

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 正会員 近田美則

1. 緒言 著者らはすでに、波力式としてモリソン公式を用いた場合の伝達マトリックス法による柱体の応答計算法を提示したが、モリソン公式中の水平水粒子速度および加速度は微小振幅波理論を用いる方法であり、この方法では、柱体の固有振動周期の奇数倍の周期の波によってのみ共振が生じ、偶数倍の波による共振は生じない。この点の是非を考究するため、本研究では、規則波による円柱の振動実験を行ない、微小振幅波理論および有限振幅波理論(ストークス波の第3近似解)を用いた計算値との比較を行なう。

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4.3mの位置に、長さ60cm、直径3.0cmの円柱を設置した。円柱の下端部には、板バネが設置されており、上端部には、変位測定用の金属片が取り付けられている。円柱の水平変位は、非接触型変位計を用いて測定すると同時に、その水面形は、抵抗線式波高計により測定した。実験時の水深は40cmであり、使用した波は、周期 $T = 0.50 \text{ sec} \sim 1.60 \text{ sec}$ 、波高 $H = 2.0 \text{ cm} \sim 12.0 \text{ cm}$ の範囲内のものである。なお、水中における円柱の固有振動周期は $T = 0.354 \text{ sec}$ である。

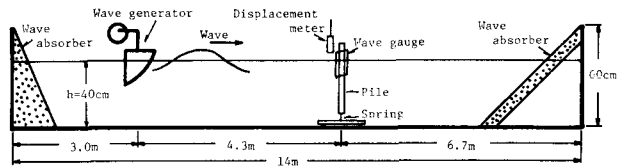


図1 実験装置概要

3. 実験結果および考察 伝達マトリックス法による計算方法の概要は、すでに述べた通りであり、また、その詳細については、別の機会に発表する予定であるので、ここでは省略する。図2(a)および(b)は、円柱の共振特性を示すもので、横軸は、波の周期 T 、縦軸は、円柱頂部の一周期内の最大変位 $\varepsilon_{\max}$ である。図中、丸印は実験値であり、実線および破線は、付加質量係数を0.5とした場合の計算値である。図の(a)は実験データの波高が4.7cm~5.3cm、(b)は7.5cm~8.5cmの範囲内のものである。図よりわかるように、微小振幅波理論では、円柱の固有周期の3倍周期 $T = 1.062 \text{ sec}$ 付近の共振を説明することはできるが、2倍周期 $T = 0.708 \text{ sec}$ 付近の共振特性については、有限振幅波理論を用いなければ説明できない。また、有限振幅波理論による計算値と実験値とは、概して良く一致していると言えるが、(a)の場合、3倍周期付近の共振周期には若干のずれが生じている。これは、付加質量係数、バネのヤング係数あるいは、減衰係数の値の見積り方に少々誤差が混入したためと思われる。次に、円柱頂部の振動変位の時間変化を図3-CASE 1 から CASE 4

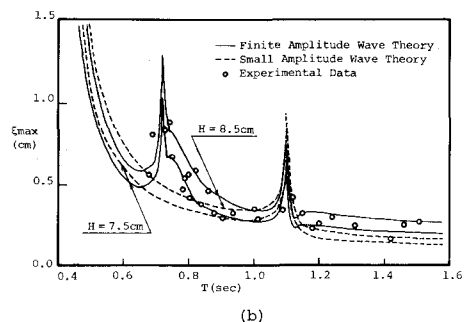
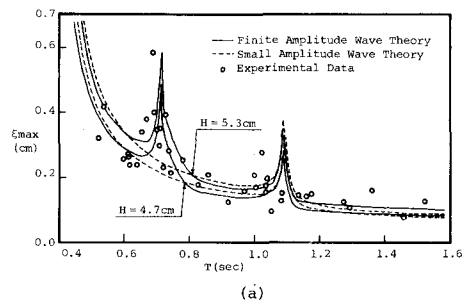


図2 共振特性

に示す。各ケースの(a)および(b)は、微小振幅波理論による計算値および有限振幅波理論による計算値をそれぞれ実験値と比較したものである。図中、点線・つないだ丸印が実験値であり、一点鎖線、破線および実線は、それぞれ、付加質量係数を0、0.5および1.0とした場合の計算値である。図の横軸は、波の位相 ϵ 、 $\epsilon/T=0$ が峰の位相である。縦軸は、円柱の変位 ξ を、その一周期内の実験値の最大値 ξ_{max} で割った値である。CASE 1は(a)(b)共に、実験値が計算値よりやや小さいが、全般的には実験値と計算値はよく一致している。CASE 2の波の周期は、円柱の固有周期の約2倍の場合であり、実験値に固有振動が含まれているが、(a)の微小振幅波理論では、この振動が生じていない。(b)の有限振幅波理論による計算値は、付加質量の見積り方により、極端に振動波形が変わるが、付加質量をゼロとした一点鎖線の場合が、実験値の傾向に最も近いと言える。CASE 3の波の周期は、固有周期の2倍と3倍の間の場合であるが、波高が大きいために、実験値は有限振幅波理論による計算値に近くなっていると言える。CASE 4の波の周期は、固有周期の3倍付近の場合である。この場合は(a)および(b)共に、計算値に3倍周波数成分の振動が加わっている。この場合の計算値も、CASE 2の(b)と同様、付加質量の見積り方により、大きく異なる。これは、一般に付加質量の違いにより、共振周波数が変わるという振動特性のためである。

《参考文献》 1) 石田啓・渡辺公徳・松井輝峰：柱状構造物の波浪応答に関する研究，オ34回年次學術講演会講演概要集オ2部，pp577～578，1979。

2) 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。

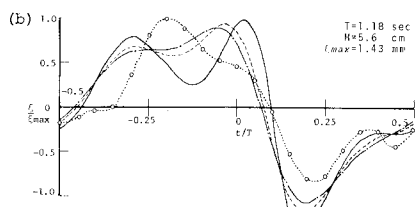
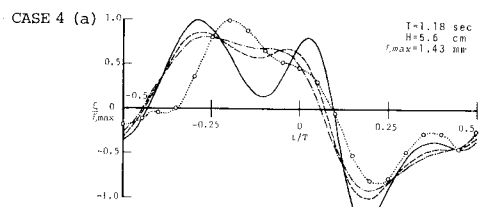
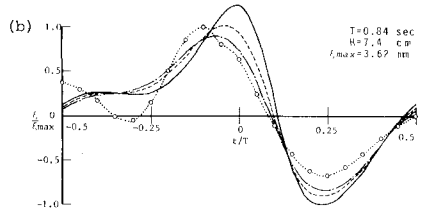
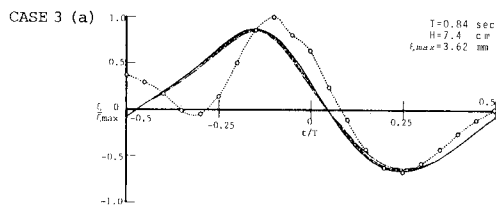
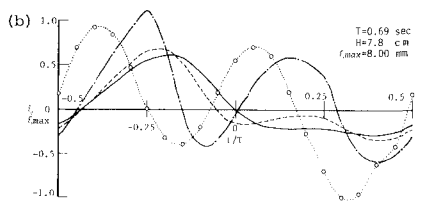
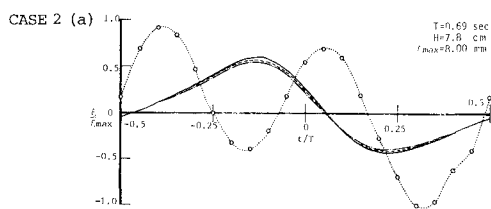
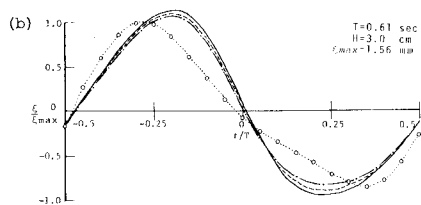
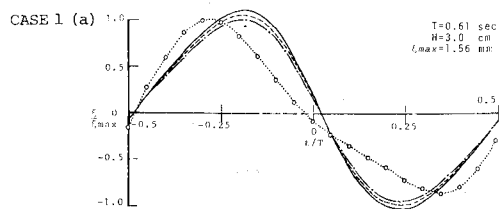


図3 円柱頂部の振動変化の時間変化