

土木構造物設計システム（DESC）の開発

東急建設 土木設計部 ○田村治幸、笹木敏信

西村博夫、山際厚徳

同 上 システム開発部 馬場一秋

1. はじめに

近年、土木分野でのCADの利用が活発化しているが、東急建設においても1983年秋より土木構造物のCAD化に着手し、86年4月までに5種類のRC構造物・仮設構造物の自動設計を行う土木構造物設計システム（DESC=DEsigning System of Civil structures）を完成し、全社にオンライン展開した。これにより設計分野での省力化、高品質化に大きな効果を見ることができたのでここに報告する。

2. システム開発の背景

土木設計分野において、CAD化の対象となる構造物は多岐に渡り、その全てにおいてCAD化を推進しようとする多大な費用、期間を要する。そこで当社では、CAD化の第一ステップとして次の5点に着目し対象分野を絞り込み、DESCの開発を行なった。

- ① 設計規程が明確で、計算手法が自明である。
- ② 設計件数が多い。
- ③ 標準的な形状を想定できる。
- ④ 入力項目が少なく、会話型処理が容易。
- ⑤ 試行計算が多い。

3. システムの特色

DESC開発に当たっての基本思想は次のようなものであった。

- ① 入力は会話型とし、適時計算チェックを行なえるようにし、設計の流れを手計算による設計の場合の手順に出来るだけ近づける。
- ② 計算書から図面作成まで一連の処理を自動的に行なう。
- ③ 計算書の出力を、そのまま成果品として提出できる質の高いものとする。
- ④ 利用対象者を支店の土木設計担当者全ととし、コンピュータの特別な知識がなくても利用出来るシステムとする。

以上の点に留意し開発を進め、84年8月のボックスカルバート（建設省標準設計準拠）の自動設計製図システム供用を手始めに、87年9月現在DESCは以下の5つのサブシステムにより運用されている。

- ① ボックスカルバート（建設省、道路協会、東京都下水道）
- ② 片持ち梁式擁壁（建設省）
- ③ 土留・締切り（首都高速公団、国鉄）
- ④ 杭基礎（道路協会）
- ⑤ 重力式コンクリートダム（建設省：砂防、調整池）

㊦ 括弧内は準拠している規程、標準設計である。

ここで、ボックスカルバートの建設省標準タイプについては、86年2月の標準設計図集改定に伴うプログラム変更が既に終了し、新標準での対応を可能としている。

上記システムの内、ボックスカルバートと擁壁については計算書から配筋図・構造図作図までの一貫処理を行ない、それ以外については計算書の作成を行なう。

設計条件	
単位体積重量	25.0
コンクリート	25.0
鉄筋	25.0
基礎設計の土質条件	
基礎底面の土質	20.0
基礎底面と基礎側面との間の摩擦係数	0.0
基礎底面と基礎側面との間の摩擦係数	0.0
計算条件	
基礎底面の土質	20.0
基礎底面と基礎側面との間の摩擦係数	0.0
基礎底面と基礎側面との間の摩擦係数	0.0
計算結果	
基礎底面の土質	20.0
基礎底面と基礎側面との間の摩擦係数	0.0
基礎底面と基礎側面との間の摩擦係数	0.0

基礎計算結果	
使用土圧公式：試行くさび法	
1. 常時	
土圧	0.099 m < 0.750 m OK
土圧	15.67 t/m² < 20.00 t/m² OK
土圧	12.02 t/m² < 20.00 t/m² OK
土圧	1.91 > 1.5 OK
土圧	2.09 > 1.5 OK
2. 地震時	
土圧	0.591 m < 1.500 m OK
土圧	26.21 t/m² < 30.00 t/m² OK
土圧	3.11 t/m² < 30.00 t/m² OK
土圧	1.18 < 1.2 NG
土圧	1.33 > 1.2 OK

図-1 メニュー画面、計算チェック画面

図-1にメニュー画面及び計算チェック画面の例を示す。

DESCの計算書は基本思想に基き、計算過程の表記を特に重視し、また説明図も多用したので、設計者はもちろん提出先での計算チェックも速やかに行なえるようになっている。(図-2)

また、自動設計(概略設計)で目安をつけた後、マニュアル設計に切り換え、鉄筋径や配筋を手直しするといったことも可能である。たとえばボックスカルバートでは、内空幅、高さや土被りの3データのみで自動製図処理まで行うことができる。

自動製図処理時、図面縮尺はプログラム側で適切なものを選択するようになっている。また、鉄筋加工図、組立図のレイアウトも適切な位置をプログラム側で判断し配置する。

図面には、組立図、加工図の他に鉄筋表や設計条件も書き込まれており、一般的な形状のものならばなんら手を加える必要のない出力としている。(図-3)

また、ボックスカルバートについては図面出力と同時に数量計算表も出力する。

4. システム構成

DESCの運用は、ホストコンピュータとして当社システムセンターのFACOM-M360APを使用し、支社店には各種専用端末あるいはパソコンFACOM-9450A(またはII)を置き公衆回線でオンライン化している。

3) 地盤反力

図-16に示される値を代入し、

$$q_3 = q_2 + (q_1 - q_2) / B \cdot R$$

$$= 12.019 + (15.666 - 12.019) / 4.500 \times 3.100$$

$$= 14.531 \text{ t/m}^2$$

$$Q = R \cdot q_2 + 1/2 \cdot R^2 \cdot (q_1 - q_2) / B$$

$$= 3.100 \times 12.019 + 1/2 \times 3.100^2 \times (15.666 - 12.019) / 4.500$$

$$= 41.153 \text{ t}$$

$$x = (R/3) \cdot (2 \cdot q_2 + q_3) / (q_2 + q_3)$$

$$= 3.100/3 \times (2 \times 15.666 + 14.531) / (12.019 + 14.531)$$

$$= 1.501 \text{ m}$$

4) 土圧鉛直分力

図-17に示すように、背面土圧の鉛直分力 P_v は、これと等価の三角形分布荷重として扱う。

$$P_v = 10.884 \text{ t/m}$$

$$p_1 = 2 \cdot P_v / R = 2 \times 10.884 / 3.100 = 7.022 \text{ t/m}^2$$

$$x = (2/3) \cdot R = 2 \times 3.100 / 3 = 2.067 \text{ m}$$

5) 合計

	V	x	V・x
鋼 体	41.939		67.416
上 載 荷 重	0.000	0.000	0.000
活 荷 重	0.000	0.000	0.000
地 盤 反 力	-41.153	1.501	-61.774
土 圧 鉛 直 分 力	10.884	2.067	22.493
合 計	11.671		28.135

$$M_2 = E \cdot V \cdot x = 28.135 \text{ t} \cdot \text{m} > M_1 = 23.576 \text{ t} \cdot \text{m}$$

M_2 の値は、たて壁つけ根の設計曲げモーメント M_1 の値と比較し、小さい方の値を M_2 の値とするので、

$$M_2 = 23.576 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$S_2 = 11.671 \text{ t}$$

図-2 計算書出力例

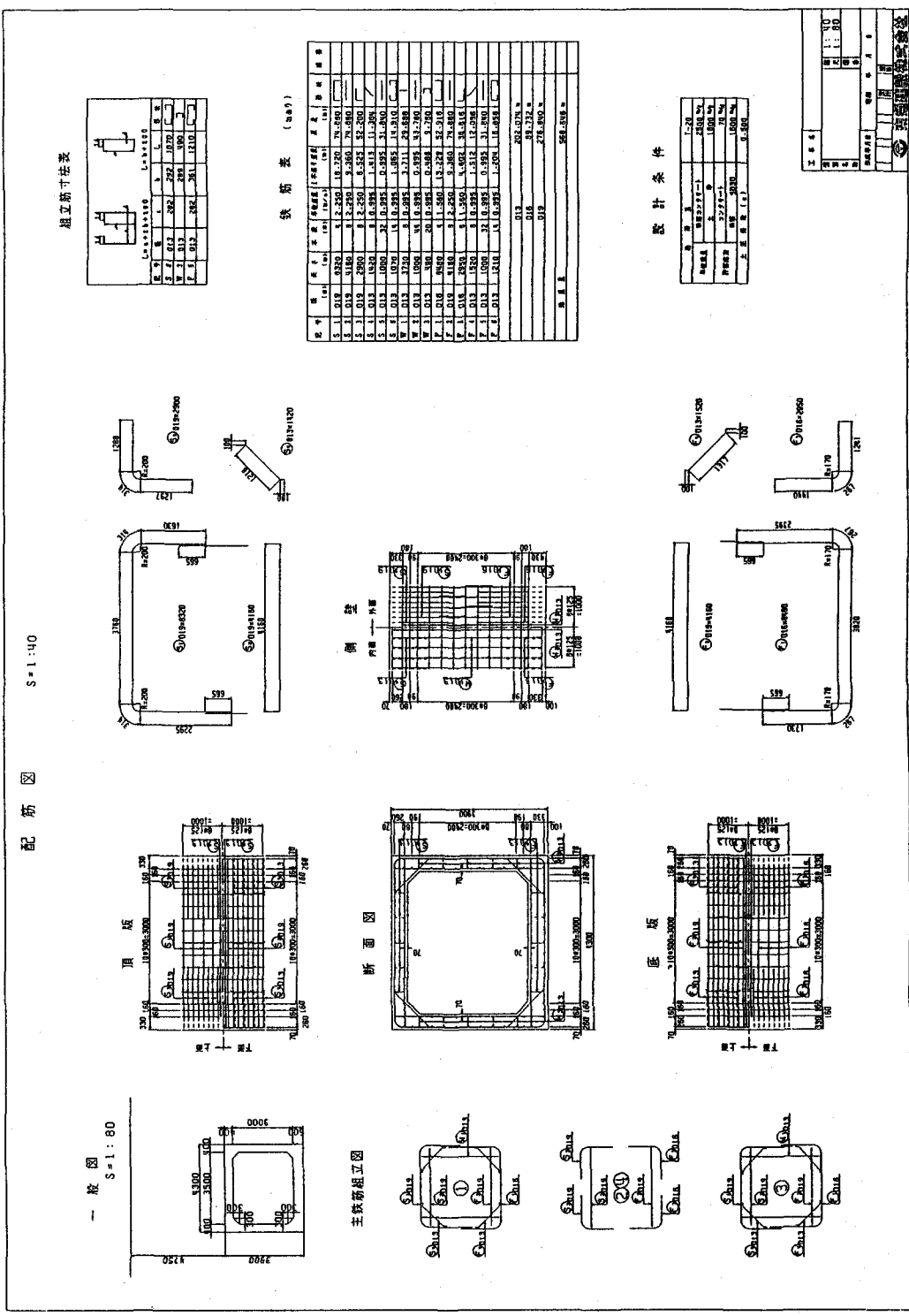


図-3 図面出力例

出力は、設計計算書についてはNLP（日本語ラインプリンタ）により行ない、図面についてはNLPによるB4縮刷版、静電プロッタ、ペンプロッタのA1版の各出力を利用者が選択可能としている。また出力は全てシステムセンターにおいて行ない、航空便などで送付している。支社店側では画面表示と端末プリンタからのチェックリストで計算結果の確認を行なう。図-4に設計製図処理の流れを示す。

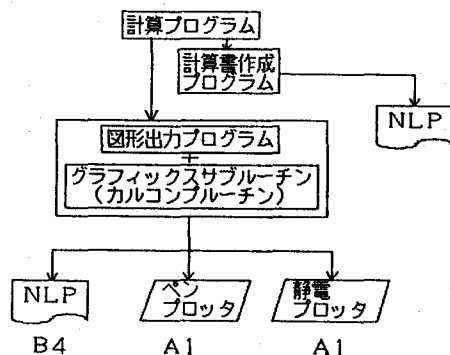


図-4 設計製図処理フロー

5. DESC運用による効果

DESC導入により、設計計算時間が大幅に短縮された。過去1年間の実績でみると、省力化工数（処理件数×手計算処理日数とする）は、手計算で処理した場合と比較するとボックスカルバートでは100人月、擁壁では270人月に及んでいる。また、土留工の設計件数は、約47件/月である。

他の効果として、品質的には、検討機会が増加することにより、短時間に経済性、安全性の高い構造物設計が可能になった。

また、設計製図の標準化に対する認識が関係者の間に浸透してきたことも成果のひとつと言える。

6. おわりに

DESCで作成した図面の細部変更、修正あるいはレイアウトの変更などの必要性は当初から予想されていたが、現在DESCには図面修正機能はない。

しかし、単品受注生産という土木構造物の宿命もあり標準的な形状をそのまま適用できる物件ばかりではないため、図面修正機能への要望は強い。

そこで、DESCの図面データファイルをパソコン用のデータファイルに変換し、パソコンCADの機能を利用して変更、修正を加えたあと、プロッタから出力する利用方法を開発中である。

また、88年春にホストコンピュータをリプレースするのを機に本社での出力を検討中である。

DESC運用により設計の合理化がなされたとはいえ、まだ利用件数が多い支店と少ない支店のばらつきがあり、今後、社内のシステム利用指導体制に検討を加える必要があるように思われる。

参考文献

- 1) 田村治幸、山際厚徳、西村博夫；土木設計におけるCAD化のアプローチについて、土木学会第42回年次学術講演概要集、1987。