

任意形RC-CADシステム

CAD System for Reinforced Concrete Structures

越 後 滋*
Shigeru ECHIGO

金 山 正 一**
Shoichi KANAYAMA

浦 井 正 勝***
Masakatsu URAI

松 原 誠****
Makoto MATSUBARA

増 田 和 裕****
Kazuhiro MASUDA

1. まえがき

構造物設計における製図作業でのコンピュータの利用は、近年のハードウェア・ソフトウェアの加速度的な技術開発に伴い一段と進み、著者らも、EWSによる土木設計図化システム「ADVANS」を開発・発表し、多くのユーザーに使用されている。その中でも最も使用者層の広い下部工図化システムは、より簡単なデータで完成度の高い図面を短時間に作成することができ、また専用CADを利用することにより、設計者の考えを十分に反映することができるシステムとして優れた操作性を実現している。しかし、システムの適用範囲内であれば充分にADVANSの力を発揮することができるが、自由度の高い鉄筋コンクリート構造物では適用範囲外の構造物も多くあり、その対応が求められていた。

そこで、より多くの鉄筋コンクリート構造物に対応するために、ADVANS下部工図化システムの一括処理・専用CADをベースとして、任意形状の鉄筋コンクリート構造物の図化システム「任意形RC-CAD」を開発したのでここに紹介する。

2. システムの基本思想

ADVANS下部工図化システムと任意形RC-CADのシステム構成は、図-1のようになっており、それぞれ異なる基本思想で構築されている。

前者は、一括処理型および対話型の専用システムであり、次のような基本思想で構築したものである。

- ① 簡単なデータで完成度の高い図面を短時間に作成する。
- ② 複数の設計者が同時に作業できる運用重視のシス

テム構築。

- ③ より多くの構造物に適用させるために複数のシステム構築を行っても、操作手順は全てに共通とする。
- ④ 標準的な構造物の入力データベースを提供し、データ作成の省力化を行う。
- ⑤ 専用CADにより、配筋の変更、鉄筋加工図・鉄筋表の編集を行い、図面の編集を簡単にする。
- ⑥ 図面編集用のCAD(SE-CAD)により、全ての図面を簡単に編集することができる。

このように、ADVANS下部工図化システムは、操作性・運用面を重視した省力型のシステムである。

一方、後者の任意形RC-CADシステムは、汎用型のシステムであり、適用性・汎用性を確保するために前者ほど省力効果は上がらないが、システムの構築に際して、操作性・運用面を中心に以下の点を考慮した。

- ① より多くの構造物に適用させるために、汎用性を重視する。
- ② 手書きの要領で作図(操作)できるようにする。
- ③ 作図専用のコマンドを持っている単なるお絵書き用のCADではなく、鉄筋加工図・鉄筋重量表・鉄筋引

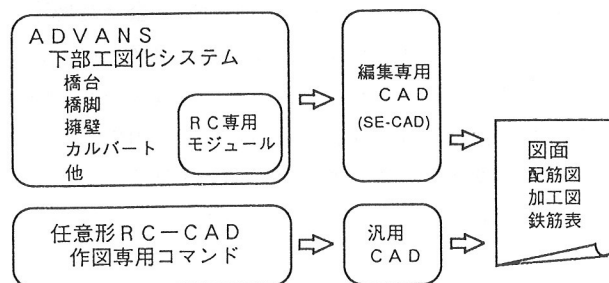


図-1 ADVANSと任意形RC-CAD

*川田テクノシステム(株)開発部部長 **川田テクノシステム(株)設計部設計課係長 ***川田テクノシステム(株)開発部開発一課係長
****川田テクノシステム(株)開発部開発一課

き出しなど定形的なものは自動作成することにより、ミス・漏れを防ぎ、作図効率を高める。

- ④ システム内での自動決定の箇所をなくし、システムから提示された案・候補を設計者が判断しながら作業を行えるようにする。
- ⑤ データの修正・変更に伴い不確定要素が生じた場合は、システム内での自動修正は行わず、設計者の判断を促す。
- ⑥ 作業中の配筋・鉄筋加工図・鉄筋表の情報をいつでも表示できるようにし、漏れのない図面作成を支援する。

3. システムの概要

(1) システムの概要

任意形RC-CADは、「どのようなRC構造物にも対応できるように」を目標に開発した、EWS 4800シリーズ上で動作するCADシステムである。

システムは、図-2に示すように豊富なRC作図専用コマンドと汎用CAD (Expert Design VISIONTM) から構成されており、任意形状の構造物を扱うことができる。

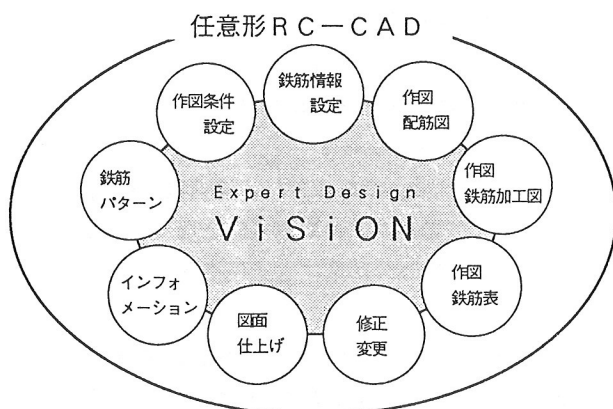


図-2 システム構成 (コマンド)

図面の作図にあたって、最初に構造物の正面図・平面図・断面図などの外形を汎用作図コマンドにより作図し、次に、配筋専用コマンドにより配筋・鉄筋径・加工情報を与えながら配筋図を作成していく。鉄筋加工図・変換鉄筋表は、配筋・鉄筋径・加工情報をもとに自動的に作図される。自動的に作図することのできない鉄筋加工図は、パターン化された加工図の作図機能を使用して作図する。鉄筋重量表も、画面上の鉄筋加工図より自動的に作図される。

(2) システムの特徴

任意形RC-CADシステムは、EWSのもつ数多くの優秀な機能を十分に活かし、さらに以下のような特徴を備えている。

① 多彩な条件設定

作図条件・鉄筋情報を詳細に指示することが可能であり、さまざまな発注機関に適應できる。

② 豊富な汎用コマンド

あらゆる分野において使い込まれている汎用CADをプラットフォームとし、豊富な作図・編集機能をサポートしている。

③ 豊富な専用コマンド

鉄筋を作図するための豊富な作図・編集コマンドを描いている(かぶり・鉄筋線分・ブツ鉄筋・組立筋・寸法線・鉄筋引き出し線など)。

④ 便利な自動ピッチ割り

基準の鉄筋ピッチを与えることにより、自動的に配筋することが可能。

⑤ 優れた鉄筋継ぎ手コマンド

簡単に、鉄筋の継ぎ手を作図・編集することができ(配筋図・鉄筋加工図・鉄筋重量表が連動)。

⑥ 自由に行える鉄筋番号の編集

鉄筋番号の追加・削除・変更が簡単に行える(配筋図・鉄筋加工図・鉄筋重量表に連動)。

⑦ 鉄筋加工図の自動作図

配筋図を作図することにより、鉄筋加工図を自動的に作図する。

⑧ 鉄筋重量表の自動作図

鉄筋加工図を作図することにより、鉄筋重量表を自動的に作図する。

⑨ 鉄筋加工図のパターン化

あらかじめ多くの加工図パターンを準備しており、簡単に加工図タイプの選択が行える。また、パターンを登録することも可能。

⑩ 強力なインフォメーション機能

作図・編集のための豊富な情報問い合わせ機能を装備している。

(3) システムの機器構成

任意形RC-CADシステムのハードウェア構成を図-3に示す。

① EWS 4800基本装置(メモリ32 MB以上、ディスク328 MB以上)

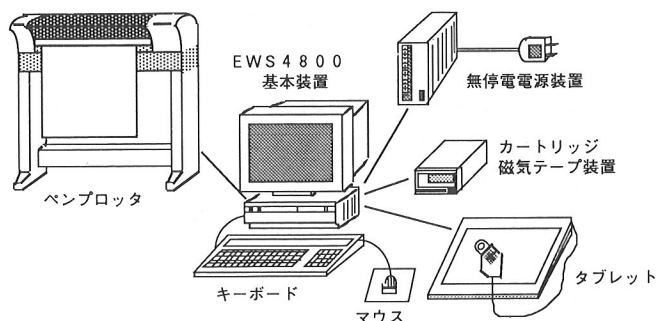


図-3 システム機器構成

- ② キーボード
- ③ マウス
- ④ 20インチカラーディスプレイ
- ⑤ カートリッジ磁気テープ装置
- ⑥ タブレット
- ⑦ ペンプロッタ(A0サイズ)
- ⑧ 無停電電源装置

また、標準ソフトウェアとして、基本OS(UNIX)が必要である。

ディスプレイは、操作性を考慮し、20インチを採用している。また、作業時におけるメニュー選択を簡単かつ迅速に行うためタブレットを採用している。

ペンプロッタ(A0サイズ)は、ユーザーニーズに合わせるため、武藤工業(株)・グラフテック(株)など多くのメーカーの機種に対応している。

無停電電源装置は、マシントラブルによるデータ破壊を防止するため必須とし、非常時のバックアップ電源として使用する。

4. システムの構成

(1) 処理の流れ

任意形RC-CADシステムの処理の流れは、図-4のようになっている。また、主なコマンドの一覧表を図-5に示す。

- ① 最初に、構造物の正面図・平面図・断面図などの外形を汎用作図コマンドにより作図する。
- ② 鉄筋の作図専用コマンドにより配筋図(線分)を作成する。
- ③ 配筋図(線分)を指示し、配筋・鉄筋径・加工情報を与えながら配筋図(鉄筋情報)を作成する。
- ④ 鉄筋加工図は、配筋図(鉄筋情報)を指示することにより自動的に作図される。
- ⑤ 変化鉄筋表は、鉄筋加工図を指示することにより自動的に作図される。
- ⑥ 鉄筋重量表も、作図専用コマンドにより自動的に作図される。
- ⑦ 自動的に作図することのできない鉄筋加工図は、パターン化された加工形状に記号・番号・鉄筋径・長さを与えることにより鉄筋加工図を作図することもできる。
- ⑧ 配筋図(鉄筋情報)を作成する方法として、鉄筋加工図の線分を配筋図に配置することもできる。
- ⑨ さらに、鉄筋のパターンを選択し、寸法を与えることにより、配筋図(鉄筋情報)を作成することもできる。

(2) 条件設定

本システムでは、以下のような細部にわたり条件を設

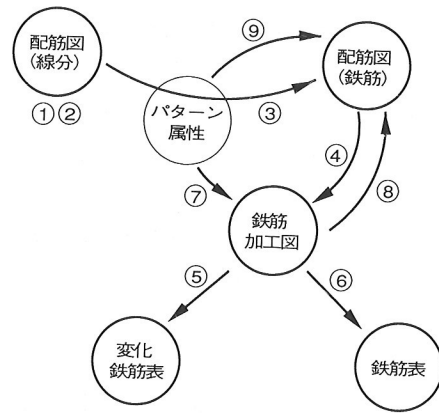


図-4 処理の流れ

定することが可能である。

① 基準設定

以下に示す施主名を選択することにより、それぞれの標準設計図集に準拠した数値・タイプをマスターファイルより検索し、図面・鉄筋条件として設定する。

- ・建設省
- ・日本道路公団
- ・首都高速道路公団
- ・阪神高速道路公団
- ・名古屋高速道路公社
- ・福岡、北九州高速道路公社
- ・北海道開発局

設定された図面・鉄筋条件は、図面設定・鉄筋条件設定コマンドでおのおの変更可能となっているため、上記の施主以外の基準にも適用できる。

② 図面設定

図面設定では、作図のための縮尺・図面サイズ・図面内枠サイズ・図面切り取り線サイズの設定を行うことができる。

③ 作図条件設定

ここでは、鉄筋引き出し線・寸法線などの矢印のタイプ・文字のサイズの設定、鉄筋加工図の作図条件の設定、鉄筋重量表のタイプ・サイズの設定を行う。

④ 鉄筋条件設定

鉄筋定尺長・重ね継ぎ手長・最小鉄筋長・鉄筋重量表のまるめ・曲げ半径などを鉄筋径ごとに設定することが可能である。

(3) 作図処理

配筋図を作図するための豊富な作図専用コマンドを準備しており、大きく分けて4つに分類される。

① 汎用作図コマンド

外形線は、基本的に汎用作図コマンドを使用して作図する。作図方法としては、

- ・仮想線を作図→交点を結ぶ

条件設定コマンド 基準設定 図面設定 縮尺 図面サイズ 図面内枠サイズ 図面切り取り線サイズ 作図条件設定 寸法線 鉄筋引き出し線 矢視 鉄筋情報設定 鉄筋定尺長 鉄筋ラップ長 鉄筋R表示 最小鉄筋長 鉄筋表の種類・サイズ 鉄筋表の数値のまるめ 作図コマンド かぶり作図 鉄筋線作図 鉄筋線作図 段落とし鉄筋 仮想線作図 鉄筋ブツ作図 鉄筋ブツ作図 マルチ作図（円・円弧の場合） 線分からブツを作図 任意の位置にブツを作図 組立筋作図 シングル作図 複写作図	引き出し線作図 引き出し線作図（その1） 引き出し線作図（その2） 引き出し線作図（その3） 引き出し線作図（その4） 配筋図作図（鉄筋情報） 鉄筋情報定義（その1） 鉄筋情報定義（その2） 鉄筋情報定義（その3） 配筋図作図（鉄筋加工図から） 鉄筋継ぎ手作図 ラップ作図（その1） ラップ作図（その2） ラップ作図（その3） 鉄筋加工図作図 鉄筋加工図作図（その1） 鉄筋加工図作図（その2） 鉄筋重量表作図 変化鉄筋表作図 変化鉄筋表作図（その1） 変化鉄筋表作図（その2） 鉄筋番号作図 寸法線作図 シンボル作図 杭の側面図 地盤マーク 水位マーク 中心線マーク その他	修正・変更コマンド 配筋図変更 ラップ位置 ラップ種類 ラップ削除 鉄筋長さ 鉄筋径 関係消去 削除 複写 加工筋図変更 ラップ位置 ラップ種類 鉄筋長さ 鉄筋径 削除 複写 鉄筋表変更 再作図 空欄追加 空欄削除 小計追加 小計削除 表の分割 変化鉄筋表変更 再作図 変更 行の追加 鉄筋番号変更 番号追加 番号削除 番号変更 番号変更（鉄筋表より）	鉄筋引き出し変更 変更 追加 削除 図面仕上げコマンド 折曲げ表示 隠れ線処理 インフォメーション 配筋図の属性表示 鉄筋径・長さ・パターンの表示 加工図のハイライト 加工図なし鉄筋のハイライト 鉄筋加工図の属性表示 鉄筋径・長さ・パターンの表示 配筋図のハイライト 配筋図なし加工図のハイライト 外形寸法表示 鉄筋間隔表示 配筋図と加工図のチェック 鉄筋表にない加工図の表示 鉄筋パターン パターン一覧表示 パターン追加 パターン削除 パターン変更
---	---	---	---

図-5 主なコマンド一覧表

- ・相対座標入力（縦横の寸法入力）
- ・スケッチ作図→長さの入力
- ・データベースからの呼び出し→パラメトリックがある。

② 専用作図コマンド

かぶり線・鉄筋線・ブツ鉄筋・組立筋・鉄筋の継ぎ手など実際に操作し作図を行うコマンドを準備しており、それぞれの機能に応じた便利な専用の作図コマンドとなっている。

③ 属性定義コマンド

配筋図において、鉄筋に相当する線分や鉄筋のブツに、鉄筋径・パターン形状・鉄筋記号・番号・長さ・継ぎ手位置などの情報を属性として付加するコマンドである。このコマンドによって付加された情報から自動的に鉄筋加工図・鉄筋重量表を作図することになる。

④ 自動作図コマンド

鉄筋加工図・変化鉄筋表・鉄筋重量表・鉄筋引き出しなど属性定義された情報をもとに自動的に図形を作図するコマンドである。

(4) 修正・変更処理

任意形RC-CADシステムの専用作図コマンドにより作成された属性が付加された図形は、汎用CADの標準の編集コマンドを使用することができない。

そこで、専用の修正・変更コマンドを準備し、配筋図・鉄筋加工図・変化鉄筋表・鉄筋重量表・鉄筋番号などの修

正・変更に対応している。

(5) 図面仕上げ

最終的な図面の仕上げのために使用するコマンドであり、鉄筋の重なりをずらす処理、鉄筋の曲げ表示部を仮想線にする処理などを行う。このコマンドは、配筋図用に作成した専用の仕上げコマンドであるが、汎用のコマンドを使用することも可能である。

(6) 鉄筋パターン

あらかじめ多くの種類の鉄筋加工図のパターンを準備しており、線分に鉄筋情報を付加する時、単独に鉄筋加工図を作図する場合などにこのパターンを選択して使用する。任意形状の構造物を扱うために、パターンは新規登録・削除・変更を行うことができる。ただし、パターンを構成する図形要素は、直線・円・円弧のみである。

(7) インフォメーション

作業中の配筋・鉄筋加工図・鉄筋重量表などの関連情報をいつでも表示できるような豊富な情報問い合わせ機能を装備しており、漏れのない図面作成を支援する。問い合わせの機能の代表的なものを以下に示す。

- ① 配筋図の鉄筋を指示することにより、関係する鉄筋加工図をハイライトさせる。
- ② 鉄筋加工図が存在していない配筋図の鉄筋をハイライトさせる。
- ③ 鉄筋加工図を指示することにより、関係する配筋図の鉄筋をハイライトさせる。
- ④ 配筋図の鉄筋が存在していない鉄筋加工図をハイ

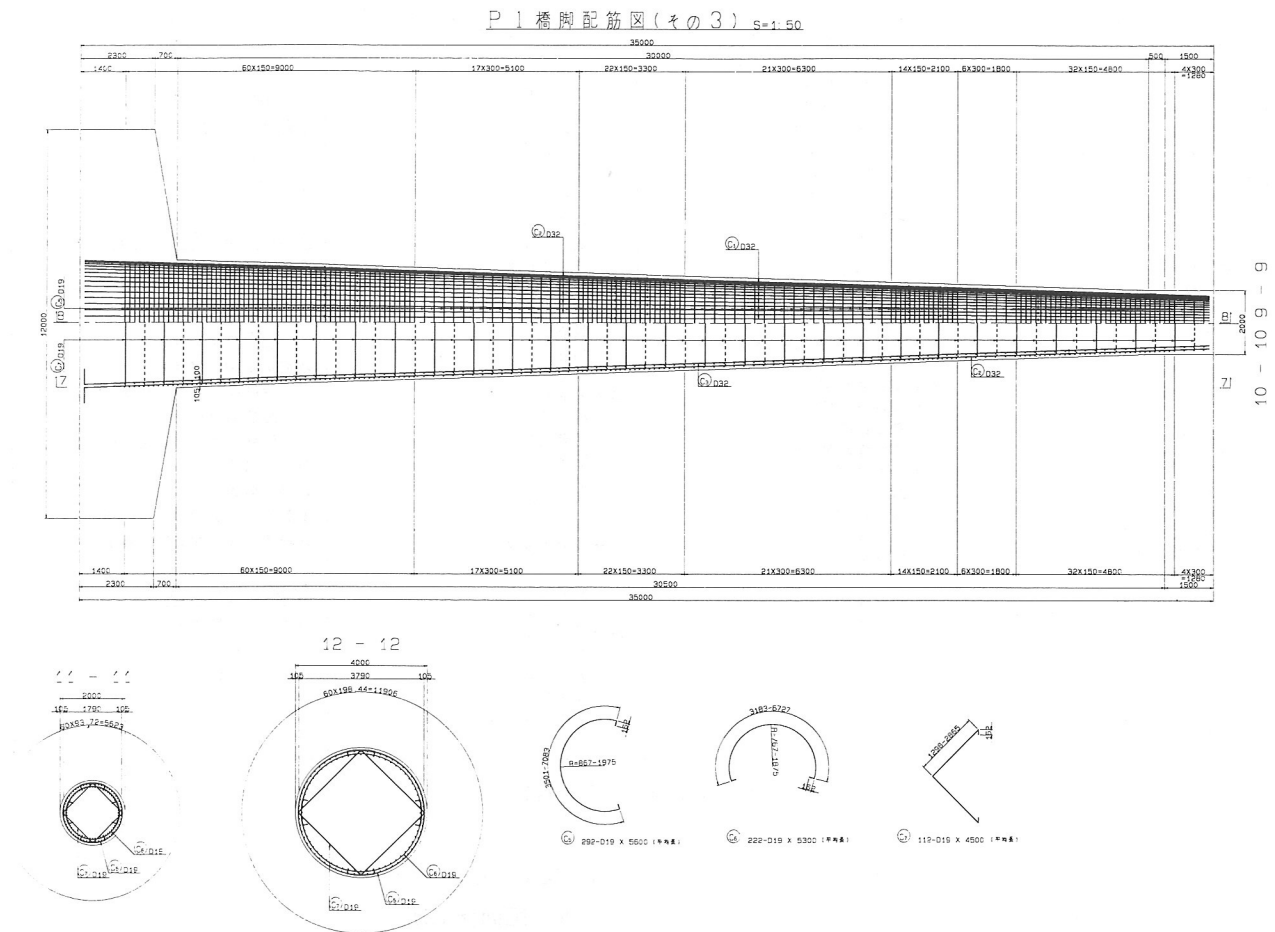


図-6 橋脚の柱配筋図例

ライトさせる。

(8) 汎用CAD

あらゆる分野において設計部門を強力に支援し、高度な設計製図機能を装備した2次元汎用CADシステムをプラットフォームとしている。汎用CADは、以下の機能を持っている。

- ① 完全なマルチウィンドウ、マルチファイル形式。
- ② シミュレーション、トラッキング、リレーション機能。
- ③ 下書き線による、手書き製図感覚。交点、中点の自動認識。
- ④ ファイルの体系的な管理状態をビジュアルに表示させ、図面も同時に表示可能な図面管理。
- ⑤ プロット出力、JIS記号、DXF入出力機能を標準装備。

5. 適用例

図-6に、橋脚の柱配筋図を示す。

6. あとがき

本システムは、任意形状の鉄筋コンクリート構造物の

配筋図を作成するシステムとして開発され、新規に図面を作成するときは、かなりの威力を発揮している。しかし、類似の構造物が多数あった場合、形状を変形しながらの使用において、手数のかかる項目もかなりある。本システムの開発にあたり、著者らは、配筋図・鉄筋加工図・鉄筋表の連動性について研究を重ねたが、鉄筋についての制約条件が多く、現在の汎用CADの機能・ソフトウェア技術では、形状の変形による配筋図の自動修正は、かなり難しい。しかし、今後も操作性の向上、省力化をめざし、新しい技術を研究することにより、自動化の道をめざしていく所存である。

1) Expert Design VISIONは、武藤工業(株)が開発した商品です。