

討 3 高炉塊状帯観測技術の開発

新日本製鐵(株)

堺製鐵所 山本崇夫

正久徳治

○彼島秀雄

本社 技術開発部

林 洋一

生産 技術研究所

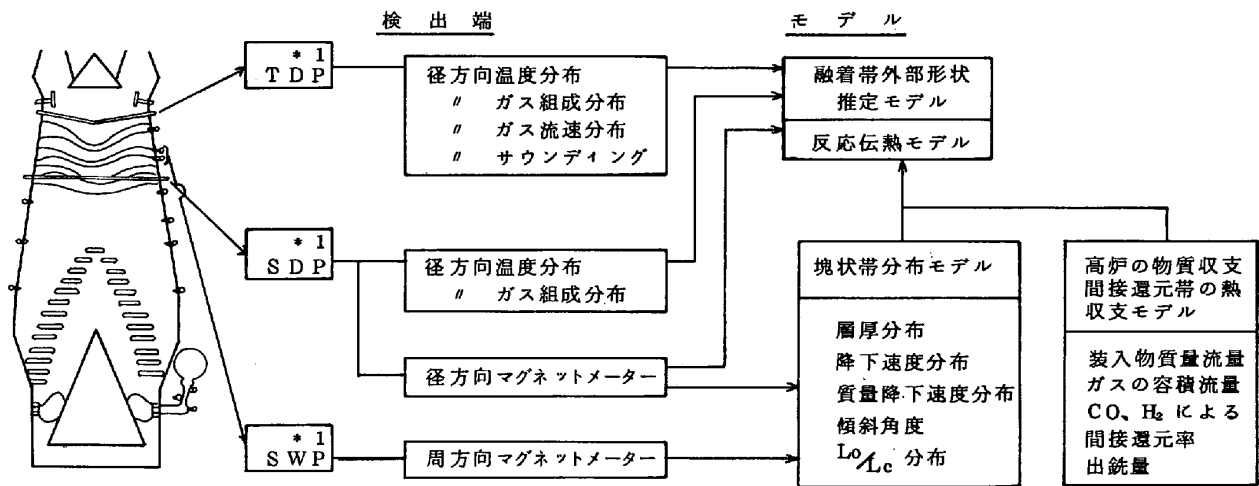
田村健二

I 緒 言

高炉塊状帯及び融着帯の分布形状が炉内のガス流れ、装入物とガスの反応効率に大きな影響を与えることが明らかとなり、ガス流や装入物の分布形状を計測し制御するためのいくつかの実用モデルが報告されている。^{1), 2)} 高炉塊状帯観測システムは高炉塊状帯におけるガス流分布や装入物の挙動を精度よく観測するための新しい検出端と塊状帯モデルの開発実用化をはかり、これらの計測情報に基づき操業の安定化、プロセスの解明に寄与することを目的として開発を進めてきた。以下その概要について報告する

II 高炉塊状帯観測システムの構成

堺 2BF に装備した検出端及びモデルの構成を次に示す。

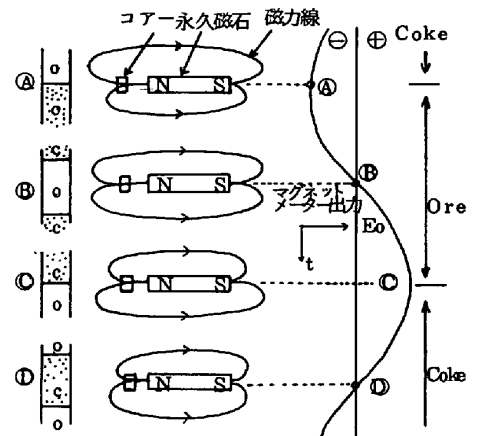


註 * 1
 TDP..... Throat Diameter Probe の略称
 SDP..... Shaft Diameter Probe の略称
 SWP..... Shaft Wall Probe の略称

III 検出端の開発

1. マグネットメーターによる装入物挙動センシング技術^{3), 4)}

高炉内の鉱石、コークスの積層状態や比率を測定する方法として磁気マルチ型マグネットメータ(MM)を応用し、鉱石、コークス両層の透磁率の差から鉱石コークスの層境界を検出することを目的とした。MMを高炉に装着する為には気密性を保ち、且つ冷却を容易にするため、MMと磁界発生器の構造を小型でシンプルなものにする必要があり、コアと永久磁石と発振回路を一直線上に一体化して構成し水冷保護管の材質は磁気遮蔽効果を持たない非磁性のステンレスとしている。MMの測定原理を第1図に示したが永久磁石軸の上下半球の透磁率分布がもつともアンバランス時直流出力 E_0 は最大値最小値をとり④③が鉱石、コークスの層境界を示す。第2図にSWPの実炉装着状態を示すが上下ペアで炉内に一定長さ突出させて設置し、

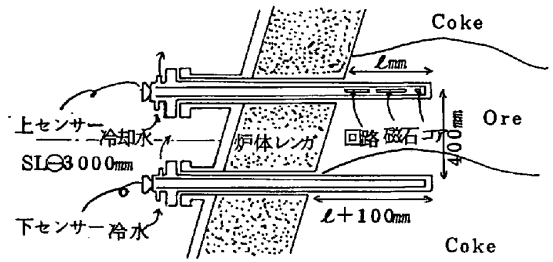


第1図 マグネットメーターの原理

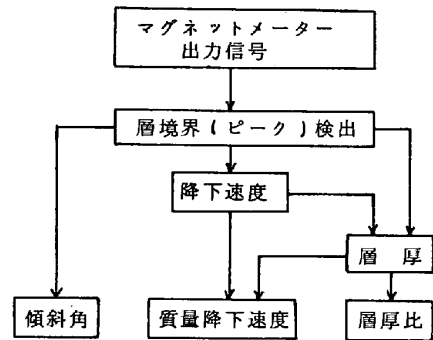
断面形状は二重管水冷構造で強度及び冷却能力を考慮して小判型としている。上下センサーの出力波形の位相差が降下に要する時間を与えるから波形の信号処理によってセンサー近傍における降下速度、層厚比、質量降下速度等の装入物情報又波形状態から混合層の存在を検出することが可能である。しかしMMは鉱石の透磁率の低下しない温度領域に設置する必要があるが界2BFの場合SL \ominus 3.0 \sim \ominus 4.5mに設置している。

2. 水冷式シャフトさしわたしブローブ(SDP)

SDPは炉径方向のガス流分布、装入物挙動分布を検出する為の要をなすものでその断面形状を第4図に示す。MMを装着して装入物挙動を測定する場合、長時間炉内に装着しておく必要があるが常時装入物内に挿入し併せて温度、ガス組成の測定機能を付加した多目的ブローブとして開発を実施した。SDPはS50年1号機を実炉装着し5号機迄本体形状、計測機能の改善を実施し実用化した。5号機の装着実績を第4図に示した。



第2図 SWP炉内装着概観



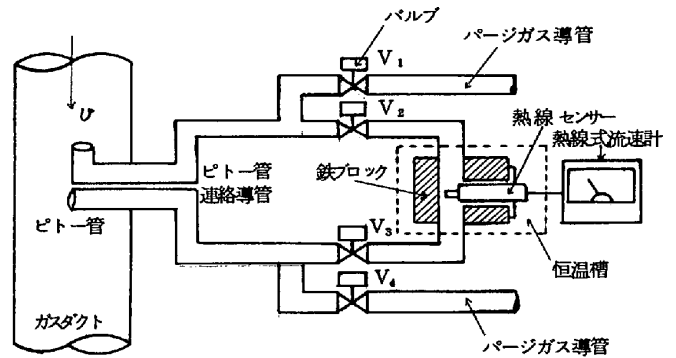
第3図 マグネットメーター 信号処理

第4図 SDP#5号機装着状況と実績

装着期間	S53.5.8 ~ 53.11.30 196日(取り外し調査)		断面形状	検出端配置 SL \ominus 4100mm	
作業実績	総装入屯数 1,434,943T 総装入回数 14,918ch 棚 1回 スリップ 385回 ドロップ 121回			①測温装置 ②マグネットメーター ③ガス採取 	
プローブ外観調査	本体亀裂発生皆無 本体最大タワミ 115mm 最大磨耗 大管 1.20mm 小管 1.25mm 大管下部に薄い付着物 化学性状(%)			测温機能	ガス採取機能
計測機能強化対策 1. パージ機能強化 シークセンサーによる自動测温システム(N ₂ パージ-N ₂ カット测温) 2. 熱電対交換機能 3. 测温頻度 1回/30分		ガス採取機能 1. パージ機能強化 自動ガス分析システム (N ₂ パージ+蒸気パージ) 2. ガス分析頻度 1回/4Hr		下センサー信号波形歪み対策 1. 整流板装着 2. とさか装着	
実績 熱電対取替実績(196日間) 		中心部G6ガス採取管 125日で詰り 中間部~周辺部(G ₂ ~G ₄) 196日間詰りなし		上センサー波形良好 下センサー波形若干の歪みあり	
	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	
T・Fe	1.20	8.26	24.57	37.26	
C	0.29	3.15	11.01	14.28	
S	0.06	0.96	2.64	3.28	
Zn	80.60	63.18	1.50	0.52	
K ₂ O	0.22	0.06	0.11	0.09	
	中心部		中間部		

3. ピトー管熱線式ガス流速計

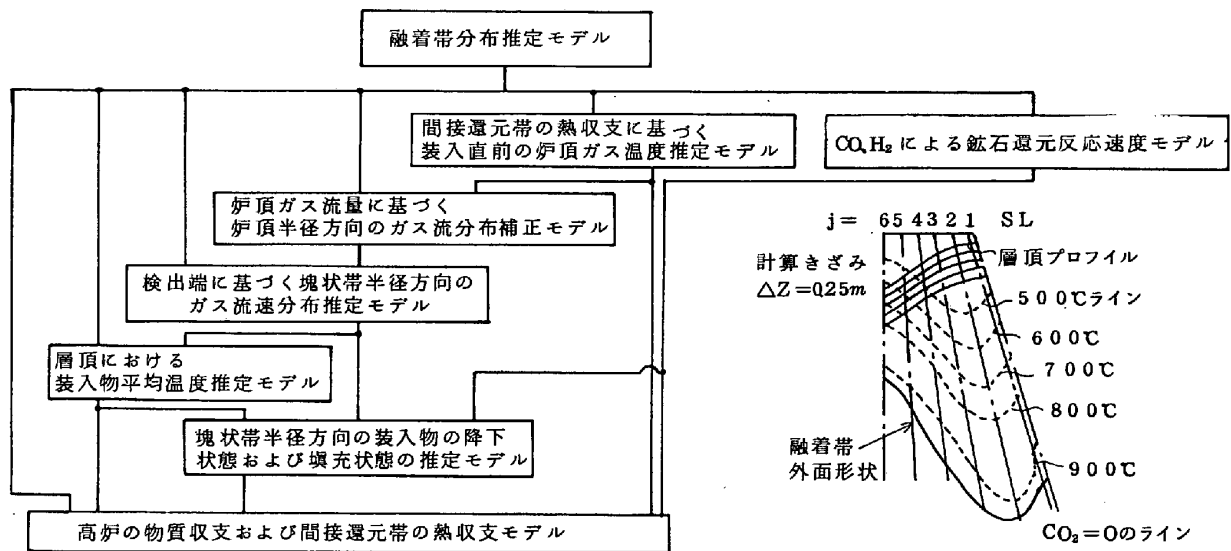
多粉塵でしかも圧力変動、温度変動のある比較的低速なガス流速を常時測定する方法としてピトー管と熱線流速計を組み合わせた新流速計を開発した。第5図にその構成図を示す。非測定時はバルブ V_1 、 V_4 が開放、 V_2 、 V_3 が閉塞の状態ではピトー管及び連絡管のガスバージを実施している。流速測定時にはバルブ V_1 と V_4 を閉塞しバージガスの流入を停止後 V_2 、 V_3 を開放するとピトー管で生ずる差圧により測定導管内にバージガスの微少な気流が生じ熱線流速計の熱線センサーに接する。測定時間をピトー管から侵入するダクト内ガスがバルブ V_2 に届くまでの時間内にとどめると熱線センサーにはガス成分が均一で清浄なバージガスが流れ熱線センサーの汚染やダストによる破損を除ける。測定導管及びセンサーを恒温槽に入れセンサーに流れるガス温度を一定に保っている。当検出端を、中央部で蝶番方式とすることにより装入物傾斜角に近似した形状のTDPに装着し、層頂におけるガス流速分布を測定している。



第5図 ピトー管熱線式流速計の構成

IV 融着帯外部形状推定モデルの開発

当モデルはTDPの温度分布、SDPの温度及びガス組成分布、塊状帯あるいは層頂における鉱石、コークスの積層状態や降下速度情報に基づいて高炉2次元における熱流比分布、還元率分布等の多様な塊状帯状況及び融着帯外部形状を推定する機能を有する。融着帯推定モデルの構造を第6図に示す。



第6図 融着帯推定モデルの階層構造

V 塊状帯情報と高炉操業との対応

塊状帯情報の実操業管理面での利用状況の一端について述べる。

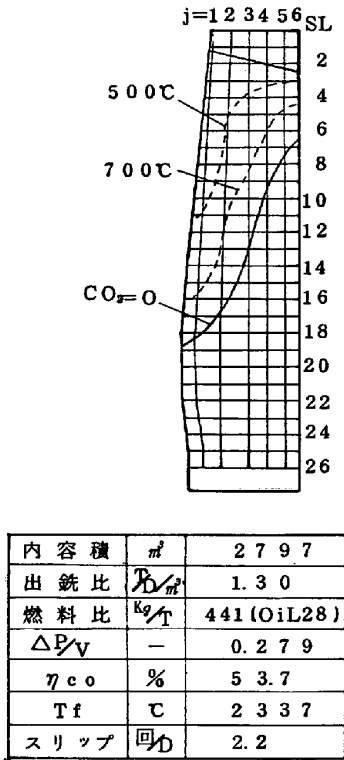
1. ムーバブルアーマーによる装入物分布の変化

MAを変更した際の径方向の L_0/L_c の変化をトレースした結果を第7図に示す。コークスノッチを押し出すことによって炉壁 ~ 1600% ($M_1 \sim M_3$) での L_0/L_c は逐次増加、 M_4 で減少傾向を示すが、 M_5 、 M_6 は影響を受けていない。中心部は高温であるためMMで検出ができていない。一方コークスノッチを押し出す

ことにことによつて一般に中心部温度が上昇している。

2. 融着帯形状と炉況指数との関係

堺2BFは減産に伴つてスリップが増加傾向となっているがモデルで推定した融着帯根の上端位置とスリップ及び溶銹Siの関係を示した。適正な融着帯形状は生産速度や原料条件によつて変化するが、堺2BFの適正な融着帯形状としては根部上端はSL \ominus 16~19mのシャフト下部にあること、頂部はSL \ominus 5~8mの位置にあり外面形状は炉内側に張り出していることであり、この条件を満足するためにはSDP中心温度600 $^{\circ}$ C以上中心部 η_{co} 30%前後、TDP中心温度400 $^{\circ}$ C以上が望ましい。この場合の例としてS54.4月のモデルで推定した塊状帯及び融着帯外面形状を第9図に示した。

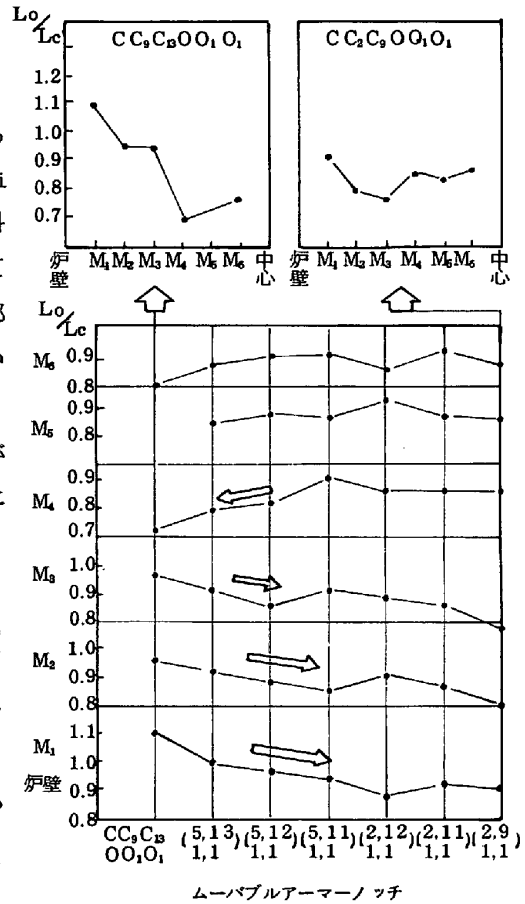


第9図 塊状帯、融着帯外部形状の分布

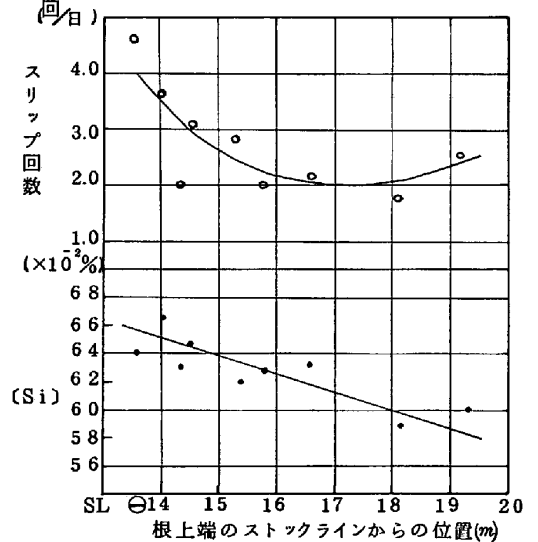
VI 結 言

高炉塊状帯のガス及び装入物の向流反応状況を測定するための新検出端の開発概要、実操業への利用技術の一端について紹介した。SDPは現在操業保全面から10ヶ月で予防整備を実施している。今後は計測機能の精度及び耐久性の向上と融着帯及び炉下部の直接的な計測技術の開発に努力していきたい。

文献 1) 加瀬正司、須賀田正泰、山口一良、中込倫路 鉄と鋼 66(1980)11 S42
 2) 飯塚元彦、梶川修二、中谷源二、協元一政 日本鋼管技法 85(1980)
 3) 山本崇夫、彼島秀雄、高橋敏夫、緒方勲、林洋一 鉄と鋼 66(1980)11 S42
 4) 藤井義博、岡田浩郎 日本機械学会誌第82巻第731号(1979)P62
 5) 新日鐵 第70回計測部会資料(1978)



第7図 アーマノッチと径方向 L_o/L_c 分布



第8図 根上端位置と(Si)スリップの関係