

グラフィック・ディスプレイを利用した土木構造物の

設計システム『PEACES』について

五洋建設(株) 正会員 佐藤一郎

〃 滝口康正

〃 〇 菊上隆秀

竹内信夫

中山邦弘

正会員 岸田典史

1. はじめに

電算機の発達と普及により、設計分野でのその利用も不可欠のものとなっている。繰り返しの単純計算、大量データ記憶機能の高速性により、その利用を始めている。例えば、自動設計・製図システムでは電算機のこの機能を最大限に利用し、自動製図機との連結により設計図面の作成までを可能にしたものである。業務の省力化、迅速化などでの効果はあがった。しかし、構造物の設計作業では常に設計者の判断、意思の介入が必要であり、システムはそれを許容するものでなければならぬ。

従来システムの欠点を改めて、人間(マン)と機械(マシン)の特徴を有機的に結び付けたマン・マシン・システムとして、このたび「PEACES」(Penta Advanced Civil Engineering System)を開発した。

PEACESは、土木構造物の設計を対象に、グラフィック・ディスプレイ装置を利用するCADシステム(電算機による設計援助システム)である。設計者は判断業務を、電算機は計算とデータ記憶を受け持ち、設計を進めることになる。このシステムを利用することにより、設計者は各々の要件を満足する最適な結果を短時間のうちに手に行うことができるようになる。以下、本システム・PEACESの概要を紹介する。

2. 開発の経緯

従来システムは、解析業務や各種安定計算などに利用している単一処理システムと自動設計・製図システムのような二重処理システムであった。これらのシステムには以下のような問題点がある。

(1) 単一処理システム

- ・ 適用業務ごとに開発されたため、他の適用業務とのインプット・アウトプットの関連がとれない。
- ・ それぞれ単独に利用するので、最終結果を得るまでに時間がかり過ぎる。

(2) 二重処理システム

- ・ 構造、判断基準、設計手順を標準化しやすい業務が中心で適用業務が限定される。
- ・ 設計者の介入する部分が多く、創意・工夫が設計に反映できない。
- ・ 汎用性を追求すると、開発コストが増大する。
- ・ 標準化したものが変わり、すぐ陳腐化する。したがってメンテナンスも多くなる。
- ・ 処理がブラック・ボックス化し、設計者はインプットとアウトプットのみを扱うことになる。処理手順や論理を理解しないで利用する傾向が強い。

また、従来システムにおいては、以下のような共通した問題点がある。

- ・ モジュール化思想がなく、機能の追加や修正が難しい。
- ・ プログラミング技法を統一していないため、他のシステムでのデータの共用ができない。

一方、設計面では、対象となる構造物が画一的に取り扱えず、システム化の難しいものが多いのは前述の通りである。そのため、設計の各段階では常に設計者の創意性と総合的な判断を必要とする。電算機のみ効果的に活用を考えると共に適用範囲の拡大を図るためには、上記の問題点を解決しなければならない。その解決方法

としては、設計者が電算機で計算された結果を見ながら作業を進めることができる対話型への移行が必須となった。

3. システム開発

(1) 基本的構想

PEACESの開発にあたっては、次のことを基本構想とした。

α) 使いやすいこと

- ・ 判断しやすい資料を提供できること
- ・ 利用に際し、マニュアルを必要としないこと
- ・ データの入力方法が統一しており、データの作成労力が少ないこと
- ・ 各サブシステム間において、データの共用が可能であること
- ・ 対話型で使い、結果の入力が早いこと
- ・ 操作が簡単であること

β) メンテナンスへの対応が容易なこと

- ・ システム開発者以外の人でもメンテナンスしやすいシステムであること

γ) 拡張性があること

- ・ 統一したシステム設計思想により、順次サブシステムの追加ができること

(2) 採用した手段と手法

上記構想を実現させるため、次のような手段と手法を採用した。

α) ハードウェア面

- ・ 即時処理システムの採用
- ・ グラフィック・ディスプレイ装置の導入
- ・ 座席読取機の導入

β) プログラム開発面

- ・ プログラムのモジュール化
プログラムを機能別に分解して独立性を持たせることにより、保守を容易にし、拡張性を付与させる。
- ・ ストラクチャード・コーディング
プログラムの構造と流れの標準化をばかり、論理を分かりやすくし、保守を容易にする。
- ・ トップ・ダウン開発
プログラム名と変数名を系統化し、上位のプログラムから開発、テストを行う。これによりテストが効率的となる。
- ・ HIPPO
プログラムの機能やデータが明確になると共に、開発と文書化が並行作業となる。
- ・ 定期的レビュー・ミーティング
開発チームの情報交換、確認、システムチェックなどを行う。

4. PEACESの特徴

(1) ハードウェア面

- ・ グラフィック・ディスプレイ装置の利用

入力データや結果が図化できるので、設計者にとってチェックや判断が容易である。

- 座標読取機の利用

構造データなど座標の入力に使用し、設計者のデータ作成能力を軽減してやる。

- 即時処理システムの利用

データの修正、追加、そして計算が直ちにできる。

(2) システム面

- 徹底的なサブシステム化

システムは独立したサブシステムとして構成しているので、関連を持たせた処理(連鎖処理)、単独処理にも利用できる。サブシステムの組合せは設計者が決めることになり、処理手順に柔軟性がある。

- 対話型での利用

設計者は、電算機から送られてくる管面上の結果に判断を下し、データの修正や追加をする。これを繰り返すことにより、構造物の設計ができる。

- データ・ベース化

サブシステム間で必要なデータは、お互いに共用できる。従って各サブシステムは、データの作成が少なくて済み、使いやすくなっている。

- 多彩な入出力機能

データの入力はカード或いはキーボードで介し、又座標値の入力は座標読取機からも可能である。

出力は、そのまま報告書として利用できるように、A-4版で統一している。

5. サブシステム

PEACESを構成する適用業務サブシステムの関連を図-1に示す。

又、各サブシステムの機能は次の通りである。但し、一部はサブシステム名だけの紹介とする。利用に際しては、サブシステム群の中から1つ以上を選んで処理することになる。

(1) 設計条件入力サブシステム

初期設計条件の入力とチェックを行う。平面座標などは、座標読取機からも入力できる。

(2) 構造データ作成サブシステム

床版、はり、くいのどの構造寸法の入力とチェックを行う。

(3) くいの設計サブシステム

斜ぐいを含む立体組ぐいの応力算定や、支持力算定により、くいの断面、全長を決定する。

(4) 斜面の安定検討サブシステム

築堤構造物の円形すべりに対する安定計算を行う。

(5) 数量算出サブシステム

コンクリート、型枠、鉄筋数量などを算出する。

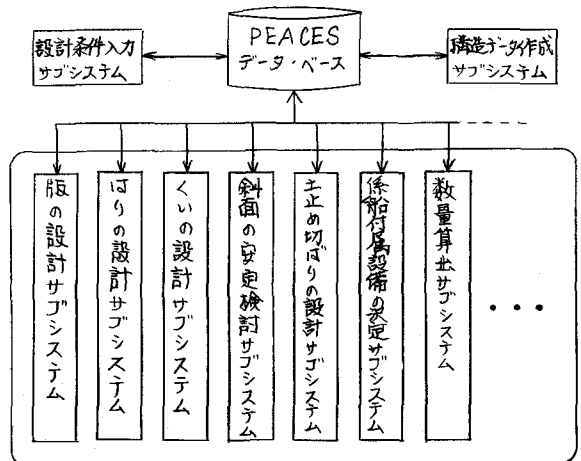


図-1 サブシステムとデータの関連

(6) その他のサブシステム

- ・ 版の設計サブシステム
- ・ ばりの設計サブシステム
- ・ 土止の切ばりの設計サブシステム
- ・ 矢張壁の設計サブシステム
- ・ 係船付基設備の決定サブシステム

6. サブシステムの組合せ例

サブシステムを組合せて応用例として、さん橋における連続ばりの設計を以下に示す。

(1) 設計条件入力サブシステム

許容応力度、鉄筋、荷重などのデータの入力とチェックを行う。

(2) 構造データ作成サブシステム

くい頭の配置などを座標読取機より入力する。次に、くい頭を中心としてX、Yの4方向へ出るばりの形状タイプを決定する。(写真-1)その後、各ばり毎の諸元を表示し、断面寸法の修正や、小ばりの追加、削除を行う。

(3) ばりの設計サブシステム

連続ばりとして解析するばり列、載荷荷重などを選択して、変断面連続ばりとして応力解析を行う。(写真-2)次に、配筋計算を行う断面を任意に選択して、鉄筋の径とピッチを決定する。(写真-3)ばり列、載荷荷重などの選択を繰り返して各種のケースにわたって検討する。

7. 終りに

今まで土木構造物の設計は、自然条件、施工条件や工法などが多岐にわたり、標準化が困難であった。システム化が遅れた要因が、そこにあったものと思われる。当システムは、これらの標準化を設計者に任せる方法をとることにより、開発したものである。今後もシステム開発における基本構想や開発手法、手段を継続して、サブシステムの追加を図り、より適用範囲の広いシステムへと発展させる予定である。

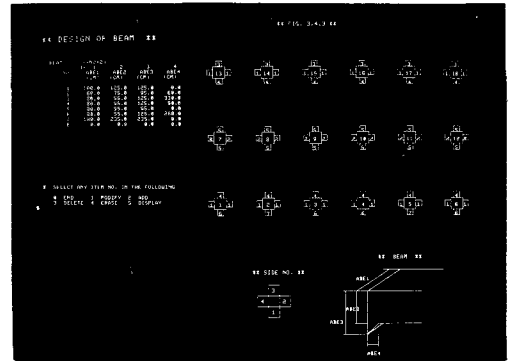


写真-1 ばりタイプの決定画面

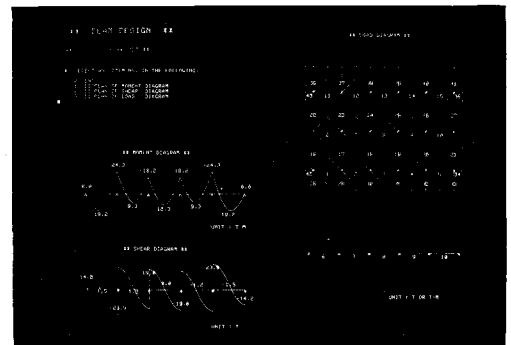


写真-2 応力結果の表示画面



写真-3 配筋結果の表示画面