

発泡スチロール回収油の精製

杉原正基^{*1}, 青山進, 中西文昭

Refining of the Thermal Cracking Oil from Disposable Styroform Supplies.

Masaki SUGIHARA, Susumu AOYAMA and Bunsyo NAKANISHI

The waste styrofoams cracking oil which contain 60~70% of styrene monomer, is refined by the batch distillation process. The distillation is operated in reduced pressure. The distillation procedure is repeated by the operation that, some volume of fraction is blown down to the vessel after concentration by total reflux method. The fractions are separated to the initial fraction, main fraction and the residue.

The results were as follows; when styrene monomer in main fraction is purified up to around 90%, about 90% of styrene monomer in cracked oil is collected. collected styrene monomer may be of enough purity to be used as the solvent for FRP resin or paints. Initial fraction and the residue is useful for fuel.

発泡スチロール容器を熱分解して油化し、その回収油を蒸留分離法で精製してスチレンモノマーを回収する技術を開発した。蒸留分離法には、真空蒸留、全還流抜き去り方式を採用し、蒸留操作では初留、主留、残査に分別して回収する方法を採った。その結果、回収油中に60~70%含有するスチレンモノマーを90%前後の純度に精製すると、この含有量の50%が回収できた。回収スチレンモノマーは塗料溶剤に、残査ほかの残分は重油相当の燃料に利用できることが分った。

キーワード：発泡スチロール再資源化、プラスチック油化、リサイクル、蒸留分離法

1. はじめに

発泡スチロールは、魚箱、食品トレー、機器類のパッキング材等、有用な材料として多量に使用されているが、使用後は、嵩高いために廃品として回収が難しい、発熱量が大きいため焼却処分すると焼却炉を損傷させる等、ごみ処理上問題となっている。

当社は、発泡スチロールを粉砕、溶解、熱分解して油化する装置を開発し、既に100kg/hrの性能をもつ実用機を製造、販売している。

現在、当機による発泡スチロール回収油の用途は、燃料に限られていて、これは付加価値が低くもって有効な回収油の利用法を研究開発することが必要となっている。

この回収油中には、シクロヘキサン、トルエン、エチルベンゼン、スチレン、 α メチルスチレン、その他の成分を含有し、中でもスチレンモノマーの含有量は60~70%である。

そこで、本研究ではこの回収油の付加価値を向上させるため、これの含有スチレンモノマーの精製法について

パイロット実験機を製作して、実用装置設計の基礎資料を得る実験を行った。

2. 精製法の検討

スチレンモノマーの精製法としては、蒸留分離、晶析分離、抽出分離、膜分離等がある。

晶析法は、非常に低温を必要とする上、成分数が多く共晶関係も明確でないので除外する。蒸留法ではこの成分間の共沸は、文献にないので問題がなく、且つ、沸点も加熱源として水蒸気を使用できる範囲であること、また、沸点の差もスチレンモノマーとエチルベンゼン間が9℃で若干少ないが、蒸留分離可能な範囲と考えられる。他の分離法は、回収油のような低価格のものに使用するには、コスト的に問題がある。

このため、当回収油に適用できる精製分離法としては、蒸留法が最適であろうと判断し、この方法を採用することにした。

3. 蒸留装置

蒸留装置としては、特別に専門技術を要しない操作容易な全還流抜き去り精留とすることとした。

平成7年度地域研究者養成事業

1996.5.31受理 工業化学部

*1 株式会社 ハンダテクノ

表1 発泡スチロール回収油の物性

	比重	沸点 (℃)	融点 (℃)	溶解性 水 70℃-60℃
シクロヘキサン	0.7786	80.7	6.3	不 〓 〓
トルエン	0.8716	110.6	-95.0	不 〓 〓
エチルベンゼン	0.8672	136.2	-94.9	不 〓 〓
スチレン	0.9075	145.2	-31.0	微 〓 〓
α -メチルスチレン	0.9062	161.0	-23.21	

表2 発泡スチロール回収油の成分

組 織	シクロヘキサン	ベンゼン	トルエン	エチルベンゼン	スチレン/マー	α -メチルスチレン	残部※
濃度(%)	0.1	0.2	4.6	4.2	62.9	4.5	23.5

※ 残部はB.P. 200℃以上の高沸点物質

表3 蒸留実験の温度、圧力例 (表4, RUN6)

	リボイラー		塔 底		塔 頂	
	温度 (℃)	圧力 (Torr)	温度 (℃)	圧力 (Torr)	温度 (℃)	圧力 (Torr)
初留時	91	104	88	104	75	101
主留時	117	39	86	39	61	38

とし、内部に1/2ボールリングを2m充填した。コンデンサーはセルアンドチューブ式で0.76m²の伝熱面積を有する。還流液ポットは内容積を12ℓとし、0.5, 3.0, 5.5, 8.0ℓに液留量を調節できるようにバルブ付きのオーバーフロー出口管を設けた。実験時の各部温度は12点温度記録装置によって、リボイラー、塔下部、塔上部、還流液ポット、塔還流液入口、冷却水出口および大気圧について測定し、圧力はU字管水銀圧力計によって、リボイラー、塔頂、還流液ポット、真空ポットについて測定した。

4. 蒸 留 操 作

蒸留操作はまず真空ポンプを始動して、原料(回収油)をリボイラー内に約10ℓを吸引させて仕込み、ついでマントルヒーターに通電して加熱を始める。マントルヒーターにはスライダックを設けて加熱の昇温時間を調節し、真空操作は真空調節バルブにより一定に保持する。リボイラー内の原料は設定圧の沸点に達すれば発生蒸気が塔を上昇してコンデンサーに至り、(コンデンサーには冷却水を予め通水しておく)上昇蒸気はコンデンサー管内で凝縮し還流液ポットに入る。予め最下部のバルブを開としておき、この量まで溜まるとオーバーフローして還流液が塔に入る。この状態で蒸留を続け、塔頂の温度が次第に低下し、ほぼ一定となれば滞留液を初留液として抜出す。つぎに下部のバルブを開として所定のバルブを開とする。この状態で全還流運転を行い、前回と同様塔頂温度が低下

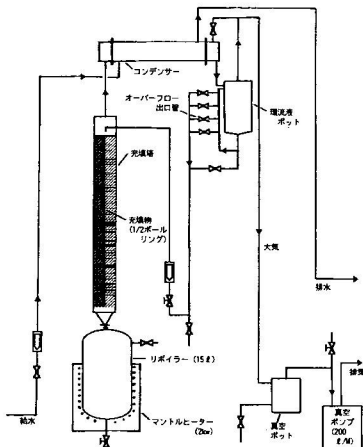


図1 発泡スチロール回収油の蒸留実験装置フロー図

設計、製作した実験用蒸留装置の概略図を図1に示した。装置は、リボイラー(蒸発缶)、塔(充填塔)、コンデンサー(全凝器)、還流液ポット、真空ポットおよび真空ポンプで構成している。

リボイラーは内容積を15ℓとし、外部にマントルヒーター2kWを設けて加熱した。塔は内径108mm 高さ2500mm

表4 蒸留精製実験による主留量とその成分比

RUN	仕込量 (g)	初留 (g)	主留 (g)	釜残 (g)	トルエン (%)	エチルベン ゼン(%)	スチレン (%)	α メチルス チレン(%)
1	9972	320	6302	2997	3.4	6.2	88.1	0.9
2	10331	308	5114	4909	4.6	7.8	87.1	0
3	10330	439	5135	4756	3.0	6.9	89.3	0
4	11849	518	7343	3988	2.6	5.6	90.0	1.3
5	9743	1007	5403	3333	1.1	4.5	93.2	0.9
6	11664	1129	7142	3393	1.1	3.9	91.5	2.4

し安定するのを待つ。この過程で還流ポットに溜める量による留出液の組成が変化する。すなわち、仕込量に対し、留出率を変数として成分の変化を見ようとするものである。

5. 結果および考察

発泡スチロール回収油の主要成分物性を表1に、供試した回収油原液の組成を表2に示す。

蒸留の操作条件を加熱温度の関係で初留時圧力約100 Torr, 主留時70~40Torrに各々一定に保持して実験した時の蒸留温度, 圧力の一例を表3に示し, その実験結果を表4に示した。このデータを留出比とスチレン濃度について整理すると表5のとおりで、この表を初留比別に主留比とスチレン濃度についてプロットすると図2のようになる。これによって実験塔においては、初留比を上げるとスチレン濃度が上昇することが分る。

初留成分のスチレンに対する比率は、原液にて12.5%存在するので十分初留成分をカットすることがスチレン濃度の上昇につながることは十分うなずけることである。

実験の結論として、充填塔高2m程度の塔で90%濃度のスチレンモノマーが原液に含有する量に対して、60%程度の量で回収できることが判明した。さらに濃度を上げるためには、蒸留塔の性能を向上させることが必要である。ただし、この蒸留回収スチレンモノマーは、現状では純度が99%でも100円程度にしか評価できないので、あまりこの精製にコストを費やすことは無駄と考えられ、ここで得た90%程度のモノマーで実用的用途があれば、これは有効利用できたと判断できる。また精製後の釜残液は粘性が重油程度であり、十分にバーナー用燃焼オイルとして使用できることも判断できる。

表5 蒸留精製による留出比とスチレン濃度

RUN	初留比 (%)	主留比 (%)	釜残比 (%)	スチレン濃度 (%)
1	3.21	63.20	30.05	88.1
2	2.98	49.50	47.52	87.1
3	4.25	49.71	46.04	89.3
4	4.37	61.97	33.66	90.0
5	10.34	55.46	34.21	93.2
6	9.68	61.23	29.09	91.5

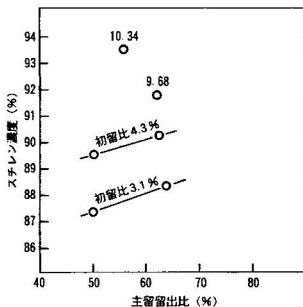


図2 蒸留精製による主留留出比とスチレン濃度

6. おわりに

広島県立東部工業技術センター内に発泡スチロール回収油蒸留実験装置を設置して、当回収油の精製蒸留実験を実施した。

その結果、初留分を10%カットし、主留分を60%留出させると純度が90%程度のスチレンモノマーが得られた。

現在この精製モノマーのFRP溶剤、塗料溶剤としての用途開発を関係企業に依頼して、性能評価テストを実施中で、釜残液も重油相当燃料として使用ができ、すでに開発している回収油装置と当回収油精製装置によって、廃発泡スチロールを完全に再資源化することができる見通しがたつた。

なお、今後、回収油の精製については、実用蒸留塔装置費と操業コストの試算による実用性について研究を進める予定である。