

プラットフォーム型海洋構造物のねじり振動について

大阪大学工学部 正員 榎本 亨
大阪大学工学部 正員 小後野 正雄
大阪大学大学院 学生員 柴原 信之

1. まえがき：プラットフォーム型海洋構造物の波による振動応答を考える場合、揚力による振動応答が問題点としてあげられることは着者の1人が先に指摘している。すなわち、揚力は波の基本周期波長の整数倍の周期波成分を含んでいるため、構造物がこの成分によって共振する可能性があり、また揚力の作用方向が不確定であることから合成波力を考える場合には揚力方向を変化させて種々の組合わせを考慮しなければならない。着者らはすでにこの組合わせを考慮しプラットフォーム中央部の並進運動による振動変位について研究を行ない計算値と実験値との照合において良好な結果を得ている¹⁾。しかしプラットフォーム型の場合沖側の脚柱に作用する揚力と岸側の脚柱に作用する揚力の方向が逆になった場合、プラットフォームに回転モーメントを与えるような波力の作用方向が存在し上端にねじり振動の生じる可能性があらわれる。本研究はこの波力によるプラットフォームのねじり振動を取り扱い、並進運動による振動変位との比較を行なう、両者の関連性について調べるものである。なお実験装置はすでに発表したものと同じである¹⁾。

2. 解析方法：4本の脚柱はプラットフォーム中央部に対して対称に配置されており、この場合直方向力はプラットフォーム中心まわりのモーメントには寄与しない。従ってねじり振動の外力は揚力のみとなる。プラットフォームのねじり振動は1質点、1自由度振動モデルを用いると剛体の回転運動に帰着することができる。したが、(1)式で示す振動方程式が成立する。

$$I_z \ddot{\theta} + (C_x + C_y) l^2 \ddot{\theta} + (K_x + K_y + K_{AN}) l^2 \theta = 2(F_{Y1} + F_{Y2}) l^* \quad (1)$$

ここに I_z ：慣性モーメント(正方形プラットフォームでは $2/3 l^2 M$ 、 M は等価質量) C_x, C_y, K_x, K_y はそれぞれ並進運動の X, Y 方向の減衰係数及びバネ定数である。また K_{AN} は脚柱とプラットフォーム接合部におけるねじりによる反力をバネ定数として表わしたものである。実験的にこの係数を定めることは困難であるため実験したねじりの固有振動数より換算して求めた。また(1)式中の F_{Y1}, F_{Y2} はそれぞれ沖側、岸側の脚柱に作用する揚力を等価外力に変換したものである。この揚力の算定には榎本・中村ら²⁾が提案した4成分揚力式を用いることにした。なお(1)式中の l^* は重心から脚柱部までの距離である。(図-1 参照)

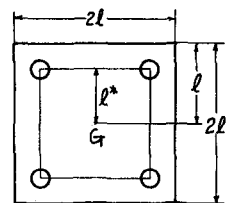
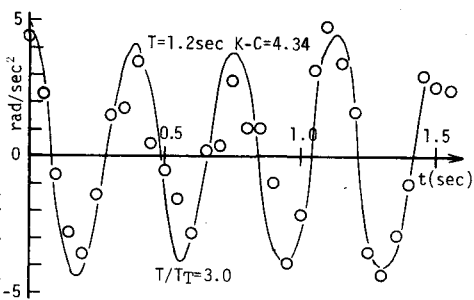


図-1
プラットフォームの模式図

3. 計算結果とその考察：図-2はプラットフォームの角加速度について計算値(実線)と実験値(白丸)の比較を行なったものである。実験値はプラットフォーム中央部と端部でそれぞれ測定された加速度の差を端部までの腕の長さで除してプラットフォームの角加速度としたものである。この図より(1)式によるねじり振動の算定はほぼ妥当な結果を与えるものと判断できる。次にこのねじり振動による1/10最大動的ねじり角についてねじりの固有振動数 f_n と入射波の周

Toru Sawaragi, Masao Nochino and Nobuyuki Shibahara

期の比 T/T_T の関係を調べた。その結果が図-3であって、縦軸の θ_d は動的ねじり角、 θ_s は静的ねじり角をあらわす。この図から並進運動による結果と同じく揚力の2倍、3倍周波数成分との共振が見られる。このねじり振動によってプラットフォーム端部の変位が最も大きくなり、並進による変位が加わった場合プラットフォーム、特に脚柱の接合部にとって最も危険な状態が生じるものと思われる。図-4に並進による



揚力方向の動的変位が示してあるが図中、黒で示してあるものがねじりにおいても大きな変位角を生じる場合である。しかし前述したように揚力の作用方向が不確定であり、ねじりが共振を起す場合と並進運動が共振する場合とは作用方向の組合わせが必要なる場合がほとんどである。図-5に $T=1.2\text{sec}$, $K-C=4.34$ の条件においての揚力の作用方

図-2 ねじりによる角加速度

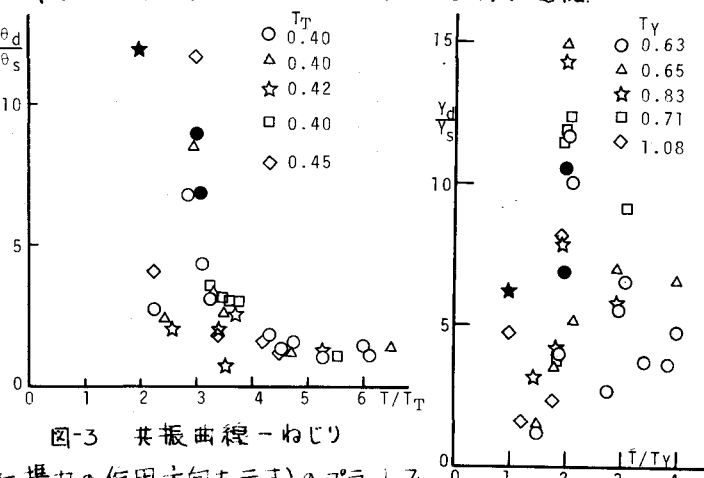


図-3 共振曲線-ねじり

向の異なる場合(それぞれの図面に揚力の作用方向を示す)のプラットフォーム端部の変位の時間的変化を示す。図中破線は並進のみの変位を示し実線がねじりによる影響を加えた変位である。この場合は揚力による変位が卓越しておりここは揚力方向の変位のみを用いた。揚力による変位は2倍周波数成分と共振し、作用方向の組合わせによる変位量の差違が明確に表われている。これよりねじりによる変位を加えても端部の変位は並進運動による影響が大きいことがわかる。また、この結果は揚力による変位だけを取り扱ったものであり直方向力による変位を考慮した合成変位量と考えると場合、ねじりのみによる変位は並進による合成変位量の15%程度となる。

図-4 共振曲線-並進

参考文献: 1) 樫本・中村; プラットフォーム型海洋構造物の振動応答 第34回年講 1979
2) 樫本・中村・三木; 単円柱構造物のねじりによる振動応答 第24回海講 1977

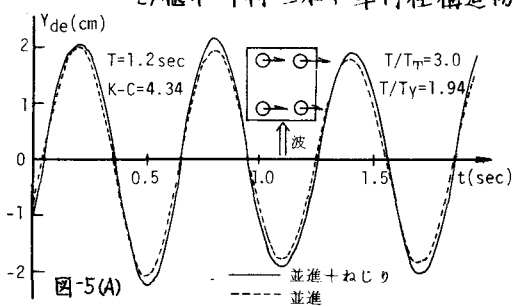


図-5(A)

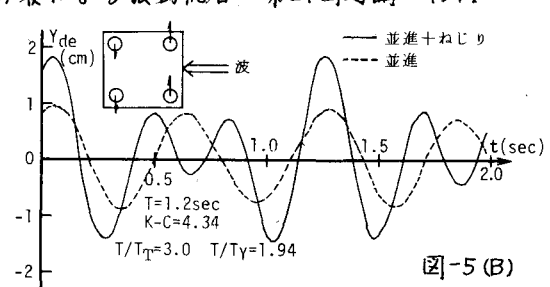


図-5(B)

図-5 プラットフォーム端部の変位量