

構造力学演習にコンピュータを利用した例

東北工業大学	学生員	○ 川口 忍
"	"	鎌田 正彦
"	正員	秋田 宏

1 まえがき

近年、教育の部門にコンピュータを導入する試みが種々なされてきた。中でも自動学習システムのCAI方式、教師側がコンピュータと情報交換をする半自動学習システムのCMI方式などが注目されている⁽¹⁾。著者の秋田が、昭和47年度より東北工業大学、土木工学科2年、構造力学演習の正規の授業で約300人の学生に対して実施している演習形式についてはすでに発表しているが⁽²⁾⁽³⁾、同方式に誤差の許容範囲の計算、成績の分類、磁気テープの使用など細い改良を加え、さらに発展させてみたのどこにその結果を報告するものである。

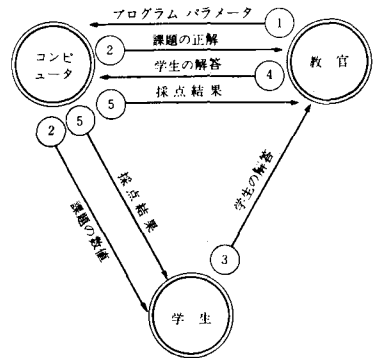


図-1 教官、学生、コンピュータ関係図

2 方式の概要

今日、ほとんどの私立大学においては多数の学生を対象とした演習をより効果的に行うために頭を痛めているのが実情であろう。著者らの方式では、最初の目的は学生全員に異なる数値を与えて同じ課題を解かせようというものであり、採点するにあたって数百人の解答を得る為にコンピュータを導入したものである。現在行なっている方式ではコンピュータと学生、教官の関係は図-1のように示される。個々の手頃は以下の様である。

1 コンピュータにプログラムとパラメータを与え

図-2の様な課題の数値を印刷させ、演習の3日程前から掲示し学生に控えさせる。

2 当日は図-3の様な図面を示し各数値が向を示すが、答として何を求めるかを説明する。演習時間内は学生同志の相談、参考書類の参照を全く自由とする。

3 問題で要求した図面については教師が採点する。

4 学生達の解答, 単位および図面の得点をカードにパ
ンチする。

5 コンピュータにパンチしたカードを読み込め、採点、分類、さらに磁気テープに収録させる。(図-5の採点時)

6 図-4の様な採点結果を学生に提示し、答案を返す。

以上のサイクルは1週間単位で実施され、前期10回、後期10回の演習を行なう。この方式によると次の様な利点がある。

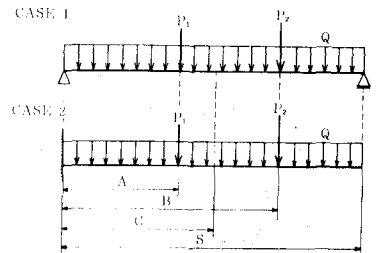
a 他人の解答を丸写しはできず、最小限自分で計算する。

b 互いの相談によって理解度を増すことができる。

C 具体的な数値が与えられているので実際の物理量の大きさ、単位換算などを理解することが出来る。

GAKUSEKI	CASE	S	A	B	C
74101	1.0	10.0	6.0	9.0	6.0
74102	1.0	12.0	2.0	10.0	4.0
74103	2.0	8.0	2.0	7.0	1.0
74104	1.0	10.0	5.0	9.0	5.0
74105	1.0	15.0	4.0	12.0	7.0
74106	1.0	10.0	4.0	9.0	4.0

図-2 学生に提示する数値



課題 024 $P_1=3t$ $P_2=5t$ $Q=2t/m$ の時、左支点反力RA、C点の曲げモーメントBM、せん断力SFR、SFRを求め、曲げモーメント図、せん断力図を描け。

图 3-3 当日示す図面

CARD	GAKUSEKI	KEI	GOKEI	KAI	TEN	RA	TEN	BM	TEN	SFL	TEN	SFR	TEN
196	74101	5	5	1	1	0.1170E 02	2	0.3420E 02	0	-0.3000E 00	0	-0.3300E 01	2
0	74102	0	0	0	0	0.1533E 02	0	0.3933E 02	0	0.4333E 01	0	0.4333E 01	0
23	74103	8	8	1	2	0.2400E 02	2	-0.8200E 02	2	0.2200E 02	2	0.2200E 02	0
35	74104	9	9	1	1	0.1200E 02	2	0.3500E 02	2	0.2600E 01	2	-0.1000E 01	2
5	74105	2	2	1	0	0.1820E 02	2	0.6940E 02	0	0.1200E 01	0	0.1200E 01	0
32	74106	10	10	1	2	0.1230E 02	2	0.3320E 02	2	0.4300E 01	2	0.1300E 01	2

図-4 採点結果の揭示

d 教官の採点を機械的に行なえるので多数の学生に対応できる。

e 友人との答の比較でパラメータの変化に応じた物理現象の変化を認識できる。

しかし反面、代数計算や概念としての理解度のテストが軽視されがちとなる。また答だけによる採点のため解法を理解してない者、計算を間違えた者、課題の数値を写し違えたものの区別ができない。そこでこれらの欠点をカバーするために採点結果に対するクレームを受けつけて教官と学生との接触をはかっている。

3 磁気テープによる課題の収録

現在実施している演習では毎回独立した課題プログラムを用いている。これらのプログラム中には共通につかえる部分も多く磁気テープを用いて収録、整理するのが合理的であり、さらに種々の発展が考えられる。すなわち、個々の課題をサブルーチンとして多数収録しパラメータを指定することによって任意の課題を選ぶプログラムとすれば次の様な意義がある。現状においては、毎回カードデッキを持ち運ぶ煩雑さをなくし、また多くの課題を統一のとれた型に整理できる。しかしさらに重要なことは、これを入出力可能な端末装置と結びつけた場合、自動学習システムとして用いることも可能である。その場合は一つの端末装置で一度に多数の学生を相手とする演習でありながら、個別学習の機能も持たせることができ、今まで考えられてきたCAIよりも合理的な教育システムと考えられる。著者らはその為のプログラムを開発しておりそのブロック構成は図-5のようになる。ここでSETUは1のとき単純梁および片持梁の問題、2のとき最大曲げモーメントの問題、-----というような課題の種類である。

4 採点時の誤差の許容範囲

著者らは演習内容における計算時間の短縮化を行ない、計算方法の考え方や、相談の時間を多くするという立場で学生に計算尺の使用を奨励した。そのため採点において計算尺の目盛きざみの誤差や読み取り誤差などによる解答の誤差を考慮する必要が生じる。計算尺の検定試験の相対誤差は2数間の乗除で ± 0.0028 、5数間では ± 0.0037 に規定されている。しかし、著者らは学生の計算尺の使用頻度、慣れ、さらに構造力学演習は計算能力より計算方式を重視するものとして、1回の読み取り誤差を ± 0.001 とし、2数間の乗除で ± 0.003 、3数間では連続しないと ± 0.006 、以下同様に乗除1個

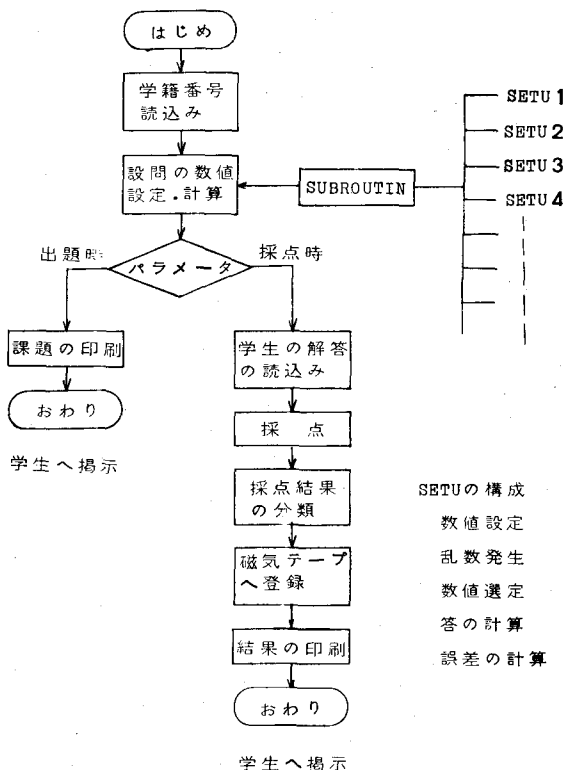


図-5 計算のブロック図

増えるごとに±0.003の誤差を加えるということにした。さらに誤差の許容範囲の最小値は±0.005として規定した。加算による誤差の許容範囲の変化はない。減算では桁落ちにより誤差が非常に大きくなる場合がある。その場合プログラムは代数計算であるから、桁落ちが起こるかどうかの判断はできない。そこで著者は次の式により

$$(C) = 2.0 \times \frac{A}{C} (A)$$

ここで、 $C=A-B$, $(A), (B), (C)$: A, B, C の誤差
 $(A) \geq (B)$ $A \geq B > 0$

各設問ごとの全学生の誤差を計算し、(図-6のSETUの構成)、記憶させ採点の時の誤差の許容範囲として用いた。

5 成績の分類

従来、演習を行なっても教官は採点に労力を費し、毎回の結果の細い分類まではでき得ない。図-5に示したようにこの方式では「採点」において成績、出席などを記憶しており、これらの分類

は至極簡単に行なわれるのである。図-6はその結果の例である。学生の反応が毎回デジタル的に表われることによって教官はその課題の難易度、各設問ごとの理解度を明確につかみ次の時間に教えるべき指針を得る。このことは、この方式におけるコンピュータの役割が単なるテストマシンから脱皮できる意義があり、この方式がCMI方式に似ている点でもある。さらに磁気テープの使用によってこの効果はさらに拡大されてくるのである。

6 磁気テープによる成績の保存

磁気テープを使用して学生の成績データを長期にわたり多数収録することにより、教育評価に大きい効果が得られるものと考えられる。すなわち多数のデータを種々の角度から比較、分類して指導上の資料とすることができ、現在は単に成績の集計に用いているだけであって、磁気テープを有効に利用しているとは言い難い。

7 あとがき

コンピュータの持つ高速性、大量性等の特性を十分に教育に活用する為には適当な入出力装置が必要である。著者らの開発している方式は文字読み取り装置を備えた時に、各処理過程にバランスのとれた教育システムとして活用できるものであるが、現時点では、単に教育の一部分にコンピュータを導入したCMIとしての機能を持つものにとどまらない。しかしながら、現実の演習における教育効果は大きく、今後とも種々の改良を加え将来は一環した教育システムとして開発したいと考えている。

以上の方式実施にあたり、必要な計算は東北工業大学計算センターのTOSBAC-3400/41により行なった。

参考文献

- (1) 司馬正次 教育とコンピュータ 培風館 1972
- (2) 秋田宏, 松山正将 コンピュータを利用した演習の一方式
東北大学計算機センター広報 SENAC Vol.6 No.4 1973 p.16-23
- (3) 秋田宏, 松山正将, 神正照 コンピュータを利用した大学における演習の事例
TOSBAC REPORT No.11 1973 p.48-56

*** SYUSSEKI NINZU #208			
*** HEIKIN AVE = 5,548			
*** SETSUMON	MANTEN	ZEROTEN	SONOTA
ZU	91	63	54
KA	167	37	4
GM	106	97	5
SFL	112	92	4
SFR	71	127	10
*** ZEROTEN KARA MANTEN MADE NO BUNRUI ***			
0TEN	20		
1TEN	10		
2TEN	27		
3TEN	13		
4TEN	9		
5TEN	10		
6TEN	21		
7TEN	17		
8TEN	39		
9TEN	12		
10TEN	30		

図-6 採点結果の分類