

(45) 水冷酸素吹精転炉法の適用について

(強制冷却による永久炉壁式炉の研究—V)

秋田大学鉱山学部 ○佐藤良蔵
大阪製鋼 工博田畑農夫

On the Oxygen Converter with Water-Cooling.

(Study on a permanent wall-type furnace with compulsory cooling—V)

Ryōzō SATŌ and Dr. Nōfu TAHATA

I. 緒 言

強制冷却法の転炉への適用に関する研究の第一段階として、横吹き転炉に冷却装置を施して吹精試験を行なった結果、主目的たるライニングの永久壁化を実証するとともに、既報りに詳述したいろいろの成果を見ることができ、これまで至難視されていた純酸素吹精に、もつとも合致する様式であることを明らかにした。この結果に基づき、さらに今日もつとも注目されている上吹き転炉に対しても、その応用実施可能を例示すべく、本試験が取上げられた。以下試験の概要を概説する。

II. 試験炉の試作

試験炉の容量はキューボラの能力から、一応 50~80 kg とした。構造の主要部分について説明すると、つぎのごとくである。

(1) 主要寸法: 炉高は 1000mm, 外径 560mm で, 10mm 鉄板製とし, 炉体を三分し, 取付けはコッター式を採用した。トラニオンは中空式とし, 炉体からの熱伝導を考へて, ジャケット型式とし, 配水管を兼用させた。また熱膨張に備えて 5mm の隙間を取った。

(2) 炉体冷却装置とランス: 冷却装置の構造と適資材に関する資料を求めため, ステンレス, 普通鋼, 銅板を試用し, 炉を四分して扇形冷却函 4 コを取付けた。冷却水用配管は駆動側トラニオンから給水し, 排水は環状排水主管にまとめ, 摺動側トラニオンを経て排水させる。結合部を回転接手とし, グランドパッキングで漏水を防止した。

また送水管の制約から上吹き用ランスを採用できなかつたので, 吹込角度を 60° とし 2 種の型式のものを銅板で製作し, 酸素吹込孔径はいずれも 5mm とした。

(3) ライニング: 本試験では溶損経過に関する試験結果に基づき, 水套材料と冷却効果および耐火材の組合せを中心とし, 端的に本法の適応性を把握する意味で, シャモット煉瓦を採用した。すなわち, 冷却函全面を 40 mm 厚に張り, 炉底部には平炉用クロマグ煉瓦を張り,

モルタルを 20mm 上塗りして湯溜部を形成した。

組立完了後の試験炉を Fig. 1 に, またライニングの施行状態を Fig. 2 に示す。

III. 吹精試験内容とその結果

(1) 試験要領
吹精用溶銑は小型水冷キューボラ (内径 250mm 能力 100~150 kg/h) で溶製した。溶解作業は既報の



Fig. 1. Oxygen converter with water-cooling.

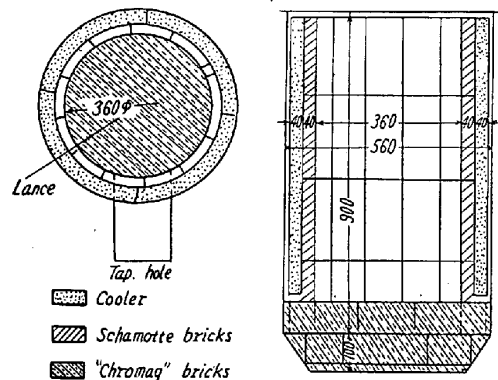


Fig. 2. Lining of the water-cooled converter.

結果にしたがつた。転炉への溶銑装入は予定を変更して出鋼口から行なつた。また炉の予熱を目的としてガスバーナーを使用したが, 300~400°C 位しか加熱できなかつた。ランスには 2 種のものを使用したが, 通常吹精以後の試験では, 簡易型の S-ランスのみを使用した。ランスは傾斜角度を 60° とし, 湯面の直径の 1/4 点を吹付ける。湯面との距離調整はランスの上下移動で行なうようにした。

吹精用酸素はボムベ 3 本を直結し, 調整器, 流量計を経て, ゴムホースでランスに送入される。測温には Pt-Pt-Rh 熱電対高温計, 光高温計などを使用し, 給排水温度は管中の測定位置に寒暖計を取付けた。使用冷却水は水道から直接給水するようにし, 途中にコックを取付けて水量調整を行なつた。

(2) 吹精試験結果

試験経過から予備吹精と通常吹精とに区別し, これら

Table 1. Results of preliminary blowing test.

| Blowing time ('-') | Composition of molten pig (%) | | | Composition of blown metal (%) | | Composition of slag (%) | | | Cooling water | | | |
|-----------------------|-------------------------------|------|------|--------------------------------|----|---|-----------|-------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| | C | Si | Mn | C | Si | SiO ₂ + Al ₂ O ₃ | CaO + MgO | Σ Fe | Wall | | Lance | |
| | | | | | | | | | Amount (l/mn) | Temp. rise (°C) | Amount (l/mn) | Temp. rise (°C) |
| 14-0 | 4.08 | 1.53 | 0.44 | 3.03 | tr | — | — | — | 20.0 | 7.3 | 5.0 | 42.5 |
| 10-30 | 〃 | 〃 | 〃 | 3.30 | 〃 | 24.22 | 1.86 | 53.56 | 〃 | 6.0 | 〃 | 21.0 |
| 12-30 | 4.18 | 1.69 | — | 3.40 | 〃 | 17.11 | 0.80 | 60.04 | 〃 | 8.0 | 〃 | 23.5 |
| 18-0 | 4.00 | 1.50 | 0.40 | 2.30 | 〃 | 19.69 | 2.07 | 56.14 | 〃 | 15.8 | 4.3 | 21.0 |
| 23-0 | 〃 | 〃 | 〃 | 0.90 | 〃 | 19.79 | 2.57 | 57.35 | 〃 | 17.0 | 〃 | 20.0 |

を項目別に説明する。

A. 予備吹精

試験は試験炉各部品の性能試験をも含め、炉作動の正常化、ライニング作業の確認、さらに吹精諸条件のランスに目的をおいた。吹精試験結果例を Table 1 に示す。

試験結果を検計した結果つぎのような結論が導入され通常吹精試験のための手順が決定された。すなわち、キューポラ能力と受湯量の関係および、吹精炉容量とその冷却効果の不均衡が主要因子となつていことから、冷却水の調節に努め、ランスを S-ランス 1 本に限定し、ランスの上下位置を加減して反応進行上の停滞を防止するようにした。一方試験を通じて試験炉においても、冷却水温の変化は既報のものによく一致し、炉壁の溶損状態の調査からは、溶滓面の位置に自成鋼滓による永久耐火壁化した残留層が形成確保されていることが確認され、溶損の経過が、試用冷却板の金属の熱伝導率の大小による影響を明示している。

B. 通常吹精

上記のごとく本炉においても、通常転炉操業を充分行ない得る結果を確認したので、一部構造上に改善を加えて試験を続行した。装入溶銑は 2, 3 の溶解例を除き炭素含有率を固定し、他成分に変化を与えるようにした。また水量調整は装置の主要部からの制約はあつたが、水冷効果の確認上支障とはならなかつた。

吹精条件を整理すると

酸素圧力 8.0~9.5 kg/cm²

装入溶銑量 25~45 kg

使用酸素量 2.8~5.0 m³

装入溶銑温度 1150~1250°C

吹精鋼温度 1520~1640°C

溶銑成分: 3.6~3.9% C 0.6~2.0% Si

0.2~0.4% Mn 0.11~0.45% P

0.06~0.11% S.

で、試験結果例を Table 2 に示す。

本結果を通じ、吹精経過は既報で詳述したとまつたく同一で、普通転炉操業における場合となんらの差異なく、炉況変動もむしろ穏かで、成分に応じた送酸素調整を行なうのみで、比較的容易に所要成分の軟鋼が溶製され、数十回の吹精における炉壁の維持も固定され、何の不安定も認められなかつた。この結果を予備吹精試験に比較すると、まず同一装入量に対する使用酸素量は 25~35% 減少し、反面脱炭率は 20~30% から 75~99% に上昇している。S-ランスを改造して吹精孔の位置を可変調節容易なものに代えると、吹精効率をさらに増大することも期待できる。

同様の考察は、保有熱有無の相異からも行ない得る。すなわち、表中で A, B の区別で示した連続吹精操作の場合は、明らかに後者の反応進行がいちじるしく、小型炉における熱量的不足に注意するのみで、いろいろの成分範囲にある溶銑にかかる試験を充分行ない得ることが認知された。

一方炉壁の維持状況は、定常化後の水温変化の傾向がほとんど前回の場合に一致し、試験終了後の侵食、溶損

Table 2

| Number of heats | Weight of molten pig (kg) | Blowing time ('-') | Composition of molten pig (%) | | | Composition of blown metal (%) | | | Composition of slag (%) | | | | Temp. of cooling water (°C) | |
|-----------------|---------------------------|--------------------|-------------------------------|------|-------|--------------------------------|-------|----|---|-----------|------------------|-------|-----------------------------|--------|
| | | | C | Si | P | C | P | Si | SiO ₂ + Al ₂ O ₃ | CaO + MgO | Fe ²⁺ | Σ Fe | Inlet | Outlet |
| 19A | 38 | 12-0 | 3.90 | 1.68 | 0.245 | 1.50 | 0.056 | tr | 23.66 | 13.12 | 41.28 | 43.50 | 20.0 | 28.0 |
| 19B | 35 | 12-30 | 〃 | 〃 | 〃 | 0.03 | 0.067 | 〃 | 19.65 | 9.98 | 45.87 | 49.86 | 22.5 | 30.5 |
| 47A | 25 | 11-0 | 3.62 | 1.81 | 0.346 | 0.05 | 0.052 | 〃 | 15.00 | 13.67 | 47.31 | 48.29 | 23.5 | 35.5 |
| 47B | 33 | 12-30 | 3.96 | 1.30 | 0.453 | 0.29 | 0.026 | 〃 | 21.03 | 11.83 | 42.43 | 44.02 | 22.5 | 29.5 |

状況の調査からも、溶滓の躍動範囲に永久耐火壁層が完全に形成維持されており、所期の目的を具現していた。

IV. 総 括

以上強制冷却法の上吹き転炉への適用を目的として、小型全面水冷式転炉を試作し、吹精試験を行なった結果主目的たる同法適用の可能性ならびに純酸素吹精においても、自成鋼滓による永久耐火壁層の形成、維持が確認された。

吹精経過についても通常の転炉操作の場合となんらの差異が認められず、むしろ炉況の安定度が高く、生産性ならびに経済性の点から有利性を推定される。

文 献

- 1) 佐藤良蔵: 鑄物, 30 (1958) 3, p. 152
- 佐藤良蔵, 田畑農夫: 鉄と鋼, 45 (1959) 7, 699
- " " " , 45(1959)11, 1255

(46) 水冷酸素吹精転炉法の活用範囲の拡大について

(強制冷却による永久炉壁式炉の研究—Ⅵ)

秋田大学鉱山学部 ○佐藤良蔵
大阪製鋼 工博 田畑農夫

On the Oxygen Converter with Water-Cooling.

(Study on a permanent wall-type furnace with compulsory cooling—Ⅵ)

Rōzō SATO, Dr. Nōfu TAHATA

I. 緒 言

試験転炉の試作ならびに、同炉による酸素吹精の可能性について前報のような成果が得られた、そこで、使用耐火物と形成される永久耐火壁の保持、ならびに操作上考慮される生成耐火壁の信頼性、あるいは本法適用からの吹精様式の拡大などを目的に、さらに以下の吹精試験を行なった。

II. 試 験 要 領

冷却効果が吹精操業に与える影響の重要性から、効果の利用に関する吹精過程の調査を含め、使用耐火物の種別と操作内容の関係から永久壁化の過程を見た。

すなわち、酸性耐火材に対する塩基性鋼滓下の吹精試験として石灰、石灰石添加、ついで残留耐火層に塩基性耐火物として、クロマグ系モルタルを上塗りした場合との比較を行なった。また純酸素吹精では脱炭と同時に脱磷も進行することがすでに知られ、いわゆるsoft blowingによりこれを操業化している。しかし鋼浴からの脱磷を促進するためには、浴温調節が大きく影響する点から、本法による水冷効果の利用がきわめて有利と思われる、鋼滓成分、酸素送入条件から早期脱磷について試験した。同時に冷却効果の調節に伴う操作上の問題、炉壁の安定度、温度履歴に伴う各部間の変化などにも注意した。さらに、炉壁の中性的特質の活用範囲に関する試験として脱クローム処理を取上げ、吹精過程におけるクロームの挙動を調べるとともに、特殊鋼滓生成時の本炉の操作上の注意点を追究した。

試験操作は前報とまったく同じで、ライニングを塩基性にした場合は、残留シャモット煉瓦上にクロマグ系モルタルのコーティングを行なった。コーティングの厚さは最大侵食部で30mm、それ以上の場所では7~25mm厚である。冷却水量も大きく変化させ、冷却効果の調査を便にし、耐火壁についてはその構成の変化と安定度に注目した。

III. 試 験 結 果

試験内容から吹精試験結果を整理すると、つぎのごとくである。

A. 吹精結果

吹精結果例を表示すると Table 1 のごとくである。脱磷を主体とした操作では、試験装置および操作上の手順から、one slag process で進めたが、温度上昇を制約しながら送酸素操作を調節して吹精を行なうと VF-

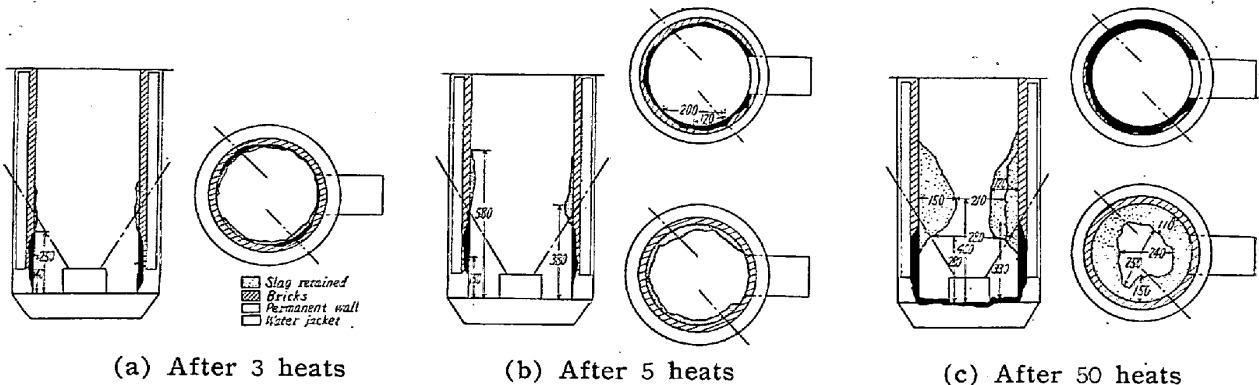


Fig. 1. Change of burnt profiles through the lining.