

5. 結 言

平炉工場の転炉化に際し、炉体交換方式、小型 OG、など当社の開発した新技術を採用することにより、非常に効率の高い設備とすることができた。

炉体交換方式は排ガス処理設備としての OG 装置が連続操業に耐えることが前提であつて、この点改良 OG は十分な能力を持つことが確認された。

(58) 転炉における吹錬中の鋼浴温度の測定

川崎製鉄, 千葉製鉄所

古茂田敬一・岡崎有登・○越川隆雄

Temperature Measurement in BOF during Blow

Keiichi KOMODA, Arito OKAZAKI and Takao KOSHIKAWA

1. 緒 言

転炉において吹止時に溶鋼温度、成分を同時に適中させることは、品質管理、能率、炉寿命などあらゆる面において最も重要であることは今さら言をまたない。当所転炉工場においては、1963 年 11 月より終点制御のため static model の開発による computer control を行なつており、さらにその精度向上を目的として、吹錬中の諸成分の挙動、温度変化の調査を行なつてきた。

吹錬中の鋼浴温度の測定については今までに、投込式温度計²⁾、炉壁埋込式熱伝対³⁾⁴⁾、輻射温度計⁵⁾による方法が報告されているが、当工場においても投込式温度計を使用することにより、炉内反応の解明の一助とするとともに、終点温度の推定に対する実用化の見通しを得ることができたので、投込式温度計の使用およびその調査結果について報告する。

2. 投込式温度計およびその使用

現在使用中の投込式温度計は、すべて購入しているもので、ヘッド部の重量は 3 kg、比重は溶鋼とほぼ同じである。熱伝対は補償導線を介してリード線と接続されており、温度計の測温可能時間は約 10¹sec である。温

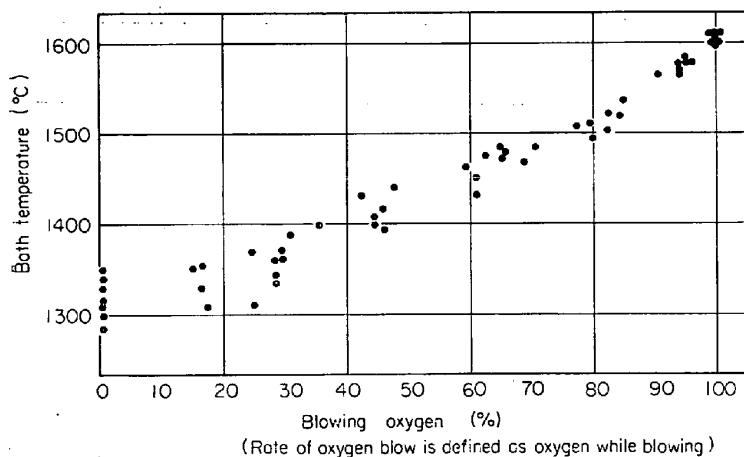


Fig. 1. Behaviour of bath temperature and blowing oxygen.

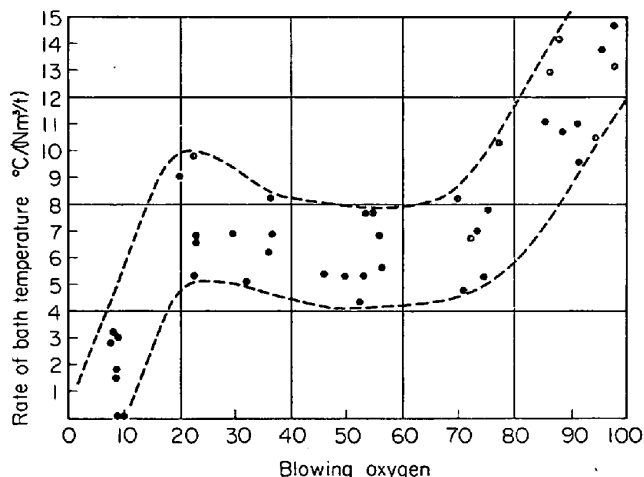


Fig. 2. Behaviour of rate of bath temperature rise and blowing oxygen.

度計の投入は炉内の真の温度を測定するためにはできるだけ定位置に投入することが望ましい。実験当初は簡単な投入器により炉口より投入していたが、作業性に難点があつたので、自動投入器を作製し、副原料投入シュートに設置することにより任意の時刻に自動的に投入できるよう改良した。このため定位置に投入することができ、また投入ミスによる測温の失敗もほとんどなくなった。

3. 測定結果および考察

投込式温度計の使用にあつて問題となる点は、温度計自体の信頼性および指示温度が炉内温度を代表しているか否かである。実験結果では、温度計が炉内に落下すれば 100% 指示しており、吹止時の投込式温度計と消耗型浸漬温度計の指示と比較で約 5°C 以内で合致していた。

Fig. 1 に数チャージについて吹錬中の鋼浴温度の上昇過程を、Fig. 2 に同一チャージの温度上昇率と吹錬酸素量との関係を示す。温度上昇率を次式で表わす。

$$dt = (T_2 - T_1) / (O_2 / w) \text{ } ^\circ\text{C}/(\text{Nm}^3/\text{t}) \dots\dots\dots (1)$$

T₁, T₂: 投入式温度計による測定温度

O₂: 測温 T₁, T₂ の間に吹込んだ酸素量

W: 装入量

Fig. 1 にて吹錬初期および中期においては溶銑温度スクラップ、副原料の投入などのために炉内温度はかなりバラツキているが、吹錬末期の酸素量 80% 以降においては温度のバラツキは小さく、直線的に上昇している。このことは、static model の有用性を裏づけているものと考えられる。

炉内の温度上昇率については Fig. 2 に示すごとく、吹錬酸素量の 20% 附近まで性上昇し、以後ほぼ一定の上昇率を示し、酸素量の 70% 附近より増加している。

これは、初期においては、Si 吹きによつて温度上昇率が増加し、中期において副原料の一部(焼石灰、鉄鉱石)が投入されて冷却されるためであり、吹錬酸素量の 70% 附近においてスクラップ、副原料の溶解がほぼ終了することを

暗示していると考えられる。

よつて吹錬酸素量の 80% 以降の時点にて投入式温度計を使用することにより終点温度を推定できる。

Fig. 1 の吹錬酸素量 80% 以降について回帰式を求めると次式で与えられる。

$$y = 5.126x + 1091.6 \dots\dots\dots (2)$$

y : 炉内温度 (°C)

x : 吹錬酸素量 (%)

終点温度を予測して何らかのアクションを取るためには吹錬終了 2 min 前に予測可能でなければならない。

当所転炉においては酸素量にして吹錬終了前の約 1000m³ でありこの時点で測温した結果を Fig. 3 に示す。

回帰式は次式で与えられる。

$$y = -0.979x + 232.5 \dots\dots\dots (2)$$

y : 酸素 1000m³ による温度上昇 (°C)

x : 装入量 (t)

一定酸素量に対して装入量が少ない程温度上昇は大である。

回帰式 (2), (3) における温度上昇のパラッキは 10°C 以上であり, この原因として副原料投入時期, ランス高さなどの要因が考えられる。

当所転炉における副原料投入時期は, 焼石灰, 鉄鉱石を吹錬中に分割投入しているの, 鉄鉱石などの投入時期が遅れば当然温度上昇率に影響をおよぼすと考えられる。吹錬末期のみについて (1) 式を用い温度上昇率を求め, 副原料投入終了時期との関係を調査した結果, 吹錬終了 4 min 前に副原料の投入が完了していれば, 温度上昇率のパラッキは小さくなり, 平均

$$11.1^{\circ}\text{C}/(\text{Nm}^3/\text{t}), \sigma = 1.31^{\circ}\text{C}/(\text{Nm}^3/\text{t})$$

である。よつて吹錬酸素量中, 6Nm³/t の酸素を残した時点で炉内温度を測定して終点温度を推定した場合の精度は $\delta = 8^{\circ}\text{C}$ である。

ランス高さの影響について, 副原料投入を吹錬終了 4 分前に完了し, 吹止 C 0.05~0.10%, 計算塩基度 3.5~4.5 のチャージの温度上昇率の関係を Fig. 4 に示す。

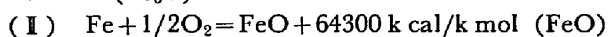
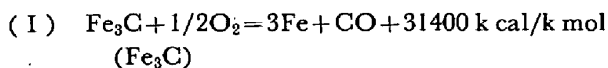
回帰式は次式で与えられる。

$$y = 8.45 \times 10^{-2}x + 8.50 \times 10^{-2} \dots\dots\dots (4)$$

y : 温度上昇率

x : ランス高さ (mm)

一般にランス高さを高くした場合, 脱炭速度が低下し, スラグ中の T. Fe は上昇すると言われている。当所転炉においても吹錬酸素量の約 2500m³ 前よりランス高さを 100 mm 変動した場合の T. Fe は約 1.55% 変動している吹錬末期における主要反応は次式が考えられる。



この他にスラグ中の FeO の酸化, CO gas の燃焼も考えられるが, 吹錬酸素量の約 2500m³ 前にてランス高さ 100 mm 上昇させた場合の温度上昇を (4) 式より求めると約 11.4°C となる。一方スラグ中の T. Fe の上昇より (II) 式を用いて温度上昇を求めると 9.7°C となりおおむね一致する。よつて T. Fe の上昇によつ

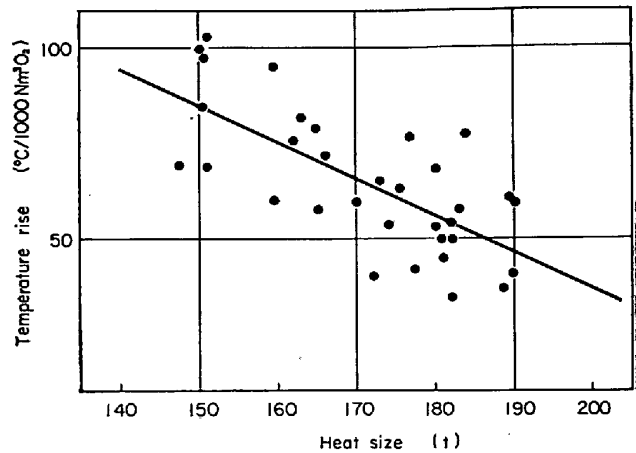


Fig. 3. Relation between temperature rise and heat size.

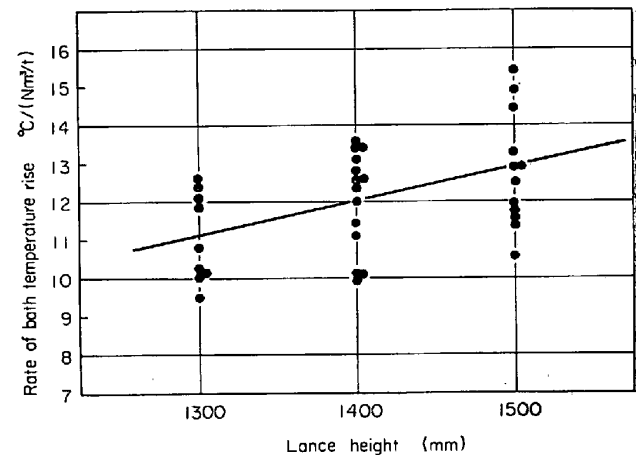


Fig. 4. Relation between rate of bath temperature rise and lance height.

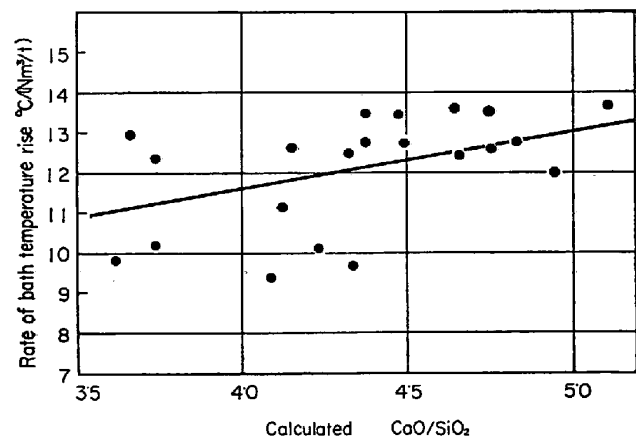


Fig. 5. Relation between rate of bath temperature rise and calculated CaO/SiO₂.

て温度上昇率が増加すると考えられる。

計算塩基度と温度上昇率との関係について, ランス高さ 1400 mm, 吹止 C 0.05~0.10% のチャージについて, Fig. 5 に示す。ランス高さが一定の場合計算塩基度が大きい方が温度上昇率は大きい。回帰式は次式で与えられる。

$$y = 1.35x + 6.10$$

y : 温度上昇率

x : 計算塩基度

この原因について、塩基度の上昇はスラグ中の T. Fe を増加させるためであろうと考えられる。副原料による T. Fe の影響について重回帰分析の結果、計算塩基度 (CaO/SiO)₂ の上昇により T. Fe 約 2.40% 上昇することが確認されている。

以上の調査により終点温度を精度よく推定するためには、副原料投入を吹錬終了 4 mm 前までに完了し、吹錬酸素量の 85% 附近にて温度計を投入することにより、その精度は $\sigma = 8^\circ\text{C}$ で可能である。温度上昇率の変動要因としてランス高さ、塩基度があり、推定終点温度が低い場合にはランスを上昇させることにより、また推定温度が高い場合には冷却材の投入により終点温度調整が可能である。

4. 結 言

投入式温度計の使用方法について述べるとともに、吹錬中の鋼浴温度変化ならびに吹錬末期の温度を測定することにより終点温度を精度よく推定できる。温度上昇率におよぼす諸要因の調査により終点温度制御が可能となった。

文 献

- 1) 岡崎, 他: 鉄と鋼, 52 (1966), p. 516
- 2) A. E. SCHRAEDER: Iron and Steel Eng., May (1966), p. 137
- 3) W. A. FISHOR: Stahl u. Eisen, 82 (1962), p. 797
- 4) 青山, 他: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 1723
- 5) 永岡, 他: 鉄と鋼, 52 (1966), p. 1493

(59) 千葉製鉄所における転炉の 2/3 基操業について

川崎製鉄, 千葉製鉄所

古茂田敬一・○岡崎 有登
今井 卓雄・守脇 広治

2/3 Operation of LD Converters in Chiba Works

Keiichi KOMODA, Arito OKAZAKI
Takuo IMAI and Kōji MORIWAKI

1. 緒 言

昭和 37 年春、千葉製鉄所では年産 150~180 万 t の計画で、150 t 転炉 2 基が稼動を開始したが、その後、多孔ノズルランスの使用、吹錬技術の改善など能率の向上に努め昭和 39 年 10 月には、吹錬時間 16.5 min ch to tap 27.1 min (delay を含む) となり製鋼能率も操業時間当り 345 t になった。その後 11 月からは一部 2/2 基操業も実施し、順調な操業を続け、さらに昭和 40 年 3 月新しく No 3 転炉が稼動した。No 3 転炉の稼動に引続き No 1, 2 転炉の炉体上部の取替え工事、造塊起重機の改造工事などを行なった後、昭和 40 年 8 月よ

り 2/3 基稼動を始めた。しかしながら当時の経済情勢より転炉の 2/3 基フル可動の必要はないと考え、造塊ヤードは単に 4 スパン 46m の延長と注入クレーン 1 台を新設し、3 台とするのみに止め、約 1 年間の粗鋼減産下に新しく第 2 造塊場の建設を進め、昭和 41 年 9 月に完成した。折しも粗鋼減産の解除もあり、転炉の能力を十分に発揮することが可能となり、さらに設備の有効利用を計り、生産性をいつそう向上させる目的から 3/3 基操業を行なうことを計画し 10 月より可能な限り 3/3 基操業をも実施し、初期の目的を達した。Fig. 1 に最近の生産実績の推移を示す。

2. 設 備 概 要

2.1 転炉関係

No 3 転炉の構造は Fig. 2 に示すように既設転炉と同じく全溶接構造支持リング炉底非分離式同心型である。鉄皮内容積は既設転炉の操業経験より歩留り向上による利益と煉瓦原単位増加による損失との差の最も大きい炉容積を目指し、鉄皮内容積を 264m³ (既設転炉より 22m³ 増加に鉄皮内径 6880 mm, 炉高 8650 mm とし、炉上部コーン傾斜角度 (垂直に対し) は出鋼傾動角度を大きくすることにより、滓切りを容易にできるよう 30°33' より 38°08' にし出鋼口の位置も 255 mm 高とした。傾動速度も 1.0 より 1.13 rpm および 0.1 より 0.11 rpm と若干早めた。さらに既設転炉の炉体コーン部の変形が著しいことを考慮し鉄皮の厚みを 55 mm より 60 mm とするとともに炉底半径は炉底煉瓦の損傷状況にあわせて 6700 mm より 5200 mm とした。減速装置は既設転炉の差動歯車方式に対し遊星歯車を使用しコンパクトな構造とした。傾動用電動機は高速 350 kW 低速 40 kW 各 1 台である。

2.2 原料関係

2.2.1 溶銑関係

溶銑の handling は当初 1500 t 混銑炉 1 基、220 t 天井走行起重機 1 台で行なっていたが²⁾ 転炉 1/2 基操業の能率向上により 110 t (捲速度 14m/min) 溶銑受入専用起重機を 38 年 6 月に増設した。No 3 転炉の増設に当たり容量 1850 t 鉄皮内径 8000 mm 長さ 12,100 mm の混銑炉 1 基を増設するのみで 480 万 t/year の操業ができることが確かめられ、混銑炉 1 基を増設した。

2.2.2 スクラップ関係

(1) 2/3 基操業時のスクラップ処理についてはスクラップヤードを 4 スパン 46m 延長し (計巾 28.1m × 長さ 103.5m) 80 t のスクラップ秤量器を 2 台増設計 4 台) するとともに屑鉄積込専用の 35 t 起重機 1 台を新設した。さらに既設の 45/35 t 起重機を 60/45 t に改造しシュート (内容積約 42m³) 1 コを増加し合計 4 コとした。

(2) 2/3 基のフル操業時 15~16 min の出鋼サイクルに対して 2 台の屑鉄起重機のみでは積込能力が不足するため、平炉工場の 25 t 天井走行起重機 1 台を転炉工場に移設するとともに減速比の変更のみにより捲上速度 12m/min, 横行 50 min, 走行 100m/min に増速し本年 9 月リフマガ付 15 t の屑鉄積込専用起重機とした。これと同時に原料事情もあり従来の内容積 35.5m³ のシュート 3 コを、長さ 500 mm 延ばして 11,000 mm と