

- 1) S. GARBER: J. Iron and Steel Inst.(U.K.), June (1962), p. 466~471
- 2) A. F. MOHRI: General Meeting of AISI May. 1956
- 3) I. E. MADSEN: Iron and Steel Eng., January (1964), p. D-48~D-50

669,14-415:621977.011:539,4.013

(201) プレス成形における形状性におよぼす薄鋼板の機械的性質の影響

八幡製鉄所, 技術研究所 No.64363  
高橋 賢司・○中島 浩衛

Influence of Mechanical Properties of Steel Sheet on the Shapability in Press Forming.

Kenji TAKAHASHI and Kōe NAKAJIMA.

I. 緒 言

薄鋼板のプレス成形において発生する問題を大別すると、次の2つがあげられる。第1は成形時に生ずる薄板の破断に関するもので、いわゆる成形限界に関しては多くの研究が行なわれている。第2の問題は、成形限界とは直接関係のない、成形された部品の寸法精度、ベユ、ドミング、張り剛性およびしわの発生などの現象に関するものである。この後者に属する問題は実際のプレス成形においてしばしば発生するトラブルであつて、また十分な系統的な研究が行なわれていない。最近吉田りによつて新しく“形状性”という名称で呼ばれるようになった。

本研究は形状性に対する薄鋼板の機械的性質、およびプレス成形条件などの影響について検討を行なつたものである。形状性について検討を行なうにあたり、特に自動車の door-outer のような、ゆるやかな曲率を有する不等2軸応力条件下にある、浅絞りプレス成形を再現させるために、模型プレス実験を行なつた。

実際のプレス成形では、まずプレス成形を行なつた後続いてフランジアップ、トリミングなどの工程が取られるが、本実験の場合はトリミングを行なわずフランジの付いたままの状態で形状性を検討した。

プレス成形後のトリミングを行なつた状態で良好な形状を得るためには、まづ第1にプレス成形工程で所定の良好な形状を得ることが必要条件であろうと考えた。本報告においては、形状のうち、主としてスプリングバックによる寸法精度のみについての検討結果を報告する。

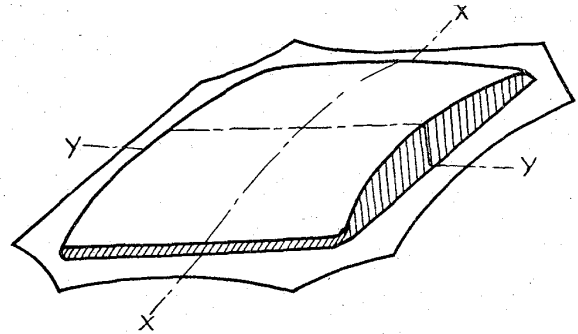
II. 試 験 方 法

1. 模型プレス実験用ポンチ, ダイス寸法

模型プレス実験用ポンチおよびダイスの寸法は、Fig. 1 に示したプレス部品の形状ともにあわせ示した。プレス部品は、x x 方向はゆるやかな曲率を有してあり、y y 方向は曲率をもたない。プレス試験機としては 150 t double action hydraulic press を用いた。

2. プレス条件

ブランクは一辺の長さが 700mm の四角形の四隅を切り落した八角形のものを用いた。プレス時のしわ抑え力は 10~60 t の範囲で行なつた。またポンチの肩のみに



Dimension of punch and die  
Radius of curvature at direction of XX,  $r_m=1589\text{mm}$ .  
Height of a curved surface,  $a=17.5\text{mm}$ .  
Length of a side plane 497.2mm.  
Radius of curvature of shoulder of die 10mm.

Fig. 1. Shape of pressed part.

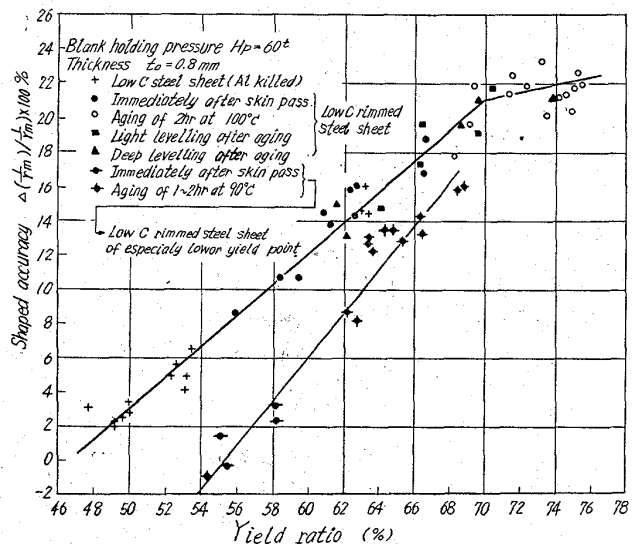


Fig. 2. Effect of yield ratio of steel sheet on the shaped accuracy after press forming.

160#マシン油を塗布してプレス試験を行なつた。

3. プレス後のプレス部品の寸法精度の測定

Fig. 1 に示したプレス部品の x x 方向の曲面の変化をプロフィールメーターで測定を行なつて曲率半径を求めた。

プレス成形後のスプリングバックによる x x 方向の寸法精度を次の(1)(2)式で示した。

$$\Delta \frac{1}{r_m} = \frac{1}{r_m} - \frac{1}{r_m'} \dots \dots \dots (1)$$

$$-\Delta \left( \frac{1}{r_m} \right) / \left( \frac{1}{r_m} \right) = (1 - r_m/r_m') \dots \dots \dots (2)$$

ただし  $r_m$  はポンチの曲率半径を示し、 $r_m'$  はプレス部品の曲率半径を示す。

III. 試験結果および検討

1. プレス後の寸法精度と降伏比の関係

しわ抑え力 60 t のもとで、板厚 0.8mm の低炭素鋼板を用いて Fig. 1 に示した浅絞りプレスを行なつたときの寸法精度と機械的性質との関係を Fig. 2 に示した。Fig. 2 からわかるように、降伏比とプレス後の寸法精度との間には直線関係があり、降伏比が小さいほど寸法精

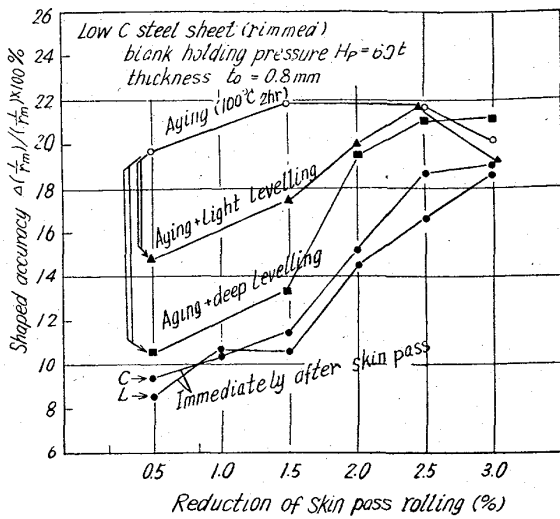


Fig. 3. Effect of skin pass reduction, aging and levelling after aging on the shaped accuracy after press forming.

度がすぐれていた。降伏点と寸法精度との間にも全く同様の関係があつた。

Fig. 2 において、寸法精度と降伏比の関係は大別して 2 つの直線から示された。従来より製造されている低炭素冷延鋼板 (アルミキルド鋼およびリムド鋼) はスキンパス直後、時効状態および時効後レベラー加工を行なつたものもすべて同一直線上にプロットされた。ここで、特に降伏点を低くすることを目的として製造した低降伏点鋼板 (リムド鋼) の寸法精度に対する特性は、他に比べて寸法精度が一段とすぐれていることが示されている。このことは、寸法精度に対して降伏点、降伏比の外に他の因子が影響していることを示している。この点に関しては現在検討中である。

2. プレス後の寸法精度とスキンパス率、時効およびレベラー加工の関係

スキンパス率が 0.5~3.0% の範囲で、変化させたときの寸法精度とスキンパス率の関係を Fig. 3 に示した。スキンパス率が高くなるにつれてプレス後の寸法精度は悪くなる。100°C 2hr の人工時効すると寸法精度は著しく悪くなるが、時効後適度のレベラー加工を行なうと寸法精度は再び向上するのがみとめられた。ここでレベラー加工のインターメッシュは軽レベラー加工が 0.8mm, 強レベラー加工が 3.0mm であつた。またプレス

x 方向にブランクの L (圧延方向), または C (圧延方向に直角な方向) 方向をとつた場合の寸法精度についてもあわせて示してあるが、両者の方向の差はあまり大きくなかつた。

3. プレス後の寸法精度に対するしわ抑え力および板厚の影響

プレス後の寸法精度におよぼすしわ抑え力 (Hp) と板厚の影響をしらべるために、Table 1 に示すような機械的性質を有する薄鋼板を使用した。このときの寸法精度としわ抑え力との関係を Fig. 4 に示す。板厚 0.6mm (リムド鋼) のものはしわ抑え力 Hp 20~30 t で寸法精度が最も悪くなつている。

板厚が 0.8~1.0mm (リムド鋼) はしわ抑え力約 45 t で寸法精度が最も悪くなつている。板厚 0.9mm のアルミキルド鋼の場合は、しわ抑え力が約 20 t で最大となつている。このように、プレス後の寸法精度特性は板厚

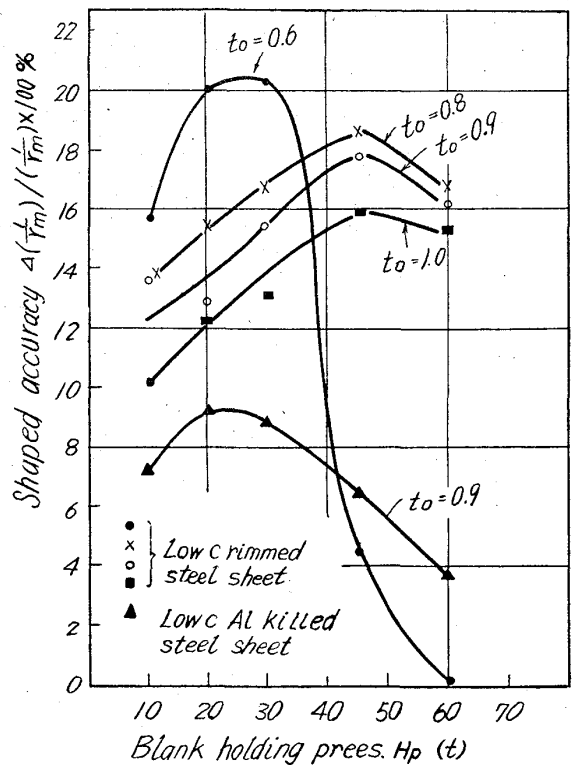


Fig. 4. Effect of blank holding pressure in pressing on the shaped accuracy after press forming.

Table 1. Mechanical properties of samples.

| Steel                            | Thickness $t_0$ (mm) | Yield point $\sigma_Y$ (kg/mm <sup>2</sup> ) | Tensile strength $\sigma_B$ (kg/mm <sup>2</sup> ) | Total elongation E (%) | Yield ratio $\sigma_Y/\sigma_B \times 100\%$ |
|----------------------------------|----------------------|--|---|------------------------|--|
| Low carbon rimmed steel sheet    | 0.6                  | 22.5   | 34.7  | 41.0                   | 64.9   |
|                                  | 0.8                  | 23.1   | 34.8  | 41.7                   | 66.5   |
|                                  | 0.9                  | 23.5   | 34.5  | 41.5                   | 68.0   |
|                                  | 1.0                  | 23.2   | 34.8  | 42.9                   | 66.8   |
| Low carbon Al killed steel sheet | 0.9                  | 16.1*  | 32.4  | 44.7                   | 50.0   |

\* at 0.2% off set.

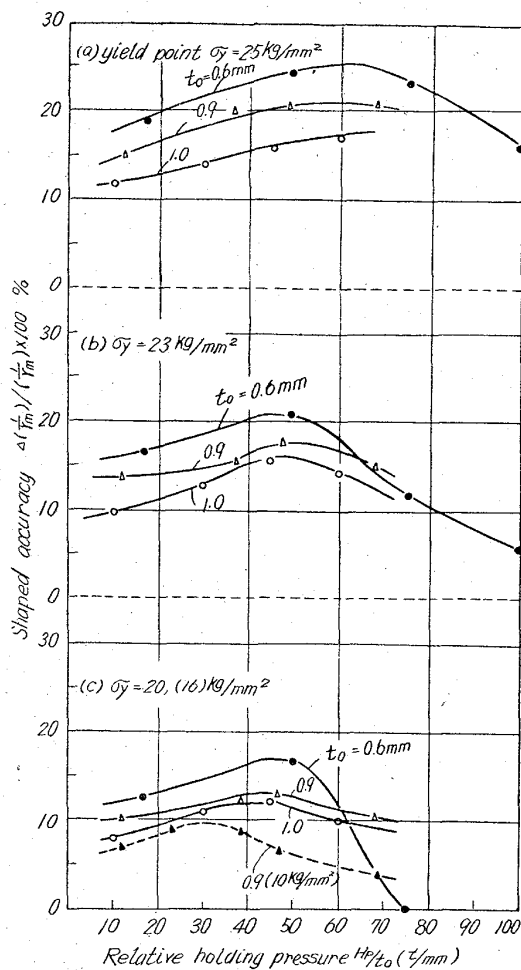


Fig. 5. Relation between relative holding pressure in pressing and the shaped accuracy.

鋼種およびしわ抑え力によつても異なつてゐることがわかる。ここである適当なしわ抑え力のところで、寸法精度が最も悪くなりその前後のしわ抑え力のところで寸法精度がよくなることは注目に値する。さらにしわ抑え力の効果および板厚の効果を十分しらべるために、Table 1 に示す試料について人工時効処理を行なつてからプレス試験を行ない、Fig. 4 と同様の関係を求めた。しわ抑え力と板厚との比 ( $H_p/t_0$ ) を相対しわ抑え力と呼び、相対しわ抑え力と寸法精度との関係を求めると Fig. 5 が得られた。Fig. 5 より明らかなように、ブランクの降伏点と同じであれば、板厚は厚いほど寸法精度がすぐれているのがみとめられる。しかししわ抑え力が十分に高いところでは、板厚が薄くなると急激に寸法精度がよくなる傾向がみとめられた。ブランクの降伏点が違つても、いずれの場合にも寸法精度の最も悪くなる相対しわ抑え力がある。このしわ抑え力の前後で寸法精度がすぐれている。しかもこの寸法精度が最も悪くなる相対しわ抑え力は、板厚による差は小さく、ブランクの降伏点が高くなるほど、高压側にずれるのがみとめられた。

#### IV. 結 言

薄鋼板の浅絞りプレス成形におけるプレス後の寸法精度について検討するため、模型プレス実験を行なつた。

1. プレス後の寸法精度は、薄鋼板の降伏比または降伏点とよい相関関係があつた。降伏比または降伏点が高いほど寸法精度がすぐれている。

2. 薄鋼板のスキンパス率は低い方がプレス後の寸法精度はすぐれている。時効処理を行なうと寸法精度は悪くなるが、時効後レベラー加工を行なうと寸法精度は再び向上する。

3. プレス成形時のしわ抑え力の寸法精度におよぼす効果について検討を行ない、板厚およびブランクの降伏点との関連性のもとに寸法精度特性を明らかにした。

#### 文 献

- 1) 吉田清太: 塑性と加工, 5 (1964) 37, p. 56~64

669.14-419: 620.178.6

### (202) 組合せ薄鋼板および軟鋼薄板に関するエリクセン試験 No. 64364

(組合せ材料に関する研究—I)

東京大学工学部 ○藤津昭平

Erichsen Test with the Thin Composite Steel Plate and the Thin Plate of Mild Steel.

PP2104~2107  
(Study of composite materials—I)

Shohei FUJITSU.

#### I. 緒 言

近時組合材料の研究が、他方単一材料の研究の進歩と相まって、広く注目されてきているのであるが、これは従来からの単一材料のみによつては得がたい性質を数種の材料を組合せる組合材料によつて容易に達成しようとするものである。組合材料においては、組合材料の各構成材料の性質が互に他を補完することく組合されるものであり、その組合効果が組合材料の性質としてあらわれるものである。

著者はこの組合材料に関する研究において、まず板材料を取りあつかうことにし、本報においては金属の組合板の機械的性質を調べるため、特に薄板材料について試験した結果を報告する。

一般に薄板材料の機械的性質を知るためにおこなわれる試験としてエリクセン試験があるが、その破壊機構はかなり複雑であつて試験の結果得られた板厚エリクセン値関係曲線の性質も十分明らかではなかつた。そこで著者はエリクセン試験における薄板破壊の法則を近似的に求め、きわめて簡便に薄板の各板厚についてエリクセン値を見出すことを可能にした。すなわちエリクセン試験においては、そのエリクセン値は薄板の一般伸びと局部伸びにわけることができることとみなされ、近似的にはその一般伸びは概ね板厚による変化が小さく、局部伸びは板厚によつて大きく変化する。換言すれば、板厚エリクセン値関係曲線は板厚効果を示すものであつて、その変化の度合は主として局部伸びの程度を示すものであるといえる。よつてこの局部伸に関するバルバの法則を導入してエリクセン値に関する近似的な算定をしてみると、板厚の2乗以上は薄板であるから微小として省略し、また