

について考察を加えた結果

i) 微視的介在物は溶鋼中に溶解していた酸素、硫黄が凝固過程で析出したもので、その量はそれらの総量と一部固相に固溶する硫黄の割合によつて決る。

ii) これに対して地疵は、全介在物の長さを統計的に検討した結果、微視的介在物とは異なる素因によつて特に巨大な介在物が生成したものと考えられる。

iii) その素因として、溶鋼の空気酸化、ブローホール、巻込まれた異物が発生核になつたものなどが考えられた。

### 文 献

- 1) 泉田: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 438

669.122669.046.51-982

### (113) 純鉄の真空溶解

(純鉄の研究—II) 63303

早稲田大学理工学部 工博 草川隆次  
○大谷利勝

### Vacuum Melting of Pure Iron.

(Study on pure iron—I) 1472~1474.

Dr. Takaji KUSAKAWA and Toshikatsu OTANI.

### I. 緒 言

純鉄には前報で述べたように各種のものがあるが、その中からわが国で比較的大量に生産されている次の3種の純鉄について真空溶解を行ない、その性質を調べた。

- 1) 電解により製造された純鉄—電解鉄
- 2) 電気炉精錬により製造された純鉄—電気炉純鉄 (以後これを電気炉純鉄という)
- 3) 純酸素転炉製鋼法により製造された純鉄 (以後これを転炉純鉄という)

はじめにこれら純鉄を何も添加せずに真空溶解してその性質を比較検討した。一般に純鉄は真空溶解のみを行なつてもなお多量の酸素が残っている。また真空溶解により著しく結晶粒度が粗大化し、低炭素のものに脆化するものが生じた。そこでこれに微量の炭素を添加してその影響および脱酸の効果を他の脱酸剤と比較しながら検討した。

### II. 実験方法、実験結果および考察

真空溶解の対象とした3種の純鉄の化学組成はTable

Table 1. Chemical composition of vacuum melted pure irons. (%)

Specimen No.	Pure iron	Treatment	C	Si	Mn	P	S	O (ppm)	N (ppm)
1-1	Electrolytic iron	As received	0.0055	0.003	0.003	0.003	0.004	—	—
1-2		V. I.	0.0033	0.003	Tr.	0.003	0.003	410	60
1-3		V. I.-V. A.	0.0031	0.003	Tr.	0.003	0.003	210	35
2-1	Pure iron manufactured in electric furnace	As received	0.0102	0.008	0.007	0.006	0.007	1420	78
2-2		V. I.	0.0029	0.009	0.004	0.005	0.006	781	42
2-3		V. I.-V. A.	0.0030	0.008	Tr.	0.005	0.006	312	40
3-1	Pure iron manufactured in converter	As received	0.0160	0.007	0.020	0.006	0.011	686	106
3-2		V. I.	0.0064	0.007	0.010	0.006	0.010	270	82
3-3		V. I.-V. A.	0.0063	0.007	0.007	0.006	0.011	195	80

V. I.: Vacuum induction melt. V. A.: Vacuum arc melt.

1中に示す。

### 1) 脱酸剤を使用しない真空溶解

電解鉄、電気炉純鉄、転炉純鉄を何も添加せずに真空高周波溶解し、さらにそれを電極材として真空アーク溶解を行なつた。

i) 真空高周波溶解 使用した真空高周波電気炉は最大溶解量 30 kg, 到達真空度  $1 \times 10^{-3}$  mmHg, 内熱式 batch type のもので溶解量は 25 kg とし、マグネシアルツボを使用した。造塊は約  $1 \times 10^{-2}$  mmHg 下で行ない、造塊後約 5 h 真空に引き、その後ポンプを停めてそのままに保ち、約 20 h 後にとり出した。

ii) 鍛造 試料を約 30 mm  $\phi$  に鍛造し、(鍛造比約 1/10) 完全焼なましを行なつた。(940°C  $\times$  3 h)

iii) 真空アーク溶解 30 mm  $\phi$  に鍛造した前記試料を皮削りした後、これを電極として消耗電極式真空アーク炉による溶解を行ない、50 mm  $\phi$   $\times$  150 mm のインゴットを調製した。溶解時の炉内真空度は  $1 \sim 8 \times 10^{-3}$  mmHg, 溶解電圧は 30~40 V, 溶解電流は 700~800 A とした。

iv) ガス分析 真空溶解したインゴットの上から約 1/4, 表面から約 1/3 中心に入つた位置より試料を採取し、酸素はキャピラリートラップ法、窒素は水蒸気蒸留法により分析を行なつた。

真空溶解による成分変化を Table 1 に示す。これによると真空高周波溶解により C, Mn, O, N の減少がみられ、真空アーク溶解では Mn と O の減少がみられるのみである。これは真空高周波溶解においては熔融状態に約 15 mn 保つたのに対し、真空アーク溶解では小型炉で水冷純銅ルツボを使用した結果、熔融状態にある時間がきわめて短いためと考えられる。

v) 機械的性質試験 ii) で調製した試料について引張強さ、伸び、絞りを測定した。その結果を Fig. 1 ~ Fig. 2 に示す。電気炉純鉄については電解鉄の場合と同じ傾向となつた。

vi) フェライト結晶粒度 v) と同様の試料について JISG 0552 法に基いてフェライト結晶粒度を測定した。その結果は Fig. 1, Fig. 2 中に示す。電気炉純鉄の場合は大気溶解=5.0, 真空溶解=1.9となつた。

真空溶解により結晶粒度はいずれの場合も粗大化している。一般の場合とは異なり電解鉄と電気炉純鉄は真空溶解により伸び、絞りが著しく低下している。これに反

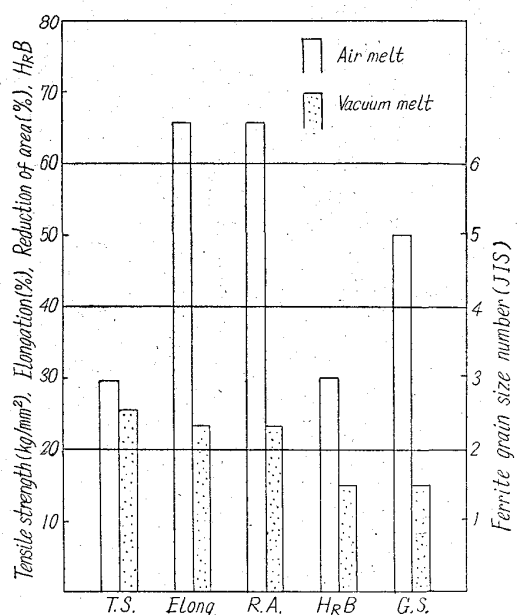


Fig. 1. Effect of vacuum melt on the mechanical properties of electrolytic iron. (Annealed 940°C × 3h)

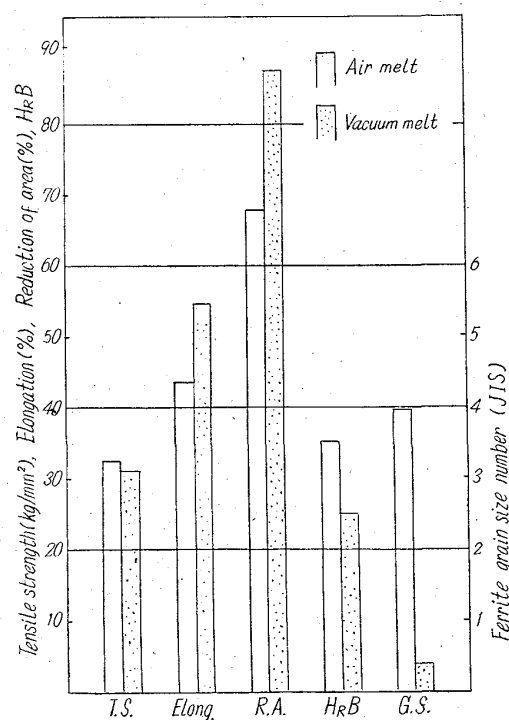


Fig. 2. Effect of vacuum melt on the mechanical properties of pure iron manufactured in converter. (Annealed 940°C × 3h)

して転炉純鉄は結晶粒度が最大であるにもかかわらず伸び、絞りの向上が著しい。

真空アーク溶解によつて結晶粒度はさらに大となる。すなわち試料(1-3)=1.3, 試料(2-3)=0.9, 試料(3-3)=-0.3 となつた。真空溶解により結晶粒度が大となるのは真空溶解により製錬が進み、結晶の核となるべき

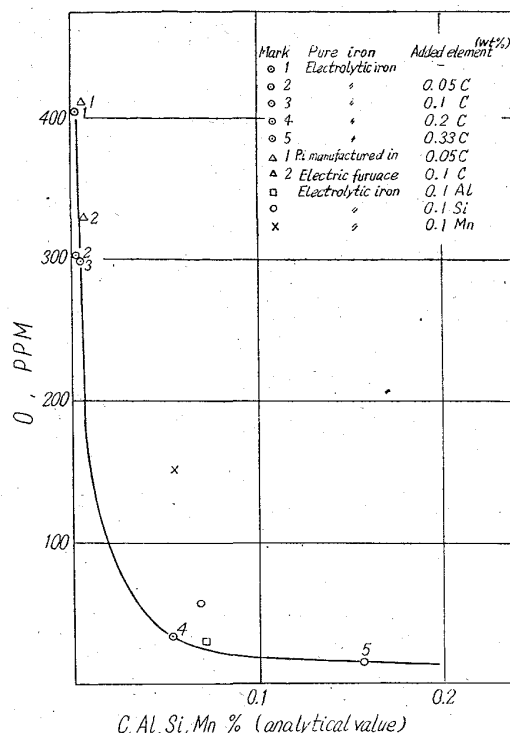


Fig. 3. Relation between carbon and oxygen in vacuum melted pure iron.

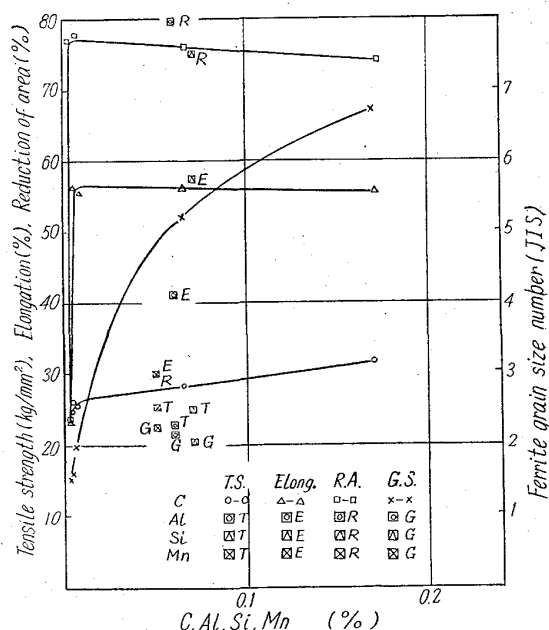


Fig. 4. Effect of C, Al, Si, Mn on the mechanical properties of electrolytic iron.

ものが少なくなり結晶が大きく発達するためと考えられる。

2) 脱酸剤添加による真空溶解

1)に於いて脆化のみられた電解鉄、電気炉純鉄に微量の黒鉛を添加する真空高周波溶解を行なつた。また比較のため微量の Al, Si, Mn を脱酸剤として添加する真空高周波溶解を行なつた。

真空高周波溶解において純鉄に溶落後黒鉛 (電気炉電極用黒鉛約 5mm φ) を添加すると (真空度約  $8 \times 10^{-3}$  mmHg, 1560°C) 約 5s 後にはげしく沸騰し吹上げる. 炉内真空度は  $2 \sim 8 \times 10^{-2}$  mmHg 程度にまで下り, 多量のガスが出ていることを示した. 沸騰吹上げがはげしいので黒鉛は数回にわたって分割添加し, 最後の添加後 10mn 保持して約  $1 \times 10^{-2}$  mmHg, 1580°C で造塊した. Fig. 3 は C 量 (分析値) と酸素量の関係を示す. これによると C の添加による脱酸効果は認められるが, 歩留が低く, 脱酸相当量よりも多く失われている. これは沸騰吹上げによつて未反応で出たものとマグネシアの解離のために使用された結果と考えられる.

Fig. 4 は微量元素が電解鉄の機械的性質におよぼす影響を示す. C の添加により伸び, 絞りが向上し, 結晶粒度は小となる. 電気炉純鉄についても同様の傾向が認められた. 伸び, 絞りの向上は 0.1% Al, 0.1% Si の添加によつてもみられるが, 0.1% Mn の添加では伸び, 絞りの向上はほとんどみとめられない.

III. 結 言

1. 純鉄を真空高周波溶解すると著しく結晶粒度が粗大化し. それを真空アーク溶解するとさらに大きくなる.
2. 電解鉄, 電気炉純鉄は真空高周波溶解により伸び, 絞りが著しく低下し, 強度も下る. 転炉純鉄はこれに反し結晶粒度が著しく粗大化するにもかかわらず伸び, 絞りが向上し, 強度はほとんど低下しない.
3. 純鉄の真空高周波溶解において C は脱酸剤として有効であり, 製品の純度をあまり下げずに脱酸できる.
4. 電解鉄, 電気炉純鉄は真空溶解により伸び, 絞りが低下するが, 微量の C, Al, Si などの添加によりこれを向上させることができる. Mn はこの効果が小である.

て, 470°C に現われるピークが粒界の応力緩和に起因していると考えられている. しかしながら不純物, 粒度, 冷間加工度などを変化せしめた場合, このピークが如何なる挙動を示すかという点に関してはまだ十分に理解されているとはいえない. その知識は粒界の構造を知る上で特に必要と思われる. 従つて本報告では, 加工度, 不純物, 焼鈍とくに再結晶が粒界ピークにおよぼす影響を中心として調べた.

II. 実験方法および試料

内部摩擦測定装置としては, 低周波のねじり振子を使用した. 測定振巾は試料表面の最大剪断歪  $\gamma_{max} \sim 1 \times 10^{-5}$  rad., 振動数は約 0.9 C/S であつた. 測定は, 真空度  $10^{-4}$  mmHg, 直流磁場 150oe の下で行なつた. なお加熱炉の温度分布は炉の中央部と端部の差が  $\pm 4^\circ\text{C}$  以下であつた.

試料は長さ 30cm, 径 1mm の細線を使用した. Table 1 に化学組成および冷間加工度を示す.

試料の作成は, S10は素材を溝ロールで 10mm φ → 4mm φ, 冷間引抜で 4mm φ → 1mm φ とした. S11は電解鉄を真空溶解し, 50mm × 50mm × 150mm の鑄塊を 10mm 角まで熱間鍛造し, さらに 4mm 角まで溝

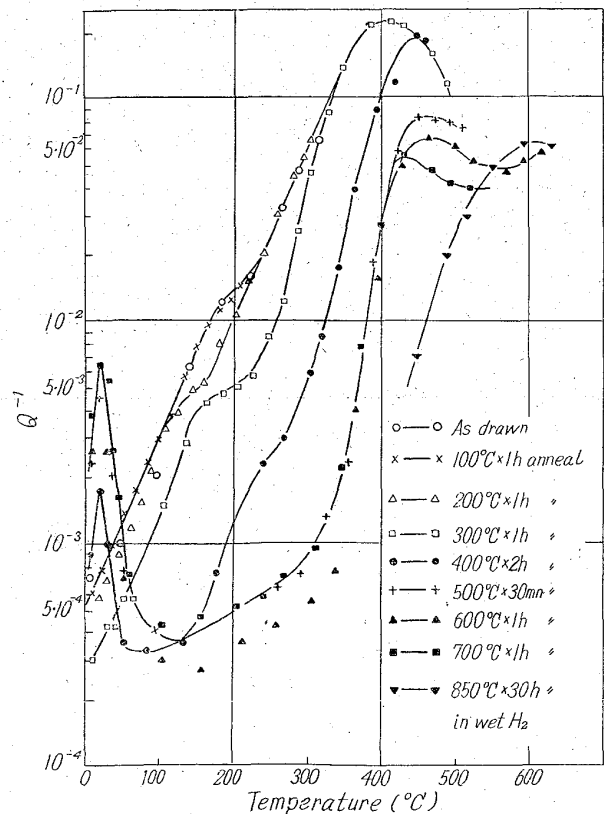


Fig. 1. Temperature dependence of internal friction of samples S10.

Table 1. Chemical analysis of samples and Cold-Reduction of area.

	C	Si	Mn	P	S	N	Reduction of area	Remarks
S 10	0.006	0.007	<0.0005	0.00	0.004	0.0094	99%	Puron
S 11	0.02	0.02	0.049	0.002	0.010	0.0065	93%	Electrolytic iron

669.12-124.2=620, 186.8=539.67

(114) 加工した純鉄の粒界応力緩和ピークについて

東京大学工学部

63304

○白石春樹・佐川龍平・工博 松下幸雄

Grain Boundary Relaxation of Cold Worked Pure Iron. 1474~1475

Haruki SHIRAISHI, Ryuhei SAGAWA and Dr. Yukio MATUSHITA.

I. 緒 言

純金属および固溶体合金の多結晶体については, 粒界における応力緩和に基く内部摩擦ピークが既に多数観測されている. 純鉄に関しては, 1 C/S の振動数におい