

技術資料

UDC 621.771.22 : 621.771.23

分塊・厚板圧延設備の進歩*

田中重雄**

Review of Slabbing Mills and Plate Mills

Shigeo TANAKA

1. 概要

分塊および厚板圧延機は近年のわが国における鉄鋼界の驚異的發展の過程で中心的な存在となり、設備規模、製造能力、生産技術などいずれの面においても世界最高水準に達した。さて、分塊圧延設備は生産工程面で熱間帯鋼圧延設備や厚板圧延設備の前段階にあるため、配置も隣接しているのが普通である。とくに分塊圧延機と厚板圧延機は圧延作業面で共通性があるため、両者の機能を併備した分塊厚板兼用設備が建設されている例もある。もちろん、同様な例として熱間帯鋼圧延設備の場合でも、粗圧延機に分塊圧延機能をもたせた分塊熱延兼用設備もある。いずれにせよ上記兼用圧延設備は設備投資の面で経済的であるが生産性の面で劣る。わが国では、将来の増強計画に織り込まれた初期段階に汎用的に建設される程度であり、新鋭圧延設備の中には兼用圧延設備は少ない。よつて、ここでは分塊圧延設備および厚板圧延設備それぞれの現状、最新技術あるいは将来の姿について展望してみたい。

2. 分塊圧延設備

2.1 概要

わが国の分塊圧延設備は1960年代からユニバーサル分塊圧延機の出現によつてますます大形化、高能率化、省力化され、新技術を駆使した設備があいついで建設されてきた。とくに1968年以降の大形厚板およびホットストリップ向スラブの急速な需要増加に呼応して建設された大形ユニバーサル分塊圧延機は、最大鋼塊40t、年産能力500~600万tとめざましい躍進を成し遂げている。

図1は1954年以降の大形分塊圧延設備の建設実績および能力推移を示すが、圧延機形式の変換および大形化の傾向がよくうかがえる。以下、最近の大形分塊圧延設備の傾向および新技術について将来の展望も折り混ぜながら述べる。

2.2 最近の分塊圧延機の傾向

(1) 鋼塊および圧延機の大形化、大容量化

鋼塊の最大重量は1950年代までは10~20tがほとんどであつたが、表1に見られるように1960年代になつてますます大形化し、最近のユニバーサル式圧延機では40tが普通となり、一部では70tも計画されている。一方において、圧延機形式のユニバーサル化とともに機械も大形化し、水平圧延機のロール径は従来900~1000mmでいどであつたものが1300~1400mmに、主電動機容量は5000kWでいどであつたものが9000~13500kWまでになつている。さらには、機械性能および圧延技術の向上、省力化などにより、生産能力は150~200万t/年から500~600万t/年まで大容量化している。

(2) ユニバーサル化

小形三重式圧延機は1950年までで影をひそめ、それ以後ハイリフト二重逆転式が広く普及したが、1960年を転期として大量生産方式および自動化に対処しやすいユニバーサル式圧延機が急速に普及し、現在ではスラブ圧

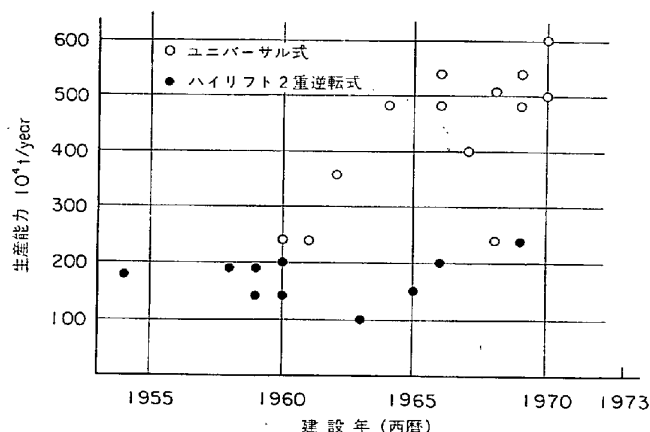


図1 最近の大形分塊圧延機建設実績

* 昭和48年5月11日受付

** 三菱重工業(株)広島造船所重機設計部

表 1 わが国で最近設置された大形分塊圧延設備 (1960年以降)

工場名	建(年)	形(配)	式(置)*	駆形式**	ポ(ル)	寸(法)	主電機(台数-kW×rpm)	最大塊重(t)	最大成品寸(mm)	生産能(公称) (万t/年)	機設備	電設備
住友金属(和歌山)	1960	2H, 4H コンビネーション		—	1 230φ × 3 000 L		2-3 700 × 40/80	30	1 650	200	SACK-石川島	東芝
新日鉄(広畑)	1960	ユニバーサル (H→V)		T	H1 160φ × 2 273 L V 924φ × 2 133 L		2-4 500 × 40/80 1-3 000 × 60/150	26	350 × 1 900	240	UE	三菱
川崎製鉄(千葉)	1961	ユニバーサル (H→V)		〃	H1 170φ × 2 286 L V 966φ × 2 210 L		2-4 500 × 40/80 1-3 000 × 60/150	25.5	350 × 1 900	240	BK	富士
新日鉄(戸畑)	1962	ユニバーサル (H→V)		〃	H1 210φ × 2 438 L V 965φ × 2 134 L		2-4 500 × 40/80 1-3 000 × 60/150	25	350 × 1 900	360	BK	富士
新日鉄(広畑)	1963	ハイリフト		—	1 320φ × 2 900 L		1-5 250 × 40/100	18	200 × 1 580	100	MESTA-三菱	三菱
新日鉄(名古屋)	〃	ユニバーサル (V→H)		F	H1 162φ × 1 981 L V 940φ × 1 828 L		2-4 500 × 40/80 1-3 000 × 60/150	30	255 × 1 600	480	MESTA-三菱	安川
新日鉄(堺)	1965	ハイリフト		—	1 350φ × 3 300 L		2-4 500 × 40/80	23	1 270	150	BK-日立	日立
日本鋼管(福山)	1966	ユニバーサル (H→V)		T	H1 225φ × 2 436 L V 965φ × 2 210 L		2-4 500 × 40/80 1-3 000 × 60/150	30	265 × 1 925	540	BK-日立	日立
川崎製鉄(水島)	〃	ハイリフト		—	1 350φ × 3 400 L		2-4 000 × 30/60	25	350 × 1 900	200	日立	富士
住友金属(和歌山)	〃	ユニバーサル (H→V)		F	H1 330φ × 2 300 L V 1 040φ × 2 200 L		2-6 000 × 40/80 1-3 700 × 80/200	33	390 × 1 900	480	石川島	東芝
新日鉄(堺)	1967	ユニバーサル (V→H)		〃	H1 200φ × 1 800 L V 940φ × 1 600 L		2-4 100 × 40/80 1-3 000 × 60/150	25	230 × 1 350	400	三菱	三菱
日新製鋼(呉)	1968	ユニバーサル (H→V)		T	H1 250φ × 2 440 L V 1 020φ × 2 210 L		2-4 500 × 40/80 1-3 000 × 60/150	18	220 × 1 840	240	日立	日立
新日鉄(君津)	〃	ユニバーサル (V→H)		F	H1 300φ × 2 800 L V 1 040φ × 2 400 L		2-6 700 × 40/80 1-3 750 × 80/200	40	360 × 2 250	510	石川島	三菱
川崎製鉄(水島)	1969	ユニバーサル (H→V)		〃	H1 300φ × 2 800 L V 1 050φ × 2 280 L		2-5 000 × 30/60 1-3 500 × 60/150	40	305 × 2 200	540	三菱	富士
新日鉄(名古屋)	〃	ユニバーサル (V→H)		T	H1 300φ × 2 800 L V 1 000φ × 2 500 L		2-5 600 × 35/70 1-3 000 × 55/135	40 (70)	600 × 2 400	480	日立	三菱
日本鋼管(福山)	〃	ハイリフト		—	1 350φ × 3 400 L		2-5 600 × 35/70	40	210 × 1 900	240	日立	富士
神戸製鋼(加古川)	1970	ユニバーサル (V→H)		F	H1 370φ × 2 800 L V 1 040φ × 2 400 L		2-5 600 × 35/70 1-3 000 × 55/135	40	630 × 2 100	500	日立	日立
住友金属(鹿島)	〃	ユニバーサル (H→V)		〃	H1 370φ × 2 800 L V 1 040φ × 2 500 L		2-6 720 × 40/80 1-3 700 × 80/200	40	500 × 2 300	600	石川島	日立

(注) * H→V は水平ミル前面、V→H は垂直ミル後面を示す

** 駆動形式で、T: 駆動装置移動式、F: 駆動装置固定式

*** 将垂直ミル設置により V→H 配置となる予定

延はほぼ完全にユニバーサル式に変わつたといつてもよい。その結果、ハイリフト二重逆転式圧延機はブルーム、粗形圧延専用化してきている。なお従来小断面ブルームやピレット圧延の場合行なわれていた配置、すなわち二重逆転式圧延機を2基直列配置する、いわゆる2ブルマー方式を採用した例もあり、取扱鋼塊の大形化とともに大幅な圧延能力増大が期待できるので、今後、一つのパターンとなるであろう。

しかし、ごく最近ではユニバーサル式圧延機による大形ブルームや粗形圧延が検討されてきており、分塊圧延の完全ユニバーサル化が指向されている。

(3) 圧延方法

ユニバーサル式圧延機の普及により、スラブ圧延においてはタンデム圧延はいまや常識化しており、それにより圧延能率はシングル圧延に比べて30%以上向上している。一部の製鉄所では3インゴットタンデム圧延も行なわれている。一方、ハイリフト2重逆転式圧延機では圧延前半はタンデム圧延し、後半には分離して圧延するセミタンデム圧延が一般化し能率向上がはかられている。圧延後半に材料を2本並列配置する並列圧延が検討されて久しいが、まだ実用化していない。

またユニバーサル式圧延機においては、一般に水平圧延機による1ないし数回のエッジングパスを行ない、その後転回してフラット圧延するが、最近では全フラット圧延の例も見られる。本方式を完全に採用すれば、生産能力の増大、機械や建家設備費の低減、鋼塊の大形化にともなうテーブルやマニプレータの損傷回避など利点が多いが、鋼塊の幅の種類の増大による造塊工場管理が複雑化すること、性能、機能共に信頼できるデスクレーン装置が必要となることおよび堅圧延機の強度に限界があることなどの問題があるのでまだ一般化されておらず、今までの水平圧延機は立パスを考慮してハイリフトとなつている。しかし全フラット圧延はユニバーサル式圧延機本来の高生産性を最高に発揮する方法であり、近い将来普通に行なわれることと思われる。

(4) 自動制御

分塊圧延設備の制御は圧延機正逆転と圧下、ローラテーブル正逆転およびマニプレーションの所要時間の短縮と省力化による能率向上をめざして発展しており、計算機制御は最適パススケジューリング計算による自動運転がとり入れられている。これらはユニバーサル式圧延機では一般化しており、またハイリフト二重逆転式圧延機でも実現している。なお、最近の計算機制御は上記自動圧延のほかに鋼塊の均熱炉への装入および抽出指示をおこなう均熱炉段取りおよび焼き上がり予測制御、分塊工場全

体の作業計画作成およびオンライン制御の基礎となる自動トラッキングを含む情報処理など、分塊工場の入側からスラブクーラの出口までの総合した工場全体の管理、制御をおこなう方向で実現されているものもある。

(5) 保守点検容易化、能率向上

最近の設備は自動制御の採用により画期的に省力化が行なわれているが、それにより生産能率も大幅に向上している。ミルロールやせん断機ナイフの組替も迅速化された。また大形鋼塊からくる衝撃荷重、高熱およびスケールなどに対する改善、すべり機械部分の減少、機械構造簡素化による強度向上などによつて、保守、点検が容易化、減少化しており、稼働率も85~90%以上の例も見られる。

しかしながら、設備はますます大形化、高性能化するので、今後とも一層保守、点検の容易化、減少化は重要となつてくるであろう。また、スケール対策など作業環境の改善も必要と思われる。

(6) 品質向上

設備の大形化、省力化とともに高速化も推進されており、インゴットバギー速度は6m/sec、圧延速度は従来の4~4.5m/secが6.5~7m/secまで高速化され、これにより温度低下が少なくもつとも適当した温度での圧延が可能になり、高品質が確保されている。また、デスクレーン装置、ホットスカーフなどの採用による鋼片表面の品質向上、圧下モータに空気ブレーキの採用によるタイムラグの減少、ミルロール軸受にころがり軸受の採用、機械精度向上、自動運転などによる鋼片寸法の精度向上および均一化、せん断機鋼片押え装置やシャ後部テーブルの改善、圧延技術の向上、新しい鋼片冷却装置の開発などによる鋼片形状および品質向上、疵取り設備の機械化による欠陥の防除技術の向上など成品の品質向上もめざましいものがある。

2.3 主要機器の構造

以下、最近の大形分塊圧延設備を主体に主要機器の構造について述べる。

(1) 水平圧延機

ロールネック軸受は4列円すいころ軸受の使用が多いが、ロールと軸受内輪がタイトフィットにできる利点から4列円筒ころ軸受も採用されてきている。

圧下ブレーキには低慣性でブレーキトルクの大きい空気ブレーキが多く採用されており、従来の電磁ブレーキに比べて応答速度も速く、かつ圧延機かみ込み時の衝撃による圧下スクリュアの戻り問題が解決されている。

ほとんどの圧延機には、全フラット圧延を考慮し、また表面品質向上のため、高圧水デスクレーン装置を設

けている。

ロードセルは圧下ナットとハウジングの間に設置するワッシャ形がもつとも多く採用されており、圧延荷重測定だけでなく自動運転に大きく貢献している。

ロール駆動はモータの大容量化によりすべてツイン駆動となっており、スリッパ形ユニバーサルカップリングを介して行なわれているが、スリッパ寿命が保守省力化の大きな要点となっており、長寿命カップリングの開発が強く望まれている。

ロール組替装置は油圧または電動駆動スレッドが一般化し、さらに組替時間を短縮するため、サイドシフト式となつているものも多く、組替時間も 20 min 位になつている。将来はロールチェックへの給油脂配管の自動着脱も含めた全自動化の開発が期待されている。

(2) 縦圧延機

ユニバーサル式圧延機の縦ロール駆動はすべて上部駆動方式で、駆動減速装置はミルハウジング上部でロール開度に合わせて移動する形式と、ハウジング上部に固定され、長い縦スピンドルを介して駆動する形式とがあるが、圧延機の大形化にともない堅固で摩耗部分が少なく、かつ保守の容易な固定式に変わつてきている。駆動系もスプライン軸や中間歯車廃止など機構簡素化の傾向に

ある。

固定式の場合、圧延機の高さが高くなるが縦ロール組替を治具吊りあるいは直接吊りを可能にしてクレーン高さを低くするよう考慮されているし、圧延機モータ高さを低くかつ水平、縦圧延機モータ中心距離を広くするためモータと縦圧延機間に中間減速機を置いたものもある。

縦スピンドルの上部にはころがり軸受組込みユニバーサルカップリングを使用し、保守を大幅に簡易化している。

ロール開度調整装置にも空気ブレーキが採用されてきており、水平圧延機同様圧延時のスクリュール戻り防止および成品精度向上を得ている。

(3) マニプレータおよび圧延機前後テーブル

マニプレータは全フラット圧延がまだ完全実施される情勢にないことおよび非常時にそなえてすべて電動リフティングフィンガ装置を設けてある。新しい機構としては、ユニバーサル式圧延機でもブルーム圧延が行ないやすいようにサイドガイドの縦圧延機側はチルト式延長ガイドになつている例もある。また鋼塊大形化にともなう鋼塊転倒時のテーブルへの衝撃を和らげるための油圧駆動式チルト式サイドガイドが設置されているも

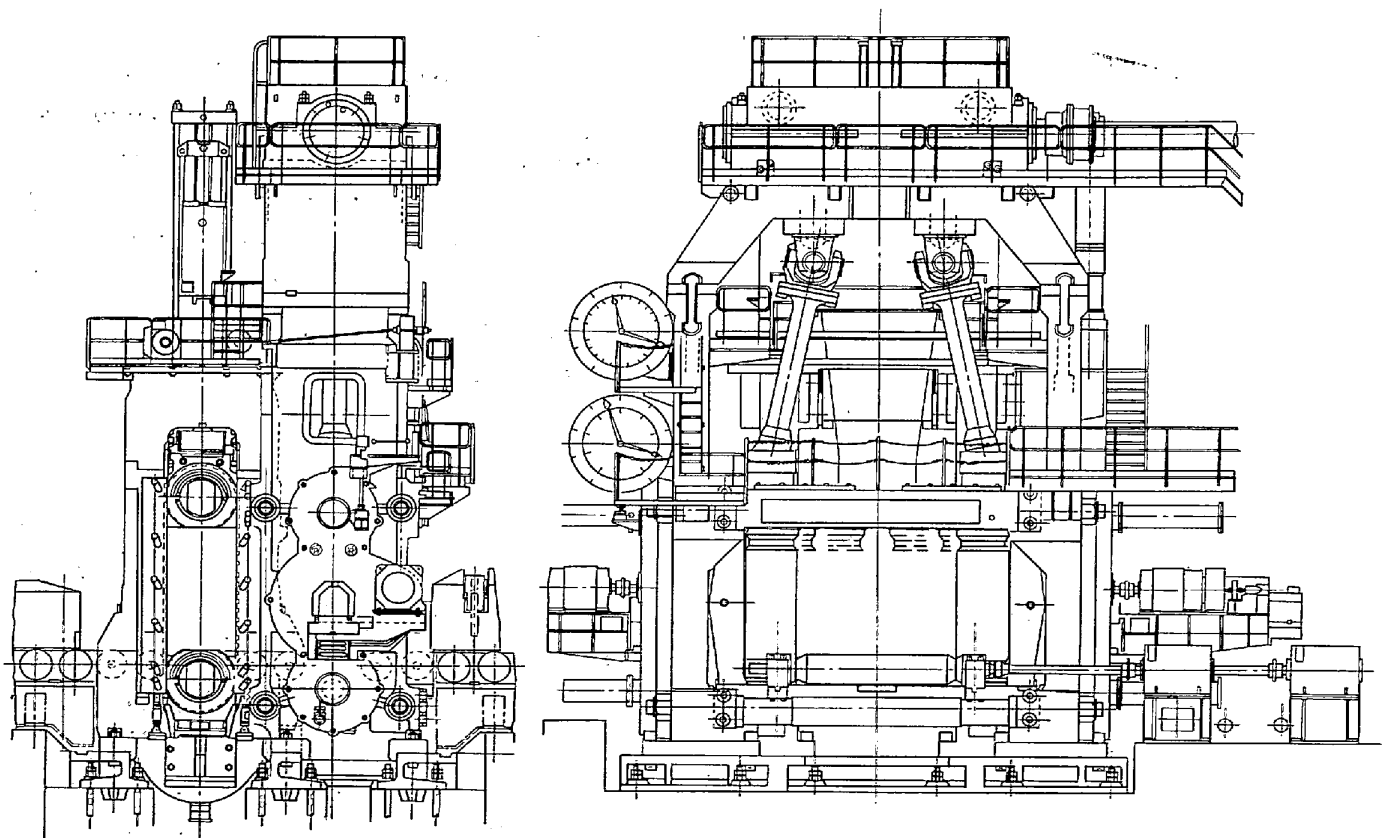


図2 ユニバーサル分塊圧延機の構造

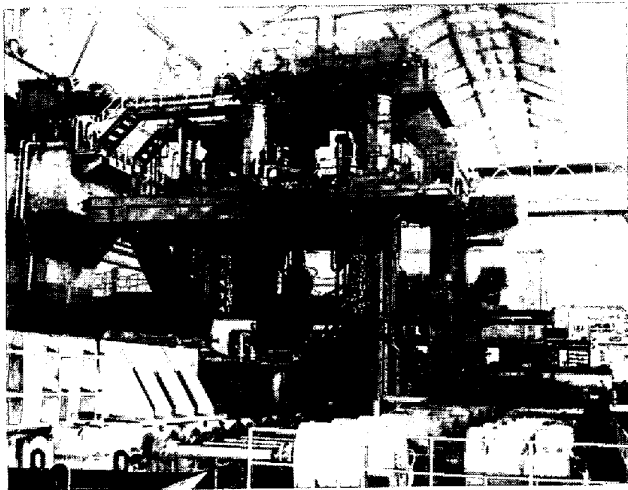


写真1 ユニバーサル分塊圧延機

のもある。

圧延材矯正時あるいは誤操作により駆動系に生じる衝撃を緩和するため減速機とモータの間にスリップカップリングやゴムカップリングを使つた例が多く、さらには減速機出力軸に特殊緩衝カップリングを設けることも検討されているなどその苛酷な衝撃負荷に対する考慮が十分にうかがえる。

圧延機前後テーブルは衝撃に対して故障が少なくかつ保守容易な単独モータ駆動式となつている。また広幅スラブ生産のため、幅出し圧延ができるようターンテーブルとしている例もある。

(4) せん断機

分塊せん断機は生産能力の増大にともないますます高速せん断が要求され、最近のものはほとんど電動ダウンカット式が採用されており、しかもせん断力は従来電動では2000tが限度と考えられていたが、3000t級のものまで実現し、ストロークも600~700mmと大形化している。

また、極厚スラブを通過させるための2重オープニングシャヤ、Acモータ520kW×2台という低容量で毎分9回まで高速せん断でき、かつせん断力3000t、ストローク730mmで任意のストロークが得られる画期的なプログレッシブシャヤと呼ばれるものなども開発されている。

ナイフ組替方法も種々改善され組替時間の短縮、省力化が推進されている。

(5) その他

インゴットバギーは圧延設備の大形化にともない40t鋼塊2本積載、速度6m/secと大形化、高速化している。形式はローラテーブル形、チルテングポット形などと呼ばれる種々の形式のものが出現し、自走式が多い。

スラブ冷却は従来のホットベッド式に代つて、移送装置上で連続急冷できるものや水車式など種々開発され、能率化、省力化が進められている。

成品の表面きずはホットスカーファの採用により、能率よくかつ効果的に除去され、精整ヤードでのきず取りは大幅に軽減された。またスラブコンベヤや転板機なども取り入れられ、品質向上、省力化の面で長足の進歩をとげている。今後は自動探傷機やきず取り作業の自動化、省力化が急務とされている。

2.4 将来の展望

設備機器に関しては個々の項目においてすでに述べてここでの詳述は省く。

わが国においては1970年までで一応分塊圧延機の建設は一段落しており、最近では連続鑄造設備で大形スラブの鑄込みも可能となり、分塊圧延機をもたない全速鑄製鉄所も実現している。しかし、厚板用スラブ、あるいはビームブランクなどは、なお種々の問題があり、これらは今後とも大形分塊圧延設備にたよることが大であると考えられる。しかも現状はなお依然として安定して大量の各種断面および材質の鋼片を製造する能力を有しており、その特徴を生かし、さらに急速に大形化、多用途化、高品質化する次工程成品工場に対する粗鋼片供給の中軸として発展するであろう。

3. 厚板圧延設備

3.1 概要

厚板圧延機分野では1968年以降に建設された。いわゆる新鋭厚板圧延設備のほとんどが高効率多量生産を重視して半連続式圧延機(2基)を採用し、スラブヤードから出荷ヤードにいたるまでの各設備は製造作業をすべてオンラインで行なえるようにローラテーブルないしはトランスファによつて接続して配置され、設備規模もおのずから大型化している。厚板は造船を主体として大径鋼管、橋梁、機械構造物など広範な用途に使用され、これらの諸産業の革新に呼応して厚板圧延機はしだいに大型化し高品質が要求されるようになった。とくにロール寸法は成品の大型化に伴い186"は常識的になり、最近では64"大径鋼管用厚板の製造が可能な210"~216"圧延機が出現してきた。世界的にみれば210"以上の大型圧延機は数基建設されているが、とくに最近の大型圧延機は機械的性質の優れた高精度の成品が生産できるように高荷重、高速圧延に耐えうるものとなつている。すなわち圧延ロール(とくにバックアップロール)は大径化し圧延機用主電動機は大容量となつてきた。一方製造技術面でも計算機が大幅に導入され、成品の品質向上、

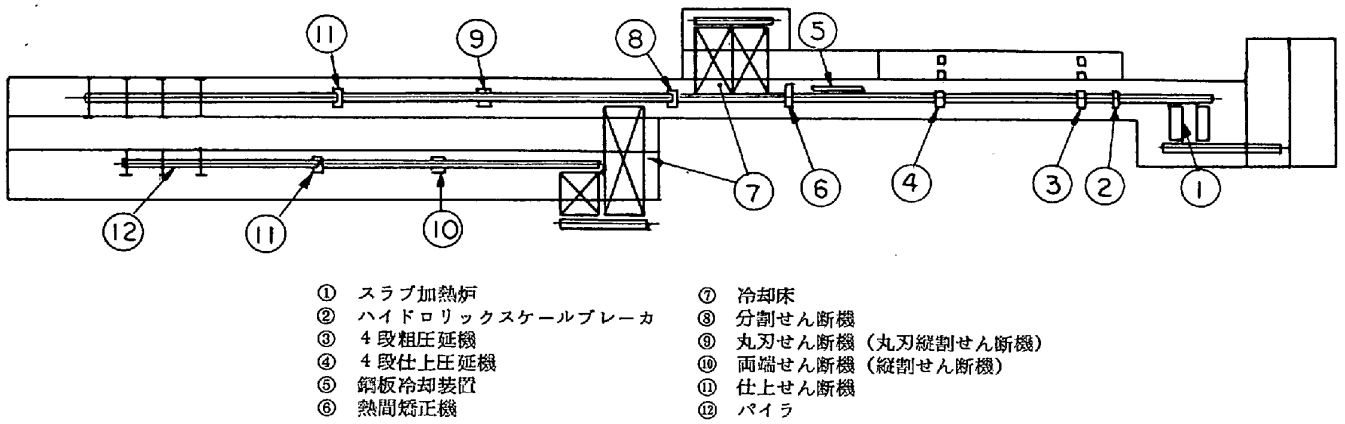


図3 厚板圧延設備の工場配置

生産性向上および省力化に大きく寄与している。

3.2 厚板圧延機の傾向

(1) 工場配置

工場配置は設備の生産性の鍵となつてきていることはいうまでもなく、立地条件、隣接工場との関連、その他の制約条件によつて異なつてくることも当然であるが最近の厚板圧延設備の配置は加熱炉を起点とする圧延機ラインと出荷ヤードを終点とする精整ラインとは直線配列となつているものが多い。新鋭厚板圧延設備の工場配置に関する具体的な傾向は次のとおりである(図3参照)。

A 圧延機ラインは4段粗圧延機および4段仕上圧延機の2基と熱間矯正機1基とで構成されており、付帯設備として加熱炉と粗圧延機との間に構造が簡単で設備費の安い高圧水噴射式デスケーリング装置を設け、仕上圧延機と熱間矯正機との間に低圧水噴射式鋼板冷却装置を設置している。最近では大径鋼管用厚板に対して温調圧延が行なわれるようになり、圧延機に近接して低圧水噴射式鋼板急冷装置を設置している。

B 冷却床は3面備えているのが標準で第1面はすべての板が通過し、第2面および第3面は薄板専用および厚板専用に使われている。冷却床で成品を自然冷却する場合、冷却所要時間との関係で冷却床面積がかなり広くなるので、最近では噴水式強制冷却装置を設けて冷却床面積を狭くすることが考えられている。

C 精整ラインは圧延能力とせん断能力との均衡をとるための薄物(26mm以下)と厚物(26mm~40mm)のせん断ラインを並列に設けている。両せん断ラインの大きな相異点は成品の耳切りを行なう両端せん断機にあり、薄物せん断ラインには高速せん断のできる丸刃せん断機が採用され、厚物せん断ラインには厚物成品の耳切りが可能のように大きなせん断力をもつたダウンカット式両端せん断機が採用されている。とくに両端せん断機

の後面には厚物成品の縦割りを行なうための縦割りせん断機を設け組合わせせん断機としていることも最近の傾向となつている。

D 最近厚板の材質的要求が厳密になり、焼準を必要とする鋼板が漸増しているのに対処して焼準炉をラインの一環として配置するようになった。また走間超音波探傷器が開発され品質管理作業まですべてオンラインで行なわれている。

E 成品への印字作業も走間印字装置が出現し計算機の導入と相まつて画期的に高速化し、成品管理作業を省力化している。

(2) 厚板圧延機の大型化

厚板圧延機の形式は2段圧延機から3段圧延機へ、さらに4段圧延機へと革新し、近年建設された厚板圧延機はすべて4段圧延機となつている。この傾向は成品精度

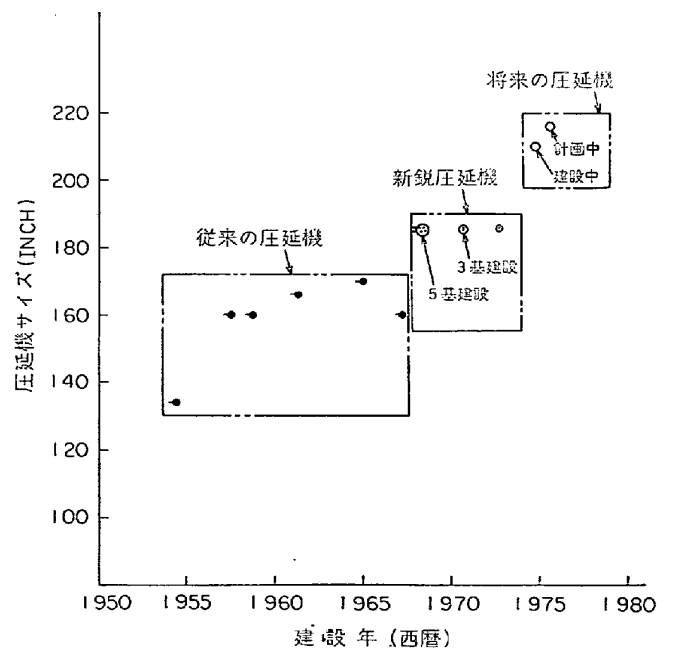


図4 わが国の厚板圧延機の大型化の傾向

が厳しくなったことによるものである。また圧延機の形式および配列は成品精度だけでなく、設備の生産能力にも関連するので一概にはいえないが、新鋭設備のほとんどは4段粗圧延機と4段仕上圧延機を備えている点に注目すれば、いまや4段圧延機2基時代に完全に移行しつつある。図4に示されるとおり1960年代前半までに建設された厚板圧延機は圧延機サイズ160''(4064mm)以下がほとんどであり、バックアップロール径は60''(1524mm)が標準であつたが1960年代後半から1972年に建設された厚板圧延機は圧延機サイズ186''(4724mm)バックアップロール径1800~2000mmに大型化してきた。一方ワークロール径は約1000mmに据え置かれたものの、主電動機容量は4000kW×(90~100)t-m級より5000kW×(100~110)t-m級に大容量化した。また圧延材単重も高生産性の要求から、20t級から40t級へと大きくなった。

したがって圧延能力もしだいに上昇し250万t/年程度は常識的になつてきた。図4にわが国における厚板圧延機の大型化の傾向を示した。

(3) AGC 圧延の普及

新鋭厚板圧延機の压下装置はロール開度設定用急速压下装置に加えて、AGC 圧延用微压下装置を併設している。AGC 圧延はゲージメータ方式を基礎にしているが圧延長が短かく、また雰囲気に制約されて厚み計を圧延

機に近接できないため圧延材の先端嚙込時の板厚をそのまま尾端まで保持するロックオン方式で制御されている。電動AGCの場合、応答性に限界があるため、圧延速度の高度化に呼応して精度を出すことができないので新技術として油圧AGCが試みられようとしている。

(4) ロールベンディング装置の形式

ロールベンディング装置には大別してワークロールベンディング方式とバックアップロールベンディング方式の2方式がある。前者は圧延機ハウジングまたはバックアップロールチョックを基底としてワークロールを曲げる方式であり、後者は圧延機ハウジングまたは特別に装着されたクロスビームを基底としてバックアップロールを曲げる方式である。両者の利害得失は種々議論されており、いずれも一長一短がある。

(5) 制御技術の進歩

最近、厚板の品質および寸法が多種多様になり、製造作業をすべて手動で行なうことはほとんど不可能になつてきた。このため成品の品質向上、生産性向上および省力化を主眼として計算機制御が広範囲に導入されるようになった。計算機制御の範囲としては加熱炉入側から精整ライン末端までを包含し、事務用計算機との連携によつて製造工程の合理化ならびに能率化を図っている。計算機制御機能を大別すればライントラッキングとそれにとりまう各種装置の自動運転および圧延パススケジュー

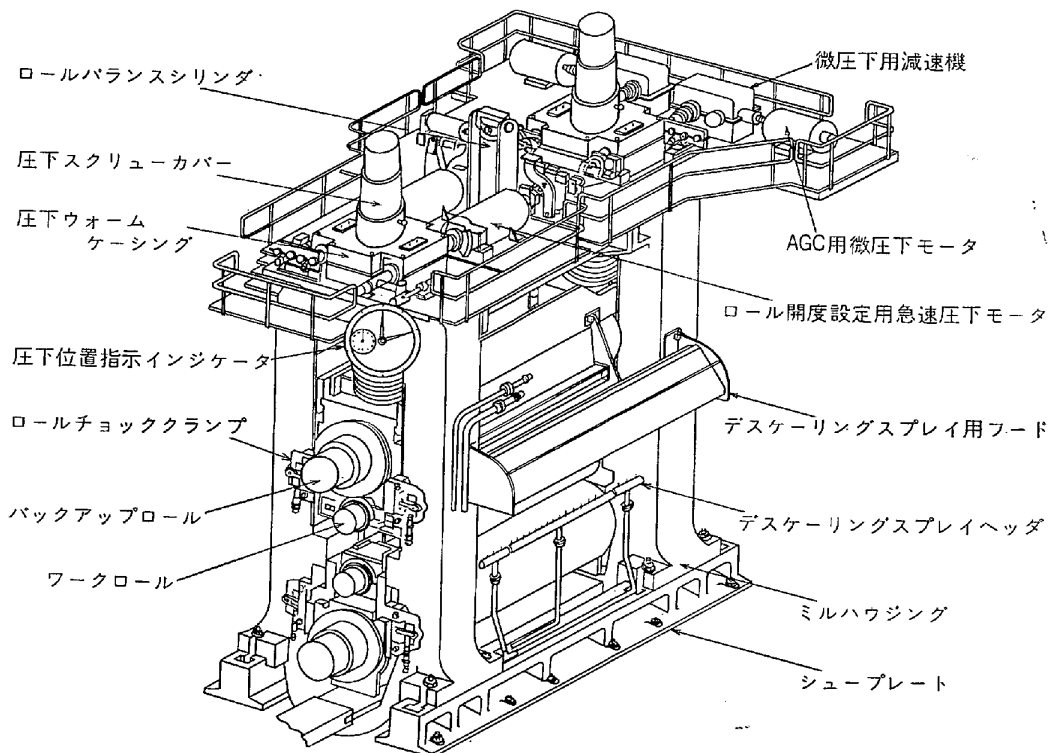


図5 新鋭厚板圧延機の構造

表 2 我 国 の 代 表 的

工 場 名		川 鉄 (水 島)	新日新(名古屋)	新 日 鉄		
圧 延 機		4 段粗圧延機	4 段仕上圧延機	4 段粗圧延機		
建 設 年 月		1970-7 月	1967-2 月	1968-2 月		
機 械 メ ー カ		石 播	石 播	三 菱		
電 機 メ ー カ		三 菱	三 菱	安 川		
ワ ー ク ロ ー ル	mm	1 020 φ × 4 700 L	1 000 φ × 4 100 L	1 020 φ × 4 700 L		
バックアップロール	mm	1 900 φ × 4 600 L	1 900 φ × 4 000 L	1 830 φ × 4 700 L		
ロ ー ル リ フ ト	mm	800	550	445		
ワ ー ク ロ ー ル 軸 受	—	4 列 テーパローラ	4 列 テーパローラ	4 列 テーパローラ		
バックアップロール軸受	in	モーゴイル軸受 64″×72Q C	モーゴイル軸受 64″×72Q C	モーゴイル軸受 (1 350 φ ×1 180 L)		
ミ ル ス ピ ン ド ル	mm	560 φ × 9 000 L	560 φ × 9 000 L	× 10 800 L		
圧 下 ス ク リ ュ ー	mm	680 φ × (20×2) P	680 φ × (20×2) P	680 φ ×38 P		
ポ ス ト エ リ ア	cm ²	9 750	9 750	9 000		
圧 延 荷 重	Ton	4 500	4 500	6 140		
圧 延 速 度	m/min	0-128/320	0-126/314	0-128/320		
急 速 圧 下 速 度	mm/sec	0-17.5-35	0-11.6-23.2	0-9.9-24.8		
微 速 圧 下 速 度	mm/sec	0-0.5-1.0	0-0.7-1.4	0-1.34-2.68		
主 駆 動	出 加	kW	2-D C 3 750	2-D C 3 750	2-D C 4 500	2-D C 3 750
	回 転 数	rpm	0-40/100	0-40/100	0-40/100	0-35/70
急 速 圧 下	出 力	kW	2-D C 150/300	2-D C 150/300	1-D C 205/ 410-535	2-D C 185/505
	回 転 数	rpm	0-480/960	0-480/960	0-390/ 785-1 020	0-435/ 1 185-1 305
微 速 圧 下	出 加	kW	2-D C 75/150	2-D C 75/150	2-D C 250/500	—
	回 転 数	rpm	0-485/975	0-480/960	0-390/780	—
レベリング圧下方式		エヤークラッチ	エヤークラッチ	エヤークラッチ	電動差動歯車	
ロールペンディング方法		—	—	バックアップ ロール	—	
ワ ー ク ロ ー ル 組 替		電動バギー	電動バギー	電動バギー	3	
バックアップロール組替		電動バギー	電動バギー	電動バギー	ロールクラスタ	

な 厚 板 圧 延 機

(君 津)	神 鋼 (加 古 川)		日 本 鋼 管 (福 山)		住 金 (鹿 島)	
4 仕上圧延機	4 段粗圧延機	4 段仕上圧延機	4 段粗圧延機	4 段仕上圧延機	4 段第1圧延機	4 段第2圧延機
1968-2月	1972-10月	1968-4月	1970	1968	1974	1970-10月
三 菱	三 菱	三 菱	石 播	石 播	三 菱	三 菱
三 菱	三 菱	三 菱	東 芝	東 芝	三 菱	三 菱
1 000 φ × 4 724・4 L	1 000 φ × 4 724・4 L	1 000 φ × 4 724・4 L	1 020 φ × 4 700 L	1 020 φ × 4 700 L	1 010 φ × 5 340 L	1 000 φ × 4 724・4 L
2 000 φ × 4 597・4 L	2 000 φ × 4 597・4 L	2 000 φ × 4 597・4 L	1 980 φ × 4 600 L	1 980 φ × 4 600 L	2 000 φ × 5 207 L	2 000 φ × 4 597・4 L
574	950	550	550	550	550	550
4 列 テーパローラ	4 列 テーパローラ	4 列 テーパローラ	4 列 テーパローラ	4 列 テーパローラ	4 列 テーパローラ	4 列 テーパローラ
メスタ軸受 57φ×40φ	メスタ軸受 57φ×40φ	メスタ軸受 57φ×40φ	モーゴイル軸受 64φ×72QC	モーゴイル軸受 64φ×72QC	メスタ軸受 57φ×40φ	メスタ軸受 57φ×40φ
610 φ × 8 534・4 L	610 φ × 8 534・4 L	610 φ × 8 534・4 L	560 φ × 9 000 L	560 φ × 9 000 L	610 φ × 8 534・4 L	610 φ × 8 534・4 L
685 φ ×40 P	685 φ ×40 P	685 φ ×40 P	680 φ × (20×2) P	680 φ × (20×2) P	685 φ ×40 P	685 φ ×40 P
10 000	10 000	10 000	9 750	9 750	10 000	10 000
7 000	7 000	7 000	4 500	4 500	9 000	8 300
0-157/314	0-128/314	0-157/314	0-128/320	0-128/320	0-127/254	0-157/314
0-11・8-35・2	0-30・2-82・3	0-10・9-32・8	0-11・6-23・2	0-11・6-23・2	0-11・8-35・2	0-11・8-35・2
0-1・09-2・18	6・86-17・2	1・01-2・03	—	0-0・7-1・4	0-1・42-2・84	0-1・09-2・18
2-D C 5 000	2-D C 4 500	2-D C 5 000	2-D C 4 500	2-D C 4 500	2-D C 4 500	2-D C 5 000
0-50/100	0-40/100	0-50/100	0-40/100	0-40/100	0-40/80	0-50/100
3-D C 185/505	2-D C 185/505	2-D C 185/505	2-D C 150/300	2-D C 150/300	2-D C 185/505	2-D C 185/505
0-435/ 1 185-1 305	0-435/ 1 185-1 305	0-435/ 1 185-1 305	0-480/960	0-480/960	0-435/ 1 185-1 305	0-435/ 1 185-1 305
2-D C 110/220	2-D C 110/220	2-D C 110/220	—	2-D C 150/300	2-D C 150/300	2-D C 110/220
0-500/1 000	0-500/ 1 000-1 250	0-500/1 000	—	0-480/960	0-480/960	0-500/1 000
電動差動歯車	電動差動歯車	電動差動歯車	エヤークラッチ	エヤークラッチ	電動差動歯車	電動差動歯車
—	—	—	ワークロール	ワークロール	ワークロール	ワークロール
3 ロールクラスタ	3 ロールクラスタ	3 ロールクラスタ	電動バギー	電動バギー	3 ロールクラスタ	3 ロールクラスタ
			電動バギー	電動バギー		

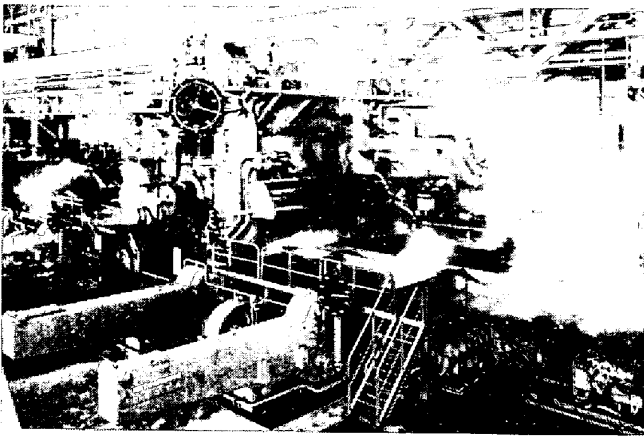


写真2 1000φ/2000φ×4724・4L
4重可逆式厚板圧延機

ールの最適化とそれにもとづく圧延機の制御であり、制御内容の具体例は次のとおりである。

- A 圧延材のトラッキング (ミルペーシング)
- B 加熱炉制御
- C 圧延機の自動シーケンス制御 (テーブルの運動範囲, 起動停止, 圧延機の正逆転)
- D 圧延機のセットアップおよび修正
- E AGC セット
- F パススケジュールの計算
- G 最適パススケジュール圧延制御 (パス回数の減少)
- H 粗, 仕上圧延機の最適負荷配分
- I 成品の仕上温度制御
- J 熱間矯正機制御
- K 自動齊寸野書装置, 両端せん断機 (せん断板幅, ナイフクリアランス, せん断回数, せん断幅設定用投光器) 仕上せん断器 (ナイフクリアランス, せん断板長), 自動印字装置などの各種セットアップ
- L データロギング

3.3 新鋭厚板圧延機の仕様および構造

新鋭厚板圧延機の仕様例を表2に示す。構造については圧延機製作メーカーの特色などによつて異なり、一元的には説明できないので、ここでは典型的な例を掲げて図5および写真2によつて概括的な説明に代える。

4. 将来の展望

最近の厚板圧延設備に要求される条件は次のとおりであり、新鋭設備といえども、これらの条件を必ずしも十分に満足していない。したがつて将来の厚板圧延設備はこれらの各条件を満足する方向で進歩していくであろう。

- A 成品精度の向上
- B 高張力鋼の圧延
- C 大径鋼管用材の温調圧延
- D テーパー材, 差厚材などの特殊形状材の圧延

(1) 油圧圧下装置の開発

成品の長手方向の板厚精度を向上させるために、現状では電動 AGC により対処しているが、電動 AGC 装置の場合、圧下駆動系の慣性が大きく、成品精度に限界がある。そこで新技術として油圧 AGC 圧延が検討されて、世界的にみればすでに3基の油圧 AGC を採用した厚板圧延機が誕生している。油圧 AGC を採用した場合、応答性が良く、圧延速度の高速化に呼応して成品精度を向上させることができるが、反面制御系では油圧シリンダの作動位置検出装置、圧延嚙込時に過渡的に生ずる油柱変動の補償、また機械系では大径高圧シリンダの製作能力および高圧大容量サーボ弁など各種問題点が残されている。しかしながら、これらの問題点は必ず解決されて近い将来油圧 AGC を有する厚板圧延機が相当数誕生するであろう。

(2) ロールベンディング装置の必要性

ワークロールベンディングとバックアップロールベンディングの両方式の利害得失は種々議論されているが、いずれにせよロールベンディング装置を採用した場合、ロール選定および圧延条件の変化に対する融通性から、圧延技術の面では有利となる。しかしながらロールベンディング能力はロールの強度で制限されて限界があり、最近高荷重圧延が要求されるようになった温調圧延などに対してロールベンディング効果だけによつて対処することは難しい。したがつて、ロールベンディング装置の要否については圧延機に要求される特性によつて決定されるものであると考えられ、今後とも厚板圧延機が計画される都度検討されることとなるであろう。

(3) 温調圧延と圧延機の大型化

最近、大径鋼管用鋼材の温調圧延や高張力鋼の圧延などが要求されるようになり、圧延トルクおよび圧延荷重が大幅に増大してきた。この傾向にともない、ワークロール径は圧延トルクの増大に比例し、またバックアップロール径は製作限界に挑戦しながら大型化するであろう。

具体的には近い将来、厚板圧延機用主電動機の定格出力は 2-DC 9000kW×150 t-m, ワークロール径は 1200 mm 程度まで大型化するであろう。一方バックアップロールについてはロールの製作限界拡大を図り、圧延荷重 12000 t 程度に耐えうように 2200~2400 mm の大径ロールが出現するであろう。

(4) 特殊圧延

造船および橋梁などに使用される厚板は強度部材として使用されるので、当然のことながら差厚板ないしは勾配板が要求されてくる。過去の厚板圧延機では差厚圧延および勾配圧延に対する配慮は払われていないが、将来の圧延機はこれらの機能をもつたものとなるであろう。

(5) 精整設備の開発

製造工程の面から分析すれば、精整ラインにはまだ省力化の余地が残されている。とくにせん断準備作業およびパイリング作業などに関しては省力化のみならず、高速化の必要性がある。このことは走間分割せん断機および走間パイラなどの開発が大いに期待される。

(6) ロールショップにおける作業の効率化

厚板仕上圧延機のワークロール組替は普通1直1回程度であるが、将来、圧延機の大形化と特殊圧延の増加を考慮合わせればワークロール組替頻度はさらに増えるであろう。

したがってロール組替時間の短縮とロール研磨作業の効率化が要望されてくる。とくにロール研磨作業についてはいまだ改善の余地が残されており、チェック付研磨などは早急に解決されるべき問題である。

(7) 圧延油装置の検討

厚板圧延機の大容量化に対する側面的な対応策としてロールの摩耗量の減少および圧延動力の減少に有効な圧延油を使用した圧延についても検討すべき段階にきている。

(8) 作業環境の改善

将来の圧延機としては操業や生産面の面ばかりでなく、作業環境も改善されていくであろう。身近な例としては圧延機洗滌装置やチェック洗滌装置などはすでに他種の圧延設備では実施されている。

文 献

- 1) 小池: 新日鉄(君津)ユニバーサル分塊圧延設備の概要, 石川島播磨技報別冊第2号(1969-8月)
- 2) 河野, ほか: 新日鉄(名古屋)第2分塊工場の概要, 製鉄研究 No 274 (1972)
- 3) 神戸製鋼(加古川)第1分塊工場: 神戸製鋼技報, 21 (1971) 1
- 4) 川井, ほか: 住友金属(鹿島)ユニバーサルスラビングミルの概要, 住友金属, 23 (1971) 3
- 5) 谷口, 林: 最近の大形分塊圧延設備: 日立評論, 53 (1971) 10
- 6) 野坂: 製鉄工業における計算機制御, オートメーション, 15 (1970) 5
- 7) 川野, ほか: 分塊圧延機の計算機制御, 計測と制御 8 (1969) 12
- 8) 宮崎, ほか: 分塊圧延工場の計算制御システム, 日立評論, 53 (1971) 6
- 9) 鍵山: 最近の厚板, 製鉄研究 243号(1963-6), p. 24
- 10) 川鉄(水島)厚板圧延設備の概要: 石播技報, 7 (1967) 37, p. 503
- 11) 新日新(名古屋)4700mm厚板圧延設備の概要, 石播技報, 8 (1968) 42, p. 458
- 12) 日本鋼管(福山)4700mm厚板圧延設備の概要, 石播技報, 8 (1968) 43, p. 541
- 13) 厚板: 富士製鉄技報, 18 (1969) 2, p. 137
- 14) 加古川製鉄所厚板工場: R & D, 21 (1971) 1, p. 51
- 15) 村上, ほか: 鹿島製鉄所厚板ミルの概要, 住友金属 23 (1971) 2, p. 72
- 16) 雨宮: 新日本製鉄向け厚板圧延設備, 三菱重工技報, 5 (1968) 6, p. 673
- 17) 岸: 神戸製鉄所向け分塊厚板圧延設備, 三菱重工技報, 5 (1968) 6, p. 671
- 18) S. HACHIYA, et al.: All-Round Computer Control System of a Blooming and Slabbing Process, Iron & Steel Engr, 48 (1971) 12, p. 71
- 19) 野坂: 鉄鋼業のコンピュータコントロール(1970)
- 20) 河底: 鉄鋼圧延の自動化, 機械の研究, 24 (1972) 1, p. 119