

2-2-2 分塊工場

第2製鋼工場の一部門である分塊工場は、1977年12月に稼動した工場であり、上工程の造塊ヤードから搬送された鋼塊及び他製鉄所から受け入れた鋼塊を圧延して、丸鋼用及び外販用ブルームを製造している。

当分塊工場の設計時の工場生産能力は50万トン/年であるが、1985年実績生産量は鋼塊205万トン（1984年同129万トン、1983年同5.8万トン）と低いのが実情である。

以下に当分塊工場の現状と問題点についてまとめる。

(1) 分塊工場のレイアウト

分塊工場の配置図を図2-2-2に示す。

工場内主要設備内容を表2-2-39にまとめて示す。

(2) 操業実績と問題点

① 稼動率

1985年度1年間の稼動率を調査したものを図2-2-3に示す。

稼動率は41.2%であり、圧延停止58.8%のうち大きな要因として均熱待ち32.1%、設備故障17.6%があり、この両者を合わせた要因により、操業度が半分になっている。

なお、1984年度の稼動率も48.9%と報告されており、1985年度の稼動率データが、特別異常であったということではない。

この稼動率を悪化させている要因の詳細について以下に記す。

a. 均熱待ち

分塊工場で均熱待ちが起きるのは、均熱炉の能力が分塊ミル能力より小さい場合である。均熱炉能力は鋼塊寸法、重量、鋼塊装入本数、鋼塊温度、均熱炉本体の設備仕様（バーナー容量など）、均熱炉のホール数及び均熱装炉時の鋼塊ハンドリング時間等により決まる。

上記の内、当分塊工場では次の問題点が大きい。

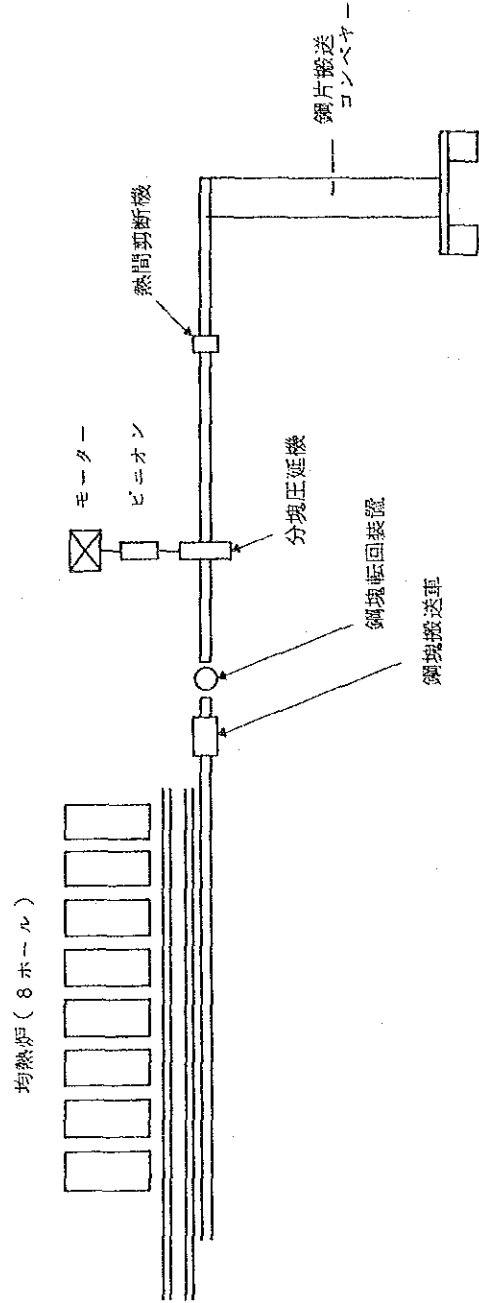


図 2-2-2-2 分塊工場の設備配置の概要

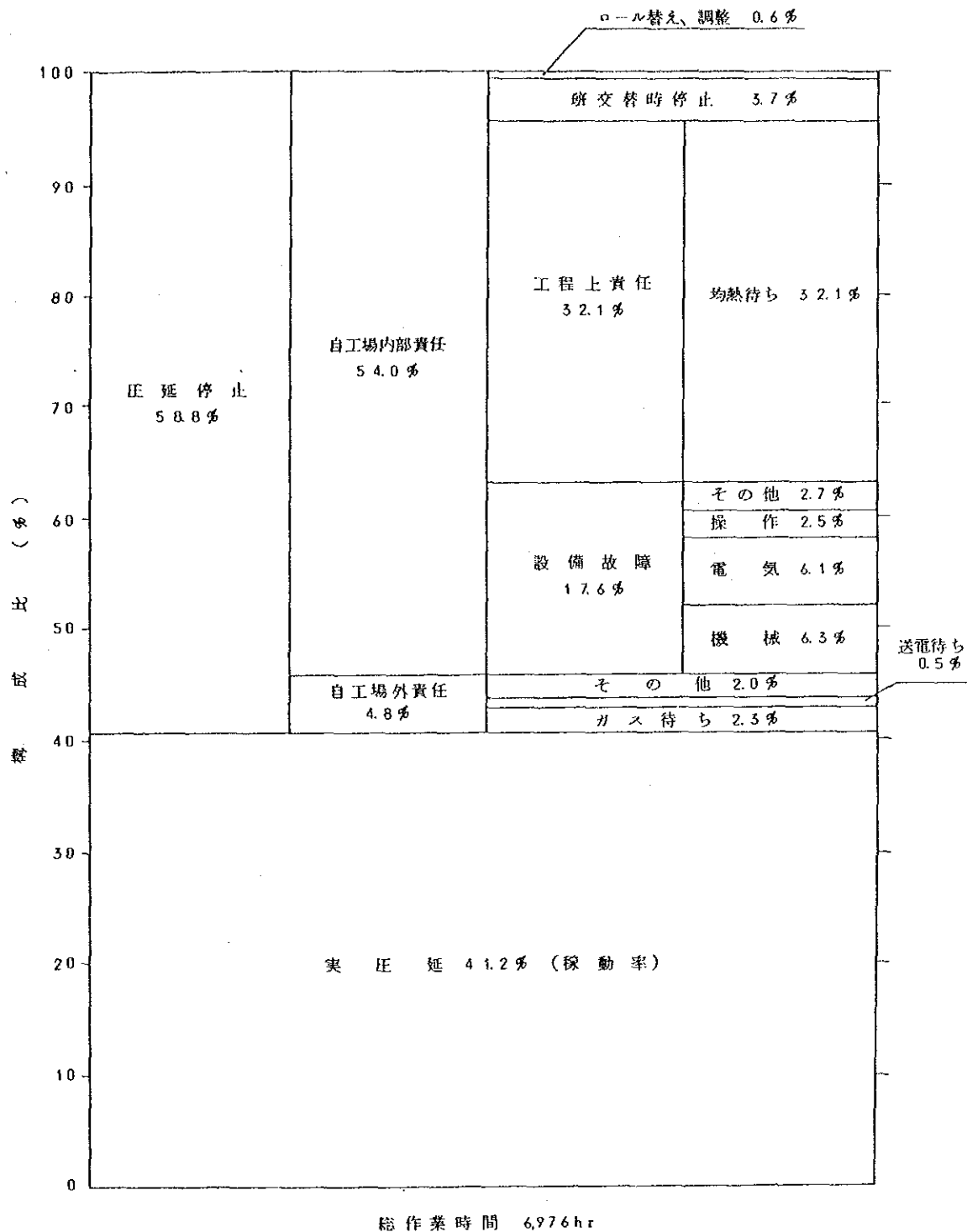


図2-2-3 分塊工場操業実績(1985年1~12月)

(a) 均熱炉の使用基数が少ない

当分塊工場の均熱炉設置数は、6基12ホールであるが、実際に稼動可能な炉は4基8ホールであり、残り2基4ホール分は計装設備が未設置であり稼動は不可の状態である。

当均熱炉の能力は公称50,100トン/年・ホールなので、8ホールあれば $8 \times 50,100 = 400,800$ トン/年の能力がある訳であるが、上記能力は熱鋼塊装入（鋼塊温度600℃以上）の比率を75%と想定しており、現状の熱塊装入率はこれより低く10%程度である。

このため8ホール稼動したとしても実際は25万トン/年程度の能力しか有しておらず、数字の上からは10ホール稼動（2ホールは予備）したとしても30万トン/年程度の能力しかないことになる。

後述するように、将来386万トン/年の生産量とするためには、均熱炉使用基数を増すと共に、熱鋼塊装入率をあげる必要がある。

(b) 熱鋼塊装入率が小さい

前記したように、現状は熱鋼塊装入率は10%と少ない。

1985年度に分塊圧延した鋼塊20万トンの内分けは、他製鉄所から受け入れた鋼塊（冷塊）が概数で12万トン、直接2製鋼転炉・造塊ヤードから受け入れた鋼塊が8万トンであり、後者のうち2万トンのみが熱塊装入できたものである。（即ち、熱塊装入率 $\frac{2}{20} = 10\%$ ）

この熱塊装入率が低い原因としては下記に示すように、熱塊輸送管理システム上の問題が大きい。

製鋼工場造塊ヤードと分塊工場均熱ヤード間には、距離約400mの鉄道線路が敷設されている。

造塊ヤードで鋳込まれた鋼塊は、当ヤード内で型抜きされ、台車上に仮積みされる。この台車を牽引する汽関車は場内で数が少なく、しかも上輸送区間の専用ではなく、他部所で稼動している場合が多いために、熱塊輸送が計画的に実施されておらず、造塊された鋼塊が低熱化してしまうことが多い。

また、上記鉄道線路も台車輸送サイクルタイム上必ずしも効率的な配置となっておらず改善の余地がある。

この鉄道関係設備は、2製鋼工場ではなく、別組織の輸送部の管理下にあり、熱塊輸送をする場合の工場側と輸送部との間の系統的な輸送計画が現状では不十分と思われる。

(c) 均熱炉床部の清掃作業による圧延停止

均熱炉の底部に推積するスケール、ノ口等の除去による操業率低下が現状13%ほどである。

均熱炉床は定期的に(1カ月半に1度程度)清掃作業をしているが、スケール、ノ口等の推積が現状では500mm程度になることがあり、炉床部にたまったスケール、ノ口等を一気に掃出することは現状の炉構造から困難である。均熱炉構造図を図2-2-4に示す。

均熱炉に使用する燃料ガスとして、従来のMixガス(含熱量1,800 Kcal/Nm³)から、Cガス(含熱量4,200 Kcal/Nm³)に変更している中で、鋼塊が局部加熱され溶融状態となり、ノ口の発生につながっている可能性が大きい。ノ口発生があると炉床に付着状態となり清掃が困難となる。

また、バーナーがCガス用のものに変更されていない等の問題点もあり、燃料原単位低減対策も兼ねて炉内燃焼管理の向上が必要と考える。

(d) トング・クレーンの巻上げ用電動モーターの故障

均熱炉のトング・クレーン巻き上げ時に電動モーターが故障することがあり、圧延停止率は約3%ある。

鋼塊吊り上げ時の起動電流が大きく、トングの稼働率が高いのでモーター冷却不足で故障しやすいようである。(季節的には夏に多い)

均熱ヤードには、トング・クレーンが2基あるが、この2基で、ほぼ圧延能力に見合う作業をしており、一基故障した場合はピッチが半減することになる。(トング・クレーンを図2-2-5に示す)

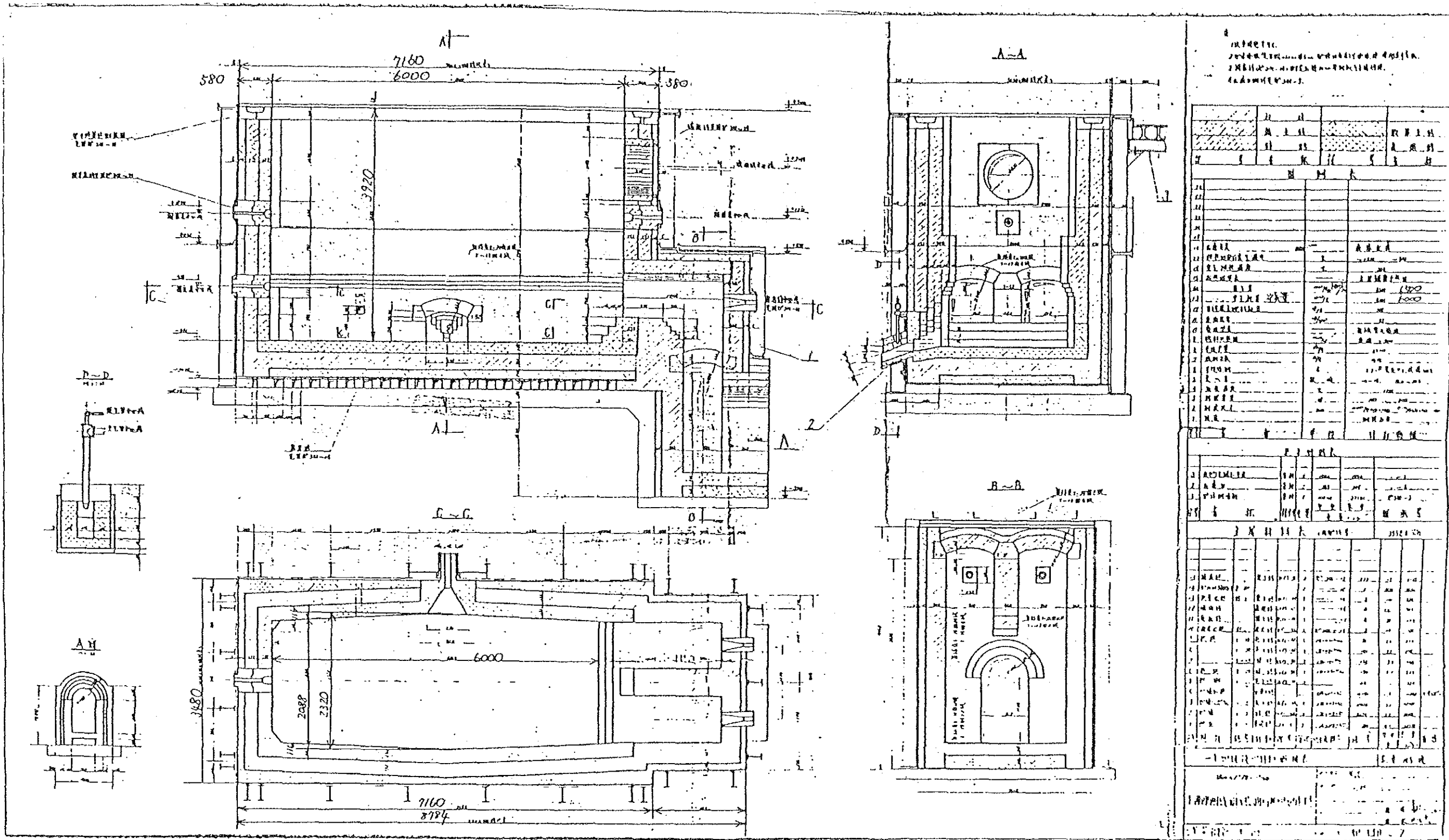


图 2-2-4 分塊工場均熱炉

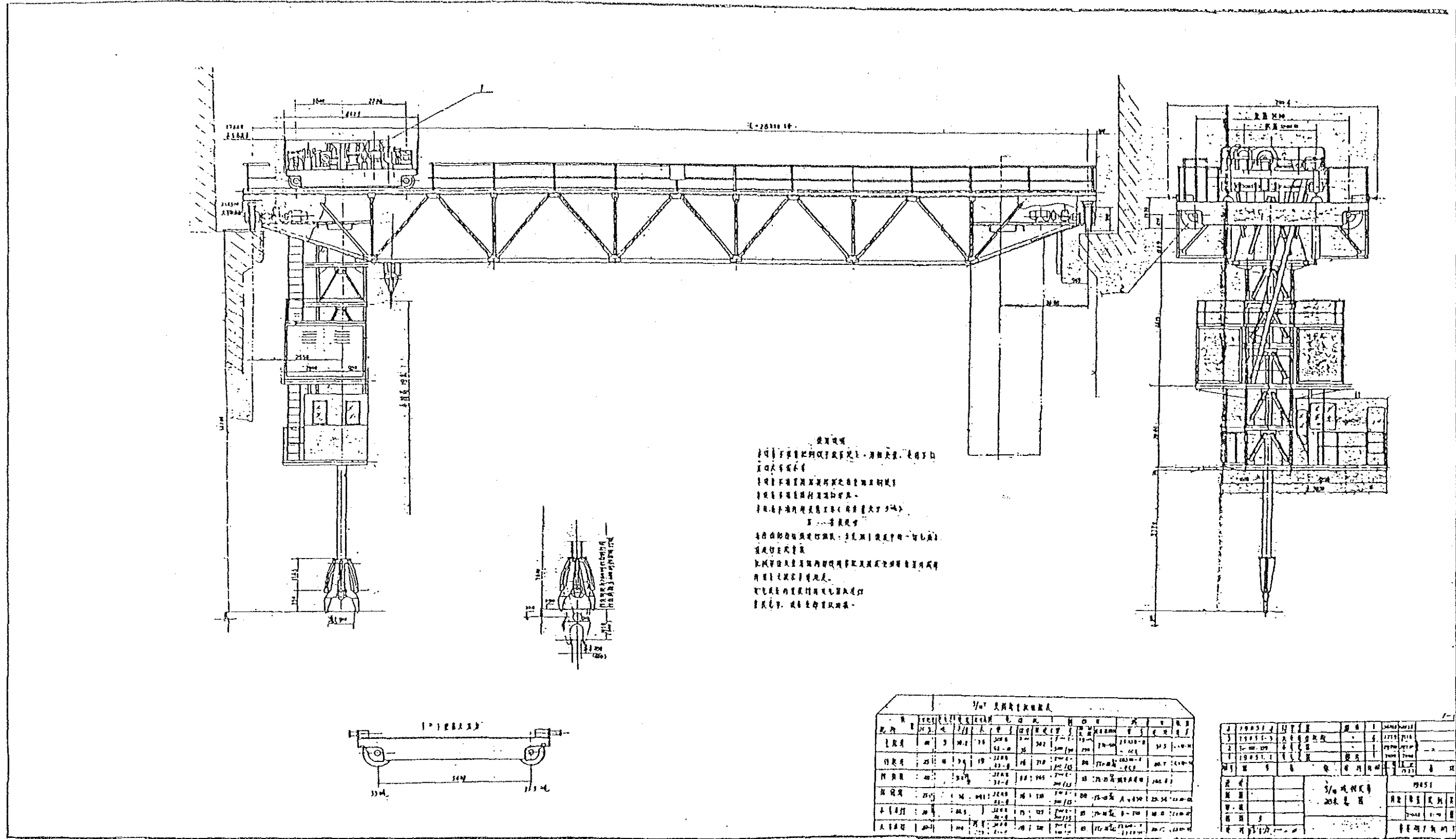


図 2-2-5 均熱炉トング・クレーン

(e) 鋼塊搬送車の減速コントロール不良

鋼塊搬送車を分塊ミル前テーブルに搬送する場合、搬送速度を $3\text{ m/S} \rightarrow 0.7\text{ m/S}$ に減速するが、この減速コントロールがうまく作動せず、鋼塊搬送車とテーブルとが衝突することあり、現状では、この搬送車は使用していない。均熱炉のトンガ・クレーンで直接圧延テーブル上に搬送している。

b. 分塊ミル関係

(a) 主機モーターの故障

モーター冷却不足による故障が多いようである。

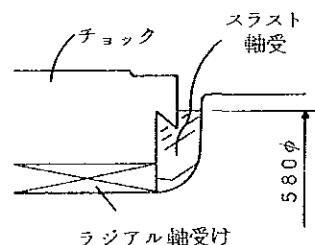
分塊圧延中はモーター定格（電流 $4,000\text{ A}$ ）の 150% 以内に抑えられている（制限：ミル回転基本速度時 250% 、最高速度時 170% ）が、モーター自体の設計が旧式（ 1950 年、ソ連製）なために問題がでているようである。

(b) 圧延ロール軸受の破損

当分塊ミルの軸受部は繊維質入り合成樹脂性のすべり軸受を使用している。このうち、ロール・ネック部に設けられたスラスト軸受けは、ロールのスラスト荷重を受けて損傷（割れ）しやすい。

使用後の当軸受を観察してみると表面が熱による変質を受けており、冷却水不足状態であることが考えられる。

分塊ミルの構造図を図 2-2-6 に示す。



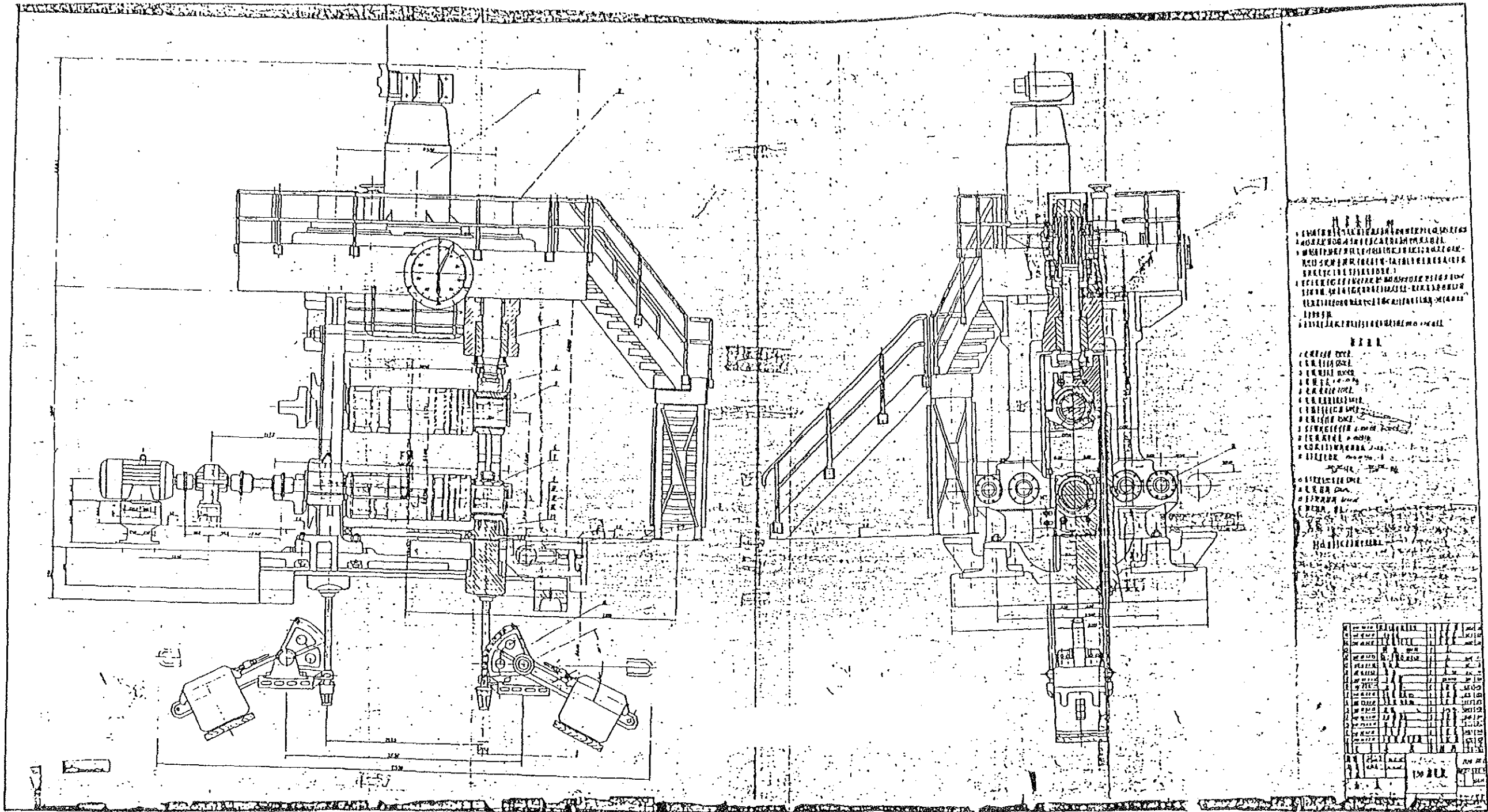


図 2 - 2 - 6 分塊ミル構造図

e. 剪 断 機

当剪断機は、ダウンアップ・カットタイプであるが、剪断時に鋼材の後端が持ち上がり、その後テーブル・ローラー上に落下して衝撃を与えており、設備保全の面から好ましくない。

この主な原因は、鋼材押さえクランプの鋼材の固定が悪いためと考えられ、鋼材押さえクランプと鋼材間に空隙が生じないようにすること、あるいは場合によってはクランプを大型化してクランプ性を向上させることが有効と考える。

同時に上下剪刃の水平方向クリアランスも常に最適値に保つよう細めな保守管理をすることも必要と考える。

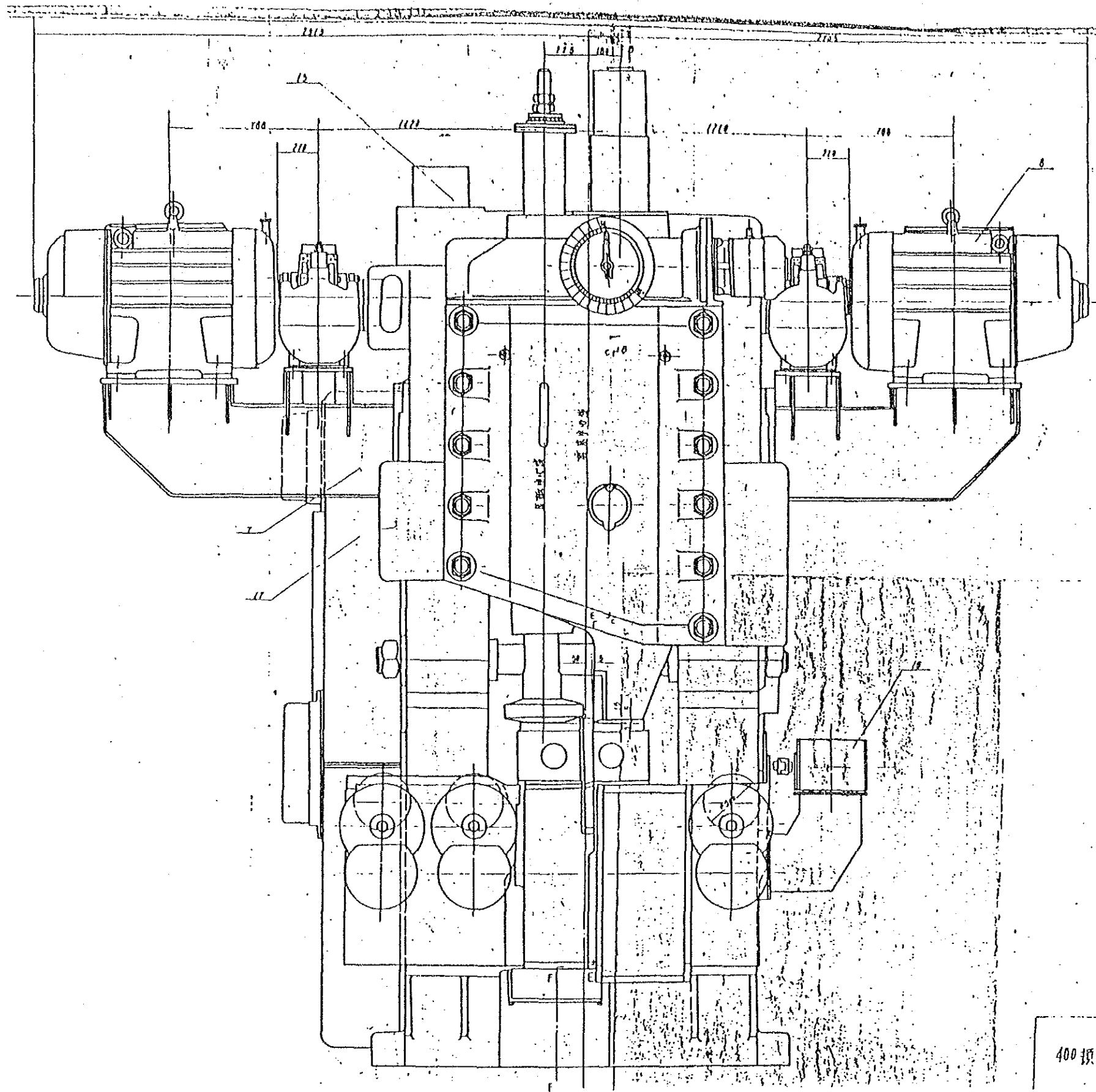
剪断機本体は、剪断速度二段階調整式であり、速調用クラッチ部が故障しやすく、又、剪断用交流モータが2つあり、このモータも故障しやすい状況にある。

剪断機の構造図を図2-2-7、図2-2-8に示す。

d. スケール・ビットのつまり

スケール・ビットがつまり、水がオーバーフローして圧延停止とすることがある。スケールビット概略図を図2-2-9に示す。

現状では、スケール・ビットの清掃作業（水ぬき→スケール除去→外部搬送）を8時間おき（各班毎；処理量約5トン／班）に行っているが、スケール・スルースの出口付近がつまりることがある。（1ヶ月に1～2回停止。）将来、鋼塊量が増える場合を考慮してビットの型式を含めて検討を要する。



400 吨剪断机总图	比例	1:1
	材料	HT150
	重量	10000kg
	日期	1950.10.10

图 2 - 2 - 8 剪 断 机 (侧 面 图)

表 2-2-39 分塊工場設備仕様

(工場設置年月 1977年10月)

設 備 名		仕 様
均 熱 炉		
メ - カ -		
型 式		上部一方向焚
ホ - ル 数	ホール	6基×2=12 (常時使用 4基×2=8ホール)
炉 寸 法(幅×長×深)	mm	2,320×6,000×3,920
鋼塊装入量	t/ホール	30(平均)
生産能力(設計値)	t/年・ホール	50,100 (設計条件、熱塊装入75%、熱塊600℃)
鋼塊重量	t/ヶ	2.1~2.4
使用燃料		コークスガス
燃料低発熱量	Kcal/Nm ³	4,200
燃 焼 装 置		
バーナー個数(列数)		1×1
総バーナー容量	Kcal/h	5×10 ⁶
燃 料 流 量		
ブローモーター	kw	55、75
〃 容量	Nm ³ /h	4,950~12,250
〃 圧力	mmH ₂ O	1,465~1,480
耐 火 物		側壁：アルミニウム系レンガ、シリコン系レンガ 天井
炉 圧 制 御		手 動
煙 突		単 独
均 熱 温 度	℃	1,300±20
熱 交 換 器		
型 式		金 属 幅 射 式(二重内筒並流式) 内壁：1Cr18Ni19Ti(中国規格) 外壁：一般ボイラー材
内 径	mm	1,150
伝 熱 面 積	m ²	37.5
空 気 予 熱 温 度	℃	600~650

設 備 名		仕 様
予熱空気量	Nm^3/hr	4,500
最大燃ガス量	Nm^3/hr	7,700
予熱前ガス温度	℃	1,100
" 後 "	℃	700~800
予熱器内空気流速	m/sec	2
空気側圧力損失	mmH_2O	1,160
内 壁 温 度	℃	" 695、" 500
外 壁 "	℃	" 670、" 100
総伝熱係数	$Kcal/m^2h℃$	38.2
均熱炉クレーン		
トング部昇降		
起重モーター容量	kw	3.6 (AC)
" 回転数	rpm	582
起 重 量	t	5
起 重 速 度	m/min	18.2
昇降ストローク	mm	7,600 (FL+300~FL+7,900)
トング部開閉		
開閉モーター容量	kw	1.6
" 回転数	rpm	718
トング開度	mm	280~900
トング開閉速度	rpm	3.4
トング部旋回		
旋回用モーター容量	kw	8.8
" 回転数	rpm	965
トング回転速度	rpm	9.2
補巻(フック部)昇降		
起重モーター容量	kw	1.6
" 回転数	rpm	718
起 重 量	t	1.0
起 重 速 度	m/min	7.4
昇降ストローク		

設 備 名		仕 様
走行台車		
モーター容量	kw	88
" 回転数	rpm	722
走行速度	m/min	100
横行台車		
モーター容量	kw	13
" 回転数	rpm	725
横行速度	m/min	66.5
揚 蓋 機		
起重能力	t	20
" 速度	mm/sec	204
昇降ストローク	mm	160
走行速度	m/sec	2.5
走行用モーター	kw	5
インゴット輸送車		
型 式		
走行用モーター	kw	DC130
" 回転数	rpm	600
傾転用モーター	kw	22
" 回転数	rpm	700
走行速度	m/sec	2.5~5
輸送重量	t	1.2~2
対象鋼塊寸法	mm	380 [□] /320 [□] ×1,420~420 [□] / 470 [□] ×1,550
インゴット・ターナー		
型 式		
回転用モーター	kw	11
" 回転数	rpm	720
回 転 速 度	度/sec	90°/sec、180°/sec
ターナー前面テーブルローラー モーター	kw	11
" 回転数	rpm	690

設 備 名		仕 様
ターナー前面テーブル速度	m/sec	0.8
ローラピッチ	mm	550
" 胴長	mm	650
分塊ミル前面テーブル		
モーター	kw	11 (710 rpm)
ローラー回転数	rpm	112.3
" 周速度	m/sec	2
分塊ミル		
メーカー		瀋陽重型機械厂、上海
型式		二重可逆式
ロール径×胴長	mm	750×1,850
ロール軸受間距離	mm	2,350
ロール材質		60CrMn (鍛鋼)
上ロール・リフト		Max * 550 (リミット・スイッチ制限) (上ロールのみの作動ストローク 450)
主電動機		
型式		ZJD250/105-2
モーター	kw	DC2,800
回転数	rpm	0~62~120 (現状は上限100rpmに調整)
定格電流	A	4,000
オーバー能力		基本速度時：250% 最高速度時：170%
トルク	t·m	Max 120
圧下電動機仕様		
型式		ZDL-423/73
モーター	kw	DC200/300
回転数	rpm	500/750/1,000
圧下速度	mm/sec	60~120
圧下スクリューパーピッチ	mm	32
減速比		i=1/4.5
フィード・ローラー		
モーター	kw	50

設 備 名		仕 様
周 速 度	m/sec	1.5 / 2 / 3
ローラーピッチ	mm	550
マニプレーター		
モ ー タ ー	kw	60
回 転 数	rpm	577
カント速度	回/分	28
カント・ストローク	mm	550
カント用爪〜ミル中心距離 (ミル側付)	mm	2,175
最大矯正力	t	25
ミル前後面テーブル・ローラー		12組
モ ー タ ー	kw	125
回 転 数	rpm	585
ローラー回転数	rpm	159
ローラー周速度	m/sec	2.5
ローラーピッチ	mm	550
ロール組替装置		ロール交換方式
引 張 力	t	8.8
速 度	m/sec	0.041
ス ト ロ ー ク	m	4.8
剪 断 機		
メ ー カ ー		
型 式		開口下切式
剪断荷重	t	Max 400
剪断能力(材料厚×幅)	mm	240 ²
剪刃材質		6CrNiMo(中国規格)
刃 開 度	mm	290
上刃架台調整範囲	mm	50~250
上下刃クリアランス(水平方向)	mm	1~2
剪 刃 幅	mm	725
切 断 速 度	回/min	低速5.8(170 ^Φ 以上) 高速12(170 ^Φ 以下)

設 備 名		仕 様	
剪 断 温 度	℃	900以上	
メイン・モーター	kw	125(2台)	
回 転 数	r p m	588	
スクラップ台車			
モ ー タ ー	kw	22	
台車積載可重	t	5	
巻 取 り 力	t	4	
ワイヤーロープ移動速度	m/sec	0.43	
定 尺 機			
定 尺 範 囲	m	1.5~4.5	
アーム移動	mm/sec	73	
アーム昇降時間	sec	1(昇・降共)	
アームの開閉高さ (アーム下面~ローラーテーブル 上面)	mm	15~226	
チェーン・コンベアー		1 号	2 号
引 張 力	t	9	19
引 張 速 度	m/sec	0.95	0.4
モ ー タ ー	kw	45	45
コンベアー入口ローラーテーブル			
モ ー タ ー	kw	1.7	
速 度	m/sec	2.43	
ロ ー ラ ー (径×長)	mm	300φ×600	
ローラーピッチ	mm	800	
コンベアー出口ローラーテーブル			
モ ー タ ー	kw	1.5	
速 度	m/sec	2.38	
ロ ー ラ ー (径×長)	mm	300φ×1000	
ローラーピッチ	mm	800	
ブ ッ シ ャ ー			
推 力	t	7	

設 備 名		仕 様
速 度	<i>m/sec</i>	0.95
全ストローク	<i>m</i>	3
作動ストローク	<i>m</i>	1.7
モ ー タ ー	<i>kw</i>	4.5
回 転 数	<i>rpm</i>	577
結 束 機		
最大積載量	<i>t</i>	1.0
最大積載高さ	<i>mm</i>	700
ラ ッ ク 長	<i>mm</i>	6,500 (爪棒長 8,350)
走 行 速 度	<i>m/min</i>	2.8
モ ー タ ー	<i>kw</i>	2.2
回 転 数	<i>rpm</i>	1,430
適 用 長		ピレット長 $\leq 2.5 m$

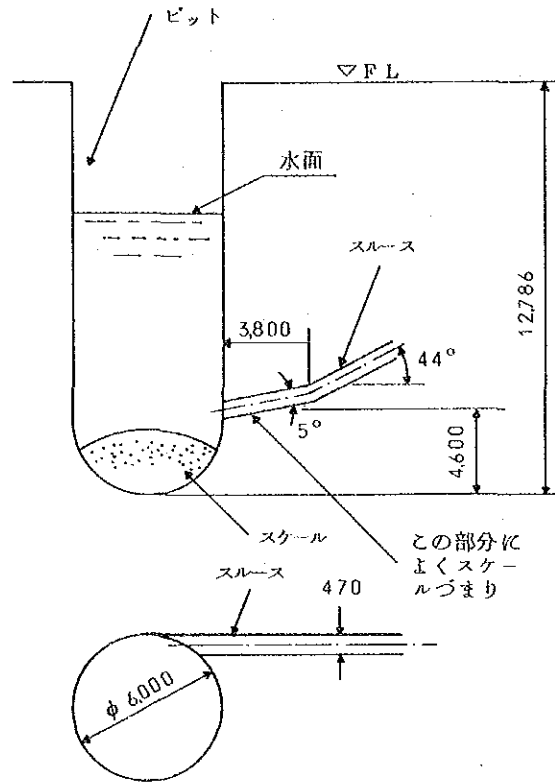


図 2-2-9 スケール・ピット

e. 班交替時の圧延停止

当分塊工場は、三交替勤務体制であるが、班交替時に、圧延を止めて（約30分）生産設備の点検をしている。この圧延停止が全体の約4%をしめる。当ロス分については、予防保全等により、設備の信頼性を上げていけば、ほとんど零にできる項目である。

② 歩止まり、合格率

分塊工場の歩止り、合格率の実績は表 2-2-40 の通りである。

表 2-2-40

	1984年	1985年
歩止り	84.7%	85.8%
合格率	99.9%	99.9%

表2-2-40は、他製鉄所から受け入れた鋼塊をもすべて含んだ数字であり、第2製鋼工場内の鋼塊で見ると、歩止りは87~88%と若干上がる。同様に合格率では99.8~99.9%であり上記とほぼ同じである。

1985年の歩止り85.8%の内訳は、圧延屑0.5%、切断屑11.2%、スケール損耗2.5%であり、切断屑の比率が大きい。

分塊工場のクロップ切り捨て基準を表2-2-41に示す。

現状では、ほとんどリムド鋼生産となっており、表2-2-41によるとクロップ率8~10%程度であるが、実情は、これより多めにクロップを切り捨てていることになる。(但し、第2製鋼工場内の鋼塊で見るとほぼ基準通りのクロップ切り捨てである。)分塊では鋼塊トップ圧延であり、先端クロップ切り捨て量は、鋼塊の造塊時パイプの大きさによってほぼ決定される。(パイプの大きさは製鋼工程でほぼ決まる)

後端クロップは、圧延材カットが定尺どり(1.5~4.5mの範囲)のため、良質切り捨て部が入ることがあり、長さもバラツキが大きいようである。

なお、現状では、鋼塊手入れをしておらず、分塊圧延された後の鋼片表面手入れをスカーフ、グラインダー等で実施しているが、その手入率は5~7%程度である。

表 2-2-41 クロップ切り捨て基準（業蕪技術標準）

区分	断面	アズ・ ロール (m)	クロップ切り捨て基準 (mm)			クロップ率 (%)	備考
			Top	Bot	計		
2.4トン リムド鋼	90 ²	39.0	1,800	1,500	3,300	8.5	
	110 ²	26.1	1,200	980	2,180	8.4	
	115 ²	23.9	1,100	900	2,000	8.4	
	150 ²	14.0	700	550	1,250	8.9	
	180 ²	9.7	450	400	850	8.8	
	200 ²	7.9	400	350	750	9.5	
	220 ²	6.5	300	250	550	8.5	
2.4トン キルド鋼	90 ²	39.0	150	4,800	4,950	12.7	対リムド鋼 + 4.2%
	110 ²	26.1	150	3,200	3,350	12.8	+ 4.4
	115 ²	23.9	100~ 150	3,000	3,100~ 3,150	13.0~ 13.2	+ 4.6 ~ 4.8
	150 ²	14.0	100~ 150	1,700	1,800~ 1,850	12.9~ 13.2	+ 4.0 ~ 4.3
	180 ²	9.7	100	1,200	1,300	13.4	+ 4.6
	200 ²	7.9	80~ 100	950	1,030~ 1,050	13.0~ 13.3	+ 3.5 ~ 3.8
	220 ²	6.5	80~ 100	900	980~ 1,000	15.1~ 15.4	+ 6.6 ~ 6.9

注1) 比重7.6とした

③ 原 単 位

分塊工場の1985年度1年間の原単位実績を表2-2-42にまとめる。

表 2 - 2 - 4 2

	燃料 (Cガス) Nm ³ /鋼塊T	電 力 kWh/鋼片T	水 t/鋼片T	ロ ー ル kg/鋼片T
原 単 位	147.22	51.46	2.91	0.25

燃料原単位をCガス含熱量が4,200kcal/Nm³として換算すると618.3
×10³kcal/鋼塊Tとなる。

参考として、日本の主要製鉄所の例を示すと表2-2-43の通りである。
表2-2-43で見ると燃料原単位は140~290kcal/トンの範囲であり、山
東萊蕪分塊工場の実績はほぼ2~4倍の数値であり改善の余地が大きいと
思われる。

電力原単位は日本の実績に比べ若干高いようである。

水原単位は日本の実績と照合すると比較的低いと考えられるが、ロール
原単位に逆に高い方である。詳細な調査はしていないが、主機の軸受等が
冷却水不足で損傷する等の事項から察すると全般的にロール冷却不足によ
りロール摩耗が比較的大きくなっていることが考えられる。

表 2-2-43 日本の主要分塊工場原単位

工場	原単位	均 熱 燃 料				電 力				水				ロ ー ル			
		$\times 10^3 \text{ kcal/鋼片 t}$				kWh/鋼片 t				t/鋼片 t				kg/鋼片 t			
		100	200	300	400	20	40	60	80	5	10	15	20	0.2	0.4	0.6	8.0
																	0.88
A				199				30.1				8.0					
B				149				29.6				11.2					0.15
C				229				35.0				1.4					0.13
D				268				54.2				7.4					0.06
E				215				25.7				4.7					0.08
F				206				36.2				6.5					0.06
G				286				48.9			29.1						0.04
H				149				29.5				11.5					0.02
I				140				50.9				0.8					1.4
J				202				38.2				0.13					0.2
K				211				39.7				0.1					0.4

(注) 1983年度のデータ

燃料原単位が高い理由としては、前述したように炉の稼働率が小さいことによる保熱ロス、鋼塊の低温化による顕熱ロスが大きいと考えられる。

当均熱炉には、燃焼管理用計測機器として、炉体温度計（熱電対）、炉内圧力計、燃焼空気流量計、燃焼ガス流量計、燃焼ガス圧力計、予熱空気温度計（出口、入口）等が設置されているが、排ガス温度計がついておらず、ガスの燃焼状態や熱交換器の熱効率を知る上でも是非設置すべきであろう。

なお、排ガスポートの出側を余熱ボイラー設備に結び、熱の有効利用を図っているが、蒸気圧が $1 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ 程度しか発生せず（必要量 $3 \sim 4 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ ）問題視されている。排ガス温度入口 800°C 、出口 200°C の設計であるが、排ガス温度を実測して現状を把握することから始めるべきであろう。

均熱炉の熱交換器（金属幅射式）を図 2-2-10 に余熱ボイラーを図 2-2-11 に示す。

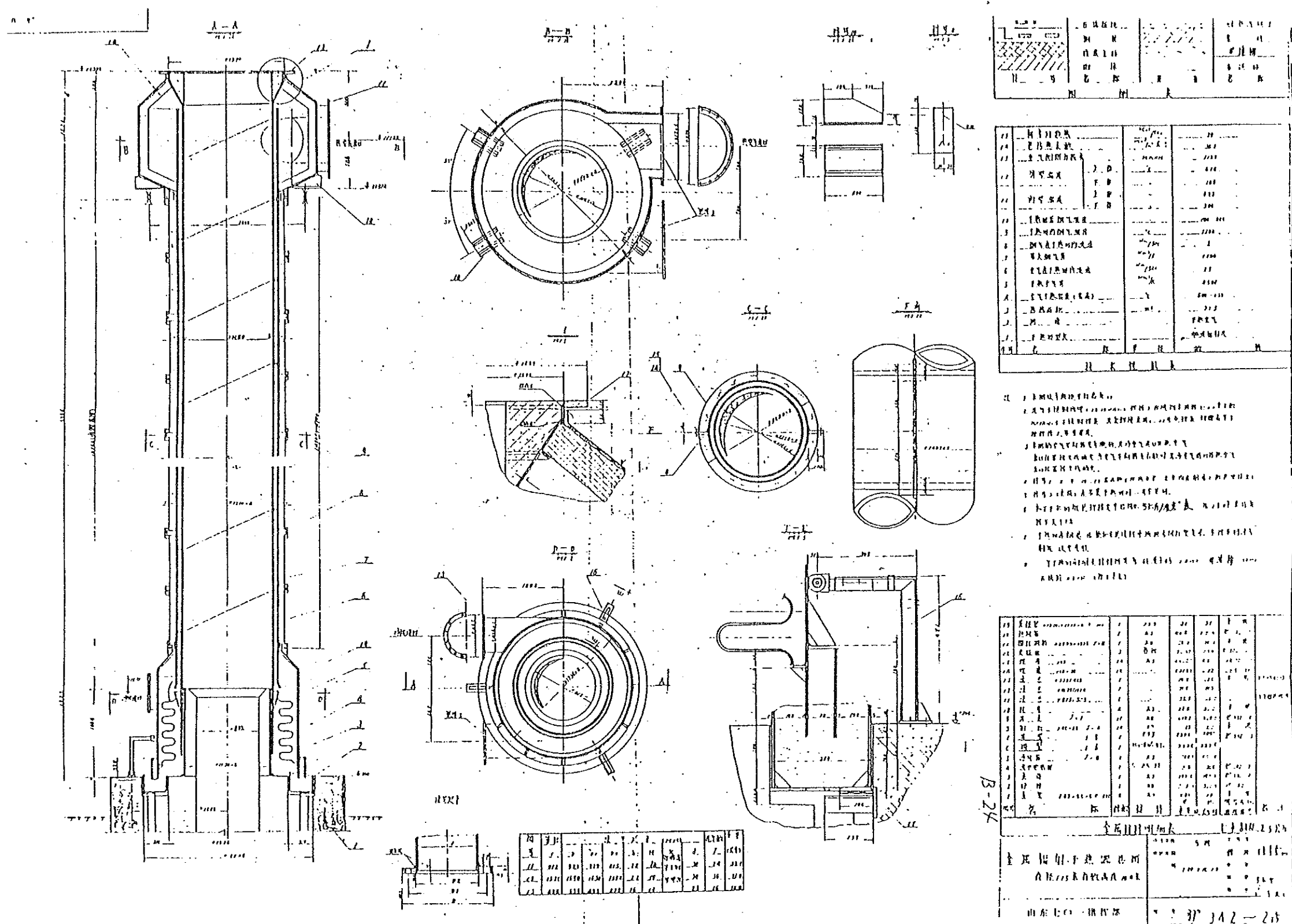


图 2-2-10 热 交 换 器

(3) 物流のネック

分塊工場内での物流を論じる場合、各設備の能力が問題となる。以下に各設備の能力調査結果を示す。

分塊工場の設備能力としては表2-2-44の数字が工場担当者より示された。

表2-2-44

項 目	能力 t/hr	備 考
均熱炉クレーン装入能力	93	○熱塊装入率75%、10ホール使用 ○50,000t/年/7,000hr/年=71
均熱炉能力	71	
均熱炉クレーン抽出能力	93	
ミル圧延能力	71	
剪断機能力	68	
積出し能力	80	

表2-2-44によると、生産ネックは剪断機ということになるが、実際は、均熱炉の能力が前述したように設計時の操業条件（熱塊装入率75%等）を満たしておらず、能力は上記よりも小さくなっている。

1985年の分塊工場の年産鋼塊量は20.5万トン、作業時間は6,977時間、圧延時間は、2,875時間であるから1年間の生産能率は次の通り。

作業時間当り：29トン/hr

圧延時間当り：71トン/hr

均熱待ちが均熱能力不足によるものとする、実際の均熱炉の能力は次の通りであったことになる。

$$\frac{20.5 \times 10^4 \text{ t}}{(2,875 + 2,237) \text{ Hr}} = 40 \text{ t/Hr}$$

但し、2,237 Hr は、均熱待ちによる操業停止時間

$$(6,976 \text{ Hr} \times 0.321 = 2,237)$$

即ち、実情は、分塊工場内では、均熱炉がネックである。

分塊工場に至るまでは、造塊ヤードから分塊ヤードに鋼塊を搬送する能力が問題となる。この問題は後述する。

2-2-3 熱 延 工 場

現在、第2製鋼分塊工場の下流に熱間圧延工場を建設中であり、1987年中頃稼働の予定である。

当熱間圧延工場は、中国のオリジナル設計によるものであり、その設備仕様を表2-2-45にまとめる。

稼働後に予想される諸問題については、第3章3-5-4で述べることにする。

表2-2-45 将来新設工場、熱圧工場設備内容

設 備 名		設 備 内 容
素材受入設備		
鋼種別素材サイズ (断面寸法×長さ)	mm	80~110×220~380×4,000~ 4,750
素材単重	kg/m	10
荷役設備		
ヤード面積	m ²	3,672
加熱炉		
メーカー		瀋陽重型機械製造廠
型式		ブッシャー、エキストラクター
台数		1
炉内幅	m	10,440
炉長	m	13,996
能力	t/hr	67.8
燃料種類		Mガス(1,800 Kcal/Nm ³)
粗スケール・ブレーカー		
メーカー		瀋陽重型機械製造廠
型式		堅型ロール(650φ×300ℓ)
スプレー圧力	kg/cm ²	—
スプレー量	ℓ/min	—
粗圧延機		
メーカー		瀋陽重型機械製造廠
型式		2段圧延機

設 備 名		設 備 内 容
台 数		4
ロール径×胴長	mm	520~560φ×560ℓ
圧 下 力	t	
		R 1 R 2 R 3 R 4
圧 延 速 度	m/min	42.0 52.8 93.0 154.8
電 動 機 出 力	kw	800 800 800 800
減速機、減速比		26.4 21.0 11.9 7.2
ロール冷却設備		
圧 力	kg/cm ²	6~8
水 量	t/hr	—
ヘッダー位置		—
ロール材質		合金鑄鉄
エッジャー		
メーカ		瀋陽重型機械製造廠
型 式		立型ロール
台 数		1 (R2・R3間)
ロール径×胴長	mm	500~550φ×300ℓ
圧 下 力	t	40
電 動 機 出 力	kw	180
減速機、減速比		20
ロール材質		合金鑄鉄
仕上圧延機		
クランプ・シャー		
メーカ		瀋陽重型機械製造廠
型 式		フライングシャー
バ ー 速 度	m/s	0.8~2.0
剪断能力(バー厚×幅)	mm	14~25×190~360
仕上スケール・ブレーカー		
メーカ		瀋陽重型機械製造廠
型 式		高 圧 水
スプレー圧力	kg/cm ²	150 kg/cm ²

設 備 名		設 備 内 容																					
スプレー量	ℓ/min	920																					
仕上圧延機																							
メーカー		瀋陽重型機械製造廠																					
型式		4段ロール																					
台数		6																					
ロール径×胴長	mm	<table border="0"> <thead> <tr> <th></th> <th>WR</th> <th>BUR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F1</td> <td>320~340×520</td> <td>520~560×560</td> </tr> <tr> <td>F2</td> <td>" × "</td> <td>" × "</td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td>295~305× "</td> <td>" × "</td> </tr> <tr> <td>F4</td> <td>" × "</td> <td>" × "</td> </tr> <tr> <td>F5</td> <td>" × "</td> <td>" × "</td> </tr> <tr> <td>F6</td> <td>" × "</td> <td>" × "</td> </tr> </tbody> </table>		WR	BUR	F1	320~340×520	520~560×560	F2	" × "	" × "	F3	295~305× "	" × "	F4	" × "	" × "	F5	" × "	" × "	F6	" × "	" × "
	WR	BUR																					
F1	320~340×520	520~560×560																					
F2	" × "	" × "																					
F3	295~305× "	" × "																					
F4	" × "	" × "																					
F5	" × "	" × "																					
F6	" × "	" × "																					
圧下力	t	F1・2 F3~F6 255 200																					
圧延速度	m/min	F1 72~180 F2 115~228 F3 165~414 F4 217~542 F5 273~683 F6 324~810																					
主電動機出力	kw	F1~F6 1,250																					
AGCの型式		F3~F6																					
張力制御方法		ル - パ -																					
ルーパーの型式		電動ルーパー																					
圧延中クラウン制御方法																							
圧下装置																							
		F1 F2 F3 F4 F5 F6																					
ロールリフト	mm	60 60 60																					
昇降速度	mm/sec	1.0 1.0 1.0																					
圧下モーター出力	kw	-																					
スクリューパーピッチ	mm	-																					
ロールベンダー																							
設置スタンド		-																					
能力	t	-																					
ロール冷却設備																							
圧力	kg/cm ²	6~8																					
水量	t/hr	-																					

設 備 名		設 備 内 容
ベッダー位置		—
ロール材質		W R F 1、F 2 F 3～F 6 B U R 合金鍛鋼 合金鋳鉄 鍛 鋼 鍛 鋼
ホット・ランテーブル上冷却設備		
型 式		空 冷
冷 却 能		—
捲 取 機		
メ ー カ ー		瀋陽 重型機械製造廠
型 式		緊 型 (アッブエンドコイラー)
巻取能力 (コイル厚×幅)	mm	2～7×183～360
コイル内径	mm	500
コイル最大外径	mm	1,350
重 量	t	2
圧 延 寸 法		
板 厚 (最大/最小)	mm	2.0 / 7.0
板 幅 (")	mm	200 / 353
最大コイル単重	kg/mm	10
スリッターライン		
メ ー カ ー		瀋陽 重型機械製造廠
板 厚	mm	1.2～4.0
板 幅 (素 材)	mm	183～353
(製 品)	mm	65～345
内 径	mm	500
外 径	mm	800～1,350
単 重	kg	700～2,000
スリット条数		1～4
剪 断 速 度	m/sec	0.5～1.5
材 質		TS ≤ 62 kg/mm ² YP ≤ 52 kg/mm ²

2-3 第1製鋼工場の現状と問題点

萊鋼第一鋼廠は小型電気炉3基を主体とする製鋼及び圧延設備を備えた、特殊鋼生産を主体とする工場である。

今回特に萊鋼側の要求により特殊鋼生産の製鋼部門についての近代化計画案を検討し報告することとした。

2-3-1 現在の設備と生産状況

設備状況

〔電気炉〕

項目 \ 炉別	1	2	3	4
公称容量(トン)、(実装入)	5(15)	5(15)	5(15)	5(15)
電炉型式	炉体交換	炉体交換	炉体交換	炉体交換
変圧器容量(MVA)	4,000	4,000	4,000	5,000
冷却方式	油強制水冷	油強制水冷	油強制水冷	油強制水冷
一次電圧(V)	6,300	6,300	6,300	6,300
最高二次電圧(V)	240	240	240	250
最大許容電流(A)	10,000	10,000	10,000	10,000
電極制御方式	アンブリダイン	サイリスタ	サイリスタ	サイリスタ
黒鉛電極、直径(mm)	300	300	300	300
炉殻直径(mm)	3,500	3,500	3,500	3,500
炉殻水冷壁高さ(mm)	800	800	800	800
炉蓋レンガ積方式	人字形	人字形	人字形	人字形
電極中心円径(mm)	900	900	900	900
炉蓋アーチ高さ(mm)	620	620	620	620

耐火物 炉床、炉壁 鉍産マグネシア、ピッチボンド煉瓦積
 炉蓋 二級高アルミナ煉瓦、耐火度 1,770℃
 水冷 炉外壁 スラグラインより800mmの高さまで炉殻外水冷
 炉蓋 周囲リングと電極孔のみ水冷

〔造塊〕

8本又は12本立下注上広鋼塊(425kg)

鑄 型 普通鑄鉄製

鋼塊頭部保温 熱絶縁板使用

操 業 状 況

〔電 気 炉〕

原 料：鋼屑 自社発生屑、他工場発生屑、民間発生屑。他工場発生屑は大形でスラグ等の附着が多く製鋼用に用いるためには選別、及び寸法調整等の処理が必要である。

石灰 自社生産品を使用

製 鋼 時 間： 出 鋼 間 隔 4 時 間 1 9 分
溶 解 時 間 2 時 間 1 5 分
酸 化 精 錬 1 時 間 8 分
還 元 精 錬 5 6 分

月間チャージ数 460チャージ(3炉合計)

炉 体 寿 命 炉 体 5 9.6 回
炉 蓋 8 4.0 回

操 業 原 単 位 電 気 炉 用 電 力 7 1 9.6 5 ㎾ / t
製 鋼 総 電 力 8 6 6 ㎾ / t
電 極 8.6 5 kg / t
マ グ ネ シ ア 修 理 材 4 4.3 4 kg / t
酸 素 3 1.3 m³ / t
フ ェ ロ シ リ コ ン 8.5 kg / t
フ ェ ロ マ ン ガ ン 1 0.0 kg / t
生 石 灰 6 8.6 kg / t
螢 石 1 0.0 kg / t
廃 レ ン ガ 5.0 kg / t
酸 素 3 1.2 7 kg / t
石 炭 2 0.1 kg / t
耐 火 物 炉 体 5 1.0 4 kg / t (5 9.6 回)
炉 蓋 8.5 3 kg / t (8 4.0 回)
補 修 マ グ ネ シ ア 4 4.3 4 kg / t

	鑄	型	18.17 kg / t (67回)
	用	水	18.07 m ³ / t
生	産	年間	68,471.23 t (約4,565チャージ、鋼塊重量)
鋼	種	全量キルド鋼	
		普通炭素鋼	9,923t 14.4%
		管材用炭素鋼	12,414 18.0
		高級炭素鋼	11,211 16.3
		合金構造用鋼	9,627 14.0
		チタン入合金鋼	8,176 11.8
		軸受鋼	9,600 10.0
		異形棒鋼用材(P.C用)	9,641 14.0
		ボロン入構造用鋼	258 0.4
		その他	686 1.3
		合計	71,536 100.2(溶鋼重量)
推	定	製鋼歩留	93.7%
		造塊歩留	98.5%
		鋼塊合格率	98.51%
		鋼屑→鋼塊歩留	90.90%

作業状況

1. 原料

顔庄駅(工場から6.7km)に10万m³のスクラップ置場があり他工場発生屑、民間発生屑の受入場となっている。スクラップ剪断機とガス切断の設備がある。ここで精整された鋼屑はトラック輸送により、電気炉工場周辺の鋼屑置場に搬送される。自社発生屑は、直接電気炉工場周辺の置場に搬入され、ガス切断で装入可能な形状にしている。

鋼屑のカサ比重は、0.6~0.8t/m³であるが、スラグや土砂の附着が多く低級の鋼屑と判断される。

2. 生石灰

自社内の石灰焼成炉で作られたものを用いているが、焼成が不完全で有効石灰分が非常に低くCaO分が80%である。炉前に置かれた生石灰サイズが

非常に大きく、特殊鋼精錬用として不適切な状態である。

3. 副 原 料

合金鉄は成分的には悪くないが、工場搬入時のサイズは過大である。

4. 電 極

原料は石油コークスによる人造黒鉛で、山東省内で生産されたものが用いられている。原単位から判断して、あまり良質でない。継手及び電極本体は、炉の傍に梱包なしで積まれて居り、部分的にネジ部の損傷が生じている。接続は炉頂で行なわれているが、溶解通電中に接続部のゆるみも生ずるなど操業的に改善すべき点がある。

5. 溶 解 作 業

電極はサイリスタ制御を採用しアークの制御は良い、集塵装置の無い炉で通電開始後30分に酸素を吹込んでいるため、工場内に粉塵の堆積が多く、炉から火や煙の噴出が見られる。狭い炉内に大電力と酸素を投入しているのでスラグライン上部の壁の損傷が甚しく耐火物原単位が著しく多くなる要因となっている。

6. 精 錬 作 業

投入する造滓材や合金鉄のサイズが大きいため、作業時間を長くし、合金鉄歩留を低くし、スラグラインの損傷を大きくしている。炉の密閉状況も炉殻の変形が甚しいために悪く、良い精錬結果が得られない要因となっている。酸化精錬は酸素ガス吹込と鉄鉍石投入の併用である。

還元精錬は鋼種によって異なるがスラグに、コークス粉及びフェロシリコン粉を投入し拡散脱酸を行ない、炉中にフェロシリコン及びフェロマンガシとアルミニウムによる強制脱酸も併用している。

炉中の攪拌、試料採取、除滓は人力で行ない測温は熱電対と試料の凝固状態を秒時計で計る方法を用いている。

7. 分 析

化学成分の判定は分光スペクトル計気体燃焼式分析計を用いている。

8. 造 塊

造塊はすべて小型上広鑄型を下注ぎで行なっている。

出鋼後4～8分間脱酸鎮静のため取鍋は、注入管上で待機する。注入時間

は120～200秒で行なわれ、頭部注入は約70秒の時間をかけている。

鋼塊の鑄込高さは1,200_{mm}で頭部の収縮高では70～80_{mm}である。

押湯保温は熱絶縁板を鑄型頭部に挿入する方法で頭部はほぼ平滑な形状で凝固している。

定盤及び鑄型準備及び型抜きはすべてクレーンと人力で行なわれている。

鋼塊の表面手入は400_{mm}径のグラインダーを用いて行なう。

9. 耐火物

炉用耐火物は、マグネシア質である。原料は掖県のMgO83%のマグネサイトである。サイジングしたマグネシアは無水ビッチとまぜた上フリクションプレス成型されたものである。炉壁、炉床共この材質が用いられている。

炉蓋用耐火物は二級アルミナ質耐火物YB398-63用いられている。

Al₂O₃の成分は55～65%で耐火度1,770℃、気孔率は23%以下である。

取鍋用耐火物は高アルミナ質煉瓦を用いているが高アルミナスタンプ材の使用を考慮中である。造塊用煉瓦は山東省の耐火材料廠製YB393-63のシヤモット質煉瓦が使用されて居る。Al₂O₃は36%以上、耐火度は1,690℃以上気孔率は17～24%である。

10. 第一製鋼工場側から提示された問題点

圧延と製鋼の生産能力を比較すると製鋼能力が低い、軸受鋼、歯車用、鋼管材用鋼の需要が多く、品質面でも内部、表面、何れも要求が厳しくなっている。設備が古く劣化が著しいこと、技術レベルが低く製造品種の拡大と品質向上の要求に応ずることが困難である。山東省の機械工業が発達して特殊鋼の需要が増大しているが現状ではその需要を満足させることがむづかしい。

2-3-2 調査結果による問題点

電気製鋼炉を中心とした特殊鋼工場としてはまず

設備容量が小さく旧式設備であるために精錬を実施する上で、非常に問題が多いことがあげられる。

特殊鋼の場合は、精錬反応の制御が要求されるが、そのためには

1. 炉体構造を強化し炉内雰囲気制御を行う必要がある。
2. 炉内容量を増大して、精錬反応の温度制御を容易にすべきである。

工場全体の能率改善のためにも、製品の品質向上のためにも設備更新及び設備の大型化は、緊急に実施しないと特殊鋼生産工場としての役割を維持出来なくなる。詳細は以下に記す。

〔 原 料 〕

1. 鋼屑処理の設備不足

現在、他工場発生屑を年間約1万トン受入れているが、貯蔵状況を見ると非金属質の附着物が多く且つ形状が大きい。

顔庄駅にある鋼屑置場では剪断機の新設等の設備能力の増強は進められているが、炉の装入バケットでの鋼屑を見ると処理が不十分と考えざるを得ない。現有の電気炉の形から最適鋼屑サイズは50mm最大とすべきであり、切断能力を増強し、附着するスラグや砂の除去を進める必要がある。

2. 生石灰焼成設備

使用されている生石灰はCaO分80%で加熱減量が20%という品質である。通常の良い石灰岩を原石と考えれば、焼成度は約50%程度であり、電炉に投入すると著しい吸熱が起り、スラグの溶解時間が長くなると同時に溶鋼の温度が低下する。その上、サイズが不同で、大きいものは150mm角に達するものがあり、電炉作業者が割りながら使用しているが、装入作業能率を低下させ、炉中での溶解時間も長くなり、精錬時間を延長させている。

3. 合金鉄等のサイズ

炉前に仮置きされた螢石や合金鉄の大きさは不同で相当大きなものがある。小型電気炉で使用する装入物は30mm以下が理想的である。サイズが不同の場合は、装入時の秤量にも不便であり、炉中へ投入しても空気による酸化が多く、歩留が安定しない。螢石は特に大きな形状のものを使用すると炉内の高熱で破裂飛散し、炉壁の溶損を増大する。

4. 電 極

使用状況から見て酸化消耗が早く機械的性質も良くない電極製造工程の技術的な改善に加えて、気孔率を減らし大電力操業に耐えられるピッチ含浸等の方法による品質向上を行なう必要がある。

なお電気炉近くの置場は、整然と整理し使用前の損傷を防ぐ方法をとる必要がある。

5. 耐火材料の原料（炉体用煉瓦）

鉱山からのマグネシアが使用されているが、炉用耐火物としては非常に低品質である。高純度の海水マグネシアを粒度調整して高温焼成した煉瓦を用いれば、炉床の消耗は激減し、5,000～10,000回の使用も可能となる。

〔設 備〕

1. 炉 体

水冷が不十分であり、炉殻構造が変形しやすいため、著しく変形している。

2. 炉 蓋

煉瓦のアーチ構造であり損耗が早い。水冷構造とすれば炉蓋補修の作業は皆無となる。煉瓦炉蓋では煉瓦が消耗してくると炉の温度調節と精錬がやりにくくなる。

3. 炉 の 大 き さ

精錬の際、溶鋼の量は精錬作業を安定させる上で大きな要因となる。溶鋼量が少ないと、例えばガス攪拌等の精錬を実施しても溶鋼の熱含量が少ないため、温度低下により予期した精錬効果が得られない。最低30トンの容量が望ましい。

4. 造 塊

小型上広鑄型の定盤直置き作業で問題となるのは、鑄塊型抜き時の湯道切断である。人手でガス切断する方法はあるが湯道の動きによっては怪我の発生率が大きな作業である。

取鍋に使用されているスライドゲートは済南で作られた煉瓦が用いられ、1チャージ毎の取替作業としては成功しているが煉瓦材質の面でもう一步の向上が望ましい。

5. 測 温 設 備

浸漬式熱電対が用いられているが、計器の故障が頻発し、常時使用の状況にない。代わりに秒時計で溶鋼試料の凝固皮膜生成時間を測定して温度の推定を行なっている。特殊鋼精錬の場合温度は精錬反応及び介在物除去に対する非常に重要な要因であり、常時測温計を使用して鋼浴の温度を知ることが出来る体制を作る必要がある。

6. 集塵設備

電気炉での溶解初期や酸素ガス吹込による酸化精錬を行なう際の炉からの酸化鉄を主体とする粉塵発生量は非常に多く、1チャージ当たり200kg以上になる。作業環境の改善と、清浄鋼の品質向上の面から、集塵設備の設置を考慮する必要がある。

〔操業〕

1. 作業環境の整理

電気炉に集塵設備が無いことと造塊作業場の定盤から発生する屑の清掃が行われていないため粉塵と煉瓦屑や湯道の錆が工場内に堆積して環境が非常に悪い。

集塵設備が無い場合は、堆積粉塵から設備を守るためにも余分に清掃作業を実施する必要がある。電気炉設備に粉塵が堆積すれば電力供給設備では絶縁不良や異常電流による二次導体機器の損傷が多発する。又、炉蓋に堆積すれば、煉瓦の上面からの熱放散が阻害され、炉蓋煉瓦の寿命を短かくすることもよく知られている。更に造滓用生石灰や螢石に堆積した粉塵は、スラグで拡散脱酸を行なわせる場合に余分な酸化鉄が造滓剤中に混入されることとなり、還元精錬を阻害する。

定盤屑の散乱は作業する人が歩く障害となり、定盤に鋳型を設置する場合に煉瓦屑が定盤と鋳型の間に狭まって定盤からの湯洩れを生ずる場合もある。

2. 電極置場の整備

電極は黒鉛を成型焼成した製品であり、製鋼における作業機器が接触すると容易に損傷を受ける。特に継手は外面にネジがつけられているのでこわれやすい。溶解作業中に電極に事故が生じないようにするためには、貯蔵中の電極本体と継手は保護を十分にする必要がある。そのため、特に電極用の置場を設定して作業機器と接触しないようにし、継手の場合は1箇つつ紙函に入れ使用時に取り出して使用する等の配慮が必要である。

3. 酸化精錬

脱リン及び脱炭のための酸化精錬では現在、酸素源として鉄鉱石と酸素ガスを併用している。脱リンのために鉄鉱石を用いる方法は以前には広く行なわれていたが、最近では酸素吹込のパイプの角度調節とスラグの塩基度調整

が良く出来れば酸素ガスだけで十分脱リンが進むことが判明して居る。酸素ガスによる酸化精錬は時間的に早く行なわれるので、酸素供給が十分出来るようにすることが望ましい。

4. 還元精錬

二次精錬設備が無い現状ではスラグによる拡散脱酸も有効な方法である。しかし、還元スラグの調整には長い時間が必要であり、精錬効果の良いスラグを炉中に維持するには細心の注意とスラグの状況判断の技術が必要となる。

現状のスラグによる拡散脱酸を効率よく短時間に実施するためには

炉体の密閉を完全に行なえるようにする。

造滓材の品質向上と装入サイズの調整（最大寸法を50 mm以下とする。理想的には30 mm以下が望ましい。）

合金鉄の装入サイズを50 mm以下にする。

スラグ中のFeO%を下げる努力をする（目標1.5%以下）

スラグ融点低下のための螢石添加を減らし、耐火物によるスラグ成分の変化を少なくする。

等の改善が必要である。

何れにしても、現状のスラグによる拡散脱酸には高度の精錬技術が要求されるし、電気炉の生産性を著しく低下させる要因となる。

5. 造塊

上広小型鋼の下注ぎを一つの作業場で行なっており、湯道発生屑の処理が良くないために作業を円滑に行なうことが困難となっている。

鑄型は寸法が小さいため、内面の清掃、研削が行なわれず、鋼塊の表面性状向上がむづかしい。

型据えが定盤の上へ直接鑄型を設置する方法で行なわれているため、鋼塊と湯道の分離がやりにくい。作業的にも危険の多い仕事であり改善の必要がある。

鑄型材質は、普通鑄鉄が使用されて居り鑄型内面に微細割れが発生しやすい。黒鉛球状化鑄鉄に変更して鋼塊表面性状の向上と、鑄型寿命の延長を計るべきである。

第3章 工場近代化計画

第3章 工場近代化計画

工場近代化計画の前提条件

山東萊蕪鋼鉄廠は建設当初製鉄能力80万t/年、転炉製鋼能力50万t/年、電気炉製鋼能力5万t/年、圧延鋼材43万t/年として設計されたが、実際には建設中止や操業停止とがあり、生産工程は製鉄と製鋼との能力アンバランスが認められる。又、工場敷地が1,111万 m^2 と広大であり、かつ工場が分散立地しており生産効率を上げにくいという実情もある。

山東萊蕪鋼鉄廠は、大きく第一製鉄・第一製鋼工場、第二製鉄・第二製鋼工場に区分できるが、前者は100 m^2 高炉、5トン電気炉及び年産1,500トン～8万トン能力のピレット、丸鋼、帯鋼、小径管の生産工場を有しており、後者は620 m^2 高炉、25トン転炉、及び年産約30万トン能力の分塊工場を有している。

上記より分かるように第一製鉄・第一製鋼工場は相対的には、設備が小規模の多品種生産工場であり、第二製鉄・第二製鋼工場は設備が比較的大規模の小品種生産工場といえることができる。1985年度の萊蕪鋼鉄廠の生産フローを図3-1-1に示す。

これらの工場の実情と工場側からの提案を受けて調査団側は以下の見解を示し、工場側より承認を得た。

- 萊蕪鋼鉄廠は第1製鉄・製鋼工場と、第2製鉄・製鋼工場とに区分して考えるべきであり、第1は特殊鋼を指向し、第2は普通鋼生産を指向するとの位置付けを行うべきである。
- 生産工程のアンバランスを解消し、生産能力の拡大を図るためには、第2工場の改善に重点を置くべきである。
- 近代化計画の調査範囲は、第2製鉄・製鋼工場としてその対象工程は、焼結、製鉄、製鋼、造塊、圧延、検査工程とする。

現在、工場側は独自に第2製鉄・製鋼工場に750 m^2 高炉増設、25トン転炉増設、熱延工場新設等の具体的な計画を有しており、一部は実施中である。当計画及び建設をベースとして、近代化計画を策定する。なお工場側は、設備は新設よりも改造を優

先させるという大原則を有しており、これらを充分勘案するものとする。

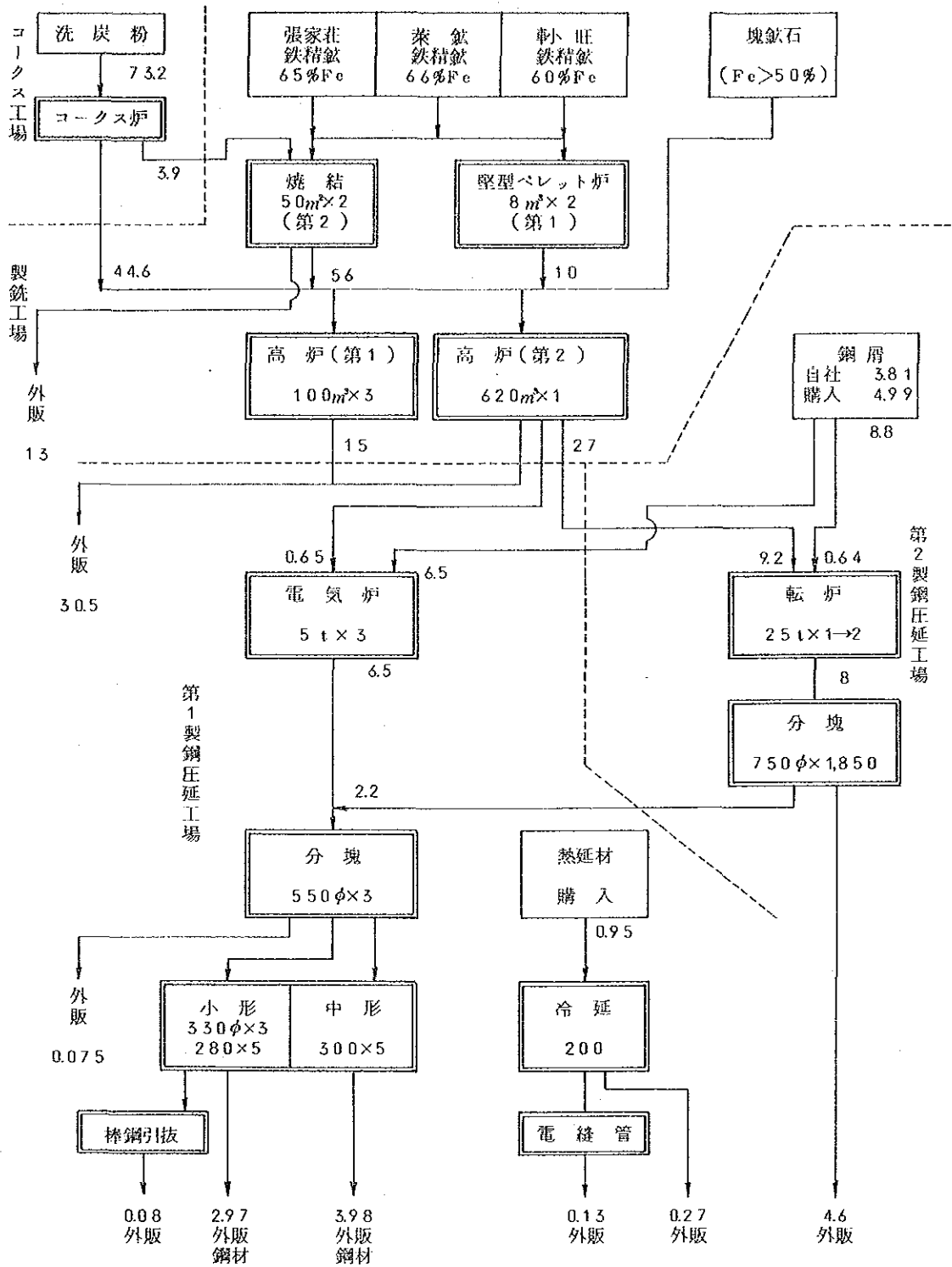
以下に、工場近代化計画を進めていく上での前提となる基本事項を述べる。

3-1 生産計画

1990年度までに工場近代化を実現するとの工場側意向を受け、調査団側が作成した生産計画を生産フローと共に図3-1-2に示す。

この骨子は次の通りである。

- (1) 生産計画は、第2製鉄・第2製鋼工場について行う。
- (2) 現在、工場側が有している750 m^3 高炉増設、620 m^3 高炉の750 m^3 への改造、25トン転炉の増設(2基→3基)、年産能力30万トンの熱延工場新設計画は、当近代化計画の中にそのまま取り入れる。
- (3) 生産量の目標は、粗鋼年産77万トンを中心とし、高炉生産94.5万トン、中形圧延製品34.7万トン、熱延鋼板25万トンを基本とする。
- (4) 中形工場に素材を供給するための連続鑄造工場を新設する。
- (5) 熱延工場の下流には、鋼板加工工場を設ける。具体的には造管工場、冷間成形工場、冷延工場であり、各工場の生産量は山東萊蕪鋼鉄廠の意向を確認して決定した。



枠外数字は、万t/年を示す

図 3-1-1 萊蕪鋼鐵廠の生産工程 (1985年)

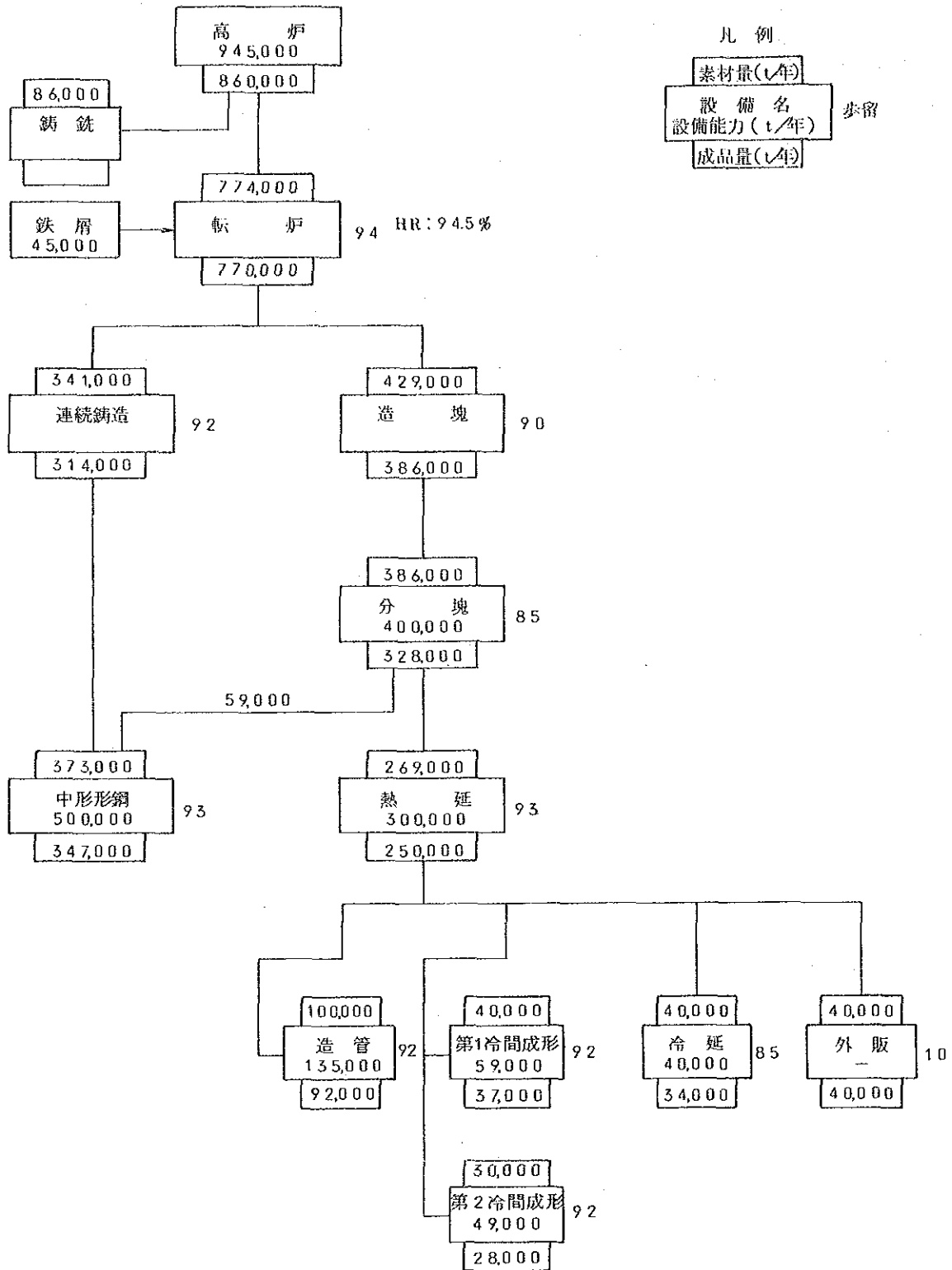


図 3 - 1 - 2 生産工程図 (1990年)

3-2 対象品種

1990年度における各工場の対象品種を表3-2-1に示す。対象品種は、大部分が工場側の当初の意向を取り入れたものであるが、一部は決定までに工場側と調整を要したものもあった。品種選択の考え方は次の通り。

3-2-1 分塊工場

熱延向スラブと形鋼向けブルームとを供給する。

前者は工場側の計画通りスラブ断面80～110厚×220～380幅とし、後者は、新設予定の連続鋳造ブルーム180×220と同一として素材の共用を図った。

3-2-2 中形工場

条鋼系列の製品で年産約40万トン第2製鋼内の単一工場生産しようとするものである。これらの生産量を確保するには、断面積の大きい製品サイズの方が、生産能力が高くなり有利であること、将来的に中国における土木、建築用資材としての需要に応じられること、生産がしやすく、素材共用面で有利なこと等と共に山東萊蕪鋼鉄廠の希望品種を考慮してH100×100～H200×200に相当するジュニアサイズのH形鋼を主とし、これと同程度の断面寸法を有する山形鋼、溝形鋼をも加えた対象品種とした。また、対象鋼種は、用途として一般の土木、建築用として広範な需要が考えられることより、一般構造用圧延鋼材に限定した。

3-2-3 熱延工場

冷延工場、溶接管工場、冷間成形工場向けの熱延コイルを製造するため、鋼種、サイズはこれらによりほぼ決まる。外販用には、圧延軟鋼板を選定する。

3-2-4 溶接管工場

溶接管工場の素材は熱延工場又は冷延工場から供給される鋼板を使用し、これらの鋼板幅サイズより管径Max 114.3φとなる。管径Min 21.7φは工場側と協議の上決定した。対象鋼種としては、中国での需要が多く見込めることと、生産のやりやすさを考慮して、一般配管用(ガス管、水道管など)に限定した。工場側としては、高圧ボイラー管、油輸送管等をも対象鋼種としたい旨であったが、製鋼、圧延での高度の技術を要することにより、当面上記鋼種で近代化を進めることにする。将来、製鋼工場の二次精錬の安定化及び熱延工場の冷却能力増強が実施され安定生産の態勢が整った後にボイラー管、油輸送管を生産開始するものとする。

3-2-5 冷間成形工場

冷間成形工場では、リップ溝形、溝形、山形鋼の軽量形鋼と共にデッキプレートを対象品種とする。これらの品種は、萊蕪鉄廠の意向にほぼ沿って策定したものであり、素材として熱延工場又は冷延工場から供給される鋼板を使用するので、製品サイズは表3-2-1に示す通りとなっている。一部、形鋼工場の製品サイズと外形寸法が同じものがあるが（例えばL 150 × 150）形量形鋼の方が厚みが薄く、用途もこれに応じて強度を要しない部分の建築用副材などに使用されることになろう。デッキ・プレートは自動車の車体等に使われ、これから需要の増大する品種と考えられる。

これらより考えて鋼種としては、圧延軟鋼帯又は一般構造用に限定した。

3-2-6 冷延工場

熱延工場より供給されるホット・コイルを冷延鋼板にするものであるが、外販用冷延コイルと共に、次工程の造管工場、冷間成形工場用コイルも製造する。

冷延帯鋼は上記より供給される熱延帯鋼の幅Maxにより制限を受けるためMax 353mm幅である。一方、厚みは6Hi圧延機採用による形状制御性向上等を考慮して板厚はMin 0.2mmとした。

3-3 その他

3-3-1 資材調達

工場近代化計画を図っていく上で、設備改造又は新設に必要な資材は中国国内で調達可能とする。

3-3-2 人員計画

萊蕪鋼鉄廠における現工場の人員削減合理化の問題については工場側の政策的な面もあり、検討は省略することにする。新設工場の人員計画については、日本国内で考えられる程度の参考値を示すこととする。（表3-3-1）

表 3 - 2 - 1 圧延工場別製品サイズ (1990 年度)

圧延工場	生産能力 (t/年)	圧延量 (t/年)		素 材	製 品	製品別生産量 (t/年)	規 格	備 考
		素材ベース	製品ベース					
分塊工場	400,000	386,000	328,000	鋼塊	スラブ (80~110)×(220~380) ブルーム 180×220	269,000 59,000	熱延外販、冷延、冷間成形、溶接管向 形鋼向	
形鋼工場	500,000	373,000	347,000	CC BL 180×220 分塊 BL 180×220	H 125×125 H 175×90 L 150×150 [200×80	174,000 104,000 69,000	一般構造用圧延鋼材 SS41	
熱延工場	300,000	269,000	250,000	分塊スラブ (80~110)×(220~380)	(2.0~7)×(200~350) (2.0~4)×(220~350) (2.0~6)×(65~360)	40,000 40,000 100,000 70,000		熱間圧延軟鋼帯 SPHC (外販用) " SPHC (冷延向け) 溶接管向け 冷間成形向け
冷延工場	43,000	40,000	34,000	熱延帯鋼 (2.0~4.0)×(150~353)	(0.2~2.0)×(150~353)	34,000	冷間圧延鋼帯 SPCC	
第一冷間成形工場	42,200	40,000	37,000	熱延帯鋼 冷延帯鋼 (2.3~6.0)×(90~350)	リップ溝形 60×30×10×23~150×75×25×4.5 溝形 150×50×32~150×75×4.5 山形 50×50×23~150×150×6.0	18,500 9,250 9,250	一般構造用軽量形鋼 SSC41	
第二冷間成形工場	34,800	30,000	28,000	熱延帯鋼 2.0×300 冷延帯鋼 1.2×300	デッキ・プレート (形状未確定)	28,000		熱間又は冷間圧延軟鋼材 SDP1
溶接管工場	135,000	100,000	92,000	熱延帯鋼 冷延帯鋼 (2.0~6.0)×(65~360)	○外径 21.7~114.3φ ○肉厚 2.0 ~ 6.0	20,000 20,000 32,000 10,000 10,000	配管用炭素鋼管 SGP 水道用亜鉛メッキ鋼管 SGPW 圧力配管用炭素鋼管 STPG42 一般構造用炭素鋼管 STK50 機械構造用炭素鋼管 STKM12A	

表 3-3-1 新 設 工 場 要 員

工場 担当	中 形 工 場				冷 延 工 場				溶 接 管 工 場				第 一 冷 間 成 形 工 場				第 二 冷 間 成 形 工 場			
	部 所	人/班	シフト	合計	部 所	人/班	シフト	合計	部 所	人/班	シフト	合計	部 所	人/班	シフト	合計	部 所	人/班	シフト	合計
オペレーター	材 料	3	3	9	ホット・コイルヤード	4	3	12	入 側	2	3	6	入 側	2	3	6	入 側	2	3	6
	加 熱	3	3	9	酸 洗	9	3	27	溶接機周辺	2	3	6	成 形	1	3	3	成 形	1	3	3
	圧 延	9	3	27	圧 延 (1)	5	3	15	カット・オン	1	3	3	カット・オフ	1	3	3	カット・オフ	1	3	3
	鋸 断 C・B入・出側	8	3	24	" (2)	5	3	15	矯正・E C	1	3	3	結 束	3	3	9	結 束	3	3	9
					清 浄	4	3	12	面 取	2~1	3	6~3								
	ローラー矯正	4	3	12	焼 鈍	7	3	21	水 圧	2	3	6								
	プレス矯正	3	3	9	シヤリコイルング・ライ	5	3	15	検査(印字含む)	3	3	9								
	精 整	24	3	72	スリッター	4	3	12	結束(塗油含む)	3	3	9								
	組 人 ロール整備	20	3	60	製 品 倉 庫	6	3	18	中 間 検 査	1	3	3								
機 械 整 備	点検・整備	8	3	24	整 備	5	1	5	点検・整備	2	3	6	点検・整備	2	3	6	点検・整備	2	3	6
					点 検	5	3	9												
電 気 整 備	点検・整備	6	3	18	整 備	3	1	3	点検・整備	2	3	6	点検・整備	2	3	6	点検・整備	2	3	6
					点 検	2	3	6												
そ の 他	クレーン	8	3	24	クレーン	15	3	45	メッキ(入)矯正	10	3	30								
					クレーン整備	5	1	5	ネジ切り	9	3	27								
合 計	288人				220人				120~117人				33人				33人			

工場近代化計画

3-4 第2製鉄工場

3-4-1 第2製鉄工場

(1) 基本計画及び前提条件

1990年に於いて、高炉 $750m^3 \times 2$ 基を設置し、操業度 $1.80t/R/m^3$ 、銑鉄年産量945,000トンを目標とする。

① 1990年の目標及び基本諸元

	第1製鉄工場	第2製鉄工場	備 考
高 炉 基 数	$100m^3 \times 4$	$750m^3 \times 2$	第1高炉1989年 $620 \rightarrow 750m^3$ 第2高炉1988年 $750m^3$ 新設
銑鉄生産量 t/年	200,000	945,000	$750 \times 1.8 \times 350 \text{日/年} \times 2$
原料焼結 %	—	90	
ペレット %	80	—	
塊鉄石 %	20	10	
微粉炭吹込能力 kg/t	150	150	第1高炉用吹込設備1986年3月に完成

② 原料条件

- ・ コークス生産能力 : $560,000t/\text{年}$

$$\left(\begin{array}{l} \text{高炉用塊コークス} : 520,000t/\text{年} \\ \text{焼結用粉コークス} : 40,000t/\text{年} \end{array} \right)$$

- ・ 焼結用燃料 : 無煙炭+粉コークス
- ・ 高炉装入鉄鉄石のFe% : Fe%の高い精鉄粉割合を増し、現在の48%より52%に上げる。

(2) 原料・焼結

① 近代化に必要な改善案の検討

1-1 焼結原料成分の変動防止

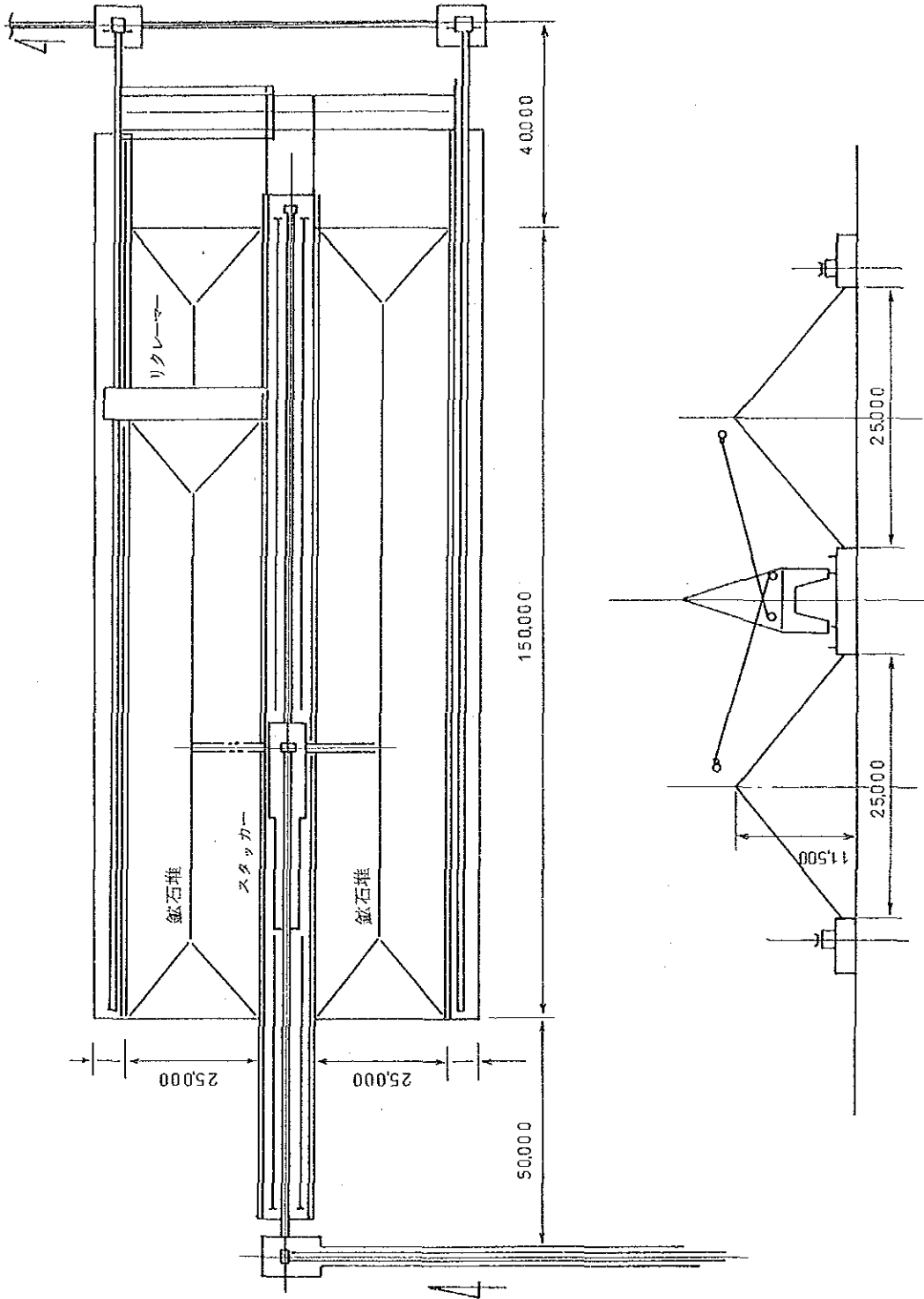
焼結鉄成分のバラツキはかなり大きく、例えば1日7点焼結鉄をサンプリングし、成分分析した結果は $R_{Fe} = 4.2\%$ 、 $R_{CaO/SiO_2} = 0.41$ であり日本の平均的な $R_{Fe} = 0.7\%$ 、 $R_{CaO/SiO_2} = 0.06\%$ に比べてバラツキは大

きい。これは原料ヤードに混合設備がないこと、及び焼結原料は各銘柄毎にヤードより原料槽に運ばれ、原料槽よりテーブルフィーダー式切出装置により切出され、ミキサーで混合され、焼結機に供給されているが、定量秤量装置がないことの2点が主要因である。

(i) 原料ヤードへの混合設備設置

混合設備の設置は、多額の設備費を要し、且つ原料混合による焼結鉄成分安定の定量的効果が算出し難いので、その設置は慎重に検討すべきであるが、設置するとすれば概略次のような考え方の設備となる。例を図3-4-1に示す。

混合ヤード面	2面
切替サイクル	7日間周期
一面の積付能力	$5,200 \text{ t/日} \times 7 \text{ 日間} = 36,400 \text{ t/面}$
m^2 当りの積付量	$10 \text{ t}/m^2$
一面の広さ	$36,400/10 = 3,640 m^2 \rightarrow 150 m \times 25 m$
スタッカー(1台)	積付日数 6日間
	稼働率 60%、稼働時間 20h/日
	$\frac{36,400}{6 \times 0.6 \times \frac{20}{24} \times 24} \doteq 510 \text{ t/h}$
リクレーマー(1台)	払出日数 7日間
	稼働率 60%
	$\frac{36,400}{7 \times 0.6 \times 24} \doteq 360 \text{ t/h}$



鉦石堆断面
 図 3-4-1 原料混合設備例

(ii) 定量秤量装置

既設焼結機では、現在の焼結原料槽下部に設置されているテーブルフィーダーと排出コンベアー間にスケールコンベアーを設置し、図3-4-2に示すような定量秤量装置の設置となる。

スケールコンベアー設置の為に排出コンベアーのレベルを下げる工事を伴うが、既設原料槽下部にはスペースがないので極めて難しい工事となる。従って、既設焼結機に於ける改造は無理と思われる。

新設焼結機の場合は、当初より定量秤量設備設置で計画すれば問題ないので設置を推奨する。

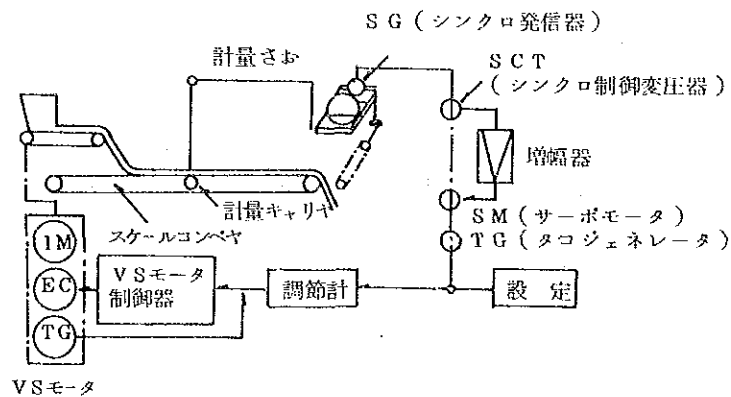


図3-4-2 コンスタントフィードウエアの一例

1-2 原料ハンドリング設備

鉄鉱石の年間取扱い量は200万t/年と現在の3倍以上となるので、現在の面積40,000m²、貯鉄能力35万トンの原料ヤードの運用はかなりきゅうくつになると思う。使用銘柄の増加、入荷頻度の低下等の傾向が著るしくなれば原料ヤードの拡大も必要になるであろうが、当面は主要機械設備の増強のみで対応可能と思われる。

従って、原料ハンドリング設備については

- (i) 積付、払出設備の増強
 - (ii) 焼結設備の修理、故障でも一定の高炉原料使用割合が維持できるような、焼結鉄置きヤードの設置
- の3点を増強する。

1-3 装入原料の整粒強化

高炉操業上、装入物の粒度が高炉の通気性、還元性に大きな影響を与えることは云うまでもなく、焼結鉄及び塊鉄石の適切な粒度調整は極めて重要であり、高炉操業成績を向上させる為のキイポイントである。

装入鉄石の最適粒度は鉄石の還元性、通気性によって決まる。図3-4-3に数種の塊鉄石及び日本の焼結鉄の粒度と還元速度の関係を示すが、粒度が小さくなり20mm前後になると還元速度が急激に上昇してくる。

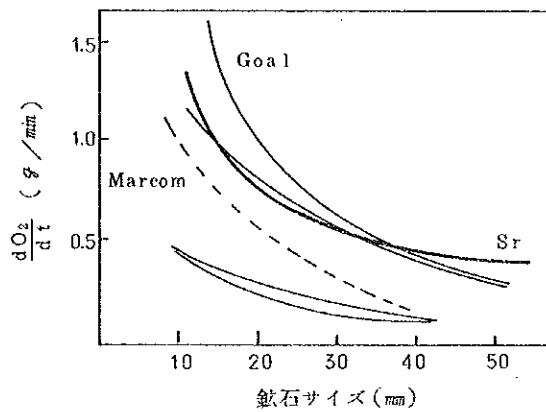


図3-4-3 各種鉄石の還元速度への鉄石サイズの影響

一方では図3-4-4に示すように、粒度と通気性の関係は粒度が5mm以下になると通気抵抗が急激に増大し、通気性は悪化する。その結果、実高炉ではガス流が不均一となり、還元性も低下する。

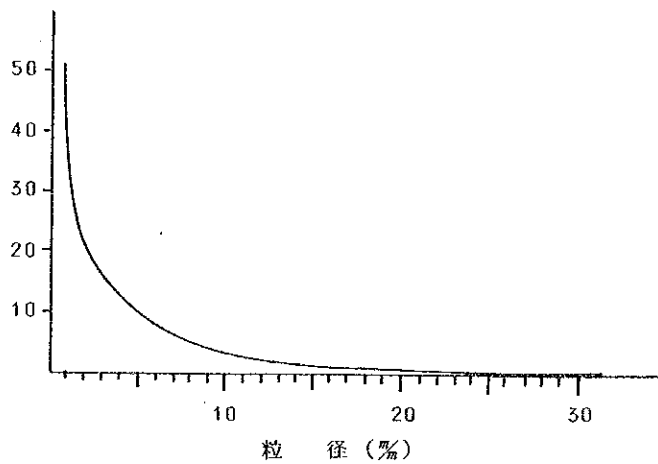


図3-4-4 高炉内の通気抵抗への粒径の影響

又、装入物の粒度分布範囲が広い場合は、大塊と小塊の混合により充填層内の空隙率が減少し、通気性を悪化させるので粒度分布範囲は狭い方が望ましい。

さて、現在高炉に装入している焼結鉄粒度分布をみると 50mm 以上の大塊が 26% 、 5mm 以下の小塊が 16% もあり、整粒が不十分である。

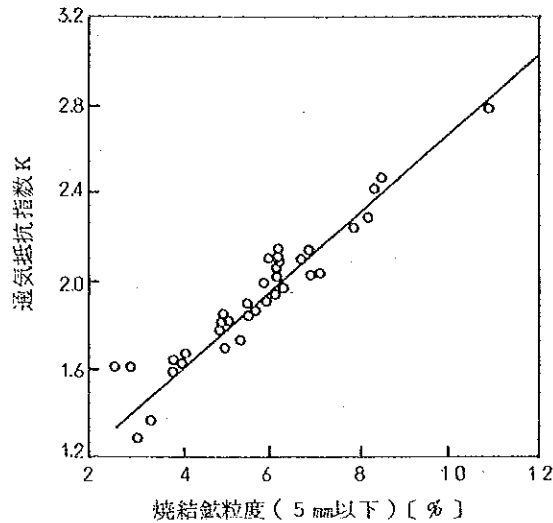


図3-4-5 通気抵抗指数と焼結鉄粒度の関係

図3-4-5に通気抵抗指数と焼結鉄粒度 (-5mm) の関係を示すが、 5mm 以下の割合が増加すると実炉での通気抵抗指数は明らかに増加し、通気性は悪化している。

日本に於ける粒度管理は若干のちがいはあるが、一般に焼結は 50mm 以上 0% 、 5mm 以下 5% を目標とし、塊鉄は $10\sim 25\text{mm}$ の粒度範囲を目標としている。

操業成績向上の為に、上記の整粒強化を目指すべきである。焼結鉄の整粒強化用として適切なる破砕、篩分を行なう為には、焼結を冷却することが不可欠であり、焼結鉄冷却機の設置も必要である。冷却機を設置することにより、熱い焼結鉄を高炉に装入しなくともよいので、高炉装入設備の保全及び高炉灰の低減という効果も期待できる。

1-4 焼結機操業管理強化

焼結操業の目的は、高炉使用に必要な量を安定した品質と安い価格で供

給することにある。その為には焼結原料の成分及び品分の安定が重要であるが、適切なる操業管理もそれと劣らぬほど重要である。一般的に云うと図3-4-6、図3-4-7に示すように、改善対策を採らないでコークス添加量を節減する。或いは生産率を上げれば焼結の強度は低下する。従って、操業成績を向上させる方法は種々の改善策を試み、焼結強度が上がればコークス添加量を節減或いは生産率を増加させるというように強度を一定に維持しながら、試行錯誤により成績を向上させていく。

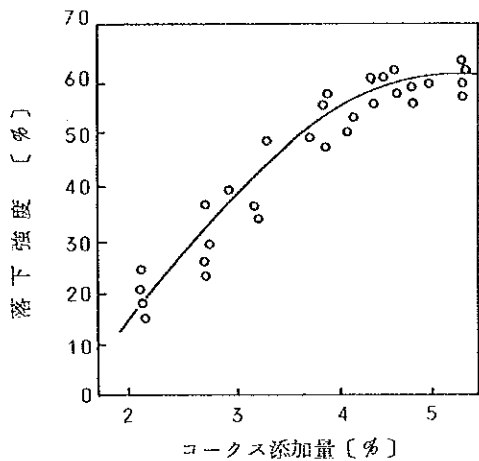


図3-4-6 コークス配合割合と落下強度の関係

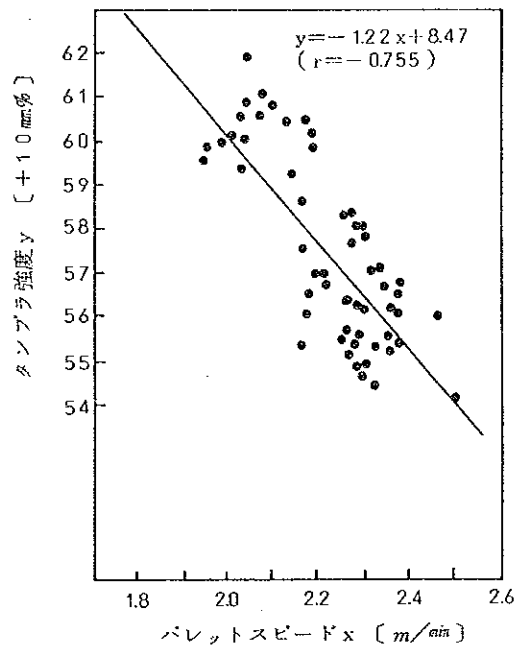


図3-4-7 ペレットスピードと焼結鉄強度

萊蕪鉄鋼廠では、粉の多い原料と不十分な設備にもかかわらず安定した操業を行っており、その技術レベルはかなり高いと云えるが、より一層の操業成績の向上を目指す為以下に、いくつかの方法を提言する。

(i) 装入方法の改善

焼結機ベッドに於ける通気性改善対策として、焼結原料の事前処理強化による擬似造粒子形成が主な方法とされているが、もう一つ、原料の装入方法を改善する方法もある。ここでは装入方式の改善により通気性を向上させる方法について述べる。

① 床敷設備の設置

現状設備には床敷設備がない。前述した焼結鉄の破砕、篩分設備を設置する際、8～15mmの焼結をラインより抜き出し焼結原料給鉄槽より上流に設置する床敷槽よりベッドに30mm程度の厚みで装入する。この設置により、グレートバーの損耗が著るしく減少すると共に、半溶融物がベッドに附着することはなくなり、均一な通気性が得られ、焼結鉄の品質は向上する。

② ロールフィーダーからの落差短縮

ロールフィーダーの位置を低くし、原料がフィーダーよりベッド迄

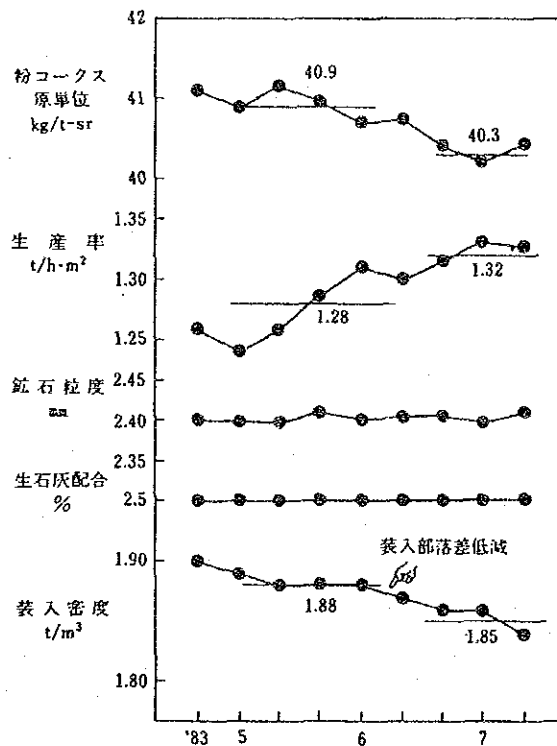
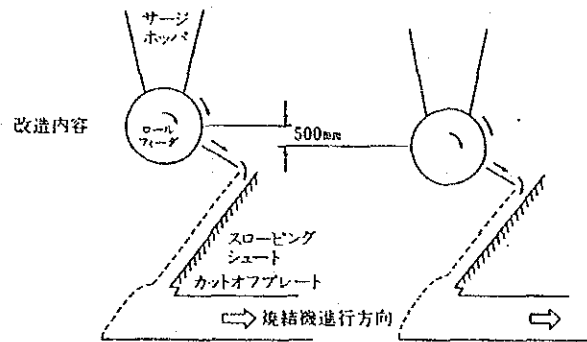


図3-4-8 装入部落差低減効果

の落差を短縮すれば、原料配合、粒度条件一定で装入密度は低下し、通気性は向上し、その結果生産率は増大する。図3-4-8に日本に於ける実施例を示す。

㉔ ロールフィーダー下のスローピングシュート（緩衝板）角度改善

図3-4-8にあるスローピングシュート（緩衝板）の角度は板に原料が附着しない程度に、小さい方が望ましい。角度が小さいとベッドの下層に粗粒がころがり、上層に微粉が多くなる。一般に微粉中には炭素分が多く、粗粒には鉄石分が多い。従って熱移動は上層から下層に向うので上層での燃焼割合が多いと、全体の熱効率は向上し良好な焼成が得られる。日本の原料での最適角度は 55° 程度である。

㉕ 巾方向の均一装入

ロールフィーダー出口部に一例として5分割の電動式装入調整板を設け、各ゲート毎にロールとゲートの間隔を調整出来るようにする。そのゲートの間隙調整によりベッド巾方向の装入量が均一になるように装入し、巾方向での焼成バラツキを防止することにより、焼結鉄の品質を向上させる。図3-4-9に巾5mの焼結機に5分割ゲートを設置した例を示す。

(ii) 焼成温度の管理

過剰焼成で余分の燃料を消費していないか、或は未焼焼結鉄になり歩留りが低下しないか、或は均一な装入と思っていたが実際は巾方向で不均一なガス流分布となり品質が低下していた、等を検証する為に焼結焼成温度の管理を行なう。

① たて方向の温度管理

風函温度の管理を行なうことにより、焼結機ベッドの焼成帯位置を一定に保ち、たて方向の燃焼を均一に維持する。ベッドに於ける燃焼形態は図3-4-10に示す形態、即ちベッド最後部で、最下層の燃焼が完了するのが最適であり、低燃料比、高歩留り操業である。その場合の風函温度の分布は①である。②は無駄な燃料を使用した余裕燃料比型操業であり、③は生産率向上を期待するあまり、パレット速度を過剰にあげた為に未焼焼結が残り、その為歩留り及び強度が低下し

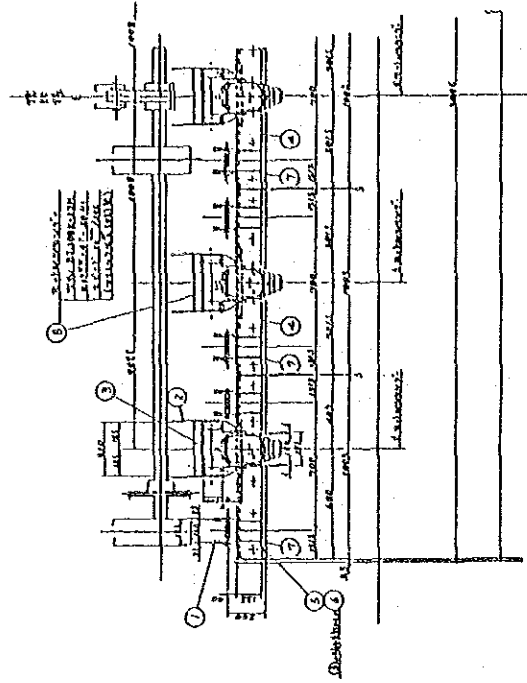
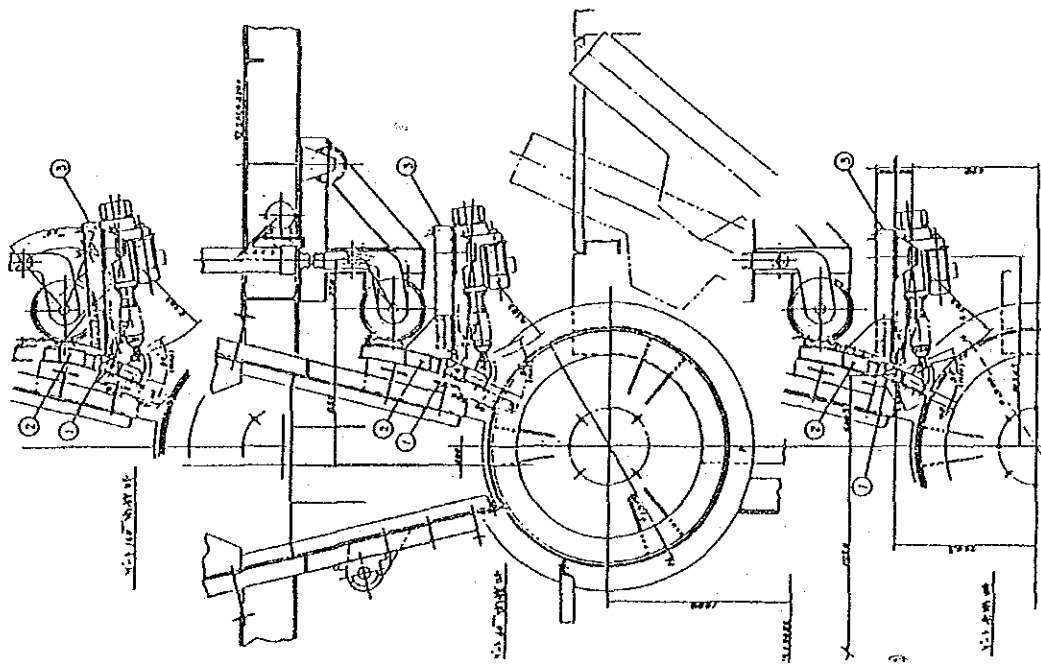
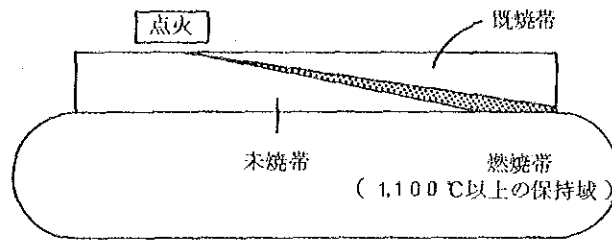
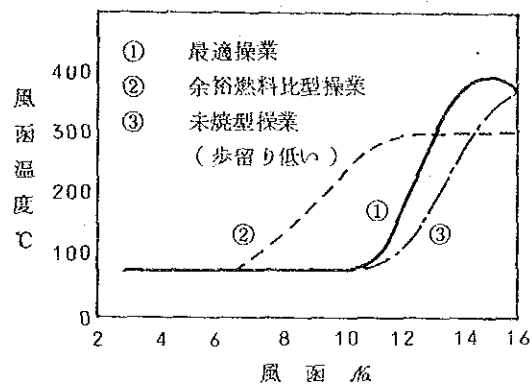


图 3-4-9 装入调整板取付图



④ 焼結ベルトに於ける燃焼帯



⑤ 風速と風函温度

図 3-4-10 焼結燃焼帯と風函温度

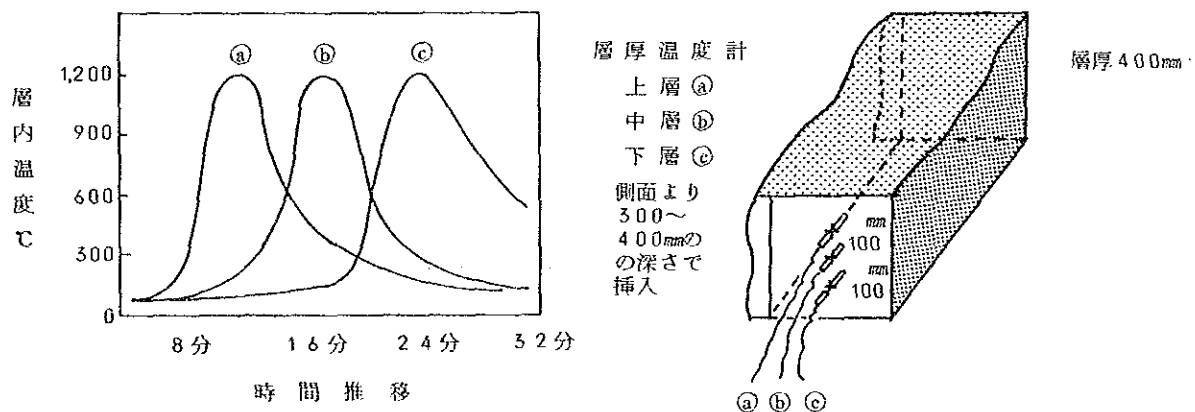


図 3-4-11 層内ヒートパターンと層内温度測定方法

た未焼型操業である。

なお燃焼形態を2重に検証する為には、手動での測定なのでややはん雑ではあるが、定期的に層内ヒートパターンを測定する。そのデータと最適風函温度分布と対応させた最適操業時の層内温度分布パターンを把握し、操業管理の指針として有効活用する。測定例と方法を図3-4-11に示す。

㊦ 巾方向の温度管理

巾方向の温度管理は、巾方向の装入物分布、ガス分布の均一性を検証する為には有効である。

一つの方法は最後部手前1個目及び3個目(萊蕪既設焼結機の場合は $\phi 12$ 及び $\phi 10$ 風函)のバレット直下の巾方向の風函温度を測定する。もう一つは、排鉱部にTVを設け、運転室でその画像を目視し燃焼帯(赤熱部)が巾方向に均一か否か、赤熱部分の割合は通常と比較して多いか、少ないか等を検証する。

(iii) 焼結原料の粒度管理

焼結原料の粒度測定を行ない、データを蓄積し、粒度と焼結鉱性状との関係を解明することにより、技術の発展に結びつくと思われる。現在は石灰石、コークス粉、無煙炭等の粒度データが不備である。2次ミキサー後の造粒された原料の擬似粒度も定期的に測定し(例えば1週間に1回)、操業管理に用いるべきであろう。安定した擬似粒度を維持する為には、造粒前の原料の水分管理が重要である。原料粒度に適した水分率を維持する為には、2次ミキサー出口又はサージホッパー内に自動水分計を設けて、造粒後原料の水分を測定し、フィードバックさせて造粒前原料の水分制御を行なう。

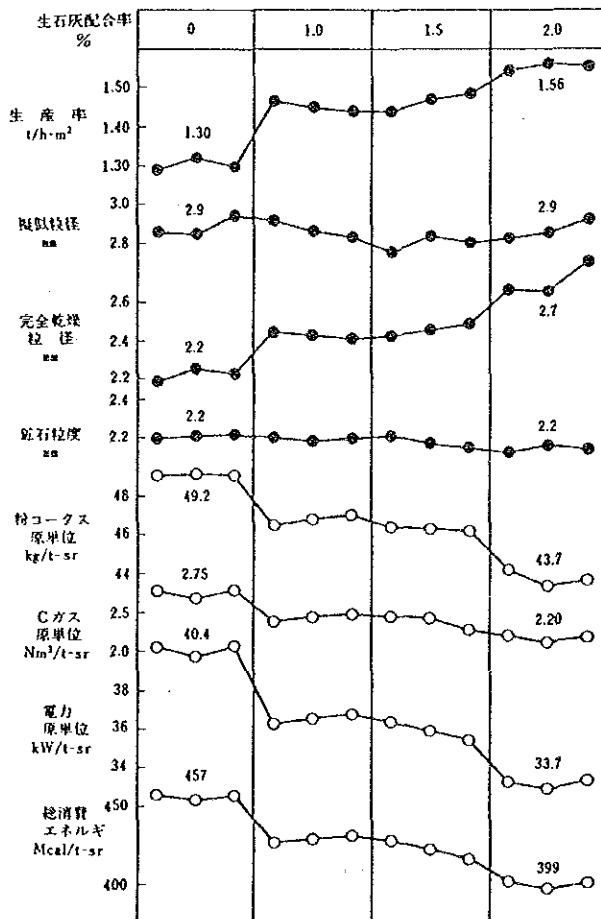
1-5 生石灰の添加による造粒性改善

焼結原料はミキサーで混合及び造粒されるが、この擬似造粒の強度向上は焼結ベッドに於ける通気性を確保し生産率の向上に効果がある。従来は焼結原料に適切な水分を添加し、ドラムミキサーで原料を回転させることにより、原料の擬似造粒化がなされている。しかし水のみを添加では、造粒された原料は、ベッド内での焼結過程に於ける乾燥の際、水分の凝縮と

乾燥がおこり、造粒子は一部崩壊し、通気性改善の効果が半減していた。

造粒効果をもつ手段として、生石灰の添加が日本では行なわれている。生石灰の添加により、原料中水分と反応し $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ となり、水和反応時の発熱量及び $\text{Ca}(\text{OH})_2$ がバインダーの役目を果たし、強固な擬似造粒を作り、更にベッド内での乾燥で CaCO_3 となり造粒子の崩壊を防止している。従って、生石灰添加により焼結ベッド層での通気性は改善され、生産率は大巾に向上する。

図3-4-12 実機操業試験結果、図3-4-13に各製鉄所の実績を示すが、日本では一般に、生石灰1%の添加により、生産率は約10%向上すると云われている。コークス原単位も図3-4-14に示すように1%添加あたり2kg/t低下すると云われている。



(No. 5DL).

図3-4-12 実機における生石灰添加試験結果

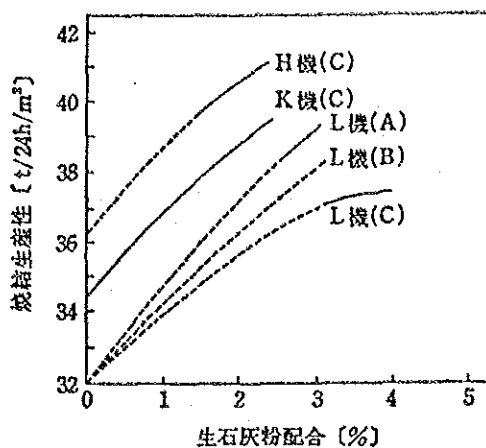


図3-4-13 生石灰粉配合の生産性への効果

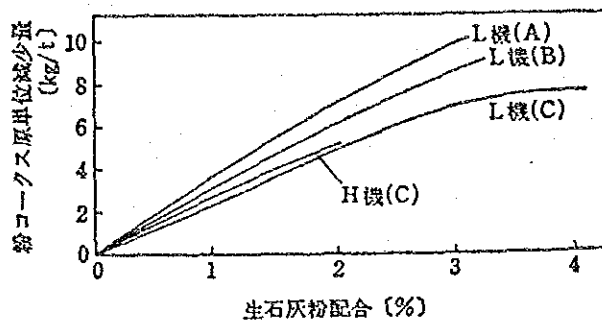


図3-4-14 生石灰粉配合の粉コークス原単位の減少への効果

尚、生石灰による造粒効果を得るには、良好なる水和反応性（活性度300~400 ml）を有する生石灰が必要であり、現在、萊蕪鉄鋼廠で使用されている生石灰は残留CO₂が20%程度あり、活性度もかなり低いと思われるので、その使用により日本と同様の効果が得られるか、疑問である。

今回の近代化に於いて、製鋼生産量の大巾な拡大も検討されており、当然、製鋼用生石灰の必要量も大巾に増加する為、石灰焼成設備の増強が必要である。従って、その際に焼結で使用する生石灰量2~3万t/年を含めた設備を検討すればよいと思われる。

1-6 Cガス原単位の低減

焼結原料中の粉コークスに着火させる為の装置として点火炉が設けられ、

燃料としてコークス炉ガスが用いられているが、現状の原単位は $11 \text{ Nm}^3/\text{t-sr}$ とかなり高い。コークス炉ガス原単位低減の為に操業上及び設備上の改善案を提言する。

(i) 操業上の改善

点火炉に於ける均一なる着火状況及び焼結鉄強度維持を確認しながら以下のアクションをとる。

- ㊶ 点火炉下風側のダンパーを殆んど全閉にして点火炉での吸引風量を減少させる。但し、長時間ダンパーを閉に近い状態にしておくと、ダンパーにダストが堆積し、吸引しなくなる恐れがある為に1時間～2時間毎にダンパーの開閉操作を行ない、ダスト堆積防止作業を行ない必要がある。
- ㊷ 点火炉のパレット側面の開口部に石綿布等の軽耐火材によりカーテン様のシールを行ない吸引風量を更に減少させる。
- ㊸ 上記㊶㊷のアクションを行った後、3列ある点火バーナー中2列を停止し、1列着火とし、巾方向の均一着火を確認し着火むらのないよう注意してガス流量を絞る。

(ii) 設備改善

従来の点火炉は点火バーナーからのフレームの着火と炉内の輻射熱による着火方式が併用されているが、焼結原料面の着火強度が不均一である為に多くの点火エネルギーを必要としていた。これを低減する為に、

- ㊹ 炉容縮少による放散熱の減少
 - ㊺ 直接着火及び巾方向均一着火による過剰ガス使用の低減
- の効果をねらって、点火炉及びバーナーの改善を行う。即ち、従来の点火炉よりたて方向及び高さ方向を縮少し、炉内容積を小さくすると共に均一直接着火が出来るように、ショートフレームとなるようバーナー構造を改善し、バーナー数を増加する。更にバーナーと層面との距離を短かく、且つ燃焼状況に応じて距離を調整出来るように可動式のバーナーとする。

1-7 焼結生産率の低下

(i) 焼結鉄の整粒強化による低下

現在の焼結は充分な破砕、篩を行わないで+50mmの大塊も-5mmの小塊も殆んど高炉へ装入しているが、前述のように+50mm%を現在の26.7%より0%に、更に-5mm%を現在の16.7%より5%に減らした場合は、焼結機への返鉄量は増大に、それに相当する割合で生産率は減少する。

26.7%の+50mmφの焼結鉄を5~50mmφに整粒する為に2%程度の-5mmφが発生する。現在の成品焼結鉄中の-5mmφ%：16.7%を5%に減らすのと合計すれば、 $5 - (16.7 + 2) = -13.7\%$ の生産性低下が予想される。

(ii) 精鉄粉割合増による低下

装入鉄鉄石の品位を上げる為に精粉割合を、現在の45%より1990年には67%に増やすが、これに伴ない焼結原料中の-200mesh(0.074mm)%は現在の38.7%より55.3%に増加する。

図3-4-15日本に於ける微粉原料と生産率の関係について実例を示すが、一般的には-250μm(-0.250mm)が1%増えると、生産性は1%低下すると云われている。萊蕪鉄鋼廠の場合は、より微粒である-200meshの割合が増加するので生産性への悪影響は更に大きくなる

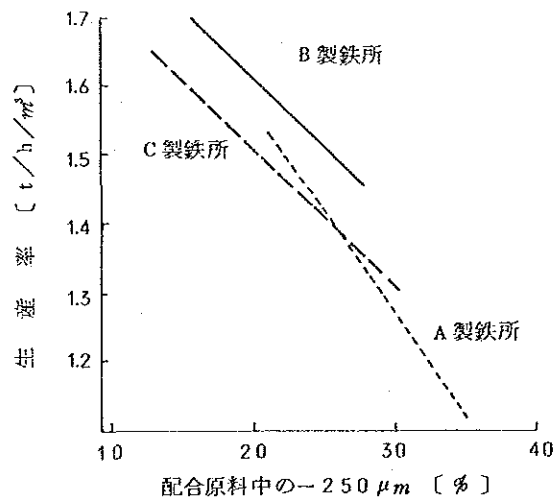


図3-4-15 微粉原料と生産率の関係

可能性もある。或いは使用している鉍石の主な鉍物組成は磁鉄鉍であり、これは焼結性がよいので微粒化の悪影響はそれ程大きくない可能性もある。

いずれにせよ、これは極めて重要な問題なので、近代化計画の具体的な実施の前に実焼結機による操業試験を行ない、 -200 mesh と生産性の関係を明確にすべきであろう。

本報では、とりあえず萊蕪に於ける -200 mesh 増加の悪影響として -200 mesh 1%増加により生産性1%の低下を見込む。従って精鉍粉を増加することによる生産性低下は $38.7-55.3=-16.6\%$ と予想する。

② 原料バランス及び基本諸元の設定

2-1 改善による生産率、燃料比、点火炉ガス原単位の目標

(i) 生産性

前項で述べた如く、焼結鉍の整粒及び精粉使用割合増加により生産性は大中に低下するが、生石灰の添加により多少上昇する。

操業技術の改善、床敷設備の設置により若干の生産性の向上も期待できるが、定量的に算定できる項目については、下表に示すように約20%の生産率の低下となる。

項 目	現 在	改善後	差	生産性	備 考
・焼結鉍整粒 +50mm%	26.7	0	-26.7)-13.7	5-(16.7+2)=13.7
- 5mm%	16.7	5	-11.7		
・微粉原料増 -200 mesh %	38.7	55.3	+16.6	-16.6	-1%/+1%
・生石灰添加	0	1~2%	+1~2%	+10 %	+10%/+1~2%
計				-12.3%	

(ii) 粉燃料原単位

操業技術の改善、床敷設備の設置等に焼結機上での均一な装入物分布、均一な通気性、安定した燃焼帯管理ができるので、強度一定を維持しながら粉燃料の低減が可能となる。定量的算出は困難であるが目標値として、現在の 77.6 kg/t を 60 kg/t に低減する事は充分可能であると思う。ちなみに、日本に於ける粉コークス原単位は約 45 kg/t である。

(iii) 点火炉ガス原単位

焼結機に於ける点火炉の役割は表層にある焼結原料中の炭素源に点火する為であり、それに必要な最小限の熱源があればよい。前述したような操業上、設備上の改善により現在 $11 \text{ m}^3/\text{t}$ のガス使用量を $5 \text{ Nm}^3/\text{t}$ に低減することを目標とする。ちなみに日本に於けるCガス原単位は約 $2 \text{ Nm}^3/\text{t}$ である。

(iv) 目標生産率及び燃料原単位

項 目	現 在	1990年	備 考
生 産 率 $\text{t}/\text{H}/\text{m}^2$	1.53	1.20	$1.53 \times \frac{(100-2.03)}{100} = 1.20$
粉 燃 料 比 kg/t	77.6	60	7,000 kcal/kgでの補正值
点火炉Cガス原単位 Nm^3/t	11	5	

生粉燃料(無煙炭47%、粉コークス53%)では $84.5 \rightarrow 65 \text{ kg}/\text{t}$ となる。

2-2 基本諸元の設定

後述する高炉操業諸元の項、表3-4-12に記してあるように、銑鉄 $945,000 \text{ t}/\text{年}$ を生産する為に焼結鉄配合90%として、高炉に必要な焼結鉄は $1,570,000 \text{ t}/\text{年}$ である。これを前提として表3-4-1に焼結生産バランス表、表3-4-2に焼結原料バランス表、表3-4-3に焼結操業諸元表を示すが、基本諸元設定に際しての考え方を以下に述べる。

(i) 必要な吸引面積及び焼結機の増設

現在焼結機は $50 \text{ m}^2 \times 2$ 基あり、これは高炉設備 $620 \text{ m}^3 \times 2$ 基に対応して設けられたものである。高炉設備が $750 \text{ m}^3 \times 2$ 基に拡張され、年間の銑鉄生産量が $945,000 \text{ トン}$ と飛躍的に増大する一方、焼結鉄の生産率は前述の如く、整粒強化及び焼結原料の微粉化により $1.20 \text{ t}/\text{h}/\text{m}^2$ 迄低下するので、焼結設備は大巾な増強が必要である。

必要焼結量 $1,570,000 \text{ t}/\text{年}$ 、生産率 $1.20 \text{ t}/\text{h}/\text{m}^2$ 、稼動日数292日(稼動率80%)という前提で必要な吸引面積を求めると、

$$\frac{1,570,000}{292 \times 24 \times 1.20} = 187 \text{ m}^2 \text{ となる。}$$

表 3-4-1 焼結鈇生産バランス表

	√1 sr	√2 sr	√3 sr	合計又は平均	備 考
吸 引 面 積 m^2	50	50	90	190	
生 産 率 $t/h/m^2$	1.20	1.20	1.20	1.20	
生 産 量 $t/日$	1,440	1,440	2,590	5,470	
稼 動 日 数 $日/年$	292	292	292	292	稼働年 $\frac{292}{365} \times 100 = 80\%$
年 間 生 産 量 $t/年$	420,000	420,000	757,000	1,597,000	
* 補正燃料比 kg/t	60	60	60	60	* ; 7,000 $kg/kcal$ / kg 換算
生 燃 料 比	65	65	65	65	
年 間 燃 料 使 用 量 $t/年$	27,000	27,000	50,000	104,000	
生 石 灰 $\%$	1~2	1~2	1~2	1~2	
年 間 生 石 灰 量 $t/年$	4,850~9,700	4,850~9,700	8,800~17,600	18,500~37,000	

表 3-4-2 焼結原料バランス表

	原単位 kg/t	使用量、生産量 Nor t/y	№1、2 sr Nor t/h	№3 sr Nor t/h	№1、2 sr Max t/h	№3 sr Max t/h	備考
精粉	600	958,200	36	65	45	81	67%
粗粉	300	479,100	18	33	23	41	33%
高炉灰 他	50	79,900	3	5	4	7	
小計	950	1,517,200	57	103	72	129	
石灰	200	319,400	12.0	21.6	15.0	27.0	
生石灰	12	19,200	0.7	1.3	0.9	1.6	1%
新原料合計	1,162	1,855,800	69.7	125.5	87.9	157.6	
粉コークス	25	39,900	1.5	2.7	1.9	3.4	
無煙炭	40	63,900	2.4	4.3	3.0	5.4	
粉燃料計	65	103,800	3.9	7.0	4.9	8.8	
返鉾	350	559,000	21.0	37.8	26.2	47.3	
床敷	80	127,800	4.8	8.6	6.0	10.8	
成品焼結鉾	1,000	1,597,000	60	108	75	135	
点火炉ガス	5Nm ³ /t	7,985,000	300Nm ³ /h	540Nm ³ /h	375Nm ³ /h	675Nm ³ /h	Cガス4,400Nm ³
吸引面積計 m ²	-	190	50	90	50	90	
生産率 t/m ² /h	-	1.20	1.20	1.20	1.50	1.50	

表 3-4-3 焼結操業基本諸元表

	50 m ² sr (炉1、2)		90 m ² sr (炉3)		備 考
	Nor	Max	Nor	Max	
吸 引 面 積 m ²	50	50	90	90	パレット速度V
グ レ ー ト 幅 × 長 さ	2.0×2.50	2.0×2.50	2.5×3.6	2.5×3.6	108=(0.45-0.03)×V×60×2.5×1.7×0.9×0.65
生 産 率 t/h/m ²	1.20	1.50	1.20	1.50	
時 差 t/h	60	75	108	135	60=(0.33-0.03)×V×60×2.0×1.7×0.9×0.65
パ レ ッ ト 速 度	1.68	2.10	1.72	2.15	
層 厚	330	380	450	500	床敷層厚30%含む
装 入 密 度	1.7	1.7	1.7	1.7	床敷用sr8~15%(2次、3次スクリーンの発生sr)
* 燃 料 比	4.30	4.30	4.30	4.30	* $\frac{\text{燃料}}{\text{薪原料+返鉱}} = \frac{65 \times 100}{1,162 + 350} = 4.30$
** 焼 成 歩 留 率	90	90	90	90	** CaCO ₃ 、銻石のイグロス
*** 返鉱原単位 kg/t	350	350	350	350	*** cold screen+塵下節
同 速 数	13	13	18	18	
吸 引 同 量		6,500		****8,100	**** V / A 90 Nm ² /mm ²
吸 引 同 量	1,100	1,250	1,250	1,400	
成 品 粒 度 同 様					
+ 50 mm%	0	0	0	0	
- 5 mm%	5	5	5	5	

既設の焼結機 $50\text{ m}^2 \times 2$ 基を改造し、 $95\text{ m}^2 \times 2$ 基にするのは拡大面積が大きく、技術的には極めて難しい。巾方向の拡大は新設に近い設備費が必要であり、経済ベースでは、長さ方向の延長により吸引面積を拡大することになるが、一般に機長/機巾 = 20 が最大と云われている。又、既設焼結機拡大の場合は、原料倉庫、原料槽、吸引ブロー等必要な付帯設備の殆んどが改造又は更新しなければならず、概ね2基焼結機を新設する場合に相当する投資額になり、経済的にも得策ではない。

従って、今回の近代化計画では既設焼結機の吸引面積は拡大しないで、そのままの大きさとし、新しく 90 m^2 の焼結機を建設するよう提案する。

(ii) 生産量

表3-4-1に示すように吸引面積 190 m^2 、生産率 1.20 t/h/m^2 、稼働日数292日/年で年間焼結生産量は1,597,000トンとなる。

(iii) 操業諸元

新設 90 m^2 の焼結機の大きさは、巾 2.5 m × 長さ 36 m とする。生産率は通常操業時 1.20 t/h/m^2 とし、設計上の最大操業度は 1.50 t/h/m^2 とする。

層厚は品質の安定、燃料原単位低減の為に高い方が好ましいが、高くなり過ぎると圧損が大きくなり吸引ブローの容量が大きくなるという問題がある。原料性状、装入方式によっても異なるが床敷層厚 30 mm を含めた最大層厚を 500 mm 、最小層厚を 450 mm とすると、レット速度は $1.7 \sim 2.2\text{ m/min}$ となる。

吸引風量は吸引風量/吸引面積 = $90\text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ とし、負圧は同規模焼結機の実績より $1,400\text{ mm Aq}$ とするブローを設置する。

焼成歩留りは装入石灰石、鉍石の1 glossを見込んで90%とする。返鉍原単位は現在実績よりも整粒強化の為大巾に増加するので、2次篩分設備迄で 300 kg/t 、高炉槽下篩で 50 kg/t の発生を見込んで計 350 kg/t で付帯設備を検討する。

尚、既設 50 m^2 の焼結機は本体拡大はしないが、吸引風量/吸引面積 = $130\text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ と吸引風量能力が過大であると思われるので適正ブローへの改造を行えば、電力原単位の節減が可能となるだろう。

③ 改造及び新設設備概要

3-1 考 え 方

銑鉄年産945,000トンに必要な焼結鉄 157万t/年を生産する為に既設焼結機(50m²×2基)の改造及び90m²×1基の焼結機の新設、関連する原料設備の改造を行なう。

近代化にあたり、(i)整粒強化、品質の安定 (ii)生産性向上 (iii)燃料原単位の低減、の3点に留意する。

3-2 原 料 設 備

銑鉄年産945,000トンに必要な原料ヤードで取り扱う原料量は表より算出すると、以下に示すように合計2,194,000t/年となる。

種 類	取扱量(年間)	備 考
精 鉄	958,200 t	
粗 鉄	653,900	粗粉 479,100 t
高炉発生焼結粉	78,500	塊鉄 174,800
高炉灰等雑原料	79,900	
焼結用石灰石	319,400	
粉 コ ー ク ス	39,900	
無 煙 炭	63,900	
合 計	2,193,700	

取扱い原料は大巾に増加するが、ヤード拡大は状況を見て将来に考えることとして、今回は原料混合ヤード、移動機械、破砕篩分設備、及び焼結鉄、塊鉄仮置ヤードを設置する。

(i) 原料混合ヤード

前項で述べたように混合ヤードの設置は、費用が高く且つ定量的効果は算出しにくい、原料成分の安定により、焼結及び高炉の操業成績向上に多大の効果がある。

(ii) 移 動 機 械

銘柄変更時のアイドル時間、作業者の交代時間、設備点検、修理等を考えると、通常の移動機械の総合稼働率は50%が妥当である。近代化後の受入れ及び払出に対する必要能力を概算すると、

$$\frac{2,200,000}{365 \times 24 \times 0.5} \div 500 \text{ t/h} \text{ となり、}$$

受入れ、払出し各々に対し500 t/hの最小能力が必要である。貨車降し機は現在180 t/h × 2台 = 360 t/hなので1台増設し、180 t/h × 3 = 540 t/hとすることが必要である。

スタックレーマー(受入れ600 t/h、払出し300 t/h)は現在2台を有しているが、1台を受入れ用、1台を払出し用に用いると、払出能力は300 t/hなので、更に300 t/h程度のリクレーマー1台を増設し、払出能力を300 t/h × 2 = 600 t/hと増強する必要がある。

尚、払出しについてはブルドーザー、エスカレーターを利用して補助することも可能なので増設リクレーマーの能力が300 t/h必要か否かは、現在の作業実績も含めて詳細検討が必要であろう。

(iii) 鉍石破碎設備

現在の鉍石破碎設備の設計上の能力は稼働率70%、能力35~40万t/年であるが、実際の運転ではこの能力に達していないようである。

しかし、現在、将来とも、殆んどの粗鉍粉、塊鉍は山元で破碎、整粒された後に供給される予定であり、能力の増強は不要である。

しかし、高炉の操業成績を向上させる為に焼結鉍の整粒強化と共に塊鉍石粒度も現在の10~50 mmより10~25 mmに粒度範囲をせばめる事が望ましい。その為には25 mm以上の塊を再破碎するよう、山元及び工場内の塊鉍篩分け設備の改造が必要であろう。

(ⅳ) 焼結鉍仮置ヤード

前述の如く、焼結機の故障時に際し、焼結の使用割合を一定に保つ、
 或は高炉故障時でも焼結機を停止させないことが、生産性向上、燃料費
 節減に効果がある。その為には焼結機～高炉間に焼結鉍置場を設置しな
 ければならない。同様に鉍石破碎設備～高炉間に塊鉍置場も必要である。

高炉1基当りの最高使用量を2,500t/日とし、1週間分の焼結仮置ヤ
 ードを設置すると、 $2,500 \times 7 \div 18,000$ トンの能力のヤードとなる。

設備費を軽減する為には貨車線路レベルが周囲の土地よりも高くなってい
 る高炉鉍石槽の附近に設置すればよい。図3-4-16に一例案を示す。

深さ10m、面積 $20m \times 80m = 1,600m^2$ で、焼結仮置ヤードとする。

(ⅳ) 設備項目表

項 目	内 容	備 考
1) 原料混合ヤード	(1) ヤード面積 $150m \times 25m \times 2$ 面	
	(2) スタッカ ー $600t/h \times 1$ 基	
	(3) リクレマ ー $400t/h \times 1$ 基	
	(4) 搬出入コンベアーベルト	
2) 移動機械増設	(1) 貨車降し機 $180t/h \times 1$ 基	
	(2) リクレマ ー $300t/h \times 1$ 基	
3) 破碎設備改造	(1) 塊鉍篩分け設備改造一式	
4) 焼結、塊鉍仮置場	(1) $80L \times 20W \times 10H$	焼結 18,000t

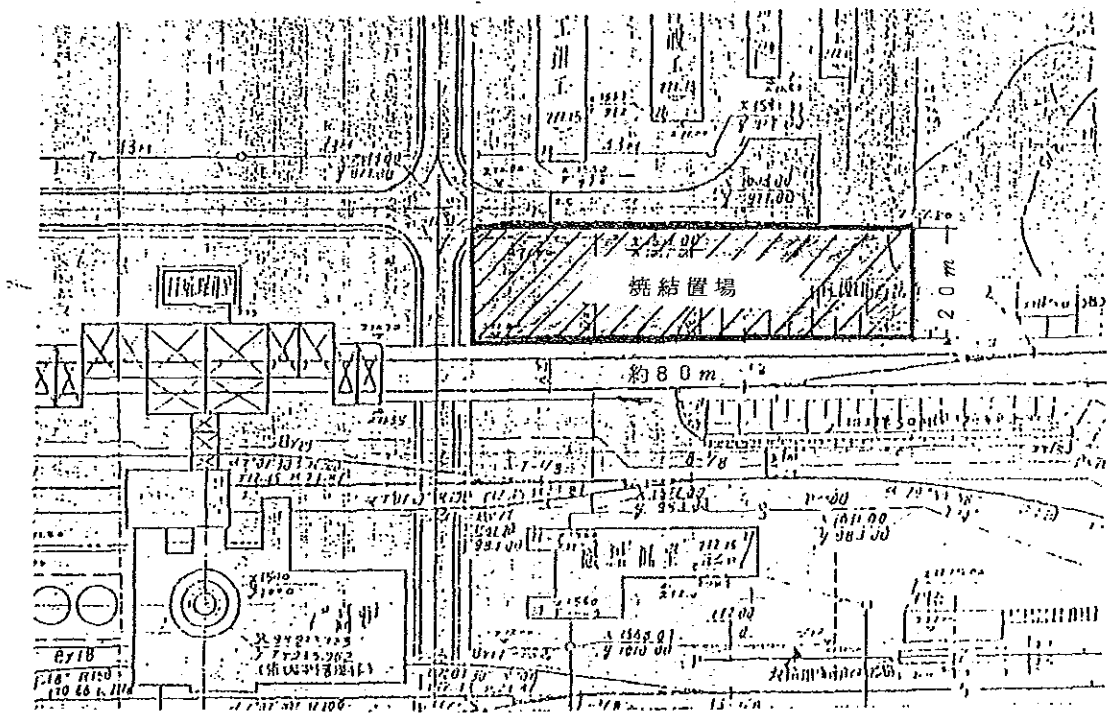
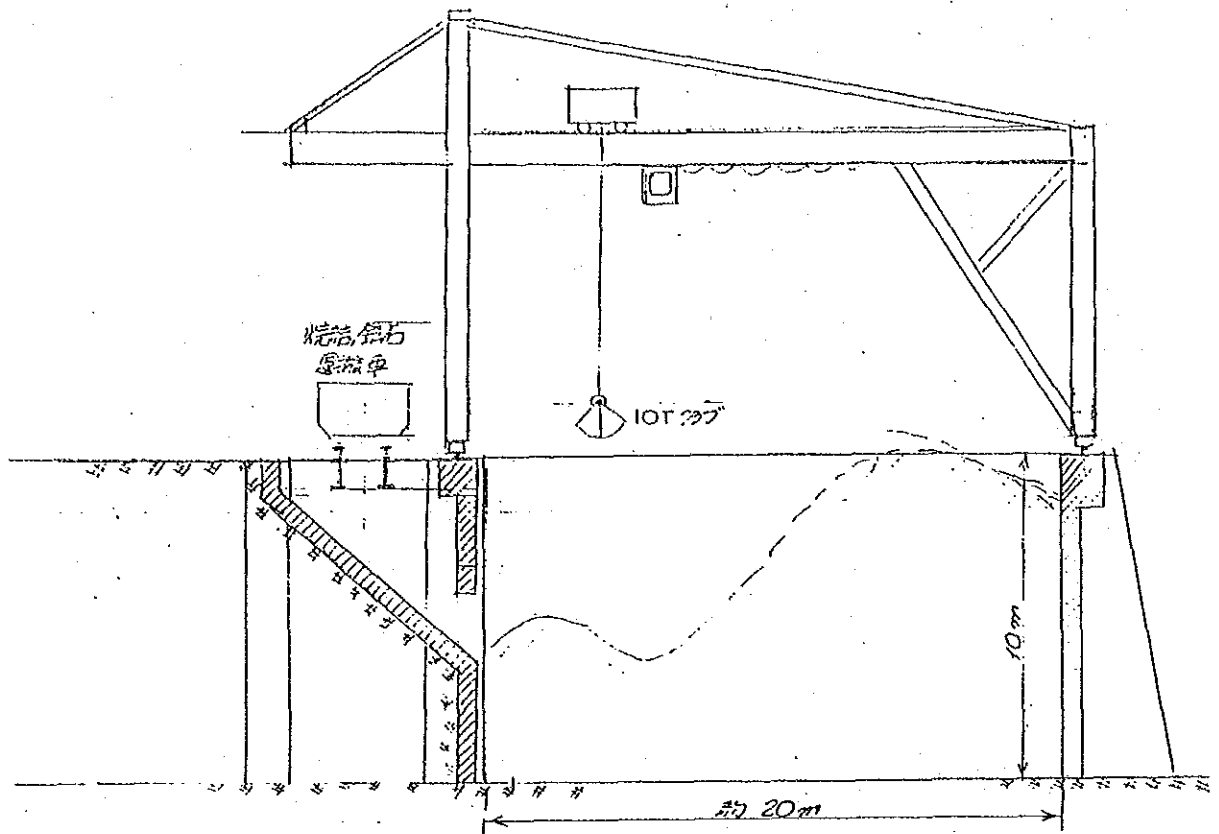


図 3-4-16 焼結仮置場

3-3 既存焼結機改造

本体は既設のままとし、冷却機、床敷設備の設置及び附帯設備の改良を行なう。最大生産率 1.5 t/h/m^2 とする。

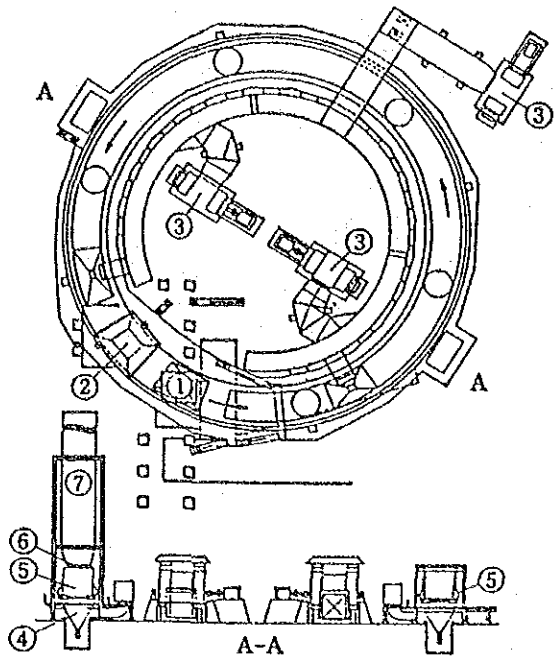
尚、焼結機への原料供給設備は、当初段階で2基同時が可能ないように設計されており増強の必要はない。

(i) 冷却機

熱間破碎された焼結鉱は高い部分で $8,000^\circ\text{C}$ ぐらいあり、このままでは2次破碎、篩分が不可能である。従って現在はそのまま高炉へ搬送し、装入しているので、高炉の操業に悪影響を与えており、冷却により焼結鉱の表面温度で $100\sim 150^\circ\text{C}$ 迄冷却する。

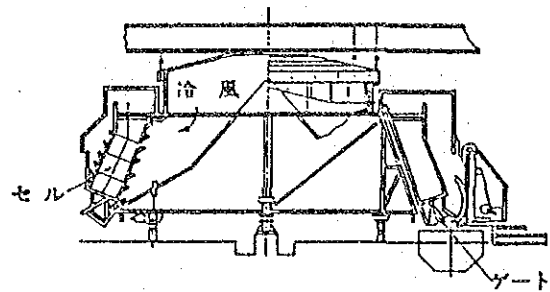
冷却機の形式には形状により円形（サーキュラー式、水平回転テーブル式、セル式）と直線形があり、通風方式により押込み式と吸引式がある。図3-4-17に各形式の概略図を示すが、各形式には一長一短がある。表3-4-4に日本の焼結設備例を示す。最近の大型焼結機には押込通風サーキュラー式冷却がよく用いられているが、直線形冷却機も小型焼結機には多く用いられている。今回は、中国での使用実績が多く、製作、操業の容易な押込通風直線形冷却機の採用を推奨する。

冷却機面積は押込通風直線形冷却機で、冷却機面積/焼結機面積 = $1.0\sim 1.2$ 程度の場合が多い。詳細仕様決定前には焼結冷却試験を行い、通風量を決定することが必要である。一般的に云うと、焼結原料が貧鉄の場合は冷却面積は少なくすむ。冷却風量は $2,000 \text{ Nm}^3/\text{t-sr}$ を目安として設計すればよい。

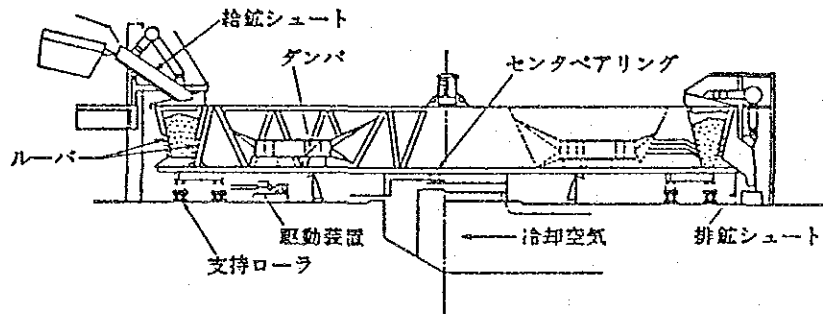


(a) サーキュラ式冷却機 (押込式)

- ① 拾鉱シュート
- ② 排鉱シュート
- ③ ファン
- ④ ダストチャンバ
- ⑤ トラフ
- ⑥ 排気ダクト
- ⑦ 排気筒



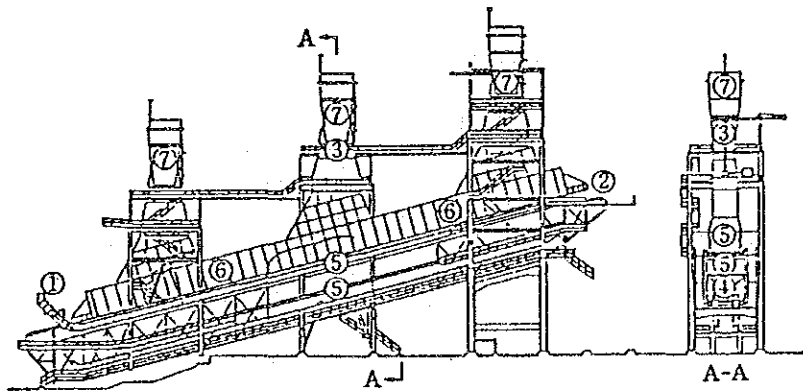
(b) セル式冷却機



円形冷却機

(c) 水平回転テーブル式冷却機

- ① 拾鉱シュート
- ② 排鉱シュート
- ③ ファン
- ④ ダストチャンバ
- ⑤ トラフ
- ⑥ 排気ダクト
- ⑦ 排気筒



直線形冷却機 (吸引式の例)

図 3-4-17 焼結鉱冷却機

表 3-4-4 焼結設備規模別仕様例

規模別 (有効面積) [㎡]	工場名	建設 年次	公称 能力 [t/d]	焼 結 機		排 風 機		熱 間 ぶ る い *		冷 却 機 **						
				形式	幅[m] ×長さ[m]	有効 面積 [㎡]	層厚 [mm]	風 量 [㎡/分]	負 圧 [mm H ₂ O]	電 動 機 容 量 [kw]	形 式	幅[m] ×長さ[m]	保 有 台 数	形 式	能 力 [t/h]	
99	和歌山派1	1961	1,100	マツキ	1.85×3.6	67	350	5,000	-1,200	1,800	固定グリズリ	20×50	1	水平回転 ファン サイキユラ	70	
	千葉派1	1962	2,000	ルルギ	2.5×3.2	80	350	6,400	-1,200	2,000	振動ふるい	2.2×6.5	2	水平回転 ファン サイキユラ	125	
100~199	和歌山派3	1965	3,500	コッパース	2.5×4.4	109	360	10,000	-1,350	3,700	"	2.44×4.26	1	水平回転 ファン サイキユラ	145	
	堺派2	1968	6,000	ルルギ	3.0×6.1	183	400	17,000	-1,400	5,100	"	3.05×5.95	2	水平回転 ファン サイキユラ	380	
200~299	鹿島派1	1971	8,000	コッパース	3.7×6.0	223	450	20,000	-1,800	8,700	"	3.5×6.0	2	ストレー ト	600	
	加古川派1	1972	10,500	ルルギ	4.0×6.55	262	430	24,000	-1,600	8,700	"	3.36×6.72	2	サイキユ ラ	590	
300~399	水島派3	1971	8,900	"	4.0×7.5	300	425	27,000	-1,400	7,700	"	3.5×6.4	2	サイキユ ラ	930	
	戸畑派3	1970	10,530	"	4.0×8.0	320	450	30,000	-1,600	10,500	固定グリズリ	4.0×7.0	1	サイキユ ラ	660	
400~499	福山派4	1971	14,900	"	5.0×8.0	400	450	36,000	-1,600	13,000	-	(撤去)	-	-	サイキユ ラ	1,300
	水島派4	1973	17,700	"	5.0×8.2	410	480	17,000×2	-1,600	7,800×2	-	-	-	-	ストレー ト	1,150
500~599	爾島	1976	15,000	"	5.0×9.0	450	450	17,500×2	-1,600 +280	8,500×2	-	-	-	-	サイキユ ラ	1,550
	鹿島派2	1973	16,400	コッパース	5.0×10.0	500	500	23,000×2	-1,800	8,100×2	振動ふるい	4.0×9.0	2	ストレー ト	1,000	
600~	若松派1	1976	20,400	"	5.0×12.0	600	500	27,000×2	-2,000	11,800×2	固定グリズリ	5.0×9.5	1	サイキユ ラ	1,180	
	鹿島派3	1977	20,400	コッパース	5.0×12.0	600	500	28,000×2	-1,600	9,500×2	-	-	-	-	サイキユ ラ	1,730
600~	大分派2	1975	25,000	"	5.0×12.0	600	500	27,000×2	-2,000	11,800×2	振動ふるい	4.0×9.5	2	水平回転 ファン サイキユラ	1,480	
	若松派1	1976	20,400	"	5.0×12.0	600	500	30,000×2	-2,000	13,500×2	-	-	-	-	サイキユ ラ	1,800
600~	鹿島派3	1977	20,400	コッパース	5.0×12.0	600	500	27,000×2	-1,800	9,300×2	-	-	-	-	ストレー ト	1,600

*-: 熱間ふるいなしの場合
**○: 押込式、△: 吸引式

(ii) 床敷設備

焼結機に床敷設備がないとグレートバーの損傷が大となり、又、バーの損耗及び半熔融物がベッドに附着することにより均一な通気性が得られず、焼結鉄の品質は低下する。

既設焼結機には、床敷鉄槽及びロールフィーダーを設置できるスペースがある。必要設備としては、床敷用コンベア 10 t/h、床敷鉄槽 10 m³、及びロールフィーダーを設置する。

(iii) 破碎篩分設備

高炉操業成績向上の為に、整粒強化対策として破碎、篩分設備を設置する。目標は焼結鉄 + 50 mm ; 0%、- 5 mm ; 5%とし、No. 1、2号機共用の設備とする。図 3-4-18 に設備フロー例を示す。処理能力は 50 m³ × 1.5 × 1.43 × 2 = 220 t/h とする。

尚、現在設置されている1次クラッシャー後の熱間固定篩は、冷間破碎、篩分設備設置後は不要となり、設備保全、稼働率の向上よりみて除去する。

(iv) 操業管理強化設備

前項で述べたように、装入方法の改善、焼成温度の管理等に必要な設備改善及び温度計等のセンサー設備を設置する。

(v) 点火炉改造

前項で述べたように点火ガス原単位低減の為に点火炉の炉容積縮小及びバーナー改造を行なう。

バーナーの特徴は巾方向に均一に着火し、且つ高温短時間に着火することである。均一に着火させる為には、バーナー間隔を 20 mm 間隔に小孔をあけた多孔式とし、短時間着火を得る為にはショートフレームになるような構造と、最高フレーム温度で直接着火するように焼結層上面とバーナーノズル先端の距離が 250~500 mm に調整出来るように設計する。又、高温にバーナーがさらされないようにノズル部分のみ炉内に配置し、バーナー本体は炉外に配置する。

焼結層上面点火温度は約 1,100℃、炉内雰囲気温度は 900~1,000℃となるので点火炉内壁は断熱耐火物と耐熱耐火物の組合せによるキャス

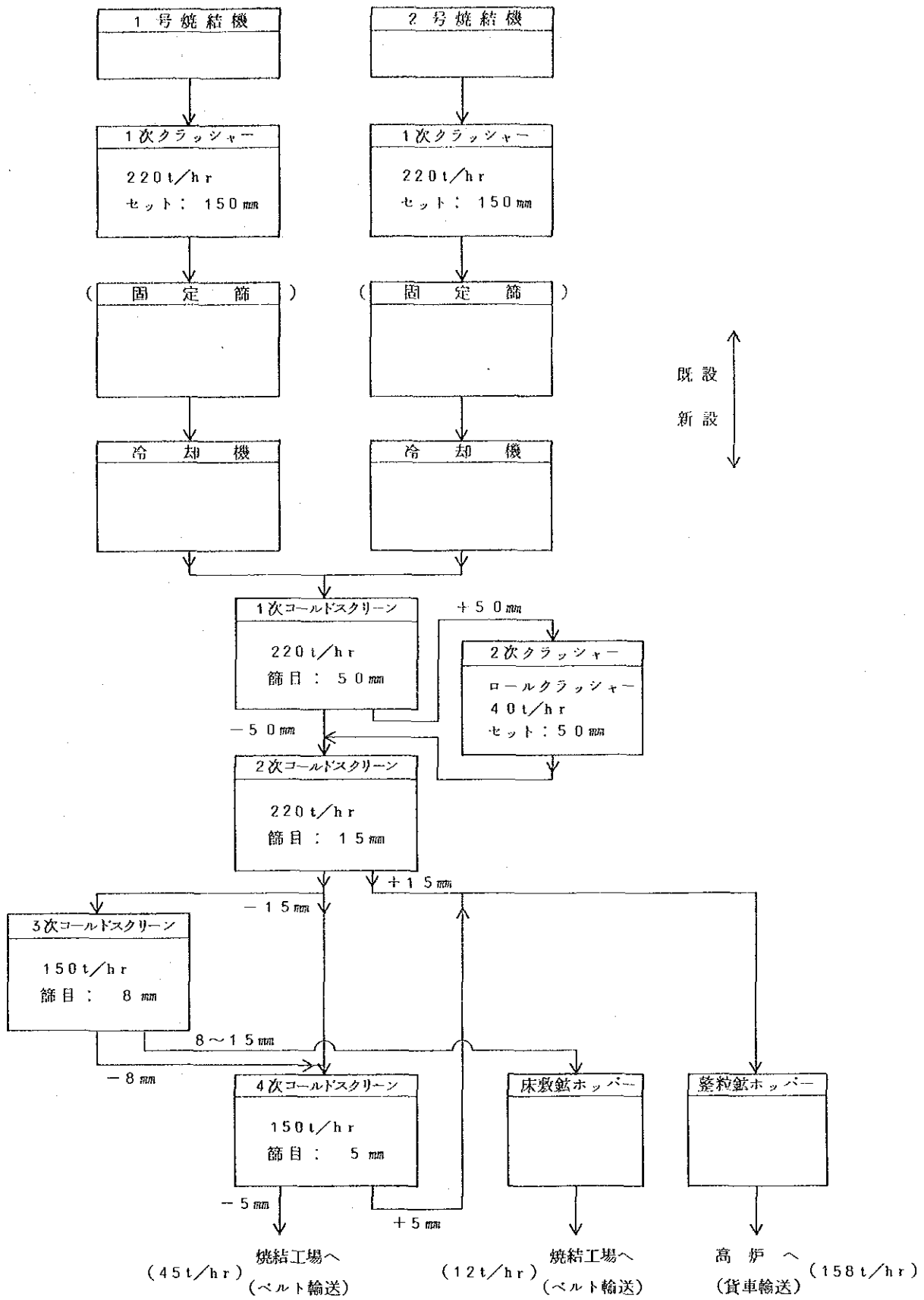


図3-4-18 №1、2号焼結破碎篩分設備

ダブル施工が必要である。図3-4-19、図3-4-20に従来点火炉、バーナーと、改造した点火炉、バーナーを示すが、巾4000mmの焼結機で改造バーナーの内容積は2m³の実施例である。

(vi) 集塵機改造

現在の主排風集塵機は多管式集塵機であるが、集塵効率が悪い。大気汚染防止の為、効率のよい電気集塵機に改造する。

(vii) レイアウト

図3-4-21に№1、2焼結機の改造レイアウトの一例を示す。

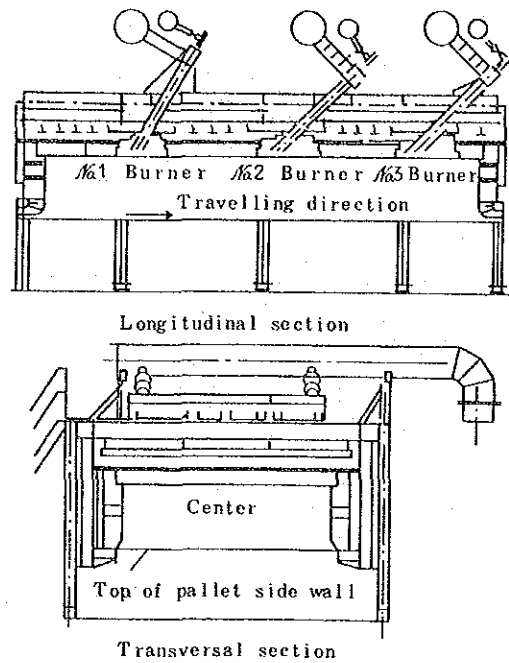


図3-4-19 従来型の点火炉、バーナー

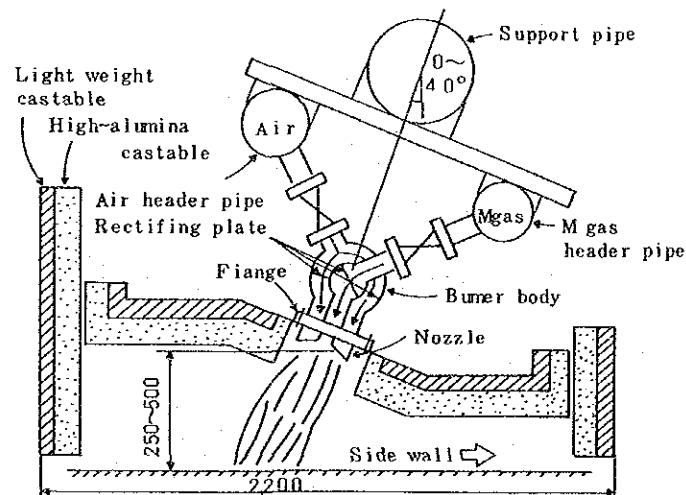


図3-4-20 改造した点火炉、バーナー

配置図は、通風送風機を分割した場合を示すが、大型送風機を用い、台数を減らすことも可能である。

(viii) 設備項目表(№1、2焼結機同じ)

項 目	内 容	備 考
1) 冷却機新設	(1) 冷却機本体(押込直線型) 能力 110 T/H/基 (2) 通風送風機一式	
2) 床敷設備新設	(1) 床敷鉬供給槽 10 m ² /槽 (2) ロールフィーダー 10 T/H	
3) 破砕篩分新設	(1) スクリーン: 1次 50 mm 220 T/H 2次 15 mm 220 T/H 3次 8 mm 150 T/H 4次 5 mm 150 T/H (2) クラッシャー: 50 mm 40 T/H (3) 床敷鉬貯鉬槽 (4) 整粒鉬ホッパー	1、2焼結共有
4) 操業管理強化	(1) ロールフィーダー位置下げ及び線衝板角度改善 (2) ロールフィーダー上部調整板設置 (3) 温度計及びTV設置 (4) 造粒原料水分制御装置	
5) 点火炉改造	(1) 点火炉縮少 (2) 点火バーナー改造	
6) 主排風集塵機	(1) 多管式 → 電気集塵機	

3-4 新設焼結機

パレット巾 2.5 m × 長さ 36 m、有効吸引面積 90 m² の焼結機 1 基を新設する。

(i) 特徴

既設焼結機の改造点を全て導入し、更に次の点を増強する。

- ① 焼結原料槽下部の切替装置は、正確な秤量により成分変動を少なくする為に、前項で示したような定量秤量装置を設ける。
- ② 計測制御設備を強化する。図 3-4-2 2 に焼結制御システムを、表 3-1-5 に制御システムに必要な計測、制御設備を示す。

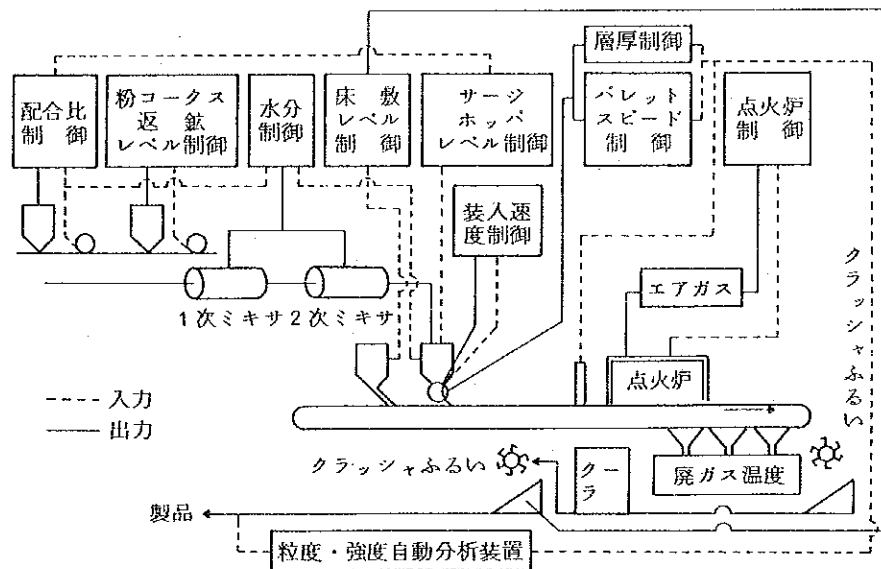


図 3-4-2 2 焼結制御システム

表 3-4-5 焼結計測、制御設備

<p>(1) 最も重要な設備</p> <ul style="list-style-type: none">a. 配合原料定量供給・秤量制御及び記録b. ミキサー添加水自動制御及び水分計c. サージホッパーレベル計測警報計d. 点火炉温度計測・制御（Cガス・空気量制御含む）e. 風箱温度計測記録f. 風箱風圧計測記録g. 主ダクト温度、圧力計測・記録h. 冷却機温度警報i. 主排風量計測計
<p>(2) 高度な運転に必要な設備</p> <ul style="list-style-type: none">a. コークス水分計b. 原料槽レベル計c. 焼結パレット層厚計d. スリットバー挿入レベル制御（通気度測定）e. 焼結回転制御（冷却機のクーラースピードと連動）f. ロールフィーダー回転制御g. 冷却機運転速度制御h. クーラー排鉱、焼結成品、返鉱、各ホッパーレベル計i. 各排風機軸受温度

(ii) 附 帯 設 備

(i) 石 灰 破 碎 設 備

既設の1、2号焼結機用石灰破碎設備は、3号焼結機分もまかなうには能力不足である。又、機器配置上も、3号焼結機と連結するのは難しい。第3号焼結機用の破碎設備を新設する必要がある。

必要な破碎機能力はリターン率20%として、

$$0.2 \times 90 \times 1.5 \times 1 / 0.8 = 33.75 \quad \text{約 } 35 \text{ T/Hr}$$

修理を考慮して、2基整備1基稼働とする。

(r) 粉 コ ー ク ス、無 煙 炭 破 碎 設 備

既設の破碎設備は機器配置上1、2号焼結機用とし、3号焼結機用の破碎設備を新設する必要がある。

必要な破碎機能力は、

無煙炭に対し

$$0.04 \times 90 \times 1.5 = 5.4 \text{ T/Hr} \quad \text{約 } 6 \text{ T/Hr}$$

粉 コ ー ク ス 対 し

$$0.025 \times 90 \times 1.5 = 3.4 \text{ T/Hr}$$

無煙炭用に合わせて、6 T/Hr 3基(2基+予備1基)を設置する事が望ましい。

(iii) №3 焼 結 機 レ イ ア ウ ト

図 3-4-23 にレイアウト例を示す。

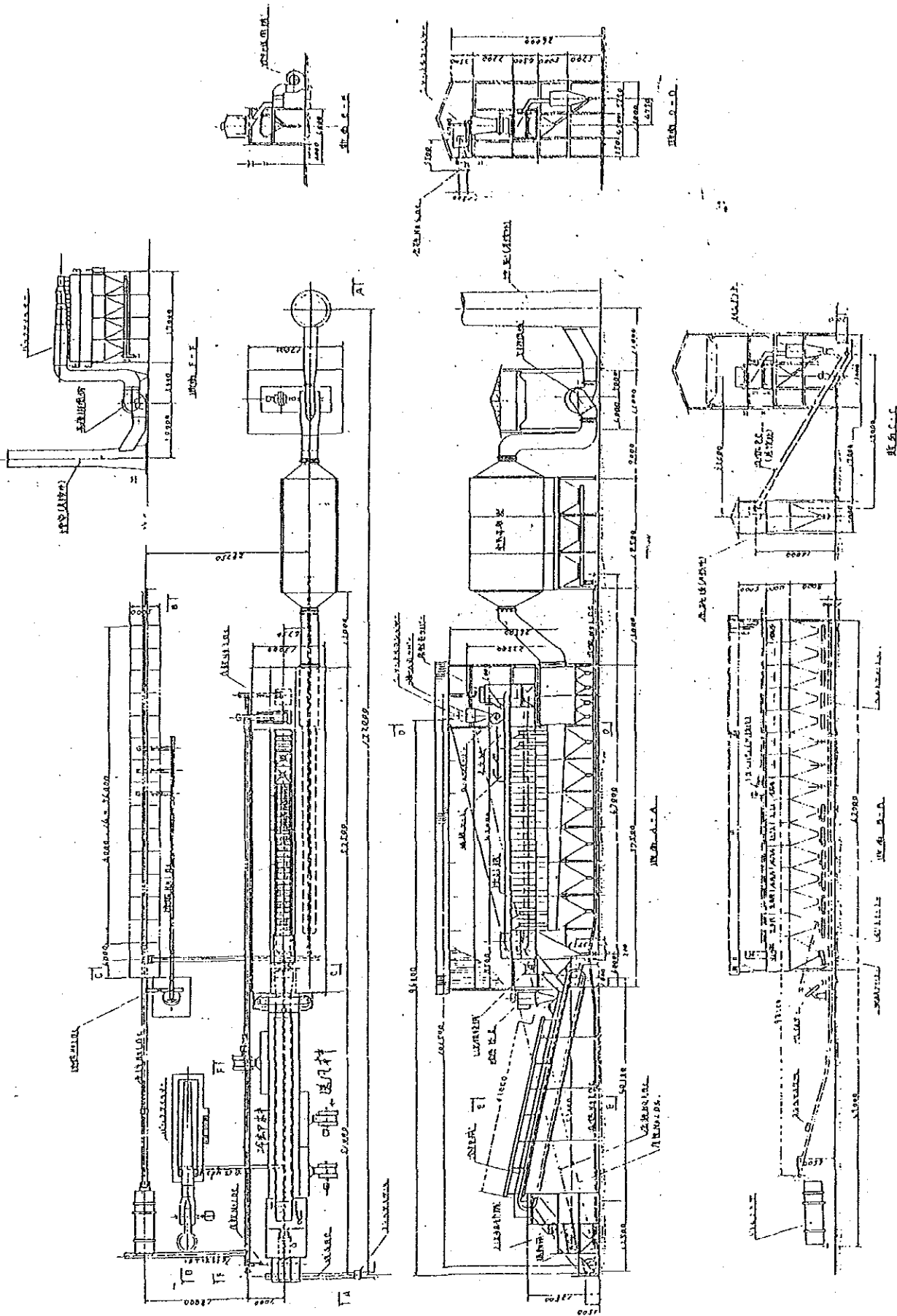


図 3-4-2-3 新設焼結機レイアウト

(iv) 項 目 表

項 目	内 容	備 考
1) 原料輸送コンベヤー	(1) 主原料輸送コンベヤー 1式 (2) 燃料、石灰石コンベヤー 1式 (3) 槽上トリッパー 1式	
2) 石灰石破碎設備	(1) 石灰原料槽 1槽 (2) 定量供給フィーダー 30 T/H×2台 (3) ハンマー式破碎机 35 T/H×2台 (4) 篩分け設備 35 T/H×2台 (5) リターンコンベヤー設備 1式 (6) バケットエレベーター又は輸送コンベヤー 1式	
3) 燃料破碎設備	(1) 燃料槽 2槽 (2) 定量供給フィーダー 6 T/Hr×4台 (3) ロッドミル式破碎机 6 T/Hr×3台 (4) バケットエレベーター又は輸送コンベヤー 2式	
4) 原料倉庫	(1) 配合原料輸送コンベヤー (2) 主原料配合槽 (3) 燃料配合槽 (4) 石灰石、生石灰配合槽 (5) 返鉞配合槽 (6) フィーダー及び定量秤量装置	
5) ミキサー	(1) 1次ミキサー 6.8 m×2.8 φ (2) 2次ミキサー 8.0 m×2.8 φ	滞留時間 2分 滞留時間 3分
6) 焼 結 機	(1) 原料供給槽 (2) 床 敷 槽 (3) 焼 結 機 本 体 90 m ² (2.5 m×36 m) (4) 点 火 炉	
7) 主 排 風 機	(1) 8,100 m ³ /min, 1,400 mm (2) 煙 突	
8) ホットクラッシャー	(1) 鬼齒型クラッシャー	
9) 冷 却 機	(1) 冷却機本体 (2) 通風送風機	
10) 破 碎 篩 分	(1) スクリーン : 1次 50 mm 2次 15 mm 3次 8 mm 4次 5 mm (2) クラッシャー : 50 mm (3) 床敷鉞貯鉞槽 (4) 整粒鉞ホッパー (5) 成品、返鉞、床敷鉞用コンベヤー	固定グリズリー 床 敷 用
11) 集 塵 機	(1) 主排風集塵機	
12) 計 装 設 備	(1) 温 度 計 (2) 圧 力 計 (3) 水 分 計 (4) レ ベ ル 計 (5) その他各制御機器一式	