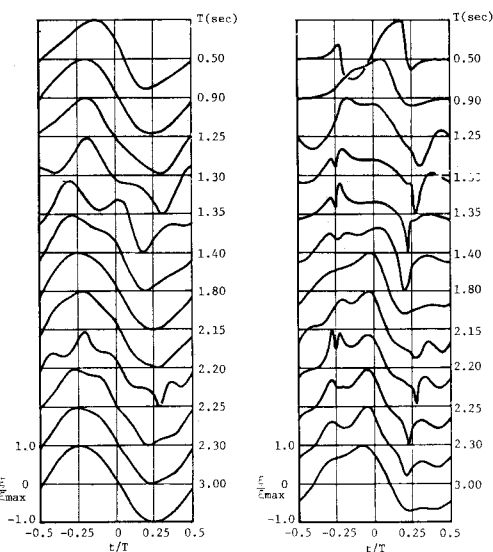


金沢大学 大学院 学生員 細貝隆司
 金沢大学 工学部 正会員 石田 啓
 愛知県庁 土木部 近田美則

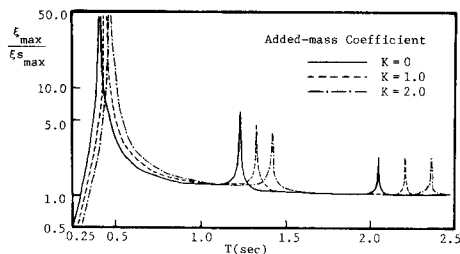
1. 緒言 著者らはすでに、伝達マトリックス法を用いた柱体の波浪応答計算法を提示し、これを用いた柱状構造物の振動特性について検討して来たが、本研究では、引き続き、柱体の振動特性について考究する。すなわち、まず、波の周期の変化に伴う振動変位の時間波形の変化を示し、次に、付加質量係数 K および内部減衰係数 ε の変化に伴う共振特性の変化を示す。さらに、減衰力項に含まれる変位速度を考慮した場合と無視した場合の時間波形の相違を示し、最後に、共振時の実験値と外部減衰係数 c を種々変えた計算値との比較を行う。

2. 計算結果および考察 計算条件として、円柱の直径3.0 cm, 長さ60 cm, ヤング係数500 kg/cm², 水深40 cmを用いた。なお、波力式(モリソン公式)には、図1, 2および3は微小振幅波理論を、図4はストークス波理論を用いた。図1(a)および(b)には、 $K=1$, $\varepsilon=0$ とした場合の円柱頂部の変位の時間変化を示す。用いた波の周期は、第1共振点付近の0.5 sec, 第2共振点付近の1.25 sec, 1.3 sec, 1.35 sec, 1.4 sec, 第3共振点付近の2.15 sec, 2.2 sec, 2.25 sec, 2.3 secおよび共振点から離れた周期0.9 sec, 1.8 sec, 3.0 secである。縦軸は変位 ξ を一周期内の最大値 $\xi_{\max}$ で割った値である。横軸は波の位相で $\omega t=0$ が峰の位相である。(a)は、抗力と慣性力の比が、 $\alpha=0.1$ の場合であり、慣性力が支配的であるため、共振点以外の周期では、変位は正弦波形に近いものとなる。しかし、第2および第3共振点付近の周期における変位には、抗力項の高次成分に起因する高周波の振動が加わることがわかる。(b)は、 $\alpha=1.0$ の場合であり、抗力の占める割合が大きいため、最大変位の生じる位相は、峰の位相に近づくと共に、共振点における変位には、(a)に比べて、高周波の変動が強く混入していることがわかる。図2(a)は、 K を変化させた場合の共振特性を示すもので、横軸は波の周期 T であり、縦軸は円柱頂部の動変位の最大値 $\xi_{\max}$ を静的変位の最大値 $\xi_{s\max}$ で割った値である。図中の実線、破線および一点鎖線は、 K を0, 1および2とした時

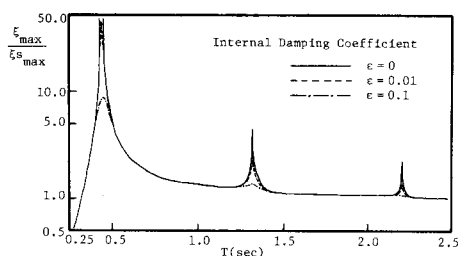


(a) $\alpha = 0.1$ (b) $\alpha = 1.0$

図1 変位の時間変化



(a) 付加質量係数 K を変化させた場合



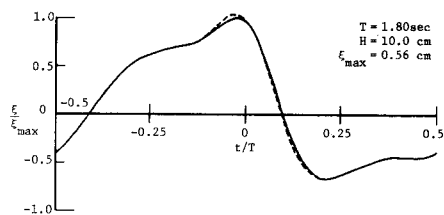
(b) 内部減衰係数 ε を変化させた場合

図2 共振特性

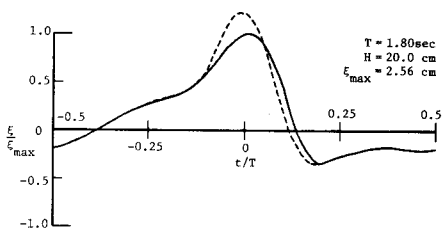
の値である。この場合、 $\alpha = 0.1$ 、 $\varepsilon = 0$ である。図より、共振を生じる波の周期は、 K の増加に伴って大きくなるが、共振点以外の周期では、 K による変位の相違はほとんど認められないことがわかる。(b)には、 $\alpha = 0.1$ 、 $K = 1$ とし、 ε を変えた場合の共振特性を示す。図中、実線、破線および一点鎖線は、 ε が0、0.01および0.1の場合である。図より、 ε の変化による共振周期の変化は生じないが、共振点の変位の値は ε の減少に伴って増加する。また、共振点以外の周期においては ε の変化による変位の相違は認められない。図3は、減衰係数に含まれる変位速度の項を考慮した場合の非線形計算値とこれを無視した場合の線形計算値との比較を示すが、図中、前者は破線で、後者は実線で示す。この場合、 $K = 1$ 、 $\varepsilon = 0.015$ である。(a)と(b)は、波の周期が1.8 secで、波高が異なるものである。波高が小さい(a)では、線形計算値と非線形計算値はほぼ一致しているが、(b)では、 $\tau/T = 0$ において非線形計算値の方が線形計算値より大きくなる。このことは、波高が大きい場合には、変位速度の項を考慮する必要があることを意味している。(c)は、波高が6.0 cmで周期が共振点から離れている場合であり、(d)は、波高が6.0 cmで周期が第2共振点付近の場合である。両者は波高が同じであるにもかかわらず、(d)では線形計算値と非線形計算値との相違が大きい。これは、共振時には、円柱の変位そのものは小さいが変位速度が大きくなるため、減衰係数が大きく変わってくることを意味している。図4は、 $K = 1$ 、 $\varepsilon = 0.015$ とし、外部減衰係数 C を変化させた場合の共振特性を示す計算値と実験値との比較である。横軸は波の周期 T であり、縦軸は、円柱頂部の一周内の最大変位 $\xi_{\max}$ である。図中、実線、破線および一点鎖線は、 C を0、0.05および0.1とした場合のストークス波理論による計算値であり、丸印が実験値である。実験に用いた円柱は、その下端部に板バネを設置した長さ60 cm、直径4.0 cmのものであり、水中における円柱の固有振動周期は $T_0 = 0.65$ secである。図より、図2(b)と同様に、共振点の変位は C の増加に伴って減少する。実験値と計算値を比較すると、第1共振点では、実験値は、 $C = 0.05$ あるいは0.1とした場合の計算値に近いが、第2共振点では、実験値は、 $C = 0$ とした場合の計算値とほぼ一致している。このことは、共振時の減衰定数の見積り方が、必ずしも容易でないことを意味していると考えられる。

参考文献 1) 石田啓・近田美則; 規則波による柱体の振動特性に関する数値計算, 中部支部講演概要集Ⅱ-26, 1981.

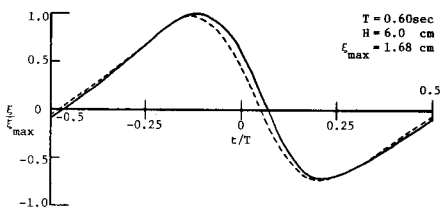
2) 石田啓・細見・近田; 有限振幅波理論による円柱の動的応答に関する研究, 第36回水工学講演会講演概要集Ⅱ-402, 1981.



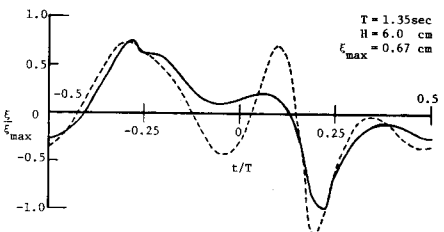
(a) $T = 1.80$ sec, $H = 10.0$ cm



(b) $T = 1.80$ sec, $H = 20.0$ cm



(c) $T = 0.60$ sec, $H = 6.0$ cm



(d) $T = 1.35$ sec, $H = 6.0$ cm

図3 円柱頂部の振動変位の時間変化

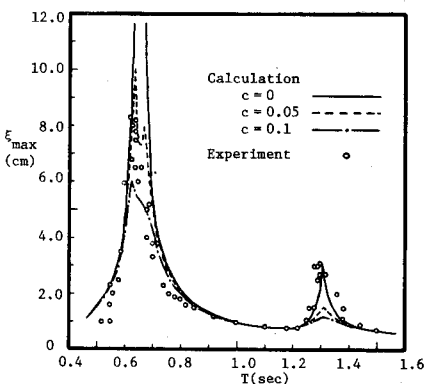


図4 外部減衰係数 C の変化による

共振特性の変化