

第 99 回講演大会討論会*

報 告

I. 高炉用コークスの性状より見た
石炭組織の評価

新日本製鉄(株)生産技術研究所

座長 美 浦 義 明

本討論会は、前回(昭和 53 年 4 月)第 95 回講演大会討論会“コークスの熱間性状”に続くものである。前回は、高炉側から見た熱間性状についての討論だとすれば、今回はコークス製造あるいは石炭側から見たコークスの(熱間)性状についての討論であつたと言えよう。すなわち、熱間性状のすぐれたコークスをつくるには、どのような基本的要因を考えればよいか、換言すれば、石炭、コークスの組織、構造とコークスの熱間性状との関係の解明を通じて、原料石炭や粘結剤などの評価法を確立して行くのが、実用上の究極のねらいといえよう。

この分野は、新しい知見を要し方法論的にも未開拓の点を残している。内容的には、石炭の乾留機構(コークス生成過程)にまで立ち入った広範な議論を必要とするだけに、かなり基礎的な研究も要求されるので、今回の討論は結論よりもむしろ多くの提案により今後の方向づけが得られればと考えた。7 件の講演件数は、与えられた時間に対して多すぎると予想されたが、上述の状況から判断して、異なつた角度からの意見を少しでも多く集約することが有意義と考え、そのかわり 1 件当たりの講演時間を短縮することと、討論の進行を討 1～4(石炭、コークスの組織に重点のある報告)、討 5～7(コークスの高温性状に重点のある報告)の 2 組にわけ、まとめて行うことにより時間の節約をはかつた。参会者 150 名を超す盛会であつたが、予想されたとおり時間不足に終わつたのは残念である。

以下、各講演とそれについての討論の主要点についてべる。

原(新日鉄、基礎研)〔討 1〕は、石炭、コークス、高炉の 3 者を一貫した視野からの石炭組織成分の評価体系を確立するとの視点から、石炭組織成分によるコークス品質の推定について報告した。すなわち、冷間強度の推定(Schapiro 方式)は、組織分析法の自動化とあいまつてかなりの精度で可能である。反応後強度(CSR)についても同様手法である程度は可能であるが、CO₂ との反応に対する灰分の量と組織の影響を正確に把握することが重要である。また、高炉々内状況との対応から燃焼粉化性試験を試みたが、反応後強度推定とともに今後の課題である。

これに対し奥山(日本鋼管)は、原の基礎実験結果(灰分組成より組織成分の影響は大きい)に反し、実高炉

での反応性に対するアルカリの触媒効果の大きいことを指摘した。原は、反応性が高炉々況にストレートに影響するとは考えないが、高炉内での粉化や温度条件との関係から反応性を重要視しており、また現場感覚的には CSR が炉況に関係すると捉えられているので、アルカリも反応性にスライドして影響を与えているものと思われると答えたが、とくに高炉の場合、基礎実験と field test との対応のむづかしさの一端をうかがわせる内容であつた。また小林(東北大)は、コークス中のアルカリと高炉内吸収アルカリでは、触媒効果が後者の方がかなり大きいというドイツの文献を紹介し、今後の研究への有用な示唆を行つた。

〔討 2, 3〕では、コークスの顕微鏡組織と熱間性状の関係を検討する際に、新たにコークス組織の反射率を測定することによつて、原料石炭組織および性状や乾留条件の影響を総合した形での検討を行うための試みが報告された。すなわち、山路(住金化工)〔討 2〕は、コークス組織にかかわるパラメータとして BR_0 (Bireflectance in oil, コークス反射率の max と min の差)の有用性を、CO₂ 反応量、ドラム強度、コークス組織、石炭の R_0 、流動性、粒度、充填密度、乾留速度などとの関係を示しながら強調した。ついで聖山(熱化学、研究所)〔討 3〕は、石炭化度の異なる単味コークスの組織成分および反射率が焼成条件によつてどう変わるかを求め、その結果と反応性の関係について検討を加えた。

これらに対し西田(熱化学)は、〔討 2〕について、実験法、解析法の内容について、小島(新日化)は〔討 2, 3〕について、結晶性物質における光学的異方性測定の意味づけおよびコークスの場合における反射率測定法の詳細について討論を行つたが、コークスの反射率測定は比較的新しい実験技術であり、また今後普及して行く動向にあるので、その物理的根拠の確立と測定技術の標準化が望まれる。角南(住友金属)は〔討 3〕に対して、コークス基質の反応性はコークス反射率が高くなるほど、すなわち高次異方性組織となるほど低くなることだが、今回の報告によつて解明されたことを確認した。すなわち、従来、反応性(塊コークス)は原炭の R_0 1.4 % で極小値をとる結果が報告されているが、これは基質以外の要因、たとえば灰分組成、気孔構造の影響が交絡しているためである。

西(新日鉄、生産技術)〔討 4〕は、これまであまり検討されていないコークス気孔構造の生成過程と反応後強度の関係について、粘結剤添加コークスを例にとり、通常コークスと比較しながら説明した。すなわち、粘結剤

* 本報告は昭和 55 年 4 月 3, 4, 5 日に行われた第 99 回講演大会における討論会のまとめです。

添加の場合は、異方性組織の発達とともに軟化溶解過程における融体量が多くなるので、細孔が減少してスポンジ型の壁の厚い丸形の大きい気孔構造をとる結果、 CO_2 反応に対して強い構造となることをモデル化して示した。

これに対し神下 (川崎製鉄) は、細孔が多いほど反応部位の均一分散が起こりむしろ反応後強度低下が少なくなる可能性を指摘したが、西は CO_2 反応量は大きい気孔 ($>60\mu$) の量とよい相関を示し、細孔 ($<60\mu$) の量とは相関がないという実験結果が根拠になつていてと答えた。西も言及しているように、今後は異方性組織と気孔、それぞれの寄与率の解明が残された課題である。

奥山 (日本鋼管、技術) [討 5] は、高温におけるコークスの熱的均一劣化 ($\sim 1700\sim 2000^\circ\text{C}$ まで) の主要因を、コークスのマイクロ硬度、引張強度などを測定することによつて検討した結果、マイクロ硬度の低下以外に微少き裂の発達による基質強度の低下と脱ガスに伴うマクロき裂の発生にあることを示した。また、同じく西岡 (住友金属、中央技術) [討 6] は、高温回転強度試験機 ($\sim 1500^\circ\text{C}$, N_2 雰囲気) を用いた実験から、高温における熱的劣化の機構は、黒鉛化促進に伴いコークス組織成分間に不均一な収縮を生じてき裂が発生することにあるとした。実験方法は多少異なるが、熱的劣化に対し両者はほぼ同じ劣化機構を推定しており、これをもとにそれぞれ原料石炭の選択および評価に対する考え方を示した。

これらに対し、北村 (神戸製鋼)、近藤 (川崎製鉄)、小林 (東北大) から、幅広い討論が行われたが、とくにき裂発生については間接推定ではなくき裂の直接測定がこの分野の進歩のためには必要不可欠であること、また熱的劣化機構としてき裂発生以外にも灰分の還元による気孔率増加の可能性が指摘された。

宮川 (川崎製鉄、技研) [討 7] は、 CO_2 ガス化反応に伴うコークス基質強度の変化を、粒度 $1\sim 2\text{mm}$ のコークス 10g を用いて反応させた試料のマイクロ強度を測定し、これらとコークス組織成分および石炭性状との関係を検討した。その結果、 CO_2 によるコークスの反応劣化を原料石炭の側から評価する場合、乾留条件が一定であれば少なくとも粘結炭の範囲では石炭化度でほぼ整理できることを示した。

これに対し西岡 (住友金属)、小林 (東北大) は、単味コークス基質強度の意味を配合炭にまで拡張できるか、また塊コークス強度との関係についてなど、宮川の求めた基質強度の解釈に関して討論が行われた。

以上 7 件の各講演および討論を終わり、残り時間が少なかつたが、最後に全体を通じて館 (東大) はつぎのようなコメントを行つた。すなわち、高炉内におけるコークスの (劣化) 挙動に不明な点が多く残されているの

で、反応後強度の実用性の根拠づけは困難であるが、当面、コークス品質については、熱的劣化とともに反応劣化を問題とせざるをえない。今後の取り組み方としては、反応あるいは劣化の量よりもそれらのメカニズムに各コークスの個性を見出し、また一方、反応性、反応後強度にはコークスの熱間性状の代表指標としての意味を持たせるという 2 通りのアプローチが考えられ、このような観点からコークスの texture と structure の関連、さらに石炭性状、乾留プロセスと気孔構造の関係などの研究が進められるべきことを提案した。また鈴木 (日本鋼管、製鉄部会長) は、コークスの学問も今やつと始まつた段階にあり、fracture mechanics の導入などによる劣化機構の解明とともに、全体の思考体系の確立をはかるよう要望した。

終わりに、座長として美浦が、今回の討論テーマに関係する分野の今後の課題として、つぎのような点をあげて説明ししめくりを行つた。まず第 1 に、最終目標としてのコークス品質、性状の確定に関しては、コークス組織、気孔構造の分類および測定法；コークス基質と塊の性質の分離および測定法；熱的劣化、反応劣化の機構および高炉内反応条件との対応；各種劣化に対するコークスの組織および気孔の寄与率の解明など。以上を踏まえて、第 2 の課題として実用上のコークス品質の推定および原料石炭銘柄の評価法の確立。とくにこの場合、配合炭および配合炭コークスの性状を単味炭性状から推定する際、加成性の定量的把握が、手段として重要である。第 3 は、今後の新プロセス、新技術開発への応用として、コークス組織、気孔の生成機構に関する解明結果の事前処理および乾留条件へのフィードバックである。この場合、従来の static な観方から dynamic な観方への転換が必須条件である。最後に、第 4 として共通事項であるが、用語、測定法の統一をあげた。“名は体を表す”という言葉どおり、“用語”に包含して表現される認識内容が正しくかつ客観性をもつことが、科学技術の進歩には必要であり、したがって、それに関連する測定法も適正であることが要求され、また研究者間で統一されていることが望ましい。

II. ブルームおよびビレット連鑄の現状と問題点

川崎製鉄 (株) 工博

座長 飯田 義治

最近の我国における連鑄鋼比率の増大は著しく、既に 50% 以上に達している。これは、オイルショック以降、以前にも増して省資源、省エネルギーの観点から連続鑄造鋼の比率増大が、製鉄所の合理化の 1 つの柱として推進された結果である。ブルームおよびビレット連鑄においては、普通鋼からステンレス鋼、機械構造用炭素鋼および継目無鋼管に代表される高級鋼までの広範囲に亘る鋼