



石炭の事前処理技術

奥 原 捷 晃*

Coal Preparation Techniques for Coke Making

Toshiaki OKUHARA

1. は じ め に

石油危機を契機としたエネルギー価格の高騰と使用石炭の多様化およびその後の鉄鋼生産の低迷を背景として、コークス製造に対する要求は量から質へ、さらにコストへと大きく変わってきている。高炉操業の安定化と銑鉄コストの低減に寄与するため、コークス品質の向上、高価な原料炭の節減と低価格の非・微粘結炭の活用および省エネルギーなどの面でコークス製造技術は著しく進歩した。ことに、成型炭配合法を初めとして石炭の粒度調整法、予熱炭装入法、調湿炭装入法などの石炭事前処理技術はこれらの目的達成に大きく貢献してきた。

鉄鋼業の厳しい経営環境の下で製銑部門に対するコスト低減への要請はますます強まっていることから、コークス製造における石炭事前処理技術の役割はこれまで以上に重要になるものと考えられる。このような状況において、石炭事前処理技術の現状を理解し、今後の方向を探ることは有意義であろう。本会第 112 回講演大会討論会の議題として「高炉用コークス製造における石炭の事前処理」が取り上げられ、活発な討議が行われた¹⁾。本稿では石炭事前処理の目的、石炭のコークス化機構の考え方に基づいて、技術の現状について整理し、本技術の今後の展望について解説を試みた。

2. 事前処理の目的と基本原理

コークスの製造は石炭の配合に始まり、その事前処理、コークス炉での乾留、コークスの後処理の一連の工程より成っている。目的とするコークスを製造するためには原料である石炭の選択と配合が基本となるのは当然であるが、その石炭が本来持っている性質を有効に活用するのが事前処理の役割といえる。また、この事前処理は後に続くコークス炉での乾留と密接に関係する。

石炭事前処理技術の目的は、図 1 に示すように、コークス製造コストの低減を狙いとして三つの側面から捉え

ることができよう²⁾。すなわち、①石炭のコークス化性を改善して低品位の低価格炭を利用し、素材費を削減すること、②コークス炉の生産性を向上させて設備費を低減すること、③乾留熱量を低減させて操業コストを低下することである。これらの目的を達成するための事前処理の基本原理は、粒度調整による石炭の均質化、石炭の嵩密度増大、石炭水分低減の三つである。石炭の事前処理に対して利用されている要素技術は、石炭の粉碎、ブリケットング、スタンピング、乾燥・予熱などであり、いずれも物理的な操作である。なお、粘結性補填材の添加は石炭配合技術の範ちゅうと考え、ここでは取りあげないこととする。

3. 石炭のコークス化機構と事前処理

石炭からコークスが生成する現象は、平均粒径が約 1 mm の石炭粉が粒径約 50 mm の塊コークスに変化することと解釈される。コークスを顕微鏡下で観察すると、もとの石炭粒子に由来する境界面の識別が可能であり³⁾、この境界面における相互の拡散距離は 2 μm 以下といわれている⁴⁾。このような点から、粉状の石炭が塊

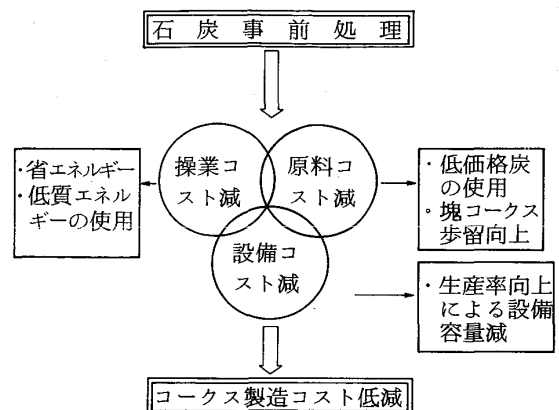


図 1 石炭事前処理の目的

昭和 62 年 7 月 15 日受付 (Received July 15, 1987) (依頼解説)

* 新日本製鉄(株)製銑研究センター主任研究員 (Ironmaking Technology Lab., Nippon Steel Corp., 1-1-1 Edamitsu Yahatahigashi-ku Kitakyushu 805)

Key words : coal briquette ; coal preparation ; coking property ; coal moisture ; preheating ; oven productivity ; coal size ; homogeneity of coal ; coking mechanism ; state of art.

化するコークス化機構は、西岡らのように⁵⁾、石炭粒子が発泡、膨張して粒子間空隙を充填し相互に結合すると考えるのが適切である。このような見方は、物理的な操作に基づく事前処理技術を正しく理解する上で有用である。

高炉用コークスの主要な品質指標は機械的強度（冷間強度）と反応後強度（熱間強度）である。これらに対しては、コークスの基質強度、マクロき裂、気孔構造、コークス基質の化学反応性などが要因となる。軟化溶融温度域での石炭粒子の結合と再固化以降の仮焼とによつて決定されるこれら諸因子への石炭事前処理の影響が技術の基盤である。また、コークス炉の炭化室内において生成するコークスは、その品質に大きな分布を示しており、この点は石炭の事前処理において考慮すべき課題である。

3.1 事前処理の影響

石炭は組織学的にみると、粉碎性や加熱時の粘結性に差異を示す成分の混合物である。このため、同じ銘柄の石炭でも個々の粒子でそのコークス化性に違いが生ずるし、また、多くの銘柄を配合する装入炭では、さらに性状分布の大きな粒子群が形成することになる。このように性質の異なる石炭粒子の結合によつて形成されるコークスの気孔構造の均質化、ミクロき裂の抑制のためには、粉碎による石炭の細粒化が効果的である。杉辺ら⁶⁾は装入炭の不均質性を統計理論によつて解析しこれを実験的に検証して、石炭を細粒化することによつて不均質性が減少しコークス強度が向上することおよびとくに平均性状から大きく掛け離れた石炭の微細化がコークス強度向上に貢献することを明らかにしている。

石炭の細粒化は均質性を高める点から重要であるが、一方では石炭粒子の膨張性および嵩密度の低下を招き、石炭粒子の結合を阻害する作用を示す。石炭粒子の結合を強化するためにはなるべく嵩密度を高めて粒子間の空隙を減らすことが必要である。図2は石炭の粉碎粒度と嵩密度とを変化させてコークスを製造しその強度を測定

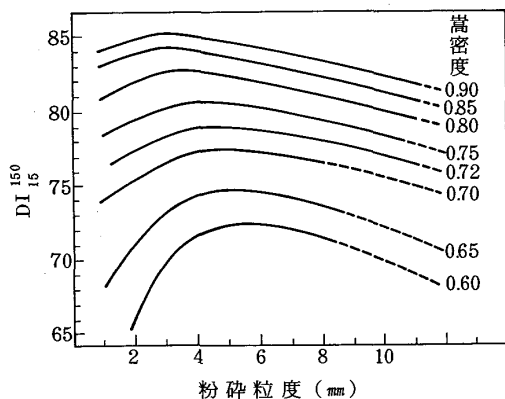


図2 コークスの DI_{150} に及ぼす装入炭の粒度、嵩密度の影響

した結果である。コークス強度は嵩密度の大きいほど高くなるとともに、コークス強度のピーク値を示す石炭粒度は、嵩密度が増大するにつれて細粒側へ移行していることがわかる。すなわち、コークス強度の向上に関しては、石炭の細粒化と同時にその細粒化に見合った嵩密度の増大をはかることが必要であり、これが石炭のコークス化性を改善するための事前処理の基本原則といえる。石炭の細粒化はコークスの気孔構造を微細化して反応表面積を増大させ、コークスの CO_2 との反応性を高めてその反応後強度を低下させるおそれがある。一方、気孔構造の微細化は塊表面からの反応をより均一化して、塊内部の劣化を抑制する作用も考えられる。図3は石炭の細粒化によつてコークスの反応性は増大しながら反応後強度も向上する例を成型コークスについて示したものである。このように石炭を細粒化しても嵩密度を高くしてコークスの機械的強度を高くすれば、反応性の増大が反応後強度の低下に直結しないという場合が考えられる。

石炭の水分は石炭のコークス化性に直接関係するわけではないが、この水分を低下させた場合には嵩密度の増加を介してコークス化性が改善される。また、予熱炭装入では、石炭が軟化溶融する温度域における昇温速度が低下し、コークスの気孔構造の微細化および光学的異方性組織発達の抑制によりコークス品質が影響を受ける⁷⁾。しかし、この場合においても嵩密度増加による影響の方がはるかに大きい。

3.2 炭化室内におけるコークスの生成

石炭をコークス化するための反応容器としてのコーク

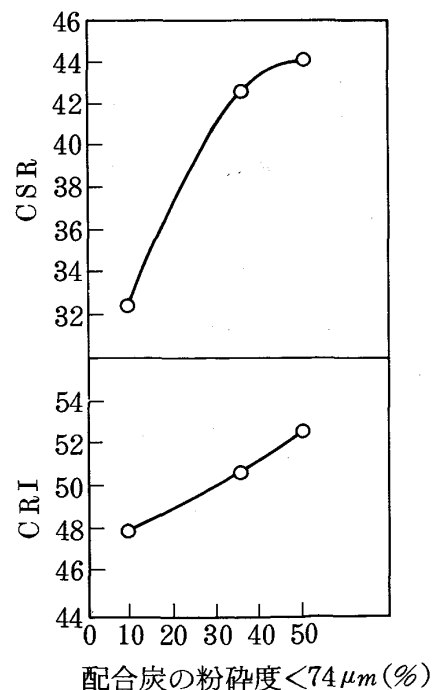


図3 石炭の微細化によるコークスの熱間性状の変化

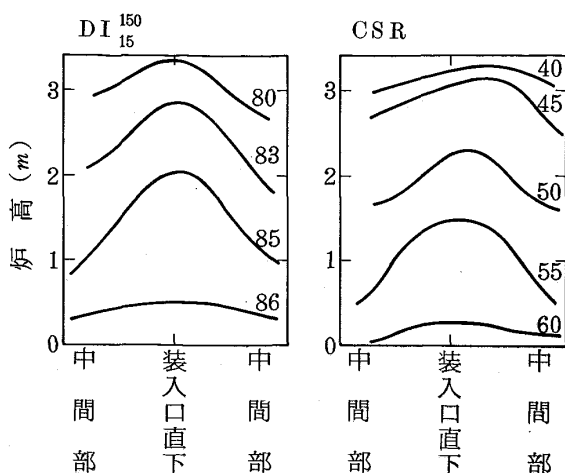


図 4 炭化室内におけるコークス品質分布 (例)

ス炉炭化室は、幅 400～600 mm、高さ 4～7.5 m、長さ 12～17 m もあり、かつ炉壁を介した間接加熱方式である。石炭層の伝熱律速によつてコークス化が進行し、コークスの強度は炉壁側から中央部に向かうにつれて気孔率の増大と到達温度の低下とにより悪化する。さらに、炭化室内のコークス品質は、図 4 の例からわかるように、高さ方向や長さ方向にも大きなばらつきを示す。このような品質ばらつきの要因は加熱温度と速度、嵩密度および充填荷重などが考えられるが、ことに嵩密度の影響が大きい。炭化室内の嵩密度の増加およびばらつきの縮小は石炭事前処理の役割といえる。これによつてコークス品質の改善とばらつきの減少を達成すると同時に、乾留時間の短縮および乾留熱量の低減などにも影響を与えるものと考えられる。炭化室内における温度の上昇が水分の蒸発によつて制約を受けていることを考えると、水分の低下を伴う嵩密度の増加がより効果的といえる。

4. 事前処理技術の現状

現在、わが国ではさまざまな石炭の事前処理技術が実施され、かつ研究も行われている。これらについて、粒度調整法、嵩密度増加法、水分低下法の三つの面から現状と問題点を整理し、主な技術の比較評価について述べる。

4.1 石炭の粒度調整法

石炭を粉砕してその均質化をはかることは、既述のとおり、事前処理の根幹である。通常湿炭装入では、石炭の粒度は 3 mm 以下の割合で 85% 程度、嵩密度は約 0.7 t/m³ である。このような条件は、装入炭の均質性の向上と嵩密度の増加という石炭粒度に関しては相反する作用の適正点として経験的に決められたものであろう。現在行われている通常石炭粒度調整法は、使用する石炭のコークス化性と粉砕性の違いを考慮して、それぞれの石炭を所定の粒度に粉砕してから配合するのが一般的である。この粉砕-配合方式では、簡略化のために

性質の類似する石炭をグループ化して粉砕する方法も行われているが、石炭の複雑で多様な性質からみて銘柄ごとに適切な粒度を設定することが原則といえる。既述の統計理論を応用した粒度調整法によつて⁶⁾、石炭の銘柄ごとに適正な粒度を設定することによつて、コークスの DI_{150}^{30} は平均で 0.1 向上し、粘結性の低い装入炭ほどその効果が大きくなることが確かめられている。

石炭を粉砕すると、熱軟化性に対して不活性成分は粗粒部分に集まり、逆に活性成分は細粒部分に集まる性質がある。このような特徴をとらえ、ふるいを用いた選択粉砕によつて嵩密度の低下を防止し、石炭を均質化する粒度調整法が行われている。この方法では、不活性成分の多い粗粒部分の粉砕を強化し、活性成分の多い細粒部分の過粉砕を避けるように、ふるい分けと粉砕が組み合わされる。これによつて不活性成分の細粒化と分散がコークスのき裂生成を抑制し、同時に活性成分の微細化による粘結性の低下がもたらす粒子間接着力の悪化を防止してコークス強度を改善する。このような方法は BURSTEIN により SOVACO 法として、昭和 40 年代初めに紹介され⁸⁾、わが国でもこれの追試や実操業への適用がはかられた⁹⁾¹⁰⁾。しかし、不活性成分の割合が少ない石炭ではその効果が小さいことやふるいの実用性に問題のあつたことから、普及が抑えられていた。最近になつてふるい分け装置の改良や不活性成分の多い豪州炭、カナダ炭の割合の増加などを背景として、選択粉砕法が再び検討されている点は注目される¹¹⁾。ここでは大型円筒型ふるい分け機を用い、石炭を活性成分の多いグループと不活性成分の多いグループとに 2 分割し、それぞれに見合ったふるい目で分級し粉砕する方法を行っている。この方法によつて、通常粉砕法に対してコークス品質は DI_{150}^{30} で 1～2、CSR で 1～4 向上し、非・微粘結炭が 5～10% 使用できる実績となつている。

石炭の粒度調整法としては、その平均性状のみでなく、粒度別の性状の違いも考慮して銘柄別の選択粉砕を行うことが、石炭のコークス化性の上からはもつとも望ましいといえる。これを行うに当たつての課題は、やはり石炭水分増加時にも安定したふるい分けのできる方法および粉砕・ふるい分けコストの低減対策であろう。粒度調整法のコークス品質向上効果は、嵩密度増加法に比較すると小さいが、他の事前処理法との併用においてもその効果が持続される特徴をもっている。このような点から粒度調整法は石炭事前処理の基盤として、他の嵩密度増加や水分低下技術と組み合わせることにより、その最適化をはかることがこれからの大きな課題といえよう。

4.2 石炭の嵩密度増加法

石炭の嵩密度を増加させる方法として次の三つが考えられる。

- 1) 石炭の粒度分布を最密充填になるようにする。
- 2) 石炭の粒子間の摩擦を低下させる。

3) 石炭を何らかの機械的手段で圧密する.

これらの中で1)については、特殊なケースとして国内炭を粉碎せずに粗粒のまま配合するようなことも行われたが¹²⁾、石炭の粒度調整はその均質化を優先すべきであつて嵩密度を増加させる手段としては適切とはいえない。2)に関しては、石炭の水分が増加した場合などに重油や界面活性剤などを添加して嵩密度の増加をはかることが行われたが、コークス品質やコスト面の効果が比較的小さいことから現在ほとんど行われていない。石炭の水分低下による嵩密度増加については次節で述べる。結局、石炭の嵩密度を積極的に増加させる手段として実施されているのは機械的手段を用いて石炭を圧密する方法である。

石炭を圧密化して嵩密度を増加させる技術として現在もつとも広く普及しているのは成型炭配合法である。この方法は装入炭の30~40%の部分にコールタールピッチや石油の脱れきアスファルトなどを加えて充填密度1.1~1.2の成型炭とし、残りの粉炭の部分と混合してコークス炉に装入する方法である。圧密化した成型炭はそれ自体のコークス化性が改善されると同時に、これの軟化溶融温度域における膨張によつて周囲の粉炭部分までも圧密する作用を生じ、コークス品質を向上させる¹³⁾。この方法の適用によるコークス強度 DI_{15}^{150} の向上は2~4であり、コークス強度を一定にすると非・微粘結炭が20%程度使用できる。嵩密度の増加は約8%であるが、その分乾留時間が延びるためコークス炉の生産性はほとんど変化しない。この方法は昭和46年に最初の設備が稼働して以来¹⁴⁾、そのコークス化性改善効果の顕著なことおよび既存コークス炉に比較的容易に適用可能なことから、表1に示すように急速に普及し、わが国の高炉用コークス製造の約40%にまで採用され現在に至っている。

この間において本法の効果拡大とコークス製造コスト低減を目的として多くの改善が実施されてきた。成型炭の製造に関しては、その適正性状¹³⁾、成型原料の粒度調整¹⁵⁾¹⁶⁾、結合材との混練方法¹⁷⁾、成型方法¹⁸⁾¹⁹⁾、などが検討されている。さらに、成型炭配合法の効果機構の解析と成型原料の適正な配合条件^{20)~24)}、粘結性補填材との併用²⁵⁾、石炭の乾燥との結合²⁶⁾、成型炭の偏析

防止法²⁷⁾、などさまざまな面から、この方法の効果拡大がはかられた。成型炭配合法のコークス製造コストの低減は、成型コストの削減および非・微粘結炭の増配合による素材コストの削減の両面から検討されてきた。成型コストに大きな影響を持つ結合剤の使用量は、現状では極限に近いと考えられる3~4%まで削減されている¹⁹⁾。非・微粘結炭を活用するための成型炭への集中配合については、図5にみられるように、成型炭の部分と粉炭の部分とのコークス化性のバランスをとる必要があり、これの使用比率をさらに大幅に増加させることは考えにくい。現在の成型炭配合法は既に技術として成熟した段階に到達しているとみられ、これをさらに発展させるためには、従来とは全く違った新しい取組が必要であらう。

嵩密度の増加を経済的に行うために、種々の新しい圧密化技術の開発が行われている。石炭をあらかじめ炭化室に近い形状に圧密化してから装入するスタンプチャージ法が、新しい油圧による圧縮成型方式を応用して試験された²⁸⁾。さらに、石炭ブロックを連続的に成型する方法も検討されている²⁹⁾。これらの方法については設備の大型化と実炉へ適用するための技術的課題および設備費を中心とした経済的課題の検討がさらに必要と考え

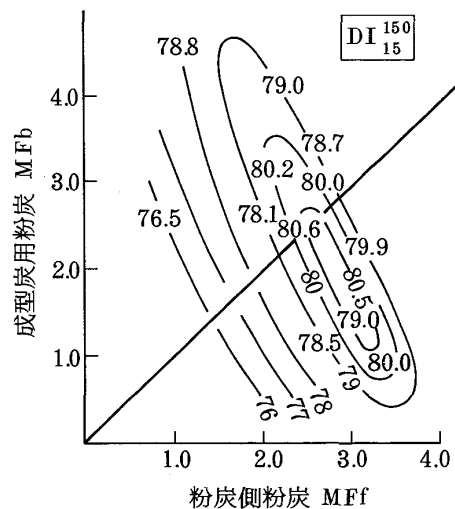


図5 成型炭配合法のコークス強度と原料配合の関係²³⁾

表1 成型炭設備設置状況

会 社	対象コークス炉	成型炭製造能力		結 合 剤	稼 動 開 始
		日産 [t/日]	成型機 [t/h]		
新 日 鉄 鋼 住 金 西 新 日 鉄 化 学 管 工 業 熱 化 学	戸畑 No. 3, 4	1 100	30×2	ソフトピッチ	昭和 46 年 11 月
	戸畑 No. 2, 5	1 200	30×2	ソフトピッチ	50 8
	大分 No. 3, 4	2 400	40×3	ソフトピッチ	52 4
	君津 No. 4, 5	2 900	40×4	ソフトピッチ	51 10
	福山 No. 3, 4	3 000	25×6	PDA	50 9
	扇島 No. 1, 2	2 000	35×3	PDA	56 2
	和歌山 No. 1~6	1 700	60×3	ロードタール	50 5
	鹿島 No. 1, 2	4 700	50×5	ASP+コールタール	50 10
	加古川 No. 1~4	3 000	60×2	PDA	51 11

られる。この他にも、成型炭の代わりに装入炭の一部をペレットにして配合する方法³⁰⁾、装入車のホッパーと装入口の間に特別な圧密装置を設置する方法³¹⁾³²⁾、レベラーに加振機能を持たせて炭化室頂部の嵩密度が低い部分を圧密する方法³³⁾、などが報告されている。これらの中で実用化されているのは加振レベラーによる方法のみであり、他の方法の実炉への適用は今後の課題である。石炭の嵩密度を機械的な方法によつて増加させるこのような新しい技術の取組の成否は、すべてその経済性にかかっているといえる。コークス製造コストの低減が優先される中においては、従来の技術に対して設備費、操業費の面から顕著な優位性が必要となろう。

4.3 石炭の水分低下法

コークス炉へ装入する石炭の水分低下は、乾留熱量の低減、乾留時間の短縮および嵩密度増加の効果があり、石炭事前処理のすべての目的に関係している。石炭の水分を低下させる技術としては、現在予熱炭装入法と調湿炭装入法の二つが実施されている。

石炭の乾燥・予熱方法および水分低下に伴う石炭粉の流動化による発塵や漏えいを防止するための輸送・装入方法の開発が欧米を中心に行われた。これによつて Coaltek 法、Thermocharge 法および Precarbon 法の三つの方法が実用化されている³⁴⁾。わが国においても、石炭の乾燥・予熱法に関して多くの試験が行われているが、実操業まで適用されたのは昭和 43 年の乾燥炭装入法³⁵⁾のみであり、これもその後中止されている。現在は昭和 54 年に西独より技術導入された Precarbon 法による予熱炭装入技術が³⁶⁾、わが国では唯一のものである。これの操業実績によると、コークス強度 DI_{15}^{150} の向上は 4~6、コークス炉の生産性向上は 35% 以上、乾留熱量は石炭の予熱分を含めても石炭 1t 当たり 530~540 Mcal など、大きな効果が得られている³⁷⁾。石炭を予熱すると粗粒子部分が細粒化されてコークスの気孔構造が均質化し、コークス強度の改善に寄与することが認められている。一方、予熱による石炭の細粒化およびコークス炉へ装入時の微粉の流動化によつて、嵩密度の増加が抑制されることが明らかになり、嵩密度の増加対策の検討も行われている³⁷⁾。このような微粉の挙動は、これのタール中への混入量や炉壁へのカーボン付着の増加に影響するとみられ、これらの対策が必要となろう。また、この方法は石炭の乾燥・予熱と予熱炭の輸送とに要する設備費が相対的に高くなることおよび既設コークス炉に対しては適用しにくいことなどの問題が考えられる。

調湿炭装入法は、装入炭水分の安定化とコークス炉の廃熱の回収利用を目的とし、既設コークス炉への適用技術として開発され、最初の設備が昭和 58 年に稼働した³⁸⁾。ここでは、煙道での排ガス顕熱および上昇管での発生ガス顕熱を回収し、これを利用して装入炭の水分

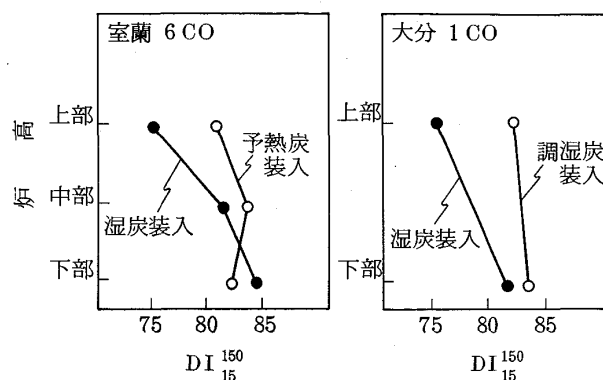


図 6 炭化室内コークス品質ばらつきに及ぼす石炭水分の影響

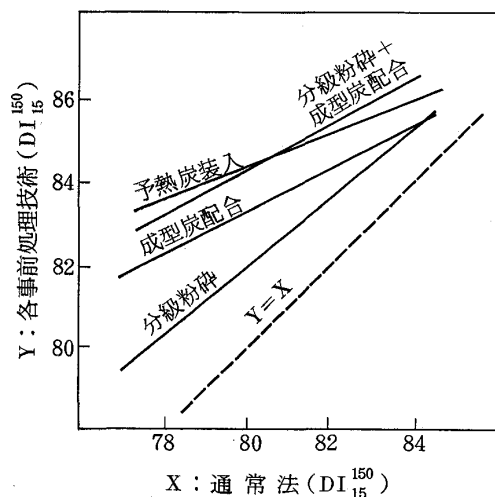


図 7 各事前処理法の効果比較 (DI_{15}^{150})

を通常の 9% レベルから 5% まで低下させている。装入炭の水分 5% は既設の石炭輸送設備および装入設備を利用するため、石炭の発塵性の限界から設定されている。この方法の操業実績によると、コークス炉の生産性向上約 11%、乾留熱量の低減約 15% (83 Mcal/t coal)、コークス強度 DI_{15}^{150} の向上 1.5 などの効果をあげている。さらに、図 6 にみられるように、炭化室上下方向のコークス強度の均一化が達成されている。この方法は、比較的低い設備投資によつて既設炉において実施することができ、大きな効果が得られる点に特徴がある。このような点から、コークス製造コストを削減するための手段として、今後の発展が注目される。

4.4 事前処理技術の評価

これまで述べてきたように、現在実施されている主な事前処理技術は、分級粉碎法 (選択粉碎法)、成型炭配合法、予熱炭装入法および調湿炭装入法である。調湿炭装入法を除く他の方法のコークス強度に対する効果を比較を図 7 に示す。分級粉碎法のように石炭の均質性を高める技術では、その効果は大きくないが、コークス強度

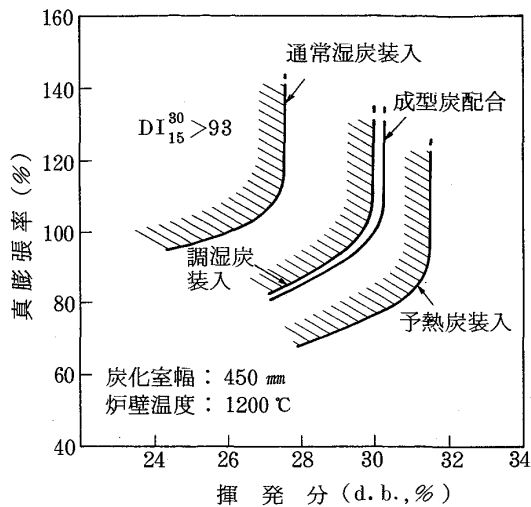


図 8 事前処理法の装入炭のコークス化性比較³⁹⁾

レベルと関係なく一定であり、成型炭配合法との併用においてもそれが持続されている。一方、コークス強度に対する効果が嵩密度の増加によつて生ずる技術では、コークス強度レベルの上昇に従つてその効果が漸減する。西岡ら³⁹⁾は数学的モデルによつて通常湿炭装入法を基準に成型炭配合法、調湿炭装入法、予熱炭装入法を比較評価し、図 8 にみられるように、装入炭のコークス化性は嵩密度の増加が大きい方法ほど低下できることを明らかにしている。同時に、コークス強度一定の下では、嵩密度増加効果の大きな方法ほどコークスの反応性が上昇して反応後強度が低下することを指摘している。

コークス炉の生産性は予熱炭装入法がもつとも高くなるのは当然である。しかし、石炭水分の低下によつてカーボン付着が増加し、炉温上昇の制約が生ずるため生産変動への対応性は必ずしも高くないようである³⁹⁾。コークス炉での乾留熱量に関しては、予熱炭装入法が有利であるが、石炭の水分低下や予熱に必要な熱量を含めると、乾燥・予熱における熱効率に影響される。一般的には予熱温度は低いほど予熱工程の熱損失が少なく、有利になると考えられる。また、調湿炭装入法では廃熱を回収利用しているため、コークス炉全体の消費熱量は少なくなる。

5. 今後の展望

鉄鋼生産の低迷と将来に向けた高炉によらない新しい製鉄プロセスの研究が進められている中で、銑鉄コスト低減の手段として期待の大きい石炭の事前処理技術は一層の合理化が必要であろう。既に実施されている技術の効率化と設備投資の少ないより効果的な技術の開発が、今後目指すべき方向である。また、既設コークス炉の更新時期のめどが立たない状況の下では、既設コークス炉への適用を目的とした技術が主とならざるを得ない。合理的な事前処理技術は、コークス炉操業や高炉操業まで

も含めて総合的な見方を必要とする。コークス炉操業との関連においては、コークス製造工程全体の熱効率を考えた石炭の水分レベルや炭化室内における乾留ばらつき制御が重要と思われる。高炉操業に関しては、非微粘結炭を多量使用したコークスの熱間性状やコークスの乾留温度などが、高炉内におけるコークスの劣化挙動に基づいて検討されなくてはならない。

石炭の事前処理技術に関しては、粒度調整による均質化、嵩密度の増加、石炭水分低下の基本原則に立ちかえり、これらをもつとも経済的に行うための基礎研究、要素技術開発、システム化などが必要であろう。既設コークス炉およびこれを取り巻く環境条件に柔軟に対応できるように、事前処理技術には多様性が求められる。しかし、今後新しく適用される事前処理技術については、コークス製造工程で回収される熱を利用した石炭水分低下を中心にした技術に向かうものと考えられる。このような考え方に立つて以下に今後の課題について述べる。

石炭の水分変動による嵩密度の変化や発塵性などについては従来からよく知られているが、石炭水分 2% 以下（付着水分 0%）の合理的な事前処理技術を指向する場合には、石炭の粉粒体としての特性をもつとよく把握する必要がある。ことに、低水分化により凝似粒子が崩壊して発生する 100 μm 以下の微粒子の挙動が重要である。水分低下時におけるこのような微粒子の変質やコークス形成に対する作用の解明が基礎的な課題であろう。また、このように単離した微粒子の充填特性やカーボン付着への作用も無視できない。

石炭の微細化とこれに見合った嵩密度の増加とが、コークス品質改善の基本原則であるが、これらを安価に達成できる技術の出現が強く望まれる。石炭の微細化と水分低下との組合せは、予熱炭装入法にみられるようにコークス炉内の嵩密度増加を阻害する。この原因となる微粒子の処理法が必要であり、これを圧縮成型する方法⁴⁰⁾も一つの解決策になるものと思われる。

石炭の水分を低下させる熱源に関しては、発生ガス顕熱の回収効率向上や CDQ で回収される熱の利用などを進める必要があろう。発生ガスと石炭を直接熱交換する方法も検討されているが⁴¹⁾、これも含めた新しい方法の出現に期待したい。石炭の水分低下は炭化室内の炉高、炉長方向の嵩密度分布を均一化するため、これと炉温の自動制御とを結びつけることによつて炭化室内の乾留進行のばらつきを是正し、乾留温度の低下や乾留時間の短縮につながる可能性がある。

コークスの熱間性状については、従来の評価指標のみでなく、高炉内における劣化挙動を正確に反映させた評価によつてその適正化をはかる必要がある。現在は使用する石炭の性状に強く依存している熱間性状の限界が石炭の微細化などによる事前処理によつて打破することができれば、コークス製造コストのいつそうの低減につな

がるものと考えられる。

本稿の最初に示したように、これまでの石炭事前処理技術は、コークス品質の改善やコスト低減などを意図した物理的な処理法である。一方、石炭の乾留によつて得られるタールを中心にした副産物は、鉄鋼業がその発展を期待している石炭化学の主原料となるものである。コークス製造の合理化がタール品質に及ぼす影響や今後予想されるタールの減産傾向からみて、これからの事前処理技術は、乾留副産物の製造も考慮に入れた化学的な処理法についての検討も必要となろう。

6. お わ り に

石炭の事前処理技術に関して、コークス化機構の考え方、技術の現状、今後の展望について私見を交えて解説した。コークス製造コストの低減に対して石炭の事前処理技術は大きな役割を果たすとともに、多くの可能性を持つものである。現在実施しているさまざまな技術の合理化をはかるとともに、総合的なメリットが期待できる石炭の水分低下を中心にした技術の展開が望まれる。これの推進に当たっては、ことに投資コストを少なくすることが留意されなくてはならない。このためには、石炭の粉粒体特性を中心にした基盤の充実および広い視野に立つての要素技術の開発とシステム化が必要と考えられる。さらに乾留副産物の石炭化学原料としての重要性から、将来に向けての石炭事前処理は化学的な処理についても考えていかなくてはならない。

製鉄技術を発展させるためのコークス製造技術の合理化に本解説がいささかなりとも役立てば幸いである。

文 献

- 1) 水野 豊: 鉄と鋼, **73** (1987), p. 576
- 2) 小林勝明, 山口徳二, 奥原捷晃: 鉄と鋼, **72** (1986), A155
- 3) 美浦義明: 燃協誌, **63** (1984), p. 800
- 4) N. S. GRYAZNOV and L. Y. KOPELIVICH: Coke and Chem., USSR (1975), p. 4
- 5) 西岡邦彦, 吉田周平: 鉄と鋼, **70** (1984), p. 351
- 6) 杉辺英孝, 宮川重夫: 鉄と鋼, **68** (1982), p. 2133
- 7) 八巻孝夫, 太田 進, 菊地 望, 串岡 清, 三国 修: 鉄と鋼, **67** (1981), S114
- 8) E. BURSTLEIN: コークス・サーキュラー, **15** (1966), p. 43
- 9) 蛭崎八九郎, 池田 実, 久保圭司: コークス・サーキュラー, **24** (1975), p. 249
- 10) 神原定良, 山田健彦, 植田 宏, 奥井信之, 大石喜一郎: コークス・サーキュラー, **21** (1972), p. 167
- 11) 米 靖弘, 村上昭三, 山中広明, 横山和弘, 森山 一, 美浦義明: 燃協誌, **61** (1982), p. 66
- 12) 宮原正元: コークス・サーキュラー, **11** (1962), p. 17
- 13) 奥原捷晃, 山口徳二, 下川靖夫, 真田 貢: コークス・サーキュラー, **25** (1976), p. 312
- 14) 吉永博一, 真田 貢, 奥原捷晃, 宇都宮又市, 山本英樹: 製鉄研究 (1976) 288, p. 1
- 15) 大森政男, 荒牧寿弘, 小蘭井勝: コークス・サーキュラー, **28** (1979), p. 211
- 16) 角南好彦, 西岡邦彦, 杉本行廣: コークス・サーキュラー, **29** (1980), p. 24
- 17) 加藤友則, 塚田鋼二, 高井清三郎: 鉄と鋼, **67** (1981), S790
- 18) 岸田宗治, 石田一秀, 西田清二: コークス・サーキュラー, **33** (1984), p. 24
- 19) 山本亮二, 名取好明, 小西信明, 水沢正敏, 三宅 実, 上田 稔: 鉄と鋼, **72** (1986), S26
- 20) 桐谷義男, 露口亨夫, 久保圭司, 岩畔賢一, 竹中政次: コークス・サーキュラー, **28** (1979), p. 20
- 21) 阿部利雄, 石田一秀, 和田保郎: コークス・サーキュラー, **30** (1981), p. 36
- 22) 荒牧寿弘, 足立 剛, 小蘭井勝, 西 徹: コークス・サーキュラー, **31** (1982), p. 185
- 23) 荒牧寿弘, 足立 剛, 小蘭井勝, 西 徹: コークス・サーキュラー, **32** (1983), p. 119
- 24) 岩切治久, 北村雅司, 阿部利雄, 西田清二, 山本 勲: 鉄と鋼, **72** (1986), A147
- 25) 桐谷義男, 露口亨夫, 仁礼尚道: 燃協誌, **56** (1977), p. 886
- 26) 高橋公道, 露口亨夫: コークス・サーキュラー, **33** (1984), p. 253
- 27) 西岡邦彦, 杉本行廣, 吉田周平, 神保高生, 露口亨夫, 南澤 勇, 高瀬省二, 高橋公道: コークス・サーキュラー, **32** (1983), p. 262
- 28) 加藤友則, 森下良彦, 根本謙一, 竹林秀行, 岡田 豊: 日本鋼管技報 (1986) 115, p. 42
- 29) 桑島 滋, 亀井隆雄: 鉄と鋼, **73** (1987), S44
- 30) 大岩 博, 横山和弘, 田中茂樹, 阿蘇辰二, 中村幸弘: 鉄と鋼, **73** (1987), S47
- 31) 松尾大洋, 甫立敏昭, 宮崎康男: 鉄と鋼, **71** (1985), S14
- 32) 松尾大洋, 中川洋治, 石原田裕二, 甫立敏昭, 那須敏幸: 鉄と鋼, **73** (1987), S54
- 33) 村松 匠, 尾之内邦仁, 大嶋正矩: 鉄と鋼, **73** (1987), S56
- 34) 原燃料からみたわが国製鉄技術の歴史 (日本鉄鋼協会編) (1984), p. 359
- 35) 森口三昔, 野崎幸雄: コークス・サーキュラー, **19** (1970), p. 132
- 36) 須沢昭和, 三国 修, 野口信雄, 松岡 宏, 加茂谷大: コークス・サーキュラー, **30** (1981), p. 96
- 37) 八巻孝夫, 太田 進, 菊地 望, 串岡 清, 三国 修: 鉄と鋼, **67** (1981), S115
- 38) 和栗真次郎, 細川勝也, 大西輝明, 中川浩一郎, 高野橋豊, 串岡 清, 金野好光, 大野護充: コークス・サーキュラー, **34** (1985), p. 92
- 39) 西岡邦彦, 三浦 潔, 植田 宏, 小川真資, 吉田周平: 鉄と鋼, **72** (1986), A159
- 40) 山口徳二, 小林勝明, 美浦義明, 原 久典: 燃料協会 第74回コークス特別会発表要旨集 (1983年4月), p. 64
- 41) 佐藤武夫, 森下良彦, 大橋 茂, 加藤友則, 永岡恒夫: 鉄と鋼, **72** (1986), S46