

II-39

有限要素法による三次元大型弾性浮体の波浪応答解析

京都大学大学院 学生員 梶田 幸秀 京都大学工学部 フェロー 渡邊 英一
 京都大学工学部 正 員 宇都宮智昭 京都大学工学部 正 員 杉浦 邦征

1.研究目的

大型弾性浮体構造物の実現にあたり、安全性ならびに経済性の面からその適用性を評価するために、三次元での波浪応答解析を行うことは、極めて重要である。現在まで、有限要素法による大型弾性浮体の波浪応答解析は、データの煩雑さや記憶容量の面の不利のためあまり研究されなかった。しかし、現在では要素作成のためのプリプロセッサの活用、コンピューターの発達により波浪応答解析への適用は十分可能であると考えられる。そこで、大型弾性浮体に対して有限要素法による波浪応答解析を行い、解析解の収束性という観点から妥当な解析解を得るために必要な要素分割や、解析解の妥当性の検証項目などについて検討することを目的とする。

2.解析方法

本研究では、外力としては、波浪のみを考え、微小振幅波理論に基づく線形波とし、自由浮体における波浪応答解析を行う。流体部分に無限要素を組み込んだ有限要素法を用い、その後浮体部と流体部の結合を考慮した有限要素法、最後に汎用的有限要素法プログラムである NASTRAN を用いる。本手法によれば、流体部、浮体部とも一貫して有限要素法の文脈に沿って定式化できるため、流体部と浮体部の接続が容易であり、また、理論的な明快さを有する。解析理論については、文献 1), 2) を参照していただきたい。

3.解析モデル

解析モデルとして、縦 300(m)、横 60(m)、高さ 2(m)、喫水 0.5(m) の浮体を考える。これは、今後 3 年間かけて横須賀沖で行われる実証実験に用いられる浮体と同じ規模のものである。解析における水深は、横須賀沖の平均水深を基準とし、9(m) とした。Fig. 1 に解析モデルを示す。波の周期は、設計周期とされる 6 秒を基準とし、12, 18, 24 秒とした。要素分割については、要素分割の少ない順に model A, model B, model C とする。各モデルに対する節点数、要素数および波の入射方向に対する最大の要素幅を Table 1 に示す。各モデルとも深さ方向における要素分割は同じである。また波は、x 軸負の方向より入射する。周期 6 秒における底面圧力と鉛直応答変位を Fig. 2, Fig. 3 に、周期 12 秒におけるそれを Fig. 4, Fig. 5 に、周期 18 秒におけるそれを Fig. 6, Fig. 7 に示す。図は、横軸が浮体の x 方向を表し、縦軸が底面圧力、鉛直応答変位を表す。また要素分割の細かい model C との比較のため model C の解析値のみ、線で結んである。さらに、各周期でのそれぞれのモデルに対する強制波力を Fig. 8 に、また各モデルの周期における x 方向における要素幅と波長の比を Fig. 9 に示す。

4.結論

解析解の収束性という観点から得られる結論を以下に述べる。

- ① Fig.2,3 より実証実験機浮体においても、節点数 5000 程度の中規模な分割により、設計周期（6 秒）における解析解は収束される。しかし、厳密に解析解を収束させるにはもう少し細かい要素分割が必要である。
- ② Fig.2,8 より解析解の収束性を判断する基準として、強制波力の他に、底面圧力分布による検討も必要である。
- ③ Fig.9 より波の入射方向に対して、波長の 10 分の 3 以下の要素幅で分割することにより、解析解は収束する。

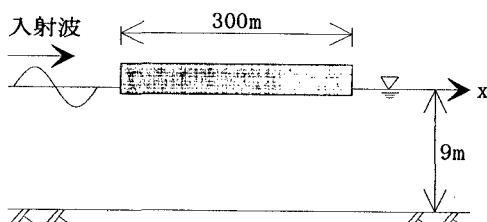


Fig. 1 解析モデルの諸元

Table 1 各モデルの要素分割

	model A	model B	model C
節点数	1385	2547	4949
要素数	372	660	1328
要素幅(m)	50	30	25

参考文献

- 1) 小寺健二郎, 渡邊英一他: 有限要素法による三次元弾性浮体の波浪応答解析, 土木学会第50回年次学術講演会論文集, 1995.9, pp.706-707.
- 2) Woo-Sun Park, Chung-Bang Yun and Chong-Kun Pyun: Infinite element for 3-dimensional wave-structure interaction problems, Eng. struct. Vol 14, No.5, 1992, pp.335-346.

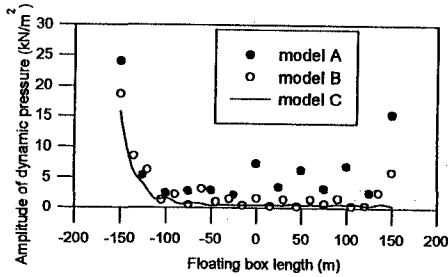


Fig. 2 浮体下部の底面圧力（周期6秒，波長比6.40）

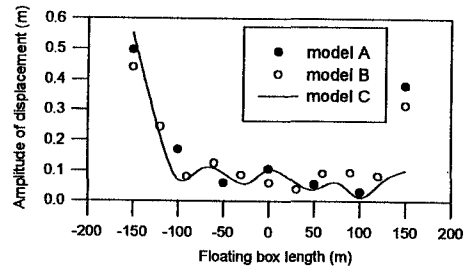


Fig. 3 浮体の鉛直変位（周期6秒，波長比6.40）

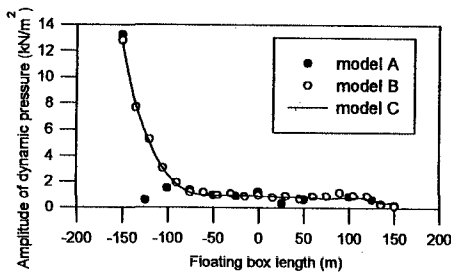


Fig. 4 浮体下部の底面圧力（周期12秒，波長比2.78）

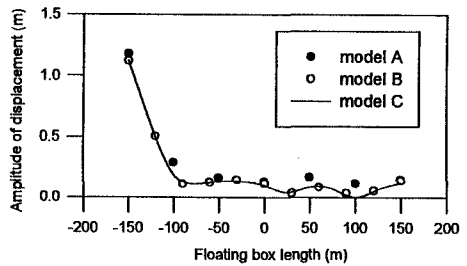


Fig. 5 浮体の鉛直変位（周期12秒，波長比2.78）

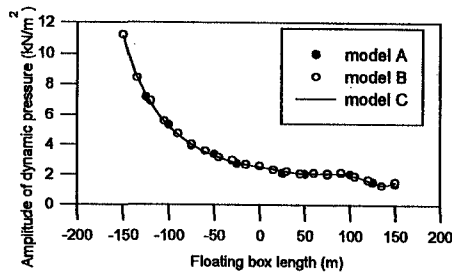


Fig. 6 浮体下部の底面圧力（周期18秒，波長比1.81）

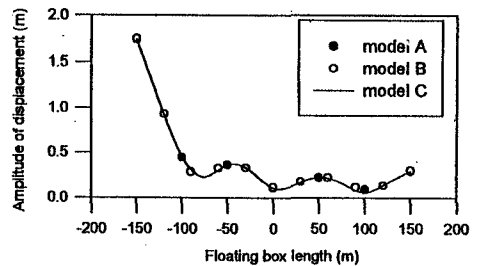


Fig. 7 浮体の鉛直変位（周期18秒，波長比1.81）

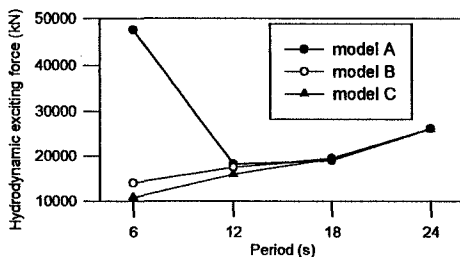


Fig. 8 各周期における浮体下部の強制波力

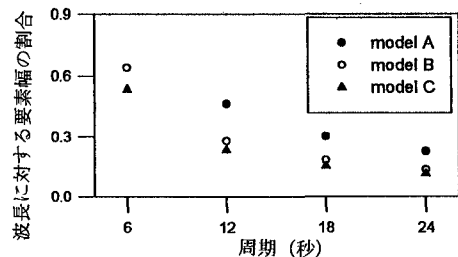


Fig. 9 各周期における波長と要素幅の比