

~4 m/mn で充分であり、また板厚 0.6 mm 以下の 18-8 ステンレス鋼の溶体化は冷却室での空冷状態でも支障はない。

621,783,222,621,785.6 =
621,78,062.3

(200) パージングおよびコンディショニングについて 63390

(バッチタイプ焼入炉における雰囲気調節—I)

大同製鋼研究所 1639~1641

○保田正文・益本 茂

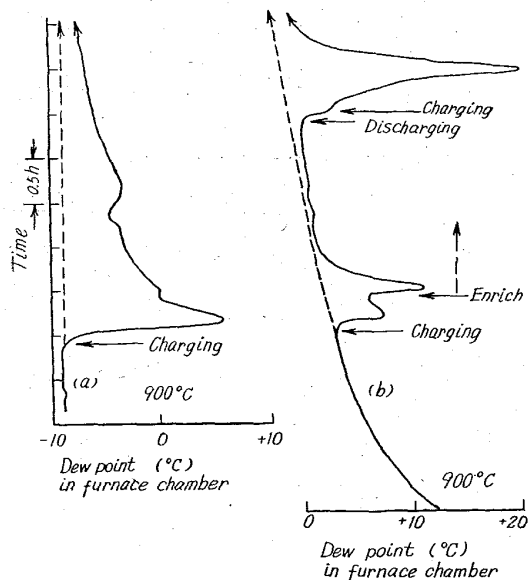
On the Purging and Conditioning.
(Atmosphere control in the batch type hardening furnace—I)

Masabumi YASUDA and Shigeru MASUMOTO.

I. 緒 言

いわゆる雰囲気熱処理と称される、保護または調整雰囲気を使用する各種の熱処理においては、炉室内の雰囲気の状態、したがって被熱物に与える影響の問題は常に最も重要な因子の一つである。ある安定または準安定状態で熱処理される連続式の炉とはちがつて、バッチタイプの炉では、たとえば焼入作業のように比較的短時間処理の場合には、炉室内の雰囲気はある過渡的な状態のまま始まり、そのまま安定しない中に終わってしまうことが多い。たとえば Fig. 1 に見られるとおりである。これに直接関連して重視されるのは炉室内でのパージングとコンディショニングの問題である。

パージングとは一般に主として安全確保の見地から、炉室内の空気を、あるいは可燃性のガスをパージすることであり、コンディショニングとは炉室を構成し、または炉室内に装着されている部品材料がある温度において炉室内の雰囲気と、もはや顕著な反応を行なうことな



Note: (a) After finishing the conditioning.
(b) On the way of the conditioning.

Fig. 1. Effect of charge or discharge on furnace atmosphere dew point.

く、したがって炉気の著しい汚染の原因となり得なくなるまで、その材料の表面あるいは表面近くが変化を起し、なじむまでの操作または所要期間であると解せられている。

さて実際の炉では炉室内の雰囲気露点の上がる、あるいは CO₂ 量が増加して、いわゆるカーボンポテンシャルを低下させるのは汚染が原因であると表現されていることが多い。このこと自体にとくに誤りがあるわけではないが、バッチタイプ炉の雰囲気制御を考慮する場合、単に汚染としてかたづけられるのではなく、コンディショニングとパージングの現象を多少検討しておく必要を感じた。

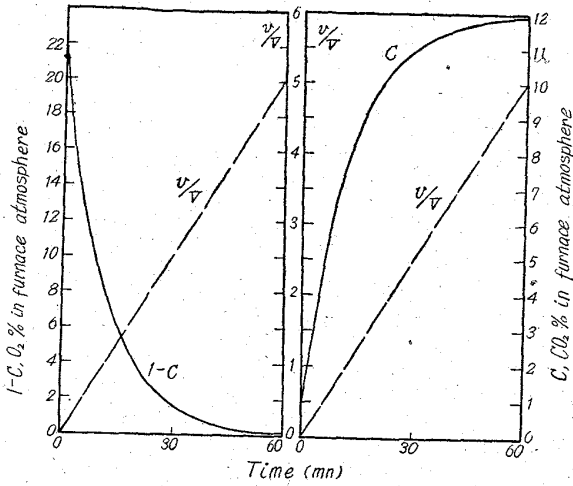
この第 1 報は雰囲気の手動、自動を問わず調節のあり方を検討する始めに、まず調査または試験した結果を報告するものである。さらに安全のために、パージには少なくとも炉室内ガス量の 5 倍またはこれ以上の置換ガスの送気が必要であると称せられている問題についても検討を加えた。

II. 装置方法および結果

ガス置換過程をしらべるため小型の単純な形状の容器での試験を若干実施するとともに、主として工業的に現在使われているバッチタイプのガス浸炭焼入炉を利用した。検討条件としてはコンディショニングが十分に行なわれたと考えられる状態とそうでない場合、室温と加熱状態、送気の種類、送気量、炉内圧などを対象とし、コンディショニングあるいはパージングの状態は露点測定やガス分析の結果から判定した。

まずガス置換の過程は、たとえば分析用ガス採取瓶における試料ガス採取のような機械的置換と同一に考えることはできず、はるかに能率の悪い置換であることは容易に想像できる。送気量を v (単位時間当りの送気量でもよく、またある送気時間内の送気総量でもよい)、炉室内すなわち置換されるべき室内の被置換ガスの量を V とおけば、送気ガスは炉室内にあらかじめ存在している被置換ガスとただちに均一に混合し、この混合気が送気量と同じ量だけただちに炉室から排出されるものと仮定して、パージングの過程は v/V の函数として表わすことができる。すなわち C を置換ガスが炉室内に送られ被置換ガスと均一に混合したときの混在割合とし、 $1-C$ を逆に被置換ガスの残留割合とすれば、 $C=1-e^{-v/V}$ および $1-C=e^{-v/V}$ とそれぞれ算出することができる。これは容器壁面の洗滌過程と類似の式である。簡単な数値を代入して結果を図示すれば Fig. 2 のごとくである。この計算では先にも触れたように v/V が 5 で、パージ率は 99.5% 近く完了することになる。この式からただちにわかるように、炉室容積に対してパージ用ガス送量が多いほど短時間でパージングを進めることができる。

しかし実際の炉では Fig. 3 の例に見られるように、炉室容積に対して送気流量をかなり多くした場合でも、パージングがほぼ完了するのは送気後 1.5~2h で、この場合もし上式で示される過程が適用されるものとして v/V の値から計算すると約 17 分で 99.9% のパージ率が得られるはずのものである。炉室が加熱されており、しかも送気と被置換ガスとがたがいに反応する場合にはパージ率を炉気分析結果から判定することはむづかしく



Note: V , Air 1m^3 .
 v , Exothermic gas $5\text{m}^3/\text{h}$, CO_2 12%.
 Temp., Room temp.

Fig. 2. Results calculated from equations $c=1-e^{-v/V}$ or $1-c=e^{-v/V}$

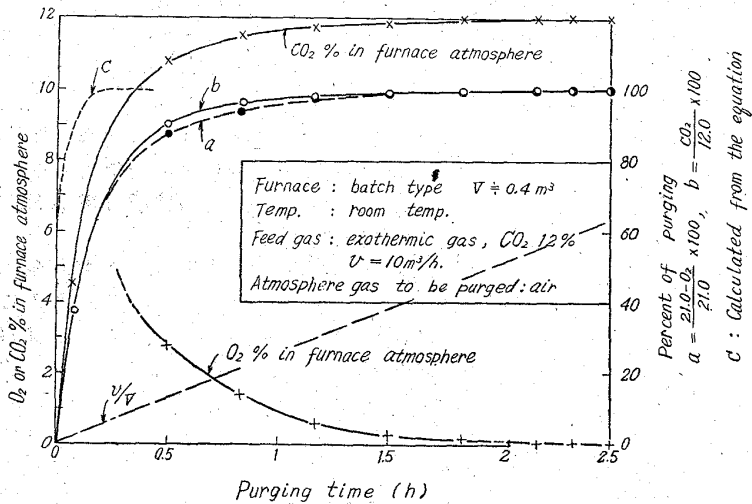
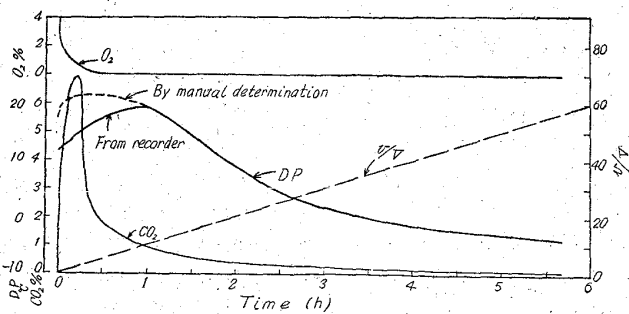
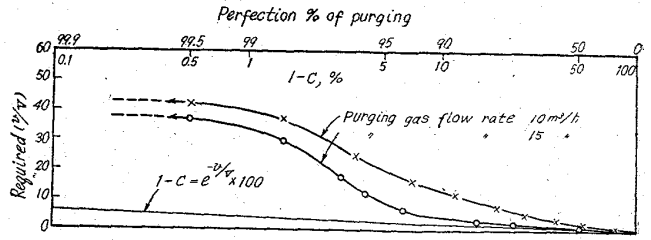


Fig. 3. An example of purging air in the batch type furnace by exothermic gas at room temperature.



Furnace: Batch type, $V=0.5\text{m}^3$
 Temp.: 820°C
 Feed gas: Purified dry exothermic gas
 (CO_2 0.0, CO 7~8, H_2 7~8%)
 $v=5\text{m}^3/\text{h}$.
 Atmosphere gas to be purged: Air.

Fig. 4. An example of purging air in the batch type furnace by purified dry exothermic gas at an elevated temperature.



Note: Purge gas; Exothermic gas (CO_2 12%)
 Gas to be purged; Air.
 Temp. of chamber; Room temp.
 Volume of chamber; About 0.4m^3 .

Fig. 5. Comparison between the calculated and observed purging processes related with the flow rate of purge gas.

なる。たとえば Fig. 4 に見られるとおりである。すなわち炉気中の O_2 , CO_2 あるいは露点の変化状況はたがいに一致しなくなるからである。

Fig. 5 はパーシング過程を上記の計算と実際の炉の場合とを比較しつつ、パーシング用ガスの送気流量の影響を見たものである。一般にスタートと末期とは、計算から予想されるパーシング速度と実測とが一致するが中間では計算速度から外れて著しく小さくなっている。すなわち炉気内での送気ガスあるいは被置換ガスの混在割合が小さい場合は、計算にあたって仮定した事項が見掛け上満足されるが、中間期では満足されず、したがって能率が下がるものと考えることができよう。送気流量が多いほど初期のパーシングが早く、計算過程から外れ始める点のパーシング率が高くなるが約 99% ぐらいのパーシング率以後は送気流量によつてきまるある v/V の値で、いずれも同じ速度でパーシングが進行する。

以上の結果からわかるように置換されにくい約 1% 以下の残留炉気のため、炉内雰囲気は予想外に長時間にわたつて汚染されるのである。あたかもコンディショニングが不良であるかのような印象を与える一つの原因である。以上のことは吸熱型ガスで運転中のバッチ型炉に微量の空気または発熱型ガスを吹込むことによつても立証された。炉があらかじめ十分にコンディショニングされておればパーシング未完による炉気汚染は、炉室内のガスのみの問題である。したがつてたとえばエンリッチとしてプロパンを加えれば著しく急速にポテンシャルは恢復され、逆にエンリッチの利用理由あるいは価値が了解される。

621,783,222 = 621,785,6 = 621,78,062

(201) 炉気の露点, エンリッチおよびカーボンポテンシャルについて

(バッチタイプ焼入炉における雰囲気調節—Ⅰ)

大同製鋼研究所

保田正文・益本茂

63391

423,45

On the Dew Point, Enrichment and Carbon Potential in Furnace Atmosphere.

(Atmosphere control in the batch type hardening furnace—Ⅰ)

Masabumi YASUDA and Shigeru MASUMOTO.

1641~1642

I. 緒言

第 I 報において報告したように、バッチタイプの熱処理炉における炉内雰囲気調節には、むづかしい問題を本質的に持っている。したがって、いわゆるカーボンポテンシャル図で予想される所定の平衡ポテンシャルを短時間内に確保し、かつ処理サイクル中維持することは理想的に実現しがたいか、場合によつては不可能でさえある。露点降下をプロパンエンリッチのごときで、効果的に期待できることは前報に触れたとおりで、しばしば利用されているのであるが、エンリッチ状態のカーボンポテンシャルは、純粋の H₂-H₂O-CO-CO₂ 系ガスで求められているそれとは一般に一致しない。したがって、エンリッチ状態でのポテンシャルはどのようなになるか、またエンリッチによる露点の降下はどのような状態であるかなどをしらべた。

この問題に関連して、昇温時の浸炭または脱炭についても検討を加えた。

II. 装置, 方法および結果

今回は主として熱天秤を利用した。試料としては、極軟鋼の薄試片や極細線を使った。ガスは、工業的設備で種々条件を変えて運転し、発生させたものをそのまま使った。熱天秤に試片を入れ、常温で真空パージし、所定のガスにおきかえてから昇温した。昇温時間は実際の炉の条件を加味して、とくに早くしないようにした。

試料の重量増加記録、処理前後の化学天秤による重量変化測定、実際の炭素量分析などの結果で状況を判断した。処理前後の重量変化から処理後の試料の平均炭素量を次式で求めた。

$$C_2 = 100 - (100 - C_1) W_1 / W_2$$

ただし、C₁、C₂ はそれぞれ処理前後の試料の平均炭素量、W₁、W₂ は同じく重量である。

ガスについては、オルザット、ヘンペル、ガスクロマトグラフ、ガス検知管などによる分析と、数種類の露点計または同記録計を併用して露点を測定した。

なお、熱天秤による結果を確認するため、工業的ガス浸炭焼入炉での多くの試験もおこなった。

さて、Fig. 1 は、熱天秤での浸炭による重量増加曲線の典型的な例であるが、主要点の数値は Table 1 に見られるように、約 730°C 近辺までは、測定誤差に近い程度のごく微量の重量増加である。いい換えれば、この温度まで、すなわちフェライト域での加熱昇温中の浸炭は強力浸炭雰囲気でもほとんどないことを意味する。しかし脱炭雰囲気の場合には、この考えは必ずしも

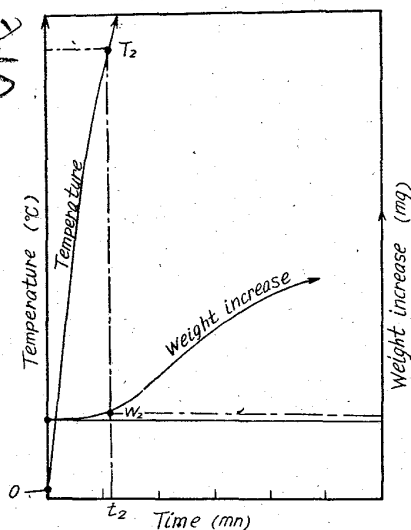


Fig. 1. Typical weight increase curve observed by carburizing thin steel wire or foil.

Table 1 On the some key points indicated in Fig. 1.

Exp. No.	Sample treated	Gas		t ₂ mn	T ₂ °C	T ₁ °C	W ₂ mg
		DP.	E⊙				
P _a	0.04%C, SPM	-10	0	49	740	25	2.2
P _b	0.23mm thick	~ -5	0.5	42	"	40	2.5
4	0.10%C	-20	0	29	729		2.0
5	0.30mm	"	"	28	730	18	1.8
6	dia.	"	"	35	"	~	2.0
7	Mild steel	"	"	30	735	23	2.2
8	wire	"	"	35	730		2.0
9		-10	"	42	715		2.0
10		"	"	40	760		2.8
11	"	"	"	46	750	"	1.3
12		"	"	37	728		1.5
13		"	"	35	730		2.1
14		0	"	32	734		1.2
15	"	"	"	50	720	"	1.0
16	"	"	"	20	730		1.5
16a		-10	"	29	725	"	1.5
16b		"	"	30	735	"	2.0
16c		0	"	47	745	"	1.5
16d		"	"	27	760	"	0.8
16e		+10	"	24	770	"	0.0
16f		"	"	24	740	"	0.5

Note ⊙C₃H₈ Enrich, vol %

* P_a, P_b: Abt. 3.5 g Sampling

4~16f: Abt. 2.1~2.5 g Sampling

成立たないこともある。

Fig. 2 は、0°C に一定にしたときの各温度での浸炭