

## 縦断計画支援CADシステムの開発について

中央復建コンサルタンツ㈱ 山尾 弘昌

〃 〃 〇小林 敏宏

(株)北園ソフトサービス 北園 三男

### 1. はじめに

土木設計における電算機利用は、構造解析等計算処理は長年に渡る利用を通じてシステムとして確立された。しかし、『幾何線形計画、構造計画等の計画段階』あるいは『配筋図等詳細設計作成』の様に試行錯誤による作業が在り、しかもその結果として図形処理を伴う箇所については、十分利用しているとは言い難い。そこで当社では、これらの支援システム開発が成果品の品質向上、生産性向上に重要であると考え、パソコン、EWSをベースに開発を進めている。

今回紹介する支援システムは、パソコン汎用CADをベースに構築しており、汎用CAD独自が所有しているデータベース、ファイル制御機能、およびユーザサポート機能を有効に活用しながら開発を行った。これによりユーザは対話式で作業を行い、入力値結果を逐次表示、確認しながら作業を進めることが可能である。従って幾何線形計画のようにトライアル作業が多いシステム開発には、汎用CADは最高のマン・マシン・インターフェースと言える。

今回のシステムは、その幾何線形計画のうち縦断計画に着目したものであり、市販の汎用CADをベースに構築したその考え方、および内容を説明する。

### 2. 土木製図システムの現状と問題点

現在、土木製図のシステムは、概ね次の3種類に分類できる。以下それぞれについて、現状と問題点を整理し、縦断計画支援システムを構築するに当たっての方向性の検討材料とした。

#### 2.1 一括（バッチ）型処理

入力データを予め決定しておき、自動設計プログラムを通して一括で図面および数値を出力する。計算機出現当初から試みられた手法で、構造解析等多くの計算時間を必要とする処理にはかなりの威力を発揮してきた。しかし、自動処理させるために全入力データを初めに決定し、入力ミスおよび不確定要素の無い状態にしてからでないと処理が不可能なため、処理範囲を限定したものでなければ開発は困難である。従って、非常に硬いシステムと言われ省力効果も大きいが制限も多い。

#### 2.2 専用会話型処理

一括型処理に欠けていた全入力データ初期設定を処理途中でも入力可能にし、途中結果を参考にしながら適切な入力ができることから汎用性に富んだシステムである。しかし処理が複雑となり、一括型処理と比較してシステム規模が大きくなりすぎ、開発に時間と費用を必要とする。また完全な専用会話型にするには、大型計算機による汎用CADに匹敵する処理機能が要求される。

#### 2.3 汎用CAD

最近のパーソナルコンピュータ性能、周辺装置、OAソフト、および汎用CADソフトの機能向上により急速に普及し、低価格も伴って、大企業から中、小企業まであらゆる業種で利用される様になった。確かに作図機能、処理スピード等の各種機能は充実し、また使い易く電算機アレルギーを感じさせない。しかし、

その反面汎用CADであるために、土木専用コマンドが存在せず、少しの処理も逐次操作入力しなければならない欠点もある。

以上のことより現状の問題点をまとめると、一括型処理、専用会話型処理は一貫したシステムで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、開発に多大の時間と費用が必要となる。また、汎用CADは、導入後すぐにある程度の効果が現れるが、全てマニュアル操作のため一意的に決まる処理に対しては煩雑さを感じる。

従って一括型の自動処理と汎用性の高いCAD、しかも低価格であるパソコンでの開発が可能ならば、使い易く・安価に・どこでも・簡単に利用できると言うことになる。

### 3. 縦断計画支援CADシステム

#### 3. 1 システム開発構築ベースの選定

現状の問題点を解決することは困難であると思われるので、縦断計画支援システムに適應した処理形式を選択し、それをベースに操作性、機能性を考慮して構築する。

従来の縦断計画は、コントロールポイントとなる地形、既存構造物等の制約情報を把握し、それらを踏まえながらマニュアルによるトライアル計算を行い最終決定する手法を取っていた。

従って、入力値に対する結果を即時に視覚で確認でき、またその結果に対する修正、再入力の容易性、ある程度の一括処理による自動計算が、組込めることが可能な処理型式が最適であると思われる。従ってこれらの要点を最も吸収できるのは入力値を逐次表示、確認、修正が容易に行なえる汎用CADであり、これをベースに縦断計画に際して必要と思われる一括型処理の自動計算プログラムを構築する。

#### 3. 2 計画支援システムのイメージ

汎用CADの特徴を生かしながら縦断計画を行う上で必要な一括型処理のコマンド（プログラム）を作成するが、次に示す基本概念を基にその構築を行う。

##### 基本概念

- (1) 図面出力様式の汎用化。
- (2) CADデータへの属性附加に伴う操作の省力化、簡略化。
- (3) 汎用CADの特性を生かしたデータ管理。

以上3項目の基本概念および図-1に示す操作イメージより次に示す9コマンドを構築する。

- ①基本設定コマンド
- ②地盤入力コマンド
- ③クラウン線分コマンド
- ④縦断曲線コマンド
- ⑤中間値設定コマンド
- ⑥縦断計算コマンド
- ⑦距離測定コマンド
- ⑧VCL寸法コマンド
- ⑨変則縮尺コマンド

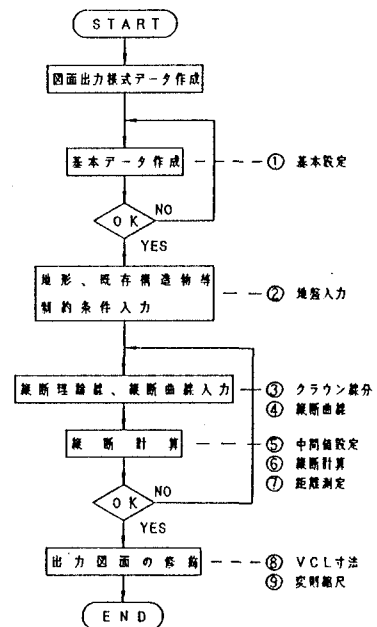


図-1 縦断計画支援CADシステム操作フロー

3. 3 支援システム詳細

システム詳細は前述した基本概念の3項目別に紹介する。

(1) 図面出力様式の汎用化

図面出力様式は道路、鉄道等の対象分野、業務受注先によって異なっている。

その相違点を吸収すると同時に汎用性を持たせるため、図-2に示す項目についてファイル化を行う。

| 縦断計算項目リスト  | 道路／表示タイプ | 2                  |
|------------|----------|--------------------|
| 項目名        | H i 機能   | 桁数                 |
| "          | 40       | " \$1 " "F7.3"     |
| " 計画高"     | 20       | " \$2 " "F7.3"     |
| " 切土高"     | 20       | " \$2-\$3 " "F6.2" |
| " 盛土高"     | 20       | " \$3-\$2 " "F6.2" |
| " 地盤高"     | 20       | " \$3 " "F6.2"     |
| " 累加距離"    | 20       | " \$4 " "F7.3"     |
| " 単距離"     | 20       | " \$5 " "F7.3"     |
| " 測点"      | 20       | " \$6 " "F7.3"     |
| " 平面線形曲率図" | 40       | " \$7 " "          |
| " 片勾配据付図"  | 50       | " \$8 " "          |

①入力項目は、項目名、H i、機能、桁数の4種類。  
②各項目仕様。  
項目名：バンド左側に表示する各行の項目名称。  
H i：各行の行巾（mm）。  
機能：各行に表示される数値の論理式番号。  
桁数：各行に表示する数値の桁数指定。

図-2 図面出力様式ファイル仕様

以上より、いかなる様式のバンドも対応可能となり、また機能番号を指定することにより、縦断計算結果を一度に数種類表示することも可能である。

(2) C A Dデータへの属性附加に伴う操作の省力化、簡略化

○点要素への縦断計算用初期データ附加

支援C A Dシステムは、独立した9コマンドより構成されており、そのうち②地盤入力、③クラウン線分、⑥縦断計算、⑦距離測定、⑧V C L寸法の5コマンドについては作動するたび図-3に示す初期データを入力する必要があり、操作性に問題が生じた。

これを解消するために、最初に①基本設定コマンドにより初期データを点要素に附加した。これにより上記5コマンドを作動する時、最初に初期データを附加した点要素をマウスでヒットすることで、データを認識するため入力の操作を除くことになり、操作性の向上を図った。

・点要素附加属性

・各コマンド別点属性の必要性

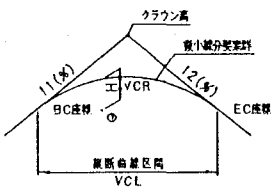
|     |    |   |             |
|-----|----|---|-------------|
| 道路  | ?  | = | 例           |
| 縦断  | 鉄率 | = | 1 0 0       |
| 縮小  | 定  | = | 5 0 0       |
| バンド | 断面 | = | F K P L A N |
| バンド | 項目 | = | 5 0         |
| バンド | 表示 | = | 3           |
| バンド | 項目 | = | 2           |
| 縦断  | 項目 | = | 2           |
| バンド | 表示 | = | 3 1 0       |
| バンド | 項目 | = | S 1 + 1 5   |
| バンド | 表示 | = | S 5 - 3 5   |

| コマンド名     | 属性の必要性 |
|-----------|--------|
| ① 基本設定    | 無      |
| ② 地盤入力    | 有      |
| ③ クラウン線分  | 有      |
| ④ 縦断曲線    | 無      |
| ⑤ 中間値設定   | 無      |
| ⑥ 縦断計算    | 有      |
| ⑦ 距離測定    | 有      |
| ⑧ V C L寸法 | 有      |
| ⑨ 変則縮尺    | 無      |

図-3 点属性仕様および各コマンド別属性必要性

○縦断曲線中の距離計算

④縦断曲線コマンドで表示される曲線は、微小線分要素に分解して表示されている。そのため図-4に示す様にある点①から縦断曲線迄の距離（H）を算出する場合、精度に問題が生じ、また反対に精度アップすると要素数が増加し、レスポンスに影響がある。



本システムでは微小線分要素数は、レスポンスを考慮した 図-4 縦断曲線属性附加  
分割数とし、精度を確保するために、各微小線分に属性（VCL、VCR、I1、I2、クラウン高  
BC座標、EC座標）を附加した。これにより図-4に示す距離（H）を算出する場合、点①を通る  
垂直線と交差する微小線分の属性を読み取り、内部計算を行う（⑦距離測定）ロジックとした。

（3）汎用CADの特性を生かしたデータ管理

現在市販されているパソコン汎用CADには、『色』、『レイヤー』によるデータ管理がなされて  
おり、これを利用して各計算入力値の選択によるレスポンスの向上、編集の容易性を図った。図-5  
に『色』、『レイヤー』によるデータ管理状況を示す。

| レイヤー番号 |    |    |    |  |  |  |
|--------|----|----|----|--|--|--|
|        | 1  | 2  | 3  |  |  |  |
| 4      | 5  | 6  | 7  |  |  |  |
| 8      | 9  | 10 | 11 |  |  |  |
| 12     | 13 | 14 | 15 |  |  |  |

| レイヤー番号 | 色 | 彩 | 内 容        |
|--------|---|---|------------|
| 1～4    |   |   |            |
| 5      | 白 | 紫 | クラウン線      |
| 6      | 青 | 紫 | 縦断曲線       |
| 7      | 黄 | 紫 | メッシュ線      |
| 8      | 黄 | 紫 | 地盤線        |
| 9      | 緑 | 紫 | 地盤線        |
| 10     | 緑 | 紫 | 地盤線        |
| 11     | 黄 | 紫 | 地盤線        |
| 12～14  |   |   |            |
| 15     | 黄 | 紫 | 点要素（初期データ） |

図-5 『色』、『レイヤー』によるデータ管理状況

図-5に示す様に、計算結果は、項目別にレイヤー管理、色管理されているため、一度計算を終了  
した後のデータ編集（修正、消去、再入力）は、編集機能、レイヤー操作を利用することにより、容  
易に行うことが可能である。

4. まとめ

今回のシステム構築方法は、パソコンの膨大な市販ソフト群（OA、CAD、解析、OS、ウインドウ、  
ワープロ、AI…）とのリンクにより実現されたものである。この手法は構築するシステムのイメージを、  
ベースとするソフトの各種機能が十分吸収できるか否かの判断が最も重要であり、この縦断計画支援CAD  
システムはその成功例の一つと言える。

従って今後のシステム開発は、市販ソフト資源を有効に利用して、いかに土木システムに仕立て上げるか  
が『開発期間の短縮』、『費用の低減』の面でも重要なポイントとなる。