

トリエチレングリコール類表面含浸液体膜による 空気中の VOC 蒸気除去の研究

Sui Guozhe*

Research of Separation of VOC Vapor from Air by a Surface-Soaked Liquid Membrane Module Using Triethylene Glycols

by Sui Guozhe

本論文は空気中の VOC を分離・除去するための新規な液体膜式 VOC 除去装置の開発と性能について述べたものである。「表面含浸型液体膜」という独自の液体膜構成法を開発し、これによるトリエチレングリコール (TEG) 液体膜モジュールで空気中の微量 VOC 蒸気の除去性能を検討した。論文は以下の 5 章で構成される。

第 1 章「緒言」では本研究の背景および関連する既往の研究に関して記述し、本研究の目的を述べた。VOC とはベンゼン、トルエン、スチレン、アセトンなど揮発性有機化合物の蒸気であり、大気中や屋内に存在し、人の健康と環境に大きな影響を与えている。最近では PRTR (Pollutant Release and Transfer Register: 環境汚染物質排出移動記録) の実施や、室内空気における「化学物質過敏症」や「シックハウス症候群」の問題から、その除去・回収法が開発が求められている。従来空気中の VOC 除去法は、活性炭吸着法、スクラバーや燃焼法が適用されているが、それらの問題点を指摘し、膜分離法の優位性を述べた。それをもとに、本研究で取り扱う液体膜式 VOC 除去プロセスの概要と特徴を述べて緒言とした。

第 2 章「通常除去方法とシリコーンゴム膜の VOC

蒸気の除去性能」では、実用化されてい吸着法およびシリコーンゴム膜による VOC 除去性能を調べた。1 m のチャンバーを作り、その空気中の親水性のエタノール、アセトン蒸気や疎水性のベンゼン蒸気の換気除去性能を調べた。比較のためおこなった換気実験の除去性能は親水—疎水性と関係なく、換気速度に依存することから、チャンバー内は完全混合状態であることが示された。液体膜と同構造のシリコーンゴム膜による平膜モジュールを製作し、チャンバー中の VOC 蒸気除去性能を調べた。実験結果に対する蒸気透過係数に基づくモデルは、供給側完全混合 / 透過側プラグフローモデルと仮定することで、VOC 蒸気の除去結果をほぼ予測することができた。これらの各種方法の VOC 除去性能結果は、以下の液体膜プロセスと比較された。

第 3 章「支持液体膜の VOC 蒸気の透過性能」では TEG 類液体 (TEG およびそのエーテル類) を用いた液体膜の空気と VOC 蒸気の透過係数 (P) と溶解度係数 (S) を測定し、VCO 蒸気透過係数を溶解拡散説にもとづいて考察した。23cm²の小型膜モジュールにより、TEG 類液体膜の各種 VOC 蒸気の透過係数を水蒸気共存、非共存下で測定した。液体膜は VOC 蒸気を優先透過し、VOC 蒸気 / 空気分離

*新潟大学大学院自然科学研究科

現在 Qiqihar University

〔新潟大学博士 (工学) 平成21年 9 月授与〕

係数は2000であった。水蒸気の存在は VOC 蒸気透過係数におよぼす影響が小さかった。蒸気透過係数は各成分の溶解度パラメータとの相関性が示された。TEG 類液体の VOC 蒸気除去用の液体膜としての性能が証明され、測定された蒸気透過係数を以下のモデル解析の基礎とした。

第4章「表面含浸液体膜による VOC 蒸気の除去性能」では新規の表面含浸液体膜の構成を説明し、それによる VOC 蒸気の除去性能をチャンバー実験により測定し、解析をおこなった。表面含浸液体膜の基材となる、裏表で親・疎水性の異なる多孔質膜の製法と表面の接触角測定を示した。平膜モジュールは30cm角で、上下面に厚さ約20 μm の液体膜を設置する。この平膜モジュールを3枚並列に設置して、真空ポンプに接続することで VOC 除去装置を構成した。チャンバー試験により、初期濃度1000ppmの

VOC 蒸気濃度の低下の経時変化を測定することで VOC 除去性能とした。Sweep air 流量, VOC 蒸気の種類, 透過側の圧力, 膜面積, チャンバー内の湿度が VOC 蒸気の除去性能におよぼす影響が実験的に示された。これら実験結果は3章で測定された蒸気透過係数に基づくモデル計算と良好に一致した。また、2章の換気法, 吸着法, 高分子膜法と比較され、液体膜分離プロセスの有用性が示された。水蒸気共存の影響と耐久性が議論された。最後に本液体膜装置の空気浄化装置としての実用化に向けての課題を挙げた。

第5章は全体の総括である。本研究を通して新規な表面含浸液体膜による VOC 蒸気除去装置が開発され、その VOC 蒸気除去性能が示された。モデル計算と比較することで、提案した液体膜プロセスの設計法を確立した。