

これは Fig. 3 に示したごとく損傷度 60~70% で (T.Fe) が極端に上昇し始めるためと考えられる。

また、出鋼歩留も損傷度 60~70% で低下し始めるがこれは主にスロッピングと Slag 中の (T.Fe) の増加のためと考えられる。

2.3 ノズル寿命の限界

以上の検討結果より、ノズルは水洩れなどの事故以外にも変形、溶損によつて吹錬上の問題になるばかりでなく、種々のトラブルの原因となり、ノズルを廃却せざるを得ないことは明らかであり損傷度 60~70% でいずれも悪影響が現れ始めている。

しかしながら、ノズル寿命は前述したごとくランス湯面間距離などの使用条件によりバラツキが激しく損傷度によつてノズル廃却限界を決定することは困難である。

したがつて一つの指数としてノズル損傷度に直接影響される (T.Fe) を indicator としてノズル廃却限界を管理していくのが適切であると考えられる。

すなわち損傷度 60~70% に相当する (T.Fe) 19% 前後をノズル寿命の限界と考えたほうが良いと思われる。

3. 結 び

当所転炉における 3 孔ノズル廃却原因、吹錬に与える影響および廃却限界について検討した。

結果を要約するとつぎのようである

(1) ノズルの廃却は半分以上先端が溶損変形し、おもに操業上および品質上のトラブルが原因となつたものである。

(2) ノズル寿命にはランス湯面間距離が大きく影響しその関係は平均して、ランス湯面間距離 50m/m の変動によつてノズル寿命が約 200 回増減するようである。

(3) ノズル損傷度 60~70% になると操業、品質の両方に悪影響が急激に現われるようであり、その時の、(T.Fe) 19% は前後である。

文 献

- 1) 林, 他: 鉄と鋼, 51 (1965) 4, p. 719
- 2) 板岡, 他: 鉄と鋼, 51 (1965) 4, p. 723
- 3) 住金小倉: 第 15 回 LD 技術懇談会資料 (1965)

(123) 純酸素上吹転炉炉口ガスについて

日本鋼管, 鶴見製鉄所

○二上 菱・松田 一敏

小谷野敬之・安居 孝司

On the Furnace Gas in LD Converter.

Kaoru NIKAMI, Kazutoshi MATSUDA,
Takayuki KOYANO and Takashi YASUI.

1. 緒 言

純酸素上吹転炉製鋼法の自動化については世界各国で研究されている。従来適用されている数式モデルは本質的には静的なものであり、多くの関連は統計的処理によつて得たものである。動的な数式モデルを得るため冶金反応の基礎的研究が盛んに行なわれている。一方実炉の操業において、種々の物理量を計測し、これと冶金的基礎研究結果とを結び合わせ、炉内反応状況を推定し、操

業をより自動的に行ない、終点予測と得られた結果の精度を上げることは製鋼法の発展の上にきわめて大切なことである。

転炉々口より排出するガスの性質については炉内反応状況を推定する一つの物理量として重要な意味をもつものと思われ、従来より種々検討されて来た。しかしながら測定方法はじめ多くの未解決な問題をのこしている。

著者らは転炉製鋼の自動化をすすめるにあたり、この問題をとりあげ検討することとした。

炉口において排ガスを連続的にサンプリングし、成分変化を測定することに成功し炉口ガスと炉内反応状況との関連を検討したので取まとめ報告する。

2. 試 験 方 法

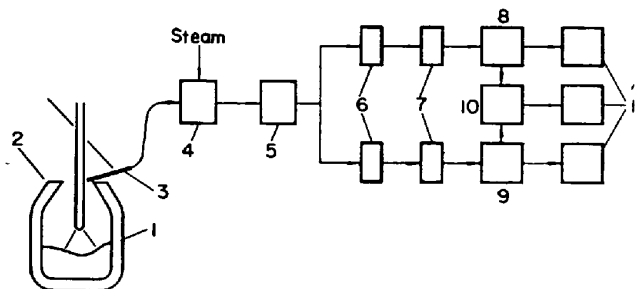
炉口直上において、排ガスをサンプリングして連続的に成分変化を測定した。同時に炉口ガス温度、鋼浴温度、鋼浴およびスラグ成分変化を測定した。

測定は鉄皮容積 145m³ の 60t 転炉、全装入 85t、溶鉄配合率 75~78%、酸素圧力 8~10.5kg/cm² (185~230Nm³/min)、終点 C% は 0.15% 近辺の普通鋼の吹錬について行なつた。

2.1 サンプリング系

転炉々口ガス採取はその温度が非常に高いこと、溶融スラグの噴出がはげしいこと、および多量のダストを含んでいることのため非常に困難である。炉口ガスの連続採取のために、先端水洗のプローブをもつた HAYS のガス採取装置 (H₄-A₃-Y₂-S₁-C₃-O₂-R₂) を導入した。この装置は水冷のプローブと蒸気エゼクターを用いた吸引盤から成る。プローブは SUS-27 製の水冷構造で内部にジェット水と試験ガスの通路をもつもので、その先端はジェット水で洗滌され、付着スラグを多孔化し、閉塞を防ぐ構造である。吸引盤は試料ガスの吸引、冷却、湿分分離の各機器を備えたものである。さらに採取装置の後に試料ガス中の湿分および微粒ダストの分析値に及ぼす影響を除くため、電子冷却器とフィルターを用いている。サンプリング系を出たガスの性状は次のごとくである。

- | | |
|------------------|-----------------------|
| (1) 吸引盤出口ガス温度 | 30~40°C |
| (2) 吸引盤出口ガス湿分 | 飽和 |
| (3) 吸引盤出口ガスの含じん量 | 0.2gr/Nm ³ |
| (4) 電子冷却器出口ガス温度 | 5°C |
| (5) 電子冷却器出口ガス流量 | 1l/min |



- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1 L. D. Converter | 6 Filter |
| 2 Food | 7 Cooler |
| 3 Sampling probe | 8 CO Gas analyser |
| 4 Sampling rack | 9 CO ₂ Gas analyser |
| 5 Sample gas flow regulator | 10 CO ₂ /CO calculator |
| | 11 Recorder |

Fig. 1. Block diagram of furnace gas analyser.

2.2 ガス分析計

分析計として赤外線式を採用した、これは連続分析ができること、選択性が良いこと、光学的零位方式であるので精度が良いことに特長があり、炉口ガス分析に適当である。

炉口ガス成分のうち CO および CO₂ の分析を行ない、同一記録紙上に記録し、比較対照ができるようにした。さらに CO と CO₂ の比の記録も同時に行なえるよう考慮した。サンプリング系と分析計の系統図を Fig. 1 に示す。使用した分析計の主な仕様は次の通り。

- (1) 型式 IRP-II (富士電機製)
- (2) 分析計目盛範囲 CO₂: 0~100%
CO: 0~100%
CO₂/CO: 0~1
- (3) 精度 CO および CO₂: スパンに対し ±1.5%
CO₂/CO " ±1.5%
- (4) 応答速度 分析計本体は 15sec 以内
配管を含めて 30sec 以内
- (5) 零点の変動 ±1.0% 以内/24hr

3. 試験結果

(1) HAYS のサンプリング装置と赤外線ガス分析計を組合せた方式を用い、吹錬中のプローブの先端の閉塞はほとんどなく、CO, CO₂ の連続分析が可能となった。

(2) ガス分析計の精度についてはヘンメル法で同時分析した結果 Table 1 に示すごとく、その差は±1%以内である。

(3) 炉口ガスの挙動について、吹錬経過と CO, CO₂ % の関係を見ると吹錬圧力、ランス高さが変わってもほとんど同様なパターンとなる。一例を Fig. 2 に示す。吹錬

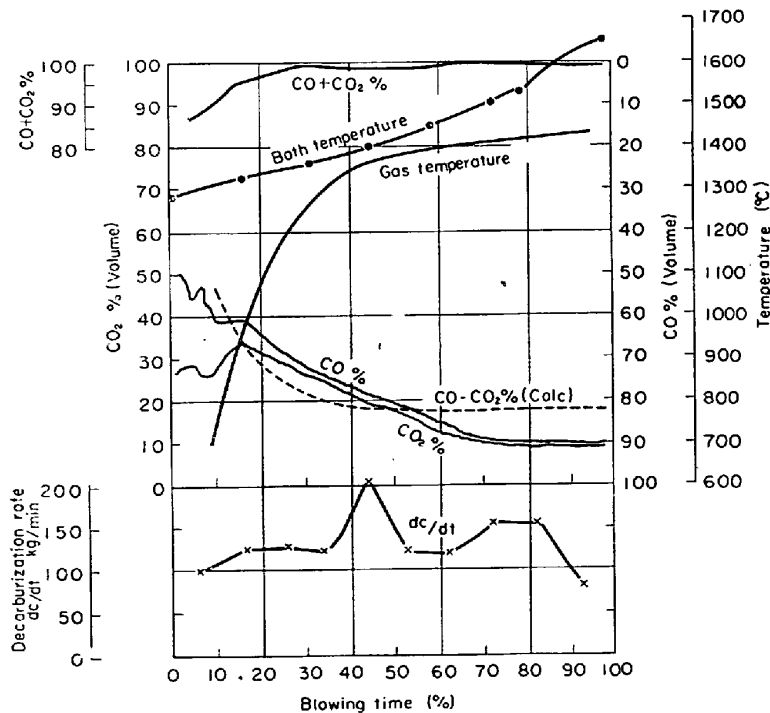


Fig. 2. Behaviors of furnace gas components, temperature, bath temperature and decarburisation rate during oxygen blowing.

Table 1. An exmple of comparison with hemples.

Blowing time (min)	CO ₂			CO		
	I. R. P. Analyser (%)	Hemples (%)	Deviation (%)	I. R. P. Analyser (%)	Hemples (%)	Deviation (%)
10	14.5	15.0	-0.5	81.5	81.8	-0.3
13	12.9	13.2	-0.3	84.3	84.4	-0.1
16	7.6	8.4	-0.8	89.5	89.2	+0.3

時間経過 70% 以降 CO₂%, CO% は一定となる。溶鋼中の [C] % が 0.10% 以下となるとそれ以降は CO % は下り CO₂ % は上る。

(4) CO+CO₂ % の合計は最初 85% であるが吹錬経過とともに上り 30% 経過ではほとんど 100% に近くなる。この間ガス中には酸素はほとんどなく、水素がわずか(0~1%)存在する。

(5) 炉口ガス温度は図に見るように吹錬時間 40% 経過後急激に上昇し 1400°C までになり、以降きわめて徐々に上る。

(6) 鋼浴温度、成分およびスラグ成分の変化の一例を示すと Fig. 3 のごとくである。

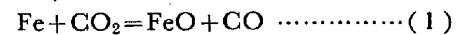
4. 考 察

吹錬開始とともに脱炭反応が進行し CO ガスが発生する。炉口ガス成分中 CO と CO₂ % の合計は 85% より急激に上昇し吹錬経過時間 30% 付近ではほぼ 100% に近くなる。鋼浴成分変化を見ると、この付近まで直接酸化で、[Si], [Mn], [P] がほとんど平衡値まで急速に除去され、CO+CO₂ % が 100 に近くなる点と、[Si] が完全に酸化される点とほぼ一致している。この間ガス中には酸素は存在せず水素がわずかに存在し、残りは窒素と思われる。脱炭量と炉口ガス成分より計算するとこの期間に炉内の空気が置換され排出される窒素量とほぼ一致する。吹錬経過 15% 付近で CO₂ % が最大となり以下漸減するが、これは Fig. 2 に示した初期に脱炭速度が上昇するのとの関係があるようである。

炉口ガス温度は吹錬経過 40% まで急激に上昇し、約 1400°C となり以降徐々に上昇する。この変化は炉中のスラグの状態と何等かの関係があると思われる。

CO は火点付近で盛んに発生し、種々な形で Fe を含み炉内に充満しているスラグを通して逸出する。

ガス中の CO と CO₂ の関係について



なる反応を考えるとこの平衡関係は Fig. 4 のごとくになる。火点温度は従来より 2400~2500°C であるといわれている。CO は火点で発生し、(1) 式の関係で CO₂ と共存するが、勿論この関係は平衡にあるとはいえない。今、炉口ガス温度における(1) 式の平衡を計算し、図示すると Fig. 2 の破線のごとくなる。吹錬経過 40% まで実測値と似たような傾向を示す。CO および CO₂ % は吹錬経過 70% よりほぼ一定となる。この項はまだ脱炭速度はおとろえない。また [C] が 0.10% 以上

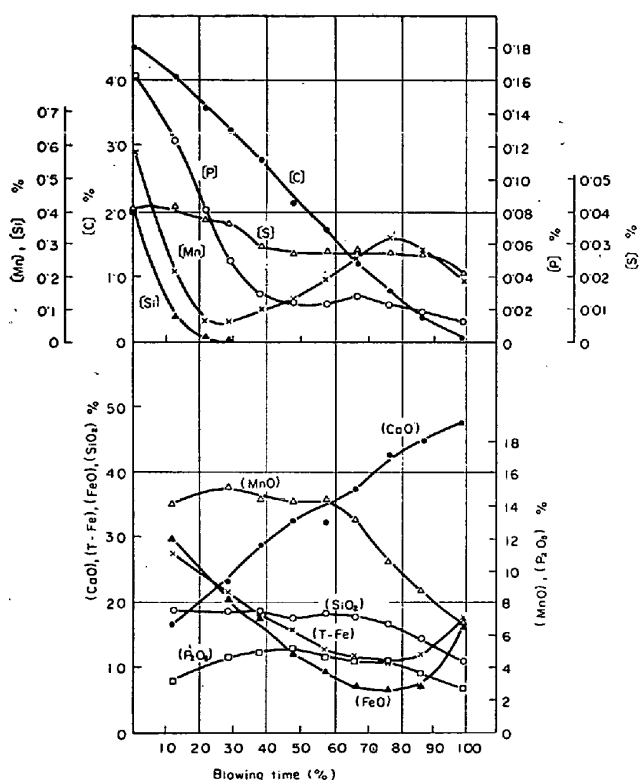


Fig. 3. Behaviors of components of bath and slag during oxygen blowing.

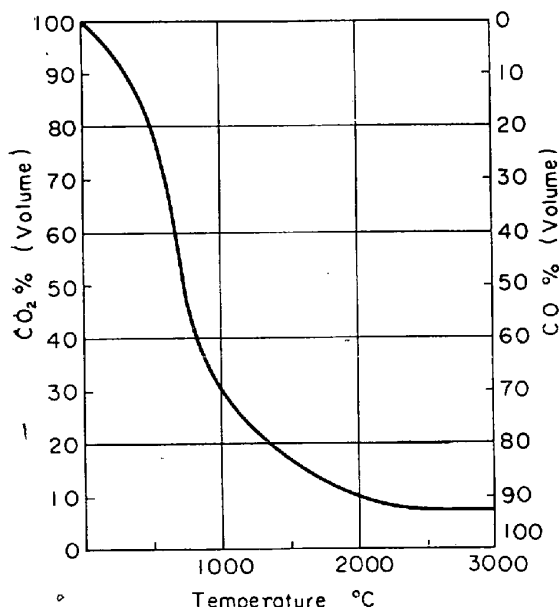


Fig. 4. Content of CO₂, CO in reaction $Fe + CO_2 = FeO + CO$ ($a_{Fe} = a_{FeO} = 1$).

の範囲では脱炭速度が低下してもこの状態は変わらない。この理由については CO と CO₂ の相互関係を支配する条件の安定などが考えられるがまだ明かではない。

以上のごとく炉口ガスの温度、CO%、CO₂% の変化は炉内反応状況推定の間接的なメジャーとなり得るが、今回の検討では脱炭反応に対し直接的にむすびつけることができなかつた。

5. 結 言

転炉の自動化をすすめるにあたり炉口ガスについて検討した。サンプリング、分析方法について試験し、吹錬中炉口より連続測定することができた。炉口ガスの CO、CO₂% の変化および温度は炉内反応状況と関係があるようであるが、詳細については研究の余地がある。従つて現在の転炉製鋼において、これによりただちに、操業精度を向上させることはなお検討の必要があろう。しかし種々の情報量と組合わせ吹錬パターンを考える物理量としては有効であると思われる。

今後、他の物理量との相互関係、製鋼反応の冶金的基礎との関係について検討をすすめてゆきたいと考えている。

(124) 転炉吹錬中の溶鋼温度の連続測定について

(転炉計測に関する研究—I)

日本鋼管、技術研究所

○永岡典義・白井源一・八反田敏美

Continuous Temperature Measurement of Molten Steel in LD Converter during Blow.

(Study on the instrumentation of LD converter—I)

Noriyoshi NAGAOKA, Gen-ichi USUI and Toshimi HATTANDA.

1. 結 言

転炉製鋼で吹錬中の鋼浴温度を知ることの重要性は一般に認められており、このため投込式熱電対、炉壁埋込式熱電対によつて試みられているが、技術的な難点またはコストの問題があつていずれも吹錬作業に取り入れるまでに至つてない。また鋼浴面からの輻射線を手がかりにして測定しようとする方法も種々行なわれている¹⁾²⁾。しかし上吹き転炉になつてからは鋼浴面からの輻射線を直射検出することの困難さに加えて一般に輻射温度計の精度に対する信頼度が熱電対より低いこともあつて、実用規模の転炉で成功した報告はない。本報では原理的に輻射率の影響が少ないと考えられる 2 色光高温計を用い、12 t/ch の試験転炉に設置した測温用ランスを使つて吹錬中の鋼浴温度を連続的に測温した結果について述べる。

2. 測定方法

Fig. 1 に測温ランス頂部の 2 色光高温計の取付方法を示す。ここに取り付けたのは光学系の検出器で、増巾器、指示計、記録計および安定電源部は別に設置されている。先端のノズルから入つてきた輻射線はランス頂部の耐圧ガラス窓を通過して反射鏡で水平方向にまげられて検出器に入る。光軸の調整は反射鏡の廻転、検出器の上下移動と水平面内の廻転によつて行なわれる。検出器はランスに固定した台の上に据えられており、吹錬中のランスの動揺によつて光軸がずれないようになつている。内管に空気を通しノズルから出しているが、これは検出器に入る輻射線の光路内にダストその他の障害物が入らないようにするためである。なお、このときのランスの長さ