B603 沿岸海域における収束性残差流の発生機構に関する研究

瀬戸 雅文[○] (北海道中央水試), 山田俊郎 (㈱西村組)

Generation Mechanism of Convergent Residual Flow in the Coastal Zone

Masabumi Seto, Toshiro Yamada

ABSTRACT

The structure that is able to produce the convergent residual flow in a coastal sea area was proposed. It changes efficiently the oscillatory flow from the coastal zone wave into the upwelling flow with whorl vane. Visualizing the flow around the structure, occurrence of the vertical vortex and upwelling flow were confirmed. This result suggests that the velocity of convergent residual flow depend on the number of vanes and K.C. number.

Keywords: Residual Flow, Upwelling Flow, Flow Visualization

1. はじめに

沿岸海域において二枚貝などの有用水産資源が高密度で着生・生息している海域、あるいは流れ藻などが集積し磯根資源の格好の漁場となっている海域では、流れが収束し地形性の渦(残差流・湧昇流)が形成されている場合が多い。本研究は、沿岸海域に恒常的に存在する波浪による振動流場において、規則的な鉛直渦を形成・制御可能な水理構造を理論的に検討し、底層流を施設内に収束させ上昇流を誘起することによって、天然の好漁場海域に存在する地形性の渦流と同様な機能を有する収束性残差流を人工的に形成させる構造物を開発することを目標とする。

2. 収束性残差流発生機構

岬や海脚、或いは人工的に海底に設置された衝立構造物に一樣流が作用した場合に発生する鉛直剥離渦が、流下の過程でspin downに伴って底層流を渦内に取り込み上昇(湧昇)流を発生することが理論的に解明されている¹⁾。従って、振動流場においても鉛直渦を発生せしめれば同様な spin down が生じ、残差流が発生するものと考えられる。しかしながら振動流場においては一度発生・流下した渦が半周期後の反流により再び同一水域周辺に押し流されてくるため、平板や円柱など流体力学的に鈍い物体の背後に発生する渦のように発生渦の回転方向が、反周期毎に逆転する場合には、重合渦の渦度(上昇流)は極端に小さい値になってしまう。従って、振動流場における湧昇渦の発生条件としては周期によらず一定回転方向の鉛直渦を効率的に形成できる必要がある。

潮流などの振動流場において平均流を形成し流向を制御できる構造形状として八字型の導流堤構造が考えられているが、これを2基逆千鳥状に配置すれば、各構造より形成される平均流を重合させ鉛直方向の流れのシアーを発生させることが可能となる。形成されたシアーは振

動流の周期によらず、常に一定方向の渦度を形成し、振動流場における収束性残差流の発生が期待できる。本研究では、八字型形状を発展させて、実海域における振動流速流軸の変化にも対応可能な構造としてFig.1に示すような渦巻き形状の羽根を有する構造物を提案し可視化実験により残差流の発生状況について検討した。

Fig.1 Convergent residual flow model

3. 実験方法

3.1 構造物の形状

供試模型の代表径は実験水槽のスケールをもとに、羽根の外径(L)を12cm、内径を4cmとした。構造物内の流路を決定する羽根の形状は円弧接続法により決定(羽根出口角は22.5°)し、4,6,8枚の3種類の模型を板厚1.5mmの塩ビ板で試作した。

3.2 実験条件

実験は北海道立中央水産試験場所有の小型振動流水槽(観測部長さ1.5m,水路幅0.3m,標準水深0.35m、発生最大流速±0.90m/s)を使用した。実験の概要図をFig.2に示す。実験では水深を0.35mに固定し、振動周期を1.5秒~2.5秒まで0.5秒刻みで変化させ、各周期に対して流速振幅を1.6cm/s~11.6cm/sの範囲で5段階に変化させ

た。供試模型を水路中央に設置し、模型周辺の流れ場や上昇流の到達高さを可視化するために、模型を中心として水路幅60cmの区間を水路断面方向にわたって底面より高さ5mmの角柱で仕切り、仕切内に染料（ウオータブル）を海水（塩分33.7PSU）に溶解させて作成）を流し込み、染料が振動流の発生とともに構造物へ取り込まれる状況をVTRに記録後、3次元超音波流速計（NORTEK社製ADVLab）を用いた主流流速値とともに解析に供した。

Fig. 2 Arrangement of experimental apparatus in the C. W. C.

4. 実験結果及び考察

Fig. 3は羽根枚数が6枚の模型に周期1.5秒で流速振幅4.4cm/sの振動流が作用した場合の上昇流発生状況の経時変化を水槽側面より可視化したものである。振動流の発生と同時に羽根の外形周辺に鉛直渦が形成され、発達に併せて鉛直渦中心部に強い上昇流が形成されている。鉛直渦は、次第に羽根に挟まれた各流路内に発生する構造物中心方向への平均流（収束性残差流）によって構造物中心に収束し、中心部には渦の重合による更に強い上昇流が形成されている。

Fig. 4は構造物中心部における上昇流（ u_u ）の大きさを振動流の流速振幅（ u_{0max} ）で基準化した上で、K. C. 数（ $= u_{0max} \cdot T/L$ ）で整理して示したものである。これより、上昇流は羽根の枚数が大きいほど強くなる傾向が認められるが、これは羽根外形部に発生する渦の数が羽根の枚수에比例することによるものと考えられるが、羽根の枚数が増えれば各流路内を通過する渦径は小さくなるため羽根の枚数には上限が存在するものと考えられる。また、上昇流はK. C. 数が1以上で増加率が小さくなるが、これはK. C. 数の増加とともに構造物の代表径に対する水粒子の移動振幅が大きくなり、振動流による流れの水平拡散によって上昇流の発生が阻害されるためと考えられた。以上のように渦巻き構造に羽根を配置した本施設は、振動流場において収束性残差流を形成し、効率的に上昇流を発生することがわかった。

Fig. 3 Time histories of upwelling flow

Fig. 4 Change on the upwelling velocity against K.C. Number (K. C.) as the Oscillatory velocity

参考文献

- 1) 糸淵長敬他：岬による剥離渦の形成とそのスピンドウダウの湧昇流、水産工学、Vol. 30No. 2(1993), PP113-118.