

現場ニーズに即したファインバブルの簡易計測及び洗浄利用に関する研究

長崎県工業技術センター 機械加工科 三木 伸一

背景 | 薬品レス洗浄の要望と気泡洗浄



- ・薬品コストを削減したい。
- ・薬品残留による腐食を防止したい。
- ・薬品事故や健康被害防止したい。
- ・環境負荷を低減したい。

| 名称 | 大きさ | 興味 | 特徴 | 外観 |
|------------------|----------------|----|--|----|
| ウルトラファインバブル(UFB) | 50 nm~ 1 μm | | <ul style="list-style-type: none"> ・界面活性 ・安全・安心 (空気、水) ・無色透明 ・長期残存 | |

洗浄現場での使用は簡単ではない。

現場課題 | コスト圧縮、適正管理、様々な洗浄への対応

- コストや労務費はかけられない。
- 性状が不安定な気泡を洗浄工程に使うのは不安がある。
- 洗浄物は多様で、最適な洗浄アプローチが異なる。

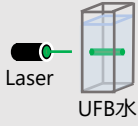
研究目的 | 安価な管理方法の提案と洗浄ノウハウの蓄積

- 安価な手法で洗浄液を管理する【①簡易計測】
- 様々な洗浄物に対応できるように洗浄ノウハウを蓄積し、企業ニーズに対応【②洗浄試験】

実施内容【①簡易計測】 | 気泡数管理に比較定量を適用

散乱光の目視観察 (従来)

器機分析 (従来)

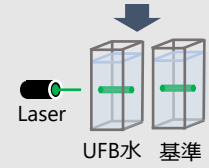


- 低コスト
- ×定量不可



- ×高コスト
- 高精度定量

洗浄現場ではある程度の量がわかればよい。



本手法 (比較定量)

ポリスチレン粒子を用いて、気泡と同じ散乱パターン (強度と方向) の基準溶液を光散乱シミュレーションを基に調整

実施結果【①簡易計測】 | 散乱計算結果と実証

光散乱シミュレーション

散乱強度

ポリスチレン粒子

UFB

λ=532 nm

散乱方向

UFB

ポリスチレン粒子

実証

計算結果に基づく粒子条件
直径: 96.6nm
個数: UFB個数×0.45倍

laser

1.0 2.5 5.0 7.5 億個/ml

気泡数相当 (ポリスチレン粒子溶液)

実際の散乱光写真

基準との比較による目視定量

比較定量による安価な定量を可能とした。

実施内容【②洗浄試験】 | 基礎データと現場試験の両輪



ノウハウ・データの蓄積 (基礎データ)

洗浄現場の洗浄物による試行

基礎的なデータを取得し、試行錯誤しながら洗浄案件ごとに適した洗浄方法を模索する。

実験結果【②洗浄試験】 | 基礎データ取得と実証 (抜粋)

基礎データ取得

気泡の自然減少

Number density of UFB (10⁸ ml⁻¹)

Day 1 Day 30

Down

気泡数と洗浄性 (洗浄水の吸光度測定)

Absorbance (mm⁻¹)

Number density of UFB (10⁸ ml⁻¹)

Mix 10min.

Mix 5min.

実証 (企業との共同)

事例1: 固着した防錆油 (要望)アルカリ洗浄工程を削減

汚れ残存なし UFB 洗浄

汚れ部分 水 洗浄

残存48%

事例2: 半導体関連部品の洗浄 (要望)薬品レス洗浄

除去した汚れ(汚水)

洗浄現場における気泡の効果が認められた。

成果 (まとめ)

- 光散乱シミュレーションに基づき、ポリスチレン粒子を用いた基準液との比較定量による簡易定量を実現した。
- 洗浄データを取得し、気泡洗浄の特性を理解し、実際の洗浄物においても洗浄効果が認められた。

課題と今後の取り組み

【①簡易計測】

- ・粒径の補正や目視での限界もあり、定量可能な範囲は1億個/ml程度からである。
- ・定量範囲の拡大や精度の向上には、コンタミネーションの影響や気泡径のばらつきを考慮する必要があり、複数波長を用いた補正方法を検討している。

【②洗浄試験】

- ・製造現場ではトータルでコストミニマムな考え方をする必要があり、実用的には、従来の洗浄法との組み合わせや、用途の限定など工夫も求められる。
- ・洗浄の多様性から、洗浄案件ごとに洗浄現場での最適化が不可欠であり、各種データ、知見、機器を保有する公設試の役割が大きく、企業の要望に対応していきたい。