

鋼箱桁橋自動製図システム

Automatic Design System for Box Girder Bridge

深尾 忠弘*
Tadahiro FUKAO

堀田 浩**
Hiroshi HORITA

岡田 和久***
Kazuhisa OKADA

松藤 人美****
Hitomi MATSUFUJI

岡屋 佳孝****
Yoshitaka OKAYA

1. まえがき

橋梁の設計は、コンピュータなしには考えられない時代になった。土木構造物は一般的に、単品生産という性格からコンピュータ化が難しいとされてきた。しかし、橋梁の設計は、その中でも設計計算が比較的定型化されているため、コンピュータ化しやすいといえる。

著者らは、社会のエレクトロニクス化の波をいち早く察し、他社に先駆けて設計業務の電算化を推し進めてきた。そして、線形計算、格子計算、断面計算などの各種アプリケーションソフトが開発され、多くの成果を上げてきた。しかし近年、国内のみならず国際舞台での競争の激化、技術者の高年齢化、人員不足などの社会の変動に伴い、業務の合理化、省力化が要求されている。また、構造物の大型化、複雑化に伴い高度な設計技術も要求されており、コンピュータの利用形態もより進み、設計、製図、さらに製作へと統合されたシステムが求められている。

現在、各分野でさまざまな統合システムが開発、使用されている。しかし、システム開発には、その規模が大きいために人員、時間、費用がかかり、期待した効果が上がるまでにはかなりの労を要する。著者らも板桁自動設計・製図システム(AUTOIG)を作成し、数回のバージョンアップを重ね現在に至り、多大の効果を上げている。また、箱桁自動設計・製図システム(AUTOBG)の自動設計システムは既に多数の実績がある。自動設計と連動した自動製図システムも、開発後利用されている。

以下にAUTOBGについて紹介する。

2. 自動システムの基本思想

システムの構築を行うに当たり、著者らは、自動システムがいかにあるべきか、AUTOIG、AUTOBGを踏まえて検討してみた。

一般的に自動システムというとき、最初に少量のデータを入力するだけで後はシステムが自動的に処理を行い、ユーザーが意図した結果を得ることができる、ということがイメージされる。しかし、自動システムのユーザーからは、なかなかシステムに対して良い評価を聞くことが少ない。

そこで、従来の自動システムのどこに原因があるのか検討してみると、以下のことが考えられた。

- ① ユーザーの思いどおりの結果が得られないとき、あるいは、システムがエラーで終了したときの対応方法がわからない。
- ② システムにエラーなどが生じた場合に、入力ミスなのか、プログラム上の欠点なのか判断がつかない。
- ③ 入力データが多く、しかもデータがどのような影響を及ぼすかわからず、ヒューマンインタフェースが良くない。
- ④ 適用範囲が限られ、処理に柔軟性がない。
- ⑤ システムが大規模のため、機能追加、変更などの要求にタイムリーに対応できない。

本システムを開発するに当たり上記のことを念頭に置き、よりユーザーサイドに立ったシステムの開発に努めた。

以下に、その概要を述べる。

3. システム概要

(1) 開発環境

本システムは、箱桁自動設計システムとデータベース

*川田テクノシステム(株)開発部開発課課長 **川田テクノシステム(株)開発部開発課係長 ***川田テクノシステム(株)九州支所営業課
****川田テクノシステム(株)開発部開発課

を介して連動して、自動製図システムの処理を行う。箱桁自動設計システムは、大型汎用コンピュータ (UNISYS 2200/200) 上に開発、運用されている。開発言語としてFORTRANを使用した。そのため本システムも、それと同様の環境により開発することに決定した。

各処理プログラムは独立させ、モジュール化し、各モジュール間のデータの受け渡しは、すべてデータベースを介して行う。そうすることにより、プログラムの独立性が保たれ、プログラムのメンテナンス、拡張などが容易に行える。また開発時においては、プログラムが独立しているために、各モジュールごとに分割して同時にプログラムの開発やテストを行うことができたため、システム開発期間を短縮することにも貢献できた。しかし反面、開発時にはシステム全体の流れ、バランスを把握し、調整を定期的に行う必要性があった。

また、システム開発を効率よく、短期間で行うために、図形定義ルーチン (FIG) なるライブラリーを用いて開発を行った。一般的に図形処理は処理項目が多く、プログラムを開発するうえにおいて非常に煩雑となる。FIGとは、まず、直線、円弧などの図形情報をいったん図形データエリアに入れ、図形の組立、修正を行う。その後、図形データファイルに保存し、図形出力装置に出力するルーチンである。この図形パッケージを用いることにより、開発時の効率はもちろん、将来のメンテナンス時にも有効となる。

図-1に、本システムのハードウェア構成を簡単に示す。

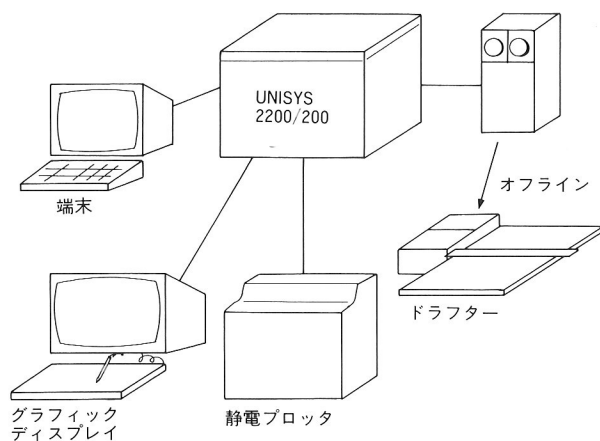


図-1 ハードウェア構成図

(2) 適用範囲

本システムは、上路橋でRC床版を有する箱桁橋を対象としている。

a) 構造形式

① 単純活荷重合成箱桁

② 単純非合成箱桁

③ 連続非合成箱桁

b) 構造物の形式

① 平面：直線桁、曲線桁、バチ桁、斜角付きの組合せとする。

② 側面(主桁)：桁高一定。桁高変化(直線、放物線、円の組合せ)。

③ 横断：1箱桁。並列箱桁(2箱桁以上)。外縦桁、中縦桁、ブラケットあり、なしの組合せが可能。

c) 主桁形状

フランジ幅およびウェブ間隔は、橋軸方向一定とする。

d) 横桁形状

I形断面とし、ウェブ高の変化可能。

e) 縦桁形状

I形断面とし、ウェブ高一定。縦桁線は、直線桁または、折れ線桁とする。

f) ブラケット形状

I形断面とし、ウェブ高の変化可能。

g) 骨組範囲

支 間 数：10径間

主 桁 本 数：10本(縦桁を含む)

横 桁 数：100本

横桁間隔数：99パネル/1主桁

主桁断面数：100断面/1主桁

主桁連結数：50カ所/1主桁

h) 発注機関

建設省、日本道路公団、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、名古屋高速道路公社、北海道開発局、その他。

(3) 処理手順

本システムの構成図を図-2に示している。この図からわかるように、システムはコントロールプログラムの下に、互いに独立したプログラム(モジュール)群から構成されている。以下に、各処理の内容について簡単に述べる。

a) 自動製図前処理

箱桁自動設計システムを処理することにより、設計データはデータベースに書き込まれるが、自動製図システムを処理するには十分でないスケルトンデータ、細部の寸法データがある。これは、そのデータを計算し、データベースに書き込む処理である。具体的には、ウェブ上での格点間距離、断面長、部材長、取り合いデータ、溶接長データなどである。

b) インタフェース処理

データベースにストアされたデータと、ユーザによる入力データとから入力処理に必要なデータを作成する。

c) 入力処理

データベースでは、製図のための主桁構成部品のデー

タを、主桁左端からの追加距離をキーとして持っている。この処理では、各主桁構成部品データのキーとなる追加距離とそのデータをセットする。

d) 部材配置処理

主桁上に配置された部材、部品間で取り合いのチェックを行い、部材取り付け位置の調整や形状を決定する。例えば、フランジ断面変化点と垂直補剛材との調整、あるいはフランジ断面変化点とウェブ断面変化点との調整などである。

e) 図形定義処理

各部材の図形を作画するためのデータを作成する。

f) 図形配置処理

各図面の配置、枚数、縮尺などを自動的に決定する。

g) 図形描画処理

各図面の描画を行う。処理を行うことにより図形ファイルが作られ、これにより静電プロッタに図面を出力する。または、磁気テープを介してドラフターで描画を行うこともできる。

h) 材料データ処理

材料計算を行うためのデータを作成する。

以上、本システムの処理手順を述べた。さらに、CAD

システムとも連動しているため、描画した図面をグラフィックディスプレイにより修正し、より品質の高い図面を作成することができる(写真-1参照)。また、図形定義まで処理が終了していれば、任意の図面だけを描画する単独処理も可能である。

最後に、参考までに本システムの実際の処理時間を記すと、2径間、2本主桁、縦桁なしのモデルで前処理から描画処理まで約2時間を要した。

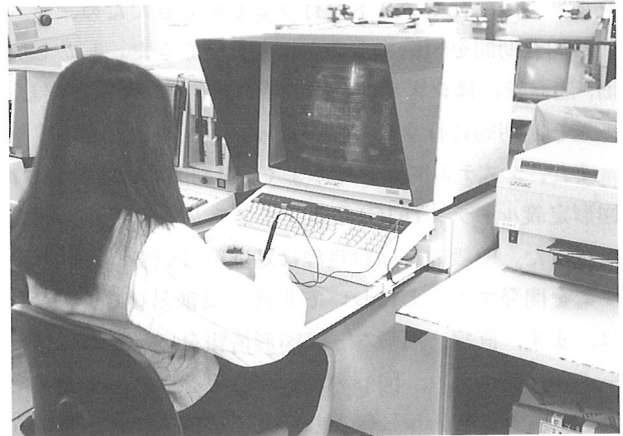


写真-1 グラフィックディスプレイ操作

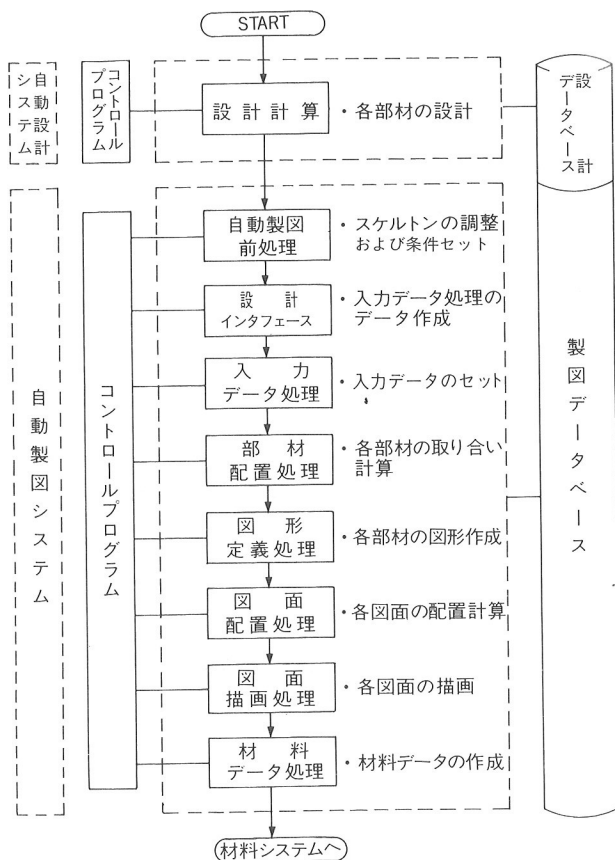


図-2 システム構成図

(4) 特徴、機能

本システムで描画可能な図面は主桁図、主桁連結詳細図、横リブ図、ソールプレート詳細図、主桁各部詳細図、横桁図、中縦桁図、外縦桁図、キャンバー図である。描画例を図-3～6に示す。

各図面の縮尺、図面配置は、桁長、桁高、主桁間隔、縦横断勾配、斜角などを考慮し、図面配置処理によって自動セットする。したがって、ユーザーが縮尺を計算したり、図面のレイアウトを考えたりする必要がない。また、縮尺、図面配置を任意に変更することも可能である。

本システムは、設計データはデータベースを介して自動的に入力でき、また、ユーザーが自分で入力するデータは、インタフェース、配置処理などのプログラムにより極力少なくし、使いやすく、しかも入力データをチェックできるシステムとなっている。

本来はユーザーが、(3)処理手順で説明したプログラムを順に実行しなければならないが、システムコントロールプログラムにより、ユーザーはプログラムの手順を意識せずに一括処理することができる。また、未実行のプログラムがあればメッセージを表示し、エラーが発生した場合には強制終了させ、再び強制終了したプログラムより実行することが可能である。

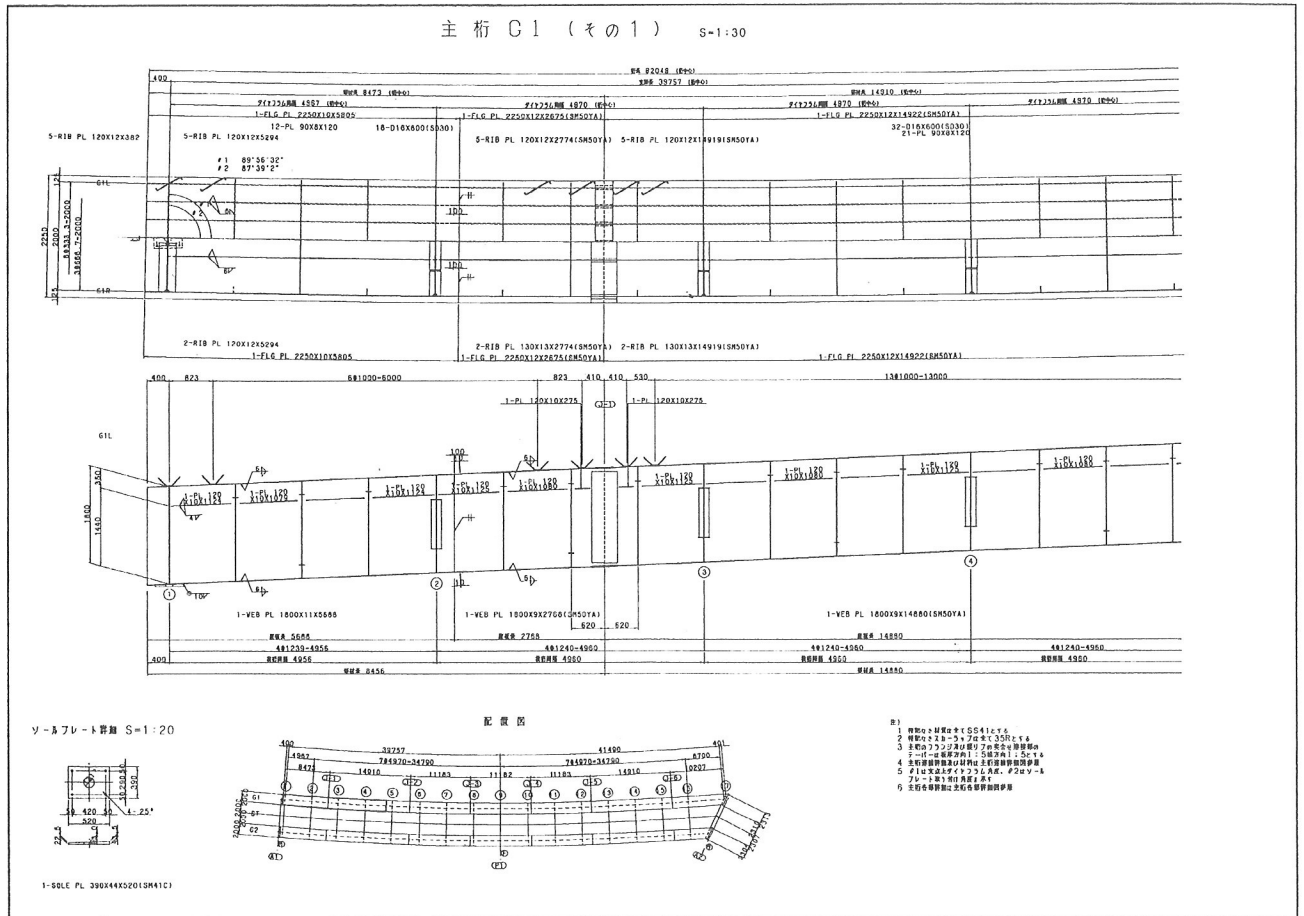


図-3 主桁図

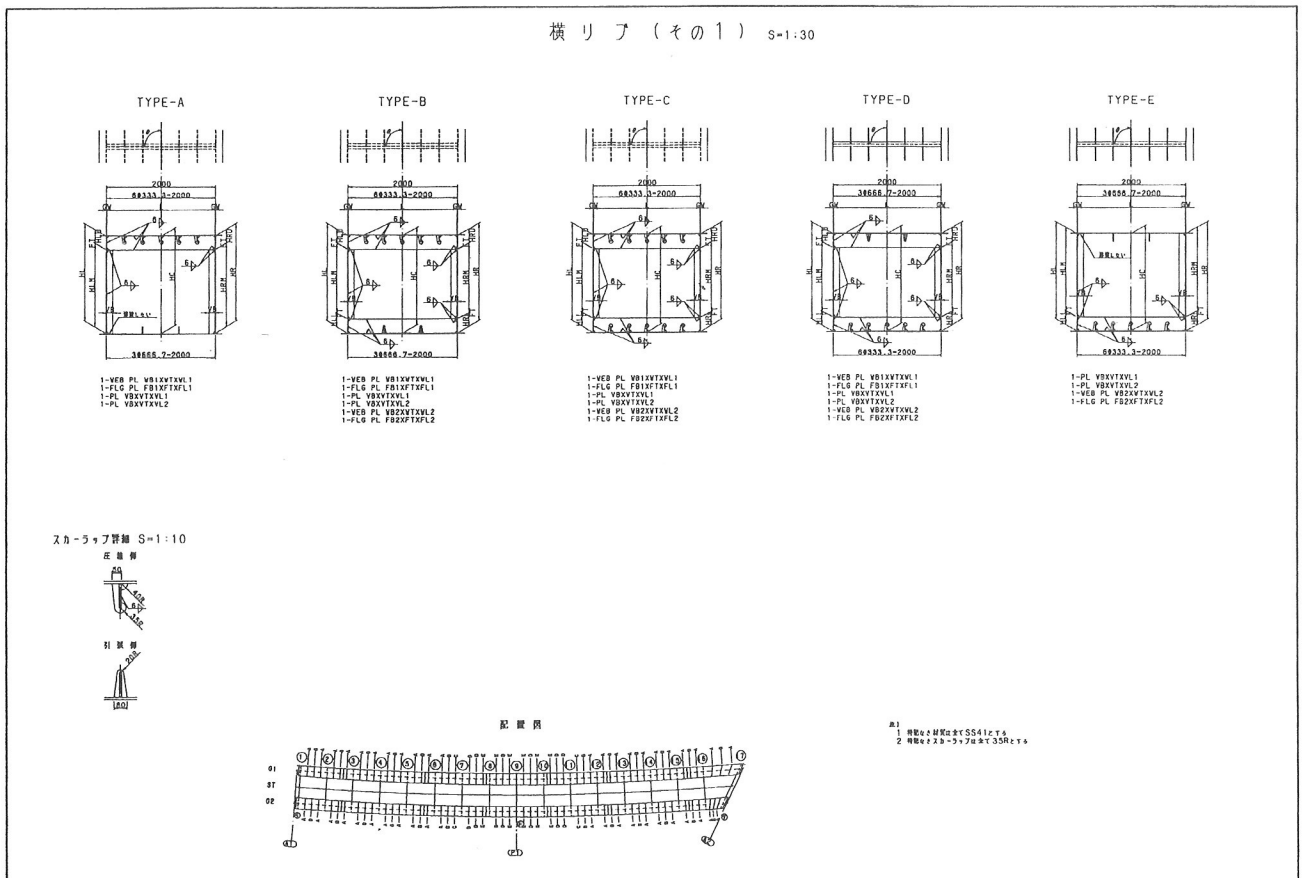
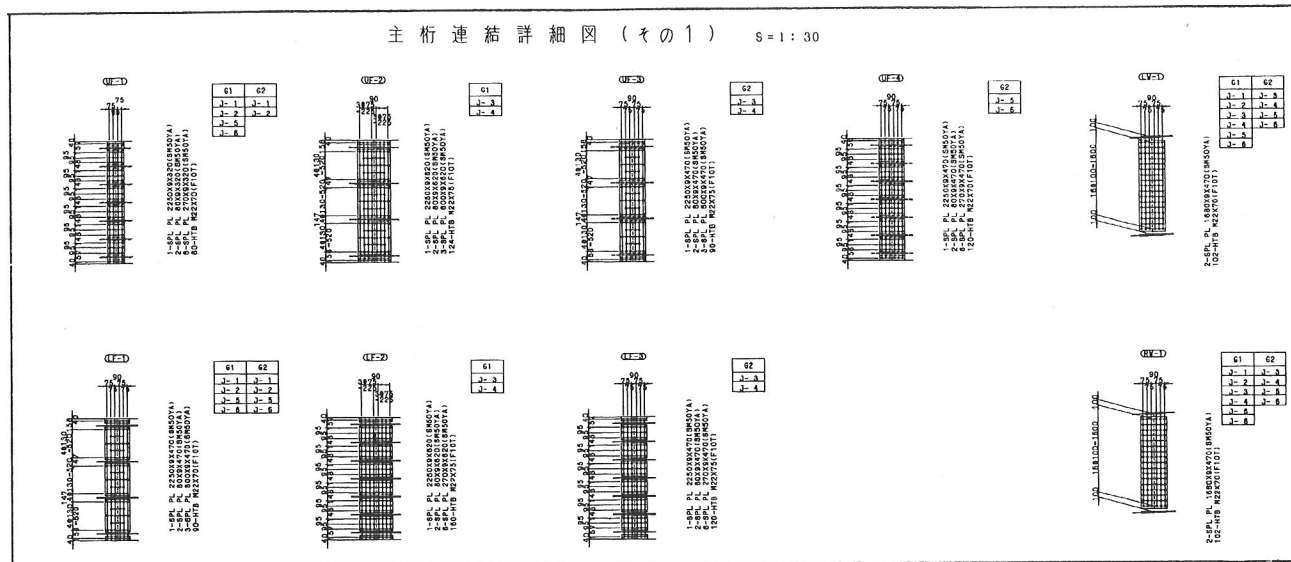
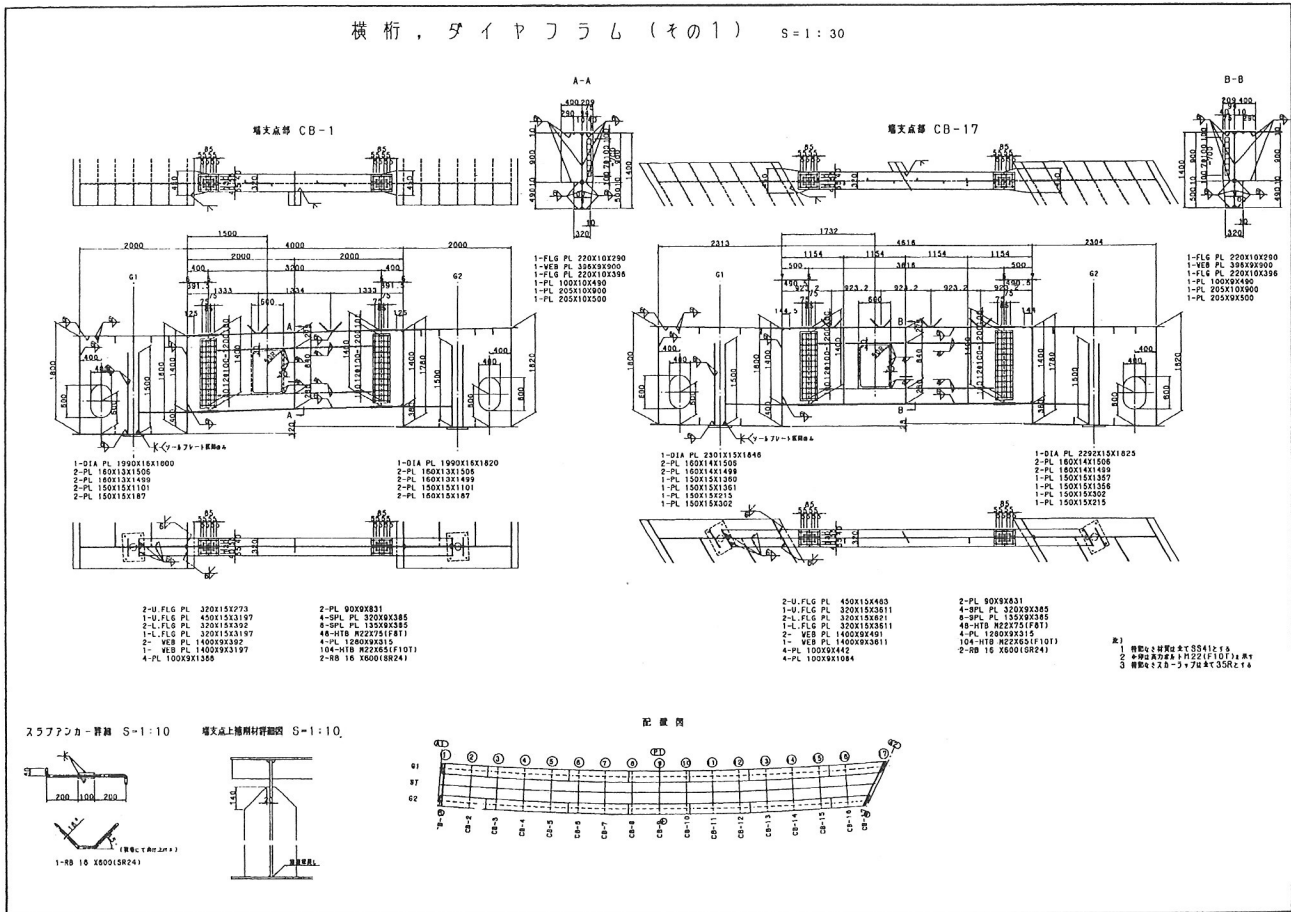


図-4 横リブ図



4. あとがき

以上, 箱桁自動製図システムについての概要を述べた。今後は, ユーザーと密接に係合して本システムを発展させていく予定である。また, 大型汎用コンピュータからEWS(エンジニアリングワークステーション)への移植も検討している。

参考文献

- 1) 小神野・松原・深尾: 自動化システムによる橋梁の設計・製図への適用(板桁の自動設計・製図システム), 川田技報, Vol. 4, 1985年。
- 2) 松原・浦井: 図形処理システム, 川田技報, Vol. 6, 1987年。
- 3) 野村・越後・堀田: 橋梁上部工とコンピュータ, 土木施工, 1987年。