

溶融還元による新製鉄法

福井 克則*

A Study on the New Iron Ore Smelting Reduction Processes

Katsunori FUKUI

Synopsis : A study on the DIOS process (Direct Iron Ore Smelting Reduction Process) has been undertaken by the Japan Iron and Steel Federation as an 8-year project which began in April 1988.

A pilot plant with a production capacity of 500 tons of hot metal per day was constructed at NKK Keihin works.

The operating tests of pilot plant started in October 1993, and eight campaigns were successfully conducted by August 1995 as planned.

This report introduces an outline of the pilot plant and some results of the operating tests.

Key words : iron ore ; smelting reduction ; pre-reduction ; gas reforming ; post combustion ; heat transfer efficiency ; coal ; pilot plant.

1. 緒言

溶融還元による新製鉄法の研究は、1970年代から本格的に日本および世界各国で実施されてきたが、1980年代後半に、複数企業の協力による大型のパイロットプラントを用いた研究開発プロジェクトが相次いで開始された。米国のAISI法¹⁾、豪州のHIsmelt法²⁾、欧州のCCF法³⁾、日本のDIOS法がそれである。

このような背景には、高炉法には不可欠のコークス炉および焼結炉の、主として環境因子の課題が顕在化しつつあるものと推定される。

これらの4プロジェクトは、いずれも石炭を直接使用し、粉状またはペレット化した鉄鉱石を用いて、予備還元炉と溶融還元炉を直結した溶鉄製造プロセスを目指しており、コークス炉および焼結炉が不要である共通点を有している。しかし現時点では、パイロットプラント規模で予備還元炉と溶融還元炉を直結して操業しているのはDIOS法のみであり、AISI法およびHIsmelt法は溶融還元炉単独で、CCF法は予備還元炉単独の試験を行っている段階である。また、その他の溶融還元法としては、1985年から旧ソ連で開発中の粉鉄鉱石、Waste Oxides、ミルスケールを原料とした溶融還元炉単独プロセスであるROMELT法⁴⁾も注目されている。

本報では溶融還元による新製鉄法として、予備還元炉と溶融還元炉を直結したプロセスに着目し、上記のパイロットプラント操業状況から、DIOS法を例として述べることにした。

2. DIOSプロジェクトの概要

社団法人日本鉄鋼連盟では、通産省資源エネルギー庁の「石炭生産・利用技術振興補助事業(石炭利用・実用化技術開発に係るもの)」に基づき、財団法人石炭利用総合センターとの共同研究として「石炭直接利用製鉄技術の研究(溶融還元製鉄法)」を推進している。

本溶融還元製鉄法(DIOS: Direct Iron Ore Smelting Reduction Process)は、高炉メーカー8社の参加のもとに1988年度から、1995年度までの8年計画として開発されている。

試験計画をFig. 1に示す。DIOS研究のスタートから最初の3年間は要素研究を実施し、1990年9月からはパイロットプラントの設計に着手した。日産500トンの世界最大規模の溶融還元製鉄法パイロットプラントは、NKK京浜製鉄所の製鋼工場の遊休転炉を撤去(一部は流用)して設置することが決定され、1991年5月に着工、1993年9月に完成した。

パイロットプラントの試験操業は、1993年10月4日から

F.Y.(April to March)	88	89	90	91	92	93	94	95
Element Study	■							
Smelting Reduction		■						
Pre-reduction		■						
Gas Reforming		■						
Pilot Plant Study			■					
Design & Construction			■					
Operating Test						■		
System Study	■							

Fig. 1. Research program.

平成7年10月3日受付 平成7年11月29日受理 (Received on Oct. 3, 1995; Accepted on Nov. 29, 1995)

* 溶融還元研究開発委員会実施委員会研究部企画調整室 社団法人日本鉄鋼連盟 (Planning and Coordination, R&D Task Force, DIOS Project, The Japan Iron and Steel Federation, Kudan Plaza Building, 2-2-3 Kudan-minami Chiyoda-ku Tokyo 102)

Table 1. Outline of the element studies.

Testing place	Facilities and testing conditions	Main task
Sakai steel plant, Nippon steel corp.	<ul style="list-style-type: none"> • A 100-ton iron bath smelting reduction furnace (inner volume 138m³) • Batch operation under normal pressure. • Oxygen gas flow rate : max. 35,000Nm³/h 	<ul style="list-style-type: none"> • Achieving a high OD and a high η_{pc}. • Extracting problems involved in a up scaled furnace, and examining the necessary countermeasures. • Examining for the possibility of using coal with high volatile matter. • Clarifying the in-furnace behavior. • Examining a gas-reforming technology.
Fukuyama steel plant, NKK corp.	<ul style="list-style-type: none"> • A 5-ton iron bath smelting reduction furnace directly connected to a pre-reduction fluidized bed. • Operating pressure : 3×10^5Pa. • Oxygen gas flow rate : max. 2,500Nm³/h 	<ul style="list-style-type: none"> • Achieving a high OD and a high η_{pc}. • Examining for the possibility of using coal with high volatile matter. • Achieving prolonged, consecutive operation with the pre-reduction furnace directly connected to the smelting reduction furnace. • Examining the steady operational conditions of the fluidized bed. • Assessing the reduction ability of the fluidized bed.
Kashima steel plant, Sumitomo metal industries, Ltd.	<ul style="list-style-type: none"> • A 5-ton iron bath smelting reduction furnace. • Batch operation under normal pressure. • Oxygen blow at top and side. • Oxygen gas flow rate : max. 1,400Nm³/h 	<ul style="list-style-type: none"> • Achieving a high OD and a high η_{pc}. • Examining for the possibility of using coal with high volatile matter. • Ensuring the effect of injecting oxygen into the slag layer from the side.
Chiba steel plant, Kawasaki steel corp.	<ul style="list-style-type: none"> • A circulating fluidized bed (0.7mϕ \times 7.3m high) 	<ul style="list-style-type: none"> • Examining the steady operational conditions of the fluidized bed. • Assessing the reduction ability of the fluidized bed.
Kobe steel plant, Kobe steel, Ltd.	<ul style="list-style-type: none"> • A gas reforming facility composed of a carbonizing furnace and a plasma heater. 	<ul style="list-style-type: none"> • Examining for a gas reforming technology.

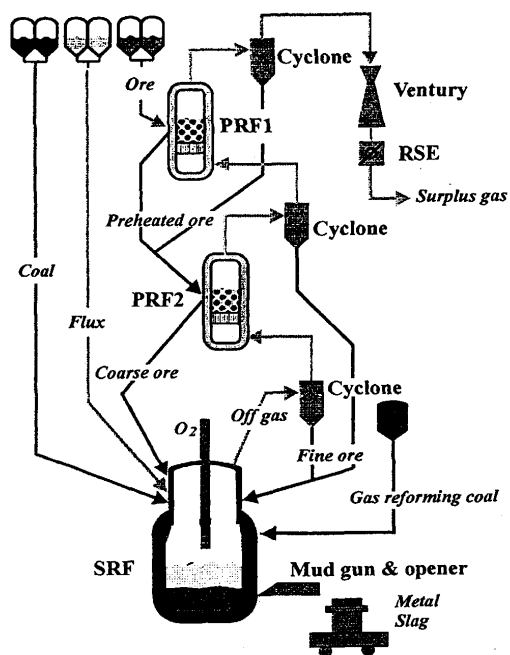


Fig. 2. The process flows of DIOS pilot plant.

1995年8月13日までに8キャンペーンを実施した。本試験操作は合計10キャンペーンを計画しており、実機概念設計およびフィージビリティスタディを行ってすべての研究計画を1996年3月に完了する予定である。

3. 要素研究

DIOSの要素研究については数多くの報告があり⁵⁾、詳細

Table 2. Main service capacities of DIOS pilot plant.

Equipment	Specifications	
Plant capacity	Production rate	500t/d (21t/h)
Pre-reduction furnace	Type Inner diameter \times height	Fluidized bed 2,700mm \times 8,000mm
Smelting reduction furnace	Type Inner diameter \times height In furnace pressure Top blown oxygen	Iron bath furnace 3,700mm \times 9,300mm Less than 3×10^5 Pa max. 20,000Nm ³ /h
Gas reforming	Fine coal adding	max. 4t/h
Tapping device	Type	Mud gun/opener

は本報告では省略するが、実施場所および研究項目をTable 1に示した⁶⁾。

4. DIOSパイロットプラントの設備と基本操作方法

4.1 パイロットプラント設備

パイロットプラント設備の設計は、要素研究の成果をベースに行われた。

DIOSパイロットプラントのプロセスフローをFig. 2に、主要仕様をTable 2に示す。パイロットプラントは予熱炉 (PRF 1)、予備還元炉 (PRF 2)、溶融還元炉 (SRF) の基本3設備と原料搬送設備、出鉄滓設備、ガス改質装置および全系圧力調整装置を含むガス処理設備で構成されている。

4.1.1 溶融還元炉 (SRF)

溶融還元炉 (SRF) は鉄浴型で、1本の上吹き酸素ランス

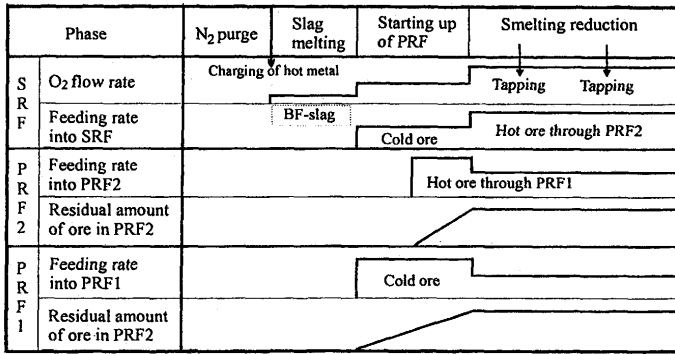


Fig. 3. Operational procedure of DIOS pilot plant.

および複数の窒素による底吹き羽口を有している。設備規模は、パイロットプラント試験の結果を実機の設計に反映させるときの難易度を考慮して、実機の数分の1である500t/d (21t/h)と決定した。

SRFの内径は、生産性の目標値を $2.0t/m^2 \cdot h$ として3.7mとした。この目標値は、要素研究の結果、SRF, PRF1, PRF2の上下直結操業の効果およびスケールアップによるSRF放散熱原単位の減少効果を見込んだものである。

炉高は、メタル浴深、スラグ浴深、フリーボード高さの合計として設計されたが、SRFへの種湯装入に必要な炉の高さがこれを上回ったため、後者を優先し、9.3mとなっている。

SRFの付帯設備としては、オフガス中のダスト(飛散鉱石および飛散石炭)を回収するホットサイクロンおよびこのダストを熱間でSRFに再装入するインジェクション設備を備えている。

4.1.2 予熱炉(PRF1)および予備還元炉(PRF2)

予熱炉(PRF1)および予備還元炉(PRF2)はともに、大きな粒度分布を有する鉄鉱石(シンターフィード: -8mm)を直接利用できる流動層である。PRF2は外部循環機能も有している⁷⁾。ホットサイクロンで除塵されたSRFのオフガスは直接PRF2に導入され、PRF1で予熱された鉄鉱石を予備還元する。PRF1およびPRF2には、各々サイクロンおよび熱鉱石搬送設備が付帯している。流動層の内径および高さは、PRF内ガス流速および分級点を考慮して決定した。PRF1およびPRF2の層内温度は、各々873K, 1073Kとして設計し、熱鉱石搬送系はそれぞれの鉱石温度に耐え得る構造となっている。

4.1.3 原料装入設備

鉄鉱石は、炉上バンカーからPRF1に装入するが、試験目的に応じてPRF2に、あるいは直接SRFに装入することもできる。石炭およびフラックスは、ともにSRFに直接装入する。

4.1.4 出鉄滓設備

出鉄滓設備は基本的に高炉と同様で、マッドガン/オーブナー方式を採用した。加圧下での連続操業を中断することなく出鉄滓作業が可能である。

Table 3. Composition of coals.

	Volatile Matter (%)	Fixed Carbon (%)	Total Carbon (%)	Ash (%)
HV-coal	32.3	57.1	73.4	10.6
MV-coal	25.8	64.8	78.5	9.4
LV1-coal	17.1	72.3	79.9	10.6
LV2-coal	15.5	75.5	81.0	9.0

Table 4. Composition of ores.

	T.Fe (%)	FeO (%)	SiO ₂ (%)
Ore A	67.3	0.30	0.64
Ore B	65.5	0.29	3.37
Ore C	62.7	0.28	4.60

4.1.5 ガス改質設備

ガス改質設備は、-1mmの粉炭をSRFオフガスに吹き込んで、オフガスの温度調節と還元ポテンシャルを高める目的で設置された。粉炭供給能力は4t/hである。

4.1.6 ガス処理設備

PRF1に付帯するサイクロンから出たガスは、ベンチュリースクラバー(既設流用)で除塵される。ベンチュリースクラバーの下流にはリングスリットエレメント(RSE)が設けられており、SRFの炉内圧が $3 \times 10^5 Pa$ 未満の範囲で圧力調整が可能となっている。

4.2 パイロットプラントの基本操業パターンと使用原料

4.2.1 パイロットプラントの基本操業パターン

パイロットプラントの基本操業パターンをFig.3に示す⁸⁾。パイロットプラントの立ち上げ方法は、系の窒素パージの後、種湯(高炉溶銑)を装入して送酸を開始し、高炉滓を所定量溶解してSRFの初期状態をつくる。次いでSRFに鉄鉱石装入を開始して溶融還元期に入る。

予備還元系は、順次PRF1およびPRF2に鉄鉱石を装入して流動層を形成後、SRFへ予備還元鉄供給を開始して上下直結操業に移行する。

生成した溶銑および溶滓は、約3時間ピッチで同一出鉄滓口から排出する。

4.2.2 使用原料

パイロットプラントで使用している主な石炭と鉄鉱石の組成を各々Table3, Table4に示す。試験操業は、高VM炭(VM=32.3%)と鉄鉱石A(T.Fe=67.3%)をベースに行っている。鉄鉱石(シンターフィード)は予め水分1%以下に乾燥後、また石炭は、-50mmで荷揚げされたものを石炭篩分乾燥機で水分3%以下に乾燥後、ともに炉上バンカーに搬送する。フラックスは焼成ドロマイトおよび生石灰を用いているが、一部未焼成品も使用した。

5. パイロットプラントの操業

本項では、第1キャンペーンから第5キャンペーンまで

の操業結果について述べる。

5・1 試験操業の経過と主指標の推移

第1～5キャンペーンでは、合計43ヒートの試験操業を実施した。第1キャンペーンは、主として設備チェックと運転習熟を、第2キャンペーンは基本操業条件の確立を目的に実施した。第1キャンペーンの後半から上下直結操業に入り、第2キャンペーンでは6日間の連続操業もしている。この間に鉱石物流の全系バランス制御などの設備改善⁹⁾や、SRFのスロッピング予知方法確立⁹⁾などの操業改善を完了し、全系の安定操業が可能となった。Fig. 4に、SRF炉内圧、送酸速度、生産速度および石炭原単位について、各ヒートの代表的な区間平均(区間時間:60～840分)を示す。SRF炉内圧は、第1キャンペーンの後半から目標の 2.9×10^5 Paを達成し、その後は安定した加圧操業を実施した。生産速度は、送酸速度の上昇に伴い第3キャンペーンまでにはほぼ目標の21t/hを達成している。石炭原単位は、生産速度の向上とともに次第に改善されてきている。第5キャンペーンでは、約15日間の連続操業も実施し、操業に関する基本技術をほぼ確立した。

5・2 SRFの操業

5・2・1 SRFのイメージ

SRFのイメージ図をFig. 5に示す¹⁰⁾。上吹き酸素ランスからの酸素ジェットは、3系統の独立制御が可能であり、上吹き酸素による二次燃焼率の向上および二次燃焼熱の着熱

効率向上のために、スラグ浴内の二次燃焼を意図して、酸素ジェットの軌跡を制御している。底吹き窒素ガスは、鉄浴とスラグの攪拌を目的として、炉底より鉄浴内に吹き込まれる。

5・2・2 SRFの炉内反応

SRF炉内では、主として次の反応が起こる。

- (1) 炉内に投入された予備還元鉱石の溶解
- (2) 炉内に投入された石炭の分解
- (3) スラグ中の酸化鉄の還元
- (4) 溶鉄への加炭
- (5) 石炭灰分、鉄鉱石脈石、副原料の溶解およびスラグ生成反応
- (6) 上吹き酸素あるいは原燃料中の酸素によるチャーの燃焼
- (7) 上吹き酸素あるいは原燃料中の酸素による石炭揮発分の燃焼
- (8) 上吹き酸素あるいは原燃料中の酸素による還元ガスの燃焼

SRFの操業は、(1)～(5)の吸熱反応熱およびSRFの放散熱を、(6)～(8)の発熱反応熱で供給することが基本となっている。(1)および(3)の反応に要する熱量は、SRFに投入する予備還元鉱石の温度および還元率に影響される。(6)～(8)の反応に必要な酸素の大半は、上吹き酸素から供給される。

5・2・3 SRF炉内の計測

パイロットプラントの操業中は、サブランスによる鉄浴の温度、酸素活量の測定および質量分析計によるSRFオフガス組成の連続測定が行われる。またサブランスには、スラグレベル測定装置も併設されている。SRFは密閉系なので、これらの情報と原燃料、攪拌ガスなどのインプット情報により、SRF炉内の熱および物質バランスの把握ができ

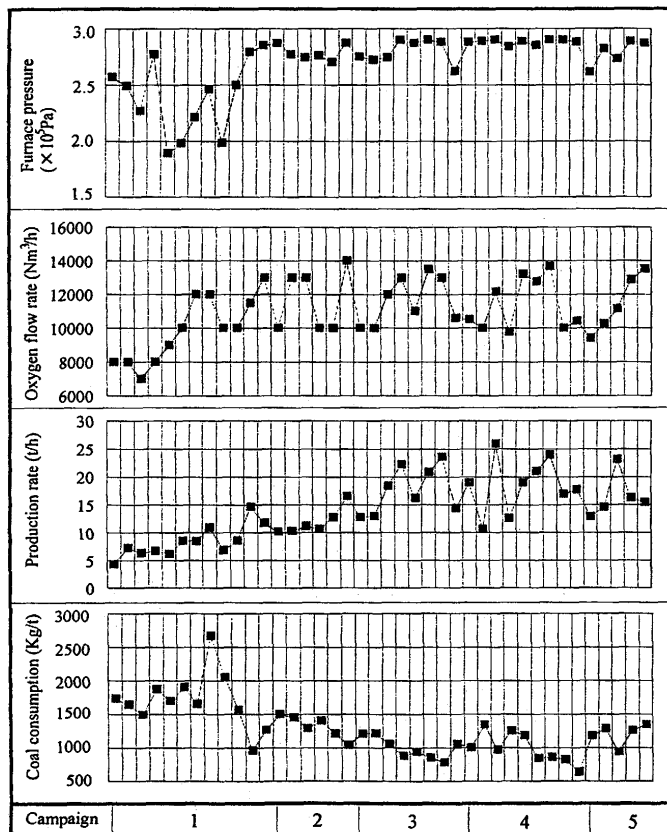


Fig. 4. The transition of operational indices in the DIOS pilot plant.

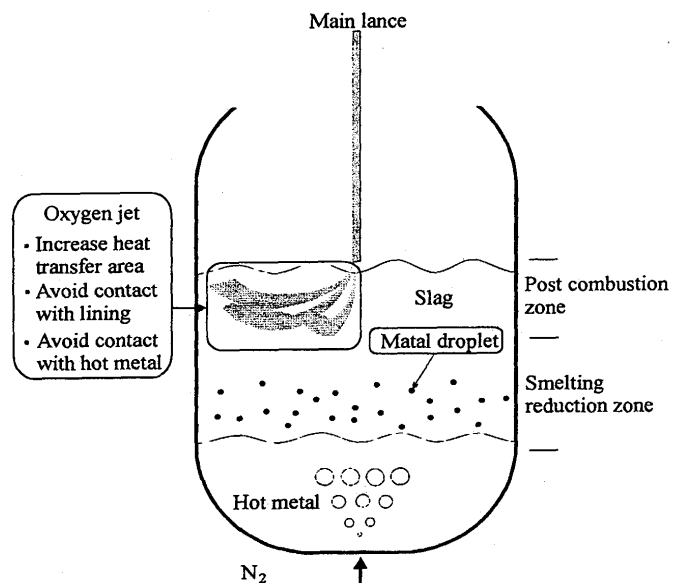


Fig. 5. Schematic design concept in the SRF.

る。

熱供給に関する指標としてDIOSでは、OD (Oxidation Degree)および着熱効率(η_{PC})を用いている。

$$OD(\%) = \{(CO_2 + H_2O)/(CO + CO_2 + H_2 + H_2O)\} \times 100$$

$$\eta_{PC}(\%) = \{1 - (\text{オフガス保有熱量のスーパーヒート量}) / (\text{二次燃焼によって発生した熱量})\} \times 100$$

ここでオフガス保有熱量のスーパーヒート量は溶鉄温度基準であり、CO、CO₂、H₂、H₂Oは各々SRFオフガス量である。SRFの熱効率向上のためには、ODと η_{PC} を高水準に維持することが必要である。

5.2.4 生産速度

SRFの生産速度は、5.2.2項で述べた炉内の熱供給速度に支配される。発熱反応に必要な酸素の大半は、上吹き酸素として供給されるため、生産速度は鉄鉱石の温度と予備還元率、OD、および η_{PC} が一定の条件では、上吹き送酸速度に依存する。Fig. 6に、上下直結操業でHV炭を用いたときの送酸速度と生産速度の関係を示した。

5.2.5 着熱効率とOD

SRFの熱効率向上のためには、ODと η_{PC} を高水準に維持することが必要であることを前述した。二次燃焼は、スラグ層上部およびスラグ直上の空間で起こり、二次燃焼熱は、スラグ層での鉄鉱石の溶解および還元反応に必要な熱量を供給した後鉄浴に伝達されると推定される。従って、鉄浴とスラグを攪拌する底吹き窒素ガス量と着熱効率との間には相関があると考えられる。

Fig. 7に底吹き窒素ガスの攪拌動力とODおよび η_{PC} の関係を示す¹⁰⁾。着熱効率は攪拌動力の増加とともに向上し、3 KJ/(s·t)近傍では高位に安定している。一方、攪拌動力の増加とともに、ODは減少する傾向を示しているが、上吹き酸素による粒鉄[C]の燃焼量が増加する結果と考えている。高生産速度では、低攪拌動力域でも高い着熱効率が得られていることから、パイロットプラントでは、攪拌動力は1.8~2.2 KJ/(s·t)を基本とした。

5.2.6 溶鉄[%C]

溶鉄[%C]の制御は、DIOSの安定操業とともに、後工程である転炉製鋼の操業への影響の面からも重要である。SRFにおける溶鉄中炭素の挙動に関して、酸化鉄の還元反応が、(1)溶鉄-スラグ界面および(2)炭材-スラグ界面で起こり、(2)で生成した溶鉄滴は炭素飽和(=5.15%)であると仮定して次式が示されている¹¹⁾。

$$W_{HM} \cdot d[C\%]/100 \cdot dt = k \cdot (\%T.Fe) \{A_{sc} \cdot 5.15/100 - A_{sm} \cdot 12/55.85 - (A_{sc} + A_{sm}) \cdot [C\%]/100\} \dots (1)$$

$$W_s \cdot d(\%T.Fe)/100 \cdot dt = Fe_{ore} - (A_{sc} + A_{sm}) \cdot k \cdot (\%T.Fe) - P_{slag} \cdot (\%T.Fe)/100 \dots (2)$$

定常状態では(1)式=(2)式=0であるので、パイロットプラントの操業データから[C%], (%T.Fe), Fe_{ore}, P_{slag}

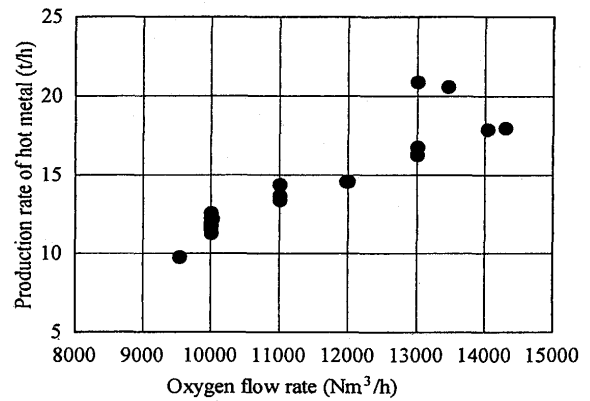


Fig. 6. Relationship between oxygen flow rate and production rate of hot metal.

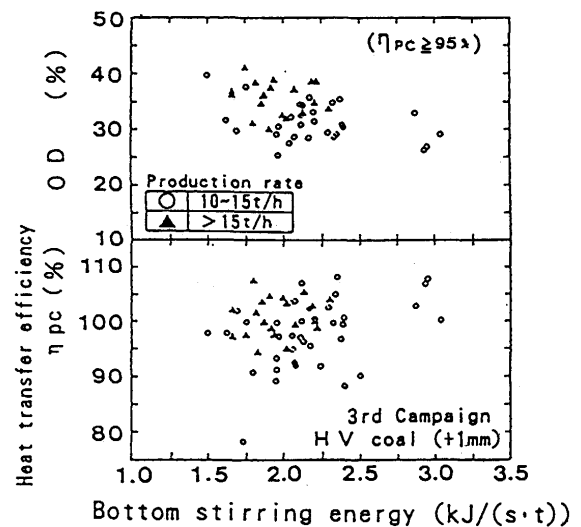


Fig. 7. Influence of bottom stirring on OD and heat transfer efficiency.

を代入してA_{sc}, A_{sm}を求めた。A_{sm}はSRF炉内の静止スラグ-鉄浴界面積の6~8倍ではほぼ一定値である。A_{sc}はスラグ中の残留炭材量に依存するとして、A_{sc}=W_{char}·(3α/ρ·r)とすると(3)式が得られる。

$$[C\%] = 5.15 - 2132.1 / (\alpha \cdot W_{char} + 80) \dots (3)$$

- A_{sm} : 溶鉄-スラグ界面積(m²)
- A_{sc} : 炭材-スラグ界面積(m²)
- W_{HM} : 溶鉄重量(kg)
- W_s : スラグ重量(kg)
- P_{slag} : スラグ生成速度(kg/h)
- Fe_{ore} : 鉄鉱石からのFe供給速度(kg/h)
- k : 還元反応速度定数(kg-Fe/m²·h·(%T.Fe))
- W_{char} : スラグ中の残留炭材量(kg)
- α : スラグに分散しているCharの面積に対する還元反応サイトの面積割合
- ρ_{char} : チャー密度(kg/m³)
- γ_{char} : チャー半径(m)

である。

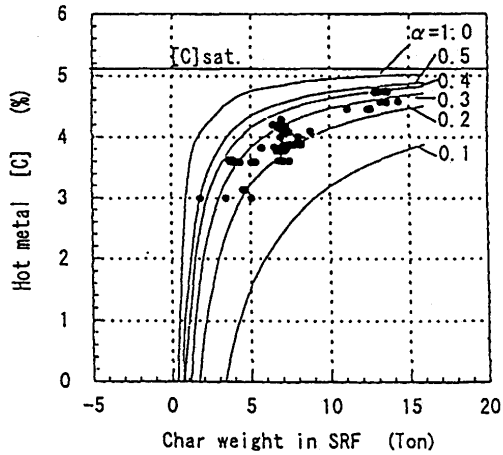


Fig. 8. Relation between hot metal [C] and amount of char in SRF.

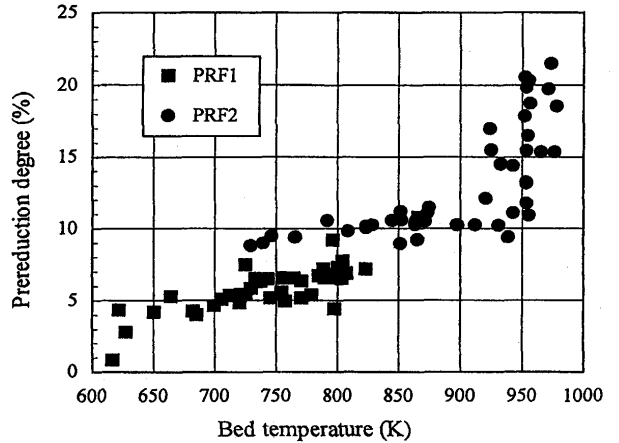


Fig. 10. Effect of the bed temperature on the pre-reduction degree of iron ore.

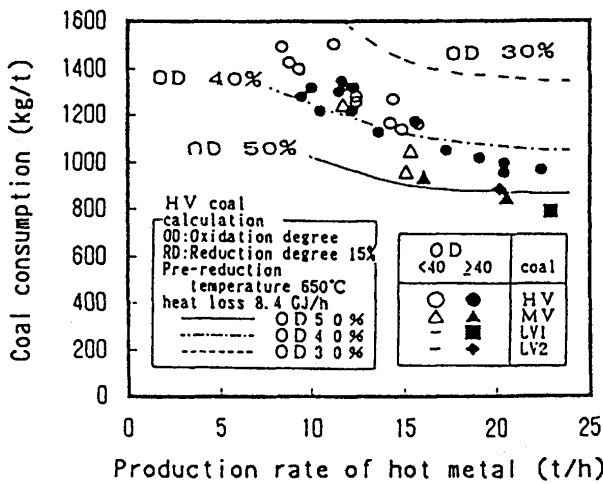


Fig. 9. Relationship between production rate of hot metal and coal consumption.

Fig. 8 に W_{char} と [%C] の関係を示す。 $\alpha=0.2\sim0.4$ の場合に計算と実績値がよく一致している。このことは、スラグ中の残留炭材量を管理することによって [%C] が制御できることを示している。

SRF炉内の残留炭材量は、SRF炉内の炭素バランス(オフガス成分、ホットサイクロンダスト中の炭素量、鉄浴に溶解した炭素量および炉内に供給された炭素量から算出)によって求めることができる¹²⁾。炭素バランスによる残留炭材量の長時間操作による累積誤差⁹⁾を補正するために、パイロットプラントでは、炭素バランスから求めた残留炭材量の変化速度を常時監視するとともに、20~30分に1回行いうサブランスによる溶鉄酸素活量測定によって、直接 [%C] をチェックしている¹⁰⁾。

5.2.7 石炭原単位

Fig. 9 にパイロットプラントで得られた溶鉄生成速度と石炭原単位の実績値をプロットした¹³⁾、図中に示した条件で熱および物質バランスにより計算した曲線を併記した。この図から、溶鉄生成速度が増加すると、SRF炉体の放散熱が

相対的に小さくなるため、石炭原単位が減少することがわかる。

石炭の種類による差異も明瞭であり、揮発分が低い石炭を使用した場合はODも高く石炭原単位も低い。これは低揮発分炭は、固定炭素が高く発熱量も大きい結果と理解されている。

本図に示すように、およそ15%の予備還元率の操業で20~25t/hの溶鉄生成速度が得られており、この時の石炭原単位は、高VM炭で950Kg/t、低VM炭で780Kg/tであった。今後、予備還元率を更に10%以上高める試験が計画されており、石炭原単位が更に改善されるものと期待される。

5.3 PRF (PRF 1 および PRF 2) の操業

SRFオフガスは、ホットサイクロンを経由してPRF 2 に導入され、次いでPRF 2 付帯のサイクロンを経由してPRF 1 に入る。

PRF 1 および PRF 2 はいずれも流動層である。PRFは、第1~2 キャンペーンの間、分散板ノズルの開口比、ノズル内ガス流速、鉱石滞留量などの調整を完了するとともに、付帯する熱鉱石搬送系の改善を行い、第3 キャンペーンから順調な操業を続けている。PRFの操業についての報告はいくつかあるが¹⁴⁻¹⁶⁾、操業範囲拡大の試験中であるので、本報では一部の試験データの紹介にとどめる。

5.3.1 予備還元率

SRFオフガスは、ホットサイクロンでダストを分離した後PRF 2 に導入されるが、PRF 2 入口のODはおよそ25~45%の範囲で操業している¹⁴⁾。Fig.10に、鉱石Aを用いたときの流動層内の温度と予備還元率の関係を示す¹⁷⁾。PRF 1 では、620K付近から予備還元が始まり、870Kで約11%の予備還元率となっている。PRF 2 では、770Kから910Kの間の予備還元率はほぼ11%と一定であり、910Kを超えると層内温度の上昇とともに、予備還元率が上昇している。鉱石Aはヘマタイト鉱石であり、予備還元率11%は、ほぼマグネタイトの組成に相当する。

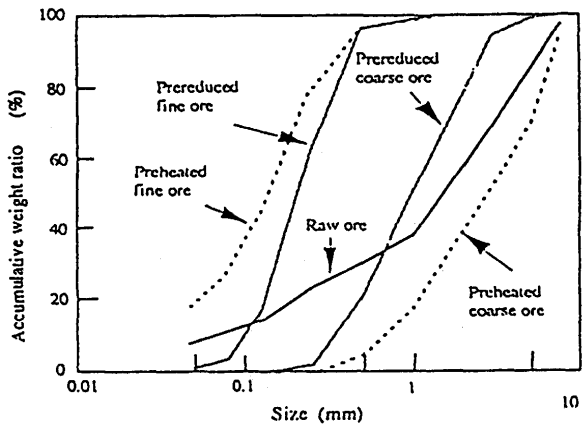


Fig. 11. The size distributions of raw and pre-reduced iron ore.

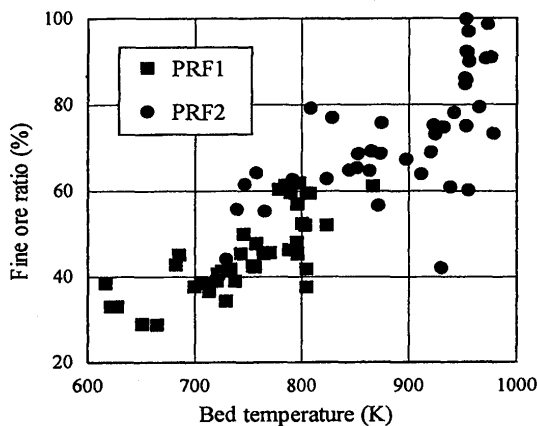


Fig. 12. Effect of the bed temperature on the fine ore ratio.

5・3・2 鉄鉱石の粉化挙動

本研究では、流動層から抜き出した鉱石を粗粒、流動層上部より飛散してサイクロンで捕集される鉱石を微粒と呼んでいる。鉱石Aについて、装入時およびPRFで還元された後の粒度分布の例をFig.11に示す¹⁷⁾。PRF 1, PRF 2ともに粗粒と微粒の分級点は0.3mm程度であり、層内の流速(約3 m/s)から計算される終末速度に対応している。

Fig.12には、流動層内温度と微粒割合との関係を示す。流動層内温度と微粒割合は、Fig.10に示した流動層内温度と予備還元率の関係と類似の傾向を示しているが、PRF 1では主として熱割れが、PRF 2では主として還元粉化が起こっているものと推定されている。

6. 結言

DIOSパイロットプラントは、ほぼ計画どおりの操業を続けている。今までに、DIOSの最大の特徴である、石炭および鉄鉱石の塊成化を行わずに直接使用できる技術を確認した。

パイロットプラント研究と併行して、トータルシステムの研究も実施しており、原料ヤード、鉄滓処理、環境、製鉄所のエネルギーバランスなどの周辺技術を含めて、DIOSのプロセス評価を推進している。現在、パイロットプラント試験の成果をベースに、実機概念設計とフィージビリティスタディを実施している段階である。

また本報では触れなかったが、SRFの炉体寿命に関して、現在水冷パネルによる炉体水冷化試験を継続中であり、トータルシステムの研究とともに後日の報告とする。

パイロット試験とその結果のまとめは、平成7年度に完了する予定であり、現在は残された2キャンペーンの成功に全力を注いでいる。

文 献

- 1) E.Aukrust: Savard/Lee International Symposium on Bath Smelting, Montreal, (1992), 591.
- 2) G.J.Hardie, G.E.Hoffman and P.D.Burke: Proc. Iron Making Conf. Nashville, (1995), 507.
- 3) H.K.A.Meijer, G.A.Flieman, C.P.Teerhuis, J.G.Bernard and R.Boom: Iron Making 2000, 18th Advanced Technology Symposium, Myrtle Beach, (1994)
- 4) M.D.Lanyi: Iron Making 2000, 18th Advanced Technology Symposium, Myrtle Beach, (1994)
- 5) 例えば、金森 健: 第146・147回西山記念技術講座, 日本鉄鋼協会編, 東京・大阪, (1993), 256.
- 6) K.Kanamori and N.Saito: Quarterly Journal SEIASI, (1992) Apr. 60.
- 7) 川上正弘, 馬場昌喜, 山田晴久, 坪根 剛, 川島章浩, 長谷川輝之: 材料とプロセス, 8(1995), 173.
- 8) 川上正弘, 齋藤健志, 石坂 祥, 伊藤春雄, 長谷川輝之: 材料とプロセス, 8(1995), 174.
- 9) 川上正弘, 齋藤健志, 石坂 祥, 福島裕法, 北川 融: 材料とプロセス, 8(1995), 898.
- 10) 福島裕法, 若松信一, 田村岳治, 岩崎克博: 材料とプロセス, 8(1995), 171.
- 11) 植村健一郎: 材料とプロセス, 8(1995), 900.
- 12) 特開平2-179089
- 13) 岩崎克博, 福島裕法, 山瀬 治, 高橋謙治: 材料とプロセス, 8(1995), 170.
- 14) 平岡英伸, 松原真二, 荒川 栄, 磯崎進市: 材料とプロセス, 8(1995), 112.
- 15) 平岡英伸, 磯崎進市, 山瀬 治: 材料とプロセス, 8(1995), 903.
- 16) 平岡英伸, 磯崎進市, 浅川幸彦, 山瀬 治: 材料とプロセス, 8(1995), 904.
- 17) 澤田輝俊: 化学工学会第28回秋期大会研究発表講演要旨集, 第1分冊, (1995), C115.