

炭の事前処理技術によって、コークス用原料として適さない非微粘結炭の使用比率を大幅に増加させることを可能とするとともに、コークスの生産性を大幅に向上させて、省エネルギーを図る。第二に、高温に加熱した石炭を高熱伝導率の薄壁煉瓦を採用したコークス炉の炭化室内に装入して石炭を乾留するとともに、コークスの乾留温度を通常の乾留温度（約1,000℃）より低温で窯出することにより、炭化室内でのコークス乾留に必要な時間を短縮する。第三に、コークス炉から中低温（約900℃）乾留で系外に窯出ししたコークスをCDQ（改質チャンバー）を用いて通常の乾留温度レベル（約1,000℃）まで再加熱することにより、コークス炉炭化室内で1,000℃まで乾留した場合と同等のコークス品質を確保しながら、生産性を大幅に向上させる。以上の3つの基本工程からなる新しいコークス製造技術を開発することによって、コークスの乾留時間を大幅に短縮させて、従来のコークス製造プロセスをコンパクト化し、非常に効率の良いコークス製造プロセスを実現することを開発の目標として掲げた。

最終的なパイロットプラント試験操業では約1年間にコークスの乾留試験が合計440回実施された。パイロットプラント試験結果を基に、得られた開発成果をまとめると以下の通り。

①コークス品質

パイロットプラントの試験操業期間中に製造したコークス強度（ DI^{150}_{15} は平均値84.8と高く、コークス製造用原料炭として非微粘結炭を50%使用しても高炉用コークスとしての強度は確保可能であることが確認された。

②コークスの生産性

SCOPE21条件では、装入炭の嵩密度上昇によるコークスの生産性向上効果と合わせて、生産性を従来の2.4倍まで生産性を向上させることが可能である。

③ NO_x 低減効果

乾留炉燃焼排ガス中の NO_x は、炉温1,250℃で100ppm以下の NO_x 濃度が達成できることを確認した。

④操業技術に関する検討

流動床による石炭の乾燥・加熱・分級技術検討、微粉炭の熱間成形が装入時のキャリーオーバーに及ぼす影響の検討、高遅乾留したコークスの押し出し挙動の検討、高稼働率操業におけるコークス炉内のカーボン付着量抑制技術を検討した結果、SCOPE21の高速乾留条件下でも安定的にコークス製造が可能であることが実証された。

1.9.4 今後の展開

わが国では、1994年から2003年にかけて、次世代コークス製造技術としてSCOPE21プロセスの研究開発が行われた。近い将来、わが国で開発した次世代コークス製造プロセ

スが実機化され、わが国および世界の鉄鋼業の発展に対して大いに貢献することが期待されている。

1.10 製鉄における廃プラスチックリサイクル技術

1.10.1 廃プラスチックリサイクルの背景と展開

この10年、製鉄プロセスにおける機能向上には目覚ましいものがある。しかしながら、全く新しい方向への製鉄プロセスの機能拡大としては廃プラスチックのリサイクル技術が挙げられる。1996年に高炉廃プラスチック吹き込みが開始され、以降、高炉、コークス炉を利用した廃プラスチックのリサイクルは急速に進み、現在では新たな事業として完全に定着している。背景として各種の廃棄物投棄に起因する環境上の問題、社会全体としての循環型社会への動きが根底にあるが、社会的ニーズに応えるべく技術開発に積極的に取り組んだ鉄鋼業の姿勢も付記すべきであろう。さらに、高炉の微粉炭多量吹き込み、コークス炉における高度な乾留技術など製鉄の豊富な関連技術の蓄積があったことも、上記の展開に大きく貢献している。廃プラスチックのリサイクルに関しては油化、ガス化など多様な方式が開発されてきた。しかし、経済性など成立条件に制約があり、大規模展開には至っていない。高炉、コークス炉など既存のプロセスを活用してリサイクルを行う方法は高温の製鉄プロセスが保有する機能を適切に拡大活用したものであり、競争力、弾力性に富む。社会的な評価も高い。また、これら一連のリサイクル技術は単純に焼却など処分されていた廃棄物を製鉄プロセスにおいて還元材などとして有効活用することができ、地球温暖化対策の上でも重要な技術とも考えられている。

1.10.2 廃プラスチックの高炉原料化技術

JFEでは1996年10月より京浜1高炉にて産業系廃プラスチックを対象に我が国では始めて廃プラスチック高炉吹き込みを開始している。2000年4月からは容器包装リサイクル法の施行と並行して一般廃プラスチックの吹き込みも開始している。京浜1高炉に設置されている廃プラスチックの事前処理、高炉吹き込み設備を図1.8に示す。本プロセスでは収集されたプラスチックを一旦解砕し、フィルム系、固形系に分別する。後者は破砕機にかけられ高炉吹き込みに適した粒度に調整される。フィルム系は破砕処理後、塩化ビニル樹脂を比重差利用による遠心分離装置にて分離し、造粒工程で造粒される。2系統で加工された粒子は貯留サイロに一旦、溜められた後、吹き込みタンクに移送される。さらに吹き込みタンクより空気とともに高炉羽口に輸送され、高炉内に吹き込まれる。廃プラスチックは高炉レースウェイ内で急速に燃

焼ガス化し、還元ガスとして炉内で有効に活用される。図1.8中に示す分離された塩化ビニル樹脂中の塩素を除去する脱塩素プロセスは別途、開発されている。

またJFEでは吹き込みに適したプラスチックの性状を明確にするために、試験炉、実高炉を用いて各種の燃焼ガス化実験を行っている。それによれば、レースウェイはコークス充填層で囲まれた空間であり、その境界面から飛散しない粒子径を選択すれば、長い滞留時間を確保でき、瞬時に通過する微粒より高い燃焼ガス化率を達成できるとされている。上記のプロセスでは本結果に基づき数mmの粗粒に廃プラスチックを造粒あるいは粉碎し、全体に簡素な事前処理で吹き込みを実施している。現在、JFE全体では約15万t/年の処理能力を持つ。さらに神戸製鋼加古川でも同様な廃プラスチックの高炉吹き込みを実施している。

1.10.3 コークス炉による廃プラスチックリサイクル技術

新日鐵では2000年10月より、名古屋、君津製鉄所にてコークス炉化学原料化による一廃プラスチックのリサイクルを開始している。コークス炉化学原料化法は一廃プラスチックを減容化処理して塊状に成型し、ハンドリング性を向上した後、コークス炉に投入する方式である。コークス炉に石炭と共に投入、乾留され、コークス20%、タール、軽油に20%、

コークス炉ガスに40%の割合で変換される(図1.9)。ここでコークスは高炉で鉄鉱石の還元材に、回収された油化物は化学原料に、そしてコークス炉ガスはエネルギー源として活用される。多用途に廃プラスチックがリサイクルされるユニークな方法である。新日鐵の研究によれば、1%程度の投入の場合、DI (Drum Index)、CSR (Coke Strength after Reaction) などのコークス性状に影響は無いとされている。また廃プラスチックの粒度の影響についても調査し、ポリエチレンでは10 mm、ポリスチレンでは3 mmでコークス強度が最小になると報告している。このように廃プラスチック投入の石炭乾留現象に及ぼす影響は明確にされ、工業化の指針となっている。

同社は最初に名古屋、君津に4万t/年の処理設備を建設し、以降、室蘭、八幡においても各々2万t/年の設備を設け、全国的に同技術を展開している。現在では大分の新設に加え、各設備の能力アップを行い、総計年間22.5万tの能力保有に達するとされている。

1.11 新製鉄プロセスと新技術の萌芽

1.11.1 新製鉄プロセスのグローバル化

20世紀における直接製鉄プロセスの急速な発展は世界的な鉄鋼需要の増加に対応して、ラテンアメリカ、中近東あるいはアジアの工業発展途上国が鉄鋼を生産し始めたことが一つの大きな理由である。鉄と鋼創立80周年記念特集号では、「新製鉄法への始動」と表題された本項であるが、その後10年間の新製鉄技術の進歩は、相互依存関係の網の目がいくつもの大陸にまたがって広がっている世界の状態であり、まさしく、この10年ほどですっかり耳慣れた言葉になったグローバル化の様相を呈している。

世界製鉄業の動向は、20世紀からの延長路線に加えて、以下の5点に集約される。第1には、「アジアを中心とする鉄鋼中進国の台頭」によって、アジアにおける日本の製鉄原料購買独占の妙味が薄れてきていることである。第2には、ブラジルを主体とした成長ゾーンの拡大によって、地球的な規模での「グローバルな資源分配」が予想されることである。この成長ゾーンの拡大には、新製鉄法の拡大による「コプロダクション」の勃興があげられる。さらに、第3として原燃料ソースの多様化に伴う「高炉像の変容」があげられる。第4には、北米での粒鉄生産あるいは豪州における冷鉄生産など資源の地理的利点を享受できる先進諸国の「鉄源供給形態の高品質化」が加速していることである。第5には、欧米を主体とした先進諸国が、地球を一体として「グローバルな開発研究活動」を展開していることである。

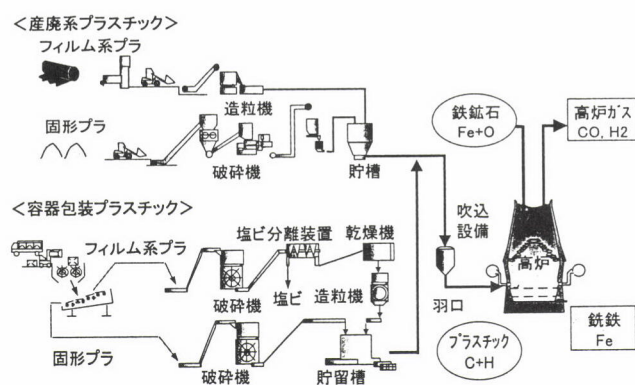


図1.8 高炉を利用した廃プラスチックリサイクル処理フロー

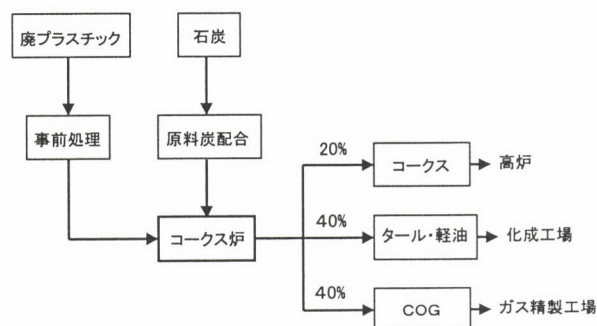


図1.9 コークス炉における廃プラスチックのリサイクル