

マイクロバブルを用いた ノンケミカル洗浄システムの開発

SATテクノロジー・ショーケース2013

■ はじめに

洗浄工程に使用されるケミカル薬品がもたらす環境負荷や廃液処理コストの問題に対し、マイクロバブルを用いた洗浄技術が注目されている。マイクロバブルとは、直径が1 mm以下の微細な気泡を指し、洗浄や水質浄化への応用が期待されている。本研究では低環境負荷かつ低コストな洗浄技術として、ベンチュリ管式マイクロバブル生成法を用いたノンケミカル洗浄システムを提案する。ベンチュリ管を用いた洗浄技術は、噴流による洗浄に加え、マイクロバブルによる汚れの吸着や運搬、さらに気泡崩壊時に生成される圧力波⁽¹⁾による汚れの剥離促進が期待されるが、実際に汚れを洗浄した等の実験的な知見が少ない。そこで本研究では、複数種の汚れや被洗浄物材質を用いた洗浄実験を行うと同時に、洗浄の様子をハイスピードビデオカメラで可視観測した。

■ 活動内容

1. 実験装置

本研究で用いた実験装置の概略図をFig. 1に示す。装置は大きく分けて洗浄槽・分離槽・リンス槽から構成されている。洗浄槽ではベンチュリ管から流出したマイクロバブルを含む噴流によって汚れを被洗浄物から剥離し、分離槽ではマイクロバブル界面に付着した汚れをマイクロバブルの浮力を用いて効率的に分離・回収する。

2. 本洗浄手法を用いた洗浄実験

液状油汚れの切削油(Mobil製: メット735[粘度:30.5 mm²/s])と半固体状油汚れであるグリス(BOLL製: SG-400G[ちよう度:2号])を被洗浄物に塗布して洗浄実験を行った。被洗浄物は板状で材質はフロートガラス、アクリル樹脂を用いた。また、ベンチュリ管出口と被洗浄物表面間Lは25 mmで一定とした。実験結果をTable 1に示す。表中の数字は洗浄率 ϕ_M であり、洗浄前後の質量変化から以下の式を用いて算出した。

$$\phi_M = 100 \times \frac{M_s - M_w}{M_s - M_o} \quad \left(\begin{array}{l} \phi_M: \text{洗浄率} \quad M: \text{質量} \\ o: \text{汚染前} \quad s: \text{汚染後} \quad w: \text{洗浄後} \end{array} \right)$$

Mは質量、添字oは汚染前、sは汚染後、wは洗浄後を表し、 $\phi_M=100\%$ は汚れが全て除去されたことを意味する。切削油は本実験体系において、いずれの被洗浄物材質においても95%以上の高い洗浄率を示した。一方、グリスを汚れとした場合では被洗浄物にガラスを使用した場合の方がアクリルを使用した場合より高い洗浄率が得られた。

これは、ガラスの方がアクリルに比べ表面が親水性であり、それが洗浄率に影響したと考えられる。

3. 洗浄の可視観測

マイクロバブルが生成されるベンチュリ管への流入条件で、構造鋼上に塗布した切削油の洗浄を行い、その様子をハイスピードビデオカメラを用いて可視観測した。まず、被洗浄物表面を覆う切削油に微細気泡が付着し、付着した気泡は噴流に押され、被洗浄物端まで移動する。その後、Fig. 2のように油中に入り込んだ気泡が油を巻き込みながら洗浄面から離脱する様子が確認された。

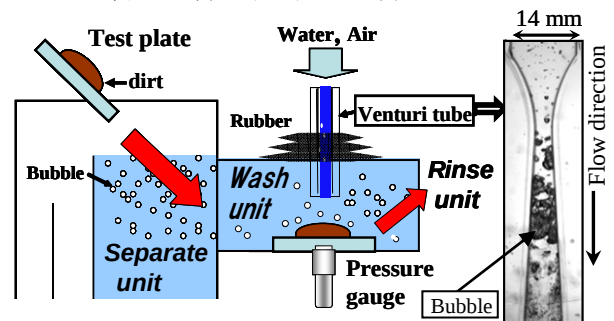


Fig. 1 Schematic of the experiment apparatus

Table 1 Washing rate of the present washing technology

流入条件		切削油		グリス	
		80 mm (管からの水平距離)		0 mm (管出口直下)	
		洗浄時間: 60 sec		洗浄時間: 600 sec	
Q_L [L/min]	β [%]	アクリル 樹脂	フロート ガラス	アクリル 樹脂	フロート ガラス
10	0	95.04[%]	97.11[%]	13.43[%]	25.93[%]
	0.7	98.43[%]	100.00[%]	29.15[%]	67.34[%]
22	0	99.58[%]	99.58[%]	57.20[%]	77.53[%]
	0.7	98.71[%]	99.04[%]	55.69[%]	95.04[%]

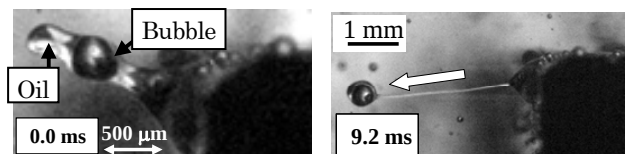


Fig. 2 The effect of removal of oil by a micro-bubble

■ 謝辞

本研究は戦略的基盤技術高度化支援事業の支援を受け実施した成果である。ここに感謝の意を表す。

■ 参考文献

(1) 安部ら, 日本機械学会流体工学部門講演会, 2010.10

代表発表者 阿部 豊 (あべ ゆたか)
所 属 筑波大学 システム情報工学研究科
構造エネルギー工学専攻
問合せ先 〒305-8573 つくば市天王台 1-1-1
筑波大学 第三エリア F 棟 3F323 室
TEL: 029-853-5266 FAX: 029-853-5266
abe@kz.tsukuba.ac.jp

■ キーワード: (1) マイクロバブル
(2) ノンケミカル洗浄
(3) ベンチュリ管