

高炉レースウェイ領域測定のための斜行羽口ゾンデ*

武田 幹治*² 田口 整司*³ 浜田 尚夫*⁴ 中井 歳一*⁵ 加藤 治雄*⁶

Sideways Tuyere Probe for Measuring the Raceway Region in a Blast Furnace

Kanji Takeda, Seiji Taguchi, Takao Hamada, Toshikazu Nakai, Haruo Kato

1 はじめに

高炉の解体調査により融着帯の存在とその高炉操業における役割が明らかにされて以来、融着帯形状制御のため炉口ゾンデ、シャフトゾンデ等の多くの測定装置が設置されてきた^{1,2)}。しかしながら、稼働中の高炉内測定センサーの多くは塊状帯を対象にしており、レースウェイ内部を除いては、炉下部滴下帯領域に関するセンサーの開発はほとんど報告されていない^{3,4,5)}。

最近の低Si操業では、溶銑中Siの低減に関してレースウェイおよびその近傍の滴下帯でのガス、溶融物の流れ、成分および温度の分布の制御が重要であると考えられている。レースウェイ領域を測定するため、レースウェイゾンデ^{6,7)}が開発され、稼働中のレースウェイ内部のガス組成の測定が行われてきた。しかし、従来の多くのレースウェイゾンデは測定領域がレースウェイ内部に限られ、測定項目もガス、ダストの採取に限られている。そこで、川崎製鉄ではレースウェイ領域、炉芯領域およびレースウェイ間の領域を稼働中に測定できるゾンデを開発し斜行羽口ゾンデと名付けた。ここでは、斜行羽口ゾンデの特徴を従来のゾンデと比較して説明し、本ゾンデを用いて測定した結果の例として、稼働中高炉レースウェイ近傍の溶銑中Siの分布、微粉炭の実炉での燃焼挙動について述べる。

2 斜行羽口ゾンデの特徴

従来のゾンデはいずれも送風の通路であるブローパイプおよび、羽口を通して炉内に水冷ゾンデを挿入している。このため、測定時に送風量と送風温度が低下し、レースウェイ内の温度、ガス流れおよび反応が測定により乱されるという問題があった。

千葉製鉄所第5高炉に設置した斜行羽口ゾンデは、送風の通路を通さずに測定対象のレースウェイ領域にプローブを挿入することに特徴がある。本ゾンデは、第5高炉25番羽口に取り付けられ、隣接する24番羽口レースウェイ領域を測定対象としている。Fig. 1に示すように、25番羽口に枝管を持ったブローパイプが取り付けられ、炉中心軸方向から24番羽口方向に水平に偏って枝管内を通過して炉内へプローブが挿入される。斜めにプローブを炉内に挿入するため、25番羽口の形状変更を同時に実施した。このように、斜めにプローブを挿入する構造により、測定自体がレースウェイ領域の現象を乱さず、また、レースウェイ間の領域あるいはレースウェイと炉壁間の領域という従来のゾンデでは測定できない領域を測定できるという利点を斜行羽口ゾンデは備えている。

レースウェイ部およびその周辺部という温度的にも、熱的にも最も厳しい条件下で測定するため、以下の点を考慮してゾンデの設計を実施した。

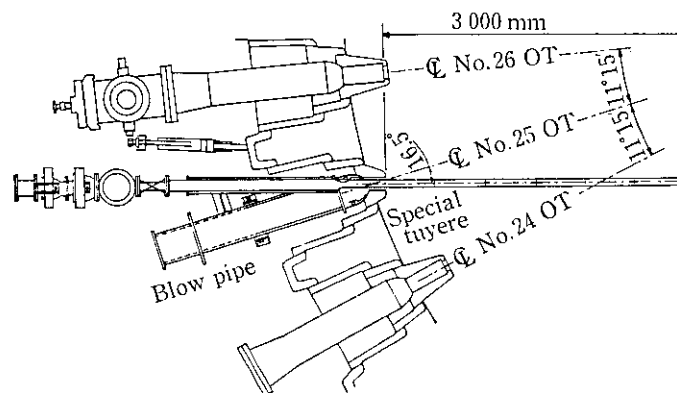


Fig. 1 Location of sideways tuyere probe

*1 昭和63年3月10日原稿受付

*2 鉄鋼研究所 プロセス研究部製鉄研究室 主任研究員(掛長)

*3 鉄鋼研究所 プロセス研究部製鉄研究室 主任研究員(課長)

*4 鉄鋼研究所 プロセス研究部製鉄研究室 室長(部長)

*5 本社 高炉改修計画室 主査(課長補)

*6 千葉製鉄所 製鉄部製鉄技術室

Table 1 Specifications of the probe

Item	Specification
Equipment	
Stroke	3 m from tuyere
Drive system	Chain drive with hydraulic motor
Probe	Water cooled
Measurement	<ul style="list-style-type: none"> • Sampling of gas, dust and molten materials • Temperature measurement with optical fiber • Observation with image fiber

(1) 昇圧された羽口の冷却水を利用することにより高温・高熱負荷に対するプローブの冷却能力の確保

(2) シール部の二重化等、プローブの溶損を考慮した設計により炉内ガスの吹き出し等の事故に対する安全性確保

斜行羽口ゾンデの主な仕様を Table 1 に示す。駆動方式は油圧モーター・チェーン駆動方式で無段階的に速度変更ができる。測定範囲は、25番羽口先端から炉内へ3.0mであり、レースウェイ領域を越えて炉芯部までの測定が可能である。

測定機能として炉内ガスおよびダスト採取という通常の測定項目のほかに、溶融物採取、炉内温度測定、炉内観察という多種の機能を備えている。ファイバー方式の二色高温計を用いることにより、炉内装入物の放射率の影響を受けずに温度測定ができる。また、石英系のイメージファイバー（3万画素）を用いて炉内のコークス、溶融物の挙動をTVカメラに収録し、観察、解析できる。

3 測定結果

3.1 イメージファイバーによる炉内観察結果

操業中の高炉内を直接肉眼で観察することは、ガス組成、溶銑成分等の数値データの意味を解釈し、炉内現象を理解するうえで欠かすことのできない情報である。イメージファイバーを用いて行った炉内観察の結果をビデオに録画し、典型的な例を写真撮影して Photo 1 に示した。Photo 1 (a) はレースウェイ外周部のコークス

の旋回が停止した位置の炉内観察結果である。全視野（視野角35度）内に数個のコークス粒子が観察される。手前側の粒子はバーストガスにより冷却され黒くなっているが、内部のコークスは高温で白く輝いている。Photo 1 (b) には溶融物が流れている部分の観察結果を示す。溶融物が、コークス旋回領域の外側に局所的に大量に流下している様子が観察された。また、写真中右上の数値はファイバー方式の二色高温計で測定した炉内の温度を示している。

3.2 稼働中レースウェイ領域近傍での溶銑成分

Fig. 2 に測定位置方向の Si 分布とその時のガス組成から判断し

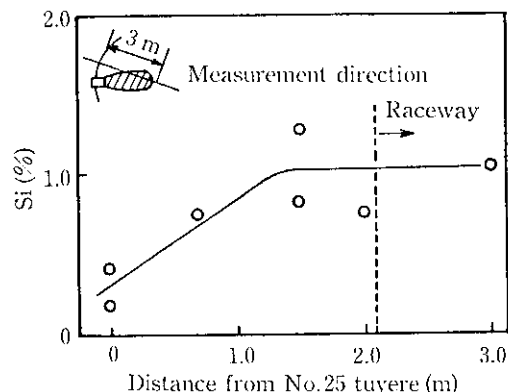
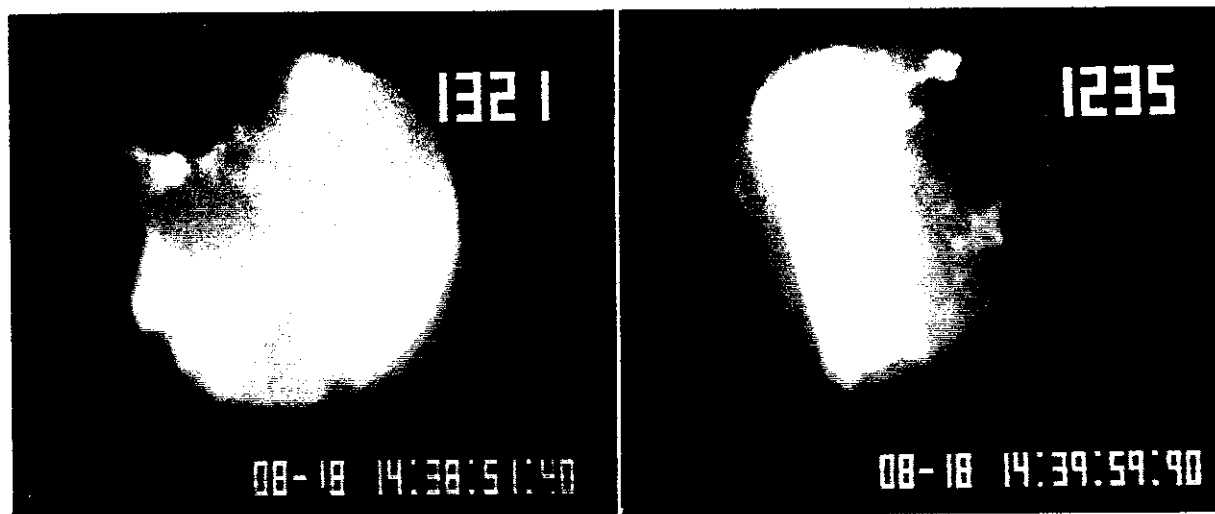


Fig. 2 Silicon content distribution around the raceway



(a) Coke particles around the raceway

(b) Flow of molten materials

Photo 1 Observation of coke particles and molten materials in the furnace by use of an image fiber

たレースウェイ領域を示す。レースウェイから離れた炉壁近傍での Si はほぼ出銹される値に等しいが、レースウェイ近傍の Si は 1~2% と出銹 Si の 0.35% に比較して著しく高い。これらの溶銹成分分布は炉内の Si 移行現象を解明し、低 Si 操業技術を確立するうえで不可欠なデータである。

4 斜行羽口ゾンデによる微粉炭の燃焼性の検討

微粉炭は重油に比べて燃焼性が低く、高炉に吹き込んだ場合に未燃焼になりやすいと考えられている。実炉で燃焼性を測定した例はほとんど報告されていないため本ゾンデを用いて炉内のダストおよび微粉炭の未燃焼生成物の採取を行い、吹き込み量、微粉炭の種類、送風温度が微粉炭の燃焼性に与える影響を検討した。

Fig. 3 に吹き込み量を変更した際の採取されるダスト中の炭素含有量の変化を示した。微粉炭原単位 60 kg/t 以上で炭素含有量が乾留されたチャーの値に近づきダスト量が増大していることから、未燃焼生成物の発生が顕著であることがわかる。

5 おわりに

稼働中実炉内のレースウェイ近傍および炉芯部でのガス、ダスト、溶銹滓の採取や炉内観察により炉内状態を明らかにできる斜行羽口ゾンデを開発した。

斜行羽口ゾンデによる各種の測定により本ゾンデが以下の点で有用

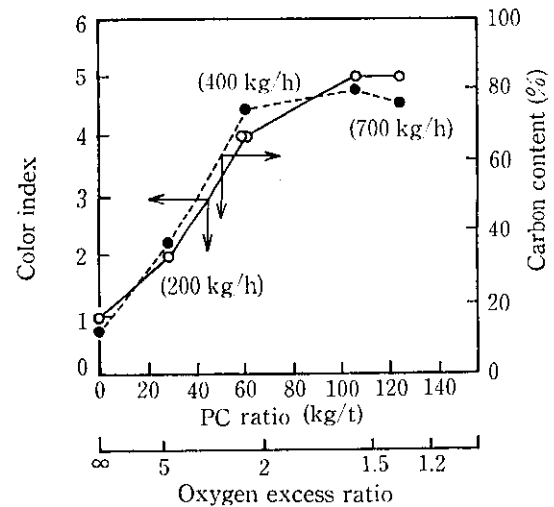


Fig. 3 Effect of oxygen excess ratio on combustion condition of pulverized coal in the raceway

用であることがあきらかになった。

- (1) 炉内の溶銹、滓、ガス、ダスト成分の測定によるレースウェイ領域、炉芯部の現象の解明、およびその結果を用いた炉芯活性化技術、低 Si 化技術の確立
- (2) 実炉条件での微粉炭の燃焼性の測定による経済的な微粉炭吹き込み条件の確立

参考文献

- 1) T. Iwamura, H. Sakimura, Y. Maki, T. Kawai and Y. Yasuno: Trans. ISIJ, 22 (1982) 10, 764
- 2) T. Yamamoto, T. Shokyu, H. Kanoshima, Y. Hayashi, K. Tamura and T. Takahashi: Trans. ISIJ, 22 (1982) 10, 774
- 3) 和栗真次郎, 望月志郎, 井上義弘, 平田達郎, 樋口彰司, 田村健二: 鉄と鋼, 71 (1985) 4, S62
- 4) 清水政治, 長井 保, 岡部俠児, 近藤幹夫, 稲谷稔宏: 鉄と鋼, 58 (1972) 5, 589
- 5) 川辺正行, 竹村頼二, 和栗真次郎, 梶原豊太, 馬場昌善, 石川 泰, 長谷川 晟, 南 昭三: 鉄と鋼, 68 (1982), A17-A20

〈問い合わせ先〉

本社: エンジニアリング事業部製鉄・プラント営業部
〒100 東京都千代田区千代田 2-2-3 (日比谷国際ビル) TEL 03 (597) 4254