

ダスト混入環境下で使用されるグリースの潤滑特性に与える界面活性剤の影響

The effect of surfactant addition on the lubrication characteristics of grease in dust-contaminated environments

(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

自動車や産業機械等で用いられるグリースは、摩耗の防止や摩擦の低減により、機械の長寿命化や、省エネルギー化の一翼を担っている。近年、省エネルギー化促進のため、グリースには更なる摩擦摩耗特性の高性能化が期待されている。さらに、外部環境の影響を多大に受けるグリース適用箇所もある。このような適用箇所においても、機械のメンテナンスフリー化や保全回数の低減要求は高く、より一層、長寿命を実現するグリースが求められている。

例えば、自動車の外装部品で、サンルーフ等は、稼働時に摺動レール部が外部に露出されるため、その部位に塗布されているグリースは空気中のダスト等の異物の影響を受けやすい。グリースに付着した異物は、グリース内に入り込んでしまうと、除去することが困難であるため、異音の発生や、部材の摩擦増大・摩耗促進を助長してしまう。そこで、この問題を解決するために、グリースにフッ素系界面活性剤を添加することで、グリース中にダスト等異物が混入しても、混入した異物を排除できる能力を有し、潤滑性を維持することができることを ITC Fukuoka 2023 で報告した<sup>1)</sup>。

その一方で、近年、化学物質に関する規制も厳しくなっており、適した材料の選定が必要になっている。例として挙げると、フッ素系化合物である PFOA、PFHxS 等は、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、ストックホルム条約で規制対象となり、日本でも化審法で第 1 種特定化学物質に指定され規制が始まっている<sup>2)</sup>。また、近年は有機フッ素化合物 (PFAS) も、規制が強化される可能性がある<sup>3)</sup>。それに伴うお客様の脱 PFAS 要求から、フッ素化合物を含まないグリースが求められている。

そこで、本報告では、ダスト等異物の混入が想定される環境下で使用されるグリースについて、上記ニーズに対応するべく、フッ素化合物を除き、ダスト混入条件におけるグリースの潤滑特性に与える界面活性剤の影響に関する検討を行ったので報告する。

2. 実験方法

潤滑特性の評価は、PA66 (GF30%) のピンと、試験グリースを薄膜塗布した SPCC 鋼板と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 1 に示す。試験グリースは、Table 2 に示すグリースと、各グリースへダスト (主成分 SiO<sub>2</sub>, 粒子径 1~300 μm) を 10 mass% 添加したものをを用いた。評価の指標として、摩擦係数の推移と、異音が発生し始める回数を評価した。Table 2 に示すグリースの詳細として、Grease A は、基油に合成炭化水素油を用い、増ちょう剤にリチウム石けんを用いた汎用のリチウム石けんグリースである。

Grease B は、そのリチウム石けんグリースに、フッ素系界面活性剤および固体潤滑剤を添加したグリースである。

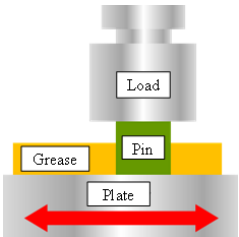


Fig. 1 Schematic of pin-on-plate type reciprocating friction test

Table 1. Condition of the reciprocating friction test

Pin	PA66 (GF30%) φ 4 mm cylinder
Plate	SPCC
Load	4 kg
Sliding speed	20 mm/s
Sliding distance	20 mm
Test temperature	Room temperature
Number of slides	10, 000
Grease film thickness	0.2 mm
Contaminated dust	SiO <sub>2</sub> etc. Size : 1 ~ 300 μm
Dust contamination rate	10 mass%

Table 2. Composition and property of Grease

		Grease A	Grease B	Grease C	Grease D	Grease E
Base oil		Synthetic hydrocarbon oil				
Thickener		Lithium-based soap		Aluminum-based complex soap		
Additive	Dust-resistant agent	—	Fluoro surfactant		Non-fluoro surfactant A	Non-fluoro surfactant B
	Other	Antioxidant etc.	Solid lubricant etc.			
Worked penetration (25 °C)		290	290	292	291	295

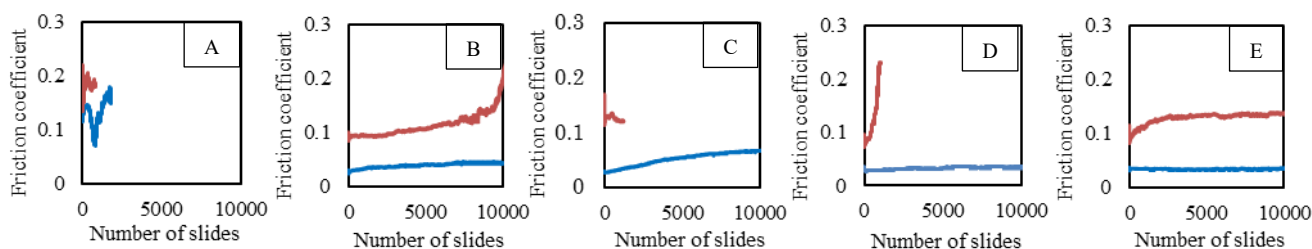


Fig. 2 Friction coefficient variation in reciprocating friction tests comparing the presence of dust in Greases A to E

(● : without dust, ● : with dust)

Table 3. Results of abnormal noise for the reciprocating friction tests comparing the presence of dust in Greases A to E

Criteria of tests	Number of slides at the onset of abnormal noise				
Test sample	Grease A	Grease B	Grease C	Grease D	Grease E
without dust	1, 900	No noise	No noise	No noise	No noise
with dust	40	7, 200	1,000	610	No noise

Grease C は、Grease B の増ちょう剤を耐水性の良いアルミニウム複合石けんに変更したグリースである。Grease D および Grease E は、Grease C のフッ素系界面活性剤を、各々種類の異なる非フッ素系界面活性剤に変更したグリースである。非フッ素系界面活性剤 A および B は、親水基と親油基をもつ界面活性剤である。非フッ素系界面活性剤 A は、非フッ素系界面活性剤 B に比べ、親油基の炭素数が多い界面活性剤である。

さらに、界面活性剤がダストに与える効果の確認として、合成炭化水素油に耐ダスト剤を 1 mass% 添加して、SiO<sub>2</sub> を主成分とするダストを 2 mass% 混入させ振とうする試験を行った。

### 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、異音が発生し始める回数を Table 3 に示す。Grease A は、ダストを含まない条件でも摺動初期から、摩擦係数の上昇とともに異音が発生した。また、ダストが混入すると、さらに短い摺動回数で異音が発生した。その一方で、Grease B は、フッ素系界面活性剤や固体潤滑剤の効果により、ダスト混入条件でも異音の発生を抑制していた。Grease C は、増ちょう剤をアルミニウム複合石けんに変更したところ異音が発生しやすくなった。Grease D は、非フッ素系界面活性剤 A を用いたところ、Grease C に比べ異音が発生しやすかった。Grease E は、非フッ素系界面活性剤 B を用いたところ、異音の発生がなく、最も耐ダスト性が優れる結果であった。

ダスト混入条件でのオイルの振とう試験の結果、界面活性剤未添加では、オイル中にダストが分散していたが、非フッ素系界面活性剤 B の添加オイルは、ダストの凝集が促進され、非常に大きな凝集物を形成していた。その凝集物は、油中から分離され、容器底面に付着し、容易な攪拌では再分散されなかった。また、非フッ素系界面活性剤 A の添加オイルは、ダストの凝集が促進されず分散したままであった。

### 4. 考察

往復摺動試験および振とう試験の結果から、Grease E が耐ダスト性に優れるメカニズムとして、ダストが混入した際に、非フッ素系界面活性剤が異物表面に吸着し、異物を凝集させ、粒径を大きくすると、部材同士が擦れる摺動面は隙間が狭いため、異物の凝集物は摺動面に入りにくく、長期的に異音発生や摩擦増大を防止することができたと考えられる。非フッ素系界面活性剤 A および B を比較した際に、親油基の炭素数が少ない非フッ素系界面活性剤 B は、油になじみにくいため、ダストの凝集を促進したと考えられる。

### 5. おわりに

自動車用途のみならず、異物の混入により潤滑性の劣化の懸念を抱える用途は数多くある。本報告では、ダスト混入条件下で、グリースへの非フッ素系界面活性剤の添加検討を行い、親油基の炭素数が少ない界面活性剤を用いると、異物による潤滑性への影響を抑制することができることを示した。お客様の部品毎に、求められるグリース性能が異なる場合が多い業界のため、お客様のニーズに一致する最適なグリースの形で適用を検討していきたい。

### 文献

- 1) Yuki Ide, Yosuke Kimura: Effect of a Fluorosurfactant on Dust Contaminated in Grease, the 9<sup>th</sup> International Tribology Conference, Fukuoka, 2023
- 2) 経産省ホームページ 化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）
- 3) ECHA Topic Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)