

所外発表論文等概要

<推進性能部>

Development of Means for Radical Improvement of Predicting Propeller Excited Vibratory Forces

プロペラにより誘起される振動予測法の

改良のための手法の開発

右近良孝、小山鴻一他

平成3年5月

The 4th International Marine Systems

Design Conference

エンジンやプロペラによって誘起される船体の振動を無くすることは造船関係者の永年の夢である。また近年のこの振動の規制に対してISO6954に見られる様に国際的にも強い感心が寄せられており、船舶の高品質化が緊急な課題となっている。この目的の達成のために、起振力予測の抜本的精度及び信頼性向上を目指した技術開発が大手造船会社（7社）によって試みられた。この研究の一部については船舶技術研究所との

共同研究で行なわれた。本研究では、船後の不均一流中を作用するプロペラに発生する非定常キャビテーションによってプロペラ起振力が引き起こされることが良く知られていることから、精度の高い非定常プロペラ性能計算、模型プロペラでのキャビティ計測レーザドップラー流速計（LDV）による実船伴流計測、並びに実船プロペラでのキャビティ形状計測のための技術開発がなされた。

本論文では、船研で開発した非定常プロペラ揚力体理論計算による圧力分布や誘導速度の計算結果が述べられている。また、船研が既に開発しているレーザ光を用いる非接触型キャビティ形状計測法の原理と最新の画像処理技術を応用して、新たにLaser-CCD法による模型プロペラ翼面上のキャビティ形状計測法を開発したが、その結果も記述されている。この他、実船で計測されたキャビティ厚みの計測結果や、LDVによる実船伴流分布等の貴重なデータも示されている。

Measurement of Thickness Distribution
on the Blade of Propeller Models
by Laser-CCD Method

Laser-CCD法を用いた模型プロペラ翼面上に
発生するキャピティ形状の計測
右近良孝、工藤達郎、黒部雄三
平成3年6月
(ASME) Proc. of CAVITATION 91 Symp.

近年、船舶の低振動化の要求がますます強くなってきている。エンジンと共に船体振動の主因をなすプロペラ起振力を高い精度で推定するためには、プロペラに発生する非定常キャピテーションのキャピティ・ボリュームの2次の時間変化分を精度良く計算することが不可欠である。しかし、既存の理論予測法の精度は充分ではなく、実験によるキャピティ形状計測法として、現在までにステレオ写真法、ピン・ゲージ法、レーザ光散乱法などが提案されている。

今回、著者らは船研により既に開発されたレーザ光散乱法とCCDカメラと画像処理技術を組み合わせることにより、模型プロペラ翼面上に発生する非定常キャピティの形状、高速かつ高精度で計測する方法(LASER-CCD法)を開発した。

本方法を用いて、運輸省航海訓練所の練習船「青雲丸」の2種類の模型プロペラに発生するキャピティの形状を計測し、既存の計測結果と比較した結果、次のような結論を得た。

- (1) 本計測法では±0.5mm以内の精度で非定常キャピティの厚さ分布を計測することができる。
- (2) 本計測法では自動計測により多量なデータを短時間で得ることができるので、各種の既存法より格段に実用的な計測法である。
- (3) ハイリー・スキュード・プロペラに発生するキャピティの厚さは通常型プロペラのそれより必ずしも小さくないが、体積及びその2次の時間変化分はハイリー・スキュード・プロペラの方が小さいことを詳細な計測により示した。

本計測法による詳細で高精度な計測データは、プロペラ・キャピテーションにより誘起される変動圧力の推定法、即ち、キャピティ・ボリュームの理論的推定法のための検証データとして大きく寄与することが期待できる。

〈構造強度部〉

流力弾性問題における相似則
(第1報 相似則の導出)

The Laws of Similitude in Hydroelasticity Problems
(First Report: Derivation of Laws of Similitude)
遠藤久芳
平成3年5月
日本造船学会論文集 169号

船舶や海洋構造物が大型化するのに伴い、その動的応答において、流力特性と弾性的特性との相関が無視できない大きさとなり、いわゆる流力弾性問題が重要となってくる。この複雑な問題を解決する手段として、縮尺模型実験は有用であり、これまでも船体縦曲げ、および浮体空港の撓み応答などを対象として弾性模型を用いた実験が行われてきた。

本論文では、浮遊する構造物を弾性基礎上一様な矩形板にモデル化して、その垂直曲げおよび振りについての自由振動方程式をTimoshenko方程式を基にして導いた。この結果、動的応答を支配する構造特性として、矩形板単位表面積当りの1) 見掛け質量、2) 静的復原力、3) 回転慣性半径、4) 曲げ剛性、5) 剪断有効剛性、6) 振り剛性、の6個の無次元元計数を抽出した。このうち4)~6)は弾性に関するものであり、それぞれ弾性特性値と流体の支持力特性値との比の形で表わされる。

1)~6)総ての特性を同時に相似とするためには、幾何学的完全相似に加えて次式が成立すれば十分条件を満足することを明らかにした。

$$(E/s)_m = \xi (E/s)_f \dots\dots (1)$$

ここに、E；材料のヤング率、s；流体の浮力計数、 ξ ；模型の縮尺比、m；模型、f；実機
しかし通常は、以上の理想的相似条件は実現困難である。代りに、1)~6)のうち重要度の異なるものについてのみ相似にするという擬似的方法に頼らざるをえないことになる。

海上空港からコンクリートパージまで種々の特性を有する6種類の浮遊型海洋構造物を例に取り上げ、それらの振りおよび曲げ振動の固有周波数の変動に対する影響度から1)~6)の各パラメータの重要度を評価した。この結果、可撓性の異なる構造物の場合には、低次振動に対しては1)~3)が重要であり、高次となるに従って4)~6)の重要度が增大すること、および剛な構造物の場合には4)、6)に加えて5)が重要となることなどが判明した。

防撓材の局部座屈を伴う防撓板の圧縮強度（その2）

－防撓材の溶接初期不整の影響－

Ultimate Strength of Stiffened Plates with their Stiffeners Locally Buckled in Compression (2nd Report)

－Effects of Initial Imperfections of Stiffeners due to Welding－

田中義照、遠藤久芳

平成3年5月

日本造船学会論文集 第169号

Effects of Plate Thickness and Heat Input on Fatigue Strength of Non-Load-Carrying Fillet Welded Joints

荷重非伝達すみ肉溶接継手の疲労強度に及ぼす板厚と入熱量の影響

松岡一祥、高橋一比古、吉井徳治、

飯高洪男、藤井英輔

平成3年7月

IIW '91, IIW Doc. III-1407-91

溶接により組み立てられる船舶等の鋼構造物においては、残留応力および初期撓み等の初期不整の発生は避けられない。従って、鋼構造物を設計する段階において、これらの初期不整量を推算するとともに、その構造物の剛性・強度等に及ぼす影響を把握することは重要なことである。

本論文では、船舶等の主要な構造様式である防撓板を対象に、第1に、佐藤の経験式を修正した方法により、種々の溶接入熱量の下でパネルおよび防撓材に発生する、溶接初期不整量の推算法を示した。

第2に、前報において提案した防撓板の圧縮強度の簡易解析法（弾性大撓み解析と塑性解析とを組み合わせて崩壊強度を求める）を、防撓材の任意の初期不整に対しても適用できるように改善した。

第3に、溶接初期不整量が防撓板の圧縮強度の低下に及ぼす影響を、簡易解析法による計算結果をもとに検討した。

本論文で得られた結論は以下の通りである。

(1) パネルおよび防撓材に生じる残留応力や初期撓みを溶接入熱量から推算する方法を示し、推算値を縮尺模型や実船等から得られたデータと比較し、その妥当性を確認した。

(2) 防撓板の圧縮強度の簡易解析法によれば、残留応力の影響はやや過小に、初期撓みの影響はやや過大に評価されるものの、全体的によい相関が得られることが確認された。

(3) 防撓材の初期不整のうち初期撓みが崩壊強度に及ぼす影響は、特に細長比 $\beta < 2$ の厚板領域の防撓板で顕著であるが、防撓材の残留応力の影響は全領域でごく小さいことが判明した。

海洋構造物の疲労設計基準には、板厚補正を求めているものがある。それらの基準の多くは、基準板厚を定め、基準板厚をこえる場合には、板厚の4乗根に反比例させて疲労強度を減じるものとしている。実際、多くの実験結果を見ると、板厚の大きな継手ほど疲労強度は低い。この板厚効果に関しては、溶接部の局部形状が板厚によらずほぼ一定であることから、板厚の増加と共に大きくなる応力集中にその理由を見いだそうとする試みが行われて来た。しかし、応力集中だけでは板厚効果を説明できない。一方、溶接残留応力も疲労強度に影響を与える。付加物すみ肉溶接継手の場合、板厚が大きくなると、板厚方向に残留応力の分布が生じ、溶接止端部の残留応力は大きくなる。この残留応力の影響を板厚効果と関連付けて論じた研究は見られない。

本論文の目的は、荷重非伝達すみ肉溶接継手の疲労強度に及ぼす残留応力の影響を明らかにしようとするものである。まず、疲労強度に及ぼす板厚と残留応力の影響について簡略に述べている。さらに、溶接止端部の溶接線直角方向残留応力の推定方法を提示している。この残留応力は、板厚、降伏応力および1パス当たりの入熱量で定まる。次に、残留応力の推定方法の適用性を検証するために残留応力測定を実施し、疲労試験により残留応力の影響を確かめている。実験では残留応力を制御するために、板厚、板幅と1パス当たりの入熱量を変化させたリブ十字継手試験片を使用した。残留応力は計画どおり制御され、疲労強度に及ぼす残留応力の影響も明らかになった。最後に以上の検討結果に基づいて、残留応力と応力比の複合影響、試験片形状による残留応力の差異の影響、溶接のまま継手における応力集中の影響、止端部の切削加工の効果、および、切削加工された継手における応力集中の影響について検討している。

**Stress Corrosion Cracking of a Prestressing
Strand in a 3% NaCl Aqueous Solution**

3% NaCl水溶液におけるPC鋼より線の応力腐食割れ

小林佑規、田中義久

平成3年8月

Mechanical Behaviour of Materials—VI,
Volume 2 PERGAMON PRESS

本稿は、プレストレストコンクリートの緊張材であるPC鋼より線の応力腐食割れ(SCC)についての報告である。電気化学的観点に立脚した試験から、腐食環境で使用される構造物の設計、建造および検査に必要な破断時間および腐食速度について検討したものである。以下、報告要旨を示す。

PC鋼より線の自然腐食状態における定荷重法応力腐食試験では、応力腐食割れが生じなかった。しかし、PC鋼より線の機械的性質は試験時間とともに劣化した。特に、応力腐食試験材と無負荷で海水中に浸漬しておいた試験材との残存強度を比較すると、6カ月後はほぼ同様であったが、13カ月後は応力腐食試験材の方が低下した。この結果は、海水に対する応力腐食対策が重要であることを示している。アノード分極下の応力腐食試験において、破断時間と電位には直線関係が存在した。自然腐食電位付近では、腐食形態が全面腐食となり、破断時間は長くなった。しかし、貴電位では局部腐食が進行するため、破断時間が短くなった。電位が $-450 \sim -500$ mV vs. SCEのとき、活性径路腐食の応力腐食割れが生じた。また、破断時間は、負荷が引張強度の70%を超えると、負荷レベルが大きいくほど短寿命となったが、60%以下では負荷レベルの影響をほとんど受けなかった。PC鋼より線の腐食速度は、負荷レベルの影響が小さく、素線の分極曲線から求めた腐食速度より遅かった。

モルタルに埋め込まれたPC鋼より線の応力腐食試験では、モルタルのひびわれ箇所が腐食によって破断した。ひびわれ幅と破断時間との関係では、狭いひびわれほど長寿命であった。モルタル中PC鋼より線の腐食速度は、電位およびひびわれ幅の影響を受ける。腐食速度は、いずれの電位においても、ひびわれ幅が2mmを超えるとほぼ一定の値となったが、ひびわれ幅が狭くなるにしたがって低下した。ひびわれ幅0.5mm以下では、腐食速度の電位依存性が見られなかった。

〈機関動力部〉

**Reduction of NO_x Emission from Diesel
Engines with Emulsion Fuel**

エマルジョン燃料によるディーゼル機関からのNO_x低減

塩出敬二郎、宮城靖夫、西川和美

平成3年6月

2nd International Marine Engineering
Conference 1991

ディーゼル機関から排出されるNO_xエミッションは、大気環境に大きな影響を与えている。このNO_xエミッションの排出量を水エマルジョン燃料を使用することによって低減する方法について実験的研究を行った。この研究には、小形4サイクル、空冷、直接噴射式ディーゼル機関とこれと同形で燃料室をセラミック材料で断熱したディーゼル機関の二種類の機関を使用した。これらの機関でエマルジョン燃料を燃焼させ、燃料中の水の割合が機関性能、排ガス特性に与える影響を調べた。従来形の金属製燃料室に比べて断熱化した燃焼室内では、作動ガス温度が高くなるために着火が促進されるので、着火性の良好な燃料ではNO_xの排出量が増加する。着火性の劣るエマルジョン燃料では、適度な着火遅れが得られ、燃焼期間が短縮されるために燃料消費率を低下させずにNO_xの排出量を低減することが可能である。従来形のディーゼル機関では、水の割合が増加するとNO_xの排出量は低下するが、水の割合が20%程度以上になると燃料消費率が上昇するようになる。これに比べて、断熱ディーゼル機関では水の割合が50%程度でも燃料消費率の増加傾向はみられない。COの排出量は断熱機関の方が少なく、水の添加量が増加するとある点までは低下するがそれを過ぎると増加するようになる。スモークは水の添加量が増加すると減少する。これらの実験結果から、断熱ディーゼル機関と水エマルジョン燃料を組み合わせることにより、燃料消費率を犠牲にすることなくNO_x、スモーク、COなどを低減できることが明らかになった。

〈材料加工部〉

積層CFRP中空軸の表面せん断応力とねじり強度

Torsional Stress and Strength in

Composite CFRP Tubes

高井元弘、勝又健一

平成3年5月

日本材料学会、第40期学術講演前刷集

CFRPなど先進複合材料を船舶、自動車などの動力伝達軸に用いることにより大幅な軽量化が期待できる他、強化繊維の配向などをテーラリングすることにより軸の形状、強度を変えることなく軸剛性を設定でき、危険回転数の回避など原動機の特性を最大限に生かした軸の製作が可能となる。

FW（フィラメントワインディング）法により成形された複合材中空軸の内圧、引張、ねじり強度特性について、すでに多くの検討がなされているが、動力伝達軸を想定した肉厚の大きい複合材中空軸の報告は少ない。複合材軸のトルク比ねじり角線図は非線形を示し、せん断応力は半径方向に非線形に分布すると考えられ、肉厚の大きい場合はせん断応力が断面で一様との仮定は出来ない。本報告では、Nadaiの方法を中空軸に適用し、FW法で成形した各種積層CFRP軸の静的ねじり破壊試験時の表面せん断応力を求め、ねじり破壊強度、破壊形態について考察した。

供試中空軸は強化繊維としてカーボン繊維ロービング、マトリックスは150℃硬化型のエポキシ樹脂を使用し、繊維体積含有率60%で、すべてヘリカル巻きで成形した。積層構成は、(±20°s)、(±45°s)、(±60°s)の3種類とし、肉厚1mmおよび3mmとした。また、第1層目と第2層目のヘリカル巻き角度を変えた積層構成(±60°s/±10°s)、(±45°s/±30°s)、および(±45°s/±60°s)の多層軸を成形した。得られた結果を要約すると以下の様である。

① 中空積層軸の破壊強度、伸びは肉厚1mmより3mmのほうが大きくなる。これは、応力分布の影響により生じる円筒内部の拘束力の効果と考えられる。

② FW積層軸のねじり破断強度、伸びはヘリカル巻き角度±45°を中心に対称にならない結果が得られた。

③ ねじり破断は、ヘリカル巻き角度に沿ったらせん面上に生じ、破面はヘリカル巻き角度の違いによって半径方向に異なった角度を示す。

Grain Growth of Zinc Oxide during the Sintering of Zinc Oxide-Antimony Oxide Ceramics

酸化亜鉛-酸化アンチモニーセラミックスの

燃結時における酸化亜鉛の結晶粒成長

千田哲也、リチャード C.ブラット

平成3年6月

The Journal of the

American Ceramic Society 74巻6号

セラミックスの諸性質に大きな影響をもつ結晶粒径を制御することは、セラミックスの応用に際して重要な研究課題である。本報告では、Sb₂O₃の添加がZnOの結晶粒成長に及ぼす影響を調べ、前に報告した無添加のZnOとBi₂O₃を添加したZnO結晶粒成長の結果と比較して考察した。添加量は0.29から2.38wt%で、1106℃から1400℃、0.5から16hの範囲で焼結した。

Sb₂O₃を添加すると、ち密化と結晶粒成長が抑制され、すべての焼結条件においてSb₂O₃の添加量を増すほどZnO結晶粒径はより小さくなった。このような傾向は、Bi₂O₃の添加により結晶粒径が増したが、それが添加量に依存しなかったという前報の結果と対照的であった。温度T(K)でt時間焼結した時の結晶粒径Gは、初期粒径が小さい場合、活性化エネルギーをQ、気体定数をRとすると、

$$G^n = K_0 t \exp(-Q/RT)$$

で表される(K₀は定数)。ZnO-Sb₂O₃系では、n値にはばらつきはあったが実験誤差と考えられ、添加量、焼結温度に関わらずn=6と考えるべきであると思われた。Log(Gⁿ/t)と(1/T)のアレニウスプロットは、全ての条件で非常によい直線関係があり、Qは約600KJ/molで、この値も添加量に依存しなかった。これらはいずれも、純ZnOのn=3、Q=約220KJ/mol、ZnO-Bi₂O₃のn=5、Q=約150KJ/molより大きかった。

X線回折などから、ZnO-Sb₂O₃組成ではZnO粒界にZn₇Sb₂O₁₂スピネル粒子の存在が認められ、いわゆるZener型の第2相粒子による結晶粒成長抑制であると考えられる。また、Sb₂O₃を添加した組成では、すべてのZnO粒子に1組づつの双晶が形成されており、双晶の形成も結晶粒成長の抑制に寄与していたと考えられる。

〈装備部〉

ライダーによる大気拡散係数の計測

Measurements of Diffusion Parameter by Lidar

山岸 進、山之内博、土屋正之

平成3年5月

第14回レーザセンシングシンポジウム

大気汚染質の影響を評価するには、大気拡散予測モデルが必要である。既存モデルのほとんどは陸上を対象としたものであり、海上及び沿岸を対象とした研究は少なく、実測値の集積が必要とされている。海上での測定にはライダーによるリモートセンシングが有効な方法で、本報は、ライダーの三次元データから拡散パラメータを算出する方法を開発し、東京湾浦賀水道地域で、航行船舶と対岸の君津工業地帯の高煙突から排出される煙を観測して大気拡散パラメータを求めた事について述べている。

対象としたモデルは正規分布型ブルーム式を基本とし、実測値として拡散パラメータを求める必要がある。これにはトレーサとしての煙の広がり幅を画像データから算出すればよい。まず、煙以外の平均的エアロゾル信号で正規化した後方散乱係数比を各点について求め、8 bit階調に色別した画像を作り、画像に回転変換を施して煙軸を捜し出し、煙軸に垂直な断面の分布データファイルを作る。航行船舶の場合観測中に発生源が移動するため、各水平走査毎に画面を作って、移動分だけ画面をずらして重ね合わせる。

ある濃度の煙を一定空間に見いだすことは統計的な現象であり、平均値を中心に正規分布していると予想される。独立した濃度測定から平均値 λ_1 とゆらぎの定数 λ_2 を推定することができる。風下距離 x において煙軸に垂直な $y-z$ 面に並んだ各々の小区分について濃度 λ_1 の分布は y, z の関数となっていると考えられているので、正規分布曲線を仮定して最小二乗法を用いて「曲線あてはめ」を行い、その点における拡散パラメータ σ_y (または σ_z) を求めた。

観測値と推定値を比較した結果、高煙突のデータはほぼP&Gチャートの推定値と合うが、海面近くの船舶排煙の拡散幅はこの推定値より低い値となっていることから、海上については独自のモデルが必要であることが示された。

垂直落下液膜流による洗浄

Washing by Falling Water Film

上田浩一

平成3年5月

日本舶用機関学会 第47回学術講演会前刷

ケミカルタンカーのタンクを水ジェットで洗浄する場合、衝突点近傍の衝突噴流によって洗浄される部分と、その下部の液膜流によって洗浄される部分がある。付着液の粘性が低い場合には、衝突点近傍の流れによる洗浄だけでなく、下部の液膜流や衝突によって飛び散った水滴によっても洗浄される。したがって、付着液の粘性が低い場合には衝突点近傍以外の液膜流による洗浄を考えると、洗浄の走査間隔を大きくしても充分洗浄できることが考えられる。また付着液の粘度が異なる場合の液膜流による洗浄効果を調べ、最適な洗浄を行う必要がある。

これらの洗浄効果を調べるために、衝突噴流下部の洗浄除去状況および $\phi 60\text{mm} \times 2\text{m}$ の垂直円筒の外周を用いて、落下液膜流による洗浄効果について調べた。付着液の粘度を変えるために、着色した水、着色したエチレングリコール、着色したグリセリンを用いて実験的に調べた。

$\phi 2.5\text{mm}$ のノズルで垂直壁面を洗浄した結果、衝突点下方19cm位のところから下は垂直落下液膜流で洗浄されていることがわかった。洗浄除去率は付着液の粘性係数の対数にほぼ比例して減少する傾向にあった。

〈システム技術部〉

**航行環境の危険度表示方式に関する一考察
実船調査によるARPA情報の解析**

A Study on the Navigation Area Hazard Display
System An Analysis of ARPA Radar Information
in Ship Surver

有村信夫、山田一成、菅澤 忍、湯本 宏、八田一郎
平成3年5月

航海学会 第84回講演会

海難事故統計を分析すると、危険な他船の発見の遅れや操船者の判断の錯誤が船舶の衝突事故の主たる原因になっている。従って、周囲の航行状況の的確な把握と避航動作の最適化が図られるように、操船者を支援することが重要な課題となる。

従来の船舶用の自動衝突予防援助装置 (ARPA) では、様々な警報の発生を、警報音やCRT上にシンボル表示又はアラームランプを併用することにより、操船者に知らせている。

一方、近年、運航要員の省人化が進む中で、操船者は、見張り作業の合間にも煩雑な業務に従事している。

このため、ARPAによる警報の発生頻度が高い輻輳海域において、操船者は警報音自体を煩雑に感じる場合もあり、また、そのような状況下においては、警報内容の確認を行う余裕がない場合もある。

上記の課題に対して、今回は、ARPAの支援情報を操船者に効率良く伝達するため、ARPAの表示データと船橋内における見張りに関する会話様式を実船で調査分析した。

解析の結果から、船橋内の定型化された会話様式が、音声の自然言語処理に適することに着目した。

その結果を踏まえて、人間による見張り警報と同様な会話様式の合成音声で、警報を発生する音声警報指示装置を試作して、本装置の有効性を実船で調査した。

調査の結果、次の改善が認められた。

- イ) 警報内容を聴覚により正確に把握できる。
- ロ) 警報内容の確認作業の高速化が図られる。
- ハ) 音声警報を基に画像による警報への注意喚起ができる。

以上の結果を基に、見張りに関する警報の意味・内容を自然言語処理による音声で支援する音声警報指示方式を提案した。

**Development of the GO-FLOW Reliability
Analysis Support System**

GO-FLOW 信頼性解析支援システムの開発

松岡 猛、小林道幸

平成3年6月

Proceedings of the PSA '91

GO-FLOW手法によるシステム信頼性解析手法の開発を船舶技術研究所で行なっているが、実際の解析を実施する際、解析対象とするシステムの規模が大きくなると多大なマンパワーが必要となってくる。そこで、これらの作業を支援するパーソナル・コンピュータを中心としたシステムを開発した。

本支援システムは、PC9801上に構築された各種プログラムより成り、GO-FLOW解析本体の計算を行う大型計算機とPCとはイーサ・ネットで接続されている。CRT画面上でGO-FLOWチャート・エディタの支援によりチャートの作成を行う。このGO-FLOWチャート・エディタはメニュー操作中心で、事前に用意された標準オペレータを任意の位置に配置し、それらを信号線で結び、更に各種データを与えて行く方式となっている。作成されたチャートは、記憶装置中にデータ・ファイルとして保存しておける。また、GO-FLOWチャートから解析のための入力データを自動生成し、イーサ・ネットを通じ中央計算機へ転送し、PCからの指令により中央計算機上でGO-FLOW解析プログラムを実行させる事ができる。

GO-FLOWチャートのハード・コピー及びプロッターによる図化が可能である。作図はGFC作図プログラムの支援により行なわれ、最大A1サイズの普通紙に多色ペンによる作図が可能である。その際、一枚の用紙にチャート全体が収まる様に自動的にサイズを決める自動スケール・モードと、オペレータの大きさを一定にする固定スケール・モードの選択ができる。また属性・コメント等の記入を行う事もできる。

本解析支援システムの開発によりGO-FLOW信頼性解析が従来に比較し数段容易に実施できる様になり、今後のLiving P S Aへの活用も期待できる。

船舶航行におけるニューラルネットワークを用いた
衝突回避手法について

A Collision Avoidance Method on Ship
Navigation by Neural Network

金湖富士夫

平成3年7月

日本機械学会 ファジィー/ニューラルネットワークの機械
システムのダイナミクスと制御への応用シンポジウム

自動化しにくい航行作業のひとつに衝突回避操船があり、この分野では人間の経験と判断力が依然として支配的である。ニューラルネットワークは手続き的あるいは知識ベース的にはモデル化しにくい人間の判断等をモデル化することのできる手法として最近、多くの分野で注目されている。したがって、ニューラルネットワークは衝突回避操船と親和性を持つと考えられる。

階層型ニューラルネットワークの利点の一つは、3層以上であれば、与えられた入力と出力の組(多入力多出力)を任意の精度で満足させる関数を自動的に作成することが可能なことである(学習)。したがって、関係する変数が多い衝突回避操船では有効と言える。また、ニューラルネットワークの他の利点、学習されていない入力が与えられてもまずまずの値を出力でき(汎化)、学習に用いるデータ数を少なくできることのできることである。この点も、多様な状況の生じ得る衝突回避操船に応用する際に有効と考えられる。

ここでは、階層型のニューラルネットワークを1対1の出会いにおける衝突回避操船に応用し、シミュレーションでその性能を調査した。

学習したケースは、他船が自船の前方から接近する場合と、自船の進行方向右側90度より接近する場合の2ケースである。シミュレーションでは、これらのケースの他に、自船の進行方向右側30度、45度、60度、左側90度より接近するケースで試みた。その結果、ニューラルネットワークの学習および汎化の機能により、それらの場合においてまずまずの成果を得た。このことより、今後さらに検討を要する必要があるものの、ニューラルネットワークの衝突回避操船への適用は、可能かつ有効であると結論することが可能と思われる。

〈海洋開発工学部〉

On the Tensions of Mooring Lines of
Floating Platform "POSEIDON"

浮遊式海洋構造物ポセイドン号の
係留ラインに働く張力特性について

大松重雄、尾股貞夫、加藤俊司、山岸直人、小林顕太郎

平成3年6月

Tenth International Conference on
Offshore mechanics and arctic engineering
Proceedings of the tenth OMAE Symposium

浮遊式海洋構造物の係留システムの設計にあたっては、係留ラインに働く最大張力を予測すること、及び長期間にわたってどのような繰り返し荷重が働くかを精度よく推算することが重要である。

本論文は実海域実験用構造物ポセイドン号において計測された係留ラインに働く張力及びポセイドン号の動揺のデータを使用し、変動張力の時系列シミュレーション手法の検討及び極値統計解析等を行った結果を述べたものである。

まず張力の時系列シミュレーションについては、実測された係留点の運動から、静的カタナリー理論、動的影響を考慮した簡易計算法及びそれに長周期運動の影響をも取り入れた改良型簡易計算法の3種類の手法による計算を行い、実測された張力の時系列データと比較した。その結果、係留ラインの動的影響及び浮体の長周期運動の影響が明瞭に見られ、改良型簡易計算法ではそれらが精度よく予測できることが明らかになった。

変動張力の統計的性質については、実測データよりN波中の最大極大値と標準偏差との比を、さまざまな波高の場合につき求めてみた。その結果、波高が高くなると極大値がレーレー分布で与えられるとした予測値よりはるかに大きくなることが示された。また、変動張力の振幅分布も、波高が高くなるとレーレー分布から大きくずれてくることがわかった。このように、強い非線型かつ非対称の現象については、統計的予測の手法がまだ確立しておらず、今後の研究課題として重要であることが示された。

A Study on the Stability Criteria of Semisubmersibles

半潜水型石油掘削リグの復原性に関する研究

高石敬史、安藤定雄、高井隆三、
磯崎芳男、岡田 首、松本光一郎

平成3年6月

Tenth International Conference

on Offshore mechanics and arctic engineering
Proceedings of the tenth OMAE Symposium 1巻B号

IMOにおけるMODU CODE改正の討議に対応して日本造船研究協会では、セミサブ型リグの復原性と位置保持性能に関する研究を実施した。研究は代表的なセミサブの船型3種類、即ち2つのポンツーンに、それぞれ8本、6本、4本のカラムが組み合わせた船型について、静的復原性の系統的計算と時間領域の運動シミュレーション計算による動的復原性の検討とを行なった。

これらの計算における主要なパラメータは、喫水、GM値、浸水区画の容積、風・波の外力の働く方向、荒天状態及び稼働状態にそれぞれ対応する風速及び波高、等である。これらの計算結果は改正されたMODU CODEの非損傷時及び損傷・浸水時復原性の規定およびそれらの同等規定として新たに認められた判定法の妥当性を検討した。

その結果は下記のようにまとめられる。

a. 静的復原性の系統的計算によると、50ノットの風速の下での損傷浸水後の静的傾斜角が17度以下であるという規定を満足するためには、適切な正のGM値を備えることが必要である。

b. 1時間に相当する期間の動揺や係留力のシミュレーション計算により傾斜角、エアギャップ、係留ライン張力の最大値や1/10最大平均値、有義値などの統計量が得られた。

c. 非損傷時復原性の同等規定のサンプルを適用して復原性を調べた結果、この規定ではGM値がゼロの場合と、喫水の深い場合が望ましくない条件である。

d. 非損傷時の復原性に対する同等規定の中に含まれる動的傾斜角及び相対水位変動の値を求める計算式を動的応答のシミュレーション計算で求めた同様の応答の値を用いてチェックした。その結果、セミサブの船型によるこれらの応答の定性的傾向は両者で同じ傾向を示すことが分かった。

〈氷海技術部〉

海水の電波反射率による多層構造解析

—計算のアルゴリズム—

Analysis of Multi-Layer Structure of Sea Ice
by Electro-Magnetic Wave Albedo

—Algorithm of Analysis—

山越寿夫、高島逸男、前田利雄、桜井昭男

平成3年7月

国立極地研究所

第14回極域気水圏シンポジウム講演要旨集

電波による海氷厚さ、海氷中の塩分濃度分布を探知する方法は、未だ世界的にも開発されておらず、今後の課題として残されている。海氷の電波反射率の周波数特性に海氷厚さ、塩分濃度分布に依存したディフラクションパターン（いわゆる回折模様）が現われることを前回の発表で示したが、今回の発表では、この回折模様のある周波数特性から逆に、海氷の氷厚、氷中塩分濃度分布を算出する手法のアルゴリズムを示し、その妥当性につき述べる。

アルゴリズムの中心を成すものは、電波反射率の周波数特性と氷中の誘電率垂直方向分布との関係を解くことであるが、塩分を含む氷への電波の侵入深さと誘電率の周波数特性との関係を考慮に入れることにより、前記関係を容易に解き進め得る事を明らかにした。

今回示す手法の実用性を検討するためには、実海氷の誘電率周波数特性と塩分濃度との関係を実測により決定する必要がある。しかしながら、本アルゴリズムの妥当性を検討することは、その様な事柄とは独立に、理論的に行なうことができる。すなわち、既知として与えた誘電率周波数特性の塩分濃度依存性をひとつのモデルとして用い、塩分濃度を任意に与えた場合の電波反射率特性の計算値から塩分濃度分布を逆算し、その再現性を調べるのである。

この再現性は、塩分濃度分布を3層の単純なディスクリット分布で与えた場合につき、その分布を多層ディスクリット分布で再現し、ずれの値として評価した。結果は再現層数と計算時間とのバランスで決まるが、与えた分布が比較的単純であったためか、10%前後と、おおむね良好であった。

今後は、本アルゴリズムを塩分濃度探知のシミュレーションに応用するべく、より複雑な塩分濃度分布に対しても、再現性の検討を進める予定である。

模擬海水の誘電率測定

Measurement of Dielectric Constant of Model Ice

高島逸男、山越寿夫、前田利雄、櫻井昭男

平成3年7月

国立極地研究所

第14回極域気水圏シンポジウム講演集

電波による氷厚探知には、多様な海水について誘電率を求めておく必要があるが、海水の誘電率は小さく、誘電損失も小さい上に、使用電波（1 MHz～1 GHz）の波長が長いので、比較的小さな適切な試料を用いて、精度良く誘電率を計測することが困難であった。

筆者らは同軸管を用いた反射法により、模擬海水の誘電率の計測を試み、200MHz～1 GHzの周波数領域で誘電率特性を得ることができた。

供試した模擬海水には海水に近い塩分濃度の塩水、及び海水の1/5程度の塩分濃度とした塩水から形成した、それぞれ氷厚26cm及び37cmの氷盤を用いた。

氷盤の各部位より、内導体外径16.9φ、外導体内径38.8φの同軸管内に挿入する円管状のサンプルを作製して、誘電率の計測を行い、次のような結果を得た。

(1) 模擬海水の誘電率の実数部は含有する塩分濃度が増加すると僅かに増加し、測定周波数を高くすると小さくなる傾向を示した。また、氷温を低下させると、誘電率も小さくなるが、その影響は僅かであった。

(2) 模擬海水の誘電率の虚数部は、含有する塩分濃度の影響を大きく受け、塩分濃度の増加により指数的に大きくなる。また、氷温を低下させると、水中のブラインが凍結し、誘電率が小さくなるので、水中のブライン体積比で整理すると、ほぼブライン体積比の平方根に比例することがわかった。

On the Mechanism of Ship Hull Dents Caused by Ice Pressure

氷圧力による船底凹損の発生機構

田村兼吉、在田正義

平成3年8月

ISOPE The 1st International Offshore
and Polar Engineering Conference

船底凹損は氷海域を航行する船舶にとってかなり日常的に起こりうるダメージであり、砕氷船の性能が近年向上するにつれ、その発生件数も増加している。

本論文ではこの船底凹損のメカニズムを、特に船体中央部に絞って取り扱った。

まず、船体中央部に凹損が起きる状況を3つの場合に分け、それぞれの可能性を検討した結果、日本においては「ハンソック帯などの厚い氷に船底が押しつけられる」ことが主原因であると結論づけた。

次に実際の砕氷船で凹損が起こるのに必要な氷圧力を推定するため、点荷重及び一様圧力が船底パネルにかかった時の、変位と応力を有限要素法(MARCO)を用いて計算した。この結果、残留変位が視認可能な30mmとなるためには、点荷重で0.35MN、一様圧力では5.5MPa程度が必要なこと、これらの値は海水の一軸圧縮強度としてはやや大きい、氷が三次元的に拘束されたとすれば可能な値だと考えられる。また、実際の凹損形状との比較からは、凹損を引き起こした時の船底と氷との接触は一様圧力に近いことがわかった。

また、計算での氷荷重と変位、応力が1対1対応することから、パネルを複数の部分に分けてその各々にひずみゲージ張り、その値とあらかじめ計算しておいた各部分の荷重と変位の関係とを連立させて解くことにより、従来より計測が難しいとされてきた氷圧力分布を計測できる可能性を示した。

一方、実験は船底パネルの1:12.5の模型に、圧縮試験機を用いて氷を押しつけることにより行った。この時、通常の実験のほか、氷に枠型をはめることにより拘束条件を変えた実験も行なった。実験の結果、枠型により氷の横方向の変位を拘束すると、パネルの応力は一桁程度上昇した。計算で予測されたように、氷の拘束条件が凹損の機構に重要な役割を果たしていることが確認できた。

〈大阪支所〉

**Feasibility Study on the Dumping
of Carbon Dioxide in Deep Sea**

二酸化炭素の深海投棄の可能性に関する研究

綾 威雄、山根健次、山田信夫

平成3年8月

Int. Society of Offshore and Polar Eng. (ISOPE)

Proceedings of ISOPE-91

産業革命以降着実に増加の一途を辿っている大気中の二酸化炭素は、他の温暖化気体と比較して濃度が際立って高く、その寄与は全温暖化気体の71%を占め、既に0.55℃の温暖化をもたらしているとの報告もある。人為的起源の二酸化炭素が結果的にその濃度増加をもたらしていることはほぼ間違いがなく、今後の地球温暖化への深刻な影響が懸念されている。

地球温暖化問題の解決には膨大な量の二酸化炭素を処理する必要があるところから、その投棄場所として500m以深の広大な深海が注目を浴びるようになってきている。深海環境を利用した二酸化炭素の処理は、低温高圧〔5℃以下40MPa以上〕下で生成されるクラスレートと呼ばれる包接化合物化により固定化する方法と、溶解拡散させた後アルカリ土類イオンとの中和反応を通して非水溶性の炭酸塩として固定化する方法〔炭酸塩化〕とに分けることができる。この二つの二酸化炭素処理方法に焦点を絞った基礎実験の結果から、それぞれの方法の特徴と問題点を整理すると以下のようなになる。

クラスレートは放出液泡の表面に生成されやすく、非水溶性であるため、内部までクラスレート化しない限り、液化二酸化炭素の比重が海水より小さい3,000m以浅の海域への放出は困難となり、クラスレート化による処理法は立地上の制約を受ける。また、クラスレートの性質を実験的に十分把握し、深海底環境への影響を評価する必要がある。

一方、非クラスレート化は、水深500~700mの亜深海の持つ高溶解度を通して炭酸塩化を目指したものであり、自然現象を人為的に促進する方法であるため、環境性と経済性に優れており、本基礎実験のデータなどからこの方法の成り立つ可能性が示された。しかし、溶解二酸化炭素の大量気化現象〔シャンパン現象〕の発生の有無や液泡群の上昇と微小密度差に誘起された海水の対流等について未知の部分が多く残されている。