

【技術資料】 潤滑膜の分析手法

～潤滑油により形成される膜成分の組成及び化学種の解析～

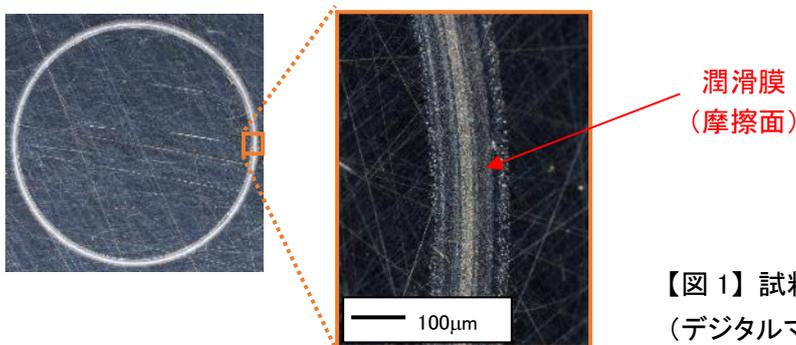
概要

モリブデン(Mo)含有潤滑油は自動車エンジンオイルの代表的な摩擦低減剤で、摩擦面に形成される膜成分(潤滑膜)が低摩擦化に寄与します。X線光電子分光法(ESCAまたはXPS)により潤滑膜の表面組成及び化学種を解析した事例を紹介します。

試料

以下の通り調製した潤滑膜の分析を実施しました。

- Mo系摩擦低減剤を含む市販エンジンオイルを金属基板上に塗布
- 摩擦試験(表面温度 50°C, 試験時間 5min)【図1】

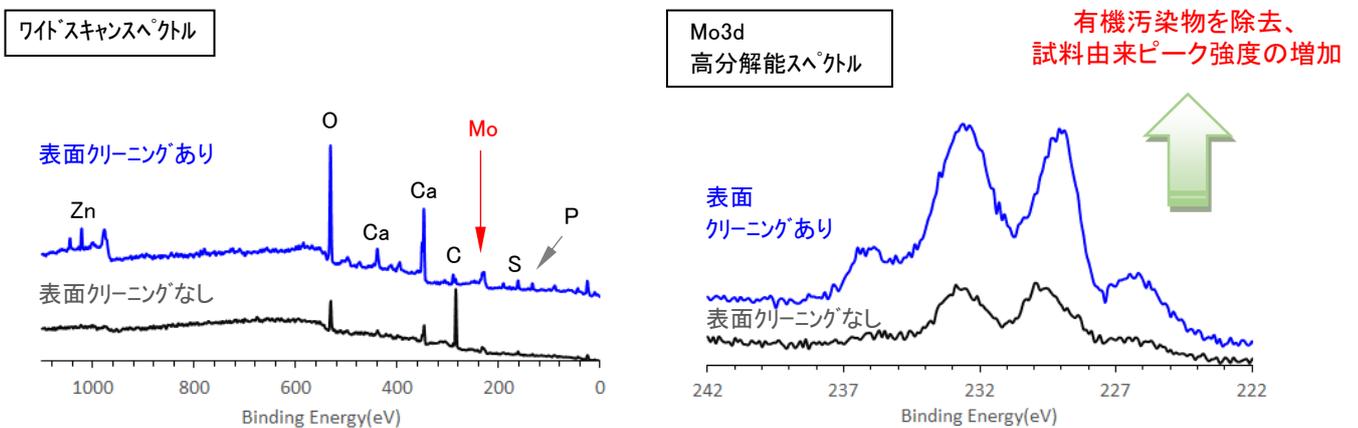


【図1】 試料外観
(デジタルマイクロスコープ像)

事例紹介

1) 潤滑膜の表面組成分析

試料のワイドスキャンスペクトル(全元素分析結果)及び Mo3d 高分解能スペクトルを図2に示します。ESCAの分析深さは数nmと浅いため、表面に存在する有機汚染物が試料由来ピークの検出を妨害します。当社ではArガスクラスターイオン銃(GCIB)を用いた表面クリーニングにより有機汚染物のみを除去でき、潤滑膜の表面組成解析が可能です【表1】。



【図2】 潤滑膜のワイドスキャンスペクトル及び Mo3d 高分解能スペクトル

【表 1】表面組成分析結果(単位:atom%)

表面クリーニング	C	O	P	S	Ca	Zn	Mo
あり	14	58	4	4	15	3	3
なし	71	20	1	2	5	<1	<1

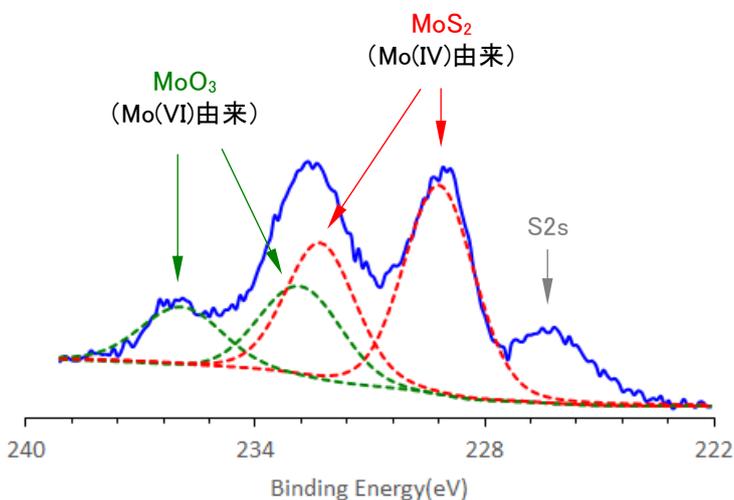
表面組成を
評価可能

有機汚染物を除去

2) 潤滑膜の化学状態解析

潤滑膜に含まれる成分のうち、二硫化モリブデン(MoS_2)は低摩擦化に寄与することが知られています¹⁾

³⁾ ESCA は元素の化学状態を解析できるため、Mo 中の MoS_2 比率を評価できます【図 3, 表 2】。



【表 2】Mo 成分解析結果

推定帰属	比率(ピーク面積)
MoS_2	68%
MoO_3	32%

Mo 成分比率を評価可能

【図 3】潤滑膜(GCIB を用いた表面クリーニング後)の
Mo3d ピーク波形分離結果

引用文献

- 1) 駒場ら：MoDTC 添加油の潤滑効果に対する温度の影響，トライボロジスト，62，11 (2017) 35.
- 2) 山田ら：MoDTC の摩擦低減機構，日石三菱レビュー，43，1 (2001) 5.
- 3) 高木：MoS₂ 族の層状構造と摩擦，精密機械，46，11 (1980) 1434.

適用分野：その他無機製品

キーワード：潤滑油、潤滑膜、モリブデン、Mo、 MoS_2 、摩擦低減剤、低摩擦化、ESCA、XPS、表面組成、化学状態