

難加工材のプレス成形へのシミュレーションの適用(第2報)

機械電子科 機械スタッフ 長津義之 船井 孝 加藤俊文

Model Simulation with Sheet Forming of High Tensile Strength Steel and SUS304,430 Stainless Steel (2nd Report)

Yoshiyuki Nagatsu, Takashi Funai and Toshifumi Kato

1. はじめに

自動車業界において、軽量化の観点から、高張力鋼板(ハイテン、高抗張力鋼)の導入が進んでいる。また、家電製品や建設分野では、その高い耐食性からステンレス鋼板の利用が広がっている。これらの材料は、一般的な軟鋼板と比べ、絞り加工での割れやスプリングバック等の問題が発生しやすい難加工材と言え、また、材料の物性、加工条件のデータが少なく、成形予測及び金型修正は、熟練技能によるところが大きい。一方、成形シミュレーションは、その支援の有用な手法であるが、材料データ等のパラメータが多く、新規導入/活用が難しい面もある。

本研究は、ハイテン(590MPa級)、ステンレス鋼板等の難加工材のシミュレーションによる成形予測および金型設計修正の技術を蓄積し、県内中小プレス加工メーカーへの技術支援体制整備を目的としている。

これまで、590MPa級ハイテン板材の材料データ取得及び深絞り成形解析及び試験を実施し、定性的な比較を行った。本報告は、加えて SUS304 及び 430 板材も材料データを収集し、簡単な成形試験を行い、実機試験と解析との比較検討を行ったものである。

2. 方法

2.1 引張試験

シミュレーションに必要な各材料の r 値、降伏点

等の取得のため引張試験を実施した。試料は、SUS304 及び 430(2B仕上げ)の JIS5 号試験片を各々圧延方向の 0° 、 45° 、 90° で作製した。試験は、(株)島津製作所のオートグラフ AG-25TA にて引張り、計測した。

2.2 パラメータの算出

シミュレータに入力する応力-ひずみ線図のモデルは、swift 式 $\sigma = A(\epsilon_0 + \epsilon)^n$ を用いた。パラメータ A 、 ϵ_0 及び n は、モデルと実測値の偏差の自乗和を評価関数とし、その値が最小をとるものとした。パラメータ探索は、一定範囲のパラメータ空間上の等分した格子点のうち、関数の最小値をとる点の近傍で、極小値を Newton-Raphson 法にて算出した。計算が収束しない場合、さらにパラメータ空間の範囲を絞り、評価関数を直接計算した。

2.3 円筒深絞り試験及びシミュレーション

590MPa 級ハイテン、SUS304 及び 430 それぞれの材料で厚さ 1mm の $\phi 72$ mm ブランクを作成し、(株)東京試験機製作所の自動万能薄板試験機 USM-12D にて、径 40mm、肩 4R のパンチ及び径 43mm、肩 6R のダイで無潤滑の円筒深絞り試験を行った。また、曲げの再現性の評価のため、同径のブランクに切り欠きを加えた異形ブランク(図 1)を、同じ金型で成形試験を行った。しわ押さえ圧は双方とも 1tf である。実機試験で成形荷重を記録し、解析結果と比較を行った。

また、同条件で成形の解析を行った。解析ソフトは、(株)先端力学シミュレーション研究所のプレス成

形シミュレーション ASU/P-form を用いた。

さらに、590MPa 級ハイテンの材料異方性により発生する円筒深絞りの耳の平滑化の最適設計を行い、実機及びシミュレーションにて比較検討を行った。

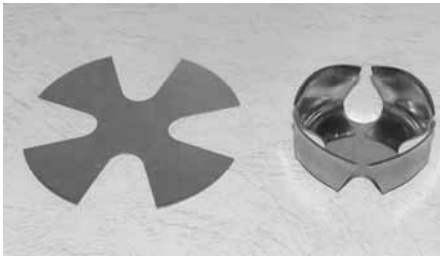


図1 異形ブランク及び成形試験 (SUS430)

3. 結果

円筒深絞り及び異形ブランク成型試験の成形加重をそれぞれ図2、図3に示す。ハイテンでは、両者とも解析と実測値が近く、適切な解析ができていると思われる。しかし、ステンレスの場合、特に異形ブランクの曲げの成形初期荷重の上昇が解析と比べ大きくなった。これは、1)ダイのかじりが発生し、摩擦力が増大、2)クリアランスが大きいため、屈曲部の算出に誤差が出やすい、等の理由が考えられる。

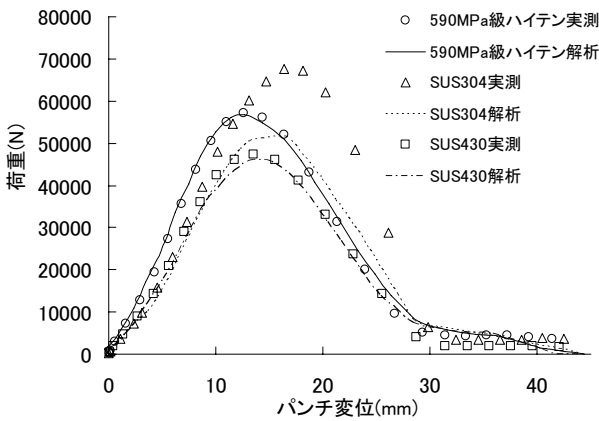


図2 円筒深絞り試験成形荷重

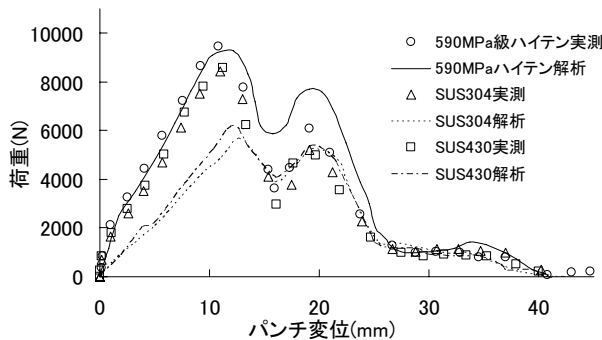


図3 異形ブランク試験成形荷重

590MPa 級の円筒深絞りの耳平滑化実機試験及びシミュレーションでは、圧延方向45度を頂点とした1.2mm程度の高低差が発生した(図4)。高低差だけブランクを円弧補間で補正した場合、高低差が逆転するが、補正をその半分にすれば、平滑に近づく様子が、実機及びシミュレーションにより観察された。

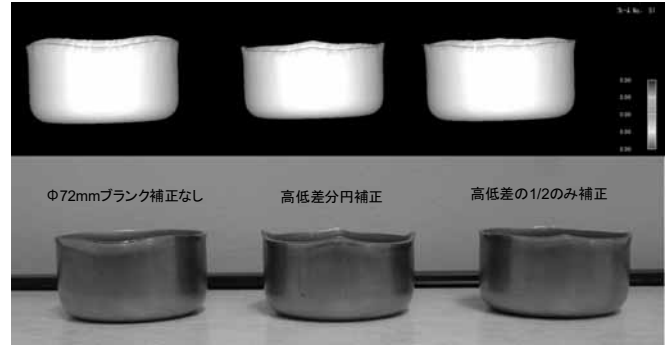


図4 円筒深絞り耳の平滑化試験結果
上:解析画像、下:実機試験結果

4. まとめ

SUS304 及び 430 材料試験を行い、材料データを取得し、それを基に円筒深絞り試験など簡単な成形試験のシミュレーションと実機試験の比較検討を行った。また、円筒深絞りの耳の平滑化の最適設計を行い、その結果、本手法が、成形予測に有用であることが示された。

今後の課題として、1)スプリングバックをより精度良く再現するモデルやパラメータの設定、2)多工程の成形及び複雑形状の部品の解析への適用、以上が挙げられる。

謝辞

この調査研究を実施するにあたり、プレス成形シミュレーション ASU-P/form を貸していただきました株式会社先端力学シミュレーション研究所の皆様へ深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 山口進吾他：静岡県静岡工業技術センター研究報告第52号 pp. 70-71 (2007)