



高炉用コークス製造技術の現状と今後の方向

加 瀬 正 司*

Present and Future Developments on Metallurgical Coke Making Technology

Masaji KASE

1. はじめに

石油危機に端を発した石油供給不安と価格の急騰を背景として、我が国の高炉部門でも脱石油構造への転換を図り、すでにほとんどの高炉が安定したオイルレス操業に移行している。このオイルレス操業への安定移行とその後の高炉の安定操業を継続するため、高炉操業設計の改善を進めるとともに、高炉装入物の質的・量的安定化を図ってきた。

このような情勢の中で、コークス製造技術面では省資源、省エネルギー問題とともに、高炉の要請に対応するよう、コークス品質の維持向上に努めた。

コークス品質に関しては従来の冷間強度の高位安定化に加えて、高炉内解体調査を契機に高炉内挙動解析や反応論を含む基礎研究が急速に進展し、コークスの高温における反応性や強度性状などへの関心が高まるとともに、コークス製造技術上からもこれらを確保する方法の究明が急速に進められるようになった。この問題については当協会の製鉄部会、コークス部会においても数次にわたり活発な討議が行われ、また数多くの報告やすぐれた総説^{1)~3)}が出されている。

そこで本報告では高炉操業条件の変化や、原燃料に対する期待の高まりなどを踏まえて、コークスの熱間性状を中心に、コークスの高炉内挙動や熱間性状に関する新しい知見を紹介しながら、コークス製造技術の今後の方向について展望してみることとした。

2. コークスの熱間性状と高炉操業

昭和 48 年末の第 1 次石油危機においては、高炉の低燃料比操業が従来にも増して積極的に推進された。図 1 に示すとおり、高炉における高温脱湿送風、焼結鉱での低 FeO 化による被還元性の向上が図られるとともに、炉内装入物分布制御によるガス利用率の向上に努めた結果、昭和 54 年には燃料比 461 kg/t と大幅な低減が達

成され、同時に銑鉄中 Si も低下してきた。

昭和 54 年の第 2 次石油危機では脱石油化が指向され、昭和 56 年 5 月には大半の高炉がオイルレス操業を行うようになった。しかしその中でもオールコークス操業の難しさは、重油カットに伴う、①高炉内熱交換条件の

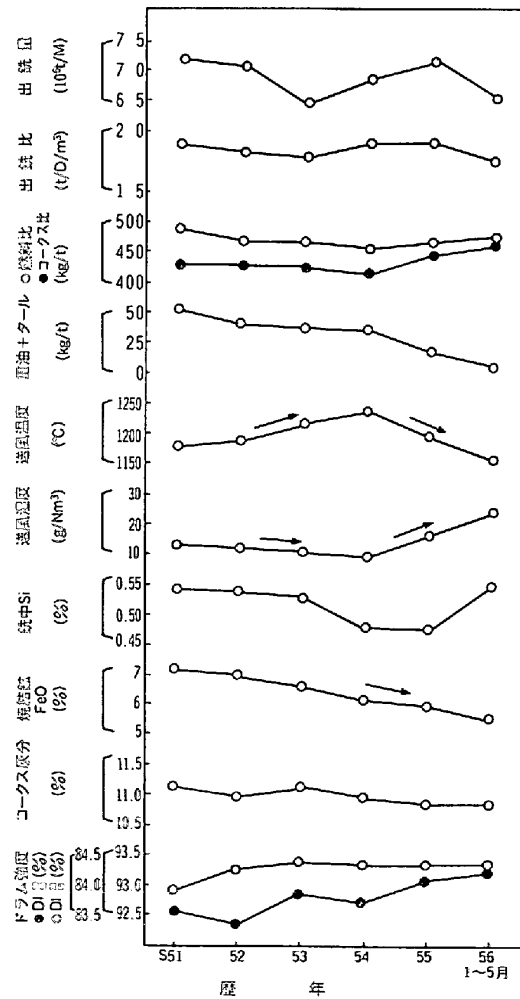


図 1 原料性状と高炉操業推移

昭和 57 年 3 月 15 日受付 (Received Mar. 15, 1982) (依頼解説)

* 新日本製鉄(株)八幡製鉄所 (Yawata Works, Nippon Steel Corp., 1-1-1 Edamitsu Yawatahigashi-ku Kitakyushu 805)

変化, ②装入物分布制御の難しさの増大, にあると考えられる。

高炉内熱交換条件については, 重油カットにより重油分解熱がなくなり, 羽口先での燃焼ガス平均温度は上昇する。しかし, 重油からの水素の減少が大きく, 全ガス量は減少することになる。また炭素に着目すると, 重油カットによりコークス消費速度が増加することになり, 装入物の降下速度は上昇する。これらの結果, ガス-固体間の向流型熱交換を考えた場合, 固体は炉下部の高ガス温度域で急速に加熱されることになり, 融着帯レベルの低下を惹起する。

また全ガス量の減少および装入物降下速度の増大は, 炉上部の温度の低下をもたらすことになる。

一方重油カットにより, 羽口先でのコークス燃焼量は増加しており, 融着帯の低下により, いわゆるルーズバックドコークスゾーンが減少し, 羽口先へのコークス供給不安定化, ひいてはスリップなど荷下がり不順を起こす原因となる。融着帯の低下に加えて, 重油からの水素発生減と炉上部温度低下とにより, (間接還元反応速度の減少など) 間接還元能が低下し, 吸熱の大きな直接還元が増加する結果となる。これらにより炉下部での熱変動が起きやすい状態になつており, 重油という炉熱制御手段がなくなつたこともあり, 炉熱状態の安定維持を難しくしている。

また装入物分布制御についていえば, 重油カットは鉱石/コークスを大幅に低下させることになる。このため鉱石層厚は減少することになり, 分布を制御するうえで難しい要因が加わってくる。さらに炉壁の浸食, あるいは炉上部温度低下とアルカリなどの炉内循環成分の排出不良による付着物形成など, 炉体プロフィールへの影響を受けやすくなってくる。

このような炉内状況の変化に伴つて, 装入物, とくに焼結鉱の被還元性やコークスの冷間および熱間性状の安定向上が, ますます重要となつている。

ここで高炉内におけるコークスの挙動をこれまでの報告から概括すると, およそ以下のとおりとなる。すなわち炉内装入後のコークスは, 破碎や摩耗しながら炉内を降下する。融着帯に至つてコークスは CO_2 による, いわゆるカーボンソリュージョン反応を受ける。この反応でコークスは組織成分に応じて選択的に浸食され, 多孔質化し, 粒度や強度などの性状が大きく変化する。さらにシャフト下部でのソリュージョンロス反応については, 炉内に滞留するアルカリ蒸気が触媒として作用し, コークスの浸食粉化を助長することが判明している。このコークスは摩耗粉化をしながら羽口先に到達して, レースウェイ部で 2300°C 以上の高温で急速に燃焼する。この際の衝撃によつて破碎生成する粉コークスや燃焼残渣に相当する粉コークスがレースウェイ前面に高密度充填部を形成する。]

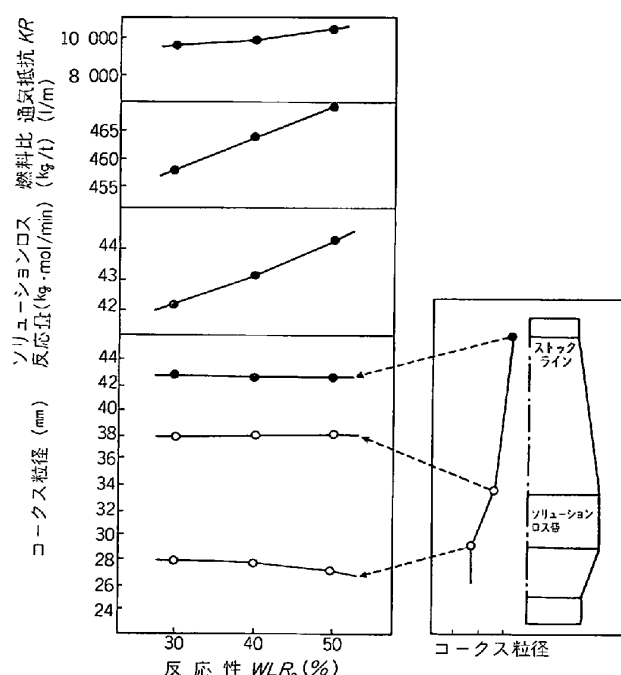


図 2 コークス反応性と高炉操業との関係 (モデル計算結果)

コークスの挙動をこのように想定したとき, コークスの熱間性状の一つに挙げられている CO_2 との反応性が高くなつた場合に, どのような変化が高炉内で生じるのであろうか。

図 2 は羽田野氏らがコークスの反応性が変化した場合の高炉のソリュージョンロス反応帯出口までの変化をモデル計算により求めた結果である⁴⁾。コークスの CO_2 との反応性が高くなるにつれて, ソリュージョンロス反応量が増大するため, 燃料比の上昇や通気抵抗の増加などを招来する。またコークス粒径についても, ストックラインからソリュージョンロス帯入口までは変化が少ないが, ソリュージョンロス帯出口ではコークスの反応性の上昇に伴い, やや粒径が小さくなる傾向が認められる。

次に羽口レベルでのコークスの挙動については, 羽口よりのコークス採取調査, レースウェイ燃焼実験, 高速カメラによるレースウェイの直接観察⁵⁾などを基軸として解明されている。その結果を要約すれば, CO_2 との反応性の高いコークスは, 羽口前での燃焼時においても粉化しやすいこと, また粉化したコークスはレースウェイ前面に堆積して炉下部の通気性を阻害するとともに, スラグ・メタルの通液性を悪化させることなどが明らかにされている⁶⁾。

従つてソリュージョンロス帯におけるコークスの CO_2 反応性の抑制や, レースウェイ部での燃焼粉化性の低減などがコークスの特性として重要となつてくる。

燃焼粉化に関する例として図 3 に小型熱間反応後強度⁷⁾ (CSR : Coke Strength after Reaction) と, 燃焼粉

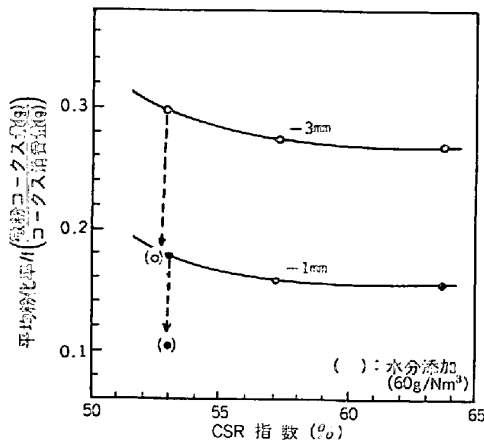


図 3 レースウェイ近傍の平均粉率におよぼす CSR および添加水分の影響

表 1 最近のコークス熱間性状試験法

| No. | 種 類 | 内 容 | 文 献 |
|-----|-----------------------|--|----------|
| 1 | 高温反応後強度 | CO ₂ 共存下高温で反応させたのち、冷めて回転強度を測定。 | 7,10,11 |
| 2 | 高温反応後強度 | CO ₂ 共存下高温での回転強度を測定。 | 12,13,14 |
| 3 | 高温反応後熱間回転強度 | CO ₂ 共存下高温で反応させたのち、N ₂ 雰囲気中高温で回転強度を測定。 | 15 |
| 4 | 高温H ₂ O反応性 | CO ₂ , H ₂ O共存下高温で反応させたときの反応量、反応速度を測定。 | 16 |
| 5 | 高温引張強度 | 高温下での引張強度の測定。 | 17 |
| 6 | 燃焼粉化性 | CO ₂ 共存下高温噴流中でコークスのガス化反応を行ったときの粉化率の測定。 | 18 |
| 7 | 高炉内反応測定試験 | 鉱石、コークス共存下高温でCO、CO ₂ と反応させたのち、冷めて回転強度を測定。 | 19 |
| 8 | 羽口先燃焼シミュレーション炉 | 羽口先におけるコークスの燃焼実験により、コークスの燃焼特性、レースウェイ特性の調査。 | 20 |

化試験の結果として得たレースウェイ近傍でのコークス平均粉率との関係を示した⁹⁾。CSR があるレベル以下になると、平均粉率は増加することがわかる。またこの試験では羽口から水蒸気を添加することにより、コークスの粉率が減少するとの知見も得ている。

以上述べたとおり高炉炉内反応の究明に伴って、それぞれの反応に則したコークスの熱間性状、たとえば CO₂ 反応性、反応後強度、燃焼粉化性などがしだいにクローズアップされてくる。

しかしながら、これをコークス品質評価の面から見た場合、コークスの高炉内での劣化粉化現象を律する温度条件や物理化学的条件が十分に把握されていないため、熱間性状を表す真の指標を指数化することができず、各社において高炉内各部の条件を考慮して便宜的に作成した熱間性状測定法が数多く提唱されている。このような試験法のうち、比較的最近発表されたものを表1にまとめて示した。

このうち新日鉄では主に小型反応後強度 (CSR) を使用している。この方法は 1100°C で小塊コークスと CO₂ とを反応させ (このときの反応性を CRI とよぶ)、その後冷間で強度試験を行うものであり、高炉シャフト部でのソリューションロス反応帯における CO₂ との反

応による劣化と、炉内降下中の摩擦による粉化を想定したものである。この測定法は比較的簡便であることから、現在各社も採用しており、本協会コークス部会においても昭和 55 年 4 月にコークス熱間性状測定法検討小委員会を設け、国内各社における CSR 測定法の詳細な比較と共通試料による社間レベル比較ならびに精度チェック実験を行い、評価上の共通認識を得ようとした経緯がある⁹⁾。

新日鉄では CSR 指数の高炉操業に及ぼす影響を、より適確に把握するため、まず大分、室蘭でコークスの冷間強度 (DI₁₅₀ 指数) を変えずに、CSR 指数のみを変化させて、高炉操業への影響を調査した。その結果 CSR の低下に伴い、羽口先コークスの細粒化、通気抵抗の増大、燃料比の悪化などの知見が得られた。

これらの知見を踏まえ、CSR を確保する製造技術の開発、オールコークス操業下での大型高炉における CSR の影響の定量的把握および高炉操業技術の確立を目的として、君津第 3 高炉で昭和 56 年 9 月より、コークスの DI₁₅₀ 指数は 85.5% のレベルに保ち、かつ原料条件もほぼ一定にして、CSR 指数を 54~62% の間で変化させて調査を行った。その結果は現在解析中であるが、その一部を図 4 および図 5 に示す。これらから CSR 指数のレベルと羽口前コークス粒度との関係や、レースウェイ深度との関係が明らかとなってきた。また図 6 に見られるように羽口コークス粒度の低下に伴い、炉内通気抵抗は悪化し、その結果ガス流は周辺流化する傾向がみられた。

以上のようにコークスの冷間強度が同じレベルであっても CSR 指数が変化することにより、高炉炉況が変動することが明確になり、コークスの品質指標として熱間性状の指標の一つである CSR の管理とその管理技術の向上が一層要請されている。

これまで得られている知見を総合して考えてみると、

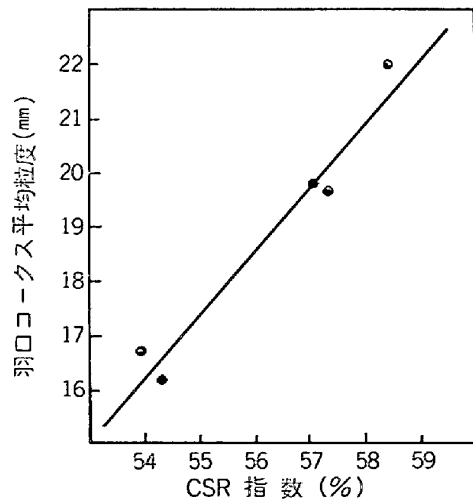


図 4 CSR と羽口コークス平均粒度の関係

コークスの熱間性状と高炉操業との関係はおおよそ図7のように想定される。

3. コークスの熱間性状とその製造技術

一方コークスを製造する立場からは、CSR 指数などのコークス熱間性状が重要視されるにつれて、これらの性状を確保するための製造技術がますます強く要請されてくる。

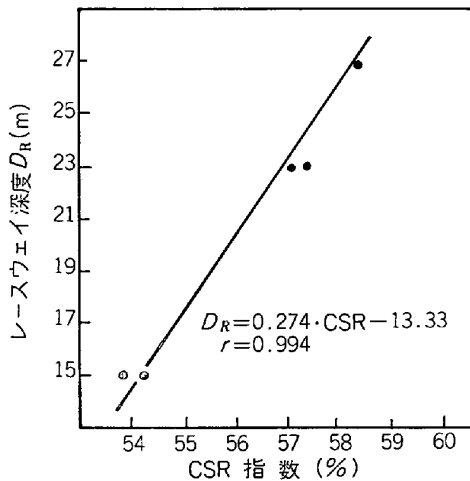


図5 レースウェイ深度とCSRの関係

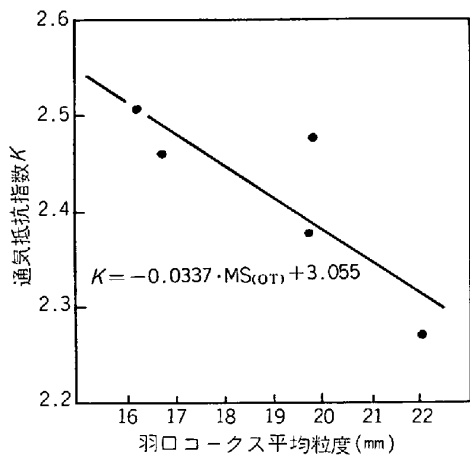


図6 羽口コークス平均粒度と通気抵抗指数の関係

てくる。

コークスの熱間性状を支配するパラメータについては多く報告されているが、それらを要約するとおおよそ以下のとおりである。

コークスの反応性やCSRなどと原料石炭の性質、たとえば石炭の流動性や組織成分などとの関係を直接関連づけた報告は比較的少なく、主として生成したコークスの性質と反応性などの熱間性状との関係が究明されている。すなわち熱間性状を支配するパラメータとしては、コークスの気孔分布や表面積などの物理的指標、コークスの光学的組織構造、イナート成分より生成したコークスの質と量、コークス生地を形成するカーボンの結晶化度などのコークス自体の化学反応性に関する指標、およびアルカリ金属や鉄分などの反応触媒の共存や灰分などの介在物に関する指標などが一般には挙げられている。

コークスの気孔分布や表面積の影響は、1000~1200°C程度の温度領域ではそれほど顕著ではないが、1500°C近くの高温域になると化学反応律速から表面拡散律速となるため、とくに大きな気孔の存在が熱間性状と強い相関があるといわれている。

またコークスの光学的異方性組織については、表2²¹⁾に示すとおり、石炭の性状と関係があるといわれるが、その関係は定量化されておらず、現状では石炭の性状のみからコークスの組織成分を確実に予測できる方法は見出されていない。このことが石炭の性状からコークスの熱間性状を予測するうえで一つの障害となつている。コークスの光学的異方性組織と熱間性状との関係について

表2 炭種とコークスの光学的組織構造

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 低流動性弱粘結炭 | → | 等方性構造 |
| 高流動性弱粘結炭 | → | 微粒状モザイク構造 |
| 準強粘結炭(モウラ) | → | 粗粒状モザイク構造 |
| 中揮発分強粘結炭 | → | 繊維状構造 |
| 低揮発分強粘結炭 | → | 葉片状構造 |
| すべての炭種のイナート成分 | → | 不活性分 |
| | → | 主 |
| | → | 従 |

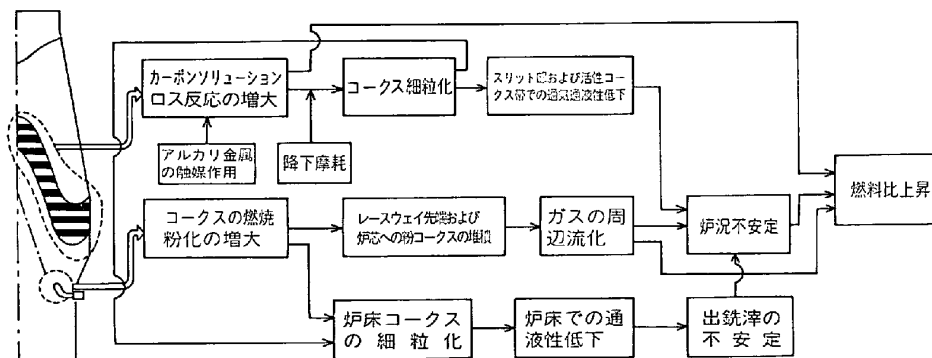


図7 コークスの熱間性状低下時の高炉炉況に及ぼす影響想定図

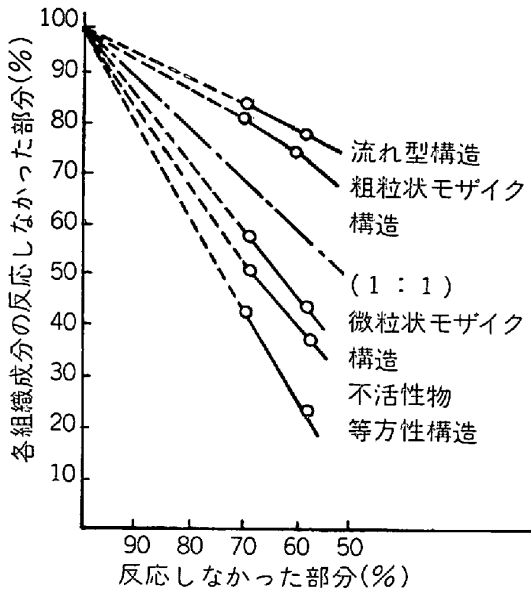


図 8 コークス組織の反応速度

は報告は多いが、このうちから代表的な例として図 8 を示した²²⁾。一般に等方性構造が最も CO₂ と反応しやすいとされるが、その他の成分の反応性指向に対する序列については各種の見解が出されており^{23)~25)}、必ずしも明確でない。

コークス中の有機質イナータの反応性については、石炭化度によつて大幅に変化すると報告もある²⁶⁾。

カーボンの結晶化度は、通常 X 線回折による a 軸および c 軸方向の結晶子の大きさ (La および Lc) をパラメータとして表示される。結晶化度は原料石炭の種類や加熱温度によつて変化する。一般にコークスの反応性は結晶化度が進行するほど反応しにくくなるが²⁷⁾、1500°C 近くの高温では、結晶化度は進行する反面、気孔率の増大や無機物の触媒作用で反応性が高くなる傾向が認められている^{13) 28)}。

アルカリ金属や鉄分などの触媒作用については、最近活発に研究され報告されている。しかしその触媒効果の大小についてはまだ不明瞭な点も多い。さらに灰分についてその量が多い場合は高温で熔融するために、コークス質自体の強度が失われて粉化しやすくなるとの報告も

ある¹³⁾。

以上紹介したように、コークスの熱間性状発現のメカニズムについては、現状ではそのコークスの他の性状との関連付けが究明されており、原料石炭の性状やコークス製造条件など製造技術を一貫したメカニズムの究明までには至っていない。その理由の一つはコークスの熱間性状に関する研究が比較的新しい分野であるためであり、今後製造技術全般にわたるメカニズムの究明が精力的に進展するものと思われる。

つぎにコークスの熱間性状を造り込む立場から実験や操業経験より得られた知見を以下に紹介する。

コークス製造技術上熱間性状を造り込む手段としては、原料石炭の適正配合技術、結合剤添加や成型炭配合などの石炭事前処理技術およびコークス炉での乾留技術の 3 つが挙げられよう。

まず石炭の配合割合と生成コークスの熱間性状 (ここでは CO₂ 反応性や CSR など) との関係について、比較的最近発表された報告をもとに表 3 にまとめて示した。これらの配合炭性状とコークスの熱間性状との関係については、実操業データや試験炉による結果を統計的に解析したものが主体となっている。表 3 のうち No. 2 の方法は新日鉄化学君津での推定法で図 9 にその関係を

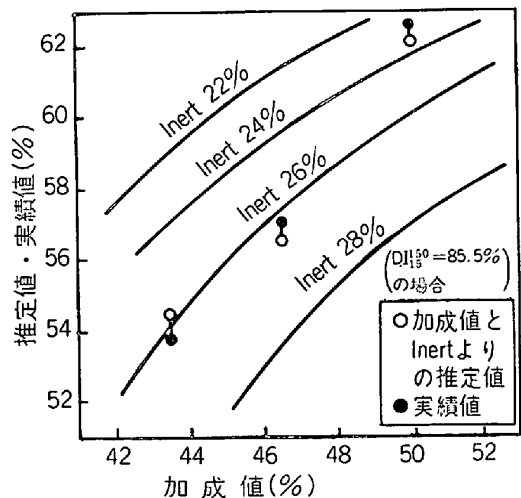


図 9 CSR 加成値と実績値の関係(新日化君津)

表 3 コークス熱間性状の推定

| No. | 内 容 | 文 献 |
|-----|---|---------|
| 1 | 単味炭の CSR 測定値より配合炭 CSR を加成計算する。 | 29) |
| 2 | 同上に全イナータ量 (TI) を加味して図により CSR を推定する。 | 第 9 図参照 |
| 3 | 石炭反射率 (R ₀) と全イナータ量 (TI) を用いて図より CSR を推定する。 | 30) |
| 4 | (R ₀) が 1.1 以上のものは加成値で、1.1 以下のものは (R ₀)、流動度 (FI)、(TI) により CSR 補正値を求めて合成し推定する。 | 31) |
| 5 | コークスの最高反射率 (Max R ₀) と最低反射率 (Min R ₀) との差の BR ₀ (Bireflectance) より反応性を推定する。(単味コークスに適用) | 32) |
| 6 | コークス組織、見掛け密度、灰の組成成分 (アルカリを含む) などにより回帰式により CSR または反応性を推定する。 | 33) 34) |
| 7 | セミコークスの光学的組織より推定する。 | 35) |

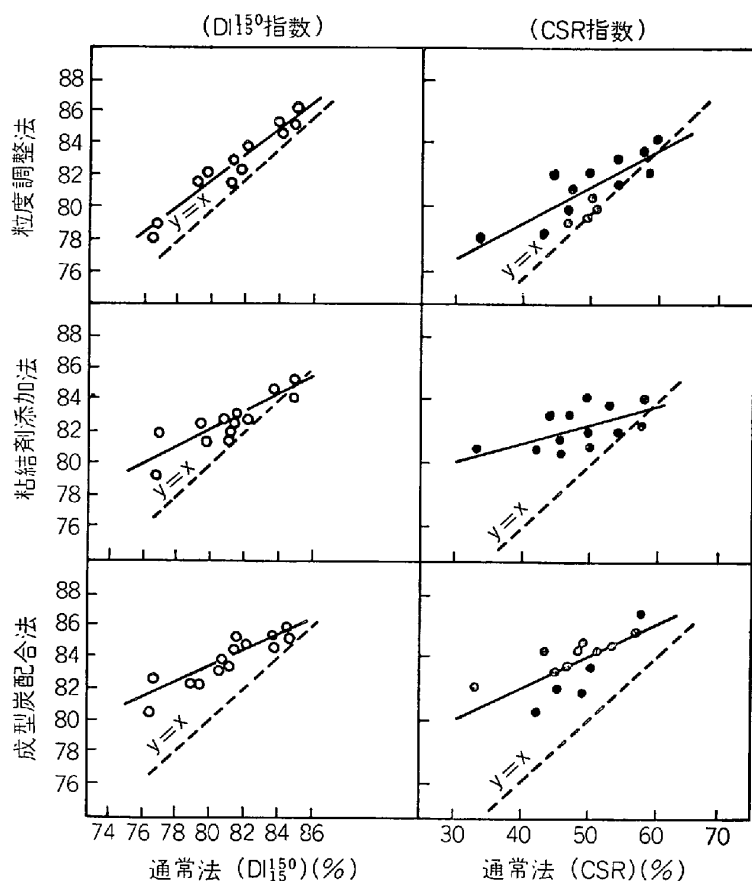


図10 各種事前処理法と通常法の DI_{150}° , CSRの比較

示す。その他のものの詳細は各報告を参照載きたい。

石炭の事前処理技術と熱間性状との関係については、最近新日鉄で石炭粒度調整、粘結剤添加、成型炭配合の各事前処理法を適用した場合の CSR 指数に及ぼす影響を調査しており³⁶⁾、その結果を図 10 に示した。ここで粒度調整法とは広畑で実用化している 2 段分級式閉回路粉砕システム (CPC-プロセス) のことであり、粘結剤添加とは SRC (Solvent Refined Coal) を装入炭に 6% 添加した場合のことである。また成型炭配合法は軟ピッチを 6% 結合剤とした成型炭を装入炭に 30% 配合した場合である。いずれも小型試験炉で乾留し、生成コークスにつき測定した結果である。図 10 では DI_{150}° 指数の結果も併記した。これらのうちでは、CSR 指数の改善効果は成型炭配合法が最も大きく、以下粘結剤添加法、粒度調整法の順となつている。いずれも CSR 指数が低い場合に効果が大きく、高くなると成型炭配合法以外は効果がなくなる傾向がある。これは成型炭配合法ではコークスカーボン質の改善や気孔分布の緻密化などにより、熱間性状が向上するのに対し、粘結剤添加法では粘結性が低い場合はカーボン質の改善効果が大きい、粘結性が過剰になると粗大気孔の発生を招くからであろうと想定されている。また粒度調整法の効果については、この方法がコークスの組織や構造を強化する方法であり、カーボン質を改善する方法ではないので、 DI_{150}° 指数は向上するが、CSR 指数には効果が少ないと解釈

されている。

乾留条件と熱間性状との関係については、石炭性状によつて変わるが、現在我が国で使用している高炉用コークスの製造を目的とした装入炭であれば、乾留速度が早く、最終到達温度が高く、置時間が長いほど反応性や CSR 指数などの性状は改善されることが確認されている²⁹⁾。その理由については、乾留速度が早くなると粘結性が向上しコークスカーボン質が改善されること、また最終到達温度や置時間については、カーボン質の結晶化や均質化が促進されることによる影響が大きいものと考えられる。

以上のように CSR 指数や CO_2 反応性などの熱間性状を確保する技術については、しだいにその因果関係が確認され定量化されようとしているが、今後さらにこれらの性状を制御し管理する段階にまで到達するには、経験的知見と基礎的メカニズムの究明とを両輪として、相互に補完しつつ開発を進める必要がある。

4. コークス製造技術の今後の方向

過去 10 年間の我が国におけるコークス製造技術上の最大の課題は、不安定な原料炭供給体制を克服して大型高炉へ良品質のコークスを変動少なく供給することであった。そのため各社では積極的に石炭事前処理技術を取り入れ、粒度調整、成型炭配合、粘結剤添加、予熱炭装入などの諸方法のオンライン化を実現した。これによつ

て従来高炉用原料として使用できなかつた非微粘結炭が恒常的に使用できるようになり、資源ソース拡大の経済的効果が大きに発揮された。

またエネルギー問題を契機としてコークス乾式消火設備 (CDQ ; Coke Dry Quencher) の導入やコークス炉の自動燃焼管理法の開発が行われ、我が国鉄鋼業の省エネルギー活動に大いに貢献した。そのほか、コークス炉設備の機械化自動化や環境対策設備など、近代化高効率化が進められてきた。

今後のコークス製造技術の指向すべき方向を展望した場合、およそ以下のような項目があげられよう。

- (i) コークス品質の製造過程における改善技術の確立
- (ii) コークス品質指標の明確化とその製造技術の確立
- (iii) 省エネルギー対策
- (iv) 設備の近代装備化
- (v) 新プロセスの研究

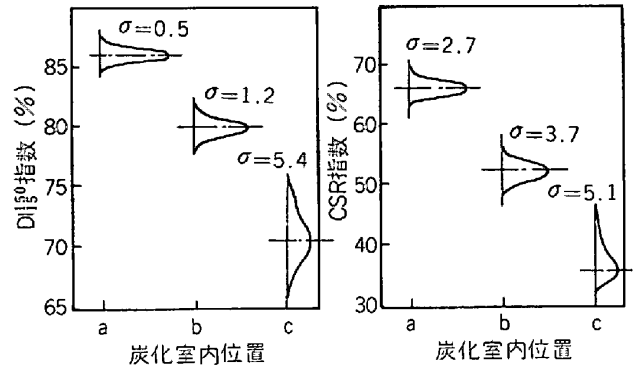
(i) については既存の品質改善技術の効率向上や低廉化によつてコークス炉への適用範囲の拡大を図るほか、原料石炭の改質や不純物除去など、より一層資源の拡大につながる技術を開発しなければならない。

さらに既存のコークス製造法において、コークスの均質化をはかり、コークス全体の品質レベル向上を達成するのも資源の有効活用の面から重要であろう。現状の室炉式コークス製造過程においては、炭化室上下方向および炉蓋周辺部での乾留条件差に基づくコークス品質の不均一性、および塊コークスの頭部尾部の品質差に見られる炉幅方向の不均一性が存在する。図 11 には炭化室内の位置別品質差の測定結果を 1 例として示したが、炭化室上部や炉蓋周辺部では炭化室下部に較べて品質が劣り、ばらつきも大きいことがわかる³⁷⁾。また図 12 には塊コークスの位置別品質差を示した。

このように同一原料から作られたものの品質に良否の差があるのは資源面から見れば大きな損失であり、高炉使用上からは好ましくない現象である。

品質差の生じる原因を吟味すると、それは主として乾留時における石炭の高密度差と加熱温度差によるものであるといえる。従つてコークスの均質化技術としては、まずはスタンピング法³⁸⁾のような炭化室内高密度の均一化と高密度化を指向した技術が一つの方向として取り上げられよう。また省エネルギー技術と連繫した石炭の乾燥予熱による性状の安定化やコークス炉のプログラムヒーティング³⁹⁾による石炭特性に適合した加熱パターンの究明などがコークスの均質化技術として今後発展するものと思われる。

(ii) のコークス品質指標の明確化については、現在あるコークス品質指標に加えて、さらに高炉の操業制御技術に貢献する新指標を明確化せねばならない。とくに



炭化室内位置
a : 炉底より 500mm 上 b : 炉上面より 1000mm 下 c : 炉蓋表面より 200mm 内側
 σ は炉内各位置でのばらつきを示す。

図 11 炭化室内各位置別コークスの品質差異状況例

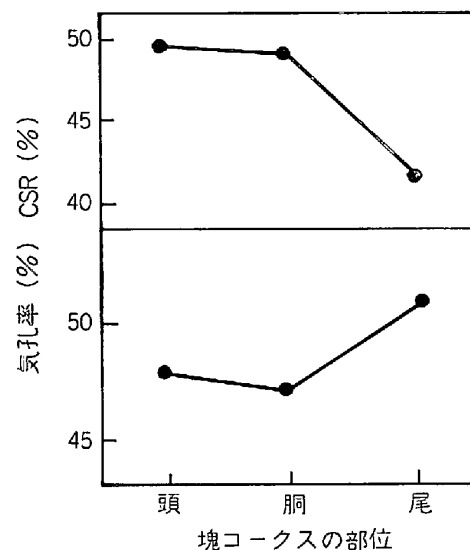


図 12 塊コークスの部位別性状例

コークスの熱間性状については、これまでは主に CO_2 反応性や CSR 指数など、高炉シャフト部でのソリューションロス反応を想定したものであつて、高炉内でのコークス挙動のすべてを律する性質ではない。従つて今後さらに合理的な熱間性状パラメータが開発される可能性が十分にあると思われる。

このような観点より現在開発中の熱間性状試験法を眺めた場合、高炉羽口前レースウェイ部における塊コークスの燃焼粉化特性を追求した燃焼粉化性試験¹⁸⁾、高炉炉下部におけるコークスの高温性状劣化機構を想定した、 1500°C 以上に昇温加熱する高温強度試験法¹³⁾¹⁹⁾²⁸⁾などが注目されよう。さらにコークスのガス化反応に伴う基質強度の変化に焦点を合わせた諸研究⁴⁰⁾も新しいコークス品質評価法を展開せしめる可能性を秘めている。

一方高炉においても炉内反応解析のため、各種検出端や炉内サンプリング装置の開発が活発に行われており、これらの解析結果と基礎研究との結合によつて、今後この分野での解明が一段と進展するものと思われる。

(iii) の省エネルギー対策については、CDQ 設備

の大型化、高能率化を図るとともに、コークス炉の自動燃焼制御技術を積極的に推進する必要がある。また低廉エネルギーソースを利用した石炭乾燥予熱法の開発によつて、品質高度化とともに乾留熱量の削減が指向されよう。このエネルギーソースとしては、CDQよりの温度レベルの高い熱量を使用するのも一方策であるが、さらに進んで上昇管よりの副産物顕熱やコークス炉燃焼排ガス顕熱のような温度レベルの低い熱量を効率よく回収し利用する方策が望ましい。そのためにはこれらの排熱回収設備と高能率石炭乾燥予熱設備の開発が課題となる。

(iv) の近代装備化については、付帯設備の自動化や環境設備の拡充が引き続き行われるとともに、昭和30年代に稼動した炉が約20%にも及ぶことから、これらの炉命延長技術の究明と合わせて、次世代のコークス製造設備のあるべき姿が模索されねばならない。

(v) の新製造プロセスについては、長期的視野で資源問題を眺めた場合、成型コークス製造法(FCP: Formed Coke Process)のような非粘結炭類の多量使用が可能な技術を確立しておかねばならない。これについては鉄鋼各社の協力と政府助成金により、200t/日の試験プラントを八幡製鉄所で建設中であり、昭和59年より大規模な試験が行われる予定である⁴¹⁾。

また最近、高炉への微粉炭吹き込み(PCI)⁴²⁾や重油と微粉炭-重油スラリー吹き込み(COM)⁴³⁾が実操業化されているが、非粘結炭を高炉で直接使用するこれらの方法も、省資源の観点からも大いに歓迎されるべき技術といえるであろう。

5. おわりに

高炉用コークス製造技術について、前半では主として最近急速に究明されているコークスの熱間性状についての現状を紹介し、後半ではコークス製造技術全般の今後の課題について言及した。

今後ますます激化する世界経済の中にあつて、鉄鋼製造プロセスの第1次加工段階に位置するコークス製造部門においては、品質上では現有技術の効率化を図る一方、高炉炉内反応の解明とそれに適合するコークス特性のあくなき追究を推進するべきであり、それをベースにした省資源、省エネルギー技術の向上とあいまつて、高炉操業の安定化へ貢献すべく、今後一層の研究を図らねばならない。

文 献

- 1) 高炉内現象とその解析: 高炉炉内反応部会編 (1979) [日本鉄鋼協会]
- 2) 日本鉄鋼協会第99回講演大会討論会“高炉用コークスの性状より見た石炭組織の評価”, 鉄と鋼, 66 (1980), A1
- 3) 美浦義明: 鉄と鋼, 67 (1981), p. 468
- 4) 羽田野道春, 宮崎富夫, 岩永祐治: 鉄と鋼, 65 (1979), p. 1509, 同, 65 (1979), p. 1663; 住友金属, 32 (1980), p. 1
- 5) 加瀬正司, 須賀田正泰, 山口一良, 大久保正, 中込倫路, 西川 広, 中村正和: 鉄と鋼, 67 (1981) S 722
- 6) 石川 泰, 稲垣憲利, 山田寛之, 木村 淳, 矢動丸成行: 鉄と鋼, 65 (1979), S 529, 同, 67 (1981), S 800
- 7) 村上昭三, 原 義明, 石川 功: コークスサーキュラー, 23 (1974), p. 82
- 8) 杉山 喬, 佐藤裕二, 原 行明: 鉄と鋼, 67 (1981), S 802
- 9) 日本鉄鋼協会共同研究会: 第21回コークス部会 (1980) (私信)
- 10) 井田四郎, 西 徹, 仲摩博至: コークスサーキュラー, 21 (1971), p. 252
- 11) 宮川亜夫, 神下 護, 谷原秀太郎: 鉄と鋼, 64 (1978), S 512
- 12) T. MIYAZU: Coal, Coke and the Blast Furnace, Proc. Intern. Conf., (1977), p. 66
- 13) 角南好彦, 西岡邦彦, 岩永祐治, 小川真資, 押原憲昭: 鉄と鋼, 66 (1980), A17
- 14) 近藤幹夫, 小西行雄, 岡部俠児: 川鉄技報, 6 (1974), p. 1
- 15) 柳内 衛, 奥山泰男, 堀内正裕, 宮津 隆: 燃料協会第62回コークス特別会講演(1977)
- 16) 井田四郎, 木庭敬一郎, 山下 豊, 坂田康二: コークスサーキュラー, 27 (1978), p. 261
- 17) 日本鉄鋼協会共同研究会第13回コークス部会 (1976) 川崎製鉄(株) (私信)
- 18) 原 行明, 土屋 勝: 鉄と鋼, 66 (1980), p. 1810
- 19) 西 徹, 原口 博, 美浦義明, 後藤 修: 鉄と鋼, 67 (1981), S 796
- 20) 中村正和, 近藤真一, 杉山 喬, 鶴野建夫: 鉄と鋼, 63 (1977), S 449
- 21) 井田四郎: 燃料協会誌, 56 (1977), p. 217
- 22) 宮川亜夫, 嵯峨三男, 谷原秀太郎: 燃料協会誌, 55 (1977), p. 340
- 23) 木庭敬一郎, 坂田康二, 井田四郎: 燃料協会誌, 60 (1981), p. 333
- 24) 福山辰夫, 船曳佳弘, 板垣省三: 燃料協会誌, 60 (1981), p. 174
- 25) 藤田英夫, 聖山光政, 西田清二: コークスサーキュラー, 29 (1980), p. 218
- 26) 原 行明, 坂輪光弘, 桜井義久, 小島鴻次郎: 鉄と鋼, 66 (1980), A1
- 27) 神下 護, 塚島佳子, 嵯峨三男, 宮川亜夫, 谷原秀太郎: 燃料協会誌, 59 (1980), p. 757
- 28) 奥山泰男, 柳内 衛, 宮津 隆: 鉄と鋼, 66 (1980), A13
- 29) 原口 博, 西 徹, 美浦義明: 鉄と鋼, 66 (1980), S 715
- 30) 小島鴻次郎, 桜井義久: 鉄と鋼, 64 (1978), S1
- 31) 石原武彦, 吉野良雄, 土橋幸二: コークスサーキュラー, 30 (1981), p. 178
- 32) 露口亨夫, 山路正広, 殿浦孝章: コークスサーキュラー, 30 (1981), p. 16
- 33) 露口亨夫, 山路正広, 杉本行広: 鉄と鋼, 66 (1980), A5
- 34) 木庭敬一郎, 坂田康二, 井田四郎: コークスサーキュラー, 30 (1981), p. 170
- 35) 福山辰夫, 船曳佳弘, 板垣省三: 燃料協会誌, 60

