

所外発表論文等概要

<運動性能部>

細長い扁平没水体に働く揚力分布への 自由表面影響

Free Surface Effect on a Lift Distribution of a Slender and Thin Submerged Body

野中晃二

昭和55年11月 昭和56年3月

西部造船会55年秋季講演会

西部造船会々報第61号

水面下を航行する細長い物体に働く流体力への自由表面の影響については、主として造波抵抗の面から扱われており、細長体を揚力体と見なし、揚力体と自由表面との干渉という形で、自由表面影響を扱った研究は少なく、実験的にも、細長揚力体への自由表面影響の全体的な様子については、まだ充分把握されてはいない。

細長体の操縦性の面からは揚力分布が重要になるため、通常的水上船舶と同様に船体を揚力体と考え、揚力体への自由表面影響をとらえておく事が必要になる。

扁平没水体を薄翼と見なし、揚力面理論で解こうとすると、アスペクト比が小さくなるほど、渦の巻き上

がり等により、線型理論による近似度は低下するが、高次理論へ進むにしても、線型理論でどの程度まで現象を説明出来るかという線型理論の有効性を調べておく事は必要であろうし、定量的には無理でも、定性的には自由表面影響に関する全体的な様子が、線型理論で容易に把握出来るかも知れない。

本論文では、細長い薄い物体が水中をある迎角で定常航行する時の、上下方向の揚力分布について、線型理論により揚力体と自由表面の干渉という形で式を導いた。

物体は薄く、迎角は小さく、生じる波の高さも小さいとして、パータベーションにより問題を線型化し、source と doublet で攪乱ポテンシャルを作り、物体の厚さを表わす source 分布は、自由表面条件に関係なく物体の形状のみにより定まる事を示し、次いで、揚力分布が、幾何学的迎角による平板翼としての成分と、物体の厚さのため生じた付加的迎角による成分からなる事を示した。更に、細長翼近似を用いて、計算の非常に簡単な式になおし、揚力分布や見かけの迎角分布が、没水深度やクルード数、物体形状によりどのように変化するかを2, 3の計算例で示した。

今後は、充分多くの実験との比較により、理論の有効性を検討する事が必要である。

< 船体構造部 >

コンクリート製重力式海洋構造物について
(その1)

Concrete Gravity Structures for Offshore
(1st Report)

松岡 一 祥

昭和55年12月

日本造船学会誌第 618 号

北海石油産業向けコンクリート製重力式海洋構造物を中心に、この構造様式について全般的に簡略に解説したものである。第1回目の本報では、技術的な環境と外力について取扱っている。

北海の油田地帯では、浮遊式や着底式の多くの作業台が稼働している。着底式構造物は、おおむね、杭式鋼構造と重力式コンクリート構造に分けられる。技術的な環境としては、この2種の構造様式の比較を行なっている。比較の項目は、1)使用目的、2)建造時の問題点、3)耐久性、4)地形(水深と土質)および、5)作業と海象などである。これらの比較から、コンクリート製重力式海洋構造物は、150m程度までの水深で貯油機能が要求される時有利であり、北海の海底地形や土質もこの構造様式に適している事が示される。

着底式海洋構造物に加わる外力には、以下のものがある。

(1)波浪 (2)流れ (3)風 (4)水 (5)地震

さらに浮力についても考慮しなければならない。本解説では、それらの外力について、現象、荷重の算定方法、対策などを示している。北海は地震の多発地帯ではないが、日本近海に設置する可能性も考慮して、地震荷重について詳しく取扱っている。

着底式海洋構造物は、浮力と付加質量とによって構造物の有効重量と慣性質量との間に大きな差がある。地震加速度をうける時、基礎地盤に働く有効重量にくらべ過大な慣性力が加わる可能性があり、地震多発地帯では、地震荷重について十分に検討する必要があると思われる。

統報において、基礎地盤、耐久性、各種規準、建造実績などが紹介される予定である。

コンクリート製重力式海洋構造物について
(その2)

Concrete Gravity Structures for Offshore
(2nd Report)

松岡 一 祥

昭和56年1月

日本造船学会誌第 619 号

前報に引続き、本報ではコンクリート製重力式海洋構造物の基礎—地盤系と構造物の耐久性について取扱っている。

基礎—地盤系については、その崩壊形式として、滑動、転倒および沈下を取り上げ、外荷重に対する安定性を、粘性土質および非粘性土質に分けて述べている。特に滑動と転倒については、土質特性と基礎の形状から安定の限界を求める方法や現在提唱されている安全率などを示し、基礎のおおまかな設計が行なえるようにしている。さらに、非粘性土で問題となる洗掘と流動化現象について、その概略および対策を示している。

陸上では容易な土質調査や地盤整備も海底では困難な場合が多い。そこで、海底土質調査については、その方法と注意すべき点を示し、海底地盤の整備については、今まで行なわれた方法および提案されたものをとりまとめている。

コンクリート製重力式海洋構造物の耐久性を、2つの主要材料であるコンクリートと鋼材とに分けて取り扱っている。コンクリートの耐久性は、海水中の硫酸塩との化学反応、寒冷地における凍結融解作用、疲労、クリープおよび長期間にわたる耐外圧について、現象および対策を示している。これらの検討の結果、海洋環境においてコンクリートは十分耐久性のある材料である事がわかる。鋼材の耐久性は、電気化学的反應による腐食と疲労が問題となる。pH13程度のコンクリート中では鉄は腐食されないが、コンクリートにひび割れが生じ、海水と鋼材とが接触すると、電気化学的な腐食がおこる。しかし、ひび割れ幅が小さい場合(0.1~0.3mm以下)には、反応速度が遅く、重大な損傷は生じない。コンクリート中の鉄筋の疲労については、まだまだ知られていない。

<溶接工作部>

ビード止端部欠陥検出法についての1実験

A Study on Detection Method of Defects at Toe of Weld by Ultrasonic Testing

勝又 健一, 榊 昌英, 神尾 昭

昭和55年10月24日

非破壊検査協会秋季研究発表会

突合せ溶接においてビード止端部にルート割れやトゥ割れのような欠陥が発生する場合がある。これらの欠陥を超音波検査で検出する探傷方法は1探法で行なうのが通常である。しかしながら、ビードからのエコーも無視できない程高い場合があり、欠陥エコーと区別する事は簡単ではない。欠陥エコーとビードエコーの出現するビーム路程差は数ミリメートルであることから作図によって欠陥と断定するには測定誤差は許されない。本報告はビード止端部に発生する欠陥を比較的容易に検出できる探傷方法について述べたものである。

探傷方法は2つの探触子を同時励振して欠陥からの両エコーを得る2方向同時表示法である。この方法では欠陥に当る両音軸は常に一致していることから、それぞれの探触子でとらえたエコーが同時にピークを示した場合は欠陥と判断し、そうでない場合はビードからのエコーとみなし、欠陥とビードを区別することが容易となる。

実験による確認は、板厚25mmの平板に置いたビードの止端部に割れを模擬した円弧ノッチ状欠陥を作り、これに対して行った。欠陥高さは約1mm、長さは20mmである。探触子は周波数4MHz、屈折角45°の同一規格のものを2ヶ使用した。2方向同時表示法による欠陥検出率は91%となった。通常の1探法で行なった場合は欠陥検出率が低下し、欠陥存在の判断も容易でない場合もあった。

今後の問題点としては実際の止端部割れについて実験する必要がある。そして検出率の向上と共に定量化について関係づけなければならない。一般にビード付近内の欠陥はその大きさと超音波検査で得られた測定値とは一致しない場合が多い。したがって種々の情報を積み重ねて問題を解決していく事が必要であろう。

透過反射法による欠陥断面寸法の推定

Measurement of Defect Size by a New Ultrasonic Testing Method Combined the Through Transmission Technique and the Pulse Reflection One

勝又 健一, 榊 昌英, 神尾 昭

昭和55年12月

非破壊検査 第29巻第12号

2つの斜角探触子をV配置させて探傷する新しい探傷方法(V配置透過反射法)により傾いた内部スリット欠陥及び開口している割れの欠陥断面寸法を推定した。

欠陥が強度に与える影響の最も大きいものは板厚方向の欠陥寸法(欠陥高さ)である。超音波試験によって欠陥高さを求める方法は数多く報告されているが、すべてパルス反射法によるものである。この方法では欠陥の連続性の判断が困難であると同時に欠陥の傾きを検出することも難しい。

V配置透過反射法では、欠陥高さ、欠陥断面長さ及び欠陥の板厚方向に対する傾きの推定が可能である。すなわち、2個の探触子をV配置し、まず一方を送信用、他方を受信用として入射する超音波の回折波の透過音圧と欠陥の影の大きさの関係を求める。ついで送信と受信を入れ換えて同様なことを行い、欠陥の2方向の影の寸法から欠陥断面長さを求める。欠陥の傾き角は欠陥の2方向の影の大きさの比から求める。欠陥高さは推定した欠陥断面長さから求め得る。それぞれの推定値と実際の値との誤差は最大50%であったが、検出困難な欠陥寸法諸元をある程度推定し得たことは有意義と考えられる。実験に使用した試験片は板厚40mmで角度をつけた内部欠陥及び開口している疲労割れを用いた。探触子は周波数4MHzと5MHz、屈折角は45°である。

欠陥の大きさと透過音圧の関係は2つの探触子(送受信探触子と受信探触子)の音軸に欠陥が位置した場合の回折波の強度をそれぞれの探触子の音場特性を近似して数値計算から求めた。但し、欠陥の位置は両探触子の近距離音場外の場合である。

<機関性能部>

ホログラフィ干渉法による火炎温度分布測定

Measurement of Flame Temperature

Distributions by Holographic Interferometry

佐藤 誠四郎

昭和56年1月

機械学会燃焼に関するレーザ計測研究

分科会成果報告

光干渉法では、対象火炎の屈折率が光路方向に投影されたものとして得られるので、温度分布などを定量するには、対象温度場の幾何学的構造を知る必要がある。一般に干渉像が一方方向しか得られない場合、温度場の内部構造を含んだ形状、寸法などを直接得ることができず、通常対象場を二次元又は軸対軸とする仮定が行われる。しかし火炎のゆらぎなどにより、これらの仮定が成立するのは限られた場合と思われ、このような火炎のゆらぎを完全に考慮するには、多方向からの干渉像を必要とするが、現状ではレーザ光出力、光学部品の制限などからかなり難しいと思われる。

本稿では、バーナ火炎のゆらぎによる形状変化や対称性のずれの影響をある程度考慮できるよう、2方向および4方向の干渉像を用い温度測定を行った。また干渉法で温度を求めるにはガス温度とガス組成の分離が必要となるが、温度場と濃度場の相似性の仮定から火炎のガス組成分布を求め、干渉法で求まる温度の組成変化による補正を行った。

主な結果および問題点はつぎの通りである。

1)バーナ火炎のゆらぎによる軸対称性のずれの影響を考慮するため、2方向および4方向干渉像を基にした2つの温度計算モデルを提案した。

2)各モデルによる温度計算結果を示し、火炎の対称性のずれを正確に考慮するには、2方向および4方向干渉像では不足でさらに多方向の干渉像が必要である。

3)バーナ火炎のガス組成分布を求めるため、温度場と濃度場の相似性の仮定を基にした2つの燃焼反応モデルを検討し、ガスクロマトグラフによる測定値との比較を示した。

4)干渉法による火炎温度測定では、ガス組成は別に測定しなくても干渉法で求まる温度からの推定から組成を求め、これを基に精度のよい温度補正ができる。

今後の問題として、一般の非対称温度場の測定のため多方向干渉像の撮影法、光線の屈折を考慮した投影からの像再構成計算方法、より高感度の干渉法の適用、干渉縞の自動解析処理などがあると思われる。

(172)

ディーゼル機関の水素混焼について

A Study on the Hydrogen-Gas Oil

Dual Fuel Diesel Engine

塩出 敬二郎

昭和56年2月

日本船用機関学会誌 第16巻第2号

将来の燃料として期待されている水素を船用ディーゼル機関の燃料として利用できるかどうか、実験を中心とした研究を行なった。この研究には、四サイクル、単シリンダ、予燃焼室式ディーゼル機関を使用した。

このディーゼル機関を使用して、水素燃料を吸気管内に連続的に噴射し空気と混合し、ここで可燃混合気を生成し、これをシリンダ内に吸入、圧縮し、この高温高压になった可燃混合気の中に軽油燃料を噴射（圧縮行程の終り項に）して着火させ水素燃料とともに燃焼させた。このような方法でディーゼル機関を二元燃料運転すると、水素燃料の添加割合が小さいうちは、軽油燃料だけで運転した場合と燃料最高圧力、熱効率などの点でほとんど変わらない。しかし、水素燃料の添加割合が大きくなってくると（水素燃料の空気に対する相当比で0.25位）、過早着火を発生するようになる。過早着火も始めのうちは、発生ひん度も少なく、着火時期も正常な着火時期に近い所なので燃料最高圧もあまり高くはならない。しかし、水素燃料の添加割合が大きくなると、発生ひん度も多くなり、着火時期も正常な時期から離れて圧縮行程の始めの方に移動してゆく。着火時期が早くなると、燃料最高圧力が急激に上昇するようになる。さらに水素燃料の添加割合を大きくすると、着火時期がさらに進んでついには吸気管内の逆火を起こすようになる。このような現象が発生するために、この方式での水素軽油混焼においては、水素燃料の添加割合をある値以上にすることができなかつた。そこで、これらの現象の発生を抑制するために、吸気管内へ水噴射することを試みた。吸気管内の吸気弁直前に少量の水を噴射し、吸気を冷却し、圧縮温度を低下させて過早着火の発生を抑制する方法である。この方法によって、過早着火の発生は完全に抑制することができたし、燃焼最高圧力も下げることができた。

<共通工学部>

軟鋼材疲れにおける塑性ひずみ幅の
挙動とA Eの関係Relation Between Acoustic Emission and
Abrupt Increase of Plastic Strain Range
in Fatigue Process of Mild Steel Specimens

吉井徳治, 田中 栄, 秋田 敏, 吉永昭男

昭和55年3月19日

日本非破壊検査協会55年春季大会

疲れ機構の解明や疲れ寿命の推定の手がかりの一つとして、軟鋼材(S15C)平滑試験片の疲れ試験にA E法を適用し、疲れ過程における塑性ひずみ急増現象とA Eの関係を探ったものである。

実験に使用した試験機は、油圧サーボ疲れ試験機であるが種々の雑音対策を行ってある。疲れ試験の条件は、三角波の両振り、荷重制御方式とし、応力振幅は $20\sim 30\text{kg/mm}^2$ の範囲について、12本の試験片で実施した。なおA E信号としてはセンサに発生した信号をアンプで80dB増幅し、検波した直流出力を用いた。

A Eは、疲れ過程初期に塑性ひずみの発生し始める頃から、繰返し応力の引張り、圧縮の最大値付近でピークとして観察される。このA Eピーク値は、応力の高い場合、塑性ひずみ幅急増時に最大となり、塑性ひずみ幅の減少と共に減少する。その後、試験片の破断直前になって塑性ひずみ幅の急増が起こるが、共にA Eピーク値も急増して破断に至る。また、応力の低い場合、A Eは初期に塑性ひずみ幅と共に増加するが、そのまま一定値を保ち、破断直前で再び両者共、急増する。この疲れ過程初期は、試験片内部に不均一な転位の増殖が発生し、応力繰返しにより生じた試験片の微視的塑性域が試験片全体に伝播する過程であり、今回の試験でこの現象をA Eピークとして鋭敏にとらえることに成功したものである。

これらの結果から、疲れ過程初期のA Eピーク値急増の繰返し数と、破断寿命の関係について強い相関性を確認した。すなわち破断寿命の1%前後のところでA Eピーク値の急増現象が認められたため、今後の問題として、この現象を利用した鋼材の疲れ寿命推定手段の開発が可能であると思われる。

<大阪支所>

波浪中における船舶の意識的減速に関する研究

On the Deliberate Speed Loss of a
Ship in Waves

原 正一, 中村彰一, 内藤 林, 松本光一郎

昭和55年12月

関西造船協会誌 第179号

船舶の波浪中における船速低下の問題を中心にすることによって、耐航性能に関する総合化が試みられてきたが、意識的減速に関しては自然減速ほど詳しく調べられていない。本論文では、波浪中における船舶の意識的減速の判断基準に主機関の性能をも考慮した推定計算法の詳細を示す。また、自然減速に関する実験はこれまで比較的多くなされてきたが、意識的減速に関する実験の例はなく、その実験方法もまだ確立されていないのが現状である。そこで、意識的減速についての推定計算法の妥当性を検証するために、意識的減速に関する一つの実験を試みた。

本実験計算結果として、次のことがわかった。

(1) 船長判断の指標として用いた5つの現象のうち、見掛けスリップを除いた現象は、一般に船速を低下させることによって安全サイドに向かう。しかしながら、見掛けスリップだけは、減速するとともに増加の傾向を示し、危険サイドに向かうことがわかる。そこですべての諸現象を安全サイドにして危険回避するためには、変針を考慮する必要がある。

(2) 海水打ち込みは、変針してもなお船長命令の指標として支配的な要素であることがわかる。これは、変針後、船速が増加するため、船首部での平水中盛り上がり量が増加し、船首海水打ち込みの発生頻度が増加するためである。

また、模型実験は長水槽での試験のため、特殊な条件を設定して行った。波との出会い角は 180° であり、正面規則波中で $\lambda/L=1.2$ 、基準量になるべき平水中の船速を $F_n=0.25, 0.30$ 、主機トルク一定制御で、海象の変化として波高を変化させて実験を実施した。燃料に対応するものとしては、自航モーター制御のためのポテンシオメーターのダイヤル数値をとり、危険判断の対象となる現象として、特に船首加速度を選んだ。その結果、同現象の推定が精度良く出来れば、意識的減速に関する本推定計算法が妥当であることがわかった。

負荷方向の差違による積層FRPの層間強度

Interlaminar Strength of Laminated FRP
Under Loading from Each Direction

多賀謙治

昭和56年3月17日

第10回FRPシンポジウム

FRP漁船をはじめとし、FRP構造物が大型化するに従い板厚の厚い積層FRP材が使用される様になった。このため積層FRPの板厚方向の強度特性の研究が必要となったが、これについての研究は充分とは言えない。そこで板厚15mm、57mmの積層FRP材について、板厚方向での強度主軸である積層面を負荷方向に対して種々変化させ、引張および圧縮における弾性特性、強度特性を実験により求めた。さらに従来の異方性材料の破壊強度則が、不均構造である積層FRP材の板厚方向に適応可能かどうかについて検討した。

その結果、板厚方向での弾性特性は、板厚が15mmの場合、ポアソン比がやや大きくなるが、負荷方向の弾性係数および板厚が57mmのFRP材より採取した場合のポアソン比および負荷方向の弾性係数とも、変形の拘束が無く負荷のみの作用する場合の計算値と良く一致することが判明した。

一方板厚方向の強度特性は、引張の場合強度主軸である積層面方向と板厚方向の強度の比は特に大きく、また強度主軸と負荷方向の角度が45°付近まで急激に強度は低下する。圧縮の場合、強度主軸と負荷方向の角度が30°付近で強度は最も小さくなる。この傾向を従来の異方性材料の破壊強度則と比較すると、板厚15mmの場合Hoffmanのぜい性破壊理論、Tsai-Wuの説等が適応可能であることが明らかとなった。ただ57mmのFRP材より採取した場合、圧縮では強度主軸と負荷方向の角度が45°から60°の範囲でこれらの破壊強度則の適応性は良好とは言えない。