

# 使用済みプラスチックのアンモニア原料化

豊増康昭

昭和電工株式会社

210-0867 川崎市川崎区扇町5-1

## Chemical Recycling of Waste Plastics for Ammonia Production

Yasuaki TOYOMASU

Showa Denko K.K.

5-1 Ohgimachi, Kawasaki-ku, Kawasaki 210-0867

According to the statistics document which the Plastic Waste Management Institute published, the amount of waste plastics in Japan of 2006 is about 10,050,000 t. 72 % of the waste plastics are used effectively. The waste plastics which are not used effectively is 28% (direct incineration or direct landfill). With a surge of the interest to environment such as the prevention of global warming, the effective utilization rate of the waste plastic rises year by year, but improvement of the further effective utilization rate and development of eco-friendly recycling technology are still important to push forward construction of the recycling society. The Containers and Packing Recycling Law was completely enforced in 2000 to aim at the construction of the recycling society. In environment change to surround such a waste plastic, Showa Denko used the gasification technology that was chemical recycling and started a business to produce ammonia as raw materials with a syn-gas provided by a gasification of the waste plastic from 2003.

**Key words:** Waste plastics, Chemical recycling, Gasification, Ammonia production

### 1. 緒 言

(社) プラスチック処理促進協会が発行した統計資料によれば、2006年度の日本国内における使用済みプラスチックの排出量は約1005万tであり、その内、72% (721万t) は何らか (サーマル、ケミカル、マテリアルリサイクル等) の有効利用がなされているが、残りの28% (284万t) は単純焼却又は埋立て処分とされており有効利用されていない。

地球温暖化防止をはじめとする環境意識の高まりとともに、使用済みプラスチックの有効利用率は年々上昇してきているが、循環型社会の構築を進めるためには、更なる有効利用率の向上と、環境にやさしいリサイクル手法の開発が重要な課題となっている。

循環型社会の構築を目指すために1997年に施行さ

れた容器包装リサイクル法は、2000年にプラスチック製容器包装と紙製容器包装をそれまで実施済の品目 (ガラス製容器、PETボトル) に加え完全施行がなされた。

このような使用済みプラスチックを取り巻く環境変化の中、昭和電工(株)では主に容器包装リサイクル法に定めるプラスチック製容器包装を中心とした使用済みプラスチックを対象に、ケミカルリサイクルであるガス化技術を用いることで、使用済みプラスチックの熱分解を行い、得られる合成ガスを原料としてアンモニアを製造する事業を2003年から開始した。以下、当社が行うこの事業の概要について紹介する。

### 2. 事業の経緯と狙い

国内で最も歴史ある京浜臨海工業地帯にある神奈川県

川崎市扇町は昭和4年に埋立が完工し、当社の前身、昭和肥料(株)川崎工場は硫酸の製造を行う工場として、昭和6年に発足した。旺盛となった電力の需要喚起を目的とし水の電気分解により水素を得て、東京工業試験所法による我が国初の国産技術によるアンモニア合成を行い、硫酸を製造するものであった。

当工場では、硫酸の製造自体は昭和50年代に完全に姿を消したものの、アンモニア製造は戦下の一時期を除き当工場の基盤事業として継続してきたものである。その主要原料である水素は昭和初期の水電解に始まり、近年ではナフサでの製造を主体にしつつ、コークス炉ガス、石油精製オフガスなどを水素源としてきた。まさにアンモニア製造の歴史は水素原料の多様化と原料転換の歴史となっている。

当社で製造したアンモニアは、自工場で生産する繊維用アクリロニトリルの原料などに一部使用した上で、発電所で使用される脱硝用薬剤などの環境保全用途や、冷凍機の冷媒用などに大半は外販し、基礎化学品としての外販アンモニア市場ではトップシェアになっている。

こうした中、近年の原油価格の高騰や、京浜臨海部周辺企業から調達していた水素ガス源も諸般の事情から途絶えることになってきた。そこで、従来の水素ガス源に代わるものとして使用済みプラスチックに狙いを絞り、当時、この技術を確立していた(株)荏原製作所と宇部興産(株)のグループが開発したEUP(Ebara Ube Process)技術を採用し、アンモニア原料(水素源)として使用済みプラスチックを用いる事業を開始することを決定した。

一方、経済産業省と環境省が進めるエコタウン事業の初年度地域指定を受けた地元川崎市では、当社のこのプランを「川崎エコタウン構想」の具体的な事業案件の1つとして推し進め、H13年度経済産業省の補助事業として動き出すことになった。



図1 事業の概要

以上の経緯で分かる通り、当社のこの事業は単なるリサイクル業への参入を目的として開始したものではなく、当社の基盤事業であるアンモニア事業を維持強化するために、安定的な原料水素源を確保することに主眼を置き、且つ、当社の環境方針でもある「社会・環境との調和」を目指し始めたものである。図1に、本事業の概要を示す。

### 3. 設備の概要

当社の使用済みプラスチックアンモニア原料化設備は、前述のアンモニア製造設備のある川崎製造所(川崎市川崎区扇町)内に立地する。設備能力は、使用済みプラスチックで日量195tの処理が可能である。

設備は、受け入れたプラスチックを破砕した後、成形機により固形化原料を製造する破砕成形工程と、その固形化原料をガス化するガス化工程とで構成されている。ガス化により得られた原料ガスは、既存アンモニア設備に供給される。図2に既存アンモニア設備を含めた全体フローを示す。

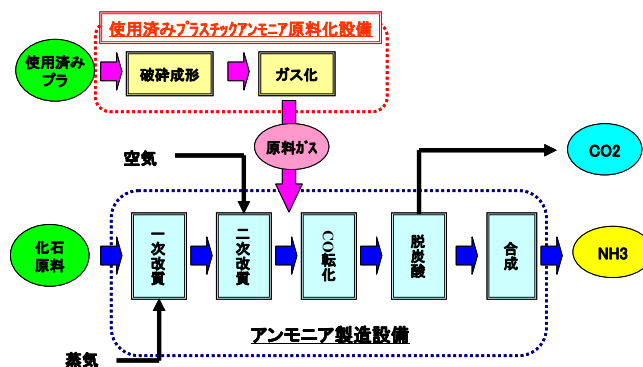


図2 全体フロー

#### (1) 破砕成形工程

容器包装リサイクル法に基づき収集された使用済みプラスチックは、市町村から受入れる時にはボールと呼ばれる圧縮梱包品となっている(大きさ;約1m角)。このボールをまず一軸破砕機で破砕し、磁力選別機で鉄類を除去した後、二軸スクリー成形機で直径25~30mm、長さ50~100mmの固形化原料に加工する。この固形化は、組成、かさ比重等を均一化し、定量的・安定的にガス化炉に供給することを目的としている(組成は表1参照)。図3に破砕成形工程の概略フローを、又、図4,5に受け入れたボール品及び固形化原料の写真を示す。

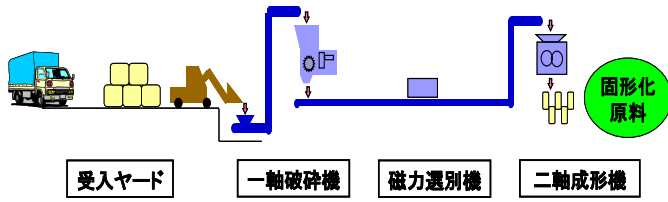


図3 破砕成形工程



図4 ベール品



図5 固形化原料

表1 固形化原料の分析結果 (代表例)

分析項目	単位	使用済みプラ
水分	wt%(wet)	0.95
工業分析値	揮発分	wt%(dry) 91.70
	固定炭素分	wt%(dry) 2.48
	灰分	wt%(dry) 5.82
	合計	wt%(dry) 100.00
元素組成	C	wt%(dry) 74.2
	H	wt%(dry) 10.7
	N	wt%(dry) 0.36
	O	wt%(dry) 6.33
	全Cl	wt%(dry) 2.50
	全S	wt%(dry) 0.08
	高位発熱量	MJ/kg
低位発熱量	MJ/kg	35.1

(2) ガス化工程

ガス化工程のフローを図6に示す。ガス化工程は2段のガス化炉（低温ガス化炉、高温ガス化炉）及びガス洗浄、CO転化、脱硫設備等で構成されている。

固形化原料は、圧力約1MPa、温度600～800℃で運転される流動床式低温ガス化炉に定量的に供給される。ここで炉床に酸素（一部空気）及び蒸気を流動化ガスとして供給し、熱分解及び部分酸化反応により、固形化原料はH<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、炭化水素などの生成ガス及びタール、チャー等に熱分解する。分解ガスは炉の上部から移動し、高温ガス化炉に供給される。一方、固形化原料中に含まれる不燃物は、流動媒体（けい砂）と共に炉下部から抜き出され、磁力選別機、振動ふるいにより分離され、流動媒体は再び炉内に戻される。

高温ガス化炉は、圧力約1MPa、温度約1300～1500℃で運転される。ガス化剤として酸素及び蒸気を供給し、低温ガス化炉から供給された熱分解ガスは、高温ガス化炉でH<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>主体のガスに改質される。

高温ガス化炉で生成するガスには、熔融スラグの他に、原料プラスチック中に含まれる塩化ビニル等に起因して発生する塩化水素が含まれる。一方、高温ガス化炉の下部は急冷室となっており、ここでアルカリ（アンモニア）を含む水で生成ガスを急冷することにより、熔融スラグは水砕スラグとなり高温炉下部から抜き出され、塩化水素は塩化アンモニウムとして中和除去される。

更に、次のガス洗浄工程で生成ガスを水洗する。この段階で得られるガス組成は、H<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>等が主成分となっている。更にH<sub>2</sub>濃度を上げるため、CO転化反応（CO+H<sub>2</sub>O→H<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub>）を行い、脱硫工程を経た後に隣接するアンモニア合成プラントに供給している。

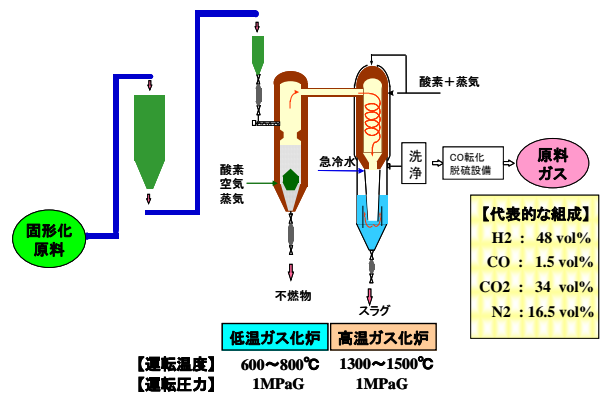


図6 ガス化工程

尚、これらの工程から抜き出される不純物は、破碎成形工程及び低温ガス化炉の下部から除去された鉄・アルミ・銅を始めとする金属類については、それぞれの金属リサイクルへ、高温ガス化炉の下部から抜き出される水砕スラグについては路盤材や改良土などにそれぞれリサイクルされている[1]。



図7 ガス化設備概観

#### 4. 環境調和型エコアンモニア

前述の如く、当社は昭和6年以来のアンモニア製造企業である。創業当初は肥料用硫酸の原料として、そして今日では、アクリル・ナイロン繊維用原料、窒素系肥料原料、クリア系樹脂原料などに販売されることに加えて、発電所で使用される脱硝用薬剤や冷凍機冷媒として広く社会に活用頂いている。



図8 ECOANN® (液アンローリー)

今般、使用済みのプラスチックをアンモニア製造用の原料としたことにより、当社製アンモニアを環境調和型エコアンモニア (ECOANN®) として販売している。グリーン購入法施行により環境と調和する製品の需要が高まる中、リサイクル化学製品を広く社会に還元していきたいと考えている。

#### 5. おわりに

当事業はまだ緒についたばかりであるが、プラスチックの有効利用率の向上や、それから得るエコアンモニアの製造・販売など多くの成果を挙げつつある。

又、当社は水素事業を全国8拠点で展開しており、そのうち川崎と大分の2拠点では、原料からの一貫生産体制を構築している。

特に川崎ではソーダ電解、アンモニア合成(改質炉)、そしてプラスチックのガス化と3つの原料ソースを有することとなった。

こういった特長ある原料ソースを武器に今後、来るべき水素社会に向けての事業展開を図っていきたい。

#### 参考文献

1. 大宮吉博, "使用済みプラスチックのガス化技術の開発", Journal of the Japan Institute of Energy, 86, 871-876 (2007)