

遠心薄膜蒸発器、高粘度用重合器の実験室(化学機器技術センター)開設

～お客さまの新規用途開発・プロセス改良などの実験ニーズへの対応～

UBEマシナリー株式会社
産機事業本部 化工・粉碎技術部
化学機器グループ
主席部員 柿本 健一

1. はじめに

当社はチタンやニッケル合金などを用いることで耐食性を高めた圧力容器、高粘度液・スラリー液・熱不安定物質含有液の濃縮分離に用いられる遠心薄膜蒸発器、超高粘度液の攪拌混合で樹脂製造に用いられる高粘度用重合器の設計・製作を行っている。

これらは2020年、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年以上の歴史のある機器である。化学業界をはじめ、食品、医薬品、近年では電子材料など多くの分野で用いられている。

2022年11月、当社に遠心薄膜蒸発器と高粘度用重合器の実験ができる化学機器技術センターを開設したので、これら機器の特徴と実験室(化学機器技術センター)についてご紹介する。

2. 遠心薄膜蒸発器の特徴

当社の遠心薄膜蒸発器は60年前にコントロ社から技術導入、改良してきたもので、これまでに1,000基以上の納入実績があり、「コントロ」の愛称で親しまれている。

遠心薄膜蒸発器の構造を図1に示す。内部に供給した液を高速回転する回転翼の遠心力で胴内面に薄膜状に押し広げ、ジャケットで加熱し、低沸点成分を蒸発させることで、濃縮や分離をする機器である。胴内を真空にして沸点を下げて処理することが多い。液を強制的に薄膜状にすることと、その薄膜液が回転翼で強力に攪拌されることで、伝熱係数が高く、短時間処理できることが特徴である。この特徴により、高粘度液、熱不安定物質含有液、スケーリングしやすい液やスラリー液の蒸発分離が可能となる。

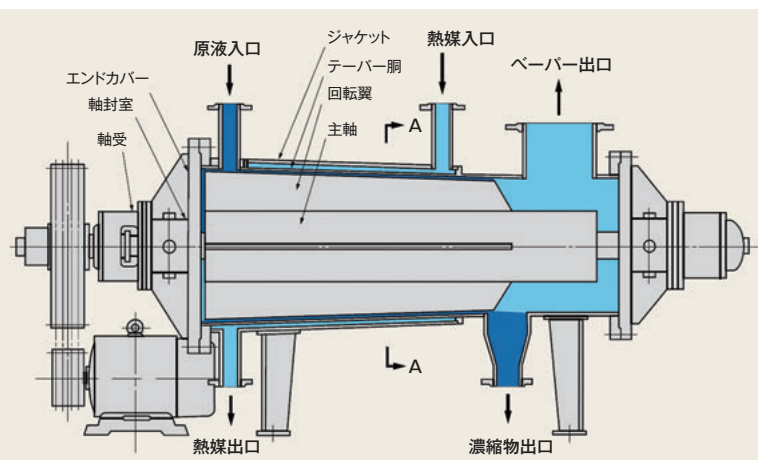
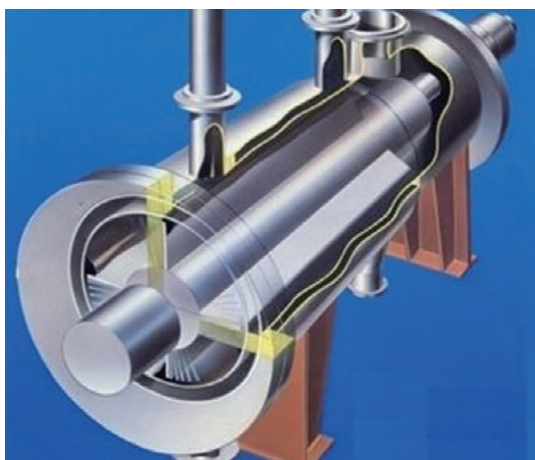


図1 遠心薄膜蒸発器の構造

具体的な遠心薄膜蒸発器の使用例を表1に示す。当社の遠心蒸発器は図2に示す種類があり、用途、条件により選定を行う。横形は胴内に軸受がないため堅牢であり、過酷な条件でも使用できる。また、胴をテーパ形状に出口に向かって絞ることで、遠心力の分力で液が入口側に戻ろうとする(図3)。このため、高濃縮時も膜切れが

起こらず焦げ付きにくい。よって、横形が使用できる場合は横形を推奨している。また、横形の中でもワンタッチで開放、清掃を容易に行えるサニーコントロールは食品やファイン、電子材料の分野で使用されている。なお、横形は大型になると軸のたわみで胴とロータの隙間維持に影響が出るため、大型の場合は立形を推奨している。

表1 遠心薄膜蒸発器の使用例

分類	用途
薬品	抗生物質、糖液、酵素、漢方薬、ビタミン、農薬
食品	果汁、肉汁、ゼラチン、キャンディ、アミノ酸食品
油脂	大豆油、レシチン、油脂、動物油、潤滑油
合成樹脂	PP、PE、PS、PC、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、PPS、PET、アクリル樹脂、石油樹脂、MMA
繊維・ゴム	アクリル樹脂、ポリエステル、ナイロン、カプロラクタム、PTA、DMT、スパンデックス、炭素繊維、合成ゴム
石油化学	スチレンモノマー、アルコール、TDI、EDC、アクリル酸、コハク酸、EG
化学	インク、グリセリン、ヒドラジン、シリコンオイル、界面活性剤、フォトレジスト、ラテックス、硫化ソーダ
その他	4塩化チタン、金属石けん、メッキ排水





機種	横形コントロール	立形コントロール	傾斜翼コントロール	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
サニーコントロール				

図2 遠心薄膜蒸発器の種類

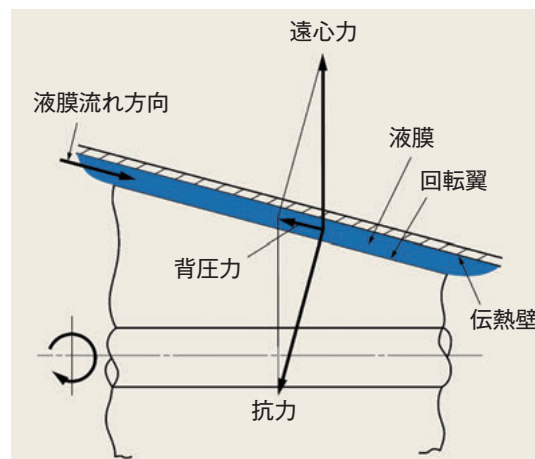


図3 テーパー形状の効果

3. 高粘度用重合器の特徴

当社の重合器は60年前に開発したもので、1軸タイプ、2軸タイプ合わせて200基以上の納入実績があり、特に2軸メガネ翼タイプは国内外から「メガネ」の愛称で親しまれている。

2軸メガネ翼重合器の構造を図4に示す。内部に投入された樹脂はメガネ翼(写真1)で攪拌混合され、重合が進行する。2軸に取り付けられた翼による相互掻き取り効果でシャフトへの超高粘度液の付着を防ぐセルフクリーニング機能に加え、広い気液界面積(写真2)を生み出し発生ガスを効率よく排出することで、重合度が

高くできること、反応速度が速いこと、高いピストンフロー性(ショートパスがないこと)により製品の分子量分布の幅を狭くできることが特徴である。これにより、2000Pa・sまでの超高粘度領域で重合が可能であり、熱劣化の抑制、生産効率の向上ができる。

本機器はPET、PC、POM、PLA、PBAT、バイオマスプラスチック、生分解性プラスチックなどの高粘度ポリマーの生産に適しており、ペットボトルやCD/DVDの普及に寄与してきた。

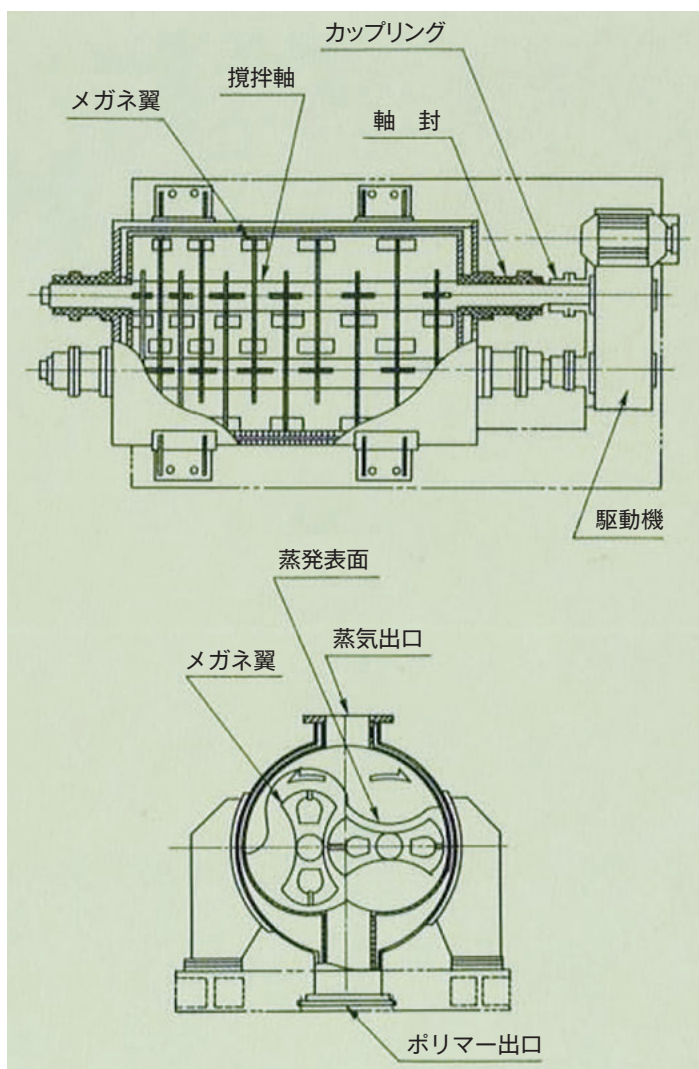


図4 2軸メガネ翼重合器の構造



写真1 2軸メガネ翼



写真2 メガネ翼で形成される液表面

4. 化学機器技術センター（実験室）

遠心薄膜蒸発器は従来の樹脂製造に加え、半導体材料の製造、溶剤回収や端材リサイクルなどのカーボンニュートラルに向けた新用途での使用が期待される。高粘度用重合器もバイオプラスチックや金属代替のための樹脂製造での使用が期待される。

お客様の新規用途開発やプロセス改良などに当社遠心薄膜蒸発器や高粘度用重合器を用いて実験いただき、最適な運転条件の探索とスケールアップデータを採取いただけるよう、2022年11月化学機器技術センターを開設した。

化学機器技術センターの外観、設置機器を写真3～5に示す。設置機器の詳細は表2に示す。使用可能なユーティリティは蒸気(0.85MPaまで)、熱媒油(300℃まで)、チラー水、窒素などである。参考に遠心薄膜蒸発器のフローを図5に示す。

お客様から提供いただいた原料を用いて本センターで実験することはもちろんのこと、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。



写真3 化学機器技術センター外観



写真4 遠心薄膜蒸発器(左：立形、右：横形)



写真5 高粘度用重合器

5. おわりに

化学機器技術センターの開設により、長年培ってきた蒸発と重合の技術を新たな市場で活用していく土台が整った。地球環境問題に端を発したカーボンニュートラル対応など、当社はお客様の求める価値を追求し続けることで、来るべき社会の実現に貢献していきたいと考えている。

表2 設置機器詳細

ニックネーム	コントロちゃん1号 (K1)	コントロちゃん2号 (K2)	メガネ君1号 (M1)
型式	横形遠心薄膜蒸発器	立形遠心薄膜蒸発器	高粘度用重合器
能力	伝熱面積 0.1m ² 処理量 10~100kg/h	伝熱面積 0.3m ² (セブコン兼用) 処理量 30~300kg/h	反応器 有効容積 6L 連続重合
サイズ	2200 L x 1400 D x 2500 H	2100 L x 2100 D x 3800 H	2500 L x 2300 D x 2600 H
材質	SUS 316	SUS 316	SUS 316
設計圧力、温度	F.V. 300℃	F.V. 300℃	F.V. 300℃
用途	濃縮、分離、脱モノマー、脱溶剤、脱臭、精製、排水処理		高粘度樹脂の攪拌、混合、重合、脱溶剤、脱ガス
特徴	低粘度から高粘度液まで高濃縮可能 滞留時間が短く伝熱係数が高いため熱不安定物質の処理可能 回転翼によりスケールリングしにくい 真空蒸発が可能 スラリーの粉体化も可能		2000Pa・sでもセルフクリーニング機構で理想的な混合逆混合の少ないピストンフロー 大きな液表面により大きな蒸発速度
分野	化学、薬品、電材、食品など		樹脂製造
使用例	石油化学：SM、PC、EDC、EG 他 合成樹脂・繊維：PP、PE、PS、PC、エポキシ、ラクタム 他 高純度ファイン、半導体、電子材料 薬品：抗生物質、ビタミン、農薬 食品：キャンディ、果汁、肉汁、アミノ酸食品 1963年から1,000台以上の実績		PET、PBT、PA66、PA12 PC、POM PLA、PBAT、その他 生分解性プラスチック 等 200基の実績

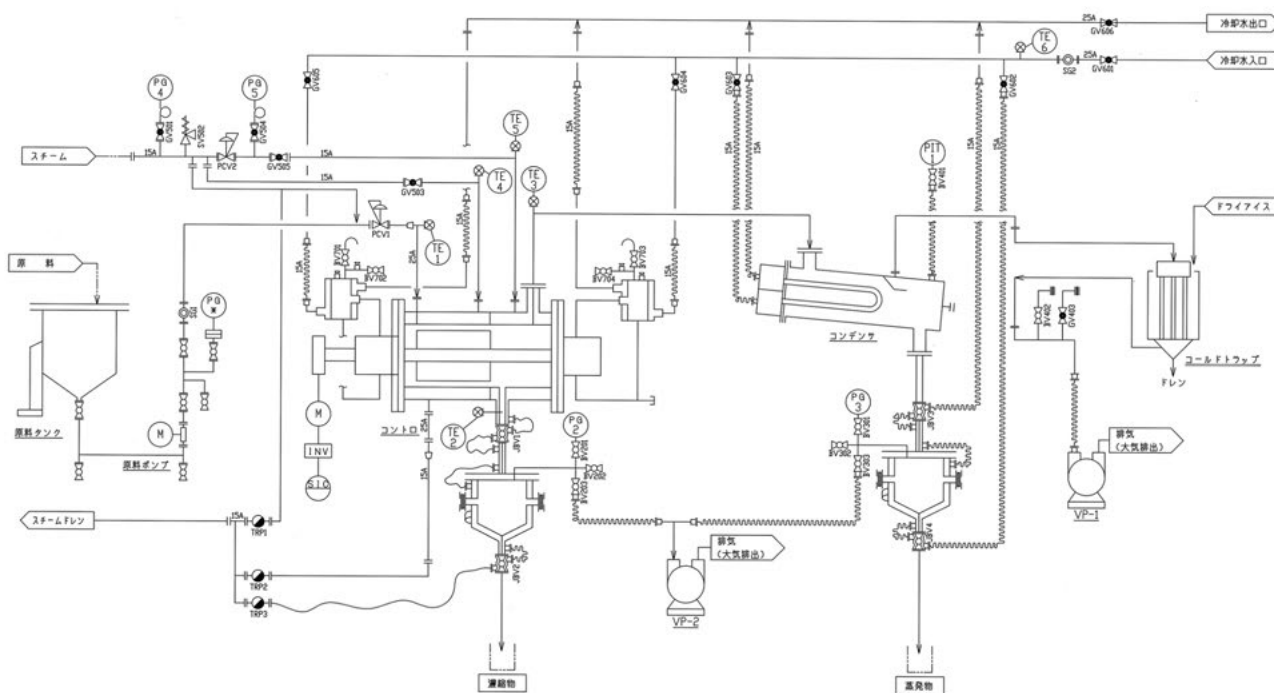


図5 遠心薄膜蒸発器のフロー図