

平成24年度
「造船所の設計技術者の育成」事業
報告書

平成25年3月

社団法人 日本中小型造船工業会

平成 24 年度 「造船所の設計技術者の育成」 事業報告書
目 次

はじめに	1
1 事業実施概要	3
1-1 講座の目的	3
1-2 講座の進め方	3
1-3 講師陣	3
1-4 受講者	3
1-5 目的・カリキュラム	3
2 第 1 回講座	5
2-1 講座内容	5
2-2 狙い	13
2-3 達成度	13
2-4 感想	14
3 第 2 回講座	16
3-1 講座内容	16
3-2 狙い	17
3-3 達成度	18
3-4 感想	19
4 NAPA 講習	21
4-1 講習の目的	21
4-2 講師	21
4-3 講習の内容	21
4-4 達成度	22
5 第 3 回講座	23
5-1 講座内容	23
5-2 狙い	25
5-3 達成度	26
5-4 感想	27
6 総括	29
おわりに	30

はじめに

日本の造船業界を取り巻く環境は、最近の円高是正傾向が見られるものの、依然として厳しい環境が続いており、需給のインバランスや為替等の問題から韓国・中国との熾烈な競争が続き、とりわけ中小型造船所経営に深刻な影響を与えています。

一方では団塊世代の大量退職により造船設計技術者は、平成 23 年当会会員を対象に行った調査では、平成 20 年調査と比べ 20 歳、30 歳台が大幅に増えたものの経験豊富な 40 歳台 50 歳台が不足する実態が明らかになっています。このため、50 歳台後半から 60 歳台の熟練技術者が持っている設計ノウハウを早急に次世代に継承することが求められます。

また、GHG 対策に代表されるように新たな国際基準が発効され、これらを満足させる為には従来から大幅に性能改善された商品を開発する能力が造船所に求められますが韓国・中国をはじめとした諸外国も力をつけてきており、中小型造船各社は国際競争力のある新商品を迅速に市場に投入し経営改善を図る必要性に迫られています。また、OSV に代表されるように新たな市場への新船種投入もこれからは考えていかねばなりません。

ところが従来、日本の中小型造船所はバルクキャリアやタンカーに代表される太宗船を中心として船種を絞り込みかつ同型船として建造特化してきました。この為、新たな船種・船型等を白紙から企画、設計し開発する時間が極めて少なく、自社単独でこれらに対応できる設計者を育成しこれらのニーズに応える対策を取ることが困難な状況となっております。

この問題に対処するためこのたび日本財団のご理解をいただき多大なご支援をたまわり「設計技術者育成のための演習事業」を実施することとなりました。3 年計画で高度な設計技術を身に付けた中堅設計技術者を育成し中小造船所が今後も発展的に事業を進めていかれることを期待しています。

講師陣は、長年大手造船所の設計業務に従事し豊富な経験と実績を有し高度な技術力を備えた方々にお願ひし、研修を効率的に進めるために短期集中で行い、1 回につき 5 日間の計 3 回にわたる講座と 5 日間の NAPA 講習、また、講義だけでなく演習も取り入れ研修生が自ら考え作業を行いしっかり身に付く方式を採用して実施致しました。

1 事業実施概要

1-1 講座の目的

デザインスパイラルのフローチャートを、受講者が自分の頭で考えて作成し講師コメントを折り込みながら完成し、そのフローに従い設計ソフト（HOPE Light、NAPA）を活用し、受講者ごとの対象船舶について主要目の決定、図面の作成、諸計算等を行い基本設計を完成させその手法を習得するとともにデザインスパイラルに必要なデータ、図表等を整理、保管する。

1-2 講座の進め方

- 講師陣は、長年大手造船所の設計業務に従事し豊富な経験と実績を有し高度な技術力を備えた方々にお願いした。
- 講座は効率的に進めるために短期集中方式とし、1回5日間の講座を年間3回実施した。また、NAPAの講習会を1回5日間実施した。
- 講座は講義だけでなく演習も取り入れ、受講者自ら考え、作業を行いしっかり身に付く方式を採用した。
- 講座はグループ討議を可能とする机配置とし、受講者同士の検討、意見交換を実施した。

1-3 講師陣

山上 和政 ㈱JMU アムテック 特別顧問（前㈱アイ・エイチ・アイ アムテック代表取締役社長）
河村 正志 学識経験者（元 IHI 船舶海洋技術統括部 海洋 LNG 計画グループ部長）
安東 明俊 ジャパンマリンユナイテッド㈱ エンジ・ライフサイクル事業本部 技術部構造グループ主幹
加戸 正治 （一財）日本船舶技術研究協会参与（前（独）鉄道建設・運輸施設整備支援機構 理事、元住友重機械工業㈱ 研究開発部長）
佐々木紀幸 （独）海上技術安全研究所主幹（元住友重機械工業㈱ 営業開発本部 技術グループグループ長）

1-4 受講者

講座は、学校で船舶関係を履修した者が5名、機械関係を履修した者が4名、その他の学科を履修した者が4名の合計13名が受講した。

1-5 日程・カリキュラム

1-5-1 第1回講座（平成24年8月27日～8月31日、於：佐伯重工業㈱）

班ごとに、教科書で自ら勉強したことを踏まえて、設計フロー及びそれに必要な図表名を書き出し、講師による修正、評価を実施

1-5-2 第2回講座（平成24年11月11日～11月17日、於：浅川造船㈱）

受講者各人ごとに目標の船種・船型を決め、第1回目で作成した設計フローに従い予め作成したデータをもとに検討を進め、主要目の作成、区画決定、一般配置図の作成等を実施

1-5-3 NAPA 講習（平成 24 年 12 月 10 日～12 月 14 日、於：神戸商船三井ビル会議室）

NAPA の設計ソフトを習熟するため、40,000DWT バルクキャリアをモデル船として、貨物積載容量計算、復原性計算、トリム計算、縦強度計算等の諸計算を当該ソフトを使用して計算

1-5-4 第 3 回講習（平成 25 年 2 月 18 日～2 月 22 日、於：(株)JMU アムテック）

受講者各人が、自ら決めた船種・船型について、第 2 回目で作成した諸表、諸図面の精査、NAPA を使用した諸計算の実施、主要目決定、図面作成、当初目標の船舶の基本設計完成

2 第1回講座 (8月27日～31日)

2-1 講座内容

2-1-1 概要

バルクキャリア最適設計のデザインスパイラルの講義と演習

- ・ 主要目推定、概略一般配置検討のフローチャートの作成
(3～4名の4班に分け、班毎に演習を行う)
- ・ 船型計画および馬力計算の講義
- ・ 船殻講義

2-1-2 時間割

講座の時間割を表 2-1 に示す。

1日目 主要目推定のフローチャートの作成



フローチャート作成演習
手前左 2班 手前右 1班
奥左 4班 奥右 3班



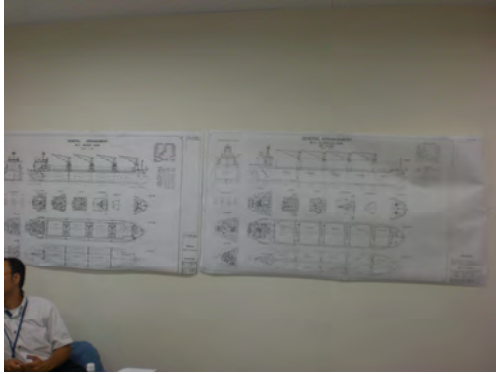
フローチャート作成演習
扉側 河村講師、山上部会長
手前 4班



フローチャート作成演習
3班



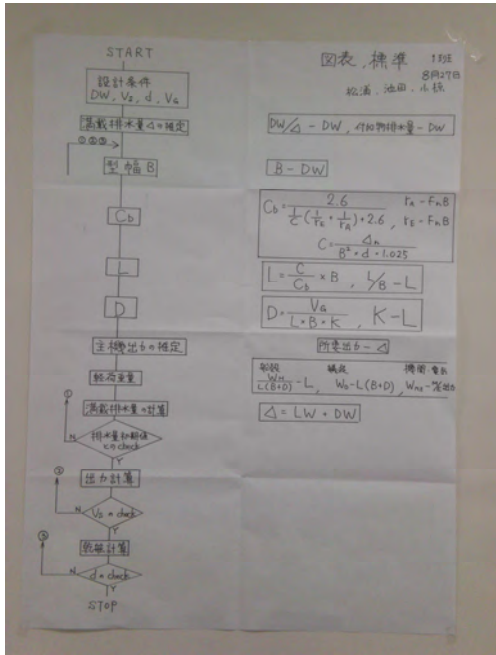
フローチャート作成演習
1班



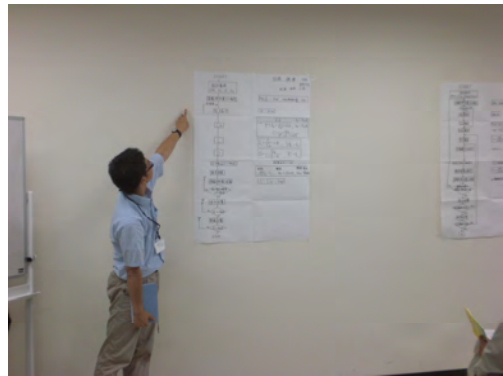
壁には参考のためGAを貼っている



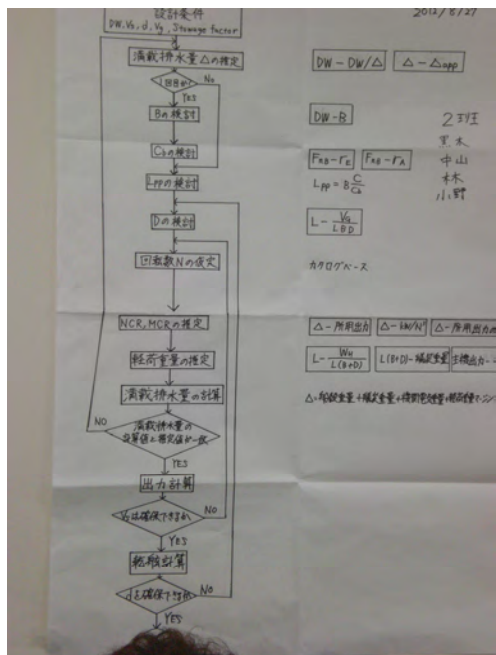
フローチャートを壁に貼り発表準備



1班作成のフローチャート



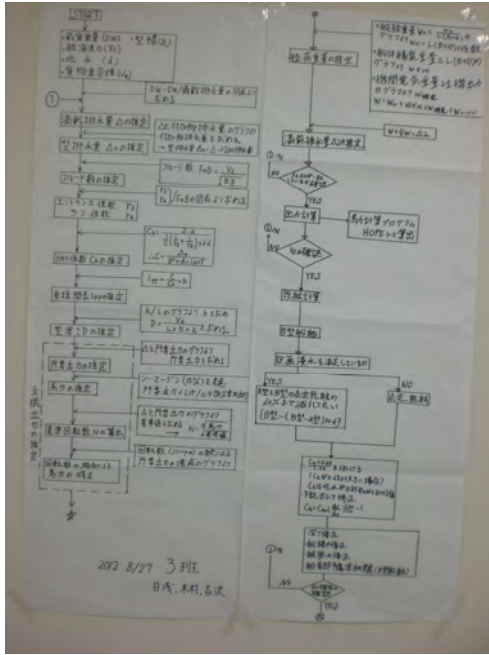
1班発表者



2班作成のフローチャート



2班発表者



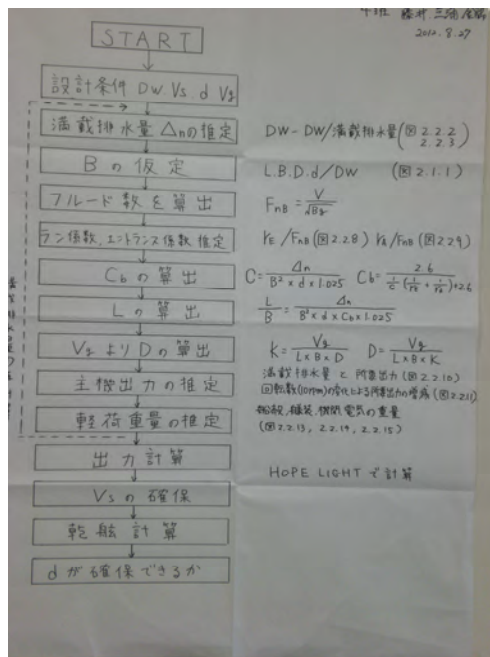
3 班作成のフローチャート



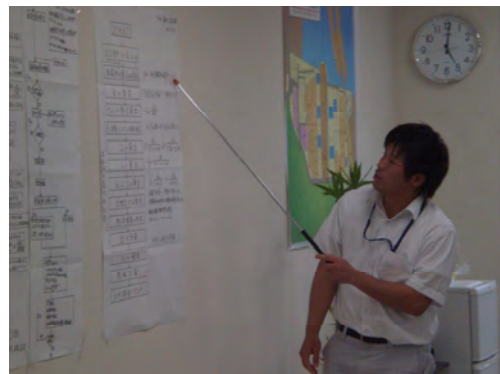
3 班発表者



3 班発表者



4 班作成のフローチャート



4 班発表者

2 日目 船型計画および馬力計算の講義

船型計画と馬力推定については、以下の目次案に従い実施した。

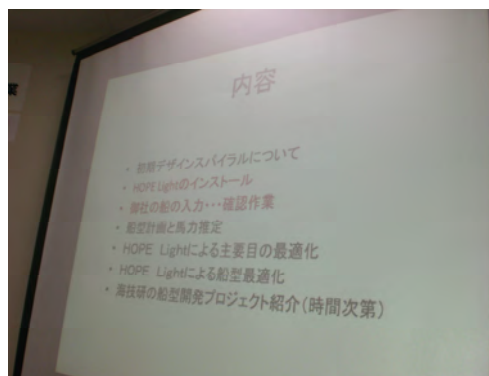
- ・ 初期デザインスパイラルについて
- ・ HOPE Light のインストール
- ・ 各社の船の入力・・・確認作業
- ・ 船型計画と馬力推定
- ・ HOPE Light による主要目の最適化
- ・ HOPE Light による船型最適化

第 1 回目の講座においては、船型計画の基本となる抵抗と推進について以下の演習を交えながら実施した。

- ・ 演習 1 相当円盤の考え方（抵抗）
- ・ 演習 2 プロペラの理想効率（推進）
- ・ 演習 3 抵抗試験解析（馬力推定）
- ・ 演習 4 抵抗・EHP の計算（馬力推定）
- ・ 演習 5 波浪中の性能悪化（馬力推定）



佐々木講師：船型計画と馬力計算



講義に集中する受講者



相当円盤の演習

3 日目 午前 船殻講義

船殻構造について以下の内容の講義を行った。

- ・ 船殻構造の概要

船殻構造のイラストを用いて、バルクキャリアのホールド部、船尾部、機関室、船首部について、それぞれの区画の構造の特徴、船殻構造部材がどのように配置されているか説明した。

- 骨スペース

船体計画時にフレーム／トランススペースやロンジスペースなど、船殻部材のスペースが決定されるが、その際に考慮されるべきこととして、骨スペースと船殻構造の強度、船殻重量、工作性との関係、船級規則による骨スペースの標準値などについて説明した。

- 船殻強度と配置要素

船殻強度について、局部強度（部材単独の強度）、横強度（ホールド全体の強度）、および縦強度（船全体の強度）の考え方を説明し、それぞれに対して影響を与える配置要素として、骨スペース、ミドシップ形状、区画配置、積み付けなどとの関係について説明した。

- 船殻重量推定法

基本設計段階で行う船殻重量の推定法について、実績船の重量データから主要寸法をパラメーターとした回帰によって推定する方法と、ミドシップ図面の重量集計から推定する二つの方法について概説した。実績から推定する方法については、パラメーターの選び方と重量推定精度について概説した。

- 骨スペースと部材寸法との関係

船殻構造の基本的な構造形式が、板+小骨+大骨で構成される防撓板構造であること、およびその強度的な考え方を説明した。また、板、小骨、大骨の寸法がどのような方法で決定され、その中で骨スペースが部材の寸法にどのように関係するかを、材料力学的な観点から説明した。

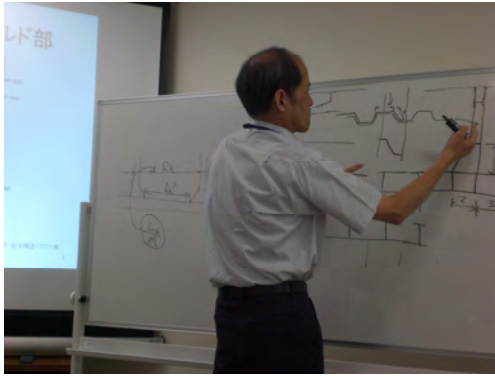
- 骨スペースと船殻重量との関係

骨スペースと船殻重量との関係について、例題を用いて説明した。深水タンク隔壁の防撓板構造を例にとり、小骨および大骨のスペースをパラメーターとして、船級規則に基づいて部材寸法を求め、重量を比較することにより、骨スペースと重量の関係を数値的に示した。

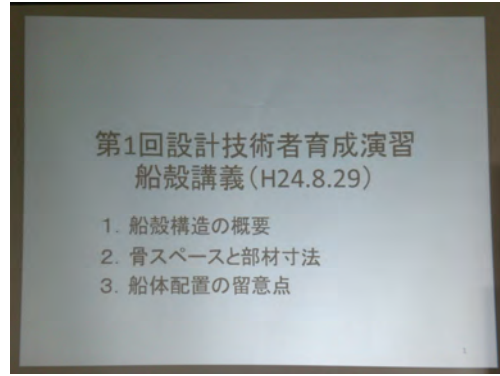
- 配置上の留意点

概略一般配置図を作成する上で、二重底の高さや幅、隔壁の配置やナックル位置、前後部のホールド断面形状など、どのようなことが船殻の強度や工作性に影響し、具体的にどう決定すべきかを説明した。

午後 1日目に班毎に作成したフローチャートの発表と全体討議



安東講師：船殻設計



第1回設計技術者育成演習
船殻講義 (H24.8.29)

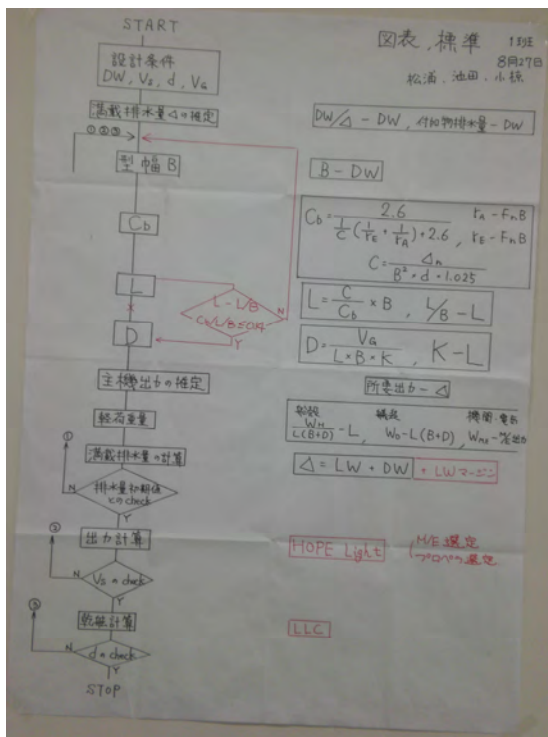
1. 船殻構造の概要
2. 骨スペースと部材寸法
3. 船体配置の留意点



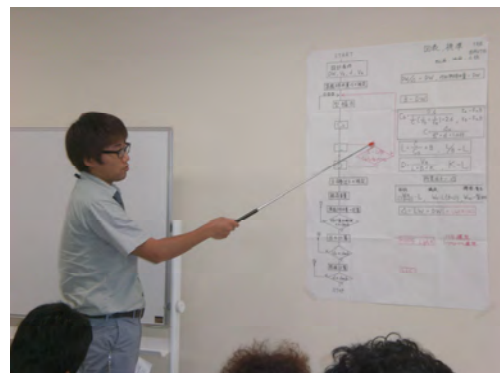
フローチャート修正演習



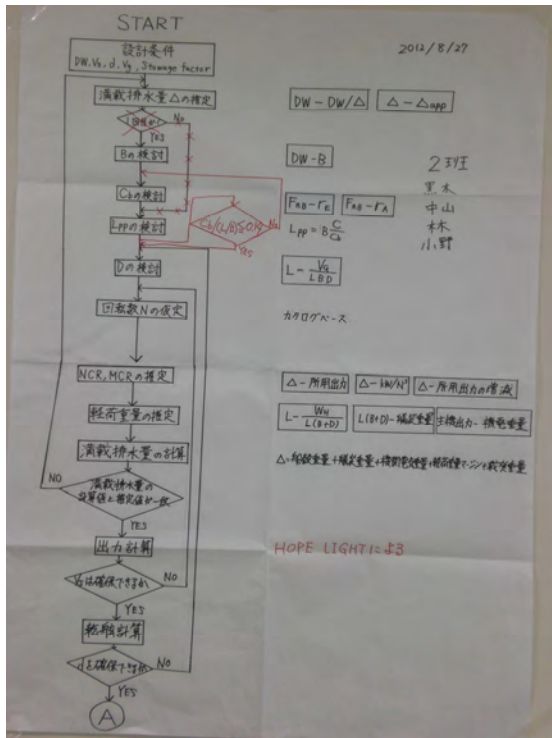
フローチャート修正演習



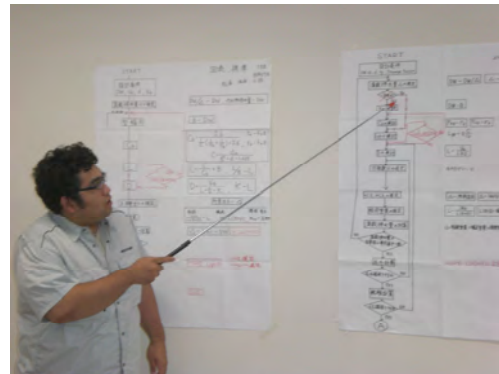
1班フローチャート修正



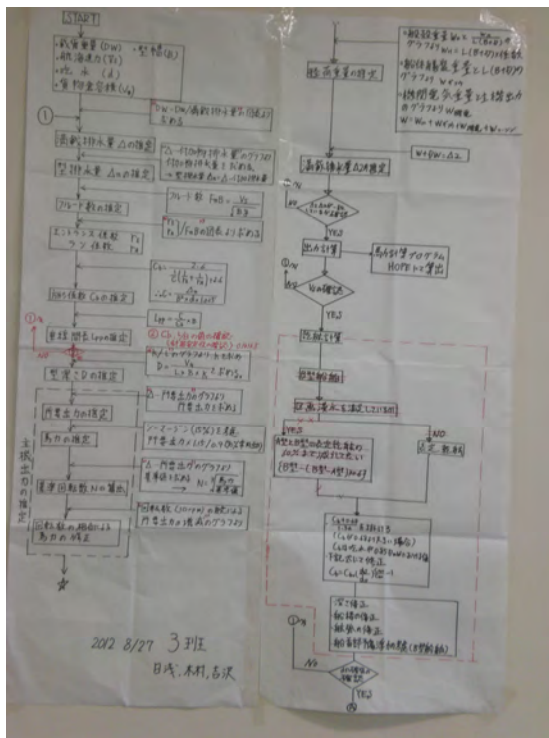
1班発表者



2班フローチャート修正



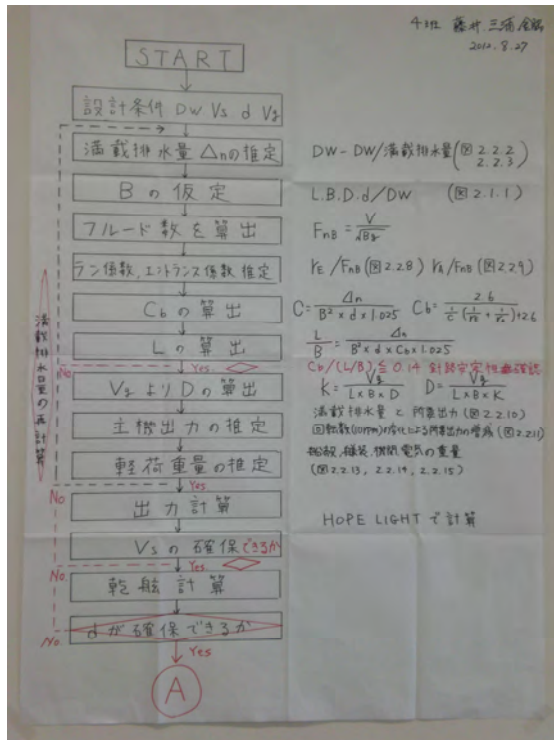
2班発表者



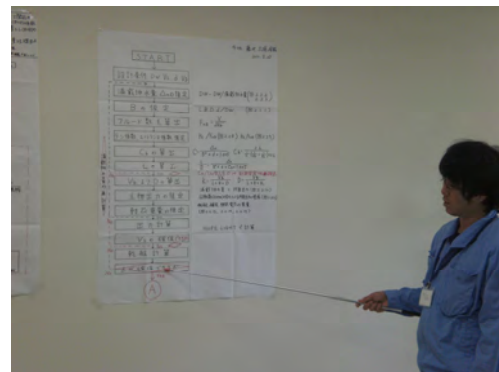
3班フローチャート修正



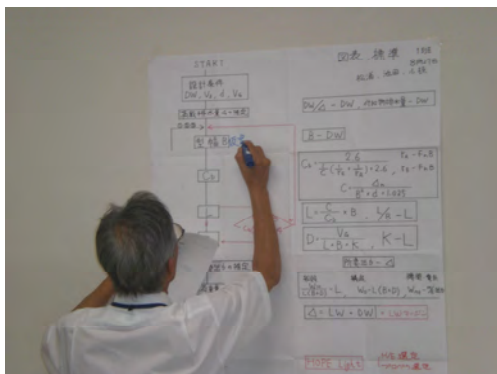
3班発表者



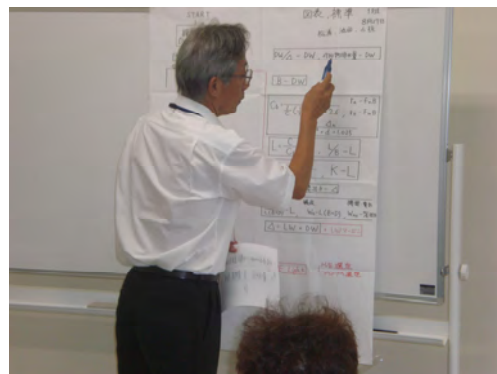
4 班フローチャート修正



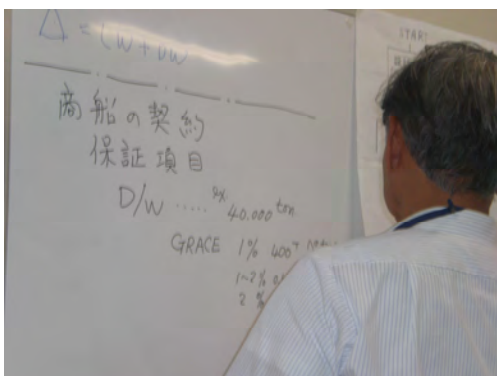
4 班発表者



河村講師によるフローチャート作模範解答



河村講師によるフローチャート作模範解答



山上部会長のよる商船の契約例 (載貨重量に係わる契約)



- 4 日目 概略一般配置検討のフローチャートの作成
- 5 日目 午前 前日、班毎に作成したフローチャートの発表と全体討議
- 午後 まとめ

2-1-3 宿題

第 2 回講座では、第 1 回講座で作成したフローチャートに従って、実際に試設計を行う。その際、それぞれの数値を決めていくために、図表や標準が必要となる。

各社の建造船データを収集・整理し、必要な図表・標準を作成することを、第 2 回までの宿題として与えた。

2-2 狙い

2-2-1 フローチャートの作成

受講者が、初期計画のデザインスパイラルを自分で回して、新船型を設計出来るようにするのが今年度の最終目標である。

第 1 回目は、そのデザインスパイラルのフローチャートを、受講者が自分の頭で考えて作成する演習を行う。

受講者の経験年数、担当業務に大きなバラツキがあるので、各人が個々に演習を進めていくのは無理があると判断した。そのため、3~4 人の 4 班に分け、班毎に相談しながら演習を行うこととした。

各班で相談しながら発表資料を作成するので、各班の全員が討議に参加することになり、演習の効果が上がることを狙いとした。

また、他班の発表を聞き、全体討議をすることにより、受講者がより広い視野を得ることを狙いとした。

2-2-2 船型計画および馬力計算の講義

最終的には HOPE Light を用いて優秀な船型を設計するスキルを身に付けることを目的とするが、まずは、船型計画や馬力推定の基礎となる抵抗や推進の基礎について説明を加えた。また船の抵抗が如何に小さくなるように工夫されているかを実感するため相当円盤の考え方を学ぶことで船型に興味を持って頂くことを願った。

2-2-3 船殻講義

基本計画で決定される区画配置、ミドシップ形状、骨スペースなどは、船殻設計を左右する基本的な要素となるので、基本計画を担当する設計者に、それらが船殻設計にどう影響するのかを理解してもらうとともに、具体的な決定法を理解してもらう。講義の要点は下記 3 点である。

- ・船殻の基本的な構造様式を理解してもらうこと
- ・骨スペースと構造寸法、船殻重量との関わりを理解してもらうこと
- ・区画配置、ミドシップ形状等の構造強度への影響を理解してもらうこと

2-3 達成度

2-3-1 フローチャートの作成

当初の目的は、デザインスパイラルの流れの理解である。

フローチャートを受講者が自分たちで作成し、発表資料に纏め、他班の発表を聞き、全体討議をすることによって、流れを理解させることは達成できた。

一部の経験年数の少ない受講者には、難度の高い演習であったと思われるが、経験年数の長い受講者と組み合わせて班を構成し、相談しながら演習を進めることで、かなりの程度理解させることが出来た。

2-3-2 船型計画および馬力計算講義

全体を通して、抵抗に関する講義は分かり易かったが、推進については良く分からなかったという評価が多かった。また、演習問題をふんだんに用意したが、回答に個人差が大きく出て、時間が不足してしまい、結局のところ3問目までしか到達できていない。

2-3-3 船殻講義

講義主体であったので、受講者の達成度を具体的に測ることはできなかったが、基本計画担当者が船殻について理解しておくことが望ましいことがらにはどのようなものがあるかは知っていただけたものと思う。

2-4 感想

2-4-1 フローチャートの作成

13人の受講者には、年齢、経験年数、会社の規模、建造船種などに大きなバラツキがあり、どのように進めれば全体的に成果が上がるかが大きな課題であった。

上記のバラツキを逆に利用し、班員を適切に組み合わせることで班を構成し、班を主体に演習させることにより、ある程度の成果があったと思う。

受講生は全員、真面目に演習に取り組んでおり、それぞれのレベルで得るものがあったと思われる。

それでも、じっくり時間一杯考える班、あるところまでで纏めて時間を余す班と、班それぞれに個性があり、なかなか横一列という訳にはいかなかった。

指導不足の感は否めないなので、反省点として次回以降に活かしたい。

2-4-2 船型計画および馬力計算講義

全員が興味を持って講義や演習に臨んでくれた。しかしながら個人差が大きく、時間配分に問題が生じたのも事実である。演習を多くしたのは、好評ではあったが、全員回答が出来なくとも、時間を切って先に進めるようあらかじめ回答書を準備し、時間が不足した人は宿題とするなどすれば効率的であった。そうすれば、推進についてもある程度理解を得られたものと思う。推進については、第2回目に復習を実施した。

2-4-3 船殻講義

船体計画担当者が、船体配置を計画する際に、骨スペースや二重底高さなどを、実績や規則に従って機械的に決めるだけでなく、その背後の考え方を理解してもらうように努めた。そのために材料力学的な説明も少し加えた。材料力学的な演習も加えるとさらに理解を助けることができたかと思われるが、受講者は船体計画の演習をするのが目的であり、時間にも限りがあるので割愛した。ただ、演習の内容や、やり方を工夫すればできるかとも思われるので、今後の課題としたい。

表2-1 第1回講座 時間割

	第1日	第2日	第3日	第4日	第5日
午前	<ul style="list-style-type: none"> 自己紹介 講座の主旨/方針説明 2人あるいは3人のチームに分け、その後はすべてこのチーム単位で行動 チームでの主要目推定フロー(図表・標準を含む)の検討 	船型計画講義	船殻講義	<ul style="list-style-type: none"> 一般配置作成フローの検討 	<ul style="list-style-type: none"> 各班資料の発表 全員討議の後フォローの確定
担当	河村	佐々木	安東	河村	河村
午後	<ul style="list-style-type: none"> 主要目推定フローの検討 発表資料の作成 	馬力計算講義	<ul style="list-style-type: none"> 各班資料の発表 全員討議の後フォローの確定 	<ul style="list-style-type: none"> 一般配置作成フロー(図表・標準を含む)の検討 発表資料の作成 	<ul style="list-style-type: none"> 各人の作成すべき図表・標準の概要の検討(横軸、縦軸のパラメータ等具体的に) 感想文の作成・提出
担当	河村	佐々木	河村	河村	河村

3 第2回講座 (11月12日～16日)

3-1 講座内容

3-1-1 概要

第1回研修で作成した基本計画の検討フローに従い、標準図表等を用いて各自の設定した与条件をベースにデザインスパイラルを回して、主要目を決定するプロセスを理解する。

各自の基本計画船について HOPE を用いたパワリング計算を行い、その主機出力を推定するとともに、パワリングの基礎理論を理解する。

HOPE で作成した ROUGHBODY を元に概略配置図を作成し、CARGO CAP を推定する。

3-1-2 時間割

講座の時間割を表 3-1 に示す。

1 日目 午前 馬力計算、HOPE 操作要領の説明

HOPE Light による主要目の最適化についての講義を演習を交えて実施した。

講義の内容は以下の目次にしたが実施している。

- ・初期デザインスパイラルについて
- ・HOPE Light のインストール
- ・各社の船の入力・・・確認作業
- ・EEDI と水槽試験・試運転
- ・船型計画と馬力推定 (復習)
- ・HOPE Light の使用説明
- ・HOPE Light による主要目の最適化
- ・HOPE Light による線図作成

演習は、1 回目の演習で実施できなかった 3 つの演習を、さらに説明文を追加する形で実施した。また、講義後も自分で復習ができるよう回答を配布した。

午後 概略線図作成説明

2 日目 午前 基本計画と基本設計について説明と主要目推定法の説明

午後 主要目推定フローに従い主要目の検討と HOPE により馬力計算実習

3 日目 午前 F B 計算実習と主要目表の作成発表

午後 HOPE による概略線図の作成実習

4 日目 午前 概略配置図検討フローに従い概略配置図検討

船殻構造については、概略一般配置図作成の演習を開始するに当たって、演習対象の 40 型バルクキャリアについて、下記のような船殻に関連した配置的要素について、強度的な考え方と、船級規則や実績に基づいた寸法の決め方について説明した。

- ・フレーム&ロンジスペース、フロア&トランススペース、
- ・二重底の高さ、ビルジホッパーの幅
- ・ホールド隔壁のコルゲートの深さ、上下スツールの形状

午後 主要目と概略配置図検討、貨物倉 CAP 計算

5 日目 午前 数値計算法シンプソンの公式についての説明と概略配置図まとめ
午後 作成した主要目の発表と質疑応答 まとめ



佐々木講師：馬力計算、HOPE Light 操作要領



佐々木講師、一ノ瀬氏：HOPE Light 操作要領等



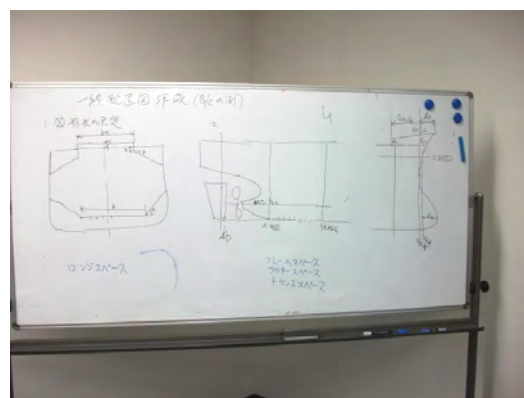
山上部会長：概略配置図の講義



概略配置図作成の演習



作成した一般配置図の発表



一般配置図作成例

3-2 狙い

3-2-1 主要目の決定

講習生が、基本計画のデザインスパイラルを自分で回して、与条件を満足し、適正なマージンを有する新船型を計画する手順を理解し、自分で出来るようにする。

第3回で NAPA で再度検討することになるが、第2回では主寸法の目処を概略つかみ、NAPA 後の修正が極力少なくなることを目標とする。

3-2-2 重量推定と FB 計算法の説明と計算

概略推定した主寸法の重量推定、DW 確保確認、喫水、FB の関係に齟齬がないかを確認する。適切な DW マージンの持ち方を知る。

FB の意味を理解し、計算法を知る。FB を満足し、かつ CAP を確保する深さを確定する。

3-2-3 HOPE によるパワリング計算法

第1回目の講座で理解不足と思われた推進以降の演習について再度実施することで HOPE Light の内容の理解を得ることを狙った。

3-2-4 HOPE による概略線図作成法

実際に HOPE Light を使った馬力計算や主要目の最適化を実施した。最後に、先に実施したデザインフローおよび一部 HOPE Light を利用して決定した最適な主要目に対して、自社船もしくは標準船から形状変更を実施し HOPE Light による線図データ（オフセット）を作成することで線図の作成手順が理解できることを狙った。

3-2-5 概略配置図の作成実習

主要目を決める手順の一つとして概略配置図の作成を行い機関室、各タンク、ホールドの区画割りを行う。主旨からすれば、手書き図面で十分ではあるが、使い慣れた AUTOCAD での作成も可とした。この図をベースに CAP の推定を行う。

船殻構造については、船体配置を計画する場合、船体断面の形状など、船殻構造に影響の大きい要素は、船殻の強度、工作性を考慮して決める必要がある。通常、船殻設計による検討がまだ成されない基本計画の段階では、それらの要素は類似船の実績から推定して決定されるのが一般的である。本演習で概略一般配置図を作成するに当たり、それらの考え方および具体的な決定法を説明し、理解してもらう。

3-3 達成度

3-3-1 主要目の決定

第2回では第1次の主要目の決定が出来た。単に与条件を満足するだけでなく、各自どのような船にしたいのか？省エネ船価、低コスト船か目標をもって取り組むように指導したが、初めてでもあり必ずしも最適化までは至っていない。

3-3-2 重量推定と FB 計算法の説明と計算

HOPE、NAPA、AUTOCAD 等最近では便利なツールが簡単に使えるようになってきているので、如何にこれを上手に使うかによる。しかし重量推定には適当なツールはない日頃からのデータ、情報の収集整理が重要であることを説明。社内に実績のある講習生は社内データをベースに推定したが、それ以外は参考書の一般データしかなく、かなり荒っぽい重要推定となり、かなりのバラ付き、推定ミス、過大マージン等が目立った。

3-3-3 HOPE によるパワリング計算法、概略線図作成法

HOPE Light の使用は、非常にスムーズに理解できたようだ。このようなコンピュータ

を使うという技術は非常に高いと思われる。もちろん、HOPE Light が汎用ツールの EXCEL をプラットフォームとして作動し、裏で理論計算が走っているようには見えないところも、その理由になっていると思われる。

3-3-4 概略配置図の作成実習

使い慣れた AUTOCAD を使って作成しており、見栄えはかなり良くできていた。むしろ細部にこだわりすぎ手間がかかってしまっているのが問題。この時点で決めなければならないのは何かをしっかりと掴んでおくことが重要。

船殻構造については、概略一般配置図作成の演習において、フレームスペースや、船体中央部分のホールド形状などを決める点については特に問題なくできたと思われるが、図面作成作業に手間取る受講者が多く、大半の受講者は演習時間内に前後部ホールドの形状の検討に到達できなかった。また、船を概略一般配置図という見える形にするのは設計力を必要とする作業であり、受講者の多くはかなり苦勞をしていたようである。いざ形にしようとする、色々とわからないことが見えてくるので、演習時間内に完成できない受講者が多くはいたが、自分の手で図面を作成することは有益な演習であったと思う。

3-4 感想

3-4-1 主要目の決定

講習生が初めて自分で決めた主要目である。不具合な点はまだ多く残っているが、まずはその手順を理解してきめたことを評価したい。便利なツールができるとそれに頼り切ってしまう傾向にあり、常に全体のバランスを考えながらまとめるのは基本計画者である自分であるとの自覚を持ってほしい。

3-4-2 重量推定と FB 計算法の説明と計算

主要目は検討の進展に応じて進化していく物である。

その変化に応じて、常に重量計算や FB 等の諸計算を見直していくことが重要。手抜きをすると後で取り返しのつかないミスを生じさせる。講習生はつねにこのことを忘れてはならない。要目表の変更に計算書が追いついていない事例が目立った。

3-4-3 HOPE によるパワリング計算法、概略線図作成法

一方で、HOPE Light の内容については、やはり理解度が不足していると思われた。次回には、HOPE Light の入力、出力が具体的に何を意味しているかを理解してもらうため、そこに時間を使いたいと考える。

3-4-4 概略配置図の作成実習

全体配置概略一般配置図の作成にかなり手間取る結果となってしまったが、受講者が作図に不慣れなことも原因の一つであると思う。実際の設計においては、手早く作図することも設計力の重要な一部なので、本演習の直接の目的ではないが、受講者にはその点でもぜひ能力の向上を図っていただきたいと思う。

配置図は細部こだわるとエンドレスになってしまう。基本計画段階で詰めるべき点と、基本設計、詳細設計での検討に委ねて良い点に割り切って作成することが必要であることを今後指導徹底していく。

表 3-1 第 2 回講座 時間割

	第 1 日	第 2 日	第 3 日	第 4 日	第 5 日
午前	<ul style="list-style-type: none"> ・3人あるいは4人のチームに分け、その後はすべてこのチーム単位で行動 ・馬力計算講義 ・HOPE 操作要領説明 	<ul style="list-style-type: none"> ・基本計画、基本設計の説明 ・主要目推定 	<ul style="list-style-type: none"> ・各主要目表の発表 ・概略線図作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・概略一般配置検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・シンプソンの説明 ・概略一般配置作成
担当	佐々木	加戸	山上	佐々木、安東	加戸
午後	<ul style="list-style-type: none"> ・概略線図作成講義 ・HOPE 操作要領説明 	<ul style="list-style-type: none"> ・主要目推定 ・馬力計算 (HOPE) ・乾舷計算 ・要目表作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・概略線図作成 ・概略一般配置検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・概略一般配置検討 ・概略一般配置作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・各班一般配置の発表 ・感想文の作成・提出
担当	佐々木	加戸、佐々木	山上、佐々木	佐々木、安東	加戸

4 NAPA 講習（12月10日～14日）

4-1 講習の目的

本事業の目的である設計技術の習得のためには線図の作成、排水量等曲線の作成、貨物容積の算定、復原性計算、縦強度計算、トリム計算、貨物の積み付け計算等諸作業を会得することが必要であり、それを行う設計ソフトとして幅広く造船所において使用されている NAPA を利用することとした。

ほとんどの受講者が NAPA の設計ソフトの操作方法に関する知識を有していないため、NAPA ジャパン社と協議した結果、5日間の講習を受講する必要があるとの指摘を受け当該講習を開催することとした。受講者は、自社で NAPA の操作に慣れている2名を除き11名が参加した。

講習の時間割を表4-1に示す。

4-2 講師

NAPA ジャパン(株)	益井崇好	カスタマーサービス部プロジェクトエンジニア
	遥山 誠	テクニカルコンサルタント
(一財)日本海事協会	松本貴則	船体部

4-3 講習の内容

1日目 12月10日（月）9:30～17:30

講師：益井崇好、遥山 誠（NAPA）

設計ソフトである NAPA の基本的な操作方法である座標系の定義、基礎コマンド、Hull Grid、Hull Surface の作成方法についての講義があった。その後、モデル船を用いた演習を行い、線図を作成した。

2日目 12月11日（火）9:30～17:30

講師：益井崇好、遥山 誠（NAPA）

前日作成した線図データを基に、面の定義・種類、甲板作成、隔壁作成、区画定義についての講義があった。その後、モデル船を用いた演習を行い、Surface モデルの一般配置図を作成した。

3日目 12月12日（水）9:30～17:30

講師：益井崇好、遥山 誠（NAPA）、松本貴則（NK船体部）

午前中は前日に引き続き区画の定義、区画の容積計算、復原性計算の準備の操作を行った。積極的な受講者は何度も手を挙げて操作方法を講師に質問していたが、自分で答えを出そうと考えている受講者もいた。

午後はNKの松本氏から、NAPA の設計ソフトを容易な操作で使用できる Class NK Manager というソフトの概要説明があった。その後、Class NK Manager の操作方法を習得するために、Class NK Manager を使って非損傷時復原性、積付け計算の演習を行った。

4 日目 12 月 13 日 (木) 9:30~17:30

講師：益井崇好、遥山 誠 (NAPA)

受講者が NAPA の操作を習得するために当会で用意した 40,000D/W 型バルクキャリアの線図データを基に、月曜日からモデル船で行った操作を繰り返して行った。すなわち、面の定義、甲板・隔壁の作成、区画の定義を行い Ship Model を完成し、区画容積計算を行った。

5 日目 12 月 13 日 (木) 9:30~17:30

講師：益井崇好、遥山 誠 (NAPA)

前日に引き続き 40,000D/W 型バルクキャリアについて Class NK Manager を使って復原性の準備として開口の位置、大きさ等を作成した後、軽荷重量の定義、復原性の演習を行った。

受講者は、コマンド作成時の文字、数字の間違いにより操作が先に進めないことも生じることもあり、講師に間違いを見つけてもらい修正しながら少しずつ操作方法を身に付けているようであった。

4-4 達成度

受講生は NAPA の指導員の方の指導の下に復原性計算、縦強度計算等の諸計算を終了することができたが、まだ独力で最初から最後まで操作を正確に行うのは困難であり、会社に戻った後も操作に慣れるためには何度も何度も繰り返し練習する必要があるかと思える。

表 4-1 NAPA 講習時間割

10 (月)	NAPA システムの基礎 Geometry ; カーブの定義~船体形状の作成 Hydrostatics ; ハイドロ計算及び出力
11 (火)	区画定義、アレンジメント作成 区画容積計算 復原性計算への準備
12 (水)	Loading ; 積み付け状態の定義・計算・出力 Damage ; 損傷状態の定義・計算・出力 Criteria ; クライテリア関連の定義・計算・出力
13 (木)	各自エクササイズ (40BC を使用)
14 (金)	各自エクササイズ (40BC を使用)

5 第3回講座 (2月18日～22日)

5-1 講座内容

5-1-1 概要

第2回研修で作成した基本計画の主要目表の完成度を上げて、完成させる。

各自の基本計画船についてNAPAを用いた計算を行い、その計算法をマスターすると共に、その計算結果から、基本計画船の与条件の満足度、マージンの適性度、TRIM、STABILITY等の機能性、成立性のチェックを行う。必要あれば船型、主要目の微調整を行う方法を理解する。

5-1-2 時間割

講座の時間割を表5-1に示す。

1日目 午前 各自の基本計画の主要表、計算書の確認と修正、並びにHOPE Lightによる性能評価についての説明、確認。

HOPE Lightによる性能評価については、半日程度の講義量を予定したが実際には1時間半の時間配分であったため、用意した資料の半分程度の説明となった。以下はHOPE Lightを用いて実際に各自が、これらに変化した際に生じる燃費やEEDIへの影響確認する予定の項目であった。

- (1) 幅の最適値
- (2) CBの変更
- (3) LCBの変更
- (4) プロペラ・主機の変更
- (5) 設計船速の影響とミニマムパワー計算

なお、時間の都合で、実際に実施できたことは、第2回目の課題として残ったHOPE Lightの入出力の内容理解に約1時間、上記の(1)幅の変更を演習問題として30分ほど実施した。

	午後	主機選定法と燃費計算法の説明、GTの計算法説明
2日目	午前	NAPA入力データの作成、重量重心表作成
	午後	NAPAによる線図修正、HYDRO. TABLE、CAP. TABLE作成
3日目	午前	TRIM、STABILITY計算の説明とNAPAによる計算実習
	午後	許容縦曲げモーメントの説明とNAPAによる計算実習
4日目	午前	NAPA計算結果の確認と修正方法の検討
	午後	NAPA計算結果の修正と各自の基本計画の自己評価
5日目	午前	経済性に関する説明
	午後	自己評価の発表と質疑応答 まとめ



加戸講師：主要目表の作成講義



佐々木講師：HOPE Light の理解度確認



受講者の演習



加戸講師、佐々木講師による指導



NAPA 指導員による指導



NAPA 指導員による指導



NAPA 計算の説明



受講者による討議

5-1-3 第3回講座では、第1、2回講座で作成した基本計画の主要目表をHOPEおよびNAPAを用いて精査を行い、DW、CAP、船速、燃費等が与条件として与えられた設計上を、適正なマージンを持って確保できているかの評価を行った。

また与条件を満足出来ていない場合の修正法について検討した。さらに基本計画では造船技術面だけでなく、経済性や積み荷にも関心を持ち計画を進めることの重要性を説明した。各自これらの結果を踏まえて自分が計画した計画船の完成度について自己評価を行った。

5-2 狙い

5-2-1 主要目表の作成

受講者が、基本計画のデザインスパイラルを自分で回して、設計条件を満足し、かつ適正なマージンを有する新船型を、効率良く、精度良く計画出来るようにするのが目標である。また検討した結果は主要目表としてとりまとめ、常に最新データを手元に置いて計画の詰めを行う方法と心がけを知る。特に重量の推定には最新のデータと細心の注意を払うことの重要性を知る。

第1、2回目で、各自が決めた主要目がその後、細部の検討を進めるにつれて、いろいろ修正の必要が発生することを、第3回目の講座を通じて理解し、それを如何に解決して修正していくかが基本計画者の責務であり、腕のみせどころでもあることを知る。

5-2-2 馬力計算および主機選定、GT計算の講義並びにHOPE Lightの理解度確認

HOPE Lightを高度に利用できることを目的として、HOPE Lightが出力する様々な数値について一つ一つ質問し個人の理解度を確認することを試みた。また、実際にHOPE Lightの高度利用として自分が選択した主要目が、その周囲の要目の船と比較してどのような位置にあるのかを定量的に把握することを目的としたパラメタスタディを実施しようとした。

また、最近の話題でもあるEEDIとミニマムパワーについても各自が自分の設計した船で実際に計算をすることがHOPE Lightを用いれば可能であることを知って頂こうとした。これらは、従来の基本計画には出てこなかった項目であり、技術伝承と言う意味とは少し異なるが、今後は計画の中でも最重要項目の一つになると思われる、ぜひ集中した講座が必要と思われる。

HOPEの計算結果から、与条件(船主要求)を満足し、適正なマージンを含む計画船の主機出力(MCR、NOR)、回転数を決定し、主機選定し、燃費率を推定し、燃費(t/day)、燃料タンク容積、航続距離を算出する方法を学んだ。EEDIの定義によるものと従来からビジネスで使用しているものと定義が異なるので、その使い分けを理解する。

5-2-3 縦曲げモーメントの講義と実習

縦強度を基本計画の段階で概略チェックする方法として、NKの許容縦曲げモーメントを算出し、NAPAの積み付け計算の縦曲げモーメントと比較して船体中央部がこの範囲内に収まることを確認する方法を知る。

5-2-4 NAPA計算の実習

従来は基本計画段階では手計算による概略計算ですましているHYDROTABLE作成、CAP計算、TRIM&STABILITY計算等を、NAPAを用いて高精度かつ短時間に行うことができる方法を知る。NAPA計算法を習熟するとともに、基本計画の中でNAPAを上手に活用する方法を学ぶ。

5-2-5 TRIM、STABILITY 計算の説明と実習

大半が NAPA が半自動的に行う計算であるが、従来の手計算による実習も含めて行い、その理論と計算法を理解する。特に STABILITY 計算は安全に係わる事項でもあり、IMO でも改正案が審議されている。その規則改正の動向にも関心を持つ。

5-2-6 経済性の説明

基本計画した船を商品にするためには経済性抜きには考えられない。船のコスト構成を理解し、物価に関心を持ち、マーケット船価の動向を知り、経済性の高い船を計画しなくてはならない。コストダウンは基本計画で決まることを知ることが重要。

5-3 達成度

5-3-1 主要目表の作成

第 3 回の冒頭に第 2 回講座で作成した主要目表の評価、問題点の指摘を行った。各自修正作業を行い、必要に応じて HOPE や FB の再計算を行った。

この時点での主要目表の完成度はかなり向上した。

しかし NAPA を用いて CAP、TRIM 計算を行うと、与条件を満足できていなかったり、TRIM が成立せず等の不具合が発生した。初期の主要目の検討が不十分であったことを痛感したと思う。その後の再修正作業により、講習生により進捗度、完成度の差はあるが、一応与条件を満足する基本計画ができた。しかしそのまま船主のところへ提出するのはまだ詰めが不十分な部分があり、特に経済性の観点からはアンブルなデザインになっている例が多く見受けられた。

5-3-2 馬力計算および主機選定の講義、GT の計算並びに HOPE Light の理解度確認

HOPE による馬力計算は比較的良く計算できていると思う。しかし主機選定は主機のディレーティングゾーンの中での回転数の最適化と機関に対する知識を必要とし、難しい。また HOPE 計算も常に基準の物差しを置いて精度を確認しながら推定していくことが重要であり、現状ではまだ完全には詰め切れていない。

GT の計算は一度やれば理解できる。

ただし、HOPE Light の入出力に対する個人個人の理解度は、心配したとおり十分では無かった。

5-3-3 縦曲げモーメントの講義と実習

NK の許容モーメントは簡単な算式であるし、曲げモーメントは NAPA 計算からほぼ自動的に算出されるので、計算自体は難しいものではないが、結果をどう評価するかは難しい。ヘビーバラスト状態で 20~30% オーバーの事例あったが、計画段階では可とする指標が必要。断面係数の計算を先に行っておくのが良かったかも知れない。

5-3-4 NAPA 計算の実習

NAPA の計算の習熟に手間取り、有効活用までは至っていない。特に区画定義に手間取っている。あまり手間取ると NAPA 利用の意味が薄れてしまうのが気がかりである。船型、主要目の微調整に簡単に追従できる TRANSFORMING という機能と区画変更が簡単にできる参照面という機能があるが、まだ使いこなすには至っていない。

CAPA 計算は NAPA 利用の大きな目的であるが、計算してみたら CAPA が大幅に確保出来ていなかったり、HATCHCOAMING 分を計算に入れていなかった等の事例が多かった。NAPA 計算前にある程度成立の目処を立てておくべきだし、HATCH 分も含めて計算しておくべきであり、使い方

に準備不足が見られた。

5-3-5 TRIM、STABILITY 計算の説明と実習

NAPA による CAPA 計算、TRIM に手間取り、手計算まで手が回らなかった講習生が大半だったと思う。NAPA による STABILITY 計算も、STABILITY が問題にならない船種であったこともあり、結果の評価がまだ十分にできていないと思われる。

5-3-6 経済性の説明

座学であったので話としては理解されたと思うが、基本計画に反映されたものになるためには見積作業の実習も必要である。次回以降の課題である。

5-4 感想

5-4-1 主要目表の作成

主要目表をしっかりと作成する。常にデータ更新し、最新版を手元に保持し、管理する習慣をつけてもらいたい。

NAPA や HOPE など便利なツールができるのとそれに頼り切ってしまう傾向にあり、常に全体のバランスを考えながらまとめるのは基本計画者である自分であり、そのための管理表であると自覚を強く持ってほしい。

5-4-2 馬力計算および主機選定の講義並びに HOPE Light の理解度確認

第1回から繰り返し行ってきたので、理解度は十分高まったものと思う。

ただし、HOPE Light のプログラムは機敏に使えるが、そこで出力される膨大な情報については、おそらく半分以下の情報が理解できていないように思われた。もちろんマニュアルには書かれてあるのでこれからの個人の努力で理解が深まることは期待できる。出来れば、実施出来なかった演習問題の(2)-(5)についても各自が実施し纏めて欲しい。特に(5)は重要なテーマであるが、自社で検討するのは大変で、どこの造船所も困っているはずである。

5-4-3 縦曲げモーメントの講義と実習

断面係数の計算を行い、縦曲げモーメントだけでなく、剪断力等も含めて船体強度に関する理解を深める必要がある。

5-4-4 NAPA 計算

船型、主要目の修正に簡単に追従できる TRANSFORMING 機能と区画変更が簡単にできる参照面という機能があるが、今回の講習では当初からの使用が予定されておらず、講習の途中から導入した経緯があった。主要目が確定していない基本計画段階では便利な機能であり(逆に無ければ NAPA は基本計画用には非常に使いにくいツールになってしまう)、当初からこれを組み込んでおけば良かったのではと思う。

5-4-5 TRIM、STABILITY 計算の説明と実習

STABILITY については、損傷時を含めて改めて実習の必要がある

5-4-6 経済性の説明

次回改めて、見積計算や運航採算計算の実習やコストダウン対策等の検討を行う場を持つことが理解を深める意味で必要である。

5-4-7 自己評価

基本計画では制限時間内で最大限試行錯誤を繰り返し、自分で納得いくまで最適化を追求することが大事であり、これを体得してほしかった。

表5-1 第3回講座 時間割

	第1日	第2日	第3日	第4日	第5日
午前	<ul style="list-style-type: none"> ・講習会の予定説明 ・HOPE、NAPAの使い方説明 ・主要目表の説明と評価 ・パワーカーブと主機選定の説明 ・燃費の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・NAPA入力データの作成 ・重量重心計算表の作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・NAPAによる縦強度計算(許容モーメント確認) 	<ul style="list-style-type: none"> ・NAPAによる主要目表の確認、修正、Capの確認 ・航続距離の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・経済性評価(座学) ・船価評価、マーケット価格の把握(座学) ・基本設計のまとめと総合評価
担当	加戸、佐々木、河村 NAPA(益井、遥山)	山上、加戸、佐々木、河村、NAPA(益井、遥山)	山上、加戸、河村 NAPA(益井、遥山)	山上、加戸、河村 NAPA(益井、遥山)	山上、加戸、河村 NAPA(益井、遥山)
午後	<ul style="list-style-type: none"> ・主要目表の完成 ・配置図の完成 ・計算書の完成 ・GTの説明と計算 	<ul style="list-style-type: none"> ・NAPAによる線図、Hydro Table、Cap Table作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・NAPAによるTrim計算 ・NAPAによるStability計算 	<ul style="list-style-type: none"> ・Trimの確認、座学と手計算 ・Stabilityの確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・基本設計のまとめと総合評価 ・感想文の作成・提出
担当	加戸、佐々木、河村 NAPA(益井、遥山)	山上、加戸、佐々木、河村、NAPA(益井、遥山)	山上、加戸、河村 NAPA(益井、遥山)	山上、加戸、河村 NAPA(益井、遥山)	山上、加戸、河村 NAPA(益井、遥山)

6 総 括

今回の造船所設計技術者育成講座は、白紙からデザインスパイラルを回し、最適となる主要寸法を決め、線図・一般配置図を作成し hidro・容積・トリム・縦強度・復原性計算まで行うという船舶基本設計の根幹となる設計手法を習得するのみならず、HOPE や NAPA という最新の設計ツールを使いこなすという非常に欲張った内容を目標として掲げスタートしました。

13 名の受講生は大部分が非造船系の卒業生でそれぞれ会社における業務内容や経験年数もばらつきが多く基本設計業務は初めての人から断片的に経験している人等様々であった為、お互いの間でも学び合えるよう考慮して班編成を行いました。

第一回講座は自らデザインスパイラルのフローを作り、それに基づいて自社建造船データを整理し推定チャート(式)を準備し、第二回目講座でそれに基づいて HOPE による馬力計算を行いながらデザインスパイラルを回し主要寸法を決め初期線図を作成し、第三回目講座で NAPA を使って精算を行いました。NAPA は受講生の大部分の方たちが初めての為コマンド操作の習得に別途 5 日間講習を行った事や第三回目講座では二人の NAPA の講師がついたこと等から何とか最後まで進む事ができました。しかし NAPA による精算結果から主要寸法の一部変更の必要が認められるケースもありましたが修正する時間が取れず結果として載貨重量や貨物艙容積に余裕が有過ぎという結果や過大トリムから LCB や配置の修正の必要性が生じています。これらは今後受講生各自が継続して修正していく事が重要です。

今回の講座を通してデザインスパイラル、HOPE を用いた馬力計算や船型計画の理解度が深まり普段から建造船データの整理の重要性も認識された事と思います。一方では講座の内容が盛りだくさんで進行スピードが速く消化不良も否めません。デザインスパイラルを考えて NAPA を使いこなすには更なる習得が必要です。更にデザインスパイラルを回して最適値を確定し要目紙を完成させることや主機選定、経済性評価に対する理解等は次年度の課題の一つとして取り組む必要があります。

非常に内容の濃い講座でしたが受講生全員の真摯な取り組み姿勢と、講師の先生方の熱意のお蔭で何とか最後まで到達することができました。今後受講生達が各社の中で今回の経験を貴重な財産として活用し貢献されることを期待しています。

おわりに

本事業において各社が従来から建造しているバルクキャリア、ケミカルタンカーを対象船種として、客先要求の載貨重量・船速を最適に満足すべく研修生が自ら作成したデータをもとにデザインスパイラルを回しながら基本設計業務を習得できるように研修計画、スケジュールを策定しました。

また HOPE や NAPA 等の最新設計ソフトを使いながらそれを効率的に身に付けられるよう演習を取り入れる等の工夫を凝らし従来の設計研修には見られない形で実施してきました。

研修生の作成した主要目、諸計算結果、線図、一般配置図、積み付け計算等は都度、講師の先生方に審査、評価していただきました。この結果、研修生が性能を中心に基本計画技術を会得したことが認められ、また研修生の感想文からも新しい知識技術が身についたとの自己評価にみられるよう、有意義な結果が得られたと思われます。しかし、今回は演習時間に比し極めて密度の高い内容であり基本設計技術の基礎は理解できたものの完璧に習得するためには練度を高めるとともに、経済性等のさらに幅広い知識技術を吸収しそれを深めることが必要です。この為、今後 2 年間本事業を発展的に継続していく計画ですので演習への参加を続け、3 年後には初期の目標が達成されることを強く望んでおります。

今後研修生の皆さんが所属の会社に戻られた後、各会社の設計業務を行うに当たり習得した知識技術を十分に生かし会社に貢献し活躍されることを期待致します。

最後に、本事業に多大なご協力とご支援をいただいた講師の方々に厚く御礼を申し上げますとともに、多大のご理解とご支援をいただいた日本財団に深く感謝申し上げます。また、事業にご協力いただいた参加造船所各社と多忙な業務の中研修に情熱、努力を傾注された研修生に深く感謝申し上げます。

この報告書はポートルースの交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

平成 24 年度 「造船所の設計技術者の育成」 事業
報告書

2013 年（平成 25 年）3 月発行

発行 社団法人 日本中小型造船工業会

〒100-0013 東京都千代田区霞が関 3-8-1

虎ノ門三井ビルディング 10 階

TEL 03-3502-2062 FAX 03-3503-1479

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

