

傾斜構造物による湧昇流発生に関する実験的研究

名城大学理工学部 正 員 新井宗之

名城大学大学院 学生員 守利悟朗

はじめに：近年沿岸域での水産資源の確保や生産性向上のために種々の対策が検討されている。その一つに沿岸漁場の基礎生産力の増大を図ることを目的として人工的に湧昇流を発生させる試みがなされている。しかしながら湧昇流をはじめとする乱流構造は水理条件とともに境界条件となる構造物の形状によってそれぞれ固有の特性を示すものである。そのため特徴的な形状の特性と、個々の形状による湧昇流等の特性を明らかにする必要があるが、必ずしも十分明らかにされているとは言えない。そこで本研究では、傾斜平面型の構造物による湧昇流の効果を2次元水理模型実験を行い、可視化及び流速測定実験を行い湧昇流等の特徴を検討した。

実験条件・実験方法：実験水路は両側面透明の亚克力製循環式開水路（図-1）で、水路長8(m)、水路幅40(cm)、水深は約20,30(cm)。高さ5(cm)の傾斜平面構造物（図-2）をほぼ水路中央部に設置した。構造物の傾斜角 θ は30, 40, 50, 60, 90°、である。また、断面平均流速 v は約2.5及び5.0(cm/s)。また、構造物の前後それぞれ2(m)（4(m)の間隔）で等流になるように水路勾配で調節した。

可視化実験として、模型中心から上流側25(cm)、底面より2.5(cm)の位置でノズルからトレーサーとして一定量の染料（黒インク）を流し、その流況をビデオカメラ（VTR）及び35(mm)スチールカメラにより撮影し、トレーサーの拡散現象を検討した。流速測定実験は、LDV（AEROMETRICS社）を用いて水路床に設置した傾斜平面構造物の前後における水平流速成分及び鉛直流速成分の変動を測定した。

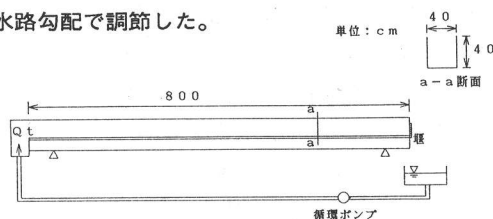


図-1 実験水路

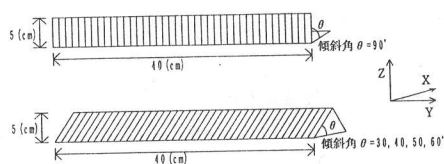


図-2 模型構造物（模型縮尺：1/200）

実験結果及び考察

1) 可視化実験：可視化実験の結果から、全ての模型構造物で湧昇流を伴う混合現象が認められた。撮影された35(mm)フィルム（写真-1）よりトレーサーの混合・拡散の様子を示した例が（図-3）～（図-6）である。これは、トレーサーの上昇位置と下降位置を上昇位置及び下降位置をそれぞれ連ねて示したものである。断面平均流速が $v=2.4, 5.0$ (cm/s)及び平面板の傾斜角が $\theta=40, 60^\circ$ の場合が示してあるが、いずれの場合にも構造物下流側で大きな混合拡散が生じていることが示されている。乱れの凍結性を仮定して、包絡線の広がりに基づく拡散係数 D を

$$D = \frac{1}{2} \frac{dY^2}{dt} = \frac{1}{2} U \frac{dY^2}{dx} \dots \dots (1)$$

ただし、 Y ：包絡線の幅、 U ：断面平均流速。構造物の傾斜角 θ と D を（図-7）に示す。構造物のある場合には混合拡散の大きいことが示されている。

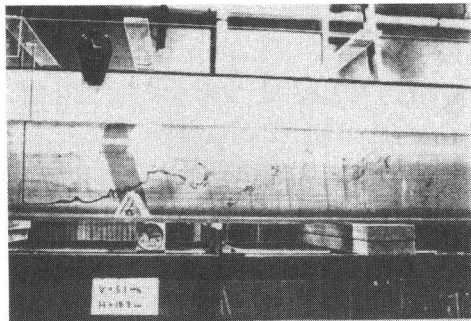
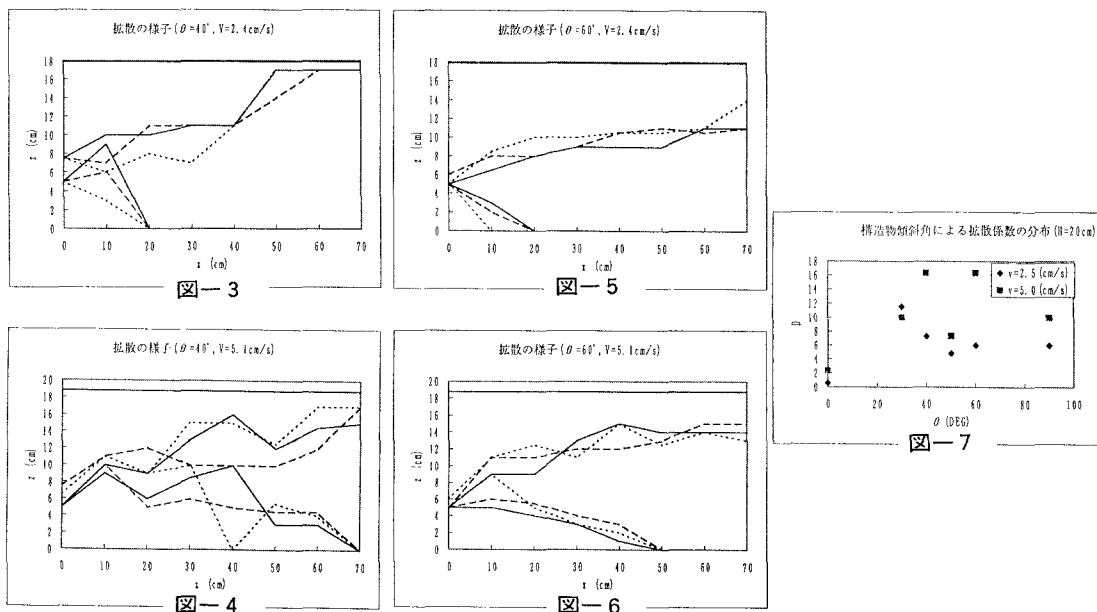


写真-1



2) 流速測定実験：流速測定結果の一例を（図-8）に示す。約50秒間の平均値の流速成分をベクトルとして示している。構造物の原点から下流側で一定時間鉛直上向き流速成分のあることが示されている。水深をH、鉛直方向をz、構造物の高さをdとして、 $z/H=0.266(z/D=1.6)$ における鉛直流速成分 w/U の流速方向変化を（図-9）に示している。構造物の傾斜角 $\theta=60^\circ, 30^\circ$ の場合を示しているがいずれの場合も $x/d=2.5$ 程度で、鉛直流速成分は上向きから下方成分となっている。構造物下流側の鉛直流速成分が上向きから下方に移る到るまでの鉛直流速成分の和を湧昇流量とし、そのx方向の距離 x' を m, d とすれば、

$$Q = \left\{ \frac{1}{x'} \int_0^{x'} \frac{w}{U} \cdot U \, dx \right\} (nd) \cdot B \cdots \cdots (1)$$

ここに、B：構造物の幅。実験結果を基に積分値などを定めると上式は、ほぼ

$$Q = 0.51 U d \cdot B \cdots \cdots (2)$$

とすることができる。

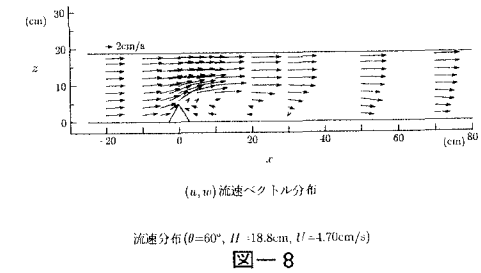


図-8

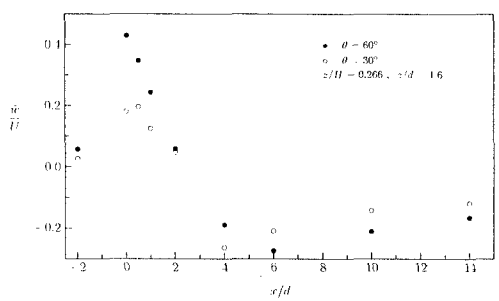


図-9

おわりに：2次元の実験な傾斜平面構造物による湧昇流の特性を実験的に明らかにした。今後は、構造物が縦断方向に複数ある場合や3次元の構造物としての特性を明らかにしていきたい。

参考文献：

- 1) 社団法人マリノフォーラム 21、人工湧昇流発生パイロット事業報告書
- 2) 柳 哲雄：人工湧昇流発生構造物、土木学会誌 (vol.79), pp14~16, 1994.12