

い。添加酸化物のある場合には、温度と系の酸素ポテンシャルが一定でも添加酸化物の種類により  $t$  の値は変化するが、この場合  $a_{Fe_2O}$  とは、金属鉄と平衡する純ウスタイトを活量の基準とした値であることを意味し、 $t$  の変化量については何ら定量的取扱いはしていない。

以上のように  $a_{Fe_2O}$  は、従来から使用されていたウスタイトの活量を  $a_{Fe_2O}$  で表示し、化学量論的 FeO を基準とするものを  $a_{FeO}$  で表示しているもので、特に新し

い概念を提案したものでないことを付記する。

本件に関する誌上討論を歓迎いたします。  
 日本鉄鋼協会編集委員会  
 和文会誌分科会  
 原稿送付先 〒100 東京都千代田区大手町1-9-4  
 経団連会館3階  
 日本鉄鋼協会 編集課  
 電話 (03) 279-6021

## 誌 上 討 論

(論文) 高炉内におけるコークスの劣化機構  
 に関する 2~3 の検討

原口 博・西 徹・美浦義明  
 牛窪美義・野田多美夫

鉄と鋼, 70 (1984) 16, pp. 2216~2223

### 【質問】

(株) 神戸製鋼所技術開発本部鉄鋼技術センター  
 北村 雅司

高炉内におけるコークスの劣化機構を解明することは高炉操業上のコークス品質の管理目標の設定やコークス製造面における品質設計のために重要である。本論文では大型高炉でしかも  $N_2$  冷却という特徴を持つ解体調査結果からコークスの劣化機構の究明に迫っており、貴重な知見を提供している。

さて、本論文中、p. 2220 の 4.2 項の炉内温度からみたコークスの劣化機構の考察の個所について誌上討論を試みたい。その内容は Fig. 8 において推定炉内温度と平均粒度および強度の関係について触れた個所である。コークスが高炉内を降下する過程の平均粒度と強度の変化を炉内温度の上昇と対比して、 $1000^\circ C$  まで、 $1000\sim 1400^\circ C$ 、 $1400\sim 1600^\circ C$  に 3 区分して説明している。しかし、実際の各位置のコークスは、同時に装入されたものではなく、装入時にすでに粒度変動を伴ったコークスが、つぎつぎと装入されていると考えた方が妥当である。したがって、装入時のコークスの粒度変動を十分考慮して、炉内の粒度、強度変化を説明する必要がある。Fig. 8 において、 $1000^\circ C$  までの粒度変化の理由は不明としているが、装入時の粒度変動を考慮すると、 $1000^\circ C$  までは平均粒度はほとんど変化なしとみた方がよいのではないかと。  $1000\sim 1400^\circ C$  では、ソリューションロス反応による強度の大幅な低下に対し、平均粒度はほとんど変化しないとしているが、たとえば、粒度の大きいコークスが一時的に装入された場合、実際には粒度低下が若干起こつていても、見掛け上、粒度変化が

現れないことも考えられる。御意見をお聞きしたい。

また、 $1400\sim 1600^\circ C$  で、コークス強度 ( $DI_{150}^{150}$ ) が上昇することを述べ、その理由に、高温処理によるマイクロストレングスの上昇をあげている。コークスを高温に加熱すると黒鉛化が進み、マイクロストレングスが上昇するのは間違いないが、ミクロの強度向上が、ドラム指数のようなマクロの強度向上に直接結びつけるのは無理があるのではないだろうか。むしろ、カーボンの黒鉛化の進行が微細クラックを発生させ、 $DI_{150}^{150}$  が低下するのではないかと考えられるがいかがであろうか。御意見をお聞きしたい。

### 【回答】

新日本製鉄(株)製鉄研究センター

原口 博, 西 徹

(1) 高炉内での  $1000^\circ C$  までの粒度変化について  
 高炉内の各位置のコークスは、同時に装入されたものではなく、装入時にすでに粒度変動を伴ったコークスが、つぎつぎと装入されているので、装入時の粒度変動を考慮すると、 $1000^\circ C$  までの平均粒度はほとんど変化なしとみた方がよいのではないかと御意見である。

まず、装入コークスの粒度変動についてであるが、装入コークスは粒度管理されており、吹き止め前約 1 カ月間の装入コークスの平均粒度のばらつきは  $\sigma=0.09$  (相対値) であつた。装入コークスの平均粒度は約 55 mm であり、名古屋第一高炉の  $1000^\circ C$  位置での平均粒度は約 45 mm と 10 mm の粒度変化をしていた。この粒度変化は炉頂から数 m の範囲の炉壁部で  $-10$  mm コークスが 20 数%存在したことにもよるが、 $-10$  mm コークスが数%しか存在しない中間部、中心部でも炉内降下に伴い粒度低下が認められた。宮津<sup>1)</sup>によると、シャフト部におけるコークスの破碎度は JIS ドラム試験機で約 100 回転程度と思われ、そのうち約半分が物理的応力のみによる細粒化であるとしている。

このことより、高炉内における  $1000^\circ C$  までの平均粒度の変化要因としては、装入時の粒度変動と炉内降下に伴う物理力による変化も考えられるが、この両者から

は、今回の名古屋第一高炉の1000°Cまでの粒度変化の根拠を見出すには至らなかつた。

### (2) 1000°C~1400°Cでの粒度変化について

1000°C~1400°Cでは、粒度の大きいコークスが一時的に装入された場合、実際にはソリューションロス反応により粒度低下が若干起こつていても、見掛け上、粒度変化が現れないことも考えられるのではないかと、との御意見である。

これについては前に述べたように、装入コークスの粒度管理を行つていること、また、この位置では7チャージ装入されており、最初に装入されたもの(1400°Cの位置のコークス)がもつとも平均粒度が大きいものであり、順次小さいものが装入され、1000°Cの位置のコークスがもつとも小さいものが装入され、ソリューションロス反応により、1000°C~1400°Cの位置に存在するコークスがすべて同一粒度になつたとは考え難い。この炉内位置ではコークスはソリューションロス反応により劣化し、それぞれの位置で炉内降下に伴う物理力を受けたものが存在しているはずである。この炉内位置のコークスの強度は高温になるほど低下するのに対し、粒度がほとんど変化してないのは、高温になるほどコークスはソリューションロス反応を多く受けるが、炉内降下の物理力が小さく、脆弱部を残したまま塊コークスが存在していると考えた方が妥当である。

### (3) 1400°C~1600°C間での強度変化について

コークスを高温に加熱すると黒鉛化が進み、黒鉛化の進行が微細クラックを発生させ、 $DI_{150}^{150}$ が低下するのではないかと考えられるとの御意見である。

この炉内位置では温度の上昇に伴い $DI_{150}^{150}$ は若干上昇している。当社が開発した高炉炉内反応装置による高炉内状況をシミュレートした条件下で1600°Cまでの昇温反応実験を行つた結果によると、1300°Cまでは反応

によつて $DI_{150}^{150}$ は低下するが、それ以上の温度では反応量が増加しても $DI_{150}^{150}$ は低下せず、1300°Cのものより若干向上する傾向が認められた<sup>2)</sup>。また、1400°C~1500°Cの温度でCO<sub>2</sub>反応を受けた塊コークスはそれ以下の温度でCO<sub>2</sub>反応を受けた塊コークスに比べて強度が高いが、これは1400°C以上の温度で塊コークスがCO<sub>2</sub>反応を受けた場合、界面反応により表面から細粒化するが、塊内部は未反応状態で健全性が保たれているためであることが明らかになつている<sup>3)</sup>。高炉内の1400°C~1600°Cでのコークスの強度はCO<sub>2</sub>反応劣化と熱的劣化し黒鉛化の進行による微細クラックの発生、ほか)の両者に影響されていることは否定しないが、影響度の大きい方、すなわち、CO<sub>2</sub>反応劣化に影響されたため、強度は低下せず、若干向上するような挙動を示したものと考えられる。CO<sub>2</sub>反応後コークスの強度も基本的には気孔構造と基質強度で決まるものと考えており、マイクロストレングスの向上は $DI_{150}^{150}$ の向上に寄与しているものと考えた。

有意義なコメントをいただき、非常に感謝しています。高炉内でのコークスの挙動については高炉解体調査などによりほぼ明らかになつていますが、コークスの劣化機構については推測の域を出ていないものもあり、いまだに完全に解明されているとはいえません。コークスの劣化機構については、今後、基礎的な研究により解明していくことが重要と考えられます。

### 文 献

- 1) 宮津 隆, 奥山泰男, 室屋正廣, 福島 勤: 第60回コークス特別会講演要旨, 昭和51年5月27日~28日
- 2) 西 徹, 原口 博, 美浦義明, 後藤 修: 鉄と鋼, 67 (1981), S 796
- 3) 原口 博, 西 徹, 美浦義明: 鉄と鋼, 68 (1982), S 746