

# 潜堤に作用する波力に関する実験

長崎大学工学部 学生員 ○尾座本 幸 男

長崎大学工学部 学生員 松 浦 文 昭

長崎大学工学部 正 員 中 村 武 弘

## 1. まえがき

潜堤は、波浪や流れを制御するために、海底に築かれる構造物である。これまで海底に築かれる構造物に働く流体力に関する研究はパイプライン等を対称とした円柱以外にはあまり見受けられない。本研究では、潜堤を正四角柱として水平床上に置いた場合に作用する波力についての実験を行い、円柱の場合との比較検討を行なった。現在データの解析が進行中であるがこれまで得られている結果を報告する。

## 2. 実験概要

### 2. 1 実験装置

実験には、長さ50m、幅0.6m、高さ1.5mの造波水槽を用いた。流体力の測定には図-1のような正四角柱模型を用いた。角柱は5分割されており抗力と揚力を測定するための可動部にリン青銅板を両端固定で取り付け中央支点を内部の支柱に固定し銅板の両面には歪ゲージを取り付け、歪を測定し波力を求めた。

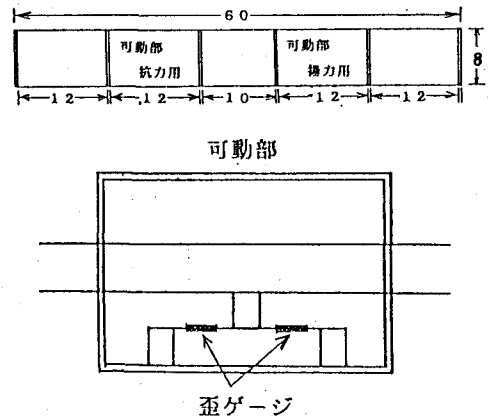


図 - 1

### 2. 2 実験方法

実験は水深、波高、周期をそれぞれ変化させて測定した。水深は、16、23、28、42、46cmの5種類に設定し、波高は、1.5～16cm、周期は、0.8～5.8sの範囲で行った。流体力の解析には模型地点での波高、流速を用いた。

## 3. 結果及び考察

3. 1 水平方向の波力を次式のように展開し、抗力係数 $C_d$ 、質量係数 $C_m$ を以下の2つの方法で求めた。

$$F = \frac{1}{2} \rho C_d L D U |U| + \rho C_m L D^2 \frac{\partial U}{\partial t} \quad (1)$$

3. 1. 1 流速を $U = U_m \cos \theta$  ( $\theta = 2\pi t/T$ )と仮定し(1)式をFourier展開したときの平均的な $C_d$ 、 $C_m$ の値

$$C_d = -\frac{3}{4} \int_0^{2\pi} \frac{F \cos \theta}{\rho U_m^2 L D} d\theta \quad (2), \quad C_m = \frac{U_m T}{2\pi^2 D} \int_0^{2\pi} \frac{F \sin \theta}{\rho U_m^2 L D} d\theta \quad (3)$$

流速は微小振幅波の理論により模型の中心位置(高さ $D/2$ )での値を用い、実験データから $C_d$ 、 $C_m$ を求め、結果をKC数( $= U_m \cdot T/D$ )について整理した(図-2、図-3)。  $C_d$ の値は全体としてはばらつきが大きい、KC数の増加と共に減少し、0前後に収束している。  $C_m$ の値はKC数の値にかかわらずほぼ一定で0.6程度である。本実験と同様の条件下での円柱に対するこの方法による $C_d$ 、 $C_m$ の値はないが、振動流中の円柱に対して Sarpkaya<sup>1)</sup>は、 $C_d$ は $KC=10$ 前後で最大約2.3とな

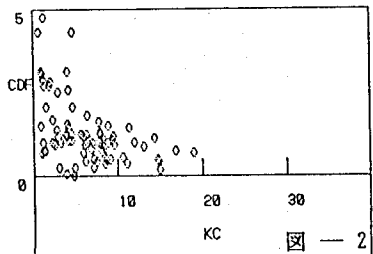


図 - 2

り、その後減少し1.4程度に収束し、 $C_m$ は $KC=10$ 前後で最小約0.7となり、その後増加し1.2前後に収束するという複雑な傾向を示す実験結果を得ている。本実験ではそのような複雑な傾向は見られない。その理由の一つは、 $KC$ 数が小さい範囲ですでに境界層の剥離が起こっているためだと思われる。

3.1.2 (1)式から瞬時値として $C_d$ は $\partial U / \partial t = 0$ 、 $C_m$ は $U=0$ のときの位相より求められる値

$$C_d = \frac{F}{1/2 \rho U_m^2 L D} \quad \text{---(4)}$$

$$C_m = \frac{F}{\rho \partial U / \partial t L D} \quad \text{---(5)}$$

Wright<sup>2)</sup>は自由表面をもつ水底上の円柱に関して実験を行い平均値として、 $C_d=0.93$ 、 $C_m=2.66 \sim 3.47$ を得ている。本実験では、 $C_d$ 、 $C_m$ ともばらつきが大きく、 $C_d=0 \sim 3$ 、 $C_m=0.5 \sim 4$ の範囲であったが、平均値としては $C_d=0.9$ 、 $C_m=3.4$ となりほぼ同程度の値を示している。

3.2 揚力係数 $C_l$ は次式のように展開した。

$$C_l = \frac{F_{lmax}}{1/2 \rho U_m^2 L D} \quad \text{---(6)}$$

Sarpkaya<sup>1)</sup>によれば円柱の場合はピークが2度あり、その後減少し1.0前後に収束しているが、角柱では $KC$ 数の増大と共に減少し1.5前後に収束している(図-4)。

3.3 Garrison<sup>3)</sup>は自由表面をもつ水底上の円柱に作用する流体力に関して、次式の関数関係を求め実験結果を整理している。

$$\frac{F}{\rho g a^2 l} = f\left(\frac{h}{a}, \frac{g T^2}{h}, \frac{h}{2a}, \frac{\rho a^2}{T \mu}\right) \quad \text{---(7)}$$

$\rho$ : 密度,  $\mu$ : 粘性係数,  $g$ : 重力加速度,  $a$ : 半径,  $l$ : 円柱の幅,  $H$ : 波高,  $h$ : 水深,  $T$ : 周期,  $L$ : 波長である。

角柱( $a=D/2$ )に対して(7)式の値を求め、整理した結果を図-5、図-6、図-7に示す。 $F/(1/4 \cdot \rho g D^2 l)$ は波高の増大に対してほぼ直線的に増加し、 $2h/D$ の増加に従って直線の傾きが小さくなる傾向にある。これは、Garrison<sup>3)</sup>による円柱の場合の結果と同様な傾向である。

#### 4. 結論

Fourier平均の $C_d$ 、 $C_m$ の $KC$ 数に対する傾向は円柱の場合とは異なる。しかし瞬時値の $C_d$ 、 $C_m$ の値は、同程度である。また波力に対する波高と水深の影響は円柱の場合と同様である。

謝辞 本実験は長崎県立建設大学校の実験水槽を借用して行われた。実験に便宜を計って下さった職員の方々に感謝申し上げます。

参考文献 1)Sarpkaya, T.: Forces on cylinders and spheres in a sinusoidally oscillating fluid, Jour. of Appl. Mech., ASME, Vol. 42, 1975 2)Wright, J. C. et al. ASCE. Vol. 105, No WW1, Feb. 1979, PP 1-13 3)Garrison, C. J. et al. ASCE. Vol. 101, No WW4 Nov. 1975, PP 343-356

