

< 研究発表 >

自動車廃LLCの微生物分解処理プラントの実証試験

野村 響一¹, 渡辺 哲文², 鈴木 和弘³, 加藤 隆幸⁴, 今枝 孝夫⁴

1. 株式会社明電舎 研究開発グループ 総合研究所 環境研究部(〒141-8565 東京都品川区大崎 2-1-17)

E-mail:nomura-ky@mb.meidensha.co.jp)

2. 株式会社明電舎 環境・社会事業部 営業技術部 企画開発課(〒103-8515 東京都中央区日本橋箱崎町 36-2)

E-mail:watanabe-te@mb.meidensha.co.jp)

3. トヨキン株式会社(〒471-0836 愛知県豊田市鴻ノ巣町 3-33)

4. 株式会社豊田中央研究所(〒480-1192 愛知県愛知郡長久手町)

概要

廃 LLC (Long Life Coolant) 分解微生物を用いて、自動車の廃 LLC 微生物処理技術を開発した。本処理方式は、微生物を結合固定化した担体流動床方式及び膜分離活性汚泥法を併用した連続型微生物処理である。微生物の働きで、LLC の主成分である高濃度のエチレングリコールを分解することを目的としている。本技術の有機汚濁指標の低減能力を把握するために、廃 LLC 処理量 300L/日規模の実証プラントを自動車解体事業場に設置し、2 ヶ月半にわたる連続処理試験を実施した。その結果、高濃度エチレングリコールをほぼ 100%除去することを確認した。

キーワード: 廃水処理、生物処理、廃 LLC (Long Life Coolant)

1. はじめに

自動車の点検整備や廃車処理時には、廃 LLC (Long Life Coolant) が大量に排出される。廃 LLC は、エチレングリコール(以下、EG と略記)が通常 30~50%含まれており、COD として 30 万~50 万 mg/L と非常に高いものである¹⁾。また、防錆剤として様々な有機物や無機物も含まれている。

今枝らは、廃 LLC 分解微生物として EG を効率的よく分解できる微生物 *Pseudomonas putida* を土壌より分離した¹⁾²⁾。そして、この微生物をポリビニルアルコール(以下、PVA と略記)に包括固定したものを用いた回分式の廃 LLC 浄化システム(以下、回分方式と略記)を開発した。微生物を固定化した主なメリットは、高濃度の菌体を流亡させることなく、システム内に維持できることである。100L スケールの回分式処理装置を用いて、廃 LLC が約 100 倍に希釈されている自動車整備工場の排水(EG として約 3,000mg/L)を処理した事例がある。

今回、筆者らは自動車解体事業場への廃 LLC 生物処理技術の適用を目的として、前記回分方式の見直しを行い、その結果に基づいて、廃 LLC 処理量 300L/日規模の実証プラントを製作した。そして、プラントを自動車解体事業場トヨキンオートプラザ(株)に設置し、有機汚濁指標の低減能力を把握するために、連続処理実証試験を実施した。本稿では、その実証試験結果について報告する。

2. 自動車解体事業場向け方式への見直し

自動車解体事業場では、毎日大量の廃 LLC が廃車から抜き取り・分別回収されている。処理対象が分別回収された廃 LLC である点、毎日一定量発生する点、処理量が多い点、前述の自動車整備工場排水処理事例と大きく異なる。

そこで、生物処理の適用をするにあたり、回分方式を以下のとおり見直した。

(1) 回分処理から連続処理への変更

廃 LLC が連続的に発生するため、回分処理方式から連続処理方式に変更した。

(2) 原水調製の変更

廃 LLC 分解微生物は、原水中の廃 LLC 濃度が高いと全く EG を分解することができない¹⁾。今回の処理対象は廃 LLC 原液であるため、生物処理するためには希釈する必要がある。希釈を行うにしても、処理対象量が多いため、希釈倍率はできるだけ低く抑えたい。

廃 LLC 分解微生物は廃 LLC 10 倍希釈程度の水(EG として約 30,000mg/L)を十分に処理することができる²⁾ため、今回は廃 LLC の 10 倍希釈水を原水とした。

(3) 微生物固定化方法の変更

回分方式では微生物を PVA に包括固定化した。包括固定化法はその作製に非常に労力を要するため、装置の大容量化においては適用が非常に困難である。そこで今回は回分方式と同じ PVA 製の市販ゲルビーズを用いた結合固定法³⁾⁴⁾を適用した。

(4) 固液分離方法の変更

回分方式では、固液分離に凝集沈殿法を用いていた。今回は、維持管理をより容易にする目的で膜による固液分離を適用した。

3. 実証プラントと試験方法

3.1 実証プラントと運転方法

2項の見直しをもとに、製作した実証プラントを自動車解体事業場に設置し実証試験を行った。プラントの処理仕様、通水量の設定条件を Table1、Table 2 に示す。処理プラントの処理フローと外観写真を Fig.1 と Fig.2 に示す。

Table1 Specification of the pilot plant for microbiological treatment of LLC.

処理方式	廃 LLC 高分解微生物 PVA 担体流動床と膜分離活性汚泥方式を併用した連続処理
計画処理量	廃 LLC 0.3m ³ /日 (300L/日)
対象原水	廃 LLC を約 10 倍に希釈した水 (3m ³ /日)
原水水質	反応槽流入水 COD 30,000mg/L
水温	反応槽において 20~35℃
HRT	反応槽 1~膜分離槽まで約 27 日
ばっ気量	反応槽 1、膜分離槽は 100m ³ /時 反応槽 2~4 は 50~60m ³ /時

Table2 Experimental conditions of feed rate of the pilot plant for microbiological treatment of LLC.

RUN	運転期間	日数	廃 LLC 送水量 (L/日)	希釈水送水量 (m ³ /日)	原水通水量 (m ³ /日)	原水における廃 LLC 希釈倍率
1	8/1~22	21	50	2.95	3	60 倍
2	8/22~9/19	28	100	2.9	3	30 倍
3	9/19~10/3	14	200	2.8	3	15 倍
4	10/3~14	11	300	2.7	3	10 倍

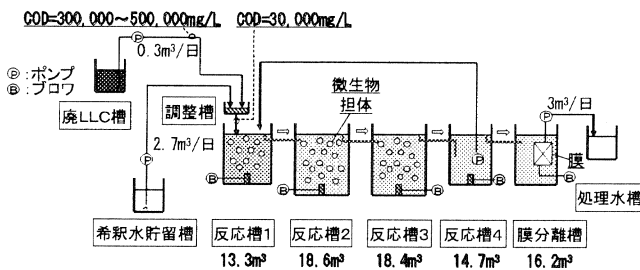


Fig.1 Schematic diagram of the pilot plant for microbiological treatment of LLC.

調整槽で廃 LLC と希釈水 (水道水) を混合し調製した原水を反応槽 1 に通水した。廃 LLC 送水量設定は、処理状況を把握しながら Table2 に示すように 50、100、200、300L/日と計画処理量に向けて徐々に増量した。それに応じて希釈水送水量を変更し、原水通水量設定は 3m³/日で一定とした。

反応槽 1~3 には PVA 担体をそれぞれ反応槽の 10% 容量充填した。PVA 担体の形状は直径約 4mm の球形で、予め

1m³ の回分処理装置において廃 LLC 分解微生物 *Pseudomonas putida* を結合固定化したものを使用した。反応槽 1~3 は PVA 担体の流動床とし、処理の過程で発生する浮遊性の微生物群とともに好気性環境下で排水を処理した。

反応槽 4 には、PVA 担体を充填せず、前段の反応槽 3 から流入する浮遊性の微生物群を用いて好気性環境下で処理を行った。反応槽 4 の処理水は膜分離槽へ流入すると同時に、反応槽 4 処理水循環ポンプによって 40L/分の流量で反応槽 1 へ返送した。

膜分離槽には、浸漬型膜ろ過モジュール (公称孔径 0.1 μm) を設置し処理水の膜ろ過を行った。

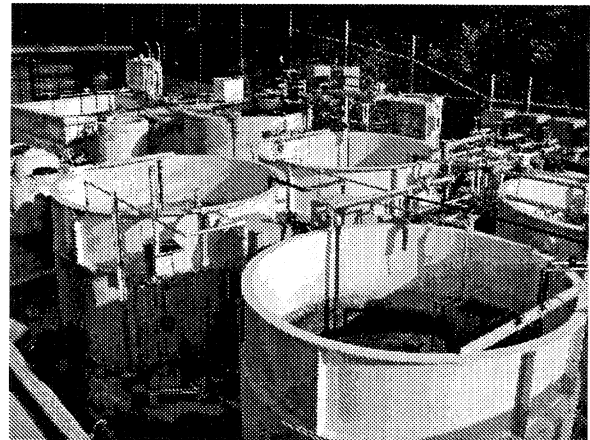


Fig.2 The view of the pilot plant for microbiological treatment of LLC.

3.2 評価方法

試験期間中、処理状況を把握するためにプラント処理工程水を適宜採水し、水質分析に供した。水質は、評価項目として COD、溶解性 COD (以下、S-COD と略記)、EG を、参考項目として BOD、MLSS、SS を測定した。

COD は JIS K0102-17、S-COD は吸光度法 (セントラル科学 (株) 製 JIS 法準拠) により測定した。EG はガスクロマトグラフ法 (株島津製作所製 GC-14B 水素炎イオン化検出器) により測定した。MLSS は下水試験方法 2.3.6.2 により測定した。BOD は JIS K0102-21 及び 32.3 により、SS は昭和 46 年環境庁告示第 59 号付表 8 により測定した。なお、溶解性試料の分析には、孔径 0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過したものを用いた。

3.3 遠方監視システム

本試験では、明電舎 (東京) とプラント設置場所 (愛知県) が離れていた。そこで試験期間中、東京からプラント状態を遠方監視、水質データを定周期収集することを目的として、ワイヤステレメトリングシステム⁵⁾を導入した。

実証プラントのワイヤステレメトリングシステム構成を Fig.3 に示す。本システムでは、現場端末 TELEMOT-cdma を用いて、プラント機器異常、水質上下限逸脱の警報信号の常時

監視、水質データの一定周期収集を行った。警報は発生の都度、水質データは1時間に1度、現場端末からデータ処理センター内監視サーバに送信され、監視員はインターネットを介してプラントをWEB監視できるようにした。また、即時対応が必要な警報については、発報時に監視サーバから監視員の携帯電話にメール通報するシステムとした。

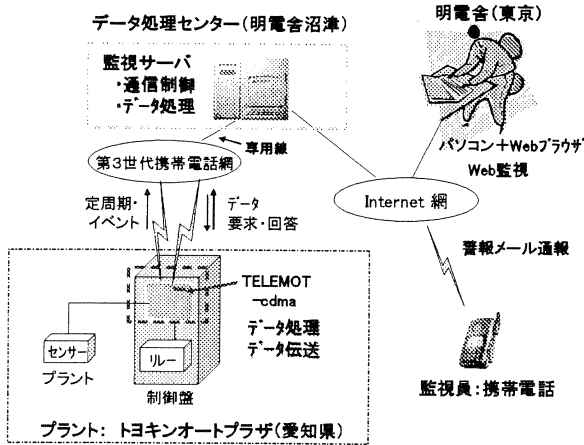


Fig.3 Remote monitoring of the pilot plant by wireless telemetering system.

4. 実証試験結果

4.1 処理性能評価

廃 LLC の主成分であるエチレングリコール (EG) の変化を Fig.4 に示す。

廃 LLC 送水量を処理開始から計画処理量 300L/日まで順次増やしたところ、調整槽の原水 EG の増加に伴い反応槽1のEGが増加した。しかし、反応槽で分解され、最終的に膜分離水におけるEGがほぼ定量限界(1mg/L)未満となり安定して処理できた。EG除去率は全期間に渡り、反応槽4、膜分離水においてはほぼ100%の除去率だった。

次に、S-COD の変化を Fig.5 に示す。

廃 LLC の増量で、計画処理量 300L/日時点では調整槽のCODが原水仕様の30,000mg/Lに対し10,000mg/L程度高くなった。しかし、反応槽で分解され、最終的に膜分離水におけるS-CODが排水基準の120mg/L以下となり安定して処理できた。COD除去率は全期間に渡り、反応槽4において98%以上、膜分離水において99%以上の非常に高い除去率が得られた。

Table3 に定格運転時における、プラント処理工程水の各水質をまとめた。ここで、本試験中の反応槽1から膜分離槽の水温は30~32℃程度だった。この水温では、本プラントは原水CODが仕様より約1.3倍高い条件でも、十分に排水基準以下まで処理できる性能を示した。

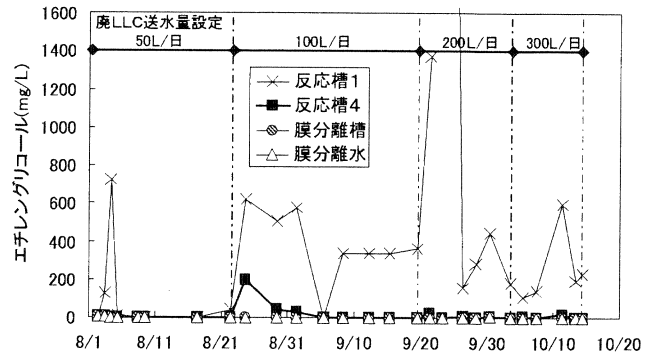
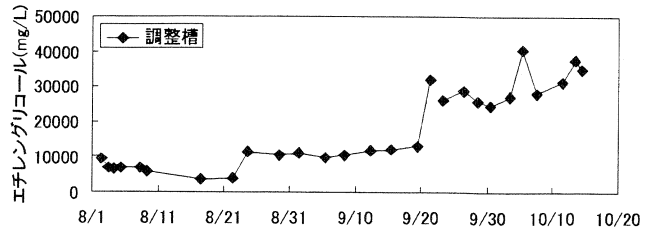


Fig.4 EG removal profile of the pilot plant for microbiological treatment of LLC.

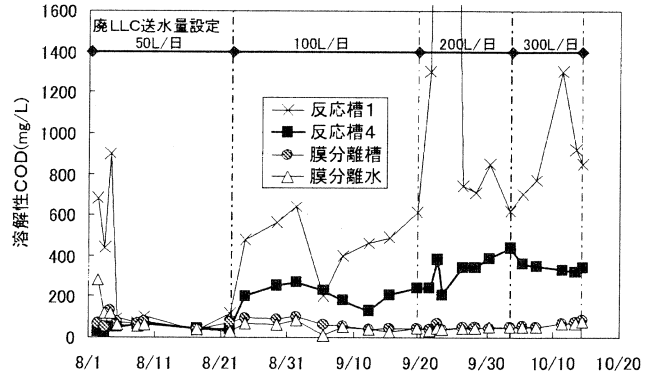
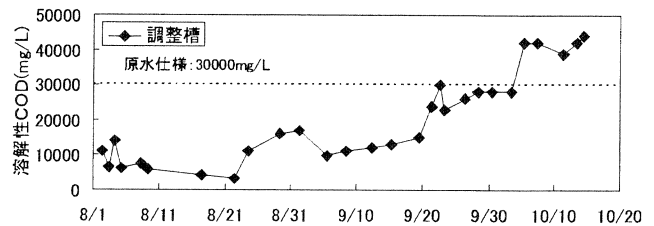


Fig.5 S-COD removal profile of the pilot plant for microbiological treatment of LLC.

Table3 Performance of microbiological treatment of LLC by the pilot plant.

項目 (単位:mg/L)	廃LLC槽	調整槽 (原水)	反応槽4	膜分離槽	膜分離水
評価項目	COD	390000	39000	—	92
	S-COD	—	—	180	94
	EG	336000	35100	0	0
参考項目	BOD	270000	37000	—	1.2
	SS	93	18	—	1未満
	MLSS	—	—	6400	13000

4.2 遠方監視システム導入の効果

生物処理は立ち上げ時の処理が不安定のため、一般的に作業員が現地に常駐して試運転調整を行う。今回は、作業員は遠方にてプラント状況を監視し、最低限必要な作業のみ現地で行う体制とした。

遠方監視システムで収集した反応槽1の溶存酸素を Fig.6 に示す。

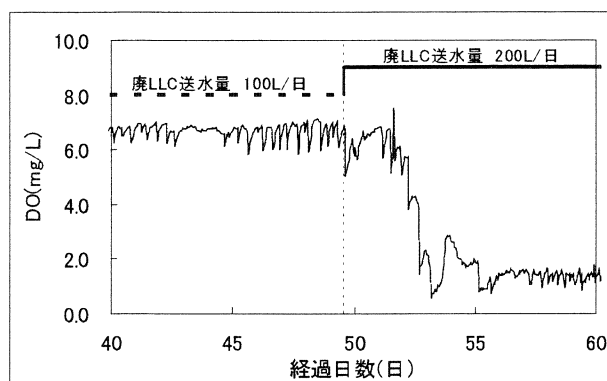


Fig.6 DO variation in aeration tank 1 observed by wireless telemetering system when LLC feed rate was varied.

経過日数 49 日目に現地にて廃 LLC 送水量設定を変更し、その後溶存酸素(DO)を遠方にて監視した。経過日数 57 日以降に溶存酸素濃度が安定し、処理状況が安定したと推測できたため、現地にて採水を実施した。このように遠方監視システムを利用することで、現地作業日数を削減することができた。

本現場端末は小型(W220×H190×D40)で制御盤内に設置でき、さらに携帯電話網を使用するため、電話線敷設工事が不要である。これにより実証試験における工事工数を削減することもできた。本システムは、今回のような短期間の仮設遠方監視ツールとして非常に有効であった。

5. おわりに

今回、分別回収された自動車廃 LLC の生物処理プラントを開発し、自動車解体事業場に設置した。実証試験として、連続処理運転を 8/1～10/14 の期間で行ったところ、廃 LLC 計画処理量 300L/日の運転条件において、膜分離水の溶解性 COD は排水基準の 120mg/L 以下、エチレングリコールに関してはほぼ定量限界(1mg/L)未満で安定して処理できた。

本試験実施にあたり、トヨキンオートプラザ株式会社様には多大なご協力を賜りました。ここに謝意を表します。

6. 参考文献

1)今枝孝夫ら: LLC の微生物分解システム、豊田中央研究所 R&D レビュー、Vol.34、No.3、pp.23-30(1999)

2)今枝孝夫ら: エチレングリコール含有水の処理方法及び微

生物、特許第 3414618 号

3)社団法人日本下水道協会編: 下水道施設計画・設計指針と解説(2001)

4)古川憲治ら: PVA ゲルビーズを活用する排水処理、日本水処理生物学会誌、Vol.23、pp.88(2003)

5)立田雅之ら: 第3世代携帯電話網を利用したワイヤレス・テレメトリングシステム、学会誌「EICA」、Vol.9、No.2、pp.233-236(2004)