

II-413

湾内水平循環流増大のための湾口剥離点操作による湾口渦の制御

大成建設(株)技術研究所

同上

通産省中国工業技術研究所

同上

正員○大谷英夫 正員 高山百合子

正員 石野和男 正員 勝井秀博

正員 宝田盛康 正員 山崎宗広

正員 上嶋英機

1. はじめに

筆者らは、比較的狭い湾口に形成する渦と湾内の水平循環流の強さの関係について、湾口渦が湾口部からある程度離れた位置に形成されることが水平循環流増大の必要条件であることを示した¹⁾。同時に、湾口部に剥離点を設けることにより、湾口渦の生成位置をより湾口から遠くにすることができると述べた¹⁾。このような、水平循環流の形成機構は、湾口渦の振舞について西村²⁾が説明しているような「1対の渦の成長、沖合いへの自走」を経ていると考えられる。ここでは、水平循環流が発達した時の、渦の形成位置の条件を明確にし、水平循環流の増大要因が、湾口渦対の自走によるものであることを示す。

2. 渦の形成位置と水平循環流の関係についての実験的考察

実験は、表-1に示す諸元の矩形の模型湾を用い、水面のトレーサを撮影する方法で流れを可視化した。渦の形成位置と水平循環流の関係を見るため、様々な湾口形状で上げ潮開始時($t=0$)から $t=5/12T$ の時刻の湾口渦の中心間隔(図-1)を読み取った。図-2に、その結果を示す。水平循環流の大きさは定性的に3段階に分けた。水平循環流が発達したものはいずれも湾口部側の壁からの距離の2倍($2X$)よりも渦間の距離 L の方が小さい。ところで、渦対の自走速度 U は、1対の渦間の距離 L に対し、渦の循環 Γ とすると $U=\Gamma/2\pi L$...(1)で表される。ここで、渦対として「湾口渦対(渦間距離 $=L$)」、「湾口渦の片方と X を定義した壁の鏡像渦のペア(渦間距離 $=2X$)」の2つを考えた場合、式(1)より、前者の U (湾奥方向)の方が後者の U より大きい場合、水平循環流が大きくなることを、図-2は示している。すなわち、渦の形成位置は、湾奥方向の自走速度ベクトルが卓越する場所であることが必要条件となる。

3. 湾口剥離点の設置による湾口渦の振舞いと水平循環流の増大

2.で得られた条件に湾口渦を形成するため、湾口部に剥離構造物となる三角柱を設置した。比較のために三角柱がないケースも実験した。水面のトレーサをレーザーディスクに録画し、PTV(Particle Tracking velocimetry)により画像処理を行うことにより湾内の流速分布を求めた³⁾。水理条件は、表-1と同じである。図-3a、図-3bは上げ潮時の流速ベクトルである。両ケースとも湾口を挟んで1対の水平循環流が形成されているのが分かる。三角柱を設置したケースは、より発達した水平循環流が見られる。図4、図5は、一周期にわたる渦度分布を示したものである。等値線の間隔は $0.05(1/s)$ である。三角柱を設置したケース(図4)では、上げ潮時に形成された湾口部の1対の渦度極大域が時間の経過と共に湾奥へ移動する様子がよく分かる(図中矢印)。図4aには前の周期に形成された渦度極大域も湾奥に存在している。すなわち、剥離点を湾口から離れた位置に設けるこの水平循環流の増大方法は、1対の渦のもつ自走速度ベクトルをより湾奥方向に導く効果を持つものであることが明らかに

表-1 実験模型湾諸元

湾寸法(長さ×幅)	0.97×0.97m
湾口幅	0.2m
湾口長	0.1m
水深	0.1m
潮汐周期	70s
潮汐振幅	0.01m
湾口最大流速(三角柱なし)	2.1cm/s
三角柱幅	1.3cm

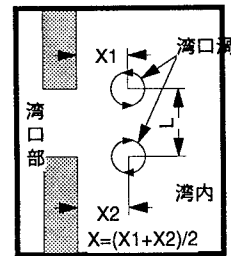


図-1 湾口渦の位置の定義

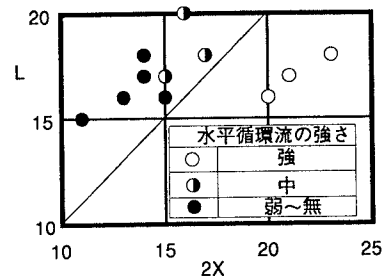


図-2 湾口渦の位置と水平循環流の強さ

なった。これは、鳴門の渦潮について西村が説明した「1対の渦の成長、沖合いへの自走」のメカニズムと同様である。

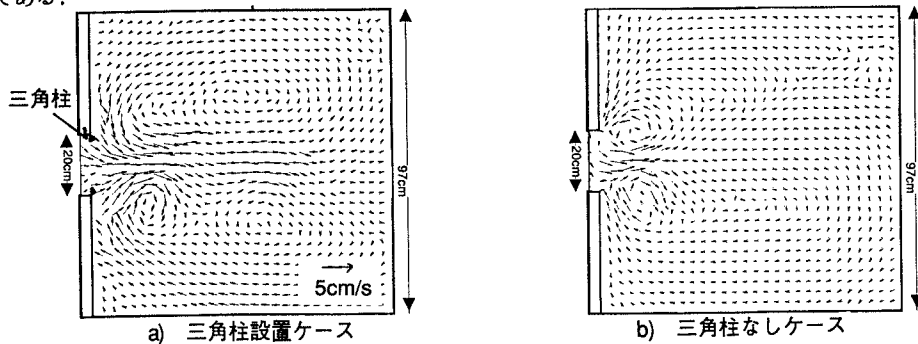


図-3 上げ潮時の流速ベクトル

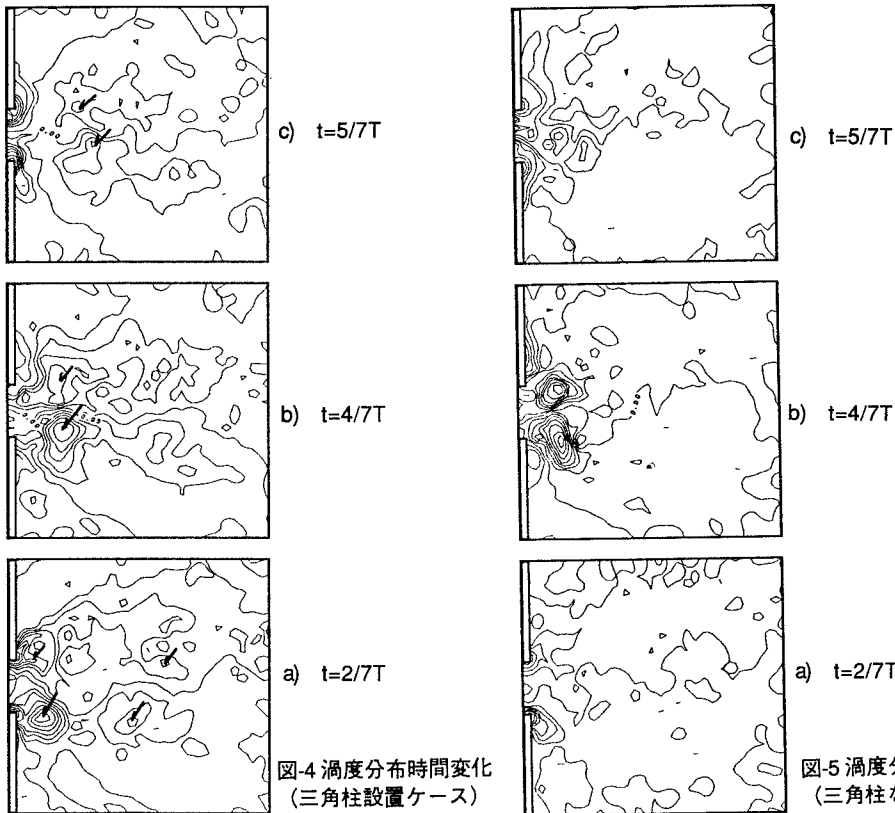


図-4 渦度分布時間変化
（三角柱設置ケース）

図-5 渦度分布時間変化
（三角柱なしケース）

4.まとめ

水平循環流が発達する湾口渦の形成位置の必要条件を示し、さらに、水平循環流が増大する要因を実験により明らかにした。なお、本研究は、通産省中国工業技術研究所と民間4社（中国電力(株)、大成建設(株)、五洋建設(株)、(株)ブリジストン）による官民連帯共同研究「海域環境制御のためのミチゲーション技術の確立に関する研究」の一環である。

<参考文献>

- 1) 大谷ら(1994)：湾口渦の制御による水平循環流改変に関する一考察，第49回年講Ⅱ-438, pp876-877
- 2) 西村司(1986)：鳴門の渦潮，山文社
- 3) 高山ら(1995)：PTVによる閉鎖性湾内流況の可視化実験，第50回年講Ⅱ，投稿中