

2. 設 備

2.1 均 熱 炉

2.1.1 均 熱 炉 一 般

(1) 概 要

均熱炉は鋼塊を圧延温度まで均一に加熱するためのもので、優良な品質の鋼材を製造するためにも、また順調な圧延作業をするためにも、またさらに生産高の上昇にも極めて重要な意義をもっている。また一方均熱炉は製鋼工場と圧延工場の間にあつて、材料の流れのバッファラーとしても重要な働きもしている。従つて均熱炉の加熱能力は分塊圧延能力よりも相当に大きくなければならない。どの程度が望ましいかは、その工場の配置、トラックタイム、鋼塊の大きさなどにより異なるが、一般には製品の需要の増加と製鋼設備の増強に伴つて次第に均熱炉基数を増し、その能力を増強してゆくのが普通である。しかしながら、その設備および作業は日進月歩し、最近の均熱炉は、炉温、炉圧などの自動制御によつて、鋼塊表面の過熱を防止し、内部まで均一に加熱できるようになつた。鋼塊加熱温度の設定は鋼種、鋼塊寸法および圧延機の特長によつて異なるが、分塊圧延の場合は比較的高い温度を必要とし、おおむね、 $1,280^{\circ}\text{C}$ から $1,340^{\circ}\text{C}$ の範囲に入る。均熱炉は簡単にいえば、深い方形、矩形または円形の室で、その中に上から鋼塊を垂直に立てて入れ、移動出来る炉蓋で塞がれ、燃料の燃焼によつて中の鋼塊は加熱される。この室は普通教室ごとに1基を構成し、燃焼ガスは蓄熱室または換熱器を通つて

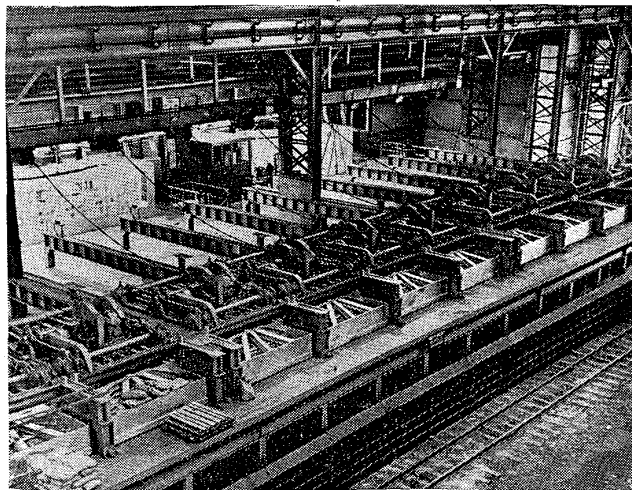


図 2.1(a) 上部1方向換熱式均熱炉(3ホール/基)

煙道から煙突に導かれ外気に放散される。この均熱炉は建家内に付属設備とともに構築されるが、付属設備には鋼塊の搬入のための熱塊線、鋼塊の装入抽出のためのピットクレーン、炉蓋の移動を行なうためのカバーキャリッジ、加熱抽出された鋼塊を受取り、レシービングテーブルまで運ぶインゴットカーなどがある。図 2.1(a) (b) は均熱炉全貌を示す一例である。

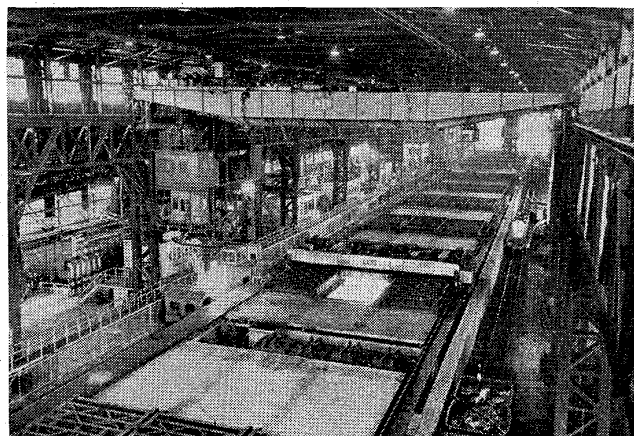
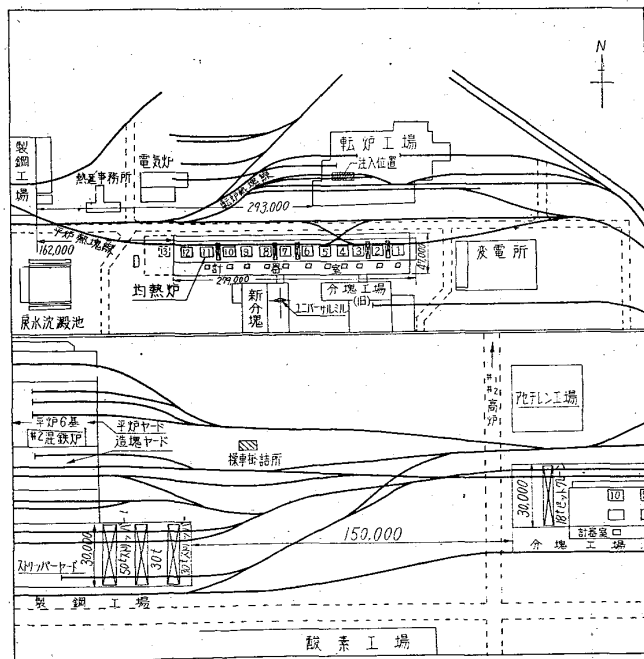


図 2.1(b) 上部2方向換熱式均熱炉(3ホール/基)

(2) レイアウト

(i) 製鋼工場との関係配置 均熱炉能力を左右するのは均熱炉と製鋼工場との関係配置、トラックタイ



上図 2.2 製鋼との平行配置 (広畑)

下図 2.3 製鋼との直線配置 (千葉)

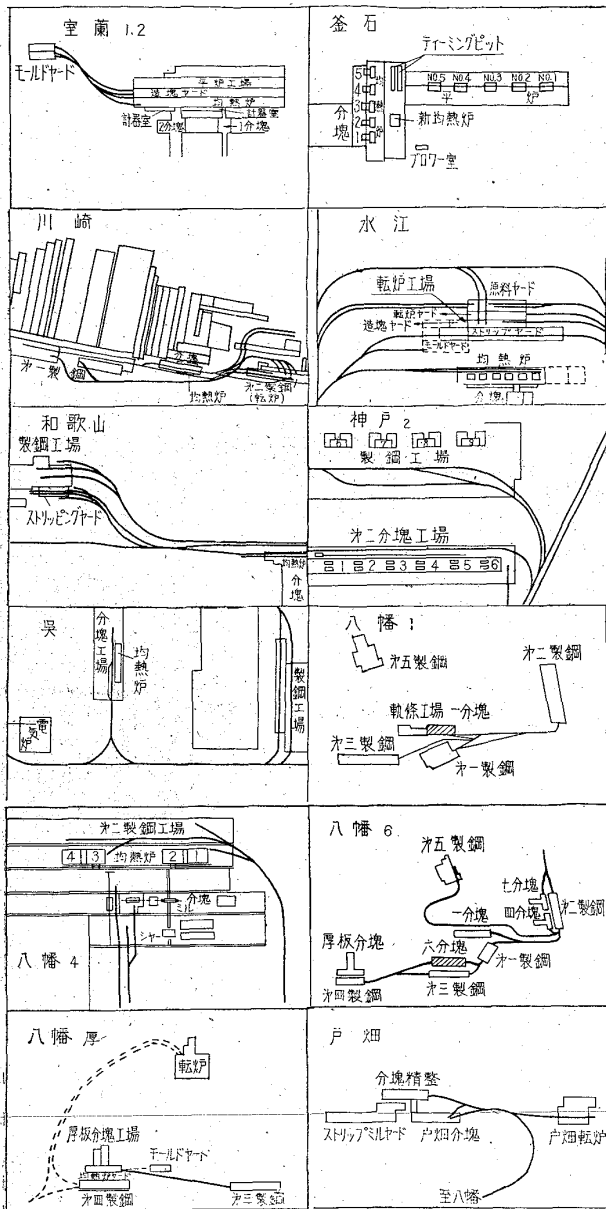


図 2.4 各社製鋼均熱炉関係配置図

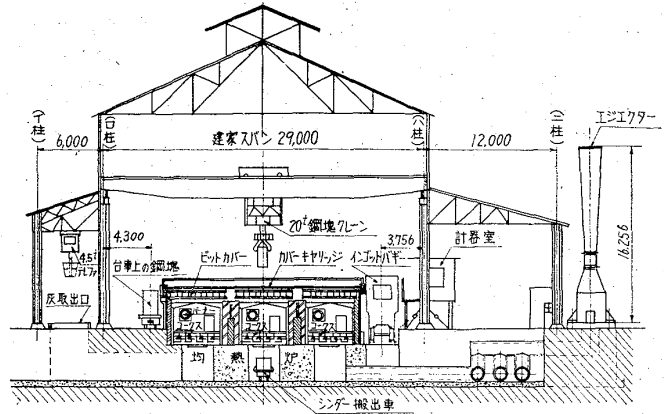


図 2.5(b) 均熱炉ヤード断面図(広畑)

ム、鋼塊の寸法、形状、材質、圧延能力、出鋼量ピッチと炉容量との関係など、多種多様であるが均熱炉のレイアウトとしては、トラックタイムが適正で、また一方、分塊圧延機にできるだけ早く、且つ確実に一定のピッチで、均熱された鋼塊を供給出来るようなものであることが望ましい。鋼塊を供給する製鋼工場の型式が平炉と転炉とでは、多少趣を異にし、また製鋼工場が数工場にもおよぶ場合では、状況も可成り変わってくるが、普通製鋼工場と均熱炉の両者は平行かまたは直線かの何れかの配置が多い。図2.2、図2.3はそれぞれ平行および直線配置の代表例である。平行配置か直線配置かの決定は主として敷地全般配置の構想の如何によるが、敷地に余裕のある場合に直線配置が多いようである。鋳型から鋼塊の型抜作業は製鋼工場内造塊ヤードで行なわれるのが多いが、中にはストリッパーヤードまたはモールドヤードとして製鋼工場から均熱炉への鋼塊運搬経路中途に別の建家を設けてここで行なう例も少なくない。図2.4は各社の製鋼および均熱炉の概略の関係配置を示す。

(ii) 均熱炉ヤード配置 均熱炉ヤード内の配置は炉の型式や製鋼工場および分塊圧延機との関連その他から種々の例が見られるが、多くは炉体設備の外に、熱塊線が1ないし2線、インゴットカー線が1ないし2線設けられる。炉の型式によつてこれら熱塊線とインゴットカー線とをヤードの片側に集める場合と両側に分散する場合とがあり、分塊圧延ヤードとの関係配置からは、T字型と直線型に大別される。図2.5(a)は熱塊線とインゴットカー線とを片側に集めた場合の均熱炉ヤード断面の一例であり、図2.5(b)は分散した場合の一例である。また図2.6は各社概略関係配置を示すものである。分塊工場建設の際は、直線型あるいはT字型のいずれを選択するかは問題となる所であるが、敷地の余裕、製鉄所全般の配置その他から定められる事が多い。その利害得失は一概にはいえないが、一般的には次のような事が考え

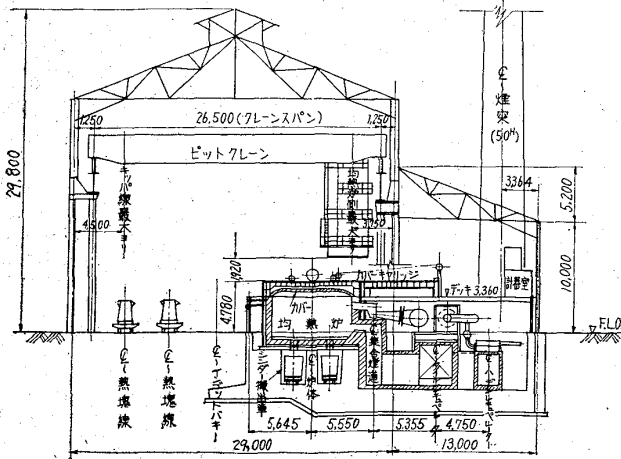


図 2.5(a) 均熱炉ヤード断面図(和歌山)

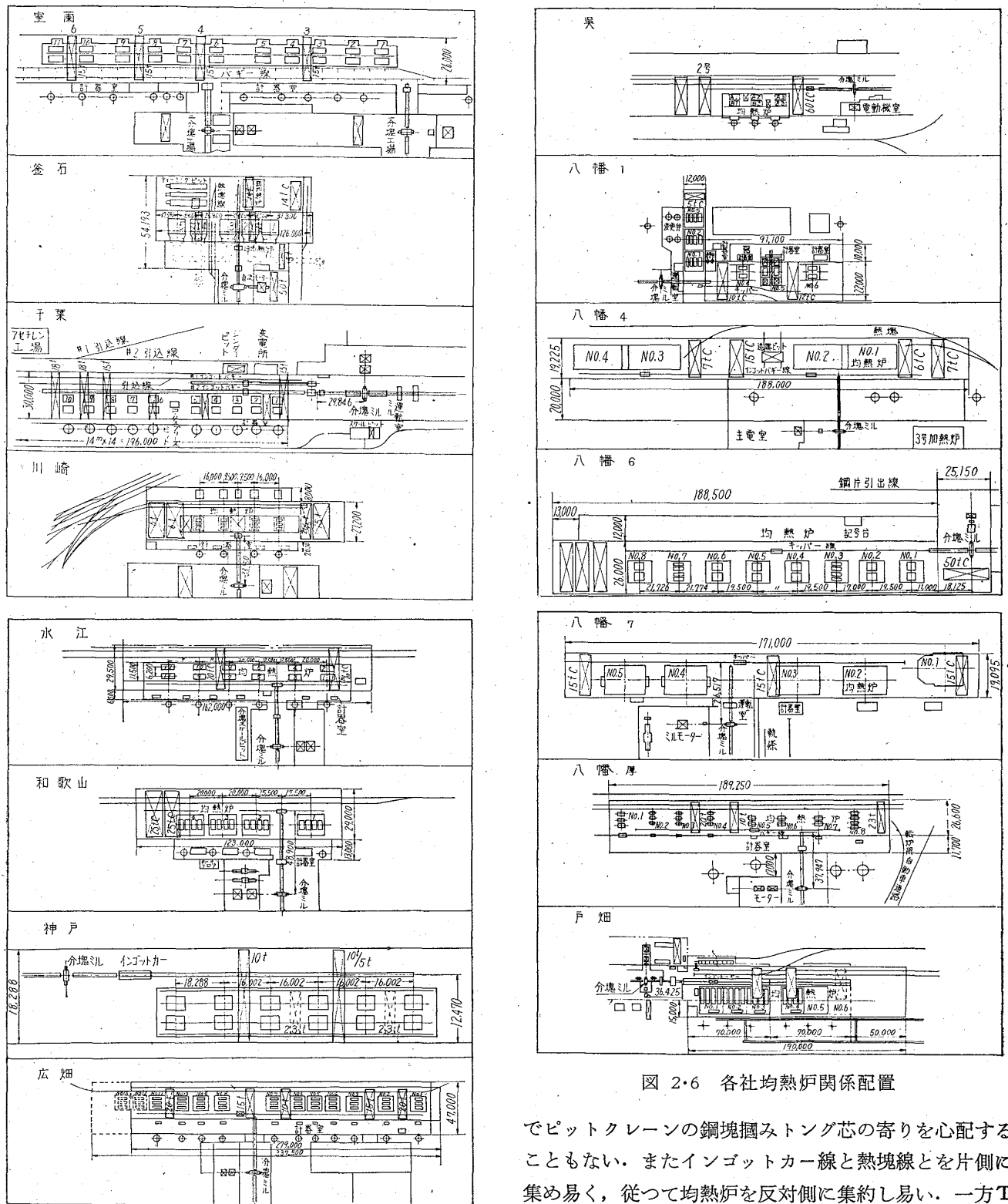


図 2.6 各社均熱炉関係配置

られる。すなわち、直線型では均熱ヤードと圧延ヤードとが一線になつてクレーンの融通性の利く利点があり、インゴットカーまたはレシービングテーブル等の故障の場合に、ピットクレーンで直接、鋼塊をミルテーブルまで運ぶことができるし、レシービングテーブルとの関係

でピットクレーンの鋼塊掴みトング芯の寄りを心配することもない。またインゴットカー線と熱塊線とを片側に集め易く、従つて均熱炉を反対側に集約し易い。一方T字型配置は、インゴットカーの運行距離が半減出来るという大きな利点の外に熱塊線がヤードの両側を突き抜け得るし、均熱炉の増設が比較的容易で既設の圧延ラインと平行して別の新しい圧延ラインを付設する場合に、均熱炉が共用できるという利点を持っている。米国では直線型の例が多いが我国ではT字型の工場が多い。

2.1.2 炉 体

(1) 炉 体 型 式

(i) 最近の設計の目標 最近の均熱炉の設計条件として要望されているものとしては、次のようなものが考えられる。

- (a) 均熱炉内の鋼塊を局部加熱することなく全体を均一に加熱できること。
- (b) 鋼塊の安全な熱吸収能に適した加熱速度を取り得ること。
- (c) できるだけ十分な容量を持っていること。
- (d) 操業費の低いこと。
- (e) 基礎の占める面積をできるだけ小さくすること。
- (f) 建設費をできるだけ少なくすること。
- (g) 炉内雰囲気調節ができること。
- (h) 各種加熱操作ができること。

等が考えられる。上記の (a) は一番難かしい問題であり、これを解決するために各種型式の炉が考えられた。鋼塊を局部加熱せず均一に加熱するには、鋼塊表面をとかしたり、熱歪によつて鋼質を傷めたりしないで、熱吸収能と両立できるようにできるだけ高温に保てば良い。最適の加熱速度は、鋼塊の表面が「汗をかく」温度より少し低目に保つて加熱すれば良い。こうすれば鋼塊内部への熱の流れを最も早く出来る。この点最近の炉は燃焼スペースを炉の上部あるいは、中央部に広くとつてあるため、焰は直接鋼塊に触れることなく「汗かき*」を避けることができる。また、鋼塊の底面以外は、すべて燃焼ガスにさらされるから加熱速度も早く均一な加熱が期待できる。次に炉容量は次第に大容量となりホール当り出鋼量1チャージ装入であつたものが現在では2チャージ装入容量のものが出てきている。(例戸畑—標準120t/ホール) また燃料原単位および保守に要する手数も設計の改良ならびに自動制御装置の採用、築炉材料の進歩によつてかなり減少している。さらに自動燃焼制御と関連して各種の加熱操作もできるようになった。また均一な加熱を助けるために、廃ガスの循環を行なう型式のものもある。(*汗かきとは とけて流れること)

(ii) 炉 体 型 式

(a) 蓄熱型 均熱炉には多くの近代式设计があり、いずれも独特の加熱特性をもっている。その中で最も古くからあるのは蓄熱式均熱炉であり、バーナー壁に設けられたポートを通して交互に燃料を燃焼させて鋼塊を加熱し、燃焼ガスは蓄熱室、煙道および煙突を通つて外気

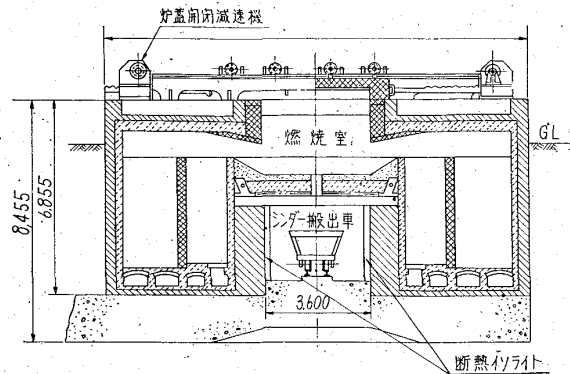


図 2.7 蓄熱式均熱炉(釜石)

に放散される。変更弁切替後、空気は蓄熱室を通つて予熱されるわけである。図2.7は蓄熱式均熱炉の断面図の一例を示す。この型式の炉は、燃焼室が同時に加熱室であり、ポートから吹き出すガスおよび空気が不燃焼のまま鋼塊に接触して燃焼が促進され、この部分が当然加熱されるほか、燃料の変更操作が必要で種々の計測および調整が困難である等の欠点を持っているので、逐次、部分的または全面的に改造されつつある現状であるが低カロリーの燃料も使用できる等の利点を持っているため、現在なお 2,3 の工場で稼働を続けている。

b) 底部燃焼換熱式および2方向燃焼換熱式 米国 Amco 社、Loftus 社等の設計による換熱器 (レキュペレーター) を持った換熱式の炉が蓄熱式に変わつて戦後の新しい型式として次々と登場してきた。この型の炉はガスの流れが連続的で従つて自動制御が確実に出来るという大きな利点をもち、炉内に燃焼室があるため焰は直接鋼塊に当らず、従つて最も重要な鋼塊の均熱が期待できる等の優れた特性を持っている。さらにレキュペレーターが廃ガス出口直後に設けられており熱回収率が大きい。炉蓋は堅固であると同時に気密度が大きく、またカ

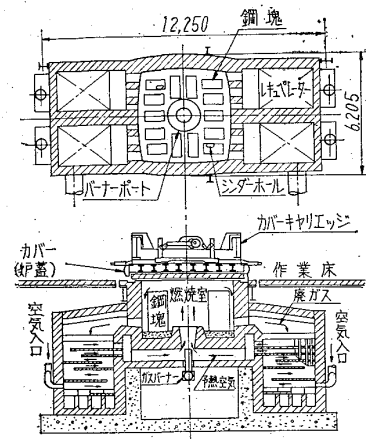


図 2.8 底部燃焼式均熱炉(千葉)

バーキャリッジは各炉に共用できようになっている。従つて、操作上の利点としては燃料原単位が低く、スケールロスも少なく、均一な加熱が出来、かつ加熱能力大で、作業員および維持費も少ない等の利点がある。しかし、反面炉床単位面積当りの均熱炉のヤード所要面積が大きくなる等の欠点がある。図 2.8 は Amco 社設計による底部燃焼式の実例である。また図 2.9 は Amco 社設計の上部 2 方向換熱式のものである。これら各型式のガスの流れを 図 2.10 に示す。底部燃焼式では、燃料

命も長いようであるが、バーナーポートが炉底にあるので損傷し易い欠点を持っている。下部 2 方向燃焼式の場合は、バーナーは両側バーナー壁の炉底より約 600mm 以上に設けられており、廃ガスポートは同じバーナー壁の四隅にある。ガスはそこからレキュペレーターへ流れていく。燃料の燃焼は中央部で行なわれ、鋼塊はその両側に立てられる。バーナーおよび廃ガスポート位置によつて、ガスの流れは適当に乱され、その結果、鋼塊底部の加熱が促進される。上部 2 方向燃焼式の場合は燃料は、両側のバーナー壁上部のポートから水平方向に鋼塊上方の燃焼スペースで燃焼する。バーナーは炉の中心線とある角度をなして水平に取付けられ、ガスは渦巻運動を与えられる。廃ガスポートはバーナー壁下部に設けられ、ガスは直ちにレキュペレーターへ流れてゆく。燃焼熱を鋼塊の周囲に適当に配分するように通常長焰バーナーが用いられる。この型は我国で最も多く使用されており、鋼塊寸法の変化に対する融通性が比較的良く、上記各炉と同様に均一加熱が期待でき、2 ホール毎の炉圧がコントロール出来る等の利点があるが所要スペースが大きいという欠点がある。

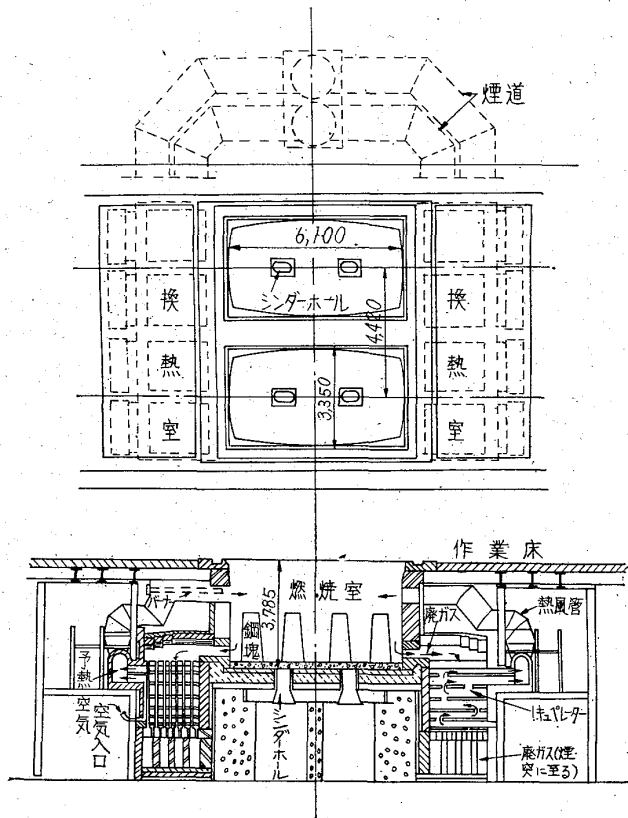
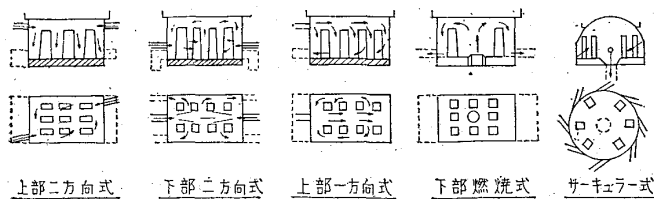


図 2.9 上部 2 方向換熱式均熱炉(室蘭)



注) 図中下部燃焼式とあるは底部燃焼式と同じ

図 2.10 ガス流れ比較図

は、炉底中央のポートから垂直に立上つて燃焼し、鋼塊はそのポートの周りに立てられる。燃焼ガスは先ず燃焼帯を昇り、次に鋼塊の周りや炉壁の近くを下向きに流れ、その一部は内側の高温上昇ガスの流れに吸収され、その結果、良好な循環が得られ、炉温は均一化される。従つてこの型のもは炉の深さが浅くて済み、炉内の燃焼が比較的有効に行なわれるのでレキュペレーターの寿

c) 上部 1 方向燃焼式 米国 Surface Combustion 社の設計による 1 方向燃焼式の炉が最近国内でも次第に採用されるようになり、すでに数社で順調に稼働している。この型式の炉は前記上部 2 方向燃焼式等の優れた点を持つばかりでなく、炉床単位面積当り均熱炉ヤード所要面積が小さくて済み、従つてヤード単位面積当り加熱炉数が従来のものよりずつと多く、従つて建設費も割安になる利点を持っている。表 2.1 は各型式の炉床単位面積当り均熱炉ヤード所要面積の比較表である。米国ではこの型式の炉が非常に多い。

この型式の炉は、上部 2 方向燃焼式と同様に燃料は鋼塊上部の燃焼室で燃焼する。図 2.10 にガスの流れが示されているが、バーナー壁と反対側の壁とでは多少温度差があるように思われる。図 2.11 はこの型式の例を示すものである。

この型はレキュペレーターが上部各炉と異なり、タイル型とメタリック型とから成り、ターボブローからメタリックレキュペレーターを通つた高圧空気がタイルレキュペレーターを通つて予熱された空気を吸引するという型式のものである。空気漏洩が殆んどないといわれており、燃焼室も少なくすむ利点を持っている。しかし炉内の均熱で多少心配があり、炉圧制御がホールごとに行なえず、鋼塊寸法の変化に対する融通性に比較的乏しく、バーナーの損耗が比較的大きいという欠点がある。

表 2.1 炉床単位面積当り均熱炉ヤード面積比較

項 目	上 部 2 方 向 燃 焼 式				底 部 燃 焼 式	上 部 1 方 向 燃 焼 式	
	室 蘭	川 崎	水 江	広 畑	千 葉	和 歌 山	戸 畑
A=m ² 均熱炉ヤード	26×220	27×97	29.5×162	29×271	30×196	29×123	30×190
炉床面積 m ² /ホール	5.87×2.89 =17	5.03×1.99 =10	6.4595×3.33 =21.6	5.87×2.89 =17	4.65×4.34 =20.2	7.3×2.9 =21.2	8.0×3.0 =24
ホ ー ル 数	2×11=22	3×4=12	2×6=12	3×11=33	2×11=22	4×4=16	4×6=24
B=m ² 全炉床面積	373	120	259	560	436	338	576
A/B	15.3	21.8	18.4	14.0	13.5	10.6	9.9

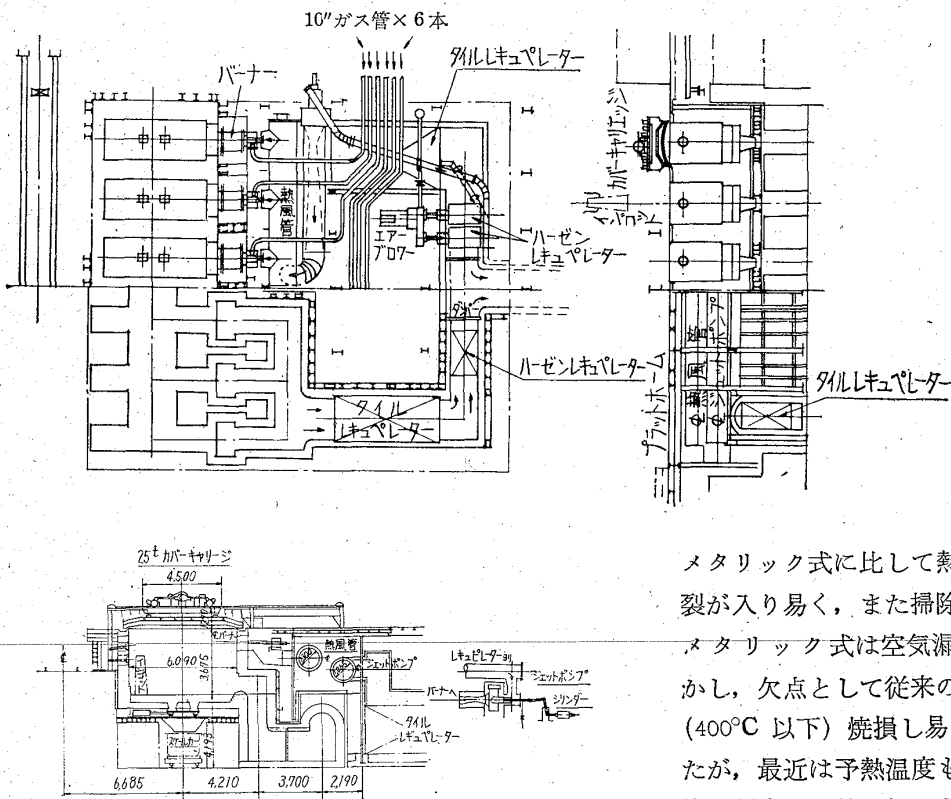


図 2.11 上部 1 方向換熱式均熱炉 (釜石)

d) その他の型式 我国には未だ例がないが円型接線方向燃焼式 (Salem-Circular pit) がある。この型は図 2.12 に見られるような構造でバーナーが炉底近くの壁に接線方向に多数設けられ炉内で完全燃焼し、鋼塊の偏熱はないが、スペースを要する欠点がある。この外に Swindell-Dressler-Pit 等の型式もある。

a) 各社における型式等の比較

各社の炉の型式、寸法および加熱炉高さ等の比較表を表 2.2 に示す。

(2) 予 熱 器

予熱器を蓄熱器 (ギッター) と換熱器 (レキュペレーター) とに大別して考えると、蓄熱式の長所としては高

温の予熱が可能で、建設、維持費が低廉であるが、欠点として熱伝達度が低く切替弁の操作を必要とし、自動制御が困難であるので、最近はずべて換熱式になってきた。さらに換熱式には煉瓦 (タイル) と金属製 (メタリック) とあり、現在国内の多くのものはタイル式であるが、Surface 社の上部 1 方向燃焼式は両者の併用型である。タイル式は予熱温度を高くとれるが、

メタリック式に比して熱伝達度低く、熱的变化による亀裂が入り易く、また掃除補修等に長期間を要する。一方メタリック式は空気漏洩が少なく熱伝達度が高い。しかし、欠点として従来のものは予熱温度を高く出来ず、(400°C 以下) 焼損し易く、高価である等の欠点があったが、最近はず熱温度もタイルに比較して遜色なく、価格も割安で取替至便なものが現われている。タイルレキュペレーターの例が図 2.13 (a), (b) に示されているが下部より強制通風された冷風は、6 段のチューブの外周を水平に流れ、3~4 回方向転換して上部に至り、熱風箱に集められ、熱風管を通つてバーナーに送られる。チューブ内は廃ガスが垂直に煙道まで流れ落ち煙突より排出される。このチューブ内外の温度差により熱交換が連続的に行なわれる。空気は、第 1 流では第 1 段チューブ、第 2 流では方向を転じて第 2 段チューブの外周を通り、この間空気温度が上昇して熱膨脹のため圧力が大きくなるので、第 3 流では、第 3, 4 列チューブ、第 4 流では、第 5, 6 列チューブの各外周を通つて、というようにその通過断面積を大きくしている。このように、チューブ内外の圧力差を僅少にして、空気漏洩防止を図

表 2.2 各社の均型熱炉式とその仕様

工場	項目	型式	基数	ホール数	設計者	炉床寸法 (長×巾) (mm)	炉床面積 (m ²)	炉深さ (mm)	抽出設定温度 (°C)	装入高	加熱高実績 (25年/12月)			主要鋼塊炉床被覆率		
											t/h/ホール	1ヵ月t/ホール	冷塊(%)	型	本数	%
室蘭	上部2方向換熱式	11 (2ホール/1基)	22	米国 Amco	センター	6,100×3,350	17.0	3,785	1,320	標準約100t/ホール	7.97	5,240	5.3	MB6.5 MS6	1246.5 1853.3	
					コーナー	5,870×2,890										
室蘭	上部1方向換熱式	3 (4ホール/1基)	12	Surface combustion	センター	3,200×8,000	25.6	4,450	1,320	120t/ホール	(36.9) 15.6	(36.9) 7.221	(36.9) 4.8	MB14	640.6	
千葉	底部燃焼換熱式	10 (2ホール/1基)	20	米国 Amco	センター	4,880×4,570	19.8	2,690	1,320	標準 105t/ホール 最大 140t/ホール	10.8	7.650	16.6	CBFR 1.5 C10" 1.3 C8 " 10 C6F	846.1 1251.6 1450.1 1644.8	
					コーナー	4,650×4,340										
呉	上部2方向換熱式	3	6	Loftus	センター	6,730×3,600	21.45	3,715	1,330 ~ 1,340	標準80~100t/(熱) 70~80t(冷塊)	11.2	6.170	1	K53 K49	1844.0 2945.9	
八幡	複座蓄熱式	2 (4ホール/1基)	8	八幡製鉄	センター	3,668×2,360	36,000 9,000/ホール	2,800	1,300	標準35t/ホール	5.8	3.300	6.2	C66	838.5	
	単座蓄熱式	2 (4ホール/1基)	8	"	コーナー	880×880×24	18.6 0.775/ホール	2,800	1,300	最大50t/ホール	0.8	37.9	3.8	C61	180.0	

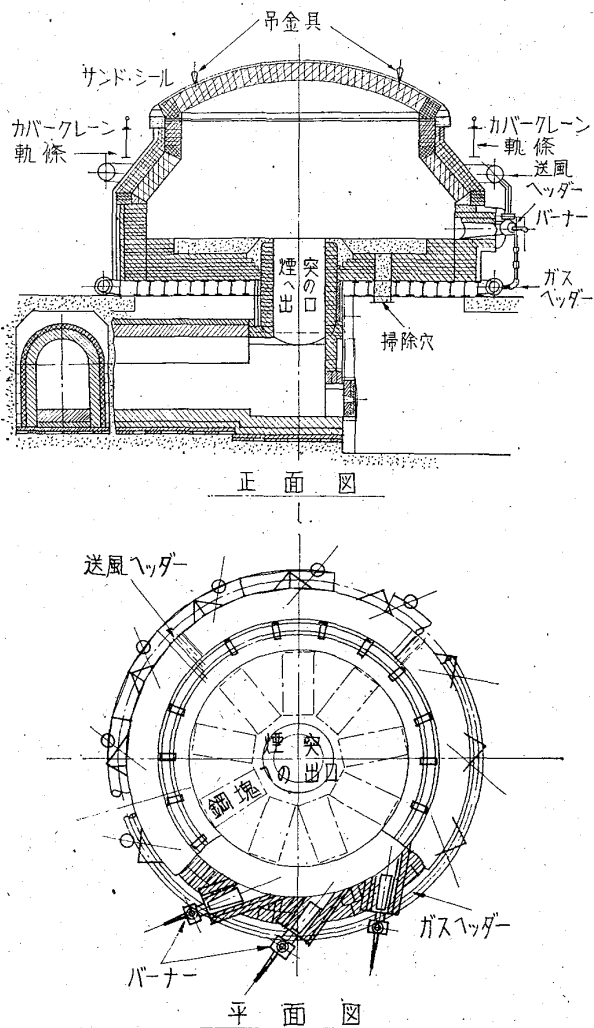


図 2.12 接線方向燃焼式均熱炉

つている。図2.14はSurface社のタイルおよびハーゼンメタリックレキュペレーターを示すものである。また図2.15(b)は各種のメタリックレキュペレーターで、主要部は耐熱特殊鋼が用いられている。図2.16はメタリックレキュペレーターを持った1方向式炉の一例である。各社の設備一覧表を表2.3に示す。

(3) 燃料と燃焼

工業用燃料には数多くの種類があり、それぞれ特徴を持っているが均熱炉に用いられている燃料は殆んどが気体燃料の天然ガスか混合ガス(BFG+COG)または液体燃料の重油である。気体燃料は、煤煙を出さず、任意の割合で空気と容易に混合し、流量の制御が容易で炉内温度が調整し易い等の利点を持ち、最も多く使われている。米国では、天然ガスが多く使われているが、我国では高炉ガスとコークス炉ガスの混合ガス(BFG+COG)が圧倒的に多い。液体燃料の中の重油は、貯蔵と輸送が容易で発生設備を要しない利点はあるが、燃料コストがやや大きく、もつばら、高炉、コークス炉設備のない工場に使われている。

次に、燃焼用バーナーは均熱の設計に応じて、最も加熱に適した焰にするように設計されている。蓄熱式均熱炉ではポートがバーナーの役をしている。バーナーの設計は、均熱炉の設計によつて異なるが、空気と燃料をよく混合させないで燃焼過程を長くし、長焰にする場合もあればまた良く混合させて短焰にする場合もある。図2.17はバーナーの一例を示すもので、ガスバーナーは25

表 2.3 空 気 予 熱 器 一 覧 表 (代 表 例)

項 目 工 場	型 式	予 熱 温 度 (°C)	伝 熱 面 積 { 1 方 向 式 は 1 基 当 り, 他 は 1 ホール 当 り }	パ ス 数	効 率 (%)	数 量 及 び 寸 法 (mm)
千葉	Amco 式 タイルレキュ ペレーター式	950	56m ² /ホール	二次空気 5 パス 廃ガス 1 パス	60	4 基/ホール 寸法 2,080×1,750×2,110 (6 段で各段 267)
水江	モルトン型 下向式タイルレ キュペレーター	700~ 750	305m ² /ホール	二次空気 3 パス 廃ガス 1 パス	60	2 基/ホール 2,060×3,585×2,360
八幡 6	タイル, レキュ ペレーター	700	144m ² /ホール	空 気 4 パス 廃ガス 1 パス	60~65	4 基/ホール 2,060×1,450×2,112 (6 段)
	ギッター	1,000 } 727 1,200	754m ² /基 (4基) (2") 1265	—	60 (ガス空気 とも)	空 気 ガス 高さ 820×500 443×500 2,310 (5 基) 820×500 430×500 2,160 (1 ") 655×500 655×500 2,190 (1 ")
戸 畑	ハーゼン及タ イルレキュペ レーター	600~ 700	ハーゼン 112.2m ² /基 タイル 243m ² /基	空気 ハーゼン 2 パス タイル 3 パス 廃ガス 1 パス	60 (ガス空気 とも)	ハーゼン 1 ケ タイル 1 ケ/基

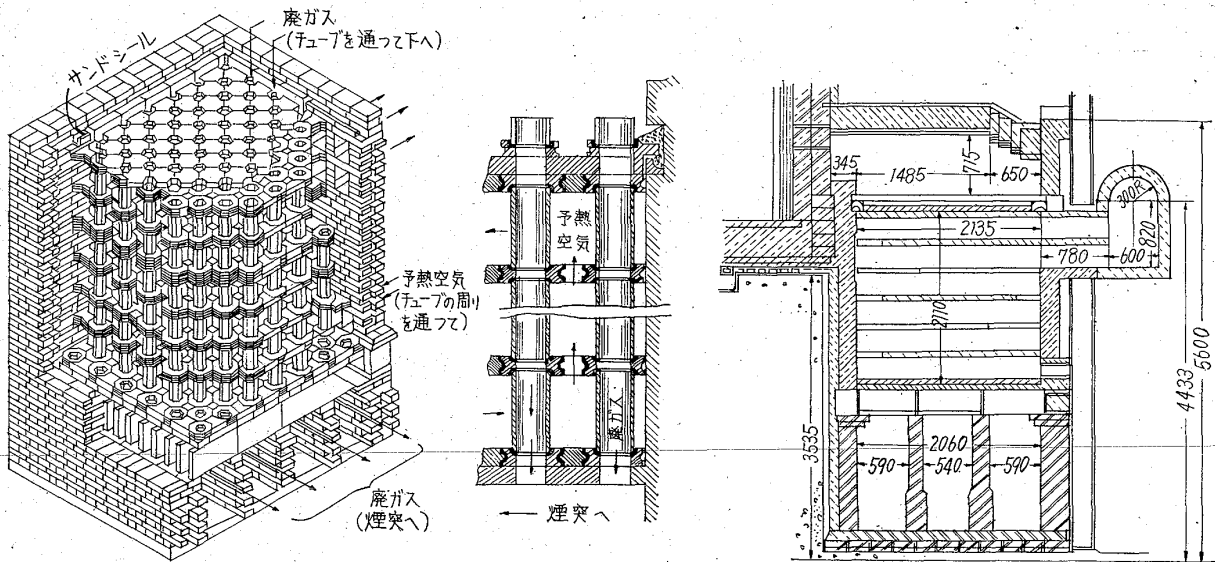


図 2.13(a) タイルレキュペレーター

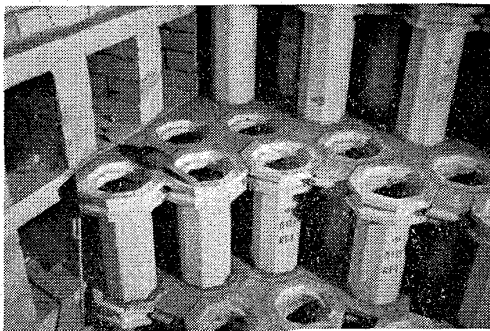


図 2.13(b) タイルレキュペレーター

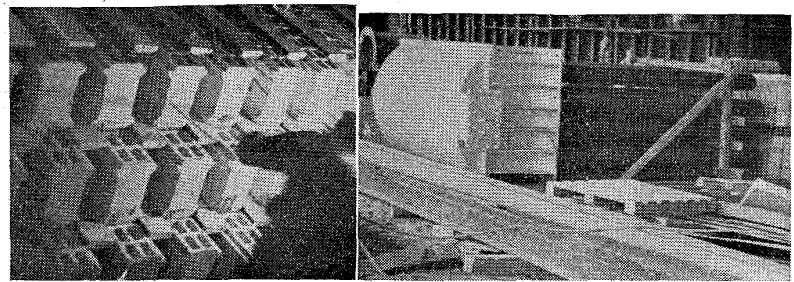


図 2.14 タイルおよびメタリックレキュペレーター

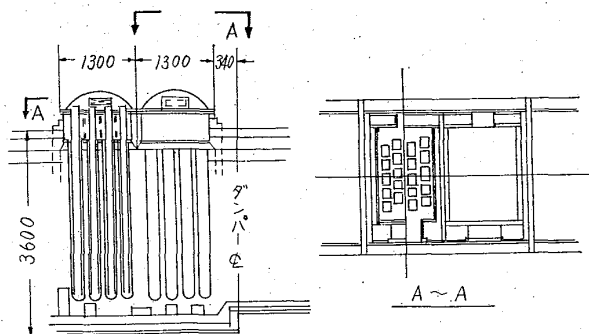
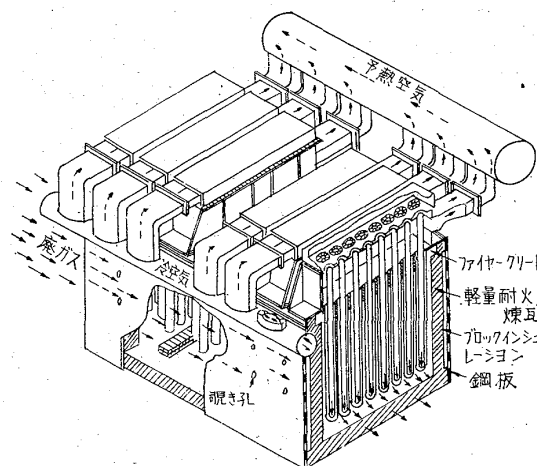
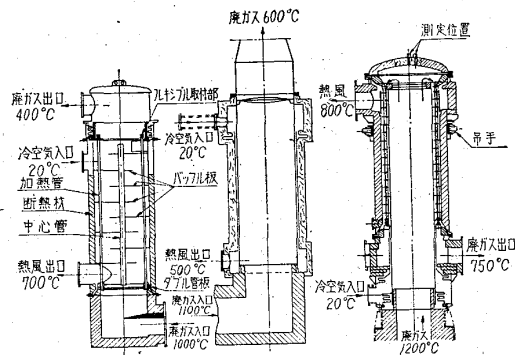


図 2.15(a) ハーゼン式メタリックレキュペレーター

図 2.15(b) メタリックレキュペレーター



(i) ダブル管板付き煙道管式 (ii) 輻射式 (iii) 複合同心型

図 2.15(c) メタリックレキュペレーター

%Cr, 13% Ni 鋼の鋳造品を使用し、バーナー先端付近はベンチュリー型となっており、バーナーから噴出する高速ガスの流れのため噴出口付近が負圧となり、予熱空気を吸引し、これによつてレキュペレーター内の空気圧力が高くならず、その空気漏洩を少なく出来るようになってゐる。図2.18は重油バーナーの一例で、蒸気または圧縮空気による霧化が必要で、先端部は水冷されているバーナーポートはガス焚きの場合と大差ない。

燃料の燃焼に必要な空気量を正確に測定し、調整する装置は自動制御装置の一連として設計されているのが普通である。この空気は送風機により送られ蓄熱室または換熱器を経由してガスポートに到る。この送風機は通常冷風用として設計されるが、廃ガス循環兼用その他の場合に、熱風用として設計される場合もある。表2.4に各社の設備

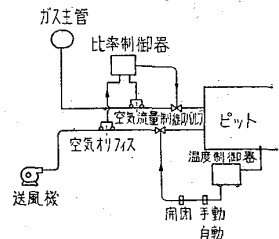


図 2.19 単一燃料炉内温度制御系統図

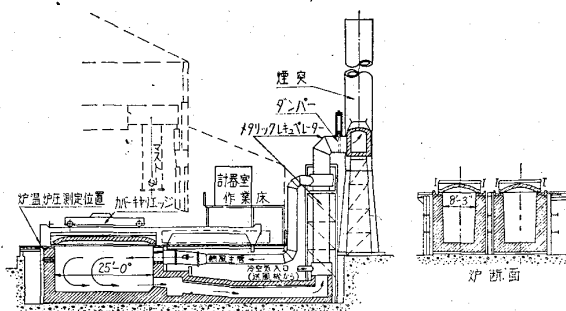


図 2.16 メタリックレキュペレーター式 1方向焼燃均熱炉

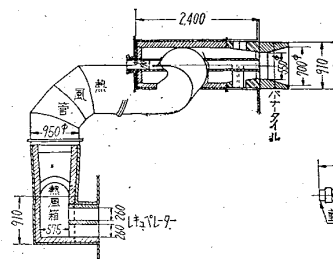


図 2.17 ガスバーナー

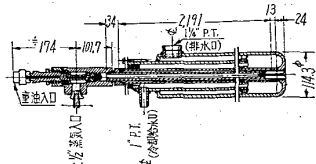


図 2.18 重油バーナー

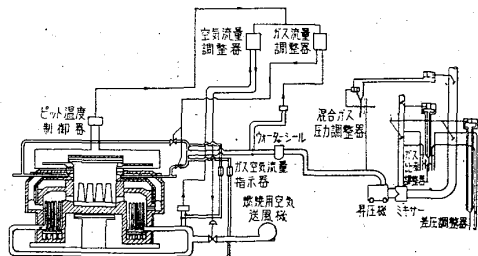


図 2.20 混合ガスヘッダー空気ガス同時制御系統図

(4) 自動燃焼制御

自動燃焼制御は過去の所謂「鋼焼き」の勘という不安

表 2.4 各 社 の 燃 焼 設 備 一 覧 表

工場	項目	炉体型式	燃料種類 混合比 C : B	燃料発熱量 kcal/m ³ 混 合	原単位(加熱 t 当) × 10 ⁴ kcal/t (35年12月実績)			燃 焼 パ ー ナ ー				送 風 機		燃 焼 圧 送 機		重 油 加 熱 器	
					熱塊	冷塊	月間	種 類	数	能力	位 置	容量	出力台数 kW	容量	出力台数 kW	容量	台数
室	上部2 方向換 熱式	1:9	1,240	23.7	38.7	24.5	バーナー	2ヶ/ ホール	3,600 m ³ / h/ホール	炉底より 2,825	170 m ³ / mn	2台/ ホール	30,000 m ³ /h	190×4	—	—	
蘭	上部1 方向換 熱式	1:9	1,240	(36.9) 15.4	(36.9) 41.9	(36.9) 16.7	バーナー	1ヶ/ ホール	5,650 m ³ /h/ ホール	炉底より 3,585	200 m ³ / mn	150 kW 2台/3 バンク	30,000 m ³ /h	190×4	—	—	
千葉	底部燃 焼換熱 式	1:6.7	1,350	12.5	45.0	21.0	バーナー チューブ	4本/ ホール	3,300 m ³ /h/ ホール	炉底中央 ポート内 径760炉 底より375	170 m ³ / mn	11 台/ ホール	14,400 m ³ /h	45×4	—	—	
水江	上部2 方向換 熱式	C重油	10,000 kcal/l	10	40	16.8	ブルーム 60VET オイルバ ーナー	2本/ ホール	227l × 2h/ホ ール	炉底より 3,080 右8°30' 傾	180 m ³ / mn	ホール 1台	他工場 と共通	4,000l /h	2		
神戸	上部2 方向換 熱式	C重油 S<2 %	9.780 kcal/l	21.9	42	23.2	高圧オイ ル バーナー	2本/ ホール	350l/ h/ホ ール	炉底より 2,880 中心から 750寄り	110 m ³ / mn	12台 7.5	K-1 MO 62m ³ /h	5.6×2 0.7t/ ×6h	2		
八幡7	上部2 方向換 熱式	1:2.5	1,815	15.8	36.7	16.8	バーナー	2ヶ/ ホール	5,000 m ³ /ホ ール	炉底より 2,850 9° 右上傾斜	125 m ³ / mn	75	10,000 m ³ /h ×3	401×3	—	—	
戸畑	上部1 方向換 熱式	1:5	1,500	12	39	16.0	バーナー	1ヶ/ ホール	4,500 m ³ /h	コークス 上部から 3,044 上向3°	150 m ³ / mn	100 台/基	—	—	—	—	

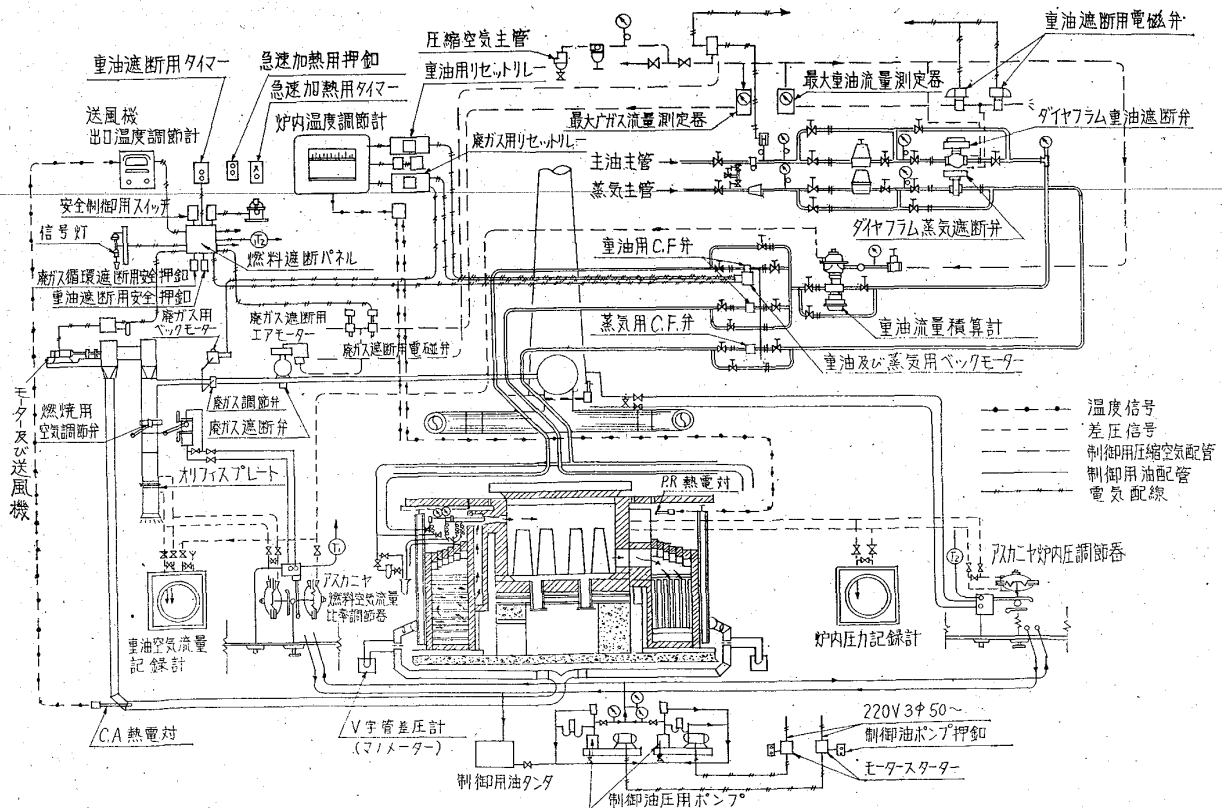


図 2.21 上部2方向換熱炉自動制御系統図(重油燃料廃ガス循環装置付)

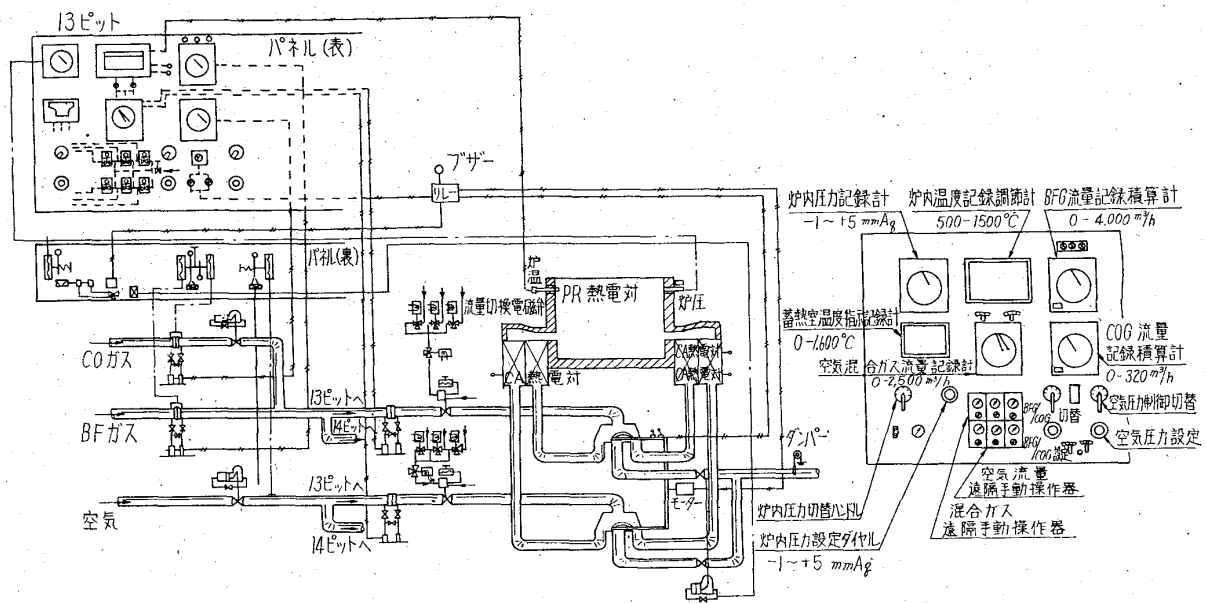


図 2.22 蓄熱型改造均熱炉自動制御系統図 (八幡)

定な尺度で行なわれてきた均熱炉作業を計測操作化し、しかもその中の人力による部分を機械化したものであり、単に設定点のみを選定すれば良い。これによつて均熱炉作業の目的である一定温度に、均一に、スケールロスを少なく経済的に鋼塊を加熱することが出来る。これらの目的を達するために制御しなければならないものの第一は鋼塊温度がある一定値に保持されこの間炉内各位置の鋼塊が内外上下共均一に加熱されることである。次に燃料が最も効果的に利用されることである。前者を行なうに当つて制御変数として炉内温度をとり、操作変数として燃料をとるのが普通である。また炉内圧力制御やバーナー流量平衡制御もこのための手段と考えられる。後者を行なうために、BFG 対 COG の混合比率の調整および燃料対空気の混合比率の調整などがある。

近代的均熱炉の自動制御装置 (ACC) は炉内温度制御、燃料対空気混合比率制御および炉内圧力制御に大別される。この他に燃料流量平衡装置、炉蓋開閉遮断装置、ガス圧力制御装置、燃料混合比率制御装置などがある。これらの制御装置は検出系からの信号に応じて、調節系へ制御動作を命令するのであるが、この命令する方式として電気式、空気式または油圧式等がそれぞれ用いられている。一般的には信頼度が高く、維持費が少ない型式が望ましいが、それぞれ一長一短があり、電気式は距離の制限を受けず、取付場所に制限を受けないが、性能が多少劣る点があり操作力も小さい。一方空気、油圧式は機構は簡単で保守も容易であるが、温度、粘度等により制御作用が変化するという欠点を持っている。

(i) 炉内温度制御 上記の種々の制御装置はある

意味では炉内温度制御に付属したものと考えられ、この点から考えると次のように分類される。

a) 単一燃料—燃料または空気基準制御 単一燃料を使用して、空気基準で炉内温度制御を行なう一例を図 2.19 に示す。炉内温度は熱電対または放射発信器で検出され温度調節計が設定温度とこの温度との偏差を訂正するような制御命令を発して、空気流量を増減する。この空気流量と燃料流量とが比例するように、空気対燃料混合比率調節機が制御命令を発し、燃料流量制御弁を操作する。

b) 混合ガス (炉ごとに) 一燃料基準制御 主として炉を 1 基ずつ改造する場合や、1 基ずつ増設する場合に、炉ごとに BFG 対 COG 混合比率調整を行なつて、一定発熱量の混合ガスを得、これを 2~3 のピット支管で各ピットで燃焼させ、ガス基準で入熱制御が行なわれる方式である。この方式は、要求に応じて混合ガス発熱量を随時変えることが出来るという利点があるが、炉の混合ガス本管の圧力がピットの混合ガス使用量によつて変動する欠点がある。

c) 混合ガス (ヘッダーより) 一燃料空気同時制御 同型式の炉が多数同時に建設される場合によく採用され、混合ガス圧力調整機、混合比率調整機および差圧調整機により一定流量比の混合ガスが分岐しているので混合ガスの総使用量は変動が少ない。温度調節計からの入熱制御命令は、混合ガス流量制御弁と空気流量制御弁に同時操作され、この 2 制御弁は一定比率を保つて作動するようにしてある。従つて燃料と空気との混合はおくれなしに一定比率が保たれる。この式の例を 図 2.20 に示

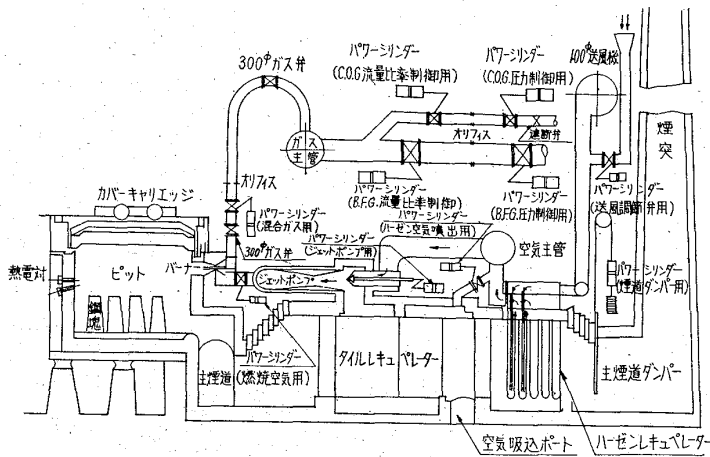
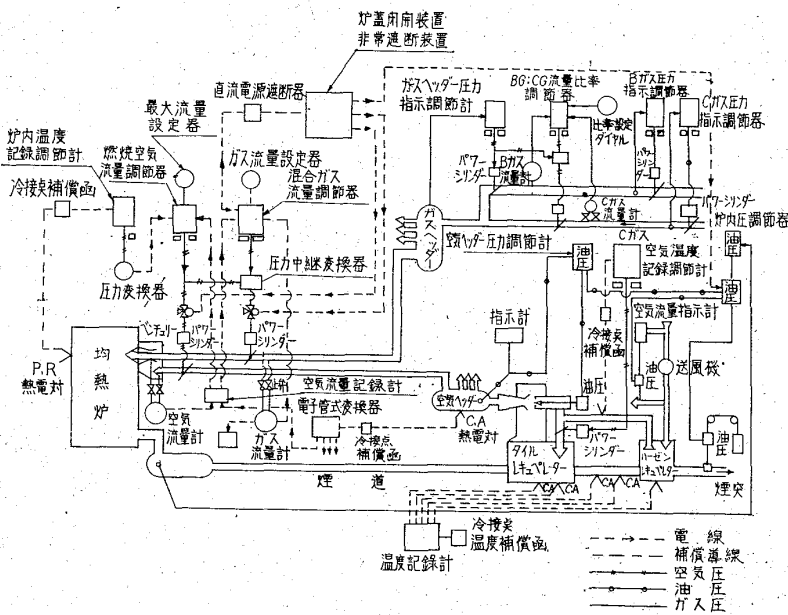


図 2-23 上部 1 方向式均熱炉自動制御系統図 (八幡厚)



す。

d) BFG—COG 別個制御 種々の鋼質でいろいろなサイズ、鋼塊を圧延する必要のある所で用いられ、加熱期に COG を使用して、混合ガスで昇温を行ない、均熱期には、BFG のみにするという方式である。

e) 廃ガス循環 大煙道・炉内圧力調整用ダンパー後より廃ガスを取りだし、燃焼用空気ファンで吸引して空気と混合してレキュレーターを通つて炉内に送られる。図 2-21 はこの廃ガス循環装置を持つた一例で目的は加熱期において火焰温度の調節を行なつて、局部直熱防止を行なうにある。

(ii) BFG 対 COG 混合比率調整 燃料の発熱量は燃焼ガスの温度に大きな温響を持っているが、BFG および COG を任意の比率に混合すれば、求める発熱量の混合ガスを得ることが出来る。この比率を調整する方法として

- a) 固定オリフィスによる混合比例調整
- b) 可変オリフィスによる混合比例調整
- c) カロリーメーターを併用する混合比例調整等がある。

(iii) 燃料対空気混合比率調整 燃料は完全燃焼させてはじめて熱として利用できるこのために空気を用いるのであるが、その混合比率調整方法として流量比によるもの、酸素計を用いるもの、サマライザーによるもの等がある。

表 2-5 各社自動制御装置の例

工場項目	炉体型式	制御装置 製作者	制御方式	計器室 の数	炉内温度 制御	燃料空気 比率制御	炉内圧力 制御	混合ガス 比率調整	一 般 計測装置
広畑	上部 2 方向 換熱式	アスカニア 日本レギュ レーター	油圧式	1室/3ホ ール/1基	設定温 度制御	設定比率 制御	煙道ダン パーにて 設定圧制 御	ボリュ ーム御	廃ガス温 度予熱 空気
呉	"	山武ハネ ウエル	空気・油 圧・電 気	1室/2基	急速加 熱およ び廃ガ ス循環 制御式	油圧式 アスカ ニア型 比率制 御	アスカ ニア型 炉圧レ ギュレ ーター にて油 圧制御	—	炉内下 部温度 廃ガス 温度予 熱空気
戸畑	上部 1 方 向換熱 式 No. 8	北辰電機	空気油 圧式	1室/4ホ ール/1基	急速加 熱付 プログ ラム コン トロ ール 空気 油圧 式	油圧作 動	油圧作 動	ボリュ ーム御	廃ガ ス予 熱空 気

(iv) 炉内圧力制御
炉内圧力は燃料と空気が炉にはいつてくる量およびその燃焼ガスが炉内温度によつて膨脹する割合と、これが

炉から出てゆく率との相互関係によつて表わされるものである。炉圧が上れば熱焼ガスが炉内に停滞する時間が長いことになり、その間熱輻射、熱伝達が行なわれ、廃

ガスポート付近が低温になる。逆に炉圧が下れば、停滞時間が短く従つて燃料費の損失を招く。

(v) 各社設備の比較 図 2・21, 22, 23 はそれぞれ、自動制御装置系統の実例で、図 2・21 は上部 2 方向燃焼式で、燃料として重油を使用した例、図 2・22 は蓄熱型の改造例、図 2・23 は上部 1 方向燃焼式、混合ガス使用の場合である。

表 2・5 に自動制御装置の一例を示す。

(5) 築 造

旧型のものでは、バックステイをコンクリート側壁にもたせかけて、これをステイボルトで継ぎ、バックステイは基礎台上に乗せたままであり、この内側に築造された耐火物の熱間膨脹をステイボルトの調整によつてバックステイに受け、炉構造物としての強度を相互に保つていた。最近の均熱炉は、炉体耐火物と、炉体金物とが別個の構築として組立てられ鉄柱は全部基礎ボルトにて締付けられ、これにピットガーダーおよびカバーキャリッジガーダーが連結されて基本構造物となつている。これに鉄皮が張られて外気の侵入を防止し、ガスおよび空気が管、熱風箱、バーナー、ウォークウェイ、プラットフォーム、等が取り付けられる。図 2・24 は炉体金物据付中の一例を示す。炉体耐火物の築造または種別につき以下概要を述べる。

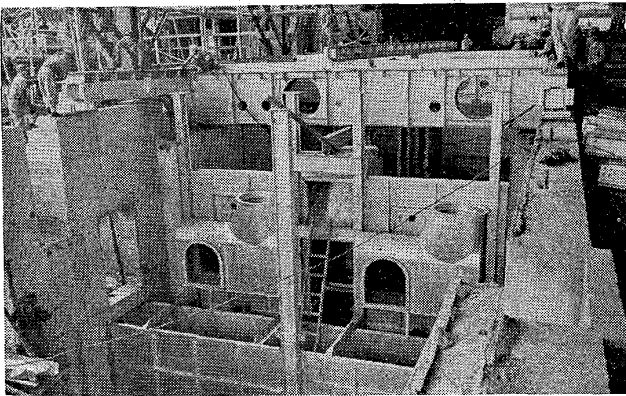


図 2・24 炉体金物状況の一例

(i) 小煙道 小煙道は廃ガスの通路であると同時に、レキュペレーターの基礎であるから、正確な築造を要する。コンクリート基礎上に赤煉瓦を段重ねとし、その各列にシャモット煉瓦を渡して、小煙道の底を形成し水平なレキュペレーター基礎とする。

(ii) レキュペレーター室 レキュペレーター室の壁は各タイルが接触して、レキュペレーターを構成するのでその煉瓦の材質、形状はもちろんその築造法にも厳密さが要求される。壁の構成は「230mm, シャモット煉瓦」+「75~115mm 断熱煉瓦」(室蘭, 千葉, 川崎, 水

江, 神戸, 呉, 八幡, 戸畑) が多く使われている。またアーチは「305mm シャモット」+「50~65mm 断熱煉瓦」+「20~25mm 断熱セメント」(室蘭, 千葉, 川崎, 水江, 八幡 7) かまたは「305mm シャモット」+「65mm 断熱煉瓦」(神戸, 八幡 6, 八幡厚) が多いようである。

(iii) レキュペレーター レキュペレーターのタイルおよびチューブは、その材質はもちろんであるがその築造法も最も慎重を要する所である。チューブ性状は概ね、膨脹が 900~1,000°C で 0.4~0.6%, 比重 1.7~2.0, 耐火度が SK28~30 程度である。築造に当つて

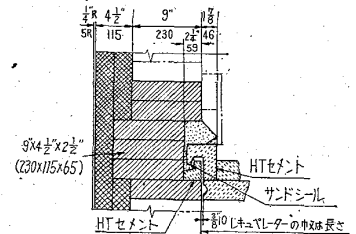


図 2・25 レキュペレーターサンドシール関係図

から最上段のトップセルフタイルに至るまで、芯出し、漏洩、その他細心の注意を払つて築造されなければならない。レキュペレーター全体の膨脹収縮が自由に出来るように、6 段目チューブの上のトップセルフタイルにはサンドシール部を設ける。図 2・25 はその一例である。

(iv) 炉床 炉床煉瓦は高温酸化鉄の化学的作用を受けず、1,300~1,400°C で鋼塊荷重に耐え、また、鋼塊装入、抽出によるスポーリングに耐えることが必要である。炉床煉瓦は「130~140mm イソライト」+「325~340mm シャモット」+「115~185mm クロムマグネシャ煉瓦」(千葉, 八幡 4, 八幡 6.7 厚) かまたは「130mm イソライト」+「230~440mm シャモット」(室蘭, 川崎, 和歌山, 八幡厚, 戸畑) などがある。作業時には更にその上に 300~400mm コークス粉がしかれる。

(v) 廃ガスポート ハイアルミナ煉瓦(室蘭, 川崎, 戸畑) か、クロム粉のスタンプ(釜石, 水江, 広畑, 呉, 八幡, 八幡 6.7 厚) が多い。

(vi) 加熱室炉壁 珪石煉瓦は、炉蓋の開閉による急冷急熱に対しても非常に強く、スポーリングも起し難いので、広く採用されている。膨脹代は深さ 4m 前後で、普通 60~70mm 程度をとつている。「230mm 珪石」+「230mm シャモット」+「100~115mm イソライト」(室蘭, 千葉, 川崎, 水江, 神戸, 広畑, 呉, 八幡 4, 6 厚) が最も普通であり、炉壁下部のスラッグライン部は、「230mm クロムマグネシャ」+「230mm シャモット」+「100~115mm イソライト」(室蘭, 千葉, 川崎, 水江, 呉, 八幡 1, 4, 6 厚) で構築されている。図 2・26 は炉壁築造中の例である。

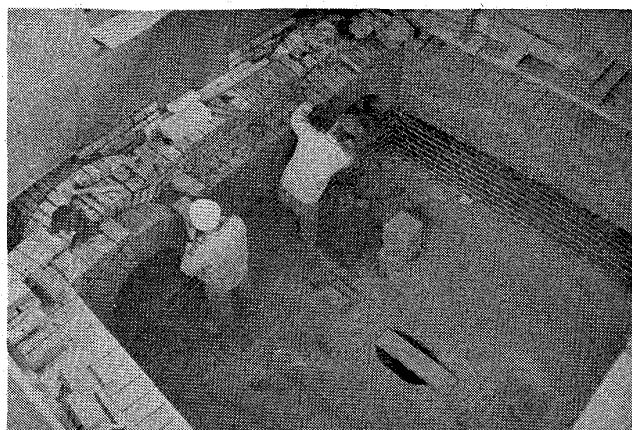


図 2.26 炉壁築造状況の一例

(vii) バーナータイルおよび計測用タイル
バーナータイルとしては、ハイアルミナ(室蘭, 釜石, 和歌山, 八幡6, 7厚, 戸畑) 珪石煉瓦(川崎, 神戸) シャモット(水江, 呉, 広畑, 八幡)等が使用され, 計測用タイルとしては, 珪石(室蘭, 川崎, 神戸, 広畑, 八幡6)またはシャモットが使用されている。

(viii) 炉蓋サンドシール
カーブタイルとしては, ハイアルミナ(室蘭, 釜石, 和歌山, 八幡厚)以外は殆んどシャモット質が用いられているようであるが, これは, 炉蓋と共に炉の最高温度部に位置するから耐火度が高く, かつ炉蓋開閉によるスポーリングにも強くないはならない。シール用珪砂は一般に2~7mm程度のものが用いられ塵埃, スケール等が混入すれば珪砂の耐火度が下り, カーブタイルに溶着したりして, シールが不完全になるので, その都度, 取替を行なうことが必要である。

(ix) 炉蓋
炉蓋の使用条件としては, 炉の密閉ができ, 軽くて機械的に強く, しかも高温に耐え, 開閉時の温度変化に対してスポーリングを起さないことが必要である。最近の炉では加熱室が大きく, そのスパンが, 4~5mにも達するものが多い。煉瓦構成型式として, 1方向燃焼式炉ではアーチ式が採用され(釜石, 和歌山, 八幡厚, 戸畑)アームコ式2方向燃焼炉では, 吊煉瓦式(室蘭, 川崎, 戸畑, 広畑, 八幡1, 4, 6厚)が多く, また吊り煉瓦の間隙を多くしてキャストابلで充填する方式も用いられている。(水江, 呉——(図2.31参照))

(x) 築造所要資材
一例として, 上部2方向換熱式1基2ホール型の場合の所要資材表を表2.6に示す。

(6) 炉床保護法

均熱炉の炉床保護法としては, コークス散布, マグネサイト炉床, 川砂, 浜砂, 鋼滓砂, その他の方法があるが, 鋼塊の直立容易で鋼滓により炉床煉瓦が侵蝕されず, 鋼塊底部の均熱化および短時間での炉床整備等の点

表 2.6 炉体製造所要資材表 (4基8ホール)

項目	数量 (t)	備考
炉体金物製作据付関係		
型鋼 (含輸入材)	954	使用最大型鋼 I 600×190×13 55 t L 881×105×1334 48 t L 200×200×20 5 t
鋼材類 (含フープ)	420	使用最大厚板 50 mm 19 t
棒 鋼	7	使用最大棒鋼 111φ
鉄 鋼 品	32	シンダール, 煙道ダンパーシール金物等
軌 条	10	カバーキャリエイジ用50kレール
鋼材合計	約 1,450	ボルト, ナット, リベット類含まず
セメント	10	
砂	19m ³	
砂	28m ³	
炉体煉瓦関係		
シャモット煉瓦 SK34	204	
SK32	954	
SK30	865	
珪石煉瓦	221	
クロムマグネシア煉瓦	206	
断熱煉瓦	210	
耐火断熱煉瓦	46	
赤煉瓦	98	
レキュペレータータイル	164	
空洞タイル	16	
定型耐火物合計	2,984	
モルタル類		
シャモット #34	13	
" #32	63	
" #30	57	
珪石	15	
クロムマグネシア	14	
断熱モルタル	5	
エアセットモルタル	50	
モルタル合計	216	
炉体煉瓦積関係		
キャストابل (シリマナイト)	80	
(シャモット)	6	
クロムプラスト	7	
断熱セメント	6	
不定形耐火物計	99	
炉材合計	約 3,300	
セメント	26	
砂	45m ³	
砂	50m ³	

から, 住金和歌山での無煙炭散布を除き全部粉コークスが使用されている。その実際の粒度は2~5mmのものが

多く、室蘭、水江のごとく12mm以下のものとしていたるところもある。散布の厚みはほとんど200mmであるが、上部1方向換熱式炉を設備する工場では460mmが多い。この粉コークスが燃えたり、スケール、耐火物、その他で汚れると、炉底に設けられた普通2ケのシンダーホールから、これらをシンダー掻き出し棒（スクレーパー）で排出する。シンダーホールの下には蓋が設けられ、炉底の通路に置かれたシンダーバケットの中に排積される。このシンダーバケットは、リフトトラックか台車でシンダートンネルを通つて、ホイストのところに運ばれ地上まで捲き上げられて搬出される。

旧炉では毎日このような炉床造り作業が行なわれていたが、最近のものは1~2週間毎に行なえば間に合うようである。各社によつて炉の大きさも、コークスバケットの大きさも違うので一概に比較はできないが、コークス入増は、3~7回/月/ホール（2~3t/回）、総替は2~3回/月/ホール（3~5t/回）である。しかしコークス入増をしないで総替をする所では6~10回/月/ホールである。

コークス原単位は各社35年12月の実績では、2kg/t、4.5kg/t程度の所もあるが、概ね3~3.5kg/tの範囲である。

2.1.3 補助設備

(1) 概要

均熱炉の主な補助設備はピットクレーン、カバーキャリッジ、インゴットカーおよびコークス搬入、シンダ

ー搬出設備である。これら補助設備も均熱炉々体関係の進歩と同様に、面目を一新しつつあり、特に取扱鋼塊の大型化に伴ない大容量高能率のものが現われ、型式、機構、制御関係も逐次改良され、これら等の故障により均熱炉作業すなわち圧延作業を停止させることが少くなった。

(2) ピットクレーン

ピットクレーンとは製鋼工場より運搬された鋼塊を均熱炉へ装入し、また均熱炉で加熱された鋼塊をインゴットカーまたは鋼塊受けテーブルへ移送を行なう天井走行の起重機であるが、さらに均熱炉ヤード内での各種補助作業をも行なうものである。その特徴としては、普通のクラブの下に運転室と鋼塊を機械的にあるいは自重により操作するトングおよび、トングの上下運動を保持するガイドフレームが懸吊されており、このクラブは普通クレーンと同様にガーダー上を移動する。運転室はそのガイドフレームの下端近くに取付けられ、均熱炉あるいはインゴットカーに鋼塊を安全に入れるよう、運転者の視界が最良となるように設計されている。図2.27はピットクレーンの一例を示す全体概観図である。最近のピットクレーンの掴み機構はスクリー式と自重式の2つに分類される。

スクリー式とは、モーターによりプッシュロッドを回転し、プッシュロッドを押下げた場合に爪が開き、プッシュロッドを引上げた場合にトングが閉るようになっており、鋼塊を掴んだ時スクリーの特性およびモーターブレーキにより、スクリーが逆転しないように保持し、鋼塊が落下する心配なしに吊上げることができる。その代表的機構を図2.28に示す。自重式は、爪で鋼塊を掴みワイヤーの捲き上げを開始すると鋼塊の自重によりトングが鋼塊の中に喰い込み、またトングを開く際には鋼塊を床上に置くくとトング上部の開閉用金物の自重によりトングが開く機構となっている。

その代表的機構を図2.29に示す。また、この2つの折衷式として掴みはスクリーにて行ない、トングの開きはトング上部の金物の自重により開く機構となっているものもある。スクリー式と自重式とを比較すると次の通りである。すなわち吊上機構の点ではスクリー式は

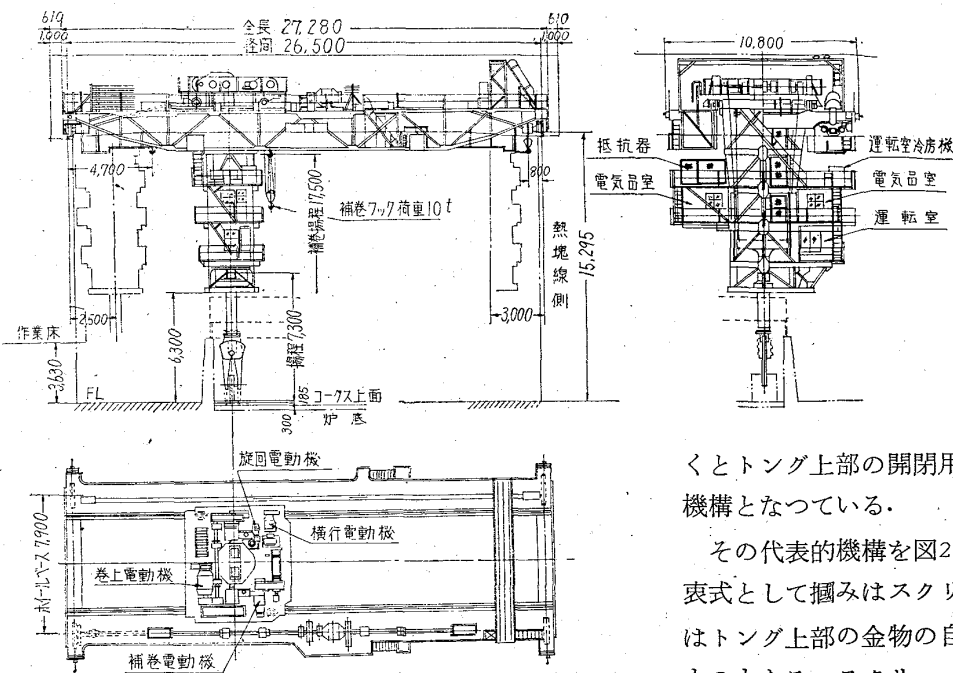


図 2.27 ピットクレーン概観図

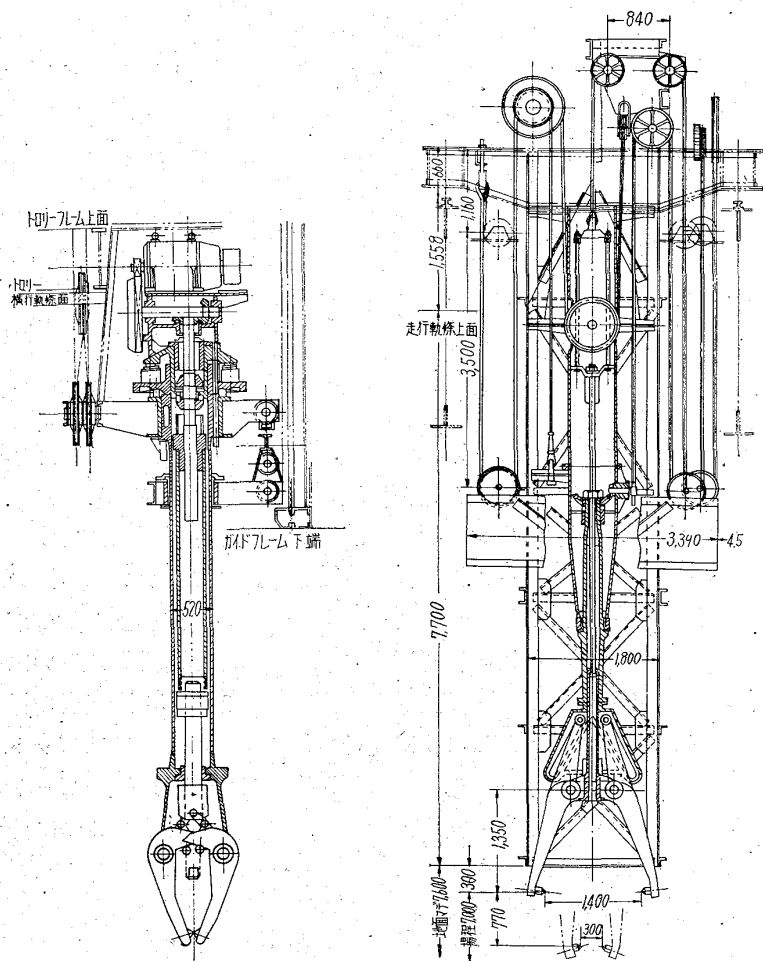


図 2.28 スクリュー式掴み機構図 図 2.29 自重式掴み機構図

機構が複雑で重量が大きいため、建設費が高くなる。
一方、自重式はトング回りの寸法が小さくてすみ、被覆率* が大きい場合でも鋼塊の装入が容易であり、その

のため均熱炉壁を損傷させることも比較的少ない。次に運転操作の面では自重式は自重でトングを鋼塊中に喰い込ませ吊上げる方式であるゆえ、吊上操作に熟練を要し、鋼塊を落下させる頻度も多い。そのためトングセンターの先端が常にシャープである事を必要とするので、その取替をししばしば行なわねばならぬ欠点がある。
近時各社で建設している分塊圧延機の容量が増大するに伴ない、鋼塊重量も大きくなりそのためピットクレーン能力もともに大きくなりつつあり、その仕様は様々であるが、大略の値をまとめると次の通りである。

- 走行速度 100~120m/mn
- 横行速度 40~60m/mn
- 捲揚速度 15~20 m/mn
- 掴み回数 5~8回/mn
- 施回数 5~10/mn

各社ピットクレーンの仕様は表 2.7 の通りである。上記以外の構造上の点でも近時他の一般起重機と同様に著しい発達を遂げている。すなわち機械設備上ではプレートガーダー、ボックスガーダーの採用、走行車輪フランジ面の給油あるいは踏面へテーパを付けることによる蛇行運転の防止、あ

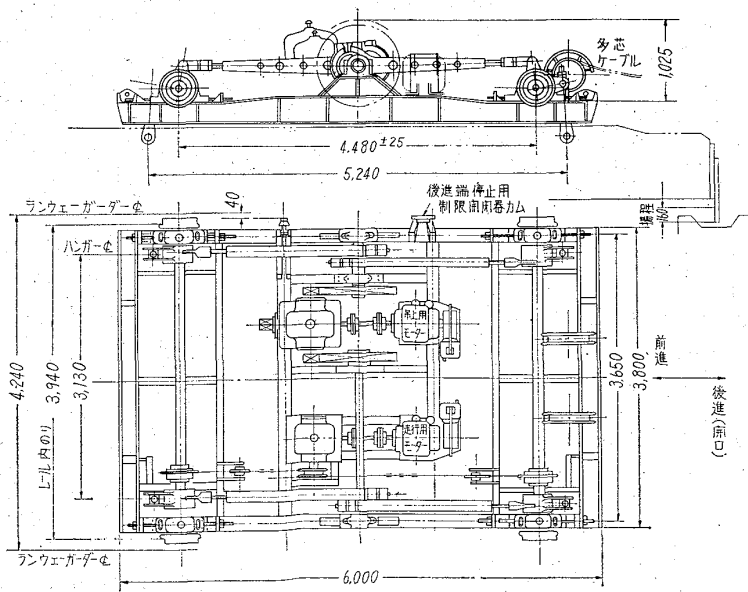


図 2.30 上部 1 方向燃焼式均熱炉用カバーキャリエッジ

仕 様	
吊上荷重 (カバー重量)	35t
揚 程	160mm
径間 (レール 内 の り)	3,940mm
吊上速度	160mm/s
走行速度	.25m/mn
電 動 機	吊上用 20kW×750rpm 走行用 20kW×750rpm
電 源	AC 400V50 ∞
操 作	遠 隔
最大輸圧	約 12t
装備重量	約 14t
クレーン高さ	1,025mm (レール上面より)

表 2.7 ピットクレーン仕様の一例

工場	項目	捲揚荷重 (t)	台 数	製所作	クレーンス パン (m)	揚 程 (m)	電 源 (V)	捲 揚		走 行	
								速 度 (m/mn)	出 力 (kW)	速 度 (m/mn)	出 力 (kW)
千 葉	15 (補5)	1	石川島	28.5	FL+7.5 FL-1	AC 400	18	75	90	75×2	
	18 (補5)	2	住友機械	28.5	FL+7.5 FL-1	AC 400V 50~	20	125	90	75×2	
川 崎	6	2	石川島	25	7	AC 220V 50~	16	55	90	40	
神 戸	10	1	石川島	18,288	7.86	DC 220	18	100	100	60	
	10 (補5)	1	石川島	18,288	7.86	DC 220	18	100	100	60	
広 畑	10	1	石川島	27.5	FL+5 FL-2	AC 220	13	75	100	75	
	15	2	日立	27.5	FL+6 FL-2	AC 220	15	150	100	125	
	23	1	日立	27.5	FL+6 FL-2	AC 220	15	200	100	150	
戸 畑	20 (補40)	1	日立	28.5	FL+7.5 FL-0.6	AC 440V 60~	15 (補5)	200	120	150	
	23 (補40)	1	日立	28.5	FL+7.5 FL-0.6	AC 440V 60~	15 (補5)	200	120	150	

工場	横 行		掴 み			施 回		走行レール 高さ (m)	トング開き (mm)	トング材 質	運 転 室 冷房装置 IP
	速 度 (m/mn)	出 力 (kW)	回 数 (回/mn)	出 力 (kW)	機 構	回 数 (回/mn)	出 力 (kW)				
千 葉	60	30	8	15	自 重 式	14	5	FL+12	0.4~1,600	SF45	3
	60	30	8	25	自 重 式	14	20	FL+12	0.4~1,700	SF45	5
川 崎	40	10	5	30	スクリー 式	5	7.5	17.5	0~1,300	SF50	5
神 戸	50	20	3.6	40	スクリー 式	8	10	FL+12.8	0~800	SF45	5
	50	20	3.6	40	スクリー 式	8	10	FL+12.8	0~800	SF45	5
広 畑	40	20	5	40	スクリー 式	5	10	FL+15	0~1,100	SF45	5
	60	30	5	7.5	スクリー 式	6	15	FL+15	0~1,600	SF45	5
戸 畑	60	40	5	100	スクリー 式	6	15	FL+15	0~1,900	SF45	7.5
	60	40	5	100	スクリー 式	10	15	15	0~1,800	特殊鋳鋼	5
戸 畑	60	40	5	100	スクリー 式	10	15	15	0~1,900	特殊鋳鋼	5

るいはスクリー式における掴み機構のスプリングおよびスリップギヤのスリップ機構の改善等が設計実施され、また電気的には微動運転を必要とする捲揚のブレーキ設備として、大容量のものに対してはダイナミックブレーキ、小容量のものに対しては渦流ブレーキ、CFブレーキ等が使用されるようになった。またピットクレーンは炉上で使用するため運転室が非常に高温となるので近時の冷凍機の発達に伴ないその殆んどにキャブクレーンによる冷房設備が設置されている。

(3) カバーキャリエッジ

カバーキャリエッジとは、均熱炉蓋を開閉する一種の揚重機で、その駆動は全て電動式であり、その型式も上部1方向燃焼式均熱炉用のものは各ホール毎にカバーキャリエッジが設置されているが、その他の型式においては、多くはダブルスパン型で各基、各ホールに共用出来るようになってきている。

図2.30は1方向式炉の一例で、図2.31はダブルスパン型の一例である。カバーキャリエッジの走行型式として

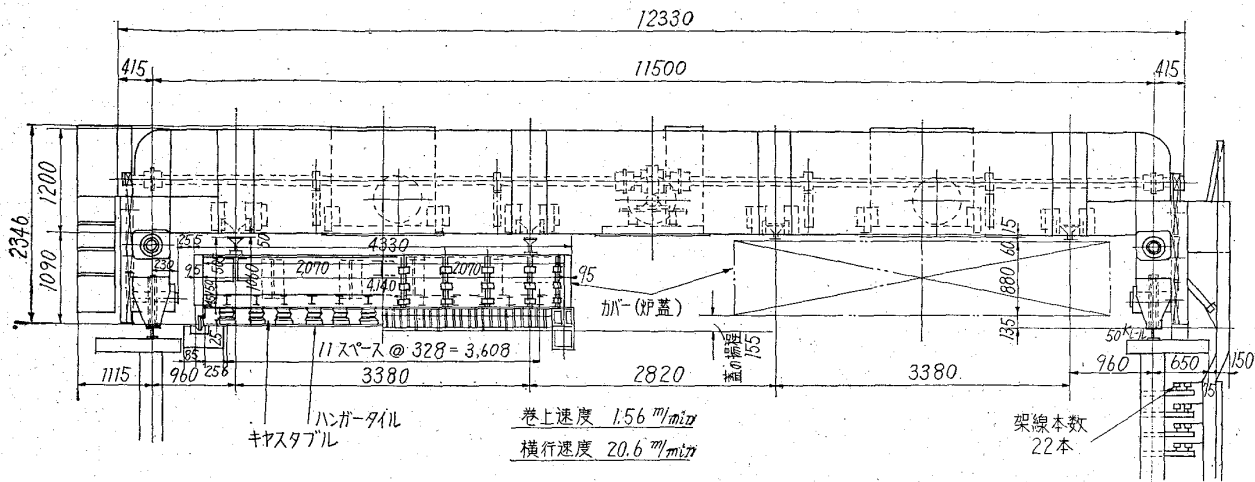


図 2.31 ダブルスパン型 25t カバーキャリエッジ

は、均熱炉上が非常に高温のため、作業環境の改善を目的とし、かつ運転要員が少なくすむように殆んどが遠隔操作方式を採用し、また炉蓋開閉とともに自動的に燃料の遮断あるいは通入が行なわれるようになっている。この制御方式は色々あるが、その一例を表 2.8 に示す。

表 2.8 炉蓋開閉方式

	炉蓋開放時		炉蓋閉鎖時
カバー	開	カバー	閉
燃料	閉	ダンパー	開
空気	閉	空気	閉
ダンパー	開	燃料	閉

カバー開放の場合はカバー捲上スイッチを吊上げの位置に入れると、カバーは 8.5~9s で開放の状態になる。それと同時に、燃料が閉止し始め 4s で燃料が停止すると同時に空気が閉鎖し始め、約 5s で閉鎖し終る。空気が閉となると、均熱炉煙道ダンパーが閉じ始め 10~12s で閉じ終る。カバーの開放開始よりダンパーの閉鎖完了まで約 20s である。その後にピットクレーンで鋼塊の装入または抽出が行なわれるのである。カバー閉鎖の場合は、開放時とは全く逆の順序で作動し、カバースイッチを降下に入れてから約 20s 後に自動制御になる。

(4) インゴットカー (バギー)

均熱炉で均熱されピットクレーンにて抽出された鋼塊を分塊圧延機のアプローチテーブルまで運搬する設備としてインゴットカーが使用される。これは小能力の分塊工場、すなわち均熱炉基数が少ない場合にはピットクレーンで直接アプローチテーブルまでの運搬が可能であるため、必ずしも必要としないが、大能力の分塊工場においては鋼塊を速やかに運搬するためにインゴットカーが使用されるのが普通である。

インゴットカーの仕様の一例を表 2.10 に示す。その

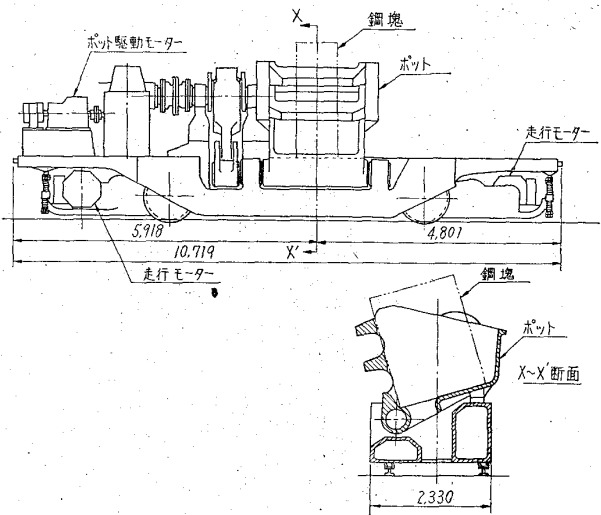


図 2.32 ポット型インゴットカー (遠隔操作)

型式をポット型、傾倒枠型およびローラーテーブル型に分けて以下に述べる。

(i) ポット型 この型式は図 2.32, 33 に示すように台車に鋼塊を積載するためのポットを持ち、そのポットを傾倒して鋼塊をアプローチテーブルに輸送する。また工場配置により、すなわち直線型配置においては一般にカー自体にフィードローラーを持ち、その上に鋼塊を傾倒し、また T 型配置においては一般にフィードローラーを持たずに、横方向に傾倒する。特徴としてはスケールが殆んどポットの中に落下するため、走行軌条沿いにスケールが散乱することが少なく、その処理が容易であり、また鋼塊積載時の衝撃に対して、ポット自体で大半の振動を吸収するため、衝撃に対する設計が容易となる。しかしこの型では、鋼塊の底部あるいは、頭部の両方向より圧延を実施する場合には、インゴットターナーを設置しなければならない。

表 2.9 カバーキャリッジ仕様の一例

項目 会社名	型式	捲上 荷重 (t)	ス パン (m)	台 数	製 作 者	走 行				揚 程 (m)	捲 上		カバ ー の 寸 法 (m)	電 源 (V)
						荷重時 速 度 (m/mn)	無負荷 時 速 度 (m/mn)	出 力 (kW)	レール (kg/m)		速 度 (m/ mn)	出 力 (kW)		
千葉	ダブルス パン機上操作	30	13.3	3	住友機械×2 川崎電気×1	20	40	15	37	165	1.5	20	6.58× 5.46	AC400 50 [〃]
川崎	トリプルス パン機上操作	20	10.67	2	石川島重工	20	40	15	37	180	1.54	20	2.95× 7.144	AC220 50 [〃]
神戸	ダブルス パン遠隔操作	23	8.73	2	日立製作所	20	40	15	37	180	1.54	20×2	3.68× 6.36	DC220
広 畑	"	26	13.87	3	"	20	40	15	37	180	荷重時 1.54 無負荷 2.16	20×3	4.02× 6.92	AC220 60 [〃]
戸 畑	シングル スパン遠隔操作	33	3.74	6	田中機械	25	—	25	25×75	150	1.0	25	8.740× 4.040	AC200 60 [〃]

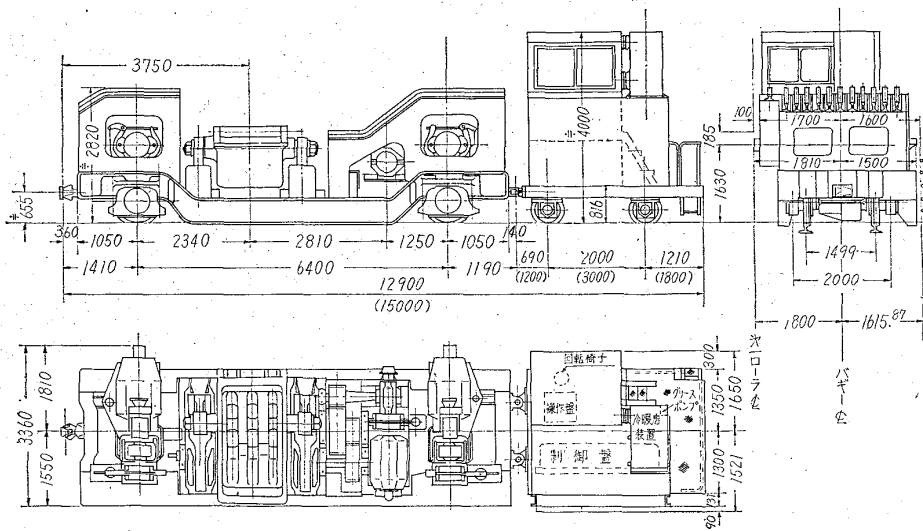


図 2.33 ポット型インゴットカー (機上操作)

(ii) 傾倒枠型 ポット型の変型として、図2.34に示すように、テーブル上で鋼塊を両方向に傾倒することが出来る傾倒枠をもつた型がある。これは鋼塊の頭部底部のいずれからも圧延出来るように傾倒出来るため、インゴットターナーを必要とせず、またポット型と同様に走行方向にもまた横方向にも傾転出来る。しかし必ず鋼塊送り出しのフィーダーを必要とするため、比較的構造が複雑となる。

(iii) ローラーテーブル型 この型の代表的なものは千葉に設置されたもので水平なローラーテーブルのみをもち、そのテーブルの上に直接鋼塊を置き、ピットクレーンにて横倒し後、テーブルを駆動し輸送を行なうものである。一般にこの型は均熱炉とミルが平行に配置されている場合に使用され、傾倒枠型と同様に直接ローラー上に鋼塊を載せるため、構造は簡単となり建設費も安価となる。しかし鋼塊の傾倒をピットクレーンにて行な

わねばならないため、運転操作が難しく、かつ傾倒のためにピットクレーンでの抽出サイクル当りの所要時間が長くなり、鋼塊抽出ピッチが長くなる欠点がある。

次に最近の傾向として、分塊圧延能力の増大に伴ない、鋼塊重量も大きくなるとともにインゴットカーの重量も増大しており、またその走行速度も最高 400m/mn 程度のものが採用されているが、この走行形式として、操作をスムーズにまた適確に行なうため

にワードレオナード装置による自走式の型式が採用されている。しかし分塊圧延機的能力が増大するとともに、多数の均熱炉を必要とするようになり、インゴットカーの走行距離も増大したため、インゴットカーの走行速度を速くするとともに加減速時間も短縮し、鋼塊輸送遅れによる圧延待ちをなくする必要性が生じてきた。この解決策としてはインゴットカーの重量を減じなくてはならないが、重量を減ざると走行車輪が滑り加速時間が長くなるため、米国等ではインゴットカーに牽引用のワイヤーをつけケーブルドライブとしたものがある。しかしわが国においては未だ採用されておらず、均熱炉とミルが平行配置されているものにおいてはインゴットカー線を複線としてアプローチテーブル前にトランスファーカーを設置し、交互に鋼塊を輸送する方式が採用され(千葉)、また均熱炉とミルがT型に配置されたものにおいては同一インゴットカー線に2台のバギーを設備し、

表 2・10 インゴットバギー仕様の一例

種目 工場	型 式	搬送能力 (t)	台 数	製 作 者	走 行					チ ル ト		ロ ー ラ ー		
					型式	速度 (m/mn)	出力 (kW)	軌間 (mm)	制 方 御 式	回 数 回/ mn	出 力 (kW)	往×胴長 ×本数 (mm)	速 度 (m/ mn)	出 力 (kW)
千 葉	ポット型 前方向転倒	20	1	UE	自走遠 隔操作	140/280	75×2	2,997	ワードレ オナード	5.25	55	457φ ×1,220×2本	67	35
	本ローラ テーブル型	20	1	呉 造船所	自走遠 隔操作	140/280	75×2	2,997	ワードレ オナード	—	—	457φ ×1,220×5本	95	55
神 戸	傾倒枠型前 後方向傾倒	4	1	シュレ ーマン	自走機 上操作	—	120	60	1,600	DC	8	320φ ×1,000×5本	132	30
広 畑	ポット型 横方向転倒	20	1	住友 機械	自走機 上操作	400	150×2	1,499	ワードレ オナード	7.7	75	—	—	—
戸 畑	ポット型自動 前方向傾倒	20	1	住友 機械	自走遠 隔操作	420	210×2	2,250	ワードレ オナード	—	—	450φ ×1,200×2本	108.8	25HP

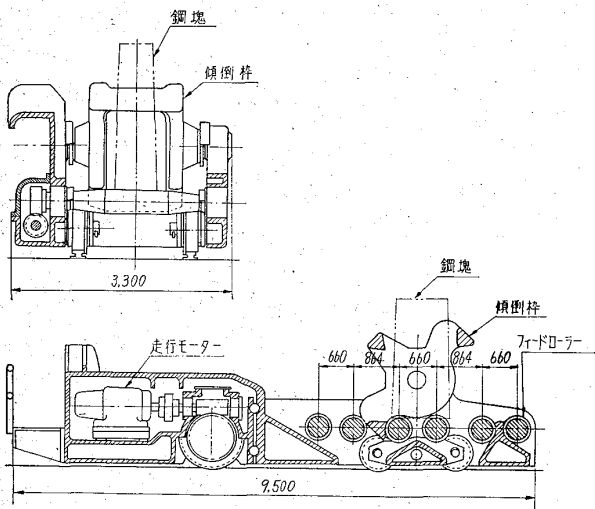


図 2・34 傾倒枠型インゴットカー

左右交互にアプローチテーブル上に鋼塊を移送する方式を採用し(広畑にて計画中)圧延能力の増大に対処している。

操縦方法としては、機上操作によるものあるいはトロリーバー、光電管による遠隔操作等がある。現在多く使用されているのは、作業連絡上および要員の減少、環境の向上を目的として、かつ技術上容易な点よりトロリーバーによる遠隔操作が採用されている。

(5) コークス搬入、シンダー搬出設備

(i) コークス搬入設備 前述のごとく、均熱炉床保護のため、大略1回/週/ホールのコークス入替を行なうのが普通であり、このためコークスを炉床に散布するためのコークス貯蔵所、コークス運搬あるいはコークス装入等の設備が必要となる。コークスの貯蔵所は、均熱炉建家内にあるものと、均熱炉建家外にあるものがあるが、一般にはコークス撒布作業が円滑に行なえるよう均熱炉建家内に設置することが望ましい。

均熱炉基数が増加すると1日当り数ホールのコークス

入替作業を実施しなくてはならないため、コークス撒布作業が容易にまた速やかに行なえるようにコークス貯蔵所として均熱炉建家内にホッパー等を設ける。ホッパーへのコークス搬入方法としてはバケットエレベーター、スクリーコンベヤーまたはベルトコンベヤーが設備される。このホッパーよりコークスをコークスバケットに装入し、このバケットをピットクレーンにて吊上げて炉床に撒布する。(室蘭、千葉、水江、広畑、八幡1、八幡7、戸畑)しかし、比較的均熱炉基数が少ない場合等には、炉床作りの回数が少ないため、ホッパー等を作らず直接コークスバケットに装入する方法も広く用いられている(上記以外の各工場)

(ii) シンダー搬出設備 ピットクレーンにて撒布されたコークスは、鋼塊の加熱作業が繰返されるに従って、ノロ、スケール等が溶着するので、所定周期毎にコークス入替作業が行なわれる。この入替に際し、ノロ、スケール等がコークスに溶着したシンダーは、その一部あるいは全量がシンダーホール出口から炉床下に置かれたシンダーバケットの中に、スクレーパー・バーで排出される。

このシンダーバケットの搬出方法としては、炉床下に軌条が敷設され、電動(釜石、戸畑)または手押し(室蘭、千葉、川崎、和歌山、神戸、広畑、呉、八幡7、厚)の移動台車(シンダー受台車)の上に予めバックを載せておき搬出する方法と、リフトトラック等の軌条なしの車により搬出する方法がある(水江)。手押しでシンダー受台車を移動する方法は労力を必要とし、また電動車は比較的設備費が大となるが、リフトトラックの方式は軌条の敷設や台車が全然不要で、シンダーバケットと1台のリフトトラックで事足りるし、比較的融通性に富む利点がある。

シンダーバケットを炉床下地下室からシンダートンネ

ルを經由して地上まで引揚げする方法として、均熱炉基数が少ない場合等には、ピットクレーンにて吊上ることも可能であるが、普通シンダーヤードを設け、シンダーバックを専用に吊上げる5t程度のホイストが設置されている場合が比較的多い(室蘭, 釜石, 千葉, 川崎, 水江, 神戸, 広畑, 呉)

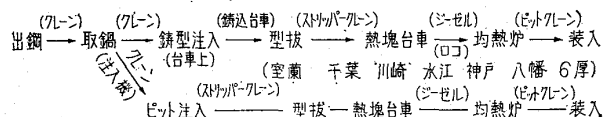
地上まで搬出されたシンダーはトラックまたは貨車に積み、所定の場所まで運搬されるが、この場合埋立用その他として廃却される場合と(和歌山, 呉, 八幡1)ふるい分けして再生コークスとしている工場(釜石, 川崎, 水江, 神戸, 広畑, 戸畑)と、ふるい分け後焼結, 溶鉱炉または燃料原料に使用している工場(室蘭, 千葉, 八幡4,6)とある。

2.1.4 均熱炉作業

(1) 鋼塊運搬装置

平炉または転炉での出鋼から均熱炉装入までの過程はトラックタイムとして、加熱作業その他の成否の主因をなすもので、関係配置設備は勿論のこと、これら諸作業には十分な考慮が払われねばならない。すなわちトラックタイムを出来るだけ最小にかつ合理的に行なうためには、関係配置その他から造塊場の合理的設備作業の他に他工場の流れと交叉せず、一定間隔で出来るだけ短い距離をスムーズに運搬され、かつ均熱炉ヤードでの装入段取りが円滑に行なわれ、装入待時間等の無駄な時間がないように計画することが肝要である。

出鋼後の経路および寸法の概要は



(釜石, 広畑, 呉, 八幡1, 4, 6, 7 厚)

であるが、このほかに均熱炉ヤード内で型抜を行なっている工場(和歌山, 八幡6)または台車の代りにトラックで熱塊を運んでいる工場(八幡厚)もある。

(2) トラックタイム

(i) トラックタイムの定義 トラックタイムは普通出鋼開始から均熱炉へ最初の1本目の鋼塊を装入開始するまでの時間をいう場合が多いが、(室蘭, 釜石, 千葉, 水江, 広畑, 呉(均熱炉到着まで))あるいはまた注入終了から鋼塊の装入終了までと定義している工場(八幡)もあり、また注入開始から装入開始または終了までとしている工場(和歌山, 神戸), また出鋼開始から装入完了まで(川崎)とする工場もあり、これらは工場の特性により一定していないが、決定的な差はない。

(ii) トラックタイムの規制 鋼塊がある程度まで凝固しないで通常の加熱作業を行なった場合、成品の中心部にサルファーバンドが現われるため凝固するまでトラックタイムの規制を行なうことがあり、特に大型鋼塊の場合に多い。

トラックタイムを凝固時間の80%程度とする例(八幡厚)またはキャップド鋼で10t型2°15'以上, 12t型2°30'以上, 16t型3°00'以上, 20t型4°00'以上, 等とする例(水江)が見られる。

(iii) トラックタイムと加熱時間の関係 鋼塊の加熱に要する時間の長短を左右する最も大きな因子の一つはトラックタイムである。すなわち炉に装入する際の鋼塊の含熱量はトラックタイムに関係し、温度の高い鋼塊程加熱時間の短いのは自明の理である。普通炭素鋼の加熱時間はトラックタイムが極端に長くなければトラックタイムの約1倍半といわれている。また冷塊の加熱は、通常8~12時間かかるが、大型鋼塊または特殊鋼のような場合には15~20時間を要することもある。トラックタイムと加熱時間の関係の一例を図2.35に示す(広畑)。また別の例として、 $y=2.7x-1.3$ (室蘭) $y=1.00x+0.67$ (八幡)が報告されている(y:加熱時間, x:トラ

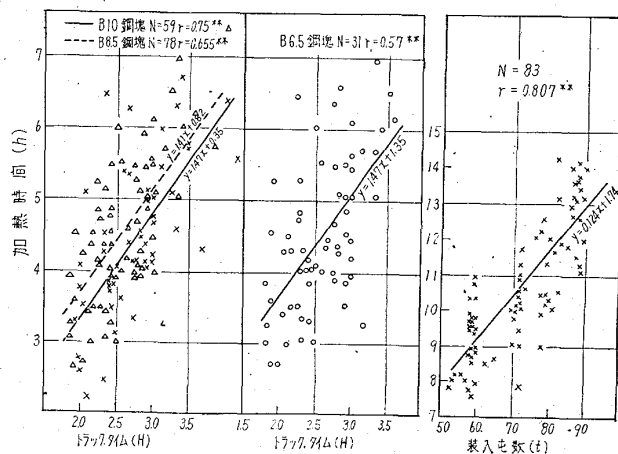


図 2.35 トラックタイム装入t数と加熱時間の関係(広畑)

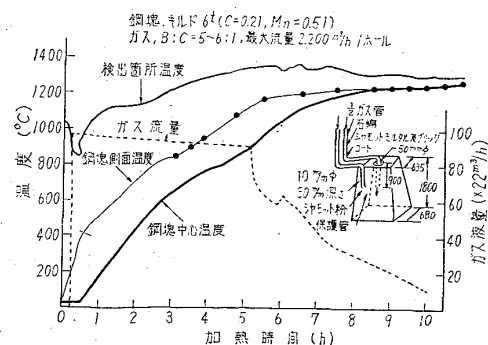


図 2.36 冷塊内外面昇熱曲線実験例(川崎)

ックタイム)

(3) 加熱作業

最近計測装置の進歩によつて、温度—燃料流量の読みから、鋼塊表面と中心部の温度差を推定出来るようになった。以前は加熱工が炉蓋の覗き穴から、鋼塊を良く観察し、色々な鋼質に必要な温度をわきまえて圧延可能かどうかを判断していた。

この方法は、蓄熱式均熱炉では今でも行なわれているところもあるが、最近の均熱炉では大部分が自動制御によつて希望する加熱を行なうことが出来るようになった。この自動制御装置付均熱炉で普通の炭素鋼を加熱する場合、加熱者は所定の抽出温度にダイヤルを設定しておく、加熱の初期に自動的に最大燃料が流れ、鋼塊に熱が浸透してゆくにつれて流量は漸減し、最後に炉の輻射損失を補う程度の最小値まで絞られる。燃料流量がこの最低値で30'またはそれ以上の経験的に定められた時間だけ保持してから鋼塊を抽出する。冷塊または高炭素鋼や各種合金鋼は装入前にその鋼塊の装入適当温度まで炉を冷却するのが望ましい。次いで圧延温度以下のある一定温度まで徐々に昇熱し、この温度で均熱した後圧延温度まで昇熱する。ステンレス鋼等の合金鋼では、圧延温度まで加熱するのに数段階を設け、その各段階で鋼塊温度が均一になるまで、ある時間保持する加熱方法がよく行なわれる。この方法によれば、鋼塊内の極端な温度

勾配による歪を除去し、均一な加熱を期待することが出来る。この階段状加熱作業もプログラム制御装置により自動的に行なうことが出来るようになった。(水江, 八幡, 戸畑) 図2.36は冷塊の場合の鋼塊内外面昇熱曲線の実験例を示す(川崎)。また 図2.37は各種鋼塊の加熱曲線の実例である。

炉圧、燃料空気混合比率等の加熱作業の適正度の検討やレギュレーターの漏洩率の推定等のためにたびたび、廃ガス分析が行なわれる。表 2.11 はその実例である。また、炉体の診断および加熱作業の検討のために随時、熱精算が行なわれ、入熱、出熱の要素が分析され、百分比で比較される。表2.12はその一例である。

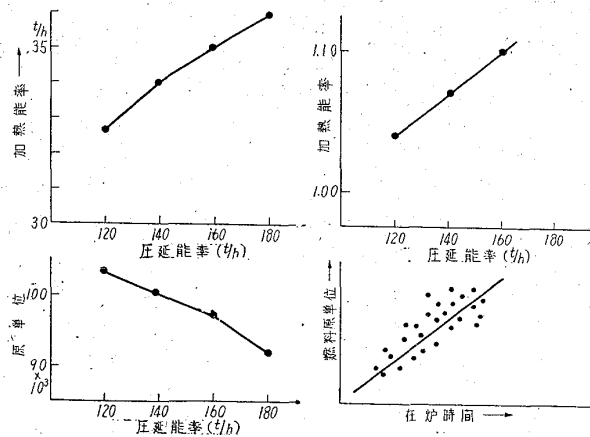


図 2.38 圧延能率と加熱能率の関係 (八幡)

(4) 加熱能率

品質や保守の問題は別として、均熱炉作業の記録として重要な加熱能率を表わす記録としては、加熱高(装入高)および燃料消費量に関するものが大部分をしめる。各型式の均熱炉の加熱高を比較するには通常炉床有効面積に基礎をおく。最近の均熱炉では、この有効面積中の鋼塊の占める面積の比率すなわち、炉床被覆率(カバレッジ)は約25~40%である。最高能率のカバレッジの一例は38~43%が報告されている(八幡?)。また月間平均値は m² 当り 280~650 t であり、この大幅なバラツキは主として装入鋼塊の温度、鋼塊重量および鋼質によるものである。

均熱炉の加熱能力を左右する因子は多くあり、作業条件、設備状況により異なってくるが、概ね次のようなものが考えられる。(広畑)

- K... 1 ホールの加熱能力 t/M
- H... 正味月間稼動(均熱)時間 h/M
- T₁... 炉床直しおよびその後の昇熱時間 h/M
- T₂... 抽出可能から抽出時までの在炉時間 h/M

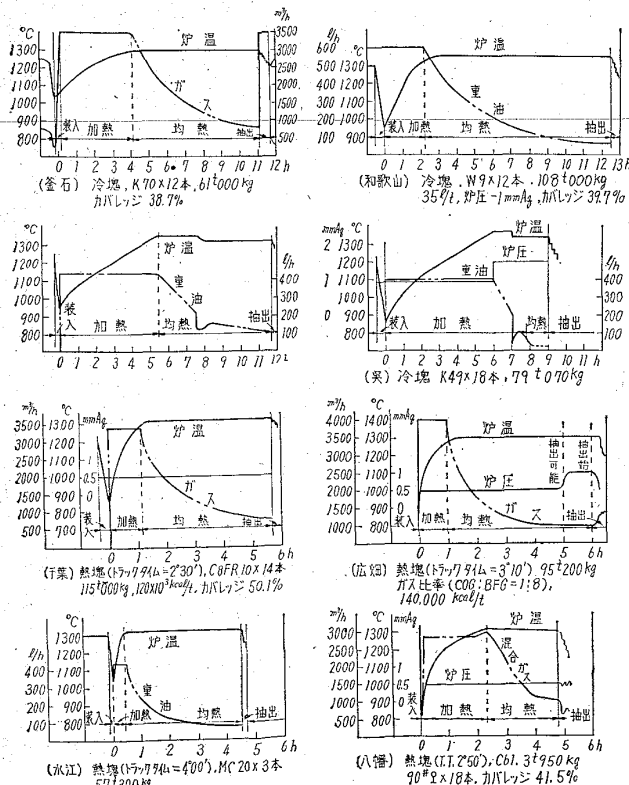


図 2.37 各社加熱曲線図

表 2.11 廃ガス分析結果

項目	工場	室	蘭	釜	石	千	葉	神	戸	広	畑	呉
装入 t 数		107.1(15本)		(10本)		—		—		126.8(10本)		—
トラックタイム (h-mn)		3-05		4-20		—		—		4-36		—
加熱時間 (h-m)		9-50		7-00		—		—		8-34		—
廃ガス分析時期		加熱期	均熱期	均熱期	—	均熱期	—	加熱期	加熱期			
CO ₂ (%)		21.0	16.8	16.8	15.7	14.0	21.4	12.7	11.9			
O ₂ (%)		0.9	4.8	3.6	6.1	1.6	1.5	2.8	2.7			
Co (%)		0	0	0	0	0.1	2	0.3	0.4			
空気漏洩率(%)		6.1	1.4	—	3	7.4	—	5.4	10.4			
空気過剰率(%)		1.07	1.46	—	1.3	—	1.12	1.13	1.12			
燃料原単位 (×10 ⁴ kcal/t)		—	—	—	—	—	18.7	—	—			

表 2.12 熱精算結果

項目	工場	室	蘭	千	葉	神	戸	広	畑	呉	
加熱時間 h-mn		5-15	5-16	—	8-34	9-26					
装入 t 数		90 (18本)	121 (12本)	48 (13本)	126.8 (10本)	78.6 (18本)					
トラックタイム h-mn		1-50	2-00	1-51	4-36	—					
燃料原単位 ×10 ⁴ kcal/t		8.96	9.5	11.4	18.7	47.2					
入熱 (%)	生燃焼熱	29.2	29.3	33.0	43.3	74.0					
	ガス顕熱	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1					
	水分顕熱	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
	空気顕熱	8.4	10.9	11.3	9.7	20.0					
	水分顕熱	0.3	0.1	0.5	0.2	0.3					
	鋼塊持込顕熱	51.5	57.3	51.2	42.2	0.5					
	スケール生成熱	10.3	2.3	3.8	4.4	5.1					
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0					
	出熱 (%)	鋼塊持出し顕熱	71.5	66.2	69.4	51.0	50.0				
		スケール顕熱	3.0	0.7	1.2	1.1	1.8				
廃ガス顕熱		19.2	23.9	29.5	34.5	22.4					
水分顕熱		0.9	2.2		3.7	3.8					
未燃損失		0.3	0.0		0.0	1.3					
炉体放散その他		5.1	7.0		9.7	20.7					
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0						

720……1カ月時間

t₁……均熱時間 h

t₂……装入時間 h

t₃……抽出時間 h

t₄……抽出後の炉温調整時間 h

S……1ホール鋼塊装入屯数 t

P……修正系数

とすれば

$$K = S \times \frac{\{720 - (T_1 + T_2)\}}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4} \times P \text{ t/M}$$

の種類の異なる鋼塊が混合して処理される場合、鋼塊種別 ab……, 生産の割合 x_ax_b……%, 加熱能力 K_aK_b…… t/M

とすれば

$$\text{総合加熱能力 } K_m = \frac{K_a x_a + K_b x_b + \dots}{100} \times P \text{ t/M}$$

均熱炉全ホール加熱能力=ホール数×K_mとなる。次に圧延能率が向上すれば、加熱能力もそれに応じて増大し、従つて燃料原単位も低下することが報告されている。図 2.38はその1例である。(八幡)表2.13は各社トラックタイムおよび加熱能率一覧表である。

(注 イ、総合加熱時間〔全ホール1カ月の合計〕=〔暦日×24時間〕-〔ホールの遊休時間=空炉時間〕=在炉時間装入開始から抽出完了までの時間。

ロ、総チャージ数〔全ホールの1カ月合計〕=全加熱回数=均熱装入回数

ハ、サイクル=総合加熱時間/総チャージ数

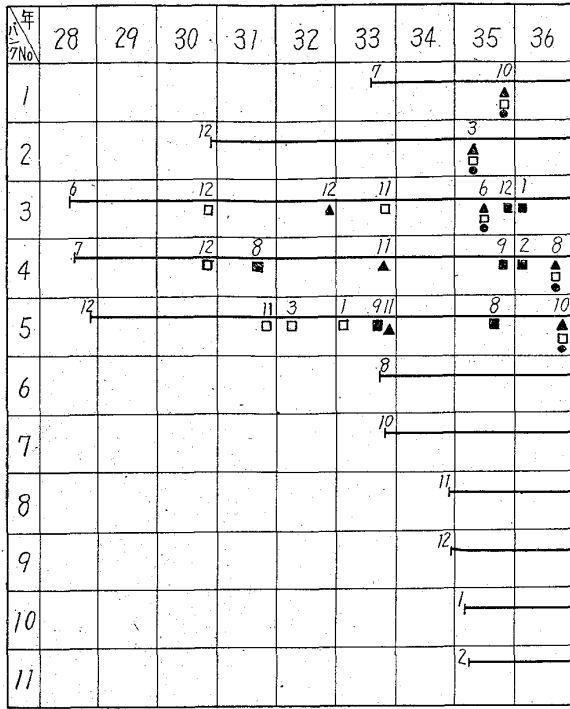
ニ、炉床m² 当り t = 1カ月装入 t 数/全ホールの

炉床有効面積

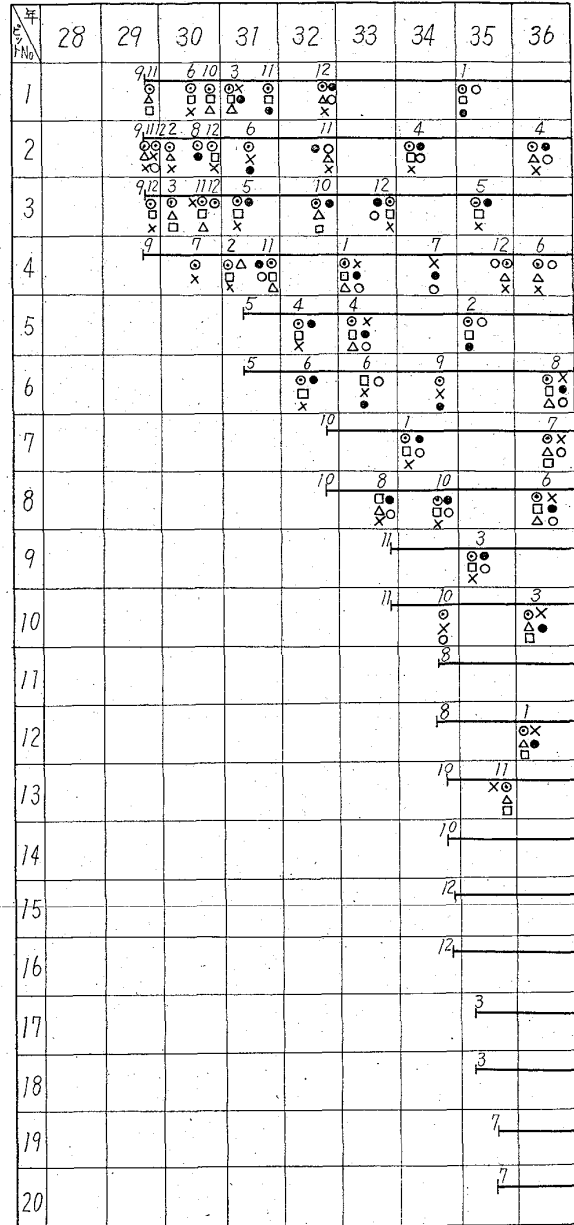
ホ, $t/h/\text{ホール} = 1$ カ月総装入 t 数/総加熱時間.
 ヘ, 1 カ月 $t/\text{ホール} = 1$ カ月総装入 t 数/ホール数

ト, トラックタイムは出鋼開始から装入開始までとする.)

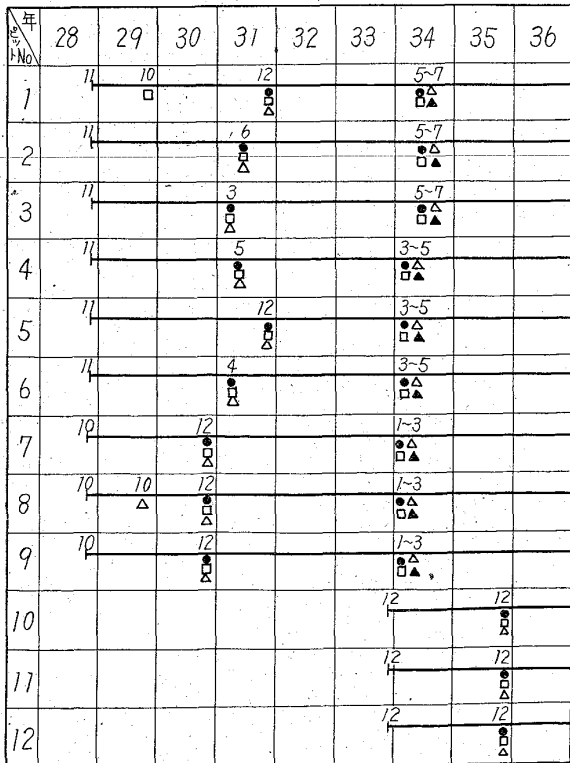
(室 蘭)



(干 葉)



(川 崎)



修理箇所

- ▲ レキュペレーター
- △ 炉床
- バーナーポート
- 炉壁
- 炉蓋
- 廃ガスポート
- × カーブタイトル
- その他

図 2.39 炉体補修実績 (S28~36 9)

表 2.13 各社トラックタイムおよび加熱能率一覧表 (35年12月実績)

工場	項目	型 式	トラックタイムと加熱時間 (平均)①					加熱サイクル			加熱能率			原 単 位 (×10 ⁴ kcal/t)			鋼塊平均重量 (t)
			2°迄	3°迄	4°迄	8°迄	冷塊	総加熱時間④ h-mn	総チャージ数⑤	サイクル⑥ h-mn	炉床当り⑦ m ² /t	t/h⑧/ホール	1ヶ月/ホール⑨	熱塊	冷塊	月間	
			上段は%, 下段は加熱時間														
千葉	底部燃焼 換熱式	—	43.4 4~6	31.1 6~8	8.9 8~16	16.6 14~24	14171 -45	1448	9-48	386	10.8	7,650	12.5	45	21.0	8,661	
川崎	上部2方 向換熱式	37.2 3-00	49.3 4-00	7.4 6-00	9.0 8-00	1.6 11-00	8149 -10	1514	5-23	633	10.6	7,221	12	43	14.1	5,730	
広畑	上部2方 向換熱式	0.6 4-30	25.1 5-00	34.3 6-30	35.6 9-30	4.4 15-30	17700	1825	9-42	285	9.1	4,700	23	50	28.7	12,500	
呉	上部2方 向換熱式	3.6 3-30	75.6 4-20	18.4 5-50	1.4 6~7	1 9-00	3294	462	7-08	288	11.2	6,170	16.4	45.0	21	5,000	
八幡6	上部2方 向換熱式	52.4 3-50	36.2 5-12	6.0 6-51	5.4 10-21	0	742-50	202	3-40	525	11.5	7,062	21.2	42.0	22.3	4,600	
	複座 蓄熱式	59.2 3-58	27.4 4-24	6.9 4-49	5.5 5-43	3.2 6-24	4720- 55	823	5-45	418	5.3	3,200	19.4	40.0	17.5	4,600	
戸畑	上部1方 向換熱式	7.0 5-00	52.8 6-00	31.4 6-30	2.0 9-00	6.8 10-00	10,023	1,024	9-48	348	15.7	8,360	12	39	16.0	14,500	

(5) 炉体補修

炉体型式により必ずしも一様ではないが、何等かの原

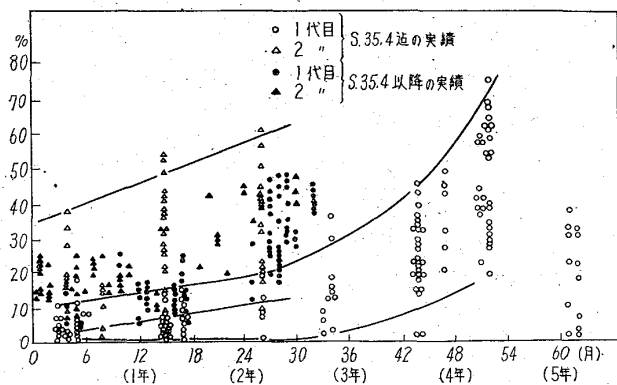


図 2.40 レキュペレーター空気漏洩率 (%) と経過年数の関係

因で稼動後幾年か経過すると炉体の一部かまたは、全面的な補修を行なう必要が生じてくる。

比較的損傷しやすい箇所としては、普通、炉蓋、カーブタイル、炉壁等があり、次いで炉床、廃ガスポート、さらに2~5年たつとレキュペレーターの損傷が目立つてくる。

図2.39は、炉体補修状況の一例である(室蘭, 千葉, 川崎)。図2.40は、レキュペレーター空気漏洩率と経過年数の関係を示した例で

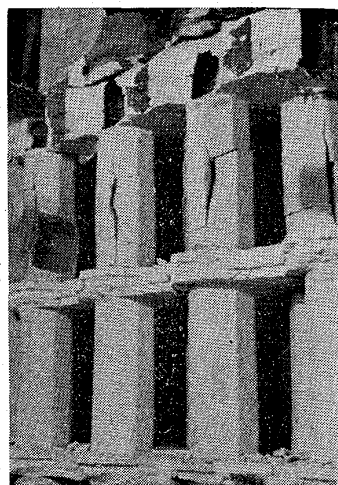


図 2.41 レキュペレータータイル損傷状況

ある(室蘭)。普通3~4年で漏洩率は50~60%にも達し、積替を行なうが、使用開始後、5年目でまだ漏洩率を15%程度に保持している例もある(千葉)。

また、図2.41は、レキュペレータータイルの損傷状況を示す一例である。これは約4年目でリーケージ50%となつたもので、最上段のみにクラックが発生している。

炉体新造の際の乾燥昇熱曲線を図 2.42 に示す(八幡広畑)、補修後の乾燥は、状況に応じて多少、短縮されることがある。

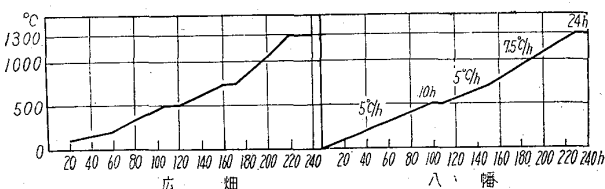


図 2.42 乾燥昇熱曲線図

2.2 分塊圧延機

2.2.1 概 要

分塊圧延機は、鋼片圧延機、型鋼圧延機、板用圧延機等が高能率で圧延出来るような形に鋼塊をスラブやブルームに成形圧延すると共に圧延中鋼塊を鍛錬し2次圧延中での表面および内部の欠陥を少なくするための1次圧延機である。

このために使用される圧延機は古くは3重式のものもあつたが、近年は殆んど2重逆転式となつている。その分類と特徴を2.14表に示す。



分塊圧延機の仕様は要求される生産量、使用される鋼塊の形状、大きさ、製品の寸法とその構成割合、投資

表 2.14 分塊圧機の種類とその特徴

項 目	機 構	圧 延 範 囲	圧延能力 (万 t / d)	建 設 費	動力損失	設 備 費 (億円)
2 重逆転式	簡 単	広い	8~9	3 重式より大	多 い	60~75
高 揚 程 2 重逆転式	〃	スラブ主体	12~16	2 重逆転式より大	〃	70~80
ユニバーサル式	複 雑	スラブ	20~25	高揚程より大	可成り多い	90~100
タンデム式	簡 単	幅狭スラブ, ブルーム, シートバー等制限がある.	4~6	非常に大	少 い	70~80
3 重逆転式	〃	比較的小さいブルームで 限度がある.	4	小	最 少	40~50

額, 作業費等に基づいて決められる。圧延機本体は勿論, その付属設備はこれらの諸条件を満足すると共に苛酷な熱衝撃等の作業条件に充分耐え得るよう考慮が払われなければならない。使用される鋼塊の形状はスラブに対しては主として偏平型, ブルームに対しては角型または一部偏平型であるが稀には菊型, 丸型等の場合もある。単重は1.5t 程度のものから, スラブ用の20~25t 程度のものまで広い範囲に分布している。分塊圧延機の成品であるスラブ, ブルームの区分は各所でそれぞれ定義されていて, 一般的な区分はないが一例を示せば表 2.15 のごとくである。

表 2.15 分塊ロール機成品形状, 寸法ならびに名称

スラブ		(断面) 長方形 厚さ 50~150 幅 610~1520	厚さ 45mm を超えるもの 幅・小の一辺が大の一辺の 1/2 未満
ブルーム		(断面) 正方形又は 稍長方形 150×150~250 ×300	辺の一辺が 130mm を超えるもの 小の一辺が大の一辺の 1/2 以上のもの

分塊圧延の初期の数パスにおいては, 鋼塊の表層下にあるブローホールを圧着させ, 表面付近の脆弱な樹枝状結晶部が大きな変形歪を受けぬよう圧下量を軽減し, 以降のパスは能力の許す限り圧下量を増大し, 生産能率を向上させるのが普通である。

分塊圧延機の最大圧下量を制限するものに駆動用電動機の容量の外に嚙込角がある。嚙込角はブルヘッドの場合最大 22~23° 位であるが, カリバーの場合は 28° 位までは許容出来る。

最近の分塊圧延機においては本体自体の基本的な構造は殆んど変わっていないが, 主駆動および補機用電動機関係の進歩は極めて著しい。すなわち主駆動電動機においては, 正逆転の迅速化のためのアンプリダイン等による急速励磁方式とか, 上下ロールを別々の電動機で駆動するツインドライブ方式とかが取り入れられ, また補機

関係では運転の迅速化のため, 圧下装置, マニプレーター, ミル前後テーブル等の駆動は殆んどワードレオナード方式が用いられている。また補機中最も苛酷な衝撃を受けるミル前後テーブルにおいては, ミルに近い数本のローラーを従来のごとく一本のラインシャフトで駆動することなく, それぞれに単独の電動機をつけたいわゆる単独駆動ローラー (individual drive roller) とす

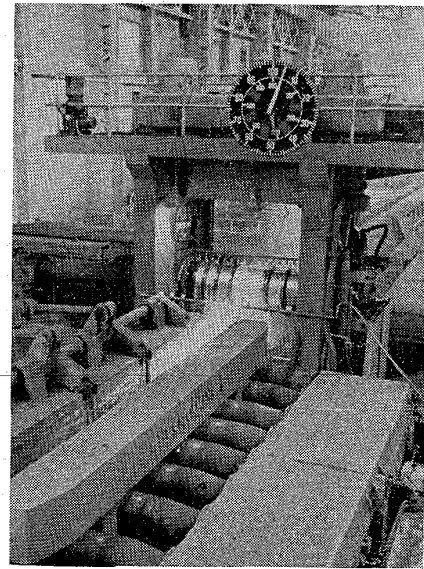


図 2.43 a —— 広畑

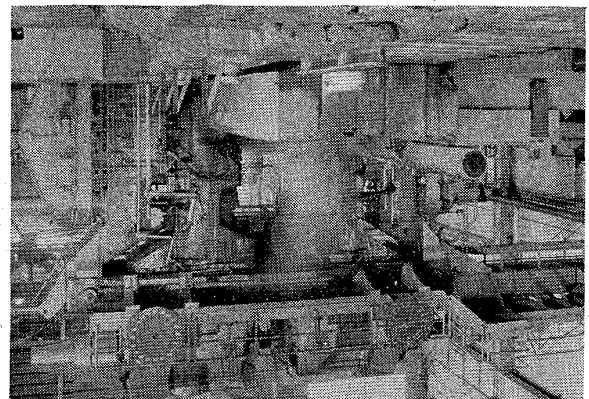


図 2.43 b —— 神戸

表 2.16 分塊圧延機主要諸元

項目 工場	型式	製作者	稼働 年月日	ロー			主電動機			使用鋼塊 単重 (t)	公称力 能方t/d
				胴径 (mm)	胴長 (mm)	揚程 (mm)	馬力 (kW)	r.p.m	製作者		
室蘭1	2重逆転式	デマーク	S18・2・8	1,110	2,400	1,170	3,750	0/60/120	三菱	6・0	6・0
釜石	"	クルップ	S14・12・15	1,100	2,400	750	3,950	0/90/120	三菱	6・0	6・0
川崎	"	石川島	S28・10・1	1,100	2,400	1,300	5,000	0/50/120	富士	6・0	5・8
神戸2	"	シュレーマ	S30・3・26	920	2,300	700	3,500	0/54/120	三菱	4・2	6・5
八幡1	"	八幡	M34・11・4	950	2,200	680	4,000	0/50/100	日立	2・55 ~5・6	5・0
" 4	"	"	T11・1・20	920	2,200	780	1,690×2	0/50/120	安川	3・6 ~5・6	3・0
" 6	"	"	T14・10・1	955	2,200	780	3,500	0/50/120	三菱	3・7 ~5・2	6・3
住友尼崎	"	石川島	S29・8 (改造)	870	2,200	650	2,620	0/65/150	東芝	3・0	2・5
呉	"	三菱造船	S29・4・17	930	2,300	1,200	2,620	0/50/120	三菱	5・0 ~6・0	5・0
室蘭2	高揚程 2重逆転式	日立	S35・2・6	1,170	2,900	1,620	3,750×2	0/40/80	日立	6・6 ~17・4	12・0
千葉	"	U.E.	S29・9・17	1,118	2,920	1,800	2,620×2	0/40/80	富士	5・0 ~15・0	10・0
水江	"	ブロー ノックス	S34・7・29	1,168	2,896	1,730	3,750×2	0/40/80	日立	10・0 ~20・0	12・0
和歌山	"	ザック	S35・1・15	1,200	3,000	1,800	3,750×2	0/40/80	東芝	6・0 ~25・0	10・0
八幡7	"	メスタ	S12・2・31	1,050	2,440	1,350	4,500	0/45/90	三菱	3・8 ~15・1	7・5
" 厚板	"	ザック	S33・11・5	1,230	3,000	1,900	4,500×2	0/40/80	日立	4・0 ~23・0	16・0
戸畑	"	"	S34・8・1	1,230	3,000	1,800	4,500×2	0/40/80	日立	11・0 ~22・0	18・0
広畑	ユニバー サル式	U.E.	S35・6・6	水平ロール 1,150	2,286	2,130	4,500×2	0/40/80	三菱	8・0 ~20・0	20・0
				縦ロール 915	2,130	2,280	3,000	0/60/150			

ることが多くなってきた。一方潤滑関係においても完全な集中循環給油方式とファーバル式の自動給油方式が多く採用され、これらを併せて高能率の分塊圧延機が設置されるようになった。

またスクリーダウン (圧下) のプリセット化から始まった運転の自動化は順次パンチカードによる自動運転に発展しつつあるようである。

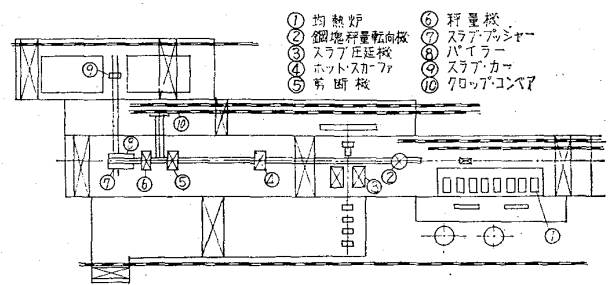


図 2.45 スラブ圧延機設備配置の一例

表 2.16 に国内における分塊圧延機の主要諸元をまた図 2.44 にブルーム圧延機の設備配置図を図 2.45 にスラブ圧延機の設備配置図の例を示す。

2.2.2 機械設備

(1) ロールスタンド

ロールスタンドは使用される鋼塊の大きさ、圧延される製品の形状および圧下スケジュール等に基づいて設計さ

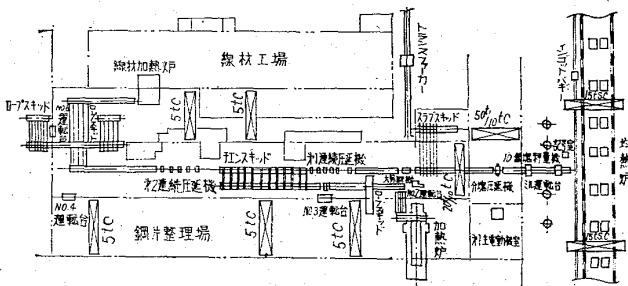


図 2.44 ブルーム圧延設備配置の一例

れる。ロールスタンドの形式は一般に開頭式と閉頭式とがあるが、3重式およびタンデム式に開頭式が一部用いられる場合を除いて分塊圧延機の場合一般には閉頭式が殆んどである。

スタンドの各部には極めて大きな圧延圧力が繰返し衝撃荷重として加わるので充分の安全率を考慮して設計されなければならない。一般にスタンドの柱の最小面積はブルーム用で2,000~3,000cm²、スラブ用で3,000~

表 2.17 ス タ ン ド 仕 様 例

工場名	項目	柱の断面積 (cm ²)	重量 (t)	材 質	ハウジング安全装置
室 蘭	1	3,200	50	FC 19	ブレーカーボックス
川 崎		3,060	55	SC	ブレーカーボックス
水 江		4,000	105	SC	スラスト安全装置
神 戸		2,800	63	SC	な し
広 畑		4,800	140	SC	ブレーカーボックス
戸 畑		4,170	125	SC 55	な し

4,500cm² 程度が普通である。

スタンド本体の大型化にともない、前後テーブルが主ロールより離れるので、フィードローラーをスタンド内に組み入れることが必要となってくる。これはまたスタンドの柱断面積を小さくすることになるの

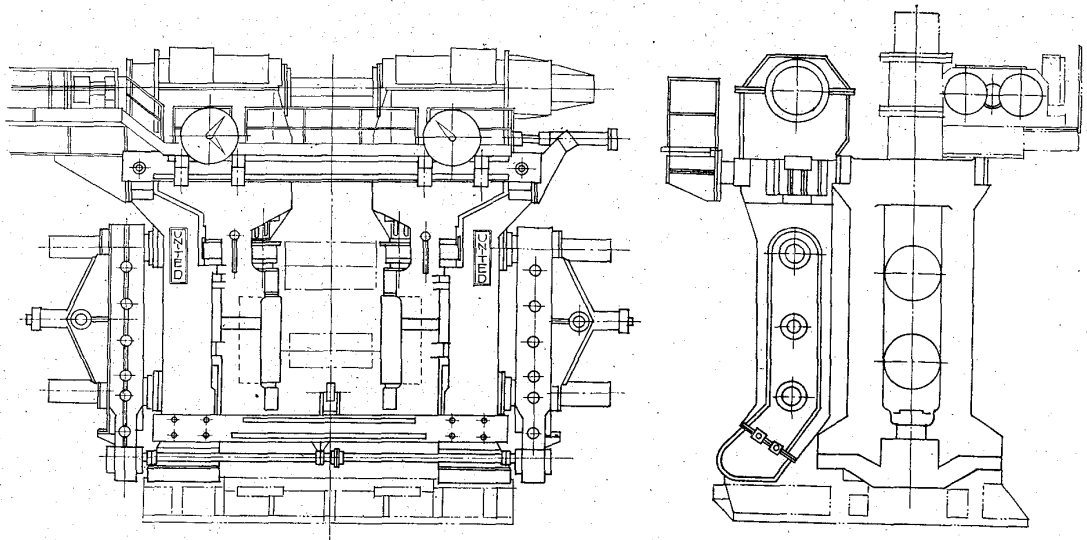


図 2.46 ユニバーサルミルのハウジング

で、フィードローラーの直径とスタンドへの組入方法は設計者により種々の方法が講じられている。一般には、フィードローラーの径を出来る限り小さくして2本共スタンドに入れる方法と、フィードローラーの径は500mm程度としてスタンド内には、片側で1本だけを入れ、外側はスタンド外に取付ける方法とが多く採用されている。

その他のスタンドでは別項で述べる圧下装置の他、各種の潤滑装置、デスクーリング装置等が付属している。またロール折損、過圧下等の事故に対しては従来はロールチョックと圧下ねじとの間に鋳鉄製の安全臼を設けてあるものが多かったが、近年では圧下ねじ下端と、安全臼間の潤滑が問題となるので鋳鉄製のものを使用せず、安全装置としてチョックの押え板の締付

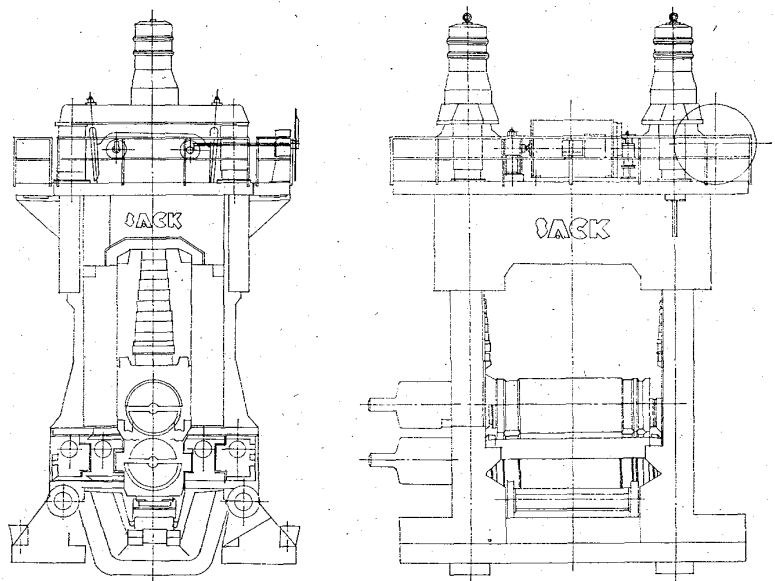


図 2.47 ハイリフトスラビングミルのハウジング構造

ボルトをシャープピンとして用いる方法が多くとられるようになってきている。

表 2.17 に各社のスタンドの一覧表と 図 2.46 および 図 2.47 にハウジングの構造の一例を示す。

(2) マニプレーター

鋼塊の全圧延時間中、実際ロールに噛込まれている所謂パス時間は全体の 30~45% であつて残りは鋼塊の操作と、圧下セット待ちが殆んどである。従つて圧延能力に最も影響するものは、主電動機の容量であるが、それ

に劣らず補機関係の性能も重要である。

マニプレーターの駆動は古くは水圧式のものもあつたが、近年では全て電動式でしかも殆んどが、ワードレオナード式になつている。マニプレーターはサイドガイドとフィンガー装置とからなつているが、苛酷な衝撃と熱の影響を受けるので特に頑丈であることが要求される。

サイドガイドの移動速度は 0.8~1.0m/s でフィンガーの揚程はスラブ用で、1,000~1,200mm、ブルーム用で 600~800mm の範囲が多く採用されている。

フィンガーは多くは運転台側のサイドガイド上に置かれるが、稀には前後両面にフィンガーを備え、パス回数の制限を少なくして圧延能率の向上をはかつているものもある。またブルーム用のあるものでは、前面の両側のサイドガイドにそれぞれフィンガーをつけブルームの転倒を容易にしているものもある。

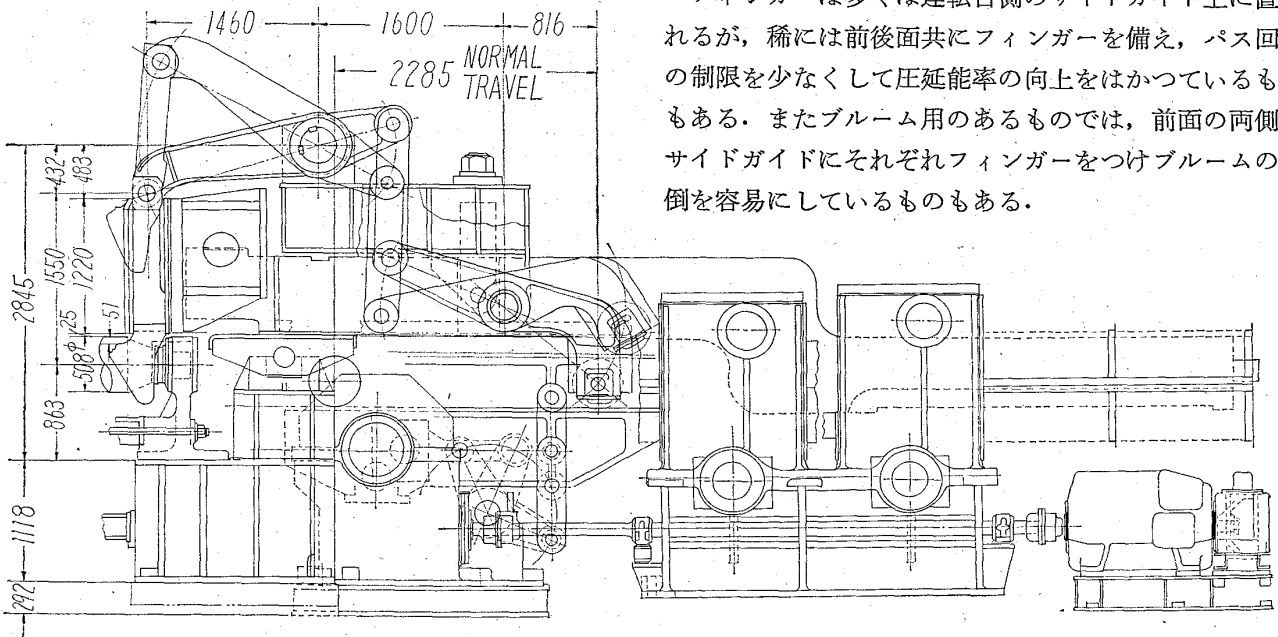


図 2.48 フィンガーの衝撃を考慮した機構

表 2.18 マニプレーター仕様例

	駆動 KW 馬力	スピード (m/s)	マニプレーター ヘッドの 高さ×長さ (mm)	安全装置	マニプレー ターヘッド		スケール侵 入防止対策	ブレーキの 有無とその 端状
					当金の使 用有無	一部取替 可能の有 無		
室蘭 1	75×2 DC	1.09	1,085×5,700	接手に破壊 片あり	なし	先端部 可能	なし	なし
広畑	150×4 DC	1.75	1,200×6,900	両。ストッ パー	なし	なし	なし	マグネット ブレーキ
水江	55/110×4 DC	1.02/2.08	1,238×6,655	ラックバー バンパー及 びリミット スイッチ	有 (SCライ ナー使用)	可能	前後両面テ ープルスケ ール除け金 物取付	マグネット ブレーキ
川崎	100×4 DC	2.28	650×8,550 650×8,100	安全ボルト	なし	なし	なし	マグネット ブレーキ
神戸	37.5/75 DC	0.5~1.0	700×6,150	リミットス イッチ及び スプリング	なし	なし	スライド部 分はカバー されている	マグネット ブレーキ
戸畑	110×4 DC	1.15	1,430×7,960	なし	なし	可能	なし	マグネット ブレーキ

表 2-19 フ ィ ン ガ ー の 仕 様 例

	駆動馬力 (kW)	スピード (r.p.s.)	ローラー テーブル 上のリフト (mm)	全 体 の リ フ ト (mm)	安全装置	ブレーキの有無	フィンガーの間隔 (mm)
室 蘭 1	56 DC	8	830	850	継 手 ワイヤー	な し	
広 畑	100 DC	33	1,168	1,219	な し	な し	
水 江	110 DC	13.5	1,170	1,220	スプリ ング	マグネッ ト ブレーキ	
川 崎	60 DC	13.9	740	750	安 全 リ ン グ	〃	
神 戸	30 DC	20	490	550	な し	〃	
戸 畑	110 DC	20	1,030	1,080	ウォームギ ャーに スラスト スプリング	〃	

フィンガーは通常4本つけられていて、その間隔は取扱う鋼塊の長さ各転倒時でのスラブ、ブルームの長さ及びその最大長さ等を考慮して決める必要があるが、同時にテーブルローラーの間隔及びサイドガイドのラックビームの位置で制限される。またフィンガーは鋼塊が倒れた時大きな衝撃を受けるのでこれを緩和する装置が望ましい。一例として図2-48のような機構を採用しているものもある。サイドガイドの先端は特に衝撃を受け易いので特に取替え易い構造にしたものが多い。またサイドガイドの外側すなわち鋼塊と接する部分にはライナーをはったものもある。

サイドガイドは下にあるテーブルローラーの取外しが簡単なように広く開放できるようにしてあることが望ましい。またサイドガイドのラックビーム受ローラー面にはスケールが侵入しないように考慮する必要がある。

表2-18に各社マニプレーターの仕様例を、表2-19に同じくフィンガーの仕様例を示す。

(3) 圧下装置

圧下装置はマニプレーターと共に圧延能力を左右する重要な補機の一つである。その主要部は圧下ねじおよび雌ねじとこの圧下ねじを駆動する歯車装置である。圧下ねじは鍛鋼または特殊鋼で雌ねじはニッケルブロンズ、マンガンブロンズ、アルミブロンズ等で作られる。

この圧下ねじと雌ねじとのクリアランスと硬度差には

充分の注意が必要であつて、この注意を欠くと焼付とか摩耗の原因となり、極めて短期間に取替えを要することになる。ロールの左右の隙を調整するには連絡軸のカップリングの噛合せを変えて行なう方法とマグネットクラッチによる方法がある。圧下締込時の開放装置はバランス用の水圧を用いてラチェットでウォームを廻す方法と上下チェックの間にデイスタンスピースを入れ締込時これを切断して開放する方法がある。

ロールの開度を示す指示器は圧下装置と機械的に組合されたダイヤルによるものとさらにその間にセルシンを入れて運転室内のダイヤルに開度を指示するものとがある。通常の歯車装置を入れたものはバックラッシュのため、指針にガタを生ずるので、何等かの形でこのバックラッシュを除く手段を講ずる必要がある。

圧下の突上を防ぐには上側に圧下ねじが抜け出るようにする方法があるが、圧下速度が大きくなっている現状では実質的な効果は期待出来ないで、リミットスイッチによる他ない。これの補助として上端の200~300mm手前で自動的に圧下速度を落とす方法を採用している例もある。

圧下装置において駆動用モーターと圧下ねじを結合する方法には種々あるが、次の3種に大別出来る。

(a) モーター軸より減速機を介してウォームを駆動するもの。

- (b) モーター軸とウォーム軸が直結されていて、かつモーター軸の両端に両圧下ねじ用ウォームをつけたもの。
- (c) モーター軸とウォーム軸は直結され両圧下ねじのウォーム軸の結合はベベルギヤを介した連絡軸で行なうもの。これらの代表的な構造例を図2・49、図2・50 および図2・51に示す。また表2・20に各社圧下装置の一覧表を示す。この表中圧下装置の型式は上記の(a)(b)(c)の各型式のいずれであるかを示している。

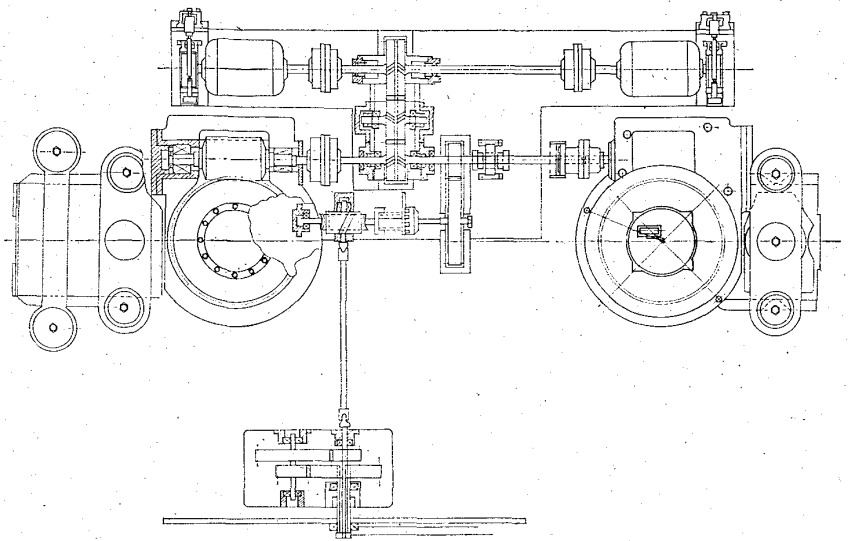


図 2・49 (a) の型式の圧下装置

ユニバーサルミルにおけるエッジ

ャーロールの開度調整の機構は図2・52に示すようになつている。エッジートラバース用のモーターは左右別々に動き両者の結合は電気的にのみ行なわれる。

ロールの左右の開きの差、上下ロールの左右のずれを調整することを一般にロール調整と呼びブルーム、スラブのいずれを圧延する場合にも常に正しく調整することに留意しなければならない。一般に下ロール自身のレベルの調整は下ショック下にライナーを入れて行なうが、このライナーの厚さはロール径の大小により変えるのが普通であるので作業中に行なうことは稀である。これに対して左右の開きの差はロールネックベアリングの摩耗の不均一、圧下ねじ下部とプレッシャーブロックの摩耗の不均一から圧延中でも屢々調整する必要が生じてく

る。これを調整する方法は先に述べた圧下装置の構成によりそれぞれ異なるが(a)の場合は左右いずれかのウォーム軸と減速機軸との結合を外して調整を行なうが、この結合を最近ではクラッチを使用して迅速にするものが多くなつて来ている。(b)の場合は互に対角線の位置にあるカップリングの結合を外し調整必要量だけこの結合をずらして調整するが、この場合カップリングに許されるスペースが小さいのでクラッチを入れることが難しくボルト止が多いので所要時間が長くなる傾向がある。

(c)の場合は連絡軸のカップリングを外し片側のモーターを廻して調整し、再びカップリングを結合するが、(b)の場合は2個のカップリングを開放する必要があるが、(c)の場合は1個で良いので時間的には短くて

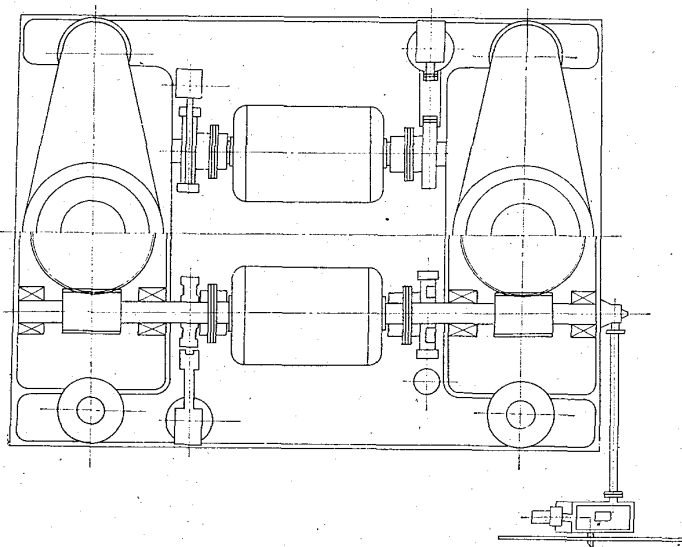


図 2・50 (b) の型式の圧下装置

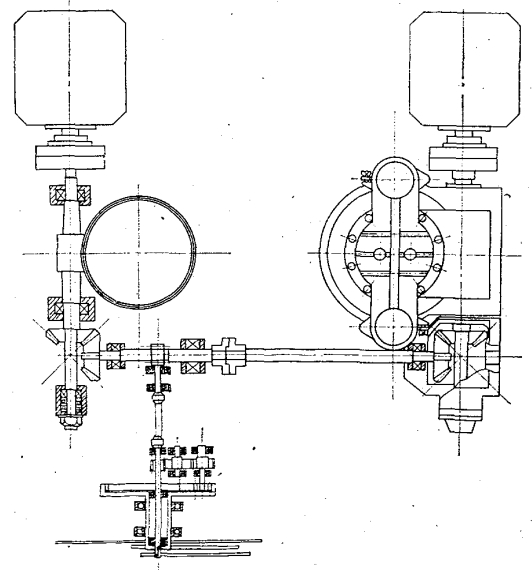


図 2・51 (c) の型式の圧下装置

すむ。

上下ロールのスラスト調整法も種々あるが、チョック自身を動かすものとチョックのスラスト方向は固定してロールのみを動かす二つに大別できる。

前者はまたガイドプレートのセットボルトを調整する方法と、チョックの締付ボルトによつて調整する方法がある。

圧下装置の駆動には最近では殆んどワードレオナード方式が用いられている。これは加減速の即応性が高く、電機子電流のピークも遙かに少なくなっている。速度も負荷に関係なく保ち得るので、圧下のプリセットコントロールないし自動化には不可欠である。次に定電圧抵抗制

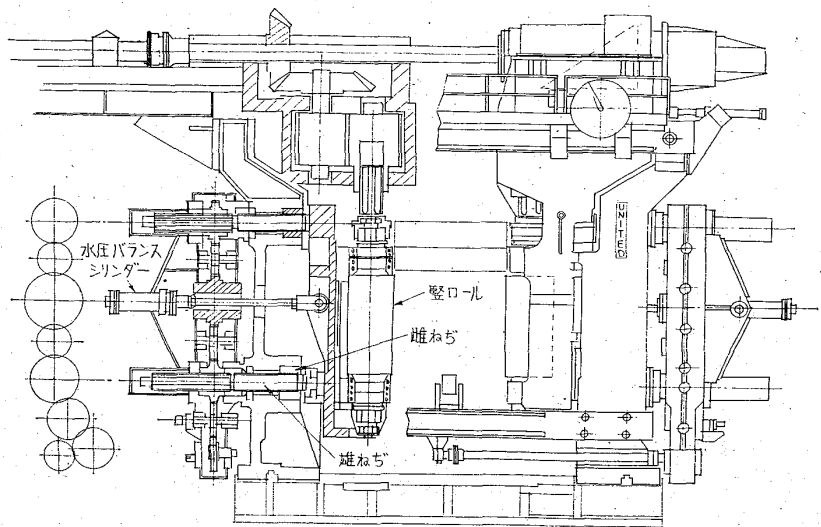


図 2.52 ユニバーサルミルにおけるエッチャーロールの開度調整機構

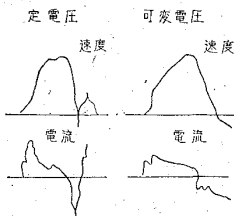


図 2.53 定電圧と可変電圧制御の場合の速度と電流のオッシログラムの例

御の場合と比較した速度と電流のオッシログラムを図 2.53 に示す。

(4) ミル前後面ローラーテーブル

ミル前後面ローラーテーブルはマニプレーター、圧下装置と共に圧延作業に密接した重要な補機の一つであるから、他の鋼塊および鋼片輸送用のテーブルとは全く区別して考えなければならない。

表 2.20 圧 下 装 置 仕 様 の 例

工場名	モーター		昇降速度 (mm/s)	昇降リフト		安全装置		締切時の開放装置	ス材 クリ ユニ 質	雌ねじ 材 質	潤滑方式	ロール バランス 方式	圧型 下装置 の式		
	馬力	台数		回転数 (rpm)	定電圧 及び WL式	通常 最大	最 大							突の 上げ時	突の 下げ時
釜石	110	2	460 /1,150	WL	100	550	750	リミット スイッチ	なし	カップリングにワイヤーを巻きゆるめる	SF	アルミ ブロンズ	強制循環	水圧式	b
川崎	110	2	450 /1,000	WL	100 /200	1,200	1,300	リミット スイッチ	リミット スイッチ	ブレーカーの取替	SF 60	アルミ ブロンズ	強制循環	110kg /cm ² 水圧式	c
水江	110 /225	2	460 /920	WL	76/153	1,730	1,791	リミット スイッチ	リミット スイッチ 及びス ペーサー	スペーサーのガス切り	SF	アルミ ブロンズ	ファーバ ル給油及 び滴下給 油	50kg /cm ² 油圧式	a
神戸	75 /150	2	450 /900	WL	100	600	700	リミット スイッチ	なし	駆動軸をク レインで巻 上げる	S45 C	アルミ ブロンズ	集中潤滑 方式	カウンタ ーウエイト	c
広畑	110	2	420 /840	WL	250	1,900	2,133	リミット スイッチ	リミット スイッチ	カップリング軸にスペナをかけてまわす	SF	青銅鋳物	集中潤滑 方式	水圧式	a
戸畑	200 /480	2	420 /1,000	WL	20 ~250	1,690	1,900	1,800 停止リミ ット	300 減速リミ ット	水圧利用	S50 C	マンガン ブロンズ	強制循環	110kg /cm ² 水圧式	b

注：WLはワード・レオナード方式を示す。

このローラーテーブルは正転、逆転の迅速性と鋼塊転倒時および鋼塊噛出時の衝撃に充分耐えるように設計されなければならない。テーブル速度の最高をミルの最高速度と同じにするか、基準速度に合せた場合、逆転に要する時間をミルのそれに近くすれば、これを駆動するモーターの容量は極めて大きくする必要があるので経済性の点で決められるべきであると思われる。このテーブルの駆動には上記の正逆転の迅速性と負荷の変動に対処するため近年は全てワードレオナード方式が用いられている。また最近ではミルに近い数本のローラーを他のライオンシャフトドライブによるローラーから切離してそれぞれ単独のモーターにより駆動し、鋼塊噛出時におけるローラーへの衝撃を緩和する単独駆動ローラーとする方式が多くなつてきている。

フィードローラーを含めて前後面テーブルローラーの軸受にはブロンズ系統のメタルを使用するドイツ系とテーパローラーまたはスフェリカルローラーベアリング等のアンチフリクションベアリングを使用するアメリカ系があるが、ドイツ系の場合はフィードローラー等には、輪バネ等の緩衝材を入れるのが普通である。

表 2.21 に各社のフィードローラーおよびミル前後面テーブル一覧表を示す。

(5) ロール

(i) ロール一般 分塊圧延に使用されるロールの材質は鍛鋼、鋳鋼、特殊鋳鋼、特殊鍛鋼およびダクタイル鋳鉄ならびにこれの鋼化とも考えられる球状黒鉛鋳鋼が注目されている。

分塊ロールの重量は小でも10t余り、大きなものでは40tに近いので、ロールの成分もさることながら、その熱処理の適否が大きく寿命に影響する。ロールに要求される性質は耐摩耗性、耐ファイアクラック性、耐衝撃性等であるが、ブルーム用ロールに対しては特に耐摩耗性が、スラブ用大型ロールに対しては耐ファイアクラック性、耐折損性が特に要求される。最近のロールの大型化に伴い高揚程のスラブ用圧延機では胴長に比較して胴径がそれ程大きくなつていない上に10,000HP以上のモーターがつけられる例が多く、ロールに作用する曲げ応力は極めて大きくなつている。従つてロールにファイアクラックの発生する機会も多く、折損の危険性も増してきた。これに対して炭素量を少なくして耐ファイアクラック性、耐衝撃性を増す方法がとられたが、これは必然的に、表面硬度を低下させることになり耐摩耗性が低下する結果となつてくる。最近炭素を球状黒鉛状とすることによつて、炭素量を減ずることなくむしろ逆に増加し

て、表面硬度を低下することなく耐ファイアクラック性、耐摩耗性を向上させる方法がとられるようになってきた。これがダクタイル鋳鉄および球状黒鉛鋼のロールである。これらはいずれも最近になつて開発されたものであり未だ充分の実績は上つていないが、注目に値する。

ロールの直径は使用鋼塊により決められるが、胴長は直径の2.0~2.5倍でロールネックの径は同じく0.55~0.7の範囲である。タンデム型2重圧延機、3重圧延機ではロール胴長は2重逆転式のものより短くとられるのが普通である。3重式では下中上の順でロール径が小さくなり圧延の際の下突込みを防いでいる。

2重逆転式のピニオン駆動の場合、上ロール径を10~20mm小さくしている例も多いが、同一径とするのが普通である。

ツインドライブの場合は±5%程度の速度調整が可能であるから上下のロール径の差を30mm程度許容出来るしロール旋削量を必要量に止めることが出来るのでこの点有利である。表 2.22 に現在各社で使用されているロールの材質を示す。

(ii) 孔型と作業 スラブ圧延とブルーム圧延とではその程度は異なるが圧延工程では出来るだけボックス孔型を用いることが、耳割れを防止する点から望ましい。それ故、ロールの孔型の大きさ、配列は、使用鋼塊の大きさ、成品寸法および圧下スケジュールを勘案して決められる。

孔型の側面のテーパは、ブルームにおいては菱形になるのを防止するために初期の2~3カリバーでは35~25%程度であるが仕上カリバーでは15%程度に小さくするのが普通である。スラブ圧延ではブルームの場合よりこのテーパは何れも小さくとられているようである。

孔型の深さは50~80mmとなつているが、各カリバー共出来る限り同じ深さとする方が圧下スケジュールを単純化するために望ましい。

孔型の深さを決定する場合、ブルヘッドとローラーテーブル上面との高さの差を考慮することが必要である。通常この高さは60~90mm程度がとられるが噛込の状態と噛出し時のローラーテーブルへの衝撃を緩和するようにしなければならない。従つて孔型における最大圧下量と、ブルヘッドと孔型の深さとの差を充分検討して決定しなければならない。

ブルーム圧延の場合、使用頻度の特に多いIIカリバーの底部の摩耗によるカリバー幅の拡りが問題になるが、欧州では肉盛りの上面旋削する方法が多くとられている。

表 2-21 フ ィ ー ド ロ ー ラ ー 及 び

		釜 石		川 崎		水 江		
		前面 ワーキング (後面〃)	前面 フィードロー ラー (後面〃)	前面 ワーキング (後面〃)	前面 フィードロー ラー (後面〃)	前面 テーブルロー ラー (後面〃)	前面 インディビデ アルローラー (後面〃)	前面 フィードロー ラー (後面〃)
全	長	ローラー中心 より 7,600	2,365	8,250	—	5,079	2,235	937
ロ ー ラ ー	ローラー径 mm	550	650 550	450	400	508	508	508
	有効胴長 mm	3,640	2,365	2,400	2,400	2,896	2,896	2,896
	本数	8	1	11(9)	2	8	4	2
	ピッチ mm	800	—	750(1,500)	750	② 762 ① 711	② 762 ① 711	② 762 ① 711
	材質	SC	SC	SF50	SF50	SF	SF	SF
	スピード m/s	2.0	8.45rpm	2.0	2.16	4.85	4.85	4.9
	馬力 kW	75	15	100×2	60	110×1	30×4	30×2
	D.C又は A.C	AC	AC	DC	DC	DC	DC	DC
フ ィ ー ド ロ ー ラ ー	ロール上面よ りの高さ mm		60		70			84
	ショック吸収 法		スプリング式		スプリング式		なし	
	ステップの大 きさ mm		100		D-d ₁ =20, D-d ₂ =40		0	
	ロール中心と 先端ローラー との中心距離 mm		1,150		1,200		1,150	
	中空又は中実		中空		中実		中実	
伝導方法	ラインシャフ トよりベベル ギヤ	モーター減速 機をへてスピ ンドルへ伝導	ベベルギヤ	単独駆動	1軸ベベル ギヤ駆動	直線単動駆動	直線単動駆 動	
潤滑方式	ベベルギヤ-溶油式 ベアリング集中給油		強制循環	強制潤滑	ベアリング ファール ベベルギヤ オイルバス 不明	ファール 不明	ファール 不明	
ベアリング	ベベルギヤの 表面硬化の有無 とその方法	あり	フレームハ ードニング	—				
型式	プレーンベア リング砲金	プレーンベア リング砲金	プレーンメ タル BC5BWT ₂		スフェリカル ローラーベア リング	スフェリカル ローラーベア リング	ダブルテー パーローラー ベアリング	
中径 mm	200	275 270	250 駆 150×2 外 320		200	200	289	
長さ mm	400	400			98	98	328	

再旋削までの圧延屯数は 30,000~40,000 t (スラブの場合) としている例が多い。

ロールの表面にぎざぎざをつけるナーリングはロールの冷却面積の増加、噛込条件の向上を目的として行なわれるが、これには通常の凹型の外ロール表面に溶接を行なう凸型のものも使用されている。いずれの場合にも材料の表面は繰返しこれらの影響を受けるので折込みによる表面疵を発生させる危険性があるので、大きさおよび

角度について慎重に検討する必要がある。詳細については「Iron & Steel Engineer may 1960」を参照されたい。なお凸ラッキングを行なう場合、次の注意が必要である。

- (a) ロールと同一材料の溶接棒を使用すること。
- (b) 溶接の場合、ロールの予熱を行なうこと。
- (c) なるべく軸方向にのみラッキングをつける。
- (d) 溶接後、鑄造組織を破壊するために手持ハンマ

ミル 前後面 テーブル 一覧表

神 戸			広 畑		八 幡 6	戸 畑		
No.1 ワーキング (No.2 //)	後面 ワーキング	フィード ローラー	前面 テーブル (後面 //)	前面 フィード ローラー (後面 //)	No.2 ロールガング (No.3 //)	前面 テーブル (後面 //)	前面 インディビデ アルローラー (後面 //)	フィード ローラー
7,000 (5,800)	10,800	1,400	9,576		9,800 (10,450)	5,200	4,837	5,370
400	400	320 400	508	508	450	500	500	400
2,400	2,450	2,300	2,286	2,286	2,600	3,000	3,000	3,000
9(8)	10	2	14(14)	2(2)	14(12)	7	4	2
700	1,400	700	736	736	800(700) 750(1,300)	800	800~900	750
SF60	SF	SF	SF	SF	SC	SFC45-6	SFC45-6	SFC45-6
1.9	1.9	1.9	2.5/5	25/5	1.58			37.5
75/150×2	75/150	50/100	30/60 ×4(55×2)	30/60×4	56	110×2	37.5	50
DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC
筒型スプリング			なし		70	75		
					なし	リングスプリング		
					50	45		
950			1,066		950	1,050		
中 実			中 実		中 実	中 実		
ベベルギヤ	ベベルギヤ	減速機 スピンドル	ベアリング	ローラー ベアリング	クランク式	グループ 駆動	単独駆動	単独駆動
集中式	集中式	ファール			手差式	強制循環およびファール		
あり	あり	—			高周波焼入	有		
ローラー ベアリング	ローラー ベアリング	プレーン ベアリング	ローラーベ アリング	ローラー ベアリング	プレーン ベアリング BC	2つ割メタ ル BC	2つ割メタ ル BC	ブッシュ
115,128	115,128	180,220	286(241) 280(240) 245(127)	241 240 127	100	260	260	279
220	220	230,320	127(128)	128	65	280 320	280 320	350 395

ーで叩く等の処置をとること。

表 2.23 に各社のロール使用成績の比較表を示す。

(iii) 圧下スケジュール 圧下スケジュールは初期の数パスにおける鍛錬工程と以下の成型工程を合せていかにして圧延機全体の能力の限度まで圧延能率を向上せしめてかつ安定した品質の製品を作るかにある。

圧下量を制限するものは初期の鍛錬工程においては鋼塊自体の表層付近の性状であつて通常 50~60mm 程度

までである。以下の圧延工程ではモーターの駆動トルクと嚙込角である。嚙込角はロール径により異なるが、ロール径をパラメーターとして圧下量と嚙込角の関係を示すと図 2.54 となる。嚙込角は最大 22° 位までとれるが実用上は 20° 位に留めるべきである。なお孔型の場合は側面の摩擦力があるので 28° 位まで許容できる。

圧下量およびロール速度とメカニカルパイプの関係を示す概念図を図 2.55 に示す。

表 2-22 ロール成分及び硬度の一例

ロール材質	C	Si	Mn	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	V	硬度 (シヨ アー)	会社名
特殊 鋳鋼	0.90	0.043	0.72	0.012	0.006	0.22	0.94	0.14			34	八幡
" 鍛鋼	0.46	0.26	0.62	0.015	0.007	0.35	0.91	0.65		0.9	35	"
ダクタイル	3.50	2.11	0.67	0.047	0.008	0.32	1.48	0.31			32	室蘭
特殊 鋳鋼	0.83	0.34	1.10	0.019	0.026	0.35	—	1.07			35	広畑 (水平ロール)
"	0.62	0.37	0.63	0.010	0.010	0.22	0.58	0.48			29	(縦ロール)
球状黒鉛鋼	1.35	1.56	0.68	0.022	0.005	0.30	0.62	0.11	0.12		30~36	釜石
"	1.24	1.57	0.79	0.014	0.007	0.31	0.58	0.06	0.07		31	室蘭
特殊 鋳鋼 (ブローノックス)	0.97	0.47	0.73	0.044	0.003	0.28	0.06	1.01	0.07		31~33	水江
(")	0.85	0.37	0.84	0.034	0.017	0.38	0.56	0.49	0.12	0.14	28~31	"

表 2-23 各社ロール使用成績例

工場	項目	1回あたり 旋削量 (mm)	t数/mm 旋削量 (t/mm)	廃棄基準 (mm)
釜石	15(クラック が普通)		2,000	径 940以下
	10(" 小)		2,000	
和歌山	15		2,500	径に対し 150旋削
水江	最大磨耗量 (径) +2		3,000	径 1,067以下
神戸	10~15		2,000	径 800以下
広畑	15~20	水平	1,700~2,300	・ 1,025以下
		縦	8,500~11,000	縦 863以下
呉	12~15		1,300~1,700	径 800以下
戸畑	20		1,500	径 1,070以下

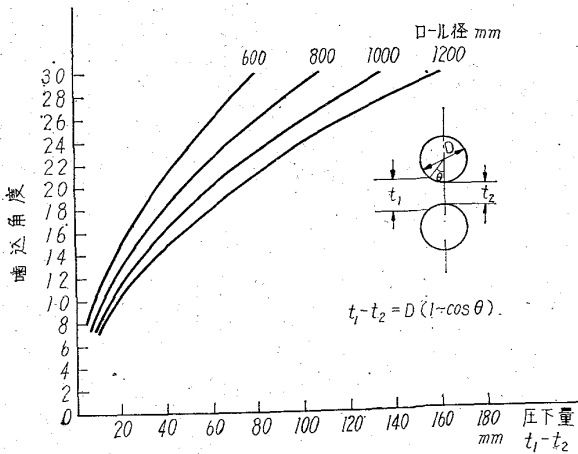


図 2-54 圧下量噛込角度曲線

中心部低温の場合 均一圧延温度の場合

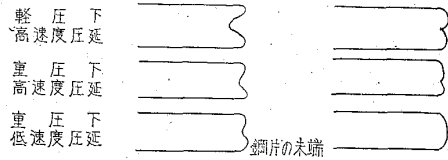


図 2-55 圧延方式とメカニカルパイプの形状

メカニカルパイプは初期にエッジパスを多くかけた場合はそうでない場合より深くなると報告されている例もありまた小型の試験圧延機での実験例では全圧下量を一定とし、圧下量を1.1・2とした場合と2.1・1とした場合では後者の方が伸びは大きく前者は幅拡がりが多いと報告されている。いずれにしてもこれらの例から解るように、圧下スケジュールを決定する際に歩留上の点からも上記のことを考慮する必要がある。表 2-24 に圧下スケ

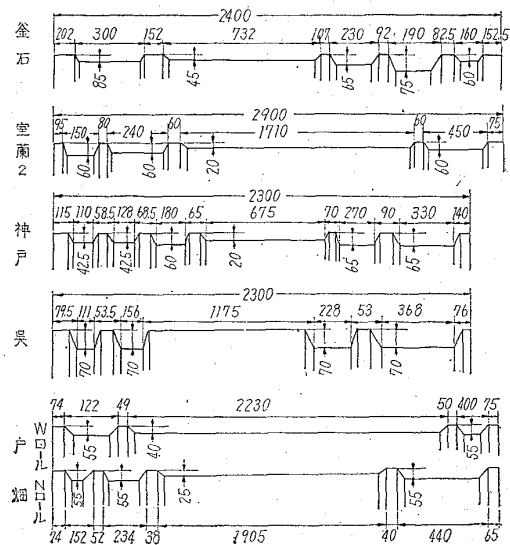


図 2-56 ロールカリパー

表 2.24 圧下スケジュールの一例

圧延トルクを一定とした場合					圧下量の簡略化の場合				
パスNo.	Kal	ロール隙 寸法 mm	巾 mm	圧下量 mm	パスNo.	Kal	ロール隙 寸法 mm	巾 mm	圧下量 mm
5	I	727	1,678	63	5	I	790		40
6	I	667	1,696	60	6	I	750		40
7	I	1,646	672	50	7	I	710		40
8	I	1,596	678	50	8	I	670		40
9	I	618	1,615	60	9	I	1,700		
10	I	560	1,632	58	10	I	1,660		40
11	I	505	1,848	55	11	I	650		
12	I	453	1,663	52	12	I	610		40
13	I	1,623	457	40	13	I	570		40
14	I	1,583	461	40	14	I	530		40
15	I	413	1,598	48	15	I	490		40
16	I	368	1,612	45	16	I	450		40
17	I	326	1,625	42	17	I	410		40
18	I	287	1,635	39	18	I	370		40
19	II	1,600	290	35	19	II	1,710		
20	II	1,565	293	35	20	II	1,645		65
21	I	258	1,575	35	21	I	365		
22	I	225	1,590	33	22	I	330		35
23	I	195	1,605	30	23	I	295		35
24	I	167	1,617	28	24	I	260		35
25	I	141	1,628	26	25	I	225		35
26	I	118	1,638	23	26	I	190		35
27	IV	1,625	119	13	27	III	1,670		
					28	III	1,625		45
					29	I	170		
					30	I	130		40
					31	IV	1,595		
					32	I	119		
					33	IV	1,625	119	

鋼塊断面 B20 1700/1740×860/900×2000mm

成品仕上断面 119×1625mm

ジュールの一例を示す。

左側のものは厚み圧下の時の圧延トルクを一定とした場合のものであり右側のものは圧下量を均一化して簡略化した場合のものである。

表 2.25 に圧延のタイムスタデーを行なつた一例を示す。

表 2.26 は各社のロール諸元の一覧である。また図 2.56 にはロールカリバーの例を示した。

表 2.25 タイムスタデー実測例

パス回数	B12 鋼塊より 分塊断面140×790			B14 鋼塊より 分塊断面130×950		
	圧延時間	遊び時間	最電大流	圧延時間	遊び時間	最電大流
	(s)	(s)	(A)	(s)	(s)	(A)
1	2	2	5,750	2	2	7,000
2	3	7	8,150	2	7	5,100
3	3	2	8,230	3	3	8,100
4	4	2	7,500	2	2	7,300
5	2	2	6,600	2	3	8,000
6	3	2	7,200	2	2	7,100
7	3	2	6,800	2	2	7,800
8	3	2	6,900	3	3	6,100
9	3	3	6,300	2	2	7,500
10	4	10	7,400	2	2	6,700
11	2	2	1,900	2	2	6,300
12	3	2	4,250	2	8	6,600
13	4	2	3,800	4	2	1,800
14	4	5	2,300	3	3	3,300
15	4	1	7,000	3	3	4,100
16	5	4	5,600	4	7	4,200
17	6	4	4,300	3	3	7,100
18	6	11	4,500	4	4	6,400
19	5		1,800	4	4	5,800
20				5	7	7,200
21				7		1,800
合計	1'-09"	1'-05"	2'-14"	1'-03"	1'-10"	2'-14"

注 B12. 729/787×1,026/1,060×2,000 12.5 t
B14. 725/770×1,300/1,320×2,000 13.2 t

(iv) ロールネックベアリング 分塊ロールのロールネックベアリングには古くはブラス系統の軸受、あるいはバビットメタル等も用いられたが近年では殆んどフェノール系統の合成樹脂メタルとなつている。さらに最近ではテーパローラーベアリングを主体とするアンチフリクションベアリングが各所で採用されるようになった。

ロールネックベアリングはロールに伝えられるトルクの大きさにロールネックの径が決定され、ハウジングの

窓の大きさにチェックの外形寸法が決められるが、その具備すべき条件は次の通りである。

- (a) 大きな圧延圧力に耐える充分の負荷容量を有すること。
- (b) 摩耗、変形が少ないこと。
- (c) 動力消費が少ないこと。
- (d) ロールの組替が簡単に行なえること。
- (e) 水、熱、スケール、塵埃等の悪条件に充分耐えること。

次に各種のベアリングについてその概要を述べる。

a) 開放型金属軸受 これには砲金、青銅系のものと白色合金系のものがあるが、白色合金系のものは、多くが砲金系のものを裏金として鋳込んだものである。

いずれにしても摩擦係数、摩耗量、経済性および動力損失等のいずれの点からも分塊ロール用として適当であるとはいえず、現在では殆んど合成樹脂系統に変えられているが、なお一部に使用されているところもある。一般には水とグリースにより潤滑を行なう。次に白色合金の成分例を示す。

	Sn	Sb	Pb
イ	10~15%	12~20%	15~80%
ロ	59~91%	4~12%	0.35~26%

b) 合成樹脂軸受 前項の金属軸受の摩擦係数0.1に比して合成樹脂軸受の摩擦係数は0.01と低く、かつ摩耗量も少なく経済的で潤滑も簡単である等の理由で、かつて開放型金属軸受を使用したものも殆んどこれに変えられている。これらは上下メタルをそれぞれ一体としたものと幾つかのセグメントに分けたものとあるが、最近ロールの大型化に伴ない、セグメント式にしたものが多い。

この種の軸受はフェノール系樹脂と帆布とを加熱加圧して成型されるが、熱伝達率は12.2kcal/m²hr°Cであり砲金の約1/400~1/500で極めて低い。従つて冷却水に注意しないと直ちに焼損事故をひき起すことが多い。また表面硬度も低いので冷却水は濾過器を通した清浄なものを用い、温度は夏季でも30°C以下が望ましい。

合成樹脂軸受では1m/s以下の低速、高荷重では水とグリースの併用潤滑が良好である。この場合油だめの大きさ、形状、位置は水と関連して潤滑に多大の影響をおよぼすので充分注意しなければならない。この種の軸受は硬度が低いので、ミルスケール等が侵入すると急速に摩耗する。特にスラスト受の部分は圧延機に近いところにおかれることが多いので特に注意が肝要である。軸受の摩耗がはげしいと、圧延成品の寸法に狂を生じたり、取替えのため貴重な圧延作業時間を止めることになる。

表 2.26 ロール諸元一覧表

	ロール径		胴長 (mm)	ネック (mm)		ミルモーター		1回の圧延高(t)	1組の圧延高(t)	注水量及び方法	ナーリングの有無	
	最大	最小		径	長さ	馬力 (kW)	r.p.m					
室蘭2	1,170	990	2,900	710	940	3,750×2	0/40/80	30,000 ~35,000	250,000	100m ³ /h 注水冷却	あり (I, II, III カリバー)	
釜石	1,100	950	2,400	640	630	3,950	0/60/120	30,000 ~35,000	300,000	7kg/cm ² の 圧力 注水冷却	電溶肉盛 I, II, カリ バー	
千葉	1,118	991	2,921	686	737	2,620×2	0/40/80	35,000 ~40,000	500,000	上部より 注水	あり IIカリバー	
川崎	1,100	985	2,400	660	760	5,000	0/50/120	37,000	300,000	30m ³ /h 注水冷却	あり	
神戸2	930	807	2,300	540	560	3,500	0/54/120	30,000 ~37,000	270,000	1.5kg/cm ² の圧力 80m ³ /h	なし	
広畑	水平	1,143	1,041	2,286	737	850	450×2	0/40/80	水平 40,000	不明	60m ³ /h 圧力 2kg/cm ²	なし
	縦	925	864	2,057	559	410	3,000	0/60/150	縦 120,000			
呉	910	810	2,300	520	625	2,620	0/50/120	15,000	90,000	120m ³ /h ノズル使用	なし	
戸畑	1,230	1,080	3,000	725	940	4,500×2	0/40/80	35,000 ~40,000	250,000	120m ³ /h ノズル式	あり	

スケールの侵入を防ぐにはシールを完全にする以外にはないが、チョックの構造によりその対策が異なるので一概にはいえない。一般にラビリンスのみでは効果がなくフェルト・ゴム等で完全に密閉する方法が広く行なわれている。

合成樹脂軸受の寿命は圧延状況、軸受構造、シールの方法等の差により大きく変動し、長いもので15~20万t短いものでは1~2万tのものまでである。

一般に新しい圧延機ではシールが良好なものが多いので寿命は長くなっている。以下に合成樹脂軸受の諸性質を示す。

密度	1.30~1.40	g/cm ³
引張り強さ	800	kg/cm ²
曲げ強さ	1,000	"
圧縮強さ(層に直角)	2,500	"
硬度(ブリネル 500kg)	30~40	
摩擦係数	0.008	以下
熱膨脹係数	(10~100°C)	
層に平行の方向	0.00004	
層に直角の方向	0.00010	
吸水率(24時間で)	1~3%	
使用温度	80°C	以下

一般に軸受の厚さは10~40mmで接触角度は120°程度である。軸受はラジアル荷重と同時にスラスト荷重も

受けなければならないが、スラストを受ける部分はラジアル部と全然別個とする方が性能上からも望ましい。またスラスト軸受は受圧面積が大きくとれず、シールも充分に出来ないので損耗が多い。

最近ではスラストを受ける部分をロールのワークサイドにまとめてシールの問題を解決している例もある。

表 2.27 合成樹脂と金属軸受との比較表

軸受材	比重	比重比	耐久比	価格耐久総合比	動力比	総合比
合成樹脂	1.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
砲金	8.4	6.0	1/3	2.15	1.5	3.2
バビット	8.0	5.7	1/4	16.88	1.2	2.0

c) ローラーベアリング 最近次の利点から分塊ロールのロールネックにローラーベアリングを使用する例が増加してきている。すなわち

(a) 動力消費が少ないこと。その分だけ圧延動力として利用出来る。

(b) 摩耗を考慮する必要がないこと。従って組込時に圧下指針を合わせれば、組替までそのまま良く使用中左右の隙の調整をすることは殆んどないこと、

等である。使用例を図 2.57 に示す。

一般にロールネックベアリングとしてローラーベアリングの具備すべき条件は次の通りである。

- (a) 制約された寸法で圧延負荷に耐えること。
- (b) ロールの横調整を行ない得ること。
- (c) スケール、水等に対するシールが充分であること。
- (d) ロールの折損時にベアリングが破損しないようにすること。

等である。

近年ベアリング材料、熱処理の進歩、設計の改善により、かなり安定して使用出来るようになってきている。

テーパローラーベアリングを用いた場合の潤滑は強制循環給油によるものが望ましいが、シールと戻り油管等の問題でグリースが使用される場合も多い。

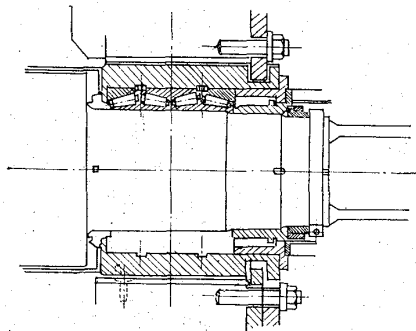


図 2.57 テーパーローラーベアリング使用例

(v) ロール冷却

ロールは圧延中、繰返し熱鋼塊に接触しているので、その冷却は極めて重要である。特に下ロールに充分の冷却水を与えることは困難であるが充分な考慮が必要である。

ロールの冷却水を考える場合、単に多量の水をかけるというだけでは不十分であつて、その有効程度と伝熱の

点を充分考えなければならないので適正水量は個々の設備について検討され、規正されなければならない。最近では冷却水圧力を高めてロール表面の冷却効果を増す方法もとられている。

ロール表面からのファイヤクラックの発生を防止するにはロール材質の向上はもちろん必要であるが、ロール自体に対する熱応力の繰返しを最小にするよう、作業方法を検討することも必要であるし、ロール内および表面の温度分布、熱応力、撓み、および疲労の点からも冷却水の注水方法を検討しなければならない。

冷却水の圧力は通常の工業用水の $2\sim 3\text{kg/cm}^2$ のものが多いが、水道水との配管の間にブースターを入れて $4\sim 7\text{kg/cm}^2$ まで昇圧して使用しているところもある。

水管の配置は設備によつて異なるが、下ロール用のものは圧延中、鑄張り等の落下物によつて損傷するのを避けるため、その位置に留意する。水管は簡単に散水孔をあけたものが多いが、最近では噴水の流速を上げ、冷却効果をあげるため、ノズルをつけたものが増えている。

(6) ロール組替装置

ロールの組替方法を大別すると次の通りである。

- (a) カウンターウェイトを用いたC-フックでロールを交換する方法。
- (b) 組入ロールと解放ロールとをスリーブで結合して振替える方法。
- (c) 上下ロールを同時に台車でワークサイドへ引き出す方法。

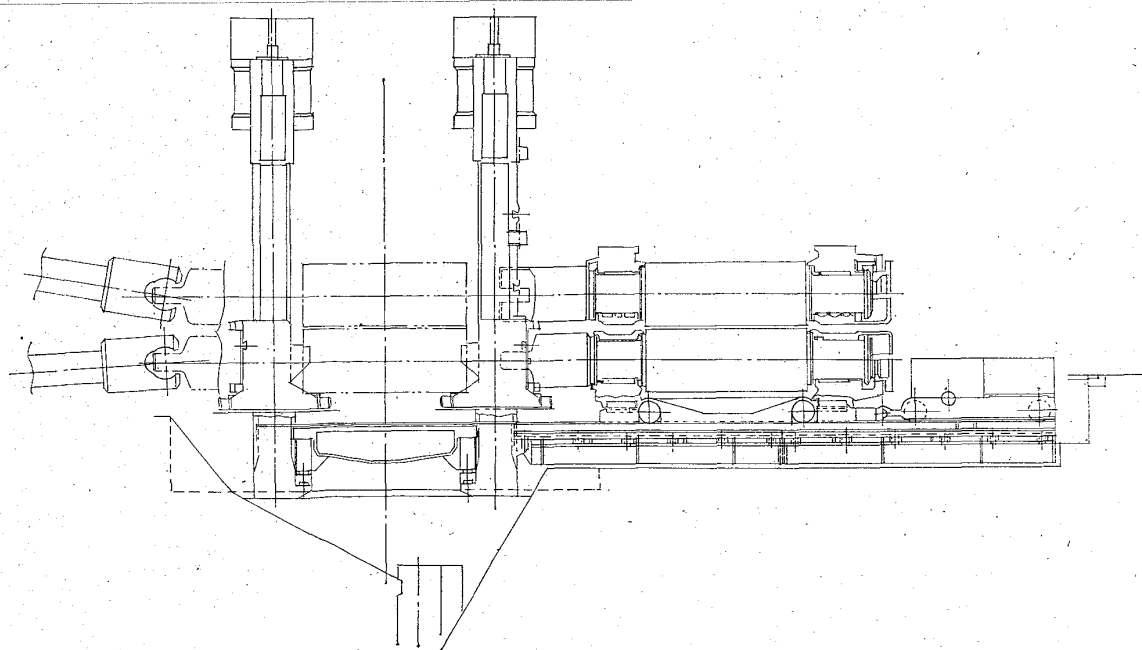


図 2.58 台車引出し式ロール組替装置の一例

近年、ロール重量の増加、ショックの複雑化等から(c)の引き出し式を採用するものが多くなった。これはスタンド下部がレール面となり、引き出し時には油圧、水圧等でこれを押し上げ、電動式のカーまたは水圧等で横に引き出す方法である。図 2・58 にその一例を示す。これによればロールの組替時間は 2~3 時間を要する。最近のショックは給油脂系統および冷却水系統の複雑化のためにロール組替時にこの着脱に要する時間が組替時間全体に占める割合が大きくなってきているので、これを早くするような配慮が必要となつて来ている。

ロールの組替に要する時間は設備によりまたそれぞれの工場の作業方法により異なるので一概にいえませんが、各社の実績によれば、

- (a) C-フックによるもの 3時間30分
- (b) スリーブによるもの 3時間30分~5時間
- (c) 台車方式によるもの 1時間30分~4時間

の間に分布している。

(7) ロールおよびスピンドルバランス

ロールバランスには水圧式とカウンターウェイト式がある。

水圧式は 1~数個の水圧シリンダーで上ロールのキャリアー、または吊りボルトを吊り上げてバランスする方法であつて、水圧の供給方法としては空気圧による蓄圧器を用いるものと、荷重による蓄圧器を用いる方法とあ

るが、ロール位置によるバランスの変動については後者の方が良いが、ロール重量の変動に対してバランス力を調節するには前者が簡単である。

カウンターウェイトによる方法は保守が簡単であるが、図 2・59 に見られるごとくロール下の基礎が極めて

表 2・28 各社ロールバランスの例

工場名	項目 バランス型式	ポンプの型式 容量	アキュム レーター の型式	使用圧 力 (kg /cm ²)
室蘭 2	水圧式	ベーンポンプ 60kg/cm ² × 2 圧力 100l/mn 容量	ウェイト	50
水江	"	3連プランジャー ポンプ 105kg/cm ² 圧力 189l/mn 容量	"	最大 105 常用 56
広畑	"	水平プランジャー ポンプ 119kg/cm ² 圧力 92l/mn 容量	"	109
八幡 6	"	水平プランジャー ポンプ	空気式	50
千葉	カウ ンタ ーウ ェイ ト式			
神戸	"			

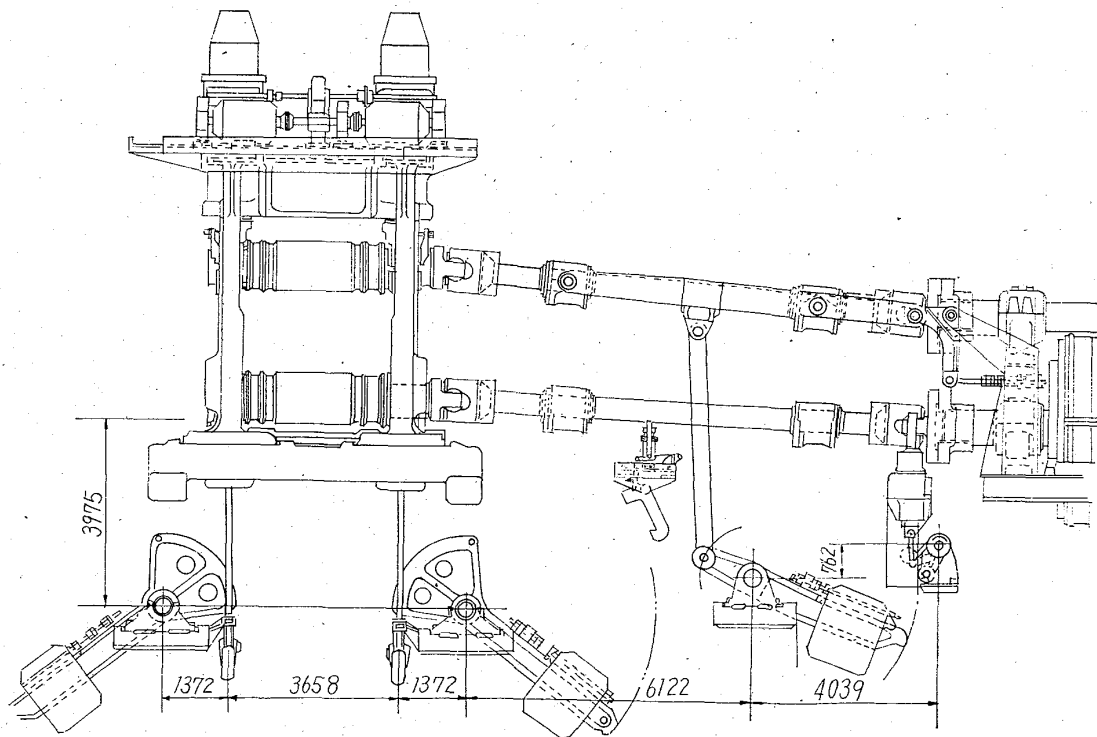


図 2・59 ロールおよびスピンドルバランスにカウンターウェイトを用いた例

大きくなり、スケールの処理その他に支障を生ずることもある。またバランス力の調節も難かしく、リフトが大きくなるとロールの位置によるバランス力の変動が大きくなり、不都合を来す場合が多いので、リフト 1,500 mm 以上のものに対しては水圧バランスを採用したものが殆んどである。

(8) ピニオン

ピニオンは原動機よりロールの方へ伝達する役目を持つもので、ピニオンの中心距離は圧延機の高さを決定することになる。通常ピニオン径はロールネック径より 50~125mm 程度大きくとつている。

材質は高炭素鋼または鍛鋼製でサーキュラーピッチ 175~125mm のダブルヘリカルでヘリックスアングルは 30° 程度が普通である。歯数 16~20 枚程度、歯にかかる圧力は 1,050~1,850kg/cm² である。

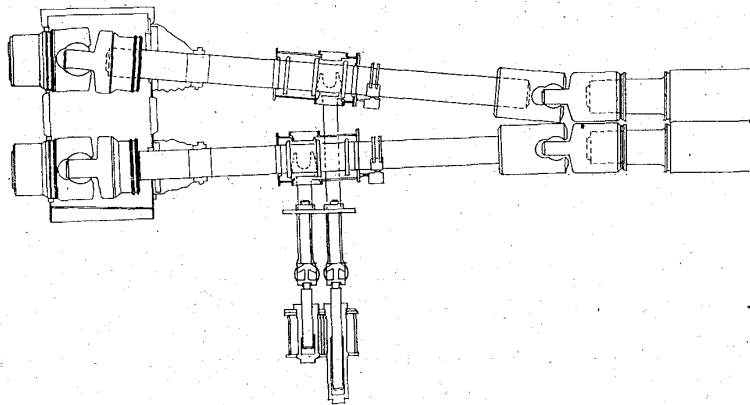


図 2.60 水圧式スピンドルバランス

ピニオンにより原動機動力の約 6% が消費される。

ピニオンスタンドは全開式で大きな衝撃に耐えられるよう頑丈な概造となつている。ピニオンの軸受はバビットが大部分でポンプによる強制給油となつている。ピニオン自体の潤滑は上部よりの滴下と油浴の併用が多いが、潤滑油が不適當であると往々にしてピッチングを起し、ピニオンの寿命を著しく短かくする。通常ピニオンの寿命は 7~10 年である。

(9) スピンドル

スピンドルは、ロールに動力を伝達するものであつて、上ロールは特に昇降を行なうし、下ロールもロール径によつて中心位置を変更するのでスピンドルの両端はユニバーサルカップリングになつている。材質は鋳鋼または鍛鋼が用いられている。スピンドルの支柱は小型のものではスピンドルキャリア上にスプリングを介して行なうものもあるが、大型のものはロールバランスと同様、水圧またはカウンターウェイトによつている。

軸受けはバビットまたは合成樹脂が用いられ、潤滑はオイルリングによつているものもあるが、最近のものではフレキシブルホースによつて強制循環給油の系統中に入れたものが多い。

スピンドルの最大仰角は 9° が限度とされているが、実用的には 6° 程度までがとられている。ユニバーサルカップリングに用いるスリッパの材質はマンガン青銅が多く用い

表 2.29 スピンドルの仕様例

工場名	スピンドル							スリッパ	
	角度 (°)		バランス方	径 (mmφ)	長 (mm)	材質	キャリアへの潤滑方法	材質	潤滑方法
	上	下							
室蘭 2	+4-30 -4-50	+2-30	水圧式	550	9,600	鍛鋼	集中潤滑	アルミブロンズ	グリースポンプ
釜石	+6-30	0	上 水圧式	440	4,800	"	手ざし	上 "	手ざし
			下 スプリング	440	4,955				
川崎	+8-50	0	上 水圧式	500	7,680	"	ファーバル	アルミブロンズ	スピンドルに オイルタンク だけ
			下 スプリング						
神戸	+7-25	-35	カウンターウェイト	420	5,320	"	グリースポンプ	"	グリースポンプ
広畑	+1-10	-1-56	水圧式	584	10,211	"	"	"	遠心力利用 給油
戸畑	+6-06	-5-09	水圧式	600	10,505	"	集中潤滑	"	グリース ポンプ

られている。この潤滑も最近圧延動力が増大して来ているのでスピンドルの回転を利用してグリースポンプを駆動して潤滑する方法を採用しているものもある。ロールの組替に際して、ロールとスピンドルの結合に手間取ることが多いのでスピンドルキャリアを介してスピンドル全体をソフトし、ロールを正規の位置に固定した後、スピンドルを前進させて結合する方法を採用しているものもある。

図 2.60 に水圧式スピンドルバランスの例を、図 2.61 にユニバーサルカップリングの一例を示す。

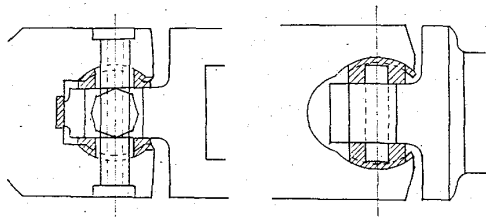


図 2.61 ユニバーサルカップリングの構造

(10) ロール機の運転方法

ロール機の運転台は、鋼塊の入口側に置かれるが、出口側におかれる例もある。位置は分塊ロールの大きさに

より異なるが、ロール中心より 16~17m, ローラーテーブル上面より 4 m 位の高さにするのが普通である。

運転台内における運転者の位置、高さ、各コントローラーの配置は圧延能率に大きな影響を与えるので、慎重に検討されなければならない。古い工場では 3 名で運転するものが多く、この場合、オペレーターとフィンガーをあつかう者が中央に位置し、運転作業を先導するが t/h 向上のため 2 名に改造した工場もある。最近の新しい工場では全部 2 名で行なう設備としている。

2 名の運転区分は各社によつて若干の相違はあるが、殆んどどの工場ではミルロールの正逆を足で行ない、また 2 名の中の 1 名はミルロール、圧下、ミルテーブルを分担するものが多い。他の 1 名にも足踏式コントローラーを設備してある工場もあるがこの場合、フィンガーとか、デスクリーングを扱っている。

コントローラーはいずれも、運転者の意のままに軽快に動作し得るようなマスターコントローラーになつている。

表 2.30 に数社の圧延機運転室とコントローラーの配置図をかかげる。

表 2.30 ロール機運転室配置図例

	ロールスタンドよりの距離(m)	ローラーテーブルよりの高さ(m)	エアーコンデショナー設定	セルシン指示計の有無	運転室の広さ	ロール運転室の運転手の配置
和歌山	16	3.05	圧縮機 7.5HP 設定温度 15~30°C	なし	32m ²	左サイド、右サイド、前面マニピュレーター、ミル回転、圧下
千葉	17	2.7	圧縮機 10HP 送風機 2HP 送風量 113m ³ /mn 設定温度約 30°C	有	37.05m ² 高さ 3.6m	有線電話、ミル前後、ミルテーブル、フィンガー、デスクリーニング
広島	14	3.25	能力 6,000kcal/h 25°C	有	36m ² 高さ 2.9m	ミル回転、水圧ロール、フィンガー、デスクリーニング
戸畑	14.4	4.0	圧縮気 5 HP 設定温度 20°C	なし	7.3m ²	W.S. ミルロール、フィンガー、デスクリーニング、D.S.、ミル前後、ミルテーブル、スクラップ

ケーリング装置にはポンプの容量を噴射時のピーク容量をまかなえるだけの大きさにとり、噴射しない時はアンロードする（広畑で採用している）方式と、ポンプ容量を平均流量程度の大きさとし、噴射時のピークはアキュムレーターに貯えられたものでまかなう（八幡で行なっている）方式とがある。アメリカでは前者の方を採用しているものが殆んどである。

表 2.3 デスケーリング装置

	ポンプ型式	圧力 (kg/cm ²)	モーター (kW)	ポンプ容量 (m ³ /mn)	ノズル 角度	噴射量 (m ³ /mn)
広畑	バーレル型 7段ポリューム トポンプ2台	105	820	3.22	150	2.7
戸畑	横型タービン ポンプ2台	95~105	135	0.5	150	0.12

(13) 圧延機運転の自動化について

近年分塊圧延機の自動化が注目され、一部で実施されている。

自動化の目的は次のようなものである。

- 個人差をなくして、均一な安定した製品をつくる。
- 熟練者の数を少なくしても良いので訓練期間を短く出来る。
- 作業者の疲労度が少ないので交替人員を考慮する必要がなく、人員を節約出来る。
- 少数の熟練者で少なくとも水準並の圧延能力を維持出来る。

実際の自動化には種々問題があるが、圧延機運転における次の項目が自動化される必要がある。

- ロール圧下装置
- 縦ロール開度調整（ユニバーサルミルの場合）
- ロール速度調整（ユニバーサルミルの場合は縦ロールの圧下力調整を含む）
- 前後面ローラーテーブル運転
- マニプレーター開度、位置調整
- マニプレーターフィンガー運転
- デスケーリングその他の補助設備の運転

これらの項目の全部を行なえば完全な自動運転になるが、これらの中の一部のみを自動化しているものもある。圧延機運転の自動化を考慮する場合、次の点について十分に検討することが必要であつて、これらに対する検討が不十分であると満足な自動化は不可能で、ある場合には致命的な失敗を招く場合すらある。

- 圧延機並びにその補機の能力が良くバランスし

ていること

- 圧下スケジュールの詳細が十分に検討され、かつ標準化されていること。
- 加減速の速度調整能力が制御を必要とする応答能力に充分対応出来ること。
- 鋼塊の転倒回数をなるべく少なくすること。
- 製品の要求する精度の限界を充分検討すること。
- 鋼塊と製品の種類を極力少なくすること。
- 自動装置故障の場合の手動運転が直ちに可能のようにすること。

以上のことから一般の2重逆転式のものよりもユニバーサルミルの方が自動化が簡単に行なえるようである。しかしながら圧下速度を早くすることと、圧下の精度を上げることとを両立させることは極めて難しいことであり、なお検討すべき多くの問題を残している。

一般には IBM のパンチカードを用いて圧延の指令を送るようになっていくものも多く C.P.C (Card Program Control) と呼ばれている。パス回数は普通 29 回まで出来るものが多く、大抵の場合、これで充分である。パスを進める場合、鋼塊の位置を検出しなければならぬが、これには光電管等の、光学的検出装置では、蒸気、水等の妨害を受けることが多いので、ロールのチェックにロードセルを入れ、これにおよぼす圧延力の変化で嚙込を検出する方法をとっているものが多い。

鋼塊の位置を検出して、パススケジュールを進めて行く方法、パス進行ボタンを押すことにより次の圧下操作をとつて行く半自動方法および、圧下のみをプリセットする方法等種々の場合があるが、いずれの場合でも自動操作と並列に手動操作が可能であるようになっていて非常の場合にはいつでも手動優先で操作して誤動作による設備の破壊を防ぐようになっている。

圧延機の自動操作の中心は圧下の自動化、あるいはプ

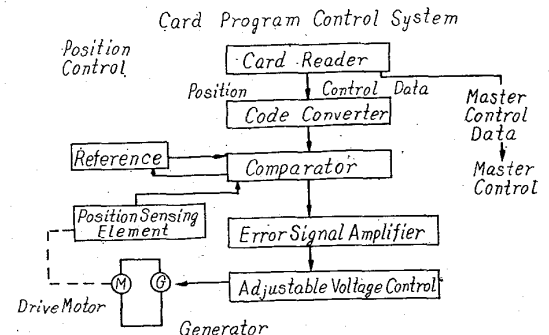


図 2.63 G.E 社の自動圧下装置のブロックダイアグラム

リセット化にあるので代表的な製作者である G.E 社 並びにウェスティングハウス社の圧下自動運転のブロックダイアグラムを 図2.63 および 図2.64 に示す。

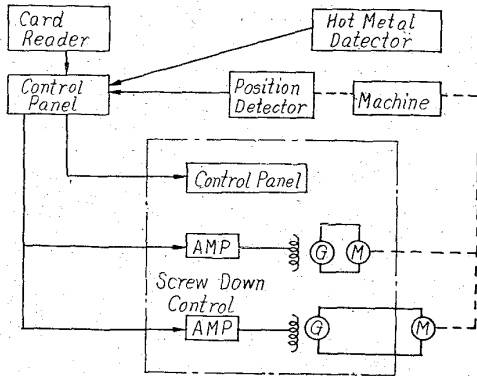


図 2.64 ウェスティングハウス社の自動圧下装置のブロックダイアグラム

2.2.3 電 気 設 備

初期の圧延機は蒸気機関によって駆動されていたが、近年ではすべて電動機によっている。最近圧延機能力の増大、作動の迅速化の要求とともに電気設備に対する要求も増え、高度になりつつある。ある意味では圧延機の発達と電気技術の進歩とは不可分であつて、両者がそれぞれ対応しあつて現在まで発展してきているし、また今後もさらに進歩を続けるものと思われる。

(1) 主電動機並びにその駆動設備

分塊圧延機の主電動機は頻繁な正逆転、強大な回転力および良好な加減速特性を要求されるので、特に頑丈な機械的構造を持つように設計されている。GD² を増大することなく電動機容量を大きくするために2重電動機が賞用されさらに上下ロールを別々に駆動する双電動機方式が多く採用されるようになってきている。

圧延電動機の駆動はイルグナー方式であり、速度制御の応答の迅速化のために磁気増幅器、回転増幅器が広範囲に使用されている。主回路は発電機、電動機の台数により、それぞれ適応した回路が採用されているが、制御系統を簡素化するように意を用いている。また発電機の故障に対して緊急回路を用いて圧延休止を最小限にするようにした回路もある。一般に電動機の過負荷特性に比較して発電機の過負荷時の整流が劣る例が多いように思われるが、この点充分バランスのとれた設計が望ましい。過負荷に際しては、電流の立上りを制限し遮断器の負荷耐量を低減する目的で、過電流制御器が回路に入れてあるのが普通である。通常の圧延に対してはこの過電流制限値が実際に圧延電力を抑えることになるので遮断

器の遮断電流のみで圧延トルクを考慮してはならない。

双電動機駆動方式の場合、上下ロール用電動機間の速度および負荷を平衡させる回路が付加されている。一方上下ロール径が異なる場合、ロールの周速度を合わせるようロール径補償も行ない得るようになってはいるが、一般には前の負荷の平衡が優先するので充分活用することは困難である。

主電動機の回転数はスラビングミルでは 0/40/80 rpm ブルーミングミルでは 0/60/120rpm を採用しているものが多い。この場合、0/40rpm または 0~60rpm は電圧制御で定トルク、40~80rpm または 60~120rpm は界磁制御で定馬力である。

近年大型の分塊圧延機において、双電動機式が用いられる例が多くなつたが、この電動機の配列の方法には、上ロール用の電動機を圧延機よりに置くものと反対側に置くものと2種がある。その利害得失は一概にいえないが、問題は中間シャフトの取替と下ロール用電動機の分解のいずれの機会が多いかという点にある。一般には下ロール用電動機の方の分解し易い、いわゆるトップフォワードを採用する例が多くなつてきている。

主電気室には、この主電動機、イルグナーセット等のほかに、補機用電動機の電動発電機設備、定電圧直流用の整流器、各種接触器盤等が納められているが、この室の配置も以前はロールの中心に平行に分塊圧延機と同一建家とされていたものが多かつたが、最近のものは電気設備の増大によって建家自体も広くとらざるを得ないので、ミルのラインと平行に別建家とするものが殆んどである。電気機器は塵埃を嫌うので空気清浄器によつて汚

過された空気を室内に導き、電気室の温度上昇を抑えるとともに、大型機に対してはダウンドラフト通風冷却方式が採用されていることが多い。

表 2.32 に主電動機およびイルグナーセットの代表例を、表2.33 に主機関係の回転機の代表例をかかげる。

図 2.65 は鋼塊重量と負荷電流との関係と圧下量別に測定したものと、

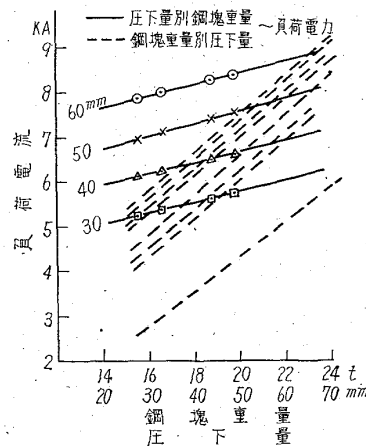


図 2.65 圧下量別屯数および屯数別圧下量と負荷電力曲線

図 2.65 は鋼塊重量と負荷電流との関係と圧下量別に測定したものと、圧下量と負荷電流との関係を鋼塊単重別に測定

表 2-32 各社の主電動機およびイルグナーセットの代表例

		主 直 流 電 動 機	主 直 流 発 電 機	三 相 誘 導 電 動 機	蓄 勢 輪
川 崎	型 式	GM-880/10	AGM681/34-10	VRW565/36-14	GD ²
	出 力	500kW	3,000kW×2	3,750kW	最大蓄勢々力
廣 畑	電 圧/電 機 子	±750V	±750V	3,000/3,150V	502T-M ²
	回 轉 数	0-50-120	420-343	424	428r/mn-127,500 kW/mn
廣 畑	回 轉 力 常 用	97.5T-M(100%)			
	常 用 最 大	268T-M(275%)			
廣 畑	非 常 最 大	292T-M(300%)			
	温 度 上 昇	80°C	30°C		
廣 畑	絶 縁	電機子2,500V1分間 界磁1,500V "	電機子2,500V1分間 界磁1,500V "		
	型 式	二重電機子, 双電動機閉鎖他力通風補極補償巻線負荷平衡装置付, 成層継鉄	単電機子, 閉鎖他力通風補極補償巻線付成層継鉄	巻線, 閉鎖他力通風固定子移動装置付	GD ²
廣 畑	出 力	4,500kW×2	2,500kW×4	7,500kW	最大蓄勢々力 約187,000kWs
	電 圧/電 機 子	±750V	±750V		
廣 畑	回 轉 数	514rpm	514rpm	51.4rpm	
	回 轉 力 常 用	108.5FM(100% 連続)		125%	
廣 畑	常 用 最 大	225%	225%	200%	
	非 常 最 大	275%	275%		
廣 畑	温 度 上 昇	50°C(周囲)40°C	50°C(周囲)40°C	50°C(周囲)40°C	
	絶 縁	B 種	B 種	B 種	

表 2-33 主 機 関 係 回 転 機 の 代 表 例

	回 転 機 名 称	容 量	型 式	定 格
川 崎	圧 延 用 電 動 機	5,000kW	CM-880/10	連 続
	主 ロール用 発 電 機	3,000kW×2	AGM-681/34-10	"
	主 発 電 機 用 励 磁 機	32kW	AGV-242	"
	主 電 機 用 励 磁 機	80kW	AGV-285	"
	発 電 機 電 圧 制 御 用 H. T. D	0.429kW	AG-65	"
	電 動 機 界 磁 制 御 用 H. T. D	0.429kW	AG-65	"
	発 電 機 電 圧 平 衡 用 H. T. D	110kW	FC-SP	連 続
	電 動 機 界 磁 平 衡 用 H. T. D	0.31kW	NG-6	"
	過 電 流 制 限 用 励 磁 機	—	—	—
	発 電 機 電 圧 制 御 用 励 磁 機	—	—	—
	電 動 機 界 磁 制 御 用 励 磁 機	—	—	—
	廣 畑	イルグナー用誘導電動機	3,750kW	VRW565/36-14
滑 調 整 器 用 電 動 機		0.53kW	OG-5	"
廣 畑	定 電 圧 励 磁 機	3kW	G-65	連 続
	圧 延 用 電 動 機	4,500kW×1/2		±750V ±40/80rpm
	主 ロール用 発 電 機	2,500kW		±750V 514rpm
	主 発 電 機 用 励 磁 機	120kW	開放自己通風	440V 1,180rpm
	主 電 動 機 用 励 磁 機	200kW	"	" "
	主 電 動 機 界 磁 電 流 制 御	5kW	"	110V 1750rpm
	R. O. T			
	主 電 動 機 界 磁 電 圧 制 御	10kW	"	220V "
	主 発 電 機 電 圧 バイアス	3kW	"	800V "
	主 電 動 機 負 荷 平 衡 用	"	"	220V "
	主 発 電 機 負 荷 平 衡 用	5kW	"	" "
	主 発 電 機 電 圧 制 御 用	"	"	" "
廣 畑	イルグナー用誘導電動機	7,500kW	閉鎖他力通風	1,100V 514rpm
	滑 調 整 器 驅 動 電 動 機	0.75kW	閉鎖自己通風	220V 1,800rpm
	滑 調 整 器 用 R. O. T	1kW	開放自己通風	" 1,750rpm
	定 電 圧 励 磁 機	10kW	"	" "

したものを示した図であり、4,500kW のツインドライブによるスラビングミルの場合である。この図で一部鋼塊単重の順序になつていないものがあるがこれは圧下スケジュールの差によるものと思われる。

(2) 補機駆動用の電機設備

最近の圧延補機用電動機は小形で過負荷耐量の大きいJEM600 番型直流電動機が使用されている。

ローラーテーブル等の駆動には定電圧制御で行なわれるものが多いが、この定電圧直流電源用には最近では水銀整流器、さらにシリコン整流器が使用されるようになってきた。

近年圧延機容量の増大、圧延密度の上昇等により圧延機付近の補機に対しては可変電圧制御（ワードレオナード制御）を用いるものが多くなつた。一般に可変電圧制御によるものは、圧下、フィードローラー、マニプレーター、ミル前後面テーブル等であるが、完全自動運転を

行なう圧延機では、マニプレーターフィンガーも可変電圧制御によらなければならない。その他では速度制御の要求が厳密なインゴットカー、電動剪断機にもワードレオナード方式が採用されている。

主電気室にはこれらの可変電圧補機用の発電機のセットが据付けられているが、これらは数個ずつ組合わされて同期電動機で駆動されるが、発電機の故障に対しては緊急配線によつて、速度または容量をおとして運転可能なようにしてあるのが普通である。

近時圧延機のカードプログラムコントロールが具体化しつつある例が多いが、これには各補機の速度制御の応答性が極めて重要視されるので可変電圧制御が大幅に採用されるとともに、これに加えて磁気増幅器等を用いてその応答速度を増大せしめる方法が講ぜられている。

表 2.34 に可変電圧補機用回転機の例を、表 2.35 にその他電気設備の例を示す。

表 2.34 可変電圧補機回転機の例

項目 社名	用 途	電 動 機			発 電 機		
		台数	kW	定 格	台数	kW	定 格
広	ミルアプローチ	1	75	連 続	1	100	連 続
	ミル前後面単独駆動 ローラー	8	110	"	2	125	"
	" フィード ローラー	4	110	"	2	125	"
	" ライン シャフト	2	55	"	2	150	"
	圧 下	2	150	"	2	200	"
畑	マニプレーター	4	150	"	2	200	"
	マニプレーター フィンガー	1	110	"	1	110	"
	エッジャー トラバース	1	110	"	1	150	"
	G~L テーブル	6	55	"	6	75	"
戸	圧 下	2	150/360	220/520V 420/1,000rpm	2	200	V rpm 230/540 1,200
	ミル前後面テーブル	2×2	150	220V 420rpm	2×2	200	220 1,200
	ミル前後面フィード ローラー	2×2	37/75	110/220V 240/495rpm	2×2	100	115/230 1,200
	左右マニプレーター ラック	2×2	75/150	110/220 210/420	2×2	200	115/230 1,200
	スカーファァー前後面	2×2	56	220 515	2×2	75	230 900
	シャァー	2	600	440 800	2	700	460 900
畑	ミル前後面 単独駆動ローラー	4×4	28	60 115	4×2	375	625 1,200
	インゴットカー 走行	2	210	220 410	2	275	230 1,000

表 2.35 その他電機設備の例

	用 途	台数	電動機 容量 (kW)	r. p. m
広	スラブ, パイラー	1	110	460
	C テーブル プッシャー	2	75	485 /1,200
	A.M.N.O.P テーブル	5	55	515 /1,030
	B. Q テーブル, シフター トランスファーカー, シャー	5	37	550
畑	クローブプッシャー, スカー ファーテーブル, シャーゲー ジ(リフト), トーカー(2)	5	26	575
	チェンジング・リグ	1	19	650
	サイドガイド(L テーブル2) " (Q " 2)	4	75	800
戸	インゴットレシービング テーブル	2	55	515
	インゴットスケールテーブル	2	55	515
	インゴットターナーリフト	1	55	515
	インゴットターナーターン	1	26 ±	575
	マニプレーターフィンガー	1	110	460
	ミルアプローチテーブル	2	110	460
畑	ミルランナウト	2	110	460
	アジャスタブルサイドガード	1	19	650
	No. 1~2 シャーアプローチ	1	75	480

2.3 鋼片圧延機

2.3.1 概 要

(1) 圧延機の必要性と利点

鋼片圧延機は、分塊圧延機で圧延されたブルーム、またはスラブを更に小さな断面のビレットやシートバーに圧延する圧延機である。分塊圧延機によつて比較的小断面のビレットやスラブを圧延する場合、操作時間が過度に延長して生産上大きなマイナスとなり、しかも寸法も不正確になり易く、特に最近、鋼塊の大型化の傾向によつて、設備上広大な長さを要することにもなる。すなわちすべての面で、分塊圧延機による小断面の圧延は不合理であり、これに続くいわゆる鋼片圧延機が存在が必要となつてくる。この鋼片圧延機の設置によりさらに価値ある点は、分塊圧延機のみによる圧延品種よりはるかに多様な断面が可能であり、しかも小断面のものは鋼片圧延機で圧延出来るため分塊屯数が大きく増加し、製品の

品質向上と共に作業コストの低減も可能なことである。それと同時にこれらの圧延は殆んど直送によることが可能なため、再熱炉を使用する際の炉内スケールの発生損失が防止出来ることも大きな利点の1つである。

(2) 圧延機の形式

鋼片圧延機の形式には幾つかの種類があり、代表的なものとして3重式圧延機、2重連続式圧延機および2重逆転式圧延機がある。

3重式圧延機は、川崎、三菱、神鋼2で採用されている。この圧延機は単スタンドまたは複スタンドで、リフティングテーブル、あるいはチルチングテーブルを持つたものであり、1つのロールスタンドに3本のロールを上、中、下に重ね合せて組込み、通常1台の主電動機からピニオン、スピンドルを通じて回転される。鋼片は上ロールと中ロール間で1方向に、中ロールと下ロール間で、それと逆方向に圧延されながら段々と形を整えられ仕上つて行く。リフティングテーブル、あるいはチルチングテーブルは上、下に移動し、鋼片を異なつた孔型に導くために使用される。図 2.66 は3重式圧延機の写真である。

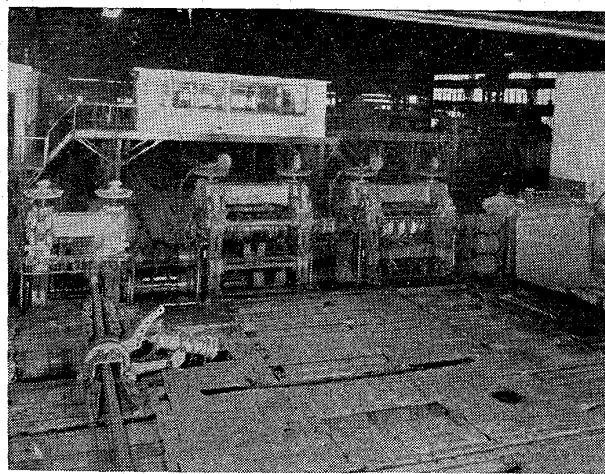


図 2.66 3重式鋼片圧延機

2重連続式圧延機は室蘭1、釜石、八幡6で採用されているが、これは1スタンドに上、下2本のロールが組込まれ、1つの直線上に数台の水平ロールスタンドが配置されたものである。また海外には最も新しい型として、さらにその中間に垂直ロールスタンドが配置されたものがある。駆動方式には2つの型があり、1つは1台の主電動機からラインシャフトを通じて、第1スタンドより漸次回転数が増加するように設計された単一駆動型であり、他の1つはおのおののスタンドに1台の駆動電動機を持つた単独駆動型で、個々に回転数を変えられるものがある。鋼片は最初のスタンドに入り、それから

順次に圧延機を連続的に通過し、最終のスタンドから規定製品が出るようになっていく。

また、製品の寸法によつては、第1グループの圧延機の外に第2グループの圧延機を必要とし、すなわち、2つのグループによつて仕上げられるものがある。この場合、鋼片は第1グループを完全に抜け出してしまつてから、第2グループのロールに入り圧延される。

図 2-67 は 2 重連続式圧延機の写真である。

2 重逆転式圧延機は尼崎、和歌山で採用されている。

この 2 重逆転式圧延機は単スタンド、あるいは複スタンドで1つのロールスタンドに上、下2本のロールが組込

まれたもので、1台または2台の直流電動機によつてロールは正逆の方向に回転が変えられ、また上ロールは昇降装置を持ち、駆動電動機によつて圧下を変えることが出来る。鋼片はこのスタンドに入り、1回ごとに方向が変えられると同時に、上ロールの上下動と、孔型の移動により規定製品に圧延される。

以上、述べたことは、それぞれの圧延機に対する一般的な説明であるが、なおその他の特徴として、3重式および2重逆転式では、設備上の点で、通常分塊圧延機で仕上つたブルームを2~3片に切断する必要がある。このことは引続きブルームがさらに小断面の鋼片に圧延さ

表 2-36 各社の能力バランス

工場名	分塊圧延機		鋼片圧延機		能力比 (B)/(A)
	分塊断面(mm)	圧延能力(A)(t/h)	製品断面(mm)	圧延能力(B)(t/h)	
川	160×165	130	100φ, 110φ	130	1.00
		130	115φ	150	1.15
	160×170	135	130φ	160	1.18
	160×165	130	115×140	160	1.23
	175×195	140	150φ	170	1.17
崎	190×230	145	180φ	180	1.12
神鋼 2	190×240	115	110, 115, 130φ	115	1.00
室蘭 1	190×220	130	96φ, 120φ	160	1.23
			65φ	170	1.31
釜	200φ	140	96φ, 120φ	180	1.21
			75φ, 75φ 50~55φ	180	1.21
			65φ	220	1.57
石	180φ	115	150φ, 75×165	145	1.26
八幡 6	205φ	145	70φ	166	1.14
			96φ, 120φ 8~40×250	246 125	1.75 0.86
	420×75	125	10~40×420	120	0.96
尼崎	133φ~175φ	51.6~69.6	93φ~146φ	64~71.7	1.24~1.03
	190φ~260φ	77.4~137	160φ~250φ	75.5~98.0	0.98~0.72
和歌山	200×140	100	101φ	106	1.06
	220×170	150	147φ	166	1.10
	850×195	254	187φ	316	1.25
	400×220	296	380×75	312	1.05

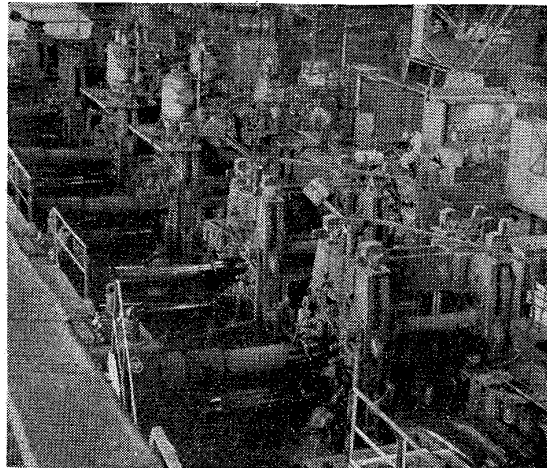


図 2.67 2重連続式圧延機
(水平ロールスタンドのみ)

れた時、各片の両端部が切捨屑となるので若干の歩留低下となるし、またブルームの各片は、それぞれ異なつた温度で圧延されるので、温度差による断面変化をもたらすこともある。一方、連続式で、最終スタンド後方に走間剪断機を設置した場合には、圧延中の鋼片を順次切断することが可能なため、ブルームは数片に切断される必要がないのでその点、大きな利点となるが、一般的には作業中の故障発生を考慮したり、また成品の多角化の面で、第1、第2グループの圧延機を持つ場合が多いので、前者と同様な作業が採用されている。

(3) 分塊圧延機と鋼片圧延機の能力バランス

最近、分塊圧延能力の向上のため、分塊仕上断面を大きくし、負荷を鋼片圧延機にかける傾向が強くなつてきている。すなわち、分塊圧延機で圧延する場合、仕上断

面が180φ以下になると、運転操作が困難になるため急激に圧延能力が低下し、さらに鋼塊が大型化され、例えば6t以上になると仕上断面の全長も約30m近くなるのでますます能力の低下に拍車をかけるようになる。従つて出来得ればこれを通常200φ程度にとどめ、やむを得ない時のみ180φまでとすることが望ましい。

こうなると鋼片圧延機でのパス回数、および圧下率等が多くなり、しかも少なくとも分塊圧延機的能力(t/h)と同等の能力を持たなければ、仕上断面を大きくした意義もなくなるので、圧延機的设计や圧下スケジュールを組むに当つては、この点、充分な考慮を払わねばならない。特に鋼片圧延機自体の能力は分塊圧延機のそれに比べ、能力比は、約1.3~1.5倍大きくとることが必要であろう。その理由として、鋼片圧延機に噛込ませる時の操作、剪断する時の操作、その他ローラーテーブルの操作等、数多くの操作が純圧延時間以外に加わるし、特に人間の行なう作業であれば、そこにロスやバラツキの時間がかかり加算されてくるので、結局これ等によつて付帯作業を含んだ鋼片圧延機全体の能力が決まるのであるから、圧延機自身については、分塊圧延機より一層大きな能力を持たねばならないことになる。

表 2.36 に能力のバランス状況を示した。

(4) 各社圧延機の特長

現在わが国で設置されている鋼片圧延機について、その型式、圧延能力、スタンド間隔、ロール回転数および稼動年月日等の概略を表 2.37 に一覧表として示した。

表 2.37 設 備 一 覧 表

型式	工場名	製 作 所		基 数	主 電 動 機			稼 働 年 月 日	圧 延 能 力	
					種 類	馬力 (HP)	回 転 数 (r. p. m)		最大実績 t/M	圧延年月
3 重 式	川崎2	石	川 島	2	誘 導	2,500	590	S 28・10	61,000	S 36・4
	三 菱	芝	共	3	定電 直 流	2,660	50/100	S 30・4	12,600	S 36・3
	神鋼2	誘	導	2	誘 導	3,000	590	S 35・1	67,000	S 35・12
2 重 連 続 式	室蘭1	1 連	Demag	6	誘 導	4,000	493	S 18・5	54,474	S 31・11
		2 連	Demag	4	同 期	4,000	500	S 18・7	33,051	S 30・3
	釜 石	1 連	Krupp	6	誘 導	4,000	293	S 15・2	43,332	S 35・8
		2 連	Krupp	4	"	4,000	293	S 15・6	24,054	S 30・1
	八幡6	1 連	Demag	6	"	4,000	246	S 2・10	70,544	S 35・10
		2 連	Honeywell	6	"	4,000	300	S 3・6	70,544	S 35・10
2逆 転 重 式	尼 崎			2	イ ル グ ー	2,000	0±85/200	S 17・		
	和歌山	石	川 島	1	"	3,000×2	50/125	S 35・1	48,020	S 36・2

表 2.37 設 備 一 覧 表 (つづき)

型 式	工場名	スタンド間中心距離 (mm)		ロール回転数 (r. p. m)	型 式	工場名	スタンド間中心距離 (mm)		ロール回転数 (r. p. m)
		1/2	2/3				1/2	2/3	
3 重 式	川 崎	8,600		66.8	2 逆 転 重 式	尼 崎	5,000		0±85/200
	三 菱	3,450	3,450	50/100		和 歌 山			50/125
	神鋼 2	5,500		83					

型 式	工場名	圧延機称	ス タ ン ド 間 隔 (mm)					ロ ー ル 回 転 数 (r. p. m)					
			1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	1	2	3	4	5	6
2 重 連 続 式	室蘭 1	1 連	5,000	4,800	4,250	3,000	3,500	15.4	19.9	26.1	32.3	40.9	53.6
		2 連	3,800	4,800	3,800			4.25	58.3	79.0	105.0		
	釜石	1 連	4,000	4,150	3,500	3,600	3,000	15.0	19.3	23	33	40.2	51.8
		2 連	2,810	5,430	2,810			42	59.5	85	115		
	八幡 6	1 連	3,900	4,050	3,450	3,400	3,450	15.3	18.3	25.0	32.4	39.1	52.5
		2 連	3,000	4,000	3,000	3,000	3,000	30.0	38.8	52.6	62.5	75.4	90.7

2.3.2 機 械 設 備

(1) ロールスタンド (ハウジング)

ハウジングは圧延機のいわゆる骨組であり、このウィンドウ (窓) の中にロールを組込む。ハウジングは各ロールスタンドにつき2つが必要で、それぞれソールプレートに乗せられ、ボルトで強固にしかも正しく据付けられている。また上部の方は広がり防止のためタイロッドによつて締付けられている。

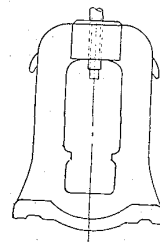


図 2.68 閉頭式スタンド

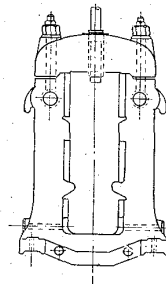


図 2.69 開頭式スタンド

(i) ハウジングの材質 ハウジングの材質には、通常鑄鋼製が使用されているが、中には鑄鉄製のものもある。ハウジングの安全装置としてメタルチョックと圧下スクリューの間に、プレーカーボックスを用い、これの破損によつて事故を防止している。

(ii) ハウジングの型式 型式は閉頭式と開頭式の二種類がある。前者はスタンドキャップがハウジングと一体になっている型式で、この特徴としては、ロールのジャンピングが少ないため、製品寸法の精度が良いことが利点であるが他方、欠点としてはロール組替の場合ウィンドウの側方よりロールを引き出すため組替時間がやや延長することである。後者はキャップのみがハウジングから分離して取り外しが出来るので、丁度前者と逆の特徴を持つており、両者とも一長一短がある。3重式のような並列式圧延機の場合にはその配列と、組替時間短縮の意味から開頭式が採用されている。図2.68は閉頭式スタンド、図2.69は開頭式スタンドの略図である。

表 2.38 ハウジング一覧表

圧延機形式	工場名	ハウジング型式	柱断面積 cm ²	材質	
3 重 式	川 崎	開 頭 式	3,385	SC47	
	三 菱	開 頭 式	1,120	SC45	
	神鋼 2	開 頭 式	2,800	SC46	
2 重 連 続 式	室蘭 1	閉頭式	1 連続	716	鑄 鋼
			2 連続	694	"
	釜石	開頭式	1 連続	(1~3) 970 (4~6) 860	"
			2 連続	590	"
	八幡 6	閉頭式	1 連続	(1~3) 1,020 (4~6) 792	"
			2 連続	664	"
2 重 逆 転 式	尼 崎	開 頭 式	1,290	SC45	
	和 歌 山	閉 頭 式	2,800	鑄 鋼	

ハウジングの強度は、圧延鋼片の寸法、圧下率、および使用ロール径等によつて異なるが、十分な安全度を見た強度を持たせるべきである。表2・38にはハウジングに関する各社一覧表を示した。

(2) 昇降装置

(i) ロール用昇降装置 昇降装置はロールを上下し、主として製品寸法の調整のために使用されるが、連続式では各ロールスタンド間の放出量調整の場合にも用いられる。さらに時としては圧延製品の種類によりダミーロールのないいわゆる空パスとして使用されるロールに対し、大きな昇降行程を与える場合にももちいられている。3重式では通常中ロールを固定し、上、下ロールを昇降させるが、連続式および逆転式では上ロールのみとなつており、また連続式の垂直スタンドでは片側を移動するようにしてある。

昇降の方式には、大別して手動によるものと、電動式の2つがあるが後者はすべての面で優れているし、最新の圧延機は皆電動式が採用されている。

昇降装置はハウジングの上部を貫いた圧下スクリーンとロールおよびロールチャックを吊りあげるスプリング式、あるいは油圧式吊上装置、それに手動の場合にはハンドル、電動式の場合にはモーター、減速機等から成立っている。昇降作業について手動で行なう場合はハンド

ルにより圧下スクリーンを回転させ、ロールを上下させるのであるが、電動式の場合はハンドルをモーターによつて置き代えた型式である。

圧下スクリーンの材質は通常鍛鋼製であるが、めねじはブロンズあるいは鋳鋼製がある。

表2・39は昇降装置に関する各社一覧表であり、さらに表2・40に電動式昇降装置の仕様一覧表を示した。

表 2・40 電動式昇降装置一覧表

工場名	釜石	八幡6	尼崎	和歌山
ストローク (mm)	140	108	300	700
昇降速度 (mm/s)	3	50・8	27・2	30
調整間隔 (mm)	0・2	0・2	1	10
電動機 (kw×台)	5×2	1×2	3・75	75×2

図2・70は電動式昇降装置の構造線図の一例である。

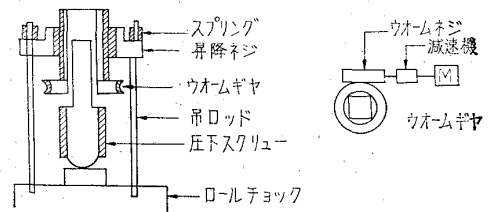


図 2・70 電動式昇降装置

表 2・39 昇降装置一覧表

圧延機型式	会社名	方式	安全装置	圧下スクリーン			圧下メネジ材質	
				径 mm	材質	ピッチ mm		
3重式	川崎	手動	なし	270	S F 60	30	BC	
	三菱	"	なし	150	S 45 C	16	Al-Br	
	神鋼2	"	なし	270	S F 60	30	P B C -2	
2重連続式	室蘭1	1連続	手動	なし	170	S 45 C	15・8	BC 22
		2連続	"	なし	160	S 45 C	15・8	BC 22
	釜石	1・2連続	手動	なし	180	S F 70	18	S F 39
		3~6連続	電動	リミットスイッチ				
八幡6	1連続	電動	なし	170	S F 55	25	BS 8	
	2連続	手動	なし	160	S F 55	19	BC 2	
2重逆転式	尼崎	電動	上限リミットスイッチ	230	S F 54	34	BC	
	和歌山	電動	上限リミットスイッチ	350	S F 60	90	PBG2	

(ii) テーブル用昇降装置 3重式圧延機では鋼片は、上ロールと中ロールおよび中ロールと下ロールの間を交互にしかも反対方向に圧延されながら伸びるため、ロールの孔型に導く昇降用テーブルが必要になる。このテーブルには通常数本のローラーと数条のスキッドを設置し、鋼片はこのテーブルの昇降、ローラーの運転、スキッドの送りおよび時には転回等により、次々と孔型に導かれる。

テーブルの昇降リフトは、ハウジングの大きさ、使用ロール径によつて定められ、またその速度は圧延能力と大いに関連があるので、各方面から検討した上で十分な余裕を見た設計をすべきである。

一方テーブルの上方向の動作と下方向の動作は交互にしかも頻繁な繰返しを受け、特に下降する場合、下部に設けられたストッパーに激突することもあるので、強度上充分耐えるようにしなければならない。圧延鋼片はロールより完全に抜け切った後、次の孔型に入れられるためテーブルの長さによつては数片に切断する必要がある。鋼片を切断することは歩留上望ましくないことであるが一方テーブルを過度に延長することは設備上不可能であり、両者を勘案して適当な長さを決めるべきである。

表 2.41 にテーブル昇降装置の一覧表を示した。

表 2.41. テーブル昇降装置一覧表

圧延機式	3 重 式					
工場名	川 崎		三 菱		神 鋼 2	
テーブル名	No. 1 前 No. 2 後	No. 1	No. 2	No. 1 前	No. 1 後	No. 2 前
リフト (mm)	670	470	470	700	700	700
昇降時間 (秒)	3	2	2	1	1	1
テーブル長さ (m)	10	6.03	6.00	8.05	7.05	8.05
ローラー本数	9本×3面	11	8	7	6	7
モーター kW×台数	75×3	20	20	75	75	55

(3) ロール

ロールは鋼片に必要な圧下を加えて変形を与え、最終時には希望形状の製品を作る重要な部品で、圧延機で最も注意を払わねばならないところである。鋼片はこのロールの間を通り、何回かのパスによつて規定の断面に圧延されるが、この間ロールは常に大きなしかも激しい力を受けるため、強度、摩耗の点については充分耐えるだけの強さをもつことが必要で、このため各方面で材質上の研究が絶えず行なわれている。ロールはボデー、ネック、ウオブラーの三つの部分からなり立ち、ボデーは実際に圧延を行なう部分、ネックはロール全体を支えて、圧延荷重を受ける個所ウオブラーは駆動力を伝える部分で、菊型またはユニバーサルのフォーク型である。

(i) ロール寸法 ロールの寸法は圧延製品の大きさ、圧下率、孔型等により決まるが、通常胴径 400~800

mm、胴長 950~1,350mm である。また孔型の摩耗程度によつて胴部の旋削を行ない、常に製品の表面を良好ならしむるようにしている。何回かの旋削により径が小となつたものは廃棄するが、その最小径は、設備上およびロール強度の面から決り、大体の基準は初期組入径の10~20%の旋削量までとなつている。すなわち、あまり径小のロールを使用する時はロールピッチ孔型の位置が著しく狂い、またロール折損の危険も生じてくる。特にロール折損の場合、他の設備に与える損害も大きいため、その防止には特に注意を払わねばならない。

表 2.42 にロール寸法の各社一覧表を示した。

表中の A, B, C, D₁, D₂, D₃は図 2.71 を参照。

表 2.42 ロール寸法一覧表

圧延機型式	3 重 式					
会社名	川 崎	三 菱		神鋼 2		
スタンド名	粗ロール列			仕上列		
ロ ー ル 寸 法	単重 (kg)	12,300	2,900	1,900	1,800	9,400
	D ₁	最大径	850	555	500	810
		廃却径	780	484	460	710
	D ₂	480	340	300	460	
	D ₃	440	320	170	440	
	A	2,300	1,470	915	915	1,900
	B	480	360	380	510	
	C	340	190	355	300	

圧延機	2 重 連 続 式									
会社名	室 蘭 1		釜 石		八 幡 6					
スタンド名	1 連続	2 連続	1 連続		2 連続	1 連続		2 連続		
			1~3	4~6		1~3	4~6			
ロ ー ル 基 準 寸 法 (mm)	単重 (kg)	3,790	1,820	3,575	2,760	1,790	3,510	2,961	1,715	
	D ₁	最大径	620	520	600	550	480	600	560	475
		廃却径	550	490	540	500	440	544	500	430
	D ₂	340	320	340	300	290	340	300	280	
	D ₃	320	285	320	2,285	260	320	285	260	
	A	1,300	750	1,300	1,300	1,030	1,300	1,300	1,000	
	B	365	400	365	320	300	360	320	300	
	C	235	200	235	200	200	235	200	210	

圧延機型式	2重逆転式			
工場名	尼崎	和歌山		
スタンド名	粗及び仕上	鋼片(No. 2)		
単位 (mm)	単重(kg)	8,680	20,000	
	D ₁	最大径	760	1,050
		廃却径	700	800
	D ₂	425	620	
	D ₃	400	520	
	A	2,200	2,400	
	B	460	685	
C	300	580		

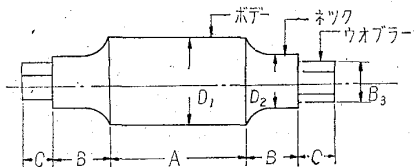


図 2.71 ロール名称

(ii) ロールの材質 ロールは強靱性、および耐摩耗性に富むことが第一の条件であり、使用スタンド、鋼片圧下量の程度、使用ロール径等により材質が選定される。現在普通に用いられているのは鋳鋼系と鋳鉄系の両者があり、鋳鋼系には一種の合金鋼である特殊鋳鋼ロール、普通鋳鋼ロール、アダマイト、また鋳鉄系にはダクタイルおよび合金チルドロール等がある。

鋳鋼系と鋳鉄系の相違点は、前者は強靱性に富み、また噛込みも良いが耐摩耗性がやや劣ることで、それに製造価格面でも割高となつている。これに反し、後者は耐摩耗性があつて価格も安い、噛込みおよび強靱性にやや難点がある。しかしダクタイルロールの強靱性は近年急激な研究の進歩により、殆んど鋳鋼に劣らないものが出て来るようになったが、噛込みの点については、まだ多くの問題が残されている。従つてどの材質のロールを選ぶ

かは、それぞれの工場の特異性によつて決めるべきであるが、最近の傾向としては、ダクタイルロールのいわゆる鋳鉄系の使用が盛んになつてきている。噛込みの問題さえ解決されれば鋳鉄系ロールはさらに普及するものと思われる。

また、噛込みの点については、ロール表面にラッキングをつけることもあるが、鋼片圧延機では半製品としての特色が強いため、外観上その痕が残らないような初期スタンドに限られている。

表 2.43 に代表的ロール成分および硬度の一例を示した。

(iii) ロール替時期とその方法 圧延するにつれロール孔型は段々と摩耗し、調整を行なつても良い断面の製品が出なくなる。従つてどの時期にロール組替を実施するかはロール費原単位ともからみ重要な問題である。

通常この判定基準はロール表面状況、圧延高、あるいは一定周期によつて決めているが、圧延高にしても一定周期にしても永年の経験と実績から割り出したものであり、その基準となつているものはロール表面の摩耗と荒れである。各社に例をとると神鋼-2 では 25,000 t 圧延(2週間)で、和歌山では 10,000 t (大中φ)~5,000 t (小φ)、室蘭 1 連続 50,000 t、2 連続 12,000 t 圧延で、尼崎では粗ロール 2mm 以上、仕上ロール 0.5mm 以上摩耗すると組替する。その他の工場では圧延屯数と表面状況を勘案して決めている。しかし孔型の摩耗と関係なく、製品の品種替のため行なつた場合もあつて、このときは幾つかの関連するスタンドを同時に組替する。

ロール組替の方法はスタンドの型式によつて異なる。開頭式ではスタンドキャップを取外した後、垂直方向にロールを吊上げ、スタンドからははずす。閉頭式では C フックのようなカウンターウエイト、または水平引出装置によつてハウジングの窓から水平方向に引出しを行なう。組込む場合はそれぞれこれと逆の手順で行なう。組替時間は出来る限り短時間で完了することが必要で、生産上にも大きな影響をおよぼすことがあるから組替方法

表 2.43 ロール成分および硬度の一例

成分(%)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mg	ショア 硬度	会社名
特殊鋳鋼	0.8	0.4	0.7	0.01	0.015	0.8	1.0		35~40	川崎, 三菱, 神鋼 2, 室蘭 1, 釜石, 八幡 6
ダクタイル	3.3	2.0	0.6	0.05	0.005	0.9	0.2	0.08	40~60	三菱, 室蘭 1, 釜石, 八幡 6, 尼崎, 和歌山
アダマイト	1.7	0.6	0.6	0.03	0.005	0.9	1.2		35~38	八幡 6
チルド	3.0	0.5	0.4	0.4	0.05				60~65	室蘭 1, 釜石, 八幡 6
グレン	3.0	1.3	0.5	0.3	0.08	1.0	0.9		45~60	川崎, 三菱, 尼崎

とその実施時期の決定には特に注意を払わねばならない。最新の圧延機では各スタンドごとに組替装置があり、迅速に行なえるように設計されている。各社によって設備、作業人員等が異なるので一概に比較は出来ないが大体組替時間は1~1.5時間/スタンドであり、長い場合は2~3時間/スタンドの所もある。

(iv) ロール軸受 ロールネックのメタルには樹脂メタルか、あるいはローラーベアリングが使用されているが、価格の面と取扱上の容易なことで前者が多く使われている。メタルは圧延中の大きな圧延荷重を受けたり、またロール回転により常に面摩擦を生じるので強度と摩擦抵抗に充分耐え、しかも摩擦係数の小さいものでなければならない。この点、樹脂メタルの摩擦係数は $\mu=0.01$ で耐圧性も強く、特に潤滑剤として水と一部少量の潤滑油だけで充分であることも好都合である。ただし水は相当量供給することが必要で、もしこれが不足する場合には直ちに焼付けを起し(許容温度 120°C)急激に摩耗する。また樹脂メタルに供給する水の圧力は水道圧程度であるが、中には高圧水を送つて一段と冷却効果をはかることもあり、水溝の形状、大きさ等についても適切な選択を行なわねばならない。

一方、ローラー軸受は摩擦抵抗の点では($\mu=0.001\sim 0.005$)樹脂メタルよりはるかに小さい値であるが、反面価格が高く、潤滑油の不純分や水の混入は有害であるので使用に際しては充分な注意を払う必要がある。

樹脂メタルと接触するロールネックは常に清浄に保ち表面粗さはできれば5ミクロン以下であることが望ましい。

ロールは使用后放置しておく場合には、ロールネックに錆を生じ、それが甚だしい時には再旋削をしなければ使用不能になる場合さえある。同時に疵の発生にも充分注意すべきであつて、ロール解体後はロールネックに油を塗り保管中の防錆に努めるべきである。

樹脂メタルの各社使用実績によると、室蘭-1, 1連続で14,000t/mm, 2連続で10,000t/mm; 尼崎粗ロール上で9,500t/mm, 下7,100t/mm, 仕上ロール13,000t/mm, 鋼管川崎No. 1スタンド上中下で5,100~6,200t/mm, No. 2スタンド上中下で21,000t/mm~27,000t/mmの範囲である。上記各社の潤滑剤はいずれも水とグリースである。

なお、樹脂メタルの形状としてカラーおよびスリーブで2分割されているもの、これがまたさらに分割されているもの、および全体が一体となつたものがあり、分割ものは主として大きなメタルに使われ、カラーあるいは

スリーブの摩耗状況によつて何れか一方の取換えも出来るようにしたものである。しかし、実際の作業では大きなものは取扱い重量が重くなるので分割するとしても、小さなメタルが分割されている場合には取付け、取

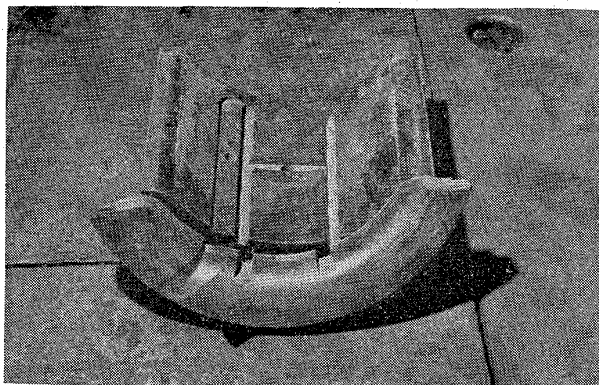


図 2.72 2 分割のメタル

外しが煩雑であり、また例えばカラーあるいはスリーブのいずれか一方を取換えようとしても摩耗の点で寸法的に高低が生じ、ロール調整が困難になるので、結局、両者同時に取換える結果となり、むしろ一体となつたメタルの方が有利のようである。

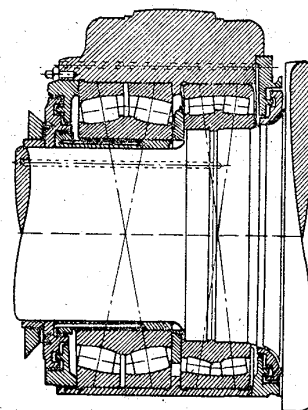


図 2.73 ローラーベアリングメタル

図2.72は樹脂メタルでカラー、スリーブに2分割されたメタルの写真で、図2.73はローラーベアリングメタルの一例である。

(v) ロール冷却法 鋼片を圧延すると当然ロールは段々熱を持つようになるので、圧延中は常にロール冷却のため水を流下しなければならない。特に孔型が加熱されるため、ここに集中してかけるべきである。もし水量が少ないときにはロール折損の危険が生じてくるし、またスケールが孔型表面に焼付いて製品疵の原因となり、さらに孔型の摩耗度も甚だしくロールの短命の原因となる。通常冷却水量は1スタンド当り、 $0.2\sim 0.7\text{m}^3/\text{mn}$ である。

冷却方法としては自然流下やパイプに穴をあけたり、あるいはパイプをノズル状にして孔型に向つて水を吹つける。この場合、水の圧力は水道圧より高圧水の方が冷却効果があるので、出来るだけ圧力は高い方が望ましい。この理由として、鋼片が通つた直後の孔型表面は水蒸気

膜に覆われているので、そのまま水をかけても、この膜にさえぎられて効果はうすく、従つて圧力の高い水を吹きつけ、膜を飛ばすことによつて一層効果があがるといわれている。

ロール冷却法の実例の例を挙げて見ると、八幡一六では圧力 1.0kg/cm^2 の水でパイプの先端を扁平にした金具でその水量は $0.3\text{m}^3/\text{mn}$ /スタンドであるし、三菱では 1.5kg/cm^2 の水で、パイプに 3mm の穴をあけ吹きつける方法で、その水量は $0.15\text{m}^3/\text{mn}$ /スタンドである。

(4) 孔 型

(i) ビレット用孔型 分塊圧延機で圧延されたブルームやスラブは、鋼片圧延機の孔型を通り所定寸法の製品に仕上げられる。従つて孔型を色々変えることにより製品もそれぞれ異なつた寸法になるが、通常鋼片圧延機で圧延される品種はビレット、シートバー、丸棒であつて、型鋼の圧延は余り行なわれていない。特に水平、垂直ロールを有する2重連続式では、孔型を旋削せずにフラットロールで単にロール隙を調整することにより各品種の圧延が可能である。

一例として、一般に圧延されているビレット用孔型についてふれてみる。

この孔型には2つの代表的なボックスとダイヤモンドスクェアがある。ボックス孔型はロールに刻み込む深さがダイヤモンド型より浅いのでロールの強度は強く、また嚙込角度も小さくて済むのでその点都合はよいが、一方圧下の加わり方が上下面のみで、側面は単にグライディング作用のみしか果さないし、その上、ロール旋削のために側面の傾斜を大きくすることが必要で、逆に旋削深さを少なくするため、傾斜を大きくすれば孔型の中で鋼片が泳ぎ、時には菱形になる欠点もある。ダイヤモンドスクェア型は丁度これと反対で、利点としては圧下がほぼ均一に加わること、ロール旋削量が少なく済む等がある。

いずれも一長一短

があるが普通3重ボックス型

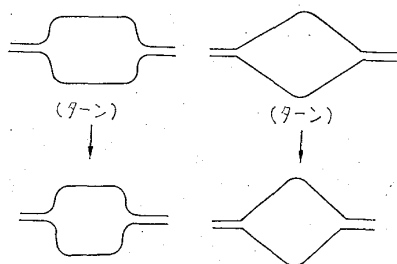


図 2.74

図 2.75 ダイヤモンドスクェア型

式では前者、連続式では後者が採用されている。

(ii) ロール径と圧下調整量 連続式圧延機以外の鋼片圧延機では、ロール径の大小は単にロール強度およ

び誘導装置の取付位置等を左右する原因に過ぎないが、連続式圧延機においては、前、後スタンドのロール径の相対的關係から圧延作業に大きな影響をもたらす、特に単一駆動型ではロール径の極端な相違は圧延製品の形状不良のみならず、圧延調整の限界を越して圧延不能になることもある。

以下、ここでは一例として単一駆動型の連続圧延機で、しかもダイヤモンドスクェア型の配列をしたロールの調整法につき述べる。

この孔型で必要な条件は、ダイヤモンド孔型の切込角は $108\sim 112^\circ$ 、圧下率 $22\sim 27\%$ およびロール隙 $5\sim 10\text{mm}$ スクェア孔型の切込角 $90.5\sim 91^\circ$ 、圧下率 $16\sim 20\%$ およびロール隙 $5\sim 10\text{mm}$ にとることである。このうち特に圧下率については、充分な注意を払わねばならないがそれはもし圧下率がこの範囲を越えるような場合には、鋼片は不安定となり、捻れ、あるいは断面不良等の欠陥を生じ、良好な製品を得ることが出来ない。

この圧延機では、各スタンドのロール回転比が一定であり、孔型も固定されているので、規定のロール隙をとつた場合、ロール径が定まると当然その時の放出量が決つてくる。しかるにこの放出量は各ロールがほぼ同一であることが必要で、もし放出量が異なる時はロール間で引張り、あるいは押しの現象を生じ、製品形状に肉不足、あるいは嚙出しが出る結果となる。特に極端な押しの場合にはロール間で圧延鋼片が波打ち、大きな故障の原因となる事もある。従つてこのような圧延上のトラブルを防止するため、各ロールの放出量を適正に調整することが必要であつて、このためにはロール径の選定を先ず第一に行ない、次にその組込ロールのロール隙を調節しなければならない。ロール隙を大にすれば当然放出量は大となる比例的關係があるので、もし組込ロール径が細い場合には放出量は少ないため、ロール隙を大にする必要が生じてくる。しかしそのロール隙は圧延断面の形状は勿論、前述した圧下率の点でも限界がある。すなわち隙はある範囲内に限定されてくるので、これを考慮してロール径を選定しなければならない。

ロール径の選定法に関する一つの手段として、先ず各ロールの放出量はその製品の最終仕上りスタンドのロール径を基準として決定すべきことから、これを基準数値とし、次に各ロールスタンドについてロール隙を調整した場合の放出量の変化を、実験的あるいは計算上で求め、これ等両者の相互的關係から圧下率を算出し、さらに圧下率の限界から適正か否かを判定して、ロール径を決定することが出来る。実際の作業ではこの他色々な

要素も含まれ、かつロール保存量およびロール原単位等の関係から完全に適合するロール径を選定することは時々困難であると思われるが、出来る限り適正ロールを組み込み、より良好な製品を圧延し得るよう努力することが

必要である。

(iii) 圧延製品系統図 最近の傾向として圧延品種の増加とともに、製品寸法の中には、ある孔型までが共通であつて、それから分れて異なる寸法になつたり、またある場合には途中から以降はいわゆる空パスとして素通しすることもある。しかしながらこのような設計は各工場の特異性により、ある程度やむを得ないとはいえ、余り複雑な圧延製品の系統方式は作業の煩雑となり、ロール手持量の増加、組替回数の増大等も生じ、すべての面で不利な結果を招くので、出来るだけ簡素な方式で済むように計画することが望ましい。

図2.76、図2.77に各社圧延製品系統図を示した。ただし孔型の横に記した数のうち、上側は孔の上下距離下側は左右距離を示している。

(5) 誘導装置

誘導装置は、圧延中の鋼片を正しい位置で孔型に送り込むと同時にロール通過後も確実に導き出すという役目を持っている。すなわち鋼片がロールに噛込む場合には、通常入口ガイドといわれる装置がロール前面に取りつけてあつて、孔型に不適正な状態に入るのを防ぐとともに、噛込状態を容易にし、またロールから抜け出の場合には出口ガイドがあり、鋼片が曲つたり横にそれることを防止している。

このガイドは普通、鋳鋼で作られ、単独なものと、連続して鑄込まれたものがある。ガイドの締付けは、いわゆるレストバーにボルト締めか楔止めで強固に行ない、またこのレストバーはロールハウジングの側面に鑄込まれた特定の溝に、高さを調整して取付ける。鋼片はこの間を通つてくるため、鋼片が曲つて出入りするような場

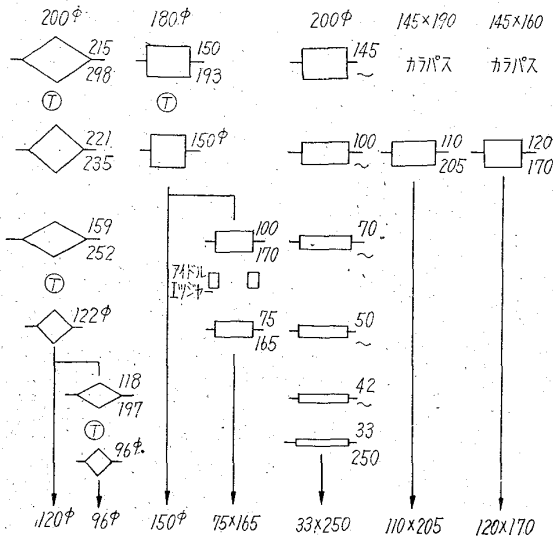


図 2.76 釜石 (1 連続系統図)

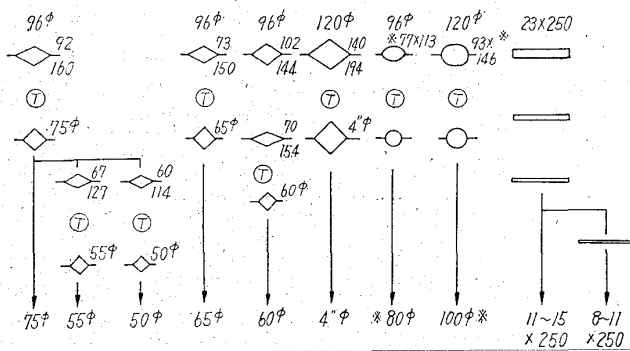


図 2.76 釜石 (2 連続系統図)

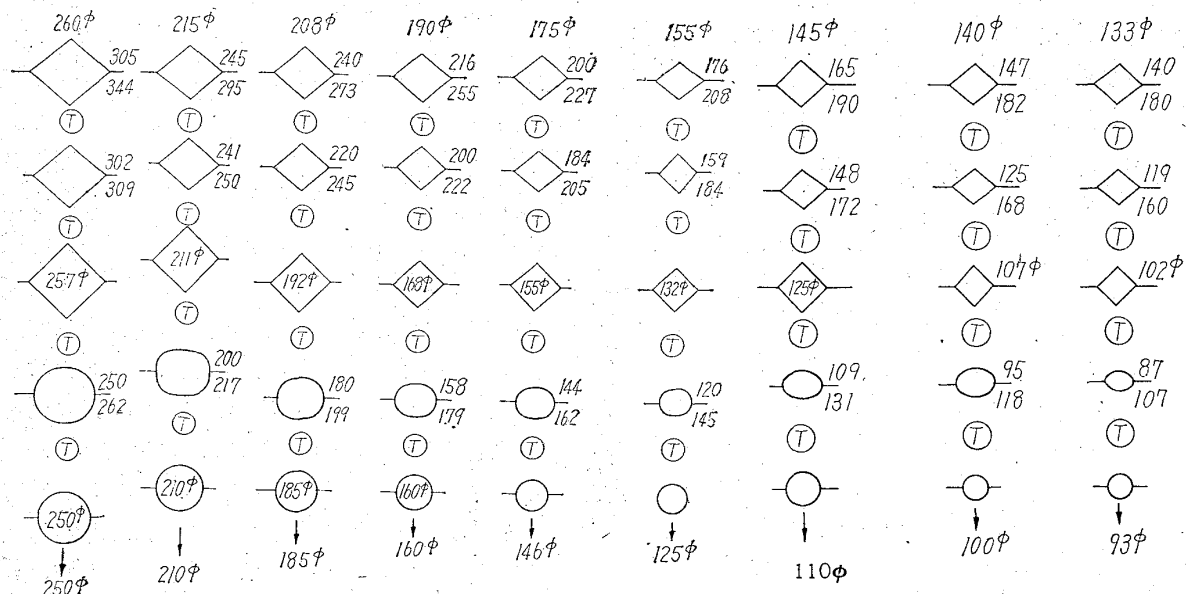


図 2.77 尼 崎

合には矯正的な役目もするし、また、もしガイドの取付位置が悪い時には、ロールから出てくる鋼片の先端に突出されて大きな事故の原因ともなるので、特に取付位置の調整および取付方法には充分注意が必要である。

図 2・78 に 3 重式鋼片圧延機におけるガイド取付状態の一例を示した。

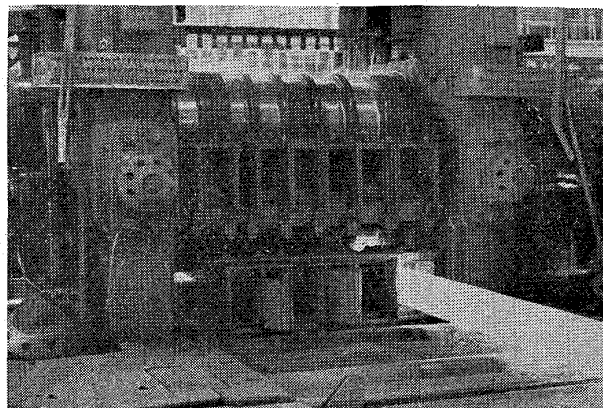


図 2・78 3 重式鋼片圧延機におけるガイド

これ等のガイドの外に、特に 2 重連続式圧延機では捻転ガイドと呼ばれるものが使用され、鋼片がスタンドからスタンドへ進む際に 90° (時には 45°) の捻りを与えるように設計されている。連続圧延機の配置の中で、垂直ロール設備のない、いわゆる水平ロールのみの圧延機の場合には必須のガイドである。

図 2・79 は捻転ガイドをスタンドに取り付けた写真である。

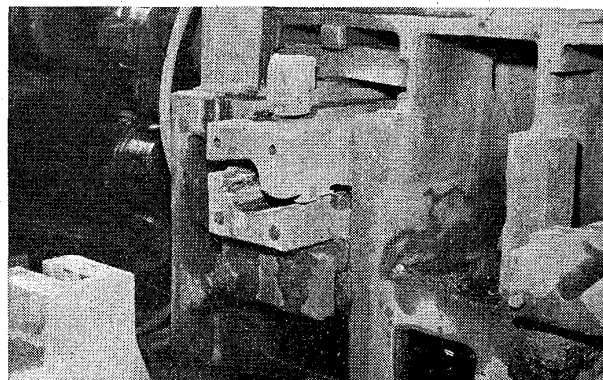


図 2・79 連続式圧延機に取りつけた捻転ガイド

この捻りの作用は圧延鋼片の面にガイド面を接し、鋼片の進みとともにいわゆる面摩擦力によって生ずるのである(他の面はこの場合遊んでいる)。従つてこのガイドは分割して調整出来るように作つてあるが、調整の際狭すぎると捻り角度が大きすぎて、いわゆる捻り過剰になり、反対に広すぎると捻り不足となる。このガイドの欠点としてしばしば鋼片とガイドの面摩擦による焼付き状のカサブタが摺動面に発生し、これが製品表面に線状の

掻き疵となつて表われることがあるので、現在ではこれの防止法としてガイド先端部に調整可能なローラー付きガイドや、ローラー自身が別個に別れてスタンドに組込まれた捻転ローラースタンド、および捻転ガイドの摺動面にチェーンを取り付けたチェーン付ガイド等が使用されている。

図 2・80 はローラー付捻転ガイド、図 2・81 は捻転ローラースタンドの一例である。

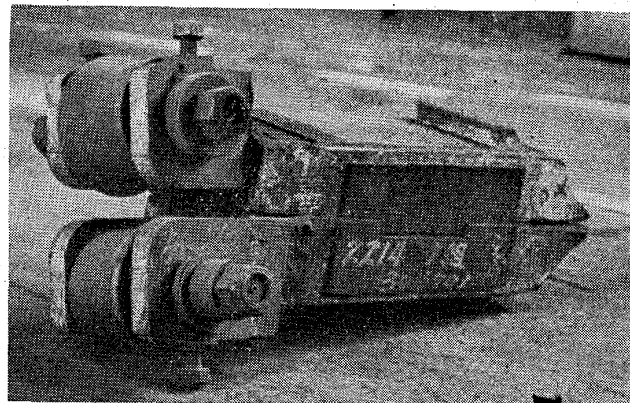


図 2・80 ローラー付捻転ガイド

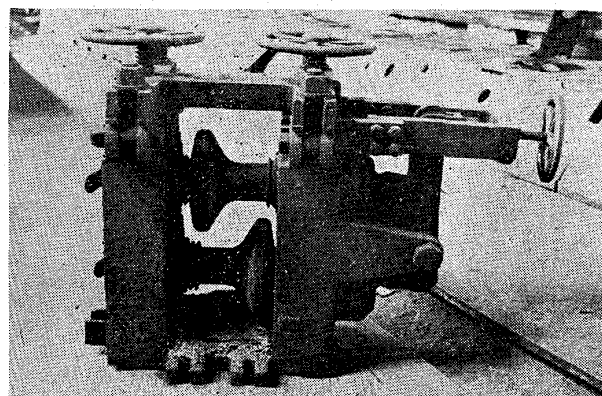


図 2・81 捻転ローラースタンド

3 重式では鋼片が 1 パスごとにロール孔型から完全に抜け出るため、連続圧延機のような捻転ガイドは不必要

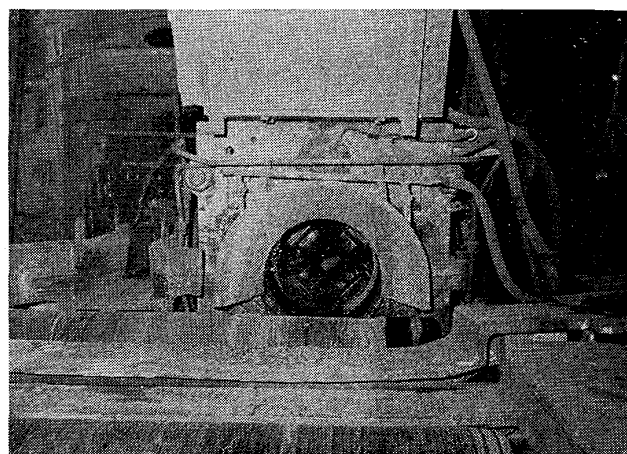


図 2・82(a) 鋼片転回装置

であり使用も出来ないので、人力によるが、または圧縮空気やモーターを使用した転回装置で行なっている。

図 2・82(a), 図 2・82(b), 図 2・82(c) は転回装置の一例である。

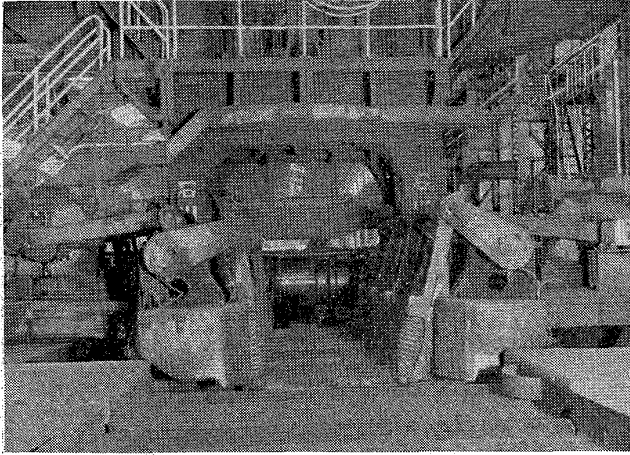


図 2・82(b) 鋼片転回装置

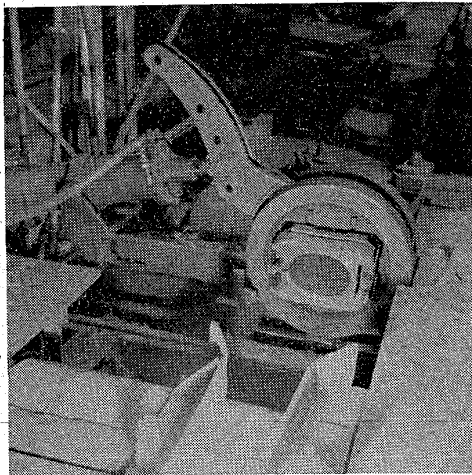


図 2・82(c) 鋼片転回装置

最後に捻転ガイドの捻り角とスタンド間隔の関係であるが、スタンド間隔が遠いか、または近いかによつて捻り角度は小さいか、または大きくなる。従つてスタンド間隔が近い所で断面の大きな鋼片を捻る場合には、ガイドに加わ捻り力は非常に強くなり、製品疵の発生が多いとともに機械自体にも無理が加わってくる。逆に余りにもスタンド間隔が遠すぎると、確かに僅かの力で鋼片は捻られるが、今度は少しの捻り角度の相違によつて、鋼片の噛込位置が大きく変化するので調整上困難となつてくる。従つて、一般的な事として大鋼片の場合距離は比較的遠く小鋼片の場合近い方がよいといえるが、大体間隔は4~5m位が適當のようである。

表 2・44 は連続圧延機における捻転ガイド設置個所とスタンド間隔の関係表である。

表 2・44 捻転ガイドとスタンド間隔

工場名	1 連続	2 連続	調整
室蘭 1	No. 2~3: 4,800 No. 5~6: 3,500	No. 2~3: 4,800	①肉盛の工夫 ②左右に若干ずらす
釜石	No. 1~2: 4,000 No. 3~4: 3,500 No. 5~6: 3,000	No. 1~2: 2,810 No. 3~4: 2,810	①, ②同じ ②ローラーを左右に動かす
八幡 6	No. 1~2: 3,900 No. 3~4: 3,450 No. 5~6: 3,450	No. 1~2: 3,000 No. 3~4: 3,000 No. 5~6: 3,000	ローラーを左右に動かす

表 2・45 に捻転装置一覧表を示した。

表 2・45 捻転装置一覧表

工場名	捻 転 装 置
川 崎	な し
三 菱	粗ロール列 第1スタンド前面 Stationary Stake により自動回転 仕上列 前面 Bar-turner (圧縮空気使用)
神鋼 2	No. 1 ロール前面 マニプレーター No. 2 // 後面 なし
室蘭 1	捻転ガイド
釜石	捻転ガイドと捻転ローラー両方使用
八幡 6	ローラー付き捻転ガイド ローラーはガイドの先端部に取り付ける
尼 崎	特殊チルトター
和歌山	マニプレーター, プレートガイド, ローラーガイド等で行なう。

(6) 動力伝達方式

ロールに回転を与える原動力は、現在殆んど電動機によつている。電動機からロールまでの伝達方式は圧延機の形式により異なるが、大体次の方式によつている。即ち

3重式：1台の電動機から減速機を通り、ピニオンスタンドを介して上, 中, 下ロールを回転させる。

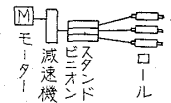


図 2・83 3重式の一例

(図2・83参照) 川崎, 三菱, 神鋼一2が採用している。

2重連続式：水平ロールスタンドのみの場合で単独駆動の時は電動機からピニオンスタンドを介し, 上, 下ロールを回転させ(図2・84参照), 単一駆動の時は電動機, 減速機を通り, ベベルギヤにより各スタンドに固有の回転数を与えると同時に, 伝達方向を直角に変え, 次に

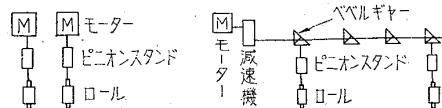


図 2・84 単独駆動 図 2・85 単一駆動

ピニオンスタンドを介して上、下ロールを回転させる (図2.85 参照). 室蘭1, 釜石, 八幡6が後者を採用している.

水平, 垂直ロールスタンドが配置されたものについては, 水平ロールは単独駆動と同じであるが, 垂直ロールについては, 電動機から単にベベルギヤのみを介し, 直角に方向を変えてロールを回転する方式 (図 2.86 参

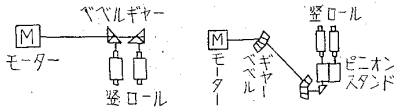


図 2.86 ベベルギヤのみの垂直ロール

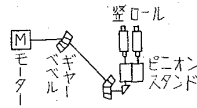


図 2.87 中間ベベルギヤ及びピニオンスタンドを有する垂直ロール

照)と中間ベベルギヤのつるの組合せを通じて直角に方向を変えた後, ピニオンスタンドを介して左右ロールに回転を与える方式とがある (図 2.87 参照).

2重逆転式: 1台の電動機でピニオンスタンドを介し上, 下ロールを正逆方向に回転させるものと (図2.88参照)

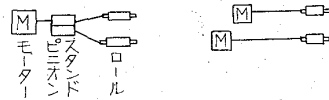


図 2.88 1台駆動

2台のモーターから直接上, 下ロールを回転させる方法がある (図 2.89 参照). 前者は尼崎, 後者は和歌山で採用している.

2.3.3 電気設備

圧延機の前動力は現在殆んど電動機が使用されているが, これの選択に当っては生産能力, 圧下量, ロール速度, 配列等, 色々な方面から検討を加え決定しなければならない.

特に鋼片圧延機で圧延する断面積も大きくなり, 電動機の負荷も大きくなるにつれ, その容量も充分余裕をみたものにすべきであることは勿論であるが, 圧延機の形

表 2.46 圧延機別の電動機容量

圧延機形式		モーター容量 HP×台数
3重式		2,000~4,000
2重連続式	単一駆動 (第1グループ)	4,000~6,000
	" (第2グループ)	4,000~6,000
2逆転重式	1台駆動	2,000~4,000
	2台駆動	2,000~3,000×2

式によりその容量も異なっている.

大体, 表 2.46 の範囲の電動機が使われている.

電動機の種類には直流と交流があるが, 当然前者が凡ゆる面ですぐれており, 特に2重連続式の単独駆動および2重逆転式では, 圧延の性質上直流によらざるを得ない. しかし価格の面ではるかに高いので, この点問題は残るが, 何れを採用するかについては, その工場の特殊性によつて決めるべきであろう.

2.3.4 スケール搬出方法

鋼片の圧延中に発生したいわゆる2次スケールは, ロール通過中に剥離されるので, これを処理する方法もまた重要である. 鋼片圧延機で発生するスケール量は分塊圧延機と異なり, 圧延鋼塊屯数の大体 0.1~0.3% 程度で量も少なく, またスケールのサイズもはるかに細かいので, その処理方法も比較的簡単に行なわれている.

現在各社とも, 圧延機の横に掘ったピットに流し込み, 修繕日とかあるいは作業の合間をみて取出しを行なっているが, 最近分塊ロールスケールが殆んど水流式によつて処理されているので, これと同じような方式でしかもピットおよびスルース等は共有したものにすれば, はるかに合理的な作業が行なえるものと思われる.

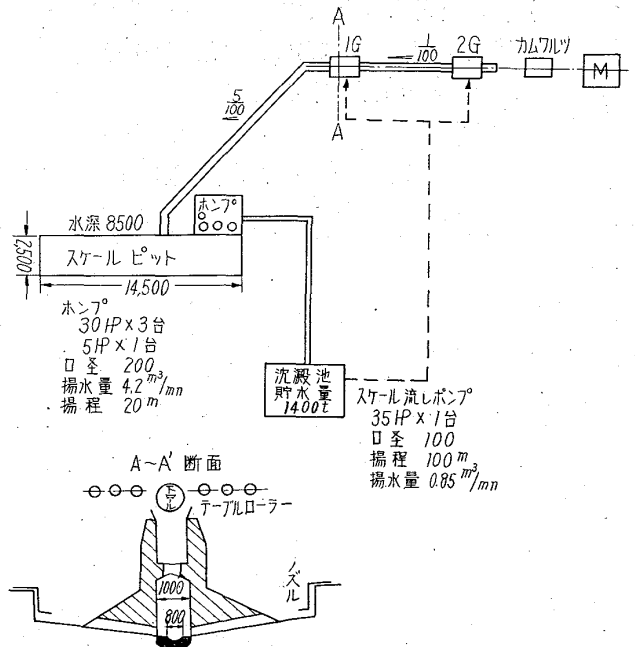


図 2.90 スケール搬出方法 (川崎の例)

2.4 剪 断 機

2.4.1 剪 断 機

(1) 概 要

剪断機の種類は非常に多く、剪断機を性格づける要素は次のものである。これらの要素は一つの剪断機の中に併存するためにこれらの要素の組み合わせにより多数の種類がある。

表 2.47

a.	加工材の形状	板 (スラブ) 形鋼 (ブルーム) 丸鋼等の別
b.	刃の駆動機構	クランク, クランクレバー, 水圧 (油圧)
c.	刃の運動方向	ダウンカット, ダウンアンドアップカット, アップカット
d.	剪断機の骨組	開放型 (横置型) 閉頭堅型 (門型)

その他刃の運動様式によつてもギロチン, アリゲーター, ロータリー, バイパー等の区分がある。一般に分塊工場においてはスラブ剪断機, ブルーム剪断機, ビレット剪断機の名前で呼称されている。

(i) 剪断機設計上に必要な事項

(a) 刃の間隔, 幅およびストローク 刃の開きは最大断面鋼片に歪があつたり端部がひどく変形していてもこれを充分通過させるものでなければならない。

$$\text{上, 下刃の間隔} = (\text{鋼片の最大厚み}) + 50 \sim 70 \text{mm}$$

$$\text{刃のストローク} = (\text{上下刃先間隔}) + 10 \sim 25 \text{mm}$$

$$\text{刃の幅} = (\text{鋼片の最大幅}) + 50 \sim 150 \text{mm}$$

(b) 毎分ストローク数 剪断機は連続作業を行なうことは非常に稀であり, また剪断作業においては実際の剪断時間より準備時間の方がはるかに大きい場合が多いため毎分ストローク数が作業能率に与える影響は少ない。しかし取扱うべきサイズが広い範囲にわたる時は妥協点を見出して適当な速度にすべきである。

(c) 刃と刃は容易に接近出来るようにし各エッジを最大限に利用するため対称形にする。刃とエプロンとの間隔は充分均衡を取りこの部分の摩耗を最少にし, 刃の再組入れを容易にする。

(d) 下刃台および上刃台は良くガイドされ刃先荷重の $\frac{1}{2}$ の横荷重に耐えるよう設計すべきである。

(e) 動いている部分の間隔は充分にとる。剪断機

本体としても運転中相当の温度変化があつても満足に操業出来る構成であること。

(f) ある程度の鋼片の温度低下のため, または鋼片が剪断機の中心に来なかつたための, 偏つた荷重に対しても考慮しておくこと。

(g) 床から下にある部分は, スケールが自由に離れるようにしておく。

(h) 剪断機前面ローラーテーブルの頂は, 刃先より僅か高目とし, 鋼片の端が剪断刃を損傷するのを最小限にする。

(i) 剪断機前面ローラーテーブルは, 屑バック処理または剪断機故障等で成品を待たせることがあるので, ローラーやローラーシャフトが加熱されて膨脹しないように水冷装置を考慮しておくこと

(ii) 剪断作業上注意すべき点

(a) 上刃, 下刃の取付間隔すなわちギャップ (クリアランス) を適当にすべきである。通常ブルーム, スラブ剪断機では $1 \sim 2 \text{mm}$ であり, ギャップが大き過ぎると剪断ひれを生ずる。

(b) 剪断刃は古くなると刃先が悪くなつて剪断ひれを生ずる。

(c) 剪断刃および刃台ガイドには膨脹防止のため水冷せねばならないが, 特殊鋼, 合金鋼圧延の場合は水が成品にかからないよう注意する。

(d) 剪断応力は温度の函数であるから, 故障で成品の温度が低下した場合は, 用心のため未剪断とする。

(iii) 剪断荷重 普通鋼の単位面積当りの剪断抵抗と剪断断面との間に, 図2.91に示すごとき関係がある。

剪断応力は剪断温度の函数であることはいうまでもない。温度は鋼片の大きさに影響され, 一般に大きい鋼片ほど平均温度は高く, 従つて単位面積当りの応力は小さい。

剪断機の設計者は剪断刃負荷を経験的に決めているが, 負荷を左右する要素が非常に多いので, 安全率を充分見る必要がある。

ステンレス鋼または合金鋼等特殊なもの剪断に, 普通鋼用剪断機を使用するときは, 剪断抵抗を普通鋼より大きく取る必要があり, たとえばステンレス鋼の場合 (SUS27) は普通鋼の $160 \sim 200\%$ である。

(iv) 剪断機設置位置 最も新しい設備においては圧延機から剪断機までの距離は $54 \sim 60 \text{m}$ である。これだけの距離があれば, スカーファァを設置する余裕が充分あり, 圧延作業や成品を定寸に剪断する作業の邪魔に

はならない。

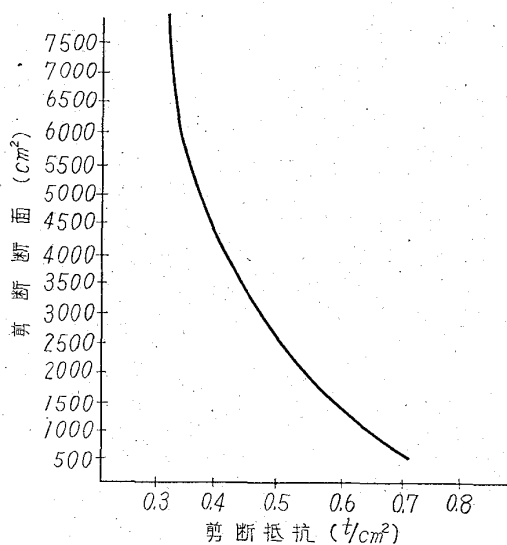


図 2.91 剪断抵抗と剪断面との関係

剪断設備は次のもので構成されている。

- a) 剪断機本体 b) 駆動装置
- c) 剪断材送り込みローラーテーブル
- d) 誘導装置 e) 剪断出口ローラーテーブル
- f) 屑抑装置 g) 定寸装置 h) 屑処理装置
- i) 潤滑装置 j) 運転室

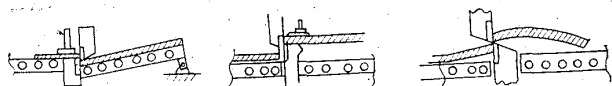


図 2.92 ダウンカットシャー 図 2.93 ダウンアンドアップカットシャー 図 2.94 アップカットシャー

(2) 剪断機本体

(i) 剪断機の分類と特徴

表 2.48 剪断機の分類と特徴

分類	名称	特 徴
剪断方向による	ダウンカットシャー	(1) 図2.92は材料抑えローラーテーブルおよびデプレッシングテーブルのあるもので、受刃は効かないので構造が簡単で頑丈である。 (2) 剪断端部の曲りは最も少ないといわれており剪断面も良好である。 (3) 欠点はデプレッシングテーブルを設置せねばならないことである。
	ダウンアンドアップカットシャー	(1) 図2.93は材料抑えローラーテーブルのあるものでダウンカットと同様曲りは少い。
骨組の構造によるもの	横置	(1) 刃に接近し易いこと (2) 軸受や減速(伝達)歯車を外に置いてローラーテーブルの構造を簡単に出来る。 (3) 空間が経済的に使え剪断屑の処理も容易に出来る。 (4) 最大剪断力 1,500 t のものまで使用しているといわれるが通常 1,000 t 程度までである。
	門型	(1) 図2.96に示す通り全体の均衡が取れていて頑丈である。 (2) 刃元ローラーの設置が困難である (3) 刃に接近し難いので剪断刃の取替えが困難である。

分類	名称	特 徴
	アップカットシャー	(1) 図2.94に示す通り後面テーブルは簡単である。 (2) 材料の曲りはやや大きくテーブルが剪断成品の反動に依り破損が大きいと思われる。
剪断に要する動力による	水圧式	(1) 大容量の剪断力を得ることが出来る。それ故メカニカル式(電動クランク式)ではむずかしい剪断力 1,500 t 以上のものに使われ、現在の最高は 3,000~3,500 t 程度である。 (2) 水圧使用のため、安全装置が確実で過負荷に耐え得る。 (3) 動作が鈍重で剪断ストロークも 3~8回/mn 程度である。 (4) ポンプ、アキュムレーター等の附属設備を必要とし、保守も厄介である。 (5) 小断面のものでも常に一定の動力を消費する。 (6) 効率が低い。
	油圧式	(1) 油の有する粘度の関係でシールが仕易く、緩衝性があり、耐撃耗性防錆能力をそなえている。 (2) 水圧式の欠点であるアキュムレーターが不要であり、また特殊なラヂアルピストンポンプを利用することによつて運動が滑かになる。 (3) 機器設置場所が水圧式より少なくて済む。 (4) 建設費が水圧式に比べて安い。 (5) 効率が水圧式に比べて高い。 (6) 欠点としてはポンプおよび操作回路が複雑で補修上厄介である。 (7) 火事の恐れがある(外国にその実例がある。)
	電動クランク式(メカニカルシャー)	(1) 動作が軽快でストロークも 15~18 回/mn に達し作業が便利で効率が良い。 (2) 経済的な面もあつて剪断力 1,500 t までが限度でそれ以上は水圧または油圧式によらねばならない。(スラブ 1,550 x 250, ブルーム 400 # 以下)
	交流式	(1) 建設費が安価である。 (2) 空転動力が大きく無駄である
	直流式	(1) 速度変動が可能で過負荷に耐える。 (2) 建設費が高い(電動発電機、はずみ車、等を必要とする。)

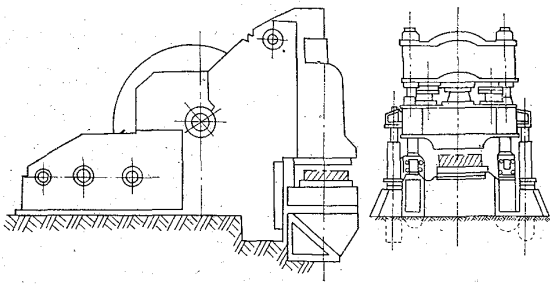


図 2-95 横置型 図 2-96 閉頭堅型

さらに水圧式、電動クランク式を小さく分類すると次のごとくなる。

- a) 水圧式 (a) 圧縮空気、蒸気、低圧の水、あるいは電気を1次動力源として用い、これらを増圧器によつてさらに強力にする方式
- (b) 蒸気ポンプ、あるいは電気ポンプによつて直接高圧水を送る。あるいはこの圧力のかかった水とアキュムレーターによつて、300kg/cm²以上の高圧水をシリンダーに注水して刃を動かす方式。
- b) 電動クランク式には交流式と直流式とがある。
 - (a) 交流式ははずみ車、クラッチ装置を持ち、はずみ車までは常時無負荷運転を行ない剪断時のみクラッチを入れ全機構を運動させる。1剪断が終ると自動的にクラッチの接触が外れるようにされ

ている。この型のもは通常300HP程度までで、それ以上の大容量のもは直流式にすべきである。

(b) 直流式は変速および正逆転可能な直流電動機で間歇運転を行なうことが出来る。さらに進んだものはワードレオナード方式、イルグナー方式を採用している。起動停止を頻繁に行なうので起動停止型ともいわれている。

制動は回生制動とマグネットブレーキを併用する。

(ii) 機構 剪断機の種類は種々雑多あり製造社によつてそれぞれ特徴のあるものを製作しているので、全般に亘つて説明することは困難であるが、代表的なものについて2~3説明を加えてみる。

図 2-97 は開放型ダウンアンドアップカットシャーの一例で、巧妙な抑え装置を有する SACK type のものである。作動状態を説明すると、全体の剪断周期は T 軸上のカム S の

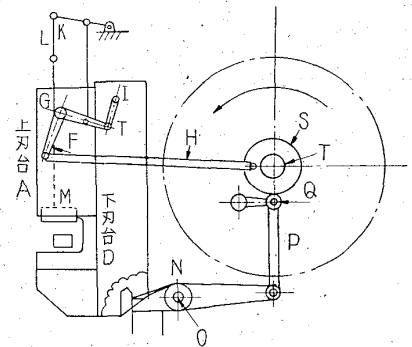


図 2-97 開放型ダウンアンドアップカットシャーの一例

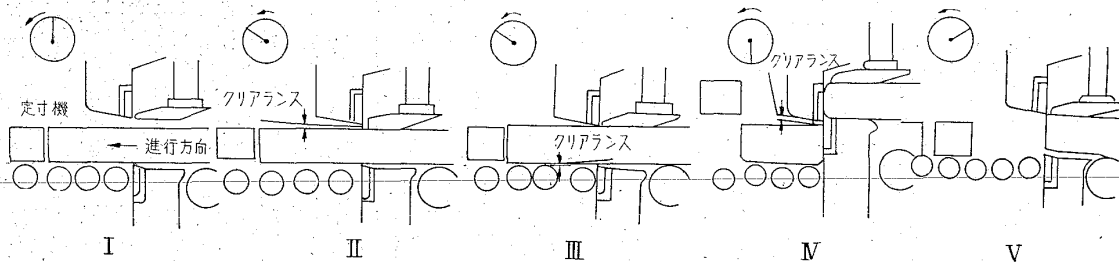


図 2-98

鋼片が送り込まれ定寸機に当たる。

抑えガックが下りて来て鋼片に当たる迄の状態の上双台がやや下がる。

下双台が若干上がり上双台に鋼片を当てる。

下双台で剪断する。定寸機は上がる。

剪断された鋼片は前に進められ、定寸機が下げられる。

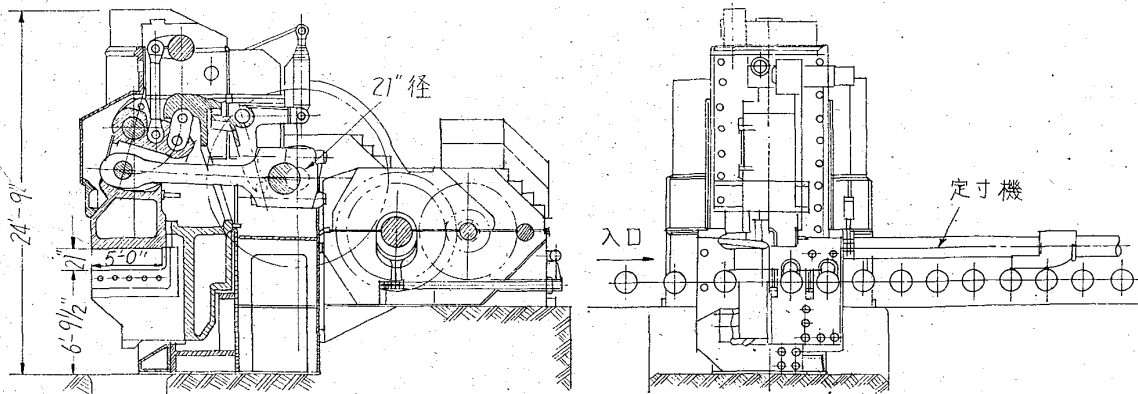


図 2-99 開放型ダウンアンドアップカットシャーの配置図

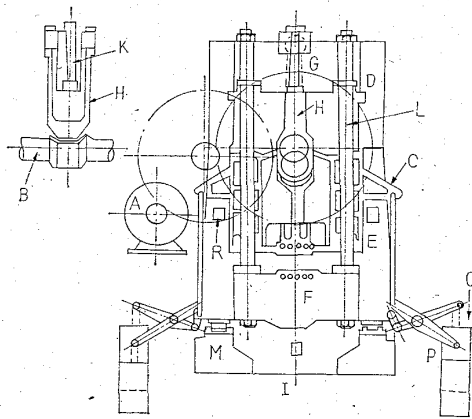


図 2.100 ダウンアンドアップカットシャーの一例

1回転である。電動機が廻りカムSがクランク運動(動作)を起こすと、連接棒Hは引張られ、従つてFはGを中心として回転して抑えガックM、続いて上刃台Aを降下させる。抑えガックMが材料に当たるとリンクPおよびレバーNを介して下刃台Dが若干あがり材料と抑えガックMを持ちあげ上刃台Aに材料を当てそれより下刃の切り上げ動作によつて剪断される。周期の後半は前半と同様な運動をする。

ただし緩衝装置によつて下刃台Dは静かに降下する。

図 2.98 は剪断サイクル中の作業順序を図解したものである。

図 2.99 はその配置図を示したものである。

図 2.100 は門型のダウンアンドアップカット式で構造および作動順は次のようである。

Aは駆動用電動機で2段減速後Bのクランクをクラッチを介して駆動する。BにはPの重錘でほとんど平衡を得た上刃台が乗り、剪断時以外はこのCは上側ハウジングDへ押しつけられている。クラッチが入るとCはハウジングEをガイドとして刃が材料に当たるまで降下する。この間Pは上昇する。Cが材料に当たるともうそれ以上は下り得ないからクランク軸が回転し、Hは安全ロッドKを介してGを上昇させる。ところがGはLを介してFとつながっているからFの下刃台が上昇して上刃が抑えている材料を剪断する。OはFをつり合わせる重錘である。Fは駆動されていないときはMのベッド上に乗っている。Rは上刃が下つて来るときの最低位置でこれ以上Cは下り得ない。

この機械の主なる寸法は次の通りである。

- (a) 最大開き：300mm
- (b) 支柱直径：200mm
- (c) クランク半径：155mm
- (d) 安全ロッド径：108mm
- (e) クランク軸径およびピン径：360mm と 395

mm

(f) 電動機：125HP 450~360rpm

(g) 歯車比：16/112 と 14/64, また被剪断寸法：
160×450 (90×820) スラブ, 250φ ブルーム,
最大剪断力： ≈ 500 t, 柱の引張応力： 870 kg/cm²
剪断回数：1回/mm

(iii) 抑え装置 図2.92, 図2.93に示すごとく抑え装置を設置しないと、成品が剪断時の引張応力によつて曲がる。また成品が固定していないとその反動で、ローラーテーブルを打つ恐れがある。特に短片を剪断する時は危険である。それゆえ国内の大型剪断機に殆んど抑え装置が設置されている。抑え力は多くは水圧、油圧によつている。(メカニカルシャーの場合の例は図 2.98 を参照。また図 2.101 のごとく独立した電動機による駆動するものもある。)

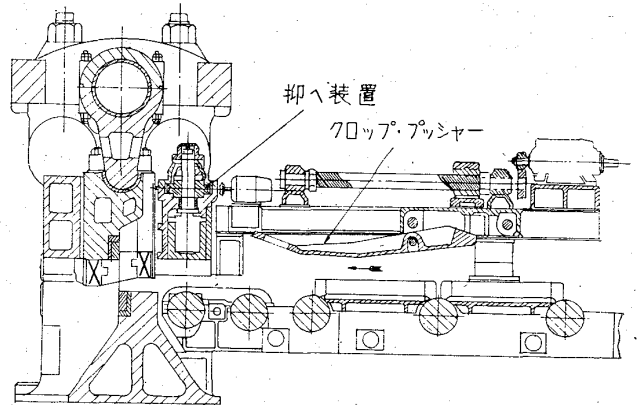


図 2.101 独立した電動機により駆動するものの例

(iv) 剪断刃 剪断刃の具備すべき条件としては一般には硬度が高いこと、靱性が大きいことが要求される。普通、鍛鋼材を用い、刃先に Cr~Mn 鋼熔接材等で熔接して使用する場合が多い。中には工具鋼(SK), Cr 鋼を使用しているところもある。

欧州の例であるが6ヵ月使用したところもある。

国内では刃の取替周期は外国に比べて早いようである。通常スラブおよびブルーム剪断機の場合20,000~40,000 t 位である。

室蘭-2 の場合120,000 t 使用可能。ただし最初の間隙0.7mm, 取替え前の間隙4mmとなつている。剪断面を良好に保持するためには早目に取替えた方が良い場合もある。

(3) 駆動設備

駆動設備は前述のごとく電動式、水圧式、油圧式の三種がある。

(i) 電動式 最近は剪断力1,500 t 以下のものは、

殆んど電動式が採用されている。電動式としては交流式と直流式があるが、交流式では剪断に要する実時間が圧延時間に比し極めて僅少なのに拘らず、電動機の急速起動、停止が困難なため、圧延作業中は剪断機運転を継続する必要があり、空転時電力損失が大となる欠点がある。

この欠点を除くため、はずみ車までは連続回転させ、剪断部分は摩擦接手により剪断時だけ動力を伝達させる方法が採られている。しかし大容量機では摩擦接手に問題があり不向である。

ゆえにこれらの欠点を除くために直流駆動とし、剪断時および加減速時の尖頭負荷を考慮して、主電動発電機セットにははずみ車を設けたイルグナー方式が採用されている。またワードレオナード方式を採用しているところもある。

国内で代表的なブルーム、スラブ兼用の剪断機を有する日本鋼管川崎分塊の剪断機について説明すると。

a) 仕様

- 剪断力：1,500 t
- 最大剪断々面：300φ 200×1,000mm,
- ストローク：400mm 刃間最大開き：388mm
- 製作所：石川島重工 剪断回数：5.5回/mn
- 主電動機：直流 350kW—2 台
- | | | |
|------------|---|-----------------|
| 電圧 600V | { | 電圧制御 0~600rpm |
| | | 界磁制御 600~900rpm |
| 最大回転力 250% | | |
- イルグナー変流機：直流発電機 750kW—1台
- 三相誘導電動機 900HP—1台
- はずみ車 (15 t-m²) 1基

主励磁機セット：1式

補助励磁機セット：1式

b) 動作説明 剪断機構はクランクによるものでクランク 1 回転毎に剪断刃が 1 往復して鋼片を剪断し各往復毎に起動停止を繰返す。剪断鋼片に対する剪断トルクは下記のごとし。

表 2.49 トルク表

	鋼片寸法 mm	剪断トルク t-m
ブルーム	170φ	64.5
	200φ	80.0
	220×230	100.0
	140×325	90.0
スラブ	127×550	128.0
	120×600	133.0
	200×1,000	344.0

ゆえに剪断トルクが小さいときは電動機の界磁弱めを行なつて速度を上げ、1 往復の時間を短縮する。また剪

断トルクが著しく大きい場合は図 2.102 の特性曲線図で分かるように剪断時に電動機の界磁を弱めることが出来ないで電動機を速度を落とす。従つて 1 往復の時間は長くなる。このように電圧、界磁両制御を行なつてすべての種類の鋼片に対して電動機を経済的に使用し得る。

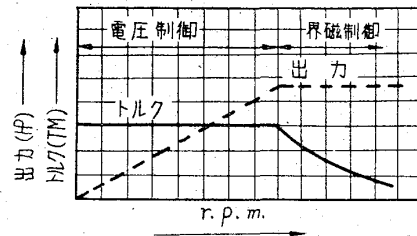


図 2.102 回転力、出力特性曲線図

- c) 特徴 (a) 電流制限装置を付して過負荷のときにも安全に電動機の運転が維持し得る。
 (b) はずみ車によつて尖頭負荷値を緩和出来る。
 (c) 常時M-Gセットを運転させる必要がある。

(ii) 水圧式 国内で代表的な八幡製鉄厚板分塊の剪断機について説明する。

a) 仕様

- 剪断力 : 3,000 t
- ストローク : 620mm
- 製作所 : SACK(独)
- 水圧ポンプ容量 : 600HP×3台
- 使用空気圧力 : 375kg/cm²
- 最大剪断々面 : 1,800×450mm
- 刃間最大開き : 550mm
- 剪断回数 : 3回/mn (断面積8,000cm²の場合)
- メーンシリンダー径 : 1,000mmφ
- 使用水圧力 : 375kg/cm²

b) 特徴

1. チルチングテーブル不要
2. 設備堅固である。
3. 設備費が安価である。
4. パッキング破損多し。
5. 剪断速度が遅い。
6. バルブ調整が困難
7. 油洩れが多い

(iii) 油圧式 最近国内で設置された和歌山分塊の剪断機について説明する。

a) 仕様

- 剪断力：1,000t/2,000t/3,000t
- ストローク：635mm
- 最大剪断々面：1,800×400mm
- 刃間最大開き：620mm

製作所：SACK (独)

剪断回数：6~15回/mn

油圧ポンプ容量：420HP×3台

メインシリンダー直径：680mmφ

使用油圧力：275kg/cm²

b) 配置略図および動作説明 図2・103(a)に剪断機の最初の位置、すなわち剪断前の位置を示す。スラブAはローラーテーブルの上にある。剪断機の下刃Bはローラーの上面より約10~15mm下にある。スラブAと上刃C、材料抑えDとの間は、剪断機にスラブが送り込まれるに充分なだけ間があいている。材料抑えEは上刃Cより少し突き出ている。材料抑えは上刃台のガイドブッシュに沿って上下に動き、ピストンEによりスラブを抑える。このシリンダーの取付けられているレストバーは上下に動く。この昇降フレームに下刃台が付き、昇

降フレーム全体はピストンFの上のついている。Fのシリンダーは剪断機本体に取付けられ動かない。剪断動作中、昇降部分の全重量はピストンHにのついている。剪断を開始するとき、シリンダーFに油が送られ、シリンダーHの油が放出される。このため下刃台が、上端が、ローラーの上面より約10~15mm上になるまで上がる。これと同時に上刃Cが材料抑えDとともにDがスラブの上に達するまで下る。

このようになったとき、シリンダーHのバルブを閉じ、油をシリンダーに送る。シリンダーKは(ピストンJはシリンダーHを閉じたため下に動かないから)上に上昇し、これにつながる下刃台を上昇せしめスラブAを剪断する。同時にシリンダーEは、剪断動作中シリンダーKとつながれ同じ油圧を受けてスラブAを抑える。

ローラーテーブルと上刃の間隔はスラブの厚みより

表 2.50(a) 剪断機(電動式)の一例

工場名 目 称		室 蘭 一 1		釜 石	戸 畑
		ブルーム剪断機	ビレット剪断機	ブルーム剪断機	スラブ剪断機
型 式		ダウンアップカット	アップカット	ダウンアップカット	ダウンアップカット
機 構		ク ラ ン ク	ク ラ ン ク	ク ラ ン ク	ク ラ ン ク
構 造		横 置 型	横 置 型	門 型	門 型
ハウジングの材質		鋳 鋼	鋳 鋼	鋳 鋼	鋳 鋼
剪断能力	t	700	450	910	1,200
最大剪断々面	ブルーム ス ラ ブ	330×220 450×180	96×96(3本) 125×125(2本)	300×500 350×550	{ スラブ幅 1,855 " 厚 200
剪断回数	回/mn	3/10	12/18	10/20	4/8
ストローク	mm	350	250	480	400
刃間最大開き	"	350	250	450	360
安全装置	型 式	な し	な し	な し	シャープピン
歯 車 比	材 質	—	—	—	SF55
剪断刃	寸 法	上220×725×45 下190×725×50	上150×560×45 下170×560×45	900×60×200 特殊工具鋼(焼入 研磨)	1,900 STK5
抑え装置	取替周期	18,000~20,000	15,000~18,000	30,000	20,000
製 作	型 式	スプリング式	スプリング式	油 圧	レ バ ー
電 動 機	抑え力	t	5	18	—
	製作所	DEMAG	大谷重工業	芝浦共同工業	SACK
	年月日	昭18・2・8	昭18・5・15	昭36・1	昭35・3
	交直別	DC220V	AC200V	D.C	D.C
	制御方式	ワードレオナード	二次抵抗	間 接	ワードレオナード
	容量	HP or kW	200kW×2	280kW×2	800HP×2
	回転数	r.p.m.	750	375/375	80
	フライホイール	t-m ²	—	0.3	—
	電動発電機	M750FP	G230kW×2	M700kW G310kW×2	M2,000FP G700kW×2

表 2・50(b) 剪断機 (水, 油圧式) の一例

項 目	工場名		広 畑	八 幡 一 厚	和 歌 山
	名 称		ス ラ ブ 剪 断 機	ス ラ ブ 剪 断 機	ス ラ ブ 剪 断 機
型 式	式		ア ッ プ カ ッ ト	ダ ウ ン ア ッ プ カ ッ ト	ダ ウ ン ア ッ プ カ ッ ト
機 構	構 造		水 圧 門 型 鑄 鋼	水 圧 門 型 S C 49	油 圧 門 型 鑄 鋼
ハ ウ ジ ン グ の 材 質					
剪 断 能 力	t		2,000	3,000	1,000/2,000/3,000
最大剪断々面	(ビレット)ブルーム		—	—	—
剪 断 回 数	回/mn		3~5	3(8,000cm ² の時)	6~15
ス ト ロ ー ク	mm		600	620	635
刃 間 最 大 開 き	mm		600	550	620
剪断刃	寸 法		101・5×254×2,159・6	上下各2枚宛 90×280×960	280×2,200
抑 装 置	材 質		刃先 SCMn 台 SF60	SNCM	特 殊 鋼
製 作 年 月	取 替 周 期		40,000	40,000	46,000
	型 式		水圧プランジャー式	水 圧 式	油 圧 式
	抑 え 力		t	228	146
	製 作 所		UE	SACK	SACK
	製 作 年 月		昭35・6	昭33・9	昭34
水(油)圧機	水(油)圧ポンプ容量		HP×台	600×3	油 420×3
	シリンダー直径		mm	1,000φ	680φ
	使用空気圧力		kg/cm ²	375	—
	使用蒸気圧力		"	—	—
	使用水(油)圧力		"	375	油圧 275

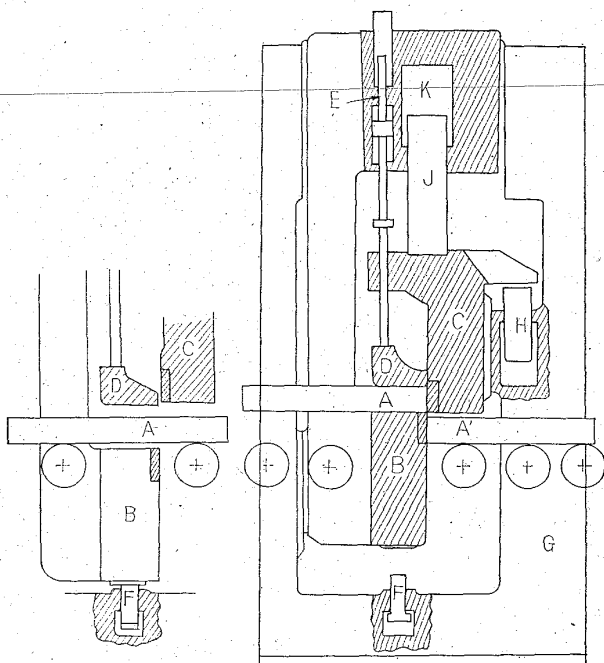


図 2・103(a)

図 2・103(b)

10~15mm大きいのでスラブの A' 部は剪断が終るとロ

ーラーの上に落ちる

図2・103(b)のA'部は剪断機が剪断前の最初の位置に戻らなくとも、直ぐに動かすことができる。

c) 特 徴

- (a) 油圧式は、水圧式に比し、動力設備がコンパクトで安価である。
- (b) 作動が円滑で、特殊のラジアルピストンポンプの利用によりエネルギーコンスタントの特性を有する。
- (c) 油の粘度の関係で、シールしやすく、緩衝性があり、耐摩耗性、減摩性、防錆性が大である。
- (d) 欠点としては、ポンプおよび操作回路が複雑で、保守が困難である。
- (e) 火災の危険がある。

(4) 剪断機送り込みローラーテーブル

表2・104は水圧式剪断機の例であるが、送り込みローラーは4本である。かつローラーフレームは剪断機本体に固定されているがフレームの下にスプリングの緩衝装置が見える。一般には刃元に近くなる程ローラー間のピ

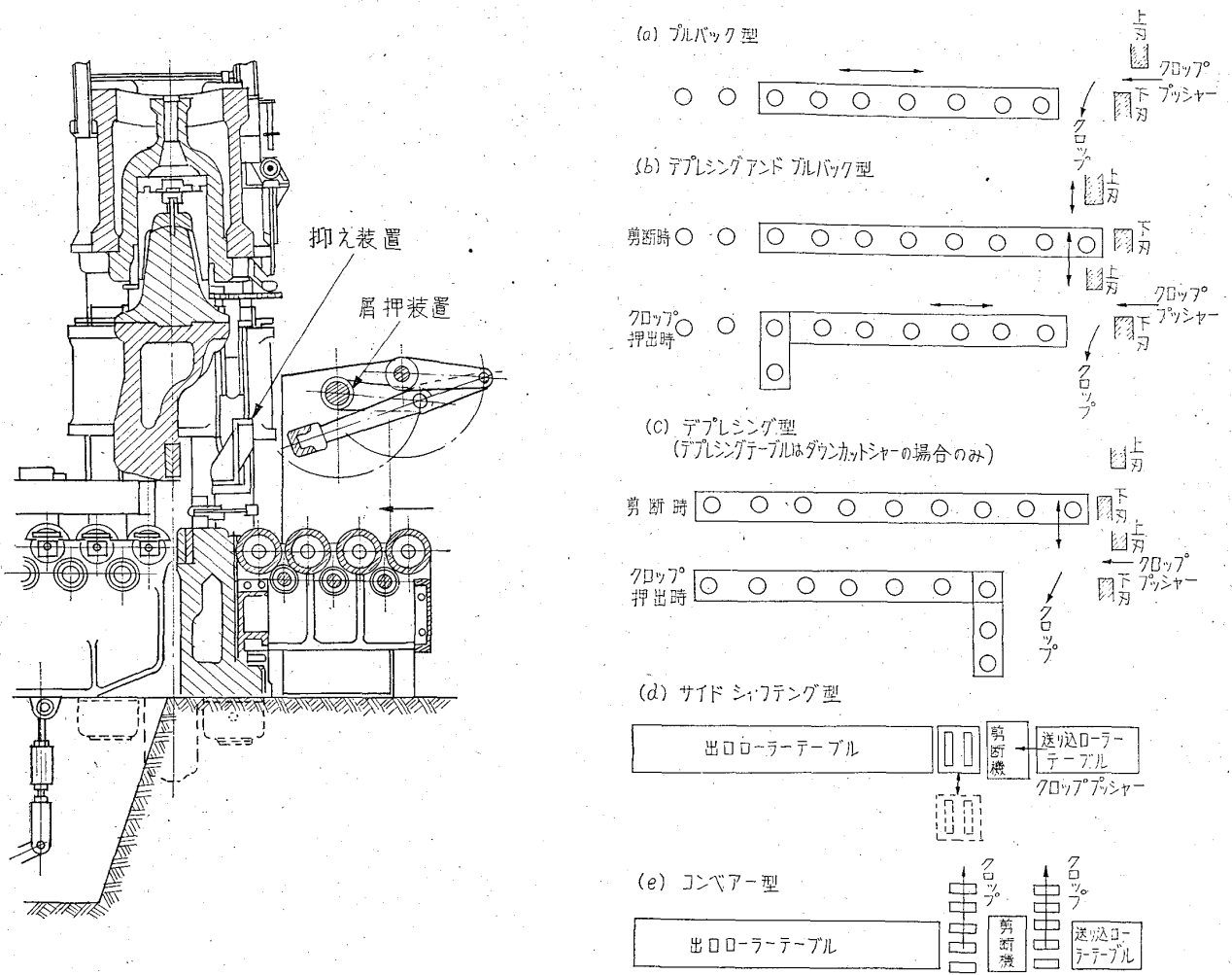


図 2-104 剪断機出入口ローラーテーブル

ッチが小さくなり駆動はベベルギヤー付ラインシャフトで行なわれている。

表 2-105 に示す。

(5) 剪断機出口ローラーテーブル

ダウンカッターでは図 2-194 のごとくデプレッシングテーブルにせねばならない。その他クロープの処理方法によつて、図 a, b, c, d, e 等の種々の型がある。

(6) 肩押装置

種々のタイプのものがあるが、剪断機の型式によつて 2 種類に大別される。開放型の場合は図 2-105 のごとき例がある。

門型の場合はプッシャーヘッドの半円形移動による槌打式のものと同ローラーテーブル上を平行移動する式のものがある。

動力は圧縮空気、水圧、電気が使われている。設計上注意を要することはプッシャーヘッドが後から来た材料によつて損傷されないようにしておくことである。鋼塊をボトム圧延するときは頭部の切捨が長くなるのでストロークを充分取つておく必要がある。肩押装置の一例を

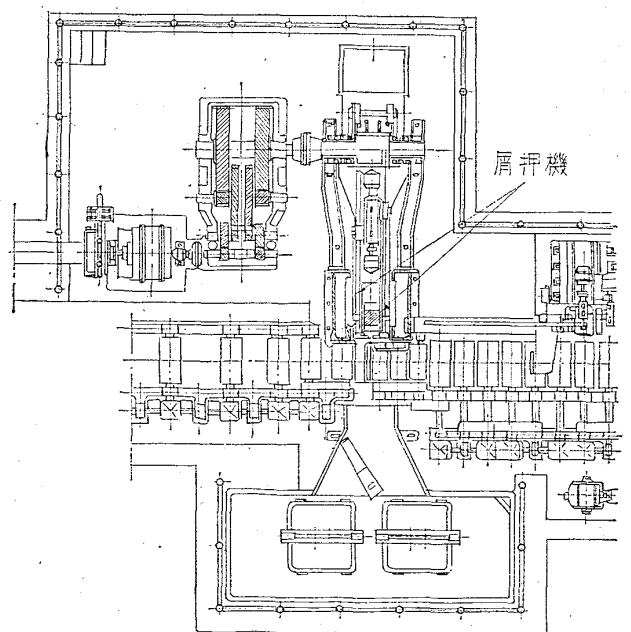


図 2-105 開放型肩押装置

表 2.51 各社屑押装置の一例

工場名	設置箇所	型 式		押 力 (kg)	ストローク (mm)	原 動 機 容 量		移動(昇降)速度 (mm/mn)	空 気 圧 力 (kg/cm ²)
		駆 動 型 式	機 械 型 式			ト ラ ー バ ー ス	リ フ ト		
釜石 神戸-2 広畑 和歌山	ブルーム 剪断機 // スラブ 剪断機 //	空 気 式	ラックピニオン 式	1,100	2,000	シリンダー径 300φ		14,696	5 (常用)
		電 動 式		150	780	3.7kW			—
		電 動 式	"	6,000	2,500	26kW		30,000	—
		電 動 式	クランクアンド スクリュース式	6,000	2,500	30kW	30kW	32,400	—

表 2.52 各社定寸機設備の一例

工場名	設置箇所	型 式	使用範囲 (最大最小) (mm)	原 動 機 容 量 (kW)		移動(昇降)速度 (mm/mn)
				ト ラ ー バ ー ス	リ フ ト	
戸畑 広畑	スラブ剪断機 スラブ剪断機 ブルーム剪断機	クランクアンドスクリュース式	7,000~1,000	66.7	66.7	7,850
		スクリュースナット式	6,500~400	37	26	
		"	6,000~1,200	兼用	10	
川崎	ビレット 熱鋸機	"	5,000~1,000	兼用	7.5	8,520
		"	5,670~1,500		5	970

表 2.53 各社剪断屑処理設備の一例

工場名	剪断機名称	型 式	ピット深 (mm)	屑箱装入 重量 (t)
室蘭-2	スラブ剪断機	傾斜捲揚式	8,000	10
釜石	ブルーム剪断機	水槽屑バック台車引出式	2,500	12
和歌山	スラブ "	落込式	8,650	10

(7) 定寸装置

剪断機の後面に設置して剪断鋼片を一定の長さにする。定寸距離は自由に伸縮されるようになってい。ストッパーは上昇下降をせねばならないので可成りの高速を要する。またある程度の衝撃を絶えずうけるので取扱いに注意を要する。上昇下降および移動速度は通常 4~18m/mnである。

(8) 屑処理装置

屑処理には多くの型がある。剪断機前または後面に設けられたピットの中の屑バックを吊上げて工場でのまま冷却し台車に積込む方法。このピットを水槽式に改造したもの。図2.106のごとき傾斜捲揚式のもの。この型式であるがクロープを水槽に落し冷却した上でマグネットで台車に積込むもの。クロープコンベアでバックまたはクロープカーに積込むもの。または装入バックを数個並べてシュートを移動させクロープを適当なバックに落し込む移動シュート式などがある。

(9) 潤滑装置

一般的な型式や潤滑法については別項で述べられているので省略する。剪断機において潤滑について留意すべ

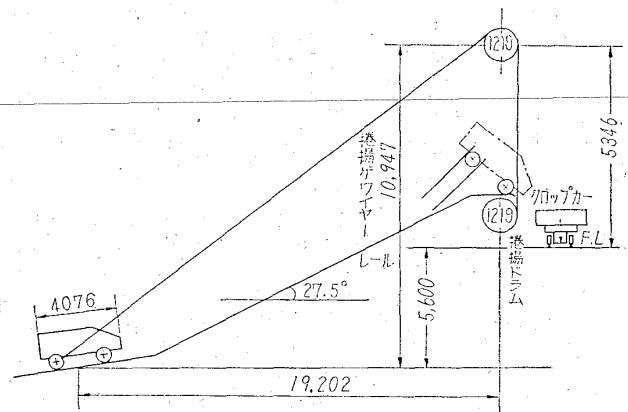


図 2.106 傾斜捲揚式

きことは、熱片を入れた屑箱が常に機体の付近にあるため、防熱と油の種類を選択である。配管内の油の状態も常に点検する必要がある。下刃台、上刃台のガイドは汚れやすいので異物が入らないよう注意を要する。

(10) 運転室

運転室は剪断刃先が見える位置が望ましいが配置上困難である。多くは側面、または斜側面に設置される。運転する機器は、剪断機前面アプローチテーブル、剪断機

前面送り込みテーブル、サイドガイド、剪断機、定寸機（昇降、移動）剪断機後面テーブル（デプレスまたは摺動テーブル）、屑押装置、スキップホイスト、剪断機後面ランアウトテーブル、その他場合によつてはスタンパー、スラブ秤量機、スキッド、パイラー、プッシャー等の多数にのぼる。

運転者は通常 2~3 名で分担する。視界の関係で運転室を二ヶ所に分ける場合もある。

2.4.2 熱間鋸断機

(1) 概 要

鋸断機は切断面が平坦でかつ成品に曲りを生ぜしめないで丸鋼、型钢、ビレット等成品寸法、形状の正確を要するものの切断に使用される。

鋸断機の欠点としては刃の厚みによる切断ロスがあることおよび切断に時間を要することである。切断ロスは断面や切断長さによつて異なるが通常0.5%である。

熱間鋸断機は推進方法によつて類別すると。

- (a) 摺動式鋸断機（または水平往復型）
- (b) 垂振式 "
- (c) 楨棒式 "

の三種がある。それぞれ特徴があるが分塊工場においては摺動式が多く使用されている。

以下摺動式鋸断機について述べる。

(2) 機 構

鋸刃の駆動は電動機直結のもの、ベベルギヤを介するもの、Vベルトを介するもの等がある。Vベルト駆動のものは小容量のものに多い。

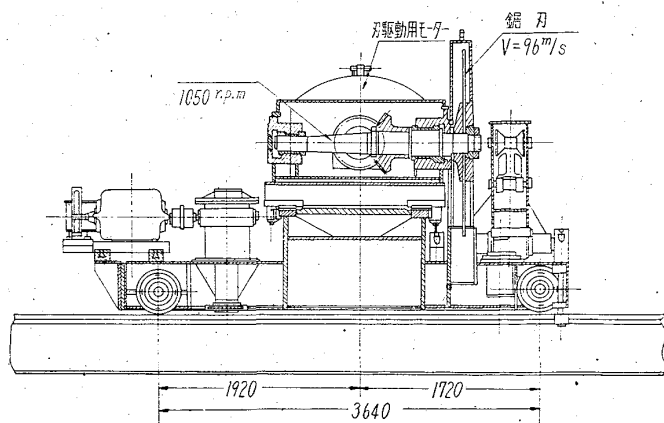


図 2.107 ベベルギヤ伝導式電動機駆動鋸断機

鋸刃は径 1,400~2,200φ、厚さ 8~12mm で周速は 5,500~6,000m/mn である。

摺動の送りは水圧、油圧または電動によりピニオン、ラックを介して行なわれ、送り速度 40~200mm/sec で

ある。

なお、送りは最初鋸刃が材料に当たるまでは早く、鋸断時は一定、引き戻しは早いというような操作がよく、この送り駆動は M-G セットまたは油圧を用いるのがよい。分塊工場で使用される鋸断機の主電動機は30HP程度より500HP程度までである。

これによる圧延機の最大鋸断々面は、刃物および刃物台ホルダーの寸法にも関連するが大略表2.54の区分による。

表 2.54 最大鋸断々面

電動機出力 (HP)	鋸断可能な材料断面寸法 (熱間) (mm)
30~40	100×100
50~75	125×125
125~150	200×200 またはスラブ厚さ 150
200~300	スラブ厚さ 300
500	400×380

(3) 鋸 刃

(i) 材質 主に抗張力 80~90kg/cm²、伸び 18~25%の炭素鋼を使用し、Cの量は 0.5~0.8% が適当である。またその場合には球状化焼鈍し、組織を均一にすることが必要で硬度は中実材等の切断には硬度として HS 30~34、型钢等の比較的切削面の小さいもので切断温度の低下するものには硬度 HS33~37 が適当である。

(ii) ピッチの選定 刃のピッチは鋸刃の切削に重要な役割を果すので、被切削材の形状、材質等により、選定しなければならない。切削断面の大きいものに対してはピッチを大きく、小さいものに対してはそれに比し小さくし、切断時に最低2枚の刃が作用するように考えるべきで、特に型钢の場合には、次の刃が非常に深く被切削材に食込み破損することがあるのでピッチは小さくしなければならない。中実材切断には、ピッチが小さいと切削粉の足が長いので、刃の間隙が寒がつて前記と同様に破損の原因となる。刃の深さはピッチが小さい場合にも切削粉が十分に収容出来る大きさが必要である。

(iii) 刃型の選定 刃型は被切削材の形状により異なるが、一般には図 2.108 (a) に示すものが多く、これは比較的切断面の大きい中実材の切断に適している。(b)は前記より切断面がやや小さく硬度のものに適し、(c)は型钢の切断に適し、(d)は鋼管の切断に適する。また中実材の切断にはマクレを少なく切味を増すためアサ

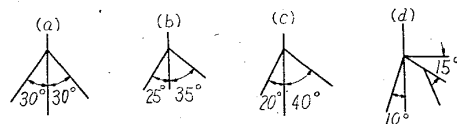


図 2.108 種々の刃型

リ出しをして使用する。

(4) 使用条件

各社により作業内容が異なるので、一般に論ずることは困難であるが一応の基準を示す。

(i) 温度 切断温度は普通850~1,000°Cが理想的で、この場合の被切削材の抗張力は大体 5kg/mm² である。実際に使用状況を見ると比較的切断面の大きいものは前記の温度範囲で切断されているが型鋼、鋼管等の比較的冷却の早いものは、600°C 程度で切断されることもあり、この場合被切削材の抗張力も増大し、従つて、鋸刃の摩耗も多く、割れの原因となるので出来るだけ高温で切断されることが望ましい。

(ii) 鋸刃の冷却 冷却方法の可否により鋸刃の切れ味はかなり左右されるので注意を払わねばならない。空冷と水冷があるが、後者が主に採用せられている。水冷は被切削材も冷却されやすく、そのため被切削材の温度が低下、硬化して、そのために鋸刃の摩耗が多くなることもあるので冷却装置は、その点考慮して設置されねばならない。普通工業用水が使用され、空気と混合で使用される場合もある。水圧としては3~5kg/cm² が適当である。

(5) 鋸断時間

鋸断時間については次の実験式がある。

$$t = \frac{A \times 100}{HP \times f}$$

t : 鋸断時間 (s)

HP : 鋸断機出力

A : 材料断面積 (mm²)

f : 毎秒毎100HP当りの鋸断面積 (mm²) で図 2・109 にその値を示す。

また、熱間鋸断時間および送り速度の一例として表 2・55 に刃物径 1,800mm の和歌山分塊の例を示す。

(6) 補助設備

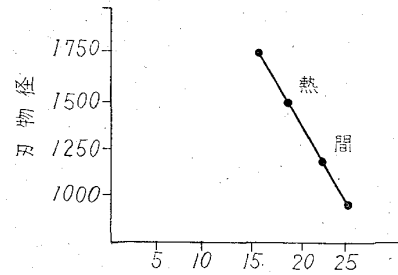


図 2・109 毎秒毎 100HP 当りの鋸断面積

(i) クランプ 熱間鋸断機で切断する場合、被切削物が逃げないように固定しなくてはならない。この固定の方法として、引き寄せて固定するものと、押し付け

表 2・55 熱鋼鋸断時間および送り速度

材料形状 (mm)	材料断面積 (mm ²)	鋸断実時間 (s)	毎時間鋸断本数	送り速度 (mm/s)
120×90	10,800	4・02	185	29・9
170×90	15,300	4・46	182	38・1
260×90	23,400	4・86	177	53・5
350×75	26,250	5・46	178	64・1
100φ	7,870	3・00	204	33・3
124φ	12,050	4・26	203	29・5
147φ	16,950	5・16	176	28・4
165φ	21,400	6・30	173	26・2
187φ	28,700	7・32	170	25・5
213φ	35,700	9・96	144	21・4
251φ	49,400	15・00	119	16・8
282φ	62,500	20・00	102	14・1

熱鋸機最高送り速度 250mm/s

て固定するものがある。前者は引き寄せるのに大きな力を要するが、被切削物を切断し始めるまでの遊び時間は少ない。後者は押し付ける力は少なくてもよいが被切削物を切断し始めるまでの遊び時間は多い。

(ii) クロップ (剪断屑) 処理 ホットシャーと大体同じである。

(iii) 定寸機 ホットシャーと大体同じであるが、定寸機の見盛は延び尺にしておくのがよい。

表 2・56 各社鋸断機設備一覧表

工場名	電動機出力 (kW)	最大鋸断々面 (mm)	刃物ストローク (mm)	刃物 (mm)		最大刃物周速 (m/mn)	刃物材質	動力伝導機構	送り速度 (mm/s)		送り機構	材料クランプ装置		製作所	
				厚	径				前進	後進		機構	クランプ力 (t)		
和歌山	225	300φ	1,150	10	1,800	6,000	炭素鋼	バベルギヤー	20~60	250	電動機ラックピニオン	油圧式	5	SACK	
川崎	150	200φ	1,000	8	1,780	5,600	SK7	電動機直結	80	150	油圧	—	—	日立	
尼崎	No. 1	225	250φ	700	9	1,700	6,400	炭素鋼	電動機直結	40~50	200	水圧	空圧式	1・5	自家製
	No. 2	225	"	700	9	1,700	6,400	"	"	"	"	油圧ラックピニオン	"	"	石川島
崎	No. 3	112・5	"	700	8・5	1,420	6,420	"	Vベルト	"	"	水圧	"	12・5	小原鉄工

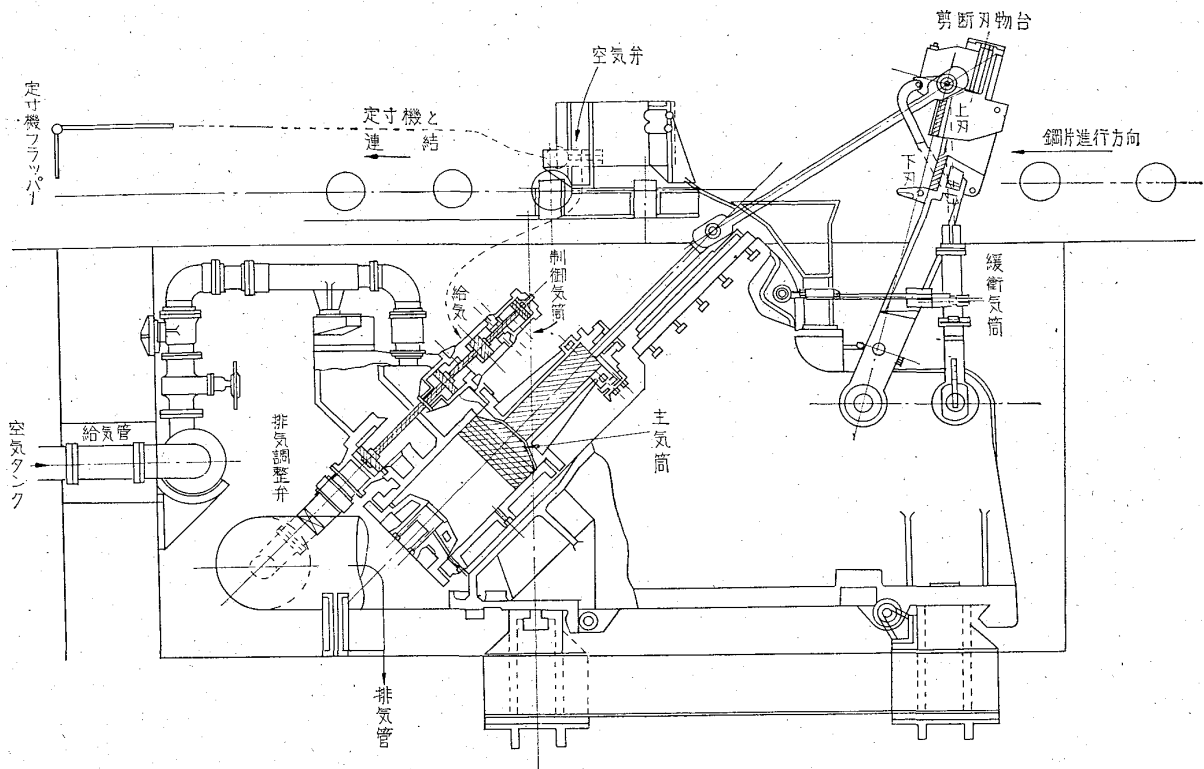


図 2-110 走間剪断機全体図

2.4.3 走間剪断機

(1) 概要

連続圧延機より奔出する鋼片（ピレットまたはシートバー）は、速度130~160m/mnにおよびその全長は150m前後に達する。従つて普通の剪断機では剪断が間に合わず、走間剪断機が必要となる。これは圧延鋼片とほぼ同速度で刃物を移動させながら能率よく剪断するもので、形式として電動式と空気式とがある。電動式回転クランク型または振り型は、剪断の際の大きな衝撃に耐えるには、相当大型になるため、線材や小形工場では使用されているが、分塊工場では、空気作動式移動降下型が多い。剪断される鋼片は主として50~80φピレット、(8~130)×(250×300)シートバーであり、空気圧は5~8kg/cm² 剪断回数は15~40回/mnである。

(2) 機構

現在空気式のもの、室蘭1、釜石、八幡6と、あるがその中で室蘭1を図2-110に示し、これを主体として説明する。

(i) 操作装置 直接制御気筒への送気弁と開閉する装置でレバーにより弁の開閉をする機械式と、接点により電気的に行なう電磁式とがある。すべて定寸機と組合わせられ、定寸機のフラッパーに鋼材があたると、弁が開閉し、圧縮空気の供給を断続する。

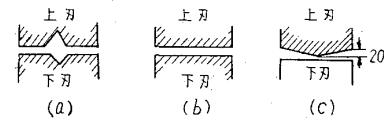
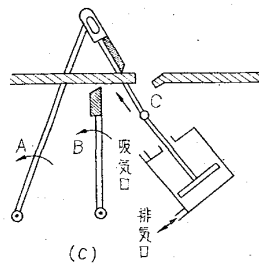
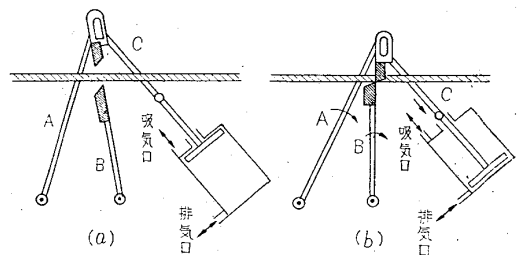


図 2-111 刃物台の型式

(3) 動作



(a) 鋼片通過中
 (b) 鋼片先端がフラッパーにあたると、主気筒の上部吸気口より空気が入りピストンが下り、上刃と下刃はそれぞれA, B, Cリンクの働きにより近接して鋼片を剪断する。
 (c) 剪断修了と同時にピストンは気筒下部の高圧反力および、吸気口、排気口の連絡により上昇するので上刃は上り、下刃は揺動してそれぞれ始めの位置(a)に復帰し以下これを繰返す。

(ii) 制御気筒 数個の気筒 (室蘭 1 では 4, 八幡 6 は 3) からなり, ピストンの昇降により主気筒の吸入口, 排気口を開閉する。

(iii) 主気筒 主ピストンの昇降を連結桿を介して 剪断刃物台に伝え, 直接剪断力を与え鋼片を剪断させる。主ピストンの径は 700mm ストロークは 800mm 前後である。

(iv) 剪断刃物台 連結桿の昇降直線運動をリンク装置により揺動運動に変え, 走行する鋼片を上下の刃で剪断する。剪断時および剪断後の刃物台の復帰に際し, 緩衝気筒およびスプリングを備えて衝撃を殺しながら連続的に作動する。

刃物の材質は, 工具鋼で SK5, SKS5 あたりが多用されており, 10,000~15,000 t 毎に取替える。刃の形状はビレットに対しては山形, シートバーには平刃がある。

シートバーの場合普通 図 2・111b であるが c のごとくした場合, 非常に効果があり, 寿命が 50% 以上も向上した例がある。

(4) 調整法

走間剪断機は走行中の鋼片の速度および剪断長さに応じて, 調整しなければならない。このためには排気管中に弁を設置してあるから, この開度を加減すればよい。高速短尺の場合は排気弁を開き, 低速長尺の場合は, 若干閉じればよい。走間剪断機が, 円滑に作動するために, 忘れてはならないことは, 圧縮空気の圧力と量を規定以上に保つことである。従つて容量充分な空気タンクを持つべきである。剪断機の剪断長さの誤差は, 設備によつて差があるが, 室蘭 1 の DEMAG 式では ± 30mm 以下である。

表 2・57 各社 走間 剪断機 設備 一覧表

項 目		工場名	室 蘭 1	釜 石	八 幡 6
剪 断 機	型 式		空 気 式 移 動 降 下 型	空 気 式 移 動 降 下 型	空 気 式 移 動 降 下 型
	能 力	mm×mm	ビレット 80×80 シートバー 300×30	ビレット 75×75 シートバー 300×18	ビレット 80×80 シートバー 250×20
	鋼片運動速度	m/mn	120×165	170	135
	剪断回数	回/mn	25~15	40	30
	ストローク	mm	220	260	240
	刃間最大開き	mm	200	70	145
	剪寸法	厚×高×幅 mm	30×(200~265)×480	32×233×405	34×(180~290)×530
	断材質		SK5	SKS4	SK5
	刃取替周期	t	15,000~20,000		定修毎
	定尺長さ	m	4,500~10,000	4,000~10,000	7,000~10,300
機	主気筒直径	mm	700	700	600
	ピストンストローク	mm	850	850	990
	製作所		DEMAG	KRUPP	DEMAG
	製作年月日		S. 18・2・8	S. 14	S. 3・7・31
コンプレッサー	馬力	HP	360	350	325
	容量	m ³ /h	2,500		
	使用空気圧力	kg/cm ²	7	8	5・5
	タンク容量	m ³	20	37	15
屑処理設備			樋落下式	樋落下式	樋落下式

2.5 移送設備

分塊工場は鋼塊受け入れから成品冷却に到るまでの流れ一貫作業であるから各設備間の材料および成品の運搬に種々の移送設備を要する。

本項にては下記のものに就いて述べる。

- (1) ローラーテーブル
- (2) サイドガイド
- (3) パイラー
- (4) プッシャー
- (5) トランスファー (スキッド)
- (6) 起重機

2.5.1 ローラーテーブル

ローラーテーブルは輸送用と作業用に大別される。作業用は圧延機前後、切断機前後、テーブル等で圧延機および切断機の動作に対応して、頻繁なる起動停止、正転逆転を行なうので直流電動機駆動が多い。輸送用は単なる材料および成品の移送を目的とするので構造の簡単なモーターローラーで差支えないが、近時はインゴットスケール、インゴットターナー、ホットスカーファ、スラブスケールがローラーテーブルの上に設置される傾向にあるので速度制御の必要性が増し、特にホットスカーファ用のテーブルローラーはワードレオナード制御方式を採る必要がある。

ローラーテーブル用直流電動機は以前は起動トルクの大きい直巻式が使われたが、近時は速度制御が出来る分巻式が使用されるようになった。ローラーテーブルは成品の大きさ、および圧延機の容量等によつて仕様が異なつて来るが、表 2.58 に代表的分塊工場の設備一覧表を示す。

2.5.2 サイドガイド (誘導装置)

鋼塊も鋼片もローラーテーブルによつて輸送され、それぞれの個所に設けられたサイドガイドによつて目的の個所に進んで行く。サイドガイドはその使用目的によつて次の如く大別される。

- (1) ロール孔型に入りやすくするためのガイド
- (2) 切断機で直角に切断し得るような位置にするガイド
- (3) 単に位置をきめるためのガイド
- (4) ローラーテーブルから圧延鋼片が飛び出さないためのガイド

(ローラーのメタルキャップの保護も兼ねる)。

それぞれの目的によつて形状、大きさ、構造も若干違

うけれども、固定式のものも移動式がある。また敷板をガイド兼用の構造にしたものもあり、堅型の小さな遊びローラーを所々に設けてガイドとしている所もある。

2.5.3 パイラー

スラブを積重ねるのに使用する。上下動はウォーム電動式が多い。材料の厚み、積重ね枚数によつてリフトを決める。リフトは通常450~1,100mmリフト速度は一般に遅く20~80mm/sである。

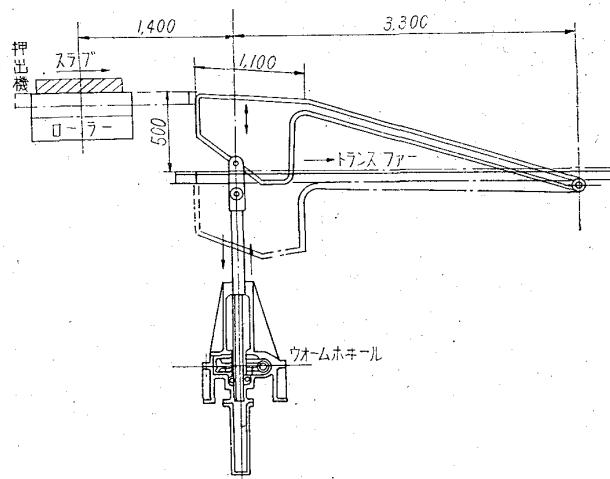


図 2.112 パイラーの一例

2.5.4 プッシャー

プッシャーは成品をパイラー、スキッドまたはトランスファーまたはスラブカーに押し出す装置で図 2.113 はその一例である。

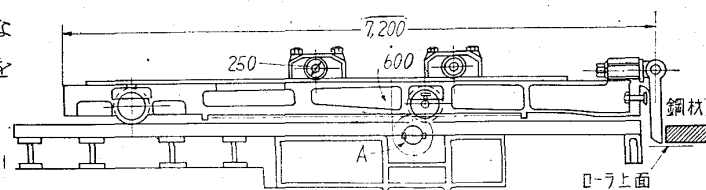


図 2.113 プッシャー

2.5.5 トランスファー (スキッド)

スキッドはロープ式、チェーン式、レシプロクレーン、ロングバー式がある。またパイラーを兼ねたトランスファーカーで移送する場合もある。

2.5.6 起重機

カバーキャリッジ、ストリッパーおよびピットクレンは均熱炉の項で取扱つたのでここでは一般の天井起重機のみ就いて述べる。分塊工場における起重機の用途はミルモーター、圧延機およびその他の設備の据付、修理、

表 2・58 ロ ー ラ ー

工場名	テーブル設置位置	テーブル名称	全長 (mm)	ロ ー ラ ー					
				径 (mm)	胴長 (mm)	本数 (本)	ピッチ (mm)	周速 (m/min)	軸頸径 (mm)
釜	インゴットレシービング	No. 1 アプローチ	16,000	550	800	20	800	76	76
	ミルアプローチ	No. 2 アプローチ	12,800	550	800	16	800	95	95
	分塊圧延機前	表エキステンション	12,800	550	1,200	8	1,600	117	117
	"	表ウォーキング	6,400	550	3,640	8	800	95	95
	"	表プレスト		650	2,350	1		120	120
	分塊圧延機後	裏プレスト		650	2,350	1		120	95
	"	裏ウォーキング	6,400	550	3,640	8	800	95	170
	"	裏エキステンション	15,200	550	1,200	7	1,500	117	117
	大剪断機前後	大剪断前後	17,160	450	550 800	3 8	1,560	117	120
	大剪断機前後	大剪断前後	3,300		250 500	11	300	150	120
	"	大剪断後(片持)	9,000		450 700	15	600	150	120
	1連続圧延機前	No. 9	16,000		550 1,200	10	1,600	150	120
	1連続圧延機後	No. 10	19,600		500 1,250	10	1,960	150	120
	2連続圧延機前	No. 11	19,600		500 1,100	10	1,960	150	120
	小剪断機前後	No. 12	10,800		500 500	12	900	120	110
小剪断機前後	No. 13	4,500		500 500	5	900	140	100	
2連続圧延機後	No. 14	5,320		400 1,050	4	1,330	85	100	
走間剪断機後	No. 15	19,950		400 1,050	15	1,330	110	110	
"	ラ ン オ ン	28,800	450	400 500 1,800	4 20	200	200	100	
川	分塊圧延機前	ミルアプローチ	21,000	450	1,500	16			170
	"	面ワーキング	8,250	450	2,200	12	750	2	250
	分塊圧延機後	面ワーキング	"	"	2,400	11	750	2	"
	"	分塊後	12,720	"	"	9	"	"	"
	大剪断機前	大剪断前	13,990	400	1,000	8	1,500	"	170
	大剪断機後	大剪断後	8,670	"	650	2	650	"	140
	"	大スラブ	8,420	"	1,200	10	1,300	"	"
	"	直送	15,000	500	1,200	14	600	"	"
	1 GG 前後	1 GG 前後	11,250	"	"	13	"	"	120
	2 GG 前後	2 GG 前後	"	"	2,300	9	1,500	"	"
	1 GG 前後	1 GG 前後	"	"	"	"	"	3	140
	1 GG 前後	1 GG 前後	12,000	"	"	"	"	"	"
	1 GG 前後	1 GG 前後	27,000	"	"	8	1,500	"	120
	2 GG 前後	2 GG 前後	41,550	"	"	18	"	"	"
	2 GG 前後	2 GG 前後	29,345	"	"	28	"	"	"
2 GG 前後	3 系	44,550	"	"	20	"	"	"	
小剪断機前	角精整1号モーターローラー	22,000	300	600	30	"	"	"	
小剪断機後	小剪断前後	3,770	"	500	7	1,200 800	23	80	
小剪断機後	角精整2号モーターローラー	7,850	"	400	20	500	"	"	
熱金属機前後	丸精整モーターローラー	6,600	"	"	16	400	"	"	
冷却台	丸冷却台モーターローラー	30,000	"	"	55	400 800	"	"	
		38,890	290	300	32	1,200	"	"	
広	インゴットレシービング	A テーブル	4,416	460	2,160	7	736	90	190
	ミルアプローチ	B	2,944	"	"	5	"	"	"
	"	C	8,096	"	"	12	"	96/238	"
	"	D	5,152	"	"	8	"	150/300	"
	ミル前面	E	9,582	508	2,560	14	"	"	219
	ミル後面	F	9,582	"	"	14	"	"	"
	ミルランアウト	G	4,914	460/430	2,900	10	546	"	190
	"	H	7,980	400	2,160	8	1,140	94/188	"
	"	I	"	"	"	8	"	"	"
	シャーアプローチ	J	"	"	"	8	"	"	"
	"	K	"	"	"	6	"	"	"
	シャー前後	L	4,550	"	"	6	410	"	"
	シャー前後	M	3,660	"	"	7	610	94	"
	シャーゲート	N	6,100	"	"	11	"	"	"
	スラブスケール	O	6,710	"	"	12	"	"	"
サイドパイラー	P	7,930	"	"	14	"	"	"	
末	Q	6,130	"	"	13	510	91	"	

モーター		ベアリング		伝達方式	潤滑方式	使用油脂名	
容量×台数 AC, DC kW×台数	制御方式	型式	型番材質			ベアリング メタル	齒車
AC 56	間接制御	ブレン	BC5B	サイドシャフト	強制給油	ソバレックス	廃油
" 35	"	"	"	"	"	"	"
" 30	"	"	"	"	"	"	"
" 75	"	"	"	"	"	"	"
" 15	"	"	"	ユニバーサルカ ップリング	グリスカップ	"	"
" 15	"	"	"	"	"	"	"
" 75	"	"	"	サイドシャフト	強制給油	"	"
" 30	"	"	"	"	"	"	"
" 30	"	"	"	"	"	"	"
" 15	"	"	"	"	"	"	"
" 56	"	"	"	"	"	"	"
" 22	"	"	"	4本はモーター付他 はサイドシャフト	"	"	"
" 20	"	"	"	サイドシャフト	"	"	"
" 20	"	"	"	"	"	"	"
" 30	"	"	"	"	"	"	"
" 11	"	"	"	"	"	"	"
" 7.5	"	"	"	"	"	"	"
" 15	"	"	"	"	"	"	"
" 45	"	"	"	"	"	"	"
AC 40×3	正逆	フラットメタル	BC5A	ベベルギヤー	No.1 強制循環	ゴルフ IC-1550	"
DC 100×2	"	"	BC5A WT2	"	No.2,3 オイルバス 強制循環	ゴルフ IC-1550	"
"	"	"	"	"	"	"	"
AC 40×1	"	"	BC5A	"	オイルバス	"	"
AC 30×1	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	ローラー ベアリング	ロ 224A ロ 3022A	"	"	"	"
AC 40×1	"	フラットメタル	BC5A	"	強制循環	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"
AC 30×1	"	ベアリング	"	"	オイルバス	"	"
" 30×2	"	"	"	"	"	"	"
" 30×3	"	"	"	"	"	"	"
" 30×2	"	"	"	"	強制循環	"	"
" 30×4	"	"	"	"	オイルバス	"	"
AC 0.7×24	"	"	AR80	モーターローラー	"	"	"
AC 15×1	"	"	"	ベベルギヤー	"	"	"
" 15×2	"	"	"	"	"	"	"
AC 0.5×16	"	"	"	モーターギヤー	"	"	"
AC 0.7×55	"	"	"	"	"	"	"
" 1.75×32	"	"	"	"	"	"	"
55×1	定電圧	スフェリカル ローラー Br8	H-936340	ラインシャフト	循環給油		
37×1	"	"	"	"	"		
75×1	"	"	"	"	"		
"	W.L	"	"	"	"		
100×4	"	"	HCS-40-S	4本別駆動	"		
55×2	"	"	#23148	ラインシャフト	"		
55	"	"	"	"	"		
"	"	"	93800A	ラインシャフト	"		
"	"	"	93127D	"	"		
"	"	"	#22236	"	"		
"	"	"	"	"	"		
"	"	"	"	"	"		
"	"	"	"	"	"		
"	定電圧	"	"	"	"		
"	"	"	"	"	"		
"	"	"	"	"	"		
"	"	"	"	"	"		
37×2	"	"	SW240	"	"		

表 2.59 各社サイドガイド (移動式) の一例

工場名	設置場所	長さ (mm)	最大開き (mm)	移動速度 (mm/s)	モーター 容量 (kW)	伝達方式
室 蘭一2	No. 8 ローラーテーブル	5,000	1,680	240	11	ラックピニオン式
	(No. 11T) 剪断機前面	5,000	1,670	36	7.5	スクリーナット式
	(No. 12T) 剪断機後面	2,200	1,670	36	7.5×2	ラックピニオン式
和 歌 山	剪断機前面	12,000	2,000	190	7.5×2	ラックピニオン式
広 畑	剪断機前面	8,942	2,060	13	7.5×2	ラックピニオン式
千 葉	ホットスカーフアー	3,937+4,826	2,000	65	18.45	ラックピニオン式
	剪断機前面	3,022+2,286	2,000	147	7.5	ウォームスクリーナット式
	剪断機後面	1,778	2,000	183	7.5×2	ラックピニオン式

表 2.60 各社パイラー設備一覧表

工場名	台数	大きさ(mm) 長さ×幅	積載量 (t)	リフト (mm)	リフト 速度 (mm/s)	電 動 機		伝 達 方 式
						AC DC	容 量 (kW)	
室蘭一2	1	5,050×1,500	18.4	762	40	DC 400·r	75	スクリー式
水 江	1	4,877×1,652	50	762	20.3	DC	75	ウォーム スクリー式
千 葉	2	7,600×1,800	18	990	86	DC	112.5	ウォーム スクリー式
広 畑	1	6,100×2,100	20	1,000	86	DC	110	単式スクリー式
呉	1	3,500×1,050	6	455	21	AC	20	ウォーム スクリー式
八幡一6	1	10,000×450	5.5	1,985	610	DC	40	
八幡一厚	2	7,000×1,900	17.1	800	37			水圧バランス式 スクリー併用
戸 畑	2	8,000×2,000	20	450	36	DC	150	水圧バランス式 ウォーム, スクリー併用

表 2.61 各社プッシャー設備一覧表 (代表例)

工場名	台数	型 式	押込スト ローク (mm)	押込速度 (mm/s)	押込力 (t)	爪本数	電 動 機	
							AC DC	容 量 (kW)
釜 石	1	ラックピニオン式	1,500	720	12	5	AC	37
川 崎	1	ラックピニオン式	2,120	790	4	4	AC	30
神 戸一2	2	ラックピニオン式	1,500	100	2	8	AC	15
	2	ラックピニオン式	2,000	505	5.7	12	AC	30
広 畑	1	ラックピニオン式	5,600	610	20	10	DC	75
呉	1	クランクレバー式	1,400	466	4	8	AC	30
八 幡一厚	1	ラックピニオン式	4,600	380	17.1	6	AC	100

(a) スキッド

表 2.62 各社トランスファー設備一覧表 (代表例)

工場名	型式	大きさ (mm)	移送速度 (m/s)	積載量 (t)	爪本数	電動機	
		長さ×幅				A C D C	容量 (kW)
釜石	フィンガーコンベアー	15,000×4,000	0.17	12	15×5	AC	80
	チェーンコンベアー	8,500×3,600	0.6	5	爪なし	AC	75
川崎	水平往復式	4,780×3,500	0.525	12	12	AC	30
	〃	32,000×3,080	0.266	(200t/h)	196	AC	30
	チェーンコンベアー	8,200×5,400	0.150	(100t/h)	8連	AC	30
	ワイヤーシュレアー	22,550×12,000	1.470	8	5	AC	30×2
	〃	22,615×12,000	1.470	8	5	AC	30×2
	〃	7,600×22,500	1.470	1,470	8	AC	30×2
水江	チェーンコンベアー	29,515×6,096	0.32/0.803	75	5連	DC ワードレ オナード	112.5
		31,900×6,100	0.6	90	23本×7連	DC	112.5
千葉	チェーンコンベアー	15,900×2,450	2.1	0.2~0.9	4	DC	35

(b) スラブカー

工場名	型式	最大積載スラブ寸法	移送速度 (m/s)	積載量 (t)	電動機	
		幅×長さ			AC/DC	容量 (kW)
広畑	トロリー式遠隔操作	1,800×6,000	1	20	DC	37
	〃	1,800×6,000	0.82	20	DC	26×2
八幡一厚	エンドレス式	2,000×7,000	5	20	DC	112.5
	〃	2,000×7,000	5	20	DC	12.5
戸畑	トロリー式	2,000×7,000	5	20	DC	75
	遠隔操作	2,000×7,000	5	20	DC	75

ロール組替成品および発生品の運搬等である。

一般に20t以上の天井起重機は補巻を有する。また熱片を取扱う起重機にはクローが取り付けられている。近時圧延機上および熱片冷却台上の起重機には冷房装置を備える傾向がある。起重機の仕様を決定する際の最も重要な要素は速度である。

分塊工場に使用されている天井起重機の一般的な速度を示すと次の如くなる。

		速度 (m/mn)	
		範 囲	平 均
捲揚	20t以上	1.1~5.3	3
	30t以下	6~15	12
走行		20~120	90
横行		10~60	40

次に例として、川崎、広畑の設備一覧表を示す。

表 2.63 各 社 起 重 機

工 名	設置位置	巻上落重 (t)	台 数	スパン (m)	リフト (m)	巻上速度 (m/mn)	走行速度 (m/mn)	横行速度 (m/mn)	電 動 機 容 量		
									巻 上 (kW)	走 行 (kW)	横 行 (kW)
川 崎	分塊前面ローラ ーテーブル	5	1	12	12.5	6	40	30	25	5	2
	分塊圧延建家	25/5	1	25	14	6/12	80	35	40/15	40	7.5
	同 上	60/10	1	25	14/20	4/8	70	30	60/20	50	15
	鋼片圧延建家	25/5	1	30	15	6/12	80	35	40/15	70	7.5
	同 上	15	1	30	15	8	80	40	30	20	5
	鋼片冷却場	10	1	23	4.5	12	90	40	50	30	10
	精整建家	10	1	25	12.5	8	90	40	20	15	3
	同 上	10/3	1	18	12.5	8/13	90	40	20/10	15	3
広 畑	中 1 号	20	1	28	10	8	90	40	50	40	10
	西	20	1	25	4	8	90	40	75	60	15
	西 — 1 号	20/10	1	25	10/11	8/12	90	40	40/30	40	10
	西 — 2 号	20/10	1	25	10/11	8/12	90	40	40/30	40	7.5
	旧ヤード材料1号	30/10	1	30	12.5/12.5	8/12	90	40	75/30	50	10
	旧ヤード材料2号	30	1	30	11	8	90	40	75	50	10
	分塊圧延建家	75/25	1	28	14	3/6	60	25	55/37	55	11
	同 上	4.5	1	14	9	10	20	20	15	3	1.5
	原 動 機 室	100/30	1	25	14	3/6	60	25	75/50	60	20
	スケールピット	2	1	6	19.5	20	40	—	15	5	掴み15
クロープピット	15	1	13.5	12.3	10	90	40	40	20	5	

2.6 精 整 設 備

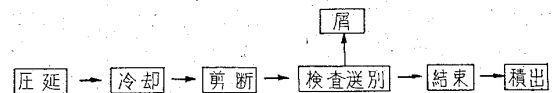
2.6.1 概 要

分塊圧延作業の流れの中で最後に位置している精整設備は、従来どちらかといえば軽視されがちであつた。しかし精整作業が一貫した流れ作業の一部である以上その処理能力は圧延、剪断設備と同一あるいはそれ以上である必要がある。近時分塊圧延設備は勿論のこと次の成品工程にある薄板、厚板、大型形鋼および棒鋼、線材圧延設備の近代化はめざましいものがあり、これらの高度に自動化された高能率の圧延ラインの間にあつて近代化、オートメーション化の谷間になつているのが鋼片精整設備であるといえる。労働生産性の低い、専ら手作業によつた鋼片手入作業も、最近になつて機械手入、機械による取扱いを行ない、次第に機械化された精整ラインを形造りつつある。この節では冷却設備、鋼片清浄設備、手入設備の種類、構造、性能等について各社の精整設備、および現状の諸問題について述べる。

(1) 外販半成品の精整作業および流れ精整設備(八幡)

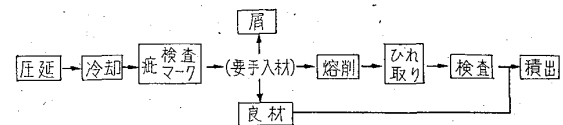
(i) シートバー

剪断は定尺もしくは倍尺とする。検査は冷鋼剪断機前



後面で実施し疵があるときはその部分を「マーク」し倍尺単位に切捨てる。

(ii) 普通ビレット



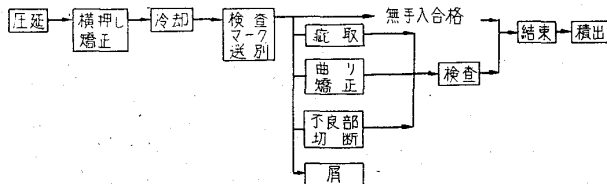
「マーク」とは要手入個所に印をつけることで吹管手はその個所をスクラップする。「ひれ」とはスクラッピングによつて生じたスラグが密着したものをいい軟鋼程大きく出来る。これを長い柄のついた「へら」で取る作業を「ひれ取り」という。

(iii) 長尺ビレット

この作業の内、選別疵取り結果の各作業に対しては流れ精整設備を用いる。普通ビレットと異なり長大であるため圧延直後に曲り易いのであるが、熱間で特殊装置により横押し矯正を行ない、これで大部分規格内に納め、なお曲りの残るものは曲り矯正作業により矯正する。

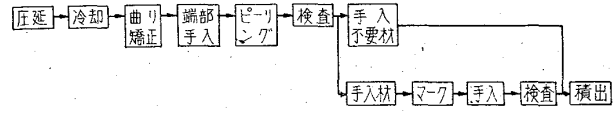
仕 様 の 一 例

給油方法	Air Conditioning	主なる用途	吊具区別	ブ レ ー キ		
				巻 上	走 行	横 行
手動 ファーバール	ナ シ	修理用 ロール旋盤	フ ッ ク	スラスタブレーキ	スラスタブレーキ	ナ シ
同上	ナ シ	修理用 ロール組替	同上	同上	同上	ナ シ
同上	ナ シ	修理用 ロール組替	同上	同上	同上	ナ シ
同上	ナ シ	大剪断 スラブ運搬	同上	同上	同上	ナ シ
同上	クーラー付	スラブ運搬	マグネット	マグネットブレーキ	同上	ナ シ
同上	ナ シ	修理用	マグネット	マグネット	スラスタ	ナ シ
同上	ナ シ	鋼片運搬	マグネット	マグネット	スラスタ	ナ シ
手動 ファーバール	ナ シ 6,400kcal/h 5.5kW	スラブ運搬	フ ッ ク	マグネットブレーキ	フートブレーキ	ナ シ
同上		同上	クロー	同上	スラスタブレーキ	ナ シ
同上		同上	フ ッ ク	マグネット足踏式油 圧ブレーキ	足踏式油圧ブレーキ	ナ シ
同上		同上	同上	マグネットブレーキ	同上	ナ シ
同上		同上	同上	同上	同上	ナ シ
同上		同上	同上	マグネット、ダイナ ミックブレーキ	同上	ナ シ
同上		設備修理	同上	マグネットブレーキ	オイルブレーキ	ナ シ
同上		同上	同上	同上	同上	ナ シ
同上		同上	同上	同上	オイルブレーキ	ナ シ
同上		スケール搬出	ク ラ ブ	スラスタブレーキ	スラスタブレーキ	ナ シ
同上		ク ロ ッ プ ケ ッ ト 搬 出	ク ラ ブ	同上	同上	ナ シ



長尺ビレットはすべて一定量内に若干の短片が混入されることを許容されるのが普通である。これがため、不良部分を切落してこの範囲内に入り得るものについてはガス切断等の処置をする。

(iv) キルド丸鋼



ピーリングマシンにて5~10mm旋削する。曲り矯正はピーリングにおける事故を防ぎ削代を一様にするためである。また、端部手入はピーリングにかける際カッターの損傷を防止するために行なわれるものである。ピーリングを終った後で残留する疵のある場合にはチップング手入を行なう。

(v) 高級鋼ビレットおよびリムド管材

この工程を通す主な半成品は高級硬鋼線素材を主とし低合金鋼ビレットおよび高級リムド鋼材に適用するものである。

従来酸洗の上検査する必要のあつた品種に適用するものであつて、ショットピーリングマシンを用いて能率的かつ安価に、しかも酸洗したものよりも均一なディスクレーリングを行ない、充分に小疵まで発見手入することの出来るものである。手入はチップングもしくはグラインダー手入れである。

(vi) 流れ精整設備 小角長尺ビレットの生産増大に伴い、場所、検査、手入能力も限界に到達したために「流れ精整設備」を設置した。図2-114によつて説明すれば①は材料受入および積出用の線路で、これによつて持込まれた材料は一時②の置場にストックされる。コンベアの先端には③の運転手がいて材料を三回転する。この間に④の検査台に並んだ検査工がビレットの各面(全面)を検査し疵の部分マークする。

これにより材料は一段下方に落ち⑤の選別装置に運ばれ、ここで疵材はローラーテーブル⑥の内側に、無疵材

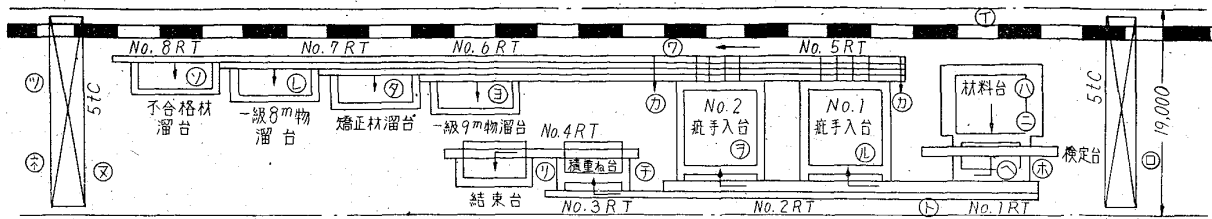


図 2-114 鋼片流れ精整設備

は外側に落ちる。外側に落ちた無疵材はそのまま積重ね台④に運ばれここで自動的に6本ないし8本ずつ2段に積重ねられる。この際記号も行なう。次いで⑤の結束台に運ばれここで特殊な工具を用いて人力にて結束する。結束されて材料は⑥の置場に積まれ貨車待をする。疵材の手入のために⑦⑧の2つの手入台があり、この手入台にはそれぞれスリップチューゲがついている。ローラーテーブル上を運ばれてきたビレットは⑨に自動的に跳ね出される。跳ね出されたビレットはスリップチューゲで台上に並べられる。⑨の台が一杯になると以後は⑩に材料が並べられる。これ等の台で切断および手入記号と再検査が行なわれた後、材料はローラーテーブル⑪に落ちる。この際デフレクター⑫を操作して定尺合格材、短尺合格材、曲り材、屑材に分けて⑬のそれぞれの仕切りに落す。この仕切りのそれぞれに跳ね出し装置があり、材料は自動的にピット⑭⑮⑯に落ちる。あとは起重機を用いて掬い出し合格材は⑰の場所で結束し、曲り材は⑱の矯正機で矯正する。

この流れ精整設備は、各運搬装置の速度および手入台の広さを70 \times 9m長さの鋼片の場合、12秒に1本の割合で処理可能を条件に設計されている。

精整設備については、各工場によってそれぞれ問題点があるが、どのような検討がなされているか、その例を示す。

(2) スラブ精整設備の問題点 (広畑)

(i) 冷却場能力 長さ3mの厚板材用として西冷却場(コイル材は置かれない)、長さ5.6mのコイル材用として東冷却場(厚板材は置ける)がある。両冷却場の1回置き能力は下記のごとくである。

東冷却場 (コイル材)

14スパン 171m 1,700t/12回置
(ただし2枚重ねで幅1,300mmのスラブ260枚)

西冷却場 (厚板材)

15スパン 205m 1,200t/1回置
(ただし2枚重ねで幅1,500mmのスラブ270枚)

実験では熱片から冷却完了までの時間は次のごとくである。

- 2枚重ね厚さ130mmスラブ 4h30mn (上面150°C 下面270°C)
- 1枚置き厚さ130mmスラブ 3h35mn (上面150°C 下面180°C)
- 1枚置き厚さ150mmスラブ 1h30mn (上下面120°C)
- 1枚置き厚さ250mm広幅スラブ 5h45mn (上下面130°C)

通常2枚重ねの冷却方法によるから能力としては、
(1,700t+1,200t)×冷却場回転率となる。

実際の作業では空冷スラブ、あるいは単重大なるスラブの1枚置きもあるから能力は減少する。特に幅広のコイル材を集中圧延すると、能力に問題が出てくる。

(ii) クロークレーンの処理能力

分塊圧延ピッチは、平均200dmである。時間研究によると、クロークレーンの搬出サイクルタイムは55m距離のとき208dmであるから55m以上の距離に運搬する状態になった時間問題となる。(註 100dm=1mn)

(iii) スラブ手入場 2,036m²+326m²(別に454m²の仮置場と840m²の特殊手入場がある)で約140,000t/月の手入能力となる。現状の作業方法では、17万t/月以上の出鋼になると手入場が不足である。

(3) ビレット精整設備の問題点 (釜石)

釜石では熱鋼片の運搬時間が冷却場の距離の関係上、かなり長時間を要し、圧延断面によつては分塊圧延能力と合わないものがある。

(i) クロークレーン運搬能力と分塊圧延能力との関

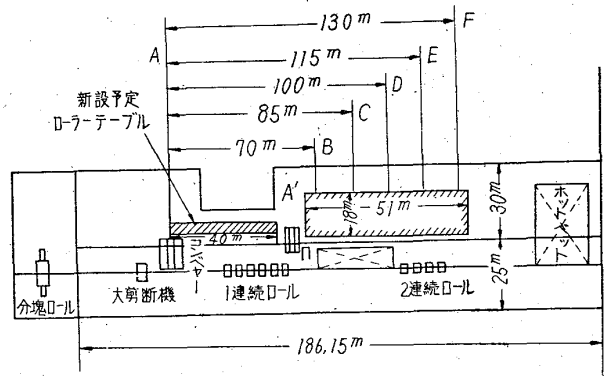


図 2-115 分塊工場配置 (関係配置のみ)

係 分塊断面が180 ϕ 程度では(6t鋼塊)分塊能率は124t/hであり, 200 ϕ で145t/h, 235 ϕ で163t/hである。クローケーンの運搬能力との関係を図2・115について考察すると, 普通の分塊断面200 ϕ の圧延速度に間に合うクローケーンの運搬距離はA~Cまでであり, 大断面の235 ϕ ではA~Bの範囲である。

結局ブルームの冷却場としては, 全面積の30~40%しか有効でない。実際の圧延作業では努めて整理場待合せを作らないような処置を講じているが月間15~20時間は整理場待合せを余儀なくされている状態にある。

(ii) 検討されている対策 ブルームの運搬能力を向上させる方法として

- (a) クレーンの能力を6~12tに増強する。
- (b) 運搬距離を短縮する。

の両案があるが(a)については建屋走行ガーダーの補強が必要であり, 圧延を継続しながら工事施工が困難なこと, およびクレーン新設を含めての工事費等で問題があり, 結局(b)の方法をとることに決定した。これは図2・115の斜線で示した個所に全長40mのローラーテーブルを新設(圧延継続しながら工事可能)し, 運搬距離を35~90m短縮せんとするものである。

2・6・2 熱間熔削機(ホットスカーファァー)

酸素が鋼の表面を急激に酸化した時に発生する高熱を利用して鋼片表面を熔融し, 鋼片表面にある欠陥を取除く方法を, スカーフィング手入れと呼んでいるが, $O_2-C_2H_2$ 系のこの熱化学反応を鋼片の2面あるいは全面にわたって機械的に行なうのが熔削機である。熱間熔削機は一般には剪断機前面に設置され, 圧延ラインの中に組み込まれているが, 特殊なものでは剪断後, ホットベッドの上に並べられた熱片に対してスカーフィング・トーチを移動させ往復運動と横送りを行なうカータイプのものもある。いずれも取扱う材料温度は $1,150^{\circ}C \sim 900^{\circ}C$ 程度であり冷片に対して行なう手熔削に比べ

- (a) 作業速度が比較にならない程速い
- (b) 均一な熔削が行なえるので平坦な手入面を得ることが出来る。
- (c) 熱間材料であるため酸素, アセチレンの消費量が半分以下になり, 作業者を多く要しないため, 手入費は著しく軽減される。
- (d) 手入後更に圧延を続行する場合でも再熱を要しない。(八幡1)
- (e) 高炭素, 合金鋼でも材料の予熱の必要がない

(1) 熱間熔削機の構造

熱間熔削機には, スラブ, ブルーム, ビレット, 丸鋼の全面あるいは2面のみを熔削するなど, 各種あるが, これらの熔削機は殆んど米国リンデ社(Linde Air Products, Co.)の特許になつている。

スカーフィングユニット: 酸素とアセチレンが噴出するユニットは, 円形のノズル5~10個を組合せたものがユニットになつており, 用途に応じて直線型あるいはL型に配列されている。最近では円形ノズルを連結した連続溝型ノズル(continuous slotting nozzle)が設計され, 酸素圧力を上げ熔削面の波を更に小さくしている。将来この形式のノズルが一般的ものになると考えられる。ノズルヘッドは材料が通過中は酸素アセチレン反応で発生する高熱から保護しなければならないので, 水冷壁で囲まれ表面はステライト張りが行なわれている。上下面あるいは, 両側のノズル, ヘッドは圧縮空気により移動出来る構造になつており, 任意の断面に調整することが出来る。

(i) 引込装置 熔削機本体は, 圧延ラインに直角にレールの上を移動できるようになつている。酸素, アセチレン, 空気, 水のパイプ, 動力ケーブルは, ハンガーによつて連結され, 故障, あるいは手入不要材圧延の際は圧延ラインから引出して修理できるので圧延を休止しなくともよい。

(ii) スラブ除去装置 熔削によつて生じた熔融状態のスラグは, 圧力水ではね飛ばされ, スラグターゲット(slag target)に集められシュートを通つてピットに落ちる。スラグがスカーフィングヘッドや, テーブルローラーに附着しないようにすることが必要で, 圧力水の圧力は少なくとも $8kg/cm^2$ 以上でなくてはならない。

作業時反応によつて生じた酸化鉄が, ヒュームの状態で立昇るが, これはフードで集め排気ファンで工場外に導き出すことが望ましい。排気ファンの吸込圧力は, 50~70mmH₂Oあれば充分である。

a 熔削スラグについて

熔削する材料の種類により発生するスラグの成分も種々異なるが, 一例を示すと

	T・Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	M・Fe	S	C
%	88・20	33・67	14・30	0・11	0・41	52・00	0・014	0・057

リンデ社の推薦する低炭素鋼より発生する熔削スラグの成分および粒度は

	発生物成分	粒 鉄 分
M・Fe (粒鉄)	44%	44%
FeO	33%	25%
Fe ₂ O ₃	23%	15%
計	100%	84%

発生したスラグ粒度を篩別すれば

粒 度	%
100 メッシュより小	6
100 メッシュ～80 メッシュ	6
80 " ～60 "	7
60 " ～40 "	10
40 " ～1/8 "	65
1/8 " ～1/4 "	4
1/4 " ～1/2 "	2
計	100

熔削スラグ重量

180lb/in² (12.6kg/cm²) : 乾いたもの

198lb/in² (13.9kg/cm²) : 湿つたもの

(iii) 被削材保持装置 材料が熔削機を通過する場合どの断面も同一の条件で通過する必要がある。そのためサイドガイドやピンチロールが使用される場合がある。

4面スカーフを行なうものでは、必ずピンチロールを使用することが望ましい。

(2) 制御装置、性能

熱間熔削機には、自動、半自動の次のような制御装置が取り付けられている。

(a) スカーフイングノズルヘッドを被削材の幅、厚

さに対してセットする動作は、手動あるいは空気圧によつて自動的に行なわれる。また、ノズルユニット最大熔削寸法より小さい被削材について作業する場合は、不要のノズルからの酸素ガスの流出は自動的に遮断される。

(b) スカーフイングヘッドの被削材への接近、予熱、熔削開始、停止などの動作を一定の順序に従つてタイマーで自動的に制御する。

(c) 熔削深さは酸素、アセチレンガスの圧力、テーブルの送り速度によつて次のような範囲で決定される。

熔削深さ 0.8～3.2mm

熔削速度 0.35～1.10m/s

従つて、むらのない均一な熔削を行なうためには、これらの値を常に一定に自動制御する必要がある。熔削機前後テーブルは負荷変動によつて設定速度が変わらないように、ワードレオナード制御を行なうことが必要である。

種々の型式のリンデ社熱間熔削機の性能の概要を表2.64に示す。

(3) 酸素およびアセチレン

熱間熔削機には、かなり大量の酸素、アセチレンを要するので、普通アセチレンガス発生機を専用に備えている。酸素は酸素発生工場からパイプで直送の形式をとるのが普通である。酸素、アセチレンの圧力および消費量の概略値は表2.65のごとくである。

酸素およびアセチレン消費量は、熔削深さによつて変化するが酸素純度が極めて大きく影響する。

酸素純度99.7%以上の高純酸素を確保することが絶対必要であり、純度が99.5%に低下すると熔削能力は約

表 2.64 リンデ熱間熔削機

型 式	CM-38	CM-40	CM-46
被削材形状	ビレット	ブルーム	スラブ
被削面および被削姿勢	4面	4面	4面
被削材 { 厚 (mm)	50~180	50~350	63~215
{ 巾 (")		100~350	500~1,900
サイズ調整装置	固定 (セレクターバルブ取付可能)	手動	巾方向自動
熔削可能最小長さ (m)	3.6	3.6	3.6
ノズルユニット数	6×4ユニット	6×8ユニット	水平9×14ユニット 垂直7×2
作 動 時 間			
スカーフイングヘッド接近 (s)	3	3	10
予 熱 (")	5	5	5
スカーフイングヘッド引込 (")	3	3	3
電動機出力			
キャリッジ駆動 (HP)	—	2.25	7.5
冷却水ポンプ (")	3.0	3.0	3.0
機 械 制 御 (")	2.0	5.0	5.0
本体重量 (kg)	7,250	14,900	31,700
付属品重量 (")	300	6,800	6,800

注) CM-20, 27, 29, 31, 42 型もある。

10% 低下する。

表 2.65 熱間熔削機 (CM49)

仕様書 (川鉄, 千葉製鉄所)

熔削材形状	ブルームおよびスラブ	
熔削面	4面あるいは2面	
熔削材寸法	ブルーム厚90~250mm 幅500~1,600mm ブルーム, スラブ最短長さ3,200mm	
サイズ調整装置	厚みに対する調節は遠隔制御幅化に対する調節は自動的水平方向のセグメント選択は遠隔制御	
ノズルユニット数	上下各6個 両エッジ各2個 計16個	
熔削深さ	3.2mm (最大)	
熔削速度	20~60m/mn	
電動機 HP	キャリッジ駆動	D. C 425HP
	冷却水ポンプ	A. C 15HP
	フールポンプ	A. C 1/3HP
	バルブ操作用オイルポンプ	A. C 1HP
	高圧水昇圧機	A. C 225HP
	空気コンプレッサー	A. C 200HP
	排風機	A. C 100HP
酸素圧力	排风管	11.2kg/cm ²
	予熱中	0.03kg/cm ²
	熔削中	2~3kg/cm ²
消費量	アセチレン	1,500m ³ /h
圧力	消費量	0.5kg/cm ²
	消費量	50m ³ /h
スカーフ量		130,000 t/M

(八幡戸畑は CM-46 型設置)

表 2.66 作業データ (リンデ社 CM. 42 型)

熔削深 in	テーブル 速度 (ft/mn)	O ₂ 流量 (火口1個) (ft ³ /h)	C ₂ H ₂ 流量 (火口1個) (ft ³ /h)	切断O ₂ 圧力 (lb/in ²)
1/32	185	2,500	95	28
1/16	135	3,000	95	45
3/32	100	3,000	95	35
1/8	70	3,000	95	35

ただし (a) 上表は, 材料温度 1,095~1,150°C

(b) 予熱時間 (5 秒間) における消費酸素量 0.3472 ft³/ノズル, および C₂H₂ 消費量 0.1388ft³/ノズルは含んでいない。

(a) 切断酸素消費量

(b) アセチレン消費量

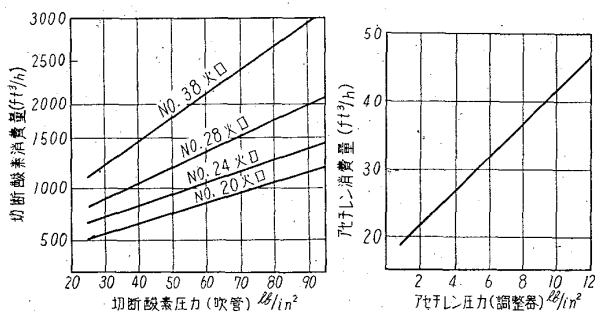


図 2.116

(長さ 15m, 大きさ 3/8" のホース)

(b) ノズルデータ

型	部品番号	手入ドリル型		予熱用 孔数
		予熱用	切断用	
20	15×20	67	8	8
22	15×21	67	2	8
28	15×17	66	"K"	8
38	15×18	66	3/8in	8

(c) 標準作業における O₂-C₂H₂ 消費量概算式

$$T_0 = SC_0 + 0.3472N \quad T_A = SC_A + 0.1388N$$

∴ T₀ = 全酸素消費量 (ft³) T_A = 全アセチレン消費量 (ft³) S = スカーフ面積 (ft²) C₀ = 酸素消費量 (上

図) C_A = C₂H₂ 消費量 (上図) N = 使用ノズル数

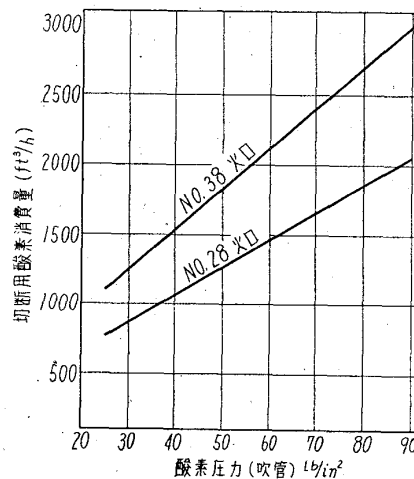


図 2.117(a) 切断用酸素消費量

1320番 C-51型使用の場合

(b) ノズルデータ

型	部品番号	手入ドリル型		予熱用 孔数
		予熱用	切断用	
28	15×39	54	"K"	12
38	15×40	54	3/8-in	12

(4) プロパンガス

アセチレンガスに対して最近使用され始めたプロパンガスは,

(a) 切口が鋭くきれいに仕上り, スラッグの除去が容易である。

(b) 焰の集中度が悪いので, スタートの予熱時間は, アセチレンの場合に比べ30%程長くなるが, 熔削速度は長焰のため前方が予熱されるので速くなる。

(c) 逆火のおそれがなく, 爆発危険ガス濃度も, 2.1~10.1%で安全性も高い。

(d) 酸素使用量が若干増加するが, プロパンが低廉

なため熔削コストをかなり下げることが出来る。

アセチレン、プロパンともに液化させポンペに充填して供給されている。

コークス炉ガスが簡単に入手できる工場においては昇圧して熔削切断に使用されている。(釜石、空蘭)

表 2.67 アセチレン、プロパンの比較実験
中形鋼片

釜石製鉄所 熔削鋼材 SS41 150×150×2,300mm
熔削鋼材 150mm角の材料を4面共全面
スカーフィング

比較の項目	プロパン 使用	熔解アセチレン 使用
処理鋼片量	14本5,572kg	12¾本5,075kg
使用火口	S1	S2
ガス圧力(ゲージ)	0.7kg/cm ²	0.5kg/cm ²
酸素圧力(ゲージ)	10kg/cm ²	10kg/cm ²
鋼片端部より第1回スタートまでの加熱時間	3.2s	1.9s
" 第2回 "	2s	1.5s
スカーフィング1筋の中150mmの熔削筋数	24mm	27mm
2,300mmの吹管運行時間	7s	7s
酸素消費量	30m ³	30m ³
ガス使用量	2,770kg	2,200kg
熔削全面積	19.32m ²	17.60m ²
トン当り酸素使用量	5.4m ³	5.9m ³
トン当りガス使用量	0.55kg	0.43kg
中央部より第1回スタートまでの加熱時間	8s	5s
中央部より第2回スタートまでの加熱時間	45s	2s

備考 上記実験は 6m³ 入酸素ポンペ 5本で、プロパン、溶解アセチレン各使用の場合にできるだけやつたものである。

また 50kg, 37kg レール, SS 41 の大型鋼片 (170×230×4, 800~245×300×5, 100) について疵の部分スカーフィングの場合の両者の比較試験も行なつた(火口, S3, S2 使用)

熔解アセチレンで処理 7,042.554 t, O₂使用量19,296 m³, ガス使用量 2,151.5kg

プロパンで処理, 2,455.845 t, O₂の使用量 6,558m³, ガス使用量 1,000kg この結果から処理1トン当りのO₂およびガス量は次のごとくである。

表 2.68 アセチレン、プロパンの比較

項 目	プロパンの場合	熔解アセチレン の 場 合
ガス使用量	0.408kg/t	2.67m ³ /t
酸素使用量	0.306kg/t	2.74m ³ /t

2.6.3 冷却設備

圧延剪断を終つた鋼片は次の圧延工程あるいは加熱炉

へ直送されるもの以外は冷却台の上で輸送または手入可能温度まで冷却される。冷却の方法には次のようなものがある。

(a) ワイヤあるいはチェーン式のトランスファーが通常軌条で造られたベッドの間を通つており、これの往復運動によつて熱鋼片はベッドの上につきつぎに並べられ冷却される。

(b) エンドレスになつたワイヤあるいはチェーンに熱片を押す爪が一定の間隔で取付けられており一方に運動して一定のピッチで熱片を冷却台へ送りながらベッドを移送冷却する。

(c) プッシャーなどの押出装置がつぎつぎに熱片をベッドの上に押し出し、徐々に移動しながら矯正冷却される。丸鋼の場合傾斜したベッドの上を押出されて自重で転がることによつて矯正され移送冷却される。

(d) スラブカー、パイラー、クレードルなどから熱片として起重機で運ばれ、ベッドの上に並べ冷却する。

冷却台の上で積重ねたまま、あるいは山積のまま冷却するものでは冷却速度を早めるために散水する場合もあり、このため吐出圧 3~5kg/cm² ポンプを備えている例がある。しかし冷却材の鋼質によつて水冷を禁じるものもあり、歪を生じさせないためにも空冷が望ましい。冷却台の大略の冷却時間、冷却台の面積は輻射による空中放冷を考えると次式で算出することが出来る。

$$t : \text{冷却時間 [h]} \quad F : \text{熱輻射面積 [m}^2\text{]}$$

$$G : \text{冷却材重量[kg]} \quad C : \text{冷却材比熱 [kcal/kg}^\circ\text{C]}$$

$$\varepsilon : \text{輻射率} \quad T_2 : \text{冷却前温度 [}^\circ\text{k]}$$

$$T_1 : \text{冷却後温度 [}^\circ\text{k]}$$

材料外面、中央部の温度を無視し輻射による放熱量が温度降下として現われるとすると

$$t = \frac{GC}{\varepsilon F} \left[\left(\frac{1,000}{T_2} \right)^3 - \left(\frac{1,000}{T_1} \right)^3 \right]$$

普通のスケールで覆われた高温の鋼材では $\varepsilon=0.9$ とする。

次のような実験式を使うこともある。

$$k : \text{定数}$$

$$t = k \frac{G}{F}$$

表 2.68 850°C から冷却する場合の k

鋼片厚さ (mm)	気流速度 (m/s)	k	
		100°Cまで	50°Cまで
50	0	0.013	0.021
	2	0.009	0.013
100	0	0.015	0.022
	2	0.011	0.016

ければならない。

- (b) スカーフィングしている部分の両側には、融鋼が細長くつながつてこびりついてしまう。一般に、スカーフィングした後では、スクレーパーによつて、このヒレ状のカスを取除いている。

また、スカーフィングした部分はどうしても硬化しているので、冷間切断することになっている鋼片のスカーフィングは余り好ましくない。これらの欠点を取除くためにはスカーフィング後に焼準または焼鈍を行なえばよい。

(v) スカーフィングの長所 鋼片の疵取りとして従来行なわれていた機械的方法—グラインダーを用いるもの、エアハンマーを用いるものと比較して、スカーフィングは次のような利点をもっている。

- (a) スカーフィングは最も迅速なる方法であること。
 (b) スカーフィングは労力および所要設備の点から見て最も経済的な方法であること。一年間における所要経費の比較をリンデ社では数字で次のごとく表わしている。

スカーフィング	1
ハンドチップング	1.75
グラインダー	4.68

- (c) スカーフィングは最も綺麗な手入をすることができ、かつ如何なる疵も完全に取除くことができる。チップングの場合には、往々にして疵を埋めて了うことがあり、エアハンマーのタガネでハツるのではどうしても完全に疵を取除けないが、スカーフィングならば、目に見えぬ程の細い線状疵でも取ることが出来る。また作業者は、全部の疵が取除けたかどうか容易に見分けることが出来る。

- (d) スカーフィング装置は工場内で簡単に持運ぶ事が出来るし、また比較的狭い場所でも使える。

(vi) 所要器具

a 一般に必要な器具 スカーフィング作業用の器具は、ガス切断あるいはガス熔接用器具と殆んど同じで下記のものが通常必要である。

- (a) スターティングロッドフィーダーを有する吹管
 (b) 適当なスカーフィング用ノズル
 (c) 酸素およびアセチレン調整器

スカーフィングは、前述のようにガス切断より遙かに低速な酸素流を必要とするので、この点でガス切断用装

置と異なっている。この酸素流の速度は、非常に重要で低速すぎるとスカーフィング出来なかつたり、極く一部しかスカーフィング出来ないことがある。また反対に高速であると疵を深く削りすぎて不経済になる。

b ノズル スカーフィング用ノズルには下記のごとく構造上3種類のノズルがある。

- (a) 多孔式ノズル(メタリングスパッド—metering spud—数個のもの)

これは6個から7個の入口孔を有するノズルであり、粘着性のスラグを形成しない中炭素鋼のスカーフィングに用いられる。

- (b) 単孔式ノズル(メタリングスパッド一個のもの)
 前項のノズルに比し、酸素使用量も若干多くかつ、効率も少々落ちるが、その代りスカーフィング後には完全に酸化したスラグを生ずるのでスカーフィング後の鋼片の手入が容易である。

このノズルは低炭素鋼に適當である。

- (c) スパッドのないノズル

これは、ブローパイプ自体がメタリングスパッドを持つていて、効果は上記(b)項と同じである。これは、低炭素鋼用のスカーフィングに用いられスカーフィング中にひれが出来のを嫌う場合に用いられる。

C 吹管 スカーフィング用吹管は切断用吹管と似ているが、根本的な違いは、前者には、メタリングスパッドがついていることである。

- (a) スターティングロッドフィーダー (starting rod feeder)

スターティングロッド (4~5mmφの鋼棒) の送装置は、大抵のスカーフィング吹管についているが、これは予熱時間を短縮してスカーフィングの開始を早め、さらに予熱用酸素、アセチレンガスの消費量を少なくするのに役立つ。

- d 予熱 スカーフィングを行なう前に、予熱を行なう必要のある場合とない場合がある。

- (a) 予熱する場合 (材料)

予熱の必要性の有無はスカーフィングを行なう鋼片の金属組織によるものであり、ある場合には、スカーフィング後の自己焼入効果によつて表面が硬化したり亀裂を生じたりすることがある。予熱温度は約205°C位にするのが適當であつて、この温度だと鋼片の内部と表面との温度差が少なくなるので自己焼入効果を減少させることが出来る。作業中の鋼片温度は200°C以下にしなければならない。

これ以上の温度だと作業者の能率を阻害し、かつビレット表面上のスラッグを粘着せしめる結果となる。ビレットの予熱方法は通常下記のごとくである。

ビレットの焼鈍または圧延温度が下がらないうちに行なう方法

すでに加熱されている鋼の傍に置く方法

焼鈍、焼準炉、または均熱炉等で加熱する方法

熱湯中に入れる方法 (80°C まで)

連続加熱炉で加熱する方法

(b) 予熱せぬ場合 (材料)

0.45%C 以下のすべての炭素鋼 (ただし Mn を含有するものは除く)。

0.2%C またはそれ以下のすべての合金鋼

(vii) スカーフィングの原価

a. 原価に関する諸因 スカーフィングの原価は非常に広い範囲で変化するが、次のごとき因子に左右される。

(a) スカーフィングすべき鋼の材質

(b) スカーフィングする面積とスカーフィングする程度

(c) スカーフィングする鋼の断面形状および大きさ (断面の小さいものをスカーフィングする場合には t 当りの表面は大きくなるので、従つて材料の損失も多くかつ t 当りの費用も増加する)

(d) 労賃および材料費

(e) スカーフィング後の検査および取扱器具設備

b. 原価の計算 原価の計算には、直接原価と間接原価の計算がある。

(a) スカーフィングされた鋼の t 当りコスト

(b) 削り取られた金属の t 当りコスト

(c) スカーフィングされた表面の単位面積当りのコスト

(2) チッピングハンマー

チッピング手入はかつて鋼の手入にひろく使用された唯一の方法であつた。ニューマチッピングハンマーの構造はハンマーのピストン部分にタガネを取付けたものである。ハンドチッピングは軟鋼や比較的軟い合金鋼の局部的な手入れには安価で信頼性の高い方法であるが手入れ能力は非常に小さく材料の形状、疵の状況によつて異なるが 1 人ではせいぜい 1.5~5t/h 程度である。従来の欠点としたシリンダータガネコミ穴の摩耗による空気洩れのため能力低下を生じたため交換ブッシュを嵌入したのものもある。

供給空気圧力は 5~8kg/cm² が必要でタガネには SK-5 程度の工具鋼が使用され一度に 2~3mm 程度削り取ることが出来る。

(3) 平削盤

半成品の表面にある欠陥を完全に取除く必要がある場合、工作機械として良く知られている平削盤、フライス盤が使用されることがある。手入能力を上げるために疵の観察、材料の取付、取外し運搬を考慮して特に鋼片手入れ用に設計されているものもある。一般に処理能力が低く設備費、作業費が高いため手入コストは他の手入に比してかなり高いものになる。

また平削盤を使用して材料の表面切削を行なうためには彎曲した材料を矯正して加工する必要がある。材料厚み、大きさ等により矯正不能な場合においては、グラインダー作業を採用すべきである。

(4) ピーリングマシン (peeling machine)

キルド管材その他高級な圧延鍛造素材向丸鋼の皮むきに用いる。八幡鋼片掛における設備は、独逸キーセルリンク社 (Kieserling) の製作になるものでワードレオナードセットにより駆動される。145mmφ を 140 mmφ に削る場合を標準とし能力 6t/h となつている。本機の最大の特徴は切削機構がセンターレスカッティングを行なう型式になつている。100HP のモーターで駆動される中空軸に 2 組のカッターヘッドが取り付けられ、材料はその各々に送り込まれる。このような構造と機械の

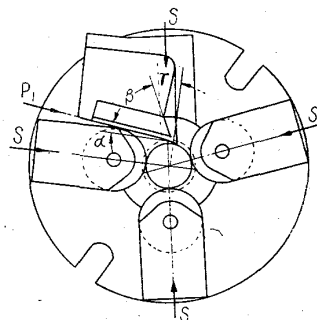


図 2.119 カッターヘッド

表 2.79 ピーリングマシン仕様 (八幡)

項	目	性能
処理可能最大径	mm	200
" 最小径	mm	65
" 最大長さ	mm	10,000
" 最小長さ	mm	4,000
最高カッター回転数	rpm	200
最高送り速度	mm/回転	21
最大切削深さ	mm	16
ワードレオナード駆動用誘導電動機	kW	94
発電機	kW	83
マシン駆動電動機	kW	75

表 2.69 某社カタログの一例

全長	mm	286	330	380	438	255
重量	kg	4.7	5.4	6.3	6.7	4.7
ピストン径	mm	27	27	27	27	27
ストローク	mm	25	50	75	100	50
打撃数	回/mn	3,200	2,550	2,200	1,800	2,800
空気消費量	m ³ /mn	0.5	0.5	0.6	0.7	0.4

前後における材料取扱い設備の完備により材料は全く間断することなく連続的に送り込まれる。

ピーリングで丸鋼を仕上げると次の利益がある。

- (a) スケールあるいは表面割疵の除去
- (b) グライディングによるものでなくしてローラ回転方法で円滑な表面とすることが出来る。
- (c) 非常に正確な直径を得る (グラインダーの代りになる)。
- (d) 旋盤に比較して生産量が大きい。
- (e) 引抜きに比較すると引張っていないので歪等がなく強度的に始と全然違わないから後で熱処理する必要はない。
- (f) 引抜きの出来ないような大きな径を有するもの、あるいは硬度の高い材料でも正確に削ることが可能である。
- (g) 全長に沿ってある程度の曲りがあつても可 (概略真直ぐであればよい)、その正確さは普通旋盤程大切でない。すなわち準備がいらぬ。

この機械はどの型式のものでもすべてセンターレスターニング (centerless turning) で行なわれるので普通の旋盤加工に較べると同一の切込深さに対して遙かに大きい送りがかかることができる。

誘導ローラとバイトが円周に沿って交互に配置され

表 2.71 ドイツにおける実験結果

番号	材料記号	直径 (mm)	切削深 (mm)	切速 (m/mn)	削度 (mm)	送り (mm)	抗張力 (kg/mm ²)	カッターの種類
1	Ec80焼入	54	1	31~44	3.5~12.5	54	硬	鋼
2	qs20	45	1.55	37~42	3.9~7.5	49	"	"
3	St50H	52	1.25	39~42	3.7~6.7	62	"	"
4	Stc15	63	1.5	30~49	4.7~8.6	44	"	"
5	Stc45	63	1.5	25~49	3.2~8.1	56	"	"
6	St60.11	146	5.5	18	7.2~11.4	66	高速度鋼	"
7	St34.11	147	6.0	18	12	42	"	"
8	St70.11	905	1.75	23	6.4~17	85	"	"

200r.p.m 程度で回転切削運転を行なう。

送り装置は歯型の付いたフィードローラで行なわれる。

丸鋼旋削機の通例の仕様と能力は次のようになっている。

旋削丸鋼直径.....30~300φ

材料長さ.....1.5~10.0m

送り速度 処理能力は送り速度によつて決定されるが、これは被削材の直径、削量、カッターヘッド回転数によつて適当な値を選ばなければならない。

カッターヘッドには数個のバイトが取付けられるが、材質としては高速度鋼、ウィディア (Widia) などの超硬合金バイトが使用されている。

(5) グラインダー研削機

特殊鋼や高炭素鋼など冷間でスカーフィングの行なえない鋼種では研削加工が最も適しており、最近ステンレスなど高級鋼材の生産量が増加しているため性能の優れた研削機の開発は重要な問題である。

スウィングフレームグラインダーとは、大型電動グラインダーが上部の固定点あるいはモノレールの上を移動可能なブロックからワイヤーによつて吊り下げられたもので砥石頭と駆動装置の重量がバランスされている。

研削圧は作業者が駆動装置側に取付けられたハンドルを体重をかけて押し下げる事によつて、送りは装置全体を固定点のまわりにスウィングすることによつて与えられる。一定の研削圧、すなわち一定深さの研削、広範囲な送り運動を行なうには適さないが部分的な疵取りや、機械研削を行なつた後の手直しをするにはこのタイプが適している。研削機で鋼片表面研削のために設計されたものは、殆んどグラインダー本体が台車の上に載せられ手入台上の鋼片に対して円筒研磨運動を行ないながら平行移動するカータイプのものである。機械は普通、図 2.121 に示すように台車、ベース、昇降台、前後進台、

砥石頭、油圧、電気制御装置、砥石圧着装置の各部分から構成されている。砥石の研削位置を決めるためのブームの先に取付けられた砥石頭の上下運動、前後進運動は普通油圧で行なわれ、砥石頭の横送りは、モーターによつて台車上の装置全体を移動して行なわれる。研削深さは砥石を鋼片表面に押し付ける圧力を、適当に変えて行なうが、この機構は油圧あるいはウェイトを利用している。

一定深さの研削はこのように接触圧力を一定の値に保つことによつて実現され

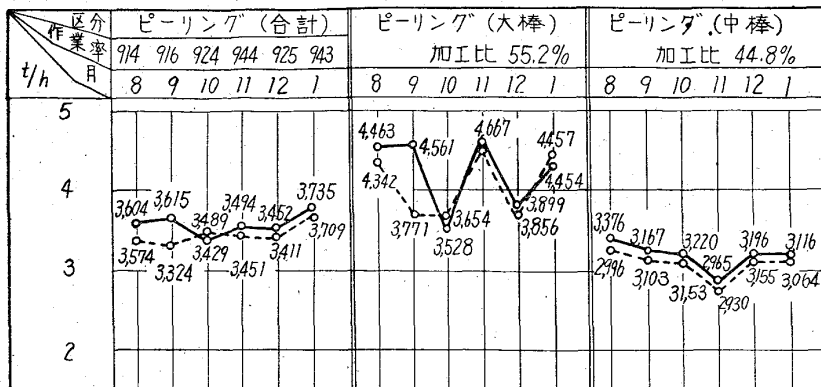


図 2.120 作業実績一例

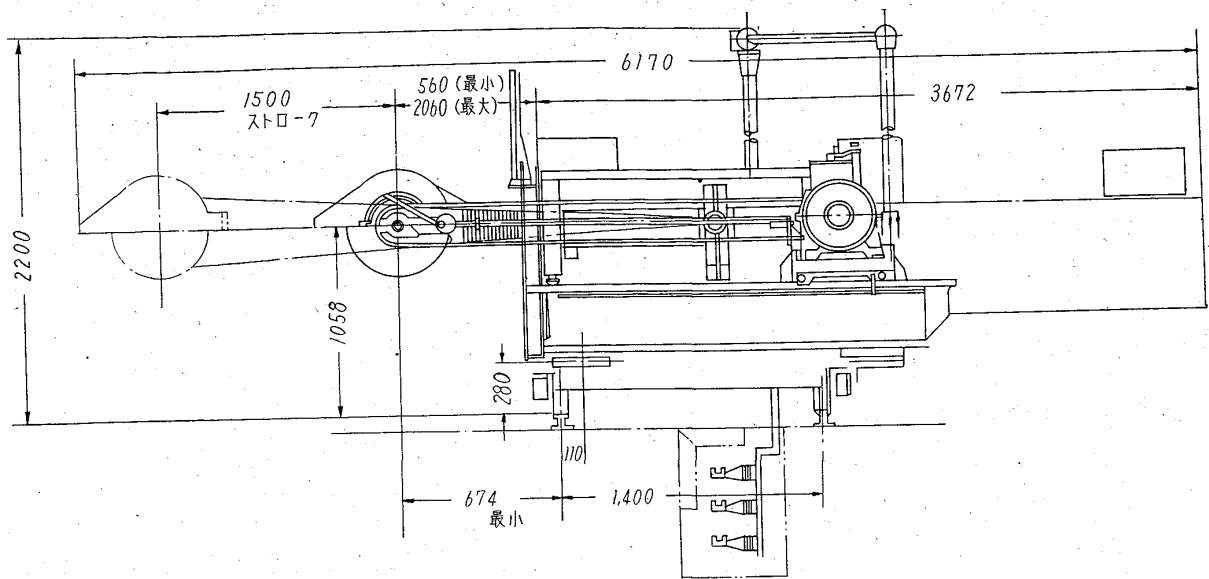


図 2.121 スラブ研削盤の一例 (外形図)

るが局部的に深い疵を除去するためには砥石車自身を電動クランクによつて研削面に対して約 15° 程度傾くようにさせ、えぐり取ることもできる。この機能を持たない研削機では歩留が悪くなつたり、さらに手直しの工程を必要とする。砥石の切込みが深くなる場合はホイルの側面による研削が起り摩擦による研削割れが製品に発生することに注意しなければならない。この現象を防止するためにもホイルを任意の角度に傾斜させ得ることが望ましい。普通数度傾斜させて研削を行なう。

研削機は対象となる鋼片の形状によつて、スラブ用表面グラインダー、側面グラインダー、ビレットグラインダーなどの専用機が設計されている。

研削機の制御は、高速回転の砥石車の破裂、砥粒の飛散から運転者を守るために安全な運転台から遠隔操縦によつて行なわねばならない。また、往復運動を自動化するために材料端部を検出するパイロットローラーを備えたものもある。現在設計されている研削機の性能は次のようなものである。

- (i) 砥石周速度 $2,500 \sim 3,000 \text{ m/mn}$
(砥石車回転数) $1,700 \sim 2,500 \text{ rpm}$
- (ii) 研削圧力 $60 \sim 230 \text{ kg/cm}^2$
(1回の研削量) $0.3 \sim 1.5 \text{ mm}$
- (iii) 研削送り速度 手入材の硬度、材質、砥石の性質、研削圧力によつて異なる。
- (iv) 砥石縦送り スラブのように幅の広い鋼片の地面手入れでは研削機は往復運動を行ないながら一回ごとにスラブの幅方向、すらわち砥石の縦送を行なう。

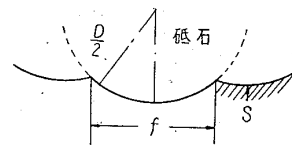


図 2.122

縦送り量は

砥石の直径 $D \text{ mm}$

研削幅 $f \text{ mm}$

研削深さ $s \text{ mm}$

$$f = 2\sqrt{sD - s^2}$$

実際作業では、少しラップさせて研削するので縦送りは $(0.6 \sim 0.8)f$ 程度とする。

- (v) 作業上注意すべき点 手入材の寸法がわかれば上記の研削送り、縦送りの回数から手入能力を算出することができるが薄板用スラブの場合、手入能力はほぼ 0.70 t/h 位である。砥石の形状寸法は使用する手入材の種類と大きさ、加工面の形状寸法から決ってくるが、難しいのは粒度、硬度などの選択である。
 - (a) 研磨材 (abrasive) Al_2O_3 からなる A-grain と炭化珪素からなる C-grain がある。抗張力の高い粘り材料には A-grain が適しており鋼片手入にはすべて A-grain を使用する。
 - (b) 粒度 (grain size) 鋼片手入れでは仕上面の精度は要求されないから研削能率を上げるには比較的粗いものを選んだ方がよい。また、鋼片材質が同じでも研削速度の速いものは粗くなる。
 - (c) 硬度 (結合度 grade) grain を保持している

結合剤の保持力の度合であるが低すぎると砥石の輪かきが早く崩れ寿命が短くなり、高すぎるとチップが砥石面に付着残留して「ヒッカキ疵」をこしらえたり、切削抵抗が大きいため、「ビビリ」を生じる。普通 W-0 のものを使用する。

(d) 組織 (structure) 軟く粘い材料を比較的高速で砥削する場合は粗いものが良い。材料硬度が上るに従って密な組織のものを選ぶ。Z-6 程度のものが使用される。

(e) 結合剤 (bond) としては磁器質 (vitrified bond) のものが最も一般に使用されるが砥石周速 2,000m/mn が限度である。

これ以上の高速機械研削の場合は樹脂系の、レジナイド質 (resinoid bond (符号 B)) を選ばなければならない。

砥石の消費量は手入原価に大きく影響するが大体次のような値を取る。

$$\frac{\text{研削金属(チップ)重量}}{\text{磨耗砥石重量}} = 4 \sim 9$$

かなり多量の研削金属が発生するので集塵装置によつて回収、処理出来ることが望ましい。金属チップと砥粒の分離装置も考慮しておく必要がある。

(vi) 砥石について 砥石は形状、寸法、材質、粒度、結合度、組織等被加工材、作業状況により選択すべきである。

(a) 断面の形状

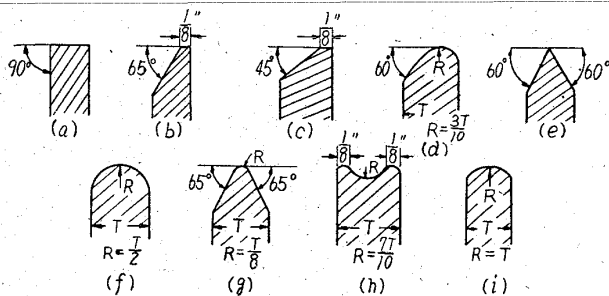


図 2-123 砥石の形状

(b) 寸法 直径×厚さ×孔型

(c) 材質 (a), 酸化アルミニウム系

主原料としてボーキサイトあるいは礬土頁岩を焙焼してドライ粉等を混入して焼成したもの、

(b)炭化珪素系

コークス、珪石、鋸屑、塩等を配合して焼成したもの。

(d) 粒度 (JIS 規格)

表 2-72 粒 度

荒 目	中 目	細 目	極 細 目
10			
12	30	70	150
14	35	80	180
16	46	90	220
20	54	100	—
24	60	120	—

(e) 結合度 各粒度の継ぎをしている結合剤の強さで通常硬度ともいつている。粒子が何時までもコボれないでいると摩耗して切れない砥石で作業するため目つぶれや目詰りをして仕事が出来なくなる。この場合結合度が適当であるか否かということになる。

(f) 組織 組織は結合度とともに研削作業に著しい影響がある。この良否は研削量の多少、仕事の遅速、被加工材の発熱の度合い等に関係し仕上りの良否が岐れる。組織と称するのは砥粒が継がれている間隔をいう。

(vii) グラインダー仕様例 (八幡)

a, 概要 本機はステンレス鋼その他の特殊鋼のインゴット、スラブ、ビレットなどの表面の疵を速かに削除する研削盤である。高能率に研削するために超重研削作業が行なわれるが、機械各部は充分強力で作業者が安全、かつ容易に操作出来るよう、運転台に座つたまま被加工物を常に注視しつつ足踏み、手動操作等で機械のすべての操作が行なえる。更に砥石に任意の圧力をかけかつこれを一定に保つたまま研削が行なえるので被加工物の表面のうねりに沿い一定厚さの皮むきができ、また部分的の深い疵は砥石を傾けることによりえぐり取れるので歩留りのよい疵取り作業を行なうことができる。

b, 機械の能力, 電気品, 付属品,

(a) 機械の能力

砥石の出入ストローク	1,500mm
砥石軸中心の上下移動	
砥石が最も後退したとき	
水平位置より上に	100mm
下に	110mm
砥石車の大きさ	外径 508mm
	内径 203・2mm
	幅 64mm
砥石の回転数 4 段	1,750~2,490回/mn
砥石の出入送り速度	0~1・5m/mn
砥石の長手送り速度	0~10m/mn

砥石の傾き $\pm 5^{\circ}\text{C}$

砥石の揺動回数 (oscillation)

(50/60 サイクルにおいて) 15/18回/mn

砥石の圧着圧力 100~200kg/cm²

(b) 電気品

電源 200/220V, 50/60 サイクル

砥石駆動用三相誘導電動機 30kW 4極 1台

油圧ポンプ用三相誘導電動機 3.7kW 6極 1台

オッシレーター用三相誘導電動機

0.4kW 4極 1台

同上制御用品 (集電子および同ブラケット1式を含む)。

(6) ショット脱スケール機 (Shot descaling machine)

鋼片の表面検査を行なう場合、その表面を覆っている2次スケールの層は特に徐冷などを行なつた場合は厚く成長して小さい欠陥を検出するのに大きい障害になる。従来鋼片の洗浄は酸洗などの化学的処理で行なわれていたが最近ではショットブラストによる機械的脱スケール法が発達し遙かに大きい処理能力と低廉コストで大量の鋼片をクリーニングしている。

ショット脱スケール機の原理と構造は鑄鉄または鑄鋼のショットあるいは鋼線を切断して粒状にした鋼線ショットを高速回転する翼車で鋼片表面に投射し遠心力によつてスケール、小へげをはぎ取る。機械は鋼片デスケーリング用として使用されたもので矯正機より搬出された鋼片を自動的にプッシャーにてローダー上に送り出し搬出周期の不揃を調整して、特殊チェーンコンベアーによつて横送し、さらにローラーコンベアーによつて縦送し、キャビネット内を通過する間にショットによつて完全にデスケーリングし、処理された鋼片を自動的に排出する。キャビネットの出入口には幾重にもゴムのプロテクターが付いているためショットが外に飛散する事がない。投射されたショットはスクリーコンベアーにより送り出されエレベーターにて上昇し、ショット分離により塵埃や砕けたショットは完全に分離され使用出来るショットのみインペラーに還送される。

(i) 主要能力 (八幡)

(a) 処理鋼片寸法と処理量

丸材 (65~200φ) × (4~9m)

角材 70×70×9m	2,000t/M	} 4,000t/M
96×96×1.3m	1,000t/M	
	1,000t/M	

(b) 最大処理能力 40t/h

(ii) 主要諸元

(a) ショット投射装置

インペラーユニット数 4基

インペラー直径×幅 360φ×62mm

〃 回転数 2,500rpm

〃 投射速度 58m/sec

〃 投射量 150kg/mn×4

電動機 10HP×4

(b) キャビネット

高さ (2,150) × 幅 (1,550) × 長 (2,900) mm

(c) ショット循環装置

スクリーコンベアー

輸送能力 700kg/mn

電動機 2HPサイクロモーター

バケットコンベアー

輸送能力 800kg/mn

電動機 2HPサイクロモーター

(d) 防塵装置 風量 (45m³/mn)

風圧 (300mmAq) 分離最小粒度 (7μ)

電動機 (5HP)

(e) プッシャー

200φ エアーシリンダー 2基

(f) ローダー

200φ 2重シリンダー 2基

(g) 横送装置 送り速度 0.5m/mn, 電動機 2HP

(h) リフター, 200mmφ エアーシリンダー 4基

(i) 縦送装置, 送り速度 0.6~2.4m/mn

電動機 2HP, ローラーピッチ,

キャビネット内, 400mm, 外 500mm

(iii) ショットの種類 デスケーリングのためには

鋼線ショット (カットワイヤーショット) が最も広く使用されている。鋼線を直径と同一、あるいは少し長めに切つたもので円筒形をしているが少し使えば球形に近くなる。ショットの大きさは鋼片の厚さによつて選ばなければならない。一方クリーニング面は大粒のショットが使われているようである。

ショット消耗量は 0.3~0.8kg/h 位になる。ショット角度をたてすぎると、表面欠陥がつぶれてかえつて発見しにくくなり、これは充分注意しなければならない。

2.6.5 各社疵の手入について

(1) 富士室蘭

(i) 手入能力と方法 (35年12月の実績による) 室

表 2.73

	ス ラ ブ	ビレット (96φ)	ビレット (65φ)	ステンレ ススラブ
疵手入場 の広さm ²	80×20 1,600	22×15 330	36×25 900	36×25 900
手入機械 と 手入器具	田中式マイ テイ 50 " " c65	田中式マイ テイ 50 " " c65	チップング ハンマー D~2 懸垂 グライ ン ダ ー	芝浦機械 オートグ ライ ン ダ ー 三木本懸垂 グライ ン ダ ー
直営又は 請負の別	請 負	請 負	請 負	請 負
手入材屯 数	77,000t/M	2,000t/M	1,500t/M	925t/M

蘭におけるスラブの手入は冷却台で仮ペンキ記号すると直ぐ手入場に運搬した上でS(スカーフイング)手入を行なうからその温度は50~100°Cである。スラブの大部分をしめるリムド、セミキルド鋼は部分手入であり、キルド鋼の場合は全面手入(150%)であつてホットコイルの表側になる面は1回手入、他面は2回手入をする。

線材材料となる65φのFSD材は36年7月から部分S(スカーフイング)+C(チップング)手入、SWRH 4A, H4BはG(グライディング)+C手入であるが36年7月から全面S手入も実施中で37年3月には全量切替える。SWRH2はC手入であるがこれも37年3月迄に部分Sに切替える計画で実験の段階にある。SWRH 5A, 5BはG+C手入である。

条鋼工場向材料の96φSC材は全面S+全面G手入(自35年4月)FSD, SF材は中間検査を行なつて3区分し全面と部分S手入、SS材は部分S手入を行なう。

(2) 日本鋼管, 川崎

(i) 手入能力と方法 疵手入場は10,000m²であり手入作業機器としてピーラー2台, グラインダー5丁, チッパー16丁, ハンドリングスカーファァー11丁がある。角材の一部は社内加工, 他は請負加工である。

丸ビレットにC+P(ピーリング)手入, またはC手入を行なう外はスラブ, ブルーム, 角ビレット共S手入である。スラブ(HP, CP)は部分手入で16,000t/M, ブルーム中のNC材は200°Cで全面手入SS, MR, GS材は部分手入で合計21,000t/M, 28,000t/Mの角ビレット中NC材は酸洗後部分手入, SS, GS, MR材は部分手入である。また15,000t/Mの丸ビレット中のCRP材は酸洗後部分手入(C), SMK, P, PJ, CrMo材はピーラーとチッパーによつて全面手入を行なう。

(ii) 手入差による成品への影響

a 手入方法の変遷 角ビレットのうちNC材の一部を全面スカーフより酸洗部分スカーフに切替えた。

丸ビレットのうちP, SMK材のピーリング代を少なくした。

角ビレットのうちMK材を部分スカーフより酸洗部分スカーフに切替えた。

b 手入上の注意している点

(a) スカーフ: スタートマーク, 谷, イバリ等の発生を防止するため, 火口の加熱時間, 角度, 速度, 高圧酸素の調節に注意する。なお疵の深さに対する疵取最小面積として, ビレットは長さの方向に対し疵取の幅は疵の深さの10倍, 長さの方向は疵の深さの5倍とし, ブルームは長さの方向に対し疵取り幅は疵の深さの約2.5倍, 長さの方向は疵の深さの8倍, 端部の場合は長さの方向に疵の深さの4倍としている。

(b) チッピング: 疵取後の形状は, 下記の事柄が守られている。

鋼片のチップング後の形状は深さの10倍以上の幅を取る。チップング条痕は鋼片表面と120°以上の鈍角にする。チップング条痕2条以上の場合は条痕間のなす山は120°以上の鈍角にする。

疵取条痕の両端は, 鋼片表面と15°以内にす。条痕数の多い場合は条痕の出発点と到着点はV型に揃える。疵の深さとチップング条痕の幅と深さ条数は下表による。

表 2.74 条痕の幅と深さと数

疵 深 さ	条痕の深さ	条痕の幅	条痕数	重ね条数
1 mm未満	1 mm	10mm以上	1	0
2 "	2 "	20 "	3	2~3
3 "	3 "	30 "	5	3~4
4 "	4 "	40 "	7	4~5
5 "	5 "	50 "	9	5~6

c ブルーム(中丸用)およびビレット(36φ以上の材料)の疵取後のチェック状況。

(a) 目的 疵取作業において材料の選別, 疵取, 疵取後のチェックの各工程を経ている訳であるが, 実際作業での疵取後のチェック, それによる再手入の状況を調査する。

(b) 結果 (図 2.124)

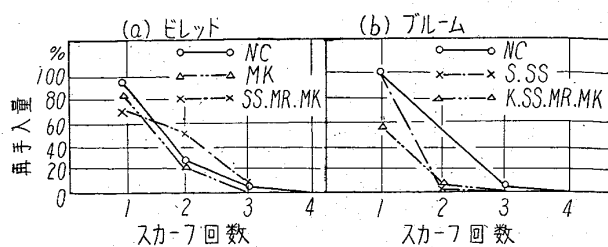


図 2.124 スカーフィング手入

(c) 結論

ビレット 1回目のスカーフィングにより手入完了する割合は50~70%で残り25~50%が2回目のスカーフィングを行なっている。

3回目のスカーフィングを行なっている材料は非常に少ないがそれでも多いものは5%程度ある。

3回目以上スカーフィングを行なつた材料はない。すなわち、3回やれば疵の取残しは無いとみてよい。

再手入の原因の内訳は各種疵の取残しにもよるがスカーフィング不良による錆張りによるものが圧倒的に多い。

ブルーム 大体ビレットと同じであるが、材質により2回以上、スカーフィングの割合に開きがある。

3回スカーフィングを要した割合は僅少である。

再手入の原因は砂カミが圧倒的に多い。

(3) 日新製鋼 尼崎工場

(i) 手入能力

a 疵手入場の広さ

(a) チッピング

鋼片工場ヤード 12m × 10m = 120m²

No. 1 材料ヤード 11m × 10m = 110m²

条鋼工場精整ヤード 13m × 10m = 130m²

計 = 360m²

(b) ブルームスカーフィング

条鋼工場整理ヤード 12m × 12m = 144m²

(c) グラインディング

条鋼工場圧延ヤード 6m × 26m = 156m²

b 手入機械および手入器具(種類と日常使用台数)

ブルームスカーフィング

表 2.75 チッピングハンマー仕様例

手入機械器具	型式	全長 mm	重量 kg	ピストン径 mm	ストローク mm	打撃数 回/mn	空気消費量 ft ³ /mn	ホース径 in.	日常使用台数
チッピングハンマー	FC ₂	319	5.7	28.5	51	2,500	20	1/2	13

表 2.76 スカーフ吹管仕様例

手入機械器具	型式	プロパンガス (kg/cm ²)	酸素 (kg/cm ²)	製作所	日常使用台数
スカーフ吹管	G2	0.4~0.6	10~12	神港バーナー	6

グラインダー手入

表 2.77 懸垂グラインダー仕様例

手入特種器具	型式	使用磁石寸法 (mm)			砥石回転数 (r.p.m)	モーター HP	重量 kg	日常使用台数
		外径	厚み	孔径				
スインググラインダー	24型	610	50	203*20	1,430	7.5	500	6
"	18型	455	50	152*40	1,910	5	320	2

(a) (b) (c) 共疵手入作業は請負業者、現品管理は直営でやっており、3,300t/Mで90万円の手入費である。

c 品種別手入能力

表 2.78 昭和35年3/4期平均

成品	鋼種別	手入特種器具の種類	手入温度	全面部分の別	手入量 t/M
スラップ	L・C	チッピングハンマー	常温	部分	313,206
	M・C	"	"	"	9,610
	S・K	"	"	"	172,662
	合金	スインググラインダー	"	全面	0
	SuP	チッピングハンマー	"	部分	6,866
小計					628,670
ブルーム	L・C	チッピングハンマー	"	部分	0
	M・C	"	"	"	0
	S・K	"	"	"	36,601
	合金	スインググラインダー	"	全面	98,716
	SuP	"	"	"	7,932
H・C	S・C	チッピングハンマー	"		146,543
	S・C	スカーフィング	"	部分	707,955
	小計				980,258
ビレット	L・C	チッピングハンマー	"	部分	1,033,541
	M・C	"	"	"	48,299
	S・K	"	"	"	48,571
	合金	スインググラインダー	"	"	79,701
	SuP	"	"	"	33,495
H・C	S・C	チッピングハンマー	"	部分	456,916
	小計				1,689,391

注) H・C, M・C, L・C はそれぞれ 計 3,298 t 319kg 高中低炭素鋼を示す。

(4) 和歌山製鉄所 (住友金属工業)

(1) 分塊工場, 手入場間の輸送方法

成品をパレット上におき, ストラドルキャリアー (米国製) にて運搬する. 貨車は一切使用しない.

ストラドルキャリアー能力

幅	長	高
車外寸法	2,450×5,000×3,900 (mm)	
積載重量	10 t	
走行速度	30km/h	
出力	100HP ガソリンエンジン	

この方法の利害は次のごとくである.

利点 (a) 起重機によるいわゆる玉掛作業が不要であり, 運転手一名にて運搬作業が出来安全である.

(b) 無軌道である.

欠点 (a) 置場に広大な面積が必要である.

(b) 車の整備が大変である.

2・6・6 精整設備能力調査

表 2・79 各社精製設備能力

工場	設 備	面 積 (m ²)	能 力	起重機能力及台数 (t×台数)	起重機スパン (m)	手 入 設 備	
広畑	スラブ冷却床	3,273	6,000t/d	20×2	25°0	スカーフィング {大型 19台 中型 7〃 小型 1〃 スインググラインダー 1〃 アークエアガウジング 1〃 ポータブルガスカッター 14〃 自動ガスカッター 1〃	
	手入場	3,660	6,000 "	20×4・30×2 20×1・30×3	28°0 25°0		
	置 場	8,715	45,000 "	15×3	30°0 25°0		
川崎	角鋼片冷却床 仮置場	1,026 245	2,400t/d 2,715t/回	10×2	23°0 23°0	ガスバーナー 4台	
	ブルーム手入場 置 場	319 1,890	640t/d 13,700t/回		5×1 5×1・6×2		23°0 23°0 17°3
	スラブ手入場 置 場	255 1,062	680t/d 8,000t/回	15×1 15×1	25°0 25°0		ガスバーナー 2〃
	角ビレット手入場 置 場	650 1,827	1,600t/d 15,500t/回	7×1・5×1 10×1・5×1	21°0 17°3 21°0 17°3		ガスバーナー 7〃
崎	丸ビレット冷却床 徐冷ピット	527	890t/d 157t/回	5×1 10/3×1	18°0 18°0	チ ッ パ ー 16台 グ ラ イ ン ダ ー 2〃	
	手入場 置 場	500 3,288	590t/d 11,500t/回	5×2・5×1 10×1・5×2 6×2, 10×1	15°0 17°3 30°0	ピ ー ラ ー 2〃 ガ ス カ ッ タ ー 1〃	
和歌山	ビレット冷却床	180	350t/d	10×3	28°5	スカーフィング 5台 旋 盤 18〃 " " 5〃 " " 8〃 ピ ー ラ ー 1〃 チ ッ ピ ン グ 7〃 スカーフィング 3〃	
	フープ用スラブ手入場	400	1,000t/d	10×1	25°6		
	丸ビレット手入場	3,000	180~200〃	3×2, 2×3 5×1, 2+1 5×1, 3×2	12°8 ホイス		
	" "	20	80〃	2×1	"		
	" "	26°5	120〃	2×1	"		
	ビレットピーラー チップング	2,500	120〃	5×3	22°8		
	ブルーム手入場		450				400〃
フープ用スラブ・ビレット置場 ブルーム, スラブ置場	17,200 5,700	5,000〃 1,000〃		" "			
戸畑	スラブ冷却床 手入場	2,600	6,500t/d 3,800 "	20×3	28°5 28°5	チェンおよびロープトランスフ アー	
	置 場	4,900	2,500 "	20×3, 10×2 10×2	28°5 12°0 10°0		
呉	スラブ, ブルーム冷却床	1,100	1,500t/d	10×1	24°4	{台東式ホットサイド スカーフアー 1台 スインググラインダー 5台 サーフェスグラインダー 2〃	
	スラブ手入場	2,500	1,500 "	10×2	"		
	" 置 場	3,000	16,000 t	20/7・5×1	"		
	ブルーム手入場	800	100t/d	10×1	"		
" 置 場	400	500 t		"			
千葉	スラブ冷却床	1,000	6,000t/d	20×2	30°0	ハンドスカーフィング 10~12 本/日	
	" 手入場	1,500	2,500 "	25×1, 20×1	25°0		

2.7 管理設備

分塊工場は、製鋼工場と成品工場との間にあつて、品質管理、工程管理上の問題となる点は非常に多い。そのうちにあつて、品質管理上各社ともに主要眼目の一つになつているものに材料対成品の歩留りがある。歩留りの管理上、不可欠なものは鋼塊秤量機および鋼片秤量機であり、品質管理の重要視される今日これらの秤量機は必ず設置されるようになってきた。この秤量および記録は圧延工程の流れの中で、圧延作業を妨げることなく行なわなければならない。秤量対象が重量大であり、高温であり、また技術の向上と設備の進歩による圧延ピッチの短縮等により、当然最近の工場では人手によらぬ槓桿式台秤式の秤量方式より、遠隔操作による自動記録可能なしかも秤量時間の短い秤量装置が設置されるようになってきている。

2.7.1 鋼塊秤量機

鋼塊秤量機は均熱炉のピットクレーンあるいは鋼塊運搬車（インゴット）にも設置可能であるが、保守および精度の点からも難かしく、各工場ともインゴットレシービングテーブルとフロントミルテーブル（分塊圧延機前面テーブル）の中間に設置し、鋼塊の旋回と秤量を兼ねているものが多い。

型式には、押上式、吊上式、可搬式、吊上旋回式等があるが、殆どどの工場においては吊上旋回を採用している。リフト距離は100~450mm リフト速度2~3m/mn程度である。旋回は360°連続、および180°旋回があるが、設備が大型化された現在では360°連続旋回の方が有利である。旋回速度は5~6rpmが多い。計量能力については各社の圧延される鋼塊によつて相違はあるが最大秤量能力は30tのものがある。吊上旋回式の代表的な

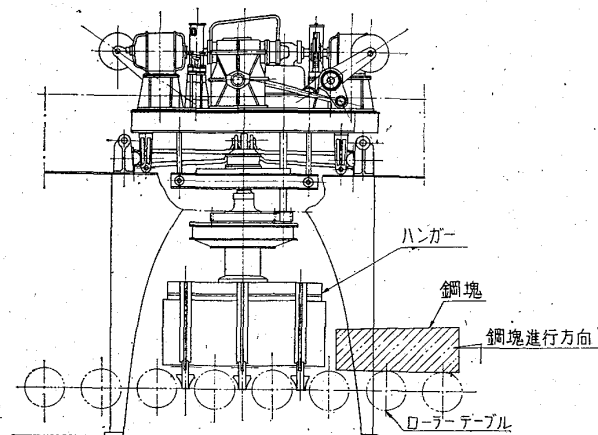


図 2.125 吊上旋回式鋼塊秤量機

機構図を（図2.125）に示す。

鋼片秤量機は剪断機の後設置されるのはもちろんであるが、鋼塊秤量機が圧倒的に吊上式が多いのに比して、押上式と吊上式のいずれもが利用されている。吊上式は電動、押上式は油圧方式が採用されている。

リフト距離は130~200mm、リフト速度5~10m/mn程度である。計量能力は鋼塊秤量機と同じく圧延される半成品により相違はあるが、最大秤量能力は22tのものがある。これらもちろん遠隔操作が行なわれ、自動的にテレプリントされ、品質、工程管理上不可欠な資料として利用されている。押上電動式の代表的な機構図を図2.126に示す。

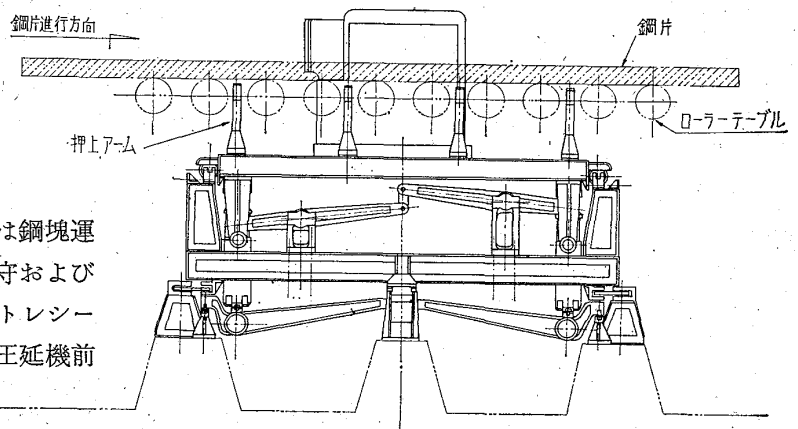


図 2.126 押上式鋼片秤量機

2.7.2 打刻機

打刻機は品質・工程管理上、鋼片の経歴、所在を明確にするために必要であり、各工場においても何らかの記号がなされているが、従来の手による記号または刻印作業は記号時間の短縮、明確な記号等の行なえる遠隔自動操作によるスタンパー装置に代えられる趨勢にある。

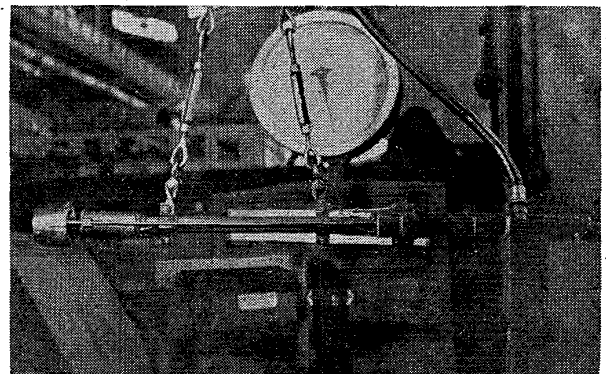


図 2.127 打刻機の一例（空気式）

2.7.3 通信連絡装置

通信連絡装置は管理上の問題のみならず操業上各部門との連絡にも欠くことの出来ない設備であり、主として

電話、インターホーン、ライトシステムが多く利用されている。均熱炉とピットクレーン間の連絡は、その特殊性によりトロリーホーンまたは無線電話が主として使用されている。旧来の工場にあつては、各運転台、電動機

室、整備保全関係との間の連絡網があつて、連絡網の中核は判然としていなかったが、最近では各社とも管理システムの集中化方式、あるいはフォアマン制度が進歩して、管理室あるいは指令室を連絡の中核とする連絡網を形成して、集中的な生産管理に努力している。気送管も工程管理上不可欠の機器として登場しているが、未だ一部で利用されているに過ぎない。その他各工場の特殊性により、おのおの特有の連絡装置を考案しているが連絡網の骨子に大差はないようである。

次に通信連絡装置の代表例を表2.80に示す。

2.8 その他の付属設備

2.8.1 工場用水

分塊工場の用水使用量は、その圧延設備の内容により大きく左右されるが近來工場設備が大なる鋼塊の圧延を行なうようになるに従つて、用水の使用も漸次増加する傾向にある。

工場用水の主なる使用個所としては、一般にロール冷却、ロール軸受の冷却、スケール流し、成品の冷却、電動機室等であるが、加熱炉を使用している工場においては加熱炉のスキッド冷

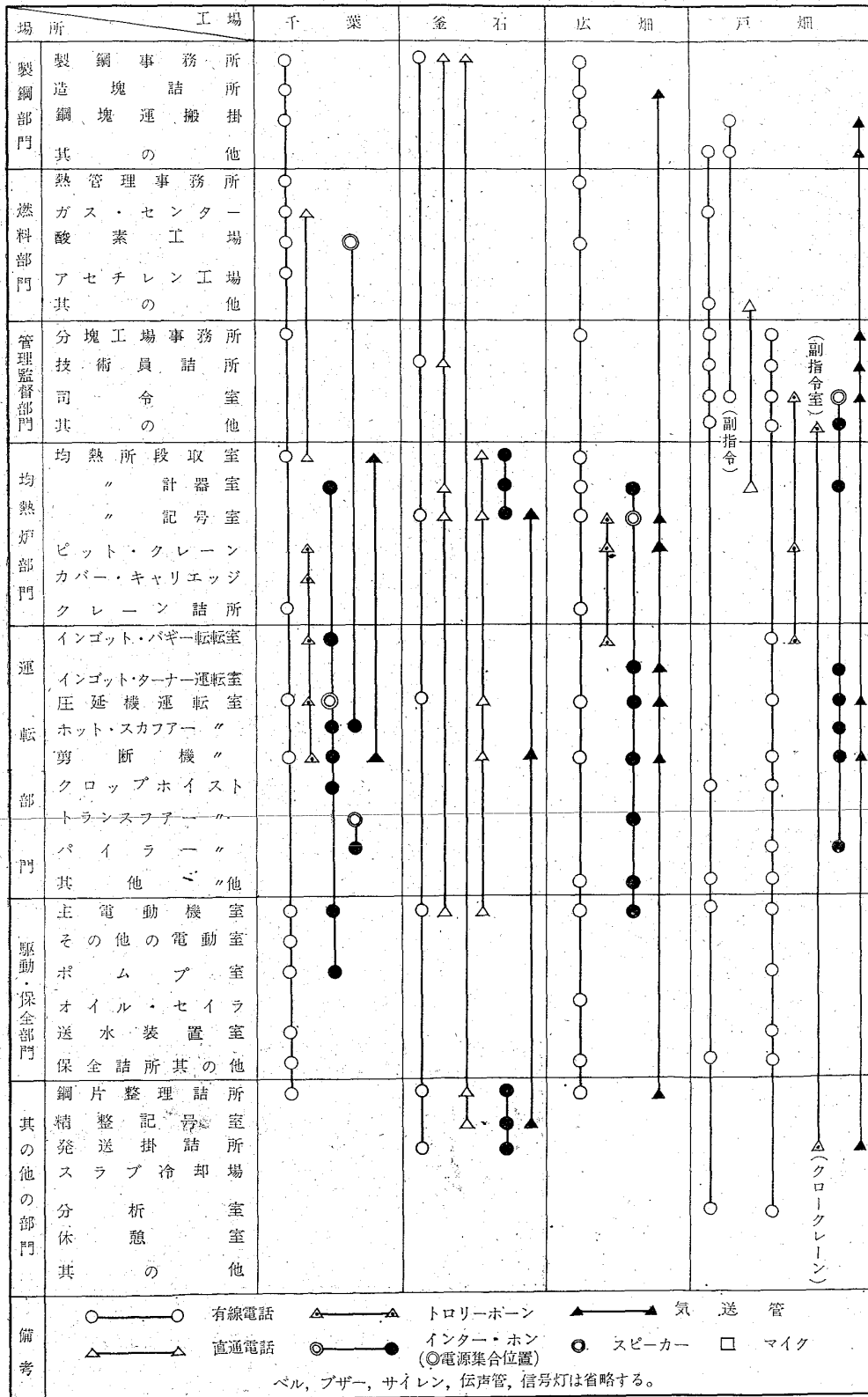


図 2.80 通 信 連 絡 装 置

却またはデスケーリング、熱間熔削機の設備の有無で用水の使用量は大きく左右される。

(i) ロール関係の冷却 ロール冷却に必要な用水量を決定する算式はなく、経験上あるいは既設設備を参考としてこれを決定している。分塊ロールは出来るだけ冷却水を多く、またロールが材料から離れるところに近く、水を掛けることが望ましい。

軸受の冷却は軸受に合成樹脂を用いた場合の必要量を算出する式が AISE の式によつて与えられている。しかし、この場合も経済上あるいは既設設備の例を参考として行なわれることが多い。

なお、分塊圧延機の後に鋼片圧延機等が付属し、ロールスタンドの数が増加すれば、当然ロール冷却水量は増加する。

表 2.81 ロール関係の冷却最大使用量 (t/h)

	分塊圧延機	鋼片圧延機
ロール冷却	100~120	100~110
軸受冷却	100	200

(ii) スケール流し ミルラインのスケールを水でスケールピットへ流し去ることがスケールの処理回収に便利である。この場合スケールを流すための水量が相当必要となる。ミルラインが長い程、また圧延 t/h が多い程、この水量は多くなる。圧延機が大型化された現在 600t/h 以上もスケール流しに使用している例がある。

なお、このスケールピットは場合により 2ヶ以上作られることがある。

(iii) 成品冷却 成品冷却のための用水量は成品の内容により異なる。大型スラブ圧延の場合には大量に必要となり 350~500t/h にもおよんでいる。

(iv) モーター室の冷却 新しい設備では、モーター室の冷却に相当多量の水を使用している。これはイルグナー設備をはじめ、各電動機の潤滑油の冷却、M・G 設備の滑り調整器液の冷却などに使用されており、145~150t/h 使用する場合もある。

(v) 剪断機関係の冷却 大型の剪断機では 30~40 t/h の水量が本体および付属設備関係に必要である。またクロップの急冷を行なう場合の所要水量はさらに増加する。

(vi) 潤滑装置の冷却 集中潤滑が採用されるにつれて、油冷却用の水量も多く必要となる。オイルシステム 1基について 30~50t/h の水量が必要と考えられる。

(vii) デスケーリング 大型スラブ圧延の場合に用水所要量は普通 20~30t/h であるが 100t/h 以上のもの

がある。

(viii) 熱間熔削機 最近各社でも漸次設置されている。リンデ社 CM49B 型 (能力最大幅 64 $\frac{1}{2}$ " \times 厚 14 $\frac{1}{2}$ ") での所要量は高圧水 9kg/cm² 180t/h, 低圧水 3kg/cm² 36t/h であるが、ユニットの冷却、コンプレッサー、シリンダーの冷却稼動状況にもよるが実績では倍以上の水量が必要である。

(1) 水 源

分塊工場の水源として用いられているものは、表流水、地下水が主なるものである。特別なものとして、加熱炉のスキッド冷却に海水を使用しているもの、ロール関係の冷却、モーター室の冷却に工業用水道を利用している例がある。

地下水の汲上げは地盤の沈下の原因といわれ、将来は工場用水は表流水あるいは工業用水道を使用せねばならなくなると考えられる。また表流水も鉄鋼業の立地条件から塩水の変ることも考えられるので使用個所によつて充分配慮することが必要であろう。

(2) 用水の圧力

工場に使用される用水の圧力は 1.5~2kg/cm² である。鋼片圧延機ロールの軸受冷却水は一部で 3~5kg/cm² と高くしているところもある。デスケーリングはさらに高く 70~100kg/cm² に昇圧して使用する。

(3) 水の回収

成品冷却用水の回収は殆んど行なわれていない。その他の使用個所の水は会社、工場により回収、廃却とまちまちである。

分塊工場自体には回収設備がないが工場全体として回収しているところもある。一般に地下水、水道は回収を行なう方が有利である。

(4) 給排水関係

(a) 給水の本管は大体 400~600mm 径のものを使用している。また使用量の多い工場ではさらに本数を増加する必要がある。回収水の使用は排水を貯水池 (沈殿冷却池) に戻しポンプアップして送り出し不足分を表流水、地下水等の原水で補う方法と、貯水池より直接ポンプで原水本管に挿入して直送する方法、および原水本管の系統と回収水本管の系統を全く別個のものとして使用する方法の 3種が現在行なわれている。

(b) 給水本管より均熱炉、ロール関係、モーター室成品冷却等主なる個所への配管は 1~数本設置使用している。

(c) 還水装置を有する工場での使用済み冷却水等の回収はスケールピットに集め、これを排水ポンプにより

表 2.82 配 管 と 管 径

配 管	径(mm)	配 管	径(mm)
均 (加) 熱 炉	75~150	シ ャ ー	75~100
ロ ー ル 冷 却	100~200	成 品 冷 却	100~200
軸 受 冷 却	100~200	モ ー タ ー 室	100~200
ホ ッ ト, ス カ フ ェ ー	100~200	潤 滑 装 置	100~150

回収本管に戻す。以下回収本管→沈殿池→濾過器→冷却池→水槽へポンプアップし再使用される。

(d) 廃却水は 600~1,000mmφ のヒューム管で工場外へ廃棄される。

2.8.2 潤 滑 装 置

機械設備における損耗の殆んどは摩擦運動部であるといつても過言ではない。従つてこの部分の摩擦抵抗を最小限度に止めることは、動力損失を減少せしめるのはもちろんのこと、機械の寿命を延長し稼働率を向上せしめる基礎となる。従つて機械設備の運転に当つて、この摩擦抵抗を如何にして減少せしめるかということが大きな問題となりここに潤滑が必須の条件となる。

すなわち摩擦面に潤滑剤を供給することにより固体摩擦を流体摩擦または固体摩擦の内でも最も摩擦損失の少ない摩擦の形に置換えることによつて、摩擦損失を最小限とするのが潤滑の最大の目的であり、さらに潤滑剤はこれを供給することによつて熱放散、防塵、防錆等を合わせて行なうものであることが必要である。

これらの諸点から潤滑剤としてはオイルあるいはグリースが主として用いられ、その供給方式はオイルにあつては、近年循環方式が採用されるようになった。しかし一方設備は年々大型化し、加えて荷重は増大し、しかも機械は高速化と進歩してきたため、潤滑の目的も、従来は摩擦作用を第一としていたが、熱放散および防塵もまた重要な要素となり大量のオイルを常に供給する方式が採られるようになった。

すなわちこの目的のために近年では殆んどの設備に集中給油方式が採用されその容量も増大の傾向にある。

オイルあるいはグリースも重荷重、高速回転と摩擦面の条件がシビアになつてきたために、従来の純鉍物系のもものでは充分にその目的を達成することが困難であるところから、油性向上剤、その他極圧性向上剤が混入されるようになり、さらにオイル劣化を防止するために酸化防止剤、その他のものが混入されるようになり近代的な圧延設備の殆んどはこれらの潤滑装置および潤滑剤が用いられている。

(1) 集中給油方式

種々の方式のものがあるがいずれの場合でも根本的な考え方に大差はなくオイル収集タンク→ポンプ→オイル濾過器→オイル冷却器→圧力タンク→オイル清浄器より構成されている。

(i) 収集タンク 収集タンクには蒸気あるいは温水等による加熱装置があり、タンク内部には 1~数枚のダイアフラムを設けて、タンク内のオイル流動、特にタンク底部の流動を少なくし、スラッジ、ダスト、水等の沈澱を容易にするとともにこれらを攪乱しないようにし、タンクには油面計が取付けられ常に油面の確認が出来るようになっており使用可能最低および最高油面で警報を鳴らすようになっている。

またタンクは同容量、同型式のものを 2 個設置して交互に使用している場合がある。タンク容量では 15,000~40,000l のものがある。

(ii) オイルポンプ ポンプは通常ギヤーポンプが用いられ、2~3台設置され特にサクショポンプの先端はフロートによつてタンク内に浮かんでおり沈澱物を吸引しないようになっている。ポンプは 15~30kW、口径 150~200mm の大型のものが使用されている。

(iii) オイル濾過器 オイル濾過器は主として金網式あるいは薄鋼板積層式等のものが用いられており、この場合金網あるいは積層鋼板は銀鍍金するのが普通である。濾過器は 2~4 組設置し交互に使用するようになり交代時期は濾過器の入口、出口の圧力差によつて定められる。

このためにそれぞれの位置に圧力計が設けられ、さらにこの間に差動圧力計が設けられる。この差動圧力計は隔膜付で、定められた圧力になれば警報が鳴るようになっている。濾過器の洗滌は分解洗滌を主とするが逆流洗滌も可能となるように配管を行なうのが普通である。

(iv) オイル冷却器 オイル冷却器は通常対向流水管式のもの数基に分離し、それぞれは単独にあるいは数基、全基を任意に選択使用出来るようにしている。

冷却器の入口および出口には温度計が設けられ常に温度のチェックが行ない得るようになっており、また出口には検温器が設けてあり、これによつて冷却水を調整するようになっている。

(v) 圧力タンク 圧力タンクは所要の油圧を常に保つために設けられるもので、さらにこのタンク内油量の増減によつてオイルポンプの作動を行なうようになっている。すなわちこのタンクはメインのオイルパイピング途中に設けられ、オイルパイプはタンクの下部に接続

され、タンクの上部には減圧弁を経た圧縮空気が封入され、また別に安全弁が設けられている。この減圧弁と安全弁との調整により、タンク内油面の変動に拘りなく油圧は常にほぼ一定に保たれている。

また油面の位置によつて作動するスイッチが設けられこれによつてタンク内油面の高さに応じて、前述の2~3台のオイルポンプを自動的に選択作動する。すなわち油面がある高さの位置では全ポンプ停止、それ以下のある範囲内の油面高さの場合にはポンプ1台作動、さらに油面が低下した場合にはポンプ2台作動となるようにされまた油面が定められた位置よりも上昇または下降した場合は警報が鳴るようになっている。またポンプの作動方式としては、この他にタンク上部に隔膜式圧力計を設け安全弁は膜型として非常時のみに開放するようしておき、圧縮空気はある一定量のみ封入しておきタンク内油圧の変動による圧力変化によつて、ポンプ作動を行なう方式を用いる場合もあるが、この場合にはオイル圧力が若干変動する。しかしいずれの方式を採つても実用上にはなんら支障はない。ただし前者の場合はタンク内に常に新しい圧縮空気が供給される関係上、後者よりも空気中の水分がオイル中に混入する率が若干高い。しかしいずれにしても空気配管には完全なドレン分離器を設ける必要がある。なお圧力タンクの入口管と収集タンク間にはオーバーフロー弁付きの配管を行なう。圧力タンク容量は 1,500~4,000l 程度のものが使用されている。

(vi) オイル清浄器 オイル清浄器としては遠心分離器を用いる。従つて清浄器の入口にはオイル暖房器を必ず設けておかなければならない。

遠心分離器の入口管は収集タンクの底部特にスラッ

ジ、ダスト等の沈澱物が容易に吸収される位置に接続される。また清浄器としては遠心分離器と磁石とを併用する場合もあるがその例は極めて少なく、実際的には遠心分離器のみで充分のようである。

前述の収集タンクを2個設ける理由はこのオイルを清浄するためで使用条件によつて差はあるが通常一週間交代で使用され、また掃除される。収集タンクに加熱装置を設けるのは、供給するオイルの温度を一定に保つためでもあるが、さらにこれも同様オイル清浄のためでもあり、集中給油方式にあつてはオイルの清浄は不可欠の条件となる。

(2) グリースの集中給油方式

装置としてはオイルの場合と同様種々のものがある。しかし現在では殆んどの場合ファール方式が用いられている。

ファール方式はポンプ、分配弁およびこの間を結ぶ2本の主管並びに分配弁から給油個所とを結ぶ排油管より構成されている。

ポンプは手動、電動の両者があり、その選択は運転頻度によつて行なわれる。

分配弁は手動電動を問わず1台のポンプに約80個までは取付けることが出来る。換言すれば1台のポンプで80個所の給油が可能である。

給油量は各分配弁ごとに調節出来るために給油個所の条件に応じて給油量の変更が可能である。

グリースの圧力は最高 60~80kg/cm² にも達するので如何なる条件下の給油個所に対しても容易に給油される。また圧力が高いために給油個所に存在する塵、その他の夾雑物を容易に外部へ押出す。分配弁は給油個所の

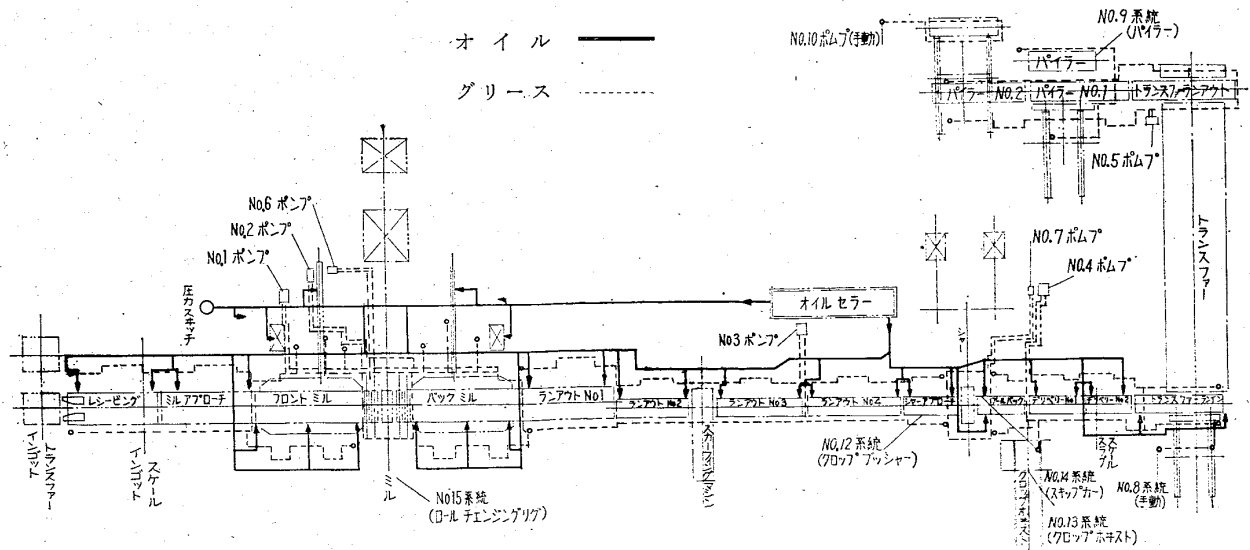


図 2・128 潤滑装置配管の 1 例 (千葉)

極く近い位置に配置しポンプと分配弁との間は2本の配管のみであるために保全が容易である等他の方法には見られない長所を有している。

(3) 配 管

集中給油方式にあつては、この配管が非常に重要である。従つて配管工事に当つては特に綿密な注意が必要で漏洩のないことはもちろんのこと管内の塵埃その他の固定物があつてはならない。管内面は長年使用しても腐蝕、発錆のないように塗料または鍍金等を施しておく必要がある。またギヤボックスその他オイルの供給される部分も総て被覆剤塗布の必要がある。

主油送管の末端には隔膜式圧力計を設け定められた圧力以下となつた場合に警報が鳴るようにし、また枝管にはそれぞれ減圧弁を設け給油量の調節を行なう。

(4) 方式別給油個所の選択

圧延工場にあつてはオイル、グリースともに集中給油方式を用いて殆んど摩擦面に給油可能であり、原則的にはギヤは総てボックス内に入れオイルを供給し、ベ

アリングは総てグリースを用いる。

(5) 使用油種

オイルの粘度は通常 $ZN/P=G$ なる式により決定される。

Z = 粘度

N = p.p.m (ギヤの場合はビニオンとギヤとの r.p.m の和)

P = 軸受圧力 (ギヤの場合は歯面圧)

G = 定数

定数の G は実験あるいは過去の経験より求める。またオイルの種類としては分塊圧延機またはその付属設備は大型かつ低速でありしかも正逆転頻度が高いので、純鉱物油では如何に適当な粘度のものを用いても完全な潤滑状態を保持することが困難である。最近では純鉱物油は殆んど使用されず鉛石鹼あるいは塩化硫黄等を添加した油、すなわち一般にいわれている極圧油を用いるのが通常である。グリースも同様最近では殆んどの場合、鉛石鹼型あるいはその他の極圧型が用いられている。

表 2-83 給 油 ポ ン プ

駆 動 方 式	パイプライン	切 替 方 式	用 途	備 考
グリースガン	無し(分配弁のみ)	無	注油口数の少ない場合	
手動式ポンプ	行 止 り 式	手 動 ポ ン プ に 付 属	注油口数の稍多い場合	
電動式ポンプ	ループ式(ポンプへ戻る)	自動式切替4道弁(ポンプに付属)および時間開閉器	注油口数の多い場合(最大 300口)	電動機 1kW 吐出圧力 40kg/cm ²
"	"	"	"	油溜め SK-4 の大型のもの
電動式ポンプ	行止り式(多数の分岐可能)	ソレノイド式切替弁(ポンプに付属)および圧力調整弁時間開閉器(各パイプラインの終点)	注油口数の極めて多い場合(最大 500口)	電動機 1kW 吐出圧力 70kg/cm ²
"	"	"	"	油溜め SK-5 の小型のもの