

随 想

熱間強度とその指標について
—コークス製造研究への提言—

館 充*

エネルギーの回収法として開発された乾式消火法が、コークスの品質改善にも有効であることが知られています。冷間強度の向上 (DI_{100}° で 94~95) にとどまらず、反応性の低下と反応後強度の向上にまで及ぶこの改善は、スタビライジングと徐冷の効果によるというのが、これに関する研究の一致した結論のようです。これにさらに均熱効果も加わるという見解もありますが、いずれにしてもこの事実は、乾式消火処理を原料炭範囲の拡大という長期的課題の解決策の一つとして活用しうることを示すもののように思われます。実際そのことに言及した論文もありますが、これまでのところそれを実行した例はないようです。原料炭の需給関係がそれを当面のニーズとしていないという事情もあつて、この効果を別の形で活用すべきだという考え方もあるようです。乾式消火コークスと湿式消火コークスとの高炉前での品質の差が、ワープ前でのそれほど大きくないという事実が消極姿勢の一つの理由であるかもしれません。これらとならんで、乾式消火によつて本当に熱間性状も改善されるのかという危惧の念が底流としてあるように思われます。そのことはとりもなおさず、現在使われている反応性や反応後強度などの指数が、熱間性状の確かな指標と認定されるにいたっていないことを意味するものです。

解体調査によつて、コークスの劣化がシャフト下段以下の高温域、とくにレースウェイの近傍で著しくおこることが知られましたが、その機構についての決定的な知見はえられていません。 CO_2 との反応とならんで、収縮を伴つて進行する黒鉛化によるき裂の発生や、 SiO_2 などのコークス灰分構成物質の気化によるマイクロ気孔の形成などが劣化の要因になりうると考えられています。直接には CO_2 との反応に対するコークスの感受性を表すにすぎない反応性や反応後強度の指数を、高炉の高温域における安定性あるいは耐劣化性の完全な指標とみる根拠が薄弱であることはあきらかです。

反応性や反応後強度にはまた、その試験法が現実を実施できる方法として開発されたといういきさつとも関連した問題点もあります。塊状粒子のそれとしての反応性は粒度 20 mm の試料層について、 $1100^{\circ}C$ という一定温度で、一定時間、100% の CO_2 と反応させた後の減量%として測定されるもので、この指数によつて高炉の高温域全体でのコークス粒子の反応挙動を評価できると

いう保障はありません。さらにこの反応処理後の試料に所定の負荷を加えて求められる反応後強度の指数には、反応性によつて異なる反応進行度の影響が含まれ、反応による劣化の程度を分離して評価できないという欠点があることは周知の事実です。反応後強度指数 (CSR) を冷間強度 (DI_{100}°) と反応性指数 (CRI) との 1 次式で表せるという見解があるのも、反応後強度の異なるコークスの製造にあつて、反応性の異なるコークスがえられるような原料炭配合が選ばれるのも、この事情によるものと思われま

す。しかし反応性が、なぜか、コークスの高炉内での安定性をかなりよく代表するらしいという事実がかなり早くから知られています。反応後強度にしても、実績によつて、熱間性状の指標としての有意性が認められつつあるように思われます。私自身の経験に即していえば、反応後強度の水準は確かに反応進行度 (反応率) に強く依存しますが、その依存関係は一定ではなく、そこにもコークスの性状が反映するという知見もあります。これらの事実は、コークスの高炉内での安定性の本質を解明し、その真の指標を見出すための多様な研究のうちの一つのあり方として、反応性と反応後強度がそうした指標であると仮定したうえで、これらの指数によつてとらえられる性状の本質は何かを問う、といういき方があつてよいことを示すものではないでしょうか。

この路線に沿う研究はやはり反応そのものに手がかりを求めねばなりません。このさいまず注意すべきことは、コークスの反応性が異なつても、高炉内でのソリューション・ロス反応 (酸化鉄のガス還元由来する CO_2 とコークス炭素との反応) の進行度は、炉熱安定化のアクションによつて、長期的には一定に保たれるということです。反応を送風によるコークスの 1 次燃焼生成物としての CO_2 とのそれに広げても、高反応性が高い反応進行度を招くということにはなりません。このことは個々のコークス粒子の CO_2 との総括反応率が、反応性のいかに問わず、ほぼ一定に保たれることを意味します。したがつてもし反応性の相違が反応による劣化挙動の相違をもたらすものとすれば、その理由はトポケミカルな反応と均一反応とを両極端とする反応様式の相違、および基質の反応・脆化特性の相違のいずれか一方または両者に求めねばなりません。

反応様式を問題にするのは、直接には反応の局所への集中による高反応率化の可能性があることによるものですが、その両極端がそれぞれ表面粉化および体積的細粒化という対照的な劣化挙動と対応する可能性が考えられることにもよるものです。いずれにしてもコークスの性状 (反応性と気孔構造) と反応様式との関係の解明は速度論的研究の課題であり、これに関する試みとその成果は少なくありませんが、高炉の高温域で同時に進行する黒鉛化などの反応の影響を含めた全面的な解析は今後の

* 住友金属工業(株)中央技術研究所波崎研究センター 工博

課題として残されています。しかし見通しとしては、通常コークスと成型コークスのように気孔率の大きな差のある場合を除けば、反応様式のコークス性状による相違が著しいものとなる可能性は小さいと思われます。したがって結局基質の反応とそれによる脆化の特性の究明が不可欠になると考えられます。反応後強度が基質の性質によつて支配されるとされているのも、こうした事情によるものと思われます。

JIS 反応性など基質の総括的反応性を表す指数は、コークス種の区別なく、反応後強度の反応率依存性の程度とよく対応するという意味では重要ですが、基質の反応特性の究明という目的にとつては不十分です。これに関連して注目されることは、ここ 10 年来の諸研究によつて、コークスの組織成分の CO_2 との選択的反応性が確認されたということです。コークスの組織分析法が石炭のそれのように確立されていないという問題はあるにしても、破片状組織を除く不活性成分由来組織と活性成分由来組織のうちとくに等方性組織に、明瞭な選択的反応性が認められるとする点では多くの研究が一致したといえます。この結果原料炭の品質とコークスの品質とを結ぶ環としての微細組織構成の役割はますます重要なものとなつたといえるでしょう。しかしここでも反応による脆化度の反応性による相違を、単純に選択的反応性の強い組織の量、すなわち存在比の相違による反応量の相違によつて説明することができないことはあきらかです。事実、反応後強度の反応による低下率の大きいコー

クスでは、反応率が高いのではなく、逆に脆化に関する限界反応率が低いと推定されているのです。すなわち問題は、選択的反応性の強い組織の存在比の増大とその反応による優先的消耗が、相対的に小さい反応率のもとで基質強度の低下を招きやすいのはなぜか、とたてられなければなりません。この設問は当該組織が基質内で、とりわけその強度を保つうえで、果たしている役割の解明を要求するものですが、その解答はおそらく CO_2 との反応をこえる意義をもつことになると思われます。

私は以上の所論を一つの論理として展開してきましたが、これがまたコークスの熱間性状—高炉内での安定性—の本質に関する研究が、大勢としては、歩んできた道でもあつたのではないかと、そして現在は非常に難しい問題に直面して足ぶみの状態にあるのではないかと思っています。私にこの局面を打開する妙案があるわけではなく、無為を恥じるばかりですが、あえて私の期待をつけ加えて本稿の結びとしたいと思います。コークスが粘結成分と繊維質部分から成るといふ早く城によつて提起されたモデルは、その後モデル自体の基本的な意図に沿つてさまざまに展開され、修正されて、今日の配合理論にいたつているわけですが、組織構成や相溶性などに関する認識の進歩をとりこみ、とくに等方性組織など一二の選択的反応性の強い組織に着目して、これを基質の構造モデルとして復活・再構築することができないものでしょうか。