

II-369

Offshore vortexの形成領域およびその形成機構

九州大学 工学部 学生員 竹原幸生
正 員 松永信博
正 員 小松利光
正 員 栗谷陽一

1. はじめに 沿岸域において、砕波点より沖方向に渦列が形成することを可視化実験により明らかにした¹⁾

(写真-1)。写真-1において右側が沖側である。この渦は合体、崩壊をくり返しながら、そしてその波長を水深程度に保ち、沖方向に移流する。そこで筆者らはこの渦をoffshore vortexと名付け、現在までにその定性的および定量的特性を明らかにしてきた²⁾。今回の報告では、このoffshore vortexの形成機構について考察を行い、その形成機構を明らかにする。



写真-1 offshore vortexの渦列パターン

2. 実験装置および実験方法 実験に用いた水槽は、長さ12m、幅0.15m、深さ0.4mで全面透明なアクリル板で作られている。水槽の一端にはフラッター・タイプの造波機を取り付け、二次元規則波を造波させた。規則波の周期 T は0.5秒から2.6秒の間で変化させた。また水槽の他端には長さ8.6mの斜板を取り付け、その勾配 α を 2.44° に固定した。Offshore vortexの可視化のためトレーサーとしてアニリンブルーを用いた。さらにこの渦列の形成機構を明らかにするために、アルミ粉法と鋸屑法によって砕波帯内外の流れを可視化した。入射波の波高 H と波長 L は2本の容量式波高計を用いて測定された。

3. 実験結果およびその考察 Offshore vortexの形成は、次の諸量で規定されたと考えられる。

$$\text{形成領域} = f(H, L, h, C, T, g, \alpha)$$

ここで H, L, h, C, g, α はそれぞれ波高、波長、水深、波速、重力加速度、斜板の勾配である。ところが C は L と T により決まり、分散関係により T は g, h, L で表される。今回の実験では α が一定であることをも考慮すると渦列の形成領域は H, L, h, g によって規定されることになる。従って形成領域を無次元量で表現すると

$$\text{形成領域} = f'(H/L, h/L)$$

となる。図-1は H/L を h/L に対してプロットし形成領域を検討したもので、領域(Ⅰ)は渦列が形成する領域を、(Ⅱ)と(Ⅲ)は形成しない領域を示している。

図中の実線①は砕波点における h/L と H/L との関係を測定結果に基づいて示したものである。Offshore vortexは沖波のsteepness H_0/L_0 が0.04以下で形成され十分沖側では消滅することがわかる(領域(Ⅱ))。渦列の形成を意味する指標 h/L は、 $H_0/L_0 = 0.03$ のとき最大となる。 H_0/L_0 が0.04より大きいところ(領域(Ⅲ))では、offshore vortexの形成

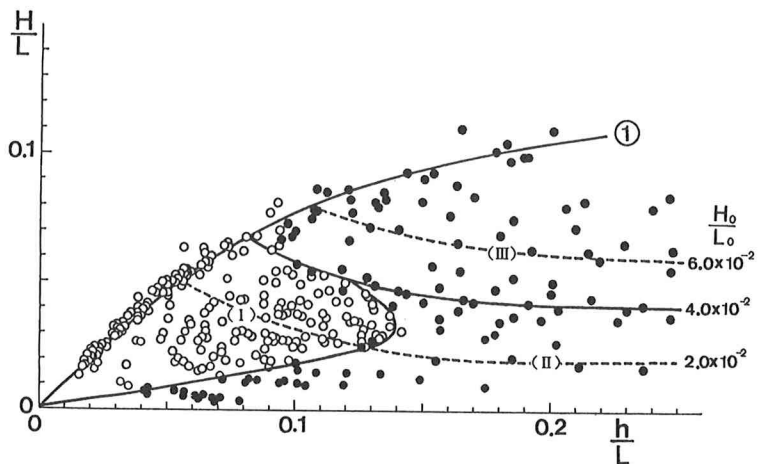
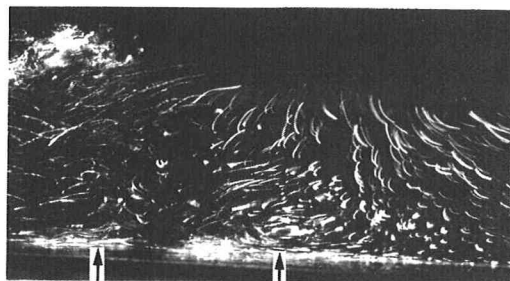


図-1 Offshore vortexの形成領域

は全く観察されない。写真2(a)は砕波点付近でのフローパターンを鋸屑で、写真(b), (c)は領域

(Ⅱ)と(Ⅲ)におけるパターンをアルミ粉を用いて可視化したものである。砕波点付近で大きな巻き上がりが観察され矢印(1)と(2)で示されている様に1対の渦が形成する。矢印(1)で示された渦は反時計方向に回転しておりplunge vortex³⁾と考えられる。一方、矢印(2)で示された渦は時計方向に回転しておりbackwash vortex⁴⁾と考えられる。写真2(b)で示されるように、領域(Ⅱ)では流体運動は比較的小さく層流的である。領域(Ⅲ)ではsteepnessが大きいいためorbital motionも激しく流体運動は乱流的である。

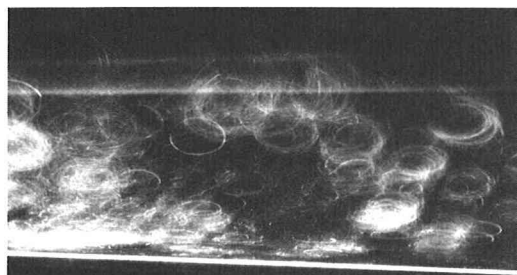
これらの観察結果とこれまで発表してきた結果とを考慮してoffshore vortexのパターンを模式的に表したのが図-2である。まず砕波点より沖ではLonquet-Higgins等によって明らかにされた底面近傍での岸向き定常流と、それを補うための水表面付近の沖向き定常流が形成される。そして、それらの定常流は砕波点付近で周期的に形成されるbackwash vortexとplunge vortexによる擾乱が引金となってせん断不安定を生じ、沖に向かってつれ励起し渦列に発達する。このoffshore vortexは互いに合体、崩壊を繰り返しながらそのスケールを増加させ、沖向きの流れに乗って移流していく。そして、その場のせん断率がoffshore vortexを維持できなくなるところで渦は消滅してしまうと考えられる。



(a) 砕波点付近のフローパターン



(b) 領域(Ⅱ)におけるフローパターン



(c) 領域(Ⅲ)におけるフローパターン

写真-2 各領域におけるフローパターン

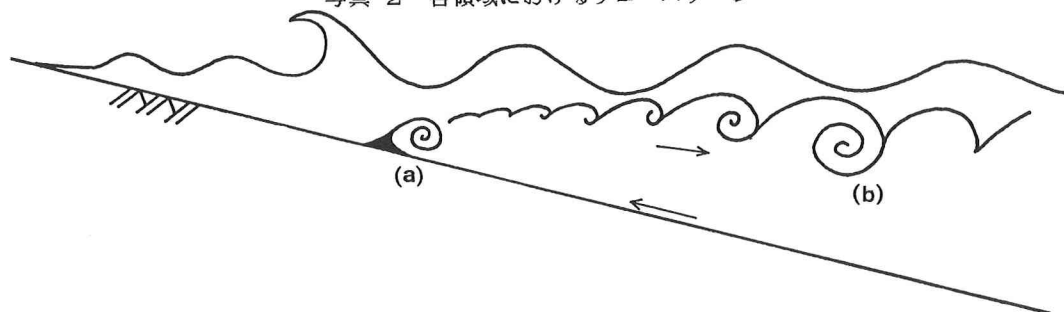


図-2 offshore vortexの模式図 ((a)backwash vortex,(b)offshore vortex)

参考文献

- 1)松永信博, 栗谷陽一, 竹原幸生; 砕波帯外に形成される渦列, 土木学会論文集393号, II-9に掲載予定
- 2)松永信博, 竹原幸生, 栗谷陽一; offshore vortexの特性, 第32回水理講演会論文集, p.p.583-587, 1987
- 3)Kaneko, A.; Formation of beach cusps in a wave tank, Coastal Engineering, vol.9, p.p.81-98, 1985.
- 4)Matsunaga, N. and Honji, H.; The backwash vortex, J.Fluid Mech., vol. 99, p.p.813-815, 1980.