

I 次の2問題（I-1，I-2）について解答せよ。

I-1 次の4設問のうち2設問を選んで解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ2枚以内にまとめよ。）

I-1-1 船からのCO<sub>2</sub>排出量を表す指標として、例えば主機からの排出量に関しては下式のような指標が考えられている。次の問いに答えよ。

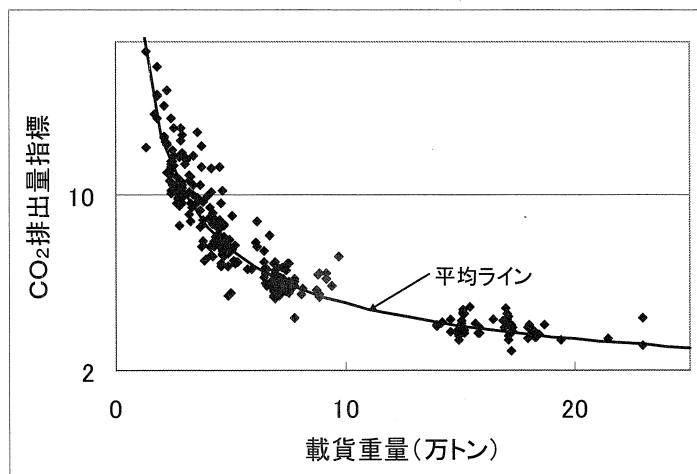
$$\text{CO}_2\text{排出量の指標} = \frac{\text{SFOC} \times \text{主機出力}}{\text{載貨重量} \times V_s} \times \text{CO}_2\text{係数}$$

ただし、SFOC：単位時間・出力あたりの燃料消費量

主機出力：航海速力V<sub>s</sub>を出すために必要な主機出力

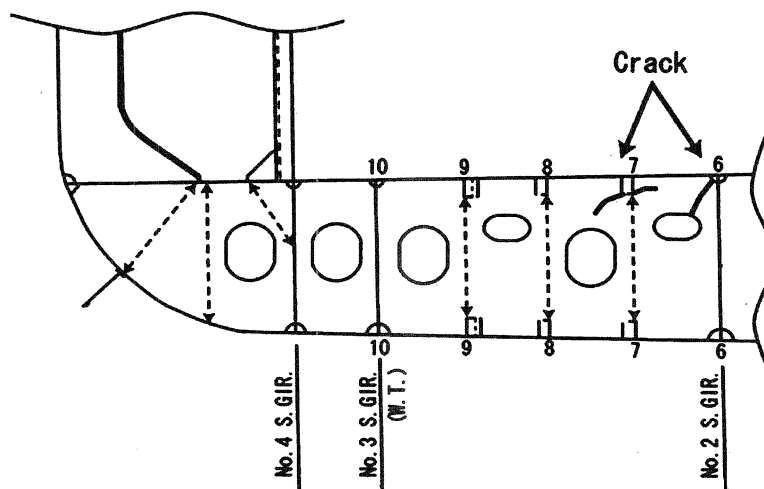
CO<sub>2</sub>係数：単位燃料当たりのCO<sub>2</sub>排出量

- (1) 上式の波線の箇所が、トンマイル当たりの燃料消費量を表すことを示せ。
- (2) 下図は、横軸に載貨重量を縦軸に上記指標をとり、ある船種についてプロットしたものである。図で平均ラインが右下がりになっているが、右下がりとなる原因を、推進抵抗の観点から3つ挙げよ。
- (3) 下図で、この指標の平均ライン以下になるように設計することが求められるようになった場合、あなたは船の設計を行う際、どのようなことを考えて船型の設計を行うか述べよ。



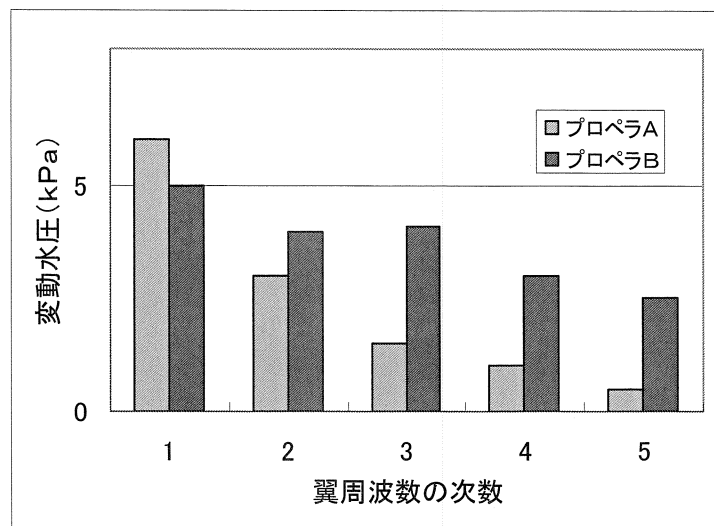
I-1-2 自動車運搬船において、船体中央部付近の二重底バラストタンク内フロアと内底板縦通肋骨の貫通部から、クラック損傷が生じた。この損傷は、反対舷の対称位置にあたる二重底バラストタンクにも同様に生じており、下図に示す構造詳細箇所にクラックが発生していた。次の問いに答えよ。

- (1) クラック損傷の原因としてどのような事が考えられるか。可能性が考えられる原因を列挙し、その損傷原因を特定するためには、何をなすべきか。考えられる原因ごとに、なすべき調査項目・分析作業等を具体的に説明せよ。
- (2) あなたが本船建造ヤードの技術部門担当であるとする。上記(1)のうち、あなたの経験に照らして、最も可能性が高いと考える損傷原因を1つ特定し、明示せよ。さらに、その原因が正しいと仮定して、本船への損傷対策として技術的に何をどう改めべきか、また今後の建造船に対しては如何なるフィードバックをなすべきか、あなたの見解を述べよ。



I-1-3 プロペラ上方の船体に圧力センサーを付け、圧力変動を計測した。その計測結果に対し、スペクトラム分析を行ったところ、下図のような結果が得られた。次の問いに答えよ。

- (1) 下図の縦軸はプロペラ変動圧力と呼ばれるものであるが、それは主に何に起因するものか。また、この変動圧力は船尾の船体に分布しているが、積分したものは何と呼ばれ、その低次成分は何に影響を与えるか。
- (2) 下図のプロペラBはプロペラAに比べ、高次成分も高めに出現している。その理由として考えられるものは何か。また、このような高次成分は何に影響を与えるか。さらに、このような現象を防ぐ対策を述べよ。



I-1-4 ASME（米国機械学会）圧力容器コードなど多くの構造物の設計分野において、Design by RuleからDesign by Analysisへの動きが知られているが、昭和40年代前半から我が国造船設計の分野で広まり始めた、直接強度設計の流れもこれに連なる変化であった。次の問いに答えよ。

- (1) その後今日に至るまで、直接強度計算法は広く深く造船設計において浸透しつつあるが、その理由はどのような点にあるか。直接強度計算法ないし直接強度設計法の概要を述べると共に、造船分野で普及していった理由について説明せよ。
- (2) また、今日の直接強度計算法ないし直接強度設計法の利用状況を踏まえて、内在する問題点や今後の課題・開発方向などについてあなたの見解を述べよ。

I-2 次の5設問のうち2設問を選んで解答せよ。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。)

I-2-1 実海域性能について、次の問いに答えよ。

- (1) 図1は実海域における速力低下の概念図である。図1で、①～③はどのような影響と呼ばれ、かつそれは何が原因によるものか述べよ。
- (2) 図2は肥大船の波浪中抵抗増加(規則波中)の応答関数を表したものである。図2中の①、②の成分はどのような影響によるものか。また、①は船体形状のどのような要素に大きく影響を受けるか。
- (3) 船が10m/sの風を正面から受けながら15.5Knots(約8m/s)で進んでいるとき、無風状態に比べ風圧抵抗はいくら増加するか。ただし、正面風圧力係数 $C_x=0.7$ 、正面投影面積 $600\text{m}^2$ 、空気の密度は $0.125\text{kgf/m}^4\cdot\text{s}^2$ とする。

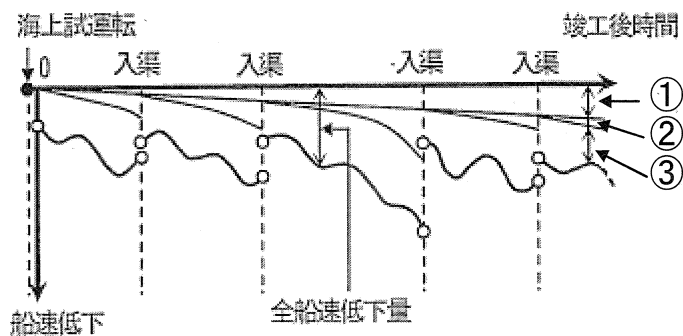


図1 実海域における船速低下概念図

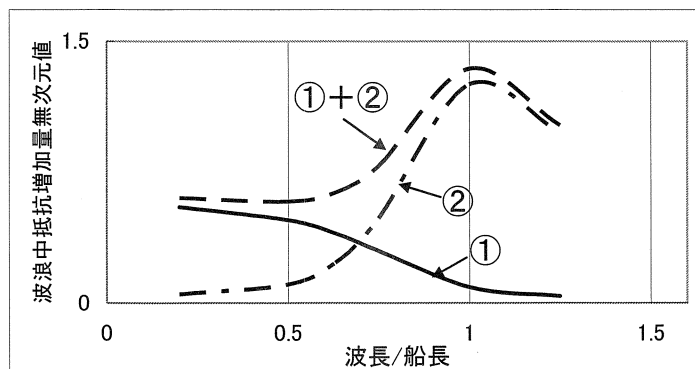


図2 肥大船の波浪中抵抗増加の応答関数

I-2-2 国際海事機関（IMO）では、船舶海洋分野における国際規則作成のために、総合的安全評価法FSA（Formal Safety Assessment）の指針が導入され、IMOでの国際基準作りの基盤ツールとして実用化の途上にある。総合的安全評価法FSAに関して、どのような考え方による手法か、現在までに適用が試みられた事例、など知るところを述べよ。

I-2-3 省エネ装置として、船尾に付加物を付けることで推進性能が向上する。船尾では、流れの剥離やビルジ渦と呼ばれる縦渦を伴った複雑な流れの中でプロペラが回転している。省エネ付加物と呼ばれる装置は、このような流れを改善するものもあれば、流れを利用して利得を得る装置もある。

この種の省エネ付加物の中から、プロペラの位置を基準にして前方に付けるものと後方に付けるものをそれぞれ2つ選び、その形状、付ける位置、原理について述べよ。

I-2-4 プロペラの回転数について、次の問いに答えよ。

- (1) 通常プロペラを設計する際、プロペラの回転数にマージンを持って設計を行う。その理由と、どの程度のマージンが適正か述べよ。
- (2) プロペラの回転が重い、あるいは軽いなどの表現をするが、軽いときや重いときとはどのような場合を言うのか。また、その場合どのような問題が生じるのか。
- (3) プロペラの回転数が計画と違った場合の対策について述べよ。

I-2-5 主船体は鋼材（軟鋼やHT鋼）で作られることが殆どであるが、船体に求められる機能を満たすために、主船体材料とは異なる材料を部分的に或いは大量に採用するケースがある。そのような場合に、主船体構造と異なる材料の境界部に使われるクラッド鋼について、適用部材や機能・効果など、知るところを述べよ。また、クラッド鋼の施工や設計において特に注意すべきことは何か、説明せよ。