

遠心薄膜蒸発器の紹介

UBEマシナリー株式会社
産機事業本部 プロセス機器技術部
化学機器グループ

竹田 祐也

1. はじめに

当社はチタンクラッド鋼などを用いることで耐食性を高めた圧力容器、高粘度液や熱に弱い製品の濃縮分離に用いられる遠心薄膜蒸発器、超高粘度液を効率的に攪拌混合できる高粘度用重合器の設計・製作を行っている。

これらは化学品、樹脂、食品、医薬品、近年では電子材料など多くの用途で用いられており、2020年に日立プラントメカニクス(株)の化学機器事業を承継したもので、60年以上の歴史を有している。

今回、当社が扱う機器の内、遠心薄膜蒸発器の特徴と実験機についてご紹介する。

2. 遠心薄膜蒸発器の概要

(1) 遠心薄膜蒸発器の用途

当社の遠心薄膜蒸発器（以下コントロと称す）は60年前にコントロ社から技術導入し、改良を図った自社オリジナル製品である。今日までに1,000基以上の

納入実績をもち、「コントロ」の愛称で親しまれている。

コントロで作られる身近な製品は、キャンディが挙げられる。水分を蒸発させる濃縮工程を短時間で行えるため、キャンディの変色や焦げ、風味劣化などを抑えることができる。コントロの使用用途はポリマー溶液の濃縮が多い。その他にもポリマー化工程で発生する破材のリサイクル、廃液中の溶剤回収、蒸留塔のリボイラーに付加することによる高度な分離にもコントロが使用されており、これらの用途はSDGsに貢献している。

(2) コントロの原理と特徴

コントロの構造を図1に示す。コントロ内部に供給した原液を高速で回る回転翼の遠心力で胴内面に薄膜状に押し広げ、ジャケットの熱媒体で加熱し、低沸点成分を蒸発させることで濃縮や分離を行う機器である。コントロ胴内を真空にして沸点を下げて処理することが多い。

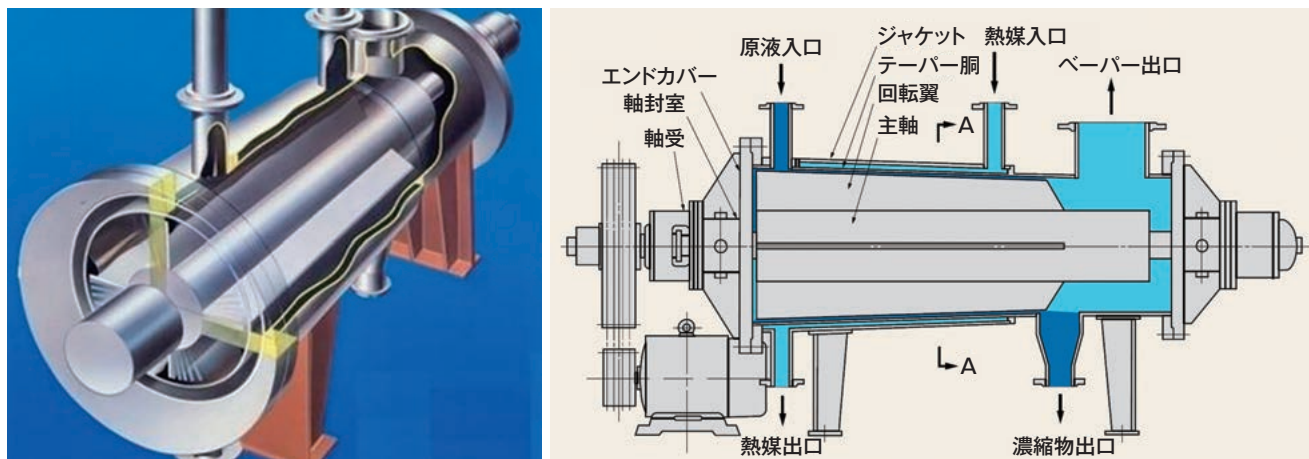


図1 遠心薄膜蒸発器(コントロ)の構造

コントロの主な特徴は下記のとおりである。

- ① 高速攪拌で原液を薄膜状に押し広げているため、伝熱係数が高く、短時間で蒸発・濃縮処理ができるため、高粘度液や熱に弱い製品の処理に適する
- ② 液膜が攪拌流動しているため、胴体内壁への異物付着が抑制でき、スケーリングしやすい液やスラリー液の処理に適する
- ③ 薄膜液での処理のため、液深による沸点上昇がなく、真空蒸発に最適
- ④ ジャケット釜などのバッチ処理から連続処理にして効率化を図れる
- ⑤ 薄膜状で処理するため伝熱面積と処理量が比例関係にあるため、ジャケット釜と比較して、生産量が増えたときのスケールアップが容易で、受熱時間が増えることもない
- ⑥ 各種圧力容器への対応も可能で、石油化学など厳しい条件でも使用可能
- ⑦ 堅牢設計で長寿命
- ⑧ 横形は立形にはない特徴を有する
(次項参照)

(2) コントロの種類

コントロは図2に示す種類がある。横形は立形のように缶内に軸受がないため、コンタミネーションのリスクが少ない。またコントロの胴を液出口に向かってテーパ形状に絞ることで、遠心力の分力（原液が入口側に戻ろうとする力）が働くため、高濃縮時や低ロード運転でも液膜切れが起こらず焦げ付きにくい。なお、横形は大型になると軸のたわみで胴と回転翼の隙間維持に影響が出るため、伝熱面積が15m²を超える場合は立形となる。傾斜翼コントロは羽根をスクリューのようにねじっているため、液膜を排出方向に押し出す力が働くため、2,000Pa・sの高粘度液やチクソトロピー性液体の処理が可能である。可変翼（セブコン）は羽根外径と胴内壁のクリアランスが極小、もしくは接触する構造で、この掻き取り力によってスラリー液を粉体化まで処理することが可能である。

機種	横形コントロ	立形コントロ	傾斜翼コントロ	可変翼（セブコン）
構造	低中粘度液を高濃縮処理 	低中粘度液を大量処理 	高粘度液を処理 	固形物を含む液を処理 
	サニーコントロ 			

図2 コントロの種類

3. サニーコントロール

堅牢設計で压力容器などの規格にも対応できるコントロールは石油化学の製造プロセスでは一般的な装置として定着しているが、食品、医薬品、電子材料ではサニタリー性やユーザビリティが重要視され、これらに対応できるように開発したのがサニーコントロールである。サニーコントロールは横形コントロールにサニタリー性、ユーザビリティを付加したものである。

サニーコントロールの構造を図3に示す。サニーコントロールは回転翼を片側のみで支える片持構造のため、容易に容器開放ができる。また回転翼やモーターなどの駆動部を一体化しているため、駆動部をスライドするだけで回転翼を抜き出すことができ、内部清掃の操作性向上、時間短縮を図っている。

電子材料、医薬品では少量多品種生産が多いため、容器内を短時間で清掃できるという点は石油化学向けコントロールとの大きな違いで、特筆点である。

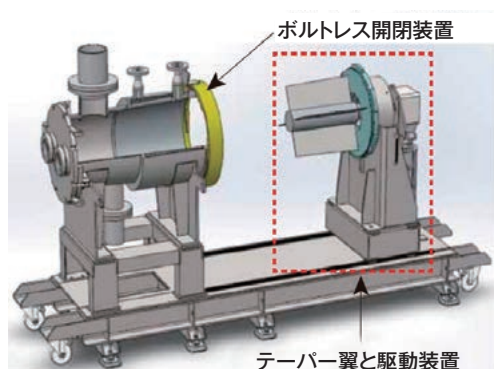


図3 サニーコントロールの構造例

4. 実液実験

新製品生産プロセスの開発や既存プロセスの改良にコントロールが適用できるかを確認、検証するため、当社に実験機を常設しており、実液実験が可能である。その際、最適な運転条件の探索やスケールアップデータの採取も行える。お客様から原料を送付いただいて当社で実験することを基本としているが、原料の移送が困難な場合や長時間運転が必要な場合は、実験機の貸出も可能である。貸出時には実験機の操作説明や指導員の派遣も行っている。

当社が常設しているコントロール実験機は伝熱面積 0.1m^2 横形コントロール、 0.3m^2 立形コントロール（写真1）と、 0.025m^2 横形コントロール（写真2）がある。立形コントロールは回転翼を交換することでセブコンの実験も可能である。 0.025m^2 横形コントロールは蒸発器本体の重量が 16kg と軽量でコンパクト（省スペース）なことから、少量危険物非該当程度の少量の原料で実験できるため、実験費用や時間を抑制できる。また実験原料が高級な場合や、試作段階で十分に準備できない場合にも 0.025m^2 は有益である。



写真1 0.1m^2 横形（右）、 0.3m^3 立形（左）



写真2 0.025m^2 横形コントロール

5. おわりに

当社のコントロは従来の樹脂製造を主とした石油化学製品、食品、医薬品、電子材料に加え、SDGsに向けた廃液や破材のリサイクル製品など、多種多様な製品に使用いただいている。コントロの長年にわたる納入実績から蓄積された豊富な知見を基に当社ではコントロの適性や運転条件などについてもご提案しているので、まずは気軽にお声掛けいただきたい。

今後も私たちUBEマシナリーグループは、“製品”、“サービス”、そして“ひと”との融合・調和から生み出される、心をこめた「いいもの」をお客様と共に作りあげ、世界にお届けしていく所存である。