

1. はじめ

各種海岸・海洋構造物の基礎に用いられることの多い円柱脚に作用する抵抗力については、すでに多くの研究が発表されているが、それらは円柱脚の剛性が非常に大きく、その変形を無視できる場合を対象とした、いわゆる Morison 抵抗力を前提としているものが多い。ところがこの種の円柱脚の剛性は一般に小さくなることが多く、その可とう性と無視できない場合も、これに作用する抵抗力を Morison 式で評価することは適当でない。このようなため、揺動を行う円柱脚に作用する規則波による抵抗力を実験的に求めて若干の考察を加えて、その一部を公表した¹⁾。今回も同様な手法で可とう円柱脚に作用する抵抗力を求め、とくに円柱脚の剛性と抵抗力の関係について考察を加えようとするものである。

2. 実験の概要

実験用試模型は、図-1 に示すような、長さ 1000 mm、その直径 D が 9 cm, 18 cm, 32 cm および 60 cm の単円柱であるが、前二者は鉄管パイプを薄ステンレス鋼板で被覆したもの、他は塩ビ製である。この底部に重錘を取り付けることにより、その1次の固有振動数と共振変位を定めるようにした。各模型の詳細は表-1 に示す通りである。なお同表には、各模型の水中にける固有振動数と減衰定数を自由揺動実験から求めて記入してある。

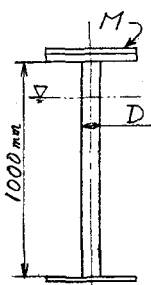


図-1 実験模型

表-1 実験用試模型主要目

模型	D(mm)	M(N/cm/sec ²)	f_0 (Hz)	ζ (%)
I-1	9	4.04	0.566	2.7
2		2.27	0.827	1.4
3		0.51	1.580	1.1
II-1	18	48.84	0.546	0.8
2		26.73	0.839	0.6
3		18.28	1.088	0.6
4		11.60	1.401	0.6
III-1	32	13.37	0.455	1.8
2		5.81	0.884	1.9
3		4.04	1.075	1.4
4		0.81	1.885	1.5
IV-1	60	25.47	0.594	1.6
2		52.07	0.877	1.4
3		40.09	1.057	1.4
4		19.17	1.628	1.3

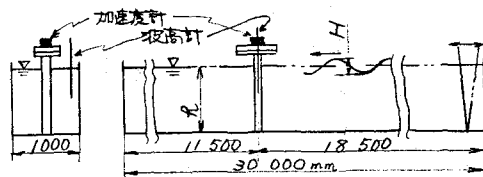


図-2 実験装置概略

これらの各模型を図-2 に示す2次元波水槽の底に固定し、水深 80 cm、一定の下で、自由揺動実験を行った後、波高 $H=1$ cm, 2 cm, 3 cm, 5 cm および 8 cm と各一連に設定して、周波数 0.6 ~ 1.4 c/s の規則波を順次発生させた。なお波の周波数は模型の共振付近では小さく取り直した。規則波に作用する模型の応答を、図-2 に示す模型底部の加速度計(リ-ボ型加速度計)で捕えると共に、模型の揺れ取り付けた波高計(容量式波高計)で水面高を記録した。

3. 実験結果と抵抗力についての考察

実験より得られた模型の応答加速度の代表例を図-4 に示す。図に示した加速度は波と同じ周波数の正弦波とみなすことのできるものである。これから応答変位の簡単に求められるのは周知の通りである。また図-4 に応答変位の規則波の波峰からの値相違いの中にも示している。この図から、各模型は共振の小さい線形自由度振動系とみなすことが可能であることが示唆される。したがって、その運動方程式を

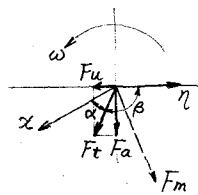


図-3 抵抗力説明図

$$\ddot{x} + 2\gamma\omega_0\dot{x} + \omega_0^2x = F/M$$

とすれば、この式の左辺各項は先に見いた加速度振幅、位相差および固有振動数、減衰定数を用いると既知となるので、この系に働く外力、すなわち波力や求められる。

このようにして得られた波力と水面変動の成分 F_u (水粒子速度成分) と直角成分 F_a (水粒子加速度成分) を示して図-5 に示す。この図は模型Ⅱ-1, Ⅱ-2, Ⅱ-3 の場合であるが、他の模型の場合もほぼ同様である。この図によると、波力の各成分にはバツツキがあるものの規則波の周波数すなわち模型の座位振幅にはあまり依存せず、ほとんど一定とみなせること、 $F_a > 0$, $F_u \leq 0$ としても $|F_a| > |F_u|$ なること、また模型の剛性が強くなると波力は大きくなることなどを読みとることができる。このようにして求められた波力と水面変動およびいわゆる Morison 波力 F_m との関係を示すと図-3 に示すようになる。

なお模型の剛性がある程度大きくなる場合には、波の周波数が小さいとき、その応答加速度には高調波が含まれ、波形が乱れている。これは、水面変動中に含まれる高調波成分がより、模型の固有振動が誘発されたことによるものと思われる。この点に関する解析結果を含めてさらに詳細な波力と剛性の関係についての考察は講演時に仰する。

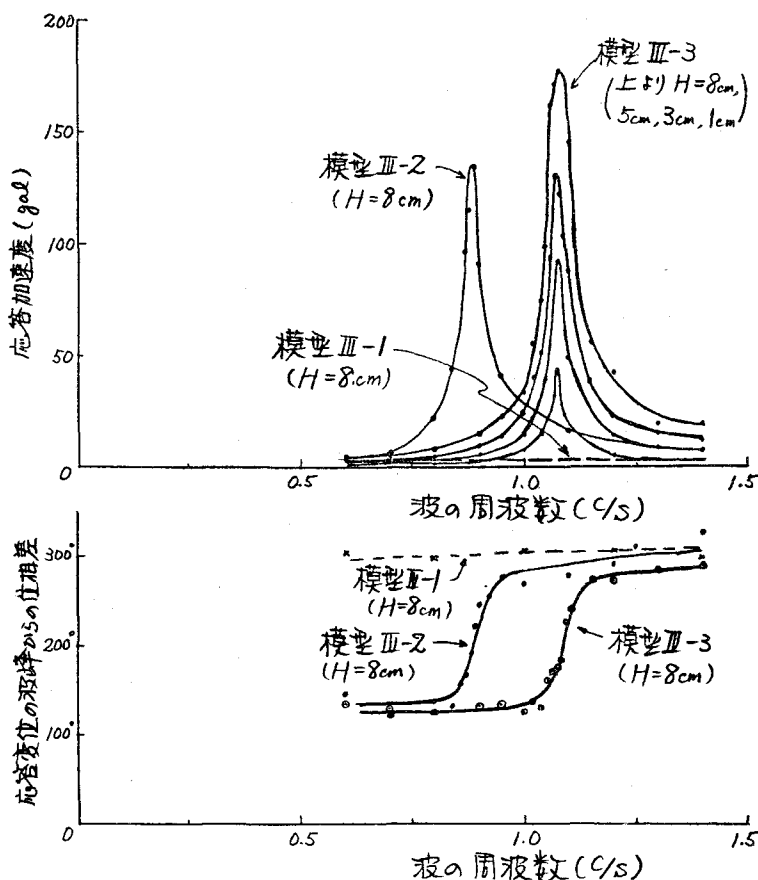


図-4 実験結果例, 模型Ⅱ-1, Ⅱ-2, Ⅱ-3

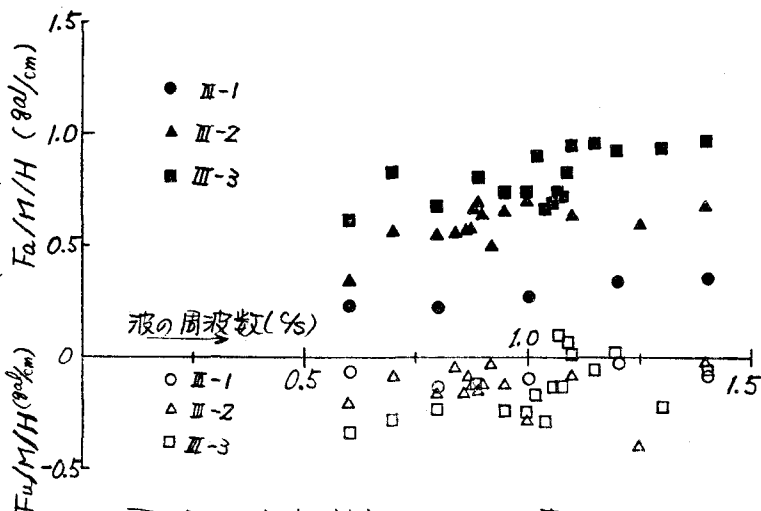


図-5 波力成分 (F_u , F_a), 模型Ⅱ, $H=5$ cm

参考文献 1) 吉原: 可とう円柱脚に作用する規則波の波力, 第24回海岸工学講演会論文集, pp 362~366, 1977.11.