

VI 章 工場近代化計画

4 第二圧延工場の近代化

4. 1	加熱	-----	VI-139
4. 2	圧延	-----	VI-146
4. 3	要員計画	-----	VI-171
4. 4	主要設備仕様および概略予算	-----	VI-172

4 第二圧延工場の近代化

4.1 加熱

4.1.1 加熱炉の現状 (図-93参照)

第二圧延工場の既存加熱炉の仕様を以下に示す。

- 形式	高炉Gas焚Pusher式連続加熱炉 (1988年設置)
- 能力	設計値: 16t/h 平均12t/h
- 有効炉長	19.024m
- 有効炉幅	2.61m
- 装入方法	End pusher方式
- 抽出方法	Side pusher方式
- End pusher能力	押込み力: 30t Motor: 45kW Stroke: 2m
- End pusher基数	1台 (1列装入)
- 高炉Gas 発熱量	910kcal/Nm ³
- 設計最高温度	1200℃
- 温度制御	自動制御
- 燃焼帯	3帯
- Gas 最大消費量	5,000Nm ³ /h
- 最大空気量	空気比1.1 4,000Nm ³ /h
- 熱回収装置	燃焼用空気温度 550~650℃
- 被加熱材料	φ60~75 x 1,800~2,500mm

4.1.2 近代化についての検討

(1) 諸元

年間圧延作業時間 6930h/y

年間作業量 鋼片

φ60 x 2.5m 69kg/鋼片 15,748t/y (丸棒12~20mmの生産量の1/2)

φ75 x 2.5m 108kg/鋼片 54,750t/y (丸棒12~20mmの生産量の1/2)

(Coil 5.5用およびCoil to barの製品の1/5)

φ90 x 2.5m 156kg/鋼片 37,363t/y (その他製品用)

[合計 107,861t/y]

鋼片と圧延製品の関係

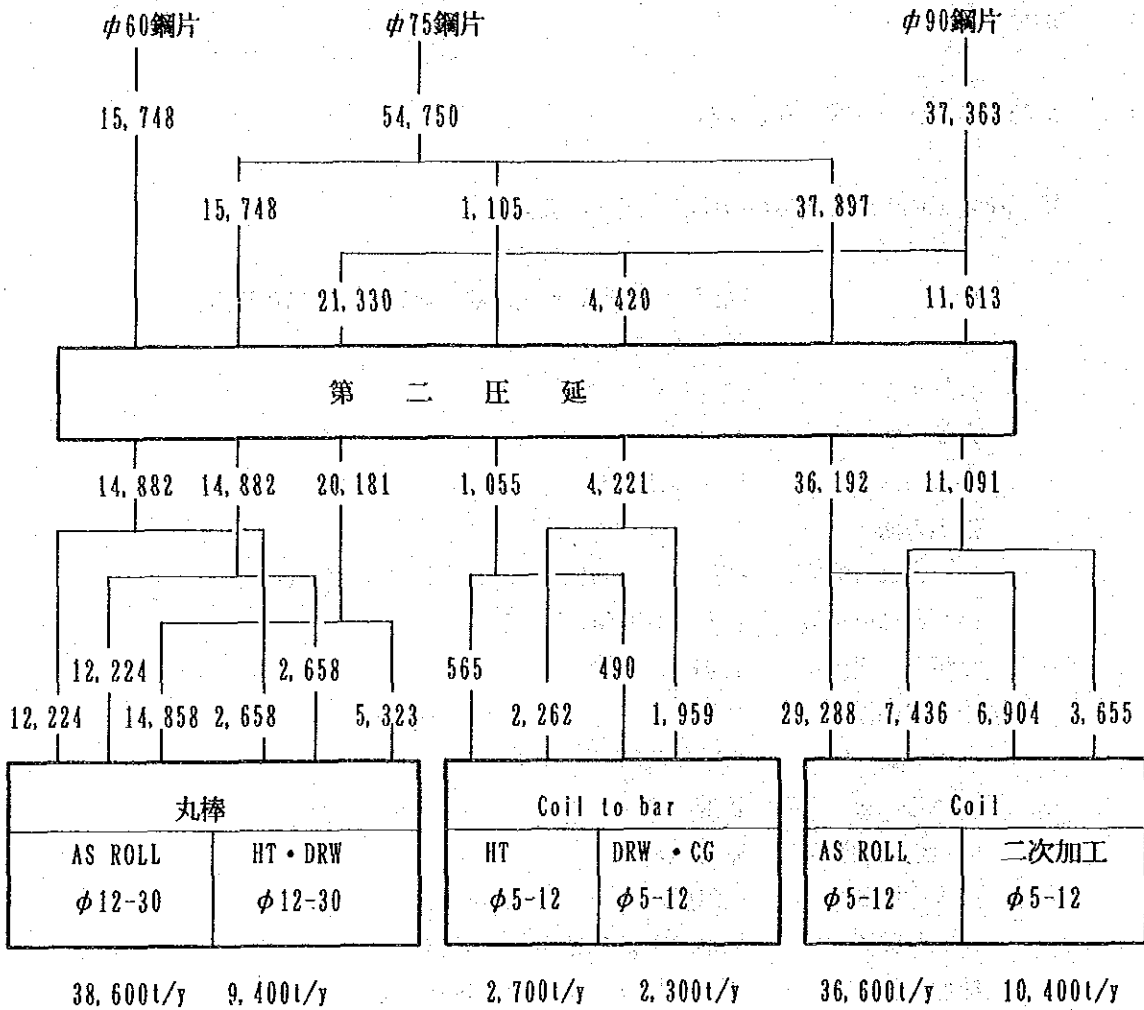


図-92 鋼片と圧延製品

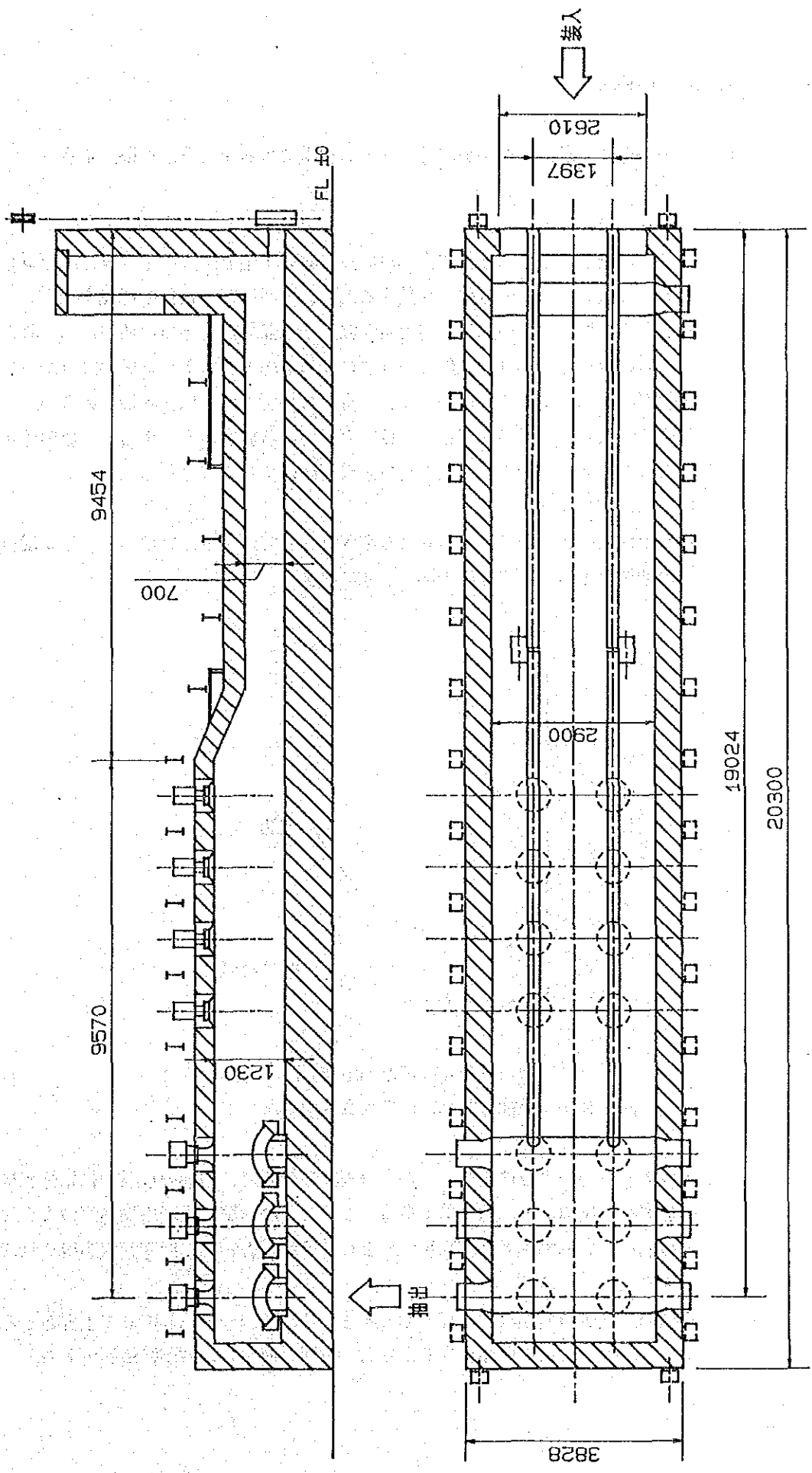


图-93 第二庄延工場既存加熟炉

(2) 既存加熱炉の検討

上記(1)の条件で、既存の加熱炉が近代化後も利用できるかどうかを検討する。

(A) 火炎からの熱放射

重油を燃焼した場合には、酸素不足の高温雰囲気中で炭素粒子(煤)が遊離し、これが連続Spectrumの放射を発生するため、火炎はOrange色の輝炎を示す。輝炎からの放射は煤の固体放射と炭酸GASや水蒸気などの気体放射からなり、これらの全放射の強さは気体燃焼などによる不輝炎、あるいは弱い輝炎からの全放射に比べて著しく大きいので、火炎から炉壁への放射伝熱量も大きい。温度T(°K)、表面積A(m²)、放射率εである放射体を考えると、放射体からの外の空間に発生される放射量Q(kcal/h)は次式で表される。

$$Q = 4.88 \epsilon A (T/100)^4$$

輝炎の放射率εは現在、定量的に推定されるまでに至っていないが、気体燃料と重油燃料とのεの実験値を図-94に示す。

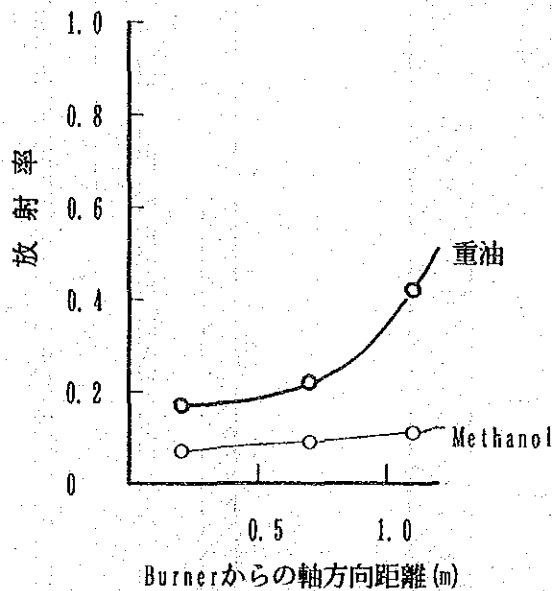


図-94 重油とMethanolの火炎放射率

上図で明らかのように、Burnerから1m程度の範囲では重油の放射率は気体燃料の放射率に比べると、約2倍である。このことは、第二圧延用加熱炉のような、比較的小さい加熱炉では、高炉Gasよりも重油の方が高温雰囲気を得られることを示している。

現状の加熱炉の最高温度は1200°Cである。これを1250~1300°Cまで上昇させるには、高炉Gas量を増加させるよりも、重油を使用の方が経済的である。

(2) 加熱能力

現状の加熱炉の設計能力は16t/h である。その条件は、φ60mmの鋼片で最高温度1200℃である、

近代化後は4.1.2 章で述べた通り、φ60、φ75、およびφ90mmの鋼片が混在し、かつ最高温度1250℃が要求される。

下記に各鋼片ごとの圧延能力と必要最少加熱時間、および現状の炉での在炉時間を示す。

鋼片	圧延能力		必要最少 加熱時間	在炉時間	
	平均	最大		平均	最少
φ60 2.5m x 69kg	10.5t/h	14.6t/h	45分	125分	90分
φ75 2.5m x 108kg	18.0t/h	21.9t/h	60分	91分	75分
φ90 2.5m x 156kg	20.0t/h	24.4t/h	80分	99分	81分

以上から、現状の炉長で必要在炉時間は近代化後も満足される。ただし、φ90鋼片の最大圧延能力の場合、若干の加熱待ちが生じる時があると考えられるが、実際の操業では問題はないと見做される。

現状のBurner容量 $4,550 \times 10^3 \text{kcal/h}$ に対して、近代化後に必要とされるBurner容量は次の通りである。ただし、熱効率を40%と仮定した。

鋼片	圧延能力	必要熱量	Burner容量
φ60鋼片	14.6t/h	$7,630 \times 10^3 \text{kcal/h}$	$\div 0.7 = 10,900 \times 10^3 \text{kcal/h}$
φ75鋼片	21.9t/h	$11,450 \times 10^3 \text{kcal/h}$	$\div 0.7 = 16,350 \times 10^3 \text{kcal/h}$
φ90鋼片	24.4t/h	$12,760 \times 10^3 \text{kcal/h}$	$\div 0.7 = 18,220 \times 10^3 \text{kcal/h}$

いずれの鋼片に対しても、現状のBurner容量では不足である。必要熱量を70%で除したのは、制御平均点がBurnerの全開度の70%と考えたためである。

加熱能力の面から考慮すると、現状の炉の炉長は変更する必要はないが、Burner容量は約4倍に増強しなければならない。

Burner形式	蒸気噴霧Side burner (蒸気圧3kg/cm ² -G、蒸気消費量26kg/h/burner)
加熱帯Burner容量 (熱量全体の約70%)	$800,000 \text{kcal/h} \times \text{Burner本数} 16 \text{本}$
均熱帯Burner容量 (熱量全体の約30%)	$550,000 \text{kcal/h} \times \text{Burner本数} 10 \text{本}$
	(合計18,300,000kcal/h)

(3) 炉体

炉長 前述の通り、炉長は現状の19.024m で十分である。

炉幅 鋼片長は2.5mである。ゆえに、現状の有効炉長2.61m で十分である。

炉高 現状は加熱・均熱帯の有効高さは1.23m である。

近代化後は $18,300,000 \text{kcal/h} \div 9750 \text{kcal/kg} = 1,880 \text{kg/h}$ の重油を燃焼す

る。この時燃焼Gas量は次に示したように 21,810Nm³/hになる。1250℃
 の場合は 121,673m³の Gas量になる。炉内風速を5m/sに設定すると、炉
 高は2.3 m 必要となる。現状の炉高を増加させる必要がある。

$$(1.867 \times 0.83 + (4.76 \times 1.1 - 1) \times 0.004 + 0.8 \times 0.004 + 0.7 \times 0.02 + 11.2 \times 0.105) \\ \times 1,880 \text{ kg/h} = 11.6 \text{ Nm}^3/\text{kg} \times 1,880 \text{ kg/h} = 21,810 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

$$\text{ただし、} 0.004 = 1.867 \times 0.83 + 5.6 \times 0.105 + 0.7 \times 0.02 = 2.152 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

また、重油成分は3.1.2章(3)で示したものと同一とした。

(4) 付帯設備

(A) 燃焼用送風機

送風量

$$\frac{10.23 \text{ Nm}^3/\text{kg} \times 1.2 \times 18,300,000 \text{ kcal/h}}{9,750 \text{ kcal/kg}} = 23,040 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

送風機用電動機

$$\frac{23,040 \text{ Nm}^3/\text{h} \times 1,200 \text{ mmHg} \times 1.3}{60 \text{ min/h} \times 6120 \times 0.6} = 163 \text{ kW}$$

(B) 装入Pusher

現状の押込み力30tでは能力不足であり、計算上では33tが要求される。ただ
 し、現状の30tにどの程度余裕があるのかを調査した上で、改造を行うべきか
 を決定する必要がある。

(C) 抽出Pusher

押込み力の条件は現状の最大108kgを156kgにすることになるが、実際上は変
 更の必要はなかろう。

(D) 燃焼制御系

燃焼制御系の概念は3.1章で述べたW、B炉の場合とまったく同じであり、個
 々では記述を省略する。

(E) 重油Tank

3日分の備蓄を考慮し、Tank容量は100klとする。

(5) 近代化後の炉体

図-95に近代化後の炉体の概略を示す。

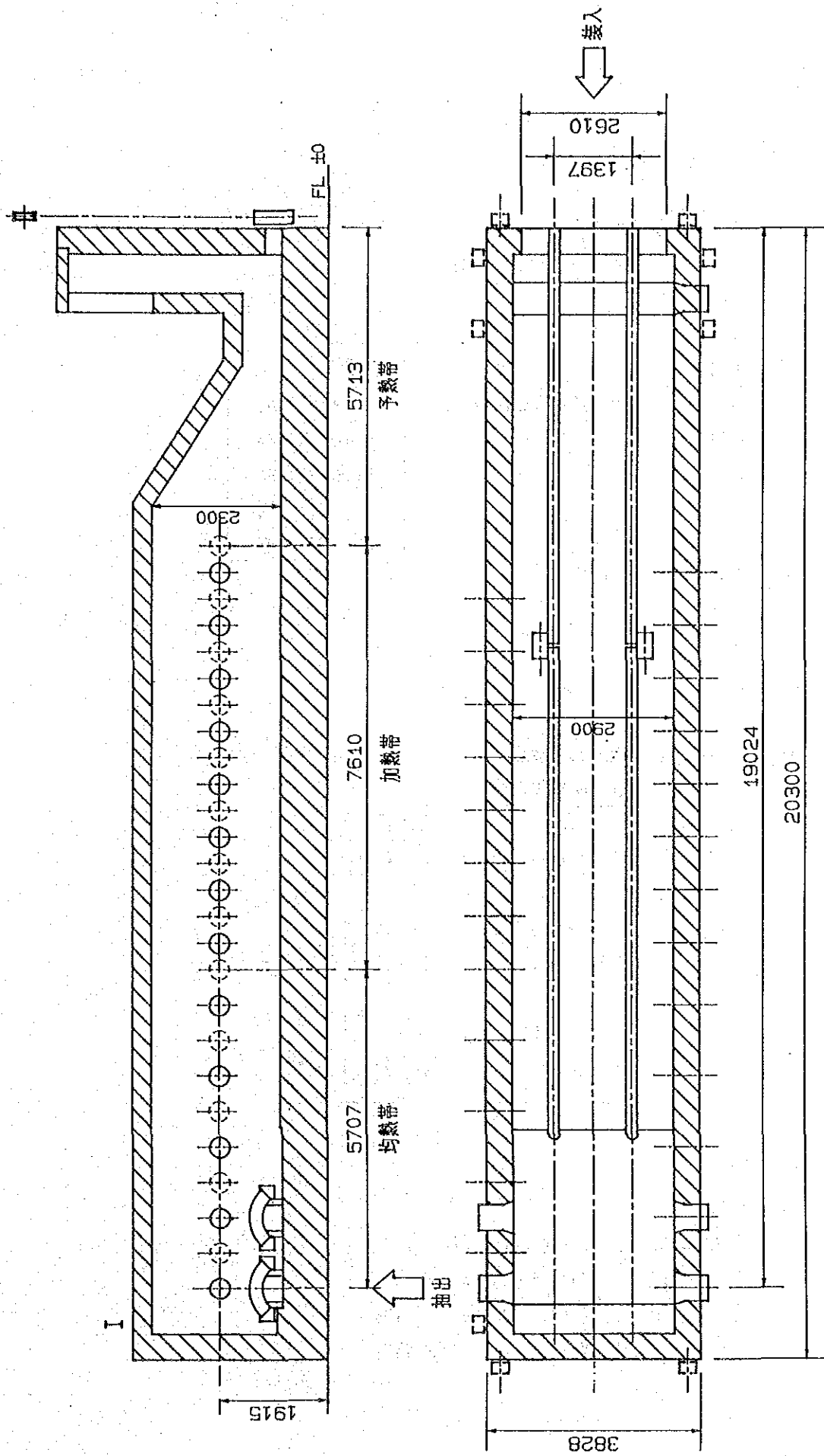


図-95 近代化後の第二庄延用加熱炉概要

4.2 圧延

4.2.1 圧延 size 及び圧延量

(1) 圧延 size 及寸法公差

φ5.5	±0.2 (±0.15目標)	(鋼種) 普通炭素鋼 構造用炭素鋼 構造用合金鋼 軸受鋼 ばね鋼
φ6.5	" "	
φ8	" "	
φ10	" "	
φ12	±0.25 (±0.2目標)	
φ14	"	
φ16	"	
φ18	"	
φ20	"	
φ22	±0.3	
φ25	"	
φ28	"	
φ30	"	

(2) 圧延量 ……1. 工程流れ図参照

表-49 圧延装入量 (t/y)

(Billet)	(size)	(装入量)	
φ60	φ12~φ16 bar	15,748 t/y	
φ75	φ18~φ20 bar	15,748	54,750 t/y
	φ5.5 coil	39,002	
φ90	φ6.5 ~ φ12 coil	16,033	37,363 t/y
	φ22~φ30	21,330	
計		107,861 t/y	

(3) 圧延時間

実働時間 : 6,930 h/y (577.5 h/m)
 暦時間 : 24 h/d × 365 d = 8,760 h/y
 実働率 : 6,930 / 8,760 = 79.1%
 休転20.9%の中にMaintenance 休転を含む。

(4) その他 (打合せ基本事項)

- Bar 製品長 … max. 6 m
- Coil 単重 : $\phi 5.5$ … 100 kg
 $\phi 6.5 \sim \phi 12$ … 150 kg
- 既存棒鋼圧延 line をもとに、特殊鋼線材仕上圧延機 (Block Mill) と Loop Conveyor等を増設する。

4.2.2 Pass schedule & Layout

図-96 に Pass schedule

図-97 に Layout を示す。

(1) Billet

使用 Billet は次の通り。

- $\phi 60 \times 2.5 \text{ m} = 69 \text{ kg}$ ($\phi 14, \phi 16$)
- $\phi 60 \times 1.9 \text{ m} = 52 \text{ kg}$ ($\phi 12$)
- $\phi 75 \times 2.4 \text{ m} = 104 \text{ kg}$ ($\phi 18, \phi 20, \phi 5.5 \text{ coil}$)
- $\phi 90 \times 2.5 \text{ m} = 156 \text{ kg}$ ($\phi 22 \sim \phi 30, \phi 6.5 \sim \phi 12 \text{ coil}$)

(A) $\phi 60$ Billet について

$\phi 60$ の Billet は $\phi 12 \sim \phi 16$ bar材に使用している。Bar 材圧延のために、やむを得ず採用しているものであり、製品が Coil または Coil to barであれば、不要となる。(Billet 2種類でよい)

(B) 圧延長さについて

Bar 材の製品長さは、仕上圧延後に Dividing shear がなく、冷却床の長さ (66 m) により使用 Billet 重量が制約される。

冷却床上の材料長さが 60 m とすると、

- a. $\phi 12$ の場合、 $\phi 12.12 \times 60 \text{ m} \rightarrow 52.7 \text{ kg}$
 $\phi 60$ では 1.9 m となる。

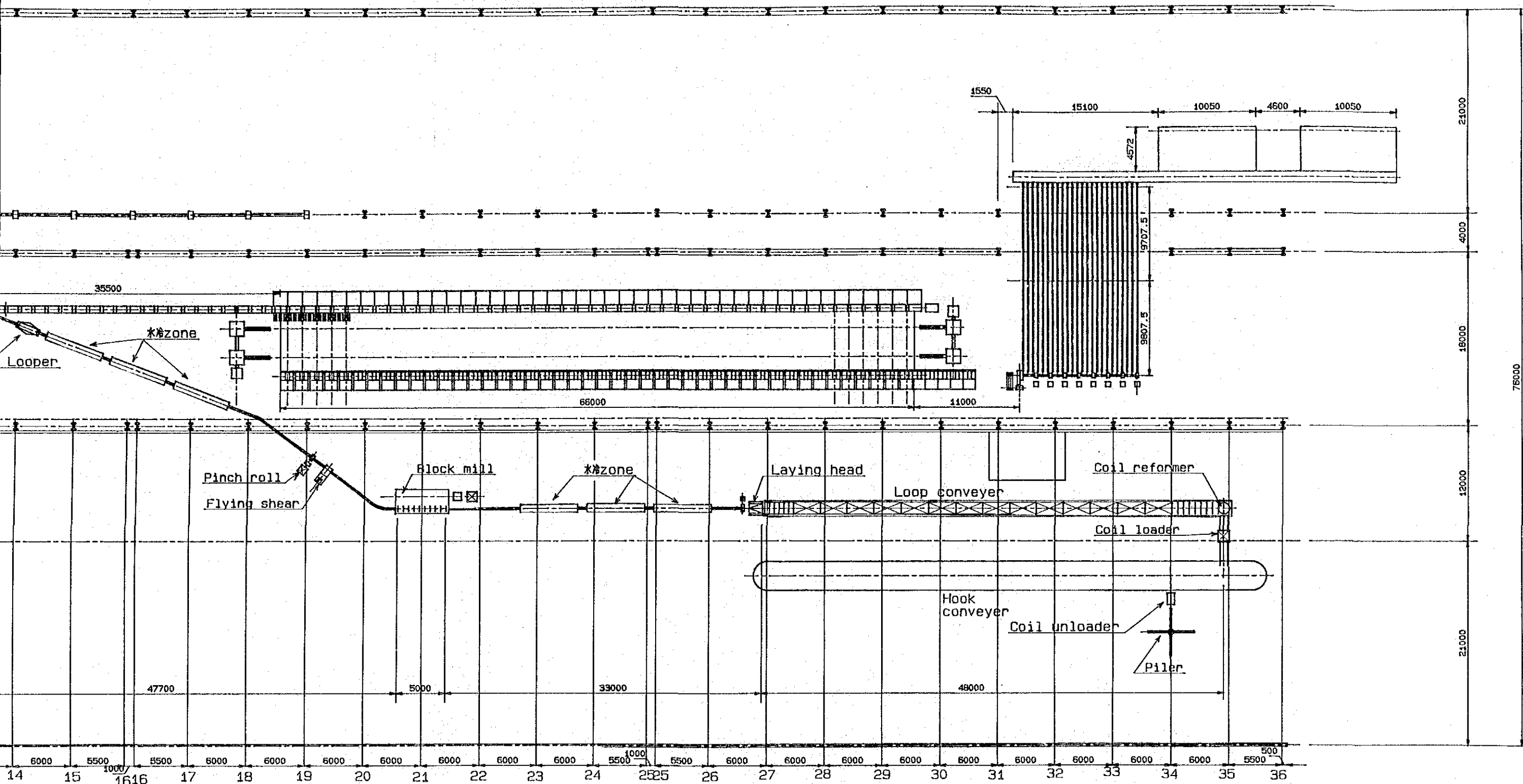
即ち、 $\phi 12$ bar材の場合、ビレットを 1.9 m 以下とする必要がある。

- b. $\phi 14, \phi 16$ の場合は、max. $\phi 60 \times 2.5 \text{ m}$ (69 kg) の Billet が使用可能である。($\phi 14$ のときの材料長は 57.7 m)
- c. $\phi 20$ の場合、 $\phi 90 \times 2.5 \text{ m} = 156 \text{ kg}$ を使用すると、 $\phi 20.2 \times 64 \text{ m}$ となり、問題となるため、Billet 長さを小さく 2.35 m (146 kg) とするか、又は $\phi 75$ を使用する必要がある。使用 Billet の種類を増すことは、工程管理を難しくするため、ここでは $\phi 75$ としている。

尚、60 m の材料長の場合、冷却床での受入処理に若干問題がある様に思われる。…後述

Pass schedule													
	0	φ60		φ75		φ90							
φ450	1												
	2												
	3	φ45.1	(φ49.6)	φ59.1	(φ62.5)	φ71.8	(φ73.1)	(φ77.6)					
φ350	4												
	5	φ33.8	(φ36.9)	φ39.2	φ45.2	(φ47.4)	φ49.4	φ54.9	(φ55.9)	φ57.8	(φ61.3)		
φ300 (新)	6												
	7	φ25.7	(φ28.0)	φ31.2	φ34.3	(φ36.0)	φ39.2	φ41.7	(φ44.5)	φ46.0	(φ48.8)		
φ300	8												
	9	φ19.9	(φ21.7)	φ24.2	φ26.6	(φ27.9)	φ30.5	φ32.3	(φ34.5)	(φ32.3)	φ35.7	(φ37.9)	
φ250	10												
	11	φ14.0	φ16.8	φ19.2	φ20.7	φ21.7	φ24.2	φ24.8	φ22	φ26.5	φ30.3		
φ280	12												
	13	φ12.12	φ14.14	φ16.16	φ17	φ18.18	φ20.2	φ20.2	φ20.0	φ19	φ22.2	φ28.3	φ30.3	φ25.25
Block Mill	14												
φ210	15				φ13.5			φ16.0	φ15.15				
	16												
	17				φ10.9			φ12.8	φ12.12				
φ159	18												
	19				φ8.7			φ10.26 (φ10.0)					
	20												
	21				φ6.95			φ8.21 (φ8.08)					
	22												
	23				φ5.56			φ6.57					
Size	φ12	φ14	φ16	φ5.5 coil	φ18	φ20.2	φ6.5 coil φ8 coil φ10 coil	φ12 coil	φ22	φ28	φ30.3	φ25	
Speed m/s	6.2	6.2		5.7		6.1	φ6.5-56m/s φ8-35.9m/s	φ10-23m/s φ12-14.8m/s	6.1	6.0	6.0	6.1	

图-96 Pass schedule



近代化後の第二圧延工場 (1/400)

(2) Pass schedule

基本的に表面品質のよい○-○法を採用する。但し、 $\phi 12$ bar及び $\phi 12$ coil については、Reduction が大きくなるため一部、○-◇を採用している。

(A) Pass回数

coil	$\phi 5.5, \phi 6.5$	...	23 pass
	$\phi 8$	...	21 pass
	$\phi 10$	...	19 pass
	$\phi 12$	...	17 pass
bar	$\phi 12 \sim \phi 25$	...	13 pass
	$\phi 28, \phi 30$	...	11 pass

(B) $\phi 5.5, \phi 6.5$ の使用 stand

$\phi 450$	-	1 st	...	3 pass
$\phi 350$	-	2 st	...	2 pass
$\phi 300$	-	4 st	...	4 pass
$\phi 250$	-	3 st	...	3 pass
$\phi 280$	-	1 st	...	1 pass
Block Mill	-	10 st	...	10 pass
				23 pass

(C) $\phi 300$ stは現状 3 st であるが、1 台追加して 4 pass とする。

(D) Block Millは10 st の平均 Reduction=20%のものを採用する。この場合圧延速度は、max. 57m/s (at $\phi 5.5$) となる。

(E) $\phi 28, \phi 30$ について

現状では、太丸 ($\phi 25$) は $\phi 250$ # 2 st で仕上圧延を行っているが、# 1 ~ # 2 st間 (即ち、仕上前~仕上間) が引張り圧延となるので、寸法精度上問題があると考えられる。

これに対し、ここでは $\phi 250$ # 3 stと $\phi 280$ stを仕上前及び仕上 st として使用する計画としている。この場合、 $\phi 250$ # 2 st は Pinch roll 用の standとして、 $\phi 300$ stからの材料を受け、 $\phi 250$ # 3 st へ送り出す役割を果たす。(Loopは $\phi 250$ # 2 ~ # 3 st間と、 $\phi 250$ # 3 st ~ $\phi 280$ st間に出る)

尚、現状は $\phi 280$ stのみ Roller Bearing Stand と聞いたが、寸法精度上、全Stand をRoller Bearing とした方が良く考える。

(F) $\phi 300$ stと $\phi 250$ stの間の材料長さ

φ300 stとφ250 stの間(28 m)で材料がつかないことを前提とすると、この間の材料長さは28mより小さくする必要がある。

Billet	材料size	長さ
φ60- 69 kg	φ21.7 (φ14用)	24.5 m
53 kg	φ19.9 (φ12用)	22.4 m
φ75- 104 kg	φ26.6 (φ5.5用)	24.6 m
φ90- 156 kg	φ32.3 (φ6.5用)	25 m

(G) φ300 stの追加

φ350 stとφ300 st間の材料長さ

Billet	材料size	長さ
φ60- 69 kg	φ36.9	8.5 m
53 kg	φ33.8	7.8 m
φ75- 104 kg	φ45.2	8.5 m
φ90- 156 kg	φ54.9	8.6 m

φ350 stとφ300 st間の距離は17 mであるので、追加 st は、現状のφ300 stの前に設置するのがよいと考える。

(3) Pass schedule 上の留意点について

φ350, #1~#2 st, φ300 #1~#4 st 及びφ250, #1~#2 st は Roll 回転数が一定のため、孔型設計に当っては、この間の Reduction を一定とする必要がある。今、Roll 径(作動径)を一定とした場合、Reduction は、

	rpm	減速比	Reduction
φ350 #1	589	10.584	27.6%
#2	589	7.66	
φ300 #1	(493)	(4.748)	(22.1%)
#2	493	3.689	23.2%
#3	"	2.833	21.6%
#4	"	2.222	
φ250 #1	745	2.178	22.0%
#2	"	1.698	

これに対し Pass scheduleに基づき、これらの Pass のReduction を計算した例を下記に示す。

(A) $\phi 60-\phi 12$ の場合

表-50 計算例 ($\phi 60-\phi 12$)

	ϕ (中)	Height	Width	Section (mm ²)	Red (%)
$\phi 350$ [	○ 45.08	46.26	43.94	1596.23	
	○ 33.79	25.53	57.44	1146.72	28.2
	○ 25.66	35.31	32.12	896.75	21.8
$\phi 300$ [	○ 19.20	19.20	43.78	663.78	26.0
	○ 14.64	26.47	24.87	517.09	22.1
	○ 19.90	14.64	33.80	396.75	23.3
$\phi 250$ [	○ 11.86	20.06	20.02	311.05	21.6
	◇ 13.97	11.86	25.85	235.36	24.3
	○ 8.51	16.79	16.78	185.63	21.1
	○ 12.11	8.51	20.16	133.67	28.0
		12.08	12.08	115.14	13.9

(B) $\phi 75-\phi 5.5$ の場合

表-51 計算例 ($\phi 75-\phi 5.5$)

	ϕ	Height	Width	Section (mm ²)	Red (%)
$\phi 350$ [	○ 59.09	61.88	55.69	2741.94	
	○ 45.20	36.03	72.06	2048.71	25.3
	○ 26.48	47.44	42.68	1604.25	21.7
$\phi 300$ [	○ 34.32	26.48	56.39	1190.87	25.8
	○ 20.52	36.01	32.40	924.97	22.3
	○ 26.62	20.52	43.38	709.55	23.3
$\phi 250$ [	○ 16.15	27.35	25.96	556.50	21.6
	○ 20.66	16.15	33.43	424.36	23.7
	○ 13.46	21.06	20.42	335.39	21.0
	○ 16.98	13.46	25.57	267.60	20.2
		17.45	16.57	226.40	15.4

(C) $\phi 90-\phi 6.5$ の場合

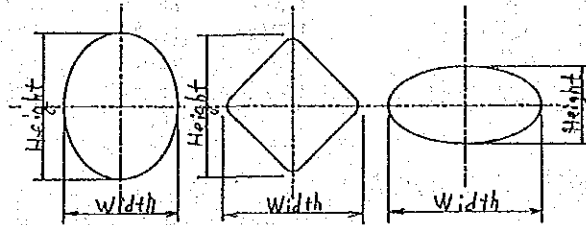
表-52 計算例 ($\phi 90-\phi 6.5$)

	ϕ	Height	Width	Section (mm ²)	Red (%)
$\phi 350$ [	○ 71.79	75.18	67.66	4047.87	
	○ 54.92	45.05	85.59	3030.01	25.1
	○ 33.40	57.66	51.87	2368.50	21.8
$\phi 300$ [	○ 41.65	33.40	66.78	1752.86	26.0
	○ 26.15	43.73	39.34	1362.76	22.3
	○ 32.33	26.15	50.97	1047.27	23.2
$\phi 250$ [	○ 19.91	33.22	31.55	821.00	21.6
	○ 24.83	19.91	39.81	613.80	25.2
	○ 15.95	25.52	24.23	484.19	21.1
	○ 19.98	15.95	30.61	377.98	21.9
		20.53	19.50	313.45	17.1

(D) φ90-φ25の場合

表-53 計算例 (φ90-φ25)

	φ (中)	Height	Width	Section (mm ²)	Red (%)
φ350	77.63	85.13	68.10	4733.02	
	61.31	51.04	92.88	3773.23	20.3
	48.82	64.37	57.90	2952.44	21.8
φ300	48.82	43.10	70.01	2409.38	18.4
	37.87	49.38	48.87	1871.69	22.3
	30.07	32.14	56.89	1435.93	23.3
φ250	30.07	37.79	37.78	1126.19	21.6
	25.34	26.10	43.04	898.76	20.2
	25.34	30.31	30.25	709.94	21.0
		22.48	33.72	592.32	16.6
		25.30	25.29	504.41	14.8



(E) φ350 # 2 st の Reduction

上記計算では、21.8%の reductionとなるのに対し、現状では27.6%であり、# 1 st と # 2 st の間に Roll 径差をつける必要がある。

(# 2 st の Roll 径を小さくするか、# 1 st の Roll 径を大きくする。)

(F) φ300 st の Reduction

現状の 3 stand (# 2 ~ # 4) は Pass schedule 上は問題ない。

新しく追加する stand (# 1) は、Motor の回転数を他の 3 stand と同じ 493 rpm とした場合、減速比は、

$$\frac{R}{3.689} = \frac{1}{1-0.223}$$

R = 4.748 となる。

(G) φ250, # 2 st の Reduction

計算では、21%の Reductionであるのに対し、現状は22%であるが、これは実際の調整で吸収出来る範囲である。

前記の計算例は、すべて作動径を一定と考えているが、実際には size により作動径が異なる。従って、全 size について詳細孔型設計後、Roll 径を決定する必要がある。

(2 ~ 3%の Reductionの違いは Roll 調整にて吸収できる。)

(4) 設備及び Layout

基本的な考え方としては、現状棒鋼設備を最大限に使用して、

- 棒鋼 line に設備の追加 (φ300 st, 中間 shear)
- 線材圧延 line の増設

ということである。

(A) 棒鋼 line

a. φ300 stの追加 (1台)

前述した様に Pass schedule上及び既設 Motor (800kW) の容量不足のため 1台追加する必要がある。

b. 中間 shearについて

特殊鋼の圧延の場合、中間走間 shearを設ける必要がある。この shearにより先端 (又は後端) を圧延中に切断することにより、圧延材の端部温度低下及び形状不良を改善する。特に本計画では快削鋼の圧延が少量ながら (300 l/y) 入っているが、この鋼種は圧延時先端割れをおこしやすく、走間 shear による端部切断が必要である。中間 shearの設置位置はφ350 stの後がよいと考える。

c. 冷却床の入口について

冷却床上の材料長さ ; max. 60m

冷却床入口速度 ; 7 m/s

Type ; lifter & rake type

この条件でのsliding 長さは、

$$\frac{v^2}{6} = \frac{7^2}{6} = 8.2 \text{ (m)}$$

即ち、lifter上を約 8 m滑走する。

これは、冷却床の有効長さを少なくする (60 mの材料の処理が難しい。) ので、下記の様に冷却床入口に sliding zone (lifter 延長) を設けるとよいと考える。

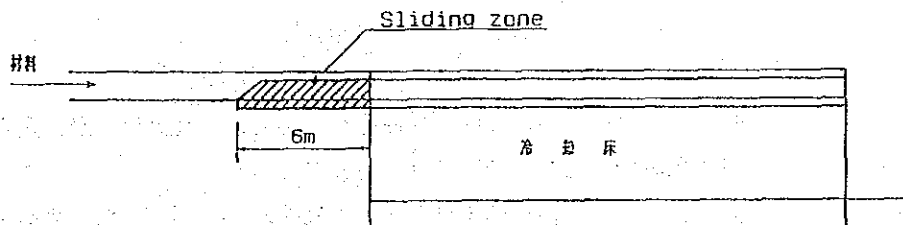


図-98 Lifter延長

d. 出入口 Guideについて

現状では、圧延 stand入口には、Roller Guideは使用されていない。Roller Guideがないと、特に○-○の圧延で、材料の安定性がわるく、又寸法精度もわるい。本計画を実行するには、導入すべきと考える。

Roller Guide : 図-100 参照

出口 guideについては、stand 出口でのTrouble を防止するため重要である。参考として出口 guideの図面を添付する。(図-101 参照)

e. $\phi 300$ st $\sim\phi 250$ 間の水冷 zone (制御圧延用)

圧延中に圧延温度を controlすることにより、材料の内質改善を行うため、水冷 zone を設ける必要がある。

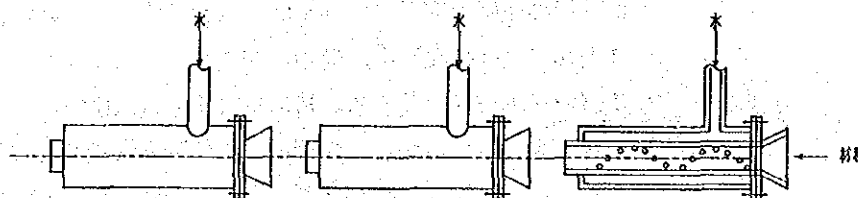


図-99 水冷 Zone (二重管構造)

但し、この場合、材料搬送用の Roller table が使えなくなるので、水冷 zone の途中で pinch roll を設ける必要がある。

(B) 線材圧延 line

a. Block Mill

細 size の線材圧延用として Block Mill を採用する。

(10 st Block-平均 reduction=20%)

Max. speed は 57 m/s であるが、若干の余裕を見て、 60 m/s でよいと考える。

具体例は、A工場 : $18\% \times 10 \text{ st}$

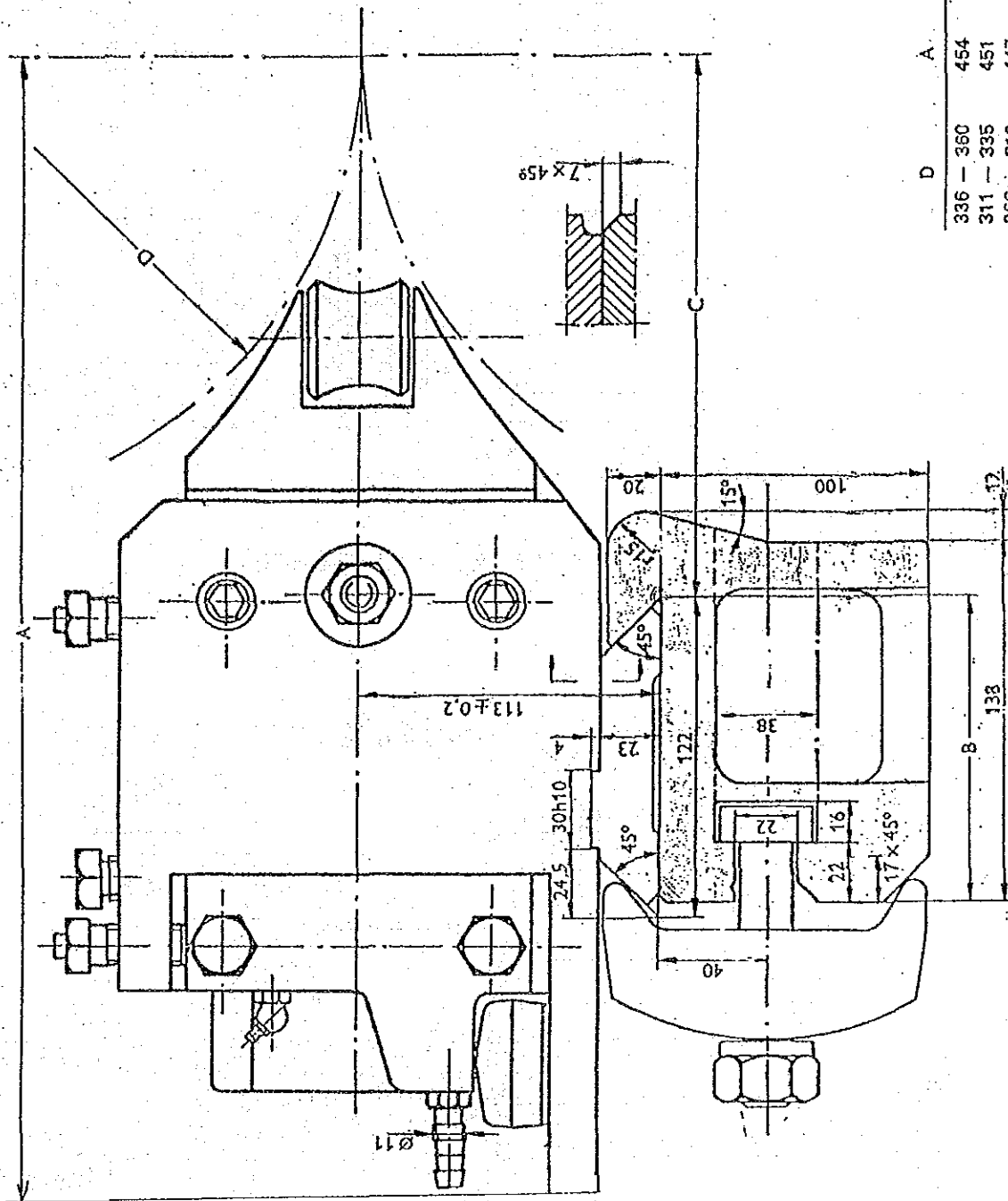
60 m/s at $\phi 5.5$

B工場 : $20\% \times 8 \text{ st}$

76 m/s at $\phi 8$

• Block Millは、各 standの減速比が一定で、Reduction が一定となるため、孔型は機械仕様に合わせた設計が必要となる。

Block Millの stand間では引張り圧延となるため、材料の先後端部分の寸法が大きくなり、先後端数 ring を切捨る必要がある。切捨を行えば、製品の寸法精度 $\pm 0.2 \text{ mm}$ は可能と考える。さらに精度を上げたい場合 ($\pm 0.15 \text{ mm}$) は、Block Millの後に Sizing Millを設置することが考えられる。



	A	B	C
336	360	454	115
311	335	451	118
266	310	447	122
240	285	443	126

Roll dia. = D
Scale 1:2.5

图-100 Roller Guide

Sizing Mill は現状主として Bar 材に用いられており、線材用としては開発中の段階であるが、近い将来出てくるものと思われる。

b. $\phi 280$ st ~ Block Mill 間の line について

圧延材料は、 $\phi 280$ st と Block Mill 間でつながり、Block Mill は DC Motor (最近では、AC 可変速 Motor) で回転制御を行う必要がある。又、そのための Looper が、 $\phi 280$ ~ Block Mill 間の line 上に必要である。

この line には、この他に冷却 control を行うための水冷 zone、材料先後端切捨のための Flying shear 及び Pinch roll が必要である。(Layout 参照)。

c. Laying head

Block Mill ~ Laying head 間には水冷 zone を設け、材料の捲取温度を control する。Laying head は cone 型の捲取機で材料を ring 状に成形する。図-102、図-103 参照

d. Loop conveyor

Loop 状の coil を搬送、冷却する。

Conveyor は、材料の冷却 control のため数 zone に分け、その速度は可変とする。又、Blower で conveyor 下から材料を強制風冷する。軸受鋼の細 size ($\phi 5.5 \sim \phi 7$) に対しては、conveyor 上に Hood をかぶせ冷却速度をおとす必要がある。(折損防止)

e. Coil reformer ~ Hook conveyor

Loop conveyor 最終段に Coil reformer を設け、Loop 状の材料を coil にまとめる。

coil は coil Loader を径て、Hook Conveyor にかける。Hook conveyor 上での coil は先後端の切捨及び結束が行われる。結束後の材料は coil unloader から piler で重ねられて、claw crane にて yard 内に山積される。

Coil reformer : 図-104 参照

尚、本計画では coil 単重が 100 ~ 150kg と小さいため圧延 pitch が短く、coil loader の動作 pitch が間に合わなくなる可能性がある。この場合、coil reformer で 2 ~ 3 coil 一度に巻取り、Hook conveyor 上で coil を分けることも考慮する必要がある。

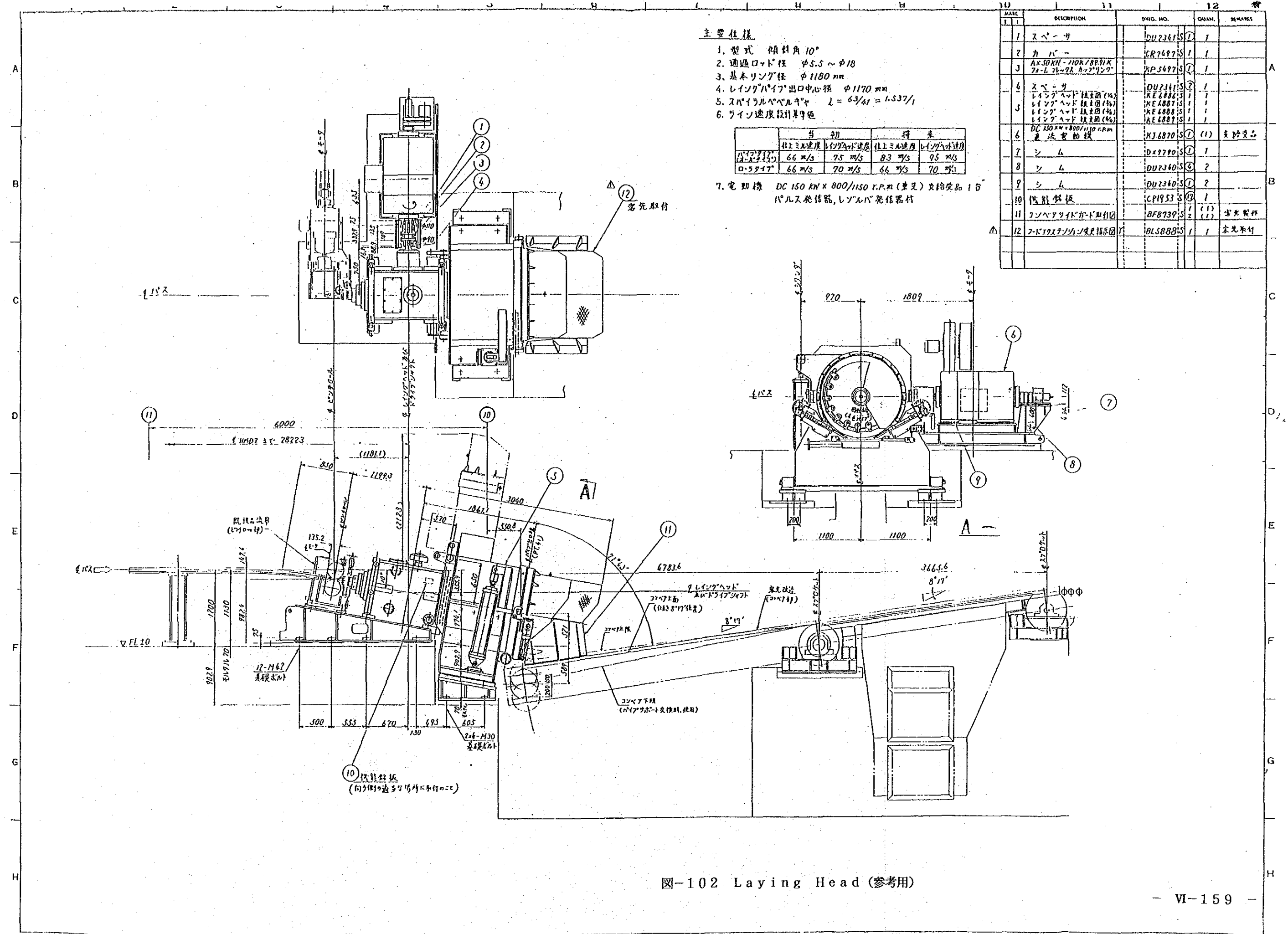
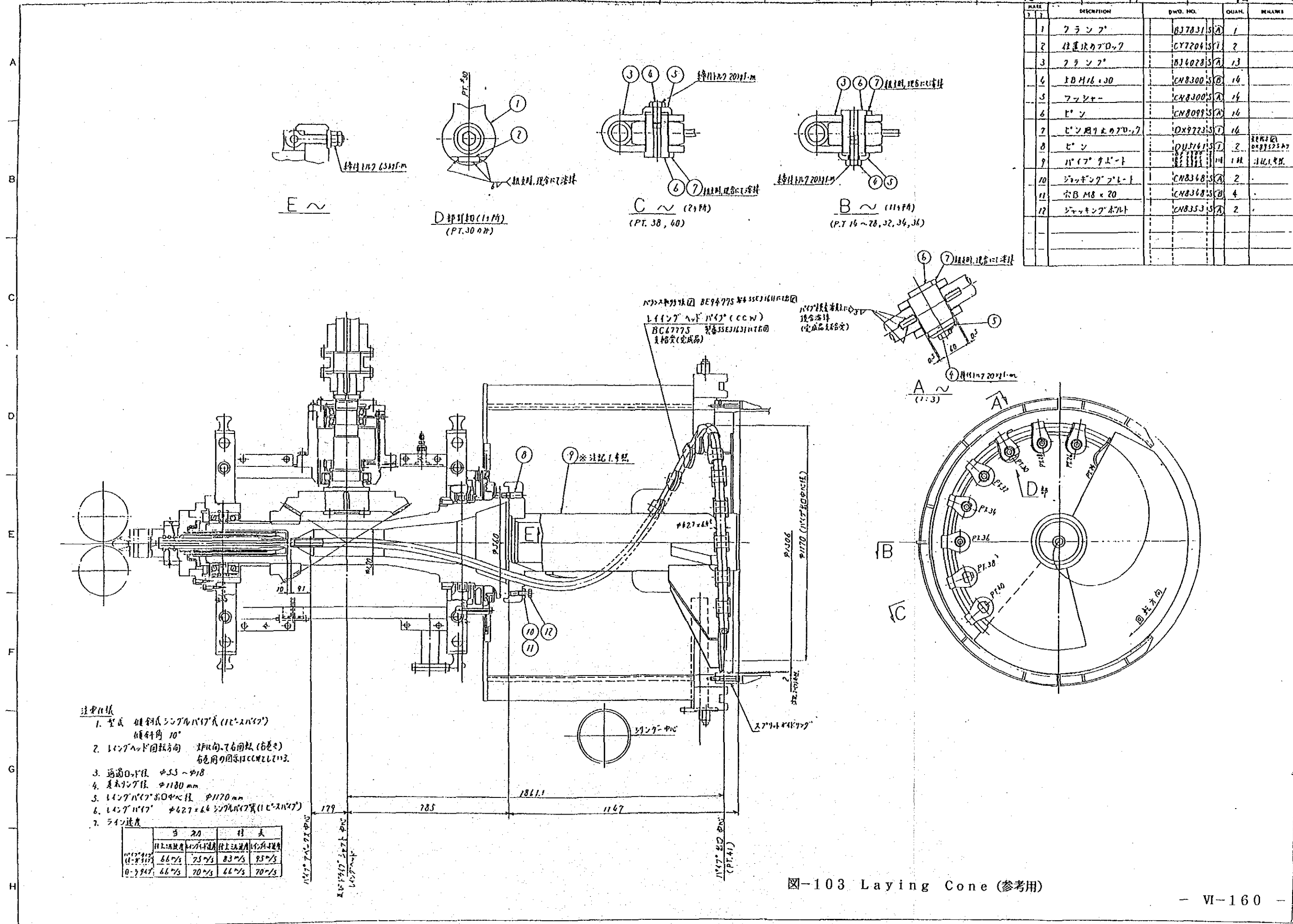


図-102 Laying Head (参考用)

NO.	DESCRIPTION	DWG. NO.	QUANT.	REMARKS
1	フランプ	B37831S	1	
2	位置決めワッシャー	CY72043S	2	
3	フランプ	B360283S	13	
4	スプリング	CN83003S	14	
5	ワッシャー	CN83003S	14	
6	ピン	CN80993S	14	
7	ピン用止りワッシャー	DX97233S	14	
8	ピン	DU31613S	2	規格品
9	パイプサポーター	PT.30	1	規格品
10	ジャッキングプレート	CN83483S	2	
11	穴B M8 x 20	CN83483S	4	
12	ジャッキングボルト	CN83533S	2	



- 注記
- 型式 傾斜式シングルパイプ式 (11°-21°)
 - 傾斜角 10°
 - ラインヘッド回転方向 赤丸向、右回転 (右巻)
 - 右巻用の図示はCCWと記す。
 - 通過口径 $\phi 55 \sim \phi 18$
 - 基本口径 $\phi 1180 \text{ mm}$
 - ラインヘッド中心径 $\phi 1170 \text{ mm}$
 - ラインヘッド $\phi 627 \times 66$ シングルパイプ式 (11°-21°)
 - ライン速度

ライン速度	口径			
	$\phi 55$	$\phi 75$	$\phi 100$	$\phi 125$
11°-15°	66%	75%	83%	95%
16°-21°	66%	70%	66%	70%

図-103 Laying Cone (参考用)

4. 2. 3 Main Motorの容量

(1) Pass schedule に基づき、各 Pass の圧延負荷を計算したものを次に示す。

鋼種 : SAE 4140

速度は各stand の回転数による速度

圧延開始温度 : 1000°C

(A) $\phi 60 - \phi 12$, 仕上速度 6.1m/s

表-54 圧延動力計算 ($\phi 12$)

PN	イチ	TEMP-E	TEMP-D	P (T)	TR (T-M)	LO (kW)
1	TOP	1000	1002	71.0	4.21	350.9
	BOT	1000	1002	71.0	4.21	350.9
2	TOP	987	988	79.8	3.72	310.6
	BOT	992	993	78.8	3.68	306.9
3	TOP	975	987	62.8	4.73	394.8
	BOT	971	984	63.4	4.78	398.4
4	TOP	957	959	61.0	2.54	151.7
	BOT	946	950	62.6	2.60	155.7
5	TOP	941	943	30.0	1.44	112.9
	BOT	931	935	30.8	1.48	115.7
6	TOP	910	918	42.7	1.37	152.5
	BOT	901	909	43.7	1.40	156.2
7	TOP	904	912	22.5	0.87	127.6
	BOT	896	904	23.0	0.89	130.4
8	TOP	902	912	30.4	0.82	152.1
	BOT	894	905	31.0	0.84	155.1
9	TOP	901	913	17.3	0.59	140.3
	BOT	895	907	17.6	0.60	142.8
10	TOP	883	900	21.7	0.48	173.2
	BOT	877	894	22.1	0.49	176.3
11	TOP	892	908	12.3	0.32	149.2
	BOT	886	903	12.5	0.33	151.3
12	TOP	898	925	17.4	0.37	167.2
	BOT	880	909	18.2	0.39	175.4
13	TOP	914	921	6.7	0.15	68.4
	BOT	895	903	7.0	0.16	72.0

PN ... Pass No

TOP ... 先端部分

BOT ... 後端部分

TEMP-E ... 材料温度 (stand 入側)

TEMP-D ... 材料温度 (stand 出側)

P (T) ... 圧延圧力 (ton)

TR (T-M) ... 圧延Torque (ton-m)

LO (kW) ... 圧延動力 (kW)

(B) $\phi 75 - \phi 5.5$, 仕上速度 57m/s

表-55 圧延動力計算 ($\phi 5.5$)

PN	イテ	TEMP-B	TEMP-D	P(T)	TR(T-M)	LO(kw)
1	TOP	1000	1001	85.2	5.69	474.6
	BOT	1000	1001	85.2	5.69	474.6
2	TOP	990	990	86.4	4.63	386.5
	BOT	994	994	85.6	4.59	382.8
3	TOP	981	989	76.0	6.12	510.3
	BOT	978	987	76.4	6.15	513.1
4	TOP	966	967	72.6	3.41	208.5
	BOT	959	960	73.8	3.47	212.0
5	TOP	953	956	40.5	2.22	178.1
	BOT	947	950	41.1	2.25	180.9
6	TOP	930	936	55.0	2.08	234.7
	BOT	924	930	55.9	2.11	238.6
7	TOP	926	933	29.6	1.33	199.3
	BOT	920	927	30.0	1.36	202.3
8	TOP	925	933	38.9	1.22	227.7
	BOT	919	928	39.5	1.23	231.0
9	TOP	925	934	22.6	0.87	210.5
	BOT	920	930	22.9	0.88	213.2
10	TOP	910	923	27.1	0.69	252.5
	BOT	906	918	27.4	0.70	255.5
11	TOP	917	928	15.1	0.45	212.3
	BOT	912	924	15.3	0.46	214.6
12	TOP	921	930	17.4	0.37	165.6
	BOT	911	921	17.8	0.38	170.0
13	TOP	923	928	10.1	0.25	110.9
	BOT	911	917	10.4	0.26	114.4
14	TOP	894	916	16.8	0.31	256.5
	BOT	885	908	17.2	0.32	262.8
15	TOP	910	925	7.8	0.17	178.1
	BOT	902	917	8.0	0.18	181.9
16	TOP	920	945	11.9	0.20	260.5
	BOT	913	938	12.1	0.20	265.5
17	TOP	939	953	5.1	0.10	163.0
	BOT	933	947	5.2	0.10	165.8
18	TOP	949	973	8.4	0.12	249.2
	BOT	943	968	8.5	0.12	252.9
19	TOP	969	984	3.2	0.05	169.3
	BOT	963	979	3.3	0.05	171.5
20	TOP	980	1006	5.2	0.06	256.5
	BOT	975	1002	5.3	0.06	259.6
21	TOP	1002	1015	2.1	0.03	146.7
	BOT	997	1011	2.1	0.03	148.2
22	TOP	1012	1036	3.7	0.04	234.3
	BOT	1007	1032	3.7	0.04	236.5
23	TOP	1031	1043	1.4	0.02	128.3
	BOT	1027	1039	1.4	0.02	129.4

(C) $\phi 90 - \phi 6.5$, 仕上速度 56m/s

表-56 圧延動力計算 ($\phi 6.5$)

PN	イテ	TEMP-E	TEMP-D	P (T)	TR (T-M)	LO (kW)
1	TOP	1000	1002	109.3	8.10	675.4
	BOT	1000	1002	109.3	8.10	675.4
2	TOP	993	993	101.3	6.12	510.4
	BOT	996	996	100.5	6.07	506.4
3	TOP	985	993	93.7	8.27	689.9
	BOT	984	991	94.0	8.31	692.8
4	TOP	973	975	87.3	4.61	288.4
	BOT	968	970	88.5	4.68	292.2
5	TOP	964	966	49.5	2.99	247.4
	BOT	959	961	50.1	3.03	250.5
6	TOP	944	950	65.4	2.77	319.3
	BOT	939	945	66.3	2.81	323.6
7	TOP	942	947	35.4	1.75	267.0
	BOT	937	943	35.9	1.77	270.4
8	TOP	941	947	45.2	1.58	299.0
	BOT	936	943	45.8	1.60	302.5
9	TOP	941	949	27.1	1.12	276.1
	BOT	937	945	27.4	1.13	279.1
10	TOP	928	940	33.5	0.97	358.3
	BOT	923	936	33.9	0.98	362.5
11	TOP	935	945	17.8	0.58	278.6
	BOT	931	941	17.9	0.59	281.6
12	TOP	939	949	21.7	0.52	233.1
	BOT	929	939	22.3	0.53	239.4
13	TOP	942	948	12.5	0.35	155.1
	BOT	929	936	12.9	0.36	160.2
14	TOP	917	929	15.8	0.31	242.4
	BOT	907	920	16.2	0.32	248.7
15	TOP	924	934	8.9	0.20	191.7
	BOT	915	926	9.1	0.20	196.3
16	TOP	930	948	13.2	0.24	292.7
	BOT	921	941	13.5	0.24	299.0
17	TOP	944	956	6.5	0.13	198.6
	BOT	936	948	6.6	0.13	202.5
18	TOP	952	971	9.6	0.15	281.7
	BOT	945	964	9.7	0.15	286.7
19	TOP	967	980	4.2	0.07	211.5
	BOT	960	974	4.2	0.07	214.9
20	TOP	977	1000	6.4	0.08	324.2
	BOT	971	994	6.5	0.08	328.9
21	TOP	996	1009	2.8	0.04	197.6
	BOT	991	1004	2.9	0.04	200.2
22	TOP	1006	1035	5.1	0.06	367.7
	BOT	1001	1030	5.2	0.06	372.0
23	TOP	1031	1045	1.9	0.03	196.4
	BOT	1026	1041	1.9	0.03	198.4

(D) $\phi 90 - \phi 25$, 仕上速度 6.0m/s

表-57 圧延動力計算 ($\phi 25$)

PN	イチ	TEMP-E	TEMP-D	P (T)	TR (T-M)	LO (kW)
1	TOP	1000	999	82.2	5.30	441.8
	BOT	1000	999	82.2	5.30	441.8
2	TOP	991	993	112.5	7.76	646.9
	BOT	994	996	111.7	7.70	642.5
3	TOP	986	989	78.9	6.38	532.2
	BOT	985	988	79.2	6.40	534.0
4	TOP	971	970	81.0	4.15	263.7
	BOT	968	967	81.7	4.19	266.2
5	TOP	961	964	57.9	3.71	311.8
	BOT	957	960	58.4	3.75	314.6
6	TOP	945	946	54.7	2.30	272.1
	BOT	942	943	55.1	2.31	273.9
7	TOP	939	944	44.2	2.24	346.6
	BOT	936	941	44.6	2.26	349.3
8	TOP	938	946	53.1	2.10	404.3
	BOT	936	943	53.5	2.11	407.2
9	TOP	940	948	33.1	1.46	364.9
	BOT	938	945	33.3	1.47	367.4
10	TOP	930	938	31.9	0.98	372.6
	BOT	928	935	32.1	0.99	374.7
11	TOP	934	942	22.5	0.78	377.0
	BOT	931	940	22.7	0.78	379.1
12	TOP	938	942	20.3	0.51	228.6
	BOT	933	937	20.6	0.51	231.6
13	TOP	937	940	14.9	0.42	185.4
	BOT	931	934	15.2	0.42	188.2

(2) $\phi 450$ sl (No.1 ~ No.3 pass)

Motor : 570kW AC, 740 rpm, 減速比=9.1

Overload 定格 180% (+80%)

(A) $\phi 60$ Billet の場合

pass	負荷 (%)
1	351 kW (62%)
2	311 kW (55%)
3	398 kW (70%)

pass毎の圧延については問題ない。

又、2本通し圧延をする場合 (No.1 と No.3 passを同時) は、

$$351 + 398 = 749 \text{ kW (131\%)}$$

これは機械効率 (friction loss) を考えても圧延可能と考える…Fly wheel 付

(B) φ75 Billet の場合

pass	負荷 (%)
1	475 kW (83%)
2	387 kW (68%)
3	513 kW (90%)

1 pass毎の圧延は問題ない。

2 本通し圧延をする場合 (No.1 及びNo.3 pass同時) は、

$$(475 + 513) / 570 = 173\% \text{ となる。}$$

Overload 定格が 180%であれば、機械効率及び Fly wheel効果を考えても一応可能な数字である。

(但し、現状 friction loss及 fly wheel効果については不明のため、実施にあたっては詳細検討が必要)

(C) φ90 Billet の場合

pass	負荷—φ6.5	負荷—φ25
1	675 kW (118%)	442 (77.5%)
2	510 kW (8.9%)	647 (113.5%)
3	693 kW (121.5%)	534 (93.7%)

1 pass毎の圧延は可能と考える。

2 本同時圧延をする場合は、Motor power upをする必要があるが、圧延能率上問題なければ、1 pass毎の圧延とすればよい。(能力検討—4.2.4 参照)

(3) φ350 st (No.4, 5 pass)

Motor : 630 kW AC, 589 rpm, 減速比 10, 584, 7.66

overload 定格 : 180% (+80%)

pass	φ60	φ75	φ90—φ6.5	φ90—φ25
4	156 kW	212 kW	292 kW	266 kW
5	116 kW	181 kW	251 kW	315 kW
	27	393	543	581 kW (92%)

Motor容量は問題ない。

(4) φ300 st (No.6~9 pass)

#1st ... 新設

#2, 3, 4 st ... 既設Motor : 800kW AC, 493 rpm

overload : 180% $i = 3.689$

2.833

2.222

	Pass	φ60	φ75	φ90-φ 6.5	φ90-φ25
(A) #1 st (6)		156 kW	239 kW	324 kW	274 kW

新Motor は、350kw程度である。

(B) #2st (7)		130 kW	202 kW	270 kW	349 kW
3 (8)		155	231	303	407
4 (9)		143	213	279	367
		428	646	852	1123 kW
				(107%)	(140%)

#2~4 st用既設Motor については、φ25圧延時負荷が過大となるが、φ90-φ25はφ450 st (No1~3 pass) での圧延で2本通しをしなければ、圧延 pitchがおそくなるため、overload 定格が180%であれば、圧延可能と考える。もちろん、φ450 stのMotor を Power up して圧延 pitchをあげる場合には、このφ300 st用 Motorを変える必要がある。(Power up)

(5) φ250st (No10~12 pass)

Motor : 1000 kW AC ; 745 rpm, 減速比 2.178, 1.698

overload : 230%

	Pass	φ60	φ75	φ90-φ 6.5	φ90-φ25
#1 (10)		176 kW	256 kW	363 kW	375 kW
2 (11)		151	215	282	379
3 (12)		175	170	239	232
		502 kW	641	884	986 kW

現状Motor で圧延可能

(6) φ280 st (No13 pass)

Motor : 300 kW AC 735 rpm 減速比 1.689, overload : 180%

	φ60	φ75	φ90-φ 6.5	φ90-φ25
	72 kW	129 kW	160	188 kW

現状Motor で圧延可能

(7) Block Mill Motor (新設)

#14~#23 (10 pass) 負荷合計

φ5.5 圧延時 - 2074 kW




φ6.5 圧延時 - 2548 kW

機械効率を考慮して、2800 kW (DC) 程度必要。

4.2.4 圧延能力について

圧延pitch (圧延能力) は、 $\phi 450$ st (3 pass) により、制約される。

(1) $\phi 60$ Billet の場合
($\phi 450$ stの圧延 pitch)

	形状	寸法	長さ	速度	Pass-time	Idle-time
1		$\phi 60$	2.9m	1.77m/s	1.6 s	3 s
2			3.7	1.82	2.0	9
3		$\phi 45.1$	5.3	1.79	3.0	3
					6.6 +	15 = 21.6 s

No.1, No.3 passを同時圧延する場合: 5 + 12 = 17 s

この場合、 $3600/17 \times 0.053 = 11.2$ t/h ($\phi 12$)




$0.069 = 14.6$ t/h ($\phi 14, \phi 16$)

計画達成率 0.8~0.85 (実績経験値) を考慮すると、

9 t/h ~ 12 t/h程度と考えられる。

平均10.5 t/hと想定する。

(2) $\phi 75$ Billet の場合




	形状	寸法	長さ	速度	Pass-time	Idle-time
1		$\phi 75$	3.1m	1.71m/s	1.8	3
2			3.8	1.77	2.1	9
3		$\phi 59.1$	5.2	1.74	3.0	3
					6.9 +	15 = 21.9 s

2本同時圧延 → (5.1) + (12) = (17.1 s)

$3600/17.1 \times 0.104 = 21.9$ t/h

(1) と同様、実際の能率は18 t/h程度と想定。

(3) φ90 Billet の場合

	φ90	長さ	速度	Pass-time	Idle-time
1		3.1m	1.66	1.9	3
2		3.7	1.73	2.1	9
3		φ71.8	1.69	3.0	3
				7.0	+ 16=23 s

この場合、2本同時圧延はしないものとする。

$$3600 / 23 \times 0.156 = 24.4 \text{ t/h}$$

実際の能率20 t/hと想定。

(4) 圧延時間想定

	装入量 (t/y)	能率 (t/h)	圧延時間 (H/y)
φ60	15,748	10.5	1,500
φ75	54,750	18	3,042
φ90	37,363	20	1,868
計	107,861	16.8	6,410h/y (534.2h/m)

計画実働時間 6,930h/y に対し、92%の稼働である。

(5) 休転時間について

可能稼働時間 (h/m)

暦時間：24 h × 30日 = 720h/mから Maintenance休転10 h × 2回 = 20 hを引いて、

1ヶ月の可能最大稼働時間を700h/mとすると、

$$\text{休転時間} : 700 - 534.2 = 165.8 \text{ h/m}$$

これに対し、現状の休転時間は、

90年 1月 161.9 h (内ガイド関係92 h)

2月 151 (" 72.9)

3月 236.5 (" 131.4)

4月 206.4 (" 106.5)

出入口ガイド関係のトラブルが大きな割合を占めるため、この改善を計る必要がある。

4.2.2(4) d 参照。

4.2.5 制御圧延について

圧延中の材料温度を制御することにより、材料の内質改善を計るものであり、主として低温圧延（～ 830℃）による結晶粒の微細化、即ちじん性改善を行って、後工程の熱処理の改善又は、一部省略を行うものである。このため圧延中、特に仕上列前に水冷 zone を設け、仕上温度を Control し、合せて圧延後も冷却 Control を行う。

本計画では、線材圧延 line (Block Mill line) については、Block Mill の前及び後に水冷 zone を設け、又、Loop conveyor 上でも冷却制御が可能である。Bar. line (φ280 st 仕上) については、φ300 st～φ250 st の間に冷却 zone を設け冷却 Control を行う。

・制御圧延鋼種別圧延温度

	棒鋼(仕上)	線材(BM前)	(巻取後)
構造用炭素鋼；	850 ±30℃	850 ±50℃	830 ±30℃
構造用合金鋼；	850 ±30℃	850 ±50℃	830 ±30℃
軸受鋼；	820 ±30℃	820 ±50℃	810 ±30℃
ばね鋼；	820 ±30℃	820 ±50℃	810 ±30℃

材料温度を高温計で測定し、水冷用 Valve を調整（開閉）する。

4.3 要員計画

加熱炉、圧延機列、Ba処理lineについては現状どおり。

Coil line については、

(1) Block mill前設備、Block mill運転	1 人 x 4組	4 人
(2) Block mill調整	1 x 4	4
(3) Laying head、Loop conveyor、 Coil reformer 運転	1 x 4	4
(4) Coil 端末処理	1 x 4	4
(5) Coil loader、Hook conveyor Coil unloader、Piler 運転	1 x 4	4
(6) Coil trimming およびSampling	3 x 4	12
(7) Coil 結束	3 x 4	12
(8) 荷上作業	1 x 4	4
(9) Claw crane	1 x 4	4
(10) 検査要員	2 x 4	8
(11) Roll, Guide 研削および準備。	2 x 4	8
	17 人 x 4組	68 人

(注1)、現状のCrane に要する人員とMaintenance 要員は含まない。

(注2) 実際の運営にあたっては、Bar 処理lineの要員をCoil line にあてることになる。

4.4 主要設備仕様および概略予算

4.4.1 主要設備仕様

(1) 既設Mill line 関係

- Flying shear : Clutch&brake type
切断材— $\phi 33.8$ — $\phi 61.3$
切断speed—約1.5m/s
- $\phi 300$ 圧延機 : 二重式圧延機
Roll— $\phi 300 \times 650L$
Motor—AC350Kwx493rpm
- 水冷zone : 二重管式
zone長さ—約7.5m $\times 2$ zones
給水— $3.0m^3$ /min. $\times 85mH$
- Pinch roll : 2Roll type ($\phi 300$)
材料— $\phi 19.9$ — $\phi 37.9$
材料速度—約3.5m/s

(2) Block Mill 関係

- $\phi 280St.$ —Block Mill Guide pipe: 通過材料— $\phi 17$ — $\phi 20$
- Looper : Down loop type
- 水冷zone : 長さ約6.5m $\times 3$ zones
給水— $3.0m^3$ /min. $\times 85mH$
- Pinch roll : 2Roll type ($\phi 250$)
材料— $\phi 17$ — $\phi 19$
材料速度—約6.1m/s
- Flying shear : 切断材— $\phi 17$ — $\phi 19$
切断speed—約6.5m/s
- Block Mill : 10stand Block type
圧延材— $\phi 5.5$ — $\phi 12$
平均Reduction—20%/1pass
仕上speed—Max. 60m/s
Main motor—DC2, 800Kw
- 電解研削盤 : WC Roll, Roller 用

(3) Laying line 関係

- 水冷zone : 長さ約6.5m $\times 3$ zones
給水— $3.0m^3$ /min. $\times 85mH$

- Laying Head (Pinch roll付) : 横置式
 Ring径—約φ1,200
 材料—φ5.5-φ12
 材料速度—Max. 60m/s
 - Loop conveyor : Roller conveyor type
 駆動—5 分割調整式、0.1-1m/s
 Conveyor長—約48m
 Slow cooling用Hood付
 - Coil reformer : Mandrel type
 Ring径—約φ850-1,350
 Coil重量—100-300kg
- (4) Coil 搬送line
- Coil loader : Take over type
 - Hook conveyor : 速度—15m/s
 Conveyor長—約100m
 - Coil unloader : Take over type
 - Coil piler : 4 arm 旋回式
 - Claw crane : 5 ton 旋回式

4.4.2 概略予算

	千円
(1) 加熱炉改造	200,000
(2) Block Mill関係 (Laying head含)	1,410,000
(3) Loop conveyor-Hook conveyor 関係	651,000
(4) 既設圧延line関係 (Flyingshear, φ300 圧延機 Pinch roll 他)	231,000
(5) 電気設備関係	690,000
合 計	3,182,000千円

(注) 1. 基礎、据付費用は含んでいない。

2. 日本国内調達価格である。

4.4.3 施工

既設圧延line関係 (Flyingshear, $\phi 300$ 圧延機 Pneh roll他) の据付については、生産停止が必要であり、出来る限り休止を少なくするため、Bridge組みをして生産を続行しながら基礎工事をする必要がある。

Block Mill line については、先ず現在のRoll旋盤を移動し、そのあとに設備を設置することになる

4.4.4 その他、循環水について

Block Mill line に使用される冷却水は、基本的に循環水が使用される。

Flowの回路としてはOpen回路とClosed回路に分けられる。Open回路は主としてBlock mill及び水冷Zoneに使用され、水はRoll及び材料を直接冷却後、地下Scale sluiceを通過して地下Local pit に集められ、そこから循環水処理用の屋外Poolに送られる。

Closed回路は主としてMotor 冷却及びOil cellar用冷却に使用され、水は機器を間接冷却後直接Poolに帰される。Poolの入口ではCooling tower にて冷却される。

下図Flow及び次頁屋外Poolの図を参照。

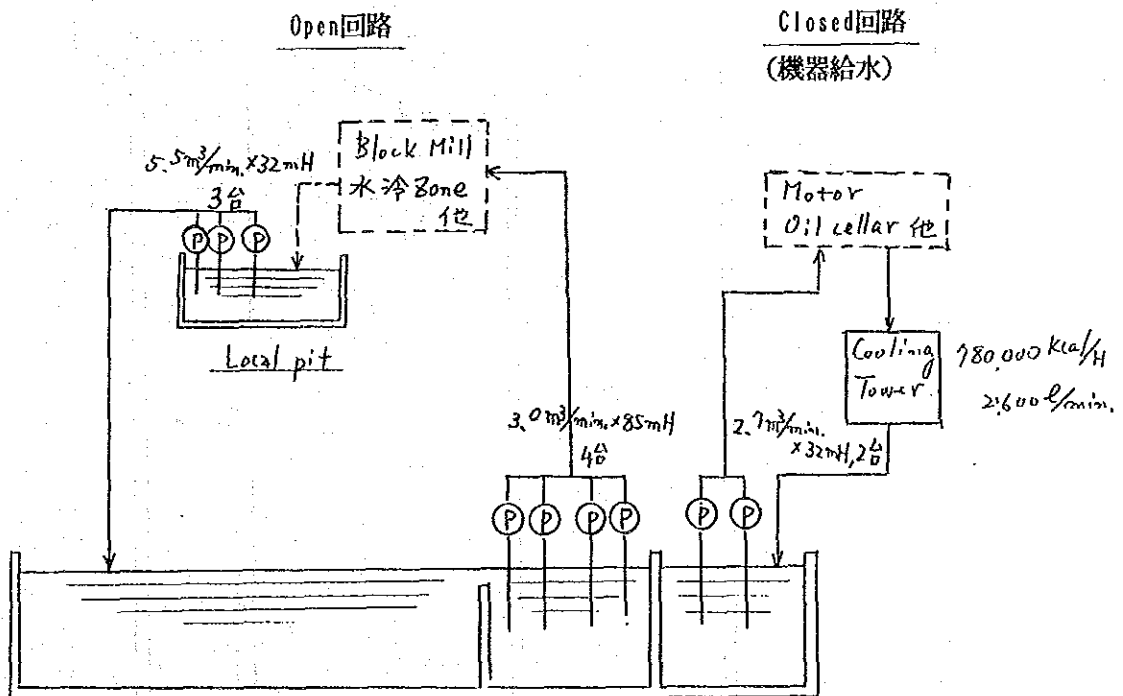


図-105 循環水Flow

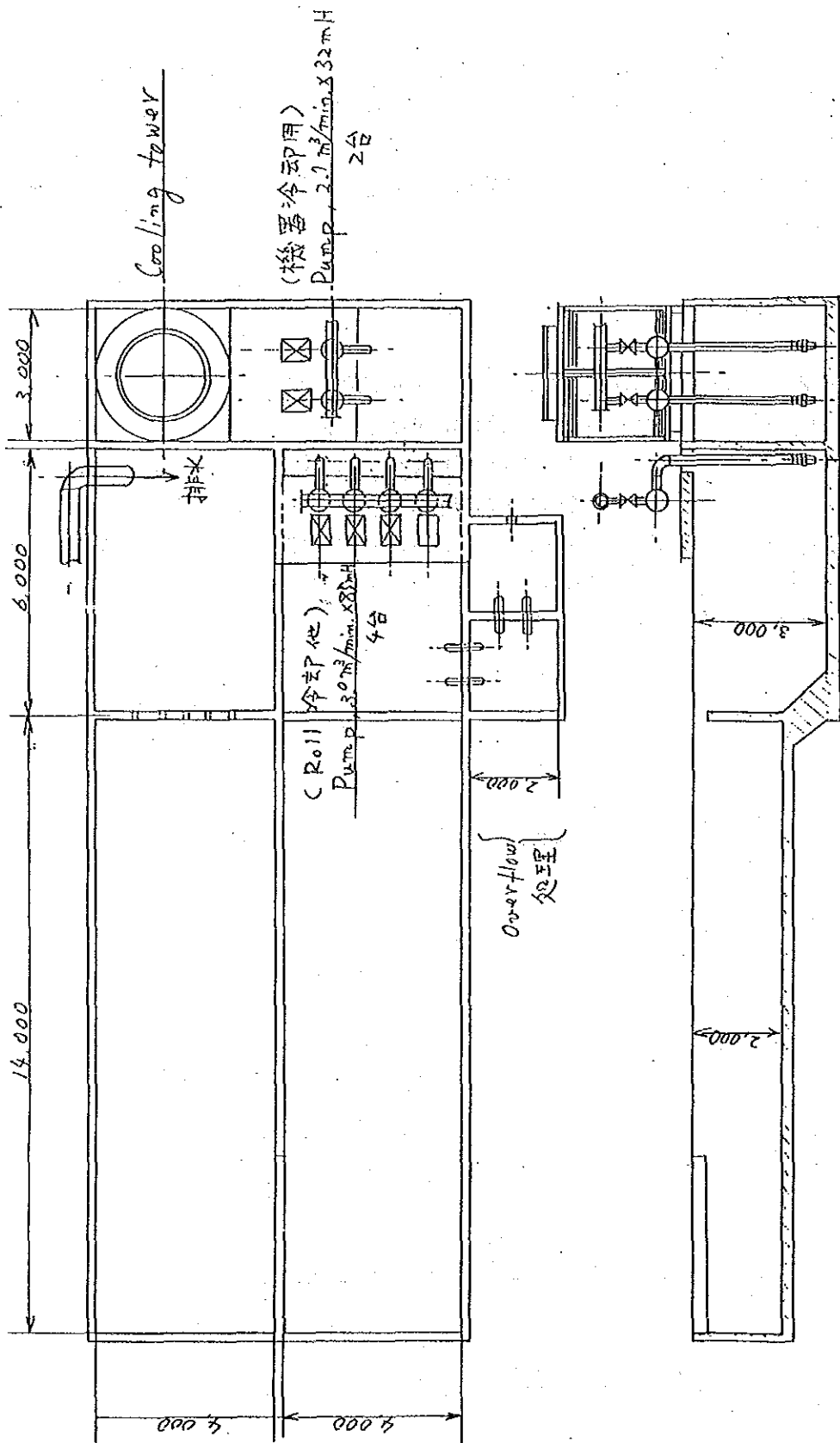


图-106 循环水处理用屋外Pool

VI 章 工場近代化計画

5 検査・手入れ

- | | | | |
|------|----------------------|-------|--------|
| 5. 1 | 最近の日本における検査・手入れ | ----- | VI-176 |
| 5. 2 | 日本の工場整検工程および設備の紹介 | ----- | VI-191 |
| 5. 3 | 南京第二鋼鐵廠の検査・手入れ工程 | ----- | VI-194 |
| 5. 4 | 南京第二鋼鐵廠の鋼塊と鋼片の検査・手入れ | - | VI-195 |
| 5. 5 | 鋼片検査。手入れ | ----- | VI-195 |
| 5. 6 | 大型製品検査・手入れ工程 | ----- | VI-200 |
| 5. 7 | 小型製品検査・手入れ | ----- | VI-207 |

5 検査・手入れ

現在南京第二鋼鐵廠には普通鋼を生産している為、検査・手入れ設備は全くない。特殊鋼に対する需要家からの品質要求は非常にきびしく、特殊鋼生産にあつては多額の検査・手入れ設備への設備投資と人員の投入が必要となる。

南京第二鋼鐵廠の近代的な検査・手入れ設備の導入にあつて、その理解を深めるために最近の日本に於ける検査・手入れの状況を述べる。

5.1 最近の日本に於ける検査・手入れについて

5.1.1 需要家要望の変遷

需要家の歩留まり向上・省工程などの原価低減指向から鋼材への品質要求は急速に厳しくなつてきた。部品製造工程においてはたとへ ppm 単位の不良率でさえ許容しない完全な品質を鋼材製造者に要求する考え方が定着してきている。需要家要望の動向について下図に、またその具体的な品質要求水準の変化を次頁の表-58に示す。

これに応じて鋼材製造者各社で完全品質保証の観点にたつた精整技術の開発が急速になされつつある。

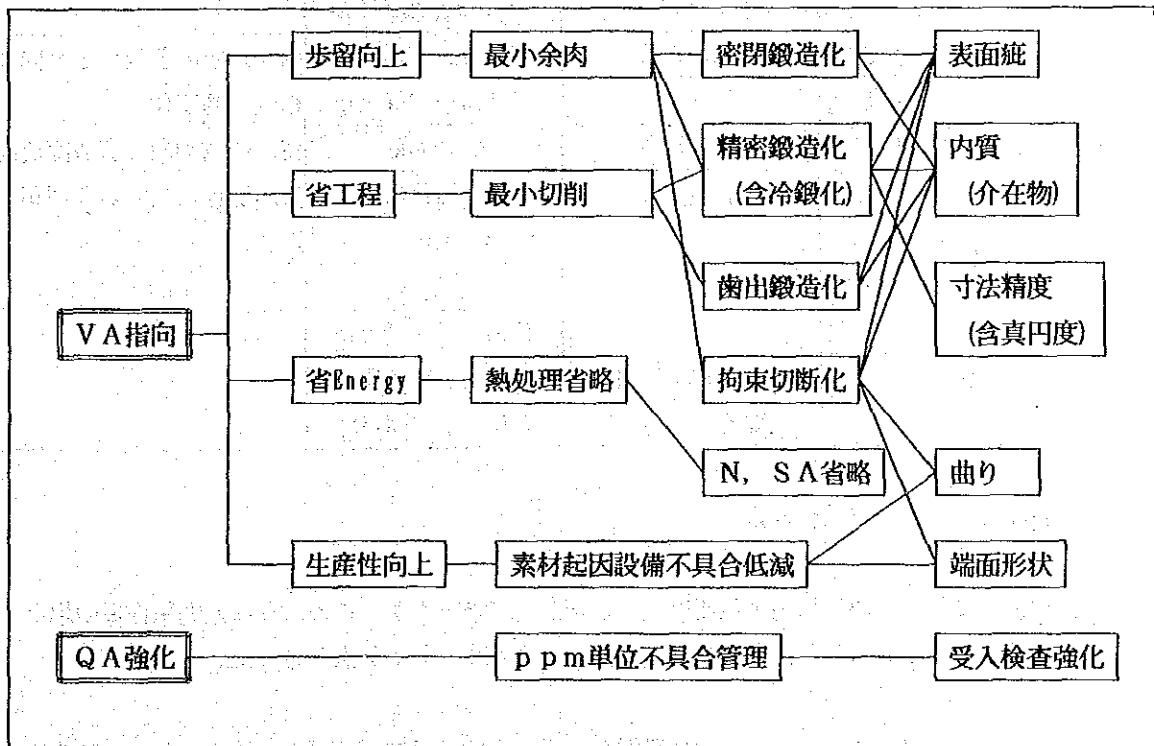


図-107 需要家の要望の動向

表-58 品質要求水準の変化

項 目	要求水準		最近の傾向	
	従 来	現状(最も悪いもの)		
(1) 表面疵	冷温鍛品	0.20mm以下	0.10mm以下 (拘束度の向上)	冷・温鍛などの過酷な鍛造法の普及に伴い、浅い表面疵でさえ許容されなくなっている。
	歯出鍛造品	—	0.10mm以下	
	熱鍛品	0.30mm以下	0.15mm以下 (精密熱鍛化)	
	切削品	寸法公差内	同左	
(2) 内 質 (介在物)	Cover 率	約60% (中心部のみ)	全断面 (表面直下保証)	従来の最終製品寿命重視に加え鍛造法の苛酷化により需要家での加工不具合に対する表面直下保証が付加されつつある。
	欠陥の方向性	1方向または2方向 探傷	回転方式による全方向探傷	
(3) 寸法精度 (含真円度)	冷温鍛品	±0.20mm	±0.10mm (拘束度の向上)	精密鍛造などの歩留向上及び欠陥防止の目的から精圧・超精圧要望が増加
	熱鍛品	±0.30mm (寸法径の±1%)	±0.15mm (精密熱鍛化)	
	切削品	±0.30mm (寸法径の±1%)	±0.30mm (寸法径の±1%)	
(4) 曲り	全長曲り	3mm/m	1mm/m	拘束切断の普及により曲り精度が高度化
	端部曲り	—	0.5mm/300mm	
(5) 端面形状	面取り	Burr除去	完全面取	特に棒鋼端部の真直度及び端面形状に対する要望が顕著
	面取り代	4mm以下	指定取代に対し ±1mm	
	端 面	—	平滑化	
(6) 表面肌	粗 度	—	Rmax ≤ 30μm	—
	肌 状 況	多Roll矯正肌 (螺旋Markあり)	2-Roll矯正肌 (磨き効果あり)	

5.1.2 表面疵探傷機の自動化技術

従来の探傷法は磁気探傷・目視Markingが主流であったが、このような人間系作業の場合、肉体疲労・個人差などにより信頼度にばらつきが生じ易い欠点があった。

これに対し最近では各社共急速に発展してきた自動探傷技術を導入し始めており、このような自動探傷機では欠陥の深さに対応した電氣的または磁氣的信号を直接検知する事で信頼性

の高い情報を得ることが可能となってきた。

(1) 棒鋼用表面探傷機

圧延棒鋼対象では、1970年代後半より渦流探傷法・漏洩磁束探傷法による自動探傷機が順次開発され、品質保証の信頼性・生産性向上に大きく寄与してきた。

しかしこれらの探傷機の傷保証深さは、0.3mm程度であり、0.1~0.2mm保証の必要な重要部品には以前として旧来の磁粉探傷機が適用されてきた。

近年の需要家要望の高度化に伴う高精度な自動探傷機の開発が望まれ、これに対応して従来の漏洩磁束探傷機にHigh power励磁、高感度Probeなどの改良を加え、0.15~0.2mm保証の可能な高精度自動探傷が実現し、各社とも積極的導入を図ってきている。

更に今後の課題は0.1mm水準の微小疵保証可能な自動探傷機の開発である。

棒鋼用表面疵探傷機の代表例を次頁の図-108に示す。

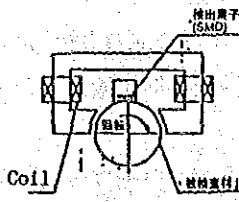
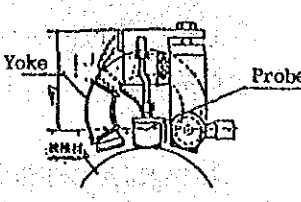
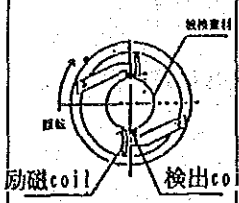
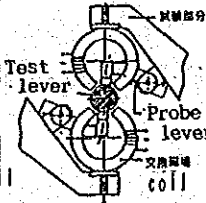
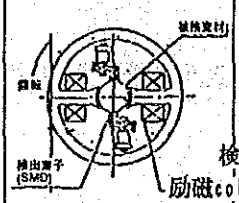
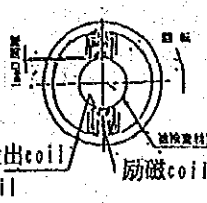
被檢材回轉型		SAM 島津		HAM 原電子	
	檢出部構造				
	檢出原理	交流磁化—漏洩磁束法		交流磁化—漏洩磁束法	
	周波數	2kHz		8kHz	
	勵磁電力	數kW		3kW (200~400Vrms)	
	對象性能	40~100φ 0.3mmd×15mml		20~120φ 0.2mmd×20mml	
探觸子回轉型		ROTOMAT KFJ	Circoflux KFJ	RAM 島津	EDDIO-ROTO 原電子
	檢出部構造				
	檢出原理	交流磁化—漏洩磁束法	交流磁化—漏洩磁束法	直流磁化—漏洩磁束法	渦流探傷法
	周波數	10kHz	3kHz	2kHz	64kHz
	勵磁電力	數W	數kW	數kW	0.5W
	對象性能	15~100φ 0.3mmd×20mml	25~120φ 0.15~0.20mmd 17.5mml	20~40φ 0.3mmd×20mml	25~85φ 0.3mmd×20mml

図-108 表面疵探傷機の代表例

(2) 鋼片用表面疵探傷機

鋼片については比較的自動化が遅れており、国内では磁粉探傷—画像処理方式、超音波法（表面波）の2例が知られている程度である

一方、海外では赤外線探傷法、固着磁粉法があり、これらの導入の動きもみられる。

下図に鋼片用表面疵探傷方式の比較を示す。

	磁粉探傷—ITV法	表面波法	赤外線探傷法	固着磁粉法
検出原理				
対象	118~115 中X 8~12m	125 中X17m	—	—
性能	0.3mmd	0.5mmd	0.3mmd	0.3mmd

図—109 鋼片用表面疵探傷方式

5.1.3 超音波探傷機の自動化技術

(1) 棒鋼用超音波探傷機

小棒については内部全域保証可能な超音波探傷機、すなわち、従来の垂直探傷法に斜角探傷法を組合わせた回転超音波探傷機がここ数年で汎用化してきている。

次頁の図—110に回転超音波探傷原理を示す。

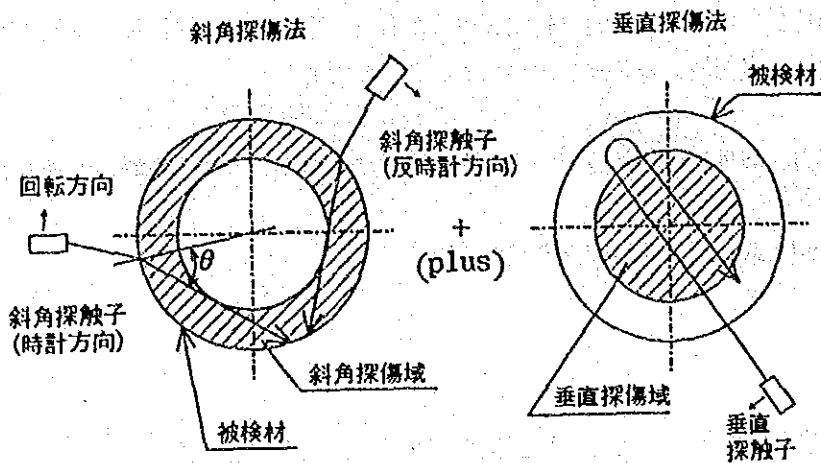


図-110 回転超音波探傷原理

(2) 鋼片用超音波探傷機

鋼片段階での内部全域保証は、小棒向けについても有効であるが、線材向けでは製品での検査保証が困難なためとくに必要とされている。しかしながら、鋼片の場合表面直下の不感帯をCoverすることは原理的には可能であるが、表面直下欠陥と表面傷を自動選別する技術が確立されておらず、この点が今後の課題である。

下図に現在稼働している角鋼片用の超音波探傷機の例を示す

	笠 取 式	垂直 + 斜角式
断面		
Cover 方式		
Cover 率*	85~96%	96~98%

* Cover 率 (%) = (有効探傷面積 / 断面積) × 100

図-111 角鋼片用の超音波探傷方式

5.1.4 矯正機の自動化技術

(1) 矯正機の種類と特徴

現在一般的に使用されている矯正機の種類と特徴と、丸棒鋼用矯正機の比較を下表に示す。

表-59 棒矯正機の種類と特徴

区分	型式	適用材	特徴
Press 矯正	1. 油圧Press 矯正機	丸, 角, 平	<ul style="list-style-type: none"> 大断面 (≥200mm) 及び角はPress 依存が主体 (精度≤2mm/m) 操作員により処理、技能度に依存
	2. Crank Press 矯正機	丸, 角	<ul style="list-style-type: none"> 熱処理まがり材の予備矯正 矯正精度、やや悪い
Roll 矯正	1. 2-Roll 矯正	丸	<ul style="list-style-type: none"> 端部矯正も良好 (≤0.5mm/m) 矯正速度遅い (従来40~60m/min) 偏径差の修正効果あり 脱Scale あり
	2. 多Roll 矯正機	丸	<ul style="list-style-type: none"> 矯正速度高く能率良好 端部矯正精度悪い
	3. 異形矯正機	角, 平, 形鋼	<ul style="list-style-type: none"> 大断面の角矯正は機械規模で非効率的

表-60 2-Roll 矯正機と多Roll 矯正機の比較

項目	2-Roll 矯正機		多Roll 矯正機	
(1) 矯正精度				
・大曲り	やや劣る	△	良好	○
・小曲り	良好	○	やや劣る	△
(2) 端部矯正	良好	○	劣る	×
(3) 矯正速度	(従来) 40 ~ 60mm/min	△	120m/min	○
(4) 脱Scale 効果	良好	○	なし	×
(5) 矯正肌	磨き効果良好	○	なし	×
(6) 偏径差修正	効果あり	○	なし	×
(7) 矯正硬化	多少あり	△	なし	×
(8) 矯正Mark	なし	○	あり	×
(9) 端部細り	ほとんどなし	○	多少あり	△

* 2-RollはLine contact roll の場合

(2) 2-Roll矯正機の高速度化

需要家の製造工程の変革によって、小棒を中心に鋼材の真直度向上要望が高まり、端部を含めた矯正精度の確保が必要になってきた。

従来、能率（矯正速度）重視の多Roll矯正機は前頁の表-60に示すごとく端部小曲りなどの矯正制度の点で不十分さがあるため、精度の高い2-Roll矯正機への移行が進んできた。2-Roll矯正技術の進歩は著しいものがあるが日本でも1982年2-Roll矯正機の高速度化技術の開発に取組み1985年1号機実用化しさらに増設を図ってきている。

主な改善は次の通りである。

- (1) 矯正Roll交差角の拡大（従来 Max. $20^{\circ} \rightarrow 35^{\circ}$ ）。
- (2) Rollの形状を上下とも凹形化し、Line contact curveを採用。
- (3) Frame構造ではTie rod pre-load方式を採用し、耐震・高剛性化。
- (4) Roll間隔、角度設定のAPC化（Automatic Position Control=自動設定）。
- (5) 給材Trough（樋）の高速度化による、鋼材の拘束回転時の衝撃抑制。

上記の各種改善によって、2-Roll矯正機の優れた品質を生かし、120m/分という従来常識の2～3倍の拘束矯正技術を確立した。

矯正性能

- (1) 矯正速度 120m/min（ $\phi 20 \sim 60$ mmにおいて）
- (2) 矯正品質 精度：中央部 0.5mm/m
：端部 0.5mm/300mm
- (3) 矯正肌 均一脱Scale R Max. $\leq 30 \mu\text{m}$

また、矯正作業においては被矯正材の鋼種（抗張力）、Sizeの変化に応じて、Roll間隔・Roll角度・Facing center・Roll回転数を設定し、基準の矯正精度を確保する必要がある。

最近では矯正機本体に矯正条件を自動設定（APC化）する機能を持たせ、Line投入材の諸元をComputerから直接指令するSystemを開発実用化し、設定時間の短縮・矯正精度の確保も計られている。

5.1.5 疵取機の自動化技術

鋼材の自動疵取技術は各社が開発課題として注目するところであるが、疵取深さの制御・疵取位置精度・疵取跡の表面形状などの品質確保が重要であり開発の要点となる。現在までに疵取の自動化Systemとして、2～3の実用化例が報告されているが、精整工程の自動化の中では遅れている分野である。

一例として日本において開発実用化した丸棒鋼用自動疵取Systemの概要を以下に述べる。

(1) 疵Mark読取り方式

自動疵取Systemでは表面疵探傷機の疵検出性能の良否が、品質保証度に大きく影響をおよぼす。日本の一号機は、この点を重視して1976年実用化したもので、疵見工程では検査工によって有害度の判別を行い、疵位置に正確にChalk-markを記入することを前提とし、その鋼材を疵と装置でMark読込み・疵取順序決定・疵取などを自動で行い、無人運転を可能にしたSystemである。

(2) 探傷機直結方式

前項のMark読取り方式を基本とし、さらに改良を加え自動探傷機により、疵信号を直接電気信号に変換し有害疵を判別する技術と、Computerによる疵情報の高速処理技術を組合わせて、検査から疵Map作成・疵と順序・疵取深さ決定・疵取などの作業を自動化した無人Systemを1985年実用化した。

自動疵取System概念図を次頁の図-112に示す。

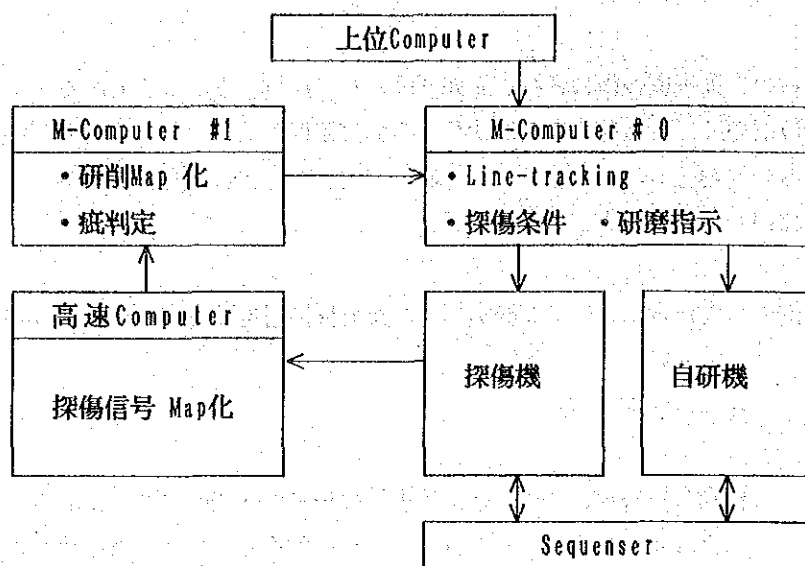


図-1-1-2 自動疵取Systemの概念

5.1.6 仕上工程の自動化技術

精製の全自動化に際して、寸法測定・表示結束など、工程の自動化は不可欠である。この分野の開発は各社それぞれのLineにあった特色を活かして進められているが一般的に実施されている自動化例を次頁の図-1-1-3に示す。

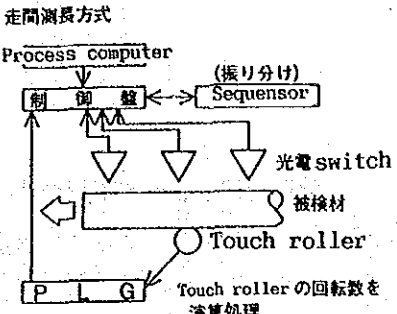
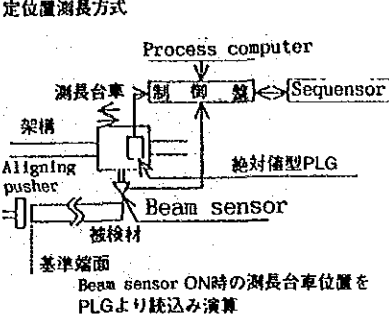
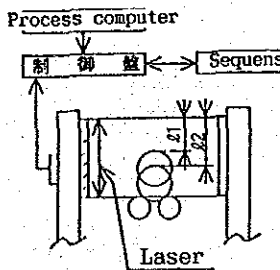
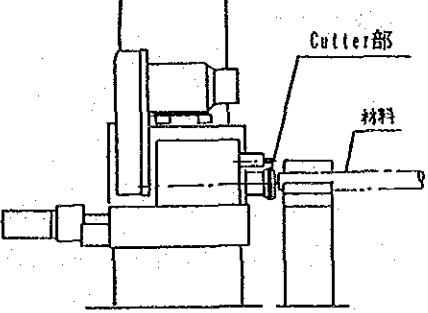
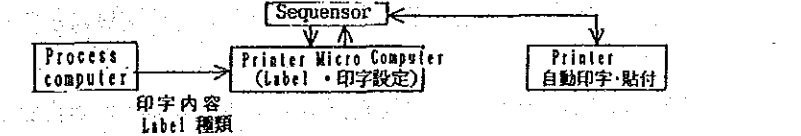
項目	内容	
測長	<p>走間測長方式</p>  <p>Process computer 制御盤 (振り分け) Sequensor 光電switch 被検材 Touch roller PLG Touch rollerの回転数を演算処理</p>	<p>定位置測長方式</p>  <p>Process computer 測長台車 制御盤 Sequensor 架構 Aligning pusher 絶対値型PLG Beam sensor 被検材 基準端面 Beam sensor ON時の測長台車位置をPLGより読み込み演算</p>
寸法 曲り 測定	<p>Process computer 制御盤 Sequensor</p>  <p>Laser</p> <p>Laser 光線による光学式自動測定</p> <ul style="list-style-type: none"> 寸法 円周を8分割測定 曲り 1回転中のposition変位量を測定 <p>曲り = $1/2 (L2 - L1)$</p>	
面取り ・端面 加工	 <p>Cutter部 材料</p>	<p>(面取り)</p> <ul style="list-style-type: none"> Cutter切削式 面取り量 0.5~4C (Process computer 設定) 面粗度 $\leq 50\mu$ <p>(端面加工)</p> <ul style="list-style-type: none"> Milling cutter切削式 加工量 3~5mm (Process computer 設定) 面粗度 $\leq 50\mu$
ラベル 貼付	 <p>Process computer 印字内容 Label 種類</p> <p>Sequensor</p> <p>Printer Micro Computer (Label・印字設定)</p> <p>Printer 自動印字・貼付</p>	

図-113 仕上工程の自動化技術

5.1.7 精整Process のLine化

以上に述べてきた精整機器の自動化は次の2つの目的を狙いとして開発が進められてきたといえる。

- (1) 品質保証の信頼度向上
- (2) Process 生産性の向上

(2) 項の場合、個々に開発された精整設備を並べて工程全体を直結する事により工程間の無駄作業（仮置、起重機搬送など）を排除するline化技術も精整可技術も精整Process の生産性を飛躍的に向上させる上で極めて重要となる。

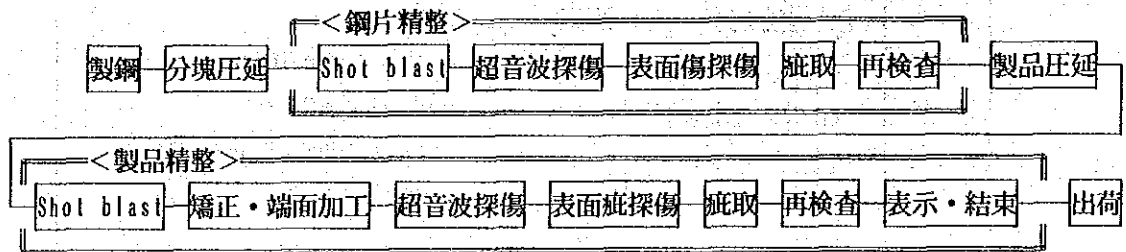


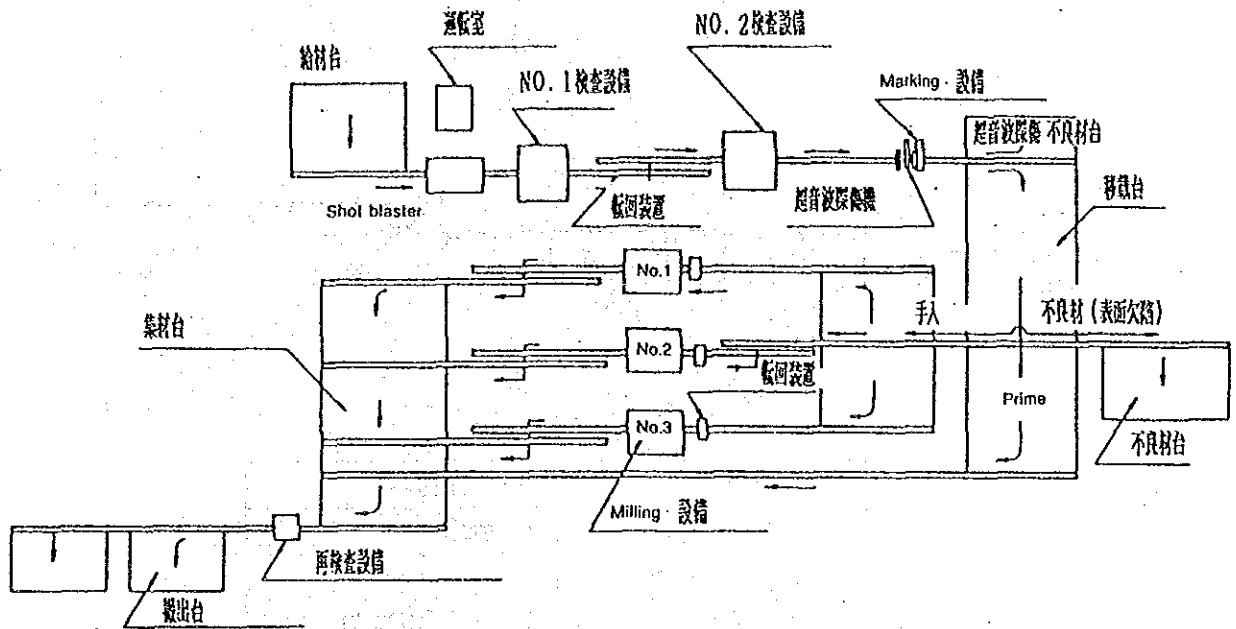
図-114 整検工程例

(1) 鋼片精整line

鋼片段階で完全に欠陥を除去することは、2Heat 製品の生産性及び品質保証度を上げるのに重要である。特に線材向けでは製品に対する有効な保証方法として必須である。

角鋼片の精整Process における個々の自動化については、過去にいくつかの報告があるが、その中で自動化・全自動化を行った事例を次頁に示す。

今後は赤外線探傷法などの自動機器を駆使した種々の組合わせによるこの分野のLine化が図られ、飛躍的な生産性向上を図る事例が増加してくるものと考えられる。



< Lineの特徴 >

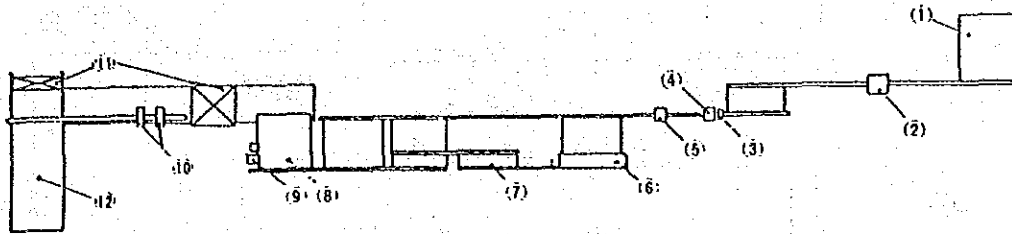
- (1) ITV- 画像処理方式による自動疵見
- (2) Milling machine式自動疵取
- (3) 自動疵見、自動疵取のon-line 結合
- (4) Process Computer によるline制御

図-115 角鋼片自動精整line

(2) 小棒精整line

小棒の分野においては、近年急速に進歩した探傷・矯正・その他の技術を駆使した精整Processの自動化・line化例が多数見られるようになってきた。

その一例として、日本の工場の実施例を次頁に示す。line化を進めることにより単体設備を並べた従来の精整作業に比べて2~3倍もの生産性向上が図られた事例である。



NO.	設備名	NO.	設備名
1	給材Conveyer	7	疵取装置
2	2-Roll矯正機	8	表示Line
3	測長装置	9	寸法測定装置
4	漏洩磁束探傷装置	10	結束装置
5	超音波探傷装置	11	移載装置
6	磁粉探傷装置	12	Conveyer

< Lineの特徴 >

- (1) 自動化・全自動化
- (2) 高速化 (Line速度 120m/min)
- (3) Line tracking system (異材管理強化)
- (4) 作業指示・実績収集のon-line System (Paperless化)

図-116 日本の小棒精整Line

5.1.8 今後の展望

特殊鋼の需要量は自動車関連、産業機械、建設などの分野が大口Lotの大半を占める。

需要家の高性能な製品開発と部品製造Processの改革が進む中で、その対応として鋼材製造者における製造並びに精整設備の品質改善投資が積極的に行われてきた。

日本においては厳しさが増す一方の需要家Needに対しMarket-inの視点に立ってELVAC(複合精錬Process:BF・LF・RH-VAcuum Degassing・CC)、てきすん、鋼片完全保証Line、棒鋼精整の全自動などのQCD(品質、COST、納期)の改善投資を積極的に行ってきており、精整Processにおいても機器化・自動化と同時に全自動化を図ってきた。

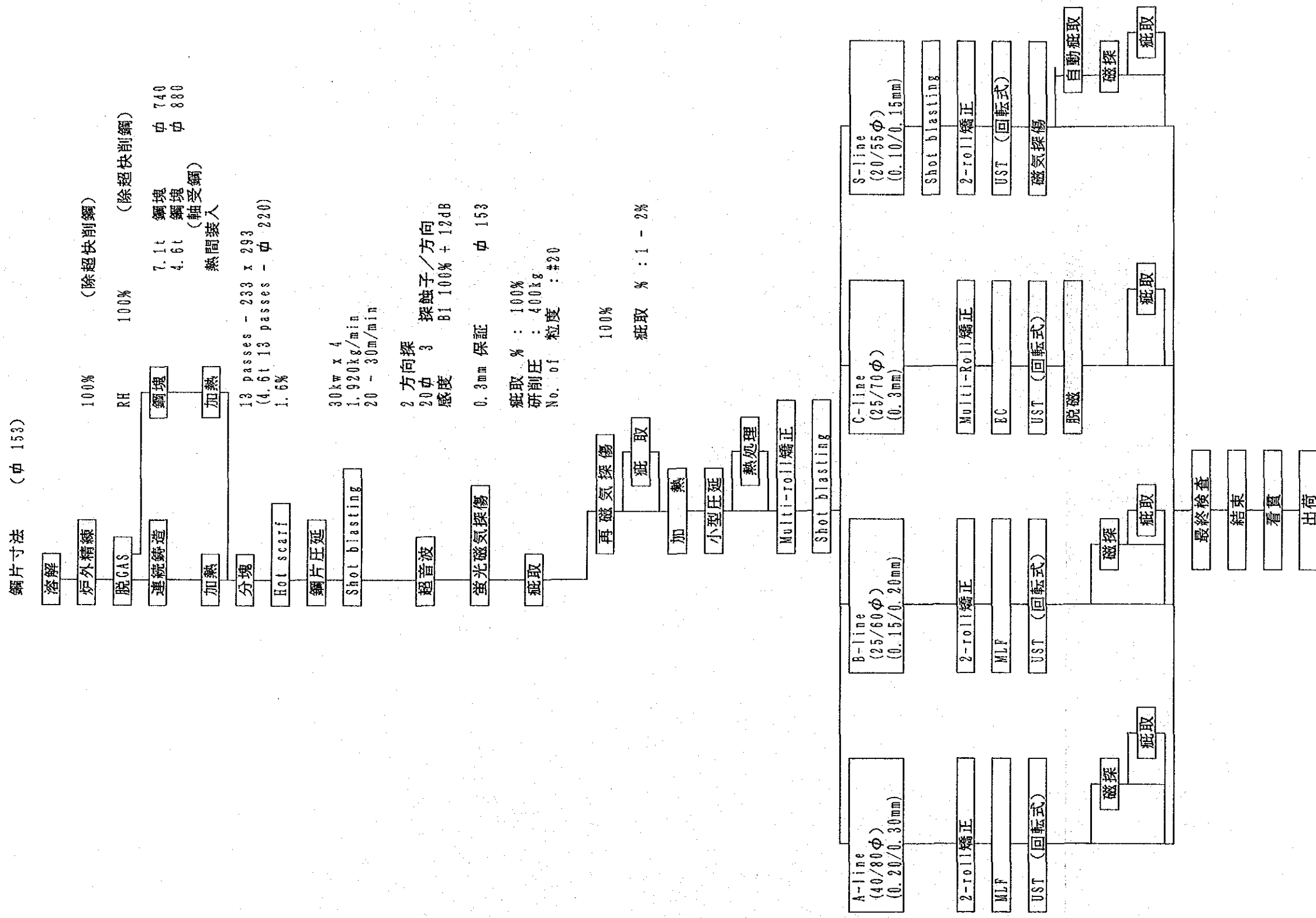
将来を展望すると、品質保証の精度及び信頼度の高度化Needsはますます高まるものと推測される。

そのためには高精度保証器機の自動化開発は不可欠であるが、一方鋼材の製造Processにおける造り込み技術の向上も必須と考えられる。

検査技術に頼ることなく製造lineにて品質を造り込み無欠陥製品を作ることこそ大切であると痛感させられる昨今であり、今後各社共この分野への努力が傾注されていくものと思われる。

5.2 日本での工場整備工程及び設備の紹介 (一例)

5.2.1 製造工程

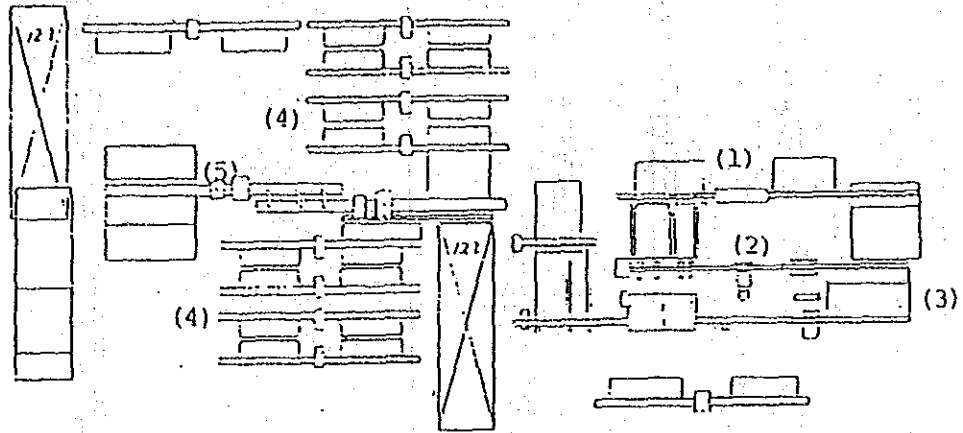


日本のD社C工場に於ては、溶解に於ては炉外精練及び脱ガスを行い製鋼での品質改善に努め、分塊圧延に於てはHot scarfingを行い鋼塊の表面欠陥を除去する。圧延されたBilletについては全数Shot blast-超音波-蛍光磁気探傷-疵取-再建を行い欠陥部を完全に除去して小型圧延に送られる。

大型製品、小型製品とも全数表面品質、内部品質が検査されて欠陥部が除去され、完全な製品が出荷される。

図-1117 製造工程例

5.2.2 検査・手入れ設備

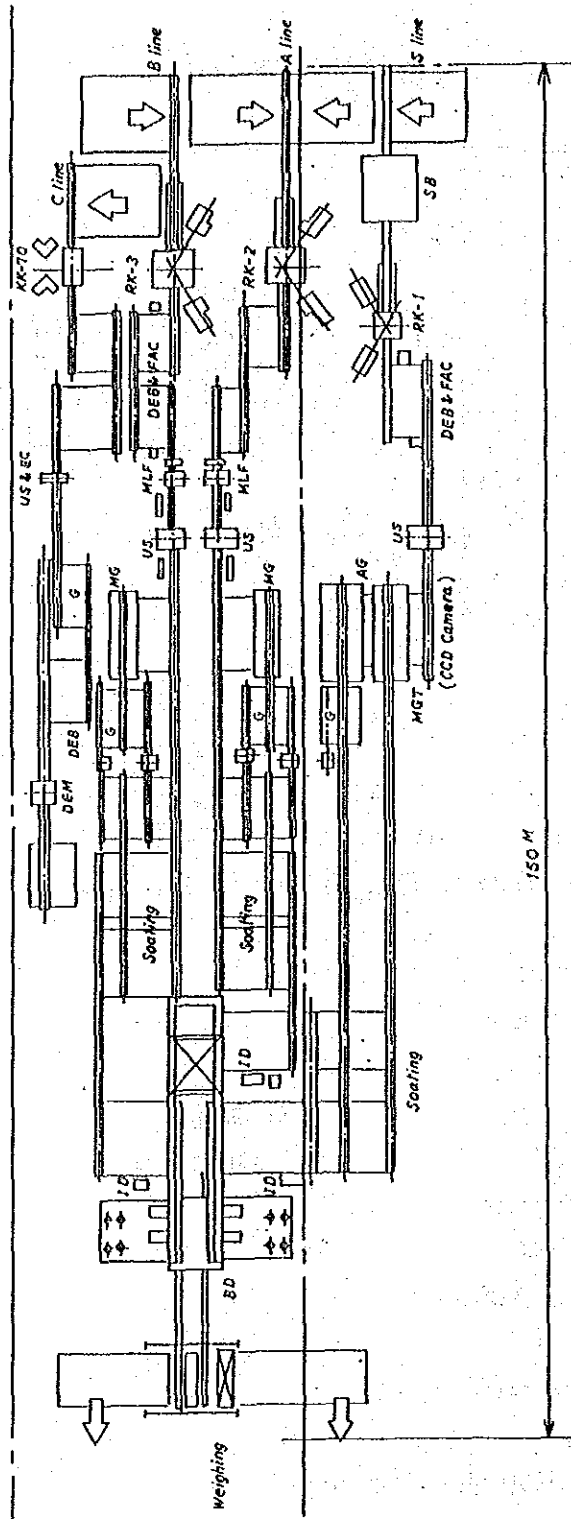


仕様

鋼片寸法 : 中 153 mm × 12mL, 2,100kg
 能力 : 50,000 t/month
 鋼種 : 炭素、低合金、発条、軸受、快削、Stainless

- (1) Shot blaster : 一本通し
 材料速度 : 10 --- 40 m/min.
- (2) 超音波 : 6 Probes
 Coverage : 60 % 断面
 不感帯 : Max. 150 mm (両端)
 自動Marking
 材料速度 : 30m/min
- (3) 磁探 : 蛍光磁気探傷
- (4) 鋼片研削機 : 10 sets
 Pinch roller type
 Main motor : 37 kw
- (5) 再検査 : 蛍光磁気探傷 (Yoke type)

図-118 鋼片検査・手入れ設備配置 (日本の工場)



Guaranteee

Line A	0.20mm depth
B	0.15
C	0.30
S	0.10

Remark

RK: 2 roll straightener, SB: Shot blaster, FAC: Facing machine, US: Ultra sonic
 MGT: Magnetic particle tester, AG: Auto-grinder, G: Hand grinder, ID: Identification,
 BD: Binding machine, DEM: Demagnetizer

图-119 小型棒鋼整檢設備配置例

5.3 南京第二鋼鐵廠の検査・手入れ工程

南京第二鋼鐵廠の検査・手入れ工程は下記の通りである。

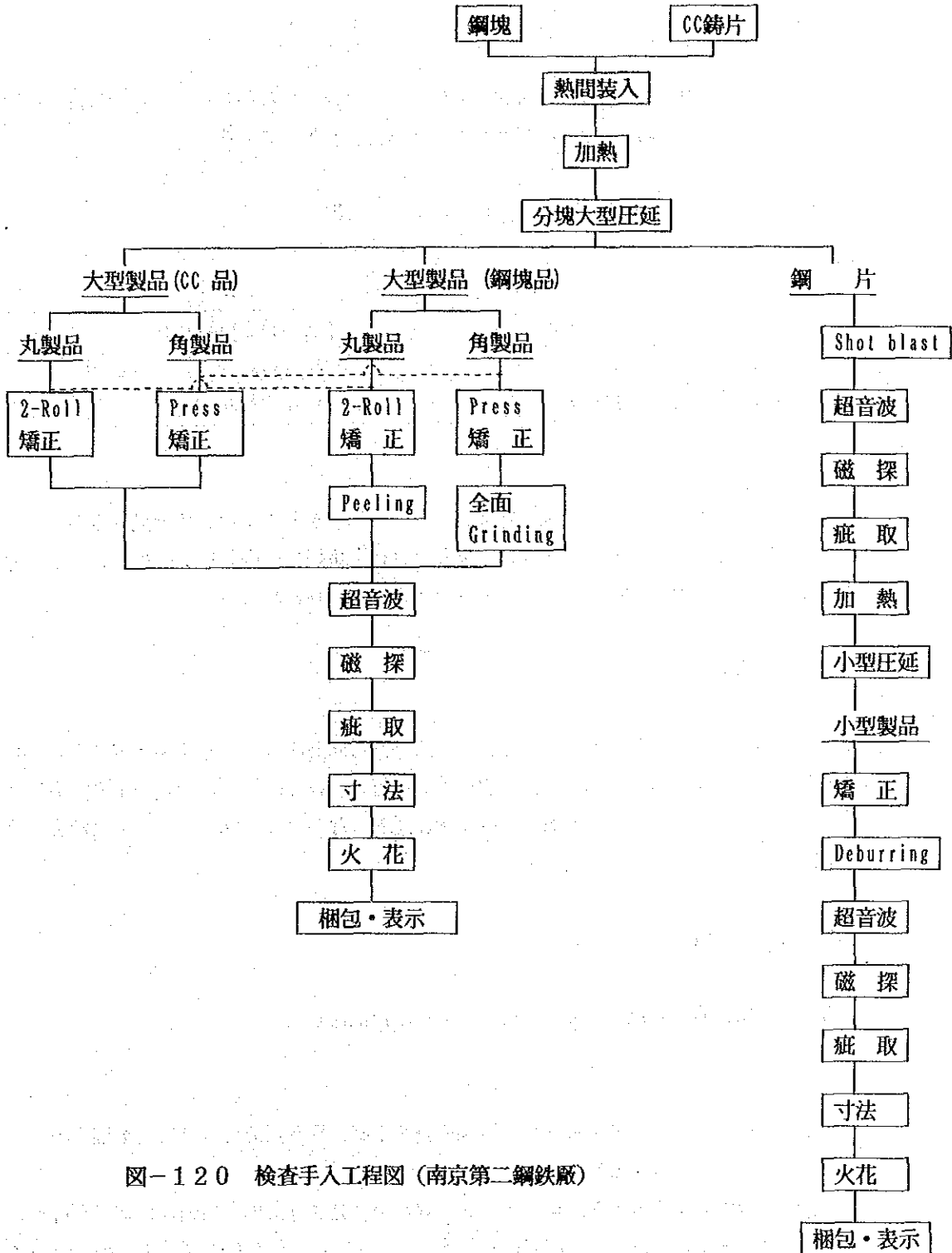


図-120 検査手入工程図 (南京第二鋼鐵廠)

5.4 南京第二鋼鐵廠の鋼塊と鑄片の検査・手入れ

日本に於ては、鋼塊及び鑄片ともに熱間装入し、圧延中にHot scarfingをおこない表面疵を除去する。

南京第二鋼鐵廠においても鋼塊及び鑄片ともにHot-chargeとするがHot-scarfingは行わない。なぜならば小鋼片、小鑄片のため歩留りが大巾に悪化するからである。

表-61 Hot scarfingによる歩留損

	鋼塊		CC鑄片	
	重量	Hot scarf loss	寸法	Hot scarf loss
日本の例	4.6t	1.0 ~ 2.7%	370 X 480	1.5 ~ 2.4%
南京第二鋼鐵廠	530kg	約 7~10%	(180X220) X 3.3m	約 7~10%

その代り、大型製品については鋼塊出発品は全量Peelingをおこない、角製品は全面Grindingを行うこととする。鑄片出発の大型製品は1部疵規格の厳しいものについては(約20%)鋼塊出発品と同じ工程をとるが、その他は磁探-Grindingを行う。

5.5 鋼片検査・手入れ

鋼塊及びCC bloomより圧延された、小型棒鋼および線材向鋼片は、蛍光探傷装置で表面欠陥の検査を行う。又超音波探傷機で内部品質の検査を行う。鋼片Grinderで表面疵の除去及び不良箇所を切断し、完全な鋼片を第二圧延工場に送る。なお普通鋼鋼片については検査・手入れは行わない。

鋼片の検査・手入れ工程は以下のようなになる。

Shot blast- 超音波- 磁探- 疵取- 目視再検査- 不良部切断

Shot blast: 後工程の超音波及び磁探検査を正確に行うためShot blastで鋼片のscaleを除去する。

超音波探傷: 鋼片の内部品質を検査し、異常が発見された場合自動Markingを行う。

蛍光磁気探傷: 蛍光磁気探傷機で表面欠陥の検査を行い、許容疵を超えるものについては目視検査で判定を行い手でMarkingする。

超音波欠陥の判定：蛍光磁気探傷室内に設置されたPortable式の超音波を用いて、超音波異常品について最終判定を行う。

疵取：鋼片疵取機にてMarkingされた部分の疵取を行う。

再検査：疵取後集材台の上で残存疵の目視検査を行い、残存疵があれば、Hand grinder で除去する。又許容以上に疵があれば切断Markを書く。

切断：不良部をEmery saw で切断する。

5.5.1 対象量及び必要設備台数

表-62 疵取量及び必要設備台数

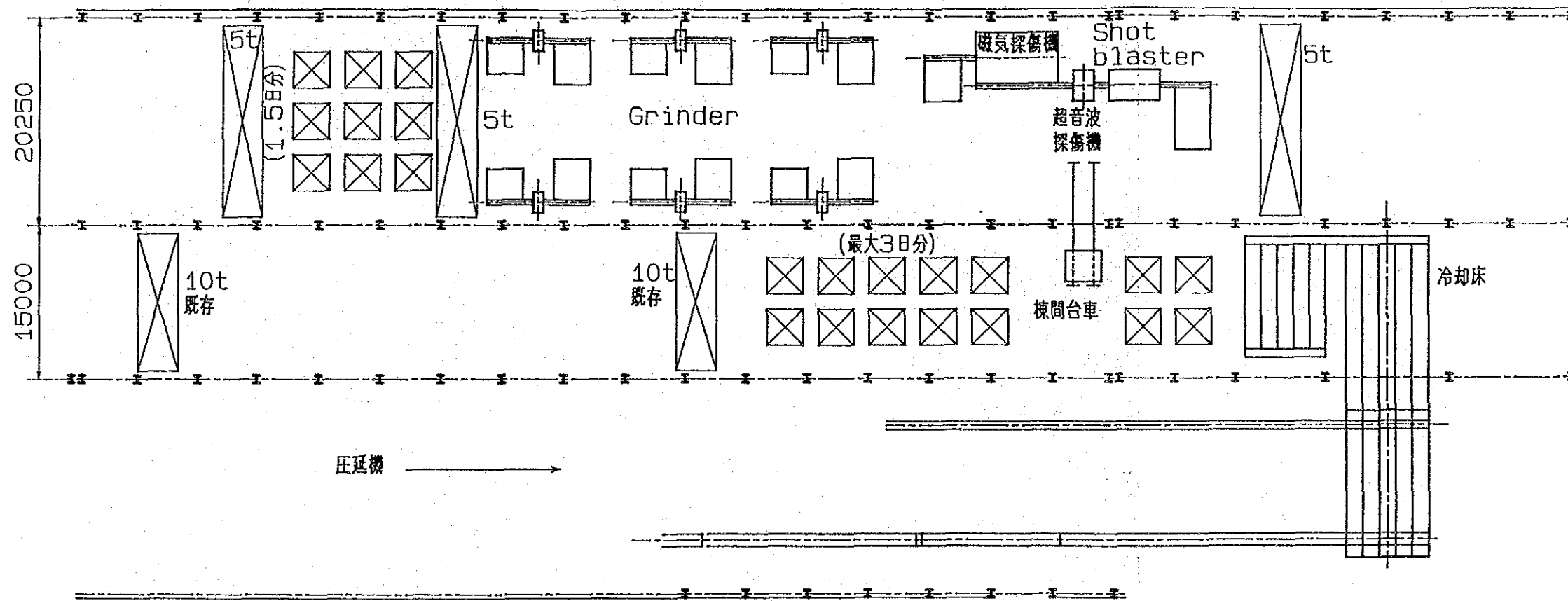
	疵取量 ton/年	稼働能率 ton/時	稼働時間 時/年	疵取機 台	能力 ton/年	過不足 ton/年
疵取機	88,943	2.5	6,930	6	103,950	+ 15,008

表-63 磁探機及び必要設備台数

	検査量 ton/年	稼働能率 ton/時	稼働時間 時/年	磁探機 台	能力 ton/年	過不足 ton/年
磁探機	88,943	13	6,930	1 (2set)	90,090	+1,147

5.5.2 設備配置図

“鋼片検査手入れ工場”設備配置図を次頁の図-121に示す。



図一 1 2 1 鋼片検査・手入れ工場 (1/500)

5.5.3 主要設備仕様

対象材 : 60φ x 2.5m
 75φ x 2.5m
 90φ x 2.5m

表-64 主要設備仕様

項目	仕様
Shot blast	一本通し 材料送り速度 : 10m ~40m/min 研掃材 : Cut wire
同上用集塵機	Bag filter type 風量 : 150m ³ /min
超音波探傷機	水膜法、Cover ratio : 60% 送り速度 : 10m ~40m/min 探触子 : 6 探触子自動倣い式 自動Marker付
磁探機	軸通式、2本並列式、湿式法 磁粉 : 蛍光磁粉、Spray 式 検査室 : 紫外線Lamp付 Portable UST付 (判定用)
給材Conveyer 磁探Conveyer 集材Conveyer	
疵取機 (6台)	: 台車走行方式 電動機 : DC75kW : 砥石寸法 610φ x 65t x 203.2φ : 砥石圧力 100 ~400kg、集塵機付 : 台車走行速度 45m/max

5.5.4 設備予算

表-65 設備予算

項目	予算 (百万日本円)
検査Line一式	
Shot	139
UST	118
磁探	136
小計	393
Grinder 6式	1,330
棟間台車1式	13
Crane (5t) 2式	70
計	1,806

5.5.5 人員計画

表-66 人員計画

項目	人/直×直	人員
磁探	4×3	12
Shot	1×3	3
UST	1×3	3
Grinder	6×3	18
起重機	5×3	15
起重機玉掛	5×3	15
再検・切断	3×3	9
火花	2×3	6
材料手配	3×3	9
組長	1×3	3
工長	1×1	1
欠補要員	3×3	9
計		103

5.5.6 比例費

表-67 比例費

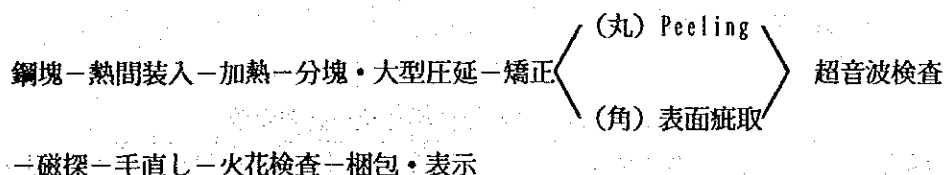
項 目	日本円 /ton
Shot blast cut wire	12
疵取機砥石	276
磁粉	20
消耗部品	74
他	35

5.6 大型製品検査・手入れ

5.6.1 検査・手入れ工程

(1) 鋼塊出発品

鋼塊から圧延された大型製品のうち丸製品はPeeling を行いまた角製品については全表面を疵取機にて疵取する。なぜならばHot scarfingが小鋼塊のため設置されないで、鋼塊の表面肌が圧延製品に残り、これを除去する必要があるからである。製造工程を以下に示す。火花検査は異材防止のため行う。



なお、普通炭素鋼については上記検査・手入れを行わない。

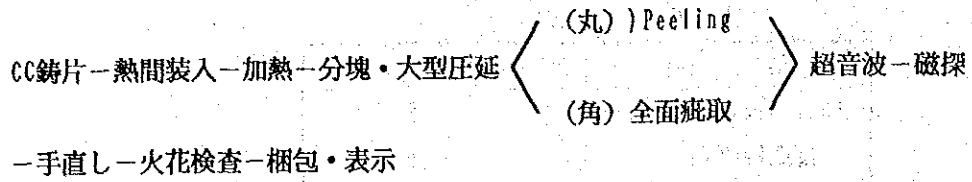
(2) CC bloom出発品

CC鑄片から圧延された大型製品についてはcc鑄片の表面肌がIngot と比較して良好なため、検査—疵取を行う。ただし表面疵の厳しいものについては鋼塊出発製品と同様に丸製品についてはPeeling をまた角製品については全面疵取を行う。

通常の製品：

CC鑄片—熱間装入—加熱—分塊・大型圧延—矯正—超音波—磁探—疵取—火花検査—梱包・表示

規格の厳しい製品 (約20% と想定) :



5.6.2 対象量及び必要設備台数

(1) 矯正機

表-68 矯正機作業量及び必要台数

	対象量		矯正機	必要 (台数)	能率 (本/時)	稼動時間 (時/年)	能力 (本/年)	過不足 (本/年)
	t/年	本/年						
丸製品	34,522	161,560	2-Roll 矯正機	1	100	6,930	693,000	+531,932
角製品	11,828	46,290	Press 矯正機	1	21	6,930	145,530	+99,240

(2) Peeling 機 (丸製品)

表-69 Peeling 機作業量及び必要台数

対象量 (t/年)	必要台数	能率 (t/時)	稼動時間 (時/年)	能力 (t/年)
15,282	1	2.5	6,930	17,325

[内訳]

鋼塊出発 10,472

鋳片出発 4,810

(3) 疵取機 (角、丸製品)

表-70 疵取機作業量及び必要台数

対象量 (t/年)	必要台数	能率 (t/時)	稼動時間 (時/年)	能力 (t/年)
31,068	1	5	6,930	34,650

[内訳]

角製品 11,828

丸製品 19,240

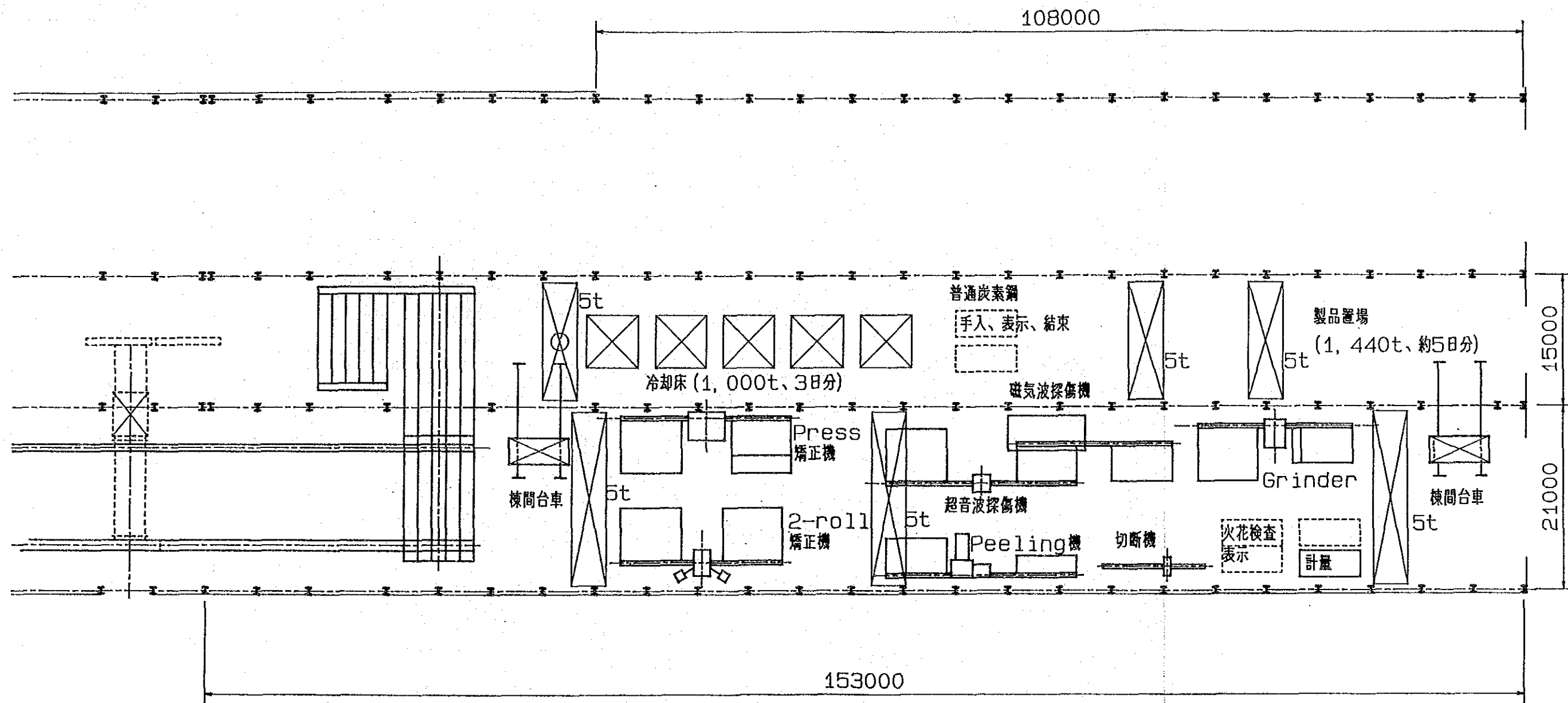
(4) 磁気探傷機 (角、丸製品)

表-71 磁気探傷機作業量及び必要台数

対象量 (本/年)	必要台数	能率 (本/時)	稼動時間 (時/年)	能力 (本/年)	過不足 (本/年)
207,850	1	50	6,930	346,500	+139,142

5.6.2 設備配置図

“大型検査整備工場”を次頁の図-122に示す。



図一 1 2 2 大型検査・整備工場 (1/500)

5.6.3 主要設備仕様

対象寸法：51 ~ 100φ、51 ~ 100φ、長さ：6m max.

表-72 主要設備仕様

項目	主要仕様
2-Roll矯正機	型式 2-Roll Type 速度 20~40m/min Deburring 機 (2Set) : 砥石研削式 : 集塵装置 Bag Filter式
Peeling machine	大型製品用 材料速度: 0.5 ~ 30m/min
Press 矯正機	加圧能力 10t, stroke: 300mm 油圧圧力: 200kg/cm ²
疵 取 機	砥石寸法 510φ X 65t X 203.2φ 研削圧力 20 ~ 150kg 砥石駆動電動機 AC15kw X 4P 走行台車 走行速度 60mm/min max.
検 査 L i n e 超音波 磁気探傷	型式 : 丸角兼用 水膜式 探触子 : 丸: 5channel 角: 6channel Cover ratio : 60% 型式: 軸通電法、湿式法 検査室: 紫外線lamp付き Portable UST付き (判定用) 探傷方法: 蛍光磁粉探傷法
切断機	Emery saw
計重機	Load cell 4 点方式
結束機	Hoop type

5.6.4 主要設備予算 (大型製品整検)

表-73 主要設備予算

項 目	予算 (×百万 日本円)
2-Roll矯正機 (1式)	250
Peeling 機械 (1式)	220
Press 矯正機 (1式)	100
Grinder (1式)	160
検査Line (1式)	
超音波	103
磁 探	179
切断機	32
計重機	17
結束機	149
そ の 他	12
起重機 Claw×1	86
Over Head ×5	200
計	1508

5.6.5 人員計画

表-74 人員計画

項目	名/直×直	計
2-Roll矯正機 (1式)	2名×1直	2
Peeling 機械 (1式)	1 × 3	3
Press 矯正機 (1式)	1 × 1	1
Grinder (1式)	1 × 3	3
検査 Line (1式)		
超音波	1 × 2	2
磁 探	4 × 2	8
切断機	1 × 2	2
計重機	1 × 2	2
結束機	1 × 2	2
再検・手直し	2 × 2	4
火 花	2 × 2	4
起重機運転	6 × 2	12
" 玉掛	6 × 2	12
材 料 手 配	3 × 2	6
欠 補 要 員	4 × 2	8
組 長	2 × 2	4
工 長	1 × 1	1
計		76

5.6.6 比例費

表-75 比例費

項目	日本円/ton
2-Roll矯正機	74
Peeling	34
疵取機砥石	110
磁 粉	20
Label	54
消耗部品	27
結 束 線	72
Peeling 刃、他	2,021

5.7 小型製品検査・手入れ

小型製品については先ず矯正を行い、次に12φ～21φについては、原則的に、目視外観検査を行い、重要部品あるいは厳しい規格の製品について磁探及び超音波検査設備を通す。21～30φについては原則的に全て超音波及び磁探機にて検査を行う。なお、普通炭素鋼については検査・手入れ行わない。また、異材防止のため火花検査を行う。

12～20φ：矯正－目視検査－火花検査－梱包・表示

21～30φ：矯正－Deburring－超音波－磁探－疵取－火花検査－梱包・表示

5.7.1 対象量及び必要設備台数

(1) 矯正

表－76 矯正作業量及び必要台数

寸法	対象量	矯正機	能率	稼働時間	能力	過不足
	(t/年)	(台)	(t/時)	(時/年)	(t/年)	
12～20φ	25,200	1.6	2.4	6,930	26,611	+1,411
21～30φ	15,800	0.4	12	6,930	33,264	+17,464
		(計2台)				

(2) 磁気探傷機

表－77 磁気探傷機作業量及び必要台数

寸法	対象量		台数	能率	稼働時間	能力	過不足
	(t/年)	(本/年)					
21～30φ	15,800	631,495	1	150	6,930	1,039,500	+408,005

5.7.2 設備配置図

設備配置図を次頁の図－123「小型検査・手入れ工場」に示す。

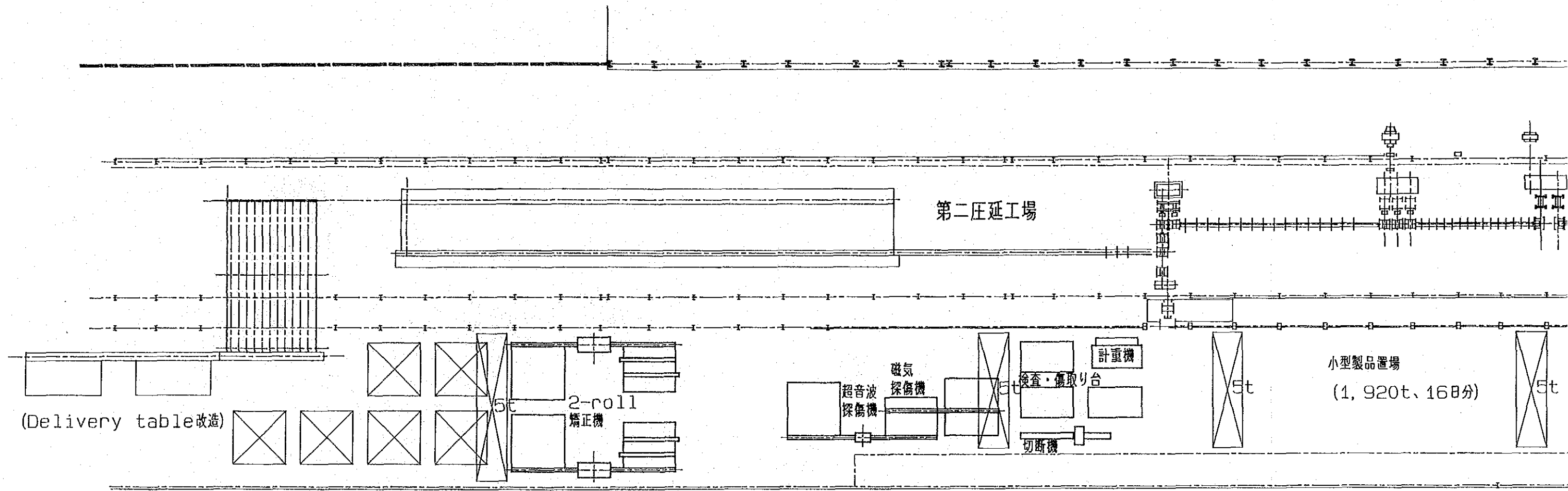


図-123 小型検査・手入れ工場 (1/500)

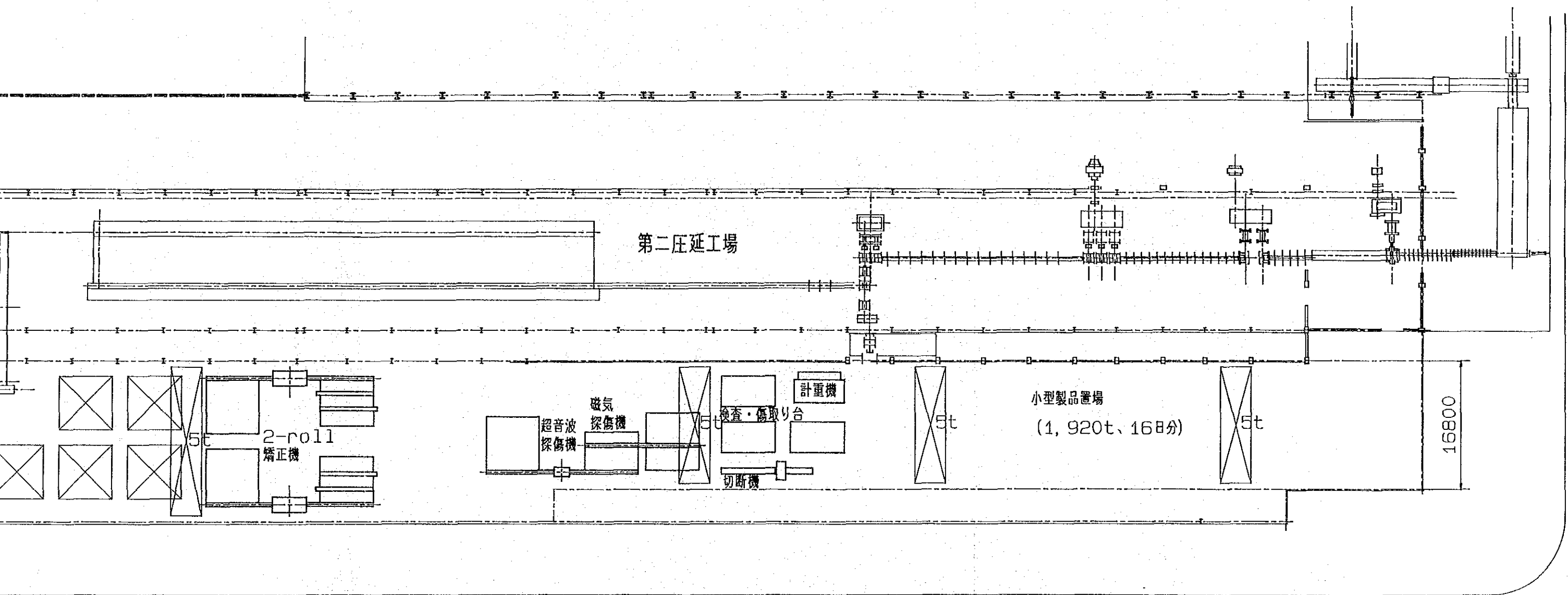


図-123 小型検査・手入れ工場 (1/500)

5.7.3 主要設備仕様

対象寸法：12~30φ

表-78 主要設備仕様

項目	仕様
2-Roll Straightener (2Set)	材料速度：40~140m/min Deburing machine：砥石型 (2Set)
検査Line 超音波 磁探	探触子回転方式、水浸法 Cover ratio：100% 材料速度 Max 144m/min 蛍光磁粉型、湿式法、軸通式
切断機	Emery saw
計重機	4点load cell方式、Max 5t

5.7.4 主要設備予算 (小型製品)

表-79 主要設備予算

項目	予算 (×百万 日本円)
2-Roll矯正機 (2Set)	346
検査Line	
超音波	195
磁探機	65
その他	53
切断機	10
計重機	17
起重機×3	105
計	791

5.7.5. 人員 (小型製品)

表-80 人員計画

項目	人 × 値	計
2-Roll矯正機 (1式)	2 × 3	6
検査 Line (1式)		
超音波	1 × 2	2
磁探	4 × 2	8
目視検査・疵取	4 × 2	8
火花	2 × 2	4
Crane 運転	1 × 3	3
	2 × 2	4
Crane 玉掛	1 × 3	3
	2 × 2	4
材料手配	3 × 2	6
欠補要員	4 × 2	8
組長	1 × 2	2
工長	1 × 1	1
計		59

5.7.6 比例費

表-81 比例費

項目	日本円/ton
1. 手入れ	
消耗部品	112
結束線	74
矯正機Roll	47
" Facing	35
Label	28
他	122
計	418
2. 検査	254

VI 章 工場近代化計画

6 圧延製品二次加工工場

- 6. 1 二次加工技術に関する実例の紹介 ----- VI-211
- 6. 2 南京第二鋼鐵廠の棒鋼二次加工 (Bar to Bar) - VI-218
- 6. 3 線材二次加工 ----- VI-224

6 圧延製品二次加工工場

6.1 二次加工技術に関する事例の紹介

特殊鋼の二次加工技術は客先要求の多様化をうけて固有技術の研究、CPU や新素材などの周辺技術の応用、そして素材を作る圧延技術の進歩などにより大きく変化しつつある。

ここでは日本における熱間圧延された線材の熱処理、表面処理（脱Scale，被膜処理），伸線，線材皮剥機，抽伸（Coil to bar）加工及び棒鋼のPeeling 加工についての加工技術の現状を紹介する。

6.1.1 線材の熱処理

(1) 直接熱処理の進展

圧延された線材は二次加工工程において鋼種や用途に応じ各種熱処理が施されるが、圧延時の直接熱処理技術の急速な発展により、

- ① 焼鈍，Patenting，溶体化処理の省略
- ② 球状化処理時間の短縮

などが全面的ではないが一部可能となり、前工程で品質を造り込む工程改善が進展している。

(2) 高効率焼鈍炉の導入

直接熱処理による工程の省略あるいは簡略化は一部あるものの、全面的に採用するのは技術的に不可能であり、需要の拡大により構造用鋼，軸受鋼を主体とした量産材に対しては大型Roller hearth 式連続炉の設置、さらにU-turn熱回収形Roller hearth 式連続炉の開発と導入が行われている。これら新鋭炉には工程改善の観点からさまざまな工夫がされている。

一方、小Lot 用の熱処理炉として、従来のBell 式Batch 炉の代りに給集材や操炉を完全に自動化した小型Roller hearth 式Batch 炉（STC 炉）が開発され、多品質少量生産における効率化に大きく寄与している。

(3) 熱処理雰囲気の動向

構造用鋼を主体とした熱処理は、RX+N₂ Gas 雰囲気の中でCO、CO₂ %を自動Control しながら行われるのが一般的である。

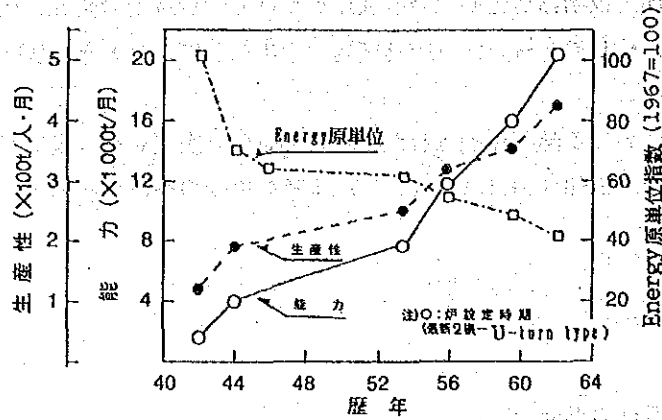


図-124 Roller hearth 式連続炉の増強推移

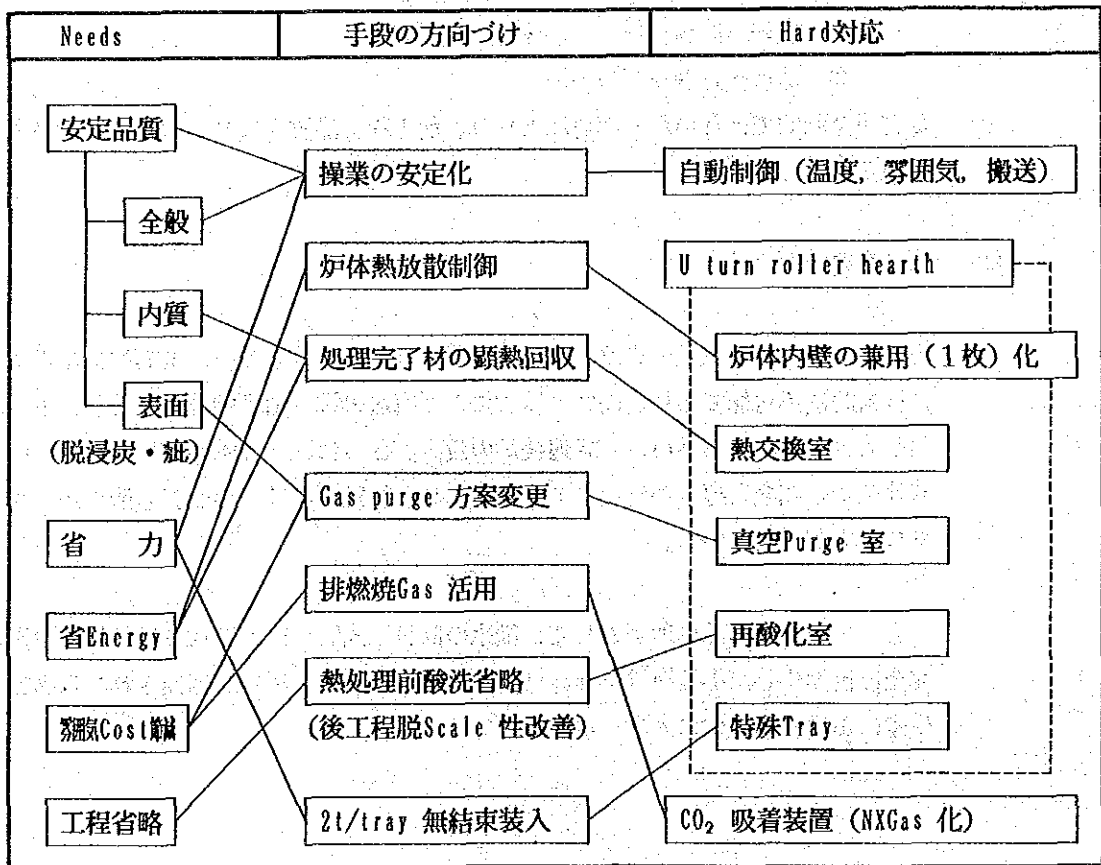


図-125 熱処理工程Needs と新炉技術の関連

6.1.2 線材の表面処理

(1) 酸洗設備の自動化

酸洗設備の更新時期とあいまって、Batch 式から連続Circuit 方式に切替ってきている。給集材のHandlingや処理槽選択運行制御の自動化がはかられ、さらに酸や被膜処理液の自動濃度分析、自動補給装置も実用化されている。

高能率化指向は一層高くなっている。酸液の高温化や振動酸洗法の適用により、処理時間を大幅に短縮することが可能となっている。しかし、塩酸を高温化すると塩素 Gas humeが多量に発生するため、抑制剤の使用や処理槽の密閉化、排気洗浄の効率化がはかられている。

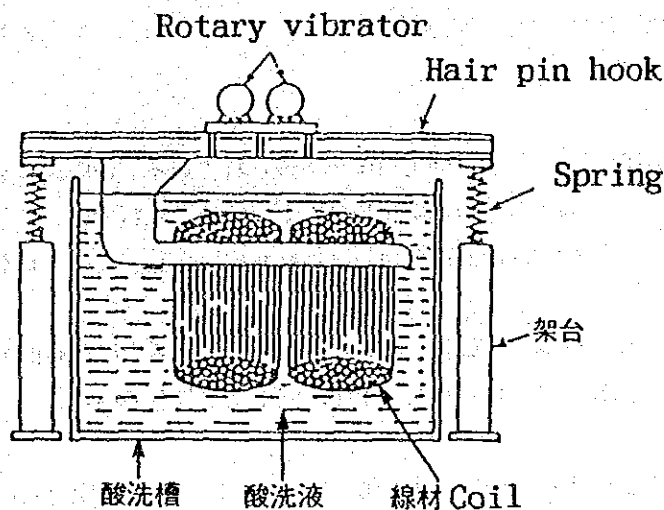


図-126 振動酸洗装置略図

(2) 酸洗と被膜処理技術の進歩

CHQ Wireとして使用される構造用鋼は、被膜品質によりHeader性が左右される。被膜の種類としては、磷酸亜鉛系の被膜が一般的であったが、冷鍛度が高くなるにつれ、耐熱性のある磷酸石灰系が多く使用されるようになってきている。また、酸洗条件、被膜の種類と処理条件により被膜結晶の大小や被膜厚さを Control する技術についても研究されている。

特に酸洗においては、塩酸と硫酸の複合処理や smul の制御が重要であるし、被膜組成についてはP比(P/P+H , P:Zn , $\text{Fe(PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ phosphophyllite, H:Zn , $\text{(PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ hopeite) を高める工夫もされている。

被膜品質の性能を判断する評価方法として結晶の状況、被膜組成、被膜重量の他に、簡易Header評価法などが行われ、User needsに合ったばらつきの少ない製品作りの研究が進んでいる。

6.1.3 線材および棒鋼の加工

(1) 伸線加工技術の進歩

固定孔型Dieによる方法が依然として主流であるが、Die材質としては従来の超硬合金の他にCeramicや摩擦面にCoating (TiN , TiC , BN など) を施したものが使われはじめている。

伸線機の能率・生産性向上対策が工夫されている。伸線速度を早くするために、Supply standでのもつれ防止をはかる目的で、細線では上取り方式が、太線では横取り方式の駆動回転数制御Supply standが採用され、150m/minが可能となっている。

給材、集材作業の自動化、Double stand化による内段取時間の短縮や自動Chuckによる作業改善もはかられ、生産性向上に寄与している。

伸線の前後工程とのLine化も進んでいる。Mechanical脱Scale装置、BC自動疵取装置、さらには線材を連続加工するための圧接装置や自動先付け装置をLineに組み込んだ例や、酸洗と被膜処理装置を伸線機前に組み込んだ例がある。また、溶接線の加工分野では脱Scale, 伸線, 焼鈍, 酸洗, 被膜処理のLine化が実現しており、これを特殊鋼へ応用することも可能である。

BC自動疵取装置は数例報告されている。線材断面に複数Biteを配列する方法, 線径より大きい逆Dieを使用する方法, 砥石の内径で研削する方法などであるが、日本では、1本Biteで線材断面の回りを高速で旋回し、疵部でBiteを線材に圧着する精度の良い自動疵取機を開発した。

これらが軸受鋼やCHQ Wireの製造に適用され品質保証は一段と強化されるようになってきている。

(2) 線材Broaching (線材皮剥機) 加工の進歩

Stainless 鋼線材を中心に表面欠陥がなく表面肌の良いSeam free 線材の需要はしだいに高まりつつある。このためBroaching 加工が行われている。

ここでも加工速度はしだいに速くなり、150m/minが可能となっている。これにはSupply standでのもつれ防止対策とBroaching cutterの改良に負うところが大きい。

Cutter前にSizing dieを設け、切削代を一定にしたり、Chip breakerによる切粉処理の容易化をはかるほか、Drumで巻取り中に発生する擦り疵対策なども工夫されている。

加工対象鋼種もStainless 鋼、耐熱鋼、超合金としだいに高級鋼化しつつあるが、加工性の悪い鋼種には温間Broaching が適用されるなど、加工方法も変化に富んできている。線材皮剥機の概略図を次頁の図-127示す。

(3) 線材の抽伸加工 (Combined加工) の拡大

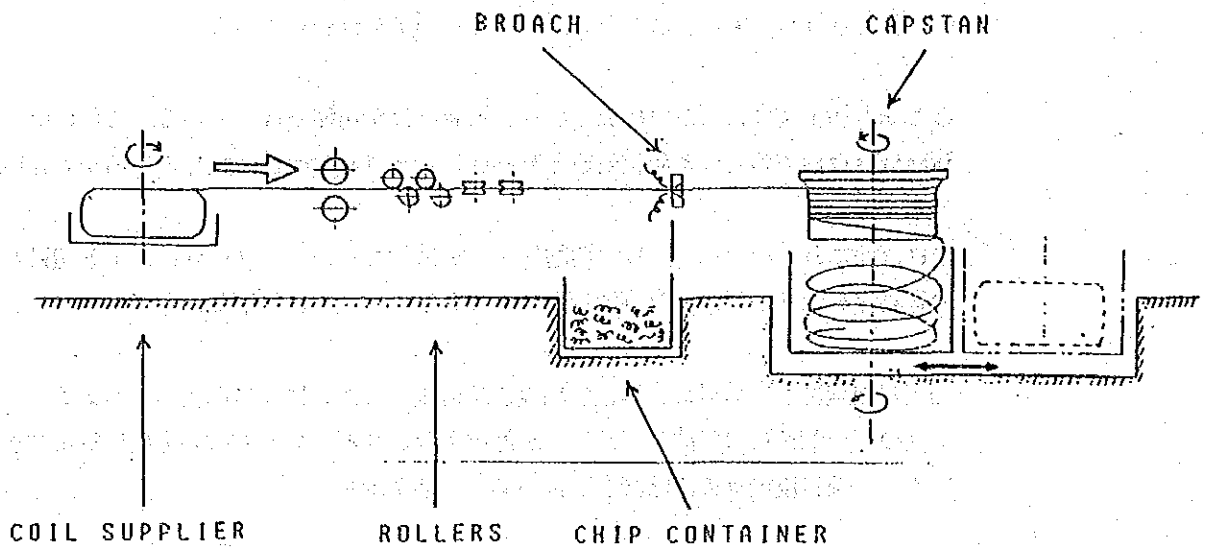
線材の太径化に伴い抽伸機も大型化する傾向にある。磨棒鋼の製造には棒鋼より線材を素材とする方が歩留、能率面から有利である。また、圧延における表面品質の改善とRC探傷機の普及は従来のPeeling 加工を引抜加工に変えてきている。

このようなことから棒鋼素材のPeeling 加工やDraw Benchによる加工は、しだいに線材の抽伸加工に工程変更されてきている。

製品の品質評価として疵保証、真直度、端部の寸法形状、表面肌などがあげられる。

表面欠陥の検査は回転Probe 型Eddy Current (EC) が主流であり検出精度も向上している。また、内部欠陥についても全断面超音波探傷が行われ、品質保証体制も一層充実してきている。

磨棒鋼を使用する場合、最端部から成品取りする使われ方が多くなりつつあり、Shear cut による端部のつぶれ、あるいは矯正による端部の細り部を除去する仕様が増加しており、専用機も開発されている。



形式： 単列Capstan 線材皮剥機

対象材料： Stainless 鋼と高合金線材

能力：

機械型式	WBC1	WBC2	WBC3	WBC141, 142
材料寸法 (mm)	10 - 25	5.5 - 10	5.5 - 10	5.5 - 8
Block 径 (mm)	925	925	850	760
最大速度 (m/min)	120	120	120	120
電動機 (HP)	300	125	50	75
生産能力 (t/h)	1.1	1.5	0.8	1.1

必要要員： 各設備当り1人/1直

皮剥特性：

切削深さ： 0.1 - 0.2mm

長さ方向に対する直径変化： 0.05mm

表面荒さ： 最大 3 η m

皮剥(Broaching) 工具： 焼結WC-Co

図-127 線材皮剥機概要

(4) 棒鋼のPeeling

Peeling は鋼材表面部の欠陥、変質組織を除去するとともに、所定の寸法精度を得るために行われる。

構造用鋼の場合、主に冷鍛あるいは温鍛用素材として使用されるため、Cutter Mark は素材欠陥として顕在化する可能性がある。これに対しても Combination cutterは有効な手段となる。一方、寸法精度は機械の材料保持機構、剛性に負うところが大きい。最近の機械ではh9公差が十分保証可能である。また、自動化も進んでおり、Laser 式寸法測定器を用いた自動寸法調整、Micro computerによるPeeling および矯正機本体の自動Size替えなどがある。

従来、Peeling、外観検査、梱包（塗油、Labeling、計量、結束）は各々 Batch 処理で行う例が多かったが、これらをline化し、物流改善と取り扱い疵の発生防止をはかる合理化が進んでいる。

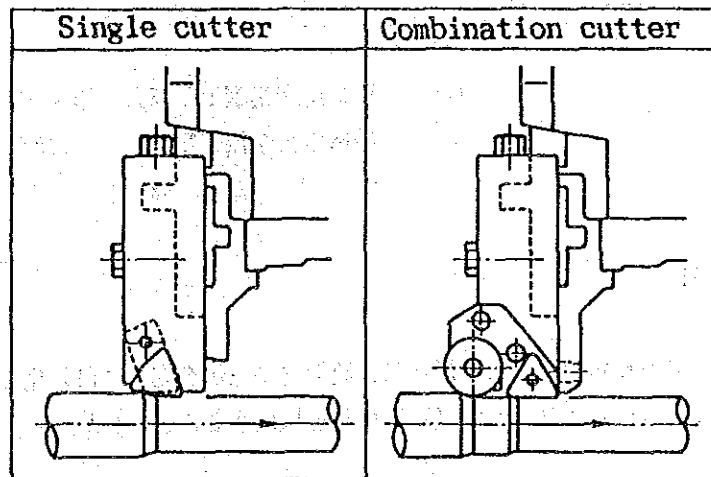


図-128 Peeling用Cutter

6.2 南京第二鋼鐵廠の棒鋼二次加工 (Bar to Bar)

棒鋼二次加工の製造工程は下記に示す通りである。

熱処理品： 圧延－熱処理－検査・手入
 引拔品： 普通炭素鋼 圧延－Shot－引拔
 構造用炭素鋼 圧延－熱処理×1/2 ー注検査・手入－Shot－引拔
 構造用合金鋼 圧延－熱処理×2/3 ー注検査・手入－Shot－引拔
 軸受鋼 圧延－熱処理ー注検査・手入－Shot－引拔

注 引拔前の検査・手入は大型又は中型検査・手入工場で行われる。

6.2.1 棒鋼熱処理

(1) 熱処理量

熱処理量としては熱処理品の外に引拔品の前工程としての熱処理量をも推定した。

熱処理品	10,699t/年
引拔品の熱処理	3,653t/年 ^(注)
合計	14,352t/年

(注) 構造用炭素鋼：2,283t/年×1/2
 構造用合金鋼：2,740 ×2/3
 軸受鋼：685 ×1

(2) 必要設備

小Lot用の熱処理炉として最適な、給集材や操炉を完全に自動化した最新の小型Roller hearth式Batch炉(STC炉)を採用することとした。

表-82 STC炉作業量及び必要台数

対象量 (t/年)	STC炉 (基)	能率 (t/時)	稼働時間 (時/年)	能力 (t/年)
14,352	2	1.2	6,930	16,632

6.2.2 棒鋼引抜

(1) 引抜量

表-83 引抜量

	引 抜 量 (t/年)		計
	12~20φ	21~30φ	
普通炭素鋼	1,666	1,666	3,332
構造用炭素鋼	1,142	1,142	2,284
構造用合金鋼	1,142	1,598	2,740
軸 受 鋼	457	228	685
計	4,407	4,634	9,041

(2) 必要設備

自動口付け機付、2head の、引抜機を設置する。

(A) 引抜機 1基

表-84 引抜機作業量及び必要台数

対象量 (t/年)	設 備 数	能率 (t/時)	稼働時間 (時/年)	能力 (t/年)
9,041	1 (2head)	1.8	6,930	12,474

(B) Shot blast 1基

(C) 切断機 1基

(D) 2-Roll矯正機 1基

6.2.3 設備配置図

“棒鋼熱処理・引抜工場”を次頁の図-129に示す。

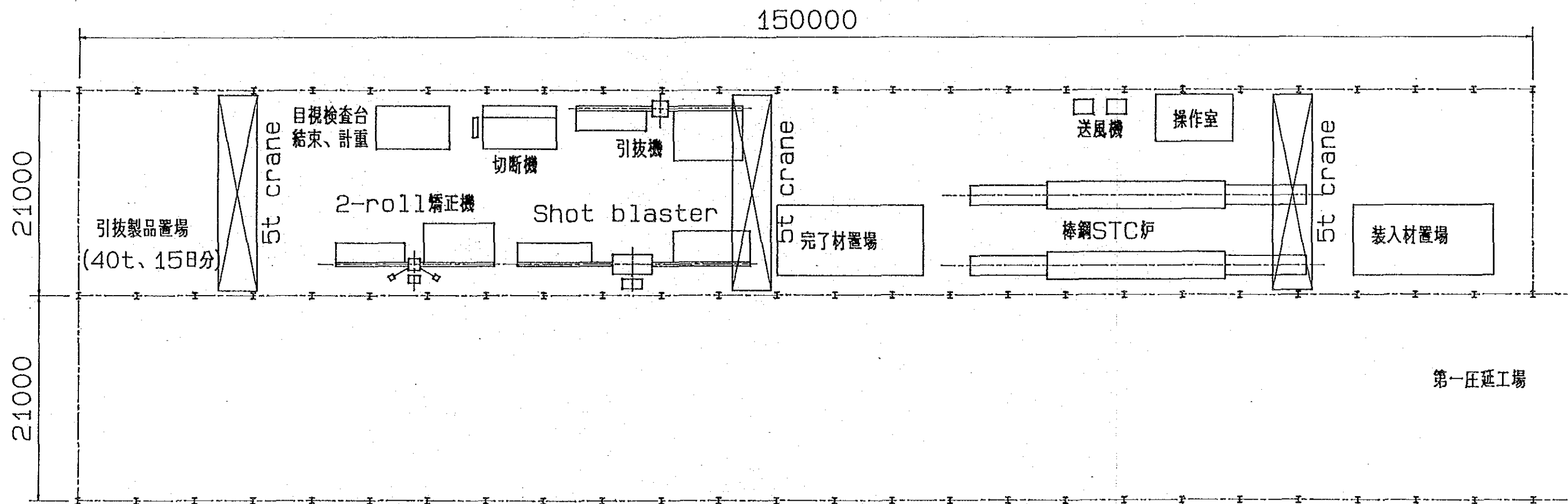


図-129 棒鋼熱処理・引抜き工場 (1/400)

6.2.4 主要設備仕様

表-85 主要設備仕様

項目	主要仕様
熱処理炉	2式
型式	Short time cycle (STC) 炉 Roller hearth type
熱処理炉長	低温焼鈍、焼鈍、球状化焼鈍、焼準 約9m
能力	8,300t/年 × 2式
加熱方式	Radiant tube burner 高炉GAS
温度制御	650℃ ~ 900℃ 温度曲線、装入、出炉、CPU 自動制御
Shot blaster	1式
型式	多本数型
Shot粒	Cut wire
能力	12,000t/年
引拔機	1式
型式	2頭型、口付け機付 (push pointer)
引拔速度	10~30m/min
能力	12,500t/年
2-Roll矯正機	1式
型式	堅型2-Roll
矯正速度	30~100m/min
切断機	1式
型式	Emery saw
計重機	1式

6.2.5 主要設備予算

表-86 主要設備予算

項 目	予算 (×百万 日本円)
熱処理炉 (2基)	370
Short blaster (1基)	165
引拔機 (1基)	120
2-Roll矯正機 (1基)	81
Emery saw (1基)	2
Crane (3基)	138 (46×3)
計重機 (1基)	17
計	893

6.2.6 人員計画

表-87 人員計画

項 目	人 員	計
熱 処 理 炉	3 人×3 直	9 人
引 拔 機	2 ×3	6
Shot blaster	1 ×1	1
2-Roll矯正機	1 ×2	2
檢 査	2 ×2	4
材 料 手 配	1 ×2	2
結 束 ・ 表 示	1 ×2	2
起 重 機	1 ×3	3
	2 ×2	4
玉 掛	1 ×3	3
	2 ×2	4
欠 補 要 員	3 ×2	6
組 長	1 ×2	2
工 長	1 ×1	1
計		49

6.2.7 比例費

表-88 比例費

項 目	比例費 (又は原単位)
熱 処 理	電気 (kWh/t) 25
	高炉GAS (Nm ³ /t) 290
	重油 (ks/t) 28
	他費用 (日本円/t) 580
引 抜 機	電気 (kWh/t) 50
	他費用 (日本円/t) 2,900
Shot blaster	電気 (kWh/t) 20
	他費用 (日本円/t) 300
2-Roll矯正機	電気 (kWh/t) 30
	他費用 (日本円/t) 600

6.3 線材二次加工

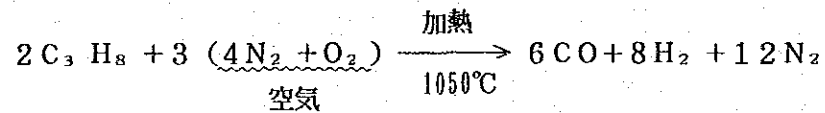
6.3.1 線材加工製造工程

線材加工の製造工程を下記に示す。

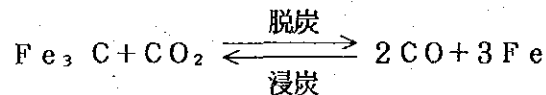
- (1) 線材熱処理品 酸洗—熱処理—結束・表示
- (2) Coil to Bar (矯正切断) 熱処理品 酸洗—熱処理—酸洗—矯正切断—梱包・表示
- (3) Coil to Bar (引抜切断) 酸洗—熱処理—酸洗—引抜矯正切断—梱包・表示
- (4) 細線引抜品母材 酸洗—熱処理—酸洗

線材熱処理品については先ず酸洗を行い、後工程の熱処理での脱炭を防止すると共に、熱処理後の酸洗を容易にさせる。熱処理は脱・浸炭を防止するため保護雰囲気Gasを炉内に送り込んで行われる。

保護雰囲気Gas 発生反応 (変性炉)



線材熱処理炉の反応



上記の反応式に示すように $(CO)^2 / (CO_2)$ の値によって熱処理中の脱炭・浸炭をcontrolする。

6.3.2 作業量

線材2次加工の作業量を下記に示す。

(1) 酸洗

表-89 酸洗作業量

項 目	作業量(t/年)
線材熱処理品	10,559
Coil to Bar 品	10,552 (5,276 × 2)
引抜品母材	12,000 (6,000 × 2)
計	33,111

(2) 熱処理

表-90 熱処理作業量

項 目	作業量(t/年)
線材熱処理品	10,559
Coil to Bar 品	5,276
引抜品母材	6,000
計	21,835

(3) 矯正切断

表-91 矯正切断作業量

項 目	作業量(t/年)
構造用炭素鋼	524
“ 合金鋼	0
軸 受 鋼	2,094
ばね鋼	209
計	2,827

(4) 引抜切断

表-92 引抜切断作業量

項 目	作業量(t/年)
構造用炭素鋼	1,065
軸 受 鋼	1,065
ばね鋼	319
計	2,449

6.3.3 必要設備

表-93 作業量及び必要設備台数

項目	対象量 (t/年)	設備数	能率 (t/時)	稼動時間 (時/年)	能力 (t/年)
酸洗	33,111	1式	6	6,930	41,580
熱処理	21,835	3	1.1	7,200	23,760
矯正切断	2,827	1	0.64	6,930	4,435
引抜切断	2,449	1	0.60	6,930	4,158

6.3.4 設備配置図

次頁の図-130「線材二次加工工場設備配置図」に設備配置を示す。

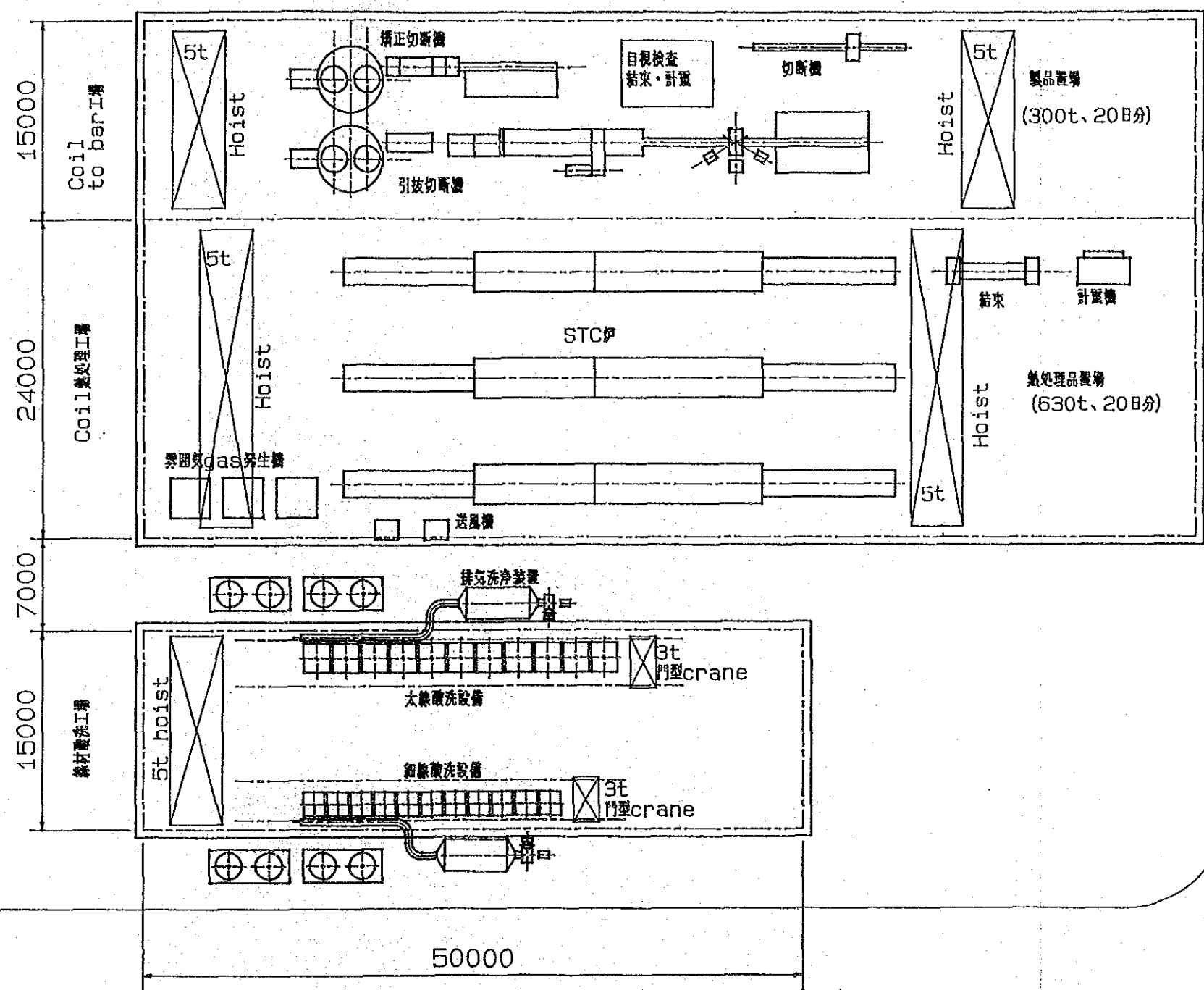


図-130 線材二次加工工場 (1/400)

6.3.5 主要設備仕様

(1) 酸洗設備

大量生産の場合は連続式酸洗設備が導入されるが、南京第二鋼鐵廠の場合は少量のためBatch式を採用する。

表-94 酸洗設備仕様

項目	主要仕様
塩酸槽	3槽 材質FRP (fiber reinforced plastic) 寸法: 1700W x 2500L x 1900H 加熱装置: Teflon tube
硝酸槽 (注)	1槽 材質FRP 寸法: 1700W x 2500L x 1900H
Spray	1槽 材質Stainless 寸法: 1700W x 2500L x 1900H
湯槽	1槽 材質 軟鋼 寸法: 1700W x 2500L x 1900H
中和槽	1槽 材質 軟鋼 寸法: 1700W x 2500L x 1900H
磷酸塩槽	1槽 材質Stainless 寸法: 1700W x 2500L x 1900H 加熱装置: Stainless tube
Stearin 被膜槽	1槽 材質 軟鋼 寸法: 1700W x 2500L x 1900H 加熱装置: Iron pipe
石灰被膜槽	1槽 材質 軟鋼 寸法: 1700W x 2500L x 1900H
排気洗浄装置	Push-pull hood集気式 水洗浄式
門型Crane	門型式

(注) 硝酸槽は主に軸受鋼の酸洗時に発生するsmutを除去するために用いられる。

(2) 廃酸処理装置

酸洗は塩酸によって行われる。ただし、軸受鋼の酸洗時に生ずる汚れ(Smut)の除去のため硝酸も使用される場合がある。

引抜の表面処理として、磷酸塩、Stearin、石灰などを使用する。

塩酸、硝酸の廃液は処理しなければならいが、磷酸塩、Stearin、石灰は材料に付着し、消費され、常時は補給されるものであり、廃液として外部には放出されないものである。しかし、なんらかの理由で排出される場合は、一般廃酸液として処理される。

Shower水は酸洗工程の最後に材料表面を洗浄するためのものであり、基本的には中和水であるので特別な処理は行わなくてもよいが、通常は希釈酸水として処理される。

次に廃酸処理設備を考慮する上で必要とする諸元を示す。

(A)	年間酸洗処理量	$33,111\text{t} + 9,910\text{t} = 43,021\text{t}$
(B)	廃酸量	6.8 m ³ /2日 (平均 0.243 m ³ /h)
(C)	廃酸濃度	18%
(D)	Shower水量	平均10分間で 1分間 2.8 m ³ 排出 (平均16.8 m ³ /h)

次Page図-131に処理工程を示す。

なお、廃酸処理装置は酸洗工場の横に設置されるものとした。

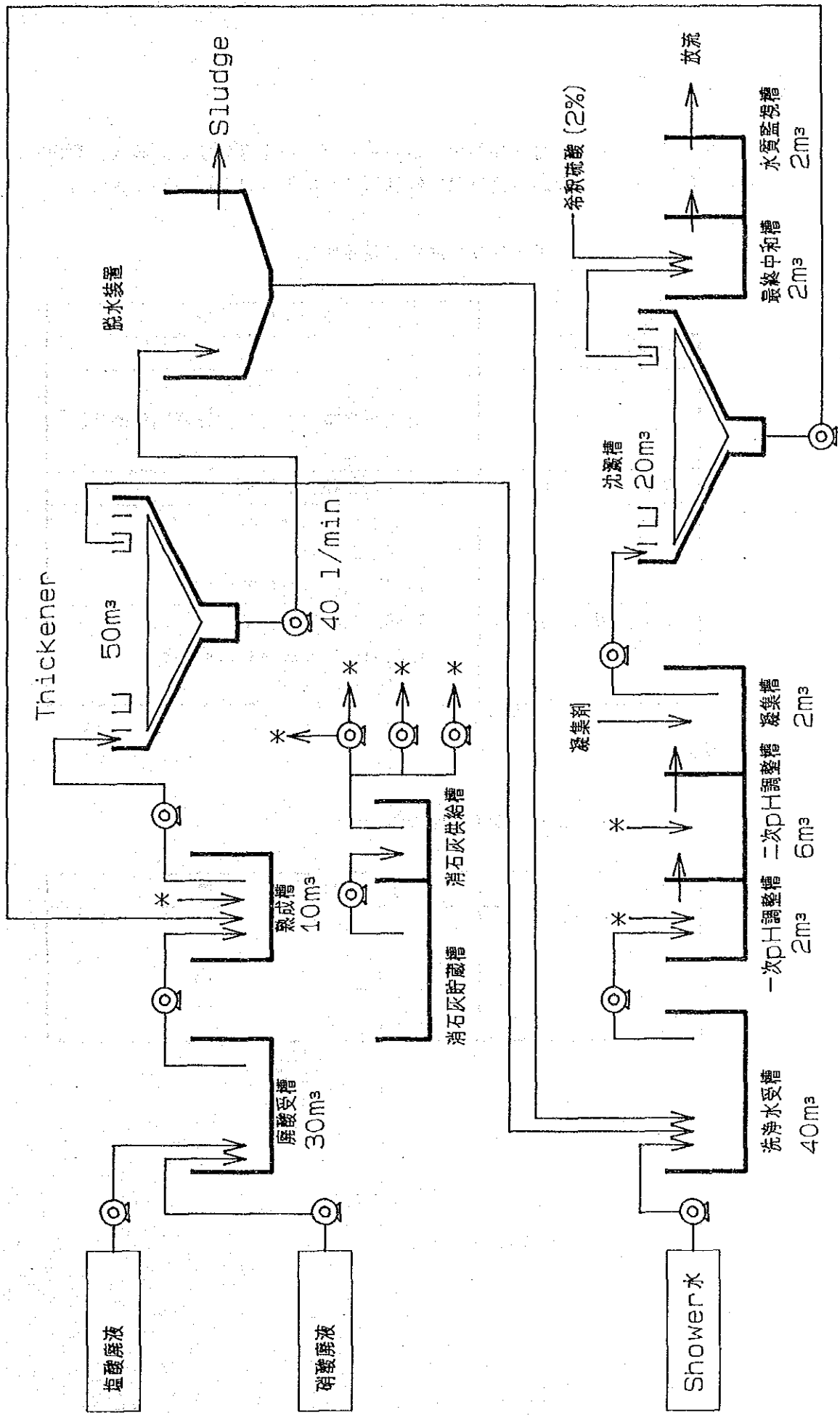


圖-131 廢酸處理工程

(3) 熱処理設備

熱処理炉としては少量他品種用の最新鋭のSTC 炉を導入する。装入、炉出し、温度Control 及び保護雰囲気GAS 制御はCPU により自動Control される。

表-95 熱処理設備仕様

項 目	主 要 仕 様
熱処理炉	3基
型式	STC 炉 (Short Time Cycle 炉) 酸化及び脱炭防止様保護雰囲気使用、 Roller hearth 型
熱処理	球状化焼鈍、低温焼鈍
加熱	Radiant tube burner 燃料：高炉Gas 温度 650 ~ 850 °C
保護雰囲気発生装置	吸熱型變成炉 3基 原料Gas : 天然Gas, Propane 又はButane Gas

(4) 矯正切断機

表-96 矯正切断機設備仕様

項 目	主 要 仕 様
矯正切断機	1式
対象寸法	6.5 ~ 12φ
材料速度	10~40m/min
能力	4,200t/年

(5) 引抜切断機

表-97 引抜切断機設備仕様

項目	主要仕様
引抜切断機	1式
対象寸法	6.~12φ
材料速度	10~40m/min
能力	4,200t/年
付属設備	Push-pointer付

6.3.6 予算

表-98 主要設備予算

項目	数量	予算 (百万日本円)
酸洗設備	1式	133
廃酸処理装置	1式	60
門型Crane	2式	93
熱処理炉	3式	555
保護雰囲気変成炉	3式	30
矯正切断機	1式	60
引抜切断機	1式	173
Crane	3式	139
計		1,243

6. 3. 7 人員計画

表-99 人員計画

項目	人員/直	直数	計
STC 炉	3	3	9
酸洗	3	3	9
廃酸処理装置	1	3	3
矯正切断機	1	2	2
引抜切断機	1	2	2
検査・火花	3	2	6
梱包・結束	2	2	4
材料手配	2	2	4
起重機玉掛	3	3	9
	2	2	4
欠補要員	3	2	6
組長	2	2	4
工長	1	1	1
計			63

6. 3. 8 比例費

表-100 比例費

項目	比例費又は原単位 (日本円/ton)
酸洗	1,960
熱処理	1,500
電気	25kwh/t
Butane	31 kg/t
高炉GAS	290Nmf/t
矯正機切断	640
引抜切断機	2,430

VI 章 工場近代化計画

7 鋼線工場

7. 1	細線の製造工程	VI-234
7. 2	製造工程および作業量	VI-237
7. 3	必要設備	VI-238
7. 4	設備配置図	VI-239
7. 5	設備主要仕様（細線工場）	VI-241
7. 6	設備予算	VI-243
7. 7	人員	VI-243
7. 8	比例費	VI-244

7 鋼線工場

南京第二鋼鐵廠においては細線工場として6,000t/年を計画している。その内訳は構造用炭素鋼、軸受鋼及びばね鋼である。

7.1 細線の製造工程

細線の製造工程の代表例を次に記す。

7.1.1 軸受鋼

(1) 線引品

軸受鋼細線については客先より非常に厳しい品質（表面疵、熱処理組織、硬さ、被膜等）が要求される。

そのため、表面疵の対策としては、線材皮剥機を設置し、素材の疵を除去する。熱処理組織（球状化組織及び脱炭・浸炭）及び硬さについては最新の保護雰囲気GASを使用するSTC 炉を設置し、良好な内部組織を得る。また酸洗lineについては量が少ないためBatch 式を採用するが、被膜としては伸線性及び客先でのCold heading性に優れた磷酸塩被膜槽を設置する。又伸線機については各種のSizeがあるため、単伸×4基、2連伸×2基、1連伸×1基+3連伸×1基、4連伸×1基、と多Sizeの伸線に対応できる4連伸機を設置する。

3.1φ： 5.5φ—酸洗—球状化焼鈍—酸洗・石灰被膜—皮剥(5.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(3.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—伸線(3.1φ)

2.1φ： 5.5φ—酸洗—球状化焼鈍—酸洗・石灰被膜—皮剥(5.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(2.93φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—2連伸(2.2φ)—酸洗・磷酸塩被膜—伸線(2.1φ)

1.1φ： 5.5φ—酸洗—球状化焼鈍—酸洗・石灰被膜—皮剥(5.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(2.93φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(1.65φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—3連伸(1.14φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—伸線(1.1φ)

(2) 熱処理品

- 3.1φ: 5.5φ—酸洗—球状化焼鈍—酸洗・石灰被膜—皮剥(5.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(3.1φ)—焼鈍
- 2.1φ: 5.5φ—酸洗—球状化焼鈍—酸洗・石灰被膜—皮剥(5.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(3.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—3連伸(2.1φ)—焼鈍
- 1.1φ: 5.5φ—酸洗—球状化焼鈍—酸洗・石灰被膜—皮剥(5.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(3.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(1.9φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(1.1φ)—焼鈍

7.1.2 ばね鋼及び構造用炭素鋼

硬鋼線(構造用炭素鋼)及びばね鋼については鉛Patenting 炉による微細Pearliteを得て、連続伸線にて高減面率の伸線を行い所定の機械的性質を得る。

このうち弁ばね用Oil Temper線はその要求品質が厳しく、表面欠陥のないことが要求されるので皮むきを行うのが一般的である。

(1) 線引品

- 3.1φ: 5.5φ—鉛Patenting —酸洗・石灰被膜—6連伸(3.1φ)
- 2.1φ: 5.5φ—酸洗・石灰被膜—伸線(5.0φ)—鉛Patenting —酸洗・石灰被膜—8連伸(2.1φ)
- 1.1φ: 5.5φ—酸洗・石灰被膜—7連伸(3.0φ)—鉛Patenting —酸洗・磷酸塩被膜—9連伸(1.1φ)
- 0.2φ: 5.5φ—酸洗・石灰被膜—8連伸(2.3φ)—鉛Patenting —酸洗・磷酸塩被膜—9連伸(0.85φ)—鉛Patenting —酸洗・磷酸塩被膜—7連伸—6連伸(0.2φ)

(2) Oil-temper線

3.1φ : 5.5φ—線材皮剥(5.2φ)—鉛Patenting—酸洗・石灰被膜—5連伸(3.1φ)
—焼入・焼戻

2.1φ : 5.5φ—線材皮剥(5.2φ)—鉛Patenting—酸洗・石灰被膜—9連伸(2.1φ)
—焼入・焼戻

7.2 製造工程および作業量

製造工程は多岐に渡る寸法、製品規定により非常に複雑となるが、代表製造工程と作業量を下表に示す。

表-101 製造工程および作業量

鋼種	仕上状態	母材	WB	LP	P	連伸	LP	P	連伸	LP	P	連伸
構造用炭素鋼	HT	440		440	440	440	90	90	90	40	40	40
	引抜	1,400		1,400	1,400	280	280	280	280	100	100	100
	CG	160	160	160	160	30	30	30	30	10	10	10
	計	2,000	160	2,000	2,000	400	400	400	400	150	150	150
ばね鋼	引抜	800		800	800	120	120	120	120	40	40	40
	CG	200	200	200	200							
	計	1,000	200	1,000	1,000	120	120	120	120	40	40	40
	合計	3,000	360	3,000	3,000	520	520	520	520	190	190	190

鋼種	仕上状態	母材	P	SA	P	WB	A	P	伸線	A	P	伸線	A	P	伸線
軸受鋼	HT	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	500	500	500	100	100	100	100
	引抜	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	700	700	700	100
	合計	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	2,300	2,300	2,300	800	800	800	100

※ WB:線材皮剥, LP: 鉛Patenting, P:酸洗 (または被膜含む), SA: 霧状化焼鈍, A:焼鈍

7.3 必要設備

表-102 作業量及び必要設備台数

項目	対象量 t/年	能率 t/時	稼働時間 時/年	能力 t/年
線材皮剥機 1式	3,360	0.980	6,930	6,791
酸洗 1 line	9,910	2	6,930	13,860
鉛Patenting 1式	3,610	0.55	7,920	4,356
Oil 焼入・焼戻炉 1式	440	0.10	7,920	792
STC 炉 (軸受用) 2式	7,400	0.5 X 2式	7,920	7,920
伸線機 10連伸 (1式)				
5.0~2.1φ	3,000	1	3,000	3,000
~0.85φ	520	0.21	3,930	825
計	3,520		6,930	3,825
10連伸 (1式)				
~0.2φ	190	0.03	6,930	208
伸線機 4連伸 (1式)				
~2.1φ	3,000	0.82	6,930	5,683
4連伸 (1式)				
~1.65φ	1,200	0.33	3,660	1,207
~1.10φ	200	0.13	3,270	425
計	1,400		6,930	1,632
伸線機 単伸 (1式)				
~2.1φ	1,100	0.33	3,360	1,109
~1.10φ	600	0.17	3,570	607
計	1,700		6,930	1,716
単伸 (1式)				
~1.0φ	100	0.13	6,930	900

7.4 設備配置図

“細線工場設備配置図”を次頁の図-132に示す。

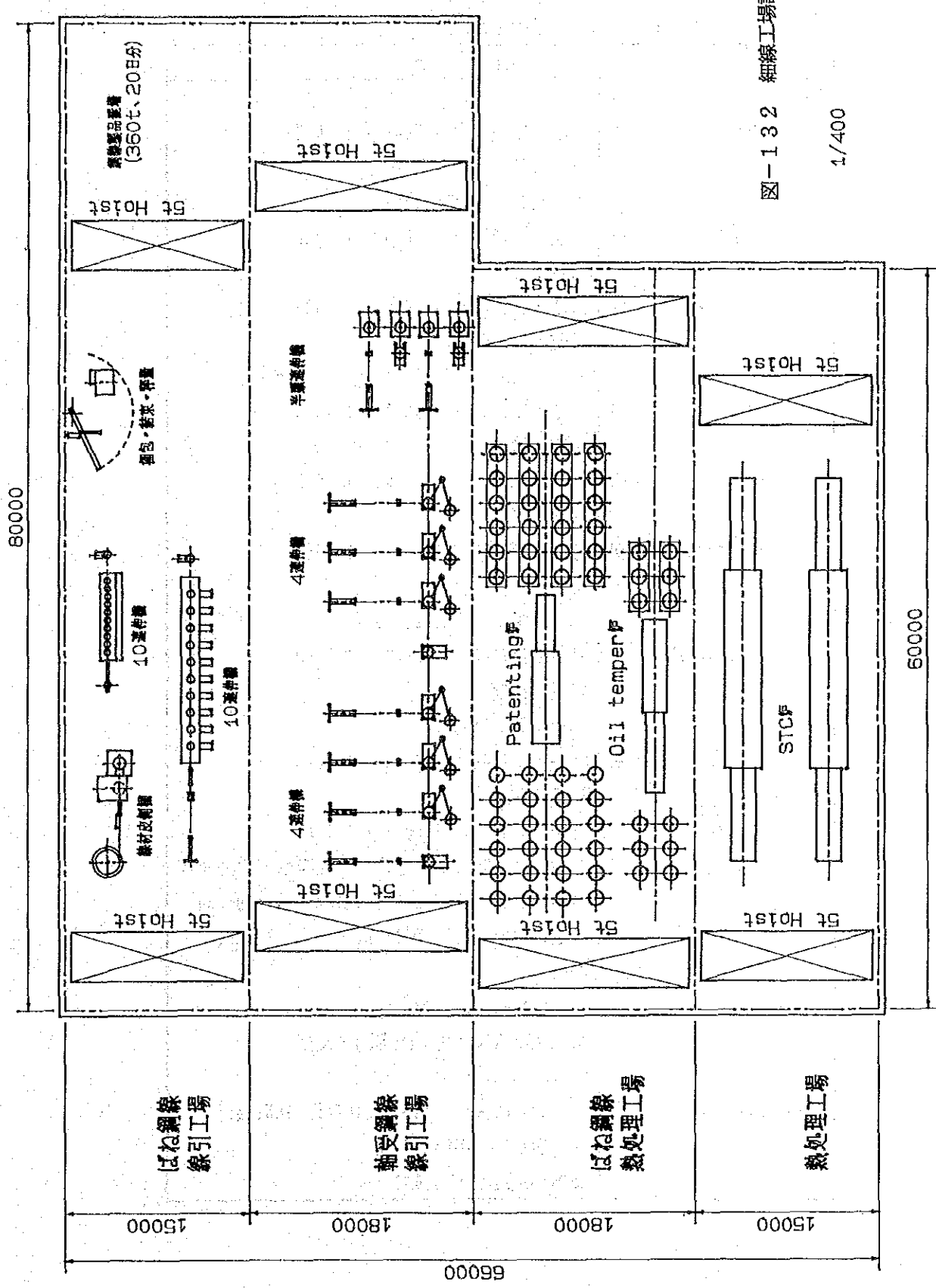


図-132 細線工場設備配置図

1/400

7.5 設備主要仕様（細線工場）

表-103 (I) 設備主要仕様

項目	仕 様
酸 洗 1 line	
塩酸槽 3槽	寸法：1,700L x 1,600W x 1,700H 材質：FRP 加熱装置：Teflon tube
硝酸槽 1槽	寸法：1,700L x 1,600W x 1,700H 材質：FRP
Spray 槽 1槽	寸法：1,700L x 1,600W x 1,700H 材質：Stainless Spray pump: 30kW x 1.4 m ³ /min, 2台
湯槽 1槽	寸法：1,700L x 1,600W x 1,700H 材質：軟鋼
中和槽 1槽	寸法：1,700L x 1,600W x 1,700H 材質：軟鋼
磷酸塩槽 1槽	寸法：1,700L x 1,600W x 1,700H 材質：Stainless 加熱装置：Stainless tube
Stearin 槽 1槽	寸法：1,700L x 1,600W x 1,700H 材質：軟鋼 加熱装置：Iron tube
石灰被膜槽 1槽	寸法：1,700L x 1,600W x 1,700H 材質：軟鋼
乾燥炉 1式	寸法：4,000L x 3,500W x 1,700H
排気洗浄装置 1式	Push-pull hood集気方式 洗浄塔：水洗浄式 吸込送風機：75kW x 1500 m ³ /min x 160mmAq 押込送風機：15kW x 240m ³ /min x 175mmAq
門型Crane 1式	門型式
STC炉 2式	Short time cycle炉 酸化及び脱炭防止保護雰囲気使用 Roller hearth 型
鉛Patenting 炉 1式	Strand式直火型加熱炉，鉛槽付，巻取機付 36本通し 燃料：重油 最高加熱温度：1050℃

表-103(2) 設備主要仕様

項目	仕様
Oil temper炉 1式	Strand式, 焼入・焼戻炉, 巻取機付 6本通し 燃料: 重油 最高加熱温度: 1050°C
10連伸機 (太Size用) 1式	素材: 5.5mmφmax. 製品: ~1.8mmφ 貯線式, Non-slip型 伸線速度: 180m/min~600m/min
10連伸機 (細Size用) 1式	素材: 3.5mmφmax. 製品: ~0.2mmφ 貯線式, Non-slip型
4連伸機 2式	堅型伸線機 使用方法: 単頭×4基 2連伸×2基 4連伸×1基 3方法以上の使用可能 素材寸法: 5.5φmax. 製品寸法: 1.0mmφ
単伸機 2式	堅型伸線機 貯線式, 2head 寸法: 5.5 ~1.0mmφ
皮剥機	型式: 単頭堅型下取式 素材寸法: 5.5φmax.

7.6 設備予算

表-104 主要設備予算

項目	式	予算(万円)
酸洗 line	1式	120
門型 Crane		45
S T C 炉	2式	370
保護雰囲気炉	2式	20
鉛Patenting 炉	1式	120
Oil temper 炉	1式	160
10連伸機	1式	95
10連伸機	1式	45
4連伸機	2式	80
皮剥機	1式	90
単伸機	2式	60
検査入庫	1式	35
Die 研磨	1式	10
C r a n e	8式	371
計		1,621

7.7 人員

表-105 人員計画

項目	人員/直	直数	計
STC 炉 2式	3	3	9
Patenting	3	3	9
Oil tempered			
10連伸機 2式	2	3	6
4連伸機 2式	2	3	6
単伸機 2式	2	3	6
酸洗 1 line	2	3	6
検査入庫	2	3	6
Die 管理	2	3	6
材料手配	2	3	6
欠補要員	3	3	9
組長	2	3	6
工長	2	1	2
計			83

7.8 比例費

表-106 比例費

項 目		
STC 炉	電気 (KWH/t)	25
	高炉GAS (N m ³ /t)	290
	Butane (kg/t)	35
	他費用 (日本円/t)	580
Patenting 炉	電気 (KWH/t)	54
	高炉GAS (N m ³ /t)	32
	他費用 (日本円/t)	500
伸線機 (2φup 連伸機)	(日本円/t)	10,000
伸線機 (2φ以下連伸機)	(日本円/t)	15,000
単 伸 (2φup)	(日本円)	1,000
単 伸 (2φ以下)	(日本円)	1,500
酸 洗	(日本円)	10,000

VI 章 工場近代化計画

8 用役に関する提言

8. 1	電力	-----	VI-245
8. 2	燃料	-----	VI-247
8. 3	工業用水	-----	VI-249
8. 4	酸素・窒素・Argon	-----	VI-250

8 用役に関する提言

8.1 電力

現在、鋼鐵廠の主受配電系統を図-133に示す。

鋼鐵廠には110kVで送られてきている。2つの主変圧器があり、それぞれ110/6kVの変圧を行っている。下記に示したように20t電弧炉(最大15,000kW)3基に対して、25,000kVAと16,000kVAの容量を有する主変圧器2台では電力供給は不足するであろう。したがって、16,000kVAの変圧器を倍の32,000kVAに変更する必要がある。

主遮断機容量は60MVAであり、20t電弧炉の増設に対しても十分な遮断容量である。また、電弧炉用二次側遮断機容量も800A程度であり、十分な容量である。

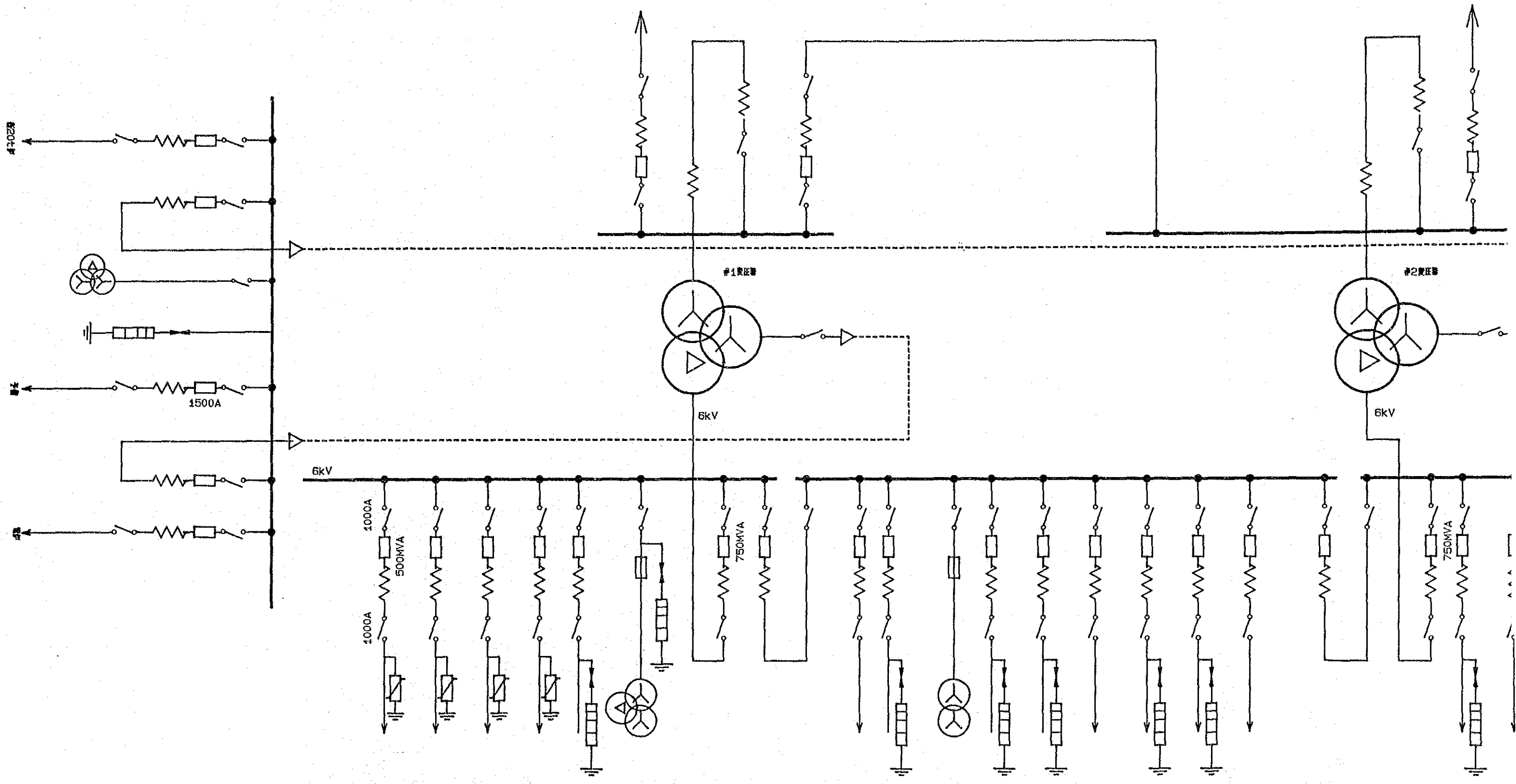
第二圧延工場の近代化後は、7,470kWの電力が要求されるが、現状の遮断機容量は1,000Aであり、通常は定格の70%容量が適性であると言われている。したがって遮断容量が上限に近い。これも確認しなければならないであろう。

現在は電力不足で、電弧炉操業は制限されているが、鋼鐵廠の近代化の時点では南京市の発電能力は倍増されているため、電力事情は好転し、電力制限は無くなるであろう。

近代化後の各工場での必要電力を次に示す。

(1) 製鋼工場	溶解用電力	45,000kW
	補助用電力	2,500kW
	計	47,500kW
(2) 第一圧延工場	φ750 圧延機	1,400kW
	φ600 圧延機	1,500kW
	φ550 圧延機	1,500kW
	補助用電力	1,300kW (主電動機の30%)
	計	5,700kW
(3) 第二圧延工場	φ450 圧延機	570kW
	φ350 圧延機	630kW
	φ300 圧延機	800kW
	φ250 圧延機	1,000kW
	φ280 圧延機	320kW
	追加圧延機	350kW
	Block mill	2,800kW
	補助用電力	1,000kW
計	7,470kW	
(4) 二次加工、検査整備工場およびその他		
計	3,000kW (概略推定)	

近代化後の工場(高炉工場など、今回の調査対象外の工場は除く)で必要とする電力は、合計約63,670kWである。



#1号保护柜 (5t)	#1号保护柜 (5t)	#2号保护柜 (5t)	#2号保护柜 (5t)	(手车)	#1号所用	#1号压器	#1分段	#1分段	(手车)	设备发生报警	#1所用所用	工水泵入 pump	#2号柜	(手车)	第二压器	所用	(手车)	#2分段	#2分段	#2号主变	#1号柜
-------------	-------------	-------------	-------------	------	-------	-------	------	------	------	--------	--------	-----------	------	------	------	----	------	------	------	-------	------

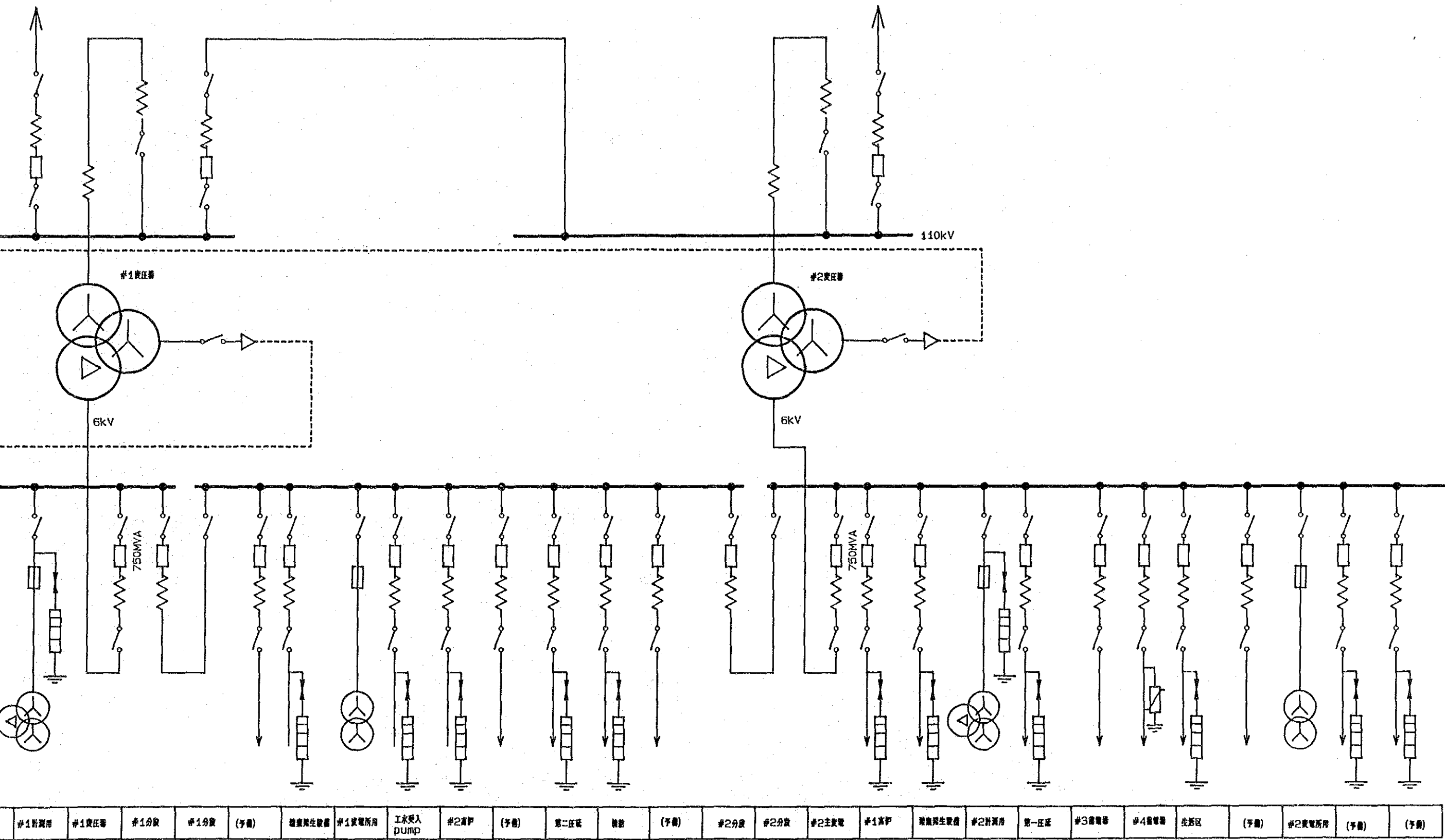


图-133 主受配電系統图

