

ねじを倍力装置とした教育用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試験片を設置し，荷重とひずみの関係を測定するものである．実験を通した理解の形成のためには，学生自身が積極的に実験作業に参加することが望ましいが，多くの教育機関では，材料試験機を操作するのは教員または補助の学生となっていると考えられる．この理由として，試験機が高価であること，操作の習熟を要すること，試験機の数が少ないこと，などが考えられる．また，従来の材料試験機には，載荷荷重や変位を操作者が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的に理解できる物理量であることから，試験片への荷重と変位を何らかの形で知覚できるような仕組みがあり，学生自身が装置を操作することができれば学生実験における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，学生実験において，参加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簡易的な材料試験装置を試作し，これらの教育効果について検討した．

2. 製作した装置の概要

ねじを倍力装置とした装置はジャッキ類やクランプなど様々なものがあり，ねじの軸方向の荷重(推進力)はねじの作用トルクに比例する．筆者らは，ねじ機構を材料試験装置の倍力装置として用いた場合，ねじへの作用トルクと回転角の関係が試験体への荷重－変位の関係となることに着目した．つまり，倍力装置としてのねじ部を操作者が回転させると，ねじへ作用させたトルクを荷重，ねじの回転角を変位として知覚できるということである．これを利用すれば，複雑な機構を用いずに力覚・変形を操作者にフィードバックする装置となる．試算によれば，M10のねじ程度でも，現実的な作用トルクで20～40kN程度の引張荷重を発生させることが可能で，この場合SS400，6φ程度の鋼材を対象とすれば破断が可能である．

いくつかの試作段階を経て，現在検証している試験装置の概要を図-1，写真-1に示す．スピンドルに取り付けられた自動車用ハンドルで時計方向に回転させると，スピンドル内部のM10(細目：ピッチ1.0mm)のねじがホルダー1を引き寄せ，試験片に引張力が発生する．ハンドルの操作力が荷重に比例し，ハンドルの操作角が作用変位に比例する．制御方法で言えば変位制御型の試験となる．試験体への荷重はフレーム内部に設けたひずみ検出部のひずみゲージから測定する．ひずみ検出部は図-2に示すように4枚のゲージでブリッジを構成し，ひずみ感度を向上させている．試験体は，M10(並目：ピッチ1.5mm)のねじ部を使用して設置する．検証用の試験体は，M10長さ120mmの寸切りボルトの中央部を旋盤加工により6φの丸棒に仕上げたものである．試験体の破断の様子を写真2に示す．

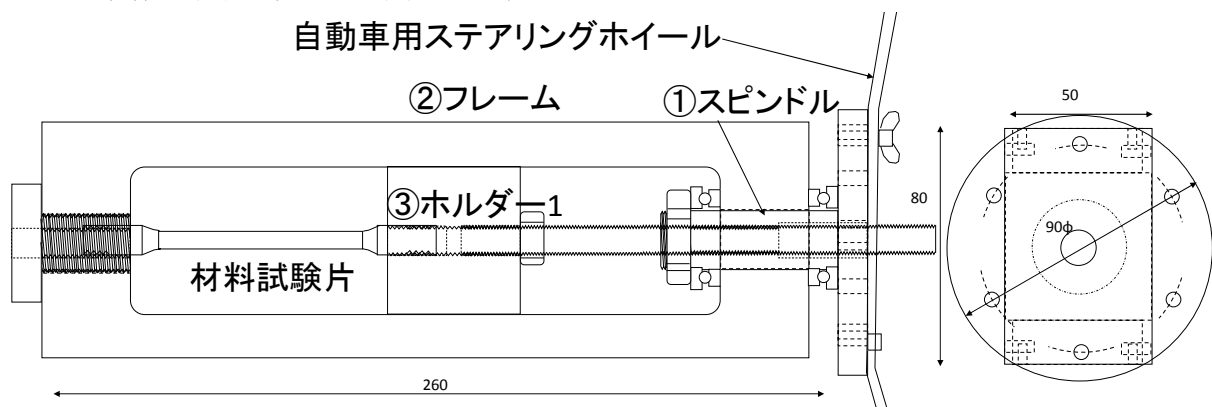


図-1 簡易材料試験装置の概略図

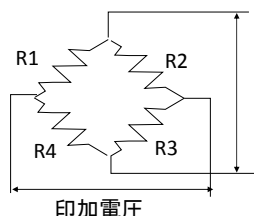


写真-1 簡易材料試験装置の概観



写真-2 鋼材試験片の破断状況(6φ)

ブリッジの構成



ゲージの構成

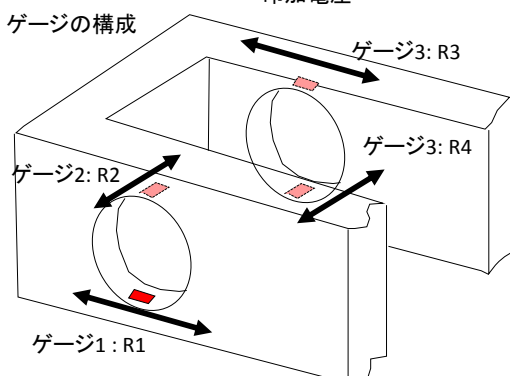


図-2 荷重検出のためのブリッジ回路

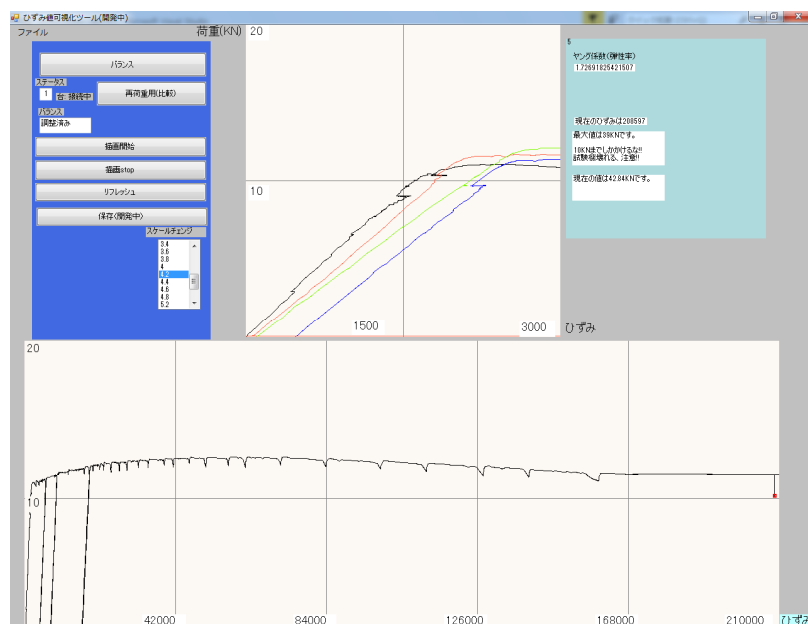


図-3 実験用インターフェースの概観

3. 実験方法および実験用インターフェース

東京測器研究所の動ひずみ測定器 DC204R を用いて試験体および試験装置のひずみ値を取得し、VB.net で製作した実験用インターフェースでリアルタイムに表示する。試験体に貼付したひずみゲージ(塑性域測定用)の値が動ひずみ測定器の測定範囲を超えてしまうことから、大ひずみ測定用のブリッジボックス(東京測器 PY-120)を用いて感度を下げることで対応している。図-3 にひずみ測定の様子を示す。上のグラフ 1 は線型部用であり、除荷・再載荷での弾性挙動もここに表示する。下のグラフ 2 は全域用であり、ひずみ・荷重の関係をそのまま表示する。この実験では、試験開始後、ハンドルを回してゆくと回転角に比して操作力が大きくなり、降伏後は操作力がほぼ一定になることが確認できた。一方、降伏後で除荷・除荷を行なうと操作力が軽くなり、初期の弾性域と同じような感覚になることを確認した。

4. まとめおよび今後の展開

装置および実験状況可視化のためのインターフェースはほぼ整備できたので、今後は圧縮荷重下での学生実験についてどのようなものが可能であるのか検証したいと考えている。たとえば、モルタル試験体の圧縮試験、様々な材料のヤング率の測定、弾性座屈の実験などである。