

海洋構造物の動的解析に関する基礎的研究

鹿児島大学工学部	正員	河野 健二
日本工営(株)		柳田 和男
鹿児島大学工学部		松尾 陽一郎

1. まえがき

海洋構造物の設計をより信頼性のあるものにするためには、その動的応答特性を明確にしておくことが重要になる。海洋構造物の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。本研究はジャケット型構造物をモデル化し、波力を受ける場合の動的応答解析を行い、波力に含まれるパラメータの変動が応答評価に及ぼす影響について検討を加えた。さらに構造物基礎の動的特性が構造物の応答に及ぼす影響についても解析をおこなった。

2. 動的応答解析とその結果

解析モデルは図-1に示すようなジャケット型の構造物であり、水深は110mである。構造物の下部は杭基礎で支持されており、その動的特性はインピーダンス関数を用いて表される。全体系の運動方程式は動的サブストラクチャを用いて求められる。すなわち基礎を固定した時の上部構造物の運動方程式を求め、これに固有値解析を適用して、その応答を支配する振動モードを求める。この振動モードと基礎に関する運動方程式を用いて全体系の運動方程式が得られる。一方、波力は修正モリソン式を用いて表される。ここでは抗力係数を1.0、質量係数として2.0を用いる。波力の変動を考慮する場合はこれらの値は確立変数として扱っている。海面の上昇のパワースペクトル密度関数は平均波高 $\bar{H}$ と平均周期 $\bar{T}$ の関数として表されるプレットシュナイダー型を用いている。波力のパワースペクトル密度関数が与えられると、スペクトル解析を利用して応答解析を行う事ができる。

図-2は入力波の平均周期が9秒のとき、平均波高が5mから9mに対する節点1、4、6の自乗平均応答を示したものである。平均波高の増加とともに応答が増加することが分かる。特に海面に近い節点1での増加が大きくなっている。図-3は平均波高は7m、平均周期9秒の波力を受ける場合の節点1の自乗平均応答に対して、その3倍から4.5倍の応答に対する応答超過の信頼性を示している。横軸は波力の継続時間であり構造物系の固有周期(本解析モデルの場合、地盤のせん断波速度100m/sのとき6.9秒である)の倍数として表されている。波力の作用する継続時間が比較的長い事を考えると、応答超過に対する信頼性は自乗平均応答の3.5倍から4倍程度の応答を考慮しておくことが必要であると思われる。

ところで波力は前述したように平均波高、平均周期、抗力係数、質量係数などの関数として表される。これらの値や基礎地盤のせん断波速度の変動が構造物の応答に及ぼす影響について検討を加える。このような確率量を含む場合の運動方程式は摂動法を用いて表すことができる。図-4は各パラメータの変動係数が変化する場合の節点1における自乗平均応答に及ぼす影響を示したものである。平均波高の変動が応答に対して最も大きな影響を及ぼすことが分かる。次に抗力係数の変動が応答に及ぼす影響が大きい。本解析では地盤のせん断波速度の変動が応答に及ぼす影響は最も小さくなっているが、これは上部構造物と基礎構造物の動的相互作用の影響が小さいためと思われる。

図-5は波力の平均周期が9秒で平均波高、抗力係数、質量係数及び地盤のせん断波速度の変動係数が0.1のとき、平均波高が5mから9mと変化する場合の節点1の自乗平均応答に及ぼす影響を示したものである。平均波高の増大にともなって各パラメータの変動が応答に及ぼす影響は少し変化することが分かる。また図-6は波力の平均波高が5mで、各パラメータの変動係数が0.1のとき、平均周期が9秒から13秒に変化する場合の節点4の自乗平均応答に及ぼす影響を示したものである。平均周期が長くなると、各パラメータの変動が応答に及ぼす影響は増大することが分かる。いずれの場合も平均波高の変動が自乗平均応答に最も大きな影響を及ぼしている。

3. あとがき

海洋構造物の動的応答解析を行う場合、波力や地盤のせん断波速度の変動がその応答評価に及ぼす影響について検討を加えた。これらの値の変動が応答評価に及ぼす影響は複雑であり、信頼性のある動的応答を得るためには、十分な検討が必要なるものと思われる。最後に原稿作成にご協力いただいた鹿児島大学工学部 愛甲頼和技官に感謝します。

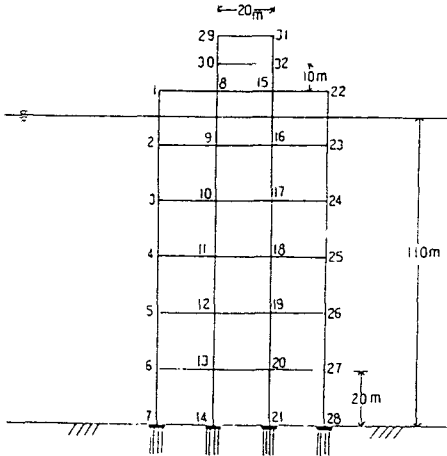


図-1 解析モデル

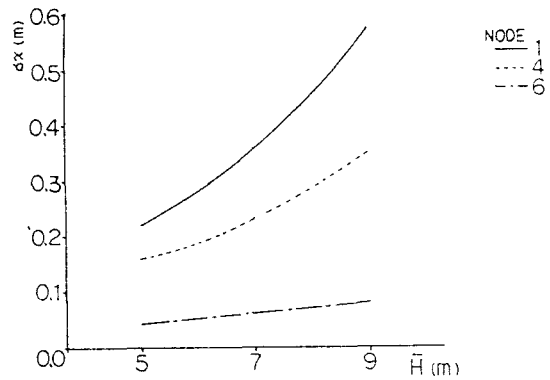


図-2 rms 変位応答

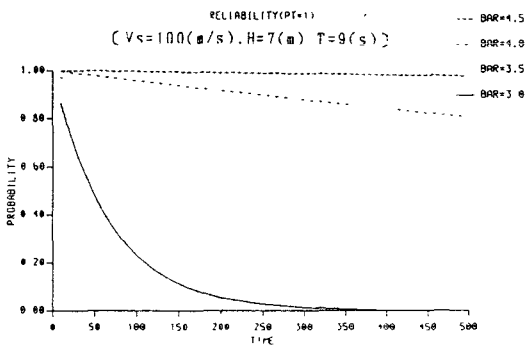


図-3 応答超過の信頼性

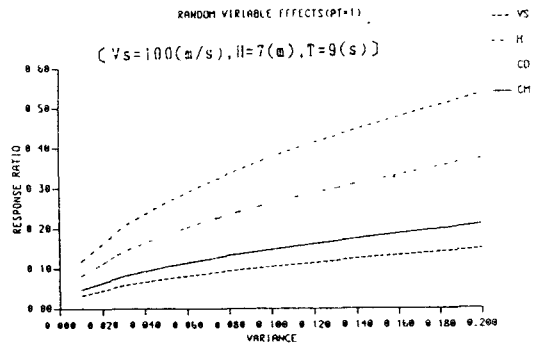


図-4 応答に及ぼす各パラメータの影響

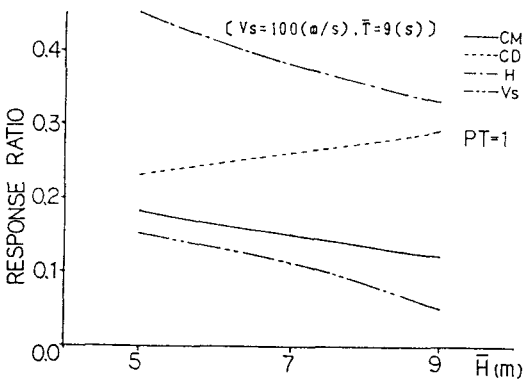


図-6 平均周期の違いによる応答の変動

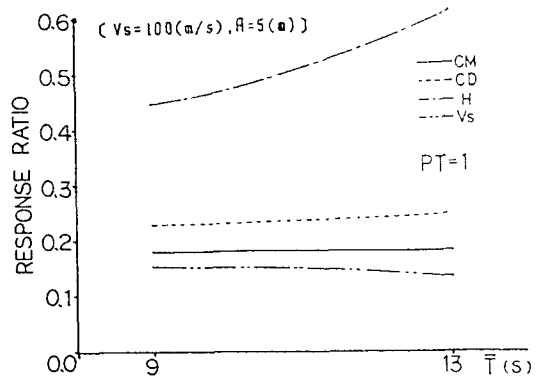


図-5 平均波高の違いによる応答の変動