

海洋構造物の動的応答解析に及ぼす制振の影響

鹿児島大学工学部	学生員 松本 浩一
鹿児島大学工学部	正員 河野 健二
鹿児島大学工学部	石沢 秀文

1. まえがき

海洋構造物の受ける動的外力としては、波力、地震力等があるが、この中で波力の周期は約10秒程度であり、地震の卓越周期と大きく異なっている。このため動的特性の異なる外力の影響を正確に把握しておくことは、信頼性のある海洋構造物の動的応答評価を行う上で重要であると思われる。また、波力に対する制振を行う場合、その卓越振動数は構造物の固有振動数に比べ十分に小さいため、TMDによるパッシブな制振に加えてアクティブな制振についても検討する必要があるものと思われる。本研究では制振を考慮してジャケット型の海洋構造物が波力を受ける場合の動的応答解析を行い、応答に及ぼす制振の影響について検討を加えた。

2. 数値解析とその結果

図-1は解析モデルを示したものであり、構造物の高さは185m、水深は170mである。デッキ上にはTMDが設置されており、主要部材の直径は2.0mで、その厚さは三層づつに4区分されており、上から10mm、20mm、40mm、60mmである。上部構造物は杭基礎で支持されており、地盤のせん断波速度は100m/sである。構造物の振動は面内であり、上部構造物の1次振動の減衰定数は2.0%である。動的サブストラクチャ法を用いて基礎との動的相互作用を考慮した全体系の運動方程式を求め、アクティブな制振を考慮してWilsonの θ 法を用いて波力に対する動的応答解析を行う。波力は図-2に示すようなBretschneider型のパワースペクトルを用いてシュミレーションにより時間領域で表すことにする。

図-3は平均波高7m、平均周期10秒の波力が作用する場合、斜材の剛性を増加させたときの構造物の固有振動数と節点1の水平変位の最大応答の変化を示したものである。斜材の剛性の増加に伴い構造物の固有振動数が1.5rad/sから3.7rad/sと変化し、応答がかなり低減されていることがわかる。また、破線と一点鎖線は主要部材の直径がそれぞれ2.5m、3.0mのものを示しているが、2.0mのものと比較して剛性がそれぞれ2倍、4倍であるにもかかわらず波力を受ける影響が大きいために、2.0mのものよりも大きな応答を示している。

図-4は波力の平均波高が7mで平均周期が8秒から14秒の間にある場合、固有振動数が2.866rad/sの構造物の最大変位応答を示したものである。実線はTMDがない場合であり、破線は質量24tf（これは海水による付加質量を含めた構造物全体の質量の0.5%に相当する）のTMDがある場合の応答を示している。また、一点鎖線はさらにTMDとデッキの間に制振力を加えた場合であり、その重み係数が 10^{-3} に対する応答を示している。波力の平均周期が短いほど、応答が大きくなり、TMD及び制振力を加えた場合とも、応答の低減効果が大きくなっていることがわかる。特に平均周期が8秒のとき、応答は約91%も減少している。これは波力の平均周期が短くなるほど、構造物の1次振動数の影響を大きく受けることによるものであり、逆に、波力の平均周期が長くなるとその卓越周期による応答が支配的となるためと考えられる。また、図-5はこのときの制振力の大きさを示したものである。波力の平均周期によって変化が見られるが、その変化は小さいことがわかる。

図-6は平均波高7m、平均周期10秒の波力が作用する場合、構造物の固有振動数が1.5rad/sから3.7rad/sと変化する場合の最大変位応答を示したものである。構造物の固有振動数が小さいときほど、応答が大きく、TMD及び制振力を加えた場合とも、応答の低減効果が大きくなっていることがわかる。また、図-7はこのときの制振力の大きさを示したものであるが、構造物の固有振動数が大きいときほど制振力も大きくなるような傾向にある。

3. あとがき

海洋構造物の動的応答に及ぼす制振力の影響について解析を行った。その結果、制振力の作用により応答は効果的に低減できるが、制振力に対する重み係数が同じ場合でも、構造物の固有振動数や波力の平均周期により応答の低減効果には大きな違いがあり、これらの影響についてはさらに検討が必要だと思われる。

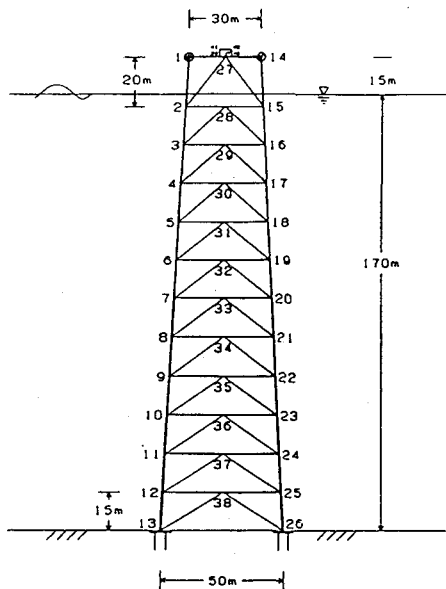


図-1 海洋構造物の解析モデル

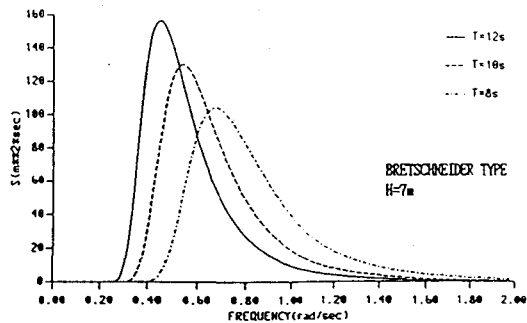


図-2 Bretschneider型のパワースペクトル

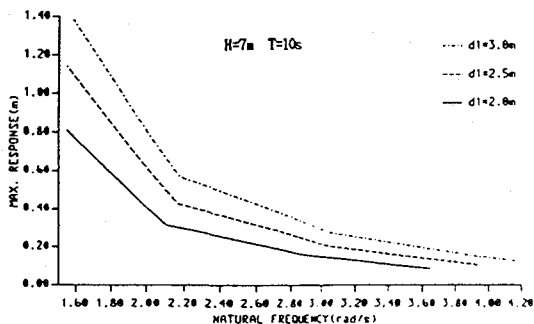


図-3 斜材の剛性が応答に及ぼす影響

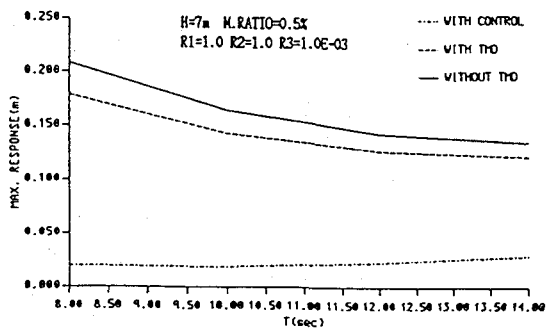


図-4 応答に及ぼす制振の影響

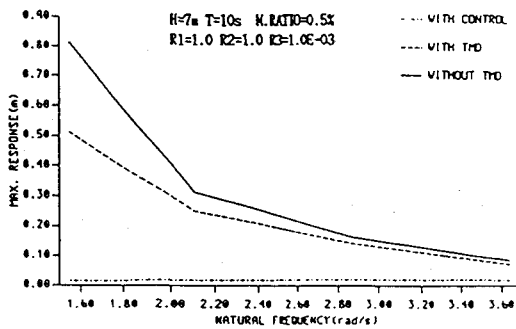


図-6 応答に及ぼす制振の影響

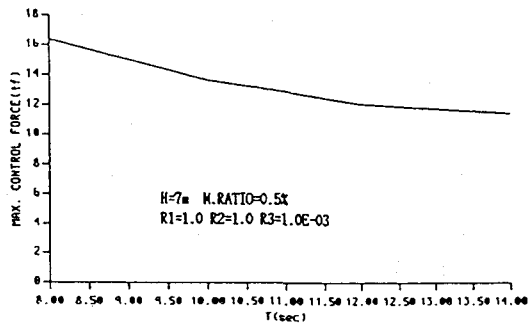


図-5 波力の平均周期による制振力の変化

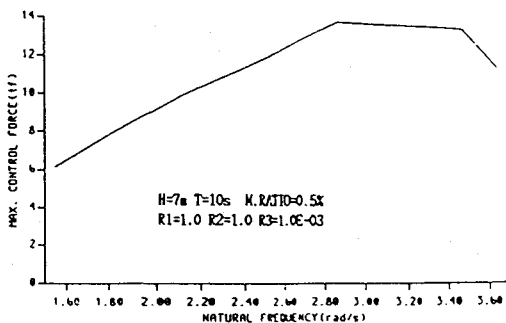


図-7 構造物の固有振動数による制振力の変化