

I-PS11

初心者のための構造解析用C A I システムについて

明星大学 正員 竹内 則雄

1. はじめに

構造解析あるいは有限要素法を学部学生などのような初心者に教育する場合、2つの課題が考えられる。1つは、これらの基礎となる理論の教育である。このことについては、数多くの入門書やテキストが出版されており、それらを利用することである程度、実現することが可能であろう。

一方、もう1つの課題としてプログラミングがある。近年のように汎用プログラムによるブラック・ボックス化が進むと、有限要素法のプログラム構造がどのようなになっているかを理解する機会が減少し、場合によっては数値解析上の制約を見落とし、誤った解析を行ってしまうこともある。このようなプログラム構造を教育する方法として、先の理論の場合と同様、テキストを利用する方法も考えられるが、本で得た知識をより一層深めるためには実際にプログラムを組んでみるのが効果的である。

しかし、初学者の場合、プログラム言語に関する知識が乏しいため、新たにプログラム言語の習得という問題が発生する。簡単な構造解析のプログラムを組ながらプログラム言語、特にFORTRAN言語を学習しているというのが現状であろう。このような方法だと、初学者は構造解析のアルゴリズムとプログラム言語といった二重の学習を強いられることになる。初心者にとって難解な構造解析の手法をより難解している原因はこの点にあると考える。脱落者の多くは、このプログラム技術の低い者によく見られる。

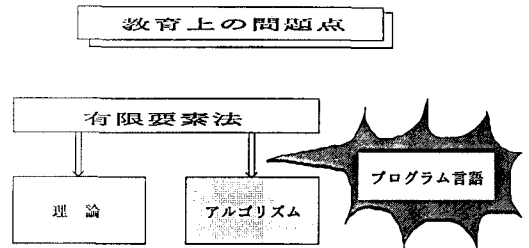


図1 教育上の問題点

以上のような観点から、プログラム言語を利用せず有限要素法の解析アルゴリズムやデータ構造を理解するシステムをパーソナル・コンピュータを利用して開発した。本報告では、その概要について述べる。

2. 本システムの学習ステップとねらい

本システムは6つの学習ステップにより構成されており、それぞれの学習ステップにおいて以下のような学習のねらいを設けている。

(第1ステップ) まず初めに、学習者は解析手順の大まかな流れを理解する。プログラムの立場から考えれば、ゼネラル・フローチャートを理解するようなものである。プログラムを設計する方法としてトップダウンとボトムアップの2つの方法があるが、初学者に教育する場合、トップダウン的に全体から細部へと学習してゆく方が興味を持続させることができると思われる。

(第2ステップ) 次に、この大まかな流れに沿い、解析に必要なデータ構造を学習する。実際に、多くの学習者はプログラム開発より汎用プログラムを利用した解析作業がに従事することが多く、この場合、解析対象のモデル化がもっとも重要な課題となる。しかし、解析プログラムがどのようなデータを要求し

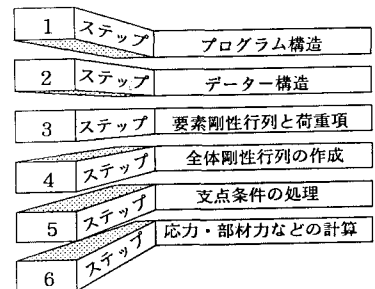


図2 学習目標

ているかを理解しておかなければモデル化もできず、またデータも作ることができない。このような意味で、ここでの学習は非常に重要な意味を持つ。

（第3ステップ）以上の準備のもと、このステップで、荷重項や要素剛性行列をコンピューターと対話しながら作成する。ここでは、どのような手順で荷重項や剛性行列が作成されるかが学習の中心であり、また、マトリックスの扱い方も学習する。

（第4ステップ）次に、第3ステップで作成された要素剛性行列が、全体剛性行列にどのように組み込まれるかを学習する。ただし、ここでは、原理を理解することが主な学習のポイントであるため、バンド法やスカイライン法などの特殊な技法については一切触れない。

（第5ステップ）ここでは、前ステップにおいて作成された全体剛性行列に支点条件を加え、変位を求めるための準備を学習する。プログラム構造上は、ここで、連立方程式を解き、変位を求めることになるが、初心者に対する教育では、この説明を省略する。この理由は、数値計算上、連立方程式の解析方法は重要な役割を担うため、別個に教育した方が効果的であると考えからである。

（第6ステップ）以上のステップから、とにかく変位がもと求まったものとし、最後に応力を求める方法を学習する。骨組み構造解析の場合は、部材力と材端力についても学習する。

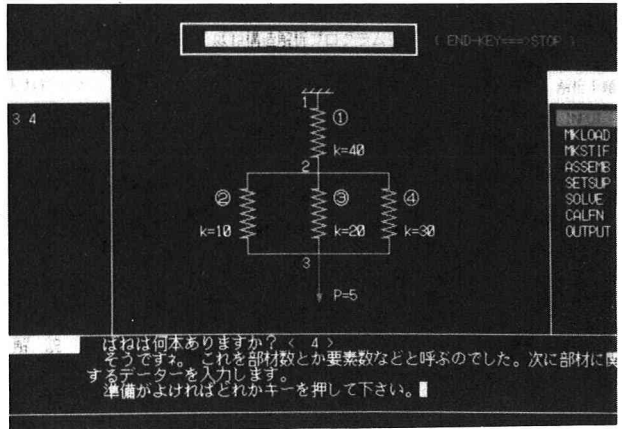


写真1 画面の一例

3. システム構成

使用するパーソナル・コンピューターシステムを図に示す。このシステムはCPUが16ビット以上でメモリーが640kbytの標準的なMS-DOSマシンで構成されている。ディスプレイの解像度は640×400でフロッピー・ディスクは1Mbytのものが1基あれば十分である。現在、マウスに対応していないが、操作性を考えると、将来的にはマウスに対応する必要がある。本システムはのプログラムはフォートランとアセンブラにより組まれており、十分なスピードを所持している。

ビジュアル化をさらに取り入れるならばCD・ROMなどの利用も考えられるが、アルゴリズムの理解程度に限定するなら、以上のようなシステムでも十分対応できるものとする。

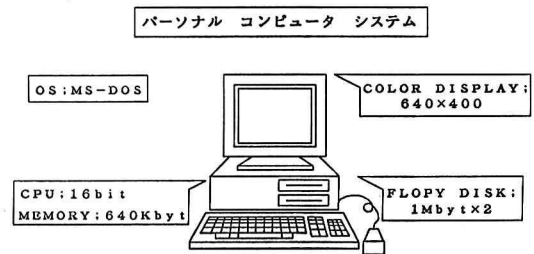


図3 システム構成図

4. むすび

初心者に対する教育では、目的を1つに絞り、それに集中させることが大切である。実際のプログラム技術は経験と共にうまくなるものと思われる。本システムを利用した教育実験については現在、継続中であり、その効果について、直ちに結論を出すことはできないが、概ね良好な結果となっている。