

機械システム工学科の CAD 教育 (第二報)

岩田 満*・河原崎徳之**・亀井 延明**・神田 好作**

CAD education at Department of Mechanical Systems Engineering (2nd Report)

Mitsuru IWATA, Noriyuki KAWARAZAKI, Nobuaki KAMEI and Kousaku KANDA

Abstract

This report presents an actual example on CAD education at Department of Mechanical Systems Engineering of KANAGAWA Institute of Technology since 1987.

The characteristics of this CAD education are as in the following:

(1) Object: to study engineer-computer relations between the design activity and CAD systems. Here are 'calculative CAD system', 'CAD system for drawing' and 'informational CAD system'.

(2) Subject: to design a viscous damper to keep torsional vibration of diesel engine under control.

According to 5 years' teaching experience, we fully recognized that the interactive drawing system is a key tool in the CAD education. Therefore, we developed the interactive drawing system (=KGPdash).

Students took a great interest in the interactive drawing system and made drawing of the viscous damper by KGPdash.

1. 緒 言

神奈川工科大学の機械システム工学科は1987年度からCAD教育の一つとして電算機援用設計を実施している。この電算機援用設計は演習目的を「計算のCAD, 製図のCAD, 情報のCADと設計活動との関連を学習する。」, 演習課題を「ディーゼルエンジンのクランク軸系ねじり振動を抑制するビスカス・ダンパを設計する。」として, 学生に「具体的な設計活動の中でコンピュータやそれぞれのCADをどのように活用すべきか」を学習させており, “機械システム工学科のCAD教育(第一報)”にその教育内容を報告した。

本報告は電算機援用設計におけるビスカスダンパの製図作業を少ない演習時間(6時間)で効率よく実施するために開発した対話型製図処理システム(以下,

KGPdashと称する)についてまとめたものである。

一般に, 教育ソフトウェアは市販ソフトウェアの購入, 他大学の教育ソフトウェアの流用, ソフトウェアの独自開発などで準備できる。

① CAD教育に市販ソフトウェアを利用する場合, 利用するパソコン台数分のソフトウェアを購入しなければならない。例えば, NEC9800シリーズ用簡易CAD(価格5万8千円のCANDY)を利用する場合, パソコン80台分の購入予算464万円を必要とする。これは大学にとって大きな負担である。また, 1台分のソフトウェアを購入して残り台数分コピーすることは知的所有権などの法的問題から避けなければならない。この件に関し, 中島¹⁾は「安くソフトウェアを入手できるように教育の特殊性を理解してもらい, また特例を認めてもらいたいところである。」と述べている。

② 一方, 教育ソフトウェアは私情協²⁾(=私立大学等情報処理教育連絡協議会)等の協力組織の中から流用できるものがある。一般に, これらのソフトウェアは無償入手できるため, 予算面での利用価値は大きい

1992年9月26日受理

* 機械システム学科非常勤講師

** 機械システム工学科

が、教育内容に合わせてソフトウェアやコンピュータ利用環境を改良しなければならない。

この件に関し、中島¹⁾は「CAD教育用のプログラムやコースウェアの開発は、むろん、主要部分は自らの手で行う必要があるが、学校間で共同開発することができれば、時間と経費の点でも大変助かる。」と述べている。

③ 独自に対話型製図処理システムを開発する場合、開発工数や開発時間の制限から、市販ソフトウェアに比べて機能ダウンは避けられない。しかし、機能ダウンが教育ソフトウェアとして必ずしも不適を示すものでない。

この件に関し、長江³⁾は「学生に対するCAD教育を考える場合、高級な装置が必ずしもbestな教育効果をあげるとは限らないし、レスポンスが遅くても、なぜ遅くなるのかを考えさせるのも教育の方法と言えるであろう。」と述べている。また、常盤⁴⁾は「大学の教育において利用するソフトウェアはCADの導入の視点が異なる故に企業で利用されているソフトウェアをそのまま利用するのは、CAD導入の初期時を除き、あまり好ましいとはいえない。なぜならば、大学においては生産性を追求するよりも、教育的に設計過程を重視するからである。そのためにも“大学による大学教育のためのソフトウェア開発”が急務であろう。」と述べている。

以上の問題点を考慮した上で、我々は独自に対話型製図処理システム(KGPdash)を開発することにした。尚、今回開発したKGPdashは製図のCADが体験できる程度の教育用CADであり、企業が導入しているワークステーション型の実践用CADではない。

2. KGPdashの開発仕様

図1に示すように、対話型製図処理システムの開発は従来ドラフタ上で行っていた製図作業をコンピュータディスプレイ上で実施することである。

対話型製図処理システムの開発に必要な製図処理技術は、工学的解析などの技術計算が主体であったコンピュータの利用形態がCAD(=Computer Aided design)やCG(=Computer Graphics)の普及とともに目立ってきた図形処理技術の第三分野であり、有効なコンピュータ利用方法の1つである。

① 第一分野はグラフ処理である。グラフ処理は実験や計算で得られた関数関係を何らかの基準(座標軸)にてグラフ表示するものであり、その特徴は「処理する対象が関数関係という抽象的な概念である。」であり、本来の図形とは関係ないことである。

② 第二分野は図形処理である。図形処理は幾何学形状をもった対象物(つまり、対象物が座標系から独立した存在である)を図形表示するものであり、その特徴は「図形自体が独立性をもっているために、図形の回転や拡大縮小、他の図形との組み合わせなどの操作が要求される。」である。

対話型図形処理は1963年にMITの学生だったサザランド(Sutherland)によって発表されたスケッチパッド(=Sketchpad)が最初であり、このときはライトペンでディスプレイ上の図形を移動したり、拡大縮小を行った。

③ 第三分野は製図処理である。製図処理は幾何学形状をもった対象物の図形表示に加え寸法線や仕上げ記号などを図形表示するものであり、その特徴は「図面は各種の約束によって成立した一種の言語であっ

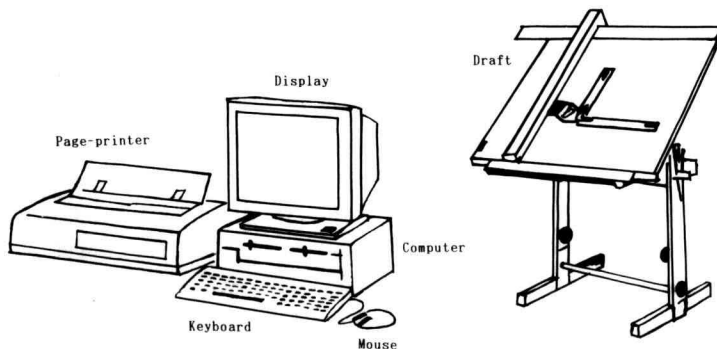


Fig. 1. FMR60 Computer System.

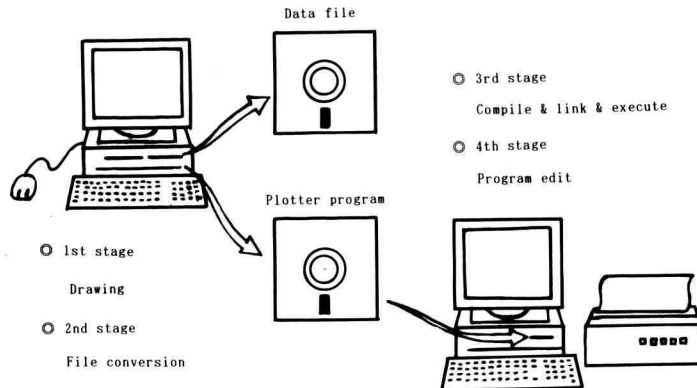


Fig. 2. Working flow

て、幾何学的対象の形を写したものでない。”として図形と文字の混在操作が要求される。」である。

2.1 システム構成

図1に示したパーソナルコンピュータ（FMR60）とディスプレイ、キーボード、マウス、ページプリンタを用いて、図2に示す第一段階から第四段階まで実施することによって、学生はビスカスダンパの製図が行える。

① 第一段階、マウスを用いてディスプレイ上でビスカスダンパの製図を行う。

ここでフロッピーディスク内のデータファイルに製図内容を保存できる。従って、再びフロッピーディスク内のデータファイルを読み込むことにより、製図作業が再開できる。

② 第二段階、FORTRAN 言語でプログラミングされたプロッタプログラムに製図内容を自動変換する。

③ 第三段階、②項のプロッタプログラムをコンパイル&リンクして実行する。その結果、ディスプレイ上にビスカスダンパの図面が表示され、ページプリンタへ出力できる。

④ 第四段階、もし図面を修正するならば、エディタでプロッタプログラムを修正して第三段階を再実行する。

過去の電算機援用設計の演習内容では、学生がビスカスダンパ図面のプロッタプログラムを作成して第三、第四段階を実施していた。従って、KGPdsah はプロッタプログラムのプリプロセッサである。

2.2 データファイル

表1にデータフォーマットを、表2に処理機能とフォーマットとの関係を示す。

データファイルはシーケンシャル・ファイルで構成され、製図処理した順番に各要素を登録している。ここに、IA は処理要素を示すインジケータである。A1, A2 は製図で用いられる線の種類や太さを示す。X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3 は各点の座標値である。RR, D1, D2 は円及び円弧の半径、円弧の開始角度、終了角度である。CD は寸法や注釈など文字情報である。

一般に表2に示した直線や円、円弧などの図形要素と寸法線や仕上げ記号、風船記号などの記号要素はレイヤと呼ばれる層に区別してデータファイルされる。しかし、KGPdash は図形要素と記号要素が量的に少ないビスカスダンパの製図を対象としているため、データファイルは層（レイヤ）に区別していない。

2.3 処理要素

処理要素は対話的に直線、円弧、寸法、記号を処理する機能で構成される。

直線要素 = {水平線, 垂直線, 斜め線}

円弧要素 = {円, 円弧}

寸法要素 = {縦寸法, 横寸法}

記号要素 = {仕上げ記号, 風船記号, 注釈記号}

尚、共通な処理として対象が検索できない場合、ディスプレイ上に“該当なし”を表示する。また、線種要素 = {太い実線, 細い実線, 破線, 一点鎖線} は直線要素と円弧要素に適用できる。

Table 1. Data format

IA	A1	A2	X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	RR	D1	D2	CD
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

IA: Function
 A1: Line type 1
 A2: Line type 2
 X1: 1st point X coordinate
 Y1: Y coordinate
 X2: 2nd point X coordinate
 Y2: Y coordinate
 X3: 3 rd point X coordinate
 Y3: Y coordinate
 RR: Radius
 D1: 1st angle
 D2: 2nd angle
 CD: Comment

Table 2. Functions and data format

function	IA	A1	A2	X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	RR	D1	D2	CD
X-line	1	○	○	○	○	○	○						
Y-line	1	○	○	○	○	○	○						
Z-line	1	○	○	○	○	○	○						
Circle	2	○	○	○	○					○	○	○	
H-dimen.	3			○	○	○	○	○	○				○
V-dimen.	4			○	○	○	○	○	○				○
Finish	5			○	○								○
Balloon	6			○	○	○	○						○
Comment	7			○	○	○	○						○

① 水平線の処理 (図3)

・水平線の入力はマウスで X 軸方向の 2 点 (X1, Y1), (X2, Y2) を順次指定する。Y 軸方向の座標値 Y2 は Y1 に置き換えられる。

・水平線の削除はマウスで水平線上の 1 点 (XX, YY) を指定する。

・水平線の変更はマウスで水平線上の 1 点 (XX, YY) を指定した後、マウスで変更点の旧座標値 (XQ, YQ) と変更点の新座標値 (XR, YR) を順次指定する。

② 垂直線の処理 (図4)

・垂直線の入力はマウスで Y 軸方向の 2 点 (X1, Y1), (X2, Y2) を順次指定する。X 軸方向の座標値 X2 は X1 に置き換えられる。

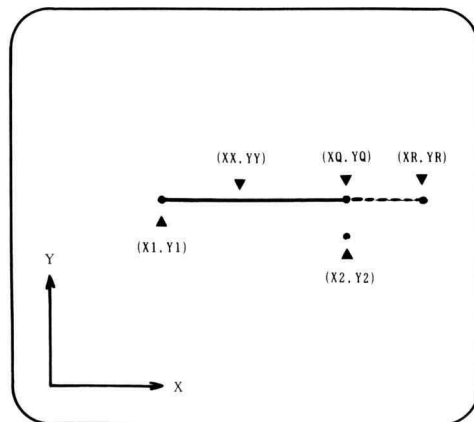


Fig. 3. X line

・垂直線の削除はマウスで垂直線上の1点(XX, YY)を指定する。

・垂直線の変更はマウスで垂直線上の1点(XX, YY)を指定した後、マウスで変更点の旧座標値(XQ, YQ)と変更点の新位置(XR, YR)を順次指定する。

③ 斜め線の処理 (図5)

・斜め線の入力はマウスで任意の2点($X1, Y1$), ($X2, Y2$)を順次指定する。

・斜め線の削除はマウスで斜め線上の1点(XX, YY)を指定する。

・斜め線の変更はマウスで斜め線上の1点(XX, YY)を指定した後、マウスで変更点の旧座標値(XQ, YQ)と変更点の新位置(XR, YR)を順次指定する。

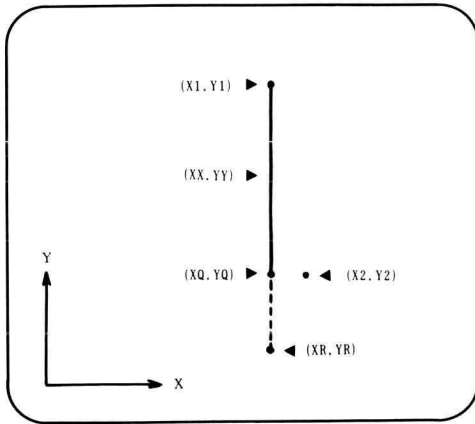


Fig. 4. Y-line

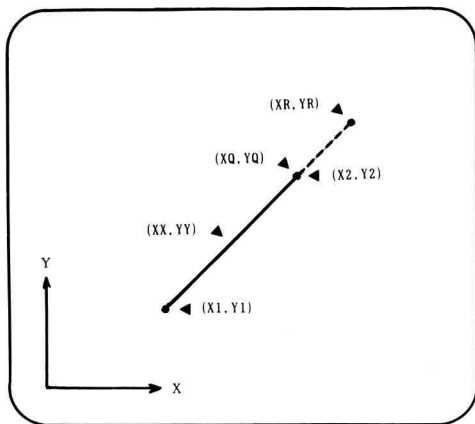


Fig. 5. Z-line

④ 円の処理 (図6)

・円の入力はマウスで中心点($X1, Y1$)と円周上の1点($X2, Y2$)を順次指定する。

・円の削除はマウスで円周上の1点(XX, YY)を指定する。

・円の変更はマウスで円周上の1点(XX, YY)を指定した後、マウスで変更点の旧座標値(XQ, YQ)と変更点の新位置(XR, YR)を順次指定する。

⑤ 円弧の処理 (図7)

・円弧の入力はマウスで中心点($X1, Y1$), 円弧の開始点($X2, Y2$)と終了点($X3, Y3$)を反時計方向に順次指定する。

・円弧の削除はマウスで円周上の1点(XX, YY)を指定する。

・円弧の変更はマウスで円周上の1点(XX, YY)を指定した後、マウスで変更点の旧座標値(XQ, YQ)と変更点の新位置(XR, YR)を順次指定する。

⑥ 横寸法の処理 (図8)

・横寸法の入力はマウスで寸法指定点($X1, Y1$)と($X2, Y2$), 寸法引き出し点($X3, Y3$)を順次指定する。 $X3$ の座標値は $X1$ と $X2$ の中点の座標値に置き換えられる。

横寸法の削除はマウスで寸法引き出し点(XX, YY)を指定する。

・横寸法の変更はマウスで寸法引き出し点(XX, YY)を指定した後、マウスで変更点の旧座標値(XQ, YQ)と変更点の新位置(XR, YR)を順次指定する。

⑦ 縦寸法の処理 (図9)

・縦寸法の入力はマウスで寸法指定点($X1, Y1$)と

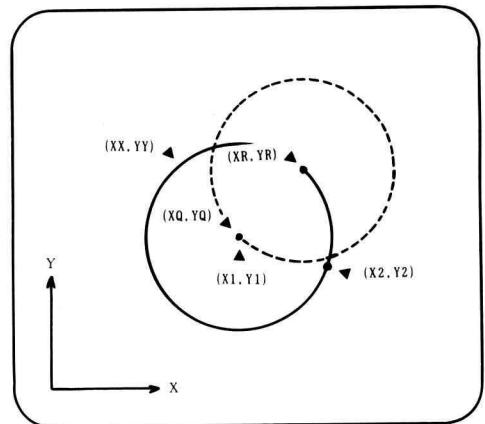


Fig. 6. Circle

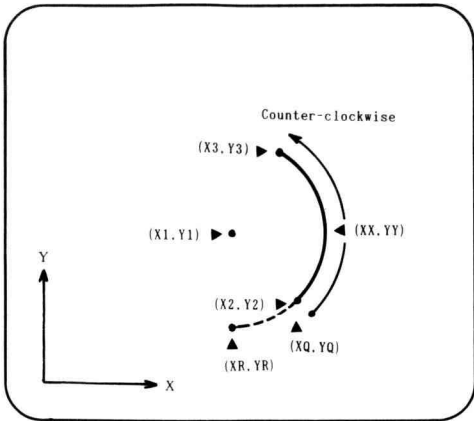


Fig. 7. ARC

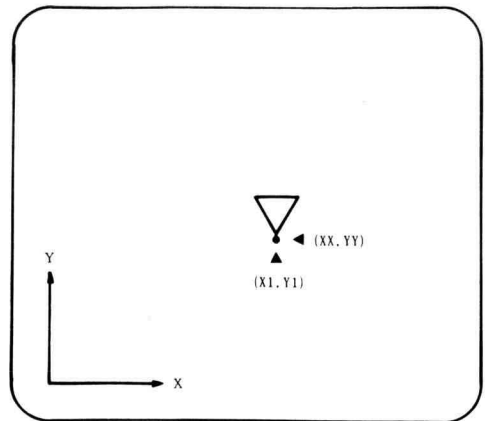


Fig. 10. Finish

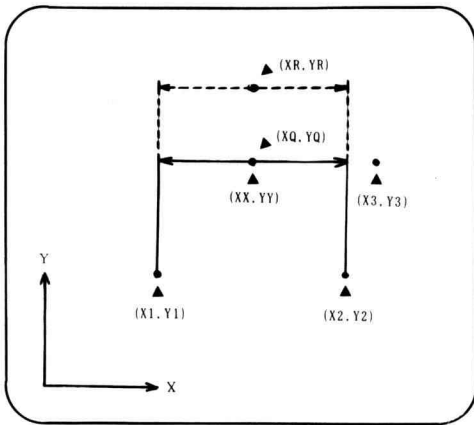


Fig. 8. H-dimen.

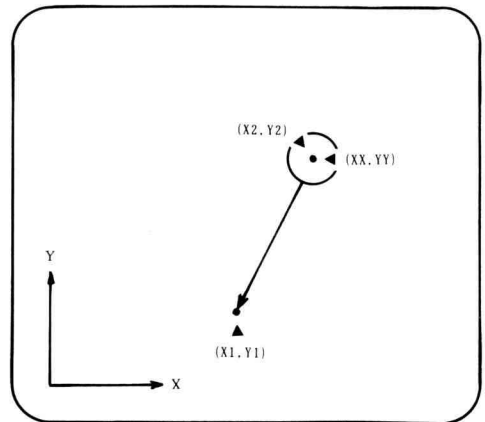


Fig. 11. Balloon

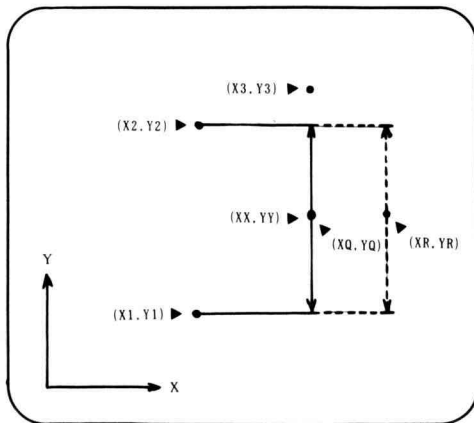


Fig. 9. V-dimen.

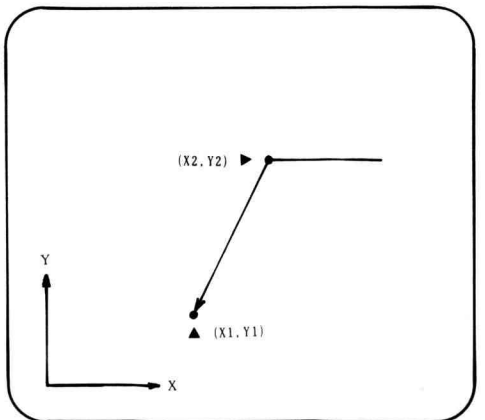


Fig. 12. Comment

(X2, Y2), 寸法引き出し点 (X3, Y3) を順次指定する。Y3 の座標値は Y1 と Y2 の中点の座標値に置き換えられる。

縦寸法の削除はマウスで寸法引き出し点 (XX, YY) を指定する。

・縦寸法の変更はマウスで寸法引き出し点 (XX, YY) を指定した後、マウスで変更点の旧座標値 (XQ, YQ) と変更点の新位置 (XR, YR) を順次指定する。

⑧ 仕上記号の処理 (図 10)

・仕上記号の入力はマウスで表示点 (X1, Y1) を指

定する。

・仕上記号の削除はマウスで表示点 (XX, YY) を指定する。

⑨ 風船記号の処理 (図 11)

・風船記号の入力はマウスで矢印点 (X1, Y1) と表示点 (X2, Y2) を順次指定する。

・風船記号の削除はマウスで表示点 (XX, YY) を指定する。

⑩ 注釈記号の処理 (図 12)

・注釈記号の入力はマウスで矢印点 (X1, Y1) と表

```

C      KGPDASH FORTRAN PROGRAM (KGPOUT.FOR)
      CALL KGPOPN ('NLP', 297., 210.)
      CALL KGPSYM ( 20., 20., 5., 'XXXXXX', 0., 6)
      X 13= 13.
      X 25= 25.
      X 133= 133.
      X 138= 138.
      X 143= 143.
      X 148= 148.
      X 150= 150.
      X 200= 200.
      X 203= 203.
      X 208= 208.
      X 213= 213.
      X 225= 225.
      Y 37= 37.
      Y 50= 50.
      Y 55= 55.
      Y 60= 60.
      Y 62= 62.
      Y 70= 70.
      Y 75= 75.
      Y 87= 87.
      Y 100= 100.
      Y 105= 105.
      Y 112= 112.
      Y 115= 115.
      Y 120= 120.
      Y 125= 125.
      Y 137= 137.
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 13, Y 87, X 225, Y 87)
      CALL KGPARC ( 1, 1, 5., X 133, Y 105, 0., 270., 2)
      CALL KGPARC ( 1, 1, 5., X 143, Y 120, 180., 90., 2)
      CALL KGPARC ( 1, 1, 5., X 208, Y 120, 90., 0., 2)
      CALL KGPARC ( 1, 1, 5., X 208, Y 55, 0., 270., 2)
      CALL KGPARC ( 1, 1, 5., X 143, Y 55, 270., 180., 2)
      CALL KGPARC ( 1, 1, 5., X 133, Y 70, 90., 0., 2)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 25, Y 100, X 133, Y 100)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 138, Y 120, X 138, Y 105)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 143, Y 125, X 208, Y 125)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 213, Y 120, X 213, Y 55)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 143, Y 50, X 208, Y 50)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 138, Y 70, X 138, Y 55)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 25, Y 75, X 133, Y 75)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 25, Y 137, X 25, Y 37)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 148, Y 115, X 203, Y 115)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 203, Y 115, X 203, Y 60)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 148, Y 60, X 203, Y 60)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 148, Y 115, X 148, Y 60)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 150, Y 112, X 200, Y 112)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 200, Y 112, X 200, Y 62)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 150, Y 62, X 200, Y 62)
      CALL KGPLIN ( 1, 1, X 150, Y 112, X 150, Y 62)
      CALL KGPDIM ('V', X 200, Y 112, X 200, Y 62, 221., 87., ' 50 ', 5)
      CALL KGPDIM ('V', X 203, Y 115, X 203, Y 60, 225., 87., ' 55 ', 5)
      CALL KGPDIM ('V', X 208, Y 125, X 208, Y 50, 233., 87., ' 75 ', 5)
      CALL KGPDIM ('H', X 25, Y 100, X 150, Y 112, 85., 137., ' 125 ', 5)
      CALL KGPDIM ('H', X 25, Y 100, X 200, Y 112, 98., 156., ' 175 ', 5)
      CALL KGPDIM ('H', X 25, Y 75, X 138, Y 55, 75., 44., ' 112 ', 5)
      CALL KGPDIM ('H', X 25, Y 75, X 148, Y 60, 90., 36., ' 122 ', 5)
      CALL KGPDIM ('H', X 25, Y 75, X 203, Y 60, 105., 29., ' 177 ', 5)
      CALL KGPDIM ('H', X 25, Y 75, X 213, Y 55, 120., 16., ' 187 ', 5)
      CALL KGPCLS
      END
    
```

Fig. 13. Plotter program

示点 (X2, Y2) を順次指定する。

・注釈記号の削除はマウスで表示点 (XX, YY) を指定する。

2.4 プロッタプログラムへの自動変換

KGpdash は KGP (神奈川県工科大学グラフィックパッケージの略称) を利用したフォートラン言語のプロッタプログラムにデータファイルの内容を自動変換する。そして、自動変換されたプロッタプログラム (KGPOUT.FOR) を富士通パソコン (FMR60) 上でコンパイル & リンクして実行することにより、図面がディスプレイ上に表示され、ページプリンタへの出力が可能になる。

以下に、上記処理にてページプリンタへ図面出力す

る理由を述べる。

① F-BASIC 言語のハードコピー機能 (HARDC-3) はディスプレイ上の図面をページプリンタへ出力する方法である。しかし、プリンタ出力した図面は小さくて見にくい。

② 一方、CAD 室に 1 台設置されている静電プロッタ装置 (DRASTEM-8600) は富士通パソコンで処理したフロッピーディスクから直接データを読み込んでプロッタ出力することができない。

KGP はフォートラン・コーラブルなサブルーチンパッケージであり、プロッタやディスプレイ等に表示する BIOS 等のドライバルーチンは機器に対応したものを使用しなければならないが、ユーザプログラムレベルでの変更は必要としない、移植性の高いソフトウ

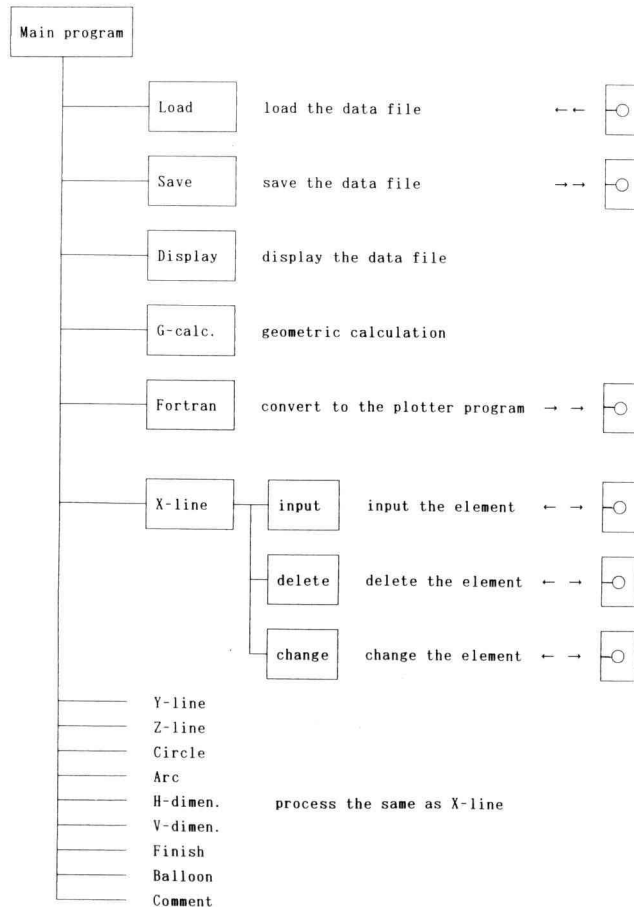


Fig. 14. Program structure

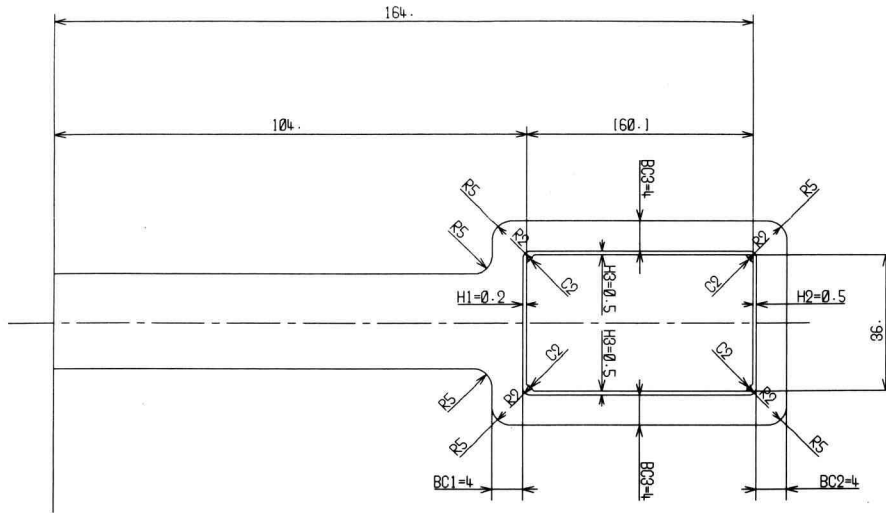


Fig. 15. Drawing of the damper

エアである。

図 13 に自動変換されたプロッタプログラム例を示しその内容を簡単に説明する。

- ・CALL KGPOPN は KGP の利用開始を宣言している。

- ・CALL KGPSYM は座標値 (20,20) に文字例 (XXXXXX) を文字高さ 5 mm, 文字傾き 0 度で 6 文字を作図する。この (XXXXXX) は学籍番号に変更させる。

- ・CALL KGPLIN は直線を, CALL KGPARC は円弧を, CALL KPGPDIM は寸法線を描くことを示す。

- ・CALL KGPCLS は KGP の利用終了を宣言している。

また, X13, Y37 は任意の点の座標値 (13, 37) を変数名にして, プロッタプログラムをエディタで簡単に修正できるようにした。KGP dash の開発当初は変数名を取り扱わず, 具体的な座標値 (13, 37) に自動変換していた。しかし, この変数名を扱わない方法では簡単にプロッタプログラムを修正できないばかりか, プロッタプログラムの開発より時間を費やす結果となった。一方, 変数名を取り入れた新しい KGP dash では, 高次方程式を解いて求めたビスカスダンパの慣性円板の幅, 内径, 外径の値をこの変数名に代入することによって, ビスカスダンパの形状をパラメトリックに変更できる。

以上, 学生はマウスを利用してディスプレイ上でダ

ンパ図面を対話型製図処理することによって, 製図の CAD を学習できる。また, パソコンのエディタを利用して自動変換されたプロッタプログラムを修正し, コンパイル&リンク & 実行により, プロッタプログラムが学習できる。

2.5 その他

図 14 にプログラム構成を示す。

図 15 にダンパ図面例を示す。

3. 結 言

電算機援用設計におけるビスカスダンパの製図作業を少ない演習時間で効率よく実施するために対話型製図処理システム (KGPdash) を開発した結果, カリキュラムを効率よく進めることができた。

しかし, KGPdash は教育ソフトウェアとして以下の問題点を抱えている。

① ディスプレイ上での製図作業

ディスプレイ上での製図作業には「従来のドラフタ上で部品図や外形図を描く感覚と同じように設計製図できるか?」の問題点がある。つまり, ドラフタ上では A0 判の製図用紙に直接製図できるため図面全体を認識しながら製図作業を進められるが, 14 インチ (約 A4 判程度) のディスプレイ上では部品図や外形図の拡大縮小, 移動操作を行いながら製図しなければなら

ない。

この件に関し、及川⁵⁾は「実際の製図用紙に比べると、CADでは作画領域に関わらず表示画面のサイズは一定である。このため、同時に製図作業領域の部分と全体を見渡すことは不可能である。MICRO-CADAMには部分拡大/縮小機能があるが、ドラフタ上で用紙を見渡すのとは感覚が明らかに違う。」と述べている。

従って、ディスプレイ上で頻繁に行われる拡大縮小及び移動機能が製図作業に及ぼすマイナス影響(寸法ミスや取り合いミス)について研究する必要がある。

② 寸法線処理の操作効率

大西⁶⁾は「製図において、図形を描いただけでは、その大きさがわからないから、それぞれの部分に、その寸法をはっきりと記入しておかなければならない。たとえ尺度に原寸を用い、できるだけ正確に寸法通りに図を描いたとしても、図にものさしを当てて寸法を読みとることはきわめて不正確なことになるから、必ず数字(アラビア数字)を用い、その正しい寸法を書き込んでおくことが必要である。」と述べている。

「図形と文字が組み合わさった寸法線処理」は製図処理の中で難しいマンマシン・インターフェイス問題であり、現状、図形と文字を同時に入力できる装置は見あたらない。例えば、マウスによる寸法入力は数字入力のためのメニューを作成してマウスで数字を一つ一つ選択しなければならないし、また、キーボードによる寸法線入力は座標値を数字入力しなければならない。

従って、寸法線処理の操作性を向上させるためには、マウスやキーボード以外の入力装置(例えば、音声入力装置など)について研究する必要がある。

③ プロッタ設備の改良

教育用ソフトウェア(市販ソフトウェアの購入、他大学の教育ソフトウェアの流用、ソフトウェアの独自開発に限らず)はCAD教育に利用できる神奈川工科大学のコンピュータ設備を考えて検討しなければならない。何故ならば、利用できるコンピュータ設備の種類と台数によってソフトウェアの機能が左右されるからである。例えば、KGPdashの開発には「電子計算センターのプログラミングD室、E室合わせて80台のパソコンと40台のマウス、16台のページプリンタ」が制約条件になっていた。特に製図処理システムの開発にはプロッタ環境が問題になる。従って、CAD室にある静電プロッタ(DRASTEM-8600)が富士通パソコン(FMR60)からのフロッピーディスクのデータファイ

ルを直接読み込んで処理できるように改良すれば、A0図面までの製図が可能になるとともにスピーディな処理が期待できる。

最後に「CADに対する学生の誤解」について述べたい。

KGPdashを利用した1991年度の電算機援用設計について、ある学生は次のように感想を述べている。

「今、話題となっているCADを自分で体験することができたことは、大変貴重な経験であった。コンピュータを用いた設計であるので、そのほとんどがパソコンによるものだけだと思ったが、CADに至るまでの基礎数値計算や図式解法など机上の計算のウエイトが大きく、この基礎部分を確実に理解していなければ、後のコンピュータ計算で重大な誤差を発生させたり、CADシステムを十分に生かしきれないことがわかった。また、パソコンで図形を描くことは最終的なものであり、コンピュータプログラミングの時点でそれを扱うものがそのシステムをよく理解し、今回の場合であればフォートランだけでなく、振動工学を理解することによりダンパケースの設計が行えた。このことから、この授業はCADの本当の意味を理解することができた。授業中気付いた点としては、もう少しマウスの数を増やすことは重要な課題だと思う。」

CADについて、多くの学生がコンピュータを利用して製図すること(Computer aided drawing:製図CAD)と考えている。しかし、製図CADはCADの一部ではあるが全体ではない。確かに、多くの企業が利用しているCADは学生が考えているような製図CADのものが多い。これらは製図業務の効率化を目的に導入されているが、導入後、製図業務が改善されないばかりか、むしろ作業時間が増加した話を耳にする。CADは効率的な設計作業を行うための設計ツールである。

企業において、製図CADはトレーサ職の道具となっており、機械工学系で学んだエンジニアが製図CADを操作することは少ない。企業は「CAD技術を理解し、効率良い設計作業によって物を作る技術、管理する能力」をエンジニアに望んでいる。

我々は、学生に設計ツールであるCADの利用対象と利用方法を考える機会を与えたい。電算機援用設計で実施しているビスカスダンパの設計製図の特徴は、ある軸系のねじり振動を抑制するダンパの形状をパラメトリックに処理できることである。このような事例は油圧シリンダやターボチャージャー等の機械要素部品の

設計によく見られる。

以上、本報告書は対話型製図処理システム（KGP dash）を独自開発した内容と KGP dash を利用した機械システム工学科の CAD 教育についてまとめた。

現状、KGP dash は CAD ソフトウェアとして不十分かもしれないが、教育用 CAD として十分であると考えている。今後は KGP dash を CAD ソフトウェアとして充実させる一方、情報の CAD について CAD 教育を実施したい。

最後に、本報告書作成に際し協力して頂きました関係者や CAD 教育に助力して頂きました電子計算センターの方々に厚くお礼を申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 中島尚正, CAD 教育の現状とその進め方, 設計製図, 1985.
- 2) 私情協合報第 88-1 号, 情報処理機器及びソフトウェアの共同購入事業構想案について, 1988.
- 3) 長江貞彦, 大阪府立大学における CAD 教育の試み, 設計製図, 1985.
- 4) 常盤裕司, 大学における CAD 教育のあり方, 東京大学機械パートナーシップ・プログラム, 1989.
- 5) 及川和広, CAD/CAM システムの運用, 東京大学機械科パートナーシップ・プログラム, 1989.
- 6) 大西 清, 要説機械製図, 理工学社, 1990.