

合金鉄製造におけるコークス粒度の電気炉操業に与える影響

Influence of Small Size Coke on Electric Furnace Operation in Production of Ferroalloy

(株)神戸製鋼所加古川製鉄所

蟻塚光弘*・森本政夫・木口淳平
矢場田武

1. 緒言

合金鉄を電気炉で製造する場合、電気エネルギーを有効に活用するために、炉内電気抵抗は極力高く保持しておくことが望ましい。炉内電気抵抗を変化させるためには、一般に電極を上下させたりコークスを増減させる方法があるが、過度に電極を上昇させるとガス還元不良やガスの吹き抜け等炉況が悪化したり、またコークスについてはMn鉱石を還元する還元剤であるので、大幅な量の変更は局所的なスラグメタルの成分変動を引き起こし、スラグ粘性や製品の品質に大きな影響を与えかねない。そこで、炉内抵抗を制御する方法としてコークス粒度に着目し、高炭素フェロマンガン (FMnH) 製造において、コークス粒度を変化させ実炉への影響を把握することにした。

2. 合金鉄製造設備

当所の合金鉄工場はFMnHとシリコマンガン (SiMn) を年間約70,000t生産しており、ドワイトロイド型の焼結設備、トランス容量20,000kVAの密閉型電気炉設備 (2基)、および、製品を破碎整粒する製品処理設備を保有している。焼土歩留り向上、省エネルギーをはかるために焼結鉱はスグリーンで篩わず、ホットチャージで全量電気炉に装入している。電気炉に装入された原料はコークスにより還元、溶解され、メタルは鋳鉄機へ導かれ、散水冷却後所定の粒度になるよう破碎整粒がおこなわれる。製品の製造フローをFig.1に示す。

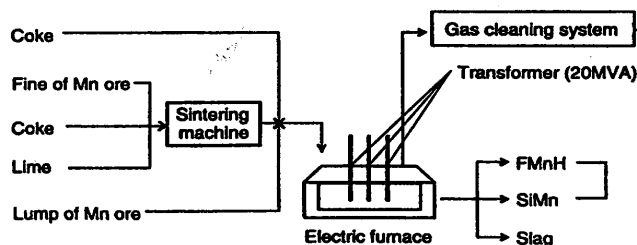


Fig. 1. Process flow of FMnH, SiMn.

3. 操業結果

炉内での電流経路¹⁾についてはコークスベッドを經由するものとスラグメタルを通じて流れるものとに分かれるが、一般にメタルは導電性が高く、コークス間にホールドされると電気抵抗が著しく低くなる。したがって、炉内の電気抵抗を低下させず保持しておくためには、溶解した鉱石をできる限り早く炉床に滴下させ、元の抵抗を維持しておくことが必要である。この考え方に基づき、まず、炉内の通液性確保を最優先とし、スラグの滴下を促進させるため、通常使用している8~20mmのコークスより粒度の大きい20~27mmコークスの使用を試みた。Fig.2にテスト結果を示すが、コークス粒度を大きくすると炉内抵抗は著しく低下し電力原単位を始めとして各種原単位は悪化した。また、電極先端位置は比較的高く推移し、原料棚落ち、ガス吹き抜け等によりガス温度が上昇し、炉況は悪化した。これは通液性の確保がコークス粒径のみに依存せず、他の

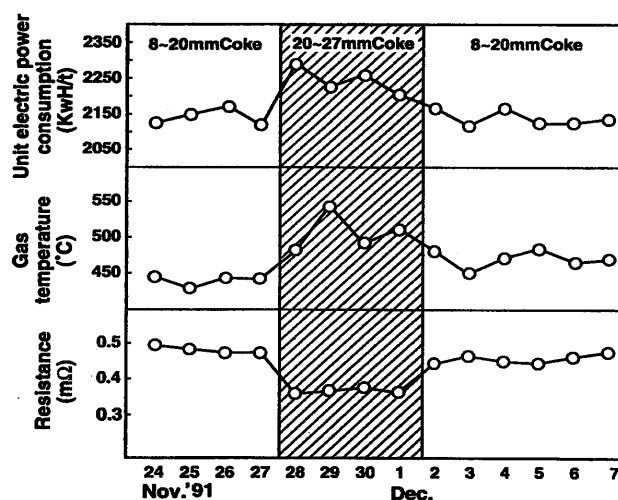


Fig. 2. Influence of large size coke on electric furnace operation.

平成6年7月28日受付 (Received on July 28, 1994)

* Mituhiro Arizuka (Kakogawa Works, Kobe Steel, Ltd., 1 Kanazawa-cho Kakogawa 675-01)

原料変動等に影響を受け、想定していた効果を期待できなかったものと考えられる。

次にこの結果を踏まえ、炉内の抵抗値を増大させる手段として通液性を確保するよりもコークス自体の抵抗を増大させることに着目し、逆に小さいサイズとして6~8mmの小粒コークスの使用を行なった。Fig.3に小粒コークスを徐々に配合し50%まで増配させた結果を示す。小粒コークスを30%以上配合した時点より電力原単位の低下、Mn歩留りの向上が認められ、電力原単位を約100kWh/t低減、Mn歩留りの5%向上をはかることができた。また、この間、電極位置も比較的低位に推移し、大きなトラブルもなく炉況は総じて順調に推移した。

4. 考察

①コークス粒度別電気抵抗

小粒コークスの炉内での影響を確認するため、コークス粒径と電気抵抗との関係を調査した。この結果をFig.4に示すが、平均粒径が小さくなるに伴い電気抵抗は増大している。これはコークスが良導体であることから、電気抵抗はコークス粒子間の接触界面の数に依存すると考えられ、粒径が小さくなることにより粒子間の接触界面が増大したものと推定される。しかも、従来サイズに小粒コークスを混合すると抵抗値の変動が大きくなり、コークス粒径の抵抗値に与える影響も単一粒度に比べて小さくなる。これは混合することによりコークスの粒度幅が大きくなり、抵抗値の変動が生じ、小粒コークスの影響が抑えられたものと考えられる。

一般にサイロ（槽）での粒子の排出特性³⁾として、槽レベルが高い時には粒度が小さく、逆に低い時には粒度が大きくなるということが知られている。実作業の中で、このような変動は抵抗値に大きな影響を与えることから、複数槽によるコークス切り出しを実施し、粒度変動を抑制するようにした。Fig.5に複数槽の同時切り出し時の図と、この時の粒度変化を示しているが、単一槽切り出しより高槽レベルと低槽レベルから切り出す複数槽切り出しの方が粒度の均一化が図れることがわかった。今後の作業管理の重点管理項目の一つとして、槽レベル管理を一層強化している。

②実炉での影響

1 タップにおける電気炉使用電力量と電極ストロークとの関係をFig.6に示す。当所の電気炉は抵抗値制御を行っており、一般に使用電力が増大すると炉内にスラグ・メタルが滞留し、炉下部の電気抵抗が低下してくるため、電極位置は電気抵抗の高い炉上部へ移動させることによって、電極ストロークは大きくなる。ところが、小粒コークスを炉内に装入していると使用電力が140,000kWh以上でも電極ストロークは増大していない。これは小粒コークスを装入することによって炉内の電気抵抗が高くなり、従前の

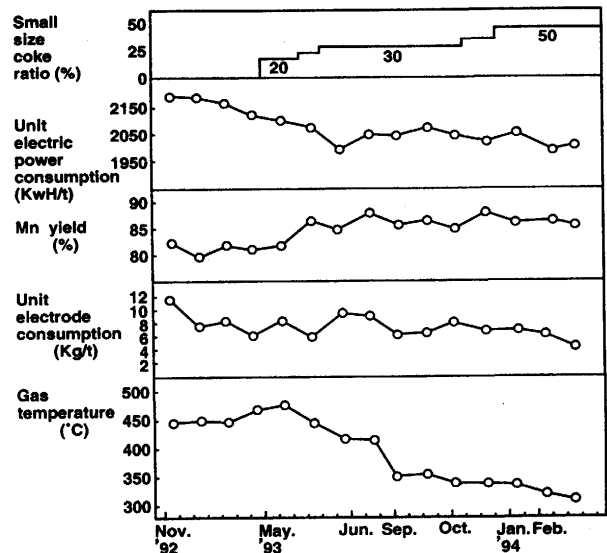


Fig. 3. Operation data at Kakogawa electric furnace.

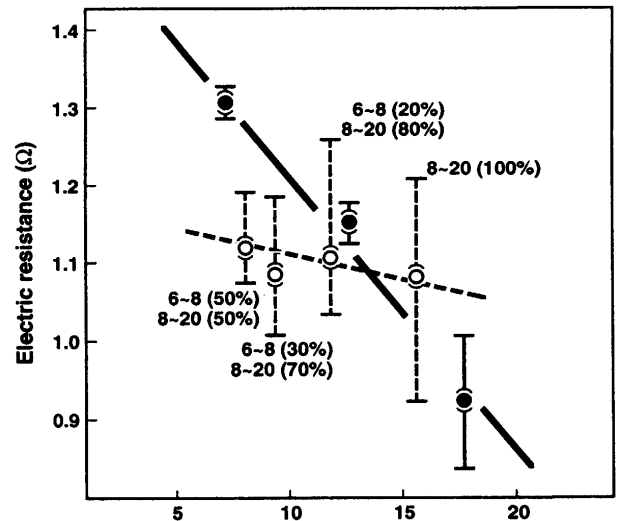


Fig. 4. Effect of mean size of coke on electric resistance.

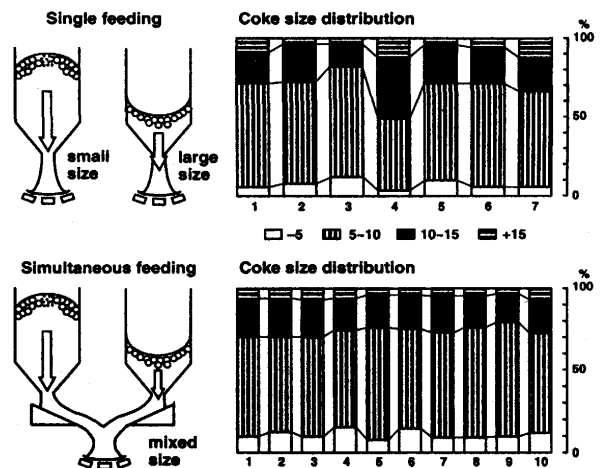


Fig. 5. Comparison of size distribution of coke between single feeding and simultaneous feeding.

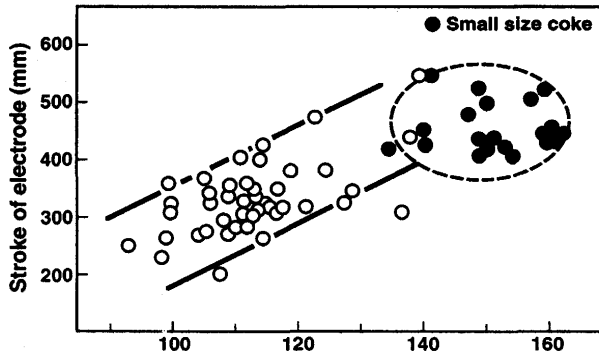


Fig. 6: Relationship between electric power consumption and stroke of electrode.

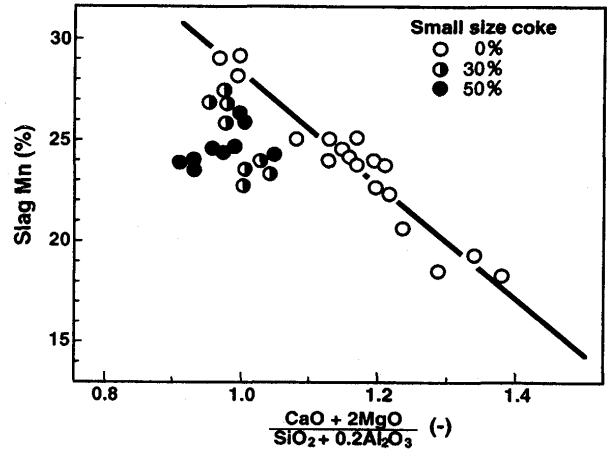


Fig. 7: Relationship between slag basicity and slag Mn in various ratio of small size coke.

ような抵抗値低下を引き起こさなかったためである。

また、Fig. 7にスラグ塩基度とスラグ中Mn%との関係を小粒コークス配合量によって分類しているが、小粒コークスを30%以上配合すると同一塩基度でもスラグ中Mnが低くなっている。これはコークスの粒径が小さくなり、スラグ中のMn酸化物とコークス中のCとの反応界面積が増大したためと推定される。小粒コークスを使用することにより、スラグ中Mn%の低下のみならず、スラグ塩基度の調整も可能となり、Mn歩留り向上のための有力な手段となり得ることがわかった。次に、タップ後ホルダー位置と電力原単位との関係をFig. 8に示すが、ホルダー位置が低い方が電力原単位が低下している。特に小粒コークスを装入されるとホルダー位置が一層下がりが、この傾向がより顕著に現れている。これは小粒コークスが配合され、炉内抵抗値が増え電極先端を比較的炉下部に保つことができた結果、間接還元域の拡大によるガス利用率($\text{CO}_2 + / (\text{CO} + \text{CO}_2)$)が向上し高次のMn酸化物から低次のMn酸化物に移行する量が多くなったためである。この結果、炉床部への熱が有効に供給されてスラグ・メタル反応の進行と同時にエネルギー原単位の低下、およびコークス、電極原料であるペースト等の原単位が低下した。

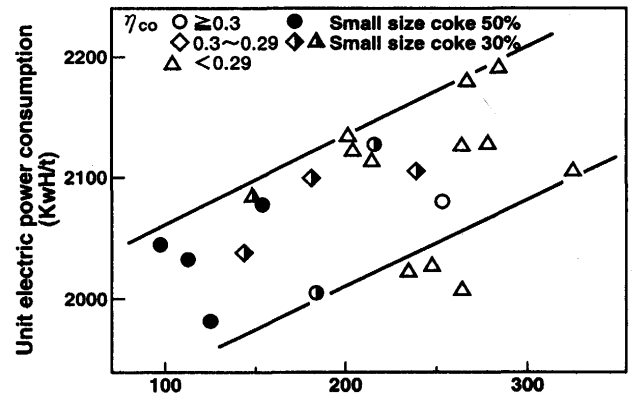


Fig. 8: Relationship between holder position after tapping and unit electric power consumption in various gas utilization and ratio of small size coke.

5. 結言

厳しいコークス粒度管理のもと、小粒コークスを使用することにより、炉内電気抵抗が増大し、電力原単位をはじめとして各種原単位が向上した。この結果、合金鉄電気炉操業においてコークスの粒度による電気抵抗値制御技術を確立することができた。

文献

- 1) 高井 清: 日曹製鋼技報 1(1962)1, p.1~31
- 2) Andryvklin: Stal in English, (1976), April
- 3) 三輪茂雄: 粉粒体工学, (1972), p.226~230