

VOC 溶剤回収ウォールウェッター蒸留システム

1. 概 要

VOC ガスの規制が強化される傾向にある現状に対する現実的な対策として、(1) 製品そのもののものの含有率の規制値以下への減少、(2) 生産プロセス中で VOC 溶剤から無害溶剤への入替・交換、(3) VOC 溶剤を使用したプロセスの排気ガスからの回収除去、(4) 機器洗浄等に使用した廃洗浄液からの溶媒精製回収などが行われています。(1) や (4) の VOC 溶剤を含む溶液やエマルジョン液から VOC を除去・精製・回収する効果的な蒸留システムを設計し、省資源、リサイクル、環境対策に貢献しています。基本システムは図 1、図 2 に示すように、基本的にはウォールウェッター WW を装備した蒸発釜と出てきた蒸気を凝縮のみで回収するコンデンサーか分留する蒸留システムが組み合わされたシステムとなっています。この WW と蒸留塔を一つにユニット化したシステムの特許が成立しました。

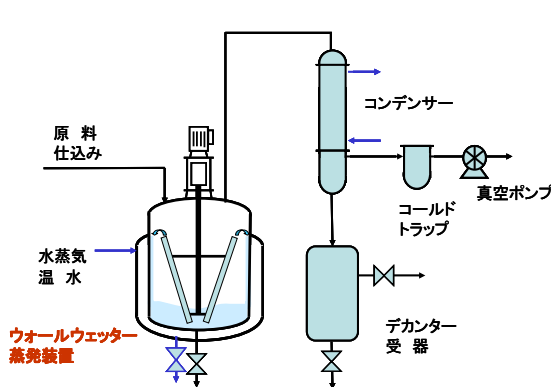


図1 溶剤回収システム I (ウォールウェッター蒸発装置とコンデンサーの組み合わせ)

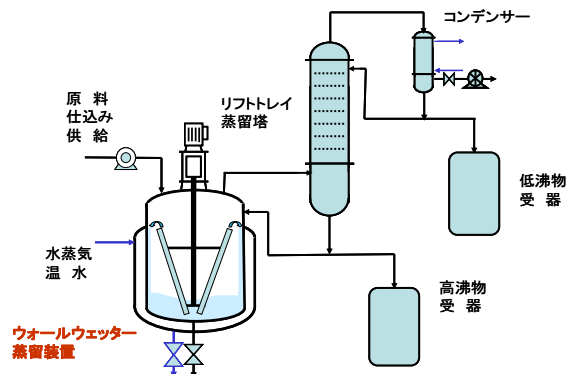


図2 溶剤回収システム II (ウォールウェッター蒸発装置と精留システムの組み合わせ)

処理すべき溶液から蒸発する物質の回収が必要であるが、その凝縮液の成分を分離精製する必要がない場合は（互いに溶解しにくい成分の場合はデカンターを付き）コンデンサーを用います。また溶剤とともに蒸発する水分などはデカンターから戻すか、新たな純水を補給することになります。処理すべき溶液から複数の溶剤や製品に残すべき成分が蒸発する場合は精留をして精製した溶剤を回収し、再利用することになります。また、精留で分離された有用成分は釜内溶液に戻すようにします。

2. 本システムの特長

VOC 溶剤を含む溶液を回分蒸留する場合、一般に蒸発すべき量が多く、体積減少が大きいため蒸発釜の上部の伝熱面が乾いてしまい、伝熱速度が大きく低下してしまう問題がありましたが、ウォールウェッターを装備した蒸発釜にすることによりジャケットとの伝熱面を常に流下液膜状に濡らして焦げ付きなしに終始 100% 有効に活用できるようになり、蒸発濃縮技術が大きく進歩しました。特に塗料、インク、接着剤等々、ポリマーなど粘着成分を含んでいる場合やそれを処理した釜の洗浄廃液の場合、伝熱面への粘着、固着、焦げ付きなどが抑制され、ご好評をいただいています。蒸発液表面積が大きいため蒸発速度を高く維持でき、処理時間の大幅な短縮が可能であること、減圧操作の仕方によりエマルジョン溶液などの泡立ちにもかなり旨く対処できることなどのために応用範囲が益々広がって来ています。

蒸発濃縮操作が進展して溶液量が減少しても蒸発速度がほぼ一定に維持されるために精留装置は常に安定に運転でき、蒸発所要時間も大きく短縮されます。

3. 適用分野：VOC 溶剤の除去回収の場合

VOC 溶剤（トルエンなど）を含む溶液の場合は熱変性物質がなければ常圧操作となり単純に蒸発界面の蒸気圧だけの問題であり、いかにその成分を（界面更新運動により）界面に移動させるか、いかに界面積を大きくするかが問題でありましたが、ウォールウェッターにより容易に解決されます。

VOC 溶剤を含むエマルジョン溶液の場合、分散粒子（ポリマー粒子やモノマー液滴など）中に VOC 溶媒が含まれており、水の連続相を通過して蒸発しなければならないのですが、連続相の水も一緒に蒸発するため、エマルジョンの物性維持のために水を補給する必要がある場合も多いです。エマルジョン

粒子の安定性のために沸点を下げる必要があるため、減圧（例えば数 10 torr）で操作する場合が多いです。また、分散剤が入っているから発泡することが多いですが、減圧操作を旨くやれば、泡立ちを抑制しながら蒸留することができます。

4. 運転例

図 2 のウォールウェッター蒸発釜（伝熱面積 0.68 m²）と精留塔（リフトトレイ 5 段）からなる蒸留システムを用いて微量のトルエンを含む混合溶剤（トルエンより低沸点の主成分 A 溶剤と高沸点の B 溶剤）から A 溶剤を回収する常圧蒸留実験を行いました。最初、ウォールウェッター蒸発釜に仕込んだ原液のみで全還流操作を行い、次に原液を連続的に供給しながら塔頂コンデンサーから同じ量の凝縮液を抜き出し、同じ量を還流（還流比＝1）して準定常運転を行いました。運転記録を図 3～5 に示します。

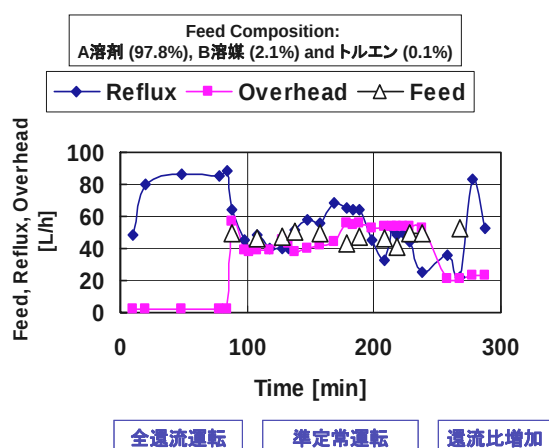


図 3 運転レコード（原液供給量、塔頂拔出量、還流量の変化）

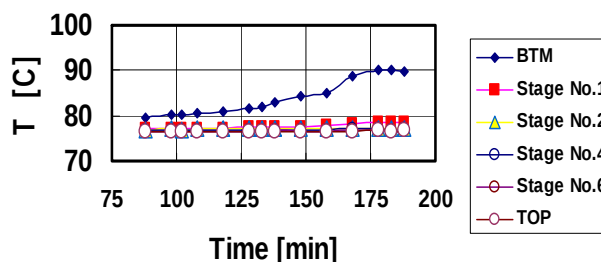


図 4 準定常操作時の塔底および各段の温度の時間変化

この実験で使用した原液は塔頂側から出る低沸点成分の A 溶剤量が圧倒的に多いので、塔頂側のみで抜き出しをしました。原液供給量と塔頂抜き出し量を等しくし、還流比＝1 で準定常操作をする期間では図 4 のように、微量な高沸点成分が徐々に塔底に蓄積されるので徐々に温度が上昇するが、圧倒的に A 成分が多いので他の段は各段ともほぼ同じ温度で一定に維持されています。

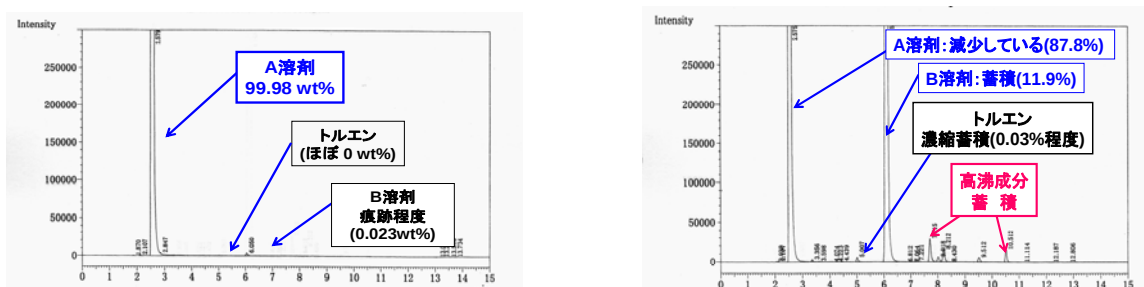


図 5 準定常操作後期の塔頂蒸気（左図）と塔底液（右図）の組成（運転開始後、200分経過）

図 5 にガスクロによる濃度分析結果を示します。塔頂では、左図のように、ピュアな A 溶剤が回収されています。抜き出しをしていない塔底では右図のように、B 溶剤と僅かながらトルエンおよび高沸点成分が濃縮され、蓄積しており、塔頂側に影響しない適当な時機に抜き出せばよいことになります。

5. 結 び

VOC で特に現在問題となっているトルエンを主として含む原液の場合は先ず全還流運転をして行くと高沸点成分のトルエンが精留塔の塔底に濃縮されて来ます。次に原液を供給する準定常操作に切換えて供給速度に合わせて塔底液を連続的に抜き出して行けばいい訳で、操作は上と同様であり、適切な還流比で本システムは有効に活用されます。環境技術に関連して平成 23 年度兵庫県科学賞を受賞しました。

特 許 日 本 第 4058410 号