

II-520

テンションレグプラットフォームの動揺に関する現地観測

五洋建設(株) 技術研究所 正会員 ○山本 敦
 五洋建設(株) 技術研究所 正会員 関本恒浩
 三井造船(株) 沿岸開発技術部 菊池省吾
 新日本製鐵(株)

1. はじめに

今後増加することが見込まれる大水深型構造物に対して、多方向不規則波浪場における挙動を明かにしておく必要がある。これまで浮体の挙動に関する検討は単一方向不規則波を対象にした実験室レベルでの検討は行なわれているものの、多方向不規則波浪場を対象とした検討は数値計算による検討を除いてほとんど行なわれていないのが現状である。多方向不規則波浪場における浮体挙動解析の基礎資料となるべき現地浮揚式構造物の動揺データの取得を目的とし、テンションレグプラットフォーム（以後TLP）『マリノフォーラム21えひめ』を対象とした現地観測を実施した。

2. 観測システムの概要

今回対象とするTLPは、愛媛県南宇和郡御荘町沖合に(社)マリノフォーラム21の沖合養殖パイロットファームの中核施設として設置されており、1990年7月に実験操業を開始している。観測期間は、91年5月28日から92年5月末までの1年間である。計測時間間隔は3時間（8回/日）とし、それぞれサンプリングタイム0.3秒で10分間計測を行なった。ただし、台風接近時等2.0mを越える有義波高が計測された時には自動的に20分間隔で計測するように設定した。観測項目は、風、波浪、TLPの運動応答および係留ラインの変動張力についてである。

3. 観測結果

(1) 波浪解析 前述のように、観測期間は1991年5月28日から約1年間であるが、今回は有義波高が1.0mを越えたデータのみについて解析の対象とした（80計測分）。これら有義波高が1.0mを越えたデータはいずれも台風の接近によるものであり、中でも台風19号の接近に伴う高波浪時には、最高波高で6.8m、有義波高4.1m（有義波周期8.4sec）の観測値を記録している。さらに、橋本らによって提案されたベイズ型モデルによる方向スペクトル推定法を用いて方向スペクトル解析を行なった結果、ほとんどのケースで比較的幅の狭い方向分布関数を示し、南西からの一方向性波浪に近い条件となった。

(2) 動揺解析 一般に浮揚式構造物は6次元の運動モードを持つが、鉛直方向に緊張係留されたTLPの場合、鉛直方向の揺れの成分である上下揺れ、縦揺れおよび横揺れはスラック状態等にならない限りテンダンの弾性伸びに対応する微小量であり、前後揺れとの運動モード間の連成は小さいと考えられる。そこで、今回の動揺解析では前後揺れのみに注目することとした。

図-1に一例として9月27日21時59分の波浪、動揺および変動張力の時系列波形を示すが、波浪と動揺については非常によく似た波形を描いている。そこで、波浪と前後揺れのパワースペクトルを求めた結果、どちらも周期5～10秒にピークを持ち前後揺れが入射波に対して強く依存することが分かった。さらに、波浪と前後揺れについてクロススペクトル解析を行なった結果、波の峯が到達した瞬間から動揺を始めることを意味する、 $\pi/2$ 程度の位相の遅れが生じている（図-2）。次に、入射波の周期と動揺量の関係を調べるため、横軸に入射波の有義波周期に対応する周波数を、縦軸に前後揺

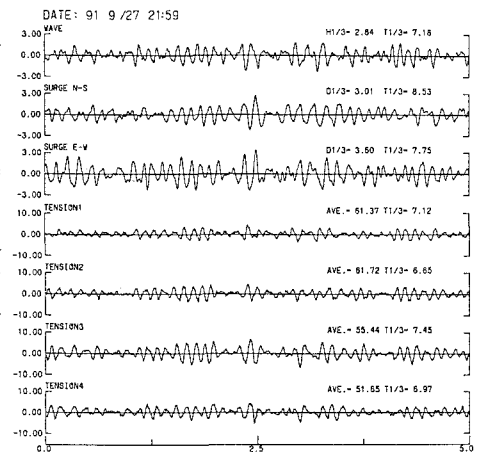


図-1 各観測データの時系列波形

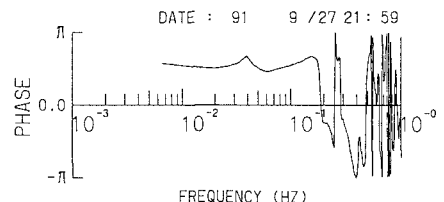


図-2 波浪と前後揺れの位相差

れの有義値を入射波高で除して無次元化したものを取り、解析対象とした80データについてプロットした（図-3）。図より周波数が高くなるに従って相対動揺量は小さくなっているのが分かる。

さらに、入射有義波高と動揺量の両振幅の有義値の関係を図-4に示す。両者の関係はほぼ線形であると言えるが、入射波高が2.0m以下では動揺量が波高の約1.2倍程度であるのに対し、2.0mを越える入射波に対しては1.8倍以上の大きな動揺を生じている。

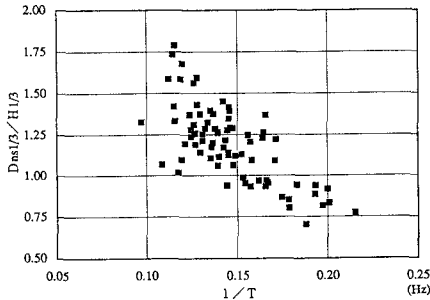


図-3 入射波周期と相対動揺量の関係

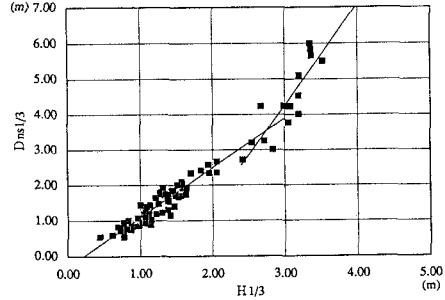


図-4 入射波高と動揺量の関係

(3) 変動張力 テンドンに作用する変動張力についても動揺解析と同様にスペクトル解析を行なった結果、やはり入射波に強く依存することが分かった。ただし、テンドンに働く張力は上下揺れもしくは縦揺れに支配されると考えられることから、4本のテンドンそれぞれについてクロススペクトル解析を行なった。その結果、図-6に示すように、主波向きに対して直交する方向に位置するテンドン①、④は共に同位相で張力が変動しているのに対し、主波向きの方向に位置するテンドン②、③は逆位相となっており、ステーション部がコラム①、④を結ぶ線を軸として縦揺れを起こしていることが分かる。

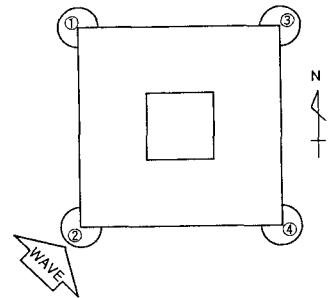


図-5 主波向きとコラム配置

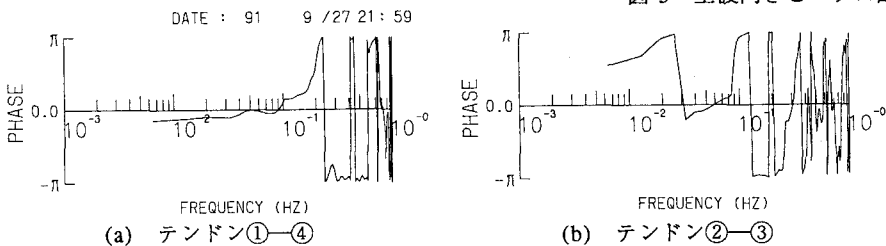


図-6 テンドンに作用する変動張力の位相差

4. まとめ

大水深域でかつ多方向不規則波浪場における浮体の挙動を明かにしていくために必要となる現地浮揚式構造物の動揺データの取得を目的とし、現地計測を行なった結果、浮揚式構造物の基本的な動揺特性について次のことが明らかになった。①前後揺れの周期は入射波周期に対応しており、 $\pi/2$ 程度の位相の遅れが生じる。②入射波の周波数が高くなるに従って、入射波高に対する動揺量は小さくなる傾向がある。③波高が2.0m以下では前後揺れは波高の1.2倍程度であるが、2.0mを越える波に対しては1.8倍以上と、低波高時と比較して大きな前後揺れが生じる。④テンドンの変動張力についてクロススペクトル解析を行なった結果、入射波に対して縦揺れを起こしていることが明らかになった。

謝辞

本報告は、共同研究『TLP型海上ステーションの挙動に関する実海域研究』として『マリノフォーラム21えひめ』を対象に現地観測を実施したものであり、現地観測およびデータ解析を行なうにあたり多大の御協力をいただいた(社)マリノフォーラム21、南内海漁業協同組合ならびに(株)三造試験センターの関係者の方々に感謝の意を表します。