

川崎製鉄技報
KAWASAKI STEEL GIHO
Vol.19 (1987) No.4

厚板切断工場における生産管理システム

Production Control System of Plate Cutting Factory

太田 裕(Yutaka Ohta) 藤沢 憲司(Kenji Fujisawa) 公文 晴男(Haruo Kumon) 戸
田 三郎(Saburo Toda) 河口 利幸(Toshiyuki Kawaguchi) 白石 巖(Iwao Shiraishi)

要旨：

川鉄鋼材工業(株)南港工場は生産物率と事務効率の向上、ならびに NC 機の有効利用を目的として生産管理システムを構築した。ハードウェアは C/C として FACOM K290R と、CAM 用の UNIVAC SS5 で構成し、システム機能は原板設計、製造指令、出荷および生産管理資料作成の 4 システムより成る。CAM システムに CA を用いたが、簡易図形、汎用図形、CAD データ変換等の図形処理機能と、部材リンケージシステムを独自に開発して運用の円滑化を図った。本システムの稼働により、原板設計の所要時間を半減するとともに NC データ作成量の倍増などの効果が得られた。

Synopsis：

Nanko Works of Kawatetsu Kozai Kogyo Co. Ltd. has built a new production control system for the purposes of enhancement of production efficiency and clerical efficiency and effective use of NC machines. The hardware consists of FACOM K290R as C/C and UNIVAC SS5 for CAM, and the system function comprises four functions: material design, production command, shipping, and data control. The Ca is used in the CAM system, while functions of several sub-systems, have been originally developed to manage the system smoothly. By the operation of this system, the time required for material design has been reduced to half, and NC data production has been doubled, and many other favorable effects have been obtained.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

Production Control System of Plate Cutting Factory



太田 裕
Yutaka Ohta
川鉄鋼材工業(株)
南港工場 副工場長



藤沢 憲司
Kenji Fujisawa
川鉄鋼材工業(株)
南港工場業務課 課長



公文 晴男
Haruo Kumon
川鉄鋼材工業(株)
南港工場業務課 係長



戸田 三郎
Saburō Toda
川鉄鋼材工業(株)
経理部電算課 係長



河口 利幸
Toshiyuki Kawaguchi
川鉄鋼材工業(株)
経理部電算課 係長



白石 巖
Iwao Shiraishi
川鉄鋼材工業(株)
取締役南港工場長

要旨

川鉄鋼材工業(株)南港工場は生産効率と事務効率の向上,ならびに NC 機の有効利用を目的として生産管理システムを構築した。

ハードウェアは C/C として FACOM K290R と, CAM 用の UNIVAC SS5 で構成し,システム機能は原板設計,製造指令,出荷および生産管理資料作成の 4 システムより成る。CAM システムに CA* を用いたが,簡易図形,汎用図形, CAD データ変換等の図形処理機能と,部材リンケージシステムを独自に開発して運用の円滑化を図った。

本システムの稼働により,原板設計の所要時間を半減するとともに NC データ作成量の倍増などの効果が得られた。

Synopsis:

Nanko Works of Kawatetsu Kozai Kogyo Co. Ltd. has built a new production control system for the purposes of enhancement of production efficiency and clerical efficiency and effective use of NC machines.

The hardware consists of FACOM K290R as C/C and UNIVAC SS5 for CAM, and the system function comprises four functions: material design, production command, shipping, and data control. The CA* is used in the CAM system, while functions of several sub-systems, have been originally developed to manage the system smoothly.

By the operation of this system, the time required for material design has been reduced to half, and NC data production has been doubled, and many other favorable effects have been obtained.

1 緒 言

川鉄鋼材工業(株)南港工場は 1971 年大阪市南港に開設された厚鋼板の切断工場で,主要な製品は橋梁,鉄骨等の建設用部材の切板である。切断方法は酸素とプロパンによるガス切断が主体で,一部にバンドソーやプラズマ切断をとり入れている。阪神間にあった甲南工場とともに橋梁および鉄骨向け厚板の関西における流通拠点として機能してきたが,1980 年前後における厚板の需要動向から南港工場の設備を補強したのち,1984 年 9 月,1 工場に集約した。

設備補強の内容は 3 台の NC 機新設と,製品特性別の作業系列を重視した設備配置改善である。NC 機は野書きおよび切断の専用機各 1 台と兼用機 1 台とした。Photo 1 は NC 野書き機である。

当時,主要需要家である橋梁メーカーは設計から架設まで一貫した電算システムを確立し,各社とも実用分野を拡大しつつあった。シャ-会社が橋梁メーカーの CAD データを図面化することなく切断注文データとして共用したり,あるいは NC 機に作動を指令する NC データに活用できれば相互にメリットがあり,NC 機の稼働率向上が期待できるので当社としても対応する必要があった。

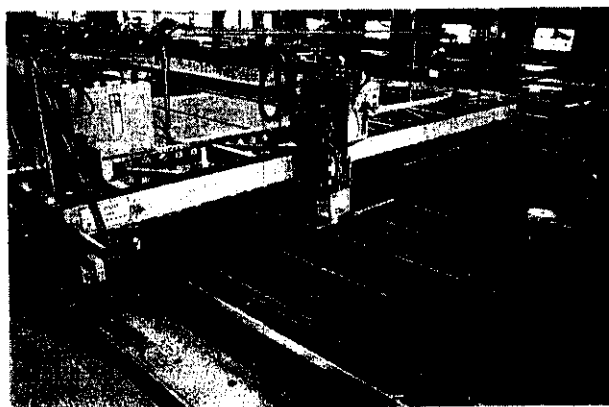


Photo 1 NC scribing machine

こうした情勢を踏まえ南港工場の生産管理システムの開発に着手した。工場集約と同時に部分稼働を始め,1987 年 1 月から本格稼働に入った。以下に本システムの概要と特徴を述べる。

2 システム化のねらい

本システムの開発の要点は以下の4項目である。

(1) 原板設計の質的向上

橋梁等の構造物の設計が完了した時点で材料表(部材表)の提示を受け原板の手配を行う。原板設計の巧拙が歩留りと生産性を支配するが、一般に非常に急がされるのが常であり、熟練者でも手作業では限界があった。したがって、限られた時間内に歩留りと生産性の双方を満足できる原板設計が可能であること。

(2) NC機への円滑な操業支援

NC機3台の稼働率向上が生産性向上に有効である。NC機的能力は原板枚数で30~50枚/日が見込まれるので、NC機に対する作動指令であるNCデータを円滑に作成し供給できること。

(3) 管理情報の充実

切断加工という単一の工程ではあるが、切断手段は9通りの作業系列に分割されており、日量約3000個の部材が各系列に分散して切断される。個々の部材について進捗管理が要求されるので原板の入荷状況、各系列の負荷山積の状況、製品出来高などの的確な把握が必要であり、人力では相当厄介であった。したがって、生産の計画、実績の把握および工程の管理に必要な情報をタイムリーに提供できること。

(4) トータルシステムへの布石

販売部門、管理部門ではかなりの業務がシステム化されて稼働している。しかしながら工場部門とのつながりがないため十

分な効果を発揮しているとは言えなかった。本システムの開発には関連する他のシステムと連動したトータルシステムの構築に配慮し、総合効果をねらう布石とする。

3 システム概要

3.1 ハードウェア構成

ハードウェアはC/C(Central computer)としてシステム全体をマネジメントするFACOM K290Rと、CAMシステムとしてC/Cを支援するUNIVAC SS5とで構成される。

Fig. 1にシステム全体のハードウェア構成を示す。

3.2 システム機能構成

システム全体の構成および周辺システムとのインターフェースをFig. 2に示す。本システムは、原板注文のための原板設計システム、切断から出荷までの作業指示に必要な各種帳票を作成する製造指令システムと出荷システム、および関係部門へ管理資料を提供する管理資料作成システムから構成されている。以下にその機能の概要を述べる。

3.2.1 原板設計システム

原板設計とは原板注文板取り、すなわち、工事物件ごとに部材表で示される部材を取り合わせてロールメーカーに注文する原板の寸法と数量を決める作業である。また、同時に、切断時の製造指令としての板取り(生産板取り)をほぼ決定する。したがって、取り合わせる部材の発注時期や使用される切断方法(切断機)を考慮した板取りを行っておくことが重要である。これらの選択手段として部

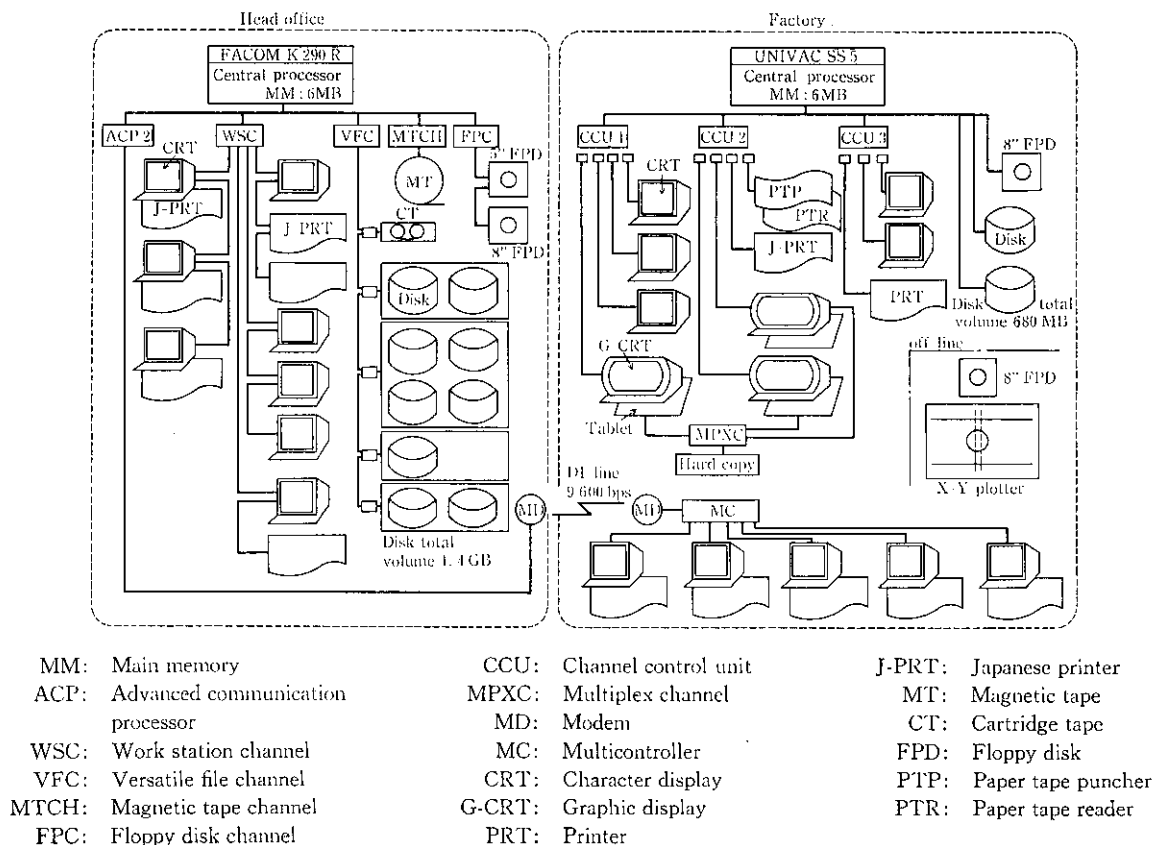


Fig. 1 Composition of hardware

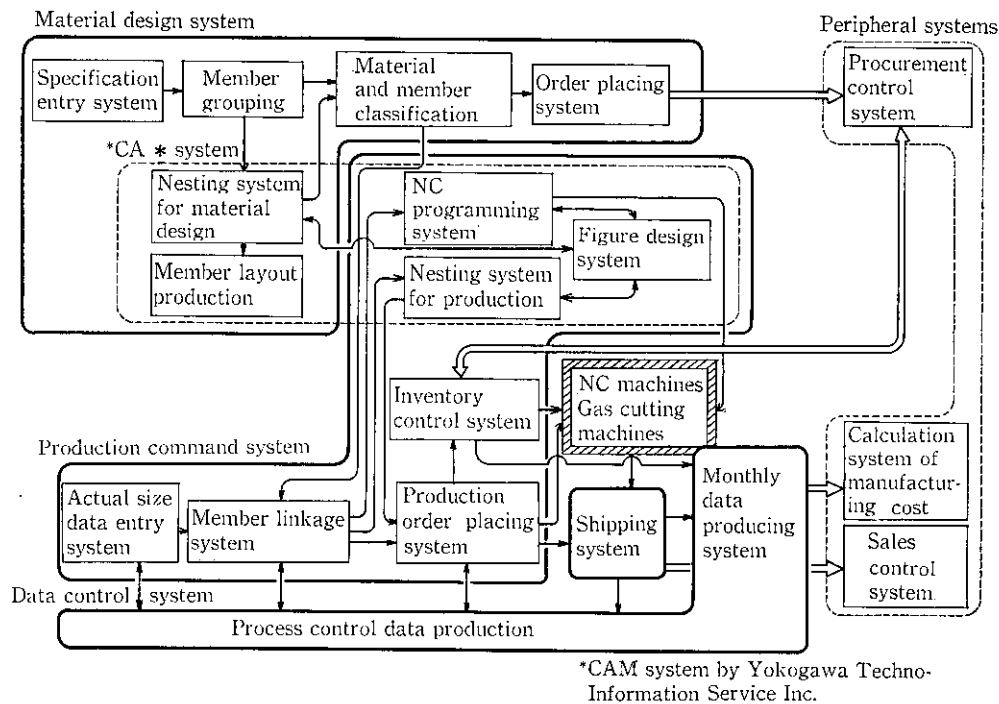


Fig. 2 Functional relations of subsystems in production control system of plate cutting factory

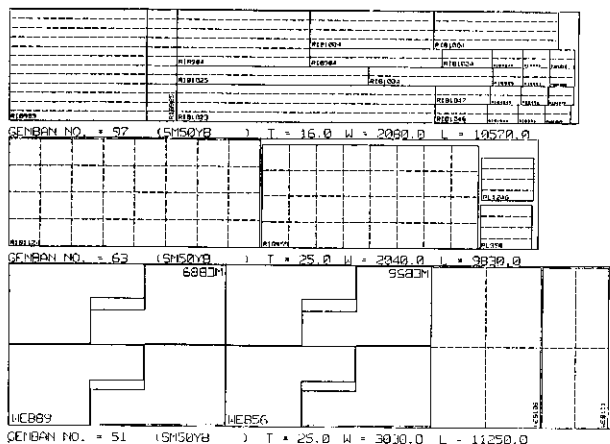


Fig. 3 Nesting display of material design

材特性（ブロック名、使用個所、寸法、ロット、形状）の組み合わせを指定することにより、意図的にグループ分けを行ったうえ、自動板取りをさせる仕組みとなっている。

板取り配置が終わると適正な余長・余幅の付加と、指定原板に刻印代、テストピース代の付加を自動処理で行う。Fig. 3に注文板取りの例を示す。

3.2.2 製造指令システム

橋梁メーカーは、設計完了後原寸処理を行って部材の寸法形状を決定したのち、改めて原寸明細と呼ばれる切板注文書を発行する。この場合、原寸処理によって寸法変更されることが多い。

製造指令システムの役割は原寸明細で示された部材を原板から切断するための製造指令書の作成であるが、帳票の出力のほか、NC機の作動をつかさどるNCデータを作成する。潤沢かつ適正なNCデータの供給が本システムの中核機能である。要点を次に列記する。

- (1) 原板設計時データベースに格納された設計部材の原板割り付け情報を、後述する部材リンケージシステムにより、原寸部材に移しかえる。設計部材と原寸部材を結びつけるキーがないので、両部材のリンケージは寸法の近似性と、規格、板厚、使用個所をファクターとして行う。
- (2) 在庫板を使用する場合は在庫板取りにより部材群と原板群を引き合わせ、最も合理的で歩留りの良い組み合わせを選定する。
- (3) (1), (2)の演算結果を原板1枚ごとに製造指令書として出力する。
- (4) 図形データは、基本図形要素を変数化した簡易図形作成プログラムや、客先から提供されたCADデータを変換する図形データ変換プログラムを介してPROBCO¹⁾（(株)横河技術情報の開発した図形処理プログラム）により作成される。
- (5) 図形情報と原板割り付け情報を付加した部材群は充当板取りにより原板内に配置され、一部は会話型操作により配置修正が行われる。
- (6) こうした情報を、各NC機用に用意したポストプロセッサを介してNCデータに変換し、フロッピーディスクに出力する。それぞれのNC機に対し、より効率的な書き込みあるいは切断の方法が採れるよう、数種類のNCデータ処理プログラムを持っている。

3.2.3 出荷システム

出荷に必要なデータは製造指令システムにおいて既にデータベースに登録されている。出荷の最小ロットは結束単位である。結束単位は納期、持込先、ロットナンバー、最大結束重量、荷姿等を基準として決定する。結束単位ごとに製品カード（荷札）が、製造指令書と同タイミングで作成される。送り状は製品カードナンバーを入力すると自動的に作成されるようになっている。

3.2.4 管理資料作成システム

管理資料の作成は、実績集計などの日常の定型業務を機械化するとともに、生産の計画・管理のための基礎資料を提供することである。このシステムの主な機能は次のとおりである。

- (1) 生産および出荷の実績集計はそれぞれ日報、月報および受払表として出力される。
- (2) 生産計画および工程管理資料として、原板設計データや切板注文データから作業系列別の山積表が出力される。
- (3) 日々の進捗管理には、仕掛り中の製造指令データを作業系列、工事名、納期で分類した作業計画表が出力される。
- (4) 受注構成や切断効率の分析のため、切板構成分析表、工数分析表を出力できる。

4 システムの特徴

4.1 図形生成時間の短縮

図形処理の基本は PROBCO である。Fig. 4 に図形作成の過程を示す。PROBCO による図形作成の過程がそのまま自動的にプログラム化され、実数値を変数化することにより類似図形が自動的に作成される。

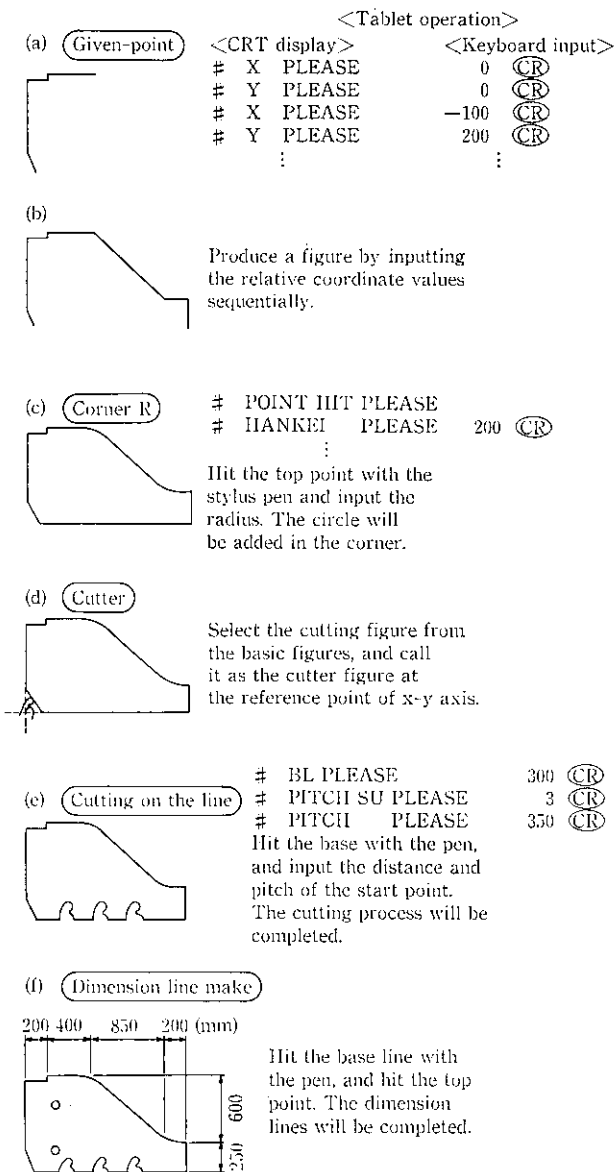


Fig. 4 Figure processing with PROBCO

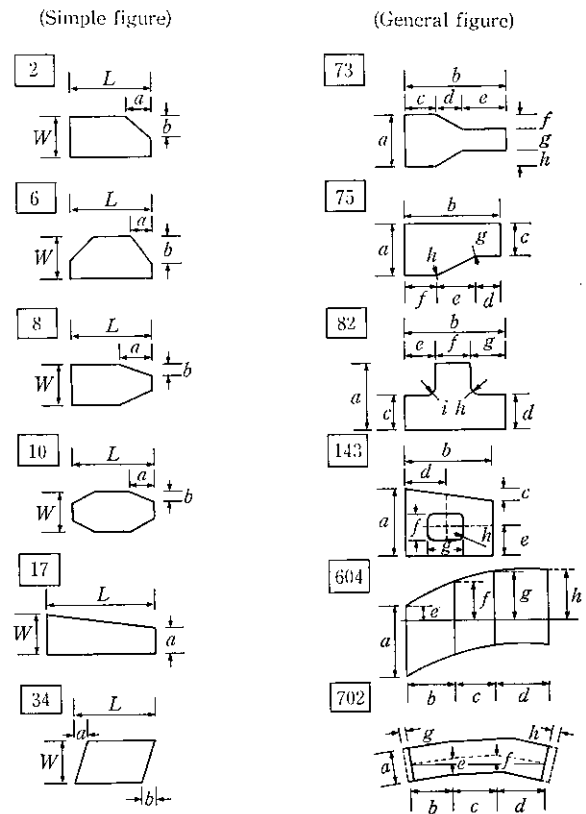


Fig. 5 Examples of variable patterns

運用面においては処理時間の短縮と、客先から受けた CAD データの変換を目的として次の手段をとっている。

(1) 簡易図形の処理

約 60% の図形は幅、長さの他 2 個の変数により定義が可能である。これらについてはオーダーエントリーと同時に変数値を入力することにより PROBCO に必要なデータを自動的に編集させるとともに、製造指令書に図形を添付する作業を省略している。

(2) 汎用図形の処理

利用度の高い図形を変数パターン図形として登録しておき、図形生成をバッチ方式で一括処理することによって、会話方式による非効率を避けている。保有する変数パターン図形は約 400 種類あり、ほとんどの図形作成を可能としている。Fig. 5 に簡易図形と汎用図形の一例を示す。

(3) CAD データの変換処理

内部書き込みの必要な部材や、形状の複雑な部材は客先からの CAD データの提供を受け、図形データ変換プログラムにより直接図形マスターファイルに取込んでいる。情報提供の媒体やフォーマットは各社各様であるが、それぞれに対応可能としており、現在 7 社に対して 5 種の変換プログラムを用意している。

4.2 3 種類の自動板取り

自動板取りは総合的に CA* ((株) 横河技術情報の開発した CAM システム) により処理される。用途に応じて原板注文板取り、在庫板取りおよび充当板取りが使い分けられる。

(1) 原板注文板取り

目標原板幅 W_1, W_2, W_3 ($W_2 > W_1 > W_3$) と設定し、設定した順位に仮想原板幅を 50 mm ピッチでシミュレーションを繰

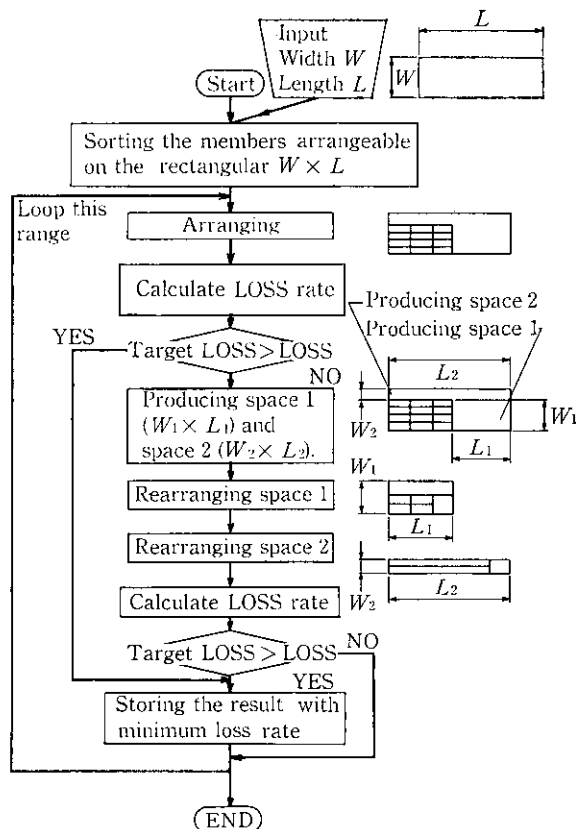


Fig. 6 Nesting with minimum loss rate

り返す。初期設定した目標歩留りを超えるとその配置は格納される。シミュレーションは自動的に目標歩留りを下げながら、すべての部材を取り切るまで繰り返される。ここまでを1次配置とし、2次配置では適正原板寸法となるよう1次配置データを分割、結合、取り消し、空きエリア配置等の各処理を行う。

(2) 在庫板取り

基本的には総部材重量を上回る自由引き当て用の在庫原板を用意し、それぞれの原板に対して配置シミュレーションを繰り返して最適原板に対する最適板取りを決定する。部材の大きさによっては特定原板以外は引き当て不可能な場合もあるので、優先引き当て処理のロジックを設けている。

(3) 充当板取り

部材が特定原板に引き当てよう事前に指定されている場合は指定原板に対する自動配置を行う。矩形計算によるシミュレーションであるため、部材の形状によっては配置しきれないという解を出すことがある。この時は未配置部材として原板外に仮配置し会話型修正板取りで決定する。また、在庫板取りと充当板取りが併用できるようロジック的に配慮している。

以上のごとくアプローチの方法に差はあるが配置に対するロジックの基本は同じであり、次の考え方に基づいている。

(1) ロス率最小化に対する考え方²⁾

この板取りは、生産性よりもむしろロス率の最小化を優先した方法で、Fig. 6にその処理の概要を示す。これをプログラム化するに際しては計算機の所要時間の短縮化を図らねばならないが、一方ロス率の最小化を図ろうとすればシミュレーションがふえ処理時間が延びるという矛盾を生じる。このため処理プログラムは演算時間を自分で管理し、所要時間が長くなると許容ロス率を引き上げるにより板取りを早く終了させるようになっている。

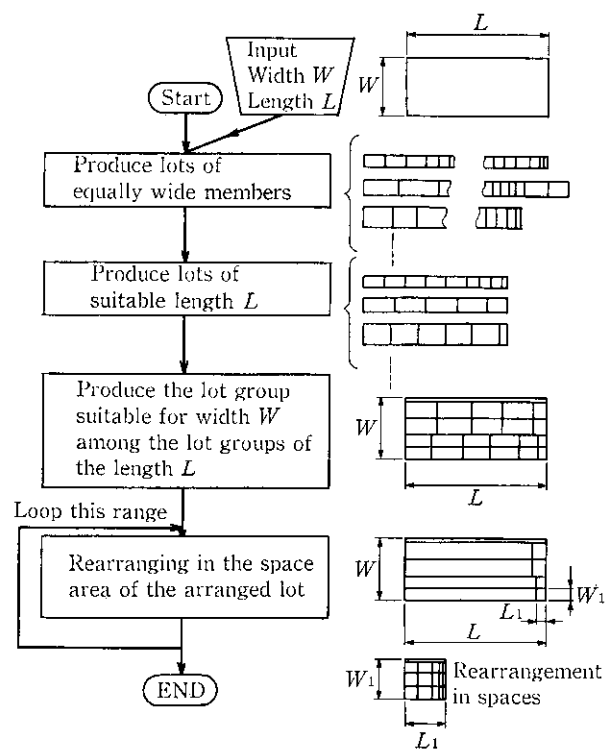


Fig. 7 Most efficient nesting

(2) 生産性に対する考え方²⁾

ガス切断作業ではフレームプレーナーを利用すれば多数トーチによる同時切断が可能であるから生産性は著しく向上する。このため歩留りをある程度犠牲にした板取り方法が考えられる。Fig. 7はこの方法の流れ図である。

長さLのロットを作るための部材の最適配置を求めることがこの板取りプログラムの中核ロジックであり、短時間で最適解を得よう配慮されている。このロジックは幅方向に最適なロット群を求め、その方式を長さにも適用している。

種々の手法を試みたのち、次の方法を採用した。

まず部材を大きい順に分類した後ロット長さLを超えないよう大きい部材順に配置し、超えた場合は配置した部材を一部材ずつ取り外して他の部材を配置する。これを繰り返すことにより最適部材と員数を求めるというロジックを考えた。

4.3 設計部材と原寸部材のリンケージ

設計部材と原寸部材の関係は製造指令システムの項で述べたが、原板設計時に入力した情報を利用して原寸部材の原板別割り付けを確定するのが部材リンケージシステムである。このシステムによって、手作業では煩雑であった製造指令書作成を機械化することができ、迅速かつ正確に処理できるようになった。

本システムではRDM(Relational database manager)を採用し、かつ正負の許容値を加減する特殊なマッチング手法により、所要時間、マッチング率とも実務に適したものとなっている。以下に基本ロジックとFig. 8に3ステップ目でのマッチング例を示す。

- (1) 規格コード、表面処理コード、板厚、幅および長さの複合キーで昇順マッチングを3回繰り返した後、アンマッチデータを探索する。
- (2) 正負の許容値はマッチング実行前に部材の使用個所別または一括で与える。

負についてはマッチングステップ別にも与えるが、正につい

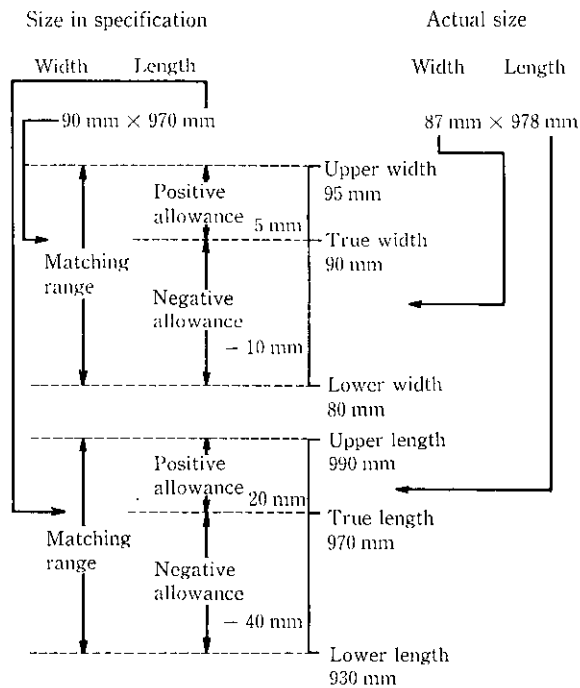


Fig. 8 Switch timing chart at third step

てはマッチングの結果如何で原板長さを超える配置となるので、設計時の余幅余長あるいはロール耳で救済可能な値を任意のステップで一度だけ与える。

- (3) 最小近似値データを優先的にマッチングさせるため1ステップ目は±0あるいは-1 mmより始め順次その値を大きくする。
- (4) キー比較の直前で設計部材データの幅、長さ各々に、ステップ別および使用個所別に該当する許容値を加減し、上下限寸法によるマッチングを設定する。

切断部材データの幅および長さともマッチングレンジ内であればリンケージされる。

- (5) 運営面での柔軟性を配慮し、処理対象データの任意の指定、リンケージ率モニター、再演算時のリンケージ解除などの機能を持たせた。

5 稼働状況

本システムの一部は1984年9月に部分稼働を開始し、ソフトおよびハード両面の改造を行って1987年1月より上述のシステム構成となった。

本システムにより月間3500 t (約70000部材) が処理され順調に稼働している。システム化に当たり最も留意した原板設計とNC機器への速やかなデータ供給についても満足できる結果を得ている。当社が受注する切板の要求内容が1件ごとに異なるので、効果の定量的評価は困難であるが現在までの適用結果から次のことが確認で

きた。

- (1) 原板設計は月間約20物件、3500 tを処理し、1物件に対する日程は1日である。これは熟練者が手作業で要する日程を半減している。また成果品を見ると部材の実形状寸法をとらえて孔埋め、回転、抱き合わせ等の板取り手法によりロス率を最小に押えていることや、切断効率を配慮した板取りになっていることが認められ、結果として切断指令段階での変更、修正が減少している。
- (2) NCデータの作成量は稼働当初月間400枚(原板枚数)であったが本システムの完成により1000枚を消化し、NC機は高稼働率を維持している。
- (3) 部材リンケージの実行結果は工事物件の特性にもよるが、おおむね86~98%の高リンケージ率であり製造指令書の作成期間短縮に寄与している。
- (4) 管理資料作成システムが有効に機能し、生産計画および工程管理の業務が迅速かつ正確に処理されている。また、各種実績資料の作成が機械化され、3人の省力ができた。
- (5) 橋梁メーカーとのCADデータ共用とNC機利用技術の向上により、業界に先駆けて内部野書き付き切板を完成できた。これが好評を得て新しい需要を開拓できたのも効果の一つに挙げられる。

6 結 言

橋梁、鉄骨等の建設に用いられる部材切板の切断工場における生産管理システムを構築した。計画当初我々の指向する利用目的に即応できるソフトがなかったが、新たに板取りロジックが開発され、また、当社で独自に図形処理運用技術の確立や部材リンケージシステムの開発を行って、当初の構想に即したシステムとすることができた。得られた結果は次のとおりである。

- (1) 原板設計に要する日程が半減した。また、設計精度の向上と部材リンケージの自動化により製造指令作成が迅速化した。
- (2) NCデータ作成量が倍増し、NC機の高稼働率を維持できた。
- (3) 各種資料作成が機械化し、省力効果が得られた。
- (4) 橋梁メーカーのCADデータから、内部野書き付き切板を業界に先駆けて完成した。

本稿の内容は、いわゆる工場業務の範囲である。これを全社トータルシステムの一部に組み込むべく検討整備中である。

終わりに、本システムの開発に際してご協力をいただいた(株)横河技術情報ならびに関係各位に対し深甚な謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 丹羽公孝, 矢形善明: 「新概念に基づくプログラム自動生成システムPROBCOについて」, 横河橋梁技報, No. 13 (1983), 83-89
- 2) 丹羽公孝, 矢形善明, 上岡 直: 「総合板取りシステムについて」, 横河橋梁技報, No. 14 (1984), 61-67