

所 外 発 表 論 文 等 概 要

〈推進性能部〉

通常型及びハイリー・スキュード・プロペラの 翼面圧力計測について —キャビテーションが発生しない場合—

Measurement of Pressure Distribution on a Conventional and a Highly Skewed Propeller Model
—Under Non-Cavitating Condition—

右近良孝 黒部雄三 工藤達郎
平成元年5月

日本造船学会論文集 巻165号

プロペラ翼面圧力計測は理論の検証や物理現象の把握の観点からも重要であり、特にハイリー・スキュードプロペラHSPの特性解明に不可欠である。

本論文では実船プロペラ翼面圧力計測に対応した模型での計測ということから、不均一流中及びキャビテーション発生状態での計測が可能な計測法の開発を目的としている。このため、チャンバー型圧力計が用いられ、応答特性も水中スピーカーを用いた基礎的試験により確認を行った。圧力計の取り付け方法に関して在来法ではプロペラがスラストを発生する時に生じる翼の変形が圧力計の出力に甚大な影響を与えること

を見いだした。接着剤や取り付け方法を改良して、翼の変形が圧力計に影響を与えない取り付け方法を開発するとともに、この確認も行った。

上記の圧力計測法に基づき、通常型プロペラCPとHSPについて圧力計を行い、既存の揚力面理論計算値との比較も行った。

均一流中でのCPの圧力に関しては高回転数での実験では正面側を除き、良い対応が得られた。正面側については相当二次元翼の概念に基づく計算法の問題点が指摘できた。一方、HSPの圧力に関しても同様の結果が得られたが、新しい知見としては翼端での圧力が荷重度によって計算値より大幅にずれ、これによってHSP独特の前縁剥離渦の存在が推察できた。

不均一流中でのCPの圧力分布及び一回転中の圧力変動と理論値との相関は均一流中でのそれと同じであった。一方、HSPに関しては翼端での圧力が全く理論計算値とは合わず、翼の変形や粘性の影響の他に、前縁剥離渦の影響も考えられ、理論の改良の余地を指摘することができた。

本論文で得られた計測データはCFDによる新しいプロペラ理論計算や揚力体理論の検証のための貴重なデータ・ベースとなると考えられる。

プロペラ・キャビテーションにより誘起される変動圧力に関する比較試験

Comparative Experiments on Pressure Fluctuations Induced by Propeller Cavitation

黒部雄三 工藤達郎 右近良孝

平成元年6月

日本学術会議キャビテーションに関するシンポジウム
前刷集(第6回)

船用プロペラに発生するキャビテーションにより起される深刻な問題の一つに船尾変動圧力が起振力となる船体振動がある。しかし、この振動を予測するための模型による船尾変動圧力の定量的計測には難しい点がある。本論文では、国際比較試験の行われている“シドニー・エクスプレス”のプロペラを用い、模型船を用いる方法(模型船法)およびワイヤーメッシュスクリーンと平板を用いる方法(メッシュ法)により実船試験に対応した状態での変動圧力計測を行い、2つの方法について比較、検討した。

模型船法ではフローライナーにより実船推定伴流分布をシミュレートした。また、水素気泡により気泡核を供給したり、プロペラ前縁に粗さを付けた状態で実験することにより、変動圧力振幅に関して実船での結果と良い相関が得られた。また、同じキャビテーション状態で変動圧力振幅係数は、プロペラ回転数により殆ど影響を受けなかった。一方、メッシュ法では回転数の大きな影響を受けた。この原因を調べるため、スプリングにより平板の支持方法を3種類かえ、支持方法が平板上の変動圧力および加速度に及ぼす影響を調べた。どの支持方法でも変動圧力振幅係数の翼数1次成分への回転数の影響は大きかった。加速度計測では、平板の固有振動数の一番低い支持法で共振点が現れた。変動圧力と加速度の位相差は共振点で 0° 付近から 180° に向かって変化して行く。この結果と、計測系を1自由度の強制振動におきかえた考察により、メッシュ法では共振点付近か、共振点より低い周波数域で計測を行っていることがわかる。従って、平板を用いた計測でも、更に小さいバネ定数を持つ支持法か、非常に重い平板を用いることにより、共振周波数を下げて計測を行う必要があると思われる。一方模型船法では変動圧力と加速度の位相差は 180° 付近であることから、共振点より高い周波数域で計測が行われ、精度の高い結果が得られたと思われる。

Effects of Compressive Prestrain on Fracture Toughness

圧縮予歪が破壊靱性に及ぼす影響

井上 肇, 前中 浩, 佐久間 正明

昭和63年12月

Naval Architecture and Ocean Engineering Vol. 25

本論文は、異常気象下で発表した大型船舶の海難事故に関連して行なわれた「異常海難防止システムの総合研究開発」の一部として実施した研究を造船学会に発表したものが優秀論文として選定され、本文に討論内容を加えて英訳したものである。

北太平洋で過大な波に遭遇したバラ積み貨物船が、スラミングを受けてNO.1貨物倉の甲板で座屈し、屈曲した船体が短時間で折損して沈没した。この事故に関連して、座屈及び塑性変形を伴う疲労寿命の研究が行なわれたが、致命的な破損を引き起こした原因の一つとして、座屈によって生じた大きな圧縮の塑性歪が鋼材を脆化させたことがあげられる。そこで、圧縮の塑性歪が船体用鋼材の脆化に及ぼす影響を広範囲に調べることを目的として各種の試験を実施して以下の結論を得た。

(1) 一様圧縮予歪材及び曲げ圧縮予歪材のシャルピ試験を行なった。圧縮予歪の増加とともに遷移温度は直線的に上昇し、その上昇量は $2\sim 3.7^\circ\text{C}/\%$ であった。

(2) 一様圧縮予歪材でコンパクト テンション(CT)試験を行い、予歪材の破壊靱性値を求めた。予歪効果を母材の降伏点レベルで脆性破壊が発生する温度でみた場合、その効果はシャルピ試験の結果より大きく、単位予歪当たり $3.5\sim 4.1^\circ\text{C}/\%$ 上昇した。

(3) 切欠のない板の曲げ圧縮試験を行い、亀裂の発生条件及び破壊条件を調べた。切欠の無い場合でも、圧縮側表面歪の絶対値が母材の破断延性を超えるような曲げ変形を与えると、除荷時に圧縮側に亀裂を生じた。続いて逆方向に変形すれば、室温でも脆性破壊をおこした。

(4) 亀裂が発生した破面を走査型電子顕微鏡で観察した結果、極度の圧縮歪をうけて亀裂が発生した部分では擬劈開ファセットと滑面ファセットの混在した破面がみられ、亀裂が進展すると典型的な劈開破面に変わった。

衝突時の船体損傷予測

Damage Assessment of Struck Ships in Collision

平成元年 6 月

水産工学研究推進全国会議研究発表集 8 号

船舶の衝突事故による災害を防止するためには、まず衝突に対して適切な危険評価をしておく必要がある。本研究ではこの一環として、船舶が防波堤など港湾施設に衝突した時、あるいは船舶が他船から衝突を受けた時の被衝突船の船体損傷予測を行い、損傷規模という数量では表わしにくいものを人間の直感で判断できる形にまとめ、危険評価のための試料を得ることを目的とした。

損傷規模を予測するために、まず実際の衝突事故例により、漁船、貨物船、タンカーなど各種の船舶を含めた船体損傷の実態調査を行った。その調査は海難審判裁判録によることにし、船舶の防波堤など港湾施設への衝突事故については裁判録から事故例 237 件を、船舶同士の衝突については事故例 118 件を選んだ。これらの衝突事故における損傷規模を、裁判録にみられる損傷の言語表現に対応させて損傷の大きさ別に分類整理した。防波堤衝突においては、衝突船の大きさと衝突速度とが損傷規模に及ぼす主な要因と考えられるから、損傷規模を衝突船の大きさ、衝突速度で整理した。船舶同士の衝突においては、衝突船と被衝突船の大きさ比、衝突部位、衝突角度など損傷規模に及ぼす要因が増えてくるので、これらの要因が損傷規模に及ぼす影響度を調べ、この中から主要因と判明した衝突船と被衝突船の大きさ比、衝突速度を選び、損傷規模の予測を 5 段階評点として数量化理論第 1 類により求めた。

調査研究の結果、船舶の防波堤など港湾施設への衝突においては、船舶の大きさに対して船体に重大な損傷が生じないための限界速度曲線を定めることができた。船舶が他船から衝突を受けた時の船体損傷予測では、被衝突船の大きさを 5 クラスに分け、各クラスに対して損傷規模を評点として示すことができた。

船用燃料油燃焼技術の動向

Recent Survey on Technology relating to
Combustion of Modern Marine Fuels

塩出 敬二郎

平成元年 8 月

日本船用機関学会誌 24 巻 8 号

第一次石油危機以降船用燃料油の価格は大幅に上昇した。船主の間では運航経済のために、より高効率なディーゼル機関の採用、より価格の安い低質油使用の要求が高まった。この要求に対して、世界中で高効率でしかも低質油の燃焼できる機関を実現するための研究開発が精力的に行われた。その結果現在では大型ディーゼル機関に於いては、燃料消費率が 120 gr/ps. hr. 以下のものが出現しているし、粘度が 380 cSt/50℃の燃料油が一般的に利用できるようになっている。この間に於ける、燃焼に関連する技術について文献調査を行い、船用燃料油の燃焼技術の動向をまとめた。低質油を高効率で燃焼できるディーゼル機関を実現するために次のような研究、開発が行われた。基礎的な研究では、低質燃料油の性状が噴霧特性、燃焼特性に与える影響などを実験的に明らかにした。例えば、燃料粘度や噴射圧力が噴霧粒径に与える影響、噴射圧力と燃焼特性との関係、燃料性状、燃料温度、吸気温度と燃焼特性との関係など。そしてハードの面では、前述の研究結果を具体化した燃料噴射系統の開発、改良が行われた。例えば、微粒化と空気との混合を促進する高圧噴射ポンプの開発、低速低負荷時の燃焼を改善する開弁圧制御式燃料弁の開発、高圧噴射時の二次噴射を抑制する等圧弁などの採用、機関の運転条件に最適な噴射（噴射圧力、噴射開始時期、開弁圧力、噴射量など）を行う事が出来る電子式燃料噴射システムの開発など。さらに燃焼改善のための燃料及び給気加熱装置の開発などが行われた。また、燃料のエマルジョン化、A/C ブレンド化などによる燃焼改善方法が検討され一部が実用化された。

超音波による回析波を併用した体積欠陥の位置推定について

Determination of Swelled Defect Location Using Diffraction Waves

勝又健一

平成元年5月

非破壊検査 38巻5号

溶接部には種々の欠陥が発生する。溶接欠陥の内、割れは最も強度に影響を及ぼす事から特に有害である。また、ブローホール等の球状の欠陥でも大きい場合は危険となり得る。構造物の安全を維持するため、このような有害な欠陥は検出し、必要に応じて補修することが要求される。超音波検査において、欠陥の位置を求める場合には通常、溶接線に沿った左右走査と前後走査が必要であり時間がかかる。本報告は従来法を前進させ、欠陥の種類に拘らない位置の迅速な決定法を述べたものである。

筆者は前後走査せずに欠陥の位置を推定する手法をすでに報告した。そこで取扱った欠陥は割れのような平面状であった。ここで対象とした欠陥は平面状でなく、体積状である。本方法は欠陥に対して向い合わせた探触子により欠陥の両反射エコーの路程、及び回析波の路程を測定し、両者の差を考慮して欠陥の位置を推定するものである。この方法の特徴は欠陥上部の回析波と両反射エコーとの路程差から欠陥の厚み分を補正することにより、従来法では測定が困難な欠陥の深さを正しく求められることである。更に、位置測定の時間は従来より格段に速い。また、欠陥が平面状の場合には、反射エコーと回析波との路程差はなくなるので補正値は0となり、欠陥種類による位置の測定誤差は少ない。

実験では寸法が各々2, 4および6 mm, 長さ30 mmの模擬欠陥を厚さ30 mmの鋼板内に作成した試験片を用いた。探触子は5 MHz, 75°である。欠陥を挟んで向い合っている2個の探触子は、その距離及び前後方向の位置を変えて配置させた。欠陥位置(板表面からの深さ)の推定値は回析波を用いる場合と、用いない場合では歴然とした差が生じた。欠陥の寸法が大になる程、本方法の効果が現れるが、回析波と反射エコーの両者から求めた結果は実際値に対して誤差が±2 mm, 反射エコーのみで位置を求めた場合は±10 mmであった。

船底防汚塗料に含まれる有機スズの溶出について

Release of Organotin from Antifouling Paint Coatings

内藤 正一, 藤井 忍, 柴田 俊明, 長田 修

半間 俊士, 姉崎 寛

平成元年7月

第19回安全工学シンポジウム予稿集

環境庁の調査により魚介類や底質に有機スズが蓄積しつつあることが判明し、汚染防止対策が求められる事態となった。

船舶には船底防汚塗料の防汚材としてトリブチルスズ(TBT)・トリフェニルスズ(TPT)等が多用されている。しかし、その溶出と海洋汚染の関わりは看過されてきたため評価資料がない。そこで溶出低減の余地が有るのかどうか実海域試験(実船と定置)による調査を行い、1年間の結果を本報告にまとめた。

実船試験は航海訓練所練習船北斗丸(5,800 GT)の船首・中央・船尾に試験片を配置し、定置試験は東京商船大学清水臨海実験実習所の水深1mと3mの位置に試験片を設置して行った。

供試塗膜は実用品に準拠したTBT4種, TPT2種で、その内のTBT2種, TPT1種は併用防汚剤に亜酸化銅を配合したものである。またTBTの3種は防汚剤の溶出に伴い塗膜が溶解する性質、その他は溶解しない性質を持っている。

溶出の評価としては、溶出量の推定と防汚性能の点検とを行った。前者はプラズマ発光分光分析によって塗膜内のSnとCuの残分を検出する方法と、膜厚計測法を適用し、後者は視覚による生物付着状態の観察に依った。

以上のような試験を行った結果次の知見が得られた。

- (1) 有機スズ単独に比べ亜酸化銅を併用した方が低い有機スズ含有量で有効な防汚効果が得られる。
- (2) 塗膜中の防汚成分検知法を確立し、この方法が実海域における溶出量評価に有効なことを示した。
- (3) 膜溶解型の塗膜は、膜厚測定により溶出量を推定できることを示し、その根拠としてSn・Cu各残存量と残存膜厚の関係式を求めた。

ケミカルタンカーのタンク洗浄水量の低減
策について

高速船の安全航行についての一考察

Estimation of the clingage

Safety Navigation of High Seep Vessel

residue on tank surfaces and minimizing the amount
of the tank cleanig water for chemical tanker

上田 浩一

平成元年 7 月

日本舶用機関学会誌 24 巻 7 号

田中 邦彦, 沼野 正義, 福戸 淳司, 村山 雄二郎
平成元年 7 月

計測自動制御学会 第 28 回学術講演会予稿集

ケミカルタンカーのタンク洗浄作業又はバラストの排出作業により、有害液体物質が海洋に排出されると海洋汚染の原因となる。そこで洗浄排水等の濃度が基準濃度以下になるまでタンクを洗浄し、その洗浄廃水は陸揚げするか、または有害性の少ないものは一定の条件下で海洋へ排出することが義務づけられている。このタンクを、連続的に排出しながら、洗浄ノズルで洗浄する場合の洗浄排水中の残留物質の濃度は主に、タンク内残液量と洗浄中タンク内に滞留する洗浄水量が影響する。そこで有害液体物質に代る供試液として低粘性の水、中粘性のエチレングリコール、高粘性のグリセリンを使用し、年間を通じて模型タンクで付着実験を行い、温度の変化によって供試液の粘性を変化させて、粘性と付着量の関係を実験的に調べた。

タンク洗浄時の洗浄水量と残液濃度の関係は、洗浄機のノズル口径が太く、洗浄水量が多い場合には、タンク内の洗浄水と残液が一樣に混合しているとして計算しても実験値と比較的よく合う。しかしながらノズル口径の太い洗浄機を使用すると洗浄廃水の発生量が多くなり、この処理に運航上負担が多くなる。洗浄機のノズル口径を細くすることにより洗浄廃水の発生量が低減できると考えられる。この場合の洗浄水量と残液濃度の関係を把握することが必要洗浄水量を求めるために必要である。そこで口径 4 mm の細いノズルと通常使用されている口径 7 mm のノズルを使用し、模型タンク実験によりその性能の違いを調べた。その結果、付着量についてはIMO等による推定式より天井面および底面の付着量がかなり少なくなること、および洗浄機の口径を細くすることにより、必要水量を少なくできることを明らかにした。

近年、近距離海上交通に高速船が使われる例が多くなり、将来はウォーター・フロント開発や海上空港施設の海上アクセスにと高速航行の需要は増してくることが予想され、その安全性評価が重要になってきた。ここでは、高速航行の安全性評価法として、コンピューター・シミュレーションにより、対象船舶の航行特性で高速航行できる限界交通量を求めて、安全性を評価する方法について提案し、考察した。

シミュレーションは、パソコンを用い、自船他船ともに任意の航行特性に基づいた航行を模擬し、CRT上に自船ブリッジから見た景観画像(線描表示)、自船を中心としたレーダー画像を表示し、これを基にして、他船との種々の出会い状況のときの避航操船実験を行ない、交通量と衝突確率との関係を求め、希望する衝突確率以下になる交通量を推定するものである。

避航操船実験は、4 km先の目標に向けて他船を避けながら操船し、その成功率と、海域の状態の関係を求め、限界交通量を推定している。船の衝突の定義は、相手船との距離が前方 600 m、側方・後方 100 m以内に接近した場合とする。対象とした高速船の特性は、水中翼船のものをを用いた。遭遇する他船は、在来船に限っている。入力項目は、舵角、主機回転数、レーダー表示レンジ、他船位置予測時間で、出力項目は、画像の他に、時間、船速、船の向き、衝突の有無、最接近船、最接近船との距離、方向、相対速度等である。

避航操船実験より、4 km四方の中他の船の数に対する衝突確率の相関が、一定の範囲内で認められた。これにより、任意の衝突確率に対する限界交通量に相当する船舶密度が推定できた。

パソコン上の簡単なシミュレーション実験からでも高速船の限界交通量を推定できることを示した。更に現実に近い状況を想定した避航実験を重ねることで高速船の安全評価が可能になるだけでなく、避航操船法、高速船の持つべき特性に関係して指針が得られる。

〈原子力技術部〉

核融合炉機器の高熱負荷除熱に関する研究
(水の強制流動サブクール沸騰限界熱流束)

High Heat Flux Removal of Fusion Reactor
Components (Critical Heat Flux of Subcooled Flow
Boiling with water)

稲坂 富士夫, 成合 英樹
平成元年 5 月

第 26 回日本伝熱シンポジウム講演論文集 No 1.

核融合炉のダイバータ, リミタ, あるいは中性粒子ビーム入射装置のビームダンプなどの高熱流束機器では, 10 MW/m^2 以上と, 従来の機器にみられないほど過酷な定常的熱負荷を受けることが想定されている。このような高熱負荷の除熱には, 現在のところサブクール沸騰を利用した水冷却が, 最も有力な方法と考えられている。しかしながら, 軽水炉の燃料棒の 10 倍以上というこのような高熱流束に関する実験データや信頼性のある実験式は, これまでに殆ど得られていない。著者らは, 先に大気圧近傍での実験データ, および他の研究者による加圧条件での実験データを基に, 大気圧から 20 MPa という広い圧力範囲に亘って適用できる実験式を提案した。しかし, この実験式の高熱負荷除熱に適用上有利とされる圧力 1 MPa 近傍の数 MW/m^2 という高限界熱流束実験データに対する検証は為されていなかった。

本研究では, 管内径 3 mm , 管長 10 cm , 管出口冷却水圧力 $0.3 \sim 1 \text{ MPa}$, 質量速度 $6 \sim 30 \text{ Mg/(m}^2\text{s)}$ 入口水温, $25 \sim 75^\circ\text{C}$ の条件によるサブクール沸騰限界熱流束実験を実施し, 以下のことを明らかにした。

(1) $10 \sim 50 \text{ MW/m}^2$ の高限界熱流束データが得られた。

(2) 質量速度が $20 \text{ Mg/(m}^2\text{s)}$ 以下では, 限界熱流束は圧力に殆ど依存せず, 質量速度と出口平衡クオリティの 2 つのパラメータで決まる。

(3) 著者らが提案した実験式が, 圧力 1 MPa 近傍の $10 \sim 50 \text{ MW/m}^2$ の高限界熱流束を, ほぼ $\pm 15\%$ 以内で予測可能なことを検証した。

(4) 上記実験式を用いて, $10 \sim 40 \text{ MW/m}^2$ 以上の限界熱流束を得るための圧力, 温度, 入口水温の冷却水条件を予測するマップを作成し, 高熱負荷除熱の基本的技術について, 適用上の観点から検討を行った。

〈海洋開発工学部〉

由良海域における風, 波および流れについて

On the Winds, Water and Currents at Offing
of Yura Port

大川 豊, 加藤 俊司, 吉元 博文
平成元年 7 月

日本造船学会, 第 9 回海洋工学シンポジウム

山形県由良沖で POSSEIDON 号による実海域実験が開始されてまもなく満 3 年となる。この間, 構造物に関するデータと共に, 風, 波および流れなどの自然環境を把握するためのデータも種々取得され, 蓄積されてきた。本論は, これまでに取得されたそれらのデータを用い, 実験海域の海象特性を把握する方法のいくつかを試みたものである。

まず, 風, 波および流れの計測方法と使用したデータの期間を明示した。次に, 風, 波については年間を通じたデータがあるので, 各定時計測における平均風速, 最大風速, 有義波高, 最大波高の月平均を求め, 年間の海象特性を四季に分けて整理するのが適切であることを示した。これに従って四季の風配図, 有義波高および有義波周期のヒストグラムを表すと, それぞれの季節の特徴がはっきり現われることを示した。波向については冬期の有義波高 2 m 以上について扱ったが, 風向との相関が高いことが確かめられた。流れは進行ベクトルおよび流速と流向の結合出現率で表わし, 由良海域の沿岸に沿う流れが圧倒的に多いことを示した。更に, それぞれの変動成分の扱いについてそれぞれの立場から解析を試みた。風の変動成分については実測スペクトルが既存のスペクトルモデルとかなり異なるので, 新たなスペクトルモデルを提案し, 乱れの強さによって整理すると実測スペクトルをうまく表現できることを示した。波スペクトルは P-M 型で表わせると仮定して JONSWAP 型スペクトルのピーク倍率係数を求めたところ, 標準 JONSWAP 型と Bretschneider-Mitsuyasu 型の間に分布し, 本海域では標準 JONSWAP 型は発達した波の上限の形状を与えることが判明した。流れの変動成分に関しては, わずかではあるが潮汐の影響が見られること, 構造物にとって有義な成分は認められないこと, 吊り下げ方式のため計測値に構造物の長周期運動の影響が現われること等が明らかになった。

揚力体まわりの流れ
—翼後縁近傍の流れについて—

Flow around a lifting

—Flow near the trailing edge of a wing—

小山 鴻一

平成元年7月

日本造船学会「船体まわりの流れと流体力」
シンポジウム

船体まわりの流れの中には、舵・プロペラ・フィン・水中翼等の様に揚力の機能を利用した部分がある。また、船体が斜航する場合には船体自体が横方向の力を受ける。これらの流れを理解するために一般的に揚力体を対象として、そのまわりの流れを理解しておくことは有益である。ここで揚力体とは、物体の前進方向あるいは物体へ流入する平均流の方向に対して直角の方向の流体から力を受けるものを呼び、その力を揚力と呼ぶことにする。翼は揚力体の典型的な例である。

揚力体まわりの流れを考えると、一般的には種々の剥離を伴う流れを検討することが必要である。しかしながら、流れが穏やかで殆ど剥離を伴わないような場合においても、揚力体後縁からは自由滑層が流出しそれによって揚力を受ける。それが揚力体の特質である。また、後縁近傍の流れは、揚力体周り全体の流れを支配しているとも解釈できる。従って、揚力体の特質を把握するには、後縁近傍の流れを理解することが最も基本的で重要なことであると言える。

本文においては、表面からの剥離のない場合の揚力体まわりの流れを考えることとし、前半においては、揚力体まわりの流れの解析にポテンシャル理論を適用する方法について解説した。後半においては、翼後縁近傍の流れについて、現在どの様に理解され、解析法に適用されているか解説した。

氷構造物 (その1)

Ice Structures (1st Report)

在田 正義

平成元年7月

船の科学 42巻7号

北極海地方で経済活動する場合、氷によって構造物を作ることが有効である。この際用いられる氷については、様々な工夫が行なわれている。そこで、氷の分類を行ったのち、代表的な氷について、その製造法や特性などを解説した。

構造物に用いられる人工氷は、製造法、使用する水、補強材の有無により分類出来る。製造法からは、完全な人工氷と海水を加工した氷に分類出来る。使用する水からは、真水による氷と海水による氷に、補強材の有無からは、補強材の無い氷、均一に補強材の入った氷及び筋状に補強材の入った氷に分類できることを示し、その各々について、構造物の例を示した。

代表的な人工氷としては、スプレー氷、網補強氷、均一型補強氷をとり上げた。スプレー氷は、従来のフラッド氷(氷をためて凍らせた氷)に代って多用されるようになった氷である。水を撒水して空気中の冷熱を効率よく利用するため、氷の製造速度は、フラッド氷のそれに比較して格段に速い。また空気中で氷が形成される過程についての解明も進んでおり、気象条件を予想すれば、スプレー氷の製造量、飛散位置等についての予想が可能となり、氷人工島建造のシュミレーションが可能となった。

網補強氷の網としては、スチール網やポリマー網があるが、ここではポリマー網の場合を示した。真水氷にポリマー網をはさみ、面外荷重を加える強度試験を行った。そして、網により強度が上昇するとともに、破壊の及ぶ範囲も局部的になることがわかった。

最後に、均一型補強氷について述べた。補強材としては、米ワラ、木の枝、砂、パルプ、グラスファイバー、新聞紙、おがくずなど各種あるが、補強材そのものの強度よりも、補強材と氷との接着の方が、全体の強度には大きい影響をもつことを述べた。氷片と補強材を生コン状にまぜ合せて水で固めるパイクリートの製造法を、具体的に示した。

氷構造物 (その2)

Ice Structures (2nd Report)

在田 正義

平成元年8月

船の科学 42巻8号

氷を用いて建造する構造物とその特性を述べ、ついで実際の構造物として、人工島、海中基礎、ドームをとりあげ、建造の仕方、問題点等を述べた。

氷構造物は、地上で用いるもの(ドーム、道路、飛行場)と、海洋で用いられるものに分類出来る。海洋の氷構造物はさらに、浮体式のもの、人工島、海中構造に分類できる。

実際に海洋で建造される氷構造物としては、試掘用の人工島が最も多い。フラッド氷、スプレー氷、ラブル氷が用いられる。水深により、着座式か、浮遊式かを選択する。比較的浅い海域であれば、海水が十分の厚さに達したところで作業を開始し、氷盤の上にスプレー氷を積み上げる。水深が15mと深いところで着座式人工島にするためには、建造を早期に開始し、建造速度も速める必要があるため、ラブル氷(天然氷を砕いたもの)とスプレー氷を併用する。これにより、十分の試掘期間を確保することが出来る。水深が250mといったところでは、浮遊式となる。十分な厚さに達した氷盤の上に、スプレー氷を積み上げることになるが、着座式の場合に比べ、①機材の輸送②位置保持③周囲からの力による島の安定の点で違いがある。カナダで建造された例では、これらの点を克服し成功した。

海中基礎は、天然氷に見かけの密度を調整する工夫をし、矩形に切り取って鋼製の網をはさんで補強しながら重ね合せて作る。これを海底に置き、上に上部構造物を置く。基礎の海面に近い部分に断熱を施すことで、通年使用することが可能である。

繊維補強のドームは、氷極域での経済活動で必要になる貯蔵所、避難所に用いる小型のものである。膨脹式の半円形の型に補強用の長い繊維を張り、スプレーで水をはる。適当な氷厚になったところで、型の空気を抜く。補強により十分な強度が得られる。

こうした氷構造物は、北極域の活動に有効である。

<大阪支所>

超音波画像によるコンクリート
内部の欠陥検出Flaw Detection in Concrete by Ultrasonic
Image Processing

吹上 紀夫, 津島 聡

平成元年7月

第11コンクリート工学年次講演会

従来、コンクリートの超音波探傷は内部での散乱による減衰が大きいため殆ど使用されていなかったが、これまで行って来たFRP複合材の超音波探傷技術を応用してコンクリートに対する超音波の伝播状況の把握、最適周波数の選定、底面、欠陥及び散乱エコーの相関関係を求め、これらのデータをもとにBスコープ(断面映像)画像仕手法を試みた。

試験体は一般に使用されているモルタル及びコンクリートで、内部に横穴、鉄筋及び円形空洞等の欠陥を挿入したものをを使用した。

画像化装置の構成は、Bスキャナー、走査信号処理器、超音波探傷器、画像処理装置及び画像処理ソフトからなる。この中で、Bスキャナーは軽量小形にし、コンクリート表面の走査が容易にできるように設計した。探触子は探傷器の信号処理能力が高いため、1MHzの広帯域型を用いた。探傷器は画像処理を目的に新しく開発された市販品で、これまでの探傷器にみられない欠陥エコー追従機能を持っている。

基礎試験における散乱エコーと横穴からの欠陥エコーの相関関係から、モルタルでは、深さ27mmにある径5mmの横穴又は鉄筋の検出が限界で、コンクリートでは粗骨材により、底面エコーと散乱エコーの差が小さくなり、かぶり深さ25mmで径15mmの横穴が限界であった。画像探傷においてもほぼ同様の探傷限界であった。又、欠陥のない部分からエコーが多く検出された部分もあり、内部に気泡が多く含まれていることが明らかとなった。

コンクリートやFRPのように異質材の複合によって構成される材料は、検出する欠陥エコーレベル等を基礎試験で把握し、画像化に適する定数を設定することと、ゲート内のエコーレベルを色分けして判定するような手法を用いれば、コンクリートのような材料でも十分画像探傷が可能である結果を得た。

PC鋼棒の応力と超音波伝播特性の関係

Relation between Stress and Ultrasonic
Transmitting Characteristics in Prestressing Bar

津島 聡, 吹上 紀夫

平成元年 7 月

第 11 回コンクリート工学年次講演会

ハイブリッド海洋構造物に使用されるPCの有効プレストレスは鋼棒の応力緩和、コンクリートの収縮等により減少して行くことが想定される。そこで、構造物の信頼性向上のために、PC鋼棒の緊張力を非破壊的に推定する方法を二通り試みた。第一は、縦波超音波を使って緊張力と減衰率との関係から緊張力を推定する方法である。第二は、緊張力と表面波速度との関係から緊張力を推定する方法である。

供試材はPC鋼棒のD種とB種である。また、比較のために供試材としてS45C及びSS41の鋼棒を使用した。超音波の周波数は5MHz及び2MHzを使った。

1) 応力と超音波減衰率の関係

PC鋼棒のD種とB種は応力の増加とともに応力方向に伝播する縦波超音波の相対減衰率(応力0のときの減衰率を基準値0とする)は増加する。しかし、S45CとSS41はPC鋼棒とは逆に応力の増加とともに相対減衰率は減少する。

応力の増加によるに相対減衰率の増加は転位の振動と考えられているので、5MHzと2MHzの二通りの超音波を用いて比較した。その結果、2MHzにおいては相対減衰率の増加は小さくなった。

2) 応力と表面波速度の関係

PC鋼棒及びS45Cは引張応力の増加とともに、表面速度は減少するが、SS41は逆に増加する。しかし、PC鋼棒のD種以外はその変化量は小さい。

上記1)、2)の結果から次のことがわかった。縦波超音波の相対減衰率によるPC鋼棒D種及びSS41の応力の推定は初期状態のエコー高さを測定しておくことにより可能である。しかし、B種及びS45Cについては相対減衰率の変化が小さく推定は難しい。

表面波速度の変化によるPC鋼棒D種の応力推定は可能であるが、B種、S45C及びSS41については速度変化が小さく難しい。