

珪藻土削減型真空ろ過装置の開発

Development of Vacuum filtration system with decreasing Diatomaceous earth

鈴木 崇* 北洞 和彦**
Takashi Suzuki Kazuhiko Kitahora

西川 心太郎* 高柳 圭佑*
Shintarou Nishikawa Keisuke Takayanagi

A Diatomaceous earth is well known not only a building material or abrasive aid, but filter aid also. This diatomaceous earth makes layer on surface of filter (called precoat), and increase a collection efficiency rate of Suspended solids in waste water, in result pure treated water is obtained. Our product, called “DUP-AE Type”, is vacuum filtration system with diatomaceous earth. This machine uses diatomaceous earth as a precoat layer, therefore realize high collection efficiency rate of Suspended solids. However this system should shave the layer when it treats waste water. The shaved layer becomes industrial waste also, accordingly this system needs large running cost. Hence to decrease this running cost, we developed a new system and achieved decreasing the large amount of diatomaceous earth and industrial waste.

KEY WORDS: diatomaceous earth, pure treated water, vacuum filtration system,

1. はじめに

珪藻土とは、藻類の一種である珪藻の殻が化石化し、長い年月を経てシリカ質の遺骸のみを残し堆積したものであり、主成分は二酸化ケイ素(SiO_2) からできている。珪藻土は、その特性からろ過助剤として幅広く利用され、そのろ過液の清澄度の高さには定評がある。

一方、ろ過助剤として使用された後に排出される珪藻土のケーキは、その再利用が難しい為、産業廃棄物として処理せざるを得ず、その発生量が大きな課題となっている。

当社では従来、珪藻土をプリコート層として利用したプレコート式真空ろ過装置DUP-AE型を販売してきた。DUP-AE型はドラム部でろ過をする構造を採用し、ドラム表面に珪藻土のプレコート層を設けることで処理液の清澄度が高いことを特徴とし、主に無機系廃水の処理に用いられてきた。しかし、同時に前述した廃棄物の処理費用と珪藻土による消耗材のランニングコスト低減を望むユーザーからの声も多くあがっていた。そこで、今般新モデルとして、珪藻土使用量を大幅に削減できる“DUP-AF”型の開発に着手した。

本新型機は、従来機と同等の処理液の清澄度・処理量を維持しつつ、凝集沈殿と流量制御の組み合わせによって珪藻土使用量及び廃棄物量の大幅削減を達成したことを、本報にて紹介する。

2. プレコート式真空ろ過の特徴

当社のプレコート式真空ろ過装置は、回転ドラム中央部から真空吸引を行うことによって、ドラム表面に珪藻土による珪藻土層（プリコート層）を形成させ、外面から内面に向かってろ過をする廃水処理装置であり、装置下部のドラム処理槽に溜めた廃水を吸い上げろ過する。

同時に、ろ過処理量を維持する為に、珪藻土層表面に付着した汚泥をナイフブレードによって珪藻土層とともに削り取ることで、連続的に処理を行う（Fig.1）。

珪藻土層を削り切った後は、再び珪藻土層の生成工程となるが、その頻度は処理対象廃液濃度に依存する。珪藻土ろ過では他の脱水・ろ過装置と比較して、得られる処理水のSS濃度（浮遊粒子状物質濃度）が低い為、高清澄度の処理液を得られる。

* 環境事業部 技術グループ

** ステンレス事業推進グループ

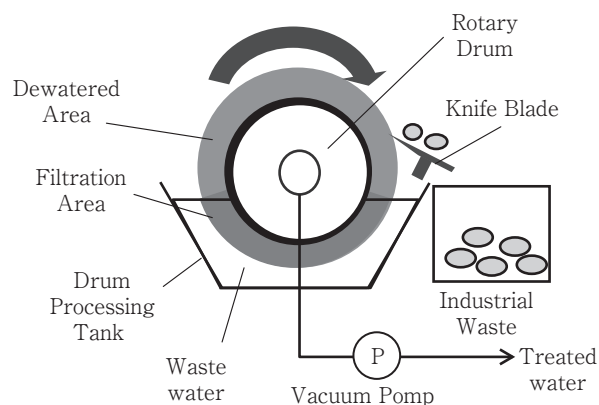


Fig. 1 Over view of Vacuum Filtration system with Precoat

3. 開発コンセプト

新型機的主要開発コンセプトは、プリコート式真空ろ過装置の“強み”である処理液の高い清澄度を維持し、“弱み”であるランニングコストを低減する（消耗剤である珪藻土使用量の大幅削減）とした。

開発目標は以下の通りとした。

- ①珪藻土使用量の大幅削減
⇒ 従来比 70%削減
- ②従来機同様コンパクトなパッケージ型

4. 珪藻土使用量削減へのアプローチ

珪藻土の使用量削減手法として、以下の 4.1 ～ 4.4 を検討した。

- 4.1 凝集フロクの粗大化による珪藻土層へのフロク侵入抑制
- 4.2 凝集フロクの粗大化による高速濃縮分離
- 4.3 濃縮水のトップフィード処理
- 4.4 ナイフブレード制御の最適化

4.1 凝集フロクの粗大化による珪藻土層へのフロク侵入抑制

従来、珪藻土ろ過では廃液中に凝集剤を添加し、浮遊微細粒子を凝集させたフロクを形成させてからろ過をする。しかし、凝集剤のみで形成したフロクは微細であり、全てが珪藻土表層のみに留まらず内部にまで侵入する為、ろ過量維持には侵入した部分まで珪藻土を切削する必要がある。そこで、従来の凝集剤に高分子凝集剤を

添加することでフロクを粗大化（Fig.2）させ、珪藻土内部への侵入を抑制することで珪藻土の切削量削減を狙った。

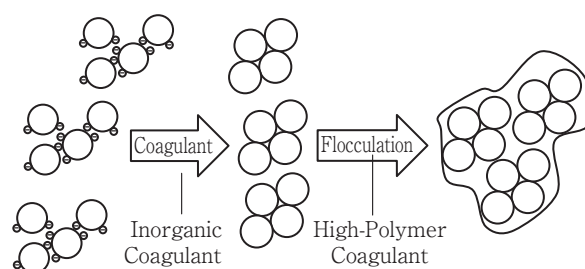


Fig. 2 Image of Coagulation and Flocculation

珪藻土層表層でのフロク侵入量を確認したところ、Fig.3に示すように、従来は表層に付着した $100\mu\text{m}$ のフロク層に加え、 $420\mu\text{m}$ の深さまでフロクの侵入が確認された一方、高分子凝集剤の添加によって侵入は抑制することができた。この結果、珪藻土層の切削量の削減が可能となった。

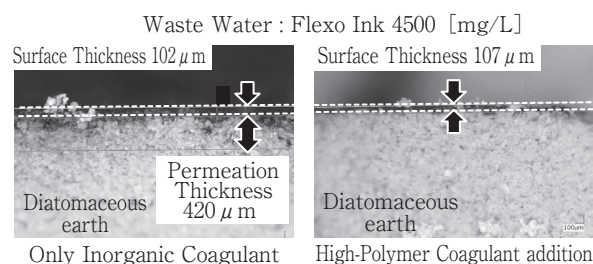


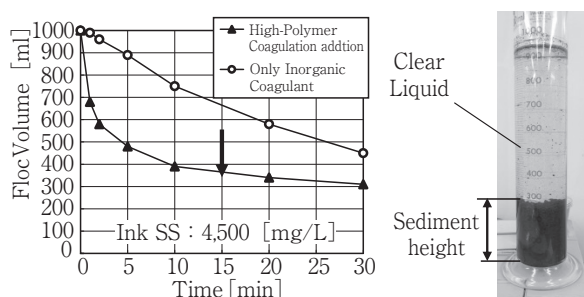
Fig. 3 Surface of Diatomaceous earth

4.2 凝集フロクの粗大化による高速濃縮分離

高分子凝集剤の効果として、凝集フロクが粗大化し、沈降速度の上昇による沈殿・濃縮分離の高速化が可能になる。この高分子凝集剤によるフロク沈殿効果をFig.4に示す。

凝集沈殿により濃縮液・上澄水に分離された処理液の内、上澄水は低SS濃度の為、珪藻土切削量を最小限に抑えつつ高速での処理を行うことが可能となり、濃縮水の処理時間を十分に確保することが可能となった。

その為、上澄水・濃縮水の処理プロセス分離を目的とした凝集沈殿プロセスを追加することにより、珪藻土切削量削減が可能となった。



1. Coagulated Waste water poured into 1[L] graduated 2cylinders
2. After 30[s] mixing both water with staler, add High-polymer coagulant into the one of graduated cylinder.
3. 30[s] later, stop the both mixing, and settle the cylinder.
4. Measure and compare with the change of Sediment height.

Fig. 4 Sedimentation with High-Polymer coagulant

4. 3 濃縮水のトップフィード処理

従来凝集廃水の処理時には、ドラム処理槽に凝集廃水を満たし処理を行う。

今回、濃縮分離した濃縮水を従来通りに処理する場合、ドラム処理槽内部へのフロック沈降及びドラム処理槽内部で分離した上澄水との混合などが発生する為、ドラム上部から濃縮水を供給する“トップフィード方式”を採用した (Fig.5)。

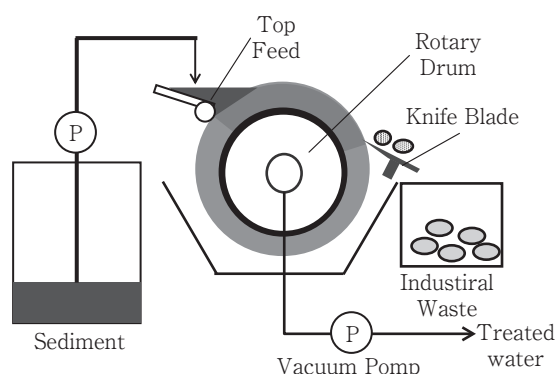


Fig. 5 Process of Top Feed

濃縮水のドラム上部からのフィードによって、トップフィードユニットと珪藻土層との間に濃縮水を留める液だまり部を生成させ、液だまり部にて、濃縮水による厚いフロック層をドラム表層に均一に形成させることで、処理効率を向上させている。

上澄水及び濃縮水の凝集SS濃度と処理流量を比較する為、従来型DUPによる処理結果と併せて示す (Table 1)。

低SS濃度の上澄水処理工程では前述通り高速で処理を行い、濃縮処理工程では数倍濃縮させた濃縮水の処理を行う。

Table 1 The difference of each treatment

	Suspended Solids [mg/L]	Concentration Rate	Quantity of Water Treatment [L/Hr]
Previous Model	4,500	-	230
Clear Liquid	30	-	700
Sediment water	21,000	5	100

濃縮水は沈殿量の増加に伴い、一部が上澄水側へ混入する可能性がある。その混入防止の為、交互に工程を切り替え、定期的に濃縮水処理を行う。

4. 4 ナイフブレード制御の最適化

従来機は、ナイフブレードの移動速度が一定にて珪藻土層を削る為、処理液濃度に関わらず珪藻土層がろ過可能な状態であっても珪藻土を切削していた。

本新型機では、新たに流量計の設置により、処理流量監視によるフィードバック制御を可能とし、珪藻土切削量の最適化を行った。

制御方法は目標処理流量を設定し、目標値に対してろ過流量が低下した際、一定速度のナイフブレードにて珪藻土を削る。一方、ろ過流量が回復し、処理流量が目標値に到達すると、ナイフブレード移動の停止及び、ナイフブレードを珪藻土層から離すという制御を行った。本制御により、珪藻土層切削時に珪藻土層の膨張（表面抵抗の低下による吸引圧力低下の為）によって発生する削り過ぎ防止効果が確認された (Fig.6)。

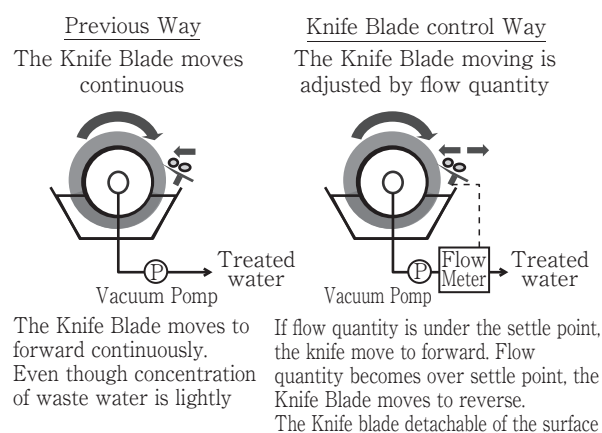
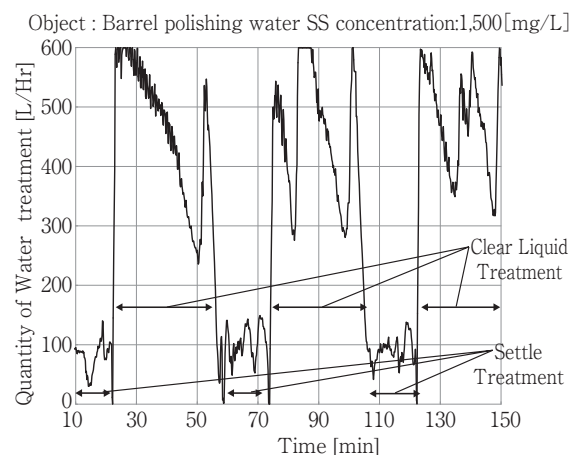


Fig. 6 Detail of Knife Blade control

5. 珪藻土使用量削減効果

高分子凝集剤添加による濃縮水分離及び、ナイフブレード制御によるバレル研磨廃水での処理結果を実例としてFig.7に示す。



	Quantity of Water treatment average [L/Hr]	The disposal amount [kg]	Moisture content [%]	Diatomaceous earth amount [kg]
Previous Model	450	19.40	58.0	7.50
New Model	500	14.34	60.0	1.98

Fig. 7 Effect of the decreasing diatomaceous earth

従来型と比較して、珪藻土の使用量は75%削減、廃棄物量は25%削減された。含水率は従来とほぼ同程度の性能となり、開発目標の珪藻土削減率70%を達成することができた。この珪藻土削減率は廃水の性状や濃度による影響を受け、処理対象水が低濃度であるほど、削減効果が高い傾向にある。

6. 新型プレコート式真空ろ過装置「DUP-AF型」

従来機種に上記珪藻土削減効果機能を追加した、新型機「DUP-AF型」の外観及び処理フローをFig.8に示す。新型機は従来と同じDUP-AE型の共通ベースを用い、従来機同様コンパクトなパッケージ型とした。シリーズラインナップとしては、従来同様ろ過面積毎のラインナップ（DUP-05, 10, 15AF）とし、新規販売だけでなく、既存のDUPユーザーに対してもナイフブレード制御部分及び濃縮沈殿部分の改良オプションを提案し

ていく。

珪藻土使用量削減により、プリコート作業回数などのメンテナンス頻度が低減し、従来比30%～40%のランニングコスト削減が見込まれる。



DUP-05AF (1,500(D) × 3,600(W) × 2,200(H))

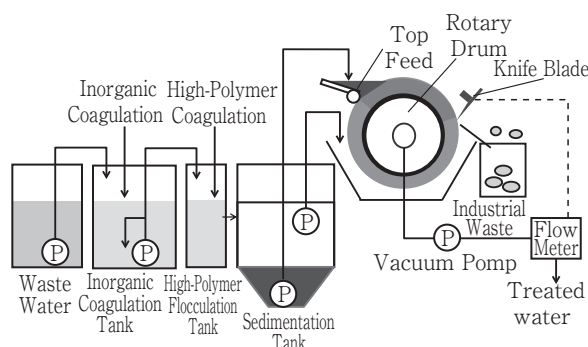


Fig. 8 Over view of DUP-05AF

7. まとめ

従来から要望が高かった珪藻土使用量の大幅削減を達成した真空ろ過装置を開発した。

珪藻土使用量削減を達成する手法として以下の4項目を行った。

- 1) 凝集フロックの粗大化による珪藻土層へのフロック侵入抑制
- 2) 凝集フロックの粗大化による高速濃縮分離
- 3) 濃縮水のトップフィード処理
- 4) ナイフブレード制御の最適化

珪藻土使用量の大幅削減により、従来ランニングコストの高さに難色を示しフィルタープレスなど、他の方式を検討されていたお客様に対して、新たな提案が可能であると考えている。

今後もお客様のご要望に応えるべく装置の改善・改良を進めるとともに、より良い作業環境づくり・製品づくりに寄与できるよう努めていきたい。

参考文献

- 1) 神笠 諭：粉体工学誌 39（2002） 28
- 2) 入谷英司：ろ過技術基礎のきそ（日刊工業）
（2011） 139
- 3) 田中賢一：プレコート式真空ろ過装置産業機
械 752（2013） 20
- 4) 三好康彦：污水・廃水処理（Ohmsha）（2012）
62