

所外発表論文等概要

〈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3)

Concrete Cravity Structures for Offshore
(3rd Report)

松岡 一祥

昭和56年3月

日本造船学会誌第621号

本報は最終報であり、コンクリート製重力式海洋構造物に関する規準、建造方法および実績について取り扱っている。

海洋における固定式コンクリート構造物に関する規準は、1) 限界状態設計法に基づくもの、2) 許容応力設計法に基づくもの、に大別される。

DnV に代表される限界状態設計法に基づく基準では、設定された荷重および限界状態の組み合わせに対

し、荷重係数を与える。次に、コンクリートおよび鋼材に対して材料係数を与えて、構造物の強度を検討する。ひび割れ幅の制御に関しては、部材断面での鉄筋面積および、かぶり (Concrete Cover) の下限値を定めている。

日本土木学会に代表される許容応力設計法に基づく基準では、28日強度をコンクリートの設計基準強度とし、応力状態により安全率を定めている。また鋼材に対しては、材種により許容引張応力を定めている。

DnV と日本土木学会との規準を比較すると、DnV は沖合での波浪を重視し、日本土木学会では地震荷重を重視しているという相違、および日本土木学会の方が若干安全率が大きい点などに気づく。

建造方法について概説し、さらに曳航、据付および不用となった場合の撤去についても述べた。

最後に、現在北海で稼動しているコンクリート製重力式プラットフォーム13基について、それらを4形式に分類し、その特徴を示した。

鉱石運搬船の横強度 (第4報)
 玄側タンクの崩壊強度

Transverse Strength of Ore Carriers (4th Report)
 Collapse Strength of Wing Tanks

青木 元也, 山本 善之

昭和56年5月15日

日本造船学会 56年春季講演会

日本造船学会論文集第149号

玄側タンクのような薄板組立の複雑な構造物が崩壊する過程においては、座屈、降伏、大変形等が局部的に生じ、それらが積み重なって全体的な崩壊に至ると考えられる。

本報では、まず玄側タンクの構造模型(平面型3体、立体型4体)の崩壊実験によって、荷重条件、縦通隔壁の支持条件および積荷鉱石が崩壊強度におよぼす影響について全体的な観測を行った。つづいて積荷鉱石および各構造部材の挙動について、前報までの研究結果に基づいて簡略化およびモデル化を行った。すなわち、積荷鉱石の挙動に関しては、鉱石ペレットの三軸圧縮試験結果を用いて、積込み圧および押込み圧についての比較的簡便な近似計算式を導いた。ストラットおよびコーナー部の強度に関しては、座屈崩壊強度の算定方法を示し、また崩壊後における耐荷力の挙動を明らかにした。

以上で求めた積荷鉱石および各構造部材の挙動に関する計算方法を弾性有限要素法に適用して、玄側タンクの崩壊強度について解析的検討を行った。計算によって求めた玄側タンクの崩壊形式は実験模型の残留変形によく対応している。また、荷重も変位の関係および崩壊荷重に関しては、解析結果と実験結果には多少の差は見られるが、玄側タンクの崩壊が複雑な構造物の複雑な挙動であることを考慮すると、ここで行った解析方法は実験結果をよく説明しているといえる。

得られた主要な結論は次のとおりである。玄側タンクの崩壊は荷重条件および積荷鉱石の状態によって影響を受けるが、縦通隔壁の拘束が大きいときはストラットの座屈、それが小さいときは数個所のコーナー部および船側フレームの耐荷力喪失によって、玄側タンクの崩壊機構が形成される場合が多い。二次元弾性有限要素法プログラムによって、鉱石圧の影響を考慮した玄側タンクの崩壊過程の解析が可能である。

〈機関開発部〉

連続燃焼器による低質油の燃焼特性

Burning Characteristics of Heavy Fuel Oils in
 the Continuous Combustion Chamber

熊倉 孝尚, 羽鳥 和夫

昭和56年6月5日

第9回ガスタービン定期講演会

ガスタービンを船用(商船)に使うためには熱効率の向上はもちろんのことであるが、経済性の点からも使用する燃料油はディーゼル油と同様またはそれ以上に低質な油を使用することになる。

現在の船用ディーゼル油にあっては石油事情の変化に伴ない以前にもまして低質化が予想され、現在すでに低質な燃料油が使用されつつある。

ガスタービンに低質油を使う試みは以前かなり行われたが、当時にくらべ燃料性状が変化しており、またガスタービンの性能向上のため作動流体である燃焼ガスの温度・圧力は高くなっている。それ故燃料性状、作動条件による燃焼特性を把握することが必要である。

本研究は船用燃料油と試作油(合計6種)について燃料性状による燃焼特性を調べたものである。

燃焼装置は燃焼状況が観察できるような構造にし、実験条件は大気圧下、空気温度160°C、空燃比27、燃焼量6 l/n、また燃料油の粘度を一定とした。

その結果の概略を次に記す。

燃料油の種類により燃焼特性にかなりの相異がみられた。燃焼特性に大きな影響を与えるのは燃料中に含まれる残留炭素分で、これを含む油滴は燃焼時間が延びずじ状火炎となり燃え切らずに排出されやすい。そして残留炭素分が11.2%を越えると、すす濃度の急増、CO濃度の増加がみられ、ガス温度も低下して燃焼の悪化が顕著になる。

燃料中に含まれる窒素分によって生成するFuel NO_xは窒素の含有量にほぼ比例し、それが約0.2%以上でThermal NO_xより多く生成する。

船用ガスタービン翼の内部冷却孔の熱伝達率と 圧力損失

Heat Transfer Coefficients and Pressure Losses
of Cooling Passages in Side a Blade for
Marine Gas Turbine

平岡 克英, 森下 輝夫, 菅 進

昭和56年6月5日

第9回ガスタービン定期講演会

ガスタービンを商船用主機関に使用するためには、低燃費であるとともに低質重油が使えなければならない。また将来は水素の使用も予想される。著者らは前者に対しては蒸気冷却、後者に対しては翼冷却に使った水素を翼後縁から主流中に吹出し燃焼させるタービン内再熱方式が有効と考え、これらに適した冷却翼の開発を進めている。こうした冷却翼の冷却孔は、製作コスト・耐久性から精密鑄造のみで作れる単純な形状と、冷却流体の特性から単一長流路形状であることが望ましい。以上の観点にたつて、精密鑄造翼を製作し、翼列実験により水素冷却吹出し燃焼実験や重油燃焼ガス流中での試験を行っている。この翼の冷却孔は一流路二層式で、冷却流量全量が翼前縁部冷却孔、背面部冷却孔、腹面および後縁部冷却孔を通るのが特徴である。前縁部冷却孔は半円形フィン付、後縁部冷却孔はピンフィン付である。本報告は、本精鑄翼設計に際して行った半月形フィン付冷却孔、ピンフィン型冷却孔模型の熱伝達率と圧力損失の実験結果、模型翼による外面熱伝達率の実験結果、これらにもとづく精鑄翼の温度分布計算と翼面温度分布の実験結果および精鑄翼冷却孔全体の圧力損失の実験結果を述べたものである。

<機関性能部>

あいまい理論を用いた異常診断

Diagnosis of Engine Trouble by Fuzzy Logic

村山雄一郎, 寺野 寿郎

昭和55年11月

日本自動制御協会誌「システムと制御」24巻11号

船用機関等の異常・故障診断は、原因と症状の関係を知っていて、観測された症状から原因を推定するのが一般的な方法である。しかし、故障-症状の因果関係や観測される症状は、必ずしもはっきりしたものではなく、それが自動診断のさまたげになっている。また、複雑な因果関係に基づく判断や各症状に応じた最適処置の選択及び全症状を洩れなく観測する事を人間に要求する事も難しい。これらの事を考え合せると、異常・故障診断は人間と機械とが互いに短所を補い、長所を伸ばすように協力しあうマン・マシン型であるべきである。

本稿ではこのような診断系に適したあいまい論理(Fuzzy Logic)を使用した診断アルゴリズムを示している。それは、人間の不完全な観測結果や、故障-症状間のあいまいな因果関係に基づいて、より矛盾の少ない解の指摘、解の確かさ、人間のとるべき処置(新たな観測点の指示)を与え、機械と人間は協力してより確かな解へと近づいていく事ができる。

例として、船用ディーゼル機関の故障診断例があげてある。そこでは、起こりやすく、しかも診断の難しい故障が10項目選ばれ、症状としては計器による検出が難しく、オペレータの五感によるものを主に21項目が選ばれた。故障-症状の因果関係は、その強弱によってA~Dの4段階で表現され、観測された症状も、その程度によって0~1の範囲の数字であいまいに表現できるようになっている。

いくつかの診断例が示されているが、いずれも初めは少ない情報を基にして診断を下し、機械の適切な指示による症状項目の観測で、より確かな診断へと進む事ができ、複雑な論理演算処理を行なえる機械と、総合判断と柔軟性ある行動のできる人間との、より良い協力の可能性が示されている。

原油洗浄に関する研究 (第1報)

洗浄噴流の特性

横村 武宣, 植田 靖夫, 渡辺 和夫,

加藤 寛, 山之内 博

昭和56年5月27日

日本船用機関学会第29回学術講演会

原油を輸送するタンカーに原油洗浄方式を導入することは海洋汚染の防止に効果があるものと考えられ、国際規制により、その実施が義務づけられる。そこで、原油洗浄によるタンク洗浄効果および海洋汚染防止効果を定量的に把握するための基礎実験を行った。本報告は、そのうち、原油洗浄ノズルの性能、洗浄噴流の特性について、実験的に調べた結果をまとめたものである。

タンカーの原油洗浄方式が荷油揚陸時の原油洗浄とバラスト張り換え時の海水(温水)洗浄で構成されることから、洗浄噴流の噴射実験は原油洗浄実験装置内での小口径ノズルによる原油および水の噴射実験および屋外での実機用大口径ノズルによる水の噴射実験を行った。

噴流が固体の表面に衝突すると、噴流はその方向を変え、固体の表面に沿う流れとなる。タンカーのタンク壁に付着している原油はこの衝突噴流によりたたき落され、或いは衝突後の壁面に沿う流れにより洗い流がされる。垂直平板への水噴射実験を行い、壁面をたたく噴流の大きさおよび衝突後の壁面に沿う流れの大きさ(外縁までの距離)を実測し、洗浄面積が最大となる点のノズルから壁面までの距離がノズルの口径に依存することを明かにした。

垂直平板に衝突する噴流が平板に及ぼす衝撃力は、ノズルからの距離の増大に伴い、次第に減少する。その関係を衝撃圧力/噴射圧力およびノズルからの距離/ノズル口径で無次元化して表わし、その関係が単純な指数関数形で近似できることを明かにした。

ノズルからの距離が特定の点における噴流の流速分布および垂直平板に当る噴流の衝撃圧力分布を実測し、噴流の速度/噴出速度および衝撃圧力/噴射圧力の形で整理し、その分布曲線の形を明かにした。

これらの実験データに基づき、噴流の水平最大到達距離、有効射程等がノズル口径の0.82乗に比例するとして近似できること等を明かにした。

〈機 装 部〉

振動緩衝材による軽量パネルの固体音絶縁について

On Isolation of Solid Borne Sound in Light
Panels Mounted on Glass Wool

原野 勝博, 藤井 忍

昭和56年5月13日

日本音響学会56年度春季研究発表会講演論文集

船室の騒音を低下させるために床面のみでなく囲壁、天井面の内張壁も効果的に防振する事が必要である。パネルの防振法としては防振ゴムによる点支持よりもロックウール等による面支持の方が効果が高くその量は振動伝達率の計算式で大略予測できる。しかしパネルが合板類のように軽量になると、支持部(振動緩衝材)のパネ定数を下げても振動絶縁効果(鋼板面と内装面の振動レベルの差)は浮床等の重量パネルの場合に比べ大幅に低下する。この低下の原因を明らかにし、軽量パネルをグラスウール等で弾性支持した時の振動絶縁効果を予測するために若干の実験を行ない以下の結果を得た。

軽量パネルの防振効果が低い理由は周囲の音圧の影響を軽いパネル程受け易いためである。周囲に他の音源がない場合でも、振動している鋼板から放射される音が緩衝材を透過してパネルを加振するために絶縁効果は振動伝達率による計算値より大幅に低下する。

重量パネルの場合でもパネル周囲の音圧が大きいか時は高周波域において絶縁効果の顕著な低下が認められる。

振動緩衝材上のパネルの振動の大きさは緩衝材をパネとして鋼板の振動が伝達される量と、パネル周囲の音圧により加振される量との和として求められる。このうちの前者は一次元のマスーパネ系の振動伝達率の式から、近似的に求められるが、後者は実験的には容易に求めるものの、計算で求めるにはパネルの音響放射率や内部損失係数等が既知である必要がある。

緩衝材で弾性支持されたパネルの残響室における音響加振実験によると、音圧が一定でも、パネルの振動は面密度が小さい程又同一パネルの場合は、周波数が高くなる程、その加速度は大となる。

又振動する鋼板上に置かれた緩衝材は高周波域では放射音の遮蔽効果があり、その量はロックウールの方がグラスウールよりかなり大きい。

〈原子力船部〉

一体型船用炉の定傾斜時自然循環の解析 (その1 流量及び熱除去特性)

An Analysis of Natural Circulation of an Integrated
Type Marine Reactor in a Heeling Ship
(Part 1 Flow and Heat Removal Characteristics)

伊従 功, 小林 道幸, 綾 威雄
奥村 幸輝, 松岡 猛, 成合 英樹
昭和56年3月28日

日本原子力学会年會要旨集

IMCO は、現在、原子力船の国際安全基準の作成を進めているところであり、わが国としても、この国際基準に沿って従来の国内基準や規則を再整備していく必要に迫られている。ところで、IMCO における審議の経過からすると、国際安全基準は、技術的にも新しい課題を提起する性格のものとなることが予想されるので、安全性の研究もこれに呼応して海難時の原子力船の安全性等に重点を移していくよう、要望されている。

上述の要望を受けて「原子力船の事故解析の研究(船用炉の事故解析の研究)」を実施した。本報は、その一環として行った崩壊熱除去特性解析の結果を報告したものである。

解析の対象は、一体型船用炉 NSR-7 とし、事故の状態は、船体がヒール角45°で定傾斜していると想定した。解析の第一段階として、船体傾斜が1次冷却系ポンプ・トリップ後の流量減衰及び自然循環に及ぼす影響を明らかにするため、2次冷却系は傾斜の影響を受けないで正常に働く場合を扱った。また、NSR-7 は炉心の周りに環状の蒸気発生器を有し、4台のポンプによって1次冷却水を循環させる型式となっているが、本解析では、これを互に相互干渉しない4つの独立のループで置換えた後、傾斜方向に2つのループを配置した2-ループ・モデルを採用した。なお、ポンプの逆止弁は無いものとした。

解析の結果、次のことが示された。

- (1) 船体傾斜の結果、上方に変位したループの自然循環流量は正立時の約2倍に増加する。他方、下方に変位したループでは流れは弱い逆流に転じる。総和としての炉心流量は僅かではあるが増加する。
- (2) 傾斜時に上方に変位したループの流量増加には、炉心と蒸気発生器との水平距離が重要な要因として効いている。
- (3) 炉心の冷却材温度は船体傾斜したときの方が僅かではあるが、高くなる。

一体型船用炉の定傾斜時自然循環の解析 (その2 RELAP 4 コードの適用性)

An Analysis of Natural Circulation of an Integrated
Type Marine Reactor in a Heeling Ship
(Part 2 Applicability of RELAP 4 Code)

奥村 幸輝, 小林 道幸, 綾 威雄
成合 英樹

昭和56年3月28日

日本原子力学会年會要旨集

原子力船の国際安全基準の作成は、現在、IMCO によって進められているので、わが国としては、この国際基準をどのように国内規則に反映させていくかが当面の課題とされている。IMCO の国際基準は技術的にも海難時の安全性等をはじめとする新しい課題を提起するものとなることが予測されるので、今後、海難時の安全性に研究の重点を移していくよう、主管庁から要望されている。

上述の要望に応じて「原子力船の事故解析の研究(船用炉の事故解析の研究)」を実施した。本報は、その一環として行った崩壊熱除去特性解析に関するもので、そこで利用した既成解析コード RELAP 4 の適用上の工夫、問題点及び改造の方向についてまとめた報告である。

RELAP 4 は元来、正立した分離型炉の高流速非常熱流動現象を1次元的に解析するコードであるから、これを一体型炉のような断面が広い炉の自然循環現象に適用するのは、この試み自体、興味があるわけであるが、本報では次の点で適用上の配慮・工夫を施した。

- (1) 加圧部のように蒸気-水の2相の界面(液面)を有するボリュームでは蒸気と水のそれぞれの量が保存するようにボリュームの高さを調整する。
- (2) 環状の蒸気発生器を4つの独立なループで置換える。
- (3) 2次元的又は3次元的な遅い流れが存在するであろう広いボリュームでは運動量フラックスの扱いが不可能になるので、断面が無限大のボリュームで置換える。

コードの改造の方向としては、次のことが示唆される。

- (1) 傾斜と液面積との関係を数表の形で組込む。
- (2) 流路の2次元性を考慮し易いものとする。
- (3) 2次系のモデルを追加する。
- (4) 蒸気発生器1次側の圧力損失式と熱伝達式とを一体型炉用の管群を対象とした式で置換える。

モンテカルロ法による船体区画構造の 後方散乱の解析

Monte Carlo Analysis of Gamma-Ray
Backscattering in Ship Compartments

植木 紘太郎, 山越 寿夫
昭和 56 年 3 月 29 日

原子力学会年会

原子力船や使用済核燃料輸送船内の線量率分布を求めるには、専ら点減衰核法が使用されている。船用炉や輸送容器の遮蔽解析が輸送コードを用いて計算されても、それから先が点減衰核法による解析では、観測点と線源とを結ぶ線分がよぎる線上にある構造物だけが遮蔽体として考慮されるので、周囲の壁、天井、床等からの後方散乱線は無視される。一般に船の区画構造は鋼板の組合せであり、使用済核燃料輸送船の船倉の周囲はさらに遮蔽用の水タンク、ハッチはポリエチレン・シート層、床下は油タンクや海水、という後方散乱が無視できないような環境をつくっている。したがって、船内や船倉内の線量率分布は区画構造や周囲の遮蔽体の形状をできるだけ正確に計算に取入れ、かつ輸送コードで解析することが望まれる。本報告は複雑な幾何学的形状が容易に、三次元的に取扱いできるモンテカルロ法によって船倉内のガンマ線エネルギースペクトルおよび線量率分布を解析し、後方散乱による寄与を明らかにした。

使用済核燃料輸送船の船倉をモデル化したモンテカルロ解析を行なった。後方散乱の寄与が良くわかるように、CASE-1 は全ての構造物を考慮、CASE-2 は鋼板のみを考慮し、周囲の水タンク、ポリエチレンシート等は無視、CASE-3 は点減衰核法に対応させ、線源と検出器とを結ぶ線分上の鋼板だけを考慮した。線源は輸送容器（半径 1 メートル）の表面から等方に第 9 群（1.66~1.33 MeV）の光子が放出されているものとした。解析結果は、特に検出器が船倉内の後方の壁に近い程後方散乱の寄与が大きく、後方の壁から 550 cm で、CASE-1 と -2 の違は線量率で 1.5 倍、スペクトルでは 0.4~0.1 MeV で 5~10 倍もあった。したがって、線量率への後方散乱の寄与は当然考慮すべきであるが、エネルギー依存性の強い検出器で線量率を測定する場合は、その校正に後方散乱線の寄与を正しく取入れる必要がある。

計算は当所の FACOM M-180 を使用した。

(196)

蒸気流中へのサブクール水流入時における 圧力及び流体振動

Pressure and Fluid Oscillation Induced by Injection
of Subcooled Water into Steam Flow

綾 威雄, 小林 道幸, 稲坂富士夫
成合 英樹

昭和 56 年 6 月 24 日

第 18 回伝熱シンポジウム

管内の蒸気流中へサブクール水を注入した場合、蒸気流量が充分多いときは流れに振動現象は起らないが、蒸気流量がある限界以下になると流れが振動状態となり、それに伴い圧力振動が生じることが知られている。この現象はボイラの給水系や加圧水型原子炉の蒸気発生器に起こる Water Hammer とも関係しているが、多くの要因が現象に複雑に影響を及ぼすこともあって現象の解明が充分にはなされていない。筆者らは、この現象が原子炉の ECC 水（緊急炉心冷却水）が一次系配管を通して注入される場合にも生じうる現象であるとの考えから、小型の可視装置を製作し大気圧下の実験を行った。実験パラメータとして、管径、注水口形状と方向、注水や下流放出の条件等の影響を調べたが、特に注水部上流或いは下流に設けられた絞りの効果について詳しく調べた。

実験データを整理した結果、以下の事柄が判明した。

- (1) 振動現象は、蒸気流量が注入水の凝縮能力の 70~80% 以下で生じる。
- (2) 振動現象には大きく三つの様式がある。即ち、蒸気流量を増加させていった時、Water Hammer を伴う低周波振動、Water Hammer のない低周波振動を経て高周波のみの振動と変化していく。圧力と流体運動の振幅は低周波になるほど大きい。
- (3) 上述の各振動様式の発生範囲は、同一の実験条件において、蒸気流量、注水流量と注水温度の 3 次元空間で表わされる。そして、これらの発生範囲は実験条件、特に上・下流の絞りの影響を強く受ける。即ち、上流絞りを設けると低周波振動の限界はほとんど変わらないが、Water Hammer の発生域は低蒸気流量側へ移動する。又、下流絞りを設けると低周波振動そのものが非常に起りにくくなり、発生範囲がごく低蒸気流量に限られる。
- (4) Water Hammer に伴う水側（下流）に発生するピーク圧力は非常に高く、最大 14 MPa に達した。

〈共通工学部〉

重水蒸気の音速分散

Dispersion of Ultrasonic Velocity in Heavy
Water Vapor

山田 一成, 有村 信夫

昭和 55 年 11 月 14 日

第 25 回音波の物性と化学討論会
日本音響学会秋季研究発表会

重水蒸気比熱の緩和現象を調べるため、昨年からの吸収測定に代って重水蒸気の音速分散の測定を開始した。本発表はこれに続くもので、45°C と 75°C の温度について行い、この分散特性とこれまでに収集した吸収特性との両面から重水蒸気の緩和機構について一部考察を試みたものである。

すなわち、この測定装置及び測定方法は前回と同様に多少測定精度不足であったが、この測定結果から、60°C におよぶ結果と同様、重水蒸気の音速分散が 100 MHz/atm 附近から現われ、この現象をすべて重水分子の振動比熱の緩和による振動分散とした値よりも大きく、他の緩和モードによる分散を含むことがわかった。またこの分散の現われる領域は測定温度の上昇に従って低周波側へ移行し、これは以前発表した緩和吸収特性における温度依存性でも同じ傾向を確認した。

一方、以前測定した吸収特性では 100 MHz/atm 帯の吸収の緩和現象が大部分振動比熱による振動緩和であり、また、回転比熱の回転緩和と吸収は少なく、このため回転比熱の緩和時間が非常に短い値であることを確認している。

この点から回転緩和領域が拡がり、振動分散領域にこの分散よりも大きい回転分散の領域の一部が重なって、今回、重水蒸気の 100 MHz/atm 帯に現われた音速分散が振動分散よりも大きい特性を示すものと考えられる。そして、この分散の温度依存性は回転分散に関する影響と推定できるが、本測定では回転分散の現象が終了する高周波領域までの音速分散特性を得ることが困難であったため、これらを確認するまでには至らなかった。

〈東海支所〉

PALLAS コードによる中性子スカイシャイン
計算の精度Accuracy of Neutron Skyshine Calculations
with PALLAS Code

竹内 清, 田中 俊一

昭和 56 年 3 月 29 日

日本原子力学会年会

原子力施設から漏洩して大気中に放出される中性子のスカイシャイン問題を PALLAS-2DCY-FC コードで計算する場合の計算精度を調べることが目的である。計算の標準となる中性子スカイシャイン実験はないので、米国で実施された中性子の空気透過実験に対し解析計算を行ない、計算精度を明らかにした。2つの実験があり、その 1 は 14 MeV 中性子源 (HENRE) を 8.23, 152 および 343 m の地面上に固定して、地面上 800 m まで中性子および 2 次ガンマ線の線量を測定したものである。その 2 は原子炉 (BREN) を HENRE と同じ高さに固定した時の中性子およびガンマ線線量を測定したものである。

計算は 2 次元 (r, z) 形状で空気-地面形状を表わし、中性子 38 群、ガンマ線 25 群で行なった。なお地面を無視する計算もしばしば行なわれるので、地面を空気で置き換えた、いわゆる無限空気形状に対して、および地面を真空にして地面からの反射線量がないようにした空気形状に対しても計算を実施した。HENRE および BREN 中性子線源に対する PALLAS 計算結果と実験結果とを比較したところ、HENRE の 8.23 m 高さ線源の中性子線量の場合以外は非常に良い一致を示した。HENRE の 8.23 m の場合、計算値は 50% 程過大評価になった。この原因は PALLAS 計算に使用した角度分点が地面に平行な半径方向近傍にたった 2 つきり配置されていなかったためと思われる。中性子により発生する 2 次ガンマ線についても詳細なデータが得られた。14 MeV 中性子透過の場合、空気の非弾性散乱ガンマ線がガンマ線線量に大きく寄与する。

Experiments on Neutron Transport through Annular Duct of Large Radius

大半径円環ダクト中中性子輸送実験

三浦 俊正, 布施 卓嘉, 山野 直樹

昭和 56 年 5 月

日本原子力学会誌

原子炉圧力容器と一次遮蔽体の間に存在するような半径が大きな円環ダクトを漏洩する中性子に対する二次元輸送コードの精度評価を行うため、日本原子力研究所 JRR-4 号炉において実験を行った。中性子の反応率とエネルギースペクトルの空間分布を円環ダクトの空隙幅が 10 cm と 20 cm の場合について測定した。反応率は 13 種類の放射化反応と 3 種類の検出器被覆の組合せにより得た 25 種類の放射化検出器に対して 28% 以内の精度で求めた。エネルギースペクトルは 25 種類の反応率を SAND-II コードで Unfolding することにより求めた。この結果、熱中性子から速中性子までのエネルギー領域のスペクトルが求めた。SAND-II コードによる Unfolding は検出器の自己遮蔽因子も考慮して行った。検出器被覆であるボロン球の遮蔽効果は ANISN コードにより求めた。同計算結果は他の計算法による結果と比較することにより十分精度が良いことを明らかとした。Unfolding に対する精度検証は初期スペクトル、反応率に含まれる実験誤差、検出器のエネルギーに対する感度、Unfolding に使用する放射化断面積等の結果に及ぼす影響を検討することにより行った。その結果スペクトルは $10^4 \sim 10^6$ eV の領域を除くと信頼できるものであることが明らかとなった。同領域のスペクトルは水素比例計数管で測定しエネルギー全領域で信頼できるスペクトルを得た。輸送コード DOT-III による P_0 - S_0 計算と実験を比較した結果、空隙幅が 20 cm の場合はファクター 2 以内のかなり良い一致が得られたが空隙幅が 10 cm の場合は計算値が最大でファクター 8 程度低くなることが明らかとなった。この不一致の原因は空隙幅が狭い場合、 S_0 角度分点数では不十分であることによると推論された。