

所 外 発 表 論 文 等 概 要

〈推進性能部〉

「パソコンによる CFD 演習」
(その2：保存性と座標変換)

“CFD Exercise Using a Personal Computer”
(2: Conservation and Coordinate Transformation)

児玉 良明
昭和63年1月
日本造船学会誌 第703号

CFD (計算流体力学) では支配方程式を離散化してコンピュータで計算する。離散化に際しては、精度、計算時間など様々な要素を考慮する必要があり、初心

者がこれを行うことは決して簡単ではない。ここでは、流体運動の支配方程式によく似た性質をもつ簡単なモデル方程式を用いて、方程式の離散化およびその計算法について具体的に詳述している。

流体の支配方程式は、質量・運動量など何らかの保存則を表わしたものである。したがってそれらは離散化された形においても保存性をもつことが望ましく、また実際にそれは可能である。そこで空間方向・時間方向について、保存性をもつ離散化の方法を示した。

実際の計算においては、計算対象物体形に適合した座標系を用いることが必要である。そこで支配方程式の一般曲線座標系への変換の方法および保存性をもつ座標変換の方法を示した。

電磁力で制御された翼型まわり乱流場の
流場制御シミュレーション

Numerical Simulation of Turbulent Flow
around A Wing Section Controlled
by Electro magnetic Force

日夏 宗彦

昭和63年5月

日本造船学会論文集 第163号

流場制御技術は、流体力学的効率の向上を目指すためにこれまで多くの研究と開発が行われており、既に実用化された手法も多い。著者は新しい技術を流場制御法に利用する試みの一つとして、電磁力を利用した流場制御法の可能性を調べてきた。その結果、層流での翼まわりの流場では、翼背面の剝離が消え、揚抗比が改善される等の結果を得た。本論では、工学的にはより重要である乱流場での電磁力を利用した翼まわりの流場制御法について、数値シミュレーションの技術を用いて評価した。本論で用いた支配方程式は、電磁力の影響を考慮した $k-\epsilon$ 方程式である。まず最初に電磁力を印加しない状態で、翼まわりの乱流場の計算を行い、境界条件の取り扱いに対して新しい手法を提案した。その後、電磁力の影響を考慮して流場制御法の評価を行った。この結果、乱流場においても適当な電磁力の印加によって揚力の増加と抗力の減少が得られることが示された。しかし層流場で得られたような大きな揚抗比の改善は得られず、乱流場での電磁力による流場制御の困難さが認められた。

<運動性能部>

船舶技術研究所の船載型安全運航支援システム

Computer Aided Navigation System for Safety
developed by Ship Research Institute

谷澤 克治

昭和63年3月

日本造船学会誌 第705号

本記事は、異常海難防止システムの総合研究開発の一環として船舶技術研究所が開発した船載型安全運航支援システムの固有の機能や特色について説明を行ったものであり、日本造船学会誌の特集「船体強度モニタリングシステムについて」の第6章を分担した記事である。

システムの機能の解説では、出合い波浪や船体歪など荒天時運航支援に重要なデータのモニタリング機能やデータログ機能、自動計測したデータを解析する機能、解析を基に現状の危険性を評価する機能、避航操船後の危険性を予測する短期予測機能などを表示画面に沿って解説し、同時に表示画面の読み方などシステムの使用方法も簡単に説明している。

機能解説につづき、これらの機能を実現するためのシステムのハードウェアおよびソフトウェアの構成も紹介している。特にソフトウェアの構成についてはタスクの階層構造や、タスク間通信など、同様なシステムを開発するために参考となるような内容にも触れた。

最後に、本システムを搭載した場合

- 1) 客観的で正確な計測データをリアルタイムで提供することで、現状を正確に把握できる。
- 2) 危険性の評価値などの確率統計情報を提供することで、現状の統計的な把握が可能になる。
- 3) 短期予測による操船支援情報を提供することで、より適切な避航操船が可能になる。
- 4) 計測データはすべて保存されるので、船舶の保守や新造船の設計に役立つと共に、海難事故などの原因解明の手掛りとなる。

などのメリットが期待できることを挙げて、まとめた。

Use of an Elastic Model in Studying Wave Loads on a Ship in Waves and its Verification by a Full-Scale Measurement

船体波浪荷重研究における弾性模型の利用と
実験試験結果による有効性の検証

渡辺 巖, 竹本 博安, 宮本 武
昭和63年 7月

International Symposium on Scale Modeling

荒天波浪中の船体応答, とりわけスラミング, ホッピング現象発生時の実態を調べるために行った, 同一船型の弾性模型実験と実船計測実験について述べた論文である。まずはじめに主船体縦曲げ弾性特性が実船と相似になる弾性模型の設計概念, 手順について述べ, これを適用して製作したエポキシ樹脂と硬質ウレタン樹脂による模型と実験の概要を説明している。対象船型は, 海上保安庁の1000トン型巡視船「しきね」である。製作したのが水槽実験の趣旨に合致した弾性特性を有する模型であることを, 模型材料の材料試験, 模型船の曲げ試験, 加振試験等の結果を用いて論証している。水槽試験は不規則波巾自航状態で行われた。計測項目のうち, 弾性模型に固有な項目である船体曲げ歪, およびそれから換算される波浪曲げモーメントの計測結果を中心に実験結果を例示し, スラミング, ホッピング現象が明瞭に把握できることを示している。次に模型船の結果が実船の現象とどのように対応するかを議論している。そのため巡視船「しきね」による実船計測について述べている。この計測は海上保安庁との共同研究として実施されたものである。実験海象, 計測項目, 実験海域等の説明に続き, 模型実験結果と対比できる項目を取り上げ, その応答の特徴を例示している。特に船体曲げ応力, 船体加速度, 船体表面圧力等が, 時間波形の定性的な類似性に留まらず, 定量的にも実船・模型の間で関係づけることが判った。これらのことから本弾性模型が波浪中の船体応答の研究にとって有効であるのみならず, ここで示した弾性模型の設計法が他の分野でも活用できることが結論として述べられている。

〈構造強度部〉

Strength of Stiffened Panels under Compression

圧縮を受ける防撓板の強度

遠藤 久芳, 田中 義照
昭和63年 7月

Proceedings of International Symposium
on Scale Modeling

縮尺模型を用いて構造強度実験を行う場合に, 種々の縮尺影響が問題となる。本報告では, 代表的な構造要素である溶接組立てされた防撓板を取り上げ, その強度に影響を及ぼすであろう寸法効果について検討した結果を述べた。

考慮すべき寸法効果は, 材料特性および溶接による熱影響などであるが, 前者は後者に比べて無視しうるので後者に焦点を絞った。

溶接熱影響のために, 薄板構造の場合には特に大きな残留応力および初期撓みが発生する。そこで, これらの大きさと, 板厚で代表させた模型寸法との関係を解析的方法により調べて, さらに, その結果を利用して防撓板の最終強度に及ぼす寸法影響について明らかにした。残留応力と初期撓みの大きさおよび防撓板の最終強度については, 寸法・板厚を数種類変えた相似形状の縮尺模型を用いて測定・実験し, そのデータとの比較から解析結果を検証した。

模型の寸法効果(板厚で代表)に関して以下の結論が得られた。

1. 残留応力の大きさは, 板厚 6 ~ 3 mm にかけて板厚減少と共に急増し, 板厚 3 mm 以下では降伏応力の 40% で頭打ちとなる。
2. 初期撓みの発生について, 板厚が 5 mm 以上の場合には溶接角変形が主要因となるが, 板厚が 3 mm 以下の場合にはそれ以外の種々の要因の方が支配的となる。また, 板厚が 3 ~ 7 mm の場合には, 溶接時の入熱量を減少させることにより初期撓みを減少させることを期待できない。
3. 板厚が 3 mm 以下の模型の最終強度は, 残留応力の影響が著しく, 7% 程度の強度低下が予想される。
4. 初期撓みの影響による強度低下は高々 2% 程度でありあまり大きくないが, 板厚が 6 mm 以上の場合には, この影響の方が残留応力の影響よりも相対的に大となる。

〈機関動力部〉

レーザー干渉法による燃焼計測

Laser Interferometry for Combustion Diagnostics

佐藤誠四郎

昭和63年2月

社団法人 日本オプトメカトロニクス協会

光技術コンタクト 26巻2号

光に対する気体の屈折率が密度の関数であることを利用して、従来から干渉法を用いた気体の密度、温度、圧力などの測定が行なわれている。干渉法を燃焼温度の測定に用いた場合、局所の値と同時に広い範囲の分布の形状とか広がりのような全体の情報を非接触で得ることができる。レーザー流速計、レーザー分光法など、他の計測法では、主として特定の1点における時間変動などの情報が得られるのに対して、レーザー干渉法は任意の瞬間における空間情報が得られ燃焼診断法として有力な手法になると考えられる。

しかし干渉法では光路に沿う積分量が得られるので、一方向の干渉データから温度を求めるには、光路方向に変化のない二次元場や回転対称場に限定されていた。このような干渉法の欠点も医学診断で用いられているコンピュータ断層撮影法 (Computed Tomography, CT) を組み合わせることで補われ、任意の分布形状の場合にも適用可能となる。また干渉法では、原理的にガス密度とガス組成の情報が一緒になったものとして得られるので、温度を求めるにはガス組成を知る必要があるが、温度測定におよぼす組成変化の影響は小さく、温度測定法として十分使用できることが明らかにされている。

エンジンや炉などの燃焼解析のため、火炎内の流速、温度、密度、化学種濃度およびこれらの分布、時間変動量、平均値などの計測が必要である。本稿ではこのうち、燃焼において最も基本的で重要な火炎温度測定法について、ホログラフィ干渉法とCTを用いた温度の三次元空間分布測定法を中心に、測定原理、干渉縞の解析法、ガス組成の影響、適用例などをまとめ、研究の現状を紹介している。

リップ付き管内における環状噴霧流の研究
(エントレインメント量及び圧力損失の計測)

Two-Phase Annular Mist Flow in the
Inner Ribbed Tube

(Measurement of Entrainment Rate
and Pressure Drop)

波江 貞弘, 汐崎 浩毅

昭和63年6月

日本伝熱シンポジウム講演論文集 第25回

貫流ボイラや原子炉、冷凍機、ヒートポンプなどの各種蒸気発生器の高蒸気乾き度領域においては、伝熱管内の熱輸送媒体 (水、冷媒液など) のうち、管壁に沿って流れる液膜流の表面から多量の液滴 (エントレインメント) が発生し、管中央部の気相流中に同伴して流れる。このため、液膜のドライ・アウトを早めることによる伝熱性能の低下の原因となったり、蒸気乾き度の向上を阻害する要因となる。

本研究はこのエントレインメントの発生量を抑制することを目的として、壁面にリップを設けた円管内における環状噴霧流について、その流動状況を実験的に検討している。従来、管壁上の液膜流の破断に及ぼす流路障害物の影響や溝付管における限界熱流束に関して研究された例は二、三見られるが、上記の液滴発生や液膜の構造に及ぼす影響については検討が充分とはいえないようである。

実験では、アクリル製のリップ付き管 (直線1種、らせん3種類) 内における環状噴霧流について、エントレインメント及び圧力損失の計測を行ない、平滑管の場合と比較することによって、下記の事項を明らかにしている。すなわち、(1)らせんリップ付き管では、特に高速域において、エントレインメント量が平滑管の場合より減少する。

(2)その際、液膜厚さあるいは界面波高とリップ高さの大小関係が主要な決定因子になると考えられる。

(3)圧力損失には、管の濡れ縁長さとともに、それ以外の要因が影響を及ぼしている。

最後に、液膜構造の詳細や伝熱との関係について今後検討が必要であることを指摘している。

燃料前処理と機関摩耗について

Effect of Fuel Pretreatment on Engine Wear

塩出敬二郎, 辻 歌男, 加藤 寛, 羽鳥 和夫
 昭和63年 8月
 日本船用機関学会誌 23巻 8号

近年, 直留系残さ燃料は, 中間留出油の得率を上げる目的で直留系残さ油をさらに処理するために, 分解系残さ燃料にしたいに置き換えられつつある。

分解系残さ燃料の中には時々, この分解工程の中で使用される触媒粒子が回収装置では完全に除去できずに燃料中に含まれることがある。この触媒粒子は非常にアブレーシブなもので機関を異常に摩耗させることがある。機関を安全に運転するには燃焼させる前に触媒粒子を除去することが必要である。現在市販されている燃料前処理機器の中では中心的なものである遠心清浄機及びフィルタについて, これらの機器で触媒粒子を含んだ燃料を前処理した場合, 機関摩耗及び潤滑油の劣化をどの程度低減できるか調べた。

実験では, 一定量の触媒粒子を添加した燃料を作りこれを遠心清浄機及びフィルタで前処理して実験用燃料を作り, 小形ディーゼル機関を用いてこの各燃料に対して50時間の摩耗実験を行い, 燃料前処理の方法と機関摩耗量及び潤滑油劣化の関連性などを調べた。

この実験結果から次のことが明らかになった。

- 1) 触媒粒子による機関摩耗は燃料を前処理することによって大幅に低減できる。
- 2) 遠心清浄機は触媒粒子による機関摩耗の低減には非常に効果のある装置である。
- 3) 触媒粒子による機関の異常摩耗は遠心清浄機やフィルタを適切に使用すれば回避できる。

温度分布画像によるプラント状態推定

Diagnosis of Plant States by Thermal Images

沼野 正義, 村山雄二郎, 福戸 淳司
 昭和63年 8月
 第27回計測自動制御学会学術講演会

プラントの温度画像は, 点在する温度計の点像と違って豊富な情報を含んでおり, 異常箇所, 例えば流体の漏洩などは, 在来の点状のセンサ・システムより早く正確に故障を特定できる。しかし, 大量の情報の中から, 必要な情報だけを取り出したり, 情報の意味を抽出することは難しい。そこで, 温度分布画像を用いた実験によって, 故障箇所の推定や, 故障の程度の推定法について考察した。

診断対象のモデル・プラントは, 加熱筒と熱交換器を組み合わせたもので, 軽水炉の熱系を模擬している。

プラントの状態の推定は, 次の方法で試みた。(1)温度分布画像をそのままを見る。(2)正常な温度分布パターンと比較する。(3)主成分分析法でまとめた情報を用いる。

基準状態に整定しているプラントに, 運転条件の変化(以下故障という)を起こして, 上記の3方法について検討を行った。

方法(1)においては, 空間位置の情報が多すぎるので, 4×4 のマクロの画素で表示するのがバランスがよいとの結果をえた。

方法(2)は, 明確に特徴があるので故障の検知には適しているが, 類似した応答をする故障の判別, 特に故障初期の判別は難しい。

方法(3)においては, 故障判断の際に人間が目する部分を代表点とし, 各部分の平均温度を主成分分析して, 特徴抽出を行った。測定点の主成分平面における基準状態からの変位によって, 故障の種類と程度の判定ができ, 未知の種類故障に対しても, その変位から故障の性質も推定できると考える。

以上のことを総合して, プラントの状態推定には, 適当にマクロ化した温度分布情報と, その空間, 時間微分値の利用が有効であり, また, ミクロの情報による異常位置の決定等, 各種の情報を利用する知識ベース型の診断系の開発が可能と思われる。

**Two-Phase Annular Mist Flow in the
Inner Ribbed Tube
(Measurement of Droplet Entrainment Rate)**

リップ付き管内における環状噴霧流の研究
(エントレインメント量の計測)

波江 貞弘, 汐崎 浩毅
昭和63年 9月

The 1st World Conf. on Experimental Heat
Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics

貫流ボイラや原子炉, ヒートポンプ, 冷凍機などの各種蒸気発生器の高乾き度領域においては, 蒸発管内の流体のうち, 管壁上を流れる液膜流の表面が波立ち, 多量の液滴 (エントレインメント) が発生し, 管中央部の高速の気相流中に同伴して流れる。このため, 液膜のドライ・アウトを早めて伝熱性能を低下させるとともに, 蒸気を湿らせる要因となる。

本研究は, このエントレインメントの発生量を抑制することを目的として, 壁面にリップを設けた円管内における環状噴霧流について, その流動状況を実験的に検討したものである。

実験ではアクリル製のリップ付き管 (直線リップ1, ら旋リップ3) 内における環状噴霧流について, エントレインメント量の計測を行ない, 平滑管の場合と比較することによって下記の結論を得た。

- (1) ら旋リップ付き管では, エントレインメント量が平滑管の場合より減少する。この傾向は高速域においてより顕著である。
- (2) その際, 液膜代表厚さとリップ高さの大小関係が主要な因子になると考えられる。
- (3) ら旋リップ付管内における環状噴霧流の圧力損失には水力直径だけでなく, 他の要因が影響している。

流動床炉による FRP 廃材料の焼却技術の研究

The Combustion of Waste FRP with
a Fluidized Bed Furnace

波江 貞弘, 山之内 博
昭和63年 9月

日本機械学会論文集 第54巻505号B編

現在, わが国ではレジャーボートのほとんどすべてと漁船の約半分が FRP 製となっている。FRP船は実用化されて既に20年以上経過しており, 初期に建造された船の耐用年数からここ数年の間に大量の廃船が出るものと予測される。船舶用 FRP 材料は一般の FRP と比較して多量のガラス繊維を含有しており, 既存炉による焼却処理では, ガラスの溶融や炉壁への付着による炉材の損傷, 大量のばいじんや熱分解ガスによる悪臭の発生などの問題が生じる可能性がある。また, 残さいとしての溶融ガラスの処理が課題となる。

こうした背景から, 本報では近年実用化されている流動床炉を FRP 廃材の焼却処理に適用することを想定し, 上記の諸問題に対するその有効性を検討している。

まず, 電気炉による FRP 試料の予備燃焼実験を行い, 分解ガスによる悪臭やばいじんの発生量を抑制するためには燃焼温度を800°C以上に保持する必要があることを示している。この結果にもとづいて, 流動床炉による燃焼では炉内温度を700°C及び850°Cの二つの条件に設定して実験を実施している。そして, FRP 試料の燃焼中においても流動床炉の特長である炉内温度の均一性が良好に維持されていること, 排ガス中の NO_x, SO_x, HCl, スチレンなどの有害成分ガスの濃度は補助燃料 (灯油) だけの場合と同程度で十分小さな値であること, また, ばいじん濃度も FRP 試料投入の有無によって顕著な差異はなく, 飛散流動媒体の濃度を除くと低い値であることなどを明らかにしている。さらに, ガラス繊維の残さいの性状に関して, 700°Cの温度では繊維状態のままかなりの量が排ガスと共に炉本体から放出され集じん装置の目づまりの原因となるが, 850°Cでは一部溶融後固化した状態で流動媒体中に残存し, 媒体との固着による造塊や炉壁への付着, 排ガス中への飛散は生じないことなどを明らかにし, 実規模の炉では後者の温度条件以上に保持すべきであること及び集じん装置の目づまりの回避, ガラス塊の媒体からの分離も可能であることを指摘している。

〈材料加工部〉

磁気技術による疲労損傷評価技術の確立

Establishment of Techniques for Evaluating
Fatigue Damages by Magnetic Procedures

神尾 昭, 野間口道義, 吉井 徳治, 勝又 健一
島田 道男, 後藤英信, 前中 浩

昭和63年6・7月

(株)日本鉄鋼協会

西山記念技術講座第124・125回

著者らの開発した磁気ひずみ効果法, 磁界中超音波減衰法, および超音波遷移温度法の3計測法による船体, 海洋構造物などの鋼構造部材の疲労損傷の検出およびモニタリング技術を確立することを目的として, 応力集中部を有する部分構造模型の疲労損傷に対する適用実験を行い, 実機の疲労損傷に対する3計測法の適用性を調べた。また, 実機に対する適用条件について, 鋼種などの影響を小型試験片によって調べた。

実験結果に基づき, 次の結論が得られた。

- ① 応力集中部を有する部分構造模型の曲げ疲労損傷に対する3計測法の適用実験を行った結果, 3計測法のモニタリング・パラメータはいずれもほぼ小型試験片の疲労の場合の特性から予想される挙動を示した。これらから, 応力勾配を有する構造物の疲労損傷状態を非破壊的に把握し得ることが分った。
- ② 磁気ひずみ効果法の磁気ひずみ感度および磁界中超音波減衰法の超音波磁気感度が小型試験片の疲労過程において塑性ひずみ発生・急増に対応して低下することが軟鋼から高張力鋼までの種々の鋼種について確かめられた。このことから, 二つの磁気感度を用いて疲労による局所的な塑性ひずみの発生およびその急増の時期を知ることが出来る。
- ③ 超音波遷移温度法の場合には, 小型試験片の実験における超音波遷移温度と疲労余寿命との直線的な相関から余寿命予測の可能性があると考える。

〈装備部〉

Impulse, Wells and Savonius Air Turbines
for Wave Activated Generators used
at Light Beacons

灯標用波浪発電装置に使われる衝動型, ウェルズ型
およびサボニウス型エアタービンの性能比較

勝原光治郎, 北村 文俊, 矢作 勝, 梶原 勝正

昭和63年5月

Proceedings of PACON88

灯標用波浪発電装置のエアタービンとして, 衝動型, ウェルズ型, サボニウス型の3つをとりあげ, 相互比較を行った。

まず, 積分型の解析モデルをたて, 脈動流中で作動するタービンの平均トルク係数をはじめから基本特性として求めておくことにした。そうすると, タービン関係の諸量は微分方程式を解くことなく, 直ちに求めることができる。その基礎式の導出と適用方法を示した。

次に, 合計21種類のタービン模型に関する風洞実験を行い, 各タービンの基本特性をそのタービン型式毎のパラメータで示した。タービン効率, 衝動型が最も大きく, 次いでウェルズ型, サボニウス型の順であった。

タービンの負荷即ち発電機の最適トルク特性は, 採用する空気室にも依存するので, その求め方の一般的方法を示した。同一直径で比べれば, サボニウス型が一番重く(トルクが大), ウェルズ型が一番軽かった。

タービンの大きさは, 空気室効率に影響を与える。空気室を仮定したとき, 電気出力とタービン径の関係を求めると, ウェルズ型はタービン径が小さいこと, 衝動型は大出力がとれるがタービン径が大きくなること, そしてサボニウス型は大出力はとれず, タービン径が大きいことがわかった。

また, 波浪出現確率のちがう2海域でウェルズタービンの最適設計を行ったところ, 海域によってそれらが異なることがわかった。

さいごに, 4つの設計例を示した。その結果, 大出力にはウェルズ型がよいこと, 小出力のブイでは, 大波浪の場合, 安くて頑丈なサボニウス型がよいこと, 小波浪ないし高信頼性を要する場合は, 衝動型がよいこと, ウェルズ型はその中間に位置することがわかった。

ケミカルタンカーの荷揚後の管内残留貨物量の
低減に関する研究 (その1 実験的研究)

Minimization of Cargo Residue in Piping for
Chemical Tankers (Part 1 Experiments)

山口 勝治, 山根 健次, 綾 威雄, 波江 貞弘

昭和63年 8月

日本船用機関学会誌 第23巻 8号

有害液体物質をばら積み輸送するケミカルタンカーでは、荷揚後も、カーゴポンプ配管系内の残留液やタンク内壁面への付着液となって船内に貨物が残留する。これらの貨物は、タンク洗浄水やバラスト水等に混入して海中に投棄されることになるので、海洋汚染防止の観点から、船内残留貨物液量をより少くしておくことが望ましい。

ケミカルタンカーの通常の揚荷作業後、揚荷配管系に残留する貨物液量の実測値は規則が定める規制値を上回っているため、残液量を大幅に低減させることを目的とした操作を行うか、新たな装置をカーゴラインに付加することが必要となる。

本研究では揚荷配管系に残留する貨物液を減少させるための簡易で有効な方策と考えられているエアパージ操作(管系に加圧気体を供給し、管系出口端に設けられたマニホールド弁を急開閉する際、管内に発生する気流によって管内残留貨物液を陸上施設へ放出し、減少させる)について、その特徴と有効性を把握するために行った実験結果について述べる。なお、加圧気体には空気、残留貨物液には規則で試験媒体と定めている水を用いた。

試験装置は実船規模の大きさで、管内の流動を観察するため透明な水平管とこれに背圧を与えるための垂直管で試験部は構成される。水平管と垂直管の間にマニホールド弁が設けられている。水平管の長さは約11m、直径は4", 2", 1"である。水平管の傾斜、直径、垂直管の高さ等の配管構造、加圧空気の圧力、タンクの大きさ、マニホールド弁の弁全開時間、閉弁のタイミング等の運転条件を変えて管内貨物液の流動特性、残留量特性に及ぼす影響について調べた。

これらにより、マイナストリムにすると有効であること、空気タンクの大きさ、圧力は有効な範囲とそうでない範囲の存在すること等、残液を効果的に減少させるための基本的特性を明らかにすることができた。

(632)

振動インテンシティによる振動の伝達パワーの計測例

Measurements of Transmitted Power in some
Structural Elements by Vibration Intensity

原野 勝博, 金丸 貞己

昭和63年 9月

日本船用機関学会 船用機器の振動・騒音に
関する講演とパネル討論会 講演前刷 (1988年)

稼働中の動力機械類からその据え付け部を通じて構造体に伝わる振動エネルギーの量を知る事は、防音、防振対策を行う上で重要であるがこれまであまり実用的で有効な方法がなかった。しかし比較的新しい計測概念である振動インテンシティ法によれば機械類からの伝達エネルギーを通常の振動計測と同様に被測定物に何等手を加える事なく推定できる可能性の有ることが判った。振動インテンシティの概念は既に1970年に発表されているが、実際の計測例は少なく、特に伝達エネルギーを計測した具体例は極めて少ない。筆者等はこの新しい手法による機器起振力推定法を開発する第一歩として、2チャンネルのFFT(高速フーリエ変換器)を使ったクロススペクトル法による振動伝達パワーの計測を試みた。本報はインテンシティ法の計測原理を極く簡単に述べ、併せてビーム等の基本的構造要素について実際に行って得た知見を述べたもので、主な結果は以下の通りである。

- (1) クロススペクトル法により、曲げ波の伝搬エネルギーを計測でき、周辺からの反射波の影響が無いときそれは入力エネルギーにほぼ等しいことを確認した。
- (2) 断面が複雑なビームの場合は、フラットビーム要素に分割して伝搬エネルギーを求めその和を取れば、それがほぼ入力パワーになる。I型ビームの場合ビームセンターの計測値と断面の重心のまわりの曲げ剛性より求めた伝搬パワーはやや過大になる。
- (3) 境界からの反射波が強い場合は、本法のみでは伝搬パワーを計測できない。
- (4) 砂は減衰材として極めて有益で、制振処理効果の判定法として伝達関数の比較による方法は大変有効である。

〈システム技術部〉

FRP 製小型船舶機関室モデルの振動実験 (その1)

Vibration Tests on a FRP Engine Room
Model of Pleasure Boat

原野 勝博, 金丸 貞己

昭和63年9月

日本騒音制御工学会 技術発表会講演論文集

この度当所でも実験モード解析の一応の解析システムが整備されたのを機に、最近需要が伸びている FRP 製のレジャーボート等の低振動化を検討するため小型船舶の FRP 製機関室モデルの振動特性をモード解析により調べてみた。しかし、パネル単体の場合のようにうまくモード解析が出来ないことが判ったのでその原因を調べ、併せて1/3オクターブバンド分析データのコンターマップ (等振動レベル線図) による解析結果と、うまくモード解析ができた例とについて比較・検討して以下の知見を得た。

- (1) パネル単体の場合と異なり、構造体の一要素となったパネルは同一面内でも、場所により異なる数の固有値を持ち、FRP のように板厚・ヤング率等の場所や方向性による不均一性が大なる場合この傾向が強い。このため本解析ソフトそのままでは、測定した伝達関数の曲線適合 (カーブフィティング) がうまくできず、従って明確な振動モードが求められないことが多い。
- (2) 周波数の分析幅が大きい1/3オクターブ分析では、固有値の多少のずれは許容されるので、そのデータによる等振動レベル線図を描くと、測定間隔が曲げ波の波長より小さい帯域では、パネルがどのようなパターンで振動しているかがかなり明瞭に判断でき、振動パターンの可視化に関しては有力な方法であることが判った。ただ1/3オクターブ分析では、分解能が荒過ぎるから、分析バンド幅を変更できる1/Nオクターブバンド分析を行えばより明瞭な振動モードが得られるものと思われる。

知識ベースによる撤積貨物船の横断面内
部材配置決定支援システムの試作

Fundamental Study on Expert System for
Midship Design of Bulk Carrier

不破 健, 日野 孝則, 奥住 恵子

佃 洋孝, 鈴木 博之

昭和63年5月

西部造船会々報 76号

将来の造船システムにおける AI 技術の検討の一環として、撤積貨物船の中央横断面内部材配置を決定するエキスパートシステムを試作し考察した。

知識ベースの構築にあたっては、実際の設計者が行う推論過程を模擬し、知識を次に関するものに整理した。①設計上のチェックポイント設定 (工作性、船級規則等からのチェックポイントルール) ②計設の変更 (制約条件に抵触する際のパラメータ変更法等) に関するノウハウ ③総合的調整 (ルールの優先度や競合状態の調整法) ④最適設計。簡単化のため、対象を2次元的主要構造部材に限定した。知識ベースはプロダクションシステムとして、fact および rule で知識を表現している。画像表現には schema 機能を利用している。知識ベースやグラフィックス機能および説明機能などには、Symbolics 3640 上で稼動する知識ベース構築支援ツール ART を使用した。

本システムは、船体主要目等の前提条件と仮決定された中央横断面内の部材要項が入力されると、必要に応じて修正結果を出力する。また、設計不可能な場合はその旨出力し、必要に応じて理由や検討過程の説明を行う。整理不十分なルールに基づいても、本システムは運用できる。さらに必要な知識の追加が容易であり、より有効なシステムとすることができる。

適用例としてパナマックス型撤積貨物船を考察した。二重底構造の最適化は、材料費と工費とを仮定し、仮説型ビューポイント機能を使用してコストを評価した。さらにこの機能は全体設計の最適化やデザインスパイラルにおける強力なツールになる。

現在約150ルールで、限定された状況で知識ベースとして機能する。この試作を通して、知識ベースシステムのあり方と、本格的なシステムを構築する際の方向づけ等、基本的な知見が得られた。本システムを運用して設計のノウハウを明らかにすれば、より高度な意志決定が行えるシステムの開発が期待できる。

〈原子力技術部〉

複数の直円筒ダクト付き遮蔽用コンクリート壁に
斜入射した γ 線ビームのストリーミング実験と
1 回散乱コードの検証

Streaming Experiment of Gamma-Ray Obliquely
Incident on Concrete Shield Wall with
Straight Cylindrical Ducts and Verification
of Single Scattering Code

山路 昭雄, 斉藤 鉄夫

昭和63年 3 月

日本原子力学会誌 第30巻 3号

船用炉, 再処理施設等の遮蔽壁においては, 多数の直円筒ダクトを相互に近接して壁に埋め込む配置が見られる。この配置においては, 個々のダクトが遮蔽壁に単独に存在するとしてそれぞれの放射線漏洩量を求め, これを加え合せて複数のダクトによる漏洩量とするのではなく, 複数のダクトを横切る放射線, 複数のダクトの壁で散乱する放射線の効果を含めてその遮蔽性能を評価する必要がある。この複数ダクト近接効果を明らかにする目的で, 直円筒ダクトを互に近接して配置したコンクリート遮蔽壁に, 原子炉からの γ 線ビームを入射させる実験を JRR-4 散乱実験室にて行った。遮蔽壁の厚さは100cm, ダクトの直径は全て 8.9cm とした。実験は, ダクトが 1 個ある配置, ダクト中心間の距離を17.8cm としてダクトを水平に 3 個並べた配置, さらにダクトを十字形に 5 個並べた配置(中心のダクトを共通として, 水平・垂直方向ともにダクトを 3 個並べた配置)とした。これらのダクトを有する遮蔽壁およびダクトのない遮蔽壁について, 壁を水平面にて回転させることにより γ 線ビームの壁への入射角を 0° , 7° , 14° , 20° に変化させ, それぞれの入射角について, 壁背面から20cm 離れた水平線上での線量率をデジタル線量計を用いて測定した。線量率分布はダクト個数と入射角に依存し, 3 ダクト形状とダクト無し形状における線量率の比は, 入射角が 7° , 14° , 20° に対して, それぞれ3.6~12, 1.3~5.0, 1.1~4.3の範囲に分布したのに対し, 単 1 ダクト形状とダクト無し形状における比は, それぞれ1.2~7.1, 1.1~2.7, 1.0~1.9であった。実験は複数のダクト形状を正確に扱える多群 1 回散乱コード G33YSN で解析した。各入射角に対し, 測定ライン上での計算値の平均値は実験値のそれと18%以内で一致し, 同コードは複数の直円筒ダクトを有する遮蔽壁形状の γ 線解析を十分な精度で行えることが明らかにされた。

(634)

MANYCASK コードにおける計算手法の原理と
計算のアルゴリズム

Calculational Principles and Algorithms
Adopted in MANYCASK Code

山越 寿夫

昭和63年 4 月

日本原子力学会年会

多種類のキャスクを運搬船内に数多く積載した場合の船内放射線々量率の空間分布を精度よく, かつ簡便に計算する手法を開発, コード化し, MANYCASK コードとしたが, この手法を用いれば, 従来用いられて来た QAD コードに比較して, 非常に詳しい空間分布が極めて短かい計算時間で得られると言う利点がある。

今回の発表では, 新手法を支える新計算原理及び, 新手法を MANYCASK コードに採り入れる際の計算アルゴリズムの紹介をする。

新計算原理は, キャスク側面からの放射線は角度分布に関しては黒体輻射とみなせると言う前提の上になりたっている。この新原理を支える柱は次のふたつである。(1)各キャスクの周りの放射線々量率空間分布は, 筆者が導いた簡単な解析関数(便宜上, 山越の式と呼ぶ)で記述する。(2)船内のキャスク全体による線量率空間分布の算出には, キャスク相互間にみられる放射線の遮り効果を記述するため, 影分布関数の概念を導入する。

上記(1)の結果として, キャスク内部の体積線源から線量率空間分布への寄与の算出で, 従来のような体積線源素片に関する数値積分の実施が省け, 計算時間の大幅な節約が実現する。さらに, (2)の結果として, 複雑な船内線量率分布の詳細な空間位置依存性が容易に計算可能となる。

山越の式については既に発表済みであるので, 今回の発表では, 影分布関数に焦点を絞り, 概念と関数式の算出法を説明する。あわせて, MANYCASK コードにおける計算手法の具体的アルゴリズムも示す。

新計算原理に基づく MANYCASK コードを用いて算出される線量率空間分布と同一の詳しさを QAD コードに要求した場合, その計算時間のちがいは, キャスク積載数が増大すると共に飛躍的に増大する。甚だしい場合は QAD コードの計算時間は MANYCASK コードの場合の数十倍~数百万倍も多くなるとの結論を得た。

斜ダクト・斜スリットを有する γ 線遮蔽コンクリート
壁における補償遮蔽体設計法と実験による検証

Design Method of Compensational
Shield for a Slant Duct and a Slant Slit
in Concrete
Wall for γ Radiation and
Its Experimental Verification

山路 昭雄

昭和63年4月

昭和63年日本原子力学会年会要旨集

直ダクト・直スリットが垂直に配置された遮蔽壁に γ 線が垂直入射する体系では、これらの出口の線量率はバルク壁でのそれに比べて大幅に増加する。線量率低減対策として、壁に斜めに直ダクト・直スリットを設け、ダクト・スリットの長さを増加させるとともに直視成分のない配置とする例が実施に見られる。しかし、斜ダクト・斜スリットにおいても壁背面の線量率はバルク壁での値に比べて高い。本研究は、コンクリート壁中のこのような斜ダクト・斜スリットによる遮蔽性能の低下を補うため、壁内に設ける鉄製補償遮蔽体の設計手法を提案し、同補償遮蔽体の性能を実験により検証した。補償遮蔽体は、ダクトではその外周部に、スリットではその両側に設けた。遮蔽壁の厚さを T 、ダクト直径を D 、スリット幅を W 、補償遮蔽体の厚さを t で表示する。本手法では、 $\bar{\mu} = \frac{1}{T} \ln S$ で定義される平均減弱係数 $\bar{\mu}$ を用いる。 S はバルク遮蔽壁の前面・背面における線量率の比である。 $\bar{\mu}_{con}$ 、 $\bar{\mu}_{Fe}$ をコンクリートと鉄の平均減弱係数、 ρ_{con} 、 ρ_{Fe} をそれぞれの密度とする。補償遮蔽体の厚さ t は、 γ 線ビームの壁入射角を θ とすると、スリットの場合、 $\exp(-\bar{\mu}_{con} T) \geq \exp\{-\bar{\mu}_{Fe} \frac{2t}{\sin\theta} - \bar{\mu}_{con} (T - \frac{2t+W}{\sin\theta})\}$ と $\bar{\mu}_{Fe} = \bar{\mu}_{con} \cdot \rho_{Fe} / \rho_{con}$ から、 $t \geq \rho_{con} \cdot W / 2(\rho_{Fe} - \rho_{con})$ で求める。ダクトの場合は W を D で置き換える。 t は ρ_{con} 、 ρ_{Fe} と D 又は W のみに依存し、 T 、 θ および入射 γ 線エネルギーには依存せずに定められる。本設計手法の検証実験はJRR-4散乱実験室にて、 $T=120\text{cm}$ 、 $D=3.49\text{cm}$ ($t=0.75\text{cm}$)、 6.16cm ($t=1.3\text{cm}$)、 $W=1.09\text{cm}$ ($t=0.23\text{cm}$)、 2.13cm ($t=0.45\text{cm}$)、 3.79cm ($t=0.8\text{cm}$)、 $\theta=15^\circ$ 、 30° で行った。線量率の測定には熱蛍光線量計を用いた。実験結果から、補償遮蔽体を有する斜ダクト・斜スリット付き遮蔽壁の壁背面の線量率は、スリット出口において局所的にバルク壁での値より高くなるが、全体的にはバルク壁と同等の遮蔽性能を有することが明らかになった。

簡易計算コードと遮蔽設計用データの現状

Status of calculation code using point kernel
and albedo methods, and data for shielding design

山路 昭雄, 田中 俊一

昭和63年6月

原子力工業 第34巻6号

簡便に遮蔽計算を行う方法として、①簡易計算(公)式、②経験式(実験式)、および③簡易計算コードを用いる方法の3通りが挙げられる。

簡易計算(公)式としては、点等方線源、線線源、円板線源、矩形線源、球面線源、円筒面線源、平板線源、円柱線源、球線源等の単純形状線源に対する遮蔽のない場合の非散乱線の計算公式や平板遮蔽のある場合の遮蔽体透過線の計算式があり、不規則形状部については、矩形ダクト、直円筒ダクト、円環ダクト等がある場合の計算式がある。不規則形状部の計算では、ダクト(スリット)入口での放射線の角度分布を、等方あるいはコサイン分布と通常は仮定する。簡易計算式は、線源および遮蔽体の形状が上述のように限定されることから、形状のモデル化の際に問題が生じやすい。

経験式としては、コンクリート遮蔽壁中の屈曲ダクト等についての式がある。

簡易計算法の基本は点減衰核法であり、同手法に基づくコードを点減衰核コードと言う。点減衰核コードは、線源点と検出点とを直線で結び、距離による減衰と遮蔽体内の指数関数減衰により遮蔽計算を行う。散乱線の効果は再生係数で表わす。

この点減衰核コードを基本として、解析する対象に適するように改良を加えた1回散乱コード、アルベドコード、スカイシャイン専用コード等も簡易計算コードとして挙げられよう。本稿では、①通常の点減衰核法に基づくコード(SDC, SPAN, QAD等)、②点減衰核法に1回散乱計算を付加したコード(G33等)について、その概要、問題点、実験値との比較等を述べる。

さらに、簡易計算法を利用する際に必要な遮蔽定数であるガンマ線の減衰係数、再生係数およびアルベドについて、その現状を概説した。

γ線遮蔽用コンクリート壁に組み込む補償遮蔽体の
設計手法—直スリット、段付きスリット、
段付き円柱プラグ付き遮蔽壁について

Design Method of Compensational Shield
in Concrete Shield Wall for Gamma
Radiation—For Straight Slit, Crank
Slit and Cylindrical Crank Plug

山路 昭雄

昭和63年 6月

日本原子力学会誌 第30巻 6号

遮蔽壁にスリット、ダクト等の不規則形状部がある場合、その遮蔽性能は一般にバルク遮蔽壁でのそれより劣る。本論文は、γ線遮蔽用コンクリート壁に設けられた直スリット、段付きスリットおよび段付き円柱プラグについて、これらの不規則形状部による遮蔽性能の低下を補い、壁厚を変えることなしに、壁背面の線量率をバルク壁での値と同程度にさせるための、壁内に組み込む鉄製補償遮蔽体の設計手法を提案した。本手法の特徴は、補償遮蔽体の形状を、入射γ線のエネルギーには依存せずに、コンクリートと鉄の密度、間隙幅および遮蔽壁厚に基づいて定める点にある。

本手法は、再処理施設、ホットラボラトリー、廃棄物施設および原子炉施設への適用が十分可能なように、コンクリート遮蔽壁の厚さは75～150cm、直スリットにおける間隙幅は0～5mm、段付きスリットおよび段付き円柱プラグにおける間隙幅は0～3cm、遮蔽壁に入射するγ線は0.5～10MeVが主な成分である任意のエネルギースペクトルをそれぞれ対象とした。本手法に基づいて設計した補償遮蔽体を有する直スリット付遮蔽壁、段付きスリット付き遮蔽壁および段付き円柱プラグ付き遮蔽壁の遮蔽性能の評価は、75cmと150cmの2種類の遮蔽壁厚、最大間隙幅、0.8MeVと2MeVの2種類の入射γ線エネルギーおよび種々の入射角について、1回散乱コードG33-GPを用いて行った。同計算は、補償遮蔽体を有するこれらの不規則形状部付き遮蔽壁の遮蔽性能が、バルク遮蔽壁でのそれよりも優れていることを示した。ただし、他の文献から、G33計算のC/Eが1/3～1.2と報告されている。したがって、G33-GPコードによる本解析から明らかになった点は、本手法による補償遮蔽体を上述の不規則形状部付き遮蔽壁に組み込むことにより、壁背面の線量率をバルク遮蔽壁での値と同程度にまで減衰させることができることである。

(636)

New Principle for Efficiently Calculating
Radiation Dose Rate Distributions in
Ships Loading Multiple Shipping Casks
Containing Spent Nuclear Fuel

使用済核燃料積載船内放射船線量率分布計算に於ける
計算効率改善の為の新計算原理

山越 寿夫

昭和63年 7月

Atomic Energy Society of Japan, Journal
Nuclear Science and Technology 第25巻 7号

キャスク運搬船内のガンマ線線量率分布を簡易計算から求める場合、点減衰核法にもとづく計算コードQADがしばしば用いられるが、手法の簡易さにもかかわらず、計算時間が多くかかり、1回の計算で選択できる線量率計算点の数もあまり多くはない。この結果、複雑な船内配置をしたキャスクによる線量率の詳細な空間依存性を、船内全体にわたって、ただ1回の短時間計算で手ぎわ良く算出する事は不可能であった。

本報告では、QADコードに用いられた計算手法の原理とはまったく異なる新原理とこれに基づく計算手法を示し、QADコードの短所を大幅に改善した計算ができることも実証した。

新計算原理の主な特徴は以下の2点に絞られる。(1)単体キャスク周辺の線量率分布は既に高信頼性の実証された解析関数表示式で算出する。この結果、QADコードのような線源体積素片に関する数値積分がはぶけ、計算時間の大幅な短縮化が達成される。(2)キャスク相互間の放射線遮蔽効果が船内線量率空間分布に与える影響を記述する為に、キャスクの「影分布関数」の概念を導入する。この関数は、上記現象をキャスク相互間の蝕現象と捉え、キャスクの見かけ半径の減少率として導かれ、簡単な代数式で算出されるので、船内線量率の詳細空間依存性を広範囲にわたり、短時間で算出することを可能にしている。

新原理から導かれた諸計算手法を用い、計算コードMANYCASKが開発された。本報告では、船内線量率分布のMANYCASKコードによる計算値と実測値とが良い一致を示すことと計算手法の信頼性が高いことを明らかにした。また、MANYCASKコードは、その長所の故に、QADコードの代りに、キャスク運搬船内の線量率分布の検討に広く応用が可能であるとの結論を得た。

〈水海技術部〉

ペイント被覆による鉄鋼の腐食疲労強度の改善

Improvement of Corrosion Fatigue Strength
of Structural Steel by Paint Coating

在田 正義

昭和63年 5月

配管技術 第30巻 8号

海洋で使用される鋼構造物の腐食疲労強度の改善をペイント被覆（塗膜）で行う場合の諸問題について述べた。

始めに、長期の防食性を求めて開発された重防食塗装について、その経緯、実際に用いられる仕様例（塗料の種類、厚さ、重ね順序、合計膜厚等）を示した。ついで、塗膜による腐食疲労を想定して実験を行う場合を考え、実験の方法と実環境での腐食疲労との対応関係、実験室実験では再現出来ない事項について述べた。

人工海水を用いた高張力鋼の重防食塗装施工材料の室内実験（ $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、 0.33Hz ）結果を示し、塗膜施工が完全、又は不完全であっても、無機ジンクリッチペイント等流電陽極効果のある塗膜の場合、その耐用期間内であれば、塗膜により、鋼材の腐食疲労強度は、当該鋼材（裸材）の空气中疲労強度とほぼ同等となることを示した。ここで問題になるのは、塗膜施工の完全さ、電流陽極効果の持続、塗膜の耐用期間である。

そこで、塗膜施工の完全さの重要な一要素である塗膜厚さの分布と施工対象物の形状との関係を述べ、対象物表面の曲率半径が小さい部分では、膜厚が一様になりにくいことを示した。なるべく一様にするためには、工作上的工夫が必要となる。塗膜の耐用期間については、これには種々の要因が関係してくることから、多変数の数量化解析の手法を用い、実際に測定（又は推定）された耐用期間に合うよう各種要因の耐用期間への貢献度を推定する方法を示した。

以上から、海洋構造物の使用期間を想定すれば、これに合せた塗装を考慮した細部設計（最低曲率半径の設定、ジンクリッチペイントの使用など）を行い、同じく十分管理された塗装施工を行うことによって、空气中と同程度の腐食疲労強度を腐食環境中においても期待することが可能なことを示した。

〈大阪支所〉

静電気爆発の防止について

Prevention of Explosion Induced
by Electrostatic Discharge

吉田紘二郎, 山根 健次

昭和63年 7月

(社)電子情報通信学会 安全性研究会資料S 88- 2

油タンカーの火災爆発事故の原因にしばしば静電気存在が上げられる。人の被服や船の内外の塗装に合成樹脂系の材料が多用される現在（これらは普通、高絶縁性を有するため）、静電気の発生する機会、および電荷の滞留が可能な箇所はいたる所に存在する。

内航タンカーと呼ばれる、中、小型船の場合、重油など一部の積み荷を除き、非常に絶縁性の高い精製油（白油）を扱う事が多く、様々な事情から作業内容も大型タンカーに比して多様化複雑化している。そのため、静電気帯電による危険性を、タンカー荷役作業の各段階において考慮する必要がある。

静電気帯電の抑制については、これまで各方面で検討されてきた対策により、一定の効果を上げるには成功しているものの、一方、完全に帯電を防止する事が不可能な事も明らかとなってきた。

そこで、帯電油の形成する電界を常時確認しながら油の送り速度などの制御を行う事ができれば、安全かつ能率的な荷役作業を行うための大変有効な手段となり得る。

精製油の管内流動帯電の抑制手段の一つである流速制御法の効果について、若干の実験を行った結果を紹介した上で、油タンク内電界計の一案として試作した、ポッケルス素子を用いた電界検出装置の油中電界計測実験の結果について述べた。この電界検出システムは、可燃性ガスの存在が予想される場所に設置されるため、信号系に光ファイバーを使用し、動力系には空気を用いるなど、本質安全を前提として検討を行ったものである。

**Oscillation Frequencies at Condensation
Oscillation during Steam Condensation in
Subcooled Water (Comparison of Linear
Solution with Published Correlations and
Experimental Data)**

サブクール水中での蒸気凝縮時における
凝縮振動の振動周波数 (線形解析解と
従来からの相関式および実験データとの比較)

綾 威雄, 成合 英樹
昭和63年 8月

JSME International Journal 第31巻3号

蒸気をベント管を通してサブクール水中で凝縮させる際、主として蒸気流束とプール水のサブクール度に依存して、流体振動を伴う圧力振動がベント管系に発生する。この振動現象は、圧力抑制型格納容器を持った沸騰水型原子炉の冷却材喪失事故時などに格納容器が受ける動的荷重評価の問題として、ここ10年来関心が持たれており、各国で安全評価のためのデータを得る目的の実規模試験が行われるとともに、振動現象のメカニズムを解明するための小規模実験が数多く行われてきた。その結果、次第にその全容が明らかにされつつあるが、未だ不明な点も残されている。

本研究では、球形でモデル化した界面の微小変動に対する線形振動論の適用から求められる凝縮振動の振動周波数を、従来から提案されている近似式および相関式と比較するとともに、小規模装置によるデータおよび実規模試験結果と比較・検討した。

ベント管出口に形成される蒸気泡へのマスバランス、蒸気の状態方程式と界面の運動方程式から、気泡の平衡状態からの微小変動に対して3次の線形常微分方程式が導かれる。振動周波数は、この式の特性方程式の虚数部から得られ、相関式と同様、ベント管径との積で整理でき、振動周波数はベント管径に逆比例することが解析上からも示すことができた。

大気圧下においては、解析解、近似解および相関式はよく一致し、多くの小規模装置による実験データともほぼ対応していることが分かった。

圧力が0.2~0.4MPaの実規模装置の条件下における凝縮熱伝達率のデータがないので、大気圧下のデータに基づいた福田の実験式を使用して実規模装置のデータと比較した。その結果、解析解と気泡の自由振動モデル近似はデータとほぼ一致するが、相関式は大気圧下の小規模実験に基づいているため、必ずしも良好な対応は得られなかった。

(638)

タンカー荷役時の静電気監視装置 (I)

**Detective System for Electrification at
Cargo Handling in Tankers**

山根 健次, 吉田紘二郎, 小野 正夫, 綾 威雄
昭和63年10月
静電気学会講演論文集'88

油タンカーにおいて、低導電性でかつ引火点が低い可燃性液体の荷役に際しては静電気による危険性の大きい事が知られている。外航タンカーには通常イナートガスによる防爆対策が施されているが、中小の内航タンカーではそのような措置がとられていない場合が多く、タンカー貨物槽内における帯電油からの静電気火花が着火爆発の原因となり得る。そこで、これらのタンカーの静電気による危険度を予測するために荷役時のカーゴタンク内の電界を荷役コントロール系において常に監視するシステムについて検討を行った。カーゴタンク内の静電気による着火爆発の危険性は油面電位と電界を知る事により予測できる。油面電位を測る方法の多くは、油面近傍と大地間との電位差を計測する方法を採る。しかし、この方法は数10kvにも達する可能性のある油面電位の中にアース電位をもち込む事による危険性や測定部の電位空間を大きくゆがめることが指摘されている。

本研究では本質安全という配慮から光ファイバー光学系を使用し、検出素子にBSO ($\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$) ポッケルス素子を使用した測定系を試作、実験を行った。その結果、カーゴタンク底部に設置するタイプの電界センサーは、危険の大きい荷役開始直後からも感度が大きく、監視装置としての利点大きいことが分かった。本測定系で実際に帯電した油を計測し、検出値と計算値とが比較的良い一致を見たことは、実用計器への可能性が開けたものと考えられる。静電気危険度を予測するためのシステムとしては、載油中のカーゴタンク内底部の電界と油面高さを計測し、タンク形状によって定まる増倍係数を使って油面電位を求め危険度を監視する方法が考えられる。

〈東海支所〉

**Shielding Experiment for Gamma-ray Streaming
through Two-Legged Concrete Duct and
Analysis by Single Scattering Method**

コンクリート壁中の1回屈曲ダクトにおけるガンマ線の
ストリーミング実験と1回散乱法による解析

沼田 茂生, 山路 昭雄, 斉藤 鉄夫
昭和63年1月

Journal of Nuclear Science
and Technology 第25巻1号

再処理施設, ホットラボラトリー, 船用炉等では, 換気のため大口径の1回屈曲中空ダクトがしばしば設置される。本論文は, 1回屈曲ダクトに対する1回散乱コードの適用性を明らかにするため, コンクリート遮蔽壁中の1回屈曲中空矩形ダクト内のガンマ線のエネルギースペクトルと線量率をNE213有機液体シンチレータと熱蛍光線量計を用いて測定し, 同実験を1回散乱コードG-33にて解析した。実験はJRR-4散乱実験室にて行い, 実験孔からの幅広い平行ビームのガンマ線を1回屈曲ダクト付きコンクリート壁に $0^\circ, \pm 10^\circ, \pm 20^\circ$ で入射させた。ダクトは $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ の断面で, 第1, 2脚の長さはそれぞれ75cmである。 0° 配置のエネルギースペクトルの測定値とG33計算値との比較から, 第2脚内の2 MeV以上のガンマ線は1回散乱線と非散乱線が主であることが明らかとなり, 1回散乱法がこの種の問題に対して有効であることが示された。コード上の制限から, 計算では1回散乱領域と入射ガンマ線の空間分布に近似がなされたが, 線量率の計算値は実験値と第1脚内では20%以内で, 第2脚内では線量率がダクト入口での値に比べて約3桁減衰する点で75%以内で一致した。この結果は, 1回屈曲ダクトの解析に対して1回散乱コードは有効な手法であることを示している。次に, 第2脚内の線量率に寄与する非散乱線のコンクリート内での経路と1回散乱線のコンクリート内での散乱箇所を計算によって調べ, 第2脚内の線量率にはダクト屈曲部内側のコンクリートを透過あるいは同所で散乱するガンマ線が大きく寄与していることを明らかにした。さらに, ダクト屈曲部の内側にコンクリートよりもガンマ線に対する遮蔽性能の優れた附加遮蔽体(例えば, 鉄)を設置することにより, 第2脚内の線量率を効果的に減衰できることを計算によって明らかにした。

点等方ガンマ線源による平板斜め透過の再生係数

**Exposure Buildup Factors for Slab Slant
Penetration by Point Isotropic Gamma-ray Source**

金井 康二, 成山 展照, 竹内 清
昭和63年4月

昭和63年原子力学会年会要旨集

Moment法を適用し, Goldsteinによって集大成された再生係数は簡易計算コードに利用されガンマ線の遮蔽設計や安全評価に基本量として長い間使用されてきた。ところで最近この再生係数を30年ぶりに抜本的に改訂しようとする試みが米国原子力学会の委員会を中心に行なわれ, 我が国でも直接積分法の一次元PALLASコードを通じてこの改訂作業には多大の貢献をした。しかしながらこれらの再生係数は点等方線源に対する無限媒質という条件の下に編集されたものなので遮蔽計算を行う場合, 平板斜め透過となる幾何学的条件では, 以前から指摘されているように結果は過小評価の可能性がある。この課題に対処する為一次元モデルが可能な平板平行入射線源に対する再生係数のデータは散見するが, 簡易計算コードに応用出来る点等方線源・平板遮蔽体に対する再生係数のデータは二次元以上のモデル化が必要なことから計算は見当たらず, わずかに金森の実験があるだけであった。我々の研究はこの穴を埋めることを目標として開始したものである。使用するコードは点等方線源が取り扱える2次元直接積分法のPALLAS-2DCY-FXで, まず金森の実験を解析することによって同コードの精度を検証し併せて現状の簡易計算コードQAD-CGGP及びG-33GPの適用限界を明らかにした。解析の一例として鉄板11.64cm厚さの照射線量再生係数を透過角度の関数として整理したところPALLASの結果はファクター2の範囲内で実験値を再現し, QADでは40度付近まで高目の数値を与えるが60度から角度の増加にともない有限厚の特徴が強調され誤差が増大する。一方G-33の場合には角度に対応した誤差の増大は見られないが50度以後PALLASの結果に比較してほぼ1/2の過小評価を保ちながら追隨していくことがわかった。