

点も切換スイッチにより任意に変更できるようになっている。計器は全て小型計器を使用しコンパクトにまとめた。

以上の点が従来の炉に較べて改良されている。

炉体仕様の概略は、能力 90 t/h (max. 110 t/h) 燃料消費量 450,000 kcal/t 以下 (ただし 3~4' コイル材) 使用燃料 C 重油 (ただし均熱帯のみ 2800 kcal/Nm³ ガス) 有効炉長 24,325mm, 炉内巾 6,250mm, 均熱帯炉床長さ 6,015mm.

III. 測定結果

上記の炉について能力試験ならびに鋼片温度の測定を

Table 1. Heat input.

	Heat input ratio	Heating rate
	%	kcal/m ³ h
Top preheating zone	22.9	119,000
Bottom preheating zone	21.4	117,000
Top heating zone	24.6	159,000
Bottom heating zone	25.0	154,000
Soaking zone	6.1	51,000

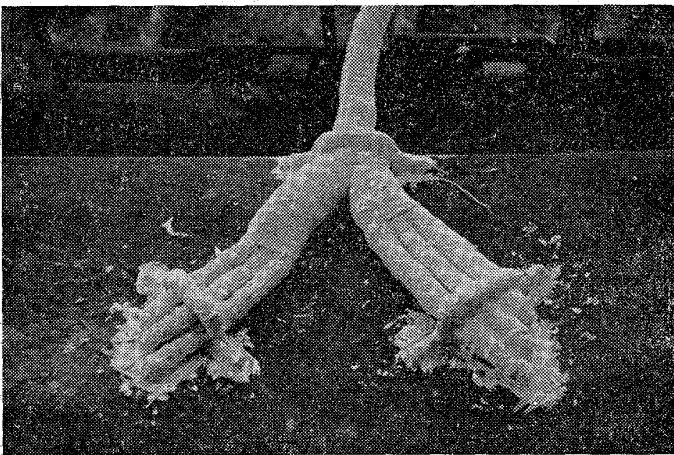


Photo. 1. Setting of the thermocouple on the slab.

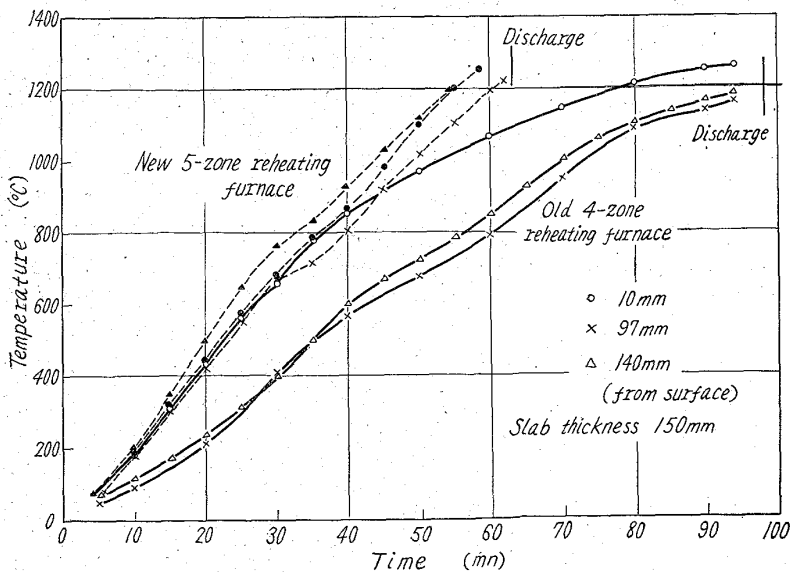


Fig. 2. Temperature distribution in a slab.

行なつた。すなわち本炉 1 基による操業を行ない圧延可能な迄能力を上げた。これによつて試験単位 (800 t) における平均能力は 135 t/h となり、予期された以上の能力を発揮できることが判つた。この場合の燃料消費量は 400,000 kcal/t であり設計値を下まわつていた。各帯の燃料投入比および燃焼負荷は Table 1 に示す通りである。

鋼片温度は Photo. 1 にみるように試験材にクロメル・アルメル熱電対を埋め込みこれを挿入していつた。この温度上昇曲線を従来の炉における測定値と比較したものを Fig. 2 に示す。材料はどちらも 150mm 厚さのものである。これからもわかるように新設の 5 帯加熱式では上部と上部の温度差がなくなり良好な温度上昇曲線を示している。

スキッドマークについては特に小さくなつたとは思われなかつたがスキッドパイプが大きくなつていること (80mm→100mm) を考えあわせて従来のものと大差ないので満足すべきであろう。

煙道を上部にあげたことにより煙道内圧力が正圧になり、塵ガスが吹き出すので特にレキュペレーターのシールには注意しなければならない。

IV. 結 言

わが国最初の上部煙道構造の 5 帯式加熱炉の操業実績について述べたが、新たに折り込んだ企画の効能についてはさらに検討改善しなければならないが、ほぼ所期の目的は達成された。

621,783,224, 2

(106) 広畑式均熱炉の建設と設備概要について

62286

富士製鉄広畑製鉄所熱延部

野田郁也・佐伯欣一・○神崎昌久

技術管理部

1400~1407

落合常巳

On the Erection and the Outline of Equipments of Soaking Pits in Hirohata Works.

Ikuya NODA, Kinichi SAEKI
Masahisa KOZAKI and Tsunemi OCHIAI.

I. 緒 言

近年近代式工業炉建設の発達により、アームコ、サーフェイス、ロフトス式などの新型均熱炉が鉄鋼各社で採用され、その実績も種々発表され、各形式炉の得失については各種の議論がなされている。広畑製鉄所においては、アームコ式上部 2 方向燃焼型均熱炉が、昭和 28 年より稼動し、操業以来かなりの好成績をあげてきているが、同形式炉の大きい欠点として、recuperator の破損並びに、recuperator よりの熱焼用 air の漏洩が、その構造上より宿命

的なものであり、かつ漏洩率のバラツキ、経年変化が大きく、さらにその定量化も比較的困難であるため計装上の燃焼制御の効果がいちじるしく減殺され、炉内雰囲気コントロールも十分出来ず、燃焼効率の低下、加熱 t 数の減少、原単位の増大、さらに鋼塊の品質、歩留にも影響を与える結果となる。したがってアームコ式均熱炉設備の欠点を補い、加うるに鋼塊の大型化と生産量増大に対処するため、昭和 36 年始め、当所独自の構想による広畑式均熱炉を完成した。爾来好調な操業を続行しているが、その設計方針（アームコ式炉改造要旨）、並びに設備概要について簡略に報告する。

II. 広畑式均熱炉の設計基礎

設計方針はアームコ式炉のピットの優秀性にサーフェイス式炉の recuperator 関係の合理性を採り入れる事により、両形式炉の欠点を補う事を主眼としたが、その概要は次の通りである。

1) Tile recuperator の欠点である漏洩による影響を、バーナーにおける燃焼におよぼさないためには、予熱空気制御が最も確実であるため、ピットと recuperator とを切り離し、予熱後の air 流量と fuel の比率制御を実施した。

2) Recuperator はアームコ型式を廃止して、Stein recuperator を高温部に metallic recuperator を低温部に使用し、均熱炉の廃熱回収はこの両者の組合せにより行なう事にした。

アームコ式 recuperator は伝熱係数は Stein 式より優れるが、構造が華奢で、経年変化、バラツキ、耐用期間が短い、etc. の欠点があるので、耐用期間の長い Stein 式を採用し、伝熱係数の不足は metallic recuperator を採用し、廃熱回収率低下を防いだ。

1200°~1250°C の高温廃ガスは Stein recuperator を経て、700°~900°C になり、metallic recuperator を通過して煙道に排出される。一方 air は、高压 (3000 mmAq) 30~35%、低压 (10mmAq) 65~70% に分割して、高压側は metallic recuperator により、450~550°C に加熱され、jet pump の一次側に導き、nozzle から噴出させ、ejector 効果により Stein recuperator 内を通過する低压 air を誘引し、800°~850°C の air としてバーナーヘッダーに供給する。

Stein recuperator については、炉容からすれば 5 パス型、3 パス型の 2 方式が考慮されるので、この 2 つの場合について伝熱計算および、圧力損失計算を行ない、その優劣を比較検討した結果 Table 1 のごとき結果を得た。伝熱効率としては、5 パス型が当然有利となるが圧力分布よりみれば、recuperator 内の圧力損失は 5 パスが 3 パスに比較して大巾な損失を来している。一方廃ガス通路の圧力損失は、ピット炉床を 0 mmAq とした場合、recuperator 入口 -6.2 mmAq、出口 -7.4 mmAq となるため、recuperator 内外に極端な圧力差をつける事は好ましくないで、今回の計画では伝熱面を多少犠牲にして、3 パ

Table 1. Comparison of heat-conductive effect and pressure loss for 3 and 5 passes Stein type recuperators.

	Preheat air temp. (°C)		Waste gas temp. (°C)		Pressure loss mm Ag
	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	
5 pass	20	932	1200	919	-43.4
3 pass	20	860	1200	1,036	-6.9

ス型式を採用した。

Metallic recuperator は耐熱許容温度が低いので、予熱 air 温度は max. 550°C とし、許容温度に達すると air 速度を増大して、余剰の air は Stein recuperator の 2 パス目に圧入し、さらに廃ガス温度が高くなれば、高压冷風を送り recuperator の保守を企るようにした。

3) ピット形式は燃焼ガスの流動状態伝熱面から考慮して、アームコ形式が鋼塊の均熱に適している事より、上部 2 方向燃焼式を採用する事にしたが、炉配置上、炉巾の拡大が許されず炉長方向のみの拡大によりピットは相当長い形状となるため、既設アームコ式と同様の炉内流動状況となるか否かを確かめるため、プラスチック模型炉による流動実験を行ない、その相似性の確認を行なった。

4) 炉圧制御はアームコ式炉のごとく、各ピット単独のものとし、サーフェイス式炉のごとく各ピット共通のものがあるが、共通の場合は炉設備がきわめて簡単になる利点もあるが、反面他ピットの影響を受け易く、制御が不安定で、均熱の原則からしても、各ピットの炉圧が干渉し合う事は好ましくないため、各ピット単独の炉圧制御方式を採用した。したがって廃ガス口より、metallic recuperator にいたるまで、廃ガス煙道は各廃ガス口毎に区分し、区分煙道毎にダンパーを設置した。このため各ピットの 2 方の廃ガス通路の抵抗のバランスも調整可能となり、炉内のガス流動状況の偏りは皆無となる。

5) 炉および、recuperator の築炉は熱原単位の切下げと、作業環境の改善、さらには建設費の低下を目的として、十分な検討を行ない、目的に応じ各種の断熱材、

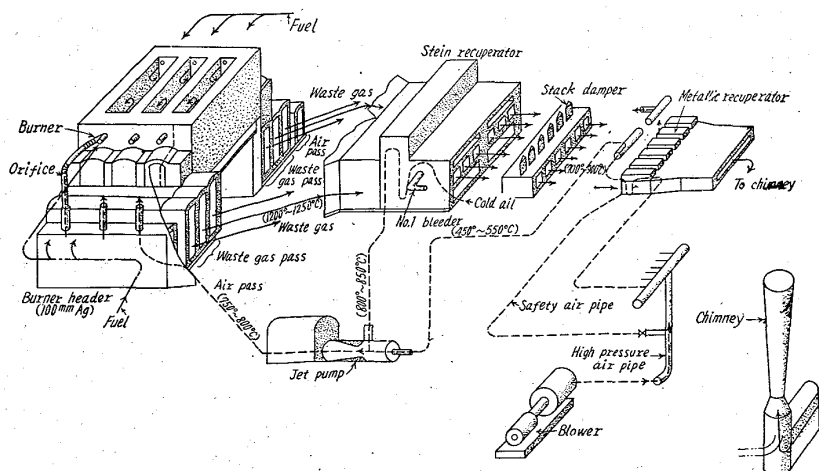


Fig. 1. Flow sheet of Hirohata-type soaking pit.

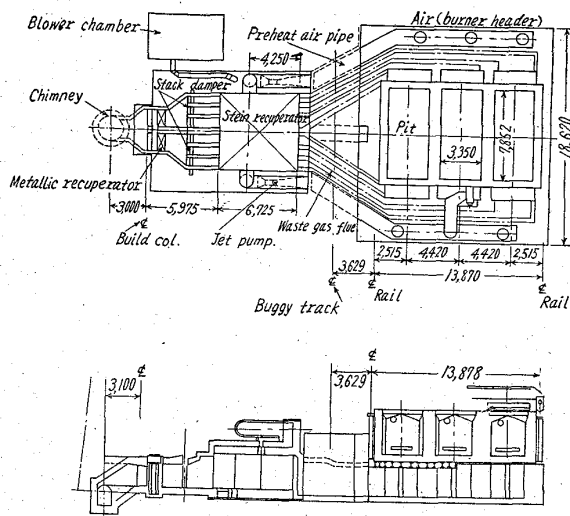


Fig. 2. Layout of Hirohata-type soaking pit.

耐火炉材を合理的に組合せた。

III. 広畑式均熱炉仕様ならびに諸元

1. 炉形式. 上部2方向燃焼複合 recuperator 型均熱炉.
2. ピット寸法 (1 bank 当り 3 ピット).
3,350mm (巾) × 3,860mm (深さ) × 7,800mm (長さ)
炉床面積 23.5 m².
3. 装入鋼塊 t 数 (標準), 120 t (ピット当り).
4. 使用燃料. B. F. G. & C.O.G. の mix gas, 発熱量 1200 kcal/Nm³.

5. バーナー. 単筒長焰式バーナー.
6. 最大入熱. 7,000,000 kcal/h /pit.
7. Stein recuperator.

型式 Air 3 パス, 廃ガス 1 パス型.

寸法 (タイル数) 10 (高さ方向) × 34 (長さ方向)

× { 4 穴形 36 (巾方向)
2 穴形 36

能力 Air max. 4,130 Nm³/h /pit.
廃ガス max. 10,700 Nm³/h /pit.
予熱 air 温度 800°C (mean).
廃ガス温度 (入口) 1,200°C (mean).

8. Metallic recuperator.

型式 Recuperator of composite tube flue type.

寸法 (本数) 48 本

能力 Air 5,400 Nm³/h,
(max. 8,400 Nm³/h)

廃ガス 23,200 Nm³/h
予熱 air 温度 550°C (+20°C)
廃ガス温度 (入口) 800°C (max. 900)

9. Jet pump 装置 (2 基/bank). Jet pump は Stein recuperator の air 出口の両側に設置し, metallic recuperator からの高圧 air は jet pump, ベンチュリーのスロートを高速で通過し, Stein recuperator からの高温 air を吸引して予熱空気ヘッダーに送り込まれる. 予熱空気温度は 750~800°C になり, ヘッダー圧力は 100~150 mmAq になるとく, jet pump 高圧側のニードル弁を自動制御する.

10. ブロー 1 台/bank

風量 150 Nm³/mn, 圧力 3,000 mmAq.

11. 計装設備

名 称	数量	目 盛	仕 様
炉内温度制御装置 (温度記録調節計)	3	0~1,600°C	空気式
空燃比率制御装置 (流量比率調節計)	6	0~250%	同上
〃 (予熱空気温度記録計)	2	0~1,200°C	
〃 (予熱空気流量補正計)	6	Nm ³ /h 0~5,000	
炉内圧力制御装置 (圧力調節計)	3		
〃 (圧力記録計)	3	mmAq -2~+4	ダイヤフラム式
予熱 air 圧力制御装置 (圧力調節計)	2		油圧式
〃 (圧力記録計)	2	mmAq 0~200	ダイヤフラム式
Metallic recuperator 入口廃ガス温度制御装置 (温度記録調節警報計)	3	0~1,200°C	ON-OFF 式
Metallic recuperator 出口高圧空気温度制御装置 (温度記録調節警報計)	3	0~1,000°C	空気式
高圧空気圧力制御装置 (圧力調節計)	1		油圧式

その他管理用計器として, ガス流量記録積算計, Stein recuperator 入口排ガス温度記録計, metallic recuperator 出口排ガス温度記録計, metallic recuperator 入口排ガス圧力指示計, jet pump 吸引圧力指示計.

IV. 結 言

以上広畑式均熱炉の概要を説明したが, 同形式炉は現在 3 bank 順調に稼動しており, 我々の設計目的もほぼ満足されている. すなわち 1) 均熱炉の大型化により鋼塊処理量は既設アームコ式炉に比較して, 約 30% 増大した. 2) recuperator の air 漏洩は皆無の状態となった. 唯当初 Stein recuperator にて廃ガス混入が懸念されたが, 予熱 air のガス分析の結果, 廃ガスの混入は認められず, recuperator 内の廃ガス air の圧力バランスもきわめて良好である. 3) ピット内の燃焼ガスの雰囲気コントロールが十分できかつ, バーナー毎のパラッキもなく, 均熱性が増大すると共に, 品質上, 歩留上利点をもたらしている. 4) 炉圧制御は各ピット毎に正

Table 2. Waste gas analysis of Hirohata-type soaking pit.

Pit No.	Date	%				Fuel flow on analysis Nm ³ /h
		CO ₂	O ₂	CO	N ₂	
3-1	36.1.26	21.4	1.5	0	77.1	2,000
3-2	〃	20.9	1.8	0.1	77.2	2,100
3-3	〃	20.5	1.4	0	78.1	2,700
4-1	36.1.15	21.5	0.3	0.1	78.0	1,900
4-2	〃	21.3	1.3	0.1	77.3	2,500
4-3	〃	20.9	1.1	0.1	77.9	2,400

確にできている。5) 築炉法の合理化により、燃料原単位は既設アームコ炉に比較して5~10%低下している。

621, 1783, 224, 2, 01
 (107) 均熱炉におけるセットアップ
 操業について

八幡製鉄所管理局

62287

○岡田義貞・山口美紀・住友和博
 Setup Operation in Soaking Pit.

Yoshisada OKADA, Minori YAMAGUCHI
 and Kazuhiro SUMITOMO.

I. 緒言

言

1403 ~ 1404

当所における昭和36年度の急激な増産態勢において、最もネックとなつたのは均熱炉の能力不足であつた。このため製鋼分塊工場間の鋼塊流れを計画的に調整する材料調整担当部門がもうけられたが、なお増産を行ないかつ品質的に優良な圧延を行なうための均熱炉操業の確立が必要であつた。

このような問題点を解決するために均熱炉におけるセットアップ操業試験を実施し、良好な結果を得たので報告する。

II. 試験方法

セットアップ操業とは、設定温度を一時的に上げて鋼塊温度の上昇速度を速くし、抽出温度附近に鋼塊表面温度が到達してから抽出温度に設定温度を下げて、均熱を行なうことによつて均熱能率を上げようとするものである。

昭和36年8月から9月にかけて予備試験を実施し、その結果について検討を行ない次のように本試験を行なつた。

1. 試験方法

対象炉：上部二方焚換熱型均熱炉 4基

鋼種：リムドストリップ材

設定温度および保定時間：炉内における鋼塊表面温度を光高温計で実測した結果より設定変更時の目標鋼塊温度を得るように設定温度および保定時間を決めた。

ただし試験中前半において、Fig. 1の保定時間では一部のピットに washing が多く起つたので後半の試験については保定時間を Fig. 1の1/2とした。

抽出温度：1340°C

抽出可能判定：

前期 トラックタイム(以下 T.T. と略称)+30mnの在炉時間と設定変更後 30mn 以上を経過していることの2条件を満足したとき抽出可能とする。

後期 T.T.+30mnの在炉時間と設定変更を行なつていることの2条件を満足したときを抽出可能とする。

III. 試験結果

Table 1. Setup temperature and ingot temperature when set down.

Temperature	Set temperature (°C)	
	Pit wall	Ingot surface
80~150(mn)	1360	1340
151~210	1370	1350
211~	1380	1350

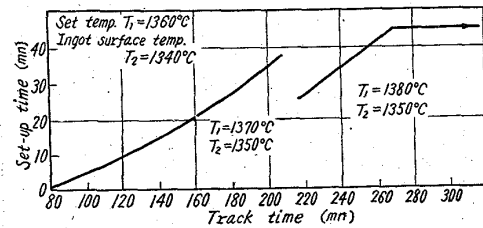


Fig. 1. Relations between track time and setup time.

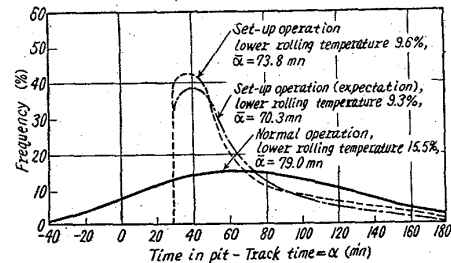


Fig. 2. Distribution of time in pit.

リムド鋼ストリップ材については、分塊嚙込温度が高い鋼塊ほどワレ疵が減少するので歩留は高くなつていく。したがつて当所においては嚙込温度の下限を決めて管理しているが、Fig. 2の熱塊総合の α mn(在炉時間-T.T.)の分布状況と嚙込温度不良率を示した。

Fig. 2によると普通操業であつた従来(6, 7月)の実績と比較して嚙込温度不良率を6%下げ、さらに在炉時間を約5mn短縮できたことがわかる。なお従来データから推定すると、6%の嚙込温度の不良率低下により0.3%程度の歩留向上となる。

しかし鑄型別、T.T.別に嚙込温度不良率を調査した結果、それぞれ不良率が異つており、 α を鑄型別、T.T.別に決めなければならないことがわかつた。品質的な調査結果はセットアップ試験の方が良好な結果であつた。

IV. 改訂作業標準案

1. 設定温度

設定温度および設定変更時の目標鋼塊表面温度はTable 2とし、設定変更後は全て1340°Cとする。

ただし、各設定温度は、抽出時の炉壁と鋼塊の温度差

Table 2. Setup temperature.

Track time	Time in pit	T. T. min. ~+60mn	T. T. min. +61~120mn	T. T. min. 121mn <
	Pit wall		1360(°C)	1370(°C)
Ingot surface		1340	1350	1350