

非線形特性を考慮した海洋構造物の動的応答解析

鹿児島大学工学部 学生員 草道 香成

鹿児島大学工学部 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主要なものとなるのは波力である。こ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に行うためには重要であると思われる。本研究では、波力を受ける有脚式海洋構造物をモデル化し、不規則振動論を用いて動的解析を行った。また、脚部材に非線形特性を導入し、海洋構造物が設計波力に相当する波力を受けるときの応答に及ぼす影響について検討した。

解析モデル

図-1に本研究で用いた解析モデルを示す。水深は 50m で構造物の高さ 60m、幅 480m である。脚部材は鋼管を使用している。デッキは完全に剛なものとし重量のみを考慮して、脚部材上のバネと減衰によって支持されているものとする。デッキ重量は各脚部に 70tf 均等に作用するモデルとした。このモデルを用いて、脚の部材径を変えて応答にどのような影響があるか検討した。また、今回の解析では地盤との関連については考慮していない。

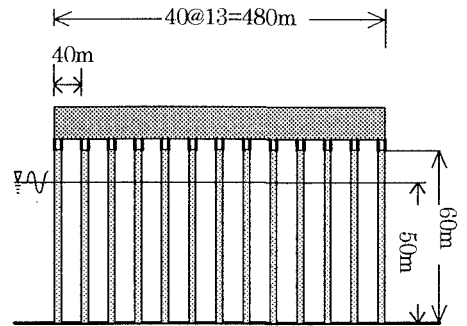


図-1 モデル図

解析法と解析結果

本研究では、波力を Bretschneider 型のパワースペクトル密度関数と修正モリソン式を用いて表し、構造物を形状関数によって質系モデルとして取り扱った。この際、波力は脚部に分散して作用するが、これを脚上部に集中して作用する波力として置き換え、線形応答解析と脚部の非線形特性を考慮した非線形応答解析を行った。図-2 は、構造物の固有振動数をパラメータとして、入力波の平均周期を 10s とし、平均波高を 3m、5m、7m と変えた場合の 1 本目の鋼管の RMS 変位を示す。構造物の固有振動数が入力波の振動数から離れるにしたがって応答は減少すること、波力の大きさがそのまま応答に現れることが分かる。図-3 は、同様な場合のデッキの RMS 応答変位である。脚部と同じ傾向を示すが、デッキの変位のほうが若干大きな値となる。次に入力波の波高を 5m、平均周期を 8s、10s、12s としたときの 1 本目の鋼管とデッキの RMS 応答変位を図-4、図-5 に示す。構造物の固有振動数と波力の周期の関係によって応答が大きく異なっている。平均周期 12s の場合が非常に大きな値をとるが、これは 12s 時の波力のパワースペクトルが他に比べ大きいためと思われる。図-6 は、平均波高 5m、周期 10s の時の線形と非線形を考慮した場合のデッキの RMS 応答変位である。非線形を考慮すると線形の応答より 20%~30%程大きくなっており、構造物の固有振動数が波力の入力周期から離れるに従って応答は減少する。とくに、構造物の固有振動数が

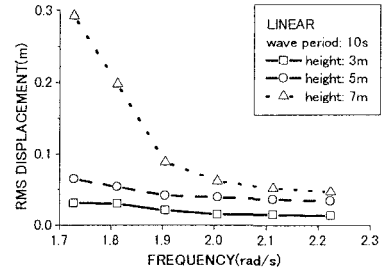


図-2 RMS 変位

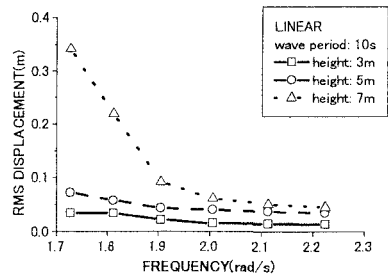


図-3 RMS 変位

1.9(rad/s)よりも小さくなると線形においても非線形においても大きな変位が生じることが分かる。図-7に鋼管の降伏点変位を0.15mとしたときの塑性率を示す。この降伏点変位は線形解析の最大応答の結果をもとに設定している。RMS 応答と同様に構造物の振動数によって大きく異なることが分かる。また、非線形を考慮した場合、構造物の振動数がある程度大きくなっても塑性率の値は1を超えている。図-8は、非線形を考慮した時の1本目と2本目の鋼管の復元力の RMS 値である。2本目の鋼管の直径が大きくなるに従い剛性が大きくなり鋼管の復元力は大きくなるが、1本目の復元力は小さくなっている。2本目の鋼管の直径が1本目に比べて小さいと、その影響が1本目に効いて負担が大きくなるためと思われる。図-6,7,8から直径の小さい鋼管を使用すると、他の鋼管にかかる負担が大きくなるが、復元力が増加して応答を抑えていると思われる。このように非線形特性を考慮すると構造物の卓越周期と入力波との関係だけでなく、鋼管相互の応答が全体の応答に大きく影響すると思われる。

あとがき

海洋構造物の動的応答に関して、部材の非線形特性を考慮して波力が応答評価に及ぼす影響について検討した。動的応答に及ぼす影響は、構造物の卓越周期、入力波の平均周期に大きく関係し、非線形特性を考慮するとその関係はさらに複雑になり、その影響を把握する必要があると思われる。今回の解析では、できる限り簡単なモデルを用いたが、より複雑なモデルによる解析、また地盤との関係については今回考慮していないため、これについても検討が必要であると思われる。

参考文献

- 1)小西一郎、高岡宣善、「構造動力学」、丸善出版
- 2)橋本努、「長大海洋構造物の動的応答特性に関する検討」、土木学会西部支部講演概要集、p90-91、1997.3.21

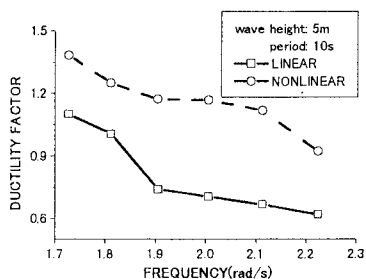


図-7 塑性率

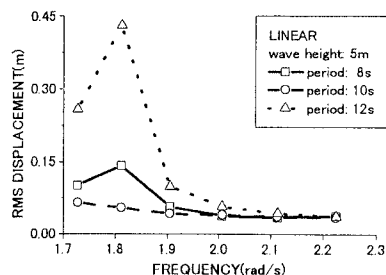


図-4 RMS 変位

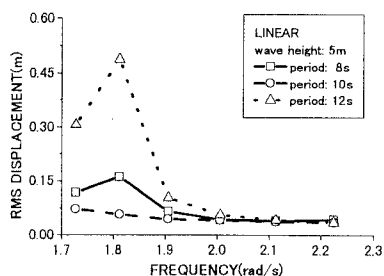


図-6 RMS 変位

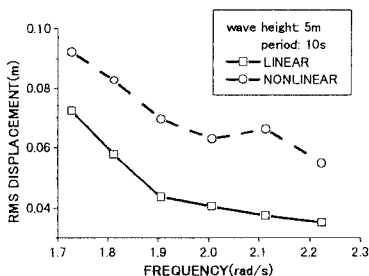


図-5 RMS 変位

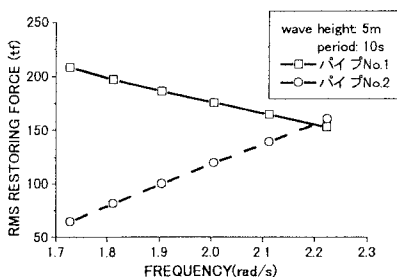


図-8 RMS 復元力