

自動車用鋼板の弾性限の精密計測

日大生産工(院) ○河村 裕太, 日大生産工 前田 将克
日大生産工 鈴木 康介, 日大生産工 (非常勤) 高橋 進

1. 緒言

現在, 地球温暖化対策として自動車のCO₂排出量の削減が求められている. よって, 燃費を向上させるために, 車体の軽量化が行われている. 軽量化のためにアルミニウム合金板や高張力鋼板が使用されており, 使用率は増加している. しかし, これらの材料はプレス成形後の弾性回復による変形のスプリングバック(SB)が大きい. これは, 普通鋼板と比較して高張力鋼板は引張強さが大きく, アルミニウム合金板はヤング率が1/3程度であることに起因する. このSBにより金型開発に多大な時間とコストがかかるため, プレス成形シミュレーションを用いて金型開発が進められている. 実際のプレス成形との差を少なくするためにシミュレーションの高精度化が必要である. そのためには, 材料の正確な応力・ひずみ線図, 降伏関数及び降伏応力などを用いる必要がある.

高張力鋼板やアルミニウム合金板は一般的に降伏点が出現しない材料である. 現在, 降伏点が出現しない材料は, 0.2%耐力を用いている. より, 精度よく降伏点を計測できれば, 成形シミュレーションの高精度化が可能である. 金属材料は弾性域では体積増加によって温度が低下する. 一方, 塑性変形すると塑性発熱により温度が上昇する. そこで, 最低温度の時の応力を弾性限(降伏応力)の決定に用いることができると考えられる. そこで, 本報告では高張力鋼板を引張試験時に熱電対を用いて温度測定することで求めた降伏応力と0.2%耐力を比較した. また, 降伏応力の違いがシミュレーション結果に与える影響を比較するために, 実験値を用いてプレス成形シミュレーションを実施したので報告する.

2. 実験方法および測定方法

2.1. 試験装置および試験条件

材料の特性を計測するための引張試験は, 万能引張試験機(島津製作所製オートグラフAG-X 100 kN)を使用した. 引張速度は, 10mm/minで行った.

2.2. 試験片

試験材料は, 高張力鋼板のJSC590RおよびJSC590Yを使用した. 試験片形状はJIS5号とした.

2.3. 試験方法

引張試験中の伸びは, ひずみゲージ(共和電業製STEEL用KFGS-02-120-C1-11 L3M2R)を用いて計測した. ひずみゲージは試験片中央に貼り付けた. 温度計測は, 線径0.3mmのT型熱電対(チノー社製)を用いた. 熱電対は, 溶接しやすいように素線をハンマーで叩いてから, ハンディ溶接機にて素線同士の溶接を行い, 試験片にサマリウムコバルト磁石(マグナ社製)を用いて試験片中央に貼り付けた.

3. 試験結果

JSC590Rの結果をFig.1に示す. JSC590YもFig.1と同様の結果が得られた. 0.2%耐力と最低温度時の応力を降伏点とした場合をFig.2に示す. 両材料とも最低温度時の応力の方が0.2%耐力より10%以上小さくなった.

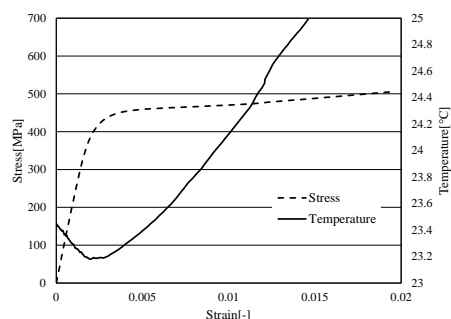


Fig.1 Stress-strain and temperature curves of JSC590R

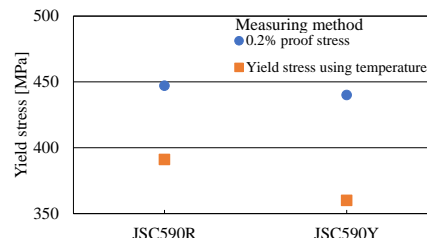


Fig.2 Yield stress with different measurement method

Precision Measurement of Elastic Limit
of Steel Plates for Automotive
Yuta KAWAMURA, Masakatsu MAEDA and
Kosuke SUZUKI and Susumu TAKAHASI

4. プレス成形シミュレーションの比較

4.1. シミュレーション条件

Fig.3に示すSレールを成形するプレス成形シミュレーションを実施し、SBを比較した。Fig.4,5に各材料の真応力-塑性ひずみ曲線を示す。ゲージ長の短いひずみゲージを使用したので、ひずみは2%程度しか測定することができなかった。よって、ひずみが2%以上は材料データベース上の真応力-塑性ひずみ曲線を使用した。解析ソフトはJSTAMP-NV(JSOL製 ver2.20)を使用し、降伏関数は解析ソフトの材料データベースにあるhill48(タイプ35)を使用した。ブランクホルダー圧は49kN、摩擦係数は0.12、加工速度は5000mm/secとした。

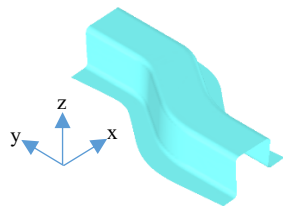


Fig.3 Formed shape of S rail with simulation

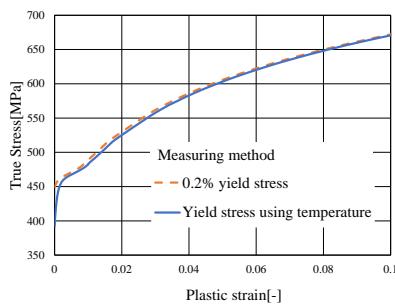


Fig.4 True stress – plastic strain curves for JSC590R

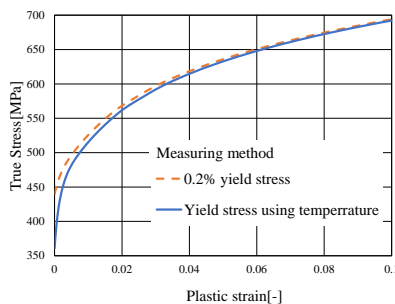


Fig.5 True stress – plastic strain curves for JSC590Y

4.2. シミュレーション結果

Fig.6に、JSC590Rの材料特性を使用した時のz方向のSBの分布を示す。Fig.7に各材料特性を使用した時の最大と最小のSBを示す。また、Fig.8にSBのz方向の差を示した。Fig.6~8よりJSC590R,Yともに材料特性間の

SBの最大値の差は小さいことがわかる。一方、最小値はJSC590Rでは差が2.68%と小さいがJSC590Yでは差が10.2%ある。Fig.4とFig.5の曲線を比較すると、Fig.5の曲線の方がFig.4のそれより大きいことがわかる。曲線間の差が大きい方がSBの差が大きくなり、降伏点の計測の重要性を示している。

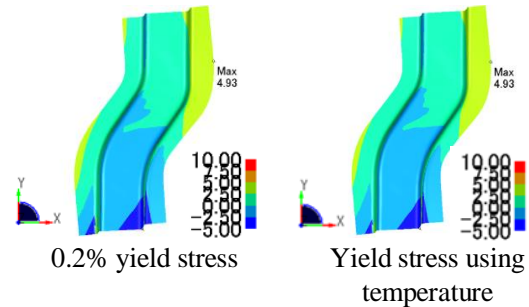


Fig.6 Simulation results of springback in z direction of JSC590R

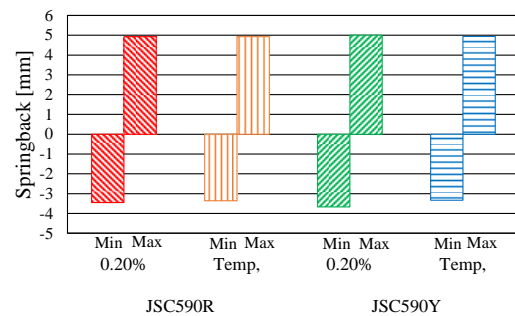


Fig.7 Simulation results of springback of JSC590R and JSC590Y

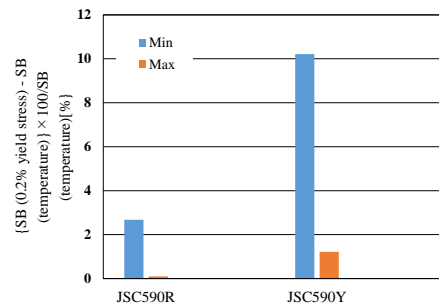


Fig.8 Difference of springback between using 0.2% yield stress and yield stress using temperature

5. 結言

- 1) JSC590RおよびYの両方で0.2%耐力より温度測定による降伏応力の方が小さくなった。
- 2) 0.2%耐力と温度計測による降伏応力での真応力-塑性ひずみ曲線の差が大きい方がSBの差が大きくなった。