

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
五洋建設		上川路	昌作

1. まえがき 波力は海洋構造物の受ける主要な動的外力であるが、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その影響について検討した。さらにアクティブな制振力を加える場合の動的応答についても解析を行い、海洋構造物の制振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した全体系に対して、地震力を受ける場合の動的応答解析を行う。入力地振動としてはEL CENTRO 1940 NS及び TAFT 1952 N21E等の地震波の最大加速度を200 galとして地震応答解析を行っている。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質量比が0.6%のとき最もTMDの影響が大きいためと思われる。図-2はTMDの質量比を0.6%、減衰定数を30%とし、これら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。いずれの地震波に対しても初めのうちは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。卓越振動による応答が支配的になると、TMDにより応答は低減されることが分かる。地震波の特性によって応答は異なるが、卓越振動モードに同調したTMDにより比較的に良い応答の低減効果が得られることが分かる。

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-3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。これらの地震波に対して、質量比が0.5%、0.7%、0.6%の順に応答比は小さくなることが分かる。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。

図-4はTMDにアクティブな制振力を加えた場合について地震応答解析を行った結果を示したものである。制振力は一般化座標での速度、変位及び制振力の自乗和が最小になるようにして求めた。実線と点線はそれぞれアクティブな制振力がある場合とない場合の応答を示している。制振力に対する重み R_0 によって制振力の影響は異なるが、TMDのみの場合に比べさらに良い応答の低減を示している。また図-5はこの場合の制振力を示している。この値は最大応答を示す点で非常に大きな値になっており加速度応答に対応したような変化を示している。このためアクティブな制振についてはさらに検討が必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とき、動的応答に及ぼすTMDやアクティブな制振力を加える場合の影響について検討を加えた。その結果TMDの特性や入力地震波により制振効果は大きく異なっており、さらにアクティブな制振力を加えた場合、その影響を明確にしておくことが必要であると思われる。

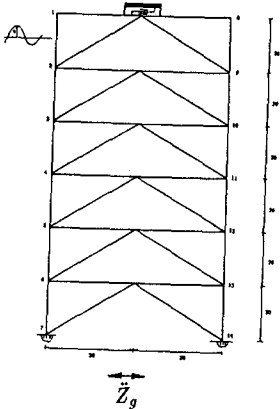


図-1 解析モデル

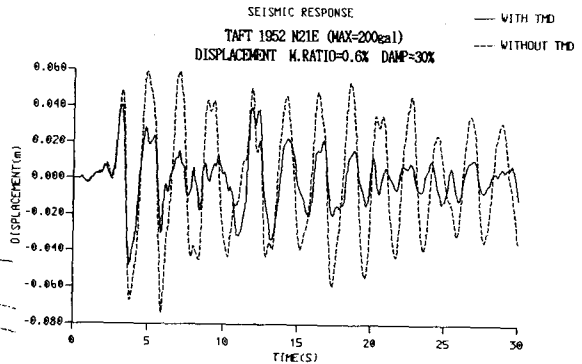
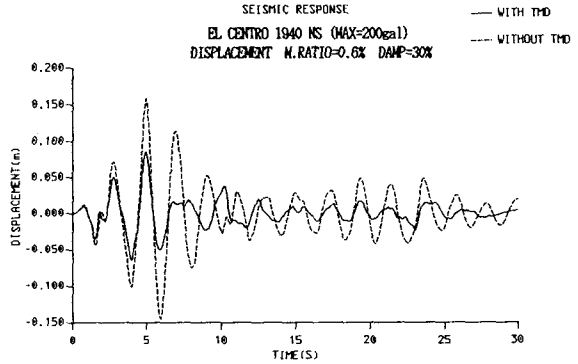


図-2 時刻歴変位応答 (TMDのみ)

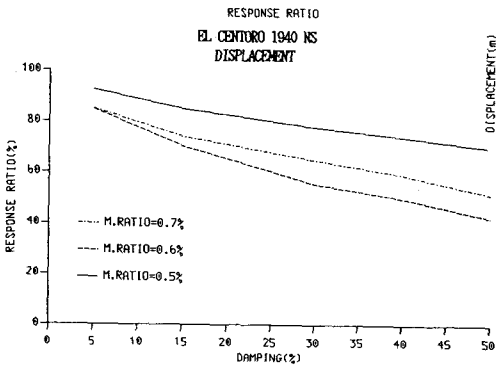


図-3 変位応答に及ぼすTMDの影響

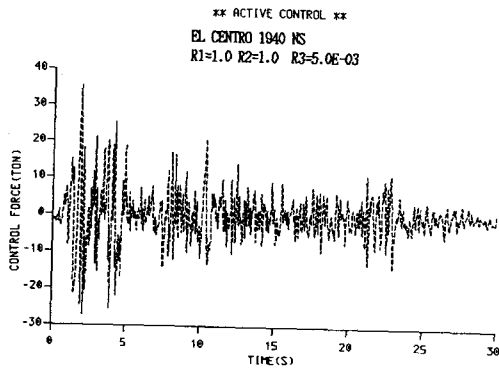


図-5 制振力(El centro 1940 NS)

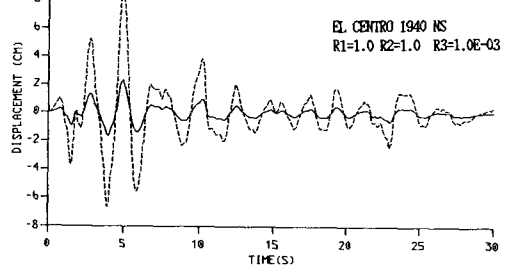
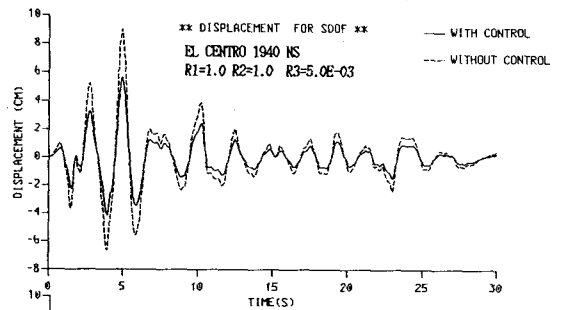


図-4 時刻歴変位応答 (ATMD)