 $\Delta$ が大きいほど、しわの発生量も大きいと解釈する

### 2.2.3 傾斜面の形成過程 (図3 (iv))

傾斜面は以下に示す連続する3つの変形段階を経て完成容器の側壁部を形成すると仮定する。まず最初の変形段階では(図3 (ii)に対応)、領域4の剛体移動にもなって初期素板中の領域2も剛体移動し、その結果領域3は単純せん断変形を受ける。次の変形段階では(図3 (iii)に対応)、領域6の剛体移動による圧縮変位のために、領域2と3、および7と9の下辺は、各々領域4と5、および8と10と等量の圧縮ひずみを受け、さらにポンチ頂部の伸び変位にもない、領域2および9の上辺は、各々領域1のy方向伸びひずみ $e_y$ およびx方向伸びひずみ $e_x$ と等量の伸びひずみを受けると仮定する。このとき傾斜面の変形領域は図3 (iv)の一点鎖線のようになる。最後に領域(2+3)および(7+9)が全面均一に傾斜方向の平面ひずみ引張り(水平方向のひずみが零)を受け、完成容器の傾斜面(図3 (iv)の実線)を形成するものとする。

なお本モデルでは領域3と7の境界線に沿って材料の重なり合いを許している。実際の容器ではこの領域においてしわが発生しているが(写真1参照)、しわの発生によるエネルギー消費率は小さいと考え本解析では零とする。

### 2.3 しわ発生量の予測法

傾斜面に発生するしわの程度は、変形領域3と7がポンチ稜線に沿って重なる量 $\Delta$ で評価する。す

なわち図4に示すように、

$$\Delta = G_x' d_2 \cos \psi_1 + G_y' d_2 \cos \psi_2 \quad (2)$$

を計算し、 $\Delta$ の値の大小をもってしわの発生量を予測する。

## 3. 実験方法と計算条件

### 3.1 実験方法

2節で述べた素板の変形解析法の妥当性を検証するため、ポンチ側壁部の傾斜角度の組合せ(長辺側 $\theta_1$ 、短辺側 $\theta_2$ )を5通りに変えて成形試験を行った。各ポンチの形状ならびに寸法を図5に示す。また、深絞り工具の全体図を図6に示す。ダイスは長方形の中空穴を有し、肩部丸味半径は全周5mm、ポンチとのクリアランスは0.6mmである。

供試材として板厚0.5mmの極低炭素Tiキルド鋼板を用いた。表1にその機械的性質を示す。素板寸法は全てのポンチに対して一辺250mmの正方形素板を用い、材料の圧延方向をポンチの短辺方向と一致させて成形試験を行った。成形速度は1mm/sである。

しわ押えは定押しわ押え方式である。複合成形では、しわ押え力が低過ぎるとしわが発生し、高過ぎると素板が破断する<sup>10,12)</sup>。そこで本実験ではしわ押え力を14kN単位で増加させ、破断が生じない最大しわ押え力をもって限界しわ押え力と定義した。

表1 材料の機械的性質

圧延方向	0.2%耐力 /MPa	引張強さ /MPa	全伸 /%	n値	r 値	r̄ 値
0°	163	321	44.2	0.26	1.43	1.94
90°	173	319	47.7	0.26	2.21	
45°	168	312	47.7	0.26	1.76	

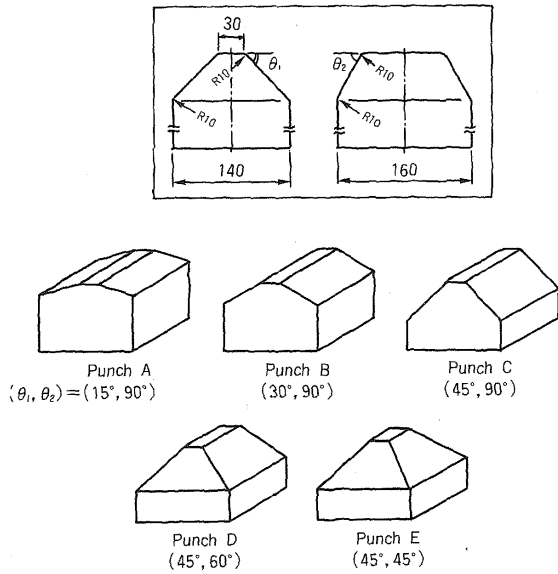


図5 ポンチ形状

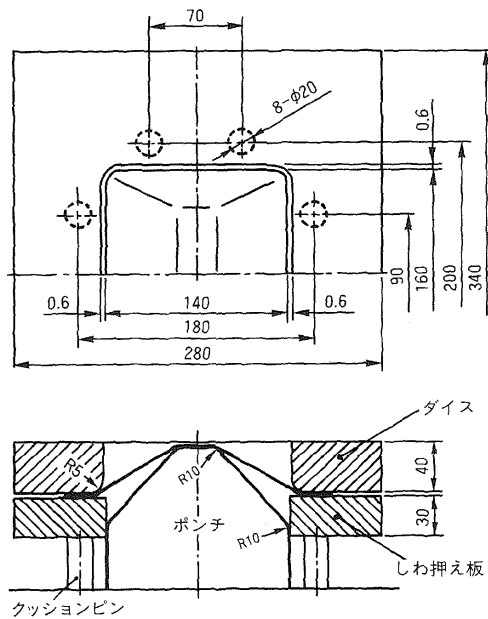


図6 深絞り工具の配置

潤滑はダイス面およびしわ押え面に高粘度潤滑油（出光プレスドロ-75S）を塗布した。なおポンチCによる試験では、素板の潤滑に加え、両面にマシン油を塗布したビニールシート（160mm×50mm、厚さ0.05mm）をポンチ頂部の平坦部に敷いて成形した。これはポンチ平坦部上の材料の張り出し変形を促進させて、短辺側のポンチ肩丸味部直下での破断を回避するための処置である。

### 3.2 計算条件

計算の条件は以下の通りである。材料の機械的性質は表1の各圧延方向の平均値から求め、初期降伏応力  $\sigma_0 = 168(\text{MPa})$ ,  $n=0.26$ , 式(1)において  $F=407(\text{MPa})$  とした。

2節で述べた変形解析法を予備的に試みた結果、フランジ部のしわ押え圧力分布が解析結果に無視できない影響を及ぼすことが判明した。そこで低圧用感圧紙（富士写真フィルム（株）製）を用いて、成形深さ40mmにおけるしわ押え圧力分布を測定した。その結果、ポンチの種類にかかわらず、図2（a）の各領域  $i$  に作用するしわ押え圧力  $p_i$  ( $i = 4, 5, 8, 10$ ) は以下の関係式をほぼ満足するように分布していることがわかった。

$$(p_4 S_4 + p_5 S_5) : (p_8 S_8 + p_{10} S_{10}) = 1 : 2$$

$$p_4 = p_5, p_8 = p_{10}, p_6 = 0 \quad (3)$$

ただし、

$$p_4 S_4 + p_5 S_5 + p_8 S_8 + p_{10} S_{10} = \text{限界しわ押え力}$$

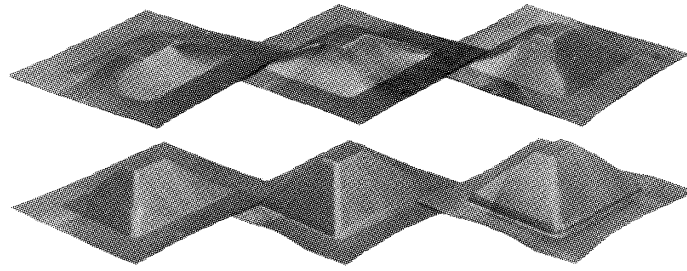
ここで、 $S_i$  は領域  $i$  の面積である。素板の変形解析では、式(3)を満足する  $p_i$  の値より  $W_f$  を計算した。

絞り深さ  $h$  に関しては、解析において工具の角部丸味半径を零とみなしている点を考慮して、実験値 ( $h=60\text{mm}$ ) に対して計算では  $h=55\text{mm}$  を入力データとした。

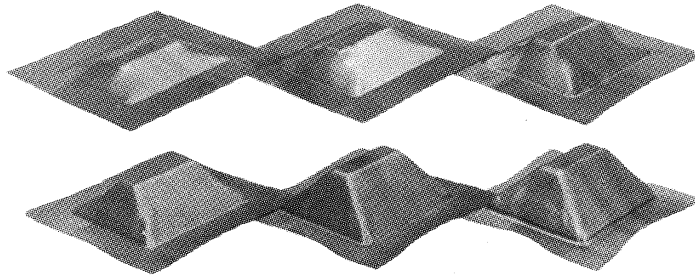
## 4. 実験結果と考察

### 4.1 成形試験結果

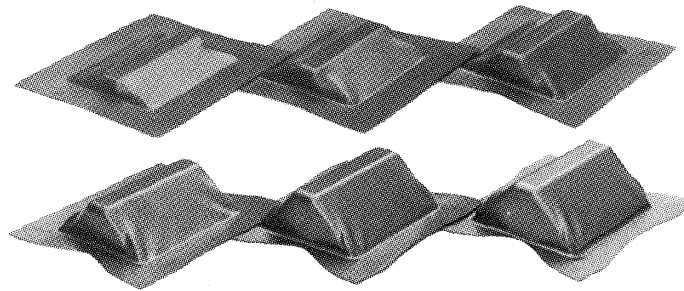
ポンチA、Bの場合は、破断、しわ等の容器欠陥を生じることなく成形できた。



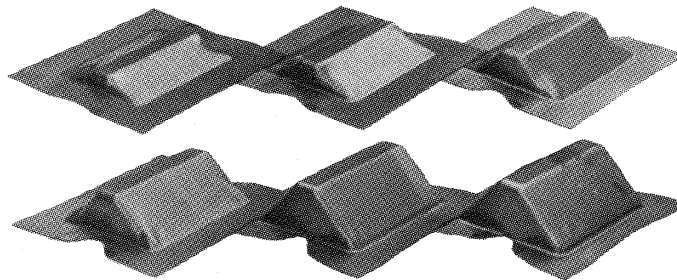
(a) ポンチE, 限界しわ押え力=100kN



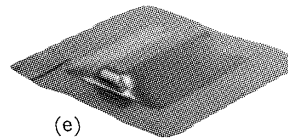
(b) ポンチD, 限界しわ押え力=57kN



(c) ポンチC, 限界しわ押え力=43kN



(d) ポンチC, (テープ使用), 限界しわ押え力=100kN



(e)

写真1 (a)~(d) 容器の成形過程 (左上から右下へ,  
 絞り深さ $h=20, 30, 40, 50, 60, 65\text{mm}$ )  
 (e) ポンチ肩丸味部直下の破断

写真1にポンチC、D、Eによる容器の成形過程を示す。ポンチE(写真1(a))ではしわ押え力を本試験機の最大容量100kNで成形したところ、成形深さ60mmにおいて材料がポンチに完全になじみ、しわを抑制することができた。

ポンチD(写真1(b))では限界しわ押え力が57kNまで低下し、成形深さ60mmにおいても依然として両傾斜面に若干のしわが残留している。

ポンチC(写真1(c))では限界しわ押え力がさらに43kNまで低下し、長辺側の傾斜面下端に顕著なしわが残留している。しわ押え力をさらに14kN増加したところ、 $h=20\text{mm}$ で短辺側のポンチ肩丸味部直下に破断した(写真1(e))。

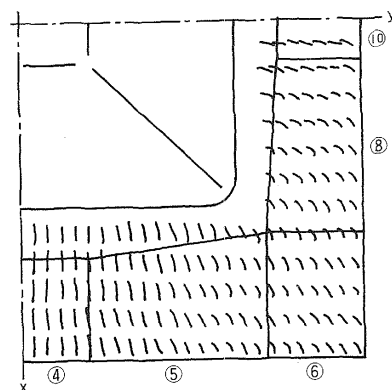
このしわをとるために、短辺側の素板縁に、幅10mm、長さ20mm、厚さ0.1mmの荷造用テープを、素板中心線をはさんだ60mmの間隔で貼って容器を成形したところ、しわ押え力を100kNまで上げて材料は破断せず、しかも顕著なしわ抑制効果が確認された(写真1(d))。限界しわ押え圧力がテープを貼らない場合に比べて2倍以上向上したのは、テープの抵抗によりポンチ稜線への素板の接触が促進されて絞り荷重を負担する材料の断面積が増加したためと考えられる。なおテープの間隔が60mmより大きい場合にはしわの抑制効果が低下し、60mmより小さい場合には短辺側ポンチ肩丸味部直下の破断が起きやすくなることが確認された。これより、異形容器のしわ抑制のためには、しわ押え力を大きくすることだけでは不十分であり、ビードの配置の仕方が極めて重要な因子となることが明らかとなった。

#### 4.2 素板の変形解析結果と測定結果の比較

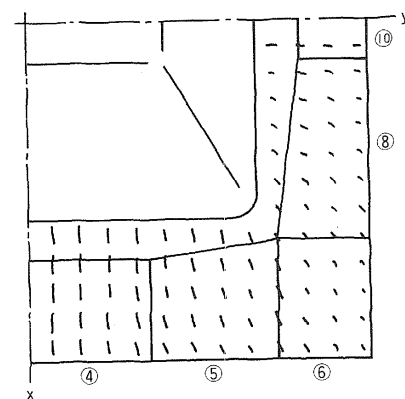
##### 4.2.1 フランジ部流線の測定結果

図7にフランジ部流線の測定結果を示す。ポンチEに対しては絞り深さ $h$ が0mmから50mmまでの流線を、ポンチD、Cに対しては $h$ が0mmから30mmまでの流線を示している。また同図には、2節の理論解析にもとづいて計算された、 $W_t$ を最小にするフランジ部の変形領域分割結果を示す。解析において仮定した各変形領域の変形モードを整理すると、

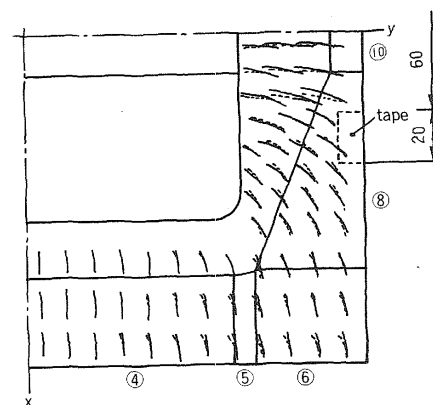
領域4：(x方向の剛体移動)



(a)



(b)



(c)

(a) ポンチE ( $h=0\sim 50\text{mm}$ )

(b) ポンチD ( $h=0\sim 30\text{mm}$ )

(c) ポンチC ( $h=0\sim 30\text{mm}$ )

----テープ使用, ——テープ無し

図7 流線の測定結果と変形領域の計算結果

- + (y 方向の一様圧縮)
- 領域5: (x 方向の単純せん断変形)
- + (y 方向の一様圧縮)
- 領域6: ダイスコーナ d<sub>2</sub> 方向への剛体移動
- 領域8: (y 方向の単純せん断変形)
- + (x 方向の一様圧縮)
- 領域10: (y 方向の剛体移動)
- + (x 方向の一様圧縮)

となる。流線の様子から、どのポンチにおいても素板はほぼ上記の変形モードにしたがって変形していることがわかる。これより理論解析における素板の変形モードの仮定が妥当であることが確認された。

ポンチ C においてテープの有無が材料流れに及ぼす影響を見ると (図7(c))、テープを用いることにより、領域8の中位部から下位部 (領域6側) にかけての y 方向の変位量、すなわちダイス穴内への材料の流入量がテープを用いない場合の2/3~1/2程度に減少しており (点線)、テープによる材料流れの拘束がしわの抑制に効果的に働いていることがわかる。

#### 4.2.2 ひずみ分布の測定結果

図8にポンチ C、D、E で成形した容器の素板中心線上におけるひずみ分布の測定結果を示す。図中の記号 e<sub>1</sub>、e<sub>2</sub> は、鋼板表面にエッチングした直径5.1mmのスクライブドサークルをデジタル式読取顕微鏡を用いて測定した素板面内の公称ひずみを示す (読取誤差は3%)。e<sub>1</sub> は傾斜方向、e<sub>2</sub> は水平方向の公称ひずみである。また板厚ひずみ e<sub>t</sub> は体積一定の条件を用いて

$$e_t = (1+e_1)^{-1}(1+e_2)^{-1} - 1$$

より算出した。これら3つの容器に共通な傾向として、

- 1) ポンチ底平担部の公称伸びひずみは高々5%である。
- 2) 傾斜面では、傾斜方向のひずみ e<sub>1</sub> は長辺側よりも短辺側で大きく、ポンチ E で15~20%、ポンチ D で17~22%、ポンチ E で26~32%の伸びが生じている。一方、水平方向のひずみ e<sub>2</sub> は、ポンチ頂部近傍では張出し変形による伸びひずみを示しているが、フランジに近づくにつれて徐々

に圧縮ひずみへと変化する。以上の e<sub>1</sub> および e<sub>2</sub> の組合せの結果、板厚はポンチ肩丸味部直下で最も薄くなり破断危険部となる。特にポンチ C の短辺側では最大-20%の板厚減少を示している。

3) フランジの材料はほぼ板厚不変の平面ひずみ圧縮を受けている。

2節で述べた変形解析法 (以下解析法 A と呼ぶ) によるひずみの計算結果を同図中に細線で示す。摩擦係数 μ は0.2とした。長辺側では測定値とよい一致を示しているが、短辺側では傾斜面部の伸びひずみ e<sub>1</sub> を低目に評価している。この原因は、傾斜面の形成に消費される塑性仕事量 W<sub>sw</sub> を計算する際、『領域2と3、および領域7と9は傾斜方向に同じ値の平面ひずみ引張を受ける』と仮定したことが妥当でなかったことによる。すなわち写真1の素板の変形過程からわかるように、ダイス穴コーナ部近くのポンチ稜線上の材料はポンチになじみにくいために、実際には領域3は領域2ほど、また領域7は領域9ほど引張変形を受けない。

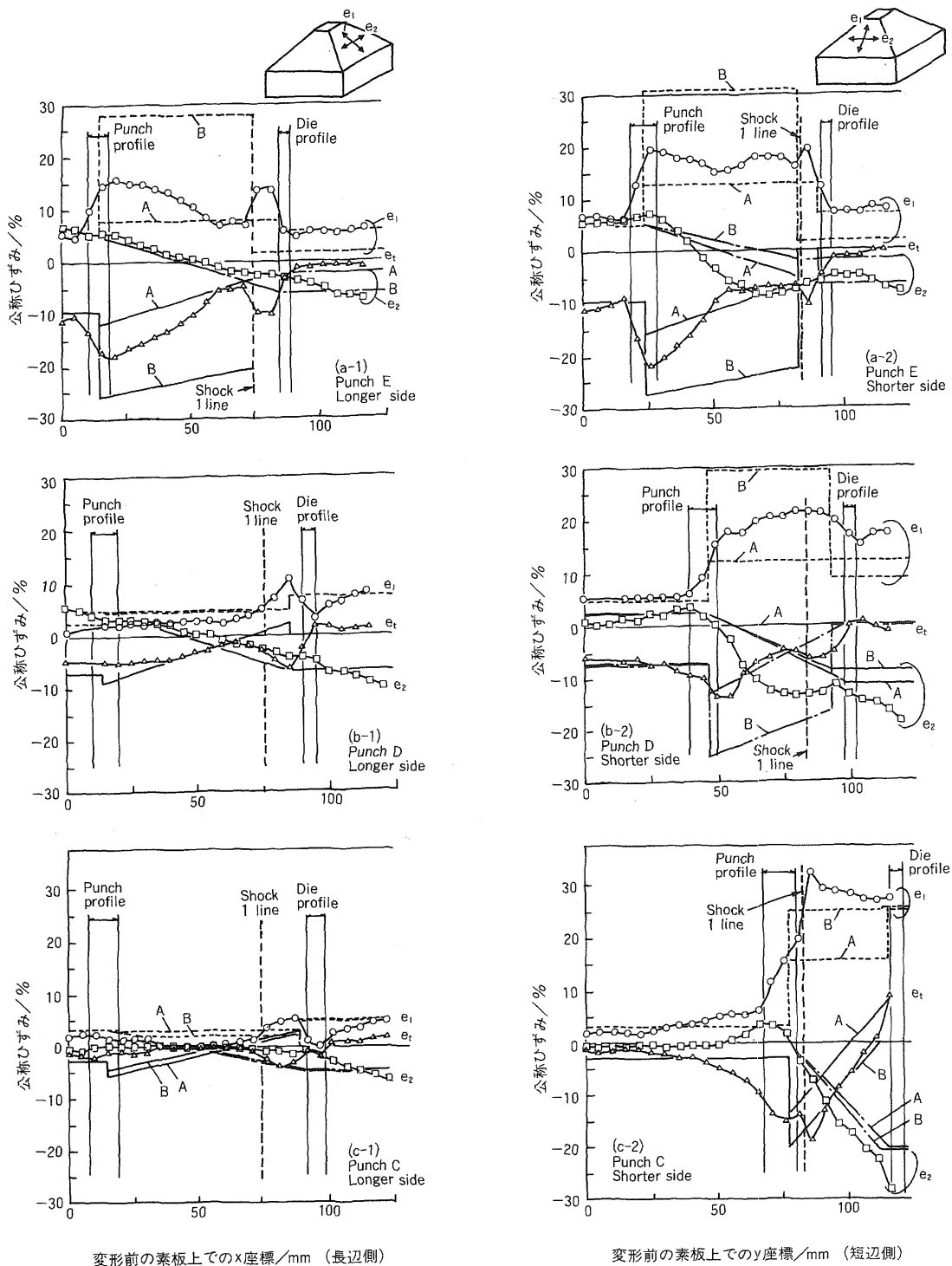
そこで、領域2および9のみが傾斜方向に均一な平面ひずみ引張変形を受けると仮定し、加えて領域3および7の傾斜方向のひずみ e<sub>1</sub> を零とおいて W<sub>sw</sub> を評価して素板の変形解析を行った。ひずみ分布の計算結果を図8中に太線で示す (以下解析法 B と呼ぶ)。摩擦係数 μ は0.1とした。ひずみの測定値は、しわのないポンチ E では解析法 A の計算値に近く、しわの顕著なポンチ C では解析法 B の計算値に近い。これは傾斜面の変形に関する上記の考察が妥当であることを示している。

以上要するに、本研究で提案した全ひずみ理論的なエネルギー法は、3次元複合成形における素板の変形挙動を定性的に予測する計算手法として有効であることが判明した。なお実際に近い変形解を得るには、フランジ部のしわ押え力分布 (式(3)) ならびに摩擦係数 μ を正しく評価して、摩擦仕事によるエネルギー消費量 W<sub>f</sub> を正しく見積ることが大切である。このことは有限要素法を用いる場合でも注意を払うべき点である。

#### 4.2.3 しわ発生量の測定結果

表2は、式(2)より計算される Δ の値としわ高さの測定値 hw を比較したものである。理論解析で





変形前の素板上でのx座標/mm (長辺側)

変形前の素板上でのy座標/mm (短辺側)

上からポンチE, D, C (テープなし)。左側：長辺側，右側：短辺側。  
 $e_1$  (○, - - - -) : 傾斜面方向ひずみ。  $e_2$  (□, - - - -) : 水平方向ひずみ。  
 $e_3$  (△, - - - -) : 板厚ひずみ。細線は解析法A, 太線は解析法Bによる計算結果。

図8 素板中心線上の公称ひずみ分布

表2 Δの計算結果としわ高さhwの比較

	解析法 A /mm	解析法 B /mm	しわ高さ hw/mm
ポンチ C ( $\psi_1=90^\circ$ $\psi_2=45^\circ$ )	1.90* 10.31*	1.77 10.59	3.4
	7.3*	7.5	
ポンチ D ( $\psi_1=67.8^\circ$ $\psi_2=49.1^\circ$ )	3.25 4.86	3.46 3.55	1.2
	4.4	3.6	
ポンチ E ( $\psi_1=90^\circ$ $\psi_2=54.7^\circ$ )	2.94 2.69	1.03 0.80	0.0
	3.3	1.1	

\*上段:Gx'd<sub>2</sub>, 中段:Gy'd<sub>2</sub>, 下段:Δ(式(2))

予測したように、Δの値が大きい順にしわ高さも大きくなっており、本解析法はしわ発生量の定性的な予測手段としても有効である。

## 5. 結 言

板材が深絞り変形と張出し変形を同時に受ける3次元複合成形のモデル容器として、底部に傾斜面を有する四角錐台容器の1工程成形実験を行い、しわと破断の観点から素板の変形挙動を詳細に観察した。さらに複合成形における破断としわ発生量を予測するための簡便法として、全ひずみ理論的エネルギー法にもとづく素板の変形解析法を考案した。その結果以下の知見を得た。

1) 本容器に生じる欠陥は、短辺側のポンチ肩丸味部直下に生ずる破断および傾斜面に生ずるしわである。

2) 深絞り成形の難度はポンチ C (長辺側傾斜角度=45°、短辺側傾斜角度=90°)、D (45°、60°)、E (45°、45°)、B (30°、90°)、A (15°、90°) の順である。ポンチ E、B、A による成形ではしわのない良品を得ることができたが、ポンチ C、D による成形では、しわを除去するのに必要なしわ押え力に到達する以前に材料が破断してしまうため、しわを完全に除去することはできなかった。

3) 顕著なしわが残留した容器 C に対して、ビードの代用としてテープを素板上に貼ることにより、しわ押え力の作用箇所を短辺側に集中させて成形試験を行った。その結果、最適なテープ配置下ではテープを貼らない場合に比べて限界しわ押え力が2倍以上高くなり、顕著なしわ抑制効果が確認された。これより3次元複合成形においてしわと破断をうまく抑制して良品を得るためには、ビードを配置する位置が重要な因子であることが明らかとなった。

4) 全ひずみ理論的エネルギー法による計算結果は、各容器毎のひずみ分布およびしわ発生量の測定値と定性的に一致することが確認された。これより本解析法は複合成形における素板の変形挙動を定性的に予測するのに有効な手法であることが確認された。

5) 本解析法を用いて実際に近い変形解を得るには、フランジ部のしわ押え力分布ならびに摩擦係数  $\mu$  を正しく評価して、摩擦仕事によるエネルギー消費量  $W_f$  を正しく見積ることが大切である。これは有限要素法による解析でも注意を払うべき点である。

本解析法をより一般的な異形複合成形へ拡張するために、より一般的な解析手法を考案することが今後の課題である。

## 謝 辞

本研究は天田金属加工機械技術振興財団奨励研究助成によって行なわれたことを記し深く感謝する。また供試材をご提供下さった川崎製鉄株式会社に御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 神馬 敬：塑性と加工、11-116(1970)、653。
- 2) 神馬 敬・桑原利彦：塑性と加工、31-349(1990)、141。
- 3) 伊倉 真・栗山幸生・大上哲郎：41回塑加連講論、(1990)、297。
- 4) 井関日出男・室田忠雄：機論 C、51-457(1985)1621。
- 5) 福井伸二・竹山壽夫・吉田清太・大川陽康：東大理工

- 研報告、8-1(1954)、664。
- 6) 平岩正至・近藤一義：機論 C、49-440(1983)、695。
- 7) 丸茂康男・森 敏彦：アマダ技術ジャーナル、24-113(1991)、1。
- 8) 桑原利彦・秋山浩二：平 3 塑加春講論、(1991)、243。
- 9) 吉田清太・吉井康一・阿部邦雄・福井伸二：理研報告、37(1961)、383。
- 10) 薄鋼板成形技術研究会編：プレス成形難易ハンドブック、(1987)、日刊工業新聞社。
- 11) 桑原利彦・神馬 敬・松岡 功：平 1 塑加春講論、(1989)、371。またはアマダ技術ジャーナル、23-112(1990)、1。
- 12) 薄鋼板成形技術研究会：塑性と加工、13-132(1972)、53。および塑性と加工、16-174(1975)、602。

---

(原稿受付日／8月28日 \*東京農工大学工学部機械システム工学科助教授 \*\*東京工業大学精密工学研究所教授 \*\*\*株式会社ユニカ機器第1開発センター)