

橋脚周辺に発生する渦について

京大防災研究所 正員 宇民 正

① 概説 橋脚前面の水路床近くに橋脚をとりかこむ形で水平軸をもつ渦が発生し、この渦により橋脚前面の水路床近くではかなり強力な逆流が生じ、橋脚周辺の深堀れの原因になっている。著者は固定床におけるこのような流れを一つのモデル設定の下に近似的に解析することを試み、その結果は実測値とかなりよく一致することを示した¹⁾。その際に水路床面における逆流域の大きさ $\bar{r}_0$ を水深 h_0 で割った無次元量 $\bar{r}_0/h_0$ をモデル構成上の重要な要素として導入した。本報告はその値を実験的に定めるとともに渦軸の位置についても検討を行なったものである。

② 実験方法 実験は幅40cm、こう配 $1/1000$ の水路で行ない、表-1に示す15種のケースについて、各ケース毎に15cmから10.5cmまでの7種あるいは11種の直径の円柱を設置して測定した。 $\bar{r}_0$ の測定は、微細なプラスチックの粉末を水路床にまき、それが逆流域の範囲にわたって排除される様子を透明な水路床を通して写真撮影し、その結果を読みとることによった。渦軸の位置の測定は、流れの中に注入された染料が渦にまきこまれる様子から渦軸の平均的な位置を水路床と円柱にききみこんだスケールから読みとった。

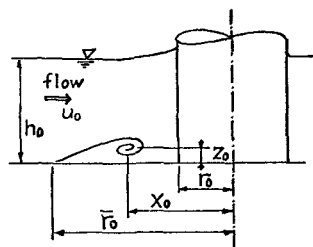


図-1 記号

	流量 Q ℓ/sec	0.77	9.43	20.0	30.0	40.0
下 流 端 条 件	自由落下	G 1-0	G 10-0	G 20-0	G 30-0	G 40-0
	3 cm せき上げ		G 10-3	G 20-3	G 30-3	G 40-3
	8 " "		G 10-8	G 20-8	G 30-8	G 40-8
	14 " "			G 20-14		
	1.5 " "		G 10-1.5			

③ 実験結果とその検討 えられた実測

表-1 実験ケースとその実験条件

値を h_0 で割って無次元化し、 $\bar{r}_0/h_0$ と関係づけたところ図-2に示すような結果がえられた。 $(\bar{r}_0 - r_0)/h_0$ については各ケースごとに実測値がほぼ一直線状にならんでいると認められるので、

$$(\bar{r}_0 - r_0)/h_0 = \alpha (\bar{r}_0/h_0)^m$$

とにおいて α と m を求めたところ、 m はほぼ一定の値(約0.7)をとることが認められ、 α は h_0 の増加とともに減少する傾向があることが認められた。そこで m については水深を用いた Re 数で、また α については $u_* h_0/\nu$ (ここで u_* はまさつ速度、 ν は動粘性係数)と関係づけたところ図-3および図-4に示す結果がえられた。実河川では u_* は $10 \sim 10^2$ cm/sec、平均流速 U_0 は 10^2 cm/sec、 h_0 は 10^2 cm のオーダーにあるとすれば $u_* h_0/\nu$ は $10^5 \sim 10^6$ 、また $U_0 h_0/\nu$ は 10^8 のオーダーになり、本図から α および m の値を推測することは困難ではあるが、本図の傾向がそれぞれ Re 数のものと大きな所まで維持されるとするならば、 $\alpha = 0.1 \sim 0.3$ 、 $m = 0.7$ となるであろう。つぎに渦軸の位置についてであるが、観察によると円柱前面に発生する渦は複数であり、しかも相互干渉もあって非常に不安定である。したがってここでは発生した渦のうち最も強力なものの平均的な渦軸の位置を示した。図においてかなり資料のはらつきが認められるのは、そういった渦の不安定性とそれにともなう観測誤差に起因するものである。とくに r_0 が小さい場合に観測が困難ではらつきが大きくなっている。

図-2 逆流域の大き
さと渦軸の位置→

図から、

$$\frac{x_0 - r_0}{h_0} = 0.36 \left(\frac{r_0}{h_0} \right)^{0.9 \sim 1.1}$$

$$\frac{z_0}{h_0} = 0.13 \left(\frac{r_0}{h_0} \right)^{0.9 \sim 1.4}$$

という関係が導かれ、
($x_0 - r_0$)/ h_0 も z_0/h_0 も
ともに層流の場合の実
測値²⁾と比較すると小
さな値を示している。

④ 結論 円柱橋脚

前面の渦軸の位置と渦
による逆流域の大き
さを実測しその結果を示
した。実験室における
実測であるため Re 数の
範囲は限られてはい
るが、渦軸の位置と逆
流域の大きさは円柱の半
径、水深、および Re 数
によって変化すること
が明らかになった。

参考文献

1) 宇民；南水路中
におかれた障害物前面の
渦の機構について、京
大防災研年報、15B、昭
47.4

2) 宇民；橋脚前面の
局所流に関する実験的
研究、京大防災研年報
14B、昭46.3.

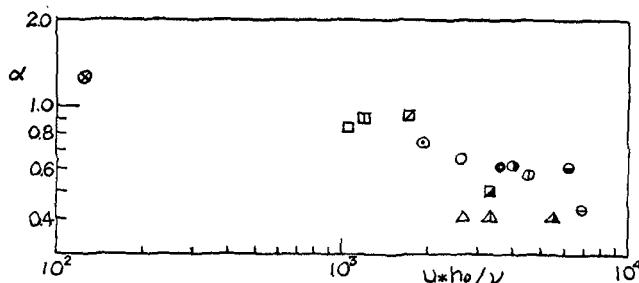
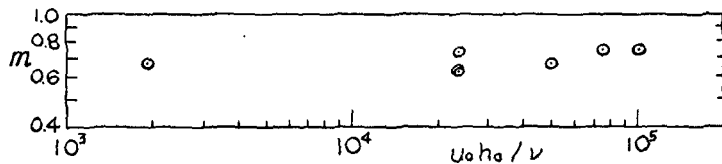
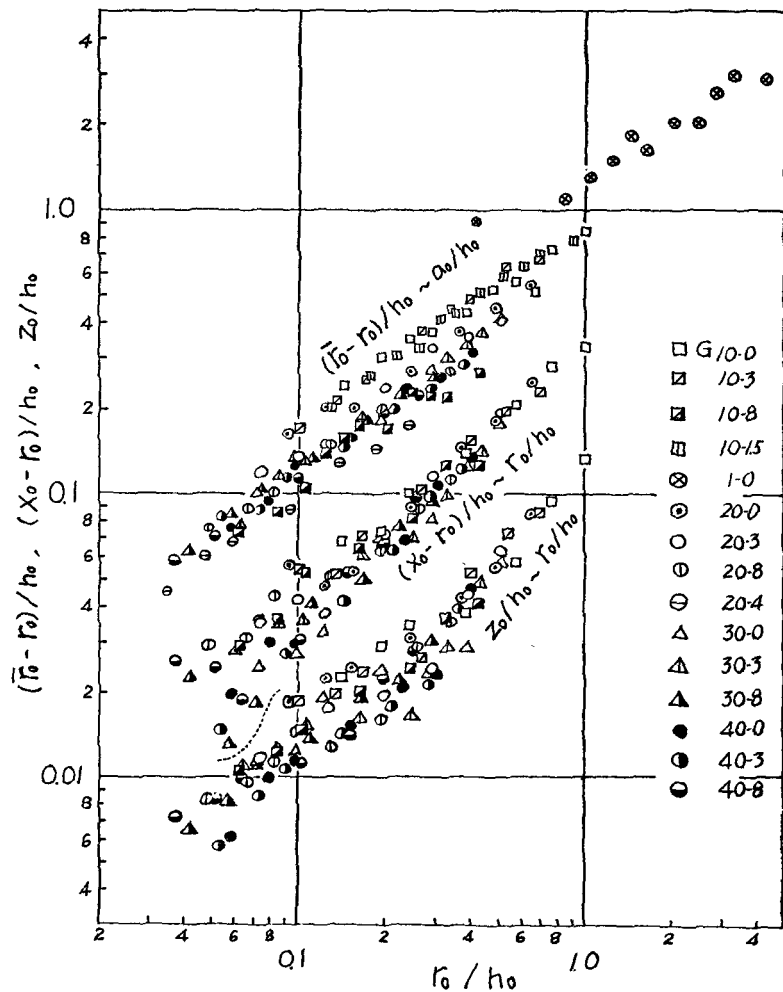


図-2 $m \sim U_* h_0 / \nu$

← 図-3
 $\alpha \sim U_* h_0 / \nu$