

小型熱分解装置「KASHIN INFINITY」

熱分解装置とケミカルリサイクルの研究と課題



企業レポート

赤 阪 靖 之*

Small pyrolysis equipment 「KASHIN INFINITY」
Research and issues of pyrolysis equipment and chemical recycling

Key Words : Chemical, Recycle, Plastic, Environment issues, KASHIN INFINITY

はじめに

北浜化学の前身は、一般社団法人アップサイクルマーケティングという組織で、石油由来製品（プラスチック）の使用率を下げる、新しい複合素材を社会に投入する（動脈物流）目的で設立されました。しかし、複合素材に適したリサイクル（静脈物流）が確立していない為、シェアの少ない現在には環境負荷はあまりないとは言え、大量の新素材が世に広まると、石油由来成分の減量に反比例して、焼却残渣の増量が想定される矛盾に対応できるよう、複合素材の焼却以外の合理的なリサイクルの準備の為に研究開発を始めたのが、当初設立の発端です。

ケミカルリサイクル（熱分解装置）機器の選定

この複合新素材（ポリエチレン+ポリプロピレン+石灰石）に対応するには、混合素材ごとに分ける発想から、手法はケミカルリサイクル（熱分解）で検討を始めました。当初は、当時主流であった過熱水蒸気でガス化する機械選定を進めましたが、バッチ式で窯に残る石灰の状態が悪く、凝縮で抽出した炭化水素油の含水や、ガス脱臭において課題が多いなど理想には程遠い状態のまま、日本全国を探し回り、最終的には、昔からの基礎的技術である、「間接ガス化凝縮還元装置」にいきつきました。この機

械の利点は、大きく4点挙げることができます。1点目になんとといっても廃水が出ない事、そして2点目に分離された炭化水素油の質をコントロール（荒くも、細切れにも熱分解が可能）でき、しかも3点目としてこの機械1台で分溜もでき、そして4点目としてガソリン、灯油、軽油、重油等に分け、それぞれの内燃機関で発電できることでした。

基本的な機能ですが、熱分解窯には加熱開始前から、窒素を窯に充填させ、無酸素状態で運転する為、焼却炉とは違い、熱分解時に二酸化炭素の発生がない装置が大きな特徴といえます。初めに、外部加熱で窯を介して間接的に熱分解し、ガス化（炭化水素ガス）、そのガスを強制的に結露させる凝縮器で液化（炭化水素油）し、そして、凝縮でオイルミストを除いた水素、メタンやブタンなどのガス（オフガス）に分離する事ができます。窯には、炭素と無機物（石灰）が残ります。この機械をあえて熱分解装置と呼ぶのは、目的をどの部分にするかで、ガス化装置、液化装置、炭素（石灰や金属等の無機物）抽出装置にもなりうるためです。

更に、この機械には高温脱臭機能を持たせました。オフガスをそのまま大気放出するとオイルミストを含む為、独特の臭気を伴います。オフガスを2つの凝縮器と4つのドレンタンクで十分にオイルミストを除去し、高温で処理することで臭気緩和を行い、また処理時に出る排熱は窯に送り、窯の補助熱源として利用しています。

素材分離の課題

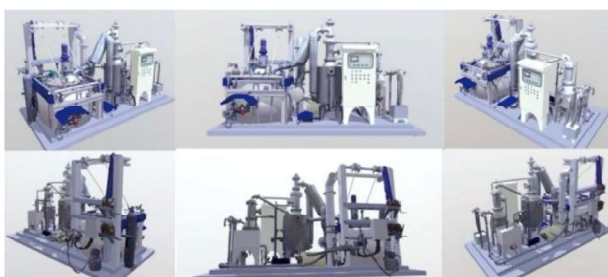
一方、この機械がすぐに新素材に対応できてきたのではなく、沢山の課題に突き当たりました。特に、素材に含まれる石油由来樹脂の十分な熱分解には、窯の中での石灰の攪拌流動が特に難しく、攪拌ロッドに関しては、未だに完全なものに到達したとは考



* Yasuyuki AKASAKA

1973年2月生まれ
四天王寺国際仏教大学 社会学科臨床心理学専攻（1995年）
現在、株式会社北浜化学 製造企画部長
（本社）〒541-0041
大阪市中央区北浜1-5-8
SENSEISHAビル5F
TEL：06-7178-1321
（研究所）〒547-0002
大阪市平野区加美東1-6-15
E-mail：akasaka@kchemi.co.jp

え難い状態です。攪拌でうまく石灰が流動しない状態になると、窯の内部で石灰が固着し、石灰の内窯を造ってしまい、内部に熱が届かず熱分解が進まなくなります。長時間運転しても、バーナーによる外部からの窯の加熱その先に、石灰の壁がある為、最終的には熱が窯の表面にこもり、窯の温度が1000度以上になり窯が変形しました。試行錯誤を重ね、窯は4台も規格変更し、攪拌ロッドについては数多となりますが、製館機をヒントに研究、館の水分を抜くように、加熱しながら練る機械をトライ&エラーで製作しました。



サーマルリサイクル以外のマテリアル・ケミカルリサイクルの難しさ

サーマルリサイクル以外の効果的・効率的で持続可能な廃プラスチックの高度循環の仕組みは、4つの条件が整うことが必要で、オセロで言う4角をおさえる仕組みを構築していかなければなりません。

- ①入口戦略 (素材の連続的な必要量の確保)
- ②出口戦略 (製造する化学原料の質とニーズの確保)
- ③環境と能力 (油やガスを扱える環境で、場所はデリバリーコストの合う地産地消が理想的)
- ④コスト (処理量に見合う能力でランニングコストも含めコストパフォーマンスにあうか)

この4つを課題として、4つの総得点すべてが整わない場合は、既存の焼却 (サーマルリサイクル) に頼らざるを得ないのですが、焼却には、焼却時に発生する残渣を埋め立てる処理場が有限であり、最終処分地がなくなるカウントダウンが始まっている為、焼却ではないマテリアルリサイクルと、ケミカルリサイクルを進めていく事が必要です。

バイオマス発電所と廃プラ電池 (廃プラスチック発電)
 バイオマス発電所のメタン発酵ではなく熱分解は、

連続式のプラントゆえに原料が計画通り集まらなければ操業できません。前述の課題のうち①1年365日、バイオマス原料を安定してプラントまで持っていくことができるかどうか導入の軸になり、稼働し始めると停めることが容易ではない特性から、24時間運転は、土日含めた毎日昼夜で実施、④コストパフォーマンスはいいが、発電も24時間で、出てくるガスの処理 (夜間も発電) をしなくてはならず、計画発電ができないのが難しいのではないかと考えます。

当社の廃プラ電池 (廃プラスチックの熱分解での原料化) は、BDF (バイオディーゼル燃料) の様な専用の内燃機関ではなく既存のジェネレーターで、マルチにジェネレーターを設置すれば、計画的に発電できるのが強みです。では万能なのかと言えば、バッチ式でセミ連続化は可能なものの、時間当たりの処理量が少なく (十分な熱分解時) ④にあるコストがかさむのが現状です。

北浜化学の強み

当社のコアコンピタンスは、熱分解装置の運転制御です。1年半で150回以上のデータを取り、日本独特の四季 (-5 から 40 度まで) の中で、最短運転での熱分解から十分な熱分解まで、可能な限りの稼働実績及びデータ取得を進めています。石油会社のプラントであっても、精製は熱暴走の制御が難しいなかで制御しているのと同様、弊社の小さな0.25立米のバッチ式でも同じです。例えば、鍋に水を入れ、オンとオフしか切り替える事ができないガスコンロで鍋から吹きこぼさないで沸騰させ続けるのに似ています。石油由来樹脂と水との違いは、初め個体で、窯の接触面から液体に変化し、窯の内面温度が、350度を超えれば一部はすぐに気体になってしまうので、基本的にまずは、弱火で液化し、窯中の液内で水の様に対流が始まれば、液体に均等に熱が加わり、温度帯で分溜も可能ですが、この新素材、石灰の粉体があるので完全な液体になる事はないのです。そのため全ての素材をまんべんなく熱分解にもっていくのが最も困難で、その制御を誰もが扱える、1ボタン、1アクション化できる様にIOT化が可能な様に制御の取り扱い会社と共に日夜研究しております。

炭化水素油の②出口戦略の理想と現実

出来上がりの炭化水素油ですが、理想的なのは、圧力と温度でナフサを取り出し、ナフサからエチレンの出口戦略にかなり取り組みました。しかし現実的には、蒸留で170度までで取り出したナフサを含む、ガソリン等を石油精製プラントに隣接し、パイプでつながる石油化学プラントに引火点の低い第1石油類を少量で持ち込むのは非現実的であり、苛性ソーダー等で鹼化などの研究もかなり進めましたが、出来上がった化学原料の課題の量を鑑みると、ガソリンジェネレーターでの電化が現実的であると考えます。

そもそも日本社会では、二酸化炭素削減の観点から燃化を否定していますが、原油国からタンカーで運ばれて来て、石油精製プラントを通して沢山の二酸化炭素を排出して製造した炭化水素油と、本来は焼却（沢山の酸素を吹き込み全ての炭素を二酸化炭素に替える処理）する廃プラから取り出した炭化水

素油を同じ燃料として扱うのが、総量的な比較をすると大きな高低差があるにも関わらず改善されていない事に違和感を感じとります。二酸化炭素の一番の排出先である電力会社が二酸化炭素を排出して作った電力と、当社の生み出す電力との違いも、現実的に加味される様になるとケミカルリサイクルは進むと考えます。

熱分解装置の理想と未来

この機械には、増え続ける廃プラスチック、新素材への対応、そして海遊プラスチックの処理に関しては、海にドックもしくは、母船を作り、海上油田として海上産油が可能であれば、国土交通省が持つ「おんど2000」の様な船をリモート操作で海遊プラスチックを集め、集めた廃プラスチックで船の燃料を作り、また集めていくそんなサスティナブルな仕組みを構築できる可能性を秘めた技術であると願い、日々研究を進めております。

