

小口径円柱まわりの波圧分布

京都大学 工学部 正員
 京都大学 工学部 正員
 神戸製鋼

岩垣雄一
 石田 啓
 本山裕二

1. はじめ 大口径の鉛直円柱まわりの圧力分布については、その特性はほぼ明確になっている。しかし、小口径円柱に作用する波圧は、水位変動にもとづく静的な圧力のほかに、動圧や後流渦などの影響を強く受けるものと考えられる。本研究はこれらの実に着目し、波力の発生機構を明らかにするための一過程として、小口径円柱まわりの波圧分布の特性を実験的に検討しようとするものである。

2. 実験装置および方法 実験に用いた水槽は、幅1.5 m、高さ75 cm、長さ17.5 mで、造波板の前方9 mの位置に、波高計および波圧測定用円柱を設置した。円柱は、直径3 cmで、上部円柱および下部円柱と、図-1に示す真ちゅう製円柱の3部分から構成されており、全長85 cmである。

圧力の測定には、写真-1に示す超小型圧力センサを用いたが、これを図-1) Aの位置に挿着し、さらに、任意の角度の圧力を測定するため、円柱は、中心軸のまわりに自由に回転できるように、上部および下部固定台を用いて設置した。圧力センサの較正は、静水中で円柱を断続的に上下させることにより行ったが、写真-2)および図-2)に示す一例からわかるように、その線型性は極めて良好である。

3. 実験結果および考察 実験条件は、水深 $h=40$ cm、圧力の測定点 $z_p=-5$ cmであり、表-1)に各実験ケースごとの波の周期 T 、波長 λ および波高 H を、図-3)に座標系を示す。写真-3)は、Case 2)の $\theta=0^\circ$ の場合の測定記録例で、これより、静水状態でゼロに調整した圧力 p/p_0 は、発生初期波の到来とともに振動しながら徐々に増加し、波が安定した後は、ある定まった圧力を基準にしてその上下に振動することがわかる。換言すれば、波動運動下での圧力の一周期平均値は静水圧よりも大きく、これはベルヌーイの定数項に含まれるものと思われるが、ここでは、圧力の分布形状のみを検討するに留める。

図-4) (a) ~ (d) に圧力分布を、図-5) (a) ~ (d) に圧力の時間変化を示す。周期 $T \approx 0.7$ sec の Case 1) お

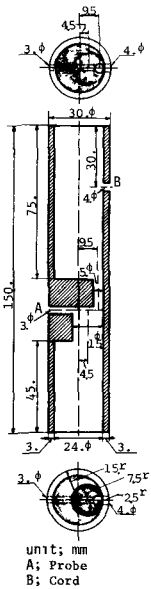


図-1. 実験円柱
 (圧力センサ取り付け部)

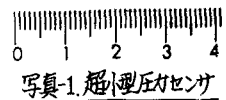


写真-1. 超小型圧力センサ

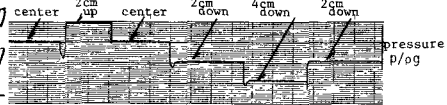


写真-2. 圧力センサの較正

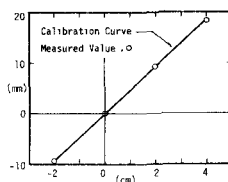


図-2. 圧力センサの較正

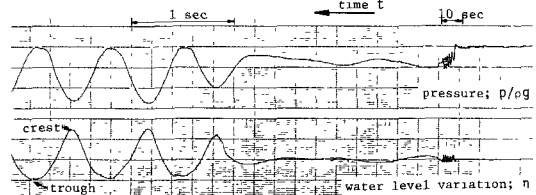


写真-3. 圧力および水面変動の測定記録

よび2を比較すると、波高の大きいCase2では、[図-4](a)の $t/T=0$ および 0.5の位相において、 $\theta=90^\circ$ 付近で圧力は低く、この傾向は[図-5](a)の時間変化から一層明白にわかるが、これは主として速度水頭の増大による圧力低下と考えられる。

次に周期 $T \approx 2.0$ secのCase7および8のうち、波高の小さいCase7では、[図-4](c)の $t/T=0$ および 0.5の位相において、それぞれ $\theta=120^\circ$ および 60° で極端に圧力が低い。この原因は[図-5](c)の圧力の時間波形が乱れることと目視観察の結果より、剥離および後流渦による圧力低下であるといえる。なお波高の大きいCase8では、速度水頭および後流渦の両者による圧力低下が見うけられる。また $t/T=\pm 0.25$ における圧力分布は、たとえば[図-4](c)に見られるように、後流渦の影響を受ける場合があり、慣性係数の特性を論ずる場合には、注意が必要であるといえる。

表-1 実験ケース

$h=40\text{cm}, z_p=-5\text{cm}$

Case No.	T(sec)	L(cm)	H(cm)
1	0.74	85.1	3.5
2	0.72	80.4	7.5
3	1.02	151.1	3.8
4	1.01	148.7	8.7
5	1.50	259.8	3.3
6	1.53	269.9	6.5
7	2.00	369.3	3.0
8	1.98	369.3	7.9
9	2.45	461.0	3.0
10	2.53	473.6	6.0

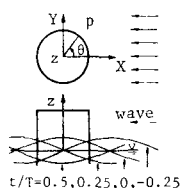
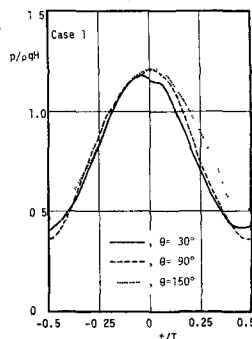
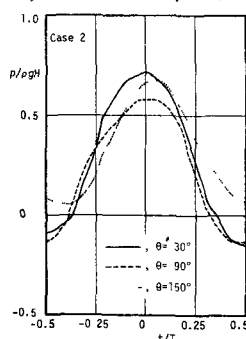


図-3 座標系

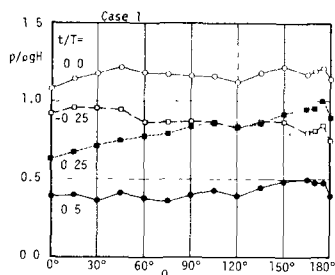


(a) Case 1

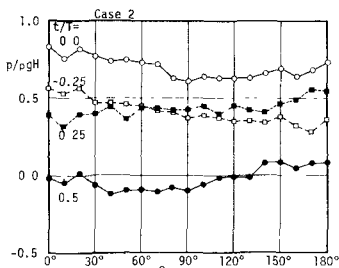


(b) Case 2

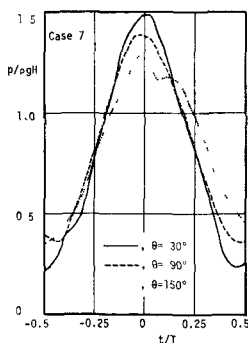
図-5 (a)~(d) 圧力の時間変化の例



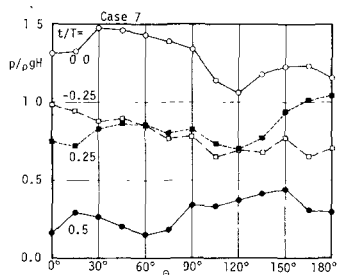
(a) Case 1



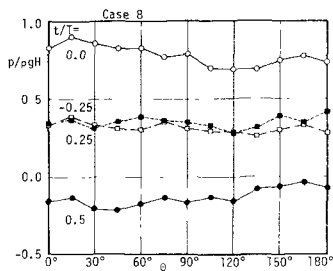
(b) Case 2



(c) Case 7

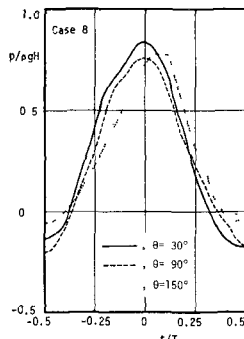


(c) Case 7



(d) Case 8

図-4 (a)~(d) 圧力分布の例



(d) Case 8