

II - 39

有限要素法を用いた三次元超大型浮体構造物の波浪応答解析

京都大学大学院 学生員 梶田幸秀 京都大学工学研究科 フェロー 渡邊英一

京都大学工学研究科 正 員 宇都宮智昭

1.研究目的

超大型浮体構造物の実現に当たり、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、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。有限要素法による波浪応答解析は、流体部においても要素分割が必要とされるため、入力データの作成が煩雑あり、また記憶容量の面で不利とされるため、あまり研究されていない。しかし、現在では、プリプロセッサの向上やコンピューターの発達により有限要素法の波浪応答解析への適用も十分可能になったと考えられる。また、有限要素法が従来から有する適用範囲の広さと拡張性の高さを考え、有限要素法による超大型浮体構造物の波浪応答解析を行うことを目的とする。

2.解析方法

本研究では、外力として波浪のみを考え、微小振幅波理論に基づく線形波とし、喫水を考慮した自由浮体における波浪応答解析を行う。流体部分の無限境界を無限要素を用いて表し、浮体部と流体部の結合を考慮した有限要素法を用い、付加質量、造波減衰、強制波力を求める。その後、有限要素法汎用プログラムである NASTRAN を用い、波浪応答を求める。流体部における無限要素の形状関数は文献 1) を流体部と浮体部の接続に関する定式化は文献 2) を用いた。

3.要素分割

後述する 5.解析モデル(その2)での要素分割図を Fig. 1 に示す。Fig. 1 では全要素分割の4分の1のみを示している。ここで浮体の長手方向を x 軸とし、x 軸負の方向からの波を入射角 0 とする。これは、4.解析モデル(その1)でも同様とする。

4.解析モデル(その1)

はじめに本研究でのプログラムの検証を行う。ここでは、流体部を境界要素法で、浮体部はモード法により波浪応答を求めた Wu の結果³⁾と比較する。解析モデルの浮体は縦 300(m)、横 60(m)、高さ 2(m)、喫水 0.5(m)とし、水深は 9(m)とする。要素分割は、浮体部は 10(m)四方、x 軸方向の要素幅を 10(m)としたため、y 軸方向の要素幅は 34(m)となっており、節点数 8681、要素数 2340 となる。本解析で用いる入射波は、周期 12 秒(波長 108(m)、波長比 2.78)、および周期 18 秒(波長 165(m)、波長比 1.82)の2種類とし、入射角は 0 のみを行った。ここで Wu の研究では、浮体を板要素にモデル化しているが、本研究では、Solid 要素にモデル化しているため、等方性板の曲げ剛性とヤング率 E の関係式を用いて、ヤング率 $E=6.552 \times 10^8 (\text{kN/m}^2)$ としている。ここでポアソン比は鋼と同じ $\nu=0.3$ とする。周期 12 秒、18 秒の結果をそれぞれ Fig. 2、Fig. 3 に示す。両者とも入射する側と反対側で若干の誤差がみられるが、ほぼ一致している。基本的に解法が違う両者がよく一致していることより、本解析で用いたプログラムの妥当性が証明されたと考えられる。

5.解析モデル(その2)

最後に、超大型浮体構造物への適用を考える。解析モデルは縦 1000(m)、横 500(m)、高さ 16(m)、喫水 4(m)

Key Words: 有限要素法, 無限要素, 超大型浮体構造物, 波浪応答解析, 流力-弾性解析

Address: 〒606-01 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5079 FAX 075-753-5130

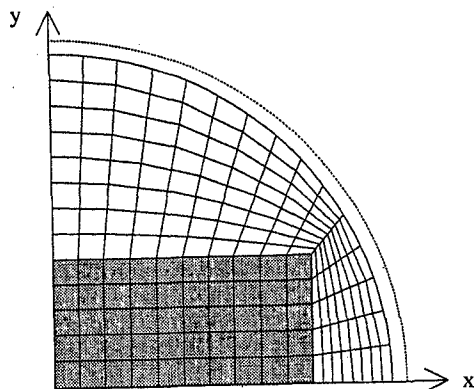


Fig. 1 要素分割図

の浮体を考える．水深は25(m)とする．本解析での入射波長は200(m)（周期14秒，波長比5.0）とし，入射方向を，x軸方向，y軸方向の2方向を設定した．要素分割は，浮体部は50(m)四方，x軸方向の要素幅は18.75(m)，y軸方向の要素幅は50(m)であり，節点数10485，要素数2820である．浮体の単位長さ当たりの曲げ剛性EIは $1.0 \times 10^8 (\text{kN} \cdot \text{m}^2/\text{m})$ とした．それぞれによる底面圧力分布および鉛直応答変位をFig.4～Fig.7に示す．

6. 結論

有限要素法による波浪応答解析は可能であり，また本方法では，固有値解析への発展や，任意形状の浮体への適用も可能である．また，有限要素法を用いることにより，さらに水底の地理的形状や係留装置の考慮などへの応用も行えると考えられる．

参考文献

- 1.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, pp.335-346, 1992.
- 2.O.C.Zienkiewicz, P.Bettess and D.W.Kelly : Fluid-Structure Dynamic Interaction and Wave Force. An Introduction to Numerical Treatment, International Journal for Numerical Methods in Engineering, Vol.13, pp1-13, 1978.
- 3.Chong Wu, Tomoaki Utsunomiya, Eiichi Watanabe : Harmonic Wave Response Analysis of Elastic Floating Plates by Modal Superposition Method, Journal of Structural Mechanics and Earthquake Engineering, JSCE, Vol.14, No.1, pp.43-52, 1997

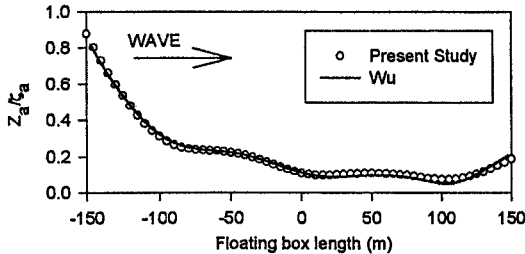


Fig. 2 Amplitude of vertical displacement (T=12(s))

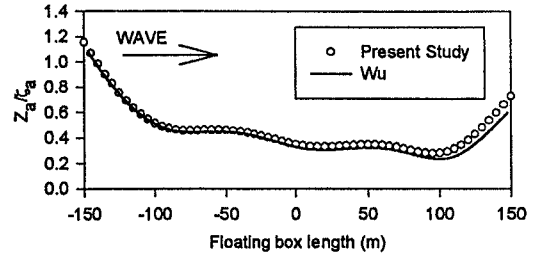


Fig. 3 Amplitude of vertical displacement (T=18(s))

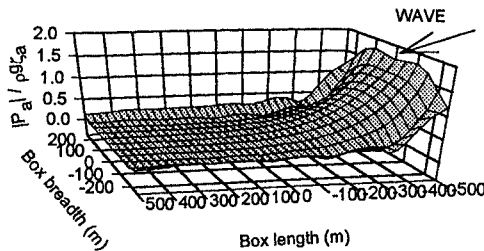


Fig. 4 Distribution of vertical pressure amplitude ($\theta=0$)

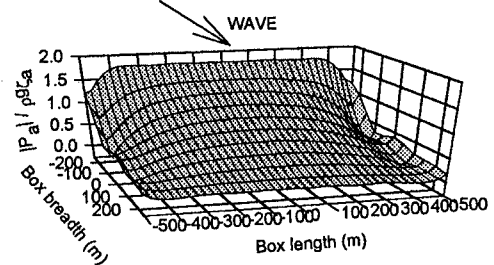


Fig. 5 Distribution of vertical pressure amplitude ($\theta=\pi/2$)

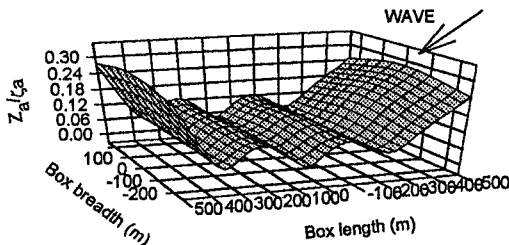


Fig.6 Distribution of vertical displacement amplitude ($\theta=0$)

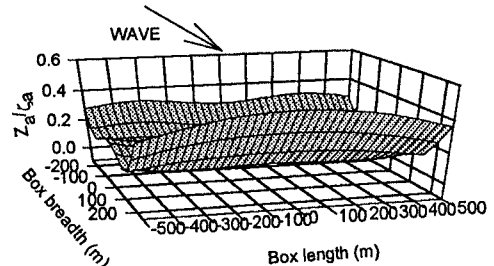


Fig. 7 Distribution of vertical displacement amplitude ($\theta=\pi/2$)