

第9表 平爐鋼の鑄込温度(各鋼塊毎に別個の懸堰を使用し、數個の小鋼塊を鑄込む場合) (°C)

	鋼種	鋼塊大き 並に個數 (T×個)	鑄込方法	湯出時温度(光高温計)		鑄込開始より測 熱時迄の時間(分)		光高温計の示す温度		本装置の 示す温度
				見掛	補正(E=0.4)	各鋼塊毎	最初より	見掛	補正(E=0.4)	
第一例	C 鋼	9×5	最初 2 本 次に 2 本 次に 1 本	1,554	1,704	4	4	1,438	1,568	1,600
						4	14	1,438	1,568	1,570
						4	23	1,442	1,574	1,534
第二例	同上	同上	同上	1,553	1,703	4	4	1,436	1,568	1,600
						4	14	1,450	1,584	1,584
						4	23	1,447	1,580	1,562
第三例	D 鋼	同上	同上	1,547	1,698	4	4	1,432	1,562	1,620
						7	7	1,432	1,562	1,605
						4	15	1,434	1,564	1,570
						6	17	1,430	1,560	1,565
						4	25	1,430	1,560	1,548
第四例	同上	同上	同上	1,567	1,709	4	4	1,440	1,572	1,610
						4	15	1,434	1,564	1,577
						4	23	1,437	1,568	1,536
						4	23	1,437	1,568	1,536
第五例	E 鋼	6×8	最初 2 本 次に 2 本 次に 2 本 最後に 2 本	1,549	1,699	4	4	1,426	1,554	1,590
						4	14	1,426	1,554	1,570
						4	24	1,426	1,554	1,548
						4	32	1,422	1,550	1,518

## 熔 融 鐵 合 金 の 密 度 測 定

本 多 顯 曜\*

### DICHTEMESSUNGEN VON VERSCHIEDENEN FLÜSSIGEN EISENLEGIERUNGEN.

Kenyo Honda.

*SINOPSIS*—: In meiner Arbeit über die Oberflächenspannung der Eisenlegierungen, deren Ergebnisse schon vorher veröffentlicht wurden, waren die Dichtemessungen auch notwendig. Damals wurden die Messungen nach einem dilatometrischen Verfahren ausgeführt. Also wurden die Dichte durch die Ermittlung des Volumens der Legierungen von bekanntem Gewicht in geschmolzenem Zustande festgestellt. Damit sehr interessiert, dass zur Bestimmung der Dichte man auch den Auftriebsverfahren oft braucht, hat Verfasser auch eine Versuche ausgeführt, die Dichte dieser Eisenlegierungen die vorher zur Messungen nach dilatometrischen Methode gebraucht wurden, zu bestimmen und mit der schon festgestellten Werte zu vergleichen. Der Grundgedanke meines diesmaligen Messverfahrens ist es nur so, durch einen Senkkörper das Auftrieb der flüssigen Legierungen zu bestimmen und daraus natürlich ganz theoretisch die Dichte zu berechnen.

### I. 緒 言

先に熔融鐵合金の水素に對する表面張力測定を行たが之に對して其密度を知るの必要あり、從て試料の熱膨脹を利用して密度測定を行た<sup>1)</sup>。然し尙浮力を利用して密度を測定して見たい希望があり、之等の研究を延長する意味に於て本測定を行た譯である。

### II. 測 定 方 法

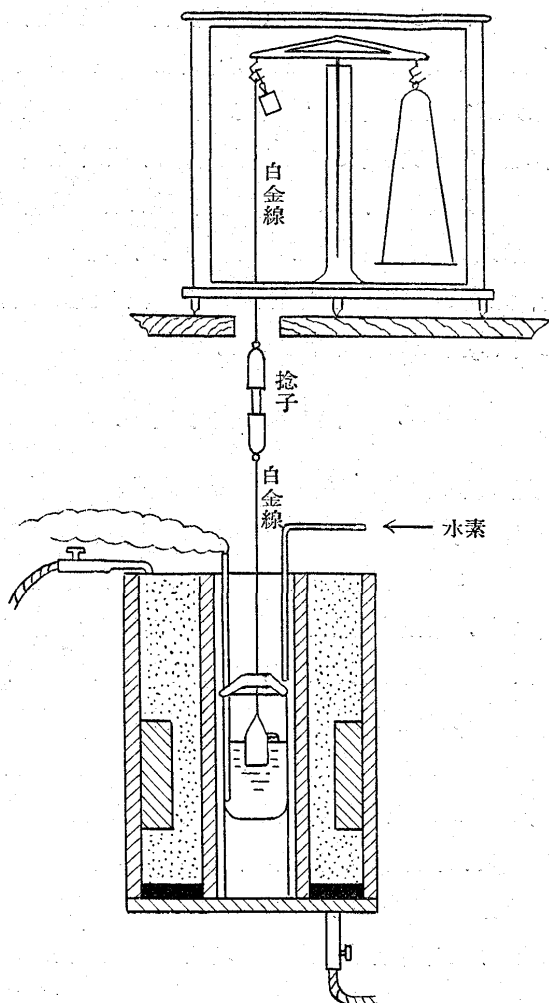
測定方法は豫め秤量し置きたる固體媒質を熔融試料中に

沈下せしめて秤量し、該試料の浮力を決定し其密度を算出する方法である。使用せる装置の概略は第1圖に示す通りである。熔融には直立圓筒形のクリプトル電氣爐を使用し、其上方に圖の如く精密天秤を裝置して試料中に沈下せしめたる固體媒質を秤量する。此秤量すべき固體媒質は頭部に白金線を融著せしめたる約 30g の第2圖(イ)に於て虚線で示したる如き白金塊を圖の如く約 1mm の厚さの不透明石英管内に封入密閉したるものにて、此白金塊に融著せしめたる白金線にて第1圖に示したる如く上部捻子に連結して吊し秤量する譯である。此固體媒質の試料中に沈下する體積が重要であるが故に、第1圖に示す如く小型捻子を白金線に依りて天秤に吊し、此捻子に上述の如く固體媒質

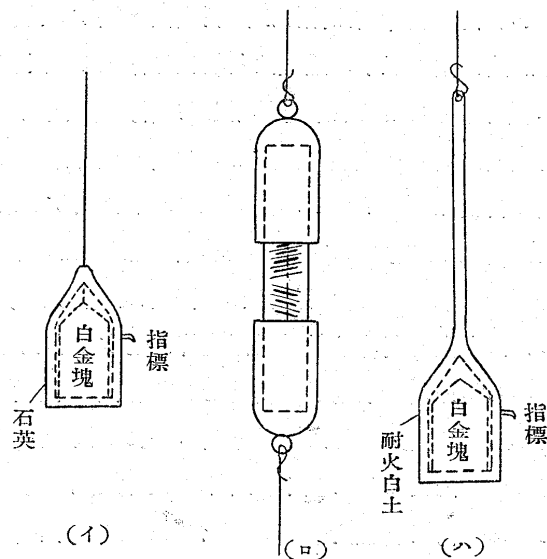
\* 熊本高等工業學校

1) 鐵と鋼: 第22年、第7號、P. 509

第 1 圖



第 2 圖



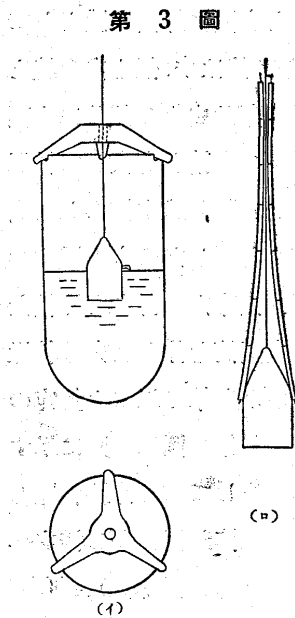
上部の白金線を吊す様にして、そして此捻子を以て調節しながら固体媒質を上下せしめ、試料中に沈下する體積を一定ならしめた。天秤は固体媒質を吊す便宜上一方の皿及其支への部分を取りはづして使用したるが故に、常に此捻子及其上部に連結して天秤に吊す白金線に更に適當の分銅を補て丁度他方の皿と釣合のとれる様に調節を行ひ、秤量の場合には試料の内外を問はず常に捻子の下端に吊した上述の所謂固体媒質のみの重さを測定し、そして其試料内外に於ける重さの差を以て浮力とする譯である。此調節用捻子は第2圖(ロ)に示す如く、雄捻子の兩端に夫々右ネジと左ネジとが刻まれ其ピッチは成るべく小なるを望むが故に夫々1mmとなし、之に圖の如く兩端より雌捻子を嵌めたもので、ニッケル鍍金を施した真鍮製のものを使用した。之等雌捻子の先端に圖の如く上下の白金線が連結される譯である。今上下兩方の雌捻子を片手で握り、一方雄捻子を廻轉せしむれば、固体媒質は廻轉する事なしに徐々に上下し、固体媒質の高さを自由に調節する事が出来る。固体媒質の

試料中に沈下する部分は數回測定を行ふ時は石英の表面が著しく剝脱汚損するが故に新しく作り直す必要がある。然し最初此密閉は島津製作に依頼したるも、操作困難なる爲か長時日と多額の工賃を要し、從て其都度斯様に依頼修繕をするの不便を避ける爲に自ら耐火白土を以て密封する事とした出来上りた固体媒質全體の體積を出来る丈小さく、云ひ換ふれば全體として出来る丈小型に作り上げなければ、假令内部に白金塊ありと云へども固体媒質全體としての比重小となり、自由に沈下せしむる能はず、然も白金塊と白土とを密著せしむれば勿論乾燥の際此白土の部分に全面的に裂罅を生ずるが故に、之等種々の事情を考慮して結局白金塊と白土との間に出来る丈狭い間隙を残す様にして密閉せざるべからず、從て著しく苦心を要したるも大體次の様な方法で漸く満足に密閉する事が出来た。即ちよく粘た焼白土で白金塊よりも僅に太い有底圓筒を作り、充分乾燥したる後白金塊を入れ、圓筒上部のみを筆で以て少量宛の水を與へながら極めて徐々に濕し、且第2圖(ハ)に示す如く上部を圓錐形に狭めて密閉し、そして豫め作製乾燥し置きたる白土棒を頭部に粘着せしめ、棒が倒れざる様支へを施して垂直の位置の儘乾燥せしめ、後之を約1,400°Cに熱して作る事が來た。斯様にして作製した固体媒質を上部で連結した白金線にて捻子に吊す様にした。尙固体媒質を試料中に沈下せしめる限度は次の様にして一定ならしめた。即ち固体媒質の側壁に第2圖(イ)に示す如く石英の小破片を融着せしめ、之を指標となし此指標が丁度試料表面に接する迄捻子で調節しながら固体媒質を沈下せしめて試料中の體積を一定ならしめた。第2圖(ハ)の如く白土

で密封する場合は勿論豫め白土で指標を作り置く事は云ふ迄もない。尙固體媒質は指標が試料表面に接する迄沈下せしむるが故に指標以下の體積は勿論豫め確定し置く必要があるが、之に對しては水銀を使用して其浮力を測定し之を其室内溫度に於ける水銀の密度で除し其體積を確定した。

水銀の密度はランドルトの表のものを使用する事とした。次に測定の順序であるが、先水素を送りながら爐内を大約1,100~1,200°C 位と思はれる程度に迄熱する。爐の上部の口は水素瓦斯管及熱電對保護管に對する小孔を有する半圓形の雲母板を水硝子で密着せしめ、他の半分は試料を装入したり又測定の際に固體媒質を入れる便宜上只雲母板を宛てがつた丈にして置く。斯くて凡そ上記の溫度に熱せられるのを待て、爐内のタンマン、チューブ中に試料を入れるが、斯様に溫度上昇の後試料を入れるのは勿論試料組成の變化を出来る丈僅少ならしむる爲である。試料が均質に熔融したる後、大體豫定の測定溫度に到達するのを待て、豫め空氣中に於て秤量し置きたる固體媒質を入れ、大體の位置を測りて捻子に吊し、後指標が丁度試料表面に觸れる迄捻子で調節しながら沈下せしめ、且秤量して該試料の其溫度に於ける浮力を決定し、之を固體媒質の試料中の

體積で除し密度を算出した。タンマン、チューブは爐に使用し得る最大のものを選定したが、固體媒質を沈下する際假令中央と思はれる所に沈下するも、直に側壁に吸着せられ著しく困難を感じ、從て止むを得ず第3圖(イ)に示す如くタンマン、チューブの上縁に耐火白土製の三又の支へを置き、其中央の小孔に白金線又は白土製固體媒質の場合には、其上部の棒状の部分を通じて側壁に吸着せられるのを



防いだ。斯様に固體媒質がタンマン、チューブの側壁に吸着せらるゝの困難を防ぐ爲に三又の支へを使用したるが故に、上述の通り固體媒質の側壁の指標を作り、之を標準として一定の體積丈沈下せしむる方法をとらざるべからざる事になつたのであるが、實は固體媒質が試料中に沈下する體積を一定ならしむる爲に固體媒質に第3圖(ロ)に示す

如く2本の白金導線を固定し、其上端を電源及メーターに連結して沈下せしめ、導線の下端が試料表面と接觸し回路を作る點を以て沈下の程度となす方針でありたが、側壁吸着を避ける爲に三又を使用せざるべからず、遂に此方法が實施不可能となつた譯である。前に述べた如く指標が試料表面に接觸する迄沈下せしむる方法は爐口より其接觸點を見極めなければならぬ缺點があり、之が中々困難でありて誤差を生じ易い。故に同じ試料に對し3回の測定を行ふ事として其平均をとる方針をとつた。

### III. 試料及測定結果

本實驗に於ては Fe-C 系、Fe-P-C 系、Fe-Si-C 系、Fe-S-C 系及 Fe-Mn-C 系の各合金に就て測定を行ふ豫定でありたが、爐内が著しく高溫度になる時は白熱状態なるが故に、丁度指標が試料表面に接觸する點を正確に見極めるには充分の注意を拂はなければならぬが、少くとも1,400°C 程度に熱せざれば均質に熔融する事の出来なかつた。Fe-P-C 系合金及 Fe-Si-C 系合金に於ては自然測定は1,400°C 以上となり、此點に於て著しく困難を感じ遂に測定の目的を達する事が出来なかつた。從て遺憾ながら Fe-C 系、Fe-S-C 系及 Fe-Mn-C 系諸合金の測定のみ止めたが、各系共試料2種をとり、夫々約30°C 内外の差を置いて3回の測定を行つた。即ち熱膨脹に依る測定の場合と同様各試料に對して三つの測定點をとつた。試料に對する原料は矢張表面張力測定及熱膨脹による密度測定の場合と同じ原料を使用した。即ち電解鐵、黑鉛、30.66%

第 1 表

試料	試料組成			
	C%	S%	Mn%	
Fe-C	No. 1	2.99	—	—
	No. 2	3.87	—	—
Fe-S-C	No. 1	3.18	0.276	—
	No. 2	3.02	0.483	—
Fe-Mn-C	No. 1	3.31	—	0.213
	No. 2	3.35	—	0.746

等を原料とした譯である。そして熱膨脹に依りて測定した結果と比較し得る様に Fe-S-C 合

金及 Fe-Mn-C 合金に於ては炭素含有量は約3%として大體一定ならしめ、S 及 Mn の含有量が如何なる影響を與へるかを確め得る様にした。各試料の組成は第1表に示せる如し。之等試料の中 Fe-C 合金及 Fe-S-C 合金 No. 1 は石英で密封せる固體媒質を使用し又 Fe-S-C 合金 No.2 及 Fe-Mn-C 合金に對しては白土で密封せる固

體媒質を使用して測定を行たが、其測定結果を示せば第 2 表乃至第 4 表に示す如し。但し固體媒質の沈下及其位置の調節等に對して相當の時間を要するが故に、測定溫度は丁度試料内に於て秤量し終た時の讀みをとる事とした。

第 2 表 (Fe-C 系合金)

試 料	密 度					
	1,355°C	1,361°C	1,381°C	1,385°C	1,409°C	1,412°C
No. 1	—	7.14	—	7.09	—	6.99
No. 2	6.95	—	6.92	—	6.81	—

第 3 表 (Fe-S-C 系合金)

試 料	密 度					
	1,321°C	1,326°C	1,352°C	1,364°C	1,382°C	1,384°C
No. 1	—	6.92	—	6.88	6.87	—
No. 2	6.91	—	6.84	—	—	6.80

第 4 表 (Fe-Mn-C 系合金)

試 料	密 度					
	1,332°C	1,335°C	1,358°C	1,362°C	1,387°C	1,993°C
No. 1	—	7.17	—	7.15	—	6.99
No. 2	7.01	—	6.98	—	6.92	—

#### IV. 結 論

上述の如く Fe-C 系合金 Fe-S-C 系合金及 Fe-Mn-C 系合金の熔融状態に於ける密度を測定したが、之に對して總合的に考察して見ると次の通りである。

(1) 測定結果に依れば Fe-C 系合金に於ても稍其傾向があるが Fe-Mn-C 系合金に於ては殊に測定結果が熱膨脹に依るものよりも小さく出て居る。恐らく之は固體媒質を試料中に沈下せしむる體積を一定ならしむる爲に指標を以てしたが、指標の試料表面に接觸する點を見定める上に於て誤差を生じたのではないかと考へられる。

(2) 固體媒質の密封材料たる石英の熱膨脹は考慮に入れ

ずに省く事としたが、耐火白土の體膨脹係數は0.0000144を採用した。耐火白土と云ふも實は京都松風工業株式会社よりタンマン、チューブ製造用原料其物を取り寄せて使用したのであるが、先に熱膨脹に依る密度測定當時該會社製のタンマン、チューブを使用したる關係上、其線膨脹係數を測定し 1,000°C 以上の平均値として 0.0000048 を得たるが故に、本測定に於ては 1,000°C 以上に於ける平均體膨脹係數として上記の値を採用した譯である。尤も電熱爐が高溫度に於ける測定を許さざるが故に、該平均値は實測値より割出して決定した事は當時既に發表した通りである。

(3) 熔融試料中に於て秤量を行ふ際、試料の抵抗に依るものが、假令 1/10mg の精密天秤を使用するも其感度著しく減退し、漸く 1/100g の精密度を以て秤量し得たに過ぎなかった。

(4) 固體媒質に對して約 30g の白金塊を使用したか、尙著しく大なる白金塊を使用し、試料中に沈下せしむる體積を大きくして誤差を僅少ならしめ、又一方大なる爐及坩堝を使用して多量の試料を熔融し、丁度其中央に固體媒質を沈下せしむる様にすれば坩堝側壁に吸着せられる恐れなく、從て前に述べた通り 2 本の導線で試料表面と回路を作らしむる事に依りて、固體媒質の沈下する限度を決定する方法を使用する事が出来る譯で、極めて精密に試料中に沈下する體積を一定ならしめる事が出来て、此浮力に依る密度測定方法も極めて簡便な良い方法と考へられる。

終りに望み本研究に對して日本學術振興會が研究費を補助された事に對して厚く御禮を申述べたいと思ふ。