

I - B 390

大型海洋構造物の動的応答特性に関する検討

株式会社ニュージェック 正 員 ○橋本 努
鹿兒島大学工学部 正 員 河野 健二

まえがき 海洋構造物に作用する外力の中で波力は主要なものとなる。また、地震活動域にある海洋構造物に対しては地震力の影響も重要なものとなる。よって、波力、地震力などの動的外力が構造物の動的応答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、図-1に示すように大きな断面の主要部材を有する海洋構造物をモデル化し、動的応答解析を行い、これらの外力の影響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 を求め、波力、地震力が応答に及ぼす影響について検討を加えた。

解析モデル 図-1に解析モデルを示す。水深は50mで、構造物の高さ60m、幅120m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、一部に径の大きな部材($D=6.0\text{m}$)を設け、浮力により基礎の支持力の軽減を図っている。その他の部材の直径は、要素12~19が4.0m、他は2.0mとした。また、付加質量として節点1, 5, 8, 12, 15にそれぞれ7840kNを加える。

解析法とその結果 本研究では、波力、地震力は一般に不規則な特性を有する。流体力を修正 Morison 式を用いて表し、動的サブストラクチャー法を適用して、地盤-杭-構造物系の動的相互作用を考慮した全体系の運動方程式により不規則応答解析を行う。図-2は、構造物に、波力のみが作用した場合、潮流の影響を考慮した波力が作用した場合、および地震力が作用する場合の1次振動モードにおける応答のパワースペクトルを示す。波力のみが作用する場合の構造物の応答は、波の平均周期が短かいと修正 Morison 式における慣性項の影響が生じるため入力波の平均周期、構造物の1次の固有周期($T_0=1.01\text{sec}$)に対応した振動数において、応答の卓越がみられる。潮流の影響を考慮した場合では、波力のみの場合と異なり、抗力項の影響が大きくなると考えられるため、入力波の平均周期に対応した振動数においてのみ応答の卓越がみられる。地震力が作用する場合においては、構造物の1次の固有振動数において応答スペクトルの卓越がみられる。

図-3は、波力のみが作用する場合、波力に潮流の影響を考慮する場合において平均波高が6.0m、潮流の

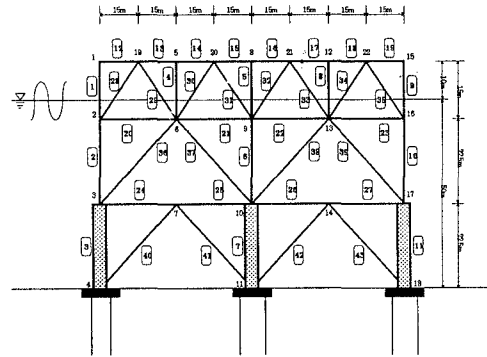


図-1 解析モデル

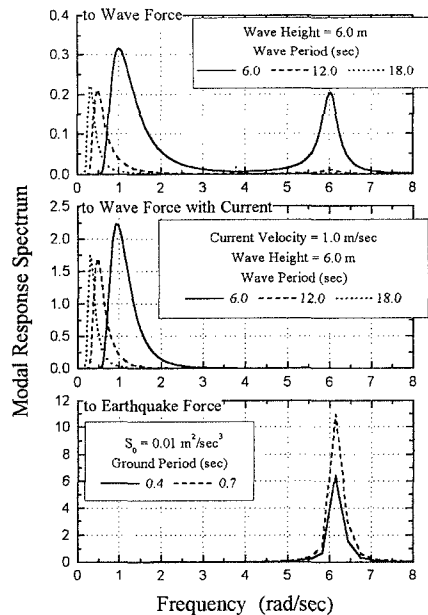


図-2 応答スペクトル

流速が1.0m/secで平均周期が6.0、12.0、18.0秒としたとき、また、地震力が作用する場合において地震波の強度 S_0 が $0.01\text{m}^2/\text{sec}^3$ で表層地盤の卓越周期を0.4、0.7秒としたときの節点1~4のrms変位である。波の平均周期、表層地盤の卓越周期が構造物の固有周期から離れるにつれ応答は減少する。このため、構造物の動的応答の評価には構造物の固有周期、入力波の平均周期、表層地盤の卓越周期の把握が重要である。図-4は、波力のみが作用する場合、波力に潮流の影響を考慮する場合において平均波高を6.0m、平均周期を12.0秒、潮流の流速を1.0m/secとしたとき、また、地震力が作用する場合において地震波の強度 S_0 が $0.01\text{m}^2/\text{sec}^3$ で表層地盤の卓越周期を0.4秒としたときの節点1~4の曲げ応力に関するrms値である。波力が作用する場合では、構造物の上部ほど大きな力が作用するので、節点4に最も大きな曲げ応力が生じることが分かる。地震力が作用する場合には、波力の場合と異なり、節点3で最大となる。図-5は、波力に潮流の影響を考慮する場合において、平均波高を6.0m、平均周期を12.0秒、潮流の流速(C.V.)を1.0m/secとしたときの節点4の水平方向のrms変位の3.5倍を応答値の限界値としたときの、応答超過に対する信頼性を示したものである。横軸は外力が作用する継続時間で、 T_0 は構造物の固有周期で1.01秒である。図より、外力が作用する継続時間の増加に伴い限界値を超過する確率は増大する。また、任意の限界値に対して、その限界値に用いた外力のパラメータを越えるような値の外力が作用すると応答超過に対する信頼性は著しく減少する。よって、その限界値に用いる外力の設定に対しては十分な検討が必要であると考えられる。図-6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 を示したものである。図-6は、波力のみが作用する場合と波力に潮流を考慮する場合において平均波高を6.0m、平均周期を12.0秒、潮流の流速を1.0m/secとしたときの節点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。

あとがき 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。動的応答や信頼性の評価に及ぼす影響は、構造物の卓越周期、入力波の平均周期、表層地盤の卓越周期に大きく関係しており、その影響を明確にしておくことが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) Kenji Kawano, Takahiro Komasa, Yoshiaki Miyazaki, Tsutomu Hashimoto, 'Dynamic Response Analysis of Offshore Platform with Buoyancy Type Large Members', Pro. of 16th Inter. Off. and Pol. Eng. Conf.(1996), vol.1, pp.176-181

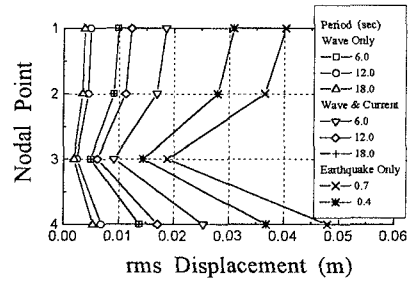


図-3 rms 変位

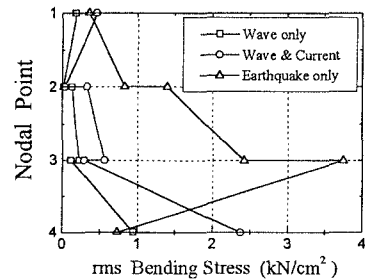


図-4 rms 応力

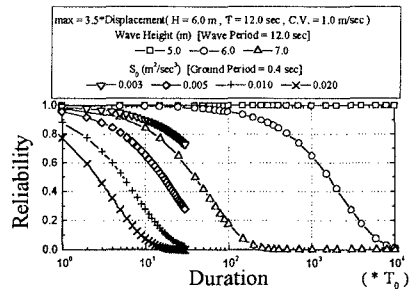


図-5 信頼性

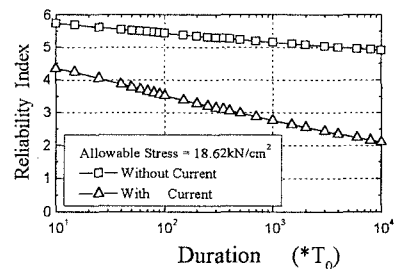


図-6 信頼性指標