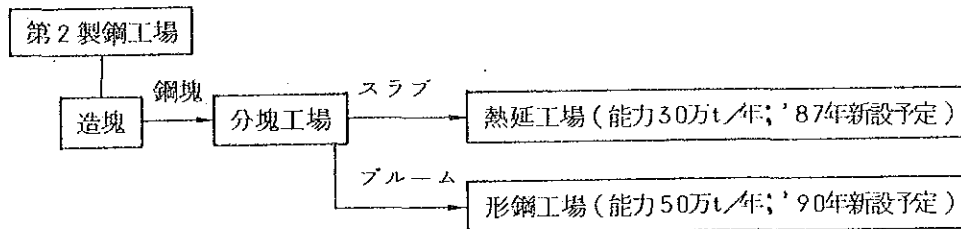


### 3-5-2 分塊工場

1990年に第2製鋼工場の粗鋼生産量（鋼塊、鋳片ベース）を70万t/年（1985年20.5万t）にするのに伴ない、既設分塊工場の下工程に熱延工場、形鋼工場を新設し、素材として鋼塊を分塊圧延した鋼片（スラブ、ブルーム）を使用する予定である。（形鋼工場は、連鋳ブルームも素材とする。）  
既ち、分塊工場を経由する物流は下記の通りとなる。



従来は、分塊工場では、鋼塊をブルーム150中～220中に圧延していたが、上記熱延工場、形鋼工場向けに鋼片を追加供給するに当たり鋼塊サイズの見直しを行なった。鋼塊サイズの見直しにより従来、生産設備の能力をチェックし、合わせて設備改善策についても検討した結果を以下に述べる。

#### (1) 新鋼塊の設計

##### ① 鋼種

熱延向；リムド鋼、キルド鋼

形鋼向；リムド鋼

このまとめを表3-5-4にまとめる。

熱延向けの鋼塊鋼種は、下工程の各工場（溶接管、冷間成形、冷延）向けの製品規格より決まるものである。

##### ② 鋼塊重量、形状

###### a. 熱延向スラブ

現在熱延向スラブ寸法として、山東萊蕪鋼鐵廠から出されている計画値は断面（厚×幅）が（80～110）×（220～380）である。操業立上時は、分塊圧延後のスラブは、熱延工場の加熱炉に装入するため加熱炉装入可能な長さ、前もって剪断機により数分割される。熱延工場の操業が安定した場合は、普通鋼の場合は分塊工場→熱延工場へのスラブ直送（すなわち、加熱炉を経由しない）を行い、鋼材顕熱の有効活用

(すなわち、熱延加熱炉燃料原単位の向上)を計る。

分塊工場 → 熱延工場直送圧延時のスラブ重量は熱延コイラーにより上限が約2トンに制限されるため、鋼塊もこれに対応する重量とする。代表的なスラブ断面について分塊圧延後のスラブ重量を算出したものを表3-5-5(操業立上時)、表3-5-6(操業安定時)に示す。

#### b. 形鋼向けブルーム

形鋼工場向けのブルームは、大部分が連鋳工場からの連鋳ブルームを使用するが、連鋳設備の休止(休工、故障停止)等を考慮して、分塊工場経由でのブルーム供給ルートをも考慮している。

この分塊ブルーム断面は、基本的に連鋳ブルームと同一のものを考え1990年時点では、180×220の単一断面で対処する。

表3-5-7に形鋼向けブルーム長を示すが、鋼塊設計用としては、2,890kg(4.69mブルーム2本取り)の圧延後ブルーム重量とする。

表 3 - 5 - 4 対象鋼種及び脱酸法 ( 1990年 )

圧延工場		鋼塊	製品	規格	脱酸法	製品別生産量 ( t/年 )
熱圧	向先					
熱延	溶接造管	造塊	丸管	SGP	*リムド	20,000
				SGPW	*リムド	20,000
				STPG42	キルド	32,000
				STK50	キルド	10,000
				STKM12A	キルド	10,000
	第一冷間成形	造塊	・軽量形鋼 ・軽量薄形鋼 ・軽量山形鋼	SSC41	*リムド	37,000
第二冷間成形	造塊	波形鋼	SDP1 (SPHC, SPCC相当)	*リムド	28,000	
冷延	造塊	帯鋼	SPCC	*リムド	34,000	
外販	造塊	熱延コイル	SPHC	*リムド	40,000	
中形形鋼	連鑄	・H形鋼 ・薄形鋼 ・山形鋼	SS41	シリコン・キルド	347,000	
	造塊	同上	SS41	*リムド		
計						578,000

注 1) 規格は J I S 相当

注 2) \*リムド鋼は歩止り向上を考慮してキャップド鋼とするとも考えられる。

表 3-5-5 熱延スラブ諸元 (操業立上時)

分類	規格	スラブ・サイズ (巾×厚×長×本数)	スラブ重量 (kg)	備考
普通鋼	1	100×210×4,170×3	*2,060 = 687×3	* $\frac{2,000}{0.97} = 2,060$
	2	100×270×4,860×2	" = 1,030×2	○ ホット・ストリップ、コイル重量 2,000kg
	3	105×270×4,630×2	" = 1,030×2	○ 熱延歩止り 97%
	4	90×320×4,560×2	" = 1,030×2	・加熱ロス 2.2%
	5	80×370×4,430×2	2,060 = 1,030×2	・クランプロス 1.2%
特殊鋼	1	80×370×4,430×2	2,060 = 1,030×2	
	2	85×210×4,900×3	" = 687×3	
	3	90×320×4,560×2	" = 1,030×2	
	4	95×210×4,390×3	2,060 = 687×3	

注1) 操業立上時、普通鋼、特殊鋼とも分塊圧延後、熱延前加熱炉装入とする。

注2) 設備制限：加熱炉装入 Max 5,340、アズロール制限：B・D前面：6.5m以内、B・Dミル巻～剪断機巻 38.7m

ホット・ストリップコイラー Max 2,000 kg

表3-5-6 熱延スラブ諸元（操業安定時）

分類	規格	スラブ・サイズ (巾×厚×長×本数)	スラブ重量 (kg)	生産量 (万t/年)	備考
普通鋼	1	100×210×1,2250	※2,020	3.3	※ $\frac{2,000}{0.99} = 2,020$
	2	100×270×9,530	"	2.2	○ ホット・ストリップコイル重量 2,000kg
	3	105×270×9,080	"	4.9	○ 熱延歩止り 99%
	4	90×320×8,930	"	6.6	・クロップ・ロス 1.2%
	5	80×370×8,690	2,020	2.8	
特殊鋼	1	80×370×4,430×2	※※2,060 = 1,030×2	3.1	※※ $\frac{2,000}{0.97} = 2,060$
	2	85×210×4,900×3	" = 687×3	1.1	○ ホット・ストリップコイル重量 2,000kg
	3	90×320×4,560×2	" = 1,030×2	4.4	○ 熱延歩止り 97% ・加熱ロス 2.2%
	4	95×210×4,390×3	2,060 = 687×3	1.6	・クロップロス 1.2%
(小計30.0)					

注1) 操業安定時：普通鋼：分塊→熱延直送、特殊鋼：分塊圧延後、熱延前加熱炉装入

注2) 設備制限：加熱炉装入 Max5,340、アズロール制限：B・D前面16.5m以内、B・Dミルφ〜剪断機φ38.7m

ホット・ストリップコイル = Max2,000kg

表 3-5-7 形鋼向けブルーム諸元

製品寸法	単重 kg/m	ブルーム・寸法 (厚×幅×長×本数)	単重 kg/m	ブルーム重量 (kg)	成 品 アズロール (m)	備 考
H125×125×6.5×9	23.8	180×220×4,870×2	308	3,000=1,500×2	63	
H175× 90×5 ×8	18.1	180×220×4,690×2	#	2,890=1,445×2	80	
[200×80×7.5×11	24.6	180×220×4,800×2	#	2,960=1,480×2	60	
L150×150×12	27.5	180×220×4,870×2	#	3,000=1,500×2	55	

注1) 1990年操業時点の形鋼サイズは上記4サイズとする。

注2) 素材長さ制限3~6m。

注3) Max アズロール80m。

但し山形溝、溝形鋼は60m以内を原則とする。

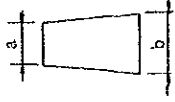
#### c. 鋼塊サイズ

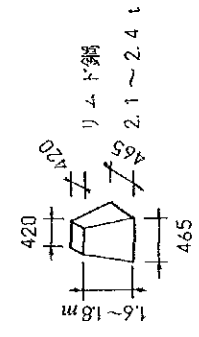
前記の熱延向スラブ、形鋼向ブルームの重量をもとにして、鋼塊重量を算定した例を表3-5-8に示す。

この鋼塊重量より出した鋼塊寸法の一列を同じく表3-5-8に示す。

鋼塊の詳細寸法決定については、詳細な検討を必要とするので、ここでは寸法概要を一列で示すのみにとどめる。

表 3-5-8 第 2 製鋼新鋼塊の一例

向先	鋼種	A 鋼片重量 (kg)	B 分塊歩止 (%)	C 歩止バツッキ (%)	D 鋼塊重量 (kg)	鋼塊サイズの一例	備考
熱延	キャップド	2,060	89	2	2,260	 $a = 430$ $b = 470$ $c = 330$ $d = 370$ $h = 1,800$	
#	キルド	2,060	81	2	2,490	$a = 450$ $b = 490$ $c = 350$ $d = 390$ $h = 1,800$	
形鋼	キャップド	3,040	91	2	3,270	$a = 450$ $b = 510$ $c = 450$ $d = 510$ $h = 1,800$	



注 1)  $D = \frac{A}{B(1+C)}$       注 2) 形鋼向キルドは当面考慮しない。  
 注 3) 鋳型は全数下広タイプとする。      注 4) 現状使用鋳型(2製鋼)  
 (分塊後 150φ~220φ)

(2) 設備能力の検討

① 設備能力算定の前提

分塊工場の操業は次の通りとする。

- 年間操業時間 7,000時間
- 平均稼働率 75%
- 分塊圧延量(鋼塊) 38.6万t/年

(内訳) 形鋼向 7万t/年 (鋼塊 3.27万t/年)

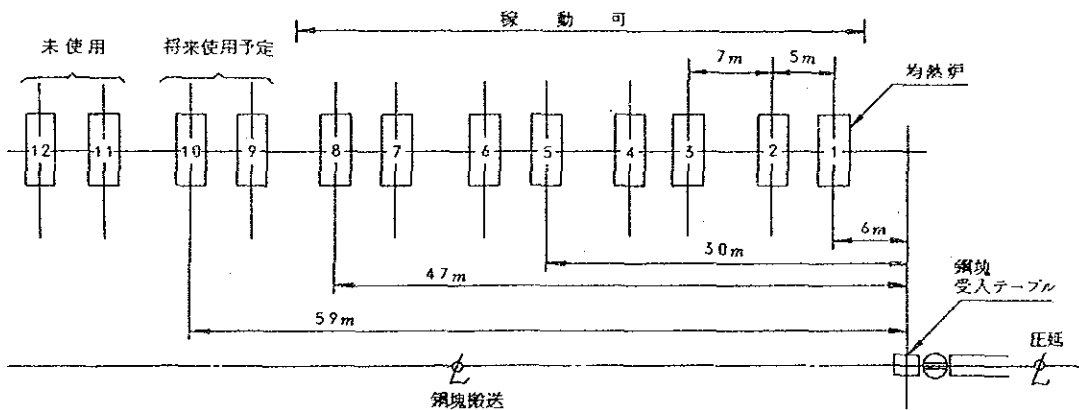
熱延向 31.6万t/年 { リムド鋼 84% (鋼塊 2.26t/本)  
キルド鋼 16% (鋼塊 2.49t/本)

各鋼塊の分塊圧延ピッチを一定と仮定すると、上記生産量確保のためには、圧延ピッチが2分/本以内である必要がある。

② 各設備の能力

a. 均熱ピット・クレーン

均熱ヤードには、ピット・クレーンが2基あり、このクレーンにより鋼塊の装入、抽出作業を行っている。均熱炉から抽出して圧延ラインの鋼塊受入れテーブル上に搬送するサイクル・タイムは、クレーン相互の干渉がないとすると表3-5-9に示す通りである。すなわち、天井クレーンのみでは受入れテーブルより最も遠い8ホール目の場合で104秒、将来10ホールまで使うとして10ホール目は119秒であり、天井クレーンと鋼塊搬送車を同時に使う場合は、各々、93秒、98秒となる。





上記の場合、クレーンのみで鋼塊を抽出する場合は、鋼塊装入をするクレーンと作業干渉が生じ、鋼塊抽出タイム・サイクルは、2分を超える場合が生じる。一方、鋼塊搬送車を使用する場合は、鋼塊抽出用クレーンは走行する必要がないのもう一方の装入用クレーンの作業自由度が大きくなり、ほとんど干渉をなくすようにすることが可能である。すなわち、鋼塊の抽出のタイム・サイクルを2分以内とすることは、充分可能と考えられる。以上より、鋼塊搬送車を活用すべきである。

表 3-5-9 均熱炉鋼塊搬送サイクル・タイム

(単位：秒)

ホール	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
天井クレーンのみ	*76	*76	*76	*76	84	90	98	104	113	119
天井クレーン+鋼塊搬送車	76	78	81	83	86	88	91	93	96	98

注1) \* 横行台車の搬送サイクルによって決まる。

注2) 鋼塊搬送車は抽出均熱炉に最接近しているものとする。

(搬送サイクル算出の条件)

㉑ 実 測 値

イ. 均熱炉蓋開け開始 → 鋼塊持ち上げ完了 → 受入テーブルへ鋼塊着

(No.5ホール) 39秒 25秒

ロ. クレーン走行 23秒 / 35m → クレーン速度 100m/min、  
加減速時間 2 sec.

ハ. クレーン横行 21秒 / 21m → クレーン速度 66.5m/min、  
加減速時間 2 sec.

ニ. 均熱炉蓋あけ所要時間 14 sec.

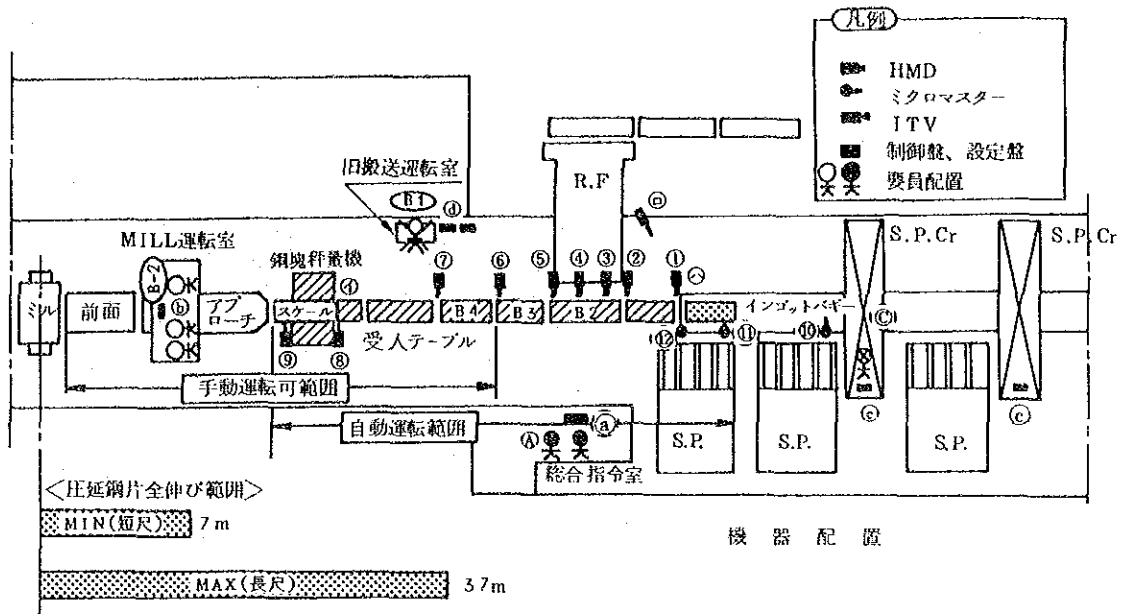
㉒ 鋼 塊 搬 送 車

イ. 定速度走行時 5m/sec. (加減速時間 2 sec. と仮定)

ロ. 搬送車から鋼塊卸し開始～完了 10 sec. と仮定

ハ. 均熱炉蓋開け開始～鋼塊とり出し～鋼塊搬送車積み込み完了 60 sec.  
↓ ↓  
39秒 21秒

鋼塊搬送車は、現状では稼動していないため搬送サイクル実測はできなかったが、算出値を表 3-5-9 に示す。鋼塊受入れテーブルから遠いホールの場合には、鋼塊搬送車使用がサイクル・タイム的にはクレーン搬送よりも有利である。鋼塊の均熱炉装入と抽出とが同時作業になることを考えると、鋼塊搬送車を故障なく常時使用できるよう設備の信頼性を上げておくべきである。現状で問題視されている鋼塊搬送車の減速、停止時の制御方法については専門的な面があり、詳細は不明であるが、日本の A 社で採用されている減速、停止の技術の一例を参考として図 3-5-33 に示す。



機 器 配 置

主 要 機 能

図中番号	名 称	機 能
①～⑨	HMD	各ローラーテーブル、駆動・減速・停止用センサー
⑩～⑫	マイクロマスター※1	インゴットバギー、駆動・減速・停止用センサー
Ⓐ	自動運転設定盤	圧延材に合せた自動運転条件の設定
Ⓑ	圧延完了・抽出合図 P・B	次圧延材の待機解除、S.P.Cr への抽出合図
Ⓒ	インゴットバギー駆動用 P・B	インゴットバギー及びB1テーブル駆動用
Ⓓ	シーケンサー盤、補助リレー盤	自動運転制御
⑬⑭	ITV	鋼塊(鋳片)搬送状況確認
Ⓔ	チュラストバッファ	インゴットバギーのB1テーブルへの衝撃防止

※1 ミクロマスター

- ・ 導波管式マイクロマスターで、本体(電子回路部)、反射アンテナ部、導波管部より構成され、反射アンテナ部は、被検出部より500mm以内に設置する。

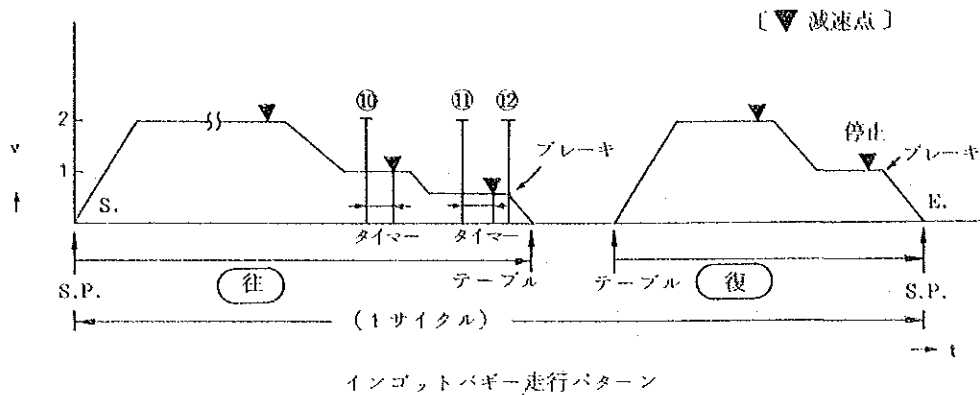


図 3-5-33 鋼塊搬送車の減速、停止技術（一例）

#### b. 均 熱 炉

均熱炉の能力は、炉本体の設備仕様、鋼塊重量、装入量が一定ならば鋼塊の装入温度によって大きく左右される。

造塊ヤードから分塊工場に搬入されてきた熱鋼塊はトラック・タイムによっても異なるが、順調な場合は表面温度 800℃程度の均熱炉装入が可能である。均熱炉の設計能力は、熱塊 600℃が 75%の装入率で 50,100 t/年・HOLEであり、8ホールでは 40万 t/年となる。

この値は、現状の鋼塊サイズが変われば変化すると考えられるが、今後使用していく主要鋼塊の重量（約 2.3 t）が、従来（2.1～2.4 t）とほぼ同じのため、大きな差はでないと考えられる。

詳細は別章で述べるが、造塊ヤード～分塊ヤード間の鋼塊搬送を合理化する計画であり、熱塊装入率の大幅な向上により、均熱能力の向上を図る。

なお、均熱炉は常時 8ホール使用できるように整備しておく必要がある。今後、分塊工場では形鋼向け、板用向けの鋼塊を取り扱うこととなるため、受入れ鋼塊の加熱のための均熱炉使用計画、焼上鋼塊の抽出圧延計画等のシステム化を充実化しておく必要がある。

システム化の一例として、日本の C社で採用されているものを参考までに図 3-5-34 に示す。

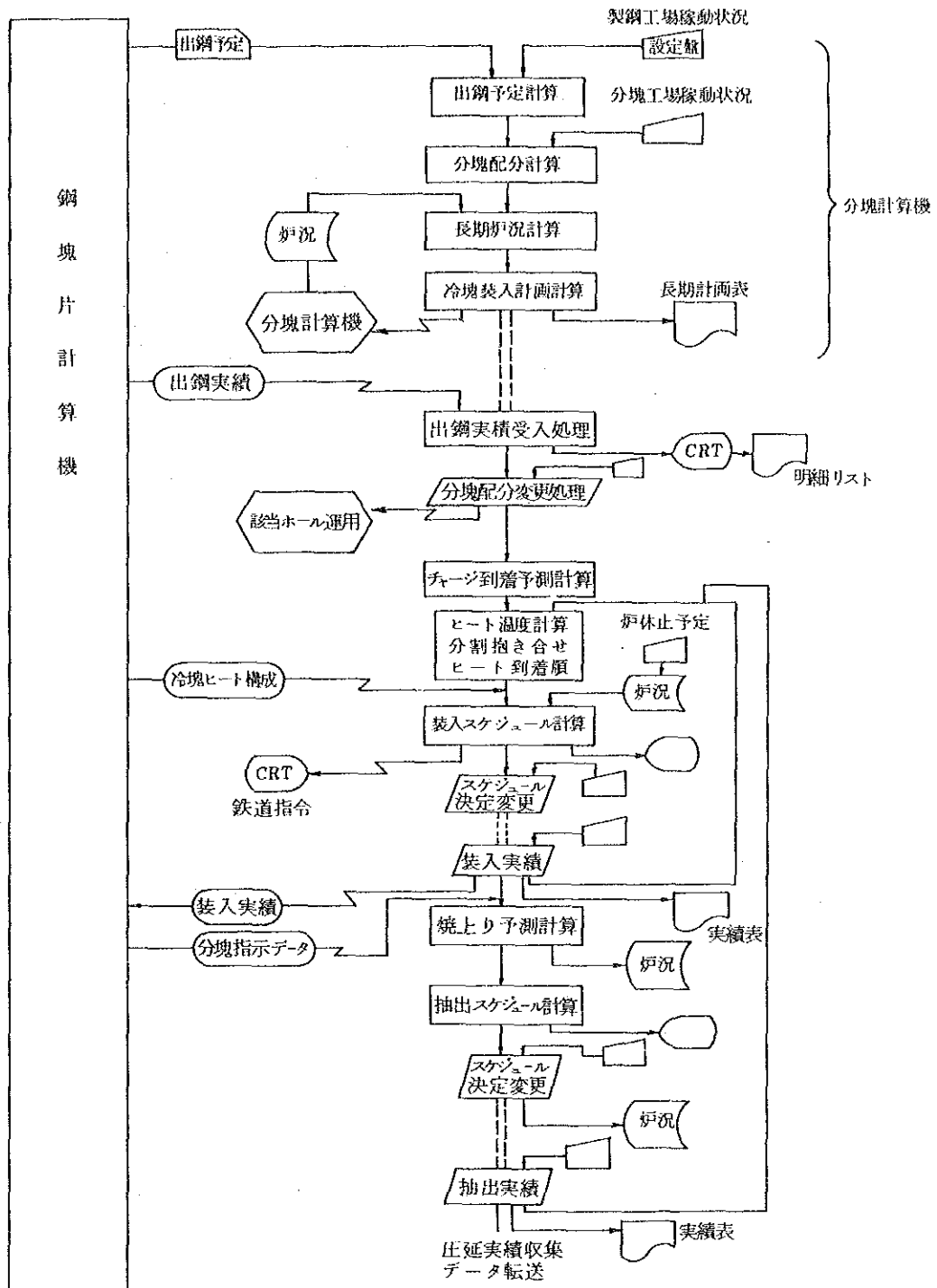


図 3-5-34 均熱炉運用システムの一例

主な入出力項目および計算内容

項目	名称	データ形	内容 / 条件
インプット	出鋼予定	カード	鋼種、鋳型、本数、照合紙
	出鋼実績	伝送	鋼種、鋳型、本数、鋳込時刻Ch紙
	分塊指示	#	鋳片種類、向先、寸法、運用コード
	炉トラッキング	盤・信号	抽出・装入実績
	計算指令	盤	計算開始、条件変更、データ変更・追加・修正
アウトプット	長期計画	帳票	分塊配分、冷塊装入計画
	熱塊ヒート編成	C R T	分割・抱き合計画、装入ホール
	抽出計画	C R T	抽出ホール順、圧延予定
	炉操業日誌	帳票	抽出・装入実績
計算内容	熱塊到着予測計算		標準トラクタイル計算
	ヒート編成計算		分割・抱き合せ計算
	焼上り予測計算		計算式、流量補正
	抽出順判断計算		クレーン競合排除、材欠まとめ処理
	空炉発生予測、装入 組合せ判断計算		炉能率低下指数

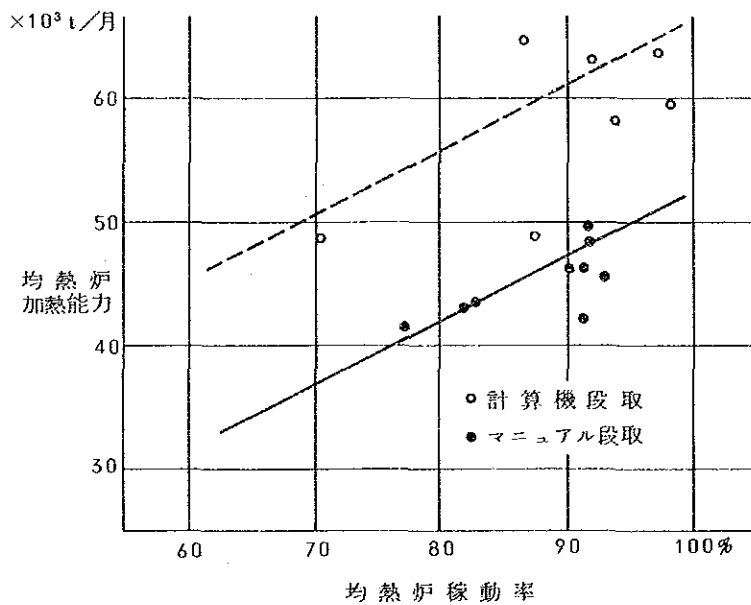


図 3-5-35 計算機段取りによる均熱能力向上

これらの情報処理は、従来人手によって行われていたものだが、これを計算機処理することにより均熱炉の能力向上を狙える。図3-5-35はその効果例を示したものである。

なお、現在の造塊ヤード～分塊工場間の鋼塊輸送は、牽引車を専用化し、熱塊の搬送待ちがでないようにすると共に、牽引車の輸送計画も情報処理システムに折り込むことが必要である。

#### c. 分 塊 ミ ル

分塊ミルの現状のパス・スケジュール(150中用)の一例を図3-5-36に示す。17パスで算定値では圧延所要時間は66秒である。

熱延向け代表鋼塊として、 $490 \times 390 \times 1,800$ 、249トンのものをスラブの最小断面サイズ $80 \times 220$ にする場合の検討結果は全17パスでこの場合の圧延所要時間は1.8分であり、鋼塊間のインターバルを10秒見ても2分以内に納まる。

但し、圧下量制限50mm、圧延速度1.8～3.4m/s(ロール52～100rpm.)、カント時間2sec.、パス間のインターバル2sec.という仮定をおいての算出値であり実操業時に確認が必要である。

分塊ミルでの圧延能率を上げる方法として、鋼塊を複数本同時に圧延する、いわゆるタンデム圧延があり、日本の分塊工場でも採用されている例がある。

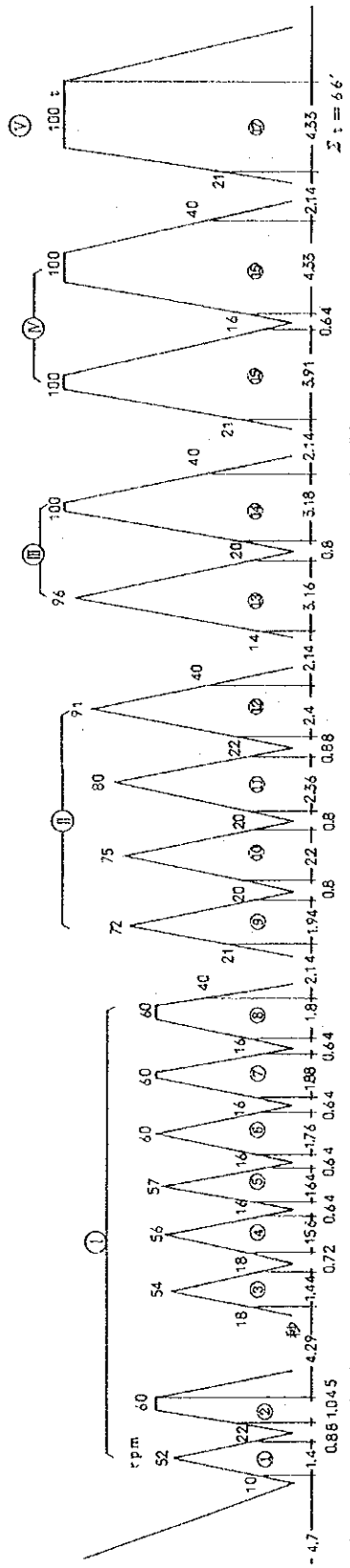


図 3-5-36 現状分塊バス・スケジュール一例 (150φ)

180°、150φバス・スケジュール

孔数	n	H	△h	B	△b	指針数
----	---	---	----	---	----	-----

120	0	500	70	500	500	315
	1	435	55			
120	2	380	55	500	500	325
	3	445	55			
120	4	400	45	500	500	240
	5	360	40			
120	6	320	40	500	500	160
	7	280	40			
120	8	240	40	500	500	120
	9	200	40			

孔型	n	H	△h	B	△b	指針数
----	---	---	----	---	----	-----

140	9	365	55	280	40	225
	10	315	50			
140	11	265	50	280	40	125
	12	210	55			
130	13	220	60	250	10	90
	14	170	50			
140	15	180	50	180	10	40
	16	140	40			
155	17	150	40	150	10	15
	18	110	30			



#### d. 剪 断 機

剪断機の剪断力は剪断面積×剪断抵抗で表わされる。剪断抵抗は、操業条件（鋼種、温度、剪断速度等）や設備条件（刃のクリアランス、刃先形状材料の固定状態等）により変化するが、剪断抵抗の変化を無視すれば、現状の剪断能力240×240から見て、形鋼向け分塊ブルーム代表断面180×220、熱延向けスラブ最大断面110<sup>H</sup>×380<sup>W</sup>は各々69%、73%の断面積の比率であり剪断能力的には問題ないと考えられる。

剪刃の寸法は幅725mmであり、刃の開度も290であるため上記寸法の圧延材を剪断するのに支障はない。現状の剪断速度は、大断面（175×175相当以上）のもので5.8回/minであるが、熱延向スラブの鋼片取りは1～3本（剪断回数2～4回）、形鋼向ブルームの鋼片取りは1～2本（剪断回数2～3回）であること、トップ及びボトムのカット処理時間が合わせて約30秒（実測）であること、テーブル送り所要時間約30sec.（15m長さの圧延材3分割（ $\frac{5m}{2.5m/s} + 8$ 秒（加減速））×3=30sec.）を考慮に入れると、剪断ピッチを2分以内にすることは可能であると考えられる。なお、将来、形鋼サイズの拡大に伴い、分塊ブルーム断面250×300を使用する必要があると考えられるが、この場合は、現状の剪断機では能力不足となり使用できない。ブルーム250×300の量は稼働当初は少ないため、分塊圧延後、人手によるガス切断を行ない、中形形鋼工場に供給する。将来的に、この250×300が増大した時には、剪断機の容量アップ更新、又は新連鋳機の増設で対処する。

### (3) 設 備 改 造

#### ① ホット・スカーファ－の新設

将来、分塊圧延後のスラブを熱延工場向けに直送圧延する場合は、スラブの表面疵をオン・ラインで除去しておく必要がある。

直送圧延材以外でも将来熱延向け、形鋼向け鋼片の圧延処理量が増加し、これに伴う精整工程での表面疵手入れの負荷を軽減する上からもオン・ラインでの鋼片表面疵手入れは有用である。ホット・スカーファ－実施対象鋼種については、表面疵発生度等が関係してくるため詳細な検討が必要である。

a. ホット・スカーファアの設備仕様

表3-5-10にホット・スカーファアの設備仕様の一例を示す。図3-5-37はホット・スカーファア構造図である。

ホット・スカーフ時は相当の煙（蒸気、ガス、若干の固形物を含む）が含まれるため適切な排煙設備により工場屋外に排出する必要がある。図3-5-38に電気集塵機を設置した場合の排煙処理フローを示す。

b. ホット・スカーファアの設置場所

ホット・スカーファアの設置場所は、分塊ミルと剪断機との間に設置する。（分塊ミルも～剪断機も38.7 m）。当初の計画では、分塊ミルと剪断機のほぼ中央部に設置する予定であったが、以下の理由で設置場所の変更を行なった。すなわち、所定圧延ピッチ（2分以内）で連続圧延作業をする場合、ホット・スカーファア中の材料と分塊圧延中の後続材とが衝突してしまい場合がありうるのと、ホット・スカーファアの設置位置に油圧室があり、かなりの改造が必要となると考えられたため、これらを防止するため設置場所を剪断機側に若干移設した。

ホット・スカーファアの設置図を図3-5-39に示す。

図3-5-40では、ホット・スカーファアも～剪断機間が13.7 mしかなく、アズ・ロールが長い材料（Max 16.5 m）の場合は、ホット・スカーファアの後半で材料の先端が剪断機を越えてしまうが、この材料の剪断時は、必要量テーブル上を逆走させて対処することにする。

ホット・スカーファアを使用している時のタイム・サイクル例を図3-5-40に示す。図3-5-40は、分塊圧延後のアズ・ロール長が上限の16.5 mとなり、かつ、熱延向けスラブの最大本数3本取りの場合を示すが、ホット・スカーファア作業が入ってもピッチ・ダウンになることはなく、連続圧延作業ができていることを示す。

c. 既設設備の改造

ホット・スカーファア設置のための基礎工事の他に、圧延材案内用ガイド、ピンチ・ロール、ローラーテーブル等の付帯設備取り付け、スケール・スルース等設置のための改造及び前後面テーブル・ローラーのモーター改造又は更新（搬送速度を小さくするため）が必要であるが、現

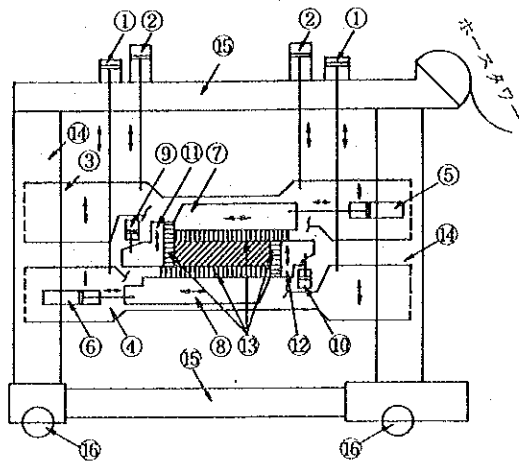
地状況を詳細に調査しないと改造範囲は分からない。見積りはホット・スカーファ－設備本体と付属品のみを示す。

表 3-5-10 ホット・スカーファ－設備（一例）

項 目	設 備 仕 様	備 考
披 溶 削 鋼 片	(1) 対 象 鋼 種 ○ 一般構造用炭素鋼 ○ 機械構造用炭素鋼 ○ 低 合 金 鋼  (2) 寸 法 範 囲 ○ 幅 : 102~548 mm ○ 厚 み : 6.4~27.6 mm ○ 長 さ : 4000 mm以上  (3) 鋼 片 温 度 MIN 850℃ (標準1092℃)	ピンチ・ロール設置時
溶 削 仕 様	(1) 溶 削 面 上下、左右 4面  (2) スカーフ深さ 1.5~4.5 mm  (3) 溶 削 速 度 1.5~7.6 m/min  (4) 使 用 ガ ス 酸素及びコークス炉ガス 酸素；純度99.5%以上のドライ酸素 コークス炉ガス；不純物除去が必要	ローラー・テーブル速度 1.5~9.0 m/min
サイクル・タイム (機械作動)	(1例) ○ 鋼 片 温 度 1,050℃ ○ 鋼 片 長 さ 13 m ○ スカーフ深さ 1.5 mm } サイクル・タイム 38.5 sec.	鋼片位置決め作業のため の時間は除く

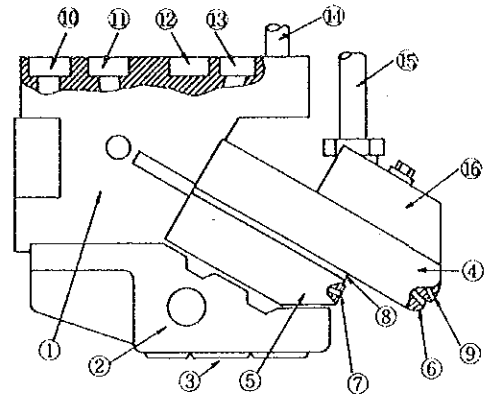
(つづき)

項 目	設 備 仕 様					備 考	
流 体 仕 様	流 体 名		元管圧力 (kg/cm <sup>2</sup> ) 最大流量割合				
			最大	最小	許容変動圧	単 位	流 量
	酸 素		17.6	12.3	2.8	* S m <sup>3</sup> /分	12.6
	燃料 ガス	コークス炉ガス	7.0	3.5	0.3	#	16.88
		マシン作動用	8.8	6.3	0.35	#	13.4
	ア	バ...ジ用	0.32	0.25	-	#	10.72
	水	循環冷却水	-	2.8	-	m <sup>3</sup> /分	0.001
		熱交換器	8.8	2.8	-	#	0.38
		スプレイ用	8.8	2.8	-	#	2.3
		スラブ 除去用	14	10.6	-	#	13.26
		スカーフ中 非スカーフ中					
		排 煙	-	-	-	#	141.6
* : S m <sup>3</sup> /分 ; 0℃ 1気圧における m <sup>3</sup> /分							
電 気 仕 様	用 途	電 流	電 圧	最大電力 (HP)	負荷率 (%)		
	マシン・コントロール	A.C. 50HZ	115V	2.25	80		
	循環冷却水ポンプ	A.C. 50HZ	220V	10	100		
	水中電熱機	A.C. 50HZ	220V	10	50		



- ① ロアフロートメンバーチカルシリンダ
- ② アップフロートメンバーチカルシリンダ
- ③ アップフロートメンバ
- ④ ロアフロートメンバ
- ⑤ アップ水平スライドシリンダ
- ⑥ ロア水平スライドシリンダ
- ⑦ アップ水平マニホールド
- ⑧ ロア水平マニホールド
- ⑨ アッパーチカルスライドシリンダ
- ⑩ ロアチカルスライドシリンダ
- ⑪ アッパーチカルマニホールド
- ⑫ ロアチカルマニホールド
- ⑬ スカーフィングノズルユニット
- ⑭ 支柱
- ⑮ クロスメンバ
- ⑯ 車輪

ホットスカーファ構造図



- ① ヘッド
- ② シュー
- ③ ライディングスキッド
- ④ アッププレヒートブロック
- ⑤ ロアプレヒートブロック
- ⑥ アッププレヒートチップ
- ⑦ ロアプレヒートチップ
- ⑧ O<sub>2</sub> 噴出口
- ⑨ シールドO<sub>2</sub> チップ
- ⑩ 冷却水供給口
- ⑪ O<sub>2</sub> 供給口
- ⑫ 燃料ガス供給口
- ⑬ 冷却水排出口
- ⑭ 取付ボルト
- ⑮ シールドO<sub>2</sub> 供給口
- ⑯ シールドO<sub>2</sub> アタッチメント

スカーフィングノズルユニット  
(シールド酸素方式)

図 3-5-37 ホット・スカーファ構造図(一例)

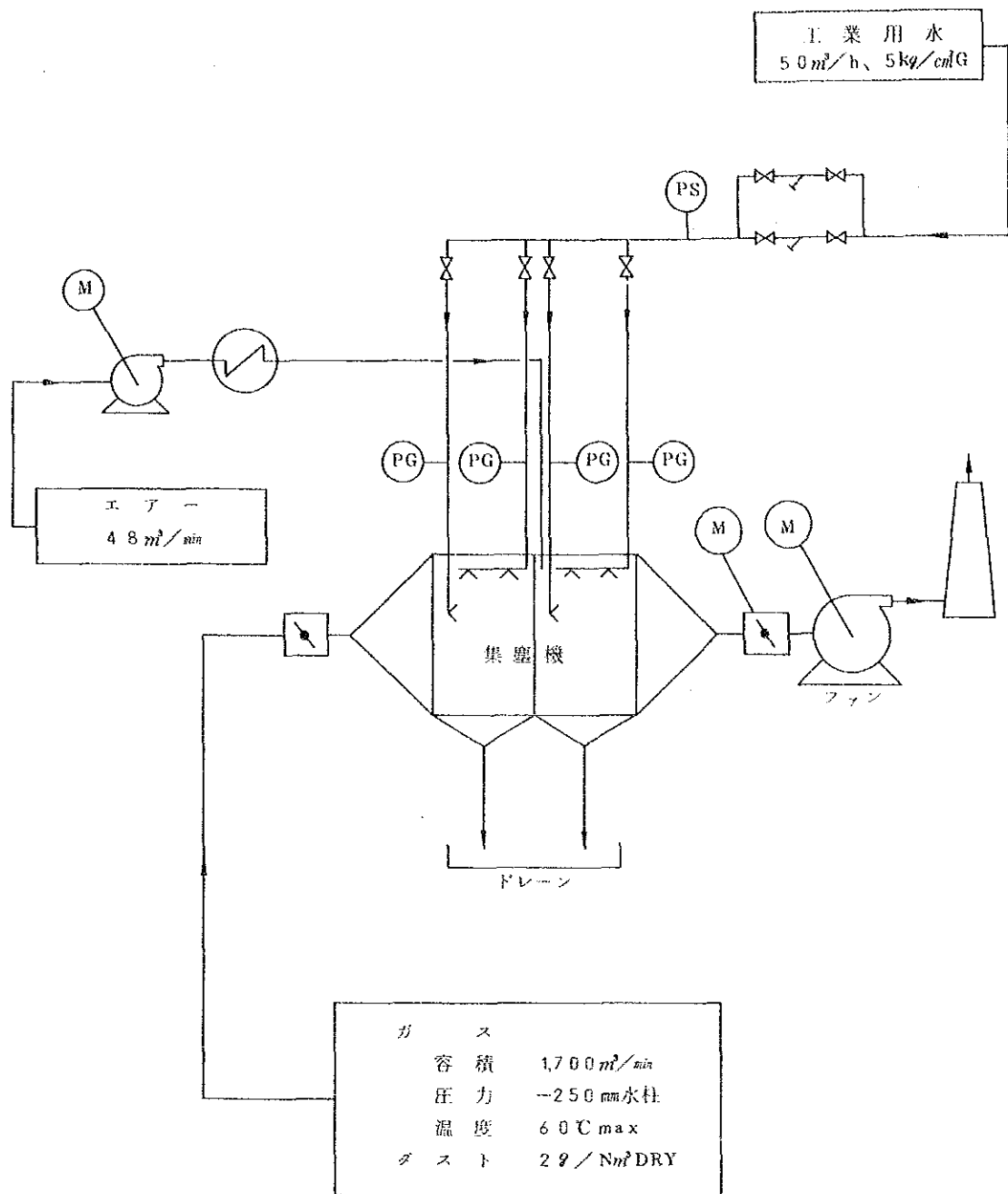


図 3 - 5 - 3 8 集塵機フローシート

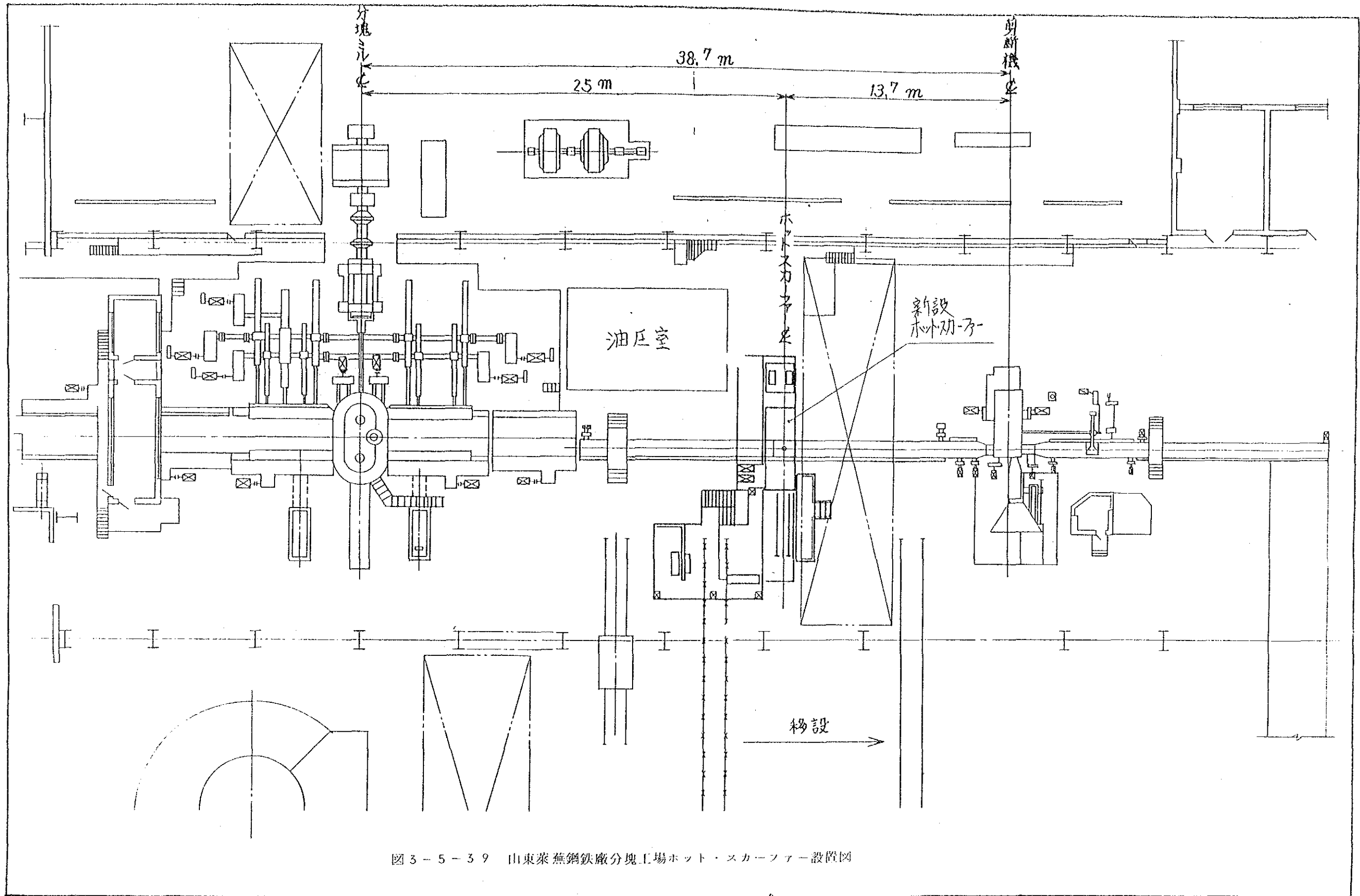


図 3-5-39 山東萊蕪鋼鐵廠分塊工場ホット・スカーフ設置図

経過時間 (sec)

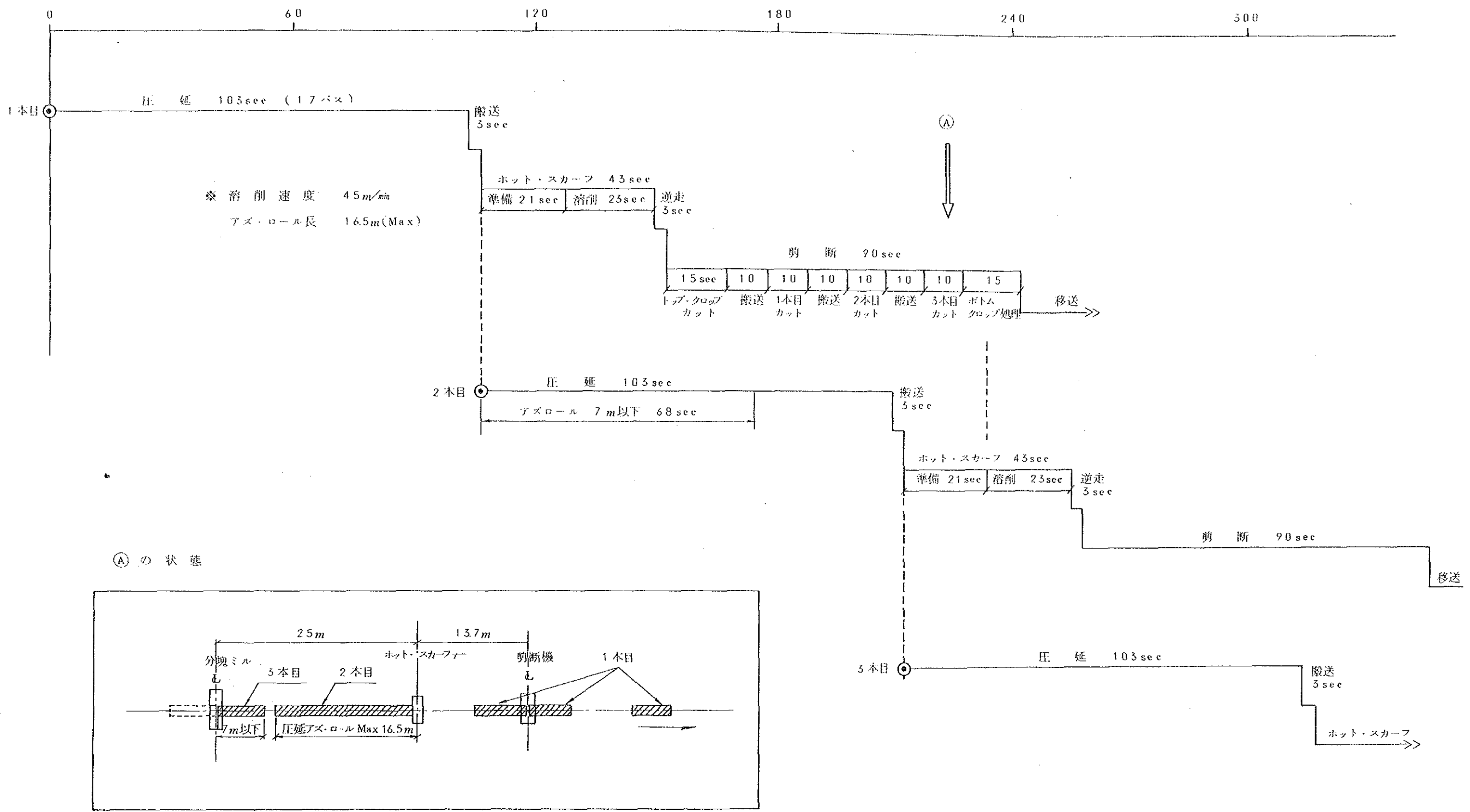


図 3-5-40 分塊ホット・スカーフ使用時タイム・サイクル

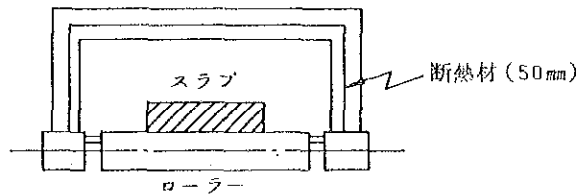




② 分塊 — 熱延工場連結テーブル保熱カバー設置

分塊スラブを熱延工場に直送圧延する場合は、スラブ温度の低下をできるだけ低く抑える必要がある。

このための一方策として、分塊—熱延工場連結テーブル上に保熱カバーを設置する。



日本で実用化されている保熱カバーの機構例を参考までに図3-5-41に示す。

(4) その他

① 均熱炉燃料原単位の低減

当分塊工場の原単位関係のうち、均熱炉燃料原単位が特に改善代があると考えられ、今後、熱塊装入比率アップ及び稼働率アップにより燃料原単位の大幅な向上が期待できる。

これ以外の対策として、操炉方法、設備の改善が考えられるが、これらをまとめたものを表3-5-11にまとめる。

表3-5-11 燃料原単位低減対策

大分類	項目	内容	効果
トラックタイム、短縮	繰固率基準の見直し (リムド鋼)	中心偏析調査結果などにより基準の見直し実施 (一部では未繰固圧延実施)	5~10% 低減
	静置および型冷時間短縮(キルド鋼)	頭部偏析調査による静置時間の見直しとともに、一部の高級Si-Alキルド鋼についてはスローヒート併用などできず発生防止としての型冷時間の短縮実施	20~30%
操炉方法改善	適正加熱パターン採用	特にリムド(キャップド)鋼などについては鋼塊の保有熱を有効利用したスローヒート(2段階昇熱、逆L字形)を採用	10~40%
	加熱設定温度見直し	鋼種、鋼塊寸法、トラックタイムに応じて設定温度をコントロール(低温圧延の適用)	8~15%
	装入量の適正化	製鋼、炉別にチャージ当りのトン数が異なる場合はチャージ混装により適正炉床被覆率を確保	10~20%
設備改善	レキュベレータ設置	廃ガス熱回収により空気予熱	7~20%
	廃ガスポートの減少 空燃比制御	廃ガスポート側鋼塊底部の焼け改善(※) O <sub>2</sub> 分析計を導入して適正空燃比制御を実施	10% 3~5%
コンピュータの導入	最近各社ともコンピュータを導入しており、パターン設定からDDC採用による段取計算まで応用範囲は広い。		

(※) 廃ガス・ポートを小さくすることにより、均熱炉内でのガス循環を良化させて均熱効率を高めると共に、ポート縮小分の側壁部からの熱輻射を増大させて鋼塊底部の焼むらを小さくすることを狙う。

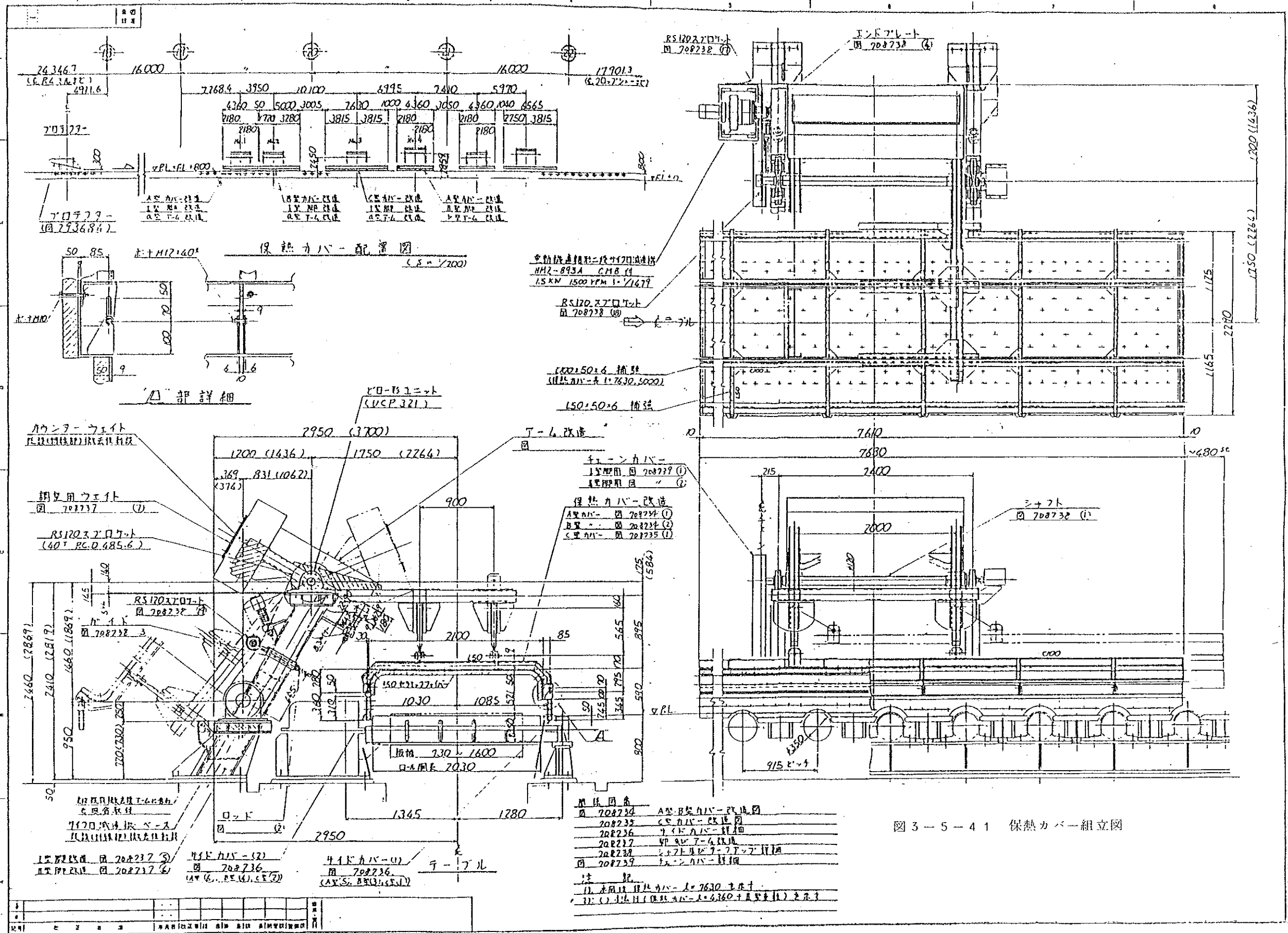


図 3-5-41 保熱カバー組立図



操炉方法改善項目のうち、省エネルギー効果の大きいヒート・パターン  
 について図3-5-42にまとめる。

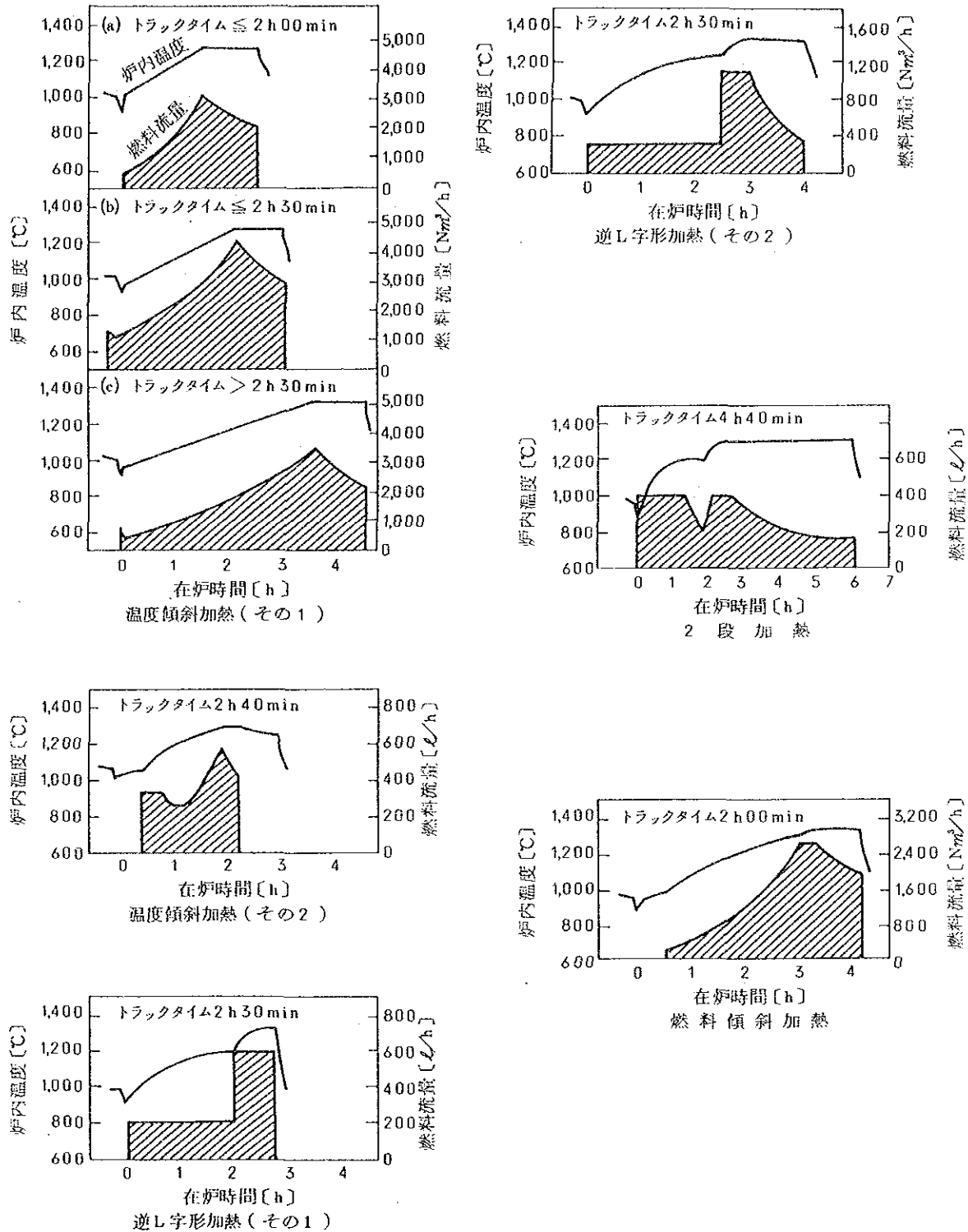


図3-5-42 省エネルギー型鋼塊ヒート・パターン

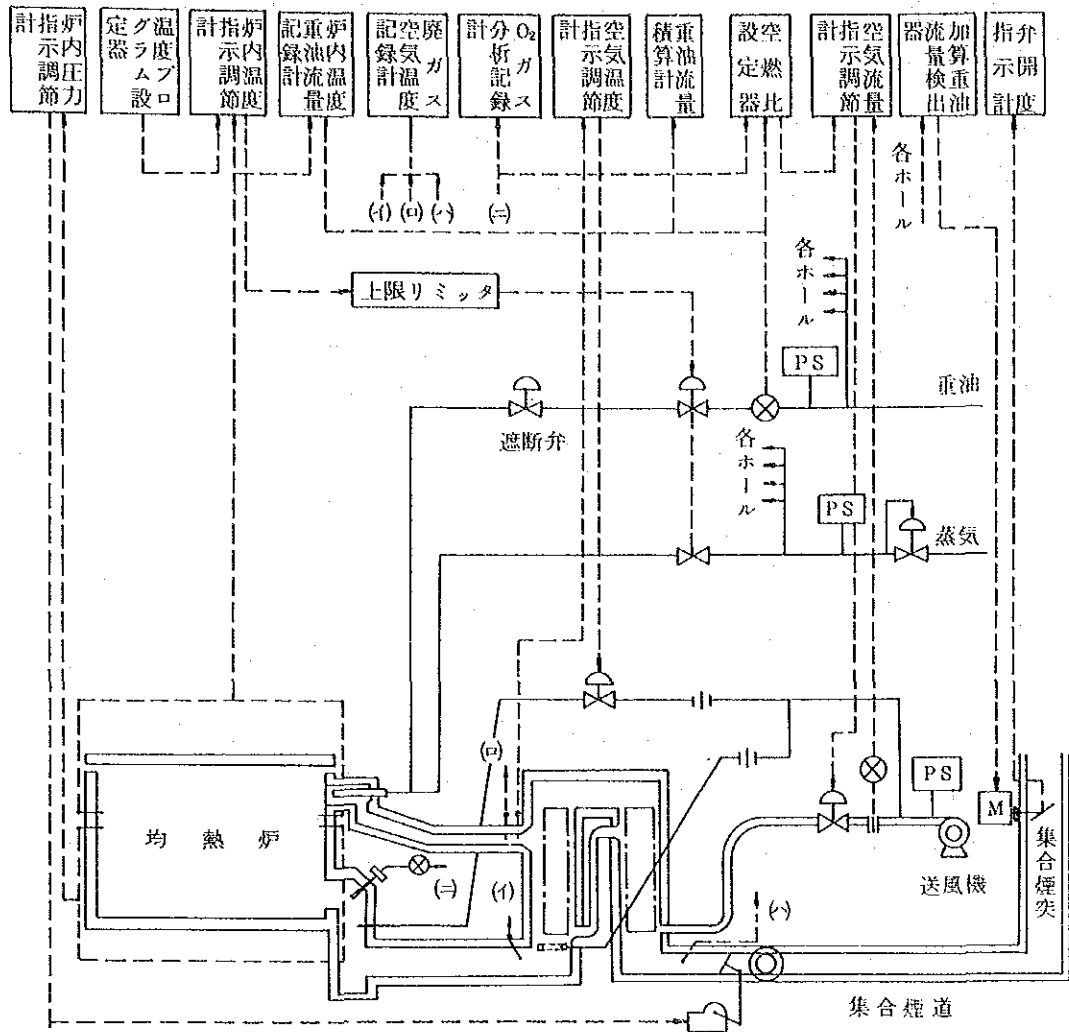


図 3-5-43 均熱炉操炉制御の一例  
(重油使用時)

設備改善面では、現在設置されていない排ガス温度計を設置することに加えて、 $O_2$  分析計を導入して燃焼管理を強化することが考えられる。図 3-5-43 に均熱炉操炉制御の一例を示す。

均熱炉の操業管理のためには定期的に熱精算を実施して入出熱の内容分析をすることも重要であるとする。

## ② 鋼塊ノロ発生防止

均熱炉床にノロが堆積するのは、鋼塊表面が局部加熱により溶融するためと考えられる。

上部一方向焚均熱炉では、一般的にバーナー側より反バーナー側が、又鋼塊底部に比べて鋼塊頭部が加熱されやすい。又、燃料としてCガスはMガスに比べて鋼塊頭部局部加熱され易いと言われている。

燃料としてCガスを使用していく場合は、バーナー先端に旋回羽根を付けることにより火炎を拡げて均熱効率を上げ、必要以上に加熱温度を上げないことが重要と考える。この対策は燃料原単位低減にもつながるものである。参考として日本のC社にて採用されている、ガス・スピナーを図3-5-44に示す。

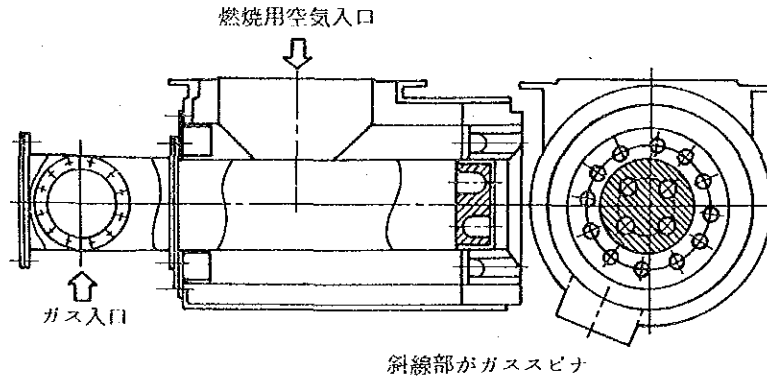


図3-5-44 ガス・スピナーの一例

## ③ トング・クレーン巻き上げモーター改善

均熱炉のトング・クレーン巻き上げは交流電動機で行なっているが、鋼塊吊り上げ時に起動電流が大きくモーター冷却不良による故障を起こしやすい。この対策として、軽荷重での高速巻き上げ・下げ運転に適した界磁制御可能な直流電動機することが良いと考えられる。

経済面を考慮して交流電動機を採用しつつける時は、極数変換方式、親子電動機切換方式、2段倍速切換方式等がある。

#### ④ 主機モーター改善

主機モーターは、モーター冷却能力に問題があることを指摘されており、今後、分塊生産量が増大していく場合に問題はさらに大きくなっていくことが考えられる。モーター冷却能の詳細は別途実情調査の必要があるが、モーターが旧式（1950年製）であることを考えると更新も考えられる。主機モーターを更新する場合は、将来熱片向けスラブ圧延時には、現状のブルーム圧延時と比べて負荷増となること、及び将来的に低温圧延をする可能性をも考慮して、モーター容量をアップしておくことが望ましい。（現状 2,800 kw → 更新時 3,500 kw）。主機モーター以外にもモーターの故障が多いようで、モーター選定を含めて全般的な見直しが必要と考える。

#### ⑤ 圧延機、剪断機の故障部改善

圧延機、剪断機の故障部に対しては、分場工場側独自対策により効果を表わしつつあるものもある。

（例・ロールネック部の軸受破損に対しては軸受仕様の変更等）

剪断時に鋼材がもち上がり、テーブルを衝撃しているが剪刀のクリアランス適正化、鋼材押さえ装置と鋼材とのクリアランス調整により緩和できると考えられる。



### 3-5-3 形鋼工場

#### (1) 形鋼工場建設の前提条件

##### ① 生産品種

山東萊蕪鋼鐵廠の1990年の生産目標は鋼塊、鋼片で年産70万トンとなっているが、現在建設中の公称能力30万トン/年の熱延工場向けを除く、残りの40万トン/年の向け先が確定していなかった。

山東萊蕪鋼鐵廠としては当初、中小形ミルを建設し、丸棒(10~50φ)角棒(10~45φ)、平鋼(5~12厚×20~100幅)、小形山形鋼(35×35~75×75、40×20~75×40)、小形溝形鋼(40×20~75×40)を生産したいという希望をもっていた。

しかし、これらの小断面の品種を年間40万トン生産するには、複数ラインの圧延設備または高速の連続圧延設備を必要とする。それには、高速圧延のための制御技術・設備整備技術の修得が必要であり、早期に目標の生産量を達成するのが極めて難しい。

また、設備投資もかなり大きくなるため、設備投資のわりには生産量が上らず、効率が悪い。

生産量を上げるには断面積の大きい品種を生産する方が有利である。また、将来の中国における土木・建築への需要を考えると当初計画していた小断面の形鋼より、もっと大きな断面のものが必要となる可能性が高い。また、小形山形鋼・小形溝形鋼は熱延材の二次加工として、計画されている冷間成形工場で生産可能である。

そこで、現地調査時に調査団としては、もっと大きな断面の形鋼を生産することを推奨し、生産のしやすさ、素材との関係および山東萊蕪鋼鐵廠の希望品種などを考慮し、H100×100~H200×200に相当するいわゆるジュニアサイズのH形鋼を主とする中形形鋼を生産することに合意した。

細幅サイズのH形鋼、溝形鋼、山形鋼は、広幅H形鋼H100×100~H200×200を生産する圧延設備および素材を用いて製造できる範囲とし、工場側の希望できるだけ取り入れることにした。

したがって、設備的には以下の範囲のものが生産できるものを検討する。

広幅H形鋼 H100×100~H200×200

細幅H形鋼	H100×50～H300×150
溝形鋼	[100×50～[250×90
山形鋼	L75×75～L175×175

## ② 生産量

- a. 供給される素材：連続鋳造製鋼片 314,000トン/年  
分塊圧延製鋼片 59,000トン/年  
計 373,000トン/年
- b. 製品生産量：歩留93%として 347,000トン/年
- c. 品種構成：H形鋼 50%  
山形鋼 30%  
溝形鋼 20%
- d. 設備能力：将来の増産の可能性を見込み、500,000トン/年のものを検討する。

## ③ その他

- a. 製造品種は稼働当初は、製造しやすいものに限定し、製造技術の向上とともに、順次、製造品種を拡大していくものとする。  
最初に圧延する品種としては、広幅H形鋼はH125×125、細幅H形鋼はH175×90、山形鋼はL150×150、溝形鋼は200×80の各1種について検討する。
- b. 鋼材の最大圧延長は80mとし、切断後の製品長は5～20mとする。
- c. 設備は経済性、製造技術の修得の難易、保全の難易などを考慮し、最新鋭設備にはこだわらないものとする。

## (2) 設備計画

### ① 工場の設置場所

形鋼工場では素材のコストを下げ、品質を上げるため、連続鋳造製鋼片を主に使用する計画である。したがって素材の輸送費の削減および形鋼工場の加熱炉への熱片装入による省エネルギー、さらには将来の連鋳材の直接圧延を考えると、連続鋳造設備に可能な限り近い方がよい。

また、製品の出荷は熱延材と同じ方向へ出す方が物流が単純化される。したがって、新設の形鋼工場は、既存の分塊工場の東側で、分塊工場と

既設の線路との間に、製鋼工場に近づけて建設することが望ましい。

この場所には現在、小さな建屋が数棟存在するが、いずれも撤去可能である。

## ② 設 備 配 置

### a. 全 体 配 置

加熱炉を製鋼工場近くに置く。加熱炉 — 圧延設備 — 鋸断・冷却設備 — 精整設備を直列に配置することにより、建屋の幅を約60mとし、分塊工場と既設線路との間への配置を可能にする。

建屋の長さは約700mとする。

設備配置の概略を図3-5-45に示す。

### b. 加 熱 炉 周 辺

加熱炉および連続鋳造工場から加熱炉までの材料搬送設備、加熱炉への材料の装入・抽出設備および材料置場からなる。

### c. 圧 延 設 備

粗圧延設備としては、圧延能率を上げるため、BD1、BD2の2基のブレードダウンミルを直列に配置する。

中間圧延設備としては、H形鋼の圧延にはユニバーサル圧延機とエッジングミルを使用し、溝形鋼・山形鋼の圧延には孔型圧延機を使用する。これらはスタンド交換方式にて入れ替えて使用する。

仕上圧延設備としてユニバーサル圧延機を設置する。H形鋼と溝形鋼の圧延には水平ロールと垂直ロールを使用し、山形鋼の圧延には孔型を旋削した水平ロールのみを使用する。

### d. 鋸断設備、冷却設備

仕上圧延機の後面に材料を注文長さに鋸断するための熱間鋸断機および鋸断した材料を冷却するための冷却床を設置する。

### e. 精 整 設 備

冷却された材料の曲り・反りを矯正するためのローラ矯正機およびローラ矯正機では矯正できない局所的な矯正を行うためのプレス矯正機、および製品の検査床、仕分床、冷間鋸断機からなる。

### ③ 主要設備仕様

#### a. 素材搬入設備

連鑄工場～形鋼工場：ローラテーブル（加熱炉への熱片装入および、将来の連鑄熱片材の直送圧延を考慮する。）

分塊工場～形鋼工場：貨車または専用台車

#### b. 加熱炉

能力：80 t/h、数量：1基（将来増産時必要に応じて1基増設）

形式：ウォーキングビーム式

（入側にプッシャ、出側にエキストラクタを設置）

素材寸法：最小 120mm×120mm ～最大 250mm×300mm

素材長さ：最小 3,000mm ～最大 6,000mm

炉内幅：約 6,600mm

有効炉長：20～25 m

#### c. 圧延設備

##### (a) 圧延機構成

H形鋼圧延時：BD1－BD2－RUM・EM－FUM

溝形鋼・山形鋼圧延時：BD1－BD2－IM－FUM

（溝形鋼・山形鋼圧延時にはRUMの位置にIMを、EMの位置にダミーテーブルを入れる。）

##### (b) ブレークダウンミル（BD1、BD2）

形式：2段可逆圧延機 基数：BD1、BD2 各1基

ロール仕様：800～900φ×1,900～2,000ℓ

ロール替方式：ロール組替装置によるクイックチェンジ

主電動機：3,500 kw

付帯設備：各ミルの前後面マニプレーター（材料転回装置付）

加熱スケールを除去するためのデスクーリング装置

（BD1前面）

粗形鋼片のタンクを除去するためのタンクカットソー

（BD2後面）

(c) ユニバーサル圧延機 ( R U M )

形式：ユニバーサル圧延機 基数：稼動1基+待機1基以上

ロール仕様：水平ロール 1,000~1,050φ×300ℓ

垂直ロール 750φ ×260ℓ

ロール替方式：スタンド交換装置による圧延機スタンド全体の交換  
スピンドル・カップリングは中間形鋼圧延機と共用

主電動機：4,000kw

付帯設備：B D 2後面テーブルから粗ユニバーサルミル前面テーブルへの材料の移送装置。ミル前後面の平行ガイド付チルチングテーブル

(d) エッジングミル ( E M )

形式：2段可逆圧延機 基数：稼動1基+待機1基以上

ロール仕様：700~750φ×500ℓ

ロール替方式：スタンド交換装置による圧延機スタンド全体の交換

主電動機：600~800kw

付帯設備：山形鋼・溝形鋼圧延時にエッジングミルのない分を埋めるダミーテーブル

(e) 中間形鋼圧延機 ( I M )

形式：2段可逆圧延機 基数：1基または2基以上

ロール仕様：700~750φ×1,300~1,500ℓ

ロール替方式：スタンド交換装置による圧延機スタンド全体の交換

主電動機：R U M用を使用

(f) 仕上ユニバーサル圧延機 ( F U M )

圧延機本体およびロールの仕様はR U Mと同じ

基数：稼動1基+待機1基以上

ロール替方式：スタンド交換方式

主電動機：1,200~1,600kw

付帯設備：ミル前後面の平行ガイド付チルチングテーブル

d ホットソー ( 熱間鋸断機 )

固定式と移動式の2基のホットソーとソーゲージ ( 定寸機 ) からなる。

固定式ホットソー：5 m定尺に移動ソーとともに1サイクル6～8  
秒で切断可能なもの

移動式ホットソー：固定式ホットソーの前に設置、固定式ホットソ  
ーからの距離の変更により切断長の範囲を5～  
20 mにできるもの

ソーゲージ：圧延材を5～20 mの任意の長さに切断できるように  
セットできるもの

e. 冷 却 床

形式：チェーントランスファー 数量：2面

容量：トランスファ幅20 m×前後面テーブル芯間距離30 m

付帯設備：材料姿勢を90° 転回させるためのビーム転回機

f. 精 整 設 備

ローラー矯正機：片持式7～9本ローラ、矯正速度40～100m/min  
H200×200の矯正が可能なもの

プレス矯正機：油圧式 出力200トン

コールドソー：H200×200まで鋸断可能なもの

検査床：幅20 m 製品の裏面検査装置付

搬送設備：チェーントランスファーとローラテーブルの組合せ

ヤード面積：60 m×150 m

g. 天井クレーン（配置は図3-5-56参照）

材料ヤード 20/5 t×30 m×1台

10 t×30 m×1台

圧延ヤード 20/5 t×24 m×3台（1台は材料ヤードにも使用）

10 t×24 m×1台

ロールショップ 40/10 t×24 m×1台

20/5 t×24 m×2台

精整ヤード 20/5 t×30 m×1台

10 t×30 m×4台

電 気 室 50/10 t×12 m×1台

#### ④ 技術検討内容

##### a. 素材の断面寸法および長さ

H125×125、H175×90、[200×80、L150×150を圧延するための最小断面としては、170<sub>mm</sub>×200<sub>mm</sub>の断面でよいが、連続鋳造での鋳込やすさおよび、連続鋳造製鋼片から圧延できる品種の拡大をはかるため、連続鋳造で製造する素材の断面としてはH150×150、

H200×100にも使用可能な180<sub>mm</sub>×220<sub>mm</sub>程度の断面を推奨する。

分塊圧延で製造する鋼片の標準断面も180<sub>mm</sub>×220<sub>mm</sub>とする。

将来、H200×200、H300×150を圧延するときは、250<sub>mm</sub>×300<sub>mm</sub>程度の断面の素材が必要となるが、その場合は分塊圧延で製造するか、熱延向と共用の連続鋳造設備を増設して生産する。

一方、萊蕪鋼鉄廠が希望する小断面の形鋼を圧延するには、

180<sub>mm</sub>×220<sub>mm</sub>の断面は大きすぎるので、小断面の形鋼用として、分塊圧延にて120<sub>mm</sub>×120<sub>mm</sub>～150<sub>mm</sub>×150<sub>mm</sub>程度のピレットを準備する。

表3-5-12～表3-5-14に120<sub>mm</sub>×120<sub>mm</sub>～150<sub>mm</sub>×150<sub>mm</sub>のピレット、180<sub>mm</sub>×220<sub>mm</sub>および250<sub>mm</sub>×300<sub>mm</sub>の鋼片から各品種の形鋼を圧延するときの素材長さと成品長さの関係を示す。圧延長さの上限は80mとするが山形鋼、溝形鋼はブレードダウン圧延での材料長さが長くなるので原則として上限を60mとし、素材長さを短かくしても60mを越えるものは80mを上限とした。

素材長さの上限は材料の搬送、積みおろし、加熱炉を考え6.0mとした。素材長さの下限は分塊材に対してはウォーキングビーム式加熱炉に装入可能な最小長さ3.0mとすれば、連鋳材に対しては連続鋳造工場における作業性、設備投資を考え、下限を4.0mとした。将来4.0以下の連鋳材が必要となったときは、連鋳設備の改造または6mの連鋳材の形鋼工場でのガス切断による2分割で対処する。

表3-5-12～3-5-14に示すように4～5種類の素材断面で計画している全サイズを圧延できる。

b. 加 熱 炉

(a) 装 入 材 料 寸 法

断面：最小  $120\text{mm} \times 120\text{mm}$  ～最大  $250\text{mm} \times 300\text{mm}$

長さ：最小  $3.0\text{m}$  ～最大  $6.0\text{m}$

(ウォーキングビーム炉の最短実績  $3.0\text{m}$ )

(b) 形 式

ウォーキングビーム式が望ましい。燃料はCガスまたはMガス

(ウォーキングビーム式連続加熱炉の利点)

- イ. 鋼片間に間隔を設けて搬送できるので、鋼片の断面形状に制約を受けず、鋼片同志の溶着もない。
- ロ. スキッドによるすり疵がなく、スキッドマークもほとんどない。
- ハ. 圧延待ち、修繕時に自力で炉内を空にできる。
- ニ. 鋼片間隔を空けたり、鋼片を抽出端から後退させることにより、圧延待ち時間に有利に対応できる。
- ホ. 抽出側から鋼片を装入・後退させて再加熱することも可能。
- ヘ. レンガ関係、スキッド、断熱材の事故が少く寿命が長い。

(c) 加 熱 能 力

H200×200 などの大断面品種の圧延能率に合わせるには、 $150\text{t/h}$  程度の能力のものが必要であるが、第1期に生産予定の H125×125 などの圧延には、 $80\text{t/h}$  の能力があればよい。

技術レベルの向上により、連鑄鋼片の熱片装入率の向上や直送圧延の可能性もあるので、まずは  $80\text{t/h}$  の炉1基のみを設置し、将来の増産時に必要があればもう1基増設できるようにしておく方が初期投資が少なくてよい。

(d) 炉 体 寸 法

炉 内 幅： $6.6\text{m}$

有効炉長： $20 \sim 25\text{m}$

$180 \times 220 \times 5,000 (1,550\text{kg})$   $300\text{mm}$ ピッチ、加熱時間  $1.5$  時間とすれば、

$80\text{t/h}$  に必要な炉長は、 $80\text{t/h} \times 1.5\text{h} / 1.55\text{t/h}$



$$\text{本} \times 0.3 \text{ m} / \text{本} = 2.3 \text{ m}$$

$$250 \times 300 \times 5,000 (2,900 \text{ kg}) \quad 400 \text{ mm} \text{ ピッチ加熱時間}$$

2時間とすれば、

$$80 \text{ t} / \text{h} \text{ に必要な炉長は、} 80 \text{ t} / \text{h} \times 2 \text{ h} / 2.9 \text{ t} / \text{本} \times$$

$$0.4 \text{ m} / \text{本} = 2.2 \text{ m}$$

### c. 圧延設備

#### (a) 圧延ピッチと圧延機数

新設する形鋼工場では、1990年には供給される373,000トン/年の素材を処理する計画であり、将来的には500,000トン/年の処理能力を目標としている。

このためには圧延設備の能力としては80 t/h以上必要であり、平均的な素材を180×220×5,000(1,550kg)とすれば、圧延ピッチ(加熱炉からの材料の抽出ピッチ)が70秒以下の操業を可能とする設備が要求される。

それに対応するため、粗圧延機をBD1、BD2の2基とし、各圧延機でのパス回数を少くし、2基の粗圧延機と中間圧延機(RUM+EMまたはIM)仕上圧延機の4個所で同時に並行して圧延することにより、圧延ピッチを短かくする。

#### (b) 圧延方式

H形鋼：BD1(5～9パス)－BD2(3～5パス)－RUM  
・EM(5～7パス)－FUM(1パス)

粗ユニバーサル圧延(RUM・EM)のパス回数を5～7パスに少くし、ブレークダウン圧延を2基で行うことにより、各圧延機での所要時間を短縮する。

図3-5-48、3-5-49にH125×125×6.5×9、  
H175×90×5×8の圧延方式の概略を示す。

溝形鋼：BD1(5～9パス)－BD2(3～5パス)－IM  
(3パス)－FUM(1パス)

H形鋼圧延時の粗ユニバーサル圧延機(RUM)の位置  
に中間形鋼圧延機(IM)を使用し、3カリバー・3バ

スで圧延する。仕上はユニバーサル圧延を行う。

図3-5-50に $[200 \times 80 \times 7.5 \times 11]$ の圧延方式の概略を示す。

山形鋼：BD1(5~9パス) - BD2(3~5パス) - IM  
(3パス) - FUM(1パス)

圧延機の構成は溝形鋼と同じ、ただし仕上は仕上ユニバーサル圧延機(FUM)の水平ロールに孔型を旋削して行う。

図3-5-51に $L150 \times 150 \times 12$ の圧延方式の概略を示す。

#### (c) 圧延機の仕様

##### イ. ブレークダウン圧延機(BD1、BD2各1基)

ロール径：H200×200の圧延を行えるよう、ピッチ径800~900mm、最大径1,200mmとする。

ロール胴長：BD2にH200×200またはH300×150のK1~K3カリバーを設置するには、1,900~2,000mmの胴長が必要

ロール組替はロール組替装置によるクイックチェンジ方式とし、ロール組替時間の短縮をはかる。

##### 主電動機

BD1 3,500 kw 0~70~140 rpm

BD2 3,500 kw 0~90~180 rpm

H200×200、H300×150を能率よく圧延するために必要なモーター出力の最大値は7,000~7,500kwである。常用最大を定格の225%とすれば主電動機は3,500kwは必要であり、安全性をみれば4,000kwが望ましい。

表3-5-15に日本におけるジュニアH形鋼製造工場のモーター出力を示す。最新の工場ではモーター出力を示す。最新の工場ではモーター出力を大きくしている。

ロ. 粗ユニバーサル圧延機 ( R U M )

水平ロール：1,000~1,050φ×300  
垂直ロール：750φ ×260  
主電動機：4,000kw 0~90~180 rpm

H200×200、  
H300×150  
まで圧延可能  
とする。

ロール組替はロール組替ヤードでロール・ガイドをセットして待機させた圧延機スタンドとスタンドごと交換することにより、ロール替時間を15分程度にする。

したがって圧延機は稼働中の1基と待機中の1基が必要であり、将来、生産サイズが増加して、オフラインでのロール組入作業がネックになったときは、待機の圧延機を増やして対処する。

スタンド交換設備のレイアウト例を図3-5-46に示す。圧延機は下部に車輪をもち索引車でレールの上を引かれて移動する。また、横行台車で横方向へ移動することにより、スタンドを入れ替える。オンラインした圧延機とスピンドルの接続、電気配線および水・油圧・空気等の配管の接続を短時間に行うためクイックジョイントを採用することが望ましい。

ハ. エッジングミル ( E M )

ロール仕様：700~750φ×500ℓ  
主電動機：600~800kw 0~150~300 rpm

H200×200、  
H300×150  
の圧延に対応

ニ. 仕上ユニバーサル圧延機 ( F U M )

圧延機の仕様はRUMと同じものとして製作費の削減をはかる。  
主電動機は、1,200~1,600kw 0~100~200rpm あればよい。

ホ. 中間形鋼圧延機 ( I M )

ヘ. ロール径：ピッチ径700~750φ、最大径900φ

ロール胴長：L175×175、L250×90の圧延用カリバーが3カリバー設置できるよう、1,300~1,500mmとする。

中間圧延機はRUMの位置で使用する図3-5-47に示すように胴長の差でRUMとIMはスタンド中心が400mm程度ずれる。スタンド組替作業は技術的には特に問題はない。

(d) 圧延機の配置

イ. 圧延機前後の材料長さ

品 種	パ ス 回 数				最 大 材 料 長 さ (m)							
	BD1	BD2	RUM EM (IM)	FUM	BD1		BD2		RUM・EM(IM)		FUM	
					前	後	前	後	前	後	前	後
H形鋼	5~9	3~5	5~7	1	13	14	25	27	66	76	76	80
山形鋼	5~9	3~5	3	1	13.5	15	30	35	51	57	57	60
溝形鋼					(18)	(20)	(40)	(46)	(68)	(76)	(76)	(80)

仕上圧延を最大80mとする。

ロ. 圧延機の配列とスタンド間距離 (図3-5-52)

BD1~BD2: 直線配列とし、ローラテーブルで接続する。

H形鋼圧延でBD1後面とBD2前面の材料が干渉しないように、スタンド間距離を50mとする。

溝形鋼、山形鋼の圧延時には仕上圧延を80mとするとBD2前面の材料長さだけで40mとなるので、抽出ピッチを遅くして、BD1とBD2の同時圧延をさけるか、仕上圧延を60m以下にすることにより、材料の干渉を避ける。

BD2~RUM: 直線に配列すると、BD2後面の材料とRUM前面の材料の干渉を避けるためにはスタンド間隔が長くなるのでバスラインをずらし材料をシフトする。BD2の後面には粗形鋼片のタンクを除去するタンクカットソーを置く。

BD2~タンクカットソー50m (BD2後面最大材料長さ46m)

タンクカットソー後面テーブル45m (山形鋼、溝形鋼の圧延でBD2圧延後40mを越えるものは後端のタンクカットなし)

RUM前面テーブル75m(材料長68m+余裕7m)

BD2~RUM100m(BD2後面テーブルとRUM前面テーブルのラップ部分70m)

シフターの幅50m(最長材料46m)

RUM~FUM:FUMは1バスなので直線配列とする。

スタンド間距離90m(RUM-EM間4m+材料長さ76m+余裕10m)

加熱炉~BD1:30m(図8-2-53)

FUM~固定鋸断機:90~100m

#### c. 圧延能力

第1期に生産するH125×125×6.5×9、H175×90×5×8、L200×80×7.5×11、L150×150×12の平均圧延能率は80t/hである。

初期にはトラブルが多く、実際に圧延できる時間は1日に16時間(稼働率67%)程度と考えられるので、生産量は1,280トン/日となる。定期的な点検・修理工事による休止日を除く月間の稼働日数を25日とすると、月産32,000トン、即ち384,000トン/年となり、供給される373,000トン/年の素材の処理が可能である。

500,000トン/年にするには、80t/hの圧延能率では1日の実圧延時間を21時間にせねばならず、(80t/h×21h/日×25日/月×12月/年=504,000t/年)生産品種が多くなるとロール組替の時間が多くなるので、難しい。

稼働率75%(18時間/日)でも500,000t/年の能力とするには93t/h程度の圧延能力が必要であるが、表3-5-15に示すように断面の大きい製品を圧延すればこれは十分可能であり、将来、増産をはかするには断面の大きいものの割合を多くすればよい。ただし、この場合加熱炉の能力は80t/hで設計しているので、加熱炉の改造または増設が必要となる。

参考として、日本におけるジュニアH形鋼生産工場の生産品程と公称能力、ミル配置を表3-5-16に示す。いずれも36万~48万ト

ン/年の能力であり、50万トン/年にするためには、生産品種を少くするとともに、できるだけ大きな断面の品種の割合を多くする必要がある。

d. 熱間鋸断設備

圧延ピッチに合わせて、材料の鋸断を行わねばならず、素材1本の分割処理を70秒程度で行う能力が必要である。

切 断 長 さ      5.0～20.0 m

最大材料長さ    80 m

80 mの材料を5 m定尺に切断するには先後端の切捨を入れて、17個所の切断が必要であり、1基の鋸断機では処理できない。したがって、固定鋸断機と移動鋸断機の2基を設置し、2個所を同時に切断する方法。(図3-5-54参照)

2基の固定鋸断機を配置し、 $\mu$ 1鋸断機で倍尺切断したものを $\mu$ 2鋸断機で2分割する方法もあるが、定寸機が2台いることとラインが長くなるため設備費としては安くはならない。また、長尺材を冷却した後冷間切断する方法もあり、この方法は材料の切断端部の形状寸法が良好となる利点はあるものの、長尺材の冷却床設備および大能力の冷間鋸断機を必要とするとともに建屋長さが長くなり設備費が過大となる。

80 m材を5 m定尺で切断する場合

切 断 回 数      9回(同時に2個所切断)

1回の切断後の移動距離10 m	→移動時間3秒	} 1サイクル
材料の位置決め所要時間2秒、切断時間3秒		

80 m材の処理時間 72秒

5 mの短尺材のみの切断が続くときは、鋸断処理がネックになる場合もあるが、平均的には圧延ピッチに合わせて処理が可能。

c. 冷 却 床

幅 : 20 m (製品長最大20 m、10 m以下のものは2列装入する。)

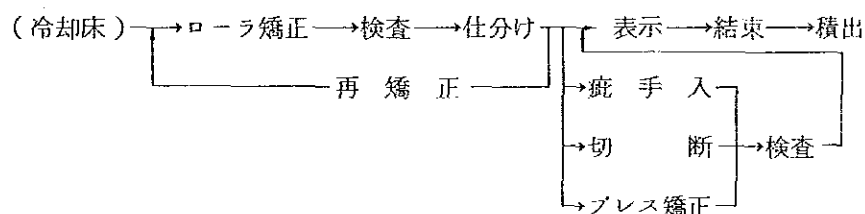
長さ : 30 m、数量 : 2面

品 種	平均長さ (m)	平均重量 (kg/本)	積載ピッチ (mm/本)	積載本数 (本/2面)	所要冷却時間 (分)	処理能力 (t/h)
H 125×125	15	360	200	300	50	130
H 200×200	15	750	250	240	70	154
L 150×150	15	410	250	240	70	84
L 175×175	15	480	300	200	70	82
[ 200× 80	15	370	250	240	60	89
[ 250× 90	15	600	300	200	80	90

80 t/h以上の処理能力があり、増産時にも対応できる。

f. 精 整 設 備

(a) 精整ラインにおける製品の流れ



(b) レイアウト

製品の流れを効率的にする設備の配置が必要

レイアウトの一例を図3-5-55に示す。

製品はローラテーブル、チェーントランスファなどで搬送し、疵の発生を防ぐヤードは60 m×150 m程度必要。

(c) 主 要 設 備

イ. ローラ矯正機 (ローラストレートナー)

ローラ組替や調整が容易な片持ち式がよい。

ローラ個数は一般的な7~9個のものでよい。

矯正速度は40～100 m/minとすれば、単重10 kg/mの小断面でも最高速度100 m/minで矯正することにより、60 t/hで処理できる。

ロ、プレス矯正機（圧迫矯正機）

油圧式 200トンの能力があれば、H200×200まで十分矯正可能

ハ、冷間鋸断機（コールドソー）

倍尺切断、公差の厳しいもの、不定尺品、不良部の切捨て、不良端面の修正などのオフライン作業に使用。

ニ、検査床

寸法・形状・外観検査を行う。製品の裏面も検査できるように、反転装置または持上げ装置が必要。

ホ、その他必要設備

表示・結束設備、疵手入設備

(d) 出荷

鉄道またはトラックで行う。

鉄道の場合は線路を建屋内に引き込む。

g. 天井クレーン

(a) 配置 図3-5-56

(b) 材料ヤード

ヤード内での鋼片の移動、積み卸しに使用、リフマグ付鋼片をまとめて処理する場合に使用する 20/5 tクレーン1基

鋼片を1本ずつ処理する場合に使用する 10 tクレーン1基

(c) 圧延ヤード

機器の運搬、修理工事、ミスロール材の処理などに使用

20/5 t × 3基（1基は材料ヤードと共用）

10 t × 1基（鋸断設備での鋸刃の取替、クランプ搬出に使用）

(d) ロールショップ

ロール、ガイドの運搬・組入に使用

ブレイクダウンロール組替用 40/10 t × 1基



中間・仕上圧延ロール組替用 20 / 5 t × 2 基

(e) 精整ヤード

製品のオフライン処理のための運搬、出荷のための積卸しに使用

10 t × 4 基

20 / 5 × 1 基 (重量物の運搬、大結束製品の運搬に使用リフマク

付がよい。

(f) 電気室

通常の使用は10 t程度の能力で十分であるが、モータの据付、

オーバーホール時の運搬のためモータを吊れる能力が必要。

50 t / 10 t × 1 基

(3) 操業目標値

① 歩留、原単位

	初期目標	最終目標	備 考
圧延歩留	90.0 %	96.0 %	× 1
加熱素材屯当り消費熱量	400	320	(10 <sup>3</sup> kcal / t)
圧延屯当り圧延電力使用量	100	85	(kWh / t)
圧延屯当り水使用量	30	25	(m <sup>3</sup> / t)
ロール原単位	2.00	1.00	(kg / t)
ホットチャージ率	50 %	100 %	
稼働率	70 %	80 %	

② 品 質

寸 法 : 中国国家規格に対する合格率99%以上

形状・外観 : 仕掛率10%以下

\* 1 (1) 先後端クランプ切捨量

H形鋼 平均圧延長 7.5 m 先後端合計クランプ長さ 1.8 m

クランプ率 2.4 %

山形鋼 平均圧延長 5.5 m 先後端合計クランプ長さ 2.2 m

クランプ率 4.0 %

溝形鋼 平均圧延長 5.5 m 先後端合計クランプ長さ 2.2 m

クランプ率 4.0 %

圧延量の比率 H形鋼50%、山形鋼+溝形鋼50%

平均クランプ率 3.2%

(2) スケールロス 0.8%

(3) 初期ミスロール率 6%

最終目標ミスロール率 0%

(4) 圧延歩留 =  $100 - (\text{クランプ} + \text{スケールロス} + \text{ミスロール})$

(4) 将来の品種拡大

① この設備で圧延できる品種

幅 300 × 高さ 200 以内の形鋼なら圧延できる可能性は大きく、例えば幅 300 以内高さ 100 ~ 150 mm 程度の鉄枕木 (軌枕) の圧延は可能である。

幅 300 mm 以上のものを圧延するためには搬送設備の幅・圧延機のロール胴長などを全て拡大せねばならず大改造となる。したがって、幅 400 mm のシートパイルの圧延は不可能であり、将来シートパイルを圧延する計画があるならば、H 450 × 200 程度まで圧延可能な 1 ランク大きい設備にしておく必要があるが、本計画ではこのような拡大はしないものとした。

② 品種拡大に必要な費用 (日本円にて表示)

BD 1、BD 2 ロール 上下 1 セットで BD 1、BD 2 それぞれ 30,000 kg、単価 500 円/kg

RUM ロール 水平ロール：H 形鋼圧延時は幅の広い品種に使用したものを幅を落して狭いものに使用できる。またスリーブを焼ばめる方式にしておけばロール費用が安くなる。

上下 1 セットで 10,000 kg 単価 500 円/kg

スリーブのみ 2,000 ~ 4,000 kg / 上下 1 セット

単価 1,000 円/kg

垂直ロール：H 形鋼の場合ほどのサイズにも共用で使えるので、品種拡大時に特に準備は不要

1,200 kg / 左右 1 セット 単価 1,000 円/kg

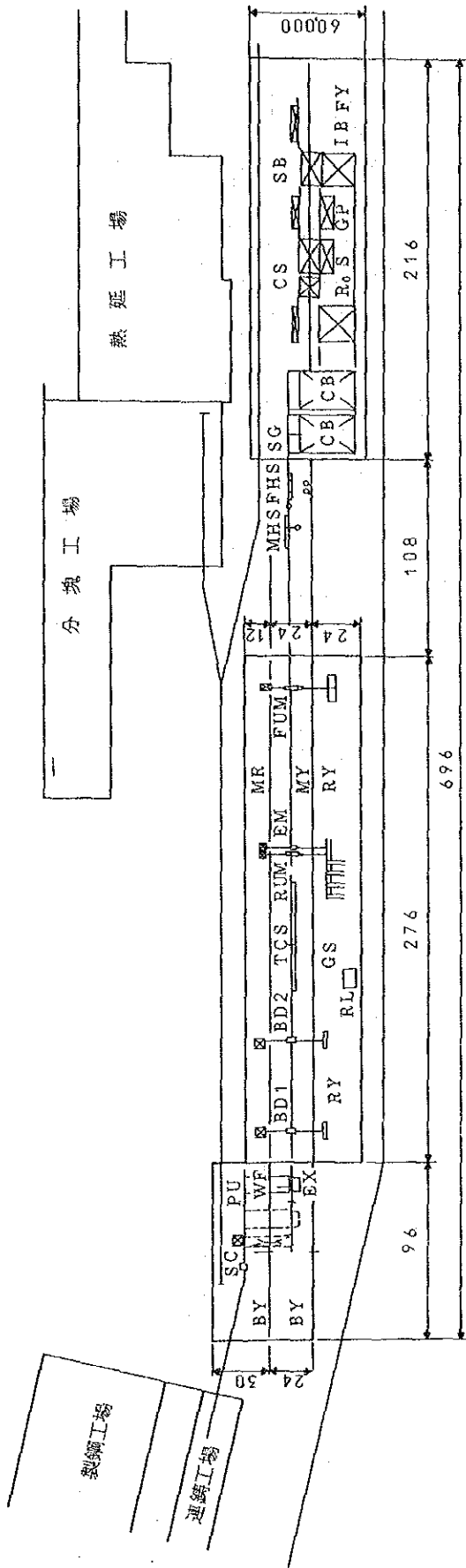
EM ロール 5,000 kg / 上下 1 セット 単価 500 円/kg

FUMロール RUMロールと同じ

IMロール 13,000kg/上下1セット 単価500円/kg

BD1、BD2ロールを他の品種と共用しない限り、1品種増えるごとにBD1、BD2ロール各1セットとRUMロール+EMロールまたはIMロール1セットおよびFUMロール各1セットが必要。

他にガイド類も必要 約800万～1,000万円/1品種



- |              |                  |               |              |
|--------------|------------------|---------------|--------------|
| BY: 材料ヤード    | BD1: 施1プレークダウソール | RY: ロール置場     | C B: 冷却床     |
| WF: ウォークヤード  | BD2: 施2プレークダウソール | MR: 電動機室      | R0 S: ローラ矯正機 |
| SC: 材量器      | RUM: 粗エニバーサルミル   | RL: ローラ旋盤     | I B: 検査床     |
| PU: プッシュヤ    | FUM: 仕上エニバーサルミル  | GS: ガイド置場     | G P: プレス矯正機  |
| EX: エキストラクター | EM: エンジングミル      | FHS: 固定ホットソール | C S: コールドソール |
|              | MY: ミルヤード        | MHS: 移動ホットソール | S B: 仕分床     |
|              | TCS: タングカッター     | SG: 定寸機       | F Y: 調整ヤード   |

図 5-5-45 中形形鋼工場概略レイアウト

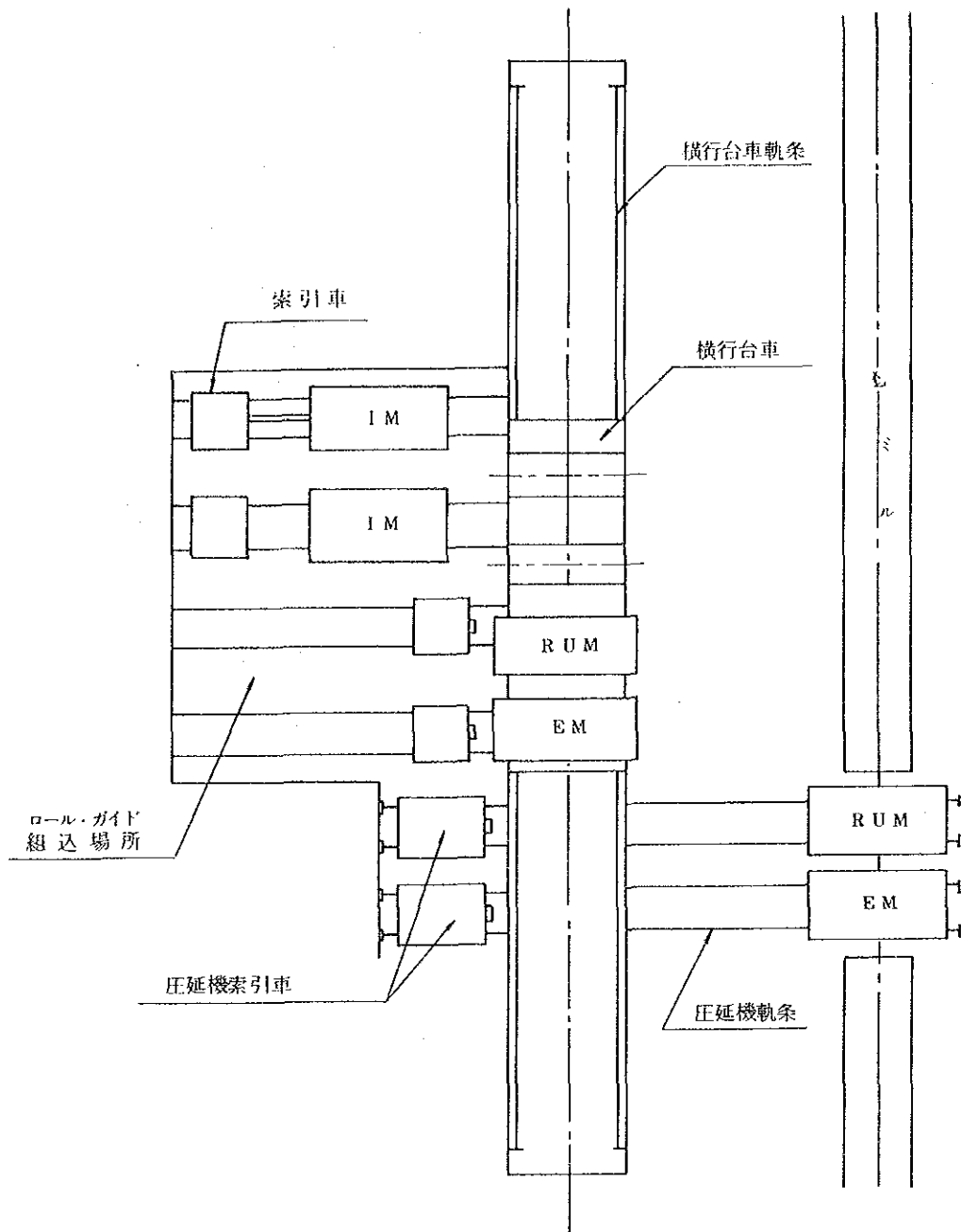


図 3 - 5 - 4 6 中間圧延機のスタンド交換設備

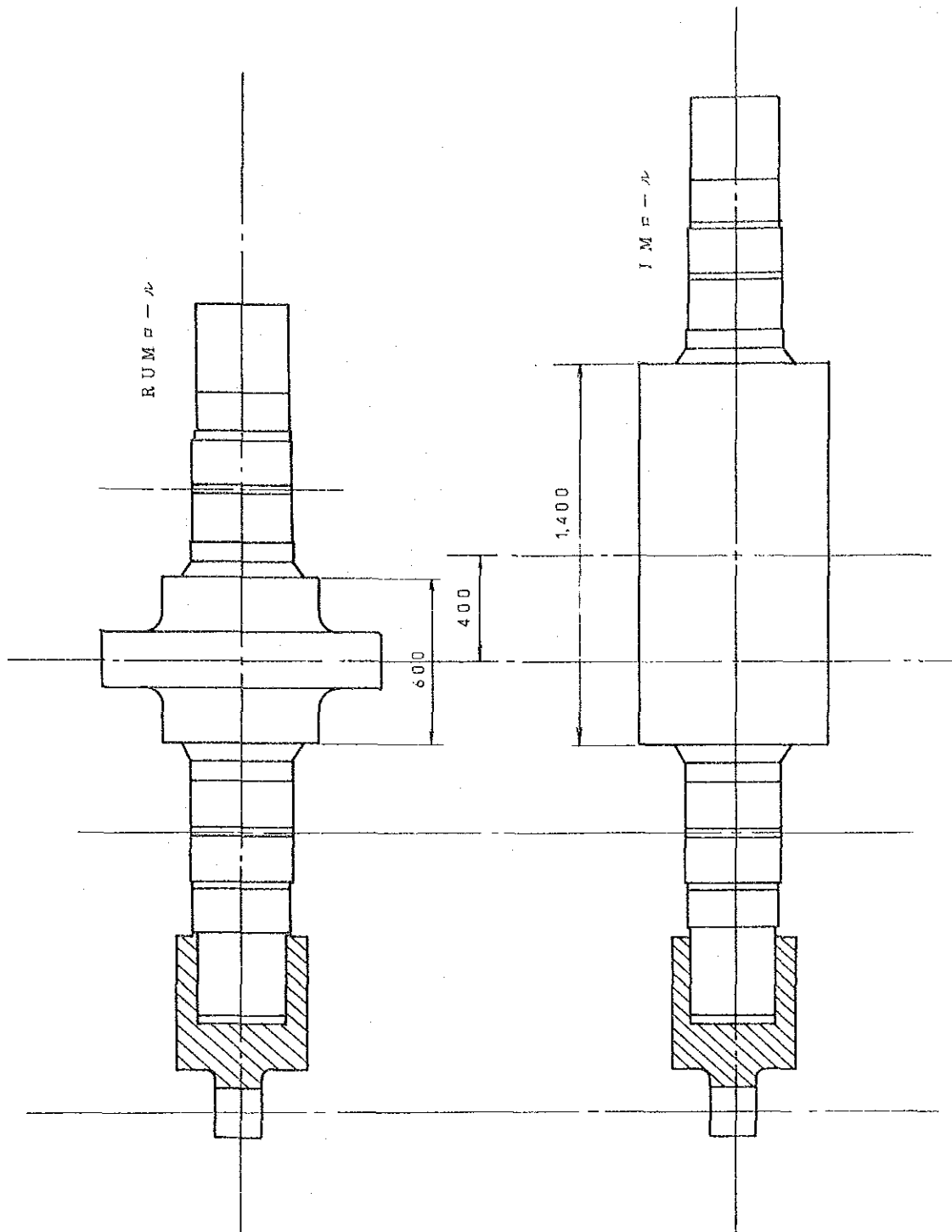


図 3-5-47 RUMとIMロール

表 3 - 5 - 1 2 II形鋼の素材断面と材料長さ

製 品 寸 法		素材長さ ( m ) → 成品長さ ( m )			
H × B × t <sub>1</sub> × t <sub>2</sub>	単 重	130×130	150×150	180×220	250×300
(mm) (mm) (mm) (mm)	(kg/m)	(130kg/m)	(170kg/m)	(310kg/m)	(580kg/m)
100× 50×5 × 7	9.30	5.7→80	4.4→80	—	—
100×100×6 × 8	17.2		6.0→59	4.4 →80	—
125× 60×6 × 8	13.2		6.0→77	(3.0 →70)	—
125×125×6.5× 9	23.8			6.0 →78	3.3→80
150× 75×5 × 7	14.0		6.0→73	(4.0 →89) (3.0 →66)	—
148×100×6 × 9	21.1			5.4 →80	—
150×150×7 ×10	31.5			6.0 →59	4.3→80
175× 90×5 × 8	18.1			4.7 →80	—
175×175×7.5×11	40.2				5.5→80
200×100×5.5× 8	21.3			5.5 →80	—
194×150×6 × 9	30.6				4.2→80
200×200×8 ×12	49.9				6.0→70
250×125×6 × 9	29.6				4.1→80
244×175×7 ×11	44.1				6.0→79
300×150×6.5× 9	36.7				5.1→80

- 前提条件 1. 成品長さの上限を 80 mとする。  
 2. 素材長さは分塊材 3.0～6.0 m、連鑄材は原則として 4.0～6.0 mとする。  
 3. 180×220 は、連鑄材、他は分塊材とする。

製品寸法

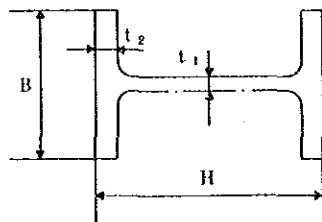


表 3-5-13 溝形鋼の素材断面と長さ

製品寸法		素材長さ (m) → 成品長さ (m)			
H × B × t <sub>1</sub> × t <sub>2</sub>	単重	130×130	150×150	180×220	250×300
(mm) (mm) (mm) (mm)	(kg/m)	(130kg/m)	(170kg/m)	(310kg/m)	(580kg/m)
100×50×5 × 7	9.36	4.3→6.0	3.3→6.0	—	—
125×65×6 × 8	13.4	6.0→5.8	4.7→6.0	—	—
150×75×6.5×10	18.6	—	6.0→5.5	4.0→6.7	—
150×75×9 ×12.5	24.0	—	6.0→4.3	4.6→6.0	3.0→7.3
180×75×7 ×10.5	21.4	—	—	4.1→6.4	—
200×80×7.5×11	24.6	—	—	4.8→6.0	3.0→7.1
200×90×8 ×13.5	30.3	—	—	5.9→6.0	3.1→6.0
250×90×9 ×13	34.6	—	—	6.0→5.4	3.5→6.0
250×90×11×14.5	40.2	—	—	6.0→4.6	4.2→6.0

- 前提条件 1. 成品長さの上限は80mとするが、BD1、BD2間の材料の干渉による圧延能率の低下を防ぐため、原則として、60m以内になるようにする。
2. 素材長さは分塊材は3.0～6.0m、連鑄材は4.0～6.0mとする。
3. 180×220は連鑄材、他は分塊材とする。

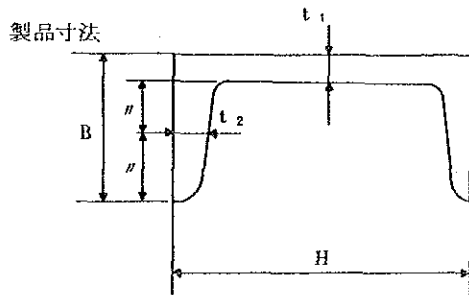
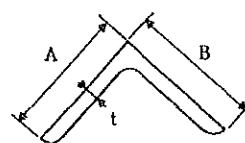




表 3-5-14 等辺山形鋼の素材断面と長さ

製 品 寸 法			素材長さ (m) → 成品長さ (m)			
A × B × t	単 重	120 × 120	150 × 150	180 × 220		
(mm) (mm) (mm)	(kg/m)	(110kg/m)	(170kg/m)	(310kg/m)		
75 × 75 × 6	6.85	3.7 → 6.0	3.0 → 7.4	—		
75 × 75 × 9	9.96	5.4 → 6.0	3.5 → 6.0	—		
75 × 75 × 12	13.0	6.0 → 5.1	4.6 → 6.0	—		
80 × 80 × 6	7.32	4.0 → 6.0	3.0 → 7.0	—		
90 × 90 × 6	8.28	4.5 → 6.0	3.0 → 6.2	—		
90 × 90 × 7	9.59	5.2 → 6.0	3.4 → 6.0	—		
90 × 90 × 10	13.3	6.0 → 5.0	4.7 → 6.0	—		
90 × 90 × 13	17.0	6.0 → 3.9	6.0 → 6.0	4.0 → 7.3		
100 × 100 × 7	10.7	5.8 → 6.0	3.8 → 6.0	—		
100 × 100 × 10	14.9	6.0 → 4.4	5.3 → 6.0	(3.0 → 6.2)		
100 × 100 × 13	19.1	6.0 → 3.5	6.0 → 5.3	4.0 → 6.5		
120 × 120 × 8	14.7	—	5.2 → 6.0	(3.0 → 6.3)		
130 × 130 × 9	17.9	—	6.0 → 5.7	4.0 → 6.9		
130 × 130 × 12	23.4	—	6.0 → 4.4	4.5 → 6.0		
130 × 130 × 15	28.8	—	6.0 → 3.5	5.6 → 6.0		
150 × 150 × 12	27.3	—	—	5.3 → 6.0		
150 × 150 × 15	33.6	—	—	6.0 → 5.5		
150 × 150 × 19	41.9	—	—	6.0 → 4.4		
175 × 175 × 12	31.8	—	—	6.0 → 5.8		
175 × 175 × 15	39.4	—	—	6.0 → 4.7		

前提条件は溝形鋼と同じ



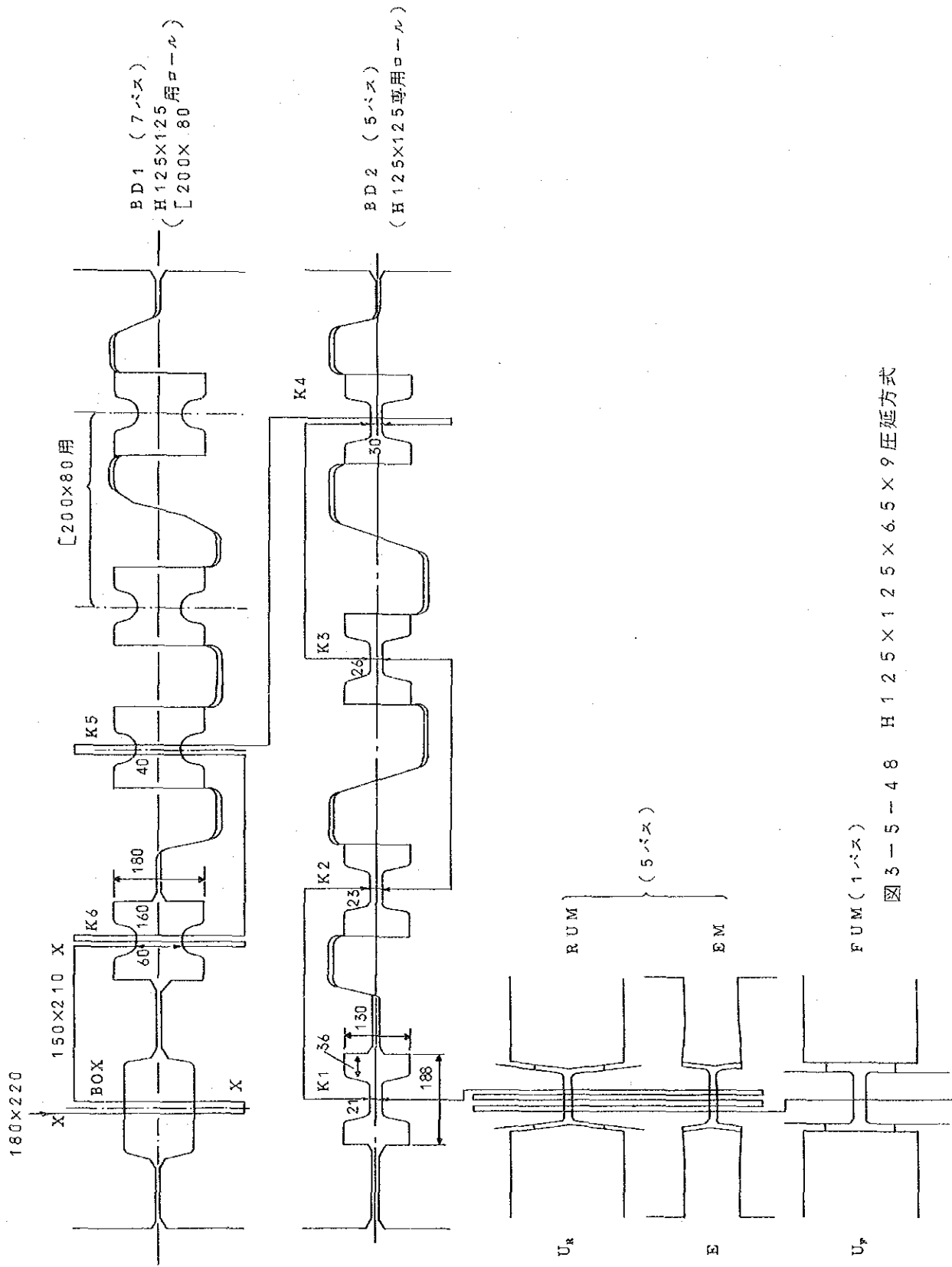


図 3-5-48 H125x125x6.5x9 圧延方式

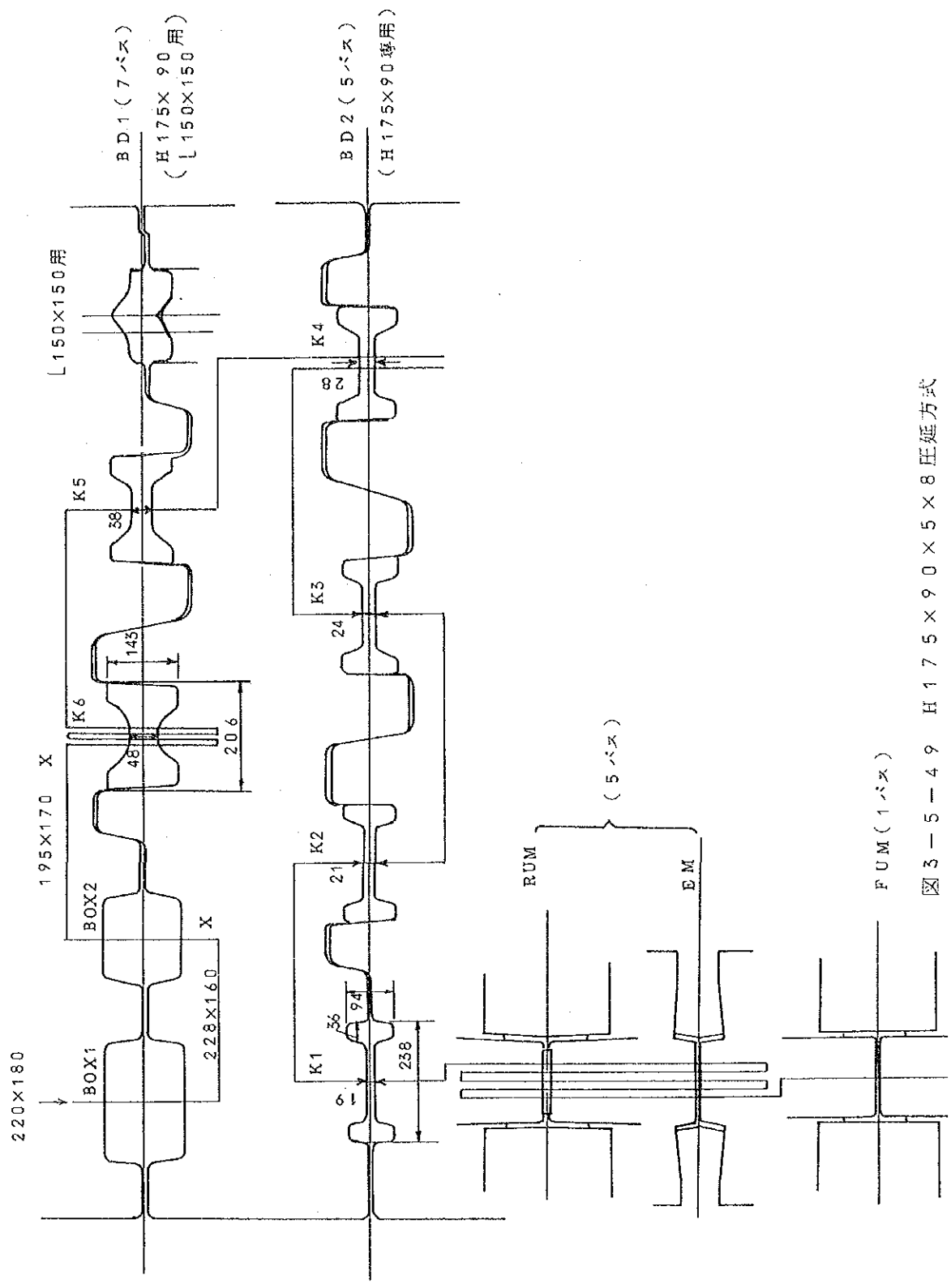


図3-5-49 H175x90x5x8 圧延方式

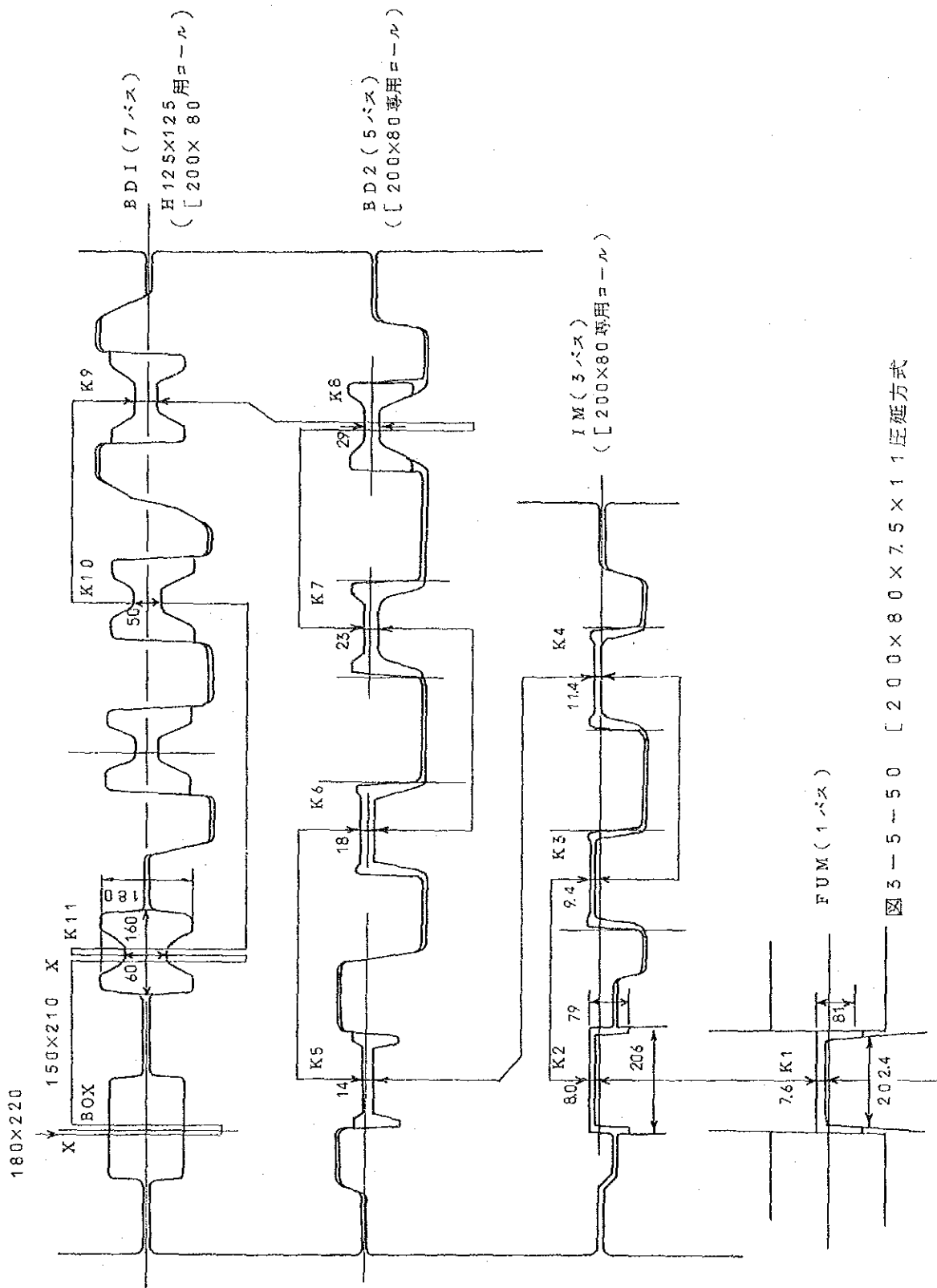


図 3-5-50 [ 200x80x7.5x11 匠延方式

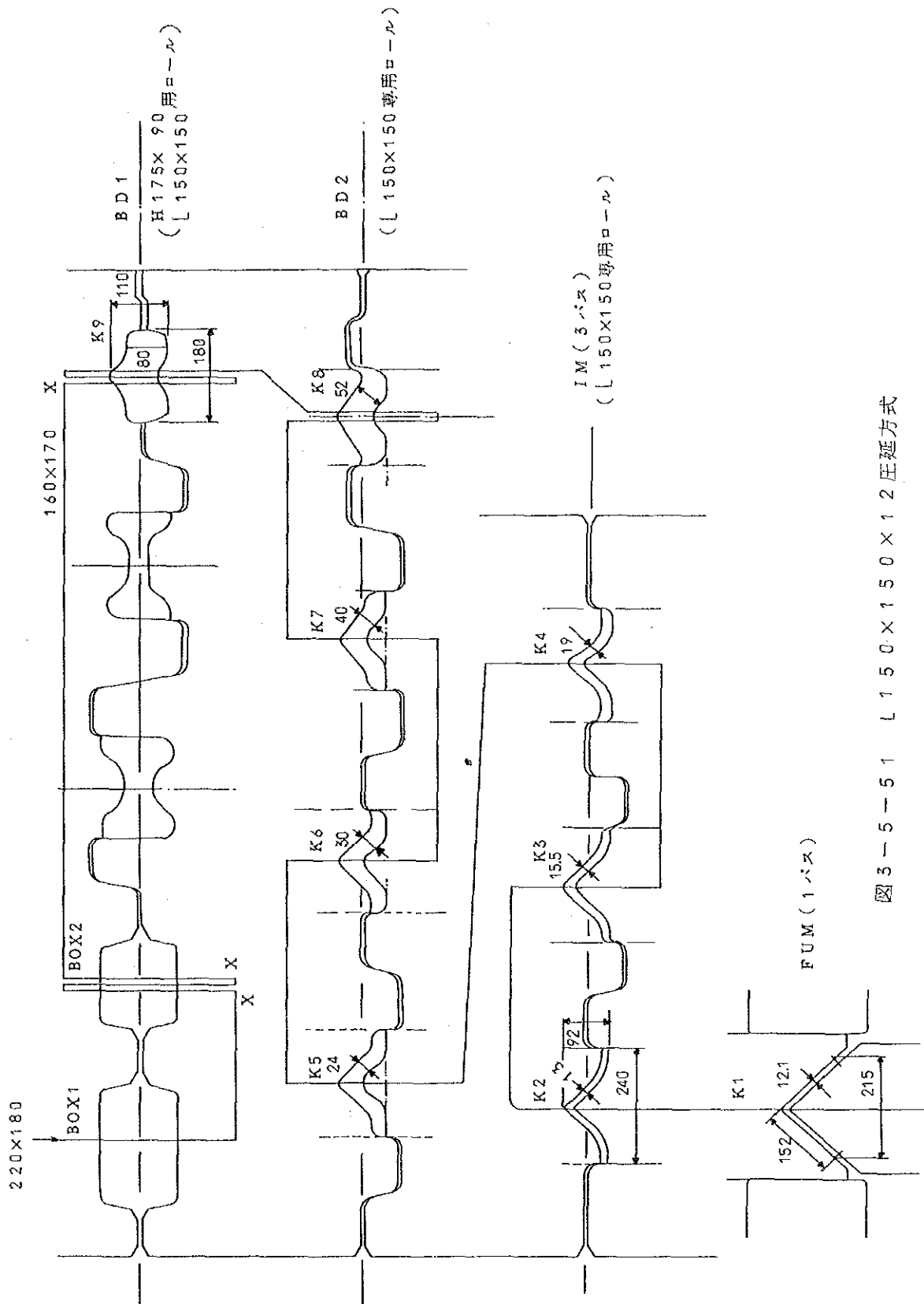


図 3-5-51 L150×150×12 圧延方式

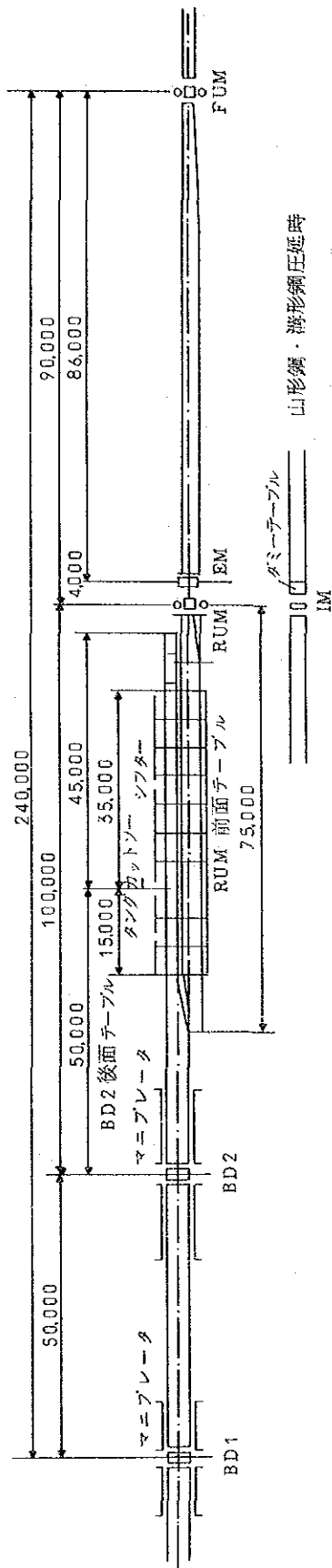


図 3-5-5-2 圧延機の配列および間隔

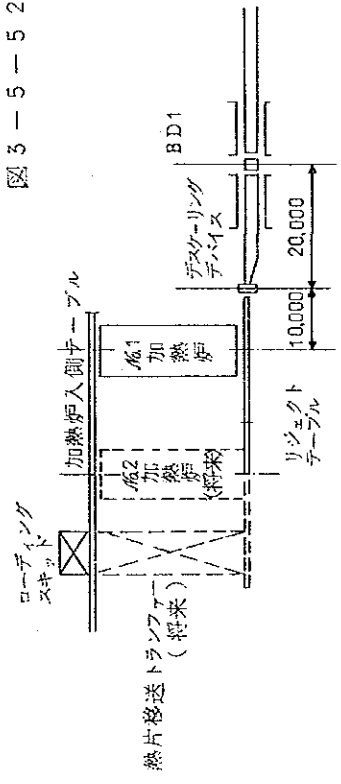


図 3-5-5-3 B D I 前面設備

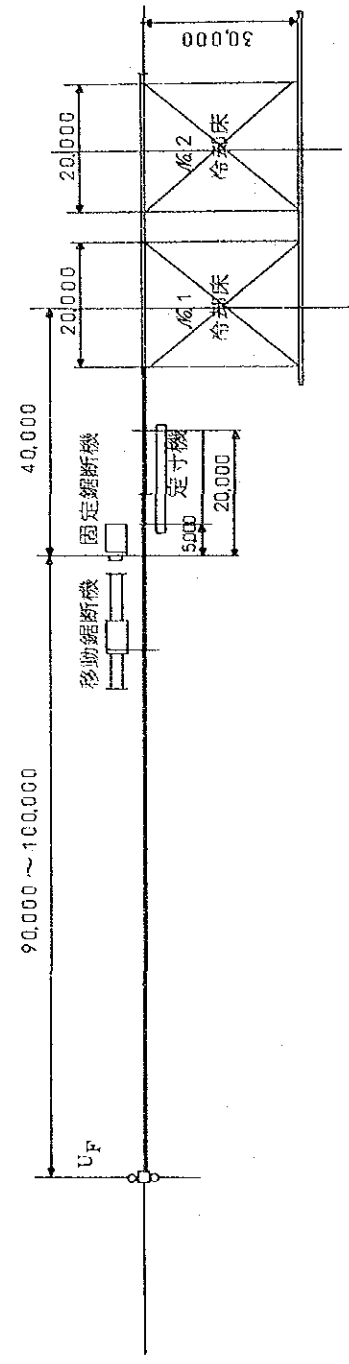


図 3-5-5-4 U F 後面設備

表 3-5-15 圧延能力検討

品 種	製品単重 (kg/m)	圧延長 (m)	素材重量 (kg)	パ ス 回 数				所 要 時 間 (秒)			圧延ピッチ (秒)	圧延能率 (t/h)	
				BD1	BD2	RUM・EM (LM)	FUM	BD1	BD2	RUM・EM (LM)			FUM
H125×125×6.5×9	258	80	1,900	7	5	5	1	55	45	60	16	70	98
H175×90×5×8	181	80	1,450	7	5	5	1	50	42	60	16	70	75
[200×80×7.5×11	246	60	1,480	7	5	3	1	55	50	60	12	70	76
L150×150×12	273	60	1,640	7	5	3	1	60	55	60	12	70	84
H200×200×8×12	499	70	3,500	7	5	7	1	50	45	75	14	90	140
H300×150×6.5×9	367	80	2,940	7	5	7	1	50	30	80	16	90	118
[250×90×9×13	346	60	2,080	5	5	3	1	45	50	60	12	70	107
L175×175×15	394	52	2,050	5	5	3	1	45	50	60	12	70	105

表 3 - 5 - 1 6 日本におけるジュニアH形鋼製造工場の例

工場名	製造品種	公称能力 (稼働年月)	ミル配列	モータ出力 (kw)
新日本製鉄(株) 室蘭製鉄所 大形工場	H100×50~300×150 I105×84~125×105 ( $\phi$ 101~203) ( $\phi$ 81~180)	35,000 t/月 (1967年11月)	BD-U·E-U	BD:2,800 RUM:1,800 FUM:1,200 EM:650
川崎製鉄(株) 阪神製造所 条鋼工場	H100×100~200×200 H100×50~300×150 (L75×75~150×150) (C200×90~250×90) その他支・保・工 フォークリフト マスト 無枕木 グレーチング	33,000 t/月 (1964年10月)	R <sub>1</sub> -R <sub>3</sub> -U·E-U	R <sub>1</sub> , R <sub>3</sub> :1,840 RUM:2,300 FUM:1,750 EM:550
川崎製鉄(株) 水島製鉄所 中形工場	H150×150~H250×250 H250×125~H450×200 丸棒 75 $\phi$ ~110 $\phi$ (鋼矢板KSP-1A、2、2A) KSP-F	40,000 t/月 (1971年11月)	BD <sub>1</sub> -BD <sub>2</sub> -U·E-U ┌───┐ └───┘ U·E·U	BD1:4,500 BD2:3,500 RUM:4,500 FUM:1,600 EM:1,000
日本鋼管(株) 福山製鉄所 第二大形工場	H100×100~200×200 H100×50~350×175 L150×150~250×250 C250×90~380×100 I250×125~300×150 鋼矢板・軌条・インバート	40,000 t/月 (1972年3月)	R <sub>1</sub> -BD-U·E-U	R <sub>1</sub> , BD:4,000 RUM:4,500 FUM:2,000 EM:1,500
トビー工業(株) 豊橋製造所 大形工場	H100×100~H200×200 H100×50~H300×150 I200×100~250×125 L120×120~200×200 C180×75~300×90	30,000 t/月 (1964年5月) 改造	BD-保熱炉-I <sub>1</sub> ~ ┌───┐ └───┘ I <sub>6</sub> -U·E-U	BD:1,860 RUM:2,200 FUM:1,200 EM:600
合同製鉄(株) 大阪製造所 形鋼工場	H100×100~H200×100 I150×75~200×100 L130×130~150×150 C100×50~200×90	30,000 t/月 (1970年8月) 改造	H·V·H-H×4-H× ┌───┐ └───┘ 3·E·U-E·U ┌───┐ └───┘ E·U-E·U	



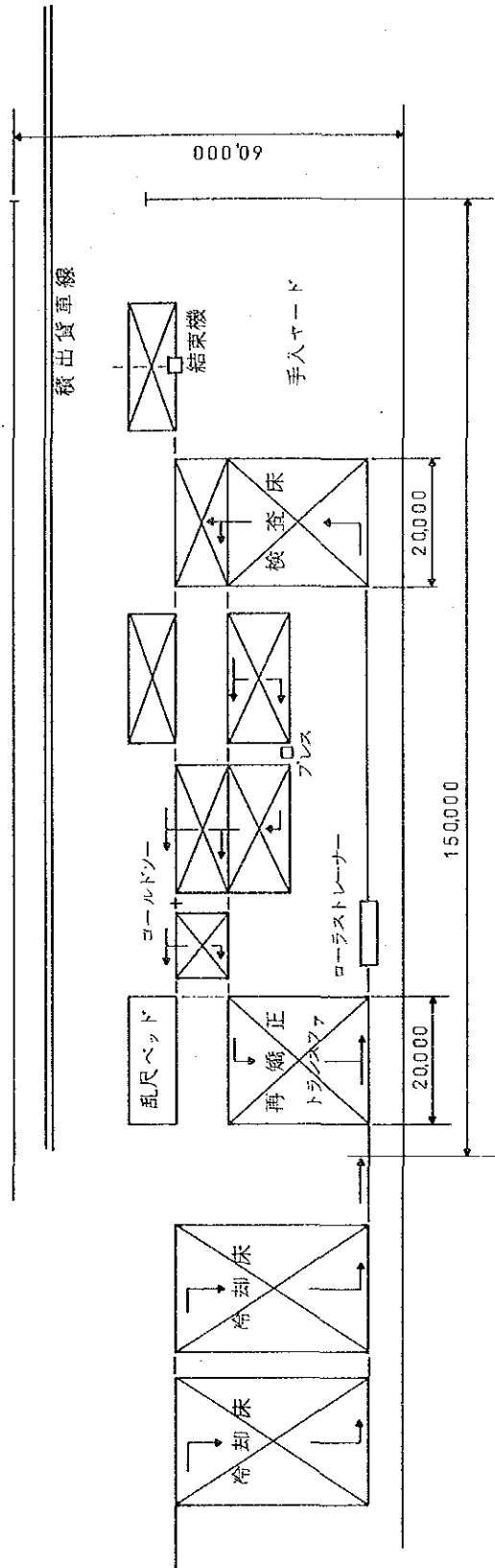


図 3-5-55 精整ヤード案



### 3-5-4 熱延工場

1987年初稼動予定の熱間圧延機は冶金工業部馬鞍山鋼鐵設計研究院の設計により、瀋陽重型機械製造廠の製作により現在建設中である。

この章においては、この建設中の熱間圧延機の設備仕様書、設備レイアウト図面及び技術担当者からのヒヤリングに基づき、稼動後に予想される諸問題について述べる。ただし詳細を検討及び検証を必要とする。

#### (1) 設備能力上の問題

##### ① 加熱能力

設備仕様	装入素材スラブ	80~110×220~380×4,000~4,700
	有効炉巾	10,440 mm
	有効炉長	13,996 mm
	基数	1
	冷片装入	熱片装入(800℃)
	加熱時間	65min 37min
	加熱能力	68T/Hr 120T/Hr
	燃料	ミックスコークス炉ガス(1,800 kcal/Nm <sup>3</sup> )

特殊鋼(ボイラー鋼管用熱延鋼帯、油輸送鋼管用熱延鋼帯)は材質がコイル内・コイル間各々均一なものであることが必須要件であると共に、板厚精度が重要な品質要件となっている。

そのためには加熱炉内で十分に均一加熱が行われ、スラブ内組織の均一化を達成しなければならない。また、加熱炉スキッド部と非スキッド部のスラブ温度差を粗圧延機出側での測温値で少なくとも15℃以下に押え込む必要がある。ただこれは、仕上圧延機のAGC(自動板厚制御システム)のレベルにより異なるものである。

これらの特殊鋼の均一加熱の方法としてウォーキングビーム式加熱炉、スキッドシフト等設備的な対応が望ましく、その場合でも加熱炉におけるスラブの在炉時間を十分に長時間にすることが必要で当加熱炉において、スラブ厚みを考慮しても2時間~2時間30分が必要と思われる。

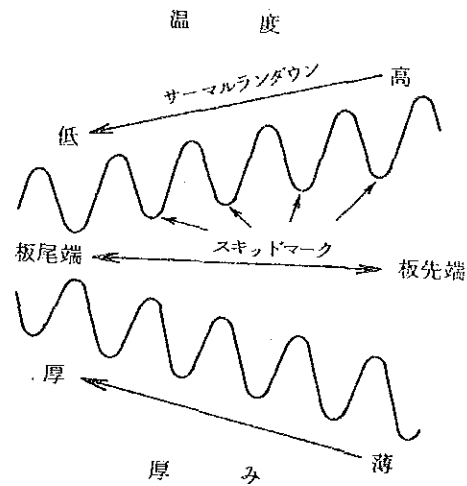
(参考) 2.5時間の在炉時間を必要としたとき、現在の公称能力は下記のように低下する。

$$\text{スラブ寸法} = 80 \times 380 \times 4,430 = 1,050\text{kg}$$

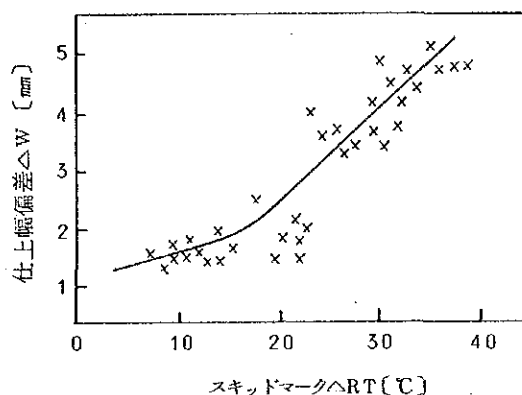
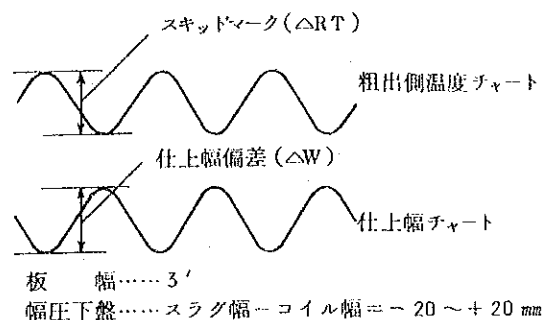
$$\text{炉内スラブ数} = \frac{13,996 \times 2 (2 \text{列装入})}{300} = 73 \text{スラブ}$$

$$\text{加熱能力} = \frac{73 \times 1,050}{2.5} = 30.7 \text{T/H}$$

スキッド部の板厚精度に及ぼす影響は下図に模式図で示す。



またスキッド部は板幅の変動要因にもなり、下図にその例を示す。



スキッド部の温度変動を考慮に入れたとき加熱炉の操業において急速加熱は注意を要する。従って品質要求（板厚許容差、板幅許容差、材質の均一性等）の厳しい品種については本設備においては加熱能力を低下させることにはなるが均一緩速加熱操業で対処することが必要であろう。

## ② 粗 圧 延 機

設備仕様	堅ロール型スケールブレイカー	310 kw 1基
	2 段 圧 延 機	800 kw 4 基
	堅ロール型エッジャー	180 kw 1 基
圧 延 速 度	R4	1.13~2.35m/sec.

粗圧延機列は設備能力の面で問題となることは無いと思われる。しかし、品質要求（特に板幅精度）の厳しい品種については粗圧延機が実質的なタンデム圧延（複数の粗圧延機が同時に同一スラブを圧延している状態）になっているため粗圧延機間の張力バランスを考慮して圧延速度を低下させる必要があることも考えられる。粗圧延機間で張力が不規則に発生したとき甚しい幅変動を発生させるわけで、その調整の自動化が今後の課題とな

るう。

### ③ 仕上圧延機

設備仕様	4 段 圧 延 機	1,250kw	6 基
	堅ロール型エッジャー	125kw	2 基
圧 延 速 度	F6	7.22~13.66m/sec.	

仕上圧延機は設備能力の面では問題となることは無いと思われる。しかし、品質要求（特に表面欠陥）の厳しい品種（溶接鋼管全般）についてエッジャーのバックリング防止のための低速圧延また、F E 2 エッジャーの F 2 ~ F 3 間のルーバーコントロール精度によってはルーバー量変動による疵発生を抑えるための低速圧延をする必要があり能力低下の恐れがある。そのため A G C 及びルーバーコントロールの精度とそれらの制御間の干渉制御により、これらの問題を解決することが必要で特に稼動前にこれらの制御シミュレーションを詳細に実施し、これらの制御モデルの検証と共に仕上圧延機のセットアップモデルの精度向上を検討する必要がある。

また、後述するように冷却設備及び巻取機に関する理由により圧延速度及び圧延ピッチが規制されることがあるが、これは後述する。

### ④ 冷 却 設 備

設備仕様	扭転ガイド	開口度	180~240mm
	(水冷)	長さ	9,050mm
	平板冷却輸送コンベア	幅	2,200 mm、長さ 51,820 mm
	(空冷)	移動速度	0.4~1.0m/sec.

仕上圧延機の後急速な冷却を必要とする品種においては、この冷却設備の冷却能力に圧延機全体の設備能力が律速されることは明らかである。

現在、計画されている品種において溶接鋼管用ホットコイルは全てこの冷却能力により律速されると言っても過言ではない。すなわち、本冷却設備では冷却能力が大幅に不足している。

溶接鋼管の品種として下表の如き品質がホットコイルに要求される。

(別添規格集参照)

品 種	成 分			引 張 試 験 値			曲げ試験	偏平試験
	C	Si	Mn	T.S.	Y.P.	EL.		
一般構造用鋼管								
JIS STK 41 相当	≤0.25	—	—	41≤	24≤	18≤	90° 6D	$\frac{2}{3}D$
" STK 51 相当	≤0.30	≤0.35	0.3~ 1.0	51≤	36≤	10≤	90° 8D	$\frac{7}{8}D$
配管用炭素鋼鋼管								
JIS SGP 相当	—	—	—	30≤	—	25≤	90° 6D	$\frac{2}{3}D$
圧力配管用炭素鋼鋼管								
JIS STPG38 相当	≤0.25	≤0.35	0.30~ 0.90	38≤	22≤	25≤	90° 6D	$\frac{2}{3}D$
" STPG42 相当	≤0.30	≤0.35	0.30~ 1.00	42≤	25≤	20≤	90° 6D	$\frac{2}{3}D$
ボイラー用炭素鋼鋼管								
JIS STB 33 相当	≤0.18	≤0.35	0.25~ 0.60	33≤	18≤	*1 35≤	抵管試験 1.2D	約 $\frac{1}{3}D$
" STB 35 相当	≤0.18	≤0.35	0.30~ 0.60	35≤	18≤	*1 35≤	1.2D	約 $\frac{1}{3}D$
油輸送用鋼管								
API 5LB 相当	≤0.26	—	≤1.15	42.2≤	24.6≤	2.6≤	—	—

これらの溶接鋼管において最も問題となるのは曲げ試験、偏平試験である。その試験成績は造管設備の操業に大きく依存することは勿論であるが、その母材（熱間圧延鋼帯）の特性によって殆んど決定されると言って過言ではない。

造管時の溶接部は急熱・急冷されるためにその熱影響部は母材部に比し硬度が上昇し、脆弱となるため加工性が低下し上記各種加工試験値を悪化させる。

熱間圧延において、仕上圧延後の冷却速度が低い場合（冷却能力が低い場合）鋼帯の強度を確保するためには炭素（C）、マンガン（Mn）等の成分を多く添加しなければならない。熱間圧延鋼帯の強度は下記の式に示すような、炭素当量（Ceq）に依存することが経験的に知られている。

$$Ceq = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{15} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}$$

また、溶接鋼管の製造に於いて溶接熱影響部の硬度上昇を規制するため

に、経験的に上記  $C_{eq}$  は 0.65~0.70 以下でなければならないとされている。そのため、この制限に満足し、且つ必要な強度を確保できるような冷却能力が必要となる。

図 3-5-57 に示すように  $C_{eq}$  は溶接熱影響部の硬度との関係は強い関係があることがわかる。また、鋼帯の巻取温度と材質との関係の一例を図 3-5-58 に示すが、巻取温度（本設備における巻取機に巻取る時の温度とは正確には異なる）が、ある温度以上になると甚しく強度が低下する。この関係は圧延機の特性によって甚しく異なるために本設備における作業実績値から実験式を求めることが必要である。図 3-5-58 は、いずれも図 3-5-59 に示すような冷却パターンにて製造した例で示した。

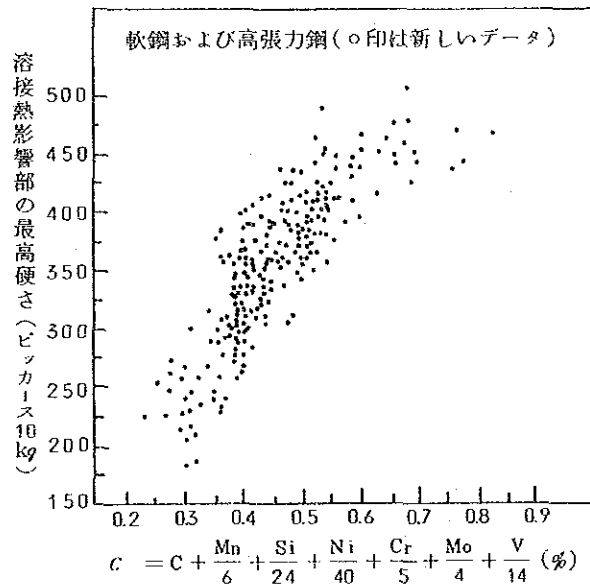
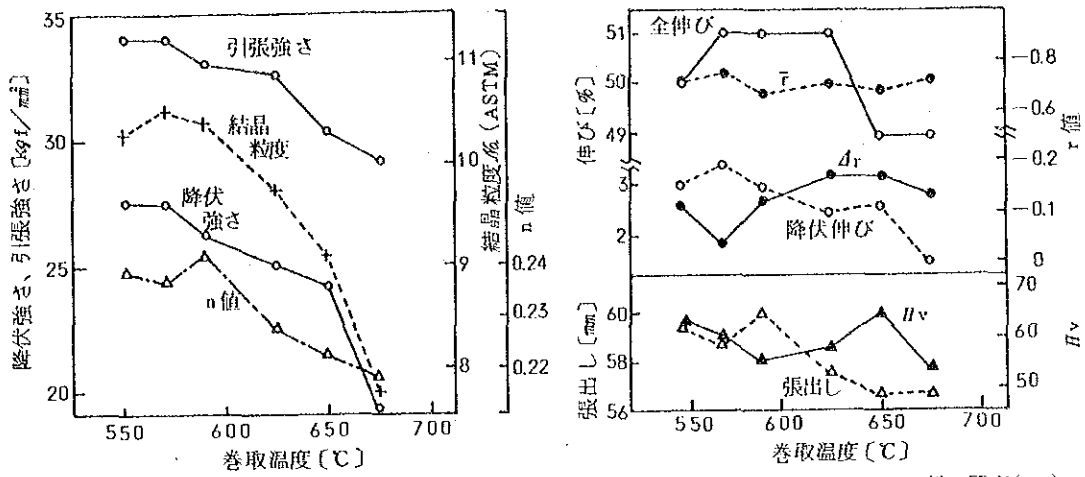


図 3-5-57 炭素当量と溶接部最高硬さの関係





(a) 結晶粒度、引張強さ、降伏強さ、n値  
 (b) 全伸び、降伏伸び、張出し性、硬度(Hv)、r値の平均( $\bar{r}$ )、r値の異方性( $\Delta r$ )

図 3-5-58 巻取温度と材質特性の関係の一例 (低炭素リムド鋼、A社データ)

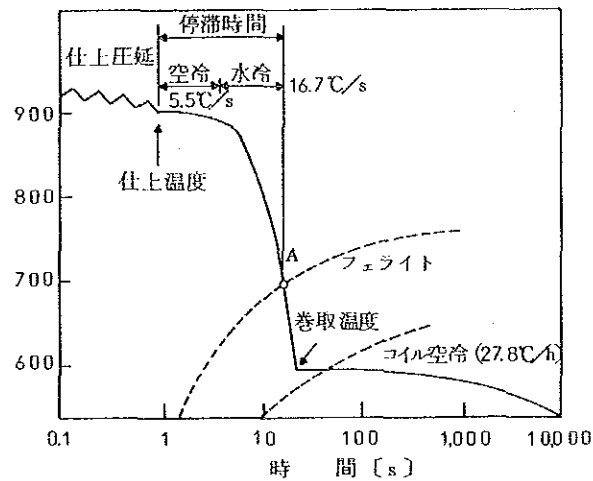


図 3-5-59 仕上圧延後の冷却曲線 (温度-時間) の例

以上述べたように、必要な冷却速度を短い距離ガイドで得ようとするれば、圧延速度を極度に低下させる必要があり9mの水冷設備では現実的ではなく、水冷能力の強化が溶接鋼管用帯鋼にとって必要となる。

⑤ 巻 取 機

設備仕様	巻 取 能 力	2~7mm×183~360mm×コイル
	コイル内径	500mm
	コイル最大外径	1,350mm

重 量 2,000 kg

巻 取 速 度 0 - 6 - 15 m/sec.

上記設備仕様上では、能力面の問題点は無いが、巻取完了から次コイル巻取開始可能までの巻取段取時間は平板冷却輸送コンベアの運転方法を含めて、かなりの部分が手動運転であるため長時間を要することが予想される。このため、仕上圧延機のインターバル（圧延間隔）を大きくすることになり、圧延機全体の設備能力を低下させる恐れがある。

巻取段取時間の検討は、設計時、詳細に検討されているが入手資料では明らかではないが実操業に入った時に詳細な調査を行い、時間短縮のための対策を着実に実行し、設計能力を確保しなければならない。

以下に多くの推定値を用いてこの巻取段取時間の推定をしたが、その結果設備能力上無視できない値となっていることがわかった。今後の検討の参考にその結果を述べる。

巻取機の運転のタイムチャートを作るための各単位時間の推定は下記の通り行った。

a. 圧 延 時 間

ストリップ頭部が平板冷却輸送コンベアに到着してから、ストリップ尾部が同位置に到着するまでの時間、設計仕様書の圧延スケジュール表より求めた。

b. コンベア輸送時間

ストリップ尾部が平板冷却輸送コンベアに到着してから、コンベア上のストリップを圧延中のコンベア速度のままに輸送し、ストリップ頭部がコンベア終端の対中装置に到着するまでの時間、この時間と(a)の圧延時間の合計はコンベア全長をコンベア速度で移動する時間に相当する。

c. ストリップ頭部通板時間

ストリップ頭部が対中装置に到着してからストリップを対中装置が把握し（3sec.）、送りロールまで（1,900 mm）、0.5 m/s で送り（3.8 sec.）更に5ロール張力装置に噛込ませる（2,000 mmを送りロール速度0.75m/sec.で送る2.7 sec.）その後5ロール張力装置で圧下を加え（2 sec.）巻取リールまで（2,375 mm）5ロール張力装置の速度

0.1 m/sec. で送る ( 23.8 sec. ) このストリップ頭部が対中装置に到着してから巻取リールに到着するまでの時間は各設備の通板速度にアンバランスがあり、合計 35.3 sec. と長い。

d. 巻取機巻付時間

ストリップ頭部が巻取リールに到着してから3~4巻を補助巻付ロールにて巻付け ( 速度 0.2 m/sec. にて 3~4 巻 ( 6 m ) を巻く 30 sec. ) 5 ロール張力装置と巻取リール間のストリップを緊張し張力を掛ける ( 1 sec. ) までの時間で合計 3.1 sec. 。

e. 巻取時間

巻取機が起動し、圧延時の速度と同一速度まで加速し ( 10 sec. ) その後減速し ( 10 sec. ) 緩速にて ( 約 5 sec. 間 ) コイル尾部が送りロールに到着するまでの時間、この巻取時間は同ストリップの圧延時間に加減速及び緩速の時間増分 15 sec. を加えた時間となる。

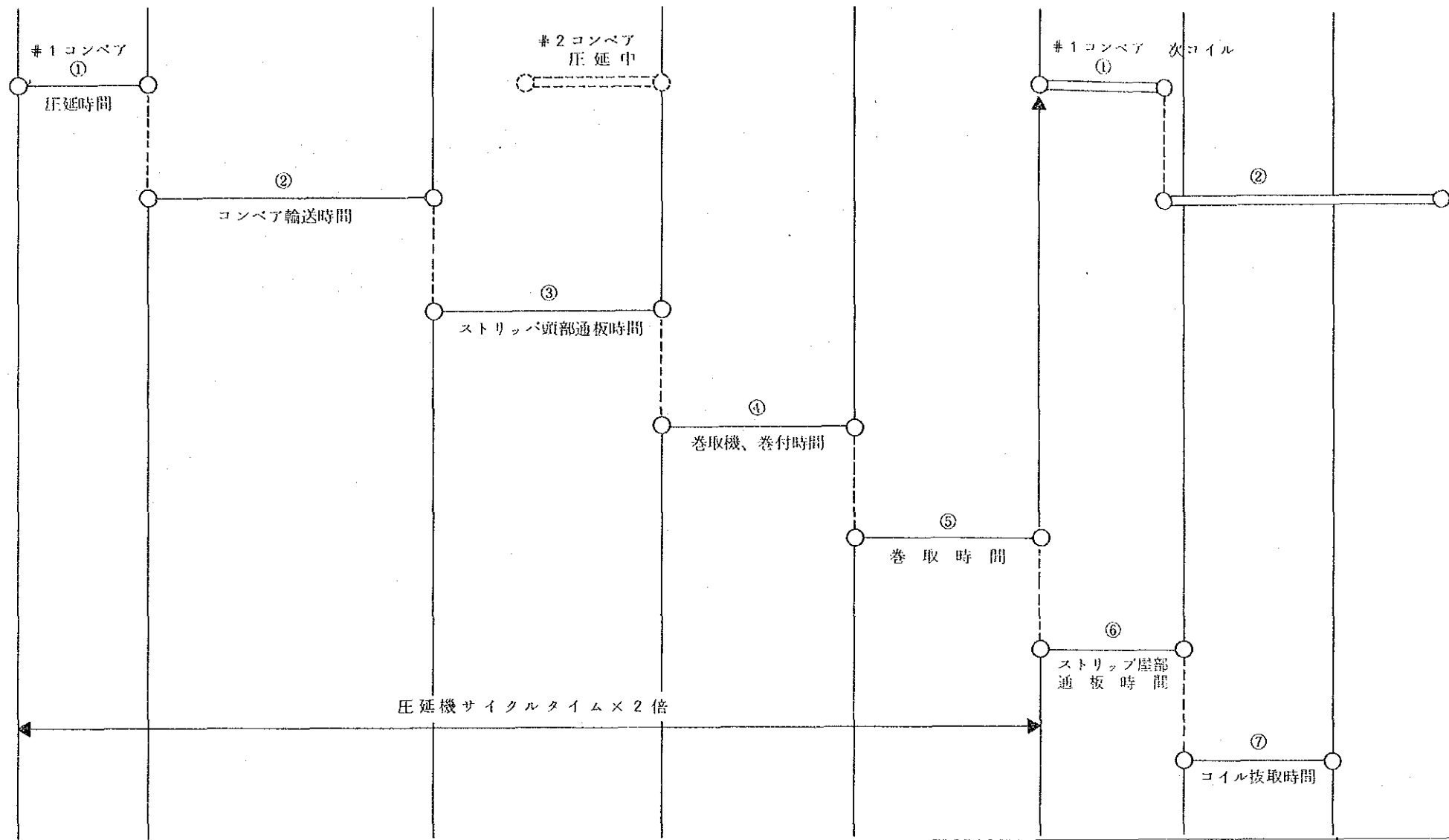
f. ストリップ尾部通板時間

ストリップ尾部が送りロールに到着し設備が一旦停止した後、巻取リール稼働速度 0.2 m/sec. で液圧剪断機まで送り (  $1,000 \text{ mm} / 0.2 \text{ m/sec.} = 5 \text{ sec.}$  ) ストリップ尾部を切断する (  $300 \sim 500 \text{ mm} \times 1 \text{ 回} = 3 \text{ sec.}$  ) 更に送り巻取リールで巻取完了させる (  $3,375 \text{ mm} / 0.2 \text{ m/sec.} = 16.9 \text{ sec.}$  ) この通板時間は合計 24.9 sec. となる。

g. コイル抜取時間

コイル巻取完了後、巻取リールが収縮・降下し ( 6 sec. ) コイルを #3 コンベアに排出アームにて排出する (  $3,220 \text{ mm} / \text{約} 0.5 \text{ m/sec.} = 6.4 \text{ sec.}$  ) 。その後、排出アームが戻り (  $6.4 \text{ sec.} / 2 = 3.2 \text{ sec.}$  ) 巻取リールが上昇拡大し ( 6 sec. ) 巻取リールが次コイルの巻取準備完了するまでの時間。合計は 21.6 sec. となる。

以上の推定値を用いて巻取機のサイクルタイムチャートを別図に示した。



圧延材料規格・寸法		① 圧延時間 sec.	② コンベア輸送時間 sec.		③ ストリップ頭部通板時間 sec.	④ 巻取機巻付時間 sec.	⑤ 巻取時間=圧延時間 +15sec. sec.	⑥ ストリップ尾部通板時間 sec.	⑦ コイル採取時間 sec.	圧延サイクルタイム (①~⑤)× $\frac{1}{2}$ sec.	平均圧延能率 T/H	
			コンベア速度 (0.75m/s)								推定値	設計書
30CrMnA	2.0 × 200	22.5	コンベア速度 (0.75m/s)	44.2	35.3	31.0	22.5 + 15.0	24.9	21.6	85.3	25.3	50.8
16Mn	2.0 × 250	19.9	(0.70 ")	51.5	35.3	31.0	19.9 + 15.0	24.9	21.6	86.3	25.0	54.0
B3	2.5 × 250	22.0	(0.70 ")	49.4	35.3	31.0	22.0 + 15.0	24.9	21.6	87.4	32.1	62.0
5号	2.5 × 300	22.4	(0.65 ")	54.5	35.3	31.0	22.4 + 15.0	24.9	21.6	90.3	34.2	65.1
B3	3.0 × 350	17.1	(0.65 ")	59.8	35.3	31.0	17.1 + 15.0	24.9	21.6	87.7	35.2	59.2
45号	4.0 × 353	13.7	(0.60 ")	69.6	35.3	31.0	13.7 + 15.0	24.9	21.6	89.2	34.6	63.3

(単重/サイクルタイム) × 0.952 × 0.9



次コイルの圧延開始できるタイミングをどのように設定するかによって、圧延サイクルタイムは異なる。最も厳しい条件として輸送コンベア上のストリップは最大1コイル分のみ滞留しているケースが考えられる。図に示したのはこのケースである。

このケースは表面欠陥が最も厳しい品種を圧延する場合で、ストリップが圧延速度で輸送コンベアに供給されている時はコンベアは所定の速度で運転される。この時、コンベアの出口側で前コイルが停止又は緩速で排出されている(図中③、④、⑤の時期)ことのないようにすることを条件としている。これは、コンベアが一定速で運転されていて前コイルが停止又は緩速でいるとき前コイルはコンベアによって、蛇行状態のストリップは圧縮され、ガイドに又はストリップ同士が接触し欠陥が発生する危険性が高いからである。このようなケースには圧延サイクルタイムを改善するためには②、③、④、⑤、の時間短縮が必要である。

品質重視を考えたとき、これらのサイクルタイムの短縮の検討を詳細に行い巻取機への通板の自動化等、手動操作を極力減少させ、安定した操業を行う必要がある。本報告の推定値は長過ぎるように思われるが、これらの危険性が手動操作に内在していることは重要なことである。

また、ここで重要な設備上の問題として5ロール張力装置の信頼性がある。小径ロール(150mmφ)で構成された張力装置が10m/sec.の巻取速度を得るためには1,374rpmの回転数に耐えることが必要で高温・多湿の設備環境を考えると非常に過酷なもので設備保全に万全の体制が必要となろう。

## (2) 品質上の問題

### ① 表面欠陥

熱間圧延における表面欠陥は基本的には熱間であることからくる擦疵の付き易さが最大の問題である。特に熱間圧延の初期の段階で発生した疵は後段の圧延により表面に出来た酸化物が押し込まれ、当初の欠陥程度を悪化させる。従って、スラブ又はストリップと固定されたガイド・エブロン等との接触を皆無にしなければならず、またテーブルローラーの周速とスラブ又はストリップの移送速度との同期化を徹底しなければならない。

このような観点から、本設備を見たとき多くの問題点があり、高級品種（ボイラー鋼管用、油輸送管用、冷延用）に対して対応する必要がある。

a. 無駆動テーブルローラー

R 1～R 4間のテーブルローラー、R 4～F E 1間中間ルーバーロール、F 6後面テーブルローラーは無駆動テーブルローラーで特にF 6後面は問題が大きい。

b. 無駆動又は非同期ロール

5ロール張力装置は無駆動で巻取機の加減速時、擦耗が発生し易い。また、平板冷却輸送コンベア後面の堅型送りロールは交流モーター駆動で、その後続く5ロール張力装置へ通板するとき各種ガイド等に突掛かりスリップをする可能性が大きい。

c. 各ガイド板

仕上圧延機後面の回転ガイドは最も危険なガイドで極端な場合、ストリップ全長にわたって多くのコイルに擦傷が発生する可能性がある。これと同様なものとして分叉装置、振蕩装置の前後ガイドがある。

d. # 1、# 2 平板冷却輸送コンベア

圧延速度、振蕩振動数とコンベア速度との相関関係が適切に設定されなかった場合、ストリップ同志の接触及びコンベアのサイドガイドとの接触が発生する。この設定が手動で行われることは誤操作を誘発し易く自動設定で行われるようにすべきと思われる。

また、前述したように圧延中のストリップと巻取中のストリップが同一コンベア上に有る状態で運転される場合、ストリップの蛇行形状の変動によるストリップ同志の接触が発生する可能性があり、要注意である。

② 機械的性質

機械的性質について、設備能力の節に述べたように、加熱能力に関する問題と仕上圧延後の冷却能力に関する問題と密接に関係しており、特殊鋼（ボイラー鋼管用、油輸送鋼管用、高張力鋼等）の圧延には下記の項目についての検討及び改造が必要と考えられる。

a. 加熱炉

在炉時間規制を加熱炉能力減少させないで達成することは困難である。

しかし、加熱炉の増設は投資額が大きくまた困難である。

しかし、特殊鋼の圧延は近い将来実行することが必要である。これらの特殊鋼は製鋼工場の炉外精錬で微量特殊元素を添加することによって製造されるが熱間圧延でそれらの特殊元素の炭化物・窒化物を十分に固溶させることが必要であると共に、スラブの同一加熱することが必要のため一般的には在炉時間規制を設けている。

これを本設備で達成する方法として、加熱炉能力の悪化は止むを得ないと考え、燃料原単位の悪化を防止するための高性能熱交換器を導入することが必要である。

#### b. 粗圧延機・仕上圧延機

特殊鋼の圧延速度を高速にしても特殊鋼の疵発生が防止できるように、種々の対策を講ずることが先ずは必要である。その上で均一な材質を確保するために成分設計、最適スラブ設計、パススケジュールの最適化を行い後述の冷却能力とのバランスを考慮した詳細な実験により特殊鋼の生産体制を確立する。

#### c. 冷却設備

水冷設備については前述のように、能力不足は明らかで、大幅な改造が必要と考える。この水冷能力の強化はMn Si 更には特殊元素の削減が可能になるという効果もあり、圧延能力向上も含めて十分に採算のとれる投資と考えられる。しかし、生産計画が生産能力に対し低い時点(2～3年)は、これらの効果は少なく、能力低下になるが水冷能力強化の程度は低くてもよいと考えられる。

### (3) 分塊一熱延直送圧延上の問題

将来の計画として分塊一熱延の直送圧延を実施する計画がある。この直送圧延技術は大別すると3項目に分類される。第1は無欠陥スラブの製造技術、第2は高温スラブの製造技術、第3は分塊・熱延の同期化生産管理技術で生産技術の総合技術である。以下にこれらの3項目について個別に述べる。

#### ① 無欠陥スラブの製造技術

無欠陥分塊スラブの製造は製鋼工場における鋳型の品質管理から始まり、造塊・均熱・分塊圧延の一貫した品質管理の下に行われる必要がある。



また、分塊一熱延直送圧延の可能なレベルの無欠陥スラブは加熱炉経由のスラブに比し、そのレベルは甚しく厳しい。しかし加熱炉を経由する場合、微小な欠陥（例えば、分塊圧延時のスリ疵、ハンドフカーフのフィン等）は炉内で酸化除去されるため、大きな欠陥のみに注目すればよい。

直送圧延を実施するに当って、スラブの表面欠陥対策として次の諸対策が必要である。

a. ホットスカーファーマの設置

分塊圧延後の前述の微小欠陥を完全に防止することは不可能で圧延後、剪断機前に表面を全面溶削することが必要である。

そのために表裏面、両側面の四面溶削を行うホットスカーファーマを設置する。溶削後、目視検査にて残り欠陥をハンドスカーフィングにて部分溶削することが必要な場合があるが、大部分そのままで熱延可能なレベルにすることができる。

b. 鋳型管理

鋳型内面の性状を一定に維持するための鋳型の品質管理が重要なポイントとなる。

c. トラックタイム管理

鋼塊の割れ欠陥は、このトラックタイムの適正化と安定した管理がポイントとなり、特に直送圧延材の管理は精度よく行う必要がポイントとなり、特に直送圧延材の管理は精度よく行う必要がある。これは後述の同期化生産管理技術の主要な位置を占める。

d. その他

均熱炉から抽出する時のクレーントングの疵はその疵が深いため、前述のホットスカーファーマで十分に除去することは出来ない。従って直送圧延時にはこのトングのボンチ形状を分塊圧延後に欠陥として残らないような形状に変更することを検討する必要がある。

② 高温スラブの製造技術

熱延で仕上圧延機出側での温度を材質上要求される温度以上を確保するために十分に高温スラブを製造することが必要である。

均熱炉で十分に加熱することは必要であるがそれは当然燃料原単位が悪

化するわけで分塊圧延時間、テーブルローラーによる搬送時間を短縮することにより放散熱を少なくすると共に搬送テーブルは出来る限り保熱設備を設置することが必要である。

これらの最適化は操業データの収集とその解析により、その設備に最も合理的な改善策を決定することになる。

### ③ 分塊一熱延の同期化生産管理技術

分塊一熱延の直送圧延は部門をまたがる総合管理技術を高度に達成することが必須になる。勿論、現状の製鋼・分塊のトラックタイム管理技術においても同様であるが、更に高度な管理が要求される。

特に、製鋼・分塊・熱延のスケジュール作成は熱延→分塊→製鋼の順に作成しなければならず、熱延のスケジュールを決定した後に分塊スケジュール、均熱炉スケジュールと工程順と逆にスケジューリングし、最終的に出鋼スケジュールを決定することになる。これらの各工程がスケジュールを乱した場合は、その工程以降の操業度を全て低下させることになり、直送圧延によって得られる利益を上廻る損失を招くことは明らかである。

各工程が協力し、スケジュールの遵守を大前提として確実に良品を製造することにより、初期の利益が得られる総合生産管理技術である。

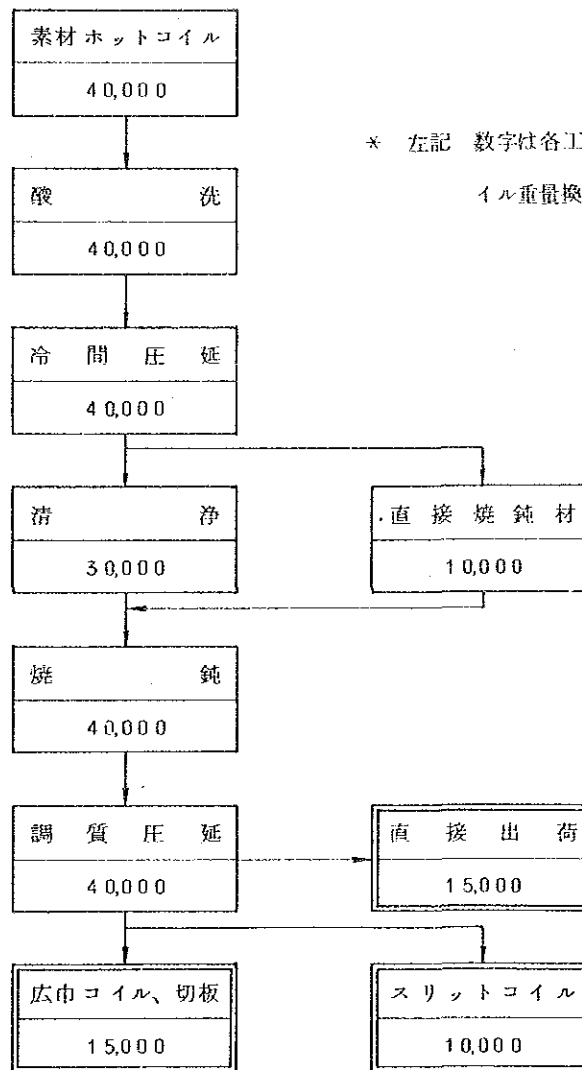
具体的には製鋼・分塊・熱延の各工場運転室とそれらを統合する直送圧延指令室との責任権限の明確化、情報の集約化及び情報伝達手段（直通電話・インターホン）の設置が必要でコンピューターの援助も必要である。

### 3-5-5 冷延工場

500mm熱間圧延機より供給されるホットコイルを冷間圧延工場に搬入し冷延鋼板を製造する。

全体の生産は、素材のホットコイル重量で40,000トン/年としている。本節ではこの冷延工場の建設の計画の概要を述べ、今後の詳細な実行計画の作成に資することを目的としている。

#### (1) 生産工程と生産量バランス



\* 左記 数字は各工程の処理量でホットコイル重量換算のトン/年を示す。

## (2) 連続酸洗設備

### ① 工程の概要

ホットコイルの表面は生成したスケールを酸によって洗滌し、冷間圧延の前処理工程である。本計画に於いては酸洗されたホットコイルは全て冷延鋼板用として供給されるものとしている。現実的には、酸洗のまま外販されることもあり、また酸洗後、溶接鋼管工場に供給されるため生産能力は後述の設備仕様に見る如く60,000トン/年としている。

酸洗工程は、大きく区分すると次の通りである。

#### ○ 入側設備

ホットコイルを中央の酸洗槽に供給するための設備で、酸洗槽が連続的に運転できるようにコイルとコイルの溶接機とコイルの貯込装置が設置されている。

#### ○ 中央部設備

酸洗槽と水洗・乾燥設備が設置されている。

#### ○ 出側設備

酸洗後乾燥された板は、幅を揃えるためのサイドトリマー（耳切断機）、塗油設備を通り、巻取機で再びコイルにされる。

### ② 各設備仕様の概要

主要設備の仕様は別表に示すが、以降にその概要を解説する。

#### a. 設備公称能力

前述のように、冷延工場以外のための能力を考慮し、冷延工場の所要量40,000トン/年に対し60,000トン/年とする。

#### b. ライン速度

酸洗ライン全体を前記3つの設備群に分割し、速度は単独運転が可能のように電気制御系は分割されている。

中央の酸洗槽は、稼動中は停止することなく完全に連続的に運転されなければならない。そのために、入側設備において一つのコイルが供給されてから、次のコイルが供給され溶接機で溶接されることが必要である。また、その処理時間に入側設備は停止するために、その時間に酸洗槽に供給される帯鋼を予め貯め込む装置が必要となる。

一方出側設備においてコイルが巻取られ、次のコイルを巻取始める間も同様に停止する。

このように、中央酸洗槽は連続運転、入・出側設備は間けつ運転となり、3つの設備群間の速度は別表のように異っている。

#### c. 溶 接 機

溶接機の型式はユニオンメルトとした。ユニオンメルト溶接は一種の潜弧溶接法で、入側シャワーでコイルの両端の不良部分を切断除去した後、帯鋼を突き合わせ、特殊硝子質の粒状ウェルディングコンポジションを散布しつつ、コンポジション中に溶接ワイヤーを潜入させ巾方向に走行させつつ大電流で溶接を行う。

この溶接機の特徴は、設置場所が狭く設備費が安価で接合強度は強いことである。

溶接後にビードが発生するが、これを切削する設備は溶接機の直後に設置され、フラッシュトリマーと呼ぶ。これは刃物（バイト）が上下各5個あり、電動チェーン又は油圧で駆動されビードを切削する。

#### d. 入側コイル貯込装置

型式はルーピングビット方式とした。ルーピングビット内には帯鋼同志の摩擦による疵を防止するため水が満たされている。底部には木製スキッドが設置され、モーター駆動によるサイドガイドにより帯鋼の蛇行が抑制されるようになっている。

入側コイル貯込装置としては、その他にループカー方式があるが、設備費は大巾に増大し投資効率は必ずしも最適とは言えない。高品質冷延鋼板の製造が計画された時点で改造できる形で建設当初はルーピングビット方式が最適であると判断した。

#### e. 酸 洗 槽

酸洗で使用された酸には、硫酸と塩酸とがあり、塩酸はスケール（酸化皮膜）への反応速度が速く生成する鉄塩の水への溶解性が大きいなどの優れた性質があり、酸の価格が比較的高価で蒸気圧が高く、腐食性の強いヒュームの処理が困難である。また、萊蕪鋼鉄廠では硫酸が容易に入手できる等、硫酸の方が種々の点で有利であり、本計画では硫酸とし

ている。

しかし、将来高級品種を生産する場合は、ヒューム対策設備を追加すれば、酸の変更は可能なように初期建設時考慮することが必要であろう。

f. 出側コイル貯込装置

出側についてもルーピングピット方式としているが、これは入側と異なり乾式で貯込可能量も少ない。(帯鋼同志の摩擦は起こらない)

これは、出側設備の停止時間が入側に比べて短いことにより可能であり、出側停止時は中央酸洗槽の速度を緩速(停止ない最低速度)に落とし、時間を稼ぐ制御方式を採用する。

g. サイドトリマー(耳剪断機)

冷延鋼板は一般的には熱延のまま耳付の状態(サイドトリミングしてないまま)で冷間圧延される。しかし薄物(0.6mm以下程度)の場合には熱延での耳部の小さな欠陥によって、冷間圧延時に破断が発生する可能性が高いため、サイドトリミングを行うのでそのためにサイドトリマーの設置が必要である。

h. 塗油装置

冷間圧延時の圧延油は、一般的に乳化油(ソリュブルオイル)を用いるが、酸洗でその圧延油の原液を薄く塗布することが必要である。無塗油のままでも圧延はできるが酸洗の帯鋼の表面は非常に活性であり錆易く、その防止のためと酸洗から冷間圧延までの輸送時の表面同志の摩擦による疵防止のためにも必要である。

また、冷間圧延前に予め塗油してあれば、冷間圧延時に供給する乳化油の鋼板表面への親和性が高く、冷間圧延作業が安定する効果があり、塗油をすべきである。

③ 酸洗の機構

a. スケール(酸化膜)の組成

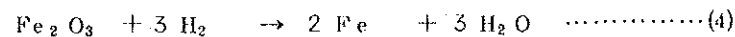
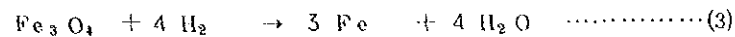
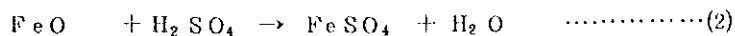
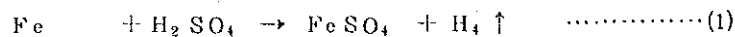
スケールは熱間圧延で、約580℃以上で生成された時点では表層部より、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (ヘマタイト)、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (マグネタイト)、 $\text{FeO}$  (ウスタイト)が層状に形成される。 $\text{FeO}$ は冷却時 $\text{Fe} + \text{Fe}_3\text{O}_4$ に分解するのであるが、この分解速度は遅く完全には行われず、一般には $\text{FeO}$ 層中に

Fe 及び Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> が散在する形となる。

萊蕪鋼鐵廠で建設中の 500mm 熱間圧延機は、冷却速度は遅く水冷が少ないために、スケール層の絶対厚さが厚く、FeO の分解が進行していると予想され、後述の酸洗機構から見て酸洗能率を悪化させるものと考えられ、この意味からも熱間圧延機の冷却設備の増強が望まれる。

#### b. 硫酸酸洗の反応

スケールと硫酸との反応は次式で表わされる。



(3)と(4)の反応はきわめて緩慢であるが、(1)と(2)の反応は速い。このため、硫酸酸洗の場合スケールブレーカーにより、スケール層に亀裂を発生させ、酸を浸透させて FeO 層及び Fe 層と先づ反応させて溶解し、その溶解作用と発生機の水素の噴出力により Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 層と Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を機械的に剥離し溶解する。

発生機の水素は地鉄との反応によってのみ発生するのではなく、FeO 層に散在する遊離鉄が溶解する際にも発生する。

また、これらの反応は、温度を高くすることにより速くなり酸洗層の温度制御が重要である。

設 備 名		設 備 仕 様
連続酸洗設備		
型 式		横型連続式
公称能力	t/年	60,000
最高速度	入側	mpm
	中央(酸洗槽)	mpm
	出側	mpm
処理材料	厚	mm
	幅	mm
	コイル重量 入側	t
	出側	t
	コイル内径	mm
	コイル外径 入側	mm
	出側	mm
アンコイラー(巻戻機)		
型 式		マンドレル
基 数		1
入側シャー		
型 式		電力アップカット
基 数		1
端板処理型式		クローブバケット
溶 接 機		
型 式		ユニオンメルト
フラッシュトリマー		ドロタイプ
入側コイル貯込装置		
ルーピングピット(長さ×深さ)	mm	9,000×3,000
スケールブレーカー		
型 式		3ロールタイプ×2基
酸 洗 槽		
槽 数		2
槽 寸 法(長さ×深さ)	mm	12,000×1,500
使用酸名		硫 酸



設 備 名		設 備 仕 様
酸 濃 度 Ⅰ槽	%	10
Ⅱ槽	%	20
酸 槽 温 度	℃	98~100
酸供給方式		Ⅱ槽よりオーバーフロー
ループ検出装置		電 磁 式
水洗乾燥設備		
リンガーロール材質		軟質ゴム又はネオプレン
水 洗 槽 (長さ×深さ)	mm	4,000×1,000
ホットリンズ (長さ×深さ)	mm	4,000×1,000
ドライヤー 型 式		ターボブロー
流 量	m <sup>3</sup> /min	10
出側コイル貯込装置		
ループングビット (長さ×深さ)	mm	6,000×4,000
ループ調節装置		光電管方式
出 側 シ ャ ー		
型 式		電力アップカット
サイドトリマー (将来設備)		
型 式		下刃ドライブ
基 数		1
刃 物 (外径×内径×厚)	mm	305×145×32
材 質		J I S S K D - 1 2 相 当
耳屑処理型式		スクラップチョッパー
巻 取 機		
型 式		リ ー ル
基 数		1
径	mm	500
塗 油 装 置		
型 式		塗油ロール
排煙洗浄装置		
廃酸処理設備		
型 式		酸 化 中 和

設 備 名		設 備 仕 様
処 理 能 力	$m^2/hr$	3.0
副 産 物		酸化鉄・硫安
テンションロール		
型 式		ドラム開閉式
最 大 張 力	kg	600

### (3) 冷間圧延機

#### ① 工程の概要

冷延鋼板の特徴は、(i)表面が美麗である (ii)加工性が優れている (iii)厚み精度が優れている (iv)平坦度が良好である。これらの品質を確保するために、冷延各製造工程の中で冷間圧延機は最も重要な工程である。

熱延鋼板は、冷間圧延加工を受けることによって薄くて、厚さ精度および平坦度が優れ、また美麗平滑な表面性状が与えられる。冷間圧延後の焼鈍・調質圧延により製品の機械的性質や加工性が優れている冷延鋼板としての特徴が与えられる。

圧延機の各種制御技術の発達は品質面において注目すべき技術的進歩をもたらした。

板厚に関しては、油圧圧下ミルの出現、ミル駆動系へのSCR制御の導入により、大幅にその精度は向上した。

形状(平坦度)については、ミル自身で優れた形状性をそなえた中間ロールソフト式の6Hi圧延機の出現で飛躍的に向上した。

#### ② 冷間圧延機を選択

萊蕪鋼鐵廠の冷延工場の設置目的に合致した冷間圧延機としてどのような方式を採用すべきか慎重に検討した。

方式として大別するとタンデム圧延機とリバース圧延機の2種の方式があるが、狭巾圧延機としてのタンデム圧延機は現在の日本では設置されていない。その最大の理由は、設備費が生産能力に比して甚しく高価なものであるということである。従って本計画においても状況は全く同じと考え、リバース圧延機を検討することに決定した。

タンデム圧延機が狭巾ミルの場合、生産能力に比して設備費が甚しく高価である理由は、圧延機制御システムは広巾ミルと狭巾ミルとでその装備すべき設備コンピュータ共に殆んど差がないためである。

リバース圧延機としたとき、現在の世界で最も優れた圧延機としては6 Hi 圧延機に油圧圧下システムを導入したものがあり、多くの優れた特性を持った圧延機である。

更に、本計画においては当圧延機は冷間圧延機と調質圧延機とをコンビネーションにしたものになっている。

生産量40,000トン/年に対して、1基の圧延機では薄物(0.4以下)を含めると能力が不足する。従って2基のリバース圧延機が必要であるが、その他に調質圧延機を持つとすれば、都合3基の圧延機が必要となる。

一方、調質圧延専用の圧延機では能力的に余裕があることを考えたとき冷間圧延と調質圧延とのコンビネーション圧延機が最適であると考え、このような圧延機を2基で、この冷延工場を構成させることにした。

#### a. 設 備 能 力

前述のように2基の6 Hi リバース圧延機で、圧延能力として40,000トン/年の能力とした。

リバース圧延機の能力検討

##### (a) 計 算 条 件

- \* 主ロールモーター定格出力  $\bar{E}$  : 405HP(300kw)
- \* 平均コイル単重  $\bar{W}$  : 2.8 t
- \* 寸法別補正係数 C : 0.2~0.4 0.75  
0.4~1.0 0.85  
1.0~2.0 1.00
- \* 全圧下における消費電力値 H : 2.0/0.4 7.3HP·hr/t  
2.8/1.0 4.2 "  
4.0/2.0 2.7 "
- \* 圧延準備時間 t : 3.5 min

(b) 各寸法別圧延能率：P

$$P = C \cdot \frac{60 \times \bar{W}}{L + \frac{60 \times \bar{W} \times H}{E}}$$

• 0.4 mm × 250

$$P = 0.75 \times \frac{60 \times 2.8}{3.5 + \frac{60 \times 2.8 \times 7.3}{405}}$$

$$= 3.7 \text{ t/hr}$$

• 1.0 mm × 250

$$P = 0.75 \times \frac{60 \times 2.8}{3.5 + \frac{60 \times 2.8 \times 4.2}{405}}$$

$$= 6.0 \text{ t/hr}$$

• 2.0 mm × 250

$$P = 0.75 \times \frac{60 \times 2.8}{3.5 + \frac{60 \times 2.8 \times 2.7}{405}}$$

$$= 8.6 \text{ t/hr}$$

(c) 平均圧延能力

$$0.4 \text{ mm} \quad \beta = 20 \%$$

$$1.0 \text{ mm} \quad \beta = 60 \%$$

$$2.0 \text{ mm} \quad \beta = 20 \%$$

$$P_m = \frac{1}{\sum \frac{\beta}{P}} = \frac{1}{\frac{0.20}{3.7} + \frac{0.60}{6.0} + \frac{0.20}{8.6}}$$

$$= 5.64 \text{ t/hr}$$

(d) 年間生産能力

調質圧延量/冷間圧延量：A = 1.0

調圧 t/hr / 冷圧 t/hr : B = 2.5

年間稼働可能時間 : 7,450 hr/年

冷間圧延稼働時間 : T

$$T = 7,450 \times \frac{B}{A + B}$$

$$= 7,450 \times \frac{2.5}{1.0 + 2.5}$$

$$= 5,321 \text{ hr/年}$$

$$P_r = 5,321 \times 5.64 \text{ t/hr} = \underline{\underline{30,010 \text{ t/年} \cdot \text{基}}}$$

本計画の公称圧延能力は2基で60,000トン/年となる。

尚、この能力は当圧延機を冷間圧延と調質圧延を適当な間隔で切替を行う、稼働形態における能力で調質圧延も同じ能力60,000トン/年も持っている。

b. バイオフィール

酸洗から供給された、酸洗コイルはこのバイオフィールより圧延機に供給し、第1パスを圧延する。第1パス終了後は、圧延機本体の前後にあるテンションリールにてリバース圧延をすることになるが、この間に次に圧延する酸洗コイルの通板準備を行う。

c. テンションリール

前述のように圧延機本体の両側に設置され往復圧延を行う。

d. 圧延機

6 Hi h 圧延機とし高圧下が可能で圧延のパス回数を削減が可能で、形状の制御性が高く、油圧圧下を装備することにより、高精度の板厚制御が可能なりバース圧延機として、現有する圧延機として最高性能のものである。以下に6 Hi 圧延機の特徴について述べる。

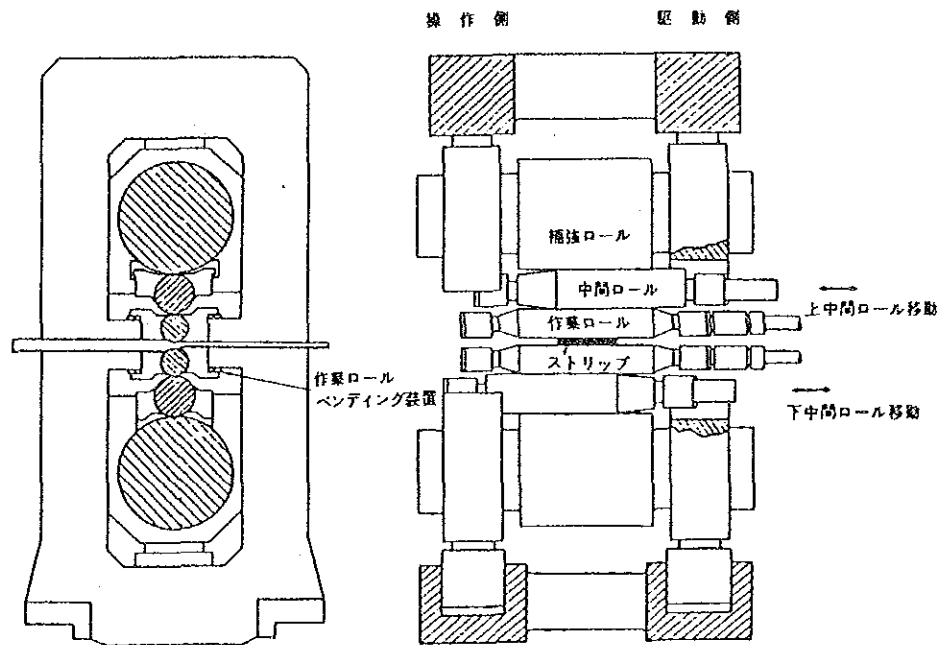
(a) 6 Hi 圧延機の構造

4 Hi 圧延機の作業ロールのたわみは、ロール間接触部の剛性が低いことと、補強ロールの胴長が一定で且つ圧延している帯鋼の巾より

広い、という二つの要因の併存で発生する。この内前者の剛性を飛躍的に増加することは不可能に近いが、補強ロールの有効長を帯鋼の幅に応じて調整することは不可能ではない。その具体化した圧延機が6 Hi 圧延機である。

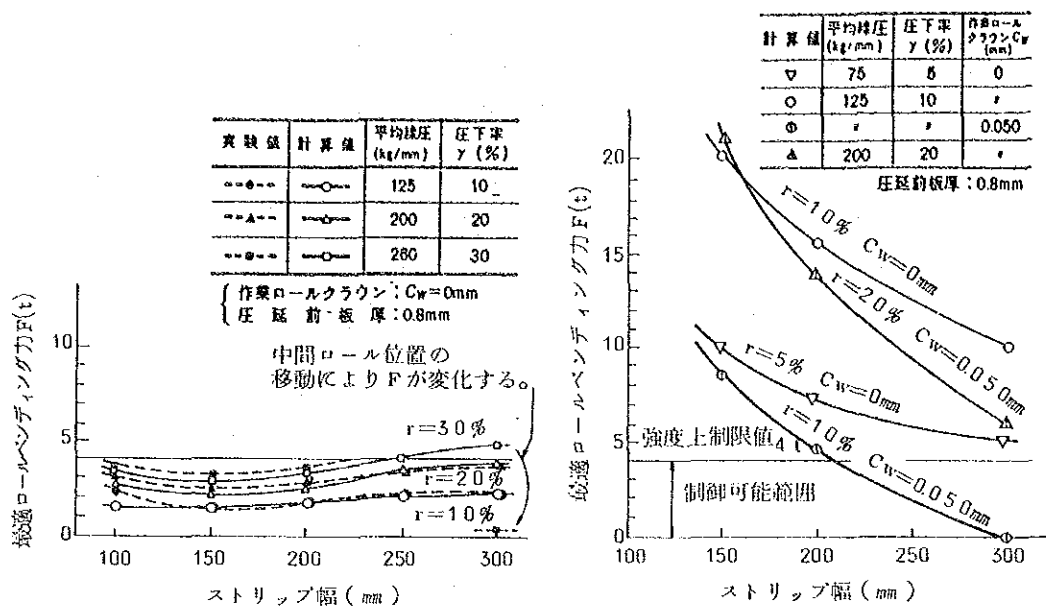
下図にその構造の一例を示した。すなわち、上下とも中間ロールを軸方向に上下で逆方向に移動して、その中間ロール端部を幅に応じて設定することができるようになっている。

以上により、6 Hi 圧延機は中間ロールの軸方向の位置により、圧延荷重による作業ロールのたわみを大幅に低減することができ、作業ロールベンディング効果を拡大させ且つ中間ロールの位置を調整することによって形状修正能力を強化することができる。



(b) 形状制御能力

下図に狭巾圧延機の例で、形状制御に関する理論計算と実機の結果を図示した。この図で左側が6 Hi 圧延機右側が4 Hi 圧延機である。



この図は縦軸に帯鋼の形状を平坦にするための最適な作業ロールのベンディング力 ( $F$ ) を示し、横軸は帯鋼の幅を示している。

この圧延機の場合、ベンディング力は最大 4.0 トンに制限されており、これ以下でなければ現実的に平相な板が得られないことを意味する。

この図で明らかなように、4 Hi ではその形状制御が非常に困難であることを示している。

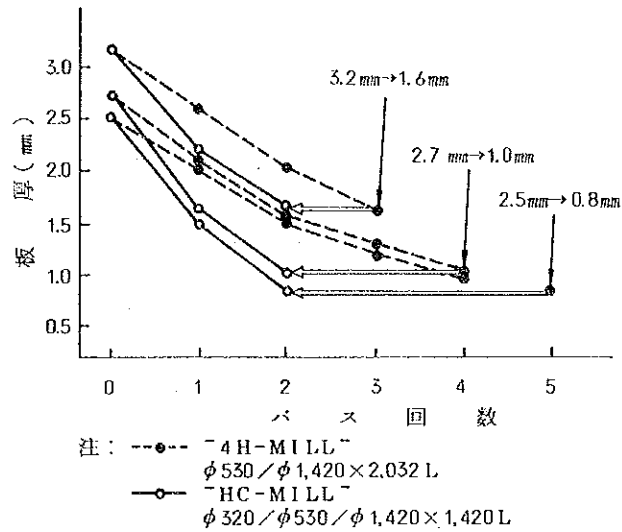
それに対し 6 Hi については、圧延の圧下率  $\gamma = 30\%$  で不都合があるが、中間ロールの位置を移動させることによってベンディング力を下げることができる。即ち、形状調整のための手段が 4 Hi に比べてベンディング力のみではなく中間ロールの位置という新しい手段が加わっているだけ調整能力が向上していることがわかる。

### (c) 高圧下率圧延

下図に高圧下率のスケジュールの例を示す。4 Hi 圧延機に比べて、大幅なパス回数の低減がなされている。このパス回数の低減は、生産性を飛躍的に向上させ、同時に圧延機補助装置の運転費を低減し圧延油原単位の低減を可能とする。ただし、厚物から極薄製品まで幅広い用途に対応する必要がある可逆式圧延機ではクーラントの系統を板厚

により区別する使い方が必要である。

しかし、本計画においては2基の圧延機を設置する計画になっているため、片方の圧延機を薄物、他を厚物と区分して使用することが出来非常に有利となる。

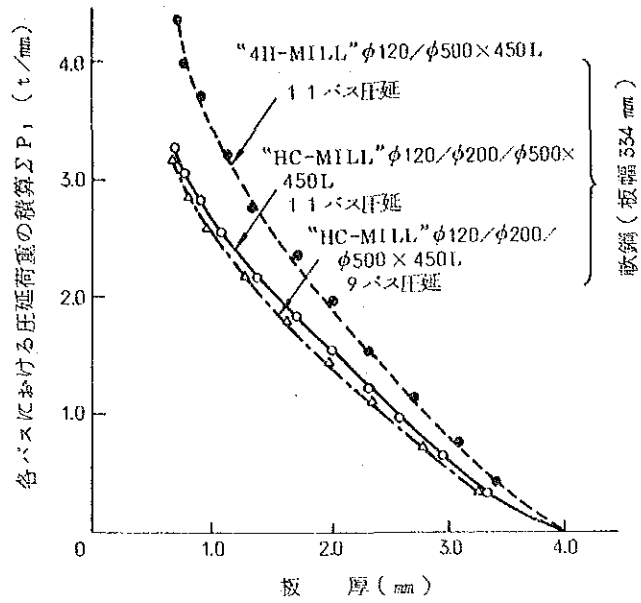


(d) 低圧延荷重

同じ作業ロール径、圧延油及び压下スケジュールで同じ材質の帯鋼を圧延した場合、4Hi圧延機に比べて6Hi圧延機では、圧延荷重が減少する現象がある。その一例を巾狭(ロール胴長450mm)の圧延機の例で示したのが下図の左側に示している。

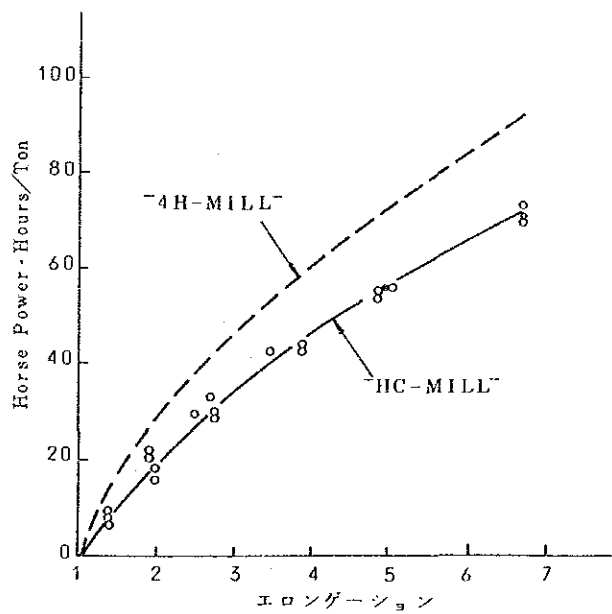
この現象について現在のところ、正確な理論的解明は行われていないが、次項の省エネルギーの効果の一因となっていると言える





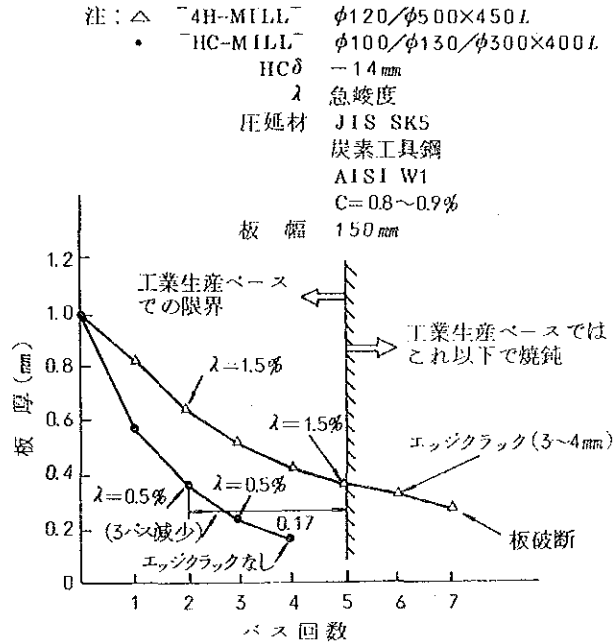
(c) 省エネルギー

6 Hi 圧延機は、4 Hi 圧延機に比べ小径ロールによる圧延を行うことができ動力の節約を可能にする。下図にエネルギーカーブの比較を示す。図から明らかなように20%とい大幅なエネルギーの節約が達成されていることがわかる。



(f) 特殊鋼圧延における有位性

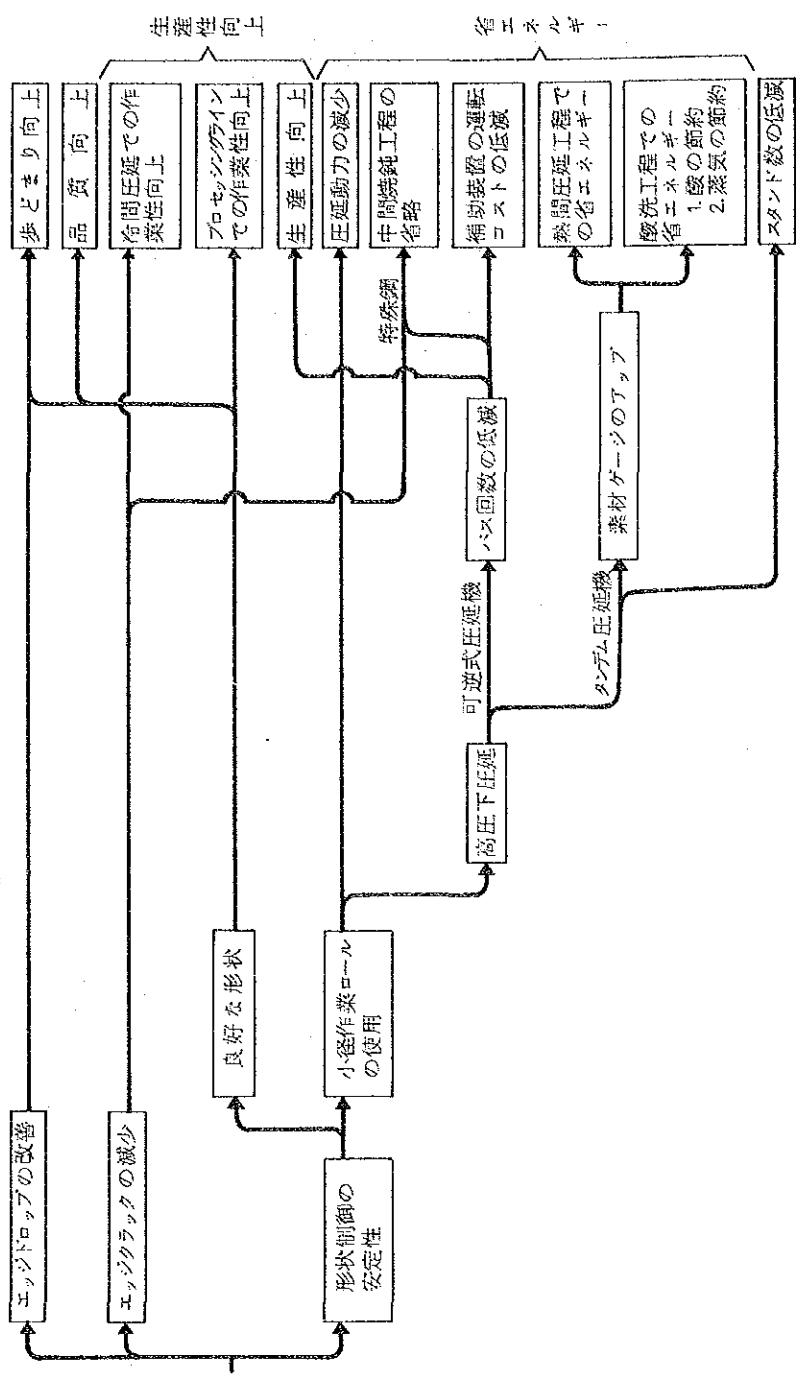
特殊鋼（高炭素鋼SK）圧延での4Hi圧延機と6Hi圧延機とのパススケジュールを下図に比較して示す。



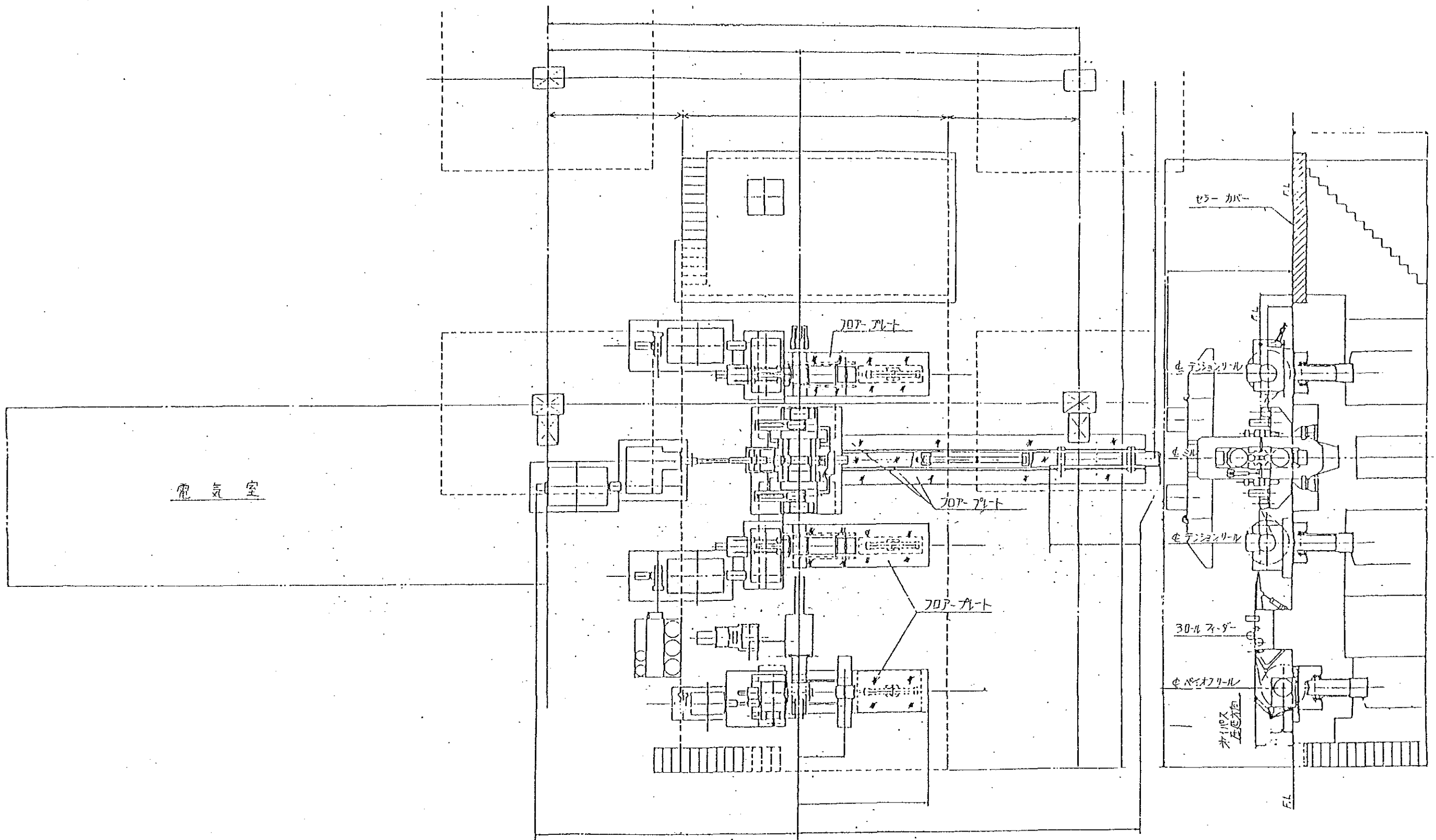
板厚0.17mm程度の極薄板の圧延は加工硬化により4Hi圧延機では、圧延荷重が増大して形状を良好のまま圧延することが困難であり、かつエッジクラック（耳割れ）による板切れが生じ易いため、中間焼鈍を行わねばならない。しかし、6Hi圧延機では良好な形状を得ると共に、エッジクラックの発生を抑えることができるため、中間焼鈍を省略し4パスで最終板厚まで圧延でき、したがって生産性は著しく向上し中間焼鈍に必要な熱エネルギーの節約をも可能にしている。

萊蕪鋼鐵廠において、将来特殊鋼の圧延を実施する場合、この6Hi圧延機は大きく寄与できる。

以上の6Hi圧延機の特徴とその効果について下図のようにまとめることができる。



設 備 名			設 備 仕 様
冷 間 圧 延 機			
型 式			6 H i 可逆式 圧延機 ( H C ミル ) ( 冷間圧延・調質圧延コンビネーションミル )
基 数			2
公称能力	冷間圧延	t / 年	3 0, 0 0 0 × 2 基
最高速度		mpm	0 / 1 2 0 / 3 0 0
処理材料	厚 入側	mm	2.0 ~ 4.0
	出側	mm	0.2 ~ 2.0
	幅	mm	1 5 0 ~ 3 5 3
	コイル重量	t	3.6
	コイル内径	mm	5 0 0
	コイル外径	mm	1, 5 0 0
ベイオフリール	主電動機		D C 2 5 k w 5 0 0 / 1, 4 5 0 r p m
テンションリール	主電動機		D C 5 5 k w 2 台 2 0 0 / 9 1 0 r p m
	最大リール張力	kg	8 4.6 m p m : 3, 9 0 0 1 5 0 m p m : 2, 2 0 0 1 6 9.2 m p m : 1, 9 5 0 3 0 0 m p m : 1, 1 0 0
圧 延 機			
	ロール：ワークロール径	mm	1 2 0
	中間ロール径	mm	2 0 0
	バックアップロール径	mm	5 0 0
	ロールバレル長さ	mm	4 5 0
圧 下 型 式			油 圧 圧 下
ロール駆動方式			中間ロールピニオンスタンド駆動
主 電 動 機			D C 3 0 0 k w 6 0 0 / 1, 5 0 0 r p m
バ ス ラ イ ン		mm	フロアライン上 9 2 5 mm
圧 延 油			鉱物油 ( ソリュブルオイル )





#### (4) 清 浄 設 備

##### ① 工 程 の 概 要

冷間圧延された鋼帯の表面には、圧延油、機械油、鉄粉塵埃等の異物が多量に付着している。

鋼帯表面に付着した、これらの汚れを除去して清浄にするのが、清浄ラインの目的である。洗浄が不十分な場合には、焼鈍時に汚れが炭化物として残って外観を損ねたり、後工程でのトラブルの原因となる。

特に錫鍍金などの表面処理の行われる鋼板の場合には、表面状態にムラを生じたり耐食性の劣化を引き起こすことがある。

洗浄方法には、化学洗浄（アルカリ洗浄、界面活性剤洗浄、浮化剤洗浄等）とがあり、これらの最適に組合わせた時、最も効果的な洗浄力が得られる。

本計画においては、オルソ珪酸ソーダを用いたアルカリ洗浄でブラシおよびスプレー洗浄と浸漬洗浄の設備に電解洗浄設備を付加することによって対応することができるように考えた。また、汚れの甚しい段階の粗洗浄にブラシを採用している。

##### ② 各設備仕様の概要

主要設備の仕様は別表に示すが、以下にその概要を解説する。

###### a. 設備公称能力

設備能力としては、冷間圧延と同様に40,000トン/年とするが前述の生産バランス上は30,000トン/年の要処理量としている。

これは将来、厚物（1.0mm以上）については、清浄ラインを通さず直接焼鈍することが出来ることが充分予想されるためである。そのために冷間圧延油の改善、圧延油管理の向上を計っていくことになる。しかし稼動当初は、品質を早期に確保するために全量清浄ラインを通過させることにしている。

###### b. 入側設備溶接機

オーバーラップシームウェルダを採用することになっているが、設備費は高価であることと、巾狭コイルであることから手溶接であっても、設備能力上に大きな障害にはならないと考える。しかし将来、小コイル

をこの清浄ラインにて溶接し大型コイルに統合し焼鈍炉に供給することが、この溶接機では溶接条件を適正にすることにより、厚物については可能となる。これにより焼鈍炉のコストの削減に効果があるので、本計画では当初より導入することとしている。

#### c. 洗 浄 設 備

粗洗浄をブラシおよびスプレーとし仕上洗浄を前述の理由で浸漬タイプとした。

アルカリは、油分の分散効果の大きいオルソ珪酸ソーダとしている。粗洗浄においては、循環タンクを持ちアルカリ分は仕上洗浄よりやや低濃度で管理する。仕上洗浄では浸漬タイプで、アルカリ濃度の管理を厳密に実施する必要がある。その結果、浸漬タンクの溶液オーバーフロー分は粗洗浄用タンクに供給する系統にする。

#### d. 温 水 洗 浄 設 備

温水洗浄設備用の温水は、蒸気によって加熱された新水タンクからスプレーで供給される。

温水スプレーのヘッダーはポンプ系統が分離され、循環タンクを介して出側のヘッダーから入側ヘッダーに順に温水が再利用される。すなわち、出側のヘッダーから帯鋼表面にスプレーされた温水は一旦、循環タンクに入り改めて、それより入側にあるヘッダーに供給する。これにより温水の使用量を削減する。

#### e. 巻 取 設 備

テンションリールタイプで、コイル厚み・幅・コイル外径に応じて適切な巻取張力で巻取るよう制御されなければならない。

これは、焼鈍炉での焼付（帯鋼が局部的に溶着する現象）と密接な関係があり、張力が強過ぎる場合には甚しい焼付が発生し弱過ぎる場合には、次の調質圧延でコイルを巻戻すとき巻ズレ疵を発生させるため、その制御は重要な項目である。



設 備 名		設 備 仕 様
清 浄 設 備		
型 式		横型アルカリ清浄
公称能力	t/年	4 0 0 0 0
最高速度	m/min	2 0 0
処理材料 厚	mm	0.2~2.3
幅	mm	1 8 3~3 5 3
コイル重量	t	3.6
コイル内径	mm	5 0 0
コイル外径	mm	1, 5 5 0
入 側 設 備		
巻戻し設備		ドラム閉閉型
入側シャ-能力		0.2~3.0
溶 接 機		オーバーフリップシ-ムウェルダ-
粗 洗 浄 設 備		
型 式		スプレー・ブラッシング
タンク長さ	mm	2, 0 0 0
スプレー部		
ヘッダ-×ノズル数		4×3
流 量	ml/min	0.2
圧 力	kg/cm <sup>2</sup>	2
温 度	℃	7 0~8 0
ブ ラ シ 部		
ブラシ本数		2
ブラシ材質		耐熱ナイロン(砥粒入)
回 転 数	r pm	6 0 0
アルカリ溶液		
名 称		オルソ珪酸ソーダ
濃 度	%	1.5~2.5
温 度	℃	7 0~8 0
リンガ-ロール		
セ ッ ト 数		1
表 面 材 質		ネオブレンゴム

設 備 名		設 備 仕 様
仕上洗浄設備		
型 式		浸漬方式
タンク長さ		6,000
アルカリ溶液		
名 称		オルソ珪酸ソーダ
濃 度	%	1.9~2.5
温 度	℃	90
温水洗浄設備		
型 式		スプレー・ブラッシング
タンク長さ	mm	3,000
温水スプレー部		
ヘッダー×ノズル数		6×3
流 量	$m^3/min$	0.3
圧 力	$kg/cm^2$	2.0
温 度	℃	50~70
ブラシ部		
ブラシ本数		2
ブラシ材質		耐熱ナイロン
回 転 数	r pm	600
リンガーロール		
セ ッ ト 数		2
表 面 材 質		ネオプレンゴム
乾燥設備		
風 量	$m^3/min$	30
温 度	℃	80
熱 源		蒸気熱交換器
圧 力	mmAq	1,500
出側設備		
テンションロール	本数	2
	材質	ネオプレンゴム
調 芯 設 備		EPC
巻 取 設 備		テンションリール