

## II-584 湧昇流発生機構におけるV字形構造物の優位な特徴について

|            |    |                 |
|------------|----|-----------------|
| 埼玉大学       | 正員 | 浅枝 隆            |
| 西オーストラリア大学 |    | Steven Armfield |
| 国土総合建設     |    | 其阿弥喜嗣           |
| 青木建設       |    | 吉田 一男           |

はじめに

水域で生ずる湧昇流は場合によっては、下層の貧酸素域の解消に役立ち、また、水深の十分な海域では深層の栄養塩や恒温で清浄な水を有光層まで持ち上げるのに役だっている。そうした様々な効果をもつ湧昇流を人工的にしかも自然のエネルギーを利用して発生させる試みがなされているが、その中で、V字形構造物は極めて効率よく上昇流を発生させ得る仕組みといてよいだろう。V字形構造物での上昇流発生仕組みは、図-1のように、まず、Vの両端の下流側に鉛直に渦軸を持った極めて強い渦が発生し、その渦軸がV字形構造物の下流側の剥離域に沿ってのび、互いに反対側からのびてきた渦糸とつながり渦自信がV字形となる。こうした渦はこの剥離域の中にいくつかできるが、それらがいくつか合体し強くなった後に下流に放出される。しかも、下流に放出される時に、Vの頂点の側が強くしかも、多少上向きに放出されるために、渦のV字形は下流に引き延ばされた馬蹄形となる。とこれが、馬蹄の両側の脚は互いを上向き押上げるため、下流に行くに従って、全体として上昇することになる。従って、渦の強さが強ければ強いほど、強い上昇力を持つことになる。

この渦が平均流から渦度を供給されて強くなる場所は、大きく二カ所ある。まず、V字の端の下流側で上向きに渦軸を持った渦がつくられる時、もう一つは、Vの背後の剥離域内で、ここを乗り越える流れによって渦は強められる。しかし、実際には前者による寄与の方が大きい。従って、本研究では、ここのできる渦の強さがどのような時に最も強くなるかを検討してみた。

実験および解析

実験は水路内の中央に片側20cm、高さ3cmの開き角を30度ごとに変えたV字形の板を置き、水深を約30cmに保ち、流速をいくつか変化した。その後、まず、染料で近傍の流れを観察し、渦の発生位置を確かめた。次に、比重がほぼ1になるように調整したポリスチレンの微細粒子を流し、適当な高さに水平にスリット光をあてそれによって照らされる粒子を写真にとり、その軌跡より流速、流況分布を求め、渦の持つ循環を測定した。さらに、その結果の検証のためにNavier-Stokesの運動方程式の直接数値解析により2次元流れ場の解析を行った。

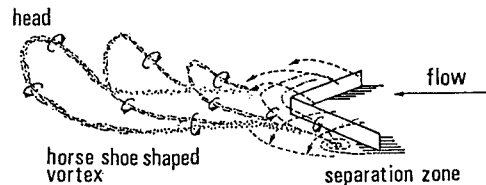


図1 V字形構造物による  
上昇流発生しくみ

結果

図-2は、V字の端の下流側の剥離域に生ずる循環の強さを示したものである。図から明かなように、Reynolds数が小さい間はそれほど変化が現れないが、大きくなってくると、開き角90度で循環が最大となる。これは、渦の上昇高さがこの開き角で最大となることと符合している。これは、観察によると、流れと構造物の角度がこの程度（45度程度）の時に剥離領域で最も安定に発生することに起因してい

るようである。

次に、この仮設をもう少しはつきりさせるために、2次元流れ場で、V字形および流れに直角な板状の構造物を設置し、背後に発生する渦を計算によって求めた。計算はNavier-Stokesの方程式を直接解析する方法で行った。本計算は2次元であり、必ずしも、3次元性の著しいV字形構造物周辺の流れを再現しているとは言えないが、同様な傾向が存在することは容易に想像できる。

図-3(a)、(b)は計算結果を示している。なお、計算条件は、両端間の長さを用いたReynolds数3000としている。この図をみると、V字形背後にはきれいな一対の渦が発生しているものの、板状構造物背後の渦は交互になっている。この理由は、板状背後の渦は下流に向かって徐々に流されているが、V字形の場合には同じ条件でも渦が背後に安定に留まりやすいためである。十分強くなった後に渦は下流に向け放出される。

ところが、渦は構造物背後の剥離領域の中にある間でのみ平均流から渦度を供給され強度を増加させる。このことを考えれば、構造物背後に安定に留まりやすいV字形の場合により強い渦が発生しやすいということがわかる。

このように、流れに対して斜めになった面での剥離領域からは、発生間隔の長く、強く安定した渦が放出されることが明かとなった。もちろん、この原理はこうした渦を必要とする他の場合においても利用可能である。

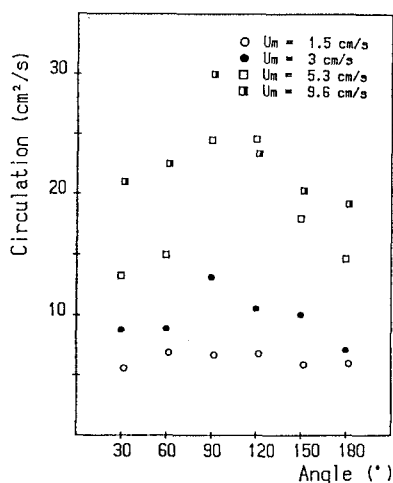
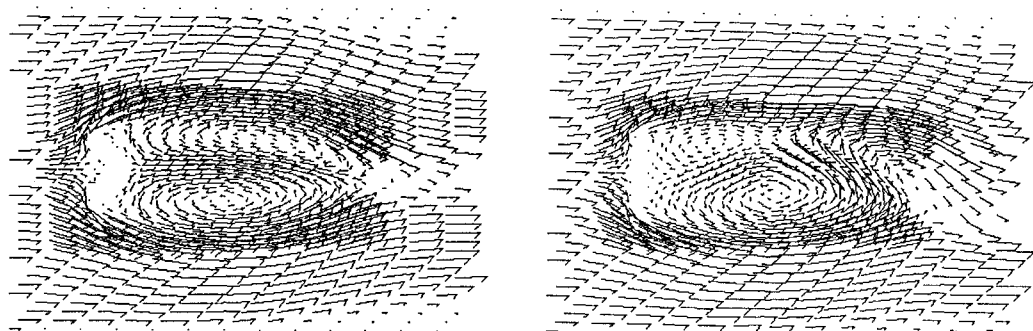


図2 構造物端背後にできる渦の循環



(a) V字形

(b) 直板形

図3 構造物周辺の流れの数値計算結果

#### 参考文献

- Asaeda, T., Ozaki, T., Kondo, Y., Yoshida, K., & Goami, Y.: Oceans'91 Proc., Vol.1 (1991).  
 Asaeda, T., Horikawa, K. & Kaneko, K.: Coastal Zone '91 Proc. (1991).  
 浅枝 隆、中井正則、玉井信行、堀川清司: 土木学会論文集、423(1991)、83-90.  
 浅枝 隆、其阿弥喜嗣、吉田一男: 海洋開発論文集、7(1991).  
 浅枝 隆、其阿弥喜嗣、吉田一男: 日本沿岸域会議研究討論会概要集、4(1991).