

3. 加 熱

帯鋼圧延に限らずすべて加熱炉を使用する工業にあつては燃料の原単位が製品の原価におよぼす影響が極めて大きい。燃料原単位の節減、すなわち加熱炉の熱効率を向上する必要性はいまさら述べるまでもない。また帯鋼製品の特長から、品質すなわち表面疵・材質・寸法に関心が強く、これら良否の一因が材料加熱によることは周知のところである。

現在これらの諸点から加熱炉の重要性は認められ種々検討されてきている。

帯鋼圧延においては上記事項とさらに作業能率・圧延方式などを考慮のうえ現在の加熱炉としてはすべて連続加熱炉が採用され、さらに2・3带式と圧延機能にマッチするよう加熱炉能力が增強されている。

3.1 加熱設備

3.1.1 加熱炉の型式・能力・構造

表3.1に示すように、上部2带式、3带式連続加熱炉は、各4工場、2带式連続加熱炉は、2工場となつている。

圧延能力の増強に伴ない1基当りの加熱能力も40~60 t/h と大型化され、そのうえ常時2基稼動している工場もみられる。

表3.1 炉形式能力

型 式	略 図	公称能力 t/h	基 数
上部2带式連続加熱炉		6~13.5	4
2带式 "		20~40	2
3带式 "		20~60	4

(i) 有効炉長・幅

有効炉長および炉幅は図3.1, 3.2に示すとおりである。

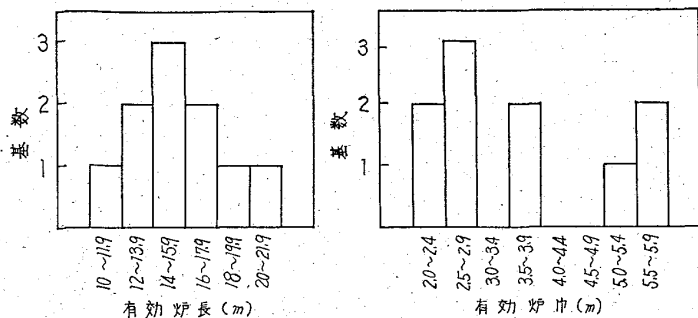


図3.1 有効炉長—基数

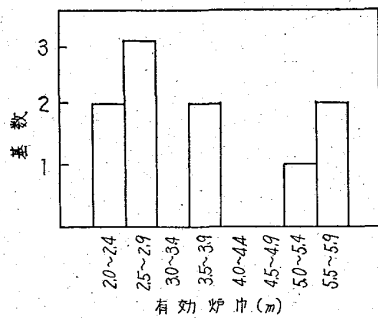


図3.2 有効炉幅—基数

有効炉長は14~16mが3工場で最も多く、最大は21.3mで最小は11.4mである。炉幅は2.5~3.0mが3工場で最も多く最大は5.8mで最小は2.2mである。

有効炉長と材料厚さの関係は図3.3に示すように炉の型式により異なり、3带式は能力も大きい炉長も長く、上部2带式および2带式は能力も小さい炉長も短い。

材料の厚さは、圧延設備に関係があり、加熱炉の型式能力にはあまり関係がなくほぼ一定である。

また炉幅と材料長さの関係は図3.4に示すように、炉幅は材料長さ(最大)の1.1倍程度である。

公称能力と炉床負荷との関係は図3.5に示すように能力が大きくなると、炉床負荷は大きくなっている傾向にある。

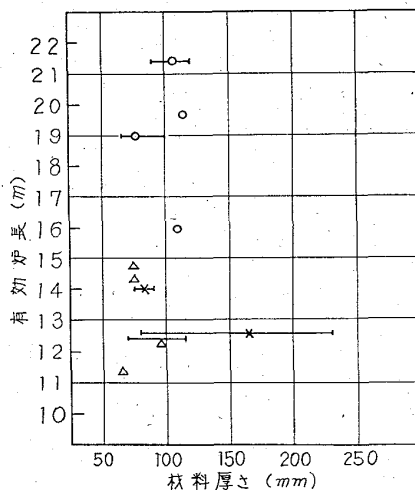


図3.3 材料厚さ—有効炉長

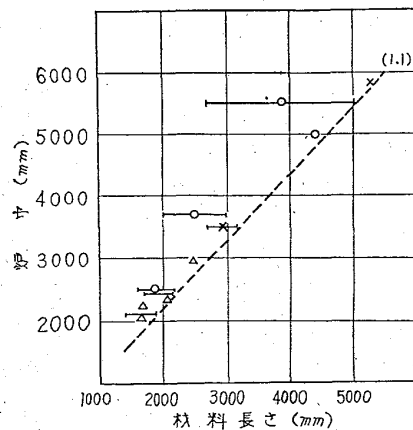


図3.4 材料長さ—炉幅

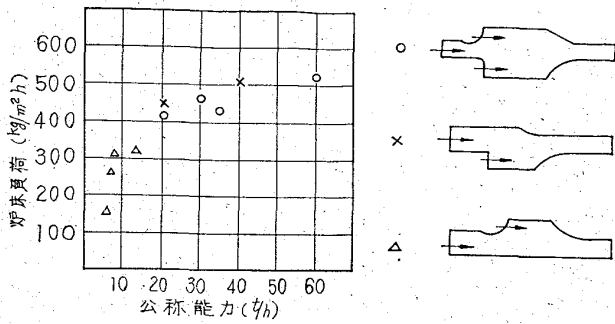


図3.5 公称能力—炉床負荷

(2) 抽出方式

材料抽出方式は、前面落下式が6基(2, 3带式) 側面抽出方式が4基(上部2带式) になつている。前面落下式が多いが、抽出口から侵入空気が多く熱効率および品質上の問題があり、この防止には各社とも均熱帯の構造、バーナー設置方式の改良あるいはカーテンバーナーの設置など種々考慮されている。

(3) スキッド

スキッドは、上部2带式では、耐熱鋳物、普通鋼材、コルハルト煉瓦を使用し、2, 3带式では、水冷パイプを使用している。

水冷パイプは、命数の点から特殊鋼を使用しているところもあるが、普通鋼のものが多い。

水冷については、水量およびこれによる熱損失が非常に大きく効率の低下をきたし、さらに材料にスキッドマークを生じ、圧延を困難にし、また品質の点でも問題が生じる。

生じる。

この防止方法は各社ともに種々苦心されており、耐火セメントを始めクローム、アルミナセメントなど耐火度のよい断熱材を使用しているが、命数は3~6カ月程度であり、他の煉瓦に比較すると短く、命数、断熱、施工の点で問題が多く、決定的なものはまだあらわれていない。(施工方法および断熱材などについては図3.13参照)

(4) 煉 瓦

加熱炉に用いる煉瓦はシャモット煉瓦・コルハルト煉瓦・クローム煉瓦・耐火断熱煉瓦・断熱煉瓦などであり、これらはそれぞれの場所に応じて使用され、ほとんどシャモット煉瓦#32~#36が使用されている。加熱帯の高温部天井はシャモット#34~#36ハイアルミナ#36の耐火煉瓦の高い瓦を、低温部には耐火度の低い煉瓦を使用している。均熱帯炉床にはコルハルトブラックを使用している炉が多い。下部加熱帯および炉床にはシャモット煉瓦が多くクローム煉瓦も使用している。特に下部加熱炉床にシャモット煉瓦の上にプラスチッククロームを使用しているところもある。

天井断熱材としてはイソライトが最も多くシリカライト・コンパウンドなどの特殊材も使用している。天井断熱は全天井を断熱しているのが4基と高温部を除いて予熱帯の天井のみ保温しているのが5基ある。その他炉体の外側も、断熱煉瓦で覆い炉壁からの損失を防ぐよう努力している。(表3.2参照)

表3.2 煉瓦の種類と使用場所

	高温部 天 井	均熱帯 炉 床	下部加熱 帯 炉 床	予熱帯天 井 炉 床	天 井 断 熱	
					全	半
シャモット #36	1					
35	2					
34	2		1	2		
33	1		1	2		
32			4	2		
シャモット	3			4		
ハイアルミナ	1					
プラスチッククローム			1			
クローム			3			
コルハルトブラック		9				
クロマグ		1				
コンパウンド					1	
断熱煉瓦					3	4
赤煉瓦						1

3.1.2 付帯設備

(1) バーナー

燃料はすべて重油専焼で、BC重油(特殊鋼メーカーのみB重油)を使用している。バーナー型式は高圧蒸気(空気)噴霧式重油バーナーである。

噴霧は蒸気、空気を使用しており、その圧力は2~6kg/cm²となつており4~5kg/cm²が最も多い。

バーナー本数は加熱炉の型式、能力により異なるが、主バーナーの他にカーテンバーナーを侵入空気防止のために設置しているところもある。

(表3.7参照)

表3-3 バーナー本数

型 式	主バーナー本数
上部2带式及び2带式	4 ~ 20
4带式	17 ~ 18

(2) 空気予熱器

加熱炉の廃ガス利用の立場から空気予熱器が多く使用され、ほとんど鋼管煙道吊下式である。

予熱器の伝熱面積は二次空気量および圧力に異なるが、大部分は 150~220m² である。

空気予熱温度は加熱炉燃焼効率の関係上高いほど好ましいが、伝熱面積、空気量、予熱器の材質などの関係から適当な温度に制御され、200~400°C 程度である。

空気予熱器	設 置	5 工 場
〃	設置なし	〃

3-1-3 操業関係

(1) 加熱材料

加熱材料はビレットおよびスラブで表のように広範囲にバラついている。

表3-4 加熱材料寸法重量

材 料	厚 mm	幅 mm	長 mm	単重 kg
ビレット	65~110	65~110	1430~4200	55 ~ 330
ス ラ ブ	53~120	85~825	1600~5300	110~2300

最近特に単重の大きいものが希望されている傾向がある。鋼種は合金鋼、高炭素鋼、低炭素鋼、ステンレス鋼と広範囲になつている。

(2) 加熱温度

材料の加熱速度、抽出温度などは品質上、熱効率上極めて重要なものと思われるが圧延能力、加熱炉型式能力および材料の鋼種形状などで画一的に結論は出せないが、実績は次のようになつている。

表3-5 加熱時間・抽出温度

	普 通 鋼	特 殊 鋼
加 熱 時 間	60 ~ 150分	170 ~ 260分
抽 出 温 度	1150~1300°C	1060~1100°C

(3) 燃料原単位

最近数カ月の平均燃料原単位と炉型式の関係を示すと図3-6のように原単位は37.7kg/t~63kg/tである。

炉型式との関係は特にないようであるが、圧延製品の種類および操業度に相当影響されている。

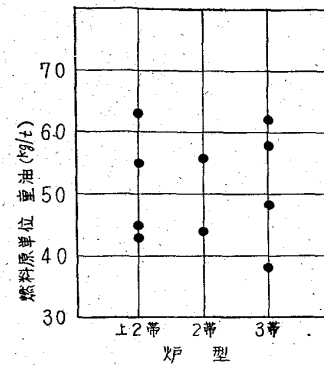


図3-6 炉型—燃料原単位

3-2 炉内温度分布

炉内温度分布は図3-14~3-16に示すとおりである。

3-3 加熱炉の計装

近年、自動制御機器の著しい発達に伴ない、多くの加熱炉に炉内圧制御および自動燃焼装置が採用されてきたが、帯鋼関係の加熱炉では15t/h以上の能力のものに使用されている現状である。自動制御を行なっていないところでも温度の検出を重視している特に特殊鋼を主に圧延している工場では、炉内温度の測定点を多くし、材料の昇温曲線の検出に重点をおいているようである。

炉内圧自動制御はほとんど油圧式であり4基、自動燃焼装置は空気圧式6基、電子式1基などあるが過半数は空気圧式である。

これらの装備状況の例を表3-9、10にまたその系統図を図3-17、3-18に示す。

3-4 熱 精 算

(1) 効 率

熱精算時の熱効率はだいたい43~60%であるが炉型式との関係をみると図3-7に示すとおりである。

(2) 冷却水による熱損失

熱精算時における冷却水による熱損失と炉型式の関係は図3-8のようである。

一般に水冷による冷却部分の多い2带式、3带式加熱は炉熱損失が多いしたがつてこのような加熱炉ではスキッド構造および水冷部分の管理に考慮が払われている。

(3) 廃ガスによる熱損失

廃ガスによる熱損失と空気予熱器の有無について比較すると図3-9のとおりである。

	廃ガス熱損失	平均
空気予熱の有	12.9~31.8%	19.5%
〃 無	17.3~25.0%	22.6%

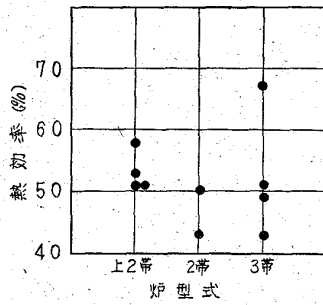


図3.7 炉型式一熱効率

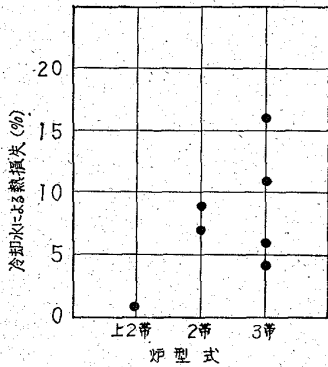


図3.8 炉型式一冷却水による熱損失

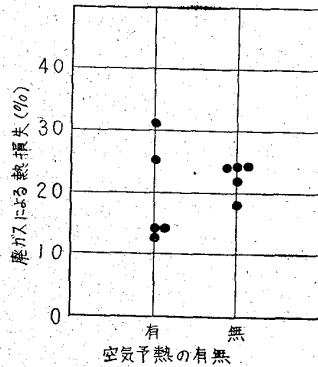


図3.9 廃ガス熱損失

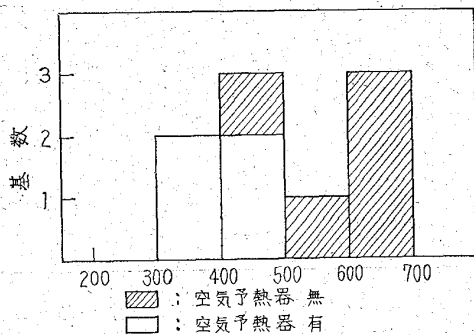


図3.10 廃ガス温度 °C

熱精算時の廃ガス温は図3.10のように、300~700°Cであつて空気予熱器のある加熱炉の廃ガス温度は300~500°Cで低く、空気予熱器のない加熱炉は400~700°Cと高くなつている。

廃ガス組成 CO₂, O₂, CO についてはそれぞれ表3.6, 図3.11は示すように CO₂ 6.9~13.9%, O₂ 1.4~10.8%,

表3.6 熱精算時の廃ガス成分

工場名	温度 °C	ガス組成		
		CO ₂	O ₂	CO
A *	690	11.9	4.5	0.3
B *	455	13.39	1.69	0.24
C *	410	6.9	10.8	0.7
D *	333	12.52	5.02	0.6
E				
F	645	13.8	1.4	0
G *	320	13.2	3.9	
H	480	12.1	2.6	0.1
I	620	10.2	3.3	0.6
J	575	13.9	1.92	0

* 予熱器あり

CO 0~0.7%になつている。(熱精算は空気予熱器を含めており廃ガス組成および温度は空気予熱器出口の値である。)

空気予熱器を使用している炉で、O₂%が多く、CO₂%の低いものは空気予熱器からの漏れおよび侵入空気が多いためであり、空気予熱器の効率の低下は勿論、加熱炉の効率に影響するところが多い。

また、炉内における雰囲気、廃ガスの成分はともに製品の品質および燃料原単位に直接影響するために多くは炉内圧力、空気率などの自動制御を行なつている。

(4) 天井および炉壁からの熱損失

天井および炉壁からの熱損失はは図3.12に示すように3.0~26.9%にわたっている。

最近保温断熱に留意され各社ともこの減少に努力されている。

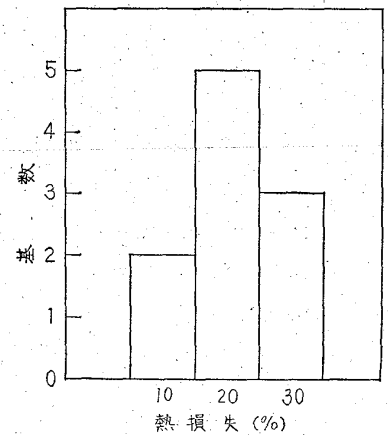


図3.12 天井炉壁からの損失

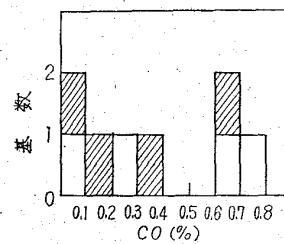
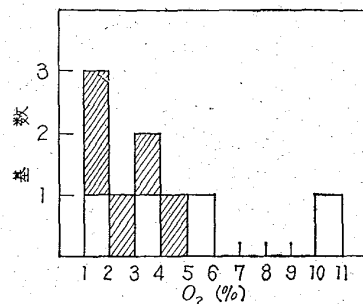
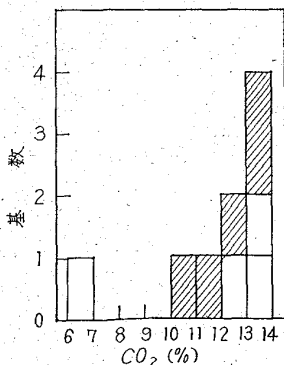


図3.11 廃ガス成分

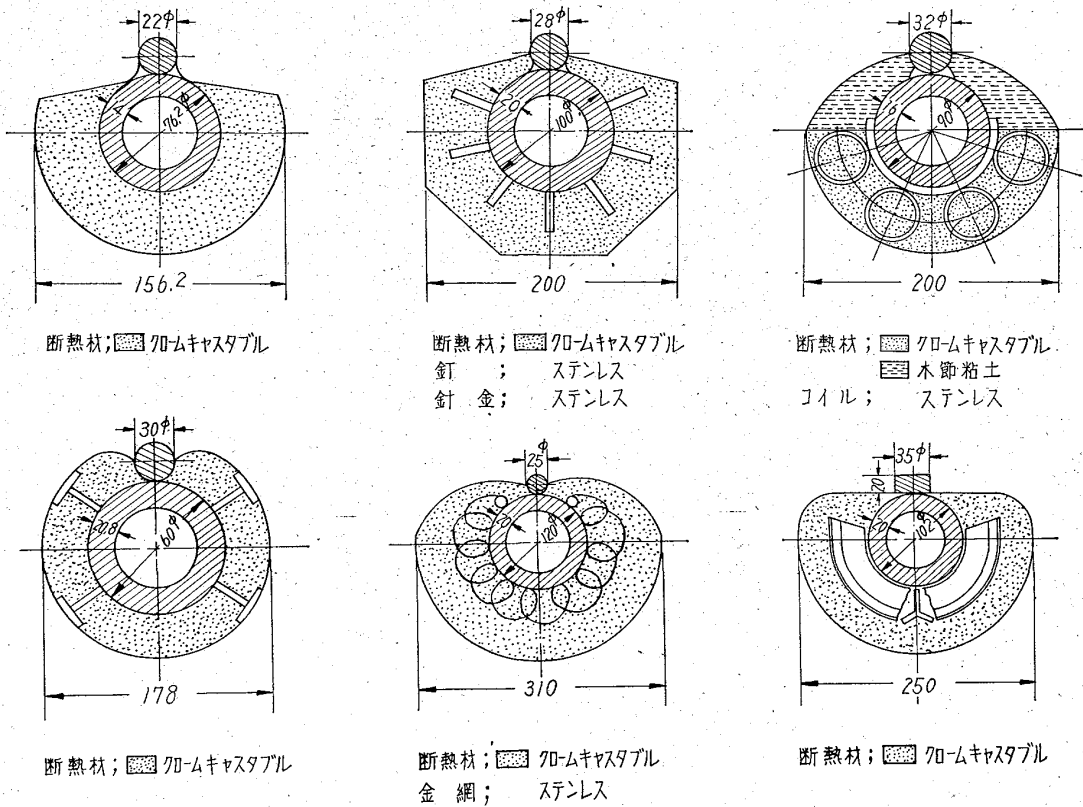


図3-13 スキッドパイプ断熱方式図

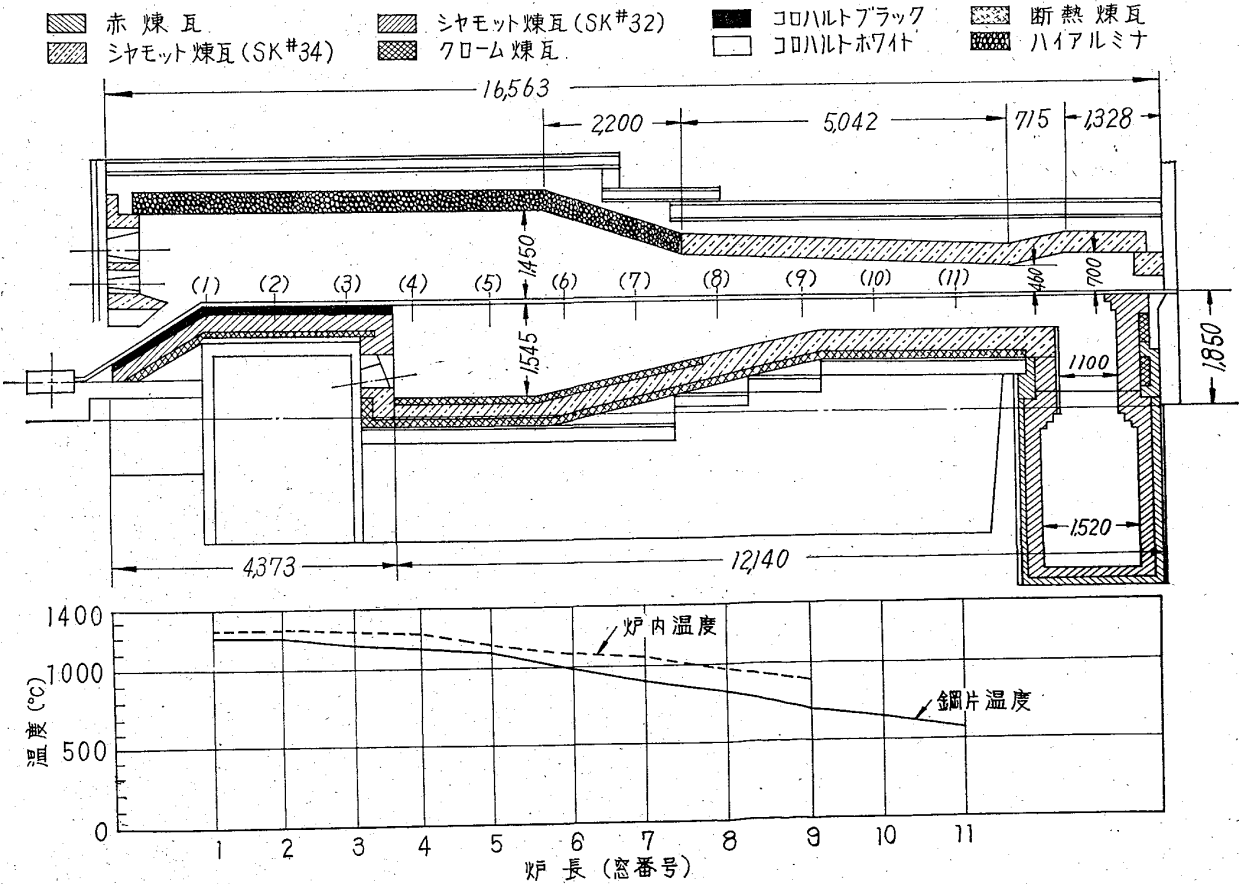


図3-14 2帯式連続加熱炉体輪廓煉瓦積略図ならびに炉内温度分布，鋼片温度曲線

表3.7 加 熱

No.	項 目		工場名		A	B	
			単位				
1	炉	型 式			上部 2 带式連続加熱炉	3 带式連続加熱炉	
2		基 数	基		1	1	
3		加 熱 能 力	t/h/基		13.5	60	
4		有 効 炉 長 × 幅	mm		14,500 × 2,900	21,335 × 5,500	
5		炉 床 負 荷	kg/m ³ h		175 (321)	385 (511)	
6		伝 熱 面 積	m ²		39	184	
7		保 温 材 種 類			断熱煉瓦 (イソライト)	断熱煉瓦及シリカライト	
8	燃 料	種 類			C 重油	C 重油	
9		原 単 位 (材 屯)	kg/t		34	55.5	
10	付 帯	バ ー ナ ー 型 式			高压蒸気噴霧式	高压蒸気噴霧式	
11		バ ー ナ ー 容 量 × 個 数	l/h~本		50~120-4 70~180-2	135-6 240-8 460-3	
12		バ ー ナ ー 材 質 及 寿 命	月		13cr鋼60カ月以上	ニッケルクローム鋼寿命不明	
13		噴霧用一次空気(蒸気)圧力	kg/cm ²		4	3.5~4	
14		焼 燃 用 二 次 空 気 圧 力	H ₂ O mm		200	200	
15		送 風 機 容 量	Nm ² /h		No.1 10,200 No.2 4,800	66,000	
16	煙 突 大 小 (径 × 高)	m		2.2 × 26.0	3.5 × 2.5 × 55		
17	設 備	空 気 予 熱 器			鋼管煙道吊下式	耐熱鑄鋼製ニードル型(十字流)	
18		型 式	m ²		45	220	
19		伝 熱 面 積	°C		300	400	
20	寿 命	月		96カ月以上	60		
21	備	冷 却 の 有 無			無	有	
22		ス キ ッ ド 材	質		—	STT48 モリブデン鋼	
23		寿 命	月		—	60	
24		冷 却 ス キ ッ ド 断 熱 材			—	キャストブル・ヒシコン CB 不動印 C160	
25	断 熱 材 寿 命	月		—	4		
26	加 熱 材 料	種 類			鋼 片	鋼 片	
27		寸 法	最大 mm		155 × 80 × 2,550	825 × 90 × 5,000	
28		単 重	最大 mm		75 × 75 × 2,500	265 × 120 × 2,700	
29		材 質	最大 kg		245	1,800 (2,300)	
30		炉 内 幅 / 材 料 長 さ (最 大)	最小 kg		100	1,300	
						2,900/2,550 1.21	1.1
31	操 炉 概 況	操 炉 作 業 員 (1 交 代)		人		8人 責任者1 抽出2 装 人4 加熱4	8人 責任者1 ポンプ1 ヒーター1 抽出1 プッシャ運転1 装入3
32		操 炉 時 間 内 容			h/月	%	h/月
	加 保 熱 昇 熱 止			675° 05'	46.9	437° 35'	58.8
				249° 35'	17.3	133° 40'	18.0
				515° 20'	35.8	172° 35'	23.2

設 備

C		D		E	
2 带式連続加熱炉 1 20 12,425×3,500 352 (459) 70 断熱煉瓦 (イソライト)		3 带式連続加熱炉 1 20 19,700×2,500 443 (406) 72 断熱煉瓦 (イソライト)		2 带式連続加熱炉 1 40 14,000×5,826 617 (510) 127 断熱煉瓦 (イソライト)	
C重油 58・6		C重油 50・9		C重油 59・9	
高压空気噴霧式 50~120-6 (上部) 4 (下部) 1~15-8 (カーテンバーナー) 混合管STS38突頭耐熱鋼不明 5~6 265 8,700×3 2・8×2・3×42・0		高压空気噴霧式 100~200 鋼 製 4~5 250 27,600×2 2・0×45・8		高压空気噴霧式 60~120×11 5~30×9 SGT (主11) 中外炉製 (補9) 2~6 250 13,200 23・5~28・5×45・0	
鋼管煙道吊下型 150 120 44		鋼管煙道吊下型 160 約250 昭和30年より連続使用		鋼管煙道吊下型 200	
有 ST 30A 54 クロームキヤスタブル 3~4		有 肉厚鋼管 24 木節粘土, クロームキヤスタブル 3~5		有 ST 48 操業以来使用中 クロームキヤスタブル 一部補修現在使用中	
鋼 片 大 { 53×20×3,130 中 { 102口×3,110 幅 { 53×85×2,827 幅 { 05口×2,700 大 { 295・8 中 { 244・1 幅 { 110・3 幅 { 120・7 大幅 1・12 中幅 1,125		鋼 片 115×463×2,150 115×155×1,600 890 290 2,500/2,200 1・1		鋼 片 73×420×5,300 90×120×5,300 1,270 355 5,600/5,000 1・12	
11人 責任者1. 装入4. 運転1. 前 焚1. 抽出3. 加熱1.		5人 責任者1. 加熱抽出1. 装 入2. 鋼片準備1.		3人 装入抽出1. 運転1. 加熱1.	
h/月	%	h/月	%	h/月	%
334°	46・4	379・1	52・7	132・00	18・3
102°	14・2	99・5	13・8	139・75	19・4
284°	39・4	241・4	33・3	448・25	62・3

表3・7 加 熱 設 備

No.	項 目		工場名		F	G	
			単位				
1	炉	型式			3 带式連続加熱炉	3 带式連続加熱炉	
2		基数	基		1	1	
3		熱能力	t/h/基		30	35	
4		有効炉長 × 幅	mm		17,960 × 3,680	16,000 × 5,000	
5		炉床負荷	kg/m ² h		324 (454)	412 (437)	
6		伝熱面積	m ²		—	123	
7		保温材積	類		断熱煉瓦 (イソライト)	断熱煉瓦 (イソライト)	
8	燃料	種類			C 重油	C 重油	
9		原単位 (材 屯)	kg/t		61・8	39・6	
10	付 帯 設 備	燃焼関係装置及設備	バーナー型式		高压空気噴霧式	高压蒸気噴霧式	
11			バーナー容量 × 個数	l/h~本	50~120-8 70~180-2 90~240-2	120-17	
12			バーナー材質及寿命	月	—	SNCI (ニッケルクローム鋼1種)8	
13			噴霧用一次空気(蒸気)圧力	kg/cm ²	5・5	2 (蒸気)	
14		燃焼用二次空気圧力	H ₂ O mm	400	400		
15		送風機容量	Nm ² /h	9,345 × 2	18,000		
16		煙突大きさ (径 × 高)	m	—	2・0 × 40・0		
17	空 気 予 熱 器	型式		—	金属製交流型		
18		伝熱面積	m ²	—	112		
19		予熱空気温度	°C	—	250		
20	寿 命	月	—	12 (局部的) 良品は組替えて使用			
21	ス キ ッ ド パ イ プ	冷却の有無		有	有		
22		材 質		普通肉厚パイプ	STT-39 (高温高压配管用2種)		
23		寿 命	月	60	24		
24		冷却スキッド断熱材		クロームキヤスタブル (80%) アルミナセメント (20%)	クロームキヤスタブル 32#		
25	断熱材寿命	月	6	24 (部分的には3~6カ月)			
26	加 熱 材 料	種類		鋼 片	鋼 片		
27		寸 法	最大 mm	70 × 200 × 3,000	115 × 450 × 4,600		
28		単 重	最大 mm	96 × 96 × 2,000	100 × 100 × 4,200		
29		材 質	最大 kg	324	1,700		
30		炉内幅/材料長さ (最大)	最大 kg	142	330		
				1・23	1・09		
31	操 炉 概 況	操 炉 作 業 員 (1 交代)		人	8人 責任者1. 材料装入3. 抽出2. 加熱2.	6人 責任者1. 加熱1. 装入及抽出3. その他1.	
32		操炉時間内容			h/月	%	h/月
	加 保 休	熱 昇	熱 止	262・1	36・4	219° 15'	31
				147・6	20・5	410° 20'	57
				310・3	53・1	90° 25'	12

(つ づ き)

H		I		J	
上部 2 带式連続加熱炉 1 6 14, 200×2, 500 135 (169) 30 断熱煉瓦 (イソライト)		上部 2 带式連続加熱炉 1 10 18, 000×2, 200 206 (253) 34 断熱煉瓦 (イソライト)		上部 2 带式連加熱炉 1 8 11, 445×2, 200 238 (318) 33 断熱煉瓦 (イソライト)	
C 重油 51.5		重油 B 44.5		B 重油 45.6	
高压空気噴霧式 300-6 SS41B 不明 3 76.2 27, 000 2.2×50.0		高压空気噴霧式 60-2 120-2 砲金及耐熱鋼 不明 4 100 6, 000 1.82×37.5		高压空気噴霧式 60-5 砲金及耐熱鋼 不明 4~5 100 7, 200×2 頂1.0×40.0	
—		—		—	
—		—		—	
—		—		—	
—		—		—	
無 — — — —		無 — — — —		無 — — — —	
鋼 片 80×205×2, 200 70×70×1, 800 290 70 2, 500/2, 200 1.14		鋼 片 110×110×1, 900 70×70×1, 430 177 55 2, 200/1, 900 1.16		鋼 片 65×138×1, 700 65×65×1, 700 120 55 2, 200/2, 000 1.1	
5人 責任者1. 抽出2. 加熱1. 装入1.		7人 責任者1. 抽出2. 加熱1. 材料装入3.		5人 責任者1. 抽出2. 加熱1. 装入1.	
h/月	%	h/月	%	h/月	%
81° 32'	11.3	67.5	9.4	145° 35'	20.3
83° 58'	11.7	19.0	2.6	141° 00'	19.9
554° 30'	77.0	663.5	88.0	433° 25'	66.1

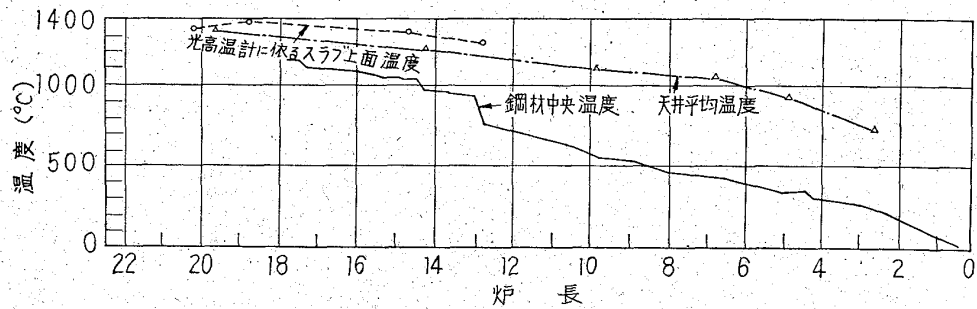
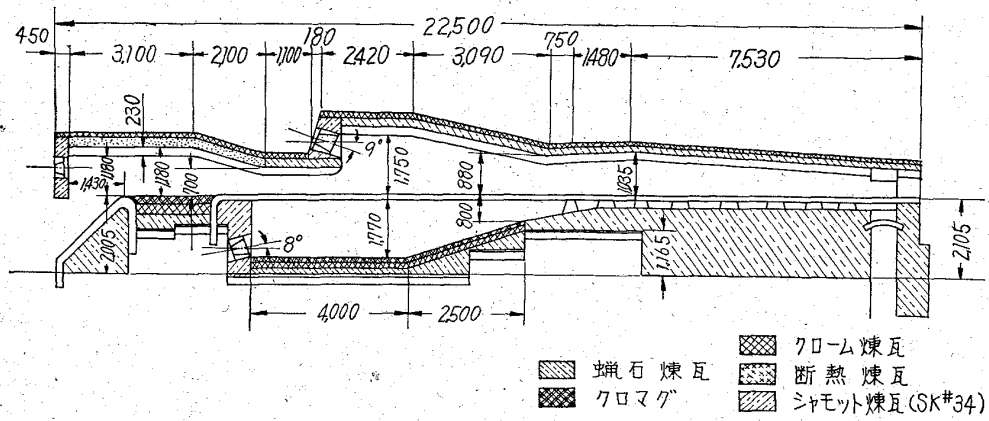


図1-15 3带式連続加熱炉体輪廓煉瓦積概略図ならびに炉内温度分布鋼片温度曲線

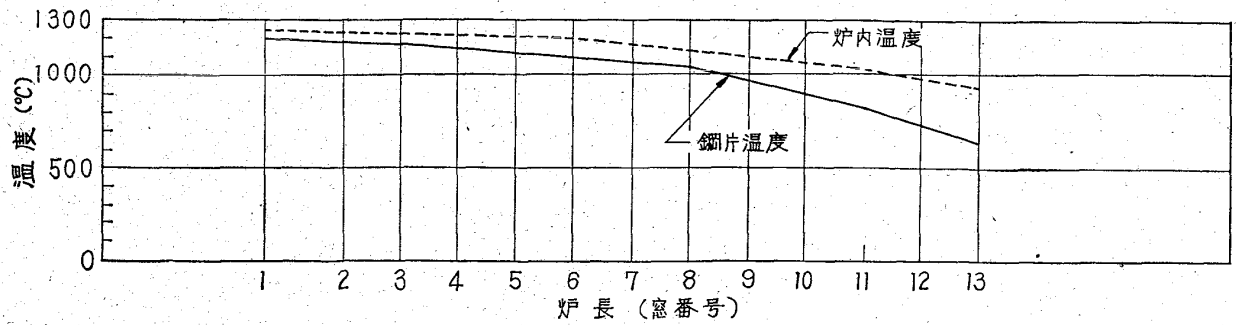
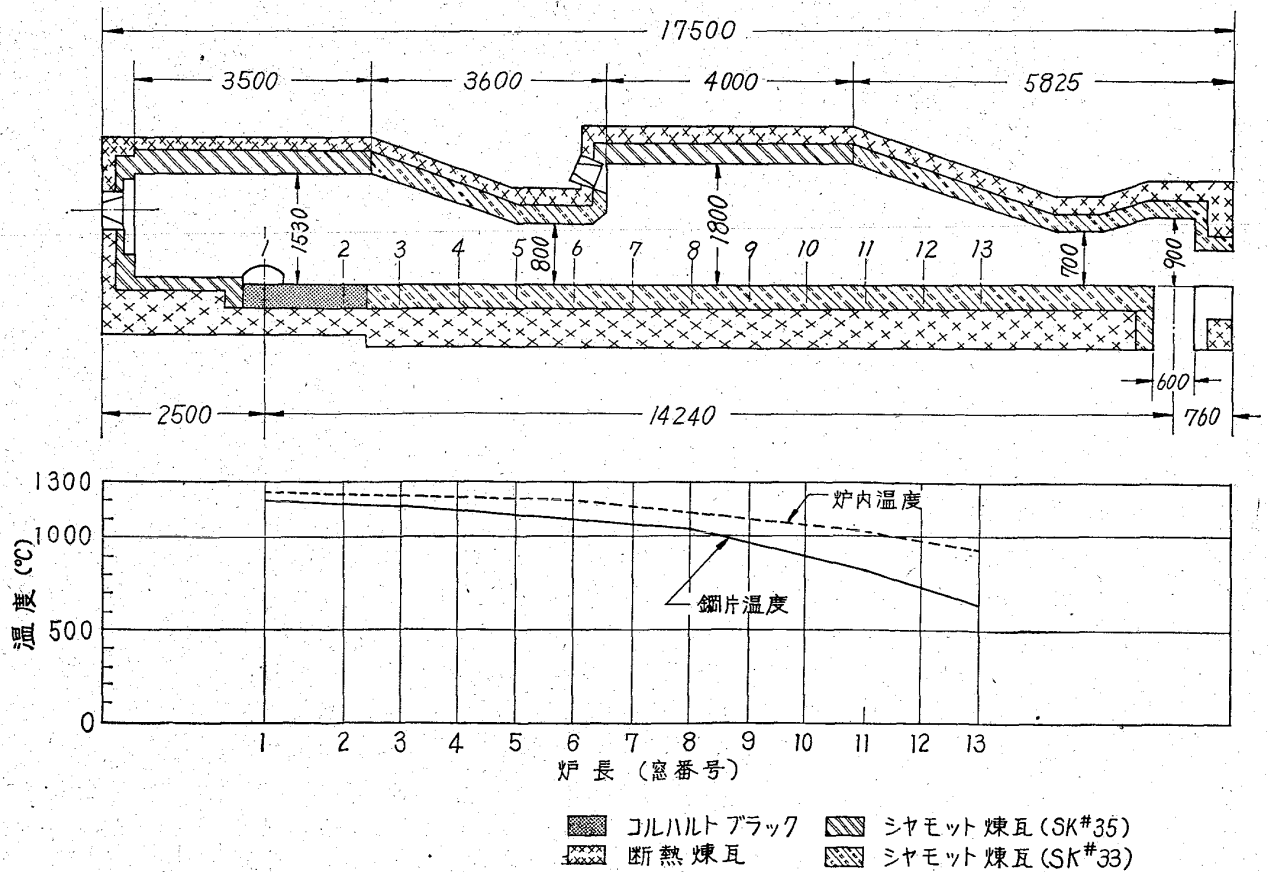


図3-16 上部2带式連続加熱炉体輪廓煉瓦積概略図ならびに炉内温度分布鋼片曲線

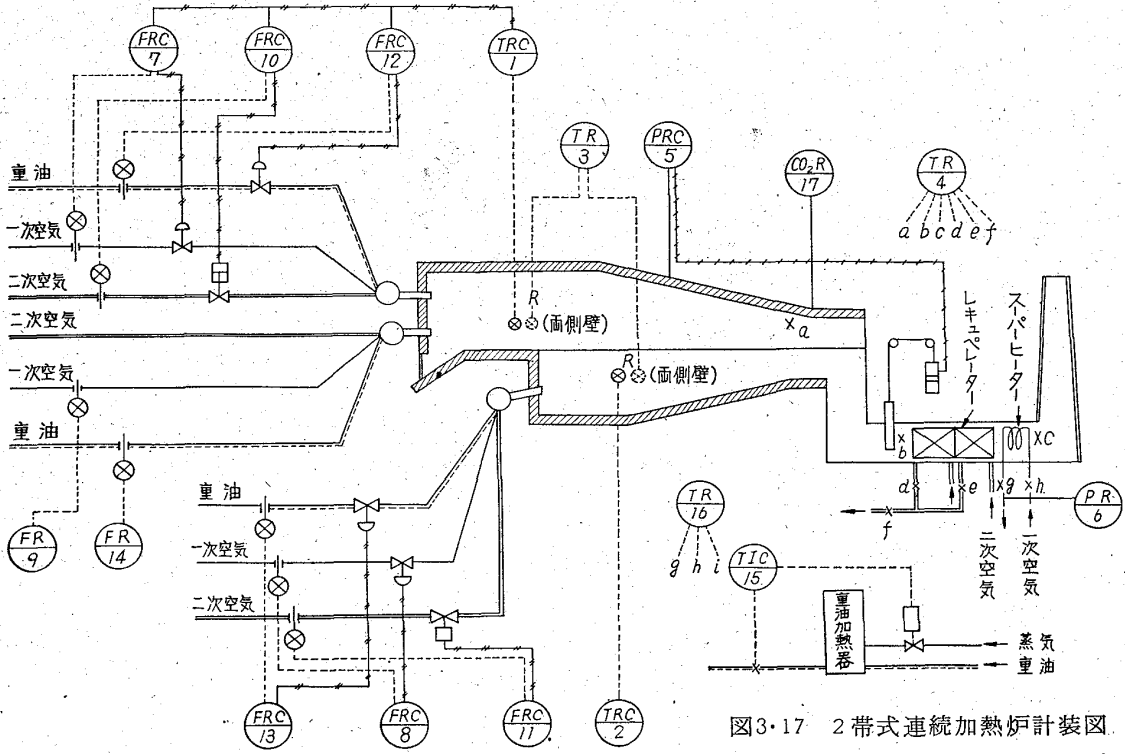


図3-17 2带式連続加熱炉計装図

TRC : 温度記録調節計 FRC : 流量記録調節計 PR : 圧力記録計
 TR : 温度記録計 FR : 流量記録計 CO₂R : 炭酸ガス記録計
 TIC : 温度指示調節計 PRC : 圧力記録調節計

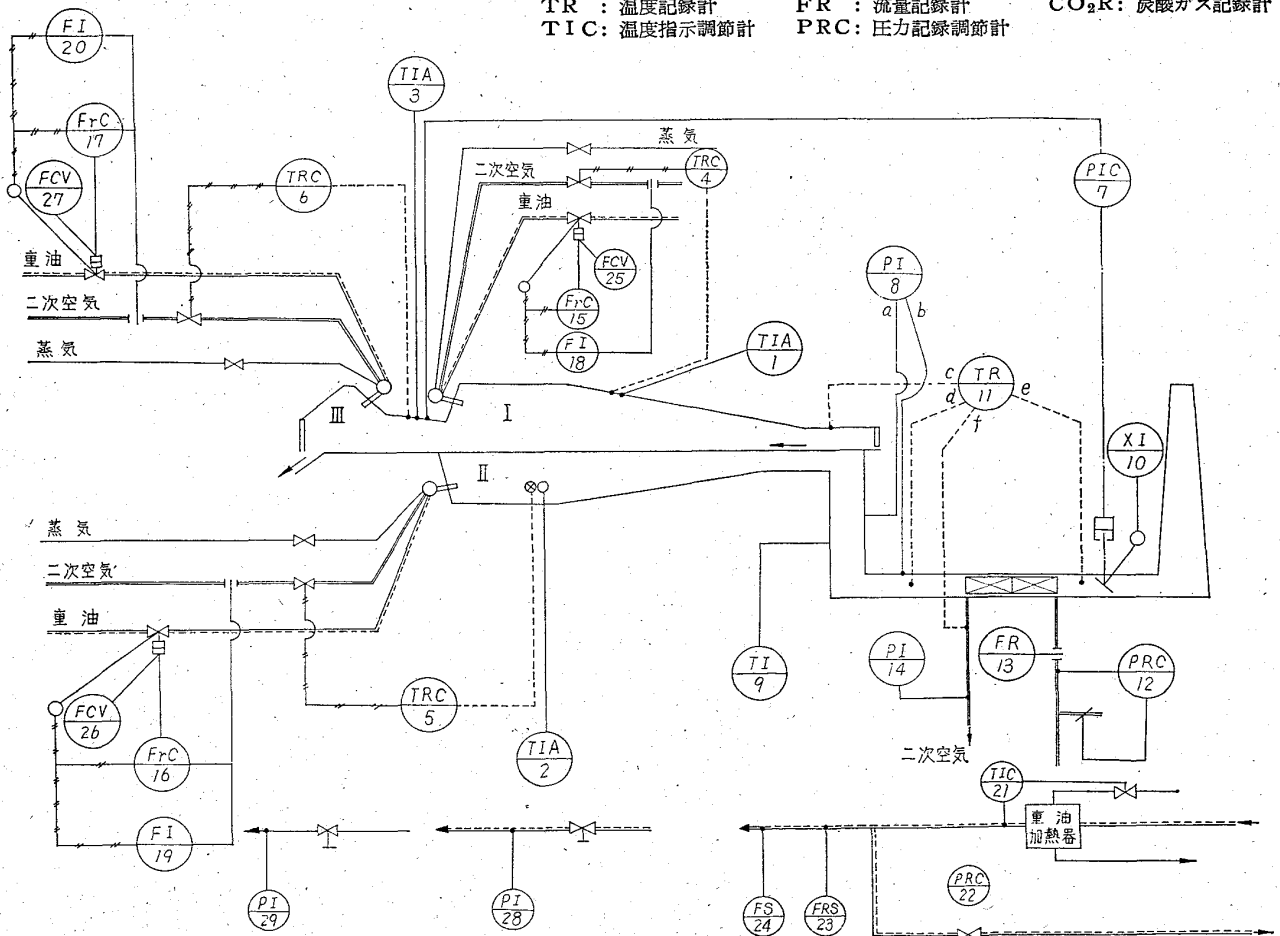


図3-18 3带式連続加熱炉計装図

- - - - - 電気配管
 - - - - - 空気配管 (計器用)
 - - - - - 重油配管 (計器用)
 - - - - - 計測対象から計器調節器又は発信器までの導管 (及び蒸気配管)
 - - - - - 空気配管 (燃焼用)
 - - - - - 重油配管 (燃焼用)

表3.8 熱 精 算 結 果

項 目	工場名		A	B
	単位			
装 入 材 の 種 類			鋼 片	鋼 片
装 入 材 の 寸 法	mm		95×95×(2,450~2,550)	(90~120)×(315~405)
装 入 材 の 単 重	kg		172	925~1,825
装 入 材 の 温 度	°C		16	8
抽 出 温 度	°C		1,170	1,214
燃 料 使 用 量	kg/t		34	39.55
燃 料 温 度	°C		74	84
スケール生成(焼減量)	kg/t		25	16.7
在 炉 時 間	min		90~180	105
炉 内 速 度	m/n		4~5	12.07
廃 ガ ス 温 度	°C		690	455
冷 却 水 使 用 量	kg/t		—	5,230
熱 精 算 結 果			(%)	(%)
入 熱	燃 料 発 熱 量	10 ³ Kcal	330,820 (90.0)	379.70 (93.6)
	燃 料 頭 熱	"	687 (0.2)	1.40 (0.4)
	空 気 頭 熱	"	1,836 (0.5)	1.10 (0.3)
	蒸 気 頭 熱	"	940 (0.3)	0.87 (0.2)
	鉄 の 酸 化 熱	"	33,250 (9.0)	22.20 (5.5)
	入 熱 合 計	"	367,533 (100.0)	405.33 (100.0)
有 効 熱	鋼 材 の 含 熱 量	"	186,200 (50.7)	199.70 (49.2)
	スケールの含熱量	"	5,270 (1.4)	4.71 (1.2)
	合 計	"	191,470 (52.1)	204.41 (50.4)
廃 ガ ス 損 失 熱	乾 廃 ガ ス の 頭 熱	"	117,000 (31.8)	50.40 (12.4)
	乾 廃 ガ ス の 潜 熱	"	3,980 (1.1)	7.83 (1.9)
	廃 ガ ス 中 の 水 分 の 頭 熱	"	20,600 (5.6)	8.75 (2.2)
	合 計	"	141,580 (38.5)	* 22.66 (6.1) 91.64 (22.6)
熱 出	冷 却 水 に よ る 熱 損 失	"	—	64.80 (16.0)
	天 井 炉 壁 そ の 他 熱 損 失	"	34,483 (9.4)	44.46 (11.0)
	出 熱 合 計	"	367,533 (100.0)	405.33 (100.0)

* 放焰損失

(昭和 34 年 7 月 調 査)

C	D	E
鋼 片 53×170×2,860 200 15 1,280 47.5 93 23 150 5.2 410 3,060 (%)	鋼 片 115×306 569 17 1,340 39.5 71.6 13.41 67.8 16.8 333 1,690.6 (%)	鋼 片 75×(350~290) 355~1,270 19 1,215 40.3 71 17.73 63 15 — 1,965 (%)
453.0 (92.3) 2.1 (0.4) 5.3 (1.1) — 30.6 (6.2) 491.0 (100.0)	392.12 (94.7) 1.24 (0.3) 2.86 (0.7) — 17.84 (4.3) 414.06 (100.0)	375.50 (39.1) 1.26 (0.3) 1.64 (0.4) — 24.80 (6.2) 403.20 (100.0)
210.0 (42.8) 6.2 (1.3) 216.2 (44.1)	211.13 (51.0) 3.96 (1.0) 215.09 (52.0)	201.00 (49.8) 6.53 (1.6) 207.53 (51.4)
124.7 (25.4) 19.5 (3.9) 9.5 (1.9) 153.7 (31.2)	55.88 (13.5) 6.93 (1.7) 0.92 (0.2) 63.73 (15.4)	98.50 (24.4) 9.07 (2.3) 15.60 (3.9) 123.17 (30.6)
43.8 (8.9) 77.3 (15.8) 491.0 (100.0)	23.49 (5.7) 111.75 (26.9) 514.06 (100.0)	27.30 (6.8) 45.20 (11.2) 403.20 (100.0)

表3・8 熱 精 算 結 果

項 目		工場名		
		単 位		
			F	G
装 入 材 の 種 類			鋼 片	鋼 片
装 入 材 の 寸 法		mm	120×120×2,000	235×115×4,500
装 入 材 の 単 重		kg	234	960
装 入 材 の 温 度		°C	15	16・6
抽 出 温 度		°C	1,230	1,150
燃 料 使 用 量		kg/t	44・0	27・0
燃 料 温 度		°C	89	86・8
スケール生成 (焼減量)		kg/t	11・9	14
在 炉 時 間		min	150	110
炉 内 速 度		m/hr	7・2	8・7
廃 ガ ス 温 度		°C	645	320
冷 却 水 使 用 量		kg/t	3,400	1,272・3
熱 精 算 結 果			(%)	(%)
入	燃 料 発 熱 量	10 ³ Kcal	435・38 (95・5)	256・0 (91・3)
	燃 料 顕 熱	"	1・75 (4・4)	1・3 (0・5)
	空 気 顕 熱	"	2・84 (0・6)	1・8 (0・6)
	蒸 気 顕 熱	"	—	2・5 (0・9)
	鉄 の 酸 化 熱	"	15・83 (3・5)	18・7 (6・7)
	入 熱 合 計	"	455・79 (100・0)	280・3 (100・0)
出	有 効 熱			
	鋼 材 の 含 熱 量	"	197・69 (43・4)	187・0 (66・7)
	スケールの含熱量	"	4・19 (0・9)	4・7 (1・7)
出 熱 合 計	"	201・88 (44・3)	191・7 (68・4)	
熱	乾 廃 ガ ス の 顕 熱	"	101・24 (22・2)	38・8 (13・8)
	乾 廃 ガ ス の 潜 熱	"	—	0・4 (0・1)
	廃 ガ ス 中 の 水 分 の 顕 熱	"	16・98 (3・7)	10・3 (3・7)
	合 計	"	118・18 (25・9)	49・5 (17・6)
	冷 却 水 に よ る 熱 損 損 失	"	17・00 (3・7)	30・8 (11・0)
	天 井 炉 壁 そ の 他 熱 損 損 失	"	118・73 (26・0)	8・3 (3・0)
出 熱 合 計	"	455・79 (100・0)	280・3 (100・0)	

(つ づ き)

H	I	J
鋼 片	鋼 片	鋼 片
80×125	80×80×1,650	75×75×1,950
150	83	85.6
12.0	10	10
1,060	1,080	1,080
30.7	30	29
57.5	80	70
20	15	88
180	169	257
5	4.7	4.12
480	620	575
—	—	3.45
(%)	(%)	(%)
303.0 (91.4)	300.0 (93.1)	290.0 (97.6)
0.7 (0.2)	0.98 (0.3)	1.1 (0.4)
1.4 (0.4)	1.12 (0.4)	1.1 (0.4)
— —	— —	— —
26.6 (8.0)	20.0 (6.2)	4.9 (1.6)
331.7 (100.0)	322.1 (100.0)	297.1 (100.0)
170.0 (51.3)	171.0 (53.1)	173.0 (58.2)
6.1 (1.8)	3.2 (1.0)	1.1 (0.4)
176.1 (53.1)	174.2 (54.1)	174.1 (58.6)
57.3 (17.3)	79.0 (24.5)	73.4 (24.7)
1.1 (0.3)	— —	— —
7.8 (2.4)	— —	7.4 (2.5)
66.2 (20.0)	79.0 (24.5)	80.8 (27.2)
— —	— —	3.4 (1.1)
89.4 (26.9)	68.9 (21.4)	38.8 (13.1)
331.7 (100.0)	322.1 (100.0)	297.1 (100.0)

表3・9 2带式連続加熱炉計測装置状況

番 号	測 定 対 象	測 定 位 置	自 動 の 有 無	計 器	発 信 方 式	備 考	
1	炉 内 温 度	加 熱 温 度	自	電 子 管 式 記 録	輻 射		
2		上 部 加 熱 帯 側 壁	自	"	"		
3		下 部 "		可 動 線 輪 打 点 記 録	"		
4~a		上 下 部 "	炉 尻	"	C A		
5	炉 圧	炉 内 圧 力	自	ア ス カ ニ ヤ 式 記 録 付			
7c	排 ガ ス	予 熱 器 出 入 口 炭 酸 ガ ス %		可 動 線 輪 打 点 記 録 ラ ウ タ ー	C A		
6	空 気	一 次 空 気 圧 力	自	ブ ル ド ン 管 記 録	オ リ フ イ ス 差 圧		
7		" 流 量		主 管			誘 導 式 記 録
8		" 流 量		上 下 部 帯 導 管			"
9		二 次 空 気 流 量	カ ー テ ン "	"	"		
10		" 温 度	上 下 帯 送 風 管	"	"		
11		予 熱 器 出 口 3 カ 所	自	可 動 線 輪 打 点 記 録	C A		
12	一 次 空 気 温 度 (蒸 気)	ス ー パ ー ヒ ー タ ー 出 入 口		交 叉 線 輪 打 点 記 録	抵 抗 式		
13	燃 料	重 油 流 量	自	誘 導 式 記 録	面 積 式		
14		"		"	"		
15		重 油 温 度	ヒ ー タ ー 出 口	自	交 叉 線 輪 指 示	抵 抗 式	
16		"	"		交 叉 線 輪 打 点 記 録	"	

表3・10 3 带式連続加熱炉計測装置状況

番 号	測 定 対 象		測 定 位 置	自動の有無	計 器	発信方式	備 考
1	炉 内 温 度	上部加熱帯温度	ヤード側天井	自 自 自	mV計型指示計	PR・10	
2		下部 "	" 側壁		"	"	
3		均熱帯温度	" 天井		"	"	
4		上部加熱帯温度	スタンド側天井		電 氣 管 空 氣 計 圧 式 記 録 計	PR・13	
5		下部 "	" 側壁		"	"	
6		均熱帯温度	" 天井		"	"	
7 a 8 b	炉内圧力	均熱帯天井	自	隔膜式指示計	差 圧		
	煙道通風力	煙道入口		"	"		
	"	予熱器入口		"	"		
9 10	煙道	排ガス温度	煙 道	自	mV計型指示計	C A	
	ダンパー開度	煙突入口	煙突入口		可変抵抗式比率計型 指示計	角 度	
c 11d e	排 ガス	炉尻排ガス温度	上部加熱帯炉尻		mV型可変線輪 6打点記録	C A	
		予熱器入口排ガス 温度	予熱器入口		"	"	
		" 出口 "	予熱器出口		"	"	
12 13 14 15~17 18~20 11f	二 次 空 気	冷空圧力	ブローワー直後	自 自 自 自	浮子電送型空気圧式 指示記録計	差 圧	空燃流量比率 1,2,3,ゾーン (重油FCVよりの 発信空気圧・空気 ・オリフイス差圧)
		冷空総合流量	"		環状天秤式	オリフイス 差 圧	
		二次空気圧力	予熱器出口		隔膜式指示計	差 圧	
		空燃流量比率制御	各ゾーン支管		隔膜差圧型油圧式	"	
		二次空気流量指示計	"		環状天秤型 (2点指示)	"	
		二次空気温度	予熱器出口		mV型可変線輪 6打点記録	C A	
21 22 23 24 25~27	燃 焼 用 重 油	重油温度	ヒーター直後	自 自 自 自	バイメタル	線膨脹	1,2,3,各ゾーンに 設置
		" 圧力	"		ブルドン管式	圧 力	
		" 総合流量	"		面積型電子管式指示 記録計	実 重 量	
		" 流量積算	"		容 積 型	"	
		" 流量調節	"		差圧スプリング平衡 型	"	
28 29	バー ナー 直 前	重油圧力	各バーナー所		ブルドン管式	圧 力	各ゾーン×各バー ナー 前17ヶ
		蒸気圧力	"		"	"	各ゾーン×各バー ナー 前17ヶ
30	其他	蒸気圧力	本 管		"	"	