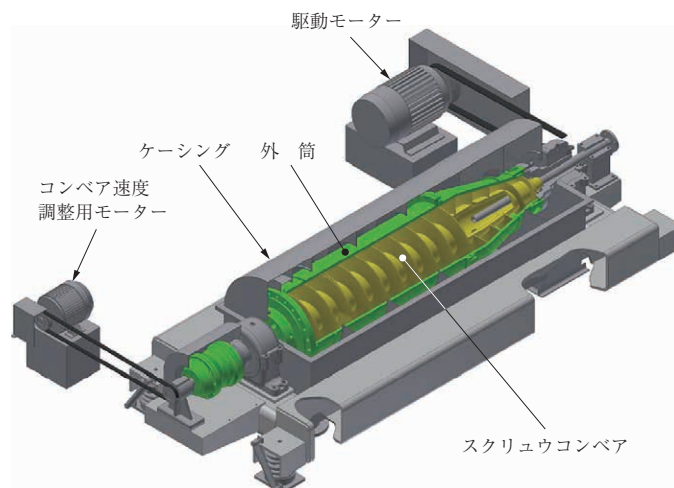
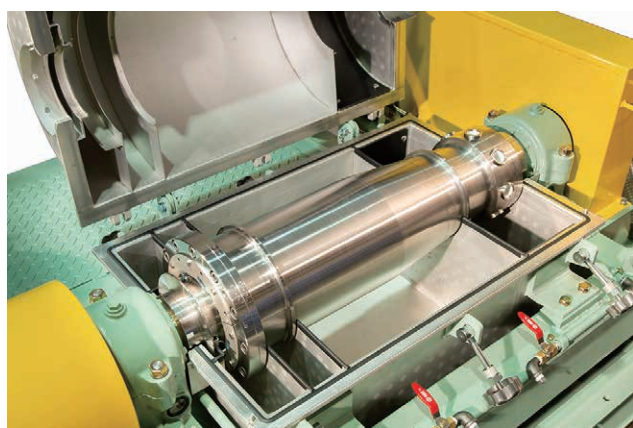


省エネ化「デカンタ」は レトロフィットにも対応

エネルギーロス を 1 ~ 3 割削減 スクリュウデカンタ形遠心分離機 HS-LE シリーズ

液体中の固体粒子を分離するデカンタは、高性能ながら省エネ化の余地があった。今回、分離液排出方法の工夫により大幅な省エネ化を実現し、新シリーズの販売を開始した。さらに、本方法は既設機のレトロフィットも想定しており、幅広いお客さまのニーズに応えられる。



デカンタ形遠心分離機

分離機のアラまし

固体粒子が混じった液体から固体粒子を分離するニーズや技術は社会のあちこちにある。たとえば、ワインの澱の沈むのを待ったり、出汁の^{だし}カスを取り除いたりするのが身近な例である。原始的な分離方法にはこのように固体粒子を自然に沈殿させる方法と布や網のようなフィルターで濾す方法がある。また、分離技術は工業的にも下水処理場や工場排水の浄化、食用油・豆乳などの食品・飲料や合成樹脂などの原料製造ラインでも活躍している。

工業的には処理速度の速い遠心分離と呼ばれる方法が一般的である。なかでも、分離容器の形がワインの

デカンタに似ていることからデカンタ形と呼ばれる遠心分離機が主流である。

遠心分離機は容器の回転で、地球の重力の数千倍の遠心力を発生させて沈降速度を飛躍的に向上する。沈殿と遠心分離のどちらも、固体と液体に比重差さえあれば分離でき、処理物の性状変化にも容易に対応できる点が特長である。

単純な円筒容器の遠心分離機では、分離された固形成分が容器内周に堆積するので後から掻き取る必要があった。そこで、分離しながら固形成分を排出する方法が開発された。つまり上図のように、回転体内部に回転体よりわずかにゆっくり回転して固形成分を掻き出すスクリュウコンベアを設け、堆積した固形成分を



省エネ機テスト状況

脱水固形物として排出する。一方液体は、回転体の反対側に設けられた分離液吐出口から排出される。これがスクリュウデカンタ形遠心分離機（以下、デカンタ）の作動原理である。

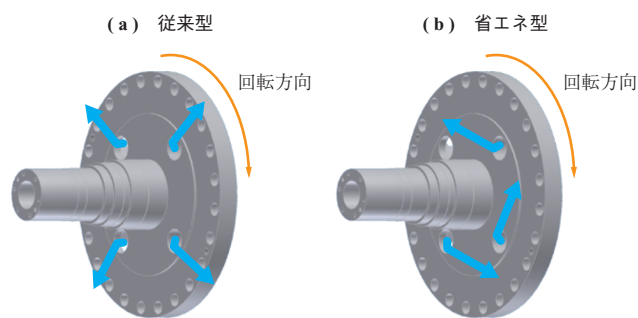
デカンタ省エネ化の工夫

デカンタは省スペースで処理量の大きい点が強みである一方、分離容器を高速回転させるために大きなエネルギー（動力）を必要とする弱みがある。デカンタの消費動力は、重い回転体を回転させる際に軸受などで生じる機械損失と、デカンタに供給された原液スラリーを回転体内で加速するために必要な排液動力とに大別される。運転条件によるが、従来機では排液動力が消費動力の4～6割程度を占めており、今回はこの排液動力に着目して省エネ化を目指した。

従来のデカンタでは、原液スラリーは回転体内で加速・分離され、分離液は右上図のように吐出口から、回転方向の運動エネルギーをもったまま回転体の外へ放出されていた。分離液吐出口は回転体端面に開けられた複数の孔である。従来は端面に垂直すなわち回転軸と平行に開けられていた。そこで、今回開発した省エネ機構では、加速された分離液を回転方向と逆方向に噴出させることにより、その反動で回転を補助する方法を採用した。

省エネ化デカンタ実現のために

省エネ化の方針は大略以上のとおりであるが、回転方向と逆方向に分離液を噴出するための吐出口形状決定は容易でなかった。単純に言えば、従来は垂直に開



(注) → : 分離液の流れ方向

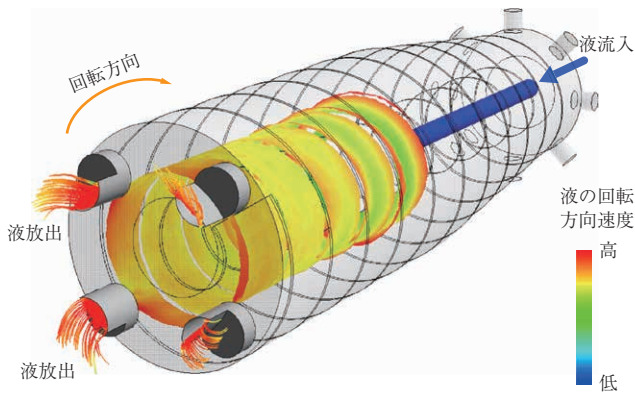
分離液吐出口と分離液の流れ方向

いていた分離液吐出口を周方向に傾けるのみの変更である。吐出口の傾きは大きいほど回転方向と逆方向への噴出に効果的だと考えられるが、傾きが大きくなって板厚の薄い部分が生じて強度を維持する。また、板面に浅い角度で現実に孔開け加工できる形状とすることは単純な問題ではなく、検討と試作の繰り返しが必要であった。最終的には吐出口の傾斜角は60度を大きく超えた。

また、省エネ化すなわち「液の回転に必要な動力の低減」を実現するためには、まず分離機内の流動現象の理解が必須であった。そこで、コンピュータ・シミュレーション（数値流体解析：CFD）、および角運動量保存則に基づく理論モデルによる解析を併用した予備検討を実施して傾斜排液機構を立案した。次に、予備検討結果を踏まえてさらに、加工の実現性や製作コストも勘案して試作機を設計・製作して、排液流路の幅や傾斜角度の最適化を図った。

CFDによる予備検討では、回転する分離機に導入された液体が加速して、最終的に吐出口からある角度をもって噴出する流れの様子が想定どおりであることを確認した。理論モデルによる解析では、排液部での角運動量がトルクに等しいとの仮定によって定式化して、結果として分離液の噴射速度と角度を大きくする改良方針が得られた。

以上のように机上での理論的検討が始まって、コンピュータ・シミュレーションによる解析的検討、さらに試作機による実験的検討も併せて総合的な検討を行った。その結果、最終的には分離性能を維持したまま、排液方法の変更だけで排液動力を削減できる分離液吐出口の最適形状の設計が可能になり、省エネ化機構開発のめどがついた。



分離機内部での液の回転方向速度

デカンタ省エネ化の結果

開発された省エネ化機構について、テスト機による性能実証試験を実施した結果、従来機と比較して排液動力で約 30%、モーター消費電力で約 20%の削減効果を確認した。

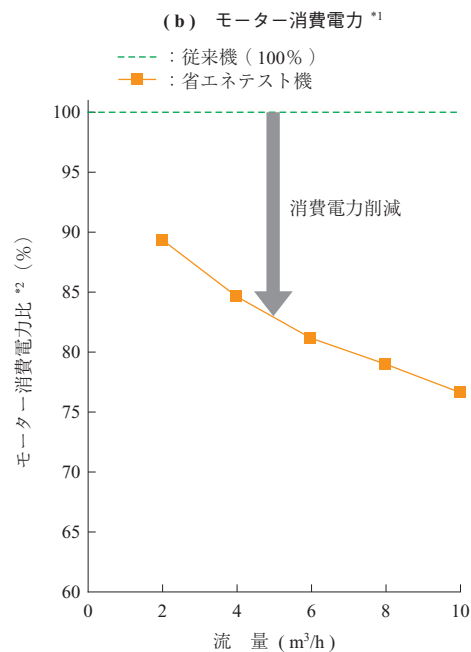
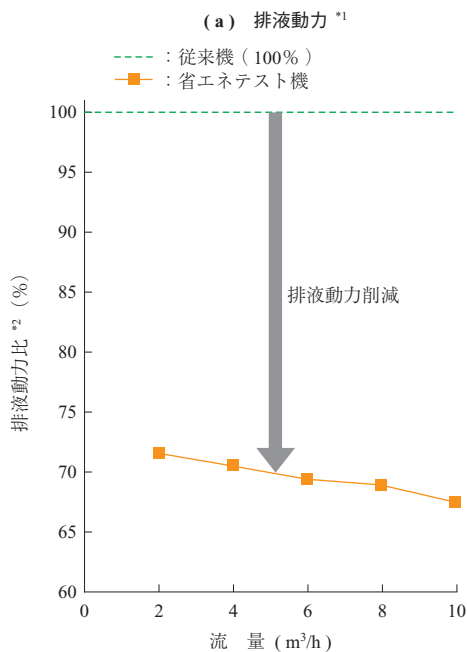
その後、開発した省エネ化機構を搭載したデカンタを市場投入し、初号機を受注した。本案件では、お客さまのご協力を得て、標準型と省エネ型の性能を比較実験した。その結果、25%の排液動力削減（モーター消費電力 11%減）を確認した。

以上の取り組みの結果、省エネ化機構が実現できた。また、この省エネ化機構を適用しても分離・脱水性能が低下しないことを確認するため、複数の処理物による実証試験を実施し、従来機と同等の性能達成を確認した。さらに、納入された初号機による半年以上の長期運転において、排液部での詰まりや分離性能への影響がないことも確認できた。

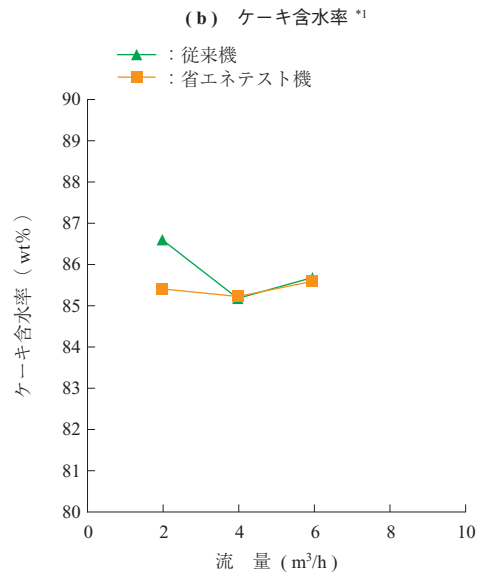
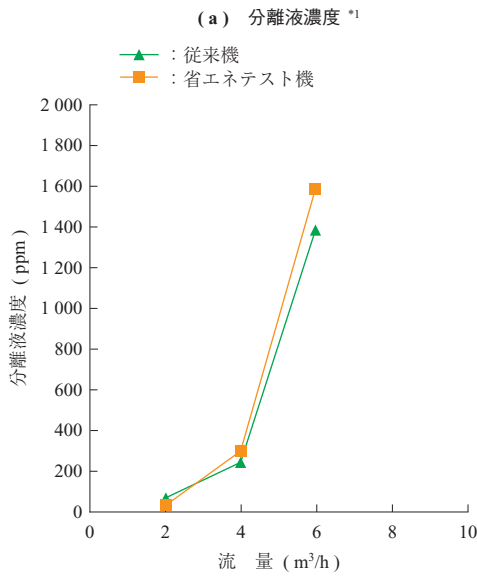
今後の展開

今回開発したデカンタ省エネ化機構は、分離液吐出口部品の交換のみで省エネ化ができるため、新規納入機だけでなく、既設機を省エネ型にレトロフィットすることも可能である。すでに IHI のデカンタを使用いただいているお客さまにも、部品交換のみでレトロフィットできる既設機の動力削減を積極的に提案していきたい。現在はさらにコストダウン型省エネ化機構の開発を進めており、完成次第、既設機構からの切り替えを進めていく予定である。

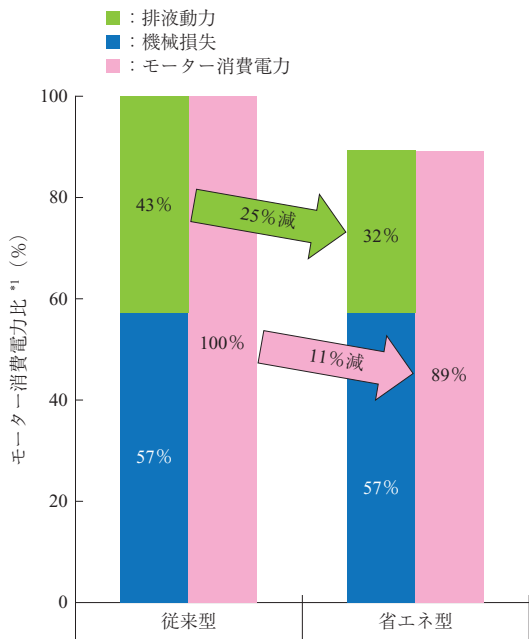
今後も遠心分離技術を軸として、社会とお客さまの課題に取り組み、ソリューションを提供していくことで循環型社会の実現に貢献していく。



(注) *1: 遠心効果 2 000 G
*2: 各流量での従来機を 100%
省エネテスト機の動力削減効果



(注) *1: 遠心効果 2000 G
省エネテスト機の性能確認



(注) *1: 従来機を 100%
省エネ初号機の動力削減効果

ミニ解説

分離機のいろいろ

分離機はろ過機と遠心分離機に大別される。

まず、ろ過機は、ろ材であるフィルターを用いるのが特徴であり、真空型と加圧型がある。IHI では、真空型の「リーフフィルター」および「フンダバックフィルター」、加圧型の「ベルトプレス脱水機」および「多重円板脱水機」を生産している。「リーフフィルター」と「フンダバックフィルター」は石油化学業界、食品業界を中心に製造プロセス用途において活躍している。また、「ベルトプレス脱水機」と「多重円板脱水機」は重力ろ過と加圧ろ過を組み合わせた低振動・低動力・低騒音の脱水機であり、下水・し尿などの公共排水および民間の各種工場排水の汚泥脱水工程に採用されている。

一方、遠心分離機には遠心沈降式と遠心ろ過式がある。どちらも高速回転で発生する遠心力によって固体（脱水ケーキ）と液体（分離液）に分離する装置であり、分離液と固形成分は連続的に排出される。IHI は水平軸型の遠心沈降式「スクリュウデカンタ形遠心分離機」および垂直軸型の遠心ろ過式「ギナ連続遠心分離機」を生産している。前者は IHI の高速回転機械技術の粋を結集した遠心分離機であり、大型機から小型機、また多種多様なシリーズをあらゆる産業に提供している。後者は連続全自動遠心ろ過式の固液分離機であり、各種結晶や合成樹脂など、比較的粗粒の脱水に最適である。

問い合わせ先

株式会社 IHI 回転機械エンジニアリング
汎用機統括センター
分離装置 BU
電話 (03) 6703 - 0445
<https://www.ihi.co.jp/separator/>