

革新的蒸留技術 HIDiC

中 岩 勝 独立行政法人産業技術総合研究所 環境化学技術研究部門 研究部門長

要約 蒸留プロセスの大幅な省エネルギー化を目的として、蒸留操作、伝熱操作、ヒートポンプの原理を「統合化」した内部熱交換型蒸留塔（Heat Integrated Distillation Column, HIDiC）プロセスに関して、本稿ではまず、開発の背景として従来型の連続蒸留の特徴やヒートポンプ技術とのマッチングを紹介した。また、HIDiCが熱力学的に理想的な連続蒸留を具現化しようとするものであることを示した。さらに基礎研究からパイロットプラント、実用化に至る開発の経緯や海外での開発動向を紹介し、わが国の研究開発の特徴を論じた。

1. はじめに

自己熱利用による省エネルギー蒸留分離システムである内部熱交換型蒸留塔（Heat Integrated Distillation Column、略称 HIDiC）は化学産業等の蒸留プロセスをターゲットとして大幅な省エネルギー化を目的とした新技術である。前報¹⁾では、この技術の概要、開発の経緯、パイロットプラント試験の内容や成果について解説した。ここでは HIDiC の特徴を改めて見詰め直し、現状と今後の展開を示してみたい。

2. 連続蒸留技術について

HIDiC 技術を議論する前に、まず蒸留プロセスの省エネルギー化の歴史を振り返ってみよう。蒸留プロセスは紀元前に香料を精製するために使用されるなど、最も古くから使われている化学プロセスの一つである。その原理は加熱による溶液の蒸発と冷却による凝縮で、溶液成分の沸点差に基づいて液体を分離するというものである。操作としては、容器に仕込んだ原料液を一定時間加熱し、発生する蒸気を冷却・液化して集める、いわゆる単蒸留が行われていた（図1）。その後アルコールや酸の製造など、またイタリアのルネッサンス期には錬金術（オカルトではない自然の理を利用する技）の重要な技術として、蒸留操作は蒸留酒を始めとして様々な応用されてきた。それが18世紀から19世紀にかけて、熱がエネルギーの一つの形態であることや蒸発潜熱の概念が明らかにされ、蒸気を持つ熱で液体を加熱可能ことがわかり、様々な試みを経て

19世紀末に原油からの自動車用燃料精製のニーズにより現在の連続蒸留プロセスの基礎が確立された²⁾³⁾。

一般的な連続蒸留プロセス（塔）の概略を図2に示す。蒸留塔では原料が供給される部分より上部を濃縮部、下部を回収部と呼んでいる。内部ではトレイまたは段と呼ばれる棚状の構造物や様々な形状の充填物により、下部より上昇する気相混合物と上部より下降する液相混合物が接触するように工夫されている。この接触により気相混合物と液相混合物の間で蒸発潜熱が移動し相変化する。この際に、発生する気相は液相よりも低沸点成分に富み、液相は気相よりも高沸点成分に富むことになる。従って、塔の両端に向かって低沸

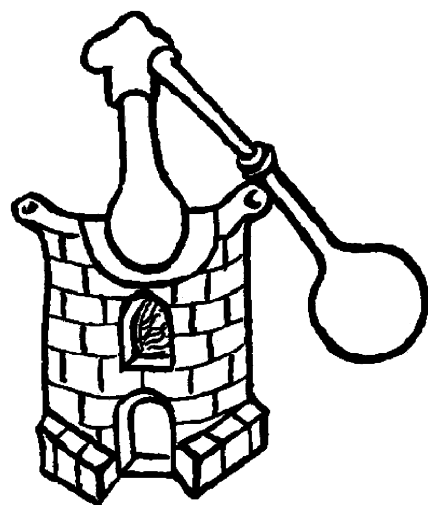


図1 紀元初頭の蒸留器
本体、頭部、受器、そして加熱炉から構成される（E.J. ホームヤード、錬金術の歴史 1957（大沼正則監訳）朝倉書店 1996）