

“日本船舶振興会補助事業”

研究資料No.166-1

第 110 研 究 部 会
造船所における省力化に関する調査研究
総 合 報 告 書

(総合システムおよび設計部門)

昭 和 47 年 12 月

社 団 法 人
日 本 造 船 研 究 協 会

本報告書に記載されている研究成果は、第110研究部会による「造船所における省力化に関する調査研究の実施に伴い完成された発明等およびノウハウの取扱いに関する取決め」に基づき取扱われることになつておりますので、本報告書の内容の一部または全部の外部発表・転載等については本会事務局にご連絡の上、本会の事前の承認が必要です。

はしがき

第110研究部会では、昭和44年4月より昭和47年3月まで造船所における省力化に関する広汎な調査研究を行なった。本報告書は3年間にわたる研究成果のうち総合システムおよび設計部門の成果をまとめたものである。

第110研究部会委員名簿 (敬称略、順不同)

部会長	竹沢 五十衛 (三菱重工業)	木堂 弘雄 (船舶技術研究所)
副部会長	土井 正三 (住友重機械工業)	田坂 錠一 (運輸省船舶局)
委員	芥川輝孝 (日本船舶振興会)	前田 和雄 (三井造船)
	木下共武 (佐世保重工業)	佐藤 茂 (日立造船)
	清水 澄 (日本钢管)	金内 忠雄 (石川島播磨重工業)
	松永和介 (川崎重工業)	
	山田泰造 (日本造船工業会)	

第110研究部会幹事会委員名簿 (敬称略、順不同)

主査	由利健一 (石川島播磨重工業)	市川 弘 (川崎重工業)
委員	綾 日天彦 (三井造船)	岡田 重陳 (住友重機械工業)
	岡田 正次郎 (日立造船)	川口 博 (川崎重工業)
	梶井 銀三郎 (日本钢管)	船尾 洋二 (船舶技術研究所)
	中村 一郎 (日立造船)	宮田 貞一 (三菱重工業)
	堀之北 克朗 (運輸省船舶局)	森口 茂 (三井造船)
	本戸 幸雄 (佐世保重工業)	
	若月 文也 (石川島播磨重工業)	

総合システム分科会委員名簿 (敬称略、順不同)

主査	若月 文也 (石川島播磨重工業)	川口 博 (川崎重工業)
委員	綾 日天彦 (三井造船)	服部 幸英 (日本钢管)
	東後一忠 (三菱重工業)	三戸 吉夫 (住友重機械工業)
	松岡史香 (佐世保重工業)	成田 仁 (三井造船)
	山元洋治郎 (日立造船)	市川 明夫 (三井造船)
	笠原協之 (三菱重工業)	塙田 八洲洋 (川崎重工業)
	佐々木文夫 (日本钢管)	
	中馬弘毅 (住友重機械工業)	

第110研究部会設計分科会委員名簿 (敬称略、順不同)

分科会長	中村一郎 (日立造船)	鈴木宏 (日本钢管)
委員	石井正夫 (住友重機械工業)	戸川哲 (三菱重工業)
	竹越彦二郎 (佐世保重工業)	中村昭和 (川崎重工業)
	中西三郎 (石川島播磨重工業)	
	森口茂 (三井造船)	

設計分科会標準化小委員会委員名簿 (敬称略、順不同)

主査	竹越彦二郎 (佐世保重工業)	河合敏雄 (川崎重工業)
委員	尾川宣之 (日本钢管)	竹之内昭雄 (三菱重工業)
	財津優 (日本钢管)	服部陽一 (日立造船)
	徳万欣之祐 (佐世保重工業)	宮崎精治 (川崎重工業)
	平山了也 (日立造船)	宮本新平 (三菱重工業)
	吉田昭二 (石川島播磨重工業)	服部堅一 (住友重機械工業)
	新堀益男 (石川島播磨重工業)	湯本秀 (三井造船)
	野津陸郎 (三井造船)	
	出口暢昭 (住友重機械工業)	

設計科分科会節効化小委員会委員名簿 (敬称略、順不同)

主査	中村一郎 (日立造船)	堺由輝 (川崎重工業)
委員	小浜晃 (石川島播磨重工業)	寺本普 (三菱重工業)
	鈴木宏 (日本钢管)	永元陸一 (三菱重工業)
	中村昭和 (川崎重工業)	原洋一 (日立造船)
	服部陽一 (日立造船)	
	吉識恒夫 (三井造船)	

設計分科会モジュール化小委員会委員名簿 (敬称略、順不同)

主査	戸川哲 (三菱重工業)	中村貞明 (三井造船)
委員	有本誉至夫 (石川島播磨重工業)	今本明利 (日立造船)
	大津山俊夫 (川崎重工業)	鎌田勲 (日立造船)
	岡村純治 (佐世保重工業)	山口祐史 (日本钢管)
	清水実 (川崎重工業)	鈴木昭 (住友重機械工業)
	竹前彦郎 (住友重機械工業)	渡辺虎年 (日本钢管)
	佐々木寛 (日本钢管)	山中康一 (佐世保重工業)

設計分科会組織小委員会委員名簿 (敬称略、順不同)

主査	石井正夫 (住友重機械工業)	酒井利夫 (日立造船)
委員	大江康夫 (日本钢管)	
	竹越彦二郎 (佐世保重工業)	

造船所における省力化に関する調査研究 (総合システムおよび設計部門)

目 次

1. まえがき.....	1
1.1 S R 110部会発足の経緯.....	
1.2 S R 110部会の研究経過.....	1
1.2.1 ゼネラルサーベイの実施と研究項目の選定.....	
1.2.2 ディープサーベイ.....	5
1.2.3 本研究の実施.....	5
1.3 S R 110部会の構成.....	6
2. 総合システムに関する調査研究.....	7
2.1 総合システム分科会の方針.....	7
2.1.1 作業方針.....	
2.1.2 総合システム分科会の作業経過.....	
2.2 研究内容とその成果.....	
2.2.1 造船所の現状分析とシステム指向.....	
(1) 全般.....	7
(2) 設計部門.....	11
(3) 船殻工作部門.....	13
(4) 飾装工作部門.....	13
(5) 管理部門.....	24
2.2.2 近代化モデル造船所の設計.....	29
(1) 前提条件.....	29
(2) 設計部門.....	39
(3) 船殻工作部門.....	47
(4) 飾装工作部門.....	53
(5) 管理部門.....	7
(6) 電算機関係の要求性能、必要仕様の検討.....	7
2.2.3 造船所近代化の方向づけ.....	84
(1) 考慮すべき諸要素.....	84
(2) 造船所システム化の方向.....	84
2.2.4 コンピュータ利用技術の調査.....	84
(1) 発展の経過と今後の見透し.....	
(2) ミニコンピュータ（超小型化）.....	
(3) 総合通信網とコンピュータの結合.....	93
(4) データベース.....	

(5) ターミナルの使用とタイムシェアリング	98
(6) オートメーションとコンピュータ	100
○ 2.3 とりまとめと問題点	100
3. 設計部門に関する調査報告	108
3.1 設計分科会の方針	108
3.2 標準化小委員会の研究内容とその結果	108
概要	108
〔船殻部門〕	109
3.2.1 DEEP SURVEY	109
(1) 検討方針および方法	109
(2) アンケート結果	109
(3) 標準化項目および標準化程度の決定	110
3.2.2 20万トンタンカー MIDSCHIP SECTION の標準化	112
(1) 検討方針	112
(2) 検討方法	112
(3) 試設計と結果	117
(4) とりまとめ	124
3.2.3 船殻外注品の標準化	125
(1) 検討方針	125
(2) 検討方法	125
(3) 検討結果	133
(4) とりまとめ	140
〔機器部門〕	141
3.2.4 DEEP SURVEY	141
(1) 検討方針および方法	141
(2) アンケート結果およびまとめ	141
(3) 審議項目の追加	141
3.2.5 品物別の標準化	143
3.2.6 対関連業界、規格などの問題	143
3.2.7 評価表	145
3.3 節労化小委員会の研究内容とその結果	147
3.3.1 概要	147
3.3.2 節労化の効果の評価および実用化の検討	147
(1) DEEP SURVEY (昭和44年度)	147
(2) 各種節労設計の効果の評価 (昭和45年度)	148
(3) *実用化の検討 (昭和46年度)	148
3.3.3 直線式構造の実験	149
(1) ブラケット・シリーズ・モデルによる光弾性試験	149

(2) 直線式構造の小型模型試験	197
(3) 大型プログラム疲労試験	206
(4) ガス切断部の疲労強度	225
3.4 モジュール化小委員会の研究内容とその結果	226
3.4.1 概要	226
3.4.2 船殻・艤装の一体化について	229
3.4.3 機関室およびポンプ室の図面ならびにモデルによる合理的配置の研究	234
(1) 研究方針	234
(2) 研究の詳細	234
(3) 研究の結果	244
3.4.4 艤装しやすい機関室構造の研究	248
(1) 研究方針	248
(2) 研究の詳細	248
(3) 研究の結果および今後の問題点	257
3.4.5 機関部の自動設計法の研究	262
(1) 研究方針	262
(2) 研究の詳細	262
(3) 研究の結果	269
(4) 今後の問題点	275
3.5 組織小委員会の研究内容とその結果	275
3.5.1 検討方針	275
3.5.2 検討方法	275
3.5.3 検討結果	276
(1) 設計の組織と業務	276
(2) 設計の図面のあり方	280
(3) 設計における電子計算機の利用状況および将来の展望	283
(4) 設計管理	286
(5) 標準船建造方式と設計	287
3.5.4 とりまとめ	289
○ 3.6 とりまとめと問題点	294

1. まえがき

1.1 SR110部会発足の経緯

造船業は労働集約産業といわれ、労働力の確保は極めて重要であるが、近年の労働力不足ならびに急速な賃金上昇は、高所作業、汚れ作業、重筋作業の多い造船業においては特に問題となり、船舶建造工程の機械化、自動化が強く要望されるようになった。

これに対処するため昭和43年8月、運輸省船舶局が中心となって造船大手八社の現場最高責任者級を主体とする「造船所のアシマンド化に関する懇談会」を発足させて調査研究を開始するとともに今後の進め方について検討を行なった。

44年5月、前記非公式の懇談会を発展させて、従来のメンバーに関係研究機関諸団体の代表者を加えた「造船所のアシマンド化に関する総合研究開発委員会」を局内に公式に設置し、44年度より差当り3ヶ年の計画で研究開発を行なうことになった。これをうけて(社)日本造船研究協会では「造船所における省力化に関する調査研究部会」SR110部会を設置し、前記総合研究開発委員会の方針に従って具体的研究を実施することになった。

1.2 SR110部会の研究経過

本部会の目的とする抜本的な省力化を進めるためには、いわゆる大道具小道具のような生産手段の改良改善だけではなく造船活動を構成する諸機能を分析し、設計、船殻工作、艤装工作の3つの分野および全体を総合的に研究するものとして総合システムの分野を設け、研究を行なった。

研究対象は、近代大型新鋭造船所とし、その生産規模は20万トンタンカ一年4.5隻とした。

以下にその主要点を説明する。

1.2.1 ゼネラル・サーベイの実施と研究項目の選定

44年上期、総合システム、設計、船殻工作、艤装工作の4つの部門が現在の実情と将来の構想につきアンケート調査を行なった。

それぞれのアンケート結果を集約し、その中から研究項目を選定した。

以下に各部門についてサーベイとそのとりまとめ結果を示す。

○総合システム部門

コンピュータの利用状況と問題意識を探り、今後総合システムモデル案の作成について共同討議を行なうまでの参考を得ることを目的とし、「コンピュータの利用状況と動向」を次の4つの観点からアンケートを実施した。

- 1) 造船部門のコンピュータの使用状況
- 2) 電算化の現状と将来
- 3) 総合システムのビジョン
- 4) 総合システムとしてシステム化を行なってゆくまでの問題点

アンケートの結果、造船業におけるコンピュータ利用は業務の事後処理を正確に迅速に行なう段階からさらに高次利用を計ろうとする気運に向っており、その狙いは効率化に役立つシステムの開発であり、これはコンピュータ利用可能技術の発達と密接不可分の関係にあるので、主研究テーマである「総合システムモデル案の設計」の他に「コンピュータ利用技術の調査」なる項目を加えることにな

った。

○設計部門

節労設計、省力設計をどのように実施するかが重点であるとの観点に立ち、次の諸項目につき現状と将来の方向についてアンケートを実施した。

- 1) 設計の業務分析
- 2) 設計の省力化対策
- 3) 設計管理
- 4) 生産現場の省力化対策

アンケートの結果、生産現場の節労化が優先的であり、設計自身の省力化が二次の問題として扱うべきことが確認され、次の4項目が今後研究を要するものと定められた。

- 標準化の検討
- 節労化の効果
- 船殻艤装の一体化
- 近代化に対する設計のあり方

○船殻工作部門

省力化を大別して

- 部門内で研究実施できる事項
- 他部門での研究結果が部門の省力化となる事項

に分けて考えられるが、主として前者に於いては、より部門外で何をなすべきかを探る方向で現状と将来構想につき次の4項目についてアンケート調査を実施した。

- 建造方式
- 船殻の材料配置
- 工作技術
- 作業環境

アンケートの結果、エレクションに直接間接に省力の効果のある事項が優先的に取り扱うべきことが確認され足場の改善他17項目が今後研究を要するものとされ、その中から次の重要な7項目が研究項目として選出された。

- 足場の改善
- 吊金具の改善
- ブロック搭載前仕上方式
- 曲りブロック自動組立方式
- 平行部組立方式
- 巨大ブロック組立方式

○艤装工作部門

省力化を大別して

- 部門内で研究実施できる事項
- 他部門を含んでの研究結果が部門の省力となる事項

に分けられるが、艤装工作部門は取扱う部品材料が多種多様であり、作業場所、工程等が基本的には

船殻を中心とし、レイアウトされ運営されている現状から見て、特に的を前者のみしづらうことなく広く研究課題を探るという方針のもとに現状および将来の構想を次の4つの分野についてアンケートした。

・ 索装工作

・ 索装工作技術

・ 塗 装

・ 作業環境

・ その他（検査、運転等）

アンケートの結果、「塗装の機械化」を始めとして13項目が今後研究を要するものとされた。この中より重要と思われる次の7項目が研究項目として取り上げられた。

・ 塗装の機械化

・ 索装品の集配材システム

・ 掃除の機械化

・ パイプの新しい溶接法

・ 電線の新しい布設方法

・ フレキシブルパイプおよびジョイントの船舶への応用

・ 粉体塗装の船舶への応用

1.2.2 ディープサーベイ

選出した各研究項目につき44年下期さらに詳細な実態調査、現状分析を行ない、45年度以降の本研究の基礎資料を得た。

以下各部門についてその概要を説明する。

○ 総合システム部門

「コンピュータ利用技術の調査（現状および将来の見通し）」という研究項目についてコンピュータ利用技術の現在までの歴史経過を明らかにし、今後の見通しについて判断した。

この分野の発達のテンポは日進月歩であるので引き続き調査を進めることとした。

○ 設計部門

選出された4項目につき実施したが、その概要は次の通りである。

標準化の検討

船殻については20万トンタンカーのMidship の形状や部材、索装については諸管および付属品について標準化可能と思われる具体的項目についてアンケート形式で調査し、とりまとめの結果45年度以降の標準Midship 作成、管材や付属品の標準化、統一化の指針を得た。

節労化の検討

各社の節労設計についての考え方、実施例を求める、それに対する評価をとりまとめ、共通して高い評価を得ている実施例を中心にこれに新しいアイデアを加えた各種試設計を行なう指針を得た。現場で評価されているが機能上問題ありとされている直線構造については予備実験を行ない、その結果、本実験の資料を得た。

船殻索装の一体化

船殻の工事がせり合うポンプ室と機関室の荷油ポンプ用タービンスペースについて各社の配置図を

集約して一つの標準配置を得た。「機械化しやすい機関室」「ポンプ室内荷油管の合理的配置の研究」という45年以降の問題について検討を行ない一部については原案を得た。

近代化に対応する設計のあり方

設計の省力化対策を主にして更に詳細に現状を調査するとともに将来の設計の姿について意見を求めたが、一定の方向を見出せなかつたので、45年度以降更に検討を進めることにした。

○船殻工作部門

以下の7項目について実施した。その概要は次の通り。

足場の改善

足場資材の軽量化、足場の機械化、足場不用の船体構造の設計的検討、の三件について詳細調査を行ない、第一についてはアルミ足場板について現在すでに目安がついていることがわかり、第二については外舷用は各種のものの実用化が進んでいるのに反し、タンク内の機械化が遅れており、45年以後の研究の主力は三の中でも最も効果の大きい上甲板裏の足場の機械化に重点をおくことにした。第三については各社の実例を調査し、今後の節労設計について一指針を得た。

吊金具の改善

各種の吊り方式について詳細調査を行ない、現在重量物の吊り方式の主力となっているアイブレットとシャックルとの組合せ方式にかわるものとして摩擦もしくは喰込み方式の研究を進めることにした。

鋼板曲げ加工の自動化

実船における曲げ形状と加工量、現状の曲げ加工法について調査を行なった結果、多点ヘッドを有するユニバーサルプレス法によるのが適当であると考えられ、45年以降は、まず単一ピストンにより、次はこれをベースとした多点ヘッドによる実験により加工性能を求めることとした。

ブロック接手の搭載前仕上方式

ブロック仕上装置の機能条件を設定し、これに含まれるブロック姿勢測定および卸書機構、切断機構、ブロック支持機構について調査検討の上、仕上装置案を設計した。

45年以降は本装置の最重要ポイントである三次元曲面の做い機能を有するブロック端面切断装置を中心として設計試作実験を行なうこととした。

曲りブロック自動組立方式

外板板縫については44年運輸省補助金研究として別途に着手しているので、内部構造の配材、組立についての二つの方式すなわち外板曲面上で行なう方式と別個に行なう枠組方式について検討し、またそれについて装置の概要を得た。

平行部組立方式の検討

ラインウェルダー方式と枠組方式について現状を調査した。本質的にどちらがよいかを判定できるほどの結果がでなかつたので、今後改善の可能性を加えて検討をつづけることとした。

巨大ブロック組立方式

船殻構造とブロック巨大化の関係や巨大ブロック組立方法および治具装置、ならびに搭載方法について調査を行ない、立体巨大化がより効果的であるとの結論を得たので今後は中央部ブロックの立体巨大化をとりあげて研究することとした。

○ 繕装工作部門

以下の7項目につきディープサーベイを実施した。その概略は次の通りである。

塗装の機械化

塗装用足場につき現在使用中のものおよび将来計画、国内外の塗装用機械装置について調査を行ない、併せて外板塗装方法についての総括的検討を実施して45年以降の塗装用機械装置およびこれに付属する除鏽塗装のアタッチメント等の研究に関する作業方針を定めた。

繕装品の集配材システム

各社の現状を調査したが、各社とも集配材は現場が満足する状態には至っていないことが判った。今後の研究のすゝめ方としてはワークデザインの手法によりシステムを一応設計し、これに対する問題点とその解決の可能性をしらべる方向をとることとした。

掃除の機械化

各社の掃除に関する現状を調査し、合せて作業方針を決定し、これらに基づき45年以降の研究として一般的なゴミ用としては吸引式で進むこととし、粘質物に対しては別のものを考えることとし、その要求性能の概略を決定した。

パイプの新しい溶接法

工場内における管溶接のアンマンド化にしばってサーベイを実施し、その結果、小径管の管と法兰溶接、大中径管のエルボ管と管の突合せ溶接が工事量の上から今後研究を進めるべき対象となりあげられ、前者に対してはプロジェクト溶接法、後者に対しては管固定の円周自動溶接法を45年以降重点的に研究することとした。

新しい電線布設法

船舶ケーブルの直接接続法の適用規準を設定し、これを基にし、現在陸上で実施されている各種の接続法を調査分析し、船舶として適したタイプの選定とその改良すべき点を明らかにし、45年以降は試作したものにつき、その作業性、性能、特に耐久性について実験を進めることにした。

フレキシブルパイプおよび同ジョイントの船舶への応用

アンケートの結果、ジョイント及びパイプの型式として9つを研究対象として選出し、各々の要求性能を集約した。45年以降はこれらについて試験研究（4型式については試作）を行なうことになった。

粉体塗装の船舶への応用

塗料および塗装用機器装置についてディープサーベイを行ない、船舶への応用の際の問題点を抽出した。その結果、種々多くの問題点があるが、45年以降としては次の項目につき研究することとした。

各種樹脂の粉体化の研究及びその性能試験

ショッッププライマー方式の可能性の研究

下地処理法

塗料および塗装法の研究

1.2.3 本研究の実施

ディープサーベイのとりまとめに基づいて45年度より本研究を開始した。この中下記項目は45年度1ヶ年で研究が完了した。

船殻工作部門

吊金具の研究

平行部組立方式の検討

巨大ブロックの組立方式

艤装工作部門

艤装品の集配材システム

パイプの新しい溶接法

新しい電線の布設方法

残りの項目は 45、46 の 2ヶ年にわたって研究が行なわれ、更に艤装工作部門では、45年における検討の結果、「艤装しやすい居住区配置」が 46 年 1ヶ年の研究期間をもって研究項目に加わることになった。また、研究そのものと異なるが、本研究によって生ずる特許ノーハウ等の取扱いについても検討を行なった。47年3月総ての研究は初めの予定通りに完了し、同時に 3ヶ年の総合とりまとめを行なった。

1.3 SR110部会の構成

研究の第一段階であるゼネラルサーベイのアンケートを実施するに当って、下部機構として参加各社より 1、2名が選出され調査分科会が設置された。

サーベイ結果を集約し、研究候補項目を抽出するに当っては調査分科会の更に下部の機構として各社 1、2名の委員からなる総合システム、設計、船殻工作、艤装工作の 4つの小委員会が設けられた。

本委員会で研究項目を正式決定後は、下部機構は次のごとく整備された。

- 調査分科会を改めて幹事会とした。
- 前記の 4つの小委員会を改め 4つの分科会とした。
- 総合システム部門を除き他の三部門には研究項目ごとに小委員会を設けた。

各自についての機能は次の通りである。

- 幹 事 会………部会全体に関する事項の企画立案、とりまとめ、各部門間の調整
- 分 科 会………担当部門の総合的立場からの部内研究項目の研究の方向づけおよびまとめ
- 小 委 員 会………担当項目の研究実施

この部会構成により 47 年 3月末まで研究を実施した。

2. 総合システムに関する調査研究

2.1 総合システム分科会の方針

2.1.1 作業方針

当分科会は、その発足経緯から、他の分科会とは異って、多分に横糸的な性格を持ち、他の分科会の成果もすべておりこんだ形でとりまとめを行なう他に、将来の造船所のあり方という点についても検討を加えることが義務づけられた。

もちろん、総合システムといふものの自体が、現在の造船所を前提としたのでは成立たないといふ性格を持っているので、当然将来に対する指向は必要である。

この観点から、まず現在の造船所において合理化すべき点を広く採上げて、これらを整理した結果として、将来の造船所の姿を想定したが、現実にはなかなか、解決しにくい問題点も多く、技術的な面ばかりでなく、採算性といふ点から考えると、簡単には結論を出していい問題が多いことが再認識された。

そこで、当分科会としては、ある程度の仮定または条件設定を行ない、場合によっては理想状態と思われるものも可能条件として、検討を進めざるを得なかった。

したがって、この研究作業のとりまとめ結果が直ちに、実現の方向に進むということはできなくても、何等かの方向づけに役立つ場合には積極的にとりいれるという姿勢で、検討を進めている。

2.1.2 総合システム分科会の作業経過

(1) 昭和44年度

(a) 各社におけるコンピュータ利用状況の現状と動向調査

ゼネラルサーベイを行なった結果として、下記のような動向が確認された。

(i) 管理部門の電算化

(1) 事務作業の機械化（昭和30年～）

(2) 管理資料の提供（昭和38年～）

(3) 行動のための指示（管理の機械化）と計画のための機械化（昭和41年～）

(4) MISへの指向

(ii) 技術部門の電算化

(1) 研究開発部門

(2) 設計部門

(iii) 生産部門の電算化

(1) 内業工程のNC化

(2) 運搬、倉庫計画

(3) 工程計画と進度管理

これらの利用範囲の拡大の経過は、コンピュータそのものの発達と表裏一体となっている。

これらの経過からも分るように、造船業におけるコンピュータの利用が、新しい展開を迎えることことが確認された。

すなわち、業務の事後処理を正確、迅速に行なう段階から、さらに高次利用をはかりうとする気運に向いているということである。

各社の高次利用のねらいは、経営の効率化のために役立つシステム開発であり MIS ないしはトータルシステムを目標として、個々のサブシステムの相互関連を明かにして、最終的には総合システムに発展させることであり、データベースを整理することから、さらにはシミュレーションによる経営科学的な手法を適用することであり、グラフィックディスプレーその他の端末機器を駆使することによる効率化等の狙いを持っていることが確認された。

(b) システム設計のための機能および関連性の調査分析

前述のゼネラルサーベイでは、標準的なシステムフロー上での各社の電算化率のアンケートとともに、将来各社が目標としているトータルシステムとしてのフローについても回答して貰った。

これを見ると、造船所を運営するシステムそのものは本来かなり共通性を持っている筈であるとの既成概念に反し、各社の表現方式がかなり相異していることが確認された。

このことは、各社の運営システムが相異しているということではなく、各社のポイントのおき方が違っていることであり、過渡的な現象と考えるべきであり、将来には、トータルシステムとして非常に近似した形に落着いてゆくであろうという判断をくだした。

以上のような判断から、各社のポイントをおいている点をすべて網羅したものが、将来の造船所のトータルシステムの基本的な形になると想定し、これらを整理した上で、モデルシステム試設計のベースを固めたものである。

(c) コンピュータ利用技術の調査

造船所におけるコンピュータ利用範囲の拡大は、コンピュータ発達の歴史と表裏一体であることは前にも述べたが、逆にいえば、コンピュータが発達してゆけば、造船所における利用範囲も必然的に拡大されてゆくことになる。

この観点から、今後のトータルシステムのあり方というものは、コンピュータ利用技術の発達の予測をおりこむことなしには成立たない。

以上の必然性から、44年度ではまずいままでのコンピュータ利用技術発達の歴史的経過をたどり、この時点での今後の見透しについて判断した。

しかしながら、この分野の発達のテンポは日進月歩であるので、引き続き調査を継続することとした。

(2) 昭和45年度

(a) 総合システムモデル案の概略設計

44年度のゼネラルサーベイの結果をベースとして、まず総合システムの構成を概念としてまとめた。

造船所を運営している現在のシステムは、複雑多岐であり、これを平面的に表現することはなかなか難かしく、かつまた、表現の方法にもいろいろな形式があるので、必ずしも全貌を表現できるということではないが、情報の伝達経路を主体とし、これに物の流れをつけ加えて一つの概念をまとめてみるとから着手した。

このような表現方法は、個々のサブシステムのつながりを主体として表現することはできるが、これでシステムそのものを表現することには無理がある。

別の観点からみれば、総合システム全体を固めるには、個々のサブシステムまではいりこんで検討した上でなければ、全体としてのつながりも、十分に確認することはできないということになる。

そこで、アプローチの方向として、比較的内容の明確化しやすい船艤システムを先行してとりあげ、

具体的かつ詳細な検討を行ない、これを手がかりとして、順次舾装部門、管理部門に検討範囲を拡げてゆくという手順をとることにした。

また、現状是認ということではなく、将来の造船所のあり方という観点も含めて検討を行なった。

(b) コンピュータ利用技術の調査および開発

44年度は歴史的な発達の経過をたどって今後の方向を予測したが、45年度ではこれらの具体的な裏付としてのメーカー側の動きと、これに対する造船所側の動きを、コンピュータ設備関係の増強計画にスポットを当てて調査してみた。

(3) 昭和46年度

(a) 総合システムモデル案の詳細設計

45年度の概略設計をベースとして、モデルシステムの詳細設計を行なったが、これには下記のような前提条件を設けて行なった。

(i) 基準設計、基準日程方式によるシステム簡素化

基準設計船を基準日程で建造するものとした場合の簡素化されたシステムのイメージアップ。

(ii) 上記に合わせた工場設備の想定

上述の建造方式をとった場合に適した工場設備、配置を想定してみた。

(iii) 実状に合わせた基準からのモディファイケーションの検討

実際の工場として運営される場合、基準設計船のそれが嵌入されるとすることはあり得ないし、また、天候その他の条件により、基準日程がキープできるということは期待できないから、何等かの修正を行なうことは当然必要である。

しかしながら、一隻ずつ別々に考えるよりは、基準船との相異点、基準日程からのずれとしてとらえるほうがはるかにわかりやすい。

以上のような観点のもとにモデルシステムを設計するとともに、いくつかのケースについて、シミュレーションを試み、検討の手がかりとした。

なお、46年度は最終めくくりの年でもあるので、研究についての評価も行なった。

(b) コンピュータ利用技術の調査

44年度、45年度に引き続き、最新状態での調査を行ない今後の見透しを含めて、しめくくりとした。

2.2 研究内容とその成果

2.2.1 造船所の現状分析とシステム指向

(1) 全般

現在の造船所は長年の歴史と経験の積重ねによってきずかれてきたものであるから、設計法、工作法、組織等のすべてについて、理論的に体系づけることは難かしいが、現在のように造船所をとりまく環境の変化のテンポが早い場合には、強いてこれを行なって、今後の改革の方向を見つけてゆかなければ当然立ちおくれてしまうことになる。

そこで省力化という点を中心として、その改革の方向を検討してみると以下のようないえると思う。

(a) 合理化のポイントについての考え方

合理化のポイントは省人の一語につくるが、そのための具体的な目標を考えてみると以下のようにな

る。

- (i) 単純繰返し作業は極力機械化する。
- (ii) 人間の移動によるロスをさけ、実働時間を上げる。
- (iii) 工作精度を上げて、手直し作業をなくす。
- (iv) 個人的判断、能力による差をなくし、平均化させる。

これらは、それぞれ別個のものではなく、共通した要素のもとになりたっていると考えられるので、各部門ごとに作業技術と作業方法の二つの見地から具体的に検討を行なってみることが必要である。

(d) アプローチの方法についての考え方

- (i) 固有技術の開発
- (ii) 生産プロセスを含む生産システムの開発
- (iii) 生産システムを円滑に運用するための
生産管理システム
設計からの一貫した情報システム
の開発が必要である。

(i) 固有技術の開発

この面での合理化は主として機械化であり、各分科会でとりあげている研究テーマの大部分はこれに該当するものであるから、こゝでは省略することとする。

(ii) 生産プロセスと生産システム (表 2.2.1、図 2.2.1)

生産プロセスと生産システムを検討するためには、現在の仕事の流れを、ある単位ごとのユニットとし、その相互関係およびグループ化を行なうことが必要である。

この観点から、今後検討すべき研究テーマを考えてみると以下のようになる。

○作業ステージの分割の考え方

加工、組立等の作業ステージの区分を明確にし、それぞれ専門化することによって、自動化、機械化を容易にするとともに、ステージがそれぞれ独立して最適な稼動ができるようにすることが必要である。

この場合、特に段階の一体化を含めて考えることが必要である。

○上述の運用を効率化するための部材、部品の標準化とグループ化

(i) 作業ステージの分割の考え方

基本的には

素材加工

部材、部品の集配

組 立

搭 載

のステージに区分できるが、各ステージにはそれぞれの合理化の狙いがあるべきであり、個々のステージの最適化は、当面アンマンド化を主体として考えることになる。

また、個々のステージの最適化については、他の関連するステージと、利害が相反するので、次の対策によって、各ステージは独立して運営できるようにすべきである。

○後工程に対する品質保証

- 後工程の材料PICKINGに対応できる部材部品の在庫確保

(b) 部材、部品の標準化とグループ化

各ステージが自動化、機械化されるに従い、これに適合した部材、部品の標準化と同一工程を共通して通過しうる部材、部品のグルーピングが必要となる。

その着目するところは、

- 自動化機器の多種多様化をさける

- 複雑な工程パスをさける

ということである。

(iii) 生産管理システムと情報システム

以上の生産プロセスをサポートするシステムとしては、

- 事前計画を主体とした生産管理システム

- 従来の慣行からなれた情報を主体とした設計以降の一貫システム

が必要である。

(i) 生産管理システム

工程の整流化については、予め独立したステージとこれを運用するための適当な BUFFER を設定しておくことにより、主として、各ステージの内部の整流化に焦点を当てることができる。

これについては、加工される部材、または組立される部材の作業に必要な原単位を明確にし、作業を行なう前に、事前の最適化シミュレーションをいかに行なうかにつきる。

(ii) 情報システム

以上のシステムの有機的な運用を可能とするためには広義の情報システムの確立が必要である。

また、情報のベースとなるデータをどのような形でとらえるかが成否のきめ手となる。

現在の造船所の弱点の一つは、データのとらえ方が確立されていないということであり、ぼう大なデータはあっても、その有効利用がはかれないとということである。

以上のような考え方をベースとして、以下各部門ごとに検討を行なった。

(2) 設計部門

設計部門の任務としては、船の性能を確保することと生産のためのデータを提供することである。

この部門の設計技術と設計方法について検討した結果は次のとおりである。

(a) 設計技術

この面での合理化は主として機械化であり、換言すれば省力化である。電算機、自動製図機の利用などはかなり普及し、製造部門における省力と品質向上にも貢献している。

しかし、さらに電算化・省力化の効果を拡大していくためには、現在取扱われているデータも含めて、ぼう大かつ相互関連の複雑な設計情報に関するデータ・ベースの研究開発、そのようなデータ・ベースを中心とする電算化システムの開発が必要と考えられる。

データ・ベースに含まれる情報の範囲、それら情報間の相互関連の程度をどのように設定するかは、その方法は千差万別であるが、今後の方向としては、情報の量および質はますます増大・深化していくことは確実である。したがって、たとえば設計情報を各船ごとに処理していくことは、現状の電算システムに対してはぼう大な負担となり、情報処理の現実のタイミングに間に合わなくなるといった事態を引き起すであろう。

これを避ける方法としては、データの構造の固定化すなわちデータの表現形式の標準化、モジュール化がまず必要であろう。このデータの構造自身に柔軟性をもつておけば、固定された構造様式に整理されたデータ群からは、必要なデータが必要な時に、煩雑な操作を行なわなくとも取り出すことができる。

さらに、データ・ベースの開発は、従来の電算システムを崩壊させてから行なうのではなく、今日まで運用され、設計業務の合理化に効果をもたらしている情報処理システムを改善程度にとどめることができ、その上に、新たな機能を構築するというような方法を採用できることが望ましいといえる。

このようなデータ・ベースおよびデータ・ベースを中心とするシステムが、今日までの電算化の成果に上積みすることができれば、現状における設計業務量の中で大きな比率を占める製図作業、仕様書および注文書作成作業、打合せなどにどのような影響を与えるか考えてみたい。

設計部門の業務実態はすでに S R 110 の 44 年度報告書に報告されている。

表 2.2.2 設計業務実態

	詳細設計	生産設計
設計方針の画策	12	8
計算	6	4
製図	47	66
仕様書・注文書の作成	7	3
検図	10	10
打合せ・その他	18	9
計	100%	100%

現在の設計業務を作業手順の面からみれば、

- (i) 多数の設計者によって、多数の作業がお互いに関連をもちながら同時に進められていく。
- (ii) 多数の作業がまた時間的な遅れのあるステップで進められていく。
- (iii) すべての作業がフィードバック過程を通りながら進められていく。

といえる。

情報の面からみれば、次のようなになる。

- (i) すべての情報は図面およびリスト類を媒体として伝達される。
- (ii) 少量の基本的情報（設計条件）から大量の詳細な具体的情報（生産のための情報）を作り出される。

このような性格の設計業務の機械化・電算システム化は、従来みられた電算化の経緯、すなわちオフライン、バッチ処理の単発計算方式では画期的な合理化には程遠いといえる。

したがってこれをさける方法として、上記特質をもつ設計業務の電算化システムに要求される機能は次のようなものであろう。

- (i) 多数の設計者が同時に計算機と対話ができる。
- (ii) 2次元、3次元図形を処理できること。
- (iii) 大量の情報が、情報間の相互関係がつけられて格納し、蓄積できること。
- (iv) 各種の豊富な応用プログラムが設計者向けに用意され、またその拡充が容易なこと。

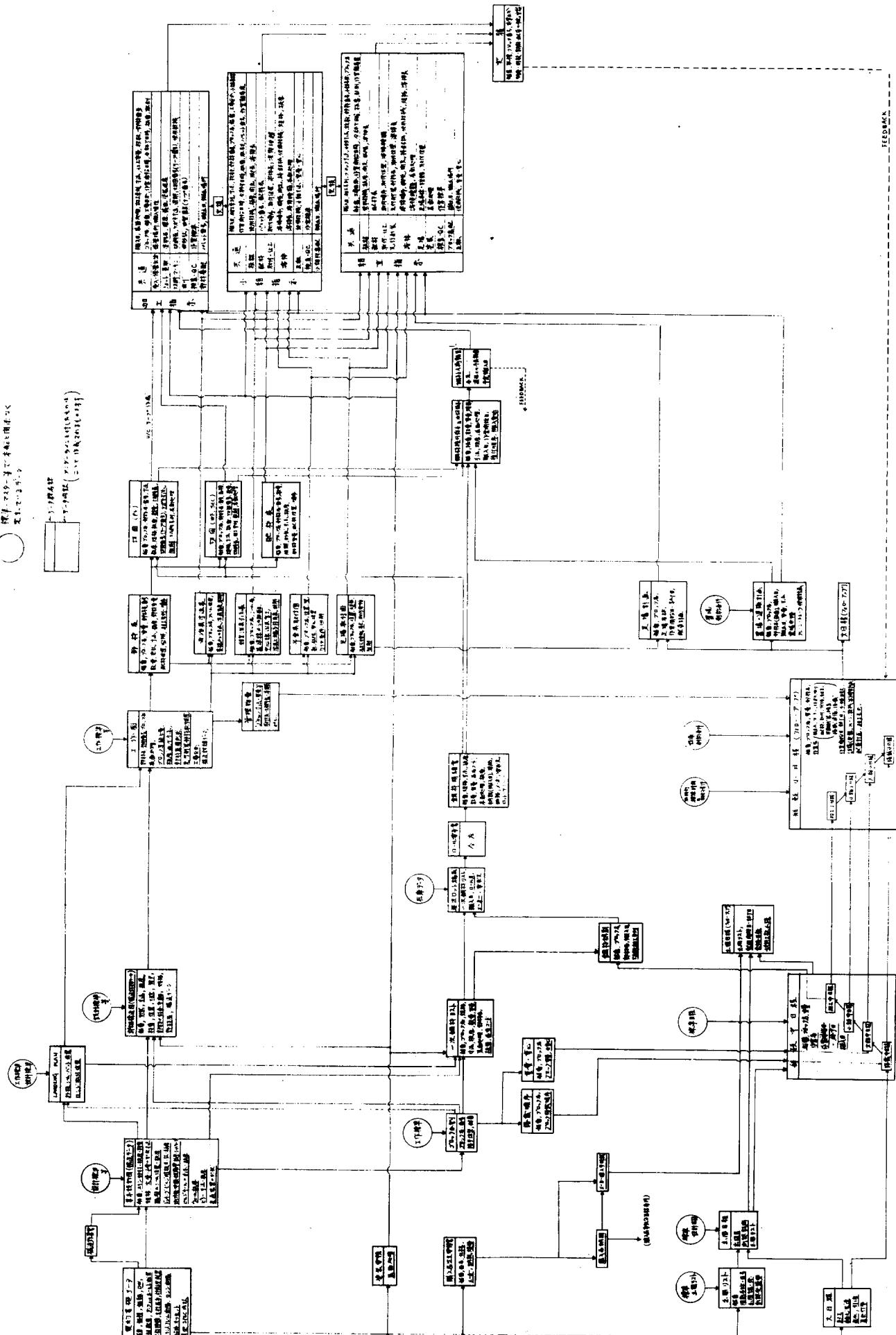
これら諸機能は短期日のうちに実現するものではないが、徐々にではあるが実現へと近づきつつあるのが、今日のコンピュータ技術である。

自動作図機、ディスプレイ装置、テレタイプライタをはじめとする端末機器が十分そろえることがで

表 2.2.1 船舶の各ステージに必要なインプット・データ (日本は実験結果)

船殻関係 OUTPUT & DATA

横浜・マスター号



2. 2. 1

きれば、表2.2.2における製図、仕様書・注文書作成、打合せ業務などが、なかでも製図業務が大巾に省力できると考えられる。

(3) 船殻工作部門

船殻工作部門の作業量は、船の大型化に比例して増大し、船1隻の作業量が同種船において、仕様により大略一定である艤装工作部門と対照的であり、船の大型化に伴ない船殻工作部門の作業量の全体作業量に占める比率は、表2.2.3のごとく増大する。

さらに、船殻工作部門においては高所作業、労役作業、汚れ作業等の要素も多く、賃金の上昇、労働力の不足、週5日制の導入等に対処するための最重点部門として

(a) 省力化

(b) 作業環境の改善

を推進して行く必要がある。

(a) 省力化のアプローチ

省力化のイメージは図2.2.2に示すごとく多岐多様の要素を含むものであると共に各々の要素の相互の関連が重要で、総合的アプローチが必要であるとともに、省力化目標に対する、需要予測→標準設計→プロセスの設定→システム設計→設備投資と一貫したシステムの形成と、一貫したシステムのライフサイクルの設定が重要である。

手段としては基本的には、節労設計の推進、I.E.の推進とこれらを総合化するシステム設計であるが、現在の造船所の運営にあってはI.E.ならびに節労設計の専門職制もなく、コンピュータあってI.E.ならびに節労設計が無いのが現状であり、本格的省力化のためには、省力化目標の設定からシステムのライフサイクルの設定、システムのコンセプトの設定と一貫した造船所運営自体の変革が必要となる。

(b) 節労設計のアプローチ

節労設計の目標は、図2.2.2に示すごとく、自動化の適用範囲の拡大、作業量そのものの減少、作業の容易化にあり、下記が考えられる。

(i) 徹底した標準設計の導入（設計分科会標準化小委員会）

船体の基本的設計条件を可能な範囲で固定化することにより

(1) 治工具、機器の固定化による省力化

(2) 習熟効果による省力化

(3) 自動化の範囲の拡大

(4) 管理の容易化によるロスの排除

等が期待できる。

(ii) 直線構造の採用と、直線構造範囲の拡大

(1) 中央部構造においては、ロンデ・フレーム、ランス・ウェップの小組立および大組立が完全自動化できる直線構造とする。（設計分科会節労化小委員会）

(2) 船尾、船首部構造においては、少なくとも、内構部材の小組立が完全自動化できる直線構造とする。（設計分科会節労化小委員会）

(3) 居住区は方形化し、パネルの集合構造とする。（艤装工作分科会居住区小委員会）

(4) 水上部曲線外板を極力直線化する。（設計分科会節労化小委員会）

(iii) 作業量の縮減

(イ) 船としての必要機能を主体とした構造にし、不要構造(例、煙突、F'ole Deck, Center Girder)

(ロ) 作業用足場、治具、一部機器装置等を船体構造に組み込み。

(c) I.E. アプローチ

I.E. の目標は、図 2.2.2 に示すとく自動化の範囲の拡大、レイアウト、設備ならびに作業の改善であり、作業研究、自動機器ならびにソフト・ウェアの研究である。

(i) レイアウト、設備ならびにその運用の改善

(イ) ブロックの大型化、ユニット化を行ない、屋外船台ステージ作業を極力屋内地上ステージ作業とする。

(ロ) 構造の標準化、直線化に合せて、作業の標準化、集約化を行ない、加工工程数、移動距離および停滞量が最少となるようする。

(ハ) ステージの区分を明らかにし、ステージが独立した運営ができるようにする。

(エ) 以上により、自動化、機械化を容易にするための作業の専門化ならびに周辺条件の整備をする。

(ii) 自動化機器ならびにソフト・ウェアの開発

(イ) 構造の標準化、レイアウトの専門化に沿い自動化を行なうが、例えば下記の自動化が考えられる。

○構造に組み込めない足場装置(船殻工作分科会足場小委員会)

○曲げ加工の N/C 化(船殻工作分科会曲げ加工小委員会)

○ブロック仕上の自動化(船殻工作分科会ブロック仕上小委員会)

○曲り外板の自動組立(船殻工作分科会曲りブロック小委員会)

(ロ) 自動化の範囲の拡大に伴ない、正確な多量のデータが必要となり、自動機器の運転に必要な、構成情報、部材情報、加工情報のデータベースを確立すると共に、これらのデータを活用し、加工指令、Feed Backを行なうためのソフト・ウェアの確立が必要である。

(iii) 作業研究

自動化を行なうためには作業の標準化と作業マニアルの確立が当然必要であるが、他の一般作業についても作業手順の確立と標準化を作業研究を通じて行なうと共に標準作業時間の設定が必要であり、これら生産工程のシステム化の基礎となる。

(d) 生産管理システムのレベル・アップ

上記の I.E. 的アプローチ、節労設計等により、設計されたシステムを、予定の水準で維持し、所定の省力化目標を達成するためには、事前計画とその計画の最適化ならびに検証を行なうためのシミュレーションおよび実施の FOLLOW を総合的に行なう必要があり、下記の要件が必要である。

(i) 構造、部材ならびに加工情報データベースを活用し、最少配員で作業を遂行する日程ならびに配員計画を検証し最適化するシミュレーション・プログラム、または言語と、これを処理する対話型のハード・ウェア。

(ii) 作業実施データを正確、早期に一元的に収集しパフォーマンスを計算し、この結果を必要時に必要な形で即時に提供するハード・ウェアならびにソフト・ウェア。

(e) 近い将来想定される船殻工作部門のイメージ以上を集約すると図 2.2.3 のごときイメージとなり、

(f) 製品ならびに、設備およびシステムのライフ・サイクルを想定し、省力化目標を設定し、省力設計、

I.E.を推進する部門

ii 設計から加工まで一貫したデータ・ベースを維持し、これに基づき最適な実行生産計画を作成するシステムと運用する部門

iii 総合的に計画された実行生産計画に従って稼動し、加工情報を逐次、計画部門にフィードバックする工場

の三つの主要な要素で構成される。

表 2.2.3 船殻・舾装の作業量の比率

	10万トンタンカー	20万トンタンカー	30万トンタンカー
船殻工数 (比率)	$25 \frac{H}{T} \times 15,000 T$ 375 KH (60%)	$24 \frac{H}{T} \times 27,000 T$ 648 KH (70%)	$23 \frac{H}{T} \times 40,000 T$ 920 KH (74%)
舾装工数 (比率)	270 KH (40%)	300 KH (30%)	330 KH (26%)

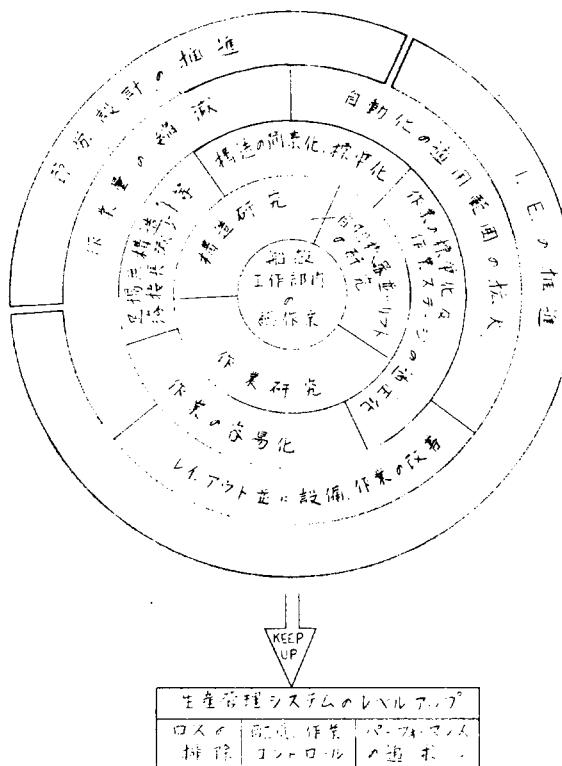


図 2.2.2 省力化のアプローチ

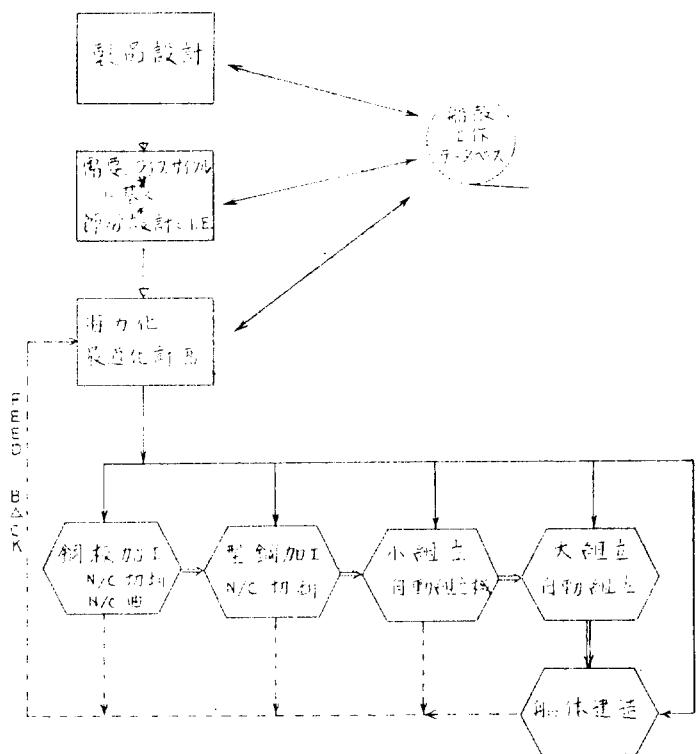


図 2.2.3 近い将来想定される船殻工作部門のイメージ

(4) 義装工作部門

(a) 合理化対策の方向

近年のめざましい造船技術の進歩、船舶の大型化の中で、義装工作部門においても各種の新工作法が採用され、合理化が進められている。義装工事は元来フィッティングを主とする作業の本質から、船殻工作部門の後工程といふ宿命を免かれず、作業量は環境の悪い船内作業に多い（表2.2.4）。したがって作業の機械化、自動化は非常に困難で、その省力化も遅々としている。

義装工作のもう一つの特徴は、取扱う部品・資材の種類と量のほう大きさにある。したがってこれらの資材の調達如何が義装工作に及ぼす影響は非常に大きく、義装工事の大半は資材の適切な調達にあるといっても過言ではない。

表 2.2.4 工程別消化時数比

義 装

	加工、組立、集配	地 上 義 装	船 内 進 水 前	進 水 後
10万屯タンカー	21%	9%	19%	51%
25万屯タンカー	26%	14%	28%	32%

船 殻

	加 工	地 上 組 立	搭載進水前	進 水 後
10万屯タンカー	15%	51%	30%	4%
25万屯タンカー	10%	65%	23%	2%

注) 10万トンは、船台建造、25万トンはドック1.5隻建造

機器工作部門の合理化目標は省力化であるが、その対策として個々の作業の機械化、自動化もさることながら、環境の悪い船内作業の極少化を図ることが最も重要な方策であると思われる。船内作業の極少化は、それ自体作業環境の改善であり、安全対策の重要な方策である。

資材の適切な調達は、各工程のスムーズな運営による省力化を目的としており、このためには標準化を進め、資材の種類を減少させることが有効な方法である。しかし余分な作業を船内に持ち込まぬための重要な手段と考えれば、船内作業の極少化を達成することが、すなわち艤装工作部門の最大の省力化であると考えられる。

(b) 省力化のアプローチ

一口に船内作業の極少化といっても、それを達成するには、単に艤装工作部門のみの範囲では不可能であり、設計から始まる総合的思考によるアプローチでなければならない。（図2.2.4）

従来の造船所の運営は、船殻部門と艤装部門は明瞭に分割され、部としては一つであっても、実質的には別な組織として運営されるのが通常であった。その結果、殻主・艤従の形態から脱けきれず、艤装は常に船殻のあおりを蒙ってそのしわ寄せを受けて來た。しかし最近の合理化の波は徐々にこの弊習を打波しつつあり、早期艤装、同調艤装などといわれるよう船殻との一体化が進んでいく。これによつて艤装工事の平準化が進み、船内作業量も減少して省力化に寄与するところが大きい。しかし完全に殻主・艤従の形態から脱却するには、設計面からのアプローチが必須であり、また工作面の組織運営の改正が必要である。そしてさらに船内作業の極少化を狙うためにも、殻艤一体の建造方針に従った組織と運営並びに設計時点での厳密な工作法の検討、日程の調整が必要である。

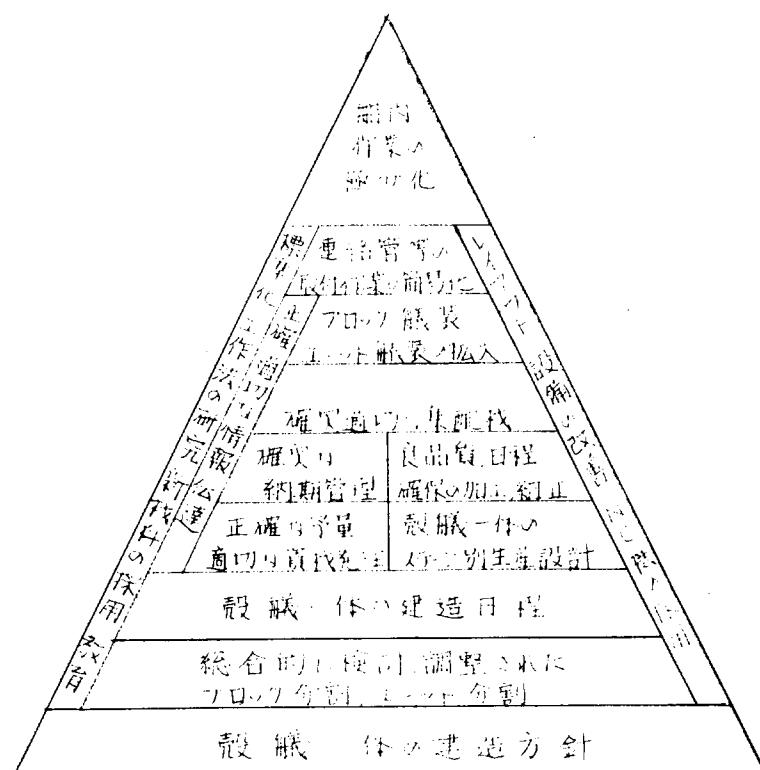


図 2.2.4 省力化のアプローチ

(c) 設計部門の運営

船内作業の極少化のため、ブロック艤装、ユニット艤装の拡大と、ブロック間、ユニット間の連絡管等の取付工事の簡易化を図ることが必要である。

(i) 艤艤一体の設計

ブロック艤装、ユニット艤装の拡大は、船殻構造との関連なくしては考えられず、特に機関室、ポンプ室、居住区等の艤装密度の高い所は、艤装一体設計がなされるべきである。（モジュール化小委員会、組織小委員会）

ブロック分割は、単に船殻構造的判断によるものでなく、艤装工事の面からの判断を重視してそのオプティマムを図らねばならない。

(ii) 合理的情報のアウトプット

生産設計は工作部門への直接情報をアウトプットするもので、その内容、構成は工作部門の必要充分なものでしかも明瞭なものでなければならず、後述のステージ別、機能別管理を徹底できる艤装を一体化した情報のアウトプットが可能な態勢でなければならない。（モジュール化小委員会、組織小委員会）

(iii) 節労設計

設計はまた、船内工事の作業の安全と簡易化を常に考慮し、フレキシブル・パイプ等の採用により、高所狭隘箇所における現場合せ、切り合せ等の作業を極力減少させなければならない。（フレキシブル・パイプ小委員会）

なお、この他に、設計では、艤装品、管等の標準化を推進して資材の種類の減少と管工場作業の単純化を図り、資材調達を容易にすることも必要である。

(d) 工作部門の運営と組織

工作部門の省力化の第1の要素は、前述のごとく船内作業の極少化であり、それはブロック艤装、ユニット艤装の拡大である。その達成には艤装一体の建造計画ならびに運営がなされねばならず、それが可能な組織がなければならない。

第2の要素は、工作部門全体が有機的なシステムとして必要な各種の機能を完全に果すことである。このためには、工作部門の持つべき機能を明確にし、その機能に応じた責任体制を確立してそれぞれが責任を果すことである。すなわち機能的責任部署を定め、そのおのおのが納期管理と品質管理を徹底する。

(i) 艤装工作部の機能

艤装工作の面からその必要な機能は次のとおりであろう。

(イ) 計画

- 建造法の検討、工作法の決定、工作基準の制定
- 日程計画、外註計画、整員計画
- 設備計画、他

(ロ) 資材、外註計画（事務ベース）

- 購買計画、発註業務、検収業務
- メーカ管理、納期管理

(ハ) 集配材

- 一次集材

- 購入品・外註品の品目別分類整理
- 内作およびメーカーへの材料支給
- 内作品、加工外註品の製作単位（ブロック別、系統別）の取纏め
- 二次集材および配材
 - 取付単位（ステージ別・ブロック別）のパレット化
 - 適時に必要な場所への運搬

(e) 管 加 工

- 一品の加工および組立

① ユニット組立

② 地上儀装

- ブロック儀装、ブロックの仕上および塗装
- 居住区ブリエリクション

③ 船内儀装

- 艤内および甲板上儀装
- 機関室およびポンプ室儀装
- 居住区儀装

④ 調整運転

(ii) 塗 装

艤装一体といつても、明らかに異なった機能もあり、要は艤装の関連づけを整理して最も合理的に上記の機能を果す組織を確立し運営を行なうべきである。

(iii) 計画機能の一元化

すべてのシステムは計画と実施の機能をもつものであり、適切な計画なしに良い実施はあり得ない。工作部門においてもスタッフとラインという計画と実施の機能が必要で、艤装一体の建造方針の履行には、建造法、工作法の検討決定、日程計画の立案等の工作部門の計画機能が完全に一元化されたものでなければならない。

(iv) 地上儀装の運営

船艤の工程は、加工、小組、大組、搭載の4ステージがあるのが一般であるが、地上儀装の拡大を効果的に行なうには、大組と搭載の間に地上儀装および塗装を含めたブロック仕上げのステージを確立すべきである。従来より単純な儀装金物は小組あるいは大組のステージでの取付が行なわれているが、その工程を乱さない範囲でさらに儀装品の取付を拡げる必要がある。しかし多くの儀装品を取付けるには、当然そのためのステージが必要である。地上のそれぞれのステージでは艤装いすれの作業も一つの組織、一つの命令系統で行なわれるべくで、現状の組織からいえば小組、大組のステージは船艤主体、地上儀装のステージは儀装が主体となるであろう。

(e) 集配材システム

多種大量の部品、資材を扱う儀装工作部門において、それらの調達は非常に重要なことであり、従来より各造船所とも、多大の考慮を払って来ている。その重要性、複雑性から、儀装工作分科会における研究項目の一つ（儀装品集配材システム）として取上げているので、ここでは省略する。ただ前述のような、システムとして必要な機能を明確にしてその機能的責任部署を定め、その間の情報システムを確立しなけ

ればならない。組装工作部門の生産管理は納期管理に尽きるといって良い。各部署が次の部署に対して必要なものを必要な時期に揃えること、そのため必要な情報を即時に入手でき、また与えることのできるシステムの完成が集配材システムの理想の姿である。

(f) 設備の合理化

組装工作部門の設備としては、倉庫と管工場があるが、いずれも集配材システムの一貫として合理化を図らねばならない。

(i) 倉庫および集材場所

倉庫および集材場所は、集配材の機能を完全に果すためのものでなければならない。

船の標準化が進めば共通部品が増加し、準備品の範囲が増加することになり、これを推し進めれば自動倉庫に近いものが考えられる。その他の機器類は集材場所に搬入され整理されるが、一般に屋外作業が多いことも屋内作業として移動を機械化すべきである。

しかし、それ以上に重要なことは、集配材システムとして、機器類は取付納期で納入する、メーカーでのユニット化を進める等の方策を図り、ストックを極力減少することである。

(ii) 管工場

野書・切断、フランジ付、曲げ加工等は、今後かなりの自動化が考えられ、また運搬の機械化も進むであろう。しかし、工場の機能としては、管素材の加工から一品を完成して、取付単位に纏める迄を、如何に短期間に完全に行なうかが重要なことである。このためには、材料の流れを単純化し、要所での所在のチェックが可能な配置を考慮すべきである。

(g) 自動化機器および新技術の開発

管工場内の自動化以外にも、組装工作分科会で取上げた以下のような研究事項の推進がある。

(i) 塗装の機械化

(ii) 掃除の機械化

(iii) パイプの新しい溶接法

(iv) 電線の新しい布設法

(v) 粉体塗装

(h) 生産管理

組装の広義の生産管理は、次の8サブ・システムに分けられる。そしてこれ等をまとめるものとして管理組織も重要な一項目となる。

(i) 図面管理

(ii) 工程管理

(iii) 作業管理

(iv) 時数管理

(v) 外註管理

(vi) 材料管理

(vii) 品質管理

(viii) 運搬管理

これ等は全て重要なものであり、どの一つが欠けても生産管理システムは充分な成果を上げることはできない。また個々のサブ・システムはベストの状態にあったとしても、それが多くの間接人員を要するものであり、かつサブ・システム相互間にバランスが取れず、生産管理システム全体としては管理効果の上らないものでは無意味である。

「造船所の省力化」のための生産管理の合理化のため主目標として次の二つを掲げた。

(1) 直接作業時間の削減

(2) 間接人員の削減

この主目標と生産管理の各種サブ・システムとの関係は図 2.2.5 のごとくである。この図では、副目標として材料費の節減、経費節減、その他を掲げている。

図で見るごとく、主目標を達成するための展開と、副目標達成のための展開とは、それぞれサブ・システムの中で関連して来るので、この間の優先性または副目標の達成度が問題となる。この場合は、主目標の達成のためのシステムを先づ考え、次にコンピュータ等のサポートを得て、最小限のコスト増で副目標の達成を計る。生産管理システムは、情報システムそのものであり、コンピュータ技術のバック・アップを得て効果を上げ得る。

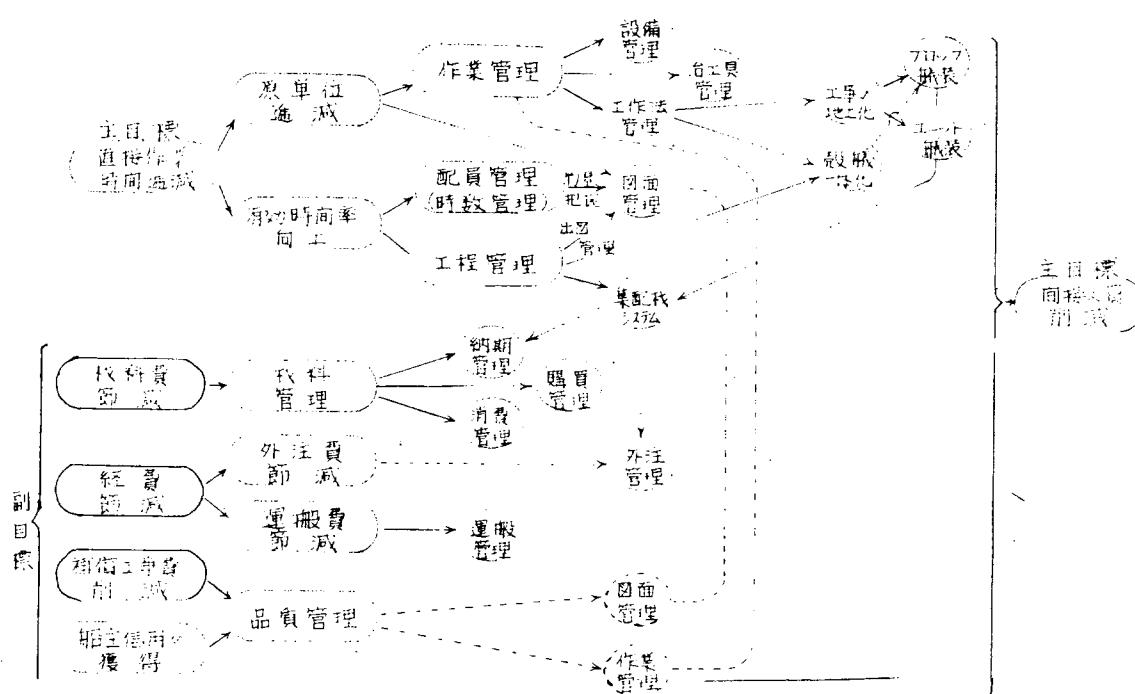


図 2.2.5 生産管理システム構成図

(i) 情報システムの確立

舾装の生産管理は、集配材情報システムを中心として構成される。ただし、管製作工程に対しては、製作ラインに必要な、N/C加工、或は加工ステージ管理のための情報システムが別に必要である。

(ii) 集配材情報

集配材システムについては、舾装工作分科会の集配材小委員会での研究があるので、集配材に必要な情報等は、これを参照されたい。

上述の研究では、個別受注生産における情報が示されているが、標準船の場合は単純化され、次の管

理項目が標準化されるので管理コストを下げ得る。

- 総表、大日程、中日程、小日程
- 配員計画
- 主補機類
- 一般儀装品
- 管材（金物を含む）
- メーカ、外註先
- 購入品、素材の価格
- ステージ標準、ブロック儀装範囲、ユニット儀装範囲
- 加工場所、組立場所
- 集配場所（置場、倉庫等）
- 管理帳票
- 設備、工器具
- 工作法

標準船の建造においては、初期の開発段階でこれらのシステムを組立てれば、その後は計画および情報のコストは零または零に近くなる。また個別受註の場合には、詳細設計の展開に応じて、工程の後の段階でなければ入れられず、したがって帳票の二重、三重の発行にならざるを得ないものが、標準船の場合は、初期段階において各種データを一度に入れることができとなり、重複を避け得る。

(ii) 管製作情報

合理化された管工場を動かすためには、設計において必要な一品製作図の設計電算化、作図機械化の情報と共に、加工工程における墨書き、切断、フランジ付、溶接、曲げ加工或は運搬の自動化に必要な情報が設計段階から入力される必要がある。

(5) 管理部門

(a) 合理化対策の方向

管理システムは、企業活動をよりよくするための「しくみ」であり、よりよい運営のために、上は役員の秘書的業務から、下は職場庶務・人事相談まで、それぞれの業務システムに組込まれて巾広く有機的に活動して来た。

管理部門の合理化については、日本造船工業会生産合理化委員会においても採上げられ、去る46年7月に「管理部門の合理化調査レポート」が報告されたが、本報告でも指摘されているように今後の企業をめぐる環境条件の変化に対応するには、システム・エンジニアリングへの指向が必須であり、いわゆるソフト技術の重要性の認識が要請されている。

さて造船所の体质改善をいかなる形で具体化するかが大きな問題となってくるが、管理システムの機能を遂行するためには、従来の組織的あるいは人的要因に基づく職務遂行にとらわれず、職能（機能）を中心とした徹底した標準化、専門化（分業化）、簡素化（判断業務定常業務の完全分離）をはかり、事前計画（含シミュレーション）と、そのFollow upを総合的に行なうことができる総合情報システムの確立が必要である。

(b) 省力化へのアプローチ

省力化は必ずしも直接部門の問題とは限らない。間接部門においても技術革新特に電算機の進歩は、次々と省力化の可能性を提供し、各造船所においても、間接部門の省力化・効率化への努力がなされてきた。しかし末だ直間比率は他業種に較べて高く種々の問題を含んでいる。

管 理 者	監 督 者	事 務 ・ 技 術	間 接 人 員	直 接 人 員
2.9 %	1.9 %	19.2 %	9.8 %	66.2 %

従来大半の造船所は、一般管理部門、工場管理部門、製造部門それぞれ独自の立場でかつ部門内での効率化・省力化に努力が払われて来た結果、結果的には間接人員の増大を招いたきらいがある。

例えば

- (i) 直接作業の効率化（材料待ちによるアイドル並びに工程遅れの排除をはかるために、製造部門においても、工場管理部門（資材）と略々同人数の材料工程工（間接人員）を抱えて、内外情報の収集（納期、督促、問合せ等）、材料の段取り（メーカとの手直し交渉を含む）に専従させ、直接作業の効率化、省力化をはかつて来た。
- (ii) 機械器具の保全にしても、工場管理部門（工務関係）の人員に匹敵する間接人員を、製造部門がそれぞれ抱えて、工器具の段取り・簡単な補修を行ない、直接作業の効率化へ寄与してきた。
- (iii) 各部門間の情報伝達にしても、直接データが利用されず、帳票・台帳への転記、レポートからの転記が多く、転記の労力（ムダ）や転記ミスによる混乱、チェック業務の増大を誘発してきた。
- (iv) また、データを修正する場合も、ソースデータの一元化がはかられていないために、それぞれで修正を必要とし、行違いや、誤り、洩れが生じやすく二重・三重の手間と、業務をいたずらに複雑化して來た。
- (v) 更に、計画、詳図（フィードバック）機能についても、各部門が、それぞれ独自に、異なる時点で行ない、従って例え共通データであっても、各部門が、その都度、それぞれ個別に収集・加工するきらいがあり、重複とシステムの一貫性に欠ける。

等々各部門が独立に省力化・効率化への努力が払われて來たために、全体として眺めてみると、重複が多く、また相互関連が明確でなく、問題が発生しても、他部門へ反映し難く、また新たな相互関連が見つけ難いため、共通部分が多くても、あたかも違ったシステムのように解釈され、また更に業務担当者の自己の業務へ執着する性向もからんで、1つのシステムとして統合出来ないというのが現状である。

一般に合理化（省力化）は、対象部門内で行なわれるが、部分から得られる効果と、全体から得られる効果とは、必ずしも一致せず、ミクロで採算がとれるようでもマクロではマイナス効果という例が多い。

従って管理部門独自の省力化・効率化に拘泥せず、造船所全体としての効率化・省力化をはかるための管理部門の在り方について検討していく必要がある。

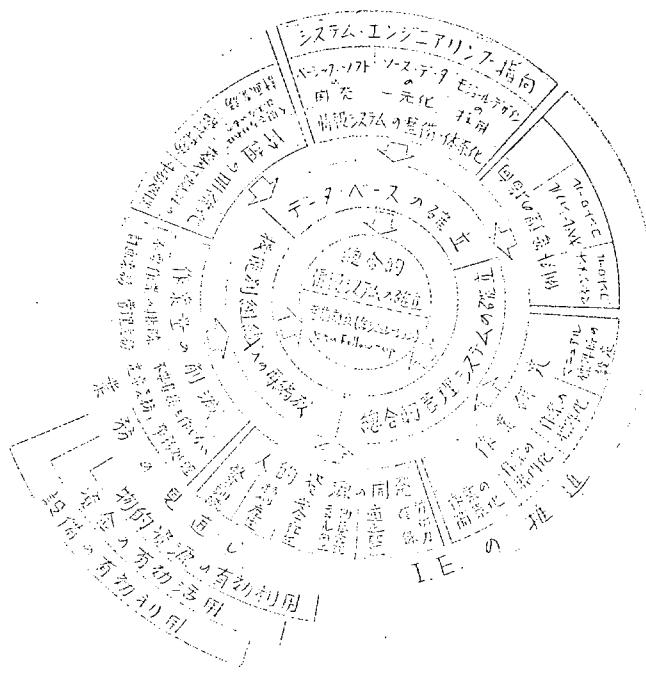


図 2.2.6 省力化のアプローチ

(c) 管理部門の合理化対策

管理部門の合理化については、総ての企業が努力を重ね、また努力しつつあるところであるが、その改善の方法については、種々様々であり色々の問題を含んでいる。

特に管理部門は、人間と機械が如何に調和を保ち運営していくかがKeyであり、例へば電算化したからといって途端に工場の運営がうまく出来るようになるなどということはあり得ない。その電算化をはかるために運用部門が、どれだけ苦労をしたかまたそれによって得られたノウハウがあって始めてうまく運用出来るのであって、工場自体が、それを受け入れられるだけの体質になり切っていなければならない。

管理部門は大別すれば、判断業務と事務処理の2つが混在している。このうち、事務処理の大半は定常的処理業務が、基本的様式になっていて、機械化が容易であり、従来から機械化が行なわれて来た分野もある。判断業務は、人間の能力が最大限に要求される非定型的・非反復的なものから、定常的判断業務までかなり幅広い内容を含んでいる。

このような管理部門を合理化するための画期的方法はなく、従来から行なわれてきた方法、すなわち組織的あるいは、人的要因に基づく職務遂行にとらわれず、職能（機能）を中心とする徹底した標準化・専門化（分業化）・簡素化（判断業務・定型業務の完全分離）への努力を地道に推進していく以外にないのではないのだろうか。しかし、工場を運営し、処理していくのは人間であるから、人間の感情の入り込む余地を考慮するか、合理化の面からみて、人間味を全く除去するかは、見方によっても

評価は違う、要は造船所にとって、そういう見方が可能かどうか（そのような体質改善が可能かどうか）という問題もある。

後述の合理化に伴って、組織の再編成（簡素化）、人間の配置転換（余剰人員の活用）が行なわれるが、時によって配置換えによる“人のマネージメントの難しさ”が、目的遂行の障害となって、完全な合理化がなされず、結果的に失敗に終ることのないよう、やる以上は徹底してやる必要がある。

すなわちまず現状における改善は

(a) 管理部門の枠組の明確化

(i) 管理部門を横に眺めて、情報の流れの交通整理をする。

（節点を明確にし、情報の受渡しをクリアにするとともに、不要作業を排除し、不要書類を作らない）

(ii) 自動化・機械化を容易にするための作業の標準化・作業手順の確立・作業マニュアルの整備と標準時間の設定

(iii) 次いで、計画業務・管理業務・事務処理の範囲および部署並びに機械化出来るもの、人の介入あるいは人でなければ出来ないものは何かを明確にする。

（事務作業は全部機械化をはかる）

(iv) 例外管理への指向

情報をトップが消化しやすいようにかみくだいて提供する機能は、機械化によって置換え、中間管理者層のロードを減らし、中間管理者は、トップのやりたいものを、具体的にどうすればよいかという下部への指示と、例外処理を行なうようとする。

(b) 定常業務の自動化

(i) ソース・データの一元化

一般に組織が拡大・複雑化するにつれて、組織内の情報量は急激に増大する。従来のシステムでは、各担当部署で、業務遂行のために必要な情報を必要な都度、その部署で収集し、加工し、伝達しているのが現状である。従ってデータ収集の重複もさることながら、データの精度（時間の経過と共に歪と減衰がある）が下ることも避けられない。これら情報の量・質および伝達経路の交通整理をはかり、データ・ベースのメンテナンスが容易となる周辺条件の整備をはかる。

(ii) 定常業務の自動化

多くの造船所で、実績集計から計画・管理システムの転換がなされつゝあるが、上述のごとく、前提条件の整備を先づはかり、その上で定常業務の自動化（有機的結合）を行なう。

次いで

(c) 機能別組織への再編成

管理部門を、判断業務を行なう間接部門と、事務処理を行なう直接部門とに分離する。たゞこの段階では職場庶務は分離せず、それぞれの部署にサービスする。

(d) 計画業務の自動化（データ・ベースの確立）

管理部門の中には、計画機能をもったサブ・システムがかなりあるが、現状では、計画機能が、それ程科学的手法を使わず人間の勘（長年の知識・経験から、直感または試行錯誤的な方法）によって行なわれている場合が多い。

これを総合的計画が可能なようにするために、先づ計画者の思考過程・解析・計算等判断業務のロ

ジックを明確にし、更に業務遂行上、不可欠なデータ・ベースの確立をはかる。

○定常的判断業務については、業務遂行過程で必要な都度、これらのサブプログラム・データを呼出して必要な処理を行なう。

○非定常な判断業務も同様に試行錯誤しながら最適計画を行なう。

この段階では、各システムがほとんど有機的に結合され、計画・実施・統制(評価)がシステム全体を通じて一体化される。

更に

(e) 機能的責任部署の確立(業績評価の明確化)

造船所のように無人化の非常に難しい場合には、人間の能力に依存するところが、まだまだ多く、事前計画を整然と行なっても、計画通り必ずしも行かない。

人間はどうしたってバラエティに富んでいて、何をやるか判らず一方的な命令に対して、素直に動いて呉れるという保証はない。

日本造船工業会生産合理化委員会の「調査レポート」においても結局人の問題に帰着させているのも、この辺の事情を指摘されたものと推察する。

しかば、この人の問題をどう解決するか。今まで色々いわれて来たが、人間個人のプライドを満足させるものでなければならないのではないか。

そのためには

(i) 統制責任による裏付け

個別的な計画を含め、総合的な計画の実行には、各階層の経営管理者のみならず、直接業務にたづさわる人々もまた、これを達成しようというする責任意識をもたらすことが必要である。

(ii) 統制責任の確定と体系化

そのためには、計画目標を階層別、部門別に各管理者(更には各作業者)へ統制責任を分割し、更に下部管理層から上部管理層にわたって、上下の関連を総合的に保持することが必要である。

更に従来の実績中心から、計画時に執行部門の管理者の参画を求め、計画遂行への責任意識と自発的努力を促し、良き業績に対する適切な報奨制度を持つ。

(iii) 責任部署の確立

以上の統制責任(意欲づけ)が定着した時点では更に、責任部署を独立させる。

従来は、インプット(労力・資材・資金・設備等)を統制しかゝる制約条件の下での生産性向上に専念していたきらいがあるが、インプットの統制をはずし、むしろアウトプットを重視する。それぞれのアウトプットが後工程によって評価・取捨選択され、採算の合わないアウトプット部門は独自で体質改善しない限り自然淘汰されてしまうようなシステムとする。

この様なシステムを採用する場合、独立部門の在り方並びに単位については、今後相当研究をする處であるが、

例えば

企画センター(営業、管理)

エンジニアリングセンター(設計)

ビジネスセンター(事務の集約)

マテリアルセンター(資材)

レイバーセンター（配員）
ツールセンター（工具・動力・施設）
バーナルセンター（職場庶務・人事相談等）
が考えられる。

以上管理部門の合理化対策について考察して来たが、特に目新しいものはなく、従来から行なわれて来た改善を更に組織的・総合的に推し進める努力を着実に行なうこと以外にないのではないだろうか。

2.2.2 近代化モデル造船所の設計

(1) 前提条件

前述のような将来の姿を具体的に検討することは中々困難であるので、本研究では4～5年前を1つの目標として検討を行なった。

しかしながら、しばらく続いた造船ブームも、ドルショック以来ややかけりをみせ、先細りの懸念も出てきたが、大型船については、まだ早急に不況におちこむことはなきそうとの期待も持てそうである。

ただし、本研究では対象としている200型タンカーの需要そのものが継続されるかどうかは分らないとしても、研究成果そのものは、250型、300型にも適用できるものと考えられるので、この条件はそのまま踏襲するものとする。

造船所をとりまく環境の変化としては

市況の動向

労働事情の変化

資材の需給事情

等が考えられ、また、造船所内の変化としては

作業環境の整備と安全性の確保

新技術の導入による作業の機械化

電算化の促進

等がとりあげられるものと考えられる。

以上の中でも、当分科会の研究対象であるシステム化の促進という観点から、前提条件として、下記のように設定を行なった。

(a) 考え方のベース

(i) 基本条件の設定

(1) 標準設計の適用

何種類かの標準設計のみを持ち、建造船はこれらのどれかに限定するものとする。

船主オプションの受入をどうしてもやらなければならない場合も、早い時期に、仕様を決定し、かつ最少限の変更にとどめることを原則とする。

したがって、変更可能範囲も必然的に限定されるものとする。

(2) 標準日程方式の採用

各番船は多少仕様の変更があって、資材、作業量が変動するとしても、その変動量はごく僅かであって、多少のコントロールによって標準日程方式はくずさずにすむものとして割切る。

また、不可抗力によって工程のおくれた場合は、その波及範囲が広い場合には、敢えて工程回復は考えず、おくれたあとの標準日程で、作業を進めるということで割切るものとする。

ただし、この標準日程方式はあく迄中日程ベース迄とし、詳細日程の日々の変動については、週間単位程度で、変動を吸収できるものについては、自由にコントロールができるものとして考えておくものとする。

(b) 標準日程方式の基本的な考え方

日程を標準化することの一番のねらいは、工程変動に伴う各部門間の相互干渉をなくし、作業の整流化による作業の効率化、不当に長い余裕日数をおりこむことによる製品、半製品を含めた資材の滞留期間の減少による金利、保管場所の削減等にある。

そこで、これを徹底して固定するという前提で考えた場合以下記のようになる。

まず、現在の社会情勢から考えた場合、数年後には週休2日制が実現することは確実であるから現在のように、月単位、旬単位のコントロールでは、月ごとの変動があまりにも大きすぎて不適当であるから、4週単位、週単位のコントロールをベースとして考えることが必要である。

また、従来の造船所の考え方としては少しでも生産量をふやすということで、隙間をどんどんつめてゆく傾向があったが、今後は最も作業効率のよい状態を固定しておくということで考えておく必要がある。

この研究で指定された条件としては、200型タンカーの年間4.5隻建造であるが、1年を52週としても、日本の習慣として、年末年始、ゴールデンウイーク、夏休み等は当然必要なので、これを差引くと49週であり、1隻当たりを11週とすると年間4.45隻となるが、分りやすくするために、当分科会では、年間実働を48週、1隻当たり12週として以下検討を進めることとする。

上記週間単位の休日は、理想的には土曜から、次の日曜までとすることが望ましいが、年末年始のように固定できない時は、前の週のある曜日から、次の週の同じ曜日の前日までとし2週間分の半端を合せて1週分とすることで割切るものとする。

12週の中の最後の週は進水の週であるが、船台方式の場合と違ってドック方式では、潮高は無視できるものとして、最後の週の金曜を進水日ときめておくものとする。

毎週の工程はその週の中に消化することを原則とし、必要に応じ、残業等でカバーするか、止むを得ない時は、土曜を出勤日とする。

ただし、2週続いて土曜出勤は行なわないものとする。突発的な事故により、大きく工程をおくらせる時は週間単位で行なうものとする。

祝日等をどうするかという問題もあるが、これはなるべくその週の中に残業等でカバーすることとし、カバーできない時は、土曜の出勤でカバーする。

上記は船台を中心とした考え方であるが、その他の職についても、同様の考え方とし、また、ステージ間は工程のつながりを切り、1週間の余裕をおりこんでおくものとする。

ただし、ブロックのストレージ場所等は突発的な事故を考慮し、2週間分のストレージが可能なだけ考えておくものとする。

資材面では、2週間単位、3週間単位、4週間単位というような組合せも考えられるので、外部に対して、常に一定のサイクルでつないでおいた方が、間違いの発生を防ぎ易いといふことがいえよう。

以上のような理由から年間の実働を48週とし、1隻12週、年間4隻というサイクルが、最も理想的と考える。

また、違う大きさの船を投入するような場合には、それぞれの標準工程を8週、10週、12週とし、

これで山積してからならしてみるというような方法を考えてみることも必要である。

(c) 標準設計方式の基本的な考え方

投入される船の設計内容は固定されていることが望ましいが、対船主との関係で必ずしも固定できないことが予想されるので、下記の条件の範囲におさまるものとする。

(i) 船 艏

(1) LINES , SHELL LANDINGが手持ち設計済のもの、多くても3種類の中のどれかであること。

(2) ブロック割り、ブロック数が変わること。

(3) 小物部材が、各船共通部材ですむ範囲のもの、すなわちロンジ、プラケット等は一定のものが使えること。

ただし、FACE BAR , F. B. はあっても止む得ないものとする。

(4) 大物部材数が変わること、ただし中央平行部の伸縮ならばがまんする。

(ii) 織 装

(1) 地上付け部分については、手持ち設計済のもの、多くても3種類以内であること。ただし、不要としてつけない場合は差支ない。カーゴラインの径も標準口径のみとする。

(2) 船台搭載のユニット類については手持設計済のものとする。勿論標準配置とする。

(3) パレットで船内に搭載してから取付けるものについては不変部分と可変部分に分け、可変部分については手持設計の範囲内のオプション選択とする。

(4) 機関室は標準配置、標準馬力として、手持設計内のものとする。

(5) 居住区は外壁は一定、内部配置も標準手持設計範囲内のものとする。

(iii) 塗 装

3種類程度の標準を考えておきそれ以外はやらないものとする。

標準設計船以外については起工迄に充分の期間があり、かつ数隻の同型船を受注できる場合のみに投入することが可能と考える。

(a) 標準設計、標準日程をベースとした場合の資材手配の基本的な考え方

前述の標準日程、標準設計方式を適用した場合の資材手配は極めて簡単になる。

(i) 一品単位で扱う大物

所要日と数量、仕様がきまっているので、早期に手配できる。

(ii) 標準品で各船共かなりの数量を使うもの

週間単位で所要量をおさえ、今週分を前週末に納入させる。基本弁等は納入口ットをきめ、一定サイクルの納入とする。

万一、品物は同じでも、塗装だけが違うというような場合は、メーカー塗装の場合は問題ないとしても、保税品その他の関係でこれが難かしい場合、指定納期を1週間繰上げて、社内処理を行なうことも考えておくことが必要である。

(iii) 標準品ではあるが1隻当りの使用量が少ないもの、およびオプションによって変るもの。

この場合は(ii)の貯品的な扱いは無理なので、むしろ(i)の扱いに近くなるが、小物の場合は1ヶ单位に扱うのは無理なので、週単位の考え方の代りに、4週分をまとめて、一括納入とか(1船当たり3回)3週毎に一括納入というような方法で考えるべきである。

(IV) 鋼 板

予量でなく、切図迄完成済の鋼材リストで1隻分ずつ手配されることになる。

この場合の納入はネットの5日分ずつ、すなわち毎週分を前週に納入させることになる。

余裕日数という考え方からは前週始の納入が望ましい。鋼材置場は2週分持ち、交互に使ってゆくという考え方でゆけば、前々週末にはおいてある分が使い切つていうことになる。

ただし、誤作等のための予備は別におくものとする。

鋼材寸法は多少歩留りが悪くなても、極力種類をへらすということで、250～300種類以下とすべきである。

(V) 型鋼、平鋼

原則的には鋼板と同じ考え方とするが、量的にまとまらないので2週間ピッチの納入で考えるべきである。

ただし、12週で1隻ということから、量は2週分でも3週目に納入という週が出てくる。

(VI) 雑用鋼材

予量という面からは正確に把握されていることになるので、(IV)と同じ考え方でよいが、鋼材の性質からみて、寸法的なロットばかりでなく、輸送ロットという点からも一括納入という形をとらざるを得ないと思われる。

(VII) 管 材

鋼材と同じく、使用量を予め把握されているものとして定常的な発注納入の繰返しということになる。

ただし、歩留りの考え方方が少し違うということになる。

この考え方でゆけば、高温、高压用の規格管についても処理は簡単である。

以上のような考え方で処理した場合の、主な資材の発注ロット納入サイクルは図2.2.7のようになる。

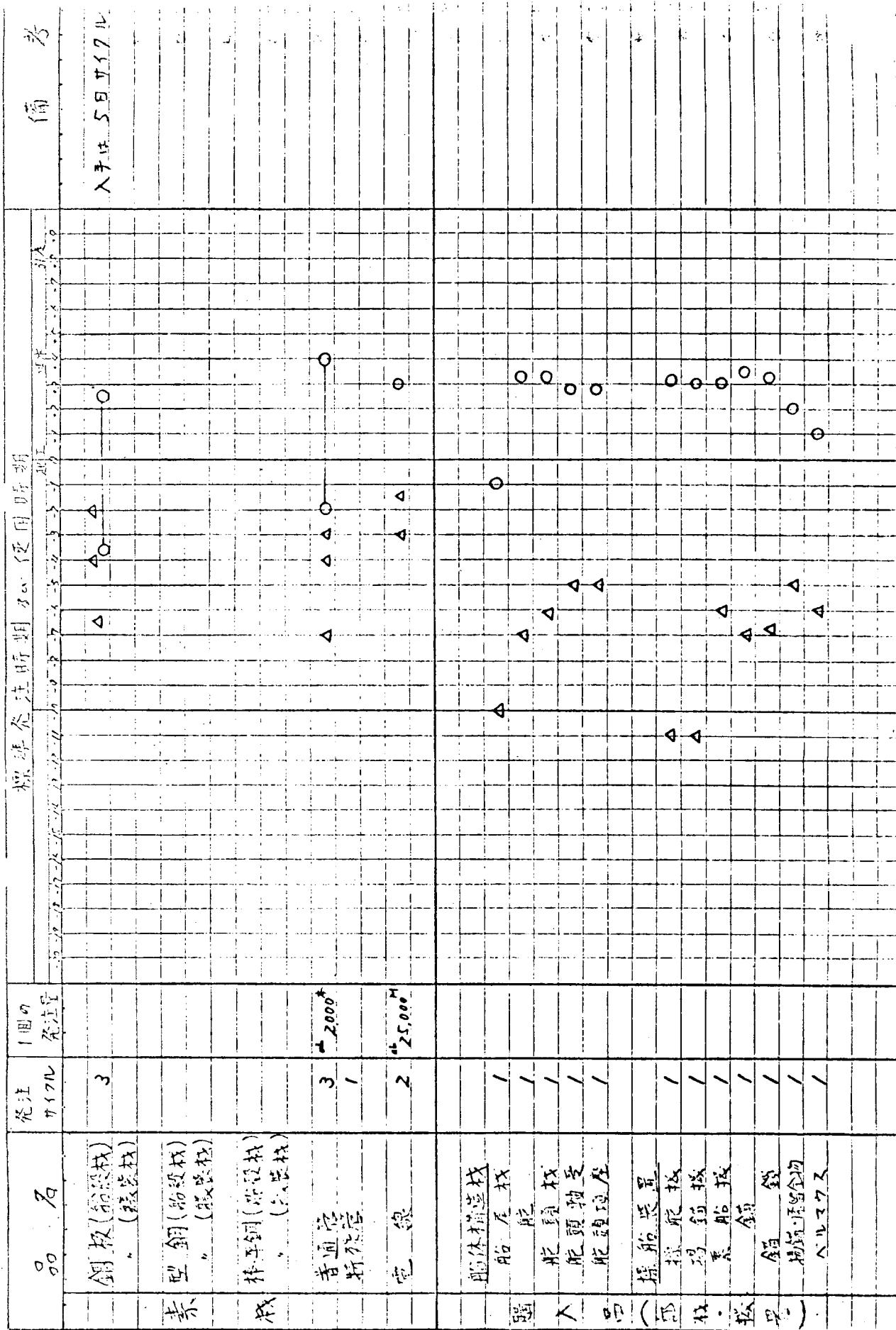


図 2.2.7 主要資材の発注量と発注サイクル（その1）

- 33 -

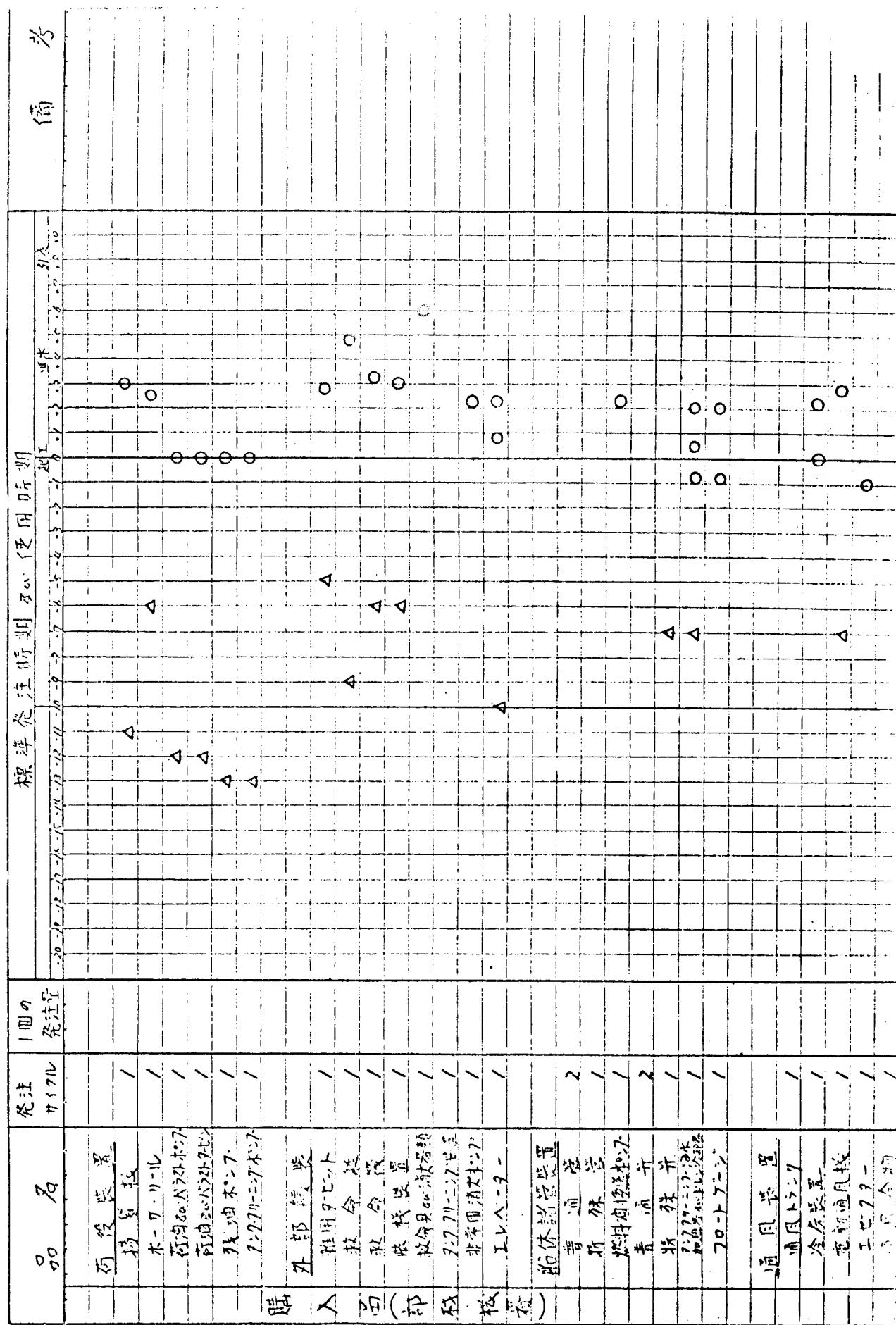


図 2.2.7 主要資材の発注量と発注額（その2）

品名	発注 サイクル	1回の 発注量	標準倉庫在庫期日(貯蔵日数)	備考
穀類	/	/	/	
糧食用冷凍器皿	/	/	/	
肉類	3	/	/	
厨房機器類	/	/	/	
総合	/	/	/	
貯蔵	/	/	/	
入庫	7-ヒン生坂	/	/	
品目	主水(うすい)・副水(ふくい)	/	/	
入部	コンビロ-ル・コンソル	/	/	
枚板	7-本登電板	/	/	
	7-セシル登電板	/	/	
	非常用登電板	/	/	
機械系	/	/	/	
器具	推進装置	/	/	
	子備物	/	/	
	子備物受	/	/	
	7.ロペラ	/	/	
	子備7.0ペラ	/	/	
	動系7.12.シナリ	/	/	
補充	/	/	/	
	主機用油料7.	/	/	
	油料7.1スボン7.	/	/	
	油料7.1シナリ7.	/	/	
	トレンチボン7.	/	/	
	油料7.1シナリ7.	/	/	
	主油料7.1	/	/	
	主油料7.1	/	/	
	主油料7.1	/	/	

図 2.2.7 主要資材の発注量と発注サイクル (その3)

品名		备注	1回の 計測量	標示値	注所期	使用時期	備考
主給水栓	7.	/				3/12.3	
排水栓	"	/				3/12.3	
換気栓	"	/				3/12.3	
主木造送風機		/				3/12.3	
電動	"	/				3/12.3	
空氣石縫板		/				3/12.3	
給水栓取栓		/				3/12.3	
吐糞栓		/				3/12.3	
廻流栓	"	/				3/12.3	
入水口	"	/				3/12.3	
(部材)							
被覆							
器具							
剥離作業器具		/					
主付止水栓装置		/					
木工	"	/					
補接	"	/					
詰め	,	/					
金型遮断装置							
總合遮断装置							
一般計器							
計器	*						
調管装置							
若浦井	2						
新井元	1						
桂井元	4						

図 2.2.7 主要資材の発注量と発注サイクル（その4）

図 2.2.7 主要資材の発注量と発注サイクル（その 5）

(e) 週単位コントロールを適用する場合の問題点

現在の社会通念としては、まだ月単位の考え方がかなり強いので、一度に週単位制に切替るのにはかなりの抵抗が予想されるので、これについては下記のように便宜的な処置を考えておく必要がある。

(i) 給 料

欧米などに週給制にすれば問題はないが、実現は中々難しい。

したがって、当分の間は現在のようにタイムレコーダによる実働時間の計算ということになると思う。

この場合でも、給料の基準として、月ぎめがよいか週ぎめがよいかは別の問題である。

特にデータコレクタによる着到方式がとられた場合は時間給というような考え方も出てくると思う。

週給制にした場合も毎月の給料日を最後の週の木曜日にしておき、その前週までの分を支払うという方法も考えられる。

つまり、月によっては5週分になることもあるということである。また、年間実働を48週とすることから、休みの週を除いた残りの週を4週ごとに区切って、月に対応させる方法も考えられる。

(ii) 原価集計面

集計を月末とせず、毎月の最後の土曜日とすればよい。

決算期についても同じである。

この場合、月単位の集計も最後の土曜日としておくことが必要であり、月によっては5週分になることがあるが、内容は明確であるから、実質的には差支ないものと思う。

(iii) 社外への支払

締切りを毎月の最後の土曜としておけばよい。

支払は翌月第1週の何曜日でもよいし、5日、10日というように日をきめておいてもよい。

(d) 標準日程方式を採用した場合の日常のコントロール

詳細日程のメッシュの長期日程が、かなり早期にすでに決定されているから、計画という点ではそのつど計算することは不要である。

通常は12週分の工程表を持っていれば、これですべて明瞭である。

申請の仕事の作業が予定通り消化されているかどうかの追跡だけであるが、これについては毎週必ず予定作業は消化するという前提で考える以外にはない。

実績集計については、必ずしも予定通りとはゆかないで必ず把握集計することが必要であるが、単純な計算についてはわざわざ大型計算機につないで処理しなくともミニコン程度ですべて処理できるはずである。

ただし、予実の相異については十分に分析し、次の計画に対する基礎資料をつかむことが必要である。

また、予測されにくい事態、たとえば台風とか、長雨とかその他の天変地異については、事前に計画においておりこむことは不可能であるから、おくれの日数をスライドさせた修正計画を立て、進水余裕を余す日数で貯蔵をはかり、それでもだめなら、週単位でずらすということである。

この場合、社外からの購入品については、納期訂正是行なわずにとき、まず1日単位の工程回復を徐々にかかり、どうしても、回復が不可能と判断した時点で、一斉に納期訂正を行なうものとする。

ただし、メーカー側の事情で、おくらせないものについてはそのまま受取ることで考えておく。

逆に、鉄鋼メーカーの春闇等による納入遅延についてはできる限り、予防措置をとることにな

るが、それでも駄目なら断念せざるを得ない。

特に部分的に発生した場合、そのために全体がおくれることを極力防止すべきである。

もう一つ考えられる問題として、同型船が続く場合の効果をどうおりこむかということがあるが、これについては、標準日程方式そのものが、すでに同型船効果をおりこんで考慮されるべきものであると考える。

したがって、第1船については2週間工程を長くし、第2船については、1週間工程を長くし、第3船から標準工程という考え方もあるが、同型船効果が元来人間の馴れすなわち必要情報の事前修得にあるという考え方から、情報を事前に十分与えておくという処置により、あたかも同型船ばかり建造しているという状態にできることを期待したい。

(2) 設計部門

(a) 設計の機能・体別

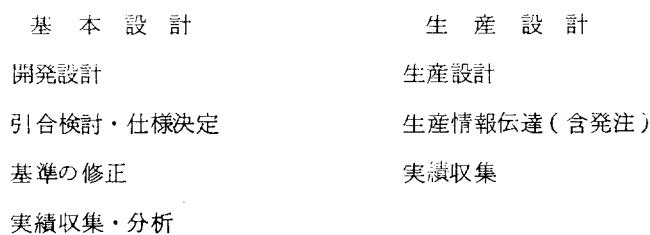
(i) 将來の工場設計作業の主流は必要情報の編集および関連部門への伝達にあるものと見る。

すなわち2.2.1(2)に述べたごとく、基本設計を航空機におけるごとく開発設計として分離し、そこで20万トンなら20万トン型の母型および変型を、生産技術面や日程面に至るまで徹底的に検討・合理化して設計することとする。一方生産設計は基本設計が決定した仕様に基づき、生産に必要な情報を編集して関連部門へ伝達することが主務であるとする。

船主の特殊要求は標準工程および標準設計を大きく乱さぬ範囲で受け付けることとし、その許容可否のチェック作業と許容した場合の処理法検討の作業を行なうこととする。また開発設計へのフィードバックを行なうことも重要な作業である。

両設計段階は総合データ・ベースおよび図面・マイクロフィルム等の補助手段を介して設計情報を受け渡すものとする。

以上の関係を図2.2.8に示す



本節では生産設計の作業中、生産設計と生産情報伝達業務を中心に検討を進めることとする。

上述のごとき機能分担により、設計陣容の大部分は基本設計に集約されることになる。人数的には1船種一工場の場合で、10：1位の比率を考えてみる。能力的にも、生産設計はほぼ機械的な情報編集・伝達機能で済むことになるであろう。ただ図2.2.8には明示されていないが生産技術的問題の理解・処理能力と実績の把握が強く要求されることになる。

生産情報伝達業務はかくして得られた生産設計結果を確認し必要個所の必要情報を伝達する（伝達状況の管理を含む）作業であり、生産用情報・資材発注管理用情報・集配材用情報・日程配員計画情報等を含む大規模な情報センター（出図センター）ともいるべきものである。

なお現行のごとき毎船（開発）設計は行なわないこととするが、万一必要な場合には開発設計部門で消化することと考えておく。

(ii) 設計隻数・期間と設計要員

前項の設計分担でどの位の設計ピッチになるかを考えてみる。

仮 定

1社 平均 3工場

1工場 1船種

設計要員

{ 基本設計 140～180人
生産〃 15～20人 } (およそ10：1位と考える)

1船種寿命 4年 …… 改良による延命を含む

年間建造量 4隻 …… 1工場当り

この仮定によれば

{ 年間開発・改良隻数 1.5 船種／年
一船種建造隻数 1.6 隻

1船種の隻数が少ないので

イ) 類似船種の部材・工法を極力似せて実質“16隻同型”に持ち込む要あり。

ロ) 開発1船種についてのVariationを局限し、残りのVariationは船主要求による特殊仕様と見てその都度処理を入れることになるだろう。

以上の設計等を処理する要員配分を仮に図2.2.9のごとく設定してみる。

生産設計の要員配分はおよそ8人が3ヶ月で1隻の設計をしてしまうことになる。

注) 以上の要員体制は開発／生産設計の要員比を10：1と仮定した場合であって、これを5：

1或いは3：1にすれば生産設計の8人は16人または24人となる。

注) “生産設計”は設計というよりは“製造情報編集グループ”的な職制を示すもので、従来の“生産設計”とは取扱対象がかなり異なる点注意を要する。

以上の設計期間は建造期間(12ヶ月)に先行する3ヶ月にあるものとすれば年間の設計・建造工程表は図2.2.11のようになる。

(b) 標準設計の形態

2.2.2項(1)に述べたような標準設計方式を採用することとする。

すなわち(一部再録)

(i) 母型を含む3種の原船型

(ii) 3種の原型を通じての共通／変化項目はおよそ次のとおり

	共 通 項 目	変 化 項 目
基 本	〔主要目・G/A	LINES・平行部長さ・船級
船 艏	Block 分割法 Block 数 大物部材数 鋼材種類数 LONG I, BKT, FB 等 小物部材・形状寸法	Shell Landing 部材・板割り

共通項目		変化項目
継装	大物・管径	地上取付け機器
	船台搭載ユニット類 (含配置)	
	パレット機器の一部	同左
	機関室配置・ 主機および主要補機	
	居住区外形・区画割	居住区内部配置 塗装種類

ただし、変化項目の内相互関係のあるもの同志は、一つの原型については一つの組合せを許さず、他と独立な例えは塗装種類などは任意の組合せを許すものとする。

(iii) この3種の原型各々の内で許される変化

或レベル以下の変更で上のレベルに影響を及ぼさぬ変更のみを、基本設計段階でチェックの上許すこととする。ただし、共通項目は変更を許さない。

例：配管と船殻構造がほとんど変わらぬ装置の取替日程と

日程と配員をほとんど乱さぬ加工・組立順序変更

変更要因

- 最大3種の設計済原型（最初は1種からスタートするとして）
- 止むを得ぬ船主要求による仕様変更
- " 日程変更

変更許容基準

- 再設計量<一定工数
- 現場工数変化<一定量
- 基準日程の乱れ<その週内で回答

註）ヤードプラクティスの変更は原則としてやらない。

毎船設計は原則としてやらない。（(a)、(ii)参照）

(c) 設計情報ファイル

以上にのべた標準設計情報と、それに加えられた変更設計情報とをもって各船の設計情報が構成されることになる。

このうち少なくとも標準設計情報のあるものは、即急の参照用として、マイクロ等の“視覚的なデータ・ベース”にも重複して貯えられることが必要であるが（例えはメーカーの装置図や諸計算結果等）全体としてコンピュータ処理にかけうる媒体—磁気ディスク・磁気ドラム・磁気テープ等にコンパクトに安く貯えられるものとする。

設計情報ファイルの構成

DASD およびデータベース処理技術の向上により、大型の総合データベースが技術的・経済的に可能になるものと考え、次のファイル構成とする（ロジカルなファイルの区分の意味）。

ファイルの内には、(b)～(iii)で考えた必要最小限の番船ごとの変更を含む番船ファイル（可変ファイル）と、その原型になる原型ファイルとの別が生じる。（表2.2.5、図2.2.10）

番船ファイルは番船ごとに発生し、引用され、消えて行く事になる。そのライフ・サイクルは簡単

に次のように考える。

設計開始～終了 …… 期間中 DASD におかれ常に更新される。(3ヶ月)
設計終了～引渡し …… 磁気テープ保存 → 必要に応じ DASD に移し検索または修正
引渡し後 …… 原則として磁気テープ保存
(重要なものは原型のバリエーションとして原型ファイルに組み込まれる)

したがって、表2.2.5の各番船ファイルを、図2.2.11に示した設計・建造ピッチで生成・使用していくとすれば、

	NET	工規重複の余裕込み
設計中ファイル	常時 1 船分	2 船分
建造中 "	" 4 "	5 "
		計 7 "

一方表2.2.5および図2.2.10のファイル構成から、一船の設計に使われるファイル種類数は、

	原型ファイル	番船ファイル	標準ファイル
F B	4種	1種	
F H	4 "	2 "	
F F	4 "	4 "	
計	12 "	7 "	計 19種 計 6種
使われ方	検索	検索更新	

したがって、上記 7 船分をまかなうファイル種類数は、

	各種標準ファイル
F B	max 12種
F H	12 "
F F	12 "
	max 計 83種 計 6種

となる。ただし、原型ファイルの内容中の共通項目は 3 原型共通に出来るので旨くやれば原型ファイルのデータ量をかなり減らせる筈である。

なお、各ファイルは各自をデータベースと呼んでも充分な程の規模のもので、おそらく数 1,000 KB 位の DASD 容量を必要とするものばかりとなるであろう。したがって、ファイル内部の物理的な構造を大量検索に耐えるようなものにすることはあるが、原型ファイルの内で、数値的に検索される可能性のない情報は、極力マイクロ化等の視覚情報化(ただし、コンピュータの検索処理に耐えうるもの)して行く努力を加えるものとする。その対象としてはたとえばメーカー図のあるもの、標準類の大部分、等である。

なお、マイクロフィルムは原型ファイルの内容を重複して視覚情報化しておくためにも必要であるゆえ、その大量検索装置を設置するものとする。

(d) 生産設計作業手順

図2.2.8に示した設計手順を、契約した番船の工場における生産設計作業を中心に述べるとおよそ次のようになる。

作業	担当	装置	連絡先
(i) 契約時の特別条件の確認 (船主任様等)	生産設計	マイクロリーダー	本社
(ii) 条件の数値化 (コンピュータ入力データ 作成)	G(グループ)	ディスプレイ 付パンチ	
(iii) コンピュータ処理による 番船ファイルの創成と結果 の確認(7種のファイル)	"	コンピュータ ディスプレイ	本社 工程計画G 予算管理G
(iv) 不具合点の修正→再処理 →(iii)に戻る	"	"	"
(v) (iii)の最終アウトプットを 求める	"	ハードコピー プリントアウト データ・ファイル	
(vi) (v)の結果を関連部門に伝 達(含資材発注書、日程予 測、配員予測)	生産情報 伝達 G	ハードコピー プリントアウト ファイル使用指示	" および各関連工場 資材 G
(vii) 情報伝達状況、履歴の把 握、未確定(出図)部分の チェックと生産設計Gの督 促	"	ディスプレイ プリントアウト	同上

これらの作業のうちコンピュータの入出力情報を図2.2.1-2に示す。

最後に(a)で述べた生産設計の所掌につき、関連部門との分担を含めて補足すると次のとくである。

- 生産設計は従来の生産技術的検討指示を全て処理し得るものとする。
- 基本設計が船主要求をチェックする時、特に深く生産技術面の検討をせねばならぬ場合は臨時に工場の生産設計の援助を受けることとする。
- 図2.2.8で生産設計が各種生産情報ファイルを作るが、日程・配員・発注・予算等情報については設計結果から直接出る予量等のみを作り、後は工程計画・管理グループに渡すものとする。工程計画・管理グループはこれらと、標準日程・標準発注・標準予算・等の標準ファイル、および船主の特殊要求等を用いて工程シミュレーションを行ない週間小日程までを設定する。またその後のメーカ納期や建造おくれ等の途中の工程の乱れを回復するための検討もそのグループが別途行なうものとして生産設計の所掌外と見る。

表 2.2.5 設計情報ファイル構成

分野 ファイル 型式	原型(固定)ファイル		n番船(可変)ファイル
	ファイル名		ファイル名
基本 (B)	F B 1. 主要目 2. 主要配置(G/A, M/A) 3. LINES 4. 船級、仕様(機能)等諸情報		F B - n 原型に加えることの 船主特殊仕様、工期
船殻 (H)	F H 1. 船殻構造 (構造の三次元、MLD形状、 Block割、部材構成) 2. 部品加工情報 (材料、切断、マーキング配材) 3. 部品組立情報 (部品構成、取付順序、熔接) 4. Block搭載情報		F H - n } 同左のまま } 同左の修正 左同左のまま
機器 (E)	F F 1. 範装ユニット情報 (主補機、各装置の構成、仕様、 メーカ情報、取付位置) 2. PIPE加工情報(切断曲げ) 3. PIPE等組立情報 (構成部材、組立順序、熔接) 4. 居住区範装情報		F F - n } 同左の一部分を修正
標準 (S)	S T 1. 設計標準 2. 工作 " 3. 組立 " 4. 材料部材 " 5. 範装ユニット " 6. 船級協会等ルール		

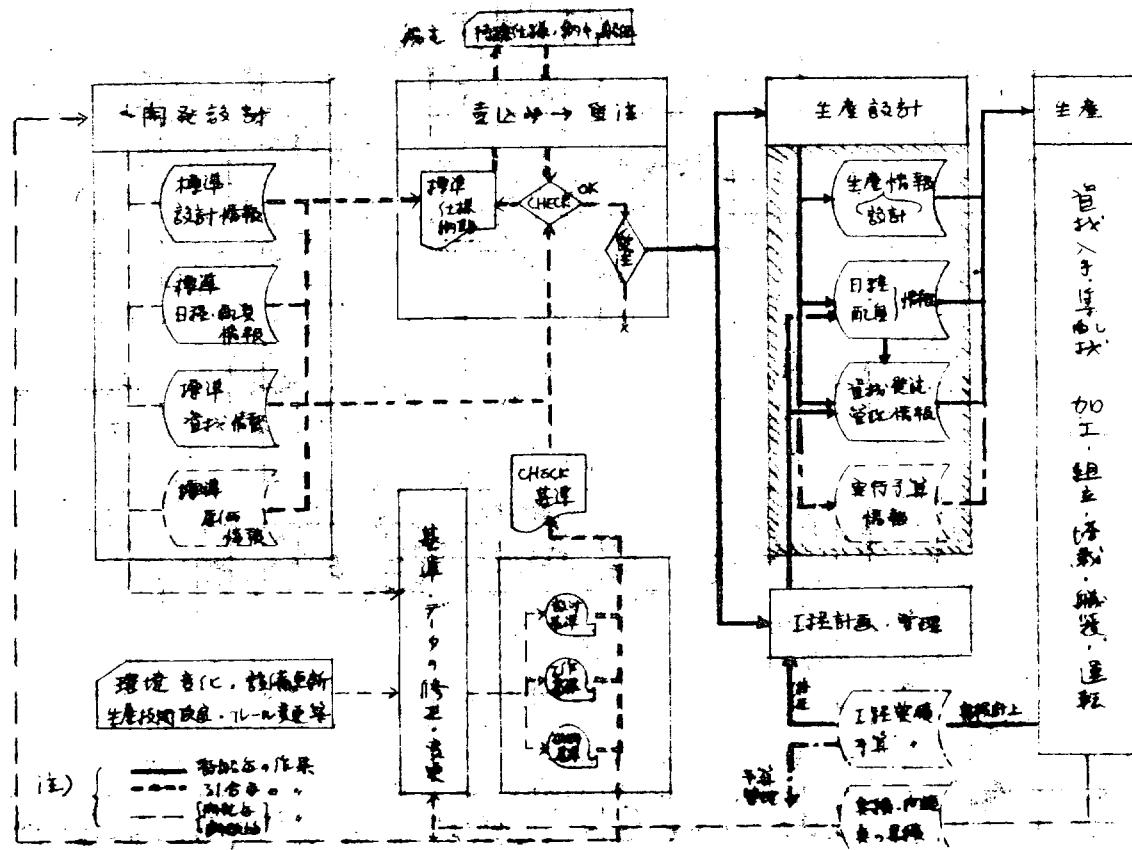


図 2.2.8 設計部門の所掌・分担

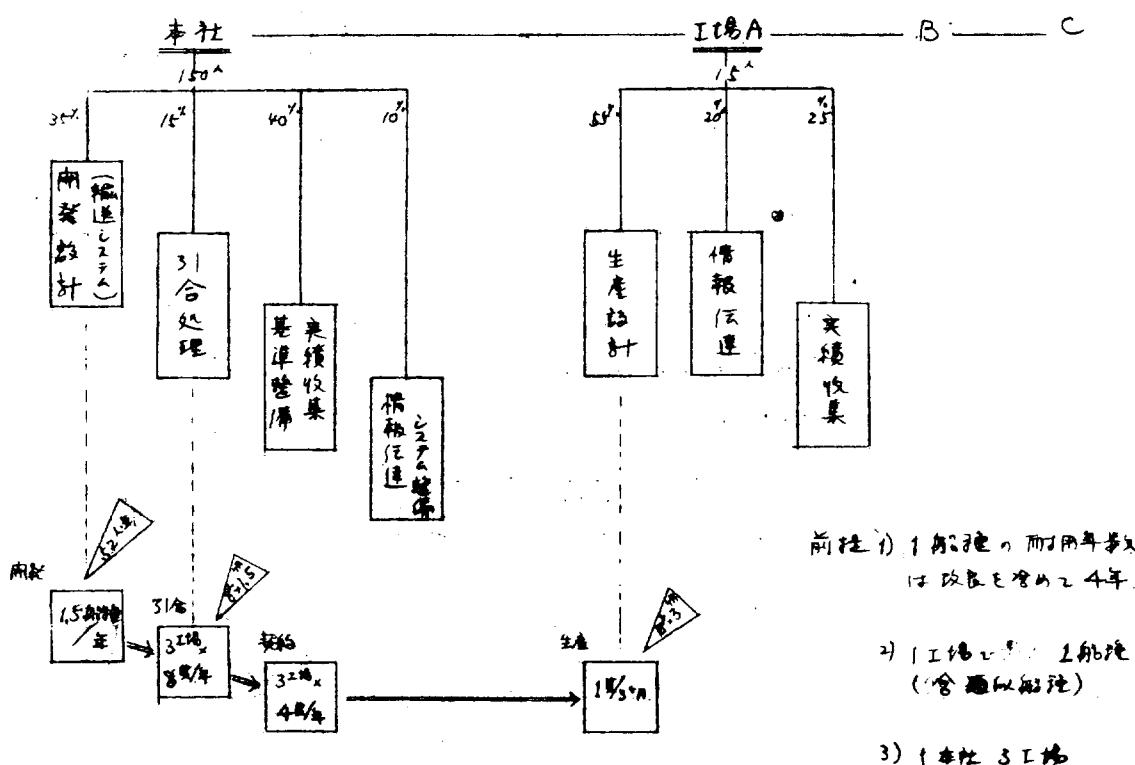
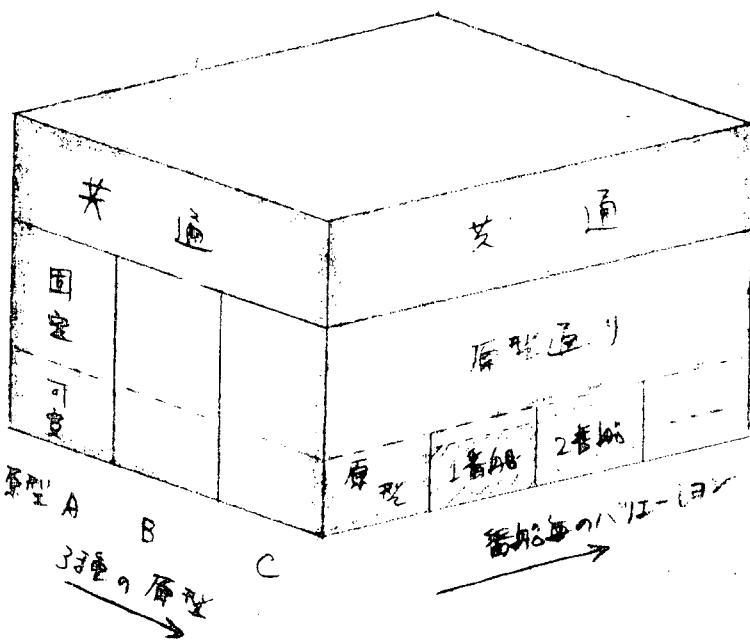


図 2.2.9 設計の要員配分と設計隻数例



} FB (基本) ファイル
FH (航跡) ファイル
FF (装備) ファイル

◆ 今は開発設計で
作成していくべき標準船

可変部分は同一部分
が複数船ごとに変わ
りうるものとする。

図 2.2.1.0 設計情報ファイルの内容構成

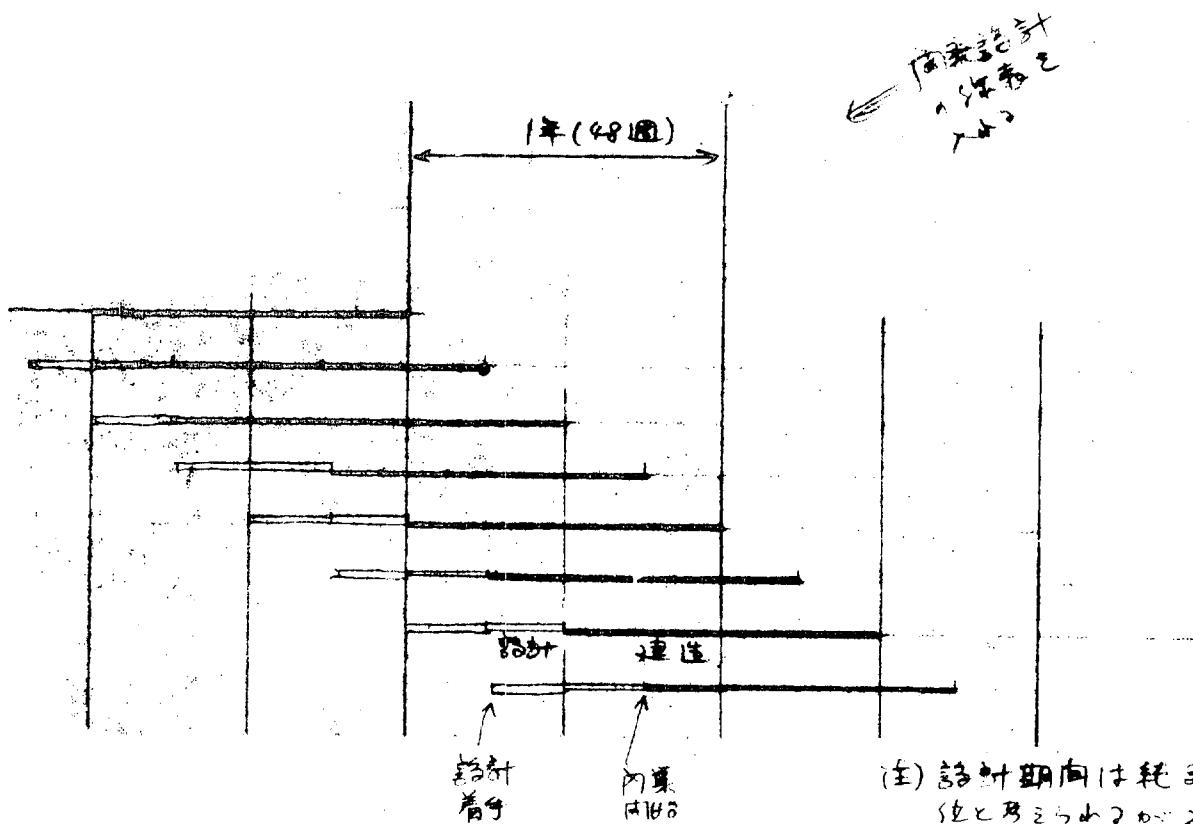


図 2.2.1.1 標準船の設計・建造線表

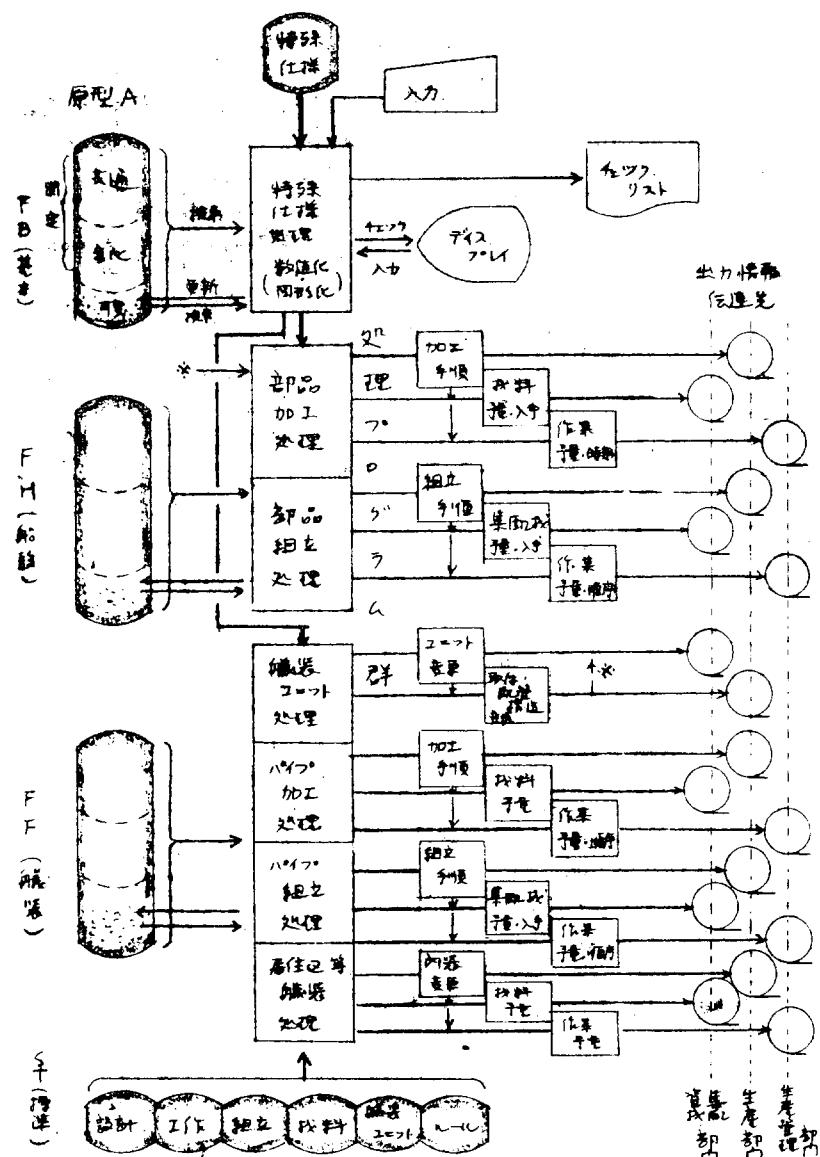


図 2.2.1.2 生産設計システム

(3) 船殼工作部門

(a) 想定される条件

前述 2.2.3(1)前提条件および(2)設計部門の考え方を基礎として、構想を具体化するために下記の条件を設定した。

(i) 対象船型

1 D.W.T	220KD.W.T
口 L × B × D	310M × 47M × 24M
ハ H.N.S.W.	27,000T
ニ FRAME SPACE	TRANSVERS 5,030MM
	LONGITUDINAL 940MM
木 TANK LENGTH	50M300

(ii) 建造諸元

① 工期 5日／週 × 12週 = 60日
(4隻 × 12週 = 48週 = 1年)

② 搭載重量 450T／日 約 9,000T／月

③ 稼動時間 8時～18時 (9H／日 …… 合1H／日残業)

(iii) ブロック分割

ブロック分割図は図2.2.13、2.2.14および2.2.15に示すとおりであり、下記の条件によるものである。

① ブロック長(平行部)	25M150
② ブロック巾	11M280
③ ブロック重量	150T～200T(最大300T)
④ ブロック数	
○居住区	40ヶ
○船首構造	44ヶ
○船尾構造	6ヶ
○機関室	75ヶ
○直線構造(貨油槽)	SHELL 130ヶ BHD 80ヶ
	計210ヶ
⑤ 板巾	3M760

(iv) 搭載基準日程

搭載工程については、両開きDOCK方式、セミタンデム方式等種々考えられるが、配員余力調整の可能性、艦部建造期間の確保を最少限の狙いとして機関室ならびに居住区のブリエレクションを行なうことで、5日×12週=60日建造の標準工程を表2.2.6に定めた。

(b) 現状からの改良の要点

(i) 現在の造船所

現在の造船所は、立地条件、生い立ちにより、区々であるが、一例として内業加工工程ならびに組立工程のレイ・アウト、人の配置および情報の流れを図2.2.16に示した。

外業工程については、ブロックの大小により若干の差異があるが、100～200Tブロックが主流である。以上を勘案して、モデルとなる現状の造船所の人員と近い将来想定される造船所の人員を表2.2.7に示してある。

(ii) レイ・アウトの改善

造船の場合は結局、合理的な船殻製造工程と完成された艤装品を上記の船殻製造工程に如何に調和させて、取付けて行くかにつきる。

船殻製造工程については、船殻構成各部材ごとに特性に合致した加工工程を当てはめると共に、これらの加工工程を類別化、グループ化し、ステージを構成せしめる。これらのステージは各々独立した運営ができる、それぞれ、最も高い効率の運営ならびに、自動機器の導入が可能であることが必要である。

以上の一例とし、乙船殻製造工程の分析ならびに集約の一例を図2.2.17に示す。

(iii) 自動化の導入

技術予測については、表 2.2.8 に主要なものを示してあるが、造船の現状、ならびに現在考えられている諸改善を勘案し、近い将来実現する造船所においては下記の自動化等が期待できる。

- (1) 鋼板、型鋼、水切、仕分、搬入のワン・マン・コントロール
- (2) 鋼板切断 N/C 化と搬入、切断部材仕分の自動コントロール
- (3) 型鋼切断、曲げの N/C 化および搬入、部材仕分を含む自動コントロール
- (4) N/C 曲加工
- (5) 小組立の自動化と総合コントロール
- (6) 直線構造大組立の自動化と総合コントロール
- (7) 曲り外板の省入組立装置
- (8) 動力供給、架設の無人化
- (9) 生産設計の自動化ならびに対話型の処理システム
- (10) 生産管理、各ステージのプロセス・コントロール、生産設計をカバーする総合コンピュータ・システム

(iv) 外業工程の省力化

外業搭載工程については、下記の二者が、抜本的改善として考えられる。

- (1) ブロックの巨大化等による外業搭載工程の作業を屋内地上工程にシフトすることによる搭載工程の作業の縮減。
- (2) 大型構造物を直接現場で処理する移動工場システムまたは逆に動力、作業設備を固定化し、大型構造物を移動せしめるシステム等による自動化の拡大。
しかしながら、ブロックの巨大化は、搭載設備と共に関連する地上工程の設備の巨大化を招き、さらに運搬等取扱の困難性が増し、また、移動工場システム、構造物移動システムについては、船体の構造の制約があり具体化に相当の研究を必要とする。等今後の研究に期待することが多い。

(c) 想定される造船所のイメージ

以上の考え方を若干具体化し、モデル的な一例として、

- 表 2.2. 9 船殻工場の概要仕様
- 図 2.2.18 船殻工場のレイ・アウト
- 図 2.2.19 船殻工場のコントロールのイメージ
- 図 2.2.20 船殻工場のデータの流れ

に示す。

なお、運営および組織については、工場はステージに合致した独立した運営、そして管理は集中化した運営になると考えられ、組織も以上に合致したものにする必要があるとともに艤装部門との調和が必要である。組織については図 2.2.2 艤装部門に併せて示してある。

表 2.2.7 人員配置

	現 状		改 善 案	
生産技術	56人	4.7%	7人	1.0%
内業加工	115人	9.6%	30人	4.5%
小組(含運搬)	150人	12.5%	68人	10.1%
立	274人	22.8%	293人	43.5%
仮設	36人	3.0%	6人	0.8%
外業	569人	47.4%	270人	40.1%
総計	1,200人	100%	674人	100%
能率	24 H/T		13.4 H/T	
	除、居住区およびL.F.		含、居住区およびL.F.	

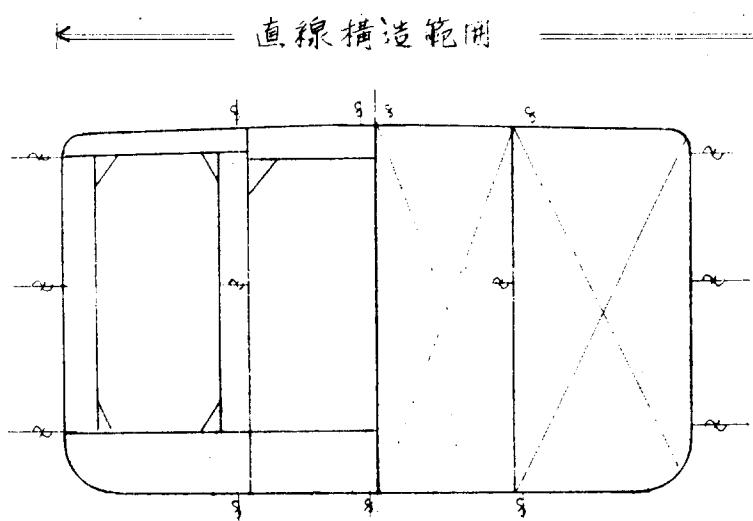
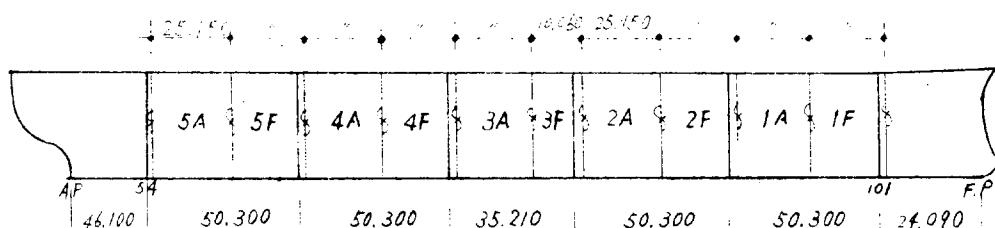


図 2.2.1.3 中央断面ブロック分割図

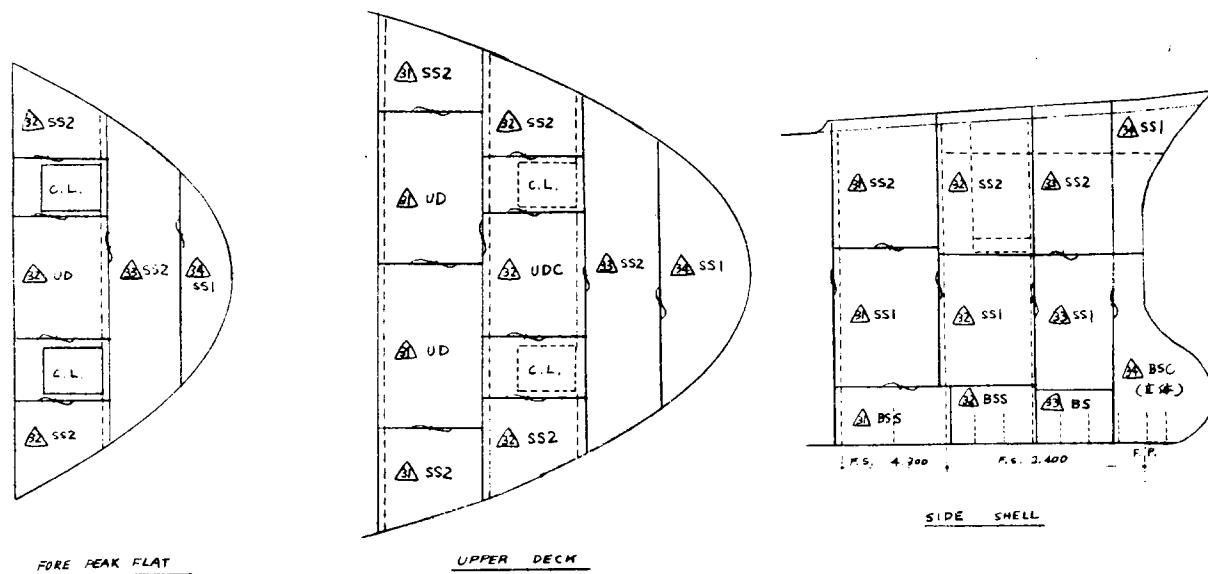


図 2.2.1.4 艤部 ブロック 分割図

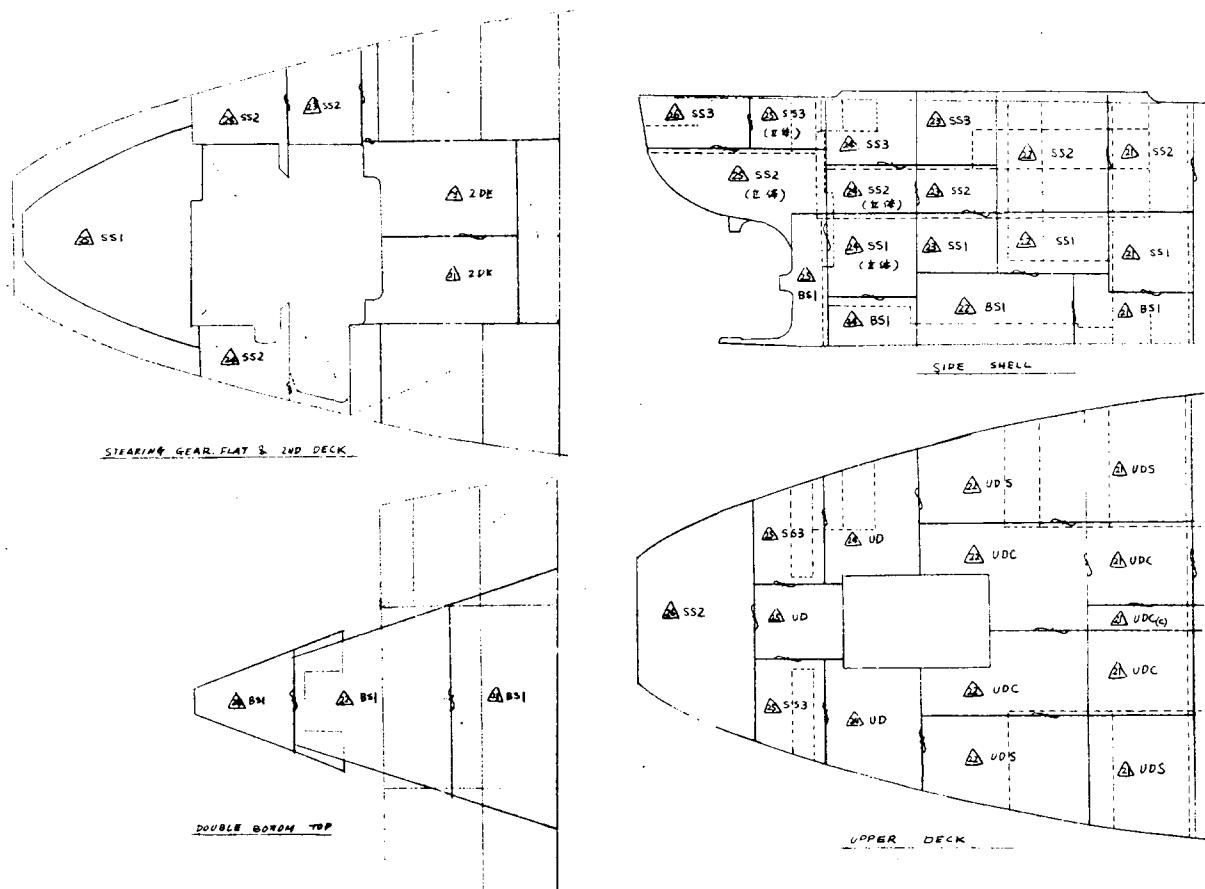


図 2.3.1.5 艤部 ブロック 分割図

程 日 準 基 船 舶 6 2 2 表

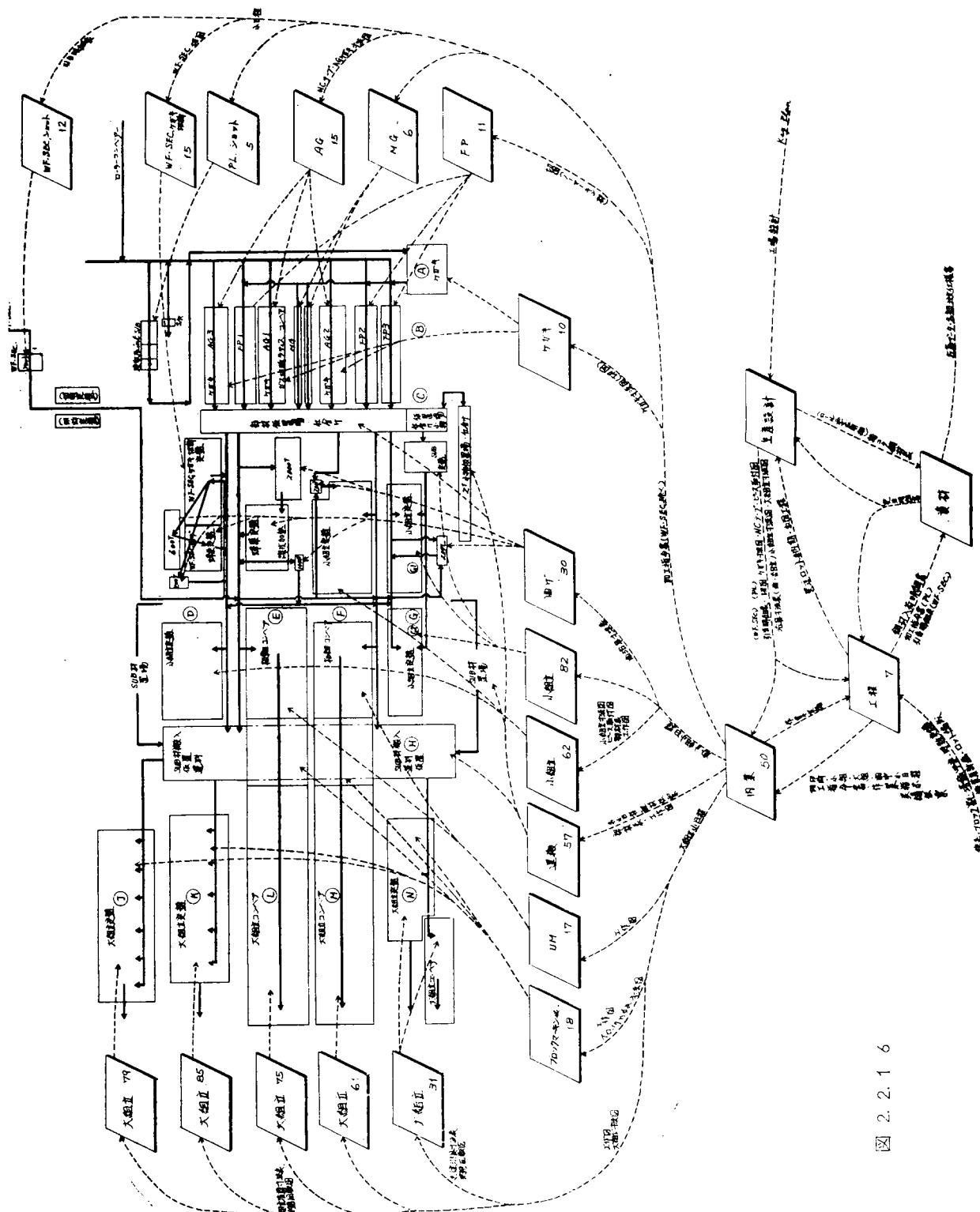


図 2.2.16

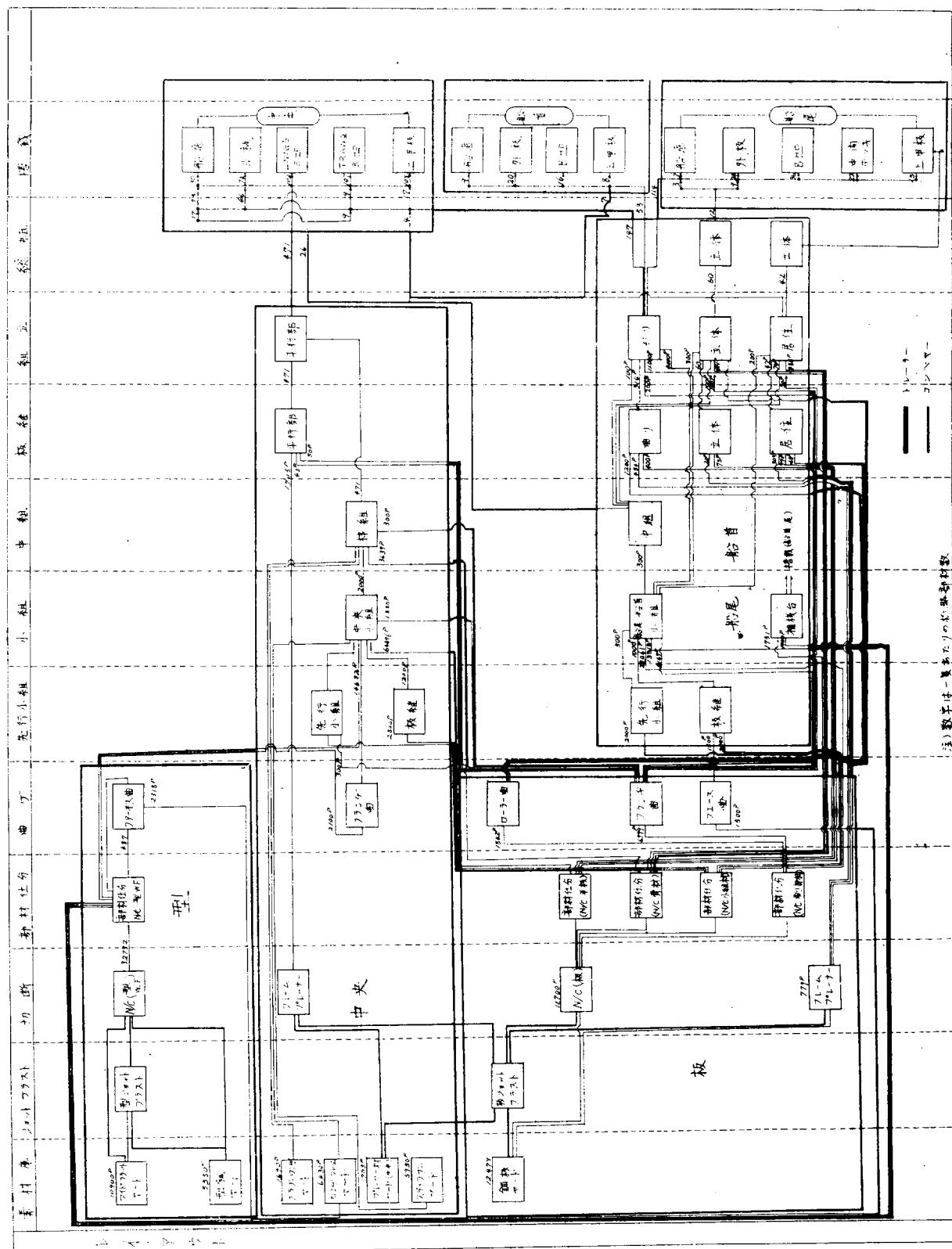


图 2.2.17

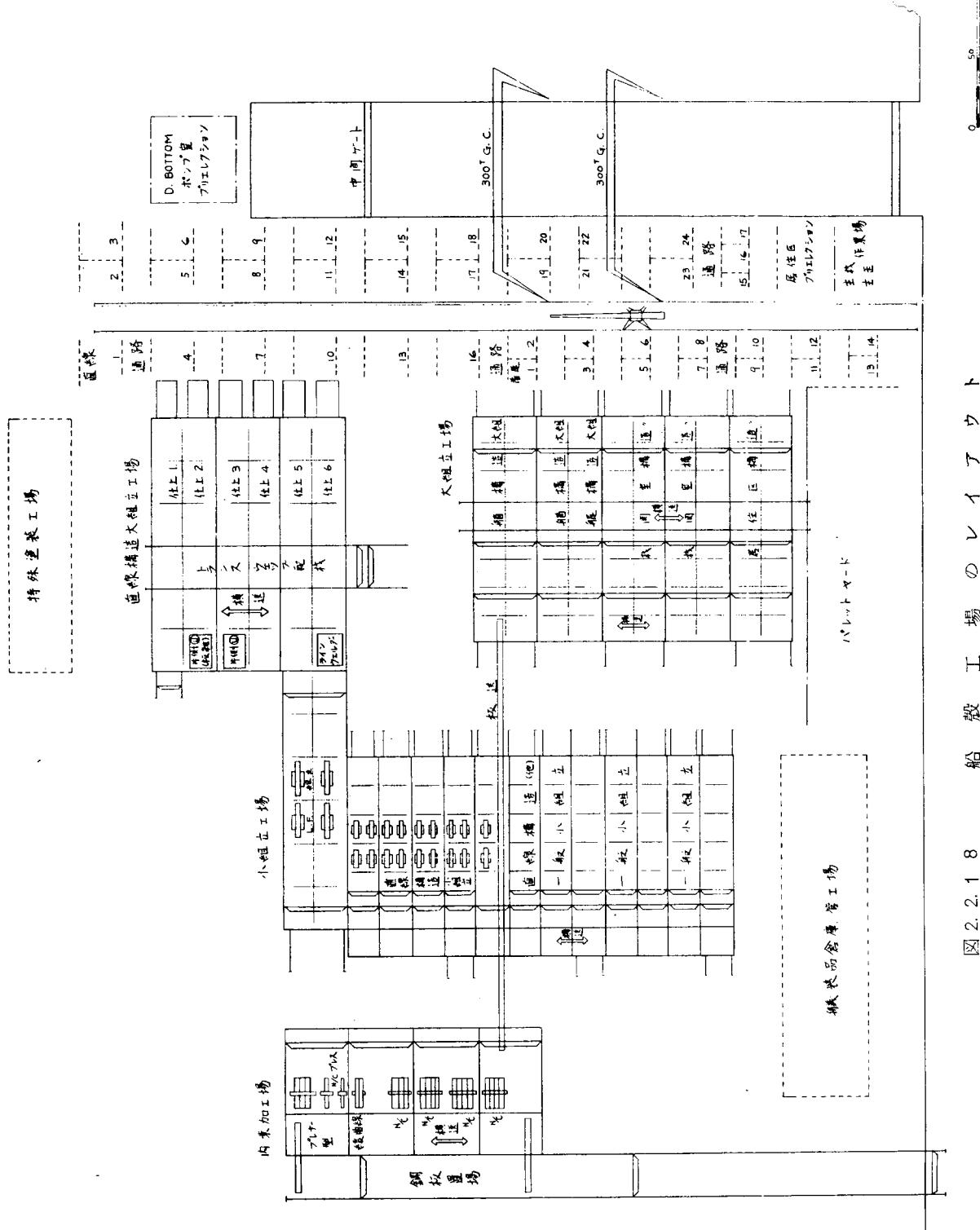
表 2.2.8 造船関連主要技術予測

(技術予測報告書：科学技術庁より)

課題	実現時期
126 サブシステムごとに、ミニコンピューターとその総合処理用に大コンピューターを使用し効率的な制御(ハイアキ-制御)を行う大プラットが実現する。	1975 1980 1985 1990 1995 2000 ※3回 ※2回 ※1回
129 高額単品製品の設計のために、ディスプレイ装置を用いた対話型コンピュータによる自動設計システムが実現する。	
130 デザイン面からパラメータ-キングおよびカッティングまでの自動化が実現する。	
131 ハーナン認識能力をもち、加工物の状態に応じて作業内容を変更するロボットが実現する。	
132 N/C 加工機械(数値制御加工機械)と直接コンピュータ-コントロールするシステム(DNC)が全工作機械の1/4まで普及する。	
133 陣害物と自動的に避けたり排除したりして500kg程度の品物を自動的に運搬することのできる荷役ロボットが実現する。	
134 大型構造物を現場(造船など)で直接加工する移動工場システムが実現する。	
135 全自動無人鋳造システムが実現する。	
136 自己修復機能をもった生産機械と導入した大量生産工場が実現する。	
137 造船工場においてコンピュータ-オートメーションやロボットの大巾は導入により、単位生産量あたりの労働者数が現在の1/2になります。	
138 家庭電器工場の悪人化が進行し、生産設備の保守要員の数が、主生産従事者の数より多くなる。	
139 加工・組立などの高速化、システム化により、機械製作工場の単位面積当たりの生産台数が現在のほぼ10倍になります。	

表 2.2.9 船 艶 工 場 の 概 要 仕 様

作業場		作業量 基 日	処理能力	設置機器	配員人員(人)	所要面積 (KM ²)		
鋼材置場	板材(水切-搬入)	5,040	84	3台×4回(水切、展開、山積 搬入)=12枚/枚	2台(リモート・コントロール) 1台(リモート・コントロール)	オペレータ オペレータ	3 2	450T×5B=2250T ストック材 100T (30M×5M×60t) 45T×5B=225T (30M×1M×50t)
	型材(水切-搬入)	2,000	34	全上	1台(リモート・コントロール)	オペレータ	1.5	1.5
	合計			3台			5	13.0
	アーラー(内構) (外板)	810 1,095	14 19	1.1M/ ^枚	4M×4枚×1台	オペレータ	2	30M×5M×4×1 整理---全上×2
	機曲線切断(外板)	568	10	1.5M/ ^枚	4M×2枚×1台	オペレータ	2	20M×5M×2×1 整理---全上×2
	光切削(内構)	2,567	43	3M/ ^枚	4M×4枚×4台	オペレータ	6	20M×4M×4×4 整理---全上×2
	Ncプロス(外板)	398	7	14枚/ ^日	4M×25M×1台	オペレータ	2	25M×4M×1 整理---全上×2
	Nc型鋼曲切削機	2,000	34		25M×1台	オペレータ	2	全上
	小物切断機				2台、補助フレン	切断整理	2	100M ² ×2
	小物用ペンダー				2台、補助フレン	曲げ、整理	2	0.2
内蒙加工工	フレーン			30/15Tアーラー1、機曲線1、 Nc4、プロス1、型1	オペレータ (4台リモート)	4		
	L.F.	1,820	30本	2M/ ^本	L.F.組立機 25M×2台	オペレータ	3	25M×5M×2×2 ² T 整理全上×2
	T.F.	870	17本	2M/ ^本	小組立機 15M×9台	オペレータ	14	15M×5M×9×2 ² T 整理全上×2
	他	700	13T	3M/ ^T	0.8T/M ² /月	組立	5	700T÷0.8T/M ² 整理全上×2
	他	3,900	65T	4M/ ^T	0.8M ² /月	組立	29	3,900T÷0.8T/M ² 整理全上×2
	クレーン			1台/1000M ²	L.F.X2、TF×4 直線機X3、他X15 } 30% (14台は運送)	オペレータ (14台は運送)	10	
	小組立計					作業長、進行員	61	22.9
	①船首構造	43	17	11日±2日 5人±1人		組立	55	15M×15M×11 整理全上×1
	②船尾構造	6	0.1	15日±3日 7人±1人		組立	15	15M×15M×2 整理全上×1
	③機関室	75	13	9日±2日 6人±1人		組立	72	15M×15M×12 整理全上×1
大組立	④直線構造	176 (15,800)	3 (264T)	片側ユニオンメルト 3M/ ^日 ライン、ウエルダー 3M/ ^日 トランスクレーン 3M/ ^T	全左 25M×15M×1台 全左 25M×15M×1台	オペレータ オペレータ	2 2 89	25M×15M×2 ² T 整理全上×2 25M×15M×1 ² T 整理全上×2 25M×15M×3 ² T×3 整理全上×1
	⑤居住区	40	1	6日±1日 5人±1人		組立	30	15M×15M×1 整理全上×1
	クレーン			①②③⑤ 1台/1500M ²	①x5、②x1、③x6、 ④x3、⑤x3	オペレータ (11台はリモート)	8	
	大組立計					作業長、進行員	273 20	26.3
	外業	27,000	450T	5M/ ^T		作業長	250 20	450M×80M×1 ストック場全上×2
	生産技術				標準化、1年/1隻		7	
	架設				電源、配管の固定など リモート・コントロール		6	
						総人員 H/T	674 13%T	総面積 人頭/KM ² 8%KM ²
						目標		
						総人員 H/T	400 8%T	



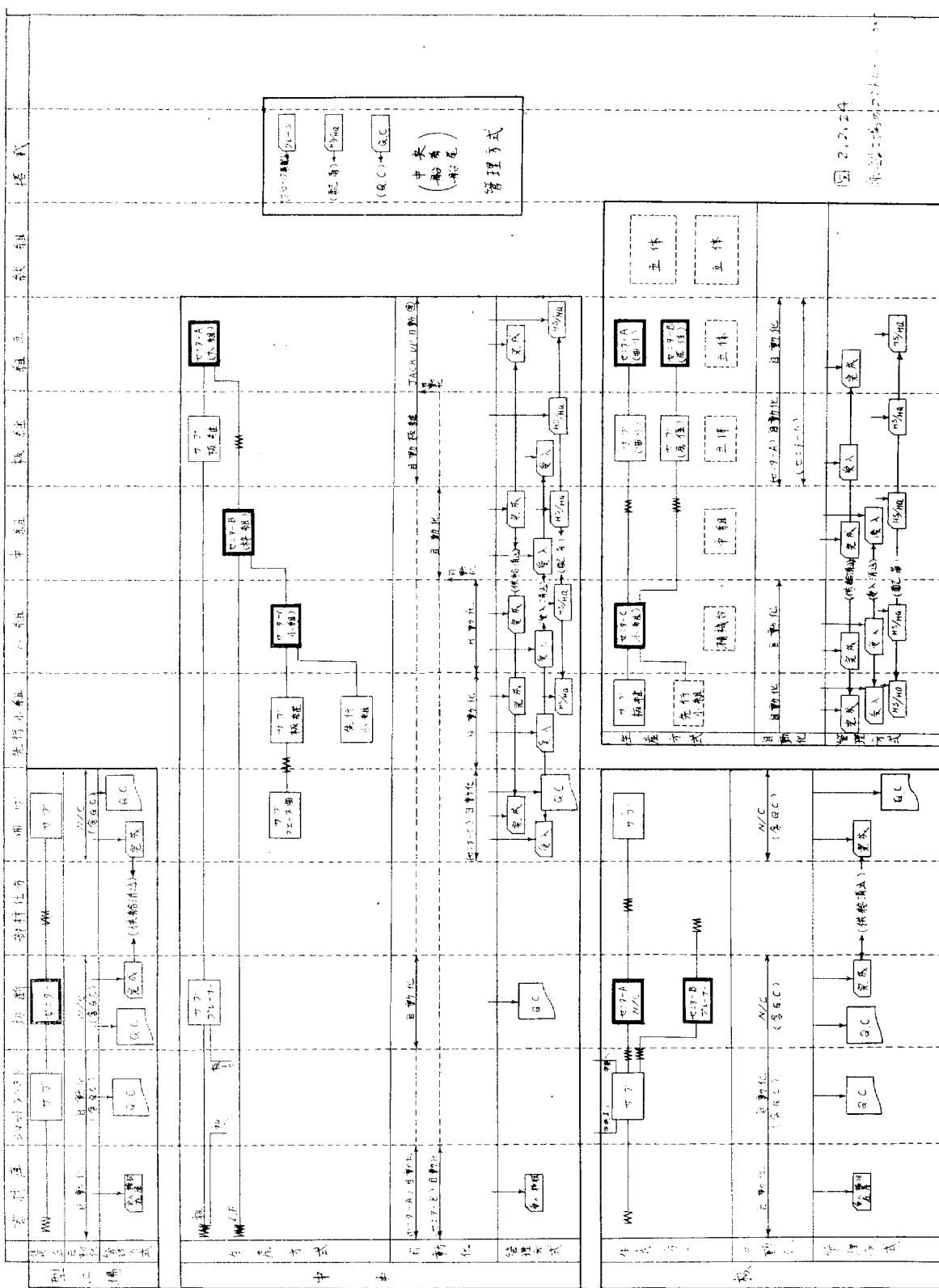


図 2.2.19 船殻工場のコントロールのイメージ

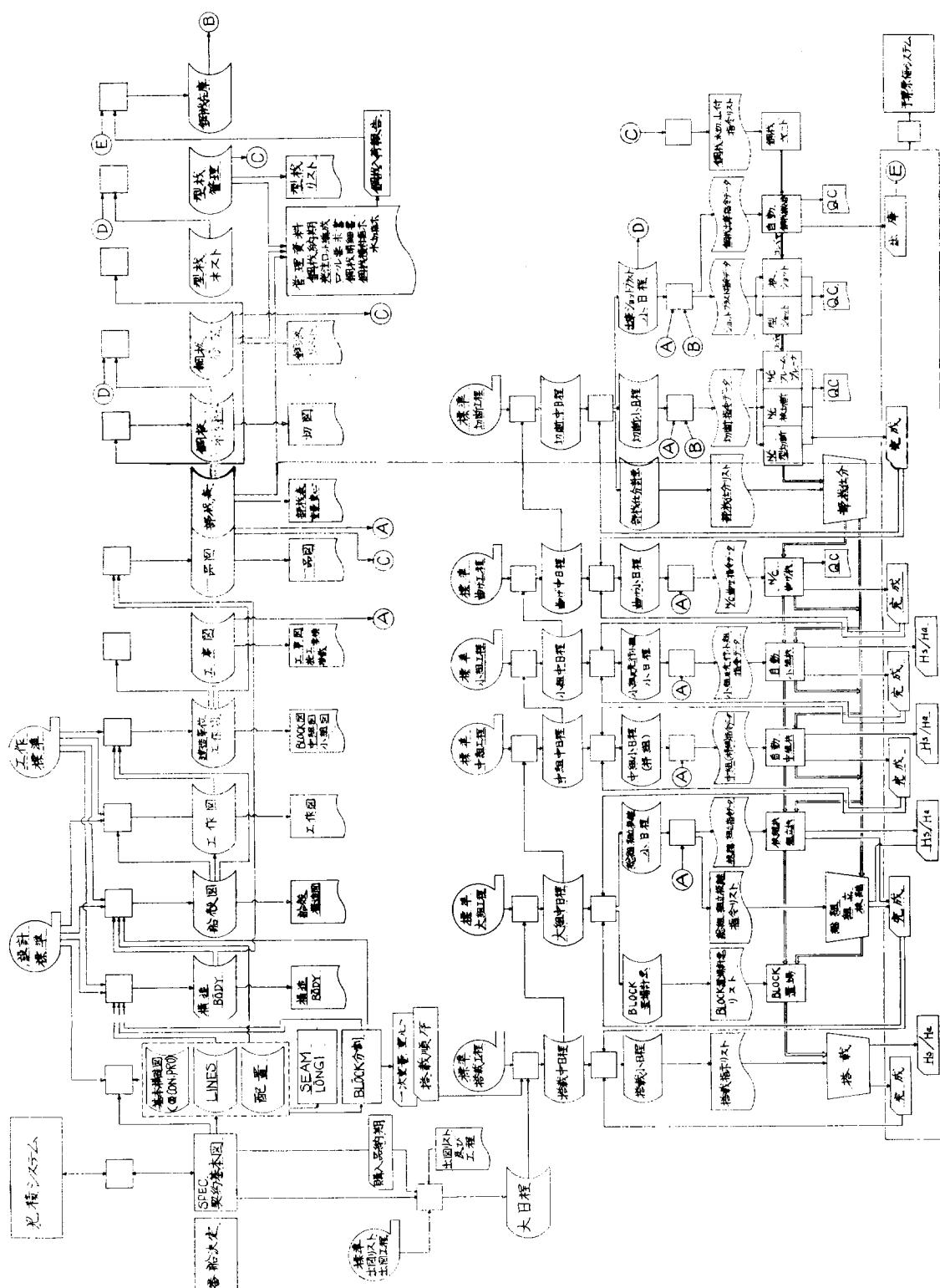


図 2.2.20 船殻工場のデータの流れ

(4) 築装工作部門

(a) 想定される条件

(i) 対象船型

200,000 DWT ターピン・タンカ

(ii) 建造諸元

(3) (a)の(b)参照

(iii) 築装品重量他

管 400T、12,000ピース

外装品 1,250T

内装品 100T

機関室 450T

ポンプ室 130T

計 2,330T

電線長 50,000M

ユニット重量 MAX 100T

(iv) 船内築装基準スケジュール

機関室（ドック内）ならびに居住区（ドック外）は、ブリエレクションを行なうものとし、機関室ブロックの搭載より基準スケジュールを定めた。（図2.2.21）

(b) 現状からの改善の要点

(i) 運営および組織の改善

現在の工作部門の組織は、造船所の設備条件、生産量により異なるが、一般に船殻と築装が分割され、したがって運営も別個になされている。図2.2.22に二、三の例を示す。

将来の造船所は、2.2.1の(4)に述べたように、殻艤一体の建造を推進する組織ならびに運営であるべきで、そのモデルを図2.2.23に示す。ここに、計画機能の殻艤一元化を計ること、地上築装ステージを確立してブロックの仕上、塗装も同一組織で行なうこと、また、居住区築装のブリエレクションを含めて船内工事は区画別とすることにより、殻艤一体の組織で運営するものとする。

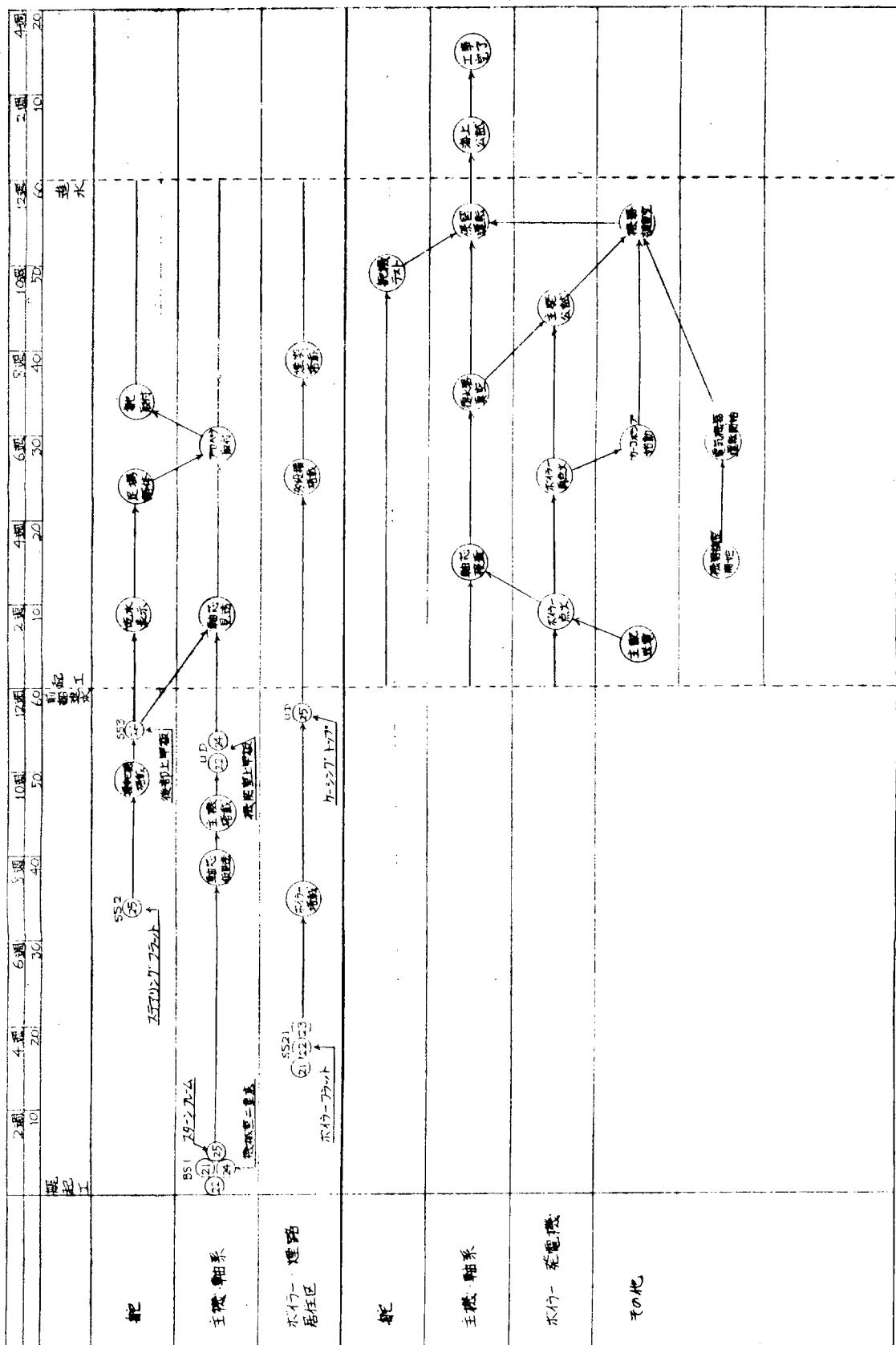


図 2.2.21 船内構造基準スケジュール

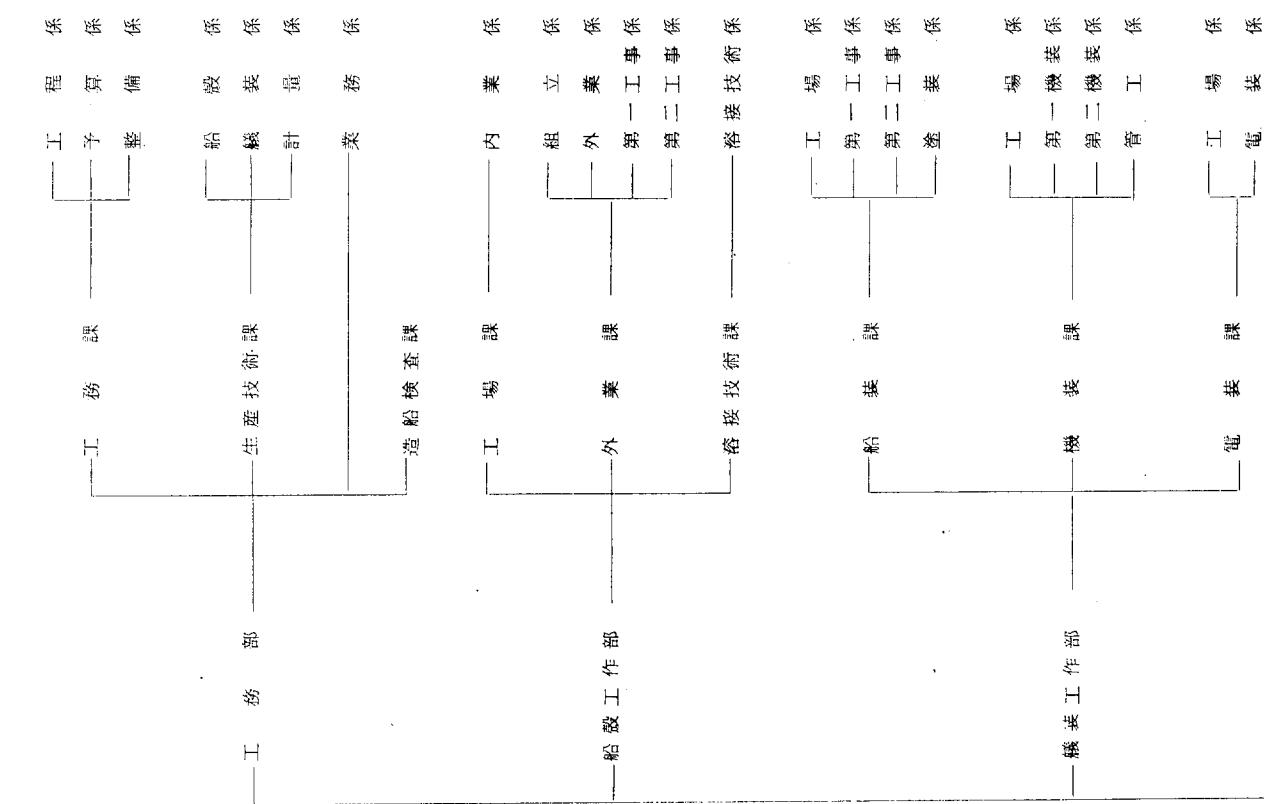


図 2.2.22 工作部門組織(その2)

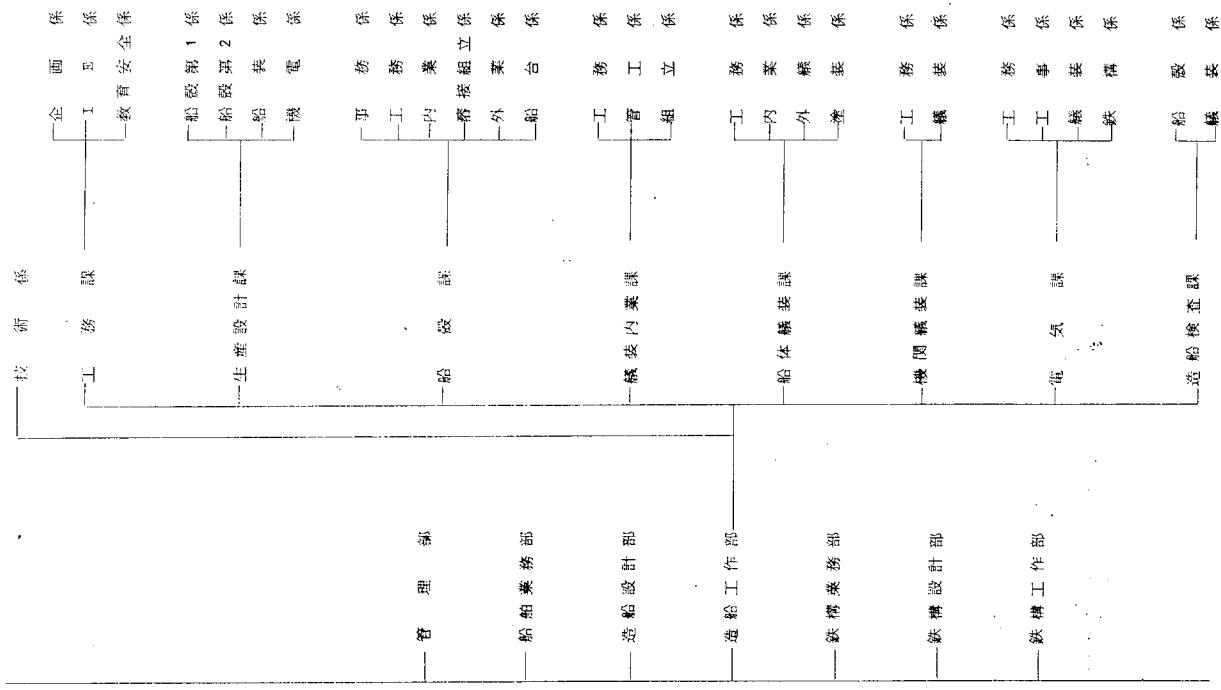


図 2.2.22 工作部門組織(その1)

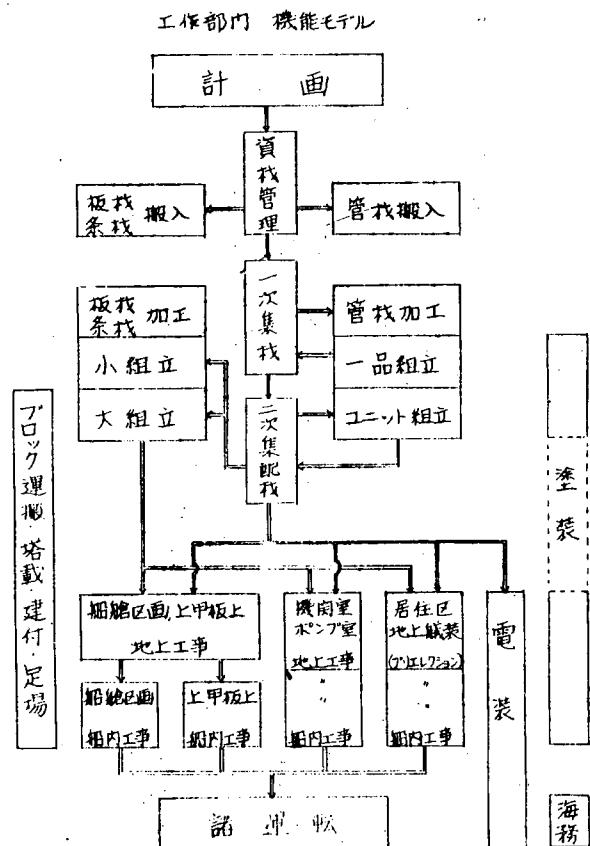


図 2.2.23： 工作部門、機能モデル

(ii) 管工場のモデル（図2.2.24）

管工場の機能は、「製作単位（系統別、ブロック別）の管群を短期間に渋れなく纏めること」とし、加工よりユニット組立までを行なう。

製作の条件を次のとく想定する。

イ) 素材搬入

管材は管整理棚より自動搬入、板材は船艤加工場より搬入、外注の場合は、フランジ置場に入れ る。

ロ) 加工の流し方

大径（250φ以上）、中径（65φ～200φ）、小径（50φ以下）の三種に区分する。各々の生産量は大略、大径10本／日、中径60本／日、小径90本／日である。流れの単位は、ブロック別・系統別とし、端材整理の機能を充実してネスティングの範囲をブロック単位に限定する。

ハ) 製作順序

野書。切断—フランジ付—曲げ—組立。溶接一仕上の順とする。ただし、大径管の切り曲げは組立・溶接場で行なう。

ニ) 整理場

整理確認の機能を充実するために、3ヶ所の整理場を設ける。

素材整理場は切断、フランジ付および曲げの終った管材を組立てるためにまとめる。

一次集材場は完成管を製作単位に取り纏め、二次集材場は取付単位（ブロック別または区画別）

ホ) 特殊管の取扱い

金形管、非鉄管の製作は別系統とする。メッキ、特殊コーティングは外注とし、発着場を設ける。

ヘ) 自動化機械の導入

管材の搬入、端材整理、書き・切断、フランジ付、ベンダ、通常の枝管組立は自動化機械を導入する。また、部材の移動はコンベヤを多用する。

(Ⅲ) 集配材システム

集配材システムの目的は、納入される部品、資材および内作品の納期管理と品質管理を徹底し、各ステージのスムーズな運営による省力化を図ることである。

このための要素は、設計における正確な予量ならびに適切な発注に始まる一連の情報システムの確立と集配材センターとしての機能を果す倉庫および集材場所の自動化である。

情報システムは、殻体一体の日程計画、すなわち、地上組立ステージの日程をベースとして運営され、必要な情報が正しく即時に入手できるものでなければならない。また、倉庫および集材場所は、機械化、自動化とともに十分なスペースをもたせ、最小の人員で迅速に必要な機能を果すものとすべきである。

(Ⅳ) 船内作業の省力化

地上組立、ユニット組立の拡大により、船内作業は減少するが、さらに下記のような対策を考えられる。

イ) 連絡管等のブロック貼付け、あるいは青空組立の拡大による船内持ち込み作業の減少

ロ) フレキシブル・パイプあるいは電線の新布設法の採用による高所・狭隘箇所の作業の減少

ハ) 塗装作業あるいは掃除作業の機械化による省力化

(c) 想定される組立工作部門のイメージ

以上の考え方を折り込み、若干具体化したものを以下に示す。

(表 2.2.10) 組立工作部門の概要仕様

(図 2.2.25) 組立工作部門システムのイメージ

(図 2.2.26) 組立工作部門のものの流れ

(図 2.2.27) 組立工作部門の情報の流れ

(図 2.2.28) 集配材システムの情報処理要領説明図

また、以上による配置人員と現状の標準的配置人員との比較を下記(表 2.2.9)に示す。

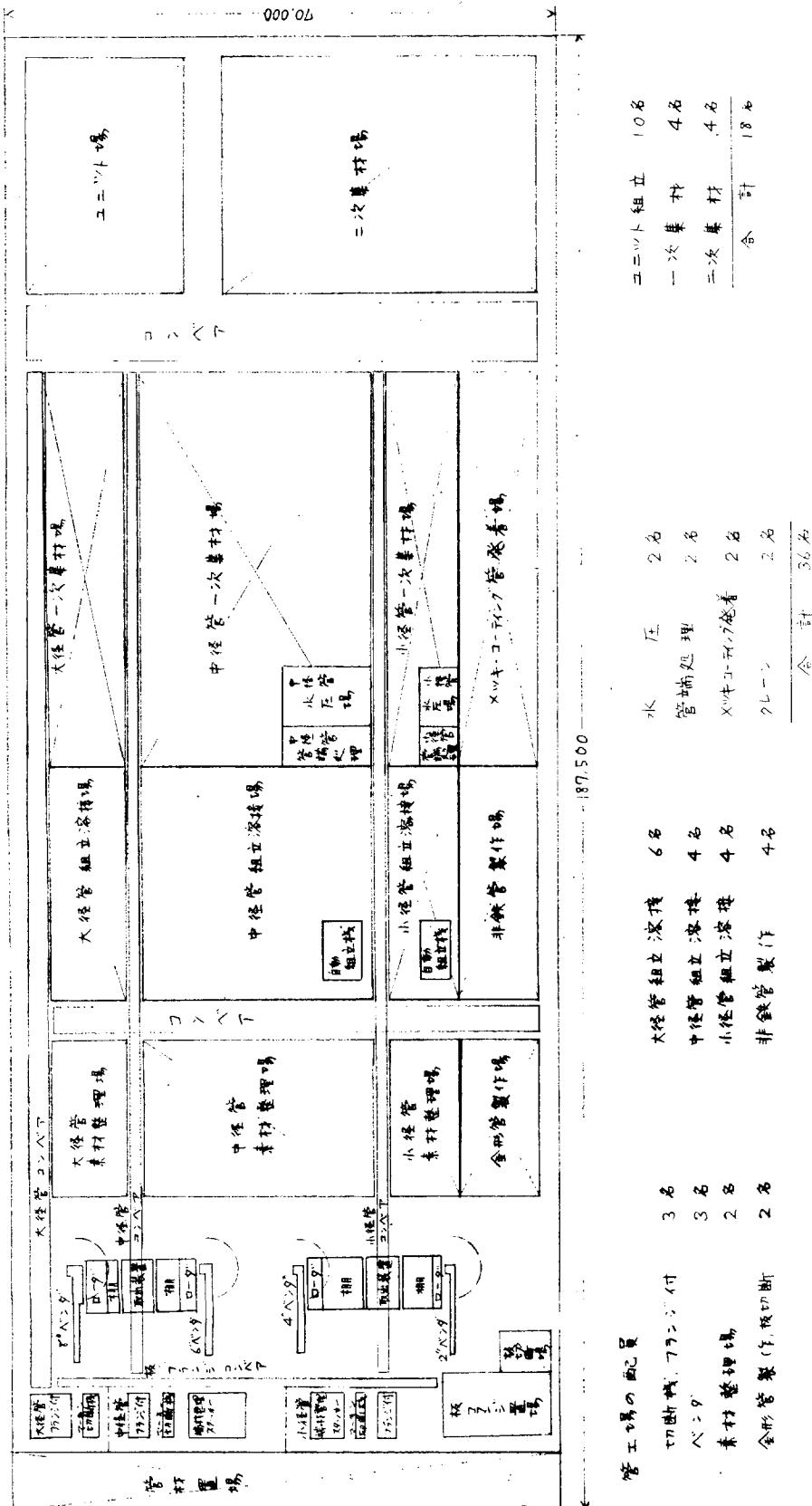


図 2.2.24 管工場レイアウト(1/500)

図

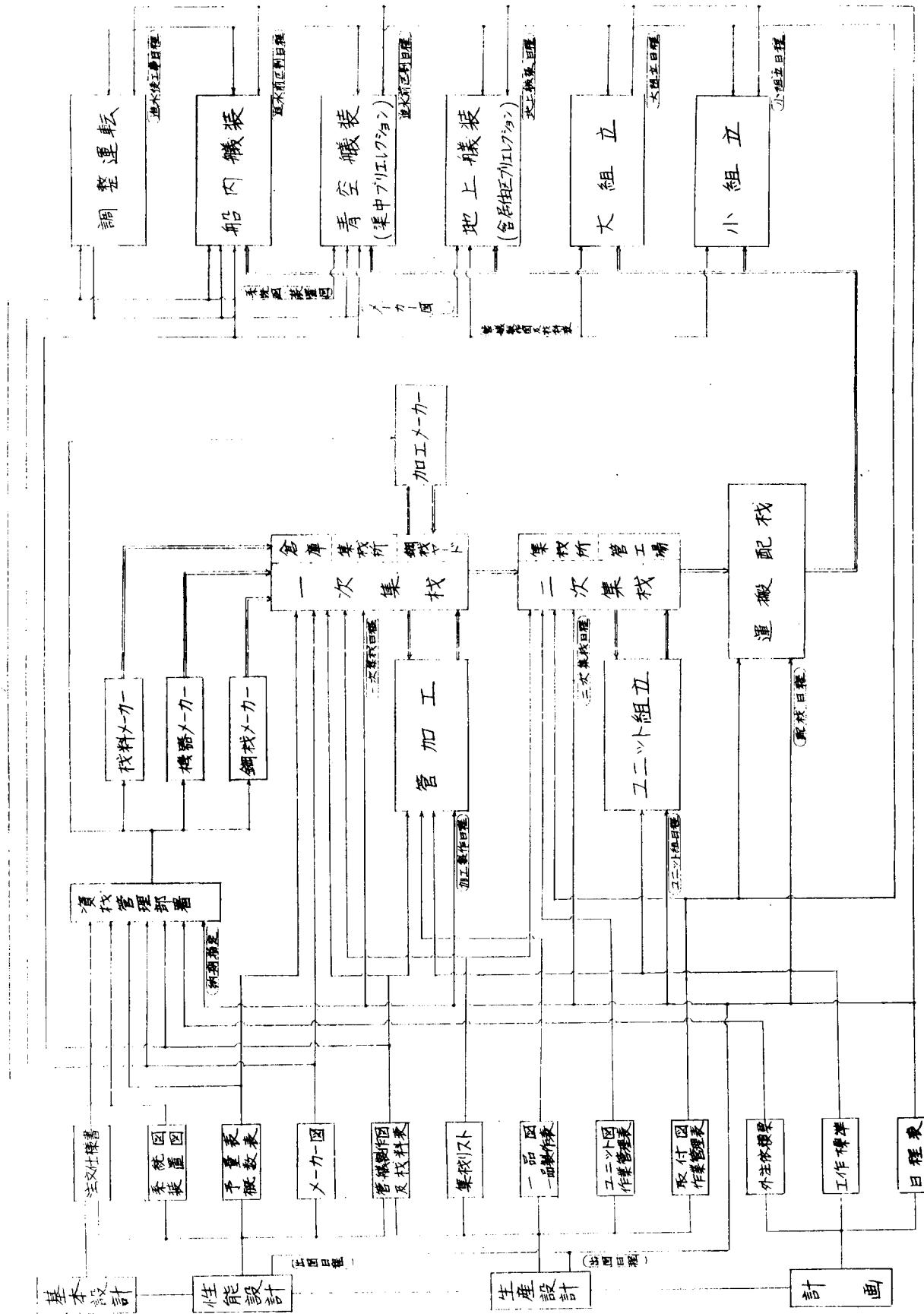


図 2.2.25 機装システムのイメージ

表 2.2.9 配置人員比較表

	現 状			改 善 案		
	人員	%	ステー別%	人員	%	ステー別%
集配材	42	7.9	24.5	32	9.4	22.9
管工場	88	16.6		46	13.5	
地上儀装	—			58	17.2	地上
内装	63	11.9		34	10.0	27.2
外装	108	20.4	地上	46	13.5	
機装	156	29.4	12.8	80	23.6	船内
電装	57	10.8	船内	32	9.4	49.9
海務	16	3.0	62.7	12	3.4	
計	530人	100%	100%	340人	100%	100%
時数／1隻	284,000H			183,600H		
能率H/T	10.5H/T			6.8H/T		

注：1) 地上儀装は、船殻工事を含む。内装は船殻工事を含まず。

2) 能率は、船殻重量（27,000T）当りの時間

3) 塗装時間は除く。

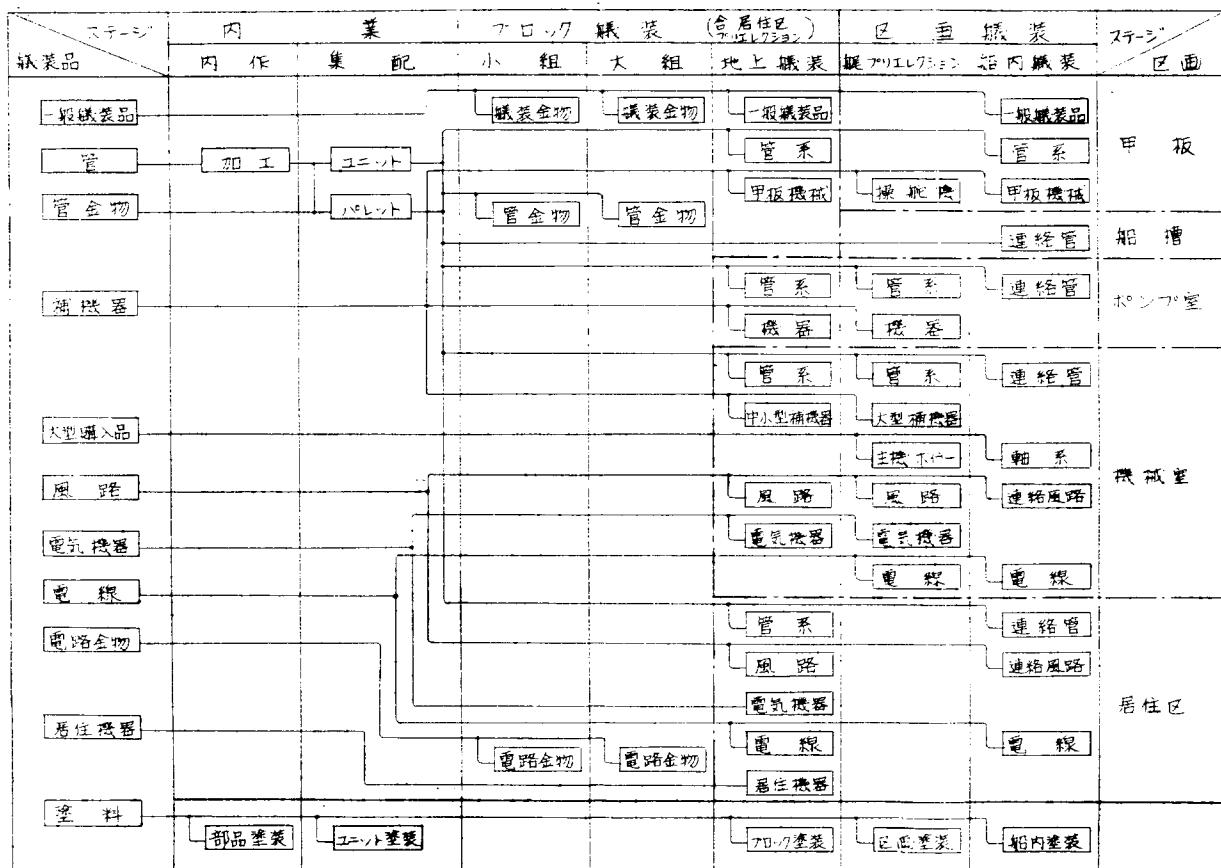


図 2.2.26 儀装工作部門のもの流れ

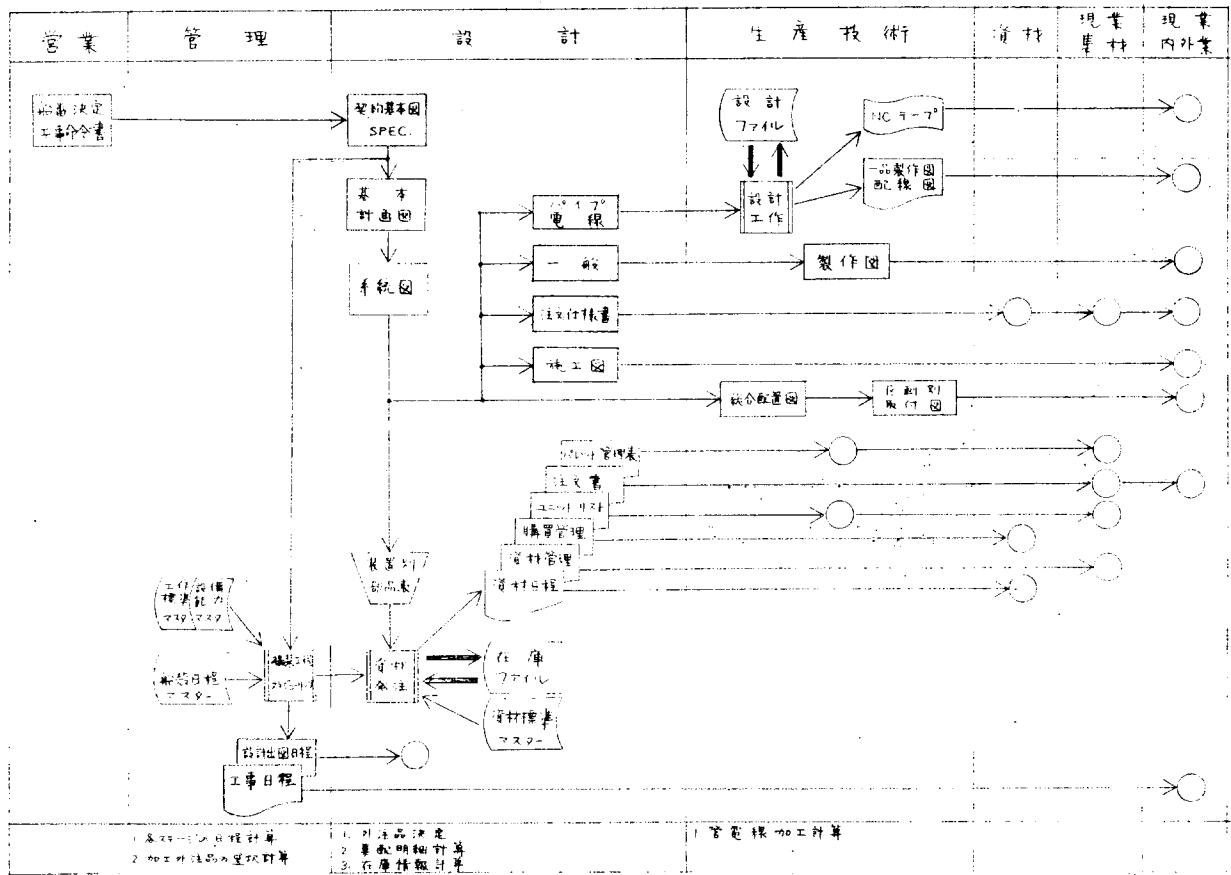


図 2.2.27 繕装工作部門の情報の流れ

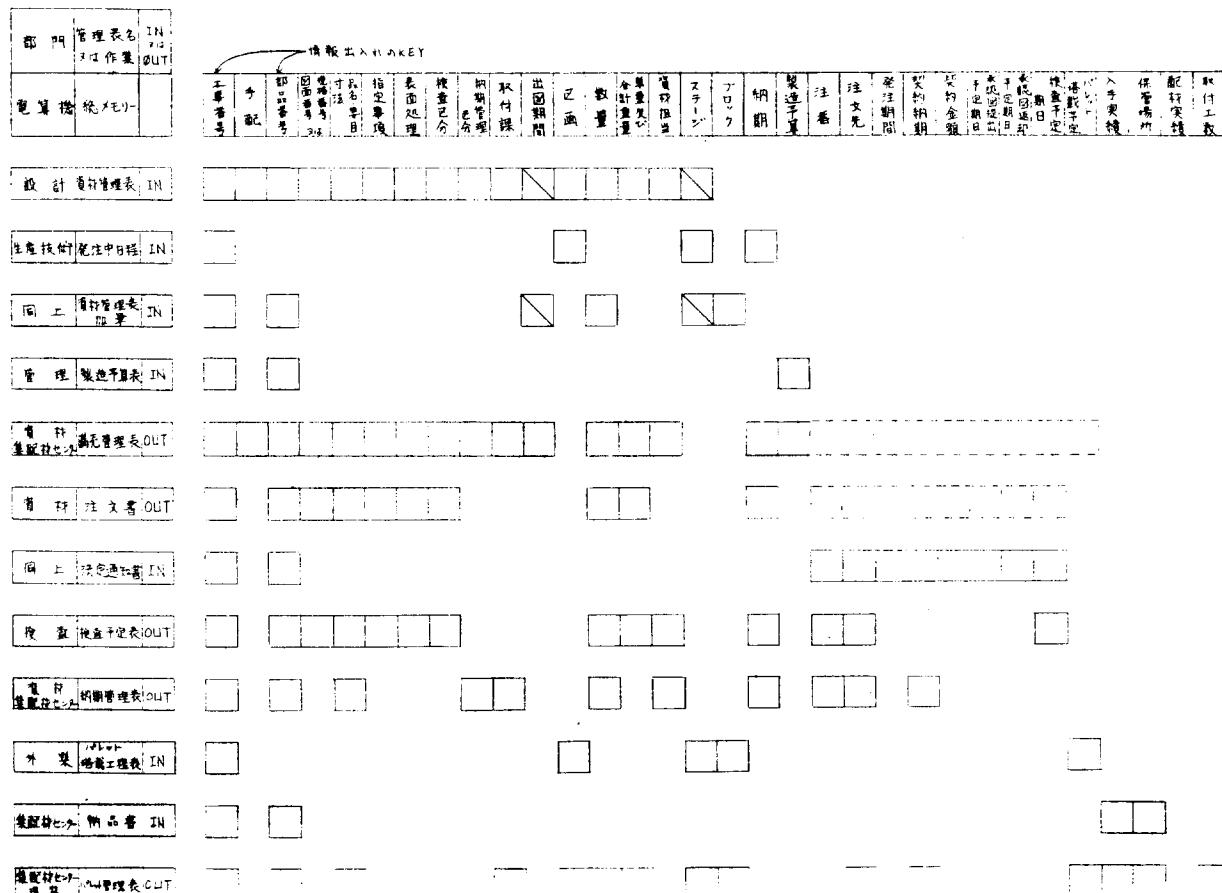


図 2-2-28 繰装品集配材システム情報処理装置

表 2.2.10 織装工作部門の概要仕様

入力	作業	作業量	作業日	処理能力	設置機器	配員	所要面積	km ²
集配材	管素材(木切-搬入)	9,600	160	大径管 146,中径管 563本 小径管 963本	クレーン1台	オペレータ 2	$160^2 \times 10^8 = 1,600$	0.42
	倉庫(準備品)					オペレータ 2		1.10
	集材場所					オペレータ 4		7.20
工場内	管 一次集材	12,000	200	50t ² /日		オペレータ・整理 4	$200^2 \times 2^8 = 400$	2.50
	管 二次集材	12,000	200	50t ² /日		オペレータ・整理 4	$200^2 \times 1^8 = 200$	1.20
	集材運搬							
	合計						8	
							32	
管工場	切断 フランジ付	12,000	200	30t ² /日	NC 断面切削機 3台 自動フランジ付機 3台	オペレータ 3	$6^2 \times 10^8 = 36$	0.20
	ベア 8"一	4,200	70	30t ² /日	NC ベンダー 4台	オペレータ 3	$10^2 \times 23^2 \times 4^8 = 100$	1.00
	素材整理	5,760	96	50t ² /日		オペレータ・整理 2	$96^2 \times 2^8 = 192$	1.00
	金形管製作	480	8	2t ² /日		組立・溶接 4		0.20
	非鉄管製作	120	2	1t ² /日		組立・溶接 2		0.40
	組立 大径管	120	2	0.4t ² /日		組立・溶接 6	$10^2 \times 10^2 = 200$ 全格 50%	0.35
	組立 中径管	480	8	2t ² /日	校管組立機 1台	オペレータ・溶接 4	$10^2 \times 6^2 \times 8$ 全格 50%	0.80
	溶接 小径管	720	12	3t ² /日	校管組立機 1台	オペレータ・溶接 4	$10^2 \times 2^2 \times 12^8 = 100$ 全格 50%	0.35
	水圧 管端処理	300	5		水圧機 2台 752°切削機 2台	オペレータ 4		0.20
	ユニット組立	180	2.5	2日	2人	組立	$10^2 \times 10^2 \times 2^8 = 400$	0.60
	クレーン				6台(26tモードコントロール)	オペレータ 4		
	合計						46	5.10
地上織装	外装区画	225 ²	3.8 ²	3日±1日 2人			23	
	機関室木造 ² 室	75 ²	1.3 ²	6日±1日 3人			23	
	居住区	40 ²	0.7 ²	6日±1日 2人			8	
	クレーン				4台(4モードコントロール)		4	
	合計						58	
	外装区画	1250T	21T	20H/T			46	
	機関室木造 ² 室	450T	7.5T	85H/T			80	
		130T	2.1T	35H/T				
	居住E(アリエグゾン)	100T	1.7T	180H/T			34	
	電装	50,000 ^H	833 ^H	0.35H/M			32	
	合計						192	
	塗装							
	海務						12	
							340	
						目標		
						$\frac{1}{2} 135,000\text{m}^2$	250	
						$\frac{1}{3} 90,000\text{m}^2$	167	

(5) 管理部門

(a) 想定される条件

(i) 前提条件（全般）

標準設計・標準日程方式の採用により、下記の前提条件が整備され、システムの簡素化が図られているものとする。

(イ) 管理部門の枠組の明確化

計画業務・管理業務・事務処理の範囲並びに機械化できるもの、人の介入あるいは人でなければできないものは何かが明確になっている。

(ロ) 作業研究

作業の標準化・作業手順・マニュアルの確立と、標準作業時間が設定されている。

(ハ) ソース・データの一元化

定常業務の見直しにより、管理部門における情報の量・質ならびに、その情報の伝達経路が一元化され、データベースのメンテナンスが容易となる体制が確立している。

(ニ) 情報処理（定常業務）の自動化

定常業務については、既に作業研究等により、標準化、簡素化、処理手続き（アルゴリズム）が明確化され自動化がはかられている。

(ホ) 例外管理への指向

上述のごとき、周辺条件の整備によって、例外管理指向への下地が充分整っているものとする。

(ヘ) 標準設計方式が採用され、特殊仕様も非常に極限され、設計の遅れによる工程の乱れはない。

(ト) 船・機器一体の生産システムが確立し、有機的な総合的管理が可能である。

(ケ) 標準日程をベースにした資材の発注・納入に基づく集配材システムによって、必要な資材が、必要な時に、必要な場所へ集配される。

(b) 現状からの改良の要点

(i) 現在の造船所

現在の造船所の管理部門は、一般管理部門、工場管理部門それぞれ独自の立場から合理化を進めてきたため、全体として眺めてみると、重複が多く、また相互の関連も明確ではなく、問題が発生しても他部門へは直接反映することが難しく、また新たな相互関連も見つけ難いために、たとえ共通部分が多くても、あたかも違ったシステムのように取扱われ、一つのシステムとして統合されていないのが現状である。たとえば

(イ) 計画業務において、各部門がそれぞれ独自の立場から、その要求に応じて、そのつど、必要なデータをそれぞれ個別に収集・計画するきらいがある。したがって、たとえそれが共通のデータであっても、他部門の計画には、直接反映されず、計画としての一貫性に欠ける。

(ロ) 計画データの修正においても、それぞれそのつど、各部門で修正を必要とし、そのため行違いや、誤り、洩れ等が生じやすく、二重、三重の手間と、いたずらに業務を複雑化し、計画の精度もまちまちである。

(ハ) 管理業務についても、各部門それぞれ独自の立場から行なわれているため、全体的な統制に欠け、したがって、総合的計画へのフィード・バックならびにシミュレーションが難かしい。

(ニ) 個別に計画、管理されているため、需要の老化に対応する生産システムならびに管理システムの

変更による多様なレポート様式の要求に対するコンピュータ処理の弾力性が乏しい。

(i) 各部門間の結合が弱く、部門間の情報伝達にしても、直接ソース・データが利用されず、帳票・台帳への転記、レポートからの転記等、いたずらに帳票・台帳・レポート類が多く、転記の労力（ムダ）や転記ミスによる混乱、レポートチェック業務の増大を招いている。

(ii) 総合情報システムの確立

上述の現状を打破するためには、従来の組織的・人的要因に基づく職務遂行にとらわれず、職能（機能）を中心とした徹底した標準化・専門化・簡素化をはかり、事前計画（含シミュレーション）とそのフォローアップを総合的に行なうことができる総合情報システムの確立が必要である。

このためには、前述の前提条件の整備が必要条件となるが、さらに、情報処理システムとしては

(1) Modular Design の採用

(2) 集中データ・ベースの採用

により、コンピュータによる管理システムに柔軟性を持たせると同時に、Simulative な要求に対しても追従できるものに再編成する。

(iii) システム・フロー

管理システムの現状のシステム・フローを図 2.2.3-2 に示す。

近い将来の管理システムを、集中データ・ベースを中心として経営部門、管理部門、設計部門並びに生産部門が運営される。それぞれの部門は、標準化、専門化、簡素化が進み、それぞれ Input Module、Logic Module および Output Module で構成され、それぞれの業務の遂行に当っては、それぞれ保有の Module を組合せることにより

- 各種計画業務
- 各種問合せ業務
- 各種実績のフォロー・アップ
- 各種予測並びにシミュレーション

を行なう。

(1) 各種計画業務；現在の個別データを体系化してデータ・ベースを形成し、このデータ・ベースをもとに Modular Design された計画プログラムにより、各種計画業務を行なう。

(2) 各種問合せ業務；各部門（端末装置）からの問合せに応じ、適宜データ・ベースの情報を編集してアット プットできるプログラムを用意する。

(3) 各種実績のフォロー・アップ；ソース・データを発生部署で収集し、データ・ベースを形成し、このデータ・ベースをもとに、必要に応じフォロー・アップし、適宜作業指示を行なう。

(4) シミュレーション；データ・ベースのデータを利用してシミュレーションを行なう。たとえば、特殊仕様の船が飛び込んで来たとき、それによる影響（場合により生産システムの変更、能力の変更等）を求め、工事時期・配員等のシミュレーションを行ない、受注決定に必要な資料を提供する。

(5) Modular Design の採用

上述の観点より、現在の機能を細分化し、データ・ベースにアクセスするモジュールを開発する。

(6) 計画アルゴリズムの確立

定常的判断業務については、計画者の思考過程、解析、計算等判断業務のロジックを明確にし、判断業務の遂行過程で必要なつど、これらのサブプログラムを呼び出し必要な処理を行なう。非定常な判断業務について

ても、試行錯誤の過程に適合したマン・マシン・システムを形成するに必要なサブプログラムを準備する。

(b) Input Module の充実

各種業務にマッチした Input Module を開発する。特にデータ項目ごとにインプット所掌を明確にし、ソース・データの一元化をはかる。

(c) Output Module の充実

データ・ベースに格納されている情報を編集し、Output する Module の開発、特にデータのアナログ化（例えば図形表示）の拡大をはかる。

定常業務におけるハード・コピーによる情報伝達をやめ、必要な情報が、必要なときに、必要な場所（端末）に表示される。ただし必要とあれば、ハード・コピーをとることができる。

(V) 集中的データ・ベースの確立

(a) 現在のシステムの見直しを行ない、ファイルのデータ項目の重複をさげ、個別ファイルを集中してファイル内容の追加・修正・削除を容易にする。

データ・ベースのデータ構造の1例を図 2.2.3.1 に示す。

(b) 管理システムにおけるロジックの展開ならびにレポートは

- 人（職種・作業等）を軸にアウト・プットまたは処理をする。
- 物を軸に
- 金を軸に
- 場所（例えば定盤）を軸に
- 時間を軸に

の5型式が基本となる。

実際のレポート・ロジックは、上記5型式の組合せ方、レポート内容の精粗、Integrate の範囲、表示の様式等によって多様化する。従って、データ・ベースの設計において上記の5情報を軸に、容易に取出されるように設計することが、一つの設計目標となる。これを実現するデータ・ベースとしては、

- データ・ベースから必要な情報を直接、直ちに取出すように設計
- データ・ベースから順次、データを読み込み、必要とする情報を、そのデータの属性を検索して取出す。

両極端が考えられるが、コンピュータ・システムとして具体化するためには、そのアプリケーション、ハードウェア、ならびにソフトウェア上の制約を考慮した経済性の見地より、その両者の中間を採用することになる。このためまず前述のデータ構造、記憶構造を検討し、またデータ・ベースの作成、検索時間ファイルを取扱うプログラムの作成の難易度等を検討し、最良のデータ・ベースを設計する。

(d) レポート様式の多様化

集中データ・ベースの採用により、今までの個別ファイルでは作成が困難であった各種レポートの作成が容易となり、何時でも、必要なレポートが作成されることになれば、従来作成されていた

- 将来必要になるかも知れないという危惧から予め準備するレポート

- データの保存のために作成するレポート
- 一度きりの処理・確認（照合）・判断のために作成されるレポート

等大半のハード・コピーが不要となり、情報の流れが迅速となり、かつ簡素化される。

(c) 従来は、個々のプログラムが、それぞれ専用のファイルを持ち、そのファイルを介してプログラムが結ばれている。しかもファイルを単純に介するのではなく、アプリケーション独自のファイルにする作業が必要であった。集中データ・ベースの作成ならびに使用によってこれらの作業を解消できるばかりでなく、今までの多数のファイルを一括管理し、データの格納およびメンテナンスが容易になる。

(c) 想定される管理部門のイメージ

以上の考え方を折込み、若干具体化したものを以下に示す。

(図 2.2.29) 管理部門のシステムのイメージ

(図 2.2.30) データベースの概要

(図 2.2.31) 適用システム（例）

(1) 経営（企画）部門

- 経営（企画）部門は、企業のブレーンとして、戦略的機能を遂行する。
- そのため、従来の開発設計、営業、見積、企画の有機的結合をはかり、一つの部門を構成する。
- 短期・長期経営計画策定に当って必要な内部情報は、総て必要な時に、必要な情報がアクセス出来るよう、データ・ベースが完備しているものとする。外部情報については、定常的情報を除き、必要に応じ、そのつど収集・加工されるものとする。
- 環境の変化に基づく戦略の変更、決定に必要な情報は、必要に応じ、そのつど収集・加工されるが、その情報は直ちに部門内の必要な部署へ流れ、逐次データ・ベースに蓄積される。
- 開発設計を除き、他機能は、総て集中データ・ベースを中心に業務処理され、他部門への指示、指針もデータ・ベース中心に展開されるものとする。
- 開発設計については、集中データ・ベースと独自のデータ・ベースを保有して、開発設計を開き、生産設計への引継ぎは、集中データ・ベースを介して行なうものとする。ただし、インフォーマルな補足説明のルートは残る。

(2) 管理部門

- 管理部門は、企業運営上、必要な外部との窓口（報告、折衝等）業務としての機能と、例外事態発生時の内部調整機能を遂行する。
- そのため、従来の一般管理部門（管理、資金、経理、原価、勤労）がこれに当る。
- 定常的管理業務は行わず、例外事態発生時、必要があれば総合調整の機能を果たす。
- 業務遂行に必要な内部情報は、総て必要な時に、アクセスできるよう、データ・ベースが完備しているものとする。外部情報については、定常的情報を除き、必要に応じそのつど、収集加工する。
- 総て、集中データ・ベースを中心に業務処理され、他部門への指示、指針も、集中データ・ベース中心に展開されるものとする。

(3) 生産設計部門

- 製造情報編集グループとして、その機能を遂行する。

- 2) 開発設計よりの作業の引継ぎ、生産システムへの情報の伝達は集中データ・ベースを介して行なうが、特殊要求受入れの可否のチェック作業ならびに許容した場合の処理作業は集中データ・ベースを中心に展開する。
- 3) 開発設計へのフィード・バック情報も、集中データ・ベースを介して行なうが、必要により、補足説明としてのインフォーマルなルートも活用する。
- 4) 生産システムにおける自動機器（N C ガス切断、N C 曲げ、N C 加工等）への加工情報を提供する。

(=) 生産部門

- 1) 与えられた資源をもとに、決められたコストおよび日程、並びに品質を確保する機能を遂行する。
- 2) そのため、生産総合管理センターを設け、工作プロバーの管理（日程計画、進捗管理、品質管理等）のほか、従来の資材、工務（工場経営部門）、運輸、動力、検査等の有機的結合をはかり、総合的管理を行なう。
- 3) 生産システムとしては、
 - N C ガス切断・N C 曲げ・N C 加工ならびに自動トランズファマシンの群管理が行なわれている。
 - 般機一体の生産システムが確立
 - 有機的な集配材システムが確立していく。
標準日程をベースに手配・納入された資材を、標準日程（週単位）どおりに消化されるものとする。
- 4) 詳細の日々の変動は、週単位程度で吸収され、また多少の仕様変更による資材ならびに作業量が変動しても標準日程がKeepされるので、生産総合管理センターとしては、日々の進捗管理は行なわない。
- 5) 各ステージで発生するデータは、その発生部署より適宜収集され、それに基づく作業指示は各端末に表示される。
- 6) したがって生産総合管理センターは
 - 計画業務（月次生産計画、中日程計画、配員計画等）
 - 標準類のメンテナンス（標準時間、標準日程、能力等の評価ならびに改訂作業データベース）
 - 自動機器の群管理のメンテナンス
 - 生産技術に関する、研究・開発
 - 品質管理ならびに関係先へのフィードバック（集中データベースの作成）
 - 教育訓練計画ならびに実施
 - 生産システムの総合調整たとえば、不可抗力によって工程が遅れた場合、波及効果が広い場合に、あえて工程回復は考えず、遅らした後の標準日程で作業を進める。
なお、この場合、管理部門へ報告し、それが利益ならびに受注活動への影響については事前

あるいは、事後に総合調整をはかっておくものとする。

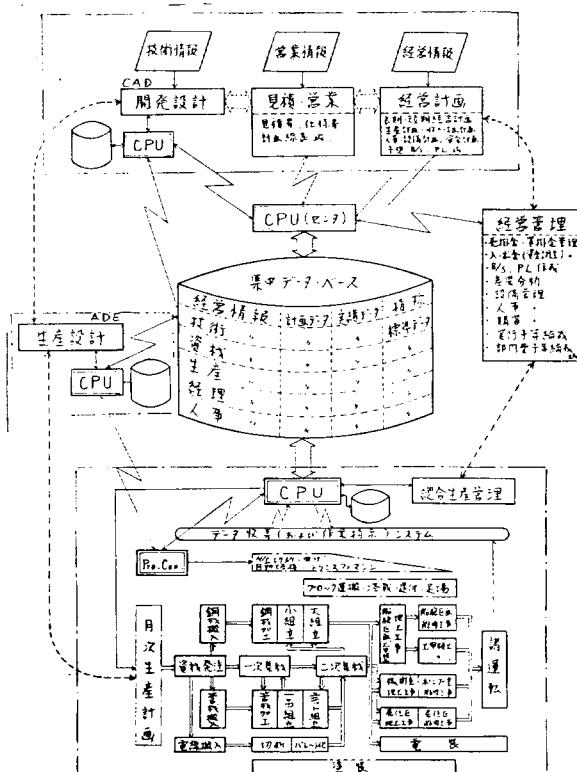


図 2.2.29 管理部門のシステムのイメージ

セグメント	経営管理	受注実績システム		エンジニアリング		購買・販売	生産管理		財務・会計	人事・労務																																																																
		基本設計	見積	板金設計	生産設計		船殻	舾装																																																																		
通用業務	<ul style="list-style-type: none"> 需要予測 総合検討 人員計画 資材 設備 資金 利益 	<ul style="list-style-type: none"> 船型計算 鋼材重量計算 主機・諸機 オフセット計算 ワーフリフト計算 構造計算 	<ul style="list-style-type: none"> 材料費計算 筋筋量 経費 航行予算表 作成 	<ul style="list-style-type: none"> 構造詳細計算 板金配直 板金面発注 電線長計算 出図計画 板金管理 	<ul style="list-style-type: none"> 外板展開 板金面作成 部材割 ネクシント ハンドル体制 ハンドル表計算 	<ul style="list-style-type: none"> 従注計画 入出庫計画 予算管理 細明 在庫 	<ul style="list-style-type: none"> 船体使用計画 走査 内装 搬入計画 取付 	<ul style="list-style-type: none"> 設備投資計画 資金統計 予算統制 原価率見分け 利潤 不良品削減 予算達成割合 不良原因追跡 	<ul style="list-style-type: none"> 人事管理 安全管理 衛生 教育訓練 																																																																	
データベース	<table border="1"> <tr><td>生産ファイル</td></tr> <tr><td>販売ファイル</td></tr> <tr><td>人事ファイル</td></tr> <tr><td>資材ファイル</td></tr> <tr><td>設備ファイル</td></tr> <tr><td>資金ファイル</td></tr> <tr><td>技術ファイル</td></tr> <tr><td>予算ファイル</td></tr> </table>	生産ファイル	販売ファイル	人事ファイル	資材ファイル	設備ファイル	資金ファイル	技術ファイル	予算ファイル	<table border="1"> <tr><td>主要目標</td></tr> <tr><td>船体</td></tr> <tr><td>板金</td></tr> <tr><td>設計</td></tr> <tr><td>生産</td></tr> <tr><td>販売</td></tr> <tr><td>原価</td></tr> <tr><td>構造</td></tr> </table>	主要目標	船体	板金	設計	生産	販売	原価	構造	<table border="1"> <tr><td>素数ファイル</td></tr> <tr><td>板金ファイル</td></tr> <tr><td>設計</td></tr> <tr><td>生産</td></tr> <tr><td>販売</td></tr> <tr><td>原価</td></tr> <tr><td>構造</td></tr> </table>	素数ファイル	板金ファイル	設計	生産	販売	原価	構造	<table border="1"> <tr><td>構造データ</td></tr> <tr><td>配置データ</td></tr> <tr><td>未完成データ</td></tr> <tr><td>板金データ</td></tr> <tr><td>部材データ</td></tr> <tr><td>出図データ</td></tr> </table>	構造データ	配置データ	未完成データ	板金データ	部材データ	出図データ	<table border="1"> <tr><td>構造設計データ</td></tr> <tr><td>配置設計データ</td></tr> <tr><td>未完成設計データ</td></tr> <tr><td>板金設計データ</td></tr> <tr><td>部材設計データ</td></tr> <tr><td>出図設計データ</td></tr> </table>	構造設計データ	配置設計データ	未完成設計データ	板金設計データ	部材設計データ	出図設計データ	<table border="1"> <tr><td>構造構成データ</td></tr> <tr><td>工程能力データ</td></tr> <tr><td>メカニカル</td></tr> <tr><td>仕様データ</td></tr> <tr><td>企画能力データ</td></tr> <tr><td>品質データ</td></tr> </table>	構造構成データ	工程能力データ	メカニカル	仕様データ	企画能力データ	品質データ	<table border="1"> <tr><td>構造構成データ</td></tr> <tr><td>工程能力データ</td></tr> <tr><td>能力ファイル</td></tr> <tr><td>仕様データ</td></tr> <tr><td>企画能力データ</td></tr> <tr><td>品質データ</td></tr> </table>	構造構成データ	工程能力データ	能力ファイル	仕様データ	企画能力データ	品質データ	<table border="1"> <tr><td>未積荷ファイル</td></tr> <tr><td>荷物登録</td></tr> <tr><td>荷物登録</td></tr> <tr><td>荷物登録</td></tr> <tr><td>荷物登録</td></tr> <tr><td>荷物登録</td></tr> </table>	未積荷ファイル	荷物登録	荷物登録	荷物登録	荷物登録	荷物登録	<table border="1"> <tr><td>未積荷ファイル</td></tr> <tr><td>荷物登録</td></tr> <tr><td>荷物登録</td></tr> <tr><td>荷物登録</td></tr> <tr><td>荷物登録</td></tr> <tr><td>荷物登録</td></tr> </table>	未積荷ファイル	荷物登録	荷物登録	荷物登録	荷物登録	荷物登録	<table border="1"> <tr><td>人手コスト</td></tr> <tr><td>初期ファイル</td></tr> <tr><td>経営分析</td></tr> <tr><td>職能分析</td></tr> <tr><td>預り分析</td></tr> </table>	人手コスト	初期ファイル	経営分析	職能分析	預り分析
生産ファイル																																																																										
販売ファイル																																																																										
人事ファイル																																																																										
資材ファイル																																																																										
設備ファイル																																																																										
資金ファイル																																																																										
技術ファイル																																																																										
予算ファイル																																																																										
主要目標																																																																										
船体																																																																										
板金																																																																										
設計																																																																										
生産																																																																										
販売																																																																										
原価																																																																										
構造																																																																										
素数ファイル																																																																										
板金ファイル																																																																										
設計																																																																										
生産																																																																										
販売																																																																										
原価																																																																										
構造																																																																										
構造データ																																																																										
配置データ																																																																										
未完成データ																																																																										
板金データ																																																																										
部材データ																																																																										
出図データ																																																																										
構造設計データ																																																																										
配置設計データ																																																																										
未完成設計データ																																																																										
板金設計データ																																																																										
部材設計データ																																																																										
出図設計データ																																																																										
構造構成データ																																																																										
工程能力データ																																																																										
メカニカル																																																																										
仕様データ																																																																										
企画能力データ																																																																										
品質データ																																																																										
構造構成データ																																																																										
工程能力データ																																																																										
能力ファイル																																																																										
仕様データ																																																																										
企画能力データ																																																																										
品質データ																																																																										
未積荷ファイル																																																																										
荷物登録																																																																										
荷物登録																																																																										
荷物登録																																																																										
荷物登録																																																																										
荷物登録																																																																										
未積荷ファイル																																																																										
荷物登録																																																																										
荷物登録																																																																										
荷物登録																																																																										
荷物登録																																																																										
荷物登録																																																																										
人手コスト																																																																										
初期ファイル																																																																										
経営分析																																																																										
職能分析																																																																										
預り分析																																																																										
管理のポイント	<ul style="list-style-type: none"> 限界利益率 適正稼働率の維持 	<ul style="list-style-type: none"> 新製品開発 勘定金・外注業者 品質改良 	<ul style="list-style-type: none"> 価格・角検討 設計化標準化 設計化標準化の推進 品質管理 	<ul style="list-style-type: none"> 設計の標準化 設計化標準化の推進 	<ul style="list-style-type: none"> 作業(加工)法の標準化 	<ul style="list-style-type: none"> 過程記録強化 細明管理 外注 在庫 	<ul style="list-style-type: none"> 工程管理 作業 運搬 設備 	全 左	<ul style="list-style-type: none"> 顧客満足 在庫 資本回転率向上 																																																																	
ファイル編成方法	大容量ランダムアクセス外部記憶装置と各種ファイル編成・索引手法																																																																									
応用ソフト	FILE STRUCTURE DATA STRUCTURE FILE MANAGEMENT PROJECT MANAGEMENT					周辺機器	<ul style="list-style-type: none"> 各種データ・コレクター オンラインデータ・ミラーリング・ライタ キャラクタ・マスク・フレイ グラフィック 																																																																			

図 2.2.30 Data Base の概要

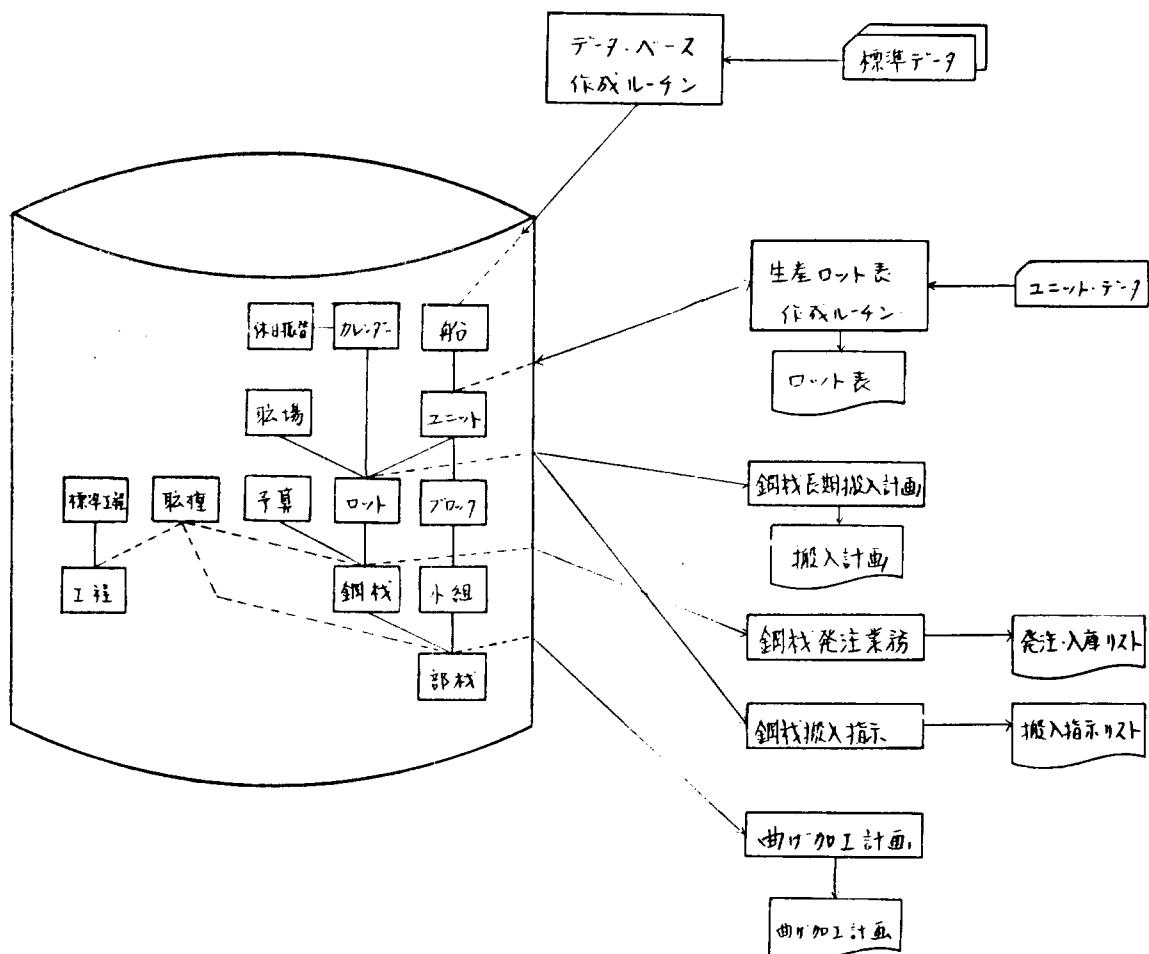


図 2.2.3 1 Data Base適用システム(例)

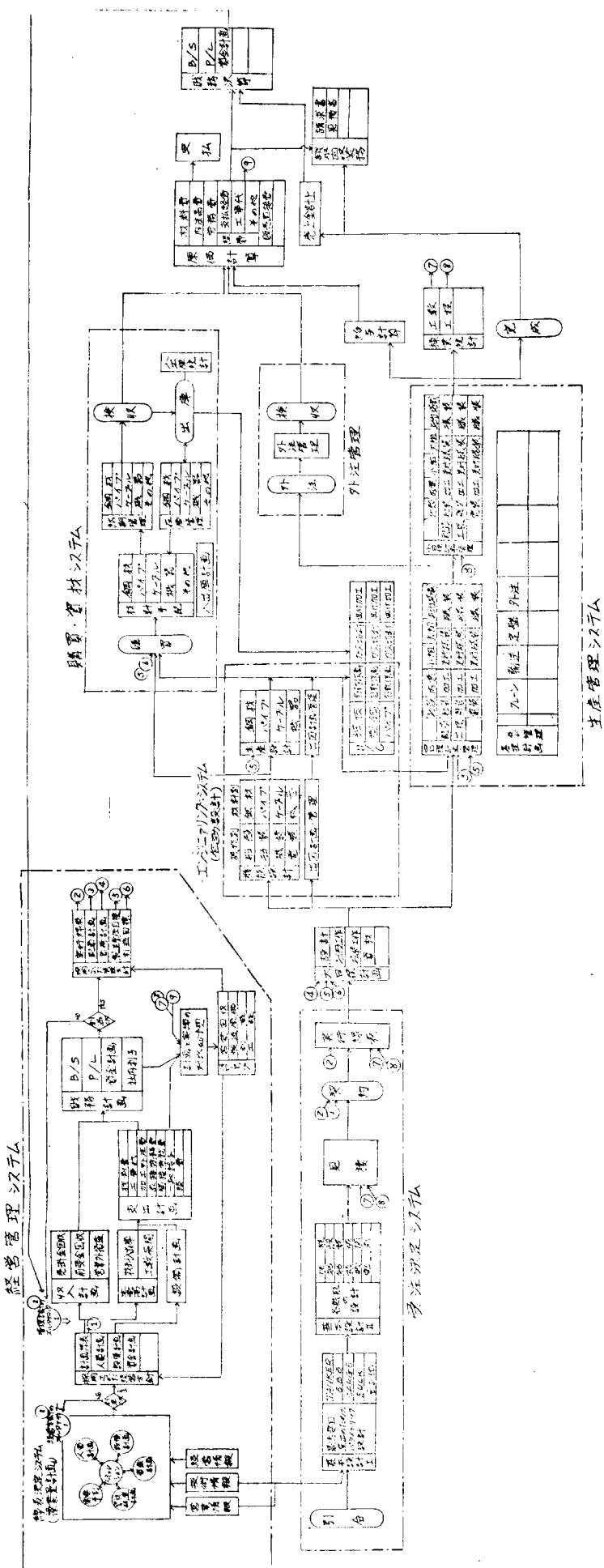


図 2.2.32 現状の管理システム・フロー

(6) 電算機関係の要求性能、必要仕様の検討

(a) 電算機の構成

造船所合理化システムの一環として電子計算機を考える時、その必要性を明確にする必要がある。

(1) 総合管理作業の機械化と迅速化

(2) 設計作業の機械化と合理化

(3) ダイナミックな工程管理

(4) 最適化等による生産性向上

(5) 自動化等による生産性向上

等その他数多くの理由によるが、いずれも(1)～(5)に集約される。これをアプリケーション側から見ると、

(1)はバッチ処理中心で、情報内容も非生産、生産性混在のうえ量も多い。

(2)はバッチ処理とリアルタイム処理が混在する。

(3)はリアルタイム性が高く、情報量も限られている。

(4)(5)は、情報量も少なく、技術的内容が多い。

処理時間は対象プロセスに合する必要があり、オンライン クローズ ループ コントロールを含む。

これらは、情報内容量、レベルの異なりを示し、かつリアルタイム性の高低を示している。

これらを同一計算機内に混在させれば、

(i) システムのスループット低下

(ii) システムの複雑化

をまねく。

また、計算機の信頼性から見ると

(iii)(1)～(5)を1.システム化によるシステム増大からくる信頼性の低下。

(iv) システムダウンによる造船所全体に対する影響度

(v) 大型計算機使用によるコストアップ

等問題が多く、(i)～(v)をさけてシステム化を計るとすれば各レベル毎に導入を計画すべきである。

一方、計算機性能から見ても(1)～(5)オールマイが無く

(i) 情報制御

(ii) オンライン管理制御

(iii) 直接デジタル制御

に大別され、各システムの要求性能が異なるとそれに適応して開発された計算機をもってハイアラキーシステム構成をとることがよい。

(b) ハイアラキーシステム

ハイアラキーシステムのフィロソフィは図2.2.3-3である。

下位計算機は、ラインの最前線においてプロセスのリアルタイム制御をつかさどりシーケンス制御ファードバック制御、適応制御など多岐にわたる。

中位計算機は下位の背後にあって上位システムからの指示や情報によってプロセスの最適制御を行う。(プロセス入力を直接読み込みコントロールアルゴリズムを経て制御指令を与えていた)

また、同時にオンラインの生産管理、生産計画を行なう。

これらは、オンライン性により制御用計算機と汎用計算機を使い分けている。

上記システムは、造船所全般の情報処理を行なうものである。

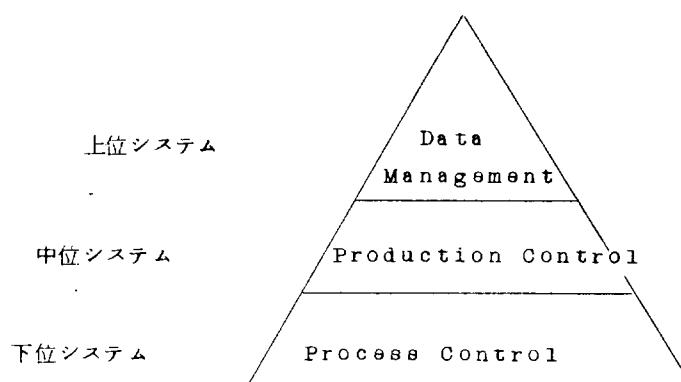
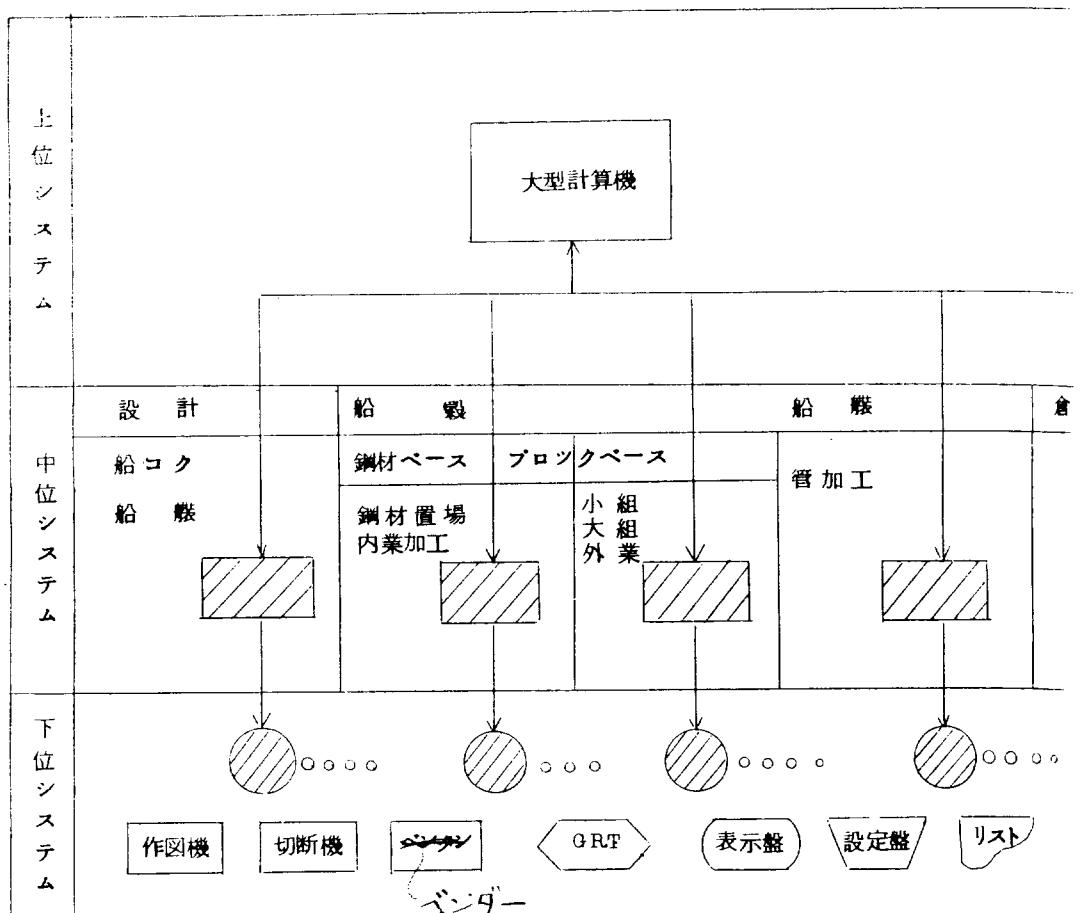


図 2.2.33 ハイアラキーシステム



: 汎用計算機または制御用計算機

: 計算機またはインターフェノスのみ

図 2.2.34 ハイアラキーの計算機構成

設計のシステム例

設計における処理形態は、バッチ、会話の両形式が存在する。また、処理の要求も偶発的なものが主体となる。

情報処理システムはファイル処理中心のシステムで取扱われる情報は図形情報が多い。

このようなシステムの計算機構成として、つぎのようなものが考えられる。

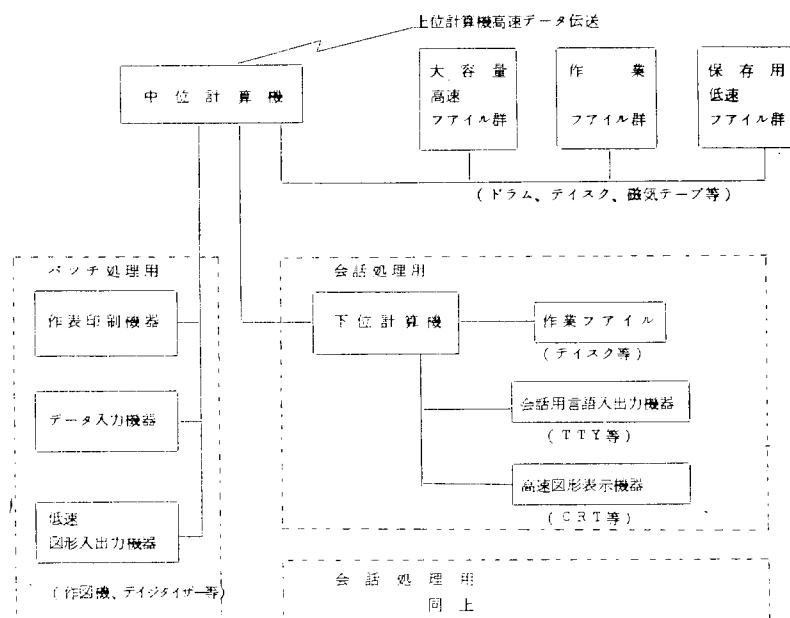


図 2.2.3.5 設計における計算機構成

表 2.2.1.1 ハード面の機能

	上位システム	中位システム	下位システム
core容量	1~10 MB	65KB~1000KB	8~65 KB
補助メモリ容量	1~10 GB	1~2 GB	50~1000 KB
COREサイクルタイム	100~1000 nS	同左	同左
特に必要とする I/O	コンソール CRS 大容量高速チャネル	コンソール CRT	

(c) 各システム要求機能

(i) ハードウェア

前表が簡単なハード面よりの機能であるが、この中でM/Dは10 ms(平均アクセス)以下は必要である。

信頼性、保守性の両面からみると、I/Oのダウンまたは切はなしがシステムダウンにならぬようCE設計がなされるべきである。CPUのMTBFは、4~5,000 Hrは現技術レベルであり、システムにより何万時間も必要なものはデュアル系にすべきである。(図2.2.3.6)

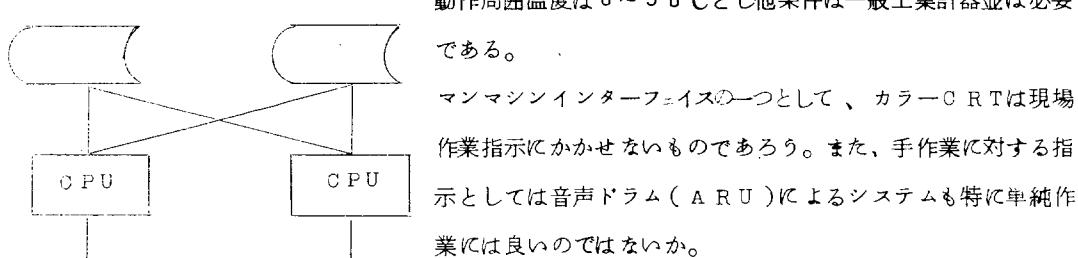


図 2.2.3.6 デュアル アクセス形 M/D 拡張性面では、オプションのパッケージ化させたものが良い。
経済的システム構成を可能にし、増設に対しシステムダウンを最小時間に押える。

(ii) ソフトウェア

ソフトウェアとしては、リアルタイム処理のためハイレスポンスが必要である。システムオーバーヘッドは上位システムで1 ms以下、中位、下位システムで0.5 ms以下が必要である。このシステムは下記機能が必要である。

(i) 多重処理機能

(ii) オンライン・オフライン業務の遂行(下位は不要)

(iii) ファイルマネージ

言語としてはプロセス専用のランゲージを備えているべきである。コラリティーは一般演算サブルーチンはもちろんのこと、各種I/Oサポートプログラム他アナログ取込み、スケール変更等の一般共通プロセス用プログラムも完備している必要がある。

2.2.3 造船所近代化の方向づけ

わが国の造船業は労働力の不足と賃金の加速度的な上昇に直面するとともに、国際的にも従来の量的拡大による成長に依存することが不可能な時代に入り労働集約型産業から技術集約型への質的変換を強く迫られている。このような環境にあって本委員会は新しい造船所において人員を1/3とする 것을目標に検討をすゝめたが、これを実現するには従来の延長線上での合理化、省力化のアプローチのみではきわめて困難であることが認識された。将来の造船所に対しては日本の造船業を一つの系としてとらえた発想による合理化を含む新しい造船業のシステム化構想の検討が必要であろう。

(1) 考慮すべき諸要素

(a) 製品としての船舶

近年における世界経済の急速な発展は生産財および消費財の輸送需要を著しく高め、特に輸送に要求される大量、高速、安価等の要素は船舶の大型化、高速化を促進した。

また、コンテナ船による一貫輸送に代表されるような輸送のシステム化による輸送の効率化は、将来

の船舶を考えるに当って最も重要な要素であり、将来の造船所は輸送システムの効率化を実現する経済性の高い船舶を提供することによって輸送需要に応えることを要請されている。将来の造船業にとって製品としての船舶についての二つの基本的要件は、次のようなものとなろう。

第1には、標準船の大量生産によるコストダウン

第2には変革する技術の中における船舶のライフサイクルを考慮し、輸送需要にマッチした新船型の開発と標準量産船の時宜を得た転換。

第1の点については、従来個別受注方式が一般的に採用されていた船舶においても近年標準船の量産が実際にある程度普及はじめている。これは標準船の量産による建造工数の著減（図2.2.3.7参照）品質の向上、アフターサービスの充実等の大きな効果が造船会社のみならず、海運会社からも相当の評価を受け始めていることを示しているものであるが、この標準船の量産こそが省力化、コストダウンを要請される将来の造船所にとっての基本的な不可欠の条件である。

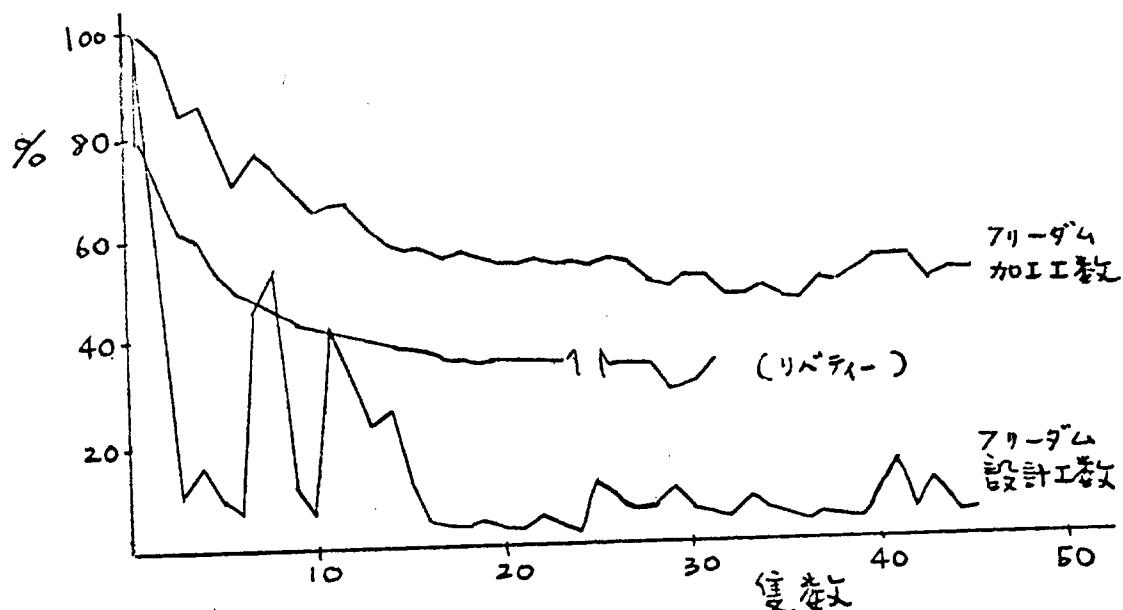


図2.2.3.7 大量建造による習熟曲線（工数低減率）

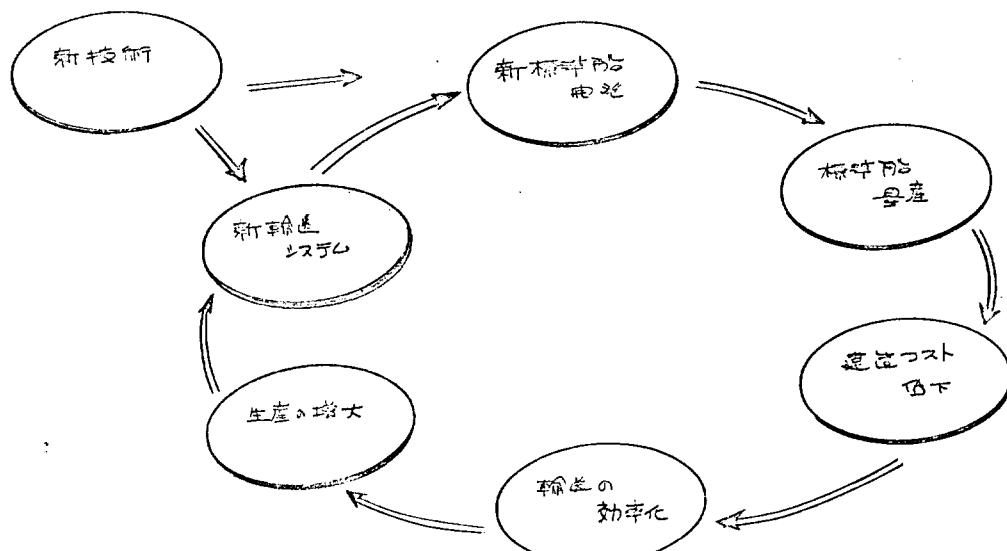


図2.2.3.8 標準船の量産と船のライフサイクル

いま一つの要素は船のライフサイクルの問題である。技術は常に変革を続けるので船舶がその中で使われる輸送のシステム自体が変化するし、また船舶そのものの技術も進歩する。したがって標準船型の陳腐化、経済性の低下があるサイクルをもって起ることは不可避であり、量産を行なっていた標準船もタイミングをみはからいながら、次の標準船へ切換えていく必要がある。

このような観点からみた場合、将来の造船所は標準船の量産により、徹底的なコストダウンを計り得るものであるとともに、船舶のライフ・サイクルに伴う新規標準船の開発能力および新規標準船への不可避的な移行に際し、速やかに適応して量産船の習熟効果とそれに伴うコストダウンを発揮できる適応能力を有する必要があり、これを実現できる生産システムと情報システムを具備する必要があろう。

(図 2.2.3-8 参照)

(b) 造船業のシステム化

造船業は総合組立工業であるといわれており、一つの複雑な大きなシステムを構成している。このことは造船所内での船舶建造システムの中にみることもできるし、また造船企業と数多くの関連企業の関係においてみることもできる。システムは階層をもち、縦の結合と横の結合という構造をもっているのが普通である、造船業においては船のサブシステムに対応する船殻システムと機器システムという縦のサブシステムを持つと同時に、設計、加工、組立という横のサブシステムを持ち、これが結合されて労働、設備、資材をもとに船舶という機能を持ったものに組立てられていく。(図 2.2.3-9 参照)造船業は数多くの関連企業から外注部品を購入しているが、これらが生産工程に遅延なく供給されることが建造工程の円滑化に大切な要素となっており、造船業と関連企業間は一つの重要なシステムを構成している。図 2.2.4-0 は船舶建造コストの分析を示すと共に、造船が数多くの業種と関連を有することを示している。また現状では造船業における直接工の労働時間の 30—50% は場所移動待ちなどの非生産的な動きに消費されているとみられている。これらのことから造船工場設備の合理化と相俟って複雑なシステムを構成している造船業の総合的なシステム化が不可欠なことが明かである。

いま一つの重要な課題は造船各企業を含めたシステム化の問題である。急成長を続けたわが国の経済は、その過大な輸出の伸長に対する世界の反動を受け、いま一つの曲り角にあるといわれ、今後は秩序ある協調的な発展が不可欠であると指摘されている。わが国の造船業においては、現在世界の 50% のシェアを有し、さらに今後も新しい大量建造設備が急速に拡充されようとしているが、わが国がこのような量的拡大に将来とも依存することはいずれ困難な事態となり、むしろ量的制約の下における質的充実あるいは技術集約化への指向を一層強めることが必要となる。

このことは必然的に造船企業間のシステム化を必要とすることになろう。本委員会におけるこれまでの検討を通じて従来の延長としての合理化対策では新しい造船所で従業員を 1/3 に減らすことの困難なことが明らかとなったが、このことは経営問題をも含む従来の延長を越えた新しい発想に基づくわが国造船業の総合的なシステム化が必要であることを示唆している。

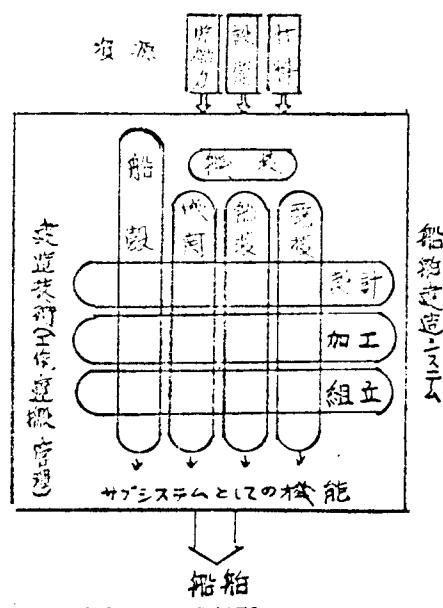


図 2.2.39 造船所のシステム

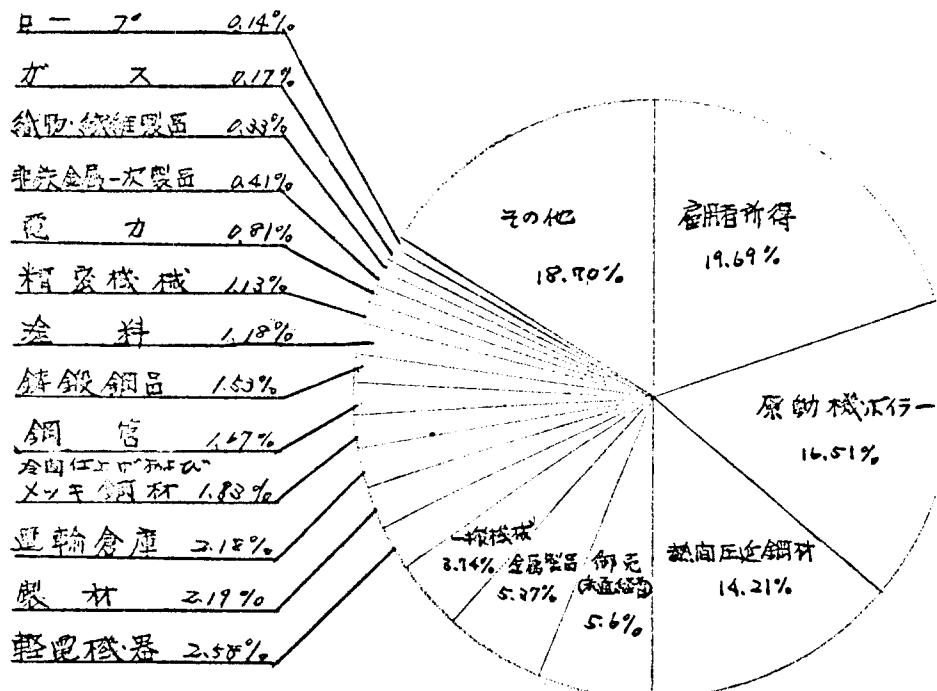


図 2.2.40 造船産業の全生産額に占める関連産業の割合
(昭和 40 年度産業連関表より)

(2). 造船所システム化の方向

将来の造船業は企業開発を行なう頭脳中枢と高度にシステム化、機械化された省力化造船所更にこの中を神経のごとく貫く高度な情報システムによって構成されることとなろう。

(a) 企画、開発を総合的に行なう頭脳集団

将来の造船業にとって企画開発の能力はその企業の死命を制する程重要な意味を持つであろう。すなわち、造船業は技術環境の変化、各産業における生産システムの革新とそれに伴う輸送システムの変化、

価値感の変化、社会、政治との関連等の諸問題を考慮に入れ、次に何をなすべきかを決定していく必要に迫られ、かつその決定が造船業の将来に大きな影響を及ぼすと考えられるからである。この部門はまた造船業を1つのインテグレートしたシステムとしてとらえる必要上企画から設計、生産の技術に到る広範囲をカバーできる高度な能力を有し前述した造船業の総合的なシステム化構想を形成し具体化していく必要があろう。量産化する新しい標準船としては需要予測から資材調達、生産方式までを総合的に考慮した生産し易く、輸送効率の高いものが開発されねばならない。近年著しい発達をとげた電算機技術は、画像通信技術とともに、場所的制約をこえて迅速、適確な情報システムを形成するのでここでの設計情報は造船所に一貫システムにより伝達されまたフィードバックされ、いわゆるヤード設計的なものを不必要なものとするであろう。このような頭脳集団は異った頭脳とのミックスにより知的創造力を伸ばすことのできる環境に置かれる必要がある。

近年企業の新しい成長戦略の1つの例として機能的諸部門を分離独立させ、成長と多角化をはからうとする「スピナウト戦略」が注目されている。上記頭脳集団がそのままスピナウトすることには問題もあるが、わが国造船業が世界造船業の知的中枢となる可能性とも合せ考えると知的効率化と多角成長の面からも着目すべき発想であると考えられる。（図2.2.4.1）

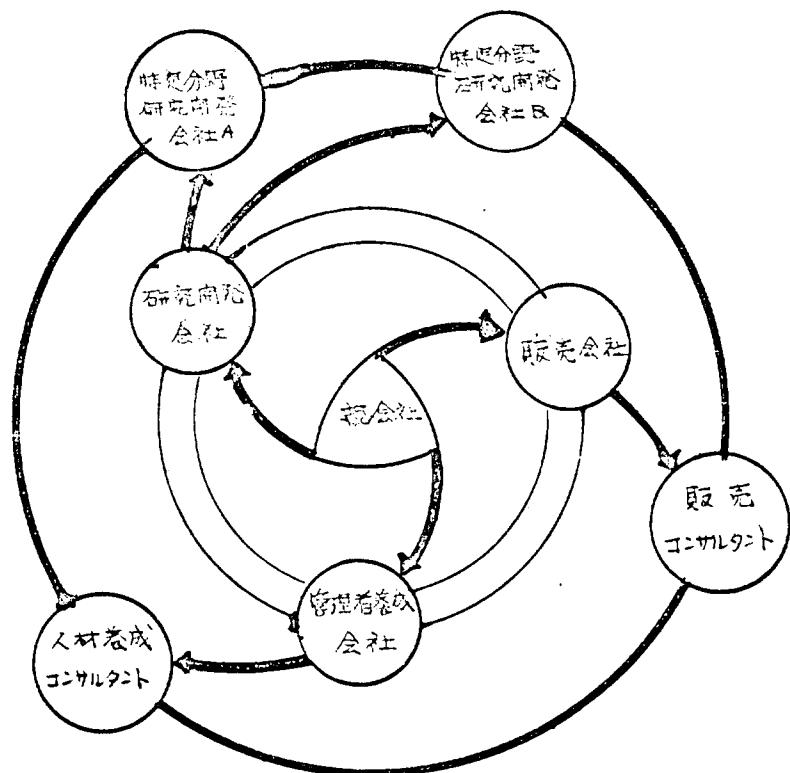


図2.2.4.1 スピナウト

(b) 生産システム

生産における省力化には、次の三つの要素の徹底が肝要である。

- ① 情報化
- ② システム化
- ③ 機械化

工場の運営面からみると生産システムの効率を高めるためには、フィードバックシステムによる生産管理が将来重要となろう。電算機の利用による生産情報の的確な把握が可能となったので、フィードバックされた生産情報に基づく最高生産計画が短いインターバルで可能となり図2.2.4-2に示すような全体効率の向上が達成されるであろう。(図2.2.4-3参照)

このようなシステムにおいてシミュレーションの手法は、大いに活用されるべきであろう。

造船業において標準船の量産はライフサイクルに応じて新しい標準船の建造へと転換することが不可避であることを前述したが、この新しい標準船への移行の初期からいわゆる習熟効果的な省力効果を發揮するにはこのようなシミュレーション技術が設備とスケジューリングの適正化に有効に活用される必要があろう。

船殻工作部門のあり方について一般に次の方向へ指向すべきことが指摘されている。

- ① 各作業ステージの適正分離により専門化させ各ステージに自動化、機械化等を採用して効率化を計る。

- ② ステージ間にバッファーエリアを設けシステム的に結合し待ちを減少させる。

上記②項におけるシステム的結合を効果的に実現するには適切に設計された情報システムが不可欠であろう。船殻工作における組立と外業は省力化に対する一つのネックとなっている。これに対しては大・ブロック方式、移動工場等の構想が出されているが、この分野での基本的要素技術である接合技術の革新は造船業にとって最重要の技術開発であり例えば接着材による接合、Electron beam welding の大型構造物への適用の可能性等のごとき抜本的技術革新が強力に推進されるべきであろう。船体機器における省力化のためには標準化を更に推進すると共に船内作業の極小化のための船体機器一体化、集配材システムの効率化が推進されるべきことが指摘されているが、これらの要素についても結局待ちを解消する情報システムが不可欠なことが明かである。機関機器については機関室のパーケージ化が最も有効であると考えられ、これの実現には航空輸用ガスタービンの採用が省力化の意味では有望である。工作における自動化、機械化として将来数値制御機械が多用されるであろうが、一方では人間の知覚判断が強く要請される部分には人間の動作が増幅されるような Man-in-the-System 的ロボットの採用も考慮さるべきであろう。

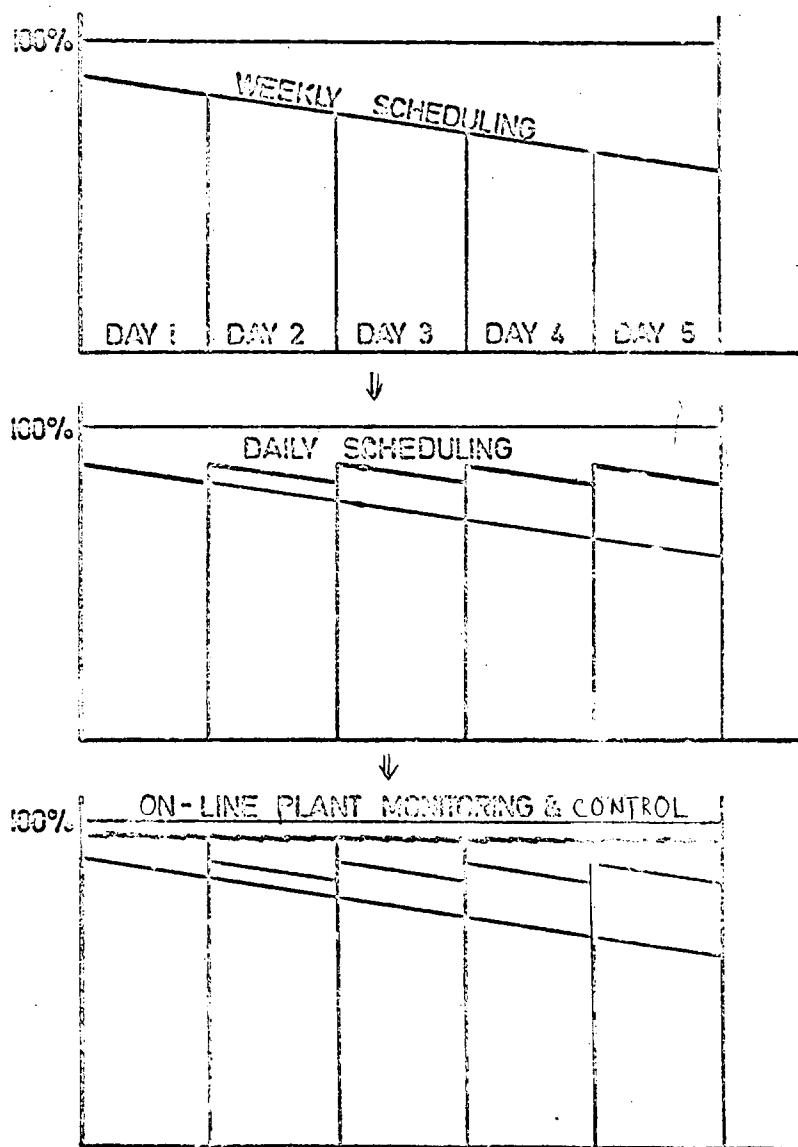
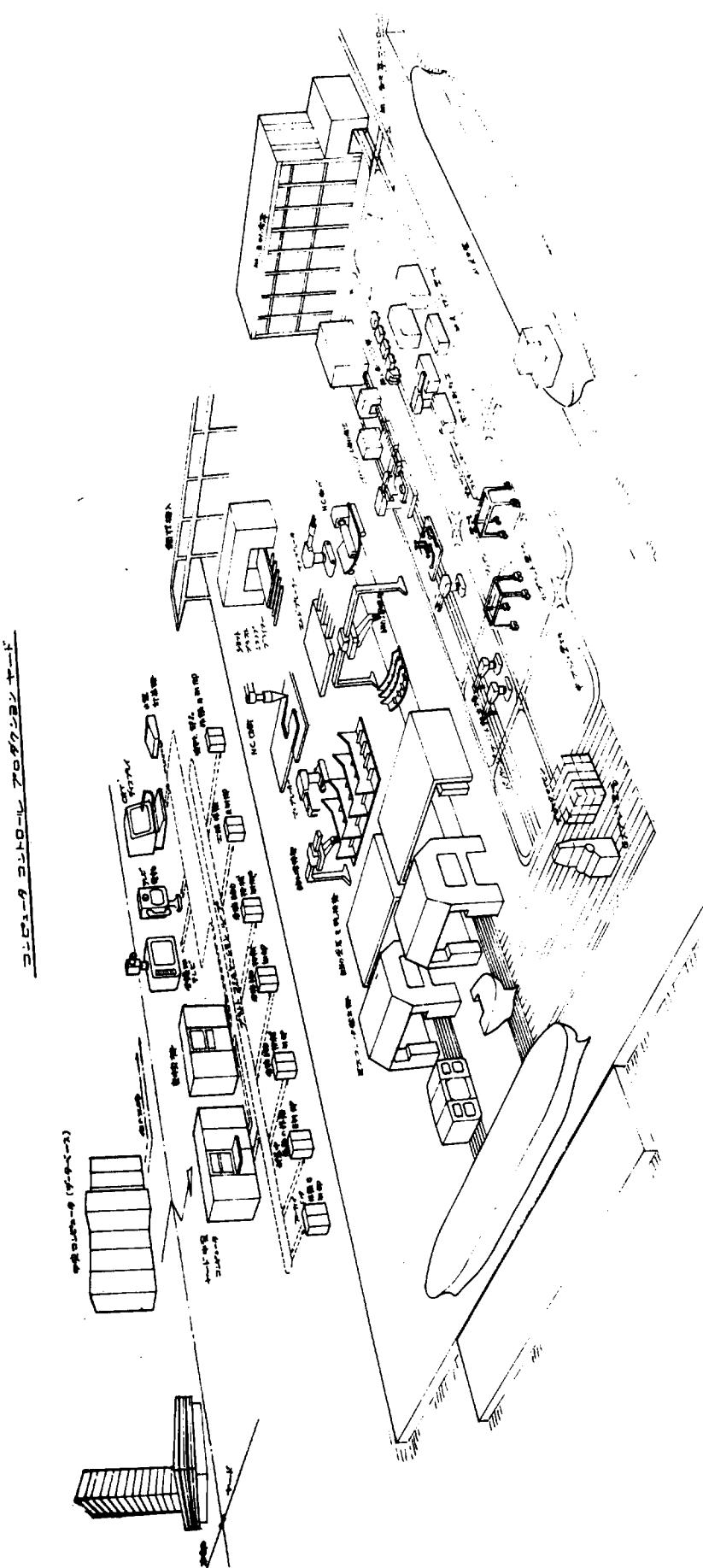


図 2.2.4.2 フィードバック・システムと生産効率

図 2.2.43 コンピュータ コントロール プロダクション ヤード



2.2.4. コンピューター利用技術の調査

(1) 発展の過程と今後の見透し

コンピューターの利用技術は、この数年依然として早いテンポで革新されつつある。本研究が始まった昭和44年から3年間の間にも、いくつかのバイタルな変化が行なわれ、今後も流動的な状況がつづくものと予測される。

コンピューター業界の1つの大きな特徴は、全世界のシェアの約70%をIBM社が占めていることである。したがって、IBM社の動向が業界の流れを支配する比重が極めて大きい。

最近3年間のIBM社の主な新製品の発表を分析することは、コンピューターの発展の方向を明確にするものといえよう。

昭和44年 ○ IBM 2770 および 2790 工場生産管理用ターミナル・システムを発表

○ IBM 3 事務計算用ミニ・コンピュータ発表

全般的にはトータル・システム化、MISの確立が重要な課題としてさけばれていた。

昭和45年 ○ IBM 370 3.5世代の新シリーズとして発表された。主記憶装置の大型化と大容量DISKが実用化された。

○ IBM 7 センサーベースとして工場のコントロール用のミニ・コンピュータ発表

まぼろしのMIS論に対する反省がさけばれ始め現実にメリットのあるシステム作りが強調されはじめた。

昭和46年 ○ 通信回線の自由化が決定された。

コンピューターと通信回線の結合による新しい使い方がわが国でも実現できることになった。

長期的な視野から、今後のコンピューターの発展の傾向として米国では図2.2.4-4のように予測されている。

1970年代の特徴としては、超大型化と超小型（ミニコン）化の両極分離があげられる。図2.2.4-5は1970年を100としたパラメータ表示のものであるが、この図から両極分離の傾向はより明確なものとなる。

コンピューターのシステムにおける役割りは、巨大なシステムで制御のメカニズムの有効性を保持することにある。したがって、コンピューターの新しい利用技術の発展は、新しい合理化の可能性を生み出すことを意味する。将来の合理化された造船所を計画するとき、コンピューターの利用技術がどのように発展するかを正確に予測することは、かかる意味からみて重要な要素の1つであると考えられる。

本章は、かかる見地から、最近の技術の進歩を分析調査し、これらの新しい技術が将来の造船業の省力化、自動化に如何なる役割を果しうるのか、さらにはこれらのプロジェクトをどのように進めたらよいのかを検討したものである。

(2) ミニ・コンピュータ（超小型化）

ミニ・コンピュータは、1964年米国のDEC社がPDP-8を発表して以来、年間30%以上の成長を示し、コンピューターの市場と新しい分野を築きつつあるものである。一般的にミニ・コンピュータはCPU（中央演算処理装置）が2,000ビット以上価格が500万円以下のものを指している。このミニ・コンピュータのもっとも大きな特徴は中型機以上のようにレンタレ制でなく買取り制を原則としているとするにあり、価格がここ数年毎年平均20%の値下りをしめしていることにある。

機能的な面では、記憶容量が小さく、演算機能が基本的に単純でむしろ入出力制御機能に重点がおかれていること、いかなる機器とも接続でき種類の用途に機動性をもった使い方ができることといった点に特徴

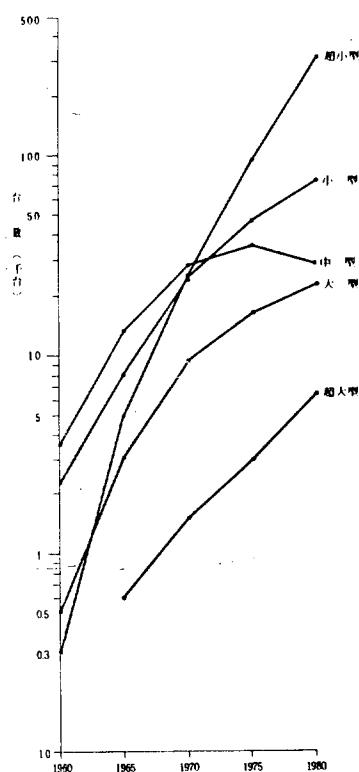


図 2.2.4.4 コンピュータ設置台数

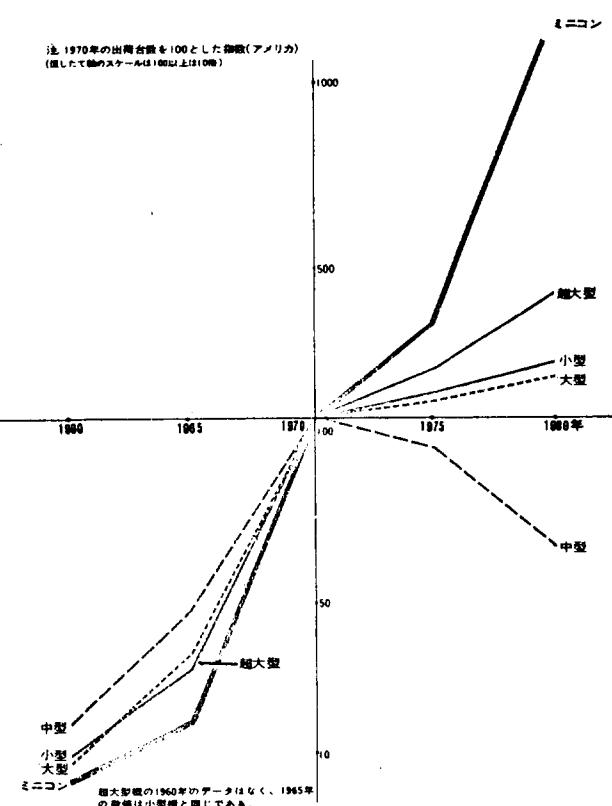


図 2.2.4.5 コンピュータのサイズ別出荷台数実績及び予測

がある。

いわゆる汎用の大型コンピュータと比較すると

- (1) 演算方式が簡単なため内部処理速度が早い
- (2) 入出力制御機能とインターフェイスが柔軟性に富んでいる
- (3) 語彙が短い

という機能的な相違がある。

このような特徴を活かしたミニ・コンピュータの適用分野を表2.2.1-2に表す。

造船業の省力化、自動化には、このうちでもデータ通信用および制御用の2つの面で大きな影響をおよぼすものと考えられる。

表2.2.1-2 ミニ・コンピュータの適用分野分類

主たる適用目的	主たる外部領域	使用方法	事例	現在の概略シェア	備考
制御用	データ通信システム	端末制御 Point to point	リモートバッチ 専用端末の代替	台数 7.0% 金額 8.6%	
	人間	小事務計算システム	ルーチンとしての計算業務		現在は科学技術計算用に含む
	物理的世界 人間	データ収集 プロセス監視 シーケンス制御 S C C D D C 等	組込コントローラ ○ L S I テスター ○ 製図機 ○ N C マシン ○ 写真機 ○ 自動倉庫 ○ 交通信号制御 ○ その他自動検査 実験室的使用 ○ データ収集 ○ 計測制御	台数 46.5% 金額 51.9%	
科学、技術計算用	人間	パーソナルコンピュータ	主として科学技術計算	台数 4.25% 金額 36.5%	
教育	人間	コンピュータ教育	コンピュータの基礎教育	台数 4% 金額 3%	

出所：N R I ただし「概略シェア」は45年3月 J E C C 登録台数

図2.2.4-6 [C] ミニ・コンピュータと外部世界の関連を図示する。

利用面での利点は次の通りである。

(1) 経済性

必要かつ十分な機械構成が組めるのでとにかく安価である。

(2) 柔軟性

従来のハード・ワイヤードロジックに代り、ソフトウェアであるので制御ロジックに柔軟性ができる。

(イ) リスクを少くできる。

投資額が減少するので、導入決定のリスクが減少する。

複数台のコンピュータを設置できるのでダウンのリスクが減少する。

(ロ) 分散化

必要な部門、必要な現場に設置できる。

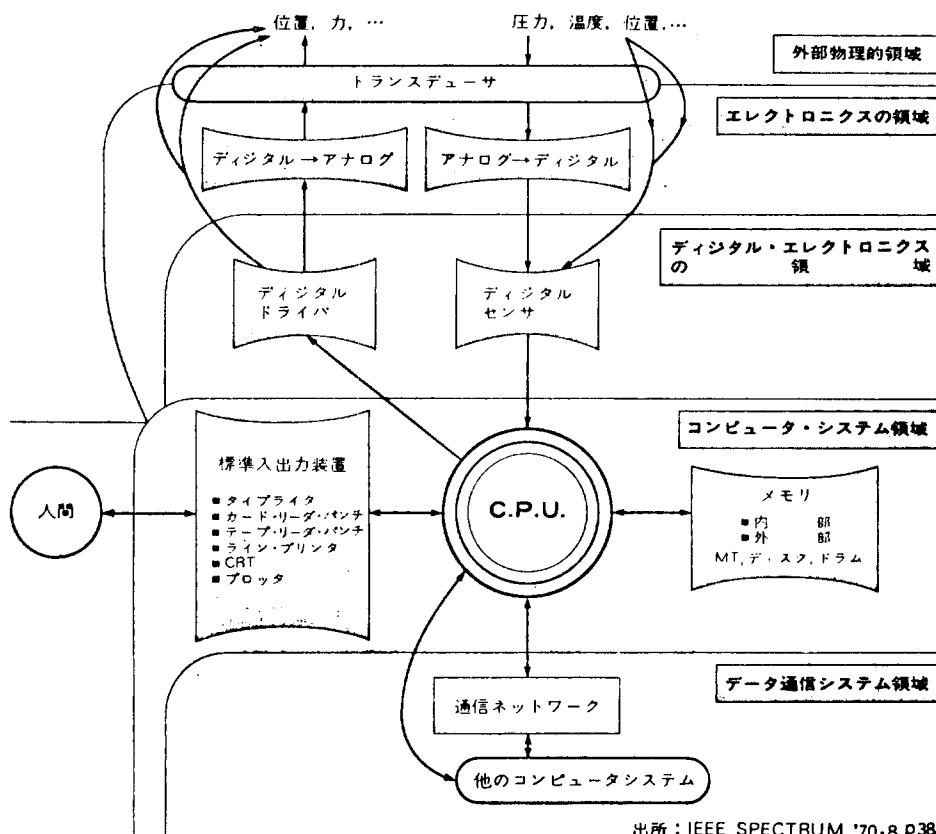
(ハ) 専用化

特定の目的にしぼったものになる。

余分な機能はつける必要がない。

(エ) 代替容易

価格は安く、今なお値下りがつづいているのでシステムの変更時の取替えが簡単にできる。



出所: IEEE SPECTRUM '70-8 p38.

図 2.2.4.6 コンピュータと外部世界の関連

このように利点も多いが問題は技術的な面にある。

一般的にミニ・コンピュータは価格が安いので、メーカーは充分な人員をソフトウェア・サポートに充當しない。

従来のコンピュータの市場が、計算機本体指向型であったのに對し、ミニ・コンピュータの市場は、システム指向型にならざるを得ない傾向をもっている。

技術的な面での問題点は次に示すとおりである。

(イ) システム設計の手法が確立していない

(ロ) プロセス自体の技術と計算機技術の両方の領域を理解できる技術者が少ない。

(イ) 計器、制御器等でディジタル向きのものが十分開発されてない。

(ロ) インターフェイスが汎用化しにくい。

(ハ) ソフトウェア(インターフェイス)と関連させて設計しなければならない。

現状では、ミニ・コンピュータを利用するためには、高度な技術力が必要である。

この問題の解決策を見出すことは、合理化を促進させるための一つの重要な課題であるといえよう。

(3) 総合通信網とコンピュータの結合

1970年代の一つの大きな特徴は、コンピュータとデータ通信の結合である。

エレクトロニクスの進歩は、通信技術にも大きな発展をもたらし、音声、記録、データ、画像等のすべてを搬送することが可能となりつつある。

同時に1本の回線を種々の通信に分割利用する技術も開発され、近く実用化される見透しにある。

図2.2.4.7に総合通信網の概念図を示す。

総合通信網を利用した情報総合サービスは

- 頭脳となるコンピュータ・システム
- 目耳手足となる画像通信システム

が有機的に結合され、能率的かつ迅速な情報伝達が行なわれるものである。

具体的な改善点としてあげられるものは次の通りである。

- 電話だけではどうも話がうまく伝わらない
- 図面を見ながらディスカッションしたい
- 図面や文書の送付に時間がかかる
- いちいちコンピュータ・センターに行かないで簡単な計算や情報検索を行ないたい
- わざわざ離れた他工場へ出かけずに打合せや会議を行ないたい。

これらの改善は、造船業を一つのシステムとして考えるとき、

- 本社管理部門
- 設計部門
- 現場管理部門
- 現場への作業指示

のあらゆる分野の効率を大巾に改善する。また、日本の造船業を一つのシステムとして有効的に稼動させることも可能とする。近い将来の造船だけのターゲット・ゴールが当初目標とした1/3を達成できなかつたが、これを軸に新たな研究の可能性が生れたものといえる。

具体的な省力効果としては端末約200台設置することにより70人の省力が可能であるといわれている。試算の結果を表2.2.1.3に示す。

画像通信システムに使用する機器の概要を表2.2.1.4に示す。

表 2.2.1.3 端末機設置効果試算表

	1日の1台当たりの利用入数※	1日1人当たり仕事の短縮時間(分)	設置台数	延1日の短縮時間(分)
テレビ電話	10	5	40	2,000
文書照合装置	20	20	25	10,000
高速 FAX	20	20	25	10,000
ITV モニター	2	240	10	4,800
キャラクタディスプレイ (キーボード)	10	10	65	6,500
ハードコピ一	10	2	20	400
合 計				33,700

1日の労働時間を8時間(480分)とすると削減可能人員は

$$33,800 \div 480 = 70 \text{ (人)}$$

となる。

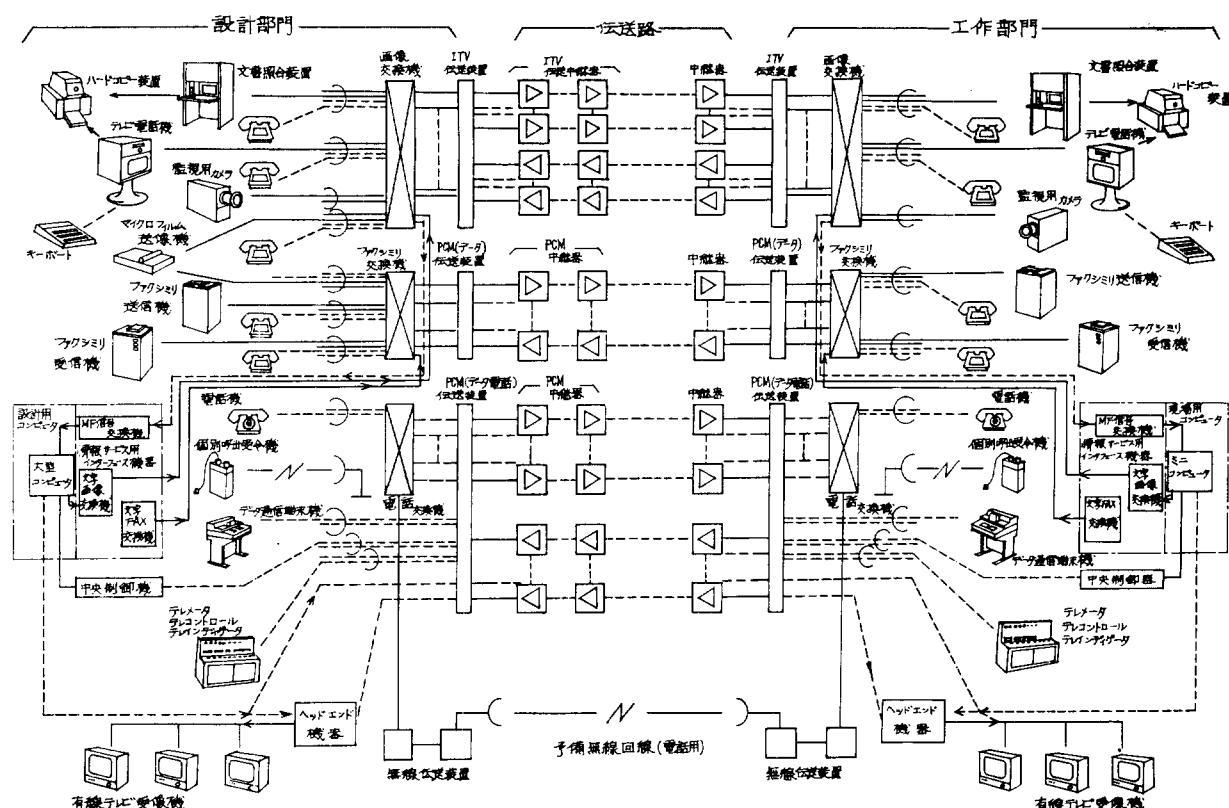


図 2.2.47

情報総合サービスシステム概念図

表 2.2. 14

画像通信システム用機器概要

装 置 名	用 途
1. 端末機器	
文書照合装置	<ul style="list-style-type: none"> ○被呼者受像機に送付したい文書を写し付属の電話で打合せを行う。(A3 版用) ○ビデオディスプレイ制御装置 (VDC) を組み合せて電子計算機よりの情報をディスプレイ (640 字用) ○テレビ電話と相互接続 (但し受像のみ、テレビ電話への文書の送信は可能)
テレビ電話	<ul style="list-style-type: none"> ○相手の顔をしながら相互通話、説明用メモ等の転送可能 ○VDC と組み合せて電子計算機よりの情報をディスプレイ (640 字) ○文書照合装置と相互接続 ○ITV カメラのモニター用端末 ○3 者会議テレビ電話
ハードコピー装置	<ul style="list-style-type: none"> ○文書照合装置、テレビ電話の画像をコピー
監視用カメラ	<ul style="list-style-type: none"> ○ゲートその他の保安用監視
ビデオモニター	<ul style="list-style-type: none"> ○工場の建造状況等の監視 ○会議室間テレビ会議に使用 ○工場案内用案内カメラ ○例えばプログラマー室と事務室との打合
高速ファックス (48 kHz)	<ul style="list-style-type: none"> ○図面、文書伝票等の模写伝送 (A4 用、電送時間約 30 秒)
事務用ファックス 3 形 (12 kHz)	<ul style="list-style-type: none"> ○業務用文書、伝票等の模写伝送 (A6 用、電送時間約 1 分 50 秒)
事務用ファックス 2 形 (3 kHz)	<ul style="list-style-type: none"> ○文書、伝票等の模写伝送 (A4 用、電送時間約 5 分 20 秒又は 2 分 40 秒)
事務用ファックス 1 形 (3 kHz)	<ul style="list-style-type: none"> ○文書、伝票等の模写伝送 (A6 用、電送時間約 70 秒又は 45 秒)
キーボード	<ul style="list-style-type: none"> ○電算機への入力機器 ○文照、テレビ電話機、FAX 等へのキャラクタディスプレイ用入力機器
2. コンピューターとの接続	
ビデオディスプレイ 制御装置 (VDC)	<ul style="list-style-type: none"> ○計算機よりの ISO コードを受けテレビ用信号に変換する。

装 置 名	用 途
3. 交 換 機	
構内交換機	<ul style="list-style-type: none"> ○従来の P B X が持っている機能の他に種々のサービス機能（ページング、短縮ダイヤル等）をもつ。
広帯域交換機	<ul style="list-style-type: none"> ○画像端末相互接続の他に種々のサービス機能を有する。
4. 伝 送 装 置	
I T V 伝送装置	<ul style="list-style-type: none"> ○主として工場間の長距離回線に使用されテレビ信号の増巾を行い明瞭な画像品質を保つために使用される。 （局内に設置される端局装置と伝送路の中間に設置される中継装置より構成される。）
C A T V 装置	<ul style="list-style-type: none"> ○一本の広径同軸ケーブルに多数のテレビ信号を多重化して伝送する。 局内に設置される端局装置とケーブルの途中に挿入される広帯域増巾器より構成される。 I T V 伝送装置を使用するか C A T V 装置を使用するかは経済的な面を考慮して決定する。
P C M 端局装置	<ul style="list-style-type: none"> ○電話、ファックス、データ伝送の長距離の場合は多くのケーブルを布設するのではなくので一本のケーブルに多数のチャンネルをのせ伝送する（多重化例えは、一本のケーブルで電話 14 チャンネル、48 kHz 高速ファックス 3 チャンネル、1,200 ポーデータ伝送回線 8 チャンネル同時に伝送できる。
P C M 中継装置	<ul style="list-style-type: none"> ○伝送路の途中に設置して端局装置よりの信号を増巾波形整形を行う。

(4) データ・ベース

従来コンピュータのでは、適用業務ごとに相互に関係づけられずバラバラの形でファイルをもつていた。多くの場合、同一データを別々のファイルで持つ結果になるため重複した部分や冗長な部分が多くあった。たとえば、ある1つの製品をとりあげてもその製品に関する情報をとえば製品名、製品番号、製品の性質などが部分ファイル、生産計画ファイル、在庫ファイルなどに重複して散在しており、余分のスペースを必要としていた。また更新をする場合にも同一のデータがいくつものファイルにあるため、更新に時間がかかり、更新し残すというおそれもあった。

ファイルを整理・統合して、いくつかの適用業務プログラムを共有した方がよいが、このためには、いくつもの適用業務で共用される多目的ファイル、すなわちデータ・ベースが不可欠の条件となる。

データ・ベースとは

「相互に関連のあるデータ項目の重複の集合」

であり、

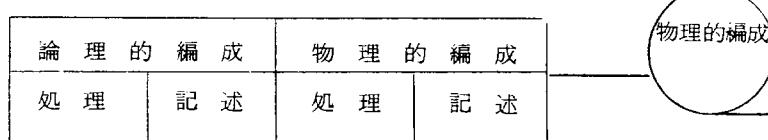
- (1) 従来のファイルが整理、統合される
- (2) 複数個の適用業務により共用される
- (3) 適用業務とデータが集中管理される
- (4) ソフト・ウェア面からは
 - プログラムのデータの構造よりの独立
 - データの論理構造と物理構造を分離

が実現している。（図2.2.48 参照）

ことであると定義できる。

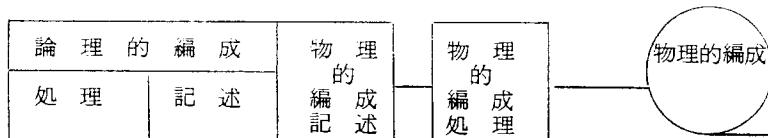
初期の計算機システム

処理プログラム



オペレーティング・システム

処理プログラム



DB/DCシステム

処理プログラム

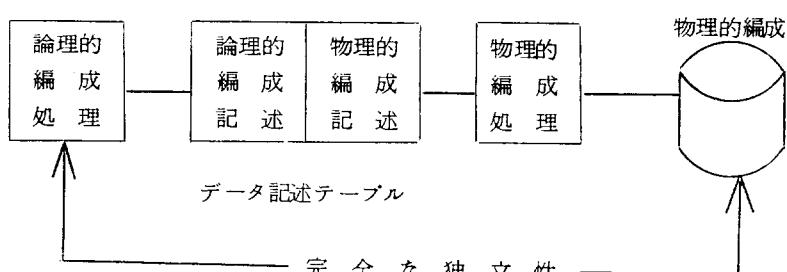


図2.2.48 データ・ベースとプログラムの分離

データ・ベース・システムの言語は人間とコンピュータ・システムとのインターフェイスであり、その良否はデータ・ベース・システムの評価を決めるに云っても過言ではない。一般にデータ・ベースを利用する立場にある人は、専門のプログラマーでもないし、またプログラムを習うだけの時間の余裕のない人々である。したがって、いわゆるユーザー言語は、つきのような条件をそなえていることが望ましい。

(1) 単純さ

単純でわかり易いほどよい

(2) 思考との互換性

人間の言語に近いこと

(3) 対話形式

システムの方から入力フォーマットを表示してくれその中から適当なものを選んでインプットするという対話モードで処理が進むこと。

(4) 可変性

言葉の中で使用されているシンボルは入れ換えることができること、また利用者が自分自身の要求にマッチする言語をつけ加えたり、修正できること

(5) 拡張性

バッチからオンライン・ライン、対話モードへ拡張が容易に行なえること。

具体的には、前述のようにコード式言語、自然言語に近い言語、表現式言語、従来のプログラム言語の拡張等が使用される。

IBM社のG I S、IMS、UNIVAC社のFORMIS、GE社のIDS、INFOMATICS社のMARKIV、日本電気のC I S S、富士通のRAPID、四国電力のEMERS等いろいろなもののが実用化されはじめている。

(5) ターミナルの使用とタイムシェアリング

コンピュータとデータ通信の結合、データ・ベース等の技術の発展につれ、人間とコンピュータがお互に対話をするための技術の開発が数多く行なわれつつある。

人間とコンピュータが対話を行なうためには次の5つの要素が必要である。

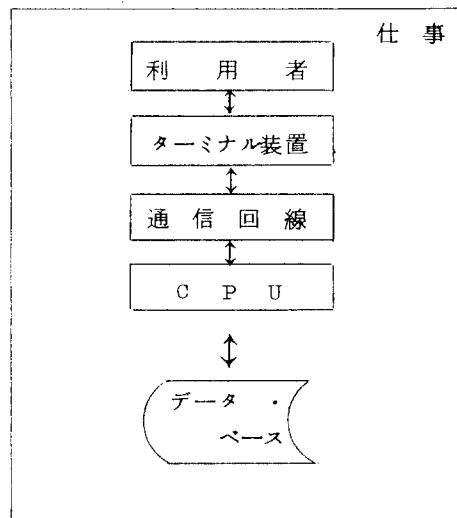


図 2.2.49 対話要素

1台のコンピュータを多数の利用者が共有することができる技術をタイム・シェアリングという。

タイム・シェアリングは1964年ごろまでにMIT, ダートマス大学, RAND等で1965年頃より、本格的な商用システムが実現するようになつたが専用システムが多く、数少ない汎用システムは効率、採算等の面で無理があった。

1969年ごろより新しい傾向が出現した。オペレーティング・システムの中にTSSの機能を組み込んだもので、

- ローカル・パッチ

- リモート・パッチ

- TSS

が同時に併行して可能となる技術が開発された。

この技術革新により採算面で商用システムとして充分利用できる可能性が生れた。

これらの技術の進歩により、近い将来コンピュータはターミナルを通し、非常にフレキシブルな使い方が可能となる。このような背景からリモート・ターミナルが発展しつつある。

米国の著名なコンサルタント会社ディボルト社の予測によるとリモートターミナルの米国での売上げは、

1965年	1億ドル	(3万台)
-------	------	---------

1970年	16億ドル	(60万台)
-------	-------	----------

1975年	55億ドル	(200万台)
-------	-------	-----------

に達するものといわれている。

最近話題となっているターミナルについて、以下簡単に説明しよう。

(1) キーボード・ターミナル

現在のリモート・ターミナルとしての入力装置のほとんどは、キーボード装置であり、ターミナルの王座として、ここしばらくは動かないであろう。

速度が遅いという問題はあるが、価格が低廉であるのが何よりの魅力である。

(2) CRTディスプレイ

マンマシン・コミュニケーションの非常に効果的な手段として脚光を浴びているものである。文字だけを表示するキャラクターディスプレイおよび図形処理のできるグラフィック・ディスプレイの2つがある。前者は相当安いものも出まわっているが後者は現在のところ非常に高価なのが難点である。しかし、CADには欠かすことができないものである。

(3) POS

店頭システムとも言われるPOSは、レジスターがそのままターミナルの機能を果すものである。

(4) キーデータ・エントリー・システム

今までのようデータを一度パンチしてから入力するのではなく、直接カセットテープ、磁気テープ等にデータを入力できるものでそのままコンピュータで即時処理できるということに多大の関心が寄せられている。

(5) COM

写真技術とコンピュータを結合させて作られた装置である。大型コンピュータの図形情報とか普通のアウトプットがマイクロフィルムに出力できるようになったのでCOMリーダは相当大巾に普及して行くものと思われる。

(4) インテリジェント・ターミナル

現在、ターミナルとしてもっとも期待されているもので、別名をスマート・ターミナルともいわれているものである。このターミナルは、別に変ったものではなく、ターミナルが自分自身でも演算処理を行なうことができるものである。つまりミニ・コンピュータを効果的に利用するためには、ターミナルサイドで前処理と後処理を行なう必要が出てきている。超大型と超小型の2極化の中心となるものである。

(5) オートメイションとコンピュータ

これまで述べたコンピュータ利用技術の進歩はコンピュータ・コントロールの製造工場を実現できる。オートメイションの一般的な傾向として次のことがいえよう。

(1) デジタル制御へ

(2) 会計業務等の狭義のビジネスは別として生産のためのコンピュータの利用は超大型と超小型へ両極化する。

(3) 適用分野が拡大する。

(4) 経済性

現状では技術的な限界で実現できないというより経済的な側面で限界がある。この面での限界をどういうふうにとり除くかが大切である。

さらに産業用ロボットもコンピュータとの結びつきにより群管理によって多数のロボットを稼動させる無人機械加工工場も実現できる可能性が出て来た。

コンピュータ利用技術の進歩は、経済性を満足させるアシマンド化を近い将来もたらすものと予想される。

2.3 とりまとめと問題点

「造船所における省力化に関する調査研究」委員会(SR110部会)は、主として工作面に直結した問題に焦点が絞られて研究されて来たが造船所が必要としているのは労働力不足を中心として社会環境の激変に対する対応策である。これらの造船業が直面している問題点の主要なものは次のようなことからである。

第1に、従来の感覚で、作業環境を放置していたのでは、労働力の確保はもはや望めない。また都市における公害と同じく、工場内において労働者に影響を与えている公害に準ずるものは、作業環境改善の一環として、徹底的に解決していく必要がある。

第2には、経済社会における造船所の位置づけの再検討である。輸送、流通システムの一翼としての輸送手段である船舶を供給する立場と、資材の消費者としての産業界における位置づけから、造船業の在り方を再検討して見る必要がある。

第3には、人件費の上昇である。経済の発展と共に日本の社会の動きは北欧型の高能率、高賃金の高度福祉社会を目指して進んでいる。この場合福祉社会の基礎となる高賃金は、高能率すなわち高い生産性を除いては成立し得ないことは明かであり、ここにこそ現代の企業の果すべき役割り或は負うべき責任がある。これはより具体的に見れば、人件費の上昇によるコスト増要因を、技術的な生産性向上策で吸収してコスト増を抑えねばならないということである。

これらの問題をどう判断し、どう処理していくかは、非常に高い次元の問題である。従って個々の企業のみで検討すべき問題ではなく、業界全体をあげて広い視野に立ち、長期のビジョンの上に立って、かつ直ちに着手できるものから、着実に解決して行かねばならないことからである。

ここにSR110が組織された意義があり、また、組織的に巾広く検討して行くために、総合システム分

科会が設けられた意義がある。

総合システム分科会では、長期の見透しを基礎とするために、造船業の将来の検討も一部グループで行なうと共に、他分科会で取り上げられた個別技術以外でシステム的アプローチから見て落ちているものを極かピックアップするため、管理、設計、船殻、艤装のグループに分け、組織的な検討を行ない、将来の造船所のシステム設計を行なった。

また、これらの生産システムをチェックするため電算機によるシミュレーションを行なうと共に、システム設計の基礎となる電算機利用技術の調査も併せ行なった。

総合システムの立場から合理化によって期待される予想効果については、各部門毎に検討して、1つの目標値を添付の表にかけているが、これらは今後の改善努力が実った上で、初めて到達できるものである。

将来の造船所のあり方から、システム設計と作業を進めた過程において、今後継続して、また新たに研究、開発すべきであると考えられる。アイテムをリストアップしたものが以下のものである。

これらについて、S R 1 1 0 の精神を受け継ぎ強力に推進して初めて造船業の明るい未来が開けるであろう。なお、これらの問題点を時期別に整理したものを作成してある。（表 2.3.1～5）

(1) 全般的な問題

(a) 標準船への誘導政策

撤積船、鉱石船、タンカー等大量需要のある船種は標準船として連続建造する。

(b) プロダクション・タイプ建造方式への指向

(c) 企業間システムへの指向

複数企業のグループ化によるシステム化および専門機能を要する部門を、社外へ切離し別会社とすることによる合理化。

(d) システム指向による新輸送体系の開発

(e) 社外情報共同利用のためのデータ・バンク

情報の蒐集原単位、整理、加工方法の再検討

(f) 加工外注品を含む船舶部品の設計の統一、および共同発注。

専門量産メーカーの育成

(2) 管理部門

(a) 管理システムの総点検、システム化および機能重点主義

間接入員の削減

(b) 経営情報システム（M I S）の確立

(c) 線表を含む工程決定、最適化手法の研究

シミュレーション法その他のによる。

(d) 現業間接業務の総点検

間接入員の削減

(e) 勤怠、工数集計の一元化

(f) 生産管理、原価管理を一元化したシステムの開発

(3) 設計部門

(a) システム指向による設計システム全般の再検討

(b) 上記をバック・アップするコンピュータ・システム（マン・マシン・システム）の開発

- (c) 作図機械化の推進
- (d) 設計情報を中心とし、各種管理目的を満足させるデータ・ベースの研究
- (e) 現業省力化設計の推進
特にプロダクション・タイプ造船業の確立に必要な設計方法

(4) 船殻部門

- (a) プロダクション・タイプの建造システムの確立
- (b) ステージ毎の専門自動工作機械の開発
- (c) 組立作業のオートメーション化
- (d) 標準船関連技術の開発
- (e) 作業環境関連技術の開発
作業の屋内化、工場冷暖房、タンク内のエヤコン方式

(5) 累装部門

- (a) 艤艤関連工程計画最適化手法の開発
- (b) 居住区工事のシステム化
センター・コア方式その他の推進
- (c) 管製作工場のオートメーション技術の開発
- (d) 集配材システムの完成
運搬機器、運搬治具（パレット含む）、無人倉庫、ユニット化
- (e) 資材管理トータル・システムの完成
集配材システムを中心として、資材、原価帳表および生産管理帳表の電算化
- (f) 標準化の推進
部品、工作法、その他。

表 2.3.1 段階部門の問題点

	現状	将来		将来		予想効果
		目標	予想効果	目標	予想効果	
設計部門	1) 船舶設計作業の各ステージにおける電算化の推進 • 将来の一貫システム用データベース作成のためのデータ形態の整理と統一化 • 部分的な作業機械化のためのドライバーの採用等の促進	1) 船舶設計の全過程を対照とした一貫システムの確立 • 複大なデータの蓄積、検索、修正、追加、削除などが可能なようデータの管理を重視したシステムの構造処理に便利なシステム • 人間と機械とのコミュニケーションが円滑にできるようより柔軟なシステム • 多数の設計者が同時に計算機を使用できたり遠隔地より計算機にアクセスできるよう多数の端末を有するオンライン・システム	2) 本システムの基本的な機能 (1) Data Base • 基本設計から生産設計に至るあらゆる情報が計算機で処理される型式で記憶 • 熟練した設計者、技術者が把握しているデータ間の相互関連を識別する能力とデータの個々の具体的な値の両者を具備 • Input：画面に含まれる多くの設置情報を、自動的に或いは簡単な操作で作成することができます。 • Output：必要に応じ“コマンド”を使って計算機に指令を手入力、データ・ベースから画面計算書、集計表などの各種情報を取出す。	2) データベース確立のための整備 (1) データベース確立のための整備 • 本システムのHard ware構成（Center省略） 設計；① On-Line Conversational Terminal 25台（文字） ② " 高速製図機 2台 ③ " 大型ディスプレイ（1.5m×2m）……………総合配置検討用 工場；① On-Line Inquiry用 Terminal 20台（工場）……図表検索用 5台（倉庫等） ② " Report用 " 15台（工場） { 生産管理用 5台（その他） } ……資材 "	3) プログラムのモジュール化等 3) 主としてOFP LINBによる中型コンピュータとミニコンの利用促進と専用化の検討	3) プログラムのモジュール化等 3) 主としてOFP LINBによる中型コンピュータとミニコンの利用促進と専用化の検討

表 2.3.2 船殻部門の問題点

	現状	予想効果	近い将来	将項目	将来
船殻部門	項目	予想効果	予想効果	予想効果	予想効果
1.	徹底した標準設計の導入に努める	1. レイアウトの改善 船殻構成各部材の加工工程とこれを同一工程にグループ化(ステージ)	1. レイアウトの改善 船殻構成各部材の加工工程とこれを同一工程にグループ化(ステージ)	将来の船殻工作部門のイメージ	次の3本柱で構成される。
2.	直線構造の採用と直線構造範囲の拡大	2. 自動化機器の導入 ・鋼板型鋼切断、仕分、搬入ワッシャン・コントロール ・鋼板セザルN/C化と搬入仕分自動コントロール ・型鋼切断、曲げのN/C化および仕分けを含む総合コントロール ・N/C曲げ加工 ・小組立の自動化 ・直線構造大組立の自動化と総合コントロール ・出り外板の省人組立装置 ・生産設計の自動化並びに対話型システム ・生産管理並びに各ステージのプロセス・コントロール	(1) 製品並びに設備・システムのライフサイクルを想定し、省力設計・IEを行なう部門 (2) 設計から加工まで一貫したデータ・ベースと省力計画を実施していく為の最適化プログラム (3) 総合的に計画され、計画に従って稼動し、加工情報を逐次 feed backする工場		
3.	作業量の縮減 ・不要構造(煙突、Fcale Deck、Center Girder、水上部曲線外板 etc) ・作業用足場、治具、一部機械装置の船体組込み	4. 工手手法の導入 ・レイアウト並びに設備・作業の改善 ・構造の標準化・直線化に沿って、作業の標準化・グループ化を行ない、加工工数、移動距離、停滞量最小となるようにする。 ・自動化・機械化を容易にするための専門化並びに周辺条件の整備をする。	5. データ・ベース並びにソフトウエアの開発 ・自動機器の運転に必要な構造並びに部材の情報データ・ベース、加工情報データベースの確立	6. 作業研究 ・自動化を行なうための作業の標準化マニュアルの確立 ・作業手順の確立、標準作業時間の設定	7. 生産管理システムのレベルアップ ・事前計画及びシミュレーションとそのFlowを総合的に行なうシステム
4.					
5.					
6.					
7.					

表 2.3.3 繼装部門の問題点

現 項 目	拡 大 目 的	近 い 将 来	特 徴		予想効果
			項 目	予想効果	
継装部門 地上作業範囲の拡大	船内作業極少化システムの実現 上記システムを実現するための具体的な方策として				
1) 設計部門 ・部品単位の標準化の促進 ・工作精度向上による現場合わせ皆の極少化	1) 設計部門 ・ブロック構造、ユニット構成の拡大 ・ブロック間、ユニット間の連絡管等の取付工事の簡易化をはかる。 ・船総一體の設計（ブロック分割は単に船殻構造のみでなく継装工事の面も考慮） ・ステージ別、機能別管理を徹底できる継装一体化したアウトプットの提供 ・節労設計の徹底	2) 工作部門 ・地上工事と船内工事の分離体系化 ・地上工事の合理化 ・ブロック構装における船殻工事と継装工事の位置づけ、関連づけの明確化	3) 資材部門 ・共通部品と引当部品の分離 ・部品単位での在庫管理の徹底 ・納期管理の充実 ・工場内組立ユニット対象の拡大	4) 管理の機械化 ・管材搬入、書切断、フランジ取付溶接 ・ベンダー、通常の技管組立の自動化 ・部材の移動（コンベア式）	

表 2.3.4 管理部門の問題点

	現状	予想効果	近い将来	予想効果	将来	予想効果
	項目	項目	項目	項目	項目	将来
管理部門	1. 管理部門の枠組の明確化 • 計画業務、管理業務、事務処理の範用並びに機械化できるもの、人の介入或は人でなければできないものは何かを明確にする。	1. 機能別組織への再編成 • 管理部門を判断業務を行なう間接部門と、事務処理を行なう直接部門とに分離する。 (職場庶務はそのままとする。)	1. 機能別責任部署の確立 (業績評価の明確化) ① 第1段階として機能別下記センターを設けて、それぞれのサービスを行なう。 • 企画(営業、設計、管理)センター • ビジネスセンター(事務の集約) • マテリアルセンター(資材) • レイバーセンター(配員) • ツールセンター(工具) • パーツナルセンター(職場庶務)	1. 機能別責任部署の確立 (業績評価の明確化) ② 第2段階としては • それぞれのサービスが後工程によって評価(取扱選択)できるシステムとし、それぞれのセンターは企業性を要求される。		
	2. 作業研究 • 自動化・機械化を容易にするための作業の標準化、マニュアルの確立 • 作業手順の確立と標準時間の設定	2. データベースの確立	3. 総合的管理システムの確立 上記データ・ベースを中心として殆んどのシステムが有機的に結合される結果、計画・実施・統制(評価)がシステム全体を通じて一体化される。	4. 情報処理(計画業務)の自動化 • 定常業務について(計画業務)の自動化を明確にして、計算判断業務のロジックを把握して、判断業務の遂行過程で、必要な都度これらのサブプログラムを呼び出し必要な処理を行なう。 • 非定常な判断業務も、同様に試行錯誤しながら最適計画を行なう。		
	3. 作業量の縮減 • 不要書類(ハード・コピー)を作らない • 定常業務の見直し、不要作業の排除					
	4. データベース並びにソフトウェアの開発 • 管理部門を横(Functional)に眺めて機構の簡素化、情報(量、質)およびその伝達経路の交通整理をする。 • ソースデータの一元化をはかり、データベースのメンテナンスが容易となる周辺条件の整備をはかる。					
					5. 情報処理(定常業務)の自動化	
					6. 例外管理への指向	

表 2.3.5 合理化対策総括表

部門	現状における対策	近い将来	将来的	将来
	ハードウェア	ソフトウェア	ハードウェア	ソフトウェア
設計	<ul style="list-style-type: none"> 徹底した標準設計の導入 節労設計の徹底 モジュール化の推進 	<ul style="list-style-type: none"> ON-LINE会話型ターミナル 高速製図機 大型ディスプレイ 高精度 CO Mシステムの導入 	<ul style="list-style-type: none"> プロック組立・ユニット組立 船体一体の設計計画 船舶設計の全過程を対象とした一貫システムの確立 多数の設計者が同時に計算機を使用し、遠隔よりアクセス出来るようオンラインシステムを有するオフィス 	<ul style="list-style-type: none"> 組織の再編成 ○製品並びに設備のライフサイクルを想定し省力設計・工事を行なう部門と計画から加工まで省力計画を実施していくための最適化プログラム ○総合的に計画され、計画に従って稼動し、加工情報を逐次 feed-back する工場
造船	<ul style="list-style-type: none"> 山型喰込式吊金具の開発 曲りロック内部構造部材枠組方式の開発 曲りロック配材装置(フォークリフト)の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 連続作業用足場(縦横移動)の開発 スボット的作業用足場(伸縮)の開港 多点アーチによる曲げ加工法の開発 平行ロック板迷走装置の機械化 平行プロック板よせかよび装置の開発 平行ロック片面自動溶接 立体制巨大プロックの採用 (寸法計測法の開発) プロック端面仕上げ装置の開発(センサーの開発) 	<ul style="list-style-type: none"> ライアウトの改善 船殻構造各部材の加工工程とこれを同一工程にグループ化 生産設計の自動化並びに对话型システムの開発 鋼材搬入(含水切仕分)ワゴンマシンシントロール 切断・曲げ・仕分を含む総合コントロール 直線構造大組の自動化と総合コントロール 生産管理並びに各ステージのプロセス・コントロールの外業工程省力化システムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> 自動化機器の導入 管材搬入・ケ書切断、ベンダー、通常の管組立の自動化 部材の移動(コンベア式) 管工場の総合コントロール
機械	<ul style="list-style-type: none"> 節労設計の徹底 工作管の拡大 作業の標準化 	<ul style="list-style-type: none"> 伸縮自在回回転式ゴンドラ、リフトカーリフトラー、リフトラー 下地処理装置タッチメント、防錆清掃装置兼表面処理自動車、甲板防踏後塗装方法の開発、自走式塗装車、全自動ワイヤンコントロール塗装機 	<ul style="list-style-type: none"> 実現(アロック解錠・ユニット構装の拡大) プロック仕上げステージの導入(地上構造おもと運管の可変性を組織的と、機能的責任部署の確立) 集配材システムの確立 倉庫および管工場設備の改善 	<ul style="list-style-type: none"> 機能別組織への再編成(判断業務と事務処理の分離) データベースの確立 情報処理(計画業務)の自動化 統合的管理システムの確立(サブシステムの有機的結合)
管理	<ul style="list-style-type: none"> 管理部門の枠組の明確化(作業研究、周辺条件の整備) データベース並びにソフトウェアの開発(情報システムの交通整理) 情報処理(定常業務)の自動化 例外管理への指向 	<ul style="list-style-type: none"> ON-LINE Inquiry Terminalの導入 Report Data Gathering 	<ul style="list-style-type: none"> ON-LINE Inquiry Terminalの導入 Report Data Gathering 	<ul style="list-style-type: none"> 機能別責任部署の確立(業績評価の明確化)

3. 設計部門に関する調査研究

3.1 設計分科会の方針

造船所の近代化をどのように実施するかは重要な問題であるので当分科会では設計の業務分析、設計の省力対策、設計管理および生産現場の節労化対策について現状および将来のあり方について GENERAL SURVEY を行なった。

この結果標準化の検討、節労化の効果の評価、船殻・艤装の一体化、近代化に対応する設計のあり方、の4項目について更に DEEP SURVEY を行なうことになった。DEEP SURVEY の結果、部材数、部品数の少ない設計、或いは建造しやすい設計の検討およびそれを実現しかつ近代化された造船所における設計のあり方について研究するという方針が取られ、次の4つの小委員会——標準化、節労化、モジュール化、組織——が設置されることになった。各小委員会は夫々の主査のもとで単独に研究調査を進め、分科会で調整することにした。

まず、標準化小委員会は船殻と艤装部門とに分け、船殻部門では現在採用されている設計の中から、部材数、部品数を少くするための標準化や外部からの変更要求（注、船級協会等）によって左右されない共通部分の多い標準設計を採用した場合の利害得失の検討等を行なうこととした。一方艤装部門では多様化されている標準の整理統合を行なうとともに、メーカー側の標準にも検討を加え、両者共通の標準を作成した場合の問題点等についても検討を行なうこととした。

節労化小委員会では実在の20万トンタンカーの設計をもとにして、今まで節労化の効果が期待出来ると考えられている思想を取り入れた試設計を数種類行ない、各造船所でこれらについての評価を行なうとともに、直線構造の如く、節労効果はあきらかであるが、性能的に疑問視されている構造について、模型試験により採用可否の性能調査をすることとした。

モジュール化小委員会は船尾部の建造に焦点をあわせ船殻構造の“作りやすさ”に与える影響を調査するとともに、艤装しやすいポンプ室、機関室の配置の検討も行なうこととした。更にモジュール化や機関室の自動設計についても検討を加えることにした。

組織小委員会は設計業務の再分析を行ない、理想的な設計業務のあり方や設計の近代化についてコンピューターの利用も含めてシステム的な検討を行なうこととした。

3.2 標準化小委員会の研究内容とその結果

概要

標準化の必要性およびその効果については、本研究の始めにあたり行なわれた GENERAL SURVEY や DEEP SURVEY の結果に示されている通りで、従来からそれぞれの企業、それぞれの機関において標準化のための努力が払はれてきた。

従来は主として作業分析による細分化、単純化の結果、標準化が進められていたが、船舶の特異性により労働集約型多品種少量生産業である造船業にとっては、自ら製品仕様計画をコントロールすることができず、需要者たる荷主或いは船主の利益計画による多様な要求仕様を満たすことを余儀なくされ、その結果、個々の標準がくずれ、また標準品の集中生産を希望する外注業者や機器メーカーに対しても標準をくずすような要求が行なわれてきた。

しかるに近年、急テンポな技術革新により、船型の大型化、自動化の採用、建造期間の短縮等に対処するため、造船各社は標準船の開発、モジュール化の検討、或いはメーカー標準の採用等の対策を講じてきたが、更に労働力の不足や賃金の高騰を吸収するために、技術集約型産業として、大巾な機械化や自動化をとり入れ、一貫生産態勢を採用せざるを得ない状況になり、造船業界自体は勿論のこと、関連企業や関連諸団体も含めて、標準化のあり方を再検討しなければならないと思われる。

しかしながら需要者のバリティに富んだ要求や国際的な各種の規則や、各船級協会・造船所設備・建造方式・メーカー標準等の相異等があり、真にメリットのある総合的な標準化を行なうには、海運・造船共同体としての大所高所からの英断なくしては困難な問題である。

ここでは従来の重量・ミニマムの概念から脱却し、節効果に主眼をおいて、現在最も代表的船型である20万トン型タンカーに例をとり、標準化の検討を行ない、また外注品等についても検討し、関連企業の意向も加え、更に将来の標準化の指針のために、船主や船級協会等に関する問題点も調査した。

船殻部門として、MIDSHIP SECTION にあらわされる各種部材の標準化の検討に当り試設計の基準として、各社の標準的船型より基準主要寸法を定め、これに対し B , D , d および $LOND \perp B HD$ の位置の変動についてそれぞれ3種類計81種類の変化について検討をし標準部材の選定を行なった。BUILT-UP SECTION については出来る限り種類を減らすように考慮し、SKIN PLATE の板巾の影響についても検討をした。当然のことながら、これ等の標準案を適用した場合、重量増加となるが相当の節効果が期待出来ることがわかった。重量増と節効果との関係は造船所により、また時代と共に変化するので一律には規定出来ないがTON当りの節効果は約19Hr/Tが見込まれた。

また STERN FRAME, RUDDER 等の外注品について外注メーカーの意向を検討し今後の標準化の方向が明らかとなった。

その他、上部構造、煙突についても部材種類を減らすことで検討を行なった。

舾装関係としては PIPING SYSTEM を主体として標準化の必要度の高い部品・部材約30品目を選出し、それぞれ節効果の高いポイントを検討し、メーカーの意向も聴取してJIS化或は団体規格化の推進をはかった。その結果、弁類等従来と異なった、節効を焦点とした規格化が船舶JIS協会にて推進されるようになり、今後のJIS化、或はSRS化により大いに節効果が期待出来ると考えられる。

また、対船主、船級協会の問題点についても検討を加え、今後の造船界のあり方としてメインテナンスフリーの思想を取り入れるべきことや船級協会に対しては船舶の特異性を考慮したユニハイドール化を、また海運造船共同体としての各種研究機関の綿密な横の連絡の必要性について述べた。

然しながら本研究で採りあげた項目は限られており、あらゆる機会をとらえ、あらゆる機関を通じて新らしい標準化のあり方を検討し、更に英知・英断による共同体態勢の確立をはかり、JIS化或は団体規格化の推進、メーカーとの協議体制の確立、船主や船級協会間の調整などを推進することが今後の課題であると思われる。

[船殻部門]

3.2.1 DEEP SURVEY

(1) 検討方針および方法

船殻部門の標準化検討の対象としては、現在の代表的船型である20万トン型タンカーのMIDSHIP SECTION を取上げ、造船工作の基準的作業である切断、加工、組立ておよび取付等において部材・部品の形状・寸法の種類および数量を減少させることを目的として、MIDSHIP SECTION で標準部材の選定を行なう。上記の方針に基づき、標準化可能と思われる具体的項目を選び各社の20万トン型タンカーのMIDSHIP SECTIONについて、アンケート型式にて調査し、標準化項目および標準化の程度を決定する。なお、アンケートに際しては各社の設計 PHILOSOPHY に関する事項および船級協会間の統一に関する事項にはできるだけふれない方針でアンケートした。

(2) アンケート結果

各社から12隻のTYPE SHIP が集まり一覧表にまとめた。SCANTLING DRAFT をBASEとしたD.Wの分布は19万トン～22万トンが10隻、17.5万トン及び25万トンが1隻づつで更に、船級協会別では、NK, ABS, LRが3隻づつ、NVが2隻、ABS, NKのDOUBLE CLASS が1隻であった。構造方式別ではTRANS. MAIN が10隻、HOR. MAINが2隻、CENTRE GIR. LESSが4隻、CENTRE GIR付が8隻である。主機はTURBINE 船が11隻、DISEL船はわずか1隻である。以下アンケート項目について概要を説明する。

(a) 主要寸法およびTANK配置

$L \cdot B \cdot D$ および d の分布はばらばらであるが、 L をBASEとした $B \cdot D \cdot d$ および $L/D, L/B, B/D$ 等の分布は

ほぼ直線になって居り極端に UNBALANCE な主要寸法の船はない。ただ B の分布は DOCK の巾の制限から 50M 附近で頭打ちの傾向にある。12隻共 LONG^L B^{HD} は2条であり、TANK は 4.5 TANK 配置で TANK の中央に SWASH B^{HD} を有する構造が多い。併し個々の TANK 長さ、SLOP TANK の配置、および CLEAN BALLAST TANK の配置は各船ばらばらで標準化はできない。

(b) 中央切断形状

KEEL PLATE の巾、RISE OF FLOOR、BILGE CIRCLE、ROUND GUNNEL および CAMBER 等の中央切断形状は各船ばらばらではあるが、各社の設計 PHILOSOPHY のちがい或いは設備のちがいによる要素は比較的少ないのである程度の標準化は可能である。

(c) 皮部材

板厚の標準化は取上げないことにしているが、例えは上甲板の板厚分布は12隻について 23 HT から 3.25 MS にわたり、9種類の板厚が使用されていた。板巾については最小板巾は 1,800 から 2,000 であり、大多数は巾 EXTRA のかからない範囲で広巾板を使用しているが、中には 3,700 から 4,000 の広巾板を大巾に採用している船もあった。

(d) BUILT-UP SECTION

BOTTOM LONG^L は全て T 型であり、DECK LONG^L はほとんど全てが ROLLED FLAT BAR である。BOTTOM LONG^L の FLANGE の巾は 150%, 180% および 200% にはほぼ均一に分布しているが、230% を採用している船が1隻あった。

SIDE SHELL および LONG^L B^{HD} の LONG^L STIFF. は各社それぞれ標準を持って居り、L₂ 型 () が9隻、T型 () が3隻であった。特殊な例として、WEB 深さ + FACE PLATE 板厚を一定にした標準を採用している船が1隻あった。

(e) TRANS. RING

TRANS. SPACE は 5M 附近に集中している。RING の形状はほとんど同じであり、工事用交通孔の配置もほとんど同様であった。PIPE 孔の補強方法は① F. B の追加、② D. PL の追加、③ RING PL の追加の3つが多いが、板厚 UP による補強が2隻あった。BLOCK 接手は ALL BUTT が7隻、BUTT および LAP の併用が5隻で全面的に LAP を採用している船はなかった。CROSS TIE の形状は WEB と連続させた LING TYPE が多い。WING TANK では WEB の深さ・板厚と FACE PLATE の BALANCE は各船まちまちであり、CORNER 部は STIFF. 追加により補強している船が大部分であるが、中には WEB 板厚を増厚させている船もあった。

CENTRE TANK では TANK 中央部と TRANS. B^{HD} 近くで WEB の FACE PLATE の SCANTLING を変えている船もあった。

(f) TRANS. B^{HD} および SWASH B^{HD}

PLAIN 型が10隻、CORR. 型が2隻で、HOR. GIR. は全て 3~4 条である。

板厚は PLAIN の場合 8~10 種類、CORR. の場合 4~5 種類である。HOR. GIR. については、WEB の板厚を全て同一にしているのが4隻、更に1隻は H. GIR. の深さおよび FACE PLATE の寸法を全部同一にしている。

WING TANK の SWASH B^{HD} は全船大 RING 方式を採用しているが、CENTRE TANK では小孔型と大 RING 型約半々である。

(g) BILGE KEEL

BILGE KEEL のない船が1隻あったが、BILGE KEEL と外板の取合いに PAD を使用している船は7隻、ANGLE が1隻、残りは直接外板に溶接していた。また大部分の船が BILGE KEEL に RIVET を使用している。

(3) 標準化項目および標準化程度の決定

昭和45年度作業で取上げる原型の試設計 MIDSHIP SECTION は必ずしも、アンケート結果に拘泥せず、将来

の動向も勘案し、基本方針としては一応 TRANS. MAIN, CENTRE GIRDER LESS 構造を取上げることとし、下記項目について標準化の方針を決定した。

(a) 主要寸法および TANK 配置

標準化の検討はしないが、標準部材の試設計を行なう船の主要寸法としては $L \times B \times D = 300M \times 50M \times 26M$ とする。また TANK LENGTH は 60M とした。

主要寸法および TANK 配置の標準化を取上げない理由は、通常 20 万トン型と言っても実際には 19 万～22 万の範囲にある船を考えて居り、統一標準化は余り意味がない。また各造船所ごとに設備の制約特に BUILDING DOCK の大きさから来る制約があるので、どの造船所にも適した主要寸法は存在しない。TANK 配置は予定された航路および積付条件に応じて最適なものが決るので、全ての航路或いは積付条件に対して最適な TANK 配置に統一標準化することは不可能と言ってよい。

(b) 中央切断形状

KEEL 巾, RISE OF FLOOR, BILGE CIRCLE, ROUND GUNNEL は標準化する。

DECK CAMBER については建造方針特に DECK の BLOCK 分割および DECK 上の水はけに対する設計・工作上の考え方方が造船所によって異なるが小委員会として統一した見解に基づいて標準化を検討する。

(c) 皮部材

皮部の板厚の標準化は考えない。板巾については、切断溶接を始めとして、造船所の設備に大きく左右されるが、標準的 BLOCK 割りを想定し、どの程度の板巾および板巾の種類数が適正であるかを検討し、数種類の標準板巾を決定することにした。

(d) BUILT-UP SECTION

T 型, L₂ 型, ROLLED F.B. 型等種々考えられるが、主として SIDE SHELL および LONG_L B^{HD} の LONG_L SECTION について標準化を検討する。検討の方法としては、WEB および FACE PLATE を単品としてそれについて標準化し、それらの組合せを考えて行くのが妥当である。また T 型()_L, L₂ 型()_L, L 型()_L および L_{2A} 型()_L のうち、どれを標準とするかについて検討を行なう。

(e) TRANS. RING

標準化すべき項目として①TRANS. SPACE ②各 WEB の深さ ③WEB の CORNER の R の大きさ ④CROSS TIE の数および形状 ⑤WEB の板厚および FACE PLATE の SIZE 等を取上げる。また標準化の程度としては、①主要寸法の微少変化に対して、考えられる最大要求断面性能を標準 WEB として選定し、主要寸法(巾、深さ、LONG_L B^{HD} の位置および DRAFT)の微少変化に対しては平行部の SPAN 修正のみとする。②主要寸法の微少変化による断面性能要求値に対して WEB の深さと WEB の板厚のみは固定し、FACE PLATE の SIZE は VARIABLE とする。③WEB の深さのみ固定し、WEB の板厚および FACE PLATE の SIZE は VARIABLE とするの 3 段階の標準化案を作り、重量比較および現場での省力効果を評価する。

(f) TRANS. O.T. B^{HD} および SWASH B^{HD}

PLANE B^{HD}, VERTICAL STIFF. で HOR. GIR 3 条を標準とし、PANEL については板厚および板巾を標準化し、HOR. GIR. については、前記 TRANS. RING と同様に 3 段階の標準化案を作る。

CENTRE TANK の SWASH B^{HD} は小孔型、WING TANK は DEEP BOTTOM TRANS. を持つ大孔 RING TYPE の標準案を作成する。HOR. GIR. は固定化した標準案を作る。

(g) DOCKING B^{KT}, CENTRE LINE GIR. および BILGE KEEL

CENTRE GIR. LESS 構造の場合の DOCKING B^{KT} および CENTRE LINE GIRDER の標準図を作成する。

BILGE KEEL は固定化に近い標準図を検討する。

3.2.2 20万トン型タンカー MIDSCHIP SECTION の標準化

(1) 検討方針

DEEP SURVEY の結果に基づき 20万トン型タンカー MIDSCHIP SECTION の標準構造および標準部材寸法を制定することにより造船工作の基準作業である現図、切断および加工等において型状の単純化、加工の容易化、寸法種類等の減少を計るとともに船型の微少変化に対しても船殻設計、生産設計および現図工事等が即応性のある標準化を行ない設計、現場側の節労省力化を計った。

(2) 検討方法

現状 20万トン型タンカーの MIDSCHIP SECTION について主要寸法、中央切断形状、構造方式、TRANS. RING, TRANS. B^{HD}, SWASH B^{HD} の各項目に別けて取りまとめを行ない標準部材の選定、或は試設計の基準とした。

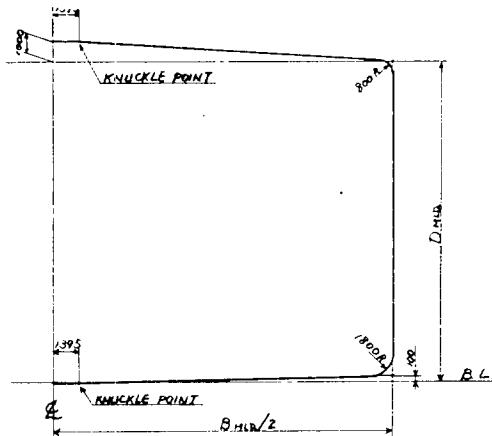
(a) 主要寸法

基準となる主要寸法は下記の通りとした。

$L \times B \times D \times d = 300 \times 50 \times 26 \times 19.5$ として巾(B), 深さ(D), 吃水(d) および LONG L. B^{HD} の位置の変動を 3 種類とした。

(b) 中央切断形状

前記主要寸法に対して KEEBL の半巾, RISE OF FLOOR, BILGE CIRCLE, ROUND GUNWALE CIRCLE, UPPER DECK KNUCKLE POINT の位置を図 3.2.1 の様に決定した。



1) KEEBL の半巾	1,395 mm
2) RISE OF FLOOR	100
3) BILGE CIRCLE	1,800
4) ROUND GUNWALE CIRCLE	800
5) UPPER DECK CAMBER	1,000
6) UPPER DECK K.P. の位置	1,395

図 3.2.1 中央切断形状 (単位:mm)

(c) 構造方式

標準化検討のための基準構造方式は下記のように決定した。

- (i) TRANS. MAIN で TWO STRUT 型とし TRANS. SPACE は 5.0 M
- (ii) CENTRE GIRDER LESS 構造
- (iii) TANK LENGTH は 60.0 M とし TANK の中央に SWASH B^{HD} を設ける。
- (iv) SKIN PLATE の防撓方式は全て LONG L. SYSTEM とし DECK および BOTTOM では 1,000 mm, SIDE

SHELL および LONG L. BHD. は 900 mm とする。

(d) TRANS. RING

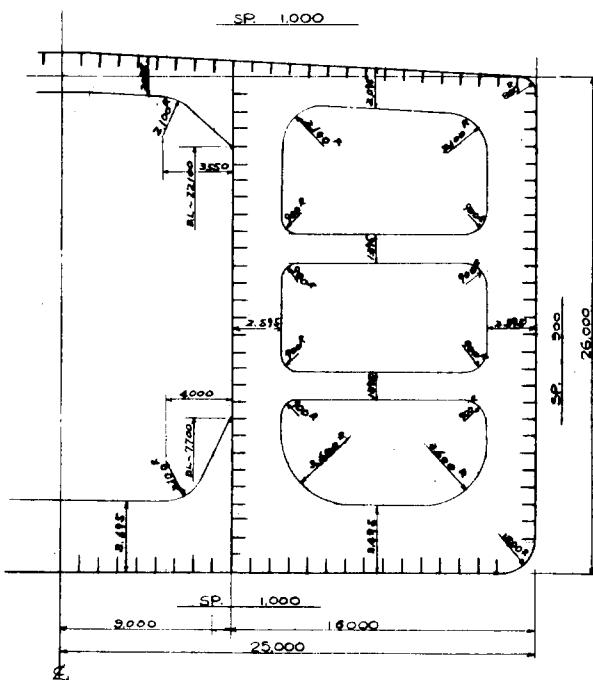
TRANS. RING を構成する WEB 類の深さと CORNER 部の RADIUS は主要寸法の変更に対しては固定化した。主要寸法の変動および L. BHD. 位置変動に対する組合せは合計 81 CASE が考えられるが表 3.2.1 に示すごとく 15 CASE の主要組合せを行なえば全てを COVER 出来ることになり、これについて試設計を行なった。

TRANS. RING の基準形状は図 3.2.2 に示す。

表 3.2.1 TRANS. RING 組合せ

- (注) 1. +H 或いは -H は HEAD が増加或いは減少することを示す。
 2. +S 或いは -S は部材の SPAN が片側のみで増加或いは減少することを示す。
 3. +2S 或いは -2S は部材の SPAN が両側で増加或いは減少することを示す。

CASE	船級	P	D	L. BHD の位置 (L か らの距 離)	d	各部材に与える影響							
						C.T		W.T					
						B.T.	D.T.	B.T.	S.T.	L.T.	D.T.		
1	NK	50	26.0	9.0	19.5	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE		
1'	ABS					AES	ABS	ABS	ABS	ADS	ABS		
1"	LR					LRS	LRS	LRS	LRS	LRS	LRS		
2	NK				19.0	-H	BASE	-H	-H	-H	BASE		
3					20.0	+H	BASE	+H	+H	+H	BASE		
4				10.0	19.5	+S	+S	-S	BASE	BASE	-S		
5					19.0	+S -H	+S	-S -H	-H	-H	-S		
6					20.0	+S +H	+S	-S +H	+H	+H	-S		
7		52	27.0	9.0	19.5	BASE	BASE	+S	+S	+S	+S		
8					19.0	-H	BASE	+S -H	+S -H	+S -H	+S		
9					20.0	+H	BASE	+S +H	+S +H	+S +H	+S		
10					8.0	19.5	-S	-S	+2S	+S	+S	+2S	
11						19.0	-S	-S	+2S -H	+S -H	+S -H	+2S	
12						20.0	-S +H	-S +H	+2S +H	+S +H	+S +H	+2S	
13		48	25.0	10.0	19.5	+S	+S	-2S	-S	-S	-2S		
14						19.0	+S -H	+S -H	-2S -H	-S -H	-S -H	-2S	
15						20.0	+S +H	+S +H	-2S +H	-S +H	-S +H	-2S	



☒ 3.2.2 TRANS RING

(e) TRANS. B^{HD}

TRANS. B^{HD} は PLAIN で VERT^L, STIFF, とし HOR^L, GIRDER は 3 条とした。

HOR^L, GIR, を構成するWEBの深さ、端部形状は固定するとともに HOR^L, GIR, の位置も固定した。

主要寸法の変動および L , B_{UD}^{HD} の位置の変動に対する組合せは表 3.2.2 に示すごとく 6 CASEについて試設計を行なった。TRANS, B_{UD}^{HD} , および $HORL_GIR$ の基準形状は図 3.2.3 に示す。

(f) SWASH B^{HD}

SWASH B^{HD} は CENTER TANK は PERFORATE TYPE とし HOR^L. GIR. は 3 条とした。WING TANK は HOR^L. GIR. を 2 条とし TRANS. RING 構造とした。TRANS. RING の WEB の深さ CORNER RADIUS は 固定するとともに HOR^L. GIR. の位置も 固定した。

SWASH B^{HD} は吃水の変化は部材寸法には無関係なので表3.2.2に示す5 CASEについて試設計を行なった。SWASH B^{HD} の基準形状は図3.2.4に示す。

表 3.2.2 TRANS・B^{HD} および SWASH B^{HD} 組合せ

(注) 1. +S或いは-1SはHEADが増加或いは減少することを示す。
2. +S或いは-Sは部材のSPANが片側のみで増加或いは減少することを示す。
3. +2S或いは-2Sは部材のSPANが両側で増加或いは減少することを示す。

CASE	船級	主要寸法			TRANS. BHD		SWASH BHD			
		B	D	L.BHD の 位 置	H.G. IN C.T.	H.G. IN W.T.	L.T.	S.T.	D.T.	H.G.
1	N.K	5.0	2.6	9.0	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE
4		5.0	2.6	10.0	+S	-S	BASE	BASE	-S	
7		5.2	2.7	9.0	+H	+H +S	+S	+S	+S	
7'		5.2	2.7	10.0	+H +S	+H				
10		5.2	2.7	8.0	+H -S	+H +2S	+S	+S	+2S	
13		4.8	2.5	10.0	-H +S	-H -2S	-S	-S	-2S	

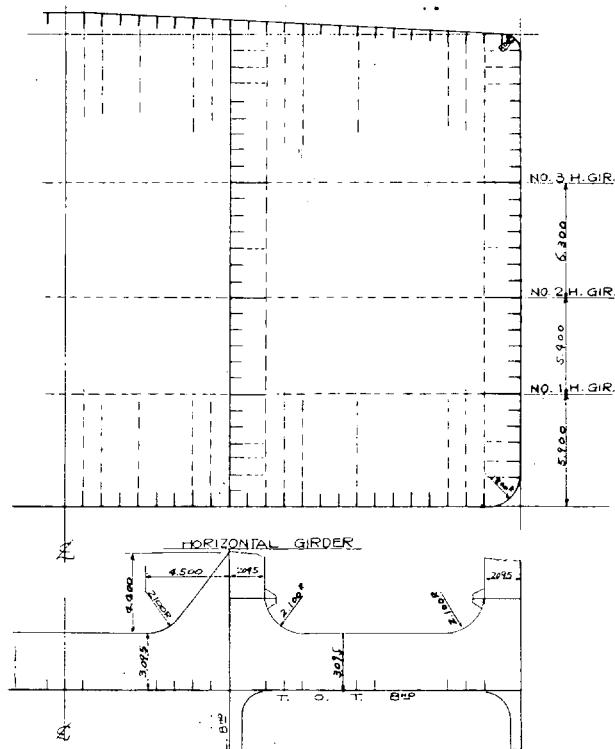


図 3.2.3 TRANS B ^{HD}

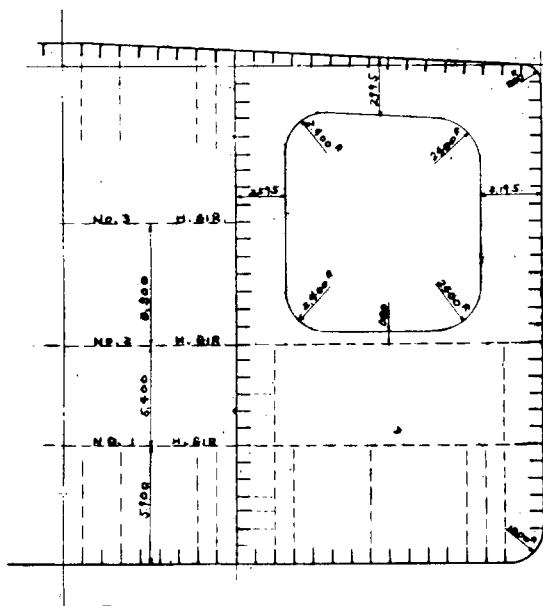


図 3.2.4 SWASH B ^{HD}

(d) 標準部材の選定

DOCKING BRACKET, BOTTOM CENTER GIRDER および BILGE KEEL については主寸法, HEAD 等の影響がないので形状および構造様式については固定化した構造とした。

(i) DOCKING BRACKET

省力化を考慮して出来るだけ簡単な構造とし図 3.2.5 のように定めた。板厚は COMPARTMENT MIN. 程度とした。

(ii) BOTTOM CENTER LINE GIRDER

CENTER TANK の巾 20.0 M, 船の深さ 27.0 Mまでの変化に対して適用出来るものとし構造については図

3.2.6 のように定めた。

(iii) BILGE KEEL

構造については省力化、鉛打工不足等を考慮して溶接構造とし図3.2.7 のように定めた。

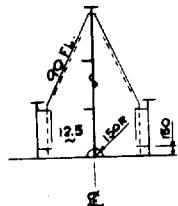


図3.2.5 DOCKING BRACKET

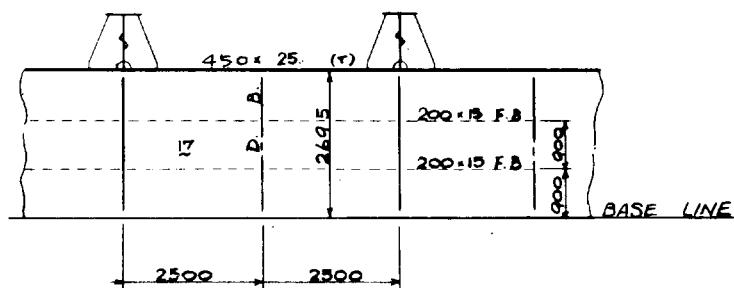


図3.2.6 BOTTOM CENTER LINE GIRDER

注: H.T. および M.S. いずれにも適用されるものである。

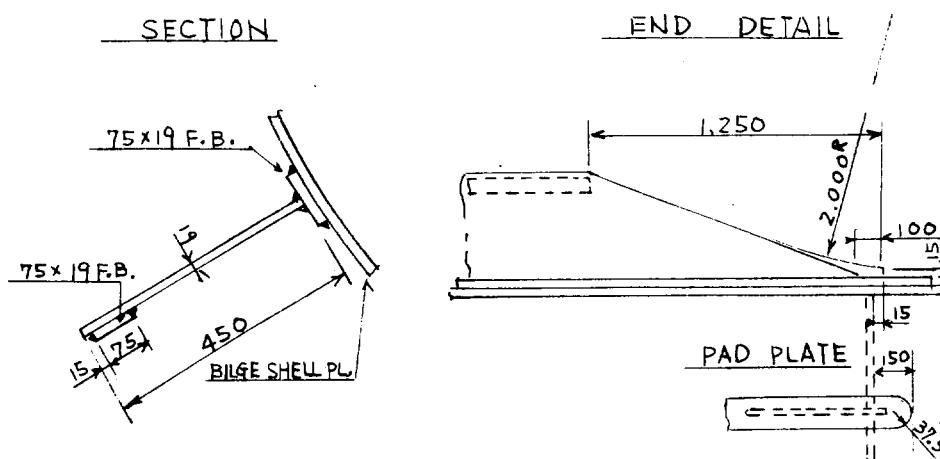


図3.2.7 BILGE KEEL

注: ~

(1) BILGE KEELの長さは 0.25 L~0.3 Lとする。

(2) BILGE SHELL PLATE に H.T. を使用の場合は BILGE KEEL も H.T. を使用する。

(iv) BUILT-UP SECTION

形状は L₂ および T 形状とした。種類は表3.2.3 に示す "A" TYPE (WEB と FACE の個々を標準化したもの) と表3.2.4 に示す "B" TYPE (WEB と FACE を組合せたものを標準化したもの) の 2 種類に分けた。

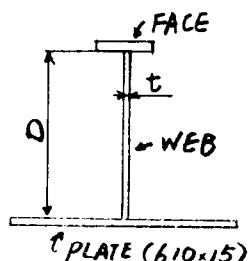
FACE の巾は 150 mm に統一し厚みは 16 ~ 34 mm とした。

WEB の深さは 100 mm 間隔とした。

WEB の厚みは AB, LR, NK, NV の各船級協会の要求を満足するよう MIN. 11.5 mm とした。

表 3.2.3 "A" TYPE BUILT-UP SECTION

(単位:mm)

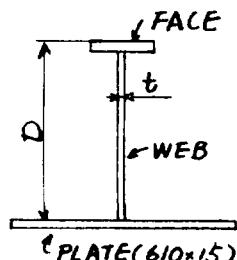


FACE D×t	150×16	150×19	150×22	150×25	150×28	150×31	150×34
397×11.5	△	○	△	△	△		
497×11.5	△	△	○	△	△	△	
597×12.5	△	△	△	○	△	△	△
697×14	△*	△*	△	△	○	△	△
797×16		△*	△*	△*	△	○	△

- 註 1. ○印は標準、△印は準標準部材を示す。
2. *印部材の面材の巾はロイド船級協会の要求値を満足していない。

表 3.2.4 "B" TYPE BUILT-UP SECTION

(単位:mm)



FACE D×t	150×16	150×19	150×22	150×25	150×28	150×31	150×34
400×11.5	△	○	△	△	△		
500×11.5	△	△	○	△	△	△	
600×12.5	△	△	△	○	△	△	△
700×14	△*	△*	△	△	○	△	△
800×16		△*	△*	△*	△	○	△

- 註 1. ○印は標準、△印は準標準部材を示す。
2. *印部材の面材の巾はロイド船級協会の要求値を満足していない。

(3) 試設計と結果

(a) TRANS. RING

TRANS. RING については 15 CASE × 3 種類 = 45 CASE について標準部材を選定し試設計を行なった。

SCANTLING は特記の外 NK RULE に従った。

WEB に対しては表 3.2.5 に示すとく A, B, C の 3 種類の標準化を検討した。標準化の種類 A は船の主要寸法の 3 段階の変化に対して WEB の深さおよび CORNER R を固定したものであり、B は A に加えて WEB の板厚を固定したものであり、また C は B に加えて WEB の面材の SIZE も固定したものである。

主要寸法の組合せ 15 CASE に対して標準化の種類 A の検討した結果の一例を図 3.2.8 に示す。表 3.2.6 は 15 CASE の標準化 A の SCANTLING の一例を示す。

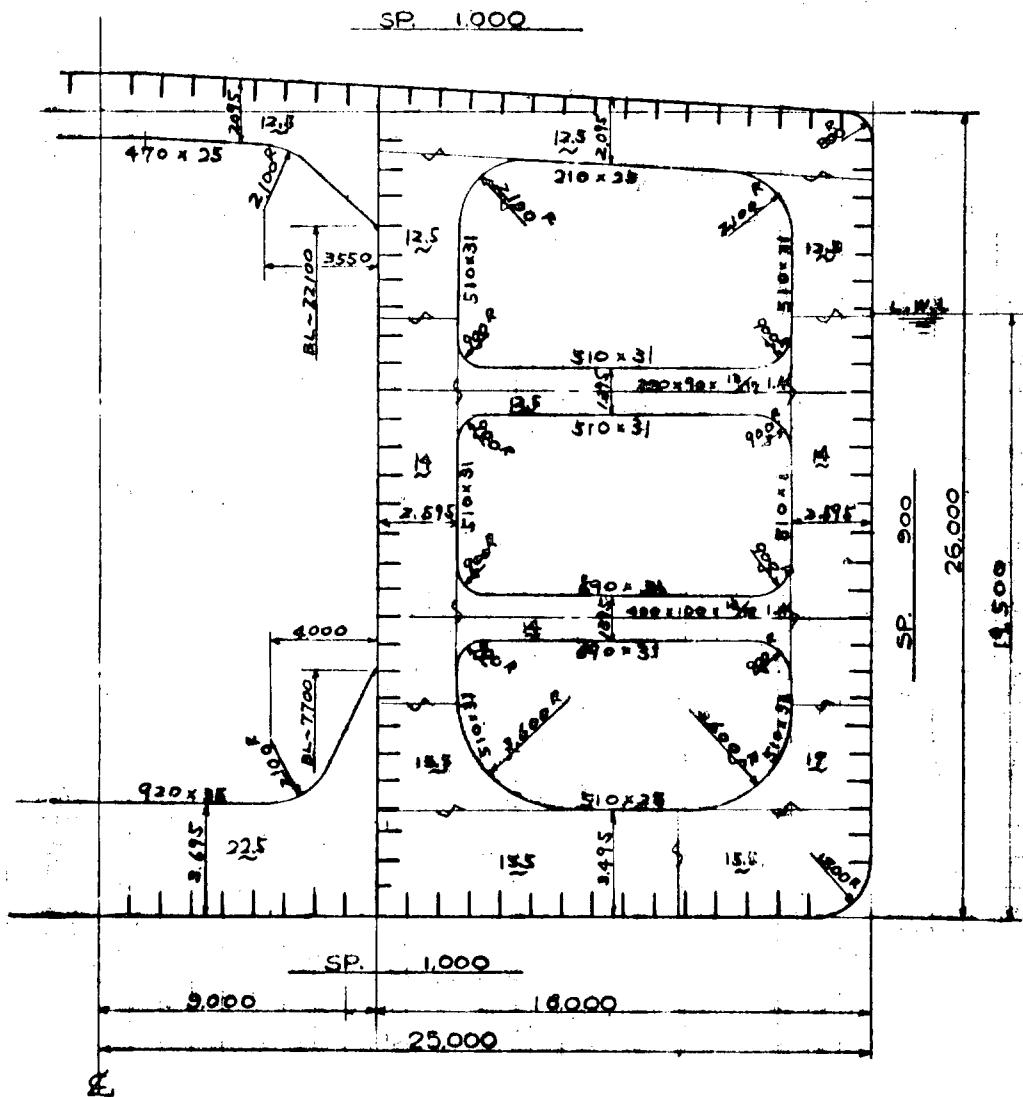


図 3.2.8 TRANS RING CASE 1

(b) TRANS. B^{HD}.

TRANS. RING 試設計の CASE に合せて TRANS. B^{HD}. の試設計を行なったが吃水に無関係であることから 6 CASE を選定し HOR^L. GIRDER を主とし PLATE, STIFF. を含めて検討を行なった。構造方式, 基準形状については図 3.2.3 に示す通りである。

標準部材寸法検討のための設計条件は下記のものとした。

- (i) L × B × D 300 × B × D
- (ii) TANK LENGTH 60M
- (iii) SWASH B^{HD}. SPACE 30M
- (iv) SWASH B^{HD}. の開孔比 CENTER TANK 15%
WING TANK 約30%

ただし D および TANK の巾の増減により変化す。

- (v) CARGO HATCH の位置は CENTER, WING TANK ともに L. B^{HD}. より 3.5M, 高さ 600mm とする。
なお NO. 1 HOR^L. GIRDER については BOTTOM CENTER GIRDER と LARGE B^{KT} で支持されてい

表 3.2.6 SCANTLING 一覧表 (標準化A)

CASE No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C. T	BOTT. TR.	(W ₄₀) W.E.B 2 2.5	2 2	2 3	2 6	2 5	2 6.5	2 2.5	2 2	2 3	1 9.5	1 9	2 0	2 6	2 5	2 6.5
		FACE	920×35	900×35	950×35	1,140×37	1,120×37	1,170×37	920×35	900×35	950×35	5730×32	710×32	750×32	1,140×37	1,120×37
C. T	D.R. TR.	(W ₄₀) W.E.B 1 2.5														
		FACE	470×25		660×25			470×25			300×25		660×25			
S. T	BOTT. TR.	(W ₄₀) W.E.B 1 5.5														
		FACE	510×25	510×24	510×27	510×21			790×24	790×23	790×25	790×32	790×31	790×34	410×21	
S. T	SIDE. TR.	(W ₄₀) W.E.B 125/14/17							125/14/19				125/14/15	125/14/16		
		FACE	510×31						610×31				410×30	410×31		
S. T	L.RBD. TR.	(W ₄₀) W.E.B 125/14/15							610×31				410×30	410×31		
		FACE	510×31													
S. T	D.R. TR.	(W ₄₀) W.E.B 1 2.5														
		FACE	210×25						280×25				210×16			
S. T	LOWER	W.E.B 1 4														
		STRUCT	FACE	690×31					790×32				610×30			
S. T	UPPER	W.E.B 1 2.5														
		STRUCT	FACE	510×31					610×32				410×30			
WEIGHT (T)		103.66	102.98	104.12	106.88	106.08	107.44	116.66	115.52	116.68	115.06	114.54	115.72	98.14	97.34	98.98

注 ① $t_1 / t_2 / t_3$: 上部構造部材の板厚、中間部材の板厚、下部構造部材の板厚を示す。

※2 上は上部構造部材、下は下部構造部材を示す。

るのを考慮の上NO.2 HOR^L. GIRDER の SCANTLING と同様にした。

小骨については WEB深さ 750×16 とし各 CASE についての寸法調整は FACE で行なった。

B^{HD}. PLATE の配置は KEEBL上面より全て 3.0 M材で配材した。

標準化の種類は A, B, C としたが定義は TRANS. RING と同様である。

表3.2.7 は 6 CASE の標準化A の SCANTLING の一例を示す。

(c) SWASH B^{HD}.

SWASH B^{HD}. の HOR^L. GIRDER, WING TANK の TRANS. RING, B^{HD}. PLATE および STIFF. について 5 CASE × 3 種類(標準化別) = 15 CASE の試設計を行なった。SWASH B^{HD}. の基準形状は図3.2.4 に示す。この 5 CASE の部材配置標準化別の標準部材寸法の一例を図3.2.9 に示す。

標準化の種類は A, B, C とし定義は TRANS. RING と同様であるが、A では WEBの板厚は WING TANK 内では全 CASE とも 12.5mm であるが CENTER TANK では CASE によって 12.5mm または 13.5mm をとる。従って B および C の標準化を行なう場合は WING TANK の HOR^L. GIR. の WEB は全て 12.5mm, CENTER TANK では 13.5mm に統一した。

また部材寸法の種類は表3.2.8, 3.2.9 のごとくである。

表 3.2.7 SOANTLING 一覧表 (標準化 A)

部材別		ケース	(1) B=50 b=18 D=26	(4) B=50 b=20 D=26	(7) B=52 b=18 D=27	(7) B=52 b=20 D=27	(10) B=52 b=16 D=27	(13) B=48 b=20 D=25
CENTER TANK	NO.1 HORT.GIR. WEB	* 20 (24)	* 24 (28.5)	* 22.5 (26.5)	* 24.5 (29)	* 19.5 (26.5)	* 24. (26.5)	
	NO.1 HORT.GIR. FACE	650X35 (820X35)	875X35 (1085X35)	755X35 (910X35)	930X35 (1045X38)	405X25 (425X28)	815X35 (930X35)	
	NO.2 HORT.GIR. WEB	20	24	22.5	24.5	19.5	24	
	NO.2 HORT.GIR. FACE	650X35	875X35	755X35	930X35	405X25	815X35	
	NO.3 HORT.GIR. WEB	18	21	20.5	22.5	17.5	20	
	NO.3 HORT.GIR. FACE	570X35	735X35	655X35	835X35	380X25	770X30	
WING TANK	NO.1 HORT.GIR. WEB	21	19	24	21.5	25	16	
	NO.1 HORT.GIR. FACE	580X35	460X25.4	760X30	580X30	870X30	280X22	
	NO.2 HORT.GIR. WEB	18	16	20.5	18.5	23	14.5	
	NO.2 HORT.GIR. FACE	450X35	360X25.4	615X30	540X25.4	790X30	240X22	
	NO.3 HORT.GIR. WEB	16	14	19	17	21.5	12.5	
	NO.3 HORT.GIR. FACE	460X30	290X25.4	545X30	480X25.4	750X28	220X14	
VERT. STIFF. (CENT. TK.)		750X16 (150x26)	750X16 (150x25)	750X16 (180x31)	750X16 (180x31)	750X16 (150x35)	750X16 (150x24)	
VERT. STIFF. (WING TK.)		750X16 (150x24)	750X16 (150x25)	750X16 (150x31)	750X16 (150x31)	750X16 (150x33)	750X16 (150x21)	
BHD. PLATE	t ₁ (LOW. STR.)	CENT.	21		21.5	21.5	21	
	t ₂	CENT.	20		20.5	20.5	20	
	t ₃	CENT.	19		19.5	19.5	18.5	
	t ₄	CENT.	18		18.5	18.5	18.5	
	t ₅	CENT.	16.5		17	17	16	
	t ₆	CENT.	15.5		15.5	15.5	15	
	t ₇	CENT.	13.5		14.5	14.5	13	
	t ₈ (UPP. STR.)	CENT.	12.5		12.5	12.5	12.5	
WING		12.5		12.5		12.5		

b ; CENTER TKの中
*印は中に線支持効果を考慮して NO.2 と同じとす。
()内は上記修正なし。

以上 TRANS. RING, TRANS. B^{HD}, および SWASH B^{HD} の検討結果標準化による重量との関係は図 3.2.

10, 3.2.11, 3.2.12, 表 3.2.10, 3.2.11 の如くになる。

TRANS. RING, TRANS. B^{HD}, および SWASH B^{HD} の TANK 内大骨 WEB のみの TANK 部全体の重量を標準化の種類 A を BASE にしてまとめたのが図 3.2.10 である。

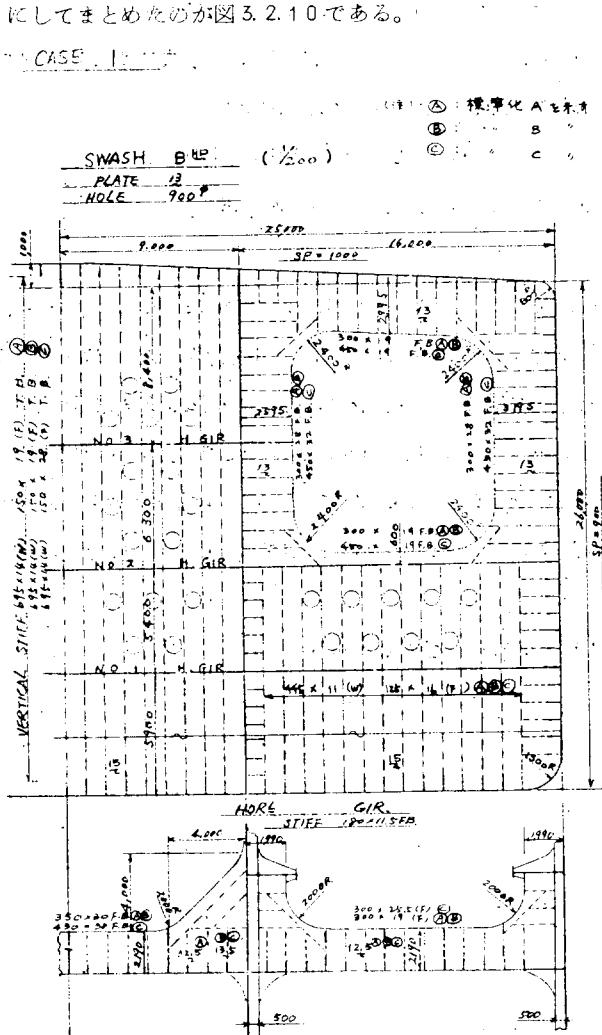


表 3.2.8

	C.R. TANK		WING TANK	
	WEBの種類の数	FACEの種類の数	WEBの種類の数	FACEの種類の数
標準化 A	3	5	1	2
標準化 B	1	2	1	2
標準化 C	1	1	1	1

(注) C.R. および WING TANK ともに FACE の最小寸法は 300 × 19 F.B. とする。

表 3.2.9

	C.R. TANK		WING TANK	
	WEBの種類の数	FACEの種類の数	WEBの種類の数	FACEの種類の数
標準化 A	2	3	3	1
標準化 B	1	2	1	1
標準化 C	1	1	1	1

(注) C.R. および WING TANK ともに FACE の最小寸法は 125 × 16 F.B. とする。

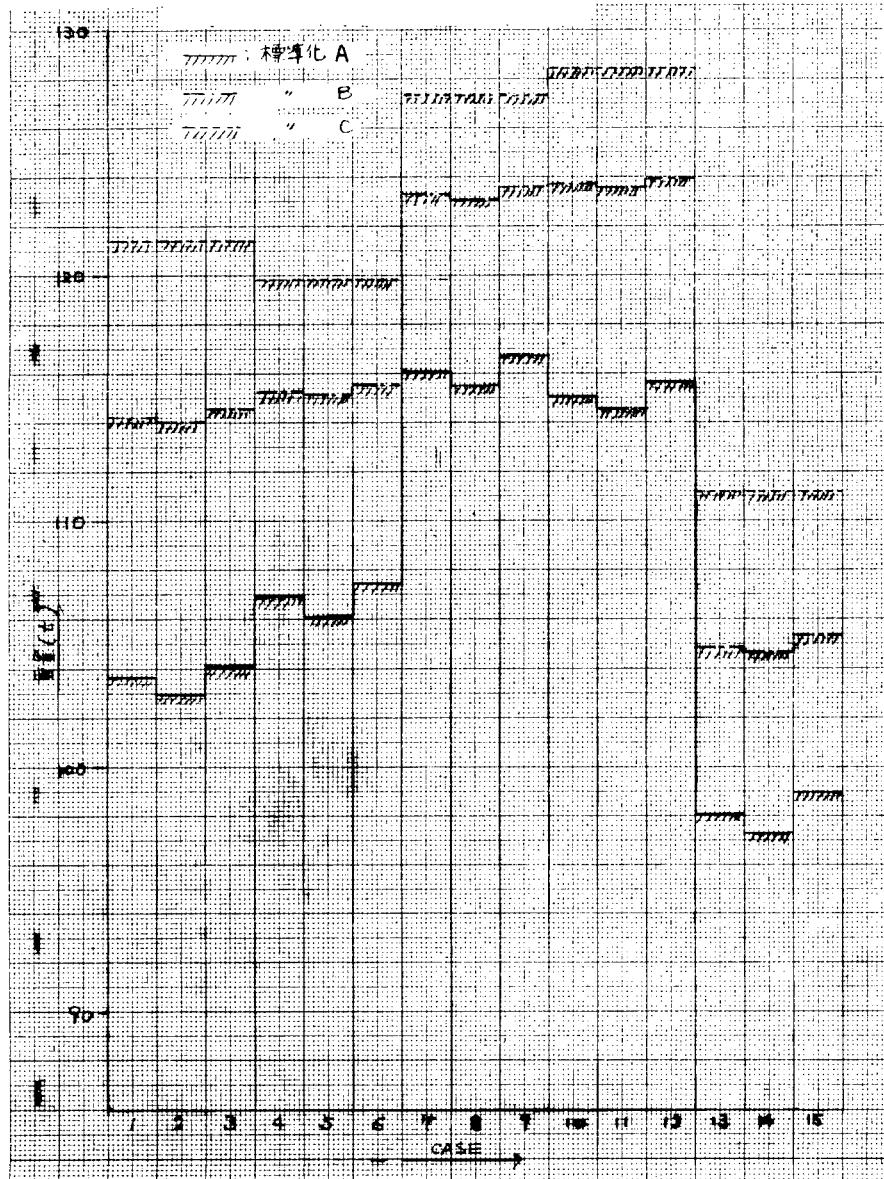


図 3.2.10 標準化と TRANS RING 重量

表3.2.10 BHD. PLATE & STIFF重量

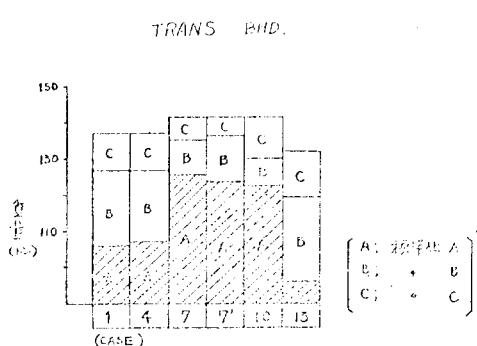


図 3.2.11

構成部	重量 (t)	標準化
①	1.22	1.17
②	1.72	1.41
③	1.68	1.64
④	1.56	1.64
⑤	1.88	1.45
⑥	1.57	1.25

表3.2.11 BHD. 重量

CASE	B	D	t	WEIGHT (t)		
				標準化	標準化	標準化
①	5.0	2.6	1.6	4.19	4.40	4.50
②	5.9	2.6	2.0	4.21	4.40	4.50
③	5.2	2.7	1.6	4.23	4.82	4.93
④	5.2	2.7	2.0	4.76	4.66	4.93
⑤	5.2	2.7	1.6	4.76	4.82	4.74
⑥	4.6	2.5	2.0	3.78	4.21	4.14

(注) CR : CR. TANK両舷1枚分の重量(t)

WG : WING TANK

A : 標準化Aを示す

B " B "

C " C "

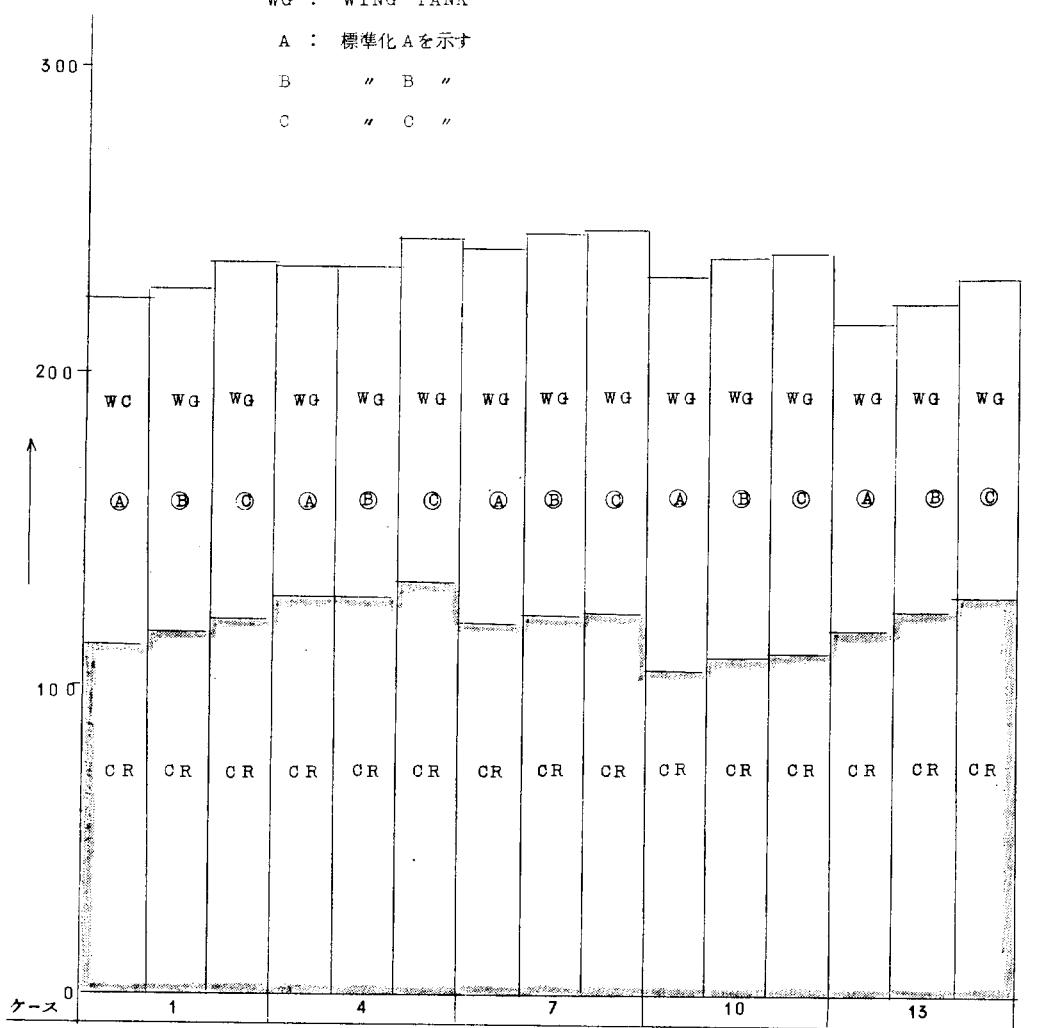


図 3.2.12 SWASH BHD. 合計重量

表 3.2.12 標準化の種類に対する重量増加

CASE NO.	項目	標準化の種類		
		A (BASE)	B	C
①	TRANS. RING	4146t	+ 423t (1.4%)	+ 710t (2.4%)
	TRANS. BHD.	2076	+ 105 (0.4)	+ 153 (0.5)
	SWASH BHD.	898	+ 14 (0.0)	+ 52 (0.2)
	TOTAL	7120t (23.7%)	+ 542 (1.8)	+ 915 (3.1)
④	T. R.	4275	+ 256 (0.9%)	+ 518 (1.7%)
	T. B.	2101	+ 98 (0.3)	+ 148 (0.5)
	S. B.	744	± 0	+ 37 (0.1)
	TOTAL	7320 (24.4%)	+ 354 (1.2)	+ 703 (2.3)
⑦	T. R.	4642	+ 289 (1 %)	+ 450 (1.5%)
	T. B.	2386	+ 46 (0.2)	+ 78 (0.3)
	S. B.	971	+ 18 (0.1)	+ 26 (0.1)
	TOTAL	7999 (26.7%)	+ 353 (1.2)	+ 554 (1.9)
19	T. R.	4602	+ 346 (1.2%)	+ 534 (1.8%)
	T. B.	2374	+ 38 (0.1)	+ 89 (0.3)
	S. B.	934	+ 25 (0.1)	+ 30 (0.1)
	TOTAL	7910 (26.4%)	+ 409 (1.4)	+ 653 (2.2)
⑩	T. R.	3926	+ 270 (0.9%)	+ 522 (1.7%)
	T. B.	1884	+ 121 (0.4)	+ 187 (0.6)
	S. B.	873	+ 26 (0.1)	+ 58 (0.2)
	TOTAL	6683 (22.4%)	+ 417 (1.4)	+ 767 (2.6)

(注) 1) TANK PART全長は240m、ONE TANK LENGTHは60mの4 TANKSを想定した。

SWASH BHDは各TANK中央に1枚の計4枚、TRANS RINGはFR. SPACEを5mとして40個。

2) BHD.のVERTICAL STIFF.は算入してあるが、WEB STIFF., TRIPPING. BKT., COLLAR PL.等は算入していない。

3) 括弧内はH.S.W.を30000tと仮定したものに対する%を示す。

4) 標準化の種類Aの欄は上記条件によるTANK PARTの重量を示し同BおよびCの欄はそれぞれAをベースとした場合の重量増を示す。

(d) SKIN PLATE の板巾

DECK, SHELLおよびL. B^{HD}.のSKIN PLATEとT. B^{HD}.のPANELについて3M, 3.5Mおよび4Mの標準板巾を選びさらにDECKおよびBOTTOMの"E"級鋼も含めて標準板巾を使用した場合と"E"級鋼のみRULE要求の最小板巾を使用し残りに標準板巾を適用した場合の6 CASEの設計を行ない、さらに現行板巾EXTRA体系の場合3M, 3.5Mおよび4M迄NO EXTRAの場合について材料費の増加と溶接工数の減少を比較した。

試設計の結果では板巾3Mを基準とすれば3.5Mおよび4.0Mを使用の場合各SKIN, PANELのいづれもONE STRAKEづつSEAM数が減少する。しかしBOTTOMについてはSEAM数は変わらない。また"E"級鋼をRULE MIN.にした場合は必ずしもSEAM数は減少しない。これはBLOCK SEAMの位置、"E"級鋼の位置に制約を受け板割りが制限されるためである。

T. B^{HD}, L. B^{HD}.では広巾使用による重量増があり

T. B^{HD}.で0.8 TON/ONE B^{HD}.

L. B^{HD}.で6.4 TON/TANK PARTとそれぞれ増加している。

SKIN, PANEL PLATEのSEAM減少によるメリットおよび現行EXTRA体系の場合のメリット計算結果を

表3.2.13に示す。

表3.2.13 SKIN PLATE の SEAM 減少に伴うメリット比較表

(1隻 片舷分)

注:

1) 焊接時間はDK, BOTTOM PLで0.4.H/M, その他0.38H/M

2) 焊接材料費(ワイヤー、フラックス等)はDK & BOTTOM PL

に対し560円/M その他に対し520円/M

3) 焊接工賃は1,300円/Hと仮定して計算した。

TANK LENGTH = 240M, TRANS. BHD = 5枚

板割り		溶接				EXTRA 体系					
		溶巾2.8MまでNO EXTRAの場合 (現状)				溶巾3.0Mまで NO EXTRAの場合		溶巾3.0Mまで NO EXTRAの場合		溶巾4.0Mまで NO EXTRAの場合	
		溶接長 (M) (差)	溶接時間 (H) (差)	溶接料費 (差)(+m)	溶接工費 (差)(+m)	鋼材費③ (差)(+m)	鋼材費③ (差)(+m)	鋼材費③ (差)(+m)	鋼材費③ (差)(+m)	鋼材費③ (差)(+m)	鋼材費③ (差)(+m)
"E" て 級板 鋼 も を 含 め 等 分	板巾約3.0M	8,760 (BASE)	3,410 (BASE)	5,144 (BASE)	4,433 (BASE)	251,346 (BASE)	260,923 (BASE)	- 3,330	- 3,330	- 4,550	- 4,550
	" 3.5M	- 1065	- 689	- 573	- 538	+ 4,357	+ 3,246	+ 2,425	+ 1,314	- 3,430	- 4,541
	" 4.0M	- 1890	- 733	- 1,011	- 953	+ 10,500	+ 8,536	+ 8,443	+ 6,479	+ 2,729	+ 765
"E" て 級板 鋼 も を 含 め 等 分	" 3.0M	+ 720	+ 288	+ 403	+ 374	- 3,780	- 3,004	- 5,394	- 4,617	- 5,650	- 4,873
	" 3.5M	- 825	- 318	- 438	- 413	+ 3,673	+ 2,823	+ 1,309	+ 458	- 4,310	- 5,161
	" 4.0M	- 1890	- 733	- 1,011	- 953	+ 8,140	+ 6,176	+ 6,055	+ 4,090	+ 477	- 1,487

(4) とりまとめ

(1) TRANS. RING, TRANS. BHD および SWASH BHD の標準化に対する船殻工作分科会の評価

TRANS. RING, TRANS. BHD および SWASH BHD の標準化の試設計を実船に適用した場合の現図以降での現場の節効果を船殻工作分科会での検討結果を表3.2.14に示す。

本表に示す節効果と標準化による重量増加の関係は標準化Cを採用した場合標準化による重量増加は各 CASE 平均で 718 TON であるから年間 4.5 隻の建造で $718 \times 4.5 = 3,231$ TON の増加となり節効果の最大 60,000 Hr に対し TON 当りの節効果は $19 \text{ Hr}/\text{TON}$ となり金額的には鋼材費上昇にとても及ばない数字である。しかし最近の WAGE, CHARGE の異常な上昇とを考え TON 当りの節効果が何時間で引合うか、またはそれに見合う標準化の検討も必要であろう。

(2) BUILT-UP SECTION

現在 TANK PART の SIDE SHELL, L. BHD 付 LONG L. FRAME 等は各社外注しているし、また外注メーカー1社に対して造船所数社が発注している。DEEP SURVEY にもあるように BUILT-UP SECTION の形状、板厚、FACE の巾等については各社バラバラであるのは指摘の通りであり、今回の標準を採用することになれば外注メーカーにとっては材料の管理、製作、納期等に大きなメリットが期待でき COST DOWN にも繋るであろう。

"B" TYPE (TOTAL DEPTH 一定)とした BUILT-UP SECTION を採用することにより現図、加工の工作面においても大きなメリットが期待できる。

標準化による重量増は WEB の厚さ MIN. 11mm を各 RULE を満足させるため 11.5mm としたため TANK LENGTH 240M として 28 TON の増加があり、また標準部材の種類を限定することによる重量増加は ONE TANK 両舷で約 36 TON 増加する。

表 3.2.14 標準化の種類に応する節労効果 (Hr)

標準化の種類 STAGE	A	B	C
現 図	7,000 Hr ~ 12,000 Hr	9,000 Hr ~ 16,000 Hr	13,000 Hr ~ 33,000 Hr
加 工 (含む小組立)	0	1,000 ~ 10,000	2,000 ~ 7,000
組 立 以 降	0	0	0
合 計	7,000 ~ 12,000	10,000 ~ 26,000	15,000 ~ 60,000

- (注) 1) 各社の現状の平均的な数値を BASE にした。
 2) 建造船は表 2.1.1.2 に示す。15 CASE から任意に選んだ 4.5 隻/年として節労効果/年を算出してある。
 3) 現 図：基本型の現図を ONE SET 作成すれば、個々の船に対しては修正・追加のみの作業で HOLD 部の大骨の現図は大部分終了し相等な節労を期待し評価しています。
 4) 加 工：鋼材置場から小組立までの工程では材料寸法の統一による HANDLING 工数の節減とか、誤作減少による工数減などを考え評価しました。
 5) 組立以降：組立以降の STAGE では標準化による節労効果は 0 と評価しました。

3) 板 巾

SKIN PLATE, PANEL の板巾について広巾板の採用による検討を行ないその結果、溶接長の減少、溶接工費の減少については前述の通りであるが、さらに板のハンドリング、管理等を考慮すれば大きなメリットとともに省力化が期待できる。しかし現行の EXTRA 体系であると鋼材の EXTRA が全体の使用トン数に付加されるため鋼材費の上昇がいちじるしくカバーしきれない状態である。製鉄所側の設備改善に伴って現行 EXTRA 体系は改正されつつあるが早期に 4 M 位までは NO EXTRA を要望したい。

3.2.3 船殻外注品の標準化

(1) 検討方針

近い将来、船殻外注品は納期の点で入手難となることが予測され、造船所の NECK になることも予想される。特に STERN FRAME, RUDDER は出図より納期迄 10 ヶ月から 1 ヶ年を要する足の長い外注品であり、また上部構造および FUNNEL についても造船所の手持ち工事量の増大により外注する度合が多くなり、外注メーカーに依存する結果になっている。

そこで各造船所間で標準化したものを発注するようにするとともにメーカーにも働きかけて問題点について調査し、各造船所における工作法を比較整理して、統一標準化の可能な範囲について検討し、納期短縮、コスト低減等を見出すための研究を行なった。

(2) 検討方法

(2.1) STERN FRAME

(a) 標準図の作成

造船所間の統一標準化を検討するため、各社間で大型船 (D.W 17万~25万トン) 用 STERN FRAME の図面を相互に交換し、それらの図面を基にして各社が分担して標準図をまとめた。

STERN FRAME を図 3.2.13 および図 3.2.14 に示すごとく①~④の 4 つに分け、各々の部材について CAST の場合および BUILT-UP の場合の二型式について標準化を行なった。

更に CAST の使用条件により、図 3.2.14 に示すごとく A₀, B₀, C₀ 及び D₀ の 4 種の基本標準図を選定した。

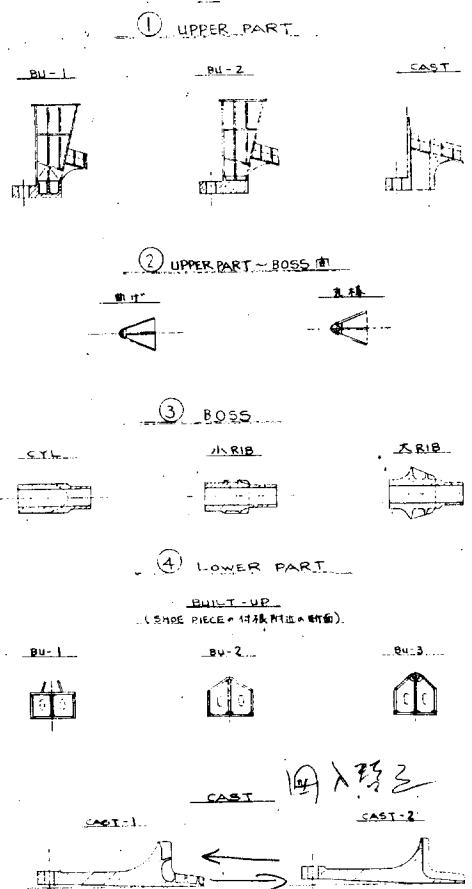


図 3.2.13 各部材の概略図

また $A_1 \sim A_4$ および $B_1 \sim B_4$ は A_0 および B_0 に対する VARIATION の組合せである。

(b) メーカーに対するアンケート

後記の図 3.2.14 に示す A_0 , B_0 , C_0 及び D_0 の標準型の 4 種について COST, 納期(工期), 精度および総合の 4 項目にわたって表 3.2.15 に示す評価尺度で評価した。

表 3.2.16 に標準 STERN FRAME のアンケート要領を示す。

表 3.2.15 評価尺度

評価尺度	記号
WEIGHT 軽減	イ
工作及び工数節減	ロ
CASTING の品質	ハ
設備	ニ
その他	ホ

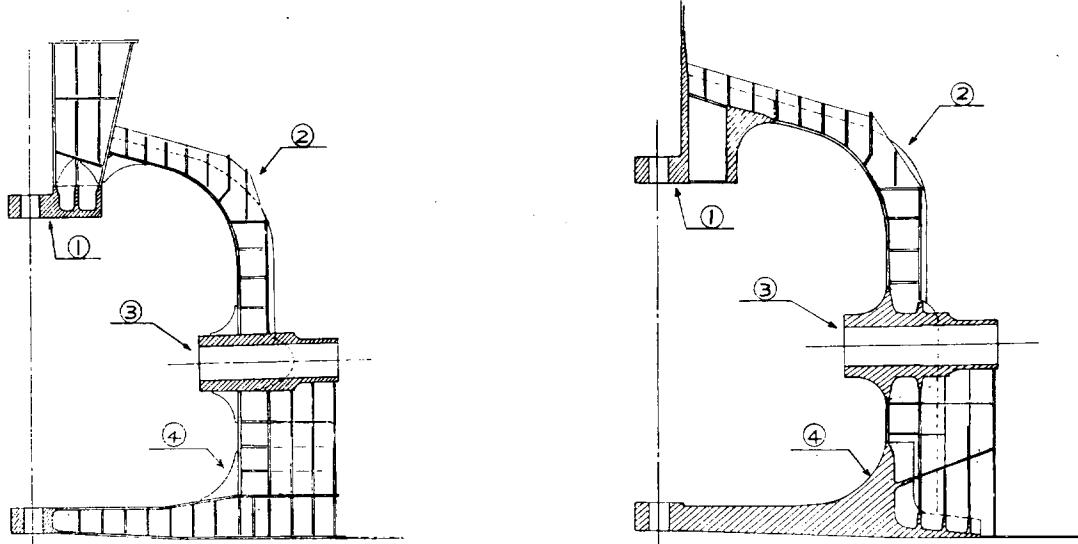
表 3.2.16 標準 STERN FRAME のアンケート要領

※ COST	評価尺度					
	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	総合
A_0						
B_0						
C_0						
D_0						

註 ※ 納期、精度及び総合も同様に評価する。

さらに標準型 A_0 および B_0 に対し $A_1 \sim A_4$ および $B_1 \sim B_4$ の VARIATION を比較し評価した。

表 3.2.17 は VARIATION のアンケートの方法の一例である。



	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	
	型式	Wt	型式	Wt	型式	Wt
①	BU-1	502 (145)	BU-2	531 (172)	BU-1	502 (143)
②	曲げ	196	丸棒	185	曲げ	190
③	CYL	(388)	大RIB	(478)	大RIB	(473)
④	BU-1	651 (95)	BU-3	661 (95)	BU-2	661 (95)
合計(T)	1737 (626)		1855 (745)		1826 (711)	
					1739 (631)	
					1816 (711)	

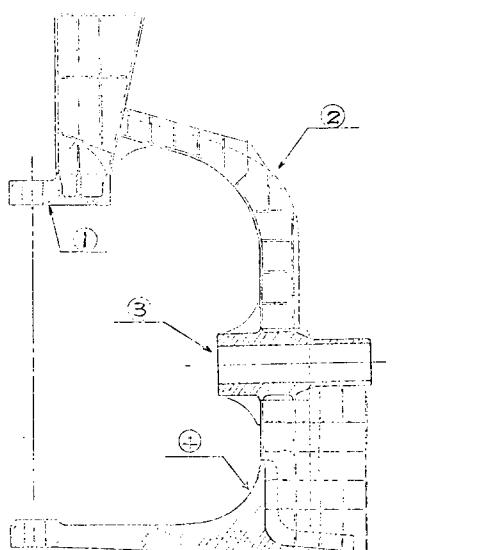
注 ()に示す重量は全重量の内CASTINGの重量を示す。

標準 STERN FRAME A₀

	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	
	型式	Wt	型式	Wt	型式	Wt
①	CAST	560 (345)	CAST	560 (345)	CAST	560 (345)
②	曲げ	190	丸棒	185	曲げ	190
③	大RIB	(473)	大RIB	(478)	大RIB	(473)
④	CAST-2	81.8 (67.0)	CAST-2	81.8 (67.0)	CAST-1	77.4 (58.5)
合計(T)	1841 (1488)		1841 (1498)		1792 (1401)	
					1764 (1408)	
					1762 (1403)	

注 ()に示す重量は全重量の内CASTINGの重量を示す。

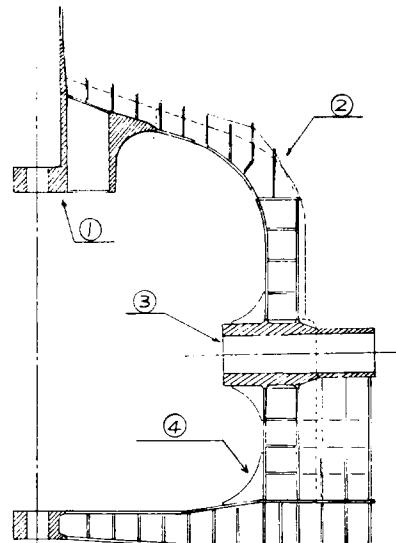
標準 STERN FRAME B₀



	D ₀	
	型式	Wt
①	CAST	360 (345)
②	曲げ	193
③	小RIB	(393)
④	BU-1	651 (95)
合計(T)		1597 (833)

注 ()に示す重量は全重量の内CASTINGの重量を示す。

標準 STERN FRAME D₀



	C ₀	
	型式	Wt
①	BU-1	502 (143)
②	曲げ	193
③	小RIB	(393)
④	CAST-1	77.4 (58.5)
合計(T)		1862 (1119)

注 ()に示す重量は全重量の内CASTINGの重量を示す。

標準 STERN FRAME C₀

図 3.2.14 基本標準図

表3.2.17 アンケートの方法

	BASE A ₀	VARIATION A ₁	評価	評価尺度	注記
①	B U - 1	B U - 2			
②	曲げ	丸棒			
③	C Y L	大 RIB			
④	B U - 1	B U - 3			
総合					

また A₀ 型 GROUP (A₀ ~ A₄) 及び B₀ 型 GROUP (B₀ ~ B₄) 内でそれぞれの構造について GROUP 内で比較評価した。

表3.2.18 A₀ 型 GROUP のアンケート要領を示す。表3.2.18 A₀ 型 GROUP のアンケート要領

	評価順位	注記
A ₀		
A ₁		
A ₂		
A ₃		
A ₄		

(2.2) RUDDER および RUDDER STOCK

(a) 標準図(案)の作成

D. W 17万トン～25万トンの各社の標準図面から CASTING および FORGING の形状および詳細について検討し、その結果表3.2.19に示すとくⒶ～Ⓐの区分ごとに1～3種の標準を作り、特に CASTING および FORGING の重量差に着目して標準図(案)を作成した。

表3.2.19 部材区分と記号

	部材部分	記号
舵構造	Ⓐ PLATE部分	—
	Ⓑ UPPER CASTING 標準は1種。其の他構造の差によるものを3種考えた。	① ①-a ①-b ①-c
	Ⓒ LOWER CASTING 形状を単純化したもの 重量を最小に考えたもの	② ②-a
	Ⓓ EDGE BAR 丸型 半丸型	③ ③-a
	Ⓔ PINTLE	—
ストッパー	Ⓕ STOCK 水平部 テーパー型 # 角型	TYPE 1 TYPE 2
	Ⓖ REAMER BOLT 3種	TYPE 1 TYPE 2 TYPE 3

図3.2.16～3.2.18にUPPER CASTING, LOWER CASTING および EDGE BAR の各部材の構造図を

示す。

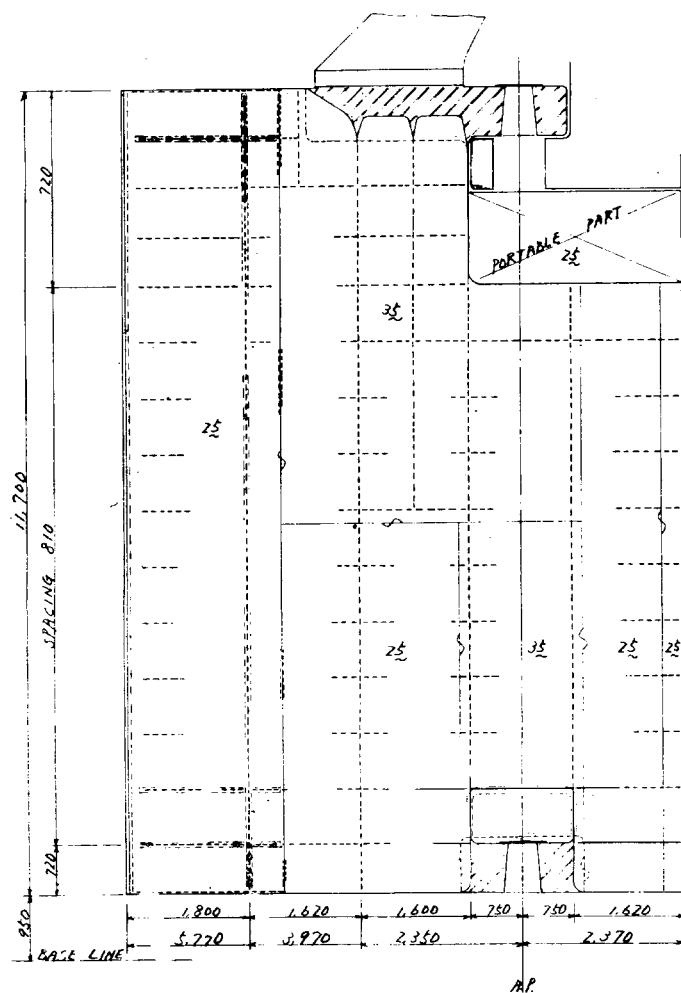


図 3.2.15 標準 RUDDER

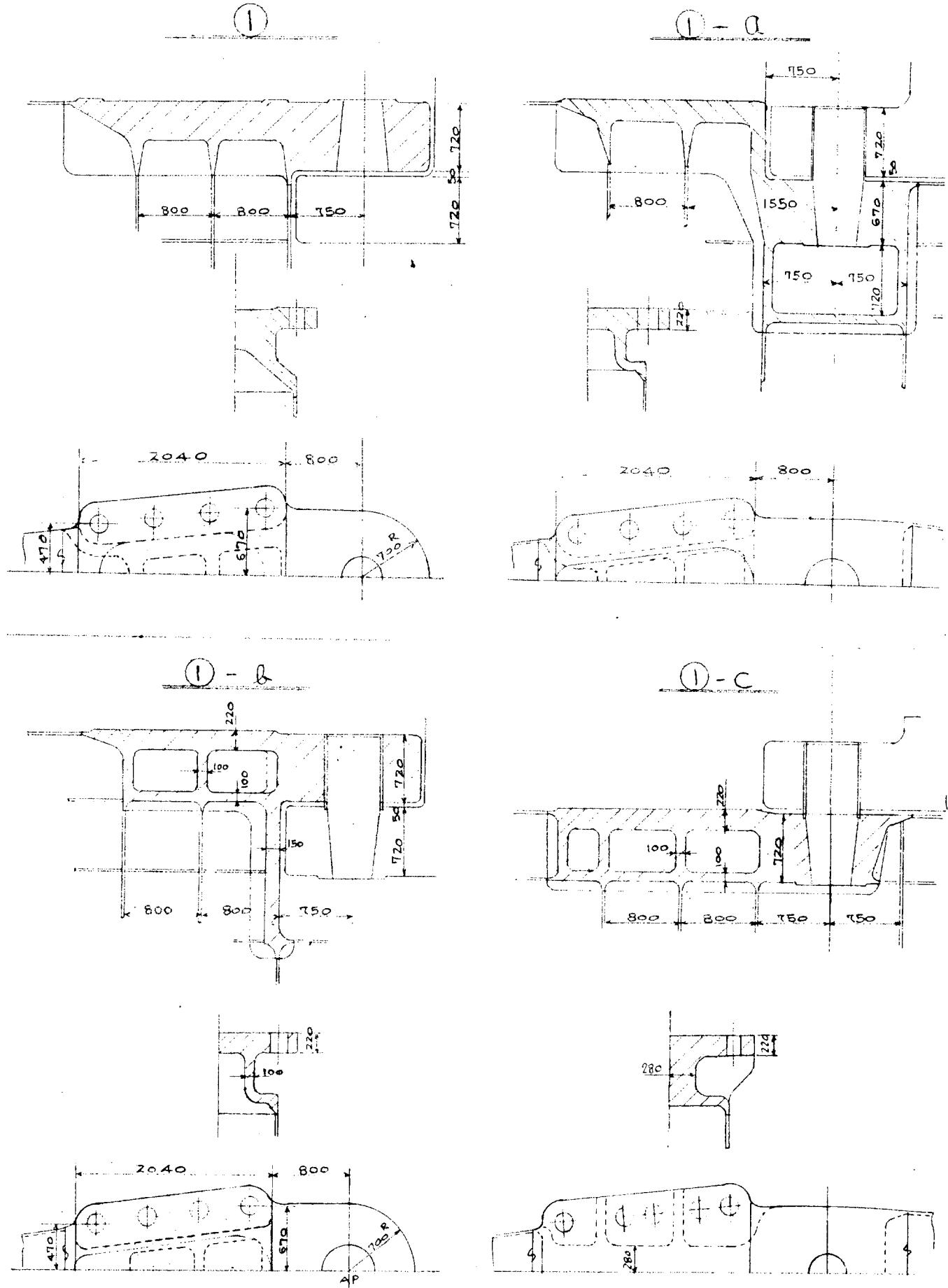


図 3.2.16 UPPER CASTING

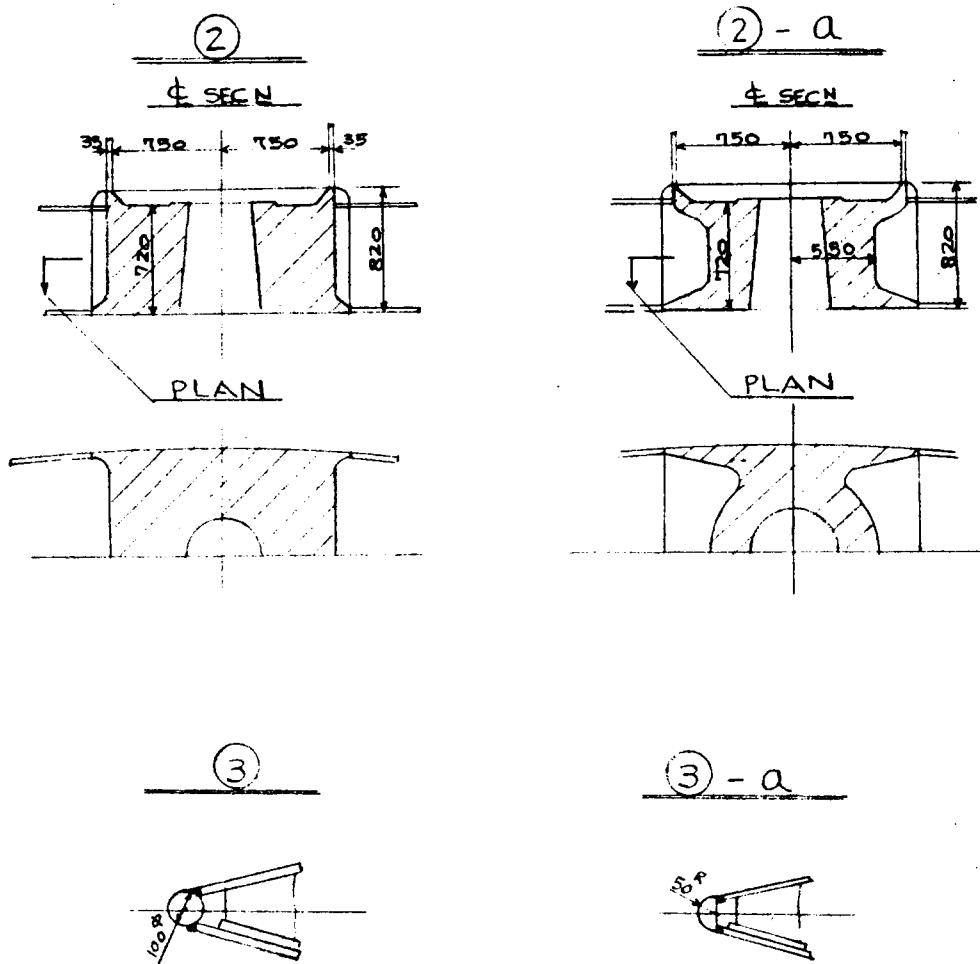


図3.2.19 RUDDER STOCK および REAMER BOLT の構造図を示す。

なお、本標準には溶接型 STOCK を取り上げないことにした。

(b) メーカーに対するアンケート

RUDDER および RUDDER STOCK の形状の簡素化と重量差との関係についてメーカー側に具体的な回答を求めた。すなわち、評価の基準として重量ベースを基本とした価格と形状の単純化による重量増加および工数減少等の問題を含めて考慮し、価格の決定要因について単なる重量ベースだけでなく、技術的観点から評価するよう工数、COST および納期等の面でメーカー側の考え方を求めた。

表3.2.20にメーカーに対するアンケートの評価の方法として標準の組合せⅠおよびⅡを示す。また表3.2.21にアンケートの要領を示す。

なお、総合的評価の欄に2種の優劣を記入するようにした。

さらに表3.2.19に示す RUDDER および RUDDER STOCK の鋳錆鋼品の標準についてメーカー側の考え方を求めた。

すなわち、⑧ UPPER CASTING について標準型、VARIATION 型の①、①-a、①-b 及び①-c の4種の形状について評価順位を求めた。

以下、⑨ LOWER CASTING、⑩ EDGE BAR、⑪ STOCK、⑫ REAMER BOLT についても同様に行なった。

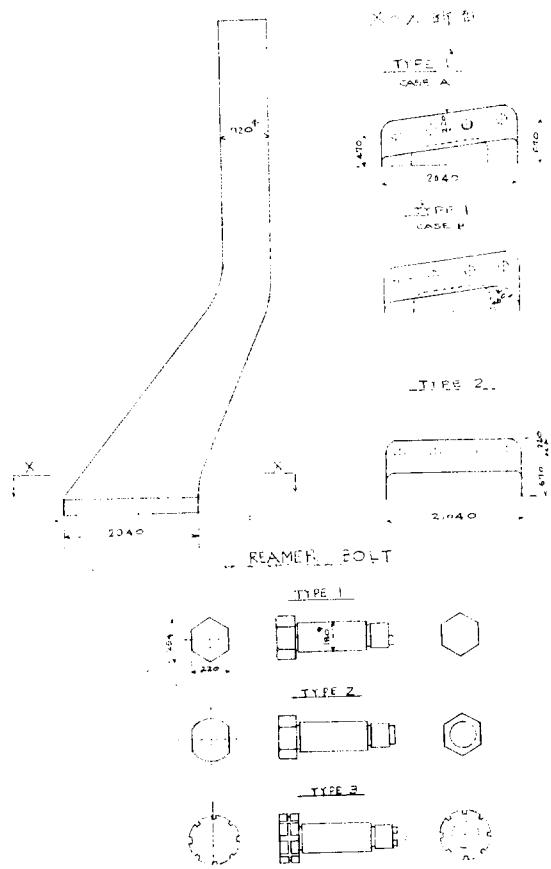


図 3.2.19 R U D D E R S T O C K

表3.2.20 標準の組合せ

	I		II	
	記号	重量	記号	重量
(A) & (E)	—	74.0T	—	74.0T
(B)	①	22.0T	①	23.0T
(C)	②-a	9.0T	②	12.0T
(D)	③	0.7T	③-a	0.4T
(F)	TYPE 1	46.0T	TYPE 2	53.0T
(G)	TYPE 1	1.5T	TYPE 1	1.5T
総重量	153.2T		163.9T	

表3.2.21 アンケート要領

標準	総合的評価	工数	COST	納期
I				
II				

注: ~工数およびCOSTは百分率で、納期
は長、短で記入する。

(2.3) 上部構造

上部構造の構造方式から見て従来の CASTING と居住区を一体にした一体型と、 織装工作上極めて有利な CASTING と居住区を分離した分離型の二つの構造について上部構造の標準化を行なった。

(a) 標準SCANTLINGの決定

各社の D. W 17万トン～25万トンの範囲の標準図を基にして標準甲板層数および甲板高さは“SR110 F8” の「織装しやすい居住区配置」小委員会によるものを適用し、各構造部材寸法は各社の平均値を選び N・K 規則に満足するような寸法を決めた。標準SCANTLINGは表3.2.22に示す。

板厚およびSTIFF. とも極力、種類を少なくし節労効果を上げることに心掛けた。

また、上部構造が7層甲板船の場合は5、6層目に対して、表3.2.22のD5を、7層目に対してD6をそれぞれ適用する。なお標準SCANTLINGを適用するに際して、甲板高さ、SPACEの修正は原則として行なわないが、船級協会に対して念のため、CHECKする必要がある。

(b) 標準SCANTLING適用による船殻重量計算

上部構造の標準化による重量の変化について標準SCANTLINGを基にして、各社の上部構造との重量の比較を行ない重量差を検討した。

(c) メーカーに対するアンケート

現在各社で使用されている型鋼および板厚の種類は型鋼で5～11種、板厚については6～14種であり、船別ではある程度標準化されているが、全体としては型鋼17種、板厚18種である。

標準化の内容は従来の板厚0.5%を1%に訂正し、板厚の種類を7種に減じて、標準板厚をきめた。また、歪取りの関係でPLAN構造の場合は8%を最小厚さとした。型鋼についてもB.PLを止め、6種に統一した。

以上の標準化についてメーカー側に標準案に対する意見を求めるべくアンケートを作成し標準SCANTLINGの板、型鋼、工作面等についてメーカー1社にアンケートを行なった。

(d) 振動計算の実施

一体型と分離型の上部構造について標準SCANTLINGを採用したときの前後方向の固有振動数を計算した。

(2.4) FUNNEL

FUNNELの標準化を検討するため、まず各社の20万トンCLASSの構造方式、部材SCANTLING、工作法、形状およびDESIGN POINTを調べた。

FUNNELの形状について各社の標準図から検討すると大別して4種に別れる。FUNNELの水平断面で前後対称とした正橢円形、前後部同一“R”で側面直線で結ぶ長円形、非対称で前後のRが異り側面をRで結ぶ方法と直線で結ぶ方法がある。形状についていざれも一長一短があるが、外観、曲線美、煙害防止等で非対称型が好ましいとし、内管装置の上で対称型が楽であるとしているほかは各社とも製作面では特に大差はなく、ある程度船主の意向に従う必要もあるので形状については標準化を行なわなかった。

外筒の板厚は歪防止の上から、min8%を採用し、工作のし易さ、工数節減を考えた。STIFF.のSPACEは800～1,000%とし、“R”の芯に向けて配置し曲げ加工の無いように配慮し、HORIZONTAL GIRLについてもSPACEを2M500を標準とし組立、工作の上で、好ましいSPACEとした。WEB STIFFは両舷6本を配置し、STRUTは内部装置の関係で必ずしもWEB STIFFの位置に来なくても良いことなし、STRUTの付根にはCOLLAR PLATEおよびRIBを付けた。

FUNNELの高さの適用範囲として27～28mをMAXとし、基部の長径を10m程度の大きさを標準とした。

標準SCANTLINGは各社標準図の平均値を採用し、上部構造標準SCANTLINGの中より部材寸法を選定した。

(3) 検討結果

(3.1) STERN FRAME

(a) 標準型 STERN FRAME

メーカーアンケート結果を表3.2.23に示す。個々の項目、或いは評価尺度ごとに3社(△社はSTERN FRAMEのBUILT-UP工事を施行していないのでアンケートには無回答であった)を較べてみると非常に複雑で共通した傾向にまとめることは困難であるが、最終の総合評価のみを見るとB₀すなわちCASTINGの範囲ができるだけ増しつつ大RIB型BOSS CASTINGを有する型が好まれていないことが判る程度で、残りのA₀、C₀及びD₀についてはほとんど差がつけられない。

また、B₀に入気がないのは明らかにBOSS CASTINGの形状によるものであって、もしB₀型のBOSS CASTINGが小RIB型或いはCYL型であったとしたら各社の評価はどうなっていたかはいずれともいえない。

表 3.2.22 上部構造標準 SCANTLING

ITEM	DECK	D1	D2	D3	D4	D5	D6
FRONT DECK	DECK HEIGHT	3.400	2.900	2.900	2.900	2.900	2.700
	PLATE (BEAM, SPACE)	8 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)
	BEAM (MAX SPAN)	150×90×92 (4500)	150×90×92 (4500)	150×90×92 (4500)	150×90×92 (4500)	150×90×92 (4500)	150×90×92 (4500)
	GIRDER & STR BM (MAX SPAN)	300×90×162 (5.100)	300×90×162 (5.100)	300×90×162 (5.100)	300×90×162 (5.100)	300×90×162 (5.100)	300×90×162 (5.100)
	PLATE (STIFF SPACE)	12 (900)	11 (900)	10 (900)	9 (900)	9 (900)	8 (900)
	STIFF	400×100×182 (END CONN)	300×90×142 (B-C)	150×90×92 (B-C)	125×75×72 (B-C)	125×75×72 (B-C)	100×75×72 (B-C)
	WALL STR STIFF	400×100×182 (END CONN)	200×90×942 (B-C)	150×90×92 (B-C)	150×90×92 (B-C)	125×75×72 (B-C)	100×75×72 (B-C)
	PLATE (STIFF SPACE)	11 (900)	9 (900)	9 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)
	STIFF	200×90×942 (END CONN)	150×90×92 (B-C)	125×75×72 (B-C)	100×75×72 (B-C)	100×75×72 (B-C)	100×75×72 (B-C)
	STR STIFF (END CONN)	200×90×942 (B-C)	150×90×92 (B-C)	150×90×92 (B-C)	125×75×72 (B-C)	125×75×72 (B-C)	125×75×72 (B-C)
AFT DECK	PLATE (STIFF SPACE)	10 (900)	9 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)
	STIFF	150×90×92 (END CONN)	125×75×72 (C-C)	125×75×72 (C-C)	100×75×72 (C-C)	100×75×72 (C-C)	100×75×72 (C-C)
	WALL STR STIFF	150×90×92 (END CONN)	150×90×92 (B-C)	150×90×92 (B-C)	125×75×72 (B-C)	125×75×72 (B-C)	125×75×72 (B-C)
	PLATE (STIFF SPACE)	8 { 6 (CORR)}	8 { 6 (CORR)}	8 { 6 (CORR)}	8 { 6 (CORR)}	8 { 6 (CORR)}	8 { 6 (CORR)}
	STEEL WALL STIFF (END CONN)	125×75×72 (S-S)	100×75×72 (S-S)	100×75×72 (S-S)	100×75×72 (S-S)	100×75×72 (S-S)	100×75×72 (S-S)
	STR STIFF (END CONN)	125×75×72 (B-C)	100×75×72 (B-C)	100×75×72 (B-C)	100×75×72 (B-C)	100×75×72 (B-C)	100×75×72 (B-C)
	DECK HEIGHT	2.700	2.700	2.700	2.700		
	PLATE (BEAM SPACE)	8 (900)	HORI= GIR (900)	HORI= GIK (900)	18 (15 UND) FUNNEL (900)		
	BEAM (MAX SPAN)	150×90×92 (4500)			150×90×92 (4500)		
	GIRDER & STR BM (MAX SPAN)	WEB STIFF			WEB BM		
ENGINE CASING	PLATE (STIFF SPACE)	12 (900)	11 (900)	11 (900)	9 (900)		
	FRONT WALL STIFF (END CONN)	200×90×942 (C-C)	200×90×942 (C-C)	150×90×92 (C-C)	125×75×72 (C-C)		
	STR STIFF (END CONN)	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF		
	PLATE (STIFF SPACE)	13 (900)	11 (900)	10 (900)	9 (900)		
	SIDE WALL STIFF (END CONN)	200×90×942 (C-C)	150×90×92 (C-C)	125×75×72 (C-C)	125×75×72 (C-C)		
	STR STIFF (END CONN)	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF		
	PLATE (STIFF SPACE)	11 (900)	10 (900)	9 (900)	9 (900)		
	AFT WALL STIFF (END CONN)	200×90×942 (C-C)	150×90×92 (C-C)	125×75×72 (C-C)	125×75×72 (C-C)		
	STR STIFF (END CONN)	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF		
	PILLAR	114.3 ⁴ ×8.6	114.3 ⁴ ×8.6	89.1 ⁴ ×7.6			

以上を勘案してアンケートの結果は A₀～D₀ の 4 種類の標準はそのまま残すことにした。

表 3.2.23 メーカー別評価優先順位

メーカー名 型式	a 社	b 社	c 社	d 社
A ₀	2	4	1	—
B ₀	4	3	3	—
C ₀	3	1	2	—
D ₀	1	2	4	—

(b) 標準 STERN FRAME の VARIATION 型

メーカーアンケートの結果は表 3.2.24, 3.2.25 に示す。

標準型 STERN FRAME の順位の場合よりかなりはっきりした傾向が判る。

①の BU-1 と BU-2 の評価は 2 : 2 に割れたが内容的に見ると BU-1 と BU-2 は BUILT-UP 部は全く同一であり、 GUDGEON 部の CASTING の形状および BOSS 部に連る PLATE WORK が異なるのみであるから評価が分れてもさほど問題にはならない。

②の丸棒か、曲げかについては、評価は 3 : 1 で丸棒を好むほうが多い。

一般的には丸棒型のほうが厚板の曲げ工事が減少するのでやり易いはずであるが、 a 社のみは BLOCK 分割のし易さの点から曲げ型を好んでいる。

③の BOSS CASTING の形状については余り異論なく 4 社とも小 RIB 型を第 1 位に上げているが、 c 社は CYL 型を小 RIB 型と同列或いは優位に考えている反面、 d 社は大 RIB 型を小 RIB 型と同列に考えているのが特色である。

④の BU-1 と BU-2 および 3 の比較では 4 社とも BOSS 下部と SHOE PIECE 部とが独立している BU-1 型を好んでいる。しかし BU-1 型は SHARP CORNER と附近の水流との関係から推進性能上の基本的問題を含んでいるので、この採用には慎重な検討が必要であろう。

⑤の CAST-1 および CAST-2 の評価は 3 : 1 であるが、これは c 社が BOSS 下の PLATE WORK を重視して総合的に評価して CAST-2 を選んだためで、 CASTING 部分の形状に関しては 4 社とも CAST-1 をすなわち RIB のない CASTING を好んでいるといえる。

表 3.2.24 VARIATION 型に対するアンケート結果

場所	場所記号	VARIATION 記号	a 社	b 社	c 社	d 社
UPPER PART	①	BU-1	○	○	×	×
		BU-2	×	×	○	○
UPPER PART と BOSS 間の PLATE WORK	②	丸棒	×	○	○	○
		曲げ	○	×	×	×
BOSS CASTING	③	CYL	△	△	○	×
		大 RIB	×	×	×	○
		小 RIB	○	○	○	○
LOWER PART	④	BU-1	○	○	○	△
		BU-2 & 3	×	×	×	△
		CAST-1	○	×	○	○
		CAST-2	×	○	×	×

注. ○は好ましい場合、 ×印は好ましくない場合、 △印はどちらでもよい。

前記までに各部材の構造に関して各々の VARIATION の結果を調べたが、 A₀ 型 GROUP (A₀ ~ A₄) および B₀ 型 GROUP (B₀ ~ B₄) のアンケート結果を表 3.2.25 に示した。

個々の VARIATION による傾向とほぼ似た結果を示している。

すなわち、 BUILT-UP を主体とした A₀ 型 GROUP では A₃ 型を 2 社が 1 位に指示しており、 残りの c 社は A₀ 型を上げているが、 これは BOSS の小 RIB 型と CYL 型の違いで c 社は小 RIB 型と CYL 型を同列に考えているからである。

また、 その反面 BOSS CASTING の大 RIB 型が好まれていないことを示している。

(4) の BU-1 は BU-2 および 3 に較べて良いとしているのは SHOE PIECE の曲げ加工の少ない比較的単純化された形状を好まれているものと思われる。

また、 CASTING を主体とした B₀ 型 GROUP では、 B₃ 型を 2 社が 1 位に他 1 社は B₄ を 1 位に指示している。これは小 RIB 型と CYL 型の違いで c 社は小 RIB 型と CYL 型を同列に考えているからである。残る d 社は STERN FRAME の BUILT-UP の経験がないため、 CASTING の部分の形状に関してのみ評価したとしている。

表 3.2.25 GROUP 別アンケート結果 (メーカー別評価優先順位)

GROUP 別 型式		A ₀ 型 GROUP				B ₀ 型 GROUP			
標準、 VARI の別	A ₀ 型及び B ₀ 型 の番号	a 社	b 社	c 社	d 社	a 社	b 社	c 社	d 社
標準型	0	2	(3)	1	—	4	3	5	2
VARIATION 型	1	5	3	4	—	5	4	4	2
	2	4	4	5	—	3	2	3	1
	3	1	1	2	—	1	1	2	3
	4	3	2	3	—	2	(3)	1	4

注：～ 数値は評価の順位を示す。

また、 重量との関係についてメーカー各社の評価を検討してみると、 傾向として重量の軽い方が好まれていることが判る。すなわち、 A₀ 型 GROUP では最も軽い A₃ , A₀ が比較的上位に評価されており、 最も重い A₁ , A₂ の評価は悪いようである。 B₀ 型 GROUP もほぼ同一傾向である。

(3.2) RUDDER および RUDDER STOCK

(a) 標準の組合せについて

メーカー側の評価は 3 社共ほぼ一致しており、 鋳錬鋼品の形状について単純化された標準の組合せⅡを高く評価している。表 3.2.26 にアンケート結果を示す。

工数および COST の評価の中で a 社は標準の組合せⅠに比較してⅡが 83% および 80% であるとしている。それは鋳錬鋼品についてできるだけ簡単な形状を取上げ、 また、 鍛鋼品の機械加工部分が、 素材形状にできるだけ近いものとなっていることによるものと思われる。

その他、 2 社については総合的評価でⅡが良いとしながらも COST では c 社はほぼ変らず、 b 社は 99% (トン当たり) であるとしている。

納期について 2 社が短くなることを明記しており、 全体から推察するといくらか短縮できるようである。

表3.2.26 標準の組合せアンケート結果

	標準案記号	総合評価	工数	COST	納期
a 社	I	×	100	100	長
	II	○	83	80	短
b 社	I		100	100	長
	II	○	99	99(トン当たり)	短
c 社	I		100	100	変らず
	II	わずかによい	100	100	

注：工数およびCOSTは百分率で、納期は長短で記入。

(b) VARIATIONについて

標準型およびVARIATION型のおのとの比較は各社とも意見がほぼ一致しており表3.2.27に結果を示す。

すなわち、② UPPER CASTING は3社が標準型の①を4種の中で1位に上げており、残るa社は①-cを1位に、①を2位に選定している。

これは①が形状的には良いとしながらも内部の“ぬすみ”があるために嫌った模様で、①-cはその点“ぬすみ”をなくしたが、①に較べRIBがあるなどどちらも優劣のつけがたいものである。

また、③ LOWER CASTING, ④ EDGE BAR, ⑤ STOCK 及び⑥ REAMER BOLT は4社とも異論なく同じ傾向を示しており、③ LOWER CASTING は形状的に最も単純化された、標準型②を上げている。重量的には増加するけれど工数節減、作り易さの点で良いとしている。

また、⑦ STOCK は鍍鋼素材の形状に近い TYPE II を良いとしており、TYPE I はTYPE II の形状にした後にTYPE I の形状に加工することで、工数節減および工作のし易さで TYPE II が優位であることを強調している。

その他についても評価尺度で工作のし易さ、工数節減を4社共評価の基準においていた。

表3.2.27 各部材のアンケート結果（メーカー別評価優先順位）

		a 社	b 社	c 社	d 社
② UPPER CASTING	①	2	1	1	1
	① - a	4	4	4	4
	① - b	3	3	3	3
	① - c	1	2	2	2
③ LOWER CASTING	②	1	1	1	1
	② - a	2	2	2	2
④ EDGE BAR	③	1	1	1	—
	③ - a	2	2	2	—
⑤ STOCK	TYPE 1	2	2	2	2
	TYPE 2	1	1	1	1
⑥ REAMER BOLT	TYPE 1	2	2	3	—
	TYPE 2	1	1	1	—
	TYPE 3	3	3	1	—

注：～ 数値は評価の順位を示す。

(3.3) 上部構造

(a) 標準 SCANTLING と各社の現状との重量比較

標準化によるものと各社の現状の上部構造との重量の比較をしてみると分離型は各社とも大差なく重量差は約±1.6T以内である。

また、一体型は標準案に較べ増加3.9Tが1社、減少4.0.4Tと5.2.6Tが各1社あり、この3社を除けば分離型と同様±1.6T以内である。

この上下の大差は減少の場合は特に1～2層目附近に防振上 HEAVY SCANTLING しているのが原因で、その反面増加の場合は標準 SPACE に対し BEAM および STIFF SPACE が小さいための板厚、STIFF の SCANTLING の増し分が影響している。表3.2.28に標準化による各社の重量変化を示す。

表3.2.28 標準化による各社の重量変化

社 型	分離型			一体型 (TON)
	DECK HOUSE (TON)	ENGINE CASING (TON)	TOTAL (TON)	
A	- 11.9	- 4.5	- 16.4	+ 10.0
B	-	-	-	- 4.0.4
C	-	-	-	- 5.2.6
D	- 3.0	- 5.0	- 8.0	- 11.0
E	+ 2.1	+ 2.5	+ 4.6	+ 14.4
F	-	-	-	- 16.0
G	+ 13.8	+ 1.4	+ 15.2	+ 13.5
H	-	-	-	+ 3.9.0
TOTAL	+ 1.0	- 5.6	- 4.6	- 43.1
平均	+ 0.25	- 1.4	- 1.15	- 5.39

注: ~ 標準 SCANTLING を適用した場合、重量増加は(+), 減少は(-)。

(b) メーカーに対するアンケート結果

標準 SCANTLING についてのメーカー側の意見は標準化を高く評価している。板および型鋼の種類を減らし、固定化したことは鋼材の発注、材料の互換性、ストック量の減少、材料の管理等が容易になり、工程の上からも種類を制限することで CUTTING の編集がやり易くなり極めて有利であるとしている。

また、PLANE構造の場合、MIN 8%にすることを強く望んでおり、歪防止の上で有効であり、工数節減および品質精度の向上に役立つとしている。

その他、 $B^{\frac{KT}{L}}$ の板厚および大きさの单一化等メーカーからの要望があった。

(c) 振動計算結果

上部構造の固有振動数の計算状態を表3.2.29に示す。また計算結果を図3.2.20と図3.2.21に示す。

表3.2.29 振動計算の状態

		内 容
一 体 型	CASE 1	F社船の23万トン型 TANKER 6層甲板
	CASE 2	F社船に標準 SCANTLING で DESIGN したもの
	CASE 3	F社船にB社のORIGINAL SCANTLING で DESIGN したもの
	CASE 4	F社船にC社のORIGINAL SCANTLING で DESIGN したもの
分 離 型	CASE 5	D社船の20万トン型 TANKER

一体型について、F社船の23万トン型TANKERの固有振動数は起振機テストの時に870 c.p.m., 運転時には750 c.p.m.にピークらしいものがあった。

以上のことから、上甲板下の基部バネ定数が1,500 Ton/cm以上あると考えられるので、標準 SCANTLING を採用した船は700 c.p.m.以上の固有振動数を持つと推定され、BLADE FREQUENCY (90 r.p.m. × 5翼) に対して十分安全側にある。

分離型について、D社船のものを計算したが固有振動数は一体型と較べて低い。基部を十分に固め、ENGINE CASING と HOUSE を結合などして振動に関する考慮が払われており 500 c.p.m. 以上あるのが普通である。

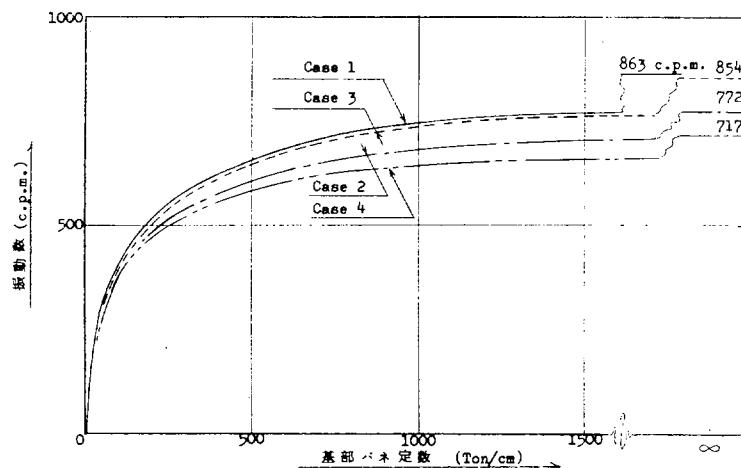


図 3.2.20 上部構造の前後振動（一体型）

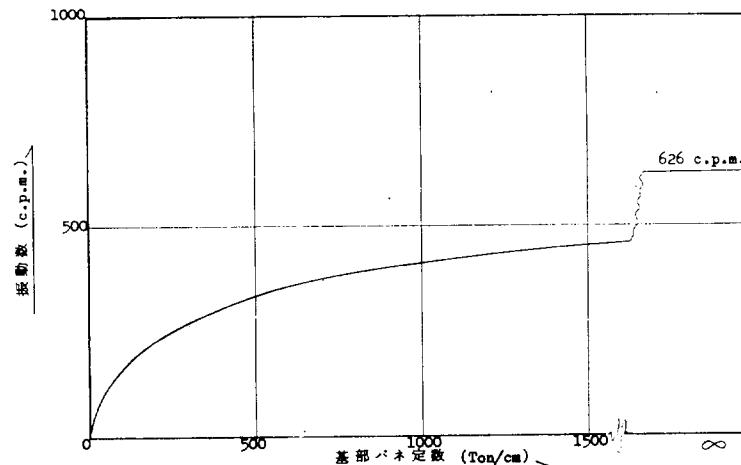


図 3.2.21 上部構造の前後振動（分離型）

(3.4) FUNNEL

標準 SCANTLING は表 3.2.20 による。

実船に標準 SCANTLING を適用する場合は上端より必要な長さのものを迄取り、採用することにした。

表 3.2.30 標準 SCANTLING TABLE

		上端～6 H. GIR	6 H. GIR～11 DECK	略図
HORI GIR	SPACE	2,500	2,500	
	WEB PL + FACE PL	$300 \times 9 + 100 \times 9$	$400 \times 9 + 125 \times 11$	
	COLL PL および RIB	なし	なし	
WEB STIFF	$200 \times 90 \times 9/142$	$300 \times 90 \times 11/162$		
ORD STIFF	$100 \times 75 \times 72$	$125 \times 75 \times 72$		
外筒の厚さ	8	10		
STRUT	$N=2$ $(200 \times 90 \times 9/14) \times 2\sqcap$	$N=2$ $(300 \times 90 \times 11/16) \times 2\sqcap$		
TOP PLATE		8		

注。 6 H. GIR および STRUT の寸法は " 6 H. GIR～11 DECK " の欄を適用する。

(4) 取りまとめ

(4.1) STERN FRAME, RUDDER および RUDDER STOCK の工作基準

標準図およびその VARIATION についてはアンケート結果により貴重なメーカー側の多くの意見が提案されているので、今後、現実の船の舵関係に対する個々の造船所対メーカーの接渉の際大いに参考にして造船所側、メーカー側双方にメリットが生ずるように、この標準図およびその VARIATION を活用したいものである。

更にメーカー側に取っては舵構造の構造方式或いは CASTING の使用範囲等の標準化もメリットがあるが、更に詳細の工作方法、検査基準等が 1 造船所内でも船毎に変り、まして複数造船所間では全く異っているのを統一すれば、非常に大きいメリットが予想される。

メーカー側に自由意見を求めた所、約 30 項目に亘って詳細な工作、施工方法の統一等の強い希望があった。

メーカー側の提案の中には、造船所の DESIGN PHILOSOPHY に関する項目や、また或るメーカー特有の工作法等も含まれており、必ずしもメーカー側の提案全てが統一標準化できるとは考えないが、大半は案外簡単に統一できるのかも知れない。

造船所・メーカー合同の検討 GROUP を結成し、これらの貴重な提案をたたき台として STERN FRAME, BUILT-UP, RUDDER および RUDDER STOCK に関する COMMON PRACTICE の作成を提案する。

COMMON PRACTICE がうまく運用できると造船所に取っては、①図面の大巾省略による設計の省力、②検査関係の省力、③価格の安定（メーカー側から EXTRA、或いは値上げを要求する要因が減少する）、④納期の短縮等のメリットがあり、メーカー側に取っても、①互換性増大による鋼板在庫の合理化、②誤作減少による COST-DOWN、③治具の共通化による COST-DOWN、④総合的効果による工期短縮（工場回転率の向上、売上げの増大）等のメリットが生ずる。

(4.2) RUDDER および RUDDER STOCK の単純化によるコスト

現在の価格は重量ベースを基本として決められているが CASTING および FORGING の形状を単純化すれば造り易くなる反面、重量増加をまねきコストアップとなる可能性があり、造船所としてはメリットにならない。

その点を含めてメーカー側に意見を求めたところ、単純化によるコストとの関係は 表 3.2.26 に示す結果となった。

鋳鍛鋼品の形状については、メーカー側の評価は 3 社ともほぼ一致しており、今後これ等の形状について COST-UP にならぬよう単純化による重量変化とコストの関係について検討する必要があろう。

[装備部門]

3.2.4 DEEP SURVEY

(1) 検討方針および方法

20万トン型タンカーの船体部諸管綴装に関する管材の使用状況および部品の使用標準ならびに製作状況をアンケート形式で調査し、その中から最優先審議希望品目を選び標準化の程度、審議方法を決めることにした。

(2) アンケート結果およびまとめ

管材： アンケートの対象となった品目は表3.2.31の通りであるが、造船8社のアンケート返をまとめてみると全体的にはばらつきが多く、原因は船級協会の要求仕様の相違、船主プラクティス、造船所プラクティスの相違、その他巾広い原因が重なっていると考えられ、これらの原因を十分調査し、協調の得られる範囲で統一をはかることにした。なお、その後の品目別標準設定に際しては重点的に対象をしぼり※印の鋼管、鋼製ベンドピース、鉄系鋳物管（ダクタイル鋳鉄管）、および一般配管用銅管の標準化を進めた。

部品： 約100品目について8社に対しアンケートをとり緩急順序および希望社数をまとめ加重和順位をきめた。加重和が1以上のものは表3.2.32の通りである。

調査結果からみると、JISを採用せず自社標準を採用したり、有力専業メーカー製品がありながら自社標準を採用している例もかなりあり、これらを充分検討して標準化作業を進めることにした。一応加重和20点以上のものを審議の対象とし、なおその後の品目別標準設定に際しては順位が丸でかこまれているものの標準化を進めた。

(3) 審議項目の追加

近い将来、外注品の入手難が造船所のNECKになることも予想されるので、外注品を主体にメーカーとの問題点を調査し新らしく標準化品目として室内通風口金物、タンクフロートゲージ、タンクベンチレーターを追加した。さらにメーカー以外の業界や規格等が標準化のNECKになっているものについて問題点、対策を明らかにするための検討を行なうこととした。

表3.2.31
部材

※	鋼管 (SGP, STPG, STPT & STPY)
※	鋼管ベンドピース
	ステンレス管
※	銅管
	銅合金管
	鋳鉄管およびピース類
	鋳鋼管 //
※	ダクタイル鋳鉄管
	ダクタイル鋳鉄管ピース類

部 品

表 3.2.32

緩急順位	品 名	社数	加重和	緩急順位	品 名	社数	加重和
(1)	鋼管用フランジ	6	112	49	堅型ストーム弁	1	12
※1 ⑩	" エルボ	3	39	51	横型ストーム弁	1	11
35	" T ピース	1	16	46	ネジ止め、逆止め (玉形弁、アンダル弁、フランジ弁)	1	13
※2 26	" レデューサー	3	21	61	ホースバルブ(水用、空気用)	1	4
(8)	銅及び銅合金管用フランジ	3	44	35	安全弁	1	16
②4	" スリーブ	2	24	33	スイング逆止弁	1	17
※5 ⑦	" エルボ	2	20	④	バタワースカバー	6	63
⑯9	" T ピース	2	31	46	バタワースカバー用 スパナ&スパイキ	2	13
⑯9	" レデューサー	2	31	⑩	加熱管用ファインチューブ	4	39
⑯22	ユニオン	2	27	⑯22	ヒーティングコイル用サポート	4	27
(7)	ドレッサー型伸縮接手	4	51	⑯15	ポンネット型空気管頭	4	35
(17)	スリーブ型伸縮接手	3	32	⑯13	クーズネック型空気管頭	4	37
63	中座式貫通ピース	1	1	55	空気抜プラグ	2	8
44	スリーブ式貫通ピース	1	14	57	ドレンプラグ	2	6
⑯7	盲フランジ	2	20	③	ストレイナー(水用、油用)	5	77
※3 27	スペクタカルフランジ	2	20	53	シーチェスト格子	1	10
(5)	U ポルト	4	60	⑯10	ベルマウス	4	39
31	パイプバンド	1	19	42	スピルタンク (ローディングマニフィールド下)	1	15
⑯14	小径銅管用バンド	3	36	※3 17	ドレンセパレーター	3	32
※4 ⑯55	ライナー	1	8	35	アレージハッチカバー	1	16
57	ラビングピース	1	6	63	甲板付測深管頭部	1	1
⑯19	パイプサポート&パッド	2	33	59	助燃材投入口	1	5
⑯27	鋼管用パイプアンカー	2	20	61	油取入用ホッパー	1	4
31	銅および銅合金管用パイプアンカー	2	19	54	名板	1	9
49	ドレッサー型伸縮接手用 アンカーピース	1	12	35	高圧CO ₂ 用フランジ	1	16
35	ユニバーサルジョイント(水槽用 油槽用)	2	16	42	独立ペント管ヘッド (フレームアレスター)	1	15
⑯25	傘歯車	2	23	46	非水密デッキスタンダード	1	13
51	デッキスタンダード	2	11	35	ピン固定スリーブ式ロッド接手 (同径&異径用)	1	16
(6)	仕切弁	5	55	35	溶接スリーブ式ロッド接手 (同径&異径用)	1	16
⑯9	玉形弁	3	40	33	ロッド伸縮接手	1	17
⑯21	アンダル弁	4	29	44	ダイヤフラム弁	1	14
⑯2	バタフライ弁	7	106	59	コントロール銅管	1	5

注: ~ 加重和は個々の社の緩急順位1位を20点とし20位を1点として合計したもの。加重和数値の多いものが
全体として緩急順位が早いとした。

※1. 部材の鋼管バンドピースに含む。

※2. 標準化見合せ。

※3. 再調査の結果、標準化の要なし。

※4. U ポルト、パイプアンカー等とまとめて標準化を進める。

※5. 銅および銅合金管用リモコン接手としてとりあげた。

3.2.5 品物別の標準化

品名	目的・方針	研究内容・標準規格	要とめ
1. 鋼管	<ul style="list-style-type: none"> 現在使用されている鋼管の内厚系列の種類を限定し、材料手配、材料管理面での節効をはかる。 このため、ある程度、全体の重量が増加してもやむを得ないと考える。 検討範囲は貨物タンク部（上甲板を含む）の呼び径200mm以上の管とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 厚内系列、薄肉系列の2種類のみに使用を限定する。 厚内系列としては、たとえば溶接鋼管（JIS-STPY41, $t=12.7\text{mm}$）（$t=12.7\text{mm}$および7.9mm）のものは現行薄肉系列としてはいわゆるガス管（JIS-SGP）を適用する。 前者は使用圧力が 10kg/cm^2 をこえる管、あるいは腐食やすい環境で使用される管に適用、後者はそれ以外の管に適用する。 それぞれの系列にどの鋼管を適用するか（例えば上記STPY41, $t=12.7\text{mm}$ の代りにSTPY41, $t=7.9\text{mm}$をあてることも考えられる。）は各社個別の事情により異つくるので、ここでは特に指定しない。 各船級協会の算式で、STPY41, $t=12.7\text{mm}$の系列は、圧力 12.5kg/cm^2 (125m)で使用しても支障ないことを確認した。 	<ul style="list-style-type: none"> STPY41のうち、呼び径200～300mm JISにないもので、これの追加制定を希望する。
2. 鋼管ベンドピース	<ul style="list-style-type: none"> 使用品種の限定期をはかる。 現在、曲がり半径によりショート、ロングの2種があり、そのおのおのにについて、さらに何種類かの肉厚があるため材料手配、管理面でのロスが大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> アンケートの結果、90°（ネック有、無の2種類）および 45°（ネック無）（肉厚は何れも 12.7mm）の3種類とした。 45°ベンドピースを 90°ベンドピースより切断してつくることにすればさらに1種類を減らし得るという意見があつたが、切断面の真円度が悪いため実用上不合理であることが判明した。 製法は鋼管より継目なく製造するか、または鋼板（SS41）より溶接にて製造する。 使用圧力はメーカー推奨値を考慮して次のように定めた。 	<ul style="list-style-type: none"> アンケートではロングの使用頻度が少く、表3.2.3.2 またロングの使用が報告されているものも配管装置上のテクニックでさけられるものと判断した。 メーカーのカタログ中表3.2.3.2に示す寸法のものの中一部が含まれていない場合があるが、実際の製造には支障はない。 現行JISには表3.2.3.2に示した寸法のものは全く制定されていないので、このJIS化なしはSRS化を希望する。

品名	目的・方針	研究内容・標準設定	まとめ	添付図
3. 鉄系銅物管	<ul style="list-style-type: none"> ○鋳鉄管および鋳鋼管は既にSRS化すでに呼び径200mm～800mmについて理論算式による肉厚を求め、これが船級協会算式による肉厚（ただし鋼管に対する式を準用）および鋳造可能な最低肉厚をうわまわることを確認し、これを標準肉厚とした。 ○ダクタイル鋳鉄管は、現在各造船所間に共通の標準ではなく、ほとんど、その都度決定される寸法に基づくオーダーメイドの形で発注されている。従ってこの標準化を行ない、設計面およびメーカー側の製造面の合理化をはかれば、そのメリットは大きいと考えられる。 	$\tau = S \times (PD/2\sigma) + C$ $S = \text{安全率} = 6$ $P = \text{使用圧力} = 16 \text{ Kg/cm}^2$ $D = \text{内径}$ $\sigma = \text{抗張力} = 40 \text{ Kg/mm}^2$ $C = \text{腐食量} = 0.15 \text{ mm/year} \times 15 \text{ year} \times 2$	<ul style="list-style-type: none"> ○JIS化またはSRS化を要望した。 ○理屈式は次に示す。 	図3.2.2.4
4. 一般配管用銅管	<ul style="list-style-type: none"> 船に使用する銅管はJISによるが、この規格には管の外径と厚さの組合せにより555種類がある。このため造船各社の選択もままならない。また管継手のニップルやフランジとの取合いの悪い外径のものもあるので規格化によって、船の配管に使用する銅管の種類を整理、單純化して設計、取り扱いに使用上の合理化をはかることを 	<ul style="list-style-type: none"> ○冷媒管の規則を満足するよう圧力別に呼び径、外径、肉厚の標準を作成した。この標準の主な内容は次のとおりである。 <ul style="list-style-type: none"> ○呼び径に対応する外径の標準を決めた。 ○肉厚は5K, 10K, 70K, 140Kの4系列にまとめた。 ○肉厚の種類は1.0, 1.2, 1.4, 1.6……の17種にまとめた。 ○NK, LR, AB, NVの船級協会の要求を満足するよう考へ、各系列ごとに最高使用圧力を制定した。 	<ul style="list-style-type: none"> ○JIS化またはSRS化を依頼して、46年度作業として審議終了し、47年度にJISとして発行の予定である。 	表3.2.3.4

品名	目的	研究内容・標準設定	参考文献とめ	添付図
5. 鋼管用フランジ	目的とする。	<ul style="list-style-type: none"> ○従来冷凍機メーカーの採用していたASTM-K TYPEの代りにK系を使用する。 	<p>○ JIS 16K フランジは 600φ ままでしか ないが、荷油管用として 650φ 以上のも のが常用され、しかも造船会社、各様に 標準化を推進していた。このため、フラン ジ、弁、ポンプメーカーの作業を阻害していたの で、これらを統一した一つの標準を作成する。 ○既制のJIS フランジについて、JISを一 部変更して使用しているところがあるの で、これを見直す。</p>	<p>この標準は、船舶JIS協会にて、46年度 に審議した。</p> <p>○最高使用圧力は 18kg/cm²G とする。 ○使用流体は原油および海水とする。 ○寸法範囲は 650φ ~ 1200φ とし 50mm 間隔とした。</p> <p>○既制のJIS フランジについては、アンケートの結果 JIS-F のもの に特に変更を加える必要性を見出さず、JIS-F通り使用すればよ いことを確認した。</p> <p>○荷油ポンプ用大口径フランジについては、日本造船学会造船設計委員会 第2分科会に依頼して 650φ 以上の各部詳細寸法を検討し標準を決 定した。この標準の主な内容は、次のとおりである。</p> <p>○最高使用圧力は 18kg/cm²G とする。</p>
6. 荷油ポンプ用漉器			<p>従来造船所間で異っていたデザインを統一 する為、標準仕様を作成する。</p>	<p>○圧力、寸法、構造、材質等につき、小委員会にて標準仕様を作成し、この標準は、船舶JIS協会にて、47年度 関連する大型船建造8社にアンケート形式で意見を求め、この意見 を小委員会で審議の結果、SR標準仕様を決定した。またこの標準仕 様にもとづき 700φ 荷油ポンプ用漉器の試設計を実施した。 なお、この標準の主な内容は次のとおりである。</p> <p>○ BODY は荷油管に合せ、1.27% 厚の鋼板製とした。</p> <p>○ BASKET は耐蝕性を考慮し、ステンレス製パンチングプレートを 採用した。また水流を考慮しエキセントリックに納めた。</p> <p>○ COVER はドーム型とし、標準型鏡板を使用した。</p>

品名	目的・方針	研究内容・標準化設定期	まとめ	添付図
7. バタフライ弁	各造船所使用的事業メーカー標準と標準化に対する希望事項を調査し、これをまとめた事業メーカーに標準化の意向を打診し、この結果を審議の上標準化可能な場合は基本仕様の作成を行なう。	現状メーカー標準を調査し、標準化の可否について検討した結果、次のとおりの標準化範囲でJIS化するよう基本仕様を作成した。 1) 呼び圧力 (Kg/cm^2) 5, 10, 16 2) 呼び寸法 150~1,000 3) 材料 弁本体 FCおよびSC 4) 形状 フランジレス型 ① 面間寸法 ② ハンドル軸頭部寸法 ③ フランジ面、タップ穴寸法の統一を計る。 5) 種別 手動形、油圧駆動形 6) 主な用途 貨物油管系統 7) 流体の流れ方向の銛出しの統一	この標準は船舶JIS協会にて(昭和47年1月現在)審議中である。	図3.2.28-1 図3.2.28-2
8. 仕切弁、玉形弁、アンクル弁	JISがないので各造船所の社内標準、専業メーカー標準等を調査し、基本仕様の作成を行なう。	呼び圧力 $16Kg/cm^2$ 、大口径弁については各社の現状を調査した結果、それぞれ下記のとおりの標準化範囲でJIS化するよう基本仕様を作成した。 仕切弁 1) 呼び圧力 $16Kg/cm^2$ 2) 呼び径 50~450 3) 材料 弁本体 FC20およびSC46 4) 形状 現JIS F7363, 7364, 7366にならう。 5) 主な用途 水管系、油管系 玉形弁 1) 呼び圧力 $16Kg/cm^2$ 2) 呼び径 200~300	この標準は船舶JIS協会で審議する予定である。	

品名	目的・方針	研究内容・標準設定	まとめ	添付図
8. 仕切弁、玉形弁、アングル弁	3) 材料 現本体 FC20およびSC46 4) 形状 現JIS F7309, 7319, 7344にならう。 16Kg/cm ² ねじしめ逆止玉形弁についても玉形弁同様JIS規格制定を計ることとする。	3) 材料 弁本体 FC20およびSC46 4) 形状 現JIS F7309, 7319, 7344にならう。 16Kg/cm ² ねじしめ逆止アングル弁についてもアングル弁同様JIS規格制定を計ることとする。		
9. タンククリーニング	現在JISに制定されているもの(銅合金製)の使用実績が少ないので、各造船所の現状を調査し標準化可能の場合には基本仕様の作製を行なう。	1) 甲板切抜き穴径 320φ 400φ 450φ 2) 材料鋼板製および合成樹脂(例えはフェノール樹脂)製の2種類 3) ボルトおよびナット数 可能なかぎり少なくする。 4) ナット 六角袋ナット(BS-BF) 5) パッキン材質、形状を考慮する。 6) その他は現JIS F2531どおりとする。 この標準化の方法として現JIS規格の制定範囲の一部追加と合成樹脂の新規格制定を計ることとする。	この標準は船舶JIS協会で47年度作業として審議する予定である。	図3.2.29
10. ベルマックス	タンカー用としてJISがないので、各造船所の社内標準を調査し、全体寸法、材質など基本仕様の作成を行なう。	1) 呼び寸法 200~600 2) 材料 鋼板 3) 下部開口部の形状 長円形、ただし船殻ロシジ開に取付られるもの	この標準は船舶JIS協会で47年度作業として審議する予定である。	図3.2.29

品名	目的・方針	研究内容・標準設定	まとめ	添付図
1. ボンネット形空気抜頭部金物	大口径についてはJISがないので、各造船所の社内標準、専業メーカー標準等を調査し、基本仕様の作成を行なう。	4) 吸入面積比 1.6倍以上 5) リープの形状 丸棒または鋼板 6) 管継手部 スリーブ形式 7) 吸入口高さ 貨物油管系、残油管系とそれぞれ一定高さとする。 8) その他は、現JIS #73020とおりとする。 この標準化の方法として現JIS規格の制定範囲の拡大を計ることとする。	この標準は船舶JIS協会で47年度作業として審議する予定である。	図3.2.30-1
2. ポンネット形空気抜頭部金物	大口径についてはJISがないもの、またJIS規格にないもの、またJIS規格が不具合点があり使用していないもののについて各造船所使用の社内標準と、標準化に要する希望事項を調査し基本仕様の作成を行なう。	1) 呼び寸法 50～350 2) 材料 F.C.またはS.C.6 3) 形状 専業メーカー標準による。	1) 呼び寸法 50～350 2) 材料 F.C.またはF.C.D 3) 形状 専業メーカー標準による。	図3.2.30-2
3. ドーム型空気セパレーター	JIS規格がないもの、またJISに制定されているが不具合点があり使用していないものについて各造船所使用の社内標準と、標準化に要する希望事項を調査し基本仕様の作成を行なう。	ドーム型空気セパレーター 1) 呼び寸法 50～350 2) 材料 F.C.またはF.C.D 3) 形状 専業メーカー標準による。	ドーム型空気セパレーター 1) 呼び寸法 50～350 2) 材料 F.C.またはF.C.D 3) 形状 専業メーカー標準による。	図3.2.30-3
4. フランジ式空気セパレーター	JIS規格がないので、各社とも自社標準を採用しているが、使用範囲が少ないので標準化を各社とも必要としないことが、再調査の結果わかった。	ドーム型空気セパレーター 1) 呼び寸法 50～350 2) 材料 F.C.またはF.C.D 3) 形状 専業メーカー標準による。	ドーム型空気セパレーター 1) 呼び寸法 50～350 2) 材料 F.C.またはF.C.D 3) 形状 専業メーカー標準による。	図3.2.30-4

品名	目的	方針	研究内容・標準設定	まとめとめ	添付図
12. 盲スペルアンセバ ンタクターラ タッカ ンジ 傘歯車	盲法兰シ	各社の現状を調査した結果、下記のとおりの標準化範囲でJIS化する よう基本仕様を作成した。	<p>1) 呼び圧力 ANS.1 150 P. S.I</p> <p>2) 呼び寸法 200A～450A</p> <p>3) 材料 鋼 製</p> <p>4) 形状 ハンドル付</p> <p>5) 種類 カバー程度のもの(ポンプ吐出圧力がかかるな い場合)および呼び圧力に耐えるもの(ポンプ 吐出圧力がもろにかかる場合) 2種類</p>	この標準は船舶JIS協会で審議する予定 である。	
13. Uボルト 用バンド	Uボルト 用バンド	各造船所の標準化状況を調査し、最低の費 用で作成できると思われるものを採用する。	<p>1) 呼び寸法 32, 42, 48</p> <p>2) 材料、形状 現JIS F7351どおりとする。</p> <p>3) 傘歯車用軸受 JIS F7455についても傘歯車と同様に規格 制定する。</p>	Uボルト 標準とした。 パイプ接觸部のUボルトの内径はボルト自身の+誤差 曲げ加工による 変形誤差を考慮してパイプ外径十パイプ公差(1%) +2mmとした。 フィンチューブ用バンド FCDフィンチューブ用バンドを検討した。 SR110加熱管用FCDフィンチューブの標準が50φ1種なので銅管 65, 80相当の12φUボルト1種としダブルナットとした。	

品名	目的・方針	研究内容・標準設定	まとめ 添付図																																													
13. 小 径 銅 管 用 バン ド	リモコン管用バンドを対象とし单一の材質、形状に統一できないか、メーカー量産ができないか検討する。	バンド形状、材質については各社のプラクティスに任せることとする。ただし使用は SR110 銅管のサイズに合わせる。 バンド（ライナーアーリ）BRASS の板バンドおよび PHENOL RESIN の成形バンド等種々のものが使用されているが、将来その統一を行ないメーカー量産に行できればそのメリットはきわめて大きい。																																														
14. バ イ プ サ ボ ー ト	○ ON DECK, IN TANK の船首尾方向に走る主管の支持台について検討する。 ○ 各造船所の標準化状況を調査し、最低の費用で作成できると思われるものを採用する。 ○ 日本造船学会造船設計委員会第2分科会で検討済のサポートの SCANTLING と比較検討してみる。	○ サポートの SCANTLING はそのサポートに乗る最大管のみから一率に決定し、第2分科会の種類7種に対し5種とした。 SCANTLING は下記の通り。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>最大管径 場所</th> <th>15</th> <th>32</th> <th>50</th> <th>80</th> <th>125</th> <th>200</th> <th>300</th> <th>400</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IN TANK</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>65</td> <td>100</td> <td>150</td> <td>250</td> <td>350</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ON DECK</td> <td>50×50×6</td> <td></td> <td>75×75×9</td> <td></td> <td>100×100×10</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>最大管径 場所</th> <th>500</th> <th>600</th> <th>700</th> <th>800</th> <th>1000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IN TANK</td> <td>450</td> <td>550</td> <td>650</td> <td>750</td> <td>900</td> </tr> <tr> <td>ON DECK</td> <td>150×150×12</td> <td></td> <td>150×150×15</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	最大管径 場所	15	32	50	80	125	200	300	400	IN TANK	20	40	65	100	150	250	350		ON DECK	50×50×6		75×75×9		100×100×10				最大管径 場所	500	600	700	800	1000	IN TANK	450	550	650	750	900	ON DECK	150×150×12		150×150×15			○ バンドの形狀、材質については SS のバンド（ライナーアーリ）BRASS の板バンドおよび PHENOL RESIN の成形バンド等種々のものが使用されているが、将来その統一を行ないメーカー量産に行できればそのメリットはきわめて大きい。 ○ サポートの SCANTLING を決定するにあたり、そのサポートに乗る総すべての管を対象として強度計算をしたり、取付け間隔が TRANS の間隔に左右されたりする不便がなくなり SR110 の標準により一率にきめられていくと思われる。 ○ 最大サポート間隔は ON DECK では 4,500mm, IN TANK では TRANS バース間隔とした。4,500 mm に限定するので D _K LONGI 上にサポートを乗せることが必要になる。 ○ パッド、カーリング、プラケットは不要とした。
最大管径 場所	15	32	50	80	125	200	300	400																																								
IN TANK	20	40	65	100	150	250	350																																									
ON DECK	50×50×6		75×75×9		100×100×10																																											
最大管径 場所	500	600	700	800	1000																																											
IN TANK	450	550	650	750	900																																											
ON DECK	150×150×12		150×150×15																																													

品名	目的・方針	研究内容・標準設定	まとめ	添付図
1.5. 加熱管用フイントチューイング	<ul style="list-style-type: none"> 造船所およびメーカーの立場から可能な限り製品の統一化をはかり、納期短縮、コスト低減を目指す。 F.C.製は安価に入手できる反面、破損しやすい欠点があるので、破損しにくいつチューブ(F.C.製新製品)についても標準化をはかる。 フイントチューイングは現行JISには含まれていないので、SRS規格化ができる原案作成までを行なう。 	<ul style="list-style-type: none"> フイントの形状；F.C.製では取付けに安価なリボルトが使用でき、F.C.、F.CD製ともバンドの取付け位置に制約がない。単位重量当りの加熱面積が大きい。 材質；F.C.、F.CDの2種があるが同一形板が大巾に使用できるようフランジ肉厚、チューブ肉厚を除いて形状は全く同一である。 寸法；口径40φ, 50φ, 長さ1m, 1.5m, 2m, 2.2mのものが使用されていたが、経済性、強度および取付作業性の面から50φ, 1m もの50φ, 2m ものの2種に限定している。 	<ul style="list-style-type: none"> F.C.、F.CDフィンチューブとともにSRSに図3.2.3.1による团体規格化を推進する。 新製品F.CDフィンチューブについてはメーカー、造船所とも納得のいく実験テストを進め、さらに入念な品質管理が必要である。 	図3.2.3.1
1.6. 鋼管用パイアンカー	<p>各造船所の標準化状況を調査し、もっとも簡単な機構と思われるものを採用する。</p> <p>ライナ</p>	<p>各造船所の現場作業の相違により一率に溶接式を採用できないので、ボルト式の標準も作成した。</p> <p>ライナ</p>	<p>パイプサポートをLONGI. BEAMに乘せる場合、溶接式アンカーを内作でき、この方が強度的にも安全であり、また構造的にも簡単である。</p>	

品名	目的・方針	研究内容・標準設定				添付図
		使用場所	使用圧力	使用材質	まとめ	
銅合金管および接手						
		銅合金管用銀ろう 付スリーブ接手	IN TANK ON DECK	中低圧 " " "	BSTF BSSBF	
		銅管用真鍮ろう付 スリーブ接手	ON DECK	低圧	CUT & DCUT	
		喉込接手	ON DECK	"	BSSBF	
17. 伸縮継手(ドレッサー形)	* ○製品の統一化と均一化をはかり、配管計画、1品製作図における互換性と時数低減を目標とする。 ○有効伸縮量を大きくとり、現場配管作業時の誤差を吸収させ配管作業を容易にする。 ○構成部品の統一をはかり取付工具の共通化を狙う。 ○製品種類を減少し、資材管理、納期管理の単純化をはかる。 * 配管計画のNC化には不可欠の条件となる。					図3.2.32
18. アルミニウム製パイプ	アルミニウム管を使用するヒーティングコイル用サポートの統一標準化、これが統一標準化されれば、詳細設計としては図面の2系列メーカーの標準が異っているためこれらを比較しメリットのある点をとりあげ標準を作成し、2系列メーカーに提示したところ、金委員会において作成した標準を基礎にして更にメーカー、造船所が各種検討を加					図3.2.33

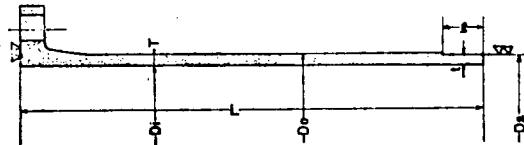
品名	目的・方針	研究内容・標準設定	まとめ	添付図
コイル用サポート	の統一、省力化される。また現業としては資材管理・納期管理の単純化がはかれるなど非常に大きいメリットがある。	として統一できなかつた。そこで再度小委員会の標準に統一できないかとメーカー（2系列メーカーを含め4社）にアンケートを出した。 その結果、早急には統一できないしながらも、手持のストック、金形製作の問題等ある程度長い時間をかけて統一できれば統一できるとの回答が得られた。	えSRS規格に規格化することにした。	
室内通風口金物	室内通風口金物の形状は、メーカーにより異っているが、これらをできるだけ統一を計るのを目的とする。	○室内通風口金物の用金別に、金物寸法、メーカー名などのアンケート調査を各造船所に行なつた。 ○船舶JIS協会船体部会船用通風委員会の動向を調査した。 ○標準設定に関する日本舶用工業会の意向を調査した。 上記の調査研究の結果は次のとおりである。 ○パンカールバーは、既製のものを使用する。 ○パン形エアーディフューザ、ユニバーサル形レジスターについては、46年度にて原案作成が完了する予定である。 ○性能等については、船舶JIS協会にてJIS化を行ないつつある。 ○空調室内吹出金物のノブ付キャビネットの標準化は、メーカーのノーハウがあるので標準化はできない。	室内通風口金物の規格化については、今後船舶JIS協会、船体部会通風委員会にて推進してもらひう。 なお、パン形エアーディフューザ、ユニバーサル形レジスターについては、46年度にて原案作成が完了する予定である。	
タンクフロージ	1.上甲板の配置設計並びに甲板切明けに関してメーカーが異っても造船所にとつて同一寸法ならしめ、設計の早期着手のための障害の除去、省力化を図る。 2.各メーカーはそれぞれノウハウに類するものを有して居るので機構、構造に関する	1.各メーカーの現標準を大きく崩すことはメーカーにとっては問題であるのでA、Bの2種の標準寸法を設定した。 2.ワイヤー式は1社のみであるので割愛し、テーブ式のものについて検討した。（両者を統一することは現時点では無理） 3.左欄2の線に沿い下記を決定した。（単位:mm）	1.本標準は関係メーカーの同意を得て居る。 2.団体規格(SRS)化し標準化を促進する。	

品名	目的・方針	研究内容・標準設定	まとめとめ	添付図															
	ることは対象外とし、標準化は船に取付ける際に配置設計上考慮すべき寸法について行なう。	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A型</th> <th>B型</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>甲板切明</td> <td>550φ</td> <td>460φ</td> </tr> <tr> <td>ガイドワイヤー間隔</td> <td>460</td> <td>370</td> </tr> <tr> <td>船底金物</td> <td>600 ×60</td> <td>420 ×60</td> </tr> <tr> <td>架台(鋼管製の場合)</td> <td>外径 609.6 厚 12.7</td> <td>508.0 12.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1) 上甲板切明寸法は円型を前提とした。船級協会の開口に関する制限に抵触する場合は適宜変更を要す。 2) 厚さはメーカー任とする。</p>		A型	B型	甲板切明	550φ	460φ	ガイドワイヤー間隔	460	370	船底金物	600 ×60	420 ×60	架台(鋼管製の場合)	外径 609.6 厚 12.7	508.0 12.7		
	A型	B型																	
甲板切明	550φ	460φ																	
ガイドワイヤー間隔	460	370																	
船底金物	600 ×60	420 ×60																	
架台(鋼管製の場合)	外径 609.6 厚 12.7	508.0 12.7																	
2.1. タンクベンチレータ	○タンクリーニングハッチの形状が種々多様であるため、取付方法が各船各様となっているものを改善し、どの型のハッチにも容易に取付けられる方法を考案する。 ○これにより、ベンチレータの機種をへらし、メーカー側の合理化、標準化によるコスト低減と、造船所側の設計工数の低減をねらう。	<ul style="list-style-type: none"> ○ボルト締型、クイックアクティング型の2種類のタンクリーニングハッチがあり、この各自に各種の口径があるため、ベンチレータの取付フランジの形状を変更し、更にこれとアダプタ(レデューサ)を組合せることにより、何れのハッチにも取付可能となるようにした。 ○ベンチレータの口径は400mmおよび300mmの2種類とした。 ○蒸排気接続口径は、それぞれ40mmおよび65mmにて統一した。 	<p>○SRSによる団体規格化を推進する。 ○メーカーには協力を要請する。 ○タンクリーニングハッチのうち一部は既に標準化がなされているが、残されたもの(クイックアクティング型を含む)についても更に標準化を押し進める必要がある。</p>	図3.2.34															

表 3.2.32

呼び径	外 径 (mm)	肉 厚 (mm)	ネック長さ (mm)	曲り半径 (mm)
200 A	216.3	12.7	25	203.2
250 A	267.4		30	254.0
300 A	318.5		30	304.8
350 A	355.6		100	355.6
400 A	406.4			406.4
450 A	457.2			457.2
500 A	508.0			508.0
550 A	558.8			558.8
600 A	609.6			609.6
650 A	660.4			660.4
700 A	711.2			711.2
750 A	762.0			762.0
800 A	812.8			812.8

(90°, 45°のいずれも本表のとおりとする。)



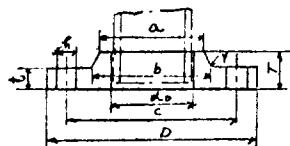
呼び径	肉 厚 (mm)	呼び径	肉 厚 (mm)
200 A	7.0	550 A	11.0
250 A	7.6	600 A	11.6
300 A	8.2	650 A	12.2
350 A	8.6	700 A	12.8
400 A	9.2	750 A	13.4
450 A	9.8	800 A	14.0
500 A	10.4		

図 3.2.24

表 3.2.34 一般配管用銅管使用標準

呼び径	外 径	5 K	10 K	70 K	140 K
4	6	1.0	1.2		
5	8	1.0	1.2	1.8	
6	10	1.0	1.2	2.0	3.0
10	15	1.2	1.4	2.3	4.0
15	20	1.2	1.6	3.0	5.0
20	25	1.6	1.8	3.5	6.0
25	30	1.6	1.8	4.0	
32	38	1.6	2.3	5.0	
40	45	2.0	2.3		
50	55	2.0	3.0		
65	70	2.0	3.5		
80	85	2.5	4.0		
100	110	3.0	4.0		
125	140	3.0	5.0		
150	160	3.5	5.5		
200	210	3.5	7.0		
250	270	4.0	8.5		
300	320	4.0	10.0		
適 用 (最高使用圧力) (kg/cm ²)		5 K 鮑和蒸気、排氣 NK, AB $\leq 100\phi$ 15.5K($\leq 100^\circ\text{C}$) $\leq 20\phi$ 35K(“ ”) NV, LR	鮑和蒸気、排氣 NK 10 K※ AB, NV, LR, 12.5K 冷凍機用冷媒管：各級 AB, NK $\leq 20\phi$ 40K($\leq 100^\circ\text{C}$) NV, LR 22K($\leq 100^\circ\text{C}$)	各級 70K($\leq 100^\circ\text{C}$)	各級 140K($\leq 100^\circ\text{C}$)
		※ NKと1.25Kまで使えるよう申し入れる。			

荷油管用(16K)大口径フランジ



呼び径 呼び径の外径	適用する鋼管 穴の径 d	さし込 フラン ジの径 D	フランジ各部寸法					ボルト穴			ボルト のねじ の呼び 重 量	計 算
			t	T	a	b	r	c	数	h		
650	660.4	664	870	50	84	714	724	10	805	24	39	M 36
700	711.2	715	930	52	86	772	782	10	865	28	39	M 36
750	762.0	766	985	54	88	822	832	10	915	26	39	M 36
800	812.8	817	1,060	56	90	878	888	10	980	28	39	M 36
850	863.6	868	1,110	58	92	930	940	10	1,030	32	39	M 36
900	914.4	919	1,170	60	94	988	998	10	1,085	32	39	M 36
950	965.2	970	1,240	60	94	1,050	1,060	10	1,150	32	39	M 36
1,000	1,016.0	1,021	1,290	64	98	1,102	1,112	10	1,200	36	39	M 36
1,050	1,066.8	1,072	1,345	66	100	1,158	1,168	10	1,255	36	39	M 36
1,100	1,117.6	1,123	1,405	66	100	1,210	1,220	10	1,315	40	39	M 36
1,150	1,168.4	1,174	1,455	68	102	1,260	1,270	10	1,365	40	39	M 36
1,200	1,219.2	1,225	1,510	70	104	1,318	1,328	10	1,420	44	39	M 36

注 1. 最高使用圧力 1.8kg/cm² G

図 3.2.26

表 3.2.36 MATERIAL LIST

700φ C.O.P.用 STRAINER試設計

MARK	NAME	MATERIAL	#	NOTE
1	BODY	STEEL PLATE (SS41)	1	
2	BASKET	STAINLESS STEEL PLATE (SUS27)	1	
3	COVER	STEEL PLATE (SS41)	1	
4	INLET PIPE	STEEL PLATE (STPY41)	1	WITH JIS10K-700 FLANGE
5	OUTLET PIPE	" (")	1	"
6	AIR PIPE	STEEL PIPE (STPG38)	1	340φD × 4.5t (SCH.80)
7	PACKING	ASBESTOS SHEET	1	t = 3 VALQUA #1500
8	BOLT & NUT	STAINLESS STEEL (SUS27)	1	M 39
9	WASHER	" (")	1	
10	BOLT & NUT	B6 Bm	1	M 16
11	WASHER	"	1	
12	PIPE	STEEL (STPG38)		605φD × 5.5t (SCH.80)
13	FIXED PIECE	STEEL BAR		
14	DRAIN PIPE	STEEL PIPE (STPG 38)	1	605φD × 5.5t (SCH.80)
15	EYE PLATE	STEEL PLATE (SS41)	1	JISF 3410 C-2 (2ヶ用)
16	GUIDE PLATE	STEEL PLATE (SS)	3	
17	LEG	" (")	1SET	
18	SUPPORT	" (")	1	25×6 F.B.
19	ATTACHMENT PIECE	" (")	3	
20	PUSH BOLT	B6 Bm	2	M 20

700 C.O.P.用 STRAINER (SEC.)

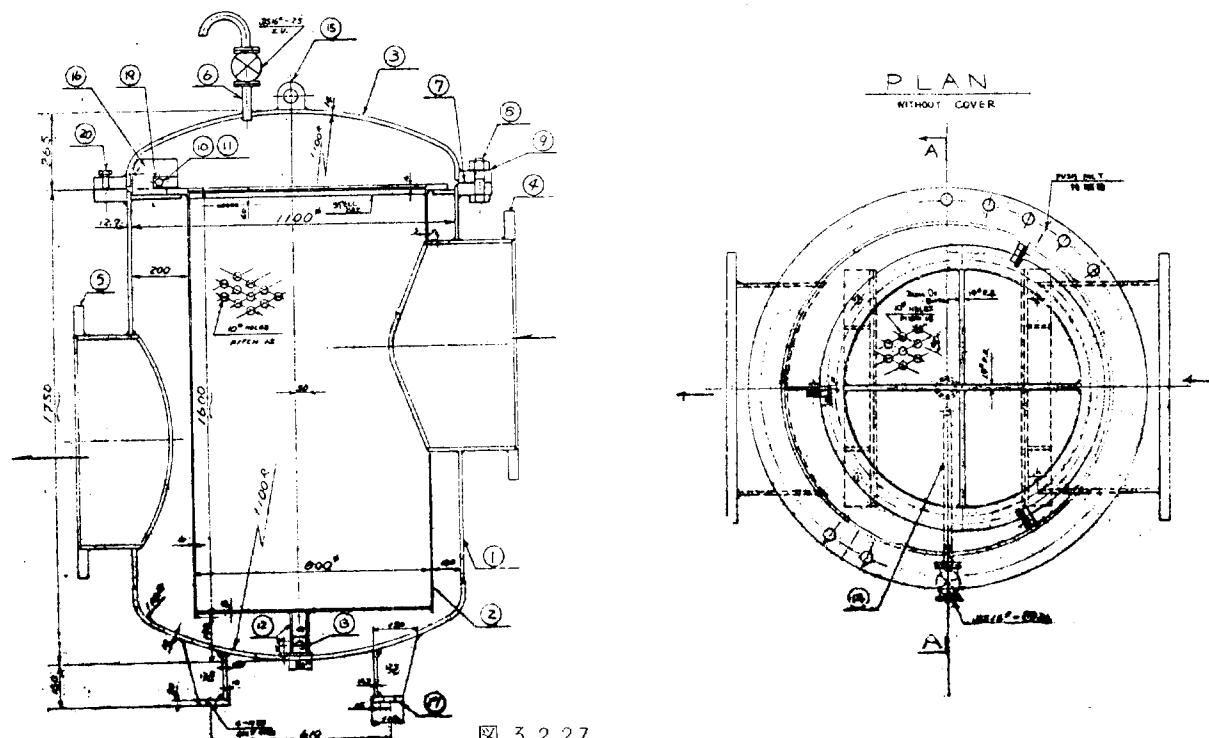
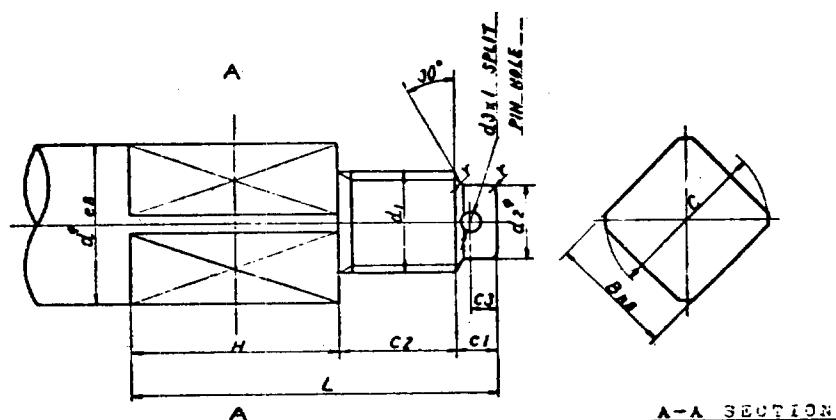


図 3.2.27

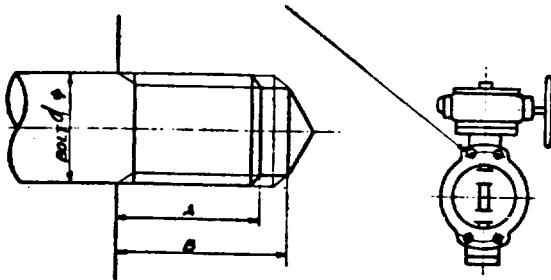


HONINAD SIZE mm	B × C	d ₁	d ₂	H	C ₂	C ₁	L	C ₃	d ₃ × 1	r
150	14×18	M12	9	20	16	6	42	4	3×15	0.6
200	14×18	M12	9	20	16	6	42	4	3×15	0.6
250	17×22	M16	12	24	19.5	8	51.5	5	4×20	0.8
300	19×25	M16	12	26	19.5	8	53.5	5	4×20	0.8
350	23×29	M20	14	30	23	8	61	5	4×22	0.8
400	27×34	M22	17	34	25	10	69	6.5	5×28	0.8
450	30×34	M24	19	40	28.5	10	78.5	6.5	5×30	0.8
500	32×39	M24	19	40	28.5	10	78.5	6.5	5×30	0.8
550	35×44	M30	22	43	33	12	88	8	6×30	1.2
600	35×46	M30	22	43	33	12	88	8	6×30	1.2
650	38×48	M30	25	48	34	12	94	8	6×35	1.2
700	38×48	M30	25	48	34	12	94	8	6×35	1.2
750	41×52	M36	27	53	37.5	12	102.5	8	6×40	1.6
800	41×52	M36	27	53	37.5	12	102.5	8	6×40	1.6

SRS 0568 機関部井類要素部品標準製作図設計基準をバタフライ弁に適用する事とした。

図 3.2.28-1 HANDLE 軸頭部寸法表

1 本体フランジ面のタップ孔寸法

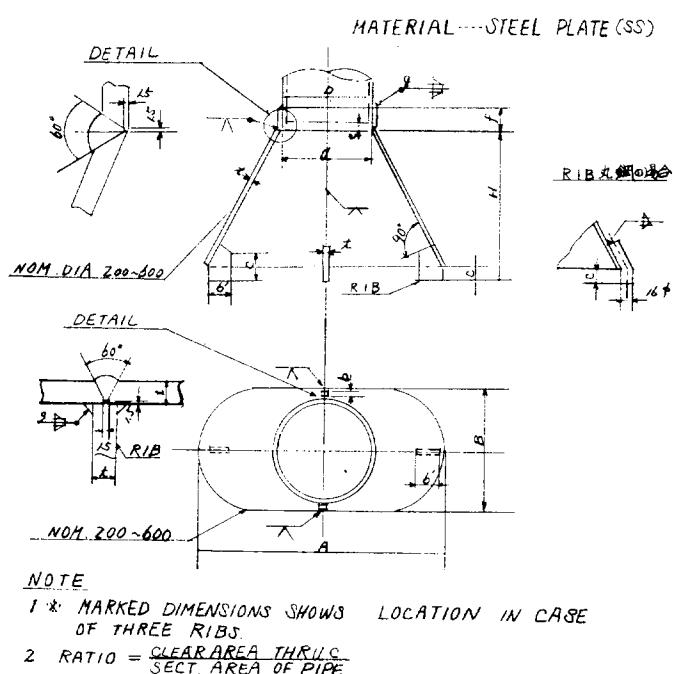


ISO BOLT ϕ	A	B
M 16	20	24
M 20	25	30
M 22	28	33
M 24	30	36
M 30	38	44
M 36	45	52

ボルト植込み寸法は JIS B 1003 に規定されている。

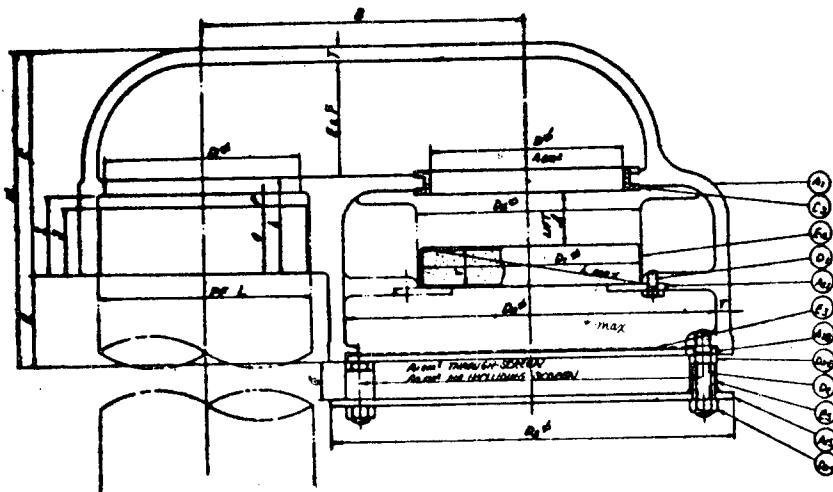
A = 1.25 d によって。

図 3.2.28-2 本体フランジ面のタップ孔寸法表



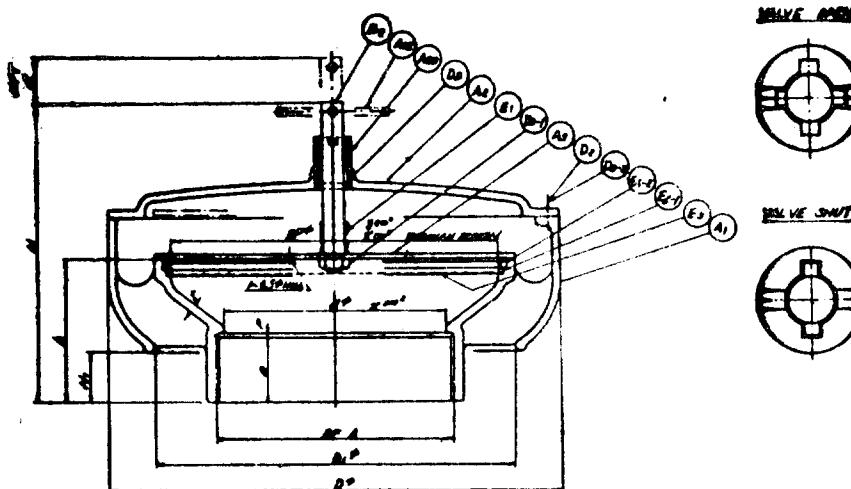
NOMINAL	O.D. OF PIPE D	BODY						RIB					g	RAT 10	WEIGHT (kg)	
		A	B	H	C	f	e	t	d (min)	k	s	b'	n			
200	216.3	700	460	320	25	100	50	12.7	220	4	50	60	70	7	1.4	51.6
250A	267.4	800	460		46						50	60			1.6	73.4
250B		1100	650	400	25	190	50	12.7	271	4	70	100	100	7	1.5	125
300A		850	460		80						50	70	125		2.4	71.4
300B	318.5	1650	750	400	40	100	50	12.7	324	4	80	170	110	7	2.5	220
300C		1650	750		25										1.5	
350	355.6	850	500	400	100	100	50	12.7	361	4	50	60	150	7	2.5	75.9
400	406.4	900	600	400	100	100	50	12.7	411	4	60	60	170	7	2.1	85.1
450	457.2	1100	600	500	100	100	50	12.7	452	4	75	100	200	7	1.9	120
500	508.0	1500	750	500	100	100	50	12.7	512	4	75	100	200	7	1.8	138
550	558.8	1300	750	500	125	100	50	12.7	563	4	75	150	200	7	1.9	148
600	609.6	1400	750	550	130	100	50	12.7	614	4	75	150	200	7	1.7	153

図 3.2.29



SL	NAME	QUANTITY	SIZE	ITEM	GALV		
81	FLAT	100	1/4 INCH	SHEET	/		
82	SCREW	100	1/4 INCH	SHEET	/		
83	ROCK NUT	100	BRASS	BUFF			
84	NUT	100	BRASS	BUFF			
85	SWD BOLT	100	BRASS	BUFF			
86	BOLT	100	BR STEEL	BUFF	8		
87	SEAT JACKING	100	HEA FRAME				
88	SCREEN RING	100	1/2 INCH	ROHS	/		
89	FLAT SUPPORT	100	1/2 INCH	STEEL	SJSI	8	GALV
90	PLATE	100	1/2 INCH	STEEL	SJSI	/	GALV
91	BODY	100	CAST IRON	PCW	/	/	
SPECIFIC PARTICULARS		MATERIAL	QTY	WT	REMARKS		

图 3.2.30-1

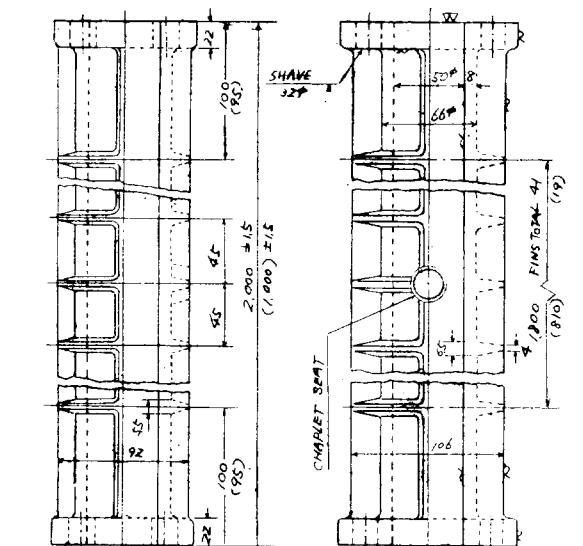


Ref	Name	BRASS	BOLT	1	
E6-1	RINGS	BRASS	BOLT	1	
E7	SCREEN	STEEL	BOLT	1	100X100
E8	SPRING	-	-	1	
D9	NET	STEEL	BOLT	1	
D9-2	NUT	BRASS	BOLT	1	M6-10
D9-1	NUT	BRASS	BOLT	1	
D10	STUD BOLT	STEEL	BOLT	1-8	M6-10
B1	LOD	BRASS	BOLT	1	
A20	STAND	BRONZE	BOLT	1	
A11	HANDLE	BRASS	BOLT	1	
A12	VALVE	STEEL	SCREW	1	GALV
A13	COVER	CAST	IRON	FCB	1
A14	BODY	CAST	IRON	FCB	1
MARK		PARTICULARS	MATERIAL	QUA- TY	REMARKS

NAME	SIZE	PF A	O	P	A	D	O1	D2	E	A'	H'	H1'	LH1'	AREA	AREA	AREA	DATA	WANT	
														4	1000000	1000000	1000000	%	
• 600-50	60	PF 1	41	3	80	130	100	95	S.S.	51	110	20	10	100.00	94.10	10.2	220	1.23	3.27
• 600-50	60	PF 2	30	3	85	135	100	95	S.S.	59	125	25	11	92.10	92.10	100.00	216	1.18	3.0
• 600-50	60	PF 3	30	3	80	135	105	120	S.S.	67	100	25	16	59.17	113.17	112.00	223	1.13	3.3
• 6000	100	PF 4	60	4	100	200	175	150	1	83	170	30	20	70.50	117.71	97.2	213	1.23	10.7
• 6000	100	PF 5	60	4	105	210	175	185	7	93	190	35	25	102.71	100.00	100.00	219	1.21	15
• 6500	105	PF 6	60	4	105	210	175	185	7	93	190	35	30	117.11	114.11	100.00	215	1.18	22
• 6500	105	PF 7	60	4	100	200	175	150	1	83	170	30	41	34.11	117.71	113.0	218	1.2	61.5
• 6500	105	PF 8	57	4	800	620	325	295	9	127	270	45	51	444.87	101.21	58.21	219	1.2	62.7
• 6500	105	PF 9	57	4	850	520	310	370	11	145	315	45	59	166.81	120.51	81.0	216	1.18	63
• 6500	100	PF 10	60	5	850	510	310	370	11	145	315	45	59	166.81	120.51	81.0	216	1.18	62.5
• 6500	100	PF 11	65	5	800	100	680	480	11	165	335	50	59	166.81	120.51	81.0	216	1.18	63
• 6500	650	PF 12	70	5	1000	180	560	495	10	190	680	60	65	881.61	1164.62	1100.00	219	1.2	125

図 3.2.30-2

()寸法は1mものを示す。 材料; FC, FCD40またはFCD45



※ FCDの場合は, FLAT FACE, RAISED FACE 両者を標準とする。

= FCDの寸法がFC寸法と異なる部分の寸法を表わす。

図 3.2.31 加熱管用フインチューブ標準

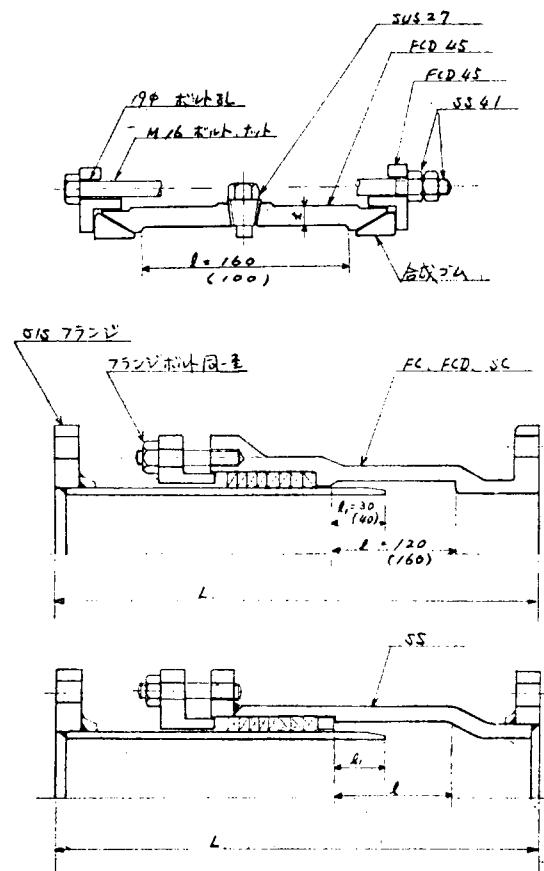


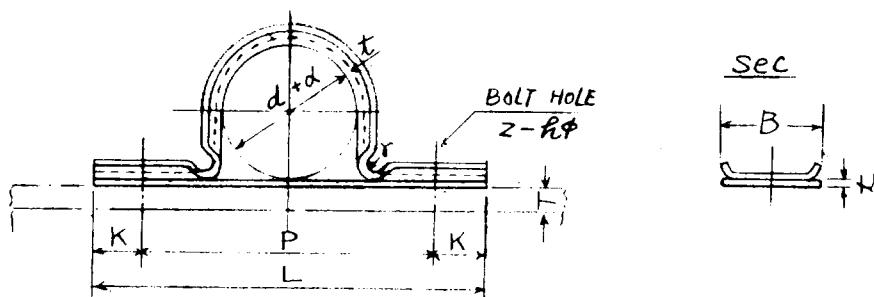
図 3.2.32 伸縮継手 ドレッサ形

ヒーティングコイル用アルミプラス管サポート標準

材質: クリップおよびライナーは J I S H - 3 6 3 2 の B_s T F

ボルトナットは SS 41

(注) T寸法は各社の標準による



NAME. SIZE	PIPE OUT DIA d	t	B	L	P	K	h	r	MOLT NUT SIZE	1 SET WEIGHT (kg)
15	15.139	1.6	32	106	76	15	14	3	M12×30	0.19
20	21.488							3		0.19
25	28.245							3		0.20
32	34.595			106	76			5		0.20
40	40.945			112	82			5		0.21
50	54.051	1.6	32	132	102	15	14	5	M12×30	0.24

図 3.2.33

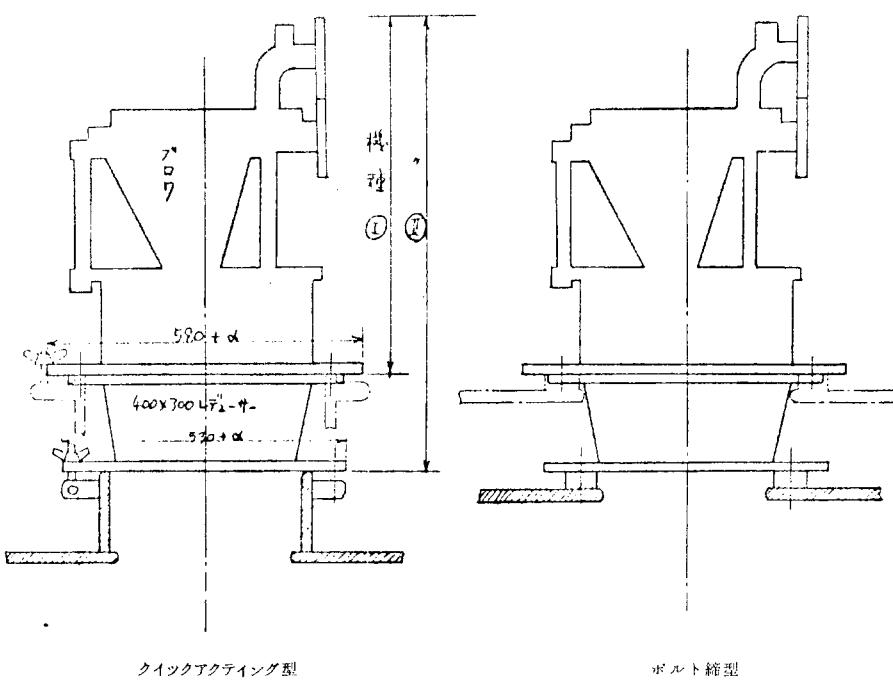


図 3.2.34

3.2.6 対関連業界、規格などの問題

(1) 目的・方針

標準化のネックになっている問題について要因はいろいろあるが、ここでは対船主関係、対船級関係、規格(JIS, SRSなど)に関するものを対象とし、管舾装置、部品を主体に調査を進め対策を明らかにするための検討を進める。

(2) アンケート調査

小委員会参加8社を対象に調査を行なった。

(a) 対船主関係

35件の問題点が提起され、その大部分の項目についてほとんどの造船所がネックと回答している。船主別(国内、国外)にみると一部の項目を除き、ほとんどが内外の船主とも共通に現われている。これらの問題点のうち、詳細設計および建造中に発生する項目に対しては各造船所とも“艦装プラクティス”として予め承認を得る形式などで一応何らかの対策をとっているが、一方、機器、装置などの要求仕様、グレードに関する項目については未だ積極的な対策が講じられていない現状のようである。

(b) 対船級協会関係

24件の問題点が提起され、部品・部材の構造、寸法および材料規格については何らかの対策を講じている造船所が多いが、一方検査に関する問題点についてはほとんど手をつけられていない現状のようである。

(c) 対規格関係

規格の問題については一般的傾向を調査したにとどめたが、各社ともJISをそのまま完全に使用していないものがあり、JIS-Fを始めその他の船用諸規格のあり方、規格内容、見直し方法などについて造船所、規格化団体とも反省の要があると考えられる。

(d) その他

主として社内の標準化の在り方および態勢などにも問題がある。この内特に船体部と機関部の標準化の思想統一と類似部品の統一が多くの造船所の問題点として現われている。

(e) 問題点についての考察

提起された問題点について要因別に考察すると下記のごとく分類される。

- 1) 標準化されていないために其の船ごとのDESIGNとなり統一化されないもの。

- 2) 標準化の方法や内容が不充分なもの、または体系的に整備されないため統一されないもの。
 3) 種々の制約のため文字通りネックとなっているもの。

(3) 対策方針一般

船主関係では船の自動化の進歩などによる乗組員の減少、修繕費の上昇などによりメインテナンスフリーを軸とする要望が強くなって来ている。従ってアンケートに現われた問題点に対処する基本的な方針として、メインテナンスフリーを考慮した標準化を目標とすべきであろう。

対船級関係では IACS (国際船級協会連合) で統一ルール化に向って居り、また AWES (西欧造船工業会) および日本造船工業会でも材料の統一などの点で統一化の運動を行なっているが、これの実現にはかなりの年月を要すると思われる。これ等の実現に先立つ対策として、部品、金物類については、グレードの高い方、または規則のシビアな方に合せることによりできるだけ共通性のある標準に統一することも一方である。要は部品、金物類についてはコストも含め総合的に検討の上思い切った種類の削減を計る方向で問題解決に当るのが良いと思われる。

機器、装置などについても同様に種類削減して統一可能なものはその方向で、また統一困難なものもグレード別に種類を限定した標準化を推進して問題解決に当ることが必要と思われる。

今回のアンケート調査で明らかにされた問題点は、船の軸全般から見れば未だその一部にすぎないが、前述の方針で標準化を推進することにより軸一般についてのネックになっている諸問題を解決の方向に進めることができと思われる。今回の調査で提起された問題点について前述の方針を進めることにより問題解決の可能性について検討した結果は下記のごとくなる。

対象	問題提起件数	解 決 度 合 别 件 数			
		A	B	C	D
対船主関係	35	21	3	6	5
対協会関係	24	8	5	7	4
規格・その他	6	1	5	—	—
合計	65件	30件	13件	13件	9件

注、解決度合ランク
 A : 標準化の推進により解決またはメリットが得られると思われるもの。
 B : 現標準の見直し、整理により解決またはメリットが得られると思われるもの。
 C : 標準化により問題解決の可能性を検討する価値のあるもの。
 D : 標準化してもメリットが得られないものまたはその必要度が少いもの。

(4) 対船主関係の対策

(a) 部品、金物類

重要部品、修理困難な場所につく部品等を主体にメインテナンスフリーの思想を取り入れて規格、標準の見直しを行ない、思い切った種類の削減を計る。

(b) 機器、装置

装置ごとの標準仕様集（グレード、目的別によるOPTIONを含む）を作成し、これらの組合せにより船主の希望する仕様を選択するよう持っていく。

(c) 軸上の問題

軸プラクティス、検査基準などについて標準化の推進、整備を計る。

対策の具体例については46年度報告書に記載したがその一例を下記に示す。

品 名	問 題 点	標 準 化 の 一 例
バタワースハッチ	JIS-Fで規格化されているが、実際に使用されているものは大きさ、形式、材質が種々あり、この組合せで10種類以上にも及ぶ。	大きさ400φ, 450φ, 材質BCまたはプラスチックを基本としつきれば1種類に持つて行く。形式はクイックアクティング式を考慮する。

(5) 対協会関係の対策

(a) 部品、金物

各船級に共通し得る統一標準化を計る。統一により多少のコスト上昇となるものも出るが、品種削減による集中生産および管理面でのメリットでカバーし得る面もあると考えられる。

(b) 検査に関する問題

規則の解釈がむづかしいものまたはあいまいなものや、サーベヤーの判断にまかせられているため地域、担当サーベヤーにより差異の生ずる問題があるので、造船所としての統一解釈、統一見解について調査、研究しまとめた上、各船級協会に働きかける必要がある。

対策の具体例については46年度報告書に記載したがその1例を下記に示す。

品 名	問 題 点	標 準 化 の 一 例
圧力配管材料	船級ごとの規格に基づき製造検査を受けなければならない。	2重船級材とし種類削減を計る。

(6) 規格の問題

(a) 船用専門メーカーのある部品、金物や加工外注金物で製作図まで統一してもメリットが少いものは仕様書的なFLEXIBILITYのある規格に切換えた方が良い。

(b) メインテナンスフリーの観点からの見直しが必要である。

(c) 機器、装置の基本仕様の標準化を進める必要がある。

(d) JIS F 規格の見直し改正について

各造船所からのフィードバックの処理方法、規格への適切な反映など見直し改正方法について再検討が望まれる。

(7) ま と め

対関連業界、規格などの問題点について検討した結果、標準化を強力に推進することにより多くの問題を解決の方に向に進めることができると考える。

ただし、標準化の進め方、内容などについて、これ迄の在り方を再検討することが必要である。

(a) 標準のシステム化

現在、標準の性格に応じて、それぞれ下記のような分類で標準化に関する作業が行なわれているが、それぞれの標準相互に体系的なつながりが欠けているのではないかと思われる。

部品、金物を中心とした汎用規格 船舶JIS協会

設計基準的なもの 造船学会

工作精度基準 造船学会

受入検査基準 造船工業会

機器標準仕様 船用工業会

舾装プラクティス 造船学会

ルールに関する検討 造船学会

これらの標準化を一つのシステムとして体系化し、一貫した思想で足並をそろえて作業を進める必要がある。

(b) 標準化作業のスピードアップ

現在、新規制定、見直しとも企画から正式発行に至る迄2～3年かかることが多い。発行された時には情勢の変化で使われないというようなこともある。企画から正式発行迄を1年位にスピードアップする必要が感じられる。

3.2.7 評価表

以上機器部門の省力効果を確認するために、標準化作業においてとり上げられた個々の品目についてその成果を利点、欠点の面、材料費の増減、重量の増減の面、さらに設計部門、製造（その他）部門の工数減の面からとらえた。

表3.2.37に示されたように大手な利点が考えられ、材料費、重量においてもやや減少するという成果を得、製造（その他）部門の節労人員は約2～4人、設計部門省力人員は約2人となる。これら品目のJIS化が本格的に進み関係団体の協力が得られればさらに省力化が推進されるものと思われる。

なお、項目3.2.6の対関連業界、規格などの問題、調査の成果は品目別の標準化とは問題のとりくみ方の違いもあって評価表には記入しなかったが、問題点や対策をより深く解明していくは設計部門は勿論、造船業務全体にわたって大手な省力化ができると思われる。従って諸団体と協同して標準化をさらに推進すべきである。

これら省力化によって人的資源の不足を補い、またその余力は工場設備の近代化、自動化、設計製図の電算化など重要な企画の面に振り向け得ることとなり関連工業界との協力とあいまって需要者の期待をこなった造船業の発展と生産の増大とに寄与することが可能と思われる。

表 3.2.3.7 評価表

品目	利点														欠点			材料費	重量増
	設部(設計等) 顧客化の迅 速省	官の公折 衡、事務 面化承 認の寄 与)	早期図 出面 図早 期の入 手)	外注 購買 関係 の省 会素 化へ化 化)	検査 購入 關係 の省 手簡 易化)	在庫 管理 の簡 便性 能化)	部品 緊急 手配 の可 能性	情通 報量 仕様 増大 の見 よ保 る保	各環 境社 協の 同設 計備	専門 門品 品質 のメ 大発 に見 よ確 る保	部單 品量 産量 のメ 安一 定力 整計 計備	付帯 的効 果	標準 (採用 技術の 基準 硬新規 直・新規 化材料 の採 念)	業者 自由競 争阻 害					
銅管	○		○		○	○	○	○	○	○	○								
銅管 ベンドピース	○			○	○	○	○	○	○										
鉄系 鋳物管	○	○	○	○		○		○	○	○	○	○	○			減	減		
銅管および銅合金管	○		○			○	○	○					○			増	増		
銅管用フランジ	○	○		○			○	○	○				○			減	減		
ストレーナー(水用・油用)	○			○	○			○	○							減	減		
仕切弁	○	○		○		○		○	○	○	○	○	○						
玉形弁	○	○		○		○		○	○	○	○	○	○						
アングル弁	○	○		○		○		○	○	○	○	○	○						
ベルマウス	○	○		○		○		○	○	○	○	○	○						
タンククリーニング ホールカバー	○	○		○		○		○	○	○	○	○	○						
ポンネット形 空気管頭	○	○		○		○		○	○	○	○	○	○						
グーズネック形 空気管	○	○		○		○		○	○	○	○	○	○						
カサ歯車	○	○		○		○		○	○	○	○	○	○						
バタフライ弁	○	○		○	○	○		○	○	○	○	○	○						
盲フランジ	○	○		○		○		○	○	○	○	○	○						
パイプサポート およびバット	○	○		○				○									減		
Uボルトライナー 小径銅管用バンド	○			○			○	○	○										
銅管用パイプアンカー	○							○											
ヒーティングコイル用 サポート	○	○			○			○	○	○		○					減 減		
加熱管用フィンチューブ	○	○			○		○	○	○	○		○	○			増	減		
リモコン用接手				○	○		○	○									減		

工数減

- 製造(その他)部門の工数減: 約4,700~7,800時間/年、機器工作分科会に小委員会(案)を検討していただく際、重量当りの工数等に条件の抑え方、社の事情等より差が出てきたためその最小と最大の時間を表示することにした。なお、小委員会(案)で工数減0としたもの内2~3社から工数減ありとご指摘いただいたものもあるがそれらは割愛している。

総合的には年間45隻としたが品目によつては総べての船に適用されないものがあるので係数を乗じて年間の時間数を求めている。

- 設計部門の工数減: 約2,400時間/年

3.3 節労化小委員会の研究内容とその結果

3.3.1 概 要

昭和44年度から46年度の3カ年にわたって節労設計のあり方を追求するため、節労化の効果の評価に関する調査検討および加工度の少ない構造である直線式構造に関して一連の実験研究を行なった。その結果の概略を以下に述べる。

(1) 節労化の効果の評価

まず昭和44年度は各社の節労設計に対する考え方および実施例ならびに外団の節労設計例について調査した。その結果、節労化に寄与する項目は次のような範囲に分けられることがわかった。

- (a) 適切な構造方式の選択
- (b) 部材数、溶接長の少ない構造
- (c) 加工度の少ない構造
- (d) 通行し易い構造、危険度の少ない構造
- (e) 部材統一、寸法統一
- (f) そ の 他

そこで昭和45年度にはふつうの構造の20万トンタンカー選び、これをもとにして構造方式を変えたり、部材心距を広げたり、あるいはその時点の知識をもとにした直線式構造の設計を行なって節労効果の評価を行なった。その際は各社が自社の設備、能力あるいは工作法をベースにして評価したのであるが、結果は非常にばらついている。ただトランス・スペースを広げた設計が節労化に対して有効であるという点では各社の評価が一致している。これらの点から見て節労化を考えた最適設計は各工場によって変ってくると考えられたので、昭和46年度には各工場が最適な節労設計を行なう上で有用な手段として最適化手法による節労構造プログラムの開発を行なった。

これを用いて一例として昭和45年度に試設計した船型について計算を行なったが、得られた最適構造は現在各社が設計している構造寸法と大差なかった。

(2) 直線式構造の実験

加工度の少ない構造としていわゆる直線式構造方式に関する種々の実験研究を行なった。すなわちプラケット・コーナー部の構造を種々に変えた小型模型による疲労試験あるいはビルジコーナー部およびストラット基部の大型模型によるプログラム疲労試験などを行なった。

小型模型試験の結果、直線式構造の中で最も時間強度の高いものはほぼ通常のものと同等の強度を有しており、直線式構造を採用しうる見通しを得た。

その後に行なわれた大型模型試験では亀裂が、早いものでは実船換算で3年目に発生するが、その後の進展が遅く、20年を経過してもたかだか60mmていどにしか成長しないことがわかった。

これらの実験から結論的にいって直線式構造は適当な構造寸法および工作精度があれば不可能ではない。ただ小さな亀裂が発生する可能性は残っているが、進展が遅いので大事に至る可能性は少ないと考えられる。

今回の実験結果をもとにしてさらに今後破壊力学の手法などにより亀裂の発生、進展および構造の破壊との関連を追求すればより適確な評価を下すことができるものと思われる。

3.3.2 節労化の効果の評価および実用化の検討

(1) ディープ・サーベイ（昭和44年度）

(a) 検討方針および検討方法

次年度の節労設計の方向づけを行なうために、各社の節労設計に対する考え方および節労設計の採用状況を、次のような項目について、アンケート形式で調査した。

(i) 構造の節労設計に対する考え方

- (ii) 構造設計に際して、節労化をどの程度考慮しているか
- (iii) 節労設計を行なうにあたってはどのような点に重点をおいているか
- (iv) 節労設計の実施例
- (v) 将来の節労設計のあり方

また、外国の節労設計の例についても雑誌、文献等により、調査した。

(b) アンケートの結果

各社より寄せられた回答を、各項目ごとに整理すると大体次のようになる。

- (i) 構造の節労設計に対する考え方

「積極的に取り組むべきだと考えるが、節労設計をどしどし取り入れるには設計的に見て時期尚早である。」
という回答が一部に見られたが、総じて「現時点で真剣に取り組むべきである。」という意見が大勢を占め、その理由として

- (a) 将来の労働力不足
- (b) 工賃費の高騰（鋼材価格はほぼ横ばいと考える。）
- (c) 作業環境の改善（危険作業の減少等）
- (d) 生産の自動化、機械化に対応する。

等があげられている。

- (ii) 構造設計に対して節労をどの程度考慮しているか

節労設計に対する姿勢にはかなり積極的なものがあり、少くとも材料費の増加を伴わず、また、構造機能上も問題のない節労設計はできる限り広範囲にとり入れることとしている。また、材料費の増加を伴うものに対しても、材料費の増加を償うだけの節労化の効果があるかどうか明確でないしながらも、相当の鋼材重量（20万トン油送船で300～400トン程度の鋼材）を投入しても節労化を推進する構えを見せている。

しかしながら、構造的拳動が明確でない節労構造の採用には踏み切れないというのが大方の意見である。

- (iii) 節労設計を行なうにあたってはどのような点に重点をおいているか

その優先順位は必ずしも各社間で一致はしていないが、現在の所、部材数、溶接長の少ない構造配置法（タンク配置、大骨配置、Long Space, Trance Space）に重点をおいている所が多い。また、交通装置、部材統一に対しても上記構造配置法に劣らぬ比重がおかれている。

加工度の少ない直線式構造は、構造的拳動が明確でないとして、大巾を採用には踏み切れない現状である。しかししながら、将来の一つの行き方として、各社とも直線式構造の構造強度的検討の必要性を強調している。

また、節労設計の重点のおき方として「外業優先」といった基本方針を打ち出している工場があったが、このように生産過程別に重点のおき方を定める思想は将来の Production type の造船所における節労設計の一つのあり方として注目される。

- (iv) 節労設計の実施例

各社より提出された実施例を表3.3.2.1に示す。

これらの項目は大体次のように分類される。

- (a) 構造様式

（部材数、溶接長の減少、交通装置、作り易さ等、色々の要素を含んでおり、総合的に判断して節労の効果が評価される。）

- (b) 部材数、溶接長の少ない構造

- (c) 交通し易い構造、危険度の少ない構造

- (d) 加工度の少ない構造

(b) 部材統一, 寸法統一

～そ の 他

(各工場の特殊事情によるものが多く、一般に普遍性に乏しい。)

なお、表の右欄には項目の普遍性を調査するために各社工作部門の評価を記入した。

工作部門評価の表中

◎は是非採用したいもの

○は採用することが望ましいもの

×は採用する必要のないもの

を示す。

(v) 将来の節労設計のあり方

(a) 節労化の効果の評価

将来の節労設計においては、かなりはっきりした姿で節労化の効果が評価されなければならない。

この評価は単に材料費と工費の比較のみならず船の載貨重量、あるいは船価への影響、生産工程との関連等総合的見地に立つものでなくてはならない。

(b) 生産機能を考慮した節労化

将来の工場においては、生産工程の機械化、自動化、標準化が必至となる。この時点における節労設計は単に加工度の減少といったものではなく、生産機能を十二分に発揮できるような設計でなければならない。

(c) 作業環境の改善と作業の能率化

安全な足場を確保し、危険作業の減少をはかり、作業の能率向上に供する。

(d) 直線構造等の採用

現時点ではその構造的機能の挙動が明確になっていないため大巾には採用されていないが、いずれこれらの採用の決断をせまられるときが来るであろう。そのときに備えて十分な強度的検討を行なっておく必要がある。

(e) 構造配置法の再検討および新しい構造様式の開発

将来予測される環境のもとでは、現在考えられている構造配置法が最善のものであるとは限らない。

将来の節労設計のあり方として構造様式の研究が重大な課題となるであろう。

(f) 各社の状況に対する考察

以上のように各社の節労設計の状況および工作部門の評価をまとめて見ると、各工場にある程度共通のItemと各工場の事情によって全く異った評価がなされているItemとに大体分類できるようである。

構造様式については、ある様式が節労につながるかどうかという考え方には各造船所の間にかなり違いがあるようである。これは、各造船所の工場設備およびBuilding Practiceの差異によるものでそれらの環境が同一でない以上、評価が異なるのは当然であろう。

部材数、溶接長の少ない構造については、直接、工数の減少につながる要素が多いだけに是非採用したいという工作部門評価が多い。部材数、溶接長の少ない構造では構造機能上の問題は少ないと一般に材料費の増加を伴う。この材料費の増加と節労化の効果が今後研究されなければならない課題となる。

同様なことは交通し易い構造についてもいえる。交通装置には各社とも関心が深く、工作部門評価でも◎が多い。加工度の少ない直線構造は、工作部門にとっては魅力あるItemであるようであるが、現段階では機能上の問題からむしろ設計部門でブレーキをかけているような状況であるといえる。

部材寸法の統一については各社とも節労化につながるものとしているが、Trans Space, Long^ℓ Space の固定化に対する考え方方は各社まちまちである。

筋 力 設 計 の 実 施 例	実 施 会 社								工 作 部 門 評 値					註 記		
	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H
(i) 構造様式(部材数、溶接長の減少、作り易い構造等色々の要素を含んでいる。)																
(i) Center Line Girderless 構造の採用	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
形状の簡易化、部材数、Block数の減少																
Girder Trans Horizontal																
Girder 等の取合の簡易化ができる。																
一方、Bottom Deck & Trans の深さが深くなり End Block が大きくなるので組立時に問題がある。																
(ii) Side Stringer System の採用																
恒久足場としての効用、Strut の減少、																
作業環境の改善(安全対策)																
(i) Transverse Block の Horizontal Stiffener																
部材数、溶接長の少い構造																
(i) Bottom、Deck、Side longitudinal ad Space を広くして部材数の減少を計る。																
(ii) Aft peak frame space を従来の 610mm から 700~750mm に増加。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
(i) Aft peak floor space 登録枠 4 frame space に配置して数の減少を計る	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表 3.3.2.1-(2)

節 労 設 計 の 実 施 例	実 施 会 社								工 作 部 門				評 価		註 記	
	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H
(a) Fore peak trans space を従来の 3,000 mm から 3,200 ~ 3,750 mm としで数の減少を計る。	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
(b) Bilge circle を小さくして Bilge longitudinal を廃止	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
図 3.3.2.1 (1) 参照																
(c) 超広巾板の採用	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
(d) 交通し易い構造									○	○	○	○	○	○	○	
(e) 恒久足場の設置									○	○	○	○	○	○	○	
Longitudinals, horizontal stiffener を大きくして足場とする。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
図 3.3.2.1 (2) 参照																
(f) 大骨 (Transverse girders) の Access hole	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
図 3.3.2.1 (3) 参照																
(g) 二重底 Floor の Access hole (最終状態ではなく block 組立時の Access を考慮する。)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
図 3.3.2.1 (4) 参照																
(h) Bottom trans の Slot を Man hole に改用する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
図 3.3.2.1 (5) 参照																

表3.3.2.1-(3)

節 労 計 計 の 実 施 例	実 施 会 社								工 作 部 門 評 価				註 記			
	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H
(付) Butterworth, hatch opening を enlarge (450φ) している。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(W) 加工度の少い構造																
(A) Center line girder の直線式構造	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
図 3.3.2.1 (6) 参照																
(B) Side transom の直線式構造	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
図 3.3.2.1 (7) 参照																
(C) Side strainter の直線式構造	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
図 3.3.2.1 (8) 参照																
(D) Hd block seam の棚板方式	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
棚板は足場兼用とする。 図 3.3.2.1 (9) 参照																
(付) Bottom Trans の直線式構造	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
図 3.3.2.1 (10) 参照																
(N) 前尾部構造にて Web frame (Transverse) (直線式構造を採用)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(H) 大骨 Face plate の片面構造 (L型構造)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
図 3.3.2.1 (11) 参照																
(付) Swash Block の片面加工	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
図 3.3.2.1 (12) 参照																

表 3.3.2.1-(4)

筋 力 設 計 の 実 施 例	実 施 会 社								工 作 部 門 評 値				註 記			
	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H
(i) 開口補強の T-Ring をやめて Stiffener を Edge に設ける。 図 3.3.2.1 (3) 参照	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(x) Big keel の rivet 魔止	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(ii) 曲り部の多い Transverse 直線部を多くとり曲り部を狭い範圍にとどめる。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(v) 部材統一、寸法統一																
(f) Block 長さの統一(ある程度の範囲で統一する。)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(d) Trans space, Long ¹ space を固定化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(e) Flat bar, Bkt の寸法統一	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(g) Side Long ¹ の寸法統一(20万トンタンカーで8~9種)																
(vi) その他の																
(1) Block 一線切り(Skin, Long ¹ web, face を一線の butt で切る。) 図 3.3.2.1 (5) 参照	○ ¹⁾	○ ²⁾	○	○												

節 労 設 計 の 実 施 例	実 施 会 社								工 作 部 門 評 値				註 記			
	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H
(a) Tripping Block の Edge Stiffener を廃止、Flange を採用 図 3.3.2.1 (16) 参照	○								◎	×	◎	○	◎	×	○	
(b) Tripping strut 図 3.3.2.1 (17) 参照				○					◎	×	×	○	◎	◎	×	
(c) 積み重ねし易い Block Block の stock を考え、できるだけ 四輪の Block とする。 図 3.3.2.1 (18) 参照				○					◎	◎	1) ×	○	○	◎	×	1) 接手の数を増やして まではやらない。
(d) H型鋼の採用(機関室 pillar として)					○				○	○	○	○	○	○	○	

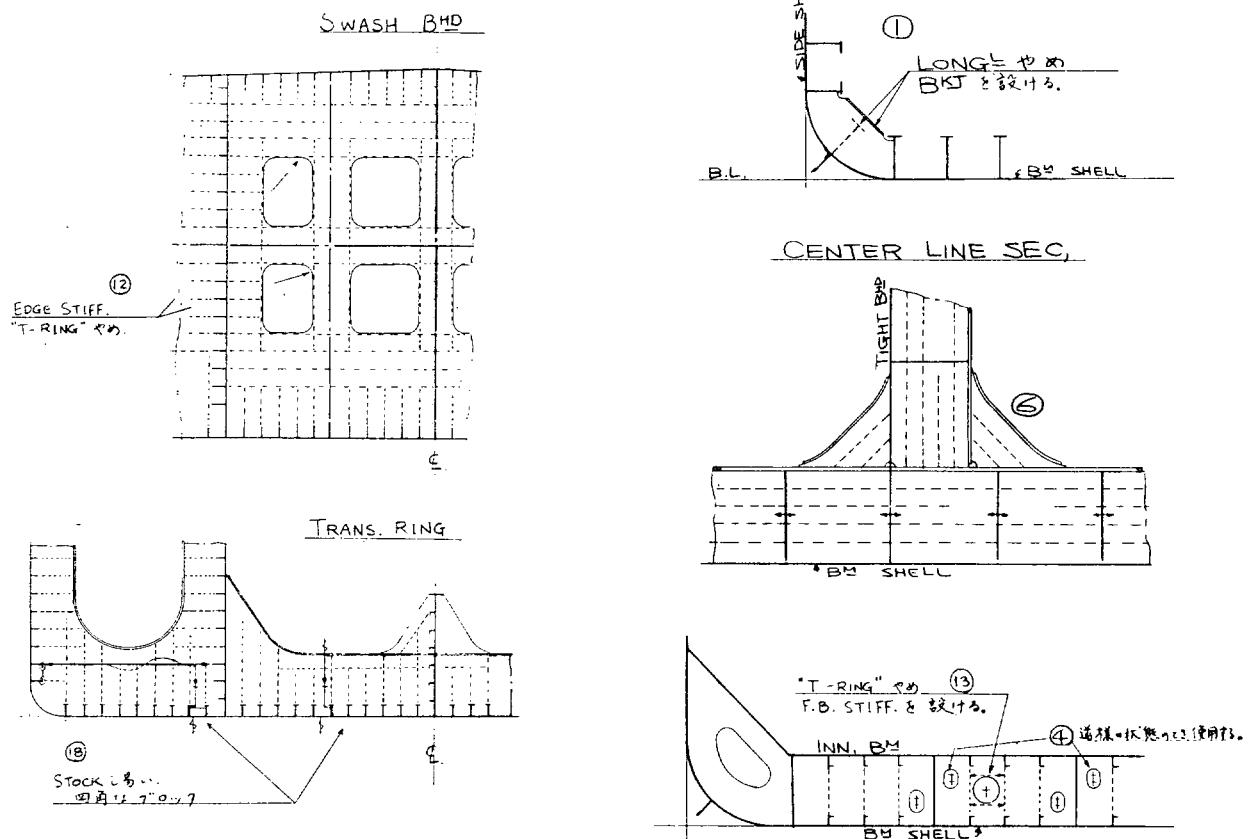


図 3.3.2.1-(2)

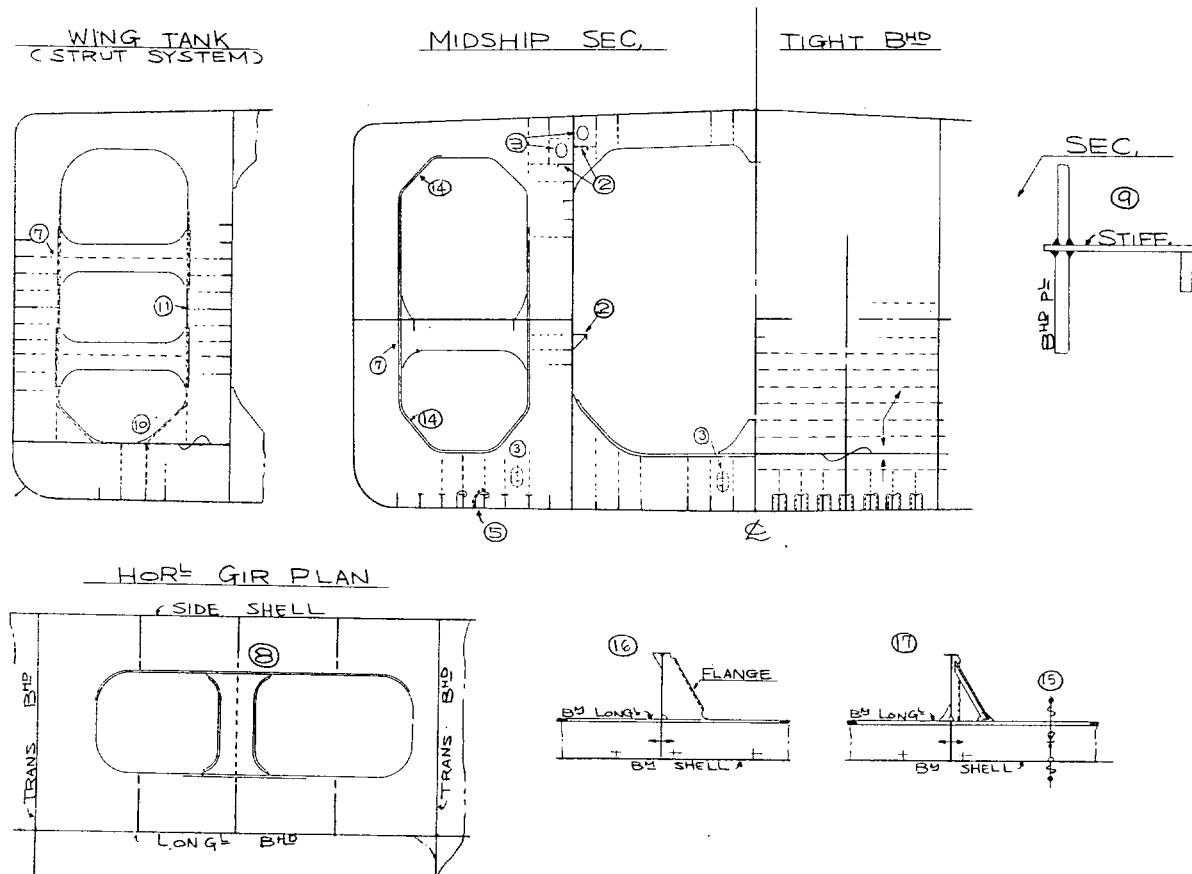


図 3.3.2.1-(1)

(2) 各種節効設計の効果の評価（昭和45年度）

(a) 検討方針

昭和44年度のディープ・サーベイの結果、節効化に寄与する項目は次のような範囲に分けられることがわかった。

- (a) 適切な構造方式の選択
- (b) 部材数、溶接長の少ない構造
- (c) 加工度の少ない構造
- (d) 通行し易い構造、危険度の少ない構造
- (e) 部材統一、寸法統一
- (f) その他

そこで昭和45年度には上記の結果を考慮しつつ、節効化に対してどのような構造設計が最も有効であるかを見出すための検討を行なった。すなわち、まず2 strut system で center girder を有する20万トンタンカーを基準船型にえらび、次にこれの変形として上記節効項目をとり入れた節効設計図計9種を作成し、投入重量と節効効果の関係を調査した。また交通孔および恒久足場についての検討も行なった。

(b) 検討方法

まず基準船型として、実際に建造した次のような主要目の20万トンタンカーを選ぶ。

$$L \times B \times D \times d = 307m \times 48.2m \times 25m \times 19.3m$$

$$C_6 = 0.850$$

タンク数 5 (No.3のみ7 trans. sp., 他は10 trans. sp.)

Trans space 4.92m

Bottom longi sp. 960mm

Side longi sp. 900mm

Breadth of center tank 21.12m

Class A.B

構造方式

Center tank : center girder あり

Wing tank : 2 strut system

Trans bhd : plain bhd, Vertical stiff

これを基準船型とし、この構造方式を変えたり、あるいは部材心距を広げた各種節効設計図を作成する。基準船型の重量を表3.3.2.2に、各種節効設計図の特徴を表3.3.2.3に示す。表3.3.2.3からわかるように、LS-1～LS-3は構造方式によって節効効果がどのように変わるかを調べるための設計であり、LS-4～LS-6は部材心距を広げて部材数や溶接長の減少を計った設計である。またLS-7およびLS-8は一応現時点での知識をもとにして直線構造方式の設計を行なおうとするものである。

このような各種節効項目をとり入れた中央横断面図のうち基準構造であるLS-0を図3.3.2.2に、また後述するように各社が一致して節効効果が大きいと評価したLS-4を図3.3.2.3に、またLS-0に対する直線構造LS-7を図3.3.2.4に示す。その他の図面については昭和45年度の報告書を参照のこと。

(c) 検討結果

(i) 各種節効設計についての船殻重量および加工時数の比較

(b)で設計した各種節効設計図のうちLS-0をベースとして他の設計LS-1～LS-8の船殻重量および加工時数の比較を行なう。加工時数については各中央横断面図のプロック割りは、各社とも自社の設備に対して最

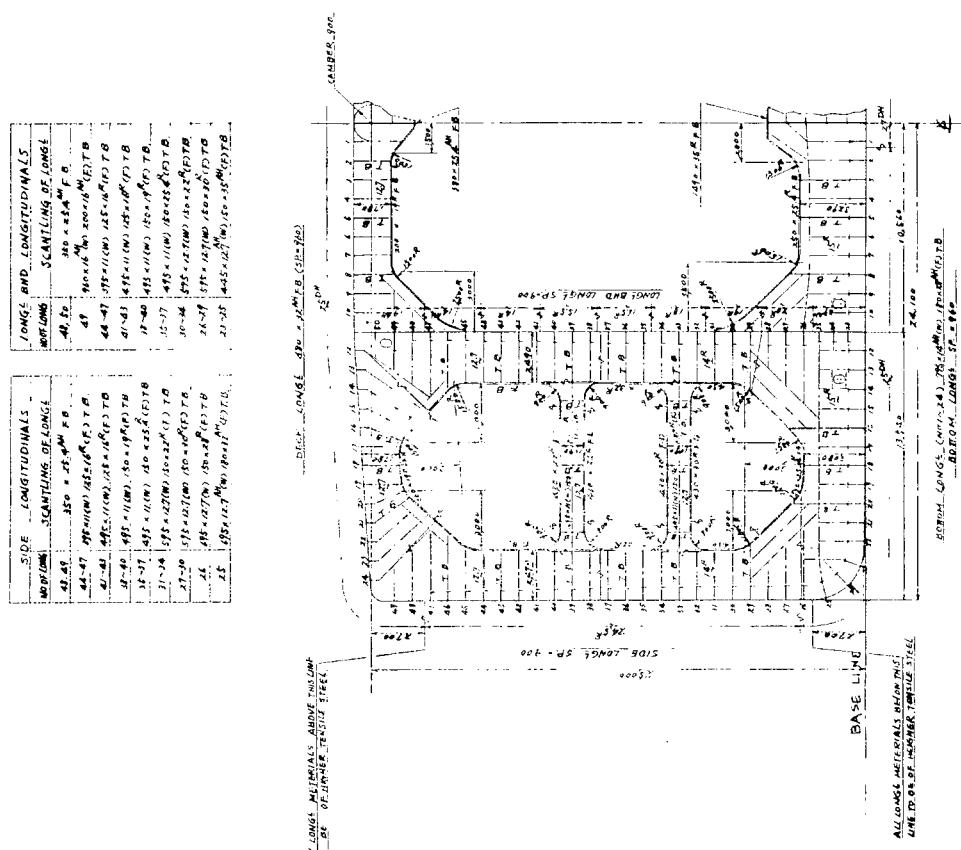


圖 3.3.2.2-(1) 基準船型 (L_S=0)

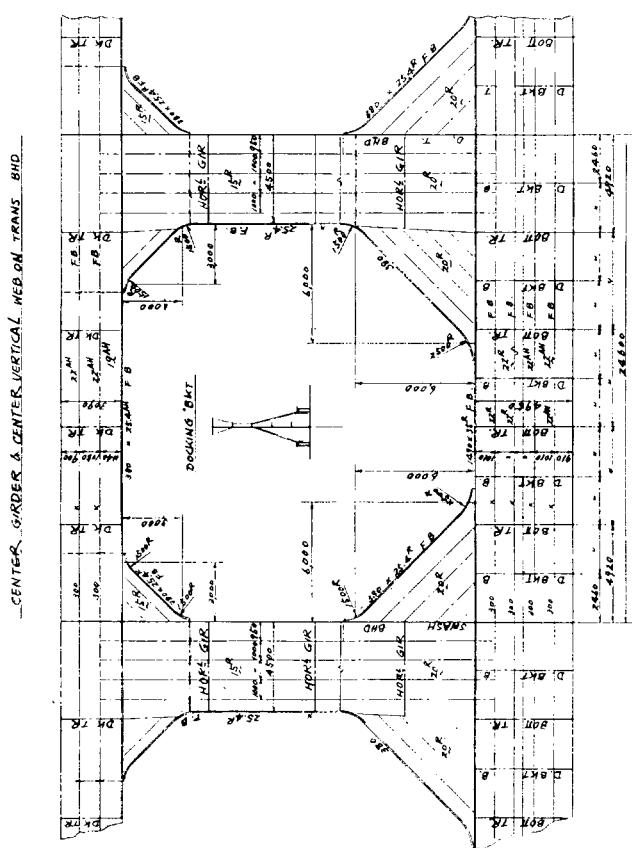


图 3.2.2 — (2)

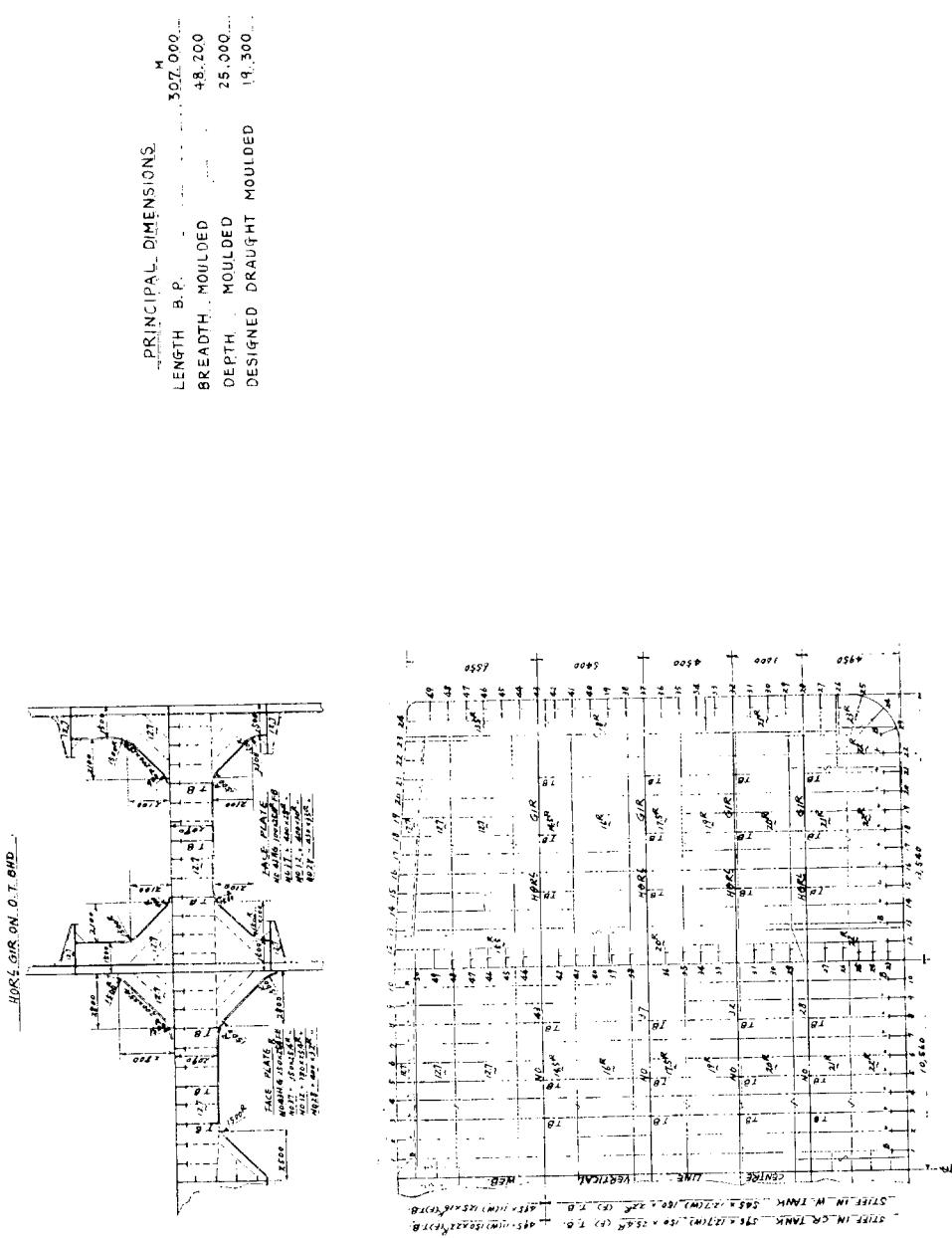


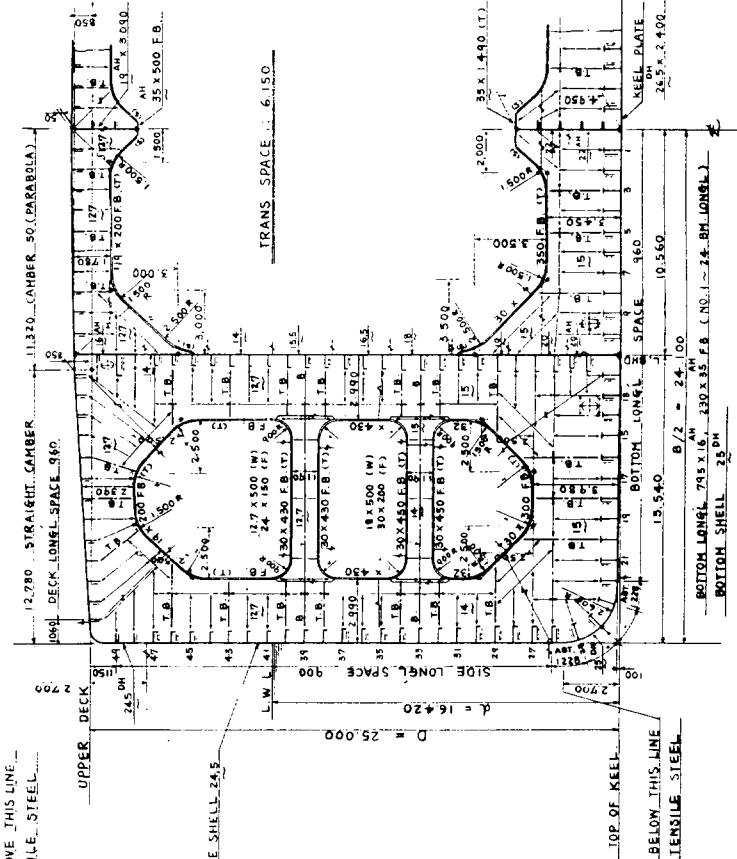
图 3.3.2.2-(3)

SIDE LONGI. — LONGI. BHD. LONGI.

SCANTLING		NO. OF LONGI.	SCANTLING
— 48 ~ 49	380 x 25.4 F.B.	50	380 x 25.4 F.B. AN
— 44 ~ 47	485 x 11 (150 x 19 F.B.)	49	960 x 11 AN (200 x 16 F.B.)
— 91 ~ 43	545 x 12.7 (150 x 22 F.B.)	48	380 x 25.4 F.B.
— 58 ~ 40	515 x 12.7 (150 x 23.4 F.B.)	44 ~ 47	445 x 11 (150 x 19 F.B.)
— 35 ~ 37	645 x 12.7 (150 x 28 F.B.)	41 ~ 43	545 x 12.7 (150 x 22 F.B.)
— 51 ~ 34	645 x 12.7 (150 x 32 F.B.)	38 ~ 40	515 x 12.7 (150 x 25.4 F.B.)
— 27 ~ 30	735 x 16 (150 x 30 F.B.)	35 ~ 37	645 x 12.7 (150 x 28 F.B.)
— 26	745 x 16 (150 x 32 F.B.)	30 ~ 34	645 x 12.7 (150 x 32 F.B.)
— 25	735 x 16 (150 x 32 F.B.)	26 ~ 29	735 x 16 (150 x 30 F.B.)
		25	645 x 14 (150 x 25.4 F.B.)
		24	735 x 16 (200 x 30 F.B.)

ALL LONGI. MATERIALS ABOVE THIS LINE
TO BE OF HEAVIER TENSILE STEEL

UPPER DECK PLATE AN 24.5 OH
UPPER DECK LONGI. 32 x 500 F.B.



WIDER TRANS SP
(LS - 4)

SCANTLING		NO. OF LONGI.	SCANTLING	SCANTLING	SCANTLING
— 48 ~ 49	380 x 25.4 F.B.	50	380 x 25.4 F.B. AN	380 x 25.4 F.B.	380 x 25.4 F.B.
— 44 ~ 47	485 x 11 (150 x 19 F.B.)	49	960 x 11 AN (200 x 16 F.B.)	485 x 11 (150 x 19 F.B.)	485 x 11 (150 x 19 F.B.)
— 91 ~ 43	545 x 12.7 (150 x 22 F.B.)	48	380 x 25.4 F.B.	545 x 12.7 (150 x 22 F.B.)	545 x 12.7 (150 x 22 F.B.)
— 58 ~ 40	515 x 12.7 (150 x 23.4 F.B.)	44 ~ 47	445 x 11 (150 x 19 F.B.)	515 x 12.7 (150 x 25.4 F.B.)	515 x 12.7 (150 x 25.4 F.B.)
— 35 ~ 37	645 x 12.7 (150 x 28 F.B.)	41 ~ 43	545 x 12.7 (150 x 22 F.B.)	645 x 12.7 (150 x 28 F.B.)	645 x 12.7 (150 x 28 F.B.)
— 51 ~ 34	645 x 12.7 (150 x 32 F.B.)	38 ~ 40	515 x 12.7 (150 x 25.4 F.B.)	645 x 12.7 (150 x 32 F.B.)	645 x 12.7 (150 x 32 F.B.)
— 27 ~ 30	735 x 16 (150 x 30 F.B.)	35 ~ 37	645 x 12.7 (150 x 28 F.B.)	735 x 16 (150 x 30 F.B.)	735 x 16 (150 x 30 F.B.)
— 26	745 x 16 (150 x 32 F.B.)	30 ~ 34	645 x 12.7 (150 x 32 F.B.)	745 x 16 (150 x 32 F.B.)	745 x 16 (150 x 32 F.B.)
— 25	735 x 16 (150 x 32 F.B.)	26 ~ 29	735 x 16 (150 x 30 F.B.)	735 x 16 (200 x 30 F.B.)	735 x 16 (200 x 30 F.B.)
		25	645 x 14 (150 x 25.4 F.B.)		
		24	735 x 16 (200 x 30 F.B.)		

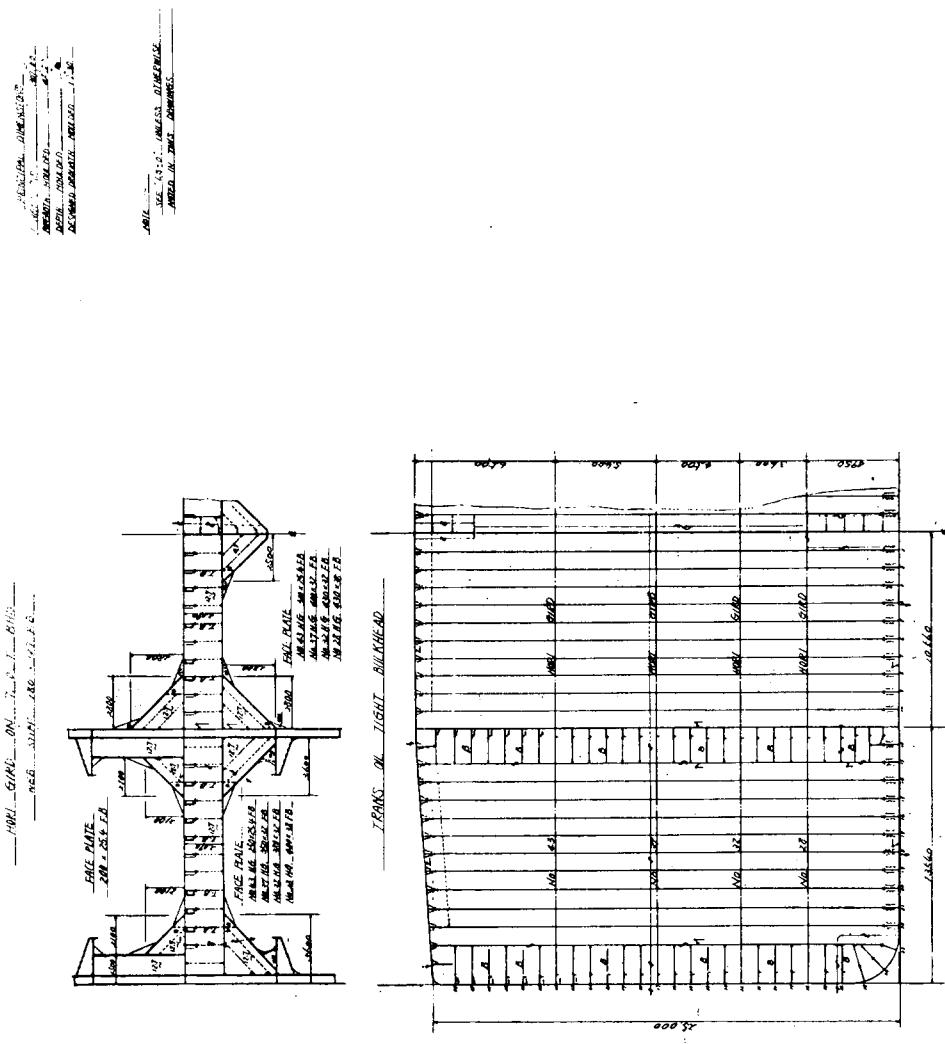


図 3.3.2.4-(1) LSO に対応する直線構造 (LS-7)

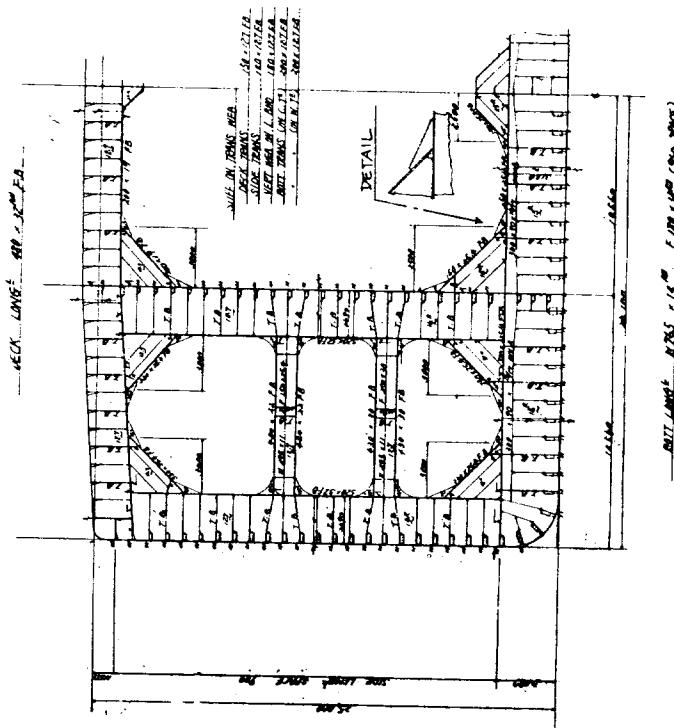


図 3.3.2.4-(2)

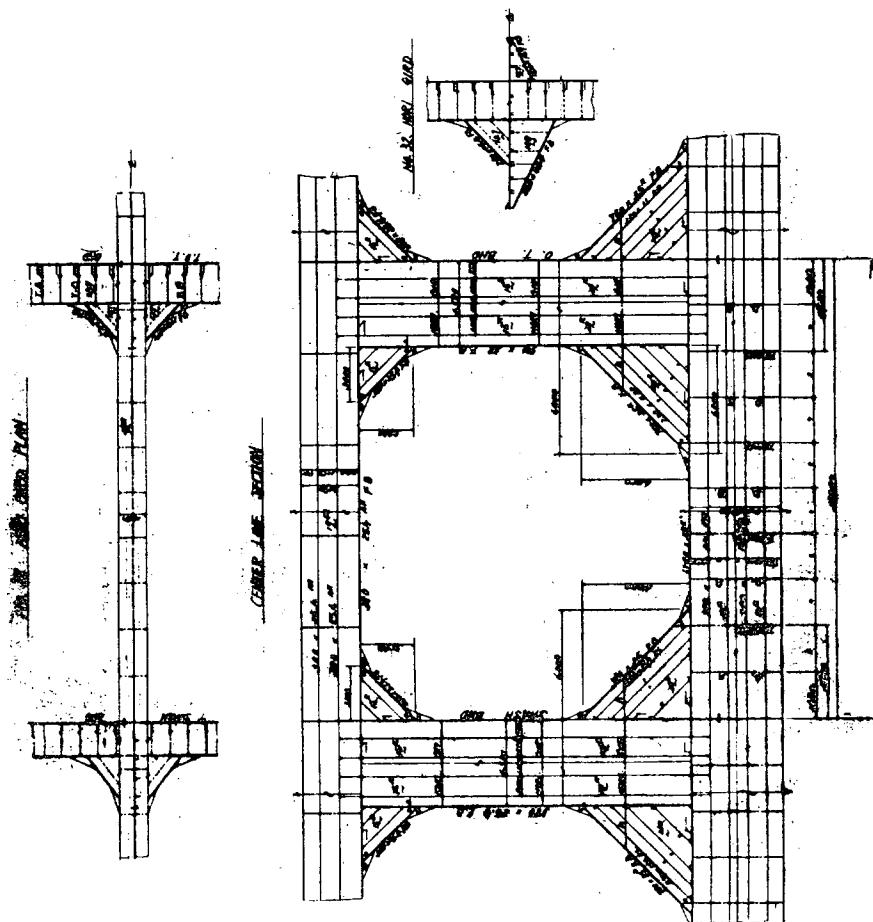


図 3.3.2.4-(3)

も都合がよいように割り直して比較を行なった。

表3.3.2.2 基準船型の船殻重量

項目	重量	備考
Longi member	(7,584) 12,210	()内はHT使用重量
Trans ring	3,640	
Trans oiltight bhd	2,370	
Swash bhd	1,130	
Tank part total	19,350	Tank part両端のbhdを含む
Tank part	19,350	
Fore part	1,980	
Aft part	3,350	
Above deck	660	
Weld & rivet	260	
Total hull weight	25,600	

表3.3.2.3 各種節労設計図の特徴

節労設計図の略称	変化させる項目	節労設計図の特徴
LS-0		Wing tank strut方式 基本船型 (Center girderあり)
LS-1		Wing tank : stringer system T.bhd : horizontal system
LS-2	構造方式の変化	Center tank : center girderless
LS-3		Center tank : center girderless Center tank幅 : B/3
LS-4		Trans sp.を広げる。6.15m (=24.6m/4)
LS-5	部材心距の拡大	Bottom longi spaceを拡げる。1.18m
LS-6		Side longi spaceを拡げる。1.1m
LS-7	直線構造	LS-0の直線構造
LS-8		LS-1の直線構造

表3.3.2.4 の時数の評価についてみると各社の評価はかなりばらついている。このようなばらつきの理由は各社とも自社の設備をもとにして算出していることがあげられる。たとえば直線構造 LS-7 を採用した場合は、B社およびG社は約3万時間の時数節減が期待出来るとしているのに対し、C社およびH社は逆に多少時数が増加するとみているが、これからB社およびG社のような設備や工作法を採用すれば直線構造により時数節減が可能である、という見方をすることも出来る。また今回のばらつきは、元来加工時数の算定という問題が、定量的把握の困難な項目を多く含んでいることも一因であると思われる。

なお表3.3.2.4には6社の時数の平均値をも示してある。この値の精度にはいろいろ問題もあるが、一応現時点の節労効果の目安となるものと考えられる。なお平均値を求める際しては極端に他と離れた値は除外した。

表3.3.2.4 各種節効設計についての船殻重量および加工時数の比較

節効設計 図の略称	特 徴	LS-0と の重量差(t)	LS-0との加工時数差の各社評価(単位 1,000 hr)						
			A	B	C	F	G	H	平均 値
LS-0	Strut方式	-	-	-	-	-	-	-	-
LS-1	Stringer方式 T.bhd h.stiff +450	(0.023)	++ 1.4	+ 3.0	△ 5.0	△ 2.8	△ 2.0*	+ 1.2.2	(0.004) + 1.8
LS-2	C.girdertess Cr.trak幅: B/2 +462	(0.029)	△ 5.7	△ 1.5.0	△ 1.0.0	△ 7.6	△ 1.2	+ 1.0	(△ 0.016) △ 6.4
LS-3	C.girderless Cr.tank幅: B/3 +296	(0.015)	△ 6.4	△ 1.5.0	△ 1.0.0	△ 7.8	△ 3.6	△ 2.4	(△ 0.019) △ 7.5
LS-4	Wider trans sp. +400	(0.021)	△ 2.4.1	△ 3.7.0	△ 2.0.0	△ 1.0.2	△ 1.4.6	△ 1.0.4	(△ 0.048) △ 1.9.2
LS-5	Wider bottom longi sp. +266	(0.014)	△ 5.0	△ 5.0	△ 1.4.0	△ 7.2	△ 8.4	△ 3.8	(△ 0.018) △ 7.2
LS-6	Wider side longi sp. +350	(0.018)	△ 4.0	△ 5.0	△ 2.8.0	△ 6.0	△ 8.0	△ 1.5	(△ 0.012) △ 4.9
LS-7	LS-0の直線構造 +60t	(0.031)	△ 8.4	△ 3.3.0	+ 4.0	△ 1.0.6	△ 3.1.6	+ 2.5	(△ 0.032) △ 1.2.9
LS-8	LS-1の直線構造 +79.6	(0.041)	-	-	△ 1.0	-	△ 5.0.0	+ 1.5.3	(△ 0.030) △ 1.1.9

注 1. △印は LS-0 より加工時数が減ることを示す。

2. *印の数値は極端にかけ離れているので加工時数の平均値を算出する際は除外する。

3. 重量欄の()内数値は貨物油タンク部の船殻重量に対する比を示す。

4. 加工時数の平均値の欄の()内数値は貨物油タンク部の船殻加工時数を 40 万時間と仮定し、これに対する比率を示す。

(ii) 投入重量と節効効果の関係

ここでは節効化の効果の評価を行なうために投入重量と節効効果の関係について考える。

1) 現時点のコストをベースにした検討

いま考察の対象とする船の、節効設計を行なわないときの船殻重量を W 、単位重量当たりの鋼材価格を C_M 、単位重量当たりの加工時数を H 、単位時数当たりの労務費間接費を C_L とすると、この船の建造コスト Q_0 は次のように表わされる。

$$Q_0 = (C_M + C_L H) W \quad \dots \dots \dots (3.3.2.1)$$

しかるにこの船を数年後に建造するすれば、その時点では労務費間接費の上昇に伴ってコストの上昇が予想される。そこで節効設計を行なって時数の節減を図ることにする。すなわち単位時数当たりの労務費間接費の上昇率を α 、節効設計のための投入重量と船殻重量の比率を γ 、節効設計による単位重量当たりの時数の減少率を β 、単位載荷重量当たりの船価を P とし、また鋼材価格の上昇はないものとすると、いま考えている時点でのコスト Q_1 は次のように表わされる。

$$Q_1 = \{ C_M + (1 + \alpha) C_L \cdot (1 - \beta) H \} (1 + \gamma) W + \gamma W P \quad \dots \dots \dots (3.3.2.2)$$

上式の最後の項は節効化のために投入した重量分だけ載荷重量が減少するので、その損失分を考えたものである。

ここで、

$$\epsilon = Q_1 / Q_0$$

とおく。すなわち

$$\epsilon = [\{ C_M + (1 + \alpha) (1 - \beta) C_L H \} (1 + \gamma) W + \gamma W P] / \{ (C_M + C_L H) W \} \quad \dots \dots \dots (3.3.2.3)$$

いま各数値を次のように仮定する。

$$C_M = 150 \text{ ドル/t}, \quad C_L = 4 \text{ ドル/hr}, \quad H = 2.5 \text{ h/t}, \quad P = 100 \text{ ドル/t} \quad \dots \dots \dots (3.3.2.4)$$

そうすると (3.3.2.3) 式は次のようになる。

$$\epsilon = [\{ 3 + 2 (1 + \alpha) (1 - \beta) \} (1 + \gamma) + 2 \gamma] / 5$$

この式を変形すると次式が得られる。

$$\beta = \{ 5(1-\epsilon) + 7\gamma + 2\alpha(1+\gamma) \} / \{ 2(1+\alpha)(1+\gamma) \} \quad \dots \dots \dots (3.3.2.5)$$

すなわち節効果を表わす β が (3.3.2.5) 式より大きいときはじめてコストが現時点のコストに係数 ϵ を乗じたもの以内におさまることになる。横軸に γ をとり、パラメタに α および ϵ をとって (3.3.2.5) 式の β を図示すると図 3.3.2.5 のようになる。

たとえば労務費間接費が 2.5% 上昇した時点で ($\alpha = 0.25$), 2% の節効用重量を投入したとし ($\gamma = 0.02$), そのときのコストが現時点のコストと同じになる ($\epsilon = 1$) ためには, $\beta = 0.25$ すなわち時数を約 2.5% へらさなければならぬことがわかる。これはかなりきびしい要求である。このときもし実際の時数減少率が 1.5% であるとすれば ($\beta = 0.15$), (3.3.2.5) 式より逆に $\epsilon = 1.05$ が得られる。すなわち現時点のコストより 5% 上昇することは免れないことになる。

後述する今回の節効設計の効果の評価結果からわかるように, 2% の節効用重量を投入して時数を 10% 以上へらすことは非常にむづかしい。したがってここで行なったように, 節効設計によって労務費間接費の上昇をすべて吸収しようとはほとんど不可能であることがわかる。

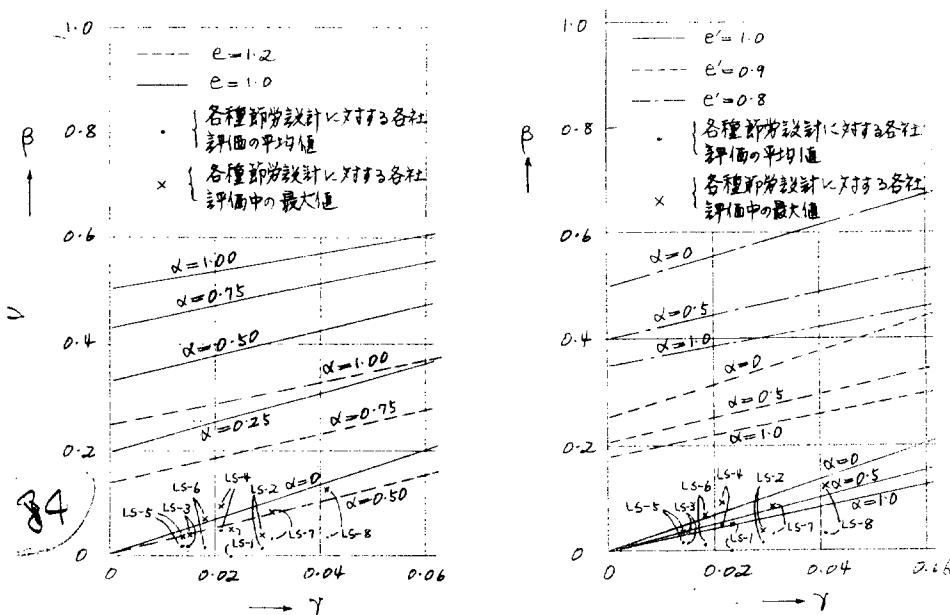


図 3.3.2.5 現時点のコストをベースにしたときの投入重量と節効果の関係

図 3.3.2.6 労務費・間接費が上昇した後のコストをベースにしたときの投入重量と節効果の関係

2) 労務費間接費が上昇した時点でのコストをベースにした検討

以上の考え方があくまでも現時点のコスト Q_0 をベースとし, 労務費・間接費が上った数年後でも節効化の目標を, このベースコスト Q_0 に押える, あるいはこれに係数 ϵ を乗じた値にとどめるという立場に立っているので, 労務費・間接費の上昇率が大きくなるほど大きい節効果を要求されることになる。また投入重量が増加するほど大きい節効果が要求されるので, 節効化のためにあまり重量を投入することは問題である, ということになる。

そこで考え方をかえて, いま考察の対象にしている(数年後の)時点での, 節効設計を行なわない, ふつうの設計船のコスト(これを Q'_0 とおく)をベースにし, 節効設計によってこのコストを少しでも引き下げるという立場をとることにする。換言すれば, 1) では労務費・間接費が上昇する前のコストをベースにしているのに対し, ここではそれが上昇した後のコストをベースにしようとするのである。

すなわち Q'_0 は (3.3.2.1) 式の C_L の代りに $(1+\alpha)C_L$ でおきかえればよく, 次式のようになる。

$$Q'_0 = \{ C_M + (1+\alpha) C_L H \} W \quad \dots \dots \dots (3.3.2.6)$$

ここで

$$e' = Q_1 / Q'_0$$

とおく。すなわち

$$e' = [\{ C_M + (1+\alpha)(1-\beta) C_L H \} (1+\gamma) W + \gamma W_P] / [\{ C_M + C_L (1+\alpha) H \} W]$$

(3.3.2.4)の数値を代入すると,

$$e' = [\{ 3 + 2(1+\alpha)(1-\beta) \} (1+\gamma) + 2\gamma] / \{ 3 + 2(1+\alpha) \}$$

この式を変形すると次式が得られる。

$$\beta = \{ (5+2\alpha)(1-e') + \gamma (7+2\alpha) \} / \{ 2(1+\alpha)(1+\gamma) \} \dots \dots \dots (3.3.2.7)$$

すなわち節労効果を表わす β が (3.3.2.7) 式より大きいときはじめてコストが、節労設計を行なわないふつうの設計船の、建造時点のコストに係数 e' を乗じた値以内におさまることになる。

横軸に γ をとり、パラメタに α や β をとって (3.3.2.7) 式の β を図示すると図 3.3.2.6 のようになる。たとえば労務費・間接費が現時点の 2 倍になった時点で ($\alpha=1$)、2% の節労用重量を投入し、($\gamma=0.02$)、それによる節労化の目標を、

- a) 節労設計を行なわない、ふつうの設計船の、いま考えている時点のコストと同じにするという点における ($e'=1$)、 $\beta=0.04$ すなわち時数はわずか 4%へらせばよい。
- b) 節労設計を行なわない、ふつうの設計船の、いま考えている時点のコストを 10% 下まわるという点における ($e'=0.9$)、 $\beta=0.22$ すなわち時数は 22%へらす必要があることになる。

(iii) 交通孔および恒久足場

交通孔および恒久足場については船殻工作分科会をとおして工作部門の希望する交通孔および恒久足場を調査し、さらにその後節労化小委員会委員が自社の工作部門の意見をまとめた。工作部門が希望する交通孔および恒久足場は次の 2 つのランクに分けられる。

ランク A ぜひとも必要な足場および交通孔

ランク B あればそれに越したことはないが、なしでもすませるもの

ランク B のものの中には強度的検討が必要なものもあるが、ランク A のものはだいたい各社がすでに実施すべきものであり、特に問題はないと思われる。その考え方は現場ブロック接手の近傍にランク A の交通孔および恒久足場をもうけようというものである。

(d) 取りまとめ

ここでの検討の結果明らかになった事柄を列記すると次のとくである。

- (i) 各種節労設計の効果に対する各社の評価結果は表 3.3.2.4 にまとめられている。その結果は各社の設備や工作法の差などの影響でかなりばらついているが、横桁心距を広げた L S - 4 については各社ともかなりの節労効果があるとしている。
- (ii) 自社の設備や工作法に合ったデザインに対しては節労効果を大きく評価することになるが、これは見方を変えれば他社もそれと同じ設備や工作法を採用すれば同様に大きい節労効果を期待出来るともいえる。
- (iii) 直線構造については、実験結果が出そろう前の時点での知識をもとにして図面を作成し、これをもとにして評価を行なった。しかしその結果は非常にばらついており、造船所によってはかえって時数が増加するとみているところもあることは注目される。特に今回の設計では各横桁結合部の肘板の toe にさらに小さいリブをつけていくが、これがかなり節労化をはかることになるとみる造船所もある。しかしいずれにせよ直線構造を採用すれば直ちに時数が節減されるという考え方修正する必要があると思われる。

(iv) (c)(ii)では投入重量と節労効果の関係についての検討を行ない、図3.3.2.5および図3.3.2.6のごとき結果を得た。図3.3.2.5からみると各節労設計に対する各社評価の平均値は $e = 1.0$, $\alpha = 0$ の線よりも下にはらついており、これから一般的にいってこれらの節労化は現時点では投入重量分の材料費や載荷重量の減少という損失をカバーするほどの効果を上げていないことがわかる。しかし一方労務費・間接費が上昇した後のコストをベースとした図3.3.2.6からみると節労効果の最も大きいLS-4は $e' = 1$, $\alpha = 1$ の線上にある。ということはLS-4は労務費・間接費が2倍になった時点でふつうの設計船のコストより安くなる、ということである。また各種節労設計に対する各社の評価中の最大値はいずれも $e' = 1$, $\alpha = 1$ の線より上にあり、したがって各設計に適した設備と工作法の下では上述の時点ではいずれの節労設計もふつうの設計船より低コストになることがわかる。

(v) 交通孔および恒久足場について、

ランクA…………せひとも必要な足場および交通孔

ランクB…………あればそれに越したことはないが、なしでもすませるもの

の2つのランクに分けた回答が船殻工作分科会から寄せられている。それによるとランクBの中には強度的検討が必要なものもあるが、ランクAのものは各社がすでに実施済みのものであり、特に問題はないと思われる。

(3) 実用化の検討（昭和46年度）

昭和45年度までの検討の結果、節労化を考えた最適設計は各工場によって変ってくることがわかったので昭和46年度は各工場が最適な節労設計を行なううえで有用な手段として最適化手法を用いた最適設計プログラムの開発を行ない、それを用いて昭和45年度に試設計を行なった載荷重量20万トンタンカーに適用してみた。

なお今回用いた最適化の手法は(b)でくわしく述べるが、その前に基本的な考え方について述べる。

(a) 基本的な考え方

最適化の問題は一般に次のような問題を解くことに帰着する。すなわち、変数 x_1, x_2, \dots, x_{nv} からきまる目的関数 $F(x_1, x_2, \dots, x_{nv})$ があり、一方これとは別にこれらの変数 x_1, x_2, \dots, x_{nv} またはこれら変数のうちの一部の関係を拘束する n_c 個の拘束条件式 $g_i(x_1, x_2, \dots, x_{nv}) \geq 0$, ($i=1, 2, \dots, n_c$)があるとき、この拘束条件を満足する範囲内で F を最小にする変数 x_i ($i=1, 2, \dots, nv$)の組合せを求めることがある。これは具体的にいえば、たとえば船の材料費と工費の和である建造コストを目的関数の例にとると、変数は各部材寸法や溶接長などであり、拘束条件はこれら部材寸法(の最小値)を規制する強度上の要求あるいはルール算式である。

このような問題をとくために次のような手法を用いる。たとえば設計変数が2個の場合($nv = 2$ の場合)を例にとると、目的関数 F は空間内の曲面を表わす。また拘束条件式 $g_i \geq 0$ は $g_i = 0$ なる曲面で二分される空間内の領域のうちの一方を表わすので問題はすべての拘束条件式 $g_i \geq 0$ ($i=1, 2, \dots, n_c$)を同時に満足する領域 A 内の曲面 F 上の点のうち最低の点およびそれに対応する変数 x_1 および x_2 の値を求めるに帰着する。

- (i) 変数 x_1, x_2 に任意のある値 x_{11} および x_{21} を与える。 x_{11} および x_{21} に対応して曲面 F 上に点 $P_1(x_{11}, x_{21})$ が定められる。このような点を設計点と呼ぶことにする。
- (ii) 点 P_1 がすべての拘束条件を満足する領域 A 内にあるかどうかをチェックする。
- (iii) 新しい設計点 $P_2(x_{12}, x_{22})$ を求める。これは(ii)のチェックの結果によってそれぞれ次のような方法による。
 - (1) はじめの設計点 $P_1(x_{11}, x_{21})$ が領域 A 内にあるとき、すなわち点 P_1 がすべての拘束条件を満足しているとき この場合は点 P_1 における曲面の接線のうち最大傾斜を与える方向を求め、その方向でしかも目前傾斜の値が点 P_1 における値よりも△γだけ小さくなるような新しい点 P_2 を求めてこれを新設計点とする。(ここに△γはあらかじめ与えられた定数とする。) 点 P_2 における x_1, x_2 の値をそれぞれ x_{12}, x_{22} とする。
 - (2) はじめの設計点 $P_1(x_{11}, x_{21})$ が領域 A の外にあるとき、すなわち拘束条件 $g_i \geq 0$ ($i=1, 2, \dots, n_c$)の

うちの一部または全部を侵しているとき、この場合は侵された拘束条件の数（これを n_{cv} とおく）によって方法が異なるが、要するに新設計点 $P_2(x_{11}, x_{22})$ を次の条件から求めようとするものである。

- 1) 新設計点 P_2 における F の値は点 P_1 における F よりも γ_i だけ小さい。
- 2) 侵された拘束条件式の左辺の値を $-\bar{g}_i$ とおいたときに（こうおくと点 P_1 では拘束条件を侵しているのであるから $\bar{g}_i(x_{11}, x_{22}) > 0$ である）、新設計点 $P_2(x_{12}, x_{22})$ では $\bar{g}_i = 0$ すなわち $\bar{g}_i(x_{12}, x_{22}) = 0$ が成立するようにする。
- 1) の条件は1つの算式で、また2) の条件は n_{cv} 個の算式で表わされ、一方未知数の数は n_v 個である。したがって $n_{cv} + 1 = n_v$ のときは新設計点 P_2 における変数の値 (x_{12}, x_{22}) は一意的にきまるが $n_{cv} + 1 \neq n$ のときは一意的に決まらない。このような場合には未知数の数が算式の数より少ないか多いかに応じてそれぞれ次の3) または4) を新しい条件として1), 2) のほかに考慮することにする。
- 3) 現設計点と新設計点の距離を最小にする。
- 4) 1) および2) が完全には満足されないが（未知数の数の方が算式の数より多いので）、誤差の2乗平均が最小になるようにする。

このようにして新設計点 $P_2(x_{12}, x_{22})$ が定められる。

(v) 新設計点 P_2 について(ii), (iii)の手順を順次繰返せば設計点は次第に所要の点に近づく。

(b) 具体的方法

(a)では基本的な考え方を述べたが、ここでは具体的な算式によって説明する。

(i) 等高曲面に関する基礎算式

説明に先立ち、やや基本的な説明を行なう。

ある関数 F がいくつかの変数の関数として与えられたとする。

$$F = F(X) \quad \dots \dots \dots (3.3.2.6)$$

$$\text{ここで } X = \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{Bmatrix} \quad x_1, x_2, \dots, x_n ; \text{変数 } n ; \text{変数の数}$$

今ある定数 γ_i を与える

$$F = \gamma_i \quad \dots \dots \dots (3.3.2.7)$$

すると、(3.3.2.7)式を満足する変数 X は n 次空間に一つの曲面を作る。これを2次元の場合について描く

と図3.3.2.7のようになる。簡単のためこの曲面を等高曲面と呼ぶことにする。

次に空間内に一点 X_0 をとり、 X_0 のまわりに関数 F をTaylor展開し、その一次の項までとると関数 F は X_0 の近傍において次のように近似できる。

$$F \approx F(X_0) + \nabla F(X_0)^T \Delta X \quad \dots \dots \dots (3.3.2.8)$$

$$\text{ここで } \nabla F(X_0) = \begin{bmatrix} \frac{\partial F(X_0)}{\partial x_1} \\ \frac{\partial F(X_0)}{\partial x_2} \\ \vdots \\ \frac{\partial F(X_0)}{\partial x_n} \end{bmatrix} \quad \Delta X = X - X_0$$

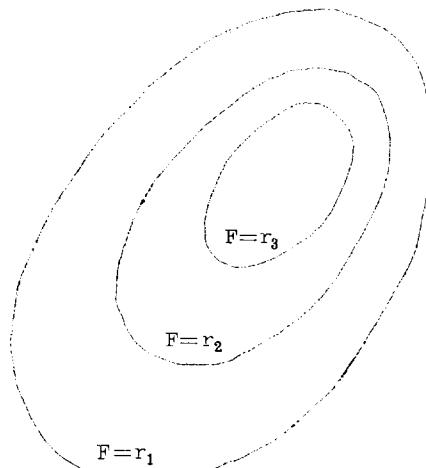


図3.3.2.7

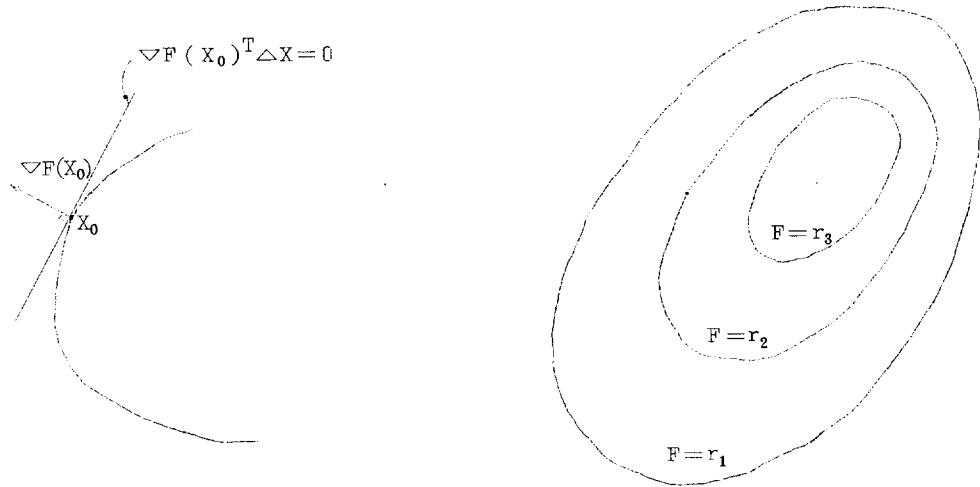


図 3.3.2.8

図 3.3.2.7

(3.3.2.8) 式において $F = F(X_0)$ とすると

$$\nabla F(X_0)^T \Delta X = 0 \quad \dots \dots \dots (3.3.2.9)$$

(3.3.2.9) 式は平面を表わし、図 3.3.2.8 に示すように点 X_0 を含む等高曲面に X_0 の点で接する接平面を表わす。

(3.3.2.9) 式から判るごとくベクトル $\nabla F(X_0)$ は X_0 において等高曲面に直交している。

また、(3.3.2.8) 式において $F - F(X_0) = \Delta \gamma$ とする

$$\nabla F(X_0)^T \Delta X = \Delta \gamma \quad \dots \dots \dots (3.3.2.10)$$

(3.3.2.10) は、点 X_0 の近傍において関数 F を $\Delta \gamma$ だけ增加させるために変数 X の変動量 ΔX が満すべき条件式となっている。また $F = F(X_0) + \Delta \gamma$ を満足する等高曲面が

$$F(X + \Delta X), \text{ ただし } \Delta X : (3.3.2.10) \text{ 式}$$

となることを示している。

(ii) 新しい設計点の求め方

最適化の問題は次のように表わせる。

目的関数 F

$$F = F(X) \quad \dots \dots \dots (3.3.2.11)$$

を制限条件

$$g_i(X) \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n_c) \quad \dots \dots \dots (3.3.2.12)$$

を満足する領域 A 内で最小にする設計変数 $X (x_1, x_2, \dots, x_{nv})$ をもとめる。ここに n_c は制限条件の数、 nv は設計変数の数をあらわす。

ここで述べる方法では以下のように新しい設計点を次々と求め最適化を行なう。

(イ) 現設計点 X_0 が全ての制限条件を満足している場合

目的関数 F を $\Delta \gamma$ だけ減少させる設計点のうち現設計点から最も近い点を求め新しい設計点とする。

これは次のような LP 問題におきかえることができる。

現設計点と新設計点の距離を表わす関数 S

$$S(\Delta X) = \Delta X^T \Delta X \quad \dots \dots \dots (3.3.2.13)$$

を目的関数 F を $\Delta \gamma$ だけ減らせるという制限条件 (3.3.2.10) より

$$\nabla F(X_0)^T \Delta X = -\Delta \gamma \quad \dots \dots \dots (3.3.2.14)$$

を満足する範囲で最小にする。ここに $\Delta X = X - X_0$ (X ; 新設計点)。これは、拘束条件付極値問題であるから、ラグランジュの乗数 α を新たに変数に加えて定義した次のとき関数 S_1 の拘束条件なしの最小値を求めればよい。すなわち

$$S_1(\Delta X, \alpha) = \Delta X^T \Delta X + \alpha (\nabla F(X_0)^T \Delta X + \Delta \gamma)$$

とおき、これを変分して ΔX を求めると

$$\Delta X = -\frac{\nabla F(X_0)}{\|\nabla F(X_0)\|} \Delta \gamma$$

従って、新設計点 X は

$$X = X_0 - \frac{\nabla F(X_0)}{\|\nabla F(X_0)\|} \Delta \gamma \quad \dots \dots \dots (3.3.2.15)$$

これはいわゆる steepest descent の方向に $\Delta \gamma$ だけ移動したことになる。この方法はかならずしも最良とはいえないが、ここで問題としている制限条件付の最適化では目的関数そのものよりは制限条件との相対関係の方が重要であって、この領域での新設計点のもとめ方はあまり重要でないと考えられる。

(d) 現設計点がいくつかの制限条件を侵している場合

この場合、目的関数を減少させ、かつ侵された制限条件を満足するように新しい設計点を求める必要がある。

今 (3.3.2.12) に記した n_c 個の制限条件式のうちの n_{cv} 個が侵されているとし、この制限条件式左辺の、現設計点における値を \bar{g}_i ($i = 1, 2, \dots, n_{cv}$) とする。(当然のことながら現設計点ではこれらの制限条件は侵されているのであるから $\bar{g}_i < 0$ である。) これら n_{cv} 個の制限条件に関係する変数の数を n_v とすれば、これら n_v 個の変数の値のみを調整すればよく他の変数の値はそのままよい。この部分空間をダッシュで表わせば、

目的関数を $\Delta \gamma$ だけ減少する条件は

$$\nabla F(X'_0)^T \Delta X' = -\Delta \gamma \quad \dots \dots \dots (3.3.2.16)$$

侵された制限条件の値を $\bar{g}_i(X'_0)$ ($i = 1, 2, \dots, n_{cv}$) とすれば、制限条件を満足させる条件は

$$\nabla \bar{g}_i(X'_0)^T \Delta X' = -\bar{g}_i(X'_0) \quad (i = 1, 2, \dots, n_{cv}) \quad \dots \dots \dots (3.3.2.17)$$

(3.3.2.16), (3.3.2.17) をまとめてマトリックス表示すると

$$A \Delta X' = d$$

$$\text{ここで } A = \begin{bmatrix} \nabla F(X'_0)^T \\ \nabla \bar{g}_1(X'_0)^T \\ \vdots \\ \nabla \bar{g}_{n_{cv}}(X'_0)^T \end{bmatrix}, \quad d = \begin{bmatrix} -\Delta \gamma \\ -\bar{g}_1(X'_0) \\ -\bar{g}_2(X'_0) \\ \vdots \\ -\bar{g}_{n_{cv}}(X'_0) \end{bmatrix}$$

ここで A は $(n_{cv} + 1) \times n_v$ のマトリックスである。

1) $n_{cv} + 1 \leq n_v$ の場合

このとき (3.3.2.19) 式は変数に比べて式の数が少ないので解は $n_v - n_{cv} - 1$ 次の空間を作る。 ΔX はその空間の中から選べばよいが、なるべく現在侵されていない制限条件を侵さないように選ぶ必要がある。そこで現在問題にしている部分空間に属する制限条件 (n_v 個の変数に關係のある制限条件) をとりだしその値が変わらない条件を求める。

$$\nabla \underline{g}_i^T (\underline{x}'_0) \Delta \underline{x}' = 0 \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n_r) \quad \dots \dots \dots (3.3.2.19)$$

ここに \underline{g}_i は n_v' 空間に属し、現在侵されていない制限条件 n_r はその数

(3.3.2.19) をマトリックス表示すると

$$\mathbf{B} \Delta \underline{x}' = \mathbf{0} \quad \dots \dots \dots (3.3.2.19)'$$

$$\text{ここに } \mathbf{B} = \begin{Bmatrix} \nabla \underline{g}_1^T (\underline{x}'_0) \\ \vdots \\ \nabla \underline{g}_{n_r}^T (\underline{x}'_0) \end{Bmatrix}, \quad \mathbf{0} = \begin{Bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \end{Bmatrix}$$

a) $n_c v + n_r + 1 \leq n_v$ ならば

(3.3.2.18) および (3.3.2.19) を満足する $\Delta \underline{x}'$ は $n_v - (n_c v + n_r + 1)$ 次空間を作る。そこでそれらの空間で現設計点に最も近い点を新しい設計点とする。このとき次のような LP 問題に還元できる。

現設計点と新設計点との距離を

$$S(\Delta \underline{x}') = \Delta \underline{x}'^T \Delta \underline{x}'$$

を制限条件

$$\mathbf{C} \Delta \underline{x}' = \mathbf{d}' \quad \dots \dots \dots (3.3.2.20)$$

$$\text{ここに } \mathbf{C} = [\mathbf{A} \quad \mathbf{B}], \quad \mathbf{d}' = \{ \mathbf{d}_\theta \}$$

のもとで最小にする。ラグランジュの乗数 α を用いて新しい関数

$$S_1(\Delta \underline{x}', \alpha) = \Delta \underline{x}'^T \Delta \underline{x}' + \alpha^T \{ \mathbf{C} \Delta \underline{x}' - \mathbf{d}' \} \quad \dots \dots \dots (3.3.2.21)$$

を定義しこれを変分して $\Delta \underline{x}'$ を求めると

$$\Delta \underline{x}' = \mathbf{C}^T [\mathbf{C} \quad \mathbf{C}^T]^{-1} \mathbf{d}' \quad \dots \dots \dots (3.3.2.22)$$

b) $n_c v + n_r + 1 > n_v$ のとき

(3.3.2.18) および (3.3.2.19) をもとに満足する $\Delta \underline{x}'$ は変数より式の数が多いため存在しない。この場合には (3.3.2.19) 式の誤差ノルム $E(\Delta \underline{x}')$

$$E(\Delta \underline{x}') = \Delta \underline{x}'^T \mathbf{B}^T \mathbf{B} \Delta \underline{x}' \quad \dots \dots \dots (3.3.2.23)$$

を (3.3.2.18) 式を満足させながら最小にすればよい。ラグランジュの乗数 α を用いて新しい関数

$$E_1(\Delta \underline{x}', \alpha) = \Delta \underline{x}'^T \mathbf{B}^T \mathbf{B} \Delta \underline{x}' + \alpha^T \{ \mathbf{A} \Delta \underline{x}' - \mathbf{d} \} \quad \dots \dots \dots (3.3.2.24)$$

を定義しこれを変分して $\Delta \underline{x}'$ を求めると

$$\Delta \underline{x}' = (-\mathbf{B}^T \mathbf{B})^{-1} \mathbf{A}^T \{ \mathbf{A} (-\mathbf{B}^T \mathbf{B})^{-1} \mathbf{A}^T \}^{-1} \cdot \mathbf{d} \quad \dots \dots \dots (3.3.2.25)$$

2) $n_c v + 1 > n_v$ の場合

この場合には (3.3.2.18) 式を満足する $\Delta \underline{x}'$ は存在しない。この場合には (3.3.2.18) 式の誤差ノルム

$$E(\Delta \underline{x}')$$

$$E(\Delta \underline{x}') = (\mathbf{A} \Delta \underline{x}' - \mathbf{d})^T (\mathbf{A} \Delta \underline{x}' - \mathbf{d}) \quad \dots \dots \dots (3.3.2.26)$$

を最小にする $\Delta \underline{x}'$ を求めればよい。これを求める

$$\Delta \underline{x}' = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{d} \quad \dots \dots \dots (3.3.2.27)$$

以上の結果、新しい設計点は次のように表わせる。

$$\begin{cases} \underline{x}' = \underline{x}'_0 + \Delta \underline{x}' \\ \underline{x}'' = \underline{x}''_0 \end{cases} \quad \dots \dots \dots (3.3.2.28)$$

ここで ' は n_v' 空間を構成する変数、" はそれ以外の変数である。

(iii) 最適化の過程

最適化は(3.3.2.13)式、(3.3.2.16)式の $\Delta\gamma$ を一定に保ちながら次々と新しい設計点を求めていくことによって達成されるが、以下に述べるような状態になったときには $\Delta\gamma$ を $\alpha\Delta\gamma$ ($0 < \alpha < 1$)として計算を繰り返す。

- (3.3.2.22)式、(3.3.2.25)式、(3.3.2.27)式において逆マトリックス計算が不可能な場合
- 新しい設計点での目的関数値が、現設計点での関数値より大きい場合

$\Delta\gamma$ の値がある基準値をより小さくなれば最適化がなされたとして計算をとめる。

(b) 20万トンタンカーについての計算

昭和45年度に試設計船として選んだ船型について上記計算法を適用し最適値を求めた。

この船の主要寸法などは次のとくである。

$$L \times B \times D \times d = 307m \times 48.2m \times 25m \times 19.3m$$

$$C_b = 0.85$$

目的関数としては船の建造コストすなわち鋼材費と工費の和をとりあげた。今回の計算の目的は建造コストの絶対値を正確に求めることではなく、建造コストを最小ならしめる構造パラメーターの組合せを求めるのが目的である。そこで目的関数の算式の作成に当っても全体的な傾向が正しく反映されることに主眼をおき、影響の小さい項はできるだけ省略することとした。まず、鋼材費のもとになる重量算式はNKルールをもとにして作成した。また工費は比較的把握し易い溶接工費およびそれ以外の工費に分け、前者は溶接長と原単位の積として、後者は重量に比例する項と溶接長に比例する項の和として表わすこととした。こうして求められた目的関数ならびに拘束条件式を表3.3.2.5～表3.3.2.7に示す。

(c) 計算結果

計算の結果、この問題の場合かなり多くのローカルな極小点があることがわかったが、昭和46年度の試設計で与えられた数値を初期値として与えたところ表3.3.2.8および表3.3.2.9のごとき結果が得られた。同表には昭和45年度にABルールをもとにして試設計を行なった際の値も比較のために示した。ルールの差もあって部材寸法には多少の差があるが、構造パラメタの最適値については両者の間に大差はないことがわかった。

表 3.2.5 算式一覧表(その1)

項目	パラメタまたは算式	記号の定義	備考
Input data	$L, B, D, d, C_b, b_c, D_1, D_2, \ell_t$	$L:船長(m), C_b:方形係数, B, D, d, D_1, D_2:図 2.2.1-10 参照(m), \ell_t:タンク部の長さ(m)$	\circ 支材の位置は与えられているものとし、変数とはしない。
対象変数	$s_t, s_b, s_s; a_i, d_i, t_i (i=1 \sim 6); A_i (i=7, 8)$	$s_t:トランク・スペース(m), s_b:船底ロンジ・スペース(m), s_s:船側ロンジ・スペース(m), a_i:トランクの面材断面積(cm2), d_i:トランクのウエーブ深さ(m), t_i:トランクの板厚(mm), A_i:支材断面積(cm2), i:図 1 に示すトランクの番号$	$s_t = 4.0 \sim 6.5 m, s_b = 0.75 \sim 1.3 m, s_s = 0.75 \sim 1.3 m$ $a_i = 40 \sim 200 cm^2, d_i = 1.5 \sim 4.5 m, t_i = 1.25 \sim 25 mm$ $A_i = 300 \sim 800 cm^2$ 初期値 $s_t = 50 m, s_b = 1.0 m, s_s = 0.9 m, d_i, a_i, t_i$ $t_i:$ 図 4.5 報告図 2.2.1(i) $A_7 = 500 cm^2, A_8 = 430 cm^2$
横的関数	$\text{COST} = C_T + C_L (\text{万円})$ $\circ C_T = 2 \left(\frac{s}{N} C_{Ti} \right) \times N, (\text{万円})$ $\circ C_{Ti} = C_{Tweld} \frac{f_1}{f_2} + C_{Tweld} \text{t} + C_{Tweld} \text{misc} (\text{万円})$ $\circ C_{Tweight} = \alpha_T Wri (\text{万円})$ $Wri = 7.85 \left(\frac{a_i}{d_i} \right)^{0.4} + \frac{d_i}{10} \ell_i \cdot r_i \cdot i \cdot t_i \cdots i = 7.85 \left(\frac{a_i}{d_i} \right)^{0.4} \ell_i \cdots i (t_i \cdots i = 1 \sim 6)$ $\circ C_{Tweld} = 2 \beta H_1 (f_1) \cdot (f_2 \cdot f_3 + f_4 \cdot n_s \cdot d_i) (\text{万円})$ $H_1 (f_1) = 0.06 f_1 - 0.05 (j = 1, 2, 3) (h/m)$ $f_1 = 0.3 (i + 3.2) (\text{mm})$ $f_2 = 5 (\text{mm})$ $\beta = 2.0 (\text{万円}/h)$	$C_T:$ 横部材の材料費と加工費の和(万円), $N:$ トランク部のトランクの枚数($= \ell_t / \ell_i$), $C_{Ti}:$ トランクの材料費と加工費の和(万円), $C_{Tweld}:$ 溶接加工費(万円), $C_{Tweld} \text{t}:$ 溶接加工費(万円), $C_{Tweld} \text{misc}:$ その他の加工費(万円), $\alpha_T:$ 横部材単位重量当りの鋼材価格(万円/mm), $Wri:$ トランクの重量(t), $r_i:$ トランクの重量(t), $\ell_1 \cdots i = 1 \sim 6$ については表 3.2.6 参照の重量も考慮した有効部材長(m), $t_i:$ ウェーブスチフナや倒山掛板の質量を考慮した修正係数 $H_1 (f_1)$ を左のように仮定する。 \circ 横内溶接の単位溶接長当りの時数(溶接開長の関数)(h/m), $f_1:$ ウェーブと板およびウエーブと面材の隅内溶接開長(ウエーブの板厚の関数)(mm), $f_2:$ ウェーブ・スチフナとウエーブの隅内溶接開長(= 5 mm と仮定する)(mm), $f_3:$ ウェーブスチフナの本数(= $\ell_1 \cdots i = 1 \sim 6$, $s = s_b \cdots i = 1 \sim 2, 3, 6, s = s_s \cdots i = 4, 5$), $\beta:$ 単位時数当りの労務費・間接費(万円/h), $\ell_2:$ トランクのウエーブと外板の隅内溶接の溶接長(m), $\ell_3:$ トランクのウェーブと面材の溶接長(m) $H_2:$ 溶接以外の工事の単位重量当り時数(h/t) $H_3:$ " のうち溶接長に比例する部分の単位溶接長当りの時数(h/m')	\circ CO ST はタンク部の建造コストである。 \circ 横隔壁は無視し、そこにトランクがついたとする。 \circ 加工費を溶接加工費(G weld とその他の加工費 C_tweld)に分ける。 $\circ \alpha = 4.1 + \frac{1}{\ell_i}$ $\circ \ell_1 \cdots i = 1 \sim 6$ については表 3.2.6 参照 $\circ \ell_1 \cdots i = 1 \sim 6$ と仮定 $\circ H_1 (f_1)$ を左のように仮定する。 $\circ f_1$ は NK 第 2.6.1 表の f_1 をもとにして導いた近似式 $\circ f_2 = 5 mm$ と仮定する。NK では断続容許よいとしている。 $\circ \beta = 2.0 \text{万円}/h$ と仮定する。 $\circ \ell_2$ については表 2.2.1-3 参照 $\circ \ell_3 \cdots i = 1 \sim 6$ \circ 溶接以外の工費は重量に比例させて考慮する。 \circ 溶接以外の時数は全部被替率の 50% と仮定し、 $H_2 = 10 h/t$ とする。
拘束条件	$\circ C_{Tweld} = \beta \left\{ H_2 Wri + 2 H_3 \right\}$ $H_2 = 10 h/t, H_3 = 0.25 h/m$	$Zai : i$ -トランクの実際の断面係数(cm ²), $Zri : i$ -トランクの断面係数の要求値(cm ²) $\circ i:$ トランクにに対する係数, $a_i:$ i-トランクの有効スパン(m), $h:$ i-トランクの水頭(m)	$\circ C_{Ti}$ については表 3.3.2.7 参照 $\circ \ell_4$ については表 3.3.2.6 参照 $\circ h$ については表 3.3.2.7 参照
材件	$\circ Awai \geq Zri, \dots, i = 1 \sim 6$ $Zai = 100 a_i d_i + 10^3 d_i^2 t / 3 (\text{cm}^2)$ $Zri = C_1 i \ell_4^2 s_i h_i (\text{cm}^2)$ $\circ d_i \geq 0.14 \ell_4 i (i = 2, 6) (m)$ $\circ d_3 \geq 0.11 (B - bc) (m)$ $\circ a_3 \geq 0.6 a_4 (\text{cm}^2)$	$Awai : i$ -トランクの実際のウエーブ断面積(cm ²), $Zri : i$ -トランクのウエーブ断面積の要求値(cm ²) $C_2 i : i$ -トランクのウエーブ断面積に対する係数 $t buckle : \text{ウェーブの座屈強度から要求される板厚}(mm)$ $s : \text{ウェーブスチフナのスペース}(m)、(s = s_6 \cdots i = 1, 2, 3, 6, s = s_s \cdots i = 4, 5)$ $C_1 = 0.9 + 8 \frac{s}{d_1} (mm)$ $t_{n,i} = \min(L) (mm)$	$\circ C_2 i$ については表 3.3.2.7 参照 $\circ C_1$ は NK 28 編 22 条から求めた近似式 $\circ t_{n,i} (L) は NK 第 2.8.1 条をそのまま用いる。$

表 3.3.2.5 算式一覧表（その2）

項目	パラメタまたは算式	記号の定義	備考
総	<ul style="list-style-type: none"> $A_i \geq A_{i1} \dots i = 6, 7$ $A_{i1} = g_{\text{cater}}$ $\left\{ 1.1 s_i k_i h_i \frac{0.77 s_i b_i h_i}{1 - 0.5 (\ell_i / \sqrt{k_i})} \right\} (cm)$ $k_i = C \sqrt{A_{ri}} \quad (cm)$ $C = 0.6$ 	<ul style="list-style-type: none"> b_i : 支材の支持面積の幅 (m)、a_{i1} : 支材のスパン (m)、 h_i : 支材の水頭(m)、k_i : 支材の断面2次半径 (cm) $\{ 1.1 s_i k_i h_i \frac{0.77 s_i b_i h_i}{1 - 0.5 (\ell_i / \sqrt{k_i})} \} (cm)$ $k_i = C \sqrt{A_{ri}}, C = 0.6$ と近似できるので、この関係を用いて A_{i1} を求めることとする。すなわち式を解けばよい。 b_i (については表 3.3.2.7 参照) h_i (については表 3.3.2.7 参照) 	<ul style="list-style-type: none"> A_{ri} は別図のようになっている。すなわち断面2次半径によって異なるので実際には試行錯誤によって決めていく。しかし実績によると、
的	<ul style="list-style-type: none"> $C_L = C_{L\text{weight}} + C_{L\text{weld}} + C_{L\text{misc.}}$ (+円) $C_{L\text{weight}} = \alpha_L W_L \quad (+円)$ $W_L = W_{0,10} + W_{0,1B} + W_{0,8M} \quad (t)$ $W_{0,10} = C_D (Z_{Dr} / D) \ell_t \quad (t)$ $Z_{Dr} = 1.099 L_1^2 B (C_b + 0.7) \quad (cm^3)$ $C_D = 0.71 \times 10^{-5}$ $W_{0,1B} = g_{\text{cater}} \left\{ C_B (Z_{Br} / D) \ell_t, 7.85 \times 10^{-3} (1.71 s_b \sqrt{\frac{D}{L}} + 1.06 s_t \sqrt{d / s_b} + 3.8) B \ell_t \right\} \quad (t)$ $Z_{Br} = 1.03 Z_{Dr} \quad (cm^3)$ $C_B = 0.73 \times 10^{-6}$ $W_{0,8M} = 7.85 \times 10^{-3}$ $C_{L\text{weld}} = 4 \beta \cdot H_1 (f_3) \cdot \left\{ (B / s_b) + (2D / s_b) \right\} \ell_t \quad (+円)$ $f_3 = 7 \quad (mm)$ 	<ul style="list-style-type: none"> $C_{L\text{weight}}$: 縫部材の材料費 (+円)、$C_{L\text{weld}}$: 縫部材の溶接加工費 (+円) $C_{L\text{misc.}}$: 縫部材の溶接以外の加工費 (+円)、α_L : 縫部材単位重量当たりの鋼材価格 (+円/t)、W_L : タンク部縫部材の重量(t)、$W_{0,10}$: 甲板部の 0.1D 間の縫部材の重量(t)、$W_{0,1B}$: 船底部 0.1D 間の縫部材の重量(t)、$W_{0,8M}$: 船中央部 0.8D 間の重量(t)、Z_{Dr} : 甲板部断面係数の要求値 (cm^3) $L_1 = 0.99 L$ $C_D = 0.71 \times 10^{-5}$ $W_{0,1B} = g_{\text{cater}} \left\{ C_B (Z_{Br} / D) \ell_t, 7.85 \times 10^{-3} (1.71 s_b \sqrt{\frac{D}{L}} + 1.06 s_t \sqrt{d / s_b} + 3.8) B \ell_t \right\} \quad (t)$ <math>Z_{Br} : 船底部断面係数の要求値 (cm^3)</math> $C_B = 0.73 \times 10^{-6}$ $W_{0,8M} = 7.85 \times 10^{-3}$ $C_{L\text{weld}} = 4 \beta \cdot H_1 (f_3) \cdot \left\{ (B / s_b) + (2D / s_b) \right\} \ell_t \quad (+円)$ $f_3 = 7 \quad (mm)$ 	<ul style="list-style-type: none"> $W_{0,10}, W_{0,1B}$ (はいすれも軟鋼デザインに対する β である)。 Z_{Dr} および Z_{Br} は NK 改定案の Z_{min} をもとにして $L \geq 300 m$ として求めた。
関数	<ul style="list-style-type: none"> $C_{L\text{misc.}} = \beta \cdot H_2 \cdot W_t \quad (+円)$ $H_2 : \text{前ページ}$ 		<ul style="list-style-type: none"> $C_{L\text{weld}}$ は組立ロジックの隅内溶接工数のみを考慮する。板と板の契合せ溶接 (自動溶接) の時数は板厚にほとんど関係しないと考えられるので、目的関数からは除外する。

表 3.3.2.6 $\ell_1 i$, $\ell_2 i$, $\ell_3 i$, $\ell_4 i$ の算式

i	$\ell_1 i (m)$	$\ell_2 i (m)$	$\ell_3 i (m)$	$\ell_4 i (m)$
1	0.6bc	0.5bc	0.55bc	0.35bc
2	0.6bc	0.5bc	0.55bc	0.35bc
3	$\frac{B-bc}{2}$	$\frac{B-bc}{2}$	$0.25(B-bc)$	$0.7\left(\frac{B-bc}{2} - d_4 - d_5\right)$
4	0.95D	D	0.8D	$0.95(D-d_3 - d_6)$
5	0.95D	D	0.8D	$0.95(D-d_3 - d_6)$
6	$\frac{B-bc}{2}$	$\frac{B-bc}{2}$	$0.25(B-bc)$	$0.2(B-bc)$
7	$\frac{B-bc}{2} - (d_4 + d_5)$			
8	$\frac{B-bc}{2} - (d_4 + d_5)$			

表 3.3.2.7 $C_1 i$, $C_2 i$, hi , b_{si}

	$C_1 i$	$C_2 i$	$hi (m)$	$b_{si} (m)$
1	8.0	0.30	d	—
2	12.0	0.42*	$0.22\sqrt{L}$	—
3	9.4	0.28*	d	—
4	23.5	0.25	$h_{top} - (d_3 + \frac{D-d_3-d_6}{2})$	—
5	23.5	0.25	$h_{top} - (d_3 + \frac{D-d_3-d_6}{2})$	—
6	10.5	0.42*	$0.22\sqrt{L}$	—
7	—	—	$h_{top} - \frac{2D_1+D_2+d_3}{4}$	$\frac{D_2-d_3}{2}$
8	—	—	$h_{top} - \frac{D-d_6+D_1+2D_2}{4}$	$\frac{D-d_6-D_1}{2}$

$$h_{top} == greater \{ D + \frac{B}{50} + 0.76, 1.35d \}$$

* 印はNKルールにはないが便宜的に定めたもの

表3.3.2.8 構造パラメタの最適値

Trans space (m)	5.45 (4.92)
Em long ℓ space (m)	0.96 (0.96)
Side long ℓ space (m)	0.78 (0.90)

()内は昭和45年度試設計の値

表3.3.2.9 部材寸法の最適値(その2)

部材名	断面積(cm ²)
Lower strut	622.9 (396.4)
Upper strut	568.8 (396.4)

()内は昭和45年度試設計の値

表3.3.2.9 部材寸法の最適値(その1)

部材名	対象変数	桁深さ(m)	板厚(mm)	面材断面積(cm ²)
Bottom trans (C.T.)		2.59 (3.29)	13.5 (15.0)	59.8 (63.5)
Deck trans (C.T.)		1.43 (1.78)	12.5 (12.7)	36.3 (38.0)
Bottom trans (W.T.)		2.97 (3.08)	13.8 (15.0)	314.4 (337.8)
Side trans		2.60 (2.49)	13.8 (12.7, 14)	133.9 (137.6)
Vort ℓ web on ℓ , bhd		2.60 (2.49)	13.8 (12.7, 14)	133.9 (137.6)
Deck trans (W.T.)		1.43 (1.78)	12.5 (12.7)	30.4 (38.0)

3.3.3 直線式構造の実験

(1) ブラケットのシリーズモデルによる光弾性試験

直線式構造の強度上の最大の問題点は過去の損傷例よりみて、大骨材を結合する Bracket 部の疲労強度であるが、疲労強度のベースとなる静荷重時の応力を求める必要がある。

従って光弾性試験により Bracket の詳細構造を種々かえた場合の応力集中について検討を行なった。

(a) 試験対象および試験片

ランス・リングのコーナー結合部および Strut End を対象として Bilge corner Bracket Model 18 ケース、Strut End Bracket Model 10 ケース、Bracket の Soft Toe Model 10 ケースおよび Bracket 付 Stiffener の End Soft Model 6 ケース、合計 44 ケースについて光弾性試験を行なった。

これらモデルは概略図を図3.3.3.1に示している。

このモデルは D/W 213,000 ton タンカーの Trans Ring の構造寸法を縮尺 (Bracket Soft Toe Model は実船の $1/10$, Stiffener End Model は $1/5$, 他は $1/20$) して Bracket のみエポキシ樹脂、他はアクリルライト板を用いて作成した。

(b) 試験方法

試験は主として通常の光弾性透過法によることとし、各モデルには、図3.3.3.1に示す様に曲げモーメント M, 剪断力 Q, 及び軸力 P をそれぞれかけて、各部材力に対する応力集中を別々に計測した。

(c) 試験結果および考察

これらの試験結果より次の事が判明した。なお、記号については図3.3.3.1 および図3.3.3.2 参照。

i) Bilge Corner Bkt Model

(1) R = ∞ の場合、応力集中に関しては Bracket 深さ (h) の最適形状があり、h が大きい場合或いは小さい場合では a, c 点の応力集中は大となり、今回の試験結果では h = 110 mm (実船換算 2,200 mm) の場合が a, c 点の応力集中は最小である。

(2) R をつければ R = ∞ の場合に比べて a, c 点の応力集中は非常に減少するが b 点では逆に若干上昇する。

ii) Strut End Bkt Model

(1) とほぼ同様な傾向が得られた。

iii) Bracket Soft Toe Model

(1) Soft Toe の長さ (s) を一定にした場合、今回の試験範囲では Rs を小さくすればそれだけ a および b 点の

応力集中は減少する。

- (d) Soft Toe の長さ (S) を 20 から 40 mm へ長くすると (実船換算では 200 mm および 400 mm) 応力集中は若干減少する傾向にあるがその影響はさほど大きくない。

iv) Stiffener End Model

模型の種類については表 3.3.3.1、実験結果については図 3.3.3.3 参照。

- (1) Test No SN-3 と SN-4 での結果をみると, $hs = 15$ と 25 mm (実船換算) では b 点の応力集中はほとんど変わらない。

- (d) a, c, d 点の応力集中は Stiffener の端部形状に拘らずほぼ一定である。

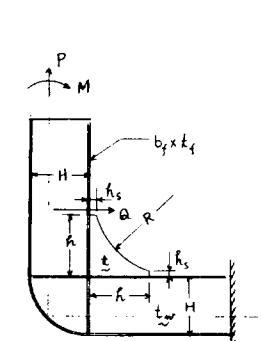
- (e) b 点の応力は SN-1 のように Stiffener 端部を直角に切断した場合と 30 度スニップの場合ではほとんど同じであるが SN-5, SN-6 のように R をつけると若干低下する。

今回の光弾性試験では Bracket 部について数多くの而も種々の形状の試験を行なったので、これらの結果（詳細については昭和 45 年度分報告書参照）を用いて実船の応力集中を求めることが出来る。

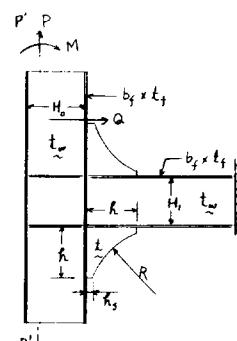
表 3.3.3.1 Stiffener End Model 試験の種類

Test No	各 部 寸 法 (実船寸法) mm						
	$b_f \times t_f$	t	h	hs	S	R	ρ
SN-1	200 × 15	15	125	25	0	$\infty (90^\circ)$	7.5
2	"	"	"	"	100	$\infty (45^\circ)$	"
3	"	"	"	"	175	$\infty (30^\circ)$	"
4	"	"	"	15	190	"	"
5	"	"	"	25	300	500	"
6	"	"	"	"	370	750	

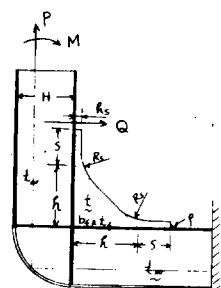
模型寸法 : 実船の 1/5



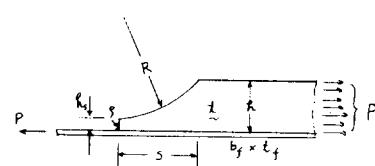
a) Bilge Corner Bracket Model



b) Stiff End Bracket Model



c) Bracket Soft Toe Model



d) Stiff End Model

図 3.3.3.1 光弾性試験、模型記号および荷重説明図

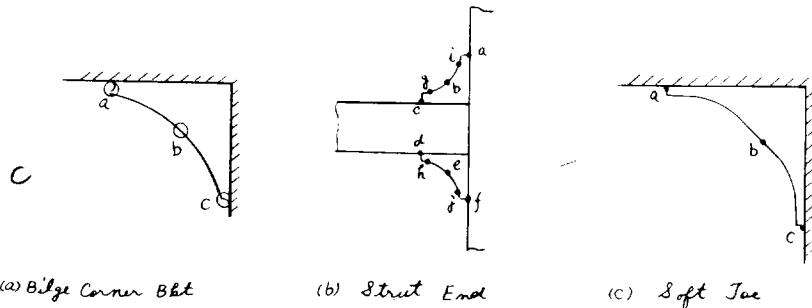


図 3.3.3.2 記号の説明図

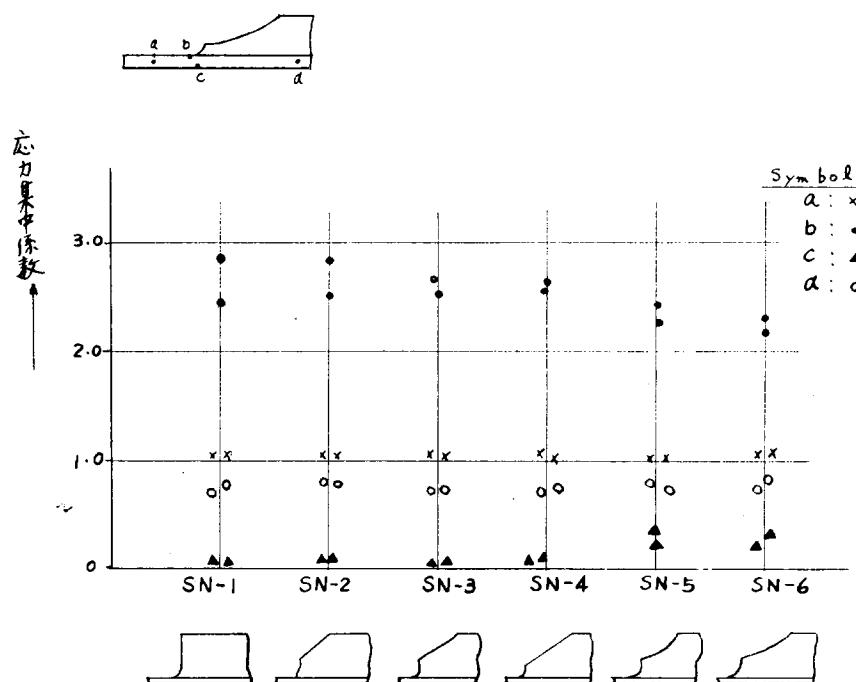


図 3.3.3.3 Stiffener end model 試験結果

(2) 直線式構造の小型模型試験

(a) 予備試験における模型形状および試験方法

操用可能な直線式構造の強度、性能の概略を把握するための予備試験として図 3.3.3.4 に示す 13 種類の模型を各 4 ケ宛作製し、静的曲げ試験（ピン間の引張り、および圧縮）および疲労試験（ピン間の引張り片振り、定変位）を行なった。

模型は大型タンカーのトランスリングの隅角部を考えた約 $1/10$ の縮尺模型であって、No.1（面材が連続）および No.8（面材に溶接継手をもつ）は現在普通に用いられているもので、他の模型に対する比較の基準となるものである。

(b) 予備試験の結果

静的曲げ試験（ピン間の引張り）における亀裂発生位置は、対称線上に溶接継手をもつ模型では、内縁中央点であり、またここに溶接継手が設けられていない模型では、ブレケットのトウ部あるいはブレケット・スティフナーの端部が亀裂発生点となっている。各模型とも亀裂発生と同時に最高荷重に達している。全模型に対する引張最高荷重を図 3.3.3.5 に示す。

疲労試験の場合、亀裂発生位置は 1 ケ所とは限らないが、おおむね、静的引張試験における亀裂発生位置と同様の場所から亀裂が発生、成長している。

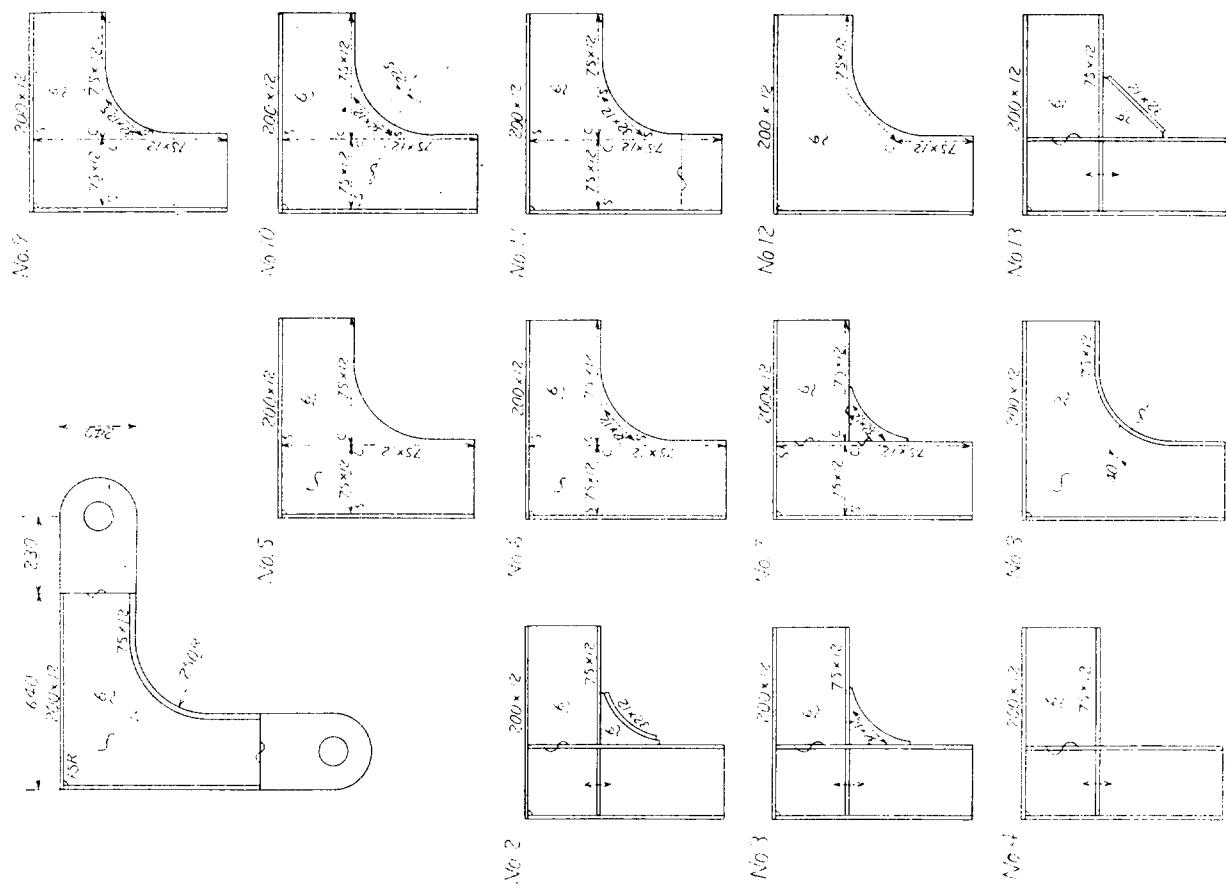


図 3.3.4 予備試験模型

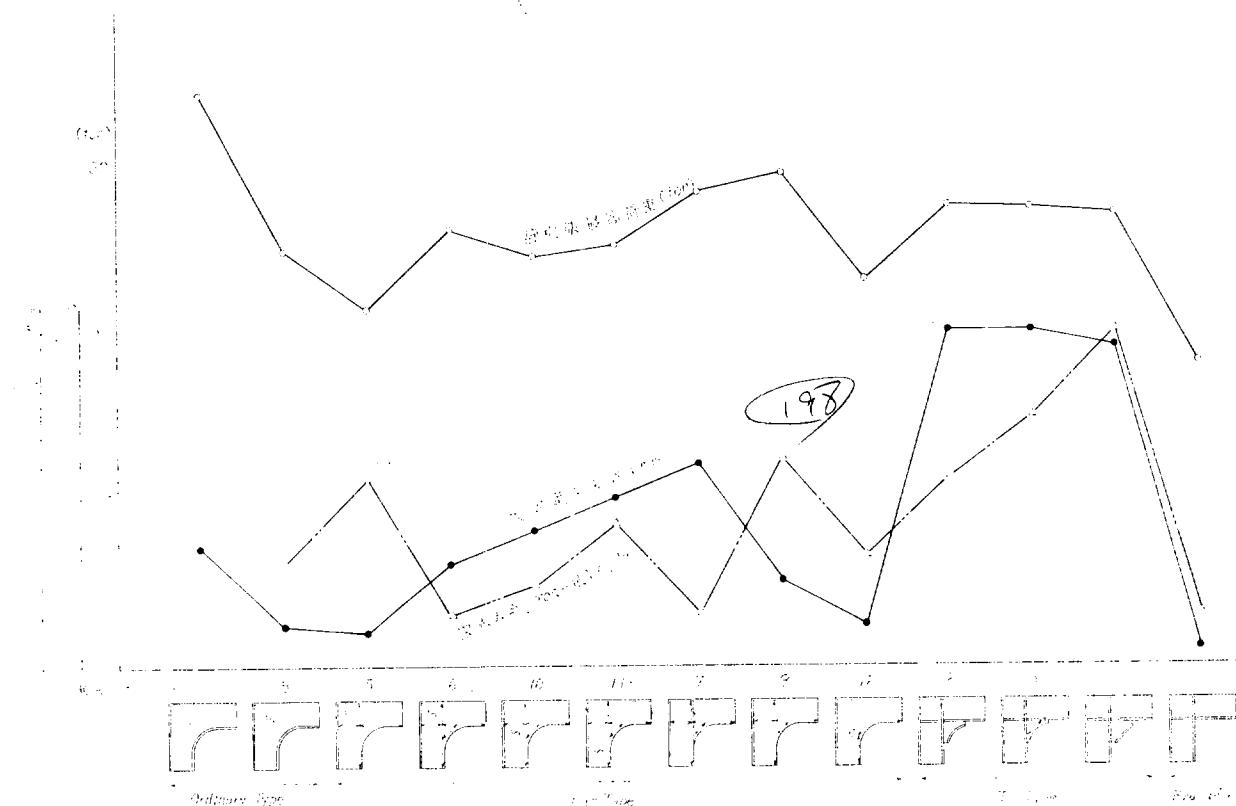


図 3.3.5 予備試験結果

この疲労試験は定変位型で行なっているため、亀裂がある程度進展すると荷重振幅が急激に低下する点がある。この点を繰返し数を限界寿命と呼び、12ton片振りの場合の限界寿命を図3.3.3.5に併記した。また限界寿命に達した時点における亀裂長さは、各模型とも2種類の荷重に対する疲労試験に対してほぼ同一の値が得られたので、これを限界亀裂長さと呼び、この値も図3.3.3.5に併記した。

予備試験の結果、No.1模型が静的強度および疲労強度共に優れ、またNo.4模型は逆に両方劣ることは当然として、その他の模型が、静的強度はほぼ同等であっても、疲労特性に種々の特徴的な相違の現われていることに注意を要する。たとえば、三種類のT型プラケットNo.2、No.3およびNo.13では静的強度、限界寿命共ほぼ同等であるが、限界亀裂長さは、No.2模型では小さく、No.13模型では大きい。またL₃型プラケットのNo.7とNo.9を比較すると、静的強度はほぼ同じであるが、限界寿命はNo.9の方が大きく、限界亀裂長さは逆にNo.7の方が大きい。

(c) 本試験における模型形状および試験方法

予備試験の結果も考慮して、本試験の模型は図3.3.3.6に示す6種類とした。No.1模型は比較の基準となる標準型である。No.1～No.5の5種類は予備試験における13種類の模型に含まれているものであるが、No.6模型は本試験において新たに検討の対象となったもので、前節3.2における試設計LS-7において現われたタイプである。

各模型の外形寸法は予備試験模型にはほぼ同じであるが、板厚を6mmから4.5mmに減少させたり、その他細部の点において、実筋における構造になるべく相似になるように修正を加えた。

各模型とも7個づつ製作し、そのうちの1個で静的引張り試験を行ない、残りの6個で疲労試験を行なった。

試験の方法は予備試験の場合と同様である。

(d) 静的試験結果

静的引張試験における亀裂発生箇所、亀裂発生時の荷重および最大荷重を図3.3.3.7に示す。図3.3.3.8にその比較を示す。No.3～No.5はほぼ同程度の強度で、No.2の強度はそれよりやや低いという傾向は予備試験の結果と一致している。No.1模型は予備試験の際には比較的低い荷重で隅部内側面材の溶接継手に亀裂が発生し、最大荷重はNo.2より低かったが、今回の実験ではこの面材部の溶接継手が持ちこたえて亀裂の発生点とならなかつたため最大荷重もかなり高くなっている。面材の溶接継手の良否が耐力に対して大きな影響を与えることを示している。

No.6模型が高い静的強度を示すのは、桁部における応力が全体的に低いことが理由であることが応力計測の結果からわかる。桁部の応力が全体的に低いということは、トウ部に附加されたピースの応力が高いということであつて、このピースが亀裂発生の発端とならないように注意することが必要であろう。

(e) 疲労試験結果

疲労試験における亀裂の発生状況は図3.3.3.9に示す通りである。

機械的レバー型式の試験機で一定振巾のもとに繰返し荷重を与えているので、繰返しの進行に伴つて一般に上限荷重は変動し、特に亀裂がある程度進行すると急激に荷重が低下する。図3.3.3.10に各試験片型式毎に繰返し数に対する上限荷重と下限荷重の変動を示した。上半分の正域にあるのが上限荷重で、下半分の負域にあるのが下限荷重である。この上限荷重と下限荷重の間で繰返し荷重が与えられているわけである。

これらの図において、上限荷重が急激に低下する点が明らかに存在する。この点における繰返し数は構造が強度部材としての機能を失う寿命として、その構造の疲労強度を示す一つの目安になると考えられる。図中二重矢印は亀裂の発生点を表わす。No.6模型は非常に早い時期にトウ部のピースに亀裂が発生するのでこの図には表わされない。上限荷重が急激に低下する点は亀裂の発生点より一般にやゝ遅れるが、図中に一重矢印で荷重低下点近傍の亀裂長さを記入してある。予備試験における結論では、同一の模型形状に対する荷重低下点の亀裂長さは、試験荷重が異なってもほぼ一定で、これを限界亀裂長さと呼んだ。この予備試験は各模型とも2個宛の疲労試験を行なったものであるが、本試験においてその個数を増やして実験してみると、亀裂の発生形式は一定ではなく、また限界亀裂長さも必ずしも各模型について一定でない。たとえば、No.2の模型では試験片番号2-1, 2-5, 2-6が限界亀裂長さ25mm～35mmであるのに対して、試験片番号2-2, 2-3, 2-4では60mm以上となって2つのグループに分かれている。これは図3.3.3.9の亀裂発生状況から見ると、限界亀裂長さが25mm～35mmのグループと60mm以上のグループとでは亀裂の形式が異なっていることがわかる。No.5模型のように亀裂発生形式が異なっているにも拘らず限界亀裂長さが25mmと一定している場合もあるが、これはむしろ異なった亀裂形式に対する限界亀裂長さがたまたま一致したものと考えるべきであろう。以上のような考察から限界亀裂長さを構造別、亀裂形式別に整理したのが表3.3.2である。

荷重と繰返し数の関係(P-N線図)として、亀裂発生時の繰返し数に対するもの(図3.3.3.11)と荷重低下点に対応するものとして上限荷重が初期荷重の1/5になったときの繰返し数に対するもの(図3.3.3.12)の2通りの図を画いた。両図ともかなりばらつきが多いが、これは同じ構造形式であっても亀裂形式の異なったものがあることも一因となっていると思われる。ばらつきの中に平均的な線を引いているが、この平均的な線の上下関係から各模型の間の強度を比較すると、まず亀裂発生強度は強いものからの順でNo.1→No.4→No.5→No.2→No.3→No.6となつてゐる。これは、図3.3.3.8に示した静的引張試験時の亀裂発生強度と比較するとNo.6を除いて一致している。No.6は疲労試験に対しては極端に成績が悪くなるが、これはトウ部のピースが疲労に対して非常に弱いことを示している。図3.3.3.12に示される荷重低下点の繰返し数は構造が強度部材としての機能を失なうに至る寿命という意味で実質的に重要な意味をもつてゐると考えられる。この寿命に対する強さの順序は、点のばらつきが大きいので判定はむづかしいが、はっきりしていることはNo.1とNo.5模型の順位が低下し、No.6の順位が顕著に上昇するということである。このことは、No.1やNo.5模型のような構造は亀裂は入り難いが一旦亀裂が入るとすぐ強度の保持力

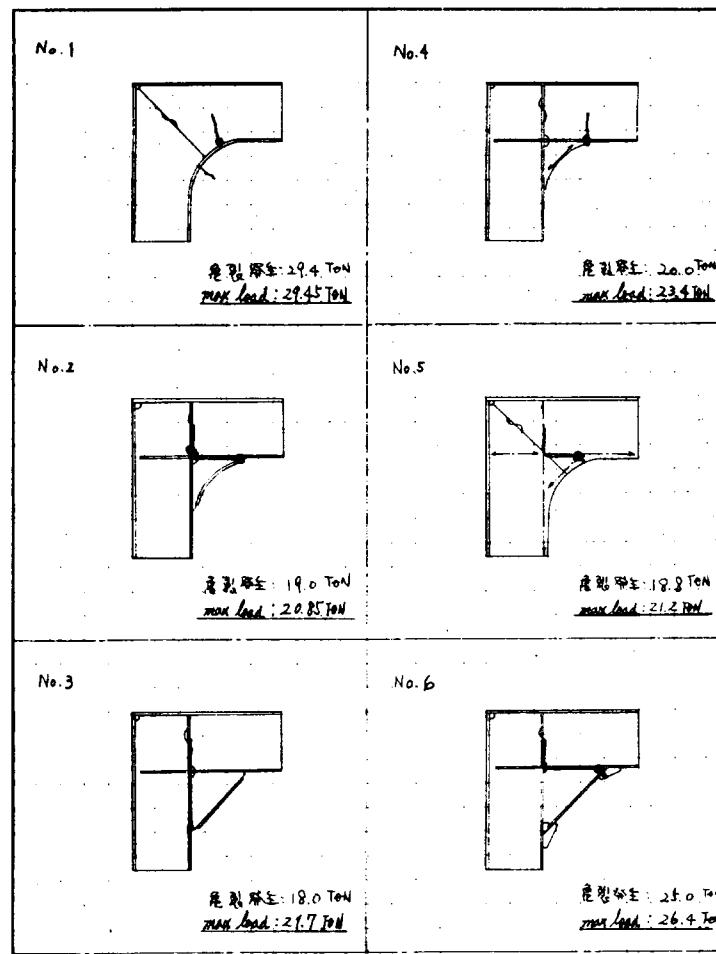


図 3.3.3.7 静的引張試験結果

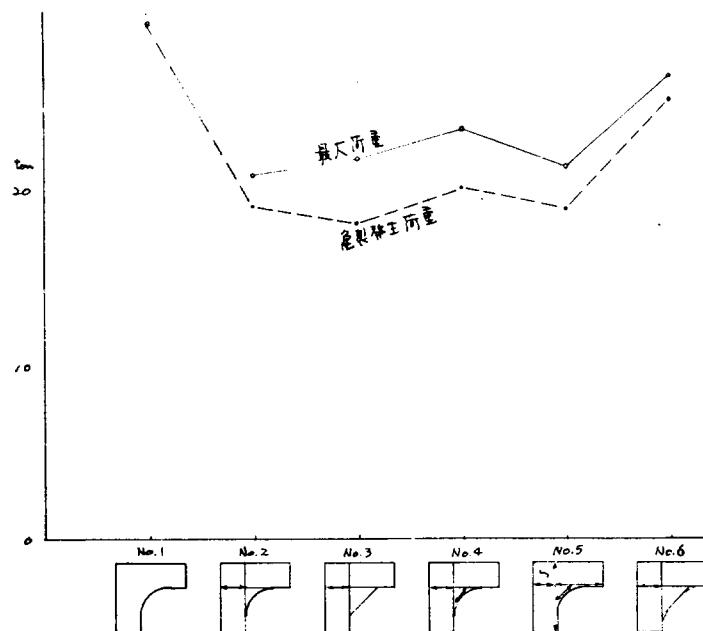
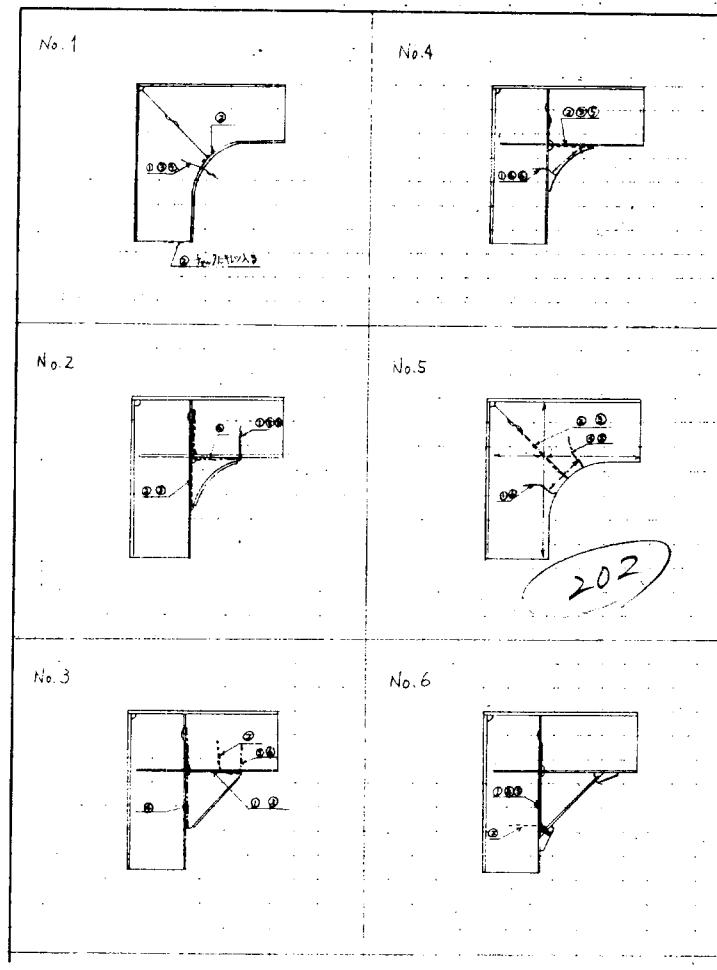


図 3.3.3.8 静的引張強度



○中の数字は試験序番号を示す。

図 3.3.3.9 疲労試験亀裂個所

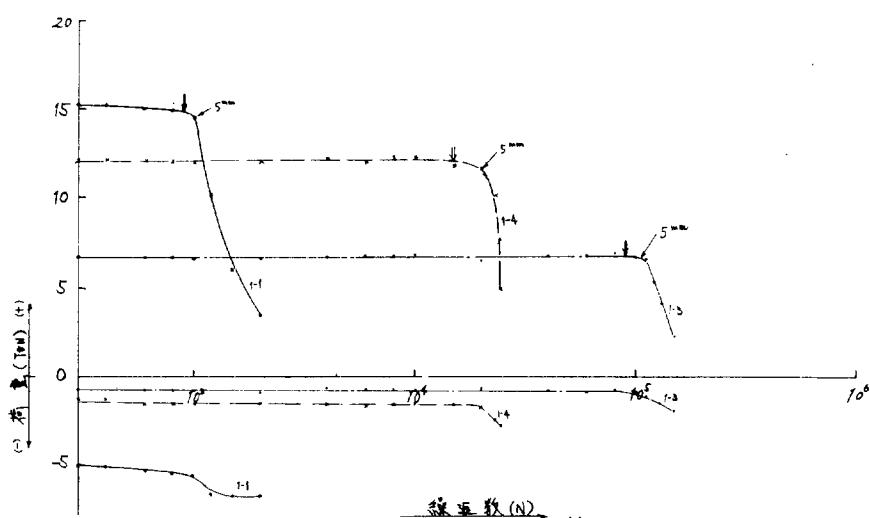


図 3.3.3.10 (a) No. 1 模型

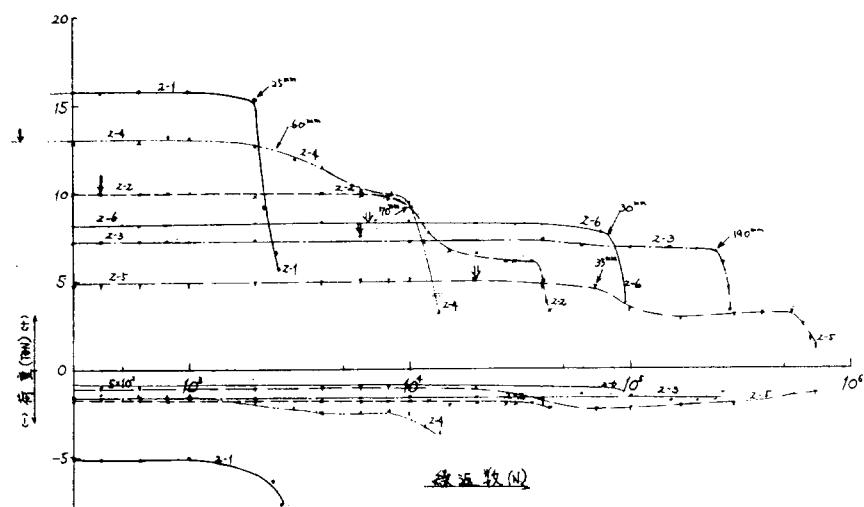


図 3. 3. 3. 10 (b) No. 2 模 型

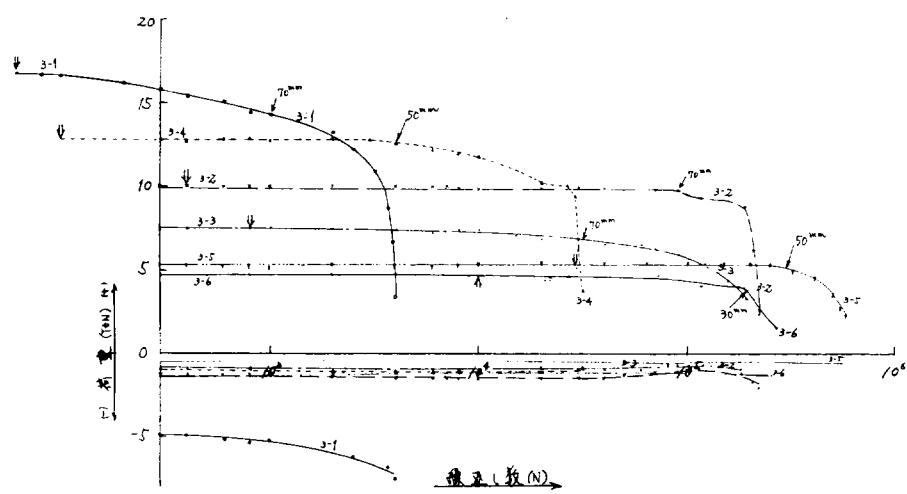


図 3. 3. 3. 10 (c) No. 3 模 型

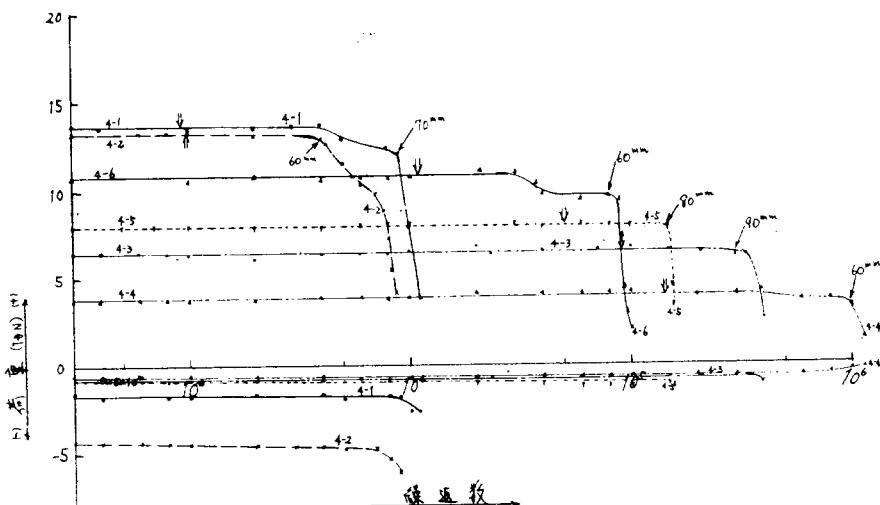


図 3. 3. 3. 10 (d) No. 4 模 型

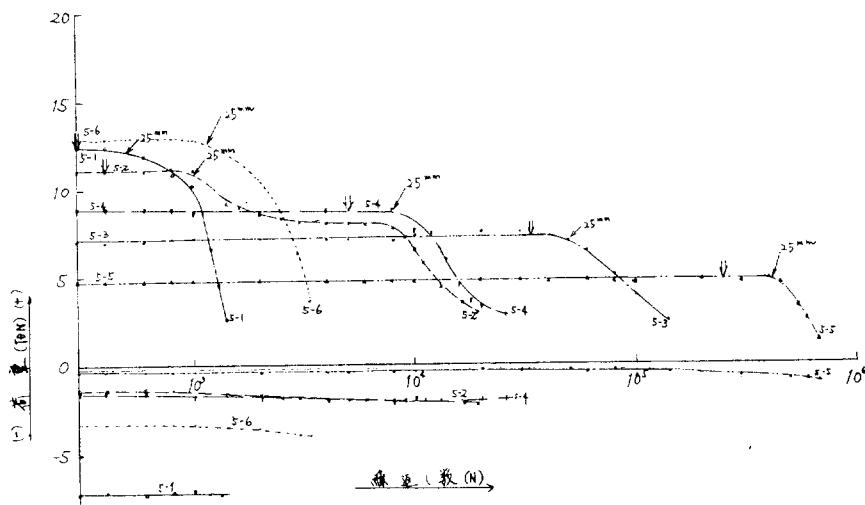


図 3.3.3.10 (e) No. 5 模型

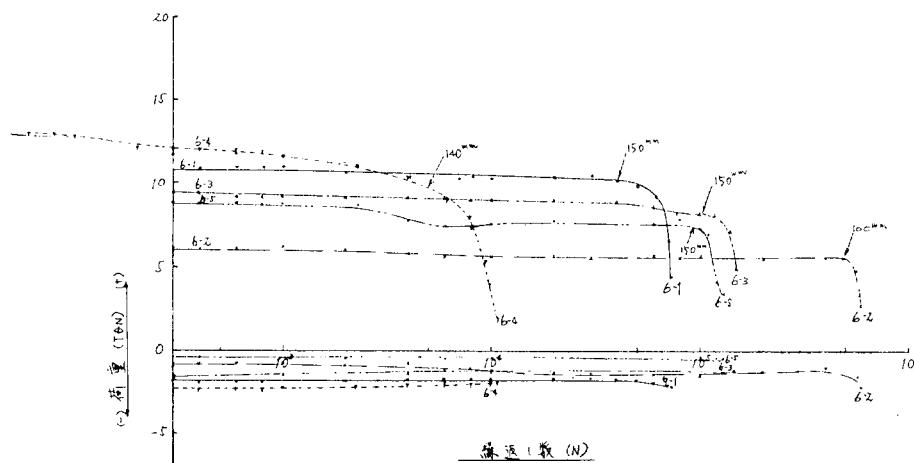


図 3.3.3.10 (f) No. 6 模型

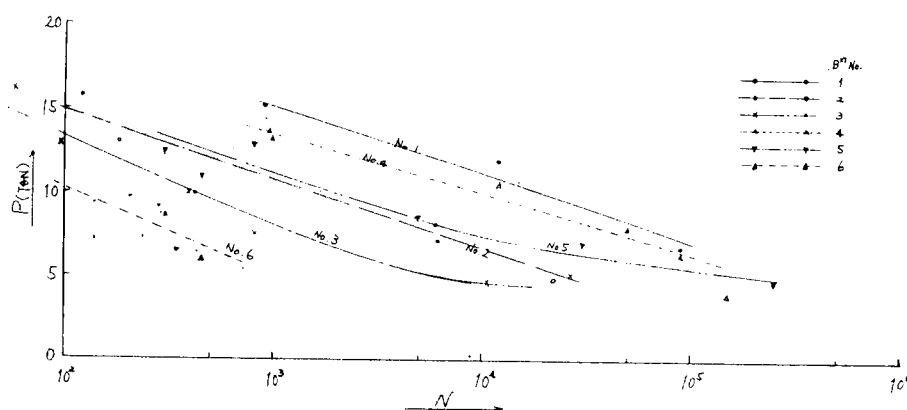


図 3.3.3.11 龟裂発生時における繰返数と荷重の関係

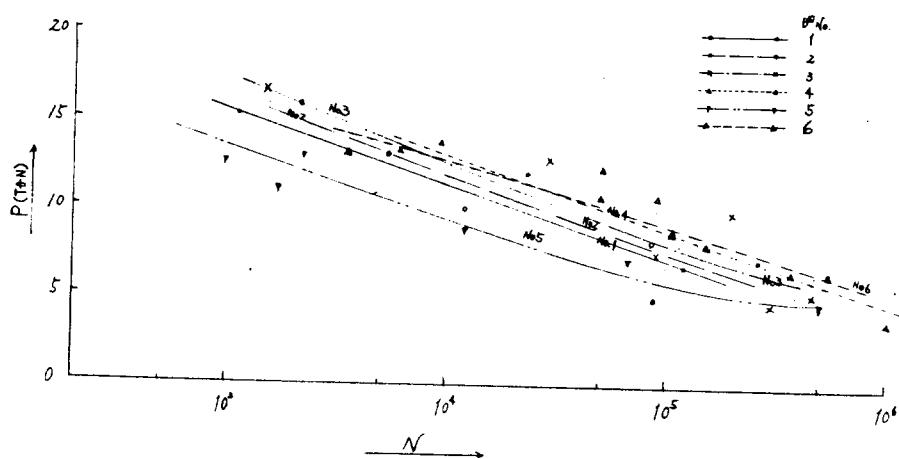


図 3.3.3.12 荷重が $\frac{1}{5}P$ に下った時における繰返数と荷重の関係

表 3.3.3.2 限界亀裂長さ

構造形式 (模型名)	亀裂形式	限界亀裂長さ (mm)
Model 1	Face Plate の溶接接手	5
Model 2	BKT の Toe から Girder Web へ	30
	BKT の Toe から、BKT の溶接線に沿って進む	60 ~ 190
Model 3	BKT の Toe から Girder Web へ	30
	BKT の Toe から BKT の溶接線に沿って進む	70
Model 4	BKT の Toe から BKT の溶接線に沿って進む	80
	BKT Stiff. の Toe から亀裂発生	60
Model 5	Web の溶接接手に沿って進む	
	BKT Stiff. の Toe から亀裂発生、 Web が切れる	25
Model 6	Toe Piece が切れてから BKT の 溶接線に沿って進む	150
	Toe Piece が切れてから Girder Web へ	100

を失うのに対して、No.6模型はトウ部のピースに亀裂が入るのは早いが、それが切れてなお大部分の構造はそのままだから保持力を失うまでの寿命にはそれだけ余裕があるということを物語るものであろう。

(c) 試験方法

8種類の各模型を4個乃至6個づつ製作し、機械的レバー型式の疲労試験機により片振り定変位疲労試験を行なった。

(d) 試験結果

上限荷重が繰り返し回数の増加とともに変動する状況の一例を図3.3.3.7に示す。一般に亀裂が発生すると、まず上限荷重は比較的ゆるやかに低下し、亀裂もゆるやかに進展するが、亀裂長さが約10mmに達すると同時に亀裂の進行が速くなり、上限荷重も急速に低下する。したがって、図3.3.3.7で曲線が垂直に近くなる部分は亀裂長さが約10mmを越えた領域に相当している。

図3.3.3.8に初期設定応力と亀裂が急速に進展する繰り返し回数(寿命)との関係を示す。

切断面を機械仕上げしたA-1型試験片と、自動切断したA-2型試験片の間には全く差がないか或いはやや自動切断の方が寿命が高い傾向にあることがわかる。

参考文献

- 1) 高橋賢司、伊藤昭典：鋼板の切断端面状況が疲れに及ぼす影響、溶接学会溶接疲労強度研究委員会、FS-176-43, 昭43.

(3) 大型模型によるプログラム疲労試験

(a) 有限要素法による直線式構造の予備検討

大型プログラム疲労試験に先立って模型作成上の資料を得る目的で、昭和44年度に構造部材の応力集中度を調査するため、有限要素法による応力解析を実施した。構造部材としてD/W 213.000tonの大型タンカーのウイングタンクに設けられる支材基部を対象にえらび、図3.3.3.15に示すような従来型および直線式構造の二種類について検討を行なった。

直線式構造の肘板の板厚、形状を変えて、まず、3ケースの計算を行ない、次に板厚は一定で形状を変えた肘板を詳細に分割して4ケース計算した。荷重条件を図3.3.3.13、また肘板の形状を図3.3.3.14、計算結果を表3.3.3.3に示している。表3.3.3.3によれば、従来型と直線式型の応力分布傾向の相違を概略知ることができると、一般に後者の応力が高く、前者の20~100%増となっていることがわかる。

また、肘板形状によって応力はかなり変化するが、ソフト・トウは余り有効でないので、肘板の採用に際して、その板厚、形状と大きさの決定は慎重に行なう必要があることなど、直線式構造の問題点を明らかにした。

(b) 直線式構造の検討(大型模型による疲労試験を行なうための直線式構造の検討)

本節では、大型模型による疲労試験を行なうために20万D/W型タンカーに直線式構造を採用する時の構造様式に対する検討、試設計および就航中にうける種々の条件下での強度検討を行なった。

(i) 試設計および構造様式に対する検討

(i) まず予備試験を行なって、この研究計画の可能性を検討することを目的として、44年度のディープ・サーベイの際、対象に選んだ表3.3.4のA船(D/W 213.000tonタンカー)について、直線式構造を採用して設計し直した。その概略図を図3.3.3.16に示す。

(ii) 予備試験の結果、後述のごとく直線式構造の採用は一応の可能性ありと認められたので、現在最も一般的な

船型と考えられるNK船級の237,000ton D_W タンカーを対象として、表3.3.3.4のB船について本試験を行なうために構造様式の検討並びに試設計を行ない詳細な強度検討を行なってみることとした。

図3.3.3.17にB船のトランスリングの原型とし、これを直線式構造とした場合の概略構造図を示している。このB船の直線式構造の決定にあたって、肘板形状については、試設計の段階で、その端部に小さいガセット板をつける形式もとりあげられたがこの型式は、ガセット板のない図3.3.3.16 a), 3.3.3.17 b)と較べて前項“小型模型による疲労試験”の結果をみても疲労強度上必ずしも良好とは言えず、また節労化の評価を行なってみると部材数のふえることもある、現場工数の低減への寄与もなかったことから考えて、本試験では図3.3.3.16 b)の構造にしほって行なうこととした。

(ii) 強度検討結果

(a) A 船

積荷状態および脚荷状態について立体強度計算および横強度計算を行なった。

横強度計算は最も荷重状態になると考えられる常用脚荷水槽内のトランスリングについて行なった。

このトランスリングの計算に用いた荷重条件を表3.3.3.5に示す。また、予備試験は強度上最も荷重になると予想される縦通隔壁下部の三部材結合部を対象として試験してみることにしたため、図3.3.3.18にはこの近傍の部材力計算結果を示している。

(b) B 船

図3.3.3.19に示す積荷および脚荷状態についてA船と同様に最も荷重状態になると考えられる常用脚荷水槽部に波の谷、および山がきた場合の4ケースについて、立体計算および横強度計算を行なった。

なお波高は1.6mと仮定した。

肘板端部におけるトランスリングの部材力計算結果を表3.3.3.6に示す。(図3.3.3.20に表中の記号の説明を示す。)

特にビルジコーナー部については、肘板に生ずる応力を詳細に調べるために図3.3.3.21に示す分割により前記部材力を用いて、有限要素法により詳細検討を行なった。計算結果を図3.3.3.22に示す。本計算では図3.3.22にみられる通り肘板コーナー部にはかなりの応力集中がうかがわれ、最大応力はサイドトランス側に生じており、積荷状態(波の山)で-35kg/mm²、脚荷状態(波の谷)で42kg/mm²程度の高応力になっていることが判る。

なお、応力振巾は積荷状態の方が大きくなっている。以上の計算結果により大型模型による疲労試験の試験荷重の設定を行なった。

(c) 大型模型による疲労試験

(i) 予備試験

(1) 緒 言

直線式構造の疲労強度を解明するため、前節の小型模型試験に引き続き、大型模型試験の実施を計画した。大型模型による疲労試験を実施するに先立ち、問題の焦点をしほり、かつ実験遂行上の問題点を明らかにし、試験を効果的に行なえるようにすることを目的として予備試験(2体)を行なった。

(2) 疲労試験方法

前項において試設計されたA船を対象に、その縦通隔壁下部ウイングタンク側を、図3.3.3.23に示すように、1/4縮尺に模型化した。

試験に採用する負荷は、(海象条件の推定)→(構造部材力の推定)→(模型への荷重設定)の順で定めた。この際海象条件として最大波高を1.2m、平均の応力変動周期を10秒とし、一航期34日・年間8航海とした。

構造部材力の推定には前項における計算をもじり、肘板の端部付近でのモーメント/I_{xx}が、実船と模型とで

同等になるように模型への負荷荷重を定めた。

一航海当りの変動荷重の累積頻度を満載状態・脚荷状態に別けて図示すれば、図3.3.3.24 a)のようになる。

これをもとに試験体に負荷した荷重の荷重プログラムは、図3.3.3.24 b)のようである。

(i) 実験結果

疲労試験を行なうに先立ち、試験体についての応力分布計測と、実船についての直線式構造と、R型構造および試験体についての有限要素法による強度計算を実施した。計算結果を、図3.3.3.25に示す。これより模型実験における応力分布は、実船における応力条件より大きめであり、実験条件が安全側の、すなわち、亀裂寿命が短かめの結果になるように定められたことがわかる。

試験2体について同一の荷重条件で疲労試験を行なった結果、図3.3.3.26に亀裂の伝播状況および亀裂発生位置を示している。

No.1・No.2試験体とも肘板付スティフナーの端部より亀裂が発生したが、No.1試験体では3年相当、No.2試験体では9年相当の寿命を示している。

両試験体で寿命がかなり異ったが、溶接状況が異なることおよび工作誤差すなわち、肘板とウェブの目違いの状況が異なることがその原因であると思われる。

亀裂の進展状況は両試験体とも遅く、20年相当の繰返しでも10～15mm（実船換算40mm～60mm）の成長にしかならなかった。

この結果、本構造様式は詳細設計に改良を加えれば十分実船に採用しうるとみられたので続けて本試験を行なうことになった。

(ii) 本 試 験

(1) 緒 言

予備試験の結果を参考にして本試験を計画実施した。

本試験では、基準模型による試験、基準模型の欠点を改良した模型による改良試験、荷重レベルと疲労強度の関連を調べる荷重増巾試験、工作誤差の影響を調べる不完全型模型の試験を行なった。

各試験の実施は、表3.3.3.7に示す試験系列に従って行なった。

(2) 試 験 体

基本試験体は前項で試設計したB船を対象とし、ビルジコーナ型模型は、そのビルジコーナー、もしくは、縦通隔壁下部ウイングタンク側を縮尺した模型とし、ストラット基部型は、アッパーストラットの船側外板側を縮尺した模型とした。

模型の縮尺率は、 $1/2.5$ とし、船側外板の巾のみ1mとした。（実船のトランス・スペース5m）材料は、船級規格材KASとし、抗張力は、 42kg/mm^2 であった。溶接は、溶接棒B-14（4mmφ, 160～170AMP.）による一層溶接であり脚長は、実船の約 $1/2.5$ とした。

以上の条件により設計したビルジコーナ、およびストラット基部の基準試験の試験模型図を図3.3.3.27および、図3.3.3.29に示す。他の型式は図3.3.3.28、図3.3.3.30に示すようにビルジコーナー型の改良型は、亀裂発生部近傍の寸法DET（δ''）を改良したものであり、不完全型は、トランスのウェブが、板厚分だけずれたδ型および、各種の誤差が混在したδ, θ, φ型とした。

再改良型は改良型より疲労強度の面から好ましいと想定されるものとして、

肘板付スティフナーの端部にリブをつけたもの。

同じくスティフナー端部をトランスウェブの面材に溶着したもの。

スティフナーをプラケットの両側につけたもの。

の3案について行なった。ストラット基部の改良型は肘板端をソフトにしたものであり、不完全型はストラッ

トがトランスのウェブと回転誤差のあるθ型とした。

(iv) 疲労試験方法

試験体への負荷と疲労寿命の確認は以下の手順で行なった。

前項で行なった有限要素法による部材交差部の応力分布計算の肘板縁辺上の応力振巾、平均応力の最大値と試験体における計測値が一致するように試験体への負荷荷重変動、荷重および平均荷重を定める。



上記の変動荷重を一航海における最大変動値として、変動荷重の分布を推定する。(図3.3.3.33)
この際、航海日数、応力の平均変動周期は予備試験における仮定と同じく、一航海34日で年間8航海、変動周期は10秒とした。



上記の荷重分布から一定値以下の変動荷重を割り出し、荷重プログラムを組めば、図3.3.3.33のようである。



上記荷重を模型に負荷し、疲労亀裂の発生、伝播状況を確認した。亀裂の検出は浸透液による観察によった。

(v) 実験結果とその考察

まず静応力分布の計測結果についてみる。

ビルジコーナー型については基準型、改良型、不完全型の計測値と有限要素法計算値を比較して示す(図3.3.3.1a))。肘板の縁辺にそった応力分布は有限要素法計算値と比較的良い一致を示し、各型式によってほとんど差はない。また高応力が生じたのは肘板の端部のRの中央付近であり、趾端のトランスウェブ付面材の平均応力の約2倍の値を示した。

またスティフナ先端近傍の肘板の板厚にはかなりの大きさの局部曲げ応力が生じている。その値は基準型では縁辺の中央での応力値の約4倍であり、改良型は基準型の約4割減で約2.5倍、不完全型は改良型よりやゝ高めの応力値を示す。

再改良型(リブをつけた型、スティフナ端部を溶着した型、肘板両側にスティフナをつけた型)の応力分布を図3.3.3.1b)に示す。各型式とも肘板の縁辺については改良型と同様な値を示す。局部応力の大きい場所はリブ型、両側スティフナ型ともスティフナ先端での肘板部である。

両者は改良型と比較しスティフナ先端の板での局部曲げは減少したが平均応力は増加し、最高応力値は改良型とほとんどかわらず、やゝ低下した程度である。

溶着型はトランスリングのウェブの先端(肘板付スティフナの直下)の位置に最大応力が生じ、その値は改良型のスティフナ先端の肘板部にみられた局部応力値よりやゝ低目の値を示した。増厚型および小ブラケット型での応力分布を図3.3.3.1c)に示す。肘板の板厚を7mmから10mmにした増厚型では、スティフナ先端の最大応力は、改良型より1割強の減少を示した。小ブラケット型では改良型と比較し、同一荷重に対する最大応力値はかわらないが平均応力は増加する。

ストラット基部型では図3.3.3.2に示すように肘板のR中央付近に最大応力が生じている。また肘板端部付近の応力はR中央の最大値の約7割であり、さらにストラットの面材とトランスリングの面材が交差する部分には肘板端部付近の応力の約1/3の応力が生じている。

次に疲労試験についてみれば、その試験結果を表3.3.3.8に示す。また亀裂発生位置は図3.3.3.4a)~d)に、亀裂伝播状況は図3.3.3.5a)~e)に示す。

ビルジコーナー部は溶着型をのぞいて肘板付スティフナ先端のまわし溶接部から亀裂が発生するが、いずれの型式もごく進展が遅く荷重プログラムの20年相当の繰返しにおいても板厚を貫通せず、表面での亀裂長さも30mm以内程度であり、実船で通常発見されている程度の大きさにはならない。浸透液で検出しうる程度の亀裂発生航海数で各型式を比較すると亀裂の発生した航海数は基準型で3.5年であるのに対し改良型では8.5年と強度向上した。再改良型のリブ型、ウェルド型は改良型と比較し、それぞれ8年、9年で亀裂発生し、さほど強度向上を示さなかった。両側スティフナ型では8年で亀裂発生し改良型とほとんど同じであった。

なお不完全型では改良型と比較しほとんど強度の低下を示さず板目違いの影響が少ないと判明した。

また増巾荷重の試験により荷重を1.3倍にすると亀裂発生航海数は8.5年が4年となる。

プラケットの板厚を7mmから10mmに増厚すると亀裂の発生する航海数は8.5年が18~19年に寿命がふえる。

小プラケット型は7年相当で亀裂が発生した。スティフナ寸法をそのままにプラケット寸法を小さくした場合などの強度低下は示さなかった。

ストラット基部は基準型では約8年で肘板端部のまわし溶接趾端から亀裂が発生したが進展はきわめて遅い。

肘板の端部をソフトにした改良型では20年相当の繰返しでは亀裂が発生せず、荷重プログラムを1.3倍に拡大しての12年強の繰返しではじめて亀裂が発生したが進展は遅い。

また不完全型は亀裂の発生に対してはほとんど影響を示さなかった。

表3.3.3.3 応力計算結果 (Ⓐ~④については図3.3.3.15参照)

Cal No	Max Stress of Face Plate		Max Stress at Web		N.B
	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	
Case-0	13.6 Kg/mm ²	-12.7 Kg/mm ²	11.3 Kg/mm ²	-17.4 Kg/mm ²	Ordinary Type
" -1	9.9	-9.9	25.8	-19.6	R=1,200 t=12.7
" -2	9.9	-9.8	19.2	-16.5	R=1,200 t=25.4
" -3	8.0	-7.8	17.7	-15.7	R=2,400 t=12.7
" -4	10.7	-	34.0※	-	R=∞ t=12.7
" -5	10.0	-	29.0	-	R=1,200 t=12.7
" -6	10.2	-	37.4※	-	R=∞ Soft toe
" -7	25.6※	-	31.5※	-	R=∞ With Stiffener

※ at toe end

表3.3.3.4 供試船要目

供試船	A 船	B 船
D/W (ton)	213,000	237,000
L (m)	310.0	304.0
B (m)	48.71	52.4
D (m)	24.5	25.7
船級	A B S	N K

表3.3.3.5 A 船 計 算 状 態

計 算 状 態	舷側タンク水頭	中央タンク水頭	吃 水
積 荷 状 態	0	D + 2.45m	2 4.9
"	0	D + 2.45	1 2.9
脚 荷 "	D + 2.45 -	0	1 5.9
"	D + 2.45	0	3.9

表3.3.6 Bracket Toe部における部材力計算結果

FULL LOAD (CREST)				FULL LOAD (ROUGH)				BALLAST (CREST)				BALLAST (ROUGH)			
箇所	曲げモーメント	剪断力	軸力	曲げモーメント	剪断力	軸力	曲げモーメント	剪断力	軸力	曲げモーメント	剪断力	軸力	曲げモーメント	剪断力	軸力
1	- 72.1T-M	129.8T	- 447.5T	- 415	- 200.3	910.7	- 274.5	- 170.4	68.9.4	140.5	- 500.4	162.2			
2	- 516.8	- 301.6	- 1101	195.6	- 316.0	- 212.4	256.2	18.4	425.7	698.1	140.9	112.0			
3	- 83.9	- 512.3	- 1101	- 627.2	27.4	- 212.4	- 299.6	- 213.4	425.7	- 499.6	- 561.2	112.0			
4	- 875.7	- 514.7	- 1312	1.2	628	- 365.3	325.5	173.6	44.1	1002.0	392.5	125.0			
5	- 575.7	- 184.6	- 878	- 93.7	93.5	- 259.0	145.9	124.6	306	602.8	271.0	813			
6	- 83.2	- 229.2	- 906	- 728	77.1	- 213.6	- 137.2	150.7	333.3	119.3	291.5	879			
7	210.0	62.9	- 521	- 372.1	78.6	- 119.2	- 416.3	-	4.2	213.9	- 462.9	26.5	491		
8	150.6	- 101.6	- 536	- 331.6	- 53.1	- 109.0	- 430.8	9.3	213.1	- 396.6	51.2	515			
9	222.9	50.9	- 52	- 134.4	- 53.1	9.5	- 212.0	- 116.0	63.2	- 331.0	- 74.8	27.5			
10	- 132.5	76.9	951	- 9.7	221.9	- 154.3	- 66.7	70.6	413.2	158.2	142.8	1273			
11	9.6	- 141.6	- 593	- 420	3.4	- 66.7	- 321.8	63.3	255.4	- 371.9	135.5	761			
12	15.9	73.3	- 578	- 337.6	- 1.8	- 76.9	- 290.2	-	86.1	256.1	- 313.9	- 60.1	737		
13	- 40.5	- 33.5	- 129	- 114.7	- 108.7	33.0	4.2.8	- 93.2	58.1	- 7.2	- 67.3	94			
14	6.0	- 11.0	- 133	19.1	9.5	53.1	113.2	410	172.6	7.4	5.2	131			
15	- 96.9	44.1	- 133	- 39.9	9.5	53.1	- 64.6	16.4	172.6	51.1	- 19.4	131			
16	- 18.8	- 23.3	- 48	155.6	26.5	213.4	96.1	33.0	273.6	147.5	33.0	206			
17	139.9	28.7	388	- 203.4	- 45.3	- 63.4	- 126.2	-	26.8	172.1	- 298.6	- 65.7	358		
18	- 61.0	14.6	- 352	- 48.9	- 10.2	- 131.7	4.1	0.7	143.2	- 102.3	- 23.4	189			
19	- 124.0	28.7	388	214.0	- 45.4	- 63.4	120.6	-	26.8	172.1	306.3	- 65.7	338		
20	- 73.3	14.6	- 352	45.4	- 10.2	- 131.7	-	2.7	0.7	143.2	113.3	- 23.4	189		

表 3.3.7 模型系列

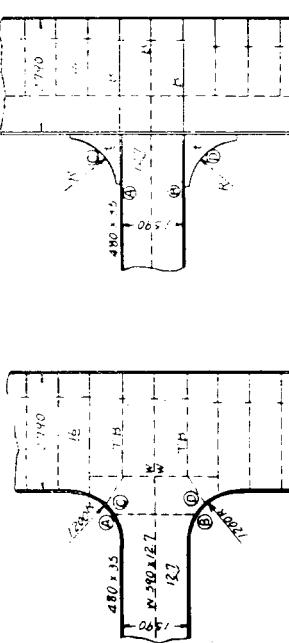
試験名称	試験内容	荷重f	対象部分	試験体形状				45年度 SR	46年度 SR	備考
				主要部寸法	原	詳細部分	不整合			
予備試験	1.0 増巾率f	1.0	BILGE CORNER	基本本型	"	"	なし δ 型	○	○	
	STRUT基部	1.0	BILGE CORNER	基本本型	"	"	なし なし なし	○	○	
	STRUT基部	1.0	BILGE CORNER	小プラケット型	"	"	なし	○	○	
標準試験	1.0 増巾率f	1.0	BILGE CORNER	増厚型	"	"	なし	○	○	
	STRUT基部	1.0	BILGE CORNER	基本本型	亀裂発生部改良	"	なし	○	○	{ SOFT TOE STIFF END SNIPPED
	STRUT基部	1.0	BILGE CORNER	基本本型	"	"	なし	○	○	SOFT TOE
改良型試験	1.0 増巾率f	1.0	BILGE CORNER	基本本型	亀裂発生部再改良a)	"	なし	○	○	リブ型
	STRUT基部	1.0	BILGE CORNER	基本本型	"	b)	なし	○	○	両スチフナー型
	STRUT基部	1.0	BILGE CORNER	基本本型	"	c)	なし	○	○	ウェルド型
再改良型試験	1.0 増巾率f	1.0	BILGE CORNER	基本本型	亀裂発生部改良	"	なし	○	○	
	STRUT基部	1.0	BILGE CORNER	基本本型	"	"	なし	○	○	
	STRUT基部	1.0	BILGE CORNER	基本本型	亀裂発生部改良	"	なし	○	○	
不完全型試験	1.0 増巾率f	1.0	BILGE CORNER	基本本型	亀裂発生部改良	"	なし	○	○	
	STRUT基部	1.0	BILGE CORNER	基本本型	"	"	なし	○	○	
	STRUT基部	1.0	BILGE CORNER	基本本型	亀裂発生部改良	"	なし	○	○	
増巾型試験	0.7 増巾率f	1.3	BILGE CORNER	基本本型	"	"	なし なし	○	○	

表 3.3.3.8 角裂長さと航海数の関係

型 式	荷重方式 角裂長さ	Stage 1		Stage 2		Stage 3	
		20mm 2)	40mm 2)	20mm 2)	40mm 2)	板厚貫通	最終破断
予備試験体	6) 2mm 20mm δ型	6) 2mm (3)					
予備試験体 δ型	20mm 8mm	7.2 (9)					
Blige corner 基本原案型	28	(3.5)	42 (5)			200	480
Blige corner 基本改良型	68	(8.5)	88 (11)				
Blige corner リブ型	62	(8)	85 (11)			600	
Blige corner 兩スチフナー型	85	(10.5)					
Blige corner ワエルド型	78	(10)	105 (13)				
Blige corner δ型	62	(8)	80 (10)			1180	1750
Blige corner δ・θ・φ型	57	(7)	140 (17.5)			1250	1500
Blige corner 1.3倍荷重増巾型	30	(4)	62 (8)			1200	
Blige corner 0.7倍荷重増巾型	5) 07荷重	NO CRACK	60 (7.5)	98 (12)			
Strut 基本原案型	65	(8)	110 (14)				
Strut 基部 改良型	4) NO CRACK		100 (12.5)	変化なし		6100	
Strut 基部 θ型	4) NO CRACK		92 (11.5)	変化なし			1930

1) Stage 1 はプログラム疲労試験、Stage 2 は Stage 1 終了後荷重レベルをかえて行なうプログラム疲労試験、Stage 3 は両振試験を示す。

- 2) 各角裂の長さの和ですべて板厚を貫通しない角裂。ただし予備試験体についてでは表中に示した長さとする。
- 3) は Blige corner 型では角裂が BKT の端に達する時、Strut 型では Strut と Trans Face 取付部の瞬時破断時。
- 4) は Stage 1 で標準荷重で試験後 Stage 2 で 1.3(倍荷重)で試験継続した。
- 5) は Stage 1 で ×0.7倍荷重で試験後、Stage 2 で標準荷重で試験実施した。
- 6) 表中数字は航海数、() は角裂発生時年数。



a) Ordinary Type BNT
b) Straight Type BNT

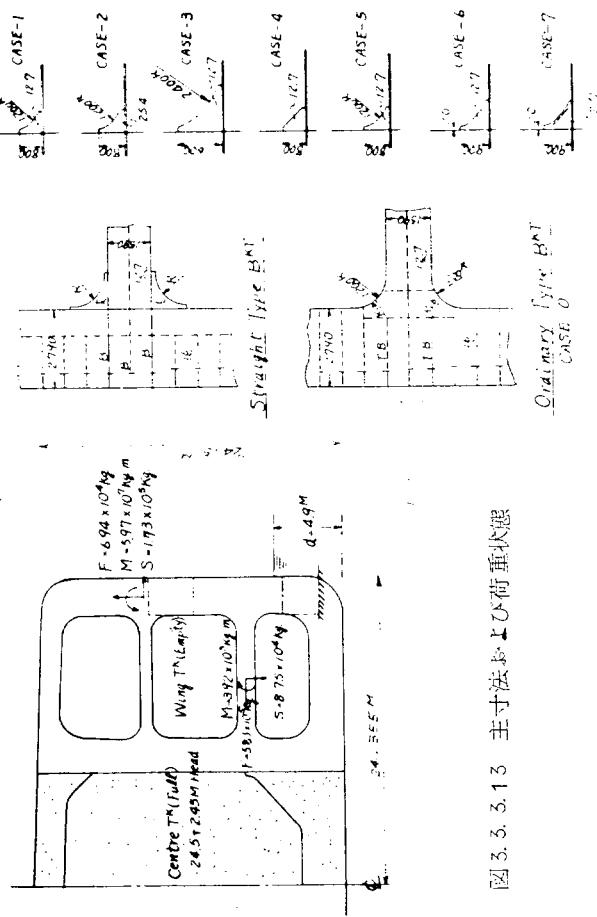
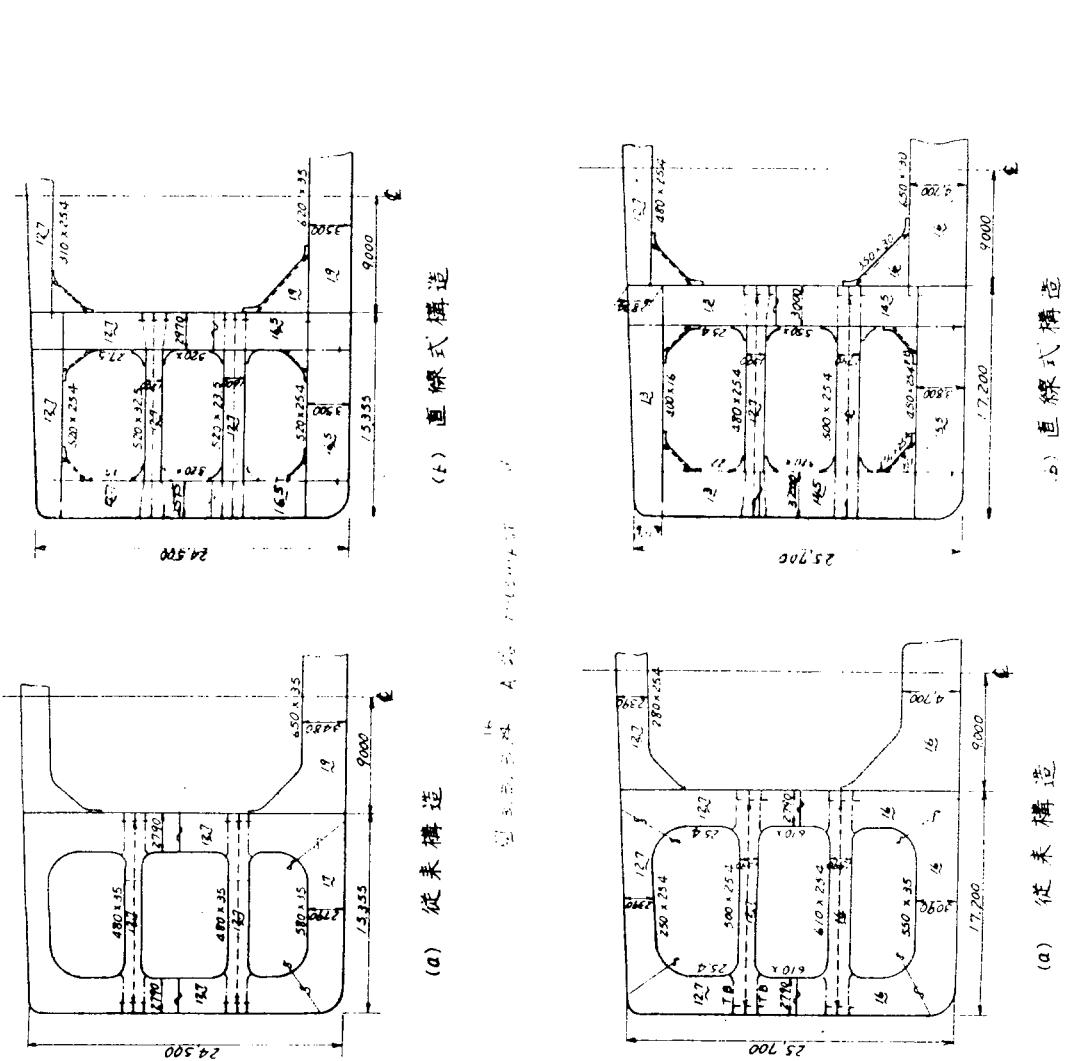
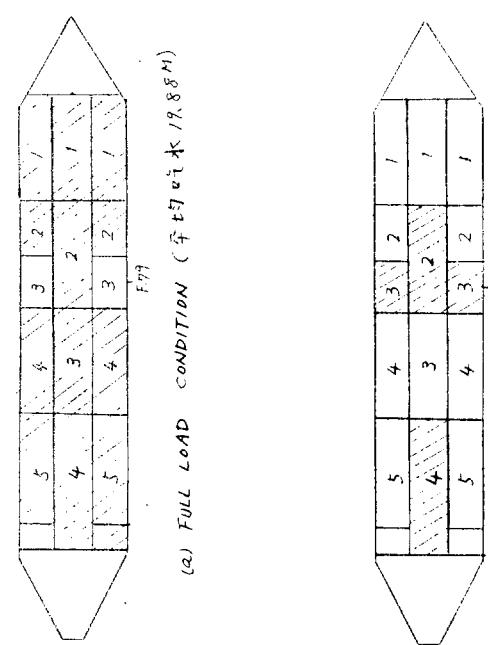


図3.3.13 主寸法および荷重状態

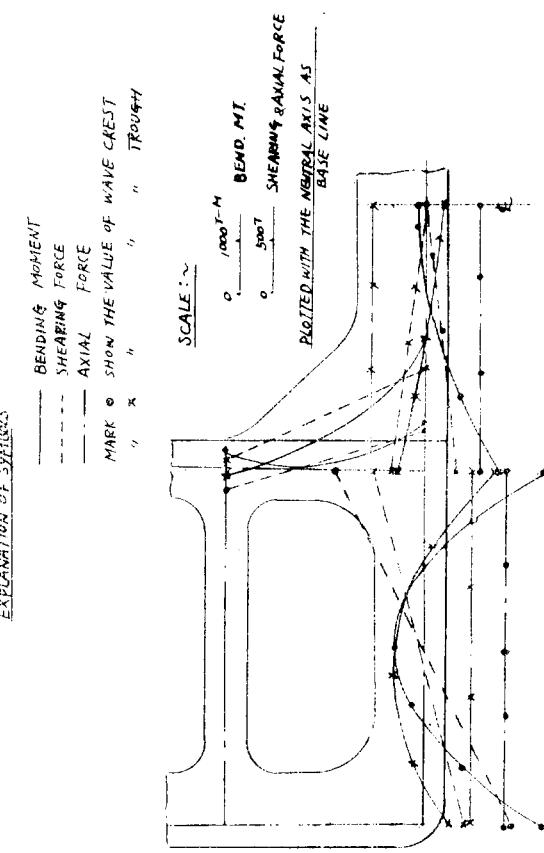


造構式圖

圖 3.3.17 B 船 MEDIUM SECTION



EXPLANATION OF SYMBOLS



(a) FULL LOAD CONDITION

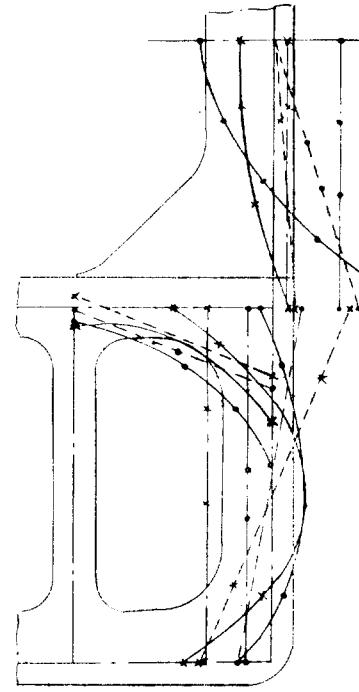
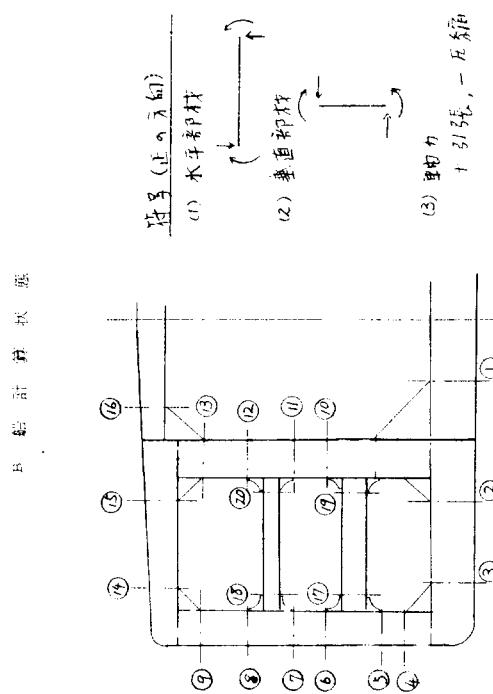


圖 3.3.20 E 船計算結果說明圖



(b) NORMAL BALLAST CONDITION

圖 3.3.18 A 船斷面力計算結果

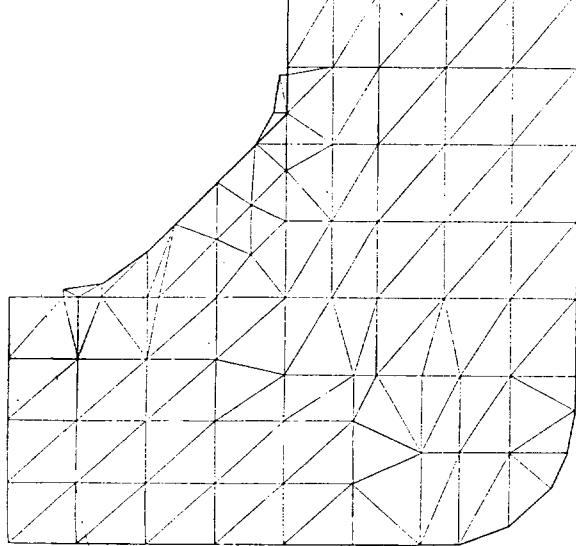
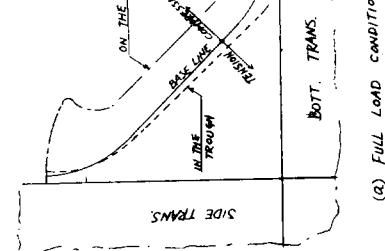
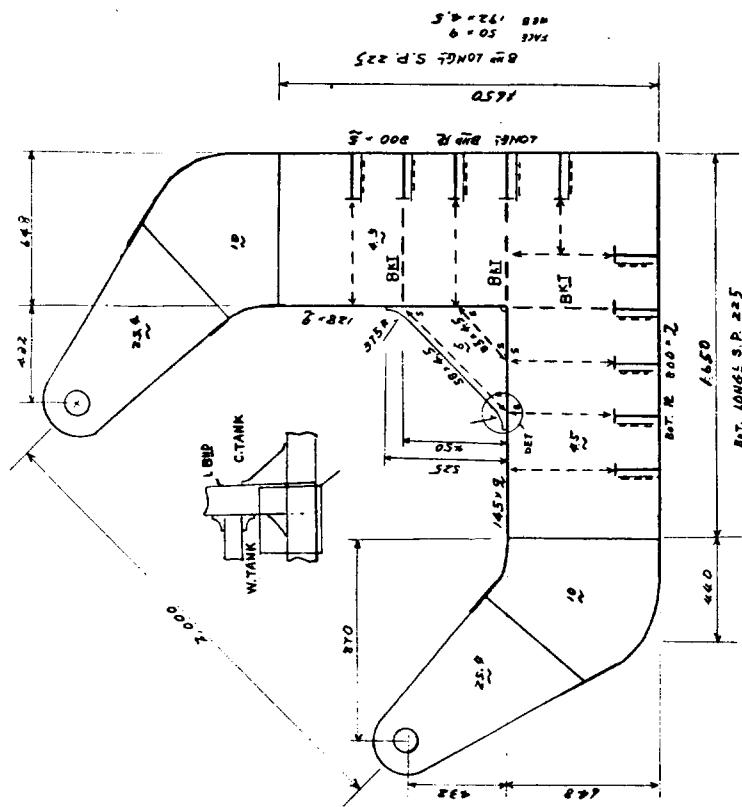
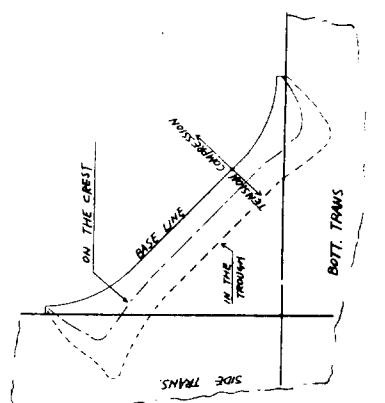


図 3.3.21 B 船 ピルジコーナ部 有限要素法分割図

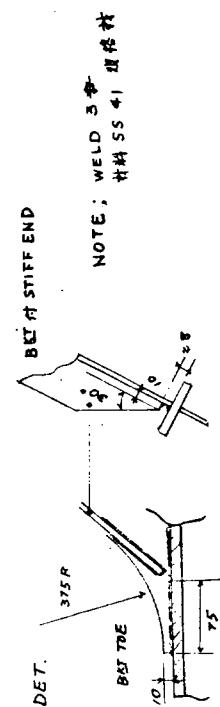


(a) FULL LOAD CONDITION



(b) BALLAST CONDITION

図 3.3.22 B 船 有限要素法によるブリケット法による応力計算結果



予備試験體

図 3.3.23 予備試験体

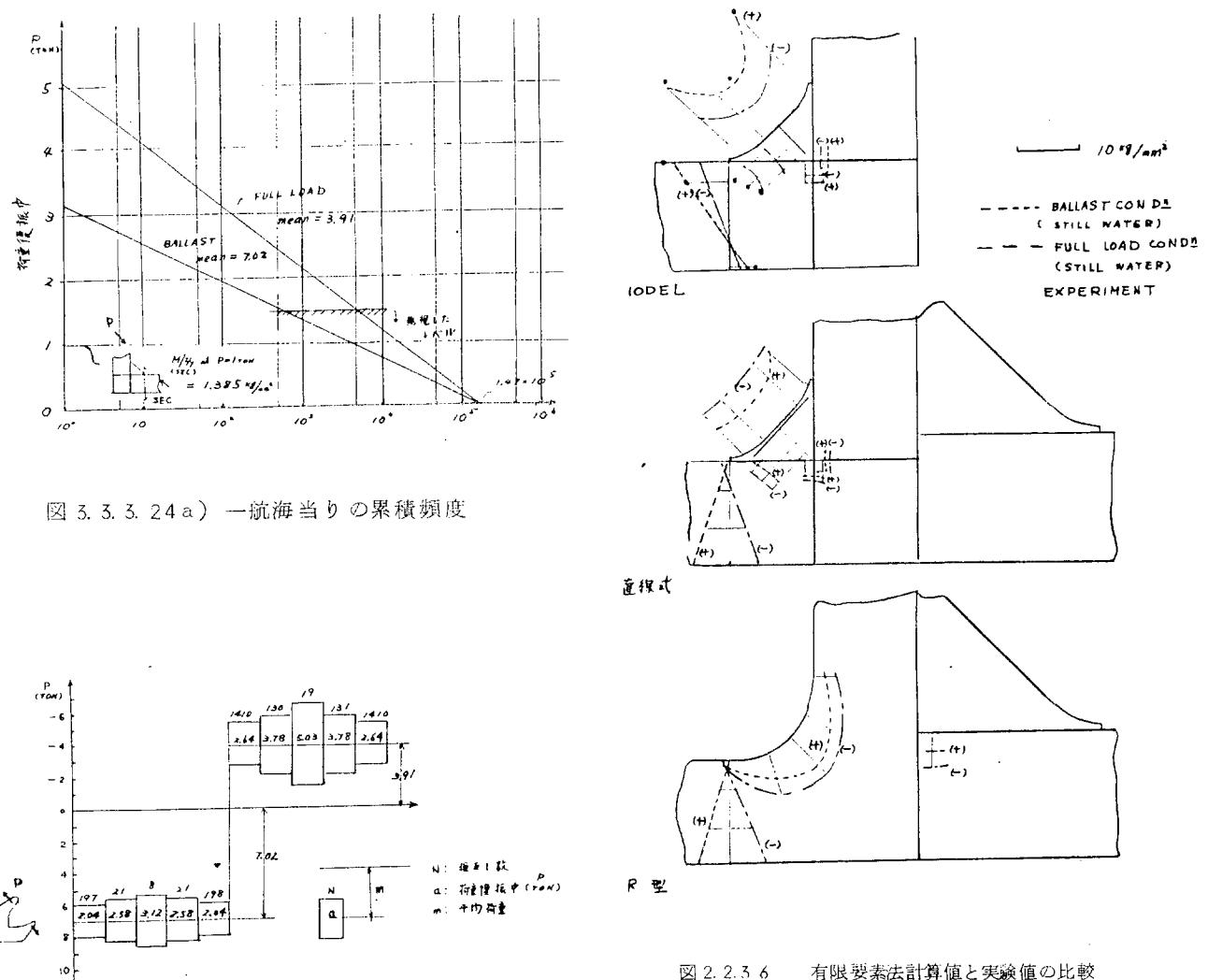


図 3.3.3.24 a) 一航海当りの累積頻度

図 3.3.3.24 b) 模型に加えた荷重プログラム

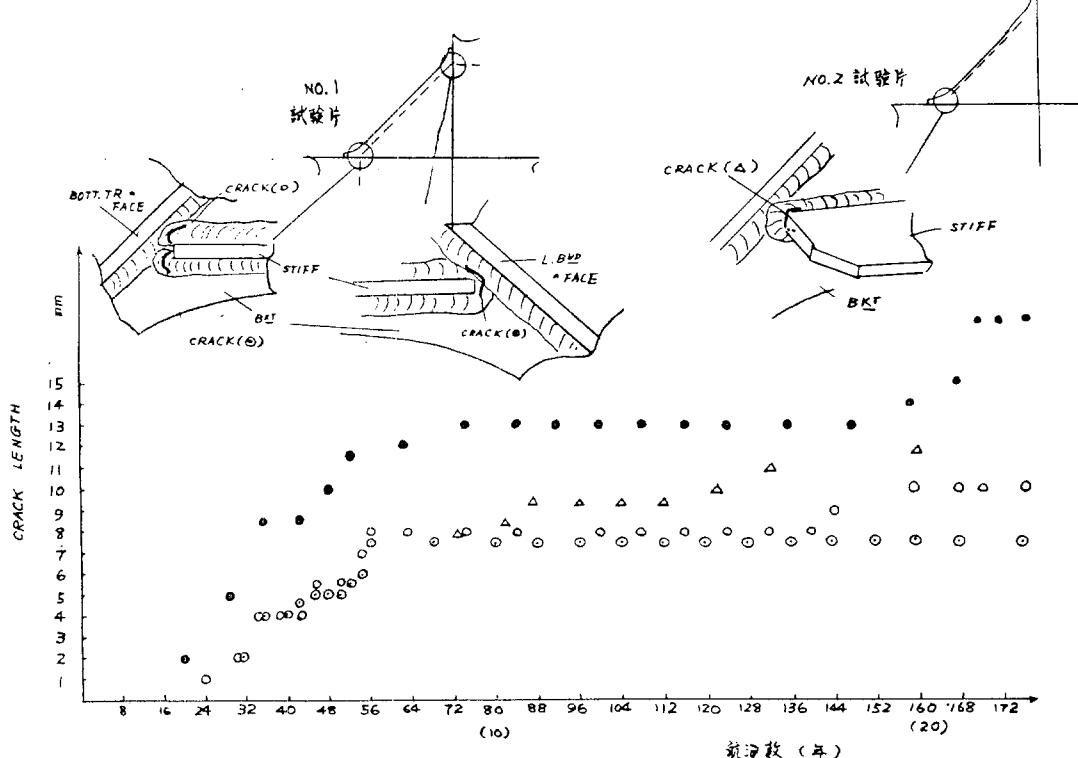


図 2.2.3.7 亀裂発生位置と伝播状況(予備試験体)

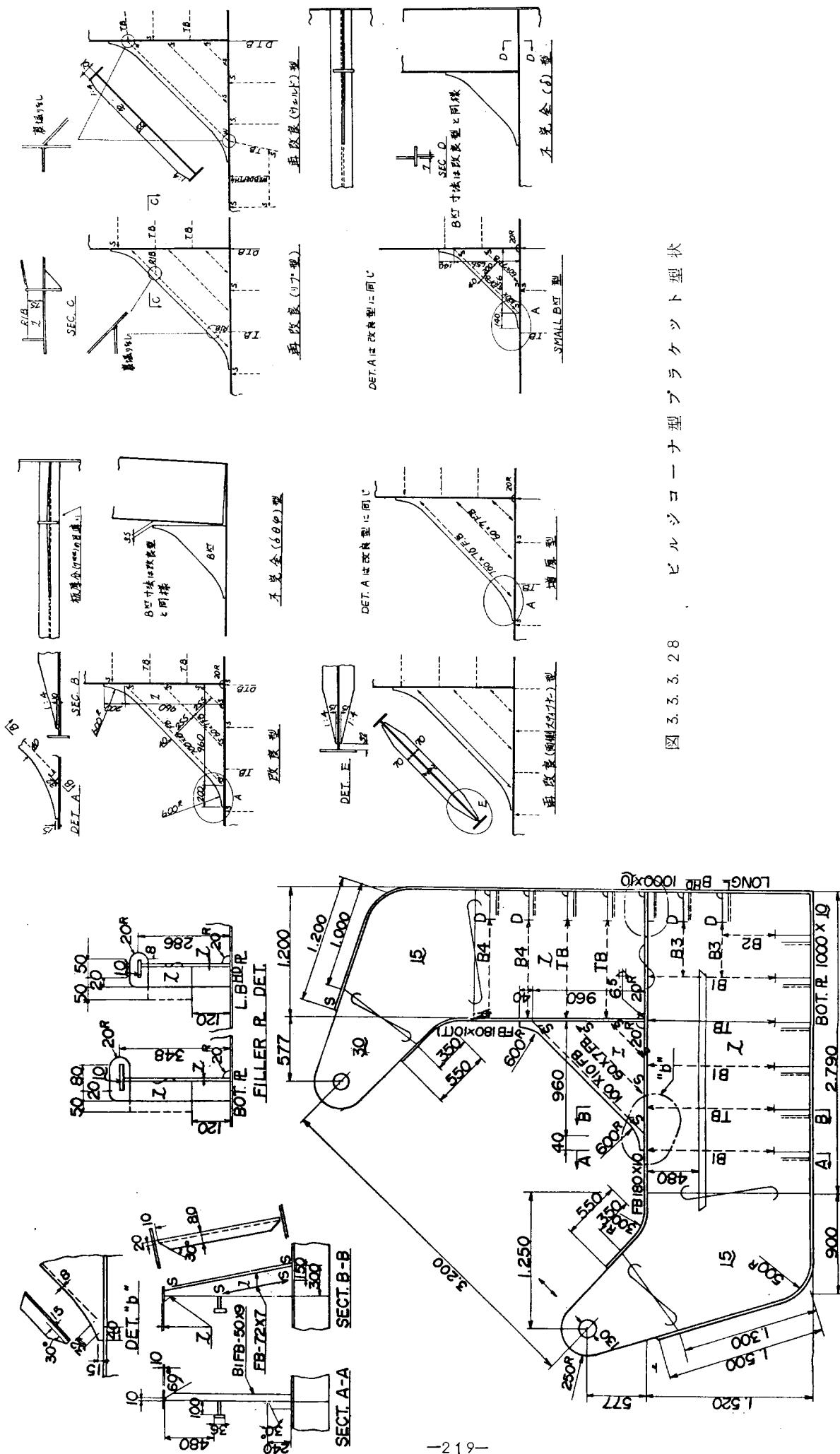


図 3.3.27 図 3.3.28 ピルジコーナー基準型試験体

図 3.3.28 ピルジコーナー型プレケット型状

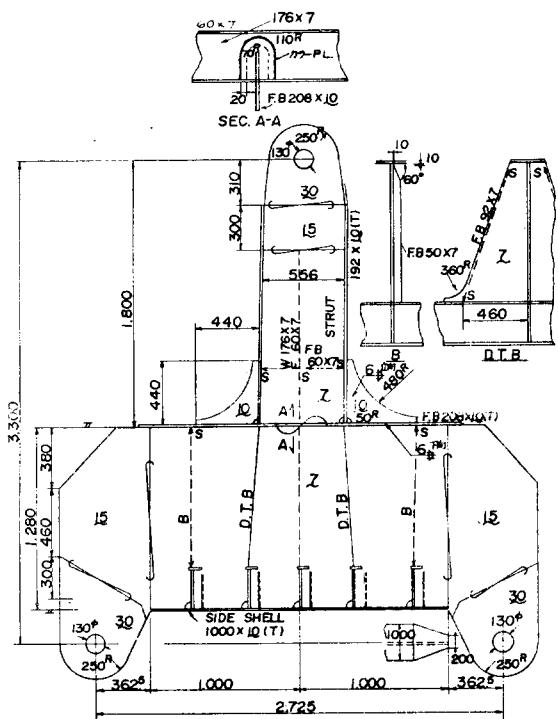


図 3.3.3.29 ストラット基部型試験体

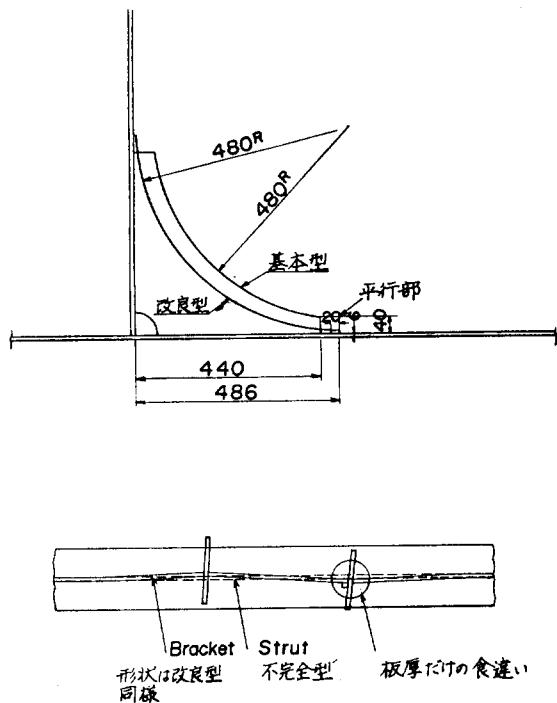


図 3.3.3.30 ストラット基部型 ブラケット部詳細

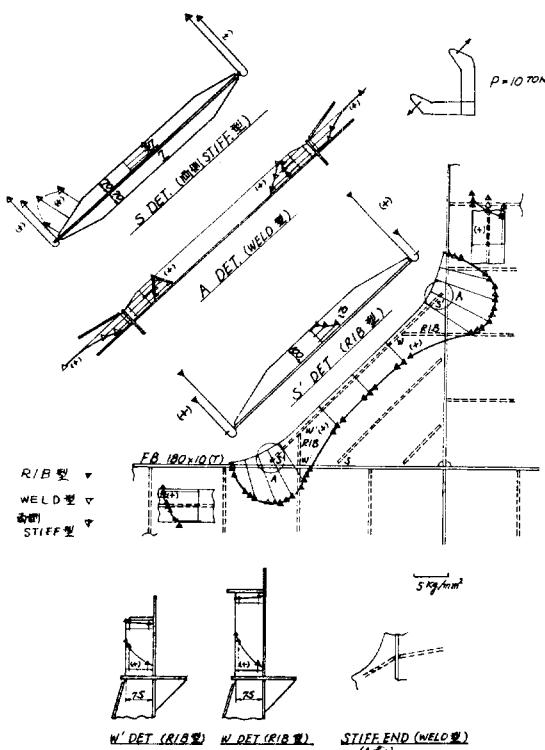


図 3.3.3.31 (b) ピルジコーナ型(再改良型)応力分布

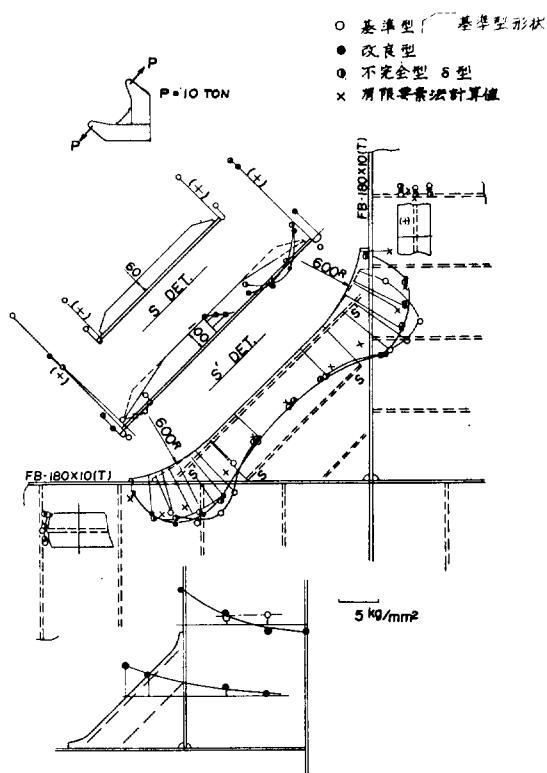


図 3.3.3.31 (a) ピルジコーナ型応力分布
(基本型、改良型、不完全型)

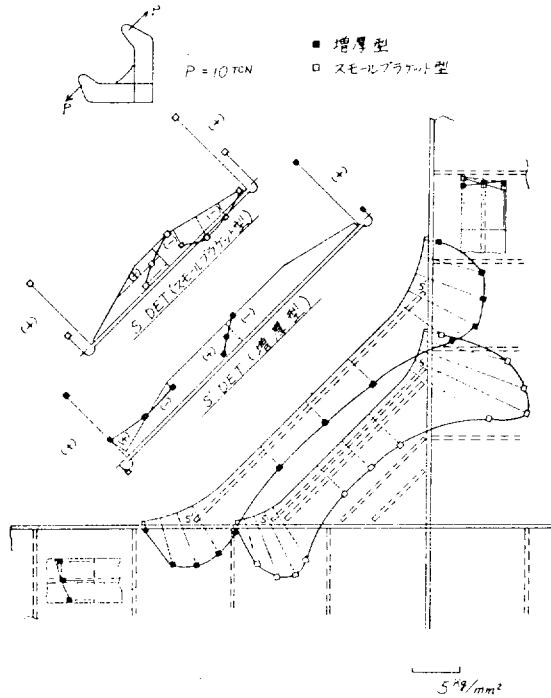


図 3.3.3.31 c) ビルジコーナ型応力分布(増厚型、スモールプラケット型)

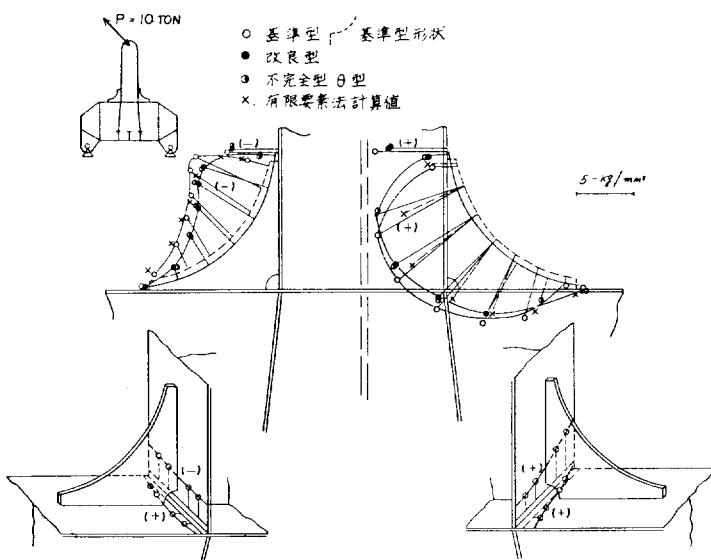


図 3.3.3.32 ストラット基部型応力分布

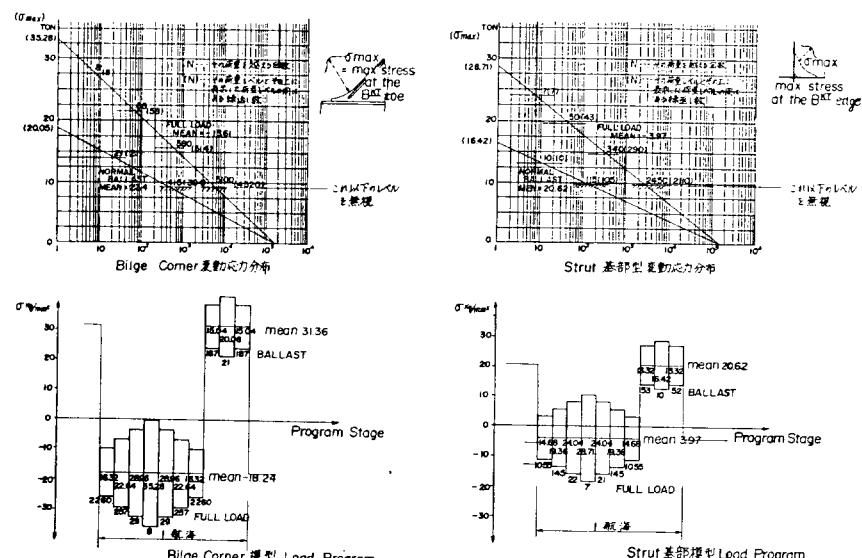


図 3.3.3.33 変動応力分布および荷重プログラム

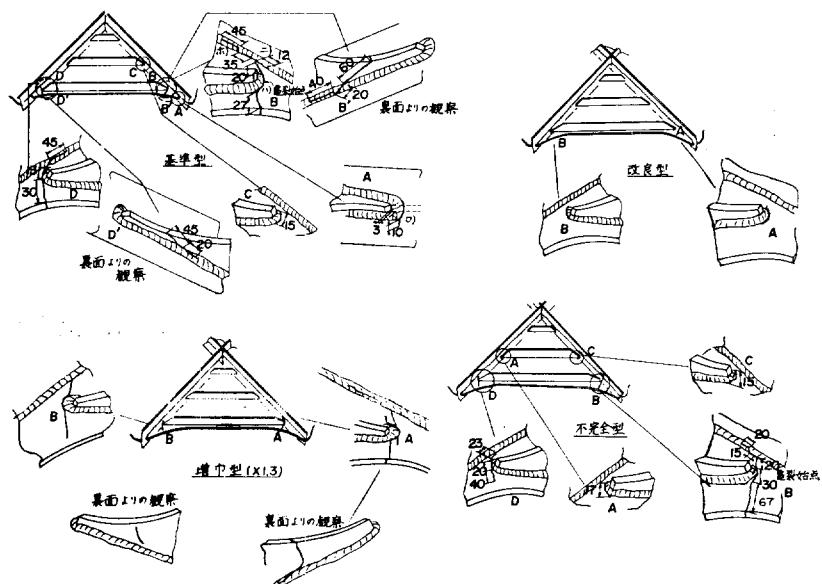


図 3.3.3.34 a) ピルジコーナ型亀裂位置(基準型、改良型、増巾型、不完全型)

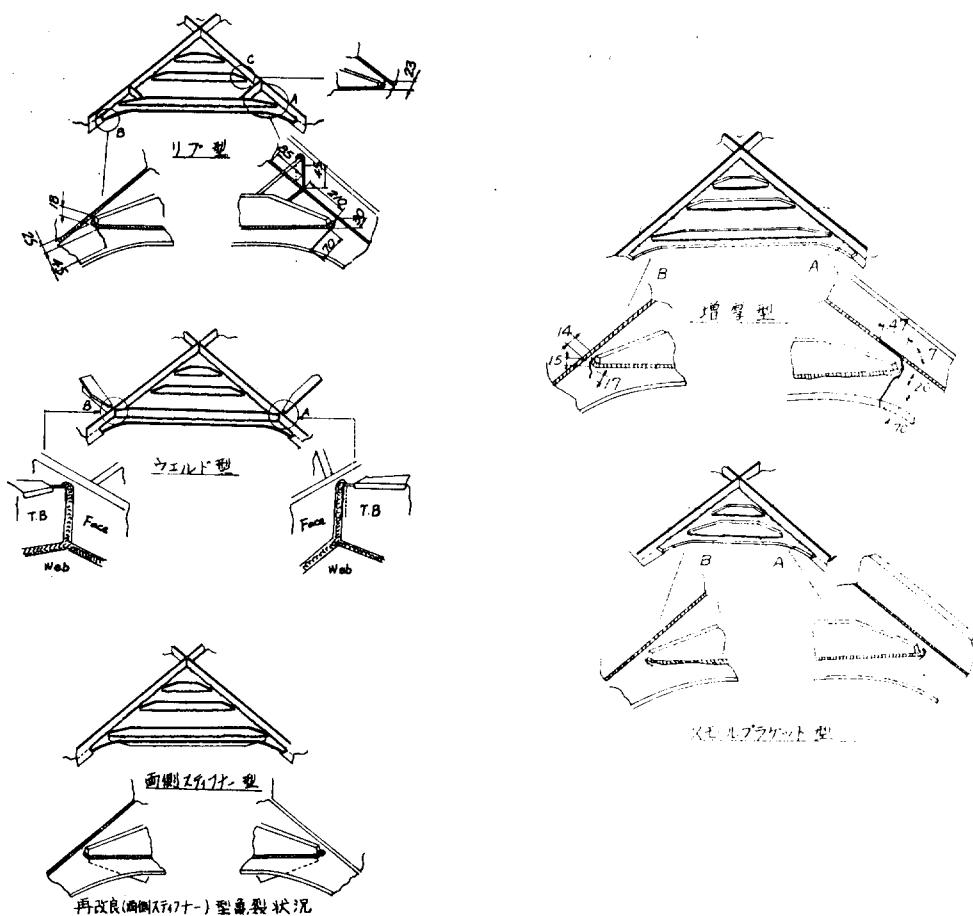


図 3.3.3.34 c) ピルジコーナ型亀裂発生位置

図 3.3.3.34 b) ピルジコーナ型亀裂発生位置(再改良型)

(増厚型、スモールプレート型)

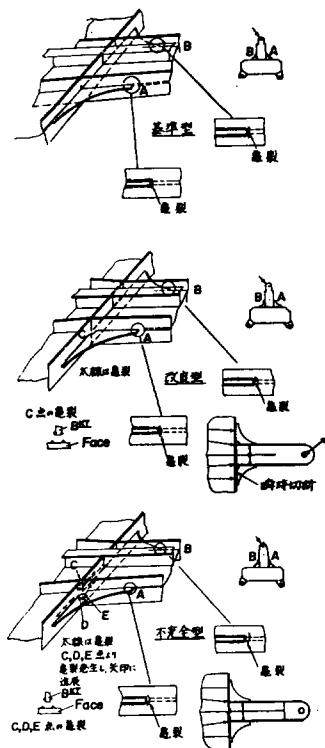


図 3.3.3.3.4 d) ストラット基部型亀裂位置

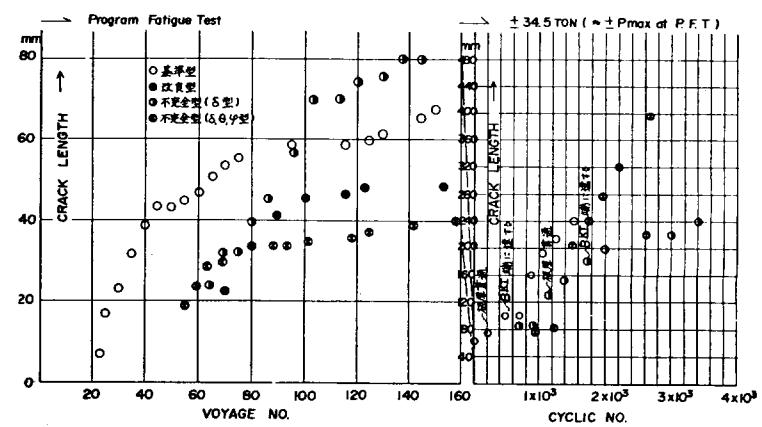


図 3.3.3.35 a) 龜裂伝播状況（ビル基準型、改良型、不完全型）

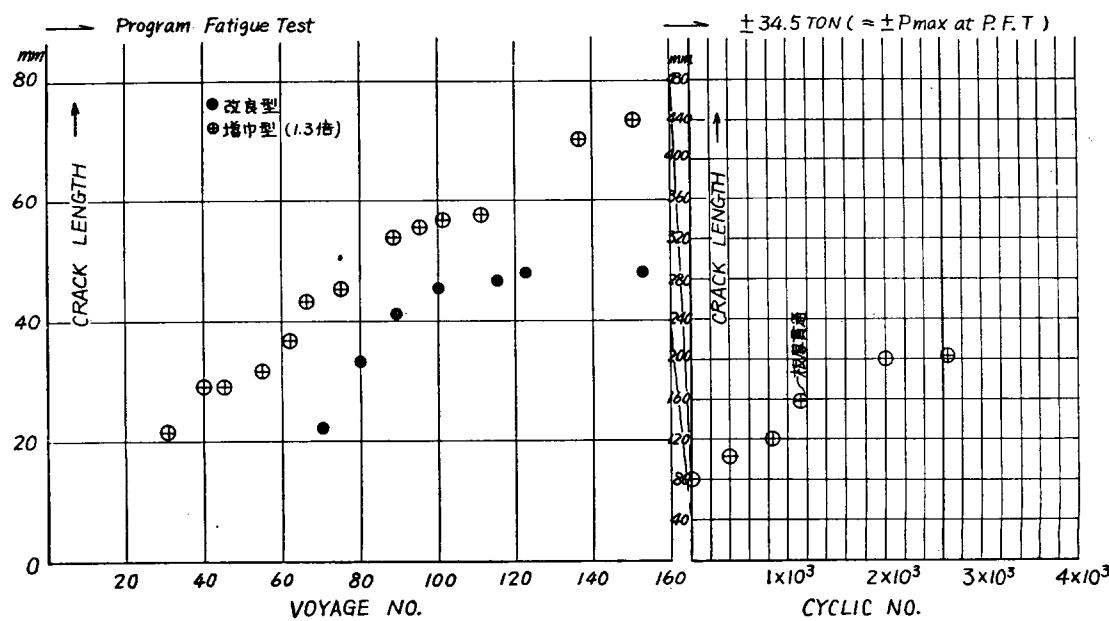


図 3.3.3.35 b) 龜裂伝播状況（ビルジ増巾型）

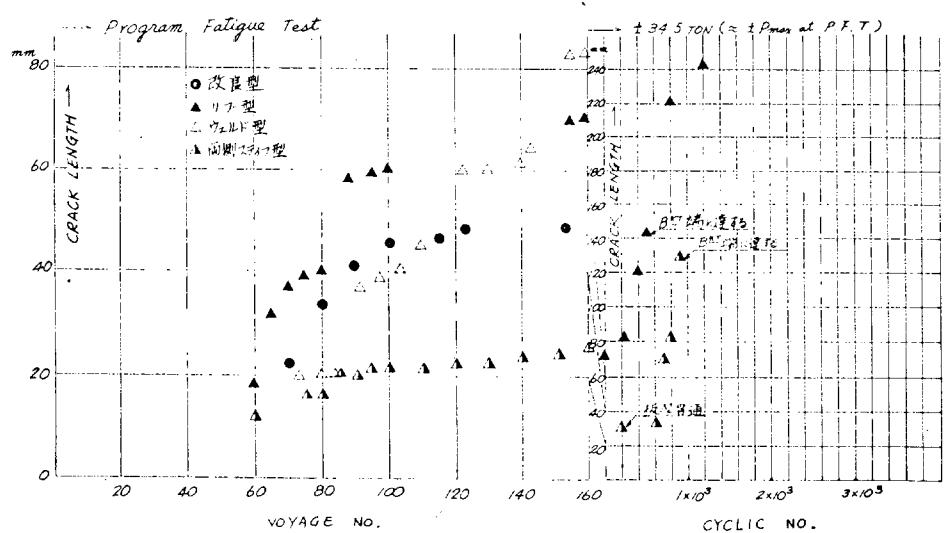


図 3.3.3.3.5(c) 亀裂伝播状況(再改良型)

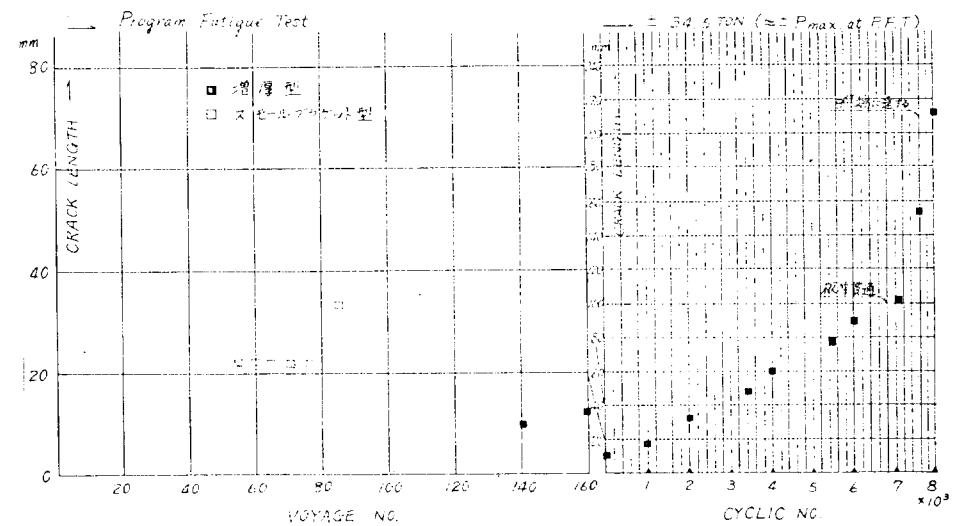


図 3.3.3.3.5(d) 亀裂伝播状況(増厚型、スモールプラケット型)

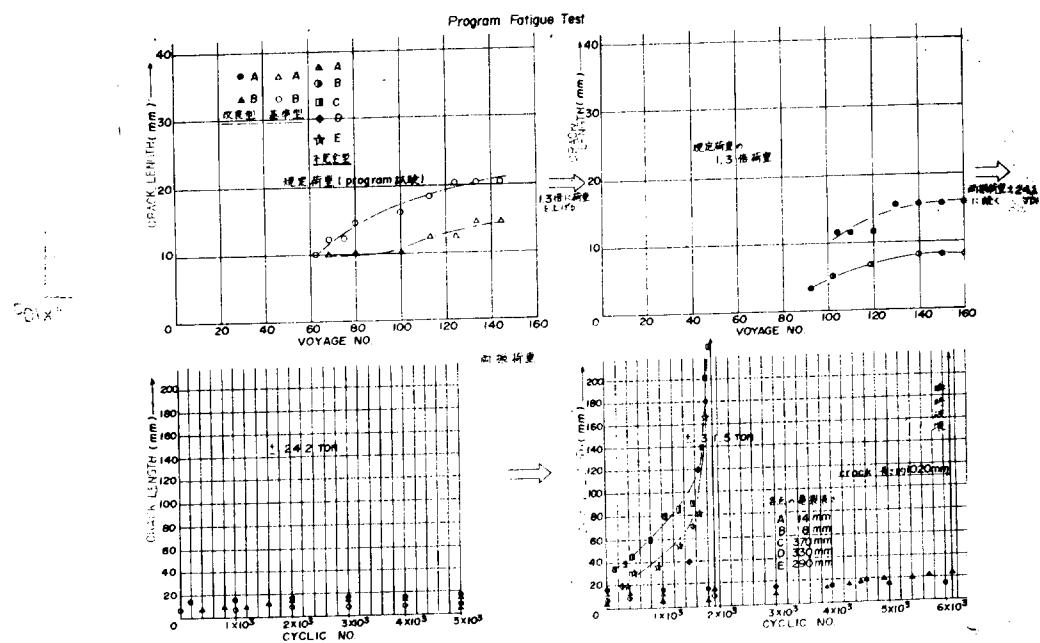


図 3.3.3.3.5(e) 亀裂伝播状況(ストラット基部型)

(5) ガス切断部の疲労強度

直線式構造が採用されるようになると、従来は面材が当たっていた板のガス切断縁が、露出したままに残るような構造になることも考えられる。一般にガス切断縁には $0.05 \sim 0.1\text{mm}$ 程度の凹凸が 1mm 程度のピッチで存在し、これが切欠効果を持つためと、ガス切断による脱炭のため、疲労強度が低下する。板厚 6mm の軟鋼材で、平行部長さ 100mm 、幅 50mm の小型試験片による片振引張疲労試験において、側縁をガス切断のまゝの試験片の疲労限は、側縁を機械加工したものと $60\sim70\%$ に低下するということが報告されている。¹⁾

そこでガス切断のアラサを種々に変え、またガス切断縁近傍に補強材が溶接されている場合の疲労強度を検討した。

(a) 材 料

試験片に採用した材料は板厚 6mm の SS41 材である。その化学成分および機械的性質を表 3.3.3.9 に示す。

表 3.3.3.9 化学成分および機械的性質

化 学 成 分 (%)					機 械 的 性 質			
C	Si	Mn	P	S	降伏点	引張強さ	伸び	絞り
.14	.23	.045	.015	.016	30.0kg/mm^2	45.0kg/mm^2	(G.L.=200) 28.4%	54.1%

(b) 試験模型

試験片形状は図 3.3.3.6 に示すようなもので、平行部長 300mm 、幅 150mm である。A 型と B 型があって、A 型は平板だけの平滑試験片、B 型は平行部の縁に沿って 40×6 の平鋼を溶接したものである。

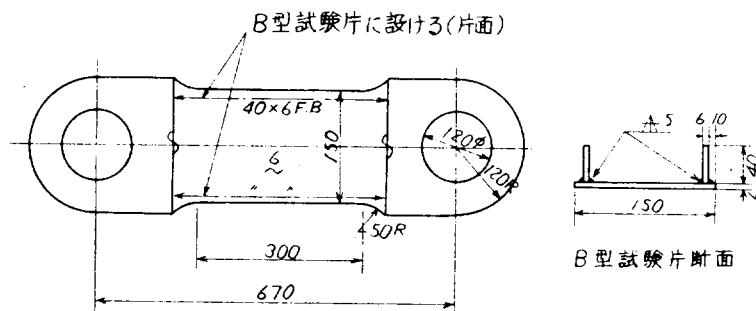


図 3.3.3.6 ガス切断部疲労試験片

A 型、B 型とも平行部の縁の切断粗度を表 3.3.3.10 に示すとく 4 通りに変え、合計 8 種類の試験片を作製した。

表 3.3.3.10 試験片種類

平行部縁切断状況	平滑試験片	平鋼付試験片
機械加工(切削)	A-1	B-1
自動切断(WES R2以下) ¹⁾	A-2	B-2
手切断(WES R3以上) ²⁾	A-3	B-3
中央部に切欠ノッチ ³⁾	A-4	B-4

1) 100s 以下, 2) 100s 以上, 3) ノッチの深さは $0.6\sim1\text{mm}$

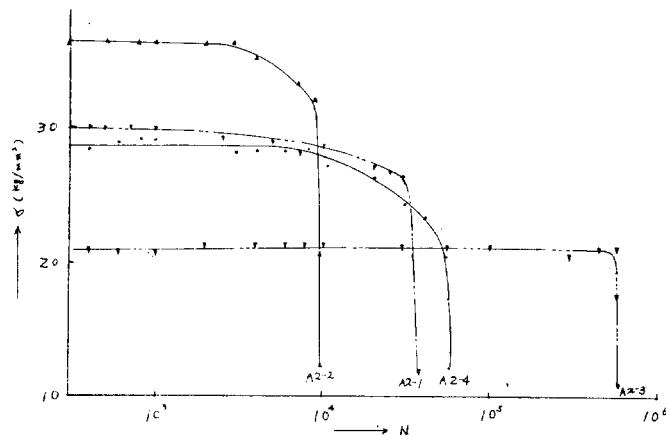


図 3.3.3.3.7 上限荷重の変動

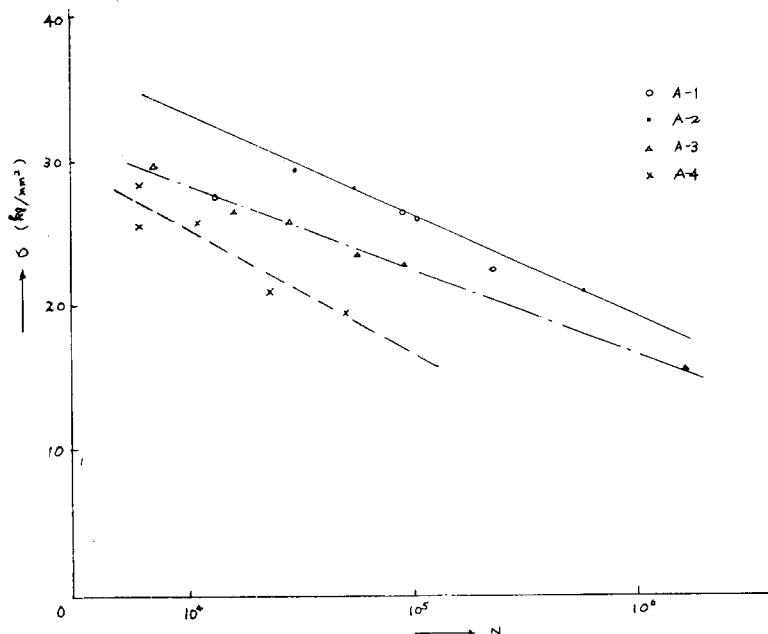


図 3.3.3.3.8 疲労曲線

3.4 モジュール化小委員会の研究内容とその結果

3.4.1 概要

モジュール化小委員会では 20 万重量屯級のタンカーの機関室およびポンプ室の儀装をとりあげ、今後の省力の方を研究した。研究課題は次の 3 項目である。

- 機関室およびポンプ室の図面ならびにモデルによる合理的配置の研究
- 儀装しやすい機関室構造の研究
- 機関部の自動設計法の研究

機関部の儀装関係者的一部には、儀装それ自体が船殻との関連を無視しては詳細は決められぬ環境にありながら、過去には与えられた船殻の中に何とか補機器を初め儀装配管等を収めるのが当然とする消極的が感じが強かった。然るに船の短期建造ならびに省力のためには逆に「儀装に必要な条件」を明確に表明し、合理的な作業ができる環境を確保す

ると云う積極的な姿勢が特に必要である点が大きくとりあげられた。その結果、設計の初期段階から船殻と機器とを同時に評価する「船殻の一体化」を初めとし、千変万化の補機器要目の標準化、および機器作業のモジュール化が今後の機器の進むべき道であることが痛烈に指摘された。

1) 昭和44年度はまずdeep surveyを行ない、各社の20万重量トン型タンカーの主機・補機器要目および機器配置の整理を重点的に行なった。アンケートの結果は、ほど同一性能を持つ同じ大きさのタンカーでありながら共通な要目を見出すことができず、ます「設計者の頭の標準化」が必要であることを改めて認識させられた。従って「造研型」と呼ぶ一つの20万重量トン型タンカー機関室およびポンプ室の典型を作り、この中に問題点の解決法を織りこんだ具体的な理想像をまとめる方針を決定し、必要な補機器要目を選んだ。

2) 昭和45年度はポンプ室を重点とした「機関室およびポンプ室の図面ならびにモデルによる合理的配置の研究」を完成させた。この研究では3種の油を積み分けることができ、3台の荷油ポンプ、2台のストリッピングポンプを備えたポンプ室の性能、管系統線図および配置設計を行ない、 $1/10$ 縮尺のモデルを作った。

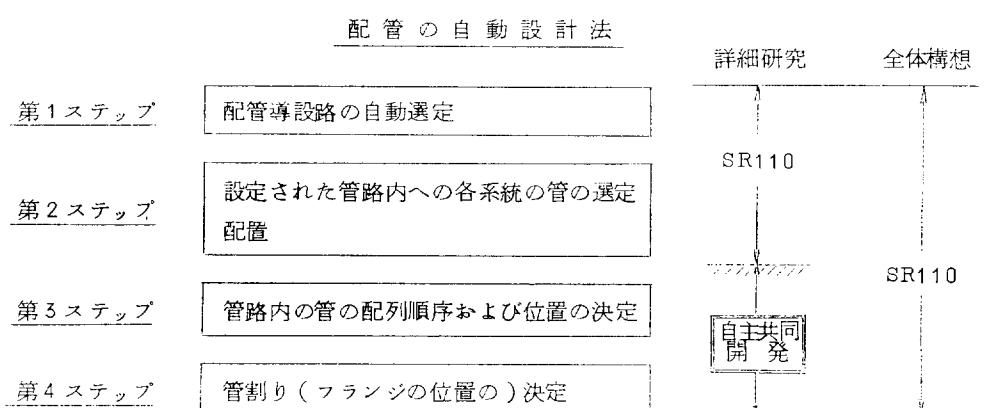
また、「機器化しやすい機関室構造の研究」では機関室二重底上の補機器モジュールの設定ならびに配管装置の設計を完了し、ポンプ室と同様 $1/10$ 縮尺のモデルを作り成果を確認した。

この結果、「機器モジュール」の省力に関する効果とその重要性を明確に認識することができ、数年前から云われて来た「ユニット化」「ブロック化」より一段大きなスケールの船殻構造および配管を含んだ「モジュール化」を推進することが決定された。

3) 昭和46年度は引き続き「機器化しやすい機関室構造の研究」を進め、二重底より上部の機関室の構造と補機器配置の研究を完成させた。特にボイラおよび機関制御室ならびに居住区の型式の差が船殻構造に及ぼす影響と、それに伴なう補機配置のあり方を各社の実情も加味して3種類にまとめ、これを造研型機関室配置として設計することができた。この過程で配置の差に依る機器物量の変化を電算機を利用して計算し、とかく概念的になり勝ちであった「機器化しやすさ」を数値表示することに成功した。この造研型配置の一部を模型で表示すると共に補機器モジュールを立体俯瞰図で表現し、新しい判りやすい図面のあり方を示した。

第3の研究項目の「機関部の自動設計法の研究」は、設計自体の省力を目標とした研究である。この研究の第一歩は設計作業の現状分析をアンケートにより行なったことに始まる。その結果、設計の大きなネックとなっている機関室の配管装置図の自動設計をとりあげることが決定された。製図作業の機械化は、現状の電算機の能力からすれば、それ自体インプット過剰になり勝ちであるため、特に多くの人手と思考判断を要する「機関室の配管設計の自動化」には多くの問題点が残されて居り、その膨大な作業は単独一社ではとても消化不可能に近いものである。

幸い各社よりそれぞれ特異な能力の人材の供出があり、短時間に極めて大きな成果をあげ得たことは大きな収穫であった。こゝ1年間の作業量は1社の数年分にも匹敵するものであるが、この研究を完成させるにはなお今後とも作業を継続する必要がある。研究の内容は大別して下記のように4ステップに分類されるが、SR110としての研究は全体構想のまとめと、第1,2ステップ詳細研究の完了時点で時間切れとなった。



然しこのような一貫したプロジェクトの研究は今日迄各社とも未完成であり、また、いずれは通らねばならぬ道であることから、第4ステップの詳細検討迄是非完成させたいのは、8社の共通の希望である。従ってSR110部会が47年3月末で解散した後は各社の自主研究として引き続き推進することになったが、機関綴装部門でこのような協同設計作業が行なわれるのはこれが最初のケースであり、その推進の原動力となった若手技術者集団の今後の成果は大いに注目すべきであろう。

3.4.2 船殻・艤装の一体化について

造船所のアンドマン化に関し、ポンプ室を含めた機関艤装の研究を担当するのは、このモジュール化小委員会が唯一のものであり、その責任は大きい。

近年機関室の艤装法の合理化に新らしい多くの着眼が向けられ、機関室のブロックに地上で出来るだけ多くの管や金物を予めとりつけておくことに重点を置いたいわゆる「先行艤装」方式から一步前進し、「総合的な見地から艤装のしやすい船殻構造」に「予め一つのまとまった機能を持つ立体的な補機モジュール」をとりつける「艤装工事のモジュール化」が進められるようになってきた。

船の建造工程を最終的に決定するのは艤装仕上の工程であるが、また、アンマンド化の進め難い領域として、今後とも改善すべき事項は少なくない。また、造船所の設計人員の中、艤装に関与している人の比は、全体の約70%にも及び、完成した船の艤装重量当り工費の大きい点も、艤装工事の省力化の難かしさと同時に、その改善の余地を表わしているものと考えてよいと思う。

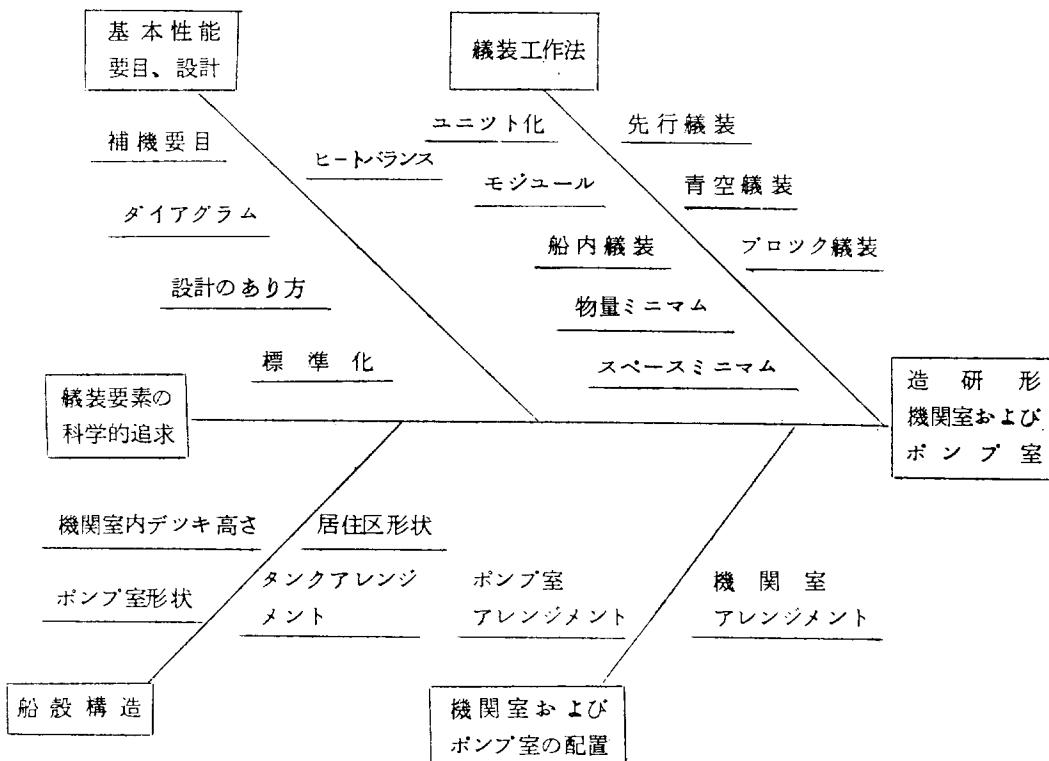
儀装工事の改善は、「露天作業」および能率の極めて悪い「船内作業」の「屋内化」「内業化」にその緒を見出すことができるが、これを達成するための条件の研究は従来徹底的なものは見当らない。

本モジュール化小委員会では、この点につき多くの項目の中から焦点を次の2つに絞り、とかく概念に走り勝ちな議論要素を極力科学的に数値表示し、具体的な問題点を捉えることを基本姿勢として研究を進めてきた。

- (1) 機関室およびポンプ室の図面並びにモデルによる合理的配置の研究
 - (2) 簡易装設やすい機関室構造の研究

検討手順とその要点

組装は一言にして云えば“Assembly work”であり、その基本は機械的なまとまりを持ったユニットの組立ておよび組立て作業のモジュール化にある。このモジュール化に関する要因を下図に示す。



これらの要素について、a) 現状の把握、b) 解析、c) 将来のあるべき姿等を相互の関連を常に考えながら調査を行なった。

調査の結果、ここ数年内に建造される船での省力の具体例を

- (a) 造研型ポンプ室配置
- (b) 造研型機関室配置

の2つに分け、その要点をモデル、図面および解説としてまとめることができた。

舾装は細かい作業の集積であり、判り難いものとの固定概念を打破し、様々な角度から広い視野と新しい着眼で「舾装のアンマンド化」を検討することができたのは、本委員会の構成メンバーの異色な点に負う所が大きい。すなわち、船殻の基本計画、機関部の基本計画から現場、居住区、ポンプ室の設計および双方の生産設計部門とあらゆる範囲の各社の専門化が卒直な意見を自由に述べ討議したがこのような実のある委員会は未だ前例の無かったものと思う。

また、本委員会のビジョンを示した「造研型配置」は単に造船所の省力および舾装のしやすさのみを捉えたものではなく、船を運航する船主、乗組員の立場をも十分考えを斬新なものである。

単に設計から与えられたものを少い労力で作り上げることを研究するのではなく、一定の機能を定めこれを果すに足る機器要目の選定の着眼を初めとし、少ない人手で作れる船とは何かを追求した所に研究の意義があると考えたい。

検討結果の要点

- (i) 機関部およびポンプ室の機器要目の差が無限に多くあるが、船としてみたときの総合的な基本性能には大差はない。例えば荷油ポンプの吐出管の口径の700mmと750mmの違いは、造船所のプラクティスの差によって生じている例や、類似船の補機要目がわずかで違っている等である。
- (ii) このことは、今までの船の一品生産方式の弊害にすぎず、予めデザインしたもの売る標準生産方式への移行の必要性を示している。「時代に沿った標準設計船」の販売に即応できる標準のあり方について討議が進められた。
- (iii) 造船業が占有し得る人員が今日の $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ になったときには必然的に「設計グループ」「モジュール製作グループ」「船舶組立グループ」の3形態に分業化されることが考えられる。
設計グループは、既製のモジュールの活用および必要最小限の新らしいモジュールの作製をベースにした船の設計を行うことが前提であり、ここにアンマンド化の基本があることを確認した。
- (iv) モジュール製作工場の構想には問題点が多く含まれている。補機器ユニットの製作のためには、単体の補機器の他に多くの管および舾装金物を必要とする。これらの製作は、一見簡単のように考えられるが、多品種の素材のストックと管曲げ、鋳金設備並びに溶接能力を必要とする。

独立企業としてこれだけのものを揃えているものは造船所以外には見当らない。換言すれば造船所の分身を外部にまとめるか、或いは造船所の構内にまとめるかのいずれかである。

運搬の便を考えれば後者の方が、経済的にも時間的にも遙かに優利である。さらに独立企業として成立させるためには、発注量の確保が絶対条件であるが、果してこのようなモジュール製作企業を造船所の外に存立させ得るのか問題が多い。

しかし、モジュール製作工場乃至は企業を1社の専有と考えず造船所数社の共同経営体とする構想は造船所のアンマンド化の一方策として考えてよいと思う。これは単に造船所の作業の外部置換と云われることはあっても、重度の専業化による高性能のモジュール作りの形態はすでに電機メーカーの一部にその例のあることに注目すべきであろう。

ただ機関部のモジュールの難点は、死んだ重い金物(パイプや鋳金物)の間にとりつけられた壊れやすい生き物(制御装置類)を1体にした重量物の運搬にあり、運搬中の生き物の破損、調整の狂い等の問題点および運搬コストの低減策等を解決しない限り、モジュール作りの専業化は軌道にのり難い面を持っている。モジュール工場に最も適した既存企業を中小造船所に求めるることは一案ではなかろうか。

(V) モジュール製作の専業化と設計のあり方

高性能の補機器モジュールの性能は、モジュール製作企業に全責任を依存するとしたとき、造船所の設計者の作業は、

- 1) モジュールを組合せた船のプラント全体のシステム設計
- 2) 個々のモジュールの性能のマスター

が主体となり、各補機モジュールの詳細構造については、関知しないシステムエンジニアの性格が強まってくる。換言すればブラックボックスの巧妙な連繋を考えること、ならびに新らしい機能を持つブラックボックスの具体的な要求を出すことが造船所の設計者の仕事となることであろう。

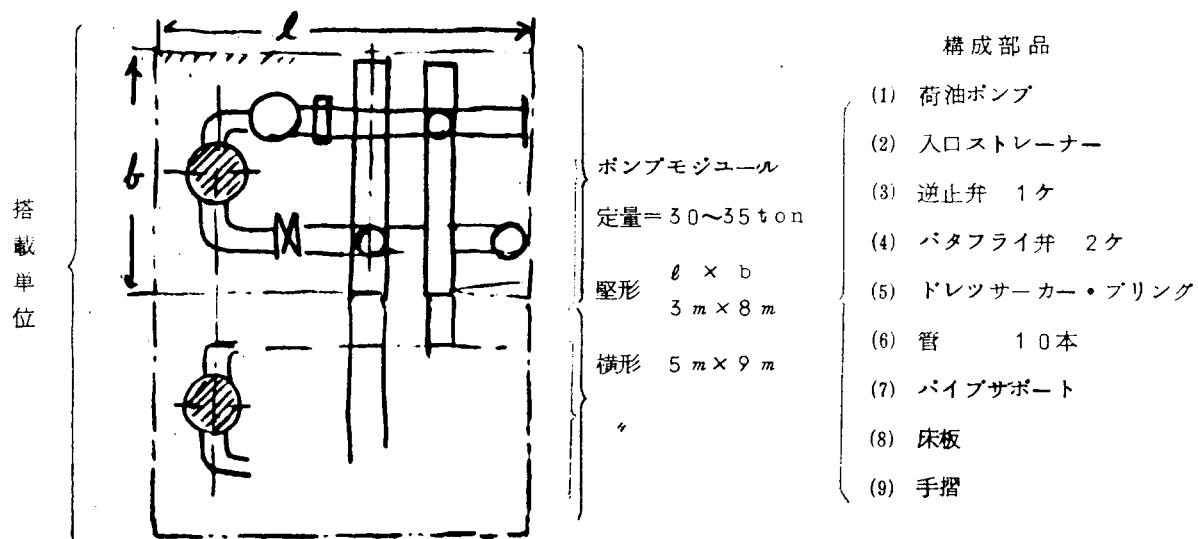
設計自体の意識の改革とともに、将来の自動設計法のあり方に関する研究の必要性もまた、これより生じてくるのである。

(VI) モジュール、組立単位(ユニット)および搭載単位の語意について

研究の課程で、ポンプ室および機関室の各区画に据付けられる補機を中心とした諸管装置のまとまりが多く作られた。この中から「補機、付着管装置ならびに儀装金物床板等で構成される機能的な集合体の典型的乃至は標準的なもの」を「モジュール」と名付けることとした。

さらにこの「モジュール」を儀装作業上つなぎ合わせた「組立単位」および船殻への積込みの際の「搭載単位」等も一つのモジュールと考えてよいが、これらの単位は造船所の設備や儀装手順により自在に変え得るものであり「モジュール」とは別個のものとして扱うこととした。

1例としてポンプ室内のモジュールとして「ポンプモジュール」、「立上りパイプモジュール」等があり、地上での組立単位は「ポンプモジュール」3組、「立上りパイプモジュール」4組、搭載単位はクレーン容量の制限からポンプモジュールは2組まで、立上りパイプモジュールは長さの制限から4組をつないだものを1単位とする等である。



(VII) モジュールの効果

モジュールは、単にある都合のために適当に部品を寄せ集めたユニットではない。一つのある機能のまとまりであり、儀装作業を「内業化」し「工場作業化」するのみでなく、設計 → 現場を通しての大きな省力の手段である「コンパクトにまとめられた機能のまとまり」を工場内で完成させることは次のような大きな省力をもたらす。

- 物と人との集中を可能にし、機能および儀装全体の管理を極めて単純化できる。

1. 設計の標準単位として反覆利用可能 → 設計の省力化
2. 設計者の思考の集中が可能。(機能単位としてのまとめは容易)
3. 部品の集配が容易。

4. 船内の後がかり工事の削減。…(船主意向の早期確認が得られ手直し工事が減る。また、不完全工事の削減が可能)
5. 船内検査の廃止。
6. 初級作業者の活用可能……高級技術者の節減が最も大きい。
7. 安全と実働時間の拡大……能率向上
8. 工程の繰上げ可能(Critical passの解決)
9. 能率の良い運搬手段の利用度が高い

工場内作業と船内作業の能率比はほぼ3倍である。特に夏期における能率の差は大きい。

重要なことは、設計および現場でも高級技術者の力を大きく節減できる点にあり、今後のアシマント化への大きな推進力となり得ることである。

(vii) 製造の一体化と製造の分離

造船業における組立工事の進め方は、完全に屋内で行なわれる機械部門の製造工程管理に比べ厳しさに欠けている点を十分認識すべきである。工程管理の甘さが、どちらを先に作ってもまた後からでも何とかなると云う事態を生み出し、そこに組立の熟練者の必要性が生じ名人が生まれ、腕前一つで1000時間以上の工数削減と云う大成果を上げ得る可能性が残っている。

組立工法は、造船所の船殻プロックの製作能力、プロック置場、クレーン能力、船台、ドックの設備等、設備能力そのものの生写してあると云っても過言ではない。船殻の建造工程のどの部分までを組立工程に譲り渡すかにより、組立の能率は大巾に変わる。

組立を無視した船殻主体の建造方式の場合が最も組立に人手を要するケースとなると考えられるが、他方、船殻は船殻の理想的な工程により完成した船殻の中に組立は独自の流れで組立の搭載単位を作り便利な運搬手段を駆使し、出来上がった補機モジュールを次々に設置していくのが最も能率的であるとする現場作業の「製造分離」の考え方方が成立つ。船殻に先行組立と称して細かい管や組立金物をとりつけるために、一時船殻の流れをとめることは造船所の総合能率から見て容認し難い所である。このようないくつかの組立分離による相互の徹底的な能率の改善が大きな省力を産み出し得る点に注目すべきであり、造研型ポンプ室の組立法に採用されている「立上りパイプモジュール」にその典型を見出すことができる。

基本計画段階で「省力のために考えるべきこと」は「製造は一体」と考え、双方に対する評価を同時に行ない設計することであり、これが製造の一体化である。このようにして設計された船の組立では、船殻の一部が「組立モジュール」の中に持ち込まれることもあれば、船殻プロックの搭載の手順の間にモジュールを搭載することが当然のこととして行なわれよう。

(ix) 組立に要する時間は(組立工数)は、管組立の物量に比例すると概念的にとらえられている。これから組立区画のスペースミニマム、物量ミニマムの設計が理想とされる考え方がある。この管組立物量を大きく左右するのは、機器配置である。特に蒸気原動機の多いタービンタンカーでは、ボイラの位置がその大勢を占め、デッキの配置がこれに次ぐ、機関室内の船首側に主ボイラを配置したほうが船尾側配置よりも管長は10~15%少ないことが確かめられた。現在建造されている船の60%は船首側ボイラ配置であるが、船首・尾の違いによる組立工数の差を適確に把握し得る実船の例が無かったことは、今後に多くの問題を残した。これは組立工数には組立工事の難易の尺度を始めとし、定量的に把握し難い多くの要素が複合的に含まれているため、理論的な積上げのみでは、その解析は現実には極めて困難であり、今後の標準の決定に強力な裏付けを欠く結果となりそうである。

ただし物量の多過よりも現状では製造の分離にそのメリットを多く見出し得るとする考え方から、船尾ボイラ配置にその優位性を与えている造船所も少くない。今後の研究課題の重点である。

(x) 居住区と機関室との相対位置の機関組立に及ぼす影響は大きい。理想は相互の完全分離であるが、現在計画されて船では、完全分離は少くない。特に完全分離では、ボイラの積込み工程に若干の余裕をとり得る点で潜在的な利点を持って

いる。また、主タービンの減速歯車や船外にとり出すためのスペースを残すか否かも機器配置上大きな要因である。

これらは建造工程上のリスクおよび就航後の大型主補機器の信頼性をどの程度考慮に入れるかと云う安全に関する考慮の結果である。

(xi) 機関室内に設けるべき機器の種類も、儀装に大きな影響を与える。自動化が進むにつれて無人化の傾向が強くなると機関制御室および機関室倉庫等は機関室内に設置せねばならない理由は無い。Upper deck上に居室を一切設けない前提に立てば、このスペースの活用により機関室内の儀装は大巾に容易になることが考えられる。機関室内のデツキは、補機器を設置するための棚と考え、るべき棚の段数とその高さに一つの基準を定め、儀装のしやすさの定量的な追求が今後とも必要である。当然補機の種類の統制が必要である。

(xii) モデルについて

以上の検討の結果、ここ数年間に実用化できる合理的な儀装の基本思想を造研案としてモデルに表現した。

機関儀装は、船の「動」の部分をまとめたものであり、その持つ意味を一般に理解して貰うことは容易ではない。また、実際の船の中では、広さの大きすぎること、視野が十分でないこと等のため、これまで全体の概念の把握は容易でない。専門家と雖もミスを犯しやすいのは、機関室およびポンプ室が複雑な立体構造であるためであり、視覚による問題点の検討も併せ行なった。

3.4.3 機関室およびポンプ室の図面ならびにモデルによる合理的配置の研究

(1) 研究方針

ポンプ室の配置を考えるに当っては、機関室底部の配置との関係が、荷油ポンプおよびタービンを媒体として、切っても切れない関係にある。そのため、両室をとおして水平に思考することとし、本章ではその中で特に荷油システムについてまとめた。システム仕様および配置決定の選定基準は

- (a) 操作のしやすさ
- (b) 保守手入のしやすさ
- (c) 繕装工事のしやすさ
- (d) 区画長さのミニマイズ
- (e) 物量のミニマイズ

を理念とし、まず、纕装プロバーの立場からどのようにすればベストであるかを探求し、その成果として出来上った纕装品のモジュール集積品を収める船体構造配置はあとから求めた。

荷油システムはポンプの型式により、堅型と横型の2種があり、両者のモジュールおよび標準配置を決定した。横型はモデルによる考察まで行なった。

4年末における荷油システムの各社実例の堅型を表3.4.3.2、横型を表3.4.3.3に示す。

(2) 研究の詳細

(a) 荷油ポンプ要目

(i) 荷油ポンプおよびタービン型式の比較

表 3.4.3.1

	堅 型	横 型
1. 操作、保守	横型に比し、ポンプ重量大軸長が大きくなり、これの振動止めなどの点で問題あり、保守点検する箇所多し（グランド、ペアリング冷却など）	現時点において実績が多く信頼性の点で堅型より有利。
2. 配 置	立体的に配置できるので平面的スペースは小さくできる。ポンプ吸引高さを小さくできる。これはポンプ吸引能力増大につながる。	平面的に広範囲のスペースを要求される。タービン据付け面積、高さとも関連して据付け場所が不足し、ポンプ吸引高さも大きくなる。
3. コ ス ト	ポンプ自体のコストは幾分高くなるが、配置、配管を含めた全体的コストは横型に比し低くなる。	ポンプ自体のコストは堅型に比し幾分低い。

表 3.4.3.2 200型ダービンタンカーの堅型荷油ポンプの荷油装置仕様一覧表

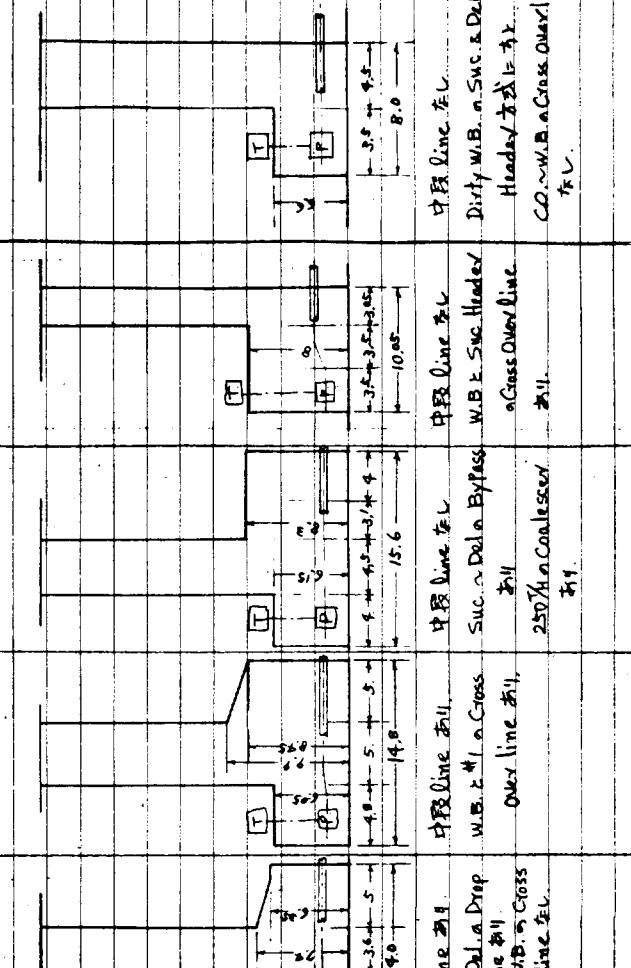
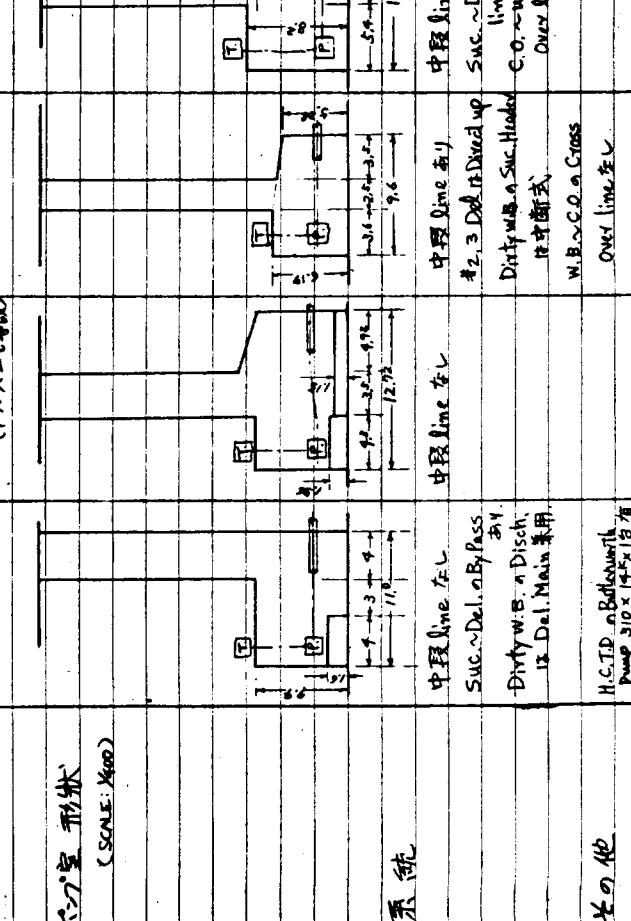
	A 社	B 社	C 社	D 社	E 社	F 社	G 社	造 施 型
C.O. Pump. (V.C.)	4,000 x 125 x 48	3,500 x 150 x 48	3,500 x 150 x 48	4,500 x 150 x 48	5,000 x 125 x 35	3,500 x 150 x 48	5,000 x 130 x 48	5,000 x 125 x 35
W.B. Pump (V.C.)	3,500 x 35 x 15	2,000 x 35 x 15	3,500 x 35 x 15	3,000 x 35 x 15	3,000 x 35 x 15	3,000 x 35 x 15	3,000 x 35 x 15	3,000 x 35 x 15
C.O. ST. Pump (670)	350 x 125 x 15	300 x 150 x 15	350 x 150 x 15	400 x 150 x 25	350 x 125 x 25	400 x 150 x 25	350 x 125 x 25	350 x 125 x 25
C.O. ST. Eductor	300 x 2	—	—	—	—	—	—	x 2
W.B. ST. Eductor	100 x 1	200 x 30 x 1	x 1	—	200 x 25 x 1	—	300 x 20 x 1	x 1
C.O. Suc. Main Base	700	650	650	700	700	650	600	700
C.O. Del. Main Base	600	650	700	550	650	550	500	650
Pump Height	2,780	2,480	2,535	2,050	1,810 C.Pump	1,900	1,900 x 35	2,750 x 25
C.O. Suc. Main Height	2,780	3,100 (1.7m上部基盤)	2,535	2,050	2,250 w.B.Pump	1,900	2,700	2,350
ポンプ室形状 (SCENE: X600)								
								
系 統								
								
#2, 3 Del. & Bypass	中段 Line #1	中段 Line #1	中段 Line #1	中段 Line #1	中段 Line #1	中段 Line #1	中段 Line #1	中段 Line #1
Dirty W.B. & Disch.	#2, 3 Del. Direct up	Suc. ~ Del. Drop	W.B. & #1 o Cross	Suc. ~ Del. Bypass	W.B. & Suc. Header			
12. Del. Main 用	Distp. w.B. Suc. Header	Line #1	Line #1	Line #1	Line #1	Line #1	Line #1	Line #1
その他	H.C.TD. o Battrowth	C.O. ~ Del. Main	C.O. ~ Del. Main	C.O. ~ Del. Main	C.O. ~ Del. Main	C.O. ~ Del. Main	C.O. ~ Del. Main	C.O. ~ Del. Main
	Pump 310 x 145 x 187	—	—	—	—	—	—	—

表 3.4.3.3 200型タービンタンカー 横型荷油ポンプの荷油装置 仕様一覧表

(ii) 荷油管系統の比較

表 3.4.3.4

	3 系 統	4 系 統
1. タンク積付状態	積付比率に制限あり	各種積付組合せ可
2. 操作、保守	4系統に比し、ポンプ数、弁数が少なくなるので遠隔操作システムが簡略化できる。	操作ポンプ数、弁数が多くなる。
3. 配置、配管	ポンプ、弁数が少なくなるため配置、配管が簡単になる。これらに付随する制御装置なども簡略化できる。	ポンプ、弁数が多いため配置、配管が複雑となる。
4. コスト	ポンプ、管、弁およびこれに附隨する機器の重量および部品数が少なくなり、コスト安となる。	コスト高となる。

(iii) 荷油ポンプ容量および台数

荷油タンク配置から、荷油揚油時間計算を行なった結果、主ポンプ揚油容積は $5,000 \text{ m}^3/\text{Hr} \times 3$ 台 (CASE I) が総積付容積の 98%、 $4,000 \text{ m}^3/\text{Hr} \times 4$ 台 (CASE II) は 96% となり、主ポンプの稼動時間は CASE II のほうが短いにもかかわらず、この残油量の差でストリッピング時間まで考慮すると、全体の揚荷に費す時間は CASE I のほうが短くなった。

以上荷油揚油時間計算比較と、荷油管系統の比較より、下記を標準型とすることに決定した。

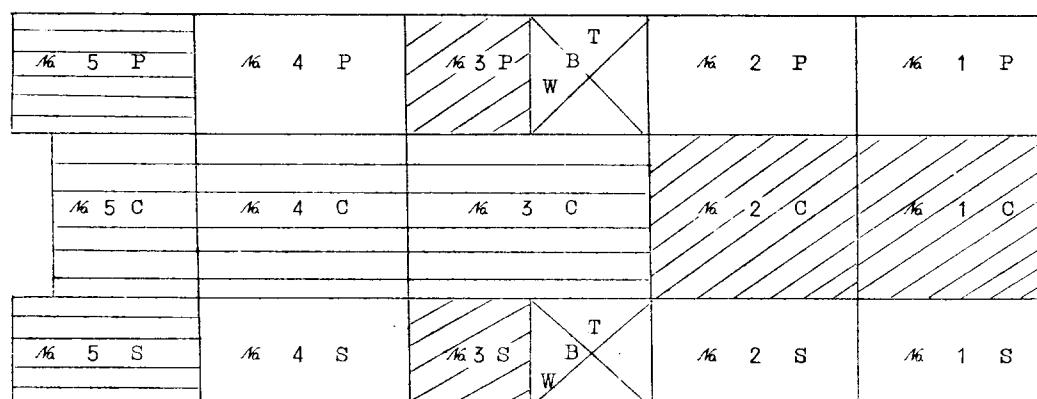
	荷油ポンプ要目	吸込主管径
堅型	$5,000 \text{ m}^3/\text{Hr} \times 125 \text{ M} \times 3$ 台	700φ
横型	$5,000 \text{ m}^3/\text{Hr} \times 150 \text{ M} \times 3$ 台	750φ

※の総揚程は陸上設備との関連で決定される。

表 3.4.3.5 荷油揚油時間計算 (3台、4台を決定するための試算を示す)

CASE I 計算条件

	荷油ポンプ要目	吸込主管径	ポンプ据付高さ	原油比重	蒸気圧
CASE I	$5,000 \text{ m}^3/\text{Hr} \times 3$ 台	700φ	2,350 M	0.886	0.7 Kg/cm ²



系統別タンク配置図

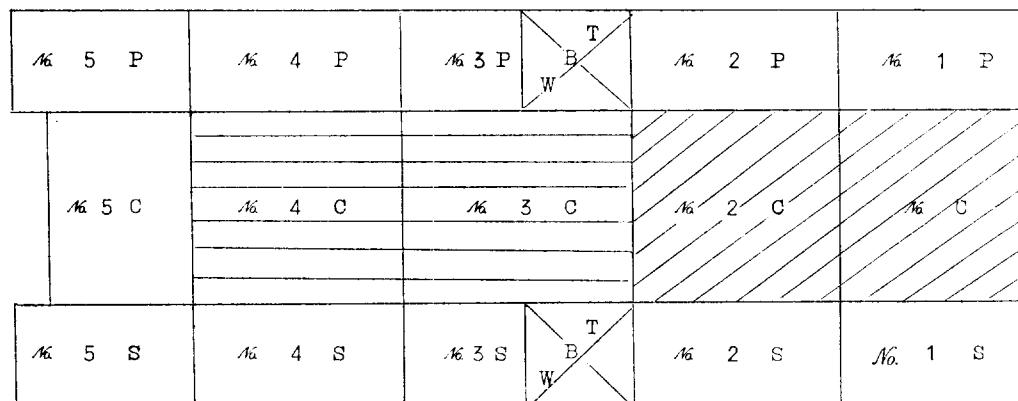
系統別積付容積

系統	タンク名称	積付容積(M ³)	
1	M 1 C	36,799	90,650
	M 2 C	36,113	
	M 3 P. S	17,738	
2	M 3 C	36,113	90,846
	M 4 C	36,113	
	M 5 C	9,702	
	M 5 P. S	8,918	
3	M 1 P. S	30,968	99,960
	M 2 P. S	35,574	
	M 4 P. S	33,418	

表3.4.3.6 荷油揚油時間計算

CASE II 計算条件

	荷油ポンプ要目	吸込主管径	ポンプ据付高さ	原油比	蒸気圧
CASE II	4,000M ³ /Hr×4台	650φ	2,350M	0.886	0.7Kg/cm ²

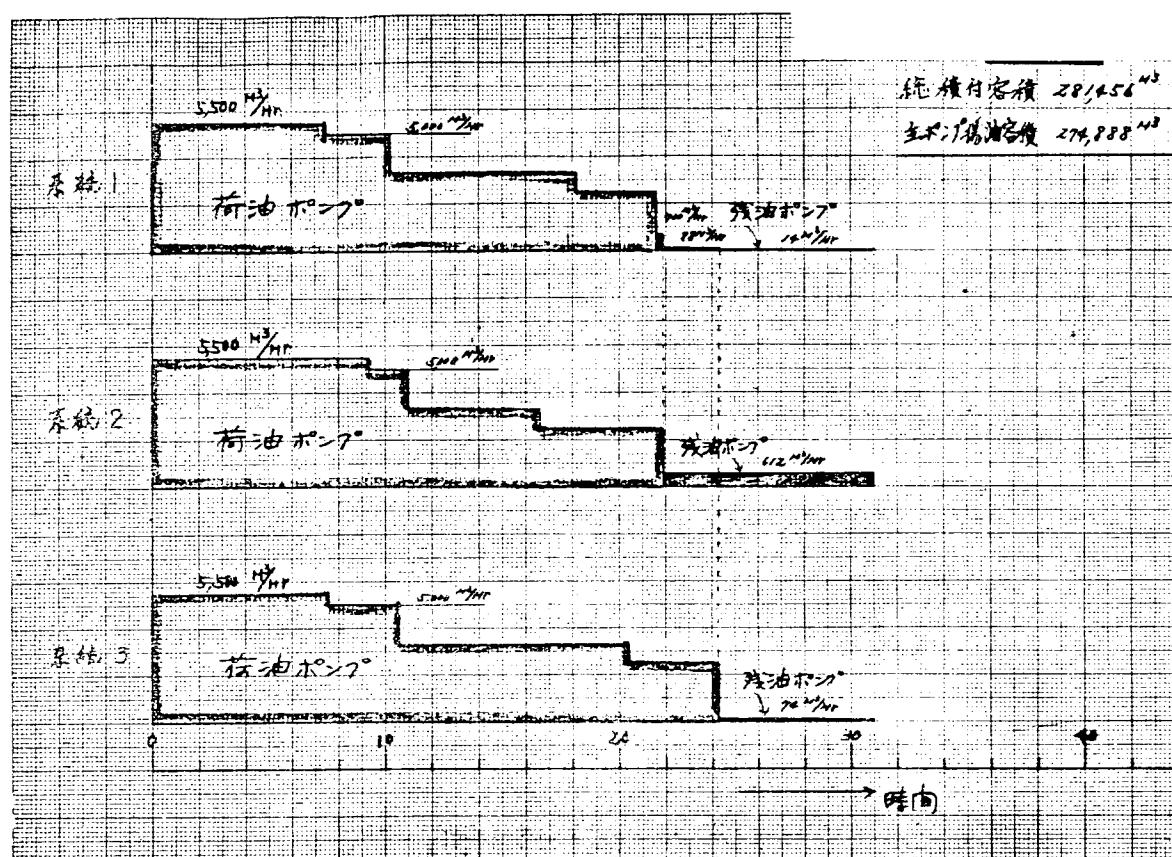


系統別タンク配置図

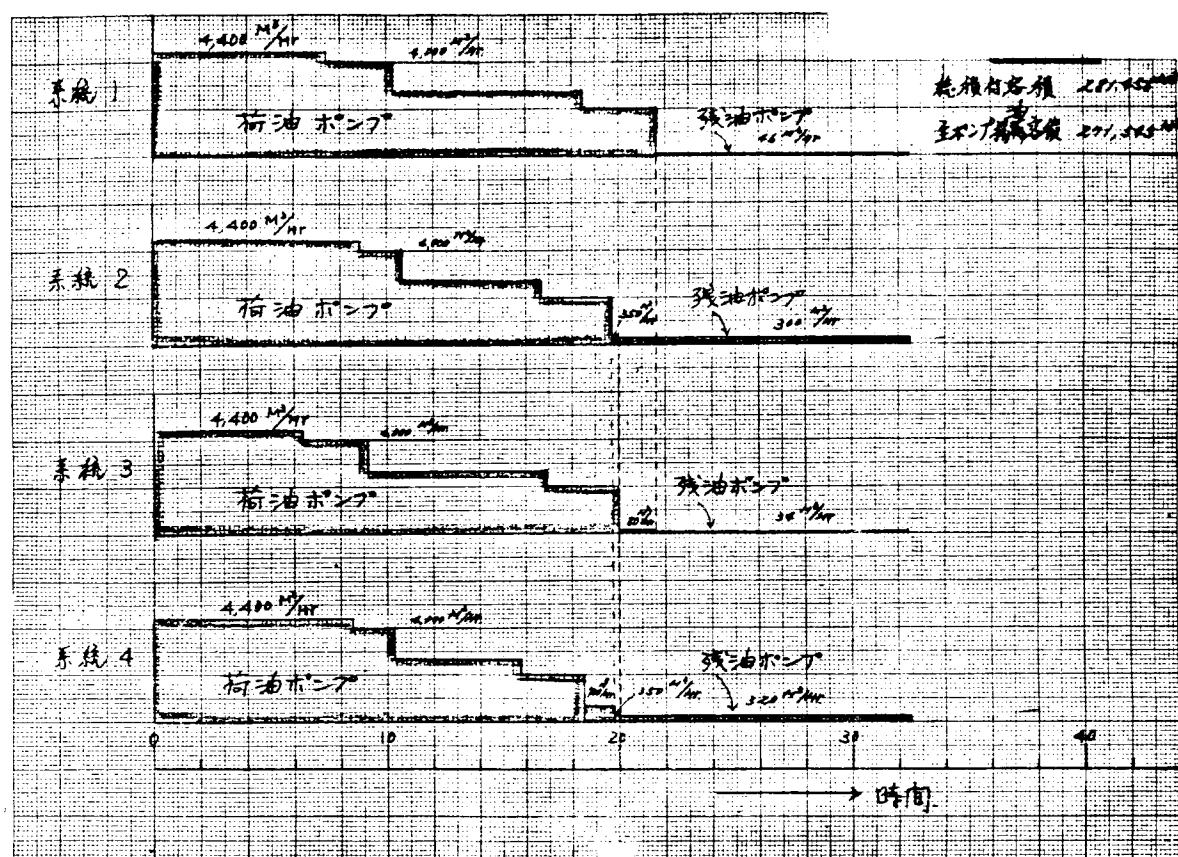
系統別積付容積

系統	タンク名称	積付容積(M ³)	
1	M 1 C	36,799	72,912
	M 2 C	36,113	
2	M 3 C	36,113	72,226
	M 4 C	36,113	
3	M 1 P. S	30,968	66,542
	M 2 P. S	35,574	
4	M 3 P. S	17,738	69,776
	M 4 P. S	33,418	
	M 5 C	9,702	
	M 5 P. S	8,918	

表 3.4.3.7 CASE I 揚荷時間



CASE II 揚荷時間



(iv) 残油ポンプ容量

下記を標準型とする。

堅型	$350 \text{ M}^3/\text{Hr} \times 12.5 \text{ M} \times 2 \text{ 台}$
横型	$200 \text{ M}^3/\text{Hr} \times 15.0 \text{ M} \times 1 \text{ 台}$ プラス $750 \text{ M}^3/\text{Hr} \text{ J.S.S.} \times 2 \text{ 台}$

*の総揚程は陸上設備との関連で決定される。

(v) J.S.S. (JET STRIPPING SYSTEM)

残油揚油方式として、J.S.S. というユニークなシステムが開発されており、実船に適用されつつある。J.S.S. の概要是下図のごときものであり、横型ポンプ室のモジュールおよび標準配置に折込むこととした。

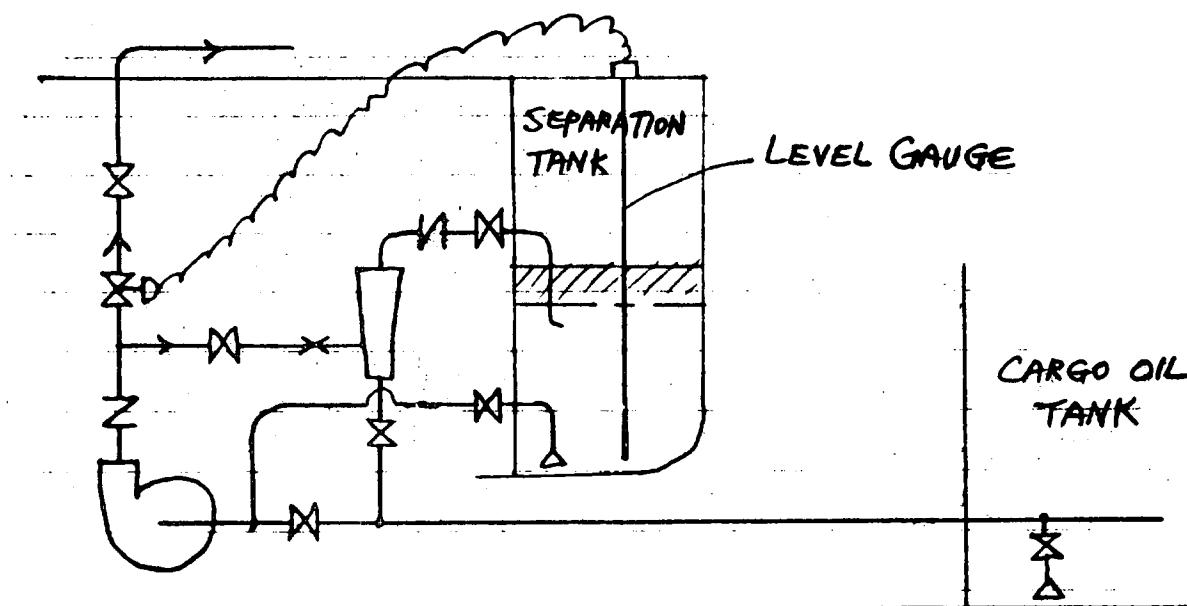


図 3.4.3.1 J. S. S. の概要

(b) ポンピング・ダイアグラム

- (i) 堅型は残油ポンプ2台型、横型はJ.S.S.採用型とする。
- (ii) C.O.ラインと、PURE W.B.ラインの CONNECTIONは設けない。
- (iii) DIRTY BALLAST SUCTION用SEA CHESTは機関室の主循環水ポンプ SUCTIONを右舷に設けるため
に、DISCH用CHESTは左舷のみに設けた。
- (iv) 荷油弁はすべて油圧駆動バタフライ弁とする。
- (v) DEL.主弁は横型スイング形逆止弁、プラス CONTROL ROOMでの REMOTE OPERATEのバタフライ弁とし、
他はすべてポンプ室底部敷板上の LOCAL OPERATEとする。堅型の系統を図3.4.3.2、横型を図3.4.3.3に示す。
示す。

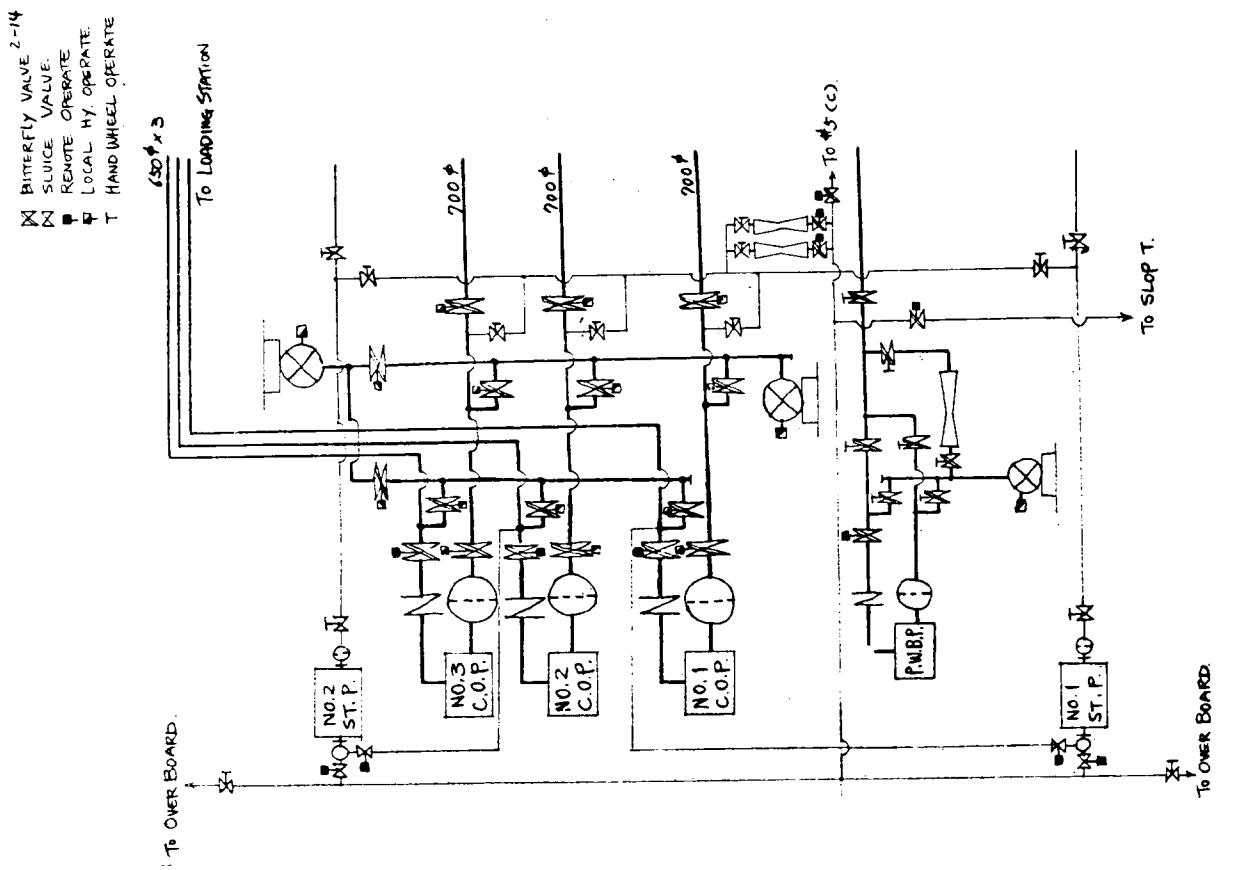


図 3.4.3.2 200型堅型ポンプ室・標準系統図

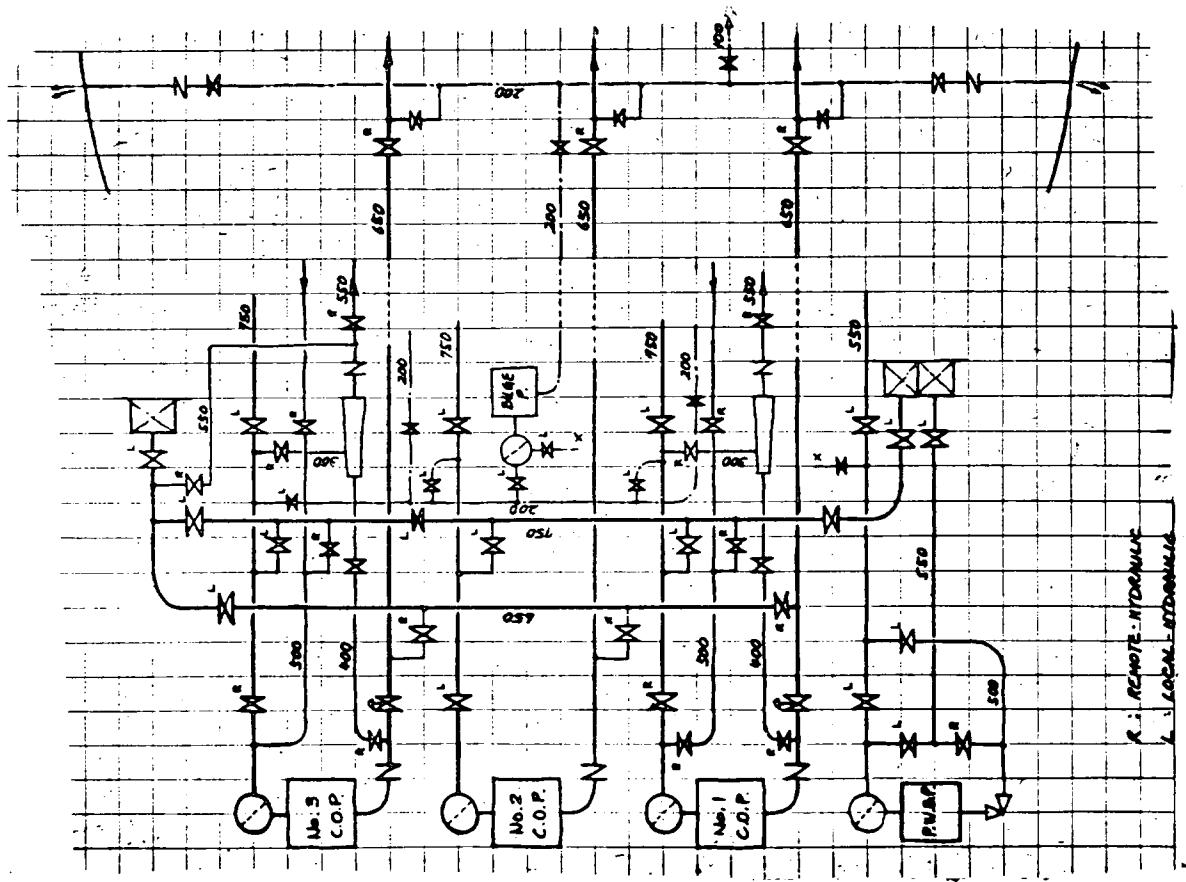


図3.4.3.3 200型ポンプ室・標準系統図

(c) 合理的配置の検討

操作、保守手入および艤装工事上から、艤装品の集約を計るため 集約単位を底部と立上り部の2つにわけた。

(i) 底部配置

- (イ) 荷油ポンプの吐出ヘッダーは中段におかずて底部にまとめた。
- (ロ) C.O. と DIRTY W.B. の CROSS OVER LINE は垂直結合台とし、弁は垂直管部に水平にバタフライ弁を設けた。
- (ハ) 配管の整理は図 3.4.3.4 を基本とした。

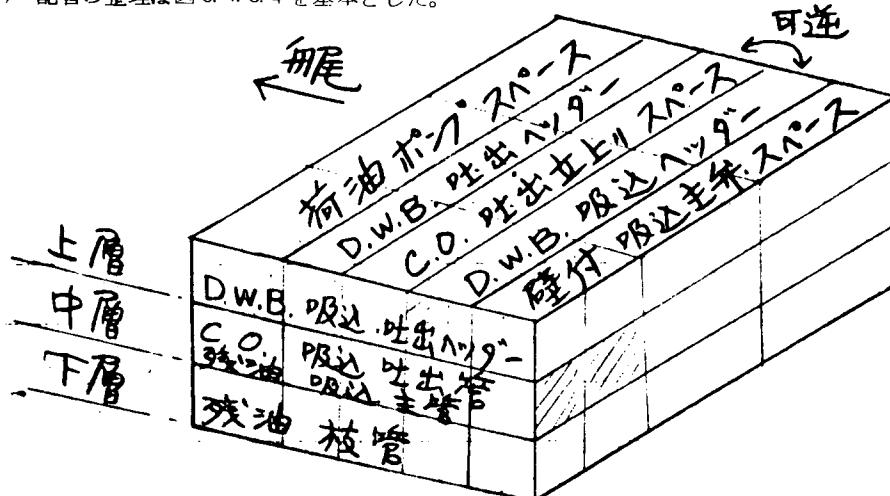


図 3.4.3.4 配管要領

- (イ) ポンプ室のほぼ中央に主通路を設けた。通路裏面は REMOTE CONTROL 用油圧管を導設できるようにした。
- (ロ) LOCAL OPERATE STATION は上甲板に上の梯子の下部の底部敷板上に設けた。
- (ハ) 手動操作弁はすべて通路から操作できるようにハンドルを持出し、これをベースにして通路配置をきめた。
- (ホ) ポンプ周辺には操作用および開放手入れ用の踊場を設けた。

(ii) 立上り部

- (イ) 荷油吐出管、一般諸管、梯子およびフラット、油圧管、電線および電灯を集約した配置にした。通風用ダクトは船体構造つくりつけとする。
- (ロ) 集約モジュールは片舷に配置し、他舷はポンプ、弁等の開放取出し用クリヤースペースにする。
- (ハ) 上甲板上での捌きのために 吐出管は、梯子の船首側に配置した。

(d) モジュールとモジュール適用による標準配置図を次のように作製した。

豊型ポンプ モジュール 図 3.4.3.5

横型ポンプ モジュール 図 3.4.3.6

立上り モジュール 図 3.4.3.7

豊型ポンプ室 標準配置図 図 3.4.3.8

横型ポンプ室 標準配置図

横型ポンプ室 モデル

豊型ポンプ室の組立および搭載の実例写真

(e) 築装手順

ポンプ室の築装工事を底部と立上り部とに大別する。その各々に対し、「ポンプモジュール」および「立上りモジュール」があり、工場内で組立て青空搭載する。

組立搭載の単位は、1個のモジュール単独でもよいが、設備能力の許す範囲内で、できるだけ多数のモジュールを組合せて組立搭載したほうが省力の効果は大きい。

なお、通風トランクは、船殻構造に組込まれるものとし、モジュール化の対象から外した。

(i) 底部の築装

底部の築装は、ポンプモジュールの組立作業と搭載作業とに大別され

組立手順は 図3.4.3.5

搭載手順を 図3.4.3.10に示す。

(ii) 立上り部の築装

立上り部の築装も立上りモジュールの組立作業と搭載作業に大別され

組立手順は 図3.4.3.9に示す。

搭載手順は 図3.4.3.10に示す。

ポンプ・モジュール組立手順

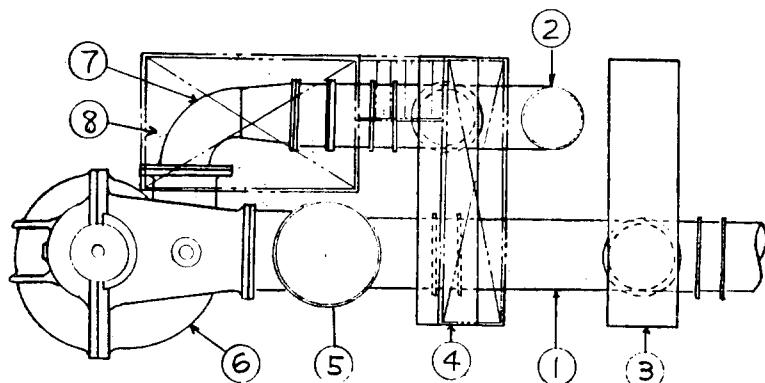


図3.4.3.5

組立順序	部品名称
①	吸入管
②	吐出管
③	吸入側クロス。オーバー管
④	吐出側 " "
⑤	ストレーナー
⑥	ポンプ
⑦	吐出側ピース
⑧	グレーティング

注 1) 上記は主要部品の組立順序だけとした。

2) 縱型ポンプモジュールについて記したが、

横型ポンプモジュールの組立順序も略同じ

である。

(3) 研究の成果

造研型ポンプ室のメリット

儀装工事の省力化は船主要求の早期把握、儀装各装置の標準化、儀装物量の低減、儀装工事のしやすい作業環境作り等いろいろ考慮して本装置の設計を行ない多角形な検討を加えた。

造研型ポンプ室のメリットを表3.4.3.8にまとめたが(数値は推定)初期に考えていた以上の効果を期待することができた。

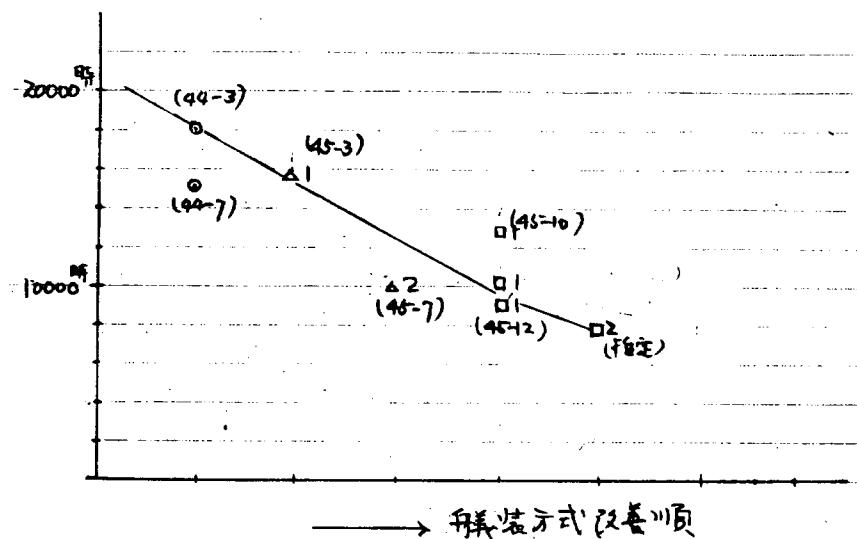
また、同じ思想でポンプ室の儀装作業改善をステップバイステップで実施されている某造船所のポンプ儀装工事の実績工数の推移および将来の推定実績(表3.4.3.9)からも合せ考えると造研型ポンプ室のメリットは十分に期待できることを確信した。

表3.4.3.8 (造研型ポンプ室メリット一覧表)

		メ リ ッ ツ ド メ ジ ュ ー ル	低 減 材 料 費 (千円)	儀 装 の 低 減 工 数 (千円)
a	儀 装 物 量 低 減 に よ る	i 荷油ポンプ1台分とその附属装置の節約	18,000~23,000	1,300
		ii ポンプ室区画長の短縮(平均2M)	船殻 40,000 儀装 400	500
b	儀 装 作 業 環 境 の 改 善	i モジュール形状整理とモジュールの組合せの可能化	(- 400)	1,500 設計現場合計
		ii 低能率の船内作業の極小化		3,500
		iii 船内儀装期間の短縮		*1,000
		iv 舱儀分離の作業の可能化		500
c	客先の考慮	i 運転装置の一平面化		
		ii 保守点検が容易		
		合 計	(千円) 58,000 ~ 63,000	(時間) 8,300 (時間) 16人減/70日建造方式

註) 1. 数値は全て推定値

2. ()はモジュール化大型組合モジュール化による補助材の増加
3. *はポンプ室内補助作業(運搬、熔接、塗装、掃除、足場)の工数低減
4. その他ポンプ室儀装の合理化に伴う他部儀装工事の好影響は大きいが推定計算外とした。
5. 数値は1隻分を示す。



儀装方式改善順

- 註)
1. ○印は従来の儀装方式
 2. △1印は下部大型ユニット化の初期
 3. △2印は下部大型ユニット化(理想装置に近いもの) T_2
 4. □印は下部大型ユニット化(完成)+上部大型ユニット化の初期
 5. 2印は上下部大型ユニット完成船
 6. ()内は実績船完成日

図 3.4.3.9 A 社ポンプ室儀装工数低減表

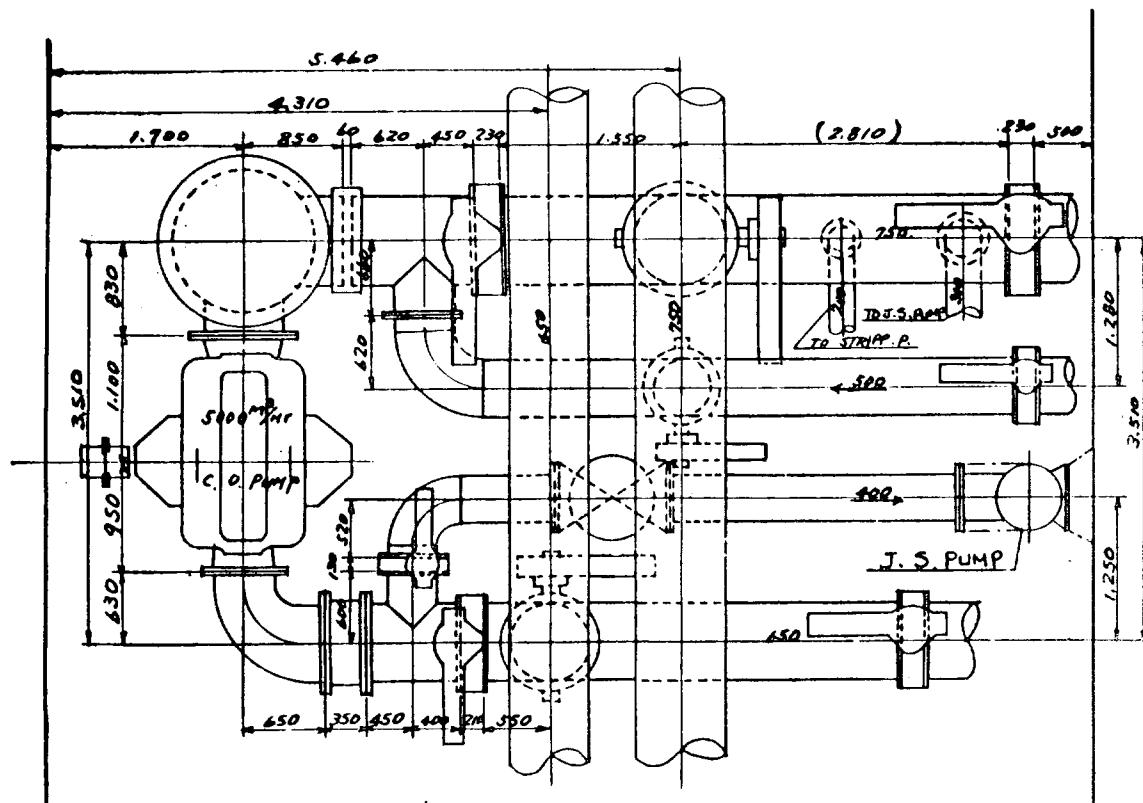


図 3.4.3.6

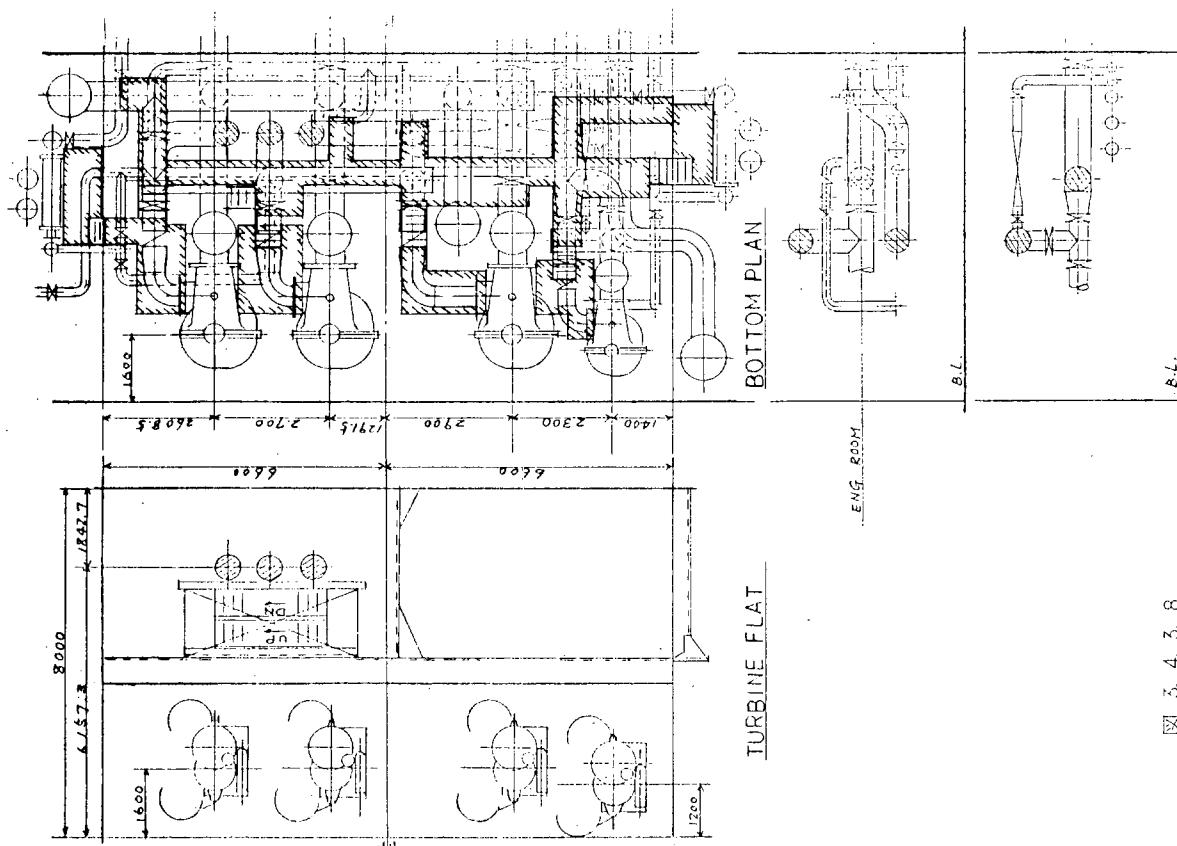


图 3. 4. 3. 8

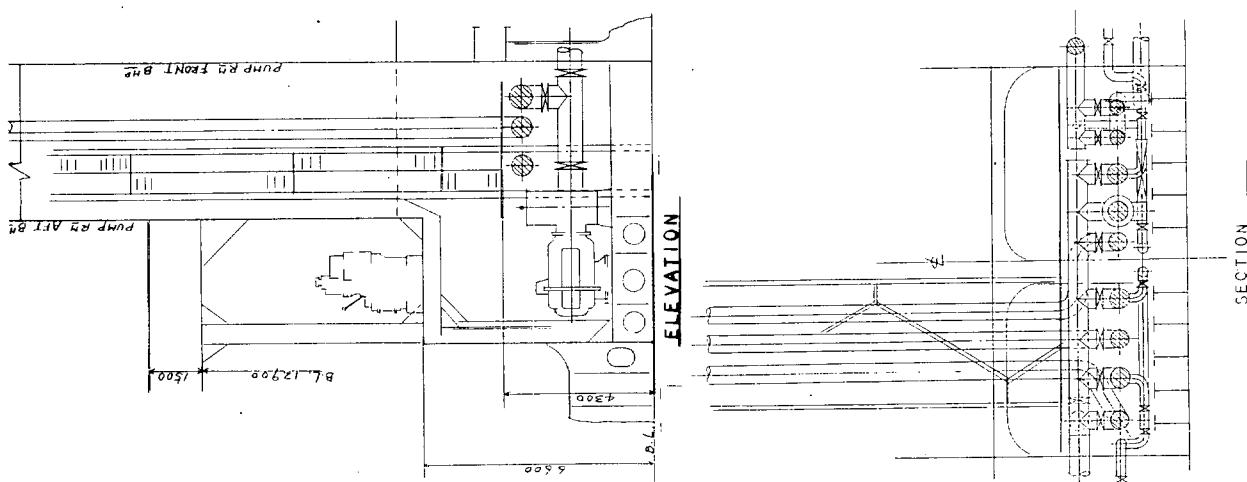


图 3. 4. 3. 7

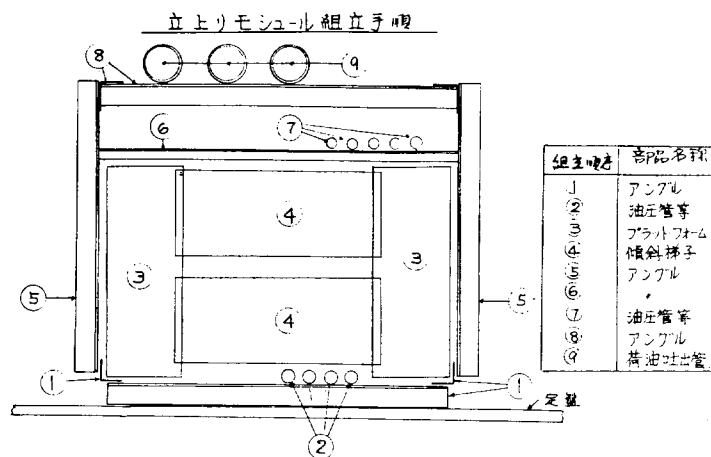


図 3.4.3.9

ポンプ室搭載取付手順

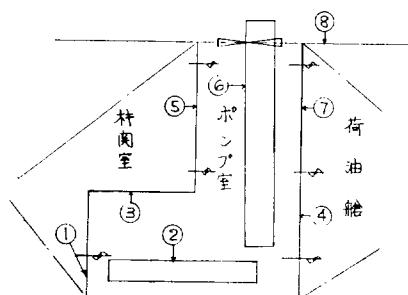


図 3.4.3.10

搭載順序	部品名
①	地底ブロック
②	底部ポンプモジュール
③	ポンプ室天井ブロック
④	下部隔壁ブロック
⑤	機関室前端隔壁ブロック
⑥	立上りモジュール
⑦	上部隔壁ブロック
⑧	上甲板ブロック

図 3.4.3.8

3.4.4 艦装しやすい機関室構造の研究

(1) 研究方針

各社が建造した20万重量トン型タンカーをベースに、艦装しやすい機関室構造の追求を次の手順で行なうこととした。

(a) 基本性能要目の決定	主機出力 36,000 PS
	主 缸 2 缸
	C O P T 3 台

(b) 全機関室内の補機器モジュール作製

(c) 各補機モジュールの配置の研究を行ない、機関室配置図は、補機モジュールのパズルワークとして扱う。このパズルワークに必要な船殻構造のあり方、配置による艦装物量の変化の数量的把握、現場工事の容易さの条件等を求める。

- (d) 特に機関室配置および船殻構造に大きな影響を持つボイラの位置、居住区の形式ならびに機関制御室の位置と艦装物量との関係ならびに艦装工程全体から見た艦装のしやすさの比較をする。
- (e) 今後の艦装のしやすい機関室の典型を造研型として機関室配置図を作製する。また、可能な範囲の $1/10$ 縮尺モデルを作る。

(2) 研究の詳細

(a) 機関部補機器要目

表3.4.4.1に20万DWトンクラスの代表的な補機要目を示す。各社の要目の大きな差異は主ボイラの台数が2基であるか1.5基かであり、補機では低圧雑用専用のL.P.S.G.(low pressure steam generator)を持つか否かである。

主ボイラの数は安全上の見地から2基がほとんどであり、最近大型化が進み、自動化・無人化が進むにつれて2軸船1機-1缶方式も見られるようになったが、今回の研究では1機-2缶、L.P.S.G.は無いものを標準としてとりあげた。

補機器の型式は各社によりかなり異なるが、機種および台数にはさほどの差異は無いと考えてよい。概略下記の通り。

機関部の総重量

主 機	300 ~ 350 TON
主缶(2基)	320 ~ 360 "
補機器台数	115 ~ 125 "
配 管	170 ~ 190 "
弁	95 ~ 120 "
鋳金製品	155 ~ 175 "
タンク	25 ~ 30 "
その他雑	200 ~ 230 "
プロペラおよびシャフト	160 ~ 170 "

(b) 補機モジュールとその集中化

補機器は何れもモジュール化し、補機器自体と付属弁、調整装置、管および計装計器類を含めた大形の所謂「補機モジュール」が装備されるようになった。機関室二重底の船首部の補機群は、約6種類の基本型モジュールから成り、合理的にコンパクトに配置されている。その例を表3.4.4.2に示す。二重底を除く機関室内の重要「補機モジュール」は13~20ヶ程度あり、之をその重要度に応じてコントロールルームの近傍に、或いは他のデッキに

集中的に配置する。特に「機関室の無人化」を行なう船では、乗組員の保守点検および操作の便も考え集中化せることが必要である。

コントロールルームの近傍に配置される補機器モジュールは

- ターボ発電機、ディーゼル発電機
- 給水ポンプ
- 造水装置
- メインスイッチボード

等であり、主として運転、停止等何らかの人力操作、監視および微調整等を要する補機類である。比較的信頼性が高く、トラブルの少ない次の補機モジュールは自動化もほぼ完成されておりコントロールルームから離れた位置に設ける。

- 空気圧縮機
- 燃料ポンプ、ヒーター、ストレーナー、燃油清浄機
- デイオイラ、ドレンクーラー
- ポイラ給水ヒーター

補機モジュールは極力立体化、大型化すべきであるとの方針で検討を進めて来た。その1例として燃料供給装置一切を一つのコンパクトメントにまとめた補機器モジュールを図3.4.4.1に示す。この補機モジュールは既に実船に搭載され実用化されている。

之等の補機器モジュールは主要なものを立体モデルに製作し之を利用して配置と物量の検討を行なう予定にしていたが、費用と時間の制約上その一部を制作するに止めた。

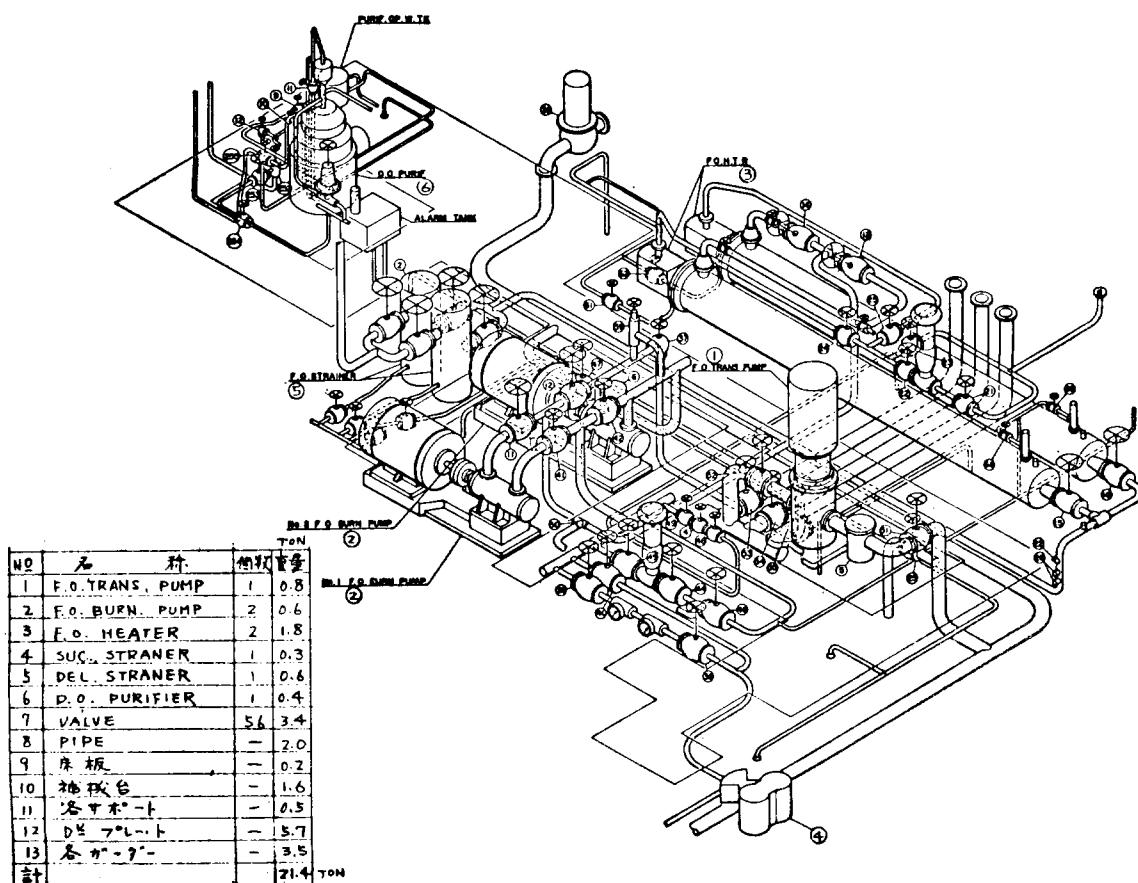


図 3.4.4.1

表 3.4.4.1 機関部補機器 No.と要目表

MACHI. No.	DESCRIPTION		
1	MAIN TURBINE	1	34,000 PS 90 rpm
2	MAIN BOILER	2	61.5 kg/cm ² g 515°C 70 T/h
3	MAIN CONDENSER	1	2450 m ³
4			
5	MAIN CIRC. PUMP	1	6500 m ³ /h × 3 m T.H.
6	INERT GAS SCRUBBER S.W. PUMP	1	280 m ³ /h × 50 m T.H.
7	ATM. CONDR CIRC. PUMP	1	2200 m ³ /h × 8 m T.H.
8	AIR COND.COOL.W.PUMP	1	80 m ³ /h × 50 m T.H.
9	MAIN CONDENSATE PUMP	2	190 m ³ /h × 90 m T.H.
10	DRAIN PUMP	3	60 m ³ /h × 75 m T.H.
11	MAIN FEED PUMP	2	180 m ³ /h × 83 m T.H.
12	COLD START FEED PUMP	1	6 m ³ /h × 83 m T.H.
13	FRESH. WATER PUMP	2	5 m ³ /h × 60 m T.H.
14	PORTABLE WATER PUMP	1	5 m ³ /h × 60 m T.H.
15	S.W. SERVICE PUMP	2	230/160 m ³ /h × 19/30 m T.H.
16	FIRE BIIGE & G.S. PUMP	1	210/265 m ³ /h × 30/95 m T.H.
17	FIREBILGE & BALLAST PUMP	1	265 m ³ /h × 95 m T.H.
18	BILGE PUMP	1	10 m ³ /h × 35 m T.H.
19	SANITARY PUMP	2	30 m ³ /h × 50 m T.H.
20	STERN TUBE L.O. PUMP	2	1 m ³ /h × 3 m T.H.
21	F.O. BURNING PUMP	2	12 m ³ /h × 40 m T.H.
22	L.O. TRANSFER PUMP	1	
23	F.O. TRANSFER PUMP	1	80 m ³ /h × 35 m T.H.
24	D.O. PURIFIER	1	3100 l/h
25	F.D. FAN	2	1400/1080 m ³ /min × 800/500 mmAG
26	SUP.VENT.FAN	4	1200 m ³ /min × 40 mmAG
27	EXH.VENT.FAN	2	1300 m ³ /min × 15 mmAG
28	L.O. PURIFIER	1	3100 l/h
29	DISTILLING PLANT	2	35 T/D
30	AIR COMPRESSOR	3	250 m ³ /h × 9 K.D.P.
31	STARTING AIR COMPRESSOR	1	25 m ³ /h × 25 K.D.P.
32	CONTROL AIR RESERVIOR	1	5 × 9
33	SHIP SERVICE AIR RESERVIOR	1	5 × 9
34	STARTING AIR RESERVOIR	1	1.5 × 25
35	DEHYDRATOR	1	145 m ³ /h
36	MAIN GENERATOR	1	1400 kW 1750 kVA
37	AUX. GENERATOR	2	1000 PS × 720 RPM 850 kVA

機 関 部 補 機 器 № と 要 目 表 (つづき)

MACHI. No.	DESCRIPTION		
3 8	C.O.PUMP TURBINE	3	4500 m³/h × 150 K.D.P.
3 9	CLEAN BALLAST PUMP TURBINE	1	3000 × 35 m.T.H
4 0	ATMOSPHERIC CONDENSER	1	410 m³
4 1	1 ST STAGE FEED HEATER	1	110 m³
4 2	DEAERATING FEED HEATER	1	貯水量 22.5 m³
4 3	3 RD STAGE FEED HEATER	1	135
4 4	4 TH STAGE FEED HEATER	1	80
4 5	DE-OILER & DRAIN COOLER	1	10
4 6	GEN. ENG. COOL. F.W. COOLER	1	1.2
4 7	BOILER F.O. HEATER	2	
4 8	L.O. COOLER	1	230 m³
4 9	PURIFIER L.O. HEATER	1	
5 0	STERN TUBE L.O. COOLER	1	2 m³
5 1	DE-OILER	1	4.5 m³/h
5 2	BILGE SEPARATOR	1	10 m³/h
5 3	L.O. SETT. TK	1	13 m³
5 4	L.O. STOR. TK	1	13 m³
5 5	STERN TUBE L.O. DRAIN TK	1	1.5 m³
5 6	GEN. ENG. L.O. SETT. TK	1	2
5 7	GEN. ENG. PURIF.L.O. TK	1	2 m³
5 8	GEN. ENG. L.O. STOR. TK	1	2 m³
5 9	ATMOS DRAIN TK	1	6 m³
6 0	OBSERVATION TK		
6 1	SEWAGE TK	2	5 m³
6 2	DIST. PLANT CIRC. PUMP	2	
6 3	HOT W. CIRC. PUMP	1	2 m³/h × 15 m T.H.
6 4	F.W. HYDROPHORE TK		
6 5	POT. W. PRESS. TK		
6 6	F.O. SETT. TK	2	1160 m³
6 7	D.O. TK	1	150 m³
6 8	DIST.W. TK	2	100
6 9	GAS AIR HTR	2	

このようなスケールの補機器モジュールを整備し標準化してみると、機関室の補機器の配置設計は、数十種類の標準モジュールの配列を、使いやすさや艤装物量の大小を考えながら決定していく一つのパズルワークとも考えられる。この補機器モジュールを収納する船尾部の船殻構造の大小と形によっては、大型の補機器モジュールの採用が困難となることもあるが、「艤装しやすさ」の見地から出来るだけ大型モジュールの活用と各モジュールの合理的な集中化をはかることが可能な船殻とする様、設計の初期段階で事前に船殻と総合調整をすることが大切である。

なお、補機器のモジュール化は、補機器メーカーの立場からの研究も併行して行なわれて居り、「日本造船工業会 船用機器対策分科会」が、造船所の立場をとり、「日本船用工業会ユニット標準化専門委員会」がメーカーの立場で之を受ける形でモジュール化の推進が行なわれることとなっている。この成果があがり造船所に於ける補機器モジュールの製作が一層容易になることは単に造船所のみの省力に止まらず、補機器メーカーにとって補機器単体を売るのみでなく付帯操作に必要なものを一切まとめた機能も併せ売ることによるメリットも考えられ、その成果が期待される。

表 3. 4. 4. 2

機関室二重底上船首部補機および配管モジュールの表		
スクープシステム、COPT横型の場合		ポンプシステム、COPT堅型の場合
モジュール No.	モジュール名称	補機・配管系統名称
M-1	荷油ポンプタービン廻り 配管モジュール	潤滑油クーラ海水冷却水管 潤滑油補給管、ビルジ管 床板および床板受
M-2	海水ポンプ群 モジュール	海水サービスポンプ、バラストポンプ、雑用兼消防ポンプ ビルジ・バラスト兼消防ポンプ 海水吸入管、サービス管 ビルジ吸入管、吐出管 バラスト吸入管、吐出管 船外吐出管、消防主管 および閥連バルブ 床板および床板受 チャンネル構造補機台
M-3	補助復水器モジュール	補助復水器、大気圧ドレンタンク およびその附着金物 海水冷却水管 補機台、床板、床板受
M-4	主循環水ポンプモジュール	主循環水ポンプ、補助循環水ポンプおよび主補循環水管および弁 補機台、床板、床板受
M-5	サニタリポンプモジュール	サニタリポンプ、ビルジポンプ 海水吸入管、ビルジ管および弁、 ピース、床板、床板受、補機台
M-6	復水ポンプモジュール	主復水ポンプ 2台 ドレントランサポンプ 3台 主復水吸引管、吐出管、ドレン吸引管、吐出管および閥連弁、ピース、床板、床板受、補機台

(c) 機関室二重底上の儀装手順

機関室二重底上の各モジュールの艤装手順の代表的なものに次の三方式がある。

- (i) A 方式は各個のモジュールを工場内で組立て、個々に機関室二重底上に積込み取付する手順である。工程の一例を表 3.4.4.3 に示す。
 - (ii) B 方式はモジュールを地上定盤上で仮組みの上、適当な搭載単位に分割して青空搭載する方法で、その工程は C 方式に準ずる。
 - (iii) C 方式は殻体一体方式でモジュールを直接二重底ブロック上で組立て搭載する。その工程の一例を表 3.4.4.4 に示す。

表 3.4.4.3

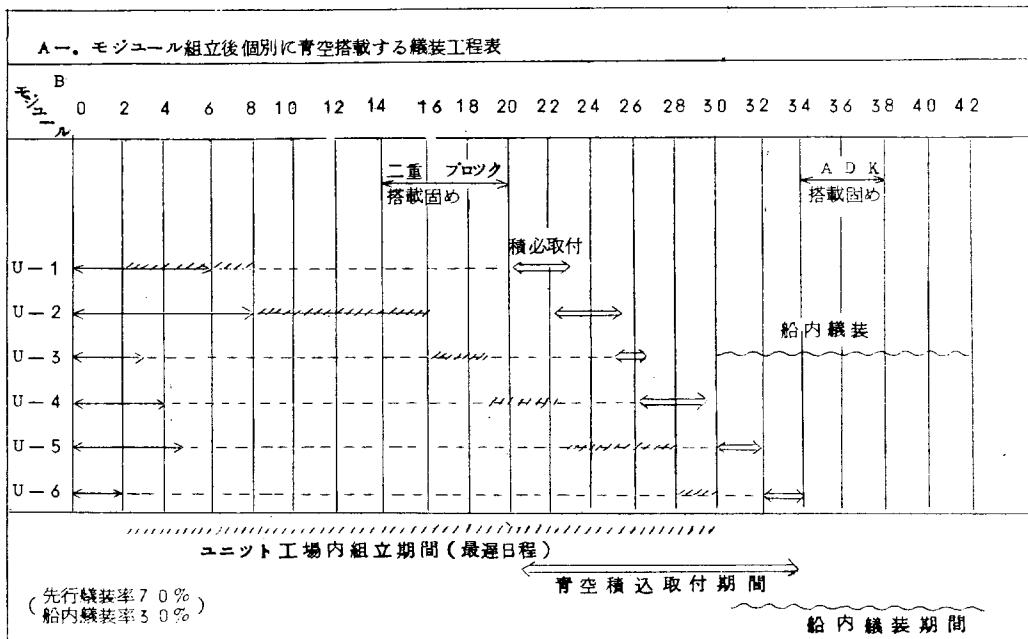
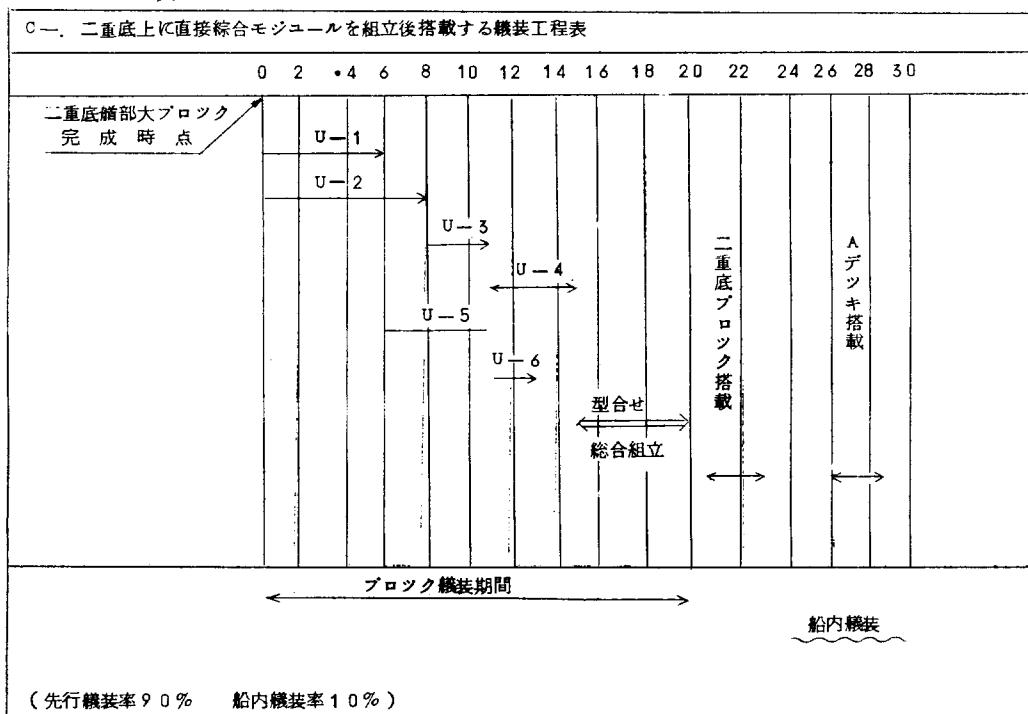


表 3.4.4.4



これらの組装方式を比較検討すると A, B, C の順に先行組装率は高くなるが、A, B 方式は、モジュール組みの日程時数は船殻工程に関与せず、組装独自の工程を組むことができ、C 方式は船殻工程にマッチングしなければならない制約がある。いづれの組装方式を探るかは各造船所の設備、方法によって異なるが、造研案の組装手順としては B 方式をとることにした。

(d) 機関室二重底まわりの船殻構造のあり方

二重底附近の組装し易い船殻構造について組装面からの条件を述べれば次の通りとなる。

(i) フレームスペース

各社の実績から見て、スペースは 900 mm とし、ウェブフレームは、4 × フレームスペースとして機関室全長にわたって一定としたい。これにより荷油ポンプ、海水サービスポンプ関係および復水ドレンポンプ関係の各モジュールが、後述の造研案の特徴を具備して整然と配置でき、組装のし易さに大いに影響する。

(ii) 二重底高さ

二重底頂板は機関室全長にわたって高低差を設けず、同一高さに抑えたい。勿論この高さは、主機連絡車装置据付部より船尾にわたる部分の剛性に対しては特別に考慮すること。

(iii) 二重底内部

内部はボイドスペースとして、止むを得ないタンク、例えば主機用潤滑油溜タンク、シナブリックス用潤滑油溜タンク、ビルジウエル、汚油集合タンクなどのみを設ける。ただし主機用潤滑油溜タンクは主機連絡装置内蔵形をタービン製造者に強く要望する。

(iv) 機関室内仕切壁

室内の配管配線を考慮して、トランスウォールは最小にし、ピラーによる構造が望ましい。

なお、ピラー付プラケットは、できるだけ小型のものが望ましい。

(e) 造研型の特徴

前述の記載説明で、部分的にはすでにふれてあるものも含めて、造研型の特徴をまとめると次のような。

保守、点検、取扱いが容易なこと。

(i) 二重底構造は頂板を機関室の全長にわたって一平面とし、従来船のことく高低の段違いは採用しなかった。また、二重底内には、例えば「汚油タンク」のごとく止むを得ないもの以外は設置せず「ボイドスペース」として残した。このため、構造は簡素化され、二重底の掃除点検および二重底上の付属諸管の保守等が容易である。

(ii) 補機のモジュールの組み合わせで、同一用途、同一傾向のものを「グループ」別に配置した。このため、取扱い操作は簡素化され、乗組員の習熟および行動範囲の便を計っている。また、これらのモジュールは左右舷を直線的に整然と配置され、前述の利点を一層増加させている。

(iii) 前述の各モジュールの弁類（例えば吸入弁、吐出弁など）はできるだけ床面に近い場所にまとめて配置している。この配置は、弁操作を容易にするとともに、従来の上下方向に布設される諸管をモジュールの床板下部にまとめて布設し、見透し範囲の拡大を計っている。

(iv) モジュールを構成する各機器、付属弁類と床板との間隙を従来のものに比較して十分に広く設計した。これは通路の直線部分ができるだけ長くするとともに、日常の機器類の監視が、据付ボルト、据付台の異常を含め、機器全体の漏油、漏水の有無の確認まで、床板上より容易にできる。

また、機器の一般の開放点検、小修理などの作業は、床板上既存の床板の撤去作業用床板の特徴をしに容易に行なうことができる。

(v) あらかじめ設定したモジュールの組合せで配置を構成している。したがって船主要艤などの早期把握が可能である。

(vi) また、構成機器の容量および台数などが変化するモジュールに対しては、造研型をモデルとして、各社において

て必要に応じ若干の変更を加えたものを数種社内標準として作成しておけば、機関室配置をほとんど変更することなく、モジュールの組み替えが可能である。

(f) 居住区形式の艤装に及ぼす影響

(i) 居住区の形式

居住区画が機関室区画の上部に位置を占める場合、居住区の形式は図3.4.4・2に示すようにエンジンケーシングを取り囲んで居住区を設けた、いわゆる「取巻型」と図3.4.4・3のごとくエンジンケーシングと離れてタワー型をしたいわゆる「独立型」の2種類に大別される。

この居住区形状とボイラ位置の関係につき、各社の状況をみると

居住区形状	船首ボイラ	船尾ボイラ
独立型	一	3社
取巻型	4社	1社（但し、将来は独立型へ）

となり、これから見る限り、居住区形状はボイラ位置と密接な関係があることが判る。すなわち、前壁がポンブルームケーシングで迎えられる居住区画の必要長さを考えると、ボイラ位置によってエンジンケーシングが決定される関係上、船尾ボイラでは独立型の採用が容易となり、逆に船首ボイラでは必然的に取巻型にならざるを得ないことを示している。

(ii) 艤装量比較

船首ボイラ取巻型居住区および船尾ボイラ独立型居住区の両者につき同一条件の下で二、三の艤装量の比較を行なってきた。すなわち、機関室と居住区の接触面積（略、防熱所要面積に比例する）、便管・排水管の接続数、清海水管の接続数等であるが、概略的に言って取巻型のほうが独立型よりその接続部の艤装物量が約50%多いという結果となった。

また、機関室全体の物量を8つのパターンについて算出した。このパターンは国内船および輸出船の船首ボイラ、船尾ボイラおよび造研型のセミ船首ボイラ配置のそれぞれに同一補機器を配置した場合を示す。

計算は電算機を利用した。この計算結果、機器配置により±7～10%の物量の増減のあることがたしかめられた。造研型配置は材料費・工費の合計が最小となることが確認出来た。

(iii) 艤装工事への影響

各社の設備、艤装方法等の相異により艤装物量だけをもって、艤装し易さの度合の判定を下すのは極めて危険である。ここに艤装物量とは直接関係のない下記観点からみた居住区形式の機関室艤装工事に与える影響の度合を調査してみた。

すなわち、作業環境、安全性、管理の難易度、作業自体の難易度、材料搬入作業等で、それそれが艤装工事にどのような割合を占めているかは判然としないが、現場サイドからみた艤装し易さの尺度には不可欠の諸要素である。

これら各要素ごとに調べて行くと、それについて独立型のほうが有利であり、総合的判定としては圧倒的に独立型のほうが優っているという結論となった。

(g) 機関制御室（コントロールルーム）の配置

コントロールルームの位置は、最近の「夜間機関室の無人化」を行なう船では次第に居住区に近づける傾向が強くなつたが、

(i) ボイラ付着の機側水面計の見える位置

(ii) 居住区に近く、主要補機（発電機、造水装置、給水ポンプ等）と同一フロアにあること

(iii) 機関室の中央部、すなわち、機関室内のどこにも平均的な近さをもつてること

(iv) 昼間の作業場である工作機械室を隣接させること

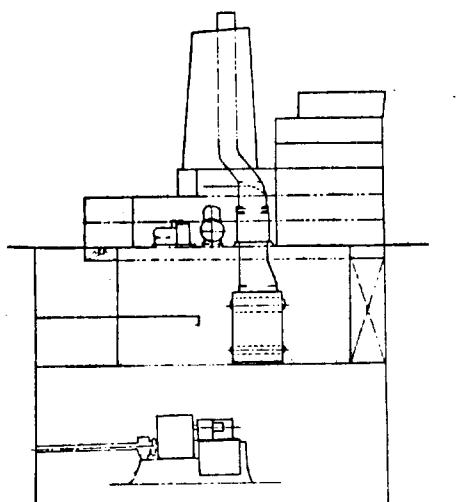


図 3. 4. 4. 2

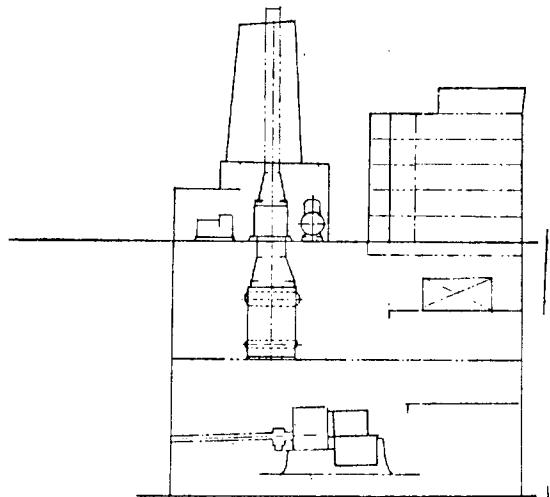


図 3. 4. 4. 3

等の条件から選ばれている。

コントロールルームの置かれる位置による物量の変動は主として電線長であり、コントロールルームが舷側にある時と縦側にある時と上甲板のすぐ下の C_{DK} と B_{DK} に設置されている時の差を下に示す。

コントロールルームの位置		電線長の比
舷 側	C _{DK}	1 0 0
	B _{DK}	9 4
縦 側	C _{DK}	1 1 5
	B _{DK}	1 1 0

機関室無人化の資格を有し Top firing のボイラを持った船では C_{DK} にコントロールルームを設けるのが標準となりつつある。

なおコントロールルームを 1 つのカプセル（またはゴンドラ）化して、地上で制御盤、配電盤等のとりつけおよび内装仕上げを完了した上で一括搭載する構想が省力の手段として検討されているが、重量の増加が大きく採用された例は少ない。

(b) 機関室内の ON DECK 配管法

最近まで船舶の機関室の設計のベースは、主として機関部員が機側で運転操作を行ない、機制の温度圧力計等を眼で確かめる定期点検作業を 1 日に数回行なう「有人機関室」の思想であった。然るに各補機の信頼性が向上し、運転操作・計測監視の一切が自動化され遠隔化される時代となり「無人機関室」への移行が現実に大きく進みつつある。

このように有人→無人への変化により、従来絶対に必要であった「通路」の確保の意義が薄れて来たのは当然で

ある。このため補機器の間をつなぐ管は邪魔物であり、デッキ裏に吊り下げる方式を一転して、従来の通路に管を導設し、その上に通路を設ける「ON DECK 配管」が採用されるようになって来た。

ディーゼル発電機の周囲、燃油清浄機、燃料ポンプ、モジュール、ボイラ、デッキ上および二重底等はこの部類に属し、従来からこの配管法を採用して来たが、更にこれを拡大し機関室の床上面をすべて配管に使用する試みがすでに大型船・中型船で行なわれている。この配管法の優位点、欠点を表 3.4.4.5 に示す。これも造船所の設備能力、工程の組み方、特に船殻のブロック建造法等によりかなり評価に差があるが、船内での高所作業を減らし配管作業の安全性を高める意味では無視できない利点を持っていることに注目すべきであろう。

表 3.4.4.5 機関室内 ON DECK 配管の利点、欠点

欠 点	利 点
1. 床板材料の重量増加 20万重量トンクラスで 35～40 TON	1. 高所作業（船内）の減少 a) 築装作業の安全性の向上
2. 補機台の高さが高くなり震動対策が必要	b) 足場組み作業の減少
3. 大ブロック工法が可能な工場では、パイプユニットを船殻と同等の扱いで搭載することになり、クレーン使用率が増える。	c) 能率の向上
4. デッキ上の塗装、スカッパー数が増える。	2. フランジの継付、手直し作業等が容易
5. デッキ高さが低いと通路が低くなる。	3. 設計は容易 a) スピードアップ（考え方やすい） b) 表示法が簡単
6. 歩行は難かしくなる。船の機関部員から嫌われ勝ち。	4. 舷縫の分離が可能 5. 地上作業化が容易

(3) 研究の結果および今後の問題点

ポンプ室および機関室の配置の研究を通じて最も大きな収穫があったのは、築装関係者の視野の拡大と、船殻関係者の築装に対する理解と協力が各社で急速に進展したことであった。設計面での「殻縫の一体化」は、現場における「殻縫の分離と一体化」を環境条件により柔軟に使い分け得る可能性を高めた。築装のモジュール化の推進は、今後の設計の作業の進め方に大きな変革をもたらす原動力となりつつあり、併行して研究された機関部の自動設計法を大きく前進させる原動力となつた。

「築装には標準はあり得ない」との考え方自らの首をしめていた元凶であったことを築装担当者が気付いた今日では、今後の設計作業に大きな省力の余地を見出すことができ、将来の「人手の要らぬ原動機を採用した機関室」構想に一歩前進して行くものと期待される。

今後の問題点として「進水＝築装完了」を目指して更に築装の合理化に努力しなければ、船の建造期間の短縮、および造船所の人員の削減へのネックはすべて築装にありと云われる懸念を残していることを十分自覚し、より一層の改善研究に努力すべきであると考える。

表 3.4.6 物量比較資料による纏装しやすさの諸要素

ハターン	A	A'	C	D	D'	D2	E	E'	E2	E3	F	F'
造船所名	K	K	K	I	I	I	H	H	H	H	M	M
配管系統	国内船	国外船	国内船	国外船	国内船	国外船	国内船	国外船	国内船	国内船	国内船	国外船
D E C K 配置	B C D		A B C	(A') B C		A B C	A B C(-D')		A B C		A B C	
C.O.P.T.型式	堅		堅	堅		堅	堅		堅		横	
缶位位置	船首		船首	船尾		半船尾	船首		半船首	同	船尾	
機関室全長	33,900		33,900	35,800		36,900	34,200		34,200	左	32,400	
二重底上全长	29,400		29,400	31,500		32,400	29,700		29,700		32,400	
主機(主コン)位置(APBM _b り)	19,300		19,300	20,650		21,300	18,200		18,300		19,900	
缶(S.H.出口)位置(APBHD _b り)	29,300		26,600	6,100		12,000	26,600		17,850	22,500	4,800	
D.B.高さ(B.L.より)	同		2,295	同		2,295	同		同		同	
A DK 高さ(B.L.より)	—		8,500	—		8,200	8,370		8,370		8,300	
B DK 高さ(B.L.より)	12,700	左	14,500	14,100	左	14,150	14,740	左	14,750		15,500	左
C DK 高さ(B.L.より)	18,000		19,900	20,000		20,100	19,300		19,350		20,900	
D DK 高さ(B.L.より)	22,000	—	—	—	—	—	—	—	—			
サード・ランプ・ビッチ (フレーム数)	44555555		44555555	333334343341		333334344445	33344444445		33344444445		3443334444	
サイドタンク壁位置(△より)	9,900		9,900	9,900		11,300	11,000		11,500		11,000	
有効床面積(m ²)	1,621		1,437	1,595		2,448	1,662		1,735		1,546	
Dist.W.T.位置	DK上船尾		DK上船尾	DK上船首		DK上船尾	DK上船尾		(DK上船尾)		CDK上船尾	
Control RM位位置	DK上船尾		DK上船尾	DK上船首		DK上船尾	DK上船首		(DK上船首)		CDK上船首	
(X)材料費(万円)	4,233		4,1021	4,193		4,666	10,803		4,727	4,206	4,580	4,583
(Y)工費(万円)	9,334		12,128	9,161		10,697	13,028		10,400	9,070	11,226	9,927
X+Y長(m)	13,567		23,149	13,354		15,363	23,831		15,127	13,276	21,838	14,507
Zバイブ重量(Kg)	66,043.0		75,426.5	63,692		73,325.5	80,846.9		4,771.9	3,612.1	4,089.9	3,398.8
X+Y (ton)	20.5		30.7	21.0		29.5	20.7		20.5	20.5	20.5	20.7
Z												28.0

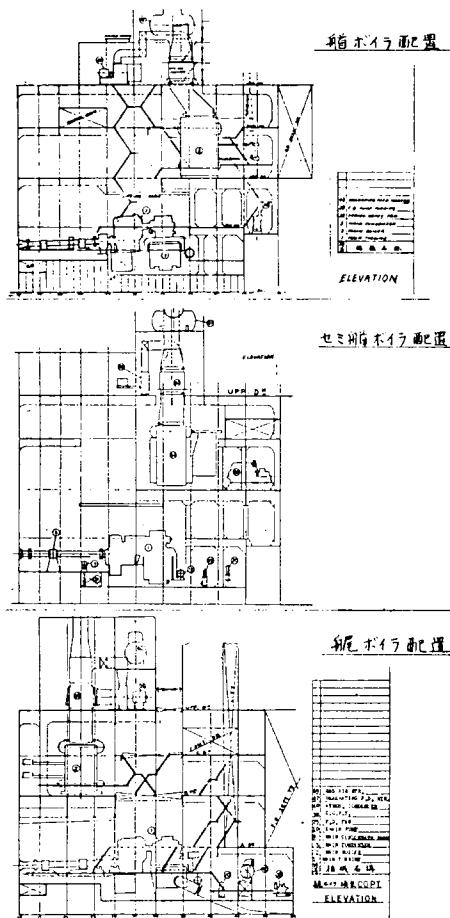
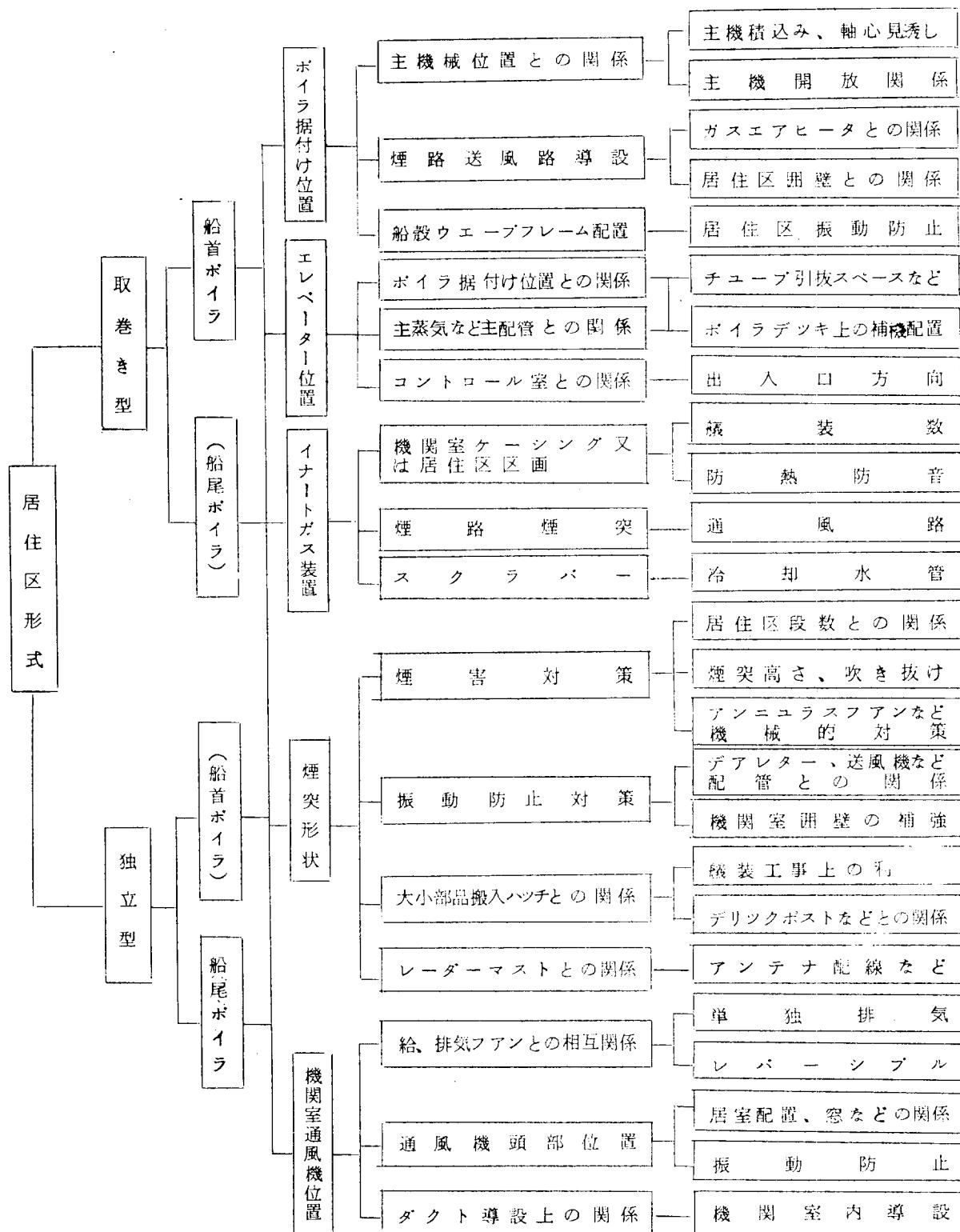


図 3.4.4.4 ボイラ配置と船数構造の比較

表 3.4.4.7 各ボイラ配置の特徴

項 目	船ボイラ	セミ船ボイラ	艦ボイラ	
1 船体目標に対する自由度	△	×	○	
2 上部構造の船殻との関連	×	△	○ *	
3 ボイラデッキの耐震設計	○	×	△	
4 機関室の物量	○	△	×	
5 操縦および保守のしやすさ	×	○	△	
6 コントロールルームの配置の自由度	×	△	○	
7 コントロールルームとつながり 電気機器への接続	×	○	○	
8 離度	×	×	○ *	
9 防音のしやすさ	×	×	○	
10 機関室の長さ	○	○	× 最も長い	
11 物 量	蒸気管の長さ 電線の長さ	最短(93) 最長(121)	中間 〃	最長(100) 最短(100)
注	☆ 1. 居住区の地上作業化がやりやすく、また缶関係工事と居住区工事が併行してできる。工数で5,000～10,000時間、日数で約10～14日縮減可能。 ☆ 2. 設計の出図も容易、居住区の設計が機関室側が決まらぬと進めにくいことが多い。			

居住区形式が機関室艤装に影響を及ぼす要因



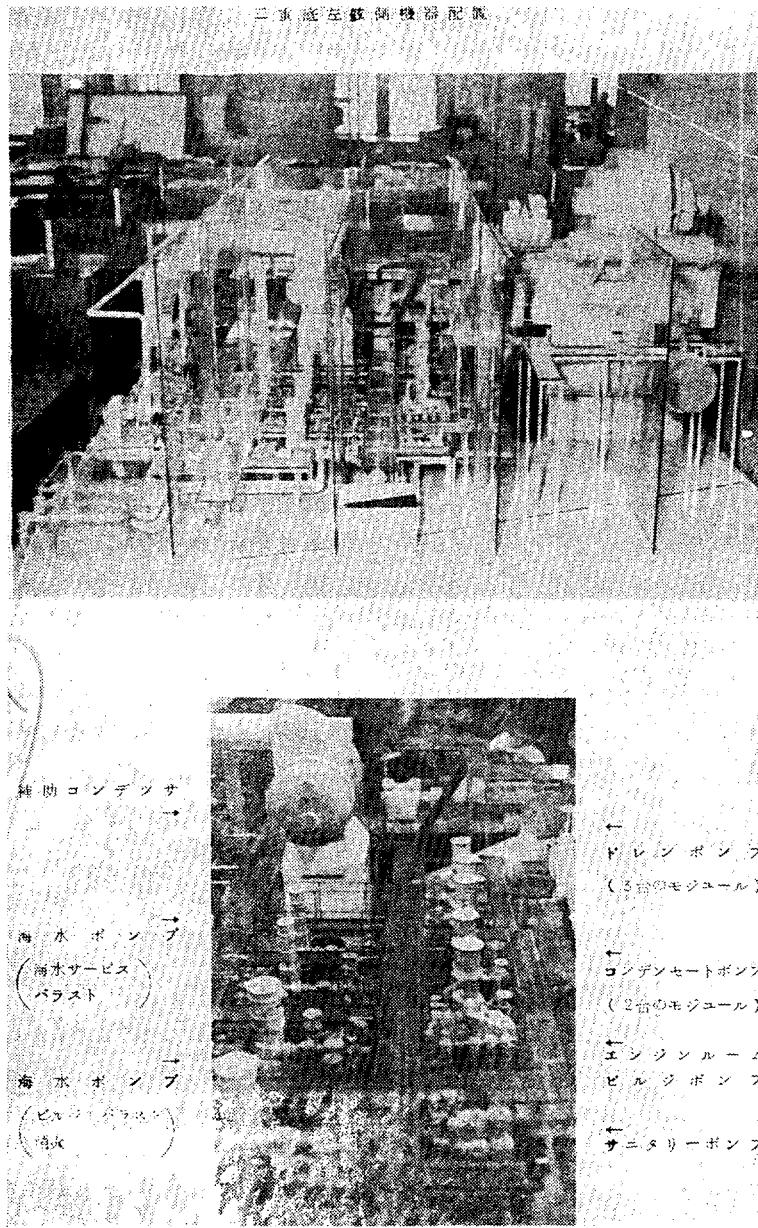


図 3. 4. 4. 5 二重底左舷側機器配置 (モデル)

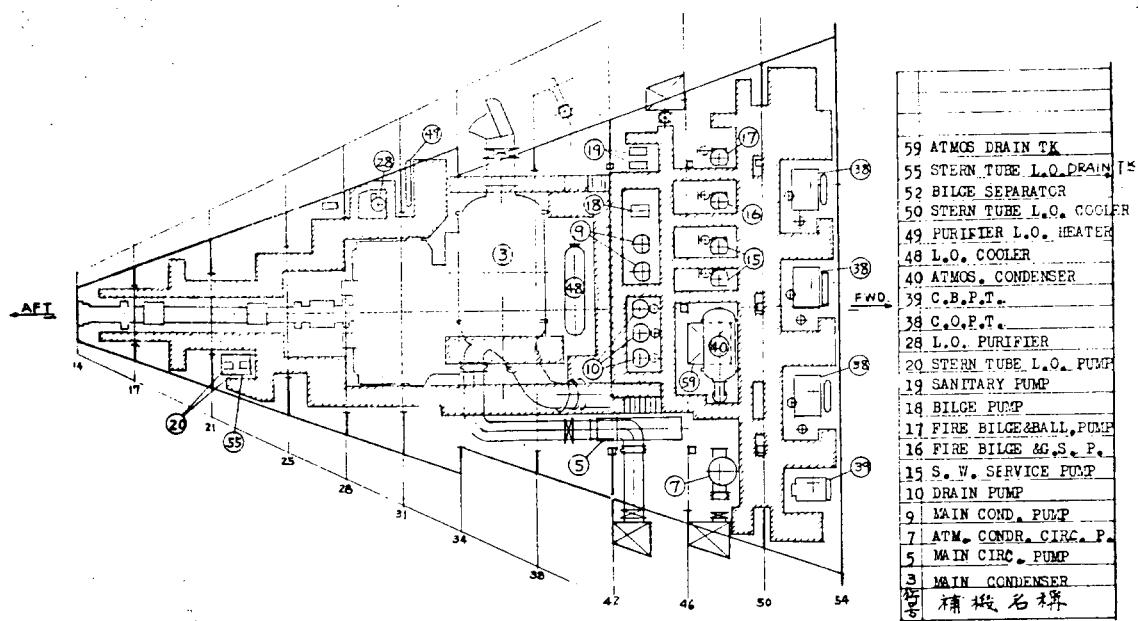


図 3. 4. 4. 6

艦ボウ 橫型COPT.
LOWER FLOOR PLAN

3.4.5 機関部の自動設計法の研究

(1) 研究方針

機関部の儀装設計のネックとなりつゝある配管装置図(パイプアレンジメント)の自動設計・製図を研究の対象として選び、各社が今迄難解にすぎるため避けて通った部分、特に残された問題点にとりくみ、各社の今後の研究を側面援助する狙いを持つこととした。

このため1社では出来ない基本計画段階から、管一品図の直前までを含んだ全体の構想まとめを行なうこととし、更に短時間で目標を達成するための共同負担作業方式を採用した。この作業を通じ、従来考え方の違いが理由でほとんど協業の行なわれ難いとされて来た機関儀装設計分野に新風を吹き込むことも併せ狙うこととした。

また、社外のソフトウェア専門会社に参画してもらい、プログラミングの分担および電算機の活用をはかり、日本国内で行なわれ難い設計作業の外部依存の方式に道を開くことを考えた。

時間的制約から自動設計の電算機プログラムは、その一部に止めるが、将来これの活用ができる状態まで整理をしておく。

(2) 研究の詳細

(a) 設計作業の現状分析と機械化項目の決定

自動化すべき設計作業の選定を行なうため、まず現状分析を行なうこととした。その結果を図3.4.5.1および2に示す。

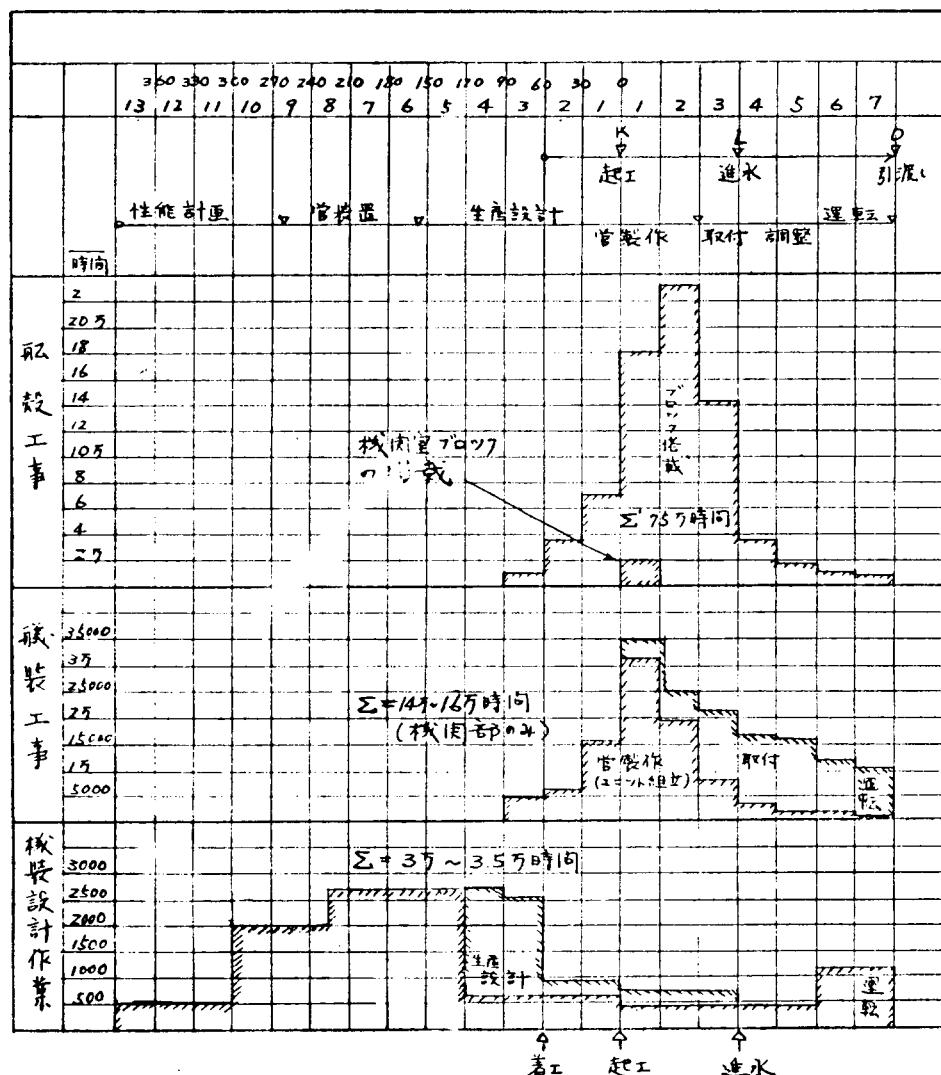


図3.4.5.1 設計および現場の作業時間の分布

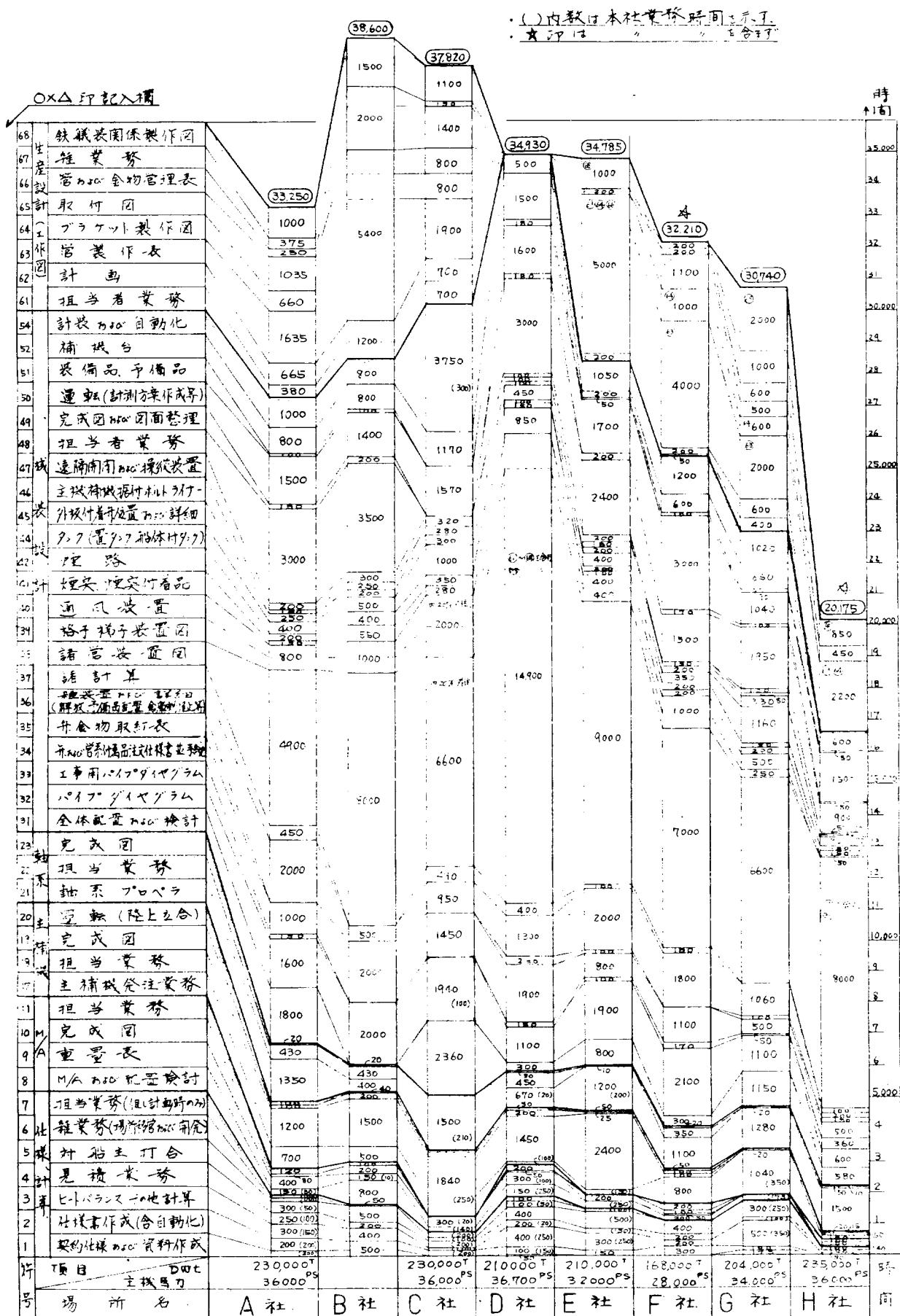


図 3, 4, 5, 2 S R 1 1 0 D - 3 機関部機器設計作業時間比較表

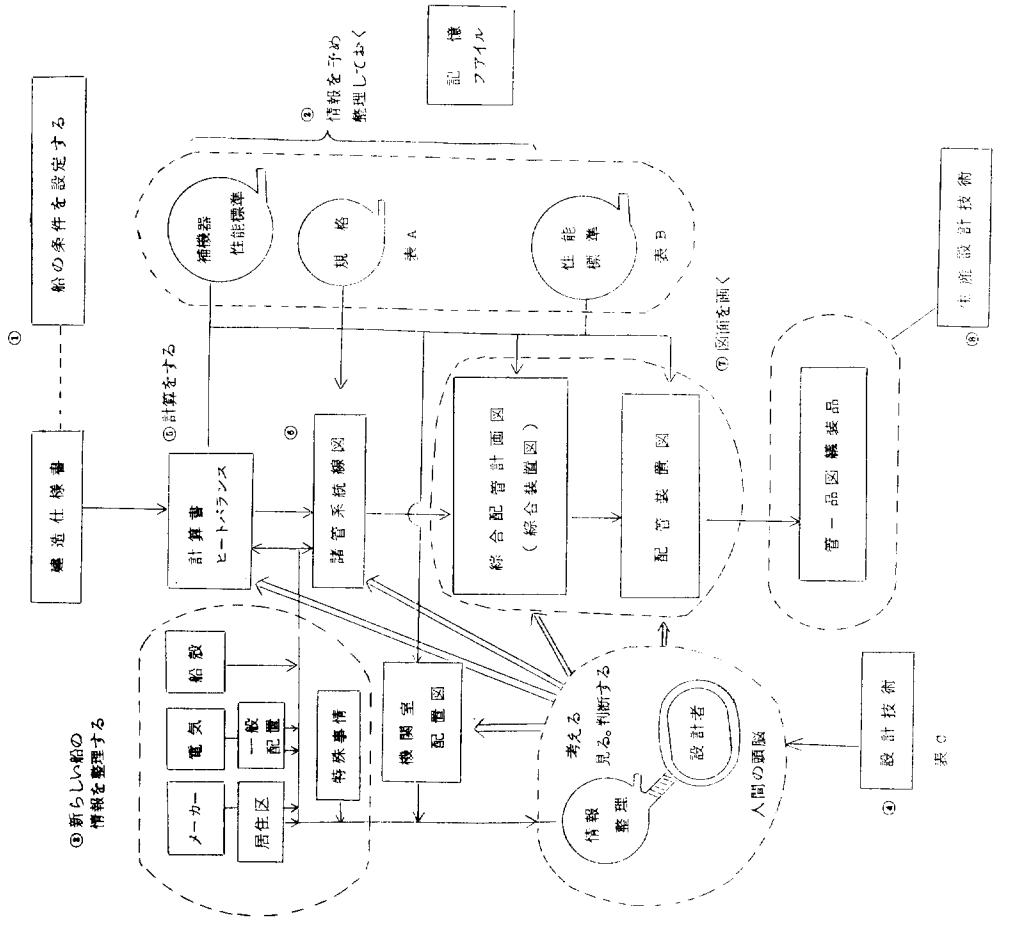


図 3.4.5.4 船の機関室の配管装置図設計情報の流れ

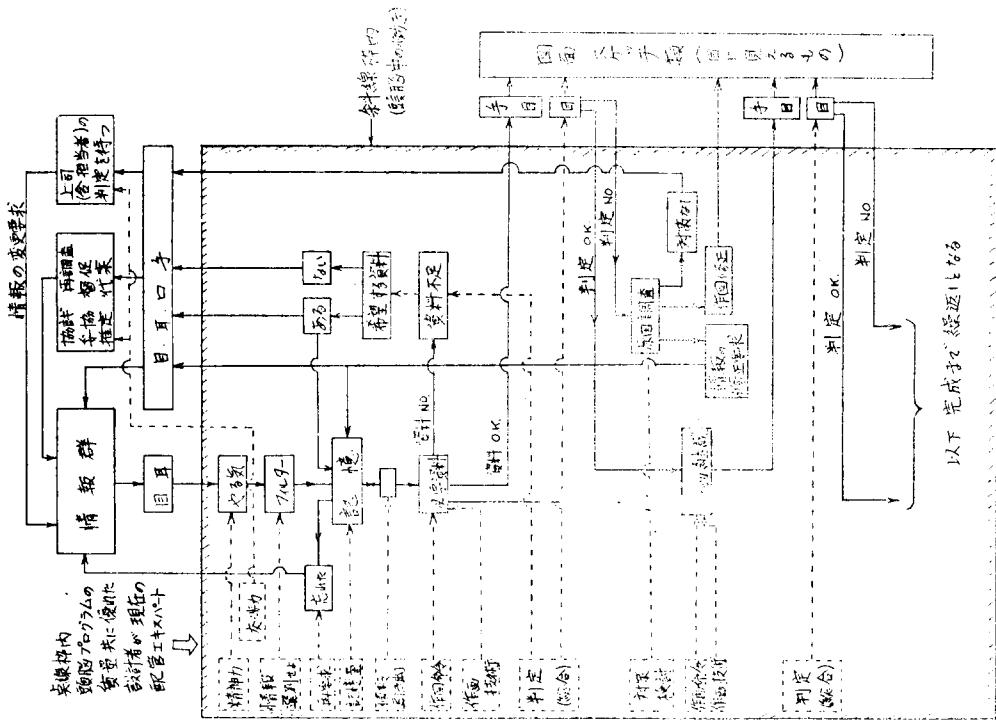


図 3.4.5.3 配管設計者の頭脳の動きの一例

表 3.4.5.1

表A 規格

	規格名	機械化の可能性 (%の多いもの程可能性大)				
		0	20	40	60	80
1	法規、船級協会規則 NK, LR, AB, NV, BV, JG, その他 BOT, セトロレンス, NSC 等も含む	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
2	関連工業製品規格 すべての関連工業製品に適用(但し一部は船海に決定することになりそう)	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
3	使用材料規格 JIS, 社内標準等 材料に関する一切の規格集	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■

表B 性能及標準

	項目	機械化の可能性 (%の多いもの程可能性大)				
		0	20	40	60	80
1	性能チェック 流速抵抗、熱応力、オリフィス、過度現象チェック、危急操作法など	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
2	諸計算 重量、管長	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
3	管当りチェック 座標を与えることによって可能である	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
4	コストの概算プログラム	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
5	設計標準 すべて配管に関する設計標準を意味する	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
6	配管の一般法則 簡単に表現すれば一つの「べからず集」で「エラー」のチェック用である	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
7	工作標準 工作中に必要なすべての情報である	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■

表C 技術 (エキスペートの持っているもの…整理して機械化の可能を探求したいもの)
である

	技術名	機械化の可能性 (%の多いもの程可能性大)				
		0	20	40	60	80
1	作画技術 紙などの部分に図面を入れるかに始まり 作図に関する頭脳	未 知	未 知	未 知	未 知	未 知
2	全体装置作図の計画者の意図 全体装置を作成時に配管の大略の計画が頭脳の中にある	未 知	未 知	未 知	未 知	未 知
3	各標準、法則に違反したときの処置 表A、表B中の各種の条件に違反したときの対策の思考と優先順序などの変更	未 知	未 知	未 知	未 知	未 知
4	当りの出たときの処置 管同士、保温、バンド、引抜スペース、分離等の当りに対する思考と対策	未 知	未 知	未 知	未 知	未 知
5	上司(担当者を含む)の判断を受けるものと、その処置 各種の問題が出て上司の判断を受けるような場合での決定の思考が主である	未 知	未 知	未 知	未 知	未 知
6	協議、妥協、推定、依頼、改正 船舶、その他他係、Y-カーブ、基本設計等との問題を生じたときの思考と処置	未 知	未 知	未 知	未 知	未 知
7	好み、美観 好み、美観の内容を探求する	未 知	未 知	未 知	未 知	未 知
8	MORALITY 意欲、協調性、自己主張、等々精神面の問題点の探求	未 知	未 知	未 知	未 知	未 知

この結果より次のことが明らかとなった。

- (i) 設計作業の総時間は8社とも30,000～35,000時間であり、延べ3,750～4,375人・日を要している。
(8時間=1人・日)
- (ii) 製図作業はほぼ起工前4～7カ月間に集中化する傾向があり、ピーク時には10～15人の設計者が必要となる。
- (iii) 設計開始は起工前14～10カ月で、起工時点では設計作業の80%は終了する。
- (iv) 現場工事は平均7カ月で起工—進水の4カ月間に機器製作の大半を終了する努力を各社とも続いている。
したがって、機器製作は、起工時点に二重底用の部品の製作を完了するよう工程計画が樹てられており、出図はこれを基準に日程が定められている。これが前記(i)～(iii)の理由となっている。
- (v) 設計作業時間の中、その40%は製図時間であり、さらにその40～50%が配管装置図の製作に費されている。
この結果、設計者の省力のために配管装置図の機械化をとりあげ、研究を進める方針が決定された。

設計者と電算機

機器設計に電算機を導入する場合は、先にも述べたように個別に判断する要素が多く、エキスパートが頭の中で反復試行する事が多いと予想されるので、与えられた条件を入力して1回の計算作業で単一解を得るシステムを作ることはシステム設計の点より困難であろう。また、出来たとしても常に最適の解を出すかは疑わしい。従って電算機の入出力はマン・マシン会話方式となり、個別の問題について計算を行なうことである。個別の計算自体は小さな計算と予想されるので電算機の一次記憶装置は大きなものを必要としないが、データ、計算プログラム、規格品データを貯えておく二次記憶装置は大きなものが必要となる。これ等の容量は、システムの分析により予想出来、また、入出力機器にはどのような特性が必要かも検討しなければならない。

電算機が計算、作図作業を行ない、必要な規格等のデータを表示するようになれば一般に必要な設計者は各係とも一人で良く、現状のように副担当者、一般設計者は不要となる。これ等各係一人の担当者が電算機を通して同一のデーターファイルを扱うことにより変更、協議の作業を行なうことになる。

一方、設計システムを運行するためのプログラム変更、規格の変更等を組み込むためのメンテナンス要員が必要となるが、これ等は電算機メーカーのプログラムメンテナンス要員の数等を調査して推定したい。

以上をまとめると図3.4.5.5のようなシステムとなる。

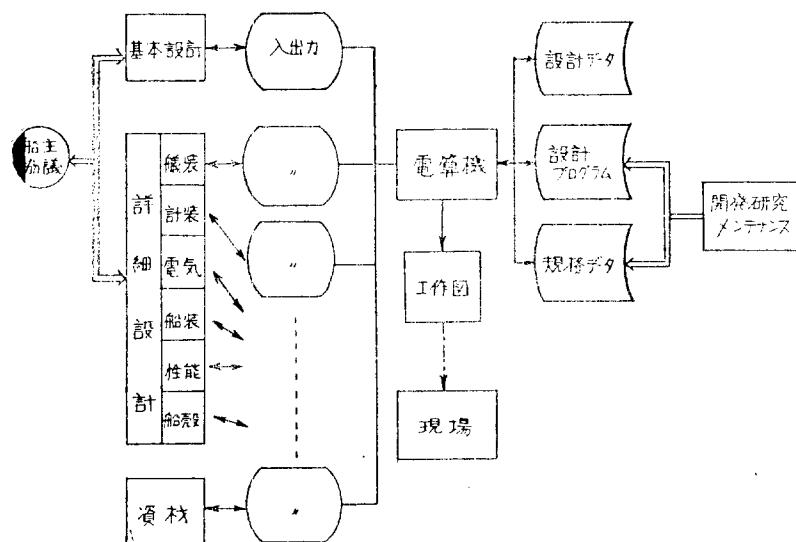


図3.4.5.5 設計システム

(c) 機関室配管装置図の内容の機械化方針

- (i) 機関室配管装置は単に配管のみを図示したものではなく、実体は総合装置図である。その中に図示されている

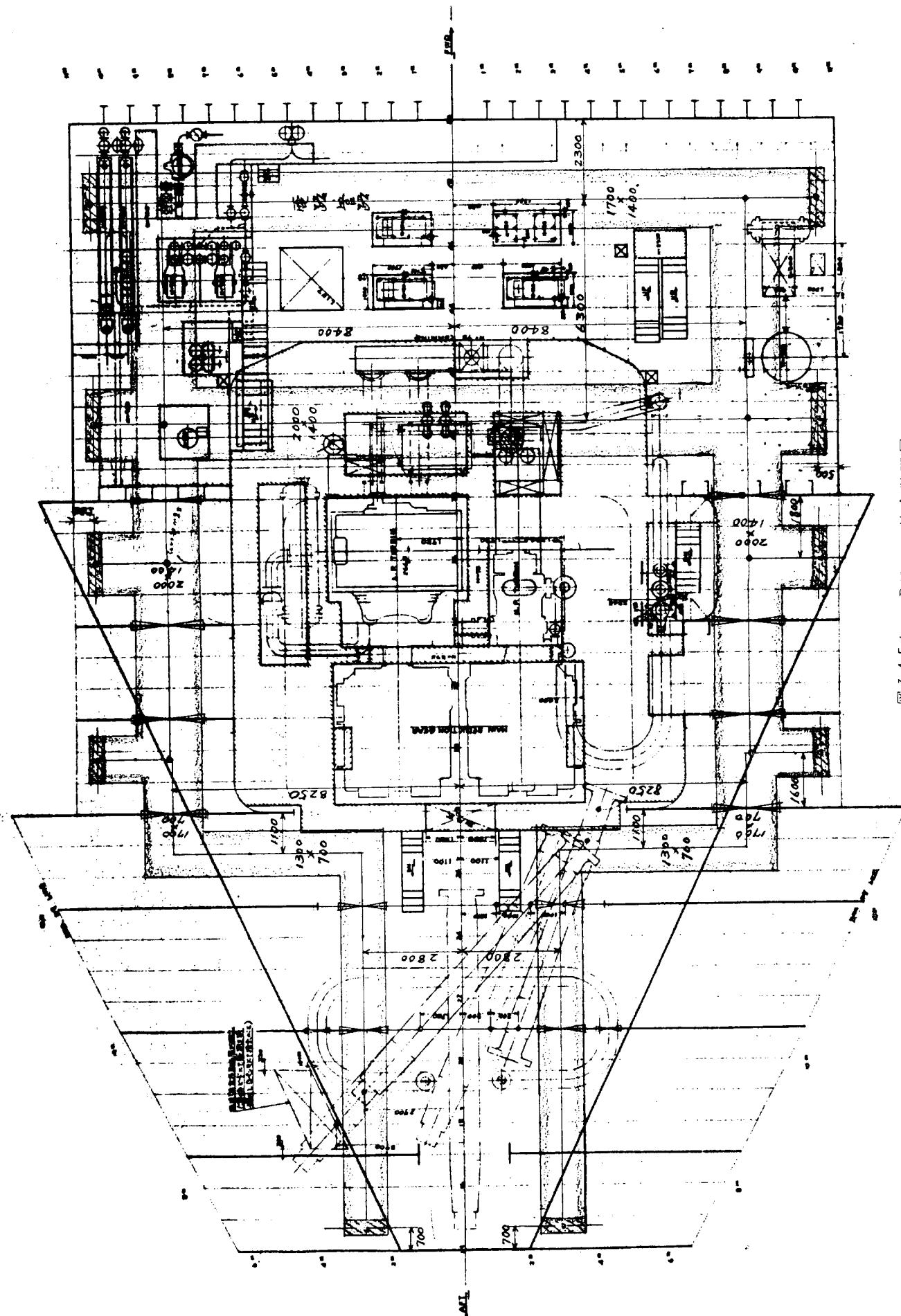


図 3.4.5.6 D テ ブ ナ 総 合 計 面 図

装置は、補機器を始めとして管装置、電路、通風装置、通路、床板、梯子、管路等あらゆる物を包含している。これを一枚の図面に同時に表示することは徒らに煩雑さを招くのみであるため、各社共これを数種の図面に分解して表示している。

従ってこれ等の諸装置の相互干渉を事前に十分調整することが大切であり、このために「機関室配置総合計画図」をまづ作りこれをキーに各装置図を作製する手法を基本とすることとした。

これは管装置図の自動設計に際し、管を導設することのできるスペースを設計者が「総合計画図」上で概略決定することを意味し、図面との対話による設計者の意図がここでまづ図面に織りこまれることになった。

図 3.4.5.6

- (ii) 更に機関室内の配置計画の中心はあくまでも補機器であるが、その位置の決定の大きさを要因である「取扱い、監視および保守の便利さ」等は、定量的な数値で表現することは極めて困難であり、電算機に記憶させるには图形として認識させる以外にない。従って補機器およびその性能を發揮するのに必要な管・弁装置等を一切まとめた「補機器モジュール」を作り、これを black box として扱うこととした。
- (iii) 船殻構造は基準面であると同時に「障害物」として扱い、特に管が貫通する「切あけ孔」は、設計者が予め指定することにした。この他、主蒸気管等の膨脹ループを持った管、発電機タービンの大口径排気管、通風路、梯子、電路等もすべて障害物として扱うこととした。
- (iv) 配管は艤装のしやすさを考え或る程度束ねた形にまとめることを前提とし、これを「管路」と名付けた。管路はなるべく直線的な形をとることにし、これにより管の曲げを少なくすることを考えることにした。
- (v) 電路も予め設計者が指定することとしたが、管路は極力船殻の部材の中を通さないことを原則とし、電路も同様の思想で扱うと管路および電路が上下に重なることが予想されるが、管フランジからの漏水によりケーブルが濡れる懸念もあり、また艤装作業の重複を避ける意味からも設計者の眼に依る配置調整を行なうこととした。

(d) 自動設計プログラムの基本構想

前述の検討結果を総合して、自動設計の基本的な考え方を討議の結果次のように決定した。

- (i) 自動製図の範囲は配管に限定する……インプット負けしない。
- (ii) 機関室総合配置計画図を作製するまでの所謂基本計画作業はすべて人手で行ない決定をしておく。
- (iii) 配管装置の作製手順を次のステップに分ける。

ステップ1 …… 管路の決定
ステップ2 …… 各管路に通す管の種類・本数を決める
ステップ3 …… 管路内の管の配列(上下・左右)順序と位置を決める
ステップ4 …… 各管のフランジ割りの決定

- (iv) 管路を決めるために必要な下記データは、予めデータファイルとして別個にまとめておく。
 - 1) 船殻形状 …… できるだけ船体設計用データを流用する。
 - 2) 主機・補機器モジュールの大きさ、諸管との接続位置
 - 3) 管系統線図 …… 管の始点および終点の情報
 - 4) 障害物の形状・位置 …… 通風路、梯子、吊揚げ装置等
 - 5) 艤装方式 …… 障害物の一種に置換または制約条件の優先順序に置換えて表現する。
- (v) 研究の主体を時間的な制約からステップ1～4までの全体構想のまとめおよびステップ1および2の詳細の決定までとする。
- (vi) プログラミングは自動製図機とのつながりを考慮し、ソフトウエア会社にすべて依頼する。
- (vii) プログラムは各社の電算機で使えるよう conversion の容易さを考え、FORTRAN で組む。
- (viii) 各社よりインプットデータをソフトウエア会社に送付し、委託計算が可能な方式とする。

(ix) 各ステップ毎のアウトプットは極力図面表示可能なものとし、作画プログラムはソフトウェア会社の既存ルーチンを利用することとし、作画プログラムの作製を簡易化する。

(x) 各ステップ毎のロジックの作製は8社が分担して行ない、ソフトウェア会社もこれに協力する。併行作業方式でスピードアップをはかる。

(3) 研究の結果

(a) 自動設計によるメリット

現在出来上っている電子計算機を製図に利用する限りにおいては大巾な人員の節減は望めない。すなわち、製図作業は前述のように設計者が画像を見て判断し、即座に画像を修正しつつ自らの理想と考えるイメージをまとめ上げるステップであって、設計者の意志と画像との一対一の応話が必要である。

電子計算機も近い将来 [インプット] → [画像] → [画像の修正] → [インプットの自動修正] が行なわれるようになることは十分期待できるが、現状ではこの画像を任意に自由に修正し、その結果をインプットの修正にひきもどす手法は不完全である。このことは画像の内容を理解できる電子計算機がない限り省力そのものはかなり困難であると云ってよい。

ただし、電子計算機の持つ超高速度と、記憶、単純計算能力とをフルに活用することにより、次のようなメリットは十分期待できることが確かめられた。

(i) 繊装装置の製図期間の短縮 …… 約1カ月

設計者	8人 × (2.5～3カ月)	→ 6人 × (1.5～2カ月)	50%減
		全設計時間比	7%減

(ii) 設計ミスの削減 → 現場手直し作業の削減

設計者 + 現場作業者 延べ …… 3人×2カ月／隻

(iii) 熟練した設計者の集中的不足の解消

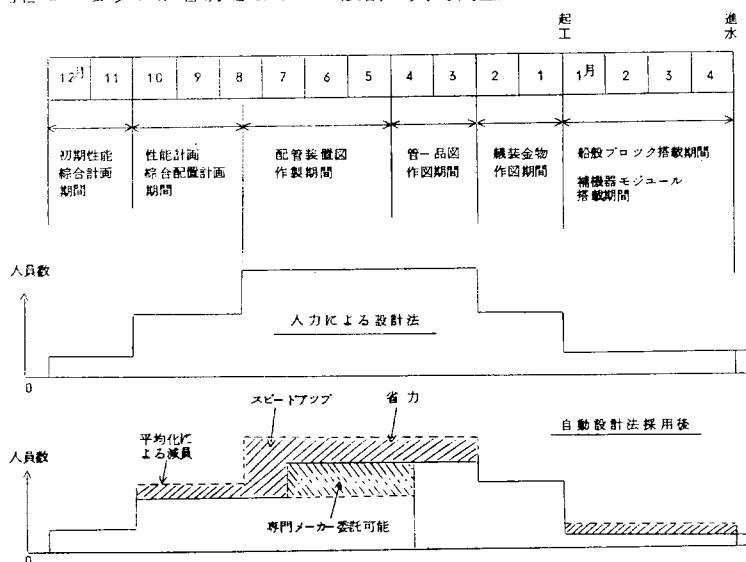
2人×4カ月／隻

1～3の省力人員 10～12+6+8=24～26人・月／隻

その他のメリットとして

(iv) 標準化、モジュール化による個人差の削減と共に伴なう品質の安定性向上と設計ミスの削減

(v) 管装置図の内容のチェックが容易となる → 設計の質的向上



8. ただし次の増員要素の処理は必要である。

- i) プログラムのメンテナンス要員 } 5～6名
- ii) 情報データファイル作成要員 }
- iii) パンチヤーおよび電算機運転要員
- iv) 電算機使用料

- (vi) 一時的な設計者の集中化の解消 → 安定した人員計画可能
- (vii) 社外専門メーカーでの委託製図可能 → 外力の活用度の拡大
- (viii) ただし次の増員要素の処理は必要である。

- (1) プログラムのメンテナンス要員 } 5~6名
- (2) 情報データファイル作製要員
- (3) パンチャーおよび電算機運転要員
- (4) 電算機使用料

(b) プログラムの概要

(i) プログラム作成上の条件

(1) Program Language

各社で共通で使用するので、各機械特有の用語はなるべく使用しないで STANDARD で処理すること。止めを得ない場合は CONVERSION が容易になるよう予め考慮しておく。

現在の使用機種

IBM360 (or 370)	※(1) 三菱長崎, 三井千葉, IHK, 住友, NKK, 佐世保	※(2)
HITAC	日立	
FACOM	川重	

※(1) 三菱系各事業所は機種が夫々異なる。

※(2) 佐世保は近々変更される見込（機種未定）

(a) 各 step のプログラム構成は自由に全体使用、部分使用が可能なることを前提とする。

各造船所が将来このシステムに追加、接続するプログラムも容易に出来ることを考慮しておく。

(b) 最大 256 K 程度の計算機容量を対象とする。

(c) 作画機はザイネティックス (XYNETICS)、最大速力 60 m/min を第一対象機とする。

(d) 使用文字 (INPUT, OUTPUT)

英文字、数字、記号類とし、「カナ文字」「漢字」は使用しない。

(e) 座標 (X, Y, Z) の定義は次の通り。

X 艤艉方向

Y 左右舷方向 (左舷 + , 右舷 -)

Z 高さ方向

(f) INPUT, OUTPUT で各モジュール、管路等の位置設定条件としては従来の設計慣習である「何番フレームより艤 (もしくは艉) に何 mm 」、「左舷 (もしくは右舷) に何 mm 」、「何 DECK より上に (下に) 何 mm 」の表現を使用する。

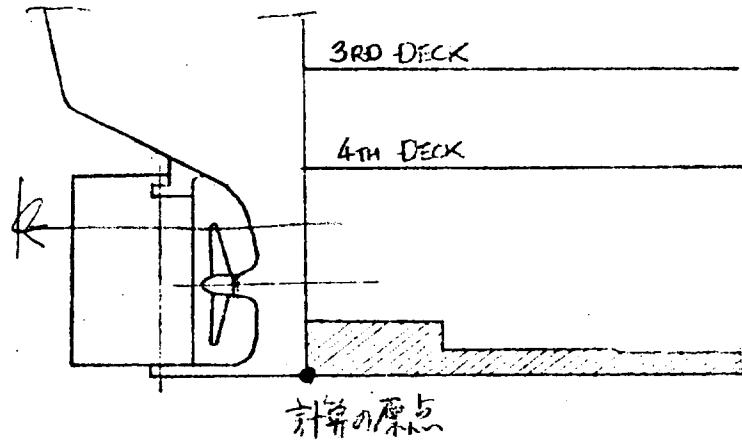
(g) 計算機内の計算原点は KEEL TOP LINE 上で機関室艉の BULKHEAD の交点とする。

(h) DATA 数予想

- | | |
|------------------------------|--------------------|
| 1. モジュール数 (大小合わせて) | Max. 200 |
| 2. 障害物数 | Max. 300 ~ 400 |
| 3. 管の起点終点 (モジュール内のものも含め) 数 | Max. 1,000 |
| 4. 管の分岐点数 | Max. 300 ~ 400 |
| 5. 管路の Node 数 | Max. 1,000 ~ 1,200 |

(i) 作画は「一角法」とし造船界の製図慣習を適用する。

(j) 図面の縮尺 (SCALE) は自由に選定出来ること。



(ii) 基本設計が済み各造船所で機関室の総合計画図が出来上がったあと、パイプアレンジメント作成を電算化する。そのプログラムの主要流れ図を図 3.4.5.7 に示す。

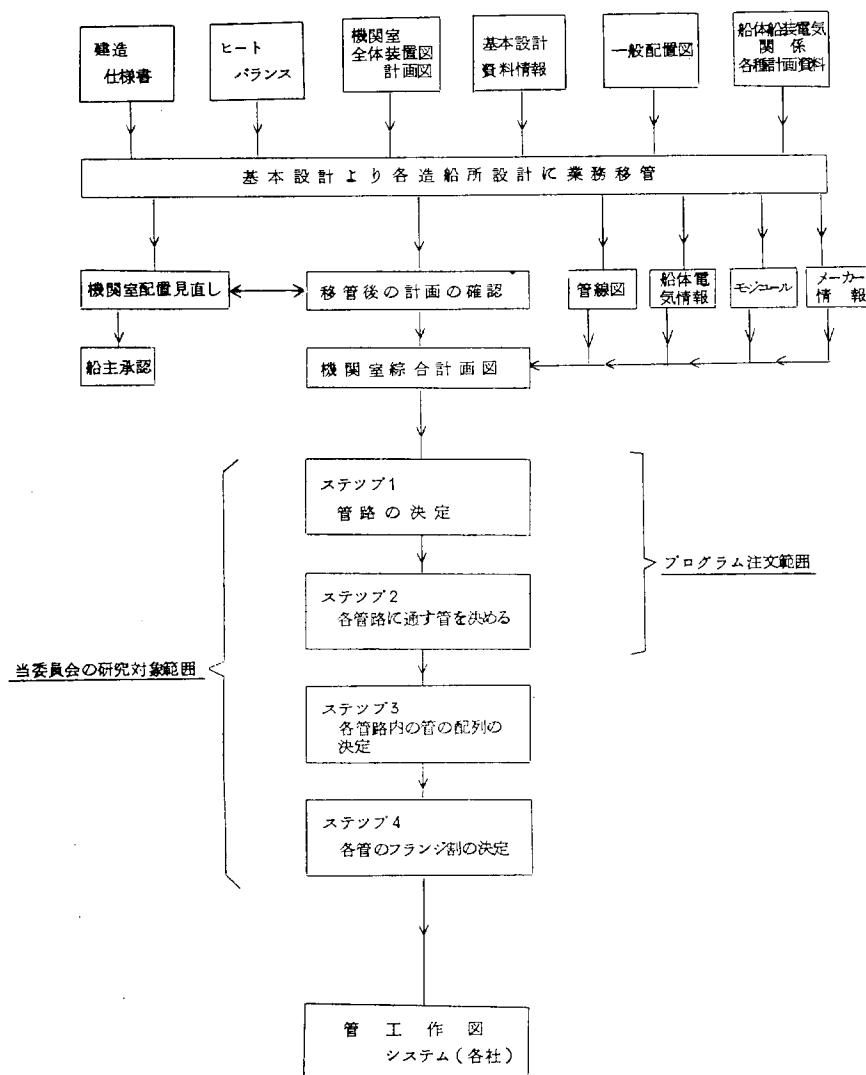


図 3.4.5.7 プログラムの主要流れ図（機関室管装置に関するもの）

(iii) 自動設計の各ステップごとの要点

(1) ステップ1の要点

船殻構造および主補機器等を管路の障害物データとしてインプットし、「管路を通せる空間を探し出す」プログラムである。この段階で設計者が入手している図面および情報は次のようなものである。

イ) 船殻基本図… $1/100$ 縮尺, ロ) 各種補機器の外形図, ハ) 機関室配置図… $1/100$ 縮尺, ニ) 主要管系統網図
管路を通せる空間を求める方法は、機関室をある大きさ(通常200mm)のます目に区切ってそのます目を単位として、艦船方向または船体方向に直進し最初に障害物にぶつかるまでます目の数をかぞえ、そのまま目の数の多さによって管路と管路の節(ノード)を求め、そのノードとノードを結んだところを管路とする。

ステップ1のアウトプットとして図面およびリストを出す。

図面の内容 …… 船体外形線、フレーム線、フレーム番号、管路の図および番号、ノードの図および番号、モジュールの位置および基準点

リストの内容 …… 管路(スパン)の番号、長さ×高さ×巾、節の番号と位置、モジュールの大きさおよび位置、インプットエラーリスト

ステップ1のフローチャートを図3.4.5.8に示す。

(b) ステップ2の要点

ステップ1で作られた管路網に管線図のデータと共に管の起点、終点をインプットして管を通すプログラムである。なお船殻情報および障害物データの補足を行なう。配管のロジックの概要は次の通りである。

- 管の始点、終点より指定された方向と角度内にある最も近い管路を選び出す。(サーチライト方式と云う)
- 管の起点および終点を中心として、接続すべき管端(複数個)を直線で結び、口径の大小を考慮してベクトル解析し、ベクトルの高い方に向って管の導設をする。(ベクトル方式と云う)
- 繊装しやすさを考慮した式であらわし出来るだけ指定した主管路を通すようにする。(等値方式と云う)
- ステップ1で決定された管路は高さ巾が決定されているので、管路の占有可能率によって通る管の数を制限している。

ステップ2のアウトプットとして図面とリストを出す。

図面の内容 …… ステップ1で出した図と同様

リストの内容 …… インプットエラーリスト、管経路データ、スパンテンタ、立管路データ、布設不可能管のリスト、迂回管データ、管路修正データ

ステップ2のフローチャートを図3.4.5.9に示す。

(c) ステップ3、4の要点

この領域の詳細は今回の研究の範囲外であるが、ステップ1、2のプログラム構成の基本条項におりこむ条件を求めるため構想をまとめた。

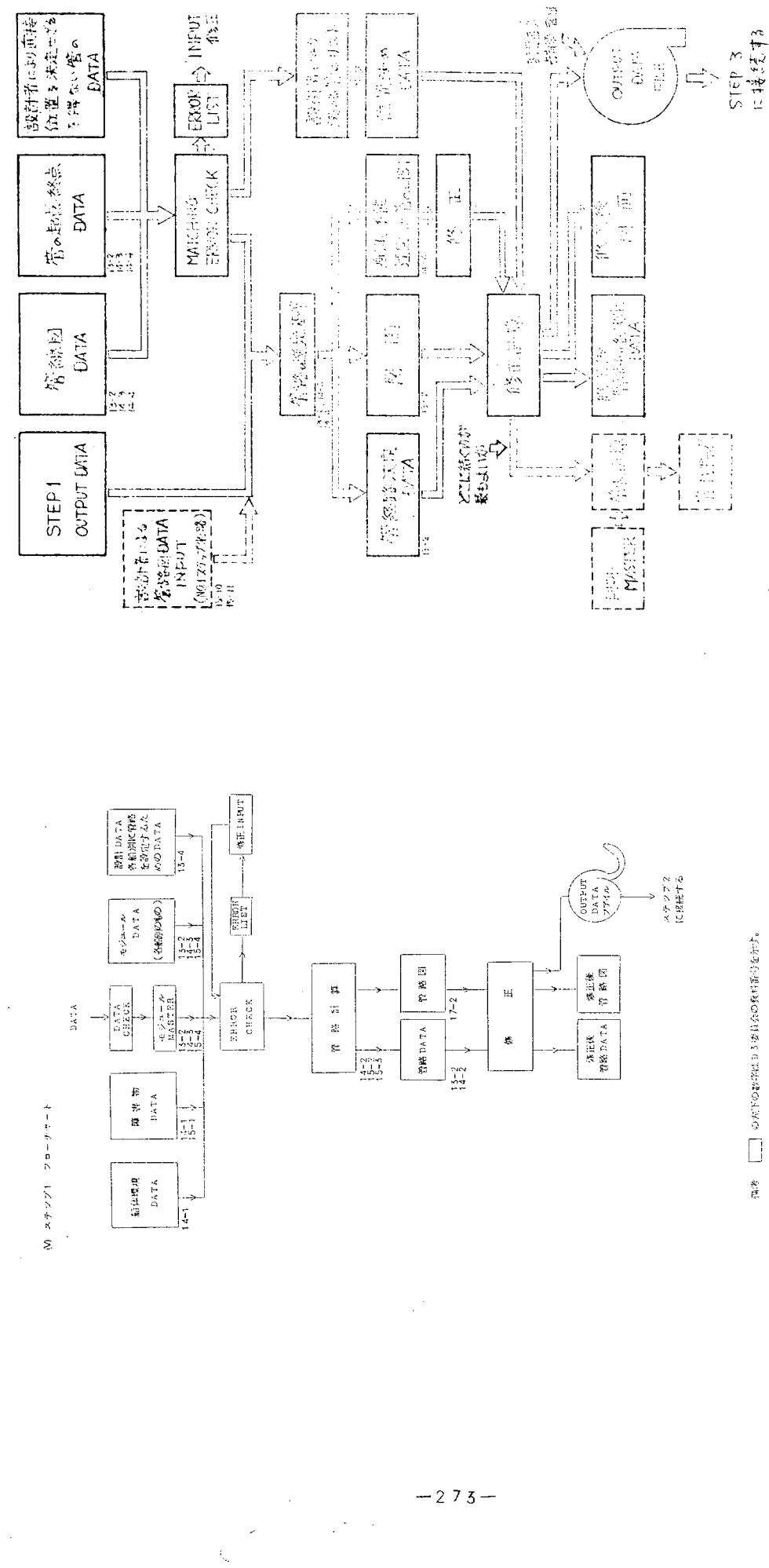
ステップ3は管路内を通す管を最適に配列するプログラムである。このロジックは次の通りである。

- 管路内の管相互の干渉表を作る。
- 各管に優先度を付け干渉表より優先度順に干渉のおこらない管部を選び出す。
- 干渉表を参照して管相互の左右位置を決定する。
- 直進管を基準にして管の座標値を決定する。
- 管路巾をオーバーして配置していないかをチェックする。
- 曲り部で管同士が当らないかをチェックする。

ステップ4は管の法兰ジの位置を決定するプログラムである。最後は既製の管一品図作画プログラムにつなぐことを原則としている。このロジックは下記の通り。

- 標準管長5.5mの直管の利用をベースにする。
- パイプモジュールを作るように分割する。
- 船殻ブロックシームに対応した割り方をする。

ステップ3、4のフローチャートを図3.4.5.10および11に示す。



STEP 2 FLOW CHART

□の下の数字は、3委員会の残科番号を示す。

四三

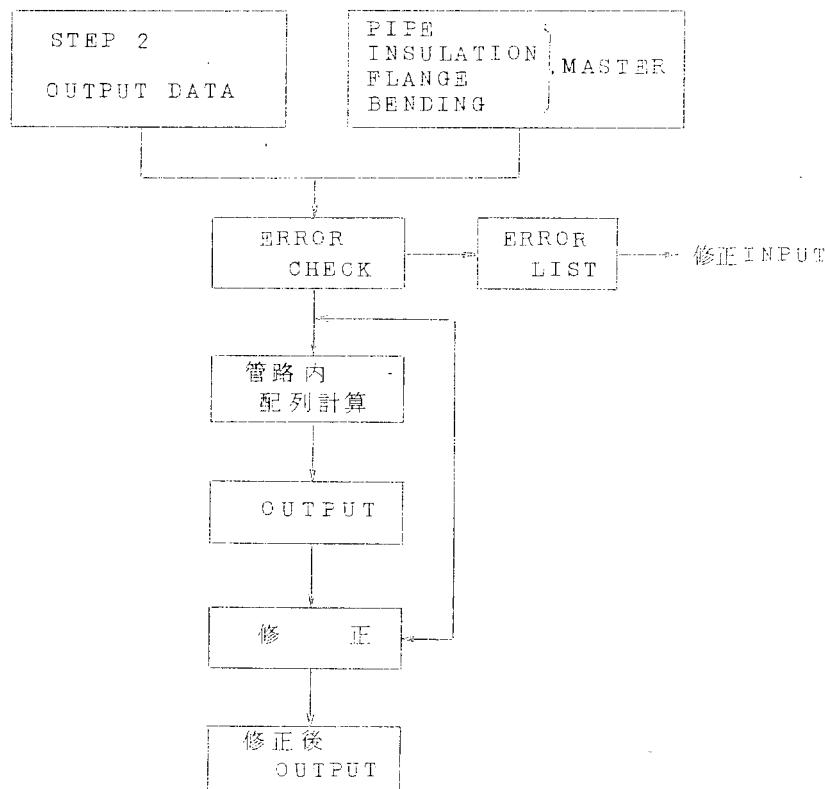
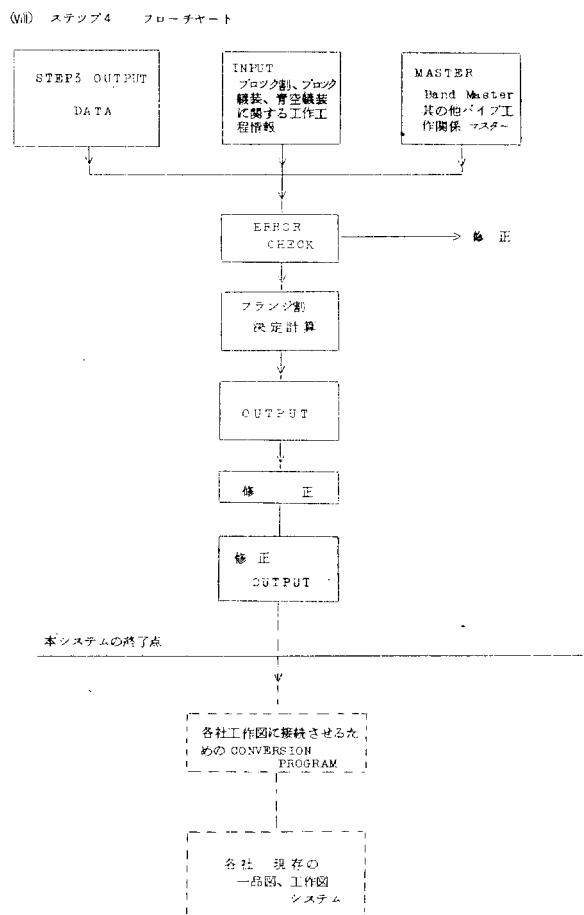


図 3.4.5.1.0 STEP 3 FLOW CHART



備考

左下の数字は D 3 委員会の資料番号を示す。

図 3.4.5.1.1

(4) 今後の問題点

- ・ 以上のような膨大な作業が短時間の間に完了したことば、関係各社の委員および若手ワーキング・グループ・メンバーのすさまじい推進力に負うところ甚だ大である。
- ・ 今まで最も近寄り難いとされていた配管装置図をモジュール化を前提とした解析により、かなり易しい形に理解でき、処理可能になったかに見えたが、実際にプログラムを作る段階にならてみると、設計者が物や図面を見て瞬間的に判断を下す所謂「パターン認識機能」の偉大さの前に確々感心させられるケースが続出しづつある。この解説には今後もなお多くの時間と入手を要するが、どう見ても1社の力のみでは製図者の満足の行くプログラムに仕上げることは不可能に近いことも確認できた。
- ・ この作業の完成はこれからであり、これまで進めて来た協同研究の成果をこのまゝ中断することは誠に惜しいことであり、今後共同等かの形で継続研究することが望まれる。幸い本研究を担当して来た各社共これまで積極的な姿勢を示されたことは喜ばしいことであるが、このような共同の利益に向ってCompetitor同士が競業することは造船界にとって非常に有益であり、各方面からの援助を強く要望しておきたい。

3.5 組織小委員会の研究内容とその結果

3.5.1 検討方針

「造船所のアシマンド化の研究開発」のためのジェネラル・サーベイの結果から設計部門について今後検討課題すべき項目の一つとして「近代化に対応する設計のあり方」という課題が選出された。この問題は船体の大型化、工場設備の近代化にもとづく建造方法の革新および人件費の昂騰等に対応するため設計部門についても、その組織および業務内容について近代化を計る必要がある。

加えて現業部門の節労を計るには、設計の作業が大幅に増加すると予測されるので設計要員を機械的な繰返し業務から開放することがどうしても必要となる。これらの見地から設計の業務内容を検討し、設計機能の分割方法を再検討するとともに今後大幅に導入が予想される設計製図の電算化・自動化に応じた設計のあり方について次章のとく検討を進めた。

3.5.2 検討方法

昭和44年度はディープ・サーベイとしてアンケートによる各社の現状調査を行なった。当然のことながら各社の実態、考え方も社内事情により様々であったが、造船所の設備がN/C化されたときの本質は変わらないものであるからその本質をとらえてフリーな立場で検討することとした。45年度はこれらのアンケート結果から年間5~6隻の巨大船を建造している工場設計の実態把握、現状分析を中心に、設計の組織と業務、設計図面のあり方、設計における電算機の利用、設計の管理等について、主としてシステム分析的に調査を行ない近い将来の設計のあり方について検討した。

その限りにおいては生産設計あるいは生産技術まで含めた設計の業務は拡大する方向にあり、これを能率よく消化することはなかなか容易なことではない。そこで46年度ではデレタ・ペニス・システム等電算機のより高級版ソフトウェアが使用できたとして電算機、自動作画機の飛躍的利用が可能になる場合の設計のあり方を検討することにした。

しかしながら設計全体を通じて投入されるデータ量は膨大な量であり、たとえ電算化にだよらなどしても、一船ごとにこれを処理してゆくことでは困難が予想されるので、前年度までは考慮外とした受注システムまで含む先設計システムを、システム設計的な立場から検討することとした。すなはち、受注→設計→施工→販売までの流れをいかに最適化するかが、すなわち実現可能な理想像である『標準船建造方式』の問題をとりあげた。これは設計のみならず現業の生産性を向

上させる残された唯一の道と考えられる。

また設計におけるデータ・ベース・システムとグラフィック・ディスプレイを利用した設計モデルとして、船殻設計関係をとりあげ使用者側の立場からその使用方法、使用範囲等を検討した。

設計システムの問題を取り扱うのにあたって、設計という言葉の使われている業務内容 — 例えば基本設計、詳細設計、見積設計、機能設計、生産設計等 — はいろいろあるが、その内容は各社によって種々相違があるので、設計の出力情報である図書類の分類から始めた。この分類によって次節に記載するように設計の業務を基本設計、詳細設計および生産設計の3つに区分した。

ここで一般に基本設計という時は見積設計を含み、基本図、計画図の作成を行ない、予算の算出、大物外注品の発注を行なうまでの設計業務をさし、詳細設計とはそれ以降の装置別の詳細図の展開をさし、生産設計とは取付図、一品図および作業管理の作成以降をさすこととした。しかし、各社の実態に従ってこれらの用語を使う場合はその限りでない。

3.5.3 検討結果

(1) 設計の組織と業務

(a) 現状の設計組織と業務内容

典型的な多品種少量生産の造船工業の設計は一船ごとに基本となる資料の作成にあたるが、その機能を抽象的に表現すると次のとくいえると思う。

- 1) 設計は船舶建造の情報源である。
- 2) 契約上保証する船舶の機能の基礎をつくる責任がある。
- 3) 設計活動は上記の品質を確保するとともに目標とする原価で建造しうる基礎をつくる責任がある。
- 4) 設計は上記の設計活動を実行するために常に技術の向上、設計および部品等の標準化、設計技術、情報の管理、検索の効率化を計る必要がある。

これを具体的に設計という言葉の使われている業務の内容をその出力情報をもとに機能組織図的にしめすと図3.5.3.1のごとくなる。

しかしながら、実際の業務のフローはすべてこのような直列的なつながりでなく、いわゆるPERTのネット・ワークを形成している。このため現実の設計の組織は各社の事情により各様のものとなっている。(2)図面のあり方で分類した図面の種類をもとに各社の組織上の業務分担の概略を示すと表3.5.3.1のごとくなる。

大手造船業の一般的形態である多数の造船所を経営している場合をとりあげると、一般に本部所在地に営業と共におかれている基本設計部門と工場設計部門に分けられる。基本設計部門の組織内容は各社の総生産量にみあって構成されており比較が困難であるので、現在年間5～6隻の巨大船を建造している大型船建造工場の設計部門のみをとりあげると、大略4～5課からなり、生産設計を含むか否かで構成人員に相違があるが150～250名からなっている。

基本設計部門と工場設計部門との接点は主として各社の地理的条件に左右されていると思われる。また生産設計の所属が設計部門であるか、現業その他の部門であるかは50:50であるのが現状である。

各社の設計各課の業務分担とか構成はその時期に応じて決められており、はなはだ流動的であるのであまり分析しても意味がない。そこで守備範囲に少々の相違があるが詳細設計と生産設計を一括して総合的に設計要員数を推定してみると、船殻の縮尺現図関係を除いて200～220名、またこれを含めて考えると250～260名程度を保有しているのが現状ではないかと考えられる。

一船当たりの設計のマンパワーは殆んど工場設計によるので、いま出勤率を93%、また実績より1人当たり月間平均実働時間を200時間、210時間として先に推定した全員の年間実働時間を求めるごとくなる。

千時間

設計要員数	実働時間／月	
	200時間	210時間
200	44.6.4	46.8.7
250	55.8.0	58.5.9
300	66.9.6	70.3.1

年間実働時間

一方考察の対象とした造船所の年間平均建造隻数は20万トンタンカー5.5隻に達しており、年間の新設計船、同型船、準同型船の割合は平均して1.5隻、2.0隻、2.0隻位となっている。新設計船1に対する同型船、準同型船の設計工数比率を0.2、0.7とすると、年間平均3.3隻の設計を行なっていることになり、一隻当たりの設計能力はほぼ次に示すごとくなる。

千時間

設計要員数	実働時間／月	
	200時間	210時間
200	135	142
250	169	178
300	203	213

1隻当たり設計能力

上記の数字は管理職、事務系等間接の人員を含んでいるので大分大きめであるが、大体の目安にはなる。

保有すべき設計能力は船型、国内船と輸出船の割合、またここでは平均値として推定している新設計船の割合によって大きく変動される上、設計外注の程度も各社各様であるので判定しがたい。

しかし生産設計まで含めた設計の工数と現業の生産工数の比率は概略1:7位の割合にあるとみられ設計自身の省力化対策はゆるがせにできない問題である。

(b) 近い将来の設計組織と業務内容

CASDOSまたはCOMRADEのごとき大規模な設計の電算化が実施される前の比較的近い将来の工場設計の姿を考えてみる。設計各部門の作業時間の実態について、ディープ・サーベイで行なった調査結果は概略、下表に示す通りである。

項目	部門	基本設計部門 (%)	詳細設計部門 (%)	生産設計部門 (%)
設計方針の画策		21	12	8
計算		16	6	4
製図		17	47	66
仕様書及び注文書作成		13	7	3
検査図		6	10	10
打合せ・其の他		27	18	9
計		100	100	100

今後省力化すべき事項は基本設計部門では資料の検索とか雑用の排除であるのに対し、工場設計部門では製図そのものの作業である。

現在加工段階では N/C 自動製図が進みつつあるが、これを実施していると否とにかかわらず保有する設計委員の数では大差ない。これは未だ過渡的段階にあるといえ、設計グループと現図グループが従来通り存在しているのも一因といえる。

量産形式の工業では設計と生産技術の間に、明確な区別はない。造船も工場の機械化、自動化が進むにつれて標準船型の量産を指向しており、生産設計の業務はそれが設計部に属しているようといまいと設計業務の範囲と考えられる。設計業務の実際のフローは基本設計 → 詳細設計 → 生産設計というようなシリーズのものではなく細かいネットワークを形成している。図 3.5.3.2 は船殻関係の機能設計部門と生産設計部門との関係を示したもので、ファイルを通して両者が相互に関係し合い平行して進められる状況を示したものである。

機器関係にても部品表等集配材管理資材作成の電算化、一品図作成の電算化は実行段階に這入っており、機能設計と生産設計の要員の体質は同等のものとなっている。

一方、新入要員の高学歴化、知的産業への指向、モラルの向上を考えると生産設計は単純な繰返し業務ばかりではなく、詳細図すなわち取付図の検討というような機能的要素を繰入れることが必要と思われる。このように考えると設計は機能的な検討・展開を中心とする基本設計集団と詳細設計を極力生産設計化し生産設計と一緒にした区画別に装置を総合する集団の二つからなるようと思われる。基本設計集団は船殻と船機電の艤装のごとく機能別の組織となろうが、生産設計は区画を主体として多能的に構成された要員により組織されることが望ましい。生産設計を設計に包含させることは工作部門に対しフルブルーフな図面・資料を提供することではない。工作部門の作業管理をするのは工作部自身であり設計はその管理資料を提供するという建前に立っているが、管理密度に見合った情

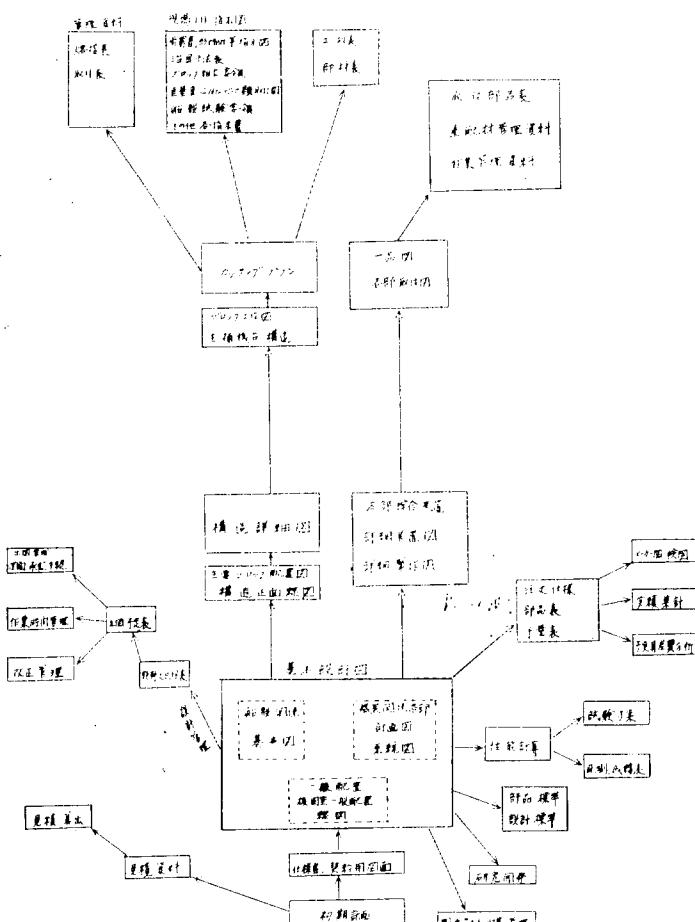


図 3.5.3.1 設計の機能組織図

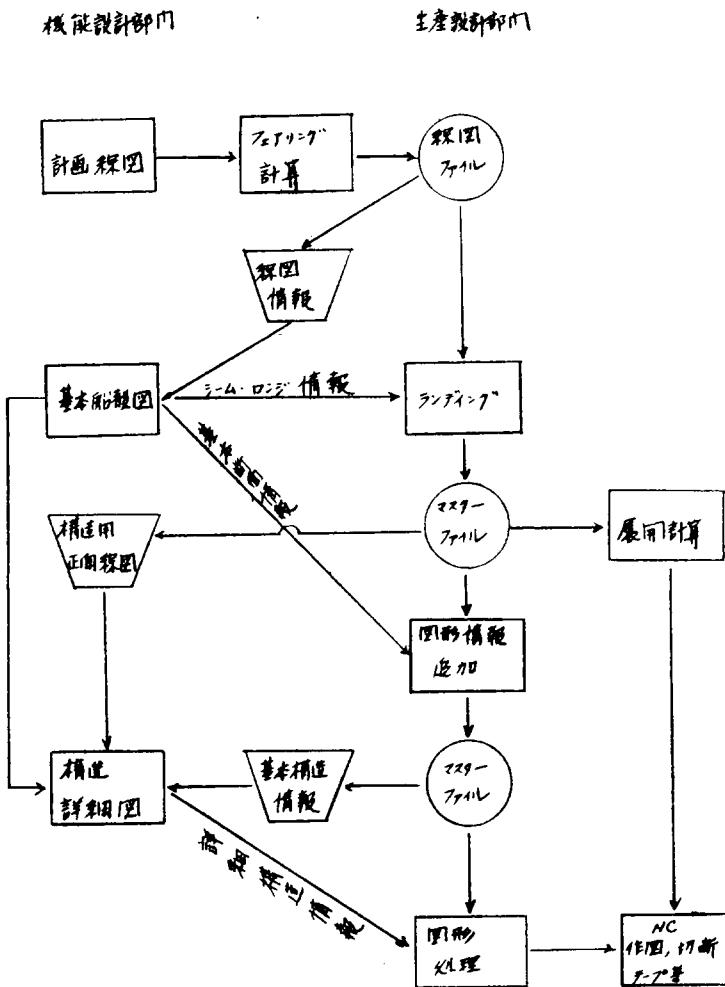
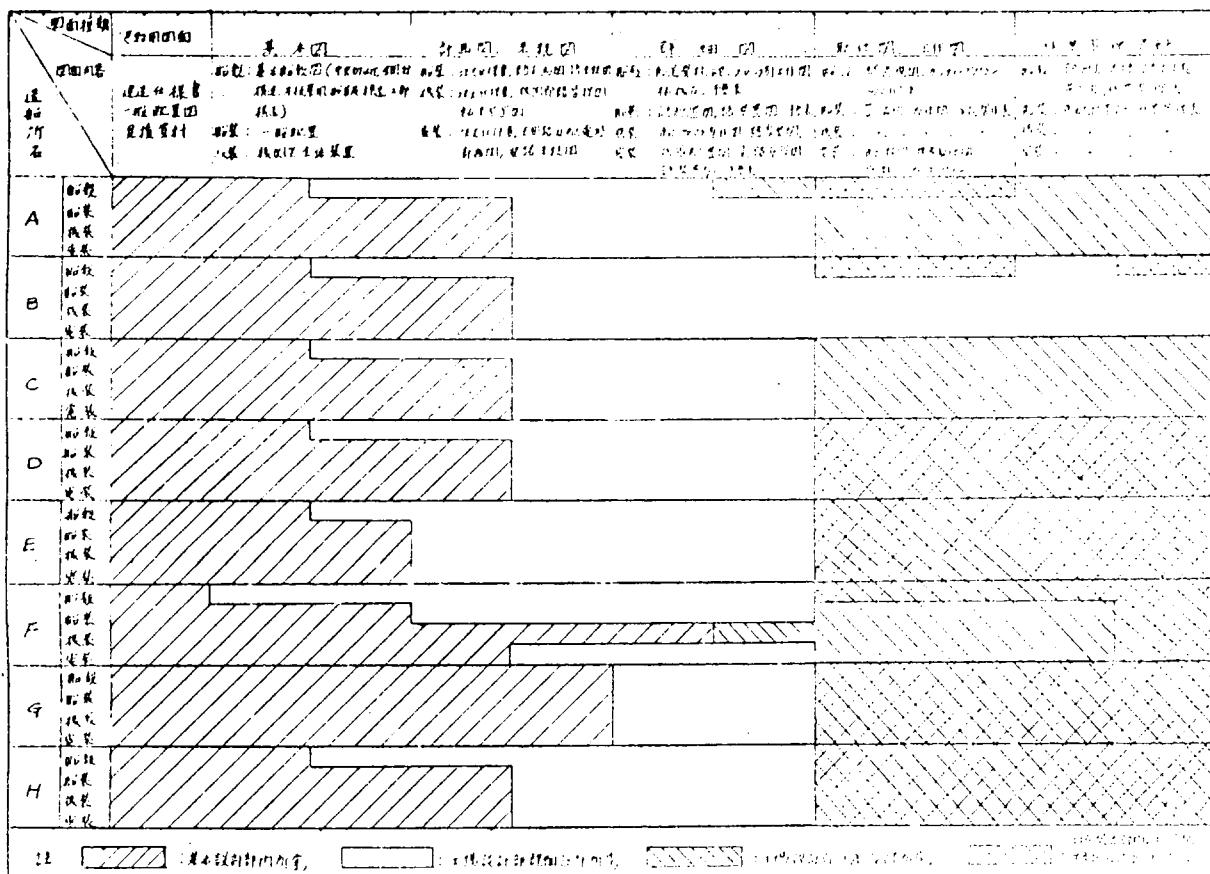


図 3.5.3.2 船殻関係機能設計と生産設計の関連ブロック図
 注) 上記は作業の概略のフローを示したものである。

表 3-5-3-1 設計業務内容の区分



報が必要であり管理資料もものによっては実際に使用する所で作成するのが適当と思われるものもある。

以上のような考察によると設計の始まりは明らかであるが、最終段階の作業内容は設計並びに工作部門の熟練度、設備能力等諸々の問題が重なり各社も独自の考えが表われてしかるべきであって統一的見解を求めるることは甚だ困難である。

(2) 設計の図面のあり方

(a) 設計図面の現状

(i) 現在作成されている図面の分類

現在各社で作成されている図面は新造船の注文引合いの段階から始り、契約、設計、建造から引渡しまで各種類あるが、使用目的別に分類すると次のようになる。

- 1) 契約用図面
- 2) 基本図
- 3) 計画図および系統図
- 4) 詳細図
- 5) 取付図および工作図
- 6) 作業管理資料

(ii) 図面の作成部門とその内容

図面の作成は基本設計部門、詳細設計部門および生産設計部門で分担して行なわれているが、基本設計および詳細設計部門は次工程の部門の展開の円滑化を計ることを考慮して業務分掌を決める必要があり、生産設計部門は必要な工作情報を折り込んで合理的な作業の実施をもくろんできた。

(b) 今後の設計図面のあり方の検討

(i) 設計図面

基本設計については設計の手法および表現の方法が多少變るだけで基本的には大きな変化は考えられない。しかし基本設計から詳細設計、生産設計につながる一連の設計作業は改革が実施されることが予想される。

詳細設計および生産設計の図面の内容についても各造船所の設備能力あるいは生産方式によって要望される内容は異なるが、船殻工事関係では E P M などによるマーキングで工作情報を鋼板上に記入させるため工場内における加工・組立工程では特に問題が発生しない限り、各工程の作業完了の確認以外には図面が利用されてない。これに反して艤装工事関係については船殻のマーキングに便乗して記入される程度の工作情報であって記入面に限度があることから図面を見ながらの作業が従来のように残ると思われるが内容的には更に充実したものを要求されるであろう。

設計図面のあり方については各工程に必要かつ十分な情報が表現されていることが第一条件であり、表現の方法が簡単明瞭であることも重要な点であるが、各社の設計および工作部門の人員構成の相異などから同じ基準で議論は出来ない。

しかし、建造ドックまたは船台以前の工場内で行なわれる工事とそれ以降の工事に対して要求される図面は次のようになると考へられる。

1) 建造ドックまたは船台工程以前用の図面（内業用の図面）

各工程の作業内容だけを表現した図面が望ましい。しかし設計作業の手順からすれば重複作業となり、数隻の完全同型船の場合などの特殊な場合を除いて、設計の能力面または経済的な面で問題があると思う。

2) 建造ドックまたは船台および艤装岸壁用の図面

これらの工程の作業内容を表現した図面と完成状態を表現した図面がともに要求される。

1), 2) の両方の場合とも、図面以外に生産管理面より生産計画、日程計画、人員配置計画などに必要な管理

量關係の諸資料を要求される。

(ii) 建造方式の一例

図3.5.3.3のような建造方式の一例を想定して各工程に必要な工作情報を列記すると表3.5.3.2になる。

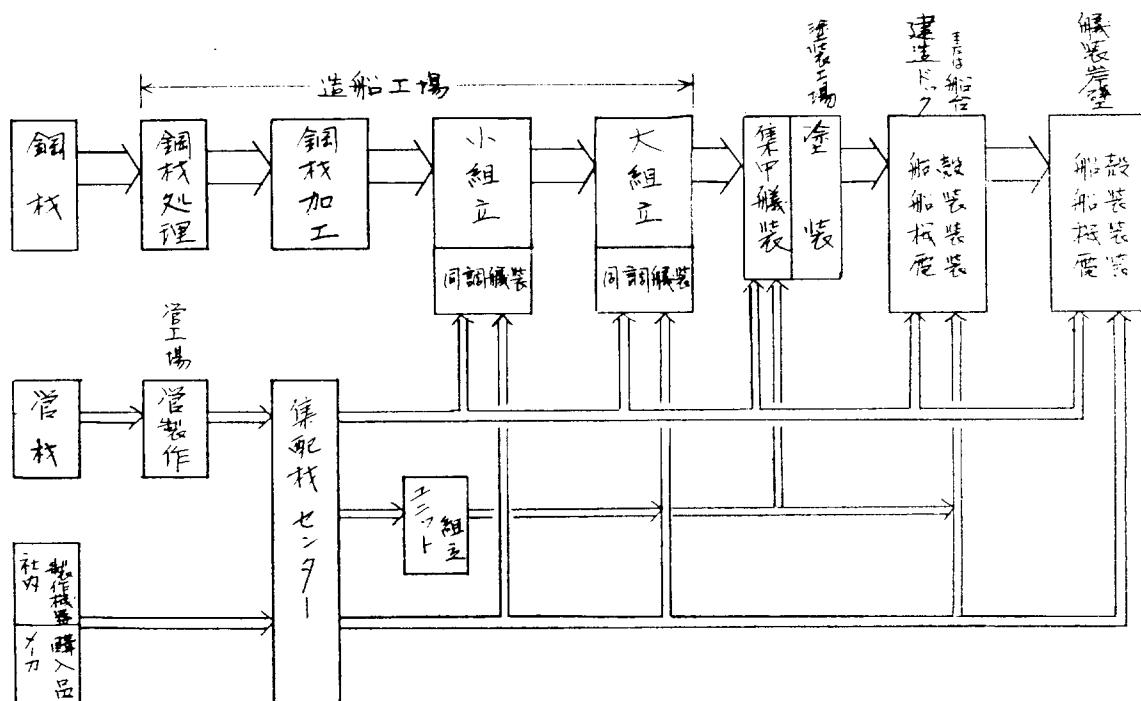


図3.5.3.3 建造方式(例)

表 3.5.3.2 各工程に必要と思われる情報

工 程	必 要 情 報	記 事
鋼 材	(1) 材料の寸法 (2) 材質(規格の有無を含む) (3) 搬入順位	
鋼材処理	(1) 表面処理の程度 (2) 塗装 (3) 歪取り	
運 搬	(1) 運搬経路および搬入先	
鋼材加工	(1) ピースの形状および寸法 (2) 切断方法 (3) 切断作業量	EPMまたはNCによる。
運 搬	(1) ピースの集配材 (2) 運搬経路および搬入先	ピースの形状寸法の検査 運搬方法を含む
小 組 立	(1) 形状および寸法 (2) 小組立手順 (3) 溶接方法および溶接量 (4) 裝品取付方法	
運 搬	(1) 集配材 (2) 運搬経路および搬入先	装品取付を含む、小組立の検査 吊金具、作業用足場

工 程	必 要 情 報	記 事	
大 組 立	(1) 形状および寸法 (2) 大組立手順 (3) 溶接方法および溶接量 (4) 級装方法および級装量 (5) 作業用足場取付 (6) 搭載用吊り金具取付		
運 搬	(1) 集 配 材 (2) 運搬方法および搬出先	級装品取付を含む、大組立の検査	
集 中 級 装	(1) 級装方法および級装量		
塗 装	(1) 前処理方法 (2) 塗装方法 (3) 塗装量		
建造ドックまたは船台	船 艏	(1) 搭載方法 (2) 溶接方法および溶接量 (3) 盤木配置 (4) 足場および安全ネット配置 (5) 諸テスト (6) 進水準備	
	船装、機装、電装、塗装	(1) 級装方法および級装量 (2) 進水準備 (3) 塗装方法および塗装量	
級装岸壁	船 艏	(1) 船艸関係工事	完成状態の確認
	船装、機装、電装、塗装	(1) 級装関係工事	完成状態の確認
管 材	(1) 材料・寸法 (2) 材質(規格の有無を含む)		
管 製 作	(1) 製作情報 (2) 使用材料 (3) カッティング・プラン (4) 集材 (5) 管内外面の処理方法	管一品図 材料出庫手続 ロット編成 船艸ブロック別またはステージ別	
運 搬	(1) 配材および運搬方法		
ユニット組立	(1) ユニット組立・情報		
運 搬	(1) 配材および運搬方法		
機器購入品 (集配材センター)	(1) 集配材情報		

(c) 関連する諸問題の検討

(i) 設計要員の単能化、多能化の問題

諸般の事情によって異なるが、基本設計および詳細設計においては業務内容から設計要員の能力は多能化されたものならびに単能化、むしろ専門化されたものの両者が必要で、生産設計は生産管理が緻密になればなるほど図

面内容に要求されるものから多能化が必要となってくる。多能化された設計要員の充実が、緻密な設計管理とともに設計の省力化に必要である。

(ii) 船體一体化に関する図面のまとめ方

船體一体化によって建造工程の簡易化が実施出来れば生産の合理化にもつながる。この目的達成のためにも多能化された設計要員の活用と複写技術などの利用で船體一体の図面の作成を検討されなければならないと思われる。この問題は多能化設計要員の教育と共に工作部門の作業員の多能化とも関連し今後の宿題である。

(3) 設計における電子計算機、作画機の利用状況および将来の展望

(a) 現在までの電子計算機および自動作画機の利用と問題点

設計における電子計算機および作画機の使用状況についてディープ・サーベイで行なった調査結果の一部をしめすと次のとくである。

自動設計作画の適用例として現在各社で行なっている、または行なっていながら有効と考えられるものは次の通りである。

	自動作画完了のものまたは電算化中のもの	現在行なっていながら有効と考えられるもの
性能諸計算	線図、排水量等曲線、復原力クロスカーブ 馬力曲線、プロペラ特性曲線、総強度計算 トリミングダイアグラム、船型試験成績、 試運転解析結果の作画、強度計算の図示	測度要領作図、進水計算
船 艏	中央切断、外板展開、舵、船尾骨材、荷油槽構造、船艸一品図	構造図、工作図のすべて、舵頭材、舵頭軸受
船 装	諸管一品図、諸管製作表、通風ダクト系統図	諸管系統図、諸管取付図、上甲板配置図
機 装	諸管一品図、諸管製作表	諸管系統図、諸管取付図、プロペラ軸系製作図、床板製作図
電 装	配線図、WIRING DIAGRAM、甲板照度、電線注文要領、電線切断表、電線パレットリスト	照明、電路各系統図、電気器具配置、電線表、主電路布設図

現在までの使用状況を大別すると、概略つぎのように別けられる。

1) 手計算で行なっているものを、ほとんどそのままの形で電算化するもの。

この分野はすべて電算化されつくしたと言ってよい状況である。

2) 手計算では計算不可能である作業に電子計算機を使用するもの。

最適設計計算（例えば油槽船の最も経済的な船型の算出計算など）

単体計算（例えば油槽船、鉱石船などの立体構造強度計算、有限要素法による強度計算など）

電子計算機が今までに果した仕事の成果が、如何に偉大なものであったかについては、万人の認めるところであり、あえて言及する要はないであろう。しかしこのような電算化の推進に当って問題がなかったわけではない。推進に当った人達がひとしく味わった、また現在も味わっている問題点として、つぎのようなものがあると思われる。

1) すべての船はかならずどこかの船級協会に入級するわけであるが、各国船級協会がたえず規則を改訂し、設計者がつねにこの改訂を組み入れたup-to-dateなプログラムを持つということが、現実問題として不可能に近い。

- 2) 個々の計算業務がいままでは、おのとの独立していく、相互の関連がきわめてうすくなっている。
- 3) プログラム構成が固定的であるため、修正改良作業がきわめてむずかしい。特に技術革新のテンポの早い時代には、即応できないきらいがある。

つぎに自動作画機の利用については、作図精度を必要としない場合はプロッターが使用され、またフォトマーキング用原画、N/Cカッティング用テープチェックのための作図のごとく精度を必要とする場合はドッカーターが高度に利用されている。作画機の利用もハード面においては作画速度の飛躍的向上、ソフト面では図形情報を計算機で取り扱う技術などが急速に進展しているので、今後大いに伸びて行くものと思われる。

(b) 将来の電算化および自動作画機利用の展望

設計システムを、設計業務の作業手順の面から、情報の流れの面から再分析してみると、計算機を中心とした設計システムに要求される機能はおのずから決まってくる。そうしてまたこれらの機能を満足するために、ハードウェア、ソフトウェアの具備すべき条件も決まってくる。

(i) ハードウェアに要求される機能

- 1) 構造をもった三次元の大量の図形情報を蓄積できること。
- 2) 蓄積された情報を設計者の望む形式で出力装置に表現できること。
- 3) 設計者が蓄積された大量の情報から、望む1ヶをディスプレイ装置に呼出し、変更修正操作を容易にできる機能をもつこと。
- 4) 多数の端末装置から利用可能であること。

(ii) ソフトウェアに要求される機能

- 1) タイムシェアリングの機能をもつこと。
- 2) 蓄積される大量の情報をできるだけコンパクトに管理できること。
- 3) 順次蓄積されて行くアプリケーションプログラムの追加、修正、また相互間の関連性の保持などの管理制御機能をもつこと。

4) 図形データーの入出力制御機能

以上のこととは極めて抽象的、観念的であるので、少しく具体化した形で、船殻構造の中の外板および外板展開図を取り上げてCADの思想に立ってフローを書いてみると図3.5.3.4のようになる。

現在考えられている、また近い将来に期待できるデータ・ベースシステムではデータの改正、削除、変更、検索は極めて容易に行ないうるものとなるであろう。電子計算機はあくまでも設計者の従者であり、主人公は設計者である。設計者の経験(かん)大いに活用すべし、修正の必要あれば、直ちにその部分だけを修正すればよろしい。全システムはすべて正常に運転されて行くということになるであろう。

(c) 船殻設計におけるデータ・ベースシステムとグラフィック・ディスプレイなどの端末装置の利用について

(b) 項において将来の電算化の展望を述べたが、これらの考え方に基いた設計モデルとして、近い将来実現可能と考えられる船殻設計におけるデータ・ベースシステムとグラフィック・ディスプレイなどの端末装置の利用をとりあげ使用者側の立場からその使用方法等を検討した。

この図形表示装置はグラフィック・ディスプレイ、ライトペン、ファンクション・キーおよび英数字キーから構成されており、電算機とオンラインで利用する場合、一般的に言って次の利点が考えられる。すなわち、図形上で図形処理が出来ることおよびプログラムの進行のコントロールは設計者によって外部から行なわれることである。言葉を変えると、ソフトウェアを媒介として設計者と電算機との対話が可能になることである。グラフィック・ディスプレイなどを利用した図形表示装置の効果については今後各種の応用研究が行なわれ、あるいはそれらの実績の蓄積によって益々使用面が拡大し、このシステムだけでなく漸次他方面にも利用されて行くものと思われる。

(i) グラフィック・ディスプレイなどを利用した図形表示装置の適用

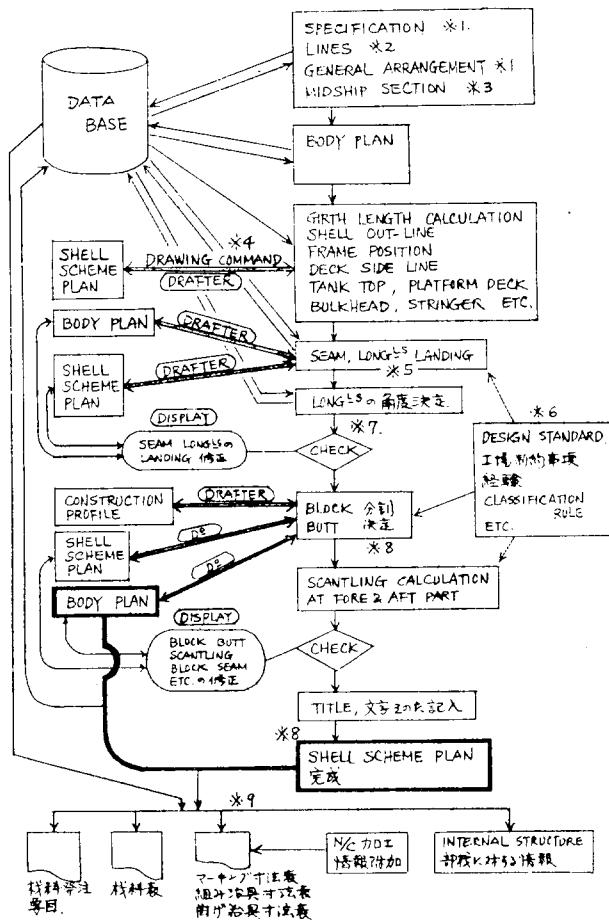


図 3.5.3.4

現段階において船殻設計への利用の具体的な事項については次の諸事項が考えられている。

- 1) 一般的な入出力作業
- 2) 船殻構造部材のコーディング
- 3) 図形の拡大、縮尺および合成
- 4) 図形のチェック、一部変更、改正および追加
- 5) ネスティング
- 6) その他の

ここでこの图形表示装置の利用の対象になると思われる船殻構造部材を材料の分類別および加工別に整理してみると次表のような例が挙げられる。

表3.5.3.3は250000 DWT オイルタンカーの一例であり、この中に表現されている項目-2の船体内部構造鋼板部材の一部分が图形処理の対象になっており、残りは同形ピースとしてまたは計算処理だけで充分処理出来る単純な形状のものなどである。

(ii) グラフィック・ディスプレイを利用した船殻設計システムの例

グラフィック・ディスプレイを利用したシステムについて考えてみると図3.5.3.5のような例が挙げられる。

これはデータ・ベースシステムにいたる初期段階として考えられるもので、グラフィック・ディスプレイおよびNC作画機などを設計作業に応用するもので、設計された図面より图形情報を取り出し、入力して電算機で処理してファイルし、そのファイルより工作図、管理表などを出力させようとするものである。

それは基本設計より流れる情報は先ずグラフィック・ディスプレイを使用して船殻設計マスター・ファイルにフ

表 3.5.3.3 250,000 DWT オイルタンカーの構造部材の加工別取まとめ表

項目	構造部材の種別	ピース数	%	手／NC別
1	曲面外板	380	0.4	NC 作画 および 切断
2	船体内部構造 鋼板部材	67,200	67.0	
3	船体内構用 フェイス材	12,000	12.0	
4	前後部 縦通肋骨	1,260	1.3	
5	前後部 甲板隔壁	420	0.4	
6	平面甲板・外板	750	0.8	
7	平行部 縦肋骨ウェブ	1,770	1.7	
8	" " フェイス材	3,230	3.2	
9	内構材防撲用 山形鋼	9,040	9.0	
10	平面甲板、隔壁付山形鋼	3,270	3.3	
11	中央部上甲板付 平鋼	830	0.8	
12	鋼管、丸鋼など	110	0.1	
(合計)		100,260	—	—

(注) 項目 - 2 の鋼板部材のうち約 13,600 ピースが图形表示装置により処理した方が良いと思われる。

ファイルされる。このファイルはもっぱら入力として使用されるものであり、次のようなものである。

- 1) 船体形状の情報 …… 船体線図データ etc.
- 2) 船体構造線図の情報 …… シーム、ロンジランディング、ブロック割り etc.
- 3) 内構部材の情報 …… バルクヘッド、台甲板工重底 etc.
- 4) その他

さらに基本設計段階で検討された外板展開、船首尾構造図、上部構造図などの図面からグラフィック・ディスプレイを使用して图形上で設計者と電算機との対話が行なわれて图形処理され、そのものが画面ファイルにファイルされる。ヤード設計部門における詳細設計の進展とともにさらに部材の追加や改正、開孔などの追加情報および工作情報などが織込まれることになる。

この図面ファイルは入出力画面に使用し、これらの出力以前に整理した一品図ファイルを通して最終出力として管理資料関係の情報および加工情報などの出力も可能である。

このシステムを実現させるハードウエアの面では大型電算機と設計部門のグラフィック・ディスプレイとの組合せ、および大型電算機と NC 作画機などをコントロールする小型電算機などの組合せが考えられる。

(4) 今後の問題

以上のシステムにおいても種々の問題がひそんでいる。例えばハードウエア自体の問題（グラフィック・ディスプレイの画面の大きさおよびその精度など）、電算機の記憶領域の占有性の問題、ソフトウエアの開発の問題など今後の開発に期待する事項が多く実用に当っての具体的な効果についてはいまだ確立されていない。この為今後生産部門での試行経験を繰りかえさなければ前記システムにおけるグラフィック・ディスプレイの所要台数を推定するもともに時期尚早である。

しかしこのシステムは標準船設計の思想およびその具体策とあいまって、その利用効果は大いに期待出来ると考えられる。

注 データ・ベースシステムについては次の資料を参照されたい。

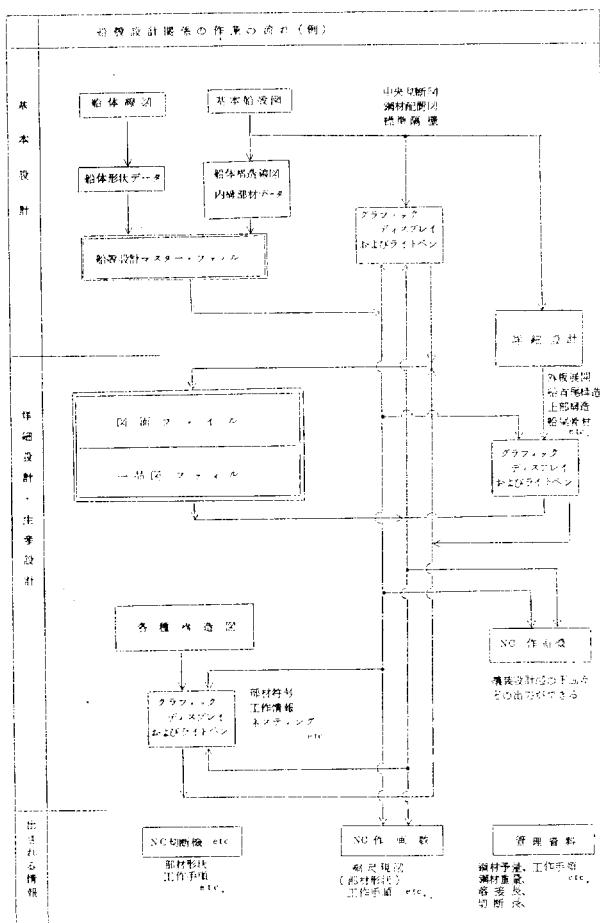


図 3.5.3.5

- ① 研究資料No.127-1 16頁 参考資料-1 総合データ・ファイルについて
- ② 全資料 19頁 参考資料-2 船殻設計ファイルについて(報告)
- ③ 研究資料No.127-2 265頁 2.4.1(3)(b) 将来の工場設計の業務内容と組織
- ④ 全資料 272頁 2.4.3 設計における電子計算機、作画機の利用状況および将来の展望

(5) 設計管理

(a) 設計における管理

現在各造船所の設計業務は(1)節にのべたようにそれぞれの規模等により多少の相違はあるが、これらの業務を管理面より列記すれば

- 1) 機能管理(基本設計から生産設計まで各設計段階での計画・思考・製図・検図等に関するもの)
- 2) 原価管理(引合・注文に対する見積・予算に関するもの)
- 3) 工程管理(受注より完成までの設計と現業部門との関連・改正処理に関するもの)
- 4) 資料管理(情報収集・検索・ファイリング等に関するもの)
- 5) 図面管理(コピー作製・配布・保管等に関するもの)
- 6) 標準化管理(設計標準・システム化等に関するもの)
- 7) その他部門管理

となろう。これらの業務は相互に有機的に結びつき、その目的とするところは良い製品(機能的であり低廉である)製作の情報を正しく早く関係先に知らせることである。情報化・巨大化の時代とともに、生産形態は徐々に変

化してきたが、近年労働力の不足と賃金の高騰の傾向に対し、省力化が強く要望され、現業部門の省力化とともに設計部門のあり方も大きく変化するものと考えられ、その業務内容の変化に基づいて現在の管理法の適切性を再検討する必要が生じるであろう。

CASDOS開発の段階での研究によれば『従来の設計業務の多くの時間は「記録をとること」「書類の調査」「単純な計算」「見当のついているある性質を除くための検討」「製図」「縮尺のし直し」「測定」「転写」等に費やされ、本来の創造的な仕事にはあまり時間が使われていない』としている。また、設計における電子計算機・作画機の利用においては創造的・試行錯誤的分野への問題として設計者と機械との対話へのアプローチがすすめられねばならないとしている。こうした段階ではラインとスタッフのあり方、技能者教育の方針、部門間のコミュニケーションの方法、組織のあり方等にも変化が生れる。現在の組織形態を職能別（機能別）管理とすればプロジェクト別あるいは、ステージ別等を加味したより緻密な管理法の組合せが必要となろう。そして、設計部門には受注から完成までの基本的情報の源として、全工程にわたっての管理資料が要求されるようになり、工程管理の一元化が重大なウエイトを占めるようになるであろう。

このシステム化は造船所のみならず船主・協会・メーカー等関連各企業・団体等に無関係には成立せず、統一化・標準化等の問題がここに発生する。これらスケジューリングの手法としては電算機の発展とともにPERT、LP、SIMULATION等の手法が発達し活用されているが、造船業の設計部門にPERT手法がいかに取り入れられているかその現状と今後の方向について次に要約して述べる。

(b) 設計 PERT

(i) 造船各社の設計部門におけるPERTの現状

近年米国で作られたPERT（PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE）という日程計画の新手法が我国にも導入され、土木建設、鉄鋼、石油、電力、機械、プラント建設等に引き続き造船業においてもその実施がみられる。

設計PERTにおいてはかなりの造船所で電算機による処理を行なっており、今後、設計部門→（購買部門）→生産部門へとつながりを持たせようという方向で検討が進められているよう推察される。

設計部門におけるPERT ACTIVITY（作業）は総べて基本設計、詳細設計、生産設計の図面関係に集約される。電算機のIN PUT DATAには各図面のつながり、作業時間、納期等が記入されており、OUT PUT DATAには各図面の最早開始日、最早完了日、TOTAL FLOAT, FREE FLOAT等が記入されている。

OUT PUTの定期的発行、NET WORKのねり直し、CRITICAL PATHの検討等 FOLLOW UPはあまり進められていないが、船主へPERTが提出された例があり、その際承認図面返却に船主がかなり協力的であった等明るい結果もでている。

(ii) 今後のPERTの方向

PERTは計画精度を高めるための一手法であると同時に運営に合理性をもたらせるための一手段である。したがってPERTを計画だけに活用したのではなくその効果は十分ではない。管理の原則は業務進捗状況の把握と計画との調整、そして事前管理である。

図面作成業務は必ずしもPERTのNET WORK通りに運ばれるとは限らない。これはNET WORKのあまさ、計画精度の良否、または不測の事態の発生など、原因はいろいろ考えられるが、問題なのは計画通りにことが運ばれなかつたのではなく、その場合に際しての処置が適切であったかどうか、又事態発生後の処置よりも、その事態を事前に予知し、発生を防止したかどうかである。

NET WORK PERT 手法は以上の管理の原則を忠実に実行させるための手段であり、そのためには FOLLOW UP SYSTEMの確立が是非必要になってくると思われる。さらに近時省力化のための機械化の大巾な導入の傾向や電算機を利用した設計の業務は受注より引き渡しまでの業務形態を大巾に変えようとしており、この中で取

扱われる情報も次第に拡大されていくものと思われ、これを TOTAL SYSTEM として処理するためには PERT の応用は大いに有効と思われる。また、設計の有効適切な配員の問題がある。設計には平行して進めねばならぬ多種多様の業務があり、個々の業務という局部的な部分での最適計画は全設計的見地に立った最適計画とは一致しないことが多く、これらの業務を処理する資源（人員、機器、設備）を考慮して全設計的見地に立って計画と調整を行なう等、PERT TECHNIQUE を応用する方向に向うものと思われる。

(6) 標準船建造方式と設計

a) 標準船のあり方

いま製造工業の生産システムを自動車のような見込生産の度合の高いもの、一般的な量産システム、一般的な受注・生産システムの三つに分けてその構造を簡単に示すと図 3.5.3.6 のようになる。¹⁾

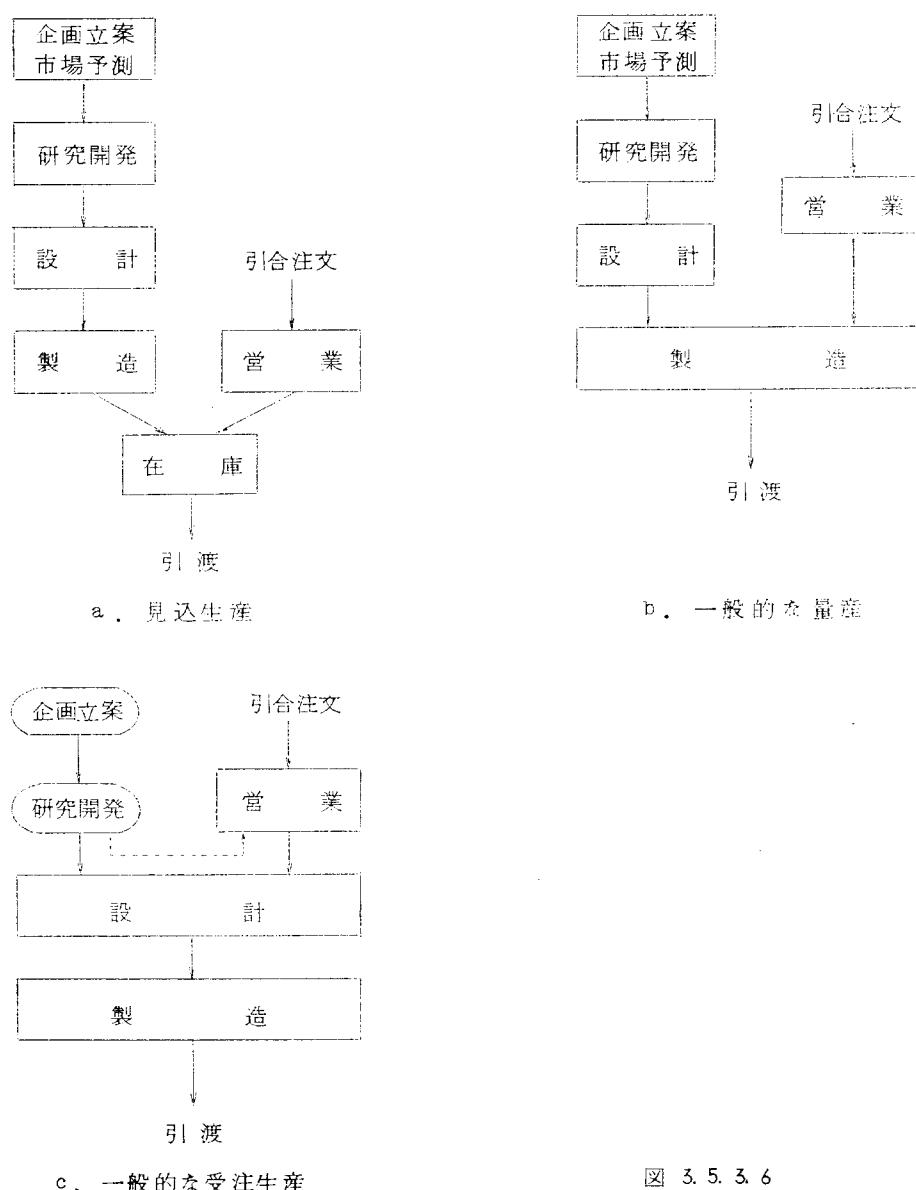


図 3.5.3.6

造船工業は二、三の例外を除けば一般に典型的な受注生産の形態をとっており、前図の c と大同小異である。市場調査、研究開発等の比重が場合によって多少異なる程度と考えられる。

このような受注生産システムの問題点は設計部門だけをとっても次のようなことが云える。

- 1) 設計に要する人員の割合が大きい。
- 2) 設計期間に余裕がなく詳細な検討がおさなりになる恐れがある。

3) 受注の条件によって仕事量の山谷が大きくなる。

4) 発注者側の都合による設計変更の発生が多い。

生産の合理化の面からみれば全くお話をならぬ生産システムであって造船の場合も例外ではない。

そこで少しでも量産の形態を造船にもりこもうとして同型船の建造がおこなわれる訳であるが、同型船といって主要寸法・船型線図・主要構造配置がほぼ同一というだけで仕様の内容は全く異なる場合が多い。これでは工場設計の負荷の軽減は僅かであり、現業の量産効果も疑わしい。

近い将来、巨大船建造工場でも造船所の運営方式として標準船の建造方式が考えられる。この場合一つの標準設計をあらゆる船主に押しつけることは非現実的である。一つの船型、例えば25万トンタンカーに対して輸出船2種類、国内船1種類等の標準設計をもち、それに対して変更可能なオプション項目を限定する。オプション項目の決定は船主には自由選択の余地があり、生産的には量産効果を阻害しない範囲であることが望ましい。工場設計では一度標準設計を行なえば、後続船に対する現業からのフィードバックによるメンテナンスとなって、新型設計への検討に充分時間がとれるようになる。

このような生産方式をとる場合、設計的には次のような事柄が問題点となる。

オプション項目の範囲

受注（オーダー・エントリー）システムとしての具体性

1 標準設計の寿命

設計の組織のあり方

注1) 長谷川幸男編「多品種少量生産システム」 日刊工業新聞社 参照

(b) オプション項目の選定

オプション項目をどのように選定するかは重要な問題である。今25万トンタンカーの船級の場合を例にとって考えてみる。もしNK、AB、LR等の規則をすべて満足する船殻構造寸法を考えれば、A船級を基準として約1,000tましの鋼材を必要とするだろう。このように考えると船級をオプションとすることはむづかしいかもしれない。設計上または現場作業上、同型船だからといってすべてのSCANTLINGを同一とする必要はない。

最も設計時間がかかる詳細設計および生産設計の作業を基礎として考えるなら、次のような方法が考えられる。

鋼材の板厚などのように規則によって変更しても影響が少ないと項目 "C" とする。

成可く変更したくないが多少の変更は許せるもの "B"

絶対変更したくないもの "A"

と個々の構造部材要素に判断基準を設ける。いまA船級の部材の寸法をすべて"C"であつかい最小重量をねらう設計を行なえば、A船級より700t軽くなるとする。これに対し各部材に"A", "B", "C"の判定を下し設計すると、その重量減がたとえ1/2になったとしても、設計時間・建造時間で相当の時間減少が期待できれば、船級も船殻に関する限りオプションとすることも可能といえる。以上の判断から船殻部材の各項目につき検討した結果を表3.5.3.4に示す。

同表の中で、第1案、第2案と二様の示し方をしてあるのは"A"のものは各社の意見がほぼ一致していたが、"B", "C"の中には主觀の相違で意見の分れたものがあるからである。

以上の判定の評価は主としてEPMネガ自動作図やN/C自動切断機用マスター・ファイルを基礎においている。板厚変更の場合のネスティングに多少の手間が生ずるが大勢に影響なく、既に一部の造船所ではこのような手法は実施段階にある。

上記は船級協会の規則に従って船殻構造関係の寸法を変更する場合の考え方であって、ある規則に対して一度決定した構造寸法は建造方式・使用鋼材質(H.T. 使用の有無)を含めて不変のものとし、オプション項目とするものでないことは勿論のことである。

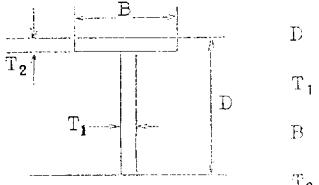
表 3.5.3.4 船殻部材寸法

設定条件 a) 船体主要寸法、強度吃水、線図、船殻主要構造配置は既定のものとする。

b) 機関部の基本方針は既定とする。

判定評価 船級規則の要求に従って

- A 変更出来ない項目
- B 少少の変更は許せるもの
- C 変更しても影響の少ないもの

検討項目		第1案	第2案	備考
1	外板関係 板厚	C	C	
2	" シーム・ランディング	A	A	
3	" ロンジ・ランディング	A	A	
4	スターントフレイム形状	A	A	
5	上甲板 板厚	C	C	
6	内構材 構造方式 ¹⁾	A	A	1) トランス・スペース ETCを含む
7	ブロック継手	A	A	
8	トランスリング ウエブ板厚	B	B	
9	" フェイス幅	A	A	
10	" " 板厚	B	C	
11	" 2次部材配置	A	A	
12	" " 寸法	B	B	
13	" " 板厚	B	C	
14	L BHD, T BHD, UDG ETC の LONG, BEAM, STIFF の配置 LONG, BEAM, FRAME, STIFF の形状寸法	A	A	
15		D	A	
16		T ₂	E	C
17		T ₁	B	
18		T ₁	A	B
19	隔壁板厚	T ₂	B	C
			A	B

同様の手法を一般仕様に適用し検討した結果、現在実現可能な想定レベルとして考えられる船主のオプション項目の範囲を次のとく設定した。

設定条件としては船体主要寸法、強度吃水、線図、船殻主要構造配置・寸法、主機械・速力・タンク容積等の主要性能は国内船、輸出船別に標準船型があり既定のものとした。

以下にのべている多少の変更が許せるオプション項目とは次節にのべる標準設計に設定してある枠の内におさまる変更であって場合により詳細に検討された複数の既成の案のいづれかを採用する（これをクローズド・オプションと名付けたが）という場合もありうる。

a. 船装関係

i) 外艤関係（一般的に単体で装備可能な金物を除きAの思想とする）

標準仕様から多少の変更が許せる（Bの）オプション項目として

- タンク・ヒーティング・システム(ヒーティング・コイルの有無に関するクローズド・オプション)
- 荷油、バラスト・ポンプの制御(リモコンの範囲)
- ストリッパー・ポンプの制御(リモコンの範囲)
- 弁開閉方式(リモコンの範囲)
- タンク等諸計測機器の種類
- 係船装置のリモコン範囲

ii) 居住区関係(一般的に最大定員・甲板室構造の枠を一定とし部屋配置にはモジュール化が行なわれているものとする)

標準仕様から多少の変更が許せる(Bの)オプション項目として

- 上級士官・公室・作業室等の部屋割り
- 個室等の大型家具寸法・数量
- プール・体育室等の有無(クローズド・オプション)
- 操舵室関係の諸計器・電子機器および配置

船主選択のグレードに類する(Cの)オプション項目として

- 個室・公室の装飾品・家具装飾・床張り

iii) 機器関係(一般的に主機関、主要補機器の数・容量・装備位置までAの思想)

標準仕様から多少の変更が許せる(Bの)オプション項目として

- 非常用発電機の有無 (クローズド・オプション)
- イナートガス・システムの有無 (" " ")
- 清浄機器式台数 (" " ")
- その他一、二の主要ポンプ台数方式 (" " ")
- 自動化の仕様
- 上記に伴う発電機の容量

iv) 電装関係(一般的に船体部・機関部の仕様に左右されるものを除く)

標準仕様から多少の変更が許せる(Bの)オプション項目として

- バッテリー容量・台数
- 変圧機形式・台数
- 電灯形式・数

以上のオプション項目を設定した評価基準は主として自動化(機関室無人化を含めて)あるいは遠隔制御関係の仕様は特に船主の意向が強く反映し、いまだ航空機のごとくこれを画一のシステムとすることは時期尚早との判断によるものである。

オプション項目には種々の組合せが考えられるが、特定の造船所の対象とする船主は限られた範囲であるから、実施にあたってはこれをいくつかの案におさまるより、またはおさめるよう努力する必要はあろう。

尚ここでは船価の調整までは論じないこととしているが、特殊塗装範囲のごとく仕様のグレードに加えて、本船を含めた標準船の建造工程に大きな影響があるものは船価のみならず、その面からも既定の仕様内に限定する必要があろう。

以上専ら仕様のみに注目してきたが、標準船建造では建造要領、設計標準、工作基準、検査基準および社内製(部)品標準等建造に当たって基本となる諸基準については、これらを変更できないものとすることは勿論である。

(c) 実施上の問題点

(i) 受注システムとしての具体性

ここでは仕様の内容にまでは立入らぬこととしているが、仕様を固定化（“A”）するためには事前に対象とする相手船主の意向を握り、その最小公倍数ではなくても最多数の平均グレードをとることになる。したがって一般的にグレードは当然上昇する。

オプション項目は、これを増加すると相手船主によってその選択は様々の組合せが考えられ、これらを包含する枠、例えば居住区の床面積、機関室床面積等が不足して収拾のつかなくなることもあります。したがってオプション項目については事前に詳細に検討し枠をはみださぬよう注意する必要がある。オプション項目の増加に伴ない、特定の船主の仕様に対して標準設計は多くの場合、枠に余裕をもつことになる。

最近のように需要と供給の関係が変動すると、これらの問題は営業上具体化しにくい一面をもってくる。しかしながら標準船建造方式が合理的・経済的な今後の建造方式であるとするなら、これらについて各船主と真剣に討議し調整を計るべきである。近年各船主とも自社標準仕様の考えが強まりつつあるが、これも標準船建造の脅害要因の一つであり、船主、造船所の協議により解決を計るべきであろう。

船主に提供する標準船の仕様グレードの基準、オプション項目の範囲をどのようにおさえるかは各造船所の方針によるわけであるが、それがこの方式を成功させる一つのキー・ポイントとなるであろう。

(ii) 標準設計の寿命

造船の場合、量産といってもマス・プロダクションではなく精々その数は数十のオーダーのマルチ・プロダクションにすぎない。一般に社会の中期計画は3年位の見当からすると、社会環境、経済情勢にともなう標準設計の寿命も3年位であって、巨大船の建造隻数にして多くても15～20隻のオーダーではなかろうか。従って設計は絶えず何がしかの新設計を常に維持する能力が必要となるであろう。

一方技術上、性能上等より見た場合、高度集中制御、イナートガス・システム、廃油処理装置等開発途上の機器、装置については絶えずその時期に妥当なものを標準仕様に組込む配慮が必要となる。

(b) 設計者の意識

従来の受注生産に慣れている設計者はえてして前船の設計を変更しがちである。後船において常に改良を加えることは設計者のとるべき態度ではあるが、この標準船建造方式では当初によく考えて設計を進めるべきであって、第1船のフィード・バックのうち第3船以後、不都合な点はやむをえぬにしても薄弱な理由によって設計の変更を行なうべきではない。

これはひとり設計のみに限る問題ではないが標準船を成功させるには、設計者の意識がそれに徹する毅然たる所がなければならないと思われる。

(e) 標準船建造方式と設計の組織

(b)項に仮定したクローズド・オプション項目であってもその詳細を生産設計まで含めて当初から完備することは現実的に困難と思われる。

そこでオプション項目の代案は基本図のみ完了していると考え詳細図ならびに生産設計は建造が決定してから行なうものと仮定する。この場合の標準船の設計工数を生産設計まで含めて船殻・船体・機器・電装各部門ごとに新設計を100として推定すると表3.5.3.5のごとくなる。

同表にはまた新設計における各部門それぞれの所要設計工数を合計の百分率で示してある。勿論これらの数字は数社の推定値の平均であって概略を示すに過ぎない。

表 3.5.3.5

		船 艶	船 装	機 装	電 装	合 計
新設計の設計工数比 (A)		43	26	24	7	100
標準船の新設計に 対する設計工数比	(B)※1)	25	47	45	55	
	(A)×(B)	11 (29)	12 (32)	11 (29)	4 (10)	38 (100.)

注 ※1) 各部門ごとの新設計に対する標準船の所要工数比

同様に(b)項のオプション項目に対するレベルを下げた場合、例えば下記のごときプラント・システムに影響するような装置類にまで拡大した場合についても検討を行なった。

- 荷油ポンプの容量・台数
- 荷油管系
- タンク・クリーニング・システム
- 係留関係の甲板機械配置
- 主 機 プラント・システム
スクープの有無
- デオイラーか LPSGか 等々

この場合の検討結果では装置間で変更の影響が互に交錯して、従来の準同型船の場合と余り相違なく設計工数的にはメリットのない結論となった。

(b)項にのべた標準船の連続建造にあたって設計では年間1隻の新設計船、1隻(又は2隻)の同一設計船、3.5隻(又は2.5隻)の標準船計5.5隻を設計するとし、(1)節に準じて新設計1に対する同一設計船、標準船の設計工数の割り合いをそれぞれ0.2、0.4とすると年間平均新設計船2.6隻(又は2.4隻)の設計を行なっていることとなる。これを(1)節に記載した設計の現状、すなわち年間新設計船、同一設計船、準同型船それぞれ1.5隻、2隻、2隻、新設計換算年間平均3.3隻を行なっている状況と比較すると約80%(又は約75%)の能力でよいことになる。

また逆に理想的な標準船建造方式では現状の設計能力で新船1隻、同一船1隻、標準船5隻計7隻の処理が可能ということになる。勿論以上は概括的述べているのであって、設計部内の専門職種別の構成は大きく変更しなければならない。

標準船建造にあたって設計の組織を開発部門と実施部門とに分ける考え方もあるが、標準船の寿命やオプション項目を前述のごとく考えた限りでは、組織についての(1)節の結論に余り変化はないようと思われる。

しかし技術検査等は標準船を採用することによって一段と活用され、作業内容・設計管理の合理化・改善は充分に期待される。

3.5.4 とりまとめ

設計の省力化を主目的として現在の設計の実態および近い将来の設計のあり方について検討した。

アンケート調査の分析的検討では設計作業の時数も図面枚数も各社の実情は様々であり、また設計外注もあって伸び平均的な値を求めることが困難であった。設計作業を総括して要員数だけはある一時期の平均値らしい値がえられた。

設計の組織については機能別に検討・展開を主とする基本設計部門と区画別に諸装置を総合した工作部門の橋渡しをする生産設計部門に分けられるようになると思われる。その内の構成は今後も時期に応じて流動的に決定されるだろう。

図面のあり方については工作部門の作業基準を基礎とした図面の作成が必要なことに言及した。これから考えると設

計作業の内容はますます広がってゆく方向にあって、これを能率よく消化するには現在以上に飛躍的な電算機、自動作画機の利用、効率的な作業管理の方法を考えざるを得ない。

新船型1隻当りの設計延べ時間を減少させるには製図に要する時間を極力減少する以外にない。このためには設計標準、部品・製品・ユニットの標準化に加えて製図作業の内容の標準化により船殻図はもとより艤装関係の配管、配線図を含めた自動作画が是非必要である。

船殻設計システムにおけるデータ・ベース・システムとグラフィック・ディスプレイを利用した設計モデルを検討したが、1台のグラフィック・ディスプレイの行なえる作業量、電算機の記憶容量の占有等に問題が残っている。

しかしながら設計全体を通じて投入されるデータ量は膨大であって電算化をしても標準船建造方式に移行せざるを得ないと考えられる。そこで実現可能な理想的標準船のあり方とそれが設計作業におよぼす影響について検討した。

この結果によれば、船主の協力をえてオプション項目を適切な範囲に決定できれば、設計の省力化がかなり期待できる。ここで設定した理想的な標準船建造方式によれば20%程度の省力化は可能であり、換言すれば、現状設計能力で建造隻数の増加も設計面からは可能となる。

今後の問題としてはどのようにして船主の協力をえるか、標準船の仕様・グレードの基準をどのように決定するかにかかっている。

3.6 とりまとめと問題点

以上各小委員会の研究結果を報告したが、総合的にとりまとめると次の通りである。

設計の標準化や節労を期待する設計を採用することは通常の場合、物量が増加するがこの評価を行なうには種々の要因、すなわち造船所の設備、慣習、あるいは客觀状勢などによっても左右されて非常に困難であることがわかった。しかしこの問題は会社経営の基本に関連する問題であり、個々の会社で独自の判断で決められるべきものであるので、本分科会では一定の方法での結論を出すことを避けた。ただ最適設計手法を採用し各造船所が固有の値を用いて検討すれば、おのおのに適した最適設計が可能であることがわかったので、今後この方面的検討が必要である。また、メーカーを含めての標準化も可能なものについてはJISに取り上げるようにしたものもあるが、全体から見ると長期間の努力を要する問題である。一方直線構造については採用の箇所や工作精度が適当であれば問題はないが、どのような構造が最適であるかは見出すことができなかった。すなわち、クラックがある時点で発生して性能が悪いように見える構造の中にもその後長期間荷重を分担し得るものもあることが判明したので、今後クラックの評価をどのように行なうか検討の必要があり、その結果によっては節労効果の大きい構造の採用の可能性があることがわかった。

一方殻舾一体化をはかるため、船尾を対象とした検討結果によると、船は最終的にはモジュールの集合体であり最適をモジュール化とその集合方法を検討することが設計の主要な業務であることがわかった。このためには、日常のルーチン作業はすべて電算化し、必要事項は適当なコマンドで指示するという体制を整えるとともに、コンピューターとの対話やデータ通信等に対する高度なハードの完備が必要とされ、これが最終的に設計の近代化につながることがわかった。

機関室の自動設計法については基礎的な研究が行なわれたが、実施面ではSR110部会と切り離して別途に研究することになったが、現時点での機関室、ポンプ室の配置の標準案を作成した。

以上総合的にとりまとめると、設計分科会の節労人員の期待値は160人程度であり、今後の調査研究によってはさらに多くの削減が期待できるものと確信する。