

高強度板材のプレス成形速度における速度依存性

日大生産工(院) ○ 桑原 文哉 (株)アマダプレスシステム 丸山 拓真
日大生産工 高橋 進 日大生産工 鈴木 康介

1. 緒言

現在, 地球環境負荷低減の為に自動車の排ガス抑制が求められ, 車体軽量化が進められている. そのため軽量化板材である高張力鋼板および, アルミニウム合金が適用されている. しかし普通鋼板と比較してスプリングバックが大きく, 金型設計に考慮が必要なため開発に多大な時間が必要である.

この為, 金型形状の検討に数値シミュレーションが使用されているがそこで使用されている物性値は引張速度が 1mm/s での試験結果が使用されている. プレス成形で材料が引張られる速度は 300mm/s と速く引張速度の影響で応力とひずみの関係に変化があり, シミュレーション結果への影響が考えられる.

本実験では, 自動車の軽量化材料として使用されている高張力鋼板において, 引張速度が材料の機械的性質に与える影響を明確化する為に, プレス時の成形速度で引張試験を行ったので報告する.

2. 実験

2.1 試験目的

金属板の速度依存性を確認する為に試験速度を変化させて, 引張試験を行い応力とひずみの関係及び r 値を求めた.

2.2 試験片

材質は自動車用に用いられる高張力鋼板 (JSC590Y, 980D, 980T) を使用した. 引張強さが 980MPa の材料の D はデュアルフェーズ鋼, T はトリップ鋼を示す. 試験片の規格は JIS13 号 B を適用した. 図 1 に使用した試験片形状を示す. 試験片に穴加工をした理由として 980 材などの高強度の板材は, 引張試験用のチャックが材料にくい込まず引張試験中に材料がすべてチャックから外れる可能性がある. そこで試験片に穴を開けて, そこにピンを通すことでチャックから抜けることを防いだ.

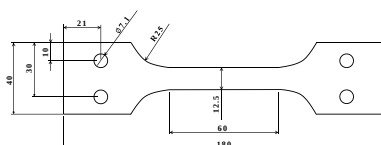
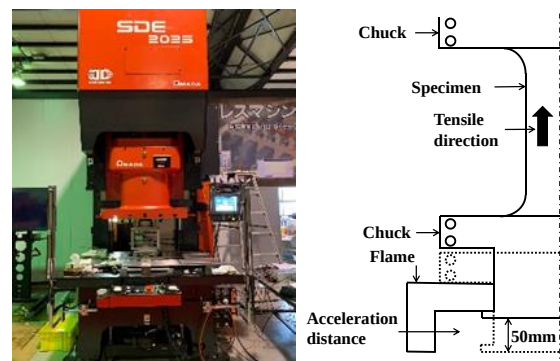


Fig.1 Dimensions of specimen

2.3 試験装置

通常の引張試験機では最高試験速度が, 5mm/s と遅い為, 試験を行うにあたり最高 500mm/s の試験速度を達成し, 高精度な試験を行うことが可能なサーボプレス機を使用した. 図 2a) に示すサーボプレス (アマダ社製 SDE-2025 2000kN) に図 2b) に示す治具を設置した. 高速引張試験では引張初期の速度不足が懸念される. そこで試験片に荷重が作用するまでにチャック部分が加速出来る様に治具を設計した. 治具には一定の速度で引張試験を行えるよう加速域を設けた. スライドが設定した速度まで加速し台座に接触すると, 試験片に引張力が作用する. また, チャックの上部にロードセル (共和電業製 LUK-A 100kN) を取り付け, 荷重を測定した. 変位の測定は試験片に評点間距離 (50mm) の評点を設け高速度カメラ (キーエンス製 VW-6000) を使用し, 評点を撮影して変位の測定を行った. 測定に際しロードセルのサンプリング同期及び高速度カメラのサンプリング周期を 500 μ s としデータ取得の同期を図った.



a) Servo press b) Jig for tensile test

Fig.2 Experiment apparatus

2.4 試験条件

試験片を 5, 50, 500mm/s の引張速度で各 3 本ずつ試験を行った.

2.5 r 値の測定

r 値は板材が深絞り加工に適しているかを示す指標であり, 値が大きいほど深絞り加工において深い成形品が加工可能となる.

Speed Dependence of High Tensile-Strength Steel Sheet in Press Forming Speed

Fumiya KUWAHARA, Takuma MARUYAMA, Susumu TAKAHASHI and Kousuke SUZUKI

r 値は試験片のひずみを画像解析ソフト(キーエンス社製 VW-900)を用いて評点の変位を求めることで計算した. 図3に試験片に添付した評点の位置と評点間距離を示す. 試験片中心部に縦横 10mm の評点間距離を設け軸方向のひずみは評点間距離 l より, 幅方向のひずみは評点間距離 b より求めた. r 値は算出したひずみと下式より計算した.

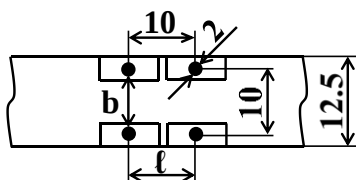


Fig.3 Position of evaluation points for measuring r value

$$r = -\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_b + \varepsilon_l} \quad (1)$$

ε_b :幅方向の対数ひずみ

ε_l :軸方向の対数ひずみ

3. 実験結果および考察

各引張速度での r 値を図4に示す. 図4から r 値は引張速度の増加に伴い小さくなった. これより高張力鋼板は加工速度が速いほど深絞り加工が困難になる事が分かった. また 980 材では TRIP 鋼の方が深絞り性が良い. これはオーステナイト相を含む鋼が変型に伴い徐々にマルテンサイト変化するとき加工硬化によって局所的なひずみ集中が抑制され, 大きな塑性変形を示す特徴があるためと考えられる.

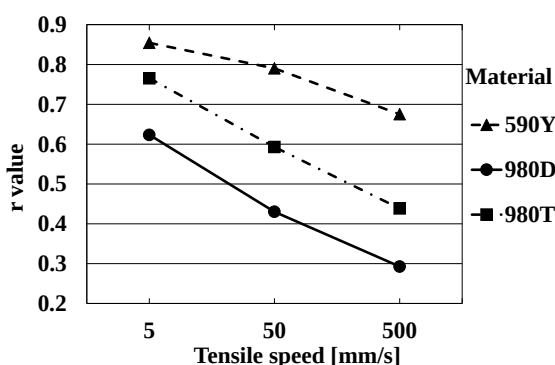


Fig.4 r value at different tensile speed

速度依存性を確認するため各試験速度における引張強さと破断ひずみを図5および図6に示す. 引張速度の増加に伴って引張強さが高くなり, 破断ひずみが小さくなった. 引張強さは 5mm/s と 500mm/s を比較すると JSC590Y で 7%, 980D で 5.3%, 980T で 5.2%増加した. ひずみに関しては 590Y では 12%, 980D で 28%, 980T で 12%増加した. このことから強度が同じ

材料でも D 材の方が伸びにくく 5mm/s から 500mm/s で減少傾向が大きく速度依存性が高いことが分かった.

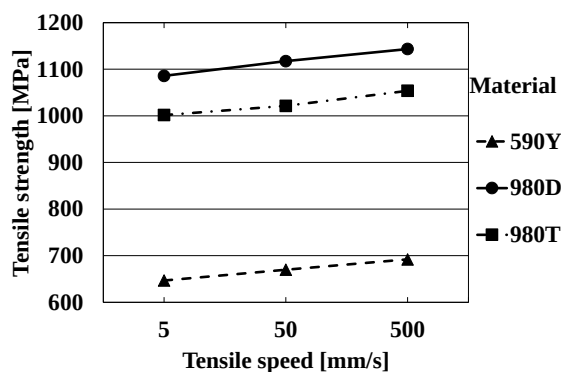


Fig.5 Relationship between tensile strength and tensile speed

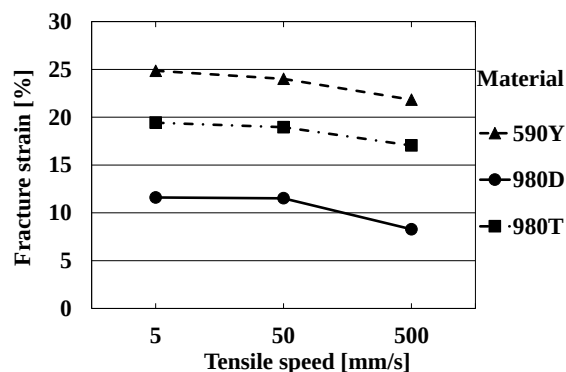


Fig.6 Relationship between fracture strain and tensile speed

4. 結言

高張力鋼板(JSC590Y, 980D, 980T)をプレス試験速度で引張試験をすることにより下記のことが分かった.

- 1) 引張速度が速いほど, 引張強さが高くなるとともに, 破断ひずみが小さくなり速度依存性を確認できた.
- 2) 引張速度が遅いほど r 値が高くなり深絞り加工が向上することが分かった.
- 3) 各材料において r 値の速度依存性より, シミュレーションでは引張速度に応じた r 値を用いることで精度を改善できる可能性が示唆された. また成形速度の違いによる応力-ひずみの関係を用いることで, スプリングバック量およびわれなどの成形不良の予測の精度向上も示唆された.

謝辞

研究を行うにあたり, 実験に協力してくださった株式会社アマダプレスシステムの皆様に感謝申し上げます.