

使用済み潤滑油の再利用に向けた再生油の特性評価

Property evaluation of reclaimed oil for reuse of used lubricating oil

(株)日立製作所 (正) *飯島 敦史 (正) 斎藤 颯 (正) 高橋 ひと美

Atsushi Iijima*, Hayate Saito*, Hitomi Takahashi*

*Hitachi, Ltd. Research & Development Group

1. はじめに

近年、サーキュラーエコノミー社会の実現に向け、各国や各企業が製品および材料のリユース・リサイクルに向けた技術開発を進めている¹⁾。その1つである潤滑油について、日本では回収された使用済み潤滑油の約9割が燃料として再利用されている²⁾。潤滑油の製造や燃焼工程で多くのCO₂が排出されることを考慮すると、使用済み潤滑油の不純物を取り除いて再生し、もう一度潤滑油用途として利用すれば、大幅なCO₂排出削減効果が期待できる。潤滑油の再生方法として、吸着／フィルタリング処理は簡便かつ低コストであるが、再生油の品質向上や高効率処理のため適切な吸着剤を選定する必要がある。しかしながら、これまでは吸着剤として活性白土を使用した処理が一般的であり³⁾、油種の違いに対する吸着剤選定の知見は十分とは言えない。特に、近年では環境への配慮を背景として生分解性を有するエステル油の需要が増加傾向であり、適切な処理に向けた知見の蓄積が急務である。

本研究では、吸着剤の選定指針を得るため、過去の検討⁴⁾において活性白土より高効率に劣化物を除去できることが確認された金属酸化物を用い、吸着処理後のエステル系絶縁油の電気特性について評価・検証した。

2. 実験方法

実験には、全酸価が0.8 mgKOH/g程度に劣化した天然エステル油を用いた。吸着剤は、金属酸化物と活性白土を用い、両者の性能を比較した。吸着剤の比表面積は、それぞれ600 m²/g、290 m²/gである。

吸着処理は、劣化油200gに吸着剤10gを添加し、80℃で30分間攪拌するバッチ処理で実施した。吸着剤は、予め100℃で12時間乾燥させたものを用いた。その後、メンブレンフィルターを用いた減圧ろ過により、絶縁油と吸着剤を分離した。処理後の絶縁油に対し、劣化の代表的な指標である全酸価をJIS K2501により分析し、吸着剤の脱酸性能を評価した。また、絶縁油の電気特性として誘電正接および体積抵抗率を分析し、性能回復に対する吸着剤の影響についても評価した。電気特性に対する水分の影響を排除するため、分析サンプルは水分量が100 ppm以下になるよう脱気処理した。誘電正接は、交流電圧が絶縁油に印加された際のエネルギー損失の大きさを表す指標であり、値が低いほど絶縁性が良好であることを意味する。体積抵抗率は、物体に対する電流の流れにくさを表す特性であり、値が高いほど絶縁性が良好であることを示す。

3. 結果と考察

吸着剤の脱酸性能を評価するため、吸着処理後の絶縁油における全酸価の測定結果をFig. 1に示す。全酸価は、いずれの吸着剤を用いた場合も低下が確認された。活性白土による処理では、全酸価は約8%低下したのに対し、金属酸化物を用いた処理では約90%の大幅な低下が見られ、新油と同等まで改善された。一般に、吸着剤の比表面積が大きいほど油中の有機酸を多く吸着できるため、本研究に用いた金属酸化物は活性白土の2倍程度の性能を有すると予想される。しかし、実際にはそれ以上の差異が確認された。このことから、比表面積以外の要因、例えば細孔径や細孔容積といった吸着剤の物性や吸着メカニズムの違いが影響している可能性がある。本研究で用いた吸着剤は、比表面積以外の物性に大きな差はなかった。一方、吸着メカニズムは吸着剤によって異なり、活性白土は有機酸を物理吸着し、金属酸化物は化学吸着する。化学吸着は温度依存性が大きく、物理吸着は小さい。本研究では高温で吸着処理したため、吸着メカニズムの違いが脱酸性の差異に影響したと考えた。

次に、吸着剤の違いによる絶縁油の電気特性の回復量への影響を評価するため、吸着処理油の誘電正接の測定結果をFig. 2に示す。誘電正接を増加させる因子は、エステル油の分解により生じた有機酸や、水酸基を有する

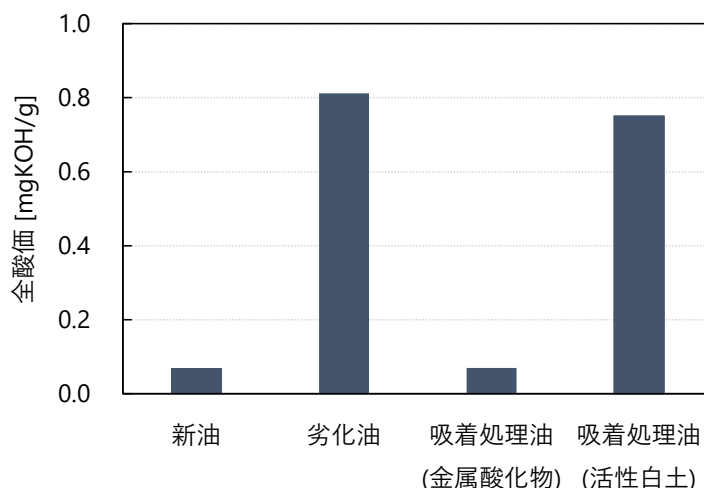


Fig. 1 Effect of adsorbent type on deacidification ability

物質が挙げられる。劣化油の誘電正接は、いずれの吸着剤を用いた場合も低下した。ただし、全酸価と同様に吸着剤によって低下量が異なり、活性白土処理では約 7%低下したのに対し、金属酸化物処理では約 75%低下し、新油を下回った。これは、金属酸化物の処理により不純物レベルが低下し、油の精製度が新油より向上したことによると考えた。

最後に、吸着処理油の体積抵抗率の評価結果を Fig 3 に示す。体積抵抗率に影響する因子は誘電正接と基本的に同様である。劣化油の誘電正接は、いずれの吸着剤を用いた場合も低下した。ただし、全酸価および誘電正接と同様に吸着剤によって体積抵抗率の増加量が異なり、活性白土処理では約 7%増加したのに対し、金属酸化物処理は約 1300%増加し、新油を上回った。吸着処理油の体積抵抗率が新油より増加したのは、誘電正接と同様に、油の精製度が影響したと考える。

以上より、劣化した天然エステル油に対して金属酸化物を用いて吸着処理することで、新油同等の電気特性に回復できることを明らかにした。

4. まとめ

本研究より、劣化した天然エステル油に対して、金属酸化物を用いた吸着処理を施すことで、全酸価および電気特性を新油と同等の水準まで回復可能であることを明らかにした。今後は、吸着処理油の長期信頼性の評価を進める予定である。

文献

- 1) 環境省, 令和 5 年版環境・循環型社会・生物多様性白書 (2023).
- 2) 潤滑油協会, 令和 3 年度燃料安定供給対策に関する調査等事業(潤滑油の安定供給に向けた原料確保の多様化に関する調査・分析事業)調査報告書 (2022).
- 3) 池田寿文, 使用済み潤滑油のリサイクル動向, トライボロジスト, 第 65 巻, 第 2 号(2020).
- 4) 飯島敦史, 斎藤颯, 高橋ひと美, 油中劣化物に対する各種吸着剤の除去性能の評価, トライボロジー会議 2024 秋要旨集(2024).

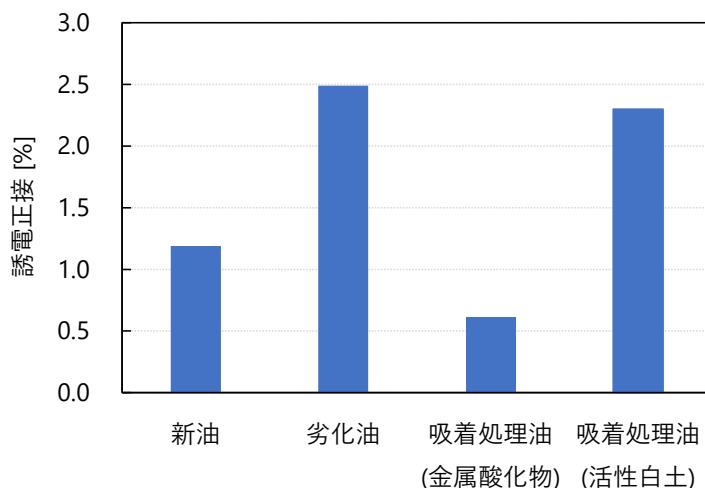


Fig. 2 Effect of adsorbent type on dielectric tangent

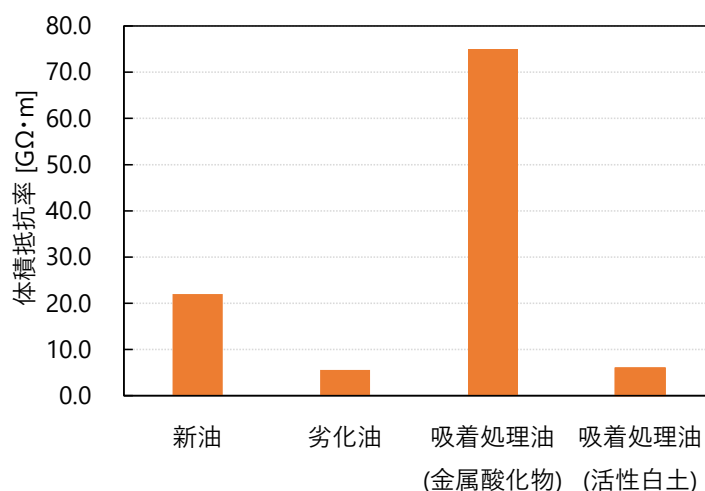


Fig. 3 Effect of adsorbent type on volume resistivity