

TMDを有する海洋構造物の地震応答解析

鹿児島大学工学部	正員	上川路	昌作
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

1. まえがき

海洋構造物の受ける動的外力の主なものは波力であるが、地震力の影響についても検討を加えておくことは必要であると思われる。この地震力が構造物に及ぼす影響を明確にし、さらに制振構造を用いて構造物の応答を低減することができれば、合理的で信頼性のある設計ができるものと考えられる。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が地震力を受け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

本研究では図-1に示すようにTMD系を有するジャケット型の海洋構造物をモデル化し、動的サブストラクチャ法を用いることにより基礎構造物との動的相互作用が考慮された全体系に対して、地震力を受ける場合の動的応答解析を行う。入力地震動としてはEL CENTRO 1940 NS及びEW、TAFT 1952 N21E等の地震波を用いて地震応答解析を行っている。最大加速度は、それぞれ341.7 gal、210.1 gal、152.7 galである。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。上部構造物は有限要素法を用い、杭基礎-地盤系の動的特性はインピーダンス関数を用いて表される。

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、及び減衰定数の変化が応答に及ぼす影響について検討を加えた。TMDの質量は構造物全体の質量の0.6%として、固有振動数に一致するような剛性を与えている。構造物が海水中にあるため、これによる付加質量も加わり、構造物全体の質量が増加するが、本解析モデルでは検討の結果0.6%のとき最もTMDの影響が大きいと思われる。図-2はTMDの減衰が応答に及ぼす影響を調べるため、各減衰に対する節点1の水平方向の周波数応答を示したものである。実線はTMDがない場合を表し、破線、一点鎖線、点線はそれぞれ減衰が5%、30%、50%の場合を表している。構造物系の応答がTMD系の振動と同調し、2つの振動に分かれ、減衰の増加にともないその振動が低減されることが分かる。本解析モデルではTMDの減衰が30%以上になると、十分な応答の低減が生じるものと考えられる。

図-3は前述の結果に基づきTMDの質量比を0.6%、減衰定数を30%とし、さきに述べた3種類の地震波に対する節点1の水平方向の変位応答を示したものである。実線はTMDがない場合、破線はTMDがある場合を表している。それぞれの応答は入力波の特性によって変化することが分かる。特にEL CENTRO波に比べてTAFTの場合のはじめのうちはTMDの影響が小さくTMDによる制振までには時間を要することが分かる。

海洋構造物ではデッキ上に作用する質量の変化等があり、TMDによる制振を考える場合この影響について検討しておく必要があると思われる。図-4はTMDの質量比が0.5%、0.6%、0.7%のそれぞれの場合について各地震波を入力した場合の最大変位応答を求めTMDがない場合との比較を行った結果を示している。減衰定数は5%、15%、30%、40%、50%と変化させ、節点1における水平方向変位応答に対して示したものである。3種類すべての地震波に対して、質量比が0.5%、0.7%、0.6%の順に、減衰定数は大きくなるに従い応答比は小さくなる事が分かる。特にEL CENTRO波については顕著にその様子が現れていることが分かる。TMDにより応答は最大で約50%程度の減少を示すが、構造物の質量の変化にともない、その影響は異なってくる。このためTMDによる制振に関しては、構造物の質量の変化、入力地震波等の影響を明確にしておくことが重要であると思われる。

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。その結果、TMDの質量、減衰や入力地震波により制振効果は大きく異なっており、その影響を明確にしておくことが必要であることが分かった。これらの値を適切に設定することにより、さらに効果的な制振が可能になるものと思われる。

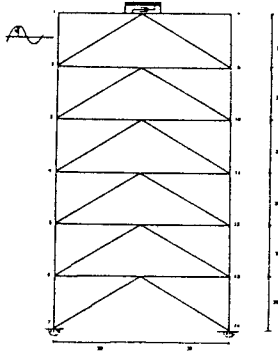


図1 解析モデル

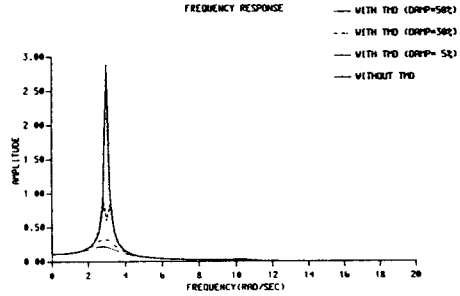


図2 周波数応答曲線

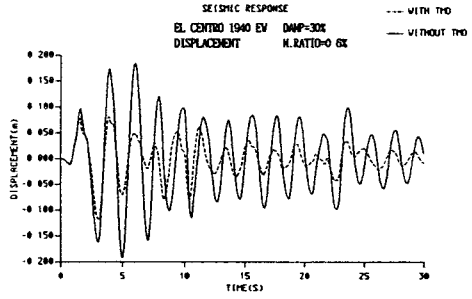
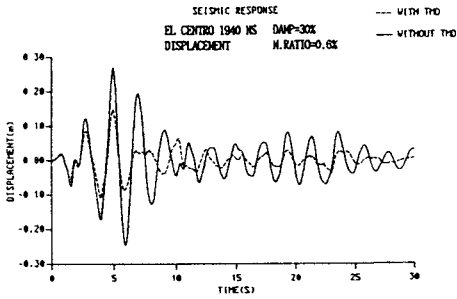


図3 時刻歴変位応答

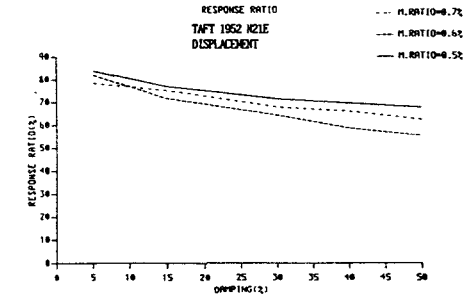
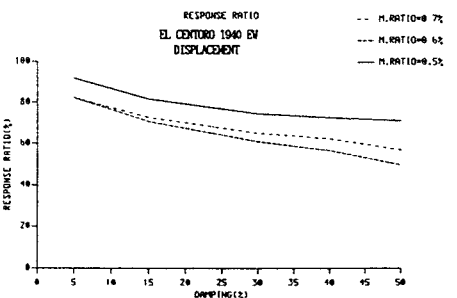
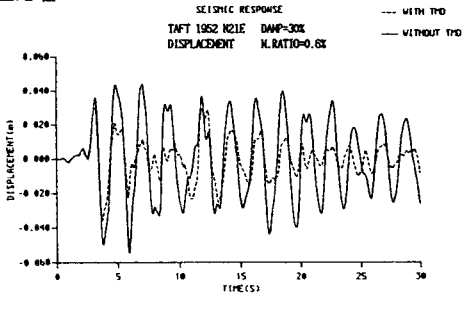
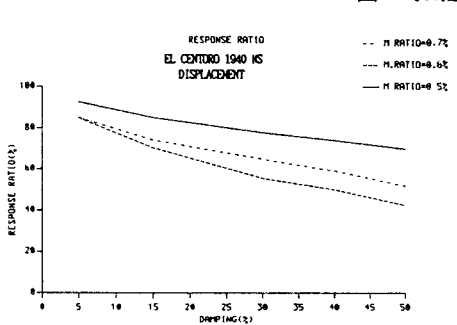


図4 変位応答に及ぼすTMDの影響