

1. はじめに

構造力学は、土木工学の基礎的な教科であって、様々な応用的教科を学ぶために必須の知識で、土木工学を学ぶ学生には、ぜひ理解してもらいたい教科である。このため、本学のカリキュラムにおいても「構造力学Ⅰ」、これに関連する「材料力学Ⅰ」は必修とし、さらに具体的な構造物の設計を通して学ぶ「構造工学設計・演習」も必修としている。

さて、この演習を受講生が多い場合に行うとき、次のような問題を抱える。

- (1) 教員による学生一人当たりの個別指導時間が短い。
- (2) レポートや小テストを課題としても、それを評価・整理するためには多くの時間を要する。
- (3) 理解の程度が一律でないため、個別の学習進度が期待される。

一方、この教科の講義には多くの数式が現れ、学生から難解な教科であるとの印象を受けがちであるが、演習の特徴として、数字で答える類の演習問題が少なくない。

そこで、このような教科の特徴を生かし、前記のような問題を解決することをめざすために、パソコンを活用することを考え、そこで使われる演習ソフトを開発した。多人数を効率的に指導して、より良い教育的効果をあげるためには補助的機器を利用することも一つの方法と考える。補助的機器を利用することは学生と指導者の接点を減少させるものと考えがちであるが、利用方法によっては逆にささいな問題点の対応にこれらの機器があたることによって、学生と指導者の深く効果的な指導の機会を生み出すものと考えられる。

2. 利用装置

本学には、計算機利用の指導と計算機支援演習装置として、パソコン・ラボが開設されている。このラボ（教室）は 2 教室で構成され、各々の部屋にパソコン（一方は PC 9801RX、もう一方は PC 9801RA、いずれも NEC 製）が 51 セット（学生用 50 セットと教員用 1 セット）設置されている。それぞれのパソコンには 40 M バイトのハードディスクと 2 ドライブの 5 インチフロッピーディスクドライブがあるため、開発されたプログラムはハードディスクに登録させ、他の指導内容とはメニューで選択できるよう準備する予定である。

また、それぞれのパソコンにはカラーディスプレイがついているため、問題の提示や解説の表示にカラーを使え、理解しやすい演習プログラムが開発可能である。なお、数台のパソコン毎に 1 台のプリンターがついているため、不明な問題をハードコピーして持ち帰り検討することができる。

本プログラムは、このような施設で利用されるものとして開発した。

3. 開発されたプログラム

開発したプログラムは、手軽であること、プログラムが容易に理解できること、グラフィック表示が豊富であるなどの理由から BASIC 言語で開発することとした。ここでは、プログラムの機能と構成について述べる。

3. 1 機能

開発されたプログラムのもつ主な機能は次の通りである。

- (1) 多人数が同時に演習できるために、1 台のパソコンを同時に 2 人で利用できる。2 人で利用しているとき、もう一方の利用者の回答のためのキー入力を待つことはなく、2 人の利用者がばらばらに答えを

入力できるようにした。

(2) この同時に使える機能を整備するために、キーボードのキーを2人用に替えて使用することとした。パソコンに向かって右側の利用者はテンキーを中心に使用し、左側の利用者はキーボードの左側にある英文字キーを押すと数字に変換する方法をプログラムに組み、利用者に対してはキーボードカバーを取り付け利用することを考えている。

(3) このような機能をもたせることにより、2人の利用者は互いに演習分野の選択、進捗の影響を受けることはなく、また演習作業中の操作で両者が相手に遠慮する必要はない。

(4) 出題された問題に対応した解説を演習中表示させ、参考にすることができる。これは、多人数を考慮したもので、それぞれの問題に簡単な解説を表示させることによって、ささいな質問に対する対応をこのような計算機内で行ってしまおうとするものである。もちろん教員の指導上の役割は大きいですが、多人数の場合にはこのような機能が補助的な役割を担うものと考えられる。

(5) この演習問題では電卓が必要とされることがある。このため演習実施中に画面内に電卓を表示させ簡単な計算ができ、その結果は問題表示に切り替わっても画面に残るように配慮している。

(6) 出題される問題に使われる数字は、利用者によって異なる乱数によって作成されているが、このとき表示される図形もこの乱数に応じた表示とし利用者が問題を理解しやすいように配慮した図形の表示がなされている。

(7) プログラムは1人用にも、2人用にも利用できるものとしている。

(8) 演習の記録として、演習日時、学籍番号、実施した演習問題、それぞれの問題に対する誤った回答数が記録できる。これらの記録は、今後の指導の改善、作題の改善に役立てようと考えている。

3. 2 プログラムの構成

このようなプログラムは、大きく分類すればメインプログラム、問題プログラム、および解説プログラムが必要となる。これらを一体のプログラムとすることは、プログラムが大きすぎてしまい問題数によっては実行できないこと、開発作業が遅くなってしまうことなどの問題が発生する。そこで、これらのプログラムの合理的な構成方法を検討し、図1に示す次の3種の方式から効率的な作業ができるマージ方式でプログラムを構成することとした。

(1) チェイン方式：この方式は、メインプログラムをスタートさせた後、次々と必要な問題プログラムを呼び出してきて実行させるものである。この方法の問題点は、電卓機能などメインプログラムに置かれているサブルーチンがチェインすることによって消されてしまうことである。このため、この方式を選ぶと各問題プログラムにメインプログラムの一部を転載して置く必要があり効率的なプログラム構成とは言えない。

(2) ファイル方式：これは、プログラムとしてはメインプログラムだけとし、問題や解説はデータファイルとして用意しておくとするものである。このため、メインプログラムの内容が常に確保されており、前記の方式のような問題は発生しない。ところが、データファイルの状態から問題を描くことや解答を用意することは不可能ではないが、問題作成時に出題からデータへの変換作業が必要で作業効率が悪い。

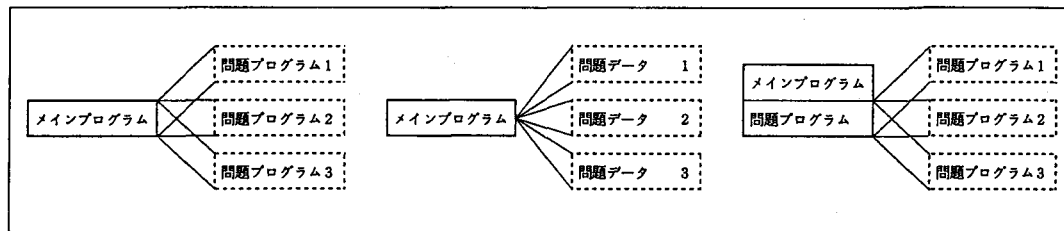


図1 プログラム構成の検討：左から（1）チェイン方式、（2）ファイル方式および（3）マージ方式

(3) マージ方式：この方式は、メインプログラムに必要な問題および解説プログラムを、メインプログラムの所定の位置にマージさせて実行させる方法である。この方式を採用すると、チェーン方式のように、問題プログラムを呼び出したときメインプログラムが消されてしまうことがなく、またデータファイルとして問題を扱うファイル形式のような複雑さやわずらわしさもなく効率的なプログラム開発ができ、また実行時における問題も見あたらなないと考えられた。

3. 3 メインプログラム

メインプログラムのフローチャートを図2に示す。メインプログラムには①利用者数の入力、②学籍番号の入力、③問題選択、④必要な問題プログラムをメインプログラムへ合成、⑤キーの初期化、⑥解説表示、⑦電卓表示、⑧解答入力、⑨成績記録および⑩時間制限の各サブルーチンが用意されており、利用者が選択した種類の問題プログラムと解説プログラムをメインプログラムにマージして実行できるようになっている。

4. 利用例

利用例を利用順序にしたがって説明する。

- (1) 2人の利用者は、それぞれの学籍番号を入力した後、写真1のように表示された演習分野から自分の課題とされた分野を選択する。
- (2) それぞれが選んだ分野から、写真2のように問題が出題される。
- (3) 解答は2人がそれぞれ相手の作業と関係なくすることができる。2人の利用するキーは異なっており、各キーの役割を示したキーボードカバーの表示にしたがって解答を入力する。
- (4) 必要に応じて、写真3に示す解説画面を表示させたり、写真4に示す電卓を利用することができる。

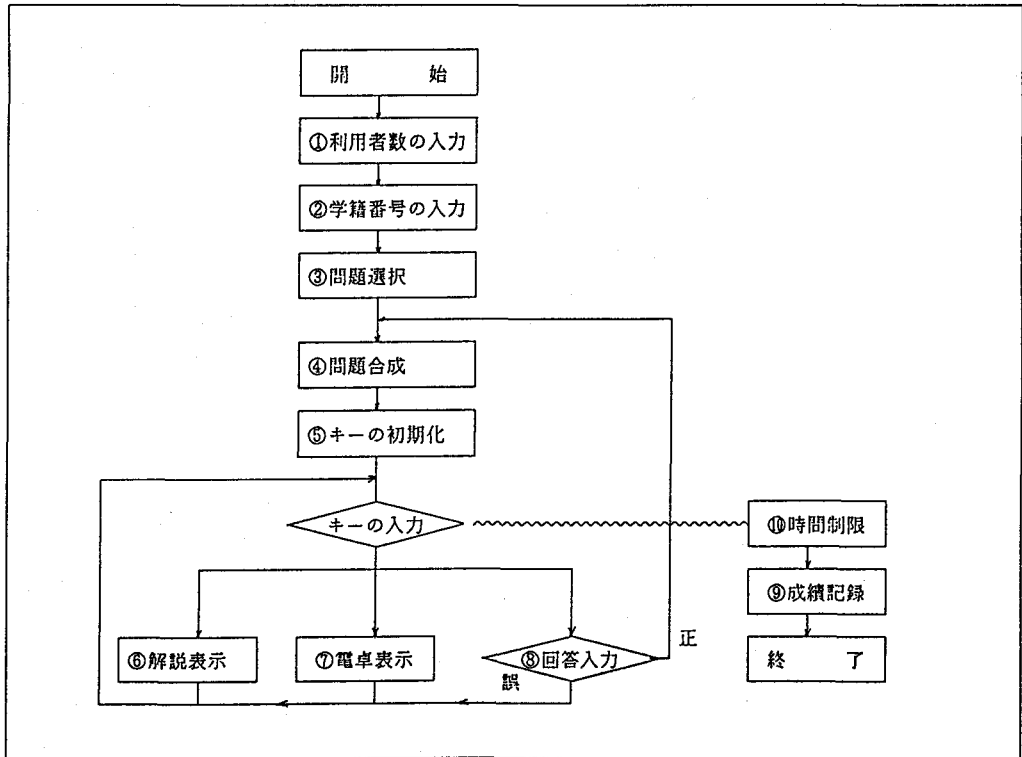


図2 開発されたプログラムのフローチャート

(5) なお、作業の終了は施設の利用時間が限られていることから、一つの分野の所定の問題数を終えるか所定の利用時間を越えと、学籍番号、演習時間、各問題に対する誤った解答数などを記録して終了する予定と考えている。

5. おわりに

この開発されたプログラムは、パソコンを構造力学演習の教育効果をあげる支援装置として利用するために開発されたものである。カリキュラムの改正・実施に合わせ開発を進めてきたが、今後の実際の運用の中でさらに検討を加え、各演習分野の出題と解説の検討と作成を進め、効果的な演習システムを構築したいと考えている。このような教育演習ソフトの開発によって、学生は各自の自由時間に学習したり、あるいはパソコンを所有している場合には、自宅での学習にも役立つものと考えられる。

最後にプログラム作成に協力してくれた八戸工業大学卒業生の渡辺謙一、高橋康洋、大川和也君に感謝します。

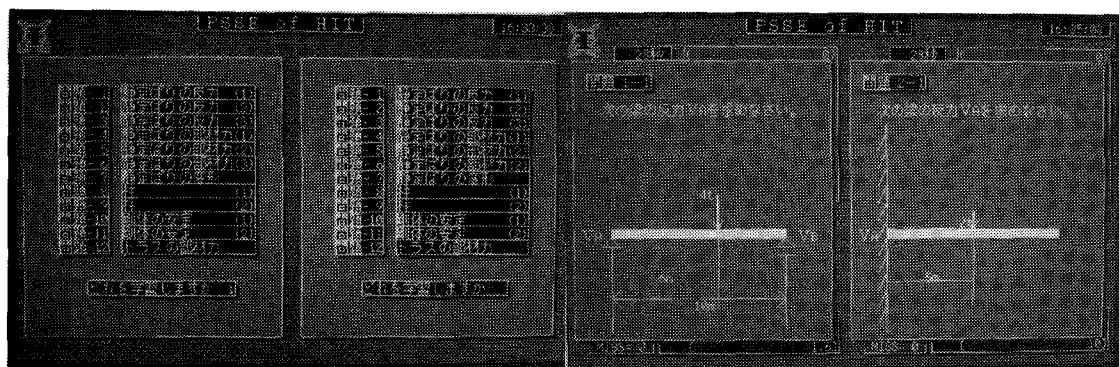


写真1 演習種目の選択

写真2 出題

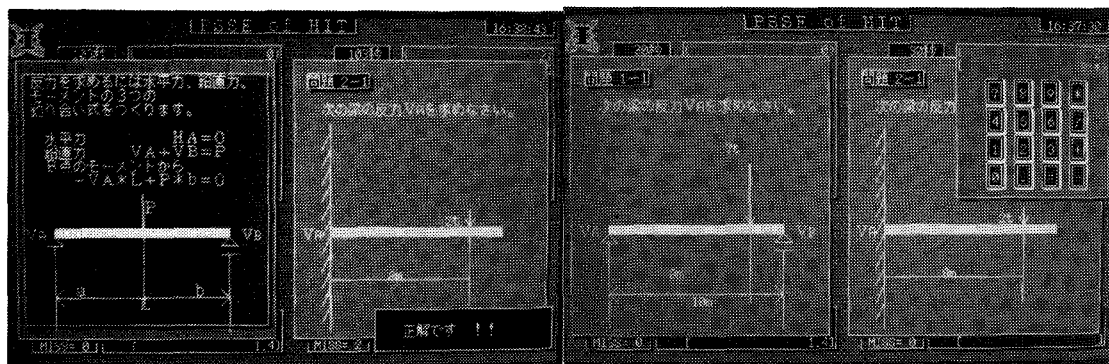


写真3 解説の利用

写真4 電卓機能の利用