

1-16 プラスチック廃棄物のサーマルリサイクル

((有) エンバイロテック) ○小林 義雄*

廃棄物となったプラスチック類はガス化と乾式精製を経てクリーン燃料ガスとし発電に用いるのが最も合理的である。乾式精製とは HCl、H₂S の有害ガスやタールや煤塵を乾式法で除去することである。HCl、H₂S の除去にはアルカリの添加が、煤塵の除去にはバグフィルターが有効である。解決すべき技術課題はバグフィルターの運転に支障を来すタールの除去であるが、多孔質物質を充填した熱回収装置を考案することによって目途が立った。即ち熱回収装置では熱とタールを同時に回収しながらバグフィルター操作温度にまで下げる。タールを吸収した多孔質物質は再生器で焼却して再生し、その際発生する燃焼ガスをガス化炉の熱源とする。

1. はじめに

プラスチック廃棄物（シュレッダーダストを例に）をエネルギー資源と見なした時の一般廃棄物や石炭との比較を表1に示す。シュレッダーダストはエネルギー表1 エネルギー資源としての廃棄物と石炭の比較

	シュレッダー	一般廃棄物	石炭	
低位発熱量	5100kcal/kg	2200kcal/kg	7000kcal/kg	
水分	17%	42%	8%	
可燃分	62.0%	48.8%	85.3%	
塩素含有率	3%	0.6%	0.05%	
重金属	Cu	3%	0.02%	-
	Pb	0.3%	0.05%	-
	Zn	0.5%	0.23%	-

的にはかなりのものであるが塩素・重金属を多く含んでいる（塩素含有量はカロリー基準で石炭の約80倍）点で石炭よりは遙かに劣悪なエネルギー資源である。このプラスチック廃棄物を未利用エネルギー資源として活用するには塩素を石炭並みにする必要がある。現在の廃棄物焼却システムは無駄が多いため、化学技術を駆使した新しい処理システムを構築することによって処理コストを現在の廃棄物焼却システムの処理コストの範囲内に収めながら有害物質を石炭並みにする事は可能である。

2. 設計コンセプト

プラスチック廃棄物をエネルギー資源にするための最重要事項は下記式(1),(2)で明らかのように HCl の除去である。熱分解で発生した HCl を発生直後に除去する
 ダイオキシン発生量 \propto [HCl 濃度]²⁻³ (1)
 ボイラ伝熱管の高温腐食量 \propto [HCl 濃度]²⁻³ (2)
 ことによってダイオキシン(DXNs)から解放され、且つ発電効率を向上させることが出来る。HCl は廃棄物の熱分解工程でアルカリ（炭酸ソーダ、天然ソーダ）を

添加しながら除去する。HCl が除去された熱分解ガスは多孔質物質(タール吸収剤)を充填した移動床式熱回収装置に導いて熱回収しながら温度を 180°C 以下に下げてバグフィルターでガス精製の仕上げをする。

3. 多孔質タール吸収剤の性能特性に関する実験

【実験方法】30mm 径×200mm の試験管に油（重質油+アスファルト）を注入し、この試験管を環状電気炉に入れて所定温度に加熱する。金網製の籠に秤量した多孔質物質を入れて、試験管の油に浸けて一定時間後に引き上げて、油を吸収させたサンプルを秤量する。

【結果と考察】(1) 温度の影響 試験温度は 180、260、350、420、460°C であったが、温度上昇と共に重質油-アスファルトの吸収量は少なくなった。(図1)

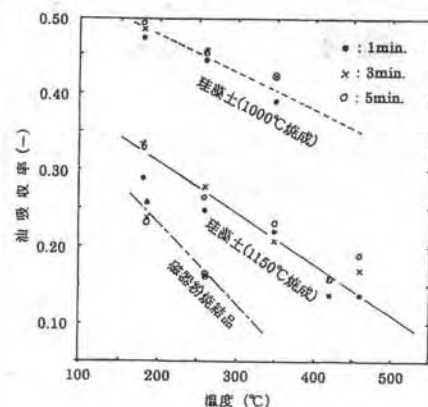


図1 多孔質物質の油吸収に対する温度の影響

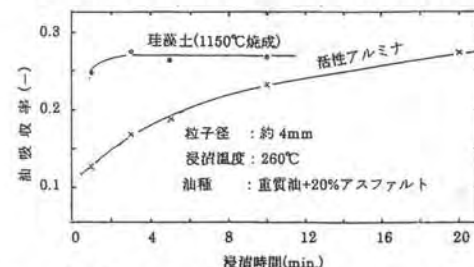


図2 多孔質物質の油吸収に対する浸漬時間の影響 (2) 多孔質物質の吸収特性 珪藻土や磁器微粉末焼結品に対する重質油-アスファルトの吸収は1~3分で

飽和点に達し、260°Cでの吸収率は1000°Cで焼成した珪藻土で44%、1150°Cで焼成した珪藻土（対摩耗性が大きい）で27%、磁器微粉末焼結品で17%となる。活性アルミナ、シリカゲルでは吸収速度が遅く20分経っても飽和点に達しないが、平衡吸収率は約30%と推定される（図2）。なお、油を吸収した珪藻土と活性アルミナの表面は粘着性がないがシリカゲルは油で濡れた状態であった。珪藻土と活性アルミナ、シリカゲルの吸収特性の差は珪藻土の細孔径がミクロンオーダーであるのに対して活性アルミナの細孔径が120Å、シリカゲルが10Åであることによるものと思われる。油吸収後のシリカゲル表面が濡れ状態であるのは10Åであることに関係しているものと思われる。

(3) 再生について 活性アルミナやゼオライトは分解・コーキングを伴い、再生には700°C近い温度を要するが、重質油・アスファルトを吸収した珪藻土を空气中で加熱すると500~600°Cで炎を上げて燃えて元の質量とヴァージン並みの吸収力を回復する。（図3）

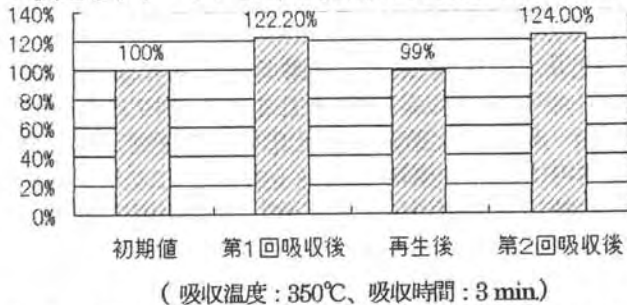


図3 多孔質物質の油吸収-再生-吸収-の重量変化

4. サーマルリサイクルシステムの構築

珪藻土、磁器等の微粉末を焼結した多孔質物質はミクロンオーダーの細孔を有し、180°Cで24~48%の油を吸収することが出来る。しかも油吸収後の表面は油特有の粘着性がない。（図4）これを充填した移動床に伝熱管を配置した熱回収装置を考案することによって



図4 油を吸収した多孔質物質の表面状態

500~650°Cの熱分解ガスから熱と高沸点成分を同時に回収しながらガス温度を180°Cにまで下げる事が可能となる。この熱回収装置を組み込んだプラスチック廃棄物のサーマルリサイクルシステム（図5）では回収したタール・高沸点成分を再生器で燃焼させて熱分解炉の熱源とする等、基本的にエネルギー損失がなく、且つバグフィルターの信頼性の高い除塵性能を活かし

ながら発生する有害ガスや煤塵を効果的に除去できる。

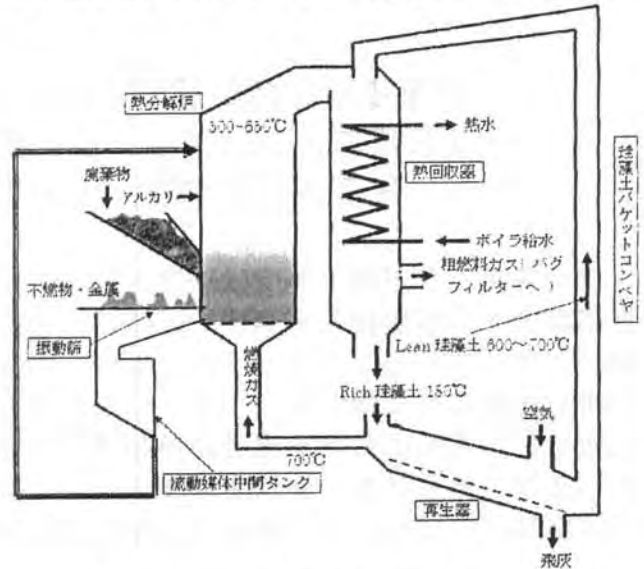


図5 サーマルリサイクルシステム概念図

5. 予想性能

【環境対策】 (1) 塩素、硫黄の除去 通常の焼却法では燃焼排ガスの状態で行われるために、ガス量が多いのに対して、本法では熱分解ガスの状態で行うためにガス量が通常の焼却法の約60%であり、集塵機の容量も約60%で済む。

(2) 脱硝 通常の焼却法ではDXNs対策のために炉内温度が高く設定される。そのためにNO_x濃度が高い。DXNsのdenovo合成を抑制するために排ガス温度を200°C以下に急冷して除塵するが、脱硝のために再度排ガス温度を上げる。本法ではクリーンガス燃焼で均一な燃焼が行えるためにNO_xの発生が少なく脱硝は不要かまたは必要な場合でも排ガスがクリーンであるために脱硝操作は簡単。

(3) DXNs対策 通常の焼却法では高温燃焼と活性炭吸着を組み合わせ、飛灰処理のためには灰溶融で対処するが、本法では熱分解ガス中のHCl濃度を下げるだけでDXNsは0.001ng/m³N以下となり、且つ灰溶融は不要となる。

【発電効率】 通常の焼却法では発電効率は約10%程度であるが、燃焼排ガス中のHCl濃度を30ppm以下に抑えることによって30%以上を達成する。

【コストと総合評価】 本法では燃焼工程がガス化と燃焼の2段になり複雑化するが、環境対策部分が簡略化されるために通常の焼却炉並の処理コストで高レベルの環境対策と高効率のエネルギー回収（発電端効率30%以上）が可能となる。

《引用文献》

小林義雄：化学工学会第69年会講演要旨集(2004) D-307

小林義雄：粉体工学会誌 39 527~532 (2002)

* Tel&Fax : 0724-53-5579 e-mail : ykabayas@ybb.ne.jp