

II-48 傾斜構造物による湧昇流の特性について

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

1. はじめに：200海里経済水域への世界的動向により、沿岸域の資源の保全や確保及び有効利用の技術確立は重要な課題となっている。とりわけ水産資源の確保や生産性向上の技術が急務の課題とされ、すでにさまざまな対策が検討されている。その中の一つとして沿岸漁場の生産力の増大を目的として湧昇流を人工的に発生させる試みがなされている。しかし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により固有の特性を示すものである。このため個々の形状による湧昇流等の特性を水理条件とともに明らかにする必要があるが、代表的な形状による特性も必ずしも系統的に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形状の構造物について2次元水理模型実験を行い、湧昇流等の特性を検討した。

2. 実験条件・実験方法：実験水路は図-1のように長さ8(m)、幅40(cm)、深さ40(cm)の両側面透明の亚克力製循環式開水路で可変勾配水路である。水路中に、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。水深は約20(cm)、30(cm)とし、断面平均流速 v は約2.5及び5.0(cm/s)とした。水深は、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、模型構造物中心から上流側25(cm)、水路床より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）を流出し、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流下方向流速成分及び鉛直流速成分の変動を測定した。

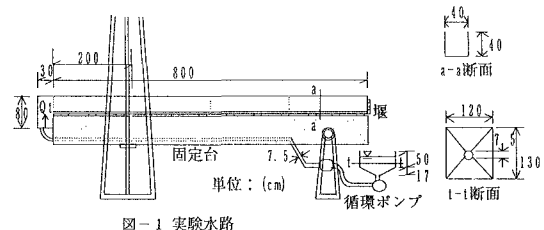


図-1 実験水路

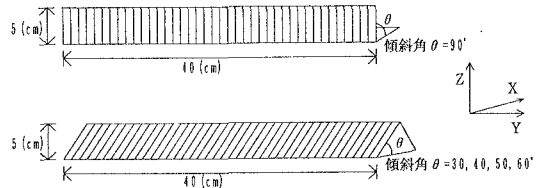


図-2 模型構造物（模型縮尺：1/200）

3. 実験結果及び考察

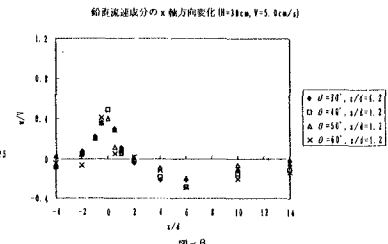
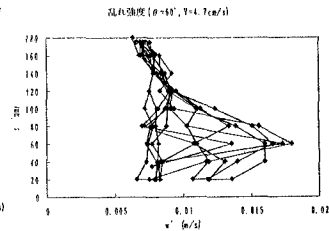
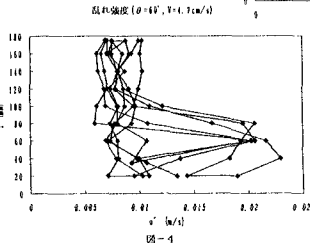
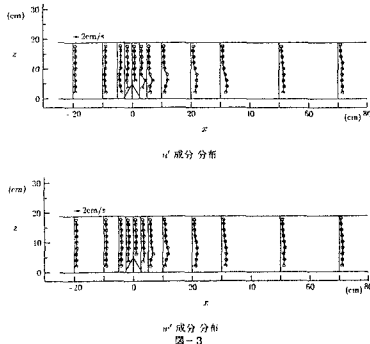
1) 湧昇流量：流速測定結果の一例として図-3に、約50秒間の時間的平均流速成分をベクトル (u, v) として示している。河床面上の構造物中央を原点として示し、構造物より下流側で一定時間鉛直上向き流速成分のあることが示されている。また、図-4、図-5は流下方向、鉛直流速成分の乱れ強度 $u' (= \sqrt{u'^2})$ 、 $w' (= \sqrt{w'^2})$ を示しており、構造物下流側で乱れ強度の大きいことを示している。ここで水深を H 、鉛直方向を z 、構造物の高さを d として、 $z/H=0.266$ ($z/D=1.6$)における鉛直流速成分 w/U の流速方向変化を示すと、図-6のようである。構造物の傾斜角 $\theta=60 \sim 30^\circ$ の場合を示しているがいずれの場合も構造物下流で大きく、 $z/d=2.5$ 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変わるまでの鉛直流速成分の和を湧昇流量とし、その z 方向の距離 z' を nd とし、2次元流れ場での幅を B とすれば、

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

となり、実験結果から積分値などを定めると上式は、ほぼ

$$Q=0.51Ud \cdot B \cdots \cdots (2)$$

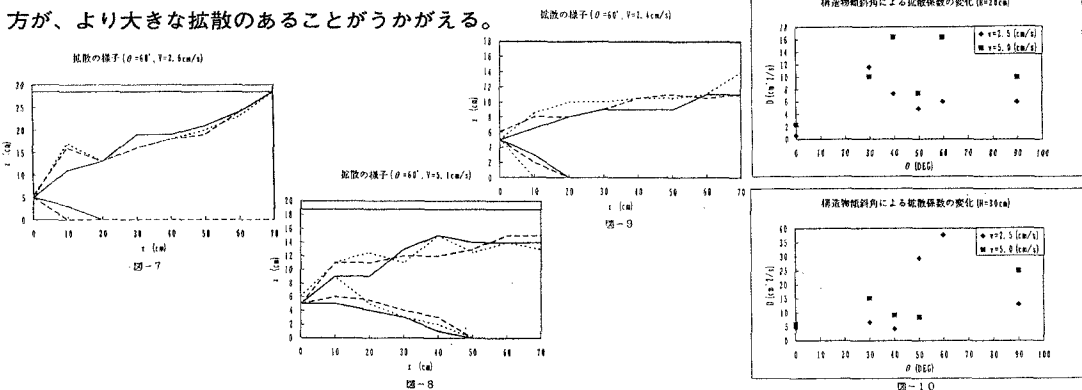
とすることができる。



2) 拡散：可視化実験の結果により、平板の傾斜角に関わらず湧昇流を伴う混合現象が認められたが、35 (mm) スチールカメラの映像結果よりトレーサーの混合・拡散の様子を図示した例を（図-7）～（図-9）に示す。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。包絡線の広がりから乱れの凍結性を仮定した拡散係数 D は

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

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 の関係を水深20 (cm) と30 (cm) の場合とについて図-10に示す。これらの結果から見ると、直立壁 (90°) の構造物より 60° 程度勾配を有している方が、より大きな拡散のあることがうかがえる。



4. おわりに：2次元的な流れ場における傾斜平面構造物による湧昇流の特性を実験的に示し、湧昇流量を示した。また、直立壁 (90°) よりも傾斜勾配がある構造物の方がより大きな混合効果のあることを示した。

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
- 3) 新井宗之、守利悟朗：傾斜構造物による湧昇流発生に関する実験的研究、土木学会中部支部研究発表会講演概要集、pp 281~282、1996.3