

土木図面作成支援システムの開発

清水建設(株) 正員 加藤 久和
 " 和田 孝史
 " 正員 ○西崎 晶士
 " 岡本 泰裕

1. はじめに

土木分野におけるCADの導入は、橋梁メーカー、および一部大手建設会社がすでに実用化しているというものの、まだ広く一般化しているとは言いがたい。しかながら、最近になり土木学会の情報システム委員会の活動に見られるように、土木の分野でも広い範囲でCAD導入の機運が盛り上がりつつあると思われる。

当社においては、土木CADの開発に昨年着手し、そのサブシステムの一つである「図面作成支援システム」が、現在、テスト使用の段階に至っている。この「図面作成支援システム」の開発は、CAD導入の一般的方法となりつつある市販CADパッケージの導入という方法とはらずに、独自の自社開発で進めている。

そこで、このような開発形態をとるに至った経過、CADに対する考えかた、および、この「図面作成支援システム」の概要を報告する。

2. CAD開発の経緯

2-1 土木CAD全体構想の作成

設計業務は、いうまでもなく多くの作業内容から成り立っている。したがって、設計業務の全体的CAD化を計るには、まず、業務の現状把握とCADイメージの明確化が必要である。そのために、開発着手前に以下のような作業を行った。

(1) 業務の現状分析：土木内勤技術部門における設計業務を対象として、以下のような現状分析を行った。

・設計業務の流れ ・設計業務の単位作業までの展開 ・業務内容の定量的分析

(2) CAD化対象業務の選別：業務現状分析で作成した業務展開表を用いて、CAD化対応可能な業務を洗い出した。同時に、各現状業務に対応したサブシステムのラファイメージを描き、仮称をつけた。

(3) CADサブシステムの設定：(2) で設定した仮のサブシステムを、その処理内容の類似性、関連性などにより分離結合し、サブシステムとして編成しなおした。

(4) 現状業務とサブシステムとの対応表作成：(2) でピックアップしたCAD化可能な業務と、(3) で定義したCADサブシステムとを対応させたマトリックス表を作成し、対応の確認を行った。

(5) CADサブシステムの明確化：具体的な開発計画を作成するために、各サブシステムに対し、以下の内容を明確にした。

- ・処理対象範囲
- ・オペレーションフロー
- ・概略機能
- ・必要な機器
- ・概略開発費用と効果
- ・他サブシステムとの関連

以上のような作業手順で最終的に決定したサブシステムの構成を、表-1に示す。

表-1 土木CADサブシステム構成

土木CAD	設計情報システム	品質機能展開システム
		構造物情報システム
		設計概要情報システム
		設計条件検索システム
システム	設計図書作成支援システム	構造物設計計算支援システム
		設計計算書作成支援システム
		構造解析支援システム
		図面作成支援システム
		数量表作成支援システム
		施工計画作成支援システム

2-2 開発順序の決定

上の各サブシステムに対し、開発効果、開発適時性、緊急性、開発に要する費用、期間、要員などからなる評価項目を設定し評点付けを行った。さらに、この評価表に加え、機器購入、開発効率などを考慮して、サブシ

システムの開発スケジュールを検討した結果、「図面作成支援システム」の開発を最優先させる結論となった。

2-3 「図面作成支援システム」の開発実施計画

(1) システム、コンセプトの明確化

CADシステムを構築しようとする場合、現行の業務処理方式を基本に考えるのか、あるいは、根本的に業務体制も含めた見直しを行うのか、システムの操作は設計者が行うのか、専用オペレーターを前提に考えるのかなどの基本的方針を明確にしておく必要がある。この基本的方針がシステムの性格および開発方法を左右する。

我々は、次のような理由で、現行の業務処理方式を尊重し、設計者自身が操作するシステムを目標とした。

- ・ 現行の業務処理形態まで変えようとするならば、CAD化に対する抵抗が大きくなる。
- ・ 設計者が操作することにより、設計者のアイデアをシステムの改善、向上に結び付けることができる。
- ・ 将来的には、コンピュータ関連機器の低価格化により、一人一端末の時代も夢ではない。その場合、設計者全員が操作できるシステムでなければ意味がない。
- ・ 土木の製図作業は単に線を描く作画作業ではなく、力学的な理解、構造細目に関する知識などを必要とする設計そのものである。

(2) 開発方式の決定

CADシステムの開発方式として、次の三つの方式が考えられる。

- ① 自社開発、② 市販システム購入、③ 市販システム購入＋カスタム化

「図面作成支援システム」の開発方式を決定するために、まず、市販システムに対して

- ① システム、コンセプトへの適合性 ② 要求機能の充足度 ③ 購入費用

などについて調査し、そのまま利用することを検討した。その結果、適当な既存システムは見当たらず、選択枝は、自社開発と市販システムのカスタム化に絞られた。

そこで、自社開発については、社内の保有技術についての調査、市販システムについてはカスタム化の難易性について検討した。

その結果、社内の建築設計部門ですでに実用化されていたCADシステム「STEP」¹⁾の開発過程で得られた基本システムを利用して自社開発をした場合、市販システムのカスタム化の場合に比較して、費用的、工期的に有利であることが明らかになった。さらに、ユーザーである設計者の要求がきめこまかシステムに反映させることができるというメリットも考慮して、「図面作成支援システム」を、自社開発することとした。

3. 「図面作成支援システム」の概要

3-1 機器構成

本システムは、ホストコンピュータとしてIBM3081Kを用いたホスト接続型のシステム構成を取っている。

表-2に、CADワークステーションの機器構成を示す。

表-2 使用機器

マルチステーション	IBM5550
カラーグラフィック、 ディスプレイ	D-SCAN GR-2414
カラーハードコピー	D-SCAN CH-5202
静電プロッター	D-SCAN EP-700

このうち、マルチステーションは、ホストコンピュータとグラフィック、ディスプレイとの間のデータ制御、作業開始時の図面情報の設定、および、作図作業項目の選択などに用いられる。作図作業の中心となるのがカラーグラフィック、ディスプレイであり、入力操作はスタイラスペンとタブレットを用いて行う。成果品としての図面は、静電プロッターで出力する。これは、A0サイズの図面まで高速出力でき、消しゴムでの修正も可能である。

3-2 プログラム構成

「図面作成支援システム」のプログラム構成は、先に述べた自社開発建築設計用CADシステム「STEP」と基本的には同じである。すなわち、以下に示すものは共通のソフトを用いている。

- ・ マスタ、スケジューラ(アプリケーション、プログラムの制御、対話画面の制御、データベースの更新、エラー処理などの機能をもつ)
- ・ GRスケジューラ(グラフィック、ディスプレイ上での作業項目の選択に基づいてGR用アプリケーション、プログラムの制御、図形メニューの表示などを行う)
- ・ 図形出力パッケージ ・ GR用図形出力パッケージ
- ・ 図形メニュー、サブシステム ・ マーク、サブシステム ・ 熟語サブシステム

土木用として新規に作成したものは、アプリケーション、プログラムと、図形メニュー、マーク、熟語などの各種ファイルの中身のデータである。

3-3 機能の概要

- (1) 適用対象：総合建設業土木部門の業務対象とする構造物は、非常に多岐に渡るため、適用対象物を限定することは、CADの活用機会を狭めることとなる。したがって、本システムでは、基本的作図機能を充実させることで、あらゆる工種、構造物の図面作成を可能なものとしている。
- (2) 適用設計段階：企画設計から実施設計にいたるまでの各設計段階における作成図面の内容を分析した結果、土木では、各設計段階で同じ内容の図面を繰り返し作成することが多く、後段階の図面ほどグレードと密度がたかくなることが分かった。そこで、実施設計、詳細設計など後の設計段階の図面を作成できる作図機能を持たせることにより、全設計段階をカバーできるようにした。
- (3) 効率的な配筋図作成機能：RC構造物の配筋図は、一枚の図面に盛り込む図形量の多さにより、手書きの場合、多大の労力を要する。しかし、図形の内容は、同一パターンの繰り返しが多いため、一括して配筋線、あるいは、鉄筋引出線を発生させるアプリケーションを備えることにより、効率的な作成が可能となる。
- (4) 建設機械発生機能：施工計画図に不可欠な建設機械の図柄が、あらかじめ登録されており、メニューを選択するだけで容易に発生させることができる。
- (5) 図形データの属性と関連性：土木の設計図面は、発注者と設計者とのやりとり、あるいは、現場状況による設計変更など、図面修正が頻繁に行なわれる傾向がある。したがって、土木製図用のシステムとしては、修正作業の効率のよさは重要である。そのために、このシステムでは図形データが、単なる幾何学的情報のみでなく、属性と他のデータとの関連性を持たせることにより、一部のデータの修正により、他の関連データの自動修正ができるようになっている。たとえば、寸法線、寸法補助線、および、寸法値は相互に情報を持ち合っているし、鉄筋引出線と鉄筋線も情報を持ち合っている。したがって、寸法線や鉄筋線が消去された場合には、関係のある寸法値や引出線が自動的に消去される。
- (6) 図面編集機能：土木の図面用紙はA1サイズなど大サイズの内紙を用いることが多く、一枚の図面は複数の図で構成されることが多い。図の配置は、図面の見映えも左右し、配置の不具合が手戻りの原因となる場合もある。したがって、図単位で自由かつ容易に編集できることは土木用システムとして必要条件であ

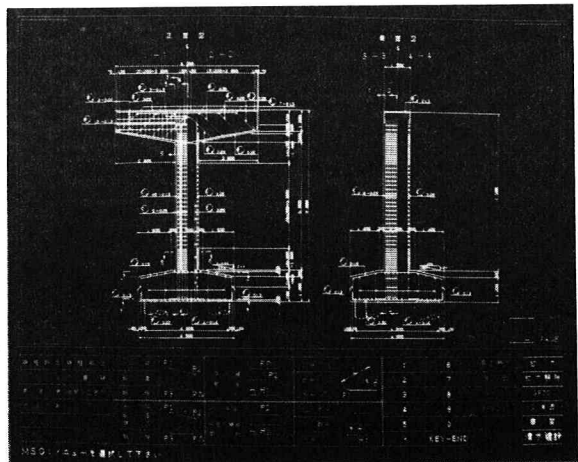


写真-1 作図中の画面例

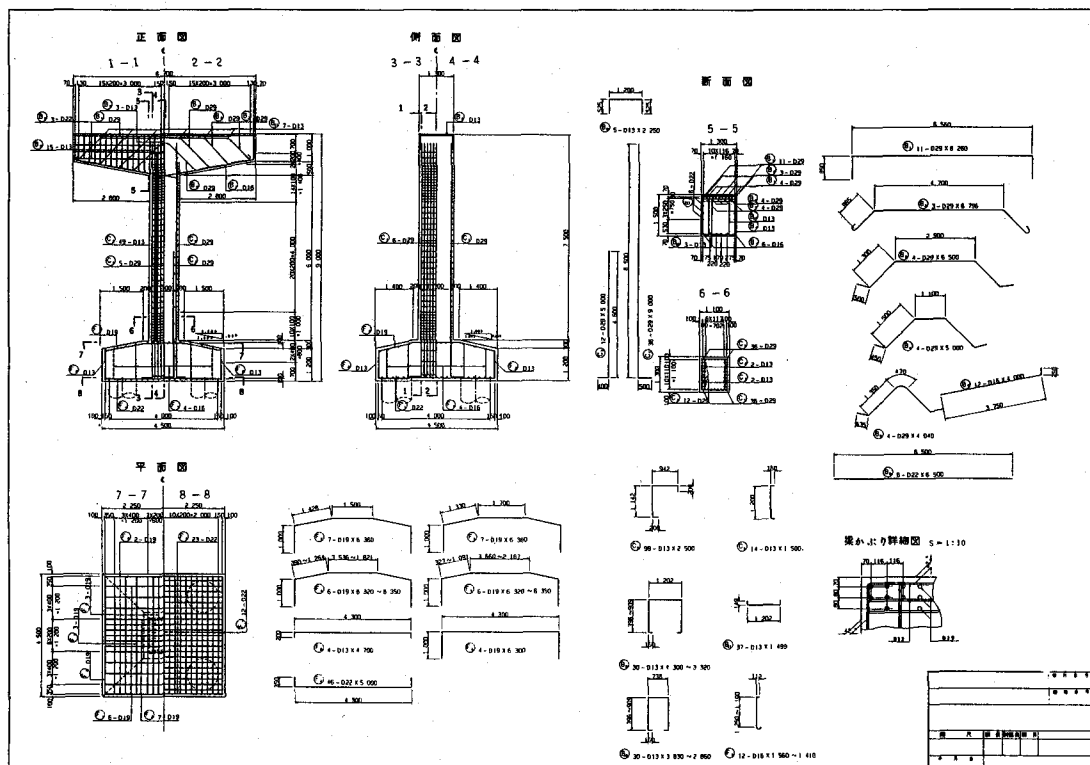


図-1 プロッター出力例

る。このシステムでは、作図する図の枠の大きさを任意に設定し、これを一枚の図面用紙に自由に配置できるようにしている。

- (7) オンスクリーンメニュー方式によるマニュアルレスの操作性：このシステムは、設計者自身が操作することを前提としたものであるため、操作の分かりやすさを重視した。そのために、写真-1に示すようにグラフィック、ディスプレイ上に図形処理の内容と入力手順を図解した図形メニューを表示し、これを選択するだけで図形処理プログラムが起動するようになっている。この図形メニューの他にも、操作メッセージおよびエラーメッセージが表示されるために、スクリーン自体が操作マニュアル的な役割を果たしている。なお、メニュー、メッセージなどは、土木技術者が日常使っている用語で表現されていることは言うまでもない。

4. 作図例

図-1は、「土木製図基準」の添付図面の一枚を一部省略、配置変更を加えて、このシステムで写真し、プロッター出力したものである。

5. おわりに

現在、CAD導入の検討、準備を行っているところが多いと思われるが、その参考になることを願って開発の事例報告を行った。次の機会には、利用の事例報告を行いたい。

【参考文献】

- 1) 横田、岡田：建築におけるトータル設計支援システムSTEP、PIXEL、NO.14、PP.153-160、1983
- 2) 土木学会：土木製図基準(昭和51年版)