

I - B380

超大型浮体-係留系の地震時応答解析

川崎製鉄(株) 正会員 ○平本高志
正会員 森 浩章
正会員 小池 武
川鉄情報システム(株) 川原仁志

1. はじめに

超大型浮体式構造物の実現を目指した研究開発がメガフロート技術研究組合を中心に行われている。本研究は、当該研究組合の浮体設計技術に関する研究の一環であり、地震波の種類、伝播速度・方向および緩衝装置特性などに対する超大型浮体式構造物の耐震安全性照査の検討を目的として、浮体-係留系の地震時動的応答解析を実施した結果を報告するものである。

2. 解析方法の検証

今回の解析計算を実施するに当たり、住友重機械工業(株)追浜造船所沖の実証浮体モデル(300m×60m)において観測されたドルフィンおよび岸壁上の地震波形に対して、実証浮体-係留ドルフィンの動的解析を行い、ドルフィン頭部の応答波形(計算値)と観測波形との比較によるプログラムの検証を行った。図-1に示すドルフィン頭部応答の観測値と計算値を比較した結果、最大応答値で若干の違いはあるが、今回の地盤条件などが完全には確認できない状態での計算としては、比較的観測値に合っていると見える。

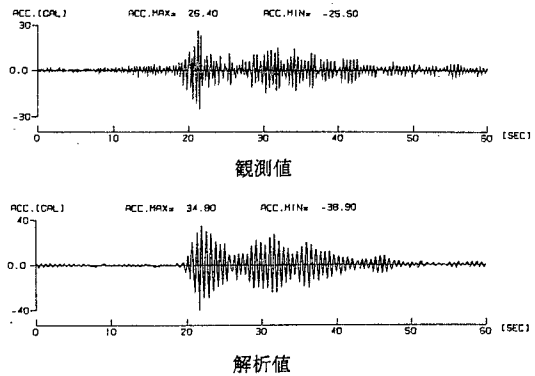


図-1 ドルフィン頭部の応答波形

3. 解析条件

浮体は約 4,770m×1,710m の規模とし、耐力 1000tf の杭式ドルフィンを、解析上線形モデルとして配置させた。地震波は最大加速度や周波数特性などを考慮し、十勝沖（八戸、宮古）、宮城県沖（塩釜）、兵庫県南部（神戸海洋気象台、葺合）の5ケースとした。参考として、兵庫県南部地震(神戸海洋気象台)の入力地震波を図-2に示す、また、その他の解析条件を表-1に示す。

表-1 解析条件

	項 目			
	伝播速度 m/sec	伝播方向 (deg)	ドルフィン基数	緩衝装置バネ (tf/m)
内	300	0	長辺:12, 短辺:4	線形:20000tf/m
	1000	45	長辺:24, 短辺:8	非線形:K1=88.9tf/m
容	3000	90	長辺:48, 短辺:17	非線形:K1=889tf/m
	∞	—	—	—

注) K1: 初期剛性

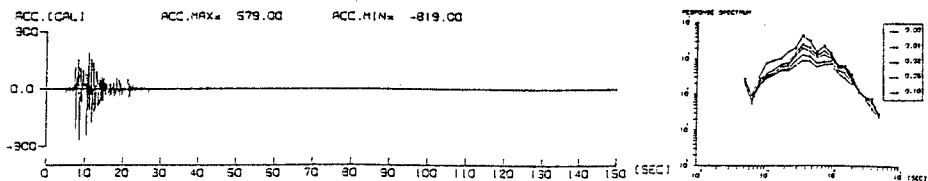


図-2 兵庫県南部地震波（神戸海洋気象台）

浮体-係留系全体解析モデルは、図-3に示すように面内方向変位とその回転成分の3自由度モデルとし、浮体は剛体とした。浮体の周囲に配置される係留ドルフィンは、3質点の振動モデル(Penzienモデル)にモデル化した。

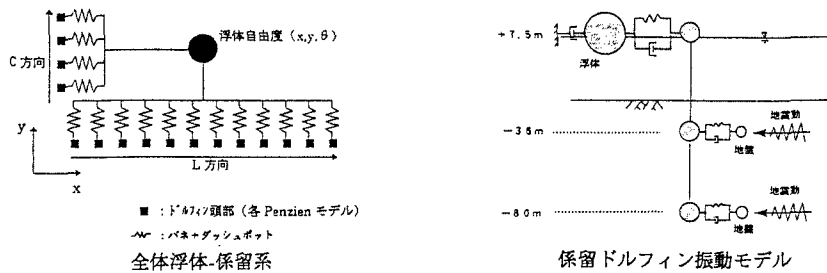


図-3 解析モデル

4. 解析結果

今回対象とした浮体モデルは大規模であることに加え、緩衝装置のバネが比較的軟いため、系の固有周期が浮体短辺方向で約 40 秒となった。この結果、図-4 に示すように浮体はどの地震波の場合もほとんど地震の影響を受けず、浮体の応答加速度は兵庫県南部地震クラスでも約 0.2gal 程度となった。ドルフィンも、兵庫県南部地震クラスの地震が来襲する場合には、直ちに損壊するか否かは別として、その耐力を上回る応答となった。また、長周期成分の比較的地震波の場合（葺合）はさらに応答が大きくなった。兵庫県南部地震（神戸海洋気象台）に対する浮体重心およびドルフィン頭部の時刻歴応答を図-5 に示す。緩衝装置バネの影響については、バネが強い場合は緩衝装置軸力が、弱い場合は慣性力を含めたドルフィン自体の反力の応答値が大きくなった。地震波伝播速度及び方向については、今回想定した浮体規模、係留施設の場合では、浮体-係留系の応答におよぼす影響は小さかった。

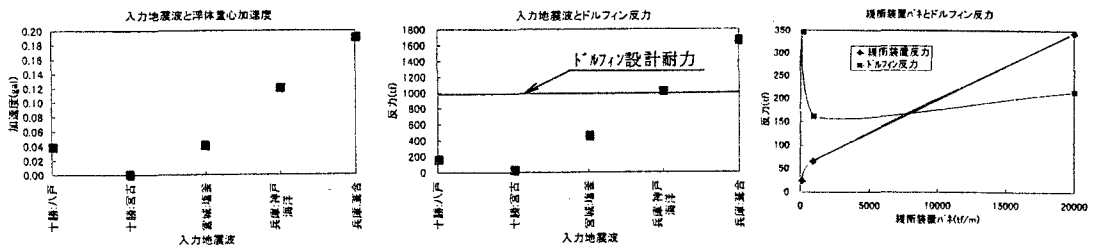


図-4 解析結果

5. まとめ

今回の解析計算を通して、地震波の種類や緩衝装置特性などの条件の変化による超大型浮体式構造物の浮体-係留系全体の動的応答特性を、概略ではあるが程度体系的に把握することができた。

今後は、波浪・温度影響などの観点を中心に計画された係留施設に対して、今回と同様の地震時動的応答解析を実施し、ドルフィンおよび緩衝装置の地震時耐力照査を行うことによって、あらゆる条件下で一層優れた浮体-係留系を明確にしてゆく必要がある。

なお、本研究を実施するに際し、岐阜大学工学部 杉戸真太教授の御助言、御指導を賜ると共に、入力地震波についても、岐阜大学のデータを使用させて頂いた。ここに厚く御礼申し上げます。

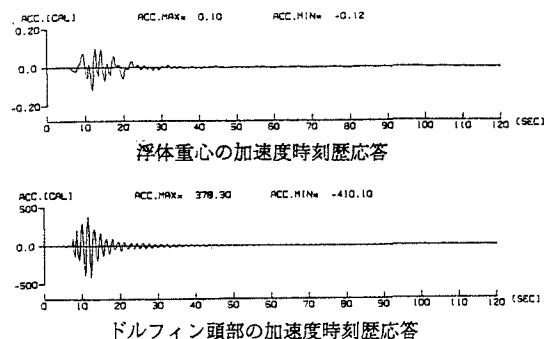


図-5 解析結果（兵庫県南部地震：神戸海洋気象台）