

セラミックスの水潤滑システムの研究開発 —環境にやさしい機械を目指して—

Water Lubrication

- ◆ Saving energy resources
- ◆ Environmentally friendly
- ◆ Virtually unlimited

Annual disposal (The amount of annual disposal x10⁶ t)

- car
- newspaper
- steel pipe
- lubricating oil
- tire
- PET bottle

油は環境負荷の大きい潤滑剤である
オイルフリーの機械が強く要求されている

セラミックスの水潤滑による低摩擦の発現

SiC pin/SiC disk in water
W=5N, V=120mm/s, T=20°C
R=4.5mm

摩擦係数 μ

Sliding distance L, m

μ < 0.01
平滑面形成

Ceramics / Ceramics in Water

摩擦係数 μ

ηN/p_m, x 10⁻⁷

μ = 0.001

	1500rpm	6000rpm	500rpm
SiC	○	○	▽
Si ₃ N ₄	●	●	▽
Al ₂ O ₃	●	●	▽

水は、セラミックスに対し極めて低い摩擦を与え得る潤滑剤である。

科学：低摩擦発現機構の解明

Transgranular fracture, Intergranular fracture, Film delamination, Net-like agglomerate of wear particles

Mechanical wear, Transition, Tribochemical wear

Mean contact pressure P_m, MPa

Sliding distance L, m

Friction coefficient μ

Si₃N₄ / Si₃N₄ in water
W=5 N, V=120 mm/s, T=20 °C

摩擦面の平滑化
機械的摩耗から化学摩耗への遷移

Tribochemical reaction

$$\text{Si}_3\text{N}_4 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{SiO}_2 + 4\text{NH}_3$$

$$\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Si}(\text{OH})_4$$

- なじみ過程における摩耗面の平滑化機構の解明
- 定常状態における潤滑機構の解明
- 低摩擦発現のための設計指針の構築

Doing

技術：耐焼き付き性向上のための表面テクスチャリング

SiC/SiC In water

摩擦係数 μ

Sliding velocity V, m/s

Mean contact pressure P_m, MPa

μ < 0.03

μ < 0.03

水は、従来の潤滑剤（油）と比較し粘度が低いため耐焼き付き性（耐荷重性）の向上が実用化の鍵を握る。

表面テクスチャリングにより耐荷重性が大幅に向上する

Friction coefficient μ

Load W, N

Rotational speed: 800rpm
Lubricant: Refined water
Supply rate: 60ml/min
Temperature: 14-20°C

- 最適表面テクスチャリングの研究開発
- 表面テクスチャリング形成法の開発
- 表面テクスチャリングの設計指針の構築

Doing

Friction coefficient μ

Duty parameter G (= ηUB / W)

LENNING, 1960
Cast Iron/Steel / Oil

KANAS, 1984
CWC/Water

BRIX, 1962
PB/Steel/Oil

WANG et al, 2000
SiC/Textured SiC/Water

WANG et al, 2000
SiC/SiC/Water

Tribologically-based Design for Water pump

Conventional water pump

New water pump

SiC Ceramics

セラミックス（炭化ケイ素）をシール材料として導入することにより排出すべき水そのものを潤滑剤として使用可能となる。
その結果、従来ポンプの1/5のサイズ縮小と低騒音化が実現されている。
(荏原製作所)

- 水を潤滑材に油潤滑以上の過酷な環境下での低摩擦を実現します。
- 次世代の機械は、油ではなく水で潤滑します。

セラミックスの水潤滑で環境にやさしい機械を創成する