

- 2) 麻田, 田中: 理工研報告, (昭23), 2, 140
 3) 麻田, 田中, 小池: *ibid* (昭26), 5, 149, 159, 235
 4) 五弓, 高橋: 自動車技術会第4回鋼板委員会資料 (昭24, 7)
 5) W. T. Lankford, S. C. Snyder, J. A. Basher: *Trans. A.S.M.* (1950), 42, 1197
 6) 福井, 工藤, 吉田, 大川: 理工研報告 (昭 27), 6, 351
 7) 福井, 工藤: *ibid* (昭 25), 4, 33
 8) H. J. Williams: *Rev. Sci. Inst.* (1937) 8, 2, 56
 9) L. P. Tarasov: *Trans. A.I.M.E.* (1938) 131 353
 10) C. S. Barrett: *Structure of Metals* (1943) 395
 11) R. M. Bozorth: *Phy. Rev.* (1936), 50, 1076
 12) C. A. Edwards: *The Structure and Properties of Mild Steel* (1953) 185

鋼浴中の酸素分析試料採取法に関する研究*

前川 静 弥**・中川 義 隆***

STUDY ON THE METHOD OF TAKING A SAMPLE FOR DETERMINATION OF OXYGEN IN MOLTEN STEEL

Shizuya Maekawa and Yoshitaka Nakagawa

Synopsis:

The method of taking a sample for determination of the oxygen in steel fresh from the furnace has not yet been established, although it has been the target of discussions.

This report treats of the results of the study conducted on vacuum sampling method which is almost perfect and comparatively simple in operation.

The sampler for vacuum sampling method is as shown in Fig. 3 and 4 and Photo. 1, and suction tube of the sampler has been made vacuum with its tip prepared as shown in Fig. 1

In case of determining oxygen content in steel in an acid open hearth furnace, vacuum sampling method has been closely similar with bomb method but apparently different from casting method, which has generally shown higher value.

While in case of a basic open hearth furnace, vacuum sampling method has shown a lower value than the cases of bomb method, suction method and casting method.

It is difficult to draw a conclusion from the experimental results because the amount of gas released during solidification of molten steel is variable with its chemical components, temperature and solidification condition. It is presumed that some amount of gas may be released when carbon content in molten steel is medium and silicon and manganese contents are low, but in most cases the amount of gas released has been within analytical error.

I. 結 言

鋼の精錬過程における鋼浴中の酸素を迅速正確に定量することは精錬作業の管理および製鋼反応機構の解明などに基本的な重要問題である。しかるに鋼中の酸素定量方法が最近いちぢるしく改善向上し正確かつかなりの迅速速度をもつて定量しうようになつたにもかかわらず精錬過程における鋼浴中の酸素含有量を正確にしめす分析試料の採取方法が確立されていない状況である。従来

鋼浴中の酸素分析試料採取法に関しては多数の研究が発表されているが炉内から直接採取する方法と柄子にて一旦炉外に汲出してから鑄型に鑄込むかあるいは吸引する方法とに大別しうる。

前者には Hare, Peterson & Soler¹⁾ 小林, 木村両

* 昭和 32 年秋本会講演会に発表

** K.K. 日本製鋼所, 室蘭製作所 研究部 理博

*** " " 研究部

氏²⁾等の炉内鋼浴中へ直接吸引管を挿入する方式と McCutchen & Rautio³⁾ 俵, 安田および佐藤の諸氏⁴⁾ Brower & Larsen⁵⁾ Girardi & Hilty⁶⁾ Huff, Bailey & Richards⁷⁾ Gilbert & Bailey⁸⁾ 下瀬, 垣内の両氏⁹⁾および筆者など¹⁰⁾の鋼浴中へ蓋をした鑄型を挿入して汲みとるいわゆる Bomb 式とがあり, また後者は炉外に柄子にて一旦汲出して鑄型に鑄込む Brower & Larsen⁵⁾, Herty¹¹⁾ 米崎氏¹²⁾の方式と柄子内より吸引する方式¹³⁾¹⁴⁾とがある. 以上多くの方法にはそれぞれ一長一短があつていずれが採取法としてもつとも良法であるかをきめることは困難である. これらの諸方法を括約しその利害得失を Table 1 にしめす.

しかし各種採取法とも実用性や合理性についての最終的な結論にはいまだ達していない実状でその主な理由としてこれらの諸方法はいずれも原理的に完全ではなくその程度はいまだ量的に充分明らかにされてはいないが明確に指摘される欠陥を有していることと「所望の時期における炉内鋼浴の眞の酸素量をもとめる」という目的に対して標準値をうる方法が確立されていないため比較検討しえなかつたことなどがあげられる. よつて鋼浴中の眞の酸素量をもとめる採取法をまず確立し, これを基準として簡易な方法を比較検討してもつとも合理的かつ実用的な採取方法を決定することが必要であると考え筆

者等は 2, 3 の試験を行いほゞ満足すべき結果をえたのでその概要をとりまとめて報告する.

II. 炉内真空採取法

従来発表されている炉内試料採取法の内, 吸引形式のもの¹⁰⁾¹¹⁾はいずれも装置方法が複雑で特殊の技能を要する点が多いのでほとんど用いられず, 実用されている採取法中 Bomb 法がもつとも原理的に欠点が少ない. しかしこれも現在なお多くの問題を有し種々論議されていてその主要点は, a) かなりの大きさを有する鑄型を低温のまま鋼浴中に浸漬することより, その附近の鋼浴は局部的にボイリングをおこし O 量を低値とする. b) 鑄型内空気の捲込や酸化により O 量が高値となる. c) 鋼滓捲込みの恐れがあり O 量が高値となる. d) 凝固過程中ガス放出により低値となる. e) その他実用上鑄型の消耗, 採取後の分析試料調製法に時間を要する. などがあげられ (a) は Bomb 法にかぎらず炉内鋼浴中に採取器を浸漬する方法すべてに問題になることであり, これを防止するため用具は可及的に小とし, その熱容量および熱伝導が小なる方がよい. (b) は採取器内を真空にすることによつてのみ防止しうるものでかつ (d) はその放出ガスを捕捉後, 別に分析することが必要である. 従つて今実用上の諸問題を別とすれば上述の諸点に適應

Table 1. Comparison of Sampling methods and their respective advantages and disadvantages.

Position of samples being taken	Sampling method	Advantages and disadvantages
Inside of the furnace	Taking a sample by dipping a mold directly into the bath (Al is put into the mold beforehand).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proficiency is required in taking samples. 2. Difficult to prepare the sample afterward. 3. Severe wear of molds. 4. By dipping the mold into the bath temperature drop and change in O₂ content of the bath is considered. 5. This sampling method is excellent. There will be an effect of air in the mold. 6. Show a tendency to decrease in oxygen content caused by gas released during solidification.
	Taking a sample by dipping suction apparatus directly into bath.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Complicated equipment, difficult operation. 2. Theoretically very good but difficult for daily operation.
Outside of the furnace	Taking out a sample with a spoon and sucking up molten steel from the spoon (Al may or may not be added beforehand).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Be affected by oxygen in air. 2. Show a tendency to increase in oxygen content caused by reduction of slag when Al is added to spoon. 3. Due to molten steel being drawn out of furnace, change in O content caused by temperature drop must be considered.
	Taking out a sample with a spoon and pour it into a mold (Al may or may not be added beforehand).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Show a tendency to decrease in oxygen content caused by gas released during solidification. 2. Simple in operation.

するとき採取器は真空採取の方式をとることによつてのみ可能となる。かかる点を考慮して後述のごとく真空採取方式を改良した方法を確立した。

(1) 熔鋼吸引管

採取器は石英管を Fig. 1 にしめす方法でその先端を加工し¹³⁾真空としたもので Photo. 1のごとく先端より 6~7cm 上部のところをほそくしその上に冷却用冷鉄を入れかつアルゴンガスを 50~80mmHg 程度封入し熔鋼が吸引管の上部まで急激に吸引されるのを防止した。

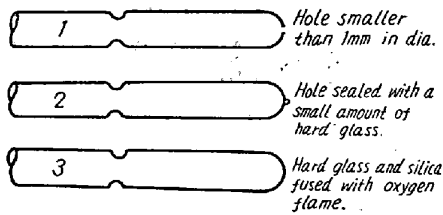


Fig. 1. Manufacture of suction tube.

(2) 吸引管の予備試験

吸引管中への熔鋼の侵入状況と吸引管の諸条件（内圧冷鉄有無可否など）凝固中の放出ガス量などについて 2, 3 の予備的実験を行った。

i) 実験要領.

35KVA 高周波炉を使用して約 600g の熔鋼を熔解し吸引管による真空採取法とこれと同型の採取管を用い注射器による吸上げ法ならびに後述の鑄型にあらかじめ Al を入れ、これに熔鋼を注入した場合と熔鋼に Al を入れて後鑄型に鑄込んだ場合の各方法等による試料採取法を同時に実施した。

ii) 分析方法

真空熔融法は Fig. 2 に示す装置による。

分析の諸条件は抽出温度 1900°C, 坩堝空焼温度 2100°C 以上, 抽出時間 20mn, 坩堝空焼時間 3h 前後, 空実験値 0.02cc/20mn, 黒鉛坩堝はあらかじめ酸処理を行う。

iii) 実験結果

実験結果を Table 2 に示す。

Table 2 の結果より吸引管先端の硬質ガラス粉末の熔着をすべて同一にすることは困難であるが温度が高ければ 10 秒以内で熔融して熔鋼が入ること, また Al を 1% 近く添加しても凝固過程の放出ガス量にいちぢるしく差異を生ずること, 吸引管内圧は 50~80mmHg のアルゴンガスの封入により, また冷鉄および「くびれ」をつけることにより熔鋼吸引が適当位置で停止し良好な試料がえられることを確認した。これらの結果を基礎としてつぎのごとき実際平炉よりの鋼浴試料採取用具および採取要領を決定した。

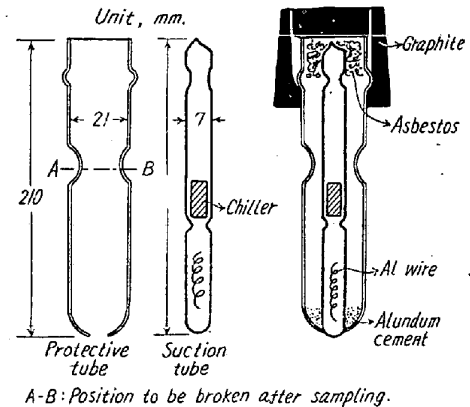


Fig. 3. Sampler for determination of oxygen in bath.

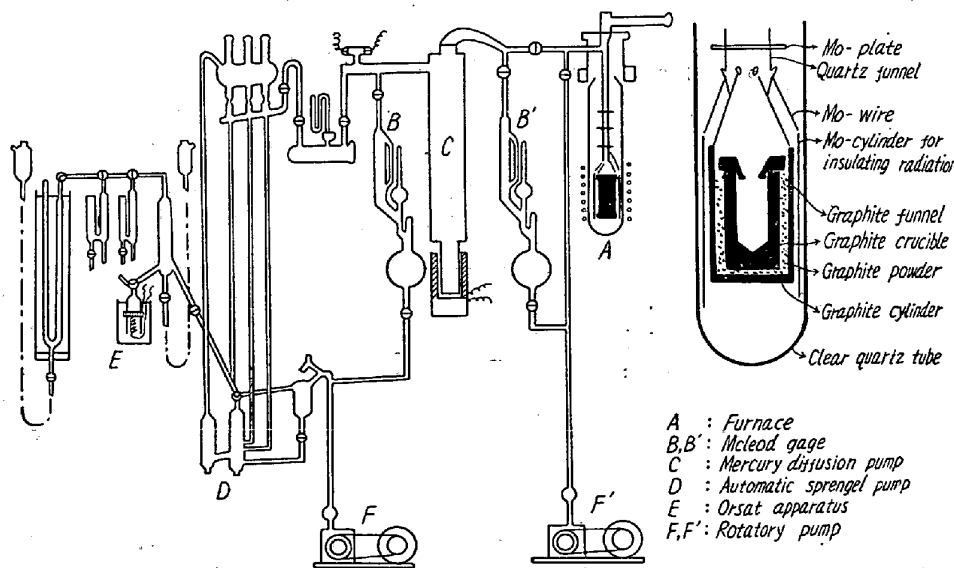


Fig. 2. Schematic diagram of the vacuum fusion apparatus.

(3) 試料採取用具

前述の方法によつて作製した熔鋼吸引管を Fig. 3 および Photo. 1のごとく木製の蓋をしたやや太い保護用石英管内におさめこれをさらに Fig. 4 に示す黒鉛円筒によつて保護した試料採取用具の先端に装着する。採取用具は 1~2 名によつて操作しうる。

この場合の木蓋は吸引管の先端が鋼滓と接触することをさけるためであり, また吸引管内には厚さ 0.2mm 巾 1mm 程度の純 Al 板 0.05~0.1g を螺旋状にして入れ鎮静用とした。

Table 2. Preliminary experimental results.

Sample No.	Molten steel temperature (°C)	Time of dipping suction tube (sec)	Value of oxygen determined %				Gas released by the time of molten steel solidifies in B method *	Components of molten steel %		
			A	B	C	D		C	Si	Mn
1	1580	—	0.017	0.016	—	—	0.0001	—	—	—
2	〃	3.5	0.014	0.016	—	—	0.0002	—	—	—
3	1550	4.9	0.016	0.014	—	—	0.0002	—	—	—
4	〃	2.3	0.016	0.013	—	—	0.0001	0.09	0.08	0.37
5	1500	5.8	0.009	0.009	—	—	0.0001	—	—	—
6	1500	18.1	0.008	0.008	—	—	0.0003	—	—	—
7	1550	2.8	0.007	0.008	—	—	—	—	—	—
8	〃	10.5	0.007	0.006	0.008	0.006	—	0.10	0.30	0.66
9	1580	15.6	0.018	0.017	—	—	0.0012	—	—	—
10	〃	46.5	0.019	0.022	—	—	0.0104	—	—	—
11	〃	—	0.014	0.014	—	—	—	—	—	—
12	〃	13.7	0.020	0.029	0.023	0.020	0.0010	0.20	0.04	0.12
13	〃	5.6	0.022	0.041	—	—	0.0001	—	—	—
14	〃	10.3	0.017	0.018	—	—	0.0002	—	—	—
15	〃	4.3	0.024	0.025	0.044	0.025	0.0018	0.14	0.03	0.14
16	〃	11.0	0.016	0.012	—	—	0.0001	—	—	—
17	〃	4.0	0.017	0.020	0.024	0.019	0.0004	0.22	0.04	0.15
18	〃	—	—	—	0.030	0.033	—	—	—	—
19	〃	2.5	0.012	0.013	—	—	0.0003	—	—	—
20	〃	4.0	0.024	0.020	—	—	0.0003	—	—	—
21	〃	2.0	0.022	0.022	—	—	0.0007	—	—	—
22	〃	4.0	0.020	0.022	0.021	0.016	0.0016	0.15	0.03	0.12

A: Suction method in which a lubricator is used.

B: Vacuum sampling method.

C: Casting method (Al in mold).

D: Casting method (Al in spoon).

*: Computation of O₂ %.

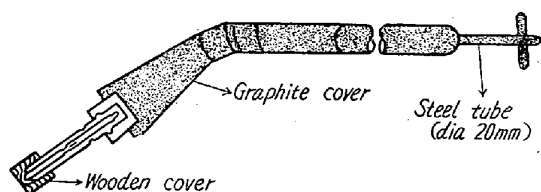


Fig. 4. Instrument for taking a sample for determination of oxygen in molten steel bath.

(4) 試料採取要領

吸引管を保護管におさめて試料採取用具に取付け平炉の試料採取用窓より炉内に挿入しただちに熔鋼中に浸漬(深さ約 10cm)する 3~5 秒後本蓋が浮上せば採取器の位置を約 50cm 移動せしめて 3~30 秒(鋼浴温度によつて加減す)保持したる後採取用具を炉外に引き出し Fig. 3 A, B 部を金箸にてはさんで保護管を破断し吸弱管をとり出してただちに水銀中にその先端を冷却しその儘保持する。爾後吸引管内の放出ガスを先ず定量し、つぎに吸引管を破断して内部の試料を取り出し表面を軽く磨いて分析試料とする。採取試料は 5~15 g 平均 12 g 程度でこれを全量分析に供す。

III. 実際鋼浴における各種採取法の比較

以上の真空採取法と当所における Bomb 法および汲

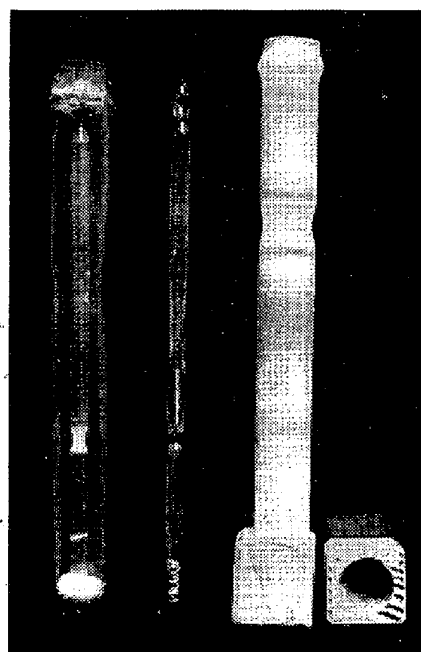


Photo. 1. Sampler for determination of the oxygen in a bath.

出し鑄込法との比較を行つた。

(1) 当所における Bomb 法および汲出し鑄込法による試料採取法の概要

i) Bomb 法による試料採取法

Bomb 法による試料採取はつぎの要領によつて行つ

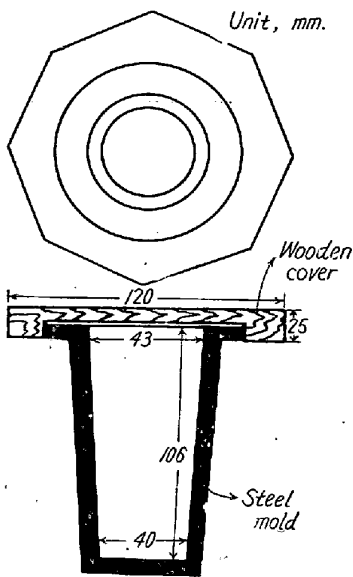


Fig. 5. Mold used in bomb method.

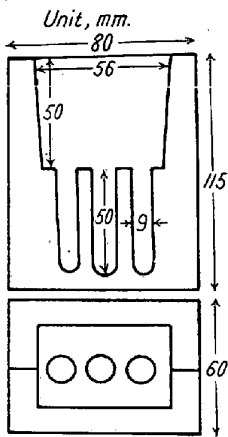


Fig. 6. Mold used in casting method.

ている炉内試料採取用金型を Fig. 5 にしめす。

上蓋は木製で 3mm の針金で金型本体に結着した。これをデリキに結着し炉内中央扉の 1m 内部の位置に浸漬して熔鋼を採取した。なお金型内には純良 Al 0.5% (厚さ 1.5mm 巾 8mm) を螺旋状にして充填した。

ii) 鑄込法

熔鋼をスプーン (容量約 2 kg) で汲出し、手早く鋼滓を除き約 0.5% に相当する Al を攪拌しながら添加する。この方法では鋼滓を還元して Al₂O₃ が混入し、また熔鋼中の Al は空気中の酸素によつて急激に酸化されて定量値が高くなる慮れがあるので、あらかじめ所定量の Al を鑄型内に入れておきスプーンで熔鋼を鑄型に注入しうる最小限に除去して鑄込む方法も行った。(以下前者を A 方式、後者を B 方式と仮称す)

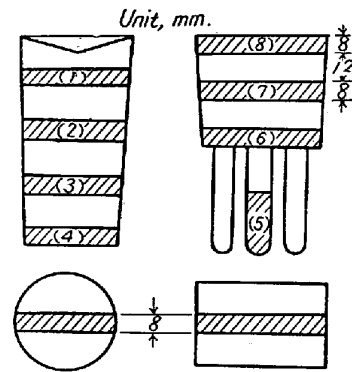


Fig. 7. Positions of samples being taken and their symbols.

iii) Bomb 法および鑄込法による試料内の偏析ならびに比較

Bomb 法および汲出し鑄込法による採取試料はかなり大型であり試料内に偏析の恐れがあるので酸性および塩基性平炉鋼浴より両法で同時に試料を採取し Fig. 7 に示す位置よりそれぞれ分析試料を切出して試料内の偏析調査と同時に両者の比較を行った。その結果を Table 3 に示す。

これらの結果より Bomb 試料は Fig. 7 No.2 または No.3 の位置の分析試料を、また脚付き試料はその部位によつて多少の差異を示すが Bomb 法と比較し No.5 の位置をもつてそれぞれ全体を代表せしめることとした。なを両法の値は鑄込法が高値を示し、また鑄込法の A と B 方法の差異は明らかでない。

(2) 各種採取法の比較実験要領

実験要領は Table 4 に一括して示す。

また実際の試料採取にあつて各採取法を同一個所で同時に行いその結果を比較することが理想的であるが実際

Table 3. Comparison of the segregation of samples taken by bomb method and casting method.

Furnace type	Sampling period	Kinds of mold method	No.	Chemical composition (%)			O ₂ content							
							Position of sample in bomb method				Position of sample in casting method			
							1	2	3	4	5	6	7	8
Acid open hearth furnace	After pig addition	A	1	0.27	0.07	0.09	0.017	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.016	0.017
			2	0.26	0.08	0.09		0.013			0.015	0.014	0.016	
		B	3	0.25	0.09	0.09	0.013	0.012	0.013	0.013	0.015	0.016	0.016	0.013
			4	0.25	0.10	0.09		0.014			0.015	0.016	0.019	
Basic open hearth furnace	After Ferro-manganese addition	A	1	0.16	0.03	0.29	0.023	0.021	0.022	0.023	0.042	0.036	0.038	0.050
			2	0.15	0.02	0.31		0.026			0.035		0.029	
		B	3	0.14	0.03	0.28		0.031	0.024	0.026	0.035	0.032	0.031	0.040
			4	0.13	0.02	0.29		0.030			0.033		0.036	

Table 4. Experimental procedure.

Furnace type	Acid open hearth furnace	Basic open hearth furnace
Furnace capacity	Normal 35 ton	Normal 15 ton
Fuel	Producer gas	
Refining process	Cold charge lime process	Cold charge usual method
Kind of steel	Medium carbon steel	Low carbon killed steel
Time of sampling	Various periods during refining	
Number of charge	2	3
Outline of various sampling methods		
Vacuum method	As mentioned above	
Bomb method	Same as above	
Casting method	Same as above B method	
Suction method	A small hole of 2mm in dia. is made on the tip of suction tube which is identical with vacuum suction method. On the opposite end a rubber tube is attached to a lubricator. The tip is dipped into molten steel, with slag removed, which has been taken with a spoon and then sucked up with the lubricator. Aluminum has been placed in the tube beforehand.	

Note: Casting method was method B.

Table 5. Relation of time in various methods (sec.)

Furnace type	Vacuum method		Bomb method	Casting method	Suction method
	Time of tube being dipped into molten steel	Time from suction tube being removed from molten steel to its being cooled in mercury	Time from suction tube for vacuum sampling being removed to the end in bomb sampling method	Time from suction tube for vacuum sampling being removed to the end in spoon sampling method	Time from suction tube for vacuum sampling being removed to the end in suction sampling method
Acid open hearth furnace	6~13	20~40	2~45	30~45	40~60
Basic open hearth furnace	16~30	20~40	2~45	30~45	35~60

問題として不可能に近い。従つて本実験においては原則として真空採取法, Bomb 法, 鑄込法および吸上げ法(ただし鑄込法で鑄込む直前そのスプーンより吸上げた)の順序とし, できうるかぎり時間的間隔をおかずに連続的に採取するごとく努力したが実際には炉前作業のためかなり時間を要した。しかしその時の脱炭状況などより推定して熔鋼酸素量の実質的变化は分析誤差以内になる程度と考えられる。

Table 5 に各採取法による時間的關係を示す。

真空採取時より各種方法による採取完了まで 60 秒以

内で, 吸上法においてもスプーンによる汲出し時間は鑄込法による場合と同じであつて実質的な時間的差異は45秒程度である。

(3) 実験結果

平炉の精錬各時間における鋼浴につき各種の方法によつて採取せる試料の酸素分析値を Table 6 に示す。

(4) 各採取法の比較

前表の結果から各採取法と真空採取法との分析値の差の検定を行つた結果を Table 7 に示す。

両平炉とも各採取法による酸素分析値はいずれも真空

Table 6. Effects of sampling methods on the value of determination of oxygen in steel bath in open hearth furnace.

Furnace type	Sample No.	Refining period	Chemical composition			Vacuum method				Bomb method	Casting method	Suction method
						Weight	Evolved Oxygen	Sample	Total			
			C	Si	Mn	Sample g	Co gas cc	Content of evolved CO gas %	Analysis value %	Oxygen %	Analysis value %	
Acid open hearth furnace	1	Oreing per.	0.79	0.05	0.06	13.3	0.11	0.0006	0.0083	0.009	0.011	0.017
	2	" "	0.47	0.02	0.05	10.8	0.12	0.0008	0.0111	0.012	0.011	0.018
	3	Liming per.	0.23	0.05	0.06	25.5					0.021	0.038
	4	After lim per.	0.19	0.06	0.06	12.5	0.08	0.0005	0.0166	0.017	0.020	0.037
	5	Reducing per.	0.24	0.04	0.06	10.8	0.03	0.0002	0.0173	0.018	0.019	0.030
	6	" "	0.17	0.03	0.08	15.4	0.04	0.0002	0.0180	0.018	0.019	0.030
	7	" "	0.18	0.10	0.09	16.8	0.05	0.0002	0.0197	0.020	0.019	0.029
	8	Before tapping	0.19	0.27	0.52	9.5	0.02	0.0002	0.0159	0.016	0.017	0.020
	9	Melt down	1.02	0.06	0.09	4.5			0.0059		0.007	0.029
	10	" "	1.15	0.16	0.21	8.5			0.0051		0.010	0.015
	11	Before liming	0.61	0.02	0.06	7.0	0.18	0.0019	0.0137	0.016	0.016	0.018
	12	Before Fe-Mn	0.35	0.05	0.07	9.5	0.15	0.0009	0.0132	0.014	0.013	0.018
Basic open rearth furnace	1	Deoxidizing period	0.11	0.02	0.13	9.2	0.06	0.0005	0.0385	0.039	0.060	0.053
	2	" "	0.14	0.02	0.13	8.0	0.04	0.0004	0.0308	0.031	0.037	0.036
	3	" "	0.10	0.02	0.16	12.5			0.0295		0.036	0.046
	4	Melt down	0.31	tr	0.13	5.9	0.20	0.0020	0.0133	0.015	0.022	0.022
	5	Before S.P.	0.19	0.04	0.20	6.6	0.10	0.0010	0.0214	0.022	0.041	0.028
	6	Before Fe-Mn	0.20	0.01	0.16	9.5	0.26	0.0020	0.0165	0.019	0.023	0.039
	7	Melt down	0.34	0.02	0.16	7.0	tr	tr	0.0102	0.010	0.016	0.027
	8	Oreing per.	0.28	0.01	0.15	11.5	tr	tr	0.0138	0.014	0.018	0.019
	9	Before S.P.	0.24	0.01	0.15	3.5	0.02	0.0003	0.0112	0.012	0.012	0.030
	10	Before Fe-Mn	0.26	0.01	0.16	7.0	0.11	0.0011	0.0089	0.010	0.027	0.037

Table 7. Test on the significance of various sampling methods.

Furnace type	Comparison of methods	Results of test
Acid open hearth furnace	Vacuum method ~ Bomb method	$n=9, \bar{d}=0.0006, \gamma_e=0.0015, t_0=1.28, t_0 < t (\varphi=8, \alpha=0.05)$ no difference
	Vacuum method ~ Casting method	$n=9, \bar{d}=0.0082, \gamma_e=0.0065, t_0=3.720, t_0 > t (\varphi=8, \alpha=0.05)$ difference exist
Basic open hearth furnace	Vacuum method ~ Bomb method	$n=8, \bar{d}=0.0126, \gamma_e=0.0074, t_0=4.796, t_0 > t (\varphi=7, \alpha=0.05)$ difference exist
	Vacuum method ~ Casting method	$n=9, \bar{d}=0.0122, \gamma_e=0.0063, t_0=5.865, t_0 > t (\varphi=8, \alpha=0.05)$ difference exist

採取法に比較して高いが酸性平炉の真空採取法と Bomb 法とは 95% の有意水準にて差がなく、また他の場合はすべてあきらかに差異がある。また各種の方法によつて採取した試料の酸素分析結果とその時の鋼浴 C 量 (Bomb 法試料による分析) との関係は Fig. 8 のごとく真空採取による酸素分析値は従来の多くの結果よりかなり低値を示し Si, Mn 共存の影響、鋼浴温度の相違などを考慮すれば理論的な C-O にきわめて近い関係にあるも

のと考えられるがこの点については別途報告する予定である。

(5) 結果の検討

以上の結果を括約すると、a) 酸性平炉の場合、真空採取法は Bomb 法とよく一致するが鑄込法とでは明らかに相異し一般に鑄込法が高値をしめす。b) 塩基性平炉の場合、真空採取法は Bomb 法、吸引法、鑄込法に比して低値を示す。c) 凝固過程において放出するガス

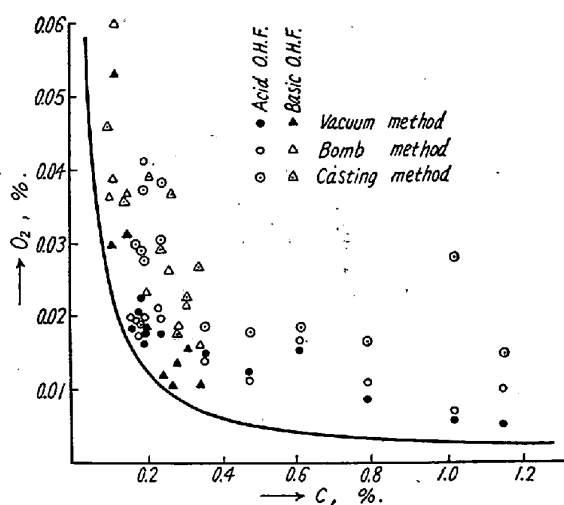


Fig. 8. Relation between analysis value of various sampling method and carbon content.

量は熔鋼の化学成分，温度，凝固条件などによつて異り本実験結果からただちに結論を下すことはできないがC量が中炭素鋼程度でSiやMnの低い場合多量に放出するのではないかと予想せられる。ただし大部分の場合その放出量は分析誤差内である。以上の結果から本報告の真空採取法についてその合理性を検討するとつぎのごとくである。

i) 本採取器は従来のBomb法の鑄型より遙かに小型で熱容量がきわめて小さい上熱伝導もはるかに小である。加えて木蓋離脱後多少位置を変化し，さらに数秒保持するので採取器の浸漬によつてその附近の熔鋼温度が急激に変化する慮れがなく例えBoilingが起きても無視しうる程度と考えられる。

ii) 酸性平炉においてポンプ法が真空採取法と比較的よく一致するのはその鑄型内の空気の影響が少いことをしめすものであり，また塩基性平炉の場合真空採取法より高値を示すことは熔鋼の特殊性によるものと考えられる。Boilingの効果が少いと考えられる真空採取法よりもBomb法が高値を示すことよりBomb法におけるBoilingについて再検討が必要でその影響は僅少か，または全然無視しうるものではないかと思考される。

iii) 鑄込法の高値を示す理由は明らかに空気中の酸素に起因するもので真空採取法の場合かかる影響は完全に除去され，また凝固過程中的放出ガスもほとんど捕捉せられているので問題ないと考えられる。

IV. 結 言

炉内よりの酸素分析試料採取法については現在内外において多くの論議的になつているにもかかわらずいま

だ確立されていないが本報告においてはほぼ完全にして比較的簡易なる真空採取器を考案しこれと従来の主要採取法との比較結果についてのべたが鋼浴の状況によつてはBomb法も若干改良することによつて真値に近い結果がえられるものと思考される。なお本法による結果から平炉内におけるC—Oの関係を検討した処従来よりも平衡に近い値をえた。特に精錬末期ではほとんど平衡に達している。またCおよびOの活動度におよぼすSiおよびMnの影響も考慮すれば測定値はさらに平衡値に近づくものと思考される。この点については別途報告する。

終りに本研究の実施にあたり種々御指導をたまわつた北海道大学工学部吉井教授にあつく御礼申し上げるとともに試料採取器の製作改良ならびに本実験に熱心に従事せられたる研究部曾我政雄，竹林朝雄，須藤実および梁川保雄の諸氏に深く感謝する。(昭和32年11月寄稿)

文 献

- 1) W. Hare L. P. Peterson & G. Solar: Am. Soc. Metals, 25 (1937) 889
- 2) 小林，木村: 鉄と鋼, 25 (1939), 202
- 3) K. C. MC. Cutchen & L. J. Rautio: Trans. A.I.M.E. 140 (1940) 133
- 4) 俵信次，安田洋一，佐藤昇: 鉄と鋼, 28 (1942) 1051
- 5) T. E. Brower & B. M. Larsen: Trans. A.I.M.E. 162 (1945) 712
- 6) D. J. Giradi & D. C. Hilty: J. of Metals July, (1952), 703
- 7) G. H. Hulf, G. Bailey & J. H. Richards: 同上 Nov, (1952), 1162
- 8) S. Gilbert & G. R. Bailey: 同上 Pec, (1954), 1383
- 9) 下瀬，垣内: 鉄と鋼, 41 (1955), 393
- 10) 前川，中川: 学振資料 (昭和30年) 19 委 3991
- 11) C. H. Herty: Bl. Fc. St. Plant (1930) 468
- 12) 米崎登: 八幡技研報告 (昭28年)
- 13) 学振資料 (昭和29年) 19 委 3557 (富士鉄広畑)
- 14) 同上, (同上) 19 委 3559 (神戸製鋼)
- 15) 沢: 鉄と鋼, 41 (1955), 1166