

SRC News

No.49 January 2001

The Shipbuilding Research Centre of Japan

●目 次●

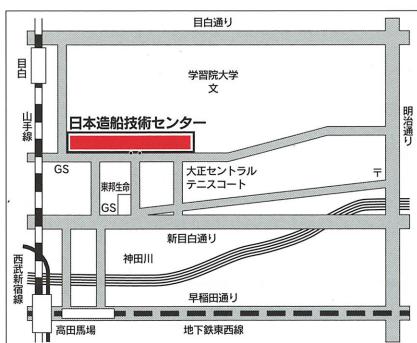
乱流境界層の性質について	
－乱流の変動成分特性－	Page 2
メガフロートの話	
－その技術的特徴と課題－	Page 4
浮体の復原性について（2）	Page 6
福岡市小呂島航路旅客船 「ニューおろしま」について	Page 8
船体外板塗膜の汚損 と損傷評価について	Page 10

21世紀を迎えて

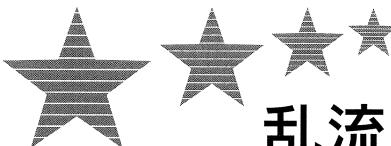


20世紀初頭の海、それは膨大な量の石炭をもやし、もうもうとした黒い煙を水面にたなびかせて疾駆する鋼鉄船の世界です。この様な鉄の城を造りうる技術とそれを支える産業基盤こそが先進国たるゆえんとの認識は世界共通のものでした。21世紀初頭において、これに対応するものは何でしょうか。IT技術でしょうか。それともテレビ放送のアンケート第1位のカッ普ラーメンでしょうか。経験工学と言われる造船の分野での100年間の進歩は、ライト兄弟に始まる航空宇宙分野に比べると地味ではありますが、大量輸送による経済性向上という海運のニーズ

に応えて大型化、大馬力化、高速化を追求してきました。その例を10,000個近いコンテナを積み、100,000馬力近いディーゼル機関1基で航行するコンテナ船に見ることができます。また、海洋メカニズム解明の基本インフラである高性能調査船や深海艇等は深い海、荒れる海、氷の海への挑戦を支える造船技術活用の典型例です。海洋空間の利用という新たな課題に対しては、海洋進出の基盤となる超大型浮体構造物が提案されています。100年間の蓄積を背景に船舶・海洋分野の新たな展開が期待されています。



財団法人 日本造船技術センター
〒171-0031 東京都豊島区目白1丁目3番8号
TEL 03(3971)0266 FAX 03(3971)0269



乱流境界層の性質について —乱流の変動成分特性—

はじめに

乱流は平均成分とその僅か数%に過ぎない変動成分とよりなり、その流れ場を支配する方程式ナビエ・ストークスの方程式は平均成分が表わす慣性力、圧力及び粘性力と変動成分が作るレイノルズ応力の和により表わされます。この、レイノルズ応力を変動成分の混合距離や渦動粘性係数あるいは拡散係数等の数学モデルを仮定する事により、乱流の数値計算が可能となります。しかし、乱流の本質はこの変動成分の特性にこそあります。変動成分に関する方程式もナビエ・ストークスの方程式と変動レベルに方向による相違は無いとする等方性の仮定より求められますが、非常に複雑で解析的な一般解を得る事は出来ません。冒頭から難しい事を述べましたが、人類が今世紀はじめに到達した乱流に関する知見の一端です。本稿では前号に續いて流れの変動成分に関する今世紀の成果をなるべく平易に紹介してみます。

流れの発生について

前世紀中葉、レイノルズは彼の有名な管路の実験によって、微小な流速の間は乱れの無いきれいな流れに止まっているが、あるレイノルズ数を越える流速に達すると流れは変動を伴う乱流に変化する事を示しました。また、どの様に激しく変動していくもその中に自ずから秩序のあることも認められました。上記の数学的な検討を進める基礎はまさにこの知見に他なりません。変動成分の方程式を調べる為に、時間の指指数として変化する振幅を持ち、速度と周波数を持って時空間を伝わる微小波の集まりと考えます。ナビエ・ストークスの方程式を基に得られた式に微小波動の仮定を適用して、振幅、速度及び周波数とレイノルズ数との関数で表わす式、オール・ゾンマーフェルトの方程式が得られます。この式の特性を用いて、微小波動が増幅する、或い減衰する条件（レイノルズ数と周波数

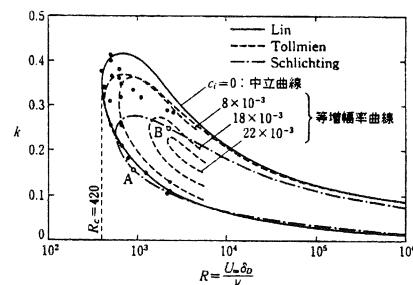


図-1 平板境界層の安定特性

関係）は簡単な平板上の境界層流れ等についてトルミーンやシュリヒティングにより計算されました。又、この計算が示されてから十数年後の第2次世界大戦直後、精度の高い風洞実験により実験的な検証がシユーバウアとスクラムスタッドによってなされました。乱流発生の理論的予測が実験により確認されるという流体力学分野での金字塔的な成果とされています（図-1）。

流れの特性について

以上の微小乱れは特定の周波数をもつ波動の集まりと仮定しています。様々な波動の集まりの性質を調べる方法として周波数解析があります。この方法によると、この様な波動は様々な周波数のエネルギーの分布図、棒グラフとして示されます。ところが、時間と共に変動の規模が大きくなると連続的な曲線分布に変化していきます。似ているようでも、棒グラフと連続的な曲線とでは物理的な性格は全く違うのです。棒グラフはいかに密でも夫々が独立した波動の集まりですが、曲線はカオスの状態を意味します（図-2）。

図-4に層流境界層内の微小波動発生状況を示します。与えられた条件に対して選択的に特定の周波数の波動が発生し、下流方向に流れながら時間と共に色々な周波数の波動が現れ、やがて本格的な乱流となります。その経緯は微小波動の発生する線形領域、高周波数波動の発生とそれらの干渉により色々な波形が発生し平均流が変形する非線形領域、次に変動に偶然化が生じる

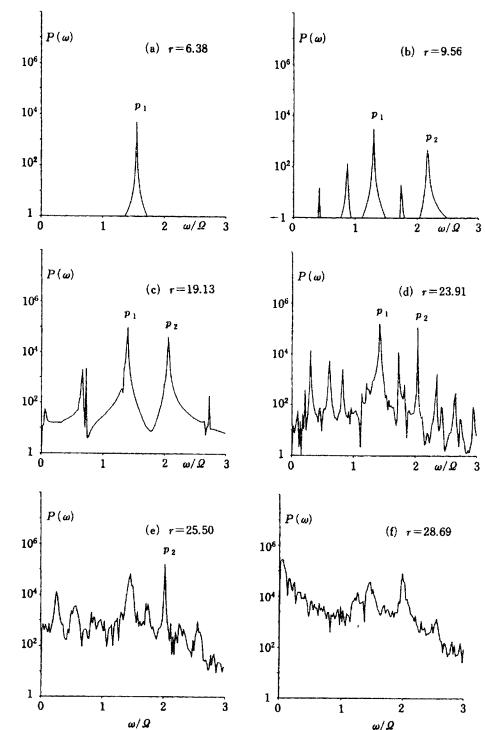


図-2 亂れの周波数解析

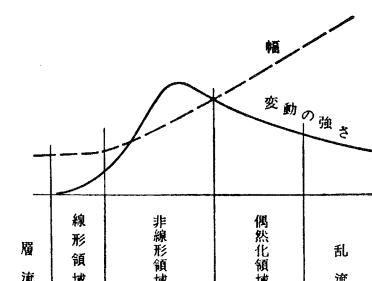


図-3 遷移領域の区分

偶然化領域を経て遂に本格的な乱流になります（図-3）。偶然化の特徴はエネルギースペクトルの線スペクトルから連続スペクトルへの変化です。これを別の数学モデル $X(i+1) = a * X(i)^* (1 - X(i))$ という関数の特性で紹介します。図-5に示すように $X(i+1)$ が収斂する数値の数が、 a を増すに従い特定の分岐点において 2 個、4 個と増加し、 $a=3.57$ においていかなる数値にも収斂せず無秩序な状態となります。この様に簡単な関数に始まり、自然現象ばかりではなく社会現象においてすら秩序から無秩序

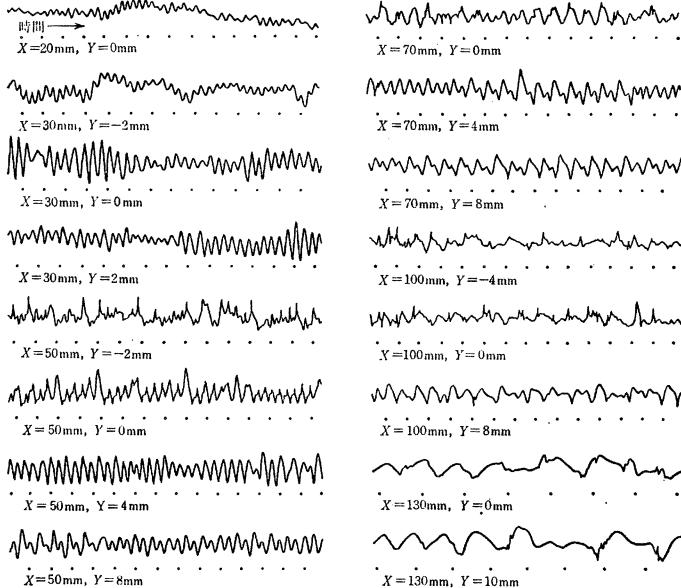


図-4 速度変動波形

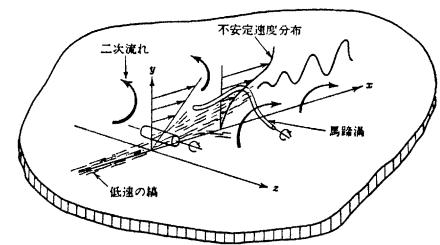


図-7 バーストの発生と馬蹄渦

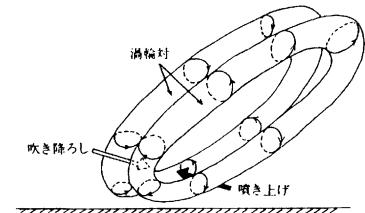


図-8 バースト模型

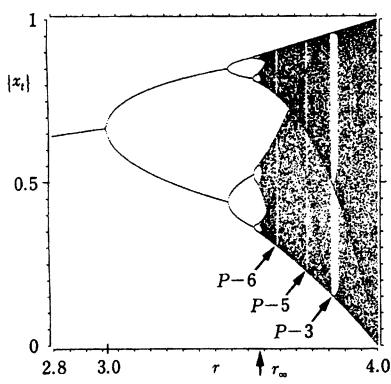


図-5 2次写像の分岐図

(カオス)への変化は極めて本質的な性質であることが分かったのはつい最近の事なのです。即ち乱流現象は自然現象中の典型的なカオス現象なのです。偶然(連続スペクトル)とは、必然(線スペクトル)とは

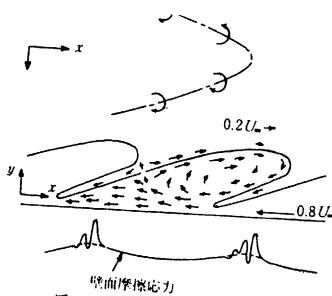


図-6 乱気流界層の構造模型

何かと云う禅問答になりそうですか、偶然は必然の中に、又必然は偶然の中にあり、条件によっていざれかが強く現れるとでも理解して下さい。

乱流境界層中の現象

禅問答はこの位にして、具体的にどの様な現象が起きているのでしょうか。流れを上から見てみましょう。線形領域で発生した変動は小さな横渦の列となって下流に流れていき、非線形領域に達すると横渦が分断されて縦渦の列に変化し、境界層外領域からエネルギーを取り入れつつ成長していきます。境界層の中に飛び込んでいきます。境界層の表面から下方に向けて渦状の流れがあります(図-6)。更に、境界層の深部までおりてみます。ここで、平板表面に接した所で流れの間欠的な剥離とそれを補うかのような上方から強い吹き下ろしの組み合わせたダイナミックな現象(バースト)が見られます(図-7)。これを詳細に見ると小さな縦渦が斜めになって連なっています。平板の近くの渦の下端は平板の鏡像作用により急速に壁に引き寄せられますが、同時に平板から離れる方向の流れを誘起

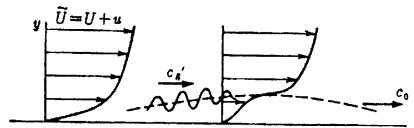
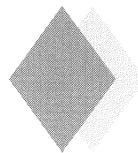


図-9 バースト発生時(速度分布)

し、平板の近傍で跳ね返され同時に流れの剥離を生じます(図-8、図-9)。剥離の後を補うように境界層上方からの流れが入ってきます。このエネルギーは更に上方、境界層の外端の混合現象によって補給されています。

おわりに

乱流の変動成分についての知見を出来るだけ平易に説明してみましたが、乱流の本質にさとつと触れたに過ぎません。乱流は21世紀に持ち越された最も難解なテーマとされ、基礎的な研究が鋭意続けられています。又、得られた新しい知見はCFD等工学的な応用の分野に有効に応用されていく事でしょう。造船技術センターもその動きをしっかりとフォローしていく所存です。



メガフロートの話

—その技術的特徴と課題—

はじめに

国土の大半を緑豊かな山地が占め、海岸線に沿った狭い地域に人口と産業の大半がひしめく我が国にあっては、海岸沿いの浅い海の埋め立てによって新たな国土、人間活動の場の拡大が続いてきました。昭和30年頃、東京湾岸を館山から内房に沿つて北上し、東京から神奈川横須賀へと海岸線沿いに南下しつつ、撮影した風景写真集が出版されていました。昭和40年代のテレビ特集中に東京湾埋め立て土砂を運搬するダンプカーの列、騒音・振動、土埃や蟻の大発生に悩まされる近隣住民の様子が報道されていました。現在は大規模な京葉工業地帯、幕張メッセ、ディズニーランド、臨海副都心、コンテナヤード等々、昔の素朴な風景を想い出すすがも無い活動的な地域に変貌しています。しかし、近年になって、埋め立てに適した浅い水域減少、浅瀬（ラグーン）自然環境保全の世界的な動き、工事途上での騒音や汚損等居住環境低下や危険物への近隣住民の反発等により、水深の深い沖合海域へ国土拡張が進められつつあります。更に、国土拡張ニーズの背景である経済活動規模の拡大と変化の激しい世界経済への対応の観点から多様なニーズへの基盤構築とその完成迄の時間短縮が必要と考えられます。沖合埋め立てのための膨大な量の土砂を入手し、運搬、埋め立て、地盤安定確認・整地・施設建設を從来に比べて短期間に完了させねばなりません。必要な土砂は陸上か或いは海底から採らねばなりませんから、埋め立て地ばかりでなく採取地への環境負荷は避けられず、技術分野に限っても新しい課題が提示されることでしょう。巨大な鋼製浮体構造物—メガフロート—は以上のような沖合海域への国土拡張ニーズに答える技術です。その特徴は短い建設期間、膨大な土砂を必要としない為に上記の様な環境への負荷の少ない利点が挙げられます。本稿では、メガフロートの設計、建設、保全のプロセスを通して、その技術的特徴及び課題について紹介します。

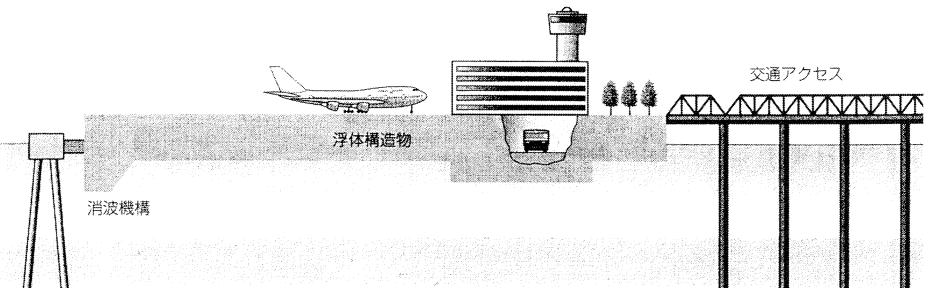


図-1 メガフロート空港の概念図

メガフロートとは

メガフロートは、ギリシャ語の巨大「MEGA」と英語の浮体「FLOAT」を組み合わせた造語で、超巨大浮体構造物を意味しています。その形態を空港対象のメガフロートを例にして図-1に示します。主要部分は、大きな鋼製の平たい箱型の浮体（ポンツーン）で、それらは連結装置により互いにしっかりと繋がれて一体の巨大な浮体構造物となり、その上面が1000mを超す滑走路を形成し、さらに空港ターミナルや格納庫等の建物が設置されます。この巨大な構造物は海底に基盤を置く係留用構造物に連結・係留されます。陸とのアクセスはトンネルや橋梁によって鉄道や自動車で連絡します。メガフロートは風、波、潮流等による外力に耐えて所定の位置、姿勢、各ポンツーンの連結を保持し、ポンツーン構造や連結・係留装置に働く力に充分な余裕を以て耐えうる強度が必要です。勿論、空港としての機能を発揮しうるような面積、構造、強度、安定性、信頼性は必要不可欠です。

メガフロートの設計

メガフロートは表面や内部空間を利用して様々な用途に活用するために、現行の法制下では用途に応じた法制度を遵守しなければなりません。そのために、設計は原則的に用途別の設計基準が適用されます。海上都市や空港など大規模で様々な用途の異なる構造物を含む場合は、適用法令が多く設計の考え方も異なるために2重に規制される場合もあります。メガフロート上に建設される建築物は、海洋建築物の扱いを受けて建築基準法が適用される場合があります。

また、係留施設は港湾区域外の水域においても「港湾の施設の技術上の基準」を満たすことが法令で定められています。浮体基盤そのものは、船舶安全法が適用され、通常鋼船規則集などを適用して設計します。

一方、従来の考え方では対処できない境界領域を含んでいるメガフロートを統一的に扱うことが要望されて、超大型浮体構造物の安全基準案、技術基準案・同解説の検討がメガフロート技術研究組合と（財）沿岸開発技術センターが共同して検討を進め

表-1 弾性応答解析プログラム

構造解析	流体力解析	周辺条件		浮体形状	
		防波堤	水深	平面形状	底面形状
簡略計算	梁理論	ストリップ法	—	一定 有限水深	梁 奥水一定
近似3次元	リッツ法	領域分割法	可	一定 有限水深	矩形 奥水一定
詳細3次元	FEM	領域分割法 + FEM	可	任意海底起伏 および任意水深	任意 任意

て来ました。又、国の立場からメガフロー
トの安全性、信頼性を検討する委員会が運
輸省（現・国土交通省）で開催されています。その成果が国の技術基準として整備され、メガフロートの技術検討が一本化され、メガフロートの普及に役立つことが期待されています。

メガフロートの設計には、設計荷重と
して、次の4荷重について検討します。

- (1) 固定荷重（土木分野では死荷重）
- (2) 積載荷重（土木分野では活荷重）
- (3) 自然環境荷重
- (4) 事故荷重

ここでは、メガフロートが従来にない大面積で薄型のため自然環境荷重、特に波浪に対しては全体が微小な弾性挙動を示しますので、その設計方法について紹介します。この弾性応答解析については、大学や船舶技術研究所とメガフロート技術研究組合でこの現象を研究し、設計に使用できる解析プログラムが開発されてきました。設計の各段階で使用出来るように、表-1に示す各種の弾性応答解析プログラムが開発されています。

メガフロートの浮体部の基本構造は、図-2に示すように大型タンカーのダブルハル構造と類似しており、デッキとボトムの外板をロンジで補強し、縦通隔壁と横通隔壁で格子状に補強された構造とします。ターミナルビルのように重荷重となる浮体基盤は浮力と相殺するように浮体深さを増加して対応します。空港ターミナルビルは、10t/m²となるため、この部分の喫水は、単純にターミナル直下の浮力と釣り合わせるために10m必要となります。

滑走路上は、大型航空機の離着陸の衝撃荷重に耐えるとともに、墜落時の損傷についても緊急補修が可能なことが要求されます。また、進入灯との取り付け方法や滑走路の埋込方法など設計上工夫の必要な箇所があります。係留施設は、想定される自然条件下において、巨大浮体を安全に係留し、使用目的に合致した移動量に制限することが求められます。一般的には移動量の少ない係留ドルフィンーフェンダー方式が

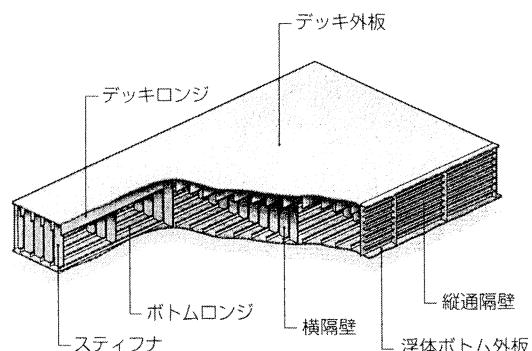


図-2 メガフロート浮体部の基本構造

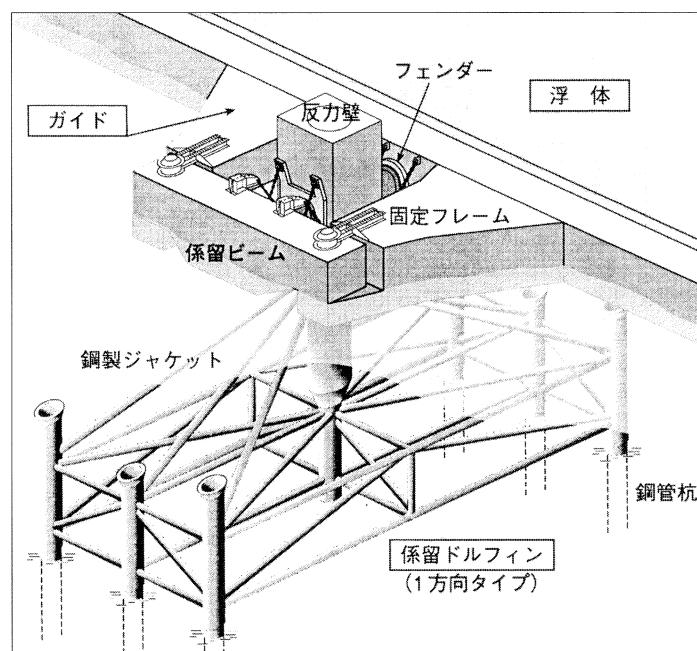


図-3 係留ドルフィン概念図

適当と考えられています。図-3はメガフロート空港をモデルに使用した係留施設の概念図です。この構造は、十分な係留耐力を有すること、温度変化による鋼製浮体の伸縮に対応可能であること、波浪や潮位による上下変化に対応出来ること、係留ドルフィンの天端高さを低く押さえることが可能であり、空港では建造物の高さを転移表面以下にすることが要求されます。

メガフロート空港の設計に適用される主要な設計基準類は、以下の通りです。

1. 國際民間航空機構 (ICAO) の基準及び勧告
2. 空港土木施設設計基準

3. 空港土木工事共通仕様書
4. 港湾の施設の技術上の基準・同解説
5. 海洋建築物構造設計指針（浮遊式）同解説
6. 鋼船規則集

(以下次号)



浮体の復原性について（2）

SRC News No.48に続き、浮体の復原性について紹介する

4. 自由水を有する箱船のメタセンタ

幅B、喫水dの箱船の船底全体に深さwの自由水がある場合のKMは次式で与えられる。

$$KM = w + \frac{1}{2}e \quad (12)$$

$$e = d - w \quad (13)$$

eは、いわば船内の喫水である、「船底全体に涉る自由水を有する場合のメタセンタは、自由水の水面と船外の水面の真ん中になる」ことを示している。

ただし、(12)式は、自由水の水面が、図-8のa)に示すように、ヒールした状態でも自由水が船底全体を覆っている場合に適用できる式で、b)に示すような部分的な自由水の場合には適用できない。船底全体に涉る自由水を有する場合の復原性は悪いので自由水を複数の区画に区分する方法がある。図-9がそれで、船底全体を覆う深さwの自由水をN個の等間隔の区画に区分した場合のKMは次式となる。

$$KM = w + \frac{1}{2}e + \frac{B^2}{12e}C_N + \frac{B^2}{24e}C_N \tan^2 \theta \quad (14)$$

$$C_N = 1 - \frac{1}{N^2} \quad (15)$$

eの定義は単一区画の場合と同じである。

(14)式の右辺第1、2項は(12)式と同じである。それに、箱船の式の右辺第2、3項にCNを乗じた項が加わっている。

(SRC News No. 48)

図-9のb)に示すように、N=1ではCN=0となり(14)式は(12)式に帰着する。

また、N→∞ではCN→1となり、w=0とすると(14)式は図-9のc)に示すように、自由水の部分を除いてe=d-wを改



図-8 (12)式の適用範囲

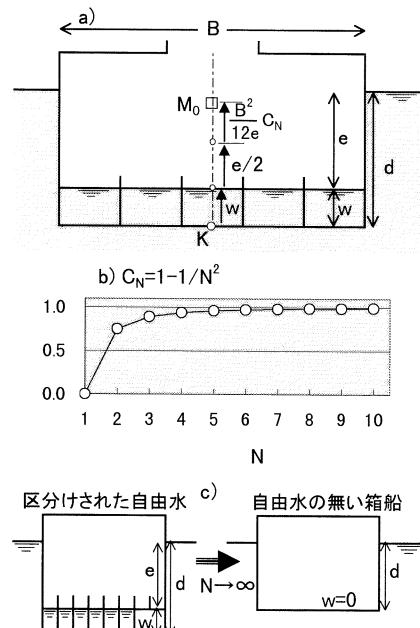


図-9 自由水を仕切ったときのメタセンタ

めて喫水dと見なすと自由水の無い箱船の場合と同じになる。

CNは、N>2でほとんど収斂している。すなわち、船底全体に自由水がある場合でも、それを数個の区画に仕切ることによって、自由水が無い場合とほとんど同じKMを得ることができる。

参考のため、図-10のように自由水が船底から高さHの位置に有る場合のKMを次式に示す。

$$KM = w + \frac{1}{2}e + \frac{B^2}{12e}C_N + \frac{B^2}{24e}C_N \tan^2 \theta - \frac{w}{e}H \quad (16)$$

本式でも、eの定義は(13)式と同じである。(16)式は、(14)式からwH/eを引いた式となっており、通常の船において

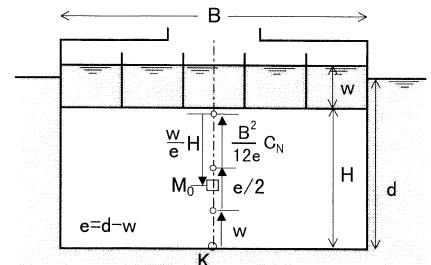


図-10 自由水が上部にあるときのメタセンタ

重量物を上部に搭載した場合と同じで、KMが小さくなる。

5. エアクッション方式の浮体

エアクッション方式の浮体とは、図-11のa)に示すように、浮体下部に空気室を設け、空気室の圧力を浮体外の圧力すなわち大気圧より高くして、その圧力差で浮体の重量を支える方式である。空気室内圧力Pが大気圧PAより高い分だけ空気室内の水位は浮体外の海面より低くなるが、その量をeとすると、次式が成立する。

$$P - P_A = \rho g e \quad (17)$$

$$\Delta = (P - P_A)LB = \rho g LB e \quad (18)$$

ここに、 ρ は海水の密度(空気の密度は無視する)、gは重力の加速度、LとBは浮体の長さと幅、 Δ は浮体の重量である。空気室内の圧力を上げ水位を低下させることにより排除された水の体積はLB e であり、重量は $\rho g LB e$ である。「浮体が排除した流体の重量の分だけの浮力が発生する」というアルキメデスの原理が成立している。浮体の Δ/LB が大きい場合は、空気室内の圧力を大きくして(→水位差eを大きくして→排除する海水の量を多くして)それを支える。

図-11のb), c)は波浪中における浮体各部の浮力を戲画的に示した図である。

b)のポンツーン方式(箱船)においては、波の山になる部分では浮力が大きく、

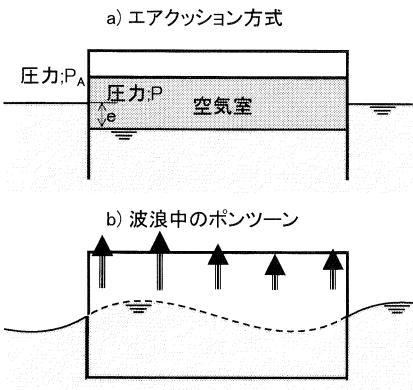


図-11 エアクション方式浮体と
波浪荷重

谷の部分では浮力が小さい。波は進行するので、浮体は空間的にも、時間的にも浮力の変動を受ける。メガフロートのような大型浮体の場合、 B/d が大きいので(5)式で示すように \bar{KM} は充分大きく、復原性が問題になることはないが、波浪による浮体の弾性変形が無視できない程度の大きさになり、防波堤等が必要となる。

他方、エアクション方式の場合は、図-11のc)に示すように、浮体の長さないし幅が波の波長の整数倍のときは空気室の体積は変化せず、従って空気室内圧力も変化しないから、波の山谷に応じて浮力が変化することは無い。波長の整数倍になつていなければ、空気室の体積・圧力は時間的には変化するが、空気室内圧力の空間的变化は小さいと考えられないので、波の山谷に応じた浮力の変化は小さく、ポンツーン方式の場合に比べて、波浪による浮体の弾性変形が小さくなることが期待される。しかし、図-11に示すエアクション方式の浮体においては復原力が小さく、何らかの工夫が必要となる。

以下では、エアクション方式浮体の復原性について示す。

6. エアクション方式箱型浮体のメタセンタ(単一空気室の場合)

図-12に示すように、一つの空気室で浮体を支える場合の \bar{KM} は次式で与えられる。

$$\bar{KM} = w + \frac{1}{2}e + eR\theta^2 + \dots \quad (19)$$

$$e = d - w \quad (20)$$

$$R = \frac{e+f}{\kappa(e+PA/\rho g)} \quad (21)$$

ここに、 d は喫水、 w は空気室内水位、 e, f は浮体外水面から空気室内水面、空気室上面までの距離である。図-12のb)に示すように、空気室上面が浮体外水面より下に有る場合は $f < 0$ とする。 $e+f$ が空気室の高さになる。 κ は気体の比熱比、 PA は大気圧、 ρ は海水の密度、 g は重力の加速度である。(19)式は、空気室の高さにかかわらず成立するが、ヒールして空気室内水面が空気室上面に至るような場合には成立しない。

(19)式の第3項以降は2次以上の微少量なので、ヒール角 θ が小さい場合、4.で記述した船底全体を覆う自由水を有する箱船の場合と同じ式となる。 \bar{KM} は小さく、充分な復原性は期待できない。しかも、 θ^2 の項の係数がマイナスなので、ヒール角が大きくなるに伴い \bar{KM} が小さくなる。

なお、 R は e, f で決まり、 $e=5m$ ($P=1.5$ 気圧)、 $f=10m$ とすると $R \approx 0.7$ となる。以下に、ヒールした場合の浮体外水面から空気室上面までの距離 f の変化を示す。

$$f_1 = f_0 + \frac{1}{2}B\tan\theta + \frac{1}{2}e_0R\theta^2 + \dots \quad (22)$$

$$f_2 = f_0 - \frac{1}{2}B\tan\theta + \frac{1}{2}e_0R\theta^2 + \dots \quad (23)$$

$$\frac{f_1 + f_2}{2} = f_0 + \frac{1}{2}e_0R\theta^2 + \dots \quad (24)$$

f_1 はヒールしたときに浮き上がる側の船側における値、 f_2 は沈む側の値である。添

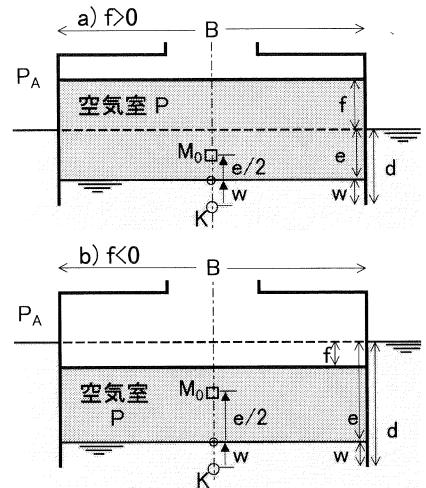


図-12 エアクション方式浮体と
波浪荷重

え字0は、ヒールしていないときの値であることを示す。次に、空気室内圧力 P 、空気室内水位 e の変化を示す。

$$P = P_0 \left(1 - \frac{1}{2}e_0R\theta^2 + \dots \right) \quad (25)$$

$$e = e_0 \quad (26)$$

ヒールしても e は変化しない。これは、ヒールしても、(浮体の重量) = (浮力)の関係が変化しないことによる。ヒール角が小さい場合は f の平均値や P の変化も小さく、空気室内体積、空気室内圧力は實際上不变と考えて良い。

福岡市 小呂島航路旅客船「ニューおろしま」について

はじめに

福岡市には、博多湾内の能古島、湾口部の玄界島、そして玄界灘に小呂島があり、それぞれの航路には市営の船が運航されている。

今回は、当センターが航路調査から基本設計・建造監督を実施した、市の最北端に位置する小呂島に就航した「ニューおろしま」の概要について報告する。

一般計画

本船の航路は、博多湾口から約30km沖の玄界灘に浮かぶ小呂島と博多湾の姪浜を結ぶもので、秋から春にかけて気象・海象の厳しい海域にある。

こうした厳しい海域での生活航路としての使命を果たすべく、高速化を図り、優れた耐航性と乗り心地にも配慮し、信頼性の高い島民の足となるべく計画された。

(1) 工程

航路調査、基本設計および建造監理

(財)日本造船技術センター

建造 神原海洋開発(株)

起工 平成11年7月

進水 平成12年2月

就航 平成12年4月

(2) 主要目等

全長 28.7m

幅 6.2m

深さ 2.6m

計画喫水 1.1m

総トン数 73トン

載貨重量 14トン

航海速力 21.5ノット

最大搭載人員 65名



(3) 主機関等

高速ディーゼル機関 2基

MTU/DDC 12V2000M70

連続最大出力 1,015PS×2

発電機用機関 50PS×1,800rpm

ヤンマー・ディーゼル YMGN40B2

ブラシレス交流発電機 40KVA

(4) 特別設備等

CMG減揺装置 6台

荷役装置 ベルトコンベア1基

ローラコンベア5基

特徴

(1) 船体

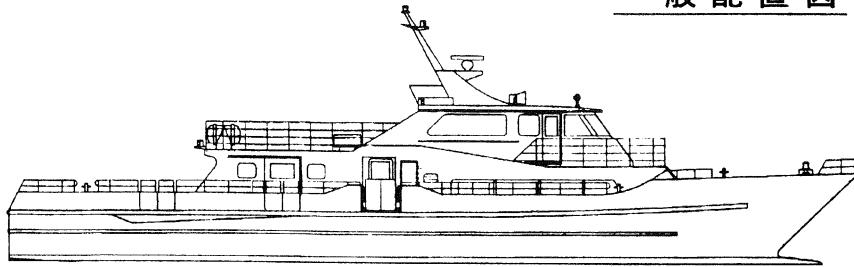
本船は、船用アルミ合金製の単胴型客船であり、航行区域は限定沿海となっている。気象海象の厳しい海域での安全運航を期して、船型はもとより、客室配置においても、重心位置の低下と風圧側面積の減少を図るため、一部を甲板下に下げるなどの工夫が凝らされた。

(2) 貨物室

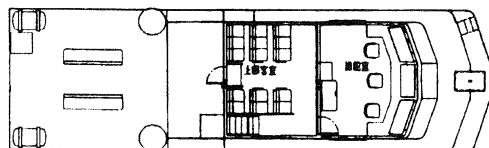
本船は、生活航路の足として使用される一方、生活物資の的確な輸送が大きな使命の一つとなっている。

そのため、後部甲板上には、多目的貨物室を設けて積荷の安全を確保し、特殊な積荷としてプロパンガス専用積載エリアが設けられている。これらの日常的な荷役の利便性を確保するため、電動ベルトコンベアやローラーコンベアが設備されている。

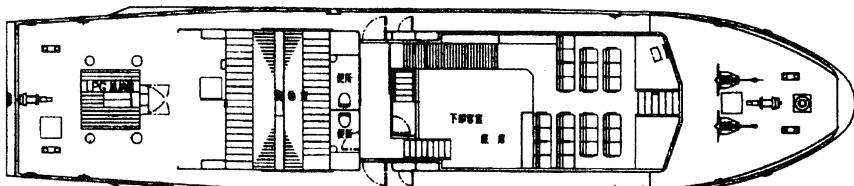
一般配置図



船橋甲板



上甲板



(3) 減揺装置

航路の海象が厳しいことから、少しでも乗り心地の改善を図るべく船体運動の減少策が検討された。代表的な船体動揺である横揺れと縦揺れの減揺を図ることとするも、船の規模や性能と対効果との関係で難しい選択となつた。横揺れにあつては、重心降下と減速時や停船時（安全荷役）での効果を期し、ジャイロ効果により減揺モーメントを発生するCMG減揺装置が選択され、縦揺れについては船型的に対処することとなつた。

おわりに

高性能化された「ニューおろしま」は、小呂島住民をはじめ関係者の大きな期待を背に就航しました。その安定した性能は、島民の堅実な足となり、生活環境整備の一環としての利便性の向上に、大きく寄与するものと思われます。

なお、本船の基本設計および建造監理を進めるにあたり、常に積極的なご支援とご高配を賜った、福岡市港湾局のご関係者各位に厚くお礼申し上げます。また、建造に当たっては、神原海洋開発（株）をはじめ関係メーカー各位が、高度な技術と誠意をもって努力されたことを付記します。

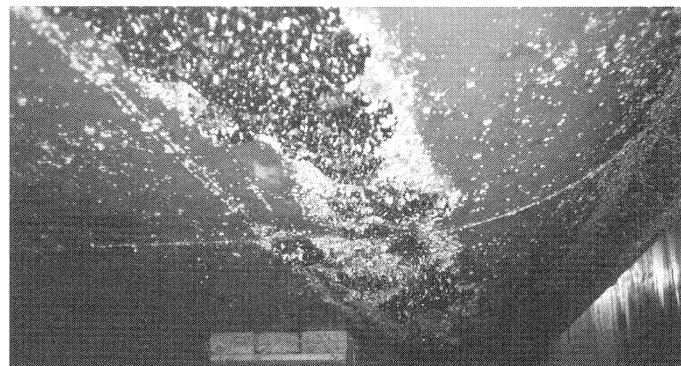
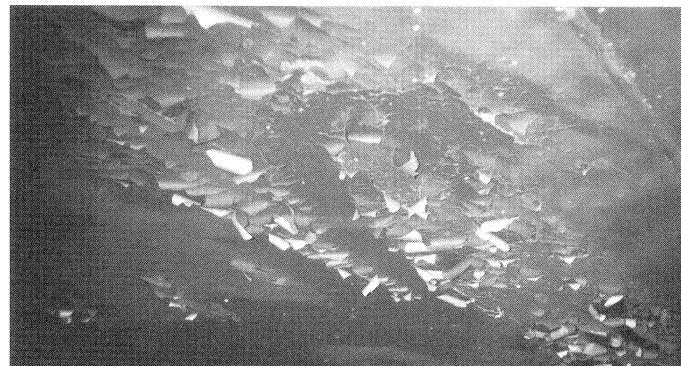


船体外板塗膜の汚損と損傷評価について

海は生命の母といわれ、多様な生物に満ちあふれています。又、海水はその化学成分により金属にとっては腐食媒体です。海洋に就航する船舶は常に生物による汚損と化学的腐食の環境に置かれており、船体外板の汚損と傷みによる推進性能の低下は運航経済性上の中重要な問題です。処女航海前にきれいに仕上げられた外板塗膜の表面にはすぐに微細なバクテリアが住み着き、増殖してスライムと呼ばれるゼリー状の膜が形成され、これを餌にする動物プランクトンが住み着き、更に順次大型生物へと食物連鎖のピラミッドを形成しつつ汚損が進行していきます。約1年間の就航の後、入渠して汚損を落とし、再度塗装施工して出渠し、就航して行きます。しかし、就航中や入渠中の施工の際に塗膜は損傷し、再塗装によっても完全には元の状態に戻らず、性能も低下します。

汚損や塗膜の傷みによる推進性能への影響は船舶の就航実績記録の整理・解析により調べられてきました。しかし、膨大な航海記録の中から互いに整合性のある有意なデータを抽出し、風浪や潮流等の環境外乱影響をはじめ色々な影響の除去して、それでもばらつきの大きな解析結果の中に有意な情報を見出す洞察力が必要です。

船舶は入渠直後に主に塗料施工計画立案を目的に汚損と塗膜の状況観察がなされます。BSRA方式粗度計測装置による船体表面数十カ所に及ぶ位置での粗度計測が実施されることもあります。汚損は(i)スライム、(ii)フジツボ等の動物、(iii)海藻等の植物、塗膜の傷みは(iv)ふくれ、(v)はがれ、(vi)錆等の状況をそれぞれ5段階に区分して評価します。評価は5が最も軽微で、4, 3, 2と厳しさを増し、1は最もひどい状況を示します。この様な評価データと就航実績解析により得た平均粗度、さらには粗度計測装置による平均粗度との関連付けが課題となります。就航実績解析は実にゆううつな仕事です。簡便でかつ要点を押さえた方法が望まれます。以下、簡易解析法を提示します。すなわち、



入渠直前、出渠直後の2~3航海における速力、排水量及び燃料消費量が与えられたとします。なお、これらは、航路、位置、針路、海象、載荷状態等の条件が近い状況で得られたものである事が望ましいことは云うまでもありません。以上から入渠前の平均アドミラリティ係数 $Cadm(F)$ 、及び出渠後の平均アドミラリティ係数 $Cadm(A)$ を求めます。入渠前の性能には、(a)新造船の平均粗度、(b)入出渠の繰り返しにより集積した新造時状態に戻らない塗膜の傷みに対応する平均粗度(経年変化影響)及び(c)前回の入・出渠以降蓄積した汚損に対応する粗度のそれに対応する粗度修正係数の合計が入っている事、入渠前出渠後での推進効率に変化はないと仮定すると、(c)汚損に対応する粗度影響係数は $(Cadm(A)/Cadm(F)^{-1}) \times Ca$

により得られます。 Ca は出渠後の状態に対する全抵抗係数で剩余抵抗係数、滑面平板の摩擦抵抗係数、(a), (b)に対応する粗度修正係数の合計です。ここで(a)の粗度修正係数はBSRA方式による平均粗度を100~150 μ として国際水槽会議の式(ITTC1972)によるものとし、(b)の粗度修正係数は公表された文献記載値より0.05E-3/年とします。なお、6年以降は変化なしとします。新造時のアドミラリティ係数があれば、出渠後のデータから(b)の粗度修正係数が得られます。以上より得た(a), (b), (c)の粗度修正係数を合計し、国際水槽会議の式により対応するBSRA方式平均粗度が得られます。このようにして、汚損や経年変化に対応する平均粗度が得られるはずです。実績データによる評価については次号に紹介します。

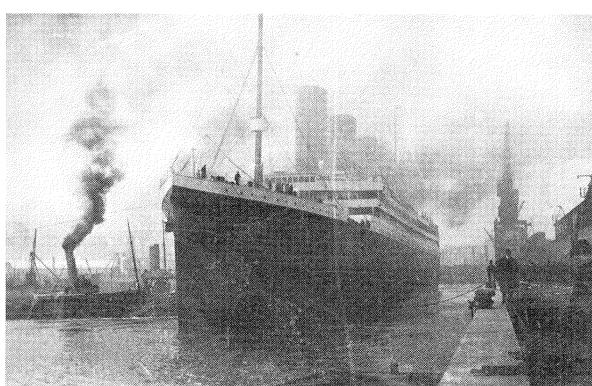
雑感

20世紀100年間については、いろいろな観点からの評価がなされています。戦争の世紀、改革の世紀、科学技術の世紀…とあります。間違いなく人類の歴史上最も急激な変化の時代であったと言えましょう。20世紀の初め頃の風景写真と現代のそれとを比較するとその感を深くします。

写真はラッシュアワー時のロンドンの一風景です。自動車も見えますが、大部分は馬車で通勤しています。シャーロックホームズの活躍の場、夏目漱石が見た100年前の風景とハイウェーの上で立ち往生する現在の自動車群を比べて良く似たものと思います。

下の写真は働く女性です。女性の社会進出は現在でも時の話題ですが、この様な所で社会進出を果していたといえるでしょう。

しかしながら、都市を離れた田舎では伝統的な風景が息づいていました。



編集後記

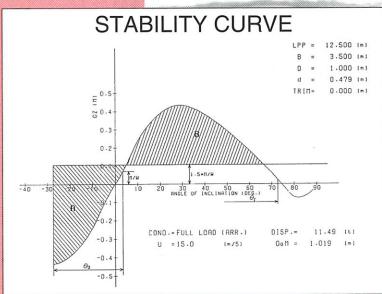
今年は昨年のコンピュータ2000年問題のような騒ぎもなく、穏やかに21世紀が開けました。100年前は日露関係風雲急を告げる国の存亡に関わる緊迫感の中で、20世紀を迎えましたが、21世紀も内外の課題山積みの中での多難なスタートとなりました。改革は省庁改編や造船大手各社の統合等いろいろな分野において進められようとしています。造船技術センターにあっても、メガフロートグループ発足をはじめとして改革の正念場が始ろうとしています。

冬来たりなば 春遠からじ
早春賦に唄われるうぐいすのように、来るべき時代に向けての期待をもちつつと改革への努力を続ける所存です。(K.T.)

新造船と復原性



船名 満点丸



宮城県亘理町を母港とし、阿武隈川河口部を中心とした仙台湾を主漁場とする小型遊漁兼用船。本船は、総トン数を10トン未満としており、主要寸法的な制約の中、主機関の据付け位置などに工夫を凝らし、最大復原てこ約40cm以上と安定した性能を示している。

用途	小型遊漁兼用船
船主	武田 義光
造船所	松川造船株式会社
竣工	平成12年10月
総トン数	9.1トン
航行区域	限定沿海
主要寸法(m)	長さ × 幅 × 深さ 12.92 × 3.47 × 1.33
主機	連続最大出力 600PS
最大速力	28.0ノット
旅客定員	15名

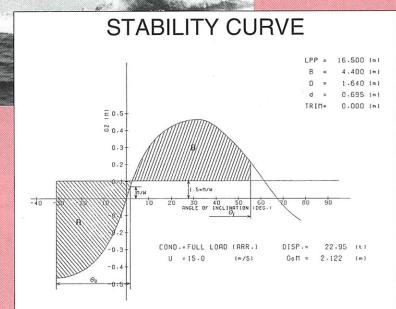


船名 フェニックスクイーン

用途	旅客船兼作業船
船主	守 淳
造船所	株式会社 平山造船所
竣工	平成12年4月
総トン数	19トン
航行区域	限定沿海
主要寸法(m)	Lpp × B × D 16.50 × 4.40 × 1.64
主機	連続最大出力 600PS 回 転 2450 基 数 2基
試運転最大速力	26.2ノット
旅客定員	50名

神奈川県横浜市を母港とし、東京湾及び千葉・神奈川・静岡の沿岸海域を主業務エリアとする旅客船兼作業船。

本船は、フライブリッジを有し若干重心位置が高目となっているが、十分な乾舷高さを確保することで、最大復原てこが約45cm以上と、安定した性能を示している。



申込みの受付

試験等の申込み、問合せは右表の番号までお願いします。

〒171-0031 東京都豊島区目白1-3-8
TEL 03-3971-0266 FAX 03-3971-0269

財団法人 日本造船技術センター(SRC)

① ダイヤルイン番号

- 役員及び総務部 03-3971-0266
- 技監(流体) 03-3971-1074
- 流体技術部長 03-3971-0259
- 流体技術部長代理 試験課 03-3971-0268
- 流体技術部 機械課 03-3971-0296
- 海洋技術部 03-3971-0267
- 海洋技術部長代理(営業) 03-3971-0285
- 海洋技術部長代理 03-3971-0298
- 海洋技術部(プロマネ) 03-3971-0297
- 浮体(メガフロート) 技術部 03-3971-1087

② ファックス番号 (ISDN)

03-3971-0269

③ 留守電番号

03-3971-0266

(注) 6本はNTT局線