

● 討論会 ● まとめ ●

第 122 回 (平成 3 年秋季) 講演大会

コークス炉内の物理的・化学的挙動と
その解析

座 長 住友金属工業(株)研究開発本部
西 岡 邦 彦
副座長 NKK 鉄鋼研究所 鈴木 喜 夫

近年のコークス製造技術は、原料の乾燥や燃焼自動化など乾留効率向上のための技術開発と粉じん・臭気抑制などの環境改善の技術開発が精力的に進められてきた。しかしながら、現有コークス炉の大半は炉齢 20 年を超え、延命化技術が進歩したといえども次期コークス炉のリプレースに関しても考慮すべき時期に至っている。したがって今後、既設炉のいっそうの効率化を図りながら次期コークス炉への対応が大きな課題とされよう。

これらの課題のブレークスルーを図る上で、今最も必要とされる要素研究は、コークス炉内での乾留現象の解明とその定量化である。本討論会では、こうした観点から大学・企業合わせて 9 件の講演が行われた。

以下にこれらの講演要旨と討論の概要を述べる。

(討 1) 石炭乾留過程の発生ガスの経時変化に及ぼす乾留条件の影響

(大阪大学工学部 碓井建夫ほか)

内径 81 mm の反応管に充填された 1 kg の石炭を外熱炉で乾留し、一定流量の N_2 ガスをキャリアーとして乾留過程の発生ガスを炉外で捕集して組成分析を行い、発生ガスに及ぼす乾留温度および加熱速度の影響が調べられた。

その結果、乾留温度は発生ガス量に、加熱速度はガス発生速度が最大となる温度に影響することが明らかにされ、残存ガスの面から乾留温度は少なくとも $800^\circ C$ が必要と推定された。本発表に対し、石炭の化学構造と熱分解機構との関連および昇温速度の影響が議論された。

(討 2) 石炭乾留時の膨張圧および加熱壁とコークス間クリアランスの数学モデルによる解析

(川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 花岡浩二ほか)

コークス炉操業の重要管理項目である膨張圧および加熱壁とコークス間のクリアランスについて、基礎実験をもとにそれらを推定する数学モデルが作成され石炭配合と乾留条件の影響が検討された。その結果膨張圧は原料の高密度、石炭化度および流動度の大きいほど大きく、配合管理が重要であると示唆された。またクリアランス

は、装入物の水平方向の収縮係数 β が $4.2 \times 10^{-4} (K^{-1})$ 以上となる高高密度、高流動度の装入原料でコークスの押出しトラブルが懸念されると指摘された。この発表では、軟化溶融層の通気抵抗係数に及ぼす石炭化度および流動度の影響、またクリアランス発生時期について原料の高密度や性状が影響するかどうか討論された。

(討 3) コークスケーキ形成過程における膨張および収縮現象

(新日本製鉄(株)プロセス技術研究所 有馬 孝ほか)

室炉におけるコークスケーキ形成過程での膨張と収縮に起因する現象のうち、コークス塊の形成、膨張圧およびコークスケーキの収縮(焼減り)について発表がなされた。コークス塊の形成に関しては乾留過程の X 線断面撮影解析や石炭膨張圧の面から、膨張圧に関しては発生ガス圧およびその加熱壁への伝達面から考察された。またコークスケーキの炉幅方向の収縮(クリアランス)については、試験コークス炉実験およびモデル推定結果にもとづいて、軟化溶融層が炭化室中央で会合後の膨張圧が消滅した時点から発生し、3~4 mm 程度とされた。この発表に対し、軟化溶融層の比容積増加によるガス透過係数への影響、焼減りとコークス歩留り、膨張圧の影響が議論された。

(討 4) コークス炉急冷による乾留途中炉内調査

(関西熱化学(株)研究所 西村 勝ほか)

大浜炉(炉高 4 m)の休止に先立ち、乾留進捗度 50% の乾留途中のコークスケーキを散水により急冷し解体調査した結果をもとに、水蒸気の乾留進行への影響が考察された。乾留進行は不規則で、乾留遅れ部分につながるコークスのき裂周辺はカオリナイトの X 線分析より、乾留温度が低く炭層内からの水蒸気流出に伴う抜熱が原因と推定された。またコークス塊の炉幅方向気孔分布を X 線透過度により測定し、炉壁に平行に見られる縞状の密度分布は水蒸気による内部ガス圧変動に起因すると推定された。本発表に対して、水蒸気圧による軟化溶融層の圧密効果、水蒸気流出の不規則性原因に討論が集中した。

(討 5) コークス形成過程における炭化室内ガス流れ挙動

(新日鉄化学(株)君津製造所 荒巻寿弘ほか)

八幡第 2 コークス炉(炉高 4 m)で討 4 の大浜炉の調査より先に行われた湿炭と乾燥炭装入時のコークスケーキ解体調査と、1/4 t 試験炉および実炉による炭化室内発生ガス挙動の測定結果をもとに、炭化室内のガス流れ解析が行われた。これらの結果、湿炭では乾燥炭に比較

して嵩密度分布や温度分布に関係なく不規則に乾留が進行していることが確認された。また軟化層が水蒸気や発生ガスに対して不透過層ではなく、炭層内で発生する水蒸気やガスの 90~95% と見積もられる量が軟化層を破って炉壁側と炉上部に流出していると推測され、これが乾留の進行に大きく影響していると考察された。この発表に対しては、水蒸気の炉外への排出が石炭層の昇温速度や嵩密度および温度分布とどのような関係にあるか議論された。

(討 6) 乾留現象に及ぼす水蒸気流れの影響

(東北大学工学部 青木秀之ほか)

コークス炉内で発生する水蒸気の流れが乾留効率に及ぼす影響を、内径 41 mm, 長さ 90 mm の小型乾留炉を解析対象として数値実験により検討された。この結果、炭層内で発生する水蒸気を加熱面と逆方向に抽気する方が、加熱面側に流出させるより乾留効率は数% 向上すると試算され、コークス品質面でも有利であると示唆された。この発表に対して、石炭が有する水分量の乾留速度に及ぼす影響が議論された。

(討 7) 乾留過程の発生水蒸気流れ挙動解析と抽気技術の検討

(住友金属工業(株)鉄鋼技術研究所 井上恵三ほか)

乾留初期に発生する水蒸気の乾留進行に及ぼす影響について、基礎試験炉で炉壁側に流出させる方法と炉壁と逆方向(炭中側)に抽出する方法(STEX法)が検討され、STEX法が乾留の促進・均一化と品質向上に有効であると確認された。そして実炉テストおよび新たに開発された2次元ガス流れモデルでも炭中を介して水蒸気を炉上部に抽気するSTEX法は乾留促進に効果があると認められた。本発表は実用化面での関心が高く、水蒸気抽気による炉内のコークス温度分布への影響、抽出孔周辺の乾留遅れの有無、抽気孔設計の考え方が議論された。

(討 8) コークス性状へ及ぼす炭化室内熱的特性の影響

((株)神戸製鉄所鉄鋼研究所 岩切治久ほか)

乾留温度のコークス品質への影響を基礎的に調査し、反応性は高いが冷間強度を確保するには、コークス温度として 800°C 程度の中温で良いとされた。その結果を踏まえ、ステンレス製壁の炭化室を有する試験炉テストおよび伝熱解析を行い、高温乾留と同等の昇温速度で 800°C の中温乾留を実現するには炭化室壁の熱伝導度を高くするか壁厚を薄くすることが有効であると示唆された。中温乾留に関する意欲的な本発表には関心も高く、反応性を支配する因子としての黒鉛化度の中温乾留時における変化、気孔率に及ぼす昇温速度の影響が議論された。

(討 9) 加圧下における中低温乾留挙動

(NKK 鉄鋼研究所 板垣省三ほか)

中低温乾留コークス製造の技術開発を目指し、まず伝

熱シミュレーションで生産性が評価され、窯幅を狭くし石炭嵩密度を高くすれば、生産性を低下することなく中低温乾留が可能と試算された。そこで加圧下での乾留温度とコークス品質挙動について基礎的に検討された。その結果、乾留温度として 700°C 程度の中低温乾留でも、乾留初期に機械的な荷重を加えることでコークス気孔率が低下し、雰囲気圧力を乾留全期に加えることでコークス歩留り向上とコークスの異方性組織が発達し、通常コークス並みの品質が得られるとされた。本発表も新プロセスとして関心が高く、具体的プロセスイメージ(加熱方法、ガスシール方法など)に対して討論が集中した。

以上の講演終了後、下記の課題で総合討論が行われ、制限時間を大幅に超えて真剣な議論が戦わされた。

- 1) コークスケーキの形成と収縮特性
- 2) 乾留中のガス発生組成とガス流れ挙動
- 3) 中低温乾留時の伝熱・品質挙動

最後に、今回の討論会にはコークス部門では近年まれにみる多くの方々が参加され、次世代コークス技術への明るい展望を抱かせる活発な討論の場となった。関係者のご協力に深く感謝するしだいである。

連铸における電磁気力利用の技術とその基礎研究

座長 名古屋大学工学部 浅井 滋生
副座長 新日本製鉄(株)プロセス技術研究所
竹内 栄一

鋼の連続铸造プロセスにおいては生産量、連铸化比率が飽和状態に達しつつある中で、より高い品質、生産性を求めてたゆまぬ努力が払われている。その中において電磁気力の適用は、従来プロセスを改善する目的だけでなく、次世代の铸造技術開発に向け新たな可能性を追求するうえでの強力な手法として、大きな期待がかけられている。

本討論会の目的は、こうした連続铸造プロセスへの電磁力適用技術の現状と将来の可能性を、基礎研究や実施例の報告を通じて明らかにしようとするものである。本討論会においては連铸プロセスでの電磁力利用に関して、より包括的な理解と議論が得られるようにとの目的から、各大学、各企業に複数の報告を募り、電磁気力の機能別に、(I)電磁攪拌、(II)直流磁界による流動制御、(III)初期凝固制御、および(IV)タンディッシュでの温度および流動制御への適用の4セッションに分類し、発表、討論を行った。

I 電磁攪拌

(討 10) 铸型内電磁攪拌による溶鋼流動と铸片品質