

大型海洋構造物の動的応答特性に関する研究

鹿児島大学工学部 学生員 ○岩永 昇二

鹿児島大学工学部 正 員 河野 健二

1) はじめに

海洋構造物には、動的外力として波力、潮流力、地震力など様々な外力が作用する。よって、波力、潮流力などの動的外力が構造物に及ぼす影響を明確にしておくことは、海洋構造物の設計を合理的で信頼性のあるものにするために重要なものであると思われる。本研究では、大型の海洋構造物を任意の区間に分けて扱い、それに連結部材を用い連結することで制振の効果があることから、このような大型海洋構造物をいくつかモデル化し、それぞれに対する動的応答特性について検討を加えた。また、任意応答レベルに対する超過確率及び信頼性指標(β)についても検討を加えた。

2) 解析モデル

図-1 に解析モデルを示す。1-(a)は、水深が 50m で、構造物の高さ 60m、幅 60m である。上部構造物は杭基礎により支持されている。主要鉛直部材は直径 3.0m の鋼管であるが、最下部の部材は大きな断面を用いて、浮体力による基礎の軽減を図っている。その他の部材の直径は、要素⑧～⑪を 4.0m とし、その他を 2.0m、そして部材の厚みはすべて 25mm である。また、1-(b)、1-(c)は、それぞれ連結部材を用いない場合、用いた場合の解析モデルである。

3) 解析方法

海洋構造物の運動方程式は有限要素法を利用して容易に求めることができる。単純化するため構造物を 2 次元で表わし、質量マトリックスを集中型で表わす。また、海水や構造物の運動によって構造物に生じる流体力は修正モリソン式を用いて表わされる。本研究の解析モデルのような海洋構造物を考える場合、全体系の運動方程式は上部構造物系と地盤を含む下部構造物系に分けて表わされたそれぞれの運動方程式に、動的サブストラクチャー法を適用して求めることができる。

4) 結果と考察

図-2 は、波力のみが作用する場合、波力と潮流力の影響を考慮する場合において平均波高が 5.0m、潮流の流速が 1.0m/sec で平均周期が 8.0、10.0、12.0 秒としたときの Model A の節点 1～4 の rms 変位である。このとき構造物の卓越周期は 1.0sec であるが、この図から波の平均周期の卓越周期が構造物の卓越周期から離れ増加するに伴い応答は減少していることが分かる。図-3 は、これは図-1 に示した解析モデルによる比較をしたもので、平均波高が 5.0m、平均周期、

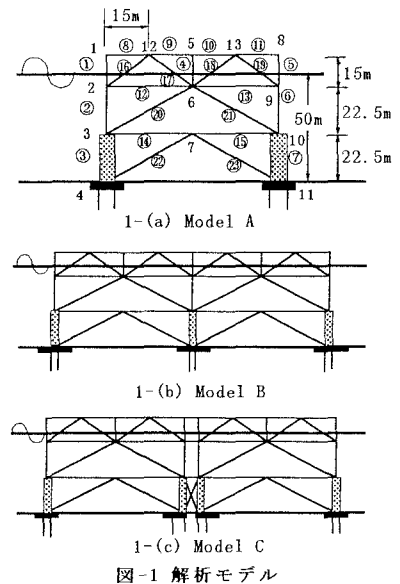


図-1 解析モデル

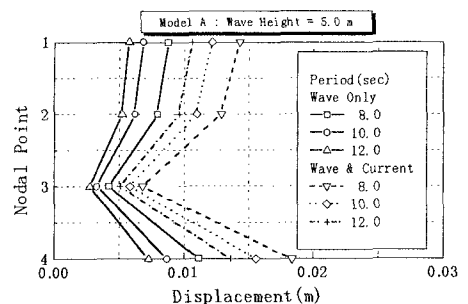


図-2 節点1～4のrms変位

潮流の流速がそれぞれ、10.0sec, 1.0m/sec のときの節点8～11の rms 変位を示している。これによると Model B に比べて Model C ではいくらかの応答の低減が見られる。これは、Model C に連結部材を設置することで Model B の節点 11 に作用する力が分散されたためだと思われる。

図-4 は、波力と潮流力の影響を考慮する場合において、平均波高を 5.0m, 平均周期を 10.0sec, 潮流の流速を 1.0m/sec とし、Model A の節点 11 に関して rms 変位の 3.5 倍を応答値の限界値としたときの、初期超過確率を示したものである。横軸は波力が作用する継続時間であり、その増加に伴い限界値を超過する確率は増大する。また、これによると図-3 と同様に Model B では、基準よりも危険側にあり、Model C では安全側にあることが分かる。

図-5 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(β)を示したもので、波力と潮流力の影響を考慮する場合において、平均波高を 5.0m, 平均周期を 10.0sec, 潮流の流速を 1.0m/sec としたときの節点 11 の β である。波力の継続時間が増すにつれ、 β は減少し、破損の可能性が高まることを示している。またこれによると、単体の構造物で信頼性が満足するならば、その構造物を用いて大型化するには、きわめて破損の可能性は減少すること分かる。さらに、構造物を大型化するには波の位相差が問題になる。そこで、図-6 は波の位相差を考慮して構造物の上部節点における rms 変位を比較してみたものである。これによると、位相差を考慮しない場合は構造物の中間部で応答は抑えられており、逆に位相差を考慮した場合は応答の変化が抑えられることで実際に位相差の影響が現れていることが分かる。また、全体的に応答は小さくなっていることが分かる。

5) まとめ

大型海洋構造物の動的応答に関して、波力や、潮流力が応答評価に及ぼす影響について検討した。構造物を大型化する際に連結部材を用いることで比較的容易に応答の低減が見込められると思われる。また、波の位相差が構造物に及ぼす影響については、構造モデルによる相違もあり、さらに検討する必要があると思われる。

参考文献

(1) K. Kawano et al. Dynamic Response Evaluations of Offshore Platform with Huge Deck Loads, Proceedings of the 8th International Offshore and Polar Engineering Conference. 1998, vol1, 317-314

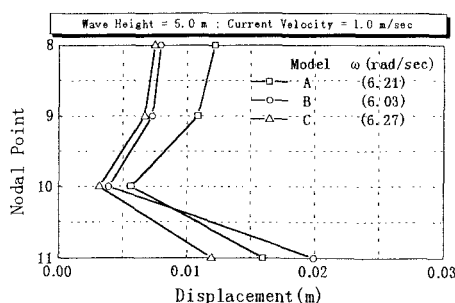


図-3 節点8～11のrms変位

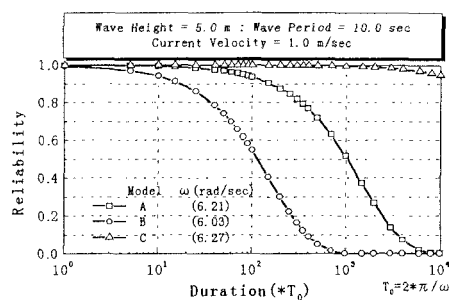


図-4 信頼性

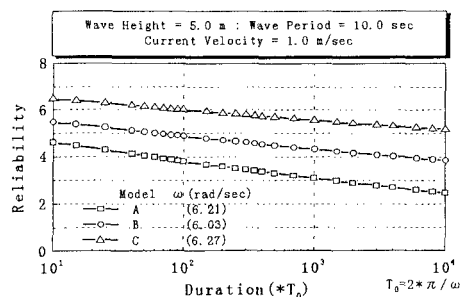


図-5 信頼性指標(β)

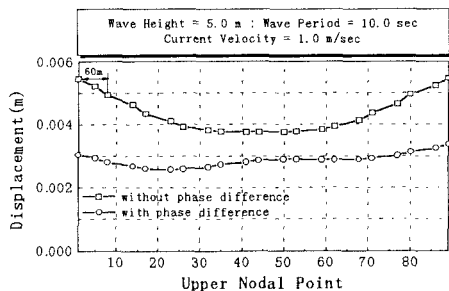


図-6 位相差による影響