

マイクロバブルを用いた重質油の油水分離促進に関する実験

港湾空港技術研究所 施工・制御技術部 ○非会員 竹崎 健二
 港湾空港技術研究所 施工・制御技術部 正会員 工博 藤田 勇
 港湾空港技術研究所 施工・制御技術部 正会員 工修 吉江 宗生

1. はじめに

現在でも、海洋における油流出事故は起こっている。近年の海洋汚染に占める油汚染の割合は65%程度であり、その中でも船舶からの油流出は主要な要因となっている。こうした流出油における海洋汚染の問題がある一方で、回収した油の処理技術の問題も多くあるところである。

本研究は、回収油処理過程において発生する安定した水中油型(O/W型)エマルジョンの効率的な油水分離を目的とする。水中油型(O/W型)エマルジョンというのは、水の中に油の微粒子が無数に存在し安定している状態である。小型ハンディースキマーによる油回収時や超音波洗浄後^{1),2)}において、この水中油型(O/W型)エマルジョンが発生する。本実験は、この水中油型(O/W型)エマルジョンに対しマイクロバブルを用いて油水分離実験を行う。

2. 実験概要

(1) 実験装置

実験装置の構成を図-1に示す。実験では、透明なアクリル水槽(H600×B250×L250 [mm])を用いた。

マイクロバブル発生装置(加圧減圧方式)は、水槽底面付近の懸濁水を吸引し、畜圧タンク内で加圧し空気を溶解した後、減圧させながら水槽底面吐出口よりマイクロバブルを発生させた。

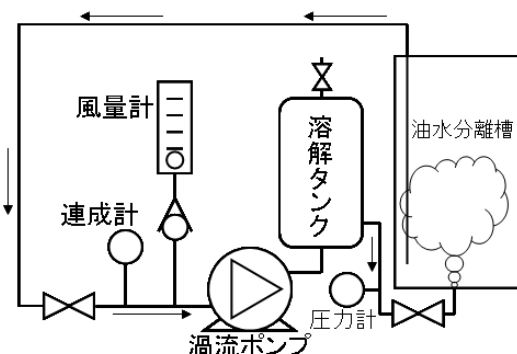


図-1 実験装置概略

(2) 実験ケース

実験ケースは、大きく分けて重力式油水分離、マイクロバブルを用いた油水分離の2ケースである。マイクロバブルを用いた油水分離については、水温、気泡量、界面活性剤添加有無を変化させ実験した。

(3) O/W型エマルジョン調整と油粒径分布

水中油型(O/W型)エマルジョンは、家庭で用いるミキサーで作成し、高性能カメラを生物顕微鏡に取り付け油粒子の粒径分布の測定を行った。図-2に結果を示す。作成した水中油型(O/W型)エマルジョンの油粒子の粒径は、 $3\mu\text{m}$ ~ $30\mu\text{m}$ (平均 $10\mu\text{m}$)であった。また、図中の線は確率密度分布を γ 分布関数として仮定した。計測した油粒子の粒径分布と良い一致を見ることができる。

油粒子の平均粒径の浮上速度は、ストークスの法則で計算すると 0.0025mm/s 程度と分離浮上速度は非常に遅い。これを考えると油粒子の重力式油水分離は、効率的ではないことがよくわかる。

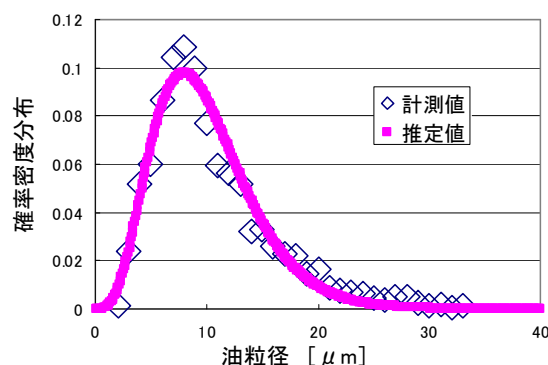


図-2 O/W型エマルジョンの油粒径分布

(4) 油分濃度測定方法

水中の油分濃度測定は、FID検出器を用いて行った。また、実験でサンプル液からの油分抽出法は、n-ヘキサン:トルエン、6:4混合有機溶剤をサンプル液に混入し、遠心分離を行うことで油分のみを混合溶剤に抽出した。油分濃度測定を行うにあたり、予め油分濃度がわかっているサンプルの水素炎イオン化検出値から検量線を作成した。油水分離実験では、油水分離中のサンプル液を時間毎に採取し油分抽出後、油分濃度測定より取得した水素炎イオン化検出値より作成した検量線を用いて油分濃度を確認した。

3. 実験結果と考察

(1) 油水分離実験

マイクロバブルによる油水分離と通常用いられている重力式油水分離と比較した。実験結果を図-3に示す。また、ここで示す油水分離率は、(式1)のとおりとした。

Key word : C 重油, マイクロバブル, エマルジョン, 油水分離

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 (独) 港湾空港技術研究所 施工・制御技術部 油濁対策研究チーム

TEL 046-844-5064 FAX 046-844-0575

$$\text{油水分離率} = 100 - \frac{\text{経過時油分濃度}}{\text{初期油分濃度}} \times 100 \quad (\text{式1})$$

初期の濃度が 500ppm 前後のサンプルにおける油水分離率を示したものである。マイクロバブルを用いた油水分離では、20 分後の油水分離率が 93%程度に達し、油分濃度換算で 26ppm 程度となり、急速な油水分離が可能であることが確認できた。これに対し、重力式による油水分離は、なだらかな曲線となり進行が遅い。重力式の油水分離率は、20 分後で 22.6%程度だった。

次に、マイクロバブルの発生量を変化させ油水分離効果を確認した。図-3 において泡多いとあるのは供給が 0.7～0.8 l/min の場合であり、泡少とあるのは空気量が 0.4 l/min 以下の場合である。このときの両ケースの初期水温は、12～13℃程度とした。発生量が多い方が、分離開始からすぐに高い油水分離率が得られ10分程度で油水分離率が90%を超えた。これに対し、気泡量が少ないケースでは、経過時間 20 分以降油水分離率は80%を超えるものの50分経過しても油水分離率が 90%以上には至らず、油水分離効果が滞る傾向が見られた。

水温変化については 2 ケース、13℃、23℃と初期水温を変化させたときの油水分離率の違いを確認した。実験結果を図-3 に示す通り、油水分離率の違いに顕著な差はみられなかった。このときの空気量は、両ケース 0.4 l/min 以下として設定した。このことから、水温の違いによる油粒子のマイクロバブルへの吸着効果に変化はみられなかった。

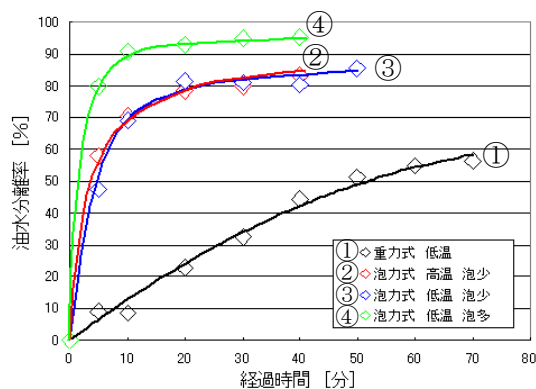


図-3 油水分離率比較

(2) 界面活性剤添加と油水分離効果

界面活性剤を用いてさらに強力に安定した O/W 型エマルジョンについても同様に、マイクロバブルによる油水分離効果が得られるか確認した。また、界面活性剤濃度の違いが油水分離効果に影響があるのか確認した。

使用した合成界面活性剤は性質の異なる、陰イオン系、陽イオン系、両性のものを用いた。界面活性剤の種類により初期の混り具合に大きな違いが見られたが、マイクロバブルを用いれば、界面活性剤で強力に安定した O/W 型エマルジョンに対しても、急速な油水分離効果が得られるこ

とが確認できた。図-4 に両性界面活性剤を使用したケースを示す。重力式では、界面活性剤の影響で、作成した O/W 型エマルジョンが安定している様子がよくわかる。

界面活性剤の濃度変化により初期の油水分離率に大きな差が見ることができ、経過時間 5 分で倍近い差が見られた。しかしながら、時間を経過すると界面活性剤濃度が高かったケースが薄いケースに比べて、油水分離率が大きくなる傾向がみられた。また、界面活性剤を添加したケース、添加しないケースを見比べてみると最終的な油水分離率は、界面活性剤を添加したケースの方が良いことが分かる。つまり、マイクロバブルを用いることにより界面活性剤が入ったものからでも効率的な油水分離ができる可能性がある。緑線の油水分離前エマルジョンと油水分離経過時間 50 分後を図-5 に示す。

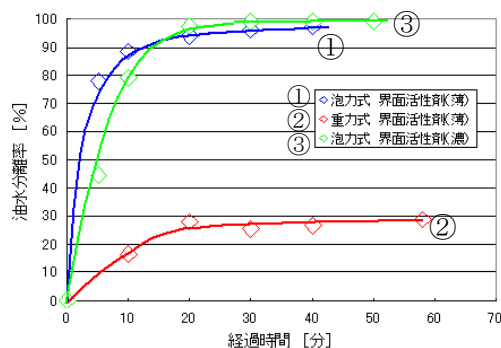


図-4 油水分離率比較

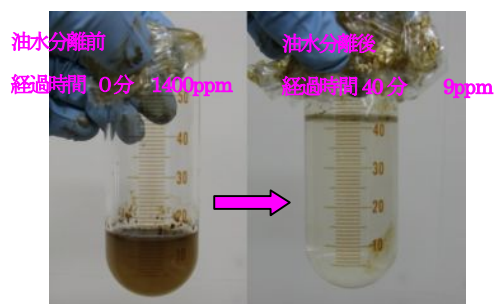


図-5 界面活性剤入 油水分離前→油水分離後

4. おわりに

本研究は、水中油型 (O/W 型) として安定しているエマルジョンの効率的な油水分離を目的とし、マイクロバブルを用いて油水分離実験を行った。マイクロバブルを用いれば、高効率な油水分離が可能であることを確認できた。

参考文献

- 1) 斉藤 幸博, 吉江 宗男, 藤田 勇「含水率の異なる重油エマルジョンの被洗浄特性の実験及び分析」海洋開発論文 Vol.21, p 1089~1094,
- 2) 佐藤 英治, 吉江 宗男, 藤田 勇「流出油対策のための重油エマルジョンの超音波洗浄実験」海洋開発論文 Vol.20, p 1259~1264,