

## 没水水平板を付加した大規模弾性浮体の波浪応答抑制に関する解析

京都大学大学院 学生会員 倉本 雅夫

京都大学大学院 正会員 宇都宮 智昭  
京都大学大学院 フェロー 渡邊 英一

析可能な現象としての付加質量力と造波減衰力、ならびに diffraction 効果としての消波効果を取り扱う。

### 1. 研究目的

海上空港などへの適用が見込まれる大規模弾性浮体構造物を実用化して行く上で、環境影響の少ない波浪中動揺の抑制方法の開発が望まれている。従来は、動揺の抑制方法としては浮体の周囲に防消波堤を築造する方法が考えられてきたが、より積極的に浮体全体の動揺量を低減する方法として、浮体周縁部に没水水平板を付加する抑制構造が考案されている。林、太田<sup>1)</sup>は、実機として高さ約 5(m)、長さ 1000(m)の鋼製箱型浮体を想定し、その 1/100 縮尺模型である長さ 10(m)、高さ 0.055(m)の弾性浮体モデルに対する水槽実験を行った。この模型実験により、浮体の前端部に取り付けた没水水平板の長さや設置水深を調節することで、良好な応答抑制効果が得られることが確認された。そこで本研究では、応答抑制のメカニズムの解明や水深と水平板の設置水深の関係が応答抑制効果に及ぼす影響等を調べるために、没水水平板を付加した大規模弾性浮体の構造モデルに対し、線形回折波理論の範囲内において厳密な断面 2 次元モデル化を行い、さらに大型浮体構造物の特徴である浮体構造物自体の弾性変形も考慮することで、より精度良い数値解析プログラムを開発した。また、これを、林、太田<sup>1)</sup>の実験結果と比較・検討することで、その妥当性を評価する。

### 2. 研究手法

本研究の解析における座標系及び板形状・配置等を Fig.1 に示す。図に示すように  $x$ 、 $z$  座標をとった有限水深の海域に没水水平板を付加した大規模弾性浮体があり、入射波により全体が上下方向に運動する。2 次元モデルは、非対称であるため境界条件により 6 つの領域に分け、各領域におけるポテンシャルの解析解を接続する方法により解く。なお、 $y$  方向には流体・浮体運動ともに一定であるとし、解析は、ポテンシャル接続法を用いている。水平板形式の動揺抑制メカニズムについて、抑制効果の現れる要因として様々な影響が考えられるが本研究では、非粘性・微小振幅・渦無し流れを仮定する線形ポテンシャル理論の範囲内で解

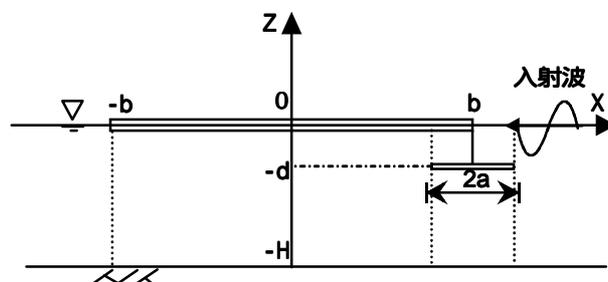


Fig.1 全体構造モデル

### 3. 解析結果(実機の 1/100 のモデル)

解析対象とした浮体は、別途行われた新日鉄での水槽実験に対応している。その諸元は、水深は  $H=1.1$ (m)、浮体長  $b=5.0$ (m)、 $EI/gb^4=2.93 \times 10^{-4}$ 、 $m/h=0.0867$  としている。Fig.2・3 は、没水水平板を大規模弾性浮体に付加させた場合と付加させない場合とを比較したグラフである。入射波長  $L$  を変化させた場合の浮体の鉛直応変位振幅を入射波の振幅  $A$  で除した無次元値をプロットしている。なお、入射波は  $x$  軸の正の方向から入射し、 $L=2b$  である。

Fig.2 において、解析値と実験値はこの種の実験の一般的精度を考えると非常によく一致しているといえ、ポテンシャル接続法を用いた本解析プログラムが正しく解を求めている事が確認できる。しかし、動揺振幅の浮体長さ方向の周期的変化の大きさや、浮体前後端部における動揺振幅の大きさが、実験値よりも大きい場合がある。これは浮体模型の構造減衰、造渦減衰の影響等を計算時に考慮していないためであると考えられる。また、Fig.3 に示すように、波長  $L$  が大きくなると実験値と解析値の乖離が大きくなるが、これは、波長が長くなるにつれ波速が速くなるために、実験の計測時間内に水槽の終端部で反射してきた波の影響も含まれたためであると考えられる。また、入射波長が長い時は、没水水平板の応答抑制効果はあまり見られず、逆に波上側では応答が拡大している。しかし、入

キーワード：没水水平板 大規模弾性浮体 領域分割法

連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町 Tel 075-753-5079 Fax 075-753-5130

射波長が短い時は、没水水平板を設置することにより、浮体端部において顕著に鉛直応答は小さくなる。

Fig.4 は、浮体端部(前端)の鉛直動揺の抑制効果に注目し、没水水平板長が動揺抑制効果に与える影響について解析値と実験値を比較したものであり、没水水平板の減揺効果についていくつかの事が分かる。短波長側では、どの没水水平板においても応答抑制効果が見られるものの、長波長側においては、逆に応答が拡大している。しかし、超大型浮体に適用した場合は、有意なエネルギーを持つ入射波の波長は、少なくとも  $L/\lambda > 6$  の領域であり、現実にはこのような応答拡大は問題ではないと思われる。また、水平板長の比較の観点から見てみると、水平板長が長くなるほど、短波長側では顕著な応答抑制効果が見られるが、逆に長波長側では先述の応答の拡大が顕著となる。このことから没水水平板の動揺抑制のメカニズムとして、浮体端部に働く付加質量の増加による寄与が大きいと考えられる。

Fig.5 は、 $b/H=4.545$ 、 $a/H=0.173$  の没水水平板を浮体に付加させた場合における運動拘束時と動揺時の反射率と定常波漂流力をプロットしたものである。まず反射率についてであるが、動揺時の反射率は拘束時と明らかに異なり、浮体の運動の影響が大きく作用していることは明らかである。また、没水水平板を付加した場合、付加しない場合よりも全般に反射率は大きくなり、没水水平板を付加することで、入射波のエネルギーの大部分を反射する波長領域が増えており、その領域において実際顕著に没水水平板の応答抑制効果が見られる。しかし、漂流力は反射波高の2乗に比例するため、漂流力は没水水平板を付加しない場合よりも増加していることが分かる。

4. 結論

本研究で構成した線形回折波理論に基づく解析解は、実験結果をほぼ満足できる程度で再現でき、対象とする海域の水深や、入射波の波数および波長等の兼ね合いによりその海域にあった最適な構造が存在する事が分かった。また、没水水平板を付加することで、漂流力は増加するが、パラメータの選び方によっては漂流力をあまり増加させることなく減揺効果を得ることが  
参考文献：1) 林 伸幸・太田 英美：大規模弾性浮体の波浪中動揺の抑制方法に関する模型実験、第14回海洋工学シンポジウム、日本造船学会、pp. 495-502, 1998.

できる可能性はある。

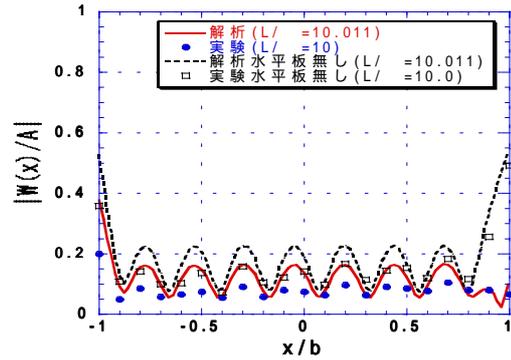


Fig. 2 鉛直応答変化 ( $a=0.19, d=0.15$ )

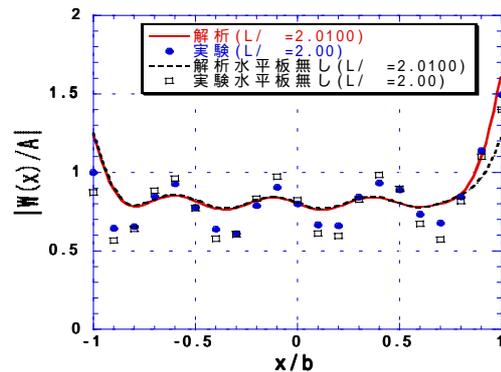


Fig. 3 鉛直応答変化 ( $a=0.19, d=0.15$ )

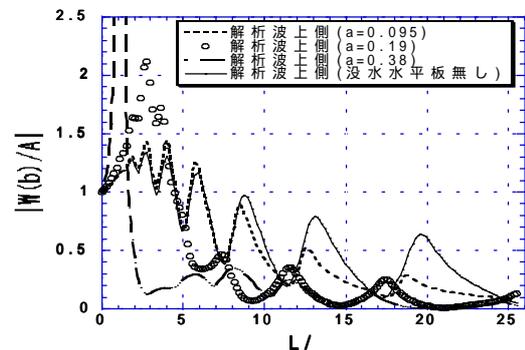


Fig. 4 波上側の鉛直応答変 ( $d=0.15$ )

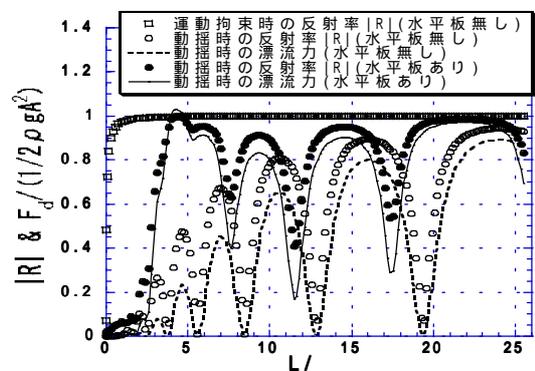


Fig. 5 運動拘束時・動揺時の反射率と漂流力