

II-75

正方形柱のまわりの流れの可視化

八戸高専 正員 ○ 金子 伸一郎
 八戸高専 正員 田中 博通
 八戸高専 学生 本間 勝美

1. まえがき

今回は流体中の礫や水中物体の運動についての基礎的な研究として流体中における正方形柱の周辺の流れの可視化を行った。その結果から剝離現象を定量的にとらえReynolds数により剝離領域の性状がどのように変化するかを流況と剝離厚に着目して考察したものである。

2. 実験装置及び実験方法

実験水路は、長さ8m、幅39.7cmの可傾式水路を使用した。水路床はウレタン加工した合板であり、供試体は正方形柱で中央部2cmの四面に低反射ガラスを用いて、両端は発砲ゴムを取り付けた。可視化は懸濁法で行い、トレーサーにはアルミ粉末を使用した。

撮影はモータードライブ付きカメラ(NIKKON F3)で供試体を底面に置いた場合、底面から1cm、3cm、5cm離して側面より行った。フィルムはTri-X Pan 400(Kodak)を使用し、ISO 3200まで増感現像した。実験条件は、表-1に示した通りである。Case 1は、平均流速 $U=10.0\text{cm/s}$ 、Case 2は、 $U=20.0\text{cm/s}$ 、Case 3は、 $U=30.0\text{cm/s}$ である。各実験ケースとも物体前面20.0cm上流側の水深を $H=15.0\text{cm}$ とした。

表-1 実験条件

Case	$U(\text{cm/s})$	$H(\text{cm})$	$L(\text{cm})$	Re	Fr	l
SH1_0	20.0	15.0	0.0	26300	0.16	1/5200
SH1_1	20.0	15.0	1.0	27000	0.16	1/5200
SH1_3	20.0	15.0	3.0	24300	0.16	1/5200
SH1_5	20.0	15.0	5.0	24300	0.16	1/1730
SH2_0	30.0	15.0	0.0	39400	0.25	1/963
SH2_1	30.0	15.0	1.0	26300	0.25	1/897
SH2_3	30.0	15.0	3.0	38400	0.25	1/1180
SH2_5	30.0	15.0	5.0	37400	0.25	1/897
SH3_0	40.0	15.0	0.0	52600	0.33	1/310
SH3_1	40.0	15.0	1.0	49800	0.33	1/299
SH3_3	40.0	15.0	3.0	51200	0.33	1/289
SH3_5	40.0	15.0	5.0	51200	0.33	1/289

3. 実験結果及び考察

図-1は、Case 1での供試体を水路底面に置いたときの写真である。物体上面に境界層がみられ後方の剝離領域には大きな渦がみられる。

図-2は、Case 2での供試体を水路底面に置いたときの写真である。Case 1と比べてトレーサーの長さから流速が大きくなっており境界層が薄くなっている。

図-3は、Case 3での供試体を水路底面に置いたときの写真である。物体前面のよどみ領域がCase 1、2と比べると大きくなっている。境界層外側の

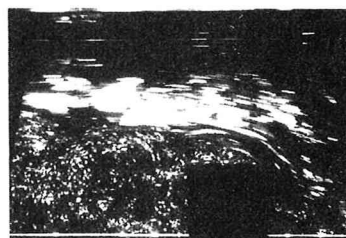


図-1 Case 1 Y=0

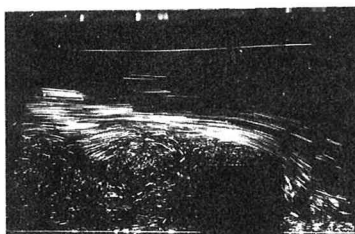


図-2 Case 2 Y=0



図-3 Case 3 Y=0

流れが更に加速されることから、後部の剝離領域の渦が強い剪断を受け変形している。

図-4は、Case 1での供試体を水路床から5cm離れたときの写真である。物体下部より斜め上方に流れが噴き出しており、物体の上、下面に境界層がみられる。後部剝離領域には供試体2/3の大きさの渦が発生している。

図-5は、Case 2での供試体を水路床から5cm離れたときの写真である。流れは更に加速され後方の剝離領域には対をなした渦がみられる。この剝離領域の下流側では供試体上方と下方の流れが複雑に入り交じっていた。

図-6は、Case 3での供試体を水路床から5cm離れたときの写真である。物体上面の流れが水路底面に斜め下方にはっきりした筋を造り流れており、物体上面には再付着点も見られる。堰上げの影響による物体後方の水面には、いくつかの回転方向の異なる渦がみられる。

図-7、図-8、図-9は、剝離厚の時間変化である。Case 1はCase 2、Case 3と比べると中央から後方にかけて小さくなる形状の剝離領域であることがわかる。表2-2は、平均値・分散・変動強さをCase 1、Case 2、Case 3についてそれぞれ示したものである。流速が速くなるにつれて剝離厚が大きくなっていることが平均値よりわかる。

4. おわりに

今回流れの可視化から剝離現象を定量的にとらえたが、今後はVTRなど用いてデータ量を増やし、より高周波での特性を明かにしていきたい。

表-2 剝離厚

			平均	分散	変動強さ
Case 1	Y=0	X=2.5	1.26	0.034	0.184
		X=5.0	0.84	0.041	0.203
	Y=1	X=2.5	1.18	0.028	0.161
		X=5.0	0.88	0.048	0.214
	Y=3	X=2.5	0.92	0.017	0.130
		X=5.0	0.59	0.031	0.178
	Y=5	X=2.5	0.81	0.049	0.221
		X=5.0	0.48	0.057	0.239
Case 2	Y=0	X=2.5	1.34	0.035	0.187
		X=5.0	1.58	0.042	0.205
	Y=1	X=2.5	1.17	0.027	0.164
		X=5.0	1.09	0.029	0.170
	Y=3	X=2.5	0.98	0.015	0.122
		X=5.0	0.91	0.036	0.190
	Y=5	X=2.5	0.68	0.016	0.128
		X=5.0	0.40	0.037	0.192
Case 3	Y=0	X=2.5	1.57	0.023	0.152
		X=5.0	1.38	0.044	0.210
	Y=1	X=2.5	0.84	0.048	0.219
		X=5.0	0.82	0.028	0.166
	Y=3	X=2.5	0.94	0.033	0.182
		X=5.0	0.66	0.068	0.260
	Y=5	X=2.5	0.64	0.027	0.164
		X=5.0	0.39	0.055	0.235

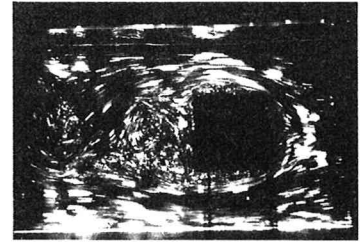


図-4 Case 1 Y=5

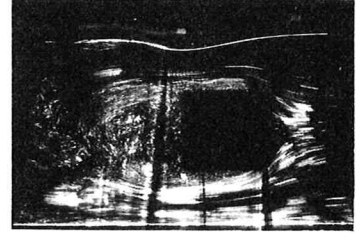


図-5 Case 2 Y=5

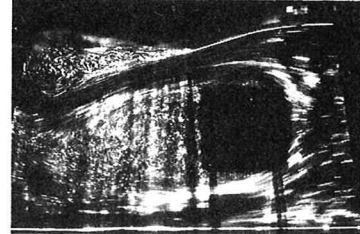


図-6 Case 3 Y=5

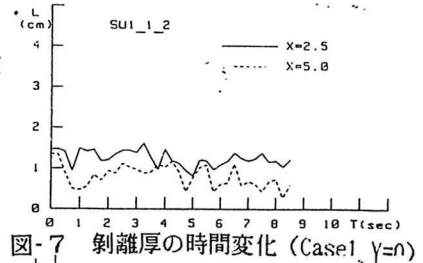


図-7 剝離厚の時間変化 (Case 1 Y=5)

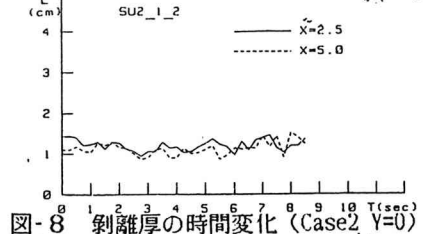


図-8 剝離厚の時間変化 (Case 2 Y=0)

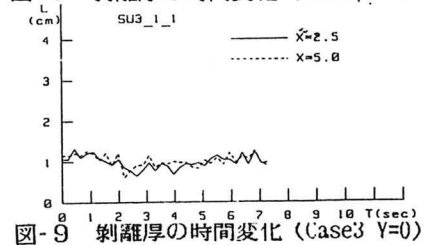


図-9 剝離厚の時間変化 (Case 3 Y=0)