

ドックの設計におけるミニコンの利用例について

日産建設株式会社	正会員	海老沢 明
日産建設株式会社		浅井 純生
日産建設株式会社	正会員	○ 中山 俊明
日産建設株式会社	正会員	阪山 博久

1. まえがき

近年、電子計算機の発達著しく、土木分野においても、工事の計画から、設計、施工の各方面で積極的に活用されている。

なかでも、設計計算においては、従来の数値計算の手法をプログラム化して業務の省力化をはかることに始まり、手計算では到底解くことが出来ないような複雑で、高度な問題に対してもアプローチがなされ、電算機の使用を前提とした設計法も開発されつつある。

このような現況のもとで、構造物の安全性と施工性を考慮しつつ、より合理的な設計を志向する設計技術者にとっては、電算機をいかにして、かつての手回し計算機や計算尺と同様に、手足のごとく使わせるかが、業務遂行上の大きな課題の一つともなっている。

ミニコンは、記憶容量こそ小さいが、比較的、経費も安価で、利用する為の操作が平易であり、演算速度も速く、繰返し計算の多い、土木分野での構造計算に適しており、また、逐次、計算の過程を設計者がチェック可能で、インプット条件等の変更も素早くでき、対話型のシステムとして利用メリットがある。当社ではこのようなミニコンの特性を生かして、多くの設計、施工の実績をもつドックに関して、設計計算に伴うプログラムをパッケージ化している。

当社で設計、施工されたドックは、国内外で百数十に及び、本システムは、この間に蓄積され、体系化された設計計算法に加えて、内外の文献資料を参考に作成されたものである。ここに、ミニコンの一利用例として紹介する。

2. システム概要

パッケージプログラム N&DOPS (NISSAN DOCK PACKAGE SYSTEM) は、図-2 に示されるように、ドック構造物を幾つかの部分に分離し、それぞれについて解析できるサブプログラムより成り立っている。もちろん、このサブプログラムは、ドックに限らず、一般の土木構造物の構造計算にも、広く応用され、利用されている。

(1) 機器構成

- i) 使用機種 HLTAC-10
- ii) 周辺機器 テータタイプライター 高速読取機
- iii) 使用言語 FORTRAN-IV
- iv) 記憶容量 8KW

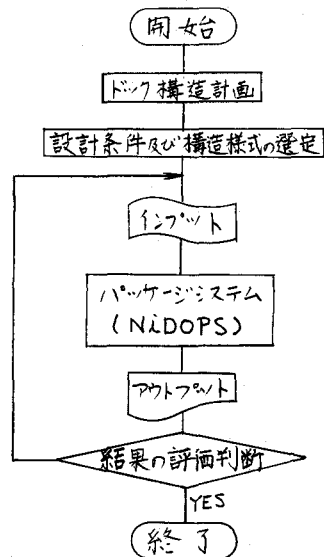


図-1 システム処理概要

(2)ドックの構造分類と構造様式による各プログラムについて

港湾構造物として、ドックは図-2 構造分類と構造様式に示されるように大別されている。構造分類された中の各構造様式は設計者の技術的判断により決定され、ここでは、それ以降の設計計算を行うための各プログラムについて説明を行なう。

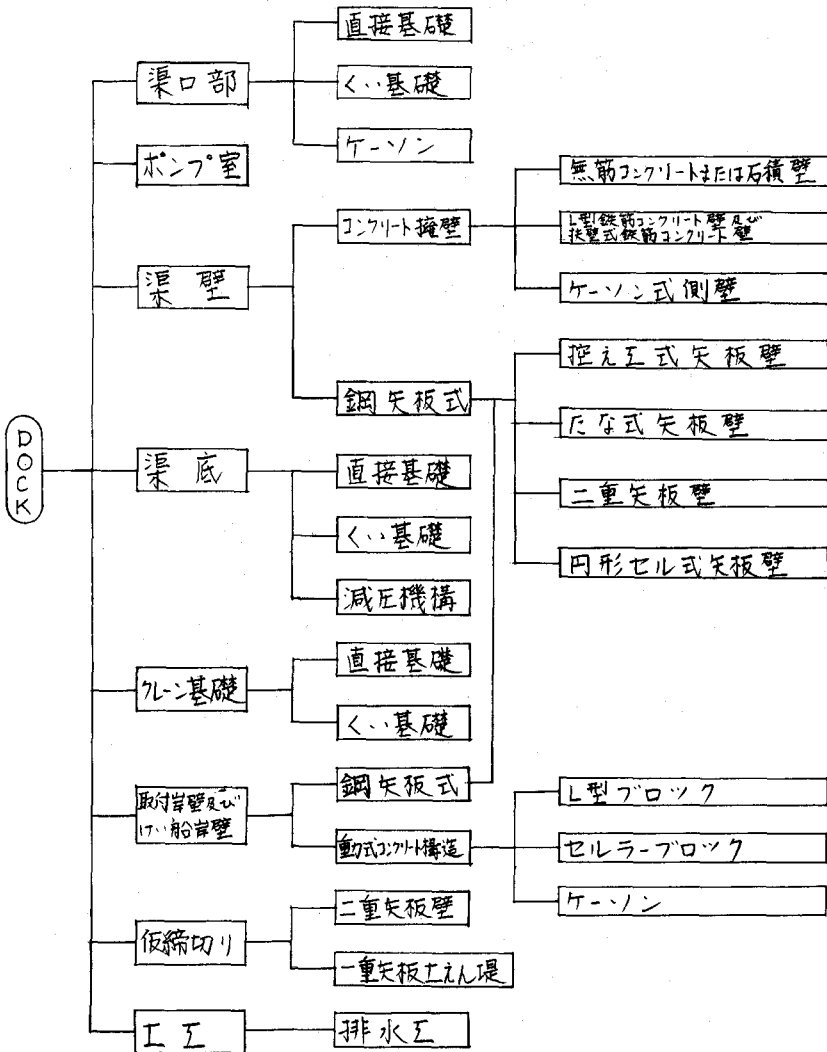


図-2 ドック構造分類と構造様式

i) 渠口部の設計計算プログラム

渠口部は基礎として、直接基礎、くい基礎、ケーソンに分類され、それぞれ直接基礎とケーソンは立体構造物安定計算を行ない、地盤反力が不足する場合に、くい基礎として道路橋下部構造設計指針による変位を考慮した計算を行なう。プログラム名称 (THBODY, REACT, PAFAUD)

ii) ポンプ室の設計計算プログラム

ポンプ室として、自重及び浮力などによる立体構造物安定計算、構造としてはラーメンで計算する。プログラム名称 (THBODY, REACT, FRAME)

iii) 渠壁の設計計算プログラム

渠壁はコンクリート擁壁、鋼矢板式に分類されコンクリート擁壁は安定計算を行ない、鋼矢板式は、矢板に働く外力により最大曲げモーメント、断面係数及び根入れ長を求め断面諸量の計算を行なう。

プログラム名称 (COWALL, COYALT, ANKER)

iv) 渠底の設計計算プログラム

直接基礎、くい基礎ともに弾性地盤上の版または連続版として解析する。減圧機構として、ドック底板下端からの有限要素法を用いた浸透流計算を行ない湧水量を算定する。

プログラム名称 (E-SLAB, E-SLABS, SEEPAG)

v) フレーズ基礎設計計算プログラム

直接基礎は弾性地盤上の梁、または連続梁として、くい基礎はくいを支点とした連続梁、くいを支点とし弾性支持の連続梁として解析する。(E-BEAM, E-BEAMS, BEAM)

vi) 仮締切り設計計算プログラム

二重締切り、一重締切りがあり、それぞれ矢板に働く外力により最大曲げモーメント及び断面係数、根入れ長を求め、断面諸量の計算を行う。プログラム名称 (DCLOSE, SCLOSE)

vii) 取付岸壁及びけい船岸壁

鋼矢板式、重力式コンクリート構造と分類されたうち、渠壁の中の鋼矢板式と同様にそれぞれ控え式、反力式、二重矢板壁、円形セル式矢板壁として計算される。

プログラム名称 (COYALT, COWALL, PAFOUD, ANKER)

ii) エ工設計計算プログラム

ドック建設地点は海岸に面しており、さらに、水位の高い地下掘削工を行なわなければならない、ドライ施工を行うために水位低下を促進させるウェルポイントディープウェルの計算を行なう。プログラム名称 (CADEWE)

(3) その他のプログラム

i) 斜面安定計算プログラム

仮締切りとして一重締切りエール環を採用した場合、さらに、取付岸壁およびけい船岸壁の安定を検討するために行なう。プログラム名称 (SLOPE)

ii) 控え工設計計算プログラム

控え工は控え版と直杭に分けて計算を行ない、控え版はその位置、鉄筋量を求め、断面算定、さらに、控え直杭として、その応力算定は Y.L. Chang と港湾技術研究所の二通りの方法による。

プログラム名称 (ANKER)

iii) 任意形鉄筋応力度計算プログラム

円形、矩形、T形 中空など、あらゆる部材断面において応力度の検討を行なう。

プログラム名称 (RCSTRESS)

表-1 NLDOPSを構成する主なプログラム群

名 称	標 題
THBODY	立体構造物安定計算
PAFOUD	杭基礎計算
REACT	任意形基礎地盤反力計算
FRAME	骨組構造解析
COWALL	擁壁の安定計算*
COYALT	鋼矢板の設計計算*
E-SLAB	弾性地盤上の版
E-SLABS	弾性地盤上の連続版
SEEPAG	浸透流計算**
E-BEAM	弾性地盤上の梁
E-BEAMS	弾性地盤上の連続梁
BEAM	連続梁の計算
DCLOSE	二重締切りの計算*
SCLOSE	一重締切りエール環の計算*
CADEWE	ウェルポイントディープウェルの設計計算*
SLOPE	斜面安定計算
ANKER	控え工設計計算*
RCSTRESS	任意形鉄筋コンクリート応力度計算

注) * 港湾構造物設計基準に準ずる。

** 使用機種として H-8400E 使用。

表-2. 本システムの一部を利用して設計された主なドック例

施工年次 昭和年月	ドック名称	規模
45.10~45.9	日立造船因島 NO.3 ドック 70 ^m けい船岸壁	130,000 D _W
47.9~49.10	常石造船 修繕ドック	100,000 D _W
47.1~49.10	日立造船有明 NO.1 ドック NO.2 ドック	500,000 D _W 800,000 D _W
50.4~52.4	HITACHI ZOSEN ROBIN DOCK YARD (シガポール)	200,000 D _W
51.12~52.4	CEBU SHIPYARD (フィリピン)	40,000 D _W

3. ミニコンの運用について

(1) 部内教育

オー段階の電算教育は、どの企業もほぼ同等と思われるが、当社では、新入社員を対象に、約一週間のマニジュールを組み、主としてFORTRAN文法、オペレーション方法、現行プログラムの概略説明、及び簡単なプログラム作成演習を行なつて、業務で利用する上で支障のない最小限の事項についてマスターできるようにしている。

(2) 利用状況

マシンは部内に設置して、いつでも誰でもが必要に応じて利用できる体制としている。この場合、より最適な設計を目指す上で、大型の場合であれば技術的判断の論理パターンを記憶させることにより、かなりの域で標準化、最適化が可能であるが、これを、ミニコンでは、メモリー制約のために、ソフトウェアでカバーできず、利用者の技術的レベルに大きく依存されることになる。したがって、データをインプットしてアウトプットを見るだけの過信的、盲目的利用を避けるために、原則として、手計算でも処理できる問題に関しては、内容を十分習熟して、後に、電算を利用するようにし、また、入力条件設定や断面変更に伴い、定量的な規準があるものは別として、高度な技術的判断を要す場合には、上司の助言を仰ぎ問題を解決している。

(3) 本システムの開発及び利用上の苦慮

i) メモリーの制約 (8KW)

ラーメンや連続梁の節点数の確保が限られる事。

ii) 出力プリント中の制約 (72文字/行)

既基礎等で、一行に、幾つもの項を出力した時。

iii) プリント速度 (10字/SEC)

弾性地盤上の連続梁等で、出力文字数が多い場合。

iv) コンパイル時間

オブジェクトプログラム作成時間が長い。

v) 演算時間 (多重処理が不可)

斜面安定計算等で、結果を得るまでの時間が長い。

vi) 騒音 (約70デシベル)

タイプライター作動時の音が高い。

(4) 本システムの効用

i) 計算をスピードアップし、高能率化、正確化、省略化が出来る。

ii) 反復計算により、各種の断面おび、型式の比較ができ、安全性と経済性の検討が容易となった。

iii) 自社開発であるので、解析上の問題が発生した場合の対処が素早く、又、ドック以外の構造計算にも応用できる。

iv) 本システムの開発に当って、従来手計算で不可能なために、それまで特殊解としてしか計算されていなかった事例について、例えば、工質学会誌 VOL.25, NO.5 1977 「二方向偏心力を受ける任意断面基礎の接地圧について」等一般解の算定プログラムを開発する事ができた。

4. あとがき

電算利用に関しては、各企業、官公庁で、機器構成やソフトウェアシステム、及び利用方法について種々様々であろうが、特に、ミニコンに関しては、実際面での活用に活用されているものの発表は少なく、機器に応じた効果的な活用法を参考にすることが難しい。

当社においては、マシンを設置して8年を経過し、この間、様々なプログラムを作成し、より実際的で、合理的なシステムの開発を進め、構造物の設計に取り入れている。本システムは、その一環として開発されたものであり、今後は、ミニコンの機能を最大限に生かし、計算領域の拡大、更に、他の構造物への応用面に力を注いでゆく考えである。ここで本システムを開発するにあたり、数値解析について御指導くださった法政大学工学部の大地羊三教授と、プログラム開発に、力頂いた当社電算室ならびに技術室の関除香の方々に謝意を表する次第です。

参考文献

- 1) 港湾構造物設計基準 3) 造船台とドック 鶴岡鶴吉著 丸善株式会社
- 2) 大型ドックの構造設計と施工 荒谷俊司著 鹿島出版会 4) 電子計算機の手法とその応用 大地羊三著 森北出版