

(2) 線形連成項と横揺減衰項の関係が、マイナス側に傾斜している場合は逆相に、プラス側に傾斜している場合には同相となるという結果は、一般の2ローハル型半潜水海洋構造物について共通にいえるか。マイナス側に傾斜している方が一般に危険であるということになるのでしょうか。

【回答】(1) 御指摘のとおり、本模型の静的復原力は大傾斜すると Fig. A のように傾斜角の3乗に比例する成分等を多分に含んだ形となり、本文にはこれによる項が抜けております。実際のシミュレーション計算では $W \cdot G_0 \bar{M}_0$ で静的復原力を計算しているのではなく、Fig. A

の復原力曲線を関数近似して計算していますので、復原力の非線形性による影響は入っております。しかしながら Fig. 13 より本研究の不安定運動には、この非線形性は、さほど大きな影響を与えないものと考えられます。

(2) 御質問のことは、恐らくこの構造物特有の結果であり形状が異なると全く違った現象になると思われます。このことは数値シミュレーションを行ってわかったことですが、本現象は、かなり微妙なバランスの上に発生しており、条件が少し変わると発生しなくなったりすることから推察されます。

20 波浪中を低速航行する鉛直円柱に働く抵抗増加に関する研究

【討論】 柏木 正君 (1) 線積分項を考慮した(1)式、あるいは低速の仮定で導いた(20)式による無限遠での Kochin 関数が全て(34)式で表されるのでしょうか。

(2) 抵抗増加を計算する(33)式は、 $O(U^2)$ を無視する低速近似の場合には正しくないので、圧力積分の時間平均値から計算する方が理論の整合性、計算の容易さから考えても得策なのではないでしょうか。

(3) 低速近似の仮定を定式化の段階で考慮すると自由表面条件式に $O(U)$ の項だけを取り入れることになり、それを満たすグリーン関数には波長の短い波成分を含まないので数値計算も精度よく短時間で可能と思われます。この方法の方が実用的で、かつ理論の整合性もあると思いますが著者らのお考えはどうでしょうか。

【回答】 御質問の主旨は、すべて理論、特に低速近似における理論計算の不整合性にあると思います。本研究の低速近似は、定式化の段階から低速の仮定をしておらず、また抵抗増加計算においても速度は有限として計算しており、その意味では首尾一貫しない議論となっております。本研究における近似は、何とか現有のプログラムを大幅改良せず、精度に対する確信を持って解析できないだろうかというのが発想の原点で、その結果、低速の仮定を一部にだけ施すという理論的な不整合性を生じております。従いまして、(1)の御質問に対しては、本研究においてはすべて(34)式を用いて計算しましたという回答になります。また(2)、(3)の御指摘は、もったもった御意見と思われまので、今後の参考とさせていただきます検討を加えたいと考えます。

21 水平没水柱体に働く波力に関する研究

【討論】 宮田 秀明 君 (1) 低 KC 数での流体力の減少の主因を、「物体まわりの循環流の発生とそれによるマグナス効果」と説明されていますが、次のように言いかえることも可能でしょうか。

「深水波中では、単一方向振動流の場合と異なり、2方向の流速が振動し、しかも深さにより振幅が異なるので、剝離パターンも大きく異なりより複雑になる。従って、渦によって誘起される物体表面圧力、それを積分した力も大きく異なる。特に、剝離渦が十分遠くまで放出されず、付着渦として物体にまつわりつき、複雑な運動をする1~5の KC 数域において顕著である。」

【回答】 著者らが、流れの可視化などの実験を通して明らかにした現象の物理的な解釈は宮田先生の説明でよいと思われます。そして、その物理現象を簡単なモデルでおきかえると、「物体まわりの循環流の発生とそれによるマグナス効果」となり、流体力の特性などを考える上でも、理解がしやすくなるものと思われます。

今後、Navier-Stokes の方程式の直接解法や、渦糸近似法等の理論的手法でこの現象を確かめ、こうした簡単なモデル化の妥当性を確認しておく必要があるように思われます。

24 一点係留システムの解析法(その2)

【討論】 渡辺 巖 君 (1) Z方向の変動拘束力(F_z)について、Fig. 13, Fig. 16, Fig. 19 に示される

AC, SALM, SALS の計算結果を較べてみると、SALS の力が他に比して格段に大きいことが、このことから SALS

はあまりすぐれたシステムでないとは判断してよい。

(2) CALM システムについて周波数領域のスペクトル計算が試みられているが、これらの結果を使って、最大期待値等の設計値を推定する方法についての著者の見解はどうか。特に出波成分と長周期成分の混在状況をどう考えるか。

【回答】(1) 前刷の Fig. 13, Fig. 16 に示しました拘束力 F_z のうち, Buoy/(Riser)/Sea Bed の値は間違っており、この 10 倍の値が正しい値となります。誤解を与えた事をおわび致します。しかし、Tanker/Yoke, Yoke/Buoy 間の F_z の値は御指摘のとおり SALS は他と較べて 1 桁大きい値となっております。

水深、海象条件等に対するシステムの適応範囲、設置技術等を加味すると、SALS が他のシステムに較べて劣っているとは一概にいえませんが、浮力体が水面近くに集中していることにより、システム各部の変動荷重が他のシステムより大きくなり、強度、疲労の面から考えるとあまり良いシステムとはいえないと考えております。

(2) 係留システムの復原力特性が非線形で外力が大きい場合、拘束力或いは係留力は非線形となります。周波数領域での計算は線形性を仮定しており、得られた応答スペクトルの分散を与えられたストームの継続時間を用いて推定した最大期待値は正確な設計値とはなりません。従って、周波数領域での計算による設計値の設定は、一般には第一次近似とみなすべきものと考えます。

第一次近似の極値の推定としては、長周期成分と短周期成分を分離して各々の変動成分の極値応答はレイレイ分布ではほぼ近似出来るとし、両者の重ね合せにより求める方法で良いと思われます。

【討論】小保方 準 君 (1) AC と SALM では拘束力に及ぼす Yoke の影響が若干異なるようですが、Yoke 自体の質量影響は両者同一に取り入れられているのでしょうか。また、AC の場合 Yoke 自体の影響が長周期側で表われておりますが、慣性影響だとするとむしろ短周期で大きくなるように思いますがいかがでしょう

か。

(2) 各接点での拘束力を計算され、システムによってその傾向が異なることをお示しになっておりますが、このような係留システムを設計する場合、どこでの拘束力の大小が最も重要となってくるかお教えいただきたい。

(3) CALM を除いた 3 システムはかなり類似性があると思いますが、各々のシステムが提案されたときの特色と、それに対する今回計算結果による評価についてご見解をお聞かせ下さい。

【回答】(1) Fig. 15 には表現されていませんが、SALM の拘束力に関しても AC と同様の傾向が若干現われて来ます。Yoke の影響による拘束力の差は、短周期ではシステム全体がほとんど運動しなくなる為に差は現われず、長周期では運動が大きくなることにより差が出て来るものと考えられます。

(2) どの節点も重要であると思いますが、設置場所の海底土質に対する検討が必要なこと、設置後の保守が容易でないこと等の理由により、海底点での拘束力が最も重要なものであると思われます。

(3) 非常に厳しい海象における一点係留システムを考案するに当たって、従来型の CALM では対応出来なくなったことにより、海底拘束型の係留システムが提案され、送油ライザー等も構造内部を通すことにより保護出来るという利点もあり、その後発展して来たものと思われます。

各システムは主として水深により選定され 100 m 前後の水深に対しては AC が、150 m 以上の大水深では大水深型 SALM 又は多関節型の AC が、また、SALS はどちらにも対応出来るものであるといわれています。

今回の検討の結果による評価としては、SALS の拘束力が他のシステムに較べて大きくなることから、強度、疲労の面から SALS はあまりすぐれたシステムではないと考えられます。

25 一点係留システムの基本計画手法について (その 2)

【討論】佐尾邦久、沼田敏晴 君 (1) 数値シミュレーションに於いて長周期成分と短周期成分に分離することの利点は何ですか。

(2) チェーン張力の変動成分を定義する零点は絶対零ですか。又、Fig. 9 と Fig. 10 の零点は同一基準ですか。

(3) チェーン張力の波周期の変動成分には係留点上端の静的変位に対応する変動と、チェーンの弾性振動による変動が含まれていますが、両成分の比率はどの程度

ですか。

(4) チェーンの係留ラインとしての復原力特性は非線形な為、長周期成分と波周期成分には相関があり、両成分の分離は難しい面もありますが、タンカーの運動にはそのような相関はなく、我々の実験によっても、両成分ともレイレイ分布で近似できることが確認されています。従って、係留ラインの弾性振動が小さい場合には、船体運動の長周期成分と波周期成分を重ね合わせて、係留点上端の変位の最大期待値を求め、その結果を用いて