

## ハンドル式卓上材料試験機の開発と弾塑性の体感的実験

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

大学の教育課程で行う実験科目は、学生自らが体験・体感することで、講義とは異なる学びをもたらすことを目的としているが、材料の弾性・塑性に関する実験を行おうとすると、学生自らの作業というのは実現しにくい。その理由としては、授業時間内で材料試験機の操作を習熟させることが難しいこと、試験機の台数が限られていること、などが考えられる。その結果、多くの大学で、教員による「実験の実演」にとどっていると考えられ、コストの割に教育効果は高くないと考えられる。一方、従来の材料試験機の操作を考えると、操作者はひずみ計測器や荷重計などのセンサーの値を読み取り操作をしている。しかしながら、材料に与える荷重・変位はいずれも人間の感覚で知覚しやすいものであり、試験機の操作部分で操作者が力および変位を知覚することができれば、操作者が試験体の状態をセンサーの値以外の情報で体感的に把握できると考えられる。

本研究では、作用力と作用変位を知覚することが可能なねじを倍力装置とした試験装置を開発した。これを鋼材の弾性・塑性を理解するための学生実験に適用することを想定し、応力・ひずみ関係の可視化システムを構築、弾塑性の理解のための体感的実験についてその学習効果などを検証した。

### 2. ハンドル式卓上材料試験機の製作

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、操作部分にハンドルを用いればハンドルの操作力から荷重、操作角から変位を知覚できる試験装置となることに着眼した。大きな荷重を得たい場合には、ねじピッチを小さくする、ハンドル径を大きくする、ねじ表面の摩擦を小さくする、ボールねじを用いるなどの方法で対応できる。製作したハンドル式卓上材料試験機の概要を図-1、写真-1 に示す。6φのSS400 相当の丸棒が成人男性の腕力で破断できることを想定し、各部を設計した。ハンドルは自動車用のものを流用、試験装置フレームはSUS製とした。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、呼び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。試験体の破断の例を写真-2 に示す。

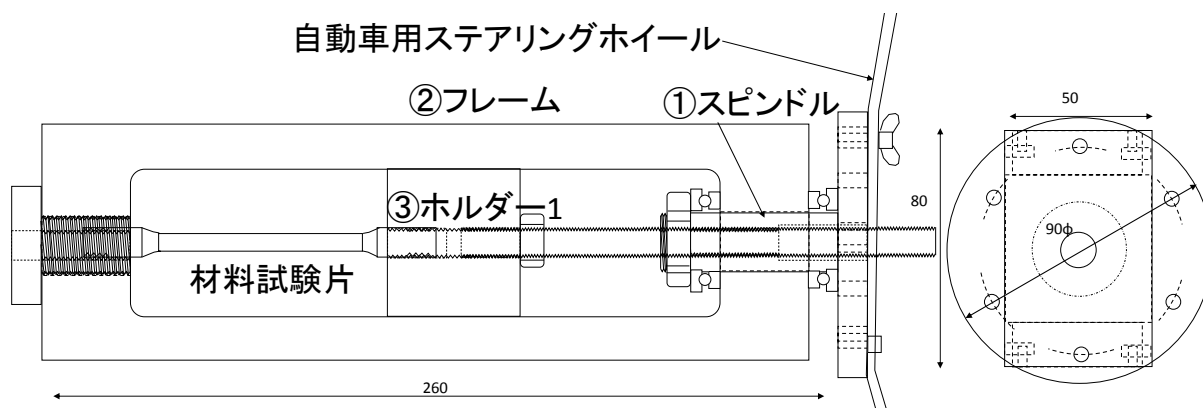


図-1 ハンドル式卓上小型材料試験機の概要

キーワード 学生実験, 弾塑性, 力学フィードバック, 応力・ひずみ関係

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

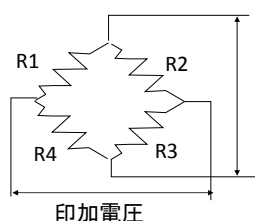


写真-1 ハンドル式卓上小型材料試験機の概観



写真-2 試験体の破断状況(6φ)

ブリッジの構成



ゲージの構成

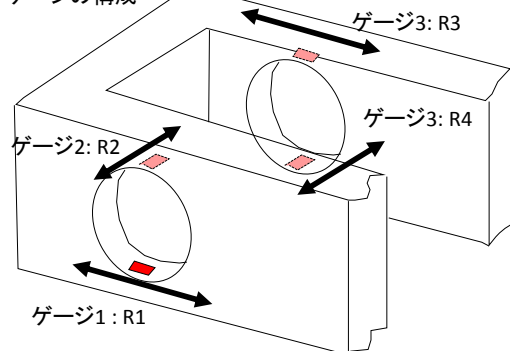


図-2 荷重検出のためのブリッジ回路

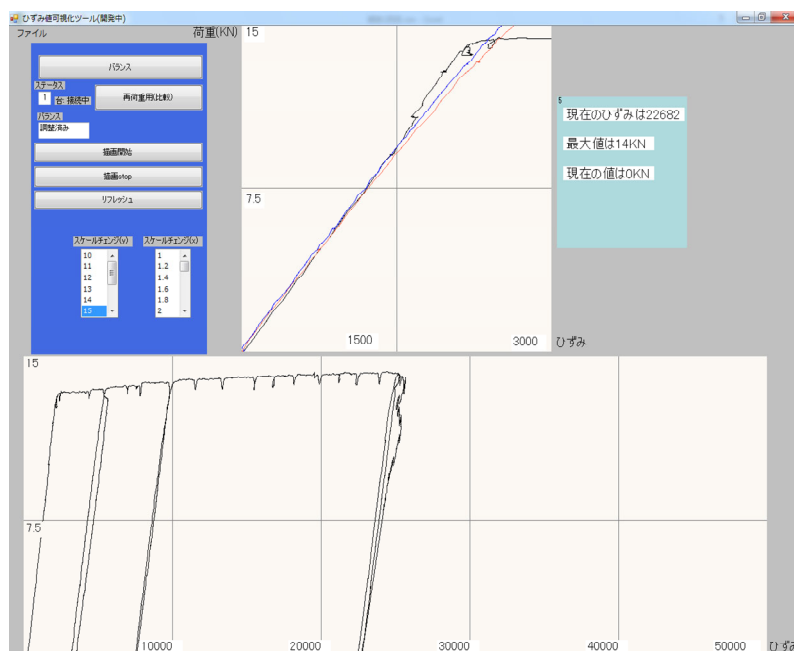


図-3 可視化システムの概観

### 3. 弾塑性の理解のための可視化システムの製作と検証実験

鋼材の応力・ひずみ関係を体感的に理解させることを目的に、試験体に貼付したひずみと試験機フレームからの荷重情報をリアルタイムで図化するシステムを製作した。製作したシステムの実行画面について、6φの鋼材試験体について破断までに塑性域での複数回繰返し载荷させた試験の例を写真-2に示す。荷重は断面積を用いて応力に変換して表示している。2つのグラフのうち上部のものは弾性域の応力・ひずみ関係について、初回および再载荷開始にそれぞれ原点を調整し重ねて表示するものであり、下のグラフは全域にわたり応力・ひずみ関係を示すものである。複数の学生に試行させた結果、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ること、降伏後は操作力がほぼ一定になること、降伏棚で除荷・除荷を行なうと操作力が軽くなること、など鋼材の応力・ひずみ関係を体感的に理解するための実験装置として機能することを確認した。

### 4. まとめ

教育効果の高い教育用の材料試験機としての装置およびシステムはほぼまとまったと考えている。今後、教育現場での実装にあたり、弾性座屈など実験のバリエーションの検討を行う予定である。装置の貸し出し、製作図の提供など可能であるので、興味がある方は筆者まで連絡していただけると幸いである。