

荷重・変位を知覚できる簡易材料試験装置の試作

名城大学 正会員 ○小塩 達也
 大同大学 正会員 木全 博聖

1. はじめに

構造力学・材料力学に関連する、もっとも基本的な学生実験に材料の応力・ひずみ関係の測定が挙げられる。一般的な実験方法は材料試験機に設置した試験片に荷重を载荷して荷重・ひずみの関係を測定するものである。しかしながら、多くの教育機関においては材料試験機を操作するのは教員ないしは補助の学生であり、受講する学生自身が操作することは稀であると考えられる。また、従来の材料試験機には、試験片に作用させた荷重や変位を操作者が力・変位として知覚できるような仕組みは存在しない。力や変位は人間が感覚で理解できる物理量であることから、応力・ひずみを何らかの形で知覚できるような試験装置の仕組みがあり、学生自身が装置を操作することができれば学生の理解度は大幅に向上すると考えられる。本研究では、学生が試験装置を操作することを念頭に、ねじを倍力装置に用いた小型の材料試験装置を試作し、载荷性能および体感的な性能の検証を行い、これらの教育効果について検討した。

2. 基本的な機構の確認

本研究ではまず、M10のねじを倍力機構として機能させられるかを検証するため、図-1に示すような機構を製作し、図-2に示す平行部分が $\phi 6$ の軟鋼の試験体を破断させる実験を行った。この試験体はM10寸切りボルトを旋盤加工したものである。ナット1を締め付けることで、試験片に引張力が作用する。荷重は試験装置の枠部分に貼付したひずみゲージの計測値を荷重計であらかじめ校正して求め、

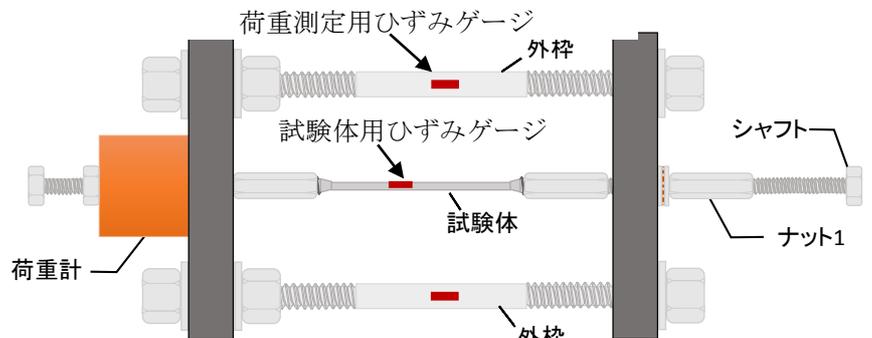


図-1 ねじを倍力装置とする試作機

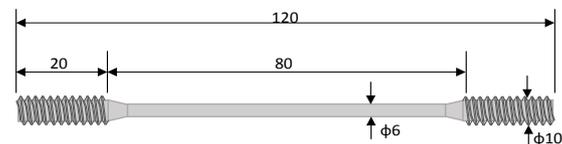


図-2 引張試験体

試験体のひずみは試験体に貼付したひずみゲージにより計測した。試験体のひずみゲージは塑性域測定用（東京測器研究所 YFLA-10）を用い、動ひずみ測定器で測定できるようにするために感度を10分の1にするブリッジボックス（東京測器研究所 SB-120PY）を介して測定した。図-3に試験結果の例を示す。測定中は現在

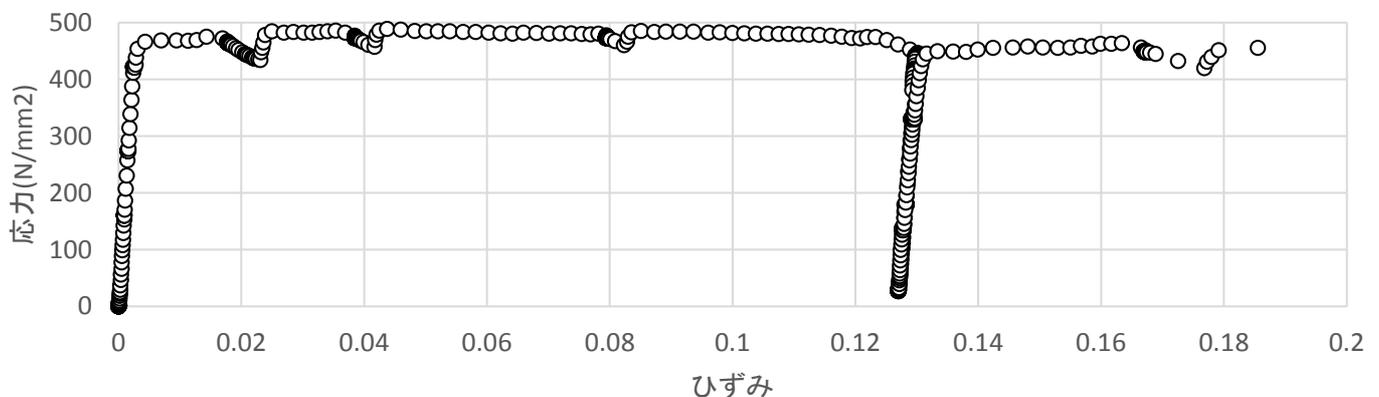


図-3 試作機による破断試験結果

キーワード 材料試験, 学生実験, 応力・ひずみ関係, 材料試験機

連絡先 〒458-8602 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部環境創造学科 TEL052-838-2509

値の表示だけでなく、X-Y履歴グラフ機能を用いて応力（荷重）・ひずみ関係のグラフとしてPC上に表示することにした。こうすることで、操作者は操作力と操作角を知覚した結果を、応力（荷重）・ひずみの関係として目視確認することができ、理解度を深めることができる。ここでは使用したラチェットレンチの操作力が弾性域で操作角に比例して大きくなること、降伏域で操作力がほぼ一定になることが体感でき、通常考えられる腕力で十分破断が可能であることが確認された。しかしながら、操作角の都合でラチェット機構を作動させると図に見られるように降伏域ではわずかに除荷が生じてしまうことや、この機構では試験体部分の回り止めが別途必要であり、工具に慣れていない学生には不向きであることなどの問題点が明らかになった。

3. 体感的性能の改善

試験装置の操作性能を改善するため、自動車用ステアリングホイールを操作ハンドルとし、試験体の回り止めを内蔵した写真-1に示す装置を製作した。改良により操作者は試験片への荷重をステアリングの操作力、試験片への変位をステアリングの操作角として知覚することができる。ステアリングへのモーメントの反力を確保するため、装置をクランプで机に固定している。試験結果の例を図-4 図-5に示す。図-5は筆者が荷重-ひずみ関係を見ながら載荷-除荷を繰り返し破断させたもので、図-6は学生の操作により単調載荷で破断させたものである。いずれの例でも最初の弾性域では載荷除荷の繰り返しを行い、ハンドル操作力と操作角の関係を確認できた。また、弾性域と降伏域では手ごたえが変わることも体感できた。さらにリアルタイムで荷重-ひずみ関係を表示することは、操作の結果として材料に何が起きているのかを体感的に理解するきっかけとなることが明らかになった。なお、ハンドルの操作量は弾性域で4分の3回転程度、破断までで10回転程度であった。



写真-1 ステアリングホイールを用いた改良機

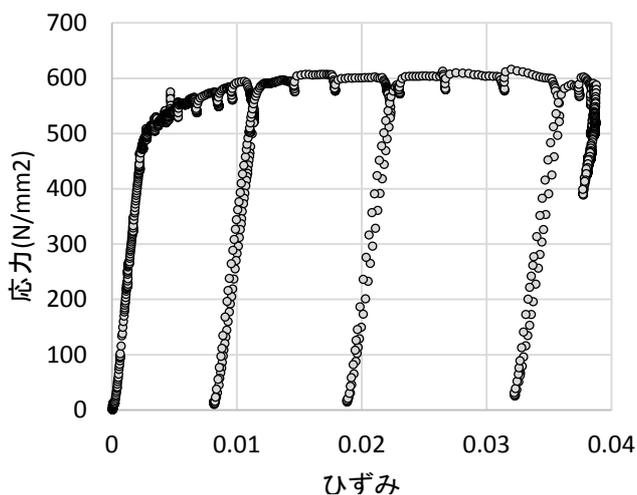


図-4 改良機による試験結果（複数回除荷）

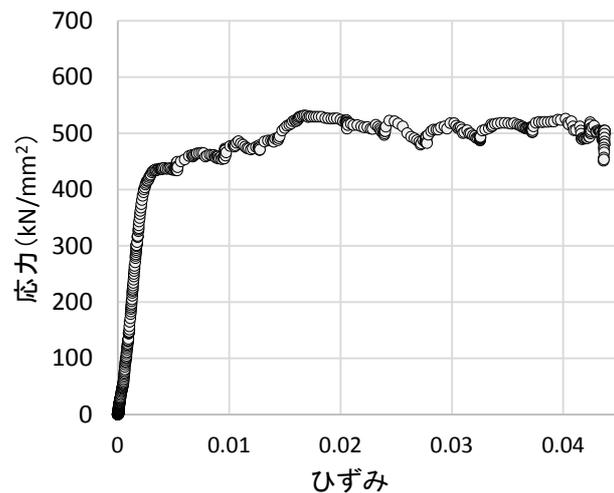


図-5 改良機による試験結果（単調載荷）

4. まとめ

弾塑性の体感的理解を目的とした簡易的な試験装置を試作し、実現可能性およびその性能について検証した。試作した装置は今後改良を加えたとしても材料・加工費などで一台10~20万円の範囲に納まるため、ひとつの教育機関で複数の導入が可能である。大きさも小さく特殊な設備は必要がないため、3-4名程度のグループごとに学生自身の操作で鋼材の破断実験などを行なうことができる。現在、鋼材以外の材料の圧縮試験が可能なタイプを製作中である。