

コンパクト二軸引張試験装置による計測精度の向上

日大生産工(院) ○今野 翔平 日大生産工 高橋 進
農工大 桑原 利彦

1. 緒言

近年、燃費効率向上のため、自動車への高張力鋼板やアルミニウム合金などの軽量化材料の適用が拡大している。その軽量化材料は成形性が低く、成形時にスプリングバック、割れ等の成形不良が生じやすい。また、トライレス化を行うためにこれらの成形不良を事前予測する必要がある。成形シミュレーションでの事前予測において、これらの成形不良を高精度に予測する必要がある。そこで高精度な予測を行うために実際の成形時の応力状態に近い、二軸試験による材料データを成形シミュレーションに反映させる必要がある。しかし、現状の二軸引張試験装置は重量が大きく高価である。よってよりコンパクトな二軸引張試験装置の開発を行ってきた。引張比を1:1, 2:1, 1:2の条件で試験を行った場合、引張比2:1, 1:2では圧縮ひずみが確認され、引張比1:1では圧縮ひずみは微小だが、等二軸で引張られていないことが確認された¹⁾。そこで本研究では、これらを軽減させ、測定精度の向上を図るために、試験装置を改良したので報告する。

2. 二軸引張試験装置

2.1 試験装置

開発してきた二軸引張試験装置を Fig.1 に示す。試験装置中央のチャック部に十字試験片を装着し、試験装置上部に圧縮荷重をかけ、それを引張力に変える機構を有している。この試験装置の一軸方向の腕は3つのパーツで構成されており、接合部のボルトの位置を変えることにより、1:1, 1:1.5, 1:2, また腕を外すことにより1:0, というように引張比を変更できる機構となっている。

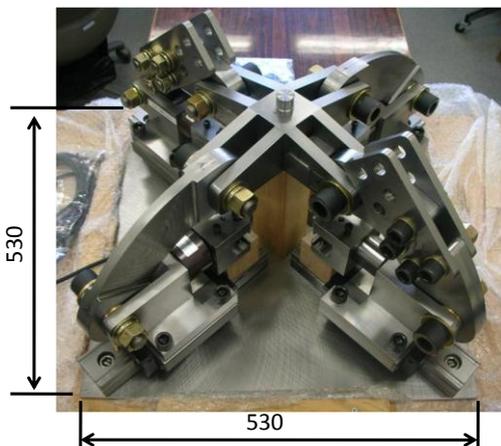


Fig.1 Biaxial tensile testing apparatus

2.2 十字試験片

Fig.2 に試験片の各寸法とひずみゲージの貼付位置を示す。試験片は 780MPa 級高張力鋼板で板厚は 1.6mm を用いた。

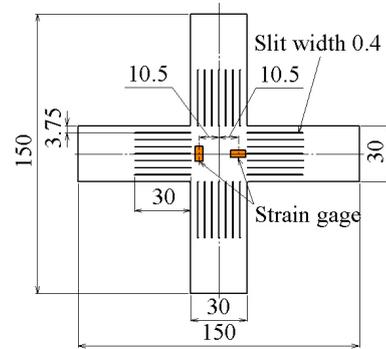


Fig.2 Dimensions of cruciform specimen

3. 試験装置の問題点

試験は 25t のオートグラフ(AG25-TB:SHIMAZU 製)に試験装置(Fig.1)を取り付け、十字試験片(Fig.2)を用いて引張比を 1:1, 2:1, 1:2 の条件で試験を行った。降下速度は 1mm/min で試験装置に圧縮荷重を加え、十字試験片に引張荷重を作用させた。ひずみと時間の関係を Fig.3 に示す。引張比 2:1, 1:2 では圧縮ひずみを示した。引張比 1:1 では分離型腕方向のひずみが一体型腕方向に比べ、差が大きく少ないひずみであることが確認できる。

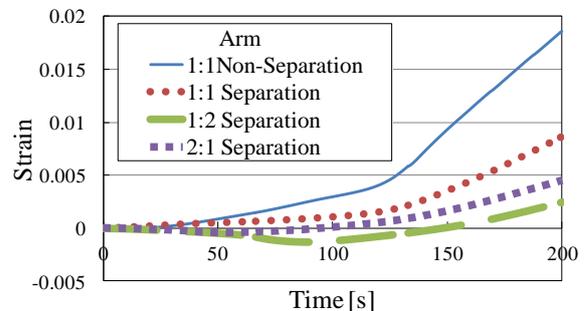


Fig.3 Strain-time curves with tensile ratio of 1:1, 1:2 and 2:1

これらの結果は一体型腕部よりも分離型腕部の方が大なる腕の厚さがあり、腕を分割したことによる剛性の低下はないと考えられ、試験装置の結合部に隙間があると思われた。そこで対策すべき問題は次の二つであった。

3.1 チャックとロードセルの締結方法の改良

試験片を取り付ける位置を調整するために、試験片を取り付けるチャックをロードセルから少し移動させる。従来の機構ではボルト一本で締結しており、試験片取り付け後にはボルトを回す工具が入らず、チャックとボルトを固定するためのナットを入れるスペース

Improvement of the Measurement Accuracy of Biaxial Tensile Testing Apparatus with Function of Changing Displacement Ratio

Shohei IMANO, Susumu TAKAHASHI and Toshihiko KUWABARA

もなかった。そのため確実に締結ができず、ガタが発生していた。そこで、右ネジと左ネジを有する締結部品を設計することにより、チャックとロードセル間を調整する機構を付加する。その機構を Fig.4 に示す。これにより試験片取り付け後にプリテンションを与え、試験片の位置を調整可能にしつつ、確実な締結が可能となり、チャックとロードセル間のガタをなくした。

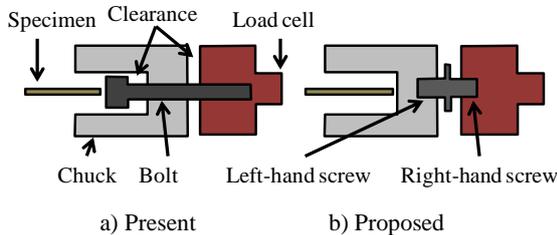


Fig.4 Connecting system between a chuck and a load cell

3.2 装置上部のスペーサの改良

装置上部のスペーサの角が上部部品に比べ小さいことが分かった。本来ならば面で接触しなければならないが、Fig.5 に示す様に角の二点で接触し、試験時の荷重で上部部品がスペーサに押し込まれ変形してしまう。よって再設計を行った。

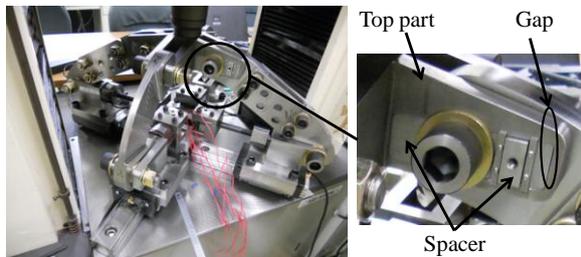


Fig.5 Gap between the spacer and the top part

4. チャックの改良

先に述べた Fig.4 の機構を付加する場合、左ネジを切るのでチャックを作り直す必要があった。そこで、同時にチャック自体の見直しも行った。

4.1 試験片取り付けの効率化

Fig.6 に示す様にチャック上部を締結するボルト本数を減らすことにより作業効率の向上を図った。



Fig.6 The difference in the bolt number of chuck

試験片を取り付ける際、1つのチャックに対して、7本のボルト、チャック4つで計28本の締め付けを行う必要があり、締結するのに時間がかかる。そこで、チャックをヒンジ式の開閉する機構にし、7本から3本にボルトの本数を減らし、少ない作業スペースでの試験片の取り付けが容易となった。

4.2 チャックの剛性向上

本研究では780MPa級の高張力鋼板を用いて試験を行っている。近年ではさらに高強度な高張力鋼板が適用されている。そこで、より強度の高い試験片での試験を可能とするためにチャックの剛性向上を図った。

Fig.7 に示す様に、試験片とそれを抑えるくさびを覆うような、バスタブ形状にした。また、チャック上部とチャック下部を締結するボルトをM8からM10とした。さらに材質をS45CからSCM435にし、剛性を向上し、より確実なチャッキングを図った。

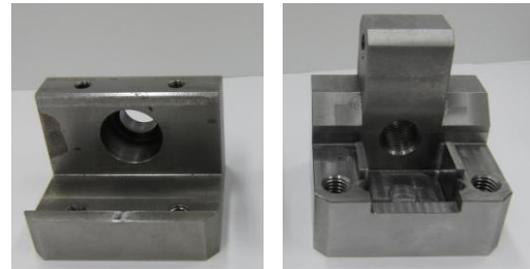


Fig.7 Difference in the structure of a chuck lower part

4.3 改良したチャックの評価

改良したチャックとスペーサを用いて引張比1:1で試験を行った。改良前と改良後の比較を Fig.8 に示す。今回圧縮ひずみは確認されなかった。しかし、分離型腕方向が改良前に比べ、ひずみが増大しているが等二軸ではないことが確認できる。よって、まだ改良する必要がある。

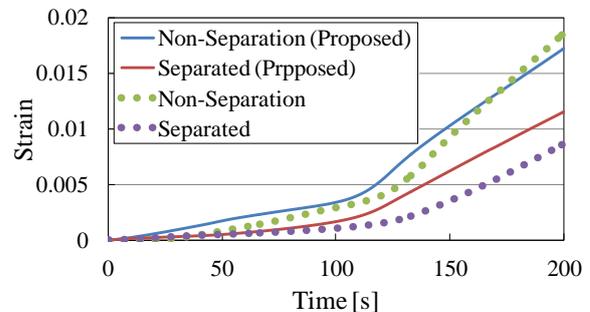


Fig.8 Strain-time curves of the tensile ratio 1:1 by the improved chuck

また、試験片を取り換える際にチャック上部の開閉が試験前に比べ、スムーズに動かなくなっていた。チャックを分解し調べたところ、チャック上部とヒンジシャフトが曲がっていることが確認され、試験に影響を及ぼしたと考えられる。原因としては、チャックはSCM435で製作を行ったが、ヒンジシャフトはS45Cで製作したため、シャフトが変形した、チャック上部が改良前に比べ薄い部分があるためチャック上部が変形したと考えられ、シャフトの材質を変え、チャック上部の厚さを増し、再評価を今後進める。

5. 結言

- (1) 改良した部品で試験を行った結果、引張比1:1での一体型腕部と分離型腕部のひずみの差が小さくなった。
- (2) チャック上部のボルト本数削減により、取り付け時間が50%削減され、作業効率が向上した。
- (3) チャックと試験片の固定が確実に became したが、チャック上部とヒンジシャフトに変形が観察されたので剛性を高め再評価する。

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「輸送機器の軽量化材の2軸応力試験法に関する標準化調査研究」の成果の一部である。

参考文献

- 1) 今野ほか:第62回塑加連講論, (2011), 337-338