

水系潤滑コーティング剤の潤滑特性に与えるカルボン酸誘導体の添加効果

The effect of adding carboxylic acid derivatives on the lubrication properties of water-based coatings

(株)ニッペコ (正) *夫馬 猛志 (株)ニッペコ (正) 雑賀 光哉 (株)ニッペコ (正) 木村 洋介
Takeshi Fuma, Mitsuya Saika, Yosuke Kimura
Nippeco LTD.

1. はじめに

自動車の内装部品や民生機器等の潤滑部において、適用する部品によっては、半固体状のグリースを用いると、摺動抵抗の増大や、グリース塗布による見栄えの悪化、べとつきを引き起こしてしまうため、代わりに溶剤系潤滑コーティング剤が多く用いられている。溶剤系潤滑コーティング剤とは、潤滑成分を溶剤で希釈し、塗布後に溶剤を揮発させることで、潤滑成分を薄膜状に形成できる潤滑剤である。

例えば、自動車の内装部品におけるエアコンやシート等で、摺動や振動により部材同士が擦れ、摩耗の促進やビビリ音が発生する場合がある。これらの箇所には、摩耗防止や異音防止用途で、溶剤系潤滑コーティング剤が用いられている。溶剤系潤滑コーティング剤の溶剤には、炭化水素系溶剤やフッ素系溶剤が多く用いられている。しかしながら、炭化水素系溶剤は、潤滑成分と相溶しやすいが、消防法の危険物で、労働安全衛生法の有機溶剤中毒予防規則の対象化学物質に該当するものがあり、作業者に対する健康被害への懸念から揮発性有機化合物 (VOC) 対策や、局所排気装置設置の対策、さらには女性労働基準規則への対策等が求められている。また、フッ素系溶剤は、消防法の非危険物であることや、部材へのケミカルアタックが少ないことからよく使用されているが、近年、有機フッ素化合物 (PFAS) について、難分解性や高蓄積性を有するため、人や環境への長期毒性の懸念から、規制が強化される可能性がある。これらの背景から、潤滑成分を水で希釈した潤滑コーティング剤 (水系潤滑コーティング剤) は、前記溶剤のデメリットが無く安心安全に使用できることから注目されている。しかしながら、炭化水素系溶剤やフッ素系溶剤に比べ水が乾きにくく、生産性の低下が課題となる。

鋭意検討の結果、水系潤滑コーティング剤にカルボン酸誘導体を添加したところ、乾燥時間が短くなることが確認された。そこで、カルボン酸誘導体に着目し、本報告では、水系潤滑コーティング剤について、潤滑特性に与えるカルボン酸誘導体の添加効果について報告する。

2. 実験方法

Table 1 に試験で用いた潤滑コーティング剤の配合について示す。S-1 は、溶剤の水に、粘度の低い合成油と界面活性剤を添加したサンプルである。S-2, S-3, S-4 は、S-1 に順にカルボン酸誘導体 A, B, C を添加したものである。カルボン酸誘導体 A は金属石けん、カルボン酸誘導体 B はモノアミド、カルボン酸誘導体 C はビスアミドである。また、S-5 は、S-4 の合成油を、粘度の高い合成油に変更したサンプルである。そして、S-6, S-7 は、S-5 のカルボン酸誘導体 C を各々カルボン酸誘導体 D または E に変えたサンプルである。カルボン酸誘導体 D と E はビスアミドで、カルボン酸誘導体 C とは構造が異なり、カルボン酸誘導体 E, C, D の順に、分子内の極性基の割合が高い。それらカルボン酸誘導体は、水中に固体として分散している。比較として、S-8 は、フッ素系潤滑コーティング剤で、溶媒のフッ素系溶剤 (HFE) に、フッ素油 (PFPE) とフッ素樹脂 (PTFE) を添加したサンプルである。

潤滑特性は、POM のピンと、潤滑コーティング剤を薄膜塗布した POM 板を用いた往復摺動試験により確認した。往復摺動試験機の概略図を Figure 1、試験条件を Table 2 に示す。試験サンプルは、Table 1 で示すサンプルと、Blank として無塗布を実施した。POM 板への試験サンプルの塗布方法は、試験サンプルをよく振とう後、刷毛を用いて POM 板に 1 回塗布、1 h 以上室温に静置し乾燥させた後、往復摺動試験に用いた。摩擦係数は、動きだし 100 ms の内の最大摩擦係数を静摩擦係数とし、動きだし 197~367 ms の範囲の摩擦係数の平均値として動摩擦係数を得た。尚、摺動回数は 10,000 回と設定したが、異音を確認した時点で試験を停止した。

Table 1. Composition and property of coatings

	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8
Solvent	Water							HFE
Additive	Synthetic oil							PFPE
	Low viscosity				High viscosity			—
	Surfactant							PTFE
Carboxylic acid derivative	—	A	B	C		D	E	—

3. 結果

往復摺動試験の結果として、摩擦係数の推移を

Figure 2 に示す。Blank（無

塗布）は、潤滑不良によるスティックスリップが

観察され、同時に異音が発生した。また、フッ素

系コーティング剤である S-8 は、摺動を重ねるにつ

れて摩擦係数が増大し、異音が発生した。S-1 もま

た、摺動初期は摩擦係数が低い、摺動を重ねるにつ

れ、特に静摩擦係数の増大が確認された。一方、カル

ボン酸誘導体を添加した S-2～S-4 は、摩擦係数が

低く安定し、異音も防止していた。S-2 よりも S-3、

S-4 の静摩擦係数および動摩擦係数が低かった。S-4

と S-5 を比較すると、S-5 は、合成油の粘度が高くな

ると、静摩擦係数が低く安定していた。また、S-5～

S-7 を比較すると、静摩擦係数および動摩擦係数は、

S-7 が最も低かった。

4. 考察

往復摺動試験の結果から、フッ素系潤滑コー

ティング剤である S-8 は、フッ素化合物の極性が小

さく POM 部材へ吸着しにくいことや、PTFE の粒

径が大きく摺動面に介入しにくかったことから、摺

動を重ねるにつれてコーティング剤が剥離し、摩擦

係数が増大したと推察される。一方、カルボン酸

誘導体は、フッ素化合物より POM 部材へ吸着し

やすく、かつ構造が細かく介入性が優れているた

め、異音を防止できたと推察される。また、カル

ボン酸誘導体の中で比較すると、S-7 のカルボン

酸誘導体 E が最も分子内の極性基の割合が高く

POM 部材へ吸着しやすいため、油膜切れを防

ぎ静摩擦係数および動摩擦係数が低く安定したと

推察される。

5. おわりに

水系潤滑コーティング剤へカルボン酸誘導体を

添加したところ、往復摺動試験において、油膜

切れを防止し、異音の抑制や摩擦係数の低減が確

認された。

文献

- 1) ECHA Topic Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)

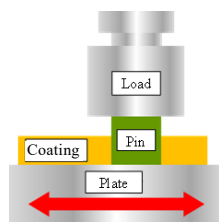


Fig. 1 Schematic of pin-on-plate type reciprocating friction test

Table 2. Condition of the reciprocating friction test

Pin	POM φ 4 mm cylinder
Plate	POM
Load	0.1 kg
Sliding speed	20 mm/s
Sliding distance	10 mm
Test temperature	Room temperature
Number of slides	10, 000

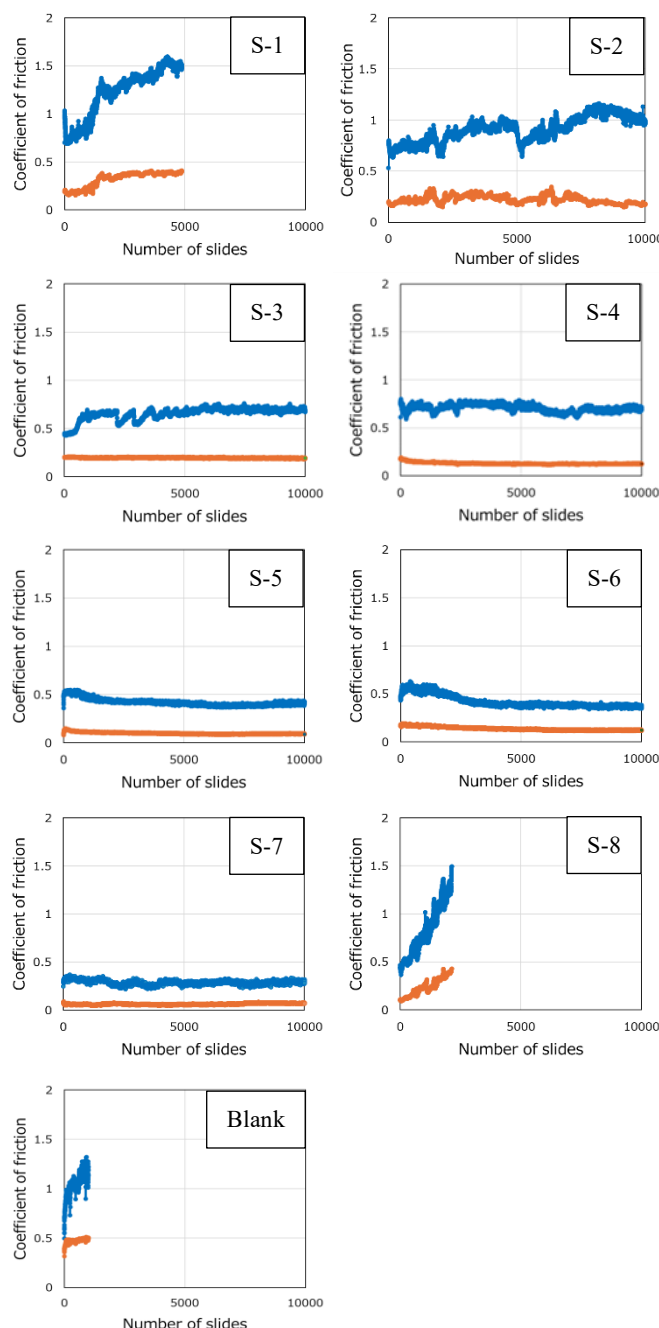


Fig. 2 Friction coefficient variation in reciprocating friction tests comparing water-based coatings (S-1 to S-7), the fluorinated solvent-based coating (S-8), and the blank.

● : Coefficient of static friction
● : Coefficient of dynamic friction