

第 19 回（2019 年度）中堅技術者・性能設計コース シラバス

A. 船型設計

船舶の流体力学的性能における主要な性能のなかで船体抵抗に関する基礎知識を学び、船型と抵抗との関係を学習する。さらに船体とプロペラとの相互干渉の物理的な理解を深め、自航要素の性質を明らかにして推進効率向上の観点から船尾形状設計手法に関する知識を習得する。最後に就航後の船舶の実航海中での性能解析の方法について学習する。またスクーリングで習得した内容に関する演習課題に取り組み、理解を深める。

船型設計の内容

- 1 船の推進性能
 - 1.1 出力の定義
 - 1.2 推進効率の定義
- 2 船体抵抗
 - 2.1 抵抗成分の分離
 - 2.2 船体抵抗の相似則
 - 2.3 相似則による船体抵抗の分離
 - 2.4 有効出力
- 3 船体とプロペラの相互干渉
 - 3.1 船殻効率と自航要素
 - 3.2 自航要素の尺度影響
- 4 船型試験法
 - 4.1 抵抗試験解析
 - 4.2 自航試験解析
- 5 船体抵抗の推定法
 - 5.1 船型の表現
 - 5.2 造波抵抗の推定法
 - 5.2.1 実験的推定
 - 5.2.2 理論的推定
 - 5.3 粘性抵抗の推定法
 - 5.3.1 摩擦抵抗の推定
 - 5.3.2 形状影響係数の推定
 - 5.3.3 粗度抵抗の推定
- 6 船型設計
 - 6.1 船型可分原理と主要目の選定方法
 - 6.2 造波抵抗と船型
 - 6.3 船尾形状設計の要点
 - 6.4 推進性能と船尾形状の評価
 - 6.5 数値流体解析（CFD）の利用
 - 6.6 省エネ装置による推進性能の改善
- 7 実海域性能の解析
 - 7.1 シーマージン
 - 7.2 航海時の推進性能の解析
 - 7.3 試運転解析
 - 7.4 アブログデータ解析
- 8 CO2 排出に関する国際規則（EEDI）

船型設計の参考資料：

- 「船舶性能設計」船舶海洋工学シリーズ① 荻原・山崎・芳村・足達著、成山堂書店、平成 25 年 6 月
- 「船体抵抗と推進」船舶海洋工学シリーズ② 鈴木・川村・佐々木著、成山堂書店、平成 24 年 2 月
- 商船設計の基礎知識（改訂版）、造船テキスト研究会著、成山堂書店、平成 21 年 4 月
- 船型設計、森正彦、船舶技術協会、平成 9 年 2 月
- 造船設計便覧（第 4 版）、関西造船協会編、海文堂出版、昭和 58 年 8 月
- 船型設計のための抵抗・推進理論シンポジウム、日本造船学会試験水槽委員会、昭和 54 年 7 月
- 船体まわりの流れと船型開発に関するシンポジウム、日本造船学会推進性能研究委員会、平成 5 年 4 月
- 船型設計と流力最適化問題、日本造船学会試験水槽委員会シンポジウム、平成 11 年 12 月
- HYDRODYNAMICS IN SHIP DESIGN Vol.1,2,3, Harold E.Saunders, SNAME 1957
- 船型開発と試験水槽、日本造船学会、昭和 58 年 2 月
- 粘性抵抗シンポジウム、日本造船学会推進性能研究委員会、昭和 48 年 5 月
- 肥大船の推進性能に関するシンポジウム、日本造船学会、昭和 50 年 6 月
- 「船尾形状設計法に関する研究」報告書、日本造船研究協会第 196 研究部会、昭和 62 年 3 月
- 「数値流体力学による最適船型設計法の研究」報告書、日本造船研究協会第 229 研究部会、平成 11 年 3 月
- 「中型肥形船の総合的運航性能の研究」報告書、日本造船研究協会第 231 研究部会、平成 11 年 3 月
- 「速力試運転における波浪影響修正法の精度向上に関する研究」報告書、日本造船研究協会第 208 研究部会、平成 3 年 3 月
- 船用機関 第 54 号、郵船機関士会、昭和 63 年 9 月
- 実海域における船の推進性能、日本造船学会推進性能研究委員会シンポジウム、平成 7 年 5 月
- 耐航性理論の設計への応用、日本造船学会推進性能研究委員会シンポジウム、平成 6 年 12 月

B. プロペラ設計

プロペラ設計は、与えられた船体、主機条件のもとで、設計図表とプロペラ理論を用いてキャビテーションエロージョン、振動・騒音、強度上の問題なく、最高の効率をうるプロペラ形状を求めるものである。本コースでは、まず、プロペラ基礎知識としてプロペラの種類、推進の原理、各種のプロペラ性能の概要（特にキャビテーション）、プロペラ性能とプロペラ形状との相関等について学習する。次に、プロペラ設計図表とプロペラ理論を用いたプロペラ設計法を理解する。具体的には、各々が大型低速船を対象として MAU プロペラを設計し、設計した MAU プロペラの単独性能を計算して所定の出力で到達しうる船速を求める。さらに、伴流中のキャビテーションシミュレーションをおこない、設計した MAU プロペラのキャビテーション性能を確認、評価する。最後に、伴流中で作動するプロペラの効率改善の試みについて紹介する。

プロペラ設計の内容

1 プロペラ設計の基礎知識

1.1 船用プロペラの種類

- (1)構造による分類、(2)材料による分類、(3)船の種類による分類、(4)軸への取り付け方法による分類、(5)性能面の特徴から区別されるプロペラ

1.2 推進の原理

1.3 プロペラ性能

- (1)プロペラ単独性能、(2)キャビテーション(キャビテーションの種類、キャビテーションエロージョン)、(3)プロペラ起振力(ベアリングフォース、サーフェスフォース)、(4)プロペラ強度(翼強度、ボス強度)

1.4 プロペラ形状と各種プロペラ性能との相関

1.5 プロペラ理論

- (1)簡易理論(運動量理論、翼素理論)、
- (2)渦理論(翼型理論、無限翼数理論、揚力線理論、揚力面理論、揚力体理論)、
- (3)CFD

プロペラ設計演習問題1(プロペラ名称、キャビテーションの種類とエロージョンとの相関、プロペラ要目とプロペラ性能との相関)

2 一様流中のプロペラ設計

2.1 プロペラ設計フローと解析手法

2.2 プロペラ設計用データと設計マージン

2.3 MAU プロペラ設計図表を用いたプロペラ設計

3 伴流中のプロペラ設計

3.1 プロペラ理論計算による伴流中のプロペラ性能シミュレーション

3.2 プロペラ性能シミュレーションによる MAU プロペラの修正(展開面積比、スキュー、レーキ)

3.3 Wake Adapted Propeller 設計法

3.4 NACA プロペラへの変更

プロペラ設計演習問題2(大型低速船用 MAU プロペラの設計と到達速力計算、MAU プロペラのキャビテーションシミュレーション)

プロペラ設計の参考資料:

- 「船舶性能設計」船舶海洋工学シリーズ① 荻原・山崎・芳村・足達著、成山堂書店、平成25年6月
- 「船体抵抗と推進」船舶海洋工学シリーズ② 鈴木・川村・佐々木著、成山堂書店、平成24年2月
- 「マリンプロペラ」(1971,437ページ) ナカシマプロペラ
- 「第3回船用プロペラに関するシンポジウムテキスト」(1987,383ページ)
- 「次世代船開発のための推進工学シンポジウムテキスト」(1991,406ページ)
- 「第5回船用プロペラに関するシンポジウムテキスト」(2005,382ページ)

C. 操縦装置設計

はじめに船舶操縦性能について、通常の1軸1舵船を対象として、操縦性能の全般的な概略の説明を行った後、操縦運動方程式の取り扱いと、操縦運動中の船体・舵・プロペラの流体力の基礎理論について学習する。ここでは、船体固定座標系による運動方程式や揚力・運動量理論を理解し、操縦運動全般を把握する。続いて、操縦装置の中心的役割を担う舵の設計方法について、理論・データベースをもとに学習する。最後に、要請される操縦性能について、IMO 操縦性基準の考え方とその内容について理解し、操縦性能の推定法やシミュレーションの手法について学習する。

演習問題として、舵トルクや操舵機の力量計算を行う他、操縦運動のシミュレーションを Euler 法によって“Excel”を用いて計算する。

操縦装置設計の内容

1. 船の操縦運動の概要
 - 1.1 操縦運動を表す方程式
 - 1.2 操縦運動中の船に働く流体力の概要
 - 1) 舵の力
 - 2) 船体の力（速度抵抗，加速抵抗）
2. 舵の設計
 - 2.1 舵の種類と配置
 - 2.2 舵面積の実績と決定法
 - 2.3 舵トルクと操舵機の容量
計画船の舵面積と操舵機容量の計算（演習）
3. 操縦性能の推定と評価
 - 3.1 IMO 操縦性基準（求められる操縦性能）
 - 3.2 操縦運動の推定法
 - 1) 操縦運動の数学モデル
 - 2) 具体的推定例
 - 3.3 線形応答モデルと操縦性能
応答モデルによる操縦運動簡易シミュレーション（演習）
4. 港内操船における操縦性
 - 4.1 加減速性能
 - 4.2 プロペラ逆転による停止性能
 - 4.3 風力下の操縦性
 - 4.4 浅水域の操縦性
 - 4.5 操縦性の改善方法

操縦装置設計の参考資料：

- 「船舶性能設計」船舶海洋工学シリーズ⑪ 荻原・山崎・芳村・足達著、成山堂書店、平成 25 年 6 月
- 「船体運動 操縦性能編」船舶海洋工学シリーズ③ 安川・芳村著、成山堂書店、平成 24 年 10 月
- Introduction of MMG standard method for ship maneuvering predictions, JMST, March 2015, Vol. 20, Yasukawa,H., Yoshimura, Y. (Mar. 2015)
- 海上公式試運転のなんでだろう，芳村，日本船舶海洋工学会会誌 Kanrin,7, p104-109, (2006).

以上