

鉄筋コンクリート構造物 3次元配筋システム

若築建設㈱ ○ 渡部 一己
稲田 澄則
森 晴夫

1. はじめに

若築建設㈱は、土木設計部門の省力化、自動化の一環として昭和59年よりCAD化を推進してきたが、このたび鉄筋コンクリート構造物の配筋図の作成及び鉄筋表の作成を容易にする3次元CADシステム「鉄筋コンクリート構造物3次元配筋システム(WBAS)」を開発したので報告する。

2. 本システム開発の背景

2.1 製図作業の省力化の必要性

土木設計の分野において、構造物の設計全工程のうち7～8割が製図作業であると云われている。又、安定解析、構造解析の電算処理化が進み、さらに技術基準の中にも電算利用が取り入れられている現在、益々製図作業の設計全工程の中に占める割合が大きくなってきている。このことは、製図作業の省力化が設計作業の省力化に大きく寄与するということを示している。又、構造物の大型化、複雑化に伴い設計業務も増大するなか設計技術者が製図作業という単純作業から解放され、高度な能力が要求される他の設計業務に従事することにより設計全体の水準を上げることにもなる。このような状況のなか、当社においても製図作業の省力化を検討してきた。

2.2 システムの選定

土木の対象とする構造物は、その材料で大別すると、「土構造物」、「コンクリート構造物」、「鉄筋構造物」の3つに分けられる。この中で当社設計部に於いて扱う量は鉄筋コンクリート構造物（以下、RC構造物と略す）が最も多く、配筋図等の作成にも相当量の人員を割いている。従って、製図作業の省力化としてまず、RC構造物の構造図、配筋図、鉄筋加工図及び数量表（鉄筋表、コンクリート体積、型枠面積）を作成するシステムの開発を進めることにした。特に、当社で実績の多い港湾構造物の棧橋、ケーソンを中心にシステムの開発を進めた。

2.3 自動設計とCAD

製図作業の省力化を進める方向には、①自動設計（設計々算～製図～数量計算）、②CADシステム（製図～数量計算）の2つの考え方がある。

①自動設計

設計々算から製図、数量計算までの一環した自動設計システムは、設計作業の省力化と云う意味においては非常なる効果をもたらすが、反面、自動設計システムは、その性質上構造物ごとに別々のシステムを構築しなければならない。又、ある標準的な形状を想定してシステムを作り上げるため、標準以外の形状に関しては使えないと云うことが起り得る。

②CADシステム

対話形式で図化処理を進めるため、製図作業から設計者を完全に解放することは出来ない。しかし、対話形式であるが故に融通性のあるものが可能であり、1つのシステムで色々な形状の構造物を扱うことができる。

以上、2つのシステムの特徴を簡単に述べたが、当社においては、

- ・数本のシステムが揃わないと効果の出ない自動設計に比べ、CADシステムは速効性がある。
- ・将来、自動設計システムを導入した場合でも利用価値がある。

(標準外形形状の構造物に対して、威力を発揮する。)

等の理由により、CADによる今回のシステムのアウトラインを決定した。

3. 本システムの概要

3.1 システム構成

本システムは、富士通㈱のICAD上に構築され次の3つの部分にわかれている。以下にそれらについて説明する。(図1参照)

①外形線作成サブシステム群

RC構造物の外形線(コンクリート躯体の稜線)を3次元ワイヤーフレームモデル(WFモデル)として定義するためのサブシステム。

基本的には、ICADの基本コマンドを用いて3次元空間上に任意形状の外形線(WFモデル)を作成するが、入力手間を省くため棧橋、ケーソンに関してはジェネレータを用意している。更に、将来的には「L型擁壁」、「カルパート」等のためのジェネレータを揃える予定である。

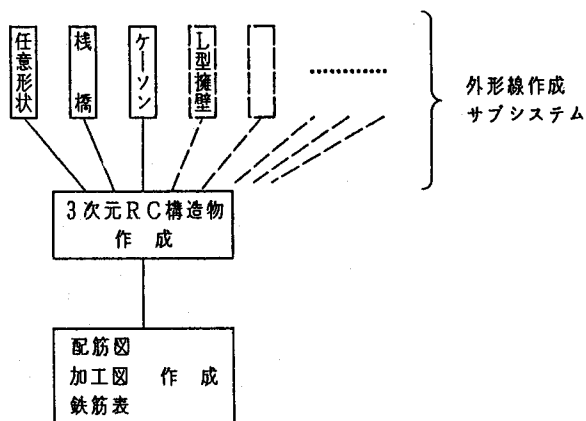


図1 システム構成図

②3次元RC構造物の作成

前ステップで作成されたWFモデルにコンクリート躯体の認識を与え、そのコンクリート躯体の中に鉄筋を配置することにより、3次元RC構造物を作成する。尚、WFモデルにコンクリート躯体の認識を与えたときに、コンクリート体積・型枠面積が自動的にもとまる。

③各図面、鉄筋表の作成

作成された3次元RC構造物の断面を切ることにより、各種図面を作成する。又、鉄筋表は3次元RC構造物の中を直接に計数することにより自動的に得られる。

3.2 処理の流れ

処理の流れを、図2に示す。図中の3次元処理部分が、「3次元RC構造物の作成」にあたり、作業手順は次のようである。①コンクリート躯体の断面を作成し、②その中で鉄筋の加工を行い、③その鉄筋をコンクリート躯体の中に配置する。このようにして、必要な鉄筋の全てをコンクリート躯体内に配置し3次元RC構造物を作成する。この段階で全ての鉄筋が3次元RC構造物内に登録されているため、RC構造物の数量(鉄筋表、コンクリート体積、型枠面積)は全て得ることが出来る。次の2次元処理の段階において、3次元RC構造物から各種図面、鉄筋表を作成する。ここでの手順は、①3次元RC構造物の断面を切ることにより、各種図面に用いる断面図を作成し、②この断面図から加工図を自動的に生成する、③その後これらの断面図、加工図に対し寸法線、鉄筋名、記号等を記入し図面を完成させる。

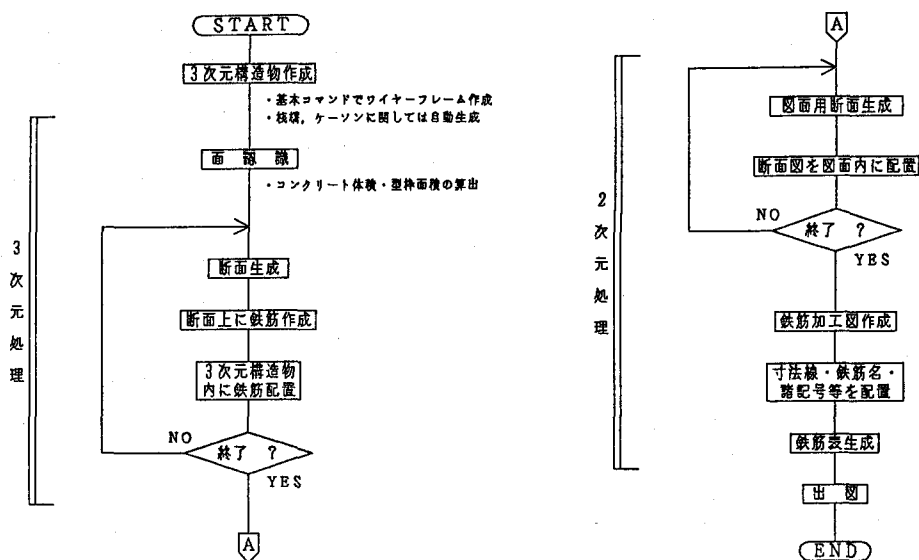


図2 処理の流れ

3.3 本システムの特徴

本システムの最大の特徴は、必要なデータは全て3次元でもっているということである。即ち、コンクリート躯体の認識を与え鉄筋を配置して電算機内に構築した3次元RC構造物が、このシステムが扱う唯一のデータである。2次元上に表現された全ての図面は、この3次元のデータから作成されるため、従来の2次元CADの多くに見られるように各図面ごとに、それぞれ個別にデータを持つ必要がない。従って、以下に述べるような特徴がある。

(1) 図面、数量計算の精度向上

各図面間に不整合が生じない。又、各数量も3次元RC構造物から直接に計算されるため、数量計算において計算、計数ミスによる誤りの入り込む余地がない。

(2) システムの発展性

現在のところ、外形線作成用ジェネレータは、栈橋、ケーソンの2つであるが、他の構造物用のジェネレータを作成することにより適応範囲が広がる。また、各処理（2次元処理部、3次元処理部）が独立しているために、技術基準などの改訂にも、迅速に対応できるなどシステムとしての柔軟性をもっている。

3.4 本システムの評価と将来への展望

栈橋本体の設計のうち作図、数量計算は、当社の場合、従来の手作業で12人工程度を要したが、本システムを実験的に利用してみた結果3人工程度に減少した。また、ケーソンに関しても同様の結果が出、従来に比べ作業量が約1/4に減じ、当初の目標は、十分に達した。

将来への展望については、まづ、他の構造物へ適応させるため各種の外形線生成用のジェネレータを揃えていきたい。また、現在3次元RC構造物を中心に各図面を管理しているので、3次元RC構造物の中の管理情報をデータベース化することにより、図面の管理、検索が容易になるようにしていきたい。

4. 適応例

適応例として栈橋の配筋図を図3～4に示す。

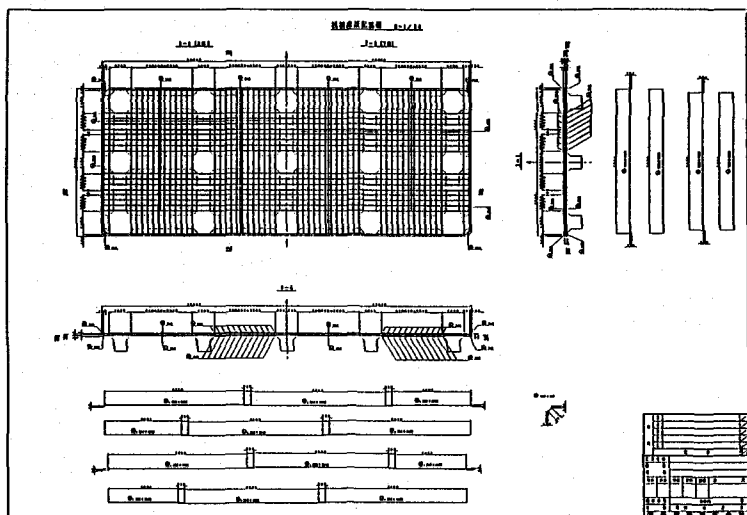


図3 栈橋床版配筋図

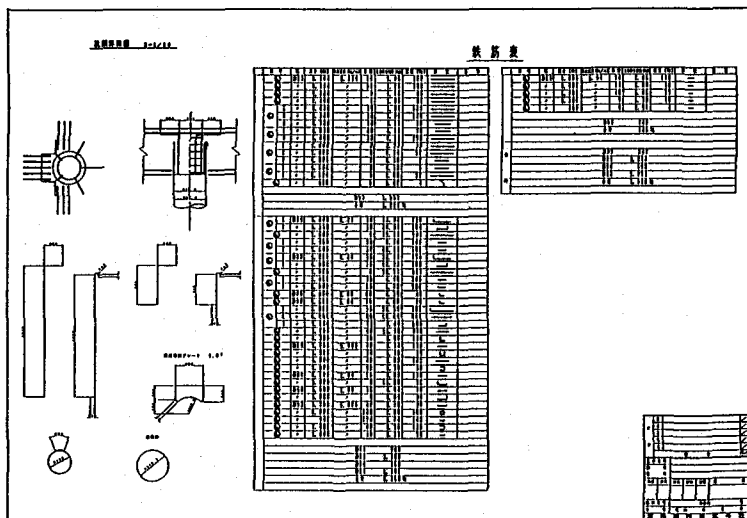


図4 鉄筋表

5. おわりに

本システムは、当社に於ける初めてのCADシステムで、当初の目的は概ね果たしたとは言え、土木設計部門のCAD化の第一歩である。今後も、より一層の機能充実、拡張を図っていきより良いシステムとしていきたい。