

## 鉄鋼技術共同研究会報告

### 熱経済技術部会熱管理分科会報告

## 鉄鋼圧延工場加熱炉の熱交換器の現況

菊池浩介\*・阪本 祝\*\*

### Present Status of Recuperators for Reheating Furnaces in a Rolling Mill.

(Report of Heat Control Subcommittee, Heat Economy Technique  
Division, Steel Technology Joint Research Society)

Kousuke KIKUCHI and Shuku SAKAMOTO

#### I. ま え が き

わが国鉄鋼圧延工場にある各種加熱炉に用いる熱交換器は古くからあつたが、高炉の熱風炉および平炉の蓄熱室のごとく一体不可分のものではなく、加熱炉本体の研究が先行してから後に熱交換器の研究が発展したものである。低品位燃料で高温を得るためには、その所要温度に応じて空気または、空気と燃料の両者を予熱する必要があるので、高炉および平炉の場合には作業上の要求であるが圧延工場の加熱炉の場合には予熱しなくても作業ができたのであつて、この場合の熱交換器は純然たる熱経済の見地から発達したものとみられる。過去の時代にも用いられたが第二次大戦の燃料の窮迫と米国熱管理技術者ヘイス氏等の指導により熱交換器の進歩は誠に見るべきものがあつた。また外国技術の導入によつて新しい型式も増加して来たので現在の熱交換器の使用状況と諸特性を調査しその全貌を掌握して今後の研究のための参考に資する目的を以て本調査を行なつたものである。

従来の発生炉ガスおよび高炉ガスを用いた均熱炉および加熱炉では蓄熱室を用いていたが、石炭から重油への転換、高炉ガス単味からコークス炉ガス混燃による燃料発熱量の上昇と相まつて蓄熱室から熱交換器へと移行してきて現在蓄熱室を有するものは若干の均熱炉と厚板鋼塊加熱炉を残すのみで連続式加熱炉に現存するものはない。耐火煉瓦による熱交換器のうちスタイン式と称するものは異形煉瓦の複雑な組あわせで煉瓦の成形不良と目地材料の低質または不均質、および温度変化による煉瓦、目地の膨張収縮の相異などによつて目地切れを生じ

排ガス空気流の貫通を生じ効果が低下し使用不能となるものが多かつたのが過去の状態であつた。しかしこの種のものでも広畑製鉄所のごとく 10 数年の耐用命数をもつものがあるので今後の調査と研究が望まれる。戦後各形式の均熱炉の輸入設置にともない、いわゆるタイルレキュペレーターの使用が増加したが漏洩問題は過去の状態に比較すれば進歩したとはいえ、まだなお研究を要するところであつて、ある使用時間後に漏洩が急激に増加する傾向がある。

古くから最も一般的に用いられているのは金属製のものである。傾向的には戦前広く用いられた円筒内に多管式遮流板を有する複雑な構造のものは漸減し鋼板または鋼管製が増加した。その形式と種類は多岐にわたり本文中に見られる通りである。保守、建設費の安価なために構造の簡単なものを選ぶ説も台頭した。その構造はいくつかのセクションに分け種々の合金鋼など使用材質を高、低温部それぞれに適するように使いわけ、また損傷程度によつてそのセクションだけを取替え得るようになった。従来の熱交換器はシャックなどを主流として欧州において発展したのであるが、二重管を用いたハーゼン式は比較的近年米国に開発された新形式の一つである。

ニードル式も漸次増加の傾向にある。長期使用または過熱のため鑄鉄粒子の成長による亀裂を生じて漏洩を惹起したが、特殊合金鑄鉄であるため国内鑄造技術と需要量僅少の関係で国内補充が困難で、もつぱら輸入に頼つ

\* 前鉄鋼技術共同研究会熱経済技術部会長

\*\* 前同部会熱管理分科会主査

ていたので戦時中から使用を中止した工場が多かった。しかし最近では国産化できるようになったからこの利用率が増加するであろう。

ユングストローム製の蓄熱形式のものは戦後も1工場のみで用いられていたが最近では使用を中止した。

均熱炉の排ガスはタイルレキュペレータ通過後でもなお相当高温なので、サーフェーズ社の均熱炉のごとくこの後に金属製熱交換器を設備する例も出現した。新設の際設置面積などの考慮を払えば熱経済への貢献が大きい。

最近では自動制御を装備して排ガス温度または予熱空気温度によって煙道排ガスを空気または蒸気で稀釈して器内空気通過量を増加して熱交換器の焼損を防止するものが増えてきたので過去におけるごとく非正常の異状高温による事故を防止して寿命延長に貢献している。

燃料に重油使用が増えてきたために起つた新しい問題は重油中の硫黄による熱交換器の腐食である。SO<sub>3</sub>が排ガスの露点を上昇させて凝縮硫酸を生ずるためである。排ガス温度がやや高いためにボイラの場合より被害は少ないが重油の低質化につれて、この影響は大きくなるであろう。腐食現象は空気入口側の低温部にあらわれているから、従来の普通鋼材を用いていたのは取替え頻度を増すか、材質変更をする必要があるかも知れないがまだ具体的な資料は得られていない。

本調査は昭和33年12月から着手したので現在では若干の差異がないとはいえない、また現有設備すべてを網羅したのではないから数字上の差異などもあるであろうが、わが国鉄鋼圧延工場各加熱炉に設備されている熱交換器の種類と、その諸特性の傾向を知るに役立つと信ずるものである。

熱交換器の経済性についての検討を継続中であるが結論を得るには、なお時間を要するので今回は割愛した。

## II. 調査結果に対する考察

### 1) 型式内訳

集約されたレキュペレーターの型式別内訳は次の通りで、多管型が14件で最も多く、次いで二重管型、チューブ・スタイル型の順となっている。その他はエンベロープ型1、葉状片型1となっている。

(Fig. 1 (a)(b))

### 2) 金属式のパイプの材質

金属式のパイプの材質は次の通りで多管型は普通鋼管、二重管型の内管

は普通鋼管、外管はカロライズ鋼管が多い。ニードル型は高温側、低温側と区分しているものと区分していないものがあるが、区分した使用法が妥当と考えられる。

(Fig. 2)

### 3) 排ガス入口温度と金属レキュペレーター・パイプの材質の関係

金属多管型のガス入口温度は500~600°Cが多く、材質は普通鋼管が多い。普通鋼管の場合排ガ



Fig. 1

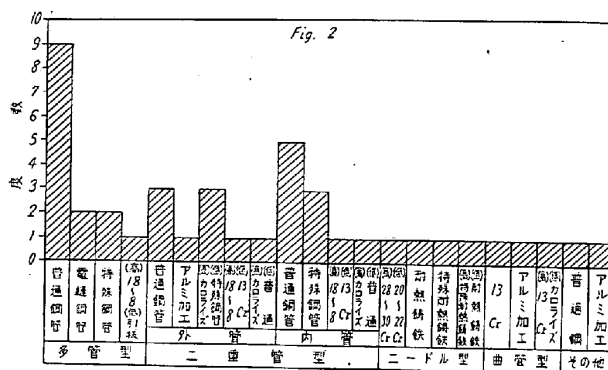


Fig. 2

ス温度は600°C程度が最高であると思われる。二重管型では排ガス温度は700~900°Cが多く材質は外管がカロライズ、普通鋼管の順である。カロライズすれば排ガス温度800°Cまでは耐久性があると思われる。

パイプ材質として高温側に18-8鋼、低温側として13Cr鋼を使用しているものもあり内外管の区別をしていない。しかし一般には内管は普通鋼管、外管は特殊鋼管を使用すべきではないと考えられる。

ニードル型の排ガス温度は500~900°Cと巾が広くエレメント材質が普通耐熱鋳物では500°C附近、特殊耐熱鋳物では900°Cまでは使用可能である。また高温側、低温側と材質を区分しているものが2社、区分していないものが2社となっているが、高温、低温側で材質を考えた方が得策であると思われる。低温側はほとんど温度

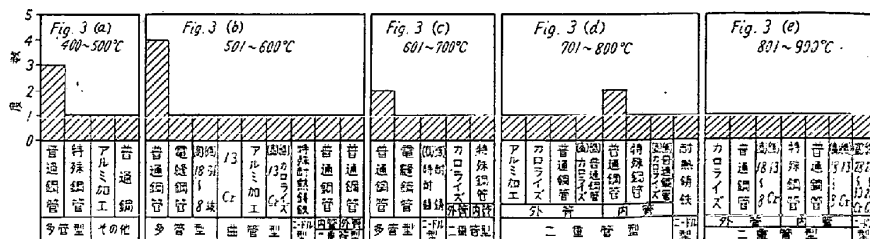


Fig. 3

的には普通耐熱鑄物で十分であるが腐食，その他の点で問題がある時は考慮する必要があると考える。

900°C 前後になると金属式ではほとんど限界で排ガス温度を自動制御によつて厳密に調節してやる必要がある。わずかに1社にこの例が見られるのみで900°C 以上はこれを除いて全部タイル式を採用している。(Fig. 3(a)~(e))

4) レキュペレーターの設置場所

金属式，タイル式別のレキュペレーター設置場所はつきのごとくである。金属式は煙道の途中に設置されているものが多く，場所としては水平煙道がほとんど大部分であるが，ニードル型のみは水平と垂直が同数である。チューブ・タイル型は全部垂直煙道に設置され主として上部二方焚および下部焚均熱炉用として使用されている。スタイン・タイル型は全部水平で加熱炉およびサーフェス型の均熱炉に使用されている。(Fig. 4(a)(b))

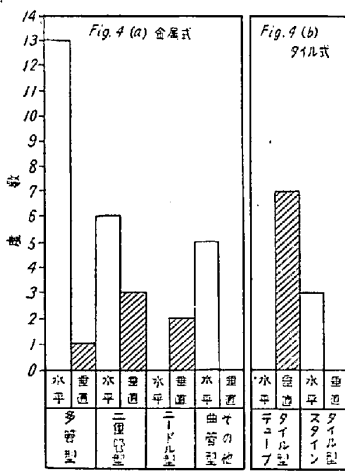


Fig. 4

るかに大きい圧損失を示している。(Fig. 5(a)~(c))

6) 排ガスの圧損失

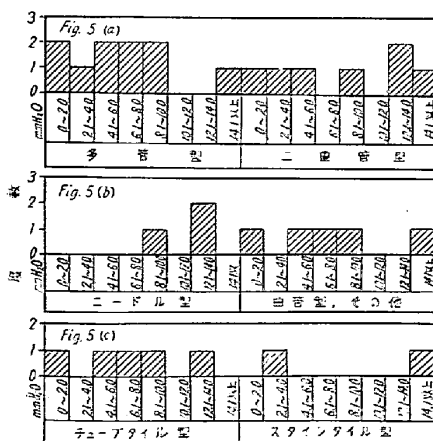


Fig. 5

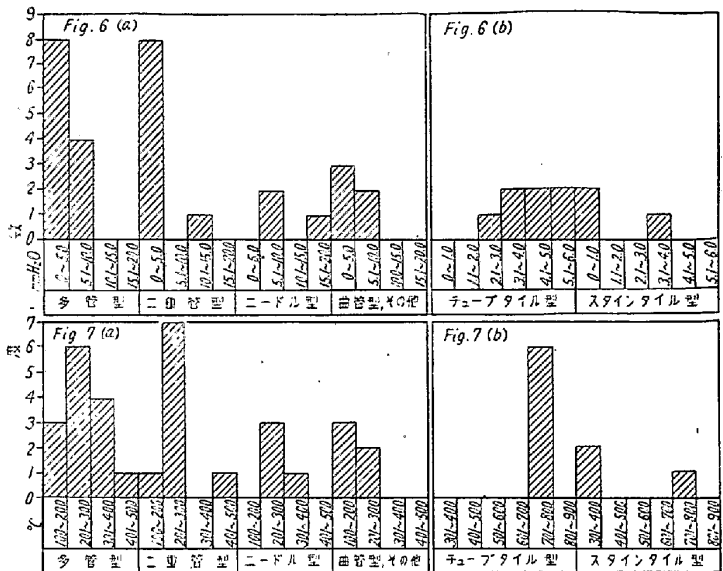


Fig. 6 Fig. 7

タイル式の圧損失は 0~6.0mmH<sub>2</sub>O でチューブ・タイル，スタイン・タイル型共に金属式に比して小さい。金属式の圧損失も全体的に少ないが各型式を通じて 0~5mm H<sub>2</sub>O が多く，最も大きいものでも 15mm H<sub>2</sub>O ほどでありである。ニードル型は多管型，二重管型に比較してやや高い。(Fig. 6(a)(b))

7) 予熱空気温度

金属式は全体を通じて 200~300°C がほとんどであるが多管型，二重管型では 400~500°C のものもある。タイル式はチューブ・タイル型は 700~800°C，スタイン・タイル型は 300~400°C となっているが，スタイン型にも 740°C のものもある。この温度の相違はむしろ均熱炉，加熱炉いずれに用いられるかによつてきまるもので，送風方式も温度の高低にしたがつて押込，吸込みと区別されている。(Fig. 7(a)(b))

8) 伝熱面積

金属式の多管型は 200m<sup>2</sup> 以下，二重管型は 100m<sup>2</sup> 以下が多く，ニードル型は 100~200m<sup>2</sup> 間にばらついている。タイル式は 100~300m<sup>2</sup> および 500m<sup>2</sup> 以上となっているが設備場所の関係でチューブ・タイル型は 100~300m<sup>2</sup> であるが，スタイン・タイル型は 500m<sup>2</sup> 以上

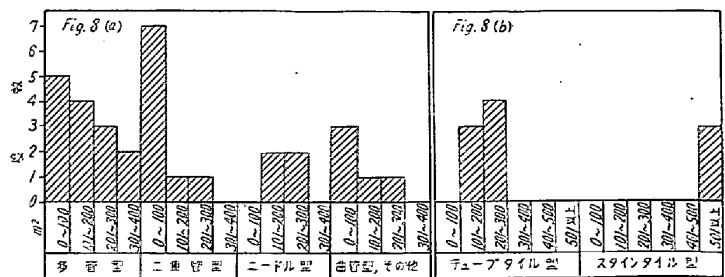


Fig. 8

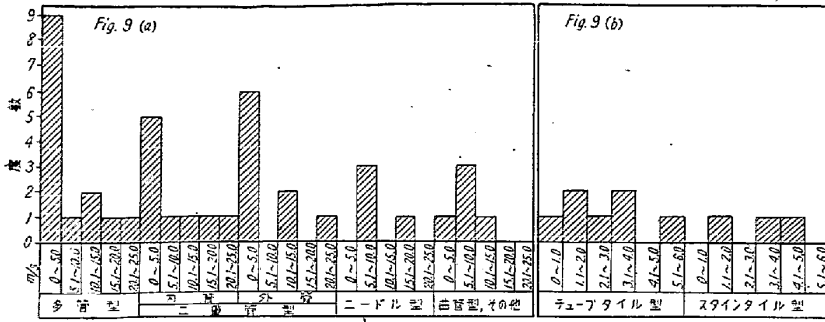


Fig. 9

と一層大きくなっている。ここに記載した伝熱面積は調査表にて再計算したものをとつた。ただしチューブ・タイルの形状およびレキュペレーター室の大きさなどが不明のものは再計算できず調査表に記載されている数値をそのまま用いた。

9) 管内空気速度

金属式では多管型、二重管型共に 5m/s 以下が多く、ニードル型では 5~10m/s が多い。二重管型は内外管共に 5m/s 以下が多い。又タイル式では 1'1~2'0m/s および 3'1~4'0m/s が多い。チューブ・タイル型、スタイン・タイル型ではデータは少ないが特に大きな差はない。空気速度は通常 6~8m/s 以上が望ましいとされているが全般的に若干低い。もちろんこれは空気の圧損失が増加するのでブロー圧力を十分考慮しなければならない。(Fig. 9(a)(b))

10) 総括伝熱係数と空気速度との関係

総括伝熱係数は金属式では各型式による大差はなく 5~20 kcal/m<sup>2</sup>·h·°C である。ニードル型はフィンを含めた伝熱面積も基準に算出した伝熱係数を用いた。空気速度と伝熱係数の相関関係は多少あるようにみうけられる。タイル式は 4~10 kcal/m<sup>2</sup>·h·°C であつて金属式に比較して気密に保ちにくいので空気流速が低いこと (1~6m/s) および伝熱壁の熱伝導率の小さいことと相まつて一般に低い値である。(Fig. 10(a)~(e))

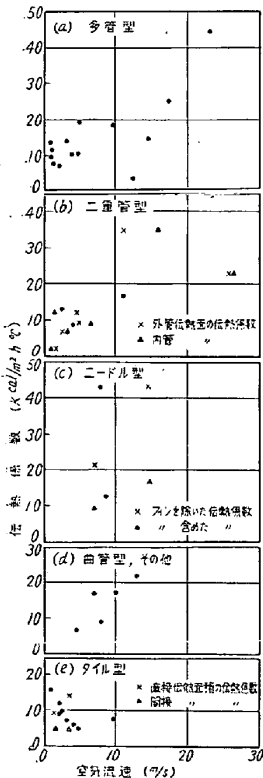


Fig. 10

11) レキュペレーターの諸効率

a. 回収効率

回収効率 = (空気の得た熱量) / (排ガスが失なつた熱量) とした回収効率は金属式では各型式とも 70~90% が多く、タイル式は 60~90% が多い。これはレキュペレーター内の漏洩に大きく影響されるので一概に良否を決められないと思われる。(Fig. 11(a)(b))

b) 熱回収率

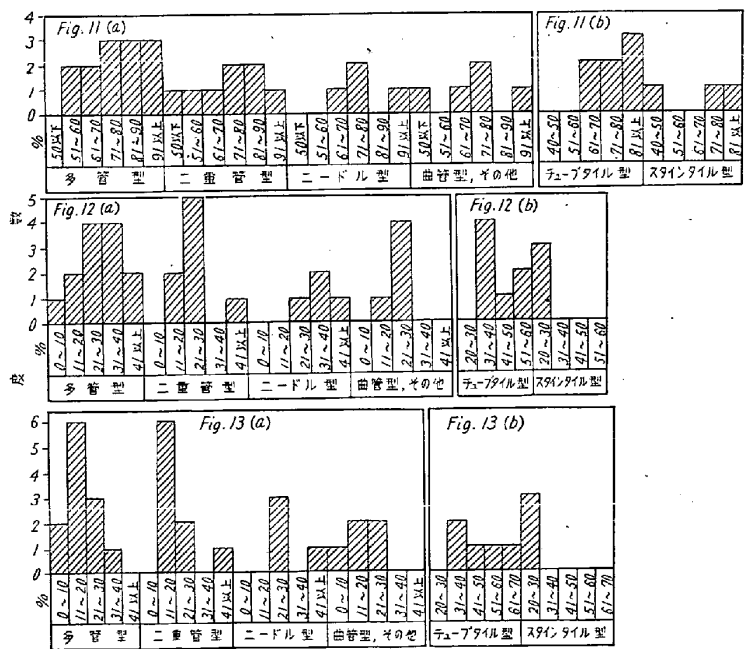
熱回収率 = (空気の得た熱量) / (レキュペレーター入口における排ガスの熱量) とした熱回収率は金属式 20~30%、タイル式は 20~40% のものが多い。一般にタイル式は金属式に比較して排ガス入口温度が高い所に用いられているので当然熱回収率も高くなつてあらわれる。(Fig. 12(a)(b))

c. 排熱回収率

排熱回収率 = (空気の得た熱量) / (炉尻における排ガスの熱量) とした排熱回収率において金属式は 10~20%、タイル式では 20~40% が多い。金属式では一般に熱回収率より 10% 程度低い値を示している。これは炉尻からの距離の相違に基くものであろう。(Fig. 13(a)(b))

12) 自動制御の有無

レキュペレーター保守の調整装置としてレキュペレーター入口の排ガス温度を一定にする方法および空気温度を一定にし燃焼必要空気以外の量は放出する方法とに大別されている。



(Fig. 11 Fig. 12 Fig. 13)

表 3・1・1 金 属 式 多

図 面 番 号		1	2	3	4	5	6	7	
1	名 称	一帯式連続	三帯式連続 鋼片加熱炉	大型工場 加熱 炉	一圧三帯式 連続加熱炉	第二線材 三帯式連 続加熱炉	三帯式連続 加熱 炉	上部二帯式 連続加熱炉	
2	製 品	丸棒アン グル D.F.B. レール	レール 24・8 kg 50 kg その他 型鋼 I 115×95×11 300×90×9	シートバー 20~115 kg 型鋼 (9~29) 厚× (130~200)× (130~200)	シートバー (巾 250 mm) 形鋼 (山形・溝 形) 中丸棒	ビレット (65φ ×9,500 mm)	角鋼片 75φ~75 ~380	外輪 輪心	
3	加熱能力	t/h	35	平均 最大 45 55	平均 最大 30 32	平均 最大 33 36	公称 55	40 48	12・2 13・8
4	有効炉床面積	m <sup>2</sup>	115・5	100	73	51	90	99・7	48・8
5	燃 種 類		C + B gas 1 : 1・3	C + B gas 1 : 1	C-gas	C重油 B-gas (昇熱時)	C重油 + B-gas	C重油	C重油
	料 使用量	Nm <sup>3</sup> /h kg/h	1,000 ~3,000	C B 3,389 3,456	C-gas 1,900 2,800	シートバー形鋼 昇熱時 1,500 kg / h 800 kg 4,500m <sup>3</sup> /h	現在試運転 中 980 kg / h 4,100Nm <sup>3</sup> /h	1,536	586
6	主な加熱材料	mm	ビレット 96φ 120φ	普通鋼 220× 160×4,670 及び硬鋼 235×310 ×4,870	キルド鋼 (200~850φ) ×(3,200~ 3,400) リムド鋼 (1T鋼塊) セミキルド鋼 (寸法キルド と同じ)	普通鋼 200φ×1,550	普通鋼 247・5φ ×1,500	普通鋼々塊 450φ ×1,600	高炭素鋼 切断鋼塊 400φ ×240
7	炉尻温度	°C	700~780	874	700[720]	シートバー 900 形鋼 750	900	800(980)	610
8	排ガス量	Nm <sup>3</sup> /h	10,000	25,382	[12,668]	シートバー 17,500 形鋼 10,000	17,700	17,940	7,440
9	炉内圧力	mm H <sub>2</sub> O	±0~1	3・0	3・0[3・2]	2・8	2・55	3・0	
10	煙 高 さ 突 上 部 内 径 下 部 内 径	m	48	55	45	46・5	46・5	46	38
		φ	2・4	2	2	2・0	2・0	1・800	1・600
備 考			2・836	2・830	2・648	2・780	2・780	2・600	2・200

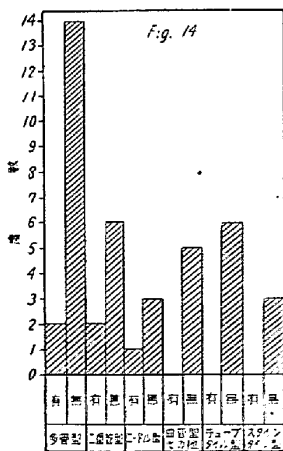


Fig. 14

テリーとなっている。また煙道に入っている位置は煙道

今回の調査ではタイル式はほとんど採用しておらず、金属式で各型式ごとに1~2社が実施しているのみで、排ガス温度を一定にするため特に空気ブローを設置しているものは1社のみであった。(Fig. 14)

13) 保守の状況

a. 金属式

i. 多管型

この型のすべてが2セットまたは4セットで1バ

に対し次図のように設置されている。

損傷のはなはだしい部分はやはりパイプである。これも排ガスの流れの入口

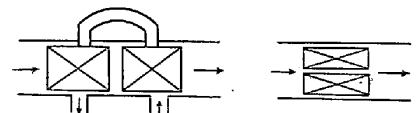


Fig. 15

側で特に高温排ガスによる熔損、彎曲、膨れなどがある。これは低温側に入換えて使用している。入換期間は約1~2年間である。寿命は入替え使用を行なったとして約3年程度である。(Fig. 15)

函と管との接目パッキンとしてアスベストを使用し、空気漏洩の原因となっているものがあるが、これはパッキンを変更することによって防止できるものと考え

ロ. 二重管型

## 管 型 (使 用 炉)

8	9	10	11	12	13	14
二帯連続式	厚板連続加熱炉	平鋼連続加熱炉	3号連続焼鈍炉	第二中形二帯式 連続鋼塊加熱炉	中形加熱炉 (三帯式)	三帯式連続 加熱炉
棒鋼 16φ~100	鋼板 16×1,800×10,000	シートバー 9×210×945	鋼板 0.356×3'×8'	中形形鋼	形鋼 10×90×90 6×65×12.5	50~250φ 55~200φ
平均 最大 14.6 18.9	平均24 最大29	平均32 最大33	平均 5 最大 7	平均 16	平均 最大 20 25	30 40
31.5	108.4	70.5	125.3	37.2	61.6	80
B重油	C重油	C重油	C-gas	C重油 3号	C重油	—
550~990	1,220	980	1,700	460	940	10,700
軟鋼 (120φ× 1,250×φ95)	普通鋼 鋼片 200×1,500×1,800 鋼塊 底部460×1,168 頭部430×1,148 ×1,370	普通鋼 底部 340×340 頭部 300×300 ×1,350	普通鋼 0.356×3'×8'	普通鋼 350kg (200~500kg) 鋼塊・ブルーム	150×150 ×1,370 (SS41)	400φ~320φ ×1,100 1.1t 440φ~360φ ×1,200 1.5t 合金鋼 炭素鋼
650~750	700	680	—	640	730	900
—	15,660	13,300	—	7,200	10,820	13,200
2.4	1.7	1.7	1.5	1.5~2.0	1.6	1.8
34.8 1.000 1.720	48.5 1.500 1.540	48.5 1.500 1.540	36 1.000 1.500	38	2.8 1.500 2.400	39 2.800 8.100

修理はときどき(修理日または週1回)点検し,寿命のきているセクションを取替えている。セクションの寿命は炉に1番近いもので6~8カ月,2番目のセクションで8~12カ月程度であるがそれぞれの設備の大小によつて異なるようである。

## ハ. ニードル型

寿命は1~4年程度である。他の型式に比較してダストの附着が多いのでときどき(年1回程度)換熱筒の掃除を行なつている。

## ニ. 曲管型

調査数が少ないが多管型に比較して寿命が長いようである。(3年程度)

## b. タイル式

## イ. チューブ・タイル型

定期的な漏洩率を調査し(月1回~3月に1回)漏洩率が多くなつた時期に取替え修理を行なつている。休炉して炉体修理の際にチューブの損傷を点検し亀裂のあるものはモルタルをスプレーして補修を行なつているものもある。寿命は大體4~5年程度と思われる。

## ロ. スタイン・タイル型

調査数が少なく寿命その他はくわしくわからないが、チューブ・タイル型よりも相当寿命は長いようである。

## III. 調査結果

表 3.1~表 3.5

## IV. 設置図および詳細図

図 4.1~図 4.2 (1724 ページより)

表 3・1・2 金 属 式 多 管 型

番 号		1	2	3				4	5		
1	名 称	中 小 型 一 帶 式 連 統	二 帶 式 連 統 鋼 片 加 熱 炉	大 型 工 場 加 熱 炉				一 圧 三 帶 式 連 統 加 熱 炉	第 2 線 材 三 帶 式 連 統 加 熱 炉		
11	型 式	十 存 流 フ イン 無	向 流	向 流 フ イン な し				向 流 フ イン な し 4 段 8 葉 2 室	並 流 フ イン な し 4 段 9 葉 2 室		
12	主 要 部 分 の 材 質	普 通 鋼 管	普 通 鋼	普 通 鋼 管				普 通 鋼 管	普 通 鋼 管		
13	送 風 機	方 向	押 込	押 込	押 込				押 込	押 込	
		送 風 量	Nm <sup>3</sup> /h	13,800	35,000	#1	#2	#3	#4	18,000	30,000
		圧 力	mmH <sub>2</sub> O	400	600	15,000	19,800	15,000	15,000	200	250
		回 転 数	r.p.m.	1,450	1,750	600	800	600	600	1,750	1,200
14	排 ガ ス	入 口 量	Nm <sup>3</sup> /h	10,000	28,475	[13,660]				9,700	19,500
		入 口 温 度	°C	600	653	[ 585]				410	490
		出 口 量	Nm <sup>3</sup> /h	10,000	31,761	[15,993]				9,700	19,500
		出 口 温 度	°C	300	344	[ 390]				210	300
15	空 気	入 口 量	Nm <sup>3</sup> /h	9,000	19,667	12,960				8,320	12,750
		入 口 温 度	°C	20	17・3	23・7				15	15
		出 口 量	Nm <sup>3</sup> /h	9,000	19,667	10,890				8,320	12,750
		出 口 温 度	°C	300	272	156				200	240
16	伝 熱 面 積	m <sup>2</sup>	150	340	197				290	270	
17	総 括 伝 熱 係 数	kcal/ m <sup>2</sup> h°C	19・6	14・0	7・2				11・5	13・5	
18	効 率	回 収 効 率	%	75・5	56	64・5				73・2	70・8
		熱 回 収 率	%	38・7	24	15・8				36・2	27・9
		排 熱 回 収 率	%	32・0	20	13・5				19・6	16・2
19	圧 力	排 ガ ス 入 口	mmH <sub>2</sub> O	- 3	-2・7	- 2				-4	-5
		排 ガ ス 出 口	〃	-10	-3・5	- 3				-5	-7
		排 ガ ス 圧 力 損 失	〃	7	0・8	1				1	2
		空 気 入 口	〃	240	600	694					
		空 気 出 口	〃	155	510	624					
		空 気 圧 力 損 失	〃	85	90	68					
20	前 圧 力	温 度	°C	290	270	16				185	220
		温 度	°C			131					
21	空 気 通 過 速 度	m/s	4・9	3	3・8				1・1	1・5	
22	排 ガ ス 温 度 調 整 装 置	送 風 機	Nm <sup>3</sup> /h	無	無	無				無	無
		送 風 機	mmH <sub>2</sub> O	〃	〃	〃				〃	〃
	送 風 機	r.p.m.	〃	〃	〃				〃	〃	
	送 風 機	HP	〃	〃	〃				〃	〃	
	そ の 他			自然通風					自然通風	空 気 量 調 整 用	

V. む す び

以上の考察より考えられることは、

- 1) 排ガス量と伝熱面積の関係
- 2) 空気流速と抵抗の関係

については設計上の研究によつてさらに効率を上昇し得られるであろう。金属式のレキュペレーター出口排ガス

温度は 200~800°C までに分散しているが 300~500°C が最も多い、ボイラーの場合の 150~250°C と比較すればなお相当に高温であるからもつと利用すべきであろう。

3) レキュペレーターの表面ダスト量は伝熱効果を左右するから掃除を簡単にできるような設備または器具を

(レ キ ュ ペ レ ー タ ー)

6	7	8	9	10	11	12	13	14
三 帶 式 連 続 加 熱 炉	上 部 二 帶 式 連 続 加 熱 炉	二 帶 連 続 式	厚 板 連 続 加 熱 炉	平 鋼 連 続 加 熱 炉	三 号 連 続 焼 鈍 炉	第 2 中 形 二 帶 式 連 続 鋼 塊 加 熱 炉	中 形 三 帶 式 加 熱 炉	三 帶 式 連 続 加 熱 炉
煙 道 吊 下 型 十 字 流 式 フ ィ ン な し	煙 道 吊 下 型 十 字 流 式 フ ィ ン な し	鋼 管 製 十 字 流 型 (並 流)	十 字 流 式	十 字 流 式 フ ィ ン 有 り		十 字 流 式	十 字 流 式	向 流 フ ィ ン 無
電 縫 鋼 管	電 縫 鋼 管	普 通 鋼 管	普 通 鋼 管	普 通 鋼 管	特 殊 鋼 管	耐 熱 鋼 管	普 通 鋼 管	高 温 側 18~8 低 温 側 引 抜 鋼 管
押 込 36,000 300 1,170 100	押 込 18,000 300 1,750 50	押 込 9,000 200 2,365 15	押 込 24,000 352 1,750 54	押 込 18,000 250 1,750 40	押 込 39,000 330 1,800 100	押 込 2,100 150 1,420 7.5	押 込 2,520 310 3,300 6.8	押 込 1,800 400 2,200 50
12,440 650(715) 21,140 250	5,000 585 5,000 280	9,970 575 9,970 420	11,750 620 11,750 330	9,600 500 10,700 340		7,200 480 7,200 410	9,300 590 9,300 480	12,800 600 12,800 305
25,560 10 16,860 225	7,100 10 7,100 200	8,380 31 8,380 210	11,180 20 11,180 330	7,300 36 7,300 210	1,500 20 1,500 400	866 25 866 335	1,900 15 1,900 420	11,600 15 11,600 350
234	93.5	75.8	383	192	32.5	35	32	104
25.0	14.5	18.2	10.3	7.8	9.80	10.5	3.4	44.3
99.3(78.4) 38.1(34.5) 20.7(16.9)	57.1 30.9 19.8	83.4 23.7	86.3 43.0 28.6	92.5 24.5 11.8		85.7 7.95 5.4	61.8 12.6 8.7	91.2 44.9 27.6
- 2 -11 9 320 245 75	- 4 -11 7 95 46 49	- 8.9 97 76 21	- 13 - 23 10 326 272 54	-21 -23 2 245 232 13		-18 -21 3 115 99 16	- 7 -10 3 300	26 29 3 550 270 280
150 200	28 180	19 185	30 320	10 195	40	25 220	35 355	55 303
17.3	14.5	9.6	4.03	2.31	2	4.8	12.6	23.7
無 // // //	無 // // //	無 // // //	無 // // //	無 // // //	無 // // //	無 // // //	無 // // //	無 // // //

研究する必要がある。

4) タイル式の場合の目地切れの問題は作業上重要な関係があるから目地材料の研究を深く掘り下げなければならない。

最後に本調査にあたって分科会委員の細密な調査資料

の提出と厳密な審議をいただいたこと、提出資料の取まとめについては富士製鉄室蘭製作所で金属製熱交換を、またおなじく広畑製鉄所でタイル製熱交換器を分担され最終的取まとめと考察は室蘭製鉄所で行っていただいた。ここに厚く感謝の意を表わす次第である。



表 3・2・1 金 属 式 二 重 管 型

図 面 番 号		15	16	17
1	名 称	三 帶 式 連 続 加 熱 炉	サーフェースコンパッション型 上部熱焼式一方焚均熱炉	一管工場加熱炉
11	型 式	十 字 流 式	十 字 流 式	十字流式フィン無
12	主要部分の材質	外管アルミ内管普通鋼	高温側 18~8鋼 低温側 13Cr	高温側カロライズ鋼管 低温側普通鋼管
13	送 方 向	押 込	押 込	押 込
	送 風 量 Nm <sup>3</sup> /h	No. 1~2, 24,500 No. 3 35,000	6,000	9,000 4,500
13	風 圧 力 mmH <sub>2</sub> O	No. 1, 550 No. 2, 850 No. 3, 800	2,000	1,000 1,100
	回 転 数 r.p.m.	1,450~1,750	3,500	3,000 3,000
13	機 出 力 P	No. 1~2, 75 No. 3, 162	75	50 50
	排 ガ ス			
14	入 口 量 Nm <sup>3</sup> /h	29,000~34,750	19,600	[5588]
	入 口 温 度 °C	750~800	820	[ 746]
14	出 口 量 Nm <sup>3</sup> /h	31,900~38,200	20,700	[6746]
	出 口 温 度 °C	450~500	730	[ 475]
15	空 入 口 量 Nm <sup>3</sup> /h	21,000~22,000	2,500	6,263
	空 入 口 温 度 °C	20	30	18
15	出 口 量 Nm <sup>3</sup> /h	21,000~22,000	2,500	5,518
	出 口 温 度 °C	250~300	463	243
16	伝 熱 面 積 m <sup>2</sup>	No. 1, 193 No. 2, 225 No. 3, 243	57・83	116・6
17	総括伝熱係数 kcal/m <sup>2</sup> h°C	17・2	13・2	9・8
18	効 回 収 効 率 %	83・5	85・6	60・0
	率 熱 回 収 率 %	22・7	65・0	26・4
	率 排 熱 回 収 率 %	21・7	42・0	17・1
19	圧 排 ガ ス 入 口 mmH <sub>2</sub> O	-10~-11	-7	-8
	“ 出 口 “	-13~-14	-8	-11
	排 ガ ス 圧 損 失 “	1	1	3
	空 気 入 口 “	380		966
	力 “ 出 口 “	135		843
20	空 ナ 前 圧 力 mmH <sub>2</sub> O	—	100 tile recuperasor の空気で合流する	30
	排 温 度 °C	200~280	700	236
21	空 気 通 過 速 度 m/s	10~12	2・5	4・1
22	排 ガ ス 温 度	無	無	無
	調 送 風 機			
22	整 送 風 機	無	無	無
	装 送 風 機			
22	置 送 風 機	無	無	無
	度 送 風 機			
22	送 風 量 Nm <sup>3</sup> /h	無	無	無
	力 mmH <sub>2</sub> O			
22	回 転 数 r.p.m.	無	無	無
	出 力 P			
22	そ の 他	無	自然通風	無

(レ キ ュ ベ レ ー タ ー)

18	19	20	21	22	23
第2線材加熱炉	薄板Ⅱ～Ⅰ荒炉	薄板Ⅱ～Ⅰ仕上炉	第7熱処理炉	条鋼工場1号炉	一分塊工場1号炉
フィン無3室	平行流式フィン無	平行流式フィン無	平行流式フィン無	十字流式	十字流式
普通鋼管	内特殊鋼管外カ ロライジング加工	内特殊鋼管外カ ロライジング加工	内特殊鋼管外カ ロライジング加工	普通鋼管	普通鋼管
押 込	押 込	押 込	押 込	押 込	押 込
5,100	39,000	39,000	2,500	11,460	13,200
480	330	330	300	400	600
2,900	1,720	6,720	3,500	1,750	1,765
20	98	98	75	28*5	50
5,110		2,290	1,060	7,756	9,631
600	640	860	735	715	820
5,110		2,290	1,060	10,342	10,434
390	260	460	465	444	572
3,270	960	1,880	460	7,257	9,011
20	19	17	20	17	20
3,270	960	1,880	460	7,257	9,011
280	200	250	280	211	256
75	23(外管)	29*8(外管)	64*9	30	23
12*1	6*9	9*4	1*4	35*1	53
72*0		64*4	35*82	93*1	79*6
26*3		19*8	13*85	20*8	21*8
21*1	11*4	12*1	13*53	18*2	19*7
-6	-1*1	0	300	-2	-2
-7	-1*9	-0*6	300	-16	-4
1	0*8	0*6	0	14	2
	324	324	0	377	730
	290	274	-0*6	254	644
	34	50	0*6	123	84
	180	20		60	60
250	292	230	270	191	236
内1*45 外4*70	内3*2 外2*5	内6*4 外4*8	内0*94 外1*08	内15*8 外11*2	内26*0 外26*0
無	無	無	無	無	無
自然通風					

表 3・2・2 金 属 式 二 重 管 型 (使用炉)

図 面 番 号		15	16	17	18	
1	名 称	三 帶 式 連 統 炉	サーフェースコン パッション型一方 焚均熱炉	一管工場加熱炉	第二線材加熱炉	
2	製 品	コイル薄板 20×945	鋼片及半成品	ガス管, ボイラー用 鋼管, 一般用鋼管 76・2φ~165・2φ	線 材 (5~25mm φ)	
3	加 熱 能 力	t/h	60, 75	最大 8・68×3	14, 17	公称 50
4	有効炉床面積	m <sup>2</sup>	130	14・85×3(全)	50・3	39
5	燃 料 種 類 使用量	Nm <sup>3</sup> /h	C ガス 5,000×6,000	C+Bガス 1・7 8,000×15,000	C ガス 2,500[1094]	C 重油 245
6	主な加熱材料	mm	ス ラ ブ 120×800×4,500	炭 素 鋼 々 塊	リムド鋼 キルド鋼 122φ~185φ	普 通 鋼 65φ×9,500
7	炉 尻 温 度	°C	800~850	1,200	1,200[923]	1,000
8	排 ガ ス 量	Nm <sup>3</sup> /h	27,600~33,100	18,500~35,000	[6,174]	3,740
9	炉 内 圧 力	mmH <sub>2</sub> O	1・8~2・0	3・5	1・6 [2・0]	—
10	煙 高 さ 上部内径 下部内径	m 〃 〃	45×2 50×1 1・8 2・4	58・075 2・38 3・4	40 1・766 2・8	23・0 0・8 1・0
備 考						

表 3・2・2 つ づ き

図 面 番 号		19	20	21	22	23	
1	名 称	薄板Ⅱ~Ⅰ荒炉	薄板Ⅱ~Ⅰ仕上炉	第7熱処理炉	条鋼工場一号炉	一分塊一号炉	
2	製 品	鋼 材 7・6×945×1,300	鋼 板 0・356×3'×6'	鋼 板 0・35×3'×6'	丸棒(13φ~80φ)	鋼 片 (95φ~125φ)	
3	加 熱 能 力	t/h	平均 最高 221 291	4・42 5・82	1・27 2・38	平均 最大 15 20	平均 最大 20 25
4	有効炉床面積	m <sup>2</sup>	12・4	51・01	30・8	33・38	35・07
5	燃 料 種 類 使用量	Nm <sup>3</sup> /h	発生炉ガス 500	〃 1,030	軽 油 58	C 重油 703	C 重油 873
6	主な加熱材料	mm	珪 素 鋼 9×210×945	珪 素 鋼 7・6×945×1,300	珪 素 鋼 0・35×3'×6'	普 通 鋼 φ φ 95×125×1,350	普 通 鋼 φ φ 340×880×1,500
7	炉 尻 温 度	°C	930	900	750	815	902
8	排 ガ ス 量	Nm <sup>3</sup> /h	1,380	3,810	1,060	7,750	9,631
9	炉 内 圧 力	mmH <sub>2</sub> O	1・5	1・7	2・0	3・5	3・5
10	煙 高 さ 上部内径 下部内径	m 〃 〃	48・34 1・22 1・85	48・34 1・22 1・85	7・8 0・3 0・3	37 1・275 1・5	40 1・5 2・0
備 考							

表 3・3・1 金属式ニードル型(使用炉)

図面番号			24	25	26	27
1	名称		三带式連続加熱炉	線材二带式連続加熱炉	帯鋼スラブ加熱炉	小厚板連続加熱炉
2	製品		(低炭素鋼)構造用船体用, 汽罐用, 鋼板	線材	鍛接管用帯鋼	鋼板 6×1,500×8,000
3	加熱能力	t/h	75 90	45	36 36・5	平均19 最大21
4	有効床面積	m <sup>2</sup>	144	120	87・4	48
5	燃料種類		B+Cガス 65:35	C+Bガス 1:1・3	C重油	C重油
	燃料使用量	Nm <sup>3</sup> /h	14,000	1,000~3,000	1,200[1,088]	1,030
6	主な加熱材料	mm	203×1,120×3,000 (240+1,000×2,400)	64φ×9,000	リムド鋼 100φ 325φ×105(厚) ×(4200~4600長)	普通鋼 鋼片 120×1,000×1,200 鋼塊 底部 220×640 頭部 200×623 } ×1,160
7	炉尻温度	°C	1,000	600	560[644]	740
8	排ガス量	Nm <sup>3</sup> /h	43,000	10,000	[13,582]	13,575
9	炉内圧力	mmH <sub>2</sub> O	2・0	1~2	1・5 [1・5]	2・5
10	煙突高さ	m	60	45	47・8	66
	上部内径	φ	2・5	1・6	1・8	1
	下部内径	φ	3・8	2・4	2・5	1・5
備考						

表 3・4・1 金属式曲管型その他(使用炉) (エンベロープ型) (葉状片型)

図面番号			28	29	30	31	32
1	名称		三带式連続加熱炉	中形工場加熱炉	三带式連続加熱炉	連続式鋼片加熱炉	三带式連続加熱炉
2	製品		中板 4・5mm~ 6・0×5t×10t	シートバー13・0~ 17・5kg 型鋼 (6~3)×(65 ×100)×(65× 100) 棒鋼 50~100	50~250φ 55~200φ	(16~38)丸, 角 六角 丸コバ平(25~70) ×(5~11) 角コバ平(26~65) ×(6~26)	厚鋼板(厚6~25)
3	加熱能力	t/h	15 18	20 30	25 35	平均50 最大70	15 17
4	有効炉床面積	m <sup>2</sup>	54・5	70・6	70・6	23・2	38・8
5	燃料種類		混合ガス 均B:C=80:20 加B:C=50:50	B+Oガス 0・588:1		重油	3号重油
	燃料使用量	Nm <sup>3</sup> /h	Bガス1・70 Cガス 680	1,200[1,886]	8,920	190	503
6	主な加熱材料	mm	鋼片 100×495×1,400	キルド鋼195φ ×(3200~3400) セミキルド鋼 195φ ×(3200~3400) セミキルド鋼 //	400φ~820φ ×1,100 1・1t 440φ~360φ ×1,200 1・5t 合金鋼, 炭素鋼	普通鋼, 合金鋼	普通鋼 335×930×1,350 290×650×1,100
7	炉尻温度	°C	600	600[632]	632	560	907
8	排ガス量	Nm <sup>3</sup> /h	5,950	[7,887]	11,000	2,560	5,610
9	炉内圧力	mmH <sub>2</sub> O	2・8(加熱帯)	2・5[2・3]	2・0		2・40
10	煙突高さ	m	40	40	39	32・5	35・1
	上部内径	φ	1・6	1・7	2・8	1・6	2・1
	下部内径	φ	1・8	2・322	8・1	1・88	3・7
備考							

表 3・2・3 金 属 式 ニ ー ド ル 型 (レキユプレーター)

番 号		24	25	26	27	
1	名 称	三带式連続加熱炉	線材二带式連続加熱炉	帯鋼工場スラブ加熱炉	小厚板連続加熱炉	
11	型 式	十字流式フィン付き	十字流式小片フィン付き	十字流式フィン付き	十字流式フィン付き	
12	主要部の材質	20~22 Cr (低温側 50%) 28~30 Cr (高温側 50%)	特殊耐熱鋳鉄	高温—特殊耐熱鋳鋼 低温—普通耐熱鋳鉄	耐熱鋳鉄	
13	送風機	方送風機 向风量 Nm <sup>3</sup> /h mmH <sub>2</sub> O r.p.m. IP	押 込 50,000 460 1,150 158	押 込 18,600 400 3,000 30	押 込 18,000 500 1,460 75	押 込 18,000 250 1,750 40
14	排ガス	入口量 Nm <sup>3</sup> /h 入口温度 °C 出口量 Nm <sup>3</sup> /h 出口温度 °C	48,000 900 48,000 645	10,000 600 10,000 360	[11,815] [ 617] [12,659] [ 322]	13,580 730 16,670 400
15	空気	入口量 Nm <sup>3</sup> /h 入口温度 °C 出口量 Nm <sup>3</sup> /h 出口温度 °C	35,000 15 35,000 400	9,000 20 9,000 300	12,961 23.5 12,516 238	20 9,000 300
16	伝熱面積	m <sup>2</sup>	196	(141)308	224	(47.2)122.1
17	総括伝熱係数	kcal/m <sup>2</sup> h°C	43.1	(21.5)9.8	12.8	16.7(43.3)
18	効 率	回収効率 % 熱回収率 % 排熱回収率 %	74.8 30.1 29.2	98.0 41.8 41.8	69.7 32.4 26.8	71.5 24.3 23.9
19	圧 力	排ガス入口 mmH <sub>2</sub> O 排ガス出口 " 排ガス圧力損失 " 空気入口 " 空気出口 " 空気圧力損失 "	- 8 -25 17 225 125 100		- 2 -10 8 405 275 130	- 4 -14 10 - 2 140 138
20	空気バ	前 圧 力 mmH <sub>2</sub> O 温 度 °C	25 380	280	<sup>1</sup> 60 <sup>2</sup> 29 <sup>3</sup> 8 183	100 270
21	空気通過速度	m/s	7.6	7	8.6	14.58
22	排ガス調整装置温度	送風機 送风量 Nm <sup>3</sup> /h mmH <sub>2</sub> O 回轉数 r.p.m. 出力 IP	5,000 100 1,750 3.45	無	無	無
	その他		レキユ入口1,050~900°C に Control			

表 3・4・2 金属式 曲管型およびその他 (レキュペレーター) (エンベロープ型) (葉状片型)

番 号		28	29	30	31	32		
1	名 称	上部加熱二帯式連続加熱炉	中型工場加熱炉	三带式連続加熱炉	連続式鋼片加熱炉	三带式連続加熱炉		
11	型 式	十字流式	十字流式フィン無	十字流式フィン無	向 流	十字流式		
12	主要部分の材料	13 Cr	アルマ加工	高温側 13 Cr 低温側 カロライズ	軟鋼板外面 アルミメッキ	普通鋼		
13	送風機	方 向 送 風 圧 力 回 転 出 口	Nm <sup>3</sup> /h mmH <sub>2</sub> O r.p.m. IP	押 込	押 込	押 込	押 込	押 込
				8,400 450 2,900~3,600 30	13,500 <sub>1</sub> 600 1,450 70	13,500 <sub>2</sub> 600 1,450 65	13,500 <sub>3</sub> 600 1,450 68	1,800 400 2,200 50
14	排ガス	入 口 量 入 口 温 度 出 口 量 出 口 温 度	Nm <sup>3</sup> /h °C Nm <sup>3</sup> /h °C	6,800 570	[8,336] [ 575]	10,650 597	2,590 450	10,720 430
				6,800 300	[9,814] [ 305]	10,650 440	2,600 210	13,300 250
15	空 気	入 口 量 入 口 温 度 出 口 量 出 口 温 度	Nm <sup>3</sup> /h °C Nm <sup>3</sup> /h °C	4,480 30	7,480 27	9,650 20	1,960 14	5,555 31・5
				4,480 300	6,200 184	9,650 205	1,960 128	5,555 200
16	伝熱面積	m <sup>2</sup>	72	69	160	17・2	223	
17	総括伝熱係数	kcal/m <sup>2</sup> h °C	21・9	16・9	9・2	16・8	6・7	
18	効 率	回収効率	77・8	67・3	94・5	38・9	73・9	
		熱回収率	22・8	20・5	24・9	17・4	24・4	
		排熱回収率	21・6	16・8	22・4	13・9	7・0	
19	圧 力	排ガス入口	mmH <sub>2</sub> O	- 4・0	- 5	-12	-5	-2~-4
		排ガス出口	mmH <sub>2</sub> O	-12・0	-11	-13	-6	-5~-7
		排ガス圧力損失	mmH <sub>2</sub> O	8・0	6	1	1	3
		空気入口	mmH <sub>2</sub> O	280・0	690	470	87	300~305
		空気出口	mmH <sub>2</sub> O	120・0	598	420	22	280~285
		空気圧力損失	mmH <sub>2</sub> O	160・0	92	50	65	20
20	空気ナバ	前 圧 力 温 度	mmH <sub>2</sub> O °C	70・0 273	175 145	100 145	13 90	50~120 190
				12・8	9・9	8・2	最小 平均 最大 5・25 7・0 8・9	4・63
22	排ガス温度調整装置	送風機	Nm <sup>3</sup> /h mmH <sub>2</sub> O r.p.m. IP	無	無	無	無	無
		その他						

表 3・5 タ イ ル 式

図 面 番 号		1	2	3	4		
使 用 炉	使用炉名称	厚板バッチ炉	AMCO 上部二方向焚 均熱炉(1基 2Pit)	二分塊工場均熱炉	上部二方向焚均熱炉		
	製 品	厚板鋼板 12・7×1,800 ×19,000	鋼片 120×800×4,500	鋼片(95°~125°)	厚鋼板 4~50mm		
	加熱能力	t/h	12 (6×2室)	平均8t/h 最大10t/h (加熱時間当)	50 t/回 装入	平均9・0 最高11・0	
	有効炉床面積	m <sup>2</sup>	27・2	15m <sup>2</sup> /Pit	4・7×3・1=14・1	23・13	
	燃 料	種 類	混合ガス B:C=70:30	混合ガス C:B=1:5	重 油	C重油	
		使用量	Nm <sup>3</sup> /h kg/h	混合ガス 580 1,340	2,580(加熱期)	280~40	最大400~最小60
	主な加熱材料	mm	スラブ 280×1,000×2,900	鋼塊 1,100×690×1,900 (8 t 200)	普通鋼 550φ~580φ ×2,000	普通鋼鋼塊 B 4 1,025×305×1,600 B 5 1,125×465×1,600 B 6 1,325×505×1,600	
	炉 尻 温 度	°C	1,200	1,200	—	1,200	
	排 ガ ス 量	Nm <sup>3</sup> /h	4,800	6,090	—	最大4,700 最小700	
	空 気 予 熱 器	空気予熱器の型式	タイル製レキュペ レーター	AMCO型タイルチ ューブレキュペレー ター十字流	チューブタイル型	チューブタイル型 十字流	
主要部の材質		シャモット質	シャモット質	耐 火 煉 瓦	チューブ:サガー粘 土, レキュタイル: 1級耐火煉瓦		
送風機送風方向		押 込	押 込	押 込	押 込		
排 ガ ス 量		入 口 量	Nm <sup>3</sup> /h	4,840	6,090	3,065	最大4,700 最小700
		入 口 温 度	°C	1,200	1,200	1,082	1,200
出 口 量		出 口 量	Nm <sup>3</sup> /h	5,080	6,525	3,380	最大5,000 最小800
		出 口 温 度	°C	560	660	393	470
空 気		入 口 量	Nm <sup>3</sup> /h	4,340	4,350	2,945	最大5,500 最小850
		入 口 温 度	°C	15	20	10	30
出 口 量		出 口 量	Nm <sup>3</sup> /h	4,100	3,915	2,630	最大4,100 最小770
	出 口 温 度	°C	830	760	788	770	
伝 熱 面 積	m <sup>2</sup>	296	178	210・5	215		
総括伝熱係数	kcal/ m <sup>2</sup> h・°C	8・3	10・0	9・6	12・2		
効 率	回 収 効 率	%	88・6	75・9	85・1	85・1	
	熱 回 収 率	〃	47・2	34・9	53・9	53・2	
	排 熱 回 収 率	〃	47・2	64・9	—	52・0	
排 ガ ス 圧 力 損 失	排ガス圧力損失	mmH <sub>2</sub> O	4・0	5・0	3・0	6・0	
	空 気	〃	—	8・0	1・0	6・0	
空 気 通 過 速 度	m/s	9・8	2・4	下 2・4 ~ 上 1・6	2・0		

5	6	7	8	9	10
AMCO上部二方向 焚均熱炉	AMCO 底部焚均熱炉	AMCO上部 二方向焚均熱	三带式連続加熱炉	サーフェス・コン パッション型上部 一方焚均熱炉	三带式連続加熱炉
スラブ90~170×500— 600×1,200 ブルーム165φ~280φ ×3,400 プレート100φ—115φ ×1,800	ス ラ ブ	各種ピレット及び スラブ	鋼板厚 1.6~32.0 巾770~2,000	230×310角 素材鋼片220×160角 195×195角	鋼板 厚1.2~9.0 巾530~1,270
平均10 最大 12	平均14 最大19	9 t/h×4	平均50 最大75	最大8.68×3	平均90 最高110
11	18.3	196.6	125	14.85×3(全面積)	178
混合ガスC:B=1:6	混合ガス C:B=1:6	混合ガス C:B=1:10	重油及び混合ガス C:B=2:1	混合ガス C:B=1:7	混合ガス C:B=1:1
1,218	最大 3,500 最小 700	4,000	重油1,250 ガス2,600	8,000~1,500	15,000
6.68φ×614φ2,200 (750×680)×(720× 620)×2,000 (750×680)×(680× 610)×1,650	普通鋼(標準寸法 1,118×860 ×1,700) 及び特殊鋼	5~7.5 t 鋼塊	スラブ 厚80~200 長さ1,800~5,400	炭素鋼々塊 上部 下部 高さ 613×693×2,000 626×706×2,000	スラブ 長さ2,400~6,100 厚 100~190
1,120	1,200~1,000	1,200	1,030	1,200	1,100
2,044	加熱平均 8,000 加熱期平均3,000	8,800	26,690	18,500~3,500	57,200
AMCOタイルレキユ ペレーター十字流	AMCNタイル レキユペレーター 十字流	AMCOタイル レキユペレーター 十字流	スタイン型タイル レキユペレーター 十字流	タイル型十字流 及び向流	スタイン型タイル レキユペレーター 十字流
シャモット質	アルミナ質耐火 煉瓦	シャモット系	シャモット質	1級シャモット質	シャモット系
押 込	押 込	押 込	吸 引	吸 引	吸 引
2,657 1,126 2,791 625	8,000 1,100~1,200 9,000 500~600	8,800 1,200 8,800 600	26,690 980 25,690 660	18,500 1,200 19,600 820	57,200 1,000 57,200 400
2,044 37.7 1,910 704	5,000 室温 5,000 700~900	5,700 20 5,700 800	23,500 28 24,500 350	9,300 30 9,300 740	44,700 20 44,700 400
65×2=130	260	193.6	直接414 間接814	701.1	直接 790 直接 1,550
6.4	7.6	15.8	5.2(9.2)	5.1	(14.8)
75.4 34.4 34.4	64.3(Hot charge) 31.2 31.2	69.0 36.8 4	71.9 26.9 25.5	85.5 26.1 26.1	42.1 26.2 23.4
5.0 13.0	6.0 8.0~10.0	4.0 —	1.0 32.0	4.0 3.9	1.0 —
4.0	3.1(加熱期)	0.9	1.6	4.7	3.6



IV. 設置図および配置図

図 4-1-1 金属式 多管型 (図番号 1~14)

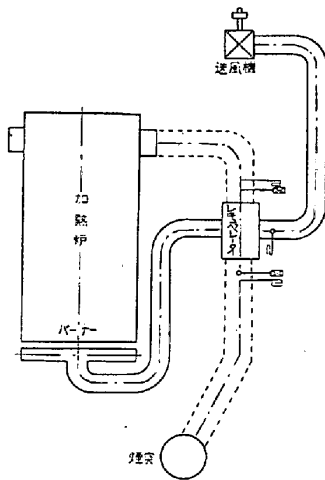


図 1-A 中小形配置図

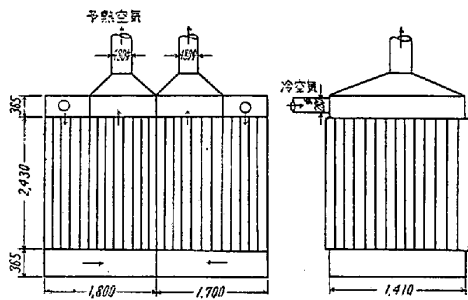


図 1-B

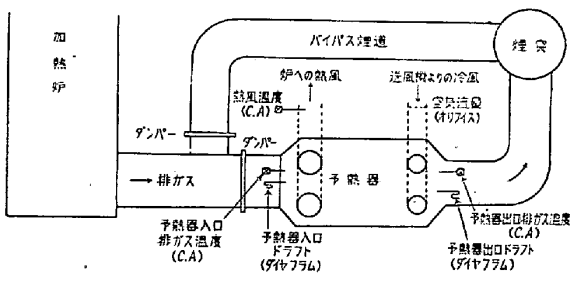


図 2-A

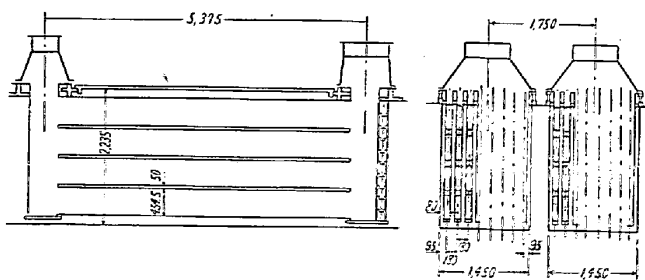


図 2-B

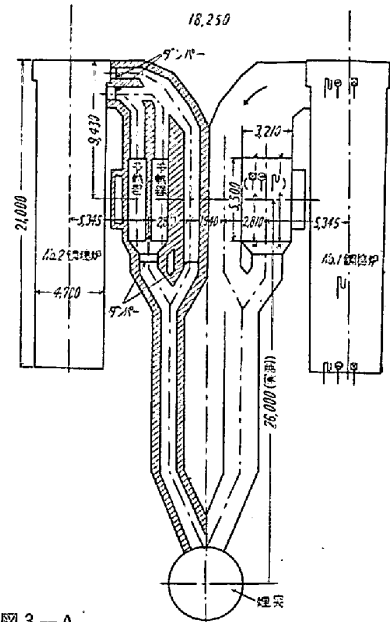


図 3-A

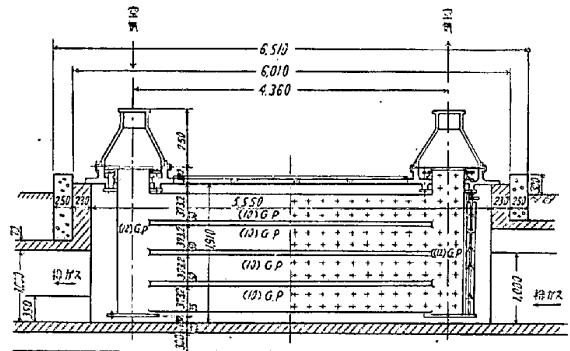


図 3-B1

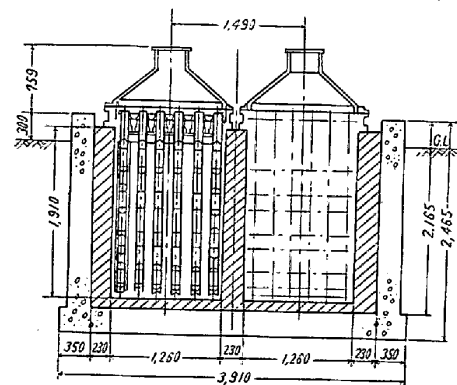


図 3-B2

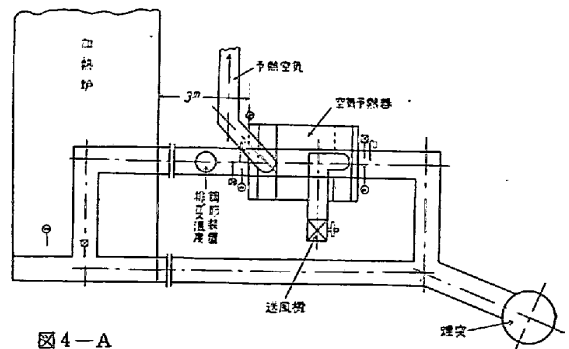


図 4-A

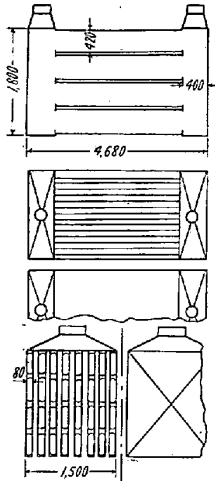


図 4-B

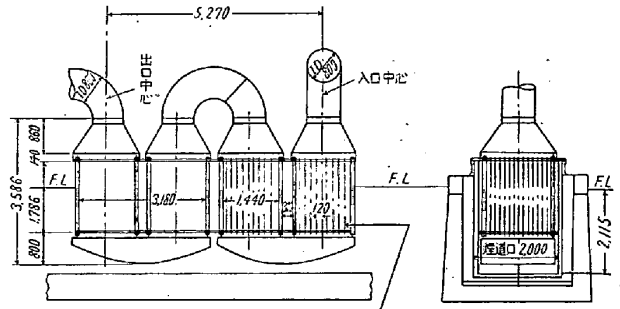


図 6-B

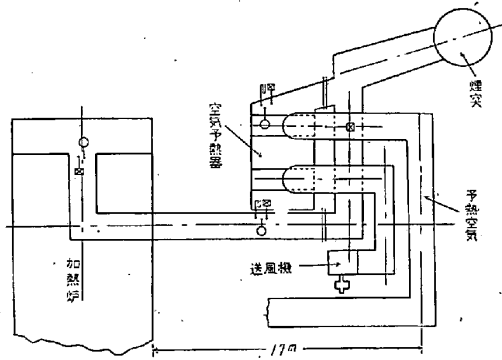


図 5-A

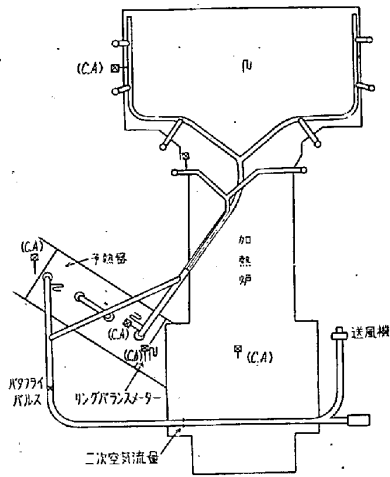


図 7-A

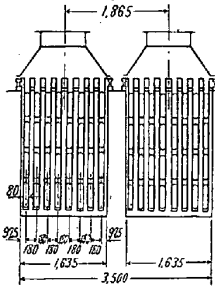
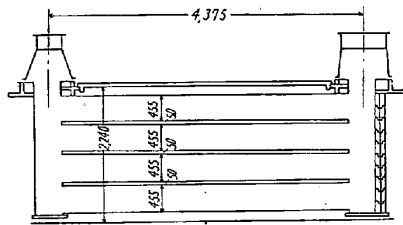


図 5-B

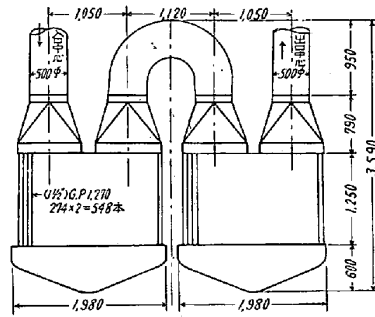


図 7-B

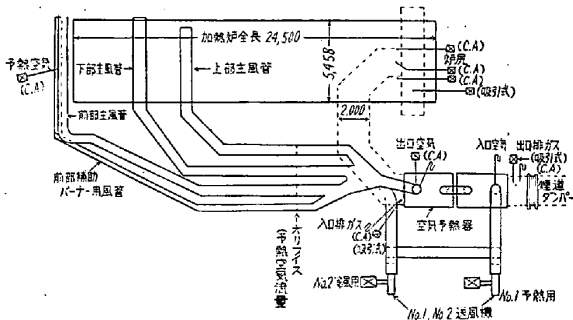


図 6-A

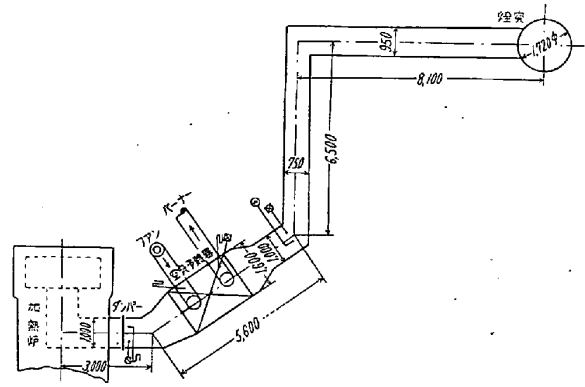


図 8-A

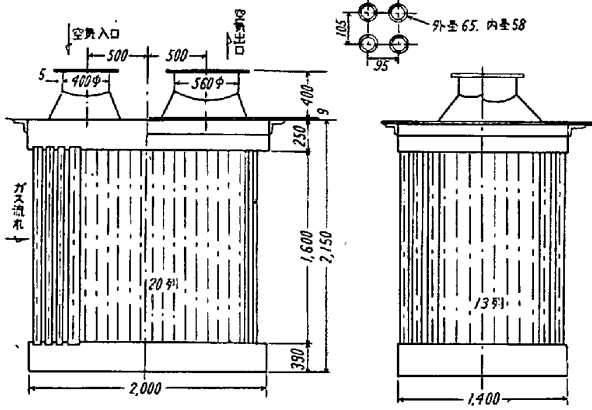


図8-B

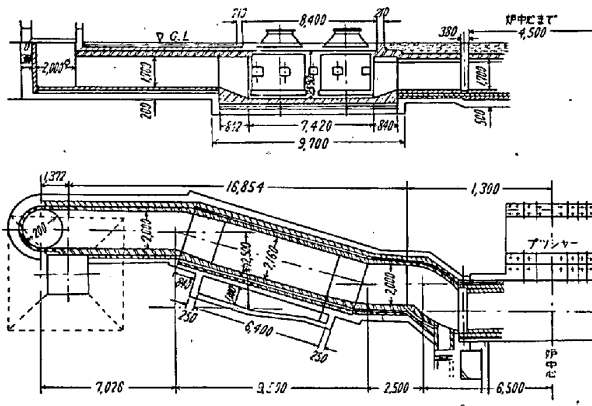


図9-A 厚板連続加熱炉煙道及びレキユペレーター配置図

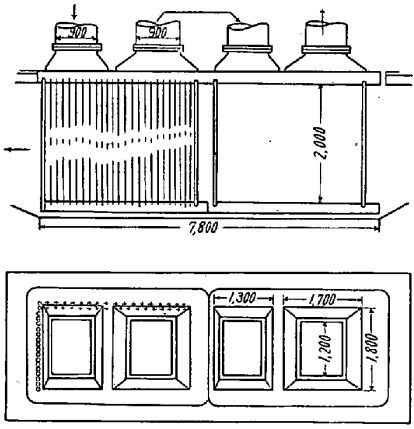


図9-B No. 3重油焚厚板連続加熱炉レキユペレーター

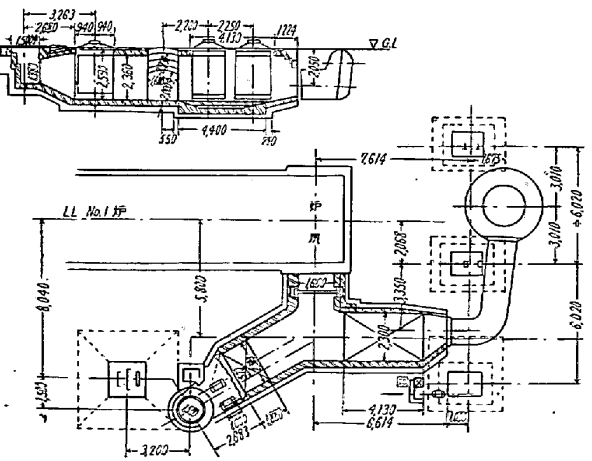
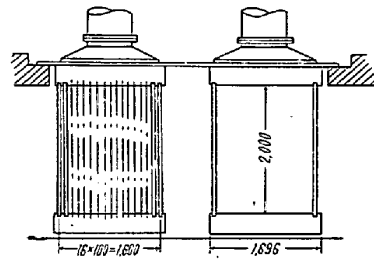


図10-A 平鋼連続加熱炉煙道及びレキユペレーター配置図



管本数 578  
 " 外径 60.5mm  
 " 内径 52.9mm  
 " 長さ 2,000mm

図10-B

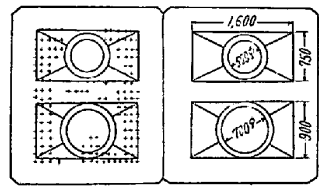


図11-A

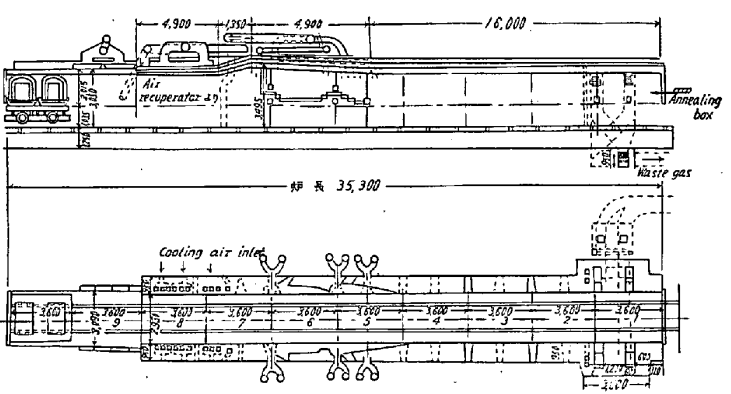


図11-B

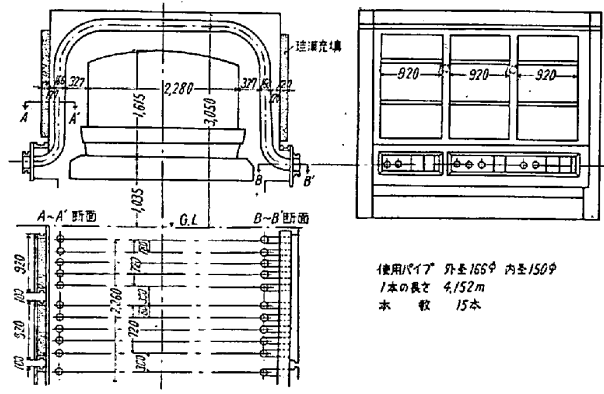


図12-A

使用パイプ 外径165φ 内径150φ  
 1本の長さ 4,152m  
 本数 15本

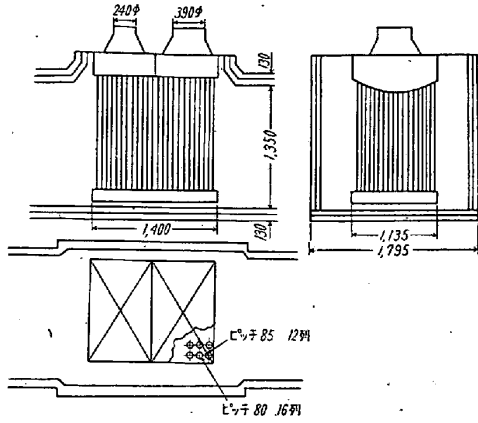


図12-B

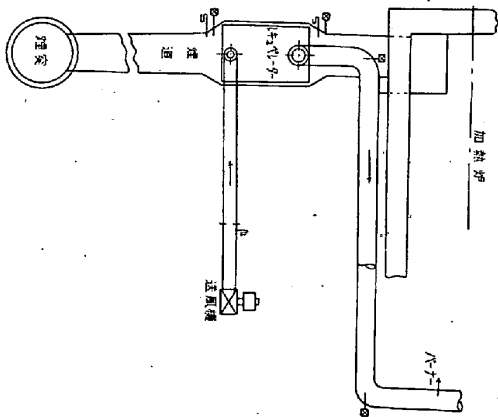


図13-A

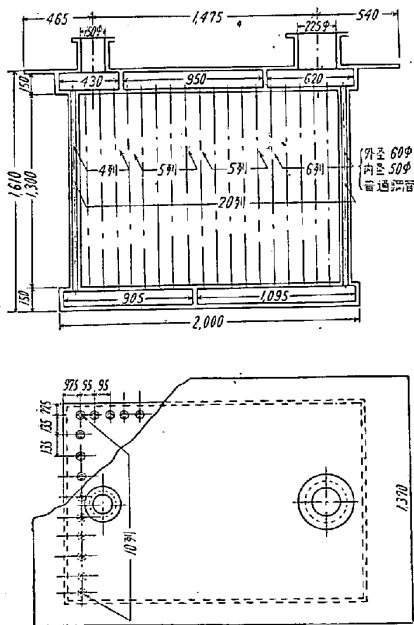


図13-B

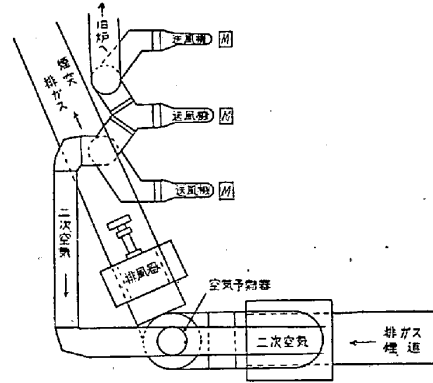


図14-A

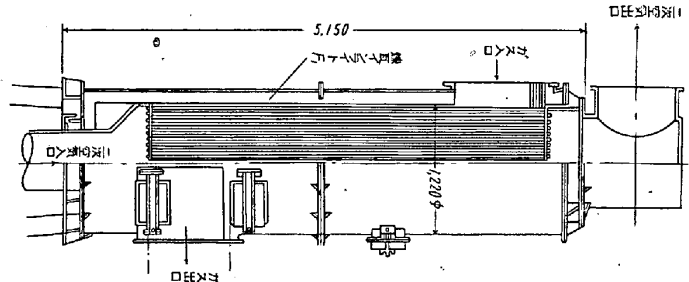


図14-B

図 4-1-2 金属式二重管型 (ハーゼン型)  
(図番号 15~23)

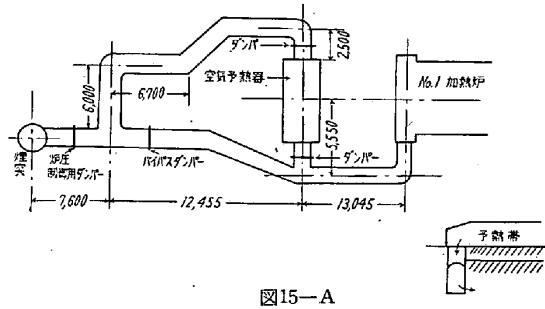


図15-A

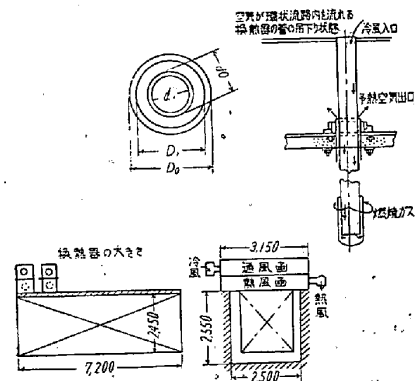


図15-B

A選標準型空気予熱器の寸法

管数および管径	No.1 標準熱管列	No.1F	No.2F	No.3F
記号	予熱型	普通型	普通型	普通型
圧力管本数	144	680	950	950
外径 D <sub>1</sub>	170	43	43	43
(%)D <sub>0</sub>	182	51	51	51
内径 D <sub>2</sub>	150	27.6	27.6	27.6
(%)d <sub>0</sub>	156.4	34	34	34

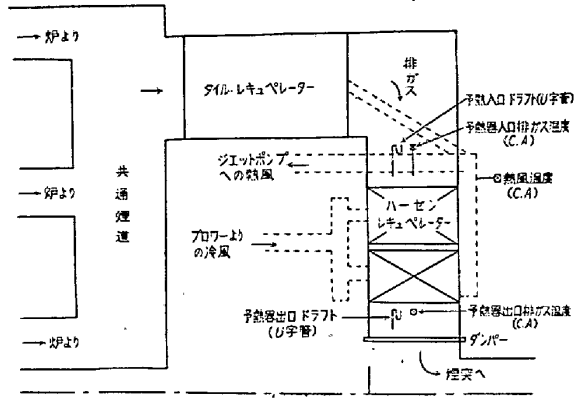


図16-A

空気量はタイルレキュペレーターとハーゼンレキュペレーターよりの混合空気量を基とし予熱空気温度より算出した。

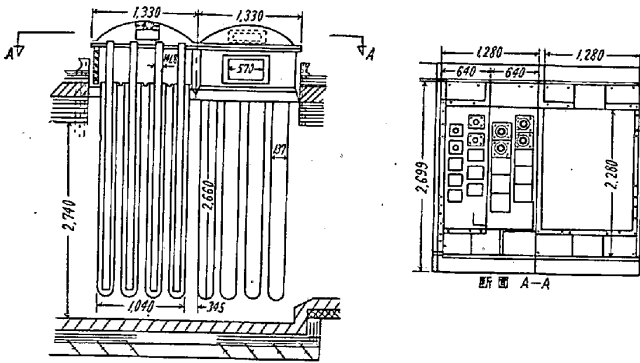


図16-B

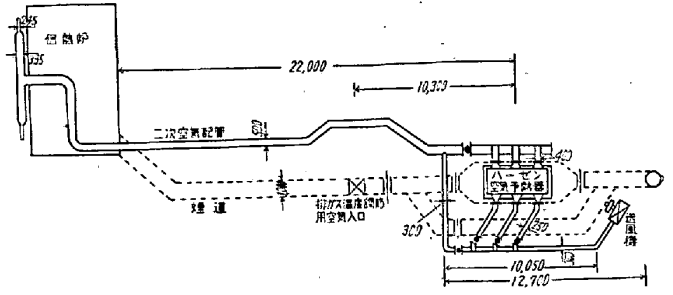


図18-A

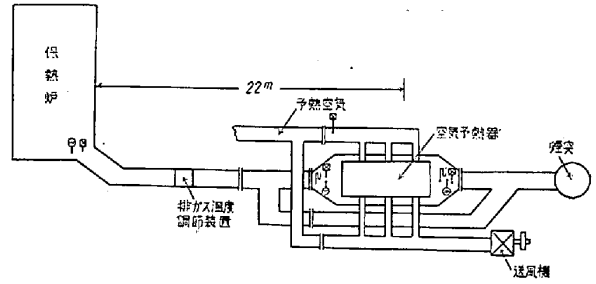


図18-B 1

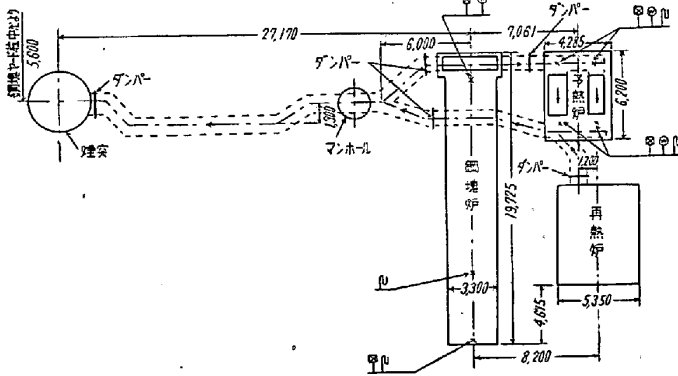


図17-A

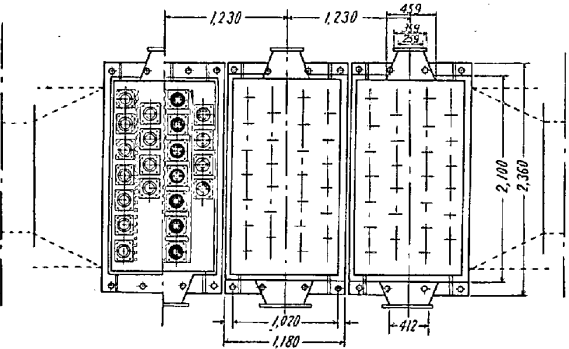


図18-B 2

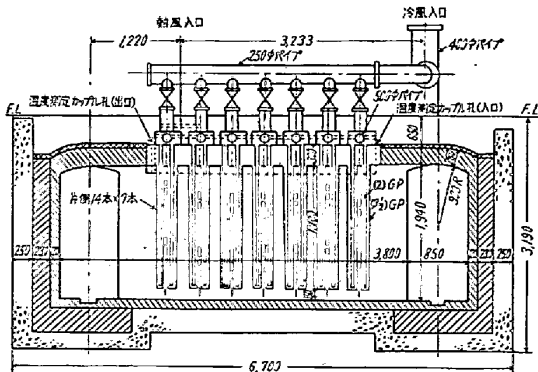


図17-B

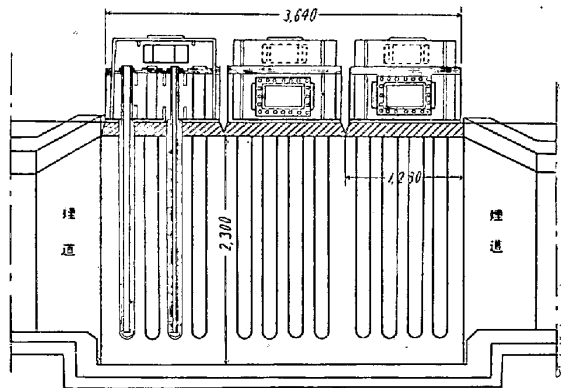


図18-B 3

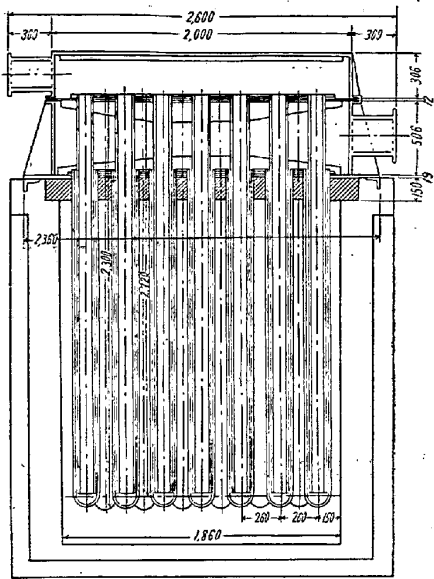
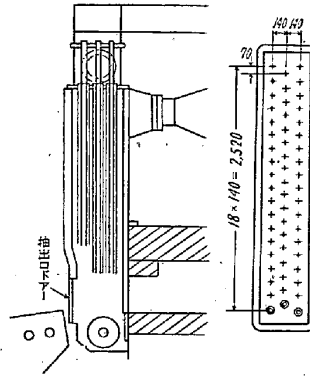


図18-B 4



内 管	
管本数	56
“ 外径	60.5mm
“ 内径	52.9mm
“ 長さ	2.614mm
外 管	
管本数	56
“ 外径	89.1mm
“ 内径	80.7mm
“ 長さ	2.100mm

図20-B

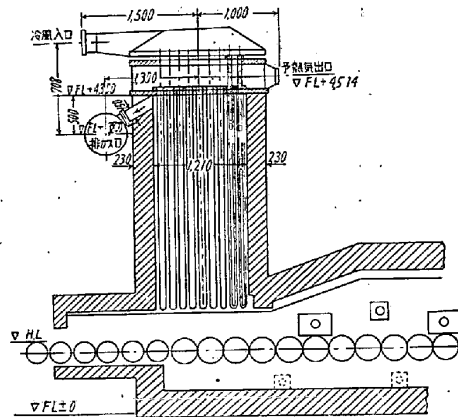
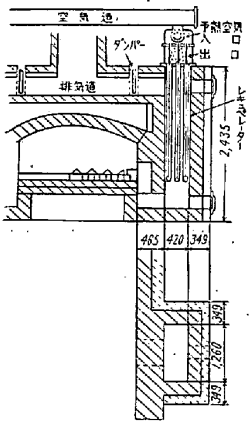
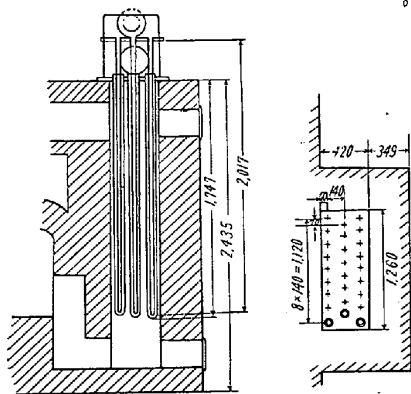


図21-A レキュペレーター配置図



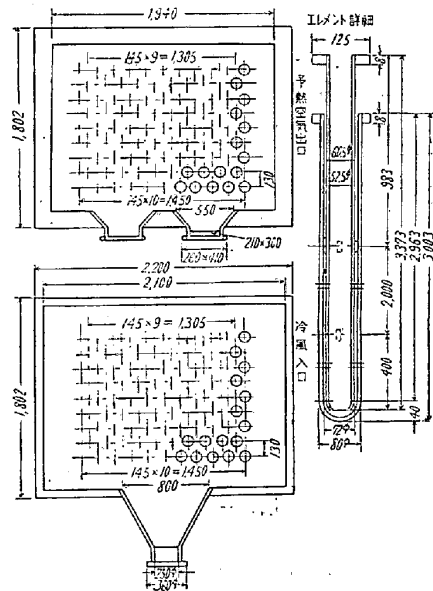
熱鉄第二工場一覽表  
荒 炉  
レキュペレーター配置図

図19-A



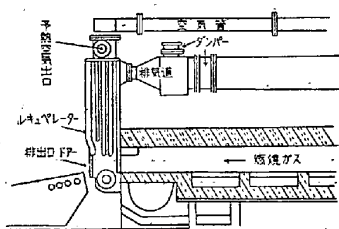
内 管	
管本数	52
“ 外径	60.5mm
“ 内径	52.9mm
“ 長さ	2.017mm
外 管	
管本数	52
“ 外径	89.1mm
“ 内径	80.7mm
“ 長さ	1.747mm

図19-B



内 管		外 管	
管本数	95	管本数	95
“ 外径	60.5mm	“ 外径	80mm
“ 内径	52.5mm	“ 内径	72mm
“ 長さ	3.373mm	“ 長さ	3,003mm

図21-B



レキュペレーター配置図  
熱鉄第二工場 一号炉

図20-A

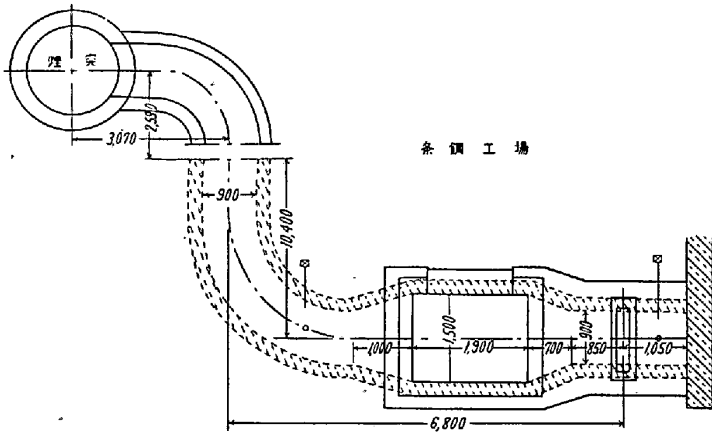


図22-A

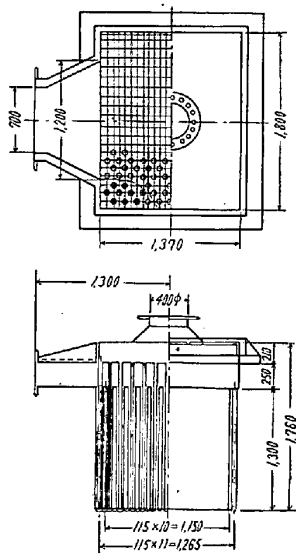


図22-B 条鋼工場

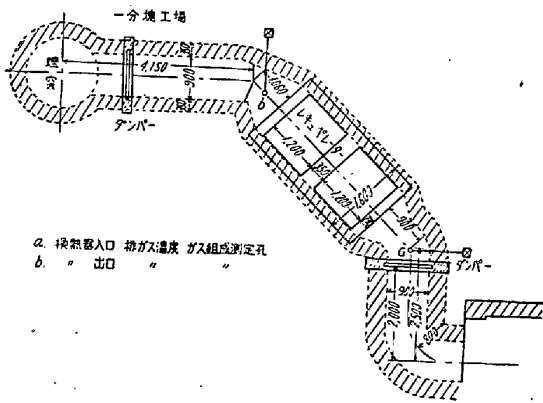


図23-A

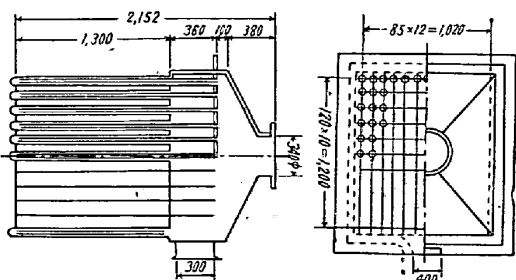


図23-B

図4-1-3 金属式ニードル型 (図番号24~27)

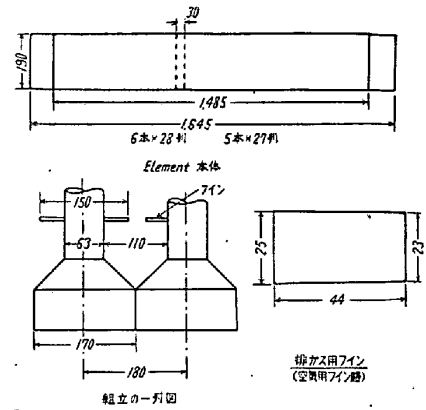


図24-B C連続炉空予熱器 element

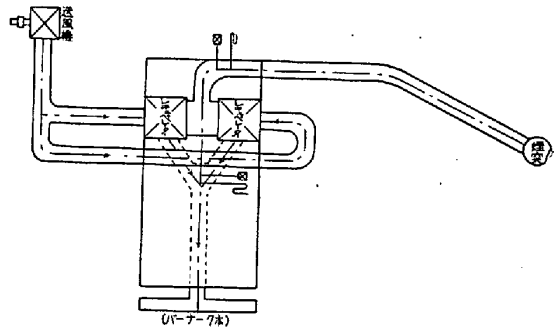


図25-A 線材配置図

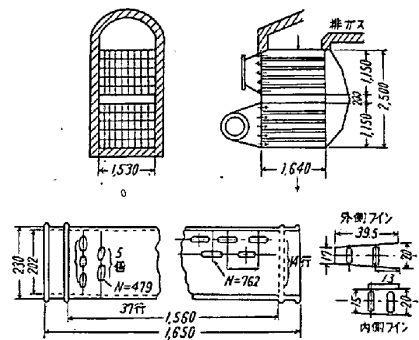


図25-B

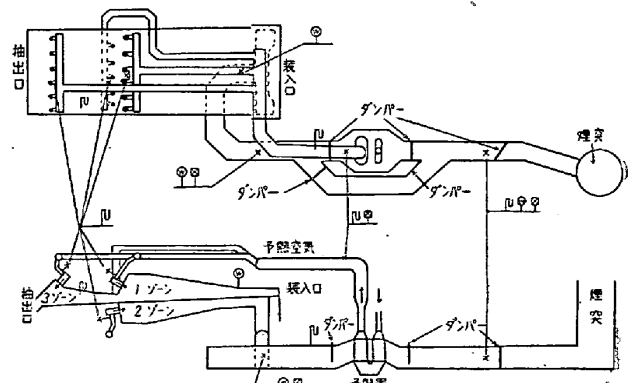


図26-A





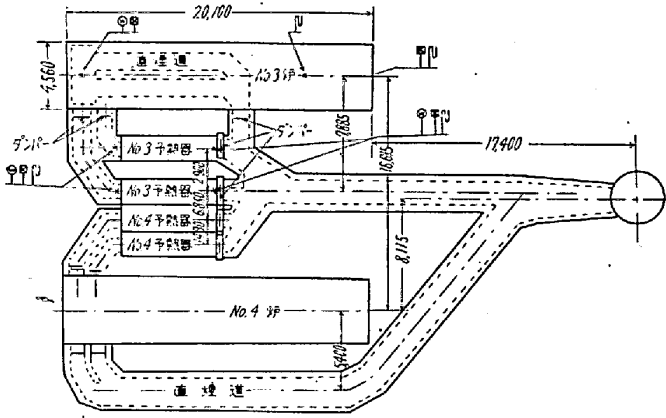


図29-B

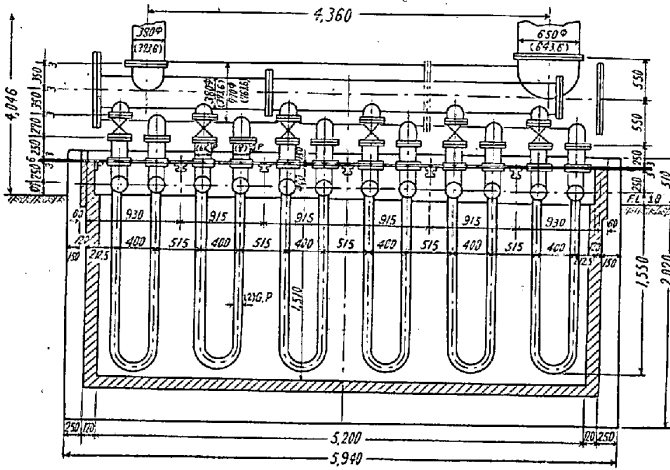


図29-B 1

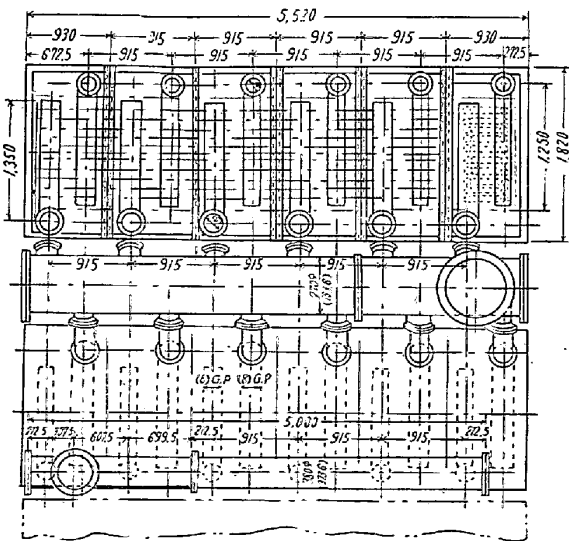


図29-B 2

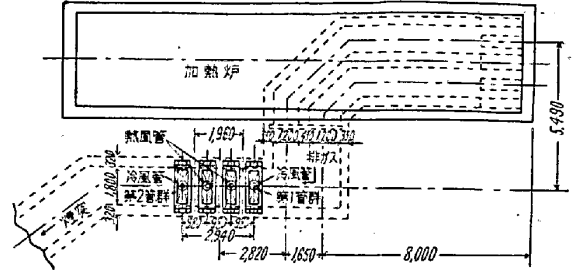


図30-A

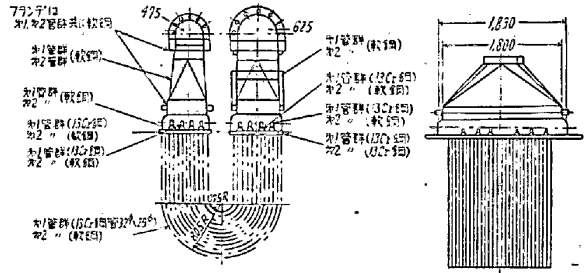


図30-B

図 4-1-5 金属式その他 (図番号31)

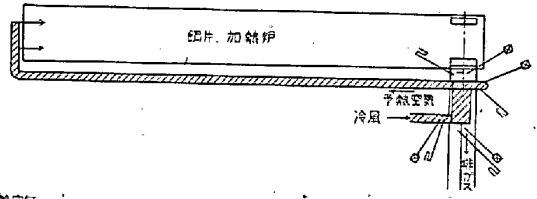


図31-A

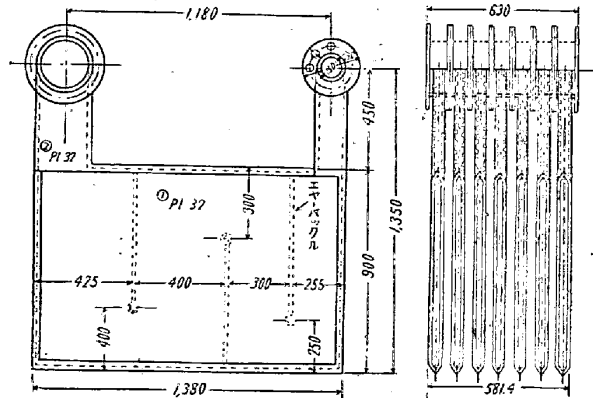


図31-B

図 4-2-1 タイル式チューブタイル型 (図番号1~7)

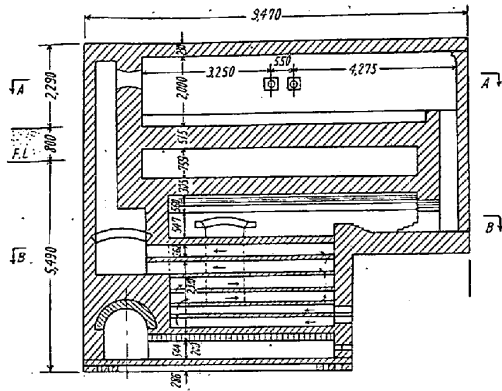


図 1-A 1

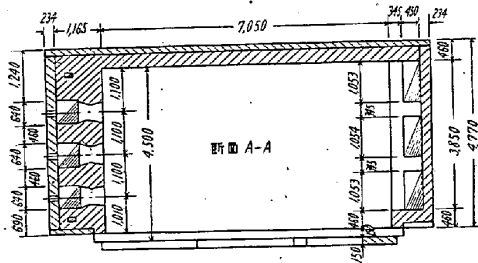


図 1-A 2

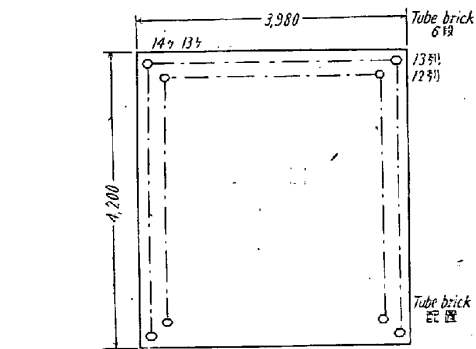
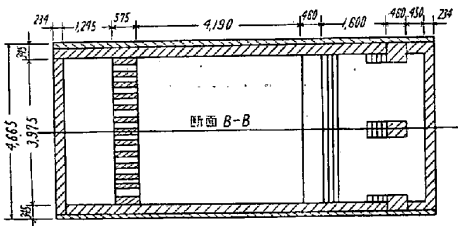


図 1-B. 空気予熱器 element 及 tube brick element 配置図

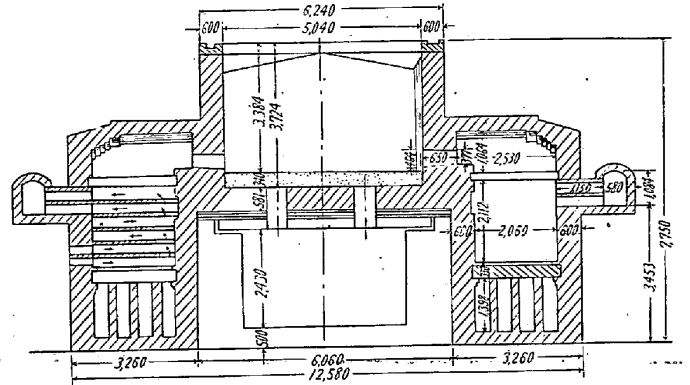
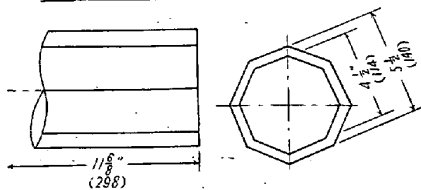


図 2-A

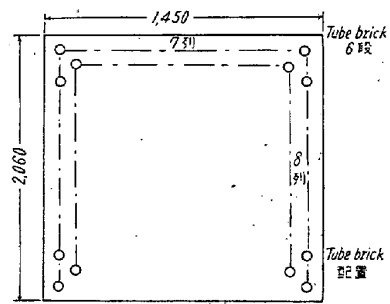
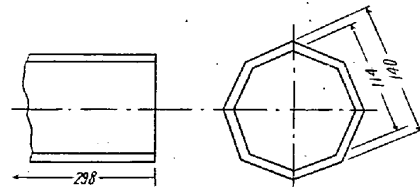


図 2-B 空気予熱器 element 及 tube brick element 配置図



tube brick 寸法

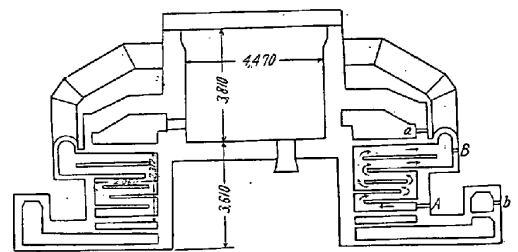


図 3-A

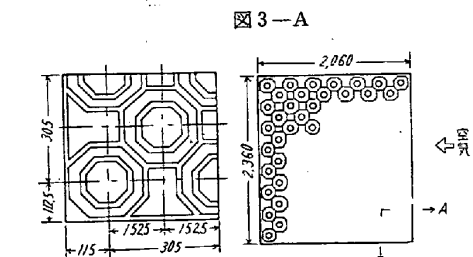


図 3-B A-A 拡大図

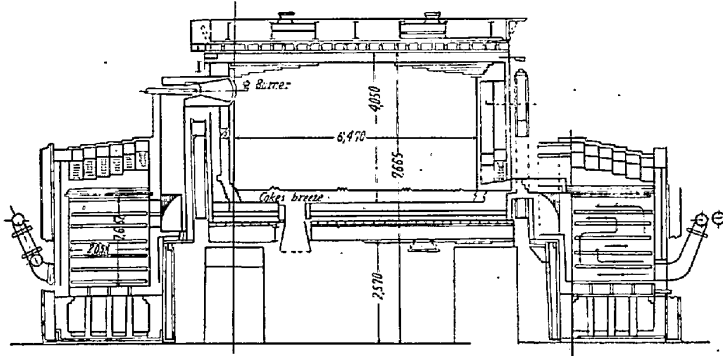


図4-A

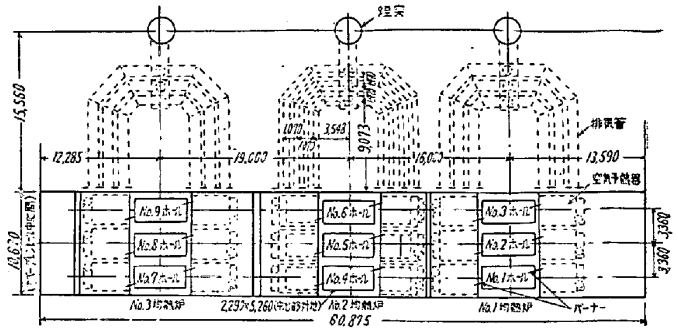


図5-A 1

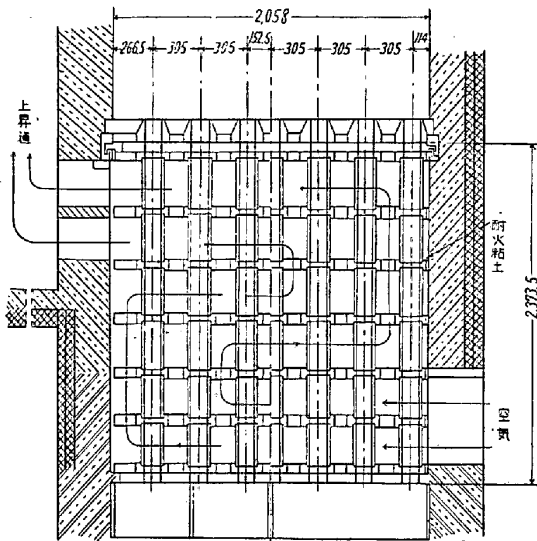


図4-B 1 換熱室全体図

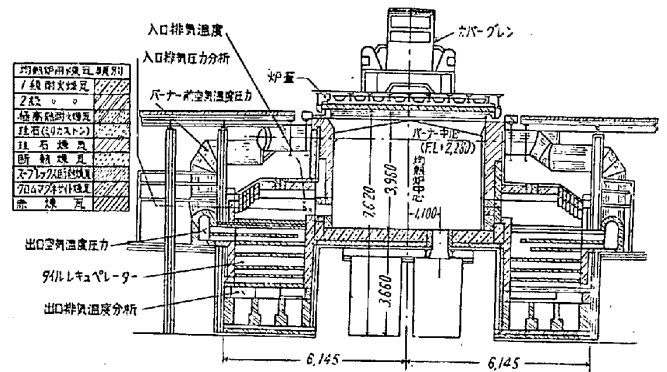


図5-A 2

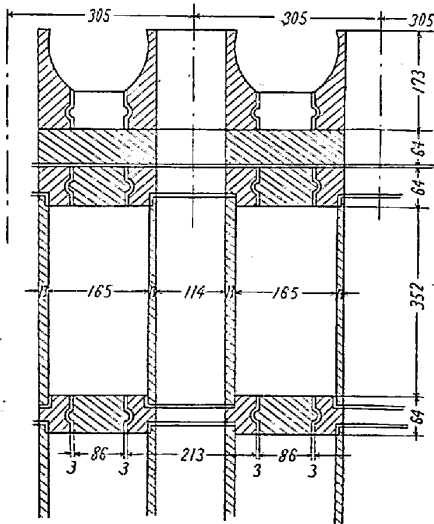


図4-B 2 タイルチューブ詳細図

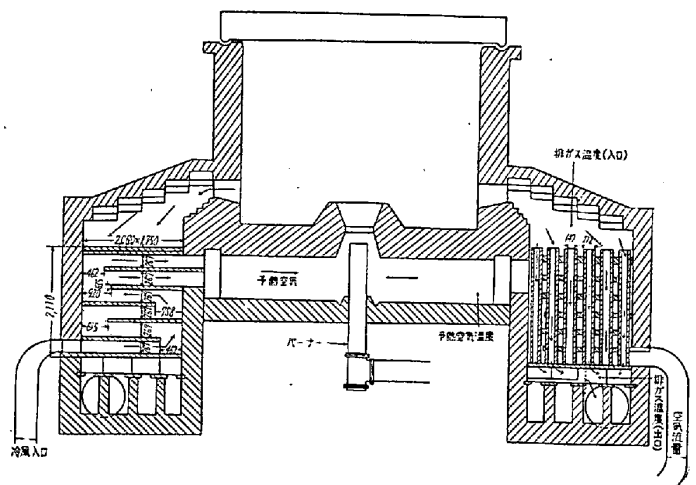


図6-A

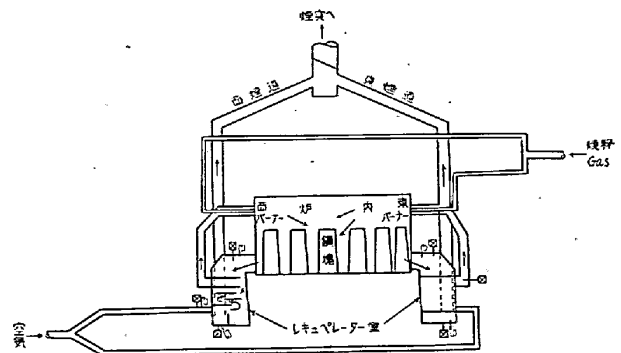


図7-7 A .レキュペレーター配置図

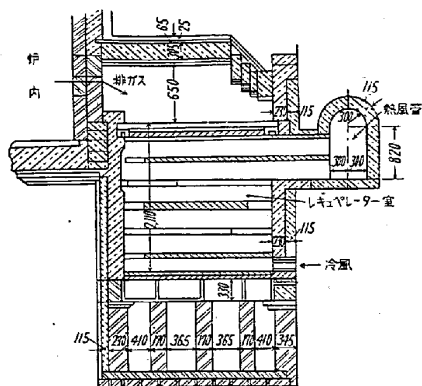


図7-B レキュペレーター室詳細図

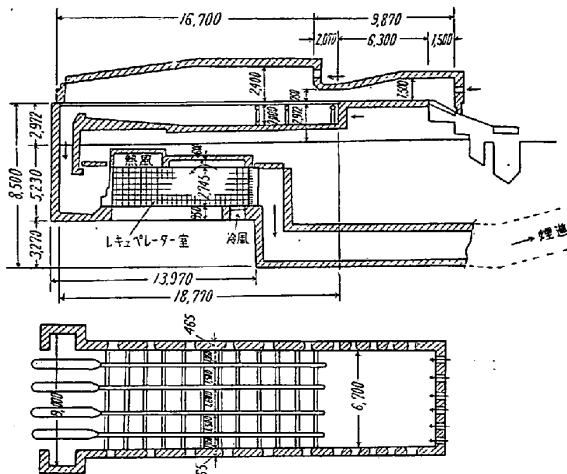


図10-A レキュペレーター室之図

図 4・2・2 タイル式スタインタイル型 (図番号 8~10)

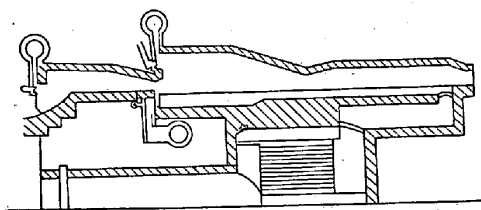
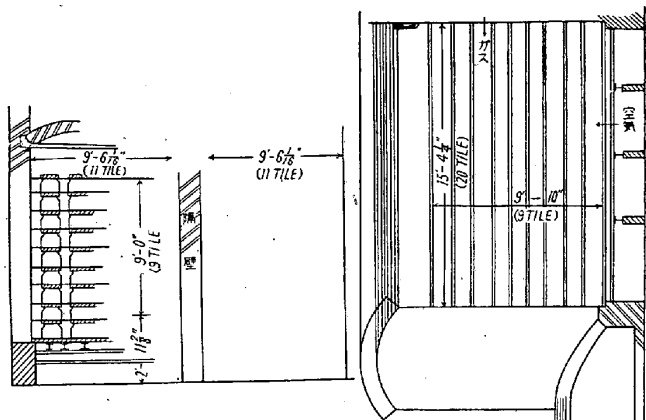


図8-A 加熱炉略図



レキュペレーター (正面図)      レキュペレーター (側面図)  
図8-B

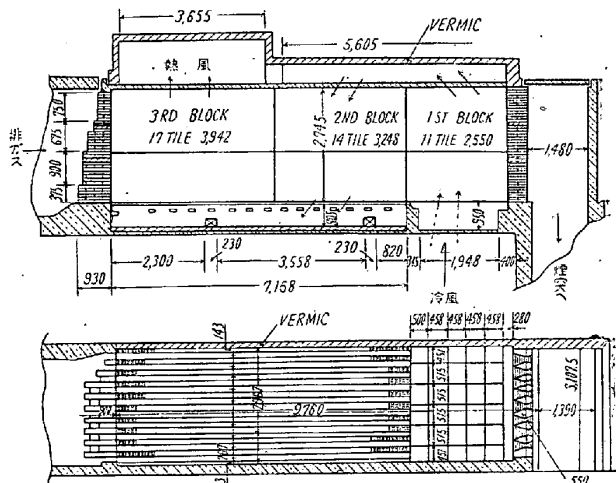
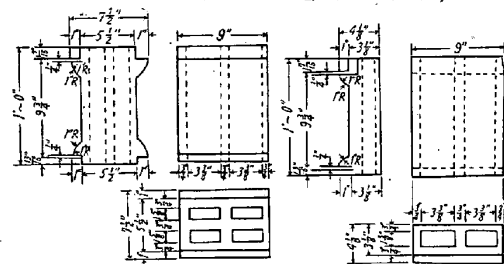


図10-B 1 レキュペレーター之図

レキュペレーター-タイル  
1 シヤモット (特) 119kg 16807      2 シヤモット (特) 24kg 3367



3 シヤモット (特) 119kg 58807      4 シヤモット (特) 24kg 1767

図10-B 2

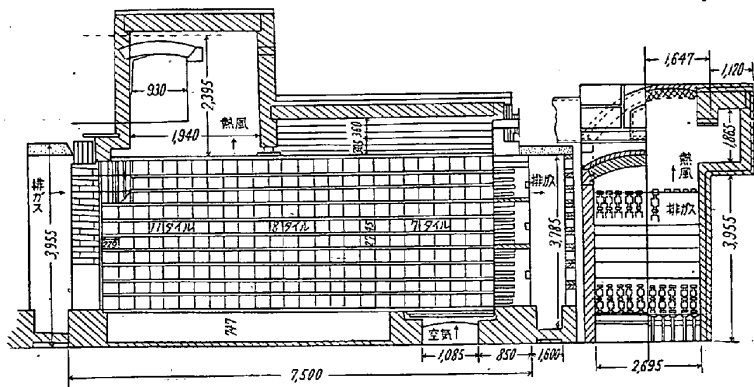


図9-B 10タイル (巾) × 9タイル (高) × 26タイル (長)