

排水由来の廃棄物低減を実現する エマルジョン分離装置（EBS）の開発

Development of an Emulsion Separation Device for Reducing Wastewater Derived-Waste

既存装置の失敗をヒントに、逆転の発想で技術開発

マイクロバブルの発生方式の1つである旋回せん断方式を、溶け込んだ油分（エマルジョン）の分離に使い、従来技術とは一線を画す装置を技術開発した。この技術により、排水処理の課題となっていたエマルジョンをクリーンに分離できる。そのため、排水処理において大きなブレークスルーを実現する。



執筆者

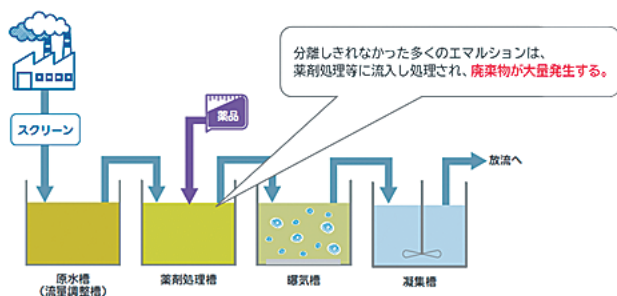
中部電力ミライズ
ソリューション事業本部
ものづくり革新部
杉山 玲衣

1 開発背景

当社は、2010年代よりカーボンニュートラルや循環型社会の実現を目指し、製造現場における環境負荷の低減に取り組んできた。特に、生産工程で使用する洗浄液の再利用や長寿命化を通じて、廃棄物の削減と資源の有効活用を推進してきた。こうした取り組みの中で、日々の営業活動を通じて顧客と対話を重ね、現場の課題を直接把握してきた。

その中で明らかになったのが、排水処理に関する深刻な課題である。多くの製造現場では、油分やエマルジョン（乳化油）を含む排水が発生しており、それが原因で処理工程において多量の廃棄物が発生している。特に、排水中のエマルジョンは分離が難しく、処理負荷を高める要因となっていた。

環境省の調査（令和5年度事業 産業廃棄物排出・処理状況調査報告書 令和4年度速報値）によれば、国内で発生する産業廃棄物の約4割を汚泥が占めており、排水処理はその汚泥発生の主要因となっている。したがって、排水処理の廃棄物の削減は、製造業全体に共通する重要な社会課題であるといえる。従来のエマルジョン分離技術では、無機凝集剤による薬剤処理が一般的だったが、凝集・沈殿の過程で多量の汚泥が発生し、廃棄物量を増加させる課題があった。（第1図参照）



第1図 処理排水のフロー例と課題

2 EBSの開発コンセプト

2020年に高効率ファインバブル式液清浄化装置（RaFloM-HE）を開発し、洗浄・加工工程で利用する洗浄

液や加工液を長寿命化し廃棄物低減に貢献してきた。その中で、有効成分であるエマルジョンがブレイクされてしまい、適切に利用できず、導入に失敗しているケースが散見された。

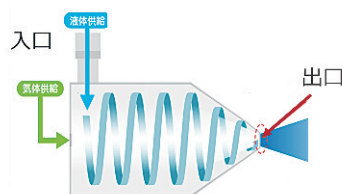
一方で、このマイクロバブルの発生方式で生み出せるエマルジョンブレイク効果を強化することができれば、大きな付加価値に繋がるのでは？と考えた。なぜなら、エマルジョンブレイクは、機械的にもできる方法は従来からあるものの、処理量が少ない。大容量を処理する場合は、薬剤や濃縮装置などの他手法を利用する方式が一般的だったためである。

また、並行してエンドユーザへのヒアリング調査を行った。多くのエンドユーザの排水処理工程では、エマルジョンを含む排水が多く、廃棄物が多量に発生していることが分かった。また、エマルジョンが要因となり、処理エネルギーやコストが増大していることも判明し、経営課題となっていた。さらに、排水処理工程は、設備トラブルなどにより現場作業者の負荷も大きいことが明らかになった。

以上より、排水処理工程に対して、マイクロバブルの発生方式の応用により、エマルジョンブレイクを起こす装置を開発し、廃棄物低減を目指すこととなった。

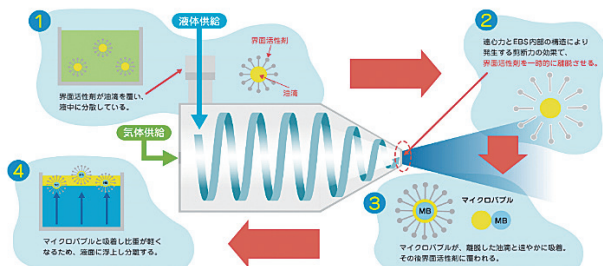
3 技術開発

従来のマイクロバブルの発生体（コア部）は、あくまでもマイクロバブルを発生させる装置であるため、エマルジョンブレイクには最適化されていない。そこで、エマルジョンブレイクに寄与する効果は、コア部出口付近のせん断力と仮説立てし、流体シミュレーションにより、せん断力を最大化する検討を行った。（第2図参照）



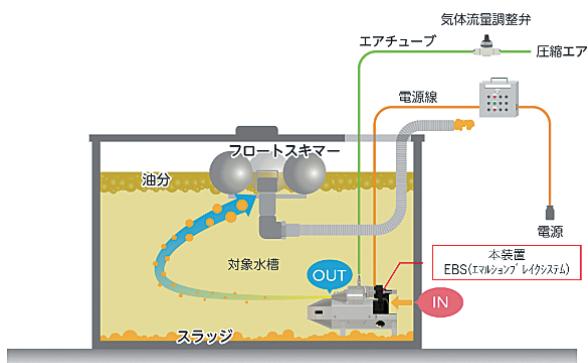
第2図 コア部の流体の動き（旋回せん断方式）

流体シミュレーションでは、様々な内部構造を検証し評価を重ねた。一方、コア部出口付近のせん断力を高めようとすると、流路が狭くなり、異物が詰まるリスクが増大する。そのため、せん断力を高めつつ、異物閉塞しにくい構造を編み出した。その結果、強力なエマルジョンブレイク効果を得ることができた。エマルジョンブレイクのメカニズムは以下のとおりである。(第3図参照)



第3図 エマルジョンブレイクとマイクロバブル吸着の模式図

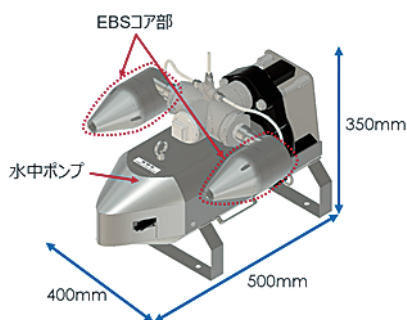
また、様々な利用先に適用できるように、コア部とポンプを一体型するとともに、異物吸込や低重心化の対策を施し、装置化した。なお、本装置は投込み式で、対象水槽に投込み、電源供給することで利用できる。配管工事も不要なことから、既設、新設問わず利用することができる。(第4図参照)



第4図 本装置の設置イメージ

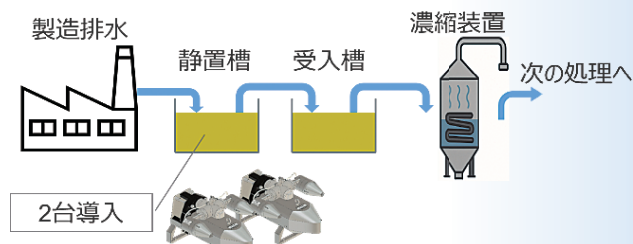
4 成果

本装置は、商品名EBS(エマルジョンブレイクシステム)として2024年10月より販売を開始した。(第5図参照)



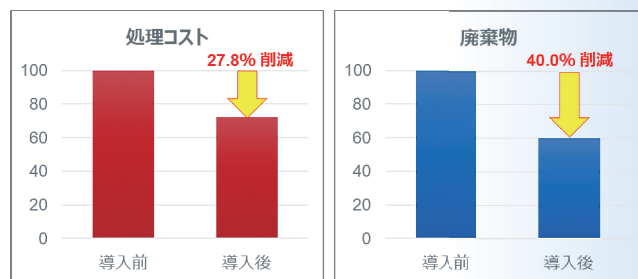
第5図 EBSの外観

現在、自動車業界を中心に導入が進んでいる。導入先の1つである完成車メーカーでは、工場より発生する排水を静置槽、受入槽、濃縮装置の順に送液し、濃縮装置にて廃棄物量を減容化していた。(第6図参照)



第6図 排水処理のフロー図

しかし、排水の汚染度が高いため、濃縮倍率が高められないことが課題だった。そこで、EBSを2台導入した結果、エマルジョンの分離を促進することで、濃縮倍率が8倍から15倍に向上できた。それにより、廃棄物量の低減や、コストダウンに成功した。(第7図参照)



第7図 コストおよび廃棄物のEBS導入前後比較

また、2025年6月には、環境賞優良賞(主催: 国立環境研究所、日刊工業新聞社 後援: 環境省)を受賞し、社会的な評価を得ることもできた。

5 今後の展望

EBSは、導入先により差はあるものの、1台あたり年間で廃棄物を数トンから十トン削減でき、廃棄物低減に大きく貢献している。そのため、自動車業界だけでなく、食品業界や排水処理に携わる企業からの問い合わせも増加している。また、インドやインドネシアなどの海外事業所からの問い合わせもあり、EBSに対する期待度の高さを感じる。

当社は、排水処理における廃棄物低減の実現を目指し、EBSをコア技術に据えながら、更なる技術開発により、国内および世界の廃棄物低減に貢献していく。