

II-285

海洋プラットフォームの共振の抑制に関する研究

榎 間 組 正員○黒崎和保 金沢大学工学部 正員 石田 啓
金沢大学大学院 小村辰彦 名古屋大学大学院 上田敏隆

1. 緒 言 近年、海洋開発が急速に進む中、海洋プラットフォームの設置水深が増大し、構造物の固有周期が海洋波の周期に近づく傾向にある。それ故、構造物の共振特性の解明と、共振の防止について考究することは、設計施工の安全性の面からも重要である。したがって本研究では、まず模型のプラットフォームの1次モードの共振変位を測定し、理論値と比較する。次いで、前後の脚柱間隔が波長の半分の時に生じる変位の相殺点を利用することにより、共振を消滅させることができることを、理論と実験の両方から示す。

2. 理 論 図1は模型実験に用いたプラットフォームであるが、脚柱に働く波力を微小振幅波理論を用いたモリソン公式で与え、また水面の上下動に伴う波力の作用範囲の変動を考慮すると、脚柱のたわみ曲線は、式(1)のようになる。¹⁾この解に、海底部およびデッキ接合部の境界条件（埋込）を適用することにより、デッキの変位を算定することができる。

$$\left. \begin{aligned} \text{水中部: } \xi(z', t') &= I_n \left\{ \left[\sum_{j=1}^4 f_{1j} e^{S_{1j} z'} - G_{1n}(z') \right] e^{i t'} \right\} + R_e \left\{ \sum_{n=1}^4 \left[\sum_{j=1}^4 r_{1nj} e^{S_{1nj} z'} - P_{1n}(z') \right] e^{i n t'} \right\} \\ \text{水面変動部: } \xi(z', t') &= I_n \left\{ \left[\sum_{n=1}^4 \left[\sum_{j=1}^4 f_{2nj} e^{S_{2nj} z'} - G_{2n}(z') \right] e^{i n t'} \right\} + R_e \left\{ \sum_{n=1}^4 \left[\sum_{j=1}^4 r_{2nj} e^{S_{2nj} z'} - P_{2n}(z') \right] e^{i n t'} \right\} \right. \\ &\quad \left. + \sum_{j=1}^4 r_{20j} z'^{(j-h)} - P_{20}(z') \right\} \\ \text{空中部: } \xi(z', t') &= I_n \left\{ \left[\sum_{j=1}^4 f_{3j} e^{S_{3j} z'} \right] e^{i t'} \right\} + R_e \left\{ \sum_{n=1}^4 \left[\sum_{j=1}^4 r_{3nj} e^{S_{3nj} z'} \right] e^{i n t'} \right\} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

3. 実 験 実験時の水深は $h=60\text{cm}$ であり、プラットフォームの脚柱は、直径 2cm 、長さ 81cm 、ヤング率 $E=28720\text{kgf/cm}^2$ である。デッキ重量は、 18.6kgf (図2)、 22.6kgf (図3) および 30.7kgf (図4) と変化させた。変位は、電磁変位計を用いてデッキ部B端の変位を測定した。用いた波は、波高 $=6\text{cm}$ であり、周期を $T=0.6\text{sec} \sim 2.4\text{sec}$ の範囲で順次変えることにより、デッキの動的応答変位を測定した。写真1は実験状況を示したものである。

4. 結 果 図2、図3および図4は、デッキ変位の波の進行方向側の1周期内での最大変位 $\xi_{\max}$ の周期特性を示したものである。図中、●は実験値であり、実線および破線は、微小振幅波およびストークス波²⁾による計算値である。図2は、デッキ重量が 18.6kgf の場合であり、共振は $T_n=0.87\text{sec}$ および $2T_n=1.75\text{sec}$ で生じている。図3は、デッキ重量を 22.6kgf に増加し、プラットフォームの基本周期を 1.0sec (波長 156cm)にした場合であるが、この波長は脚柱間隔 80cm の約2倍になるため、変位の相殺効果により共振が抑制され、図2の $T_n=0.87\text{sec}$ で発生した 5mm の共振変位が 0.8mm にまで減少する。図4は、デッキ重量をさらに 30.7kgf に増加しており、基本共振点は相殺点を過ぎ、変位は 3mm と再び増加している。いずれの場合も変位の実験値は全体的に計算値とよく一致している。図5では、図2の諸元を用いた時の波の周期の変化に伴うデッキ変位 ξ の位相変化について計算値と実験値とを比較するが、両者は全体を通してよく一致している。ただし(c)の $2T_n=1.75\text{sec}$ 付近では、実験値の変位がやや大きく、これに関しては今後さらに、種々波高を変えて検討する必要がある。図6は、図2の諸元を用いて脚柱間隔を変化させた場合の共振の抑制を波高 $H=8\text{cm}$ と 15cm の2種類で計算した。ここに波の周期を基本共振点 $T_n=0.87\text{sec}$ (波長 120.5cm)に設定しているが、脚柱間隔を波長の $1/2$ である 60cm に設置すると共振変位が理論上ゼロとなる。最後に、本研究を行なうに際し、助力を賜った高瀬信忠教授(金沢大)、広部英一助教授(福井高専)および北山 真君、藤井昌彦君(金沢大院)に厚く謝意を表する。

<参考文献> 1) Ishida, H. and Kitayama, M.:

Resonance of Pile Due to Small Amplitude Waves. Memoris, Faculty of Technology, Kanazawa University, Vol. 19, No. 2, pp. 1-10, 1986.

- 2) 石田 啓・加島 卓・上野 彰:
ストークス波による海洋プラットフォームの振動に関する理論解とその応用, 土木学会論文集（投稿中）

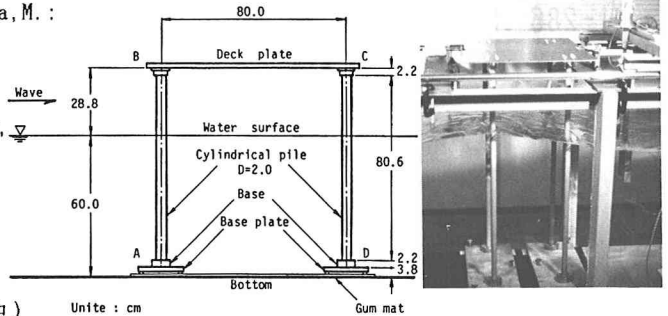


図1. プラットフォームの模型図 写真1. 実験状況

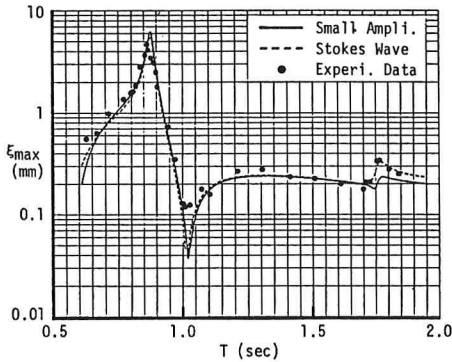


図2. 共振特性の実験値と理論値の比較 ($W_d=18.6\text{kgf}$)

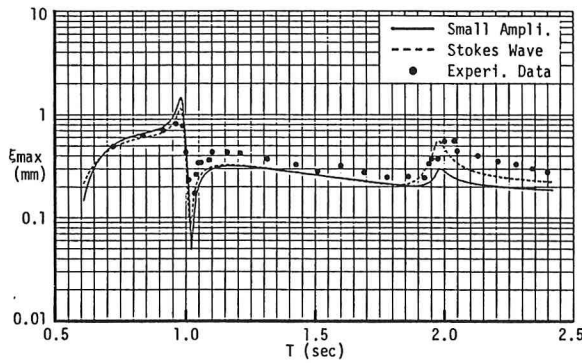


図3. 共振特性の実験値と理論値の比較 ($W_d=22.6\text{kgf}$)

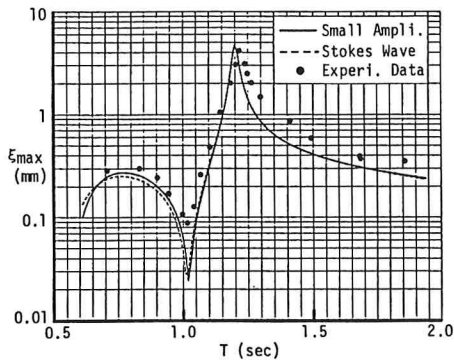


図4. 共振特性の実験値と理論値の比較 ($W_d=30.7\text{kgf}$)

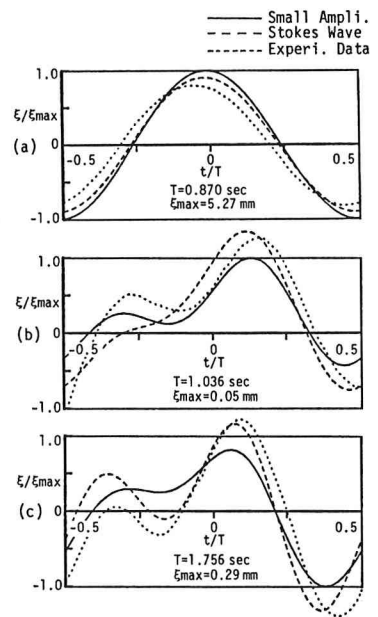


図5. 変位の位相変化に関する実験値と理論値の比較 ($W_d=18.6\text{kgf}$)

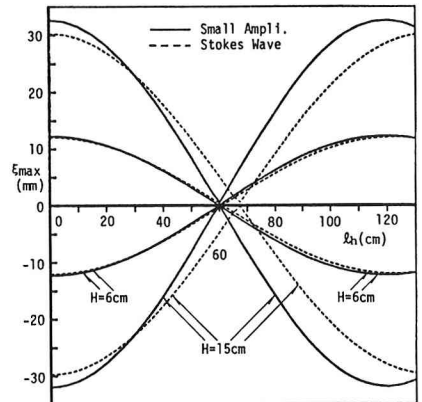


図6. 変位の最大値と脚柱間隔 ($W_d=18.6\text{kgf}$)