

討 4 石炭の事前処理に関する基礎研究

新日本製鐵(株) 第三技術研究所

小林勝明, 山口徳二
奥原捷晃

1. 緒 言

当社では成型炭配合法¹⁾, 分級粉砕法²⁾, 予熱炭装入法³⁾ および調湿炭装入法⁴⁾ 等各種の事前処理システムを実用化しておりそれぞれ順調に稼働している。事前処理技術に関する今後の課題としては, 種々なプロセスを総合化し, コークス品質に対する要求をも含めた経済性の追求を行って最適なシステムを確立していくことになることと考える。Fig. 1に事前処理を実施する目的を示した。また Fig. 2にその目的を達成するための事前処理技術の位置付けを整理したものを示す。

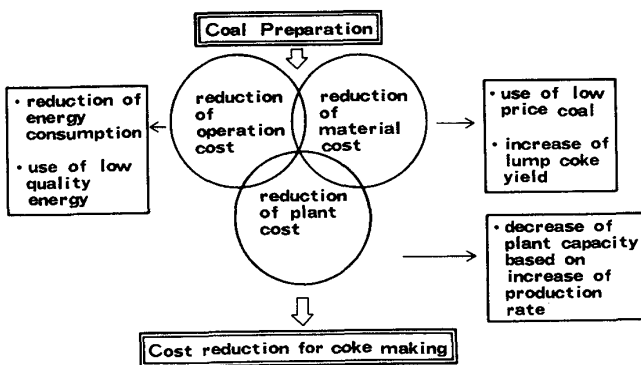


Fig. 1. Purpose of coal preparation for coke making

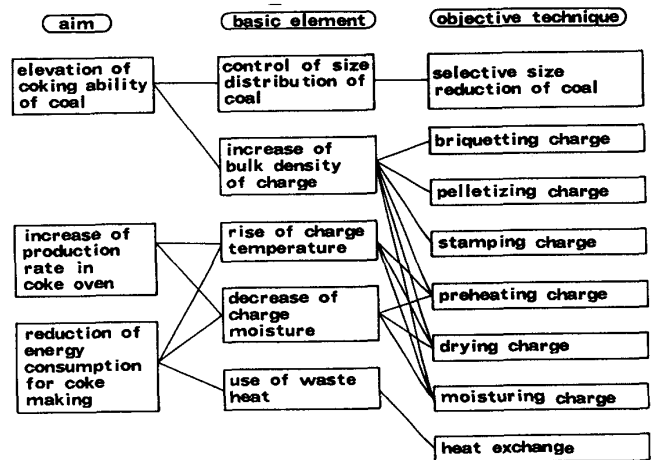


Fig. 2. Technical stand for coal preparation

廃熱回収利用の動向から今後の石炭事前処理技術の最適システムの方角としては総合的効果の期待できる乾燥・予熱等の装入炭水分の低減がベースになると考えられる。そこで今回は装入炭水分の低減に伴う充填構造およびそれに基づくコークス品質への影響について報告する。

2. 装入炭水分と炭化室内充填構造

室式コークス炉炭化室内でのコークス品質のバラツキは通常法(湿炭)の場合は Fig. 3に示すようにならかなり大きい⁵⁾。この原因は装入炭嵩密度の不均一化と乾留速度のバラツキによるものと考えられるが, とくに前者の影響が大きいと考えられる。そこで装入炭水分による炭化室内の装入炭充填構造の変化について調査した。

室式コークス炉における炭化室内の充填密度に影響する外部要因として落下衝撃, 装入物による上部荷重および熱ガスの上昇気流による浮力が考えられたのでそれぞれの影響について検討した。

2.1 落下衝撃の影響

1) 試験方法

炭化室の装入口直下および装入口間をシミュレートできる装置 (Fig. 4) を用いて高さ 4 m および 2 m の高さより装入炭を落下させて充填密度を求めた。装入口直下の場合は上部中央の装入ホッパー A より直接石炭を密度測定箱に落下させた。一方装入口間の場合は上部の両端の装入ホッパー B を同時に開け下部の傾斜板を経由させて石炭を密度測定箱の中に落下させた。そして測定箱の表面をなら

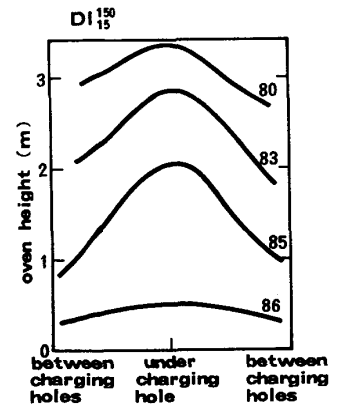


Fig. 3. Coke strength variation in oven chamber

し装入物の重量より充填密度を求めた。

2) 試験結果

Fig. 5に試験結果を示す。落下衝撃が大きいほど充填密度は大きくなっている。即ち、4 mの高さより装入口直下の位置へ落下させた場合が充填密度は最も大きくなり、2 mの高さより装入口間の位置へ落下させた場合が最も小さくなっている。

一方水分の影響をみると装入炭水分が低くなるにつれて充填密度は上昇し、また位置別の変動は小さくなってきている。即ち充填密度の均一化がはかられている。これは装入炭の水分が低くなると石炭の擬似粒子の崩壊が進み粒度分布が広がり、また水の表面張力による粒子間の付着性が減少し、粉粒体としての流動性が向上してくる。その結果、少ない衝撃力により比較的容易に粒子の再配列が進み粒度分布に応じた最密充填構造に移行することができたためと推察した。

2.2 上部荷重の影響

1) 試験方法

炭化室に装入された石炭の上部にかかる荷重は炭化室の高さ方向の充填密度に変動を与える要因の一つと考えられた。そこで装入炭の上部にかかる荷重をシミュレートできる装置 (Fig. 6) を用いて充填密度におよぼす上部荷重の影響について検討した。先ず装入炭を所定の初期密度で充填容器につめそのとき底部に発生する荷重圧をロードセルにより求め、その底部荷重圧に相当する荷重を試料の上部に加え試料の充填高さを測定し充填密度を求める。次にまた底部の荷重圧を測定し、それに相当する荷重を試料の上部に加え、試料の充填高さを測定して充填密度を求める。この操作を底部荷重圧がほぼ平衡状態に達するまでくり返して炭柱の高さ方向の充填密度を算出した。試験装置は充填層の幅を変えられるようになっており 200, 400, 600 mmの幅について検討した。

2) 試験結果

Fig. 7に上部荷重に基づく炭柱の高さ方向の充填密度の変化を示す。装入炭水分が高い場合は上部荷重による充填密度の変化が大きく炭柱の上部と下部で密度は大きな差がみられた。装入炭水分が減少して行くと上部荷重の充填密度におよぼす影響は少なくなり、炭柱の上部と下部の密度差はだんだん小さくなってきた。

次に充填層幅の影響をみると炉幅が広がるほど上部荷重の影響を受け易く炭柱の上下方向の密度差は大きくなってきている。これは炉幅がせまくなると壁部での石炭と壁の摩擦抵抗の影響が大きくなるため上部荷重の炭中への伝達が悪くなるためである。しかし装入炭水分が減少してくると炉幅の影響はだんだん小さくなってきている。とくに気乾ベース位まで装入炭水分が低下すると炉幅による充填密度の変動は非常に小さくなっていくことがわかる。これは上記したように装入炭水分の低下により装入炭の粉粒体としての流動性が大きくなり上部荷重の炭中への伝達が比較的容易になってくるためと推察

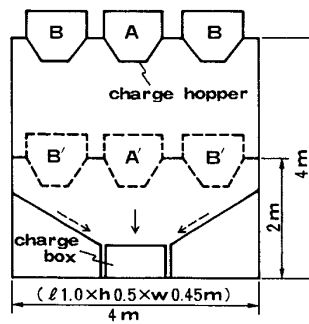


Fig. 4. Testing apparatus

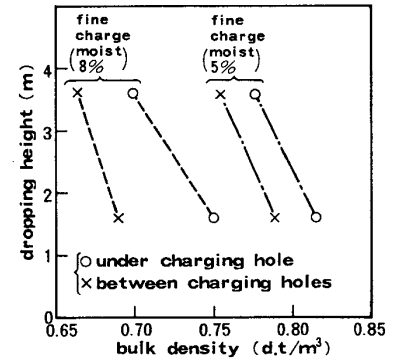


Fig. 5. Change of bulk density on charging method

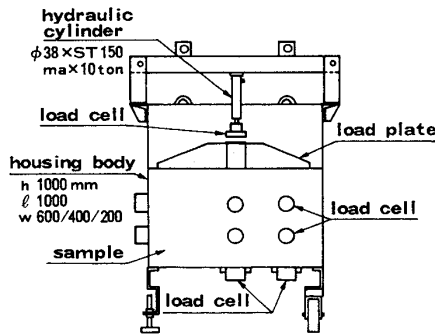


Fig. 6. Testing apparatus

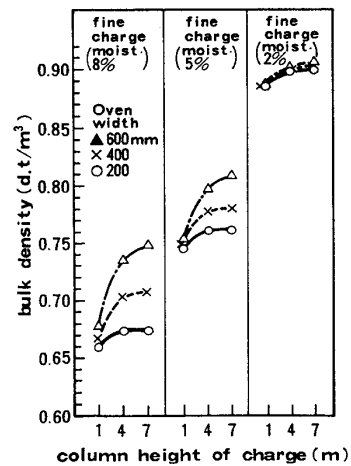


Fig. 7. Change of bulk density along column height of charge

した。

今後コークス炉の大型化が図られる場合、装入物の品質分布の増大に伴ってコークス品質のバラツキも増大すると考えられ、これに対し装入炭水分の低減をはかることは充填密度の均一化によるコークス品質の均質化効果の向上に大いに寄与すると考えられる。

2.3 上昇気流による浮力の影響

1) 試験方法

実炉の炭化室内では熱ガスの対流、装入物よりのガスの発生あるいは集じんのためのガスの吸引等に基づいて上昇気流が発生している。そのため装入炭の充填密度はこの上昇気流による浮力の影響を受けると考えられる。そこで上昇気流をシミュレートできる装置 (Fig. 8) を用いて充填密度におよぼす上昇気流の影響について検討した。 Fig. 8 に示すように充填層中心部のパイプから所定量の空気を吹き出した状態で上部の装入ホッパーより装入炭を充填層の中に装入し、装入後上部の加圧板を回転させて装入物の表面をならし充填層の高さを測定して充填密度を求めた。

2) 試験結果

Fig. 9 に充填層内の上昇気流による充填密度の変化を示す。上昇気流が大きくなるほど充填密度は小さくなっていく。

装入炭水分の影響をみると水分が低くなるほど上昇気流の影響を大きく受け、上昇気流の増大により充填密度の低下が大きくなっている。これは水分が低くなるほど凝似粒子の崩壊により浮遊しやすい微粒子が増加し、また一方では粒子間隙が減少するため充填層

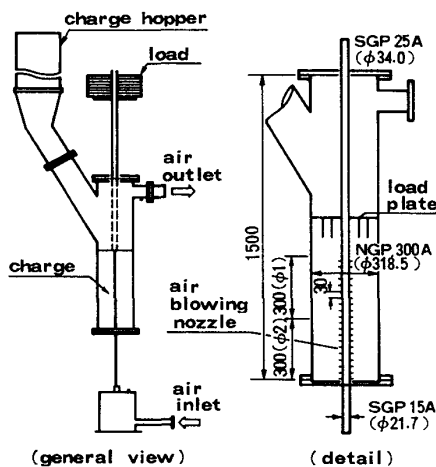


Fig. 8. Testing apparatus

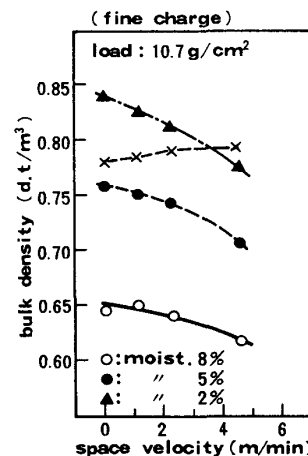


Fig. 9. Change of bulk density on space velocity

内の通気抵抗が大きくなる。そのため充填層内のガス保持量が大きくなり充填密度の低下をもたらせたものと推察した。 Fig. 9 において ---x--- で示したものは水分 2% まで水分を下げた装入炭について微粉部分 (-0.3 mm) をカットした試料についての結果で上昇気流により浮遊しやすい微粉が少なく、またそのため充填層内の通気抵抗も小さくなっているため上昇気流の影響はほとんど受けていない。

Fig. 10 は机上で上昇気流のない状態で測定した充填密度 (ASTM法に準じた方法) と実炉での装入密度の関係を示す。装入炭水分が低くなるほど実炉の装入密度と冷間での測定値との差が大きくなる傾向がみられた。これは実炉での上昇気流に基づく浮力の影響を受けているためと推察した。

3. 装入炭水分とコークス品質

Fig. 3 に示したように湿炭の場合、炭化室内のコークス品質は大きなバラツキをもっている。このバラツキをひきおこす大きな原因の一つとして上記した装入炭充填密度の変動がある。炭化室内の充填密度の変動は上記したように装入炭水分の低下が有効であることが判明した。そこでここでは装入炭水分が低減していったときのコークス品質変動について調査した。

Fig. 11 に電気加熱式乾留炉⁶⁾を用いて装入炭水分を変えて乾留したコークスの強度を示した。この時炭柱上下方向の影響をみるため装入物の上部に荷重をかけた結果も示す。装入炭水分の低減に伴ない装入炭の充填密度が

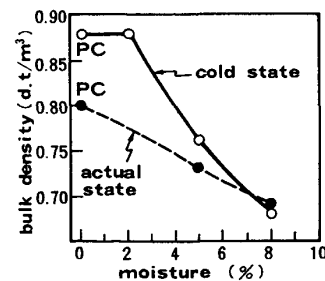


Fig. 10. Relationship of charge density and moisture

増加するためコークス強度は大きくなっている。また装入炭上部に荷重をのせると充填密度がさらに増すためコークス強度は荷重をかけない場合にくらべて大きくなる。Fig. 7 に示したように装入炭水分が低くなるほど装入炭上部の荷重の充填密度への影響が小さくなっている。そのため装入炭水分が低減するほど荷重をかけない場合と荷重をかけた場合のコークス強度の差は小さくなり、炭化室内の位置別コークス品質変動が小さくなることが予想された。

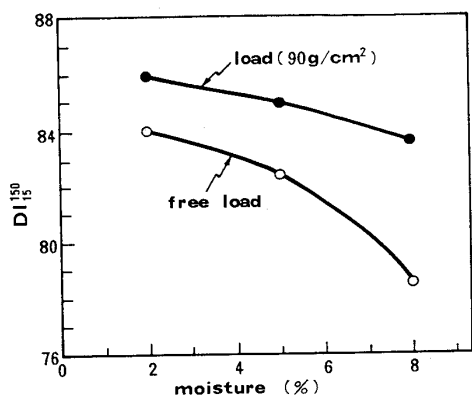


Fig. 11. Effect of moisture on coke strength

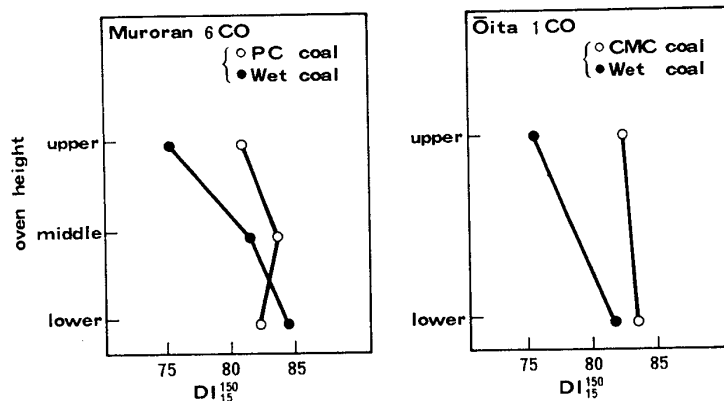


Fig. 12. Coke strength variation in oven chamber

現在当社において装入炭水分を低減する事前処理システムとして予熱炭装入法および調湿炭装入法が稼働している。それらについて実炉での炭化室内の位置別コークス品質の変動を調査した結果を Fig. 12 に示す。いずれの場合も湿炭による通常法にくらべ炭化室内のコークス品質の変動は小さくなっており水分低減の効果が確認できた。

4. 結 言

既設炉および新設炉を問わず装入原料の均一化、安定化のための事前処理は必須のものになってゆくと考えられる。特に室式炉の大型化が図られる場合、装入物の品質分布の増大に伴ってコークス品質変動も増大すると考えられ、これに対し装入炭水分の低減に伴う装入炭充填密度の均一化等によるコークス品質の均質化効果が更に重要性を増すものと考えられる。一方既設炉において装入炭水分の低減をはかる場合、予熱炭装入法は設備上適用困難な場合が考えられ、また調湿炭装入法においてはまだ水分低減の余地が残されており水分をもっと低減すれば大きな効果が期待できる。しかしその場合発じんなど微粉炭に基づく問題が大きくなってくる。そこで今後は装入炭水分の低減効果を十分に発揮させるためこの微粉炭の処理を含めた最適なシステムの開発が必要である。

参考文献

- 1) 井田四郎, 三輪良一, 真田貢, 宇都宮又市, 相浦光典: コークスサーキュラ 22 (1973) 197
- 2) 米靖弘, 村上昭三, 山中広明, 横山和弘, 森山一, 山口徳二, 美浦義明: 燃協誌 61 (1982) 58
- 3) 須沢昭和, 加茂谷大, 井口利夫, 岡崎安夫, 串岡清, 小川秀治: 鉄と鋼 67 (1981) S 116
- 4) 和栗真次郎, 大野護允, 細川勝也, 中川浩一郎, 高野橋豊, 大西輝明, 串岡清, 金野好光: 鉄と鋼 70 (1984) S 2
- 5) 山本英樹, 古牧育男, 植松宏志, 小林勝明: 鉄と鋼 69 (1983) S 43
- 6) 白石勝彦, 山口徳二, 西徹, 有馬孝: コークスサーキュラ 30 (1981) 239