

所 外 発 表 論 文 等 概 要

〈船 体 構 造 部〉

座屈・崩壊強度

Buckling and Collapse Strength

松岡一祥, S. M. H. Rashed, 寺前哲夫, 渋谷唯司
 昭和60年4月
 (社)日本溶接協会
 塑性設計資料集 (その11)

海洋構造物には鋼管が多く用いられている。近年、海洋構造物の大水深あるいは極寒といった自然環境の厳しい地域への適用が増えるとともに、使用条件についても荷重の増大、安全性と許容変形量の縮小や稼働可能期間の延長といった高精度、高信頼性に対する要求が強まっている。本資料集は、海洋パイプ構造物の強度に関して、最近10年間の主要文献を中心に、解析方法、強度判定基準、実験データなどをとりまとめ、海洋構造物および造船、土木、建築などの鋼管構造物の構造設計のための資料としたものである。

著者の担当した章は、パイプ・円筒殻構造物の座屈

および崩壊強度について取り扱っている。章内は4節に分かれている。以下に各節の概要を示す。

1. 座屈および耐力の評価法

円筒殻とパイプの直径/肉厚比による挙動のちがひ、補強の有無による相違などについて、主に解析的観点から取り扱っている。

2. パイプ・円筒殻の座屈・崩壊強度

パイプ・円筒殻の座屈・崩壊強度について、解析方法、実験データを整理し、設計式、各種基準の妥当性などについて論じている。

3. パイプ継手の耐力

T, Y, K, Xなどの形状を持つ鋼管継手の強度に関する実験データを集め、設計式、各種基準の妥当性などについて論じている。

4. パイプラインおよびライザー管

パイプラインの崩壊強度に関する実験データを整理し、設計式を示している。ライザー管に関しては、各種解析方法について述べている。

A New Evaluation Method of Anti-Corrosive
Properties of Heavy Duty Coating Systems
for Offshore Structure Using Thermal
Shock Technique

熱冷衝撃法を用いた海洋構造物用重防食塗膜の評価

在田正義, 松岡一祥, 井上 肇,
内藤正一, 柴田俊明, 翁長一彦
昭和60年6月

Int. Symp. on Ocean Space Utilization Proc. of
ISOSU

入渠による補修が不可能に近い大型海洋鋼構造では、その長期防食のため重防食塗装が採用されている。本研究では、初めに、対象とする海洋構造物の諸条件(水中か大気中か。温度、日照、波の作用等々)が定まった場合、それに適合する塗装仕様を選択する方法をフローチャートの形で示した。このフローチャートの中では、塗膜中の欠陥の有無により、フローが分岐するが、欠陥として従来重視されていなかった塗膜厚の不均一を欠陥の一つとして考えることを提案した。そして、種々の曲率半径をもつ半球及び円筒に、重防食仕様の一つ(ショッププライマー+無機亜鉛塗料+純エポキシ塗料+ビニール樹脂塗料2層の計5層塗り)を施し塗膜厚を測定した。また、前記フローチャートの中で、特に重要性を指摘した重防食塗膜の劣化を促進する方法として、水を媒質として熱冷衝撃を塗膜に加えることを試み、その有効性を調べた。

塗膜厚の分布を変動係数 σ/m (σ -標準偏差, m -平均値)によって評価する。模型の半球を地球の北半球に模すと、北緯、東経・西経各10度毎の線の格子点での塗膜厚を母集団とする。曲率半径の変化に対する σ/m の値は、曲率半径が小さい場合、及び大きい場合とも大きくなる。この実験事実を論理的に説明し、溶接部等の曲率半径が小さい場合は、塗膜厚分布の不均一による欠陥が生じ易く、注意を要することを指摘した。

熱冷衝撃試験による塗膜の劣化促進試験を、エポキシ系、タールエポキシ系、ウレタン系、ビニール系を組合せた5種の重防食塗装仕様について行った。劣化の判定パラメーターとして、塗膜の交流インピーダンス、塗膜の付着力、3点曲げ試験による塗膜の挙動をとった。熱冷衝撃を加えた塗膜における上記3判定パラメーターの変化から、本方法が、塗膜の促進劣化方法として用いられる可能性があることが判明した。

海洋構造物用重防食の研究について

On the Heavy Duty Anti-Corrosive Coatings
for Offshore Structure Use

在田正義
昭和60年12月
(財)沿岸開発技術センター
Coastal Development 3号

海洋構造物に重防食が採用されるようになった背景、重防食の変遷、現在用いられている重防食の代表的仕様及びその試験法について概説した。また、船舶技術研究所で開発した塗膜の促進劣化法について、その意味と実験結果を述べた。

初期の海洋構造物は木製で小型のものであったが、次第に鋼製で大型のものになってきた。そして、検査、補修の困難さから、長期に防食性の期待できる重防食を施すようになった。重防食としては、比較的薄い塗膜厚(300~400ミクロン)のペイント系のものと、比較的重い膜厚(1000ミクロンから数ミリ)のライニング系のものがある。

重防食の場合、20年以上の長期間にわたって防食性を保証するためには、事前に特別な検査が必要になる。

それは、従来の塗膜について行なわれている初期の諸性質の検査や、一定期間の劣化試験後の諸性質検査だけではなく、劣化の時間的変化を数量的に予測することを意味する。

そこで開発された水媒質の熱冷衝撃試験(熱水槽と冷水槽に塗装試験片を交互に浸漬することによって、塗膜に高い熱応力を発生させる)法による実験結果を紹介した。劣化の指標としては、塗膜の付着力や3点曲げ試験による塗膜の剥離といった力学的性質の変化と同時に、交流インピーダンスといった電気的性質の変化をも併用した。その結果、本方法が、重防食塗膜のように極めて劣化しにくいものに対しても適用でき、長期にわたる塗膜劣化の時間的変化を数量的に、比較的短時間で調べ得る可能性のあることがわかった。

重防食塗装仕様を決定するプロセスを示すフローチャート、船研で実験したと同一塗装仕様の試験片を用いて行なわれた他所のデータの一部分をも併せて示した。

〈機 関 開 発 部〉

周期的回転荷を受ける中実回転円板の動的応力解析

**Dynamic Stress Analysis of a Solid Disc
Subjected to Cyclic Rotations**

天田重庚

昭和60年10月

日本機械学会第63期全国大会

回転円板が急激な変動回転を行う場合、円板内に生ずる応力を精度良く評価するためには準静的解析では不十分であり、動的解析が必要となる。これまでの動的応力解析の結果によると、円板の動的挙動は質量—バネ系の振動挙動と相似となる事が判明した。本報告は、このような動特性を有する円板に周期的回転、

$$\Omega(t) = \Omega_0 + \Omega_1 \sin(\Omega_2 t)$$

が加わる場合について動的解析を行い、次の結論を得た。

- (1) 動的変位や応力は Ω_0 のみによって影響を受ける項、 Ω_0 と Ω_1 によって影響を受ける項と Ω_1 のみによる項との和によって表わされる。
- (2) $\Omega_0 = 0$, $\Omega_1 \neq 0$ の場合、共鳴円振動数 Ω_2 は回転円板の面内振動の固有円振動数 ω_n の1/2に一致する。変位や応力は $2\Omega_2$ が ω_n に近づくにつれて、 $1/1\omega_n - 2\Omega_2 l$ によって支配される。
- (3) $\Omega_0 \neq 0$, $\Omega_1 \neq 0$ の場合、共鳴円振動数 Ω_2 は ω_n に一致する場合と、 $\omega_n/2$ に一致する場合とがある。 Ω_2 が ω_n に近づくにつれて、変位と応力は $1/1\omega_n - \Omega_2 l$ によって支配される。

$\Omega_0 = 0$, $\Omega_1 = 104.7 \text{ rad/s}$ ($N = 1000 \text{ rpm}$) の場合について数値計算を行った。この結果、動的応力は回転開始と共に正弦状の周期変動を行い、変動の振幅自身もまた周期的変動する“うなり現象”を呈する事が判明した。

〈機 関 性 能 部〉

レーザ干渉法とCT法による火炎温度分布測定
(第2報、光学系とフリンジ解析法)

**Measurement of Flame Temperature Distributions by Holographic Interferometry and
Computed Tomography**

(2nd Report, Optical System and Fringe Analysis)

佐藤誠四郎, 熊倉孝尚

昭和60年12月

第23回燃焼シンポジウム

近年燃焼解析のため、1点の代表値計測から多点同時計測、二次元的な分布計測さらには三次元空間分布計測などのより多くの情報の取得が要請される機運にある。著者らは、燃焼温度の三次元空間分布を求めるためホログラフィ干渉法と計算機トモグラフィ(CT)の手法を組合せた測定法の開発を目的として、適用化のための多方向干渉光学系の提案を行い、本手法の有用性を明らかにしている。しかし所要光学部品を少なくするためコリメータレンズを用いないでそのまま発散光とするなど、簡略化した光学系としているので、得られる干渉像が通常の平行光を用いる場合と異なることが考えられる。

本論文では、先に提案した多方向干渉光学系について、干渉光線の火炎による屈折補正の必要性などフリンジの解析法の検討を行い、併せて本測定法を用いて予混合バーナ火炎温度分布の測定を行った。

主な結果はつぎの通りである。

- (1) 多方向干渉光学系で用いている投影型では、干渉像の再生に結像レンズを用いるとイメージ型光学系と同様に光線の屈折の影響は考慮する必要はない。
- (2) 層流火炎の温度分布は、ある作動条件でバーナ中心部を除いて、火炎の外側の方が内側より温度の高い領域が存在し外輪山の温度分布形状をもつ。
- (3) 重畳積分法による再構成計算では、フリンジデータの変化が複雑な場合、入力データの補間計算精度に注意する必要がある。

パルスレーザラマンによる燃焼ガス計測

Pulse Laser Raman Diagnostics Applied to Hydrocarbon Flames

山岸 進, 後藤英一

昭和60年12月

第23回 燃焼シンポジウム

スポンティニアスレーザラマン法は、同時に多数の分子種を観測できる利点がある。しかし、信号が微弱であるため適用範囲が輝度の低い火炎に限られていた。これを解決するため高出力のパルスレーザとゲイト操作を組み合わせた受光システムを作りSNR（信号雑音比）を改善し、アセチレン、エチレン炎の輝炎部の観測を行った。

C_2H_2 , C_2H_4 , O_2 , N_2 さらに CO , CO_2 を同時観測するためには約 $775cm^{-1}$ を多チャンネル検出器で捉える必要があり分光器の分解能をあまり高くすることができず、ラインフィッティングによる方法より、理想気体の状態方程式を仮定して、基準状態のラマン信号と測定されたラマン信号の比から温度を決定する方法が有利である。さらに本実験のように N_2 の積分値とピーク値が比例するとき、ピークの裾野が重なっている場合はピーク値を測定する方法がずっと容易である。使用したYAGパルスレーザの最大出力は120mj/pulse, 繰返し2~20HZ, パルス巾5~6n sec, Near Gaussianモードである。ラマン測光はビームに対して 90° の方向から行い、ビーム径100 μm を1.5倍に拡大し、分光器のスリット上に結像させ、スリット巾150 μm で観測した。受光部にゲイト操作可能なMCP(micro channel plate)を使っており、露光時間18n secの間にレーザパルスが入射するようにタイミングを取り、蛍光と背景光の除去を図って、ラマン信号のSNRの向上を図った。 C_2H_4 の濃度キャリブレーションの結果約1%までintensityと濃度に比例関係が確認された。 C_2H_2/air , C_2H_4/air 炎の火炎面近傍を空間分解能良く観測できることが示され、このシステムの有効性が確認された。レーザ強度をブレイクダウン限界内におさえて、さらに微量成分を測定するためにはより高感受受光器と長いパルス時間のレーザが必要となろう。

燃料噴射系制御によるディーゼル機関の燃料消費率低下
燃料消費率低下について

Improvement of Fuel Consumption Rate of Diesel Engine by means of Fuel Injection Parameter Control

塚原茂司, 村山雄二郎, 沼野正義, 桑原孫四郎

昭和61年1月

造船技術 19巻1号

船用ディーゼルエンジンの燃費低減のために、燃料噴射パラメータ（噴射タイミング、噴射圧力、噴射ノズル開弁圧）を各負荷に対して、最適に制御して運転する研究が最近世界的に行われて来ている。これは、船用燃料が益々低質化することによる燃焼管理とともに燃費低減のために有効な手段であるためである。

まえがきにおいて本稿の概要について述べ、第2章において、これまで世界各国において開発された装置とその結果について概説した。MANでは、このようなシステムを船用エンジンに搭載した第1号と言われるが、電子制御方式で噴射タイミング、噴射圧力を調整し、最大5g/pshの燃費改善を行った。ただし、このシステムでは、電子制御器の役目が重過ぎること、電氣的制御が主であることから、電算機の故障や停電時には主機の運転ができない。B & Wでは、シリンダパレルが負荷毎に上下して最適噴射タイミングを与える方式を開発し、実機に搭載して信頼性の高いことを実証している。住友重工業では、Sulzer型機関により、噴射タイミング、燃料の性質、パラスト状態をパラメータとする最適燃費運転を計算機により自動的に行い、実船に搭載して良い成績を取っている。三菱重工業は、空気圧で噴射ノズル開弁圧を制御し、低負荷時の噴霧改善を行った。これにより、中低負荷において1g/pshの燃費改善を得ている。第3章では、船研における燃料噴射系制御による燃費低減の研究を概説した。装置の設計目標として、停電時あるいはコンピュータダウン時にも機関は運転継続可であること、システムの信頼性、保守性の高いこと、各負荷で容易に燃焼条件を変えられることとした。製作した燃料噴射装置を示し、性能曲線、燃費-タイミング曲線を示して性能の向上を確認した。制御システムとして、階層構造システムを採用し、効率マップ探索システムにはFuzzy論理を導入し、信頼性の高いこと、制御時間が大幅に短縮されたことを示した。

温度・成分の空間分布観測法の研究

Study on Spatial Distribution Measurements of Flame Temperature and Species Concentration

佐藤誠四郎

昭和61年2月

燃焼現象のレーザ計測とモデリング研究成果報告書

ホログラフィ干渉法を用いた燃焼温度および成分濃度の空間分布計測を目的として、温度・成分濃度の同時測定法、火炎温度の三次元空間分布計測法の開発、予混合バーナ火炎の温度空間分布測定を行った。

まず燃焼領域の温度と主要な成分濃度の同時計測のため、空气中に噴射した炭酸ガスの濃度場を対象に二波長干渉法を適用し、測定の可能性、測定精度、測定限界などを検討した。燃焼温度の三次元空間分布の測定のため、ホログラフィ干渉法と計算機トモグラフィ(Computed Tomography, 略称CT)の手法を組合せた計測法を開発し、アルコール芯火炎の温度測定値の空間分解能、熱電対法との比較を行った。また提案した多方向干渉撮影光学系について、干渉光線の屈折補正の必要性、フリッジ解釈法の検討を行い、予混合バーナ火炎の温度空間分布を明らかにした。

多波長干渉法による成分濃度の測定は、各成分の屈折率の違いを基に検出する方法である。しかし波長に対する各成分の屈折率の差が小さいため、現状の干渉法では精度的に難しく、ヘテログイン法などの高精度干渉法の適用が必要であることを明らかにした。

レーザ干渉法とCT手法による温度測定法は、非定常燃焼場の任意の瞬間における温度の三次元空間分布計測が可能である。従って、干渉フリッジなどの計測処理の自動化、高速化などのリアルタイム計測法の開発により火炎構造の研究に有力な手法を提供するとともに、各状態に即した燃焼制御などへの応用が可能になると思われる。

〈機 装 部〉

Mechanical Properties of H₂ gas cut Steel

水素ガス切断した鋼材の機械的性質

林 慎也, 永松徳二

昭和60年10月

Proc. of the 29th Japan Congress on Materials Research

ガス切断用の予熱ガスは従来はアセチレンが用いられ、火口等の改良により高品質の切断面が得られるようになった。その後、価格の有利さからLPガスが一般に多用され予熱ガスの主流となっている。

一方、無限に存在する水から得られる水素ガスを予熱ガスに実用した例はほとんどない。①切断部に水素ガスが溶存した時の水素割れや水素脆化の心配とか、②水素の中性焰が透明に近いため調整が難しい、③作業者の水素ガスの爆発に対する恐怖心が意外に大きい、等が使用されていない理由である。

水素ガスが切断ガスとして適当かどうかを調べる為、板厚20mmのSM41, HT60及びHT80の三種類の炭素鋼を予熱ガスに水素ガスをを用いてガス切断し、切断部への水素ガスの溶存、切断時の熱分布、硬さ等変質及び切断材の強度特性について調査した。その結果、次の結論が得られた。

- ① 本実験で得られた水素ガス切断面の品質はLPガスに比べてかなり劣った。
- ② 切断部に溶存する水素ガスは極めて少なく、切断材の水素割れとか水素ぜい性については問題はない。
- ③ 水素ガスの火炎の集中はLPガスより良い。
- ④ 切断部には引張側の残留応力が発生した。
- ⑤ 水素ガス切断での硬さや引張特性はLPガスの場合とほとんど変わらない。

結局、水素ガスは予熱ガスとして十分使用出来る。しかし、切断面の品質を改良する必要がある。

〈原子力船部〉

細管内における強制流動サブクール沸騰限界熱流束の研究

Critical Heat Flux of Subcooled Flow Boiling in Narrow Tube

稲坂富士夫, 成合英樹, 志村敏也

昭和60年11月

日本機械学会論文集B編

従来, 高熱負荷を受ける機器の除熱の1つとして, 水による強制流動サブクール冷却がある。船用炉では, 陸上炉と較べて, よりコンパクトな構造が必要とされ, より狭い流路でのサブクール沸騰限界熱流束が, また10kw/cm²もの高熱負荷が予想される核融合炉機器の除熱でも同様の限界熱流束が問題となる。しかし, 高熱流束を問題とした狭あい流路でのサブクール沸騰限界熱流速の研究は数少なく, この領域での精度良い予測が必要とされている。本研究は, 特に狭あい流路に焦点をあて, 大気圧近傍の水による強制サブクール沸騰限界熱流束を実験的に調べ, 従来の実験式との比較検討を通し, 狭あい流路における限界熱流束の特徴を明らかにした。

実験は, SUS 304の円管内に水を流し, この円管を直流電源で直接加熱して赤熱熔融(バーンアウト)させることにより, 限界熱流束とした。実験条件は, 管内径1, 2, 3mm, 加熱管長10, 30, 50, 100mm, 質量速度7000, 13000, 20000kg/m²・s, 入口水温20, 40, 60℃とした。

一般に, 質量速度が大, 出口平衡クオリティが小ほど限界熱流速は高くなるが, 本実験結果では, さらに管内径, 管長が小さくなると限界熱流速が高くなる領域(この領域を高熱流束域, 管内径・管長が限界熱流束のパラメータとして効かない領域を低熱流束域と呼ぶことにする)が存在することを示し, その境界を管内径, 管長および質量速度をパラメータとして定めた。

また, 従来のサブクール限界熱流束式との比較により, 低熱流束域の実験値は従来式とよく一致するのに対し, 管内径・管長が小さい高熱流束域では, 実験値の方が大きくなることを示した。さらに, Tongの境界剥離モデルによる限界熱流束式の実験定数を本実験結果から整理し, 大気圧近傍の本実験範囲における実験定数を提案した。

Three-Dimensional Neutron Streaming Analysis Using the Monte Carlo Coupling Technique in a Medical Irradiation Room of the Musashi Reactor : Comparison with Experiment

武蔵工大原子炉の医療照射室における中性子ストリーミングのモンテカルロ分割結合計算法による三次元解析 : 実験との比較

植木紘太郎, 播磨良子, 相沢乙彦

昭和60年12月

Nuclear Technology 71巻3号

本論文は武蔵工大原子炉の医療照射室における中性子ストリーミング線量率をレムカウンターによって測定し, その結果をモンテカルロ分割結合計算法を用いて三次元的に解析したものである。レムカウンターによる測定は検出部をカドミウムでカバーした場合とそうでない場合で実施することによって, 熱中性子を含んだ全中性子線量率と熱中性子だけの線量率を得ることができた。原子炉の医療室とそれに続く迷路は二回屈曲ダクトの形状をしており, 全体で8mにも及ぶ中性子ストリーミングが測定できた。測定点は全部で20点で, 屈曲ダクト全体に亘っている。全中性子線量率/非熱中性子線量率の値は第1脚中で2, 第2脚中で3, そして第3脚中ではおよそ5で, 各ダクト中ではほぼ一定であり, 屈曲部で急に大きくなることが分った。このことから, 照射室からストリーミングしてくる中性子束は各屈曲部のコンクリート壁で散乱し, 急速に熱中性子になってさわに次のダクトの中に流れて行くことが理解できる。

実験の解析はモンテカルロ分割結合計算法によって実施した。まず, 1段目のモンテカルロ計算は炉心から1.1m離れた照射室の入口に半径40cmの円板仮想検出器を設置し, その仮想検出器における全, エネルギー, および角度フルエンスを求めた。2段目のモンテカルロ計算は1段目の仮想検出器を境界面線源にし, 1段目の計算結果を線源条件としてランダムウォークを始め, ダクト中の検出点における中性子束を計算した。最終的に求める量は1段目の結果と2段目の結果とを結合することによって得られる。

計算結果は8mに及ぶ二回屈曲ダクトを通し, 非熱中性子線量率で±50%以内, 全中性子線量率ではファクター2以内で実験値と一致したので, 計算手法および計算値は十分信頼性があるものと判断できる。

《共通工学部》

FFTA : A Fast Fault Tree Analysis Program

FFTA : 高速フォールト・ツリー解析プログラム

松岡 猛

昭和61年1月

Nuclear Engineering and Design 91巻1号

確率論的信頼性解析においては、フォールト・ツリー解析の手法が重要な役割を果たしている。複雑な系についてのフォールト・ツリー解析では、処理すべき情報量が膨大となり、既存の解析プログラムでは、大型計算機を用いても、解析に要する計算時間が大となってしまう。そこで、高速でフォールト・ツリー解析が実施できる解析プログラムの開発を行なった。

基本的な計算方法はBottom-Upの方法であり、FT(フォールト・ツリー)の末端の基本事象から順次各ゲートでの確率値を計算し、最後に頂上事象に至る方法を取っている。FT中に同一の基本事象が複数個所に出現する場合は、それらを識別しておき、各ゲートにおいて、 $A + A \cdot X = A$ 、 $(A \cdot X) \cdot (A \cdot Y) = A \cdot X \cdot Y$ 、 $A \cdot \bar{A} = 0$ 等の演算を実施する。FT中、一個所のみにはしか存在しない基本事象については数値計算を順次実行してしまう。この様にして計算を進めていくと、頂上事象が、基本事象の多項式として求まる。最後に頂上事象の確率値を計算する際に、各項の三次の組み合わせまで考慮している。

FTのゲート及び基本事象は、番号で表わしてある。各基本事象毎に頂上事象に至るまでのゲート番号を与える事により、FT構造の情報を与える。

解析実施例として、六種類のFTを選び頂上事象発生確率及びミニマル・カット・セットを求めた。FT 1~4は、WASH-1400中のTEST1, CLCS, CSIS, SHAS ツリーで、FT-5は、JAER1-M-82-215 レポート中のケース3 ツリー、FT-6は、NUREG/CR-0465レポート中の複雑フォールト・ツリーである。所要計算時間を、日本原子力研究所で整備した、FTA-J-BAM、-CUTコードによる結果と比較した結果、約1000~10倍高速である事が示された。

本プログラムは、FT構造入力方法、Bottom-Upの計算方法、頂上事象の確率値計算方法に特徴があり、それにより高速FT解析が可能となった。

重水蒸気比熱の緩和について

Relaxation in D₂O Vapor.

山田一成, 有村信夫

昭和60年11月

音波の物性と化学討論会

液体や気体での音響センサー技術に広帯域の音響信号を用いることは、時間分解能や耐雑音特性に向上が図れる。しかし、広帯域の音響信号が緩和媒質中を伝播する時には、この媒質の緩和現象で、音響信号の減衰係数、及び、伝達速度が振動数で変化し、信号強度は距離に等比的ではなくなり、又、波形歪みも生じる。従って、音響信号の処理技術では媒質の緩和現象の特性を考慮する必要がある。

本発表は緩和媒質として、これ迄に測定してきた重水蒸気の資料を基に、広帯域の音響信号が重水蒸気中を伝播するときの緩和現象の特性から、これまで余り明らかでなかった重水蒸気比熱の緩和機構を考察したものである。尚、重水蒸気は軽水蒸気の振動比熱よりも2倍大きいため、軽水の場合よりもこの現象は大きい。

音速の分散特性から回転比熱の緩和時間が $\beta_{rot} = (7.1 \pm 30\%) \times 10^{-10} \text{sec} \cdot \text{atm}$ と得られ、又、以前の緩和吸収測定から振動比熱の緩和時間を $\beta_{vib} = 8 \times 10^{-9} \text{sec} \cdot \text{atm}$ 程度の値であることから、両緩和周波数の差は1.5桁程度であることが分った。一方、理論式から50°Cの重水蒸気回転分散量は振動のそれに較べて1桁大きく、両分散領域が殆ど分離しているためには、両緩和周波数の差が2桁以上離れている必要がある。従って、この重水蒸気では振動と回転の分散領域が一部分で重なっているものと考えられる。

重水蒸気とネオンの混合気体D₂O100%~62.9%内の4種類の緩和吸収特性では、古典吸収と実測値の比が、ほぼ、 $(\alpha\lambda)/(\alpha\lambda)_{class} \sim 1.7$ となつて、混合割合に対して変らないことが分った。又、この範囲の緩和強度は余り変化しない点から、もしも、この緩和がV-T過程であれば、混合割合に依存性をもつ筈である。従って、今回の考察から重水蒸気の振動緩和現象はHclと同様に、D₂O分子のダイポールの引力と小さい分子の慣性モーメントによるV-R過程ではないかと考えられる。

〈東海支所〉

Natural Circulation of Integrated Type Marine
Reactor at Inclined Attitude

傾斜姿勢時における一体型船用炉の自然循環

伊従 功, 綾 威雄, 村田裕幸, 小林道幸, 成合英樹
昭和60年10月

Proc. of 3rd Int. Topical Mtg. on Reactor
Thermal Hydraulics

IMOは昭和56年に原子力商船の国際安全基準を採択したが、この基準の適正な運用を図るためには、船体傾斜事故時における崩壊熱除去能力を解析評価する方法を確立しておく必要がある。

本研究はこうした必要性に応える目的で行った基礎的な模擬実験とその解析の結果を報告するもので、定傾斜時の自然循環が、どのような自然循環駆動力と流動様式によって維持されるかを実験と解析によって明らかにしたものである。

実験装置は、たて方向には実機並みの寸法を持つ大型のもので、114本のヒーター・バンドルを有する模擬炉心と炉心を円筒環状に取囲む蒸気発生器とからなる自然循環ループである。実験は、傾斜角、炉心出力、蒸気発生器運転モード等をパラメータとして行った。実験と解析の結果、次の成果が得られ、船体定傾斜時における自然循環の基本特性が明らかになった。

- (1) 自然循環は、単相流である限り、傾斜角が90度の近くまで安定して行われるが90度の前後では多少不安定になる。
- (2) 蒸気発生器がセクターに分割されておらず、かつ、逆止弁が無い場合には、数種のタイプのループ流動様式が傾斜角の範囲に対応して現われる。
- (3) 炉出力や蒸気発生器運転モードは、単相流の範囲では、自然循環の基本的特性に殆ど影響しない。
- (4) 蒸気発生器一次側の温度分布は近似的に高さZのみに依存する、すなわち、温度分布は重力支配型となっている。
- (5) 傾斜時の自然循環力は、傾斜する前に水平であった部分が立上がってくることによって生じる。
- (6) 実験から得られた蒸気発生器内温度分布に基づいて次元解析モデルを作成した。この解析モデルは自然循環流量と流動様式の実験結果をかなりよく説明できることがわかった。