

黒心可鍛鑄鉄用白銑の溶解について

Some Principles of the Melting of Black Heart Malleable Iron

岩 瀬 昌 徳*
Masayoshi Iwase

内 容 梗 概

黒心可鍛鑄鉄用白銑の焼鈍性を改善するために溶解上問題となっている材料と溶解方法について検討を進めて、黒鉛化に影響を及ぼしているガスの問題を究明し、その挙動を調べて溶解方法に関する基本的考え方を明らかにした。

1. 緒 言

黒心可鍛鑄鉄は鑄造性が良好で、しかも機械的性質が他の鑄鉄系材料よりもすぐれているので、自動車用部品に使用されているが、その需要は急増し、使用範囲も逐次大形化へと発展してきた。黒心可鍛鑄鉄はまず鑄造時に完全な白銑鑄物をつくり、次の熱処理工程で黒鉛化して、すぐれた機械的性質を与えるために、その製造工程において考慮する点が多く、ことに大形鑄物ほど問題が多く、焼鈍にも長時間を必要とする。白銑鑄物をつくることと、焼鈍しやすい鑄物にすることは、化学成分、製品の肉厚から考えた場合に、全く相反する条件を必要とする。すなわち厚肉の大物製品になるに従って、製品の鑄造時の冷却速度は遅くなるので、白銑化しにくくなり、化学成分、鑄造条件の制約は多くなる。このようにしてつくられた鑄物は、化学成分からだけ考えても、焼鈍しにくい方向に進んでおり、しかも鑄造時の鑄物の冷却速度が遅いために、同じ化学成分の薄肉鑄物よりも鑄造組織が粗大となり、これが焼鈍時の黒鉛核発生数に影響して、黒鉛化しにくくなる性質をもっている。そこで厚肉の大物製品を大量に安定して生産するためには、単に白銑の化学成分のみならず、溶解材料や溶解方法についても厳密な管理を必要とすることをしばしば経験している。

このような白銑の黒鉛化に関する種々の問題は相当に古くより研究され、実際作業に応用されて、黒心可鍛鑄鉄製造法の合理化および製品品質の向上に貢献しているが、いまだ解明されていない問題もいろいろ含んでいる。たとえば日本においては黒心可鍛鑄鉄の製造にはキューボラ電気炉の二重溶解法が多く採用されているが、アメリカにおいては⁽¹⁾キューボラ反射炉の二重溶解法が多く採用されているのはなぜか。また同じキューボラ電気炉二重溶解においても、キューボラ溶解においては⁽²⁾⁽³⁾キューボラ溶滓中の(FeO)が増加すると鑄造時には白銑化しやすくなるが白銑の黒鉛化は遅くなり、機械的性質も低下するといわれており、電気炉においては⁽⁴⁾特に溶滓中の(FeO)の影響が大きく、(FeO)18%以下の緑色カスを用いなければ焼鈍が困難といわれている。しかし黒心可鍛鑄鉄の溶解は一般鑄鉄の溶解の場合と異なり、電気炉の溶解ふん囲気は酸化性にしておかないと鑄造時にモットルを生じやすくなるので、電気炉のドアを開放して溶

滓はつくりたくない方がよいと反対の立場をとっている人⁽⁵⁾もある。このように白銑の性質が製造法により異なるのは、溶解炉の特性⁽⁶⁾⁽⁷⁾、溶解ふん囲気⁽⁸⁾、溶解材料⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾などによるものとして議論されているが、いずれの場合も白銑中のガスが問題として考えられている。しかし鑄鉄中のガス分析法は古くより研究されていたが、なかなか信頼性のある分析値が得られなかったため、ガスが問題であると考えながらも定量的に解明されていない。近年鉄鋼中のガス分析法の発達により、鑄鉄のガス分析も多くの人々によって行なわれるようになり、信頼性のある分析値をうるに至ったので、溶解方法や溶解材料が異なったときの白銑の性質を調べ、これとガスとの関係を求めて、キューボラ電気炉二重溶解を行なうときのガスの挙動を明らかにし、原材料の選択、キューボラおよび電気炉の操業基準を求めて、黒心可鍛鑄鉄用白銑の溶解方法に関する基本的考え方を求めた。

2. 実 験 方 法

2.1 基礎実験

初めに第1表に示す4種類の溶解炉を異にする白銑を主材料とし、これに化学成分をそろえるために若干の鋼屑その他を配合して、35 kVA 酸性高周波電気炉で5.5 kg 溶解して試料を作製して、熱膨張計にて第1段黒鉛化時間、第2段黒鉛化時間の測定および試験焼鈍後の顕微鏡組織を比較して、黒鉛化に対する各材料の特長を求めた。

さらにこれに銑鉄を配合したときの影響から配合材料と白銑の黒鉛化との関係を求めた。

2.2 ガス分析方法

配合材料による黒鉛化の相異はその白銑中に含有するガスにあると推定されるので真空溶融法によるガス分析と蒸留法による窒素分析を併用して実験した。真空溶融法によるガス分析は試料を真空中で炭素線抵抗炉で加熱溶融してガスを抽出し、低圧恒容のもとに水素、酸素、窒素をそれぞれ定量するものである。真空溶融法によるガス分析の際には、特に水銀ポンプのガス捕集速度が十分に大きくなければ、金属蒸着物のためその分析値の誤差は大きくなるので、この点には特に留意した。またルツボは試料のガス抽出温度よりも200°C 高温で十分に空焼したものである。

第1表 供試材の溶解方式および化学成分

溶解番号	溶 解 炉	配 合 (%)					化 学 成 分 (%)					
		銑 鉄	白 銑 戻	鋼 屑	Fe-Mn	硫 化 鉄	C	Si	Mn	P	S	Cr
1R	反 射 炉 冷 材 溶 解	30	65	5	0.28	0.15	2.94	1.24	0.20	0.126	0.104	0.009
2R	反 射 炉 冷 材 溶 解	34	48	18	0.32	0.22	2.85	1.07	0.35	0.180	0.100	0.017
F	回 転 炉 冷 材 溶 解	40	50	10	0.57	—	2.53	1.02	0.37	0.142	0.079	0.017
E	キューボラ電気炉二重溶解	10.3 86	55.1	34.6 14	0.04	Fe-Si 0.58	2.63	0.94	0.37	0.094	0.084	0.022

* 日立金属工業株式会社熊谷工場 工博

2.3 キュボラ電気炉二重溶解法に関する実験

キュボラと電気炉とを併用する二重溶解法で黒心可鍛鉄を製造する場合に、キュボラ配合材料中には押湯、湯道として発生する白銑屑を45~55%配合して循環使用していく必要があり、残りの55~45%の材料として銑鉄および鋼屑を配合する。したがって銑鉄および鋼屑の最も適正なる配合はいかにあるべきか、またキュボラ溶解においては配合成分中の炭素量、コークスの性質、キュボラの操業方法によって溶解中の吸炭率は大幅に変わり、キュボラ出湯成分は2.6~3.6%まで変化させることができる。しかし黒心可鍛鉄用白銑の炭素量は一般に2.5~2.6%であるので、キュボラ出湯成分に応じて電気炉においては鋼屑を配合して化学成分の調整を行なわねばならない。特にキュボラ溶解中における吸炭率は溶湯の酸化還元の問題につながることで、一般に還元性に近い溶解を行なえば吸炭率は大きく、SiおよびMnの溶損率は小さいが、電気炉においては化学成分を調整するための鋼屑の配合を増さねばならない。またキュボラで酸化性の溶解を行なえば、吸炭率は小さいので、電気炉ではほとんど鋼屑の配合を必要としなくなるが、キュボラ溶解中のSiおよびMnの溶損率は大きくなり、キュボラ溶湯は酸化してくるので、キュボラ操業をいかに制御すべきであるかなどが問題となる。それで内径約270mmφ、溶解能力150~200kg/hの実験用キュボラと容量約100kgの单相弧光式酸性電気炉を使用して実験を進め、特に溶解中のガスの挙動を追求した。初めに第2表に示す3種類の材料をキュボラで溶解し、操業条件によるガス含有量の変化を求めた。次にこのキュボラ溶湯を電気炉にうけて化学成分の調整と昇温を行なう過程のガス成分の変化を調べた。

3. 実験結果および考察

3.1 溶解方式の異なる白銑の性質

第1表の4種類の白銑を第3表に示すように90~100%配合し、若干の鋼屑その他を配合して化学成分をそろえて試料を作製した。これの黒鉛化時間を測定した結果を第3表に併記す。また10×15×15mmの白銑試料を常温より950℃までを13時間で加熱し、その温度に7時間保持したのち炉冷して、760~700℃の間を平均24℃/hの速度で冷却したのちの顕微鏡組織は第1図のとおりである。

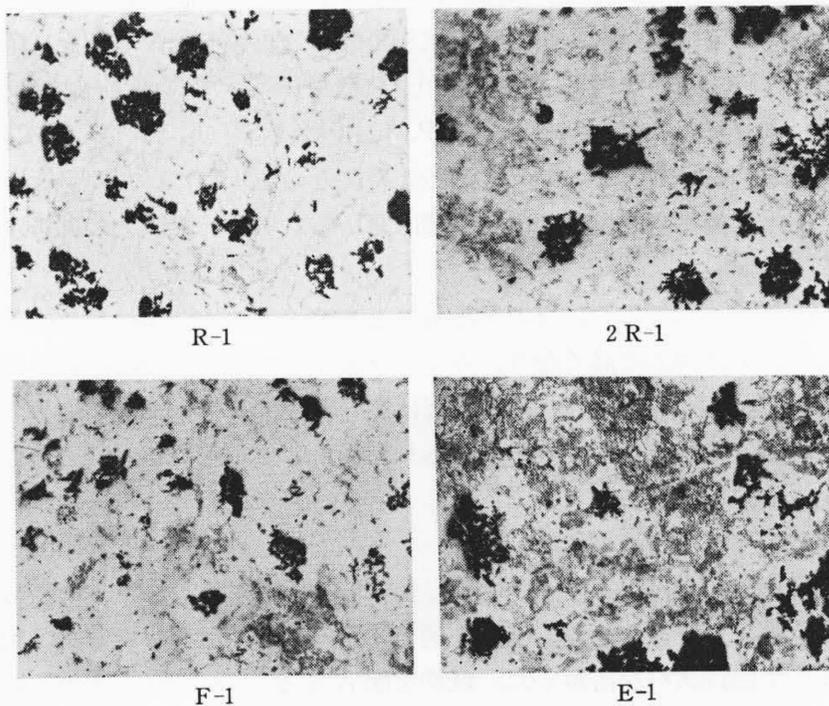
黒鉛化時間の測定および試験焼鈍後の顕微鏡組織の比較の結果、

第2表 溶解材料の配合および操業条件

溶解番号	配合 (%)					配合成分 (%)			操業条件		
	銑鉄	白銑屑	鋼屑	Fe-Si	Fe-Mn	C	Si	Mn	羽口比 (%)	床込コークス高さ (mm)	追込コークス比 (%)
2	20	50	30	0.44	0.28	2.11	1.50	0.60	9.4	800	20
6	20	50	30	0.44	0.28	2.11	1.50	0.60	16.7	800	20
9	20	50	30	0.44	0.28	2.11	1.50	0.60	16.7	800	20
3	20	50	30	0.44	0.28	2.11	1.50	0.60	9.4	600	10
4	20	50	30	0.44	0.28	2.11	1.50	0.60	6.0	600	10
5	20	50	30	0.44	0.28	2.11	1.50	0.60	6.0	400	10
10	50	50	0	0	0.31	3.15	2.05	0.60	9.4	600	10
7	0	50	50	1.23	0.30	1.42	1.50	0.60	9.4	800	10

反射炉や回転炉で冷材溶解した白銑はキュボラと電気炉で二重溶解した白銑の1/2の時間で黒鉛化することがわかる。これは溶解炉の特性と配合材料の相異に基くもので、反射炉では燃焼室で発生した高熱ガスにより材料を加熱し炉壁よりの放射熱により溶解されるが、キュボラ電気炉二重溶解の場合には、キュボラでは材料が直接コークスと接触して溶解しはじめ、赤熱コークスの間を滴下し羽口付近でいっそう加熱されて炉底に至る。そしてこの溶湯を電気炉に受けて、直接弧光により過熱するので、この両者の溶解ふん囲気および溶解過程におけるガス吸収は相当に異なると推定される。次に反射炉溶解のときには溶落ちまでにC, Si, Mnは酸化し、溶解後も低温の間はSi, Mnの酸化が続き、高温になるとCが酸化されてくる。したがって配合成分中のC, Si, Mnを高くしておく必要があるので銑鉄の配合は増さねばならぬ。しかしキュボラ溶解では溶解中に必ず吸炭し、酸化するのはSiとMnのみである。電気炉で昇温するときには、これらの変動は比較的少ないので、キュボラ電気炉二重溶解のときはキュボラ配合中のCを下げるために銑鉄の配合を少なくして鋼屑の配合を増しておくか、またはキュボラで配合する銑鉄の量が多いときには電気炉でCを下げるために鋼屑を添加せねばならない。いずれの場合にしてもキュボラ電気炉二重溶解のときは銑鉄の配合割合は少なくなる。このような溶解状態や溶解材料の相異が白銑の黒鉛化に影響しているものと考えられる。

この試料のガス分析結果を第4表に示す。真空溶融法でガスを分析するときガス抽出温度により抽出されてくるガス量が異なり、これにより白銑中のガスの存在形態が予想されるので、この実験ではガス抽出温度を1,350℃と1,700℃の2通りとした。1,700℃の温度を選定したのは特に安定な酸化物を抽出する目的で行なったが、その値は1,350℃抽出値とほとんど変わっていない。蒸留法で分析した窒素は真空溶融法による分析値より多いが両者比例した値を示



第1図 試験焼鈍後の顕微鏡組織の比較

第3表 試料の配合, 化学成分および黒鉛化時間

溶解番号	供試材の種類	配合 (%)				化学成分 (%)						第1段黒鉛化時間 (h~min)	第2段黒鉛化時間 (h~min)
		供試材	鋼屑	Fe-Mn	S	C	Si	Mn	P	S	Cr		
1R-1	1R	90	10	0.15	—	2.54	1.05	0.36	0.102	0.103	0.022	3~40	22~00
1R-2	1R	90	10	0.15	—	2.62	1.05	0.35	0.102	0.088	0.022	3~00	24~00
2R-1	2R	95	5	0.14	—	2.54	0.98	0.43	0.166	0.110	0.022	2~30	18~00
2R-2	2R	95	5	0.14	—	2.62	0.94	0.41	0.188	0.108	0.026	3~20	22~00
F-1	F	100	—	0.14	0.02	2.38	0.94	0.39	0.148	0.105	0.022	2~30	17~00
F-2	F	100	—	0.07	—	2.49	0.93	0.37	0.144	0.105	0.013	2~30	20~00
E-1	E	100	—	0.18	—	2.40	0.94	0.36	0.096	0.116	0.022	4~40	40~00
E-2	E	100	—	0.14	—	2.49	0.96	0.38	0.088	0.120	0.035	5~00	48~00

第 4 表 ガス分析値

溶解番号	真空溶融法によるガス分析値 (P.P.M.)						蒸留法による窒素分析値 (P.P.M.)		
	1,350°C 抽出値			1,700°C 抽出値			可溶性	不溶性	全窒素
	N	O	H	N	O	H			
1R-1	26	11	1.3	35	11	1.3	51	32	83
1R-2	29	10	1.3	29	12	1.6	54	26	80
2R-1	31	12	0.8	33	15	0.9	45	32	77
2R-2	30	12	0.8	26	12	0.6	47	38	85
F-1	20	7	0.6	23	8	0.7	35	32	67
F-2	22	8	0.8	22	7	1.4	38	32	70
E-1	55	6	0.7	53	6	1.0	73	32	105
E-2	60	6	0.6	61	7	0.9	77	35	112

第 5 表 試料の配合, 化学成分および黒鉛化時間

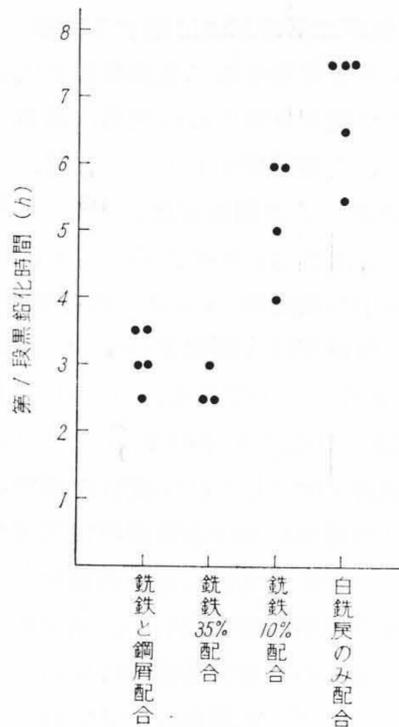
試料番号	配 合 (%)						化 学 成 分 (%)						可溶性窒素 (P.P.M.)	第 1 段黒鉛化時間 (h-min)
	銑鉄	白銑炭	鋼屑	高ケイ素銑	Fe-Si	Fe-Mn	S	C	Si	Mn	P	S		
13	70	—	30	—	—	—	0.06	2.96	1.10	0.38	0.085	0.078	23	3-30
18	61	—	32	7	—	—	0.06	2.80	1.24	0.38	0.075	0.109	23	2-30
33	57	—	35	8	—	—	0.10	2.60	1.18	0.37	0.110	0.091	23	3-00
37	55	—	40	5	—	—	0.10	2.46	1.00	0.34	0.072	0.117	24	3-00
40	55	—	40	5	—	—	0.10	2.47	1.13	0.38	0.067	0.120	23	3-30
14	30	53	10	7	—	—	—	2.80	1.25	0.29	0.110	0.088	25	3-00
41	27	45	20	8	—	—	0.06	2.55	1.27	0.36	0.084	0.087	23	2-30
38	27	45	20	8	—	—	0.06	2.60	1.26	0.32	0.094	0.119	25	2-30
39	—	85	7	8	—	—	0.02	2.41	1.13	0.30	0.105	0.108	67	4-00
53	—	88	—	12	—	0.12	—	2.75	0.86	0.45	0.132	0.080	76	6-00
46	—	93	—	7	—	0.10	—	2.76	1.02	0.38	0.130	0.085	77	6-00
10	—	95	—	5	—	—	—	2.61	1.15	0.32	0.120	0.089	82	5-00
36	—	95	5	—	0.20	—	—	2.40	1.10	0.30	0.100	0.087	79	6-30
29	—	100	—	—	0.10	0.15	—	2.63	1.10	0.46	0.110	0.098	96	5-30
3	—	100	—	—	—	—	—	2.62	0.92	0.31	0.120	0.089	107	7-30
8	—	100	—	—	0.10	—	—	2.61	1.02	0.26	0.130	0.089	109	7-30
2	—	100	—	—	—	—	—	2.59	0.94	0.29	0.120	0.100	116	7-30

している。反射炉で冷材溶解した白銑を配合した試料と、キューボラ電気炉二重溶解白銑を配合した試料の酸素分析値を比較すると、前者は 12~15 P.P.M であるのに対し後者は 6~7 P.P.M で約 1/2 であり窒素分析値は前者は 26~35 P.P.M, 後者は 53~61 P.P.M と約 2 倍になっている。この結果と黒鉛化時間との関係についてみると、窒素と黒鉛化時間との間には相関は認められるが、酸素との間には関係がない。

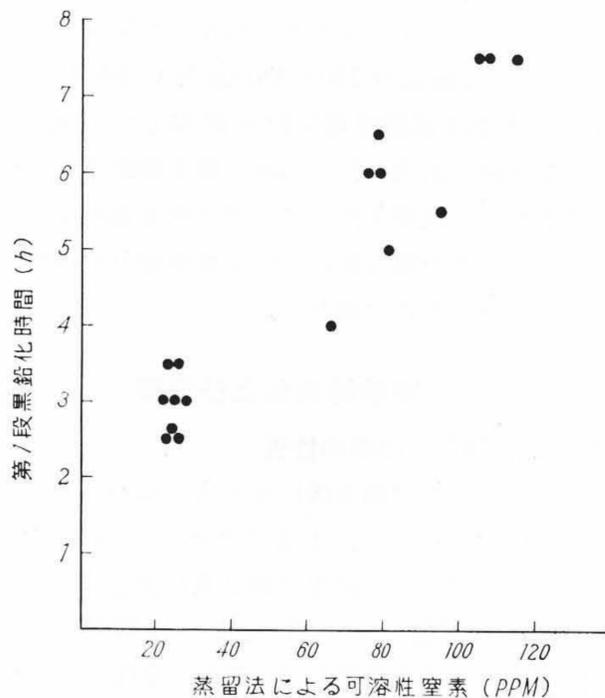
さきに述べたように反射炉溶解のときは溶解ふん囲気は酸化性であるために酸素は高くなり、キューボラ電気炉二重溶解では配合材料の影響または電気炉の影響で窒素は高くなり、その溶解ふん囲気のため酸素は低下していると考えられ、白銑の黒鉛化の難易はその白銑の窒素含有量で説明される。

3.2 溶解材料の影響

溶解方式の異なる白銑の性質を知ることができたが、さらに多くの現象をつかむために、銑鉄、鋼屑と白銑炭とを種々の割合で配合して白銑試料を溶解した。銑鉄を配合する試料の Si の調整には高ケイ素銑を使用し、S を補うために棒状硫黄を添加した。白銑炭は第 1 表に示すキューボラ電気炉二重溶解により作製されたものである。試料の配合, 化学成分および第 1 段黒鉛化時間の測定値をまとめて第 5 表に示す。ガス分析は蒸留法による可溶性窒素のみ行なった。第 1 段黒鉛化時間と溶解材料の種類との関係は第 2 図に示すように、銑鉄の配合の多いほど黒鉛化しやすい。これに類する実験についてはすでに報告したが⁽¹¹⁾、白銑の黒鉛化に関しては溶解材料の高温熱履歴を重視しなければならない。またこれは材料の窒素含有量に基因していると考えられる。したがって化学成分の同じ白銑試料の黒鉛化時間は窒素含有量により推定され、これが材質判定の基準として使用できる。本実験試料の黒鉛化時間と窒素との関係を第 3 図に示す。



第 2 図 溶解材料の種類と第 1 段黒鉛化時間との関係



第 3 図 第 1 段黒鉛化時間と窒素との関係

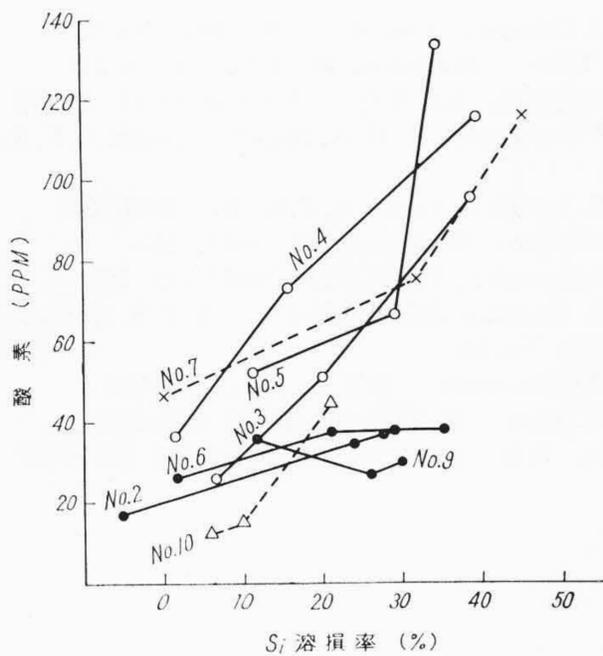
3.3 キューボラ溶解方法とガス成分との関係

白銑の黒鉛化に対して、その材料が大きく影響することがわかるが、これはその白銑中のガス成分に基因している。したがってキューボラ電気炉二重溶解を行なう場合のこれらのガスの挙動を知ることが重要なことである。第 2 表に示す材料をおのおのの作業基準にもとづいて、試験用キューボラで溶解実験を行ない、真空溶融法により全ガス量、酸素、窒素、水素を定量し、その相互関係および極端な酸化性溶解を行なったときに、どの程度までガスを吸収するか検討した。

第 2 表において溶解番号 2, 6, 9 と 3, 4, 5 は配合材料は同じであるが、コークス比が異なり後ほど酸化性の溶解を行なったものである。溶解番号 10 は銑鉄と白銑炭のみを溶解した場合であり、溶解番号 7 は銑鉄を配合せずに白銑炭と鋼屑とを配合した場合で、材料の相異によるガス成分の差異を求めた。溶解した試料の化学成分とガス分析値とを第 6 表に示す。キューボラ溶解中の Si 溶損率と酸素および窒素との関係を第 4, 5 図に示す。キューボラ溶解後の酸素量は Si 溶損率に比例するものと考えられるが、これのみならず溶解帯の位置、すなわち床込コークスの高さ、追込コークス比と送風量との関係によって大きく変動している。No. 2, 6, 9 の溶解では Si 溶損率が増加しても酸素の増加はわずかであるが、床込コークスを低くして追込コークスを少なくした No. 3, 4, 5 の溶解では Si 溶

第6表 試料の化学成分およびガス分析値

溶解番号	試料番号	試料の化学成分 (%)					ガス分析値 (P.P.M.)			
		C	Si	Mn	P	S	全ガス量 (cc/100g)	H	O	N
2	21	3.07	1.60	0.48	0.096	0.159	13.5	2.8	19	92
	23	2.96	1.16	0.52	0.082	0.113	15.6	1.8	35	108
	25	2.99	1.12	0.44	0.088	0.118	16.3	1.8	37	109
	27	3.16	1.06	0.36	0.082	0.116	16.7	1.9	38	118
6	61	3.11	1.48	0.50	0.086	0.122	13.4	2.4	26	91
	63	3.11	0.98	0.43	0.076	0.113	15.7	1.4	39	106
	65	3.25	1.18	0.50	0.084	0.113	13.4	0.4	37	95
9	91	3.16	1.12	0.42	0.086	0.165	16.0	3.3	27	104
	93	3.28	1.04	0.49	0.082	0.134	14.3	1.6	30	104
	95	3.24	1.32	0.52	0.080	0.138	15.0	1.3	37	104
3	31	2.92	1.38	0.50	0.082	0.122	14.5	1.8	28	104
	33	2.78	1.20	0.50	0.072	0.100	18.1	1.2	51	120
	35	2.80	0.94	0.32	0.072	0.103	24.4	1.1	95	119
4	41	3.00	1.50	0.56	0.078	0.135	15.7	2.4	38	97
	43	3.03	1.28	0.49	0.076	0.096	20.3	1.0	73	108
	45	2.88	0.92	0.41	0.074	0.096	27.5	1.1	115	121
5	51	2.81	1.32	0.53	0.076	0.096	17.2	2.5	52	105
	53	2.80	1.08	0.51	0.076	0.092	18.7	1.8	68	115
	55	2.89	0.98	0.38	0.074	0.089	28.7	0.9	135	109
10	103	3.49	1.90	0.71	0.086	0.111	8.3	2.1	12	51
	104	3.52	1.86	0.57	0.090	0.102	9.2	1.8	17	61
	105	3.26	1.62	0.44	0.094	0.095	12.4	0.7	45	68
7	71	2.64	1.50	0.48	0.070	0.132	19.1	1.3	47	140
	73	2.70	1.02	0.39	0.070	0.105	23.7	1.7	79	135
	75	2.68	0.82	0.32	0.054	0.103	29.0	1.1	119	138

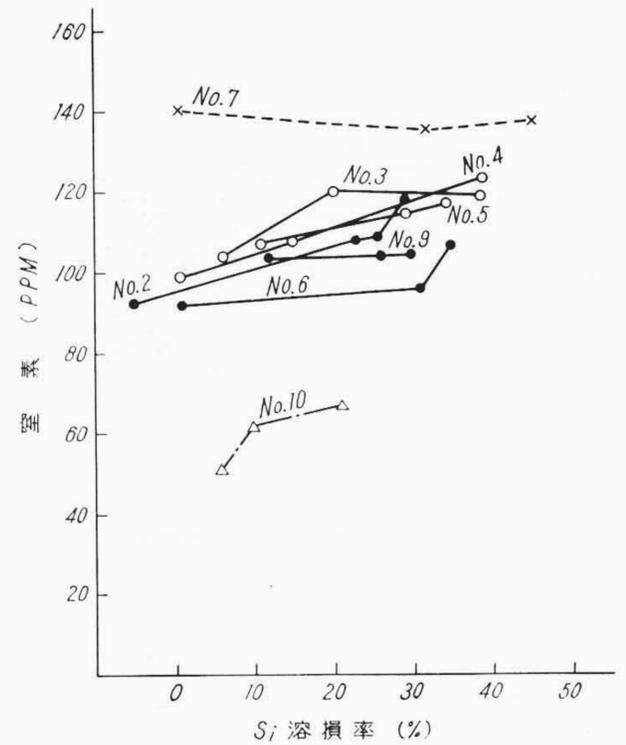


第4図 キュボラ溶解中の Si 溶損率と酸素との関係

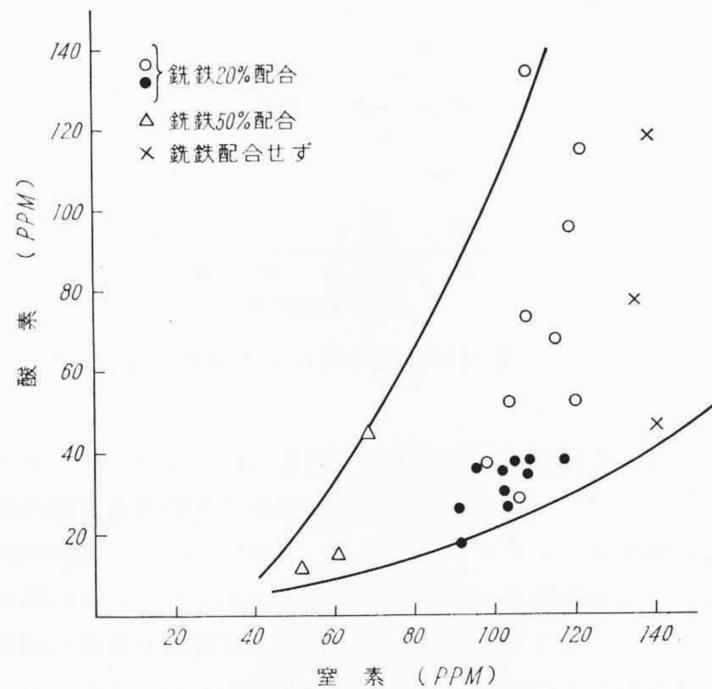
損率に比例して酸素は急激に増加してくる。このように同じ材料を溶解しても、キュボラの操業条件によって酸素は 20~130 P.P.M と大幅に変化しやすい。また銑鉄を 50% 配合している No. 10 の試料は C, Si とともに高いが酸化の傾向は他と同様である。窒素は Si 溶損率に比例してやや増加しているが、その程度は酸素に比べると少ない。しかし窒素は溶解材料によって大きく変化して、銑鉄 50% と白銑 50% の配合では 50~70 P.P.M, 銑鉄 20% 配合の試料では 90~120 P.P.M, 銑鉄を配合していない試料では 140 P.P.M 近くである。各試料の酸素と窒素との関係を第6図に示す。キュボラ操業においては、その操業条件によって酸素は大きく変動するが、窒素は溶解材料の種類に大きく影響されることがわかる。

3.4 電気炉操業過程におけるガスの挙動

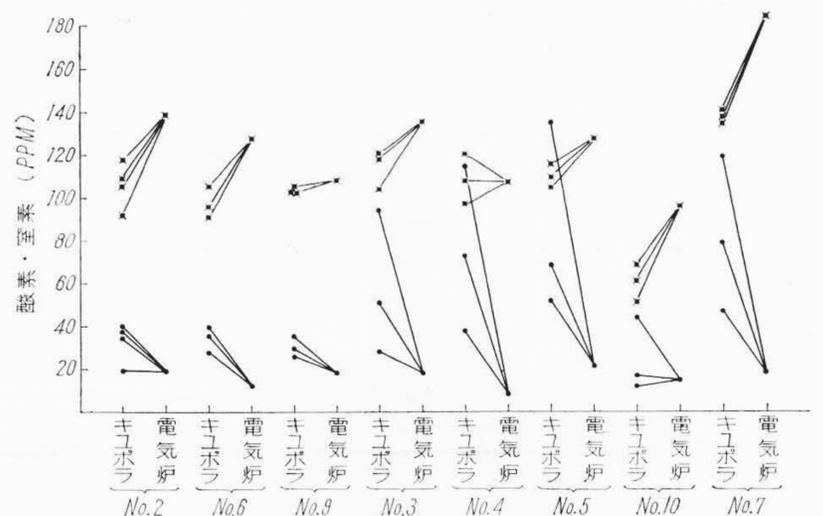
各種の操業を行なってキュボラ溶湯のガス成分を調べたが、この溶湯を容量 100 kg の単相弧光式電気炉に受けて、約 40~50 分で 1,530°C まで昇温し、このときのガス成分の変化を調べた。その結



第5図 キュボラ溶解中の Si 溶損率と窒素との関係

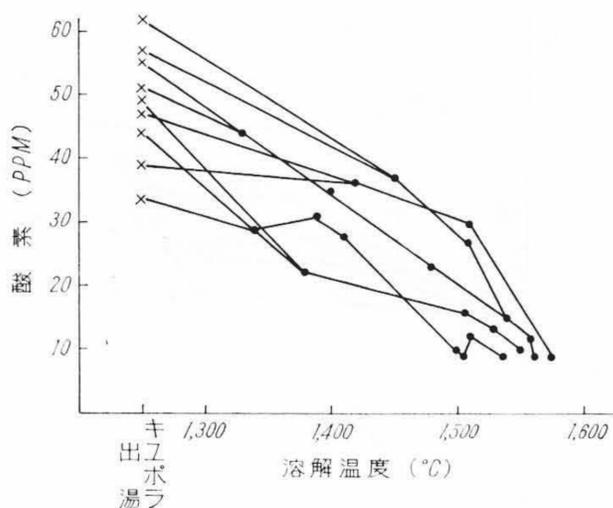


第6図 キュボラ溶解後の酸素と窒素との関係

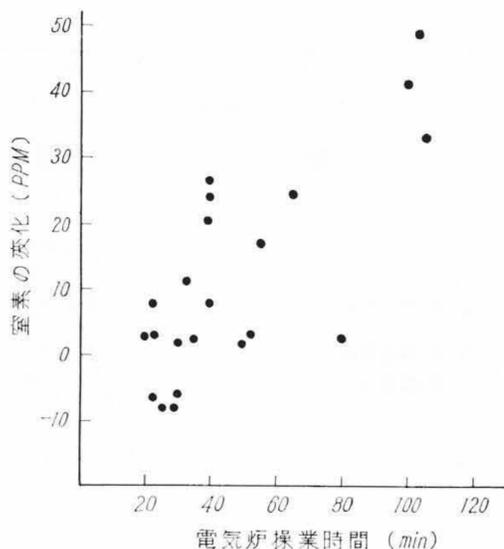


第7図 キュボラ溶湯を電気炉で二重溶解したときの酸素、窒素の変化

果を第7図に示す。キュボラ溶解で酸化されていない溶湯も過酸化されている溶湯もいずれも電気炉溶解後には酸素は 10~20 P.P.M まで低下しているが、窒素はどれも増加の傾向を示している。キュボラの出湯温度は 1,400~1,450°C であり、電気炉で約 1,530°C まで加熱されるので、その間の温度上昇および溶解ふん囲気が問題とされると考えられる。特に酸素の場合には白銑中の C, Si 含有量からみ



第8図 電気炉溶解温度による酸素の変化



第9図 電気炉操業時間による窒素の変化

て溶解温度との関係が最も大きいと考えられるので、キューボラ溶湯を電気炉にうけてからの温度上昇過程における酸素含有量の変化を調べると第8図に示すとおりである。窒素については溶解温度よりも電気炉での加熱様式が弧光によるものであるから、その操業時間が問題となると考えられる。それで電気炉溶解後の窒素の増加量と電気炉操業時間との関係を求めると第9図のとおりであって、酸素の変化は溶解温度に、窒素の変化は電気炉操業時間に関係するものと考えてよい。

4. 結 言

黒心可鍛鉄の製造において化学成分、鑄造条件、焼鈍条件と白鉄の黒鉛化との関係については十分に研究されているが、溶解方法が異なったり溶解材料が異なったりすると化学成分その他が同じであっても、白鉄の黒鉛化に種々問題が出ることもあるので、この点について検討を試みた。

まず溶解履歴の異なる材料および鉄鉄を配合して白鉄試料をつくり黒鉛化を比較すると、その材料がそれまでに受けた高温熱履歴の影響が最も大きく認められ、白鉄中の窒素ガスの作用を重視しなければならないことが明らかとなった。次いでキューボラ電気炉二重溶解を行なうときのガスの挙動を調べると、キューボラ溶解においてはその操業法により酸素は大幅に変化するが、窒素の変動は少ない。しかし酸素が増加するような酸化溶解のときには窒素も増加の傾向にある。このキューボラ溶湯を電気炉で昇熱すると酸素は容易に低下するが、窒素は逆に増加する。そして窒素の吸収は電気炉の送電時間に比例して多くなる。またキューボラ電気炉二重溶解においても配合材料によって溶湯の窒素含有量は大きく変化する。

したがって黒心可鍛鉄用白鉄の溶解にあたっては、キューボラ溶解材料中には鉄鉄の配合を多くし、しかもキューボラ溶解後の炭素量が高くないようなキューボラ操業法を行なうことが肝要であって、一般鉄類の溶解のときと異なった観点から作業管理を進める必要があると考える。

参 考 文 献

- (1) A. J. Grindle: Foundry., 75 (1945) No. 3, 91
- (2) M. Tilley: Foundry., 78 (1950) No. 5, 142
- (3) 小山代三郎, 久保佳史: 日立評論 別-11, 49 (昭30-9)
- (4) G. Vennerholm & H. N. Bogart: Jrans. A. F. S., 57 (1949) 222
- (5) C. F. Joseph: Jrans. A. F. S., 54 (1946) 818
- (6) J. William: Giesserei., 40 (1953) 510
- (7) H. Morrogh: F. T. J., 99 (1955) 723, 765
- (8) G. E. Kempka & R. W. Heine: A. F. S. Annual Meeting., (1954) No. 55
- (9) P. Bardenheuer: F. T. J., 97 (1954) 715
- (10) R. V. Riley: F. T. J., 85 (1948) 407, 426
- (11) 山本, 岩瀬, 正本: 日立評論 36, 691 (昭29-3)

訂 正

本誌 Vol.45 No.2 掲載論文「水圧脈動測定用圧力ピックアップの周波数特性」に下記のような誤りがありましたので、訂正いたします。

場 所	誤	正
p.312 右側 (6)式	$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{\rho l B}} = \frac{a}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{l V}}$(6)	$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{\rho l B V}} = \frac{a}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{l V}}$(6)
p.312 右側 下から3行 目	β: 空気の圧縮率 (cm ⁵ /kg) 第11図点線のように	β: 空気の圧縮率 (cm ² /kg) 第13図点線のように