# コンクリート構造物の製図システム構築ツール

㈱横河技術情報　花村義久
〃　老　和久
〃　○番野邦彦

## 1．はじめに

コンクリート構造物の図面作成にコンピュータを利用することは、１０数年前から試みられ、今日では標準化されたものを中心にある程度普及している。

しかし、コンクリート構造物は種類が非常に多く、形状の自由度も高いので、全体的に見ると、その製図作業が十分電算化されているとはいえない。このことは、最近においてもコンクリート構造物の製図を目的としたシステムの開発事例報告が複数なされていることからも裏付けられる。[1)~5)]

たしかに、コンピュータの性能と利用技術が発展した現在では、莫大な資金と労力をかければ、多くの設計対象について有効なシステムを構築し得るものと思われる。しかし、小規模なコンクリート構造物の設計や製図の電算化に、航空機や自動車の設計システムと同程度の開発コストはかけられないのが実状である。

コンクリート構造物の製図システムの構築については、有効な機能を実現すると同時に、その設計コストに見合った、合理的なシステム構築手法が適用されなければならない。

本稿では、以上のような背景を考慮して、パソコン環境で開発された、コンクリート構造物の製図システム構築ツールについて、その考え方および内容を説明するとともに、適用事例を紹介する。

## 2．コンクリート構造物の製図システムの現状と問題点

コンクリート構造物の製図システムは、現状では概ね次の３種類に分類できる。以下、それぞれについて簡単に説明する。

a)一括処理型自動システム[1),2),3)]

寸法諸元などの入力データを予め与えておき、一括処理で図面を作成する。グラフィック・ディスプレイが必ずしも必要でないことから、最も早くから試みられてきた。省力効果は大きいが、対象を限定しないと開発が困難になる。また、入力データの値を最初に決めなければならないことから、処理途中にアルゴリズムとして記述することができない判断が要求されると対応できない。最近では、処理結果を直接プロッタに出力するのではなく、汎用CADの図面データとして出力し、図面配置や細かな修正をCAD上で行うという使い方が主になってきた。

b)対話型専用システム[4)]

一括処理型自動システムに欠けていた処理途中における判断を可能にしたもので、自動を主にしながらも設計者の判断が必要なところでは、グラフィック・ディスプレイを介した対話型のマン・マシン・インタフェースを設け、それまでの結果を確認しながら適切な指示やデータが与えられるようになっている。この種のシステムでは、処理途中でのデータの入力や変更に対応するため、複雑な固有のデータ構造をもつことが多い。自動化の部分を多くすると省力効果は大きいが、対象は限定され、システム規模は同等の一括処理型自動システムより大きくなるのが普通である。

c)土木用CAD[5)]

一般の汎用CADの考えを土木用として展開したものでかなり新しい考え方といえる。図形情報に土木図面特有の意味をもたせたり、配筋図や加工図などが簡単なオペレーションで描画できるように工夫されている。汎用性は確保されるが、省力効果は上述の２種のシステムよりは低くならざるを得ない。また、汎用性を保った上で、図面データの構造を点・線・円など基本的な幾何図形のレベルから、外形形状や鉄筋な

ど、より上位のレベルに底上げしていくことは、データ構造の複雑化を促進し、システムも大規模なものとなりやすい。

以上より、現状の製図システムの問題点をまとめると、一括処理型自動システムや対話型専用システムでは、一貫性が高く大きな省力効果が期待できる反面、適用対象が限定されることになり、その範囲を広げようとすると、システムの開発コストは幾何級数的に増大することになりかねない。また、土木用CADでは、汎用性は確保されるが、標準化されたものや初期条件で図面がほとんど一意的に決まるものについては、十分な省力効果が得られないことになる。そこで、専用性と汎用性を兼ねた柔軟で効率的なシステムが、経済的で能率的に開発できれば便利であるということになる。

## 3．製図システム構築ツール

### （1）ツール開発の目的と背景

現状の問題点を十全に解決することは困難であると思われるので、高省力化タイプの製図システムを合理的に構築する方法を考えることにより、適用対象の限定とシステム開発コストの増大という問題に対処するための一つの方向を示すことにする。

システム構築法として、まずコンクリート構造物用の製図システム構築ツールを開発し、それを使って個々の対象構造物用に製図システムを生成するという方法をとることにした。これは、事務処理システムなどで使われている4GL(第四世代言語)的な考えを、製図システムに適用したもので、システム開発の生産性の向上・保守負荷の軽減・機能拡張への柔軟な対応などを目的としたものである。

製図作業をコンピュータで行うのと同様に、製図システムの構築にもコンピュータは有効に使われるべきである。今日に至るまでシステム開発はあまりにも手作業に頼りすぎてきたのではないかと思われる。コンピュータを利用したシステム開発は、CASE(Computer Aided Software Engineering)[6]として研究されているが、今後この方向はますます強くなるように思われる。

今日、ワープロが普及し、文書を機械可読な形で記述し保存することが多くなった。システムの詳細設計書がワープロで記述され、それが厳密なものであれば、詳細設計書をプログラム・コードに自動的に変換することは可能であるように思われる。このような場合、基本的には両者は重複して存在する必要はない。従来のプログラム・コードは暗号的要素が強く、読み易さという点でかなり劣っており、詳細設計の必要な要因の一つとなっていた。したがって、ツールの開発にあたっては、文書ファイルとして作成された日本語主体の仕様書から製図システムを自動生成するという方法を可能な限り志向することにした。

### （2）製図システムのイメージ

コンクリート構造物の図面の特徴として、図形要素数は非常に多いが、設計計算終了後は、配筋の詳細や図面配置等を除いて、ほとんど既に決まっている寸法諸元などから自動的に描画することが可能であると言える。したがって、大きな省力効果を得ようとすれば、一括自動処理的な方法が有効であるが、配筋や図面配置では、適宜設計者の判断が反映されることが望ましい。

このような要求から、ツールが生成する製図システムは、図-1に示すように、ディスプレイ画面上にデータ入力エリアとグラフィックス・モニタ・エリアを設け、寸法諸元や配筋指示などの入力データから断面図や平面図といった部分図単位の描画をリアルタイムで繰り返す方法をとることにした。入力データは部分図を描画するためのパラメータであるので、各図ごとに個別の入力が要求される。このような方法により、内部的には一括自動処理をしているのであるが、機能的にはパラメトリックな入力による対話型処理が実現され、データ入力後即座に完成図が確認できる。必要に応じて入力データを変更して再描画させ、正しく描画できていることが確認で

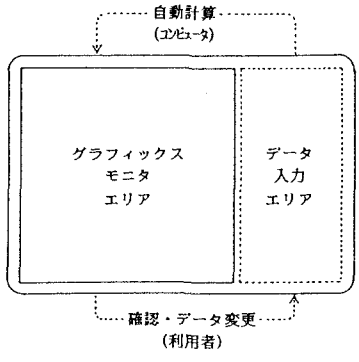


図-1 製図システムの画面と対話型処理

きた時点で、汎用CAD(YGRAPH/PC)[7]の図面データとして出力する。図面配置や寸法値・引出線の重なりなどの修正は汎用CADで行う。

グラフィックス・モニタ上の図面は、常に入力データおよび初期値から計算されるので、対話型処理のための特別なデータ構造を必要としない。また、ディスプレイへの描画にはメーカ提供のGBLIB(Graphics Base Library)を、汎用CADとのインタフェースとなる図面データの作成にはYGLIBというサブルーチン・パッケージを使っており、ディスプレイ上に描画するか、図面データとして出力するかは操作者の指示によるライブラリ・プログラム呼出し時のスイッチのみで決まる。したがって、描画処理などの定義を、ディスプレイ用と図面データ用に別個に記述する必要はない。

その他、ユーザ・フレンドリな対話型マン・マシン・インタフェースを実現するため、以下のような特徴をもたせた。

a)メニュー方式を採用し、メニュー画面と入力画面は多段階の階層構造として位置付ける。画面の切り換えは、メニュー選択の他、ファンクション・キーを使うことにより画面の前進・後退・上位メニュー画面への復帰などを行う。

b)入力画面上の入力データにはすべて初期値をもたせる。これは、ほとんど変更されないデータを毎回入力する手間を省くためである。したがって、データ入力は実質的には、初期値の変更という形をとる。初期値は固定ではなく、最新の入力値が次にその画面が呼び出されたときの初期値となる。

c)マニュアルなしでも操作できるように、各入力画面に対応した解説画面をファンクション・キーの操作で表示できるようにする。この機能により、入力データの意味や制限がわからなくても、その場で説明を得ることができる。

同様のマン・マシン・インタフェースは、すでにメインフレーム上で実現されており、そのための汎用目的のツール[8]も用意されている。

具体的なハードウェア環境は、IBM PS/55を中心とするもので、PC-98への移植も予定している。周辺機器としては、汎用CADがコントロールするタブレットとプロッタが必要になる。OS(Operating System)については、MS-DOSを使っているが、将来的には、OS/2の利用も検討している。

(3) ツールによる製図システムの構築

ツールによるシステム構築と、生成された製図システムの実行の流れを図-2に示す。

ツールは、仕様定義データ解釈プログラム(SDDA; Specification Definition Data Analyzer)とアプリケーション・コントロール・プログラム(ACP; Application Control Program)という2つのプログラムから構成される。これらは、一般的なシステム構築におけるコンパイラとOSの関係に対応する。

各種構造物向けの個々の製図システムの機能は、製図システムの開発者が仕様定義データとして日本語が記述できるエディタ上で作成し、SDDAを使って解釈処理を行ないバイナリの制御データを作成する。ACPはその制御データを読みこみ、定義された仕様に従って個別の製図システムとして機能する。

従来のシステム構築方法において、すべてプログラムとして記述していたもののうち、対象構造物により固有となる入力データと出力図面の関係を制御データとしてプログラムの外に出した。したがって、製図の対象や処理内容に変更が生じても、プログラム(ACP)を

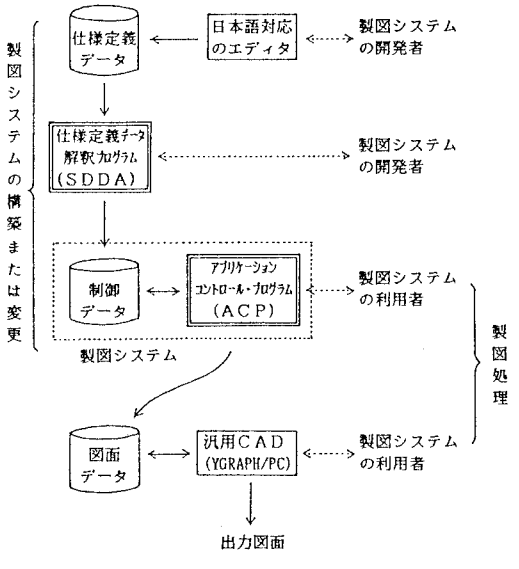



図-2 製図システムの構築とその実行の流れ

変更する必要はなく、仕様定義データを変更し、解釈し直せばよいことになる。

ACPには、メニュー方式における画面移動のコントロール、画面入力、グラフィックス・モニタの制御、図面データの作成等、すべての製図システムに共通となる部分の機能をもたせた。とくに、入力画面上のカーソルの移動や、挿入・削除・後退などの制御はハードウェアに依存するだけでなく、プログラミング言語によってはその記述が非常に複雑になる場合がある。このような製図処理の本質とは多少性格の異なる開発負荷を軽減し、製図システムの構築者が図面内容の記述に専念できるようにした。

（4）仕様定義データ

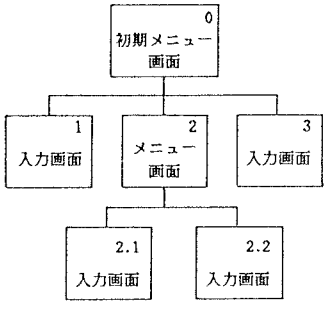
仕様定義データは、複数の画面を多段階の階層構造の体系の中に位置付ける制御構造定義データと、各種画面の内容を記述するメニュー画面定義データ、入力画面・出力定義データ、解説画面定義データの総称である。それぞれ固有の記述方法を用いて、製図システムの機能仕様を効率的に定義できるようにした。

システム仕様の定義についての類似の考え方は、ドキメントの記述手法の一つである階層的入力・処理・出力記述手法(HIPO; Hierarchy plus Input - Process - Output)[9]にも見られるが、HIPOは文書化の手法であり仕様書の自動解釈までは考えられていない。

以下、そのぞれのデータについて詳細に説明する。

a)制御構造定義データ

図-3に簡単な階層構造とその制御構造定義データを例示する。階層構造は、「0」や「2.1」といった制御構造値により定義する。「A」は、その画面が属するグループ名である。「MENU」、「INPUT1」、「INPUT2」は画面の種別で、それぞれメニュー画面、グラフィックス・モニタのない入力画面、グラフィックス・モニタ付きの入力画面を示す。「PANEL=n」の「n」は、メニュー画面定義データまたは入力画面定義データの識別番号で、「HELP=n」の「n」は、解説画面定義データの識別番号である。これらにより、各画面の内容が階層構造の中に厳密に位置付けられる。




(画面の階層構造)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | A | MENU | PANEL=2 | HELP=10 |
| 1 | A | INPUT2 | PANEL=3 | HELP=11 |
| 2 | A | MENU | PANEL=5 | HELP=10 |
| 2.1 | A | INPUT1 | PANEL=4 | HELP=12 |
| 2.2 | A | INPUT2 | PANEL=7 | HELP=13 |
| 3 | A | INPUT2 | PANEL=6 | HELP=11 |

(制御構造定義データ)

図-3 階層構造と制御構造定義データの例

b)メニュー画面定義データ

メニュー画面を定義するもので、作業項目の番号に続けてその内容を記述する。メニュー画面定義データの例とその実行時の画面を図-4に示す。作業項目は適当なスペースを空けて画面上に表示され、番号選択のプロンプトはACPが表示する。実行時におけるメニュー選択の処理は、解釈された制御構造値と選択された番号にしたがってACPが制御する。

c)入力画面・出力定義データ

入力画面、画面上の入力フィールドの位置とそれにに対応する入力変数、出力処理の内容を定義する。図-5に入力画面・出力定義データの簡単な例と、実行時の画面を示す。データは冒頭の画面種別と識別番号以下に、「１．入力画面の定義」、「２．入力変数の定義」、「３．出力の定義」というヘッダーに続く３つの部分をもつ。入力画面の定義については、ほぼ画面上と同じレイアウトで記述し、入力フィールドについては「$」を頭に付けた変数名を示す。例のように「TYPE=INPUT2」では、左側約2/3はグラフィックス・モニタと

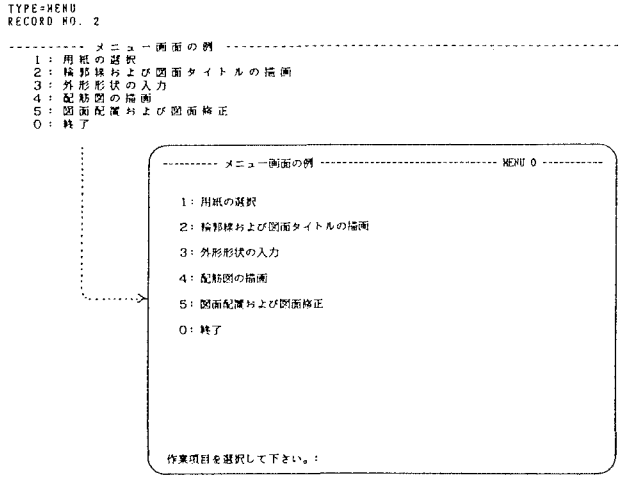



図-4 メニュー画面定義データとその画面の例

して使用されるので、画面上のメッセージや入力フィールドとして利用できる部分は制限される。入力変数については、そのすべてについて変数のタイプおよび入力フィールドの長さ(Fn; 実数、In; 整数、An; 文字、nは入力フィールドのカラム数)、初期値、入力値の範囲を記述する。実行時において、複数の入力フィールド間の移動は、改行キーや矢印キー、タブ・キーで行ない、入力フィールド内ではかな漢字文節変換・挿入・削除が可能である。また、入力範囲を越えている場合や数値入力を要求されているところに文字・記号等が入力されようとした場合には、ACPが検出してメーセージを表示するとともに、入力を受け付けない。この機能により明らかに誤っている入力データは、入力時点で訂正できる。出力の定義についても、このデータの中で記述するが、その内容については出力定義言語として次節で説明する。

d)解説画面定義データ

解説画面を定義するもので、このデータ内で記述された文章はそのまま解説画面として表示される。

（5）出力定義言語

出力定義言語は、画面入力や内部で定義されたデータから、座標値・数量等の数値を計算し、図形として描画する内容を定義するための専用言語である。基本的には、PASCAL、FORTRAN77などの手続き的なプログラミング言語と同様の演算・制御機能に、コンクリート構造物の図面作成に便利な描画命令と鉄筋マクロ変数が付加されたものである。

```
TYPE=INPUT2
RECORD NO. 5
1．入力画面定義
                                        -------------------------
                                        ****** 入力画面の例 ******

                                        内空幅 = $内空幅
                                        内空高 = $内空高
                                        頂版厚 = $頂版厚
                                        側壁厚 = $側壁厚
                                        底版厚 = $底版厚

                                        ハンチの有無 [ $I ]
                                          (0: 無、1: 有)
                                          ハンチ = $ハンチ
2．入力変数定義
 変数名        変数タイプ      初期値       最小値      最大値

 $内空幅        F12          3500        1000       7000
 $内空高        F12          3500        1000       5500
 $頂版厚        F12           350           0       1000
 $側壁厚        F12           400           0       1000
 $底版厚        F12           450           0       1000
 $I             I2              1           0          1
 $ハンチ        F8            250           0       1000
3．出力定義

 %             層番号   部分図名    縮尺   図面上の原点の位置(X,Y)
 部分図描画開始   3,     '断面図 ,   50.,    100., 100.;

 %              左下隅のX座標        左下隅のY座標        画面の幅
 画面枠の設定 -図面系の長さ(55.),-図面系の長さ(35.),内空幅+図面系の長さ(100.);

 J_ハンチの有無:=I;

 X0:=0;                 Y0:=0;
 X1:=側壁厚;            Y1:=X0+底版厚;
 X2:=X1+内空幅;         Y2:=Y1+内空高;
 X3:=X2+側壁厚;         Y3:=Y2+頂版厚;

 外形線 X0,Y0: 点 X3,Y0: 点 X3,Y3: 点 X0,Y3: 点 X0,Y0:
 もし J_ハンチの有無=0 ならば
    外形線 X1,Y1: 点 X2,Y1: 点 X2,Y2: 点 X1,Y2: 点 X1,Y1:
 その他の場合
    外形線 X1+ハンチ,Y1: 点 X2-ハンチ,Y1: 点 X2,Y1+ハンチ: 点 X2,Y2-ハンチ:
         点 X2-ハンチ,Y2: 点 X1+ハンチ,Y2: 点 X1,Y2-ハンチ: 点 X1,Y1+ハンチ:
         点 X1+ハンチ,Y1:
 の処理を行う:

                    (寸法線の記述は省略)
```

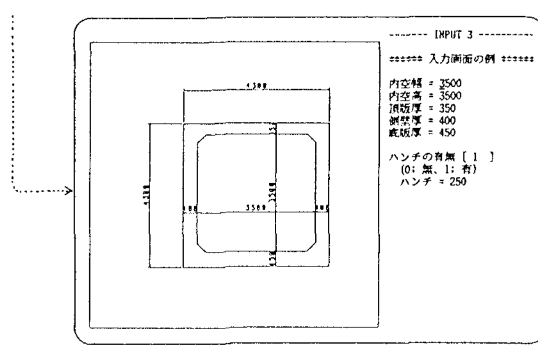



図-5 入力画面・出力定義データとその画面の例

以下に、その特徴を列挙する。

a)文の種類としては、宣言文・代入文・制御文・命令文がある。

b)制御としては、順次処理の他、条件選択・繰返し制御がある。ただし、飛越し(GO TO)はない。

c)データのタイプとしては、実数型・整数型・文字型がある。

d)式としては、整数式・実数式・条件式がある。

e)算術演算子には、+(加算)、-(減算)、*(乗算)、/(除算)、**(累乗)がある。

f)論理演算子には、!(否定)、&(論理積)、|(論理和)がある。

g)一次元配列と鉄筋マクロ変数が宣言できる。鉄筋マクロ変数とは、鉄筋符号・鉄筋径・加工形状タイプ・本数・形状各部の長さを一元的に管理できる変数で、データ領域の大きさは加工形状タイプにより可変となる。

h)MIN・MAX・SIN・COSなど、約30数種類の組込み関数が用意されている。

i)線・円・文字等の一般的な図形の他、外形線・加工形状・寸法線・引出線等、コンクリート構造物の製図を効率的に行うために有効な、約100種類の描画命令が用意されている。

図-5の例からもわかるように、描画命令は日本語を基本としており、変数名についても、全角16文字までのかな漢字を使うことができる。制御命令・描画命令などの名前は、SDDAの入力としてテキスト形式の外部ファイルに登録されているので、必要に応じて変更することが可能である。また、同じ機能に２つ以上の名前を登録することもできる。例では、条件分岐の選択制御を日本語で記述してあるが、「IF ～ THEN ～ ELSE ～ ENDIF;」による記述も可能である。

変数名や描画命令にわかりやすい日本語を使うことにより文書感覚で記述できる他、読みやすいものとなり、後の保守や機能拡張にも有効となる。FORTRANのように数文字のアルファベットしか変数名として使えない場合には、変数説明書が整備されていても、辞書を引きながら不慣れな外国語を読むようなところがあり、日本語で記述された文書との差異が著しい。

描画命令は、できるだけ図面要素の実体を表す名前を利用できるようにした。例にも使われている「外形線」と「点」は、図形処理上は、ペン番号の設定と折れ線描画であるが、後者のように記述されているとそれが外形線なのか引出し線なのかは注意して見てみないとわからないことが多い。同様に折れ線や線分描画とペン番号の組合せとして「加工鉄筋」、「直鉄筋」、「寸法補助線」などの描画命令を用意した。

（６）制御データ

制御データは、仕様定義データがSDDAにより解釈されたもので、以下に示す４種類のデータに細分される。仕様定義データは人が理解しやすいものとなっているが、制御データはACPの入力データとなるもので、予め解釈しておくことにより、ACPの実行が効率的なものとなる。

a)制御構造データ

制御構造定義データと同一の内容をもつ。ACPの実行時にはメモリに常駐となる。

b)画面制御データ

各種画面イメージの他、入力画面では入力フィールドの位置、入力変数の初期値、有効値範囲の情報を含んでいる。ACPの実行時には画面単位でメモリにロードされる。

c)出力制御データ

入力画面・出力定義データ内の「３．出力の定義」において、出力定義言語により記述された内容が解釈されたものである。制御命令・算術演算・描画命令・変数・定数等すべての記述は、命令コードと記号表のアドレス等からなる２進整数に変換されている。ACPの実行時には、画面制御データと同様に画面単位で、メモリにロードされる。したがって、画面数が増えて、それに対応する出力定義の数や量が増えてもACPのサイズが大きくなることはない。これは、メモリ容量に制限があるMS-DOSの環境下で大きな製図システムを構築する場合には、非常に有効となる。

d)数値・文字管理データ

変数・定数のアドレスに対応する記号表とデータ領域からなる。記号表にはデータのタイプとデータ領域へのポインタが含まれる。出力定義言語が解釈される段階で、新たに出現した変数や定数はそのつど記号表に書き加えられる。ACPの実行時には、メモリに常駐となるので、画面が変わっても記号表内の変数にアクセスすることができる。したがって、ある画面で入力された値や計算された値はこのデータを介して別の画面でも利用可能となる。

## ４．適用事例

土木分野でのコンクリート構造物には、PC橋・RC橋・RC床版・橋台・橋脚・杭・ケーソン・深礎杭・擁壁等があり、個々の構造物は現場の条件により種々変則な形状となることが多い。本ツールは、このような多様な構造物の製図システムの構築にも柔軟に適用できるものと思われるが、最初の試みとして、比較的標準化が進んでいる日本道路公団タイプのボックスカルバートの製図システムの構築に適用した。

| 制御構造値 | グループID | 画面種別 | 入力画面番号 | 解説画面番号 | 注釈 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | A | MENU | PANEL=2 | HELP=101 | 初期メニュー |
| 1 | A | MENU | PANEL=35 | HELP=131 | 外形形状の入力 |
| 1.1 | A | INPUT2 | PANEL=7 | HELP=112 | 本体断面 |
| 1.2 | A | INPUT2 | PANEL=18 | HELP=116 | 本体平面 |
| 1.3 | A | INPUT2 | PANEL=47 | HELP=107 | 左翼壁 |
| 1.4 | A | INPUT2 | PANEL=55 | HELP=107 | 右翼壁 |
| 2 | A | MENU | PANEL=3 | HELP=104 | 本体配筋図メニュー |
| 2.1 | A | INPUT1 | PANEL=5 | HELP=102 | 用紙選択 |
| 2.2 | A | INPUT2 | PANEL=6 | HELP=103 | 様式枠および図面タイトル |
| 2.3 | A | MENU | PANEL=10 | HELP=108 | 主鉄筋相立図メニュー |
| 2.3.1 | A | INPUT2 | PANEL=11 | HELP=109 | 直角部の鉄筋径の入力 |
| 2.3.2 | A | INPUT2 | PANEL=12 | HELP=105 | 斜角部の鉄筋径の入力（1） |
| 2.3.3 | A | INPUT2 | PANEL=13 | HELP=106 | 斜角部の鉄筋径の入力（2） |
| 2.3.4 | A | INPUT2 | PANEL=14 | HELP=110 | 組合せ様式の指定と完成図 |
| 2.4 | A | MENU | PANEL=4 | HELP=111 | 断面図メニュー |
| 2.4.1 | A | INPUT2 | PANEL=9 | HELP=113 | 水路の配筋 |
| 2.4.2 | A | INPUT2 | PANEL=8 | HELP=114 | 配筋指定と完成図 |
| 2.5 | A | MENU | PANEL=17 | HELP=115 | 主鉄筋配置図メニュー |
| 2.5.1 | A | INPUT2 | PANEL=19 | HELP=117 | 配筋 |
| 2.5.2 | A | INPUT2 | PANEL=20 | HELP=118 | 完成図 |
| 2.6 | A | MENU | PANEL=21 | HELP=119 | 鉄筋加工図メニュー |
| 2.6.1 | A | INPUT2 | PANEL=22 | HELP=120 | 主鉄筋加工図・直角部（1） |
| 2.6.2 | A | INPUT2 | PANEL=23 | HELP=121 | 主鉄筋加工図・直角部（2） |
| 2.6.3 | A | INPUT2 | PANEL=24 | HELP=122 | 主鉄筋加工図・斜角部（3），（5） |
| 2.6.4 | A | INPUT2 | PANEL=25 | HELP=123 | 主鉄筋加工図・斜角部（4），（6） |
| 2.6.5 | A | INPUT2 | PANEL=26 | HELP=124 | 配力筋加工図 |
| 2.7 | A | INPUT2 | PANEL=27 | HELP=126 | ハンチ筋加工表 |
| 2.8 | A | INPUT2 | PANEL=28 | HELP=127 | スターラップ加工表 |
| 2.9 | A | INPUT2 | PANEL=20 | HELP=128 | 鉄筋表 |
| 3 | A | MENU | PANEL=33 | HELP=133 | 左側翼壁配筋図メニュー |
| 3.1 | A | INPUT1 | PANEL=43 | HELP=102 | 用紙選択 |
| 3.2 | A | INPUT2 | PANEL=44 | HELP=103 | 様式枠および図面タイトル |
| 3.3 | A | INPUT1 | PANEL=42 | HELP=132 | 鉄筋径の入力 |
| 3.4 | A | INPUT2 | PANEL=48 | HELP=134 | 正面図（前面） |
| 3.5 | A | INPUT2 | PANEL=49 | HELP=135 | 正面図（背面） |
| 3.6 | A | INPUT2 | PANEL=36 | HELP=136 | 平面図 |
| 3.7 | A | INPUT2 | PANEL=37 | HELP=137 | 断面図 |
| 3.8 | A | MENU | PANEL=31 | HELP=150 | 鉄筋加工図メニュー |
| 3.8.1 | A | INPUT2 | PANEL=38 | HELP=138 | 固定長水平鉄筋など |
| 3.8.2 | A | INPUT2 | PANEL=40 | HELP=151 | 変化長水平鉄筋 |
| 3.8.3 | A | INPUT2 | PANEL=39 | HELP=139 | 翼壁下端斜め鉄筋 |
| 3.8.4 | A | INPUT2 | PANEL=65 | HELP=140 | 配力筋 |
| 3.9 | A | INPUT2 | PANEL=41 | HELP=141 | 鉄筋表 |
| 4 | A | MENU | PANEL=34 | HELP=133 | 右側翼壁配筋図メニュー |
| （中略） | | | | | |
| 5 | A | MENU | PANEL=54 | HELP=142 | 鉄筋表 |
| （中略） | | | | | |
| 6 | A | INPUT2 | PANEL=30 | HELP=120 | タイトル欄 |
| 7 | B | MENU | PANEL=0 | | 図面配置・図面修正（YGRAPH/PC） |
| 8 | A | INPUT1 | PANEL=45 | HELP=130 | 属性の設定 |
| 9 | A | MENU | PANEL=90 | HELP=100 | ご利用の手引 |
| （以下省略） | | | | | |

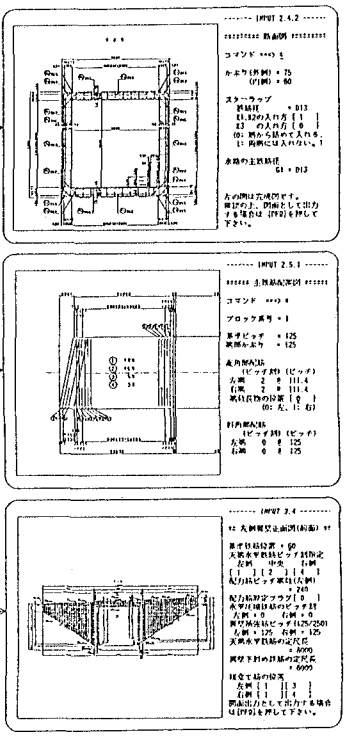


図-6 適用事例における制御構造定義データと入力画面

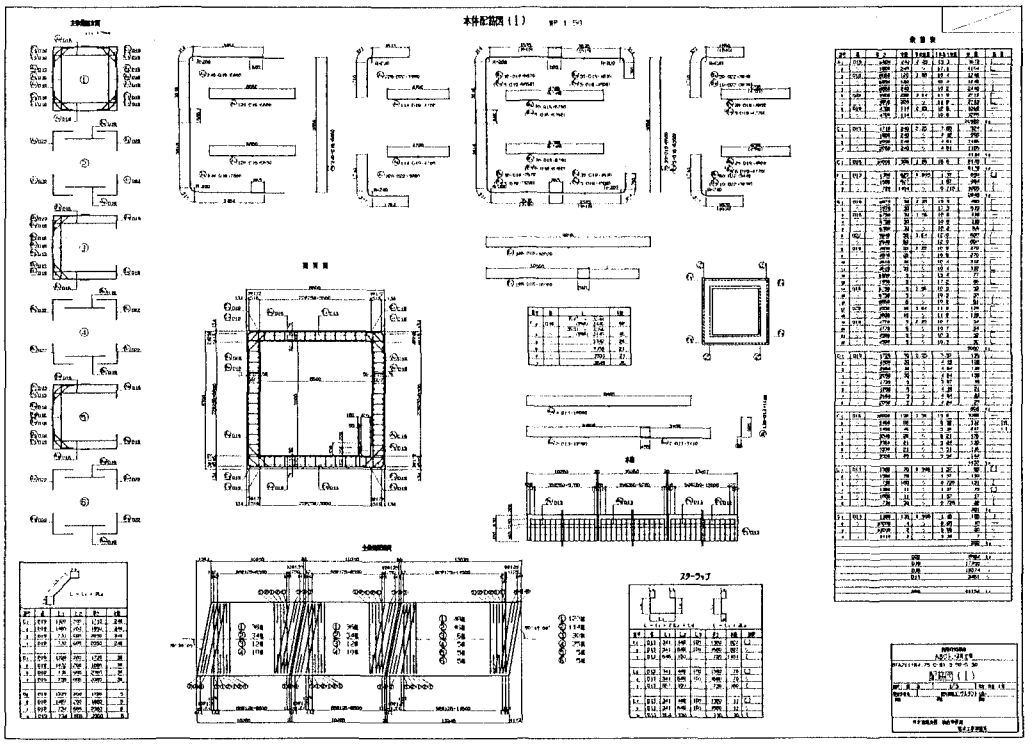


図-7 製図システムのプロッタ出力例

図-6に、このシステムの制御構造定義データと実行時の入力画面を抜粋して示す。既に説明してきているように、各画面ごとに自動処理を行っているので、完成図を確認しながら適切な入力ができる。配筋時の端部の調整などにおいては、細かな配筋指定を対話的に決めることにした。すなわち、初期値による描画時に部分図とともにピッチ端数を表示し、２度目の描画時に適切な配筋データを設定することができるようになっている。ただし、これはツールの使い方の一例であり、このような場合でも自動処理が可能であれば、そのアルゴリズムを予め出力定義言語で記述しておき、不必要な対話を避けることができる。

この製図システムによる本体配筋図のプロッタ出力例を図-7に示す。

## ５．おわりに

以上の内容は、製図システムの構築方法と、製図システムにおける対話型処理の実現方法について、新しい内容を含んでいるものと考える。

ツールによるシステム開発の生産性については、従来の方法と比較して、十分効率的であると思われるが、どれほど有効であるかを定量的に示すことができるまでには至っていない。企業における実務的なシステム開発を進める上で、同一のシステムを別の方法で２種類開発するなどということはありえず、ツールの評価も今後他の製図システム構築への適用を含めて、開発工数データを収集し、統計的に判断せざるを得ないものと思われる。

ツールにより構築された製図システムについては、パラメトリックな入力による新たな製図CADとしての性格があり、図形要素を個別に操作する汎用CADと組合せることにより、機能的な相互補完が促進された。適用事例におけるボックスカルバートの製図システムにおいても、使いやすい操作とともに、大きな省力効果が得られた。

今後、さらに有効な製図システム構築ツールとして、完成度を高めていくとともに、多くのコンクリート構造物の製図システムの開発に適用していく考えである。

また、ここに報告したツールの基本機能は必ずしも、コンクリート構造物の製図システムの構築に限られるものではなく、描画命令の特性を変えることにより同様の図面作成システムの構築に有効に利用できるものと考える。

## 参考文献


1) 根本、大森；土木構造物の設計計算書作成システム、土木学会 第12回 電算機利用に関するシンポジウム講演集、pp.49~52、1987.10
2) 田村、笹木、西村、山際、馬場；土木構造物設計システム(DESC)の開発、土木学会 第12回 電算機利用に関するシンポジウム 講演集、pp.57~60、1987.10
3) 小林、大石；パソコンCADを活用した深礎基礎一貫設計システム、土木学会 第13回 電算機利用に関するシンポジウム 講演集、pp.39~42、1988.10
4) 後久、中島、三橋、田中；コンピュータグラフィックスを利用した骨組ＲＣ構造物自動配筋システム、土木学会 第12回 電算機利用に関するシンポジウム 講演集、pp.241~248、1987.10
5) 加藤、和田、西崎、岡本；土木図面作成支援システムの開発、土木学会 第11回 電算機利用に関するシンポジウム 講演集、pp.21~24、1986.10
6) C.Mcclure; CASE IS SOFTWARE AUTOMATION, Prentice-Hall International, 1989
7) 安田；YGRAPH/PC(汎用パソコンCADシステム)、横河橋梁技報 第17号、p.182、1988.1
8) IBMﾏﾆｭｱﾙ；対話式システム生産性向上機能 対話管理サービス解説書、N:SC34-4021-1
9) IBMﾏﾆｭｱﾙ；HIPO-設計の補助手段と文書化の手法、N:GC20-1851-1