

(90) PC箱桁自動製図化システム

株式会社 日本構造橋梁研究所 正会員 酒井 一  
同 上 正会員 ○荻原 親雄

まえがき

近年コンピュータのハード、ソフトの進歩は著しいものがあり、土木構造物の設計分野に於ても多いに利用され、設計業務の迅速化、省力化に役立っている。しかしながら、製図分野においては (CADシステムが普及しつつあるものの) 現状では、手作業が多く、今日でも多くの時間と労力を費やしている。この現状を解決するためにPC箱桁自動製図化システム (PC箱桁橋自動製図プログラム) を開発した。以下にシステムの概要について報告する。

1. システム構成

PC箱桁橋自動製図プログラムのシステム構成を図-1に示す。

PC箱桁橋自動製図プログラムシステムにおける構造一般図、PC鋼材配置図の作成に当っては、入力の省力化を計る為、当社の保有する一貫設計プログラム (CONST) と共通な入力仕様にした。又一貫設計プログラムの入力以外で図面作成上必要となるものについては、追加入力する事とした。汎用電算機により作成された図面は、レーザープリンターによって作画する事ができ、この段階である程度の図面の照査及び配置の検討を行なう事が出来る。

照査・修正後、汎用電算機よりオンラインシステムにてCAD側に図面を受け渡し登録するシステムとした。この事によりCADを用いて図面の一部修正及び追加が可能となる。なお、対象とする構造物の適用条件を表-1に示す。

橋 長	制限無し
橋 体 幅	最大 30m
箱桁セル数	1~5 セル
桁 高	最大 20m
桁高変化曲線	<ul style="list-style-type: none"> <li>・直線</li> <li>・2次放物線</li> <li>・3次放物線</li> <li>・sin曲線</li> </ul>

表-1 対象とする構造物の適用条件

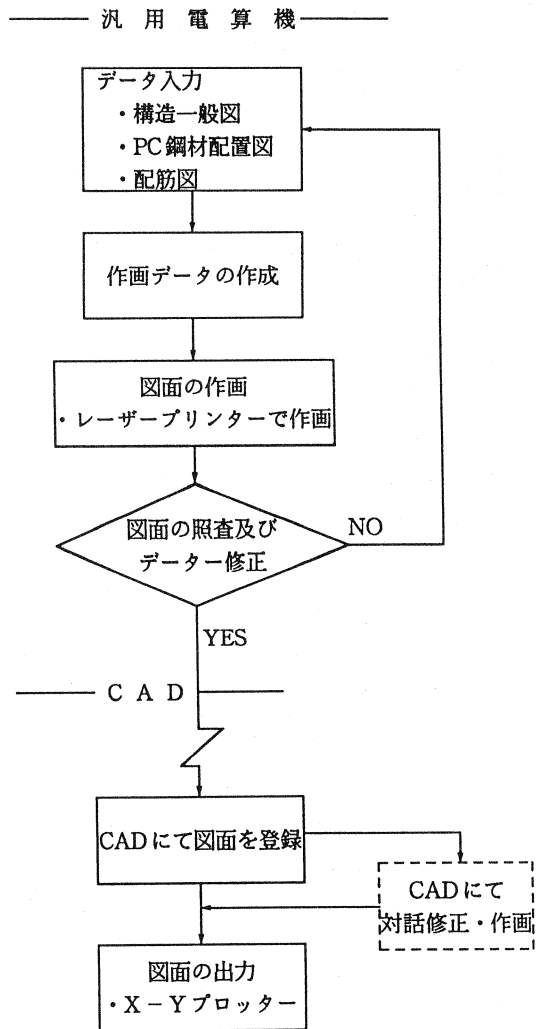


図-1 PC箱桁橋自動製図プログラムのシステム図

## 2. 図面の仕様（標準化）

### 2.1 構造一般図

構造一般図で作画する図はA：側面図、B：平面図（上床版・下床版の半断面）、横断図、形状寸法表、位置図とし、各々の標準化した形状を図-3に示す。又横断図の作画位置は入力座標値で任意に選択出来るものとした。構造一般図のフローを図-2に示す。

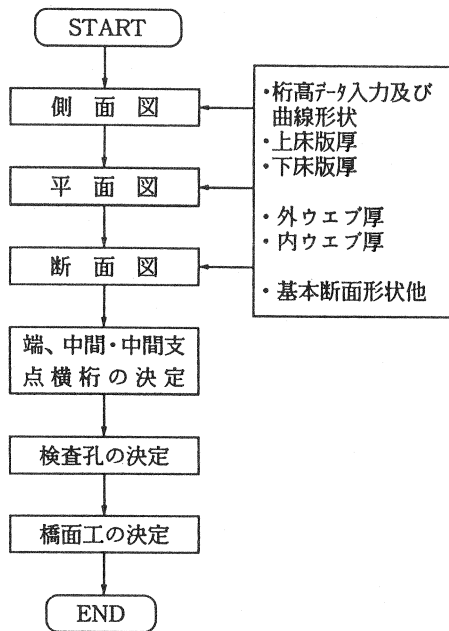
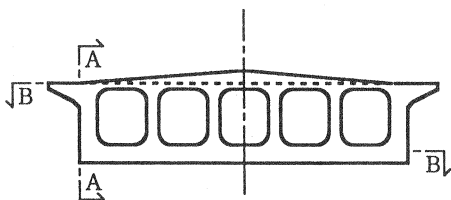


図-2 構造一般図のフロー図

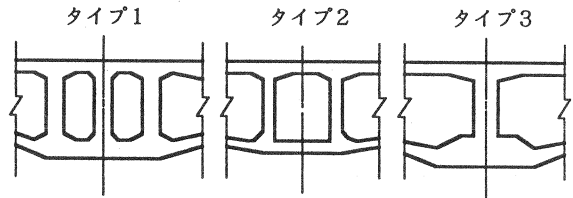
#### 1) 基本断面形状

基本となる断面形状では、外ウェブの傾きを考慮し中ウェブは垂直とした。張出し床版付根と下床版両隅はサークルハンチにも対応出来る。



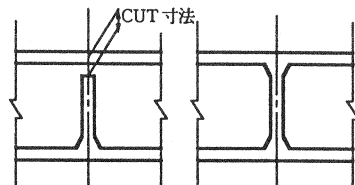
#### 2) 柱頭部形状

柱頭部形状は、現在最も使用頻度の高い構造形状の3タイプを標準化した。



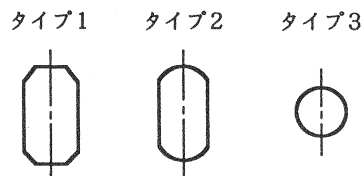
#### 3) 中間横桁形状

中間横桁形状は、上床版と横桁を切り離した分離構造と一体構造の2タイプを標準化した。



#### 4) 検査孔形状

検査孔形状は、横桁及び下床版検査孔との共通性を考え3タイプを標準化した。



#### 5) 橋面工形状

橋面工形状は、4タイプを標準化した。

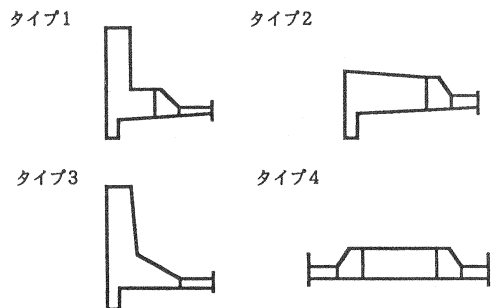


図-3 形状図

2.2 PC鋼材配置図 (鋼棒の場合)

(1) 主鋼材

主鋼材配置図の出力で、ウェブ鋼棒は側面図に、上床版・下床版鋼材は平面図に、横締鋼材は側面図・平面図・断面図に、また鉛直鋼材は側面図にそれぞれ表示する事とした。使用する鋼材種別を表-2に、鋼材配置図のフローを図-4に示す。入力する鋼材線形データのうち、縦断線形は一貫設計プログラム (CONST) の入力を転用し、平面線形は新たに入力することとした。

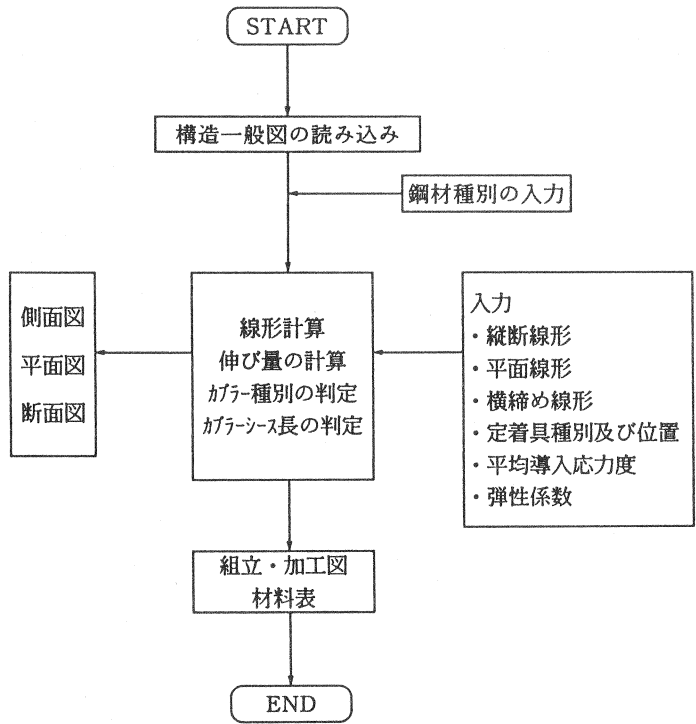


図-4 鋼材配置図のフロー図

	鋼棒アノカ-種別	アンカー径	シース径	鋼棒径	重量 kg/m
鋼 棒	SBPR930/1180	φ 180	φ 38	φ 32	6.31
	SBPR785/1030	φ 170	φ 38	φ 32	6.31
	SBPR930/1180	130□	φ 32	φ 26	4.17
	SBPR785/1030	130□	φ 32	φ 26	4.17

	鋼棒アノカ-種別	重量 kg/m
鋼 線	12φ7	3.624
	12φ8	4.740
	12T12.4	8.748
	12T12.7	9.288
	12T15.2	13.212

表-2 鋼材種別表

カプラー継手位置の決定方法及び伸び量の計算方法は以下の通りである。

1) カプラー継手位置の決定方法

カプラー継手位置は、①入力する(設計者の技術情報より) ②自動配置する③入力しない(作画後、加筆する)の3タイプを設定した。これは鋼棒の組立・加工図の汎用性を高めるためである。ここでは自動配置する方法について述べる事とする。

例) 柱頭部

配置形式及び配置方法を図-5に示す。

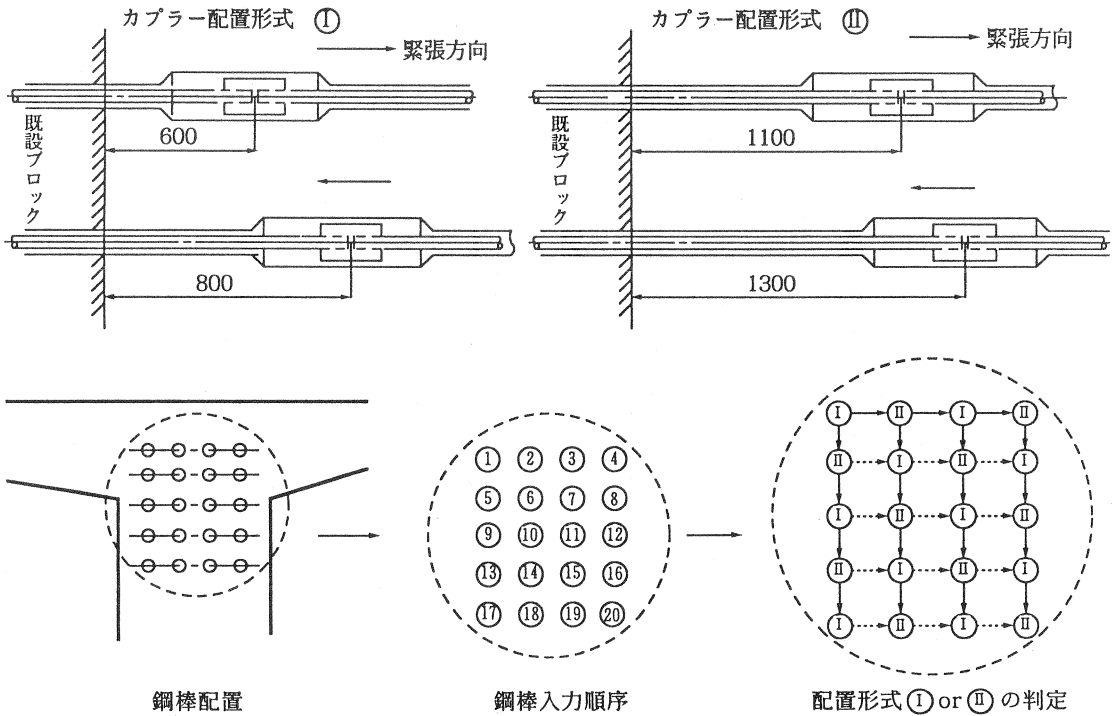


図-5 配置形式及び配置方法

配置方法

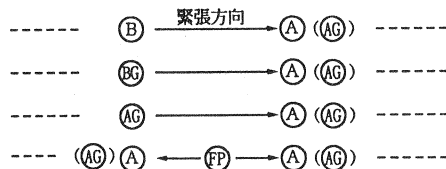
既設ブロックからカプラー位置までの距離は横締め間隔600mmを想定してカプラー配置形式Ⅰ or Ⅱを標準化した。またカプラーは1ブロック置きに設置する。

- ・最初に入力された鋼棒①は配置形式Ⅰとする。
- ・2本目以降の鋼棒は鋼棒①に隣接した鋼棒をⅡとした。

2) 不動点位置の決め方及び伸び量の計算

不動位置は以下の様に考える。

- ・片引きの場合の固定端 (B, BG, AG)
- ・両引きの場合は鋼棒長  $l$  の  $1/2$  点



伸び量の計算

伸び量の計算は「ディビダーク工法設計施工指針」により求められる。

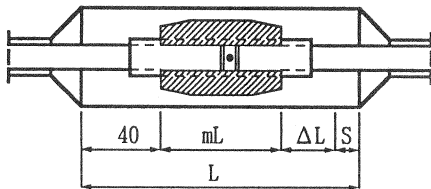
$$\Delta L = \frac{P \cdot \ell_n}{E}$$

ここに P : 平均導入応力度 (kg/mm<sup>2</sup>)

$\ell_n$  : 不動点よりカプラー継手位置までの距離

E : 鋼棒の弾性係数

カプラーシースの決め方 (単位mm)



ここに L : カプラーシースの長さ ≥ 250mm

mL : カプラーの長さ (φ26の場合90mm, φ32の場合110mm)

ΔL : PC鋼棒の伸びによるカプラーの移動量

S : 安全のための余長、ΔLの20%又は最低40mmとする

$$\therefore L = mL + \Delta L + 40 + S$$

図-6 カプラーシースの長さ

(2) 横締め鋼材

横締め鋼材の作画は、側面・平面・断面図にそれぞれ図化する。表示方法は側面には丸で表示し、平面には施工方法により、図-7に示す4タイプ考慮した。

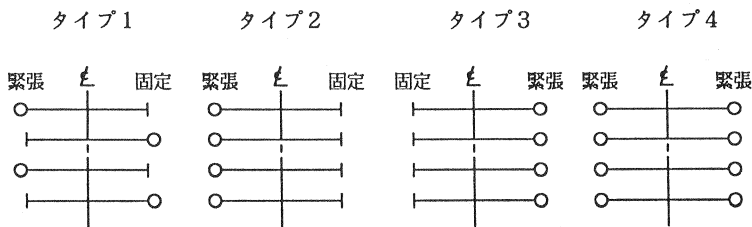


図-7 表示方法

(3) 鉛直締め鋼材

鋼直締め鋼材に使用する鋼材は鋼棒とし、配置は図-8に示す2タイプを考えた。

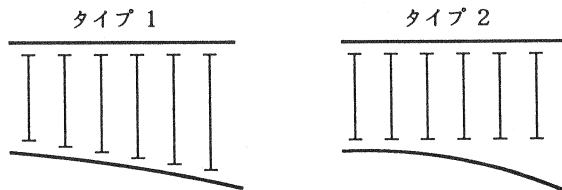


図-8 鉛直鋼棒配置図

### 2.3 配筋図

配筋図は、片持架設施工、全支保工施工の箱桁断面を考え、それぞれの断面構成は主桁配筋図(側面図、上・下平面図、断面図)横桁配筋図、加工図、鉄筋表の4つより構成されている。また、配筋要領は橋軸方向筋と張出し床版筋(下側)については、鉄筋長を入力し、橋軸直角方向およびハンチ、幅止め筋はプログラム内で処理した。

このことは、同じ構造物でも設計者の技術的判断により配筋要領が多少異なる場合があることと、構造物の形状変化にも適用できる範囲を広げるというところにあり、かつプログラムの汎用性を損なわないためにも必要であった。配筋図のフローを図-9に示す。

### 3. 結論

現在、PC箱桁橋自動製図プログラムの利用による各図面の必要作業日数は表-3に示す通りである。

図面名		作業日数
構造一般図		1.0 (0.5)
鋼材	PC鋼線	2.5 (1.0)
	PC鋼棒	4.0 (1.5)
配筋図		3.0 (1.5)

表-3 作業日数表

( )内は入力データ作成日数

表-3より手作業に比較して50%程度の省力化が計られていると思われる。今後より多くの橋梁に利用することにより設計図作製の効率化、省力化が計られると思われる。

### 4. あとがき

PC箱桁自動製図プログラムの開発に着手してから、6年の歳月を費やしたが、まだ完成には多少の修正が必要であろう。しかし、自動製図プログラムの完成により、作業能率の向上、合理化に大いに役立ち、設計技術者を製図という作業から開放でき、より高度な技術の必要な分野に専任させることが可能となるであろう。

また、これにより図面の①統一化、②作業時間の短縮、③図面の正確さなどを計ることができ期待度は極めて高い。今後、更に製図分野での自動製図化が進むことを希望し、この報告が自動製図化の発展の一助となれば幸いである。

#### 参考文献

- (社)日本道路協会:「道路橋示方書・同解説I(共通編)、III(コンクリート橋編)、平成2年2月
- 極東鋼弦コンクリート振興(株):FKKフレシネー工法基準、1993年改訂
- (社)土木学会:ディビダーク工法設計指針
- 日本道路公団:設計要領第二集、橋梁・擁壁・カルバート、平成2年7月
- (社)土木学会:土木製図基準、平成元年3月

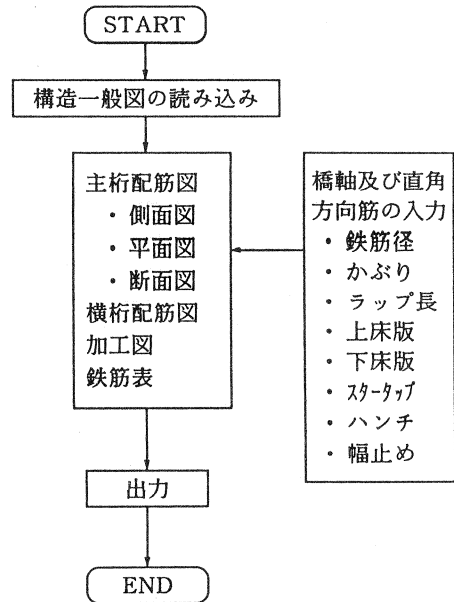


図-9 配筋図のフロー図