

第Ⅱ部門 現地観測における多点ブイ係留大型タンカーの動揺特性

京都大学工学部	学生員	○西田善道
京都大学防災研究所	正会員	高山知司
京都大学防災研究所	正会員	吉岡洋
出光エンジニアリング	正会員	山元敦史

1. はじめに

多点係留ブイバースは振れ周りを制限でき占有面積を小さくすることができるが、波浪、風により大きな係留力が発生する恐れがある。日本地下石油備蓄株式会社は、平成5年に岩手県久慈港の沖合いに、原油受け払い用施設として、多点係留ブイバースを建設した。建設に当たって、水理模型実験や数値計算によって係留時におけるタンカーの動揺や多点係留ブイに作用する係留張力などが詳細に調べられた。それらの妥当性を現地において検証するために、係留タンカーの動揺と係留索張力に関して現地観測を行った。観測の概要と統計的な解析結果は、高山等によって第43回海岸工学講演会において報告された。本研究では、スペクトル解析を行って、外力（波浪、風）、船体の動揺及び係留力の周波数特性を調べて、変動特性を明らかにした。

2. 現地観測

原油緊急積み出し訓練が1995年12月6-7日に実施された。タンカーは船首を東方の久慈湾口に向けて6個のブイで係留されており、船上における風速と風向、波浪観測ブイシステムによる波浪と流れ、GPSによる船上2点の位置、およびタンカーの船尾側2点のブイに対する係船索張力が測定された。その他に、タンカーの喫水および潮位のデータを収集した。

3. スペクトル解析による観測結果

一例として図に17日13時の外力（風と波）、船の動揺、係留力のパワースペクトルを示す。サージング、スウェイング、ヨーイングは長周期成分が卓越し、ヒーピングとピッチング、ローリングは短周期成分が卓越する。このことはサージング、スウェイング、ヨーイングは風の影響が強く、ヒーピングとピッチング、ローリングは波の影響が強いことを示すものである。スウェイングとローリングの短周期成分のピークを見れば両者は明らかに連成運動を示している。Tension-A、Tension-Bとも長周期と短周期ともに顕著なピークがあり、風の影響も波の影響も両方同程度に効いている。観測期間中の多くのスペクトルを比較すると、ヨーイングとスウェイングは風との対応がよく、それらはTension-Aとよく対応しているが、ローリングにはそのような対応は見られない。結局係留力に及ぼす効果はスウェイングやヨーイングに比べローリングは非常に小さい。Tension-AがTension-Bに比べ風とよく対応するのは、風がTension-A側から吹いて、定常的にTension-A側のワイヤーは張りつめていて、Tension-B側のは緩やかになっているためである。ワイヤーが張りつめていると船の短周期の変動が敏感に係留力の変化をもたらす。船体の動揺（スウェイングとローリング）は周期10sのピークであるのに対し、係留力の短周期運動成分は周期10sのほかに周期6sもあり、それらは時間の経過とともに喫水が上昇するにしたがってより顕著になった。すなわち、周期6sの風

波が船体の動揺にはほとんど影響していないにもかかわらず、係留力には対応している。これは係留力とは船体とブイとが引き合う力であり、船体が波に影響されなくても、ブイの方が波の周期で揺れているのである。

4. 結論

- (1) ヒーピングとピッチング、ローリングは、うねりの周期と風波の周期で運動するけれども、ローリングは固有周期(10 s)の運動の方が大きい。
- (2) サージング、スウェイング及びヨーイングは長周期成分が主である風の影響が大きいけれども、スウェイングは連成運動によってローリングと同じ周期で短周期運動もする。
- (3) 係留力については長周期・短周期成分ともに影響が大きい。長周期成分については風による船体運動と関係が深い。短周期成分については風波との関係が深い。風波による船体動揺は小さいが、船体を係留するブイの動揺が大きい。
- (4) 久慈港で大型タンカーを係留させる際、最も大きい係留力を発生させる恐れのあるのは、風であり、風波が発生する時、さらに大きい係留力を発生する。

参考文献 1) 高山知司・吉岡洋・関田欣治・鳥井正志・山元淳史・岩井卓(1996): 多点ブイ係留時の大型タンカーの動揺と係留力に関する現地観測, 海岸工学論文集, 第43巻, pp.921~925.

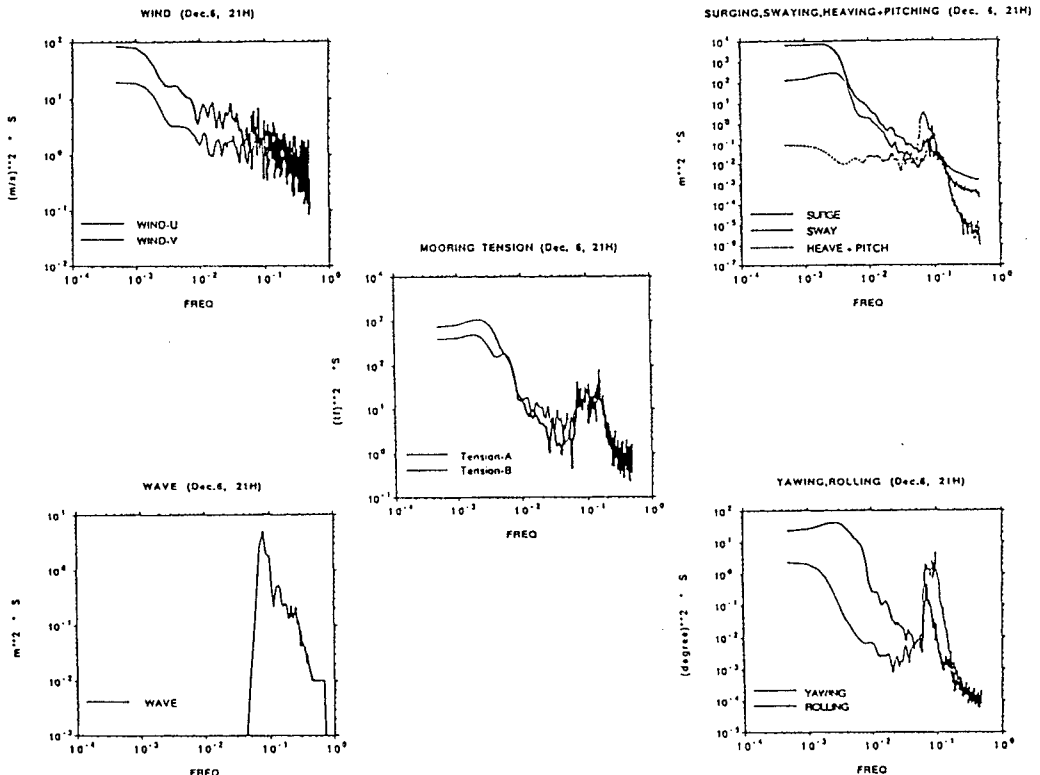


図 6日21時のパワースペクトル