

金沢大学大学院 学生員 加島 卓
金沢大学工学部 正会員 石田 啓

1. はじめに 海洋構造物の波浪による動的応答について考究するため、著者らはすでに、伝達マトリックス法による杭状構造物の振動解析を行なってきた。本研究では、実際に構造物を設計する場合に極めて重大な問題となる共振現象について明らかにするため、特に変位が大きくなる基本共振点付近に着目し、柱体頂部の変位について、実験と計算の両面から検討し、両者の比較を行なう。

2. 実験装置および方法 実験は、金沢大学工学部土木工学科河海工学実験室に設置された幅50cm、深さ60cm、長さ14mの造波水槽を用いた。図1に実験装置の概要を示すが、水槽の一端にはプランジャー型の造波機が設置されており、その前方約4.8mの位置に、長さ60cm、直径4cmの円柱を

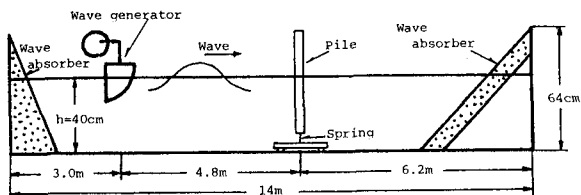
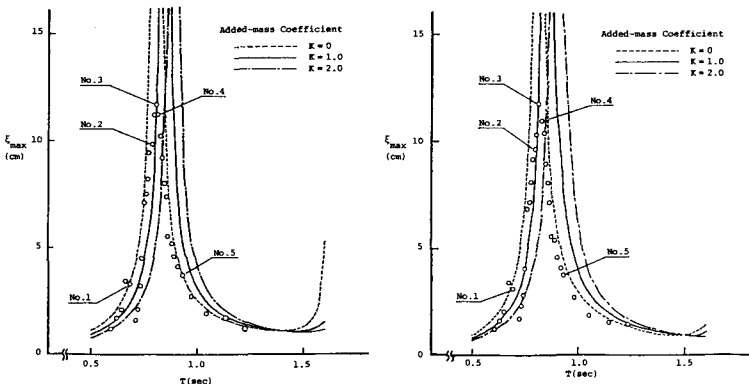


図1 実験装置概要

設置した。円柱の下端部には、板バネが設置されている。波形は、抵抗線式波高計を用いて測定し、円柱の水平方向変位は、8mm撮影機を用いて測定した。なお、実験時の水深は40cmであり、使用した波は、波高 $H=6.0\text{cm}$ 、周期 $T=0.59\text{sec} \sim 1.22\text{sec}$ の範囲内のものである。

3. 結果および考察 図2に、波高 $H=6.0\text{cm}$ とした時の固有周期付近の円柱頂部の変位の共振特性を示すが、(a)は波の進行方向の変位であり、(b)は逆方向の変位である。図の破線、更線および点鎖線は、付加質量係数 K を0, 1.0, 2.0とした時の計算値であり、丸印は実験値である。特にNo. 5を付記したデータは、その時間変化を図3と図4に示す。なお、計算に際し、波方程式(モリソン公式)にはすべストークス波理論を用い、内部減衰係数は0.015とした。図2よりわかるように、付加質量係数 K の減少に伴い、共振周期 T は小さくなるが、(a),(b)ともに実験値は $K=0$ あるいは、 $K=1.0$ の計算値に近く、 $K=2.0$ とするのは付加質量を大きく見積りすぎることになると思われる。また、全体的に実験値が計算値を下回るのは、減衰係数の見積り方に問題があったと思われる。図3は、円柱頂部の変位の一周期内の時間変化を示したものであり、縦軸は変位 ξ である。横軸は波の位相であり、 $\tau/T=0$ が波の位相である。図中の破線、更線および点鎖線は、図2と同様、付加質量係数 K を0, 1.0, 2.0とした時の計算値であり、点線ではない丸印は実験値を示している。

実験による水中での円柱の固有周期は $T_n=0.80\text{sec}$ であり、(a)の波は $T=0.68\text{sec}$ 、(b)は 0.78sec 、(c)は 0.80sec 、(d)は 0.81sec 、(e)は 0.92sec である。(a)の実験値は、 $\xi_{\max}$ が3cm程度であり、これは $K=0$ の計算値に近く、また位相は $K=1.0$ の計算値に近い。(b),(c)および(d)は、共振点に極めて近い場合であり、実験値の $\xi_{\max}$ は10cm以上もの大きな値となるが、振動波形および位相は、 $K=$



(a) 波の進行方向の変位

(b) 波の進行と逆方向の変位

図2 共振特性

0と $K=1.0$ の計算値の中間的なものになると考えられる。特に、(c)と(d)の $K=0$ の計算値を比較すると、波の周期がわずかに $1/100 \text{ sec}$ 異なるだけで、変位のピークの生じる位相が 180° 変化することになる。(e)の実験値は δ_{max} が 4 cm 程度であり、振動形状は $K=0$ の計算値に近く、また(c)と比較すると、変位のピークの生じる位相が約 90° 早くなることとなる。図4は、No.3について、図3同様に円柱頂部の変位の一周期の時間変化を示したものであるが、図中の一点鎖線は付加質量係数 $K=1.0$ 、外部減衰係数 $C_1=0.8 \text{ sec/cm}^2$ 、実線は $K=1.0$ 、 $C_1=0.0038 \text{ sec/cm}^2$ 、点線は $K=0.5$ 、 $C_1=0.8 \text{ sec/cm}^2$ 、破線は $K=0.5$ 、 $C_1=0.0038 \text{ sec/cm}^2$ とした時の計算値を示し、丸印は実験値を示す。実験値は、全体的に見て $K=1.0$ より $K=0.5$ の計算値に近いが、 $t/T=\pm 0.25$ 付近で計算値がかなり大きくなり、実験値と一致しない。しかし、外部減衰を考慮することにより、その差を少なくすることができる。以上、共振点付近の変位について若干の考察を行なったが、今後、さらに付加質量係数および減衰係数を種々変えることにより、一層詳細に共振特性を検討する必要がある。最後に、本研究を行なうにあたり、(a)当時学部学生であった大矢俊次君(大阪府)および黒崎弘司君(大学院)の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

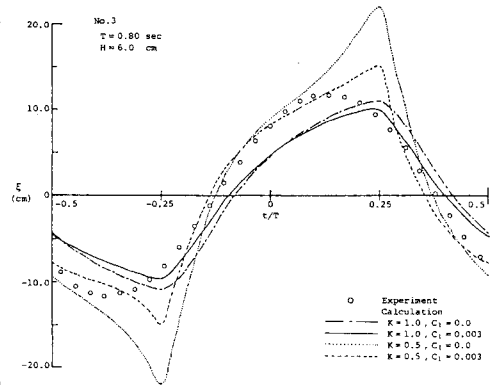


図4 円柱頂部の振動変位の時間変化

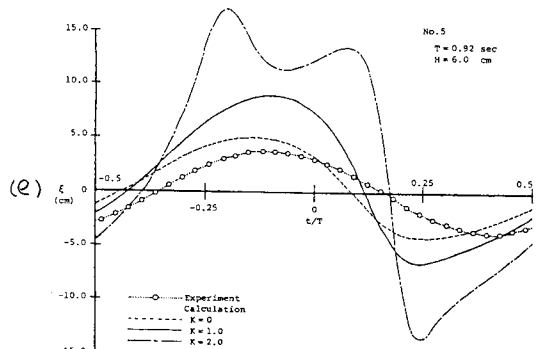
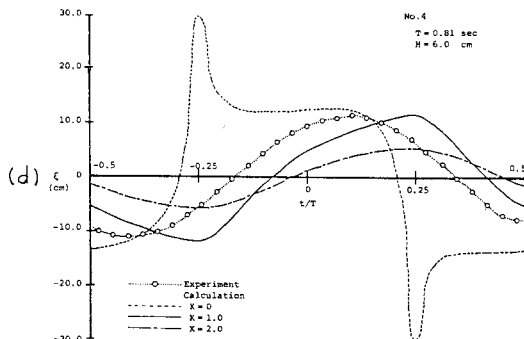
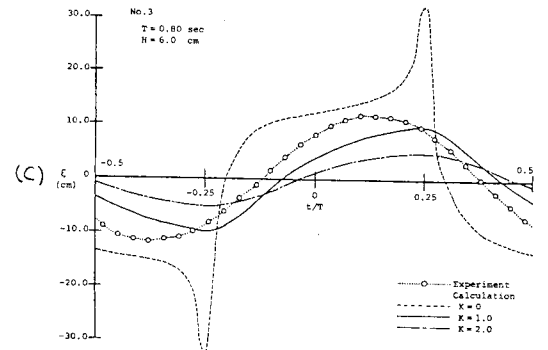
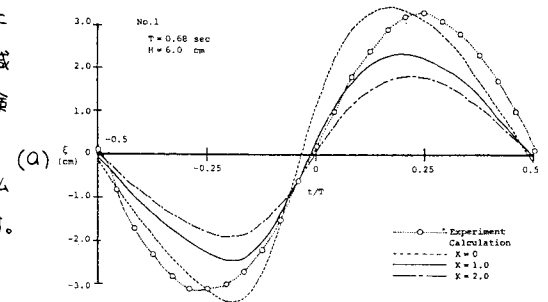
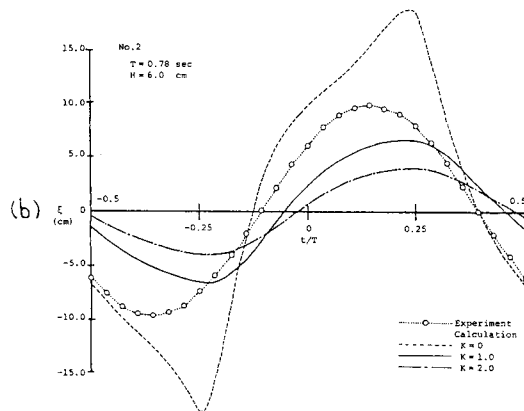


図3 円柱頂部の振動変位の時間変化