

高炉における使用済みプラスチックリサイクル技術の開発

J F E スチール(株) スチール研究所 環境プロセス研究部 鷲見郁宏、村井亮太
 環境防災・リサイクル部 板倉 孝
 東日本製鉄所(京浜地区) 製鉄部 井ノ口孝憲

1. 緒言

廃棄物の再資源化は、ほとんどの資源を海外に依存する日本にとって特に重要な課題といえる。図1は日本におけるプラスチックの生産量と廃棄量の推移を示すが、プラスチックの生産量の増加に伴い廃棄される量も増加する傾向を示し、2000年には一般廃棄物(一廃)と産業廃棄物(産廃)を合わせて約1000万トンにのぼるプラスチックが廃棄されたと推定されている。その処理方法として、過去には埋立や焼却が主流であったが、1995年に容器包装プラスチックのリサイクルに関する法律(以下、容リ法)が整備(一部施行)されると、熱回収利用や再生利用等の有効利用比率が急速に増加してきている¹⁾。

鉄鋼業界においても高温プロセスを利用した使用済みプラスチックのリサイクル技術に関し検討がなされ、1996年にJ F E スチールにおいて使用済みプラスチックの高炉原料化が開始された。これは、使用済みプラスチックを高炉内に吹込む技術であるが、単純な熱回収としてではなく再生利用と位置づけられる。プラスチックは高炉内の2000℃を超える高温場において熱分解されて水素や一酸化炭素ガスを生じるが、それらが酸化鉄から酸素を奪う材料(還元材)として機能することになる。

本稿では、使用済みプラスチックの高炉原料化に関する技術開発について概要を述べる。

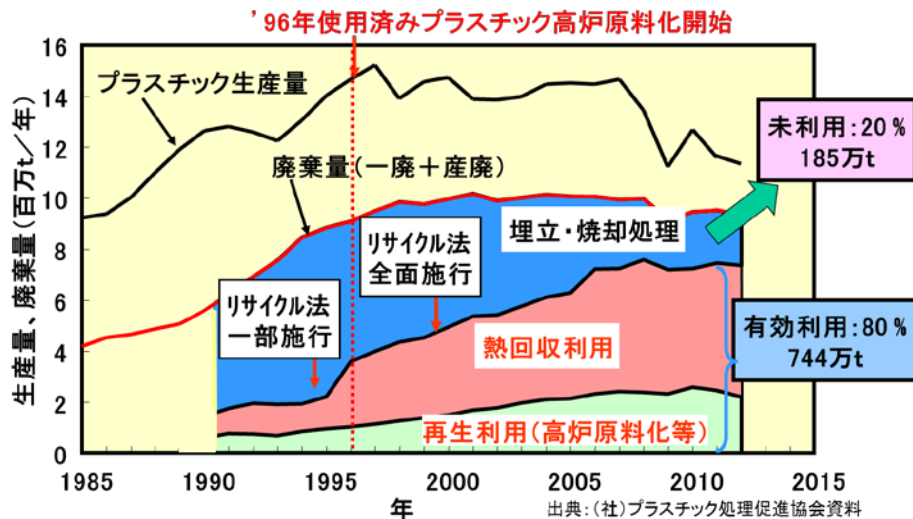


図1 プラスチックの生産量および廃棄量の推移

2. 高炉への粒状プラスチック吹込み技術

高炉は高温の還元性雰囲気下で鉄鉱石(酸化鉄)を還元し、金属鉄を得るための巨大な反応容器である。現在主流となっている大型の高炉においては一日に1万トンを超える金属鉄(銑鉄)を生産している。図2の右側に高炉プロセスの概要を示すが、炉頂部から原料となる鉄鉱石とコークス

を装入し、炉下部側面に設置した羽口と呼ばれる部分より高温の空気を吹込む。これにより炉下部でコークスが燃焼し、生成する高温・還元ガス(水素・一酸化炭素)により鉄鉱石が還元・熔融する。ここで、使用済みプラスチックを羽口より吹込むことにより、還元材であるコークスの一部を代替して有効利用することが可能と考えた。

高炉への使用済みプラスチックの吹込みは気流輸送を前提に設計された。図2に示すように、およそ1m角に加工された使用済みプラスチックのベールが搬入されると、まず初めに解碎機を通過し、分離機にて固形物とフィルム状のものに分離される。固形物のプラは破砕機によりおおむね10mm以下に軽粉砕され破砕プラとして貯留槽へ輸送される。一方、フィルム状のプラスチックは破砕・乾燥等の工程を経た後、輸送途中で配管の閉塞等のトラブルを避けるため、押し出し造粒機により長さがおおよそ10ミリ、半径数ミリ程度の粒状に造粒され貯留槽へ輸送される。その後、破砕プラおよび造粒プラ混合物は、粒状プラとして高炉へ吹き込まれる。

この方法は使用済みプラスチックの前処理方法として簡便であり、1996年の使用済みプラスチック高炉原料化開始当初からベース技術として使用されている。

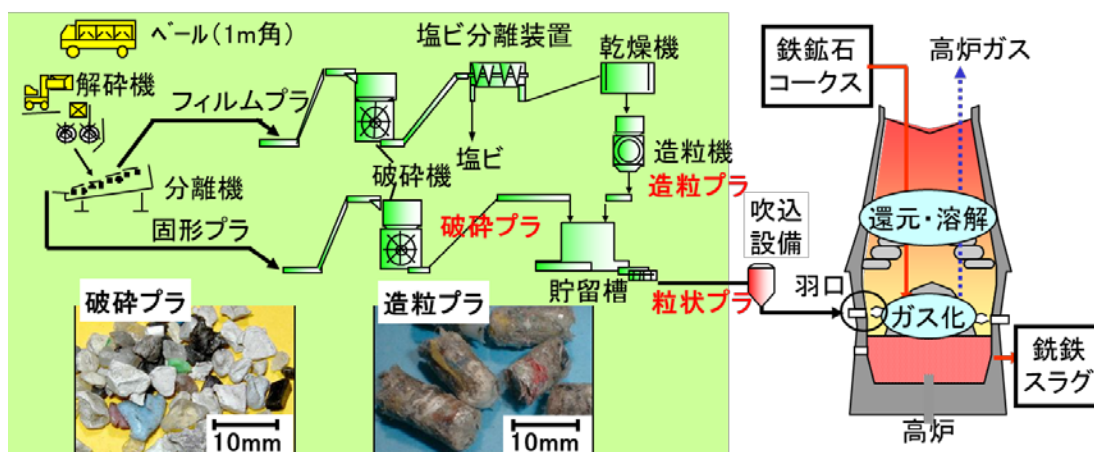


図2 粒状プラスチックの高炉吹込みプロセスフロー

3. 使用済みプラスチック微粉化技術の開発

3-1. 微粉化原理

プラスチック粒子のガス化・燃焼を促進するためには、微粉化により比表面積を増大することが有効である²⁾。しかし、常温におけるプラスチックの延性は大きく、微粉砕は困難である。また、冷凍粉砕は、ガラス転移点以下まで冷却することにより延性を奪い微粉砕する技術であるが、冷却のために多大なエネルギーを要する。そこで、図3に示す新たなプラスチック微粉砕技術を開発した。図3の①に示すように、一般に使用済みプラスチックは複数の種類のプラスチックから成る混合物である。これらを加熱・混練することで熔融・混合する(図3の②)。この状態から冷却すると線膨張率の違いから、異種プラスチックの界面において微細な亀裂が生成する。このため元のプラスチックに比較し著しく強度が低下することが分かった(図3の③)。この亀裂を含有するプラスチックは容易に微粉砕することが可能となる。

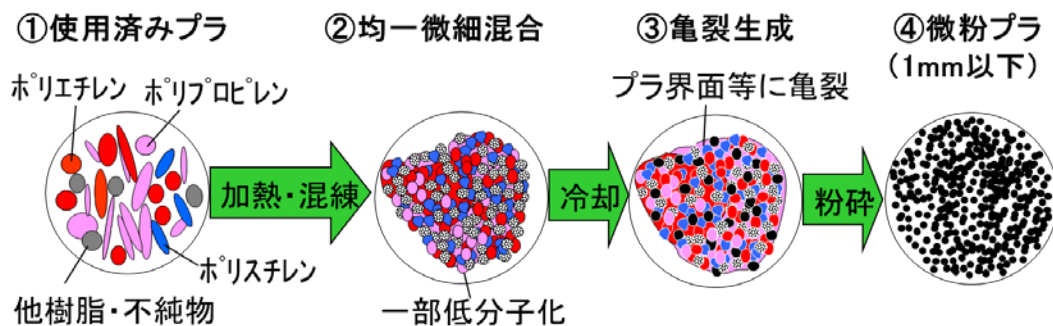


図3 使用済みプラスチックの微粉化の考え方

3-2. 微粉プラスチックの製造工程

前章で述べた微粉プラスチックを製造するためのプロセスフローを図4に示す。搬入された使用済みプラスチックは、押し出し成形機に定量供給され、混練時の摩擦熱等により脱水・溶融し、その後、ペレット状(Φ20mm程度)に加工される。次に水浴中で急冷されると図3-③に示すようにペレット内部に多数の亀裂が形成される。この状態では比較的小さな外力により微粉碎が可能であるため、粗破碎機・微粉碎機により高炉吹込みに適した粒径(平均粒径で0.4mm程度)にまで容易に粉碎される。

本設備は2007年に8000トン/年の能力で稼働を開始し、その後2012年には能力を2倍の16,000トン/年に増強。以来、順調に使用済みプラスチックのリサイクルを続けている。

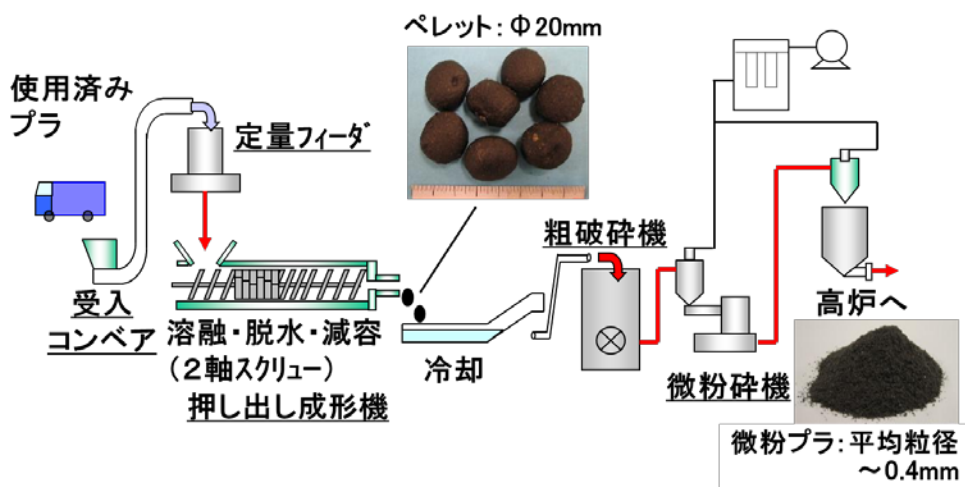


図4 使用済みプラスチックの微粉化プロセスフロー

4. 結言

循環型社会構築の一助となるべく1996年に使用済みプラスチックのリサイクル(高炉原料化)を開始した。以来、リサイクル量は2012年度までの累積で約60万トンに上っている。使用済みプラスチックのリサイクルは、石炭・コークスなど化石燃料の使用量を削減できることから、CO2削減の観点からも有用な技術である。2012年度までの使用済みプラスチックのリサイクル量をCO2の削減量に換算すれば約170万トンに相当し、環境負荷の軽減に役立っている³⁾。今後も、製鉄所内の高温プロセスを利用したリサイクル技術を通じて循環型社会の構築、および持続可能社会の構築に向けて貢献して行きたい。

(参考文献)

- 1) (社)プラスチック処理促進協会資料 <http://www.pwmi.or.jp/>
- 2) 浅沼ら、日本エネルギー学会誌 91(2012),p.127.
- 3) 環境省「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」