

高粘性流体中の回転体周囲における 気泡生成挙動

SATテクノロジー・ショーケース2019

■ はじめに

自動車などのエンジン内では、エンジンオイルがエンジン最下部にあるオイルパンに溜まっており、ポンプにくみ上げられることによってエンジン内を循環している。オイルはチェーンプロペクトなど各部位に供給されて潤滑、冷却、圧力伝送などの役割を果たす。しかし、半油浴状態の歯車の回転によってオイル中に気泡が生じ、ボイド率が上昇する。これによって先述したオイルの役割の効率が低下することが問題となっており、回転体周囲の気泡を消滅させることが切望されている。そのためには、まず気泡生成メカニズムの解明が必要とされている。本研究では、実エンジンオイルを模擬した試験流体を用いて回転体周囲の気泡生成挙動の可視化と、各パラメータが気泡に与える影響を調べた。具体的には、回転数、回転体形状、試験流体動粘度の3つをパラメータとし、回転数-気泡径、回転数-気泡数密度の関係を動粘度別に明らかにすることを旨とした。

■ 活動内容

1. 気泡生成挙動の可視化

厚さ40 mmの薄い水槽内で回転体を回し、その周囲の流動をバックライト法により高速度カメラで撮影した。試験流体には無色透明な水と、種々の動粘度を有するシリコンオイルを用いている。6.0 cSt は自動車走行時のエンジンオイル(約110℃)の動粘度と同等である。図1の可視化画像を見ると、歯車右側では歯車の回転によってオイルに空気が巻き込まれ、下部では気泡と歯の衝突によって気泡が細分化し、左側では気泡が分散して合体する様子が確認された。また、回転数が上昇すると気泡径は小さくなり、気泡数は増加することがわかる。

2. 画像処理による気泡の計測

画像処理によって気泡径・数密度を計測した結果を図2に示す。動粘度の大きいシリコンオイルの方が小さな気泡径となった。気泡数密度は低回転数では一部上昇するが、それ以上の回転数では減少していく結果となった。高回転数で気泡数密度が減少したのは気泡が多く生成して重なり、画像処理での認識が困難となることが原因である。動粘度が増加すると気泡が液中を動きにくくなり、回転体周囲に留まる時間が長くなる。そして気泡と歯の衝突回数が増えて細分化されやすくなると考えられる。細分化された気泡は浮力が小さいため上昇しにくく、液相内を循環することで気泡数も増えていくと考えられる。

■ 参考文献

[1] V. Chernray and M. Jahanmiri, "Experimental study of multiphase flow in a model gear box", *Computational Methods in Multiphase Flow VI* (2011) p153-164

表1 試験流体の物性値

Fluid	Water	Silicone oil	Engine oil (0W-20)
Kinematic viscosity [cSt]	0.9	6.0	6.0 (110℃) 50 (30℃)
Surface tension [mN/m]	72	19.8	30
Density [kg/m ³]	997	922	850

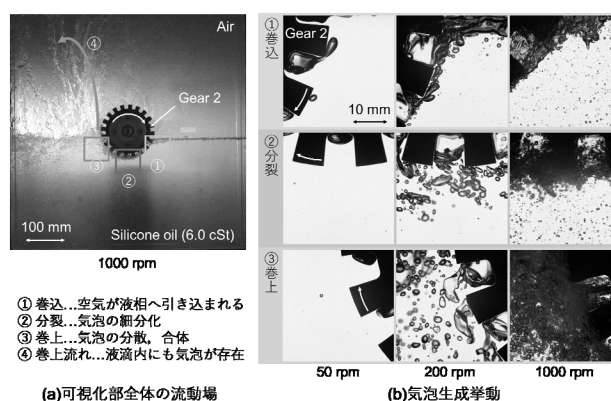


図1 回転体周囲の流動場と気泡生成挙動の可視化

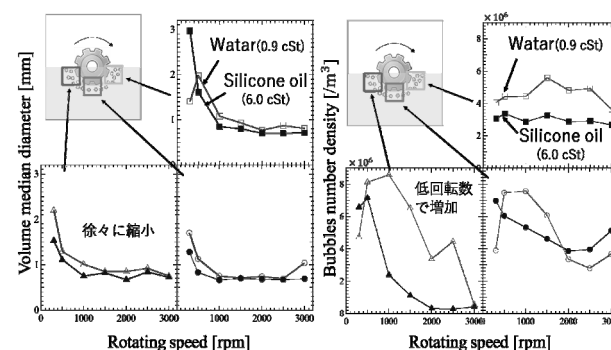


図2 試験流体の動粘度による気泡径・数密度の変化

代表発表者 金子 暁子(かねこ あきこ)
所属 筑波大学大学システム情報系
構造エネルギー工学域

問合せ先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1
TEL: 029-853-5113 FAX: 029-853-5487
kaneko@kz.tsukuba.ac.jp

■キーワード: (1) エンジン, Engine
(2) エンジンオイル, Engine oil
(3) 動粘度, Kinematic viscosity
(4) 気泡, Bubble
(5) 気泡径, Bubble diameter
(6) 気泡数, Bubble number
■共同研究者: 赤塚成斗(筑波大院)
阿部 豊(筑波大)