

## サーボプレスを用いた V 曲げにおけるアルミニウムのスプリングバックに関する研究

日大生産工(院) ○阿部慎也 日大生産工 高橋進

## 1. 緒言

現在、自動車の排出ガスによる地球温暖化が課題となっている。そこで、自動車の燃費向上のための車体軽量化を目的として現在、自動車業界ではアルミニウム合金や高張力鋼板等の軽量材料の適用率が増加している<sup>1-2)</sup>。しかし、これらの軽量材料はプレス成形後のスプリングバックによる寸法精度不良が問題である<sup>3-4)</sup>。

そこで、スプリングバック抑制技術に関しては様々な研究が行われている。しかし、スプリングバック抑制に効果があると言われているパンチの下死点保持がスプリングバックに与える影響やメカニズムの解明が十分に行われているとは言えない。

既報<sup>5)</sup>では V 曲げ実験における供試材の角度計測の精度向上を目的とした計測方法の考案および精度検証を行い、レーザー変位計を用いて計測できることが確認できた。

そこで本報では、サーボプレスを用いてパンチの下死点保持時間によるスプリングバック抑制効果を把握するために V 曲げ実験を行い、レーザー変位計を用いて角度評価を行ったので報告する。

## 2. 下死点保持時間がスプリングバックに与える影響

## 2.1. 供試材

供試材は、5000 系アルミニウム合金板(A5182-O, 住友軽金属製)を使用し、板厚 1mm の板材の圧延方向を長手方向として、長さ 160mm、幅 35mm に加工した。供試材の機械的性質を Table.1 に示す。

Table.1 Mechanical properties of specimen

Tensile Strength /MPa	Yield Strength /MPa	Elongation /%	n value	r value
283	144	28	0.28	0.75

## 2.2. 実験条件

本実験では板厚方向成形を行わず、下死点保持時間および成形速度を変化させてスプリングバックの抑制効果を確認した。下死点保持設定時間は 0.01, 0.05, 0.2, 0.4, 0.6, 1.0, 5.0sec の 7 条件、成形速度は 5, 50mm/s の 2 条件で各条件 3 回ずつ実験を行った。

## 2.3. 実験装置

実験装置および金型寸法を Fig.1 および Fig.2 に示す。実験には 4 軸制御を行い、成形中の各軸のストローク量の計測をする直動式サーボプレスを使用した。また、金型には SKD11 を使用して加工後の熱処理で HRC60~61 とした。



Fig.1 Experiment apparatus

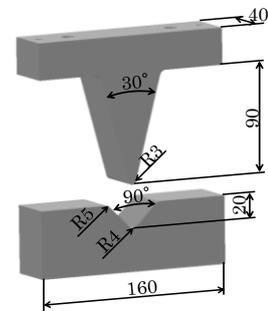


Fig.2 Dimensions of punch and die

## 2.4. 角度評価方法

実験評価は、レーザー変位計を使用して角度の算出を行った。なお、計測は成形後の供試材の非対称性の可能性を考慮して、供試材の左右両側から計 4 点の距離を計測した。Fig.3 に角度評価方法の概略図を示す。4 台のレーザー変位計により金型間および試験片間の距離を計測し、その差から成形中および成形後の試験片角度を算出した。また、サーボプレス等の実験環境による振動を考慮し、金型間距離は毎条件変更後に計測した。計測時に人為的操作を行わないため、既報<sup>6)</sup>での課題であった人為的誤差が発生しない計測方法を考案した。

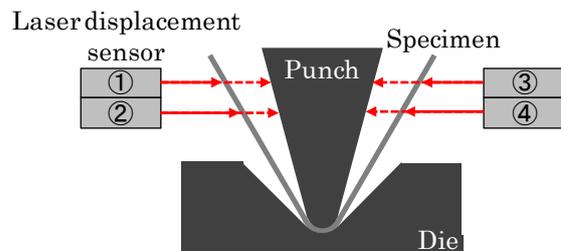


Fig.3 Angle measurement image

## 2.5. 実験結果

Fig.4 に既報<sup>6)</sup>で用いた計測方法、Fig.5 に今回採用した計測方法での角度計測時のバラつきを示す。これより、これまでの計測方法と比較してバラつきが平均で 81.3%減少し、同一条件下での計測が安定して行えたことが確認できる。これは、レーザー変位計を用いたことにより、これまで採用していた計測方法の問題点であった、計測時の人為的誤差を排除することできたためだと考えられる。

下死点保持時間とスプリングバック量の関係を Fig.6 に示す。なお、4 軸の平均ストローク量の計測結果より、パンチが設定した下死点位置(31.480mm)

Research on Springback After V-bending of Aluminum Sheets Using Servo Press

Shinya ABE, Susumu TAKAHASHI

よりも±0.01mm以内の実験結果を下死点位置まで成形が行えたものとした。また、横軸は4軸の平均ストローク量の最小値から+0.005mm以内にあった時間を実際の保持時間として作成した。この結果より、成形速度5mm/sにおいては下死点保持時間が延びることでスプリングバックが抑制されることが確認できる。これは、Fig.7, 8に示すスライドストローク量のグラフより、保持時間を延ばしたことで、パンチの下死点位置が設定値(31.480mm)に近づいたことに起因すると考えられる。短い下死点保持時間では下死点位置までパンチが降下する前に上昇してしまい、正確な下死点位置(31.480mm)で成形が行えていないことが確認できた。一方、成形速度50mm/sでは下死点保持時間が延びることでスプリングバック量は増加している。

これについては、スライドが下死点近傍にて成形速度5mm/sの時と異なる挙動を示したためと考えられ、今後メカニズムについて解明する必要がある。

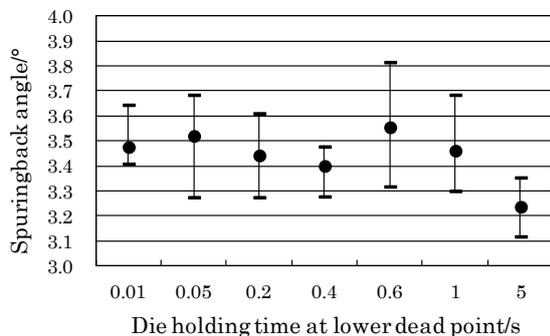


Fig.4 Measurement error using previous method

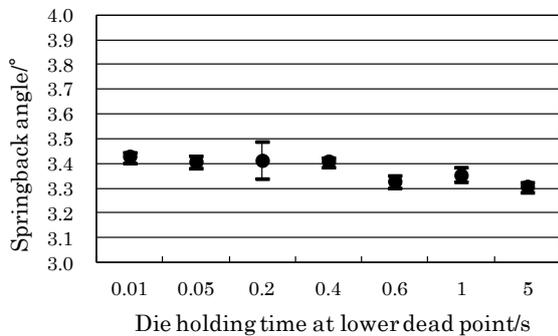


Fig.5 Measurement error using lazer displacement sensor method

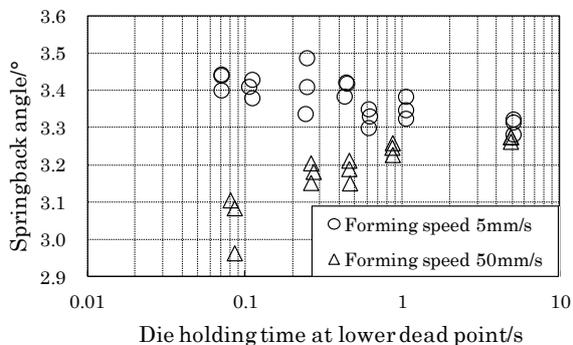


Fig.6 Relationship between die holding time at lower dead point and springback angle

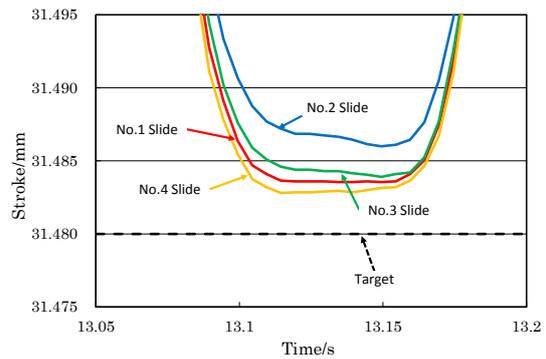


Fig.7 Relationship between time and stroke (Forming speed: 5mm/s, Set die holding time: 0.01s)

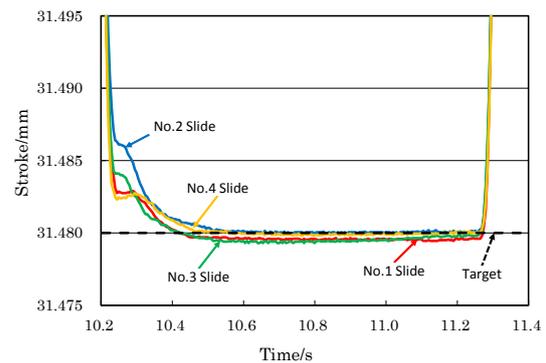


Fig.8 Relationship between time and stroke (Forming speed: 5mm/s, Set die holding time: 1.0s)

### 3. 結言

スプリングバック抑制を目的としたV曲げ成形における下死点保持時間についてのサーボプレスを用いて検討を行い、以下の結論を得た。

- 1) レーザー変位計を用いた角度計測を行ったことで、計測のバラつきが平均で81.3%小さくなり、高精度な角度評価が可能となった。
- 2) 下死点保持時間を延ばすことによりスプリングバック量が減少することが確認できた。これはサーボプレスの下死点位置制御によるもので、保持時間を延ばすことで設定する下死点位置まで成形されるからである。
- 3) サーボプレスを使用する場合は、下死点位置および保持時間の設定値と実際のスライドストロークとの差を考慮する必要がある。

#### 「参考文献」

- 1) 杉山隆司, 高強度鋼板の車体への適用の変遷, 塑性と加工, 第46巻, 第534号, 2005, 8.
- 2) 稲葉隆, 神戸製鋼技報, 第55巻, 第2号, 2005, 66.
- 3) 杉山隆司, 実プレスにおけるFEM解析予測, 塑性と加工, 第51巻, 第598号, 2010, 19.
- 4) 佐藤章二, 西村信吾, 自動車車体軽量化とその課題, 塑性と加工, 第44巻, 第506号, 2003, 8.
- 5) 阿部慎也, 高橋進, アルミニウム板材のスプリングバックに対するボトミングの影響に関する研究, 第62回塑性加工連合講演会, 2011, 373.
- 6) 阿部慎也, 高橋進, サーボプレスを活用したV曲げ成形における形状凍結性への影響, 平成23年度塑性加工春季講演会, 2011, 315.