

ファインバブル水を用いた洗浄試験環境の構築

食品・化学部 ○脇田 薫, 小幡 透, 安藤義則, 安藤浩毅*
(*現 企画支援部)

1. はじめに

直径100 μ m以下の微細な気泡（ファインバブル）を含むファインバブル水は、様々な分野への応用が期待されている。しかし、ファインバブル水製造装置の選択基準や効果を評価する方法についての標準化が進んでいないために、積極的に導入するまでに至っていないのが現状である。そこで、本研究は洗浄試験環境の構築を目的とし、円形ステンレス板の水溶性切削油汚れを想定した洗浄治具の作製と洗浄効果の評価法を開発した。

2. 実験方法

2. 1 治具の作製

攪拌洗浄と噴射洗浄を想定し、攪拌機、塩ビ板、L字型金具、コンプレッサー付きエアブラシを用いて図1、図2のような治具を作製した。



図1 攪拌洗浄試験用治具

2. 2 試料の作製

被洗浄物は水溶性切削油（ダフニーミルクルールAL）を付着させた直径5 cm、厚さ1 mmの円形ステンレス板を用いた。

水溶性切削油1.6gをヘプタン20mLに溶解させた液を1 mLずつ滴下し、スピコートを用いて520~540rpmで40秒間回転させることにより均一な油膜を形成した（以下、これを「試料」とする）。洗浄強度が高い噴射洗浄試験

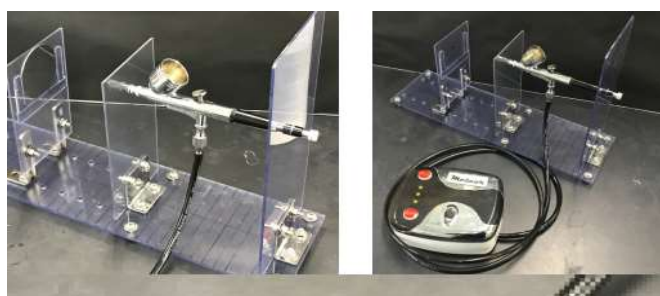


図2 噴射洗浄用試験治具

においては油膜を定着させるために、油膜形成後に5分間気流中で乾燥させた試料を用いた。なお、試料は同時に5枚ずつ作製し、これらを1条件の洗浄試験に供した。

2. 3 洗浄効果の評価法

洗浄効果は、試料に波長365nmの紫外光を照射して画像を撮影し、切削油由来の蛍光を観察することにより評価した。試料の画像を図3に示す。試料に付着した切削油の量を数値化するため、画像の輝度の総和をカウントするプログラムを用いて試料画像の輝度を求めた。また、切削油が0.5mg、1 mg、3 mg、5 mg付着した試料を作製して、求めた輝度と切削油量の相関を調べた。さらに、2. 2の方法を5回繰り返して計25枚の試料を作製し、各5枚の試料画像の輝度の平均値およびばらつきを求めた。

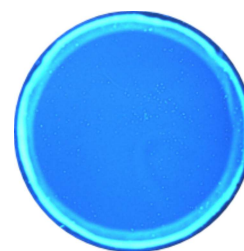


図3 試料画像

2. 4 攪拌洗浄試験

攪拌洗浄試験は20℃の恒温水槽中で行った。図1の攪拌洗浄試験用治具に5枚の試料を装着し、水道水およびファインバブル水が2 L入った2 L容ビーカーに装着して、ビーカー内の攪拌羽を回転数120rpmで1分および5分攪拌を行った。攪拌後の試料はビーカーに入った200mLの水道水に1回くぐらせて付着水を除去し、常温で30分間気流中で乾燥させて画像を撮影した。使用したファインバブル

水は、A社製の装置に酸素ポンペを接続して100~200mL/分で酸素を送りながら6Lの水道水を10分間循環させたものをガロン瓶に満量まで充填して密栓し、一晚保存して試験に用いた。このときの、ファインバブル水の気泡数は、 5.5×10^7 個/mlであった。なお、洗浄率の計算は式(1)で行った。

$$\text{洗浄率 (\%)} = (\text{洗浄前の輝度} - \text{洗浄後の輝度}) / \text{洗浄前の輝度} \times 100 \quad (1)$$

2. 5 噴射洗浄試験

噴射洗浄試験は図2の治具を用いて、室温中で行った。洗浄時間は30秒、コンプレッサーの空気吐出量は7.1L/分、エアブラシからの水の吐出量は4.2mL/分および8.3mL/分の条件で行った。ファインバブル水の製造および洗浄率の計算は、2.4と同様に式(1)で行った。

3. 結果

3. 1 洗浄効果の評価法

切削油量と試料画像の輝度の相関を図4に示す。切削油量と試料画像の輝度との間には良い相関が得られ、この結果から、試料画像の輝度を用いて切削油量を精度良く評価できることが明らかとなった。また、同時に作製する試料5枚の輝度のばらつきは最大で±7%であり、これは試料作製の際の切削油量のばらつきに由来すると考えられた。洗浄試験では、5枚の試料を区別し洗浄前後の輝度から洗浄率を求めているため、このばらつきは洗浄効果の評価には大きな影響はないと考えられる。

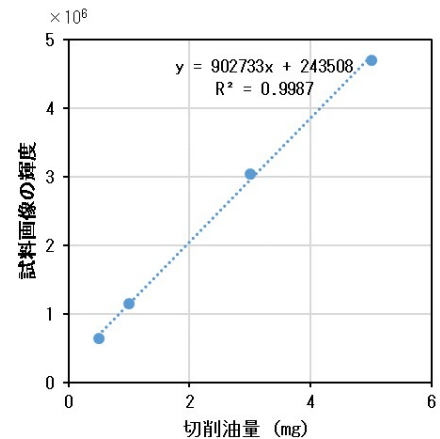


図4 切削油量と試料画像の輝度の相関

3. 2 洗浄試験結果

水道水を用いた攪拌洗浄の試験結果を表1に、試料画像の一例を図5に示す。また、同様に水道水を用いた噴射洗浄の試験結果を表2に、試料画像を図6に示す。表1、表2から、本研究で作製した治具によって、洗浄時間や水の吐出量の違いに由来する洗浄強度の差を評価できていることが示唆された。次に、同様の条件にてファインバブル水および水道水を用いた攪拌、噴射洗浄試験を行ったが、両者の洗浄率に明確な差は見られなかった。

表1 攪拌洗浄試験結果

洗浄時間	1分	5分
洗浄率平均 (%)	68.8	71.2

表2 噴射洗浄試験結果

水の吐出量	4.2mL/分	8.3mL/分
洗浄率平均 (%)	70.0	83.8

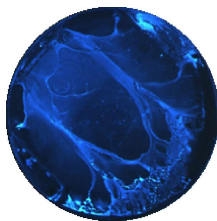


図5 攪拌洗浄後の試料画像 (1分)

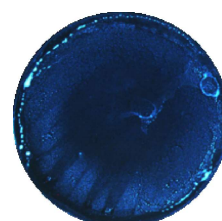


図6 噴射洗浄後の試料画像 (4.2mL/分)

4. おわりに

本研究により、水溶性切削油に対する攪拌洗浄、噴射洗浄を評価する試験環境を構築することができた。これらの洗浄試験環境は、蛍光を発生し液中に分散するものであれば切削油以外にも適用可能であると考えられる。なお、今回試験した洗浄条件の範囲では、水道水とファインバブル水の洗浄効果の差は見られなかったが、引き続き洗浄効果を確認できる洗浄条件を探っていきたい。さらに、超音波洗浄など別の洗浄方式によるファインバブル水の洗浄効果の評価にも取り組んでいきたい。