

【技術ノート】

鉄骨生産システム運用報告と近況

Report on Recent Development of Manufacturing System of Structural Steel

北 島 彰 夫*
Akio KITAJIMA松 原 哲 朗**
Tetsurou MATSUBARA橋 本 重 信***
Shigenobu HASHIMOTO坪 山 雄 二***
Yuji TSUBOYAMA上 田 仁***
Masashi UEDA猪 瀬 峰 男***
Mineo INOSE

1. まえがき

鉄骨業界では、作図・生産の自動化がたち遅れているといわれてきたが、近年、業界各社、ソフトウェア会社等による、いろいろな形態のシステムの開発が急速に進んでおり、近い将来、なんらかの自動化システムの利用が広く普及する見通しがある。

当社では、57年4月に、コンピュータを使った、鉄骨の省力化トータルシステムの開発に着手している。60年4月には、バージョン2 (V2) が完成し、直ちに栃木工場でその運用を始めた。運用の当初には、まだトラブルも多かったが、システムを部分的に調整しながら、作図部門と開発部門とが協同して物件処理にあたった。これと並行して、バージョンアップ作業を行ったため、若干作業が混乱したこともあったが、運用の過程で明らかになった現実のニーズやシステムの改良すべき点を、バージョンアップに即反映させることができた。さらに、61年4月には、バージョン3 (V3) が完成し、運用も、V3に移行した。V3はV2より、適用範囲がかなり広くなり、データも入力しやすくなっている。現在では、作図部門が主体となって、常時、複数の物件を並行処理している。

ふりかえってみて、我々のシステム開発の道のりは、必ずしも平坦ではなかった。鉄骨のもつ多様な構造・形状に対応し、しかも採算性のとれる図面生産性を確保するためには、どうしても、会話型処理とバッチ処理とが混合したハイブリッド・システムとならざるをえないのだが、その具体的な構成や処理の比重をどうするかについて、我々は明確なビジョンを持たなかった。はじめは、市販の三次元CADシステムを中心として、これをマクロ

等で補完する構成を考え、試験的な導入・運用をしたが、この形態では、データ入力に長時間かかるうえに、作業熟練による能率向上もあまり期待できないことが明らかになった。ハードウェア価格が高すぎることもあわせて、鉄骨のシステムとしては不適切であると判断された。最終的には、ミニコン上でのバッチ処理の比重を大きくし



写真—1 鉄骨生産システム (SS-5)

て、図面や資料の処理速度を速める一方、データ入力にはパソコンを使い、作業者にも受け入れられ易く、記入・チェックも容易な表計式のデータシートを採用した。ミニコンで処理された図面や資料を、編集加工して、適用範囲外の部分を調整したり、加工情報を追加的に入力することは、会話型処理に適し、またこの種の作業は、局部的に処理することが可能で、無理にデータの統一性に固執すると作業の進行をかえって阻害するため、これらの処理は、パソコン上のCAD等で行なうことにした。全体として、作業者とのインタフェース部分は極力パソコン化して、作業者がなじみやすいシステム作りをめざしている。

以下、V3の改良点と運用形態について報告する。V2については既報 ('86川田技報) を参照されたい。

*川田工業株式会社技術本部生産企画部長 **川田工業株式会社技術本部生産企画部CAD/CAM課係長 ***川田工業株式会社技術本部生産企画部CAD/CAM課

2. システム概要

鉄骨生産は、一般的に処理量が多く、設計変更も多い、又工期が短い、といった宿命があり、従来の人手依存では、総ての作業が限界に達している。

より効率良く、仕事を消化するために開発されたのが、本システムであり、ミニコンとパソコン併用の分散処理方式を取り、一般図、詳細図から、材料、製作情報までの、一括した処理を行う、トータルCAD/CAMシステムとなっている。

分散処理方式としたのは、ミニコンは、その高速処理能力を生かして詳細図のバッチ処理部分に利用し、パソコンは会話型処理を主体とする作業者とのインターフェース部分としてシステムに利用したかったからである。

又、最近におけるパソコンの性能向上はめざましく、将来を考えて、パソコンで処理可能な部分はできるだけパソコンに移し換えておきたかったからでもある。

現在のシステム(V3)は、V2に比べて、大巾にバージョンアップをしている。

以下にバージョンアップの主な点を示す。

(1) パソコン側の主なバージョンアップ点

V2のパソコンでの処理は、入力処理とBH処理のみであったが、V3はミニコンからパソコンへ、システムの一部を移植したことで、パソコン側での処理は増えたが、作業性が非常に良くなっている。

a) 基本データから詳細データが自動発生

V2に比べ、V3は適用範囲を大巾に広げたことで、全体の入力データ量が、必然的に増え、V3ではこの入力データを可能な限り減らすため、イニシャルデータ、スケルトン、基本データの入力により、詳細データを自動生成し、不足分のデータのみを、追加入力するだけで、全ての入力データが整うようにしており、結果的には、実質入力量はV2と変わらない程度まで減らすことができた。

b) 基準図処理

ミニコン上で処理していたものを、パソコン側に移植した。これは、データ入力後ただちに、基準図の処理をすることで、データの照査を手軽にしています。(軸組図、梁伏図、継手基準図、アンカープラン、ベース詳細図)

c) パソコンCADの利用

会話型図面編集システムによる、一般図、詳細図のレイアウト、編集、二次部材、鉄筋孔、アクセサリ等の追加入力及び変更が可能です。

又、プレートの外形、属性を抜き出し、レイアウトして、型板作画処理もできます。

d) 材料計算処理

材料計算及び集計処理も、ミニコン上で運用していたものを、パソコン側の運用に移した。

ミニコン上で、詳細図処理と同時に作り出した材料データを、パソコンに受け取り、必要に応じて編集し、重量表から、注文明細書までの出力ができる。

又、型鋼の定尺引当て処理、及び在庫引当て、さらにはBH資料までが連動している。

(2) ミニコン側の主なバージョンアップ点

処理適用範囲(平面骨組、柱、梁等の形状、出力内容等)が大巾に拡張した。

a) 平面骨組形状

直交していることが原則だった平面骨組形状から、任意の形状が取り扱えるようになった。

b) 柱形状

セットバックの処理が可能になった。

c) 梁形状

平面、継断の折れ曲がりも、形状内2点までに限って扱える。

さらに小梁も処理可能になった。

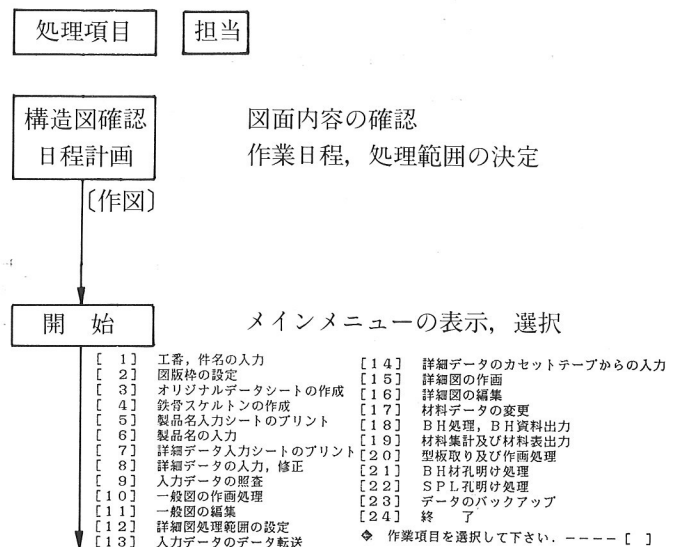
d) ピースマークが自動決定

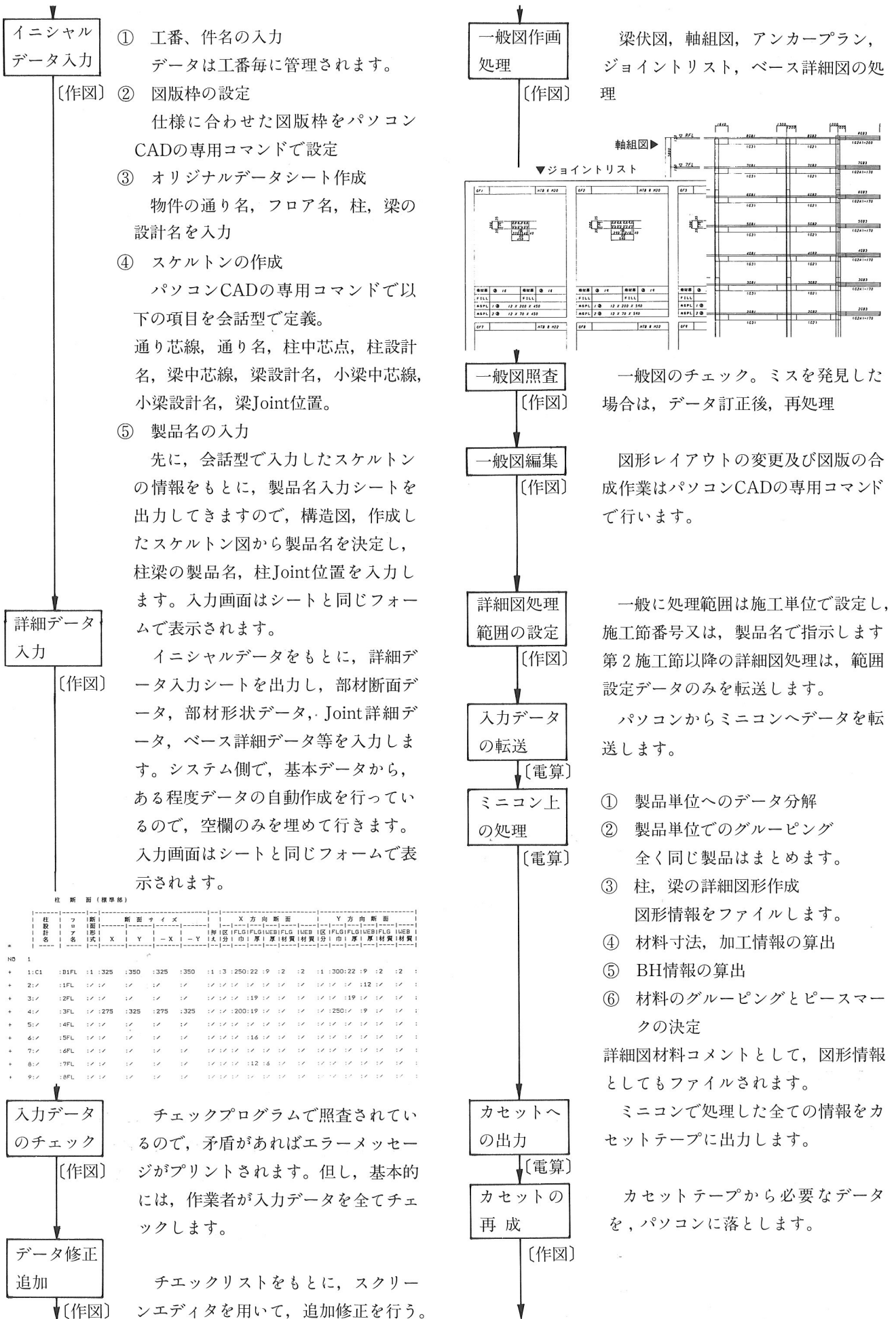
ピースマークは、同一材料には同マークが符くように、プレート外形々状、Jointマーク、加工情報を加味してグルーピングした後、決定される。ピースマークは、詳細図及び材料表に反映します。

以上の様に、本システムによって、作図までの前処理が非常に短縮でき、設計変更への対応も容易になっていることと、生産に関する一連の情報を一貫して、管理することで、さらに省力化が計れることを目指すシステムとなっている。

3. 運用形態

物件受注後の処理計画から、製作情報出力までの一連の、システム運用形態及び、処理手順を次に示します。





詳細図のチェック出力
[作図]

詳細図の編集、附属品の挿入
[作図]

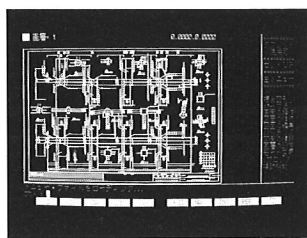
詳細図作画
[作図]

材料、BH
データ修正
[作図]

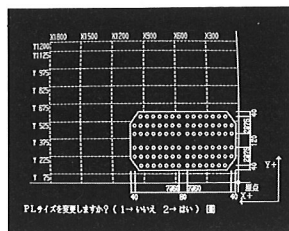
製作資料の出力
[作図]

プロッタ、又はラスターコーダで、詳細図を全て作画し、チェックします。柱詳細図の断面配置はここで計画します。チェックして不都合があった場合は、ケースによっては、データ変更後再処理です。

柱詳細の断面配置変更と、附属品の追加、修正が主な編集になります。パソコンCADの専用コマンドで行います。



確認、編集済みの詳細図を連続出図します。



材料番号	仕訳	サイズ	枚数	INET	重量
SF10	PL	200 28	3543	12100	1649
SF19	PL	200 28	3393	8100	1193
SF11	PL	200 28	3542	4100	623
SF7	PL	200 22	3545	4100	490
SF6	PL	200 22	3546	4100	
SF4	PL	200 22	1000	36100	
SF2	PL	200 22	5015	4100	
SF16	PL	200 22	3595	51100	
SF1	PL	200 22	5016	101100	
SF12	PL	200 22	3543	61100	
SF21	PL	200 22	5065	11100	175

▲注文明細表

▼BH資料

原 産 地	規格	製品番号	断 面	長さ
FLG	UEB	m/m		mm
1CHF1	1CH41	9.0	1	BH 600*200*12/28 12,054
1CHF2	1CH42	7.0	2	BH 600*200*9/22 8,044
1CHF3	1CH43	7.0	3	BH 600*200*9/19 12,054
TOTAL				116,581 kg/m 総量

データバックアップ
[作図]

終了

総括表、等を計算出力します。

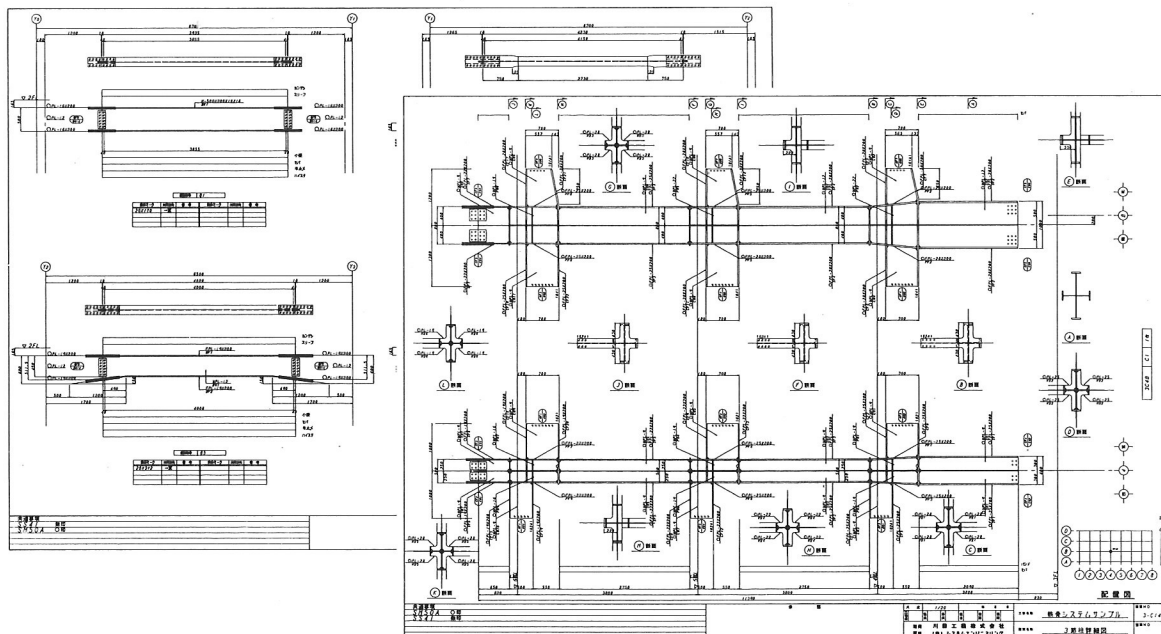
③ 型板作画処理

該当プレートの図形及び属性を抜き出し、図版にレイアウトすることで作成します。これらの作業も、パソコンCADの専用コマンドがあります。

④ N/Cテープ出力

BH及びSPLの孔明テープの出力を行います。

処理済み及び、処理中のデータは必ずバックアップをとります。



材料寸法、ピースマーク、加工情報等の追加、変更があれば行います。

① BH処理及び資料の出力

同サイズの倍尺、型鋼の定尺及び在庫取合いを行います。

② 材料集計及び出力

重量表、仕訳表、注文明細表

4. 運用実績と効果

鉄骨システムの本格的運用は、60年4月のV2の完成により開始した。それまでのV1は、鉄骨システムのプロトタイプであり部分運用であった。V2はデータ入力から基準図、詳細図、材料と、一連に処理するトータルシステムである。限定された標準的な構造の鉄骨工事は入力データも少なく、コンピュータシステムの利点を十二分に発揮することができた。しかし、構造の一部に適用外の構造があると、とたんに弱点をさらけ出す羽目

になった。6月には、V2は改良され適用範囲を拡大し、一方、適用外の構造が一部あっても、その部分のみ略してスムーズに処理できるように改良された。このことで、V2の運用利用度が急激に増えると同時に、一層のバージョンUPの要求が出された。それはV2の適用可能な平面スケルトンは、基本的に直交している必要があり、直交でないものは個々に、角度や方向を入力しなければならないため、データ入力作業が繁雑であった。又、材料集計もミニコン上で処理するため、作業の進行に伴って、作業者が柔軟に対応できず、その都度電算係に頼らねばならなかった。

61年4月にV3が完成し、その運用にはいった。

V3はV2に比べて、適用範囲が格段に広がっている。このため、入力データ量が多くなっているのは、いたしかたのないところであるが、極力、入力の簡略化に努めている。例えば、鉄骨の骨組データは、パソコンCADを利用した対話形式で、画面上1フロア分の柱や梁の位置関係を定義することによって、内部的に、その階の骨組寸法データを発生させたり、又、1フロア分のデータをコピーすることによって、複数フロア分のデータを容易に作成することもできる。このようにすれば、コピーしたデータの不都合な部分だけを、パソコンCADで修正することで、そのフロアの新たな骨組データが得られる。

又、柱のパネルゾーンのように、部材形状に非常に多くのパターンが存在しており、これらのパターンを人間が意識して、個々に入力していたのでは入力作業者の負担となるばかりでなく、実用的ではない。このためV3においては、形状決定のための判定条件を入力することによって、大半のパターンを内部的に発生している。

入力作業の労力をいかに軽減させるかは、このシステムを使う側にとって、非常に重要なポイントとなる。ある出力が“出せる”ということと“使える”ということは、明らかにシステムに対する評価は異なる。前記のように、入力データはできる限り簡略化しているが、内部発生したデータの量は、建物形状の複雑さの程度にもよるが、かなり多い、このため、運用面においては工期の少ない時など、複数の人間での分担作業によるデータ入力やデータチェックの必要性もでてくるだろう。このような時には容易に作業を分担することができる。

V2においてパソコンの使用は、入力データの入力処理及びB・H資料の作成等に使用していただけたが、V3では、さらにデータ入力においてのパソコンCADの利用、及び一般図(梁伏図、軸組図、継手基準図、アンカープラン)の処理や編集、材料集計等にも使用している。

本システムの目標は、使い勝手のよいシステムを目指したもので、システムの運用は誰もが可能であること、いつでも使えること、物件が重複しても混乱することな

くスムーズに作業できること、手分けして作業を進めることができること、鉄骨の生産状況に応じて必要な資料を必要な時に取り出せること、又、プロッタでの作画は無人運転ができること、さらに、作業量に応じて容易に設備の増強が安くできる等で、これらを実現するためにミニコン上のシステムをパソコンに移植したり、パソコンのシステムを強化することで実現できた。

我々は、システムの開発及び実物件の処理も合せて、作業を進めてきたわけであるが、処理効果として得られた主な項目を次に列記する。

① 工期の短縮

入力データの作成及びチェックは、データシート方式のため、複数人での同時分担作業ができ、作業者の負担を軽減できた。又、出図作業においては、感熱式のプロッタでA3の図面を出力し、これにより図面のチェック、配置・編集等を行ってから、最終図面としてA1サイズの鉛筆書きによるプロッタ出図をしている。この機械は両方共、連続無人運転が可能で、特に夜間時の無人運転が非常に効果をあげている。一例をあげるなら、退社まぎわにプロッタを動かして帰り、翌朝には50枚程の図面が書きあがっているという具合である。

② 工数の低減

作図作業において、かなりの省力化が実現し、又、各サブシステムが連動しているため、作業途中での転記ミスがなくなり、効率よく生産情報も合せて得られるようになった。

③ 誤作の減少

工作図、原寸の段階が誤作の可能性が最も多く、本システムで生産情報まで処理しているので誤作が減少した。

④ 見やすい図面、資料

計算機で出力されたものであるため、内容が均一化されており、作図・原寸作業の標準化がなされ、見栄えのする図面等が出力される。

⑤ 設計変更への対処の容易化

処理期間が短いため、細部構造が決定するまで、出力をぎりぎりまで待つことができ、手作業の場合に較べ容易に設計変更に対処できる。

以上、処理効果として得られた概略を述べたが、これらは運用の仕方によって、大きく左右される場合もある。今後、更にシステムのバージョンUPを進めながら、運用方法についても合せて検討し、さらに作業標準も随時作業を進めながら確立していく必要があるだろう。

5. 今後の課題

鉄骨業界をとりまく経営環境は、今後ますます厳しさをますますが予想され、業界各社は、いっそうの合理化をせまられている。我々の鉄骨生産システムは、V3で

も相当な省力化の実現を可能にしたが、まだいろいろなシステム化目標が残されている。

まず第一に、適用範囲・処理項目を拡大し、工作図のシステム化率・完成度を高めることがあげられる。しかし、我々のシステムは、今まで幾度も適用範囲を拡大してきているが、無制限の拡大は、開発コストの点からも難しくなってきた。適用範囲が拡大すると、必然的にデータ量はふえ、作業性は悪くなるし、使いにくいシステムになりがちである。従ってデータ入力、データチェックの手段を工夫するとともに、次第にのべるように製作資料をいっそう充実させることでデータの利用率を高める方策を講じるべきである。

次に、製作工程の合理化を推進しつつ、それに対応して、システムが作る製作資料を充実させることがあげられる。これは、いわゆるFA（ファクトリ・オートメーション）化に通じるものですが、FAの概念ないし実現手法については、まだ社会的に定着したイメージがなく、我々としては、N/C、ロボットなど、個々のハードウェア利用技術とシステム化ノウハウの蓄積を、地道に続けてゆく努力が大切と思われる。

一方、鉄骨の構造が実に多様で複雑であることは、工程の合理化・システム化の大きな障害となっており、ゼネコン、ファブリケータ各社とも、構造の標準化に苦心しているところですが、なお一層の努力が望まれます。当面は、社内的な製作資料の標準化をおしすすめることが望ましい。

以下、その他のシステム化目標について、略述する。

① 付属品の処理

② ブレース・間柱など二次部材とその取り扱い

こういったものは、基本的には、CADを使って会話型に処理するのに適しているが、CADだけでは、図形表示速度やレスポンスが問題となり、作業性があがらないので、何らかの対策が必要である。その1つとして、バッチプログラムが図形を定義する段階で、図形に構造か属性を付与しておき、これをCADで作業する段階で利用することも考えられるが、多様な要求にどこまで対応できるか疑問がある。現在のハードウェア・ソフトウェアの水準の下では、少なくともCADで処理可能な部分については、これをできるだけ利用してゆくという基本姿勢をとりつつ、反復的処理については、バッチプログラムを併用して、CADはデータ作成の補助手段にするのが無難であると思われる。最近、ワーク・ステーション（WS）が話題となっているが、将来、表計算型ソフト、CAD、ユーザプログラム、OS等が混然一体となって利用できる環境が安価に実現されれば、実用的な鉄骨WSを実現できるようになるとと思われる。また、CADのユーザ・ファイルとのインタフェースが改善され、またCADが実用的

なAI機能（たとえば図形認識機能）をもつようになることが待望される。

③ データ入・出力の省力化

骨組データ・断面データなどの資料を、設計事務所等から、フロッピー等で直接提供していただけるようになるか。これが実現すれば、情報の正確性はまし、工程を短縮できる。資料を保管・蓄積することも容易になる。シャーマーカに渡す切板資料についても同じことが考えられる。将来的には、光学的文字読取装置や図面自動入力装置が実用化レベルになる可能性がある。

④ NC資料の出力

各工場の生産形態や使用機械によって、NC資料を必要とするかどうか、またそのフォーマットに差があり、まず、このあたりの調整が必要となる。

⑤ 小屋物

小屋物の処理については、別途システム開発を進めており、実用段階に入るべく準備をすすめている。

最後に、鉄骨生産システムの現在の姿が理想形であるとは、我々は考えていない。単に開発日程の都合で遅れているものについては、逐次開発を進めていくつもりであるし、必要なバージョンアップもしてゆく。また、必ずしも理想ではないが、現在又は近い将来に利用できるハードウェア・ソフトウェアの水準を考え、我々に課せられた、経済的な実用システムの実現という課題を満たすため、やむをえず次善の策をとったところもある。例えば、設計変更への対応という点についても、作業の一定段階後には、細目な変更の処理は、システム外的に処理をすることがむしろ早いことが多いし、大きな変更は、前段階まで戻って修正することが、作業者にとっても安心である。システムが設計変更によって影響をうける範囲を、作業者が明確に把握できるようにすれば問題はない。いずれにせよ、ハード・ソフトの機能が向上するに従って、我々のシステムは進化しつづける。

〔尚、このシステムはPROSSESS（プロセス）という商品名で外販することになったことを付記しておく。〕

参考文献

- 1) 北島・松原・坪山・上田・猪瀬：鉄骨生産システム、川田技報、Vol.5, 1986.