

京都大学大学院 学生員 ○倉本 雅夫 京都大学工学研究科 フェロー 渡邊 英一
 京都大学工学研究科 正会員 宇都宮 智昭 京都大学工学研究科 正会員 永田 和寿
 新日本製鐵株式会社 正会員 林 伸幸 新日本製鐵株式会社 正会員 太田 英美

1. 研究目的

浮体が空港規模の大きさになると浮体の厚さに比べ水平方向の長さが極端に大きくなるために、相対的に曲げ剛性の小さな構造物となる。そのため波浪中応答は弾性変形が卓越し、特に浮体中央部よりも周縁部において大きく揺れるという傾向がわかっている。浮体構造物を実用化して行く上では、この波浪による動揺の抑制が重要となる。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のが最も効果的であるが、潮流阻害といった環境面が問題になる場合や、大水深の場合は適用困難である。

そこで、より積極的に浮体全体の動揺量を低減することを目的として、浮体周縁部に取りつける没水水平板という抑制構造が考案されている。林、太田¹⁾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と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。しかし、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は、没水水平板を付加した弾性浮体構造物の精度良い応答解析手法の開発が不可欠である。そこで本研究では、断面 2 次元モデルを対象として、没水水平板を付加した弾性浮体モデルの応答解析手法を線形ポテンシャル理論に基づき開発し、これを、林、太田¹⁾の実験結果と比較・検討することで、その妥当性を評価した。

2. 研究手法

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、大きく分けて以下の 2 つが考えられる。

- (1) 水平板の鉛直動揺に伴う流体抵抗(付加質量力、造波減衰力、造渦減衰力)の影響
- (2) 海中固定水平板による消波効果(伝達率の変化)

また、解析手法に関する観点からは、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析可能な現象と、造渦減衰力等の、線形ポテンシャル理論では解析不可能な現象に分けられる。ここでは、解析を容易にするため、没水水平板のメカニズムとして 1 の流体抵抗によるもののみを考え、2 の消波効果は除外することとした。また、没水水平板による流体抵抗としては、渦無し流れを仮定し、線形ポテンシャル理論により計算可能な付加質量力ならびに造波減衰力のみを扱うこととした。

まず、水平板のみを上下に単位振幅で動かしたときに得られる速度ポテンシャルを求め、さらにそこから付加質量力、造波減衰力を求めた。問題の対称性から Fig.1 に示すように水平板中心から正の領域のみを考え、これを 3 つの領域に分け、それぞれの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いた。次に得られた付加質量力と造波減衰力を考慮した上で、浮体の断面 2 次元モデルに組み込んで(Fig.2 参照)、没水水平板を付加した浮体の波浪応答解析を行った。

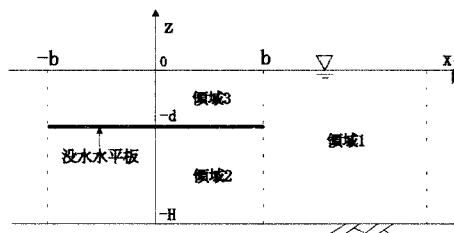


Fig.1 領域図

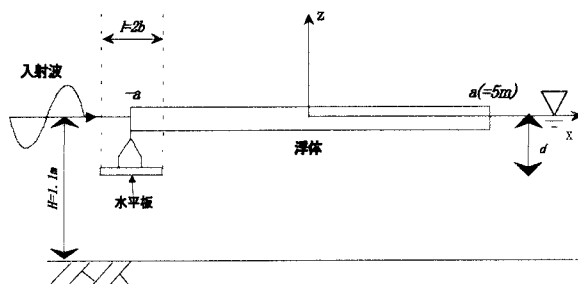


Fig. 2 解析モデル(実機の1/100モデル)

3.解析結果(実機の 1/100 のモデル)

浮体の波上側($x=-a$)だけに没水水平板を付加した場合のプログラムにより得られた解析結果を Fig.3.1-3.2 に示す。縦軸は鉛直応答振幅 $w(x)$ を入射波高 a で除した無次元量、横軸は Fig.2 における変位 x を浮体半分長さ a で除した無次元量である。また、入射波は x 軸の負の方向から入射するが、Fig 4 は、そのときの浮体の波上側 $x=-a$ における鉛直応答変位を波数に関してプロットしたものである。また、O-Type は没水水平板なしの浮体、B、E-Type はそれぞれ没水水平板の設置水深(d)が 0.15(m)と 0.30(m)であり、水平板長はともに 0.38(m)である。浮体の曲げ剛性は幅 1cm あたり $3.66 \times 10^3(\text{kgf/cm}^2)$ 、比重は 0.7 にとっている。B、E-Type と O-Type とを比較すると没水水平板の抑制効果が顕著に現れているのが分かる。次に Fig.4 で、実験値と解析結果の比較を行った。没水水平板の種類による比較では、E-Type、B-Type、O-Type の順に鉛直応答量が増加していく傾向にある。この事は実験と同じである。今回の解析で定性的な傾向はほぼとられているものの、定量的に今回の解析の誤差を論じることができるまでの結果は得られていない。これは、没水水平板のない O-Type 同士の比較からも明らかな通りである。

今後は、まず没水水平板のない状態において解析と実験が十分な精度で合致するようにすること、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.
- 2) Wu, C., Watanabe, E. and Utunomiya, T.: An eigenfunction expansion-matching method for analyzing the wave-induced responses of an elastic floating plate, Applied Ocean Research, vol. 17, pp. 301-310, 1995

さらに実現象としての造渦減衰の影響を組み込むことが必要である。

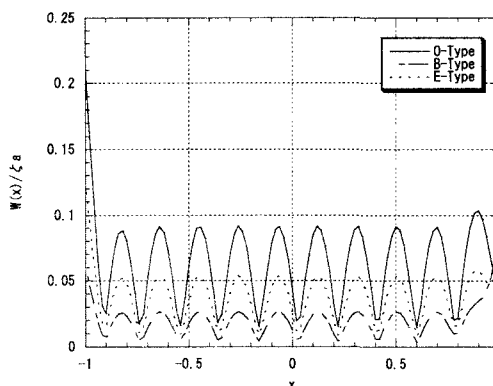


Fig. 3.1 鉛直応答変位 ($kh=17.71$)

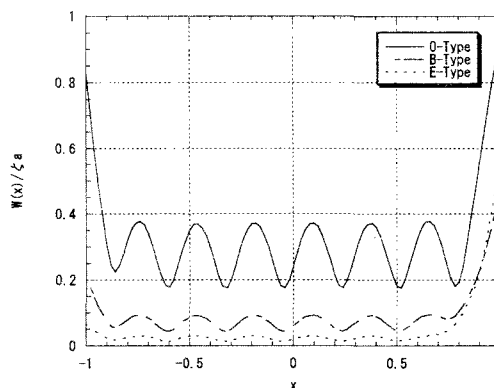


Fig. 3.2 鉛直応答変位 ($kh=4.4297$)

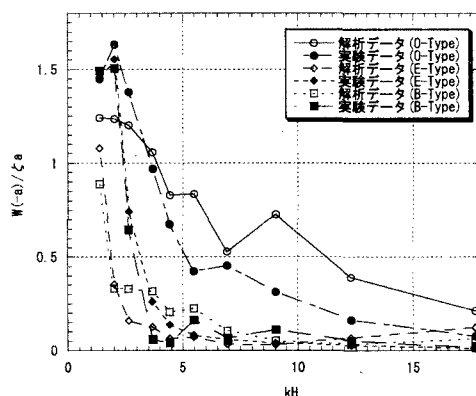


Fig. 4 実験値との比較 (波上側の鉛直応答変位)