

マレブル用白銑のガス成分について

On Gas Contents of White Cast Iron for Malleable Iron

岩 瀬 昌 徳*
Masayoshi Iwase

内 容 梗 概

キュポラと電気炉とを併用する二重熔解法にて熔製しているマレブル用白銑の材質の特性を判断する基準を求めめるためにガスの挙動を調べた。まず実験用小型キュポラと電気炉とを使用して、種々の熔解を行い、真空熔融法によりガス分析を行つた。次に日常の熔解作業で得られた白銑についても、その挙動を調べ、白銑の黒鉛化速度とガス成分との関係を求めた。その結果白銑中の窒素は熔解方法および熔解材料によつて90~140 P.P.M に変化し、これが白銑の黒鉛化速度に影響するが、白銑中の酸素はいずれの場合も10~20 P.P.M であり、電気炉で二重熔解する場合には、ほとんど影響がないことを確かめた。

1. 緒 言

マレブル用白銑の性質としては、鑄造時には完全な白銑となり、焼鈍工程では黒鉛化が容易に進行することが必要である。したがつてこの要求に合致するような原材料の選択および熔解方法の確立を計らねばならない。

しかし鑄鉄の黒鉛化に関する問題は非常に複雑であつて、種々議論されてきたのであるが、その本質についてはまだ完全には解明されていない現状である。ゆえにマレブル製造の立場からこの問題を追求して、その特性を判断する基準を求めて作業の合理化を計る必要がある。

マレブル用白銑の焼鈍性に及ぼす原材料の影響、キュポラと電気炉による二重熔解の場合の熔解方法の影響などに関しては種々検討を重ねてすでに一部報告してきた⁽¹⁾。これらの研究結果より、マレブルの二重熔解法において電気炉を併用することは材質に重大な影響を与えると考えられるに至つた。したがつて電気炉を使用しない熔解方法によつて、材料を吟味して白銑を熔製した場合の焼鈍性について検討した結果所期の目的を達成しうる可能性を確認した。

白銑の焼鈍性はまず第一に白銑の化学成分、肉厚、鑄造条件および焼鈍条件によつて左右されるものであるが、これらが同じ場合においても熔解材料や熔解方法などによつて相当に異なつてくる。この原因は白銑中のガス成分にあると判断される。鑄鉄中のガス分析法については相当古くより研究されているが、最近に至り真空熔融法によるガス分析法が進歩して、ある程度信頼性があると考えられる分析方法が確立され、鑄鉄中のガスに関する研究も散見されるようになった。

したがつて上記の種々なる実験材料について真空熔融法による酸素、窒素および水素の分析を行つて、白銑の黒鉛化速度との関係について検討した。その結果、白銑

中の窒素成分がその黒鉛化速度と密接な関係があり、従来よりしばしば議論されている酸素の影響は二義的なものであると予想されるに至つた。また窒素はケルダール法によつて可溶性窒素と不溶性窒素とに分離定量され、この分析法は比較的簡単でかつ再現性も非常に良い。この方法で白銑中の窒素を分析すると真空熔融法で分析される窒素成分と大体比例した値が得られるが、その絶対値は相当に異なつている。真空熔融法による窒素成分とケルダール法による可溶性窒素成分とはほぼ同じ値を示している。ゆえに両分析方法ともその絶対値については、今後に残された研究問題が多いが、現在の方法で求めたガス成分と白銑の黒鉛化速度との間に相関を認めうるので、これによつて材質の特性を判断しうると考えられる。

2. キュポラ操業方法とガス成分との関係

キュポラや電気炉の熔解方法とガス成分との関係については従来より定性的には非常に議論されているが、定量的に説明された報告は少ないようである。それでまず内径 270mmφ の小型実験用キュポラを使用して、一定の地金およびコークスを使用し、羽口比、コークス比、床込コークスの高さおよび送風量を変化させて種々の熔解を行い、真空熔融法により全ガス量、酸素、窒素、水素を定量し、その相互関係を検討するとともに、キュポラで極端な酸化性の熔解を行つた場合にどの程度までガスを吸収するか検討した。

実験に使用したキュポラの寸法を第1表に、操業条件を第2表に示す。地金は銑鉄20%、白銑戻50%、鋼屑30%、Fe-Si 0.44%、Fe-Mn 0.28%とし、一掛の地金重量は10kg または20kg である。キュポラは毎回熔解帯の煉瓦を取り替え、点火後約2時間自然通風にて乾燥し、約10分間空吹きを行つて操業を開始した。一操業の熔解量は200kg で、これを30~35kg 宛6回に分け

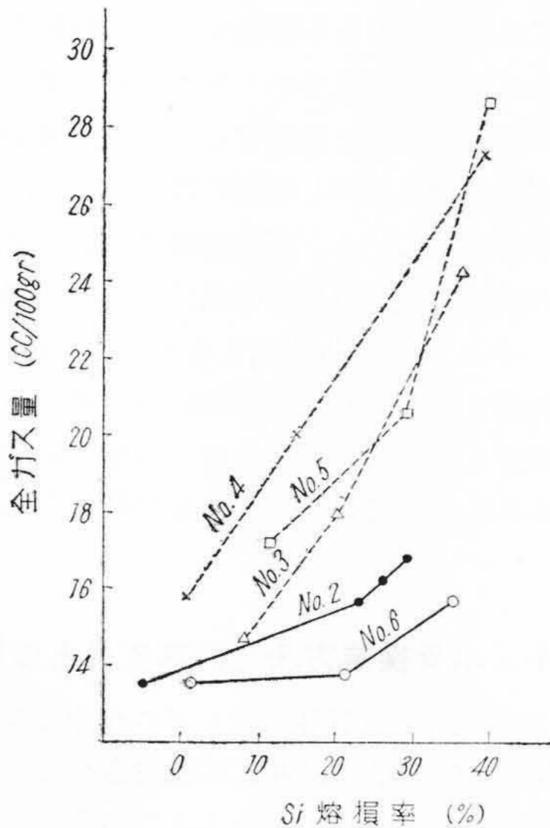
* 日立金属工業株式会社戸畑工場

第1表 小型キューボラの諸元

羽口面の炉の内径 (mm)	270
羽口面の炉の断面積 (mm ²)	57,200
羽口の大きさ (in)	1½φ~2½φ
羽口個数	3
羽口比	16.7~6.0
炉底より羽口まで (mm)	130
有効高さ (mm)	1,200
有効高さ/炉の内径	4.5
送風管内径 (mm)	100φ
風箱寸法 (mm)	150×300

第2表 操業条件

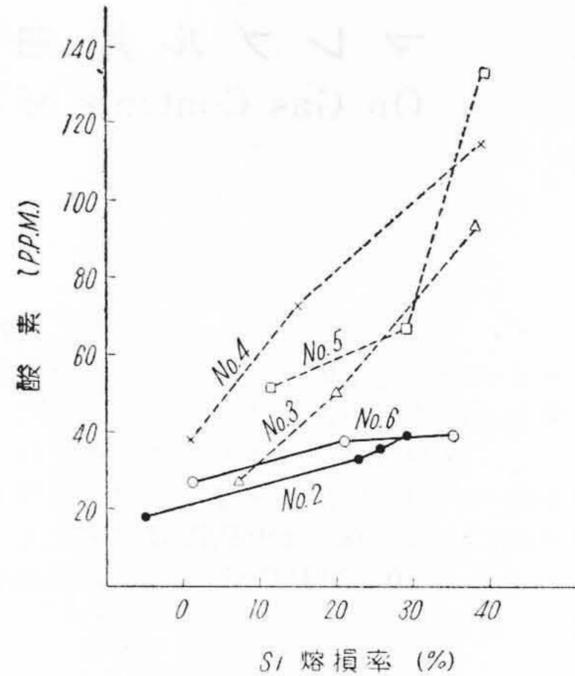
炉解番号	羽口比	床込コークス高さ (mm)	追込コークス比	熔解速度 (kg/h)
2	9.4	800	20	170
6	16.7	800	20	200
3	9.4	600	10	300
4	6.0	600	10	300
5	6.0	400	10	400



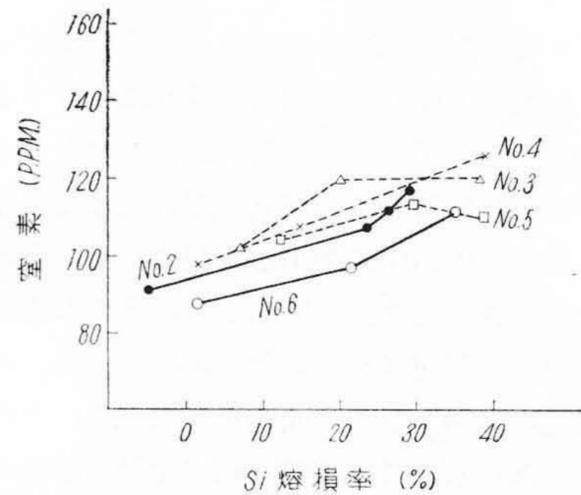
第1図 キューボラ熔解中のSi熔損率と全ガス量との関係

て出湯し試験片を採取した。ガス分析用試料は8mmφ×60mmの金型にて採取した。ガス分析装置は恒容測圧式でガス抽出温度は1,500°Cである。

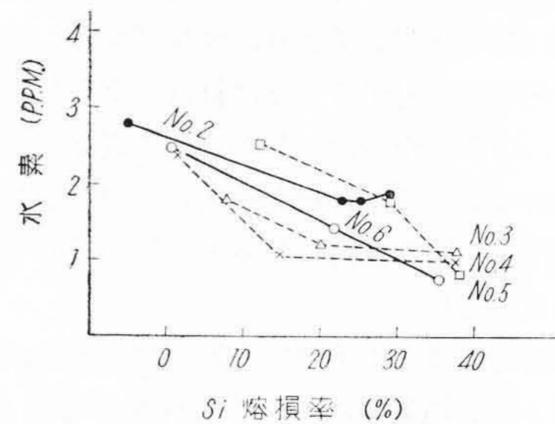
まずキューボラ熔解中のSi熔損率と全ガス量、酸素、水素との関係を熔解別に示すと第1, 2, 3, 4図のようである。No. 2およびNo. 6の実験では床込コークスを高くし、追込コークス比を増して操業し、No. 3, 4, 5の実験ではこれを逆に極端に酸化性の熔解を行つたものである。各熔解ともSi熔損率に比例して全ガス量および酸素は急激に増加している。特に床込コークスを低くした場合には酸化が非常に烈しく、キューボラ熔解後の酸素量はSi熔損率のみならず、熔解帯の位置によつてその



第2図 キューボラ熔解中のSi熔損率と酸素との関係

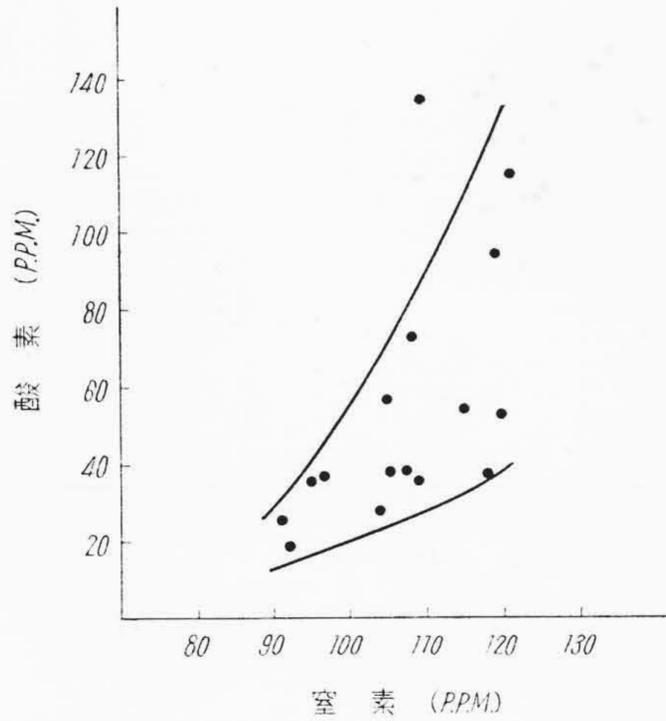


第3図 キューボラ熔解中のSi熔損率と窒素との関係



第4図 キューボラ熔解中のSi熔損率と水素との関係

量が異なつてくるようである。窒素はSi熔損率に比例してやや増加の傾向は示しているが、その程度は酸素に比して少ない。水素は初湯のみが特に高く、これは築炉材よりくる水分の影響と考えられる。これらの試料の酸素と窒素含有量との関係をまとめると第5図のようであつて、同一地金を熔解した場合でもキューボラの熔解条件によつて酸素は20~130 P.P.M. 窒素は80~120 P.P.M.に変化している。しかも酸化が進むにつれて窒素の吸収も増加の傾向を示している。

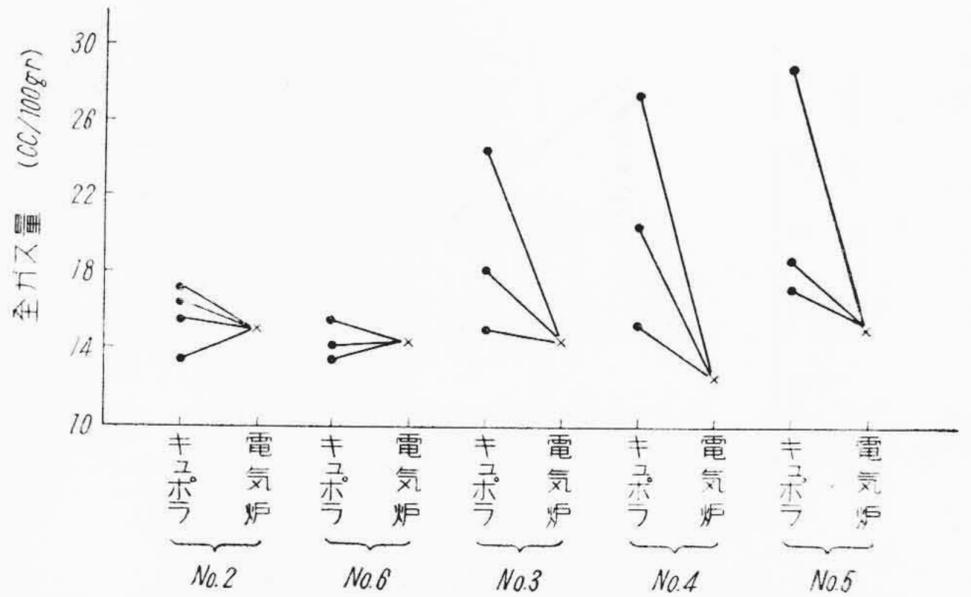


第5図 キュポラ熔解白銑の酸素と窒素との関係

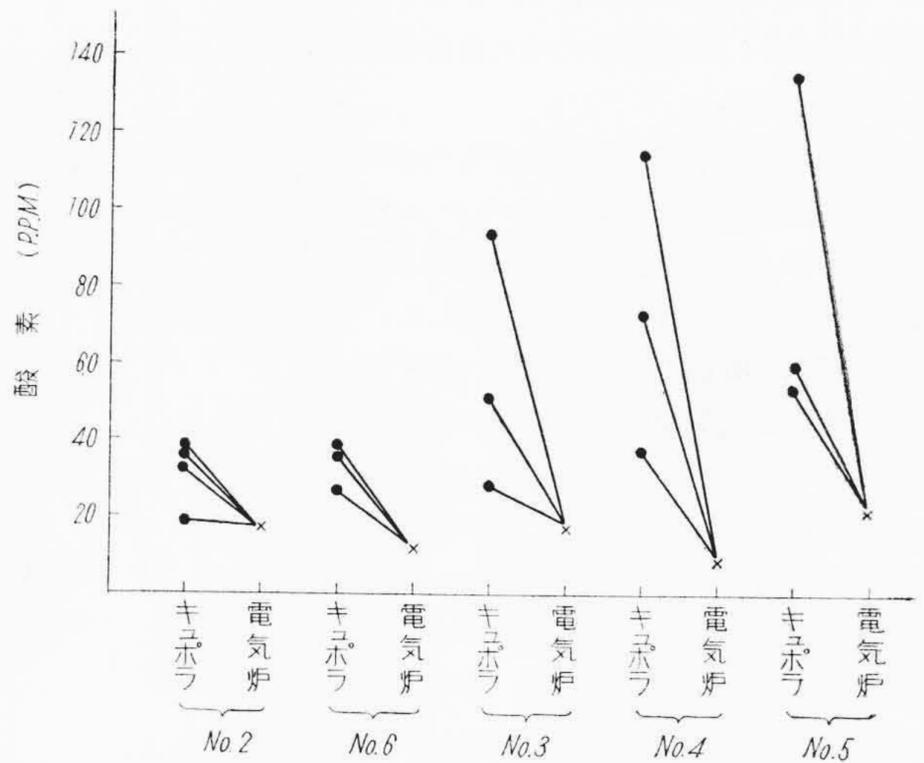
3. 二重熔解時のガスの挙動

マレブル用白銑の熔解には一般にキュポラと電気炉とを併用する二重熔解方法がとられている。したがってキュポラ熔湯を電気炉に移して加熱熔解した場合のガスの挙動、特にキュポラで酸化熔解したもののガス成分の変化について実験した。

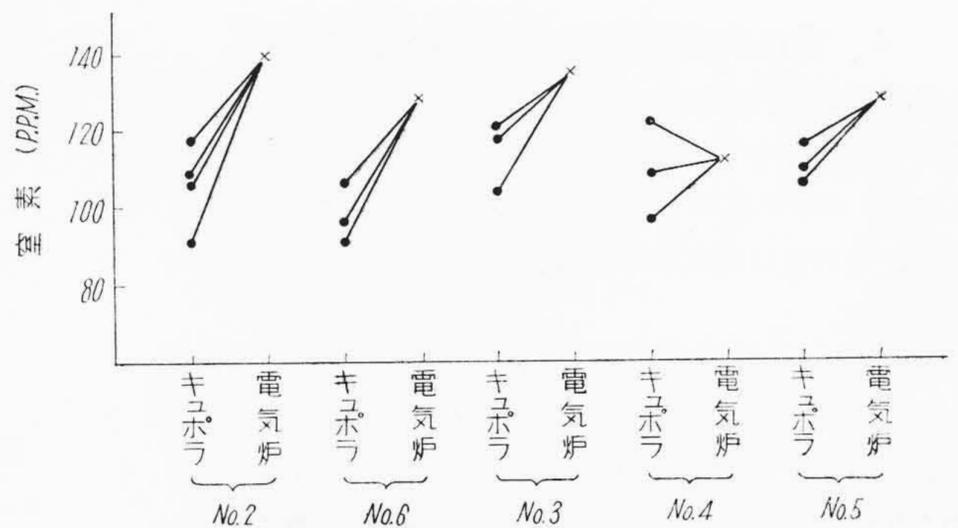
前述せるように種々の操業を行つたキュポラ熔湯で試料を採取すると同時にその残りの約半量を容量 100 kg の单相弧光式酸性電気炉に移し、1 操業 6 回分の熔湯を合せた後に送電し化学成分を調整してマレブル用白銑となし、約 40～45 分間で 1,530°C に昇温して出湯し、試料を採取した。電気炉に移したときのキュポラ熔湯のガス成分と、これが加熱熔解されて出湯された電気炉熔湯のガス成分との関係を示すと、第 6, 7, 8 図のようである。キュポラ熔解中にあまり酸化されず酸素が 20～40 P.P.M の熔湯は二重熔解後には 10～20 P.P.M 程度に低下しているが、窒素は特に増加して 90～120 P.P.M のものが 130～140 P.P.M となつている。キュポラ熔解中に酸化が烈しく酸素が 100 P.P.M 前後のものでも二重熔解後には 10～20 P.P.M に低下しており窒素はやはり増加の傾向を示している。いずれの場合も電気炉より出湯されるときには、酸素は 10～20 P.P.M まで減少し、窒素は 110～140 P.P.M に増加している。キュポラの出湯温度は 1,430～1,480°C であり、これが電気炉で 40～45 分間で約 1,530°C に加熱され



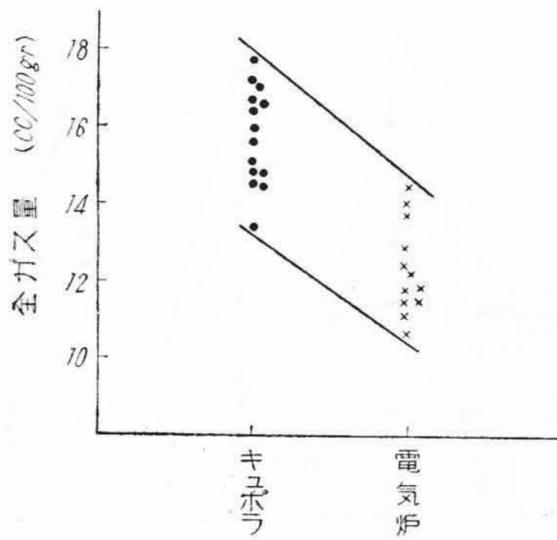
第6図 キュポラ熔湯を電気炉で二重熔解したときの全ガス量の変化



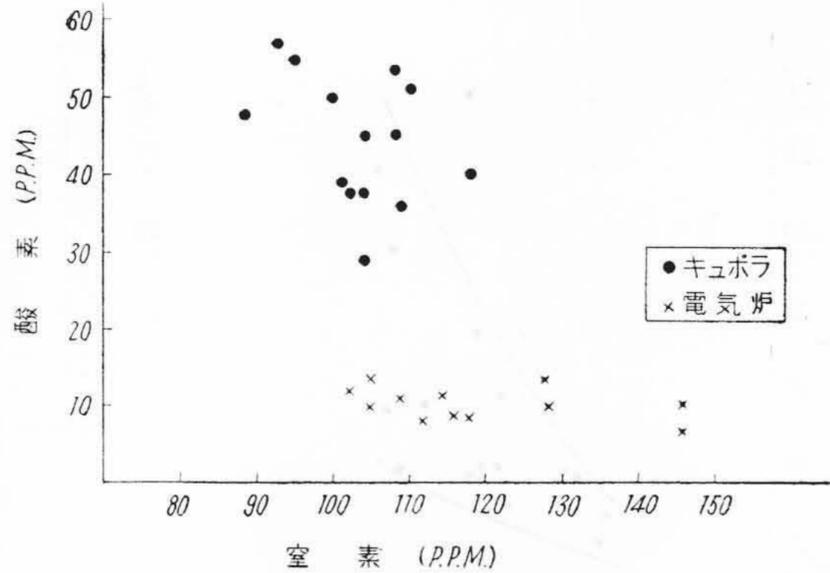
第7図 キュポラ熔湯を電気炉で二重熔解したときの酸素量の変化



第8図 キュポラ熔湯を電気炉で二重熔解したときの窒素量の変化



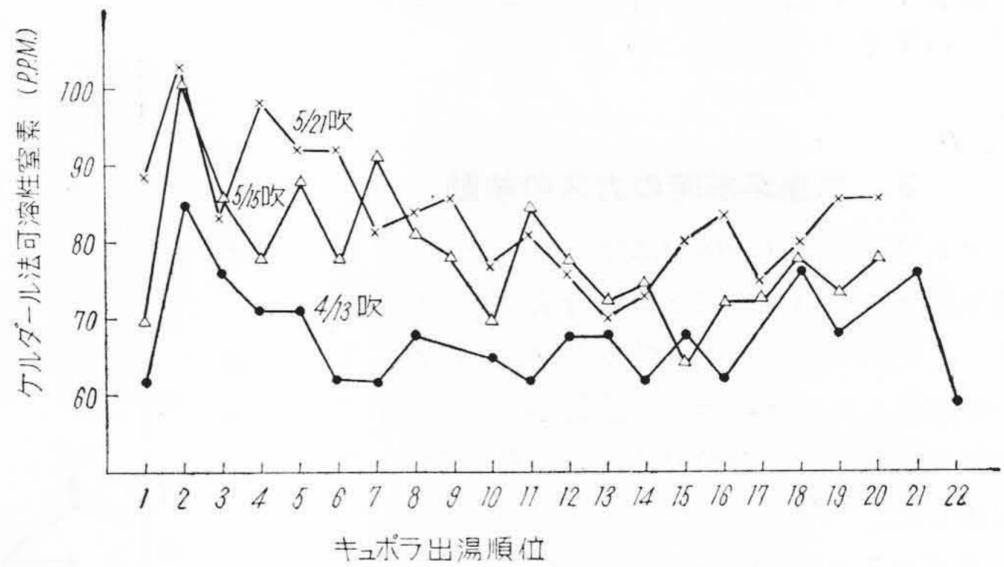
第 9 図 4 t キュボラと 4 t 電気炉の二重熔解のときの全ガス量の変化



第 10 図 4 t キュボラ熔湯とこれを 4 t 電気炉で二重熔解した白鉄の酸素と窒素との関係

て、この間の熔解温度の上昇によつて熔湯は脱酸されるが、弧光炉のために窒素を吸収すると考えられる。

以上の実験室的研究を確認するために日常の熔解作業を行つている現場のキュボラ熔湯、およびこれが電気炉で二重熔解された電気炉熔湯についてガス成分を調査した。その結果は第 9, 10 図のようである。第 9 図はキュボラ出湯と電気炉出湯の全ガス量を比較したもので、キュボラ出湯の全ガス量は 13~17 cc/100g の範囲であるが、これを電気炉に移して二重熔解すると 10~15cc/100g に減少している。第 10 図には両者のガスの組成を示したもので、キュボラ熔湯は 30~50 P.P.M の酸素を含んでいるが、これが電気炉より出湯されるときには 10~20 P.P.M に低下している。また窒素はキュボラ熔湯では 80~120 P.P.M であるが、電気炉出湯では 90~150 P.P.M と増加の傾向を示して、実験室における研究結果とまったく同じ傾向を示している。

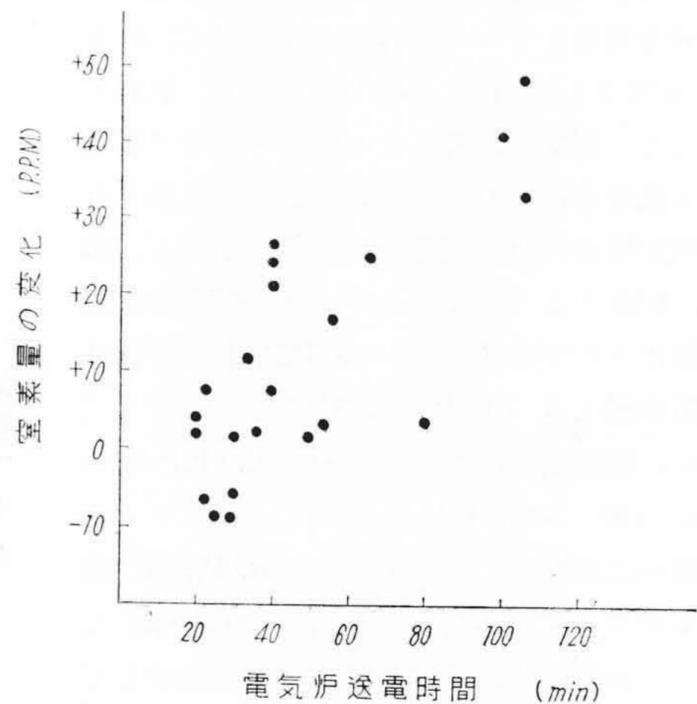


第 11 図 キュボラ出湯順位によるケルダール法可溶性窒素の変化

4. 電気炉操業方法とガス成分との関係

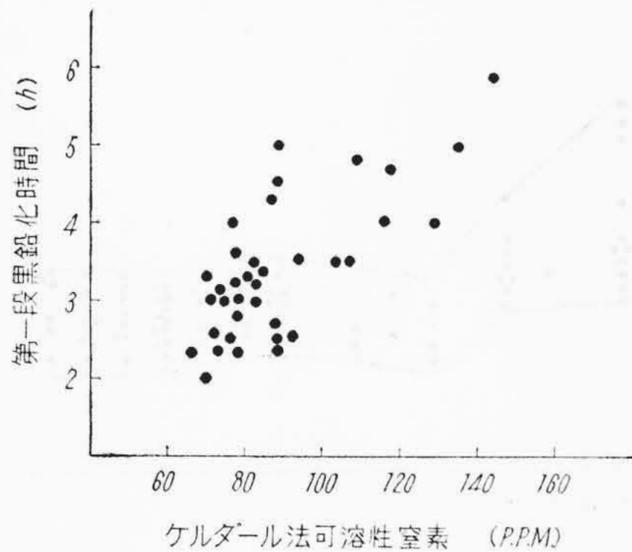
日常の熔解作業において、電気炉より出湯されるときにガス成分はキュボラ出湯時に比較して酸素は常に低下して 10~20 P.P.M になるが、窒素は逆に増加の傾向にあり、その量は電気炉の操業状況によつて変化すると考えられる。

それで 1 日間の全部のキュボラ出湯および電気炉出湯について、ケルダール法によつて窒素の変動を調べた。まず 1 日間に約 20 回前後の出湯を行つているキュボラの全出湯を 3 日間にわたつて調査した結果は第 11 図のようである。キュボラ出湯の 2 回目に窒素が約 20 P.P.M 程度増加しているが、それ以後は 60~80 P.P.M となつ

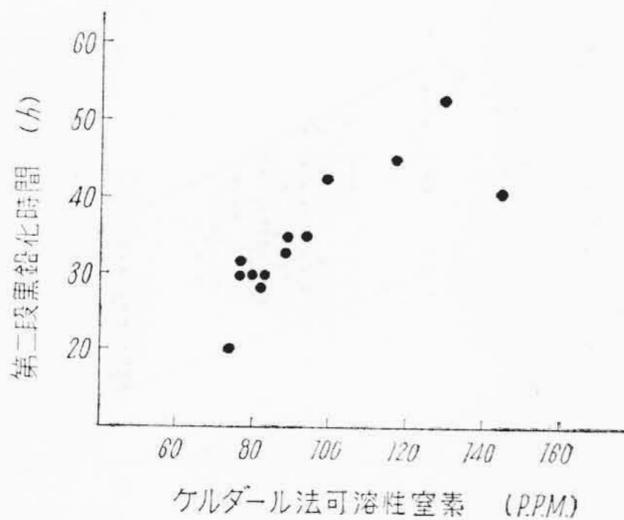


第 12 図 キュボラ熔湯を電気炉で二重熔解したときの窒素量の変化

ている。これはキュボラ熔解中の Si 熔損率に関係があつて、これの多いものほど窒素は増加する傾向にある。



第13図 ケルダール法可溶性窒素と第一段黒鉛化時間との関係



第14図 ケルダール法可溶性窒素と第二段黒鉛化時間との関係

このような熔湯を電気炉に移して、二重熔解を行つた白銑について窒素の変化を調べ、電気炉の操業状況と比較してみると、電気炉の送電時間に比例して窒素の吸収が多くなつていくことが認められた。その関係を第12図に示す。毎朝第1回目の電気炉操業を行う場合には炉体が冷却しているために、熔湯の温度をあげるには送電時間が長くなり、その過程において強烈なる電弧の作用により、空気中の窒素が活性化されて熔湯に吸収されるためと考えられる。またマレブル用白銑の化学成分範囲は定められているため、キューボラ出湯時の化学成分に応じて、電気炉で鋼屑その他を添加して化学成分の調整を行うが、これらの添加により温度が低下するので送電時間は長くなる。よつて電気炉では全湯式で操業できるようなキューボラ操業を行う必要があると考えられる。

本実験の電気炉出湯白銑試料(8×15×100mm)より5mmφ×55mmの試料を削り出して、シュブナー式熱膨脹計にて920°Cで第一段黒鉛化完了時間を測定し、その後電気式熱膨脹計により720°Cで第二段黒鉛化時間を測定し、ガス成分との関係を検討した結果、従来より報告しているように白銑中の窒素と黒鉛化時間との間に相

関関係が認められた。その結果を第13、14図に示す。

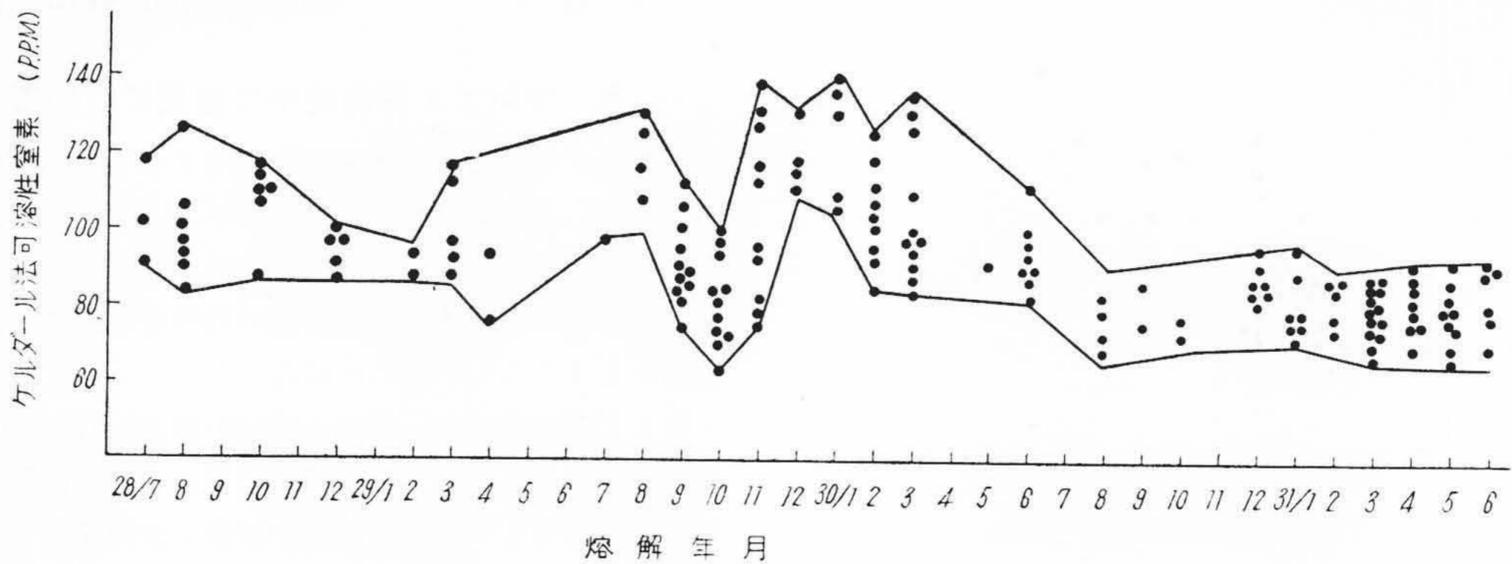
5. マレブル用白銑中の窒素について

酸性キューボラと酸性電気炉を併用する二重熔解法にて熔製しているマレブル用白銑について、ガスの挙動を明らかにし、黒鉛化速度との関係を求めた結果、白銑中の窒素の影響が最も大きく、材質の特性を判断するための基準としうるということが明らかになった。

そして窒素増加の一原因が電気炉操業過程にあることがわかつた。しかし従来の研究結果によれば白銑中の窒素含有量に対して、配合材料の影響を無視することはできない。すなわち35kVA酸性高周波電気炉で白銑戻のみを熔解した場合の窒素は70~100 P.P.Mであるが、これに銑鉄を配合すると窒素は減少し、銑鉄の配合を増加するに従つて40 P.P.M程度まで減少する。また弧光炉でくり返し熔解した白銑戻では140 P.P.M程度まで増加し、熔解材料の履歴によつて、白銑中の窒素は大きく影響されている。

また現場の二重熔解法の操業に近い条件で実験を行うために小型キューボラと100kg弧光炉および100kgるつぼ炉との二重熔解を行つた。キューボラの配合材料は銑鉄20%、鋼屑30%、白銑戻50%のものと、鋼屑50%白銑戻50%のものとのである。銑鉄には高珪素銑とマレブル銑の2通りを使用した。これは高珪素銑を配合すると、Fe-Siを配合する必要がなくなるが、マレブル銑を配合する場合には配合成分中のSiを補給するために、Fe-Siを使用しなければならないので、両者の差異を確認するために実験したものである。銑鉄を配合せずに鋼屑50%配合の場合にはもちろんFe-Siを使用している。これらの材料をキューボラで熔解して、弧光炉に受湯して化学成分の調整を行つた。この場合においても配合材料中に銑鉄を使用するか否かによつて熔製された白銑の窒素含有量は相当異なり、銑鉄20%を配合した場合には30~70 P.P.Mであるのに対し、銑鉄を配合しない場合には60~130 P.P.Mに達している。高珪素銑を用いたときとマレブル銑を用いたときとはその差はわずかであつて、前者の方がやや少なくなつていく。また同じキューボラ熔湯を電気炉で加熱した場合と、るつぼ炉で加熱した場合とを比較すると電気炉を使用した場合の方がはるかに増加している。

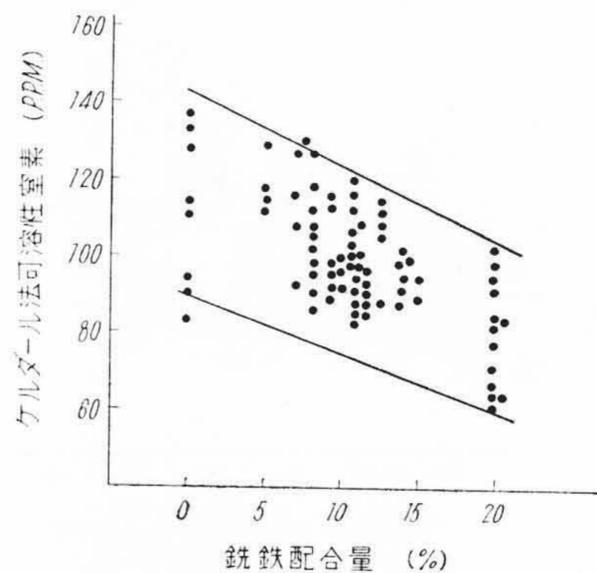
以上の実験室的研究の結果を確認するために昭和28年7月より約3箇年にわたり、現場の二重熔解法により熔製されているマレブル用白銑の中から、2.50~2.55% C、0.95~1.05% Siの範囲の化学成分のものを取り出して、ケルダール法による可溶性窒素の分析を行つた。その結果を第15図に示す。なお前述せるように毎朝1回目の電気炉操業のものは窒素が異常に高くなるので、



第15図 ケルダール法可溶性窒素の変化

これらを除外して試料を選出した。第15図に示すように窒素は時期的に相当のばらつきを示しているが、昭和30年6月以降は明らかに低下の傾向を示しまたばらつきも少なくなっている。これはキューボラで低炭素の熔湯を熔解することに成功したため、電気炉ではほとんど化学成分の調整は行わず、短時間の加熱で出湯しうるためと考えている。また時期的な変動の原因にはキューボラにおける銑鉄配合の影響もあるようで、昭和30年6月以前の試料についてその関係を示すと第16図のようである。キューボラにおける銑鉄配合量が同じ場合でも二重熔解後の白銑の窒素含有量には相当のばらつきがある。これは電気炉における加熱精練時間が比較的長いためとも考えられるが、全体の傾向からみると銑鉄配合の多い場合には窒素が少なく、銑鉄を減ずるに従って増加していて、実験室的研究の結果を現場の試料についても確認することができた。

このように最近に至り、白銑中の窒素は減少し、そのばらつきは少なくなり材質が改善されたと考えられるので、これが実際の製品の焼鈍時間に影響しているか否か調べた。製品の焼鈍は微粉炭燐バッチ型焼鈍炉を使用しているが、これの一炉当りの1箇月間の平均焼鈍時間(入

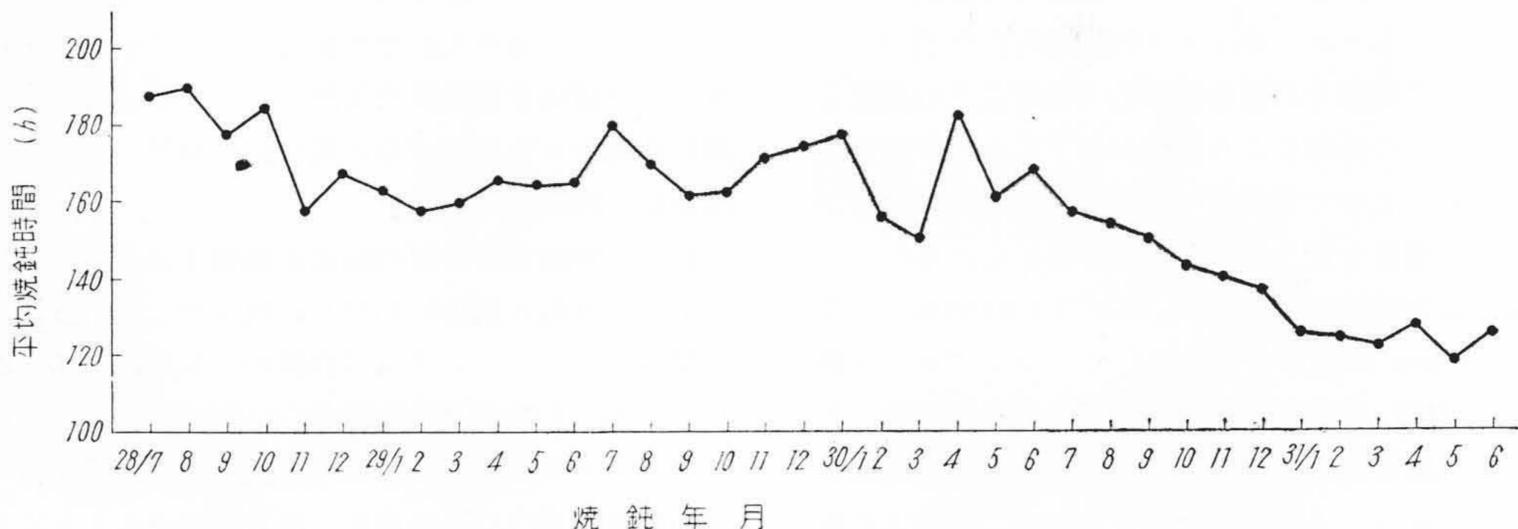


第16図 キューボラにおける銑鉄配合量と二重熔解後の窒素量との関係

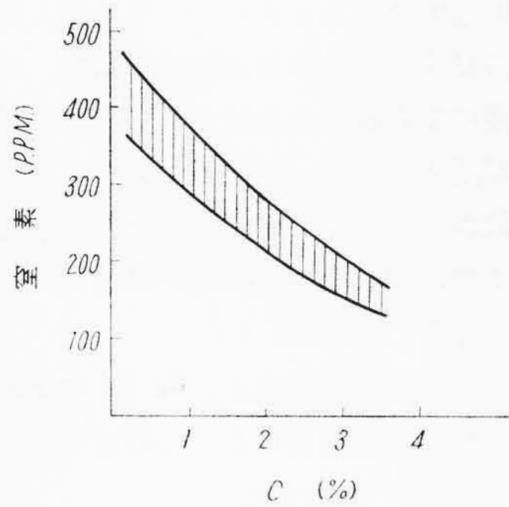
炉より出炉までの時間の平均値)を求めると第17図のようであり、昭和30年7月以降急速に焼鈍時間は短縮されている。

6. 考 察

マレブル用白銑の黒鉛化速度について種々検討し、白銑中のガスが大きな影響を与えていることを明らかにし

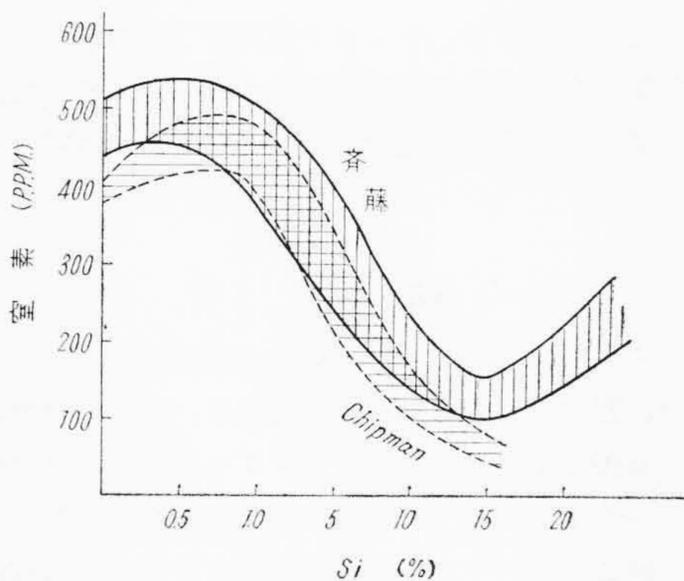


第17図 焼 鈍 時 間 の 変 遷



(斎藤)

第18図 Fe-C系の飽和窒素吸収量



(斎藤, Chipman)

第19図 Fe-Si系の飽和窒素吸収量

た。キューボラと電気炉を併用して二重熔解する場合にはキューボラで酸化熔解された熔湯も電気炉では比較的簡単に脱酸されて酸素は普通 10~20 P.P.M 前後である。電気炉における白鉄の熔解温度は大抵 1,530°C 前後であるため、この温度に達するまでに容易に脱酸されるので、その値も理論平衡値に近い値を示している。

これに反して白鉄中の窒素は配合材料の種類および熔解方法によつて著しく異なり、これが白鉄の黒鉛化速度にも影響を与えている。鉄鋼の窒素吸収に関しては相当に古くより種々研究されていて、熔融純鉄には 300~400 P.P.M の窒素が吸収されるといわれている。Fe-C系になるとCの増加とともに窒素の飽和吸収量は減少し 2.5% C で 200 P.P.M 程度となる⁽²⁾。また Fe-Si系では Si 含有量が高くなるにつれて窒素吸収速度が増加し、飽和吸収量は若干増加し、約 0.5~1.0% で最大となり、これ以上になると漸減し、Fe₃Si 組成の 14% Si 付近で極少となるといわれている⁽²⁾⁽³⁾。この関係を第18図および第19図に示す。これらの結果よりみて 2.5% C, 1.0% Si 前後の化学成分のマレブル用熔湯の場合には、窒素吸収量が相当に多くなることが予想される。

第3表 窒化物の生成熱⁽⁴⁾

2Fe + 1/2N ₂	=	Fe ₂ N	+ 3Kcal
4Fe + 1/2N ₂	=	Fe ₄ N	+ (-1~4) Kcal
3Si + 2N ₂	=	Si ₃ N ₄	+ (157~163) Kcal
5Mn + N ₂	=	Mn ₅ N ₂	+ 57.2 Kcal
2Cr + 1/2N ₂	=	Cr ₂ N	+ (24.3~26.3) Kcal
Cr + 1/2N ₂	=	CrN	+ (2.8~3.0) Kcal
V + 1/2N ₂	=	VN	+ 66 Kcal
B + 1/2N ₂	=	BN	+ 28.6 Kcal
Al + 1/2N ₂	=	AlN	+ (57~80) Kcal
Ti + 1/2N ₂	=	TiN	+ 80.3 Kcal
Zr + 1/2N ₂	=	ZrN	+ 82.2 Kcal

金属の凝固に際してはガス放出が行われるが、純鉄の場合、鉄の窒素溶解度は 250 P.P.M 程度である。白鉄のように窒素との親和力の強い Si, Mn などの元素を含む場合にはその溶解度も異なってくるであろうし、また生成される窒化物とも密接な関係があるので、いまだ詳細には研究されていないが、白鉄中の窒素の存在形態としては単純溶解しているものおよび窒化物として存在するものとに分けて考える必要がある。白鉄に関係のある元素の窒化物の生成熱をまとめると第3表のようである。Si 窒化物はその生成熱は大きいですが、純鉄中に約 0.026% まで熔解するといわれているので、その脱窒能力は Ti, Al, Zr などと異なつてほとんどない。このように白鉄中の含有元素によつて、その中の窒素の存在形態が異なってくる。したがつて白鉄中の窒素をケルダール法により分析する場合に可溶性窒素として定量される窒素成分は固溶したものおよび Fe や Mn の窒化物ならびに Si の窒化物の一部であつて、比較的不安定な状態で存在する窒素成分である。不溶性残渣として定量される窒素成分は Si, Cr, Ti などの安定な窒素である。

白鉄の黒鉛化現象は準安定な Fe₃C 系から安定なる黒鉛系に移行する現象であつて、セメントタイトの熔解、炭素の拡散、黒鉛の析出の3段階の反応が連続して進行して黒鉛化する。したがつてこれらの3段階の反応のうちで最も反応の遅いものによつて黒鉛化速度が規制されてくる。白鉄中に窒素が固溶していたり、比較的不安定な窒化物が存在する場合は炭素のオーステナイト中の拡散を阻害する恐れがある。また窒素の一部はセメントタイト中にも存在してこれの溶解を阻止する恐れもある。また窒素は Si と安定な窒化物を生成するので黒鉛化促進のために最も有効な Si が減少する恐れがある。このような理由からケルダール法により分析される可溶性窒素成分が多い場合に白鉄の黒鉛化速度が遅くなるものと考えられる。これに反してケルダール法による不溶性窒素成分は主として結晶粒界などに介在物として存在するものであつて、上記3反応には直接関係ないものと解される。

白鉄中の可溶性窒素成分を減じて、黒鉛化速度を促進

第4表 平炉鋼と電気炉鋼の窒素含有量 (P.P.M)

平 炉 鋼		電 気 炉 鋼		報 告 者
範 囲	平 均	範 囲	平 均	
43 ~ 55	49	99~160	108	Wust and Duhr ⁽⁵⁾ 大川 ⁽⁶⁾
	60		112	
33 ~ 56	46	29 ~ 45	37	田沢 ⁽⁷⁾
28 ~ 47	35	80~136	88	早矢仕 ⁽⁵⁾

するために Si 含有量 1.2% 程度のように高め、窒素の一部を Si の窒化物として安定化させておくことは有効ではあるが、鑄造時に白銑化しにくくなるので、小物製品にしか適用されない。日立金属工業株式会社戸畑工場の大部分の製品はその肉厚および形状の関係から熔湯の Si 含有量は 1% 前後としなければならぬのであるから可溶性窒素成分も比較的高くなる可能性がある。したがって熔解の方法によつて窒素の吸収を防止することおよび配合材料によつて装入材料の平均窒素量を減少せしめておく必要が生ずる。まず熔解の方法について検討した結果を総合すると電気炉を使用し送電時間が長くなつたときおよび電気炉でくり返し熔解すると可溶性窒素は増加する傾向にある。また別に報告したように⁽⁸⁾、反射炉や重油焚回轉炉で熔解すると窒素の吸収は少ない。このように電気炉熔解過程において窒素は吸収されている。鋼においては古くより平炉鋼と電気炉鋼とでは、窒素含有量に差があることが認められている。これをまとめると第4表のようであつて、上記実験結果を裏書きするものであつて、電気炉においては強烈なる電弧のために空気中の窒素が活性化されて熔湯に吸収されてくるものと考えられる。したがって電気炉操業過程における窒素吸収を少なくするためには、送電時間を極力短縮するように作業の管理を行う必要がある。また電気炉を使用せずにキュポラ熔湯の加熱を行う方式に熔解方法を改善する必要があると考えられる。

次に熔解材料の影響について検討した結果を総合すると、銑鉄の使用量が多いほど可溶性窒素は減少するといえる。これは小型キュポラと電気炉による実験的熔解においても、現場の二重熔解の試料についても認められた。熔解材料の個々の可溶性窒素成分を比較すると銑鉄は 30 P.P.M 前後、鋼屑は 40~60 P.P.M、白銑炭は 70~150 P.P.M 程度であつて、材料の高温熱履歴と密接な関係があるように考えられる。

マレブル用白銑の熔解においては、自家発生白銑炭を 50~60% 配合する必要がある。したがって残りの 50~40% の材料に銑鉄および鋼屑を使用するのである。ゆえに銑鉄を 20% 配合するときと銑鉄を配合せずに鋼

屑のみを 50% 配合するときについて、装入材料の平均窒素成分を計算するとその差は僅少である。しかし実際に熔解した後の窒素成分を比較すると前述せるようになりの差異が認められる。この理由としては

- (a) 銑鉄および白銑炭と鋼屑とでは熔解温度が異なり、キュポラにおける熔解状況が異なり、窒素吸収量が異なつてくるのではないか。
 - (b) 鋼屑の配合を増すほど、Fe-Si や Fe-Mn などの合金鉄の使用量は増加する。このような合金鉄の窒素含有量が多いのでないか。
 - (c) 合金鉄類は銑鉄や白銑炭などに比較してキュポラ熔解過程において窒素を吸収しやすいのでないか。
- などが考えられる。ゆえにキュポラ配合材料中には銑鉄を増す必要があるが、キュポラ電気炉二重熔解の場合には電気炉で全湯式で二重熔解を行う必要があるので、実際に作業における銑鉄配合量は 10~15% に制限されてくる。

7. 結 言

マレブル用白銑の黒鉛化に対する熔解方法および熔解材料の影響について種々検討した結果、白銑中の窒素がこれと密接な関係があり、ケルダール法により分析される可溶性窒素によつて、その材質の特性を判断しうることを確認した。キュポラと電気炉を併用する二重熔解法においては、電気炉操業過程に窒素が吸収されてくるので、電気炉操業時間はできるだけ短縮しうるようにキュポラ操業を管理する必要がある。またキュポラ配合材料によつて窒素は相当に異なつてくるので、キュポラ出湯成分上許しうる範囲内において、できるだけ多くの銑鉄を配合する必要があると考えられる。

本研究は日立金属工業株式会社宮下取締役の直接御指導により行つたものであつて、ここに厚く感謝の意を表す。また実験に対し種々御助言を賜つた日立金属工業株式会社戸畑工場金田次長およびガス分析を担当された分析係田原氏に対し深甚なる謝意を表す次第である。

参 考 文 献

- (1) 山本, 岩瀬, 正本: 日立評論 36, 691 (昭 29-3)
- (2) 斎藤: 日本金属学会誌 B14 (昭 25-4)
- (3) Chipman: A. I. M. M. E Iron steel Div. 224 (1940)
- (4) 今井, 石崎: 日本金属学会誌 15 (昭 26-10)
- (5) 早矢仕: 鉄と鋼 21 (昭 10-9)
- (6) 大川: 水曜会誌 4 (大 12-11)
- (7) 田沢: 製鉄研究 8 (昭-3)
- (8) 宮下, 岩瀬: 鑄物 29 (昭 32-4)