

t トラックタイム	50	60	70
2°—00'	1°—00'	1°—15'	1°—20'
3—00	1—15	1—30	1—40
4—00	1—30	1—40	1—55
5—00	1—40	1—55	2—10
6—00	1—55	2—10	2—30
7—00	2—05	2—25	2—45
8—00	2—20	2—40	3—00
冷	3—10	3—35	4—05

(b) 均熱期——急速加熱をおこなわない時の均熱期の重油流量曲線は、その装入 t 数に応じたある函数で変化する。加熱期終了時より、ある流量に到達するまでの時間とその流量との間には指数函数的な関係がある。

(c) 急速加熱期——急速加熱をおこなう場合の流量変化も急速加熱をおこなわない時の均熱期の流量変化と同様な傾向をたどる。だが一般におこなったものの方が流量の減少度が低くその程度は装入 t 数が大きい程顕著である。

なお急速加熱をおこなった場合について冷塊と熱塊との比較をおこなってみると、t 数の影響は熱塊の方が冷塊より大きいことが判る。この理由は急速加熱をおこなう場合、炉内温度が急速加熱なしの時より 50°C 高くしてあるので、鋼塊の内外の温度勾配が大となり熱吸収量が増ししたがって重油流量の減少量が少なくなるものと解される。

(d) 非連続期——非連続期は、急速加熱が完了して炉内温度が急速加熱温度から抽出温度まで降下するまでの時間と、制御が平衡を取り戻し流量が安定するまでの時間の和であると考えられる。故にこの時期は炉体の熱放散損失、この時期の全鋼塊熱吸収量ならびに均熱炉の制御特性により変化すると考えられるが、実際のデータよりみると装入された鋼塊の熱吸収量にはあまり関係がなくこの時期を平均すると 46 分となつている。

(e) 最終均熱期——この時期の流量は、急速の切れた後の鋼塊の温度勾配の変化にしたがつて減少してゆく。この時期の鋼塊の温度勾配はほとんど平らになつてきているから、熱伝達度が減少しかつ流量の減少度も極めて小さい。したがって読み取りで誤差の含まれる可能性がある。なおこの辺における流量曲線は、ほとんど直線と見なしてよい。

### III. 急速加熱時間の選択

上記のごとく、各領域を区分してみると、加熱時間に関係するのは勿論加熱期であるが、その他に急速加熱期 (c) と最終均熱期 (e) の出発点となる重油流量である。

抽出可能時期の考え方として「流量が 100l/h 前後に安定してから 40 分位である。」とすれば、あくまでも急速加熱期が 100l/h を下つてから完了するのでは無意味である。また (e) の出発流量を大体 100l/h にするには、急速加熱が 190l/h 前後で切れるようにする方法が重油流量曲線より求められ、この方法が加熱時間を最短にすると考えられた。

したがって工場実験を種々おこなつて、下記の急速加熱時間が約 80% の確率で 190l/h 前後の流量で終ることが見出された。すなわち

型 別	熱 冷 別	急速加熱時間
B4・0, 5・0, 6・0	熱 塊	装入高+30mn
同 上	冷 塊	装入高+55mn
KB3・0~8・0 混合	熱 塊	装入高+35mn
KB9・0~10・0 混合	熱 塊	装入高+35mn
同 上	冷 塊	装入高+60mn

### IV. 結 論

(a) 均熱炉で鋼塊を加熱する初期においては、その鋼塊の含有量に応じて抽出温度よりやや高い温度で、ある時間加熱することは加熱時間を短縮する上からはなほだ有効な方法である。

(b) 本方法による鋼板の歩留には、急速加熱なしの時に比し優劣はなかつた。ただし本方法を誤つておこなひ、高温時にて圧延待が増大する時には歩留を低下する危険性がある。

(c) 加熱時間を決定するものは、加熱期とさらに急速加熱時間と最終均熱期の出発流量と考える。

(d) 急速加熱時間は、急速加熱期が 190l/h 前後の重油流量で完了するような時間が最適と考えられる。

### (130) 換熱器付鍛造炉の加熱特性について

On the Heating Property of Forge Furnace with Recuperators.

K. Morita, et alii.

八幡製鉄

工博 設楽正雄・岡田芳太郎・森田一人

#### I. 目 的

該炉は最近煙道内に簡単な換熱器を設置し、かなりの熱効果を上げているが、今回この換熱器の効果およびこれと併用して加熱特性の検討、すなわち経済的加熱 t 数不連続操業炉の経過時間による加熱率、および燃料原単

位の変化等を詳細に調査し、現場操炉方法の一指針とした。

II. 実験概要

i) 予備実験において経済的加熱係数（試験用鋼材 150×150×300 mm 角, 47~50kg/m）を見出すため測定をおこなった。（換熱器使用）

ii) 予備実験結果より換熱器を除いた場合の最大加熱所要時間を定め、換熱器有無にかかわらず装入間隔を一定とした。また鋼材表面温度 1200°C に達すれば一煮に抽出し時間があまれば空炉となし（その間2ヶ鋼材を入れる）鋼材表面温度 1200°C を保持した。（すなわちこの間が実際操業では鍛造時間となる）

iii) 第1 charge の装入は前日の予熱を利用し、翌朝 600° に点火、加熱中はガス量（C. O. G.）を 90m<sup>3</sup>/hr（燃燃室熱負荷約 480<sup>10</sup>3Kcal/m<sup>3</sup>h）に指定した。

iv) 換熱器の有無、加熱 t 数および装入時間により燃料原単位、加熱率等の有意差を検定するため、三元配置の分散分析法により実験を計画した。

III. 燃料原単位の比較

分散分析（三元配置）の結果、換熱器有無(A), 装入時刻(C)は非常に有意である（危険率 1%）が装入個数 10 個と 13 個ではいずれがよいとはいえない。

Table 1. Fuel consumption of forge furnace 10<sup>5</sup>Kcal./t

charge charging time	(with recuperator) A <sub>1</sub>		(no recuperator) A <sub>2</sub>	
	(10pieces) B <sub>1</sub>	(13pieces) B <sub>2</sub>	(10pieces) B <sub>1</sub>	(13pieces) B <sub>2</sub>
from firing				
(0h) C <sub>1</sub>	31.0	28.8	30.4	32.6
(2.33h) C <sub>2</sub>	16.3	17.7	24.7	20.2
(4.66h) C <sub>3</sub>	14.3	13.0	20.2	22.0
(7.00h) C <sub>4</sub>	14.9	16.1	19.5	18.2
(9.33h) C <sub>5</sub>	14.6	12.4	18.6	16.2

したがって換熱器有無の場合の燃料原単位の実験式はつぎのごとくとなった。

換熱器有  $y = 0.27x^2 - 3.95x + 27.48$

〃 無  $y = 0.27x^2 - 3.95x + 31.83$

ただし x: 点火から毎回の装入時刻まで (h)

y: 燃料原単位 (10<sup>5</sup>kcal/t)

したがってこれを図示すれば Fig. 1 のごとくなる。

IV. 加熱率の比較 (kg/h·m<sup>2</sup>)

燃料原単位と同様の方法で検定をおこなった結果、換熱器の有無 (A), 装入時刻 (C), は非常に有意（危険率 1%）となつたが装入個数による加熱率の違いはあるとはいえなかつた。

したがって実験式は

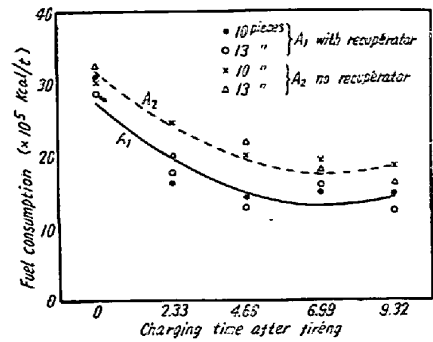


Fig. 1. Fuel consumption of forge furnace.

換熱器有  $y = -5.38x^2 + 81.17x + 324.57$

〃 無  $y = -1.51x^2 + 34.35x + 288.20$

ただし x: 点火から毎回の装入時刻までの時間 (h)

y: 加熱率 (kg/h·m<sup>2</sup>)

V. 熱効率の比較

換熱器有無について熱精算をおこない熱効率の比較をおこなった。予熱空気の排熱回収により約 5% の熱効率の向上となり、その燃料節約率は約 17% で換熱器による効果は著しい。

VI. 炉壁蓄熱損失に就いて

炉の円壁温度を測定し炉壁内の温度分布を Schmidt の作図法より求め、各時間の蓄熱損失を計算した。これを Fig. 2 に示す。

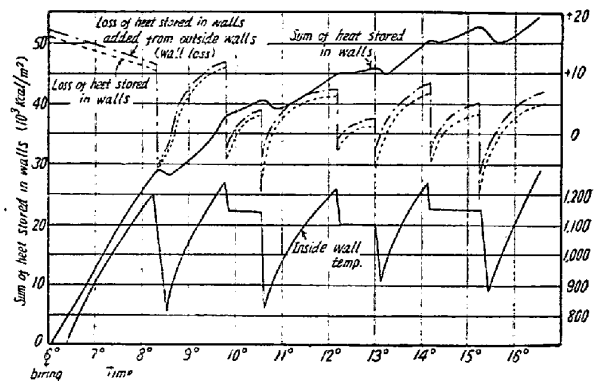


Fig. 2. Relation of inside wall temp. and heat stored in walls.

すなわち連続操業炉では円壁温度 1250°C, 煉瓦厚さ 230mm の時放散熱が 4.3×10<sup>3</sup>kcal/m<sup>3</sup>h 程度に対し、該炉のごとく不連続炉では点火直後第 1 回の加熱では蓄熱損失のみで 10~20×10<sup>3</sup>kcal/m<sup>3</sup>h もあり、これに炉体放散熱約 900kcal/m<sup>2</sup>h (表面温度より計算) を加えたものが炉壁損失となる。このことからして Fig. 1 の加熱の燃料原単位が前記のごとく非常に高くなつていることがうなずかれる。点火からの時間の経過とともに次第に炉壁損失が減少することが判る。

## VII. 結 言

i) 燃料原単位は換熱器を設置し、装入時期は点火より経過時間の大きな程良好な結果を示す。また装入個数は 10 ケ～13 ケ (470kg～650kg/ch) 程度が 7 ケ (約 350kg/ch) より好成績である。したがって操炉上ではできる限り点火直後は小物材料、時間の経過とともに次第に大物材料を加熱した方が作業能率および燃料原単位が良好であることが判明した。

ii) 加熱率も燃料原単位と全く同様な結果を示す。実際作業時における加熱率は被熱物によりかなり異なるが、従来の実績からみると 250～300kg/m<sup>2</sup>h であるからかなり余裕があり、前記同様装入方法、種類等に一段と工夫すべきである。

iii) 熱効率は換熱器がある場合 25.6%，ない場合 20.2% であり、燃料節約率は 17% の多きに達する。該炉は簡単な自家製のパイプ換熱器で予熱空気温度 130°C～180°C と程度が斯かる効果を挙げ、従来算開にしがちな該炉のようなごとき鍛造炉にもぜひ換熱器を設置すべきである。

iv) 不連続炉における特性は今回の結果のごとく蓄熱損失は著しく大で、時間の経過とともに減少する。したがって加熱成績もほとんどこれに左右され留意すべきである。例えば作業終了後の夜間保熱は煙道ダンパーを閉じ間隙をなくするよう注意すべきである。(例 ダンパー開の場合翌朝の炉内温度 160°C、ダンパー閉の場合 360°C)

なお蓄熱損失に効果ある耐火断熱煉瓦を使用することも検討すべきである。

### (131) “ 鑄鉄の凝固諸元に及ぼす各種元素の影響について ”

“Effect of Various Elements on the Solidification Characteristics of Cast Iron with regard to the Casting Properties”

T. Kashihara, et alius.

兵庫県中央工業試験所

工 藤田忠男・工〇柏原太郎

#### I. 緒 言

鑄鉄の鑄造性に関する各種の要素中熔湯が鑄型を充してから凝固を完了するまでの間における特性もまた重要である。この間の特性に関連する諸元を考えてみると熔湯の粘性とくに凝固点附近における粘性およびこの時期

に生ずる収縮が鑄造品の密度に大きな影響を有することが容易に考えられる。

従来鑄鉄の物理的粘性については振動法、回転円筒法、滴下法等により、また流動性については流動長をもつて多く実験されている。しかしながら鑄型内に充された熔湯が収縮しつつ凝固する場合、この収縮に対して補給する能力はその時期における熔湯の粘性に著しく支配されることが容易に考えられるので、筆者らはこの見地より鑄鉄が液相点に達してからの熔湯(半凝固状態)の粘性の測定を主とし併せて鑄造性に関連を有する諸元である液相温度、溶液収縮、凝固収縮および機械的性質の一部を測定し、鑄鉄のこれら諸元におよぼす各種元素の影響を調査した。

#### II. 実験方法

試料はキューボラで同一時に溶解した鑄鉄を母材とし、各種合金鉄等を加え 5kg を熔製した。溶解は 35KVA 高周波炉でおこない、熔湯表面は赤熱 Fe-Cr 粒を通した N<sub>2</sub> にて排除し、温度は熱電対温度計、光高温計により、粘度は計器に B 型粘度計を用い回転子にはタングステンを用いて液相点附近の凝固過程における粘性の変化を温度とともに測定した。ただし粘性の変化は計器の目盛板上の指数で読み、この指数は本実験を通じての比較値を示す。収縮は上記測定終了後ふたたび加熱溶解し、液相点上約 100°C を注湯温度として測温の上鑄型に注湯し鑄型容積と試片の容積、および試片の見掛け比容と真比容との差をそれぞれ液体収縮および凝固収縮として測定した。

#### III. 実験結果

本実験は鑄鉄の鑄造性改良研究の一部であり同一条件で鑄込んだ場合、より緻密な、また順序のより正しい温度勾配のもとに凝固される鑄物ができるだけ少ない収縮量で凝固を完了し得るような鑄鉄を得るためにはいかなる組成を必要とするかについて指針を求めたものである。すなわち液相温度を降下して鑄型を充すための流動性の点から鑄造性を増すための要素を求め、鑄型を充した鑄鉄が凝固中約 3% の凝固収縮をするが、このために生ずる分子間の空隙を押しよから充填する能力はその時期の鑄鉄の粘性に支配されるからその粘性におよぼす各元素の挙動を求め、さらに鑄型を充して凝固を開始するまでに容積を収縮する割合、および凝固を開始してから完了するまでに生ずる分子的空隙の割合をそれぞれ溶液収縮、凝固収縮として求めた。

##### 1) 液相点について

液相点降下には C は直線的に影響し、他成分と液相点