

I - B 37

大型海洋構造物の動的応答特性に関する基礎的研究

鹿児島大学工学部 正 員 〇河野 健二
ソフトブレーン 正 員 岩永 昇二

1.はじめに

海洋構造物には、動的外力として波力、潮流力、地震力などの様々な外力が作用する。よって、波力、地震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、大型海洋構造物をモデル化し、それぞれに対する動的応答特性について検討を加えた。特に幅 60m を有する海洋構造物を基本構造系として、それを連結し、大型化する場合の動的特性について解析した。また波力や地震力による応答特性を明らかにするため、任意レベルに対する超過確率および信頼性指標 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。主要鉛直部材は 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。そして上部水平部材の直径を 4.0m とし、その他を 2.0m とした。また、部材の厚みはすべて 25mm である。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。

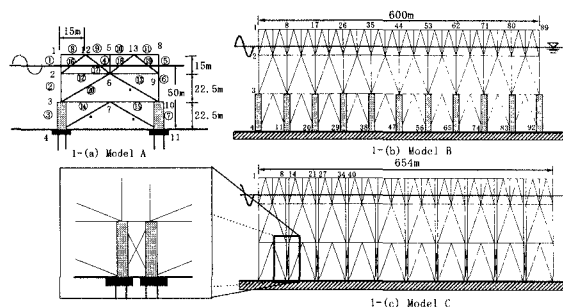


図-1 解析モデル

3.解析方法

本研究では、図-1 に示した解析モデルを用いて、波力、潮流力、地震力を受ける場合についてそれぞれ動的応答解析を行う。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。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。本研究では、全体系の運動方程式は動的サブストラクチャー法を適用し解析を行った。

4.解析結果と考察

図-3 は、波力のみが作用する場合と波力と潮流力が作用する場合において、図-1 に示した解析モデルによる応答を比較したものである。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 8~11 の rms 変位応答を示している。これによると波力、潮流力が作用する場合ともに節点 11 に関して 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。

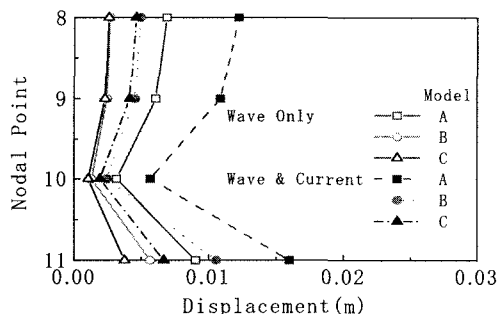


図-3 節点 8~11 の rms 変位

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 4 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。また、地震力が作用する場合には、rms加速度を 0.5m/sec^2 としている。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加する。これによると、波力が作用する場合はModel B, Model Cの節点4の初期超過確率は、Model Aの節点4を限界値とした場合に比べると明らかにその可能性は少ないことが分かる。しかし、逆に地震力が作用する場合は、Model Cにおいて限界値を超過する確率が高くなっていることが分かる。これは、Model Cでは連結部材を設置したために基礎部の剛性が高くなり地震力の影響が出やすくなったためだと考えられる。

図-5は、結果として得られた曲げ応力に関する応答値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 を示したものである。そこでこれは波力と潮流力が作用した場合において平均波高が5.0m、平均周期が10.0sec、潮流の流速が、1.0m/secのときのそれぞれのモデルに対しての節点4に関する β である。信頼性と同様に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、この図からModel Aに比べて、Model B, Model Cでは破損の可能性は低く、どちらのモデルにおいてもその節点では極めて安全であることが分かる。

図-6は、波力が作用する場合、波力と潮流力が作用する場合、および地震力が作用する場合において曲げ応力レベルに対する信頼性指標 β を設計基準とする場合の入力外力に関するパラメーターの変化を示したものである。このとき、波力の場合には、平均周期が10.0sec、潮流の流速が1.0m/secで、継続時間を 10^3 秒として平均波高を縦

軸にとり、Model Bの節点4についての信頼性指標 β を示し、また地震力の場合には、継続時間を10秒として縦軸にrms加速度をとり、Model Bの節点3についての信頼性指標 β を示したものである。このとき波力と地震では最大となる節点が異なるためこのように異なる節点を用いている。これより、例えばこの構造物を信頼性3を基準に設計する場合、波力のみが作用する場合は、平均波高が約7.0mを満足し、波力と潮流力の影響を考慮した場合は、平均波高が約5.0mまでしか満足できないことになる。また、地震力のみが作用した場合では、rms加速度が約 0.4m/sec^2 を満足することになる。つまり、これ以上のrms加速度を有する地震が起こった場合この構造物は節点3に関して信頼性が低くなり破損の可能性が増加することを示している。

5. まとめ

大型海洋構造物の動的応答に関して、波力、地震力が応答評価に及ぼす影響について検討した。波力が構造物に作用する場合において、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)山田 善一編著、「耐震構造設計論」、京都大学学術出版、pp. 80-pp. 88.

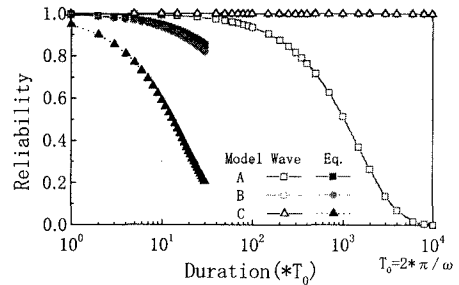


図-4 信頼性

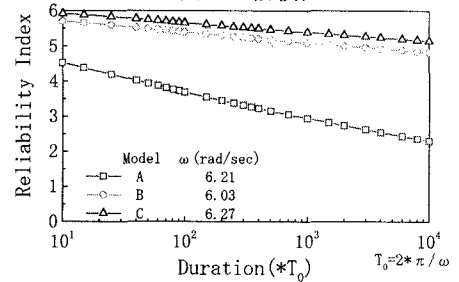


図-5 信頼性指標 β

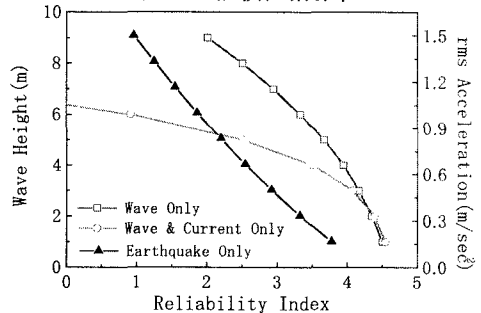


図-6 外力による信頼性指標 β の対比