

I-473

海洋構造物の動的応答解析に及ぼすTMDの影響

鹿児島大学工学部 正員 河野 健二

鹿児島大学工学部 正員 吉原 進

鹿児島大学工学部 松本 浩一

1. まえがき

海洋構造物の受ける動的外力の一つとして地震力がある。一般に波力に比べて地震力が作用する確率は非常に小さいと考えられる。このような異なる動的外力の影響を正確に把握しておくことは、信頼性のある構造物の動的応答評価を行う上で必要なことと思われる。さらに動的外力に対して構造物の応答を低減できれば、より合理的な設計を行うことができるものと思われる。そこで本研究ではTMD系を有するジャケット型の海洋構造物に多治見型のパワースペクトル密度関数を有する地震動が入力する場合の動的応答解析を行い、TMDが動的応答に及ぼす影響について検討を加えた。

2. 解析法及び解析結果

海洋構造物の支配的な外力である波力の周期は約10秒程度あり、地震力の卓越周期と大きく異なっている。このため海洋構造物の動的応答特性を正確に把握するためには、地盤と構造物の動的相互作用を取り入れた応答解析が必要になる。本研究では動的サブストラクチャ法を用いて、図-1に示すようなジャケット型の海洋構造物の動的応答解析を行う。構造物の高さは120m、水深が110mであり、デッキ上にTMDを有する構造となっている。上部構造物は2次元の構造物として表し、下部構造は杭基礎に関するインピーダンス関数を用いて基礎-地盤系の動的特性を表している。海中にある構造物の受ける流体力は修正モリソン式を用いて表している。この場合、抗力は構造物と水粒子の相対速度の自乗に比例するため非線形となるが、等価線形化法による近似化を行っている。

TMD系は構造物系の応答を支配する卓越周期に同調するような固有周期を有する振動系として表される。本解析ではTMDの質量、剛性及び減衰の変化が応答に及ぼす影響について検討を加えた。入力した地震動は多治見型のパワースペクトル密度関数で表され、その卓越振動数は10rad/s、減衰定数は0.5である。図-2はTMDの剛性が82t/mのとき質量20tと23tに対する節点1の水平方向変位応答に関するパワースペクトルを示したものである。点線はTMDがない場合であり、実線はTMDがある場合を表してある。構造物系の振動がTMDの振動に同調し、2つの振動に分かれ、その応答が低減されることが分かる。この構造物の動的応答は1次振動が支配的なものであるため、TMDの設定もその振動に注目すればよいことになる。このため1次振動に同調しない場合、TMDの効果はほとんど現れなくなる。図-3はTMDの剛性を82t/mと一定にし、質量が変化する場合、いずれの場合も減衰を2%として節点1における応答を求め、TMDがない場合との応答比を示したものである。この範囲の質量の変化に対して、TMDによる応答は約5%程度から30%程度減少する事が分かる。また剛性が45t/mと小さなTMDの場合、質量の変化に対して約20%程度の範囲でTMDによる応答の低減効果があることが分かる。図-4はTMDの減衰が変化する場合のTMDによる節点1の応答に関する低減の効果を示したものである。TMDは減衰の増加にともないTMDは構造物の応答をより低減する効果のあることを示している。図-5はTMDがない場合の自乗平均応答の2.5倍を設計レベルの応答とした場合、TMDによる構造物の応答の低減効果が節点1の変位応答に関する応答超過に及ぼす影響を示したものである。実線はTMDがない場合の応答に関して、自乗平均応答の2.5倍の応答を超過しない確率を示したものであり、横軸に示された地震動の継続時間とともに超過確率は増加する。一方をTMD考慮すると、自乗平均応答の2倍の応答に関しても、その超過確率はTMDがない場合より小さく、安全側にあることが分かる。このように海洋構造物がTMDを有する場合、それによる応答の低減を計ることができるものと思われる。

3. あとがき

海洋構造物が地震力を受ける場合の動的応答解析に及ぼすTMDの影響について検討を加えた。TMDによって海洋構造物の応答は低減されるので、TMDは制振構造として利用できるものと思われる。最後に原稿作成にご協力頂いた鹿児島大学工学部 愛甲頼和技官に感謝します。

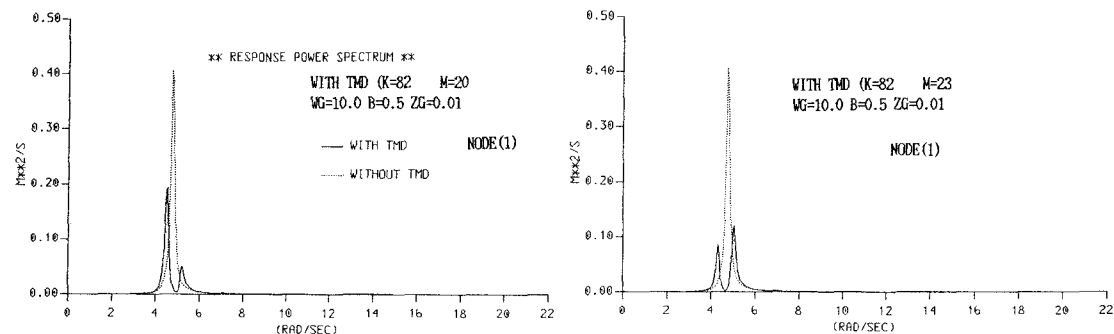


図-2 変位応答のパワースペクトル

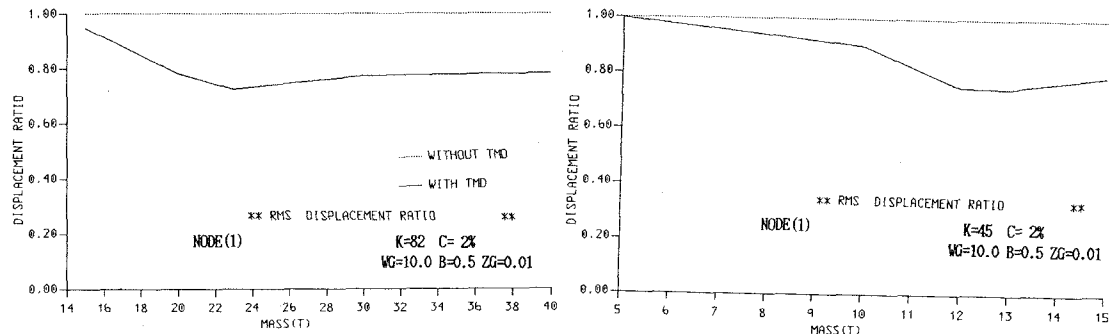


図-3 rms変位応答比(減衰2%)

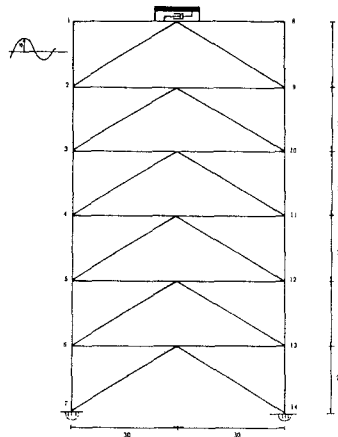


図-1 解析モデル

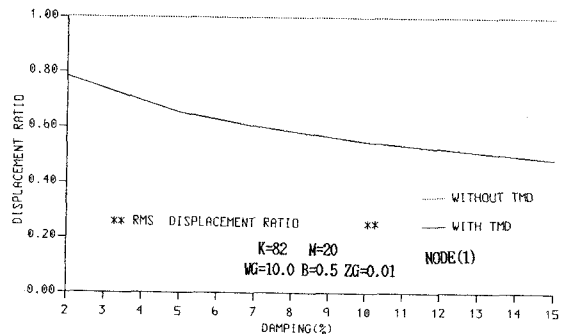


図-4 TMDの減衰の影響

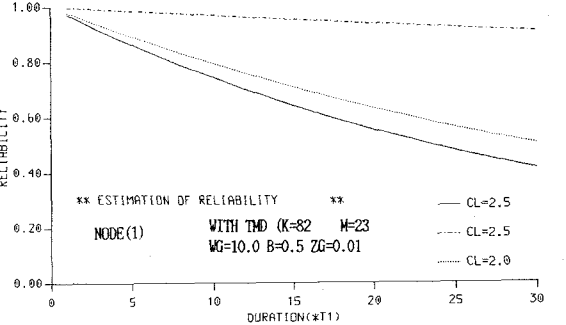


図-5 変位応答超過に及ぼすTMDの影響