

I-5

土木設計のためのCAI教材

一関工業高等学校 正員 安彦 敏郎
 岩手大学工学部 正員 宮本 裕
 鈴木 昭弘

1. まえがき

土木設計1は、土木工学の基礎となる土木応用力学を内容とするものであるが、入学生の数学、物理等の基礎学力の低下、力という抽象的概念を扱うことなどのため、十分に理解できないまま計算方法だけを身につけることで終わってしまいやすい。さらに、最近は計算方法さえ理解できずに卒業する者もいる。こうした中で、将来の応用力を身につける観点からも応用力学の基本的な考え方をきちんと理解させることが必要である。

今回、これらの目的を達成するための一手段として、CAI教材を作成した。

パソコンのグラフィック機能を活用したCAI教材は、板書やOHPの弱点を補い、土木応用力学の原理・原則を生徒に理解させるうえで、大きな効果が期待できる。

また、この教材を数名の生徒と共同で作成することで、優れた生徒の能力を伸ばすことができる。

2. 作成上の留意点

原理・原則を理解させることに重点をおき、コンピュータに不慣れな者でも容易に使うことができ、興味をもって飽きずに学習が進み、進度の速い生徒にも対応できるように、以下の点に留意した。

- (1) 動きを取り入れる。(2) カラフルにする。(3) 立体表示が適当なものは立体表示とする。
- (4) ただ見るのではなく、何らかのキー操作をしながら学べるようにする。
- (5) 各問を必要に応じて、P、B、A、Tに分ける。

P (Presentation) : コンピュータから提示される画面を見ながら、原理・原則を学ぶ。 B (Basic Course) : 基本的な考え方を学ばせるためのものである。 A (Advance Course) : Bのやや進んだもので、定量的な面までを問うものである。 T (Traning Course) : 練習問題

- (6) 動きは、正確さよりもわかりやすさに重点をおいた。(7) メインメニューは、教科書に準拠した。
- (8) 記号等は、できるだけ教科書と同じものを用いた。

3. メニュー一覧

メインメニュー (大項目)	サブメニュー (小項目)
0. 材料の強さ	1. 鋼材の引っ張り 2. コンクリートの圧縮 3. 温度応力 4. リベットのせん断
1. 力のつりあい	1. 1点に作用する力のつりあい 2. モーメントのつりあい
2. 静定ばりⅠ	1. 単純ばりの反力 2. 単純ばりの曲げモーメント 3. 単純ばりのせん断力

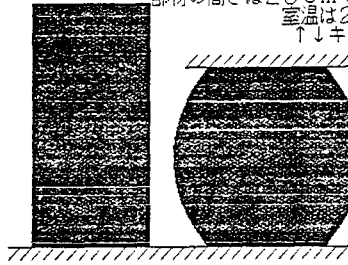
3. 静定ばりⅡ	1. 単純ばりの反力の影響線 2. 単純ばりのせん断力の影響線 3. 単純ばりの曲げモーメントの影響線 4. 最大せん断力と最大曲げモーメント
4. 部材断面の性質	1. 断面一次モーメントと図心 2. 断面二次モーメント
5. はりの応力と設計	1. はりの曲げ応力 2. はりの設計 3. 主応力度
6. 柱	1. 偏心荷重をうける短柱 2. 長柱
7. トラス	1. トラスの種類 2. ワーレントラスの部材応力
8. はりのたわみ	1. 単純ばりのたわみ
9. 土木設計2	1. ダムの安定

4. 出力例

画面の一部のハードコピーを右に示す。

温度応力

このプログラムは温度変化による部材の応力（温度応力）を調べるものです。
材質は鋼材で弾性係数 $E = 2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ 、膨張係数 $\alpha = 1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
部材の高さは 20 cm で断面積は 100 cm^2 とします。
室温は 20°C で鋼材の温度も 20°C です。
↑ ↓ キーで温度を上下してみましょう。



温度 239 °C

弾性限界を越えました。

最大強さを越え鋼材が破壊してしまいました。

もう一度やりますか？ [Y/N]

伸び Δl	0.4380	0.0	mm
ひずみ度 ε	0.00219	0.0	
応力 S	0	-410.00	t
応力度 σ	0	-4100	Kg/cm ²

5. 使用例と評価

土木科2年の授業の中で使用した。

生徒の反応は大きかったが、物珍しさもあると思う。また、プログラムの完成度が低いため、間違ったキー操作で先に進まなかったり、ダウンすることもあり、個別指示が大変であった。

生徒の感想

特にダムのが良かった。

鋼棒の切れるのが良かった。
単純だが、勉強になった。

画面が見やすかった。

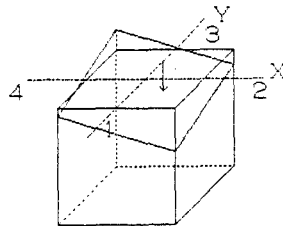
内容は分かりやすくて良かったが、絵が直線的でおもしろくない。

操作がちょっと面倒くさかったので、もう少しあつかいやすくしてほしい。

音が出ないのが物足りない。
動きや音をもっとリアルになれば良い。

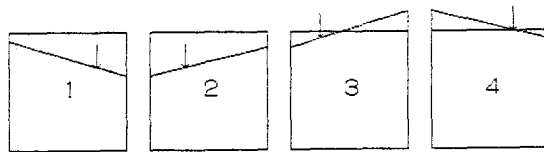
偏心荷重を受ける短柱

この実験は下の図のような材料に荷重を掛けどのようなになるか試してみるものです。
大きさは $100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm}$ です。



荷重の大きさ? 100
荷重の位置 $X = (-50 < X < 50) ? 25$
荷重の位置 $Y = (-50 < Y < 50) ? 20$

もう一度やりますか？ [Y/N]



6. まとめ

- (1) 生徒の反応はよく、原理・原則を学ばせる効果もある。
- (2) 授業での使用にあたっては、教師の説明や板書と組み合わせて使用することで、効果も大きくなると思われる。
- (3) 遊びに終わりがちな点に注意し、楽しみながらも、“学ぶ”ことを目標にしなければならない。
- (4) パソコンに不慣れな者の操作も考慮し、間違ったキー操作にも対応できるような工夫がさらに必要である。
- (5) このシステムの完成度は、まだまだ低く、今後、追加改良していく必要がある。また、このような教材は、使用された先生方と生徒達の意見を反映し、常に改良を重ねていくことで、より良いものになっていくと思う。

〔謝辞〕 この研究のきっかけを与えてくださった黒沢尻工業高等学校の新沼昭洋先生に感謝申し上げます。

〔参考文献〕 高校教科書 土木設計1, 2、実教出版