

はあまりすぐれたシステムでないと判断してよい。

(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。特に出会い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ます、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 衝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

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、どこの点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って、従来型の CALM では対応出来なくなつたことにより、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

準静的に張力の最大期待値を求める方法が数学的筋道が明確で、波高影響、定常力影響等を容易に取り込んでいける点でよりすぐれた方法と考えられます、いかがでしょうか。

【回答】(1) 短周期成分を長周期成分と同時に解く場合、計算ステップを短周期成分に合わせて小さくせざるを得ず、シミュレーションに要する時間が増大するため、あらかじめ短周期成分を求めるための船体動揺応答関数を別途求めておく方法を採用しています。

(2) 実験結果は初期張力が0点となっていますが、Fig.10の計算結果は初期張力が含まれています。また、極値解析の結果は初期張力からの張力増加分のピークを示しています。

(3) 今回の係留状態では、静的な変動は初期張力の5%程度、一方、動的変動は50~80%になっており、

かなり動的成分が顕著になっております。これは、今回の係留が深水域を対象としているため、船体動揺の影響が静的には影響を及ぼさなかったことによるものと思われます。なお、他の研究結果には、初期張力が大きくなると張力の静的変動と動的変動成分の差が小さくなる例も報告されています。

(4) ご指摘の通り、線型範囲の現象ではレイレイ分布で近似できることから、今回提示したような数学的に不明確な方法を使用する必要はないと考えます。係留系にバネを用いたFPSOの水槽試験結果として長周期、波周期運動が共にレイレイ分布で近似できる例も報告されており、その点裏付けられています。なお、非線型性の強い現象に対して、ご指摘のような方法が適用できるのか、今後検討していきたいと考えております。

## 27 ロングストローク船用ディーゼル機関クランク軸系の振動および強度に関する研究（第1報）

【討論】岩本昭一、若林克彦君 (1) 横振動( $x$ および $y$ 方向の振動)は、実機ではほとんど問題にならないであろうが、検討してみられましたか。

(2) Fig.1で $x$ および $y$ 方向に、ばね、ダッシュポットを入れれば、横振動も含めた解析モデルが出来上ると思いますが、いかがでしょうか。

(3) 高速機関軸系、例えば大形トラック用機関では、クランク軸の横振動が主軸受をたたき、これが騒音発生源になっているようですが、船用の大形機関ではそのような問題は出ていないのでしょうか。

(4) 用語について、自然振動と固有振動とを使っているが、自然振動は固有振動と別の意味で使っているのでしょうか。もしそうでないならば、固有振動に統一された方が良いように思います。

(5) Fig.5のモデル(2)および(4)の計算所要時間をお示し下さい。

(6) 実船における計測方法を統報に譲ることとしておられます、Table 5に示された結果に関連する実験についてのみお示し下さい。

(7) 「スラスト軸受の縦ばね定数は、現在のところ経験値にたよるほかない。」と述べられていますが、経験値に頼らなければならない問題点をご指摘下さい。

【回答】(1), (3) 船用ディーゼル主機関においてクランク軸の横振動が騒音問題を含め問題になった例は、著者らの知る限り存在いたしません。本計算システムにおいて著者らの目指したものは、主機架構前後振動の起振力となるクランク軸系縦振動とクランク軸系の強度(応力レベル)の推定であり、この意味であまり問題と

ならない横振動の自由度は計算モデルに組み込んでいません。

(2) 御指摘の通りと考えられます。ただしモデル化時に質量の分布、ばねの構成、各自由度間の連成等を考慮せねばならず、かなり繁雑な手続きが必要となる事が予想されます。

(4) 本報では、いわゆる無減衰自由振動のことを「自然振動」その振動数のことを「固有振動数」と表記しました。しかし一部に不統一な部分があり訂正いたします。(274頁、最下行より2行目；軸系自然振動数→軸系固有振動数)

なお昔から慣用された「自然振動」という言葉が不適当というのであれば「自由振動」と置き換えて解釈していただきたいと思います。

(5) FACOM M 380-Qによりモデル(2), (4)ともほぼCPU 600秒です。

(6) クランク軸系の縦振動は、船首側端面に設置した非接触変位計により計測し、振り振動は中間軸上に貼付した歪ゲージによりFMテレメータシステムで歪出力を検出する方法を用いた。

(7) スラスト軸受の縦ばね定数を推定する有効な方法は現在のところ存在しません。

スラスト軸受の縦ばね定数には、スラスト軸受の大きさ、構造、そして二重底への据付け状態、さらには軸回転時の軸受内部の油膜の状況が大きな影響を与え、これらの諸要素を定量的に評価するのは、非常に困難あります。

【討論】米沢純一、山崎正三郎君 (1) 影響係数を