

Fig. 5. Operational results.

除いてほとんど回収を行なっており、回収 ch 比率は 95% 程度であるが、4 月以降は 3 号転炉の試運転および間歇操業のため回収率が低下している。また 7 月からはダウンタイム後の 2~3 ch も放散しているの、極端に回収率が低下している。

5. 結 言

和歌山製鉄所転炉工場は、昭和 39 年 4 月より 3 号転炉の建設に着工し、去る昭和 40 年 4 月より 2/3 基操業を実施した。建設工事中も一方では操業を続けながら問題なく 3 号炉の火入れに至ったわけであるが、まだ一部手直し等を行なっていかなければならない点も残っている。

今後ピッチが上ってきた場合当面する問題として、4 キャストの検討・適正な最高オーバーラップタイムの検討・炉修態勢の確立等が考えられるので、2/3 基操業の事態をタイムスタディシ、将来に備える予定である。

文 献

- 1) 富田明, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) 3, p. 393

669.184.244.66! 669.184.232.3

(61) 転炉における高温吹止時の温度調整について

富士製鉄, 室蘭製鉄所

堀川 晃・黒須紀夫・佐藤信吾

A Few Investigations for Regulations of High Tapping Temperature at LD Process.

Akira HORIKAWA, Norio KUROSU and Shingo SATO.

1. 緒 言

溶鋼温度の管理が重要であることはいうまでもなく、このための努力は常に続けられている。今回の報告は最初に吹錬終了から取鍋内にいたる溶鋼温度の挙動を調査し、2 番目に高温吹止時の温度調整としては従来冷却材としてスクラップを炉内に投入して冷却を行なっていたが、この方法によるとスクラップ・クレーンの稼働が増加し、また転炉操業自体にも余分な時間損失を与えるのでこれに代るものとして炉内砂鉄投入、取鍋へのスクラップ投入を考え、これらの方法について冷却材投入量と温度降下の関係を定量的に把握するための調査を行なつ

た。またその際伴ういくらかの現象についてあわせて考察したのでこれらの結果について以下に報告する。

2. 出鋼所要時間と温度降下

鋼質面上や造塊作業面上から本来管理すべきものは取鍋内での溶鋼温度である。吹止から取鍋までの温度降下量は出鋼量、取鍋の保熱状況および出鋼所要時間で決定される。取鍋が連続回転し、しかも出鋼量が一定であるならば出鋼所要時間のみが温度降下量に影響をおよぼすと考えてよいのでこの間の関係を調査した。その結果を Fig. 1 に示す。温度降下量は以下すべて出鋼前温度-取鍋内温度をいい、出鋼前温度は炉前からサンプリング時に、出鋼後温度は出鋼後注入クレーンでつり上げて炉裏デッキよりおのおの同一計器の消耗型イメージングパイロメータで測温した。なお出鋼量は 120 t-ingot/heat である。出鋼所要時間と温度降下の関係は次式で表わされる。

$$y = 8.79x - 6.75 \quad r = 0.6656^{**}$$

y: 温度降下量 °C

x: 出鋼所要時間 min

上式から単位出鋼所要時間あたりの温度降下量は 8.8 °C/min であるが、この値は他工場の報告値 (Table 1) よりわずかに大きくなっている。

3. 砂鉄の炉内投入

炉内へスクラップを投入して高温吹止の温度調整をする代わりに副原料シュートから砂鉄を投入し、それによつて冷却を行なえばスクラップ投入時間の節約とスクラップクレーンの稼働率低下が期待できる。その場合砂鉄

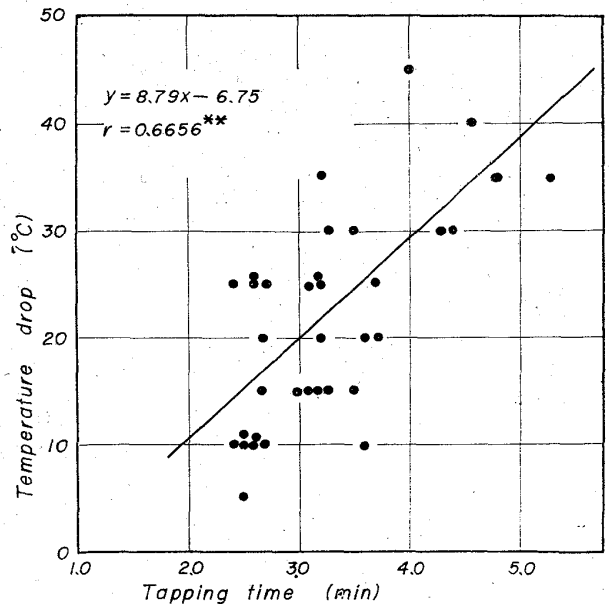


Fig. 1. Effect of tapping time on temperature drop.

Table 1. Comparison of temperature drop during tapping.

| Works | Coefficient | Converter capacity |
|-------------------------------|-------------|--------------------|
| Fuji Hirohata ¹⁾ | 7.26 °C/min | 80 t-ingot/heat |
| Yawata Tobata ^{1 2)} | 6.14 | 70 |
| Yawata Tobata ²⁾ | 3.28 | 145 |

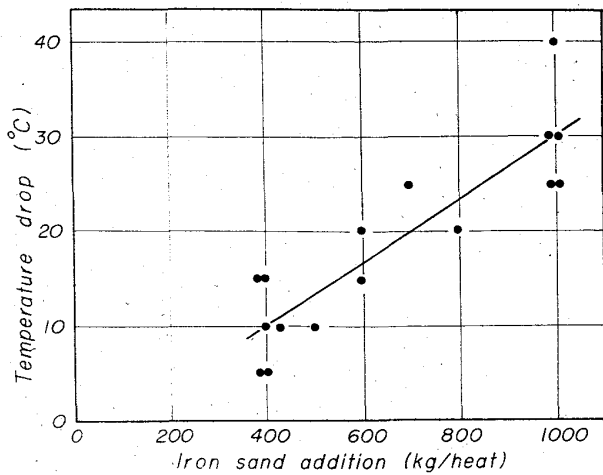


Fig. 2. Effect of iron sand addition on temperature drop.

Table 2. Effect of normal and iron sand heat on temperature drop during tapping.

| Date | Normal heat | | Iron sand heat | | $\Delta T_A - \Delta T_B$ (°C) |
|---------|-------------|----------------------|----------------|----------------------|-----------------------------------|
| | No. of heat | ΔT_A (°C) | No. of heat | ΔT_B (°C) | |
| 5/14/64 | 1 | 42.0 | 1 | 45.0 | -3.0 |
| 5/18/64 | 6 | 15.8 | 2 | 15.0 | +0.8 |
| 5/21/64 | 3 | 15.0 | 1 | 25.0 | -10.0 |
| 5/25/64 | 5 | 12.0 | 5 | 13.0 | -1.0 |
| 5/28/64 | 3 | 30.0 | 3 | 25.0 | +5.0 |

ΔT_A : Average temperature drop during tapping.

ΔT_B : Average temperature drop during tapping after furnace cooling with iron sand as coolant.

投入による温度降下量と鋼浴，鋼滓成分の挙動が問題となるので，それらにつき調べてみた。

3.1 砂鉄投入量と温度降下量

吹止测温後，砂鉄を炉内へ所定量投入し 2~3 回首振りして再度测温し，その温度差を調べた。砂鉄投入量と温度降下量の関係を Fig. 2 に図示した。平均値的には 400 kg で 10°C，700 kg で 20°C，1000 kg で 30°C の温度降下になる。出鋼量は平均で 118 t -ingot/heat である。

3.2 冷却効果の均一性の確認

さらに砂鉄投入による冷却が鋼滓もしくは鋼浴上面しか冷却されていず，首振り後の温度が実際の温度より低くなっているのではないかと懸念があった。このような現象の有無を確認するため取鍋内の溶鋼の测温を行なった。確認の方法は砂鉄投入首振り後温度-取鍋内溶鋼温度 (ΔT_B) を普通ヒートの吹止温度-取鍋内溶鋼温度 (ΔT_A) と比較して差がないことをみた。前述のごとく出鋼所要時間等で温度降下量が変わってくるので普通ヒートとしては出鋼量同一の近隣のものを選んだ。取鍋は連続回転しているものを使用した。

その結果を Table 2 に示す。

同表より普通ヒートの温度降下量と砂鉄ヒートのそれ

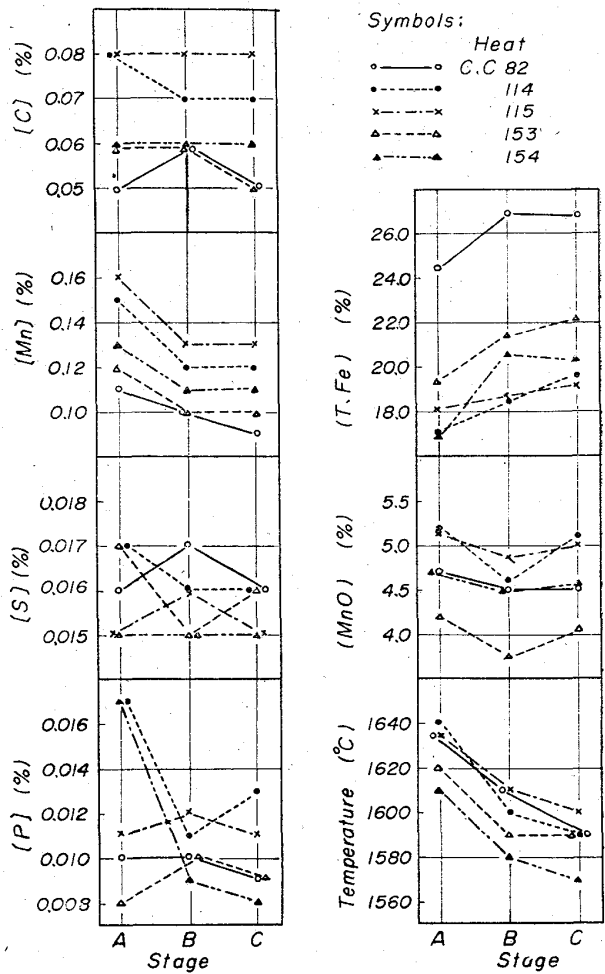


Fig. 3. Change of metal composition, slag composition and bath temperature.

とはほとんど差がない。このことは砂鉄投入および首振りによつて鋼浴が十分均一に冷却されていることを示しており，首振り後の温度が鋼浴を代表しているものとして取扱つてもよいことがわかつた。

3.3 砂鉄投入と成分の挙動

冷却剤として砂鉄投入したときに鋼浴，鋼滓成分の変動を次のような方法で調査した。あわせて出鋼時の状態を 4 回首振りすることで近似させ，出鋼中の変化を調査した。対象はすべて極軟リムド鋼である。

試験方法は次のごとくである。

- 1) 高温吹止 目標温度+30°C 以上
- 2) 第 1 回サンプリング(スラグ，メタル)，测温 A
- 3) 砂鉄投入 1,000 kg/heat
- 4) 炉体首振り 2 回
- 5) 第 2 回サンプリング(スラグ，メタル)，测温 B
- 6) 炉体首振り 4 回 (出鋼状況に近似)
- 7) 第 3 回サンプリング(スラグ，メタル)，测温 C
- 8) 出鋼

計 5 ヒートについてこの方法で試験を行なつたが，第 1 回 A，第 2 回 B，第 3 回 C のおのおのの温度，鋼浴，鋼滓成分について Fig. 3 に図示した。

これらの結果から以下のことがわかつた。冷却用の砂

Table 3. Composition of nail scrap.

| Composition | C | Si | Mn | P | S | Oils & fats |
|-------------|------|-------|------|-------|-------|-------------|
| Percentage | 0.14 | 0.006 | 0.39 | 0.022 | 0.026 | 0.17 |

Table 4. Effect of nail scrap addition on temperature drop.

| Nail scrap addition (kg/heat) | No. of heat | Average temperature drop (°C) | Theoretical temperature drop (°C) |
|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 400 | 3 | 5.0 | 5.7 |
| 700 | 3 | 13.3 | 10.0 |
| 1100 | 2 | 15.0 | 15.7 |
| 1400 | 3 | 20.0 | 20.0 |

鉄投入と首振りによつては (1) 鋼浴温度が約 30°C 低下する. (2) [C], [S] は変らない. (3) [Mn] は 2~3×10⁻²% 低下する. (4) [P] は下がるものもある. (5) (T. Fe) は 1~2% 上昇し, (MnO) はわずかに低下する.

また出鋼状況の近似を図つた第 2 回目の首振りでは, (6) [C], [S], [P] は変らない. (7) (T. Fe), (MnO) はほとんど変らない.

したがつて, 砂鉄投入によつて明らかにされたのは, [Mn] の低下, (T. Fe) の上昇であり, 取鍋 [Mn] 値はこれを見込んで調整を行なわねばならない.

4. 取鍋への冷却材の投入

高温吹止をそのまま出鋼し, 出鋼中に取鍋の中にスクラップを投入して溶鋼を冷却, 温度調整すれば操業面上からは大きなメリットがあるが, その際の冷却効果を取鍋内の溶鋼を測温することによつて調査した.

4.1 調査方法

試験ヒートはいく分高温に吹止, 出鋼中に冷却材を投入し, それと隣接する比較ヒートのおのおのについて出鋼前後の温度降下量を求め, その差から冷却材の冷却効果をつかんだ. 両ヒートとも出鋼量は約 118 t-*ingot*/heat であり, しかも取鍋は連続回転取鍋を使用した. 出鋼前後の測温は前述した方法と同一である. 対象は極軟リムド鋼である. 取鍋冷却材として投入したスクラップは製釘の際発生する屑で Table 3 に示す成分をもち, 大きさは米粒大である.

4.2 結果と検討

約 20 t の試験用スクラップを 400, 700, 1100, 1400 kg/heat の 4 水準でおのおの 2~3 回取鍋へ投入した. 比較ヒートと試験ヒートの温度降下量の差が冷却材による温度降下量である. 試験結果を Table 4 に示した.

データ数が少ないため得られた数値の裏付けを理論計算を行なつてみた. スクラップの熱バランスを考えると

$$\frac{x \left(\int_{293}^{T_2} C_p dT + \sum Q_T \right)}{M_{Fe}} = W \cdot C_S \cdot (T_1 - T_2)$$

x : 冷却材投入量 (t), C_p : 純鉄の比熱 (cal/°K mol)

Q_T : 変態熱 (cal/°K mol), M_{Fe} : 鉄の原子量

W : 溶鋼重量 (t), C_S : 溶鋼比熱 (cal/°K·kg)

T_1 : 溶鋼温度 (°K), T_2 : 冷却材投入後の温度 (°K) となる.

上式に数値 (鉄鋼便覧より) を代入して計算したものが Table 4 の理論値である. これによると理論値と実測値はよく一致し投入したスクラップは完全に溶解し, 溶鋼を冷却しているものと考えてよい.

このように取鍋冷却効果が定量的に把握でき, 完全な冷却が得られることがわかつた.

この方法は炉内へのスクラップ投入, 砂鉄投入よりも種々の点でメリットがあるので以後サイズの小さいスクラップを確保して積極的にこの方法を採用することにした.

5. 総 括

転炉における高温吹止時の溶鋼温度調整法に関して炉内スクラップ投入以外の 2, 3 の方法について取鍋内の測温を行なつて調査し, 以下の結果を得た.

(1) 吹止時に砂鉄を投入し, 砂鉄投入量と溶鋼温度降下量を定量的につかんだ. (2) その際, 溶鋼が均一に冷却されていることを確認した. (3) 砂鉄投入 (1000 kg/heat) により鋼浴 [Mn] が 0.02% 下り, 鋼滓 (T. Fe) が 1~2% 上る. その他の成分には大きな変化がない. (4) 出鋼所要時間 (x : min) と出鋼前後の温度降下量 (y : °C) の間には $y = 8.79x - 6.75$ の関係がある. (5) 出鋼中に取鍋にスクラップ (釘屑) を投入して, 投入量と溶鋼温度降下量をつかんだ. この冷却効果は理論値とよく一致する.

文 献

- 1) 富士広畑: 第 13 回 LD 技術懇談会, (1964)
- 2) 森田, 他: 鉄と鋼, 51 (1965) 10, p. 1928

669,184,244,66;669,184,232,12

(62) LD法の鋼浴温度の経過について

(吹錬中計測による LD 反応の研究—I)

日本鋼管, 技術研究所

川上 公成・○藤井 隆

川崎製鉄所 内堀 秀男

Change of the Bath Temperature in LD Converter.

(Study on reactions in LD converter by sampling method during blowing—I)

Kiminari KAWAKAMI, Takashi FUJII and Hideo UCHIBORI.

1. 緒 言

従来転炉製鋼における反応機構の解析は吹錬後のデータをもとに行なつていた. しかし最近より精密な炉内反応の解析を行なうために吹錬中の情報を得る努力がなされてきている. 今回 12 t/ch の試験転炉に酸素ランスとは別のサンプリングランスを設置し, 計測用ヘッドを鋼浴中へスポット的に降下させ, 試料の採取および測温を実施した. 本報では採取した 15 チャージのデータをもとに, とくに鋼浴温度の経過に焦点をしばつて報告する.

2. 操業条件および測定方法

データは試験転炉で最も標準的な操業を対象に採取し