

I 次の2問題（I-1, I-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

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 近年、大気汚染及び地球温暖化の国際的環境問題における船舶・海洋分野の対応動向として、国際海事機関（IMO : International Maritime Organization）において大気汚染面からNOx・SOx規制強化と温暖化面からCO<sub>2</sub>規制がスタートする。国際海運の主力原動機である低速2ストロークディーゼル機関において、電子制御機関の急進展と液化天然ガス（LNG）燃料焚きガス機関が注目されている。2000年代初めからコモンレール（燃料蓄圧管）システムといって、重油を常に高圧保持されるシステムにより燃料噴霧を超微粒子にして供給する方式が開発され、NOxなどの汚染物質を削減し、NOxとトレードオフ関係にあるCO<sub>2</sub>も低減される燃料噴射システムが実用化された。

自動車分野では、環境規制対応から複数の動力源を組み合わせたハイブリッド（Hybrid）システムが実用化・普及しているが、船舶分野においても電子制御機関の急進展とともに次世代船舶用ハイブリッドシステムの研究・開発が進められている。

また、液化天然ガス（LNG）燃料焚きガス機関が、NOx低減及びSOx排出ゼロのクリーン内燃機関として近年注目されている。岩盤から原油や天然ガスを抽出する手法「オイルサンド・シェールガス」が北米で開発されるなど、原油及び天然ガスの供給力が拡大する動向となっている。

- (1) 低速2ストロークディーゼル機関に適用されている燃料噴射系及び排気弁駆動系の電子制御システムについて、これらの作動メカニズムについて概説せよ。
- (2) 電子制御機関によるハイブリッド化への優位性とそのシステムについて述べよ。
- (3) LNG燃料を船用ディーゼル機関に使用する長所と短所について述べよ。

I-1-2 図1は燃料液滴の点火おくれと温度の関係を、また、図2は燃料噴霧のそれを示す。両図の傾向について、下記の問いに答えよ。

- (1) 図1において、 $\tau = \tau_p + \tau_c$ が成立つとし、 $\tau$ 、 $\tau_p$ と $\tau_c$ の温度依存性について述べよ。但し、 $\tau$ は平均の点火おくれ、 $\tau_p$ は物理的点火おくれと $\tau_c$ は化学的点火おくれをそれぞれ示す。

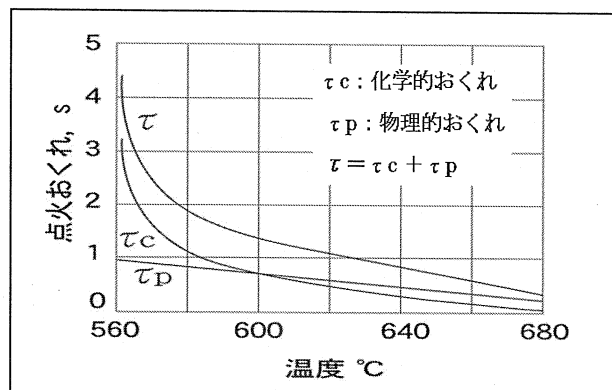


図1 燃料液滴の点火おくれ [熊谷, 燃焼, 70(1976), 岩波全書]

- (2) 図2に示される、燃焼容器内空気圧力を変数（パラメータ）とした燃焼容器内空気温度と点火おくれの関係から、燃料噴霧の点火おくれに及ぼす空気温度依存性と空気圧力依存性を比較して述べよ。

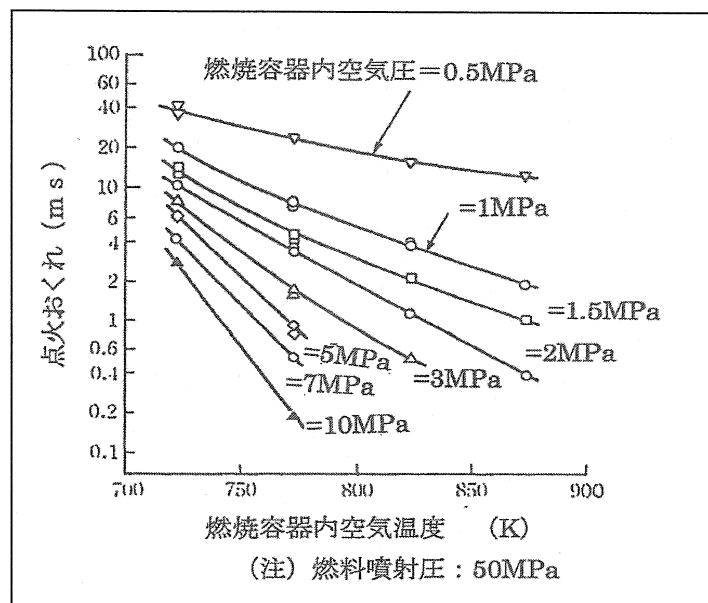


図2 燃焼容器内空気温度が点火おくれに及ぼす影響 [小西他, IHI Engineering Review, 5, 4(1985-7), 227]

- (3) 問い(1)・(2)に示す温度及び圧力依存性を考慮し、高温・高压である燃焼室におけるディーゼル機関の燃焼制御（改善）はどのように為されるべきかの考え方を述べ、その考え方に基づいた燃料噴射系統、燃焼室形状と給気（掃気）システムについて、それぞれ説明せよ。

I-1-3 船用主機としての低速2サイクルディーゼル機関の過給システムは、1980年代に動圧から静圧過給方式が採用され、現在に至っている。両方式の比較を下图に示す。

(1) 大形船舶の推進機関として、静圧過給方式が主流となった背景について述べよ。  
 (2) 動圧と静圧過給方式の特性（長所短所）及び、適用目的（理由）などについて比較・概説せよ。

(3) 一般的に、低負荷域での長期運転は不可能である。低負荷域運転の多い航行パターンの場合に対して、最近、様々な過給システム技術が開発されている。

その対応事例を2つ挙げ、概説せよ。

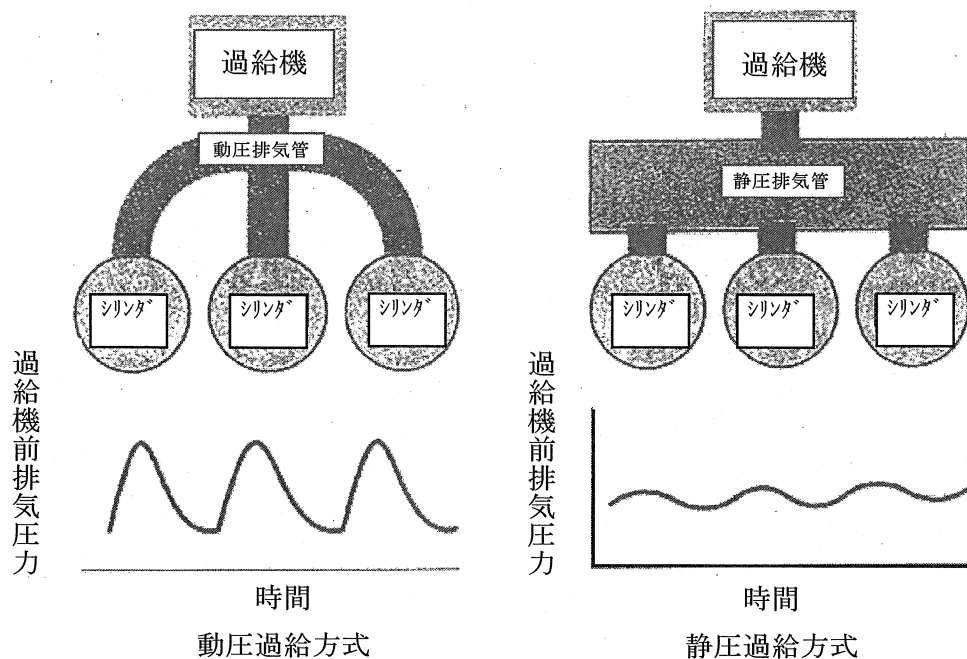


図 動圧・静圧過給方式比較

I-1-4 船用機関は厳しい摺動環境、腐食環境にあり、機械部品の耐腐食性、耐摩耗性が要求される。このため、機械部品には表面処理が行われ、長寿命化が促進される。表面処理法は用途に応じ選択される必要がある。表面処理にはめっき法、溶射法、PVD・CVD法などがあるが、これらのうち2種類以上を選び、それらの特徴、問題点及びその解決法について記述せよ。

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 PS：機関出力，D：シリンダ内径，Pme：正味平均有効圧力，Cm：平均ピストン速度とすると，

$$PS/D^2 \propto Pme \cdot Cm \text{ ..... ①}$$

ここで， $Cm = (ST \times N)/30$  [m/s]，ST：ストローク [m]，N：回転速度 [rpm] なる関係，つまりシリンダ内径を一定とすると，軸出力は正味平均有効圧力と平均ピストン速度との積に比例することになる。このPmeとCmの積を出力率といい，従来よりこの出力率を上昇させる研究開発が続けられ，特に排気ターボ過給の時代になってから，急速に進歩した。最近の高出力プロペラ推進船のディーゼル機関は，縦方向に長い (ST/D比が大きい) のは，どのような理由によるか，式①を用いて説明せよ。

I-2-2 各種回転装置において、フレッチング摩耗（コロージョン）による損傷が発生する。一般的事例として、軸はめあい部とねじ結合部の発生個所（F）を下図に示す。  
フレッチング摩耗のメカニズム及び、損傷が生じた理由（原因）・防止法について述べよ。

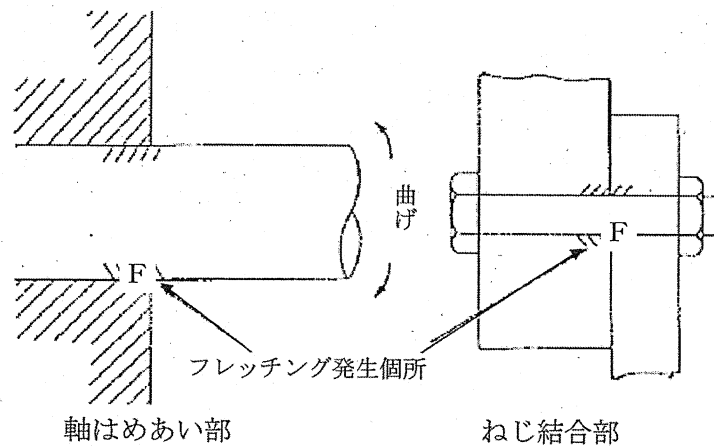


図 フレッチング摩耗発生事例

I-2-3 一般的に、重質油の安定性とは凝縮したアスファルテンの沈殿物の生成度合を指す。安定性のよい重質油中のアスファルテンは、下図に示すようにミセルを形成し、分散質（分散相）として液状の炭化水素から成るマルテン（分散媒）中にコロイド状態で懸垂しているとされている。

- (1) 下図を用いて、安定性が悪くミセルの形成がくずれるメカニズムを説明し、その場合に燃料油系統に生ずる障害について5項目列記せよ。
- (2) 船舶に給油された重質油は、少なくとも清浄であるとともに必要な貯蔵安定性を有していなければならない。加えて、混合安定性と熱安定性にも優れている必要がある。これら3つの安定性はどのように定義されているか、説明せよ。

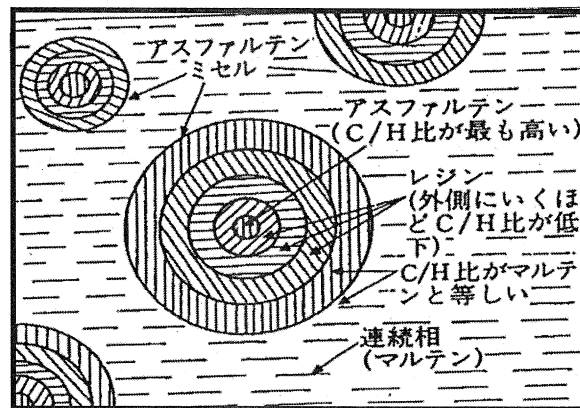


図 アスファルテンミセルの仮想図 [花島他, 燃料油, 173(1994), 山海堂]

I-2-4 金属材料の疲労限度線図を描き、部品の疲労強度評価方法について説明せよ。

I-2-5 潤滑の状態を表すストライベック線図を描き、流体潤滑、混合潤滑、境界潤滑のそれぞれの潤滑状態について説明せよ。