

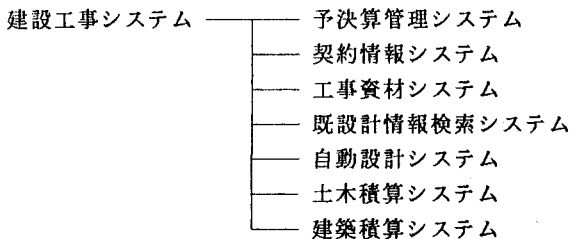
鉄道建設工事支援システム

構造物設計事務所 正員 稲葉 紀昭
東京第一工事局 システムセンター 正員 久保田直樹
○ 正員 井口 光雄

1. まえがき

国鉄では、建設工事関係業務の効率化を目的として、昭和43年度に建設工事システムの開発に着手し、事務関係（予決算管理、契約情報、工事資材）および技術関係（既設計情報検索、自動設計、土木建築積算）のサブシステムを順次使用開始してきた。地域的にも当初の東京地区のみの利用から、東北新幹線建設にあわせて東北地区への利用拡大を実施し、昭和57年度からは、全国各工事局への拡大を進め、昭和59年4月には全国拡大を終了させた。

建設工事システムは、大きく分けて7つのサブシステムから構成されている。



各システムの規模および処理形態を表-1に示す。

本報告では、これらのうち特に自動設計システムについて、その概要および運用形態等について報告する。なお、併せて関連するデータベースシステムについても報告する。

2. 自動設計システムの概要

一般的な設計の流れは、次の5段階で考えることができる。

- (1) 構造計画（形式の設定、材料の設定、工法の設定など）
- (2) 使用断面の仮定（幾何形状の仮定など）
- (3) 構造解析（荷重の決定、静的動的・線形非線形応答量の計算など）
- (4) 応答量の評価（断面計算など）
- (5) 設計図書作成（図面計算書など）

システム名	プログラム本数	ステップ数	処理形態
予決算管理	560 本	29.6 万	バッチ・リアル併用 分散
契約情報	120	4.4	バッチ 分散
工事資材	203	7.1	バッチ 分散
既設計情報検索	15	5.6	バッチ T S S 併用 分散 (検索) 集中 (蓄積)
自動設計	48	23.1	バッチ T S S 併用 分散・一部集中
土木積算	960	45.0	バッチ T S S 併用 分散 (チェック) 集中 (本積算)
建築積算	130	5.1	バッチ T S S 併用 分散 (チェック) 集中 (本積算)

表－１ システム規模と処理形態

プログラム名	54年度	55年度	56年度	57年度	58年度	59年度	60年度	合計
掘削土留工	—	—	965	1929	3422	4316	443	11075
L形擁壁	115	133	181	408	287	456	176	1756

表－３ プログラム利用件数

この場合、(4)の結果により再度(1)からやり直しになる。一般の設計者にとって多大の労力を必要とするのが、(3)や(5)であるのは国鉄でも同じである。

こうした状況から望まれるのが、質の良いプログラムであるのは言うまでもない。現在、自動設計システムで保有している設計関係プログラムの主なものは、表-2に示すとうりである。

これらの、プログラムは大別して4種類になる。

- (1) 構造解析等汎用プログラム
- (2) 一貫した自動設計プログラム
- (3) 部材の設計等部分部材設計プログラム
- (4) CAD等作図・作画プログラム

現在のところ、これらを使用することで、非常におおまかな計算であるが鉄道建設工事における設計業務の約70%程度は処理できると考えられる。加えて、これらによるまでもない小規模計算等はパソコンを使用することによって簡単に処理が可能である。

3. 図形処理システムへの取組み

コンピュータを使用した設計計算における通常の出力は英数字漢字の印字であるが、一般の場合大量の文字列の羅列になってしまう。このため、XYプロッター等を使用して図化を行う方法が多くとられてきた。今日でもその状況にさほどの変化はないが、コンピュータ周辺機器の低価格化によってグラフィックディスプレイ等の使用が可能になった。このため、我々も富士通製のファームウェアであるICAD/SDS3の導入をはかるとともに、既存の図形処理システム等のCADシステム化および主としてコンクリート簡易構造物の本格CAD化を推進中である。

図-1に図形処理システムの概略構成図を示す。

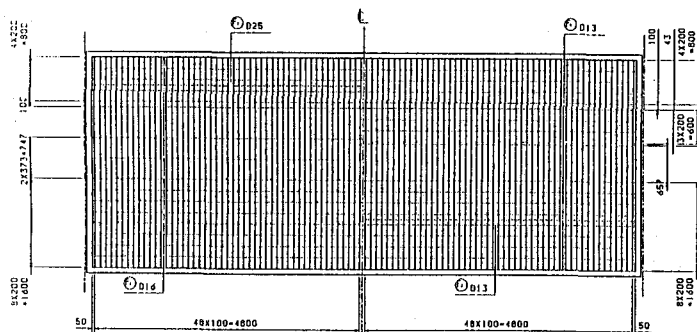
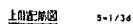
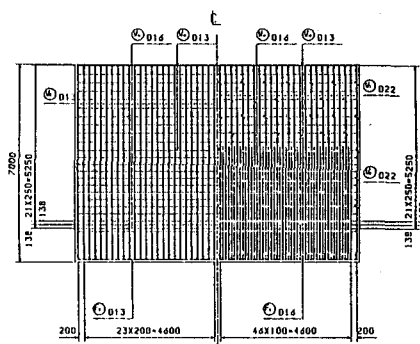
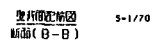
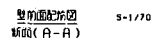
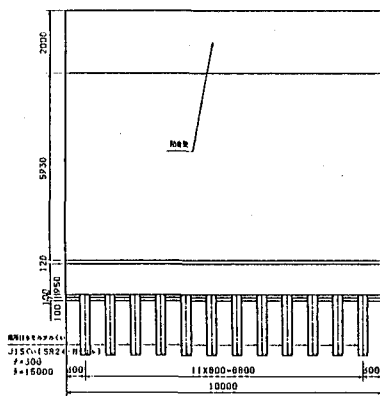
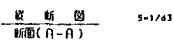
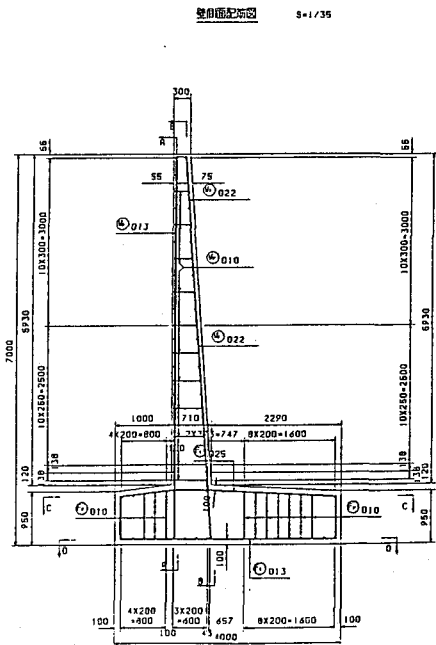
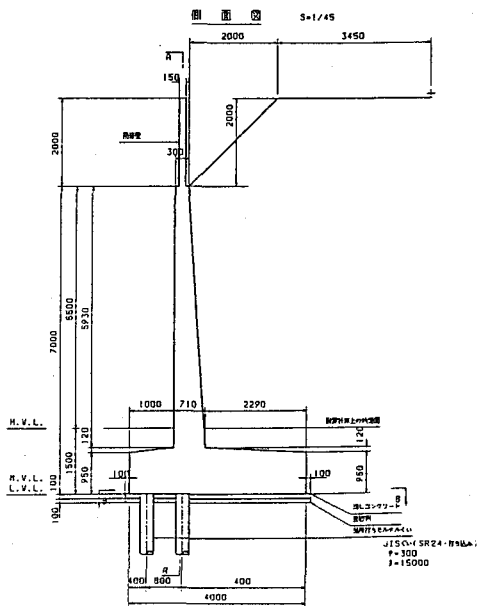
建設工事設計へのCAD化は、実は非常に難しい点がある。つまり、CADソフトウェア開発に必要とするコストの大きさに対して、結果として得られる図形(図面)がたいていの場合最終成果になり得ないためである。また、各社のファームウェアのなかには土木設計用のシステムはほとんどないのが現状である。したがって、われわれは既開発の設計システムを基本とした、パッチ形CADシステムを強く意識している。

図-2にL形擁壁の印刷例を示す。

4. データベースへの取組み

データベースの定義はかなりあいまいであるが、過去の情報が新規のプロジェクトの計画または保守管理等に有用であることは周知の事実である。建設工事における設計に必要な情報を得るために、既に50万コマにおよぶ既設計のマイクロフィルム図面を保有している。加えて、近年比較的多く施工されているNATMトンネルデータバンクシステムをリリースした。これは、会話形式で検索可能なデータベースシステムであり、今後の利用が期待されている。

図-3に入出力例の一部を示す。



圖一 2 L形擁壁設計例

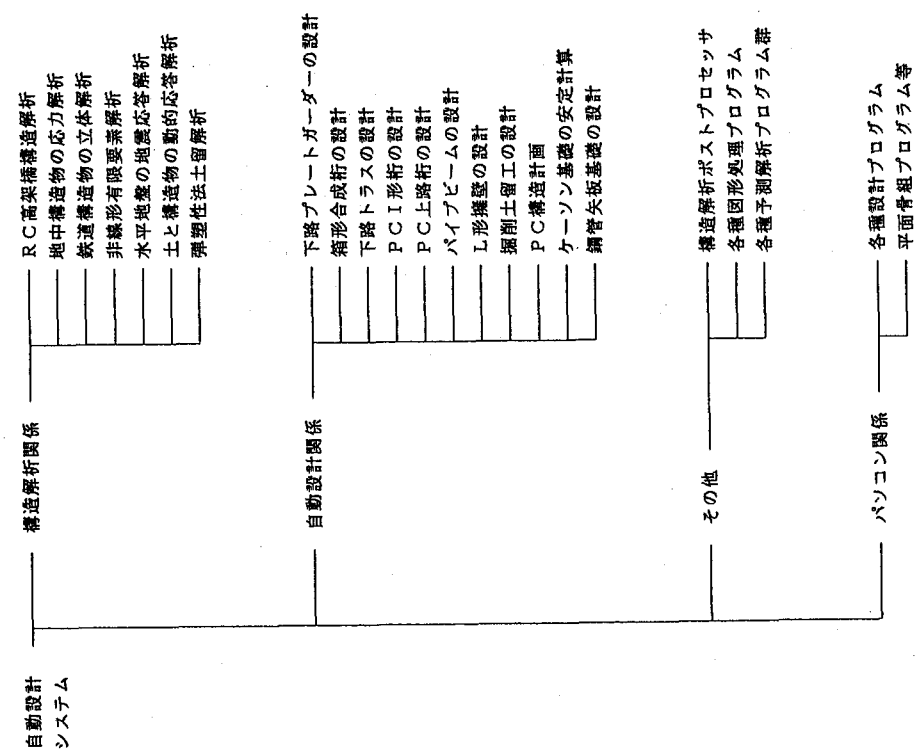


表-2 主な設計関係プログラム

トンネル名	第一平石	第一広谷地
熱	東北 (大宮・盛岡) 新幹線	東北 (大宮・盛岡)
断面形式	新幹線	新幹線
断面形状	標準断面	標準断面
施工目的	建設	建設
N A T M 施工延長 (m)	192.50	57.7
最大湧水量 (l/分)	0.0	
設計・施工の特徴	トンネルの断面形状は、新幹線型 上平石はコンクリートベントラックとし、上 半断面はフリースローター (F L - R 23) 1 号、下半断面はベッ ク (0.5 m) 1 号、すり旗 はトーマス・ジョーベル (D 50 S), すり出しはダンプトラック 1 1 号による。吹付の厚さは、 ロックボルトのバターンは、半径 方向 1.0 ~ 1.5 m で軸方向 0 、8 ~ 1.2 m 程度とした。支保 工は 1.25 H、建込間隔は 0.8 ~ 1.2 m の 2 ビースとした。	
入口から上平石 工して来たが、 点で上平石下層に 上平石下層で埋め た。地質調査 図は建設関係と 別の建設関係と た地質図を以て 当時各地で試験 突進近になった 工することにし		

トンネル名	第一平石	第一広谷地
著者名 (発表年)	国鉄 (1978)	
題名	2 回 NATM 掘削工法新設	東北新幹線工事 0 号 554 から
図号	0 号	0 号
ページ	0 から 0 まで	0 号 0 から
タイトル名	東北新幹線第一平石トンネル	第一広谷地トンネル
著者名 (発表年)	吉村 他 (1979)	
題名	第 12 回岩山シンポジウム	
図号	0 号	0 号
ページ	71 から 75 まで	0 号 0 から
タイトル名	マナ土における NATM の計画について	
著者名 (発表年)	小林 (1979)	

図-3-1 NATM・TDBの入出力例

```

*****
トンネル データ バンク 検索システム
*****
TUNNEL
DATA
BANK SYSTEM.
*****
--  準備中につき、しばらくお待ちください。  --
*****
<< ENTER >> キーを押して下さい
Japanese National Railways
*****

```

工区風呂の指定

入力律式と範囲を入力して下さい

処理番号

1	limit = X
2	Min ≤ X ≤ Max
3	Min < X < Max
4	X ≤ Min 及び Max ≤ X
5	X < Min 及び Max < X
6	limit ≤ X
7	limit < X
8	X ≤ limit
9	X < limit

処理番号を入力して下さい *** ?

Min, Maxか、limitを入力して下さい

Min***? In Max***? 20 In limit***? In

入力したデータを確認した後 << ENTER >> を押して下さい

検索項目の指定

指定したい検索項目の先頭に '5' を入力して下さい
項目を繰越した後 << ENTER >> を押して下さい

検索方式 工区 次ページを見る場合は << PF8 >> を。
前ページを見る場合は << PF7 >> を押して下さい

検索項目

5 断面形式
掘削工法
掘削方式
矢付厚度
金物の仕様

5 ロックホルトパターン
ロックホルト量
ロックホルト本数
掘削深度
掘工コンクリート強度
インバート厚さ
路盤コンクリート厚さ
光復矢付パターン
排水工方式

--次ページへ続く

トシネル データバンク
マイクロフィルム 検索システム
Tunnel Data Bank
Microfilm Reference System
— 準備中につき、しばらくお待ちください。 —
◀◀ ENHIER ▶▶ キーを押して下さい
Japanese National Railways

論理値・論理印の指定

処理番号

0 論理値 (AかつB)

1 論理印 (AまたはB)

処理番号を入力して下さい <=>

入力した処理番号を確認した後 << ENTER >> を押して下さい。

** マイクロフィルム検索システム **

----- 検 理 の 選 択 -----

知度番号

- 10 トンネル名による検索を行なう
- 20 図解コードによる検索を行なう
- 30 トンネル名と図解コードによる検索を行なう
- 40 マイクロフィルム番号による検索を行なう

9 システムの作動を終了させる

知理番号を入力して下さい ----> 10

入力した知度番号を確認した後 << ENTER >> を押して下さい。

工場・計測点の指定

検索方式を指定して下さい

処理番号

0 工区の代表データで検索し、出力する

1 計測点ごとのデータで検索し、出力する

処理番号を入力して下さい →

入力した処理番号を確認した後 << ENHET >> を押して下さい

図-3-2 NATM・TDBの入出力例

5. システム開発・運用上の特徴

開発したプログラムは、開発費の償却を考えると利用回数を出来るだけ多くすることが望まれるが、構造形式の多様化に対応するためにメンテナンス経費が大きくなっていく。また、国鉄のように業務機関が日本全国にわたっている場合には、各機関が独自に開発を行って結局2重3重の投資を行ってしまうことも考えられる。くわえて、各機関ごとに異なるシステムになる恐れもある。これらの問題点を解決するため建設工事システムでは、当初から、基本的に全てのシステム開発は中央で行う方式を取って、システムの一元管理化をはかっている。一見、細かい対応に不向きと考えられるこの方式は、多重投資による開発経費の増大やローカルにおける運営要員の増大をふせぐことができたとともに、貴重なコンピュータ・ソフトウェアの逸失を防ぐなど、運営経費の問題やセキュリティの問題等に十分対処できたと考えられる。もちろん、中央ではメンテナンスに追われる結果にはなるが。

表-3には自動設計システムの代表的なプログラムの利用件数を示す。これらから、判断されるように非常に効率良い使用がされていると考える。

加えて特筆すべきことに、国鉄の建設工事システムでは図-4に示すように全国各工事局・工事事務所へのネットワーク（DACSと称する国鉄所有のポケット交換網）が完成していることがあげられる。こうしたハードウェア環境が各システムの一元管理を可能としている。

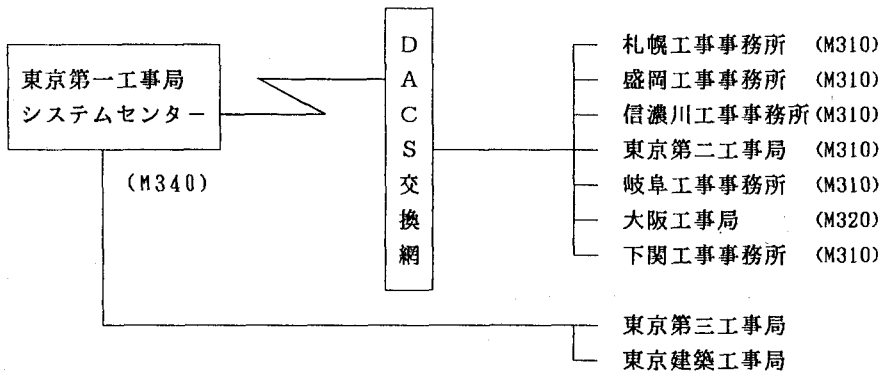


図-4 建設工事システムネットワーク

6. まとめ

国鉄における建設工事システムは、スタートしてからすでに17年が経過するがこれらの期間に多くの問題点をかかえてきた。そして、これらを試行錯誤で乗り越え今日のネットワークとなったものである。そうした意味では大きな自信を持ったシステムではあるが、今後とも多様化するニーズに対応すべく機能向上をはかってゆきたいと考える。