124 キャンバ付ハット断面部材のスプリングバック変形挙動解析

Springback Deformation Analysis of Camberd Hat-section Member at Draw Bending

正 森 孝男 (富山県大)
山崎 雄司 (NKK)

○学 鈴木 清正 (富山県大院)
ト部 正樹 (NKK)

Takao MORI and Kiyomasa SUZUKI, Toyama Prefectural University, 5180 Kurokawa, Kosugi-machi, Toyama
Yuji YAMASAKI and Masaki URABE NKK Corporation, 1 Koukan-cho, Fukuyama, Hiroshima

Keywords: Springback, High tensile strength steel, Cambered beam, Draw-Bending, Finite Element Method

1. 緒言

自動車の燃費および衝突安全性向上の観点から、高張力鋼板の自動車車体への適用が図られている。しかし、高張力鋼板は、軟鋼板に比較してプレス成形時のスプリングバックが大きく、その変形挙動の予測が成形上重要となっている。そのため、基本部材であるストレートハット断面部材に関して、解析条件の適切な設定により、有限要素法解析によるスプリングバック予測が十分な精度を有することを確認し⁽¹⁾、さらにストレートハット断面部材の圧縮強度特性に及ぼすスプリングバックの影響を検討した⁽²⁾。一方、自動車車体のフレーム部材は、センターピラーのようにキャンバのついた部材も多く、キャンバ付ハット断面部材のスプリングバック予測も重要である。

本報告では、キャンバ付ハット断面部材の有限要素法によるスプリングバック変形挙動予測の精度を検討することを目的として、キャンバ付ハット断面部材のプレス成形試験およびその有限要素法解析を行った。

2. 有限要素法解析

図1に、プレス成形試験で用いた金型を示す。ダイ、ポンチ、ブランクホルダーは、軸方向(z方向)に半径300mmの円弧形状を有し、ポンチ幅100mm、ダイ肩半径およびポンチ肩半径5mm、ダイ間隔104mmである。ブランク寸法は、幅300mm(x方向)、長さ100mm(z方向)、板厚1.4mm(y方向)である。解析では対称性により、ブランクおよび金型全体の1/4の部分をモデル化した。ブランクは、3次元シェル要素により、x方向に150分割、z方向に5分割の要素分割を行った。ブランクの境界条件は、x軸方向中央(x=0)でx方向変位およびy、z軸方向の回転を、z軸方向中央(z=0)でz方向変位およびx、y軸方向の回転を拘束した。ダイ、ポンチ、ブランクホルダーは剛体とし、ブランクとポンチ、ダイ、ブランクホルダー間で摩擦を考慮した接触問題とした。ブランク材料は、SCGA270D、440、590の3種で

Fig.1 Geometry of die, punch and blankholder

Table 1 Material properties

Material	Yield stress (MPa)	Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	n-value
SCGA270D	157	284	54.2	0.235
SCGA440	335	459	36.7	0.174
SCGA590	391	655	29.7	0.169

あり、その材料特性を表1に示す。BHF(しわ押え力)は、49kN、98kN、196kN、392kNに変化させ、ストレートハット断面部材と同様に、摩擦係数0.1、ポンチピーク速度5m/sec、ブランクホルダー質量5kgとして解析を行った。解析には汎用構造解析ソフトABAQUSを用い、プレス成形過程の解析は動的陽解法であるABAQUS/Explicit、スプリングバック過程の解析は静的陰解法であるABAQUS/Standardを用いた。

3. 解析結果および考察

有限要素法によるスプリングバック変形挙動の解析精度を確認するため、断面の変形形状、側壁部の肉厚減少率、部材表面のひずみ分布について、解析結果を試験結果と比較した。

3.1 断面変形形状 スプリングバック後の変形形状の一例として、SCGA590材のBHF196kNおよび392kNにおける軸方向中央部のx-y断面の変形形状およびボトム中央部の軸方向の変形形状を、それぞれ図2、3に示す。何れも、解析結果は、試験結果とよい一致を示し、BHFの増加とともにスプリングバックは小さくなっている。BHF196kNにおける各材料の軸方向中央部のx-y断面の変形形状およびボトム中央部の軸方向の変形形状を、それぞれ図4、5に示す。何れの材料においても、解析結果と試験結果はよい一致を示し、降伏応力の小さい材料ほど、ポンチ形状に近い形状となり、スプリングバックは小さい。

Fig.2 Deformed shape of x-y cross section

Fig.3 Deformed shape of bottom along z-direction

Fig.4 Deformed shape of x-y cross section

Fig.5 Deformed shape of bottom along z-direction

3.2 側壁部の肉厚減少率 スプリングバック後の側壁部の肉厚減少率の一例として、SCGA590 材の BHF196kN および 392 kN および BHF196kN における各材料の軸方向中央部の側壁部の肉厚減少率をそれぞれ図 6, 7 に示す。側壁部の肉厚減少率に大きな変化はなく、解析結果は試験結果とよい一致を示している。

3.3 ひずみ 図 8 に SCGA590 材の BHF196kN における軸方向中央部の表面のひずみ分布を示す。ここで、ひずみはブランクの状態での x 方向成分のひずみである。成形試験においては、 $\phi 10$ のスクライブドサークルをブランクにマークして測定した。R 部を除いた部分では、解析結果と試験結果はよい一致を示している。スクライブドサークルによる R 部のひずみ測定は困難であるが、解析結果においては、R 部において曲げによるひずみ集中が見られる。図 9 に、SCGA590 材において BHF を 49kN, 98kN, 196kN に変化させたときの解析によるひずみ分布を示す。BHF を増加させると、R 部および側壁部のひずみは、BHF の増加とともに増加し、スプリングバックが小さく抑えられる。

4 結言

実用フレーム部材で想定されるキャンバ付ハット断面部

Fig.6 Reduction ratio of thickness at side-wall

Fig.7 Reduction ratio of thickness at side-wall

Fig.8 Strain distribution

Fig.9 Strain distribution

材のスプリングバック変形挙動に関して、有限要素法解析による予測精度を確認するため、プレス成形試験、有限要素法解析を行った。その結果、ストレートハット断面部材と同一の解析条件で、キャンバ付ハット断面部材のスプリングバック変形挙動を有限要素法解析によって精度よく予測できることを得た。

文献

- (1) 森他 3 名, 機構論, No. 007-1(2000), 433.
- (2) 森他 3 名, 機構論, No. 0017-1(2000), 63.