

は比較的低い温度で H_2 量を高くするのにとくに顕著のように見受けられる。(Fig. 3 参照)

(5) 組成から考えるならば、リッチ型発生機の最低混合比は約 14, 最高は約 17 位である。設計ならびに運転に十分な注意が必要で、これらが不満足ならば、触媒が充填されている場合でも CH_4 が最高 2~3% 位残ることがある。満足すべき状態では混合比 14 で 1% を超えることは稀である。

(6) 実際のガスジェネレーターにおいて真の混合比を求めるのは容易ではないが、ガス比重計の利用と発生ガスの完全ガス分析との両方で検討を試みた。

(7) 1台のジェネレーターで、リッチ側からリーンの極限すなわち完全燃焼混合比まで、どの混合比においても、燃焼室の温度を一定と仮定して計算された平衡組成図から一定比率のずれ、またはびつたり一致する組成を期待するのは実際上むづかしいと言わなければならない

621.783.062.3

(115) 無酸化加熱炉の試作研究

(ガス発生炉を用いない加熱炉による鋼の無酸化加熱について—II)

中外炉工業

63/15

粉生 宗幸・○木下 慶三

Studies on a Scale-Free Heating Furnace.

(Scale-free heating of steel without a gas generator—II)

Muneyuki Komo and Keizo KINOSHITA.

I. 緒 言

鋼材を無酸化加熱するには、真空加熱、誘導加熱、ソルトバス、あるいはガス発生機で発生した雰囲気ガスを炉に導入して加熱するなどの方法がある。また急速加熱を行なつて比較的表面のスケール発生を少なくする方法もある。これらの無酸化加熱は、今まで主として光輝焼入れや光輝焼なましなどの熱処理に使用される場合について努力が払われてきた。鍛造の場合にも、スケールの発生と脱炭を少なくして、材料の表面劣化と鍛造型材の摩耗を減少し、鍛造精度の向上をはからねばならないが、上述のような方法では一般に炉としては高価につき、また無酸化の程度の良いものほど大型化がむづかしい。現在まで鍛造用の無酸化加熱炉として考えられているのは、燃料を加熱室において 50% 程度の不完全燃焼を行なわせ、(1) 残りの 50% 燃焼を蓄熱室で行なつて燃焼空気を予熱する方法や、あるいは(2) この残りの 50% 燃焼を隔壁で仕切つた燃焼室で行なつてその熱を加熱室に伝達させる方法によるものが多く^(1~4)、これらはいずれも気体燃料を使用している。

われわれが試作完成した無酸化加熱炉は、主として鍛造用の加熱に用うるもので、方式は上述の(2)のものを採用し、燃料として液体燃料を用いたが、実際鍛造用として、表面にスケールを発生せず安定した操業を続けることができることがわかつたので、ここにその成績を報告する。

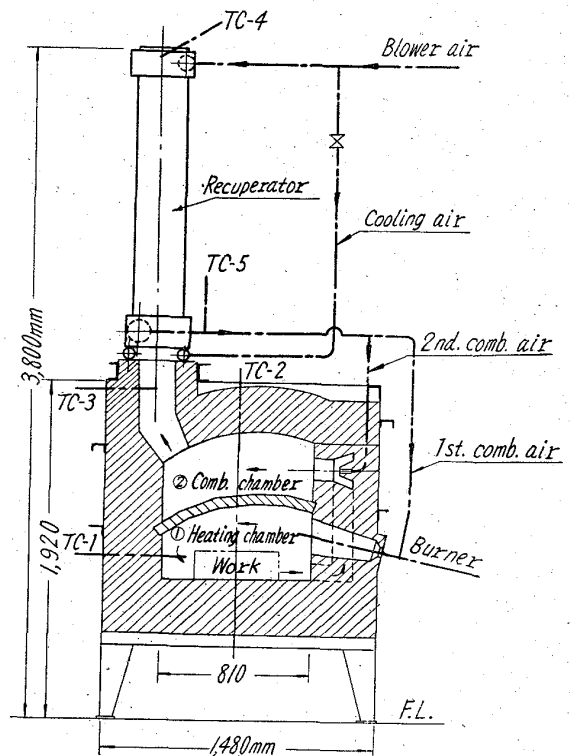


Fig. 1. Schematic drawing of scale-free heating furnace.

II. 炉の構造の概要

Fig. 1 に構造説明図を示す。バーナによって燃料は 40~50% 空気率で燃焼し加熱室①に入る。加熱室を出た燃焼ガスはバーナの両側にある立上がり煙道を上昇し燃焼室②に入るが、このとき 2 次燃焼空気によつて残りの 60~50% の燃焼を完了する。燃焼を完了した廃ガスは煙道出口に設けたレキュペレータに入り、ブロウよりきた 1 次および 2 次燃焼用空気を予熱する。

Fig. 1 に示す炉は、肉厚 75mm 以下の鋼材を 1250°C に加熱するために使用し、加熱容量は約 180 kg/h, 有効炉床は $0.81 \times 0.58 = 0.47 \text{ m}^2$, 主バーナの燃焼容量は最高 240,000 kcal/h (軽油または A 重油で約 24 l/h) である。加熱室と燃焼室の隔壁は炭化珪素れんがを用いた。

メタリックレキュペレータは輻射型交換器で、伝熱面積は 1.4 m^2 である。定常状態で常温の空気を約 600°C に予熱する。

III. 操業結果

1) 燃 焼

加熱室で空気率 40~50% で燃焼せしめ、燃焼室で残りの燃焼を行なつた。バーナポート付近および炉内へのコークス状カーボンの堆積はまったくなかつた。加熱室温度 (TC-1) を 1250°C に保つ場合、燃焼室温度 (TC-2) は約 1550°C, レキュペレータ入口付近の温度 (TC-3) は約 1350°C であつた。

2) す す

加熱室の焰はややすすを含有し、炉内壁および材料への堆積もわずかに見られたが、その厚さはある程度以上は発達せず、炉内側壁で最高 2mm 程度、天井下面ではほとんど皆無、材料および炉床で 0~1mm 程度、ドア

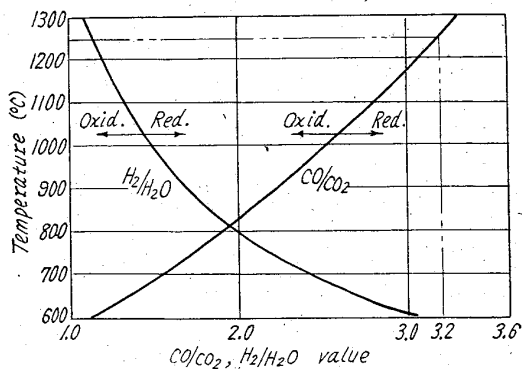


Fig. 2. Equilibrium diagram for iron and oxide being contact with CO, CO₂ or H₂, H₂O.

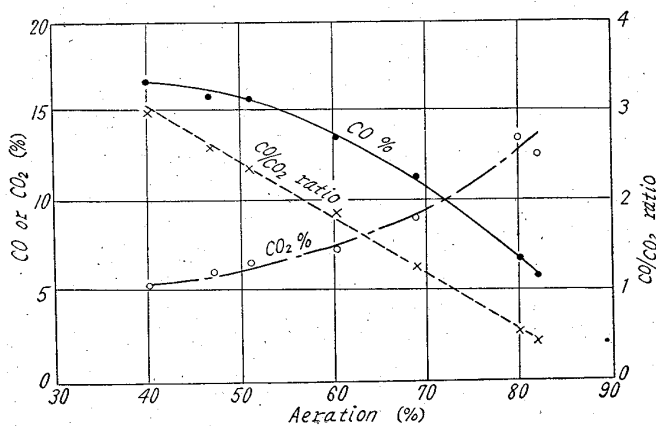


Fig. 3. Co or CO₂ % and CO/CO₂ ratio vs. aeration in fuel-oil combustion.

付近の低温部で約 5mm であつた。これらのすすは、約 2 mm 間、空気率を約 70% に上げると完全にバーンアウトできる。

3) 加熱室雰囲気

鋼の酸化還元平衡に関しては 2, 3 の値^{5~7)} が示されているが Fig. 2 にそれらを総合した値を示した。これによると、鋼材を 1250°C において無酸化加熱するには CO/CO₂ ≥ 3.2 とならなければならない。この炉で軽油または A 重油を燃焼させた場合の、空気率と炉気中の CO, CO₂ の含有量の関係は Fig. 3 のようになった。すなわち、約 40% 空気率で燃焼させればよいことがわかつた。

4) 炉内圧

加熱室の炉内圧は、燃焼室における空気率によつて多少変動するが、+1~+3mm であつた。

5) 空気予熱

レキュペレータ出口における廃ガス温度 (TC-4) は約 750°C、またレキュペレータ出口における予熱空気温度は約 620°C であつた。レキュペレータの特性はつぎのとおりとなつた。

$$\text{回収効率} = \frac{\text{予熱空気が得た熱量}}{\text{廃ガスが交換器で失つた熱量}} = \text{約 } 70\%$$

$$\text{廃熱回収率} = \frac{\text{予熱空気が得た熱量}}{\text{炉出口における廃ガスの有する熱量}} = \text{約 } 30\%$$

Table 1. Decarburized depth of scale-free heated and water-quenched steels, in mm.

Tested steels	Decarburized depth
S 45 C	0.03 ~ 0.10
SCM 3	0.03 ~ 0.05
SNCM 2	0.00 ~ 0.03
SNC 3	0.03 ~ 0.05

* The layer decreased to 85% in C content of the steels was regarded as the decarburized depth.

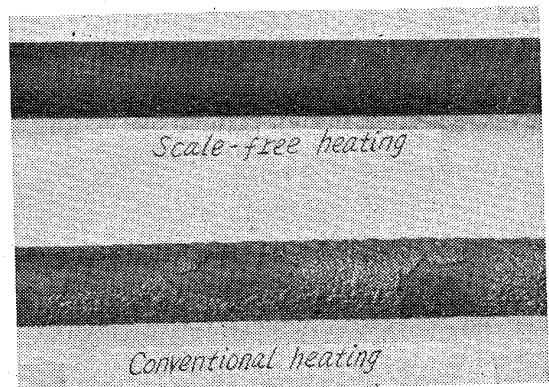


Photo. 1. Surface view of tested steels. Scale-free heating (above) and conventional heating (below).

6) 炭化珪素れんがの損傷

加熱室と燃焼室をへだてている炭化珪素製のアーチれんがは、ひび割れ、かけ、などの損傷はまったく発生しなかつた。6~12 カ月の寿命があると推定する。この中間アーチを通じて燃焼室から加熱室に伝熱される熱量は入熱量の 15~20% であつた。

7) 装入材料の表面状況

S45C, SCM3, SNCM2 および SNC3 の材料で、表面を 0.5mm 旋削した 25mm φ のテスト材を 15mn 加熱した。その結果、表面にはまったくスケールを発生しなかつた。脱炭深さを顕微鏡で測定したところ Table 1 の結果を得た。また普通加熱の場合と無酸化加熱の場合の、表面の状態は Photo. 1 に示すとおりである。

8) 燃料原単位

約 1 カ月間の試運転結果を平均すると、この炉を生産操業した場合の原単位は 745,000 kcal/t であると推定される。

IV. 結 言

主として鍛造に用うる無酸化加熱炉の成績について報告したが、これは圧延、圧造用の連続式鋼片加熱炉にも適用できることを示唆している。今後は各型式の連続炉および熱回収装置、燃焼装置についての研究開発が必要である。

文 献

- 1) W. TRINKS: Industrial Furnace, Vol. I p. 119.
- 2) H. C. BOSTWICK: The Iron Age, 14 (1958),

Aug., p. 82.

- 3) Gas Journal, Sept. 3, (1958), p. 134.
- 4) 足立, 山田, 阪野: 鉄と鋼, 47 (1961) 3, p. 284.
- 5) D. W. MURPHY and W. E. JOMINY: "Influence of Atmosphere and Temperature on the Behavior of Steel in Forging Furnaces", Engineering Research Bulletin 21, University of Michigan, (1931), 150 pp.
- 6) A. L. MARSHALL: "Bright Annealing Steel in Mixed-Gas Atmospheres", Transactions of ASM. Vol. 22, No. 7, July 1934, p. 605~620.
- 7) G. NEUMANN: "Archiv für das Eisenhüttenwesen" March, 1941.

621,783,222,01

(116) バッチ式加熱炉に関する研究

八幡製鉄技術研究所

理博 吉田秋登・島田道彦・寺尾周平

Study on Batch-Type Furnace. 504~505

Dr. Akito YOSIDA, Michihiko SHIMADA
and Syūhei TERAO.

I. 緒 言

バッチ式加熱炉はその構造上、加熱材料の上下の偏熱が大きく、十分に均熱するには在炉時間が長くなるため、加熱能率は低く燃料原単位は高くなる。また上下の偏熱により、製品仕上りに悪い影響をおよぼす。以上の欠点の改善を目的に、厚板工場のバッチ式加熱炉について流体力学的考察を行い、改良型を考案した。

すなわち cold model による流体実験, hot model による燃焼実験を行い、その効果を確かめ、さらに実際炉の改造を行った。

新型式の炉は燃焼ガスを一度送流させて材料下面より排気させる方法で、従来の炉に比べ熱損失が少なくなったばかりでなく、炉内の偏熱が少くなり、材料上下の温度も縮まったので、その内容を報告する。

II. 流体実験

大型炉内での温度の均一性は、非常にむづかしい問題であり、炉内での熱流れ現象が重要な役割を果している。加熱炉内の材料加熱は炉内の輻射伝熱と共に、対流伝熱によるが、後者は、炉内ガスの流れに大きく影響されるので、炉内のガス流れ状態を抑握するため、cold model を作り流体実験を行った。

(1) 実験方法

流体実験は、幾何学的相似とレイノルズ数の相似の条件を充たして実験を行った。流体としては水を用い、実際炉の 1/10 の模型により、従来のものと、新しい型式のものについて行った。

(2) 実験結果

従来の加熱炉の略図を Fig. 1 に示す。図中の矢印は炉内の流れ方向を示し、バーナー部よ (1) りの燃焼ガス流れは、スラブ上面を通り、(2) の炉尻の方向に流れ、大部分直接排出する。他の一部は矢印 (3) で示した循環流となり、バーナー部 (1) の方向へスラブ側面

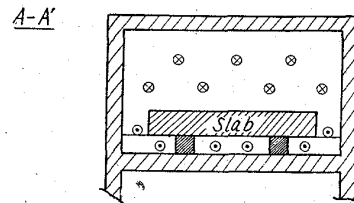
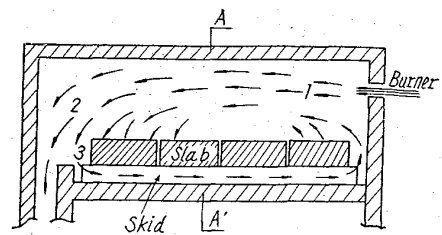


Fig. 1. Flow pattern in a cold model of ordinary furnace.

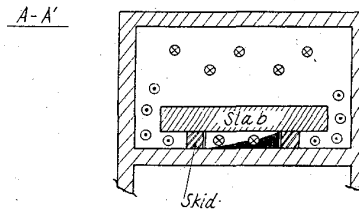
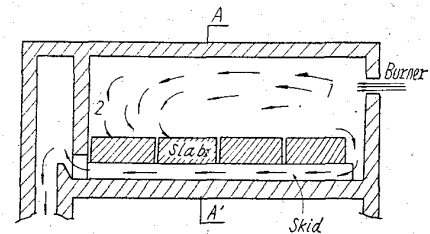


Fig. 2. Flow pattern in a cold model of modified furnace.

および下面を通じて送流する。

そのため炉頭の熱上りが悪く、炉尻の方の材料温度が高くなる。また主流がスラブ表面を流れる関係で、スラブの上下面に温度差ができる。炉尻より直接逃げる主流の方向を変え、スラブ下面を通るガス量を増すため、排気口の手前に堰を設けたところ、Fig. 2 に示すようなガス流れとなった。図中の矢印は流体実験における流れ方向を示したものである。バーナー口 (1) より流れの主流は、排気口に設けられた堰 (2) によつてさえぎられ、送流してスラブの両側面および袖下を炉頭部へ流れ、さらに反転してスキッドとスラブ底面で形成されたトンネル部を排気口へ流れる。この方法によればスラブ下面の熱流れが強化されるばかりでなく、炉頭部と炉尻との温度差が減少すると考えられる。

III. 燃焼実験 (hot model)

(1) 実験方法

流体実験により大体の流れの観察、検討を行い好結果を得たので、これを実際炉に应用する前に、hot model による燃焼実験を行った。燃焼実験も流体実験と同じ様