

II-340 砕波帯に放出された表層密度噴流に関する一実験

東京大学工学部 正会員 柴山知也・堀川清司
地域振興整備公団 正会員 益山雅行

温排水、河川水、下水などの砕波帯への流出にみられる表層放出密度噴流について、その挙動に及ぼす波の効果を実験的に検討した。その際特に砕波の効果及び砕波帯内表層での質量輸送速度に注目した。温排水の拡散に関する研究は数多く行なわれているが、砕波帯内の波による質量輸送の効果に直接着目したものは二次元水路を用いた三村ら¹⁾の研究の他には例が少ない。

1. 実験

実験は長さ 6m, 幅 1.2m, 深さ 0.25mの小型広幅道水路を用いて行った。図1に示すように沖側 5.8分の1、岸側30分の1の複合斜面を作成し、汀線に直角に波が入射する条件の下にやはり汀線に直角に噴流の放出を行なった。放出水の中にウラニンを混入し、放出水の拡散のようすを35mmモータードライブカメラで撮影することによって図化した。

波の条件は周期1.0sとし、一様水深部(水深23cm)での波高を1.45cmとした。放出水路は幅 1.5cmの開水路、幅14.3cmの開水路、幅 1.5cm高さ0.58cmの開水路の3種類とした。また放出水温は任意に変え得るため本実験では放出口での密度フルード数を 6.7~∞の間で変化させて実験を行なった。図2に放出水がない場合の $y=0$ における岸沖方向の波高分布を示す。

2. 実験結果及び考察

砕波帯内で密度噴流の挙動を考える際には、(1) 環境水と放出水の密度差による浮力、(2) 放出水のもつ運動量の他に(3) 波の効果を考える必要がある。この中には波による質量輸送と砕波に伴う乱れの効果が含まれる。

図3および図4に放出口密度フルード数(F_{do}) 6.8の場合の温排水の広がり方について波のない場合(図3)、波のある場合(図4)を比較して載せる。図より汀線に直角に放出された密度噴流は、初期運動量が小さい場合、砕波点以浅で岸方向の質量輸送により、一度砕波帯内に滞留する。さらに砕波による混合作用により砕波帯内に広く拡散した後に、離岸流により砕波帯外に放出されることがわかる。この場合、質量輸

送速度は水表面付近で岸向き、水底付近で沖向きであるため、特に表層に放出された環境水よりも軽い密度噴流は水表面付近の岸向き質量輸送速度の影響を強く受けることとなる。

ここで、噴流の放出口における運動量を増してゆくと、砕波帯に噴流が滞留することなく砕波帯外へ放出されるようになることが予測される。そこで放出水と環境水の密度差がない場合について、徐々に放出口での運動量を高めてみた。図5に示す例が、丁度砕波点近傍で初期に与えられた沖向き流速が失われて滞留を始める場合(放出流量 $Q=86\text{cm}^3/\text{s}$, 初期速度 $U_0=98.9\text{cm/s}$)である。さらに運動量を高めていくと図6に示すように、放出水は砕波帯内に滞留することなく、砕波帯外に流出することとなる($Q=218\text{cm}^3/\text{s}$, $U_0=251\text{cm/s}$)。

そこでこのような噴流が砕波帯内に滞留されるか否かの分岐点となる図5の場合の条件について、流軸上の噴流速度の遞減を計算し、波の質量輸送速度と比較することによってその予測法について考案を加えた。

計算に当たっては以下の仮定を用いた。まず波の質量輸送速度については、実測の波高と水深を用いて、水表面におけるStokes Driftの値を与えた。噴流については初期の速度を実測で与え、深さ方向を考えない二次元噴流として、流速分布の相似形を仮定し、さらに $V' \propto l \frac{du}{dy}$ (V' : y 方向変動速度、 l : 混合距離)と仮定し流れを廻る噴流の軸速度の遞減を算定した。

算定結果を初期速度ごとに、質量輸送速度とともに示したのが図7である。図で質量輸送速度が噴流速度を上回った時に滞留がおこることとなる。この図では実際の現象よりも滞留がおこりにくい傾向がみられるがこれは砕波の効果をあらわに含んでいないため、波の質量輸送速度を現実よりも低めに見積っているためと思われる。

以上に述べたように本研究では、砕波帯の波の質量輸送による放出水の砕波帯内へのtrap現象に注目して検討し、砕波点での噴流速度と波の質量輸送速度の大きさを比較することでtrapが起こるか否かを判断することが可能であることを示した。

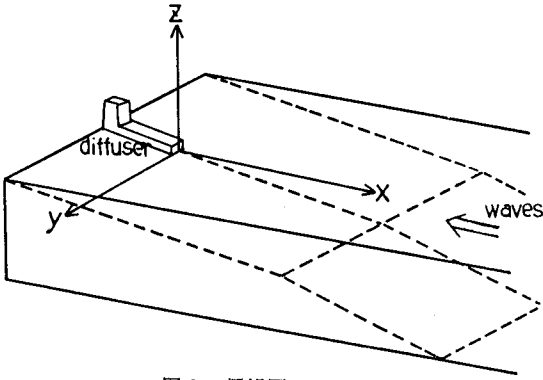


図1 概観図

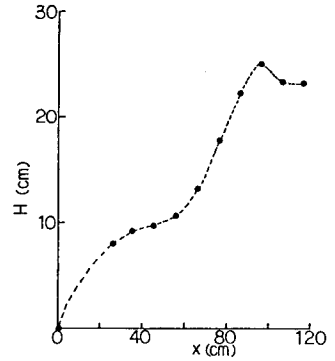


図2 x軸方向の波高変化

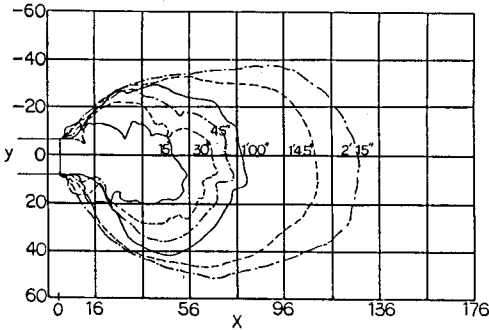


図3 波のない場合の温水の拡散 ($F_{do} = 6.8$)

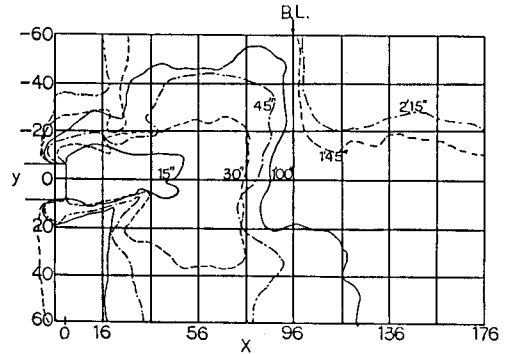


図4 波のある場合の温水の拡散 ($F_{do} = 6.8$)

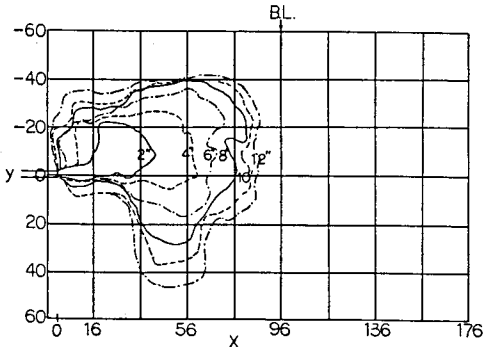


図5 砕波点近傍でトラップされる例 ($q = 86 \text{ cm/s}$)
(放出口: 閉水路)

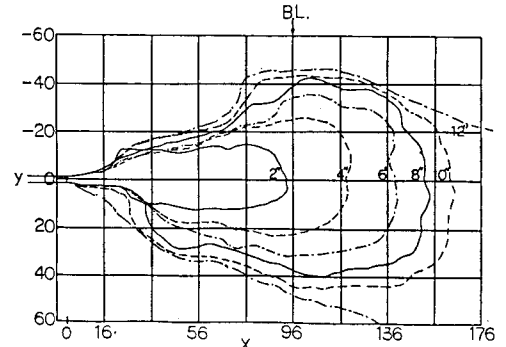


図6 砕波点を容易に越える例 ($q = 218 \text{ cm/s}$)
(放出口: 閉水路)

参考文献

- 1) 三村信男・池谷毅・堀川清司: 砕波帯における岸沖方向の物質拡散に関する研究、第28回海岸工学講演会論文集、pp.446~450、1981.

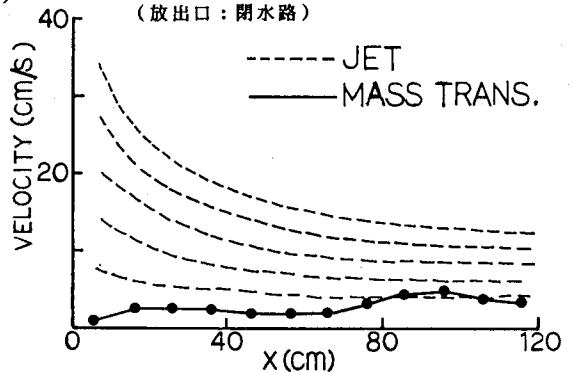


図7 噴流速度の変化と質量輸送速度