

平成 20 年度次世代循環型社会形成推進技術基盤整備事業補助金
技術開発報告書 (概要版)

事業名：磁気ろ過器によるドラム缶洗浄水の浄化 (J2004)

分野名：【「循環型社会構築技術」】

事業者名：日本板硝子エンジニアリング株式会社

補助金交付額：11,270,000 円

1. 技術開発者名

1-1 代表技術開発者 (照会先)

- ・住所：大阪市中央区北浜四丁目 5 番 33 号
- ・所属名・職名：日本板硝子エンジニアリング株式会社 社長室 部長
- ・氏名：飯野 勝彦
- ・電話番号：06-6222-2154
- ・ファクシミリ：06-6222-2105
- ・E-mail：Katsuhikolino@mail.nsg.co.jp

1-2 共同技術開発者

- ・住所：大阪市住之江区南港東 2-2-49
 - ・所属名・職名：協業組合 関西ドラムセンター 理事長
 - ・氏名：大西 豊
 - ・電話番号：06-6612-2561
 - ・ファクシミリ：06-6612-2563
 - ・E-mail：y_ohnishi@dmc.or.jp
-
- ・住所：吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻
 - ・所属名・職名：大阪大学大学院工学研究科 教授
 - ・氏名：西嶋 茂宏
 - ・電話番号：06-6879-7896
 - ・ファクシミリ：06-6879-7889
 - ・E-mail：nishijima@see.eng.osaka-u.ac.jp
-
- ・住所：大阪市北区曽根崎新地 2-5-3
 - ・所属名・職名：中央産業株式会社 社長
 - ・氏名：大西 徹造
 - ・電話番号：06-6343-6571
 - ・ファクシミリ：06-6343-6573
 - ・E-mail：chu3-393@drum-chuo.com

2. 技術開発の目的と開発内容

【開発目標と目的】

本事業は、新たな装置である磁気ろ過器を開発し、ドラム缶洗浄水を再利用できるレベルまで浄化する。ひいては循環型社会形成の一助とすると共に環境保全、資源の有効利用を図る事を目的としている。ドラム缶には、未使用である新缶と使用済みドラム缶を洗浄した再生缶の 2 種類がある。循環型社会形成

を考えると再生缶が望ましいが再生缶は洗浄して再使用するため、洗浄水の処理が困難で産廃として処理されたり、一部放流されている。そこで本装置で再生缶の洗浄廃水の適切な処理を実施する。

本装置の特徴は、磁気ろ過器と磁化シーディング技術の組み合わせで、COD 成分をフロック化し、磁気牽引力で急速にろ過する手法であり、安価、操作が容易、拡張性がある等の特色がある。

本装置の処理水はすすぎ水として再利用ができるため廃水の処理のみならず、新規工業用水の購入量を激減でき、その経済性は大きいものと試算されている。また本設備の流通経路も確保できており、短期間で普及する可能性がある。本装置はその特徴を生かし、将来的には種々の化学工業界の廃水処理や工場の廃水で汚染されている中国や東南アジア諸国の河川や湖の環境改善に展開できる技術である。

再生ドラム缶業界では洗浄に利用した廃水は一部、産廃として処理されているものの、ほとんど再利用されていない。1社だけでも年間約 70,000 トン以上の廃水を廃棄している。本申請の技術でこの廃水を 70%再利用できるレベルまで浄化し、循環型社会形成の一助とすると共に、環境保全、資源の有効利用を図る事を目的とする。

最終的にはドラム缶洗浄廃水を浄化して 70%再利用できるレベルとする。具体的には、洗浄水の COD を現在の 250~500ppm(平均 200~250ppm 付近)から 100ppm 以下としてすすぎ水として一部利用可能とする。将来的には工業用水並の 10ppm 以下とし、すすぎ水として 100%利用を目指すための指針を得る。

最終的な実用規模（処理能力）：すすぎ水として利用できる水質の COD を 100ppm 以下とし、その

処理能力は 40 トン/日とする。（将来的には COD 10ppm 以下で処理能力は 320 トン/日以上[ドラムセンター処理量 200 トン/日]を目指す）

【開発内容】

本申請でパイロットプラントの設置までの過程に装置の選定とシステム化における各装置の組み込み方式の検討を行い、洗浄廃水が発生している事業所に設置し実証試験を行った。

実際にドラム缶を洗浄し、再生している関西ドラムセンターに実験装置を設置して実際の廃水を利用した試験を行う。（関西ドラムセンターは実際のプラント導入を希望しており、具体的に装置導入の有力な候補地でもある。）

住所は、大阪市住之江区南港東 2-2-49 協業組合 関西ドラムセンターである。既存設備の中の約 7m x 4m のスペースに当該パイロットプラントを設置した。

磁気ろ過システムの基本となるシステムは磁化シーディング装置、永久磁石を用いた磁気ろ過アシスト装置、HTS バルク磁石を用いた精密磁気ろ過装置の 3 機でシステムが構成された。

様々な種類の内容物のドラム缶の洗浄後に出る廃水であり、洗浄対象物は主に、溶剤、可塑剤、油、界面活性剤、防腐剤である。

本磁気ろ過の対象廃水は多様な内容物のドラム缶を洗浄している廃水であり、また洗剤も多様であるため、その廃液の pH 変動も激しい。その変動に複雑な操作がなくとも追従できる薬剤の選定を重視した。

また強磁性粒子の選択に関して、数社のメーカーの磁性粒子も数種類使用したが、COD 値の低減に性能差は見られなかったため、コストと性能から選択した。

磁気ろ過に使用する装置の選択について検討し、大量のフロックを処理する場合では、HTS バルク磁石を用いた磁気ろ過部の負担を軽減させる必要があることが試験より示された。そのため、磁気ろ過装置として、大きなフロックをはじめに自然沈降させ、その後、上澄みを最終処理として HTS バルク磁石で磁気ろ過する方式とした。しかし、自然沈降には時間を要すること、また自然沈降をさせ、フロックが対流し巻き上がらない大きなプールが必要となるため、大きなフロックの沈降を省スペースで行える、永久磁石を用いた磁気ろ過アシスト沈殿装置の導入を検討し試験を行った。その結果磁気ろ過アシスト沈殿装置を使用することで大きなフロックは急速沈殿可能なことが示され、磁気ろ過装置部分には永久磁石を用いた磁気ろ過アシスト装置と HTS バルク磁石を用いた精密磁気ろ過装置を併用した。

なお今回使用した HTS バルク磁石を使用した精密磁気ろ過装置は、大阪大学にある最大磁束密度 10T を印加できるソレノイド型超電導磁石を用いて、FC 着磁（Field Cooling：磁場中冷却）を行った。

磁気ろ過装置の廃水処理フローは、廃水を磁気シーディング装置にポンプで送り、そこで凝集補助剤で pH 調製し、強磁性粒子と高分子凝集剤を添加し、COD 成分に強磁性を付与し強磁性フロック化する。

そして強磁性フロックは永久磁石を用いた磁気ろ過アシスト沈殿装置に入る。そこで捕捉できなかった小さなフロックは次に HTS バルク磁石による精密磁気ろ過装置に入り、最終的に浄化水となる。

本磁気ろ過装置の導入後、磁気ろ過試験を行った。試行回数はドラム缶洗浄すすぎ廃水（14 回）、ドラムセンター内の全ての廃水が集まる原水プール廃水（9 回）を行った。《ただし、本年度の原水プール廃水は、ドラムセンター内の新規顧客のドラム缶の洗浄テストの廃液が多く含まれてきているため、通常状態のドラム缶洗浄廃水ではない。》

ドラム缶洗浄廃水（pH11～12 付近、COD 値 200～300ppm 付近）をポリ硫酸第二鉄で pH を 6.5 に調整し（1 次凝集）、強磁性粒子（イセタイト）を毎分 125 g を添加し、急速かくはん後、高分子凝集剤を毎分 200cc 滴下しながら、緩速かくはんし、磁性フロックを調製した。pH 調整は PID 制御により行われた。

磁化シーディング装置から毎分 50～80 リットルで磁気ろ過アシスト沈殿装置に通過させ、その処理水を HTS バルク磁石磁気ろ過装置へクーラントポンプにより、60ℓ 毎分（スペックでは 80 リットル毎分）で通過させ磁気ろ過を行った。

試験結果として、試験中 15 分おきに処理水を採取し、混合した処理水の COD 値（JISK0102 - 17）を測定した。その COD 値は計 14 回のすすぎ廃水の試験結果より、処理水の COD が 100ppm 以下に処理可能なことが確認できた。

また同様に原水プール廃水（9 回）行い、通常状態においては、処理水の COD が 100ppm 以下に処理可能なことが確認できた。

磁気アシスト沈殿装置で捕捉されなかった小さい磁性フロックは、最終的に HTS バルク磁石を用いた精密磁気ろ過装置を通過した時に捕捉されていることが確認された。

3. 技術開発の成果

磁気ろ過部として、永久磁石を用いた磁気アシスト沈殿装置と HTS バルク磁石を用いた精密磁気ろ過装置を併用した磁気ろ過により、高速に大量処理可能な磁気ろ過システムを構築できた。COD 値の目標値 100ppm 以下と設定し、達成した。

例外として高分子凝集法によりフロック形成が困難な場合もあり、その廃液が瞬間的に装置内に混入している場合、COD 値は 100ppm 以上となった。その場合、廃液にポリ硫酸第 2 鉄を投与後、白濁してしまうことから（PAC と硫酸、硫酸バンドを用いても同様になる。）、この原因として、1-ドデカノールと、凝集剤として添加したポリ硫酸鉄がけん化したと考えられる。その対応策として、けん化反応を起こさない凝集剤の検討、または廃液の調整槽があればこのような現象は回避できると考える。日々、洗浄対象物の種類が増えていることから、洗浄対象物の混合によって起こる現象であれば、ドラムセンター側でも混合洗浄試験が今後必要になると思われる。

磁気ろ過アシスト沈殿装置の磁石プレートにフェライト磁石（表面磁束密度 0.2T）とネオジウム磁石（表面磁束密度 0.4T）を用い、その性能試験も行った。ネオジウム磁石を使用したほうが、高分子凝集法による磁性フロックの捕捉性能に 3 倍近い優位性が見られた。磁気力が強いネオジウム磁石を使用することで、磁性フロックの捕捉量が増大し、急速沈殿槽として装置内での磁性フロックの滞留時間を軽減でき、装置内のフロック濃度を低くできるため、より装置が安定動作することが示された。よって実規模プラントではネオジウム磁石を設置するべきであると考ええる。

今回のパイロットプラントの磁化シーディング装置は、薬剤の選定に関してコストを重視したが、凝集助剤、高分子凝集剤は様々な用途に対応しうる製品が日々開発されており、その選択に関しても今後探究してゆく必要があると考える。またフロック形成に関して調整のためのセンシングを pH の値のみから行ったが、今後は酸化還元電位計などのセンシングの導入も行い、より安定した磁性フロックの供給を行う必要があると考える。

4. まとめ

目標は洗浄水の COD を現在の 250～500ppm から 100ppm 以下としてすすぎ水として一部利用可能とすること、将来的には工業用水並の 10ppm 以下とし、すすぎ水として 100%利用を目指すための指針を得ることであった。

本プロジェクトにおいて、磁気ろ過処理水を COD100ppm 以下にする目標値を達成した。洗浄するドラム缶の初期(少量の汚物を洗う)段階ではすすぎ水として一部可能であるが、現実的にドラム缶洗浄後のリンスに用いるすすぎ水としては塩素成分や蒸発残留物質が残っているため、まだ使用できない状況である。そのためには将来目標である COD10ppm 以下にする必要があると考える。

将来的に COD10ppm 以下にするための指針として、磁気ろ過処理により、大幅に COD 成分を除去した後、後処理として低コストで済む自動再生型の吸着剤(活性炭やアルミナなど)の適用などが望ましいと考える。

今回構築したパイロットプラント(磁化シーディング装置と磁気ろ過装置)はドラム缶洗浄廃液のみならず、他の産業界の廃水処理にも十分適用が可能と考える。また磁気ろ過装置(永久磁石を用いた磁気アシスト急速沈殿槽と HTS バルク磁石を用いた精密磁気ろ過の組み合わせ)は液中の強磁性粉を精密に高速大量にろ過することが必要な用途に関して、ろ過装置として応用が可能な装置であると思われる。

現段階では磁気ろ過処理に使用する強磁性粉に関して、ドラムセンター内でドラム缶の表面処理の際に廃棄されている鉄粉を使用することは試験段階ではあるが、利用手法が定まれば、工場内循環型のリサイクルが行え、新たな企業モデルとして産業界にも大きな影響を与えると確信する。

(J2004)

Purification of Used Wash Water of Drum by a Magnetic Filtration System

NIPPON SHEET GLASS ENGINEERING CO., LTD

THE SUMITOMO BLDG. 6F

5-33, 4-CHOME, KITAHAMA, CHUO-KU, OSAKA, 541-0041, JAPAN

+81-6-6222-2154

KATSUHIKO IINO, PE

NIPPON SHEET GLASS ENGINEERING CO., LTD

YUTAKA OHNISHI

KANSAI DRUM CENTER JOINT BUSINESS COOPERATIVES

SHIGEHIRO NISHIJIMA

DIVISION OF SUSTAINABLE ENERGY AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING,

GRADUATE SCHOOL OF ENGINEERING, OSAKA UNIVERSITY

TETSUZOU OHNISHI

CHUO SANGYO CO., LTD

A filtration system using magnetic force for purifying the used wash water of drum has been developed. This system consists of a magnetic seeding device and magnetic filtration devices. Since the wastewater is a mixture of various types of contaminant, the purification of the wash water is difficult. In the filtration system the waste component in the wastewater is made into the floc containing ferromagnetic particles in the magnetic seeding device. The magnetic seeded waste water is sent to the magnetically assisted separation device using permanent magnets. The small sized floc, which is not captured in the separation device, is processed by the microfiltration device where a HTS bulk magnet is installed.

The combination of permanent magnets and HTS bulk magnet can reduce the load to the magnetic filtration device and enables long-time operation. The water coming out of the filtration device is treated as the final purified water. It was found that the COD value can reduce from about 200-300 to less than 100 ppm. It was shown that this system satisfied the requirements to be used as a magnetic filtration system for the used wash water of drum.

• keyword (drum, magnetic filtration, magnetic seeding, HTS bulk magnet, COD value)