

構造力学の理解と学習意欲促進のための教育支援システム

広島工業大学 正会員 ○ 浅野 照雄
広島工業大学 正会員 皆田 理
広島工業大学 正会員 伊藤 秀敏
広島工業大学 正会員 岩井 哲

1. まえがき

「構造力学」は「安全な」構造物を設計・施工するためには、技術者として修得しておかなければならない重要科目の一つであるが、学生にとって理解しにくい科目として考えられてきた。また、近年、学生の能力が多様化してきており、力学教育の抜本的見直しが必要となっている。そのため、本学科では、授業に実験とコンピュータ解析を導入して、学生が概念をイメージ化するのを容易にして、より分かり易い力学教育を目指す新しいシステムを導入することにした。以下、その概要について述べる。

2 システムの概要

2. 1 システム構成

本システムは次のような条件を満たすものとした。即ち、(1) 講義、実験、コンピュータシミュレーションを1つの教室の中で手軽に効果的に行えるような構成と、大きさであること。現象を理解させるために、実験条件を柔軟に変更できるシミュレーションソフトを合わせて具備すること。(2) 力と変形を視覚的に認識するためにできる限りビジュアル化し、その際に、「動き」、「色彩」を取り入れ、学生の注意力を集中させ、分かり易い、力点を置いた映像となるように配慮すること。

図1にシステムの構成を示す。すなわち、実験装置として小型载荷試験機と模型供試体、実験状況を撮影するビデオカメラ、実験データとビデオ映像の信号を処理するためのコンピュータ、データを保存するビデオとMO、映写するプロジェクタと大型スクリーン、印刷するためのプリンタなどからなる。载荷装置の能力は、小型であるということと、模型の変形能力に合わせたものとし、模型材質はアクリルを用いた。

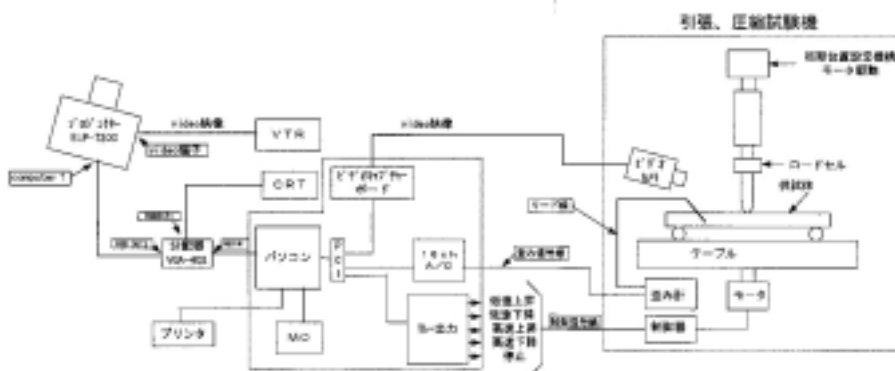


図1 システム構成



写真1 システム外観

2. 2 実験の内容

静定ばりとして、単純ばり、片持ばり、不静定ばりとして一端固定一端単純支持ばり、両端固定ばり、さらに、静定トラス、両端ピン支持の不静定ラーメンを対象とした。また、両端ピンまたは両端固定の支持条件による座屈試験や円孔板の応力集中試験も出来るようにした。いずれも模型材料はアクリルであり、その要所には歪ゲージを貼っている。模型の設置・取り外し、歪ゲージリード線の結線などは簡単に出来るよう配慮した。

2. 3 データ処理・解析ソフトの概要

1) 初期メニュー画面

図2に初期メニュー画面を示す。ここでは、試験モードとしてオンライン・オフライン・シミュレーションの選択および

キーワード：構造力学，教育，模型実験，コンピュータ・シミュレーション，ビジュアル化

連絡先：〒731-5193 広島市佐伯区三宅 2-1-1 Tel. 082-921-3121 Fax. 082-923-7083

試験モデルの選択が出来る。このように、オフラインでビデオ画像を映写したり、シミュレーションだけを行えるようにして、利用上で柔軟性を持たせた。

2) 各モードの内容

図3に一端単純一端固定ばりの例を示す。左半分には模型の状態を図示化し、その下に、曲げモーメント図と歪ゲージを貼付した位置の曲げ応力度を実験値と理論値と共に時々刻々示している。右半分には、実験状況についてビデオカメラで撮影した画像を示し、リアルタイムでこれらの状況の変化を比較しながら見ることができる。図4に示すように画面上をクリックするとその中の一つのウィンドウ画面を大きくすることができ、また、たわみの倍率を変えてたわみ変形を誇張した表示もできる。

この実験の記録をコンピュータ上に残し、別の機会にオフラインモードで再現することができる。これらを利用することによって多くの実験結果を限られた時間内で見せることができる。また、シミュレーションモードで2つの異なる断面形状・材料定数などに対する変形・曲げモーメント図・応力度を並べて表示し比較できる。断面高さを変えた例を図5に示す。

また、トラス・ラーメンに対しては圧縮・引張力の違いを色で区別して表示し、圧縮・引張の違いの重要性を認識させる。座屈試験では、座屈が生ずる方向が強軸か弱軸かを考えさせるような配慮をし、引張力が作用した場合との比較をすることにより、座屈現象を学ぶ意味を理解させる。そのほか、応力集中を円孔板の引張試験を行って示し、曲率の違いが応力度に対して影響する様子が分かるように配慮した。これらの解析理論式は、「理論式」ボタンをクリックすれば表示されるようになっている。

3. 実施例

本学建設工学科建築工学コース2年の学生46人に、はりの曲げモーメント図のイメージ図が正しく描けるかどうかをみる演習を行った。学生は、不静定ばりの解析を学習している最中である。

集中荷重とモーメント荷重に対する単純ばり・片持ばり・一端固定一端単純支持ばりの曲げモーメント図をイメージだけで描かせた。本システムを利用する前と後で比較した結果、20題中、正解数は平均2題増加し、本システムの効果が見られた。

4. おわりに

本システムを利用して、学生の理解に効果があることが認められた他に、学生の誤りやすい考え方があることが推察されるなど、講義を行う上で参考になる資料も得られた。本システムにはまだ改良すべきこともあり、実施例をさらに増やしながさら教育に効果的なシステムにしていく予定である。

なお、本システムは(株)菱明技研と共同で行い、また、日本私立学校振興・共済事業団から「特色ある教育研究の推進」の補助を受けていることを付記する。

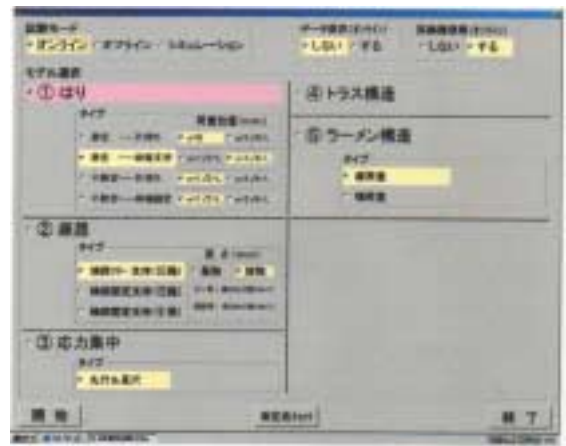


図2 初期メニュー画面

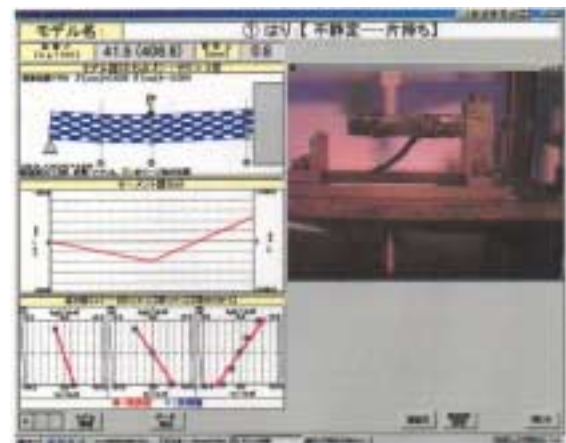


図3 一端単純一端固定ばりの荷重実験

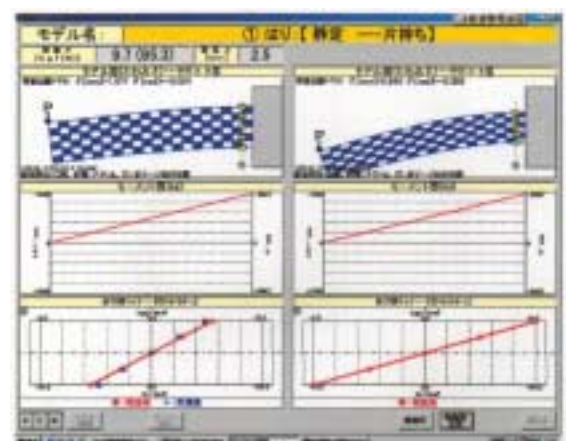
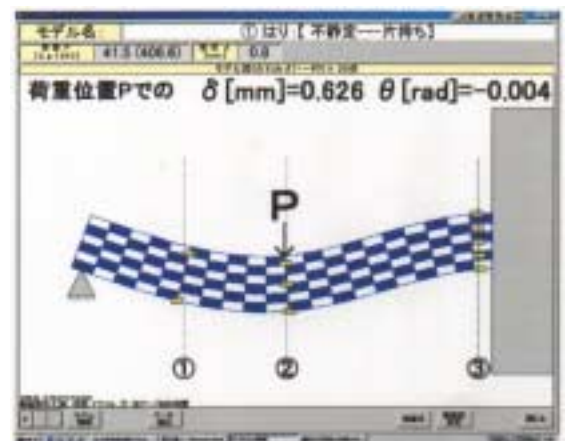


図5 断面形状の違いによる変形・応力の比較