

引張比可変な二軸引張試験装置に関する研究

日大生産工（院） ○永安 達哉 日大生産工 高橋 進

1. 緒言

板材の成形加工において、製品寸法の要求精度と成形難度はますます厳しくなっている。自動車为例にとると、燃費向上による地球環境負担低減のための車体の軽量化の対策として、アルミニウム合金板や高張力鋼板などの活用が急増している。しかし、これらの材料は成形性が低く、割れ、スプリングバックなどの成形不良が生じやすい。また、トライレス化が進められている現在、成形シミュレーションにおいて、これらを高精度に予測する必要がある。予測の高精度化には材料モデルの高精度化が必須となり、二軸引張試験により板材の面内二軸応力場での塑性変形特性を精度良く計測することが必要である。本研究では、前報¹⁾で開発したコンパクト二軸試験装置をベースとし、より高強度な材料での試験を可能とし、容易に試験条件（引張比）を変更できる二軸引張試験装置の開発を行ったので報告する。

2. 二軸引張試験装置の改良

2.1 既存の二軸引張試験装置

前報¹⁾で開発したコンパクト二軸引張試験装置をFig. 1に示す。試験装置の上部に圧縮力を加えることで中央のチャック部が広がり、二軸の引張力を発生させる機構となっている。この装置には、各軸に作用する荷重を計測するためにチャック部とベースの間に引張圧縮両用小型ロードセル（共和電業製LUX-A-20KN）が取り付けられている。

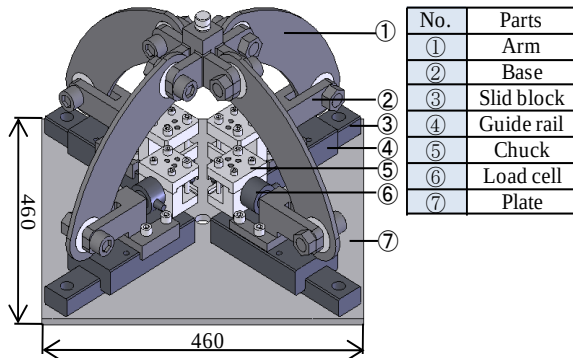


Fig.1 Biaxial tensile testing apparatus

この装置を用いての試験結果と、油圧サーボ制御二軸引張試験機を用いた結果（Fig. 2¹⁾示す）を比較すると、両者は近い値を示しており油圧サーボ制御二軸引張試験機と同精度の試験が可能である事が確認された。以上の結果より、Fig. 1の機構を今回開発する二軸引張試験装置のベースとした。

2.2 試験装置の改良コンセプト

装置は以下の条件を基に改良を行った。

- (1) 試験片に超高張力鋼板（980MPa 級）を用いた試験を可能とする。
- (2) 二軸の引張量を容易に調節できる機構とし、1:1～1:2 までの条件で試験を可能とする。
- (3) 加工しやすい構造とすることで安価に製作可能とする。

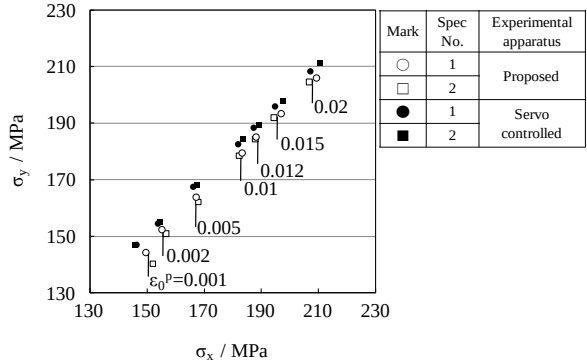


Fig.2 Plastic work with different apparatus (SPCEN)

2.3 強度の改良

高強度な材料での試験も可能とするために容量 50kN のロードセルを取り付け可能とした。そこで、まず、FEM 解析ソフト COSMOS Works を用いて Fig. 1 の試験装置に 50kN の加重が加わった状態での各部の強度を算出することで、強化するポイントの明確化を図った。その結果、Fig. 1 の①腕部・②ベース部の強化の改良を行った。ベース部はFig. 3に示すように設置面を増加することによって高剛性化し、腕部との干渉を避けるためベース部の内部を面取りした設計とした。腕部は板厚を現状に対し 3 倍に増加させることで高剛性化を図り、これらの改善を行い各部の許容荷重に対数する安全率を 3 以上とした。

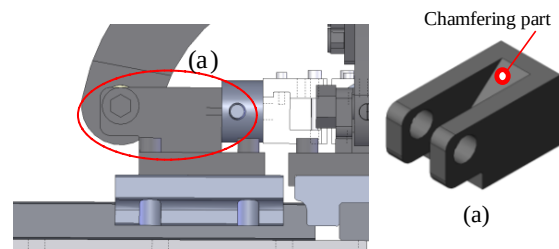


Fig.3 Modification of arm base

2.4 試験条件の変更方法

Fig. 1 の試験装置で試験条件（引張比）を変更する場合、一方の腕の長さを変えることによって異なる条件での試験を可能となる。その場合、試験条件の変更には腕部全体の取り換えが必要なのだが、装置が精密なため、部品の位置決めが困難であり交換作業に大幅な時間を要してしまう。そこで、より容易に腕部の長さを変更できるように腕部を 2 つに分割し、間に板を挟

Research on biaxial tensile testing apparatus with function of changing displacement ratio

Tatsuya NAGAYASU and Susumu TAKAHASHI

み、ピンの位置によって長さを調節できる構造とした。これを **Fig. 4** に示す。また、引張比を 2 : 1 とした場合に腕部を長くしたことで **Fig. 1** に示す④のスライドブロックが③のガイドレールからはみ出してしまい十分なストローク量を得られないという問題があった。そこで、引張比 2 : 1 で試験を行う場合、**Fig. 5** に示すように腕上部取り付け部を奥にスライドさせる機構とすることでこの問題を解消した。加えて、新たな試験条件として引張比 1 : 0 の試験を可能とする治具の設計を行った。これを **Fig. 6** に示す。片方の腕部をフリーにし、**Fig. 6(a)** のブロックを設置することで片方のチャック部の前進を抑制し、試験片測定部を 1 : 0 の応力場とする。以上の改良を行った結果、本試験装置では簡易的に引張比 1 : 0、1 : 1、3 : 2、2 : 1 の試験を可能とした。

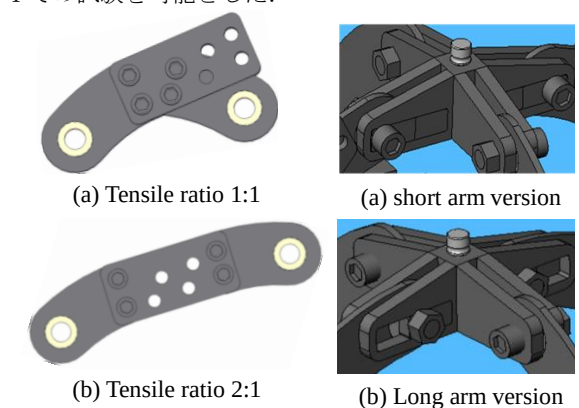


Fig.4 Adjustment of length of arm Fig.5 Arm installation part

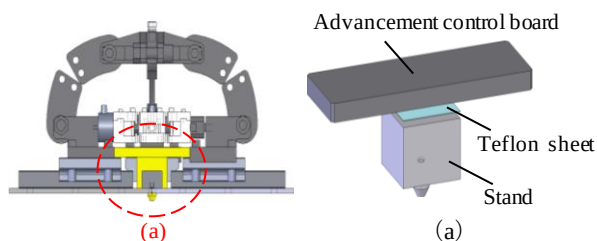


Fig.6 Jig for tensile ratio 1:0

3. 開発した試験装置の解析・実験検証

以上の結果を踏まえて開発した試験装置を **Fig. 7** に示す。COSMOS Works を用いた静解析の結果、各部の許容荷重に対する安全率は 3 以上であることが確認され、COSMOS Motion を用いて部品間の干渉と可動性を確認した結果、それぞれの引張比で部品間に干渉がないことが確認された。また、任意の引張比が得られているかの確認も行った。引張比 2 : 1 の結果を **Fig. 8** に示す。**Fig. 8(a)** は一定速度で試験装置を圧縮した際の各軸の変位と時間の関係を表したものであり、**Fig. 8(b)** はその時の引張比を表したものである。**Fig. 8(a)** より、各軸の変位は線形に増加しており、傾きの比が約 2 倍となっていることから実際の試験でも 2 : 1 の比率で引張ることが可能であると考えられる。しかし、**Fig. 8(b)** の結果から、時間の経過につれて比率が減少し、一定の割合で引張ることが困難であることが確認できた。これはそれぞれの腕部の長さの差異による角度の違いが原因であると考えられる。し

かし、試験の目的は降伏点までの引張比が確保されていればよいので、長腕部の変位 7mm までの範囲内では誤差が 2.5% 以内であり、高精度に引張比 2 : 1 の状態で引張れていると言える。また実際に 780MPa 級の高張力鋼板を試験片に用いて動作確認の試験を行った結果、無事に試験を行うことができ装置の安定性の確認ができた。今後より様々な条件での試験を行い装置の性能を評価する。

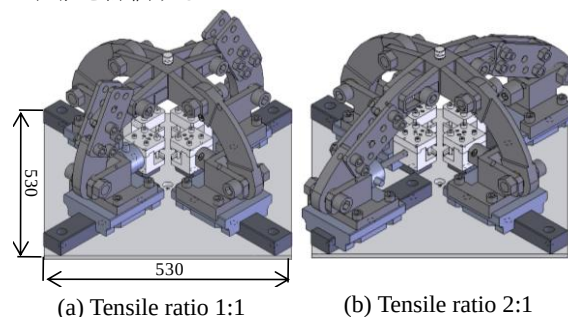


Fig.7 changing appearance of test apparatus

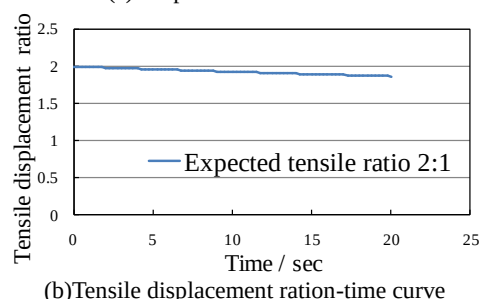
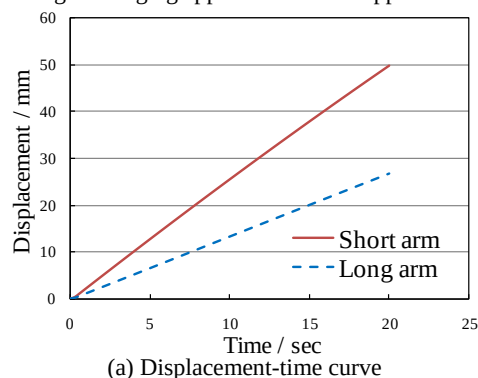


Fig.8 Displacement-time curve

4. 結言

- (1) 既存の二軸引張試験装置をベースとし、980MPa 級のハイテン材での試験を可能とするために装置の強度の改良を行った。
- (2) 引張比をより簡易的に変更可能とするための機構の改良、および、新たな引張条件 1 : 0 を可能とする治具の考案を行った。
- (3) 開発した試験装置の解析・実験検証を行った結果、装置の安定性が確認された。

謝辞

本報告は(財)大阪科学技術センターが(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託を受けて実施した「輸送機器の軽量化板材の2軸応力試験方法に関する標準化調査研究」の成果の1部である。

参考文献

- 1) 永安ほか：第 60 回塑加連講論，(2009)，p. 19-20