

技術開発報告書概要版

助成事業名称：使用済み発泡スチロール(EPS)油化装置の実用化開発(J 1 7 0 5)

助成事業者名：株式会社ティラド

1. 技術開発担当・照会先

環境・エネルギー研究センター 研究・開発室 研究員 和田 努

〒257-0031 神奈川県秦野市曽屋 937 TEL：0463-84-8873 FAX：0463-85-1150

2. 技術開発の目的と開発内容

2 - 1) 目的

本事業は廃発泡スチロール(EPS)のリサイクル率向上のために、これまで培った油化技術に改良を加え、更に生成油の有効活用技術と組合せることで、実用化に適したオンサイト型リサイクルシステムを確立することを目的とする。そのために、主にスーパーマーケット等を対象とし、従来技術では困難な高い耐久性を持つ油化装置と、生成油を燃料として食品冷蔵等に使用可能な冷熱を発生する小型吸収冷凍機の組合せシステムを製作し、その実用性を証明する。

2 - 2) 開発内容

目的を達成するために、以下の技術開発を実施した。

実証機の設計・製作(設置基数：油化装置・吸収冷凍機 組合せシステム 1基)

実証試験 試験条件：スーパーからの入手した実際の廃EPS類を選別・洗浄せずそのまま投入、各実証機を1日あたり4～10時間運転

試験期間：平成17年10月～平成18年3月

実証内容 油化装置：熱分解釜内部の炭化物付着・堆積に関する技術改良による長期耐久性の実証、酸性生成油の中性化の実証

吸収冷凍機：生成油を駆動源とした吸収サイクルの実証、ノンフロン新冷媒を用いた零度以下の低温冷蔵運転の実証

3. 技術開発の成果

3 - 1) 実証機の設計・製作

図1に示す油化装置の構成部品を設計・製作し、それをパッケージングした油化実証機を完成した(図2)。また、生成油直焚+単効用+2段精留の冷凍サイクル(図3)で構成される吸収冷凍機の実証機の設計・製作を行った(図4)。

これらに採用した代表的な技術要素を以下に述べる。

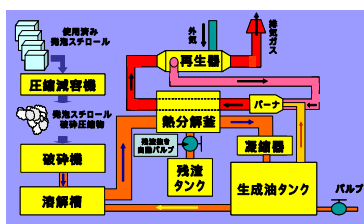


図1 油化装置フロー図



図2 油化装置外観

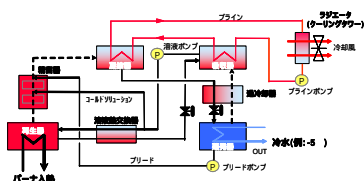


図3 吸収冷凍機フロー図



図4 吸収冷凍機外観

1) 油化装置の技術改良

攪拌装置付きの熱分解釜

汚れやラベル等の付いた EPS をそのまま熱分解する場合、局部過熱による伝熱面の炭化物付着・成長が問題となるため、攪拌装置（図 5）を開発した。その結果、釜内液温が均一化され、局部過熱を抑制できることがわかった（図 6）。

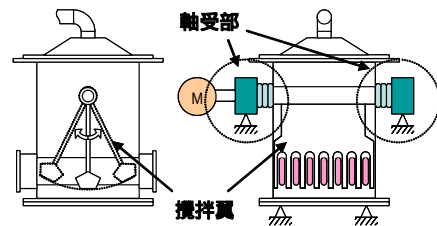


図 5 熱分解釜の攪拌装置

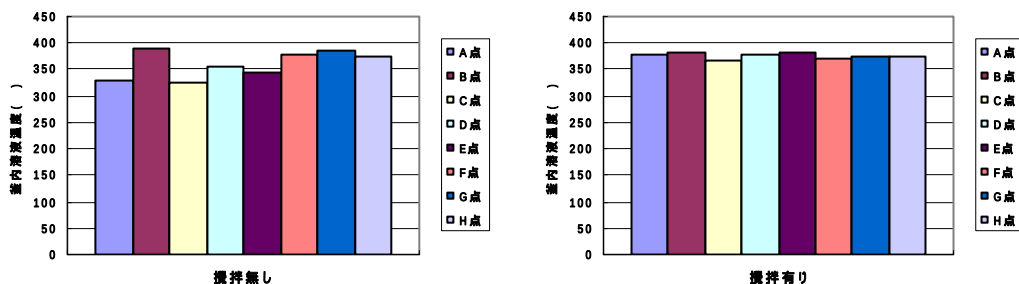


図 6 攪拌の効果（熱分解釜内の液温分布）

二段燃焼式スチレンバーナ

生成油のさらなる完全燃焼と単純な構造、高い耐久性を両立するため、二段燃焼を形成する旋回流ヘッド部と、稀釈空気による燃焼筒冷却が可能な二重管構造を新採用した専用スチレンバーナを開発した（図 7）。その結果、従来品を上回る完全燃焼と、火災部周囲の燃焼筒材料の温度低減が可能となった（表 1）。



図 7 スチレンバーナ

表 1 スチレンバーナ燃焼性

項目	単位	改良後	改良前	規制基準等＜参考＞
酸素濃度	%	17.5～17.6	17.9～18.0	
煤塵	濃度 g/m ³ N	0.0002	0.0015	0.25以下(焼却炉200kg以下)
硫黄酸化物	濃度 ppm	<1	<1	5以下(二酸化硫黄にて)
窒素酸化物	濃度 ppm	18	40	
	量 m ³ N/h	0.0057	0.0089	30以下(焼却炉神奈川規制)
塩化水素濃度	mg/m ³ N	3.6	3.0	8以下(焼却炉神奈川規制)
一酸化炭素濃度	ppm	<10	98	100以下
ダイオキシン類濃度	TEQ	0.0011	0.013	5以下(新規焼却炉導入時)
臭気指数(発生源)	-	29	24	31以下
スチレン濃度	ppm	<0.2	0.9	敷地境界にて0.4以下

2) 吸収冷凍機の採用技術

作動媒体

オゾン層破壊係数 0、地球温暖化係数 0.072（CO₂ の約 1/14）のノンフロン有機系の新媒体（冷媒 TFE / 吸収剤 DMI）を採用した。その結果、水 / 臭化リチウムなどの在来媒体に対し、主要部材のアルミ化による画期的な軽量低コスト化、零度以下の冷蔵運転、高い安全性の確保が可能となった。

アルミ製熱交換器

自動車用ラジエータなどの量産技術を生かし、また膜状吸収などの熱交換形態に適した伝熱表面をプレス一体成型した新型アルミ製プレート熱交換器を採用した。

(図 8)。その結果、従来型の熱交換器に対し、約 1/5 の容積のコンパクト化と、約 1/2 の軽量化が可能となった。



図 8 アルミ製プレート式熱交換器

3 - 2) 実証試験結果

1) 油化装置の実証結果

メンテ頻度と耐久性

前述の熱分解釜の攪拌効果の実証のために長期間耐久運転を実施した結果、従来品と比較して処理能力の劣化速度が約 1/3 となり、3 ヶ月以上の耐久性が得られることが実証できた(図 9)。また攪拌装置に独立式の軸受と支持構造を採用したことで、最大 450 の高温スチレン蒸気に曝された過酷環境でも 3 ヶ月以上完全ノーメンテ化を実現した。

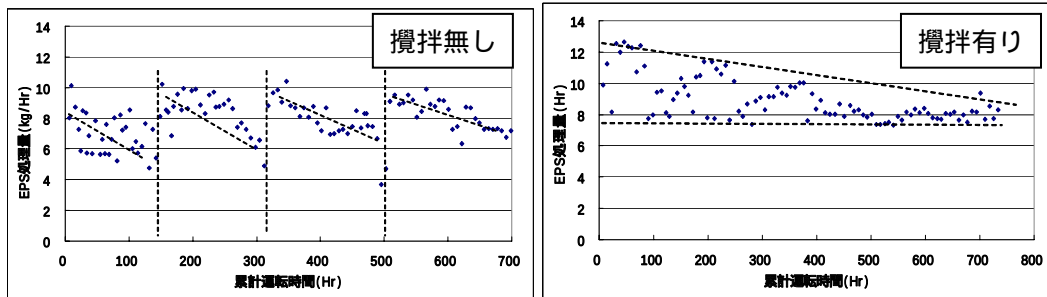


図 9 長期連続運転時の処理量変化比較

生成液の中和

これまでの研究で、油化生成液は pH4 程度の酸性を示すことがわかった。関連装置材料への影響が懸念されるため、消石灰等を用いた中和試験を実施した。その結果、図 10 のように中和剤添加による中和効果が明らかとなり、また添加量と自動供給方法を決定した。

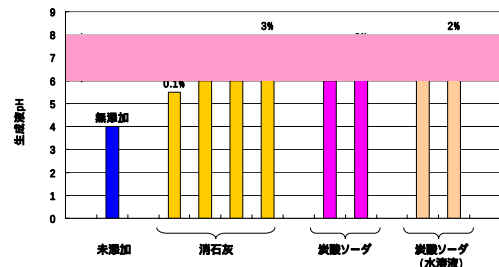


図 10 中和剤の効果

2) 吸収冷凍機の実証結果

吸収冷凍機にて生成油を用いた実証運転を実施した。その結果を表 2 に示す。下記のように、生成油からの零度以下の冷熱取出し運転が可能で、生成油がスーパーの低温冷蔵用途等で有効活用できることを実証できた。

ただし精留器の性能不足等の問題があり、当初の目標性能には若干未達であり、一部改良による対策を実施中である。

表 2 吸収冷凍機の実証結果まとめ

項目	単位	目標	達成値
冷蔵能力	kW	20	17
COP (成績係数)	-	0.34	0.29
取出し温度		-5	-5
精留純度	wt% (TFE)	98	94.5

3) 油化装置と吸収冷凍機の組合せシステムの成立性検証

現状のスーパーマーケット等における EPS 処分費と、本システムでのイニシャルおよびランニングコストとを比較し、ユーザコストメリットを試算した。その結果の一例を図 11 に示すが、ラベル剥し不要による省人化やアルミ部品の採用等によって低コスト化が可能となり、油化装置単体で 2 年以内、吸収冷凍機との組合せでは

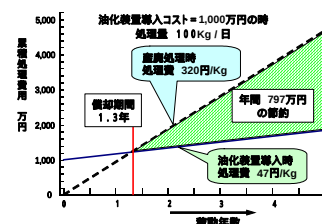


図 11 コストメリット試算例

さらに短い初期投資回収が可能であることが明らかとなった。今回、過去の類似提案が果たせなかった生成油の具体的な活用技術と、システム全体で明確なユーザコスト効果を示したことで、商用化が可能であることを明らかに出来た。

4. まとめ

4 - 1) 目標達成度の評価

本技術開発により以下の結果が得られ、当初の目標はほぼ達成できたと考える。

- 1) 熱分解釜に液対流を促す機構を付加することで、従来技術では不可能だった 3 ヶ月以上のメンテ頻度が実現可能であることを実証した。
- 2) 消石灰を用いた、簡易な生成油の中和技術確立した。
- 3) ノンフロン冷媒を用いた吸収冷凍機を生成油燃料で運転し、冷蔵用途に使用可能な - 5 以下の冷熱出力を安定して取出せることを明らかにした。
- 4) 油化装置と吸収冷凍機を組合せたオンサイト型リサイクルシステムとしての成立性を、技術・採算性の両面から立証した。

4 - 2) 生じた課題・残項目

本技術の実用化と普及に向けては、以下項目の推進が必要かつ重要と考える。

電気使用量削減、省人化推進、収率向上およびメンテ頻度長期化等、技術改良によるランニングコストの一層の低減

各部構造の簡略化、汎用部品採用等によるイニシャルコストの一層の低減

ユーザニーズの汲み上げとスーパー以外への用途応用技術の拡大

実物件での長期間実証等による安全性・耐久性の実証と各方面への PR

4 - 3) 国内の廃棄物処理全般に与える影響 (メリット)

小型の EPS 油化装置は、過去に数社が商品化を試みているがいずれも失敗し、この分野でのリサイクルは進んでいない。これは、従来の装置には ラベル剥がしなどの苦渋作業が必要 頻繁なメンテが必要など耐久性の問題 生成油用途が無い 初期投資が回収できない、といった問題が要因と考えられる。

本技術開発によりこれらの点に改善が図られ、スーパーマーケットなどの EPS 排出場所でリサイクルまで可能なシステムとしての実用性を立証できたと言える。今後、本システムの実用化を図ることで、EPS 運搬・廃棄に消費されているエネルギー削減と、生成油活用による化石燃料削減の両面から省エネに貢献できる。