

リン含有PCB油前処理実証設備による実証試験結果 及び実機設備設置の進捗状況

東京PCB処理事業所（以下「当事業所」という）では、リン化合物含有PCB油を処理するため、所内に実証設備を設置し、実機設備内容の確定に向けて実証試験を行ってきた。その内容については中間報告として報告したところである。

今回は、前回報告以降行ったラボ試験及び実証試験の結果について報告するとともに、実機設備設計の基本的事項について報告するものである。

1. これまでの経緯

1)リン含有PCB油の概要

保管者の現地保管タンクからのサンプリング状況図を図1に示す。

低位置油(L油)については、リン濃度が高いほか、無機質として鉄、銅、鉛、亜鉛を多く含んでおり、またスラッジ分を多く含むため粘度が高く、高位置油(H油)、中位置油(M油)とは物性がかなり異なっている。

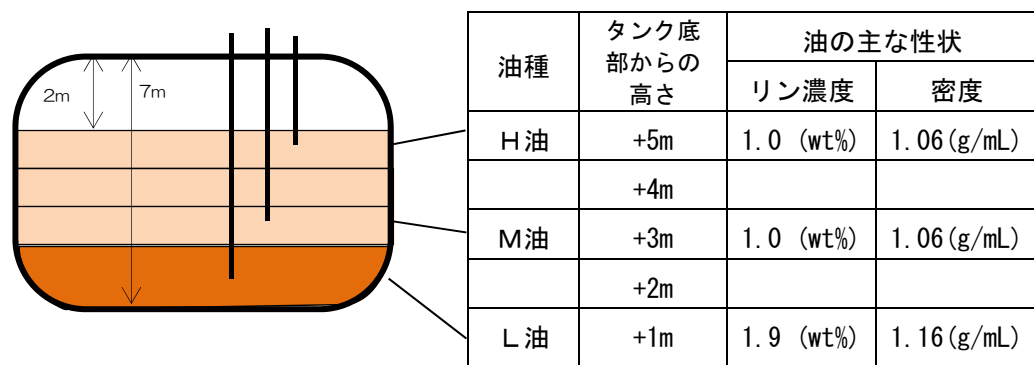


図1 現地保管タンクの概略図及び油種ごとの主な性状

2)実証試験

H油・M油については、静置分離後の油中リン濃度は 77 mg/kg～79 mg/kg となり、目標とする 100 mg/kg 以下を達成した。

一方、L油について、油中リン濃度は目標とする 100 mg/kg 以下とならなかった。これは、L油(リン濃度 2%)がこれまで実験室で行ってきたリン濃度 1%のH・M油とは物性が異なり、処理条件の再検討が必要なことによるものである。

3)ラボ試験

- (1) 加水分解によりリン化合物を分離したPCB油（以下「処理済油」という）を静置分離した結果、処理済油及び廃アルカリに懸濁物が存在し、また、処理済油と廃アルカリの界面（以下「界面」という）及び底部に浮遊物・沈殿物が存在することが判明した。
- (2) 懸濁物はリンを含んでいることを確認した。
- (3) 静置分離温度は、90℃が適していたが、L油に対しては 90℃で静置分離を行っても、処理済油の懸濁物を取り除くことが困難であることが判明した。
- (4) L油に絶縁油を添加して密度差を設けることにより、処理済油内でのリンの分離性が向上することを確認した。

4)実証試験

ラボ試験において見出したL油についての処理の可能性を、確認した。

加水分解後の油中リン濃度は、50 mg/kg 未満（参考値 38 mg/kg）となり目標値を達成、絶縁油を加える前の添加前換算値においても 91 mg/kg となり目標値を達成していた。

以上のことから、L油については絶縁油を添加し密度を調整した上で処理することが有効であると結論した。

5)前回中間報告以降に検討した事項

実機設備設計を進めるため、必要となるラボ試験及び実証試験を継続して実施した。その検討対象は以下のとおりである。

- (1) L油については、絶縁油を添加し密度を調整することが有効であると判明したため、さらにラボ試験により、最適条件を見出すことにする。
- (2) ラボ試験により基本となる運転条件を確認した後、実証設備での試験を行い、実機設備設計に際してのスケールアップの影響を確認する。
- (3) 静置分離後に行う処理済油及び廃アルカリ排出方法を確立する。
- (4) その他、実機設計を行う際に必要となる項目について検討を行う。

2. 中間報告以降に確認した事項

1) L油への絶縁油添加による最適条件の確認

(1) ラボ試験

絶縁油添加による加水分解後の油中リン濃度の変化を表1に示す。

表1 絶縁油添加による油中リン濃度の変化

L-Run No.		5	21	20	23	11	6
希釈倍率	倍	1.0	1.2	1.3	1.4	1.5	2.4
加水分解後の油中リン濃度	mg/kg	160	180	160	150	95	45

L油に絶縁油を希釈倍率 1.0～2.4 倍で添加して加水分解を実施した結果、処理後の油中リン濃度は 45～180 mg/kg となった。特に希釈 1.5 倍以上で油中リン濃度が大きく低減した。

このことから、L油は反応後に懸濁物が生成し、絶縁油で希釈しない場合には、リンを含む懸濁物が油と分離せず油中リン濃度が高い結果となるが、絶縁油を添加することにより油と懸濁物に密度差が生じて固液分離が促進し、希釈倍率以上にリン濃度が低減するものと考えられる。



写真1 絶縁油添加
（希釈倍率 1.5 倍）
後の分離状況例

(2) 実証試験

ラボ試験と同様に、L油に絶縁油添加による油中リン濃度低減効果及び廃アルカリ中PCB濃度についての確認を行った。その結果を表2に示す。

表2 絶縁油希釈による処理前油の密度と静置分離後のリン濃度比較

Run No.		10+11	13+14	9
希釈倍率	倍	1.2	1.5	2.4
処理前油密度	g/mL	1.12	1.05	0.95
静置分離後油中リン濃度	mg/kg	150/150	97/110	<50
廃アルカリ中PCB濃度	mg/kg	100	53/85/53	570

リン濃度の管理基準値 130 mg/kg 以下を達成するためには、絶縁油を希釈倍率 1.5 倍で添加し、処理前油の密度を約 1.05 g/mL (約 25℃) に調整することが必要であることを確認した。

また、廃アルカリ中のPCB濃度はいずれも 5,000 mg/kg 以下となった。

ラボ試験と同一処理条件で実証試験を行い、ラボ試験の結果が実証試験においても再現されるかの確認を行った。

加水分解後（ラボ試験）、静置分離後（実証試験）結果において、大きな差異は見られないことから、実証試験により得られた知見は実設備の設計にも適用可能と判断できる。

2) 静置分離後に行う処理済油及び廃アルカリ排出方法の確立

ラボ試験において、廃アルカリと処理済油とが明確に分離され、リンを含む懸濁物が処理済油に混入していないことを目視により確認した。

(1) 反応生成物の確認

写真2に示すように、絶縁油を添加したL油の反応液では静置分離槽内で界面が明確に分離し、懸濁物は廃アルカリ側の上部に浮遊または底部に沈降することが観察された。また、界面にエマルジョン等の中間層が生成しないことも分かった。

一方、M油及びH油では、懸濁物及び中間層が生成しないことが確認された。

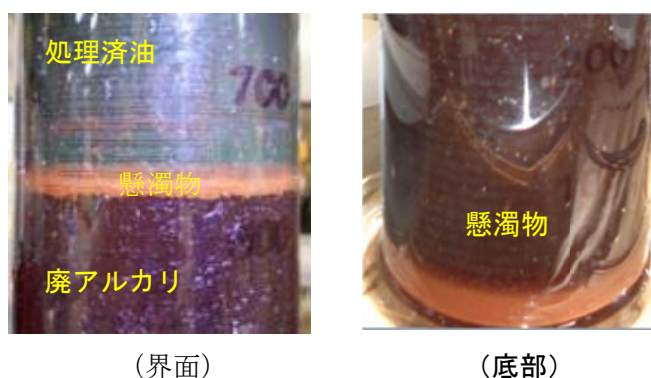


写真2 L油(絶縁油 1.5 倍希釈)の反応生成物の状況

(2) L油の繰り返し処理時の懸濁物の挙動確認

実機では、静置分離槽内に界面付近の反応液を 1,000 L 程度残留させ、廃アルカリ及び処理済油が混入しないよう計画している。

加水分解を継続的に行う際に残留する界面の影響を調べるため、L油反応液の静置分離処理を繰り返し行った。

写真3に示すように、廃アルカリ中の懸濁物は徐々に成長し、界面又は底部に集まって存在することを確認したが、油中リン濃度は 95～

99 mg/kg と安定して推移し、油中リン濃度は上昇しないことを確認した。界面は明確に分離し、エマルジョン等の中間層が生成しないことを確認した。

以上の結果、リンを含む懸濁物は廃アルカリ側に移行するとともに、処理済油側に移行しないことを確認した。



写真3 L油繰り返し処理時の懸濁物の状況

3) その他、実機設計において必要となる事項の検討

(1) NaOH 水溶液当量比低減化の検討

ラボ試験において、絶縁油を添加した L 油に対して、NaOH 水溶液当量比を 3～5 倍として加水分解を実施した。その結果を、表4に示す。

表4 NaOH 水溶液添加量の変化による処理後のリン及びPCB濃度

L-Run No.		28	29	31	23
当量比	倍	3	4	5	6
加水分解後油中リン濃度	mg/kg	100	92	82	94
加水分解後廃アルカリ中PCB濃度	mg/kg	2,300	4,100	2,400	1,700

処理後のリン濃度は 82～100 mg/kg となり、当量比 3 倍でも管理基準値未満となることを確認した。

廃アルカリ中の PCB 濃度は 2,300～4,100 mg/kg となり、目標とする管理基準値 5,000 mg/kg を達成できた。

NaOH 水溶液当量比 3 倍でも管理基準値を達成可能であることを確認した。

(2) 設備使用材料の選定

反応槽の使用材料として、加工性、材料入手の容易性から SUS316L の採用を考えている。

腐食・減肉性を確認するため、廃アルカリ模擬液による SUS316L 試験片についての腐食評価試験を 4 週間実施した。SUS316L の重量減少率は 5 週間平均で 0.02g/m²/時 (0.02mm/年) であった。

処理期間中 (27 ヶ月間) の減肉試算結果は、減肉 1 mm 以下となり、SUS316L でも問題がないことを確認した。

また、試験片の変色部を調査したが、局部腐食は見られなかった。

以上の結果、反応槽の材料として、SUS316L を選定する。

3.実機設備の検討

リン含有PCB油中のリンを除去することを目的とする実機設備は、当事業所内の1階、旧外部洗浄室内を中心に設置することとする。

1)設備概要

(1) 処理方式

加水分解 + 静置分離

(2) 処理対象物

リン含有PCB油 事業者保管総量 : 268 kL (タンク洗浄液 10 kL を含む)

リン濃度 : 1.0 ~ 2.4 % (保管タンク底からの高さによる)

密度 : 1.06 ~ 1.16 g/mL (15℃)

ラボ試験及び実証試験の結果から、NaOH 当量比 3 倍、絶縁油希釈倍率 1.5 倍で管理基準値を達成できる見込みであるが、実機設備の試運転調整の中で最適な処理条件を確認していく。

(3) 処理能力

リン含有PCB油受入量 : 1,700 L (週 3 ~ 4 回受入予定)

処理済油量 : 1,200 ~ 670 L / 日 (処理油のリン濃度等により変化する)

油中リン濃度 : 130 mg/kg 以下 (後処理の運転状況に応じて調整)

廃アルカリ量 : 660 ~ 1,180 L / 日 (処理油のリン濃度等により変化する)

廃アルカリ中のPCB濃度 : 5,000 mg/kg 以下

(4) リン含有PCB油の水熱分解処理プロセスフロー

リン含有前処理設備を含む水熱分解処理のプロセスフローを別紙1に示す。

2)実機(リン含有PCB油前処理設備)の構成機器

リン含有PCB油前処理設備の設備構成を別紙2に示す。

4. 今後のスケジュール

平成 30 年度から 33 年度に行う実機設備の詳細設計、現地工事、試運転及び、処理期間のスケジュールを表6に示す。

全体スケジュールは、詳細検討の結果、当初計画に対し大きな変更はない。

表6 実機設備の設置から運転のスケジュール

項 目	30 年度				31 年度				32 年度				33 年度			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
詳細設計																
現地工事																
試運転																
処理期間																