気泡噴流による表面水平流速について

日本大学大学院　　学生会員　○伊藤　宏幸
日本大学大学院　　学生会員　　山田　泰正
日大生産工学部　フェロー会員　　遠藤　茂勝

1　はじめに

我が国は、エネルギー不足が懸念される国であり、重油等の化石燃料を輸入に頼らなければならない。そのため、近郊の海域では重油を積載したタンカーの座礁事故が後を絶たないのが現状である。海域に流出した重油は風の影響を受けエマルジョン化を起こし海域の生態系に影響を及ぼすことから有効な早期回収システムの構築が必要不可欠である。

本研究においては**Fig.1**に示すような洋上浮遊物回収システムを考案している。このシステムは洋上に浮遊している物質を気泡噴流により移送させ、回収機を洋上に設置し浮遊物を陸地まで輸送するというシステムである。この回収システムの実用化を検討するため、本研究においては浮遊物を回収機まで収集させる段階で用いる気泡噴流について検討した。気泡噴流とは水中に発生した無数の気泡が、気泡によって水を押し上げ上昇流が起きる現象である。この上昇流となった気泡が水面に近づくと水圧が下がり気泡が大きくなることで水面に波を起こし水平流が発生する。既往の研究では主にエアカーテンや空気防波堤のように、気泡噴流により消波させる研究がなされてきた。そこで、本実験ではこれらを応用し回収機までの移送方法にこの水平流を用いることを考え、水平流速度分布よりこのシステムの可能性を検討した。

2　実験概要

本実験では**Fig.2**に示すように、実験施設として縦15.0m、横25.0m、水深1.25mのプールを使用した。実験装置として内径38mmのビニールパイプを用いて10m間に25mm間隔で空気吐出口1.0mmを開けプール底に設置した。空気はコンプレッサーからドライヤ、空気流量計を通してビニールパイプに供給し気泡噴流を発生させた。測定は流速計3台を用いた。

測定地点はプールの縦のラインとして14、16、18、20、22（m）のライン上と横のラインとしてE、H、K、（各間隔3m）ライン上の交差する合計15地点、水深5.0～45.0（cm）の5地点をとり、各地点において空気流量を200～2000（Nl/min）の10条件に対して流速を測定し検討を行った。

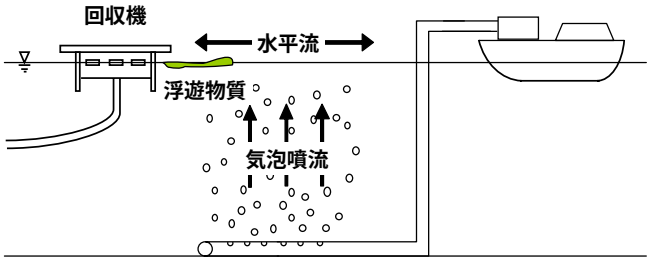

Fig.1 浮遊物回収システム

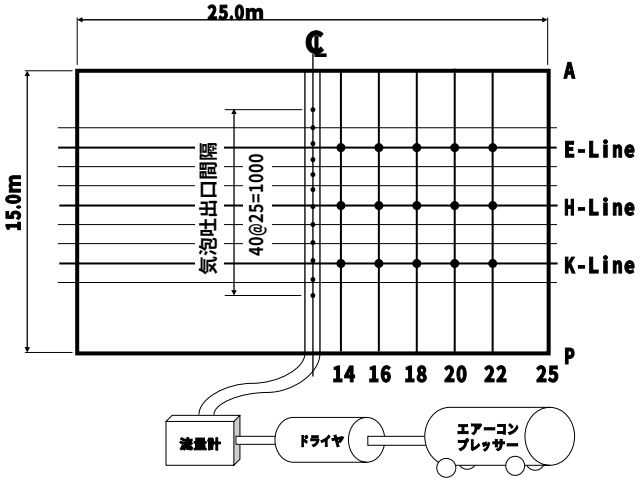

Fig.2 実験概要図

3　実験結果

気泡噴流は気泡により引き起こされるため基本データである供給される空気流量による水平流速度の関係を検討することとした。横軸に空気流量、縦軸に水平流速度をとり、測定地点別に示したのが**Fig.3**である。これより、すべての地点において空気流量が増加するに従い水平流速度も増加傾向になるという事が見られる。

また、岩垣ら[1)]により提案されている計算式を用いる

キーワード：　気泡噴流、　空気防波堤、　エアバブル
連絡先　　〒272-8575　千葉県習志野市泉町1-2-1　TEL047-474-2445

ことにより実験値との比較を行った。この式は単位長さ当りの空気流量 Qa(m³/s・m)と気泡を吐出させるパイプの設置水深ｈ(m)を与えることによって求まる。この計算値と比較してみるとほぼ同様の傾向を確認できた。

次に、基本的な気泡噴流の性質を理解した上で、気泡噴流からの距離による水平流速の表面の影響を検討した。横軸に気泡噴流発生地点からの距離、縦軸に水平流速度を示したものが **Fig.4** である。これによると、水平流速度は気泡噴流発生地点からの距離が長くなると水平流速度も減少傾向を示すことが分かる。これは気泡一つ一つを考えると円状に伝達していくことが言え、流速は分散されながら表面に影響していくと考えられる。続いて、水平流がどのような流動を示し表面に影響するかを検討するために平面方向と鉛直方向の速度分布をとることにより検討した。測定地点ごとに平面水平流速分布を示したものが **Fig.5** である。これから分かるように水平流速は気泡噴流からの距離が離れるほど減少傾向を示すことが分かる。しかし、発生地点からの距離が長くなるに連れてパイプの中心の Line である H-Line の値がその両側の E、K-Line の値を超えさらにその差が増加していくということが分かった。これは発生装置の気泡吐出口の関係で中心の H-Line の流速はその近くの気泡の流速を吸収しているということが考えられる。そして鉛直方向の影響を検討するために、鉛直方向における水平流速を空気流量別に示したものが **Fig.6** である。これをみると空気流量が増加することにより水深下でも水平流速の影響範囲は広がっていることが分かる。またこのことにより水平流速は水面下に層となって気泡が水を押し上げ影響しているということが分かった。

4　まとめ

気泡噴流による水平流は空気流量に支配的であり、層をなして流動していることが分かった。今後は水平流による浮遊物への影響や移送に必要な空気流量、有効範囲を検討していく必要がある。

「参考文献」

1）岩垣　雄一、:感潮河川流場における空気防波堤の現地実験、土木学会論文集第 381 号、pp.171-180,1987.

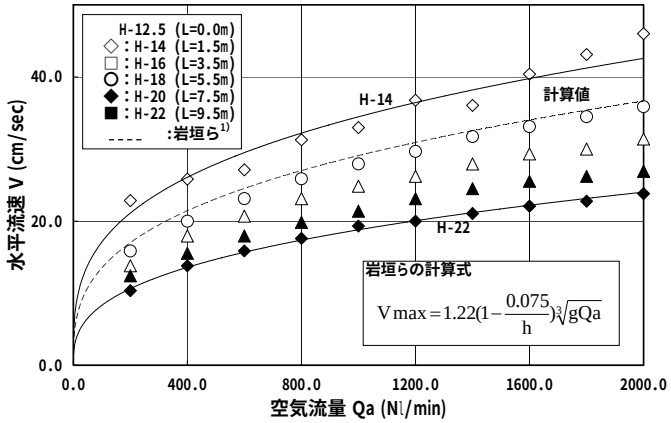

Fig.3　空気流量と水平流速度の関係

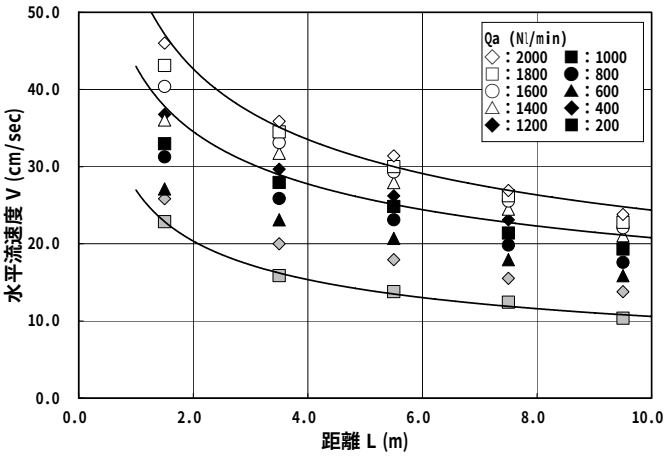

Fig.4　距離による水平流速度の関係

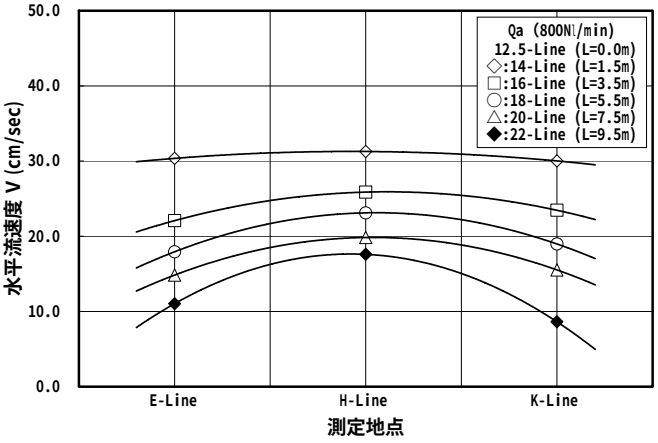

Fig.5　平面方向水平流速度分布

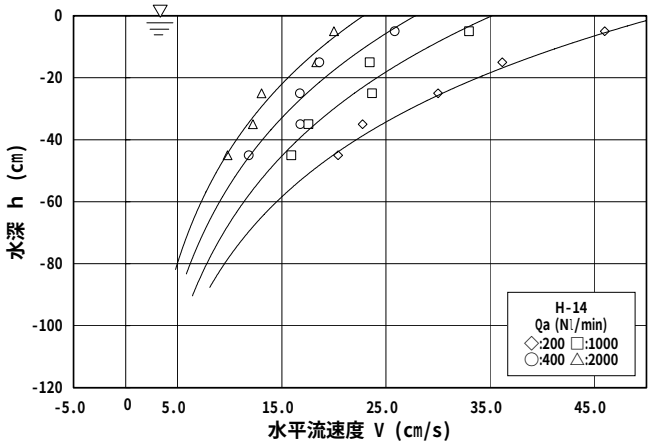

Fig.6　鉛直方向水平流速度分布