

アンモニア蒸留分離プロセスの省エネ革新と窒素資源の循環利用に資する ヒートポンプ式アンモニア回収装置の開発

坂口 勝俊 (さかぐち かつとし) 一般社団法人 日本エレクトロヒートセンター 業務部 課長
(現 四国電力株式会社)

池田 博史 (いけだ ひろふみ) 木村化工機株式会社 開発部 部長

要約 本装置は、新開発したヒートポンプと全く新しい蒸留システムの融合により、排水等に含まれる低濃度アンモニアの濃縮効率を飛躍的に向上させ、既存蒸留システムの高効率化のみならず、窒素資源であるアンモニアの循環利用に資するものである。アクリル繊維原料や半導体製造工程で使われるアンモニアは、最終的には低濃度の排水となり、その濃縮分離に要する蒸留工程においてはエネルギーの多消費が課題であった。そこで、①蒸留塔を通常の1塔から2塔に分割し、塔頂での発生熱を回収することで、ヒートポンプの熱源水に利用、②最大70℃を熱源に95℃温水の取出しが可能なヒートポンプを新開発、③ユーザー別に個別検討が可能な熱解析ソフトの開発などを行い、半世紀以上にも亘り進化していない従来の蒸留システムに比べ原油換算で75.5%の省エネを実現した。

1. 開発の背景および目的

現在、アンモニアは基礎化学品として大量に消費されている一方、特に排ガスの脱硝工程、半導体関連産業、化学繊維産業等から排出される排水には低濃度のアンモニアが含まれており、その総排出量は膨大である。現在、我が国では年間約100万トン、世界ではその150倍の約1億4400万トン(図1 米国地質調査所、2020年)のアンモニアが製造されており、世界の生産量は増加の一途をたどっている。アンモニアはそのほぼ全てが天然ガスや大気窒素を原料とするハーバー・

ボッシュ法によって作られており、その製造時におけるCO₂排出量は、世界全体で約4億5千万トン/年(Chemical & Engineering News 2019年6月5日)、国内では約200万トン/年(環境省)と推定され、地球全体の1%以上に相当し、CO₂排出量増加の大きな要因となっている。

以上のように、アンモニアは製造時に多くのエネルギーを消費するだけにとどまらず、廃棄後においては富栄養化を始めとする水質悪化を招くことが懸念されるなど、環境負荷が高い点が特徴である。窒素循環型社会の構築、地球温暖化対策、さらには国連で採択されたSDGs(持続可能な開発目標)の達成のためにも、高効率な窒素資源回収技術が求められている。

アンモニアは、その性質から環境規制が厳しく、毒物および劇物取締法においても劇物に指定されている。アンモニアを含む排水の処理方法としては、大量エネルギー消費型の蒸留法(スチームストリッピング/図2)による放散塔でアンモニアを除去した後、最終的にアンモニア水(安水)として回収するか、もしくは除去したアンモニアガスを希釈して触媒燃焼法により無害化する方法のいずれかが主流である。

アンモニアを分離・回収する際、大きな課題となっているのが蒸留法における“エネルギー効率の低さ”で

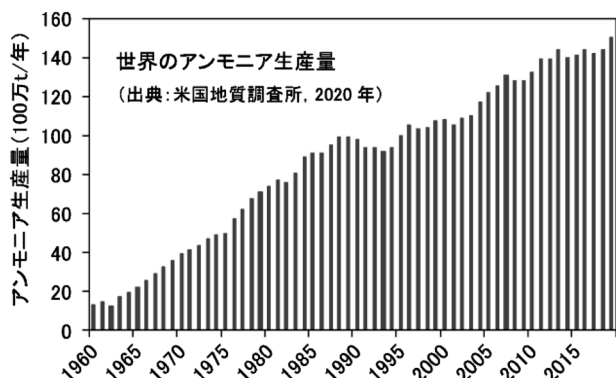


図1 世界のアンモニア生産量推移