

技術資料

UDC 621.771.22

分塊圧延技術の進歩*

逆瀬川 浩次**・山岸 静直**

Progress of Slabbing and Blooming Technique

Kooji SAKASEGAWA and Yoshinao YAMAGISHI

1. 緒 言

近年の日本鉄鋼業発展とともに分塊技術も新設工場を中心にして大幅な進歩を遂げた。その第1は設備の大型化による生産能力の増大であり、第2に省力化と工場の最適運用を目的とした自動化およびコンピューターの導入である。たとえば従来の板用分塊圧延機の年間能力は200~300万tといわれていたものが、最近では500~600万tの工場が出現している。また、均熱炉に始まって分塊圧延から鋼片精整まで一貫してラインを自動化し、コンピューターを駆使して大幅な省力化を誇っている工場もある。これらの進歩は鉄鋼生産量の著しい伸展に伴って必然的に達成されたものと見ることもできるが、その結果としてコストの低減に及ぼした影響は甚大であり、この点からも連続鑄造との比較が再認識されねばならないであろう。

本文はこれら分塊技術の最近の進歩の概要を紹介し、あわせて今後の進むべき方向も可能な限り示すこととしたい。

2. 均 熱 炉

2.1 炉形式¹⁾

均熱炉形式の変遷は蓄熱式に始まり、上部2方向換熱式あるいは下部燃焼換熱式を経て、現在新設される炉はほとんど上部1方向換熱式となった。この形式が賞用される理由は;

(1) 炉床単位面積当たりの均熱ヤード面積が少なく、安価。

(2) (1)と関連するが均熱ヤード長さが短いため、インゴットカーの搬送時間が短く、近年の高エネルギーミルの要求に合致する。

(3) 上部2方向式と比較して欠点とされていた炉内温度の不均一もバーナーの改良で逐次改善されている。

とくに上部1方向炉を圧延ラインと直角に配した「T字型あるいは π 字型配置」が効率的なレイアウトとされており、図-1、図-2にその代表例を示すが細部を除いてはほぼ完成された設備といえるであろう。均熱炉容量も転炉に合わせて逐次増大し、最近では250t/ホール級の炉が問題なく建設されている。

2.2 レキュペレーター

レキュペレーターはタイルレキュペレーターとメタリックレキュペレーターに大別される。前者は予熱空気温度つまり熱回収効率が高いという利点はあるものの、設置スペースが大きく、補修に長期間を要することなどからしだいに用いられなくなっている。代つてメタリックレキュペレーターはこれらの欠点を補うとともに、気密性に優れていて、燃焼用空気圧を大きく取れるために後述するハイベロシティバーナーが使用でき、炉内温度均一化に寄与することから急速にその使用が広まった。

メタリックレキュペレーター²⁾は熱交換方式から輻射型、対流型および両者の組合わせ型に分けられる。対流型は排ガス中のダストがつまりやすく、この心配のない輻射型を主としたものの採用が増加している。図-3に最近の輻射吊下式レキュペレーターの例を示す。

メタリックレキュペレーターは耐熱鋼または耐熱鑄物でできているため、その使用にあたっては十分な注意を要する。すなわち、本体の温度を上げ過ぎると高温酸化、アルカリ腐蝕が進行し、逆に低過ぎると硫酸腐蝕を生ずる。最近ではレキュペレーター保護装置が嚴重になりつつあり、その方法は次のようなものの組合わせである。

(1) 予熱空気温度を測定し、一定限(約500°C)を超えぬように稀釈空気量を制御。

(2) 排ガス入口温度を測定し、一定限(約1100°C)を超えぬように稀釈空気量を制御。

* 昭和48年4月9日受付(依頼技術資料)

** 日本鋼管(株) 福山製鉄所

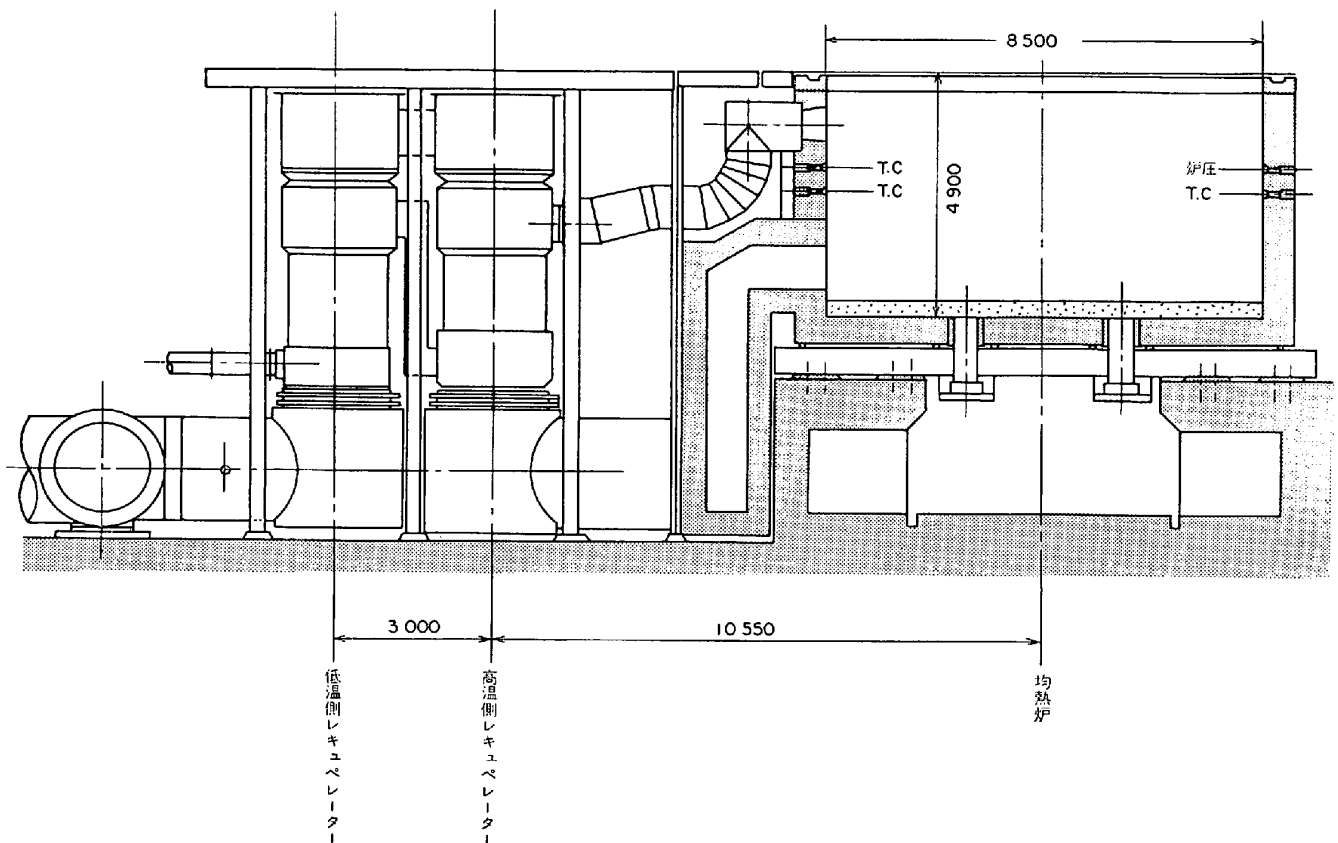


図 1 最近の換熱式上部一方向均熱炉の例

(3) レキュペレーター内筒温度を実測し、一定限(約 700°C)を超えると警報、燃料遮断。

(4) 排ガス中の酸素量を測定し、未燃焼発生で警報。

(5) レキュペレーター内筒の熱膨張をリミットスイッチなどで測定し、異常膨張で警報。

(6) ガス予熱を行なう場合、予熱器前後の排ガス温度を測定して、出側温度上昇の場合はガス洩れとして警報。

今後メタリックレキュペレーターは材質面での開発が進むと同時に、これら保護装置の充実が寿命延長につながるであろう。

2.3 炉材

均熱炉は炉材として問題になる所は少ない。むしろタイルレキュペレーターの炉にあつてはその材質の選定と築造法が大きな問題である。炉体構造は硅石煉瓦をおもに、シャモット、ハイアルミナ、クロマグ煉瓦の使用が多いが、最近では炉壁をプラスチック耐火物で築造するものがある³⁾。プラスチックと煉瓦積構造の比較は議論の別れる所であるが、前者の総費用が後者の約2倍となることから、プラスチックの全面採用までいたらない工場が多い。今後は炉壁の部分補修に、施行時期が短く乾燥昇熱が簡単という特長を生かしてキャストブルとともに使

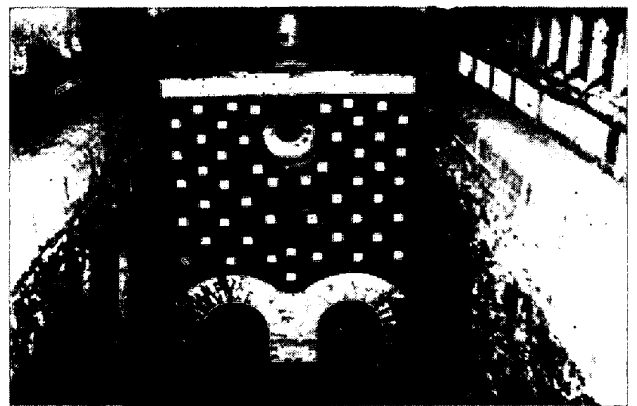


写真 1 プラスチック耐火物による炉壁の部分補修

用されるケースが多くなるものと考えられる。

炉蓋シール部のカーブタイルは炉蓋開閉時の急熱急冷と鋼塊からの落下物で最も損傷が激しく、またホール間コモンウォール上の場合には修理が困難なこともあつて、日常の炉体補修では問題となる所である。カーブタイルの材質(ハイアルミナが多い)、形状で工夫がなされているが、最近、エアカーテン方式のもの(カバーの巻上げ装置も不要(およびサンドシールを用いずにフェルト状の耐火物でシールを行なうもの)が試みられつつある。

2.4 燃焼装置および制御装置

均熱炉に用いられる燃料は高炉ガス、コークス炉ガス

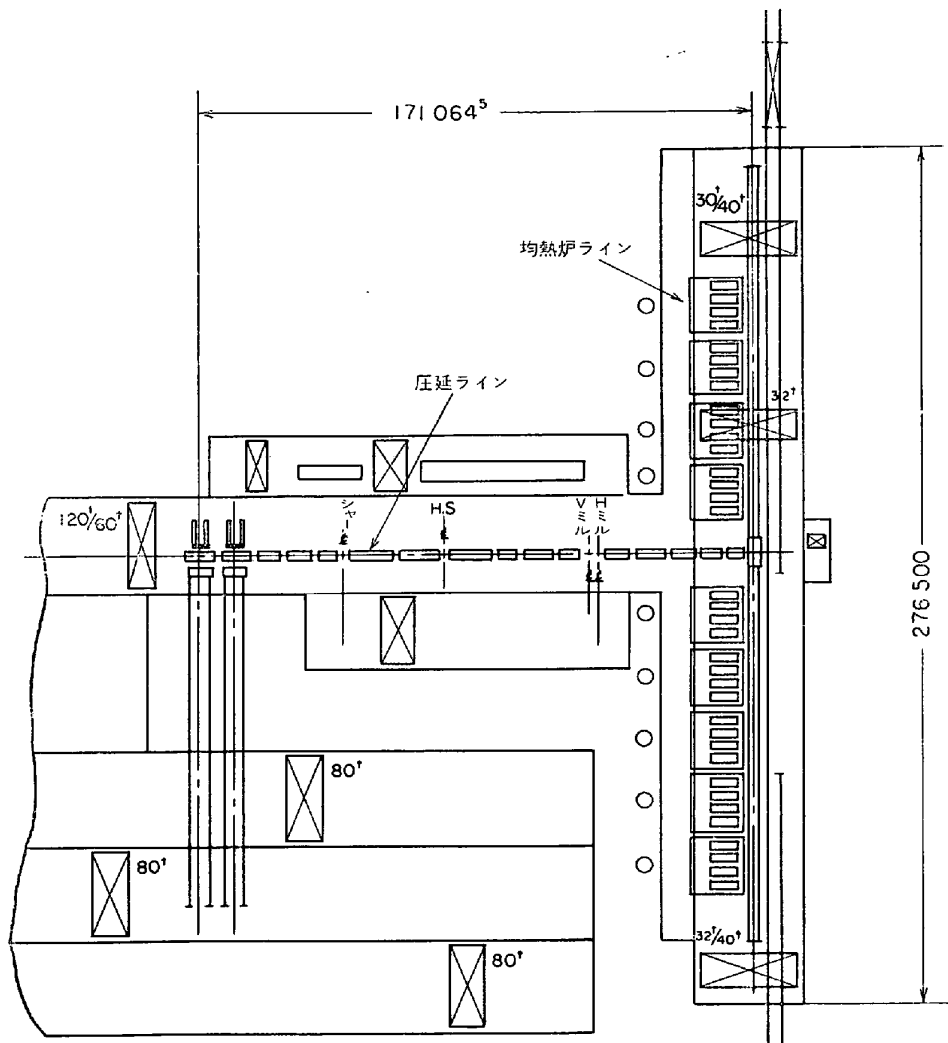


図 2 T 字型均熱炉配置図

およびその混合ガスと最近では転炉ガスが加わり、また液体燃料では重油の外にタールを焚いている工場もある。昨今の公害防止問題から低硫黄燃料が不足となり、LPG, LNG, さらにはナフサなどの新しい燃料を使用せねばならなくなりつつある。これらの燃焼制御装置の変更、とくにナフサの場合は安全対策を含めた燃焼システムの開発が望まれる。

バーナーの改良はもつぱら上部1方向炉の炉内温度差を如何に縮めるかに主眼が置かれている。燃焼用空気圧の増大によつてスパイラルバッフルバーナー（バーナー元での空気圧は 250~500 mmAq）が開発され、燃焼ガスの循環を良好にして炉内の偏熱を少なくすることができた。しかし上部1方向炉の場合はそのほとんどがいまだバーナー直下の鋼塊底部の低温に悩まされている。これに対し、現在

(1) ガスバーナーの場合、バーナー先端のガス出口側にも旋回用の装置を取り付け、フレームを短炎とし、

かつ全体の旋回エネルギーを大きくする(図-4)。

(2) ガスバーナーの場合、ガスの出口を従来のものに加えてプレ・ミックス型の2次燃焼部を設け、ポストミックス型の1次燃焼用ガスと2次燃焼用ガスの流量比を調節して任意のフレーム長を得る。

(3) 排ガスポート内に設けた輻射バーナーで鋼塊の低温部を別途加熱する。

などの方法が考えられている。重油バーナーについても、遠隔操作で任意にフレーム長の調整が可能なものの開発が待たれる。

制御装置は炉内温度制御、燃空比制御、炉内圧制御が主たる対象であり、そのほとんどは電流信号変換による電気式（操作端においては油圧および空気圧を使用）制御装置が採用されている。図-5 に一般的な均熱炉制御系統図の例を示す。最近ではこの調節器部分をデジタル計算機に置き換えた DDC (Direct Digital Control) が一部使用されている。DDC は均熱炉のように制御ル

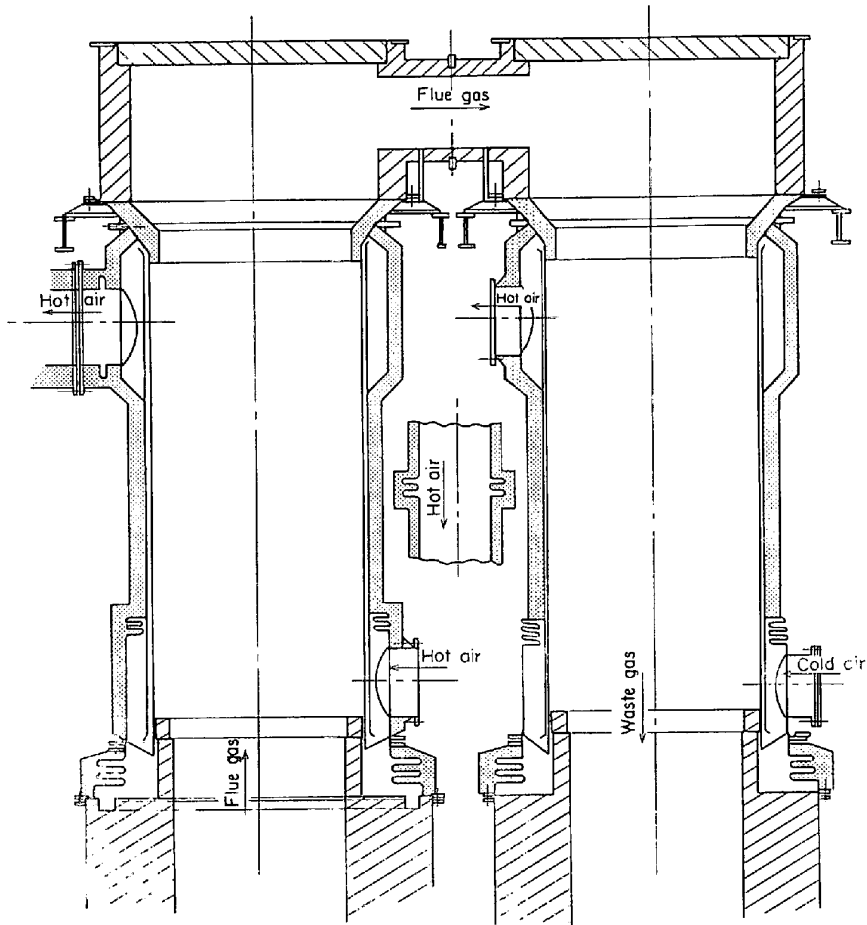


図 3 輻射型吊下式メタリックレキュペレーター

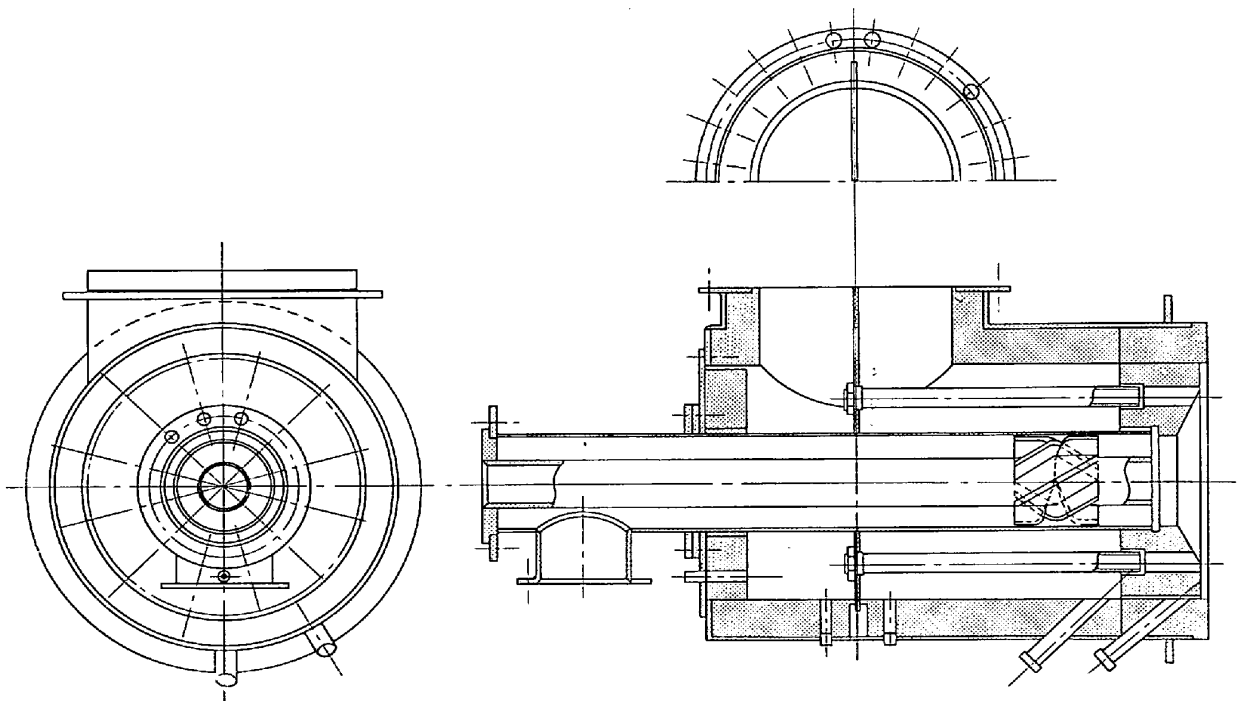


図 4 スピンバーナー

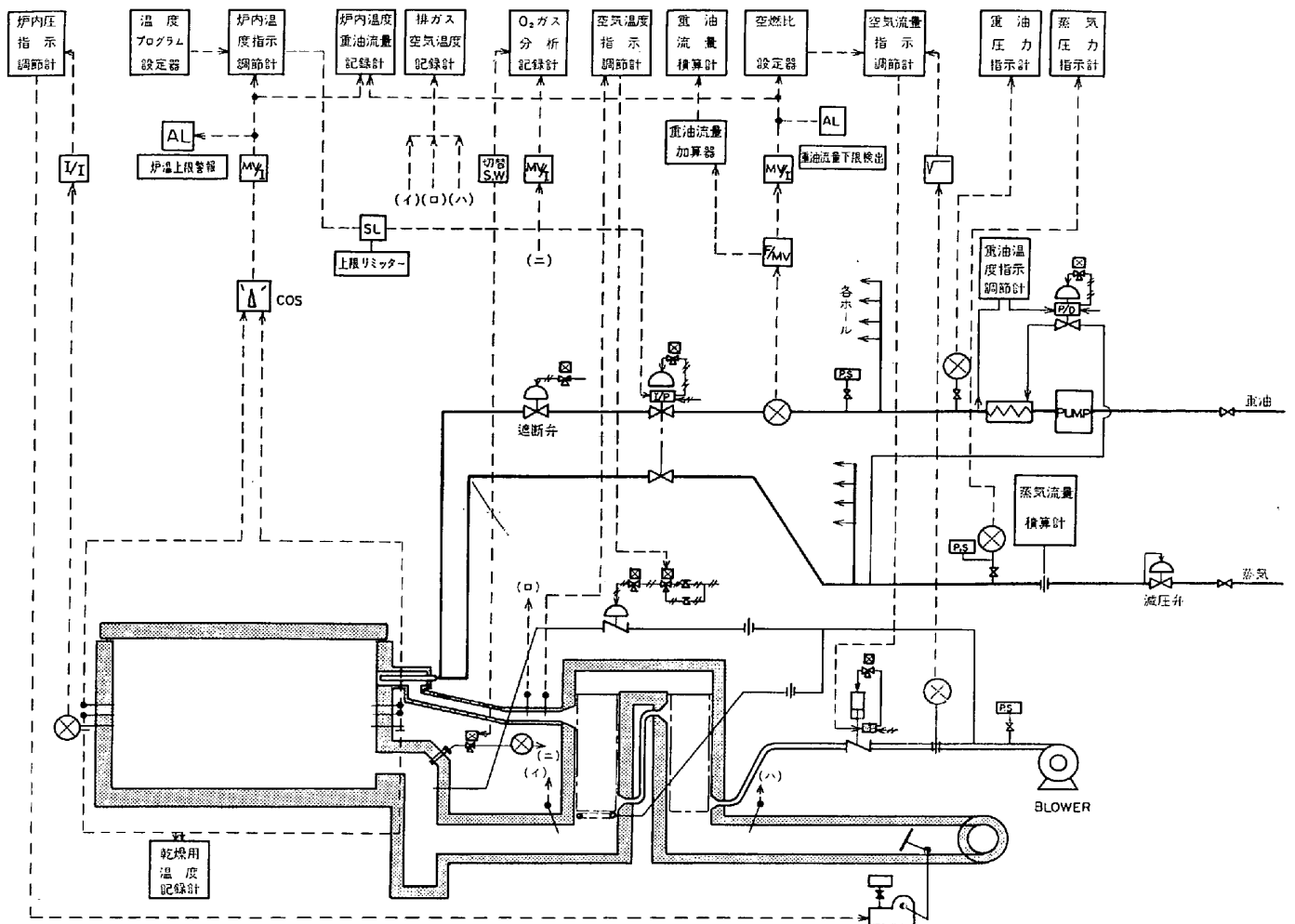


図5 均熱炉制御系統図

ープが多いものには有利であるといわれているが、その評価は今後の問題となろう。

排ガス酸素分析計は最近になつてほぼ安定して実用可能となつた。通常3~4ホールに対して分析器を1台設置し、順次切替えて使用する方法が採られており、その利用は適正燃空比の設定に加えて前述のごとき未燃焼の警報としても用いられる。ただ酸素濃度を目標値に納めるよう、燃空比までフィードバックをかける「O₂コントロール⁴⁾」は分析システムの時定数が大きいことからかなり困難である。しかし転炉ガスをB-C Mixガスと混合して用いる場合のように、その混合比率が変わると理論空気量に変化するといった燃空比制御の非常に難しいものの解決法としては最適であり、今後大いに研究せねばならない課題といえよう。

2.5 均熱炉補助設備

ソーキングピットクレーンは鋼塊の大型化、圧延機の高効率化に伴つて大容量、高速化し、最大容量50t(国外)⁵⁾、巻上速度30m/min(国内)のものまで現われた。握み機構は自重式を改良した強力自重式が建設費の安い

こともあつて、最近設置されるものの大多数を占めている。またピットクレーンからのカバーキャレージ、インゴットカーの遠隔操作は新設工場にあつては勿論、既設工場にあつても省力化の効果が大きいことから急激に普及している。

インゴットカーも同様に大容量化しており、とくにタンデム圧延が一般化してきたことから鋼塊2本を並列に運搬し、しかる後レシービングテーブル上でタンデムアレンジを行なう方法が高効率工場の標準スタイルになりつつある。このほかに均熱炉から圧延ラインまで鋼塊を運ぶ手段として、テーブルローラーを直接均熱炉前まで延長する方法、あるいは図-6⁶⁾のごとくインゴットカーをループ状に配置する方法など、抽出ピッチを速くする工夫がなされている。

2.6 均熱炉の操業

熱塊を主とする一貫製鉄所の均熱炉の操業はトラックタイム管理が重要なポイントとなる。トラックタイムが過大ならば炉能率の低下、燃料原単位の増大をもたらし、逆に過小ならば大型鋼塊では鋼片内部品質の低下(膨れ、

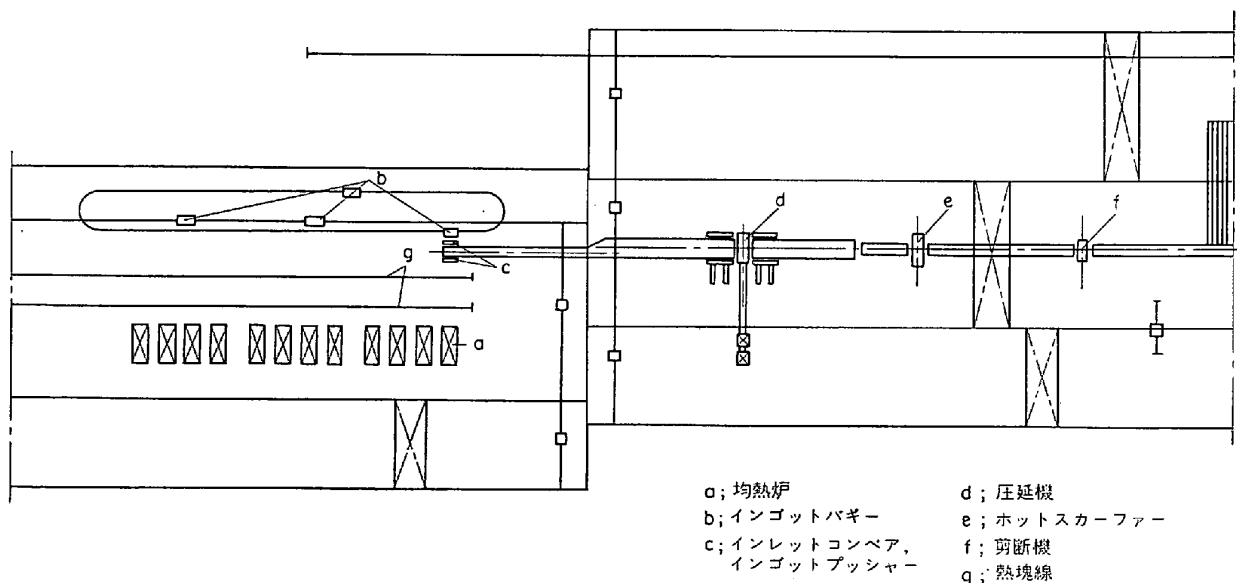


図 6 環状運行式インゴットカーを持つ分塊工場

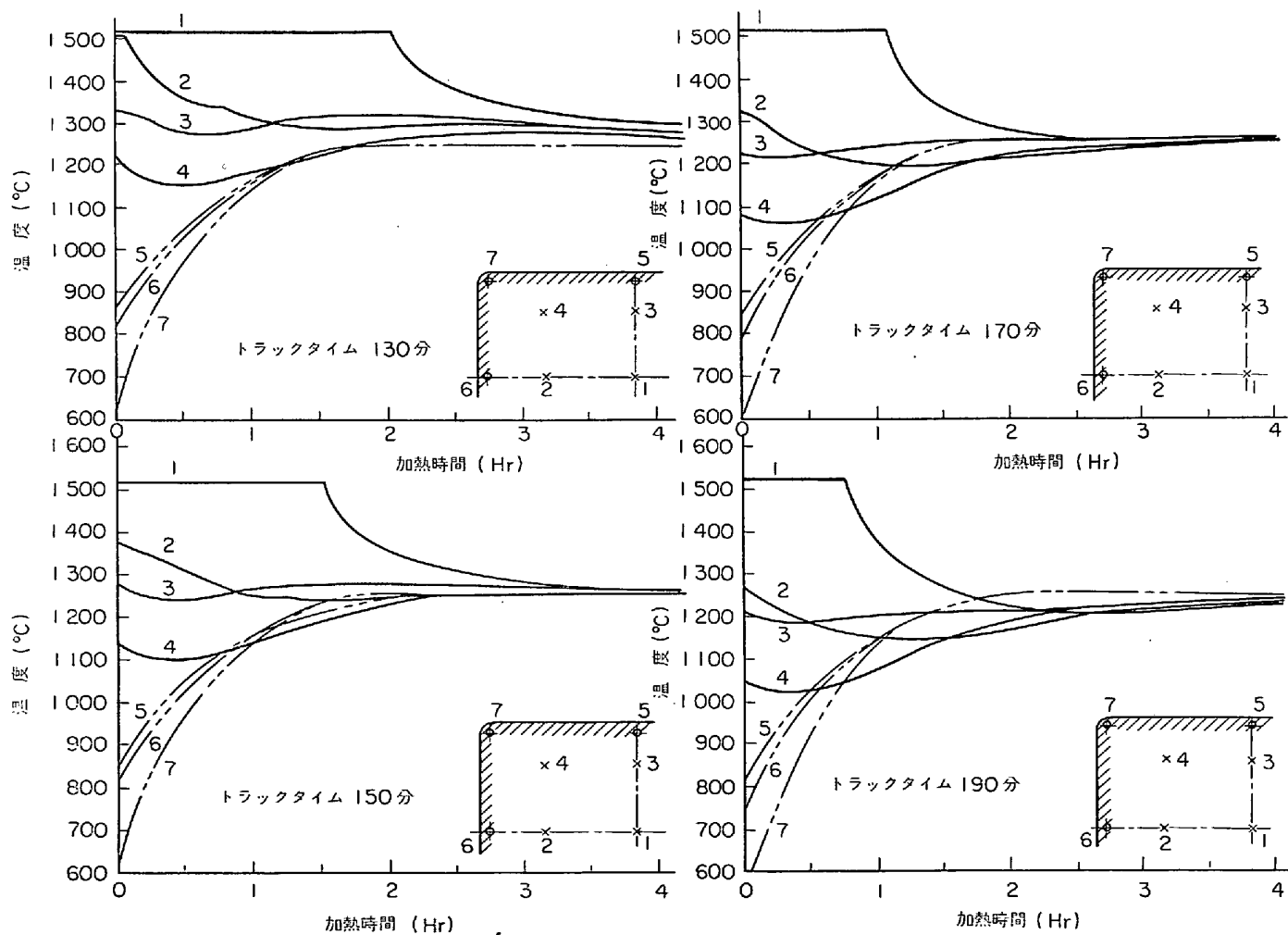


図 7 トラックタイムの変化による鋼塊の温度分布

表 1 最近建設された分塊ミルの例 (国内)

工場名	君津 (1)	水島 (2)	名古屋 (2)	加古川 (1)
建設年	1968	1969	1969	1970
向先	ホットストリップ 厚板	ホットストリップ	厚板	ホットストリップ 厚板
公称ロール寸法	1 300φ×2 800 L 1 040φ×2 400 L	1 300φ×2 800 L 1 050φ×2 320 L	1 300φ×2 800 L 1 000φ×2 500 L	1 320φ×2 800 L 1 040φ×2 400 L
水 縦				
主モーター出力	6 700 kW×2 3 750 kW×1	5 000 kW×2 3 500 kW×1	5 600 kW×2 3 000 kW×1	5 600 kW×2 3 000 kW×1
水 縦				
最大鋼塊単重	40 t	40 t	40 t	40.6 t
生産能力	40 万 t/月以上	500 万 t/年	300 万 t/年	500 万 t/年

工場名	鹿島	福山 (2)	和歌山 (2)	君津 (2)
建設年	1970	1969	1969	1971
向先	ホットストリップ	大形, ピレット, (スラブ)	ピレット	ピレット
公称ロール寸法	1 370φ×2 800 L 1 040φ×3 050 L	1 350φ×3 400 L —	第1 1 270φ×2 800 L 第2(*) 1 150φ×2 800 L	第1 1 300φ×2 700 L 第2 1 300φ×2 700 L
水 縦				
主モーター出力	6 720 kW×2 3 700 kW×1	5 600 kW×2 —	第1 3 750 kW×2 第2(*) 2 250 kW×2	第1 3 500 kW×2 第2 3 500 kW×2
水 縦				
最大鋼塊単重	40 t	40 t	10 t	21 t
生産能力	600 万 t/年	300 万 t/年	当初 130 万 t/年	300 万 t/年

(*) ピレットミルの粗圧延機

濃厚偏析)となるからである。したがって大型鋼塊を扱う際の管理の要点は次の2つにしばられる。

(1) 品質的に許容できるトラックタイムの下限を如何に定めるか。

(2) 実作業にて上記下限値に如何にトラックタイムを近付けるか。

(1)については鋼塊の凝固過程を熱伝達、熱伝導式として計算し、得られた結果を参考にしてトライアンドエラー方式で各工場ごとに定めているのが実情である。図-7はある条件に基づき最適トラックタイムを求めめるために鋼塊の温度分布を計算した結果で、この場合最適トラックタイムは150 minであるとしている。(2)は製鋼工場との位置関係、連絡体制あるいは均熱炉の段取計画が大きく影響する。大型鋼塊の場合、輸送時間が適正トラックタイムを大幅に超えることは少ないが、連絡網を確立しないと混乱をきたすことに成りかねない。段取計画は従来熟練した作業者によつて立てられていたものだが、これをコンピューターによつてリアルタイムに最適計画を得ようとの方向に動きつつある(6.2項参照)。

3. 分塊圧延, 鋼片圧延

3.1 分塊圧延機⁷⁾

鋼塊単重の増大に伴い分塊圧延機の公称ロール寸法、モーター出力も増大の一途をたどり、最近建設されたス

ラビングミルでは単体能力で月産60万t程度も可能と考えられるものまで出現している(表-1参照)。板用分塊の傾向はユニヴァーサル圧延機を採用した高能率化であり、条用分塊では急激に需要の伸びてきた大形H型鋼製造用ビームブランクが扱える胴長ミル、ならびに高能率ピレット圧延機に対応できるブルーミングミルの設置である。これらはいずれも大型高炉1基分の粗鋼年産300~400万tを処理できるだけの高生産性が要求されるものである。

3.2 スラビング圧延機

前述のごとくスラブ専用ミルとして2Hiユニヴァーサル圧延機が新鋭工場のほとんどで採用されている(写



写真 2 ユニヴァーサルスラビングミル

ミル形式	作業内容と時間経過 (图中的数字はパスNo.): (秒)		圧延時間の内訳	
	合計	割合	合計	割合
ハイリフトミル			11.1 秒	} 41%
			42.2 秒	
			43.9 秒	} 59%
			32.6 秒	
1 サイクル 129.8 秒			実圧延時間 55.0 秒 (42.3%)	
ユニヴァーサルミル			4.6 秒	} 19%
			12.0 秒	
			34.6 秒	} 81%
			37.6 秒	
1 サイクル 88.8 秒			実圧延 (水平ロール)時間 39.2 秒 (44.2%)	

図 8 ハイリフトミルとユニヴァーサルミルの圧延所要時間

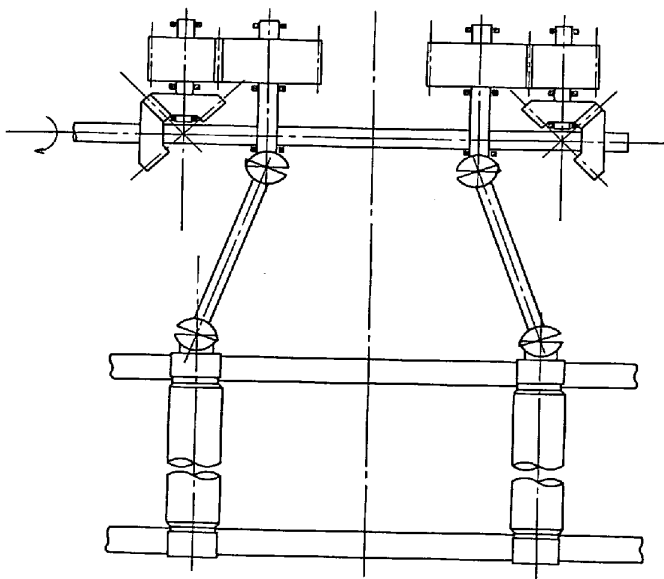


図 9 縦ミルの機構

真-2).

ユニヴァーサル圧延機の特長はいうまでもなく、分塊圧延中の転回操作が不要で圧延能率が高いことにある。図-8⁹⁾に同一水平ロールモーター出力の場合、ハイリフトミルとユニヴァーサル圧延機との標準的な圧延スケジュールの比較を示す。これによるとユニヴァーサル圧延機は約 30% ハイリフトミルよりも圧延時間が上昇するが、それに加えて圧延中の材料側面の鍛錬効果が良いこ

とや圧延作業が簡単で圧延機の自動運転に適するなどの長所もある。

ユニヴァーサル圧延機で最も問題となる縦圧延機機構は、長い模索の末ようやく形が確立した。すなわち図-9のごとく左右を固定したギヤボックスにベベルギヤおよびオフセットギヤを納め、これとロールとをロングスピンドルで接続する方法である。この機構の利点は

(1) ギヤボックスをスタンド上に固定し、構造を簡単にするとともに剛性を大きくして振動を少なくする。

(2) ベベルギヤのつぎに減速ギヤを介し、モーター軸とロール軸の中心をずらしてロール組替を容易にすると同時にベベルギヤにかかるトルクを小さくする。

(3) 上記減速ギヤをベベルギヤより上に取り付け、スピンドルを長くして圧延機全体、モーター軸、クレーンガーダー高さを低くできる。

分塊圧延では各パスごとの先進率の変化が大きく、したがってユニヴァーサル圧延機での水平ロールと縦ロールとのスピードマッチング(ドラフト補償)もまた圧延機保守上で問題となる⁹⁾。一般には縦ロールモーターの垂下特性を大きく取り、正逆転に対する先進率の補償だけで逃がっている例が多いが、理想的には1パスごとにドラフト補償を行なうべきである。これは圧延機を手動運

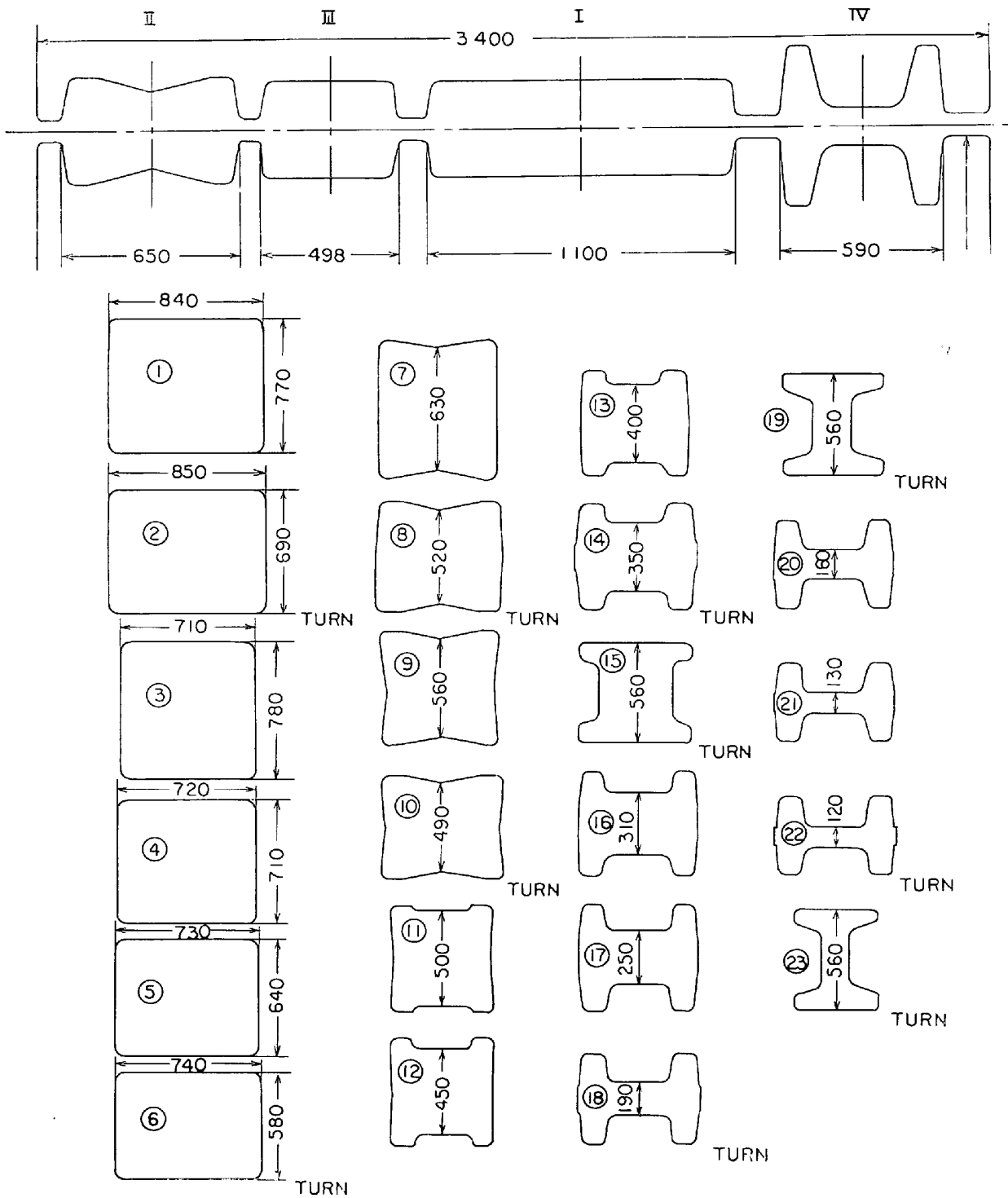


図 10 ビームブランクのロールおよび圧延スケジュール

転する場合はほとんど不可能であるが自動運転では簡単にでき、また逆に自動運転を行なう理由の1つに考えられる。

縦ロール開度調整機構は支点を軸にして縦ロール全体が旋回する機構もあるが、激しいショックを受ける分塊ミルには不適で、圧下スクリュによるスライド方式でなければならない。また左右の開度調整は機械的に連結

されたもののほうが、左右独立で電氣的に左右揃え装置を持ったものより圧下調整が容易であり、この形式が多く採用されつつある。

さて、ユニヴァーサル圧延機は問題点が大方無くなったとはいえハイリフトミルに比較してかなり高価となることは否めない。むしろハイリフトミルでマニプレーターを延長したタンデム圧延の可能な範囲を広げ、縦ミルに

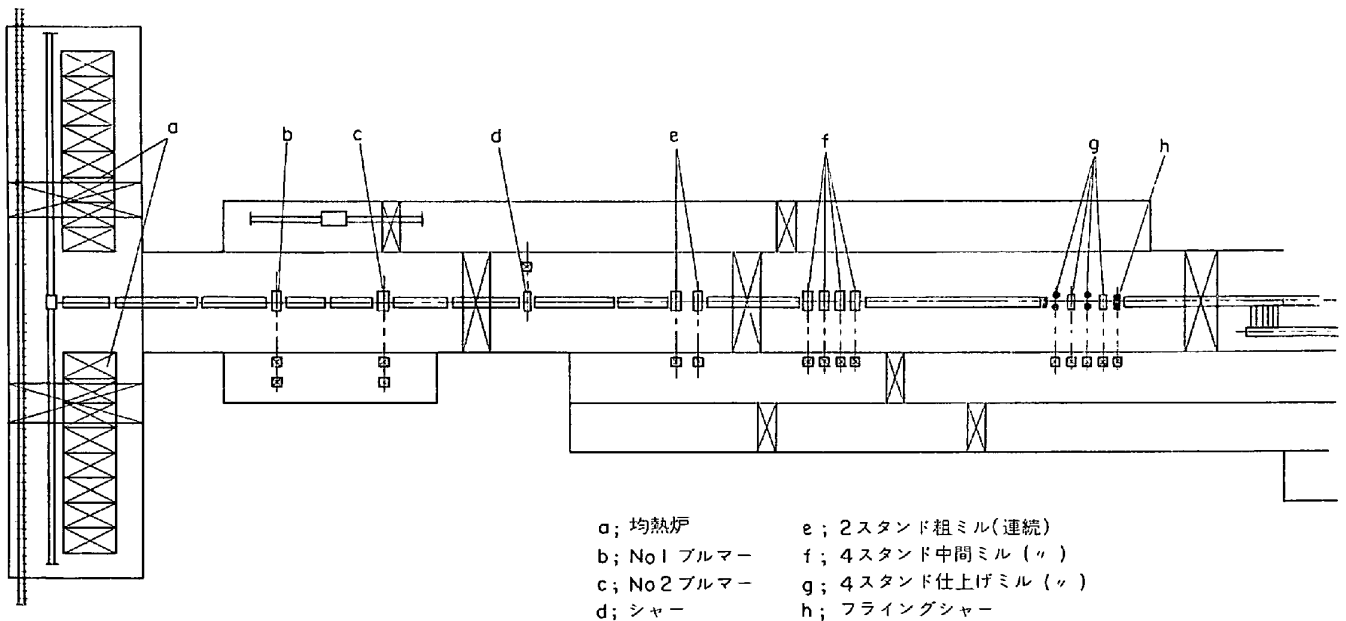


図 11 プルマー直列2スタンド配置例

相当する分だけ水平ミルの規模を大きくすれば、鋼片サイズによつては同一建設費で同等以上の能力も期待される。これは図-8 でわかるようにユニヴァーサル圧延機で水平ミルと縦ミルの間の通過時間が大きいことから起きるが、今後月産 30~40万 t 程度のミルを設置する場合に一考する必要があるだろう。

3.3 ブルーミング圧延機

ブルーミング圧延機には大中形鋼向けのブルーム、ビームブランク圧延用圧延機とピレット圧延機の粗材供給用ミルと両者の兼用タイプとがある。このうちビームブランク（粗形鋼片）を圧延する圧延機は最近ではウェブ高さ 1 m に達する H 型鋼用ビームブランクに対応して、ロールカラー径 1500φ、ロール胴長 3300~3400 L 程度の最大級ハイリフト圧延機が設置されている(表-1 参照)。

図-10 にビームブランク圧延用ロールおよびそのスケジュール例を示すが、圧延中の材料の倒れあるいはカリバーからのみ出しを考慮してかなりパス数は多くなる。

一方ピレット圧延機粗材供給用ブルーミング圧延機はロール胴長、リフトもそれ程大きなものは不要であるが、最近の高エネルギーピレット圧延機に対応するためにブルーミング圧延機を 2 台直列に配置し、月産 30 万 t 程度の能力を得ようとするものも現われた¹⁰⁾(図-11 参照)。

また同様な観点からユニヴァーサル圧延機でブルーム圧延を行なう方法についても古くから議論されている。その一般的な方法は水平ロールにのみ孔型を切り、粗材

断面が大きい間は水平・縦両ロールで圧延を行ない、粗材断面が小さく倒れ易くなると縦ロールを一杯に開いて水平ロールのみでカリバー圧延を行なうものである。この際縦ロール開度を水平ロール胴長よりも大きく取り、マンプレーターサイドガイドを縦ロール内側まで延長してカリバー圧延を完全に行なう機構も考案されている。

3.4 分塊圧延作業

圧延機的能力をフルに発揮させるよう、鋼塊 2 本を直列に同時圧延するタンデム圧延がほとんどの新鋭工場で一般化している。その能率増加は 40~50% に達し、また 3 本の鋼塊を同時に圧延するいわゆるトリプル圧延ではさらに 10% 程度の能率向上がある。タンデム圧延はミル前後面テーブルの長さや鋼塊のタンデムアレンジを考慮すれば良い訳であるから、とくにユニヴァーサルスラビングミルにおいて実施されやすいが、カリバー圧延を行なうブルーミングミルあるいはハイリフトスラビングミルにおいても 3-2 に述べた方法でほとんど全パスにわたって実施することができる。

ブルーミングミルではマンプレーターを並列に 3 個設置し、その間で鋼塊 2 本を並列に圧延するいわゆる「パラレル圧延」のアイデアも出されているがいまだ実用された例はない¹¹⁾。今後、ブルーム、ビームブランクの圧延に際しての生産性増大が一つの課題となるであろう。

ユニヴァーサル圧延機によるスラブ圧延は通常圧延の初期に水平ロールでエッジングパスを行ないスケールオフと粗材の幅調整を行なうが、能率向上のためこのエッジングも省略して最初からすべて「フラット圧延」とする

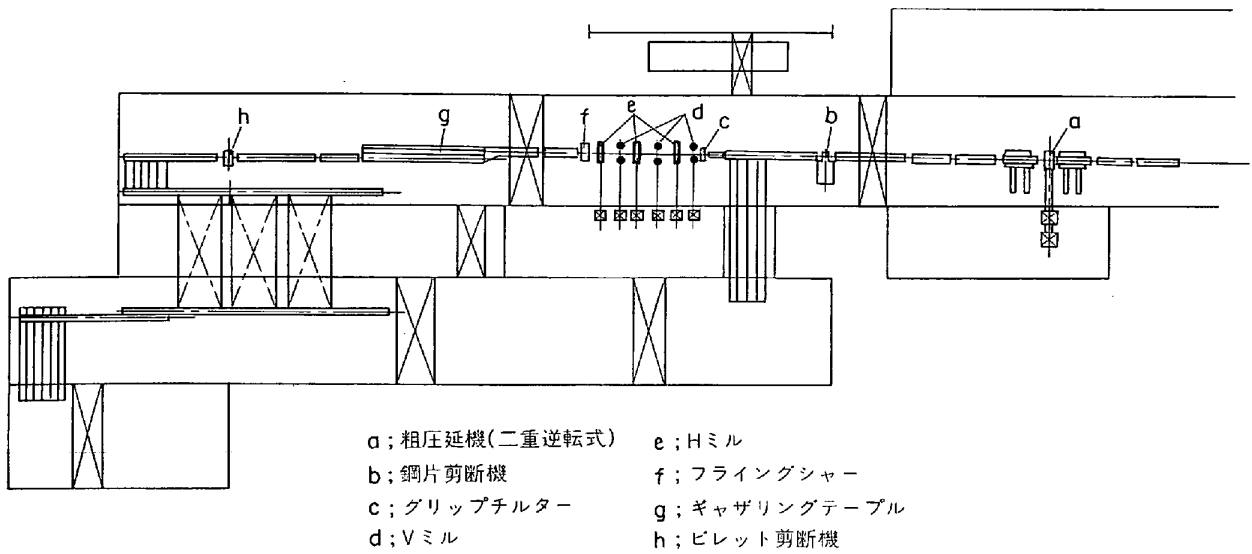


図 12 鋼片圧延機レイアウト (逆転式粗圧延機)

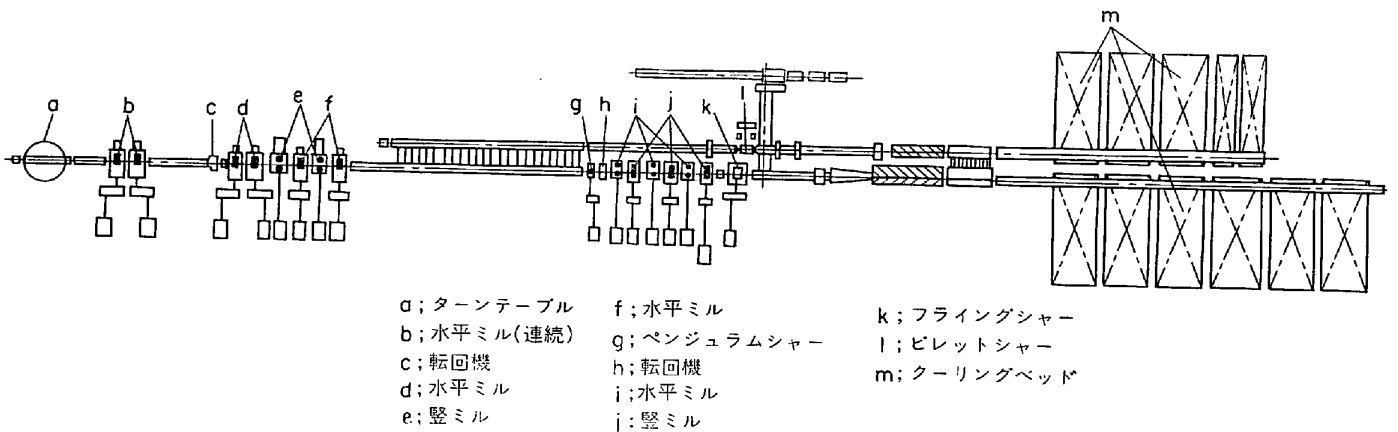


図 13 鋼片圧延機レイアウト (連続式粗圧延機)

工場もある¹⁰⁾。ただしこのためには強力な縦ミルまたは鋼塊からスラブ作成上の寸法制限(鋼塊幅に対しスラブ幅はあまり小さなものは不可能か圧延能率が下がる)が要求され、さらにスラブ表面の1次スケール除去のため100 kg/cm²以上のデスクレーパーが必要である。

スラブ圧延ではスラブ幅は鋼塊幅よりも100~500 mm狭いのが通常であるが、逆に鋼塊幅よりスラブ幅のほうを広くする「幅出し圧延」を行なっている工場もある¹⁰⁾。これは厚板用として幅の広いスラブを得るのに、必要とする寸の幅広鋼塊を製造しえないことから考えられたもので、水平ロール胴長の長いユニヴァーサル圧延機に転回装置付のテーブルローラーを設置して広幅厚板ミルのごとき幅出し圧延を行なうものである。大容量圧延機の割には生産性の低いのが難点だが、幅出し量と幅出し時期を適当に選択することによつて歩留向上が期待できる。つまり幅出し圧延本来の目的以外にも利用できる可

能性があり、今後の成果を望みたい。

3.5 鋼片圧延機

小形型钢、棒鋼、線材、継目無管向の鋼片を圧延する鋼片圧延機(ビレット圧延機)の種類は3重式、2重逆転式、連続式とあるが、最近では生産能力の高い連続式がもつぱら採用されている。鋼片の圧延品種および目的とする鋼片の種類によりこのレイアウトも異なるが、600~700 t/hrの能力を有する代表的なレイアウトを図-12, 13に示す。図-12は連続ミルの前に2重逆転式粗圧延機を持ち、ビレット仕上げ圧延機用粗角および各種のブルーム、ビームブランクを圧延できる融通性の高い配置である。図-13はソ連で発達したもので前者の2重逆転式の代わりに第1粗、第2粗連続圧延機を配置し、年産550万tという大きな能力を有する⁶⁾。

仕上連続ミルはスピードマッチングの容易な単独駆動直流モーターを持ち、かつ粗材のスタンド間の捻転が不

表 2 連続ピレットミルおよびフライング
シャー仕様例

連続ピレットミル諸元

諸 元	ロ ー ル		電 動 機		備 考
	胴径 (mm)	胴長 (mm)	出力 (kW)	回転数 (rpm)	
V ₁	900	1 300	1 000	320/800	
H ₂	850	〃	〃	〃	
V ₃	780	〃	1 200	〃	
H ₄	750	〃	〃	〃	
V ₅	〃	〃	〃	〃	
H ₆	〃	〃	〃	〃	出側速度 1.8m/s

フライングジャー諸元

諸 元	諸 元
切断ピレット寸法	100~145 mm 角
切断速度	1.13~2.38m/s
切断長さ	6 m 以上
切断精度	±15 mm
シャー形式	ダブルクランク式
駆動方式	DC モーター, スタートストップ
主電動機	DC 250 kW
	370/480 rpm
	4 台
クランク偏心半径	500 mm

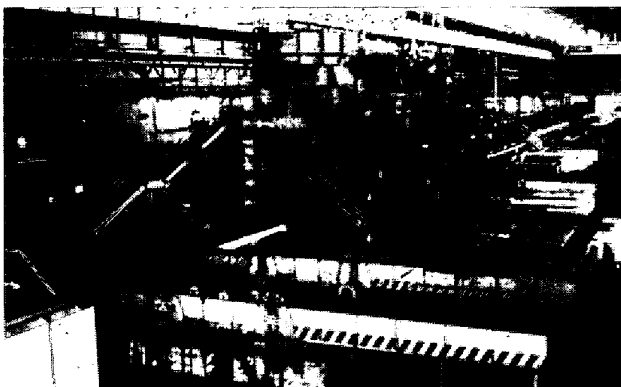


写真 3 V-H連続式鋼片圧延機

要で表面疵発生が少ないV-H連続式が一般化しており、これでブルーム、ピレット（丸、角）および狭幅スラブも圧延される（写真-3、表-2参照）。圧延能力の増大および多品種圧延によるロール組替の頻度が増大し、スタンドチェンジ方式、ガイドシフト装置などのロール組替簡略化のための構造的な配慮もされるようになった。図-14に縦ミルの構造図例を示す。このミルではインナースタンドを吊スクリューにより上下させることでロールに切られた各種孔型をパスラインに合わせ、サイズ変更

を行なう。水平ロールはスタンドごと左右にシフトして孔型合わせを行なうものが多い。図-15は水平ミルでロールチェンジング方式の場合、ロール拔出しを容易にする。ためガイドを油圧機構でシフトさせる例であるサイズ変更に伴い各スタンドのモーター回転数は変更せねばならないが、これもAPCによる自動設定、またNo1スタンドをキースタンドにしたフリーテンション制御を組み込んだものもある。

3.6 剪断機

大剪断機、小剪断機は従来圧延機と比べてその能力が問題となることは少なかったが、圧延機の生産性が増大するにつれて重要性が再認識されるようになり、多くの進歩改良がなされた。最近の傾向は次のように要約できる。

(1) 鋼片サイズの大型化による大容量化

剪断面 350 t × 2400 w に対応した 3 000 t 級の出現

(2) 電動ダウンカットシャーの一般化

切断サイクルタイムが短く、構造が簡単

(3) ナイフ組替の省力化、時間短縮および極厚断面鋼片を通過させるなどの機構上の改良

とくにビームブランクを圧延する工場においてはビームブランクの型に応じてシャーナイフも型刃を使用するため、鋼片のサイズ変更時は迅速にナイフ組替えを行なうことが要求される。図-16はナイフブレードをカートリッジに保持しそのカートリッジを横に引き出して組替えを容易にしたシャーで、組替え所要時間は約 15 min である。また最近では極厚鋼板用として厚さ 500 mm を超えるスラブが製造されるが、これに対して常時は上下刃物間距離を小さくして剪断作業を行ない、極厚スラブが圧延されたときのみナイフの開きを大きくして材料は切らずに通過させるタイプのシャーが開発されている。

連続式鋼片ミルの出口側には通常走間剪断機が設置される。走間剪断機は古くは空気式もあつたが、今日、新設される 145 f 程度までの剪断はほとんど電動式である。図-17はその代表例の4クランク式走間剪断機である。ピレットの測長にはパルスカウンターを組込んだメジャリングロールおよびフォトセルが用いられ、設定した切断長さに達すると切断指令が出される。切断精度向上のため直流モーターの加減速制御によるスタートストップ方式が一般的であり、公差 ±15 mm 程度まで期待できる。また連続ミルの圧延スピードが増大されるに従い、さらに高能力高精度を得るためプラネタリー式走間剪断機（図-18）が出現している¹²⁾。

シャー作業は、とくに大剪断機では、鋼塊の不良部分を切捨てるという一貫工程の中で品質と歩留に重要な影

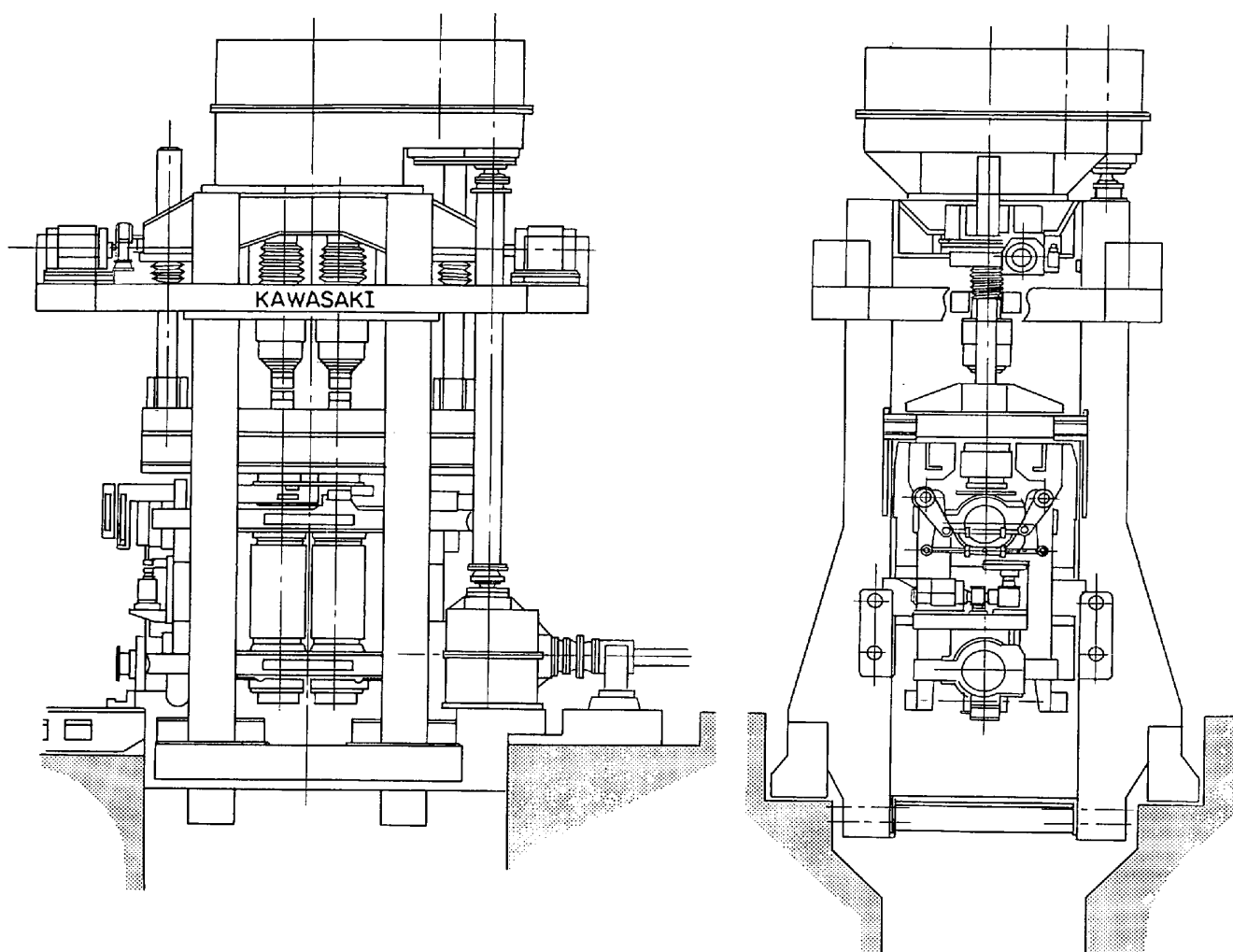


図 14 縦ミル構造図

響を与えるものであるが、比較的「人間」の介入する余地が残っている。すなわちほとんどの工場にあつては切断クロップの長さあるいは断面疵の大きさの判定を目視で行なつており、それゆゑある程度の歩留ロスまたは後工程での品質上のトラブルが避けられない。今後最も開発の待たれる課題はこれらの判断を正確に行なえる「熱間断面疵検査法」ともいふべきものの実用化である。

3.7 圧延設備一般

すでに述べた事項以外で最近の分塊設備の進歩を支えているものを挙げると次のごとくである。

(1) 電気設備

半導体の使用が一般化し、主電源がすべてサイリスタ化されて制御性は抜群に改善された。このためとくに主ロール用電動機に限度一杯の圧延負荷をかけることが可能となり、圧延能率向上に大幅な寄与をしている。

(2) ロール

材質面で進歩が大きく、高硬度ロールの使用が広まっている。とくにスラブ専用ミルではダクタイル鋳鉄が

多く使用されており、寿命もユニヴァーサル用水平ロールで 300万 t に達するものが出るようになった。今後はさらに高硬度の複合鋳鋼ロールの使用が増加するものと思われる。

(3) 基礎、水冷構造

大型鋼塊の取り扱い、高能率高稼働率操業で当初問題となつた基礎の損傷、機械の熱歪も、フレーム受圧面の厚肉化、基礎ボルト本数増加で剛性を増し、また熱を受ける場所の大部分を水冷構造とするなどして解消した。

(4) その他

分塊圧延機の稼働率のネックとして 1 直に 1 回程度圧延機を休止してスピンドルカップリングの給油を行なわねばならなかつたが、自動給脂装置が種々開発され連続運転が可能となつた。図-19 はその一例である。圧延機下のスケール、クロップ処理方法はいまだ完全といえるものが出ていないが、最近の趨勢は箕の子により落下物をスケールとクロップとに分離し、スケールは水流で流しクロップはスクレーパーで寄せ集める方法が採用され

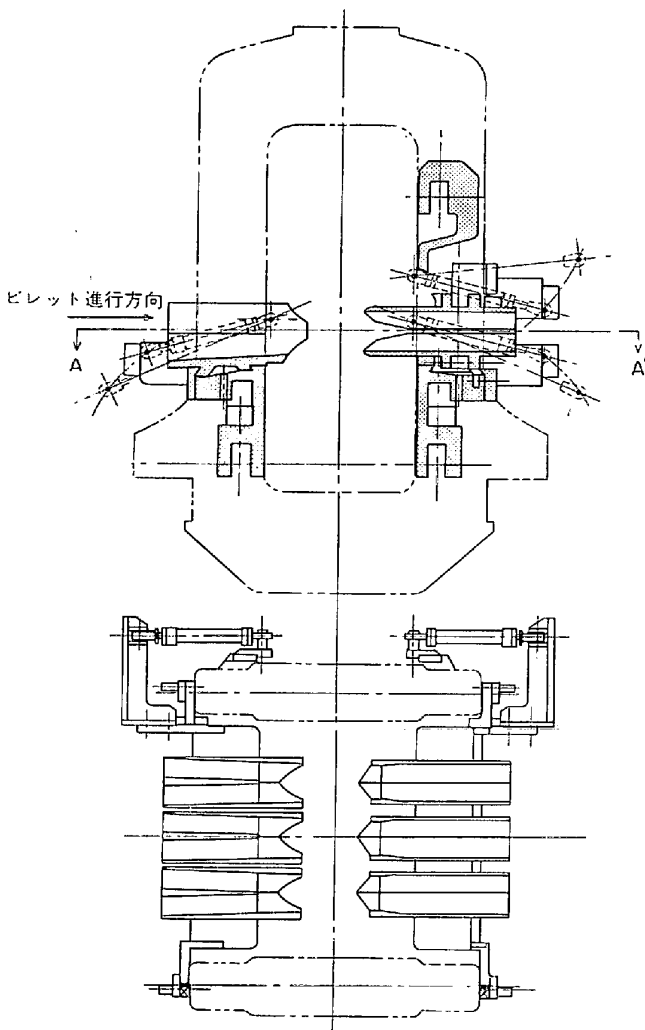


図 15 連続ミルのガイドシフト装置

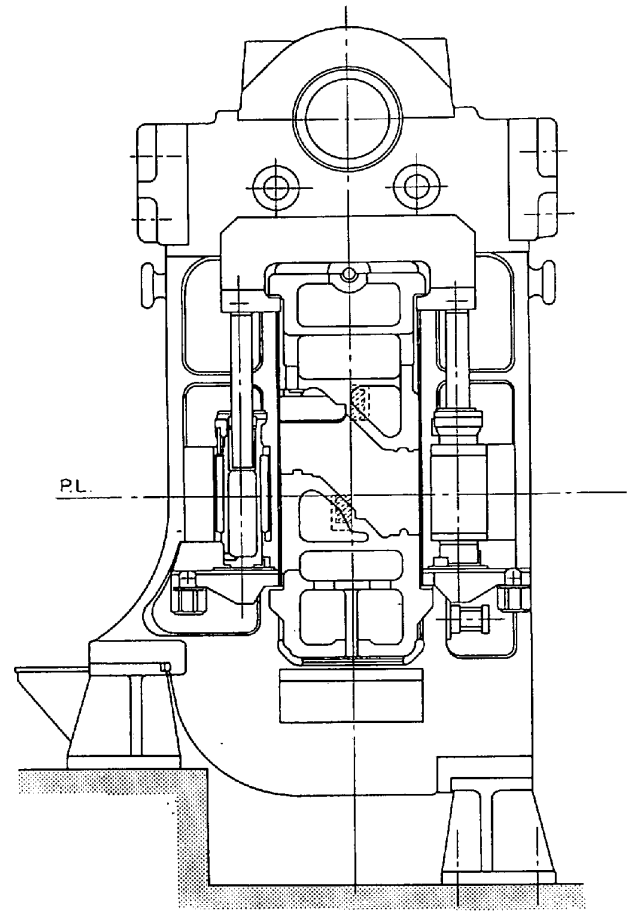


図 16 カートリッジ式スラブシャー

ている。図-20 はその一例である。

4. 鋼片精整

4.1 冷却

鋼片の冷却方法は以前は土間冷却つまり架台上に鋼片を置き、空冷、水冷を行なうものが普通であった。この方法は広い冷却ヤードを必要とし、かつ冷却による鋼片の曲りを防ぐよう、空冷時間の管理、散水調節などを人手で行なわねばならず、大量生産工場にはマッチしなくなってきた。

そこで鋼片の強制冷却法が種々開発されだした訳だが、その中で最も簡単なものは単に水槽に浸す「ドブ漬け法」であった。これは長さが2~3m以下の等辺ブルームに対しては格別問題もないが、それより長いものあるいはスラブになると、鋼片の位置別温度不均一が原因で曲りが発生する。とくにスラブを水平状態で水中に浸すと、下面は蒸気膜が形成されて冷却が不足することから、こ

れを垂直に立てあるいは斜めの状態で水中に浸す方法、装置が多数考案された¹³⁾。

図-21¹⁴⁾はその発想に基き実現した「水車式スラブクーラー」といわれているもので、初期のタイプより能力面で改良されていて、水車式クーラーの後面にフラット状態で水中に浸す部分が追加されている。これは鋼片の曲りやすい高温部を水車式にしてスラブをそのスポーク部分に狭んで、斜めの状態で先ず冷却し、次いでフラット状態で水車部に続いて冷却を完了する。このクーラーは水車部分ではスラブが斜めあるいは垂直になつてゐるが必ずしも表裏面の冷却は同じでなく、曲りを生じさせぬよう水槽内での水の流れを工夫する必要がある。

次いで冷却水をノズルから噴射して熱片を冷却する「スプレー式」スラブクーラーが開発された。これはスラブをフラットな状態でも、立てていても、それに応じてスプレー水のコントロールを行なつて表裏面が均等に冷却されるようにしたもので、この水量のコントロールがノウハウである。写真-4にその一例「コンベアタイプ」を示す。

スプレー式クーラーの場合、ともかく熱片を均等に冷

却すれば曲りは発生しない訳だが、実際には幾らかの鋼片内温度差が生じる。スラブ冷却では表裏2面のみの冷却であるから問題は少ないが、長尺ブルームおよびピレットの場合は4面からの冷却となり、かつスキッドまた



写真 4 スプレー式スラブクーラー

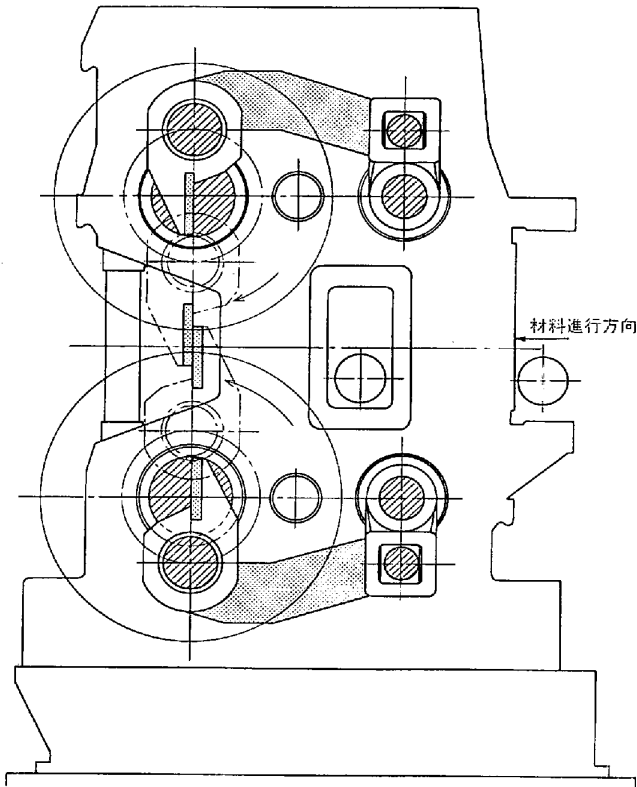
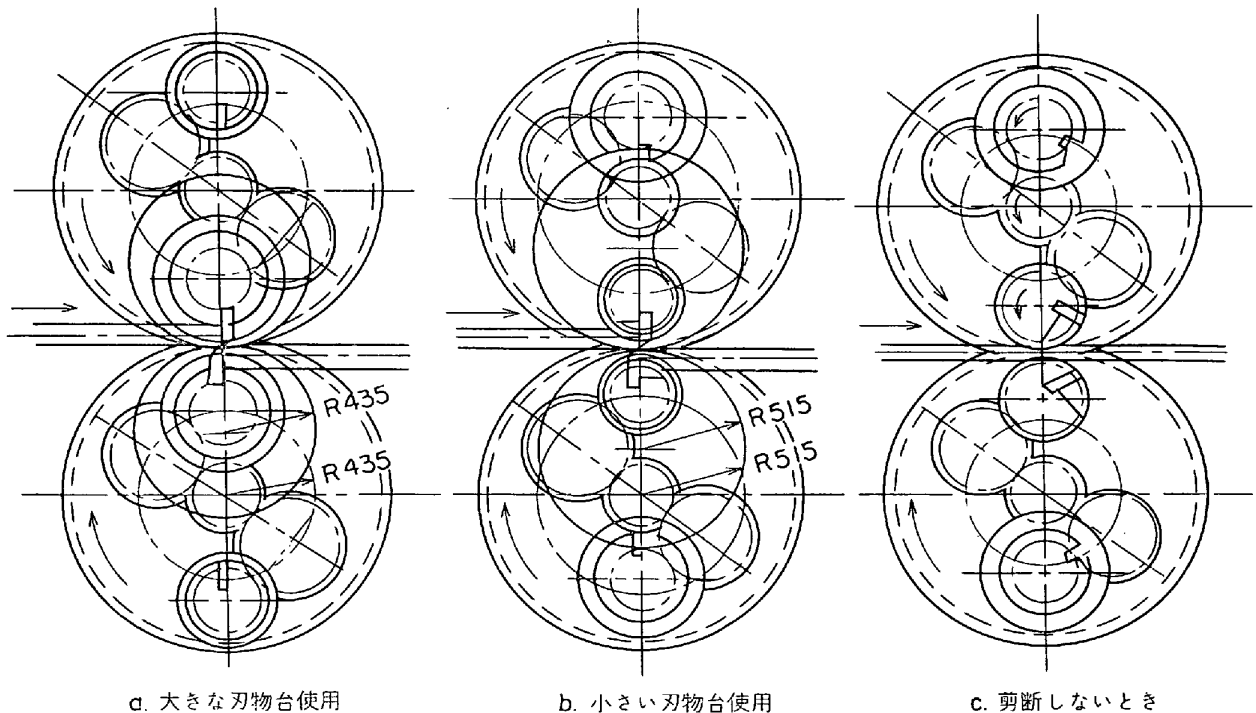


図 17 4クランク式走間剪断機

はコンベア上でのスプレー水は4面全てを均等に冷却させることは難しい。階段冷却法はこれに対する解決策として適当なもので、スプレー水を間歇的に噴射して水冷と復熱を繰り返し、水冷中に生じた鋼片内温度差を復熱中に均一化して曲がり発生を防ぐものである¹⁵⁾。

これらクーラーは前述の土間冷却法の欠点を補うだけでなく、圧延ラインに直結すれば鋼片の仕掛りを減少できて流れ作業となり、管理が単純化することや、鋼片表面のスケール剝離が良くなり疵発見が容易となる長所がある。ただし、土間冷却法に比較して所要冷却水量が多いこと、および建設費が高いという欠点を持っており、今後は水処理設備も含めて安価な鋼片クーラーの出現が望まれる。



d. 大きな刃物台使用

b. 小さい刃物台使用

c. 剪断しないとき

図 18 プラネタリー走間剪断機の機構

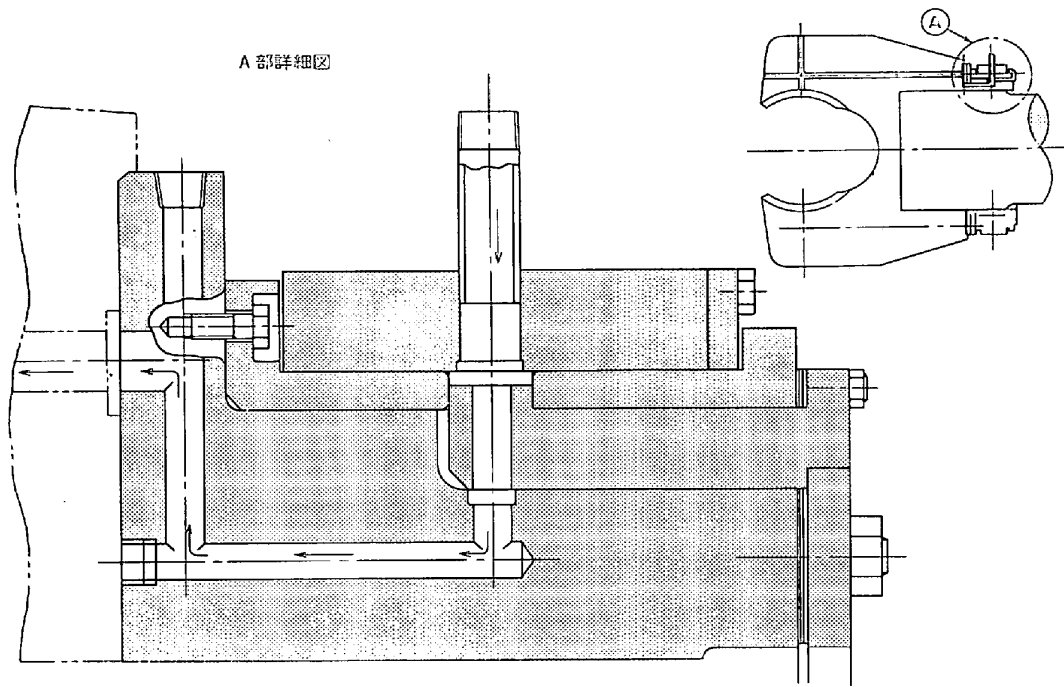


図 19 スピンドルカップリング自動給脂

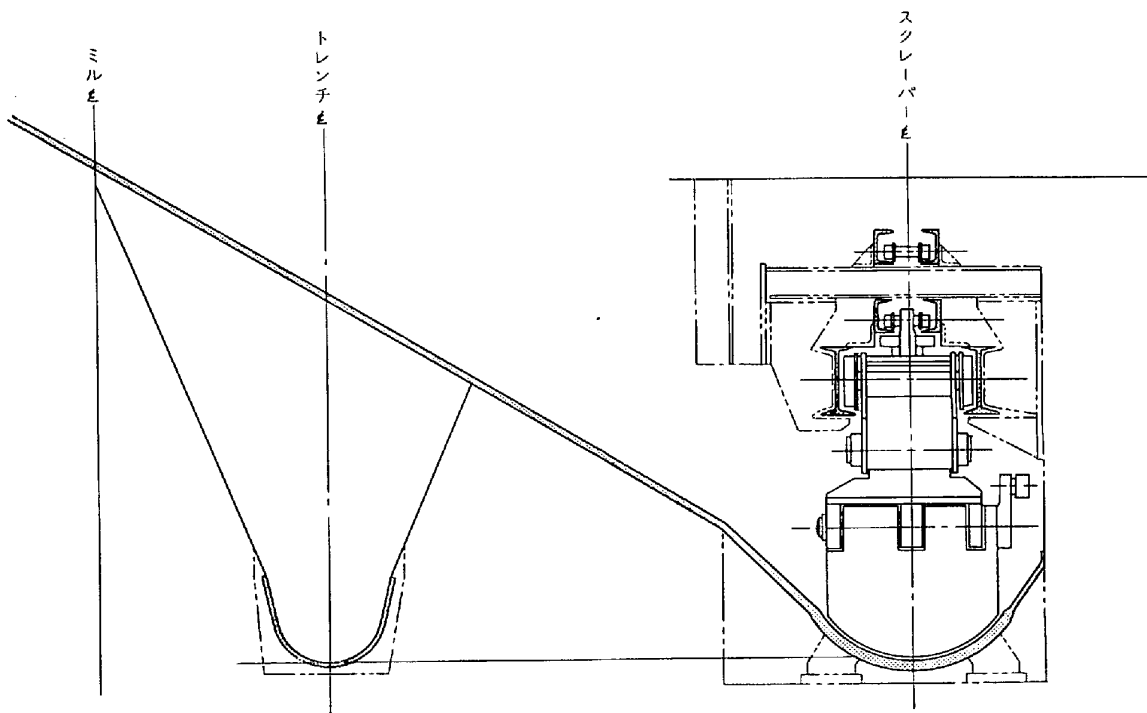


図 20 ミル下トレンチおよびスクレーパー

4.2 ホットスカーファーマ・コールドスカーファーマ

熱間で鋼片表面を一律に溶削するホットスカーファーマは少数の例外を除いて大部分の工場に設置されるまでになった。ホットスカーファーマが鋼片疵手入れの省力化に果たした役割は非常に大きく、これなくしては現在の大量生産工場が有りえないことは明らかである。ただその歩

留ロス¹は 1~3% と比較的大きく、各工場ともいかに合理的に利用するか-歩留ロスを少なくしてかつ鋼片手入作業を省力化するか、あるいは品質保証を得るか-を实情に応じて工夫している。ホットスカーファーマとしては通常、スラブ・ブルームの 4 面を同時にあるいは 2 面のみを選んで溶削することができるから、鋼種別にスカーフ

実施面溶削代を定めるのは勿論、1鋼片内で溶削代を変化させるもの、分塊圧延後の鋼片表面を熱間観察して1本ごとにスカーフ仕様を決めるもの、あるいはスカーフ前の表面温度を実測しコンピューターでスカーフ速度を設定するものなどがある。

近年、ホットスカーファーと同様に冷間でも全面スカーフが可能な装置の要求が出てきた。この理由は、一つには連続鑄造鋳片のごときホットスカーファーでは溶削

し得ない700~800°Cの表面温度のものが現われたこと、他の一つはホットスカーフ洩れや品質上の問題で一部の鋼片を冷間全面スカーフせねばならないことによる。これに対しホットスカーファーと同じくリンデ社の2面同時溶削型コールドスカーファーと、ハンドスカーフ用吹管を数個ならべてガントリーの上に組立てた「簡易コールドスカーファー」とも称さるべきものが開発された。前者は溶削面数がL字型の2面である以外は基本的な構

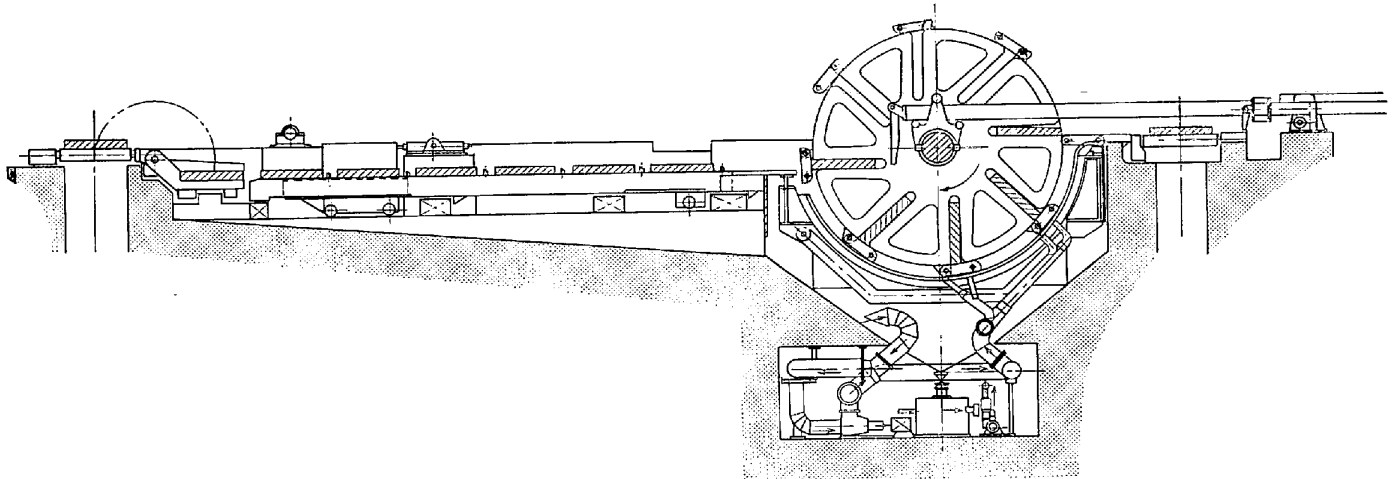


図 21 水車式スラブクーラー

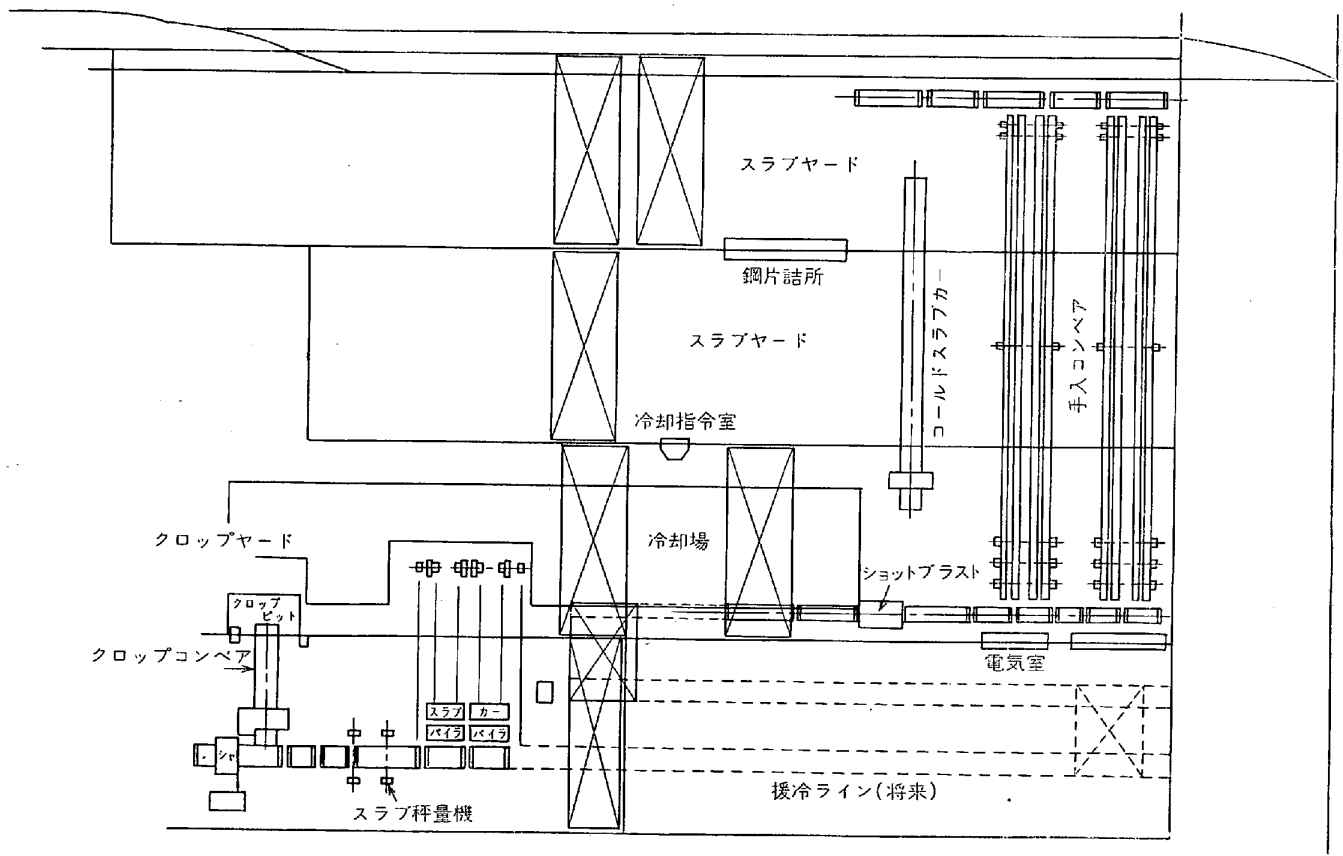


図 22 コンベアタイプ手入れライン

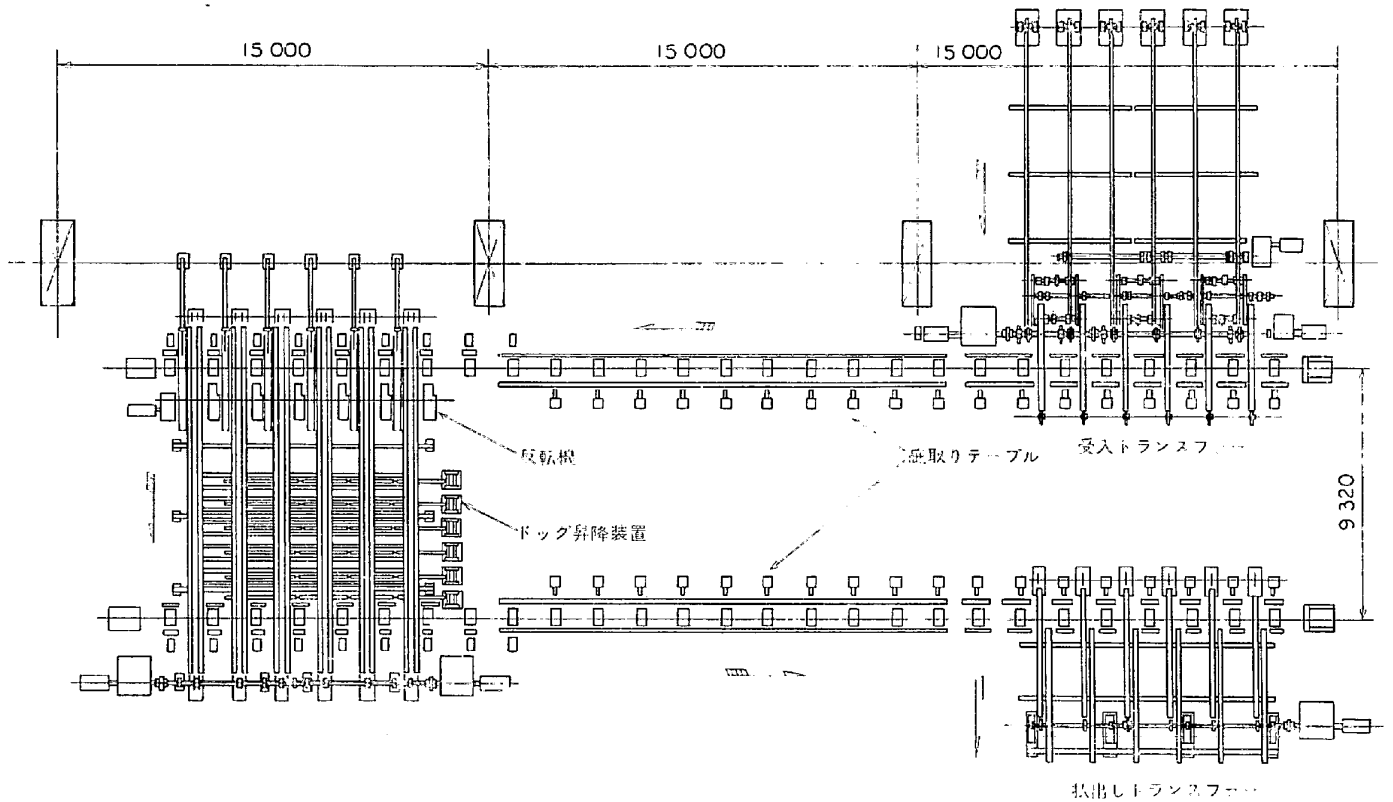


図 23 テーブルタイプ手入れライン

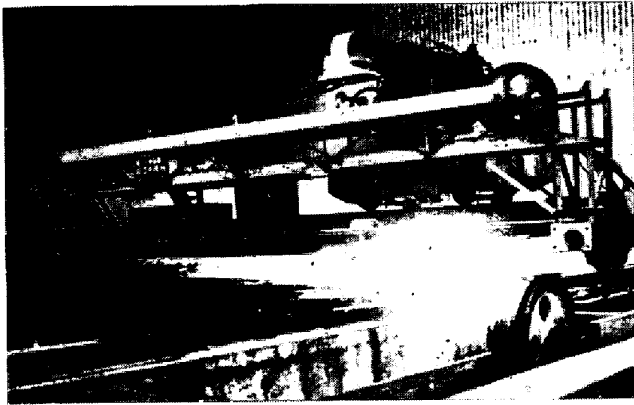


写真 5 簡易コールドスカーフャー

造はホットスカーフャーと同様であり、その能力は月間 10 万 t 以上のスラブの 4 面を溶削処理できる。一方後者は、月間 3~4 万 t 程度の少量の全面手入を目的として国内製鉄所で開発されたもので、1 パスの溶削幅が 500 mm 以下であつて溶削表面に凹凸も残るが、安価であり、従来のハンドスカーフによる全面手入と比較して省力化の効果は大きい。

4.3 ライン手入

クーラーと同様に従来土間に広げて行なつていた鋼片の部分手入をライン化する動きが活発である。鋼片の移送、展開、転覆をテーブルローラー、コンベアー、

反転機などで一連のラインを形成し、手入ヤードの有効活用と省力化をはかろうとするものである。図-22¹⁰⁾、23のごとくチェーンコンベアー上で手入れを行なうものとテーブルローラー上で手入れを行なうものの 2 種類があるが、前者のコンベアータイプのほうが圧倒的に多い。その理由は同一手入場面積を得るのにコンベアーのほうが安価であるのが第一であろう。コンベアータイプではコンベアーは 1~2m/min の速度で連続的あるいは間歇的に移動し、その上でハンドスカーフィングが行なわれる。テーブルタイプでは材料を移送後テーブルを停止して手入れが行なわれるから、移送時間だけ手入れ時間ロスが生じること、およびコンベアーのごとくテーブル長さを大きく取つて 1 ライン当たりの能力を上げることとも難しい。

手入ラインは圧延ラインとスラブ (ブルーム) クーラーを通して結びつけられ、これで分塊工程が全て流れ作業化されることになる訳だが、手入れラインと圧延ラインをこのように直結させることには問題がある。すなわち同一チャージでも圧延能率と手入れ能率とは一般に一致せず、ことに手入れ能率はチャージによるバラツキが大きい。したがつて両ラインを直結させるとその時々どちらかの能力の小さな方に全体の能力が抑えられてしまうことになる。これを防ぐには圧延ライン (クーラー)

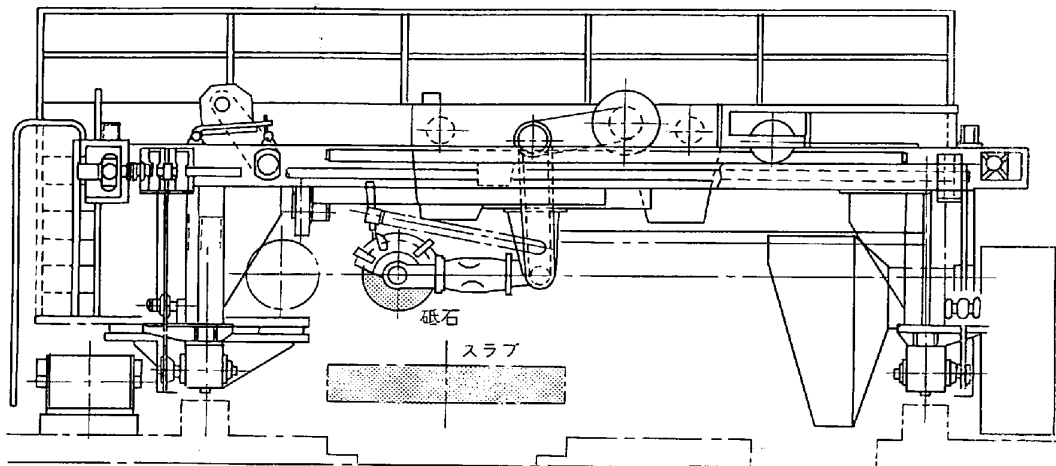


図 24 熱間グラインダー

表 3 電磁誘導探傷法の種類

方 法	対 象	方 法
(1) 蛍光磁粉探傷法 (Powder-Magnetic Flux-Type Inspection)	角ビレット, 丸棒鋼	(イ) 材料長手方向に電流を通じ磁化し, 蛍光磁粉をシャワー散布, 欠陥漏洩磁束により磁粉を磁化, 欠陥部に吸着させる. この磁粉に紫外線照射を行なった時, 発生する蛍光により疵を検出マーキングする. また加熱固着装置を設けて磁粉を固着する方法もある. 疵深 ± 0.1 m/m 以上検出.
	角ビレット, 丸棒鋼	(ロ) 蛍光磁粉探傷にて付着磁粉の放つ蛍光を光電子倍增管を用いて電子変換により検出, 自動マーキングする方法がある. 疵深 ± 0.1 m/m 以上検出.
(2) 渦流探傷法 (Eddy Current)	角ビレット	(イ) プローブ型検出機を用いて, 角ビレットの表面疵を探傷しようとするもの. ビレットの断面周囲に検出機を配置して全表面をカバー, 材料を磁化し表面に渦電流を起こさせ, 疵の有無によつてその分布が変化することを利用したもの. 疵深 ± 0.4 m/m 以上検出.
	線材, 管材	(ロ) 熱間渦流探傷として, 表面疵の探傷に用いる. コイルの中を材料が通過するタイプでは, ブラウン管にコイルの Impedance 平面を写し発生電圧と位相を表示する. 疵のある場所が通過すると AB 間に電圧差が生じ検出する. 使用温度 1100°C 迄可能で, 熱間自動マーキングと連動する.
(3) 漏洩磁束法 (Leakage Flux)	丸ビレット, 棒鋼, 管材	磁化用コイルがあつて yoke 全体がクルクル回転する. 感磁性素子 (SMD 等) を yoke と一体に回し, 材料表面をスパイラル状に走査, 材料に疵があると, 漏洩磁束を直接検出する. Rotmat 法等. 疵深 ± 0.1 m/m 以上検出.
(4) 録磁探傷 (Magnetographie)	角ビレット, インゴット	材料表面に滑車で磁気テープを回転させておき, 材料を磁化して, 欠陥部で発生した漏洩磁束が磁気テープ (ネオプレンベース) に磁化される. 更に磁気テープに接触した head により, 欠陥信号を検出, マーキング指示を与える. 疵深 ± 0.3 m/m 以上検出.
(5) 透過法 (Transmission method)	特殊鋼材連铸スラブ	内部欠陥, 内質成分形状測定, 等に利用され Induction coil (一次コイル) と Detector coil (二次コイル) があり, 2次コイルが材料の反対側にある. 2次コイルの提出電流 (W: 材料厚み, a: 電気伝導度, b: 透磁率で特徴づけられる.) により透過の効果を計算できる.

と手入れラインの間にバッファーを設けてバラツキを吸収することが有効であろう。

現在ある手入れラインは, 実際の「手入れ」作業はビレット手入れラインの一部を除いては全てハンドスカー

フイングである。したがつて依然として高熱重筋作業は残つており, むしろ逆にコンベアーの流れで作業者を一層追い立てる結果ともなつている。最近, これに対してハンドスカーフ作業を別なものに置きかえる研究がなさ

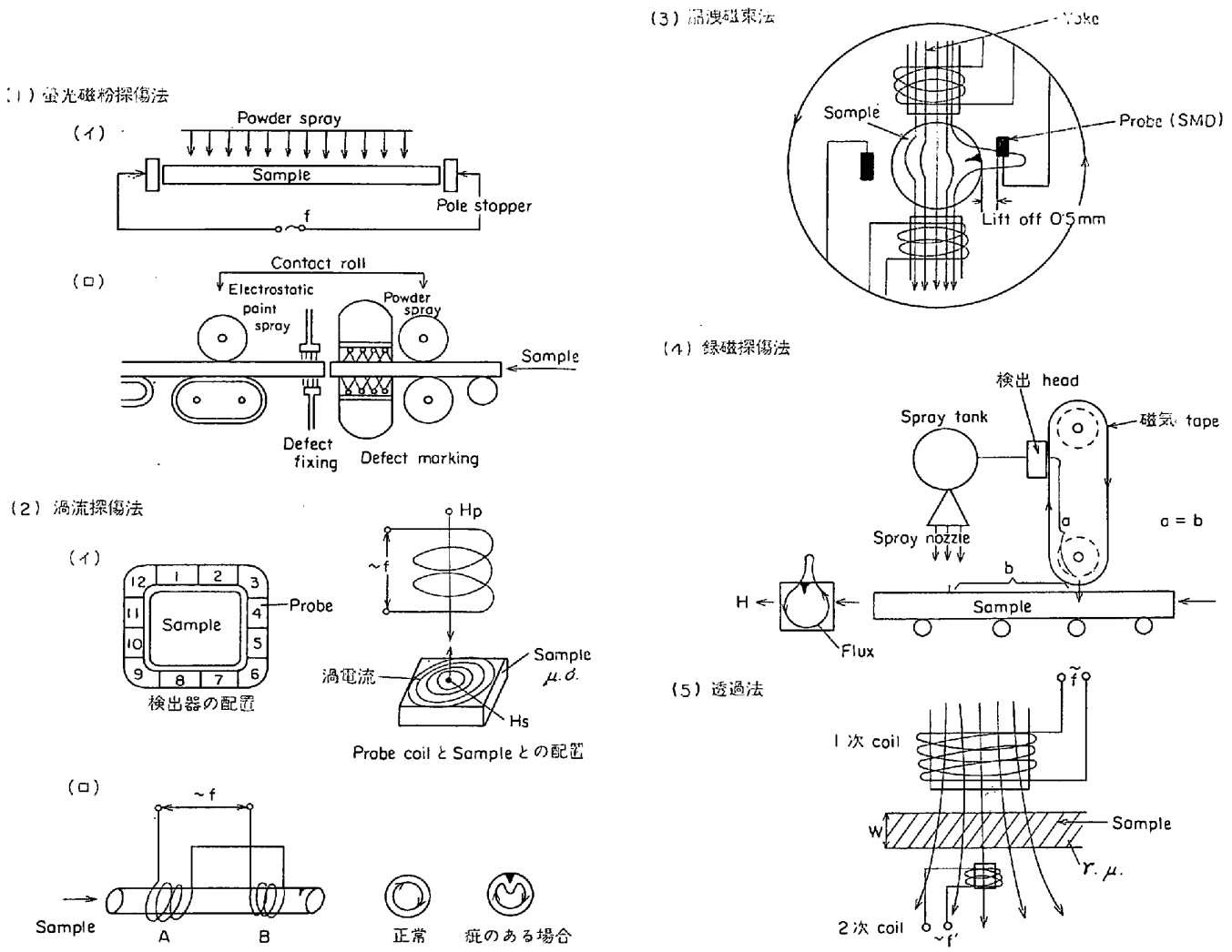


図 25 電磁誘導探傷の原理

れている。図-24 はその一つ、熱間グラインダーでスラブ温度 $600^{\circ}\text{C} \sim 800^{\circ}\text{C}$ において砥石押付力を 1000 kg 程度まで上げればハンドスカーフとほぼ同等の研削性能が得られ、疵検出、原価面からも将来はある程度ハンドスカーフに置換しようとしている¹⁰⁾。

また部分スカーフマシンの開発も欧米において盛んである。いずれも鉄粉を用いてスタート予熱時間を短縮したノズルを運転室から遠隔操作するタイプで、ハンドスカーフの $4 \sim 5$ 倍あるいはそれ以上の能力を持っている。

将来はこれらの部分手入れ機が手入れラインに全面的に取り入れられ、現在のスカーフマンはごく一部の手直しを除いては見られなくなることが予想される。

4.4 鋼片検査

目視検査を主体にした鋼片検査も製品品質の要求が高まるにつれて次第に検査精度の高いものが取り入れられるようになった。この傾向はまず継目無管丸鋼片に始ま

り、棒鋼線材用ビレット、厚板用スラブ、ホットストリップ（とくに冷圧向）用スラブと大単重のものまでおよびつつある。ただ大形型鋼、ホットストリップなど製品工場での圧下率が大きく、かつ表面品質要求のさほど高くない製品を含むものもあり、今後は一方では高度の検査と疵取りを、他方では無検査無手入れというように向先・用途別にきわめて幅広い選択がなされると思われる。

最近の検査精度向上を目的とした傾向を拾うと、

(1) 目視表面検査の精度向上

ショットブラストは管条用ビレットに多く使われるが厚板用スラブにはほぼ全数ショットブラストを実施する工場が現われている。圧延機のデスケラーやスラブ（ブルーム）クーラーも目視検査を容易にしている。

(2) 超音波探傷

内質欠陥の発見に従来は工場実験段階で用いられていたが、厚板向スラブで通常生産材の一部に定期的使用

している工場がある。極厚鋼板用スラブあるいは品質の不安定なセミキルド鋼の内質チェックに有効である。

(3) 電磁誘導探傷^{16)~19)}

主として管条用ビレットに用いられ、とくに螢光磁粉探傷はポピュラーである。表-3、図-25 にこの方法を原理とする各種探傷法の概要を示す。

5. 分塊歩留

分塊歩留は圧延歩留(圧延鋼片/鋼塊)と精整歩留(手入れ済鋼片/圧延鋼片)に分けて管理されるが精整歩留は製鋼、圧延工程の異常以外は比較的一定である。圧延歩留は鋼塊鋼片一貫スケジュールすなわち脱酸方法、鋼塊寸法と鋼片寸法、鋼片の取り合わせ方法によつて大きく変わる。とくに脱酸方法による差は大きく、キャップド鋼 92~90%、リムド鋼およびセミキルド鋼 90~88%、キルド鋼 86~88% といったところである。いずれも歩留ロスとなる最大のは頭底部切捨であり、これを減少するために鋼塊単重バラツキの減少、鋼片に対する鋼塊寸法・形状の適正化、パススケジュールの適正化がはかられている。

鋼塊単重バラツキは鋳型内容積の漸増および定盤堀れによる影響が大きく、この対策として鋳型使用状況と鋼塊実貫値を逐次コンピューターに投入し鋳型(グループ)ごとの注尺調整を行なつたり、レードルクレーンに秤量器を設置して単重を管理している。

鋼塊寸法は一貫スケジュールによつて決められるから、必ずしも分塊歩留最優先にならないが、鋼塊長辺およびコーナー部の曲率半径もときにクロップ形状に影響を及ぼす。最も歩留向上に効果的な方法はクロップ部分のメカニカルパイプ、フィッシュテールを防止するために図-26のごとく鋼塊頭底部をコーン化するもので、これによる歩留増加は一般に片側で 2~2.5% である。キ

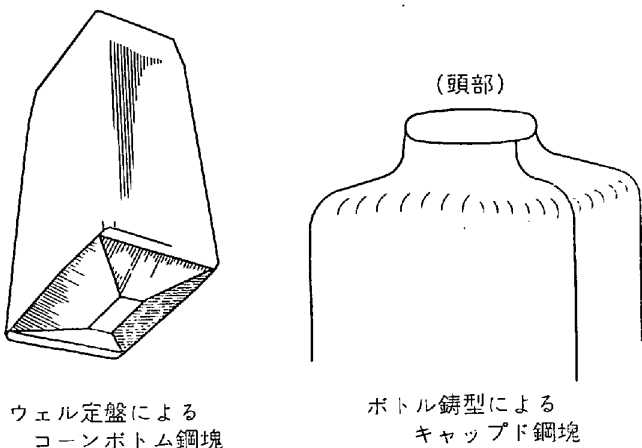


図 26 鋼塊頭底部のコーン化

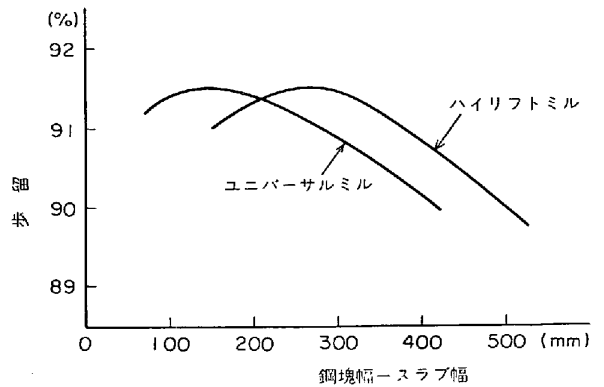


図 27 ユニバーサルミルとハイリフトミルの歩留傾向

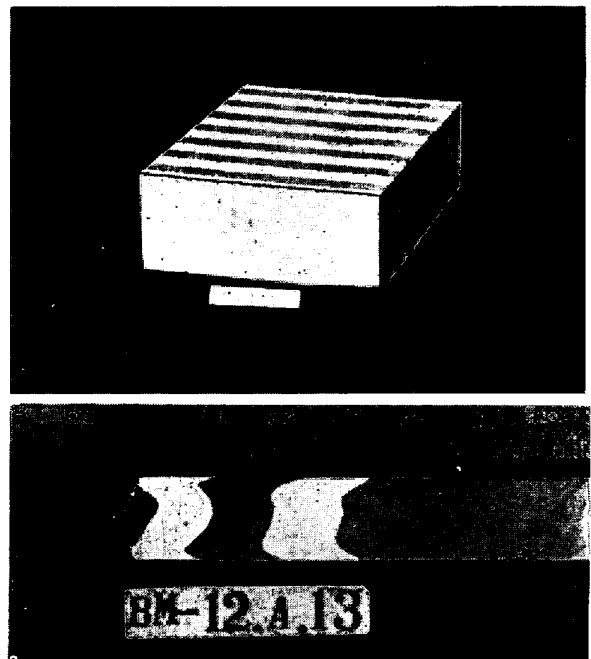


写真 6 プラスティシンによる分塊圧延の模型実験

キャップド鋼は鋼塊内部品質と同時に鋼塊頭部形状を改良して歩留向上をはかつたものといえる。

圧延パススケジュールが歩留に与える影響はスラブ圧延の場合に大きく²⁰⁾、とくにユニバーサルミルとハイリフトミルの歩留が図-27のごとく相違するのは幅殺し方式の差が現われているものと考えられる。フィッシュテールを小さくするために幅殺しの時期を遅らせることで歩留は最大 0.5% 程度まで向上可能であり、工場によつては能率優先スケジュールと歩留優先スケジュールをときに応じて使い分けている。

鋼塊形状の決定、パススケジュールの研究にもプラスティシンを用いた模型実験が行なわれるようになった。写真-6 にその例を示すが、歩留向上ばかりでなくビームブランクやビレット用の孔型検討にも利用されている。

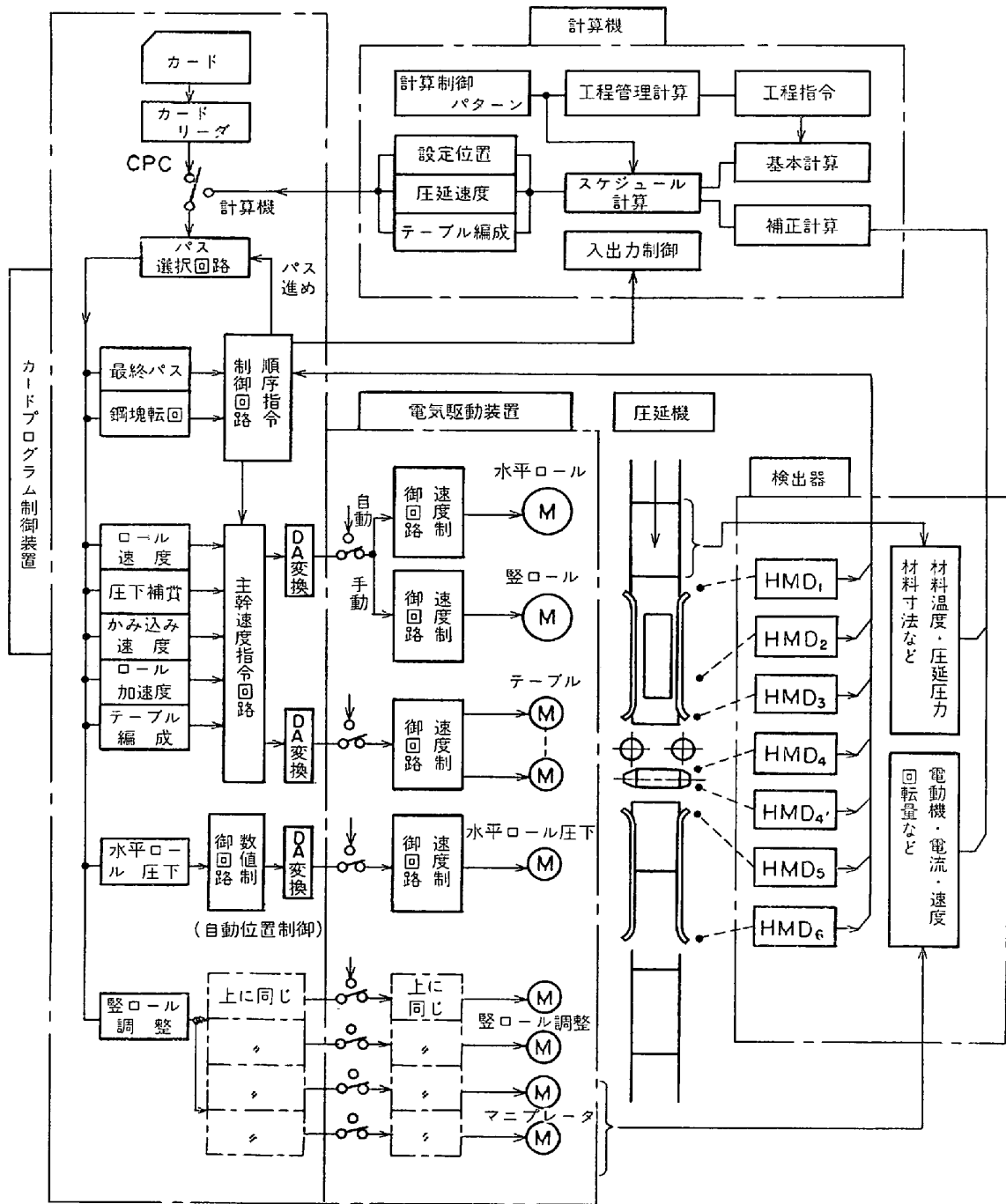


図 28 ミル自動運転制御フロー

6. 自動化およびコンピューター化

自動化には均熱炉計器のごとくプロセス値を捕えてフィードバックによりコントロールする「自動制御」と、リミットスイッチ、フォトセル、シンクロ受信器などの検出装置とタイマーなどを組込んだ論理回路を組合わせた「自動運転」と、前2者の装置を補助的に、コンピューターを主体に用いて制御、運転、記録、予測などを総合的に行なうコンピューターコントロールとがある。

6.1 圧延機の自動運転

分塊設備の自動運転は最近の省力化の先兵として均熱炉から鋼片精整設備の末端まで取り入れられている。中でも最も困難なもののは分塊圧延機の自動運転で、CPC (Card Programming Control) から始まりコンピューターローリングの設置が盛んであるが、いまだに熟練作業者と完全に同等なまでには完成されてない。

ミルの運転操作を最も簡単なユニヴァーサルミルにつ

いて機能的に分類すると次のごとくなる。

- (1) 水平ロール圧下, 縦ロール圧下
- (2) 水平ロール, 縦ロールおよび関連テーブル正逆転
- (3) マニプレーター操作 (センターリング, シフト, 転回など)
- (4) 材料の送り込み, 払い出し

まず最初に普及した CPC はこれらのスケジュールをカードに打ち込んでおき, 制御装置を通じてパスの進行に従って圧延機運転操作を行なうものである。この装置の欠点は;

- (a) 鋼片サイズごとにカードが必要でその分類保管が大変である。
- (b) スケジュールは固定されたものであり, 鋼塊温度の高低に対し, あるいは鑄型溶損による鋼塊寸法の変動に対し柔軟性が無い……したがってスケジュールは余裕を見たものとせねばならない。
- (c) 作動が順序起動で見込み運転ができない。

であり, 熟練した運転者の手動運転に比較すると20~30%の圧延能率低下となる。

コンピューターローリングはこれらの欠点を克服すべく鋼塊の実変形抵抗に応じた圧延スケジュールの計算および見込運転に能率向上を狙ったものである。図-28¹⁵⁾に CPC とコンピューターローリングの制御フローの違いを示す。図-29¹⁵⁾はコンピューターで圧延スケジュールを決める一方法を示したもので, モーター特性から全圧延時間を最少にするような丁度良い実使用トルクが存在することに着目し, 最初の標準パスの圧延データよりコンピューターでその後の最適トルク (=最適パススケジュール) を計算し, これでミルの自動運転を行なうものである。予測運転方式は, パス間のアイドル時間を最小にするために, 圧下調整の所要時間を各パスごとに予測計算し, 丁度圧下セットが終了するタイミングに材料がロールに噛込むよう, ロールの正逆転制御を行なう

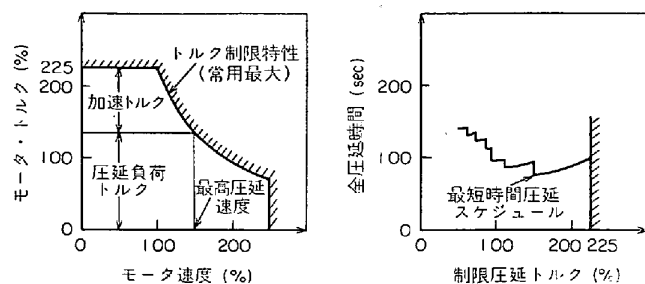


図 29 モーター特性と全圧延時間

もの, あるいは各パス終了後の圧延長を算定して材料のロールからのオーバーラン量を最短にするよう停止制御を行なうものが考えられている。しかしいずれも末端の検出装置の信頼性が乏しく, このように高級な方法を用いてもときには手動運転の介入が必要となる。

結局, 分塊ミルの自動運転は材料の伸び長さがほかのミルに比較して著しく短いことからパス間アイドルタイムが圧延能率に与える影響はきわめて大きく, コンピューターを組込んだものでも手動運転の高度の予測操作には圧延能率上対抗できない現状である。したがって, 圧下調整とその付帯的なコントロールのみを自動運転として, ロールおよびテーブル正逆転は手動操作とするのが現在では最も効果的な方法といえるであろう。

6.2 分塊工場のコンピューターシステム

分塊工場にコンピューターシステムを設置する意味は大きく分けて2つに考えられる。その一つは製鋼工場から出荷にいたる製鉄所の流れの中で, オーダー(注文)受付, 材料請求, 各工程での作業指示, 実績把握, 需要家への引渡しなど一連の事務処理のオンライン化の一部を受持つものであり, 分塊関係の作業指示および実績把握などの情報処理機能がこれに相当する。他の一つは分塊工場内だけで独自の目的を持つもので, 前述のミル自動運転, 鋼片の最適取合せ計算, あるいは均熱炉の焼上り予測と段取り計算などのいわゆるプロセスコンピューターの範囲に入る機能がこれに相当する。図-30は製鉄所のトータルコンピューターシステムとして位置づけられた分塊関係コンピューターの機能分担方法の一案を示すが, これ以外にも種々の分担方法が考えられる。いずれも上位の計算機とは伝送回線で結ばれてデータの授受を行なうオンラインシステムが最近の方向である。

図-31²¹⁾は分塊工場コンピューターシステムの一例で, 均熱炉焼上り予測, 均熱炉段取計画, 情報処理, ミル制御を1台の計算機で処理している。焼上り予測は装入した鋼塊の型種, 重量, トラックタイムと炉内の温度, 燃料流量などを測定し, 伝熱モデルに従って将来の焼上り時刻を予測するものである。均熱炉段取計画は焼上り予測, ロール条件(ビームブランク圧延の場合), 設備の休止予定などに基づいて抽出計画を組み, また空炉発生状況と出鋼状況に基づいて熱冷塊の装入計画を立てるものである。情報処理は作業指示を電光表示, CRTで各運転室に与え, 作業の実績を自動信号あるいは設定盤で取り込む。

このほかにも分塊関係にコンピューターを導入する内容として, 多切材鋼片の伸び長さを実測または重量より推定してその取り合わせ計算を行なうもの, この結果で

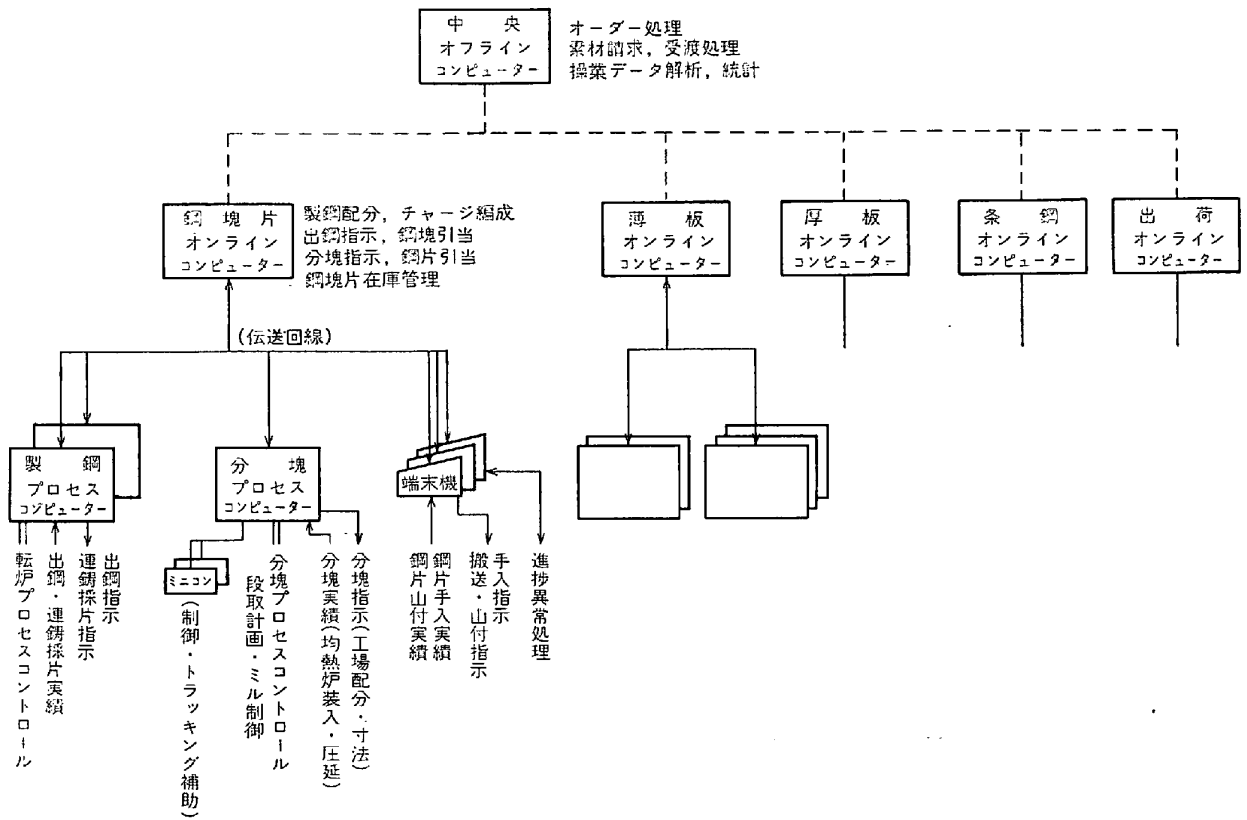


図 30 一貫製鉄所の工程管理コンピューターシステム

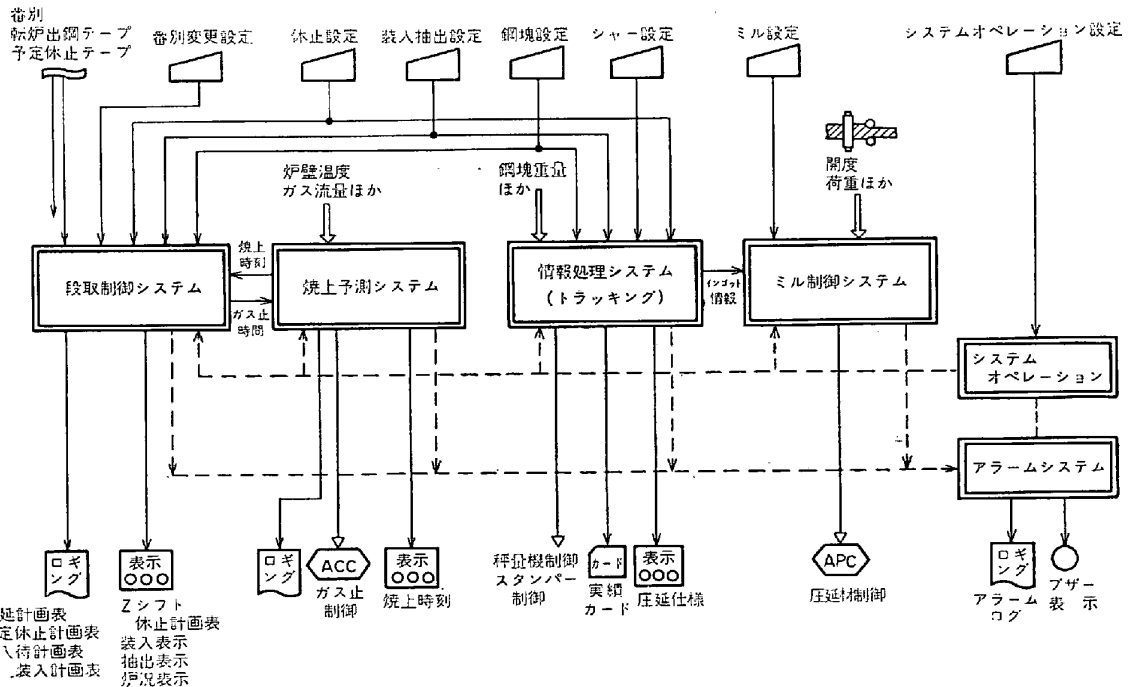


図 31 分塊工場コンピューターシステム

さらにシャージの設定を行なうもの、ホットストリップ向スラブの仕上り厚さを鋼塊重量実貫値から修正するものなど多々ある。

圧延ラインのトラッキングは分塊独自の問題点もあ

る。すなわち、トラッキングは通常フォトセルが用いられるが、スケールの残存、素材の逆送あるいは密着などでトラッキングミスを起こしやすい。これに対してはフォトセルの2重化、計算機側でのチェックロジックで解

決をはかっている。

また、均熱炉段取計画も「最適」を求めようとするれば現在の高速計算機をもつてしても計算時間が長くなつたり、「最適」の目標そのものがときとして大幅に変化すること、さらにはこれに要するソフトウェアがかなり膨大なものであることから、完全に人間に置換することは困難である。むしろ、人間の判断の補助手段として利用した方が効果的といえる。

現在、分塊工場に導入されているコンピューター台数は国内だけでも軽く10指を超えるが、コンピューター自体決して安価ではなく、厳密に計算すると割に合わないものもかなりあるはずである。しかしながら深刻になる将来の合理化省力化要請に対する先行投資の意味もあつて、今後は新設工場のみならず既設工場の若返り策としてますますコンピューター化が進展して行くであろう。

7. 結 言

最近の分塊技術を設備、操業面から展望し、あわせて将来の進むべき方向も私見ではあるが述べさせて頂いた。連続鋳造が急速に進歩しつつあるとはいえ、世界の年間粗鋼量6.3億t、日本の1億tの大方は分塊ミルを通過している現状を考えると、今後とも鉄鋼業における分塊の役割は重要である。本文がこれからの技術の発展に一助となれば幸いである。終りに、今回快く資料の提出を承諾された鉄鋼・機械メーカー各位に対し心からの

謝意を表明します。

文 献

- 1) 日本鉄鋼協会共同研究会分塊分科会：わが国における最近の分塊技術の進歩
- 2) 桑畑，吉成：鉄と鋼，56 (1970) 2, p. 636
- 3) 二宮：川崎製鉄技報，2 (1970) 3, p. 76
- 4) R.G.H. RECORD: Iron Steel, 45 (1972) 6, p. 317
- 5) Charles J. LABEE: Iron Steel Eng., 48 (1971), p. B-29
- 6) A. A. KOROLEV: Stal' (1967) 10, p. 931
- 7) 谷口，林：日立評論，53 (1971) 10, p. 6
- 8) 桂：圧延技術 (1971), p. 59 [日刊工業新聞社]
- 9) 本城：石川島播磨技報，11 (1971) 2, p. 141
- 10) 原田，ほか：製鉄研究，274 (1972), p. 72
- 11) 特許公報：昭 43-14106
- 12) A. I. TSELIKOV et al.: Stal' (1968) 6, p. 497
- 13) 特許公報：昭44-9978, 昭44-9980, 昭44-28775, 昭46-8088, 昭46-16243, 昭47-6015, 昭47-31201, 昭47-33404
- 14) 特許公報：昭 47-6014
- 15) 南，浜畑：鉄鋼製造法 (鉄鋼協会編) 第2分冊, (1972), p.227, [丸善]
- 16) 中岡，ほか：島津評論，28 (1971) 4, p. 17
- 17) 雨宮，ほか：電気製鋼，41 (1970) 3, p. 192
- 18) 白岩，ほか：住友金属，22 (1970) 3, p. 3
- 19) W. BARTHOLME, et al.: Steel Times Annual Review (1970), p. 157
- 20) E. RITTER, et al.: Stahl u. Eisen, 83 (1963) 20, p. 1235
- 21) 宮崎，ほか：日立評論，51 (1969) 2, p. 80