

## 令和5年(2023年)造工社教講義シラバス

担当 塚本達郎(東京海洋大学) 畔津昭彦(東海大学) 岩澤勝三(東京海洋大学)

船用ディーゼル機関の技術向上は目覚しく、高出力・高効率化され、船舶の主機関や発電機用機関として用いられてきた。しかし、近年、地球温暖化・石油枯渇問題・原発問題・ECA 海域拡大・EEDI 船舶評価など、環境問題が全地球規模で論議されるようになり、ディーゼル機関は高性能であり、しかもエネルギー問題や環境保全に応じられる原動機として再評価されている。更に、一層厳しくなる環境保全に向けての新技術の確立が急務な課題になっている。ここでは合計 9 回の講義と課題において、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エネルギー並びに種々燃料油とガス燃料の特性などを習得し、船用ディーゼル機関の在り方を学ぶ。

### 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、特に大型 2 ストローク機関の特性をより理解するために、具体的な事例をもって、現状の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多くの現象や機構を機械システムとしてとらえ、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 中間冷却器の有用性
- 2.5 熱効率改善技術(出力率の上昇、長行程化・単流掃気方式、静圧過給方式、ディレーティング、高圧噴射・高圧燃焼など)
- 2.6 最近のガス燃料機関の燃料噴射・燃焼システムについて

### 3. 第3回講義：過給機とディーゼル機関性能（担当岩澤）

（授業目標・目的）

ディーゼル機関の性能は、過給機の高圧力比・高効率化に依存すると言っても過言ではない。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選定技術が重要である。また、近年、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おり、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標とする。

（講義概要）

過給機及びディーゼル機関の性能・排ガス特性に重点を置いて、両者の適合化技術について習得し、過給機及び過給システムの運転状況が機関性能・排ガス特性に及ぼす影響と保守管理を概説し、近年、排ガス規制対応技術で注目される二段過給システム・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 過給機の働きと機関性能特性
- 3.2 過給機の種類と構造
- 3.3 過給機のサージング現象
- 3.4 過給機のマッチング選定
- 3.5 過給システムと機関性能特性(単一、複数過給システムなど)
- 3.6 過給機の経時変化と保守点検

参考書；稲葉興作著「過給機の知識」成山堂書店(1971)

### 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の低減の必要性を学び、船用ディーゼル機関の在り方を考察する。

（講義概要）

船用ディーゼル機関からの有害汚染物質（前述）の排出特性とそれぞれの削減技術及び排出規制の動向について具体的に講義する。

（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 燃料噴射時期遅延 5.3 燃料乳化・水噴射 5.4 排気再循環（EGR）

5.5 選択式還元触媒法（SCR） 5.6 粒子状物質(PM)の排出特性

6. 第6回講義：ディーゼル機関用電子式燃料噴射装置の環境対応（担当 岩澤）

（授業目標・目的）

電子式燃料噴射装置（コモンレール等）は、環境対応として各種自動車・オフロード用ディーゼル機関等で急速に普及・進展している。しかし、大型ディーゼル機関分野では遅れ気味であり、省エネ・排ガス規制対応技術として重要となっている。最近、大型ディーゼル機関で採用されている電子式燃料噴射装置と機関性能改善について理解することを目標とする。

（講義概要）

初めに、急進展している大型バス・トラック用・オフロード用ディーゼル機関(建設機械等)の電子式燃料噴射装置の概要を紹介し、次に、船舶用大型ディーゼル機関(2及び4ストローク機関)の電子式燃料噴射装置の開発・実用化動向と、益々厳しくなる環境規制対応技術(排出ガス規制、特に NO<sub>x</sub>・CO<sub>2</sub>・PM・GHG 低減等)の関連について講義する。

（シラバス）

6.1 機械式燃料噴射装置の現状と課題

6.2 船用・陸用（オフロード等）機関の排ガス規制動向

6.3 船用・陸用電子式燃料噴射装置の種類と特性

6.4 船用電子式燃料噴射装置の開発動向と将来性

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重油を使用するうえで、最も重要な重油性状と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はどのように製造されているか、その性状と安定性について述べ、重油の燃焼特性と機関障害についても講義する。

(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 7.6 シェールガス・オイル燃料の動向

## 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：代替エネルギー源としてのバイオディーゼル燃料(BDF) (担当 岩澤)

(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、低S分化・価格変動のみでなく枯渇・排ガス規制問題を抱えており、これらの船舶用に対して問題対応として、特にバイオディーゼル燃料(BDF)について学ぶ。

(講義概要)

BDF は、EEDI 規制、即ち CO<sub>2</sub> 低減のカーボン・ニュートラル(植物・森林の CO<sub>2</sub> 循環)は即効性あり有望視され、最近、航空機分野で藻類原料によるバイオ燃料が重視され、海洋分野でも藻類原料が注目されている。また、近年の 2050 年 CN(カーボンニュートラル)及びSDGs(持続可能な開発目標)等に伴うグリーン成長戦略が多分野で策定されている。これらの船舶用に対して BDF の特性と開発動向について講義する。

(シラバス)

9.1 化石燃料の環境・枯渇問題と代替エネルギーの動向

9.2 代替エネルギー、バイオマス燃料の現状と開発動向（BDF 等）

9.3 バイオディーゼル燃料の適用事例と開発動向（直接燃料化）

10. 令和 5 年度の方針と対応

機関コースのシラバスは、令和 4 年と度同様に、最新技術動向事例として、過給機と機関性能・機関障害、電子式燃料噴射技術と環境対応及びバイオディーゼル燃料・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」をより深く理解できるように改善と工夫を加える。また、各基礎概論講義の後半に演習問題の内容をより詳細に解説する。

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。