

所 外 発 表 論 文 等 概 要

〈機関動力部〉

Real Time Simulation System for
Automatic Ship Navigation

自動航行のための実時間シミュレーションシステム

沼野正義

昭和62年6月

Proceedings of 4th International Conference
on Marine Simulation

現在、様々な自動航行に関する研究が行われているが、試作された自動航行装置は、航行上の安全確保や、多くの試験条件への対応という点で、船上での試験の前に、陸上でその性能を確認することが必要であると考えられる。船舶の自動航行に必要な様々なアルゴリズムの開発やその性能確認のために、これらを効率よく評価することのできる、新しい形式のコンピュータシミュレーションシステムを提案する。

このシステムは、数値演算に適したFORTRANを主言語とするコンピュータと記号処理や論理演算に適したLISPを主言語とするコンピュータからなるネットワークシステムであり、シミュレーションのモニター

およびその結果の評価に用いるためのグラフィックディスプレイ装置を備えている。また、自動航行の機能を独立したコンピュータ上に実現した場合でも、これを、ネットワーク上に副コンピュータとして接続することによってシミュレーションによる評価が可能となっている。

自然環境や船舶交通等の条件を航行環境として容易に設定するために、航行環境を設定するプロセス及び自動航行する船舶の内部の各機能を表現するプロセスを、データ駆動型のマルチプロセスとして並行的に実行し、シミュレートされる世界を各プロセス間の共有データとして表現している。また、船舶の運動を表現するプロセス等の短い時間間隔で実行されるものと、交通管制プロセス等の長い時間間隔で実行されるものとを効率よく管理するために、これらのプロセスをいくつかのグループに分け、それぞれ独立した時間間隔で起動するスケジューリングシステムを採用している。

このシステムは、「東京湾内での自動航行」に適用することによってその実用性が確認された。さらに、機能の追加やデータの拡充によって、離着岸や、錨泊等への応用も可能であると考えられる。

Measurements of Three-Dimensional Plasma
Density Fields by Holographic Interferometry
and Computed Tomography

ホログラフィ法とコンピュータ断層撮影法による
プラズマの三次元密度場の測定

佐藤誠四郎, 天田重庚, 植松 進, 千田哲也
昭和62年 8月

Proceedings of 8th International Symposium
on Plasma Chemistry

プラズマの温度と密度の三次元空間分布を測定するため、光干渉法とコンピュータ断層撮影法 (CT) を組合わせた計測法を開発し、アーク放電プラズマ場の測定を行い、その可能性を明らかにした。

プラズマは、その高い反応性を利用した新材料や多孔質皮膜の創製など材料プロセッシングの分野で広く用いられており、プラズマ内の温度や密度を詳しく知る必要がある。光干渉法によるプラズマ計測では、光路方向に沿った積分量が得られるので測定対象が二次電場とか軸対称場に限定される。しかしCTを用いることによって任意の分布形状の場でも測定が可能となり、局所的な値のみならず広い範囲の三次元空間分布を求めることができる。

本稿では、8方向からの干渉写真が同時に得られる多方向ホログラフィ干渉光学系を提案し、これを用いてプラズマの中性気体としての温度を求めた。中性気体の屈折率は高温になると変化が小さくなり、ルビーレーザのような可視光を用いる干渉計では、フリッジの測定感度の低下によって温度計算値が発散値となる場合が多い。このためCTの再構成計算に用いるフィルタ関数を調整することによって発散を防ぎ、相対的な温度分布が求められることを明らかにした。

また、各方向のそれぞれの干渉写真を用いて、軸対称分布が成立つと仮定し、アーベル逆変換により温度を求めたところ、各方向によって発散値となる場合、極端に低い値となる場合、その中間となる場合があり必ずしも一致しない結果が得られた。この結果は、アーク放電のような回転対称性のプラズマの場合でも、干渉法による測定では、多方向の干渉写真を用いるCT法が必要であることを示すものである。

<材料加工部>

POROUS CERAMIC FILMS PRODUCED
BY PLASMA SPRAYING

プラズマ溶射法によるセラミック多孔質膜の作成

植松 進, 千田哲也, 天田重庚, 佐藤誠四郎
昭和62年9月

Proceedings of 8th International Symposium
on Plasma Chemistry

セラミック材料をプラズマ溶射すると、溶融粒子が層状に積層して皮膜を形成し、その皮膜は数%から十数%の気孔を含む多孔質膜となることが知られている。このような多孔質膜の構造、すなわち気孔率や細孔径分布は、熱伝導や物質の透過などの諸性質に大きな影響を与えるため、皮膜の細孔構造を調べることは、高機能を有するセラミック皮膜を作成する上で重要である。そこで溶射条件を変化させた皮膜を作成し、その細孔構造について調べた。

実験には、アルゴン・ヘリウム混合ガスで作動している最大出力40kwのアークプラズマ溶射装置を用い、プラスト処理した軟鋼板上へアルミナを溶射した。変化させた溶射条件は、アルゴン・ヘリウム混合ガス流量、プラズマトーチへの供給電流、溶射距離、パウダー粒径などである。細孔構造の評価は、光学および走査電子顕微鏡による観察と水銀ポロシメータによる細孔径分布測定から行った。また皮膜の付着強度はプラスト材を一定時間皮膜表面にあてて、その摩耗量を測定するプラストエロージョン試験により評価した。

作成したアルミナ皮膜を顕微鏡による直接観察と、水銀ポロシメータで細孔径分布を測定した結果、細孔径が10 μ m以上の比較的大きな気孔と、1 μ m以下の微小気孔があり、前者は溶融粒子の積層過程で粒子間のできる気孔に、後者は溶融粒子の変形、冷却過程でできる粒内気孔および微小割れに相当していた。全細孔容積に対する微小気孔の割合がかなり大きいことから皮膜に内在する大きな気孔が微小割れなどにより表面とつながっていることが予想される。皮膜強度はトーチへの電流供給量の低下や、溶射距離の増大により低下することがわかった。さらに溶射皮膜の多孔質構造は、基本的には溶融粒子の温度と速度に依存しており、全作動ガス量に対するヘリウムガス量を変化させることにより、溶融粒子が基板上に衝突する速度を変化させられる可能性が認められた。

〈装備部〉

耐火救命艇の散水によるふく射熱の遮断と断熱性
に関する実験的研究

An Experimental Study on Radiation Absorption by
Sprayed Water and Heat Flow in to a Tanker Lifeboat

長田 修, 樋富和夫, 船尾洋二, 月野良久

昭和62年 5月

日本造船学会論文集 161号

タンカーが衝突等の海難事故に遭遇した場合、海面上に油が流出し、火災が発生する恐れがある。

このような火災海面を突破できる散水防護式の耐火救命艇の性能を確認するため、SOLAS条約では、実験用油水槽に実艇を浮かべ、火災試験を実施するよう求めているが、実際の海面火災との相違、試験の再現性とデータの信頼性において疑問がある。

本研究では、上記試験に代わる評価方法を検討するため、海面火災中にある散水防護式の救命艇の艇体及び艇内への伝熱量と温度上昇値を求める伝熱計算モデルを作成し、このモデルの妥当性と、使用する諸係数の値を知るため、①水膜およびスプレイのふく射熱吸収率を求める「水によるふく射熱の遮断実験」、②油火災の状況を把握し、模擬火災海面上にある実艇の耐火・断熱性を求める「実艇の油火災実験」、を実施した。この結果、耐火救命艇の設計に必要な艇体材料の熱特性値、板厚等と、所要散水量との関係が得られた。即ち、本計算モデルを使用することにより、実艇の油火災実験を実施しなくても、艇体材料の耐火・断熱性試験と実艇の散水試験のみで、海面火災における救命艇の耐火・断熱性能を評価できることを示した。なお、本研究結果は、乗艇から艇の降下までの本船脱出経路のスプレイによる散水防護や、流下水膜による本船油タンクの延焼・爆発防止対策にも応用できる。

海難時における救命設備の有効性に関する調査解析
—第1報：データベースの構築とその解析—

Studies on Lifesaving System at sea—I : Statistical
Analysis of Life Loss in Ship Casualties—

樋富和夫, 長田 修, 宮田 修

昭和62年 5月

日本航海学会論文集 77号

救命設備は、海難時において、乗員が止むを得ず船体を放棄し海面へ脱出をはかり、海上で救助されるまで、生命を維持するために使用される。

多くの貴重な人命を失う海難事例の中には、救命設備の機能面のみならず、その保守、取り扱い方法、使用時における外界・船舶・人の外部環境条件等による原因により、救命設備の性能を無効にした事例が多い。

しかし、過去における海難事例の調査は、船舶そのものを対象としたものが多く、事故時の運航上の問題、事故後の乗員の対応と処置、船体放棄後の脱出・救助面等、乗員の立場から系統的に検討したものはあまり見当たらない。

本研究は、従来からの海難データの調査、解析方法を再検討し、特に船体放棄後の乗員の脱出と救助面から救命設備がどのように利用され、どうあるべきかについて考察し、究極的には遭難者の救助率を向上させるための具体策を求めることを目的としている。

本報では、まず海難により船体を放棄した事例（海難審判庁裁決録 昭和50年～57年度；約500事例）を対象として、データベースの基礎となる調査項目の選定及びデータの入力方法について考察し、次にこれらのデータの出力と統計・因子分析等の解析手法について述べる。

耐火救命艇の油火災試験について

Oil Fire Test of Tanker Lifeboat

宮田 修, 長田 修, 樋富和夫

昭和62年7月

第17回安全工学シンポジウム

第10雄洋丸の海難事故のごとく、可燃性貨物を輸送する船舶が衝突すると、大規模な油火災が起きることが考えられる。今回'83 SOLAS条約(1986年7月発効)によって耐火救命艇の要件と試験方法が具体化された。そのため、新しい基準を作成するための資料とするため耐火救命艇の油火災試験が海洋環境技術研究所で実施され、当所も、計測・解析等に参加した。耐火救命艇の耐火断熱性に関する実験結果の解析と理論的検討は別途検討したので、ここでは、油火災試験の方法とその実験結果について考察し、以下の結論を得た。

(1) 耐火救命艇を8分間以上火災で包むには、耐火救命艇の最大投影面積の約10倍程度の水槽に、灯油を厚さ40mm程度散布しなければならぬ。

(2) 火災状況の把握には、火災温度よりもふく射熱(4方向程度)を測定する方がよい。

(3) 耐火救命艇の内表面温度は、走査式赤外線放射温度計等を用い、点でなく、線、面として温度を把握することが望ましい。

(4) 屋外の火災試験では、風等による自然条件が大きく関係するので実験日時・場所等において、慎重な計画が望まれる。

イマーシヨンスーツの保温性について

A Study of Thermal Protective Qualities of Immersion Suits

樋富和夫, 長田 修, 宮田 修

昭和62年7月 第17回安全工学シンポジウム

寒冷海域で、転覆等の海難や海中転落災害に遭遇した乗員は、長時間、数°C以下の冷水中で救助を待たなければならない場合がある。そのような激しい環境下で、遭難者がイマーシヨンスーツを着用していなければ、身体は低体温(hypothermia)といい、人体深部の温度が35°C以下になり、通常の人体機能が失われる状態)になり、その場合、人体の生存時間は、水中で1時間程度といわれている。この種の人命喪失を防止するために、'83 SOLAS条約では、イマーシヨンスーツの船舶積付を義務付け、そのスーツに対して、被験者の耐寒性試験によって、保温性を評価するように求めている。

その評価試験では、被験者を0~2°Cの水中に6時間浮遊させ、この間、被験者の直腸温度等を測定しなければならず、被験者の時間的拘束や試験中における人体機能の喪失等の危険性があり、医学、人道上において問題がある。本研究では、被験者に代わる試験法の確立を目的とし、まず温度制御が可能な試作サーマルマネキンによる12種類のスーツの保温性試験と、そのスーツを着用した耐寒性の異なる21人の被験者による耐寒性試験を実施した。試験スーツはA型がSOLAS条約の高保温タイプ、B型は主として漁船に使用される常時着用タイプである。試験時の気温及び水温は、A型で0°C、B型で5°Cを標準とした。また、被験者の試験時間はA型で6時間、B型で1.5時間であり、サーマルマネキンの場合は熱的に定常状態になるまでとした。サーマルマネキンによる保温性試験と被験者による耐寒性試験から得られたデータを比較検討し、イマーシヨンスーツが保持しなければならない保温特性ならびに、その性能評価方法について考察し、サーマルマネキンによる代替試験法を提案した。即ちその評価法はスーツの平均熱抵抗Rをサーマルマネキンにより求め次式の関係式より、被験者の直腸温度で判定する水中許容時間 $t_{L'C}$ を推定する。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{試験時間1.5時間以下の場合； } t_{L'C} = 0.6 + 6R \dots (1) \\ \text{試験時間1.5時間以上の場合} \\ \qquad \qquad \qquad ; t_{L'C} = (-0.475 + 12.8R)^{1/0.9} \dots (2) \end{array} \right.$$

〈システム技術部〉

防振ゴムの動バネ定数の周波数特性に関する検討
(第2報)

A Study on the Frequency Characteristic of the
Dynamic Stiffness of Isolation Rubbers (2nd Report)

原野勝博, 金丸貞己
昭和62年9月

日本騒音制御工学会講演論文集 1987

防振ゴムの動的なバネ定数 (kd) が高周波域でどの程度変化するかについてはほとんどデータがなく、又その測定には技術的な困難を伴うため、必要に応じて1 KHz迄の測定が可能な高額な計測装置も市販されている。筆者らは手持ちの装置を使ってJIS(防振ゴムに伝達された力と加振力の変位との振幅比を計測する)に準じた方法によりkd (これをKdmと表わす)を3~4 KHzの帯域まで測定し、Kdmは周波数(f)と共に単調に増大し高周波域では低周波域の数倍の値になるため、防振効果の計算でKdを一定とすることは問題があることを前報で指摘した。しかしその後の検討で、バネに内部損失が存在し、その損失係数をfに対し一定値とした場合、Kdが一定でもKdmはfの双曲関数となり、fと共に単調に増大し得ることがわかったのでその実験的な確認を行った。又防振効果の測定値と実験により求めたKdを一定値(Kd₀)とした場合及びKdmを用いた場合についての計算値との比較を行った。得られた主な結論は以下の通りである。

- ① 防振ゴムのJIS法による動バネ定数の測定値Kdmが周波数(f)と共に増大する現象は $Kdc = Kd_0 (1 + (\eta \frac{f}{f_0})^2)^{1/2}$ (2)式により説明でき損失係数ηを適切に選べば(2)式による計算値KdcとKdmとはよく合致する。但しf₀:共振周波数
- ② 一次元振動モデルの伝達率による防振効果の計算値と測定値は、実験により求めたKd₀と適切に選んだηの値を用いれば、両者はよく一致する。従って防振ゴムは、ほぼ剛さ一定のバネと振動速度に比例する抵抗係数を持つ系としてモデル化できる。
- ③ 動バネ定数は周波数特性をもたず、少くとも4 KHz程度迄は一定として扱ってよい。その値は減衰波形法で測定した値がほぼ妥当と考えられる。
- ④ 測定値に計算値を合致させる様に選んだηの値が動バネ定数と防振効果の場合で多少異なっており、その差異はゴムのバネ定数が大になる程大きくなる傾向にある。

実船調査によるレーダ写真の解析

An Analysis of Radar Photographs Obtained
in Ship Survey

有村信夫, 山田一成, 塩出重須, 大谷浩二
昭和62年5月
航海学会論文集 77号

港内、狭水域航行時における操船判断の労力軽減と航行の安全性の向上を目的として、避航の状況と操船時の精神的負担の様相を知るため、航海訓練所の練習船・青雲丸で実船調査を行った。

この解析では、航海中に得たレーダ写真の相对航跡データより、小林・遠藤両氏が提唱している衝突危険評価式を用いて、避航開始時における危険評価の考察を行い、さらに、衝突危険評価値を操船時の心身反応の関係について検討を行った。

尚、衝突危険評価値CJは、次式で表わされる。

$$CJ(sec^{-1}) = -R/R - a \cdot R | \dot{x} | + b \cdot \dot{x}$$

各係数の意味は、R: 相对距離 (m), R: 接近速度 (m·sec⁻¹), x: 相对方位 (deg), x: 相对方位の角速度 (deg·sec⁻¹) であり、また、実験定数は、a=3.75×10⁻⁴((m·deg)⁻¹), b=1.75×10⁻⁴((deg·sec)⁻¹)である。

本稿では、避航判断時において、自船・他船とも直進すると仮定した場合に最接近点で予想される衝突危険評価値を最大衝突危険評価値と定義した。

その結果、本調査では、次のことが判った。

- (1) 自船の周りには、進行方向で船の長さの約7倍、横方向・後方向で船の長さの約2倍の相对閉塞領域が認められた。
- (2) 避航判断時における最大衝突危険評価値は、約100(10⁻⁴sec⁻¹)であった。そして、避航操船は、最接近距離500mを目安として行い、最接近点までの余裕時間が約2分となる位置で略完了していた。
- (3) 避航操船判断時の操船者の精神負担に拘わる心拍数は、見張・認識時に平均26.3%上昇しており、避航の判断時には緊張して、衝突危険評価値と相関関係があることが判った。

以上の結果から、操船者の情報処理負担を軽減する援助情報として、航行環境の衝突危険評価予測値を航路水平面上に等高線図で表わす表示方式を提案した。

大型タンカーの衝突に関する実験的研究

An Experimental Study of Collision Distress
on Large Oil Tanker

桐谷伸夫, 翁長一彦, 土屋正之, 田中邦彦
昭和62年7月
第17回安全工学シンポジウム

昭和49年11月, 東京湾中, 瀬航路北口において発生した危険物タンク船と貨物船の衝突事故は, タンカーの船体火災と共に海面火災をも引き起こして大災害となった。このような災害の発生や拡大を防止するためにも, 船舶の衝突事故災害の検討が重要である。そこで本研究は, 衝突災害の実験的な再現, 衝突事故の発生や火災の発生と拡大などについての検討を目的として行ったものである。

海難統計によると, 近年, 全海難の発生が減少傾向であるにもかかわらず, 衝突, 火災は横ばいあるいは微増の発生傾向を示しており, 昭和60年に発生した衝突事故においてタンカーの占める割合は6.6%である。海難審判庁裁決録を資料として調査した結果, 衝突事故における初認の状況では, 相手船を視認しながらも衝突に至る事例が数多く発生していることが明らかとなった。従って, 衝突防止のためには, より早期に初認すると共に, プロットング等により相手船の動静を正確に把握して適切な避航措置を講ずる必要があると考えられる。

実施した火災実験は, 衝突発生から海面火災および船体火災に至るまでの一連の現象をモデルとしたものであり, 屋外水槽を使用し, 20万DWT型タンカーの約1/200の鋼製模型を用いた。燃料としては, n-ヘプタンを使用して, 最大2000cm³の流出と燃焼実験を行った。

模型実験の結果, 衝突災害を実験的に再現できることがわかった。そして, 水面上での火災では, 燃焼面積と燃焼時間が着火までの時間に支配される傾向を持つことから, 衝突破口の規模や着火までの時間が衝突後の海面火災の性状を決定する要素として影響することがわかった。

〈東海支所〉

1 回屈曲コンクリートダクトの γ 線遮蔽実験と解析Shielding Experiment for γ Rays Incident on
a Concrete Wall with a Two-Legged Duct
and Its Analysis

山路昭雄, 沼田茂生, 斉藤鉄夫
昭和62年4月
昭和62年日本原子力学会年会要旨集

矩形中空の1回屈曲ダクトを有するコンクリート遮蔽壁に, 原子炉からのガンマ線の平行ビームを入射させ, ダクト内の線量率を熱蛍光線量計を用いて測定した。実験はJRR-4 散乱実験室にて行った。コンクリート遮蔽壁の厚さは1mである。ダクトは断面が20cm×20cmの正方形で, 第1, 2脚の中心軸の交点からダクト入口・出口までの長さはそれぞれ75cmである。遮蔽壁はその中心をCとし, これを炉心中心を通る散乱実験孔中心軸上にセットし, C点を通る鉛直線を軸として上から見て左回りを正方向として回転させることにより, ガンマ線ビームの遮蔽壁への入射角度 θ を $0^\circ, \pm 10^\circ, \pm 20^\circ$ に変化させた。実験の解析は1回散乱コードG-33で行った。 $\theta = 0^\circ$ 配置での計算値は, 第2脚内において, 第2脚入口から20cm~40cmの範囲において50%の過大評価を示したが, この他の箇所では実験値と20%以内で一致した。 $\theta = -10^\circ, -20^\circ$ 配置では, 計算値は第2脚入口から30cmの範囲において実験値と20%以内で一致したが, ダクト出口近傍では約40%の過大評価を示した。この他の配置においても, 第2脚内の計算値は実験値と75%以内で一致した。これらの実験値と計算値との比較から, G-33コードは中空の1回屈曲ダクトのガンマ線遮蔽解析に十分適用できると考えられる。また, G-33コードを用いた解析から, ダクト屈曲部のコーナーのコンクリートで散乱したガンマ線が第2脚内の線量率に大きく寄与していることが明らかになった。ダクト出口の線量率を減じため, コーナー部のコンクリートを鉄とした形状の $\theta = -20^\circ$ 配置の計算をG-33コードで行った。鉄の形状は45cm×20cm×10cmである。コーナー部を鉄とした形状のダクト出口の線量率は, コンクリート形状の場合の約1/4に低下しており, 鉄遮蔽体をコーナー部に設置することによって, 第2脚内の線量率を効果的に減少できることが明らかになった。

コンクリート遮蔽壁に設けた直円筒ダクト内の γ 線量率を表わす実験式—— γ 線ビームの壁入射領域と入射角度を関数として——

値。本式による値と実験値との比は、 $44\text{cm} < Z < 100\text{cm}$ ($5 < X < 11$), $1 < S/S_0 < 100$ の範囲において0.5~1.5の範囲にある。

An Empirical Formula for γ -Ray Dose Rate in a Straight Cylindrical Duct Placed in Concrete Shield Wall—As a Function of the Wall Area and Angle of the Incident γ -Ray Beam—

山路昭雄, 斉藤鉄夫

昭和62年4月

昭和62年日本原子力学会年会要旨集

JRR-4 散乱実験室に直円筒ダクト付きコンクリート遮蔽壁を設置し、原子炉からのガンマ線ビームをコンクリート遮蔽壁に入射させ、ダクト内部・出口におけるガンマ線量率をラドコン線量計と熱蛍光線量計とを用いて測定した。実験は、ダクト入口中心を、炉心中心を通る散乱実験孔中心軸上にセットし、ガンマ線ビームのコンクリート遮蔽壁への入射領域を遮蔽壁前方にコリメータ等を設置することにより変化させ、かつ遮蔽壁を回転させることによりガンマ線ビームの遮蔽壁への入射角度 θ を変化させて行った。ダクトの直径は8.9cm、入射角 θ は 0° , 15° , 30° 、遮蔽壁の厚さは1mである。この厚さは、船用炉二次遮蔽等の原子力施設の遮蔽壁厚としてよく用いられるものである。ダクト内部・出口の線量率 $D(X)$ (X は、ダクト入口からの距離 Z /ダクト直径)は、ダクト入口に相当する位置での遮蔽壁のない形状の線量率 D_0 にて規格化した。 $\theta = 0^\circ$ 配置では、入射面積が異なることによる線量率の違いは僅かであり、ダクト出口の線量率は遮蔽壁のない形状での値から10%程度の精度で推定できた。但し、ダクト出口から実験孔入口面(線源面)の一部のみを直視する形状に対しては、ダクト出口と入口から実験孔入口面を見る面積をそれぞれ求め、この比を D_0 に乗じることにより出口の線量率を推定できた。 $\theta = 15^\circ$, 30° 配置については、ダクトの内部・出口における線量率を表わす実験式を、ガンマ線ビームの遮蔽壁入射領域と入射角度の関数として次式

$$\frac{D(X)}{D_0} = \ln \left(\frac{1.2S}{S_0} \right) e^{-ax} + \frac{12}{\theta^2} \sqrt{\frac{S}{S_0}} e^{-bx}$$

で導出した。ここで、 S : $\theta = 0^\circ$ 配置におけるガンマ線ビームの遮蔽壁入射面積、 S_0 : ダクト断面積、 $a = 0.02\theta + 0.39$, $b = 0.003\theta + 0.27$, 式中の θ は度単位における