

京都大学大学院 学生員 ○妙中 真治

京都大学工学部 フェロー 渡邊 英一

京都大学工学部 正会員 杉浦 邦征

京都大学工学部 正会員 宇都宮智昭

1. 研究の目的

浮体式海上空港の実現に向けて研究が進められているが航空安全設備の機能を保証するための各種の検討が必要となってくる。これらの検討項目のうちFig.1に示す進入角指示灯(PAPI)は航空機の着陸時における最適進入角をパイロットに伝えるためのもので、浮体空港ではこの指示角度が先行機の着陸の衝撃による撓み及び振動で誤差が生じることが問題となっている。ここでPAPIにおいては「設定角に1分($=0.017^\circ$)以上の誤差が発生したとき、適正な角度に修正する必要がある。」¹⁾のでPAPIユニットのY軸回りの傾斜角を調べて適正な角度であるかどうかの評価が必要となる。そこで本研究では航空機着陸時荷重を想定した荷重モデルに対する弾性浮体構造物モデルの撓み及び振動の応答性状を時間領域で検討することを目的とする。

2. 解析方法

本研究では三次元静的解析の結果よりその応答性状がほぼ同心円状に得られることから浮体空港を軸対称円板でモデル化し、有限要素法による解析を行うこととする。解析モデルはFig.2に示すとおりであり諸元はTable1に示すものを用いる。解析には汎用有限要素法プログラムであるNASTRANを用いることとし、モデルを浮体部・流体部・自由表面・浮体部と流体部の結合面に分けて考えた。ここで浮体部はNASTRANに用意されている軸対称膜要素を用いたが、他の要素(流体部・自由表面・結合面)はそれぞれ本研究で作成したプログラムにより要素マトリクスを生成しDMIG命令(Direct Matrix Input at Gridpoint)により全体マトリクスに重ね合わせた。ここで、新たに流体の圧力の自由度が必要となるが、ここではNASTRANで標準に用意されている変位の6自由度/節点の内、使用していない変位自由度を圧力の自由度として利用した。このような工夫により新たにプログラムを作成することなく、汎用の構造解析プログラムにより流力-弾性解析が可能となる。

3. 荷重モデルについて

本研究では航空機着陸時の動的応答についての検討を目的としているが、実機浮体空港に作用する荷重の特性については、現在のところ明らかにされておらず、これをモデル化すること

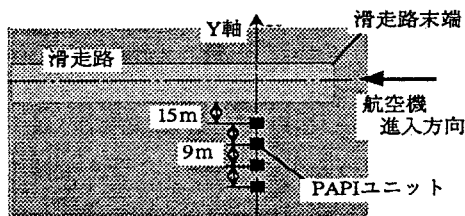


Fig. 1 PAPIユニット

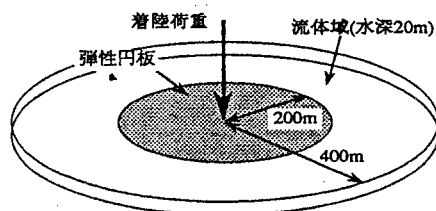


Fig. 2 解析モデル

Table 1 解析モデルの諸元

断面2次モーメント	$I=0.1\text{m}^4$
ヤング率	$E=2.058 \times 10^{11}\text{N/m}^2$
ポアソン比	$\nu=0.3$
流体密度	$\rho=1025\text{kg/m}^3$
重力加速度	$g=9.8\text{m/sec}^2$
喫水	$d=0.72\text{m}$
浮体質量	$m=738\text{kg/m}^2$
水深	$h=20\text{m}$

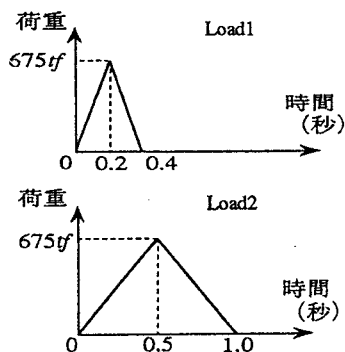


Fig. 3 荷重モデル

は困難である。そこで本研究ではFig.3に示す「超大型海洋構造物のテクノロジー・アセスメント」の1例²⁾に示される荷重モデルを採用した。

4.時刻歴過渡応答解析及びその結果

(a)本研究の検証について

汎用有限要素法プログラムNASTRANには軸対称問題のみに適用可能な流体力学解析機能が用意されており、これと比較検証した。その結果Fig.4に示す通りほぼ一致し、本解析法の妥当性が保証された。尚、本解析は3次元モデルにもすぐに拡張可能であるが、ここでは検証できること及び計算量の観点から、軸対称モデルによる解析を行った。

(b)浮体の変形について

まずLoad2の荷重パターンを採用したときの載荷点における変位の時刻歴応答をFig.5に示し、加えて最大変位時の浮体形状をFig.6に示す。ここでは付加質量を考慮した場合としない場合との比較をしているが、これから付加質量の影響の大きさが認められる。Load1についても同様の結果が得られている。

(c)PAPIについて

PAPIについては載荷点と載荷点より半径方向に50mの点の変位差より進入角の誤差を算出する。Load1、2の荷重パターンを採用したときにはFig.7で示す様に進入角に生じる誤差は許容値内に収まっていると判断できる。しかし、荷重パターンによりPAPIにかなり異なる応答が生じているので、より現実に近い航空機着陸荷重のモデル化が重要である。

参考文献

- 1) マリンフロート推進機構: 浮体式海上空港の提案, 1994
- 2) 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 (その1~10), 日本造船学会誌, 第638~652号, pp.55-65, 1982.8.~1983.10.

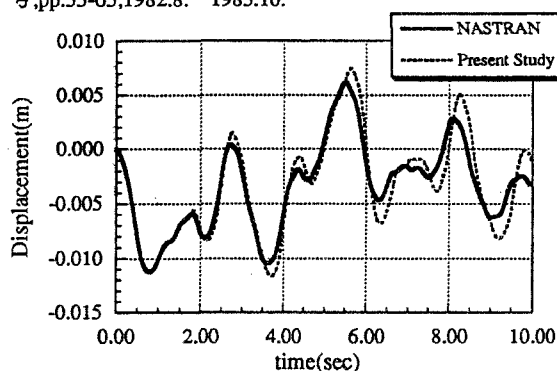


Fig. 4 解析モデルの検証

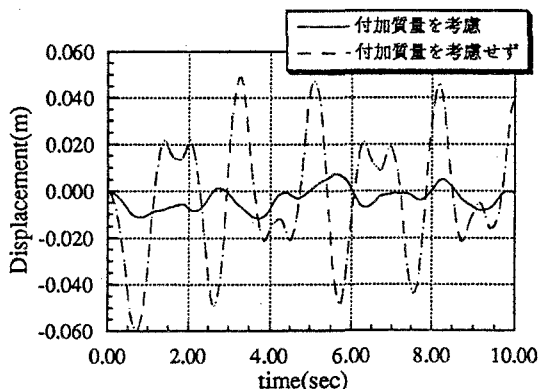


Fig. 5 Load2による荷重載荷点の応答変位

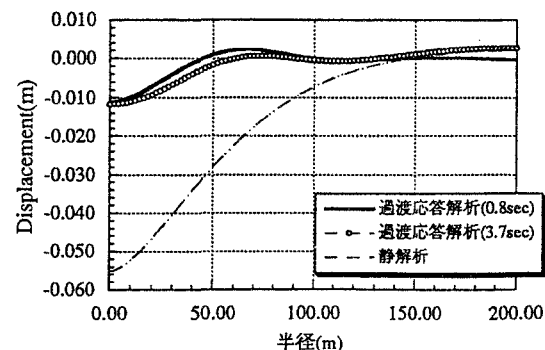


Fig. 6 荷重載荷点における最大変位時の浮体形状

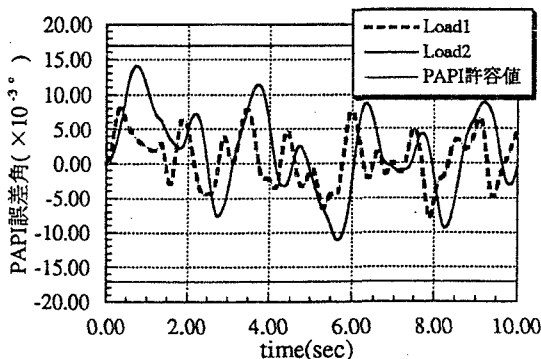


Fig. 7 PAPI誤差角と許容値