

高湿環境でのフッ素グリースの潤滑特性に対する脂肪酸金属塩添加の効果  
Effect of metallic soap addition on the lubrication properties of fluorinated grease in high humidity environments

(株)ニッペコ (正) \*井出 優希 (株)ニッペコ (正) 木村 洋介  
(株)ニッペコ (正) 夫馬 猛志 (株)ニッペコ (非) 中野 康平  
Yuki Ide, Yosuke Kimura, Takeshi Fuma, Kohei Nakano  
Nippeco LTD.

1. はじめに

スマートフォン、カメラ、家電製品に使用されるグリースには、蒸発特性に優れること、ケミカルアタック性がないことが求められる。さらに、近年はこれら精密機器内のモーターの小型化が進んでおり、更なる低トルク化も要求されている。このような背景から、これらの要求性能を満たす優れた特性を有したフッ素グリースが広く採用されている。

また、これらの機器の開発段階では、一般的に防水試験が実施されている。例えば IP 規格に基づく試験は、製品が水分にさらされた場合に、性能を維持できるかどうかを確認する上で重要視される<sup>1)</sup>。したがって、グリースには水分が混入した場合でも安定した性能を維持することが求められる。

このような要求に応えるため、本研究では、高湿環境におけるフッ素グリースの潤滑性に対する各種添加剤の影響を評価したため報告する。

2. 実験方法

2.1 評価グリース

高湿環境（以下、含水条件）におけるフッ素グリースの潤滑性に対する添加剤の影響を明らかにするため、フッ素樹脂（PTFE）およびフッ素油（PFPE）から成るフッ素グリースに添加剤をそれぞれ同量添加し、異なるグリースを調製した。添加剤はメラミンシアヌレート（MCA）および種類の異なる脂肪酸金属塩を選定した。評価グリースの組成を Table 1 に示す。

Table 1 Composition of test samples

Sample	Blank	Grease A	Grease B	Grease C	Grease D
Thickener	PTFE				
Base oil	PFPE				
Additive	—	MCA	Li-St	Li-OHSt	Na-St
Unworked penetration (25°C)	328	324	324	312	316

MCA : melamine cyanurate, St : Stearate, OHSt : 12-hydroxystearate

2.2 評価方法

潤滑性の評価は、SUJ2 球（φ10 mm）および SUJ2 ディスク（φ24×7.9 mm, Ra: 0.50~0.65 μm）を用いた SRV 試験にて行った。試験の概略図を Figure 1、条件を Table 2 に示す。試験グリースは、Table 1 に示すグリースおよび、各グリースに蒸留水を 2 mass% 添加し乳化するまで混合したものを使用した。

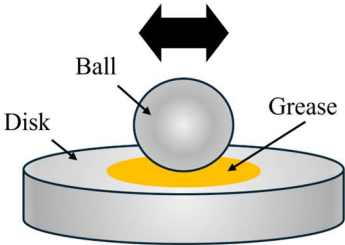


Figure 1 Image of SRV test

Table 2 Condition of the SRV test

Test parts (Ball)	SUJ2
Test parts (Disk)	SUJ2
Load	20 N
Amplitude	2 mm
Frequency	10 Hz
Test temperature	25°C
Test duration	30 min
Grease film thickness	1 mm
Water contamination rate	2 mass%

さらに、SRV 試験を実施した後、蒸留水を添加したサンプルについてマイクロスコープによる観察（倍率：200 倍）を行った。

3. 結果および考察

3.1 潤滑性の評価結果

SRV 試験の結果について、摩擦係数の推移を Figure 2、摩擦係数の平均値および最大値を Table 3 に示す。添加剤を含まない Blank は、含水条件にて摩擦係数の上昇が認められた。MCA を添加した Grease A は、水を含ま

ない状態においては Blank よりも摩擦係数が上昇し、水の有無にかかわらず摩擦係数の推移は不安定であった。Li-St, Li-OHSt を添加した Grease B, C は含水条件においても潤滑性は悪化せず、特に Grease B は摩擦係数が終始安定した挙動であった。Na-St を添加した Grease D は水を含まない状態においては Blank よりも潤滑性が悪化し、含水条件にてさらなる摩擦係数の上昇が認められ、終始不安定な推移を示した。

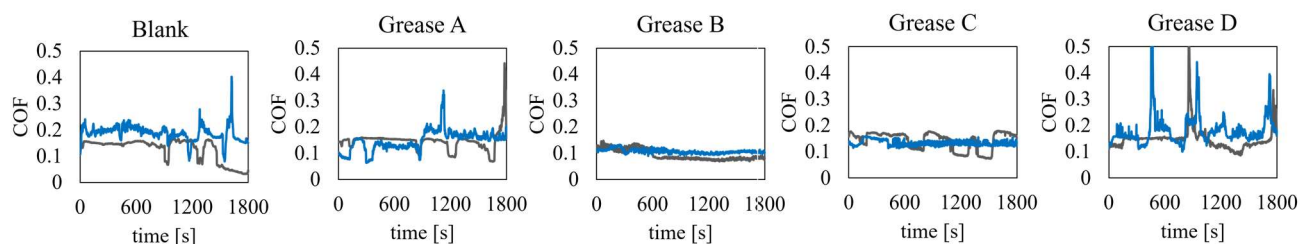


Figure 2 COF in SRV tests comparing blank and greases A to D with and without water (■ : without water, ■ : with water)

Table 3 Average and maximum values of COF

Sample	Blank		Grease A		Grease B		Grease C		Grease D	
	AVE	MAX	AVE	MAX	AVE	MAX	AVE	MAX	AVE	MAX
without water	0.127	0.167	0.147	0.443	0.093	0.148	0.142	0.179	0.148	0.592
with water	0.188	0.403	0.147	0.338	0.107	0.132	0.133	0.158	0.181	0.618

### 3.2 マイクロスコープ観察結果

含水条件における SRV 試験後のグリースに対してマイクロスコープ観察を行い、グリース中の水の分散状態を評価した。結果を Figure 3 に示す。添加剤を含まない Blank では、水が大きい黒点として確認され、分散状態が悪い様子が認められた。また、MCA を添加した Grease A においても、小さい水滴が散見された。一方、脂肪酸金属塩を添加した Grease B, C, D は水の分散状態が良好であり、特に Li-St, Li-OHSt を添加した Grease B, C において最も良好な結果が得られた。

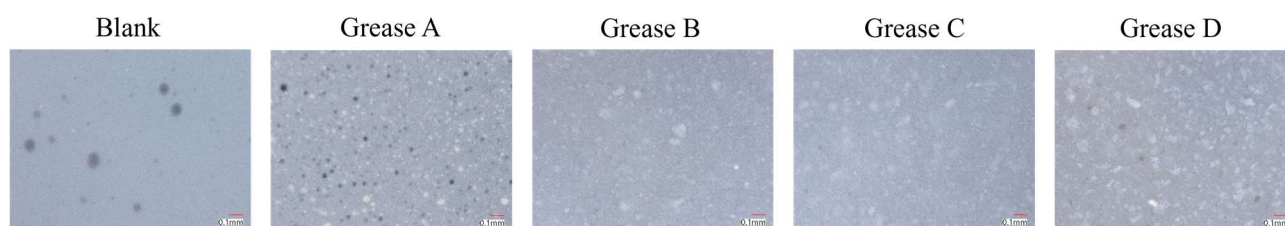


Figure 3 Microscopic observation of greases after SRV test with water conditions

### 3.3 考察

PTFE および PFPE のみで構成されたフッ素グリースに水が混入した場合、水滴が潤滑面に侵入し、油膜の確保が不十分となることから潤滑性が低下すると考えられる。同様に MCA を添加した場合においても、グリース中に水滴が細かく分散されず、潤滑面に介在することにより潤滑性は不安定な挙動を示すことが推察される。一方、Na-St を添加した場合は水滴が分散されるが、水を含まない状態においても潤滑性が不良であった。

これに対し、Li-St あるいは Li-OHSt を添加した場合、水滴の乳化が促進されるため水滴が細かく分散され、潤滑面に水滴が大きい状態で介入しなくなる。また、これらの脂肪酸金属塩は固体潤滑剤としても機能するため、水混入以前と同等の潤滑性が維持されることが考えられる。

## 4. おわりに

近年、精密機器の高機能化およびスマート化が進展する中、使用環境に対する耐久性および信頼性の向上が強く要求されており、特に防水性能の重要性が高まっている。防水機能には、直接的な水の接触に加え、高温多湿な地域における結露や湿気の影響など、さまざまな形態の水分曝露が存在し、それぞれの状況に応じた対策が必要である。こうした環境下では、機器に使用されるグリースが水分と混ざることにより潤滑性能が低下する事象が見られ、これは製品全体の耐久性や動作信頼性に直結する重要な要因となる。本研究で得られた知見は、防水機能を備えた精密機器の開発において、グリースの選定および開発に知見を提供し、高湿環境下での潤滑性維持に寄与することで、信頼性の高い製品の実現に貢献することが期待される。

## 文献

- 1) 日本産業規格 (JIS), C 0920:2003 防水・防塵性能を示すための規格 (IEC 60529:2001), 日本規格協会