

# ニューマチックケーソン基礎/設計積算支援システムの開発

榎白石 土木本部 技術部 ○柳沢 富彦  
榎白石 土木本部 技術部 青柳 守

## 1. はじめに

ニューマチックケーソン工法（以下ケーソンと称す）は、近年、海上ビックプロジェクト等における大規模橋梁基礎で採用が増加している一方、転石層や岩盤など他の基礎工法では掘削が困難な山岳地での実績も増え、その施工範囲が拡大している。このため設計・計画段階において施主への迅速な対応が必要となってきた。さらに、地中連続壁や鋼管矢板式基礎等の新しい工法と競合するためには、設計面だけでなく経済性、採算性の面からも競争力を付けることが急務となっている。こうした背景により、設計から積算まで一貫して行える支援システムの開発が必要となった。

ケーソンの設計では、通常、完成後の安定を照査する安定計算、構造的な安全性の照査を行う構造計算、並びに施工時の安定と安全性を検討する沈下計算・構造計算を行うが、施工性も考慮しなければならないため、設計内容が複雑で多大な人力を要している状況である。一方、積算は、掘削沈下日数の算出から送気設備・電力設備に至るまで多工種の積み上げが必要であり、加えて積算以前に必要な情報として沈下の可否の検討他数量計算等を含めると精密な積算には4～5日程度の日数を要している。さらに、経験的判断を要する部分も多く、熟練度が要求されるため、積算技術者の不足が工事の採算性へ及ぼす影響も懸念されてきていた。そこで、ある程度の知識があれば積算作業が迅速かつ省力的に行えるシステムの開発が急務となっていた。このような経緯から、対話形式で簡単に入力を行うことにより、設計から積算までの一連の業務が可能となる本システムの開発を行なった。

## 2. システムの概要

### 2. 1 設計・積算業務の流れ

図－1に設計・積算業務の流れに即して、従来の作業と本システムによる作業の対比を示す。

| 作業の流れ                        | 従来の作業                                | 本システム利用の作業                                                       |
|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| ケーソン基礎の設計                    | 大型コンピュータによる計算と手作業による報告書の作成           | パソコン(対話型)による作業<br>※ 計算過程の印刷が可能                                   |
| 安定・沈下・構造計算                   |                                      |                                                                  |
| 積算情報の作成                      | 手作業<br>各基準、手順書をもとに電卓等による計算           | パソコン(対話型)による作業<br>※ 条件設定は人間の判断による                                |
| (施工計画)<br>数量・掘削日数<br>電力・送気設備 |                                      |                                                                  |
| 工程表の作成                       | 手作業                                  | パソコンの画面上で作図<br>掘削作業の山積表を自動作成<br>※ 工程計画の判断は人間による                  |
| 工事費の計算                       | 手計算<br>積算基準や単価表を調べて<br>代価→内訳→工種と積上げる | パソコン(対話型)による作業<br>必要な情報の入力<br>※ 歩掛り・単価は登録されている<br>※ 入力シートの作成は手作業 |
| (積算・見積)                      |                                      |                                                                  |

図－1 設計・積算業務の流れの比較

## 2. 2 ハードウェアおよびシステムの構成

ハードウェアの構成を表-1に示し、システムの構成を図-2に示す。

表-1 ハードウェアの構成

| 項 目        | 使用機器                            |
|------------|---------------------------------|
| 機 種        | NEC PC-9800シリーズ                 |
| プログラム言語    | MS-FORTRAN<br>N88BASIC(MS-DOS版) |
| OS         | MS-DOS Ver3.0以上                 |
| その他のハードウェア | ハードディスク 5MB以上<br>マウス            |

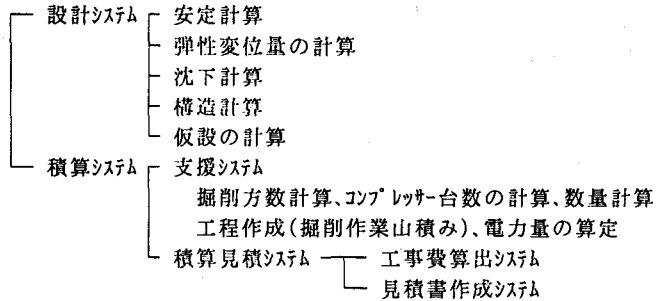


図-2 システムの構成

## 3 設計システム

### 3. 1 概要

本システムは、入出力部分にN88BASIC(MS-DOS版)を用い、計算部分にMS-FORTRANを使用している。入出力部分と計算部分はチャイルドプロセスで連動しており、一連の流れを構築している。ケーソン設計システムの計算項目は、道路橋における橋脚・橋台を対象としており、安定計算、弾性変位量の計算、沈下計算、構造計算および止水壁の計算の5つに分類される。この中で、構造計算を除く安定計算、弾性変位量の計算、沈下計算、止水壁の計算は、単独で計算できるようにし、構造計算については、安定計算結果および沈下計算結果を用いて計算するため、安定計算、沈下計算を実行した後に計算できるようになっている。図-3に、ケーソン設計システムの概略フローチャートを示す。

### 3. 2 適用範囲

平面形状の適用範囲は、円形および小判形とする。

また、平面寸法は次のとおりとする。

- (1) 円 形 直径 4~15m
- (2) 小判形 長径 5~30m  
短径 4~15m

なお、円形は隔壁なし。小判形は隔壁0~5枚とする。

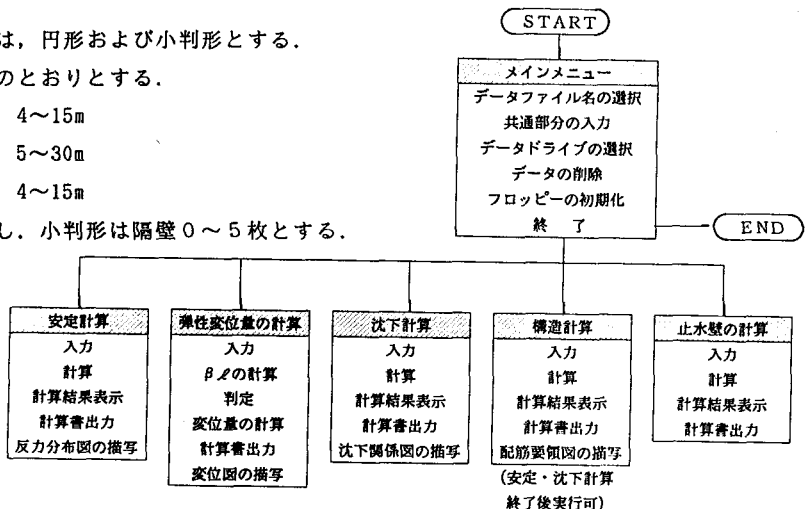


図-3 ケーソン設計システム概略フローチャート

### 3. 3 設計システムの特徴

設計手法の詳細については省略し、本文では設計システムの特徴のみを各計算毎にまとめ表-2に示す。また、図-4に設計システムの画面例を示す。

表-2 設計システムの特徴

| 計算項目     | 特 徴                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 全 体      | <ul style="list-style-type: none"> <li>本プログラムは、パソコンでの利用が可能である。</li> <li>ケーソン設計時におけるの多大の入力データは、少しでも入力の簡素化を図る目的で共有できるものについては、全体を通しての共通データとして入力することとした。また、その他の入力データは、対話式により簡単に入力出来るようになっている。</li> <li>出力は、原則的に表形式とし必要な部分については、図および説明を加えて詳細設計でも十分に対応できるようになっている。</li> </ul> |
| 安定計算     | <ul style="list-style-type: none"> <li>許容支持力、地盤反力係数など設計者が判断して決めるべき入力値は直接入力できるようにしている。また、地盤反力係数については計算方法を指定することでプログラム内で計算することもできる。</li> <li>設計水平震度は横軸方向、直角方向別々に取り扱うことができる。</li> <li>周面地盤を最大8層に区分することができる。</li> </ul>                                                     |
| 弾性変位量の計算 | <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\beta \cdot \rho</math>の判定により<math>1 \leq \beta \cdot \rho \leq 2</math>については別途弾性変位量の照査を行っている。</li> </ul>                                                                                                                  |
| 沈下計算     | <ul style="list-style-type: none"> <li>沈下計算において周面摩擦力の低減を行うことができる。</li> <li>沈下荷重を任意に入力できる。</li> <li>周面地盤を最大8層に区分することができる。</li> </ul>                                                                                                                                     |
| 構造計算     | <ul style="list-style-type: none"> <li>設計水平震度は横軸方向、直角方向別々に取り扱うことができる。</li> <li>使用鉄筋径はD51まで適用することができる。</li> <li>パラベットの設計方法を選択することが出来る。</li> </ul>                                                                                                                        |
| 止水壁の計算   | <ul style="list-style-type: none"> <li>止水壁は、コンクリート止水壁、鋼矢板止水壁の計算を行うことができる。</li> </ul>                                                                                                                                                                                    |

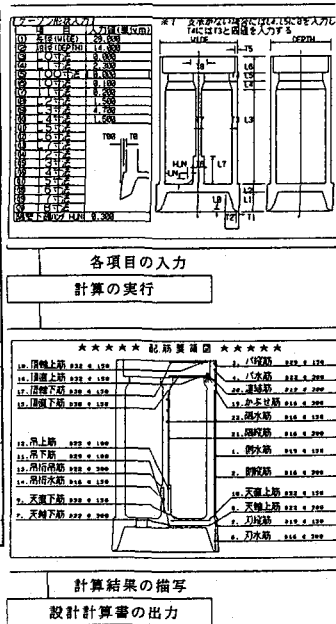


図-4 画面例

## 4 積算システム

### 4.1 概要

本システムは、N88BASIC(MS-DOS版)を用いて作られている。積算システムは積算用情報の一部を作成する支援システムと、工事費を算出集計し見積書を印刷する積算見積システム(工事費算出, 見積書作成)から構成されているが、その使用目的から両者は個別のシステムとしてある。

支援システムは、図-2に示した種々の計算を行うもので、各々が単独で使用するプログラムとなっている。また、積算見積システムは、全体を一連のプログラムとして使用することを基本にしているが、各工種毎の利用も可能となっている。

### 4.2 適用範囲

#### ① 工事全体

ケーソン基数: 15基, 送気系統数: 9系統

残土処理方法: 9方法

#### ② ケーソン毎

底面積: 30~300 $m^2$ , 作業気圧 4.0 $kgf/cm^2$

#### ③ 積算内容

社内の実行予算基準に従って構成されており、

図-5に示すような工種を算出する。

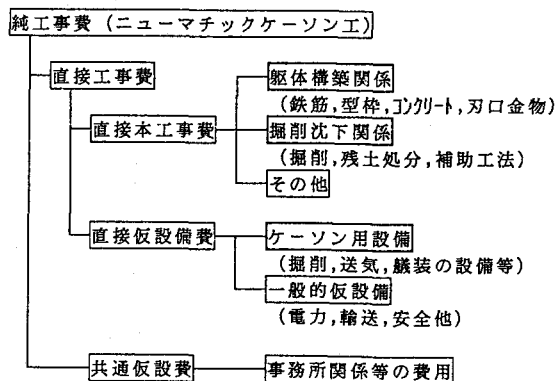


図-5 積算内容

#### 4. 3 積算システムの特徴

ここでは、支援システム・見積書作成システムについては省略し、工事費算出システムの特徴について述べる。

- ① 積算漏れを防止するために、マニュアルに入力シートを準備した。またパソコン上ではケーソン基数・該当工種の選択を先行して行ない、各費目毎の工種選択メニューで工種名を色分け表示する形式をとった。(図-6)
- ② 単価は別ファイルとしてあり一括して変更できる。(年度・地域別毎等)
- ③ 歩掛りは全て自動選択となっている。
- ④ 通常の積算で行う代価→内訳→工種といった積上げ形式とはらず、工種単位で全計算を行うようになっている。このため、工程毎のサブプログラムを改訂するだけで容易にメンテナンスが行える。
- ⑤ 見積書の印刷だけでなく、必要に応じて各工種毎の入力値・単価・歩掛り・計算式を印刷することができる。

#### 5 まとめ

本システムの開発によって、従来2～3週間ほどの期間を要した業務(設計→積算)が2～3日で行えるようになった。さらに、従来のような構造的最適性の追及だけでなく、経済性も含めた合理的な基礎をベテランでなくとも設計・積算することが可能となり、社会的ニーズに対応し、プレゼンテーションを効果的にできるようになった。

現在は、今回開発した橋梁基礎におけるシステムを基本として、都市部におけるシールド用立坑ケーソンや大型の矩形ケーソン(フローティングケーソン)にも拡張しており、基礎や地中構造物に用いられている多種・多様なケーソンに適用できるシステムへと構築を行っている。

さらに今後は、表-3に示す項目のシステム化を検討しており、あらゆるケーソンに適用可能な計画、設計、製図、積算、施工に至るまでのトータルシステム化を計画している。

表-3 今後の検討・計画項目

| 項 目              | 内 容                                      |
|------------------|------------------------------------------|
| 1. 工程計画支援システム    | 複雑な工程計画のノウハウを知識ベース化し施工条件に応じた最適な工程を作成する。  |
| 2. 図面作成支援システム    | 既開発の大型コンピュータによる製図システムをCAD化し本システムとの連動を図る。 |
| 3. 施工計画書作成支援システム | 過去の施工例をパターン化し、その中から施工条件に適した施工計画書を作成する。   |

#### ケーソン基数入力

ケーソン毎の工種入力回数指定  
該当する工種には1、不要なものには0を入力

|           |   |   |
|-----------|---|---|
| 掘削地盤切工    | 1 | 0 |
| 刃口金物工     | 1 | 1 |
| セントラル     | 1 | 1 |
| 型枠工       | 0 | 0 |
| 支保工       | 1 | 1 |
| 鉄筋工       | 1 | 1 |
| コンクリート工   | 1 | 1 |
| 基礎工       | 0 | 0 |
| 地耐力試験工    | 0 | 0 |
| 中埋コンクリート工 | 0 | 0 |
| 熱処理工      | 0 | 0 |
| その他       | 0 | 0 |

工種選択回数の指定 ※項目の回数を入力(整数)  
基本回数 1 0  
終了 0 0

変更がありますか? (1:ある 0:ない)

- ・ケーソン基数分入力枠を表示
- ・各工種の要・不要を入力
- ・下段の2工種は回数を入力

ニューマチックケーソン下見状況システム(黄目) 南緯本工事 ■■入力済工種

<< 工種選択メニュー >>

|            |               |          |
|------------|---------------|----------|
| 1. 掘削地盤切工  | 8. 仮壁工        | 15. 仮壁切工 |
| 2. 刃口金物工   | 9. 沈下座削工      | 16. 鋼壁工  |
| 3. セントラル   | 10. 清材注入工     | 17. 浅掘工  |
| 4. 型枠工     | 11. 高置工       | 18. 曳取費  |
| 5. 支保工     | 12. 地耐力試験工    | 19. 図録費  |
| 6. 鉄筋工     | 13. 中埋コンクリート工 | 99. 終了   |
| 7. コンクリート工 | 14. 熱処理工      |          |

[↑↓キー]で処理したい項目を選択し、[Enter]を押して下さい。

- ・選択した工種は白文字
- ・入力後は赤文字になる
- ・水色の工種は入力不可

図-6 積算データ入力方法