

# 所外発表論文等概要

## <推進性能部>

### 向い波の中を航走する船の受ける力の計算

On the Calculation of Wave Exciting Forces  
on Ship Translating in Head Sea Waves

足達 宏之

昭和53年5月

日本造船学会論文集 第143号

向い波の中に置かれた船の波から受ける力を計算する方法を示した。従来波から受ける力の計算は2次元理論に基づくストリップ法によって行われている。船を長手方向に幾つかの輪切りにした部分につき、2次元理論を応用したストリップ法では、波の中に置かれた船に掛かる力の3次元影響は計算できず、船体表面の圧力分布を求める場合にも正しい分布は求めることができなかった。

これらの欠点を補う理論と計算プログラムを、この論文では提案した。基本的な考え方としては、向い波と船体の干渉により船体が波を造り、この船体により造られた波は船首より離れるに従って累積的に大きくなり、最終的には向い波と同じ位の大ききとなり、その結果ストリップ法では表現し得ない3次元影響が表われてくることになるということを理論の中で示した。計算例によると、向い波と船体との干渉により、波浪による船体の受ける圧力は、船首より船尾の方が小さくなることが示される。これは向い波中での船体圧力計測を行った例から知られている事実を説明するものである。

船体に加わる波浪外力の精密な値、および外力の挙動について知ることは重要な意味を持つ。すなわち、船体の振動問題(スプリング)、波力エネルギーの吸収の問題等に関しては、向い波と船体による干渉の結果の船体圧力変動、向い波の減衰エネルギーと船体を動揺させる波エネルギーの関係を研究しなければならないからである。この論文では船体圧力分布を求める方法を示しているので上記の問題に関しても研究の一手段として利用されるものである。

## <船体構造部>

### 二次元模型実験による甲板水圧の研究(第2報)

——船体縦曲げモーメントおよび

船体横強度に対する影響について——

A Study of Shipping Water Pressure on Deck  
by Two-dimensional Ship Model Tests  
(2nd Report)

——Influence on Longitudinal Bending  
Moment and Transverse Strength of Ships——

郷田国夫・宮本 武・山本善之

昭和53年5月

日本造船学会論文集 第143号

大波高の海面を航行する船においては、甲板上への海水流入が起こり、それによって甲板に水圧が作用する。この甲板水圧は、船側、船底に作用する水圧とともに船体強度上重要な荷重である。甲板上への海水流入は複雑な現象であって、これまでいろいろな研究がなされているが、それらは主として現象のメカニズムの解明に重点が置かれていて、船体構造強度の立場から甲板水圧を調べた研究は少ない。

本研究は、海水流入を船の幅方向に生じる2次元現象と見做し、2次元模型の強制上下揺実験によって甲板流入水の挙動および甲板水圧を調べ、さらに甲板上への海水流入が船体横強度および縦強度にどのような影響を及ぼすかを明らかにしたものである。

得られた結果の主なもの次は次の通りである。

1) 甲板上への海水流入流出の1サイクル間の水量の計算法を確立した。甲板水量が求まれば甲板水圧の平均値が容易に得られる。

2) 現在の波浪縦曲げモーメントの計算には考慮されていないところの、甲板上への流入水の存在による縦曲げモーメントを計算した。そして、波浪縦曲げモーメントは、甲板水の存在を考慮することによって、サギングモーメントが減少しホギングモーメントが増大することが明らかになった。

3) 一層甲板船について、甲板水圧と船側船底の変

動水圧の時間的同時分布を荷重として適用した横強度計算値は、甲板水圧、船側船底水圧ともに最大値をとった荷重分布を適用した横強度計算値とあまり差がないことがわかった。したがって、横強度計算における荷重分布として、甲板水圧、船側船底水圧の最大値分布を考えればよい。

以上の結果は船体構造の合理化に資するものと考えられる。

## 巨大船の事故を考える（2）

### Some Remarks on Large Scale Ship Disasters (2)

在田 正義

昭和53年 6月15日

「海運造船港湾フォーラム」誌 第3号

1912年4月15日未明、大西洋上で氷山に衝突し沈没したタイタニック号は、当時の最新鋭、最大の客船であった。最近型船の遭難はその後もつづいている。そこでまず、タイタニック号の場合につき、巨大船「信仰」の危険性、水密区画の重要性などを、タ号遭難を契機として始まった船舶の安全航行に関する国際条約の動き、海難審判の始まりとともに述べた。

次に、1970年2月10日、太平洋上で沈没した鉾石運搬船かりふおるにあ丸について、水密区画の持つ意味、救命艇の問題点について考察した。か丸は、荷役のため、長大な鉾石倉を一つもっていた。か丸の沈没へ至る順序は、①左舷一番バラスタタンクへの浸水②右舷五・六番バラスタタンクに傾斜修正のための注水③鉾石倉への浸水、と考えられる。このうち鉾石倉への浸水を考える。鉾石倉への浸水は、タンカーの油槽への浸水とは様相は全く異なる。油槽への浸水は、水と油の置換が必要であり急速には進行せず、置換されても水と油の重量差のみが船全体の重量増となる。鉾石倉の場合、浸水は空気との置換で起る。鉾石と鉾石の間の空間を埋めつくすまで浸水は容易に進行し、浸水した水の重量は、そっくり船全体の重量増となる。この重量の試算を行い、長大鉾石倉の危険性を示した。

遭難の際、突発事故の発生から沈没までの時間が長いことは、遭難者の生存に大きい影響を与える。水密隔壁の重要はここでも強調されねばならない。遭難者の本船からの脱出の手段である救命艇、救命筏の欠陥は、致命的である。かりふおるにあ丸の場合、正常に作動した艇・筏は皆無であった。か丸の約一年前に沈

没したばかりばあ丸でも同様であり、大量に死亡者を出す主因となった。現在の救命艇の欠陥を指摘し、船体傾斜時でも正常に降下できる救命艇システム、降下式でない救命艇などの考えを示した。

## On the Strength of Obliquely Crossing Welded Fillet Joint

斜交すみ肉溶接継手の強度

在田 正義

昭和53年 9月26日

溶接学会 第3回国際シンポジウム

船体構造は、一般に鋼板を溶接することで造られている。この溶接には大別して、すみ肉溶接と突合わせ溶接がある。すみ肉溶接は強度上また実際の計算上も問題が多い。船体前後部では斜交すみ肉継手が沢山あり、構造上の複雑さ、外荷重の苛酷さと複雑さが重畳されており、問題は一層複雑である。

三万載貨重量トン級のコンテナ船を例に斜交すみ肉継手のある場所を調べると、かなりの数になることが示される。また一般に大型船で実施されている斜交すみ肉継手の板厚、斜交角、溶接の仕方なども調べた。斜交すみ肉について船級協会の規定はないので、各造船会社が独自の規定をもっている。この規定を検討し、すでに発表されているすみ肉継手強度計算法（局部収縮理論に基づく部分溶け込みすみ肉継手の引張強さ）を適用することを考える。斜交すみ肉継手を十字すみ肉継手に簡易化する方法を提案し、有限要素法で有効性を確かめた。

ついで、溶接開先・溶接方法と斜交角度をパラメーターに図に示すようなシリーズ試験片について疲労試験を実施した。図には実験で観察された疲労亀裂の伝播経路も示してある。

静的強度、疲労強度を検討し、斜交すみ肉継手に関する次の結論をえた。すなわち

- ① 無開先継手は静的・疲労強度の面から推奨できない
- ② 十字すみ肉継手の考え方をそのまま延長するのは危険。
- ③ 溶接開先・溶接施行が適切であれば、斜交角のいかんによらず、 $N=2.10^6$ での斜交すみ肉継手の疲労強度は、突合せ継手の85%を確保できる。
- ④ 簡易計算法で斜交すみ肉継手の静的強度を推定できる。

	100 SERIES	200 SERIES	300 SERIES
	DIRECTLY TOUCHING EACH OTHER 	RECTANGULARLY CUT 	APPROPRIATELY GROOVED 
BUTT JOINT			
$\theta = 30^\circ$			
$\theta = 60^\circ$			
$\theta = 75^\circ$			
$\theta = 90^\circ$			

<機 関 開 発 部>

Random な熱負荷を受ける球の統計的応力

Statistical Stresses in a Sphere Subjected to Random Thermal Loadings

天田 重庚

昭和53年10月11日

第56期 日本機械学会全国大会

一般に決定論的に取り扱われている温度場でも厳密に考えれば、なんらかの Random な因子の影響が存在する場合が多い。たとえば、i) 材料の非均質性によ

る機械的、熱的性質の Random 性、ii) 物体内部における Random な熱発生性、iii) 物体の境界上の温度が Random に変化する場合、iv) 初期温度が Random な場合、v) 物体の幾何学的形状が Random な場合などが考えられる。このように注目している系の中に Random すなわち確率で表わされる量が存在する場合、振動学などの分野で深く研究されて来た。本報告は上記の iii) に属する問題で、中実球の境界上の温度が時間と共に Random 変動する場合、温度の Auto-correlation, Mean Square, Power Spectral Density を求める。さらにこれらの値を用いて変位と応力の Autocorrelation と Mean Square を計算する。具体

的な例として、境界上の温度が White Noise の場合、すなわちその Autocorrelation が

$$Tra(\tau) = S\delta(\tau), S = \text{定数}$$

で与えられる場合を取り上げて計算を実行し、若干の興味ある結果が得られた。

温度については、Random 変動する境界温度の影響は表面からの薄い層に限られ、それ以外の領域では温度変動は少ない。変位については Semi-log グラフ上では半径に比例してその変動が増加する。周方向応力は温度と同様に表面からの薄い層の中でのみ変動する。半径方向応力の変動は周方向応力のそれに比較して非常に小さく、特に表面に近い領域では変動がほとんど無視できる。

なお本結果は Meiner-Palmgren Theorem を適用すれば疲労強度の Data を与えることも可能である。

## <機 関 性 能 部>

### ふげん燃料集合体の震動挙動

#### Seismic Response of the Fuel Assembly for Fugen

横村武宣・岡島正彦

昭和53年3月28日

原子力学会 昭和53年年会

1. まえがき ふげん用燃料集合体の振動特性を把握し、耐震性の評価を行うための実験およびシミュレーション解析を行ったので、その概要について述べる。

2. 振動解析 シミュレーション解析には、ふげん燃料集合体の耐震計算用として当所で開発した計算コードを用いた。この計算コードは燃料集合体の全長にわたる変位、衝撃力などを微小時間ステップ毎に計算するもので、燃料集合体と圧力管の衝突を含む振動状況を次の仮定に基づいて計算する。(1) 燃料集合体を1本の弾性梁と考え、回転慣性、剪断力による撓み効果を無視する。(2) スペーサを弾性ばねとショックアブソーバよりなる振動要素と考える。(3) 上・下タイププレート部の案内ばねの変位を考慮に入れる。(4) 圧力管は完全剛体と仮定し、振動入力波は上・下端で同一位相で伝達されるものとする。

3. 振動定数の実測および振動実験 試作燃料集合体(実尺)により、計算に必要な全ての振動定数を実

測し、これらを解析計算のインプットデータとした。振動実験では、燃料集合体を収めた圧力管の上・下端を、2台の振動試験機によりサイン波および地震波で加振し、その応答を調べた。

4. まとめ 実験および解析により (1) 地震時におけるふげん燃料集合体の振動挙動および衝撃力が推定できた。(2)燃料集合体の減衰係数Cは、振動挙動を左右する最も主要な因子であり、振巾とともに減少する傾向がある。(3) 相対的な変位、加速度の計算値は、実測値より小さなC値で実験値とよい近似を示した。(4) 入力波(地震波)のパワースペクトラム密度は2~3 Hzに顕著なピークをもつ分布を示し、圧力管の剛体近似は実用上許容し得るものであることなどがわかった。

### Laminar Heat Transfer from a Flat Plate with Small Velocity Fluctuation on the Wall

壁面に微小速度変動を有する平板からの層流熱伝達

徳田 仁

昭和53年8月

#### 6th International Heat Transfer Conference

近年の石油危機以来、省エネルギーが重要な課題となり、熱機関からの排熱を回収し利用する技術の開発が注目を集め、種々の利用法が提案されている。しかしながらこの際、排熱を回収するとき必ず使用される熱交換器の単相伝熱部における性能が他の部分に比べあまり良好でなく、単相伝熱面の表面をフィンあるいはローフィンのような様々な形状に加工することにより伝熱性能の向上を計ろうとしているが船用に関しては改良点が大いに残されている。本研究はこのように表面に密な粗さを有する伝熱面の単相域における伝熱特性およびその圧損等の損失を解明するため、伝熱表面の密な粗さから発生する小さな速度乱れが壁面上方の主流の流れ、温度、さらに伝熱特性や圧損にいかなる影響を及ぼすかについて、電算機を用いた数値的、およびモーメント法を用いた近似的解法により理論的に解明したものである。その結果、壁面近くに発生する乱れのうち、2次元的なものは主流の速度分布あるいは温度分布に大きな影響を与えるが、熱伝達率や摩擦係数は表面に乱れが存在しない場合とあまり変化しないことが見出された。一方壁面近傍で発生する3次元的な乱れの場合には、乱れは壁面近くゆみにとどま

らず、主流のあらゆる所で乱れが誘発される。したがって乱れの主流に及ぼす影響は主流のすべての場所で非常に大きなものとなり、主流の速度分布、温度分布に与える微小乱れの影響は非常に大きくなる。また熱伝達率や摩擦係数も乱れないときに比べて大きく変ることが見出された。これにより単相域における伝熱面の、伝熱特性向上のための表面粗さ形状の設計に対する設計方針が、ある程度与えられた。

## <東海支所>

### Experimental Results of Some Cluster Tests in NSRR

#### NSRR クラスター実験結果

吉村富雄・小林晋昇・大西信秋・W.G. Lussie

昭和53年6月

Journal of Nuclear Science and Technology

Vol. 15, No. 6

NSRR 計画では、反応度事故条件下における燃料の振舞いを把握することを目的として、パルス炉を用いて燃料破損実験を実施している。本報告では、試験燃料を5本バンドルとしたクラスター実験の結果を1次解析例とともに簡単に報告する。

試験燃料を5本バンドルとした場合は、中央燃料棒の中性子吸収によって周辺部燃料内の出力分布は非等方的となり、被覆管温度は外側表面で最も高くなる。CITATION および MCDRAN コードによる被覆管温度解析は実験結果とよく一致した。印加反応度 3.8\$, 平均発熱量 237cal/g・UO<sub>2</sub> の実験では、周辺燃料の外側だけに被覆管の部分的溶融と、それに基づく変形がみられた。

このような出力分布の非等方性は、クラスター実験に、本質的に付随するものであり、これからの各種クラスター実験に際しては、この点に十分留意する必要がある。