

五洋建設機技術研究所 正員 森井 伸正
 正員 大竹 臣哉

1. はじめに

筆者らは、数年来、海洋における生物環境改善の一手法として、人工湧昇流発生礁、海水混合促進構造物の研究開発を行ってきた。¹⁾本報告は、その一連の研究の中から、遮へい率が比較的大きな物体の後流域の基本的特性を把握する目的で行った開水路における水理模型実験の概要について述べるものである。

2. 実験内容

水路は、0.6W×1.2H×50L(m)の水循環型水路である。流速の計測には、位相差方式の3次元超音波流速計(振動子間27mm)を用いた。

表-1 逆T型模型に関する実験条件

RUN	S	水深 H	径深 R	模型高さ D	流量 Q	平均流速 U _m	フルード数 F _r	レイノルズ数 R _e
1	1	100	23.1	20	3.60	1.00	0.032	2.31×10 ⁴
2	(再実験)	#	#	#	#	#	#	#
3	0.8	80	21.8	16	2.57	8.9	0.032	1.95×10 ⁴
4	#	#	#	#	3.05	10.6	0.038	2.31×10 ⁴
5	0.5	50	18.8	10	1.27	7.1	0.032	1.33×10 ⁴
6	#	#	#	#	2.21	2.23	0.056	2.31×10 ⁴
7	0.3	30	15.0	6	0.59	5.5	0.032	8.22×10 ³
8	#	#	#	#	1.66	15.4	0.090	2.31×10 ⁴

サンプリングは5Hz、データ個数は、900個である。図-2に示す模型について、水深50cm、平均流速7.1cm/sの一定条件で実験を行った。

なお、逆T型模型については、表-1に示すような条件で実験を行った。

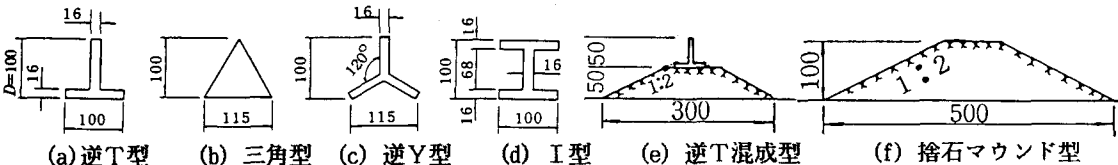
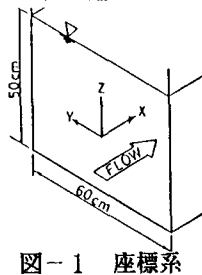


図-2 模型の形状寸法(奥行きすべて590:単位mm)

3. 実験結果と考察

(1) 断面形状の違いによる乱流特性の変動

本報告では、水深をH、構造物の高さをD、局所平均流速をU、X、Y、Z軸方向の乱れ強度をそれぞれ \bar{u} 、 \bar{v} 、 \bar{w} とし $\bar{q} = \sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2 + \bar{w}^2}$ を各点における乱れ強度と表記する。

図-3は、乱れ強度 \bar{q} を局所平均流速Uで無次元化した値、 \bar{q}/U の、X/D=5、20、40における鉛直分布を示したもので、後流域の乱れの鉛直分布は、模型背後で大きな勾配を持ち流下するにつれて水深方向に均一化する傾向を示している。

また、台形断面の捨石構造の場合は、比較的乱れが小さい。さらに、逆T型模型と捨石マウンドとの混成型の場合は乱れ強度が他の4種類の構造物模型のそれとほぼ同じであることが注目される。ここで、構造物後流域の物質拡散能力を検討するために、次式で表現される拡散係数を求めた。

$$K(x, y, z) = \beta(x, y, z) \bar{u}^2 \int_0^t R_{Eu}(\tau) d\tau \quad (1)$$

ここに、 R_{Eu} は、オイラー-自己相関関数であり、 τ は自己相関関数がゼロクロスするまでの時間とした。また、ラグランジェ

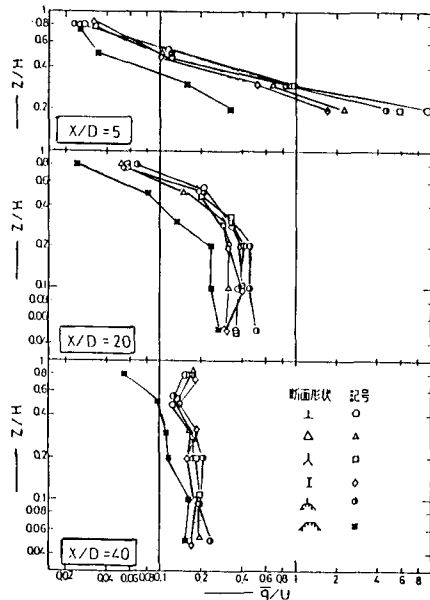


図-3 断面形状の違いによる \bar{q}/U 分布

相関、オイラー相関の係数 β については、 $\beta = 2.26^{-1} (U/\sqrt{u^2})$ とした。²⁾

図-4、図-5は、 $X/D=5$ および40における拡散係数 K_x 、 K_z を示したものである。拡散係数は、 $X/D=40$ において、I型模型が比較的大きい傾向を示すが、概して、模型形状の違いによる拡散係数の違いは見られない。

(2) 逆T型衝立の後流域乱流特性

図-6は、逆T型模型について、表-1の条件で行った実験結果の一例である。実験条件の範囲内では、 U で無次元化した乱れ強度分布には R_e 数、 F_r 数の影響は見られない。この普遍性は、 X/D をパラメータとする流下方向のどの断面についても見うけられ、これを図-7に示す。

一方、図-8は、対数則から求めた滑面流における摩擦速度 U_* で無次元化した乱れ強度分布を示したもので、流下するにつれて乱れ強度が水深方向に平均化される傾向が認められる。

写真-1は、蛍光塗料を塗布した $\phi 2mm$ のポリプロピレンビーズをトレーサとして、平均流速と同じ速度でカメラを移動させながら撮影した逆T型衝立後流域の渦流である。 $X/D=5$ 前後に、高さ方向 $2D$ 、流れ方向 $5D$ 程度の規模を持つ渦塊が見られる。

以上の考察から、実験範囲内の R_e 数、 F_r 数に対して遮へい率が同じで、断面が流れに対し凸型の構造物であれば、後流域の乱れ強度分布は普遍的であると結論される。

参考文献

- 1) 有富他; 湧昇流発生礁の開発に関する研究、第40回土木学会年講第VI部門、60.9、PP.77~78
- 2) 村上、亀山; ホットフィルム流速計と超音波流速計による乱れ測定および拡散係数の算定、港研資料 NO.322 June. 1979

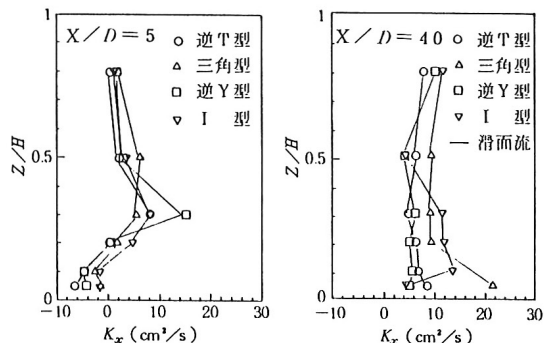


図-4 水平拡散係数 K_x の鉛直分布

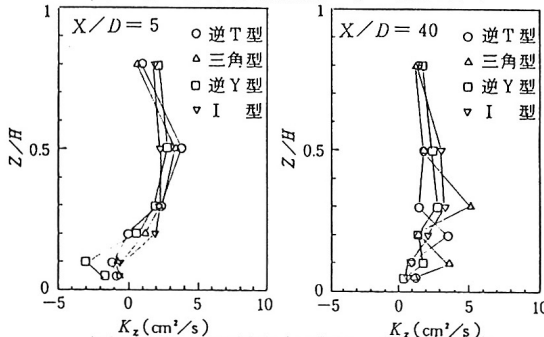


図-5 鉛直拡散係数 K_z の鉛直分布

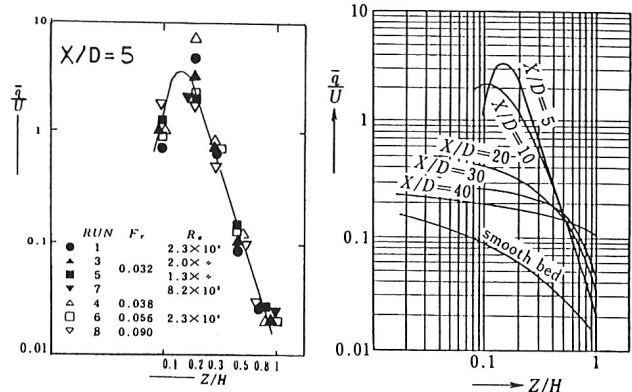


図-6 相対乱れ強度分布の一例 図-7 相対乱れ強度分布の普遍表示

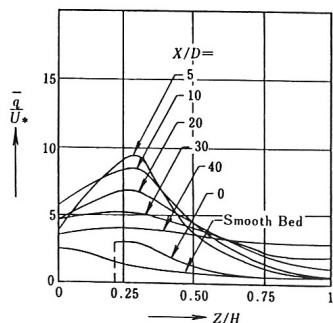


図-8 乱れ強度の水深方向分布

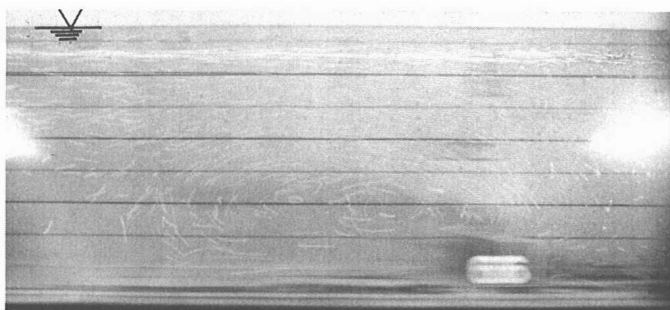


写真-1 逆T型後流域の大規模渦の可視化