

所 外 発 表 論 文 等 概 要

〈運動性能部〉

船体縦曲げモーメントにおける
非対称性について

On Asymmetry of Vertical Bending
Moment on Ships

上野 道雄, 渡辺 巖

昭和62年11月

日本造船学会論文集 162号

波浪荷重予測の分野においては、スラミング等の強非線形現象が発生しない範囲ではOSM等のストリップ法がほぼ確立された手法となっている。しかし詳細に現象を観察すると、特にコンテナ船のような痩せた船においてはホギングモーメントよりもサギングモーメントの方がかなり大きな値を示す、という通常のストリップ法からは推定できない現象がみられ、これは船体強度上の重要な問題となると考えられる。

本研究ではこの縦曲げモーメントのホギング・サギングの非対称性について、コンテナ船・撒積船の弾性模型実験に基づき考察及び推定計算を行った。その結

果次のような知見を得た。

- (1) 縦曲げモーメントの非対称性は、平水中航走時の成分及び波浪非線形成分のうちの直流成分による平均値移動、並びに波浪非線形成分の変動成分と基本周波数成分との位相関係による極値の変化によってもたらされる。
- (2) 直流成分として非対称性に寄与する平水中航走時の縦曲げモーメントは、高速域を除いてHess & Smithの方法を使った計算によって推定できる。この成分は高速船においては無視できない影響を与え、また船型によってホギングからサギングまで大きく変化する。
- (3) 波圧の推定に船側傾斜を考慮した簡便な計算法を示し、波浪による直流成分及び倍周波数成分を推定した。実験と計算との比較によれば、直流成分は過大評価となる傾向があるが、倍周波数成分は振幅・位相共ほぼ妥当な推定値となり、縦曲げモーメントの非対称性を評価できる。
- (4) 非対称性を船型別にみると、肥えた船では一般にこれは問題とならない量であるが、痩せた船では上記いずれの成分も無視できない量となり、さらにいずれの成分もサギング側を大きくする傾向にある。

反対称運動への細長体理論の適用について
(第2報：浅水域の場合)

On the Application of Slender Body
Theory to Antisymmetric motions
(2nd Report: Shallow Water)

野中 晃二
昭和62年11月
日本造船学会論文集

船舶の操縦性の研究においては、横方向の付加質量や揚力など、斜航及び回頭という反対称流場が支配的影響を持つ量の、精度よい推定が重要な課題となる。

前報では、船体程度の細長度を持つ物体に、細長体理論を適用する場合、far field の解に、2nd order として出て来る横向きの doublet 成分を含ませる事により、反対称運動に従来の手法より有効に適用出来る composite solution の構成を示した。

本報では、水深と喫水が同じ order の浅水域の場合について、far field では水平面内の2次元流場とし近似出来るという浅水近似を用い、前報と同様な手法により、浅水域での反対称運動により有効に出来る、細長体理論における composite solution を構成し、実用船型の付加質量と付加慣性モーメントについて、模型実験結果や3次元計算結果と比較し、本方法が実用上十分な精度を有する事を確認した。

なお、3次元補正項については、本方法では等価物体という考え方をを用いており、対称流場成分に対しては、実物体と同じ断面積の物体となるが、反対称流場成分に対しては、等価物体は、実物体の断面積と付加質量の断面積との平均値の断面積を持つ物体となる。そのため、反対称流場に関しては、浅くなるにつれて、遠方から見た流れは、断面積の大きな物体まわりの流れのようになり、細長体としての近似度は悪くなり、深水域の場合のように、比較的細長比の大きい場合まで通常の細長体理論に比べてよい近似が得られるというわけにはいかず、船体程度の細長比より大きな細長比の物体への適用は無理なようである。

通常の操縦運動の推定は、slow motion derivatives で実用上充分である事から、前報及び本報ともに、定常状態について式の構成を行ったが、振巾が微小な場合は、非定常運動への本方法の拡張は容易である。

<構造強度部>

PCバージ用底版の強度について

Strength of Bottom Slab for
Hybrid PC-Barge Use

松岡 一祥, 直井 保
昭和62年10月

プレストレストコンクリート 29巻5号

海洋構造物へのコンクリートの使用は、その強度/重量比が大きな障害となる、しかし、代船が得難い時や、オペレーション上移動が困難な時など、定期的な入渠による維持・補修ができない場合には、鋼構造で必要とされる重防食の施工あるいは現地での補修に要する経費などを勘案してコンクリートの使用が有利な場合もある。ここでは、耐久性の観点から接水部にコンクリートを用いる、鋼—PC (プレストレストコンクリート) ハイブリッドバージのコンクリート底版の強度を取り扱う。

本報告における検討項目は、鋼—コンクリートハイブリッド底部でのPS (プレストレッシング) 歪の分布、RCおよびPC板のひび割れ発生強度、モーメント—曲率関係、崩壊強度、および座礁時の貫入抵抗などである。

検討の結果、以下の結論が得られている。

- (1) PS歪の分布は、コンクリートの乾燥収縮を除けばFEMで算定できる。
- (2) 一定モーメント区間の平均曲率を求めるには、鉄筋の塑性歪を小さく見積って計算しなければならない。
- (3) ひび割れ発生モーメントは、4点曲げ、3点曲げ、1点集中載荷の順に大きくなる。
- (4) 配筋方向、PS方向およびモーメントの負荷方法によっては、圧縮側かぶりコンクリートが荷重を分担しない可能性がある。そこで、表層側鉄筋はその方向をPS方向と一致させることが望ましい。
- (5) 貫入時のひび割れ発生荷重はPS量の影響をうける。そこで、着底時などひび割れが許容できない場合には、適切なPS量を選ぶ必要がある。衝突などの事故時について、ある程度の損傷を許容する場合には、ひび割れ発生後の貫入抵抗の増加は鉄筋の張力によるため、設計吸収エネルギーと許容貫入量から鉄筋量を定める必要がある。

〈機関動力部〉

防食塗装の耐用期間の要因解析

Quantitative approach to durability
of anti-corrosive coating system

松岡 一祥, 在田 正義, 翁長 一彦

昭和62年12月

第一回構造物の安全性・信頼性に関する
国内シンポジウム論文集

鋼構造物, 特に海洋構造物と陸上プラントを対象として, 防食塗装の耐用期間(塗り替え周期)の要因解析を行った。塗装劣化の半対数側, 耐用期間と膜厚との比例関係に基づき 数量化理論第I類による各種要因の定量的評価を行った。暴露条件, 金属素地調整, 使用器具, 塗布回数, 金属表面処理, 使用材料数, および, 材料の組み合わせの7つの要因を取り上げ, それぞれの要因について幾つかのグループに分けて解析を行った。使用材料については, 29の塗装用材料を取り扱った。材料による防食効果の差を考慮して, 等価膜厚係数で重み付けを行い, 塗装の膜厚を有効膜厚として評価した。

各要因の影響および各種材料の等価膜厚係数を決定し, 防食塗装の耐用期間の推定式を得た。推定式の精度は, 95%信頼区間で0.715から1.40倍の範囲であった。各種要因について, 耐用期間にどのような影響を与えるか検討した。以下, その影響の顕著なものについて概説する。

(環境要因について)

プラントについては, サンプルとしたプラント塗装指針の標準塗装の構造の影響が顕著である。

海洋構造物では, 飛沫/干満帯で構造物に電気防食が施されている場合が最も過酷である。

(施工要因について)

施工要因では素地調整が最も大きな影響を与える。パワーツールあるいはハンドツールによるものは耐用期間が短い。

(積層構造について)

下地処理では, メッキ, 溶射などによる防食層は塗装の耐用期間を伸ばすが, その上にプライマを塗布すると耐用期間が著しく短くなる。

材料の組み合わせでは, 下塗用材料だけの塗装の耐用期間は短い。

燃料前処理と機関摩耗について

Study on Fuel Pretreatment
and Engine Wear

羽鳥 和夫, 加藤 寛, 辻 歌男, 塩出 敬二郎

昭和62年10月

日本船用機関学会, 第41回講演会

近年船用C重油では, 従来の直留系の基材を使用した重油はほとんどなくなり, 代って分解系残さを基材とする重油が増えている。分解系残さのうち接触分解装置で作られる油の中には, この装置で使用される触媒が完全には回収されないで少量ではあるが混入することがある。燃料中に混入した触媒によって発生した機関故障は, 多数報告されているが, 燃料中の触媒と機関故障との関連性についての直接的な研究は見当たらない。以前著者らは燃料中の触媒濃度を变化させた場合の機関摩耗量の変化をディーゼル機関を用いた摩耗実験によって調べ, その研究結果を発表した。

この中で燃料中の触媒が機関摩耗にとって大変重要な因子であることを指摘した。燃料中の触媒による機関の異常摩耗などの故障を回避するためには, 燃料を前処理することによって触媒を除去することが重要である。そこで, 燃料前処理システムの中心的な構成機器である遠心清浄機及び精密フィルタによって機関摩耗がどの程度低減できるかをディーゼル機関による実験によって調べた。実験では船用C重油に100ppmの触媒を添加したものを遠心清浄機および精密フィルタで前処理した燃料で連続50時間の摩耗実験を行い燃料前処理と機関摩耗量との関係が明らかになった。

船用C重油に触媒を100ppm添加した燃料では, 機関摩耗は無添加燃料の場合に較べて大幅に増加する(例えばピストンリングの摩耗量では約12倍)。この触媒添加燃料を目開き5ミクロンの精密フィルタで前処理すると, ピストンリングの摩耗量は触媒添加無処理燃料の場合の約76%程度に減少する。さらに目開きが2ミクロンの精密フィルタで前処理すると約40%程度にまで減少する。また, 遠心清浄機で前処理すると(クラリファイヤ運転)約12%程度にまで低減することができた。これらの機器を適切に使用すれば触媒粒子による機関摩耗への影響を大幅に低減でき, 異常摩耗などの故障は回避できるものと思われる。

レーザ干渉法による円筒内の火炎温度測定
(四方向干渉計を用いた温度分布再構成)

Measurement of Flame Temperature in a
Cylinder Tube by Laser Interferometry
(Reconstruction of Temperature Distribution
by four Directional Interferometer)

佐藤 誠四郎, 熊倉 孝尚

昭和62年11月

第25回燃焼シンポジウム

火炎温度測定にレーザ干渉法とコンピュータ断層撮影法 (CT) を用いると, 三次元的な空間分布の測定が可能となり, 筆者らは先に, 大気開放状態のバーナ火炎に適用し, 本手法の有用性を明らかにしている。しかし実際のエンジンや炉などの燃焼は容器内で行われることが多く, この状態での計測法の確立が望まれる。

本報では, レーザ干渉法とCTによる容器内燃焼場の測定上の問題および限界などを明らかにするため, 透明円筒管内のバーナ火炎を用いて, 円筒の熱変形, 干渉光線の経路および干渉像のゆがみなどの影響を調べた。またCT適用のため投影データが四方向に限られた場合の再構成計算法について検討を行った。

使用光学系は, 干渉縞の解析の容易さから物体光として収束光を入射し, 円筒内の光線の経路が平行光になるようにした。干渉像は, 円周方向 45° 間隔で四方向の像が一度に撮影できる。円筒管は市販のバイレックスガラス製を用いた。円筒による干渉像のゆがみ, 収差等については, 別にスケールを撮影し補正した。

主な結果はつぎの通りである。

- 1) 干渉法による円筒内の測定では, 物体光に収束光を用いると, 従来の平行光を用いた干渉縞の解析法がそのまま用いられる。
- 2) 火炎による円筒の熱変形などの影響は小さく, 干渉縞の解釈法として, 変形などによって生じた縞を基準と考え, 有限幅干渉縞法 (Finite Fringe Method) として扱えばよい。
- 3) CTの再構成計算の際, 円周方向の投影データが少ない場合は, 補間によりデータを増やすと周辺部の温度計算値のばらつきを少くできる。

燃焼ガス中の水と水素のラマンスペクトル

Raman spectra of water and
Hydrogen in flame

山岸 進

昭和62年11月

第25回燃焼シンポジウム

燃焼計測において, スポンテニアスレーザラマン法は, 弱い信号にもかかわらず, 同時に多数の分子種の温度, 濃度情報が得られる特徴を持っている。これは基準となる成分 (例えば N_2) のスペクトルを観測域に含んで測定すると求める成分のスペクトルはそれとの比として求まり, 光源や光路及び電子回路から発生する誤差要因を相殺することができるためより高精度の観測が可能となる。そのためには, 高温ガス中のラマン散乱断面積について各成分のデータが必要である。一般に燃焼ガス温度域での3原子以上のラマン計算値は, まだ十分な精度が得られていない。水や水素分子は炭化水素燃焼に於て何れも重要な成分であり, ラマンスペクトルも近い位置にみられる。

観測には筆者らが開発した紫外域の高出力パルスレーザとゲイト操作を組み合わせたラマン受光システムを使って, 燃焼ガス中の水及び水素のラマンスペクトルについて観測した。散乱断面積を求めるには回転線を分離せずに積分スペクトルから窒素との相対値として求めた。室温での値 ($\sigma_{H_2O/N_2}=2.8$, $\sigma_{H_2/N_2}=2.5$) は文献の値とほぼ等しいものであったが, 高温ではややこれより大きな値となっている。測定上の問題点は積分の零レベルであり, 弱い裾野の広がりを測る場合大きな誤差要因となる。なお, 高温での水素は回転線が分離しており, 燃焼ガス中でも比較的高いJまで見られるが干渉成分があり全体を積分することができなかった。さらに, 室温における計算値は観測スペクトルと良く合う事を示した。水素分子は理論と実験値の比較が最も進んでおり, 精度の高いデータが発表されている。水について多くのデータが発表されているが, 高温における計算にはさらにデータの蓄積が必要である。

**Multiple Species Measurements in Premixed
Hydrocarbon-air Flames by Gated
Pulsed Laser Raman**

パルスレーザラマンによる予混合
炭化水素炎の多成分計測

山岸 進
昭和62年11月

The Combustion Institute 日本支部,
アメリカ西部支部合同講演会

燃焼計測において、スポンテニアスレーザラマン法は、シングルビームで多数の分子種の温度、濃度情報が得られる。これは基準となる成分（例えば N_2 ）のスペクトルを観測域に含んで測定すると求める成分濃度はスペクトル強度比から求まり、光源や光路及び電子回路から発生する誤差要因を相殺することができるためより高い精度の観測が可能となる。しかし、信号が弱いため主要な成分を測る場合でも輝度の弱い火炎にしか適用されなかったが、本研究では波長355nmの紫外域高出力パルスレーザを励起光に使用し、ゲート操作を用いて18nsecの露光時間に5-6nsecの信号を捕らえて背景光の受光を出来るだけ抑えるようにタイミングがとれる受光システムを作り、ラマン測定のスNR（信号雑音比）を改善し、輝炎中でも測定を可能にした。この方法でエチレン火炎の多成分観測（約 1000cm^{-1} width）例を示した。ガス温度を求める時通常のラインフィッティング法では精度が上がらないため N_2 ラマン積分強度を用いている。このラマンスペクトルも高温になるとプロフィールが変化するため、スリット幅を考慮した、ラインシミュレーション計算を行って補正項を計算した。燃焼ガス中の H_2O や CO_2 は炭化水素燃焼に於いて何れも重要な成分であるが、高温ガス中のラマン散乱断面積データが不足している。一般的に3原子以上のラマン計算値は十分な精度が得られていない。そのため濃度と温度のわかったバーナ火炎を用いて CO_2 (1285cm^{-1} , 1388cm^{-1}), H_2O (3651.7cm^{-1})を実測した。散乱断面積を求めるには回転線を分離せずに積分スペクトルから窒素との相対値として求めた。室温での値は文献の値とほぼ等しいものであったが、高温ではややこれより大きな値となっている。測定において、積分の零レベルが、弱い裾野の広がりやを測る場合大きな誤差要因となる。

<材料加工部>

**高温腐食雰囲気中におかれたセラミックスの
引張強度に及ぼすクラック・サイズの影響**

Effect of Crack Size on the Tensile
Strength of Ceramics in A High
Temperature Corrosive Environment

宗像 良幸, 千田 哲也
昭和62年10月

日本機械学会論文集A編 54巻497号

セラミックス部材は表面欠陥除去、成型のために研削されるが、低質燃料を用いるガスタービン翼材やディーゼル機関燃焼室部材に使用される場合、腐食性雰囲気による表面劣化により時間の経過と共にこれらが加工時の表面粗さを上回ることが予想され、高度な表面仕上げがどれ程の意味を持つかを部材の設計、製造に際して明らかにしておくべきことであると考えられる。クリーブ破断試験機に4mm×2mmの矩形断面を持つ長さ54mmの肩付き試験片を4個のステンレス製ピンで支え、部分安定化ジルコニアPSZの場合は650℃で、炭化ケイ素部SiCの場合は900℃で引張試験を行った。試験片の片面中央にビッカース硬度計の圧子を用いて種々のサイズの人工亀裂を形成し、大気中と五酸化バナジウム、硫酸ナトリウム混合の人工腐食灰を塗布した場合についてそれぞれ試験を行い、次の結果を得た。

PSZの表面欠陥は大小を問わず高温腐食雰囲気中では引張強度に全く影響を与えない。このことは使用される環境によっては高度の表面仕上げが強度上無意味であることを示し、また一般大気中で使用されるものでも表面に適当な化学処理を施すことによって欠陥を無力化できることを示唆している。

SiCの強度は雰囲気の影響を殆ど受けず、表面欠陥の大きさのみによって決まる。従ってPSZのように雰囲気によるクラックの強化は期待できないが、腐食灰塗布面には数ナミクロン程度のピットが生じており、本来なら強度を低下させる程の大きさで見なされるが、大気中平滑材の強度（曲げ強度から類推される値）とほとんど差がないところをみると灰塗布により表面の薄い層の中で靱性の向上があり、大気中であらば破壊に至ると考えられる極く小さな傷に対してはPSZの場合と同様にクラック強化の効果があつたものと推定される。

反応性溶射の基礎的研究

Basic Study of Plasma Spray Synthesis

植松 進, D. A. Payne

昭和62年10月

溶接学会講演概要集 41号

近年、プラズマフレームのもつ高温で高活性な雰囲気溶射材料に与える影響やプラズマガスとの反応を積極的に利用した材料創製等の研究が進んでいるが、このようなプラズマフレームの特性をうまく利用することができれば、短時間のうちに高機能性皮膜が作成できるようになるとと思われる。

今回は、二種の材料を均一に混合した粒状パウダーを作成し、これをプラズマフレーム中で反応させ、皮膜形成する反応性溶射の基礎的研究を行った。

実験に用いたパウダーは、粒径数ミクロンの試薬用原材料を混合し、53~250 μm 径の溶射パウダーを造粒した。溶射は作動ガスに窒素-水素の混合ガスを用い、アーク電流、電圧はそれぞれ500A、70Vで運転した。溶射中、圧縮空気により基板表面の冷却および未溶射粒子の排除を行った。

ステンレス基板上に生成した皮膜をX線回折法で調べた結果、 $\text{BaCO}_3(\text{S}) + \text{TiO}_2(\text{S}) \rightarrow \text{BaTiO}_3(\text{S}) + \text{CO}_2(\text{g})$ の反応が生じていることがわかった。また少量の未反応原材料とともに中間段階組織である Ba_2TiO_4 のピークも検出された。しかし、これらのピークは BaCO_3 に対する TiO_2 のモル比を若干増やすと消失した。一方、上記と同-溶射条件で、基板を使わずに水中へ直接溶射して、急冷させた溶融粒子のX線回折結果からも、はっきりした BaTiO_3 のピークがみられたが、それ以外に高温部を通過していない未反応の BaCO_3 と TiO_2 のピークが多く観察された。

また、水中に急冷した溶融粒子は、ほとんどが球形をしており融点まで達したことがうかがえた。その粒径は造粒パウダーのものより小さく、50 μm 以下のものが多かった。

以上のことから、プラズマフレーム中で近接している溶融粒子間で科学反応が生じ、これが基板に衝突し表面で変形していく過程で上記の反応が促進されていくものと推測された。

磁気ひずみ効果による疲労度測定 (第2報)

On Measurement of Fatigue Damage by Magnetostriction Method (Part 2)

吉井 徳治

昭和62年10月

非破壊検査 36巻9A号

鋼材の疲労損傷の程度(疲労度)を非破壊で計測する手段として、組織敏感性の著しい物性の一つである磁気的性質の変化を利用した研究を行ってきた。前報ではSM41Bの両振引張圧縮疲労過程で磁気センサによる磁気ひずみ感度が、塑性ひずみ幅と強い相関のあることをみだしたが、今回はSM41Bに加えてSM50Bについて調べた。さらに、疲労モードでは両振引張圧縮疲労に加えて、片振引張疲労を行った。

SM41Bの片振引張疲労過程における磁気ひずみ感度は、永久ひずみの上昇に対応して急激に減少した。しかし、その後の永久ひずみの変化に対応した磁気ひずみ感度の変化はなく、ほぼ一定値を保ち、応力振幅が大きい程、減少量は大きくなった。また、SM50Bの片振引張疲労についても同様の結果を得た。

両振引張圧縮疲労の鋼種を変えたSM50Bの疲労過程における磁気ひずみ感度は、SM41Bと異なり塑性ひずみ幅の上昇で減少しなかった。しかし、塑性ひずみ幅上昇後の磁気ひずみ感度の推移は、応力振幅が大きい程、低くなった。この傾向はSM41Bと同様の結果である。さらに応力除去焼鈍を行ったSM50B試験片については、SM41Bと同様に疲労過程の初期には磁気ひずみ感度が高く、塑性ひずみ幅の発生で急減し、その後は同じ応力振幅の未焼鈍試験片と同じ変化を示した。これは製造行程の違いによる残留応力によるものと思われ、それぞれの試験片について残留応力を測定して確認した。

疲労過程の磁気ひずみ感度は片振引張疲労における永久ひずみ、SM50B両振引張圧縮疲労における塑性ひずみ幅、および残留応力などから、塑性ひずみ幅のみでなく永久ひずみや弾性ひずみについても考慮する必要があることがわかった。磁気センサを疲労度測定に適用するには、ひずみについての考察、データの蓄積が必要である。

〈装備部〉

セラミック化ディーゼル機関の低質油燃焼

Combustion Test of Low Grade Fuel
on Ceramics Diesel Engine

宮城 靖夫, 塚田 悠治, 塩出 敬二郎
小田柿 秋津, 平野 元幹
昭和62年10月
日本船用機関学会第41回講演会

セラミック部品をディーゼル機関の燃焼室周りに利用すると、燃焼室温度が高くなり、燃え易いことを既報で報告した。この燃料の燃え易さは、多種燃料あるいは低質燃料の使用を必要とする船舶用機関では重要である。本報ではセラミック化ディーゼル機関に各種の低質油を用いた時の挙動を、噴射時期、外部冷却量を変えながらエンジン性能の変化、セラミック化部品の挙動観察を行った結果を示す。

実験に用いた機関は空冷ディーゼル機関を原型とし、窒化珪素一体型のピストン、PSZのシリンダスリーブとバルブシート及び爆面にPSZのコーティングを施したシリンダーヘッドとバルブを用いている。

シリンダー内のガス温度を指圧計のデータから計算で求めると、セラミック化により燃焼前の温度上昇が速いことが分かる。また低質油を使用すると標準仕様ではかなり着火遅れがあり、最大熱発生率が上死点を過ぎて発生している。これらからセラミック化機関は低質油燃焼に有利であると考えられる。

燃料油が低質化するほど着火遅れが大きくなるため、各油種について最適噴射時期を調べる実験を行い、C重油では標準よりも2°早くする必要がわかった。

油種変更試験ではA重油は軽油とほとんど性能が変わらず、A/C重油、C重油と低質化するにしたがって着火時期が遅れるとともに、燃えが悪くなっている。C重油の正味熱効率は、低負荷、低回転で下がるが、これは不十分な霧化による燃焼悪化のためと思われる。

冷却空気用ファンの回転数を65%に下げ、外部強制冷却を低減させた試験を行なった。熱勘定では冷却熱損失は大幅に減少し、全負荷での正味熱効率は40%を超えるところもある。しかしながら燃料が低質化すると、その効果は余りみられない。

低質油で120時間運転したが、PSZのコーティングの一部に剝離が見られたものの、その他のセラミック化部品には異常がみられなかった。

補機用防振器の試作について

On Experimental Models of Vibration
Isolator for Auxiliary Machinery

金丸 貞己, 原野 勝博
昭和62年9月
日本騒音制御工学会講演論文集

船舶居住区の近傍に設置された補機類は、その支持部から伝達された固体音が居住区の主要な騒音源となることもある。現在、補機類の振動絶縁は防振ゴムを用いるのが一般的であるが、防火上の制約から防振ゴム等可燃性物質の使用出来ない場合もあり、このような箇所への配慮から金属バネを応用した防振器を試作した。防振器の素材としては、鋼材及び防振合金(Zn-Al系)を用いた。形状は、U字タイプとヘキサタイプの2種類で、これに減衰材として、フェライト複合材(フェライト微粒子と樹脂との混合物と硬化剤)を貼布(二層構造)した7種類の防振器である。

この各種防振器のバネ定数、損失係数等の基本的な特性や、減衰材の厚さが防振効果に及ぼす影響について調べた。さらに、搭載質量の影響を含まない防振効果(Tr')による評価法についても検討した。

その結果、次のような結論を得た。

- (1) 金属バネを利用した防振器は、マス・スプリングモデルとしての解析はできない。
- (2) 高次の振動モードをもつ金属バネや、搭載質量一定での比較ができない場合の防振効果の評価法は、 Tr' によって評価できる。
- (3) 減衰材の有効利用によって、鋼材を用いたバネでも防振効果を大幅に改善できる。
- (4) 減衰材の厚さの違いによる防振効果は、周波数に依存する。

タンク内への水蒸気注入による静電気の
発生に関する研究(Ⅱ)
—注入口の材質の影響—

Measurement of Charge Generation at
Steam Injection into Tank(Ⅱ)
—Effect of The Orifice Material—

上田 浩一, 川崎 正士
昭和62年10月
静電気学会講演論文集

小型タンカー等のタンクでは内部に滞留しているガスを除去する目的で、タンク内に水蒸気を注入することがある。注入する水蒸気がタンク内部でどのような帯電をするかを調べる目的で実験を行った。前報では測定方法およびステンレスオリフィスから注入された蒸気によるタンク内電荷密度の測定結果の一部を紹介した。本報では、鉄、黄銅、アルミニウム、ベークライト製のオリフィスから注入された蒸気の帯電諸量の測定結果を紹介する。

蒸気注入中に同時に計測したオリフィスからの洩れ電流と内筒(ファラデーゲージ)からの洩れ電流の計測結果は、極性が互いに異なりほぼ等しい値となった。このことは、注入蒸気中の電荷が主としてオリフィス部で発生することを示すものと考えられる。

4種のオリフィスで行った蒸気注入圧力と単位時間あたり内筒内注入電荷量および内筒内部の蒸気雲電荷密度の関係の実験結果では、注入電荷量は4種のオリフィスとも圧力の上昇とともに増加する傾向を示した。蒸気雲の電荷密度はあまり圧力に影響されず、ベークライトの場合を除いてほぼ 10^{-7}C/m^3 前後のばらついた値となった。ベークライトの場合の測定結果は他と異なり小さい値を示した。これは、絶縁物であるのでその影響が現れたものと考えられるが、測定回数が少ないのでまだ確定的なことは言えない。

注入蒸気量と単位時間あたりの内筒内流入電荷量、注入蒸気量と内筒内部の蒸気雲電荷密度の関係を調べた結果では、注入蒸気量の増加とともに注入電荷量が増加していることが分かり、また蒸気雲の電荷密度は、注入蒸気量約 $6 \sim 12 \times 10^{-3} \text{kg/s}$ の間でほぼ一定値となった。

セラミック円環の非定常熱応力

Transient Thermal Stresses of
a Ceramic Circular Ring

天田 重庚
昭和62年11月
日本機械学会 第949回講演会

新素材の代表として開発されてきた構造用のファイナセラミックスも、破壊じん性値とワイブル係数を除けば金属に優るとも劣らない材料となっている。特に、高温特性の良さは熱機関への適用が最も望まれている。ところが、物性値が金属と著しく異なるために同一の温度場に置かれた場合でも、セラミックスの熱応力挙動は金属と著しく異なることが推察される。

本研究は、構造用セラミックス(ジルコニア、窒化珪素、炭化珪素、アルミナ)が熱機関に適用される場合を想定し、それらが受ける非定常熱応力の基礎資料を得るため、環状のセラミックス板が円周と外周にて周囲の高温媒体より熱伝達加熱を受ける場合の非定常熱応力を解析し、セラミックスの物性値と熱応力との関係を明らかにした。

解析で得られた結果をまとめると次のようになる。

- (1) Bi (ビオー)数をパラメータにした周方向応力の時間変動は、Bi数が大きくなるにつれて最大応力値も大きく、またそれに到達する時間も早くなる。鋼のBi数を1に採れば、ジルコニアは13.44、アルミナは2.60、窒化珪素は2.29、炭化珪素は0.43となるので、最大応力値もこれに比例して生ずることになる。
- (2) Bi数が10を越えると、片対数グラフ上でBi数と最大周方向応力はほぼ直線関係となる。
- (3) 熱伝達率 h が与えられると、温度分布は熱伝導率 λ に、応力は線膨脹率とヤング率と温度との積“ $\alpha E T$ ”に依存する。この結果、ジルコニアとアルミナは他に比較して著しく大きな非定常熱応力を生ずる。 h が $2.5 \times 10^3 \text{W/m}^2$ より大きくなるとアルミナ内に生ずる熱応力がジルコニアのそれよりも大きくなる。 h が $240 \text{W/m}^2 \text{K}$ を越えると窒化珪素や炭化珪素に比較して鋼に生ずる熱応力の方が大きくなる。

〈原子力技術部〉

Critical Heat Flux and Flow Characteristics
of Subcooled Flow Boiling in Narrow Tubes細管内サブクール流動沸騰時の
限界熱流束と流動特性稲坂 富士夫, 成合 英樹
昭和62年10月

JSME International Journal 30巻268号

核融合炉機器では、 $40\text{MW}/\text{m}^2$ 以上もの高熱負荷除熱が想定されている。サブクール流動沸騰は、最も有力な除熱法であるが、 $40\text{MW}/\text{m}^2$ 以上の高熱負荷を広い表面積に亘って受けることを想定すると、極めて細い流路を複合したような除熱部構造が提案されている。また、高転換軽水炉では、高転換率を図るために水対燃料棒体積比を小さくする稠密格子炉心が用いられている。サブクール沸騰における限界熱流束や圧力損失については、従来かなり研究が進んでおり、信頼性のある相関式が数多く提案されている。しかしながら、それらの多くは水力直径が 3mm 以上の低熱流束レベル範囲 ($20\text{MW}/\text{m}^2$ 以下) のものであり、それらを直接狭い流路・高熱流束条件に適用するには無理がある。また、流動パラメータと限界熱流束との関連も、充分には明らかにされていないのが現状である。

著者らは、これまでの報告で流路内径が 1mm と細くなると、これまでに提案されている相関式と較べて、限界熱流束が高くなる (最大で $65\text{MW}/\text{m}^2$) こと、二相増倍係数が小さくなることを実験的に明らかにし、その原因は、細管内サブクール流動沸騰では、コアの凝縮効果が強いいためボイド率が予測値よりも小さくなるためと推定した。

本報告では、細管内におけるサブクール沸騰時のボイド率を、圧力損失データからさらに定量的に評価することにより、そのボイド率分布がかなり小さくなることを示し、流動特性と限界熱流束との関連を明らかにした。また、その結果を基に細管内における限界熱流束実験値が、Tong の気泡境界層はく離モデルによる相関式で良く関係づけられることを示すとともに、高熱流束問題の設計指針となる圧力依存性を考慮した限界熱流束実験式を提案した。

〈海洋開発工学部〉

係留浮体の一般の2次の応答に対する
統計理論についてOn the Statistical Theory of Total
Second Order Responses of Moored
Floating Structures加藤 俊司, 安藤 定雄, 木下 健
昭和62年9月

海洋開発ニュース 1987年9月号 15巻5号

不規則波中の係留浮体が、波の周期よりもはるかに長い周期の大振幅水平運動を起こすことは良く知られており、この運動を通常長周期運動と呼んでいる。この運動はしばしば係留ラインに過大な張力を発生させるために係留システムを設計する際には重大な検討項目とされ、数多くの研究者によって研究されている。

本論は、この長周期運動の統計的予測法について示したものである。まず、係留浮体の長周期運動を含む水平面内の応答が2次の汎関数級数で展開できると仮定し、この運動の瞬時の確率密度関数を求める問題を通信工学における Kac-Siebert 理論に従って固有方程式を解く問題に置換する。次に、数理統計学における確率分布の近似理論と固有方程式から求められる固有値とから、この応答の瞬時の確率密度関数の近似解を求める。最終的には求められた瞬時の確率密度関数を利用して極大値の確率密度関数や以上値応答の予測を行う。結論は次の通りである。

1 定常零平均ガウス過程に従う不規則波中における係留浮体の長周期運動を含む2次の水平面内応答は、ガンマ分布に従う互いに独立な2つの確率変数の差で近似的に表わされる。また、この応答の確率密度関数は、ガンマ分布関数の重畳積分から求められ、ガンマ分布のパラメータである自由度及び母数は Kac-Siebert が示した固有値問題を解くことによって求められる。本手法による予測結果と模型試験結果との比較から、本理論の妥当性が確認された。

2 応答変位と応答速度は互いに独立であり、応答速度はガウス過程であると仮定すると、応答の極値分布は瞬時応答の確率密度関数の微分形で表わされる。この結果と順序統計論を使用することによって異常値応答は求められる。この結果と模型試験結果とは良く一致するが、通常良く用いられる Longuet-Higgins の方法は過小評価を与えることが判明した。

海洋工学における非線形応答の 確率論的取扱い

Probabilistic approaches to the nonlinear
responses in the field of Ocean Engineering

加藤 俊司, 木下 健, 日根野 元裕
昭和62年10月
日本造船学会誌 699号

本解説は、海洋工学の分野で問題となっている非線形力学系に不規則な外乱が加わった場合の応答の確率過程論的取り扱いについての最新の研究成果について述べたものである。

非線形不規則振動の解析法には、機械工学の分野で開発された等価線形化法、摂動法という弱非線形系に対する解析法があり、それらが今迄広く利用されてきたが、最近では、マルコフ過程に基づく確率微分方程式による手法が目立って多くなってきている。この方法は、考えている不規則振動の方程式を白色雑音によって加振される振動方程式でモデル化して確率微分方程式を導き、この方程式を直接解く方法とその方程式の解過程が拡散過程であるという仮定から解過程の推移確率密度を支配する Fokker-planck-Kolmogorov 方程式を導き、これを解く方法との2つに大別される。確率微分方程式は、すべての場合で解けるわけではなく、ある限られた場合にのみ解くことが可能である。本解説では、この方程式の特徴4解法について例を上げて述べている。また、系が弱非線形の場合は、先に述べたように、その系の解析手法には摂動法、等価線形化法、汎関数法があるが、本解説では、最近最も注目されている汎関数法を取り上げ、力学系がボルテラ汎関数級数で展開される場合の問題を詳細に述べてある。さらに、モリソン型波力のように関数形が既知の場合は、複合過程を考え非線形変換による方法もある。本解説の最後の章でこれについても若干考察している。

〈氷海技術部〉

非一様氷板の生成法とその破壊挙動

Formulation of Nonuniform Ice Sheet
and its Breaking Behavior

桜井 昭男, 上村 晃, 前田 利雄, 高島 逸男
昭和62年10月
日本雪氷学会全国大会

氷海域に設置される海洋構造物の氷中挙動の解明には氷水槽での模型試験が必要となる。この場合、平坦氷はもとより多様な海氷を模擬した非一様氷板中で試験を行うことが重要である。本報告では、模型試験に適した非一様氷板の簡易な生成法を検討するとともに、模型押込み試験により、非一様氷板の破壊挙動を調べた。

氷水槽で模型試験を行う場合、再現性のある氷板をいかに効率よく生成できるかがポイントとなる。このため、非一様氷板の生成法として、簡便さと再現性に注目し、以下に示す断熱法及び段階結氷法の二手法について検討した。断熱法は結氷過程で氷板の所要表面を断熱材で覆い、その部分の結氷の進行を抑制し、非一様氷板を生成させるものである。また、段階結氷法は結氷過程で所要の氷板を切り出し、その開水面に再度スプレーを行ってそのまま結氷を続けた後、ウォームアップを行うことにより比較的ステップ状の非一様氷板を生成させるものである。

上記二手法により生成した氷板の強度特性試験を行った結果、曲げ強度は両手法とも同程度の値を示しており、パラッキも少なく E/σ の値は1500~2000程度であった。一軸圧縮強度についても再現性は良好であることがわかった。

また、これらの氷板に円柱模型を押込むと、平坦氷の場合と同様に、氷板は主として圧縮モードで破壊するが、氷荷重挙動は氷厚変化による応答にずれがみられ、薄氷→厚氷の氷厚変化部で無次元氷荷重 K 値が上昇した。また、氷厚変化の影響は貫入速度が大きいほど顕著になることがわかった。以上のことは角柱模型についても同様の挙動を示し、平坦氷の場合の形状係数が適用できることがわかった。一方、円錐模型の場合は氷板は主として曲げモードで破壊し、氷厚変化の影響はあまり現われなかった。