

鉄鋼業における厚板生産管理システム

—— 操業計画の自動化と管理業務の省力化 ——

Integrated Production Planning and Control System for Plate Manufacture in the Iron and Steel Industry

In the iron and steel industries, introduction of an integrated production planning and control system into existing plate factories involves various difficulties, as in many cases, change of the factory layout and remodelling of the existing production facilities are required in order to adapt them to the new system.

Further, the plate factories are originally designed for mass production while customers' demands are not always general but specific more often than not, so in the designing of a plate production planning and control system some effective method must be contrived first of all to meet this contradiction.

This paper introduces the outline of an integrated plate production planning and control system which has recently been installed successfully in the Keihin Works of Nippon Kokan Kabushiki Kaisha.

木坂道明* *Michiaki Kisaka*
渡辺就市** *Shuichi Watanabe*
松田 勲*** *Isao Matsuda*
橋田康明**** *Yasuaki Hashida*
茅根 修**** *Osamu Chinone*

1 緒 言

鉄鋼業における生産管理システムは、生産形態が大量生産形であるにもかかわらず、注文内容の多様化、需要家への情報提供の増加などにより、システム効率が低下する傾向にある。したがって、最近の新鋭製鉄所ではシステム化のねらいをオンライン指向形システムによる工場オペレーションの省力化に向けているようである。

しかし、設備、レイアウトなどが動かしにくい前提条件となっている既設工場においては、このようなオンラインシステムを採用しても効果が少なく、投資効率が悪くなりがちである。

そこで、日本鋼管株式会社京浜製鉄所厚板工場では、総合生産管理システムを開発するにあたり、管理そのものを根本から考え直し、管理体系を簡素化することによるミドル・マネジメントの分野まで含めたEDP (Electronic Data Processing) システム化にそのねらいをおくことにした。これはコンピュータがどこまで人間にとって代わりうるかという問題に対するアプローチでもあった。

このシステムはHITAC 8500 (以下、H-8500と略す) をフルに活用して昭和47年12月より稼(か)動を開始し、現在順調に使用されている。既設工場における厚板生産管理システムの一例として、以下にその概要を紹介する。

2 システム設計の基本構想

既設工場における一貫した生産管理システムの開発は、設備の限界、工場レイアウトなど各種の制約を受けることが多く、工場新設時に設計するシステムとは、その手段、方法において大きな違いと困難が伴う。さらに厚板工場の場合、設備体制や生産形態は大量生産形であるが、需要構造の面からは受注生産であり、製品一枚一枚の個性が強い。この大量生産と一品管理の相反する点を、いかに有機的に結びつけるかが厚板生産管理の主要な課題である。そこで管理面の省力化

に主眼を置き、オンライン化を必要最小限にとどめながら、
(1) 受注情報と製造、検査、出荷各情報の一元管理化
(2) 製造予実対比による品質管理・納期管理の徹底
(3) 工場運営の効率向上と製造コストの低減
を本システムの目標とした。

この目標とシステム稼動時の効率、精度、安定性を満足させるため、次の構想のもとにEDPシステムを設計し、総合的な生産管理システムの完成を目指した。

2.1 生産情報の総合ファイル化

受注から検査～出荷まで製造計画の指示、操業実績や成品・半成品の製造状況などの生産諸情報をすべてEDPファイル化し、事務所内の管理台帳類を廃止することとした。これによりコンピュータに無登録な製造諸活動を行なうことはいっさい不可能となるが、反面管理部門の省力化、システムの効率と精度向上のための必要最小条件と考え、データベースの作成に踏み切った。なおこのファイル化とは表裏の関係で、工場内作業や規準類の標準化が並行して行なわれ、業務の簡素化が進められたことは当然である。

この結果、EDPシステムによりファイルを中心にそれぞれの業務処理が実行されると同時に、管理情報の抽出と判断結果のフィードバック、さらに製品製造過程のチェック、異常の早期発見と対処を可能にさせ、管理の省力化に寄与した。

2.2 システムコントロールの自動と手動の併用

大量の情報を扱う厚板生産管理システムにおいては、製造の計画段階、実施段階ともに人間が生(なま)の情報を監視し、的確に制御することは不可能に近い。したがって、システムのコントロール機能をEDPシステムに内蔵する必要があるが、このためにシステムが硬直化し、工場操業との平衡を欠くことがあってはならない。そこでコントロール機能を、異常時における人間の管理と平常時のEDPによる自動管理とに分離し、EDP内部のコントロール機能は平常操業における最

* 日本鋼管株式会社京浜製鉄所システム室
**** 日立製作所ソフトウェア工場

** 日本鋼管株式会社技術管理部

*** 日本鋼管株式会社情報システム部第一計画室

適な製造計画とその監視を行ないうるようにした。

一方、異常時の制御は、一定形式のせん孔カードをEDPシステムに投入することにより行ない、その指示内容はEDPシステムに内蔵する条件に優先して作動することとした。この結果、業務所管部署はディリー業務から解放され、いっそう高度の管理業務に専念できるようになった。

2.3 システムの信頼性の向上

工場操業を中心とした生産管理システムは、操業のサイクルとコンピュータのイン、アウトのタイミングを一致させねばならず、コンピュータに対し過酷な稼動を要求する。このためシステム稼動時の正確性、安全性、可変性などへの対処として次の方法を採用した。

- (1) インプットデータのターンアラウンド化、主要情報の二重インプット、ファイル記録時の相互関連チェック
- (2) ファイル類の保全として、破損時の修復は5分以内、またファイル間の相互関連による自動復元機能の取入れを図る。
- (3) 業務処理単位ごとのサブシステム化
- (4) 製造作業上の異常検出機能、解除機能の充実

3 使用機器および処理機構

3.1 機器構成

本システムにおいては、システムの主要部分を処理する厚板工場専用コンピュータと、受注処理、生産統計などを受け持つ他システムとの共用コンピュータとを使用している。

図1は、専用コンピュータH-8500の機器構成を示すものである。

オペレーティングシステムとしてEDOS(Extended Disc Operating System)を使用し、オンラインコントロールプログラムにはPOL S-2NK(Program Modules for On-Line System Support 200 for Nippon Kokan)を用いている。

端末機としては次のようなものを使用している。

- データ入力： H-9031 11台
- カードせん孔： H-9282 3台
- タイプライタ： H-9341 8台
- H-9391 6台

なお、本システムは、24時間、無休日で稼動させる必要があるにもかかわらず、1台の中央処理装置(CPU)で処理することが前提となったため、種々のバックアップ体制を講じた。なおファイル切替時のオンライン停止対策としては、データ集信装置(H-9037)を使用して、オフラインで紙テープにデータをアウトプットさせるようにしてある。

3.2 データ処理機構

厚板専用機(H-8500)では、オンライン1系列、バッチ2系列、I/O専用のスプール2系列、の作業が行なわれている(図1参照)。

バッチ各系列は、次の用途で区分されている。

- (1) Bクラス(56kバイト)

ファイル検索や管理資料の作成に主として使用され、システムの作動状況を随時迅速に把(は)握する。

- (2) Cクラス(120kバイト)

バッチ業務の主要部分を処理する。

- (3) F, Sクラス

B, Cクラスへのデータインアウトを磁気テープを介して行なうため使用する。

一方、業務処理をささえるファイルの構成は、厚板工場が受注生産体制をとるために、オーダとその製造計画および現品管理を主体としたものになる。ファイルを大別すると、オ

ーダおよび製造検査仕様のファイル、製造計画および指示ファイル、現品管理用ファイル(鋼塊ファイル、スラブファイル、鋼板ファイル)、試験材ファイル、システム制御のためのマスタファイルおよびオンライン用ファイルとなる。これらは総量で1,600シリンダ(H-8577)を占め、ディスク内に常時最新の状態で登録されている。したがってファイルのデータ処理の効率を上げるため、データ利用頻(ひん)度、総数に対する利用率、アップデートの頻度などを勘案のうえ、それぞれにシーケンシャル、インデックスドシーケンシャル、ダイレクトアクセスのファイリングメソッドを適用し、さらにファイルの更新を一括して行なうサブシステムを作成し、稼動効率の向上を図った。また時々変化していくファイルの内容に狂いが生じて誤差が拡大するのを防ぐため、情報発生源のファイルに基準を置き、関連ファイルは基準ファイルに自動的に同一化されている。すなわち、計画段階では、オーダファイルの変更がすべてのファイルを訂正し、実施段階では現品管理用ファイルの変更がすべてのファイルに行きわたって、注文内容訂正、作業実績訂正などに迅速に反応できるよう設計されている。ファイル相互間のデータの流れると、厚板製造工程との関連は図2に示すとおりである。

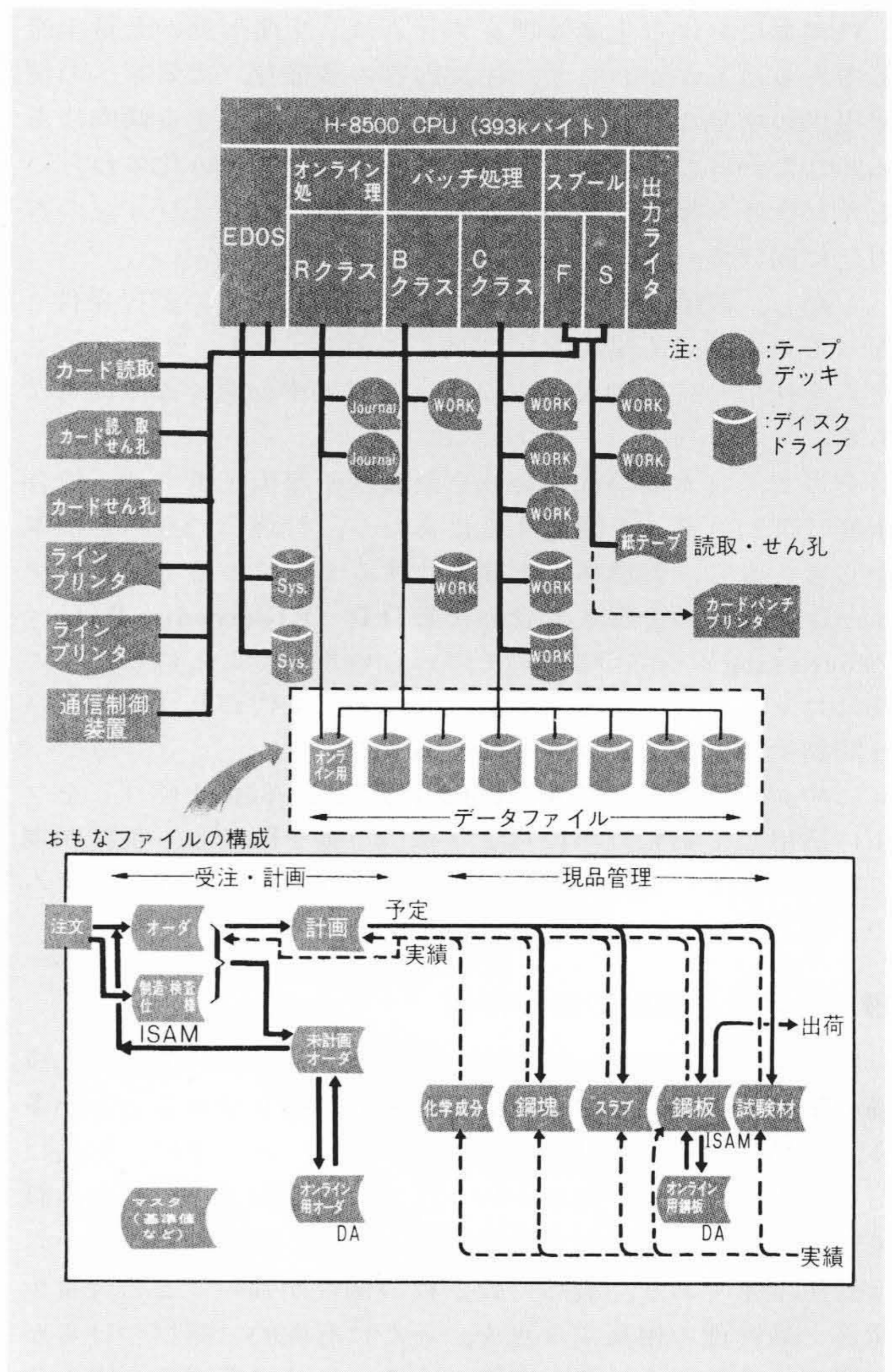


図1 H-8500システムの機器構成とファイル構成 H-8500の機器構成とファイルの使用方法を示す。

Fig. 1 Configuration of H-8500 Computer System and Assignment of Files

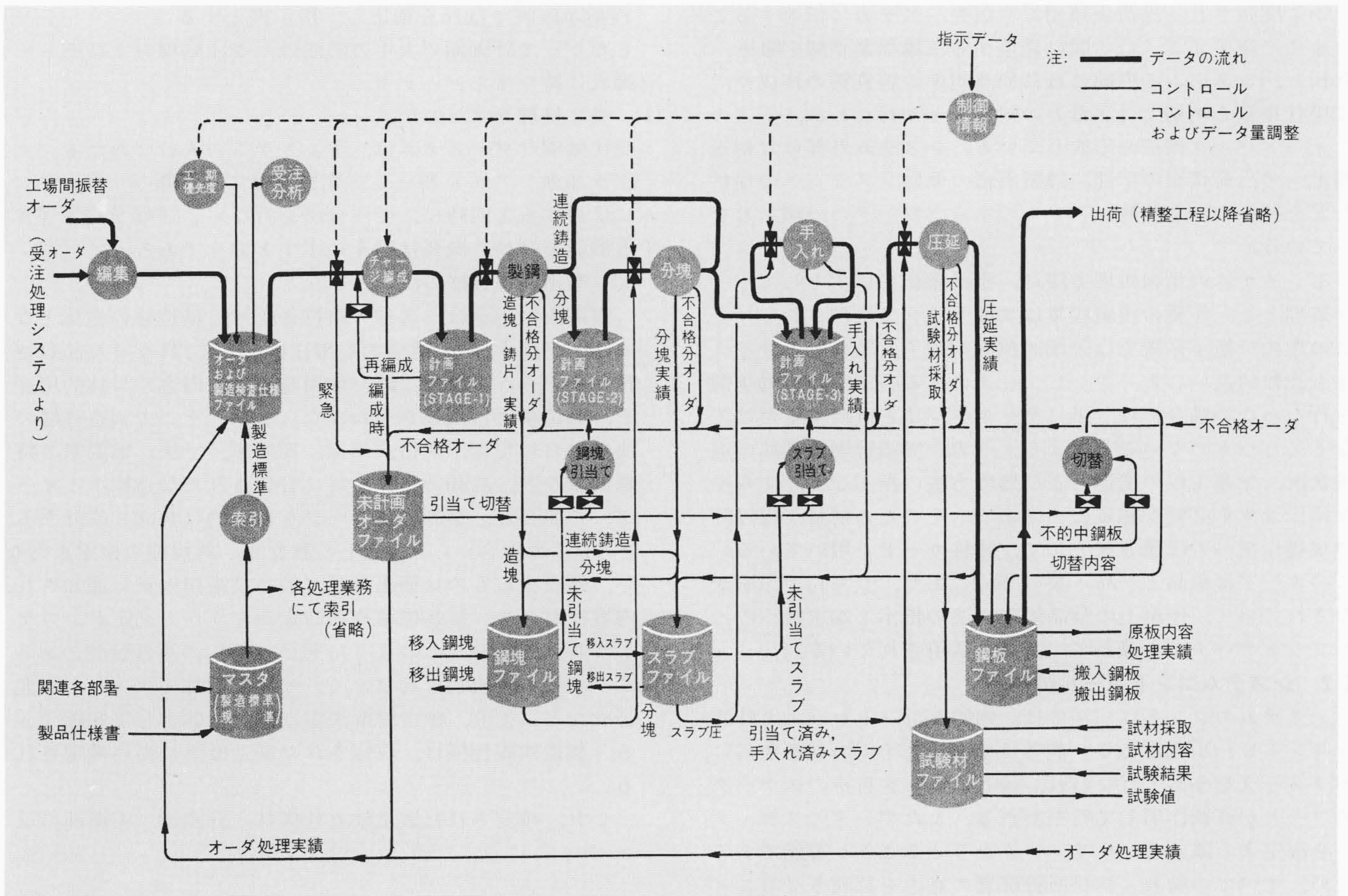


図2 ファイル間のデータの流れ ファイル相互間のデータの流れと厚板製造工程の関連を示す。
Fig. 2 Data Flow Chart

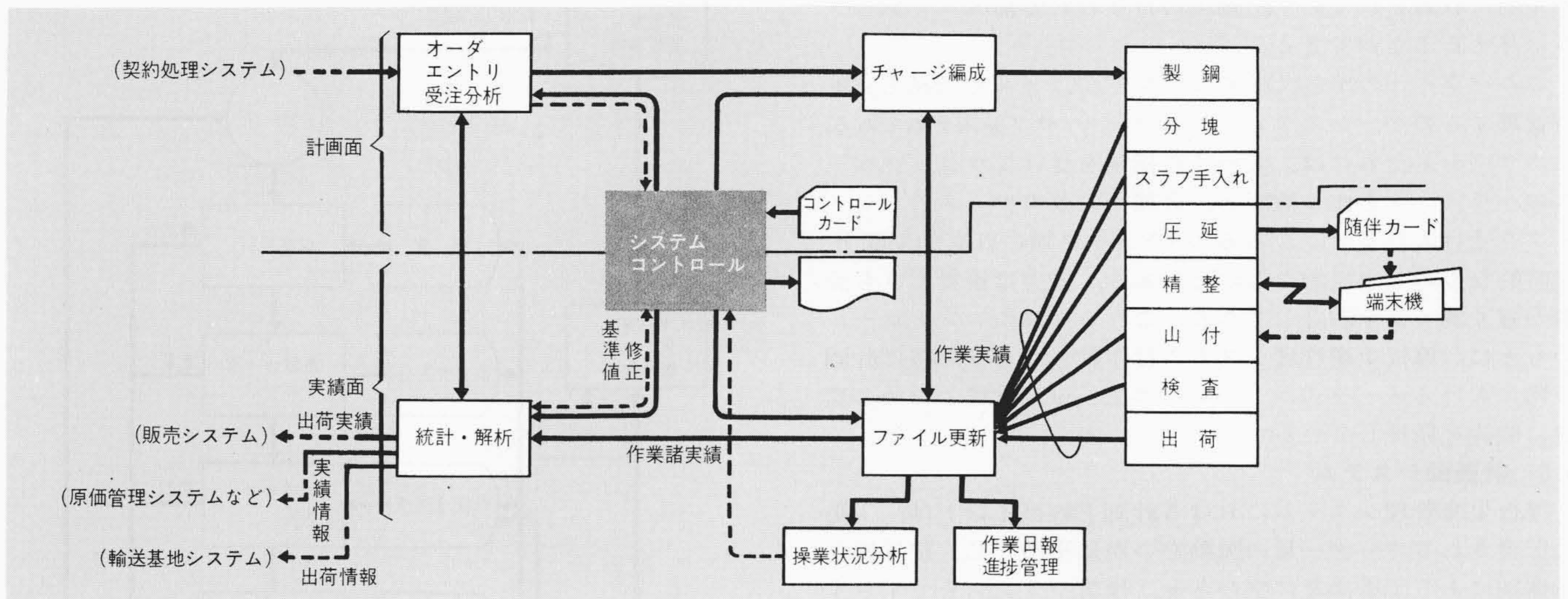


図3 厚板生産管理システムの概要 システム構成の概要を示す。
Fig. 3 Outline of Production Scheduling and Control System at Heavy Plate Mill

4 生産管理の自動化と省力化

4.1 システムの概要

前述の基本構想によって作成した厚板生産管理システムは、複数のサブシステムから構成されるが、計画面としてオーダーの処理、チャージ編成、圧延素材手配などのサブシステムが含まれ、実績面として、圧延、検査、出荷、管理資料作成な

どのサブシステムに分類される。またこれらのサブシステム内部には、それぞれの段階で最適化条件が組み入れられているが、判断の基準となるパラメータを作成、維持管理するサブシステムが独立して設けられ、全体を統括している。システム構成の概要は、図3に示すとおりである。

本システムは契約処理システムから伝達される厚板工場向けにオーダーを受け、厚板生産管理のための諸元を設定するこ

とから開始され、出荷実績情報を販売システムに伝達することまでで終了する。この間に発生する工場操業情報を編集、解析し、システムの内部には技術諸規準改善資料の作成や、工場仕掛量と納期、受注量との対応などが行なわれ、一連のフィードバック機構を形成している。システム外部には輸送基地への出荷情報の伝達、操業実績の原価システムへの提供などを行ない、全社的システムのネットワークの一環ともなっている。

本システムの情報処理方法は、指示系統では主としてバッチ処理とし、作業の実績収集はオンラインで処理されている。この理由は指示系統では計画的色彩が強く、業務処理サイクルも比較的長いこと、コンピュータによる各工程の自動制御を行なわない場合には、単にディスプレイと直結するだけで全くメリットのないことによる。一方、実績管理は製品の進歩状況、生産工程の把握および処理方法の指示など、すみやかに伝達する必要があるためである。そのため精整工程以降の現場作業への伝達方法として、随伴カードを用いている。このカードは製品と一品一葉の関係にあり、せん孔と印刷がなされていて、作業上の製品処理方法の指示と端末機へのインプットデータとを兼ねて、有効に活用されている。

4.2 システムコントロールの構造

システムのコントロールには、内的なコントロールと外的なコントロールとがある。前者はサブシステムの判断条件に、パラメータを与えて行なわれ、後者はデータ自身のステータスコードが直接作用して行なわれる。またデータのステータスを決定する際にも、パラメータを与えることが可能であるため、すべての場合に業務所管部署の意志を反映させることができる。しかしごく例外的ケースを除いては、実務上用いられることはなく、サブシステム内に組み入れられた標準的な条件で自動的に処理されている。パラメータはマスタファイル内に収録されており、処理の行なわれる都度サブシステムに与えることができる。

このパラメータ群を収録するマスタファイルを統括し、維持管理するのが、システムコントロールサブシステムである。このサブシステムには、大わくの指定を受けてロジックベースのパラメータを作る機能と、直接ロジックベースのパラメータを受け入れる機能がある。パラメータ類には有効期間上、一時的なものと永続的なものがあり、効力は後者よりも前者が強く働くよう設計してある。これら一群のコントロールのもとに、厚板生産管理システムは作動しており、特に計画段階におけるオーダーのコントロールと、重点管理のための監視に機能を発揮している。

4.3 計画面システム

厚板生産管理システムにおける計画上のポイントは、工場に伝達されるオーダー量の脈動をいかに平滑化し、定量的生産体制にある工場操業に整合させ、操業バランスをくずさずに効率の向上を図れるかにある。またオーダーの到着後出荷までの期間が短く、即座に計画に組み入れねばならぬものもあり、長期にわたる計画を組みにくい原因となっている。これらの問題に対処するため、計画機能を受注処理、チャージ編成、圧延素材手配の各サブシステムに分割した。

- (a)受注処理：オーダーに対して製造検査方法を付加し、その必要処理工程および工期を定め、工程別の負荷を把握する。
 (b)チャージ編成：製造仕様、工期に合わせ、工程負荷を勘案して、オーダーをスラブ単位にまたは製鋼単位のロットに編成する。
 (c)圧延素材手配：チャージ編成段階で編成されたロットを日

程指示段階で乱れを補正し、指示書とする。

したがって計画面の大半の機能は、受注処理およびチャージ編成に持たせたといえる。

(1) 受注処理サブシステム

受注処理サブシステムは、本システムの入口にあたる。オーダーを生産システム用として変質させて、以降のサブシステムに伝達すると同時に、受注分析を行ない、工場負荷を予測する機能を持つ。概要は図4に示すとおりである。

(a) 製造検査仕様の決定

厚鋼板の用途は、各種の鋼材の中でも構造物の主体となることが多く、同一規格でも用途によって、異なった品質特性が要求されるため、鋼材使用時の加工内容や具体的用途を、製造条件に反映させねばならない。そこで製造仕様の決定においては、規格、用途、需要家、寸法、需要家の特殊要求など、約40のパターンに分類された製造標準とオーダーを照合し、製品のイメージを自動的に合成し設計する。さらにこの内容から、製造上の重要度、新規性の検定を行ない、該当するものは摘出されて製品技術担当員に通知され、内容検討の後、製造標準の再設定かどうかの判定がシステムにもどされる。このように製品技術担当員は疑問のあるオーダーのみを検討すればよく、また、製品イメージの自動合成などにより、製造標準決定期間を全体として短縮できる。製造検査仕様は、決定された製造標準に従い確定される。

なお、確定された製造検査仕様は、計画面、実績面に反

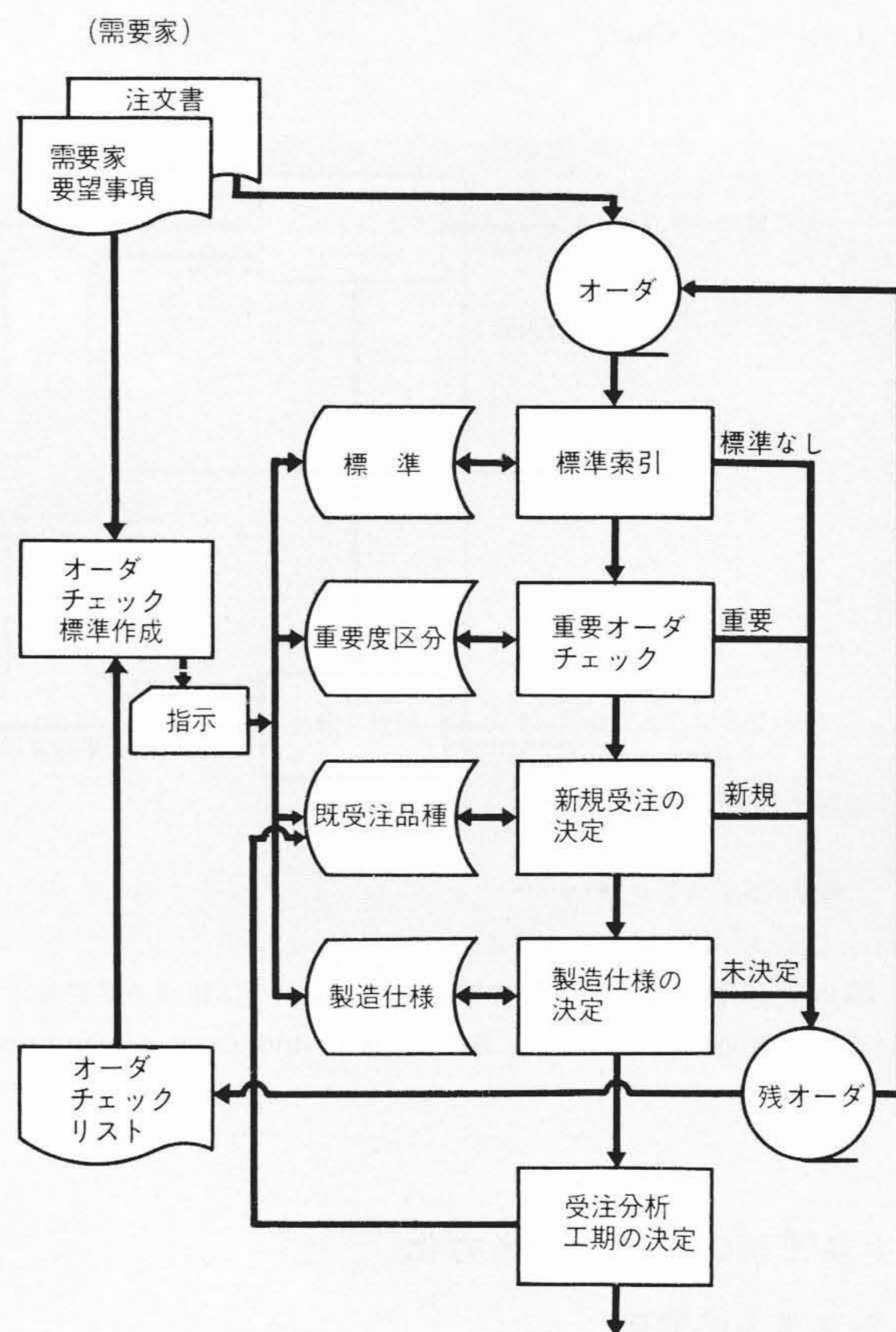


図4 受注処理システムの概要 製造仕様決定の処理フローを示す。
 Fig. 4 Outline of Order Entry System. (Screening and Routing)

映され、ロットの編成方法、圧延素材の設計、圧延方法、検査方法、精整作業方法などすべてを規制する。そのため、標準の決定には幅広いチェック機構を持たせている。

(b) 工期計算・受注分析

製造仕様が定まると、処理方法が確定し、通過工程を把握することができる。この通過工程と、該当工程作業予定量、納期をバランスさせながら、通過工程ごとの処理完了期限を設定し、受注変動分の平滑化を図っている。

また、定められた工期とEDP処理時点の日付の関係から、オーダーの緊急度（5レベル）が定められて、以後の計画段階で、緊急度に応じた組付けが行なわれる。

(2) チャージ編成サブシステム

このサブシステムは、計画的圧延および出荷を行なうと同時に、圧延素材の有効活用を行なう目的を有する。これは、製鋼段階で順序づけられた製造処理順が、ほぼそのままの分布を保ちながら出荷工程までつながる傾向にあり、中間諸工程に応じた編成配分でなければならないからである。また、素材の有効活用のためには、鋼塊またはスラブ段階での平均重量の大形化を図る必要がある。このためには、編成の対象となるオーダー量の多いことが望ましい。しかし、編成の対象オーダー量を増加させることは、同一ロット内の納期差を拡大するため好ましくない。そこでチャージ編成システムの処理サイクルを短くし、日々追加される新しいオーダーで編成結果を補正することとして、緊急オーダーへの迅速な対処を可能にしつつ、計画的圧延、出荷の体制実現を図っている。

また、余剰スラブ、鋼塊については、それらが圧延可能な状態にある限り、オーダーとの引当てを行なって在庫素材の減少を図っている。

チャージ編成、圧延素材手配サブシステムの概要は、図5に示すとおりである。

チャージ編成は次の手順で行なわれる。すなわち、圧延工期と緊急度を基準に対象のオーダーを選択して、オーダー→鋼板→スラブ→鋼塊→チャージと次々に集約してゆく。この過程で、緊急度の高いものは優先的に組付けを行ない編成残とはならない。スラプイメージまでの集約が成されたとき、余剰在庫の鋼塊またはスラブと引当てを行ない、在庫素材の消化を図る。また連続鋳造法で製造されるチャージについては、スラプイメージにとどめ、予定のチャージ数に見合うスラプイメージで確保する。これは製鋼工程における変動要素を、指示書作成段階で加味させるため、前もってチャージイメージに固定化することを避けるためである。造塊法製造分は、チャージイメージまで集約する。これらの集約結果および余剰在庫との引当て結果は、計画ファイルにたくわえられ、圧延素材手配サブシステムへ送られる。

(3) 圧延素材手配サブシステム

チャージ編成にて作成された編成結果を用いて、日々の製鋼、分塊、スラブ手入れの各指示書を作成する。

製鋼指示書関係は、製鋼予定チャージ数を指定することにより、計画ファイル内のデータをもとに出力されるが、この際に、製鋼工場などの変動要素を加味し、実施予定としての指示書が作成される。また、分塊命令書、スラブ手入れ指示書も同様に作成される。

製鋼作業、分塊圧延作業、スラブ手入作業の結果は、それぞれこのサブシステムに投入される。実作業結果を予定の製造方法と対比し違いが発生した場合は、自動的に鋼塊、スラブデータは余剰在庫として登録され、組み付けられたオーダー（鋼板イメージ）は、オーダーファイルに環元されて再度チャー

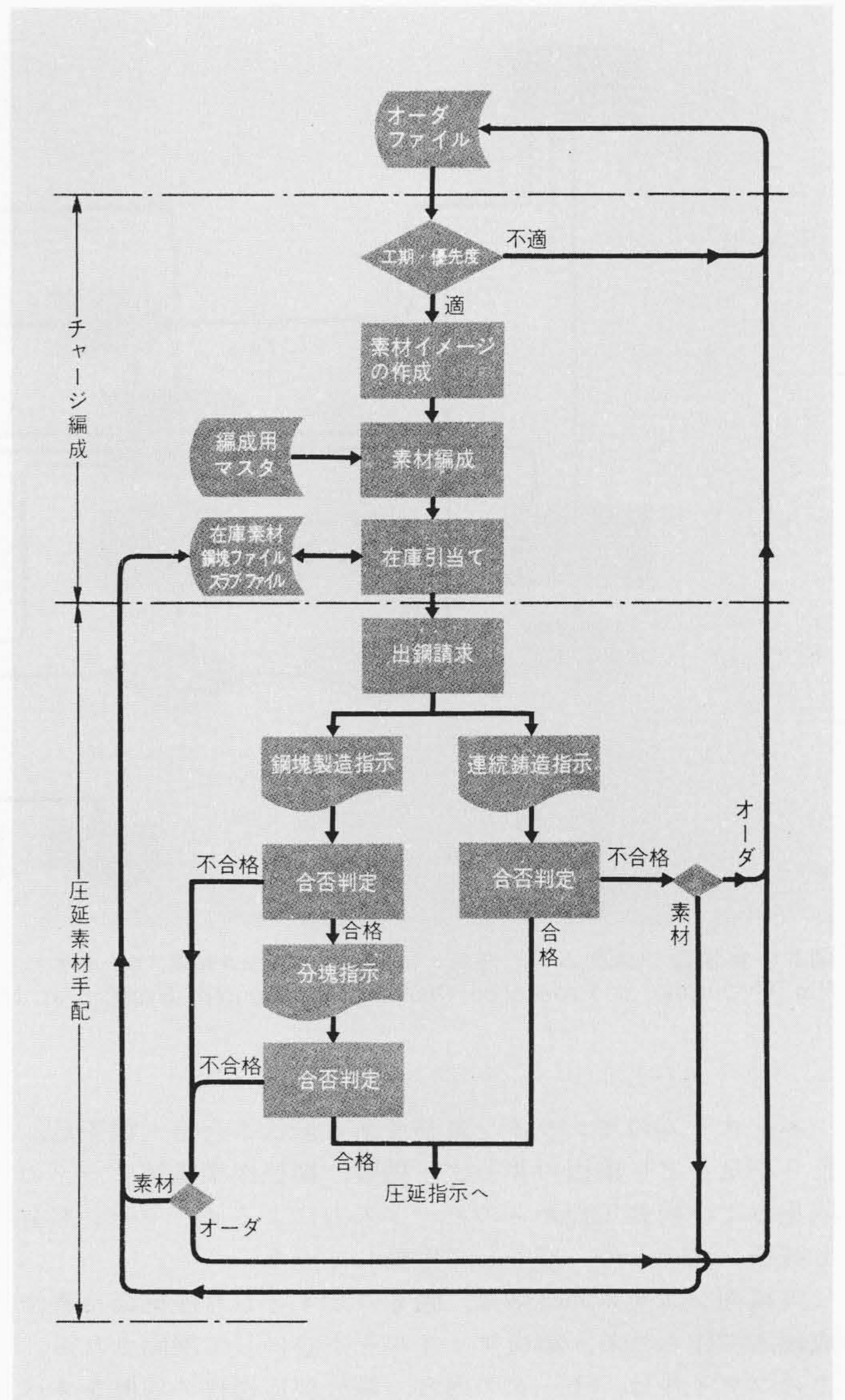


図5 チャージ編成、圧延素材手配サブシステムの概要
チャージ編成から、圧延素材決定までの処理フローを示す。

Fig. 5 Outline of Production Planning and Control System of Steel Making System

ジ編成へ投入される。なお予定と実績対比の結果、合格と判定されたものはそのままファイル内に記録され、圧延命令書作成へと流れることになる。

4.4 実績面システム

実績面システムは、圧延、精整、仕訳山付、出荷までの鋼板一枚一枚のトラッキングを中心としたものであり、それに付随した事務処理作業をEDP化したものである。

実績面には計画的要素はほとんどなく、圧延された鋼板が必要とする精整工程を、予定した工期どおりに通過しているかどうか、また、鋼板の製造過程に製造仕様との差異はないかなどの監視と、異常発見時の所管部署への通知書作成を行なっている。

また実績面システムでは、扱うデータ量が多く、検査証明書および運送状、送状、ミルシートなどの作成、進捗管理や異常通知書類の発行など、一連の事務処理作業のEDPシステム化が省力効果をもたらすことは大きい。そのため、煩雑な日常業務から解放された業務担当部署にとって、システムの効力を肌(はだ)で感じた分野でもある。

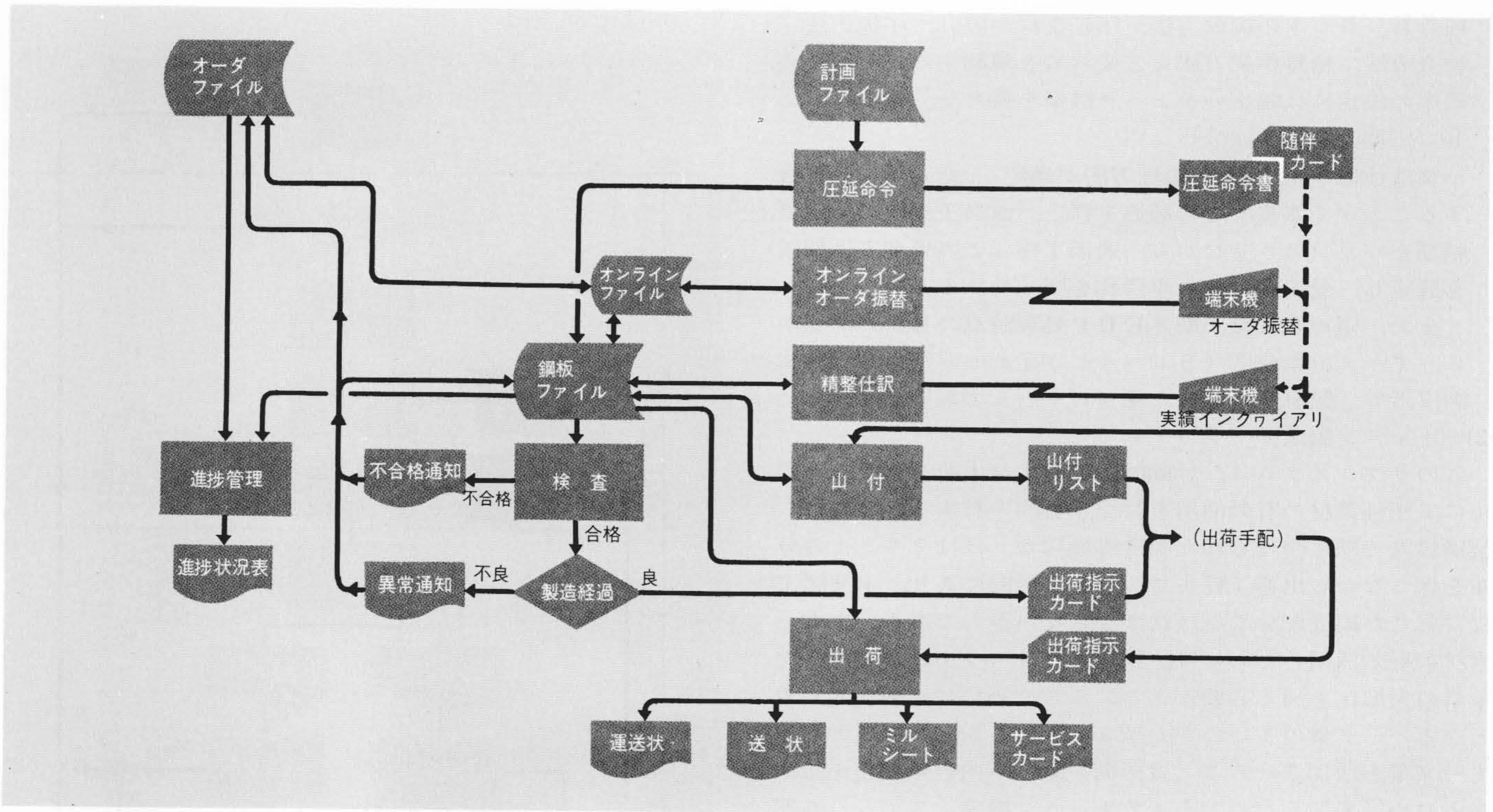


図6 実績面システム 圧延から出荷までのデータ処理フローを示す。

Fig. 6 Outline of Production Planning and Control System at Mill and Finishing Process

本システムのオンライン業務である形状不合格（幅不足、長さ不足など）鋼板のオーダー振替、精整作業実績データの収集および精整工程からのカード入力によるメッセージ照会も実績システムの一環として作動している。

実績面システムの概略は、図6に示すとおり圧延命令書作成段階で作られる、鋼板ファイルを中心に展開される。このファイルは、オーダーの内容、鋼板製造過程の履歴をすべて集約したものである。このファイルと製造、検査仕様とを照合することにより、製造内容の適否、検査の合否が判明する。また、製造中に不合格となった鋼板のオーダーは、オーダーファイルにもどされて、自動的にチャージ編成へ再投入され、即座に再圧延の手配が行なわれる。不合格鋼板や、途中工程未処理の鋼板を誤って出荷手配した場合は、システム内の出荷停止機構が働き、出荷に必要な諸帳表が出力されず、誤出荷を未然に防ぐことができる。

このように鋼板ファイルを中心に、徹底した納期管理、品質管理が行なわれ、完全な製品がタイムリーに出荷できるように監視が行なわれている。これが、実績面を構成するサブシステムの基本的機能といえよう。

5 効果

本システムの効果は次のとおりである。

(1) プロダクションプランニングの自動化による、ミドルマネジメント分野まで含めたEDPシステム化、省力化の範囲としては、圧延命令の作成、形状不合格品のオーダー振替、検査、出荷関係の帳票作成など現場作業面での業務とともに、計画業務および通常管理業務までも含み、人間の関与する部分を大幅に簡素化した。これにより操業計画と諸管理業務が省力化され、人的資源の有効活用が可能となった。

(2) 素材編成の最適化による歩どまりの向上

チャージ編成、在庫圧延素材の引当て、素材製造中の不合

格分の計画変更など一連のシステムを最適化することにより、高歩どまりの素材編成が可能となり、圧延能率および製品化率が向上した。

(3) 需要家サービスの向上

ファイルの一元的管理により、必要な情報を必要なときにアウトプットすることができ、タイムリーな情報提供が可能となった。

6 結 言

以上述べたとおり、このシステムはEDP化のレベルを一段と高め、プロダクションプランニングおよびスケジューリングの分野にまでコンピュータの適用範囲を拡大させ、ミドルマネジメント分野まで含めたEDPシステム化をねらった点に大きな特長がある。

最近におけるコンピュータ技術の発達はめざましく、コンピュータが人間にとって代わる分野が拡大しつつあり、計画作成—実績収集—比較判断—計画へのフィードバックという一連の管理業務にまで活用されるようになった今日、重要な問題としてクローズアップされてきたのが、コンピュータと人間との機能分担をどのように設定するかということである。

このシステムは、この問題に対するひとつの答えを示したものであり、筆者らは今後ともコンピュータの新しい活用分野の追求を続けていく所存である。

なお、本システムの今後の課題として、EDP化のレベルを深めたことにより、システム構成が大きくかつ複雑になり、システム自身の変更がむずかしくなったことがあげられる。これはハードウェア、ソフトウェア両面からの技術の進歩に待つところが大きいだが、できるだけフレキシビリティを持たせるため鋭意努力中である。最後に本システムの紹介を終わるにあたり、関係各位のご教示を仰ぎ、いっそうより良いものにしていきたいと願う次第である。