

JAVA 言語による構造力学支援プログラムの開発と教育システムの構築

佐賀大学 学生会員 武本 高明
正会員 帯屋 洋之
正会員 井嶋 克志

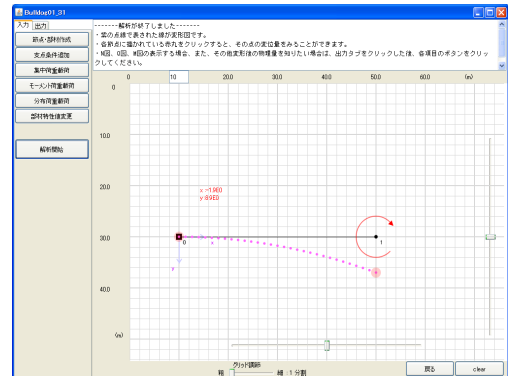
1. 研究目的

構造力学は土木工学を学ぶ上で最も重要な基礎科目の一つであり、土木技術者を志す学生にとってはその理解が不可欠となる。しかしながら土木工学の扱う分野が多様化すると共に、各大学ともにカリキュラムの中における構造力学のウエイトは減少傾向にある。よって学生にとっては限られた講義時間内で深い理解を得ることは容易ではなく、その結果構造力学に苦手意識を持つ学生が増えているようである。構造力学の習熟のためには「演習問題を数多く解く」事が何より重要であり、講義時間外に講義感覚で演習問題に取り組むことができる環境を提供できれば教育上大きな役割を果たすことが期待される。

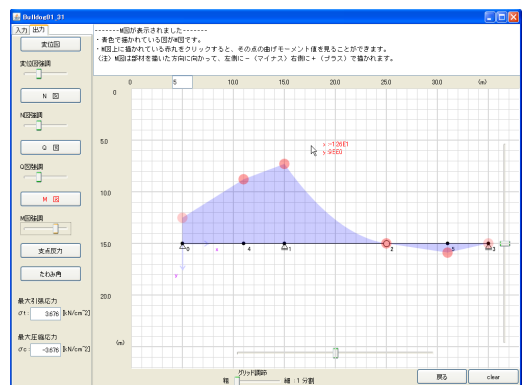
そこで本研究では、構造力学初学者を対象とした学習支援プログラムの開発を行った。本プログラムは JAVA で作れておりプラットフォームを選ばず動作するため、インターネット利用環境さえあれば Web ブラウザを通していつでも学習に取り組めるようになっている。学習者は本プログラムを利用することで自由に演習問題を作成し模範解答を得ることができ、その計算過程を講義テキスト等を参考にしながら導いていくことで、講義時間外に演習の場を設けることができる。また、ネットワーク上にシステムを置くことにより開発者と学習者がインタラクティブな関係を築くことも可能であるため、学習者の要望を汲み取りながら随時更新を行っていくことで、より効率的な学習につながるシステムの構築を目指す。

2. 構造力学学習支援プログラムの概要

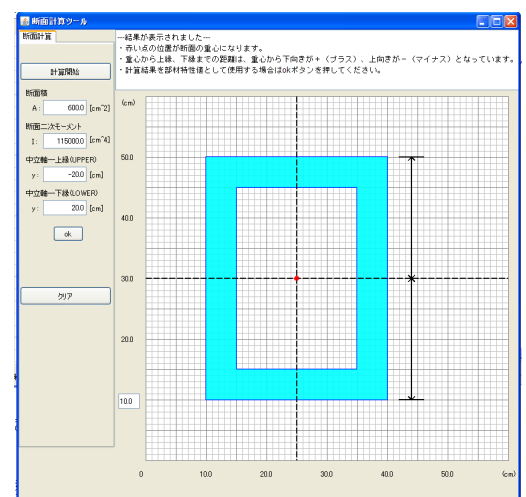
本プログラムは変位法による構造計算アルゴリズムを用いているので構造系の不静定次数に関係なく、任意の形状を持つ構造系に対し解析が可能で、得られた結果を変形図(図 1-(a))や部材力図(図 1-(b))としてグラフィック画面上で確認することができる。演習問題を作成する場合は、入力タブにある各ボタンを順次押していき条件を決定していく。構造系、部材断面の形状(図 1-(c))はいずれもマウスを使用し絵を描く感覚でイメージをそのまま入力することができ、結果に関しては出力タブにある各ボタンを押すことで確認することができる。これにより、市販のドロー系ソフトの使用経験が少しでもあれば誰でも利用可能となり、変位法特有の節点・部材の概念を感じることなく入力操作が行える。本プログラムは、学習者が自分のレベルに見合った演習問題を作成し模範解答を得ることが出来る為、効率的に構造力学の理解を深めることが期待される。



(a) 変形図の出力例



(b) 部材力図 (M 図) の出力例



(c) 断面形状入力画面

図-1 構造力学支援プログラム

キーワード 構造力学 学習支援 JAVA プログラム

連絡先 〒840-0027 佐賀県佐賀市本庄町本庄1 国立大学法人 佐賀大学

本プログラムに実装されている機能は以下の通りである。

- ・構造系の形状を自由に設定し任意の点に載荷することができる（モーメント荷重や等分布荷重を含む）
- ・部材の断面形状を自由に設定することができる（中空断面、円形断面、組み合わせ断面等を含む）
- ・詳細な解析結果が得られ視覚的に確認できる（変形図、M 図、Q 図、たわみ角、最大引張及び圧縮応力等）

3. システム構築への取り組み

佐賀大学都市工学科の専門基礎科目である「構造力学基礎」を学ぶ 1 年生を対象に問題演習の際に支援プログラムを使用してもらい、その学習効果を確認するためにアンケートを実施し、92 名から回答が得られた。問題については、支援プログラムを用いて構造系の形式と寸法、断面の形と寸法、荷重の載荷パターンと位置を、学生が自由に設定し、これを手計算で求めた解とプログラムが出力する値を比較させるという形式とした。

問題設定例、アンケート集計結果を以下に示す。

学生が作成した演習問題の例

図-2 のような構造系について以下の問いに答えよ。ただし、ヤング率は $E=200\text{GPa}$ とする。

- 1) M 図をかけ、2) 2 点のたわみ、たわみ角を求めよ、3) 曲げによる応力が最大となる場所とその値を求めよ

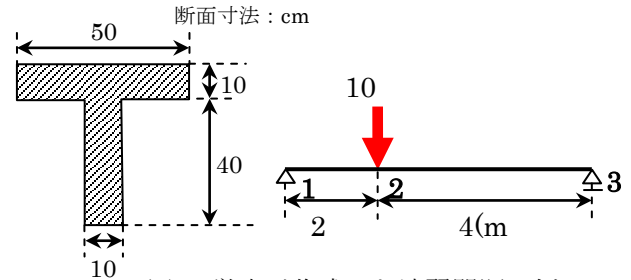


図-2 学生が作成した演習問題の例

アンケートの設定

- ①：M 図 Q 図を求める問題に役立ちましたか
- ②：たわみ・たわみ角を求める問題に役立ちましたか
- ③：曲げによる応力を求める問題に役に立ちましたか
- ④：問題を作り解くことで理解度が増したと思いますか
- ⑤：構造力学の試験対策として利用すると思いますか
- ⑥：これからも活用したいと思いますか

図-3 にアンケートの集計結果を示す。①～④、⑥のいずれの質問に対しても“とても思う”、“思う”の答えが 7 割以上達したことから本プログラムが学生達に概ね好意的に受け入れられていることが分かる。しかし⑤の質問は否定的な回答がやや多く見られる。これは、講義の問題では部材寸法、荷重などは変数を使用することが多く、数値で計算している本プログラムとのギャップを感じたことや、計算過程を確認することができないことが理由として考えられる。

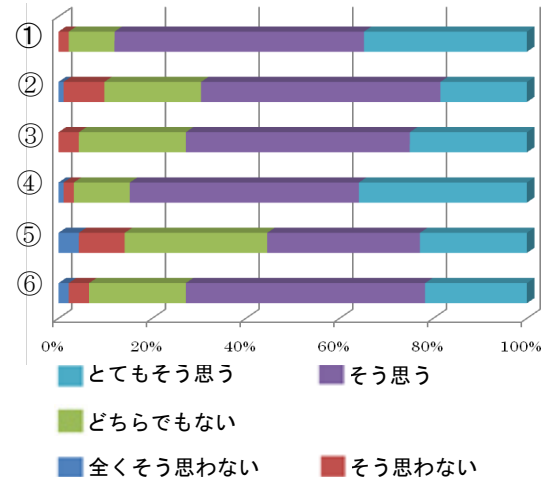


図-3 アンケート集計結果

4. まとめ

本プログラムは構造力学の基礎レベルから応用レベルまで幅広い演習問題に対応しており、断面形状、構造形状を任意に設定でき、安定な構造である限りどのような問題に対しても、M 図、変形図並びに計算結果を得ることができる。アンケートの自由記述では「自分では計算しようと思わない複雑な構造形状の変形図や M 図、Q 図が確認でき想像がしやすくなった」といった内容の感想がいくつか見られた。このことから本プログラムをゲーム感覚で使用するだけでもイメージの理解の助けとなり「構造力学的感覚」を育む効果もあることが分かった。また「計算過程を表示してほしい」という意見が数人から寄せられた。これは本プログラムのブラックボックス的な一面を指摘したものだが、講義テキストを参考にしながら「自分で」解を導くことで基礎学力を身につける、という本プログラムの所期の目的からすればあえて解放の手順を示さずにブラックボックスのままにしておく事が有効であると考えられる。しかしながら、学習支援が目的である以上計算過程の理解を促す為の何らかの工夫もやはり必要であるとも考えられ、今後の重要な課題の一つと云える。その他、軸力部材、影響線解析機能の追加やアンケートを基にインターフェイスの改善等を随時行っていくことで、より幅広く効率的な学習が可能となるシステムの構築を目指していきたい。