

(株)春本鐵工所

魚谷 義彦

大宮司 尚

○今村 公夫

木本 栄一

浜村 正信

渡辺 誠一

1. まえがき

当社においては、製造ラインにN/C機器を総合的に取り入れ、コンピュータを利用して設計・製図から原寸・け書・切断にいたる工程さらには材料管理をも一括して処理するトータルシステムによる生産体制が確立され、数多くの実施例において多大の効果を生みだしている。本文は現在稼働中の鋼橋設計製作トータルシステムの概要とトータルシステムを構成する下記の各サブシステムの概要について報告するものである。

- a G A D R A F : 桁橋自動設計製図システム
- b H A S T L A N : 汎用的図形処理システム
- c O B I T E T U : 汎用的シナイ処理システム
- d H A B R I S : 製作情報システム
- e M A S M A T : 材料管理システム

2. トータルシステムの概要

右図は鋼橋の製造ラインと各サブシステムとの関係を示したもので、すべての鋼橋は whichever のサブシステムにより処理され製作情報およびN/C情報が作成されるようになっている。それぞれのサブシステムはデータベースにより有機的に結合されているので必要最小限の情報を的確に得ることができるばかりでなく人手介入によるミスも最小限にとどめることができる。システムにデータベースの概念を取り入れたことによりメンテナンスが非常に容易で処理の内容によってオープン、クローズいずれの手法も採用することができた。

サブシステムのはほとんどはオープンなシステムになっている。桁橋のように比較的標準化の容易なものについては製作情報およびN/C情報を一括して出力するクローズなシステムを採用している部分もある。

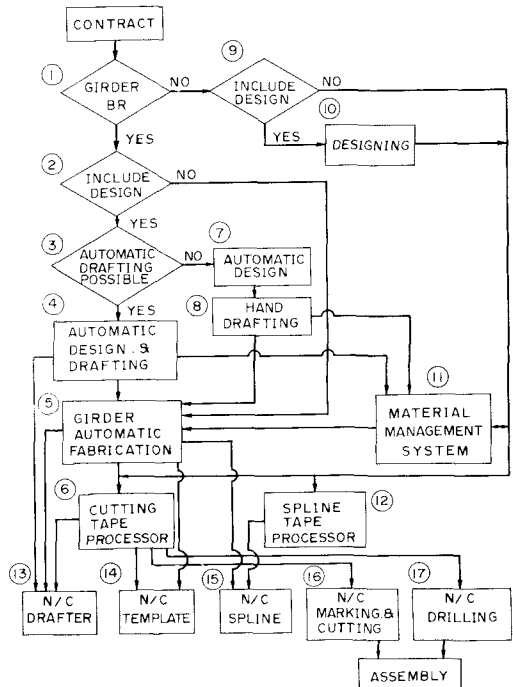


Fig. 1 SYSTEM FLOW

3. GADRAFの概要

一般に橋りょうの中でも桁橋の占める割合が多く、また線形計算値より比較的容易に部材配置が決定できるなどの理由から桁橋の自動設計製図についての処理システムは各方面で開発され実用化されている。当社においては鋼橋設計製作トータルシステムの一環として桁橋自動設計製図システムを開発し現在稼動中であり設計製図作業の省力化に大きく貢献している。

下図は自動設計製図システムの流れを示したものである。システムにデータベースの概念を取り入れたことにより従来よりインプットデータ量が少なくなり、また計算結果のほとんどがデータベースに登録されるので必要最小限の情報により膨大な設計製図データを取り扱うことが可能となった。

一方、設計で作成されたデータベースはそのまま製作情報システム、材料管理システムに引き継がれるためデータ転記によるミスや重複作業がなくなり設計作業の省力化、迅速化がはかれた。以下に自動設計システム、自動製図システムの概要を示す。

1) 自動設計システム

設計部門においては構造解析、断面決定、詳細設計を行うプログラムを以前より開発し実用に供してきた。自動設計システムはこれら個々のプログラムをデータベースを介して有機的に結合することにより設計データを集中的に管理しあわせて設計作業の省力化を意図したものである。このシステムは板桁、箱桁橋の設計作業に適用できるものでプログラム中に標準値を設けることにより設計データの簡便化をはかっている。

2) 自動製図システム

自動設計システムで作成された設計値を参照しながら部材コントロール基本データ(FCデータ)により構造別の部材配置を決定し3次元座標値を2次元座標値に変換する。細部の部材構造については数種の標準パターンを作成しておき必要に応じてデータの変更ができるようになっている。作画に必要な部材データおよび製図用データはすべてデータベースに登録されており作画プログラムでは図面上への相対的な位置の決定と部材相互間の当たりチェックのみの作業となる。

図面はすべて鉛筆書きを採用している。これは構造細部についてすべて処理できるようなプログラムを作成することはその大きさや利用度およびメンテナンスの面から得策でないと考えられるためである。また設計値の変更が容易にできるため自動設計シ

ステムにさかのぼって処理をくり返す必要がないのもこのシステムの特徴である。

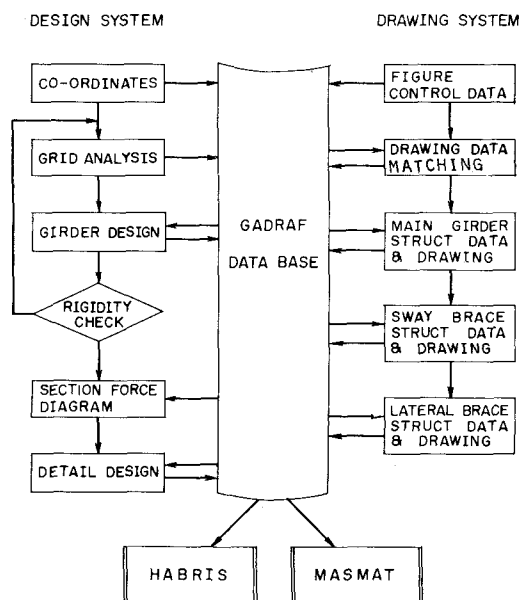


Fig. 2 GADRAF FLOW

以下に示す図は G A D R A F で出力された設計図の一例である。

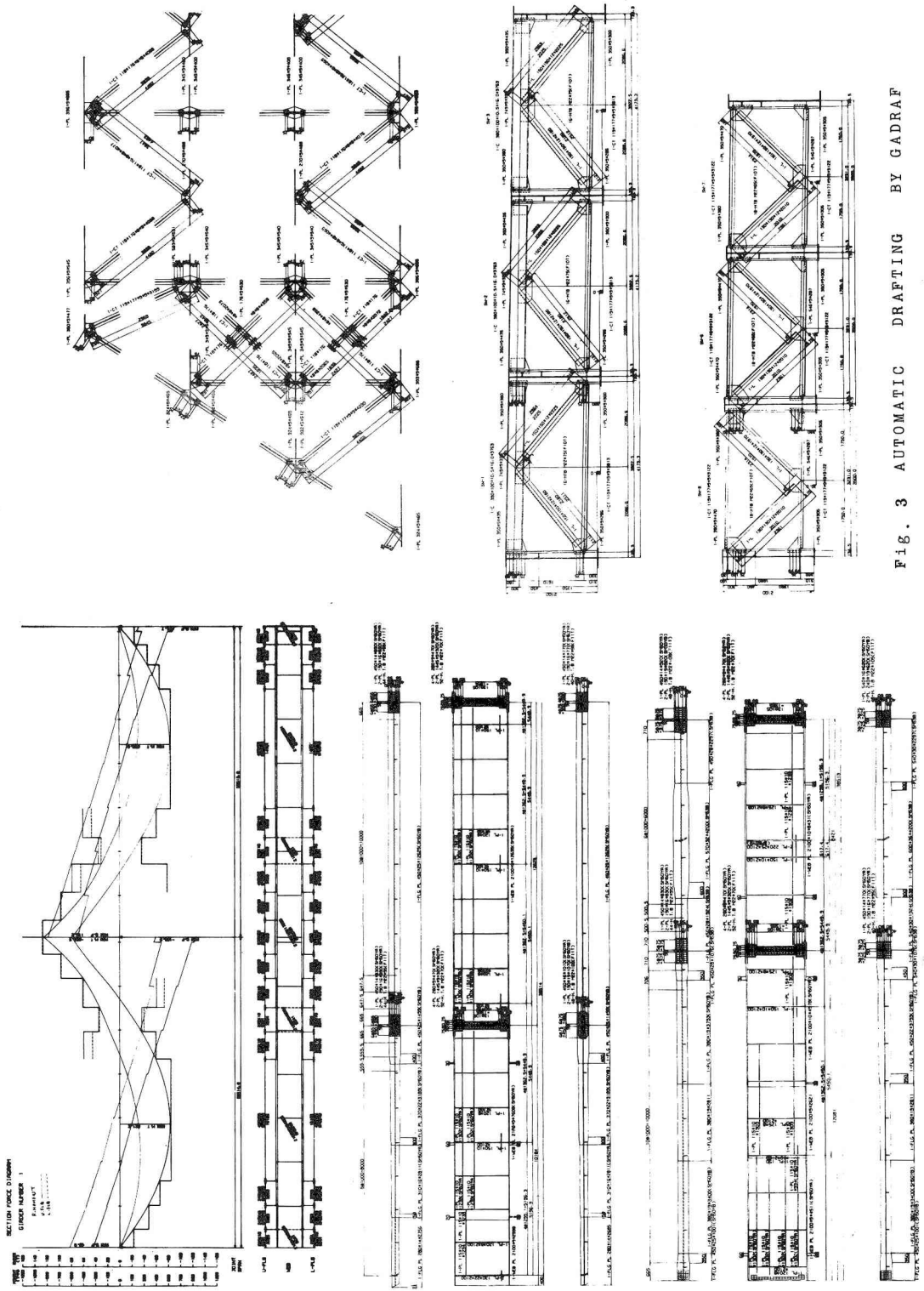


Fig. 3 AUTOMATIC DRAFTING BY GADRAF

4. H A S T L A N の概要

H A S T L A N は 2 次元的に表現されるすべての図形処理に適したプロセッサ方式の図形処理言語で次のような特徴がある。

- 文法の把握が容易で短時間で修得できる。
- 複数のパートプログラムを同時に処理する場合コンピュータのエラルーチンを介さないで正常処理のパートプログラムのみを取り出すことができる。
- コンピュータの使用メモリーサイズが常に一定である。
- メンテナンスが容易である。

H A S T L A N は単一部材の処理を対象としたものである。このため同一形状で寸法や角度のみ異なる部材や組み合わせ部材を処理する場合パートプログラムが複雑になりエラーの原因となり易い。

このような部材に喫してはあらかじめ外部記憶装置にサブプログラマ (マクロ) として登録しておき必要に応じてパートプログラム中に呼び込み所定の寸法を与えて図形を定義できるようになっている。マクロの登録・消去はすべてパートプログラムの命令によるためパートプログラム全体をマクロとして登録することも可能である。パートプログラムは次の 3 つのステップで処理され図形情報に変換されて出力される。

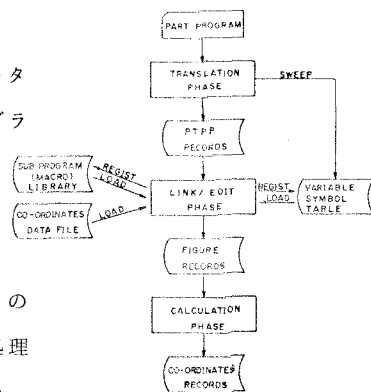


Fig. 4 HASTLAN FLOW

- パートプログラムを翻訳し文法上の誤りをチェックしたのち数値情報に変換し出力する。
- 数値情報として出力されたパートプログラムを編集する。図形定義に必要な情報が入力されているかをチェックし必要があればライブラリーよりマクロを取り出し定義にしたがって図形情報を出力する。座標ファイルからの座標値もここで引用される。
- 出力された図形情報を連結し交点計算などを行い図形が正しく定義されているかをチェックしたのち H A S T L A N 特有の標準形式に変換し出力する。

H A S T L A N で出力される情報はすべて一定の形式 (標準形) を持っているため N / C ハードウェアに必要な機械制御命令、移動命令などの N / C 情報を生成するポストプロセッサの作成が容易で 2 次元的な制御機能を有するすべての N / C ハードウェアに適用することができる。

5. O B I T E T U の概要

この言語はシナイ定規を自動的に作成するために開発されたもので型板として表現できないものや形質などのように一次元的に表現される部材の製作情報を作り出すためのものである。H A S T L A N と同様にプロセッサ方式となっているが相異点として H A S T L A N では単独の図形要素を編集連結してゆくのに対して O B I T E T U ではあるパターン化された図形を数値コードに変換して情報を出力するようになっている。出力情報をパターン化した理由は以下による。

- 表現の内容と図形が対応しており一意的である。
- 直線・円弧をそのつど組み合わせて図形を定義する必要性がさほどない。
- パートプログラムが短かくてすみ処理時間も短縮される。

6. H A B R I S の概要

汎用性を重視した H A S T L A N , O B I T E T U 両システムによってたとえば桁橋のようにパターンの類似した部材形状の多い構造物を処理する場合多量のインプットデータが必要となり処理の効率が悪化しエラーの原因ともなり易い。そこで桁橋製作工程のうち原寸、け書、切断、仮組の各工程に必要な製作情報（製作キャンパー値、仕上げ寸法、板切断寸法、仮組資料、材料リストなど）を生成する前処理システムとして H A B R I S（製作情報システム）が開発された。

このシステムによって生成される製作情報はデータ管理プログラムを介して製作情報データベースに登録され以降の処理に提供される。従来の製作工程で取り扱われていた製作情報を一元的なデジタルデータとして取り扱うことにより実質的な重複作業を取り除くことができた誤作の原因となるような寸法取り扱い上の諸問題も解決することができた。

H A B R I S は以下に示すプログラムより構成され処理の内容によって製作情報のみを出力するプログラムと製作情報，N / C 情報のすべてを出力するプログラムに分けられる。

1）骨組形状決定プログラム

大座標系で与えられる主要格点の3次元座標値を各橋ごとに設定する小座標系の3次元座標値に変換し格点番号，部材番号，部材マークなどを割りつける。同時に対傾構，緩構などの部材の定義，取付位置座標値の計算を行って製作情報作成に必要な製作基本データを作成する。一方，これらの情報を平面骨組図，桁縦断線図，座標図として図化することにより基本データが正しく定義されているかどうかをチェックすることができる。さらにこれらの縮尺図は社内検査および立合検査に供される。

2）主桁ウェブ展開プログラム

骨組形状決定プログラムで作成された3次元座標として表現された主桁主要点はウェブ展開プログラムにより溶接による収縮量や仕上げしろなどが考慮され2次元座標値に変換され製作用のデータとして出力される。ここで処理される主な作業として次のようなものがある。

- a) 3次元座標データから2次元座標データへの変換
- b) 溶接による部材の収縮量および仕上げしろの考慮
- c) 部材単位ごとの座標計算および部材マークの設定

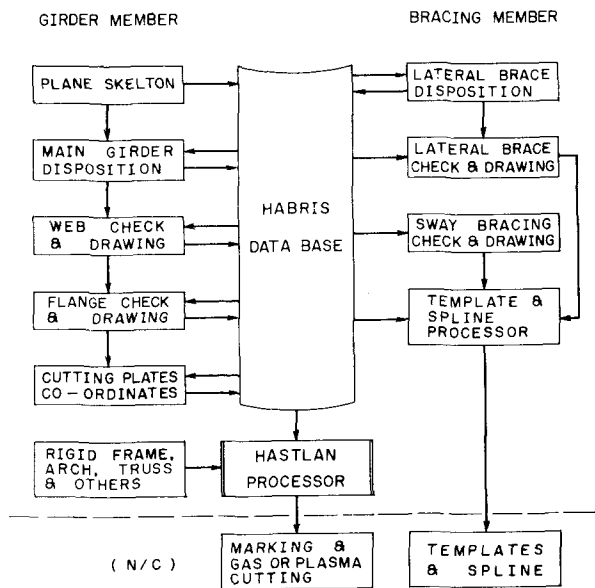


Fig. 5 H A B R I S FLOW

- d) 板継寸法および鋼板の必要最大寸法の決定
- e) 部材リストおよび切断線，け書線に分類した座標リストの作成
- f) 原寸検査用縮尺図の作成

主桁ウェブ展開プログラムは直線，曲線，折線の板桁，箱桁に適用できかなりの汎用性を持っている。このプログラムでは H A S T L A N による N / C 切断テープの作成に必要な座標データを出力することを前提としているが N / C 切断テープを直接作成するプログラムも用意されている。

3) 主桁フランジ展開プログラム

主桁主要点 3 次元座標をもとに溶接による収縮量および仕上げしろなどを考慮しフランジの製作情報を作成する。ここでは先に出力されたウェブ展開座標を参照しながら実長にもとづいてウェブ，フランジの取り合い関係をチェックしている。

4) 対傾構・綾構自動原寸プログラム

対傾構および綾構は形鋼を主体とした部材構成になっている。ここでは取付位置の 3 次元座標を 2 次元平面に展開し構成部材の当りチェックなどを行い部材寸法を決定し取り付けチェック図，鋼板切断用型板，シナイ定規作成用 N / C テープ，部材リストなどをすべて出力している。これは構成部材について形の類似したものが多くパターン化が容易であり数量もかなり多いことから H A S T L A N ，O B I T E T U といった汎用的なシステムで処理するよりもむしろ専用のシステムにより処理した方が処理効率が良くまたインプットデータ量も少なくすむといった理由によるからである。

5) 切断板処理プログラム

主桁の製作寸法が決定されたのち鋼板の切断を効率よく行うために部材ごとの 2 次元座標値を取り出し同材質，同板厚によるネステイングを行い大板情報に変換し切断座標値ファイルを作成する。これらの切断情報は H A S T L A N に供され N / C 切断テープとして出力される。

下図は切断情報をもとに H A S T L A N により作画したけ書，切断チェック図の一例である。

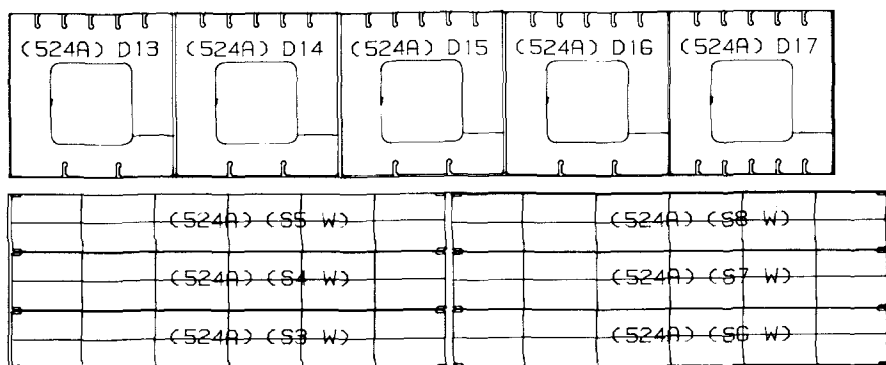


Fig. 6 CUTTING CHECK DIAGRAM

7. M A S M A T の概要

自動設計製図システム (G A D R A F) および製作情報システム (H A B R I S) より出力される部材データを集約し材料リストの作成, 在庫リストとのマッチング, 材料の積算, 伝票の作成などを行うために開発された材料管理システムである。鋼橋製作時に発生する膨大な量の材料データをすべて一括管理できるため複雑な事務処理を迅速かつ正確に行うことができる。本システムで処理される主な作業に以下のようなものがある。

- a) 橋りょう材料計算および材料表作成
- b) 鉄骨一般材料計算および材料表作成
- c) 鋼板カッティングプラン作成
- d) 形鋼カッティングプラン作成
- e) 原寸材料リストおよび仕訳明細表作成
- f) 資材日報および在庫表の作成
- g) 仕入・振替・払出の各伝票作成
- h) 材料実績表および平均単価表の作成

右図は鋼板カッティングプランより出力されるチェック図の一例である。

100A	100A	100A
100A	100A	100A
100A	100A	

NO.20 SS41 9x1440x10000

100A	100A	100P
100P	100P	100P
100A	100A	100P

NO.23 SS41 9x2470x10100

Fig. 7 CUTTING PLAN

8. あとがき

データベースの概念を取り入れた鋼橋設計製作トータルシステムの完成により橋りょう製造法に大きな変革をもたらした既存の作業体制とまったく異なった新作業体制が確立されることとなった。当初トータルシステム実稼動に際し従来の床書原寸などで得られる製作情報と本システムによる製作情報との比較を行った結果ともに良好な一致を示し本システムによる作業体制に移行してもまったく問題のないことが確認された。N / C 作業体制の確立によりトータルシステムへの依存度はますます高まってきており今後は工作法のスムーズな反映, 計算精度の確保といったより効果的なシステムの運営について検討が加えられてゆくことになる。

参考文献

- 1) 魚谷義彦, 大宮司尚, 今村公夫: トータルシステムによる桁橋の製作について, 第30回年次学術講演概要集第I部, P P . 5 9 8 ~ 6 0 0 , 昭和50年10月
- 2) 魚谷義彦, 大宮司尚, 木本栄一: 桁橋トータルシステムにおける自動設計と自動製図, 第31回年次学術講演概要集第I部, P P . 1 1 3 ~ 1 1 4 , 昭和51年10月
- 3) 松井正, 坂本富士男, 魚谷義彦, 大宮司尚: トータルシステムによる橋梁製造法の変革(上) 橋梁と基礎, 昭和51年6月
- 4) 遠藤武平, 成瀬浩, 魚谷義彦, 大宮司尚: トータルシステムによる橋梁製造法の変革(下) 橋梁と基礎, 昭和51年7月

APPLICATION OF THE COMPUTER ORIENTED TOTAL SYSTEM
TO THE DESIGN AND FABRICATION OF STEEL BRIDGES

Y.UOTANI * H.DAIGUJI ** K.IMAMURA ***

Computer aided structural design has become increasingly popular in structural design offices throughout the world. But the successful application of the computer oriented total processing system for steel bridges including automatic drafting and fabrication process is very few.

In this paper the outline of successful applications of the total system to the design and fabrication of steel bridges is presented. The total system described in this paper is divided into five sub systems. All sub systems are effectively connected and worked by the supervisor program SCOP. The outline of sub systems are described below.

- (1) GADRAF : Automatic design and drafting system for girder bridges
- (2) HABRIS : Data processing system for girder bridge fabrication
- (3) MASMAT : Total management system for steel materials including cutting plan
- (4) HASTLAN : General drafting language including N/C tape processor
- (5) OBITETU : N/C spline processing language

All informations created by sub systems construct a data base. This data base is commonly used by five sub systems. The conception of the data base is very useful to exclude the duplicate work.

The design and drafting data are easily and rapidly generated by GADRAF sub system. Automatic drafting is applicable to all types of girder bridges having I-section. HABRIS sub system supplies almost fabrication information for girder bridges including box girders with orthotropic steel decks. The basic dispositions of girders are expressed by a reduced scale, therefore vast space of template shop is no longer used. MASMAT sub system is the total data processing system to manage steel materials including cutting plan for N/C gas or plasma cutting machines. Any information for arbitrary shape of figure can be created by using HASTLAN and OBITETU sub systems. N/C tapes for marking and cutting machine are made by HASTLAN. N/C spline tapes are produced by OBITETU. Almost marking and cutting informations of steel bridges except for girder bridges, such as truss bridge, steel pier, arch bridge and so on, can be made by using HASTLAN and OBITETU.

To switch the old manufacturing system to new computer oriented total system, the latter one has been checked from the every direction. And few errors have been found by the comparison of informations with the work of both system. And this computer oriented total system has being improved with a view to keep manufacturing quality high and ensure the work of bridge fabrication.

* Harumoto iron works Co.,Ltd. general manager

** Harumoto iron works Co.,Ltd. chief enginner

*** Harumoto iron works Co.,Ltd. system enginner