

コークス炉を利用した廃プラスチック処理技術

Development of Waste Plastics Recycling Process Using Coke Ovens

加藤 健 次^{*(1)}
Kenji KATO

野村 誠 治^{*(2)}
Seiji NOMURA

植松 宏 志^{*(3)}
Hiroshi UEMATSU

抄 録

わが国の鉄鋼業の地球環境対策では、日本鉄鋼連盟が省エネルギー自主行動計画として、2010年までに1990年比で10%の省エネルギー計画を打ち出し、更に追加策として、廃プラスチックの製鉄原料化によって1.5%の省エネルギー目標を掲げた。この省エネルギーを達成するための技術として開発したコークス炉化学原料化法による廃プラスチック処理技術について報告した。

Abstract

The Japan Iron & Steel Federation, as its voluntary energy-saving action plan, proposed a 10% energy reduction by 2010 with 1990 as the basis. Further, it has put forward an additional 1.5% energy saving by the use of waste plastics as a metallurgical raw material. Coke-making process is considered to be a promising area to which the thermal decomposition of waste plastics is applicable because the process involves coal carbonization in a high-temperature, reducing atmosphere. To evaluate the conversion rate of various waste plastics using coke ovens after carbonization, laboratory tests and actual coke oven tests were conducted. As a result, the yield of coke, gas, tar and light oil was 20%, 40% and 40%. And it was found that the 1% addition of waste plastics in raw coal did not deteriorate the coke strength. Waste plastics recycling process using coke ovens started at Nippon Steel Nagoya and Kimitsu Works in 2000.

1. 緒 言

21世紀は、地球環境問題に対して、資源を有効に利用する循環型社会の構築に向けた企業の率先的な取り組みが求められる時代を迎えている。わが国の鉄鋼業の地球環境対策では、日本鉄鋼連盟が省エネルギー自主行動計画として、2010年までに1990年比で10%の省エネルギー計画を打ち出し、更に追加策として、廃プラスチックの製鉄原料化によって1.5%の省エネルギー目標を掲げた。この省エネルギー量に相当する廃プラスチックの処理量は年間約100万t規模に達する。

筆者らは一般廃プラスチックを石炭とともにコークス炉に装入して乾留することにより、コークス品質に影響を及ぼさずにコークス、タール、軽油、ガスを回収するケミカルリサイクルプロセスの実現が可能であることを明らかにした^{1,2)}。

本報では、コークス炉化学原料化法によるコークス炉での廃プラスチック処理技術について述べる。

2. コークス炉による廃プラスチック化学原料化プロセスの検討

コークス製造プロセスの概要を図1に示す。室炉式コークス炉では、密閉された炭化室に装入された石炭は約1100℃の高温の還元雰囲気中で乾留され、コークス及びタール、軽油の油分とガス等の製品に転換される。コークス炉で発生した高温のコークス炉ガス(COG)は、コークス炉頂部の上昇管出口で安水をフラッシングされ、約80℃以下に急冷される。更に、ガス冷却器で約35℃程度に冷却され、凝縮した液分はデカンターで油水分離され、タールが回収される。

コークス炉内の乾留条件は非常に高温で、かつ還元雰囲気であるために、廃プラスチックを装入すると容易に熱分解されることがか

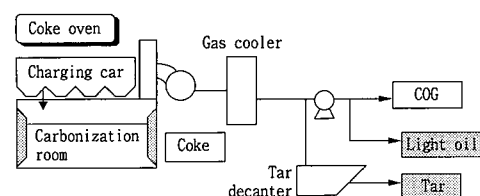


図1 コークス製造プロセスのフロー

*⁽¹⁾ 環境・プロセス研究開発センター 製鉄研究開発部 主幹研究員
千葉県富津市新富20-1 ☎293-8511 ☎(0439)80-3054

*⁽²⁾ 環境・プロセス研究開発センター 製鉄研究開発部 主任研究員

*⁽³⁾ 技術総括部 部長

ら、廃プラスチックの処理プロセスに適していると考えられる。

3. 実験及び結果と考察

3.1 乾留生成物歩留の評価

表1, 2に性状を示す一般廃棄物系容器包装プラスチックを対象として実炉試験を行い、乾留歩留を調べた結果、一般廃プラスチックをコークス炉で乾留した場合の乾留歩留は、コークス約20%、タール・軽油約40%、ガス約40%であることが分かった(図2参照)。

3.2 廃プラスチック添加のコークス品質に対する影響の評価

石炭に減容化処理した一般廃プラスチックを1mass%添加した場合のコークス強度について、実炉試験を行って評価した。コークス強度の指標としては、常温でのコークス強度を示すドラム強度(DI¹⁵⁰₁₅)とコークスの熱間反応後強度(CSR)を調べた。その結果、石炭に対して一般廃プラスチックを1mass%添加して乾留した場合のコークス強度は、廃プラスチックを添加しない場合と同等の値であることが分かった(図3, 4参照)。

わが国の鉄鋼業でコークス製造用に使われる石炭の使用量は年間で約5,000万tである。コークス製造用の原料である石炭に対して1mass%の廃プラスチックの添加が可能となれば、コークス炉で年間約50万t規模の廃プラスチックを処理することが可能となる。これは、日本鉄鋼連盟が廃プラスチック有効利用による省エネルギー目標で掲げた処理量の約50%の規模に相当する。

石炭に廃プラスチックを添加する場合には、廃プラスチックの組成によっては石炭の粘結性低下への影響があるため³⁾、配合比率の

表1 廃プラスチックの元素分析値と灰分量

| Ultimate analysis (mass%, dry) | | | | Ash (mass%) |
|--------------------------------|-----|-----|------|-------------|
| C | H | N | S | |
| 72.6 | 9.2 | 0.3 | 0.04 | 5.0 |

表2 廃プラスチックの組成

| Component (mass%) | | | | | | |
|-------------------|------|------|-----|------|------|--------|
| PE | PS | PP | PVC | PVDC | PET | Others |
| 21.4 | 24.8 | 13.7 | 52 | 0.4 | 15.5 | 19.0 |

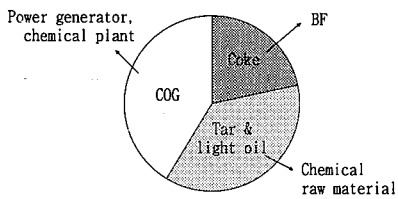


図2 廃プラスチックの各製品への転換率

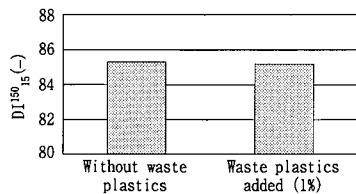


図3 廃プラスチック添加のDI¹⁵⁰₁₅への影響

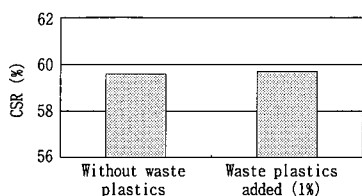


図4 廃プラスチック添加のCSRへの影響

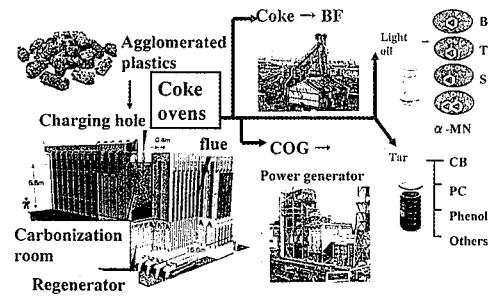


図5 コークス炉化学原料化プロセスの概要

制約があると考えられ、今後の検討課題である。

3.3 コークス炉における廃プラスチックのリサイクルプロセス

コークス炉化学原料化法による廃プラスチックの処理フローを図5に示す。容器包装廃プラスチックを破碎、異物除去した後に、粒状化した廃プラスチックをコークス炉に装入して最高1200℃の高温、無酸素状態で乾留することによって、コークス約20%、タール、軽油等の油化物約40%、コークス炉ガス(水素リッチなガス)約40%に熱分解する。コークスは鉄鉱石還元剤として高炉で使用され、油化物はプラスチック等の化学原料として、コークス炉ガス(水素リッチガス)はクリーンエネルギーとして発電所等で利用される。

“コークス炉化学原料化法”は、容器包装リサイクル法におけるケミカルリサイクルとしての再資源化技術の認定を受けており、社会の要請に沿った取り組みを2000年より開始した。新日本製鐵は、容器包装品を対象として、コークス炉を使用して一般廃プラスチックを化学原料化して再利用するコークス炉化学原料化法の第1号機として、2000年より名古屋製鐵所及び君津製鐵所において合計8万t/年規模の廃プラスチック処理設備の稼働を開始した^{4,5)}。また、2002年より八幡製鐵所及び室蘭製鐵所において合計4万t/年規模の廃プラスチック処理設備の稼働を開始した。各製鐵所の廃プラスチック再商品化設備及びコークス炉ともに順調に操業中である。

4. 結言

- (1) 一般廃プラスチックをコークス炉化学原料化法で処理することにより、コークス、タール、軽油、ガスに転換し、化学原料として有効利用することが可能である。
- (2) コークス炉化学原料化法は、容器包装リサイクル法におけるケミカルリサイクル技術としての再資源化技術の認定を受けており、2000年から名古屋、君津製鐵所で設備の稼働を開始した。現在、廃プラスチック事前処理設備とコークス炉操業とも順調に操業を継続中である。
- (3) 今後は、社会的システムの一部として安定的に操業するための長期運転課題の抽出と解決に向けて、更に検討を進めて行く。

参考文献

- 1) 加藤健次, 古牧育男, 野村誠治, 植松宏志, 近藤博俊, 白石勝彦: 第10回環境工学総合シンポジウム2000講演論文集, 2000, p.154
- 2) 加藤健次, 古牧育男, 植松宏志: 金属, 71, 331 (2001)
- 3) 野村誠治, 加藤健次, 古牧育男: 第37回石炭科学会議発表論文集, 2000, p.109
- 4) Kato, Kenji, Nomura, Seiji, Uenatsu, Hiroshi: ISIJ International Supplement, 42, S10 (2002)
- 5) 加藤健次, 野村誠治, 植松宏志: 日本エネルギー学会誌, 81, 174 (2002)