

三菱重工業	正会員	谷垣 信吉
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

1. 研究目的

過去に行われた大型浮体構造物の波浪応答解析に関する研究では、流体力マトリックスの算出と波浪応答を別々に行う周波数領域での解析は行われているが、時間領域における解析は数例しかない。航空機着陸時の時刻歴解析を行った例もあるが、解析モデルは軸対称3次元モデルで、流体部は閉鎖領域となっている。

そこで本研究では、汎用有限要素法プログラム(ABAQUS)を用いて、軸対称問題における開境界処理を施した流力-弾性連成過渡応答解析を実施する。さらに3次元モデルへの拡張を行い、航空機着陸荷重モデルによる浮体の応答性状を調査する。

2. 研究手法

これまでの開境界処理の手法として、主に用いられてきた Sommerfeld 型の吸収境界は、周波数依存性を有し、不規則波に対して適用できなかった。そこで、不規則波に対する開境界処理として、数値消波フィルターを用いる²⁾。この消波フィルターは流体運動に減衰を与えて、入射波をエネルギー的に吸収するスポンジ層と、その背後の Sommerfeld 型の境界から構成される。

3. 解析および結果

まず軸対称問題において解析を行う。モデル浮体は、半径 200m、厚さ 0.72m の円盤とする。荷重モデルを Fig.1 に³⁾、スポンジ要素を用いた解析モデルの要素分割を Fig.2 に、諸元を Table 1 に示す。このモデルと浮体端部から 200m 離れたところに剛壁を設けたモデルにおける載荷点での鉛直方向変位を Fig. 3 に示す。剛壁を設けたモデルでは 40 秒過ぎに反射波の影響があらわれているが、スポンジ要素を用いたモデルでは反射波の影響がなく、0 に収束している。つまりスポンジ層で波は吸収されていると考えられる。また同じ解析、荷重モデルを使用して、水深を 10, 20, 40, 80, 160m としたときの載荷点での鉛直応答変位を Fig.4 に示す。グラフは全く一致しておらず、喫水一定では水深に大きく影響されると考えられる。

次に、軸対称問題を3次元問題に拡張する。解析モデルとして、Fig.5 のような 500m×160m(x 軸対称)、厚さ 0.72m の浮体(model1)を考える。Fig.1 の荷重をこの原点に載荷する。この場合 y 軸対称ともなるため、x,y 二軸対称モデル(model2)についても解析を行う。軸対称モデルと model1, model2 における載荷点での鉛直応答変位を Fig.6 に示す。model1, model2 は同じモデルであるため一致している。また 2 秒あたりまでは軸対称モデルと一致しているが、その後は応答が大きく異なる。そこで model2 において、1 秒間隔の変形形状を Fig.7 に示す。2 秒あたりまではほぼ軸対称に変形しているが、3 秒時には軸対称ではない変形形状を示している。更に荷重を移動荷重として解析を行った。ここで荷重は一定速度 50m/sec と仮定する。まず進入各指示灯(PAPI)に対する検討を行った。PAPI は着陸点から約 50m 離れた点に設置されているため、その点における回転角を Fig.8 に示す。問題となる y 軸周りの回転角は、PAPI の許容値 0.017° を下回っている。また浮体の 1 秒おきの応答形状を Fig.9 に示す。

4. 結論

1. 不規則波に対する開境界処理として、有限要素法においてもスポンジ要素の適用は有効である。
2. 航空機着陸荷重を載荷した場合、浮体の応答は浮体底面と海底面の距離(水深-喫水)の影響を強く受ける。
3. 航空機着陸荷重を載荷した場合、最初の数秒は同心円上にその影響が広がるが、その後は浮体の固有モードに大きく依存する。

参考文献

- 1) 渡邊英一他: 有限要素法による大型浮体の流力-弾性過渡応答解析, 構造工学論文集, Vol.43A, 1997.
- 2) 大山巧: 非線形不規則波動場を対象とした数値波動水槽の開発, 土木学会論文集, No.249/II-15, 1991.5.
- 3) 宝田直之助:「超大型海洋構造物のテクノロジー・アセスメント」の1例, 日本造船学会誌, 1982.2.-1983.10.

Key Word 有限要素法, 大型浮体, 過渡応答解析, 開境界処理

〒606-01 京都市左京区吉田本町 Tel 075-753-5079 Fax 075-753-5130

Table 1 解析モデル諸元	
EI (単位幅)	$2.058 \times 10^7 \text{ kNm}^2$
喫水	0.72 m
水深	20 m

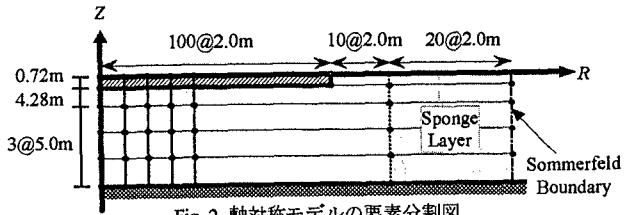


Fig. 2 軸対称モデルの要素分割図

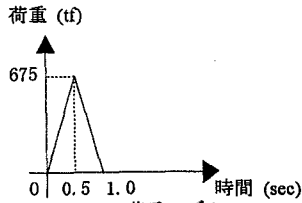


Fig. 1 荷重モデル

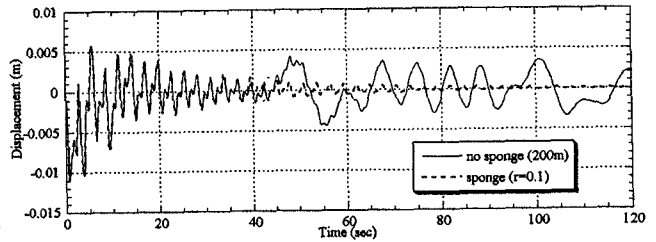


Fig. 3 載荷点での鉛直応答変位

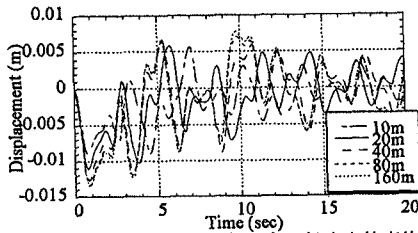


Fig. 4 各水深における載荷点の鉛直応答変位

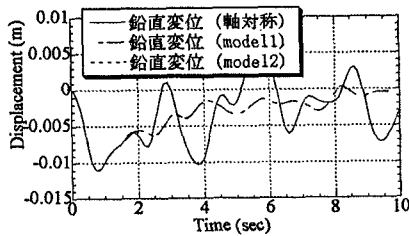


Fig. 6 3次元モデルの検証

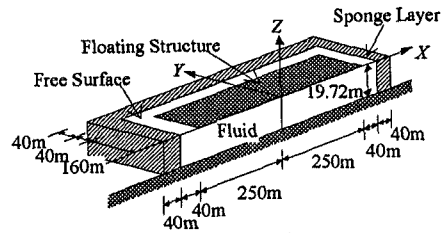


Fig. 5 3次元モデル(model1)

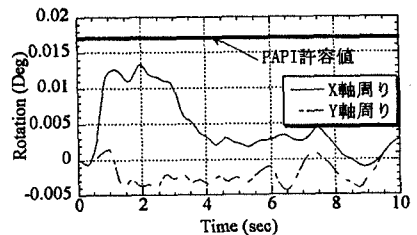


Fig. 8 PAPI誤差角

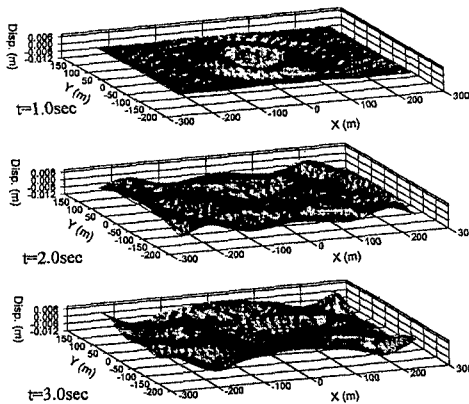


Fig. 7 Amplitude of deformation (model2)

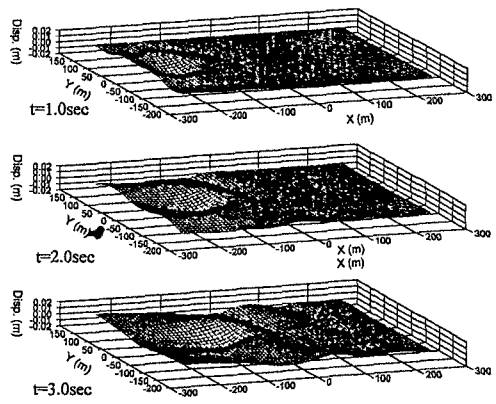


Fig. 9 Amplitude of deformation (Moving Load)