

近い将来純酸素転炉による S C材の規格が承認されれば、当所転炉工場においても平常作業として N C材の溶製が開始されるであろうと考えられる。

669, 184, 244, 66, 669, 184, 235, 48, 669, 186, 669, 184, 235, 64

(90) 純酸素上吹き転炉製鋼法における窒素の挙動について

日本鋼管技術研究所

大滝 浩・○川上公成・野田明夫

川崎製鉄所 板岡 隆

Behavior of Nitrogen in the Oxygen Converter Steelmaking.

Hiroshi OTAKI, Kiminari KAWAKAMI, Akio NODA and Takashi ITAOKA.

I. 緒言

純酸素上吹き転炉製鋼法においては、吹練はきわめて高純度の酸素を高速で鋼浴面に吹きつけることによつておこなわれ、またその反応は他の製鋼炉に比較すると、概略 closed vessel の状態で進行すると考えることができる。吹練中における鋼浴窒素の挙動は 0.0045% 前後の窒素含有量を有する溶銜と、若干の屑鉄中窒素よりなる装入窒素が極端に激しい脱炭反応により攪拌除去されると考えられる。このようにして脱窒された溶鋼は、その後出鋼から造塊にいたる過程において、添加剤あるいは大気中窒素との接触により窒素の授受をおこない、その状況は鋼種、注入方法あるいは添加剤の種類、量により異なると考えられる。これらの問題を総括して把握することは、今後の上吹き転炉作業上重要な課題であるので調査、検討をおこなつた。

II. 測定

川鉄 42 t 転炉において炉体 1 代にわたり、吹練から出鋼、造塊にいたる全製鋼過程について調査した。試料のサンプリングは同一チャージにつき炉前、レードル下および鑄型内よりおこなつた。炉前およびレードル下試料は通常作業の通り、ひしゃく内でキルした後サンプリング鑄型にて急冷して採取した。鑄型内試料は内径 8mm の石英管にて、大型注射器を用いて鑄型内の溶鋼をそのまま管内に吸い上げ急冷して採取した。リムド鋼は注入完了後 3mn 頃に採取し、キルド鋼は水張り直前に採取した。リムド鋼では石英管内にあらかじめアルミ線を入れておき、溶鋼をキルして試料を採取した。鋼塊は 2 チャージ (1 t) をのぞいて他は 6 t 鋼塊で、すべて下注ぎであり、試料の採取は第一定盤および第一定盤注入後におこなつた。

窒素の分析は学振酸溶解蒸留法であつた。リムド鋼およびキルド鋼の 5 鋼種について、炉体回数 80 回以前 (新炉) および炉体回数 250~330 回 (旧炉) にわたり、計 29 チャージについておこなつた。

III. 吹練における窒素の挙動

吹練直後の炉中サンプルについて [C] と [N] の関係は Fig. 1 のようである。[N] は [C] が増加するにつれて若干増加している。この理由としては、窒素の挙

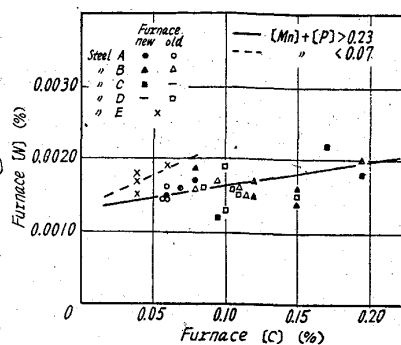


Fig. 1. Relation between [C]% and [N]% after oxygen blow.

動に対しては系の窒素分圧のみでなく、鋼中の附随元素ことに [O] の影響もあるのではないかと考えられる。鉄—窒素系合金における酸素の相互作用助係数 $e_N^{(O)}$ の値についてはまだ確定した値はえられていない¹⁾。ここで SCHENCK, FROBERY, GRAF²⁾ の値 ($e_N^{(O)}=1.00$) を用いて、Fig. 1 の [C] 変動範囲に対応する [O] 変動範囲より $e_N^{(O)}$ と $e_N^{(C)}$ の実際値を比較すると、前者は後者の約 4 倍に相当することになり、上記現象を説明することができよう。

純酸素転炉においては酸素は非常に高純度のものを使用しているが、さらに不純物としてアセチレン、炭化水素、アルゴンおよび窒素などを含有している。ここで試験日の測定値から窒素以外の上記不純物を合計 0.10% とし、窒素分圧を求め、

$$[N]\% = K'_N \cdot \sqrt{P_{N_2}}$$

$$[N]\% = 1/f_N \cdot K_N \cdot \sqrt{P_{N_2}}$$

より、酸素濃度と鋼浴温度の影響を考えた見掛けの平衡恒数 K'_N および窒素溶解度を算出した。ここで $e_N^{(O)}$ は上述の SCHENCK ら²⁾ の値を、鋼浴温度の影響は的場、笠松の値³⁾ を用いその他の影響は無視した。このようにして算出した計算 [N]% と実際に分析した炉中 [N]% の比を求め、その比と鋼浴の脱炭速度の関係を Fig. 2 に示す。脱炭速度としては {溶銜 [C] × 溶銜比—終点 [C]} / 吹練時間を用いた。溶銜中あるいはその他より装入された窒素は激しい脱炭反応の結果、上述のように想定した平衡関係以下にまで脱窒され、しかも Fig. 2 によれば (ことに終点附近の) 脱炭反応が激しいほど脱窒は有利に進行することが示される。Fig. 3 は二重吹練法による [N] の増加を示すもので、二重吹練法において

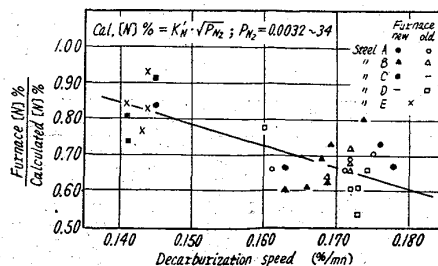


Fig. 2. Effect of decarburization speed on the decreasing of nitrogen.

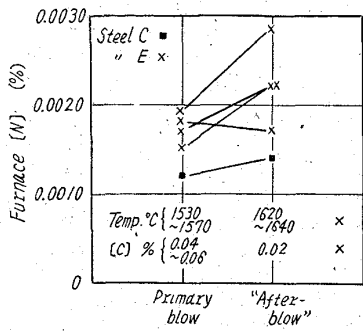


Fig. 3. Influence of double blow on furnace [N] %.

倒炉、排滓するとき、炉中に外気が侵入することにより P_{N_2} が増加し、[N] が増加している。低窒素鋼を望むときには（ことに終点附近での）二重吹練法は好ましくない。

炉体の寿命と[N]の関係は炉体回数が新しい間は[N]は大幅にバラついているが、炉体が古くなるにしたがいほとんど一定の値になつている。これは吹練条件のほか鋼浴の形状、炉体プロフィールなどとも関連があるものであろう。

IV. 出鋼から造塊にいたる窒素の挙動

リムド鋼について出鋼から造塊にいたる [N] の変化を Fig. 4 に示す。鋼AおよびEは出鋼から造塊までの間にほとんど [N] は変化していないが、鋼Bは出鋼時若干 [N] が増加し、さらに造塊にいたつて増加している。出鋼作業は直径約 110~150mm の出鋼口を用いて約 2~6mm 間で 50 t の溶鋼を出鋼し、その際添加剤として Mn 剤のほか若干の Al および加炭剤を加えている。鋼AおよびCに比較すると鋼Bは造塊までの増加量 $\Delta[N]$ が大であるが、これは作業上の条件による差は見られず、両者のリミングアクションの状況の差によるのであろうと考えられる。終点 [C] は鋼B, A, C の順に少なくなるので、鋼中 [O] はほぼこの逆の関係にあるといえる。このため溶鋼のポイリング、リミングアクションの driving force となる出鋼、造塊作業中の過剰 [O] の量が異なることになり、このため添加剤あるいは大気中よりの窒素吸収量が異なるものと考えられる。一般にリムド鋼では良好なリミングアクションによつて、純酸素転炉でえた低 [N] 値をそのまま鋼塊にまで受けつがせることができる。

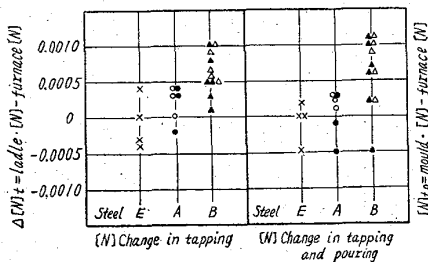


Fig. 4. [N] change from tapping to pouring. Mean ladle analysis; steel E, C 0.02 Mn 0.05, P 0.008; steel A, C 0.09 Mn 0.37, P 0.028 and steel B, C 0.17, Mn 0.41, P 0.024%.

キルド鋼においては添加剤と大気中から窒素を吸収し大幅に [N] が上昇する。添加剤について窒素含有量を調査したところ、中炭 Fe-Mn 0.01%, 低炭 Fe-Mn 0.005%, Fe-Si 0.004%, Si-Mn 0.006% 程度、これに対し加炭剤（石炭系、石油系とも）は約 1% 前後の値であつた。他の添加剤および大気中からの吸収は約 0.0015% であつたが、窒素が望ましくない材質においては大量加炭剤の使用は好ましくない。

V. 総 括

純酸素上吹き転炉において窒素は吹練中の激しい脱炭反応により、酸素中の P_{N_2} に対する平衡値以下にまで脱窒され、これは [O]、鋼浴温度、脱炭速度、炉体回数と密接な関係がある。リムド鋼は出鋼後もリミングアクションにより [N] はほとんどあるいは全然上昇しない。キルド鋼は添加剤および大気中から窒素を相当吸収する。

文 献

- 1) 三本木, 大谷: 学振19委, 6078 (1960)
- 2) H. SCHENCK, M. FROBERG u. H. GROF: Arch. Eisenhüttenw. 29 (1958) s. 673~676; Ibid. 30 (1959) s. 533~537
- 3) 的場, 笠松: 学振19委, 4510 (1957)

669,184,244.66 = 669,184,235.64 = 541,127

(91) 上吹転炉の脱炭速度に関する考察

62271
(脱炭反応の速度論的研究—VII)

住友金属工業和歌山製鉄所 1372~1374
理博○藤井 毅彦・浦 知

Rate of Decarbonization in the Oxygen Top-Blowing Process.

(Kinetics of decarbonization in molten steel—VII)

Dr. Takehiko FUJII and Shatoru URA.

I. 緒 言

上吹転炉の脱炭反応の解析は、その構造上直接脱炭反応を観察し、また精錬中連続的に試料を採取して検討することが不可能であるので極めて困難である。しかし、この機構を明らかにすることは上吹転炉の精錬においては最も重要なことであり、ことに脱炭反応と脱磷反応の関係を明らかにする上に最も必要なことである。従来 R. HAMMER, T. KOOTZ & J. SITTARD¹⁾; E. PLÖCKINGER, M. WAHLSTER, K. BOROWSKI & J. MAATSH²⁾ などにより定性的な研究が発表されているが、詳細な実験的研究は見あたらない。著者はさきに気相中に含有されている酸素と溶鋼中の炭素との脱炭反応の機構を解明したがその研究の一環として、純酸素の上吹吹精の実験を行なつて脱炭反応を速度論的に解析した。

II. 実験方法

溶解炉は Fig. 1 に示すように前報と同じ炉を使用した。すなわち水銀火花式 50kW 高周波発振機（周波数 15~30 kc）を使用した溶解重量最大約 20 kg の実験用高周波溶解炉である。