

2024年度(第23回)日本造船工業会「社会人教育」(機関コース)講習会講義概要  
担当 畔津昭彦(東海大学) 塚本達郎(東京海洋大学) 伊藤恭裕(元新潟原動機)

ディーゼル機関は熱効率が高く、また中低速機関では低価格の重質油の使用が可能であり、船舶では主機関および発電用機関として幅広く使用されている。その一方で、窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)及び粒子状物質(PM)の排出量は他の熱機関と比べて多く、環境保全の観点からこれらの削減が課題となっている。また2023年7月には、2018年に採択されたIMO(国際海事機関)のGHG削減戦略が改訂され、2050年頃までに国際海運からのGHG排出をゼロとすることとなった。船用ディーゼル機関においては、さらにカーボンニュートラルに向けた燃料製造や機関の研究・開発が急務となっている。ここでは計9回の講義とそれに付随した演習問題において、船用ディーゼル機関の燃焼技術と熱効率改善技術や環境対応技術及び化石燃料に代わる新燃料の特性などについて学習し、船用ディーゼル機関に関する基礎的事項を習得する。

1. 第1回講義：内燃機関基礎概説(担当 畔津)

(授業目標・目的)

船用機関の特徴をより理解するために、熱機関全体について学ぶとともに、熱効率改善、エネルギー有効利用の考え方の基礎を習得することを目標とする。

(講義概要)

熱機関の基本的構造は、その理想サイクルを実現しようとして、必然的に生み出されてきたものである。ここでは熱機関の歴史的側面を踏まえながら、各種熱機関サイクルの意義を再考察するとともに、船用主機関に採用されているターボ過給機、ガスエコノマイザ等の熱力学的意味とエネルギーの有効利用などについて検討する。

(シラバス)

1.1 熱力学の基礎(第1法則と第2法則)

1.2 熱機関サイクルと熱効率(各種熱機関の理想サイクルと複合サイクル)

1.3 熱機関のヒートバランスと各種損失

2. 第2回講義：船用ディーゼル機関の概説と熱効率改善(担当 塚本)

(授業目標・目的)

船用ディーゼル機関、特に大形2ストローク機関の特性について構造及び熱効率改善技術を理解することを目標とする。

(講義概要)

船用ディーゼル機関に関する様々な現象や機構について、機関出力、基本設計と理論、主要部構造の特徴並びにプロペラ推進システムの基本理念及び具体的な熱効率改善技術を講義する。

(シラバス)

## 2.1 機関出力

## 2.2 ディーゼル機関の基本設計に必要な主要目と基本理論

## 2.3 船用ディーゼル機関の主要部構造

## 2.4 船用ディーゼル機関の熱効率改善技術

### 3. 第3回講義：過給機とディーゼル機関性能（担当 伊藤）

(授業目標・目的)

ディーゼル機関の性能は過給機によって大幅に向上した。また、多目的・多用途に使用されるディーゼル機関は、過給機の最適な適合技術によってその用途を拡大してきた。近年は、省エネ・排ガス規制対応技術としても過給システムの役割が期待されている。本講義では過給機及び過給システムの総合技術を理解することを目的とする。

(講義概要)

過給機がディーゼル機関性能に及ぼす影響・効果を学ぶため、過給機そのものと過給システムを学ぶ。また、近年排ガス規制対応技術として注目されている二段過給システムや可変翼過給機・シーケンシャル過給システム等の動向について講義する。

(シラバス)

#### 3.1 ディーゼル機関の特性と過給

#### 3.2 過給機と過給システム

#### 3.3 過給機による機関性能向上

#### 3.4 過給機のマッチングとサージング

#### 3.5 様々な過給システムとその目的

#### 3.6 さらなるエネルギー回収

### 4. 第4回講義：基礎燃焼技術概説（担当 畔津）

(授業目標・目的)

船用機関の低公害化を考える上では、NO<sub>x</sub>等有害排気の生成原因を知る必要がある。ここでは燃焼の基礎と有害汚染物質生成機構の基礎と対策について学ぶ。

(講義概要)

船用ディーゼル機関の燃焼形態である噴霧燃焼は、その特性が拡散燃焼に近い。ここでは主として拡散火炎の特性と構造を学び、なぜ拡散燃焼・噴霧燃焼はNO<sub>x</sub>と微粒子を排出し易いかについて考察する。またIMOで規制の対象となっているNO<sub>x</sub>を中心として取り上げ、その生成機構と一般的な削減技術を学ぶ。

(シラバス)

#### 4.1 予混合燃焼と拡散燃焼

#### 4.2 燃焼温度

#### 4.3 NO<sub>x</sub> の生成機構と対策

#### 4.4 Soot、PM の生成機構と対策

### 5. 第 5 回講義：船用ディーゼル機関の環境対応（担当 塚本）

#### （授業目標・目的）

船用ディーゼル機関からの有害汚染物質の排出実態とそれらの削減対策、排出規制の動向について理解する。

#### （講義概要）

船用ディーゼル機関からの有害汚染物質の排出特性とそれらの具体的な削減技術及び排出規制の動向について講義する。

#### （シラバス）

#### 5.1 IMO 等における船舶からの排出規制の動向

#### 5.2 NO<sub>x</sub> の削減対策      5.3 SO<sub>x</sub> の削減対策

#### 5.4 粒子状物質(PM)の削減対策

### 6. 第 6 回講義：燃料噴射系とディーゼル機関の環境対応（担当 伊藤）

#### （授業目標・目的）

燃料噴射系は過給機と並んでディーゼル機関の性能を左右する重要な機器である。特に電子制御式燃料噴射装置（コモンレール等）は、機械式燃料噴射装置の弱点を補い、省エネや環境対応技術のツールとして急速に普及・発展している。本講義では、船用ディーゼル機関の電子制御式燃料噴射装置による機関性能改善、環境対応技術について理解することを目標とする。

#### （講義概要）

ディーゼル機関における燃料噴射の役割と、求められる要素について学ぶ。また、従来の機械式と電子制御式燃料噴射装置の基本的な構造、特徴比較を行う。さらに、NO<sub>x</sub>・PM・GHG 低減等の環境対応技術として、燃料噴射システムおよび関連技術の開発・実用化動向について講義する。最後に次章への導入として、燃料多様化に対応する噴射技術の概要も紹介する。

#### （シラバス）

#### 6.1 燃料噴射と求められる要素

#### 6.2 機械式と電子制御式燃料噴射装置

#### 6.3 環境対応技術のツールとしての燃料噴射技術

#### 6.4 燃料多様化への対応

### 7. 第 7 回講義：船用重油の性状と安定性及び燃焼特性（担当 塚本）

(授業目標・目的)

船用ディーゼル機関において燃料油として使用されている重質油について、燃料油規格や性状、安定性及び燃焼特性を学ぶ。

(講義概要)

船用ディーゼル機関に使用されている重質油の製造方法、規格、性状、安定性、重油の燃焼特性と機関障害などについて講義する。

(シラバス)

7.1 船用重油の製造 7.2 船用重油の性状と試験法 7.3 船用重油の安定性

7.4 船用重油の燃焼特性 7.5 機関障害の事例と対策

## 8. 第8回講義：新燃料の特性と問題点 (担当 畔津)

(授業目標・目的)

代替燃料として注目されているジメチルエーテル(DME)のディーゼル機関への適用について、メリットと問題点を学ぶ。また最近話題となっている、各種の新燃料についても言及する。

(講義概要)

燃料油としての DME の特性を理解し、ディーゼル機関における噴射時期遅延時の機関性能及び排気への影響などについて考察する。またその他の水素、アンモニア、リサイクルメタンなどについても概要を説明する。

(シラバス)

8.1 DME の特性

8.2 DME の噴射・燃焼・排気特性

8.3 各種の新燃料

## 9. 第9回講義：新燃料・代替エネルギー源への対応 (担当 伊藤)

(授業目標・目的)

船用ディーゼル機関に使用されている化石燃料（軽油・重油）は価格変動のみでなく、枯渇・排ガス規制問題を抱えている。近年は地球温暖化対応としてカーボンニュートラルが喧伝されており、ディーゼル機関（広くは船舶の動力源）はこうした要請に応えなければならない。これらの対応のために提案される新燃料や代替エネルギー源と、求められるエンジン技術について学ぶ。

(講義概要)

従来使用されてきた軽油・重油を中心とする化石燃料は、近年の様々な要求に対応できなくなっており、主として環境対応から新燃料への転換が求められている。加えて、近年喧伝されているカーボンニュートラル対応では、燃料そのものだけでなく代替となるエネルギー源、動力システムにも議論が及んでいる。船舶における GHG 削減とその延長上

にあるカーボンニュートラルについて、提案されている新燃料、エネルギー源、エンジン技術等の特性と開発動向について講義する。

(シラバス)

9.1 新燃料、代替エネルギー源の背景

9.2 GHG 削減の基本的な考え方と具体的な提案例

9.3 GHG 削減、カーボンニュートラルに向けた燃料の多様化とエンジン技術

## 10. 令和6年度の方針と対応

機関コースの講習会では、最新技術動向事例として、過給機、機関性能・機関障害、燃料噴射技術、環境対応技術及び重質油に代わる代替燃料やガス燃料などに関する内容を加え、幅広く現在の「船用ディーゼル機関」を理解できるようにした。また、各講義の後半に演習問題の内容を解説する。この方針と対応をよく理解し、シラバス（講義概要）に関心を抱き最後まで受講し、各講師から提示される演習問題にしっかり取り組むことの出来る熱意ある受講生を受入れる。

## 11. 講義資料

講義毎に事前に配布する

## 12. 演習問題の内容・教科書等

第1回及び第2回スクーリングの講義において、提示・説明する。