

で再び大きく低下して $54\text{kg}/\text{mm}^2$ 及び $50\text{kg}/\text{mm}^2$ となる。

伸びは 600°C より急に回復して 20% を越え 800°C で平均 36% となる。絞りも 400°C より増加して 39% 台となり 700°C で max となり 800°C では減少を示し 53% より 49% となっている。

炉冷は 500°C 及 600°C で戻したものに就いて行つたが空冷した場合と差はなかつた。

金属組織の変化を見ると焼入されたものはマルテンサイト組織であるが 400°C 、 500°C に戻したものは焼が戻り始めてトルース状になり 600°C でソルバイトが大分認められる。 700°C になるとパーライトが認められ 800°C では完全なパーライトとなつており焼入焼戻操作により調質鋼同様に圧延時の組織に比べて改善され均一微細なものとなっている。

III. ま と め

以上の試験で知り得た主な結果は

i) 快削鋼は単に切削性が良く仕上面が綺麗であると言う特長だけでなく低炭素でも或る程度の熱処理がきき抗張力 $120\text{kg}/\text{mm}^2$ 乃至 $50\text{kg}/\text{mm}^2$ 、伸び 8 乃至 40% 絞り 29% 乃至 53% の強度変化をあたえられ、低級調質鋼としても充分利用出来き普通ならば切削困難な熱処理を行つても機械加工が割合容易である。

ii) 従来この種の鋼に対しては焼入は焼斑が発生しやすいため困難視していたが焼入液を撰択することにより Al 脱酸した快削鋼にもかかわらず均一な焼入硬度分布が得られた。

即ち焼入時、焼入液の冷却能効果は大で 550°C 乃至 720°C 附近の冷却速度の早い苛性ソーダ、食塩等では焼が均一によく入るが、水の様に温度により冷却能の著しく変化し余り早くないものでは焼斑が出やすく均一な強度や十分な焼入強度は出ない。そのため逆に適当な冷却能の焼入液を撰択すれば焼入焼戻操作しなくてもこれに近い性能を出し得る。

iii) A_1 変態と A_2 変態の間の温度より焼入した場合は焼入液の種類に鋼の性質が左右されない。

iv) 焼入焼戻すれば調質鋼同様圧延時の性質が相当改善出来層状組織は破壊され抗張力を圧延のままと同じくすれば伸びが約 7% 絞りが 4% も増加する。

と言う事がわかつた。

(43) 三帯加熱爐による大型鋼塊の加熱について

(Reheating of Large Size Ingots by a Triple Fired Furnace)

住友金属工業 K. K. 鋼管製造所

工 大 塚 武 彦

今 野 誠

理 ○ 吉 成 大 治

I. 緒 言

連続加熱炉で材料を加熱する場合に、特別の手段をこらじない限り材料厚さの経済的限界は 300mm である。然るに吾々の工場において断面 415 角の鋼塊を加熱するに当り、諸種の事情の為に均熱炉の設置が困難な為、三帯式連続加熱炉により加熱作業を行つている。ここにかかる特殊な加熱炉を設計するに当り、吾々が特に考慮を払つた点、及び過去 2 ヶ年半の操業によつて得た設計上の問題点につき記してみる。

II. 設計について

1. 与えられた数値

A. 鋼塊寸法

平均断面 415mm 角 \times 1,750mm

単 重 1,800kg

B. 加熱温度

装入温度 常温、抽出温度 1,250°C

C. 燃料

〇重油、発熱量 10,000kcal/kg

D. 全炉長

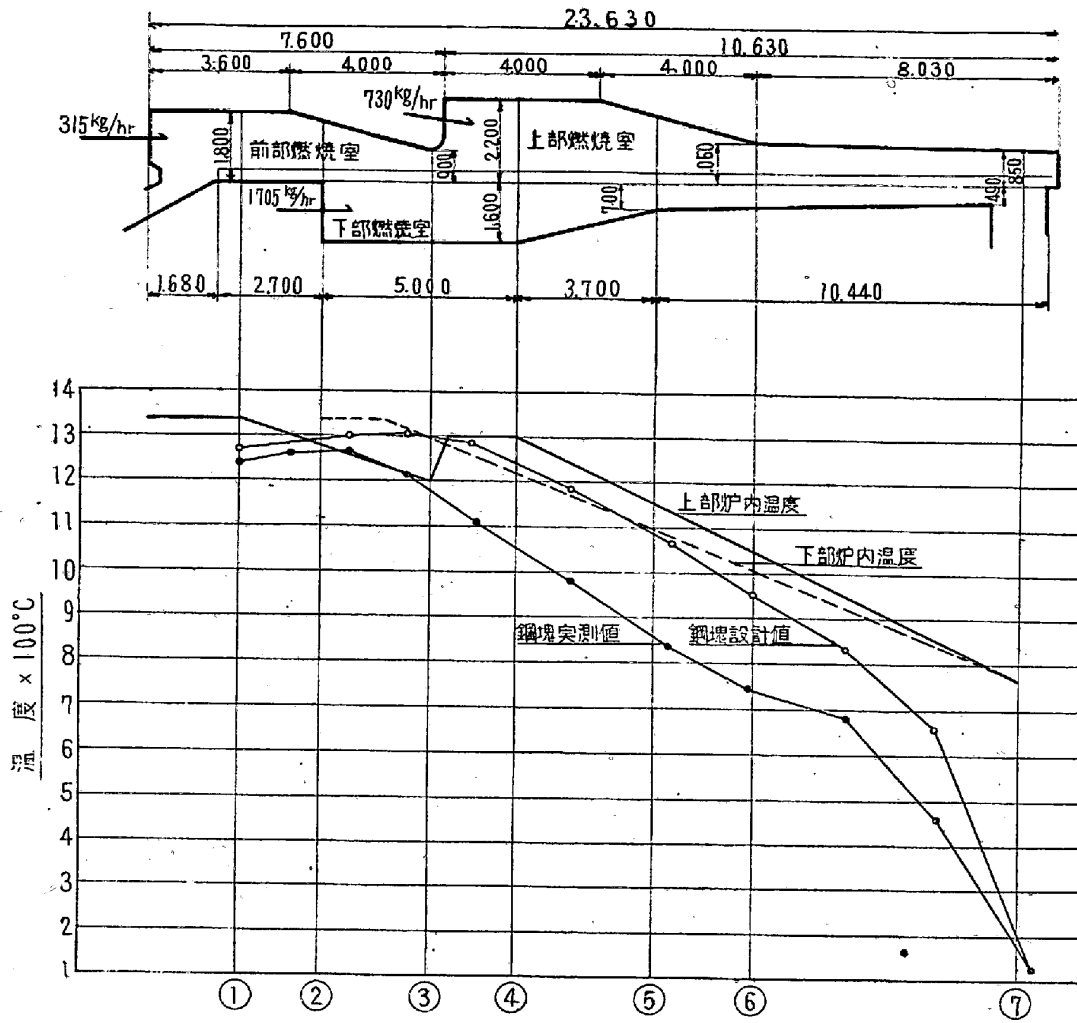
立地条件により 24,000mm とす。

E. 所要加熱量

成し得る限り多量

2. 炉型の選定

計画炉に対して最も考慮を要することは、連続加熱炉としては余りに被加熱材の断面が大であること、及び加熱量を増大する場合の均熱性の問題である。重油バーナーの焰の性質により炉長 24m の場合二帯式は困難であると考えられるのと、圧延機故障或は休憩等の場合に炉を休止する時に加熱材をその間抽出温度に保持し、而も炉中材料の加熱曲線がある定まつた曲線に保持する為には三帯式が必要である。次に上記の様に炉長は制約を受けるに拘らず加熱容量は出来る限り大なることが望まれる為、炉内平均温度を上昇せしめて熱伝達率を増大する必要がある。即ち炉尻温度を相当に上昇せしめる必要がある。併し之には優秀な廢熱回収装置が必要となつてくるが、場所の狭隘な為設置困難であるので、加熱容量の



第1圖 爐線及び鋼塊温度上昇曲線

増大の為には加熱表面積を出来る丈多くし得る様な炉にしなければならぬ。又鋼塊の断面が大なる為その表面と中心部の温度差をなくすることは實際上不可能なことと思われるが、圧延作業に於いて問題となる鋼塊上下面の温度差は極力小さくする必要がある。水冷スキッドの径も一般の加熱炉より強度の面で大となり、鋼塊下面の加熱を困難にする。

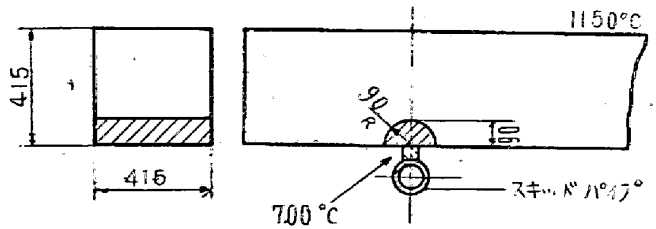
一般の三帯加熱炉に於いては上部及び下部加熱帯で充分な加熱を行い、前部に於いては所謂均熱を行うものであり、従つてソリッドハースを長くとつてある。併しながら吾々の三帯炉では前記の理由の為にソリッドハースの長さはスキッドマークを消滅し得る最小長さとし、下部バーナーを上部バーナーの直下より前方に移した。即ち第1図の様な形とした。

3. 設計計算

A. ソリッドハースの長さの決定

ソリッドハースに入る直前の鋼塊内部の温度分布を第2図の如く仮定し、ソリッドハース上に於けるスキッド

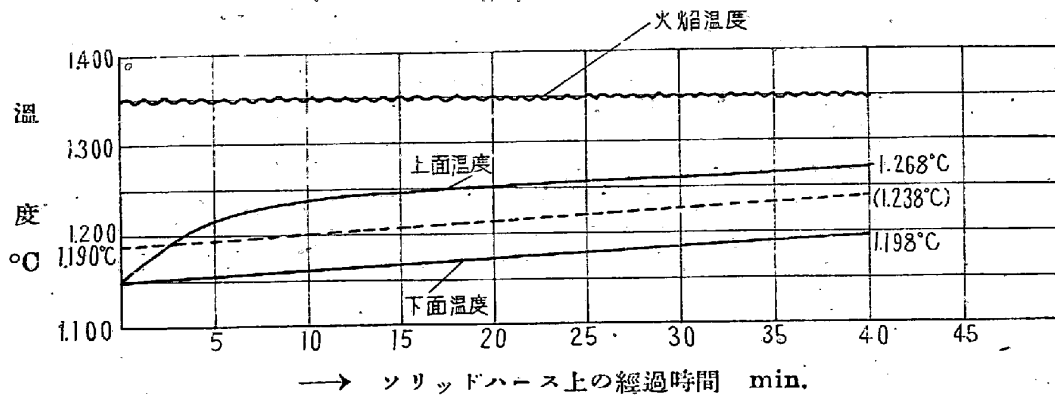
マークの消滅は鋼塊の高温部からの熱伝達によるものと考えて計算すると、所要時間は 25min. となるが、他の実例をも参考としてソリッドハースの長さを 2,700mm と決定した。この長さの時 40t/hr の加熱をすると、鋼塊がソリッドハース上にある時間は約 40min. となる。実際操作上に於いてスキッドマークは充分に消滅している。



第2圖 水冷スキッドによる鋼塊冷却

B. 加熱容量

有効受熱面積は側面及び下面は上面に比して受熱割合が低いと考え、夫々の露出面積に上面：側面：下面=1:



第3圖 鋼塊上下面の温度

0.7:0.75 を乗じ、又鋼材への熱伝達率を 21,800Btu/ft²hr とすると加熱容量 88,400Lb/hr(40t/hr)を得る。

C. 均一加熱性

今ソリッドハースに入る直前の鋼塊の上下面温度を 1150°C とし、火焰温度を 1350°C とし、Grobe 曲線を用いて鋼塊上下面の温度変化を求めると第3図の如くなる。但しスキッドマークの影響は無視する。今仮に抽出鋼塊の上下面温度差を 30°C 以内に収めようとすれば、図よりソリッドハースに入る直前の鋼塊下面温度は 1190°C となる。スキッドマークの影響も考え少くも 1200°C 位に保たねばならない。

D. 燃料所要量

出熱の割合を次の様に仮定すると;

鋼材の持去る熱	35%
廃ガスの持去る熱	} 31%
空気予熱器による回収熱	
水冷スキッドパイプ損失熱	18.5%
壁からの輻射伝導損失熱	13%
鋼の酸化熱	-2%
その他	4.5%
	100%

燃料所要量は 2,150kg/hr となる。各帯への燃料配分は各帯の有効受熱面積によつて定め、下部に対しては水冷スキッドによる損失熱を考慮して次の様に定めた。

下部	1,105kg/hr
上部	730 "
前部	315 "
計	2,150kg/hr

E. 炉線の決定

炉線の決定には炉内温度の分布を求めねばならぬ。これは甚だ面倒な計算であるが、吾々は計算の結果と他の実例を参考にして第1図の様に決定した。又ガス速度に加熱帯で 2.4~4.6m/sec., 予熱帯で 4.6~7.6m/sec.

になる様にして第1図の様な炉線を決定した。この場合の熱負荷は次の様になる。

前部燃焼室	87,200kcal/m ³ hr. (9,800Btu/ft ³ hr)
上部燃焼室	142,500 " (16,000 ")
下部燃焼室	214,000 " (24,000 ")

III. 實際の操業による経験

前述の通りこの炉は 1,800kg の鋼塊に対して 40t/hr で設計されたものであるが、その後圧延能率向上の為、435 角×1800mm (単重 2,250kg) に変更され現在之を使用している。

1. バーナー

A. 前部

メインバーナー6本、スクリーンバーナー4本を取付けているがスクリーンバーナーは数を多くした方がよいと思われる。

B. 上部

取付本数は4本であるが、本例の様な短い被加熱材では、その端面の過熱を防ぐ為に鋼塊の中央に当る位置に1本宛のバーナーを取付ける方が良い。

C. 下部

5本のバーナーを各ライザーの間に取付けているが、外側の2本及び中央の1本は鋼塊端面の過熱によるスラッグ発生の原因となるので、下部の重油焚量 900l/hr 以下の時は鋼塊中央下の2本のみを使用し、900l/hr 以上は2本のバーナーでは焚けないので、他の3本で補うようにしている。下部のバーナーの本数も大体上部に準じて考えねばならぬ。

2. 重油使用量

設計時の燃料配分は前に述べた通りであるが、実績は次の様になつている。但し之は加熱底数 39t/hr の時の例である。

前部	335l/hr	18%
----	---------	-----

上部.....	500 ♪25 ♪
下部.....	1,120 ♪57 ♪
計	1,9751/hr	100%

3. 下部燃焼室のスラッグの堆積

下部燃焼室への通油量 1,200kg/hr の時、その熱負荷は約 220,000kcal/m³hr (25,000Btu/ft³hr) であり、そんなに大きな値でない。それにも拘らず下部燃焼室にスラッグが堆積する。それは鋼塊の両端面で表面が熔融して炉床に落下するからである。吾々は之を防止する為に、パーナーの位置及本数を変えること、又下部燃焼室を少し深くし傾斜部分を炉尻方向に尙後退させることを計画している。その他の問題としては、現在の炉線と炉尻温度では、430 角の鋼塊に対して 21,800Btu/ft²hr は少しく大に過ぎたと思われる。17,000Btu/ft²hr 位の値しかとれぬと思われる。

4. 鋼塊の加熱状況

鋼塊の温度上昇曲線は第 1 図の通りである。上下面の温度差は 60°C 位あることが往々ある。

IV. 結 言

大型鋼塊を加熱する連続加熱炉については前述の通りの種々の問題がある。併しこれらの問題は其の解決法が無い訳ではない。吾々は本報告にその一部を述べた。

(44) 連続鋼塊加熱爐の熱工學的計算方法及びその實例

(Thermal Calculations of a Continuous Reheating Furnace.)

東都製鋼 K.K. 工 山 口 道 夫
工 〇 豊 島 陽 三

I. 緒 言

一般に冶金用炉は、Unit Process の化学工学的見地より見直す必要があり、その熱精算も伝熱計算と表裏一体となり始めて完成される可きものである。此の見地より熱精算方法に対し考察を加えると共に伝熱計算を行い、冶金用炉の科学的設計方法に対する一考察を行つて見た。以下此の方法を実例に依つて述べる事にする。

II. 熱 精 算

熱精算の目的を一言にして云えば、設計及び操業を改善して、熱の有効利用を計る事であり、その目的に従つて熱精算も最も有効な方法を選ばなければならない。筆者は前者を精密熱精算、後者を簡易熱精算方法と云つて

區別して居る。以下此の方式及び実例に就いて述べる。尙実測せる炉は、重油焚きの公称能力 8t/h, top firing (上部加熱) の炉である。

II. 1. 精密熱精算

精密熱精算は、炉の設計改良を目的とするものであつて、炉の伝熱計算を容易に検討し得るものでなくてはならない。之が為入出熱の項目に従来と異なる所もあり、又数値にも異なる点があるが、実測値に就いて説明をする。熱精算結果は次の通りであつた。

燃料の発熱量	$Q_{f1} = 342,200$ kcal/t	
燃料の顯熱	$Q_{f2} = 1,300$ "	
燃料の所有熱量	$Q_f = 343,500$ "	
空気及水蒸気の顯熱	$Q_w = 300$ "	
入熱合計	$Q_e = 343,800$ "	100.0%
鋼塊の持去る熱量	$Q_m = 230,000$ kcal/t	
鋼塊の持込んだ熱量	$Q_i = -3,000$ "	
スケールの生成熱量	$Q_c = -27,000$ "	
炉床損失熱量	$Q_{r2} = 6,000$ "	
有効熱量	$Q_n = 206,000$ "	59.9%
炉壁伝導損失熱量	$Q_{r1} = 30,200$ "	
炉開孔輻射放熱損失熱量	$Q_s = 1,900$ "	
炉壁損失熱量	$Q_w = 38,100$ "	11.1%
廃ガス顯熱損失	$Q_h = 94,500$ "	
廃ガス潜熱損失	$Q_l = 2,500$ "	
廃ガス損失熱量	$Q_g = 104,000$ "	29.9%
不明損失熱量	$Q_x = 2,400$ "	0.7%

但し熱精算は、加熱鋼塊 1t 当り、0°C、低発熱量を視準とせるものである。

上の熱精算結果より見られる如く熱精算項目は入熱 = 炉系に持込まれる熱量 (燃焼ガスのエンタルピーに含まれるもの

廃ガス損失熱量 = 煙道に入る熱量

炉壁損失熱量 = 炉の周囲を通して外部へ持出される熱量

有効熱量 = 炉の内部で消費された熱量

不明損失熱量 = 測定及計算誤差

と云う様に分類してある。

次に上の計算で従来の方法と異なる所及びその理由は、

1) 燃料の漏洩損失及び溢渣損失は負として入熱に入れる。

2) 装入鋼塊の顯熱 Q_i 、スケールの生成熱量 Q_c は負として有効熱量に入れる。

3) スケールの生成熱量は、従来スケールの酸化生