

制振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 正員 河野健二

鹿児島大学工学部 石澤秀文

鹿児島大学工学部 岡口喜彦

1. まえがき 水深が100m程度の海域における海洋構造物の固有周期は波力の卓越周期よりも短く、その動的応答は波力の影響が支配的となる。このような場合の制振を考えると、構造物の固有振動数に同調させるTMDでは十分な制振効果が得られない。¹⁾ そこで本研究では外力である波力を利用した制振方法を考え、海洋構造物が波力を受ける場合の動的解析を行い応答に及ぼす制振の効果について基礎的な検討を加えた。

2. 解析法とその結果 図-1は解析モデルであり構造物の高さは120m、主要部材である鋼管の直径は2.0mである。構造物の振動は面内であり、上部構造物は杭基礎で支持されている。上部構造物の1次振動における減衰定数は2.0%であり、動的サブストラクチャー法を用いて地盤-基礎-構造物系の動的相互作用を考慮した全体系での運動方程式により応答解析を行う。図-2は制振法の概略図である。これは構造物頂部を支点とする回転部材の海面下部分において波力により発生するモーメントを張力としてTendonに作用させ、応答の低減を計ろうとするものである。回転部材の水面下部分の長さは、波の平均周期ごとにあらかじめ変位応答が最小になるような値を求めている。図-3に解析のフローチャートを示す。波力は海面運動を表すパワースペクトル密度関数より求めた水粒子の速度、加速度を修正モリソン式により各節点に作用する等価節点力として評価する。全体系の運動方程式は、固有値解析及びモーダルアナリシスによりそれぞれの振動モードに分解し、Wilsonの θ 法を用いて時系列での応答解析を行う。Tendonに作用する張力は、回転部材におけるモーメントのつり合い式より求める。

図-4は平均波高7m、平均周期10秒の波力が作用する場合のデッキ上の節点1における水平方向の変位応答を示したものである。構造物の固有振動数は3.10rad/sであり、破線は制振を行わない場合、実線は制振を行った場合の応答を示している。制振を行わない場合の応答は波力の平均周期に対応し、波力の影響が支配的となっている。制振を行った場合、応答のピークで効果的な低減がなされている。図-5は平均波高が7m平均周期が8秒から14秒の間にある場合の最大変位応答を示している。構造物の固有振動数は3.10rad/sであり実線、破線は先程と同様である。制振を行わない場合、波力の平均周期が短くなると構造物の固有周期に近づくため応答が増加している。制振を行うと、最大応答は50~60%程度に低減されているのが分かる。図-6は、図-4の変位応答より求めたパワースペクトルを平滑化したものである。変位応答は波力の卓越周期付近でピークが大きく現れており、波力の影響が支配的となっている。制振を行うと応答が効果的に低減されているのが分かる。図-7は同様に加速度応答に対して求めたパワースペクトルである。加速度応答では波力を受ける場合においても、構造物の固有振動数の影響が大きい。制振を行う場合、構造物の固有振動数付近では制振の効果が小さいが、波の固有周期付近では十分に低減されている。これより本解析の制振法は、振動数の低い領域において有効であることが分かる。

3. あとがき 海洋構造物の動的応答に対して波力を利用した制振の及ぼす影響について解析を行った。その結果、制振の作用により応答は効果的に低減できることが分かった。しかし、構造物の固有振動数付近では十分な制振ができないと思われる。さらに異なる固有振動数を有する構造物や波高、波の周期などに対して検討する必要がある。また、今回は構造物の頂部と底部の対角線上にTendonを設置したが、今後は他の場所に設置した場合の応答や、複数のTendonを設置した場合、さらには回転部材に制御則を用いた場合などを検討し、これらの影響を考慮する予定である。

参考文献 1) 河野健二、吉原進、'海洋構造物の動的応答に及ぼすTMDの影響'、構造工学論文集、Vol. 38A, pp. 797-803, 1992

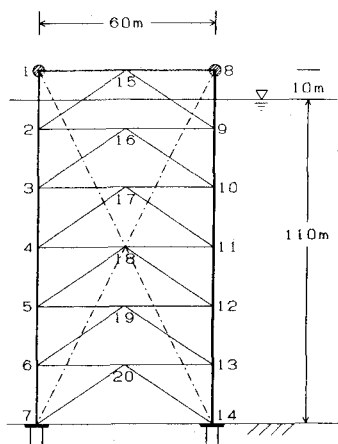


図-1 海洋構造物の解析モデル

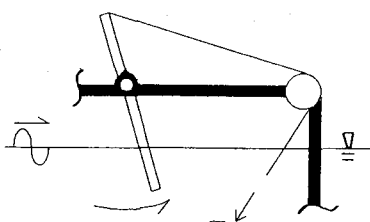


図-2 制振方法の概略図

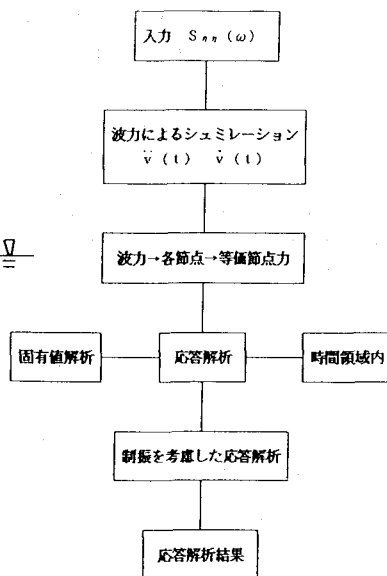


図-3 解析のプロチャート

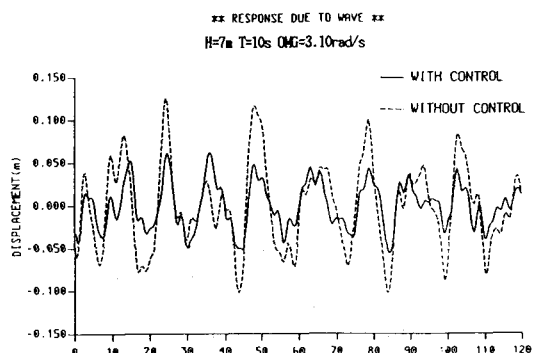


図-4 変位応答の時刻歴

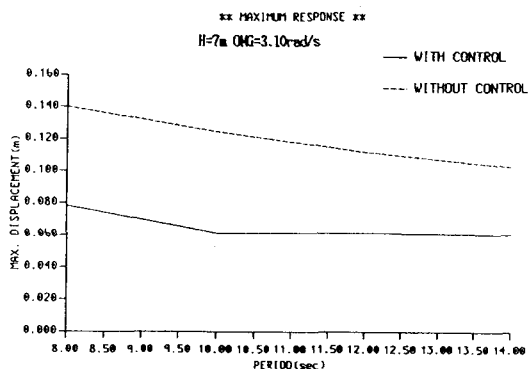


図-5 平均周期による制振の影響

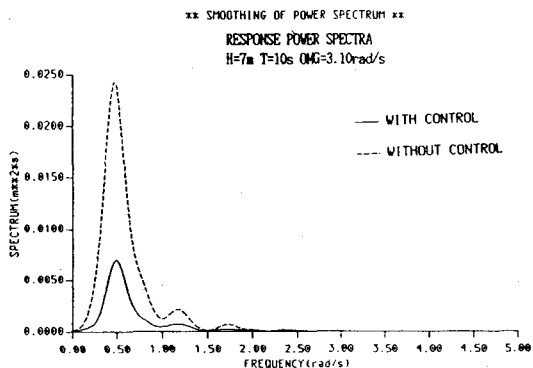


図-6 変位応答のパワースペクトル

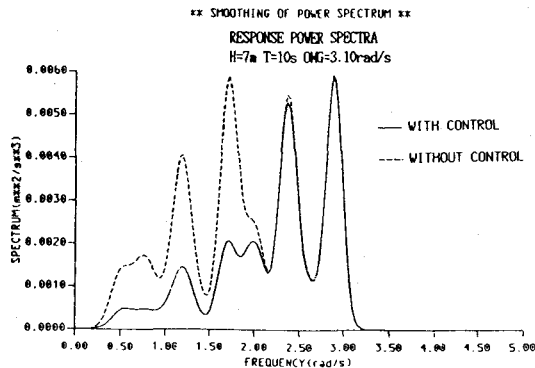


図-7 加速度応答のパワースペクトル