

【システム解説】

鉄筋コンクリート構造物の図化システム

Drafting System of Reinforced Concrete Structures

浦井正勝*
Masakatsu URAI高崎浩**
Hiroshi TAKASAKI平井博彦**
Hirohiko HIRAI藪下二朗**
Jiro YABUSHITA

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物は、施工位置の地形・地質の制約、成形の容易さからその形状が多種多様であり、細部にわたって規格化・標準化することが困難である。従って、他の構造物に比べて設計・製図の本格的なシステム化が遅れており、特に製図システムにおいてはそれが著しい。このような中で、最近コンピュータとその周辺機器が高性能かつ低価格化したことにより、CADを使用したシステムの構築が可能となってきた。

著者らも、設計計算についてはパソコンに早くから着目し、対話形式を主体とした橋台・橋脚・擁壁の詳細設計システムを開発してきたが³、製図システムについては橋脚の自動製図システムが昭和59年までに開発されているものの、プログラムの適用範囲、運用方法等に多数の問題があり、再構築の必要性に迫られていた。

本文では、従来のバッチ処理主体の橋脚の自動製図システムの見直しを行い、CAD処理を考慮して開発した鉄筋コンクリート構造物の図化システムについて紹介する。

2. システムの基本思想

従来のバッチ処理主体の自動製図システムは、

- ① 図面完成までの処理時間が長い。
- ② 適用範囲が狭く、機能を拡大するには多大な投資が必要である。
- ③ 詳細なデータの変更が不可能である。
- ④ 配筋方法の指定ができない。
- ⑤ 図面配置がプログラム内で自動決定しているので、図形のページ替えが不可能である。
- ⑥ 文字の重なり、鉄筋引き出し線の重なりが多い等

の問題点があり、システムの再構築においては、これららの問題点を解決することが必要であった。

一般的に、コンピュータによる図面の作画方法として、自動製図システムのようにバッチ主体で処理する方法と、グラフィック・ディスプレイに向かって図面を作成していく方法(CAD処理)の2タイプが従来から採用されている(表-1参照)。

前者は、処理効率については優れているが、図面配置・適用範囲等は図化プログラムによって制限され、図面の完成度を高めることは多大な時間・労力を必要とし、プログラムにも過大な影響を与える。

後者は、一般的に使用されている汎用CADシステムであり、グラフィック・ディスプレイに向かって線・円・文字等の図形情報を入力することにより図面を作画する。これは、基本的には鉛筆・消しゴムのかわりにコンピュータを利用する方法であり、どのような図面も作画することができ適用範囲は広いが、作業性・処理効率は決して良くない。また、機械分野の金型のような大量生産型の図面においては、生産工程までデータを受け渡すため(CAM) メリットも大きいが、多品種少量生産型の橋梁上・下部工の図面においては付加価値がかなり低い

表-1 コンピュータによる図面作成方法の比較

	バッチ処理	CAD処理
作業効率	良い	悪い
適用範囲	狭い	広い
経済性	安い	高い
設計経験	それほど必要ない	必要である
メンテナンス	悪い	良い

*株システムエンジニアリング技術部技術一課 **株システムエンジニアリング技術部技術二課

ものとなり、経済的にも採算に合わない。また、最近では対象構造物を限定し、鉄筋コンクリート構造物特有のコマンドを用意した専用CADシステムも2, 3の例が紹介されているが³、処理効率はそれほど良いとはいえない。

CADシステムにおいて、グラフィック・ディスプレイに向かって白紙に近い状態から図面を作成することは実状にそぐわない。基本的な構造部品については、CAD処理の入力モジュールとしてバッチ処理を充実しておくことが、運用面で重要となる。そこで、本システムにおいては、従来の自動製図システムの問題点を解決し、汎用性と柔軟性を有し、かつ効率的なシステムとして、バッチ処理とCAD処理の併用タイプを採用した。バッチ処理により作成する図面の完成度は、従来システムと同等の完成度をもつこととし、図形単位の配置修正（図面内の移動やページ替え）や出力レベル（図形の表示の度合い）、文字や鉄筋引き出し線の変更等、従来の自動製図システムにおける図面のレイアウトの不自然さをCAD処理により解消することになる。

3. システムの概要

本システムは、鉄筋コンクリート構造物の自動製図を行うもので、形状寸法・鉄筋径・ピッチ等のデータとともに、各構造物の構造図・配筋図を作画する。配筋図には、軸体配筋図のほかに鉄筋加工図・鉄筋重量表・変化鉄筋寸法表（日本道路公団の場合）を含んでいる。

対象構造物の形式は、図-1に示すように、ボックスカルバート・逆T式擁壁・L型擁壁・逆T式橋台・張り出し式橋脚となっている。

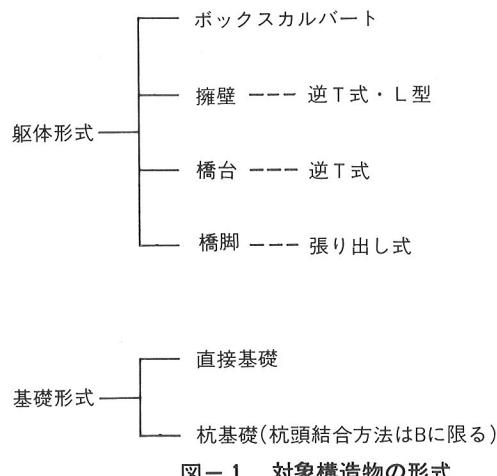


図-1 対象構造物の形式

また、適用発注機関としては、

- ① 建設省
- ② 日本道路公団
- ③ 首都高速道路公団
- ④ 阪神高速道路公団

- ⑤ 名古屋高速道路公社
- ⑥ 福岡・北九州高速道路公社
- ⑦ その他

が可能である。

システムの特長としては、

- ① 入力データが少ない

公団タイプ番号を入力することにより、各公団基準の鉄筋定尺長・継手長・フック長・曲げ半径、鉄筋重量表のサイズ、数値のまるめ方法等のデータが自動的に設定されるので入力データが少ない。

- ② 処理時間が短い

処理効率を良くするために、バッチ処理・CAD処理を併用しているので最小の時間で処理することができる。

- ③ 適用範囲が広い

条件ファイルを変更することにより、広範囲に適用させることができます。また、CAD処理による変更も可能である。

- ④ 手書きの要領で作画

定尺長を超える鉄筋は1本づつ計上する。

D22以上の鉄筋は曲げ加工表示を行う。

変化鉄筋寸法表の描画が可能である。

- ⑤ 図面のレイアウトが自由に行える

CAD処理にて、図形ブロックの移動（図面内の移動やページ替え）・出力レベルの指定・文字や鉄筋引き出し線の修正等、従来の自動製図システムにおける図面レイアウトの不自然さを解消することができる。

- ⑥ 汎用的な鉄筋データベースを持っている

汎用的な鉄筋データベース構造を持っているので他の鉄筋コンクリート構造物においても使用することができます。

- ⑦ プログラムの細分化

プログラムが機能別に分割されているので、処理の分割が可能であり、システムのチェックポイントとして有効となる。また、プログラムのメンテナンスも容易となる。

- ⑧ 実行コントロールシステムで管理

処理手順を実行コントロールシステムで管理しているので、エラー発生時のファイルリカバリーと強制停止、及びエラー時点からの再スタートが可能である。等が挙げられる。

4. システムの構成

図-2のシステム構成に示すように、本システムは、コントロールシステムの下に互いに独立したプログラム群から構成されている。以下に、各処理の内容について述べる。

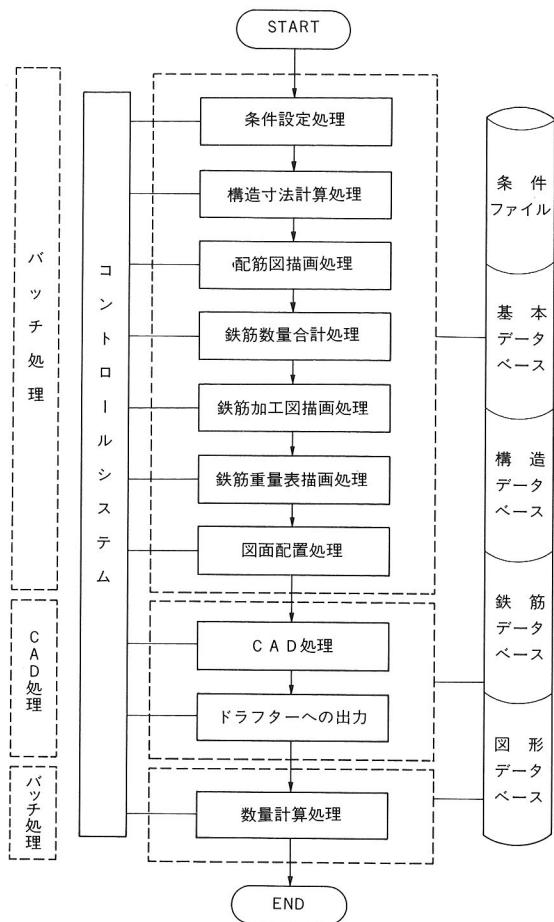


図-2 システムの構成

(1) 条件設定処理

本処理は、公団タイプを指示することにより、各公団の標準設計図集に準拠した数値・タイプを条件マスター ファイルより検索し、基本データベースに設定する。設定している項目を以下に示す。

- ① 鉄筋の使用区分 (使用可能鉄筋径)
- ② 鉄筋の定尺長
- ③ 鉄筋の曲げ方 (フック長、曲げ半径)
- ④ 鉄筋の継手 (重ね継手長、ずらし量、継手タイプ選択情報)
- ⑤ 鉄筋の配筋方法
- ⑥ 鉄筋加工図の描画方法
- ⑦ 鉄筋重量表のタイプ・サイズ
- ⑧ 鉄筋重量表の数値のまるめ方
- ⑨ その他鉄筋情報

また、設定された値は各々変更可能となっているため、どのような条件にも適用させることができる。

(2) 構造寸法計算処理

形状寸法、鉄筋の径・ピッチ等のデータより、構造物の3次元座標値、鉄筋の配筋情報、鉄筋の本数、鉄筋加工情報等を構造データベース・鉄筋データベースに格納する。

また、本処理終了後の機能として、鉄筋の配筋情報・本数・加工情報の修正モジュールが準備されており、配筋図描画処理以降の実行に反映することになる。

(3) 配筋図描画処理

前の処理で作成した構造データベース・鉄筋データベースより、軸体・ウイング配筋図の図形定義・作画を行う処理である。

本処理において作成された線分の始終点座標、円の中心座標や半径、文字列の座標や大きさ、線種や線サイズ等の図形情報は20種類のレイヤーに区分され、CAD処理において使用するための図形データベースに格納される。また、図形要素には属性データが対応しており、構造データベース・鉄筋データベースの検索・修正が容易に行えるよう準備されている。

図形の表示形式としては、壁・底版の左右対称表示・非対称表示・中央部の省略表示の3タイプが選択可能である。

(4) 鉄筋数量合計処理

鉄筋データベースの中の個々の鉄筋について、鉄筋形状タイプ・加工寸法より1本当りの長さの合計を行う処理である。

本処理を構造寸法計算処理から分離させた理由を以下に挙げる。

- ① 構造寸法計算処理は、各構造物によって異なるプログラムとなるため、鉄筋の長さを計算する処理を分離することによって鉄筋を扱う図化システムの標準化を図りたかった。
- ② 本処理を行う前での鉄筋加工寸法の修正に対して、以降の処理に矛盾が生じないよう考慮した。
- ③ プログラムを分割することにより、メンテナンスを容易にした。

(5) 鉄筋加工図描画処理

鉄筋データベースより、鉄筋加工図・変化鉄筋寸法表(日本道路公団の場合のみ)を描画する。本処理も配筋図描画処理と同様に、図形情報を図形データベースに格納することになる。鉄筋加工図描画例を図-3に示す。

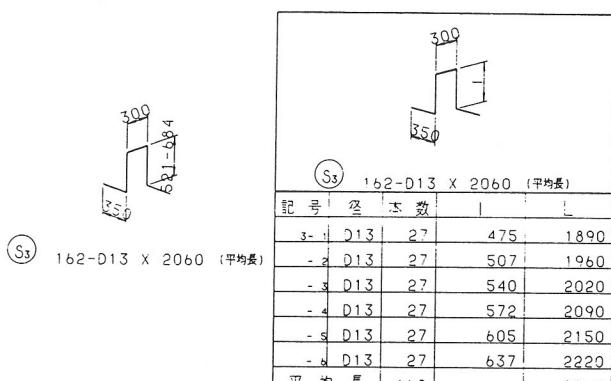


図-3 鉄筋加工図の描画例

(6) 鉄筋重量表描画処理

各公団ごとの鉄筋重量表のサイズ・数値のまるめ方法を採用し、鉄筋重量表を描画する。作画タイプとして、任意な位置での表の分割描画、軸体、ウイングの分割表示、一括表示が可能である。

(7) 図面配置処理

図形ブロックの作画エリアにより、自動配置を行う処理であるが、本処理において最適な図面配置を決定することは不可能である。よって本処理では、後のCAD処理における図面配置の目安になれば良いと考えている。

(8) CAD处理

CAD処理は、バッチ処理で出力したものに対して、修正・追加・編集を行うものであるが、本システムにおいては、バッチ処理の段階でかなりの完成度を持った図形を図形データベースに格納している。このため、本処理は不用な場合もあるが、自動配置処理において、手描きの図面と同様な配置を決定することは不可能であり、本システムにおいては、運用面での効率を十分考慮して図面レイアウトの不自然さを解消するための手段としてCAD処理を採用している。よって本システムのCADは、運用面での効率から汎用コマンドの他に図面配置用の専

用機能を追加して構築されたものであり、その中で主に使用している機能としては、図形の図面内の移動やページ替え、文字列や鉄筋引き出し線の修正が挙げられる。

また、同一物件において複数の図面を作画する場合、全ての図面で同様な配置として描画するための機能も準備されており、この時の処理時間は、個々に図面配置を実施した場合に比べてかなり短くなる。

(9) ドラフターへの出力処理

CAD処理により修正を行った図形データベースから図面を作画するための図形ファイルを作成する。全社ネットワーク図形処理システムを使用して、この図形ファイルからドラフター作画用M/Tの作成、オンライン静電プロッターへの出図、EWSへの図形ファイル転送を行うことになる。

(10) 数量計算

数量計算として、型枠面積、コンクリート体積の計算を考えているが、現在、この処理は除いている。

5. 出力例

図-4, 5に出力例を示す。

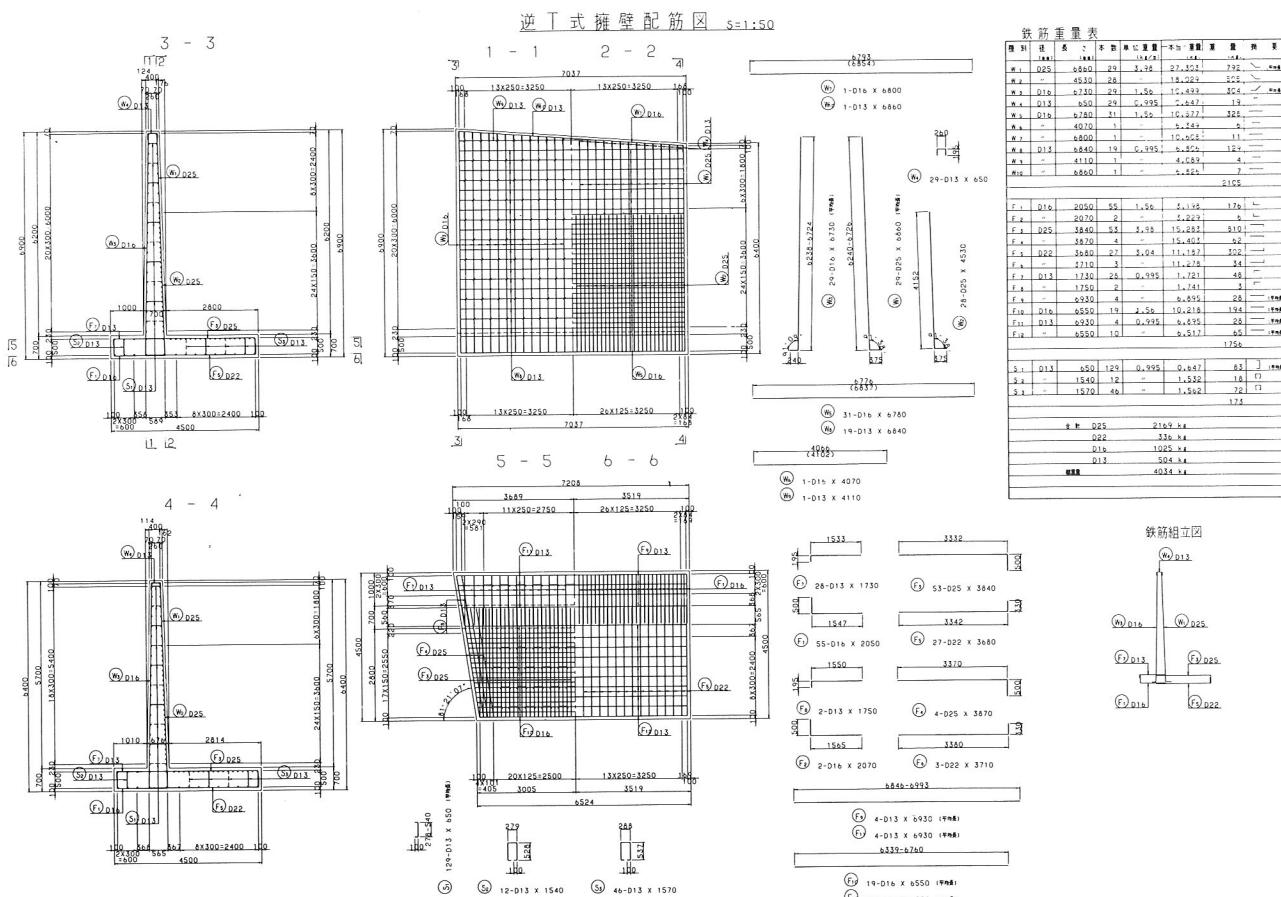


図-4 逆T式擁壁配筋図の描画例

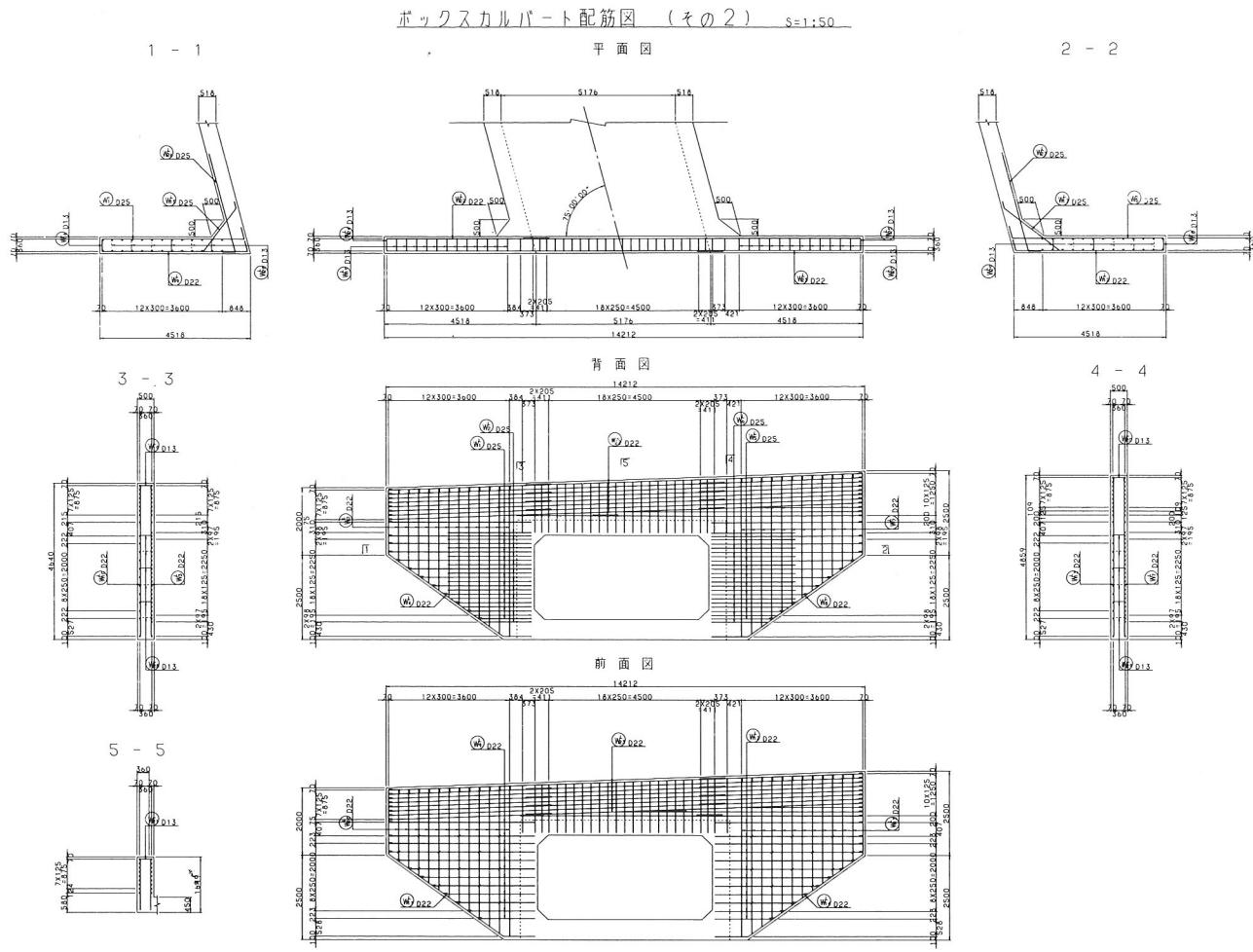


図-5 ボックスカルバート配筋図の描画例

6. あとがき

本システムは、バッチ処理・CAD処理を併用し処理効率を重視したシステムであり、処理の対象がある限定された適用構造であればかなりの威力を発揮する。

しかし、鉄筋コンクリート構造物は成形が容易で自由度の高い構造物であるため、構造形式が適用範囲内であっても、実行途中におけるデータベース修正やCAD処理による処理効率の低下、システムの機能的な限界からは逃げられない。

本システムの開発にあたり、著者らは、製図作業の分析を行い、プログラムをモジュール化し、構造物の定義モジュール（本システムでは、構造寸法計算処理と配筋図描画処理に相当する）の入れ替えのみで適用外の構造物も本システムに組み込めるようにシステムを構築した。また、同様な方法で、任意形状を扱える鉄筋コンクリート構造物のCADシステムも可能となる。

システムを開発する場合、汎用性と処理効率のどちらを優先させるかは問題となる。しかし、著者らは、今後も汎用性・柔軟性を有し、かつ効率的なシステム構築をめざして、プログラム開発を行う予定である。