

CAI利用による構造力学演習の学習について

金沢工業大学 正会員 ○西田 進
金沢工業大学 正会員 本田 秀行
同教育工学センター 中村 敏雄

1. まえがき

構造力学は、土木工学の基礎科目として欠くことのできないものであり、また、明快な理論体系を持った科目でもある。それにもかかわらず、構造力学の講義を行ってみると不得意あるいは嫌いな科目とする学生が多いように思われる。その理由として、① 公式にとらわれることなく、系統的に把握すること、② 定理、法則および考え方を混乱の生じないように整理すること、③ 演習を根気よく、十分に行い理解を深めること、④ 学生各自の学習修得速度の個人差に応じた学習をさせることなどに対して学習上留意されなかったため、『自分自身で問題を解くことができない』と学生自身が思いこんでいるところにある。

このような観点から、金沢工業大学土木工学科では、上記①～③の各項目に留意した構造力学演習書および土質力学演習書を作成した。また、上記④の認識の基に、2年時に構造力学および土質力学を学んだ学生に対して、昭和55年度から3年前期に構造力学および土質力学の理解を深めながら、学生各自の学習速度に応じた学習ができるCAI構造力学演習および土質力学演習を開講しました。なお、CAI教室における学習風景を写真-1に示します。

本年4月から、特聴生を含む土木工学科3年生4クラス約240名の学生に対してCAI利用による構造力学演習を開講し、7月末に閉講しました。このCAI利用による構造力学演習の学習について、CAIシステムの概要、CAI利用による教育の実施上の問題点および7月に行ったアンケート調査結果の順に御報告します。

2. CAIシステムの概要

本学のCAIの規模は、大教室に84台、小教室に16台を設置しており、CAI全体で100台の保有となり、本格的CAIといってもよいと思います。

システムの研究は、本学CAIのスタッフと富士通と共同で行い、中央頭脳部門であるCPUはPANAFACOM U-1500の2台よりなり、さらに固定ヘッド磁気ディスク装置、磁気ディスク装置、磁気テープ装置、タイプライター、ラインプリンター、カードリーダー、並列回線形通信アダプター、そして学生が直接おかうプラズマ・ディスプレイ、ランダム・アクセス・スライド装置などを完備しています。なお、図-1にCAIシステムの機器構成を示します。

学習者の机は写真-1に示すようにそれぞれ仕切られており、ここで学生は他人の学習進度や一時的教授法に困惑することなく、問題が解けるまでなんどでも、しかも自分の学習スピードが納得のゆくまで学ぶこ



写真-1 教育工学センター CAI教室風景

とができます。まちがった答えにはコンピュータが指示をしてくれ、そこでまたトライする。一斉、できる学生は一人でどんどん先へ進んでゆけばよいのである。

参考までに、表-1に本学CAI教室の教材名を示します。

CAI教室・教材名

1. 数学コース
 - (1) 微分学 (4) 代数・幾何学
 - (2) 積分学 (5) 確率・統計
 - (3) 応用微分学演習
2. 物理学コース
 - (1) 基礎物理学演習 (2) 物理学演習
3. 電算機プログラミングコース
 - (1) FORTRAN基礎編 (3) BASIC
 - (2) FORTRAN応用編
4. 工学基礎コース
 - (1) 一般力学 (2) 工業力学演習
5. 専門コース
 - (1) 構造力学演習 (7) システム工学II
 - (2) 土質工学演習 (8) 論理制御I
 - (3) シミュレーション・GPSS (9) 論理制御II
 - (4) 電気回路演習 (10) グラフ理論
 - (5) 電磁気学 (11) 一級建築士受験コース
 - (6) システム工学I

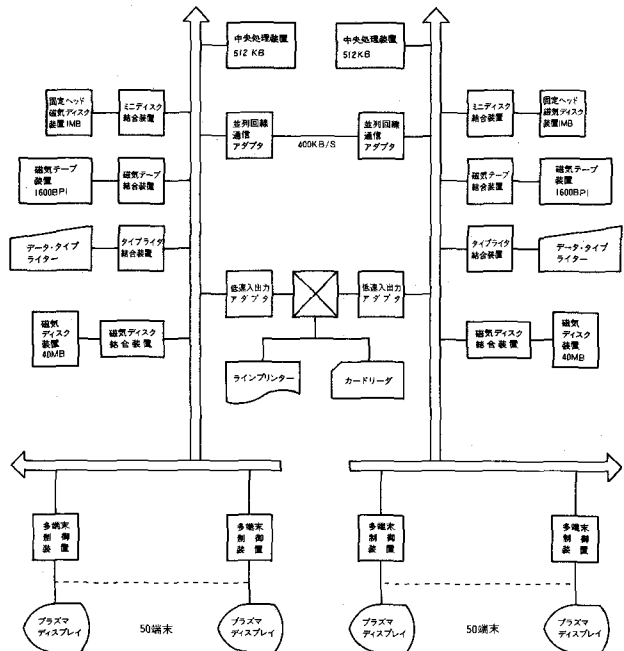


図-1 CAIシステムの機器構成

3. テキストとプラズマ・ディスプレイとの対応

構造力学演習書(テキスト)は前記①～③の観点から各項目をPre-block, Post-blockおよびQuestion-blockから構成し、それ独自でも利用できるようにした。なお、各Blockの構成は次の通りである。

Pre-block —— 定理、法則および考え方をわかり易い説明図をとり入れて、系統的に把握できるようにする。

Post-block —— 定理や公式の説明をかねて、基本的な例題を解き、考え方を整理する。

Question-block —— A: 理解を深めるため、Post-blockの後に、□内をうめる形式で基礎的な問題を解く。B: 学生各自の能力と理解に応じて各章末の問題をシステムチックに解いてゆく。

CAI利用による構造力学演習では、学生全員にテキストを買わせ、プラズマ・ディスプレイのみで学習できるようにした。また、CAIの流れとして、まずPre-blockの理解の確認を4択形式で行い、つづいてQuestion-block(A)を解き、各章は3節に分けられた上記2-blockを終了した後、章末の問題を解くパターンを直列に並べる方式を用いた。

各章末の問題をCAIに完全にさせるには時間的余裕が少なく、今回は一部のみ解答させることにした。図-2～

(1.7) はりに $P=10\sqrt{2}$ ton なる荷重が作用した場合、図のような反力が生じて、はりのはり合った。反力 H_A , R_A および R_B を求めよ。

(解)

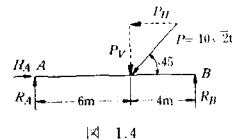


図 1.4

P を水平分力 P_H と垂直分力 P_V に分解すると

$$P_H = \square \text{ t} \quad P_V = \square \text{ t}$$

をえる。水平方向の力のつり合いより、 H_A が求まる。

$$\Sigma H = \square \rightarrow H_A = \square \text{ t}$$

次に、鉛直方向と B 点におけるモーメントのつり合い式を求めると次式をえる。

$$\Sigma V = \square \quad (a)$$

$$\Sigma M_B = \square \quad (b)$$

式 (b) より、 R_A が求まり、この値を式 (a) に代入すると R_B が求まる。

$$R_A = \square \text{ t} \quad R_B = \square \text{ t}$$

図-2 テキスト・ブックでの表示

4はその一例を示す。図-2はテキスト中の章末の問題を、図-3および4はプラズマ・ディスプレイ上での表示を示し、学生は図-3および4の3行目に解答をタイプラインする。図-3は正解の場合の、図-4は誤答の場合の表示(6行目)を示す。

4. CAI解答結果とアンケート調査

CAI利用による構造力学演習としては、CAI教室における演習を7回(100分/回)、普通教室における演習を7回、計14回行った。内容的な内訳として、最小限理解すべき基本的事項(2年時の構造力学で学習した静定構造力学)をCAIにて、応用的問題および証明的問題を普通教室にて行った。

図-5はCクラス(47名)の2年時の成績とCAIにおける解答ミス回数(問題数107問で正解を出さずでトライするものとした)およびCAI利用時間数($\times 10^3 \text{ sec}$)の関係を表わす。2年時の成績を用いたのは、2年時の構造力学とCAI構造力学演習とが内容的に同一であることによる。講義成績とCAI使用時間との間に多少の相関関係があるが、解答ミス回数との間にはほとんど相関関係は見うけられない。この理由として、2つの原因による開講当時の混乱が挙げられる。その1つは、数値計算結果を4桁精度で答えるように指示したが、結果として不徹底となったことである。例えば、計算に π を用いる時、3.14とあるか、電卓の (π) キーを押すかによって最終結果は異なってくる。第2の原因は、不慣れによる操作ミスである。例えば、解析解をタイプ・インする場合、指示方法と異なる入力(例として、 $A*B$ と AB との混同)を行うことが多い。解析解の解答方法はフォートランIVの文法に従ってタイプ・インするものとしたが、正解となる全ての組合せを考慮するわけにもいかなないので、現在の解答方法を検討する必要性が生じた。

図-6は解答ミス回数と使用時間の関係を表わし、当然のことながら解答ミスが多いほど使用時間も多くなっている。

基本的事項についてはCAI学習でマスターし、理論的および応用的事項については教室における演習を通じて理解させることを方針とした。このため、CA

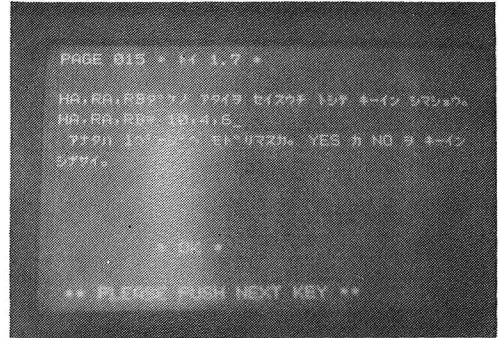


図-3 プラズマ・ディスプレイ上での表示(ケースA)

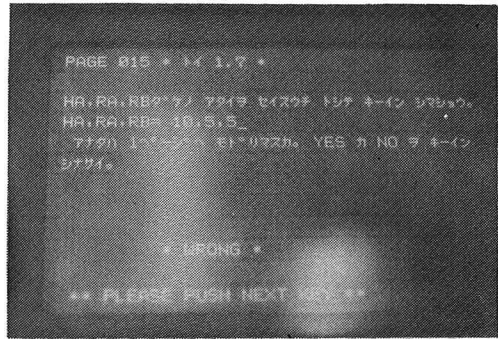


図-4 プラズマ・ディスプレイ上での表示(ケースB)

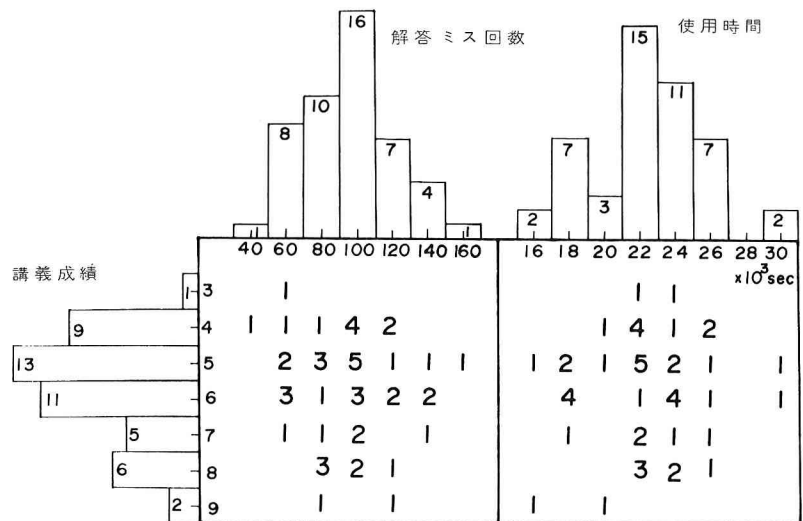


図-5 試験成績と解答ミスおよび使用時間との関係

I 解答データの学習評価への反映として、今回は可否の判定にのみ用いた。

3年/および2組についてはCAI土質力学演習に関するアンケートを、3年3および4組についてはCAI構造力学演習に関するアンケート(質問数は20問)を行った。図-7は前記Cクラスのアンケート調査結果の一部を示す。

質問2および7の調査結果から、学生はCAI学習に対する抵抗感はほとんどなく、また学習端末のキーボード操作も簡単なようである。このことは若者の間にテレビゲームが流行していることも関係するものと思われる。上記のことより、今後は各章末の問題をもっと複雑なCAIルーチンとして組んでみたい。

質問8の調査結果はクラスによつて若干異つた。これは、構造力学を不得意とある学生に適宜なアドバイスをどれだけしたかを反映したと思われる。

質問14および17の調査結果は、基本的事項に関する再履習は教員による一律的な学習進度より、自分の学習ペースで行いたいとの気持ちの表われであらう。

質問15の解答は予想した通りのものであり、CAI学習と教室における学習とを密接に関連させる本システムの有効性を示すものと思われる。

5. あとがき

金沢工業大学土木工学科で行ったCAI利用による構造力学演習のシステムと実施上の問題点について検討を行った。CAI教育は、懇切丁寧なテキスト(CAIルーチン)作成およびCAI学習と教室における学習とを密接に関連づけることによつて有効なものになることを痛感した。

参考文献

- 1) 西田進: CAI TEXTBOOK 構造力学演習, 金沢工業大学出版局, 1980年。
- 2) 藤田広一: 教育情報工学概論, 昭晃堂, 1976年。

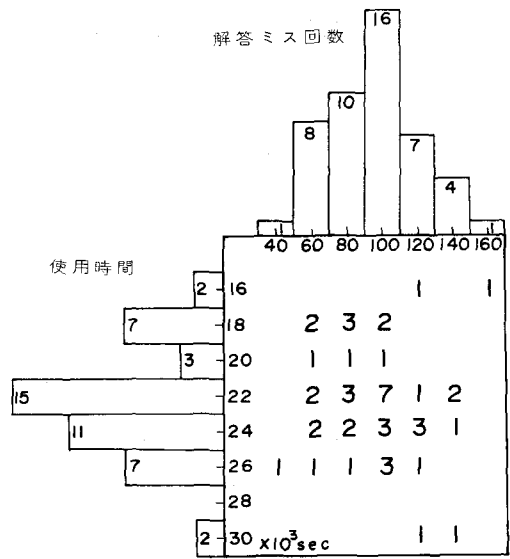


図-6 解答ミス回数と利用時間の関係



図-7 アンケート調査結果の一部

- 2) CAI学習と他の学習(講義, 演習)とをくらべてどちらが好きですか。
 1. 非常にCAI学習が好きである。
 2. 少しCAI学習が好きである。
 3. 他の学習が好きである。
 4. 非常に他の学習が好きである。
- 7) 機器の操作はむずかしかったですか。
 1. 非常にむずかしかったです。
 2. 少しむずかしかったです。
 3. あまりむずかしかったです。
 4. まったくむずかしかったです。
- 8) 学習したことが一つ一つ身につきましたか。
 1. とても身についた。
 2. 少し身についた。
 3. あまり身につかなかった。
 4. まったく身につかなかった。
- 14) CAI学習をこれから
 1. まったくやりたくない。
 2. あまりやりたくない。
 3. やりたい。
 4. 大いにやりたい。
- 15) CAI学習は創造力や独創力が養えると思いますか。
 1. 非常に養える。
 2. 少し養える。
 3. あまり養えない。
 4. 全然養えない。
- 17) 自分の好きな教科はCAI学習で行つた方がよいですか。
 1. 非常によい。
 2. よい。
 3. あまりよくない。
 4. 全くよくない。
- 18) 人との接触よりも、コンピュータのようなものの接触の方が好きですか。
 1. とても好きです。
 2. 好きです。
 3. あまり好きではありません。
 4. まったく好きではありません。