

## ウルトラハイテンの物性及び曲げミュレーションについて

機械電子科 機械スタッフ 長津義之\* 船井 孝\* 鈴木敬明\*  
加藤俊文\*

### Properties of Ultra High Tensile Strength Steel sheets and Simulation of bending

Yoshiyuki Nagatsu , Takashi Funai, Taka-aki Suzuki and Toshifumi Kato

#### 1. はじめに

自動車産業を主として、プレス成形にハイテン材の導入が進み、引張強さが980MPaを超えるウルトラハイテンも多く用いられるようになってきている。しかし、ハイテンは強度が高くなるほど、スプリングバック増大、延性低下の傾向があり、一般鋼材と同様な金型設計/修正技術では、割れや寸法不良が発生しやすく、ウルトラハイテン導入の障壁となっている。

本研究では、コンピュータシミュレーションによる成形予測精度を高め、ウルトラハイテンのスプリングバック制御可能なプレス金型設計システムの開発を目指している。成形予測には材料の機械特性の把握が不可欠であるが、コイル材は、圧延方向に対する向き及びコイル幅方向の位置による材料物性の差異を持つ。そこで、ウルトラハイテンの物性値のそれらの依存性及び曲げ成形性への影響の調査を行った。ここでは、得られた物性値による曲げシミュレーションと実加工の比較結果と合わせて報告する。

#### 2. 方法

##### 2.1 材料試験

厚さ1.2mmの590、780及び980MPa級それぞれのハイテン材（コイル幅980mm）に単軸引張試験を実施した。それぞれの材料をコイル幅方向に右、左、中央と3分したそれぞれに、圧延方向に対して0、45及び90°の3種類の計9種類のJIS5号試験片を作成した。試験片を(株)島津製作所のオートグラフ（AG-25TA）にて引張り、0.2%耐力、n値等を計測した。

##### 2.2 曲げ試験

曲げ成形性の評価のため、それぞれの材料に対して、2.1の引張試験片同様な位置・方向を持つ30×

100（mm）のブランクを切り出し、曲げ試験（図1）を実施した。押し込みは590、780及び980MPa級ハイテンに対しパンチ力でそれぞれ200kgf、350kgf及び500kgfまでとした。曲げ角はプロトラクタ（最小読み取り角5分）にて測定した。

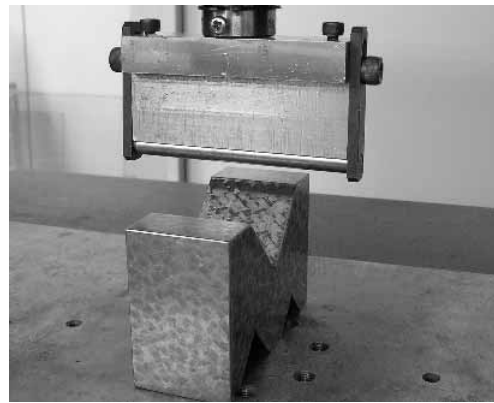


図1 曲げ型

##### 2.3 曲げシミュレーション

曲げ試験について材料試験にて得られた物性値を用いて成形解析を行い、実試験との比較を行った。解析では応力ひずみ線図のモデルswift式 $\sigma = A(\epsilon_0 + \epsilon)^n$ を用い、計算はNewton-Raphson法で行った。解析ソフトはASU/P-formを用いた。材料要素は6面体要素で、厚さ方向に8層×600個とした。

#### 3. 結果

980MPa級ハイテンの引張試験結果を図2～図4に示す。980MPa級はn値が小さく、成形性、特に張出し性が低い材料といえる。また、各ハイテンの各物性値は、コイル幅方向の差異より、圧延方向に対する向きへの依存性の方が高い。また、それら物性の差異も強度が高くなるほど減少する傾向も見られた。

\*) 現 機械科

【ノート】

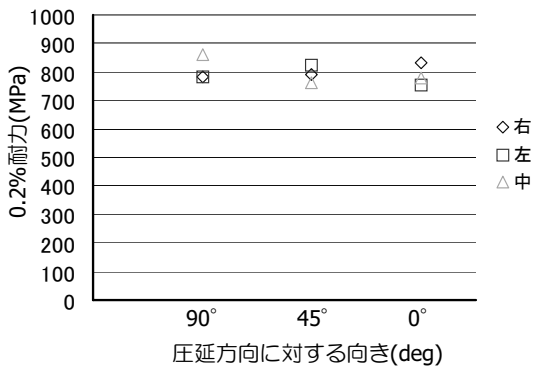


図2 980MPa級ハイテン耐力

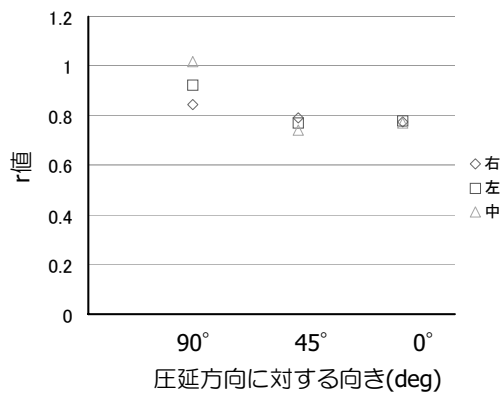


図3 980MPa級ハイテンr値

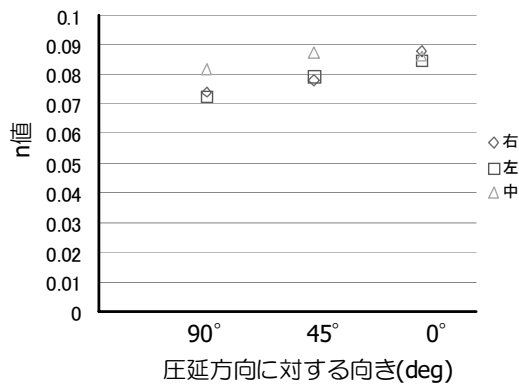


図4 980MPa級ハイテンn値

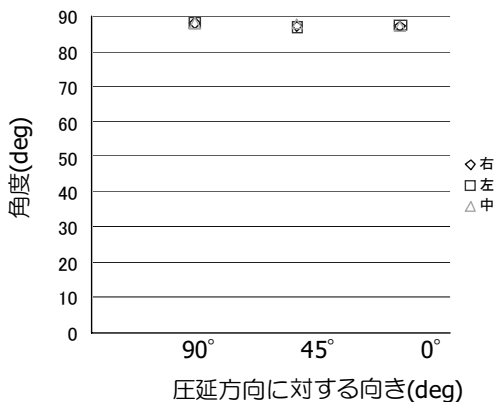


図5 980MPa級ハイテン耐力

また、曲げ試験結果（図5）においても、物性値を反映し、大きな差は見られなかった。

さらに、980MPa級の曲げ試験（90° 右 blanks）におけるシミュレーションを行った結果、実試験と  $-1^{\circ} 10'$  の角度差となった。また、成形荷重を図6に示す。シミュレーション成形荷重の数個の小さいピークは、解析での計算上発生する、金型と blanks の要素の接触の問題に起因し、これは要素の変更等で改善が見込まれる。

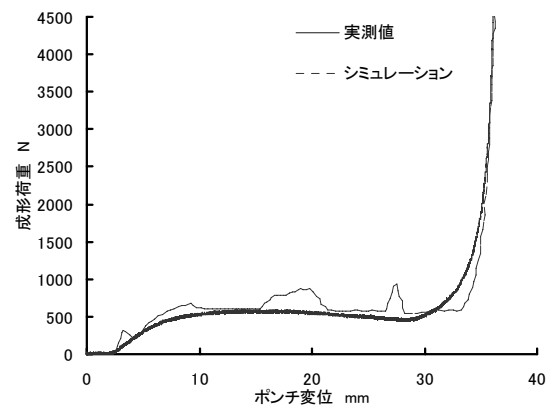


図6 980MPa級曲げ試験成形荷重

4. まとめ

ウルトラハイテンを含むハイテン材の材料試験及び曲げ試験を行い、圧延方向やコイル幅方向の差異と物性の関係を確認した。また、材料試験で得られた物性値を用いて曲げシミュレーションを行い、今回の手法が成形予測に有用であることが示された。

ウルトラハイテンの実部品の成形シミュレーションへの応用が今後の課題である。

謝辞

本研究は、平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業「省エネ軽量自動車向けウルトラハイテンのスプリングバック制御可能なプレス金型設計システムの開発」により実施した。また、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に深く感謝の意を表します。