

大型海洋構造物の動的応答解析

鹿児島大学工学部 学生員 ○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体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摂動法を用いて求め、検討を加えた。

2. 解析法とその結果 図-1に解析モデルを示す。構造物の高さは60m、幅は120m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2.5mの鋼管であるが一部に径の大きなセルを設け、浮体力により基礎の支持力を軽減を図っている。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。図-2は平均波高が5mで平均周期が6秒から12秒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。入力波の平均周期が増加するに従ってそのピークが構造物の固有周期から離れるため応答が減少することが分かる。このため構造物の動的

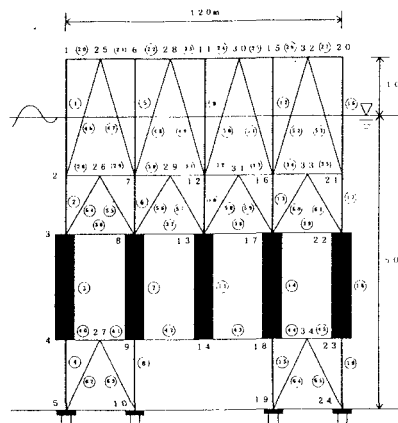


図-1 解析モデル

応答の評価においては、構造物の応答を支配する卓越周期と入力波のパワースペクトルの平均周期との把握が重要であることが分かる。図-3は平均周期が9秒、平均波高が5m、部材径が3mから6mまで変化する場合の節点4のrms応力の変化を示したものである。この場合にはセルの径の変化による動的応答への影響は小さいということが分かる。これは、径の大きなセルを波力の影響の少ない海底付近に設置したことによるものであると考えられる。図-4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-5は平均周期9秒、平均波高5mの場合の接点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增大しており、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-6は平均周期9秒、平均波高5mの場合に質量係数、抗力係数、平均波高、地盤のせん断波速度のそれぞれ一つのみが変動係数0.30で変動する場合の応答超過に対する信頼性を示したものである。図-4に対応した形で平均波高の影響が最も大きくなっており、せん断波速度の影響は小さく変動を考慮しない場合にはほぼ一致している。図-7、図-8は平均波高が5mで平均周期が6秒から12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。

3. 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。

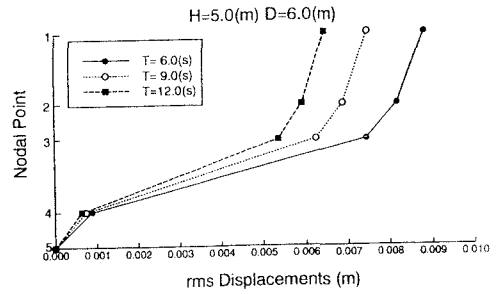


図-2 rms変位

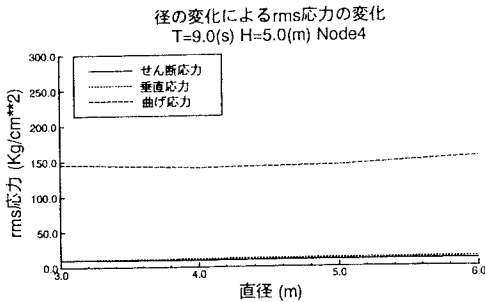


図-3 rms応力

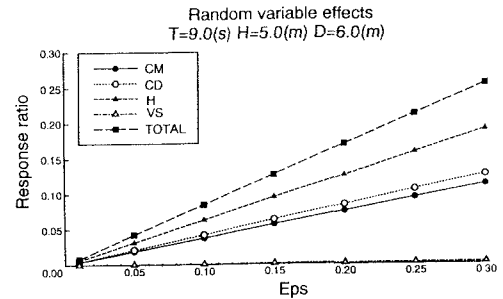


図-4 応答比

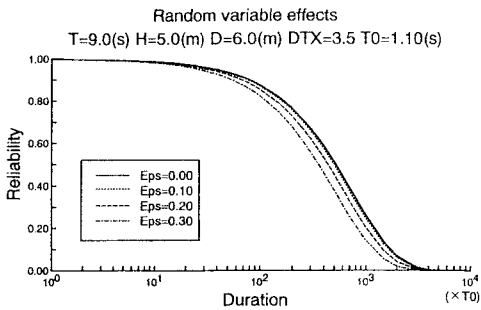


図-5 信頼性

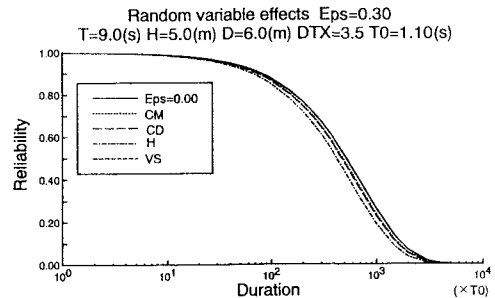


図-6 信頼性

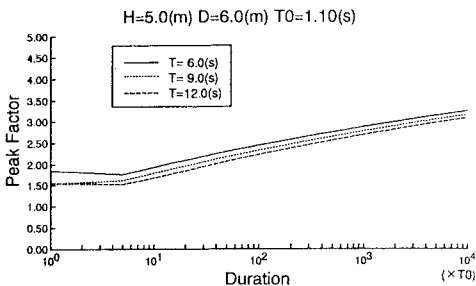


図-7 ピーク係数

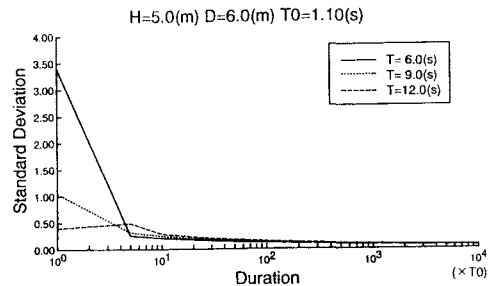


図-8 標準偏差