# センジマーミルの計算機制御

## Computer Control System for Sendzimir Mill

The computer control systems for Sendzimir mills are explained with a detailed description of direct digital control system employed. Control functions of this system include automatic gauge control, automatic slowing down and stopping, operation guide and production logging. For automatic gauge control a feed forward screw control is adopted, which uses a hydraulic roll position controller, termed Z-Actuator. The automatic slowing down and stopping process is effected with a fairly high accuracy of ±50 mm. As a hardware, HIDIC-500 control computer is used. For man-machine interface, a color cathode ray picture tube and a typewriter are provided.

永瀬英典\* Hidenori Nagase
植田 博\* Hiroshi Ueda
永田常敏\* Tsunetoshi Nagata
松香茂道\*\* Shigemichi Matsuka
満仲俊夫\*\* Toshio Mannaka
松葉和治\*\* Kazuharu Matsuba

## 11 緒言

鉄鋼業における計算機制御システムの導入は、最も進んで いる分野の一つである。高炉から精整検査ラインに至るまで, 近年の大きな鉄鋼プラントには計算機制御を導入するのが常 識になりつつあるが、これも単なる生産管理や情報システム に限らず、従来のアナログ制御部分を計算機による直接制御 に置き換えるものである。このような場合、大形プラントにお いては, 生産管理や情報処理用の大形計算機のもとに, 直接 制御用の小形計算機を一種のコントローラとして使用するハ イアラキシステムにするのが通例である。一方, 鉄鋼プラン トの中でも冷間可逆圧延機のような小形プラントでは、情報 量も比較的少なく,直接制御のループ数も少ないことから上 記のようなハイアラキシステムを導入することは経済的に見 合わずあまり導入されなかった。しかし、制御性能の向上の 点からは、計算機の導入が強く要望され、ここに1台の計算 機でプラントの情報処理と制御を行なうコンパクトシステム の開発が実施されるようになった。ここではこのような小形 プラントの情報処理と制御を同時に行なう計算機システムの 例として,冷間可逆圧延機に適用した例をあげ説明する。

## 2 自動化の背景

自動車用または家電品用冷延鋼板,ステンレス鋼,けい素鋼板など特殊鋼板を作る圧延設備において,近年,計算機による直接制御(Direct Digital Control 以下, DDCと略す)の導入の動きには著しいものがある。

この目的のひとつは品質の向上であり、他の目的は省力化あるいは運転員の負荷軽減にある。

圧延設備において品質向上の最大の指標は、製品板厚の精度と形状である。前者に対してはこれまで、各種の自動板厚制御装置(Automatic Gauge Control 以下、AGCと略す)が開発され実用に供されているが、要求精度の向上につれて、制御系の最適化、高応答性が要求され(たとえば、応答遅れゼロの予測制御)、DDCが導入されている。一方、二次元の板厚制御ともいえる形状制御については、より複雑な検出と演算が要請され、ここでもDDCの必要性がある。ステンレス鋼板やけい素鋼板など、高価な材料を冷間可逆圧延機で圧延する場合は、通常コイルの両端にリーダストリップと称する安価な材料を溶接して、高価な材料が圧延されずに残る部分を

少なくしようとしている。このためには各圧延(パス)ごとに被圧延材端部を正確に停止させるほど、歩どまりが向上することになる。これを機械の側に配置されたオペレータがその位置を確認しながら、ゆっくり運転していたのでは圧延能率は低下するのみならず、また、そのための専用の運転員を必要とする。これは正確な自動減速停止制御が実現されれば一挙に解決され、ここにも計算機導入の要因がある。この他コイル途中のきず部分での自動減速や、圧延スケジュールの各所への表示、オペレータに代わっての日報作成(オフゲージの分類や圧延仕様、製品仕様)などもオペレータまたは工程関係者の負荷軽減、省力化につながる。

本稿では以上の状況にかんがみ、制御用計算機HIDIC 500 を用いたセンジマー圧延ラインのDDCの一例について述べる。

## 3 計算機制御自動化の特長

圧延設備の制御用計算機による自動化は、その制御対象を含む工場全体のハイアラキシステムの中での機能、あるいは位置づけを明確にし、将来の拡張またはトータルシステム導入時に対応しうるような一貫性ある設備計画を立案しなければならない。通常、センジマーミルにおいては、ユーザーの種々の運転上のノウハウがあり、操作上の手順とか慣習はすべてが同一とは言いがたいが、概して共通した手順も多く、その結果、自動化の指向もほぼ共通しているものと見なすことができる。

こうした共通の問題因子を取りあげ、設計製作を経て調整 完了したセンジマーミルにおける計算機制御システムの期待 効果を示したのが表1である。表1において、各種機能はな んらかの形ですべての期待効果に影響を及ぼすが、ここでは 主として顕著な項目のみに限定して示すことにする。

従来のシステムに比較して本システムにおける特長を要約 すれば、次の4項目にまとめることができる。

- (1) 安定性および精度,性能の向上が指向されたこと。
- (2) 簡潔な操作性が実現されたこと。
- (3) 信頼性の増大が図られたこと。
- (4) 保守性の向上に寄与したこと。

これらは**表1**に示した期待効果から、DDCシステム全体の特長としての集約結果でもある。

表 I 制御機能に対する期待効果 DDCシステムの各種制御機能によってもたらされる顕著な期待効果を示したものである。

Table I Expected Effects for Control Functions

期待制御機能	効果	品質向上	歩どまり向上	能率向上	省力化または	信頼性向上	传代
自動板厚制	御	•	•		•		
自 動 減	速			•	•		
中 間 減	速			•	•		
定 位 置 停	止		•	•	•		
情 報 処	理					•	
オペレーション・ガイ	F			•		•	
日 報 作	成			•	•		

## 4 システム構成と制御機能

#### 4.1 システム構成

センジマーミルにおける計算機制御は、主として自動板厚制御、自動運転および情報処理に大別される。これらの制御に不可欠の要件は、高速かつ正確なDDC処理と高度の信頼性に裏付けされた安定なシステム構成にある。この希求に対しハード的には、この種の規模で最も高速機であるHIDIC 500

を適用し、ソフト的には、多くの実績を有するプログラム手法を大幅に採用し、システムの簡潔化とプログラムのパック化を進めた。さらに板厚制御のように過渡応答が制御結果に著しい影響を及ぼすものについては、きめ細かいオンラインデータの分析と制御定数の選定に注意を払い、システムの信頼性向上のためには、入出力機器の相互バックアップや異常警報の多重化を試みた。

図1は、センジマーミルにおける計算機制御システムの一例を、また表2は、ハードウェア構成を示したものである。 図2にはセンジマーミル計算機室における計算機設置状況を示してある。

#### 4.2 AGC(1)

## 4.2.1 AGCの構成

AGCの制御手法を大別すると、圧延によって発生した板厚偏差をロール出側に設けた厚み計により検出し、その偏差をゼロにするよう負帰還的に制御する方法と、前もってロール入側に設置された厚み計によって偏差を認識し、この検出値からロール出側に発生する板厚偏差を推定することにより、予測的に圧下修正する予測制御手法とがある。前者においては急しゅんな板厚変動や短周期でくり返えす板厚偏差に対する追従性は不十分で、特に可逆圧延機の第1パスなどに見られる著しい母材変動や、ロール偏心による板厚偏差に対してはほとんど制御効果のないのが実情である。一方、後者は制御の性質上開ループ制御となるが、適正な利得設定により負帰還制御系では吸収することのできなかった既述の板厚偏差に対して著しい効果がある。したがって、両者の長所を組み合わせて適正な利得配分で有機的に結合することにより著しい制御効果の向上が期待できるため、双方のモードが準備さ

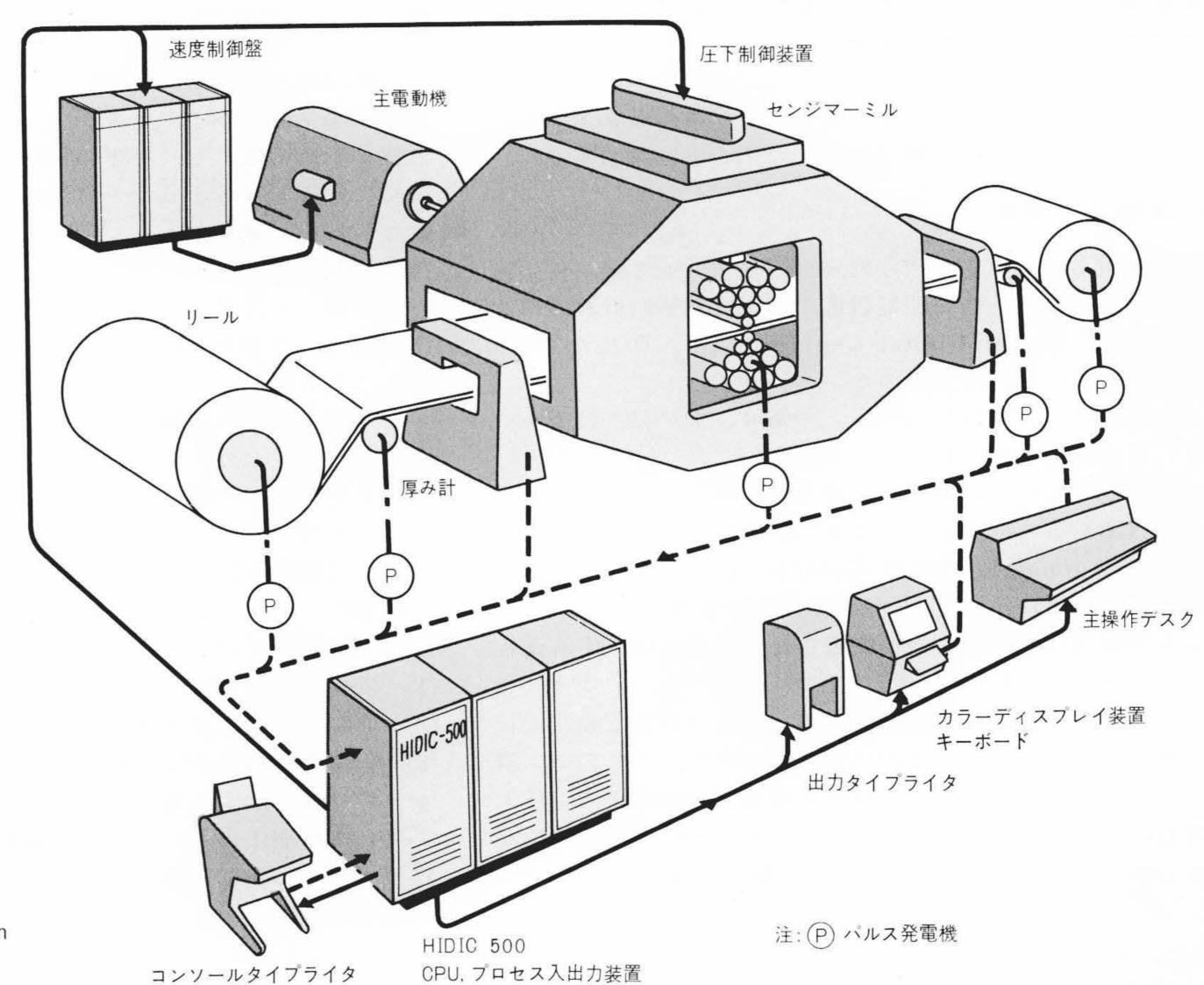


図 I システム構成の一例 センジマーミルの計算機制御シス テムの典型的な構成の一例であ る。

Fig. I Typical DDC System for Sendzimir Mill

表 2 ハードウェア構成 センジマーミルの計算機制御におけるシステムの主要ハードウェアの構成を示すものである。

Table 2 Outline of Hardware in This System

機器	構成	
	HIDIC 500	1
C P U	コア	28 k 語
	割込レベル	Ĭ
	ASR	= - 1
コンソール I/Q	PTR	1
外 部 記 憶	なし(将来ドラム増設可)	
	システムチャネル	
	外部割込要因	8 × 16
	カウンタ	9セット
チャネル	コミニュケーションチャネル	
	アナログ入力	9 点
	ディジタル入力	116点
	アナログ出力	3 点
	ディジタル出力	65点
周 辺 機 器	タイプライタ	1
	カラーディスプレイおよびキイボード	1 組
リンケージ盤	(IC化キュービクル)	3 面
電源	電動発電機付, 3 ∮ 440 V 60Hz	

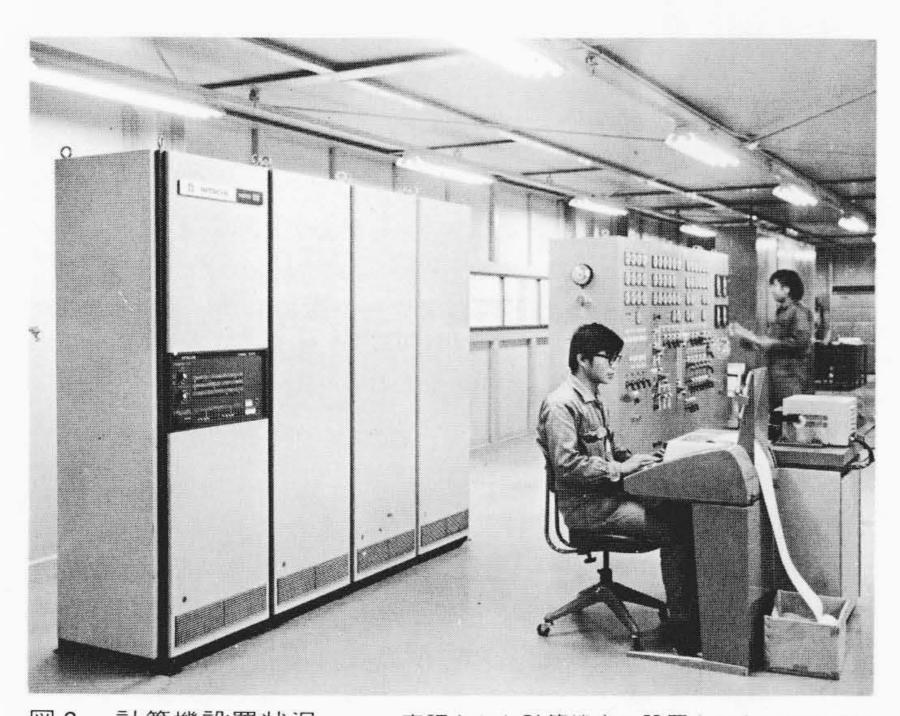


図 2 計算機設置状況 空調された計算機室に設置されたHIDIC 500 CPU, PI/O, コンソールタイプライタなどの設置状況を示したものである。 Fig. 2 HIDIC 500 Control Computer and Data Typewriter Used

in This System

れている。また、AGCの制御対象には計算機制御の導入に伴いサーボバルブを用いた高速圧下制御装置が選ばれた。AGCには、このほか種々のオフラインあるいはオンライン入力を用いて、各種影響係数や所要利得を算定する予備演算モードが併置されている。以上述べた各制御モードは、主操作デスク上に個別の投入スイッチおよび処理実行表示灯を有し、被圧延材および圧延条件などによって、任意の制御モードの組合せを可能とするほか、各モードの利得をキーボード入力によって、外部的にきわめて容易に修正あるいは調整することができるようなハード構成としてある。以下に各モードについて詳述する。

#### 4.2.2 予備演算

圧下AGCの実行に際しては、圧下制御量に対し、それに対 応した実績板厚変化量を正しく把(は)握し、制御結果に 過不足が発生しないように配慮しなければならない。通常, ロール間隙(げき)変化の板厚に及ぼす影響の度合いは圧下 影響係数として与えられるが、これは圧延機の弾性係数Kと、 圧延機の塑性係数Mの関数形としてよく知られている。圧延 機の弾性係数は、圧延荷重の関数形として種々の実測データ の分析から数式的に求めた。圧延荷重を求めるための理論式 としてはBland & Fordの理論式(2),Hillによる近代式(3),Stone の式などが一般によく知られているが、これらのうちではHill の式が最も使いやすいため、これを用いている。一方、圧延 機の塑性係数としては、圧延条件、主として出入側板厚設定 値、板幅、変形抵抗、ワークロール半径、出入側張力などを 因子として与えられた荷重式の出側板厚に関する偏微分形を 用いた。本モードの機能は圧延スケジュールごとこれらの係 数を演算し決定することにある。

#### 4.2.3 予測圧下制御

負帰還方式のAGCでは出側板厚を測定して、それに後続する材料部分を圧下制御するため、宿命的に測定部は即、制御部とはならず短周期の母材板厚変動などを十分に制御することができない。予測圧下制御はこのような制御限界を克服し、板厚偏差測定部、即、制御点という設計観点に立ち、板厚制御精度の向上を指向するものである。本モードは出入側厚み計のうち入側に相当する厚み計より入側板厚変動を取り込み、この変動に対応する所要圧下制御量を演算後、入側デフレクタロールに結合されたPLG(パルス発電機)の信号でタイミング的な同期をとって、圧下制御信号を出力する。所要圧下制御量  $\Delta S$ は、入側板厚偏差が $\Delta H$ の場合、(1)式のモデルで与えられる。

$$\Delta S = \frac{M}{K} \Delta H \cdots \cdots (1)$$

次に圧下同期のとり方について述べる。被圧延機の追跡は、基本的には入側厚み計とワークロール間を任意に n 等分し、その一分割をサンプリングピッチとして定め、そのピッチ走行ごとにチェックする方式をとる。この方法は、厚み計および圧下制御系の応答遅れが全くない場合を想定しているが、一般には厚み計で50~100msの時定数があり、圧下制御においても比較的高速のサーボバルブを用いた場合ですら約10~20msの応答遅れが存在する。通常、センジマーミルにおける最高圧延速度は600mpm程度であり、この場合、約0.5~1.0m相当長の圧下制御系の応答遅れが存在する。この遅れは出力タイミングをソフト的にシフトして補正されるが、可逆圧延機においては、次パス以降の予測圧下制御効果も期待可能である。

### 4.2.4 モニタ

急しゅんな入側板厚変動の修正に効果的な予測圧下制御では、制御の性質上開ループ制御となり、制御結果の反省機能、すなわち負帰還ループを有していない。その結果きわめて微小ながら圧下タイミングのずれやわずかな圧延条件の変化によって制御過不足量を発生する。本モードは、このような予測圧下制御における制御過不足量を出側板厚偏差の積分によって連続的に圧下修正しようとするものである。積分演算は区分求積の手法によるもので、サンプリングタイミングごとに出側板厚偏差の代数和をとって処理する。一般に積分制御系では積分時定数が制御系の質を左右するが、本方式では出側板厚偏差のサンプリングピッチがその関数となる。予測圧下制御とモニタを同時に投入する場合にあっては、二つの

モードは相関関係を有するため、適切な利得の配分が必要である。

#### 4.2.5 加減速補正

圧延ラインの加減速とともに、ロールと被圧延材間の摩擦係数の変化および四重圧延機などにおいては、軸受部油膜厚みの変化によるロール開度の変化などがよく知られている。本モードは、これらの変化量を補正除去し、加減速による板厚外乱を減少することにより、AGCの負担を軽減し、より高精度の板厚制御の実現を期すことを目的として準備されている。

機能は大別して、プリセット修正パターンを用いる方法と可逆圧延の第1パスにおいてパターンを作成し、以降のパスで適応修正しつつ適用する方法とがある。前者はあらかじめ過去の加減速による所要補正量の実績結果または実機における実測値を統計的に処理した後、速度と1:1対応にデータテーブルへ格納しておき、圧延速度の関数としてこの格納値を検索して出力する一種のプログラム制御の形態をとる。後者は予測圧下、モニタなどのAGCを切とし、圧下制御装置を操作しない状態で被圧延材の一点について追跡する。その検出された出入側板厚偏差を $\Delta h$ 、 $\Delta H$ とすれば、加速または減速時の所要圧下修正量 $\Delta Sv$ は(2)式で与えられる。

$$\Delta S_V = \frac{K+M}{K} \Delta h - \frac{M}{K} \Delta H \cdots (2)$$

同一加速または減速時における ΔSvを一定点以上算定すれば、統計的手段によって補正パターンを作成することが可能である。この補正パターンは鋼種、ロール半径などが著しく変化しないかぎり大幅に変化することはない。また以降のパスにおけるその制御過不足量はアダプティブに修正することが可能であるから、プリセットパターン方式に比べ、より現在の被圧延材に適合した補正が実現できる。

## 4.2.6 ロールギャップ補正

初期圧下設定に設定誤差を含むと、出側板厚偏差信号に、設定誤差相当量の出側板厚偏差が含まれ、そのため、AGC(主としてモニタ)による所要制御量が増大し、AGC機能の迅速な追従効果を期待できない。本補正モードはパスの初期において圧下設定誤差を的確に把握し、ロールギャップを修正することによりAGCの負担を軽減し、成品の歩どまりの向上を指向するものである。補正量は被圧延材の任意の一点の厚み偏差を左右厚み計によって測定し、その測定結果から算定する。すなわちロール圧下設定誤差に相当する修正量 $\Delta S_G$ は、既述の(2)式の $\Delta S_V$ を $\Delta S_G$ で置換した出入側板厚偏差の関数形として与えられる。したがってこのような点を何点か抽出することによって、より正確なロール圧下初期設定誤差を把握することができ、所望の設定修正が可能となる。

## 4.3 自動運転(4)

## 4.3.1 自動運転の構成

運転操作の自動化は作業者の負担を著しく軽減し、間接的には品質の向上に寄与する。本システムにおける自動運転はきずあるいは溶接点部分の中間減速と、コイル尾端の自動減速、定位置停止モードから構成される。特に、ステンレス鋼のように端部にリーダストリップを有する材料では、定位置停止機能が事実上製品の歩どまりの良否を決定する。運転操作は手動を最優先とし、任意のタイミングでその介入を可能なシステム構成とした。

## 4.3.2 中間減速

圧延過程では、被圧延材中の溶接点やきず、耳割れ部分は 特異点として圧延速度を減速して圧延される。この減速部分

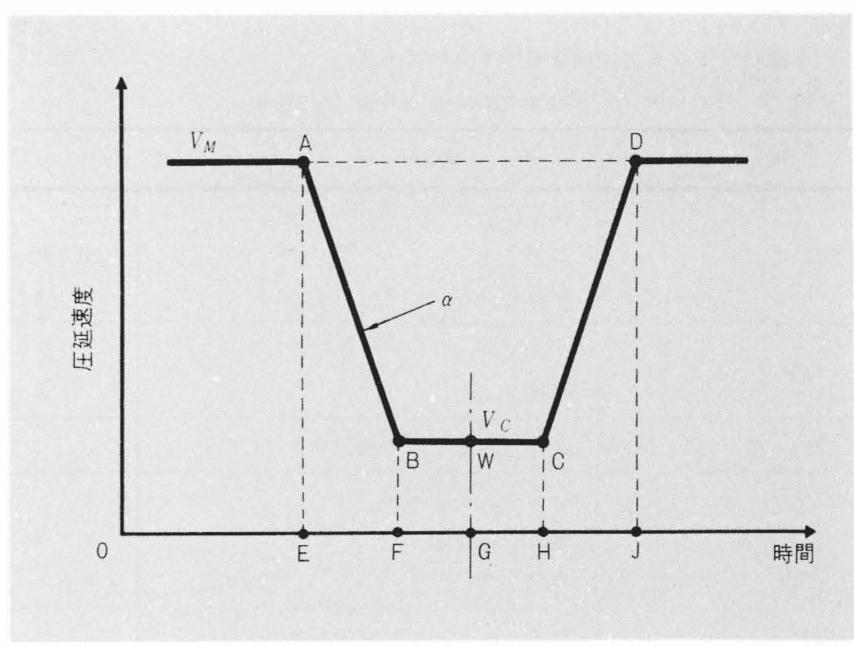


図3 中間減速に関する速度コーンの時間的変化 中間減速時における速度コーンの時間的変化と減速対象点との相関を示したものである。

Fig. 3 Explanation Diagram for Intermediate Automatic Slow Down

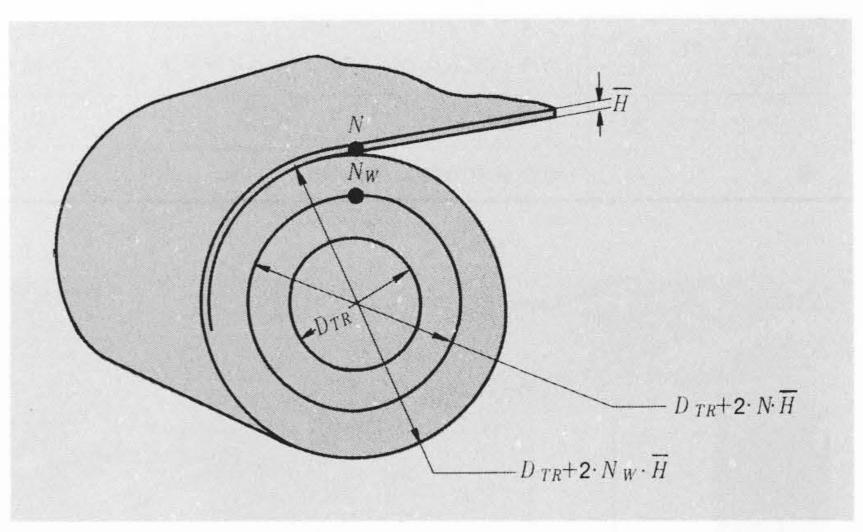


図 4 中間減速点ターン数と現在値ターン数の関係 中間減速開始タイミングをターン数の観点から示す説明図である。

Fig. 4 Explanation Diagram for Intermediate Automatic Slow Down

の指定は第1パス時に、押しボタシによって行なわれる。指定と同時に巻取り側ターン数はあらかじめ準備された記憶テーブルへ格納される。巻取り側リールターン数は圧延開始時リセットされ、巻取りとともに積算される。そして第1パスの圧延が終了し第2パスが開始されると、センジマーミルのように可逆圧延機では巻取り側リールは巻戻し側となるから巻戻しとともにターン数は減算され、第1パスで記憶したターン数が、ちょうど中間減速点となるよう減速点を演算して制御信号を出力する。

上述の関係を図3および図4について詳述する。一般に圧延速度が図3のように $V_M$ で与えられたとき、 $V_M$ から予定減速速度 $V_C$ まで減速し、溶接点Wに至るまでに走行するコイル長は(3)式によって与えられる。

$$L_{SW} = \beta \left\{ \frac{V_M^2 - V_C^2}{2 \alpha} \right\} + L_B \cdots (3)$$

ここに、β:先進率補正係数 α:減速度

 $L_B$ : 中間減速速度で溶接点まで走行するコイル長図 3 より明らかなように(3)式の右辺第1項は図 3 の台形 ABFEの面積を,第2項は長方形BWGFの面積を示している。一方,現ターン数 $N_W$ に至るコイル長は、図 4 により(4)式で与えられる。

$$L_{\mathit{RW}} = \pi \sigma \Big\{ \, N(\, D_{\mathit{TR}} + N \cdot \overline{H}) \, - N_{\mathit{W}}(\, D_{\mathit{TR}} + N_{\mathit{W}} \cdot \overline{H}) \, \Big\} \cdot \cdot \cdot (4)$$

ここに、 $\sigma$ : コイル断面占積率、 $\overline{H}$ : コイル平均板厚

したがって、一定時間間隔で(3)、(4)式を演算し、 $L_{SW} \ge L_{RW}$ の成立から図3上のA点を認識し減速を開始することによって自動的に中間減速が実行される。このとき、A点に達する5秒前および溶接点通過後、再加速開始までのW C 間はブザーを鳴動させる。なお、再加速は(4)式と全く同様の発想によって処理される。

## 4.3.3 自動減速,定位置停止

可逆圧延機における運転上,最も重要な問題のひとつは製品精度および歩どまりの向上と,これに関連して正確な尾端停止にある。

本モードは正確に予定位置に被圧延材を停止させうる最短時間を見込み,被圧延材の圧延速度を自動的に所望速度まで 降下させるなどして停止させる機能を具備する。

尾端定位置停止は、図5に示すABS'の速度コーンを経て、停止させる方法と、ABCSを経ていったん速度を保持した後、停止させる方法に大別されるが、停止精度の見地から一般には後者が採用されている。

図5に示す減速条件では減速開始点Aから停止点Sに達するまでに走行するコイル長 $L_{SM}$ は(5)式で与えられる。

$$L_{SM} = \beta \left( \frac{V_M^2}{2 \alpha} + V_0 T_0 + L_S \right) \cdots (5)$$

ここに、 $\beta$ : 先進率補正係数、 $L_s$ : 停止に要する余裕長他方、リールの残コイル長 $L_M$ は、図 4 の場合に $N_W = 0$  とおき、(6)式で求めることができる。すなわち、

ゆえに、(5)式と(6)式を定期的に比較することにより、自動 減速の開始点Aを認識できる。同様に定位置停止については 図5のCSFについて考察すればよく、この場合、(5)式は(7)式 のように書き換えることができる。

$$L_{SM}' = \beta \left( \frac{V_0^2}{2 \alpha} + L_C \right) \cdots (7)$$

このほか、精度をより向上するためには、ターン数にかえてリール軸に結合されたPLGの計数パルス数そのものを用い

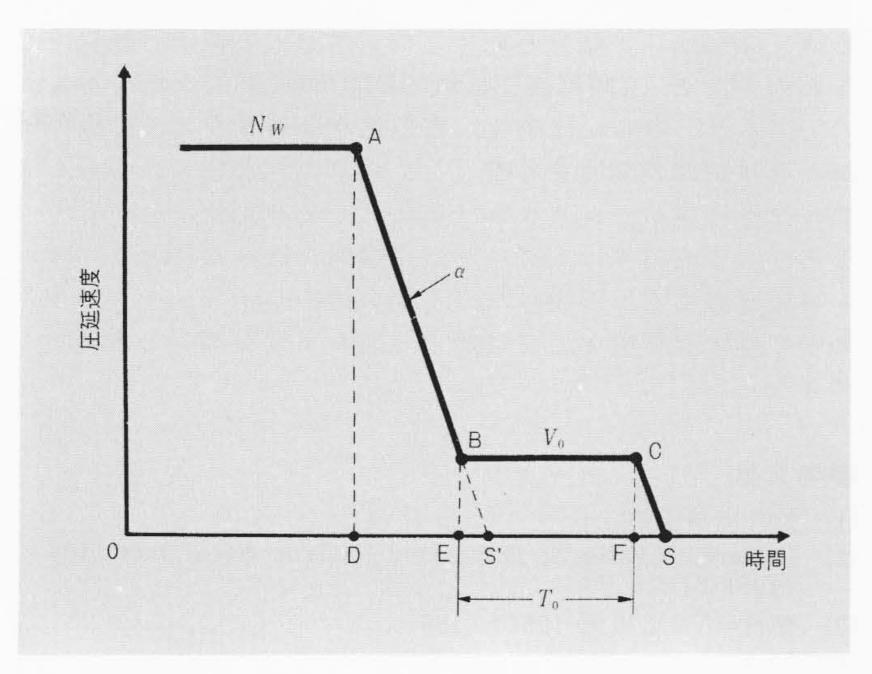


図 5 自動減速,定位置停止の速度コーン 定位置にコイル尾端を 停止させるための速度コーンと制御の手法に関する説明図である。

Fig. 5 Explanation Diagram for Automatic Slow Down and Stop

る方法がある。なお、リーダストリップを有するステンレス 鋼などにおいては被圧延部との接合面が溶接のため著しく肉 盛されるため、この溶接点を定位置停止の目標とする方法が 考えられる。この点の検出には厚み計が用いられたが、本方 式においても、高精度で安定な検出と停止処理が確認された。

#### 4.4 情報処理

近年、制御用計算機と管理用計算機相互間の情報伝達手段のひとつのステップとして情報の機械化処理は不可欠の要件となりつつある。他方、圧延された成品の仕上等級の評価作業(クラシファイ)をディジタル的に、自動的に処理させようとする要求も強い。本機能はこのようなユーザーの要求に対処して準備されたもので、おもな標準機能と処理内容を示したのが表3である。表3における各モードの表示出力にはカラーディスプレイ装置を、印字記録にはデータタイプライタを用いている。情報源としての入力にはオンライン情報とオフライン情報とがあり、前者は自動的、連続的に計測入力し、後者はキーボードや各種スイッチにより人為的に入力データを与えるシステム構成である。

## 5 計算機制御システムの成果と動向

自動化の効果についてはすでに述べたが、ここでは主とし て実績成果について述べる。図6はステンレス鋼の圧延実績 チャートの一例を示すものである。被圧延材は6.0mmの母材か ら3.0mmの成品に圧延する途中パスにおけるもので、すでにこ のパスで成品厚の土0.3%の精度にはいっている。図6におけ る特筆点は母材の急変部で予測圧下制御がきわめて有効に動 作しており、その効果は尾端部分において母材の急変を完全 に吸収しオンゲージ化している点にある。オンゲージ率を低 下させる最大の原因は先後端における母材の板厚精度不良に あるが、これらに対しては予測圧下制御とロールギャップ補 正で十分な修正が可能であることが確認された。図7は自動 運転中, 定位置停止モードにおける実績停止点の目標値に対す る分散をまとめたものである。1件を除き全数が目標値の土 50mmの範囲内に正確かつ再現性をもって停止することが確認 された。上述のように自動化システムは性能改善と信頼性向 上に寄与しているが、省力化においても著しい効果がある。 表4はセンジマーミルにおける省力化実績の一例である。

表 3 情報処理モード別機能一覧表 情報処理のモードとその処理項目,内容を示すもので,出力機器にはカラーディスプレイ装置とデータタイプライタを用いている。

Table 3 Functions of Data Processing

モード	処 理 内 容	500
圧延情報表示	下記の表示および作表	
	●圧延年月日,直,圧延開始終了時間	
	●被圧延材仕様(コイル No.,素材,成品厚,板	幅など)
口 郑 1F 以	●圧延情報(圧延速度,荷重,出入側張力など)	r:
	●ロール仕様(ロール No., ロール径, 形状など	)
クラシファイ	●鋼種によるクラシファイ基準値の選定	
	●一定長ごとの基準値に対するクラシファイ	
板厚偏差記録	●一定長ごとの板厚偏差記録	
異常警報	●非常停止時の圧延情報印字および表示	
	●圧延情報異常警告と表示	
	●被圧延材異常警告と表示	

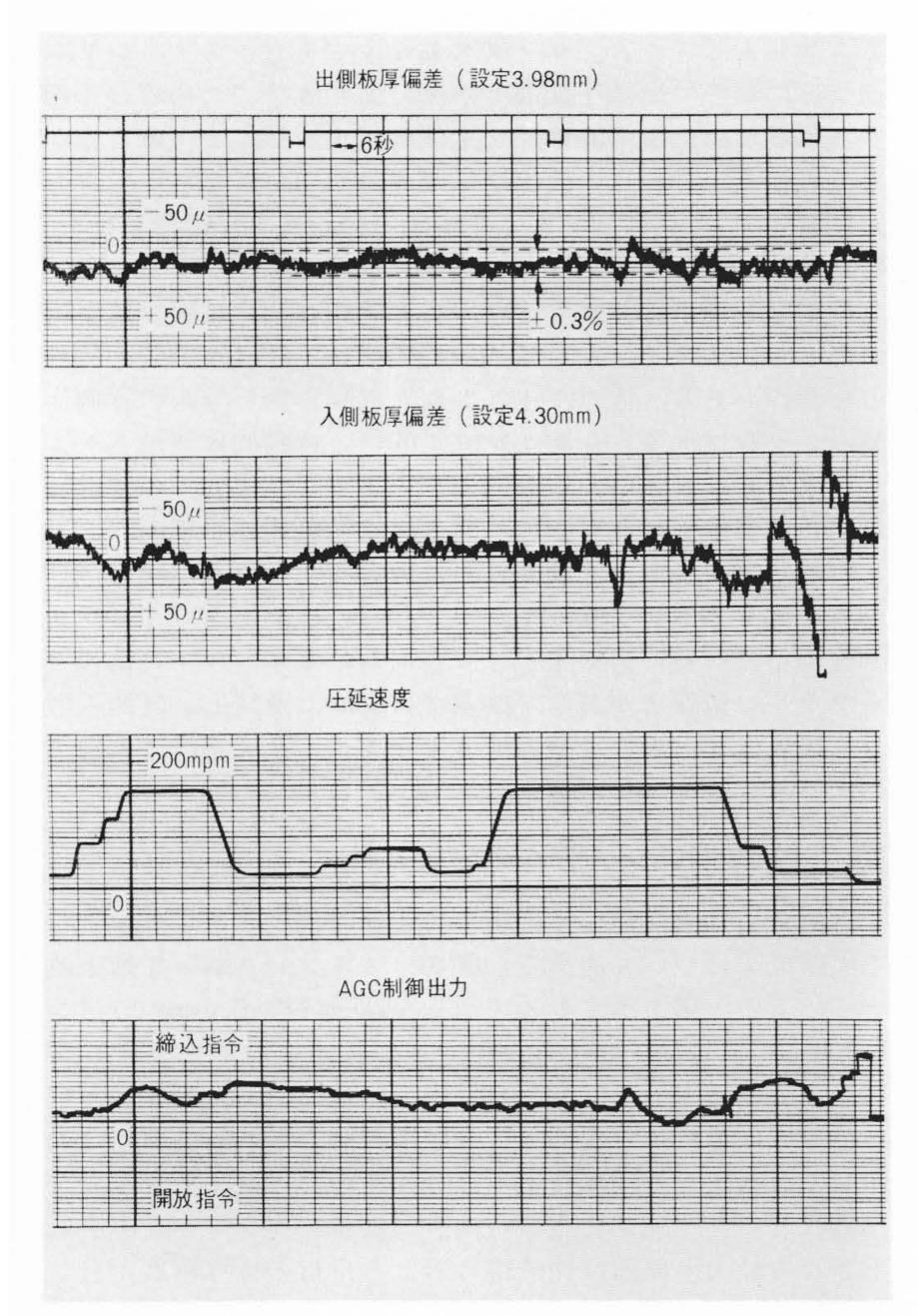


図 6 ステンレス鋼の圧延実測記録の一例 出側板厚3.98mmにおける実測記録の一例を示すもので、すでにこのパスにおいて大部分が仕上厚の±0.3%にはいっている。

Fig. 6 Oscillogram for Feed Forward AGC Effect

表 4 センジマーミルにおける省力化の一例 センジマーミルに計 算機制御が導入された場合の省力化の実態の一例を示すものである。

Table 4 Numbers of Operator with and without This DDC System

人 員	運転員	運転補助, 記録員	機側作業員
自動化導入前	l	I	2
自動化導入後 1		0	2

なお、近年最も問題にされている事項のひとつにAGCと関連してロール偏心がある。ロール偏心については種々の考察がなされているが<sup>(5)</sup>、主として四重圧延機に本システムを適用する場合にあっては、十分な事前検討が望ましい。一方システム的には近時、一連の自動化と機器相互間の有機的な連係をとることにより、全圧延ラインの一元的集中管理が進められている。現場圧延状況の迅速かつ適正な把握と最適化手法<sup>(6)</sup>の導入によって、最も効果的な圧延計画指令をラインに付与し、圧延能率の向上を図ることが、性能および信頼性向上とともに、今後における最も重要な課題のひとつになろう。

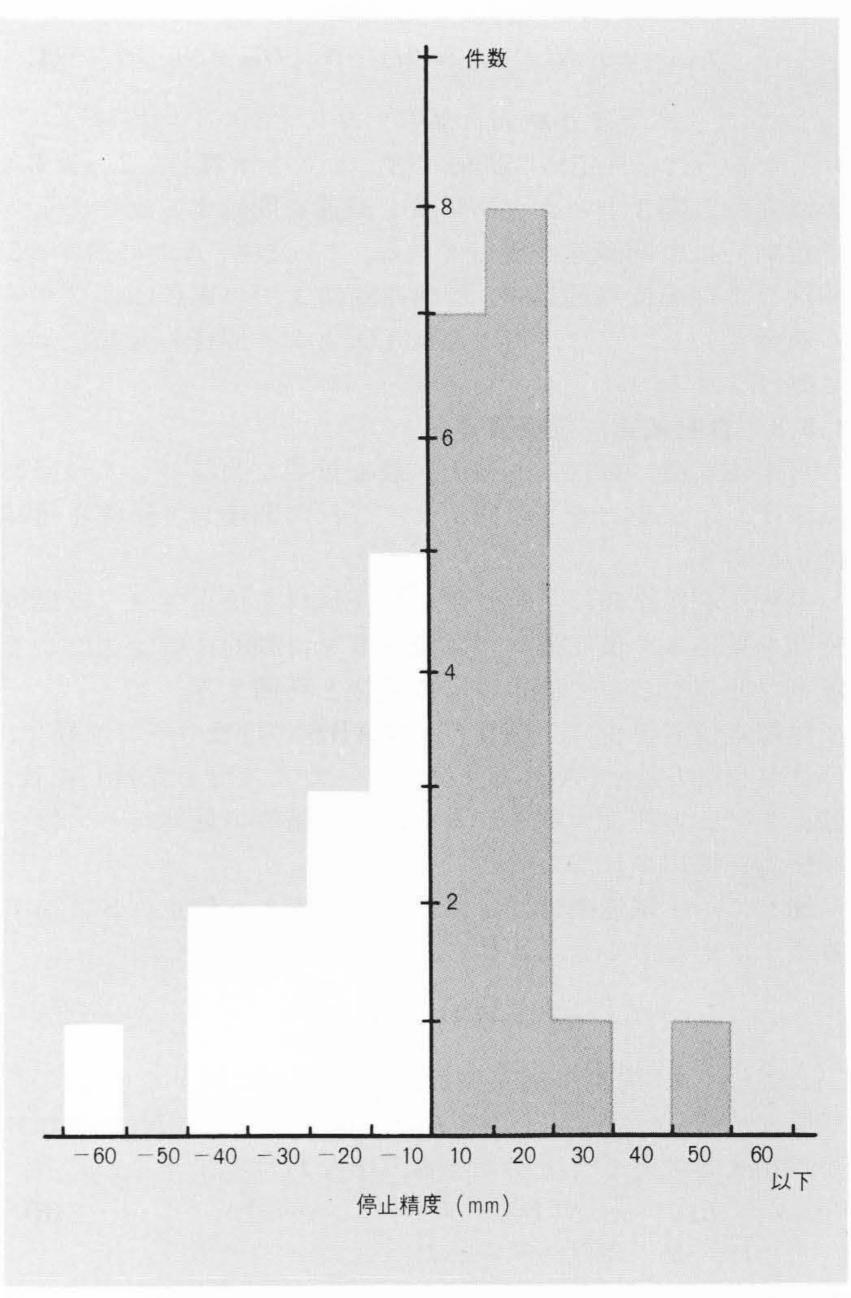


図7 定位置停止実績結果 30例の実測結果に基づく定位置精度のばらつきをまとめたもので、約90%が±30mmの精度にはいった。

Fig. 7 Accuracy Distribution for Automatic Slow Down and Stop

## 6 結 言

センジマーミルのDDCに関し、板厚制御、自動減速停止、中間減速、情報処理、日報作成などを含む比較的コンパクトなシステムについて紹介した。このシステムは稼(か)動状況もきわめて良く、冷間可逆圧延機のDDCの典型的な例を示すものであるが、さらに自動化、省力化を進めるうえでは板厚制御と形状制御の関連を考慮したシステムおよびミルのセットアップを考慮したシステムにすれば、より完全に近いものになろう。また将来は、これらの諸機能を持ったDDCシステムが各圧延機ごとに設備され、工場全体のハイアラキシステムの中で端末計算機として性能上、最も重要な部分を占めるものとなろう。

## 参考文献

- (1) 特許申請中
- (2) H.Ford, F.Ellis & D.R.Bland: J. Iron Steel Inst. 168 (1951-5)
- (3) 塑性学 (培風館-1954) 186
- (4) 特許申請中
- (5) 斎藤ほか「最近の圧延設備における制御装置」: 日立評論, 50, 751 (昭43-8)
- (6) 小淵ほか「制御用計算機による生産のダイナミックコントロール」: 日立評論, 51, 171 (昭44-2)