

ノリタケ  
からの  
提案

注目の製品・技術

02



[著者] 平田 隆幸  
エンジニアリング事業部 流体マシンテクノ部  
濾過グループ

# 製品精度の向上を実現する クーラント濾過システム

あらゆる現場で、簡単に導入できる高精度濾過システム“エポックセパレーター”を提案します。  
エポックセパレーターは、研削油中の異物を高精度に除去し、製品精度を向上します。



高精度濾過、導入工数削減、  
省エネルギーを実現するクーラント濾過システム

## エポックセパレーター

特許取得済

[適用範囲と期待効果]

金属材料		非金属材料		その他
鉄系材料	非鉄系材料 (Al・Cuなど)	無機材料 (ガラス・セラミックス)	有機材料 (ゴム・プラスチック)	先端材料
●				
サイクルタイム短縮	工具寿命向上	加工品質向上	作業性改善	環境配慮
		●	●	●






## 濾過システムのニーズは何か？

ワーク研削面の不良率を低減させるには、研削点への異物混入を防ぎ、清浄なクーラント（研削油）で研削する必要があります。研削油中の異物を高精度に除去する濾過システムは、加工精度を安定させる上で欠かせない装置です。

近年、ワークおよび研削条件の多様化により、工場一括で処理する「集中濾過システム」から、研削盤1台に対し1台の濾過装置で処理を行う「個別濾過システム」へとニーズが変わってきています。最も一般的な用途は、水溶性研削油を使用した磁性体ワークの研削であり、これに用いられる個別濾過システムは、マグネットセパレーター、サイクロンセパレーター、ペーパーフィルターで通常構成されています。これらの特徴を図1に記載します。

図1 代表的な個別濾過装置と除去能力

	マグネットセパレーター	サイクロンセパレーター	ペーパーフィルター
外観			
磁性体スラッジ	◎	○	◎
非磁性スラッジ、砥粒	—	○	◎
泡	—	—	○
他油分	—	—	○
カーボン	—	—	△

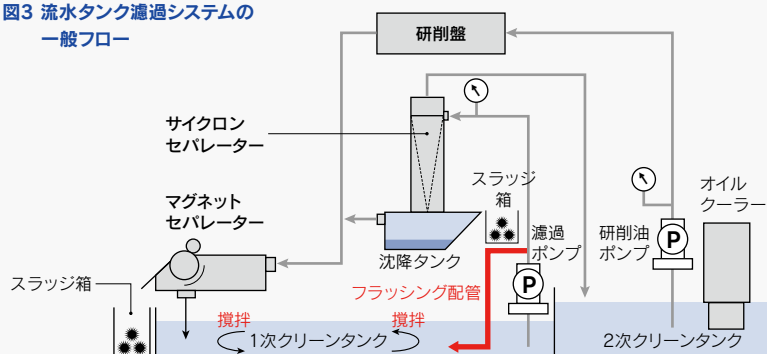
また、環境問題に対する取り組みとして産業廃棄物削減やコスト削減が求められるようになったことで、消耗品があるペーパーフィルターの採用は減り、マグネットセパレーターとサイクロンセパレーターを組み合わせたコンビネーション濾過システムの採用が増える傾向にあります。

このコンビネーション濾過システムにおいては、濾過装置へ送液する配管を分岐し、フラッシング\*用として1次クリーンタンク内を攪拌することで、スラッジ\*の堆積を抑制し、ポンプの詰まり等を防ぐ、流水タンク濾過システムを導入する事例も増えています(図2、3)。

図2 流水タンク濾過システムの外観



図3 流水タンク濾過システムの一般フロー



## 既存の流水タンク濾過システムの課題

流水タンク濾過システムを使えば消耗品の削減・メンテナンス頻度低減・安定稼働が可能ですが、このシステムには(1)～(3)の課題がありました。

### (1) 濾過精度

メッシュサイズを細かくできるペーパーフィルターと比べ、濾過精度が劣る場合がある。

### (2) 一品一様設計

多種多様な研削盤、現場レイアウトに対応するには、タンクサイズ、機器配置などの設計が都度必要になり、導入までに期間や工数(費用)を要する。

### (3) エネルギーロス

ポンプの水流によってタンク内を攪拌するため、ポンプ選定においてモーター容量が大きくなり、エネルギーロスが大きく、研削油が発熱し、オイルクーラーの容量も大きくなる傾向にある。

これらの課題を解決するために、マグネットセパレーターとサイクロンセパレーターを組み合わせたコンビネーション濾過システムの「濾過精度向上・標準化・省エネ化」に取り組んだものが、エポックセパレーターです。

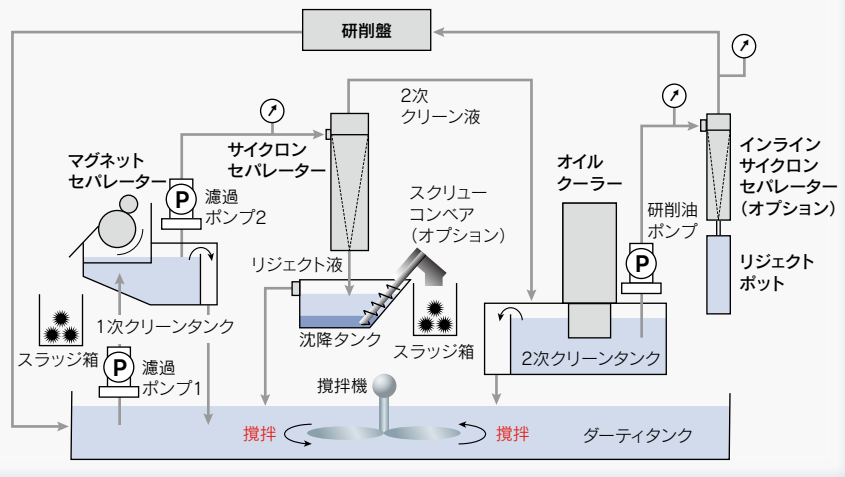
## エポックセパレーターの装置構成および仕様

エポックセパレーターの外観を図4に、フローを図5に示します。

図4 エポックセパレーターの外観

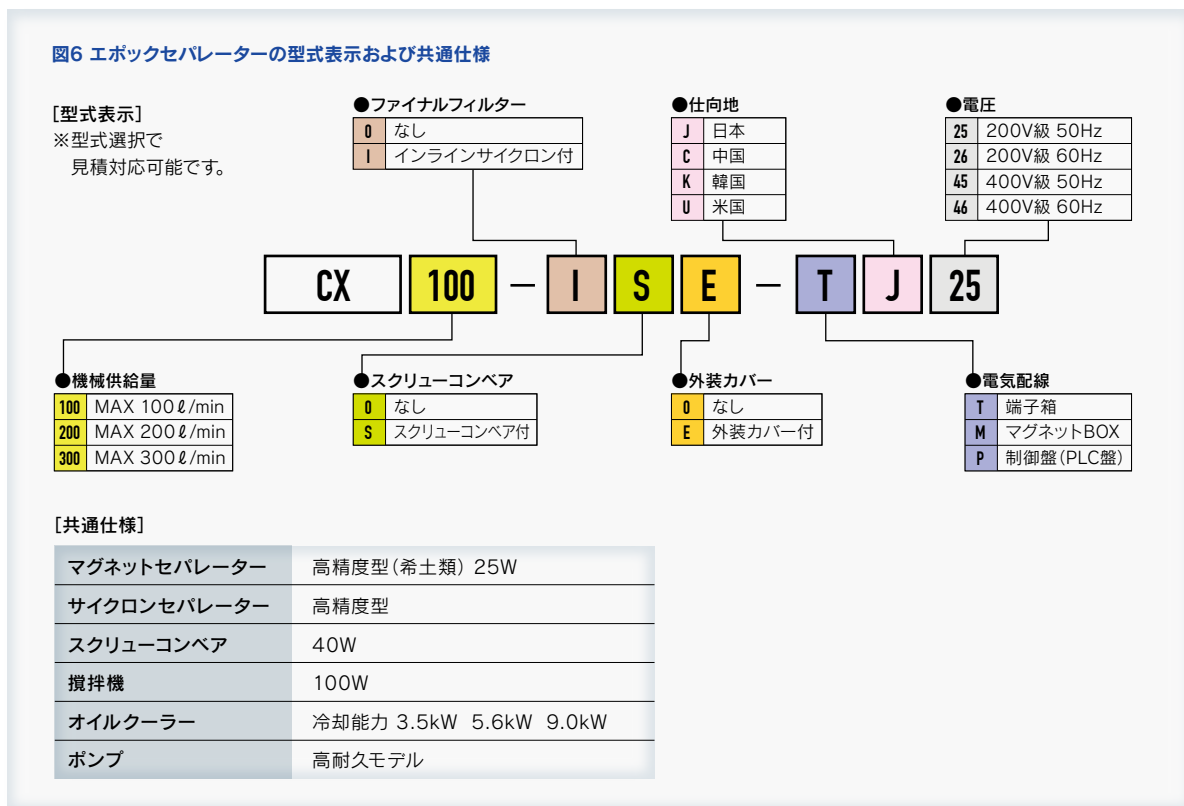


図5 エポックセパレーターのフロー



研削盤から排出されたダート液は攪拌機付きのダートタンクへ流入し、濾過ポンプ1によりマグネットセパレーターへ汲み上げられます。クリーン液はマグネットセパレーターと一体化された1次クリーンタンクに流入し、濾過ポンプ2でサイクロンセパレーターへ汲み上げられる流れと、ダートタンクへオーバーフローして戻る流れに分かれます。サイクロンセパレーターへ流入した液は、リジェクト液(濃縮液)とクリーン液に分かれ、リジェクト液はスクリーコンベアへ流れ込み、濃縮固形物が沈殿分離された後、固形物としてコンベアから排出されます。クリーン液は2次クリーンタンクへ流入し、オイルクーラーで冷却された後、研削油ポンプで研削盤へ供給されます。研削盤供給配管ライン中には、インラインサイクロンセパレーターが設置され、最終フィルターの役割を果たし、より高精度濾過されたクリーン液を研削盤へ供給できます。インラインサイクロンセパレーターの性能を維持するために、ここから後のクリーン配管には流量調整回路が設けられており、規定流量以下の運転にならないように調整できます。

エポックセパレーターの型式表示および共通仕様を図6に示します。



研削盤供給量に応じて、100 ℓ/min処理、200 ℓ/min処理、300 ℓ/min処理の3種類のラインナップを揃えました。また、スクリーコンベア、インラインサイクロンセパレーター、外装カバーはオプションとし、導入予算に応じた選択が可能です。電気仕様は制御盤、マグネットBOX、端子箱と仕様を選ぶことができ、日本国内のみならず、アメリカ、中国、韓国のモーター規格、その他諸外国の電圧周波数にも標準で対応できます。

共通仕様として、マグネットセパレーターは希土類を用いた高精度モデルを搭載しました。また、サイクロンセパレーターもノリタケの独自技術を取り入れた高精度・高耐久モデルとなります。オイルクーラーは標準装備とし、精密研削における研削油の液温管理が可能です。また、エポックセパレーター内の各ポンプは高耐久モデルを選定することにより、長期メンテナンスを実現します。

## エポックセパレーターは高精度濾過、仕様の標準化、省エネを実現する

### (1) 高精度濾過

エポックセパレーターは従来の流水タンク濾過システムより高精度濾過を達成しています。研削油中の異物を高精度に除去できるため、研削点へ異物が混入することなく、研削後のワーク不良率の低減につながります。

高精度濾過を達成できた理由は、研削盤から排出されたダークティ液をまずダークティタンクで受けること、すなわちダークティタンクレシーブシステム(DTRS)を採用しているためです。

従来の個別濾過システムの主流のフローは、図7のように、研削盤から排出されたダークティ液をマグネットセパレーターで受けます。このフローはダークティタンクを必要としないため、シンプルにシステムを構成できる長所があります。しかし、

図7 従来の主流のフロー

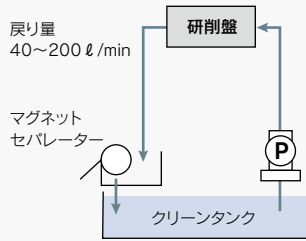


図8 従来フローにおけるマグネットセパレーター稼働率

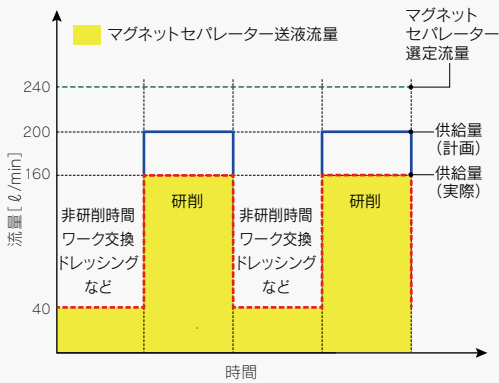


図9 DTRSフロー

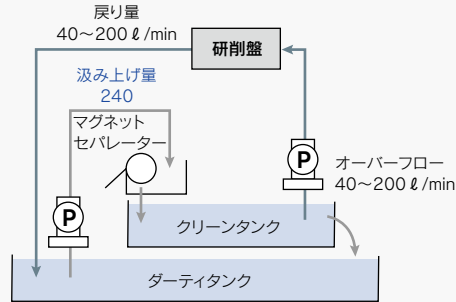


図10 DTRSフローにおけるマグネットセパレーター稼働率

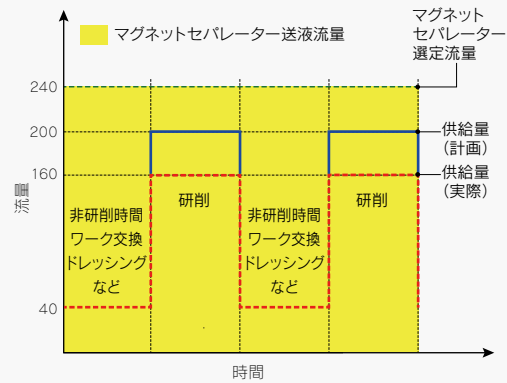


図8のように、一般的な研削盤は、研削時と非研削時を繰り返し、各状態で研削油の使用流量が異なります。特に非研削時では研削油をほとんど使用しないため、マグネットセパレーターへダークティ液が送液されず、マグネットセパレーターの選定処理流量に対する実送液量、すなわち稼働率が低下します。また、研削時でも計画研削油使用流量とマグネットセパレーター選定処理流量に差が生じたり、計画研削油使用流量と実研削油使用流量に差が生じることで、マグネットセパレーターの稼働率が低下します。図8において、黄色で色塗りしている面積が、マグネットセパレーターへの送液量（稼働量）を示しており、マグネットセパレーターの選定処理流量に対して、低い送液量でマグネットセパレーターが稼働していることが分かります。

この状況を改善するため、図9のように、エポックセパレーターではDTRSを採用しています。研削盤から排出されたダークティ液をダークティタンクで受け、ポンプでマグネットセパレーターへ送液することにより、クリーンタンクからダークティタンクへオーバーフローする循環回路が生まれ、研削盤の研削油使用流量に関わらず、常にマグネットセパレーターへダークティ液を最大送液できます。DTRSフローにおけるマグネットセパレーター送液量を図10に示します。図10でのマグネットセパレーター送液量（黄色で色塗りしている面積）は、図8と比べ、飛躍的に向上していることが分かります。マグネットセパレーターの稼働量が増加すると、マグネットセパレーターから排出されるスラッジの量も増えます。すなわち研削油中のスラッジ量が低下し、高精度濾過を実現します。

以下のデータは、エポックセパレーター（CX100型）にて、円筒研削盤から排出された磁性体のスラッジを、運転開始前に120g、運転開始後に毎分20g、ダークティタンクへ投入し、23分後の水溶性研削油を採取し、分析した試験結果です（図11、図12、図13、図14）。

マグネットセパレーターは、前述試験条件において、全粒子に対して濾過精度98%を達成しました。顕微鏡写真からも、クリーン液にはダークティ液のような大きな切り屑や砥粒屑は含まれていないことが分かります。一般的な濾過システムは濾過精度20μm以上-90%除去を目標としますが、エポックセパレーターはDTRSの採用により、一般的な濾過精度を大きく上

図11 スラッジの粒子径分布

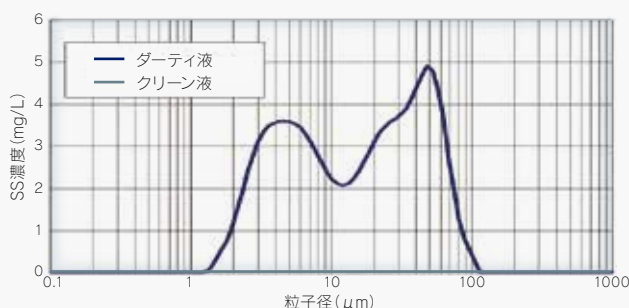


図12 ダークティ液とクリーン液のSS濃度\*比較

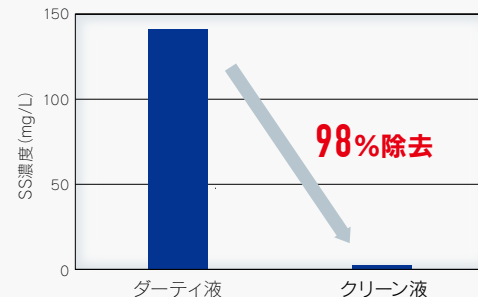


図13 ダークティ液 顕微鏡写真

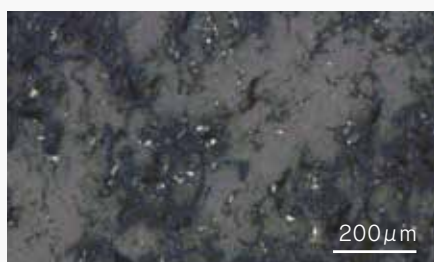


図14 クリーン液 顕微鏡写真



回る性能を持った高精度濾過システムであると言えます。高精度濾過の実現により、清浄な研削油で加工ができ、ワーク研削点への異物混入を防ぎ、ワーク研削面の不良率低減が可能となります。

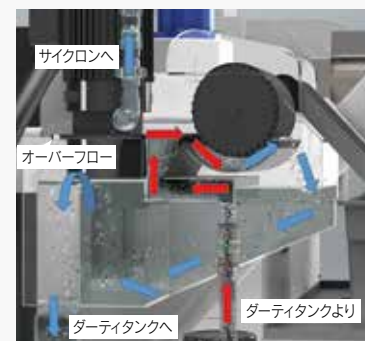
## (2)レイアウト検討の容易化

エポックセパレーターのもう一つの特徴はレイアウト検討の容易化です。配置に対して検討する時間を大幅に削減できる特徴を持ち、仕様打合せを含む導入までの工数は飛躍的に低減できます。高精度濾過システムを簡単に導入できるのも特徴です。レイアウト検討を容易にするための工夫について解説します。

図15 従来のマグネットセパレーターの流路構造



図16 エポックセパレーターのマグネットセパレーターの流路構造



まず、設置フロア面積の削減に取り組みました。従来のマグネットセパレーターの流路構造(図15)に対し、エポックセパレーターは、クリーンタンク付きコンパクトマグネットセパレーター(図16)を開発しました。

従来、マグネットセパレーターのダークティ液の流入口は背面でしたが、エポックセパレーターのマグネットセパレーターのダークティ液の流入口は底面にあります。流入とその後の整流スペースを底面にすることで、従来機よりも飛躍的にコンパクトになりました。また、底面からのアップフロー流入により、従来、固形物が堆積しがちであった整流部分に固形物の堆積を抑制する効果も加えることができ、メンテナンスの軽減に成功しました。さらに、マグネットセパレーターのクリーン液流出後のクリーンタンクとマグネットセパレーターを一体化することで、マグネットセパレーターのクリーン液排出後のクリーンタンクのコンパクト化および固形物堆積対策、クリーン液の発砲抑制も同時に実現することができました。

エポックセパレーターは、前述の仕様のマグネットセパレーターを搭載し、すべての機器類をダークティタンク上へ配置することにより、従来の同等仕様のコンビネーション濾過システムより、設置面積50%削減に成功しています(図17)。

次に、レイアウト検討の容易化をより実現させるため、ダート液の戻り口を3方向に設定しました(図18)。これはエポックセパレーターがダートタンク受けするフローを取っているため可能となる特徴で、設置向きに自由度が生じ、さまざまなレイアウトに対応することができます(図19)。また、従来、タンク上のマグネットセパレーターに設定していたダート液の戻り口は、ダートタンク側面に設定したことで従来より受け位置が低くなり、研削盤からの戻り高さの制限も解決できました。

コンパクトかつ配置に自由度があることで、従来の流水タンク濾過システムで課題であった、一品一様設計からの脱却、すなわち標準化に成功し、導入までの工数が減ることで、お客様が採用しやすいシステムとなりました。

図17 エポックセパレーターの設置面積

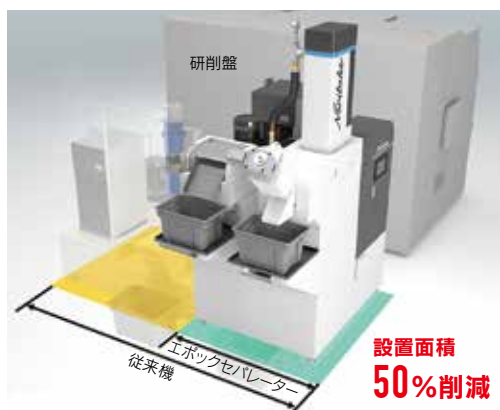


図18 エポックセパレーターのダート液の戻り口

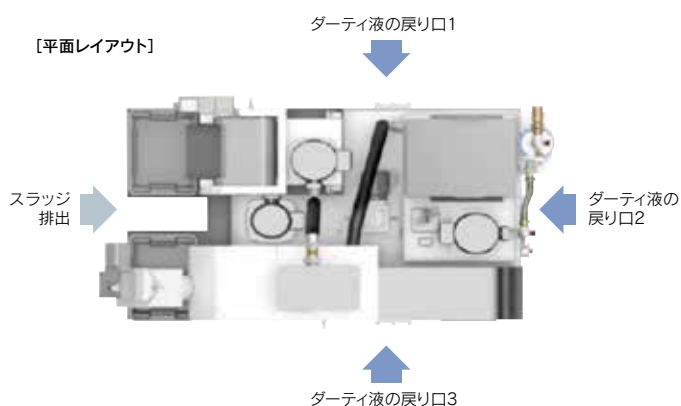
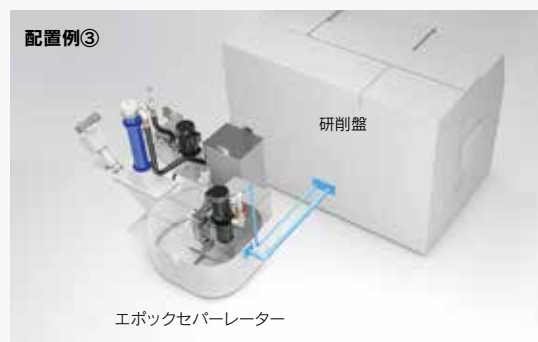
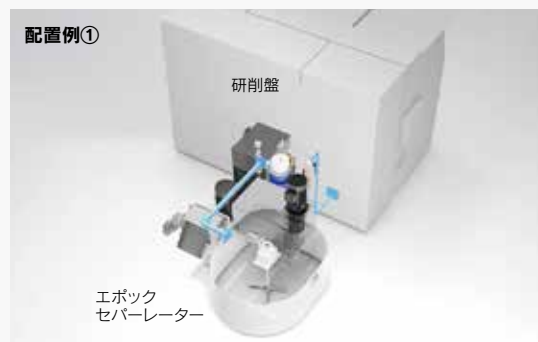


図19 エポックセパレーター配置例



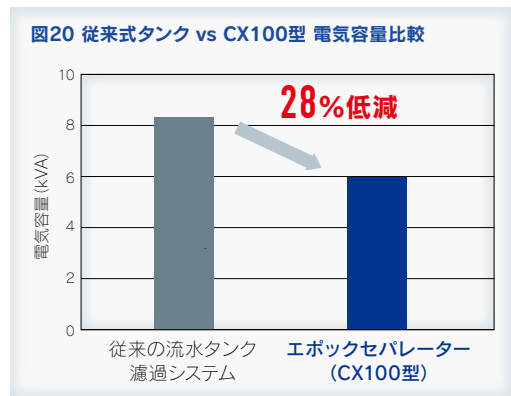
### (3)省エネルギー化

エポックセパレーターは従来の流水タンク濾過システムよりも省エネ性に優れています。ダートタンクの攪拌は、ノリタケが独自設計した100Wモーターの攪拌機を用いており、強力が非常に省エネです。また、マグネットセパレーターと一体

になった1次クリーンタンクは小容量かつ大流量で循環しているため、流水タンク濾過システムのようにフラッシング用配管を必要とすることなく、スラッジの堆積を抑制できます。クーラタンク(2次クリーンタンク)についても、タンク容量を必要最小限とし、循環量を増やすことを考慮しており、サイクロンセパレーターのクリーン液をタンク底付近から流入させることにより、フラッシングの効果も加えています。

以上のように、ダーティ液の攪拌方法をポンプによるフラッシングから攪拌機に変えたため、タンク内にスラッジを堆積させない機能を持つ

たまま、従来の流水タンク濾過システムよりも省エネ化が図れます。図20は従来の流水タンク濾過システムとエポックセパレーター(CX100型)の電気容量を比較したものです。エポックセパレーターは、28%の電気容量削減を達成し、お客様工場内のCO<sub>2</sub>発生量削減に貢献します。



## 今後に向けた取り組み

水溶性研削油を使用した磁性体ワークを研削する研削盤の、高品質個別濾過システムとして、エポックセパレーターを開発しました。DTRSにより、高精度濾過を実現し、研削後のワークの表面粗さ向上に寄与できます。また、配置に自由度が生まれ、省エネ化にも成功し、従来の濾過システムの常識を変える、新しい濾過システムとなりました。エポックセパレーターは発売から着実に採用が増えており、導入したお客様には大変満足いただいています。

今後、廉価版モデルや予防保全やIoTに対応した上位モデル、不水溶性研削油に対応したモデルなどラインナップを増やしていく計画です。本製品が今後の研削市場のスタンダードとなることを確信しています。

### [注釈]

- ※フラッシング：配管の先端から研削油を勢いよく放出すること。
- ※スラッジ：研削盤から排出された切り屑や砥粒。
- ※SS濃度：Suspended Solids 濃度。液中に浮遊する固形物の濃度を表す。

### [特許]

- ・株式会社ノリタケカンパニーリミテド、平田隆幸、研削盤用研削液濾過装置、特許6754487、2020-09-09
- ・株式会社ノリタケカンパニーリミテド、平田隆幸、研削盤用研削液濾過装置、特許6754486、2020-09-09
- ・株式会社ノリタケカンパニーリミテド、平田隆幸、研削盤用研削液濾過装置、特許6715382、2020-07-01
- ・株式会社ノリタケカンパニーリミテド、平田隆幸、クーラント循環装置、特許6557759、2019-08-07
- ・株式会社ノリタケカンパニーリミテド、平田隆幸、マグネットセパレーター、特許6488050、2019-03-20

## Q どの工程で導入できますか？

**A** 「水溶性研削油で磁性体ワークを研削」する幅広い工程で導入できます。特にスラッジが大量に発生する、両頭研削盤や高能率研削、粗研削などにおすすめします。ダーティタンク攪拌機とDTRSの組み合わせにより、タンク清掃ゼロも実現でき、お客様に大好評です。

## Q ペーパーフィルターから置き換えは可能ですか？

**A** 10μm以上の濾紙をご使用であれば置き換えは問題ありません。

## Q 不水溶性研削油は対応できますか？

**A** ラインナップとして追加中です。ご相談ください。