

669, 18, 046, 55, 669, 171, 620, 192, 45, 669, 112, 227, /
 (40) 製鋼過程中における鋼の清浄度と

オーステナイト結晶粒度の変化

京都製鋼技術部

62220

福島 七郎・水見谷克磨

Variation of Nonmetallic Inclusions and Austenite Grain-Size in Steel during Melting Process.

Shichiro FUKUSHIMA and Katsumaro HIMIYA.

I. 緒言

脱酸処理方法のいかんによつて鋼材質におよぼす影響が各々異なることは衆知の事実である。単にアルミニウム処理の場合においてもその使用方法, 使用量などによつて非金属介在物, 地キズ, オーステナイト結晶粒, 機械的性質などに大きな影響を与えるものである。このような事情と精錬過程におけるオーステナイト結晶粒, ならびに清浄度の変化との間にいかなる関係があるか調査したのが本報である。なお溶解炉は塩基性 10 電 電気炉である。

II. 試験要領

試験鋼種の成分は Table 1 のごとくである。

Table 1. Chemical composition of steels. (%)

Series	C	Si	Mn	P	S	Cr
A	0.80 ~1.00	<0.30	0.60 ~1.00	<0.05	<0.05	—
B	0.60 ~0.75	0.20 ~0.35	0.90 ~1.10	<0.04	<0.04	0.70 ~0.90

2) 試料採取, 試料は精錬過程の主要各期にスプーンにて汲みとり金型に铸込んだ。

3) 試料加工, 鍛造比 10 にして 17mm φ に鍛造し, オーステナイト結晶粒ならびに清浄度試験は丸棒の中央より採取した。

4) 測定, 清浄度試験は学振第 3 法に拠り, 結晶粒度試験は JIS 滲炭法に拠つた。

5) 脱酸に使用した Al は再生アルミニウム (0.99% Fe, 1.89% Si, 0.21 Mn, 1.00% Mg, 0.55% Zn) で使用量は 350~370 g/t である。

III. 試験結果

1) 精錬過程におけるオーステナイト結晶粒度の変化
 精錬過程におけるオーステナイト結晶粒度の変化は Fig. 2 に示すごとく例外が 2 ヒートあるとしても一般的には溶落より出鋼時まで微細化が進み, 出鋼後铸込みまでのいわゆる取鍋中で粗粒化する傾向がみられる。当試験においては溶落より酸化末期に到るまでの期間中の変化と, 酸化末期よりアルミニウム添加後に到る過程の変化の解析は試みられていないので, その期間中の変化は全く不明である。併し, 溶落, 酸化末期, 出鋼時の 3 期について結晶粒度変化の原因を考えると, 溶落から酸化末期までの一般的な微細化は装入材中の Al₂O₃ などの影響によるものと考えられる。出鋼時の微細化は炉中添加のアルミニウムの影響である。出鋼後造塊までは鋼浴中への添加物もなく単なる [FeO] の増加と粒度微細化に有効な物質の浮揚分離により粗粒化の傾向を示すものと思われる。

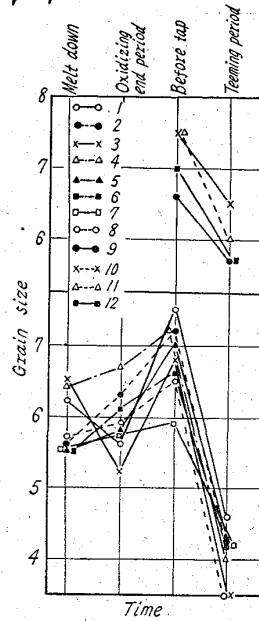


Fig. 1. Variation of the austenite grain-size during melting process.

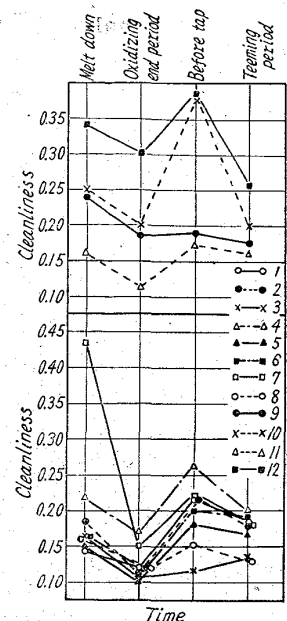


Fig. 2. Variation of nonmetallic inclusions during melting process.

2) 精錬過程における清浄度およびオーステナイト粒度の関係

精錬過程における清浄度の変化は Fig. 2 に示すとうり, 全体の傾向は全く同じで, 溶落より酸化末期までの清浄化, 出鋼どき, Al 添加による非金属介在物の急激増加で清浄度の悪化, 続いて造塊までの非金属介在物の浮揚による清浄化となつている。以上の結果を粒度の変化と比較すると, 両者は, 溶落から酸化末期では逆の, それ以後は同一の傾向のある点が明瞭である。併し, 清浄度と結晶粒度に対する影響因子は必ずしも同じとは考えられず (溶落より酸化末期の清浄度と粒度変化が逆の傾向にある)。両者は直接には関係がないものと考えられる。

3) 出鋼直前の鋼浴の温度と铸込中試料のオーステナイト結晶粒度。

出鋼より铸造までの時間を考慮しないで, 両者間の関係を求めた結果を Fig. 3 に示す。

これによると高目の温度で出鋼した場合が粗粒になる率が多い。

4) アルミニウム添加前鋼中酸素量とオーステナイト結晶粒度。

アルミニウム添加前の鋼中酸素量を Herty 法によつて求め, その値とアルミニウム添加後の粒度 (Al 添加直後および铸込中) を比較した。その結果, アルミニウム添加直後の粒度は鋼中酸素の増加にしたがい粗粒化の

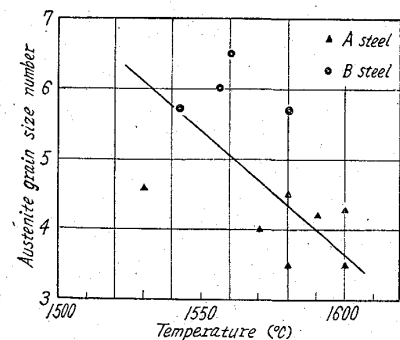


Fig. 3. Relation between grain-size and bath temperature.

Table 2. Analytical value of soluble aluminium, insoluble aluminium and austenite grain-size.

Sample No.	O ₂ % before Al addition	Σ Al	Soluble Al	Insoluble Al	Austenite grain-size
1	0.008	0.015	0.006	0.009	4.6
2	0.005	0.017	0.006	0.011	4.5
3	0.006	0.016	0.008	0.008	3.5
4	0.006	0.017	0.008	0.009	4.0
5	0.005	0.020	0.010	0.010	4.3
6	0.007	0.015	0.006	0.009	4.2
7	0.009	0.017	0.009	0.008	4.2
8	0.005	0.015	0.009	0.006	3.5
9	0.009	0.016	0.009	0.007	5.7
10	0.009	0.023	0.010	0.013	6.5
11	0.006	0.021	0.014	0.007	6.0
12	0.012	0.023	0.012	0.011	5.7

傾向を示し、鑄込中の粒度は逆に鋼中酸素量の多かつたものの方が細粒になる傾向がある。この原因は出鋼後、造塊までの過程を検討しなければ解明できず今回の試験では不明である。

5) 鑄込中のオーステナイト粒度と可溶性 Al と不溶性 Al.

今回の試験では全アルミニウムを可溶性 Al と不溶性 Al にだけ分けて粒度との関係を調査した。分析結果は Table 2 に示す。その結果、可溶性 Al の場合は、各鋼種別では関係は認められない。これに対して不溶性 Al の場合は一般的傾向として、不溶性 Al の増加とともに粒度は微細化するようである。

IV. 結 言

1) 精錬過程におけるオーステナイト結晶粒度の変化、ならびに清浄度の変化について調査した結果、溶落から酸化末期までは両者は逆の傾向を、酸化末期から造塊までは同一の傾向を示している。特に出鋼後注入まで両者は大きく変化する。

2) 出鋼直前の鋼浴温度と鑄込どきのオーステナイト結晶粒度については高温で出鋼したものが粗粒になる傾向がある。

3) 鑄込どきのオーステナイト結晶粒度と可溶性 Al および不溶性 Al との関係は、不溶性 Al が A, B 両鋼種を通じて粒度と関連があり、可溶性 Al との関係は認められなかつた。

669.18.096.55-669.782-669.74
(41) 中性雰囲気における珪素およびマンガンの脱酸速度について

(鋼の脱酸の速度論的研究—Ⅲ)

東京大学工学部

○佐野信雄・塩見純雄・工博 松下幸雄

On the Rate of Deoxidation by Use of Silicon and Manganese in Inert Atmosphere.

(Kinetic study on deoxidation of steel—Ⅲ)

Nobuo SANO, Sumio SHIOMI and Dr. Yukio MATSUSHITA.

I. 緒 言

これまでの報告では、大気雰囲気下の脱酸を扱つたために、大気による酸化が激しく、脱酸効果がいちじるしく損われることが判つた。したがつて今回は、中性雰囲気下で同じ脱酸剤を添加した時の純脱酸速度だけを求めることにした。坩堝としては、従来より平衡値が比較的よく知られている珪酸を利用し、酸素飽和状態で珪素とマンガンを各々単独または複合添加した時の、各脱酸元素、酸素、脱酸生成物の時間的変化を追求した。

II. 実験装置および方法

珪酸スタンプの坩堝(内径 50~55mm)に電解鉄 1.5 kg を入れ、外熱式高周波溶解炉(周波数 20 kc, 出力 15 kW)で真空溶解した後、水分、炭酸ガス、酸素を除いたアルゴンを流量 1 l/mn で流し始めるとともに、Fe₂O₃を加えて酸素を飽和させる。(飽和値は 0.08% O) 所定の温度に 10 分程度保持してから、最初の試料を採取し、直ちに脱酸剤を鉄カプセルに入れて添加した。脱酸剤は従来通り、金属珪素(99.99%)、金属マンガン(99.99%)を用いている。添加後所定の時間毎に 16 分まで、なるべく一定の深さから、試料を約 10 g 採取した。採取法としては、内径 6mm の石英管に注射器を結いで吸上げるとともに、水中で急冷している。

温度は、異種白金ロジューム熱電対(Rh 6%, 30%)を石英保護管に入れて浸漬、測定し、発振器陽極電圧の調整により、±10°C にコントロールした。

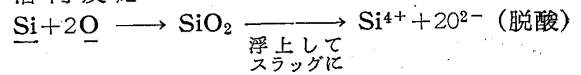
試料の分析法、その他は、既報と全く同様なので、省略する。

III. 実験結果とその考察

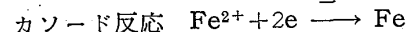
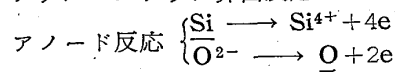
1. 珪素脱酸

珪素脱酸の機構としては、次のように考えられる。すなわち、

i) 浴内反応



ii) メタル・スラッグ界面反応



大気溶解に比べ酸化が少ないことから、界面のカソード反応としては、主に Fe²⁺ の放電だけを考えると、珪素脱酸では、i) の浴内反応と界面の Fe²⁺ と Si⁴⁺ の置換反応が起こる。i) の反応のみが脱酸反応とした場合、その律速段階として、イ) 化学反応速度、ロ) 脱酸生成物の核生成速度、ハ) 浮上速度が考えられるが、イ) については絶対反応速度論から非常に大きいことが判つているので、ロ)、ハ) だけが残る。L. v. Bogdandy などによれば、脱酸剤添加直後に、その時に過飽和度に応じた大きさの核が生成し、その核の浮上途上に、Si, O が拡散して生長することによって脱酸が進行する。本実験の場合に適用すると珪素の添加量によって臨界核の大きさがほとんど変わらないので、添加量の多い方が、濃度勾配が大きいため、拡散したがつて脱酸速度が上昇する。また温度が下ると、平衡定数が減少するため、濃度勾配が大きくなり、同じような結果が得られる。