

波による剥離とオイルフェンスの滞油特性に関する一考察

金沢大学工学部 正会員○斎藤武久・石田 啓
金沢大学工学部 池田祥規

1. はじめに 垂下式汚濁防止膜に分類されるオイルフェンスについては、さまざまな研究が行われているが^{1,2)}、その滞油特性は外力となる波、流れおよび風の中で、流れを対象に、カーテン部の巻き上げに伴う油塊の透過の有無として議論が行われてきている。しかしながら、外洋への設置あるいは荒天時を想定した場合、外力として波および風が支配的な外力になると考えられる。本研究では、波によるオイルフェンスの滞油特性を明らかにする第1段階として、下端部からの剥離を伴う固定平板を対象に、PIVを用いて速度ベクトル場の計測を行い、周辺流体の特性、さらに、平板下端部からの剥離が固定平板の滞油特性に及ぼす影響について考究する。

2. 実験方法 図-1に実験装置を示す。実験には両端に吸収式造波装置を有する、長さ14m高さ1m幅0.8mの両面ガラス張りの2次元水槽を用いた。平板は厚さ3mmのステンレス製の板を用い、水深 h を45cmに固定し、平板のきつ水 d を6.5および4.5cmと変化させた。この際、平板の両側端に生じる間隙にはクッション材を施し、平板の両側端を止水した。なお、 d/h が最大0.14と小さかったため、本研究で対象とした、入射波高 H が2.0cm～8.0cm、周期 T が1.2s～2.0sの規則波に対して、平板の動揺はほとんどなかった。使用したPIV(TSI/Aerometrics社製)の主構成はダブルパルスYAGレーザー(12mj×2)、CCDカメラ(1008×1018画素)およびタイミング制御装置からなる(図-1参照)。本研究では、ダブルパルスレーザーシート你先および後発の照射時間の遅れを2msとし、レーザーには中央粒径が86 μ m、比重1.02のナトリウム粒子を使用した。なお、計測の開始は、入射波の半波長だけ平板前面(反射側)に設置した波高計の記録がゼロクロスする点からとした。

3. 実験結果および考察 実験では、平板前面において、部分重複波が形成されるため、平板の設置位置によって、平板前面部の水位の振幅は異なるが、本研究で対象とした周期 T が1.0s～2.0sの場合は、平板前面の水面変動は腹付近の変動を示していた。なお、本稿では、許容入射波高1.5m、オイルフェンスカーテン部長さ56cmに対する約1/20縮尺の場合を想定し、入射波高が約7cm時に波谷の位相において、波谷部から平板下端までの距離が約3cmとなる $d=6.5$ cmの場合の一例を示す。図-2および図-3は入射波高を約7cmとし、周期 T が1.2および2.0sの場合における速度ベクトル場の時間変化図と代表的な渦度図の例であり、図中の水平線は静水位の位置を示し、 t/T は無次元時間で、ゼロは平板前面で水位がゼロクロスする位相を表わす。速度ベクトル場の時間変化図から、入射波の周期によらず、 $t/T=0.0$ 以降に、平板後方(透過側)へ渦が形成されはじめ、平板前面の水位がゼロクロス時($t/T=0.5$)に、渦径が最大となり、また、 $t/T=0.5$ 以降に、反射側へ渦が形成されはじめ、 $t/T=0.0$ で、渦径が最大となっていることがわかる。さらに、渦径および渦度は、反射側に形成される渦に比べ、透過側に形成される渦で値が大きく、特に、透過側に形成された渦は、反射側で形成

された渦と異なり、反射側へ押し流され、しばらく残存していることがわかる。入射波の周期の違いが流体場に及ぼす影響としては、周期が長い場合、反射側に形成される渦は平板端部から斜め下方へ成長して行くが、周期が短い場合、反射側の水位の上昇とともに、渦は水表面に押しやられ、水位の下降に伴う流速とともに、水表面から透過側の平板端部に向かった強い速度ベクトル場を形成していることが挙げられる。反射側水表面に油塊の存在を想定すると、

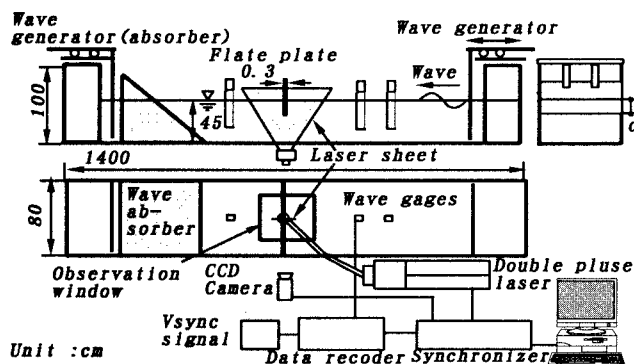


図-1 実験装置

短周期の高波浪時に、水表面の油塊が平板下端部を通り、透過側へ流される可能性が十分に考えられる。なお、本稿で対象とした入射波の範囲において、反射率は0.2を下回る値となっていた。

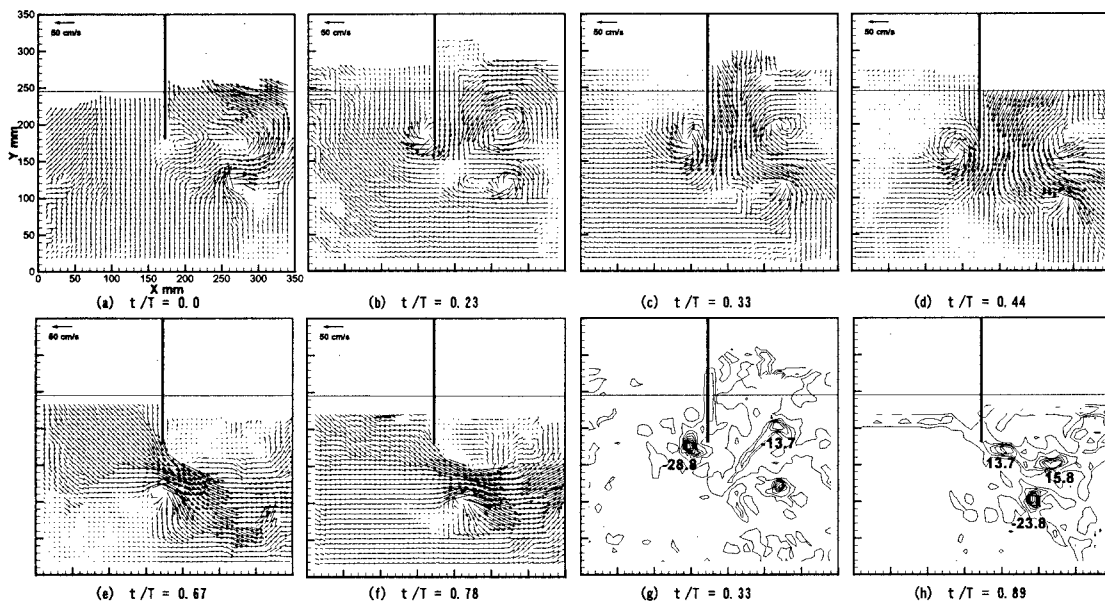


図-2 速度ベクトル場の時間変化図および渦度図 ($H = 7.1$ cm, $T = 1.2$ s)

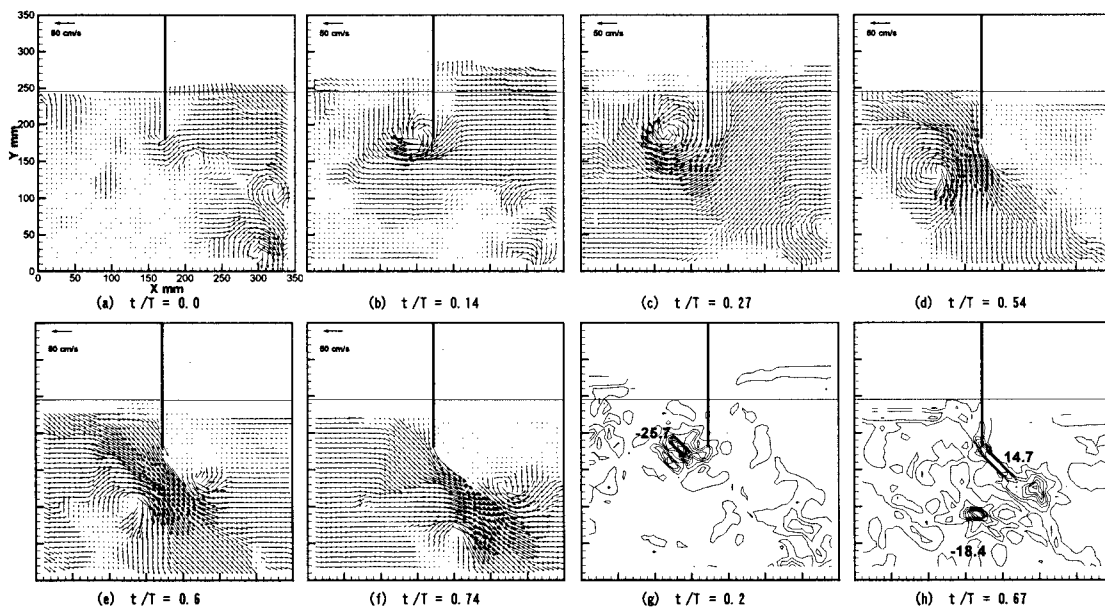


図-3 速度ベクトル場の時間変化図および渦度図 ($H = 7.0$ cm, $T = 2.0$ s)

4. まとめ 本研究では、波によるオイルの滞留特性を明らかにする第1段階として、固定平板を対象に、PIVを用いて流速ベクトル場の計測を行い、周辺流体場の特性を明らかにした。特に、短周期の高波浪時に、反射波側水表面の油塊が固定平板下端を通り透過側へ流される可能性のあることが明らかになった。

参考文献

- 1) J. H. Milgram: *J. Hydraulics*, Vol. 5, pp. 41-51, 1971. 2) 榎木・青木・柳: *海洋開発論文集*, Vol. 7, pp. 95-100, 1991.