

I - 668

大型海洋構造物の動的応答解析

宮崎県庁 正員 ○宮崎義昭
鹿児島大学工学部 正員 河野健二

1. まえがき 海洋構造物が受ける動的外力としては波力が主要なものとなるが、波力は一般にモリソン式に見られるようにいくつかのパラメータを含んでいる。これらのパラメータには変動性があり、それらの決定が動的応答の評価に及ぼす影響を把握することが必要になる。本研究ではセルによる浮力を利用した海洋構造物をモデル化し、その動的解析を行い応答に及ぼすセルの影響について考察した。また、波力のパラメータに含まれる変動性や基礎地盤の変動性が応答に及ぼす影響を振動法を用いて求め、検討を加えた。

2. 解析方法 図-1に解析モデルを示す。構造物の高さは6.0m、幅は12.0mであり、上部構造物は杭基礎により支持されている。主要部材は直径2.5mの鋼管であるが一部に径の大きなセルを設け、浮力により基礎の支持力の軽減を図っている。波力は修正モリソン式を用いて表され、動的サブストラクチャー法を用いて地盤-基礎-構造物系の動的相互作用を考慮した全体系での運動方程式により応答解析を行う。

3. 解析結果と考察 図-2、図-3は図-1に示す解析モデルに対してセルによる浮力の影響を考慮して静的解析を行った結果である。図はセル径が3.0mから6.0mまで変化する場合の節点1から節点5の静的応力の変化を示しており、図-2が垂直応力、図-3が曲げ応力に対するものである。径が大きくなるとセルの部分は他の部分よりも応力が大きく減少しているが、これは断面積の増加によるものであると考えられる。

図-3を見ると、セル径の増加に伴って節点5の垂直応力が大きく減少しており、セルが基礎の支持力の軽減に有効であるということがいえる。セルの大きさや形状、設置位置については動的解析と合わせて、さらに検討することが必要であると思う。図-4は平均周期9秒、平均波高7mでセル径が3.0mから6.0mまで変化する場合の節点1から5の自乗平均応答を示したものである。本解析においては、セルを比較的水深の深い位置に設置したため波力の影響をあまり受けず、逆に剛性の増加によって応答が減少していることが分かる。

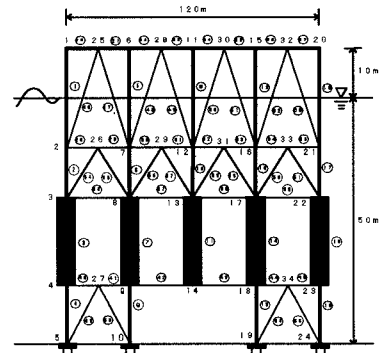


図-1 解析モデル

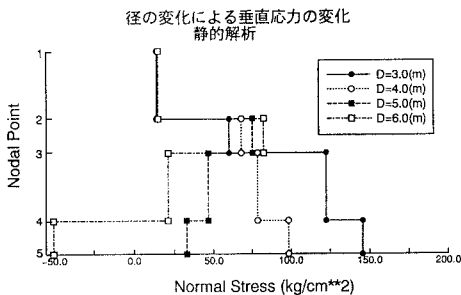


図-2 静的垂直応力

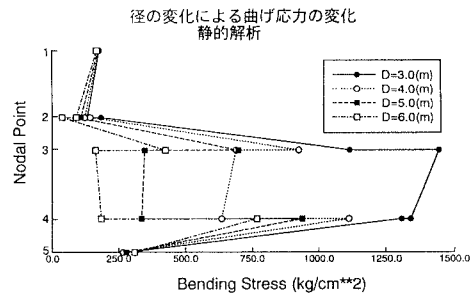


図-3 静的曲げ応力

図-5は平均周期9秒、平均波高5mの入力波に対して各パラメータの変動が節点1の水平方向の変位応答に及ぼす影響を示したものである。横軸は質量係数、抗力係数、平均波高、地盤のせん断波速度の変動を表しており、縦軸は各パラメータの変動に対する応答比を示している。各パラメータの変動が増加するに従ってその影響に及ぼす影響は直線的に増加し、特に平均波高の影響が大きいことが分かる。また、本解析モデルでは地盤のせん断波速度の変動が応答に及ぼす影響は小さいことが分かる。図-6は平均周期9秒、平均波高5mの場合の節点1の水平変位応答に関して各パラメータの変動を考慮しない場合の自乗平均応答の3.5倍を応答値の限界値として、パラメータの変動がある場合の応答超過に対する信頼性を示したものである。横軸は波力の作用する時間であり、その増加に伴って限界値を超過する確率が増大しており、変動係数の増加に伴って応答超過に及ぼす影響が大きくなっていることが分かる。図-7、図-8は平均波高が5mで平均周期が6秒から1.2秒まで変化する場合の節点1の変位応答に対するピーク係数とその標準偏差を示したものである。波力の作用する時間が増加するに従ってピーク係数は漸増し、約3.0程度となる。またその分布の変動は継続時間に対して少しずつ減少しており、約0.1以下

の値を示している。これは波力による海洋構造物の応答が狭帯域的な性質を有しており、構造物系固有周期と入力波の卓越周期に応答が支配されることによるものと思われる。図-9は応答が正規分布に従うと仮定した場合の応答超過に対する信頼性指標を示したものである。波力の作用する継続時間が増加するに従って信頼性指標が減少し、破損の可能性が高まるということを示している。 $\beta = 3.0$ の場合の破損確率は0.14%であり、 β が3.0以上であればかなり信頼性が高いといえる。しかし、応答の分布や波力の継続時間、周期や波高の影響などについてさらに検討することが必要である。

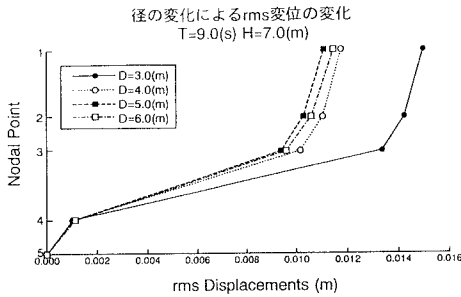


図-4 rms変位

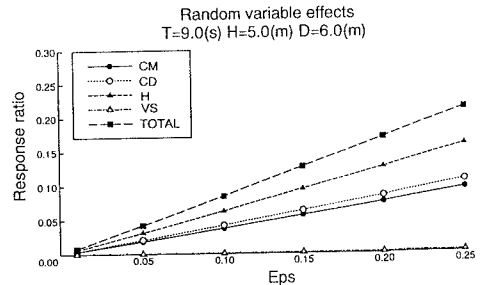


図-5 応答比

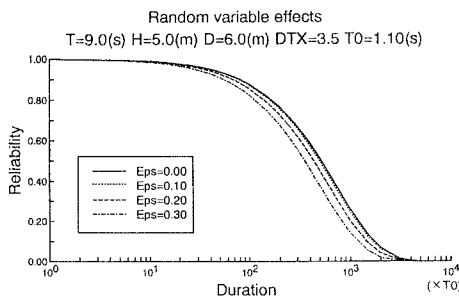


図-6 信頼性

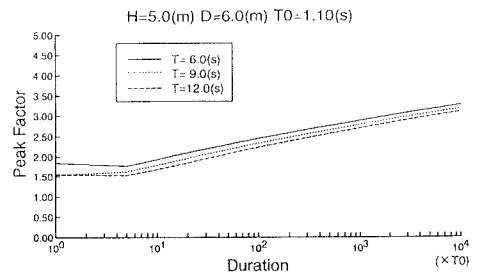


図-7 ピーク係数

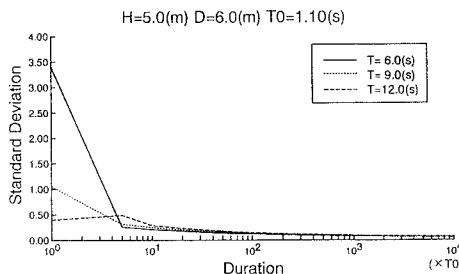


図-8 標準偏差

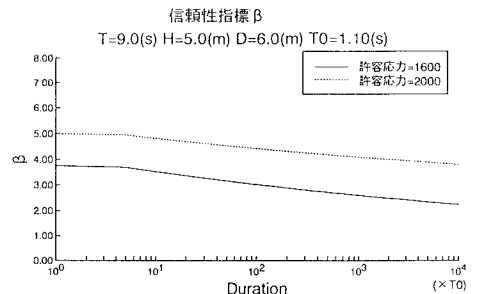


図-9 信頼性指標

4. あとがき 海洋構造物の動的応答に関して、変動性を有する各パラメータが応答評価に及ぼす影響について検討を加えた。質量係数、抗力係数、平均波高、地盤のせん断波速度の変動性が構造物の応答に及ぼす影響の中で、平均波高と抗力係数、質量係数の影響が大きいたことが分かった。これらのパラメータの変動が動的応答や信頼性評価に及ぼす影響は構造物系の卓越周期と入力波の平均周期とに密接な関係があり、その影響をさらによく把握することが必要であると思われる。また、セルによる浮力を利用した海洋構造物は基礎の支持力の軽減に有効である。セルを海底付近に設置した場合には波力の影響は小さかった。しかし、セルの大きさや形状、設置位置などにより波力の影響を大きく受けることも考えられる。今後は、潮流などの流れの影響についても検討することが必要であると思う。

（参考文献）河野、山田、家村：海洋構造物の動的応答評価に及ぼす不確定量の影響 JCOSSAR 91論文集 P153-159