

地震力を受ける海洋構造物の動的応答解析

鹿児島大学工学部 学生員 ○船木迫 隆・永渕 克己
 鹿児島大学工学部 正 員 河野 健二・愛甲 頼和

1. まえがき

海洋構造物の受ける動的な外力としては波力が主要なものとなるが、地震の活動が予想される地域においては、地震力の影響についても検討を加えることが必要であると考えられる。本研究では、海洋構造物の動的応答特性を明確にするため、杭基礎の影響を取り入れた構造全体系の定式化を行い、波力と地震力が作用する場合の動的応答解析を行った。一般に波力や地震力は不規則な特性を有するため、入力のパワースペクトル密度関数を利用した応答解析を行った。なお、波力と地震力は同時に作用するのではなく、独立に作用するものとして解析を行っている。本研究では、杭基礎を有する海洋構造物の定式化を動的サブストラクチャ法を用いて行い、波力や地震力が作用する場合の動的応答特性について検討を加えた。一般に波力や地震力は不規則な特性を有しているため、パワースペクトル密度関数で表される。すなわち、海面の上昇量はプレットシュナイダーのパワースペクトル密度関数で表し、入力地震の加速度のパワースペクトルは多治見による密度関数を用いている。

2. 動的応答解析の結果

本研究では、Fig.1に示すような海洋構造物が波力と地震力を受ける場合について解析を行った。構造物はデッキまでの高さが120m、水深が110mであり、杭基礎によって支持されている。動的応答解析では、初めに上部構造物のみを取り出しその基礎を固定した場合の固有値解析を行った。そして応答を支配する上部構造物の振動モードと別に求めた地盤-杭基礎系に対する運動方程式から、動的サブストラクチャ法を利用して全体系の運動方程式を求め、入力のパワースペクトル密度関数を利用して応答解析を行った。

Fig.2は波力に対する各節点の応答を示したものであり、平均波高7mのとき異なる平均周期の入射波に対する平均自乗応答を示している。この場合デッキ上にある構造物の応答の変化は小さく、節点1の応答に類似するため図には示されていない。入射波の平均周期が長くなると、そのエネルギーは増加するため応答は増加する。平均周期が7秒のとき比較的構造物系の固有周期に近くなるため、その影響によって節点4以下では応答が増加したものと考えられる。Fig.3は同様の波力を受ける場合の曲げモーメント応答を示したものである。変位応答が主に1次モードに支配されるのに対し、曲げモーメント応答は2次、3次モードの影響が大きくなることがわかる。Fig.4は平均波高7m、平均周期12秒の波力に対する節点1での応答の超過レベルに対する信頼性を示したものである。横軸は継続時間を表しており、Tは固有周期である。各曲線は平均自乗応答の m 倍の応答レベルに対する信頼性を表している。波力の継続時間は一般に長い場合高い信頼性を得るためには、一般に非常に大きな応答レベルを考える必要があることが分かる。Fig.5は平均波高7m、平均周期9秒の波力に対する応答と地震力が作用する場合の応答を比較したものである。地震波は、その平均自乗加速度として 30gal、50gal、80galの地震波に相当する強度を考えている。波力に対する平均自乗応答の3.5倍を応答の最大値と考えると、30galの平均自乗加速度の地震波に対する応答は、この波力による応答値を越える確率は非常に小さい。一方、平均自乗加速度 50galの地震波が作用したときの応答は、波力の応答値を越える確率が高くなる。しかしながら、波力の作用する時間は地震波に比べて非常に長いため、逆に地震波による応答が波力による応答を越える確率は小さくなる。一方、平均自乗加速度 80galの地震波が作用したときの応答は、波力の継続時間が長いことを考慮すると、波力による応答と同程度の応答の超過確率を有することになる。このように設計波高の再現期間やこの期間に予想される地震波の強度によって、応答超過の信頼性も異なることが分かる。海洋構造物の応答評価においては、波力ばかりでなく地震力の影響についても考慮することが必要であると思われる。

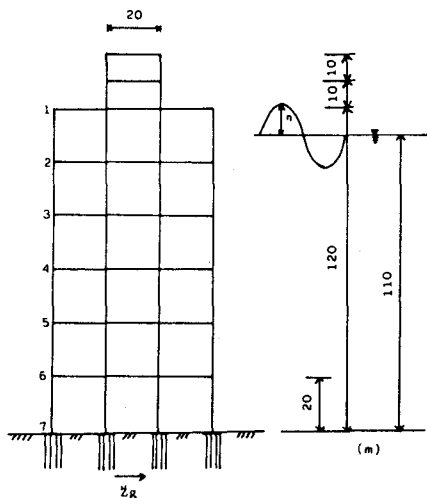


Fig.1 Offshore Structure Model

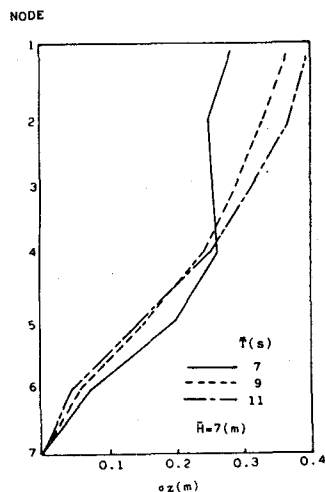


Fig.2 rms Displacements

3. あとがき

海洋構造物が波力と地震力を受ける場合の動的応答解析を行った。波力ばかりでなく、地震力に対する応答も考慮することは、信頼性のある応答評価を行う上で必要であると思われる。

謝辞 原稿作成に御協力いただいた鹿児島大学工学部 愛甲頼和枝官に感謝します。

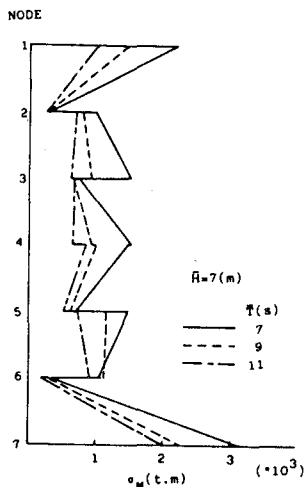


Fig.3 rms Bending Moments

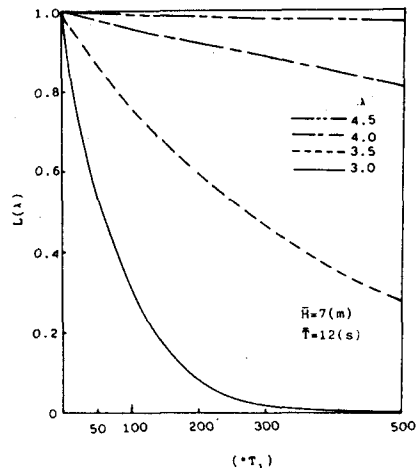


Fig.4 Reliability due to Wave Force

参考文献

J.Penzien and K.Kaul, 'Response of Offshore Towers to Strong Motion Earthquakes', Earthq. Eng. and Str. Dyn. Vol.11, pp55-68, 1972

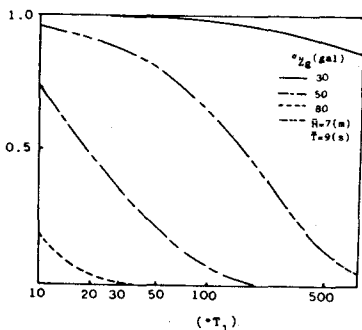


Fig.5 Reliability due to Earthquake Forces

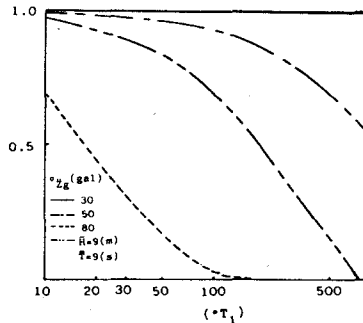


Fig.6 Reliability due to Earthquake Forces