

第 110 研 究 部 会

造船所における省力化に関する調査研究

報 告 書

(その2 設 計 部 門)

昭 和 4 7 年 3 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結果は第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っておりますので、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

本報告書は日本船舶振興会の昭和46年度補助事業「造船所における省力化に関する調査研究」の一部として日本造船研究協会が第110 研究部会設計分科会（標準化、節劣化、モジュール化、組織の各小委員会）においてとりまとめたものである。

本研究の委員は次のとおりである。（部会、幹事会委員はその1に記載）

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）		
委員	石井正夫（住友重機械工業）	鈴木宏（日本鋼管）	
	竹越彦二郎（佐世保重工業）	戸川哲（三菱重工業）	
	中西三郎（石川島播磨重工業）	中村昭和（川崎重工業）	
	森口茂（三井造船）	小貫熙彦（運輸省船舶局）	

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）		
委員	尾川宣之（日本鋼管）	河合敏雄（川崎重工業）	
	財津優（日本鋼管）	竹之内昭雄（三菱重工業）	
	徳万欣之祐（佐世保重工業）	服部陽一（日立造船）	
	平山了也（日立造船）	宮崎精治（川崎重工業）	
	吉田昭二（石川島播磨重工業）	小貫熙彦（運輸省船舶局）	
	新堀益男（石川島播磨重工業）	宮本新平（三菱重工業）	
	野津陸郎（三井造船）	服部堅一（住友重機械工業）	
	出口陽昭（住友重機械工業）	湯本秀（三井造船）	

設計分科会節劣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）		
委員	小浜晃（石川島播磨重工業）	堺由輝（川崎重工業）	
	鈴木宏（日本鋼管）	寺本晋（三菱重工業）	
	中村昭和（川崎重工業）	永元隆一（三菱重工業）	
	服部陽一（日立造船）	原洋一（日立造船）	
	吉識恒夫（三井造船）	小貫熙彦（運輸省船舶局）	

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	有本蒼至夫（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）	謙田勲（日立造船）	
	岡村純治（佐世保重工業）	山口祐史（日本鋼管）	
	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（日本鋼管）
小貫照彦（運輸省船舶局） 山中康一（佐世保重工業）
佐々木 寛（日本鋼管）

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）
委 員 大江康夫（日本鋼管） 酒井利夫（日立造船）
竹越彦二郎（佐世保重工業） 小貫照彦（運輸省船舶局）

目 次

概 要	1
2.1 標準化の検討	2
〔 船 殻 部 門 〕	
2.1.1 STERN FRAME の標準化	2
(1) 標準図および VARIATION	3
(2) メーカーアンケートおよび結果	31
(3) 今後の問題点と対策	35
2.1.2 RUDDER & RUDDER STOCK	36
(1) 標 準 図	36
(2) メーカーアンケートに対する取りまとめ	42
(3) 今後の標準化の方向	46
2.1.3 上部構造の標準化	48
(1) 現状のとりまとめ	48
(2) 上部構造の標準 SCANTLING	66
(3) 標準 SCANTLING と現状との比較	66
(4) 標準 SCANTLING と上部構造の固有振動数	68
2.1.4 FUNNEL の標準化	70
(1) 現状の取りまとめ	70
(2) 標準型 FUNNEL	70
〔 艤 装 部 門 〕	
2.1.5 メーカー品の標準化	74
(1) バタフライ弁	74
(2) アルミプラス製ヒーティングコイル用サポート	77
(3) ドレッサー型、スリーブ型伸縮継手	81
(4) 加熱管用 FCD フィンチューブ	87
(5) 室内通風口金物	91
(6) タンクフロートゲージ	92
(7) タンクベンチレータ	94
2.1.6 対関連業界、規格などの問題	99
(1) 作 業 方 針	99
(2) アンケート調査	100
(3) 対策方針一般	105
(4) 対船主関係の対策	106
(5) 対協会関係の対策	108
(6) 規格の問題	110
(7) ま と め	111
2.1.7 評 価 表	111

2.2 節労化の効果の評価および直線式構造の実験	113
2.2.1 実用化の検討	113
(1) 最終試設計	113
(2) 最適手法による節労構造の検討	114
2.2.2 大型プログラム疲労試験	134
(1) 緒言	134
(2) 試験体	134
(3) 試験方法	134
(4) 実験とその考察	135
2.3 船殻・機装の一体化	148
はじめに	148
2.3.1 機装しやすい機関室構造の研究	151
(1) 要約	151
(2) 研究の詳細	152
(a) 機関部補機器要目	152
(b) ボイラ配置とその影響	153
(c) 機関室制御室(コントロールルーム)の配置	159
(d) 補機器モジュールとその集中化	161
(e) 機関室内の ON DECK 配管法	170
2.3.2 機関部の自動設計法の研究	191
(1) 概要	191
(2) 研究の詳細	194
(a) 設計作業の現状分析と機械化項目の決定	194
(b) 製図作業の機械化の基本的な考え方	204
(c) 機関室配管装置図の内容の機械化方針	210
(d) 自動設計の基本構想	215
(3) 研究結果	215
(a) 自動設計によるメリット	215
(b) 自動設計の各ステップ毎の要点	218
(c) 電算機利用の機関室機装配管設計	221
(d) ステップ1……管路の決定	229
(e) ステップ2……管の導設	233
(f) ステップ3……管の配列	241
(g) ステップ4……管割り	246

2.4 近代化に対応する設計のあり方	249
ま え が き	249
2.4.1 標準船建造方式と設計	249
(1) 標準船のあり方	249
(2) オプション項目の選定	251
(3) 実施上の問題点	254
(4) 標準船建造方式と設計の組織	255
2.4.2 船殻設計におけるデータ・ベースシステムの開発と 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	256
(1) 概 要	256
(2) 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	256
(3) 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	257
(4) 今後の問題	258
む す び	260

概要

本年度の設計部門の調査研究は前年度に引き続き、

標準化の検討

節労化の効果の評価および直線構造の実験

船殻・艤装の一体化

近代化に対する設計のあり方

の4項目について行なつた。以下にそれぞれの概要を述べる。

(1) 標準化の検討

前年度に引続いて船殻・艤装両部門の標準化を行なつた。すなわち船殻部門は

Stern frame

Rudder, rudder stork

上部構造

煙突

の標準化をとり上げた。

まず stern frame, rudder, rudder stork については標準案数種を作成し、アンケート形式でメーカーの意見を聴取して、その回答をもとにしてまとめた。その結果はたとえば鋳鋼部分の少ないものが好ましいというより、ごく常識的な結論が得られている。またメーカーの自由意見も記入してもらつたが、その中には今後標準化を進めるうえで参考になる意見も多い。メーカー側はこのような標準化の検討を歓迎しており、特に工作法や検査基準が複数造船所間でかなり異なっている現状がこれを機会に統一の方向に向えば非常に大きいメリットが期待されるとしている。メーカーの提案の中には造船所の philosophy に関する項目も含まれており、必ずしもメーカーの提案のすべてを標準化することが妥当であるとは思われないが、大半は案外簡単に標準化出来るかもしれない。

上部構造については各社の現状を調査し、その平均的な寸法をもとに NK ルールを満足するような各部位材寸法の標準を定めた。この標準化により板厚は7種、型钢は6種に統一された。またこれを採用した場合の重量増は最大5%以内である。

煙突については各社の現状を調査しこれをもとに標準寸法を定めた。

一方艤装部門では

外注メーカー品の標準化

対関連業界・規格などの問題

をとり上げた。メーカーとしては直ちにこれにフォローすることには設備・装備など種々問題があるが、これまでの例からみてこのような標準案があれば長い期間の間には次第にこの線に近づいてくることも考えられる。そのためには J I S 化あるいはその他の団体規格化することが大切である。

また関連業界・規格の問題は、対船主関係、対船級協会、規格 (J I S, SRS) などの問題を調査した。船主関係では今後メンテナンス・フリーの方向の標準化を望んでいる。また規格関係は各種団体規格がばらばらであるので、今後それらの各種規格を1つのシステムとして体系化し、一貫した思想で足なみを揃えることが必要である。

(2) 節労化の効果の評価および直線式構造の実験

本年度の節労化の研究は実用化の検討および前年度からの直線式構造の実験という2つの項目に分けることが出来る。以下それぞれについて概要を述べる。

(a) 実用化の検討

前年度までの試設計および一連の直線式構造の実験によつて種々の節労設計は可能であることがわかつたが、同時にまたそれらの各節労設計についての効果の評価は各工場の設備、能力あるいは工作法によつて大きく変わり、最終的に最も効果のある節労設計として1つのものをまとめ上げることは不可能であることが判明した。そこで本年度は各工場によつて、最適な節労設計を行なう際に有用な手段として、最適化手法による節労構造プログラムの開発を行なつた。

これは与えられた主要寸法や各種原単位のもとで材料費および工費の和である建造コストを最小にするようないわゆる最適構造を見出すためのプログラムである。すなわちある与えられた主要寸法や各種原単位ならびに各種構造パラメータ……たとえば各トランスの深さ、板厚、各種部材心距など……を用いて目的関数である建造コストの算式を作成し、また一方それらの構造パラメータ相互間の種々の拘束条件式……たとえばルール算式など……を与え、その拘束条件を満足する範囲内で目的関数を次第に小さくする方向で各構造パラメータを自動的に変えていき、最後に目的関数を最小ならしめる構造パラメータの組合せを見出そうとするものである。

これにより、各社各工場の条件に応じてその工場に合った節労設計を見出すことが出来るようになった。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つたが、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つた。

(b) 直線式構造の実験

前年度までの実験により直線式構造の採用はほぼ可能であろうという見通しを得たが、さらに本年度は工作誤差のある

場合なども含めた大型模型によるプログラム疲労試験を行なった。すなわちビルジ・コーナ一部およびストラット基部の1/2.5模型を作成し、これに実際に加わる荷重をモデル化した荷重プログラムを加えた。

ビルジコーナ一部では前年度の実験では、亀裂が実船換算で3年目に発生するが、その後の進展は遅く20年経過しても40~60mmしか成長しなかつた。今年度はこの亀裂発生までの寿命を延すべく種々の改良を加えたがその効果はあまりあらわれていない。

一方ストラット基部についてはブラケット端部をソフトに改良した模型では20年相当の繰返し荷重では亀裂は発生せず、荷重プログラムを1.3倍に拡大して12年強の繰返し後はじめて亀裂が発生した。

これらの実験から結論的にいつ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出来るものと思われる。

(3) 船殻・機装の一体化

本年度は機関室内の配置の問題および機関部の自動設計法の研究をとり上げた。

機関室内の配置については、最下甲板より上部の補機モジュールのあり方、居住区の形状が機装に及ぼす影響、機器配置と物量の関係、ボイラの位置などについて検討を行なった。ボイラの位置については fore, aft part いずれがよいともいえず一長一短あることがわかつた。

一方自動作図については、人手と時間を多く必要とする配管設計の自動化をとり上げた。これの作業は完全に完成するまでには4つのstepをふむことになるが、本委員会の作業としては第2のstepまでで、第3、第4stepは別途自主共同開発することになる。第1stepは管路の決定、第2stepは決定された管路内への各系統の管の選定配置を行なう。このstepまではほぼ完成した。このあと第3stepでは管路内の管の配列の決定、第4stepでは各管の管制り(フランジ位置の決定)を行なう。これにより従来多くの人手と時間を要していた配管設計の大幅な省力が期待される。

(4) 近代化に対する設計のあり方

造船業界の近い将来の生産方式としては従来のオーダー・メイド方式からオプション付き標準船を建造する方式に変わっていくであろう。この場合のオプションはできるだけ量産効果を阻害しない範囲であることがのぞましい。このような見地から船殻・機装両面についてオプション項目をまとめた。

また将来は基本設計・詳細設計・生産設計から現図作業にいたる一連の設計作業および現図作業を、電算機を用いて一貫処理するシステムが開発されつつある。この場合のグラフィック・ディスプレイなどのハードウェアの利用を中心に船殻設計関係の作業の流れを描いてみた。

2.1 標準化の検討

標準化の必要性については、45年度報告書に述べた通りであるが、労働集約型個別受注産業であると同時に複合的組立産業である造船業にとっては、関連業界との関係を考慮することなしには、標準化の推進は考えられない。

近年、急激な技術革新とともに船舶建造に必要な情報源は急激に増大し、造船業界自身は勿論、関連業界と協力して標準化を強く推進することが急務となった。

それには、需要者は何を要求し、造船所は関連業界に何を望み、関連業界は造船所に何を希望するのかを明らかにし、その中から標準化のあり方、方針等を見出す必要がある。

しかしながら、他産業・他業界との問題は企業体質の差異や利害の対立など解決が非常に困難な問題を含んでいるため、一部の国際的あるいは国家的基準を除いてはほとんど手がつけられていないのが実状である。

以上の困難な問題を解決し、共存共栄をはかるためには、船舶建造に関する種々の産業や機関が強い英断のもとに共同の形成に努力しなければならない。

ここでは、一部の外注品(スタンフレーム、ラダー、パタフライ弁、伸縮継手等)の標準化をとりあげて今後の標準化の方向を見出すための研究を行ない規格化を推進した。

また、管機装置、部品を主体に対関連業界、規格などでNECKになっている問題を調査検討した。

〔船殻部門〕

2.1.1 STERN FRAMEの標準化

STERN FRAMEは、船殻外注品の内で出図から納入まで10カ月から1カ年を要する足の長い外注品であり、かつ船殻の主要部品であることから、これの標準化により、納期短縮とCOST DOWNを計ることは是非必要であり、D1小委員会の46年度の重点項目として取上げたものである。

まず、STERN FRAME を図 2.1.1 に示すごとく①～④の4つの部分に分け各社の標準図を交換して、各社分担について標準図を作成し、さらに VARIATION を設定し、標準図および VARIATION についてメーカー4社にアンケートし、メーカーの意見の入った標準図にまとめた。また、アンケート項目以外にも各メーカーから積極的な提案が多数あり、1造船所対1メーカーの関係では仲々でてこない提案であり、これらの検討および実現は今後の問題点である。

(1) 標準図および VARIATION

STERN FRAME を UPPER PART、BOSS PART および LOWER PART の3つに分けて、CASTING の使用範囲により、A₀～D₀ の4種の標準 STERN FRAME を選定した。図 2.1.1～2.1.4 に概略図を、図 2.1.5～2.1.8 に詳細図を示してあるが、A₀ は BOSS のみ CASTING とし、UPPER および LOWER PART は GUDGEON 部のみ CASTING として他は BUILT-UP 型にしたものである。B₀ は A₀ とは逆に CASTING をできるだけ多く使用した型であり、SHOE PIECE は全部、UPPER PART は HORN 部も含めた ALLCASTING 型である。C₀ は BOSS PART と LOWER PART が ALL CASTING 型であり、D₀ は逆に BOSS PART と UPPER PART が ALL CASTING 型である。すなわち、BOSS PART は CASTING に固定し、UPPER および LOWER は ALL CASTING 型と BUILT-UP 型の2種として4つの標準 STERN FRAME を選定した。

CASTING の使用範囲については前記の通り4種に固定したが、それぞれの CASTING の形状、あるいは BUILT-UP の構造方式について表 2.1.1 のごとく2～3種の VARIATION を認めることにした。これらの VARIATION の詳細は図 2.1.9～2.1.13 に示す。

また、図 2.1.1～2.1.4 には A₀ および B₀ に対する VARIATION の組合せを表にして示してあるが、これは一例であって、実際の適用の場合は①～④の VARIATION はお互いに無関係に選べるので、A₀ VARIATION の総数は計算上36通りになる。同様に B₀ の場合は12通り、C₀ の場合は24通り、D₀ の場合は18通りの組合せが可能になる。

表 2.1.1

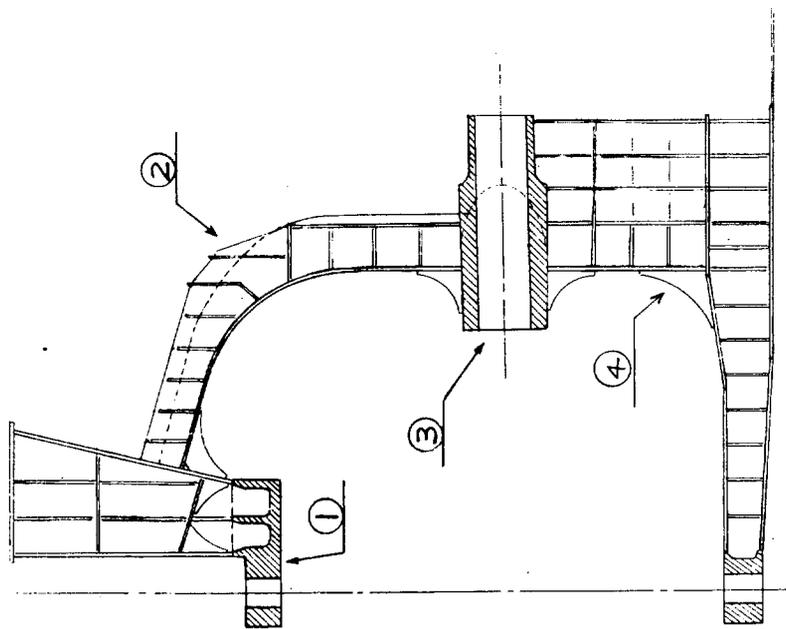
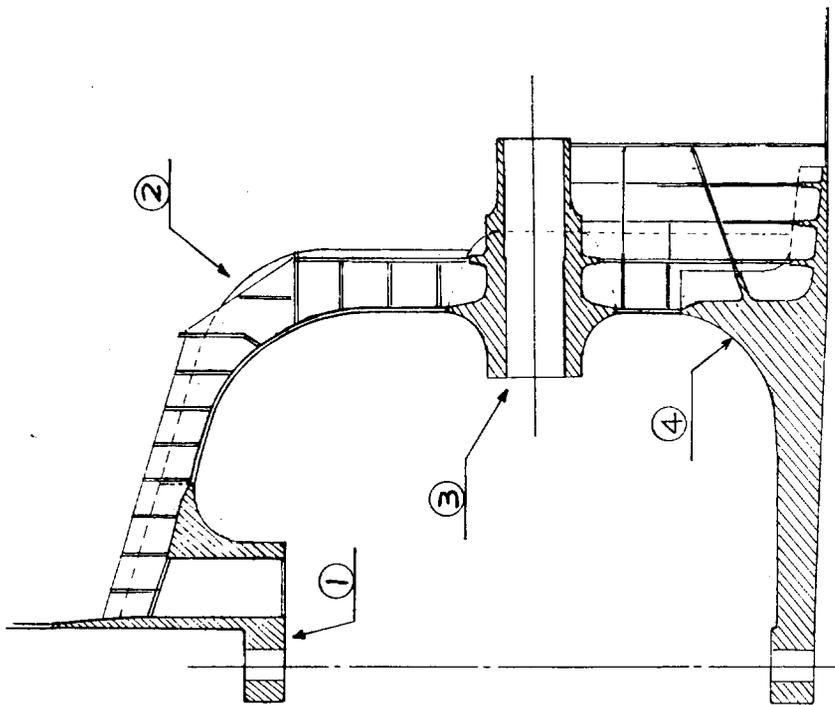
	CAST OR BUILT-UP	記号	VARIATION の内容
①	BUILT-UP	BU-1, BU-2	GUDGEON 部の CASTING 形状2種、BUILT-UP部は同一、HORN～BOSS 間の PLATE の形状は  型と  型の2種類
	CAST	CAST	なし
②	BUILT-UP	曲げ、丸棒	PLATE WORK の種類に依り  型と  型の2種
③	CAST	CYL, 小RIB, 大RIB	RIBなしの完全CYLINDER型、上下に小さいRIB付型、および上下に大きいRIB付型の3種類
④	BUILT-UP	BU-1, BU-2 BU-3	SHOE と BOSS 下部独立型、SHOE と BOSS 下部1体型で且つ  型、SHOE と BOSS 下部1体型で且つ  型の3種類
	CAST	CAST-1 CAST-2	FLOOR との取合り部RIB付とRIB無の2種類

注：①：UPPER PART

②：UPPER PART と BOSS 間の PLATE 部

③：BOSS CASTING

④：LOWER PART を示す



	A0		A1		A2		A3		A4	
	型式	Wt ()								
①	BU-1	502 (143)	BU-2	531 (172)	BU-1	502 (143)	BU-1	502 (143)	BU-1	502 (143)
②	曲げ	196	丸棒	185	曲げ	190	曲げ	193	曲げ	190
③	CYL	(388)	大RIB	(478)	大RIB	(473)	小RIB	(393)	大RIB	(473)
④	BU-1	651 (95)	BU-3	661 (95)	BU-2	661 (95)	BU-1	651 (95)	BU-1	651 (95)
合計(T)		1737 (626)		1855 (745)		1826 (711)		1739 (631)		1816 (711)

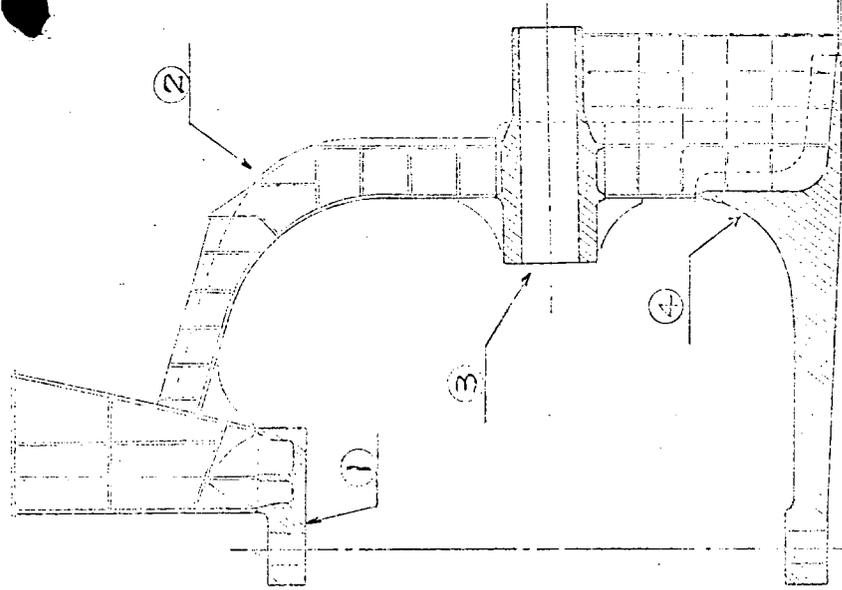
注 () 内示す重量は全重量の内 CASTING の重量を示す。

	R0		B1		B2		B3		B4	
	型式	Wt ()								
①	CAST	360 (345)								
②	曲げ	190	丸棒	185	曲げ	190	曲げ	193	曲げ	196
③	大RIB	(473)	大RIB	(478)	大RIB	(473)	小RIB	(393)	CYL	(388)
④	CAST-2	818 (670)	CAST-2	818 (670)	CAST-1	774 (583)	CAST-2	818 (670)	CAST-2	818 (670)
合計(T)		1841 (1488)		1841 (1493)		1797 (1401)		1764 (1408)		1762 (1403)

注 () 内示す重量は全重量の内 CASTING の重量を示す。

図 2.1.1 標準 STERN FRAME A0

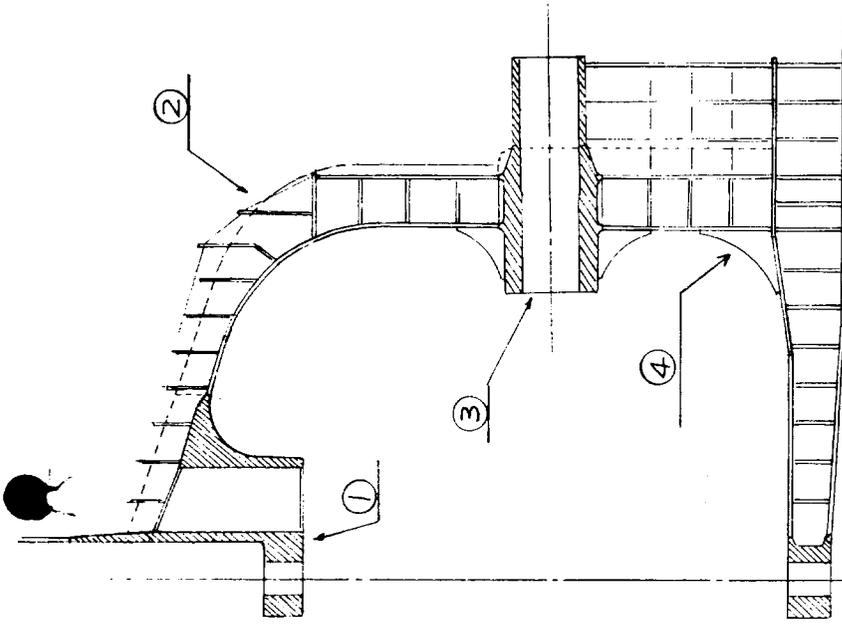
図 2.1.2 標準 STERN FRAME B0



	D ₀	
	型式	Wt
①	CAST	36.0 (34.5)
②	曲げ	193
③	小RIB	(39.3)
④	BU-1	65.1 (9.5)
合計(D)		1597 (833)

注 () 内示す重量は全重量の内CASTINGの重量を示す。

図 2.1.4 標準 STERN FRAME D₀



	C ₀	
	型式	Wt
①	BU-1	50.2 (14.3)
②	曲げ	193
③	小RIB	(39.3)
④	CAST-1	77.4 (58.3)
合計(D)		186.2 (111.9)

注 () 内示す重量は全重量の内CASTINGの重量を示す。

図 2.1.3 標準 STERN FRAME C₀

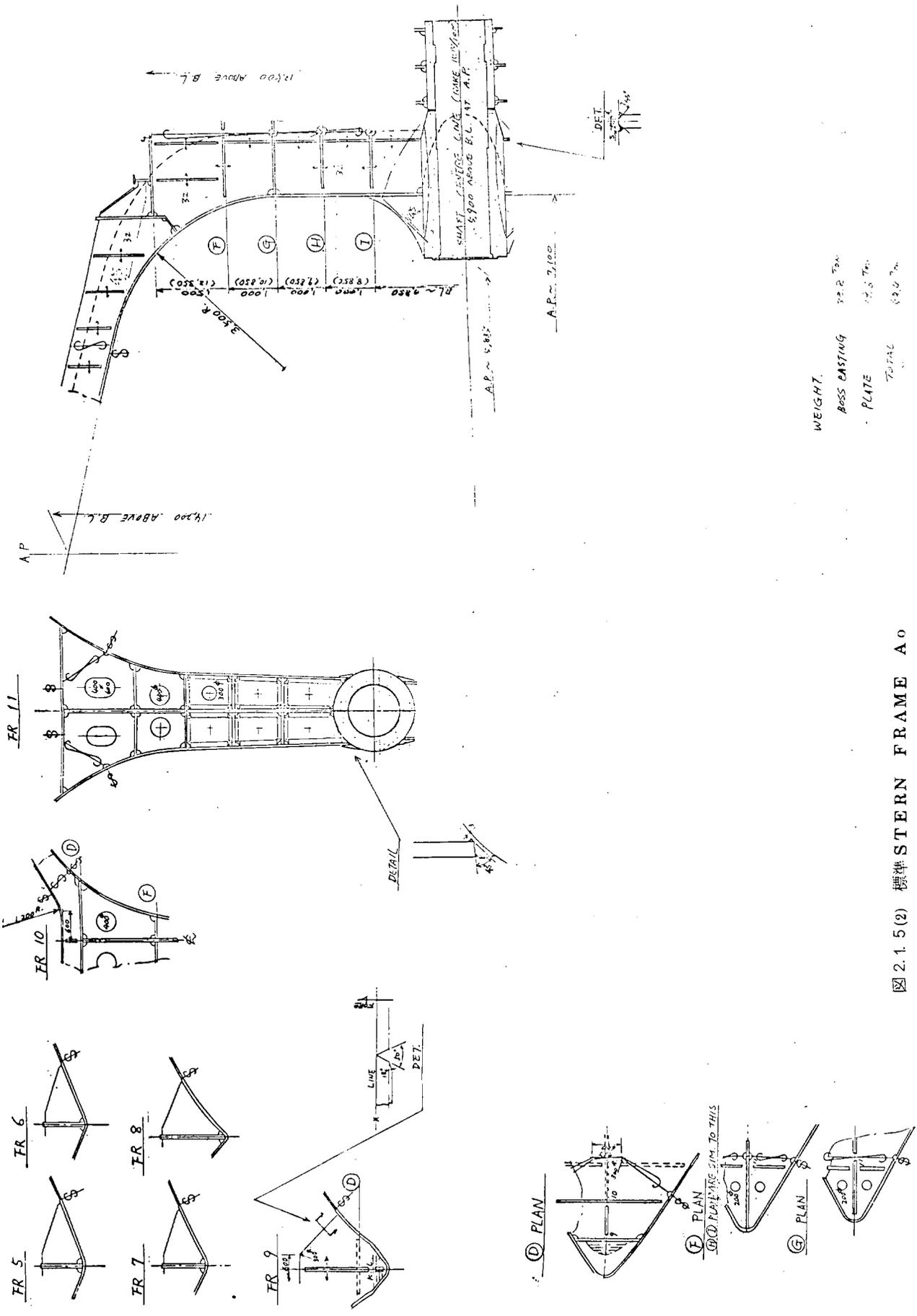


図 2.1.5(2) 標準 STERN FRAME A0
② & ③ BOSSPART (CYL & 曲付)

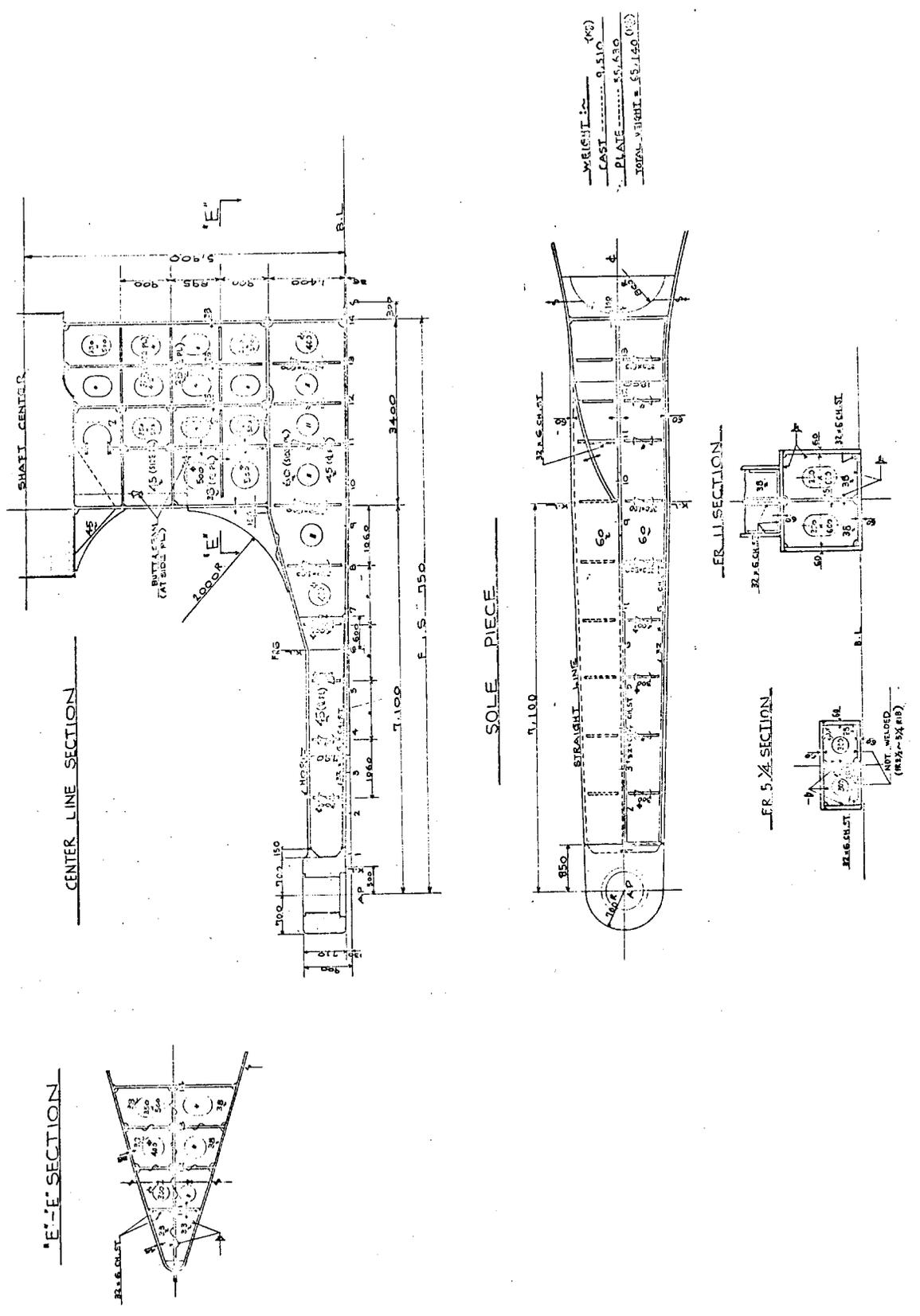
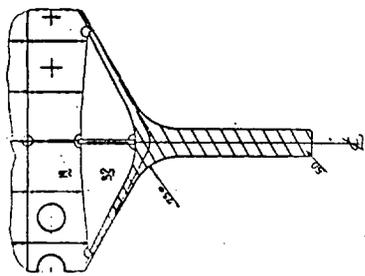
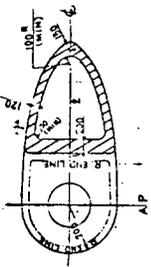


图 2.1.5(3) 标准 STERN FRAME A0 ④ LOWER PART (BU-1)

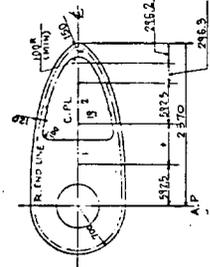
F-3



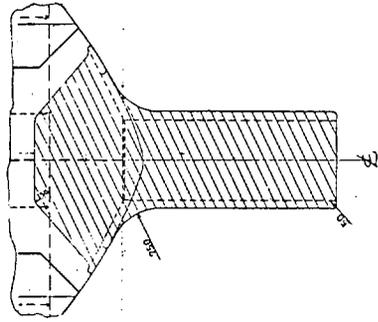
SEC. AT ①



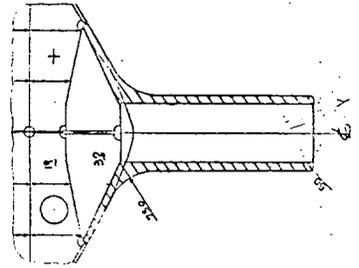
SEC. AT ②



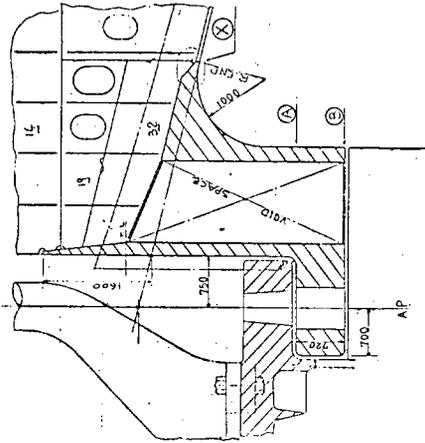
F-1



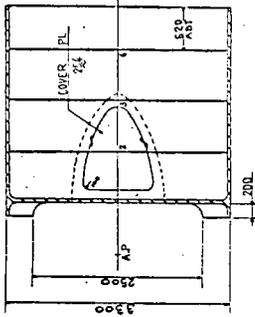
F-2



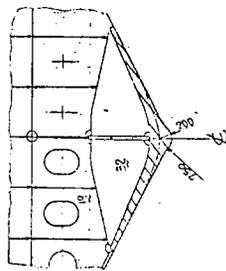
CENTER LINE SECTION



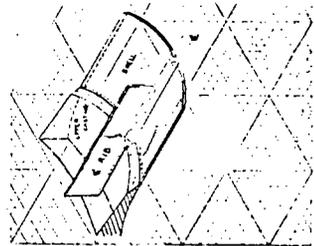
UPPER CASTING TOP PLAN



F-4



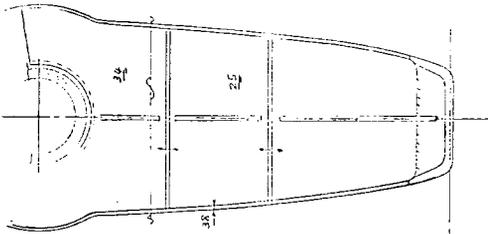
STERN POST 取合詳細
DETAIL OF (X)
CASE II



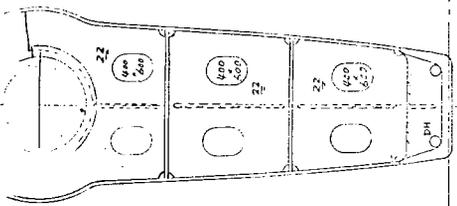
注:1. CASING に比較的方法の原座
の施設 BLOCK DIRECT 取合
の場合ある
2. CASTING WEIGHT ... 34.5 T
PLATE WEIGHT (32) 1.5 T
TOTAL ... 36.0 T

図 2.1.6(1) 標準 STERN FRAME B₀ ① UPPER PART (CAST)

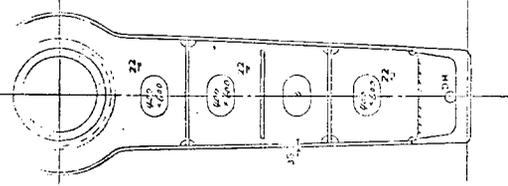
F-14
(W.T. B^{HD})



F-13



F-12



F-11

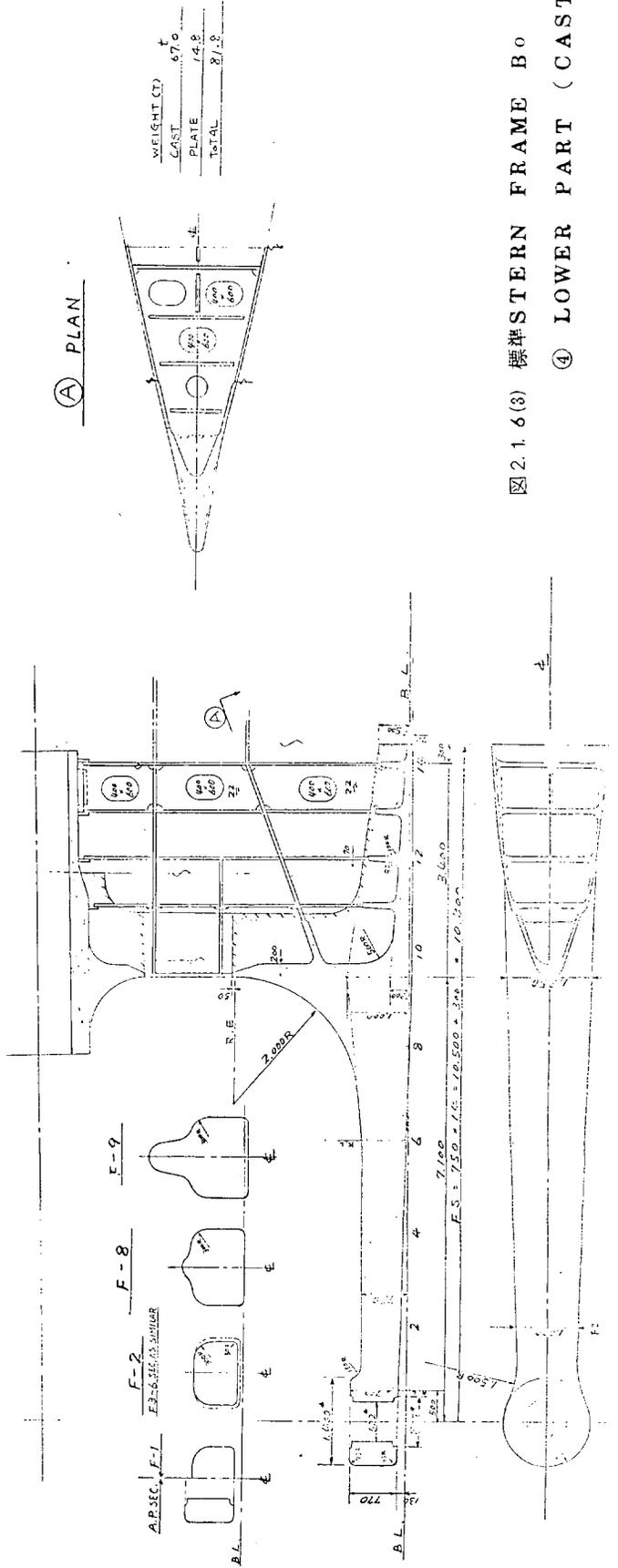
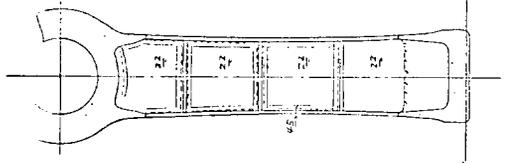
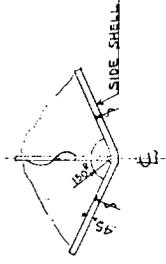
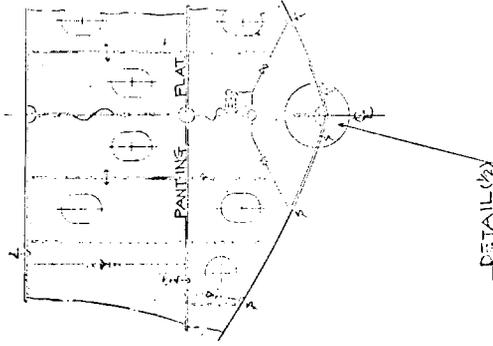


図 2.1.6(3) 標準 STERN FRAME B0
④ LOWER PART (CAST-2)

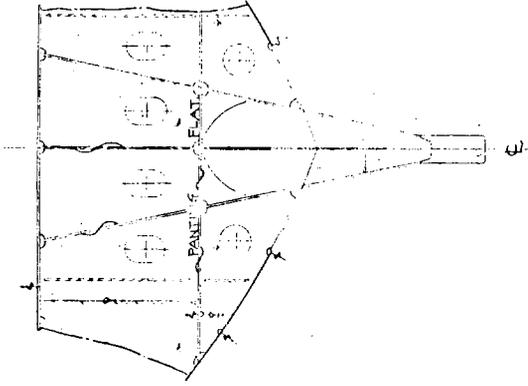
FR 5 SEC



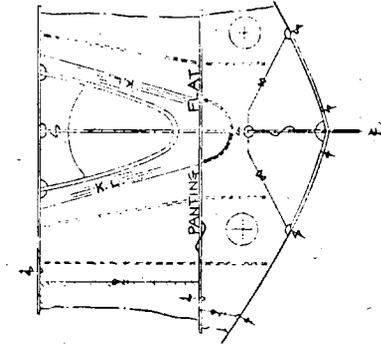
FR 5

CAST PLATE	14.8T
PLATE	35.9T
TOTAL WEIGHT	50.2T

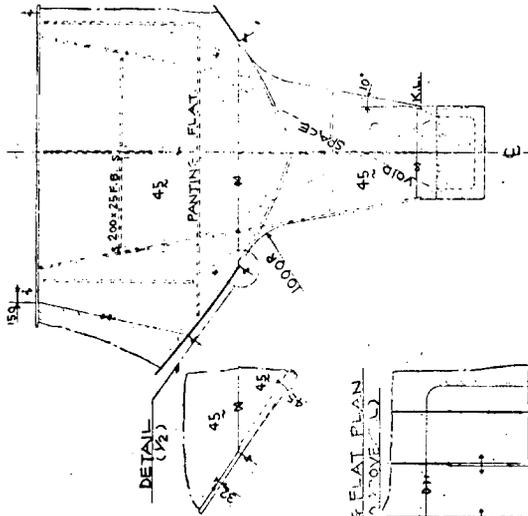
FR 3 SEC



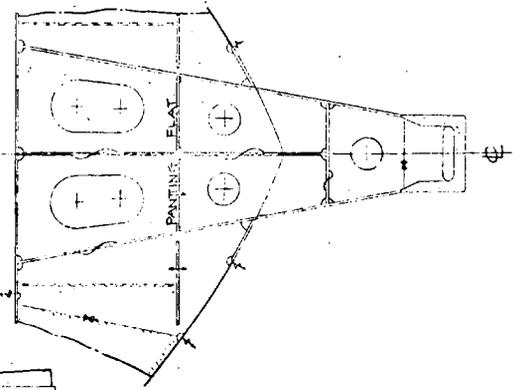
FR 4 SEC



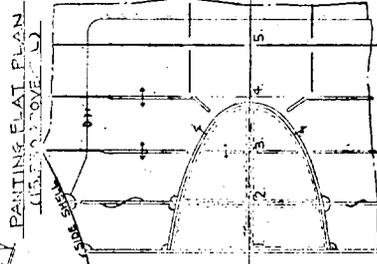
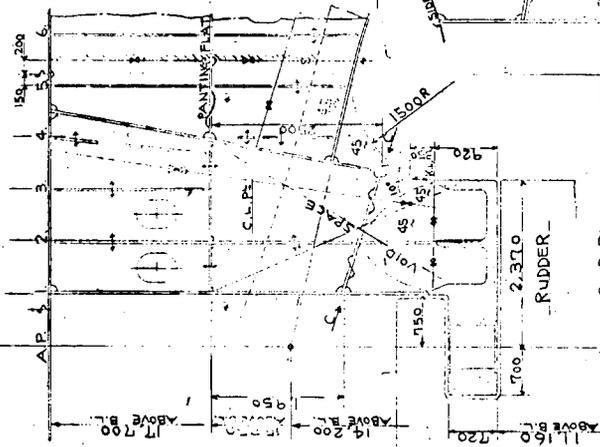
FR 1 SEC (W.T.)



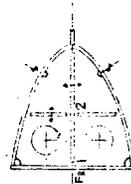
FR 2 SEC



C-L SEC (150) FRAME SPACE 150



C-C PLAN



UPPER PLAN

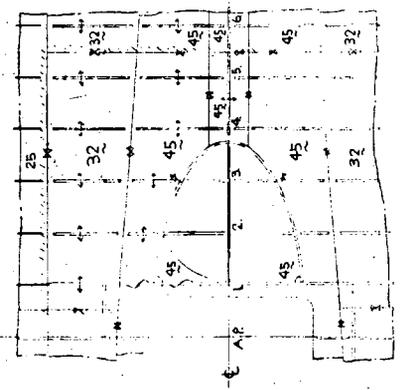
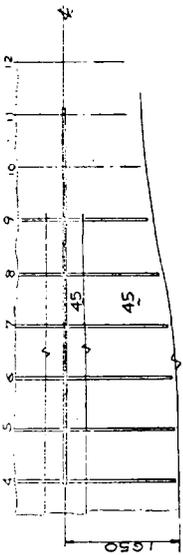
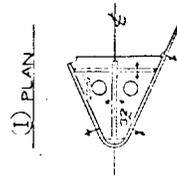
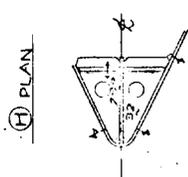
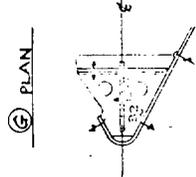
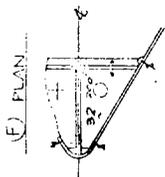
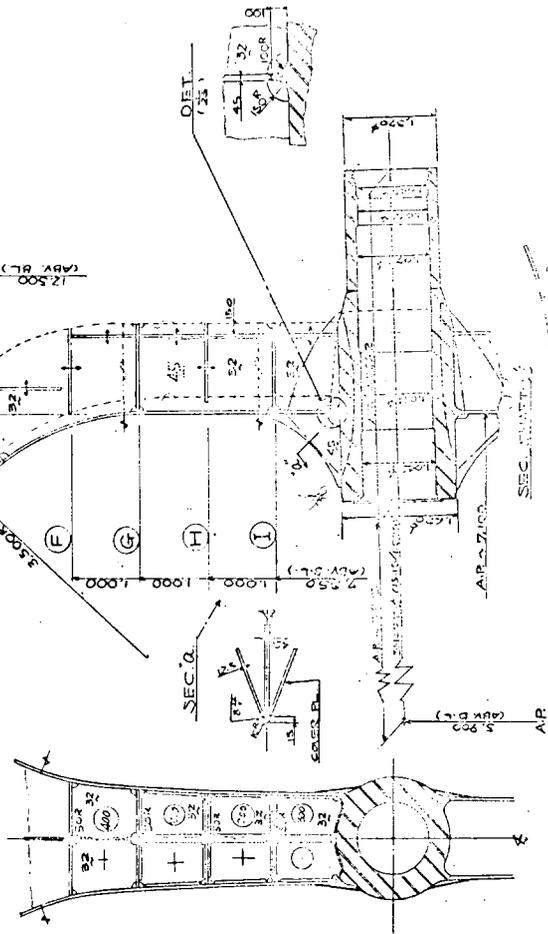
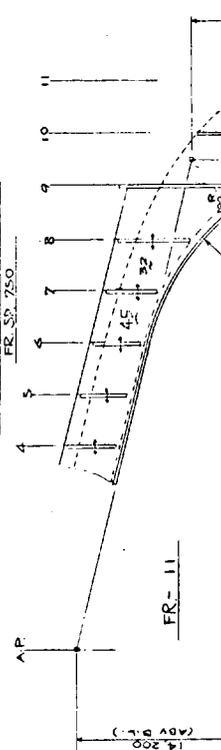


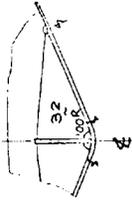
图 2.1.7(1) 横濱 STERN FRAME Co
① UPPER PART (BU-1)



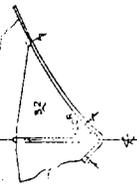
CENTER LINE PROFILE



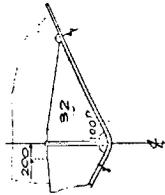
FR-6



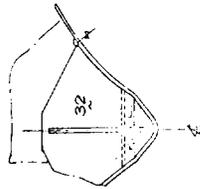
FR-7



FR-8



FR-9



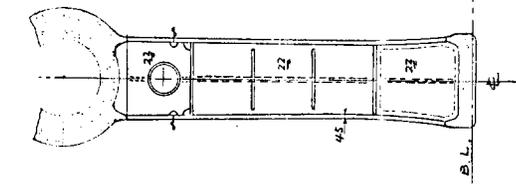
FR-10



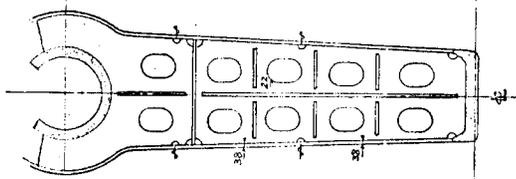
WEIGHT
BOSS CASTING 39.5
STEEL PLATE 18.77
TOTAL 58.27

图 2.1.7(2) 標準 STERN FRAME Co ②&③ BOOS PART (小 RIB 一曲付)

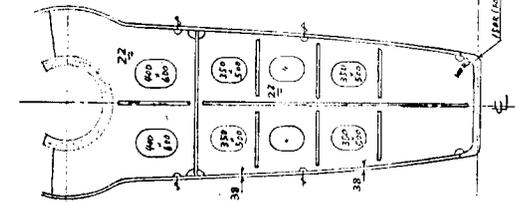
F-11



F-12

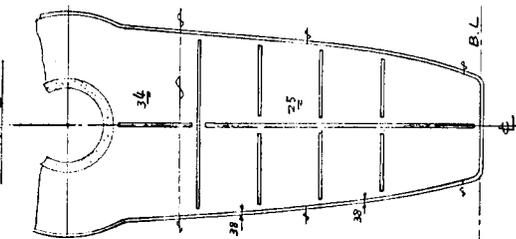


F-13

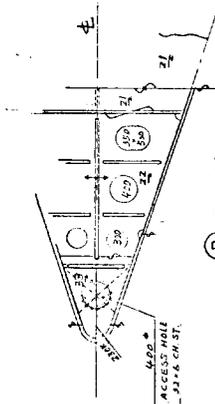


F-14

W.T. B 20

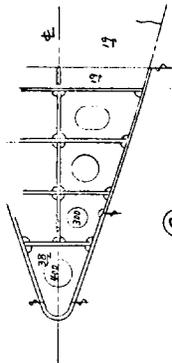


(A) PLAN



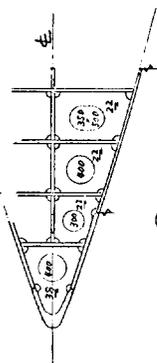
(B) PLAN

SIMILAR TO (C) PLAN
EXC. SPEC. NOTED

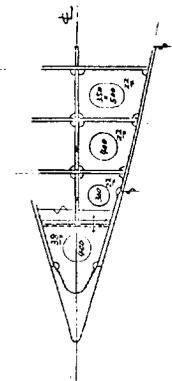


(C) PLAN

WEIGHT (L)
CAST 58.3
PLATE 19.1
TOTAL 77.4



(D) PLAN



(A) (B) (C) (D)

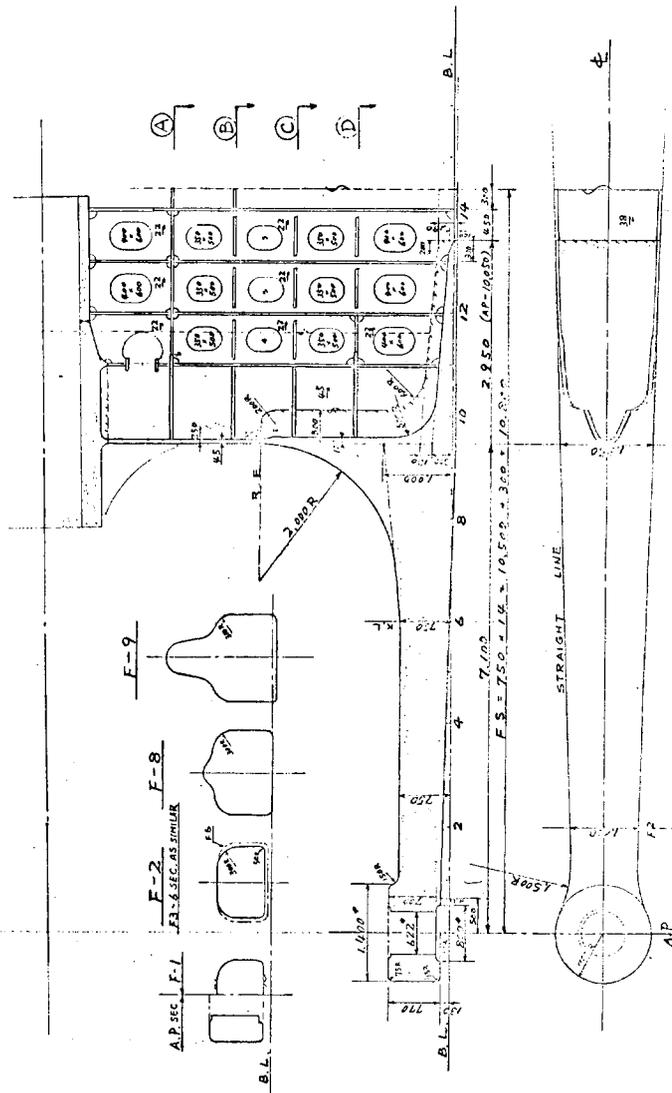
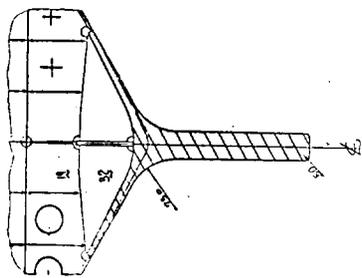
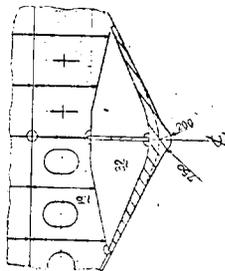


图 2.1.7(8) 标准 STERN FRAME C0 (4) LOWER PART (CAST-1)

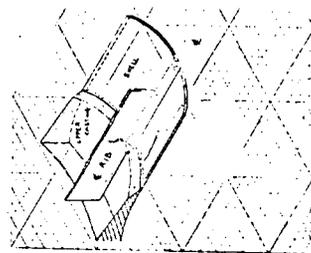
F-3



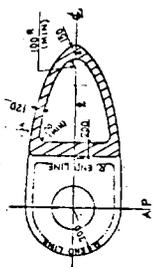
F-4



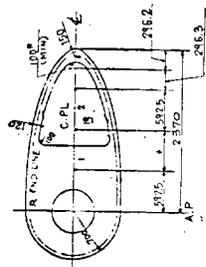
STERN POST 取合詳細
DETAIL OF (X)
CASE II



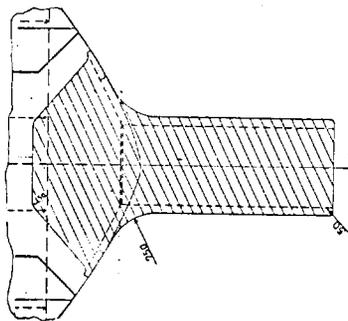
SEC. AT (2)



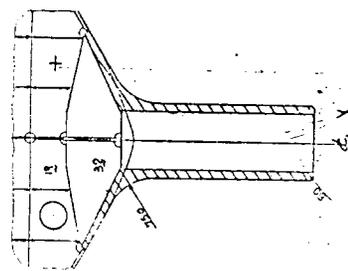
SEC. AT (1)



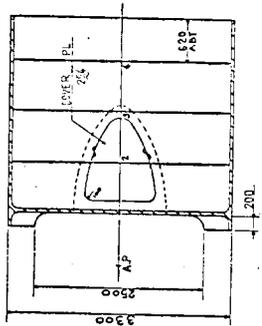
F-1



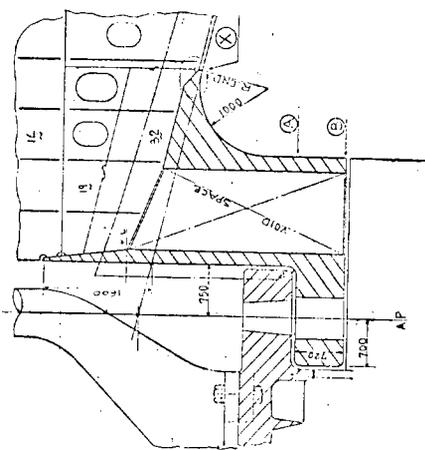
F-2



UPPER CASTING TOP PLAN

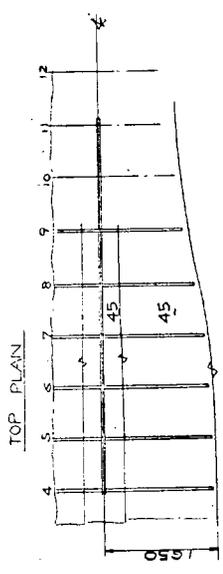
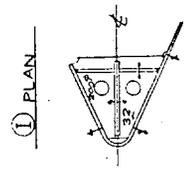
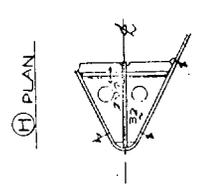
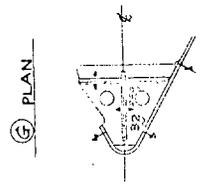
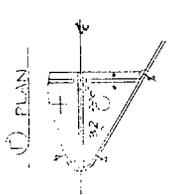


CENTER LINE SECTION

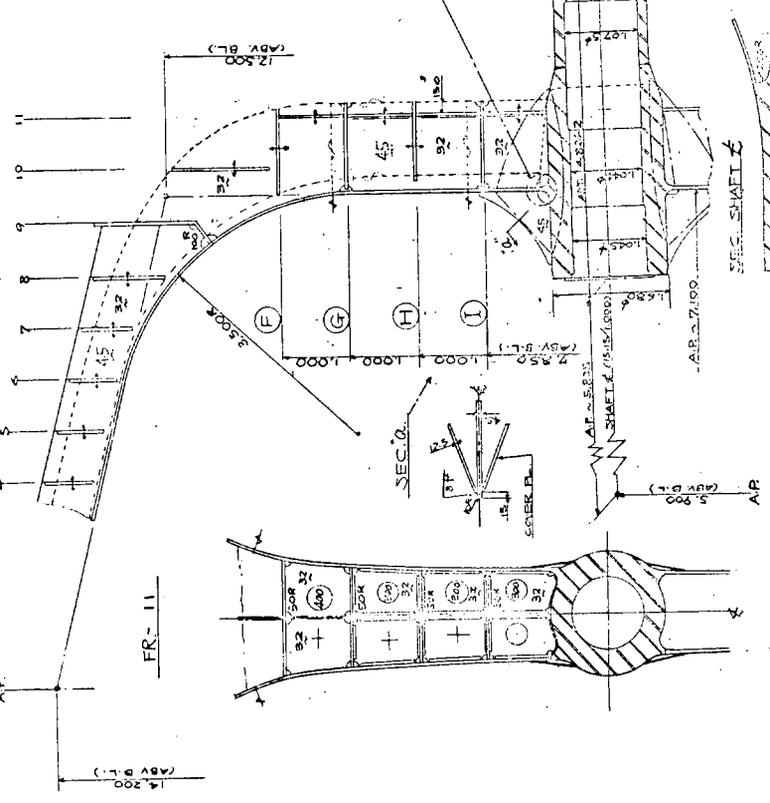


此上CASTING比較物之材料厚
0.5mm BLOCK 2 DIRECTOR 取付
機台に取付
2 CASTING WEIGHT ~ 34.5T
PLATE WEIGHT (32) 1.5T
TOTAL 36.0T

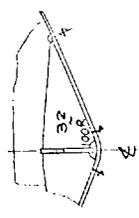
图2.1.8(1) 標準STERN FRAME D0 ① UPPER PART (CAST)



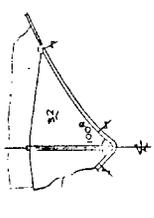
CENTER LINE PROFILE
FR. SP. 750



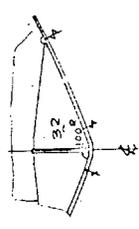
FR-6



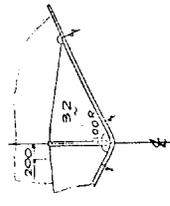
FR-8



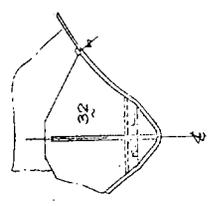
FR-5



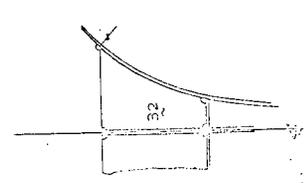
FR-7



FR-9

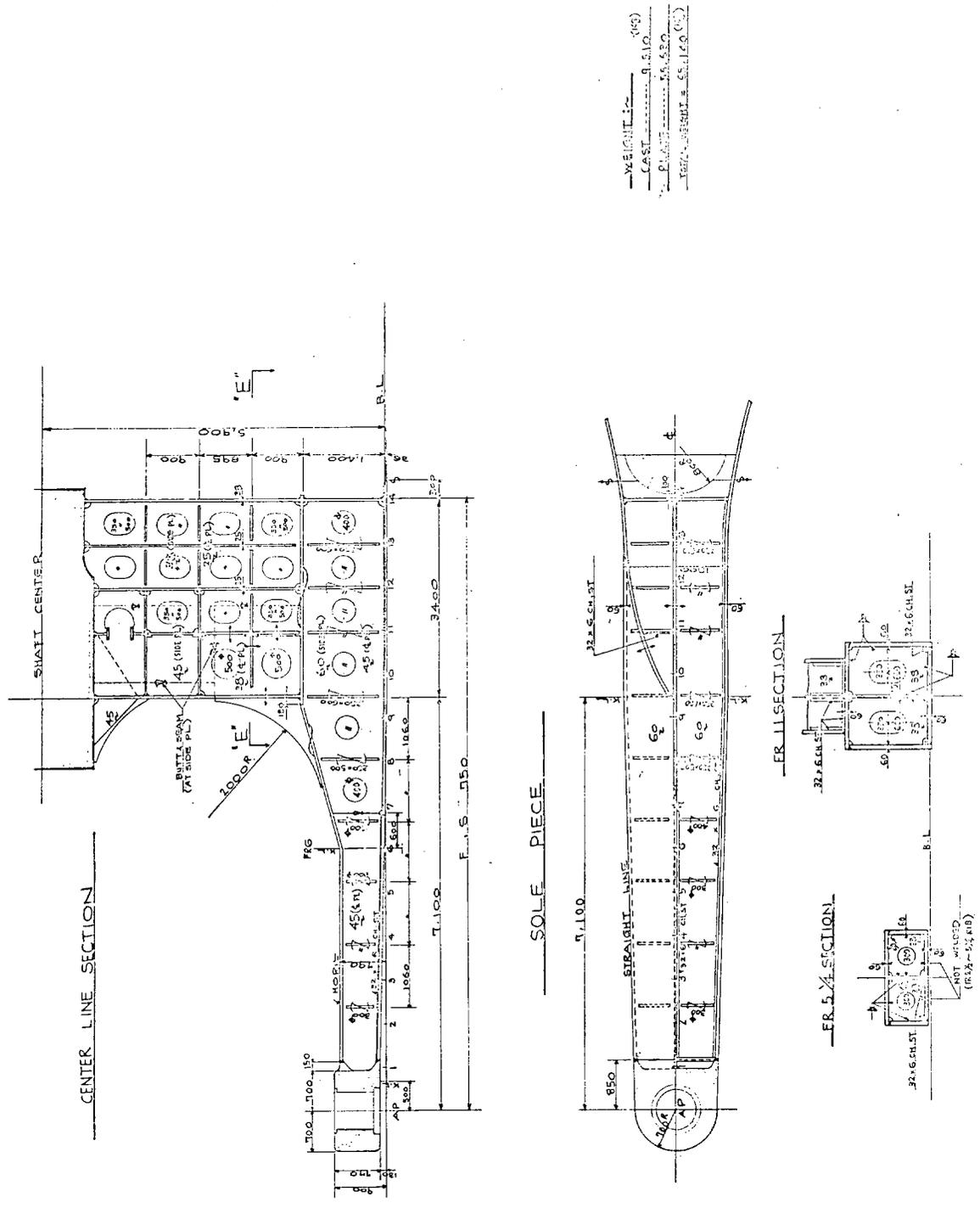


FR-10



WEIGHT
BOSS CASTING 36.3
STEEL PLATE 19.22
TOTAL 55.52

図 2.1.8(2) 標準 STERN FRAME D0 ②&③ BOSS PART (小 RIB-一曲灯)



METRIC 049
 CAST 1.410
 PLATE 1.430
 WHITE IRON CASTING PLATE

图 2.1.8(3) 标准 STERN FRAME D0 ④ LOWER PART (BU-1)

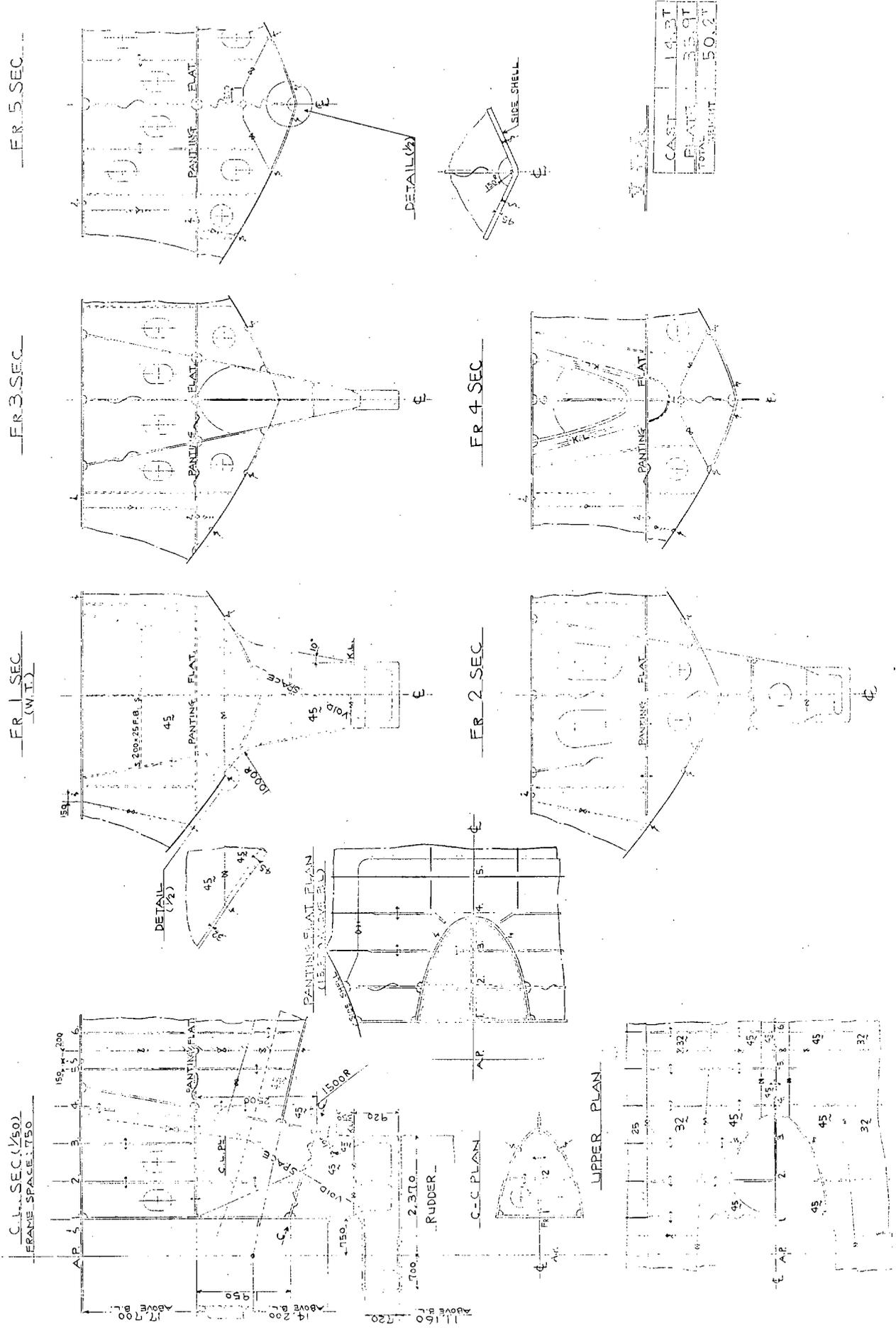


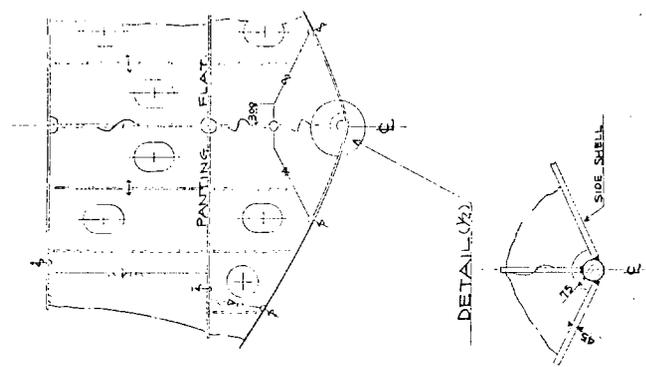
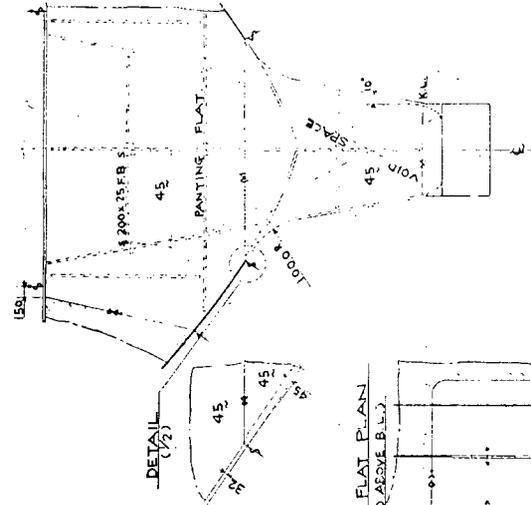
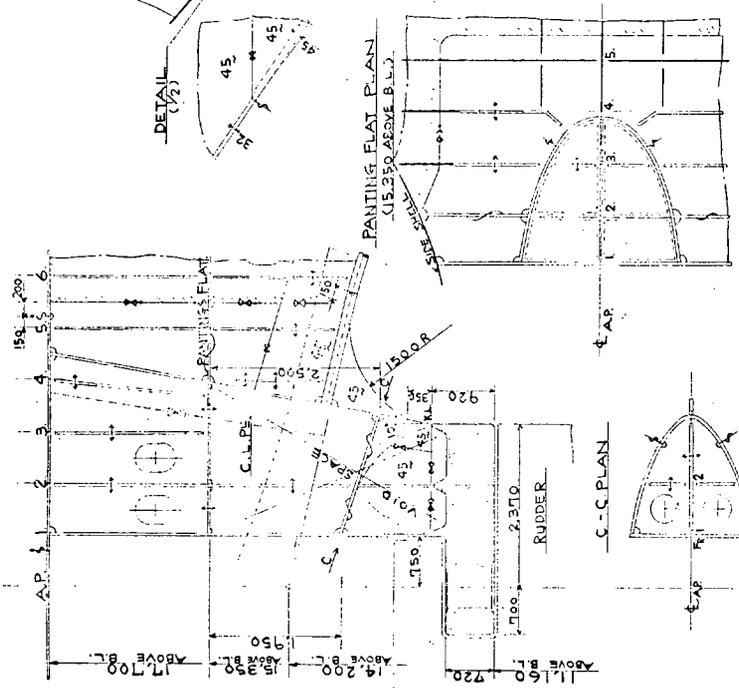
图 2.1.9(1) 标准 STERN FRAME ① UPPER PART (BU-1)

C-L SEC (1/50)
FRAME SPACE: 150

FR 1 SEC
(N.T.)

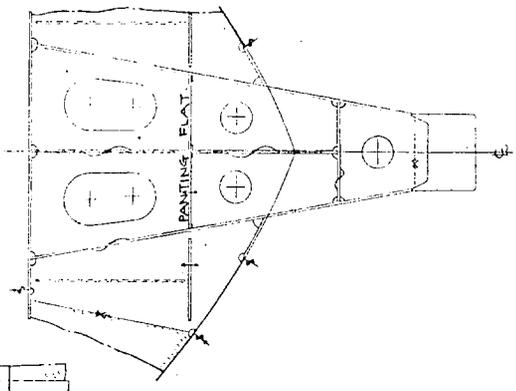
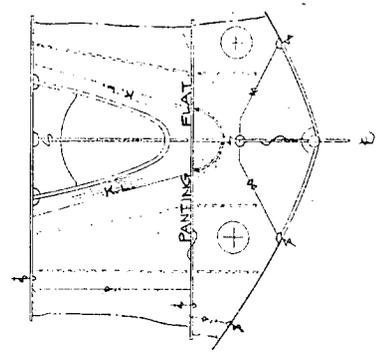
FR 3 SEC

FR 5 SEC

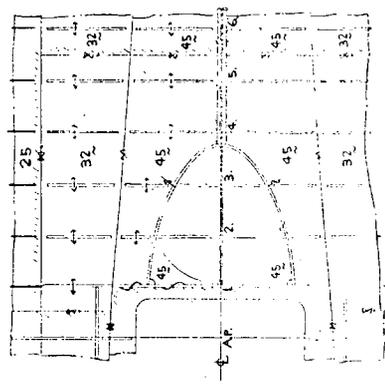


FR 4 SEC

FR 2 SEC



UPPER PLAN

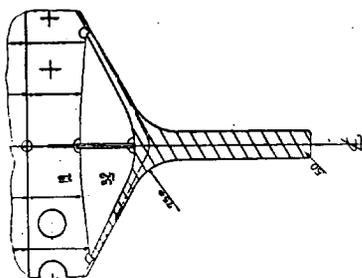


重量表

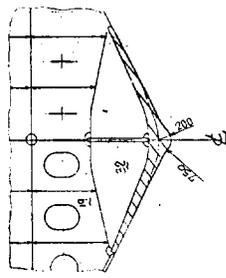
CAST	17.2T
PLATE	35.9T
TOTAL WEIGHT	53.1T

图 2.19(2) 标准 STERN FRAME ① UPPER PART (BU-2)

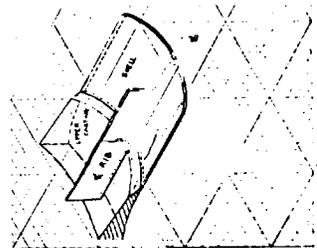
F-3



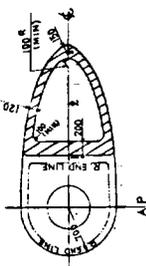
F-4



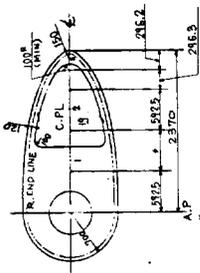
STERN POST 取合詳細
DETAIL OF (X)
CASE II



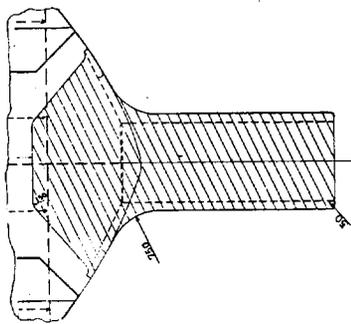
SEC. A1 @



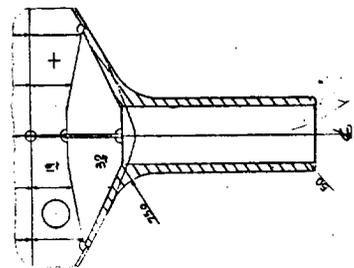
SEC. A1 @



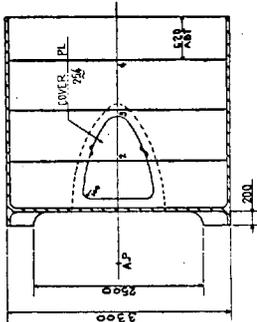
F-1



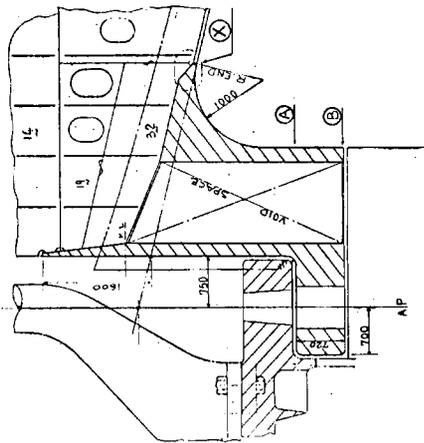
F-2



UPPER CASTING TOP PLAN

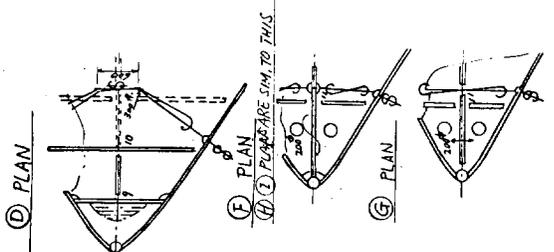
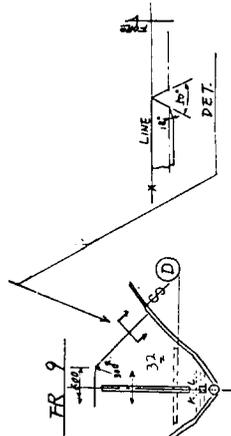
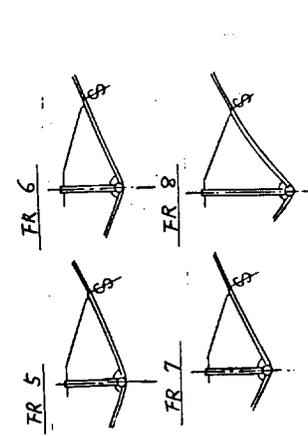
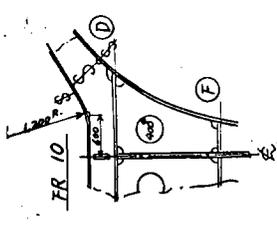
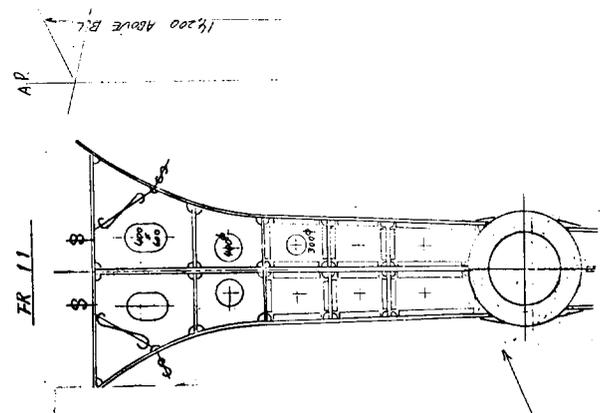
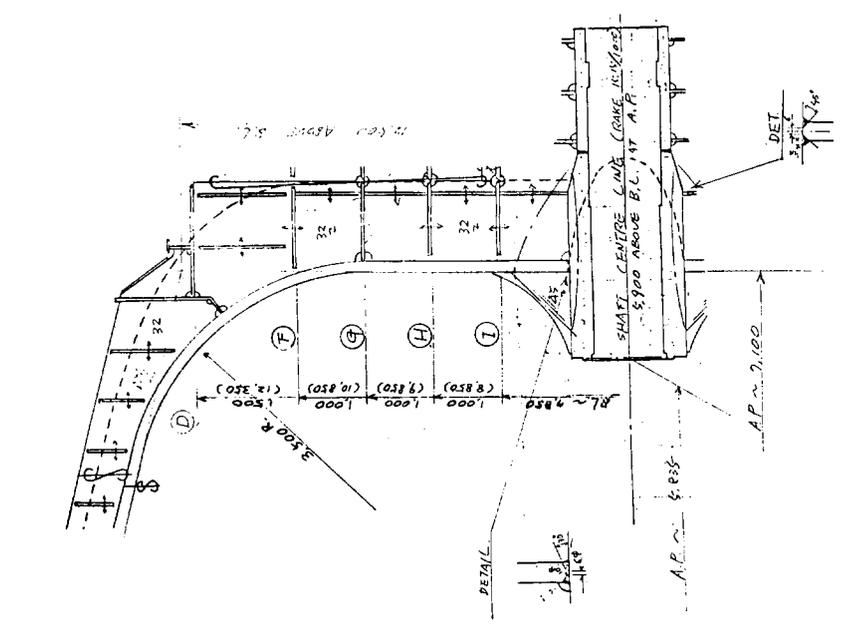


CENTER LINE SECTION



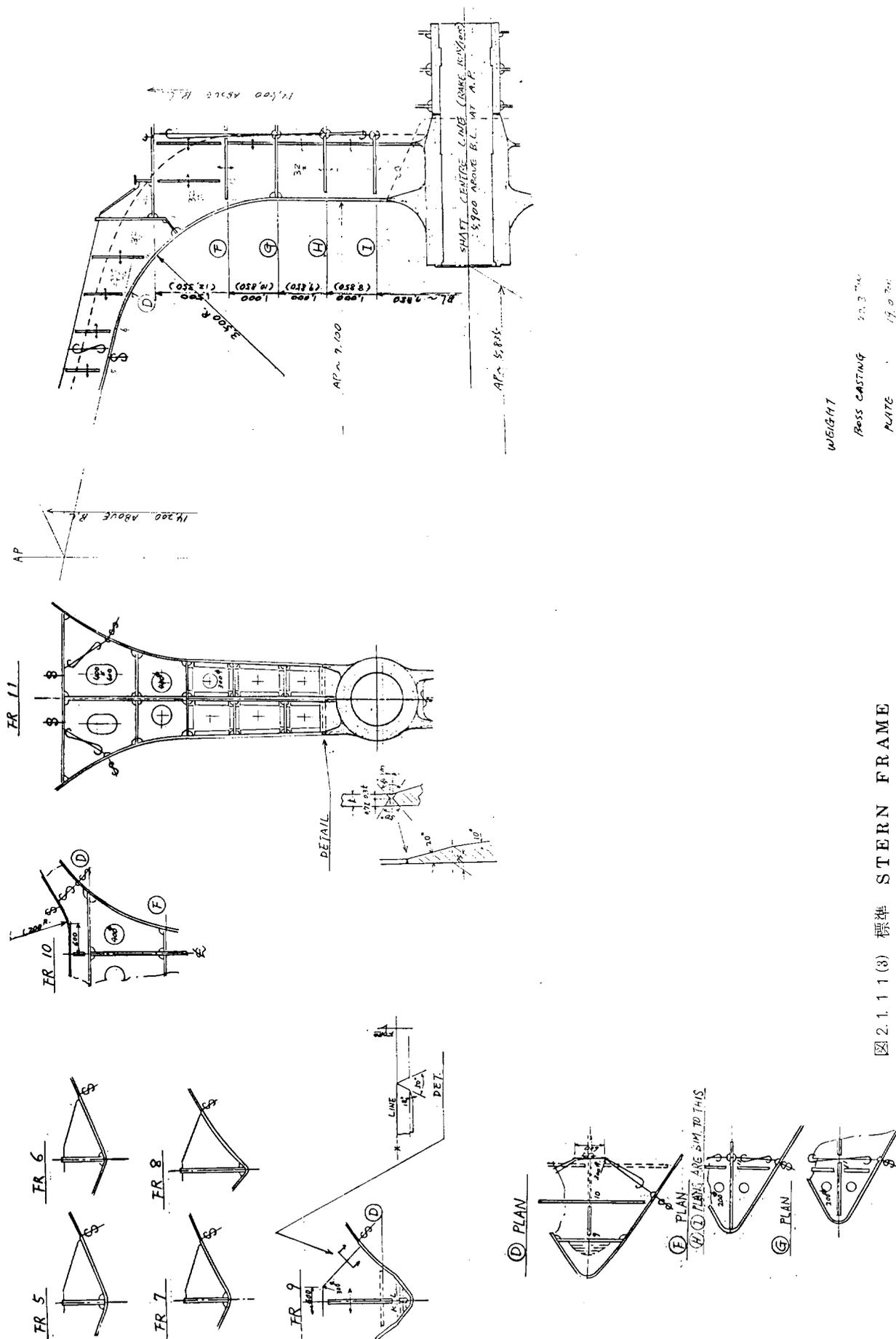
注: 1. CASTING 比較的 2. 3. 0 板厚
0. 船殼 BLOCK 7 DIRECT 取此
備合 船殼
2. CASTING WEIGHT ... 34.5T
PLATE WEIGHT (32) 1.5T
TOTAL ... 36.0T

圖 2.1.10 標準 STERN FRAME ① UPPER PART (CAST)



WEIGHT
BOSS CASTING
PLATE & BAR

2.1.1 (2) 標準 STERN FRAME
②&③ BOSS PART (CYL&丸棒)



WEIGHT	ROSS CASTING	NOTE
	27.3 TON	
	17.0 TON	
	70.7 TON	
	54.3 TON	

図 2.1.1.1 (3) 標準 STERN FRAME
 ② & ③ BOSS PART (大RIB & 曲付)

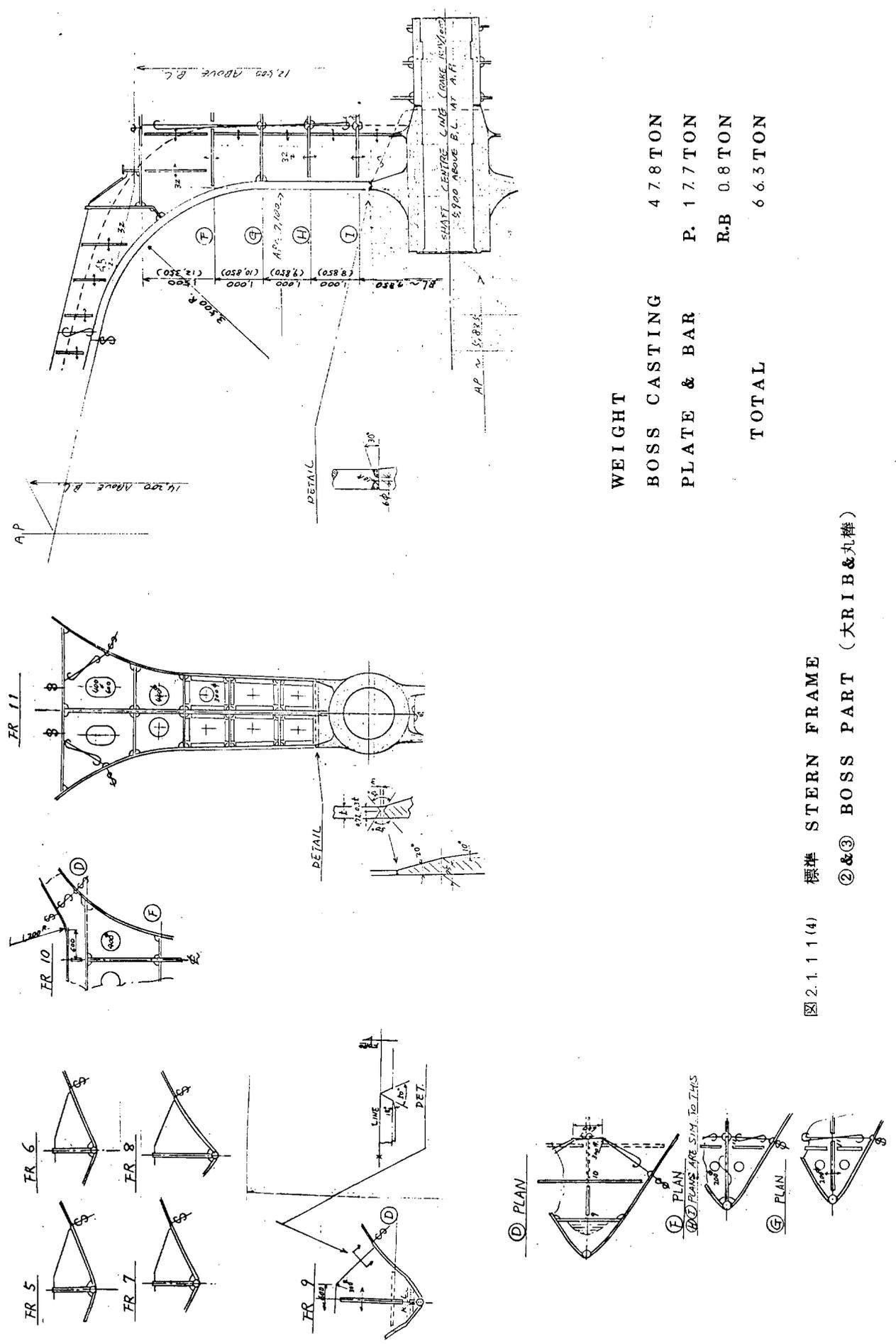


图 2.1.1 1 (4) 标准 STERN FRAME
 ② & ③ BOSS PART (大RIB & 丸棒)

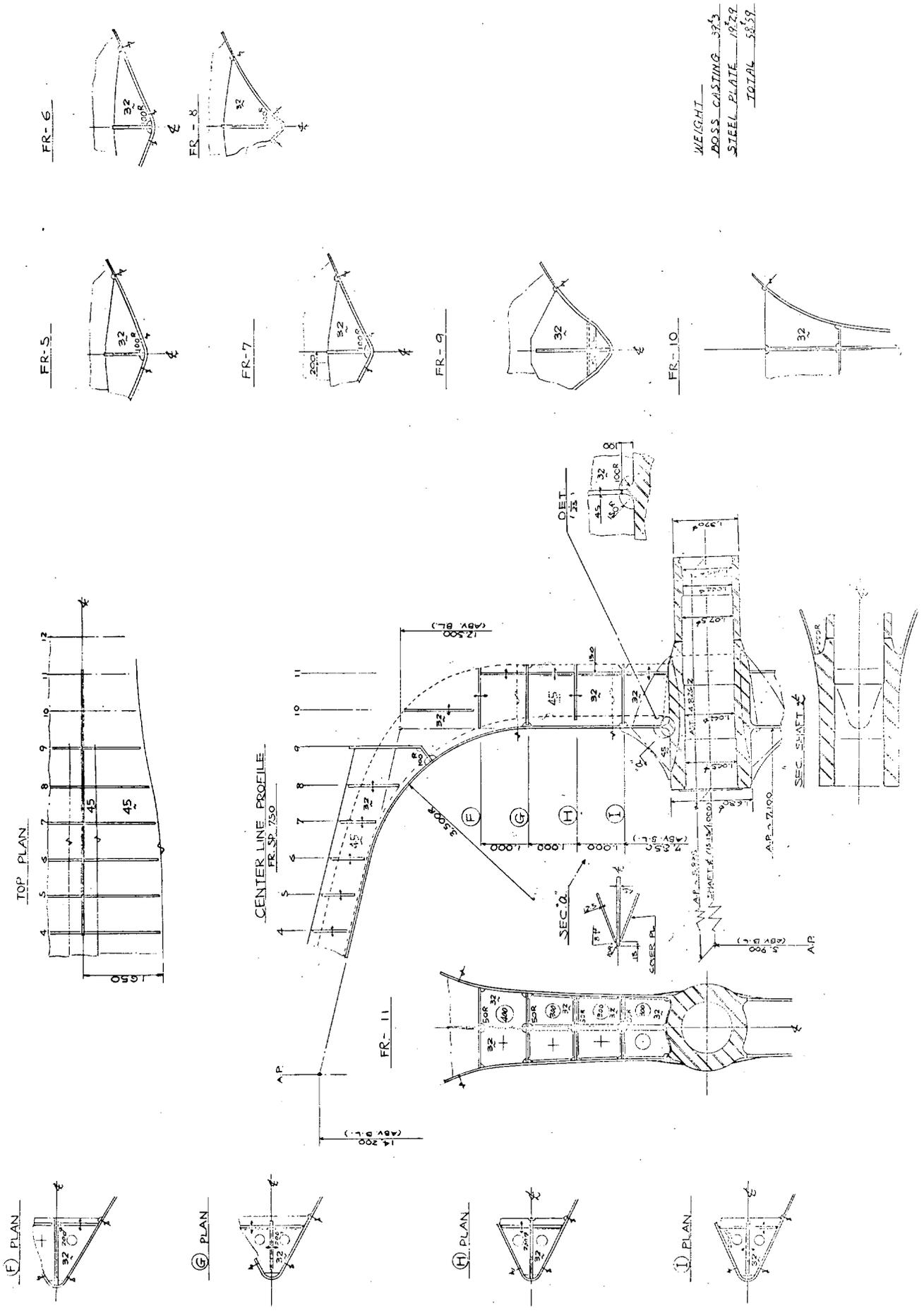


图 2.1.1 (5) 標準 STERN FRAME ②&③ BOSS PART (小RIB一曲付)

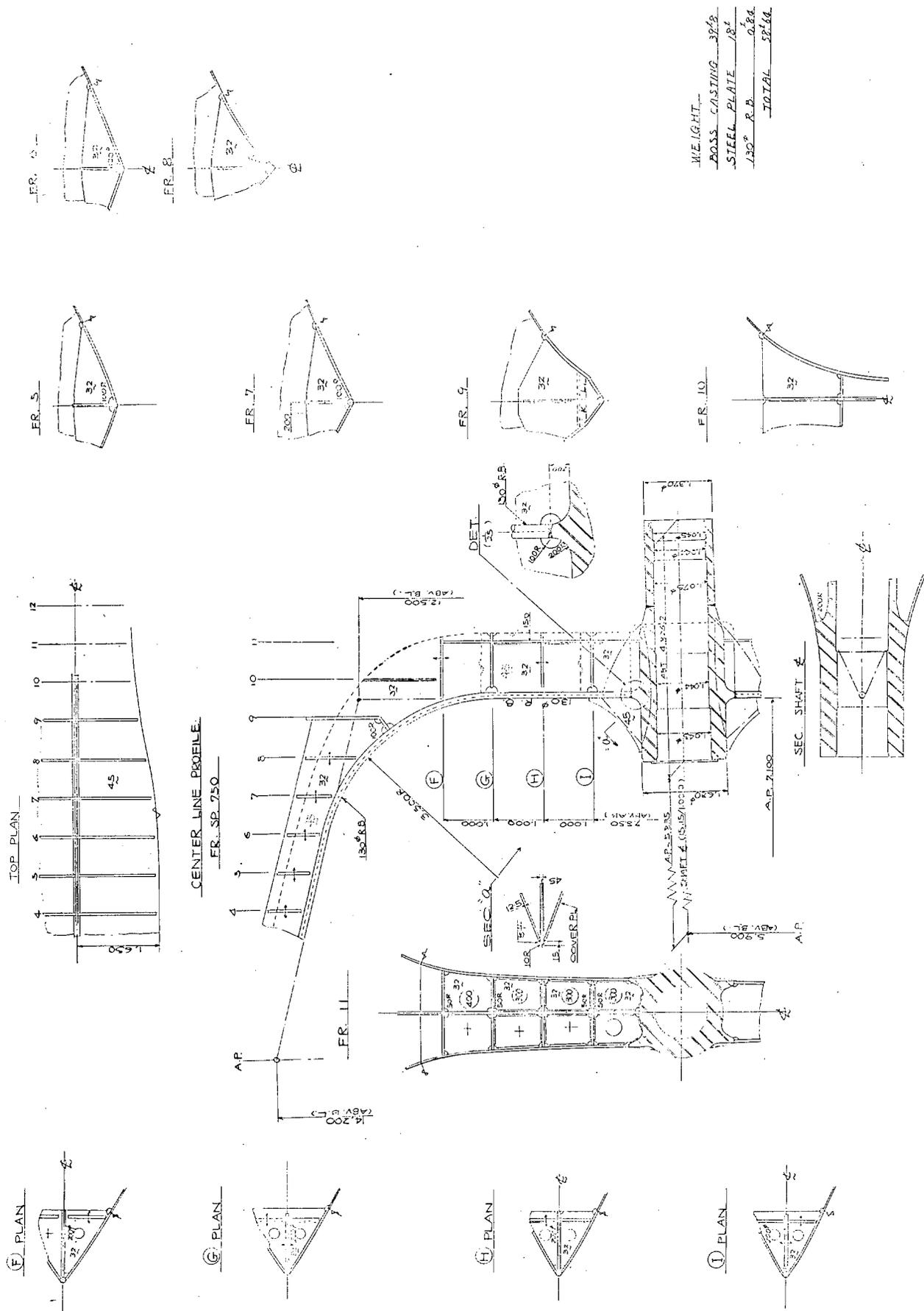
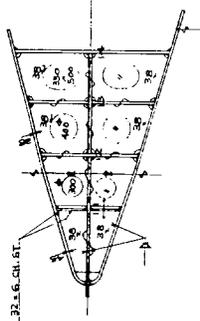
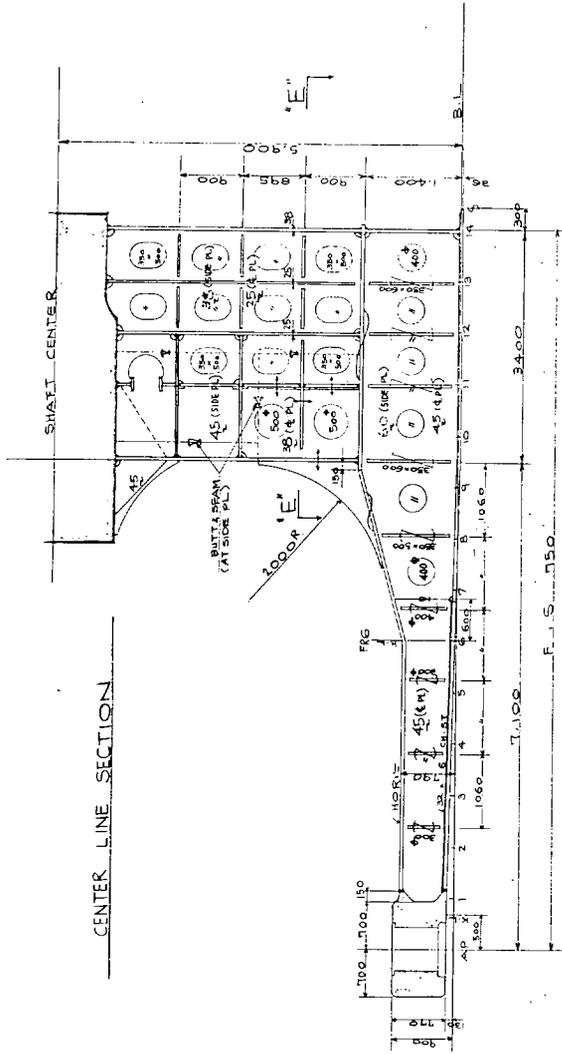


图 2.1.1 (10) 标准 STERN FRAME ②&③ BOSS PART (小肋—丸棒)

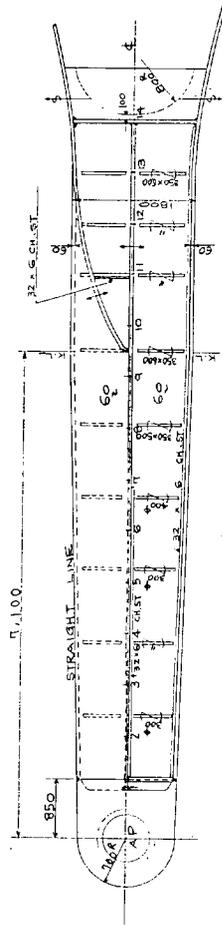
E-E SECTION



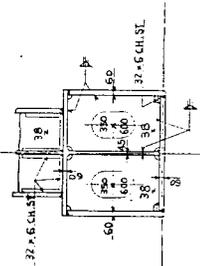
CENTER LINE SECTION



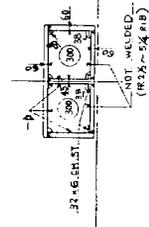
SOLE PIECE



FR 1/2 SECTION



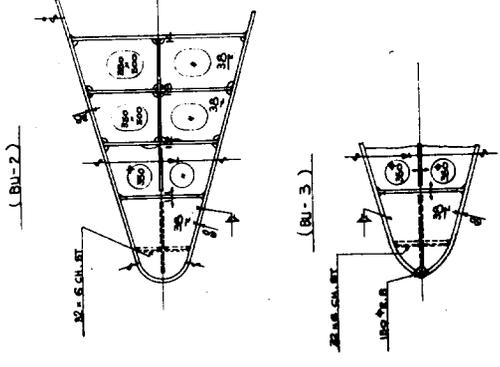
FR 5/8 SECTION



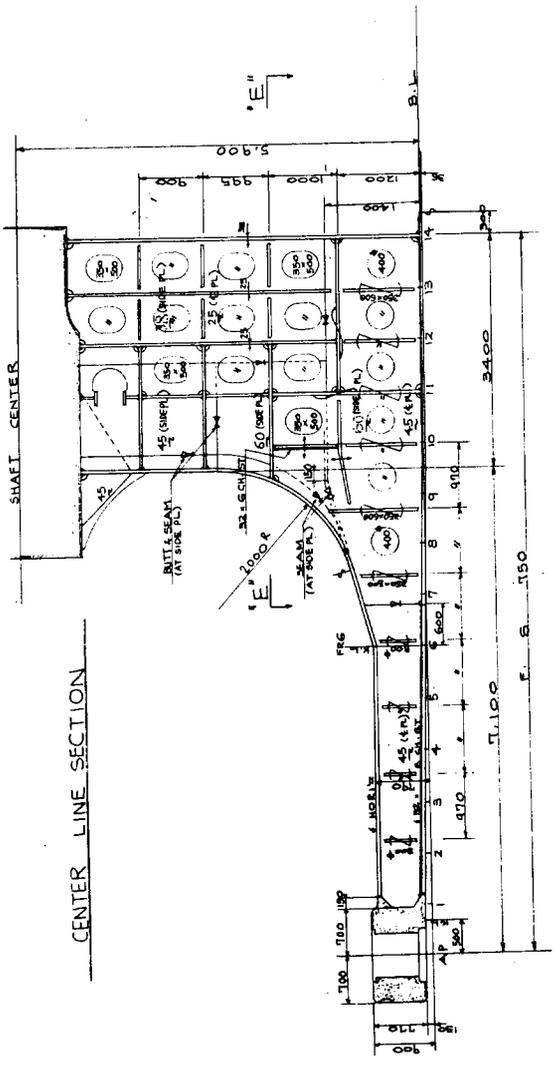
WEIGHT :-
 CAST 9.510 (kg)
 PLATE 55.530 (kg)
 TOTAL WEIGHT = 65.040 (kg)

图 2.1.1 2(1) 標準 STERN FRAME
 ④ LOWER PART (BU-1)

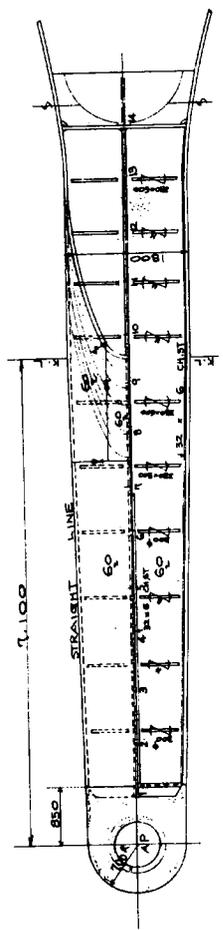
'E'-E' SECTION



CENTER LINE SECTION

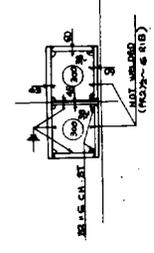


SOLE PIECE

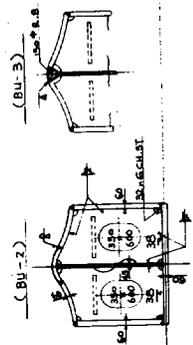


WEIGHT (KG)
 CAST 9,510
 PLATE 56,610
 TOTAL WEIGHT = 66,120 (KG)

FR. 4 3/4 SECTION



FR. 8 2/3 SECTION



FR. 11 SECTION

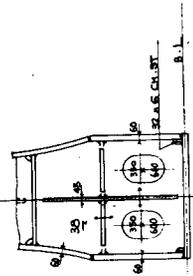
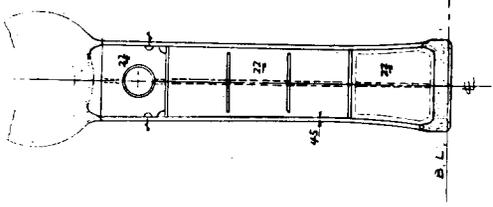
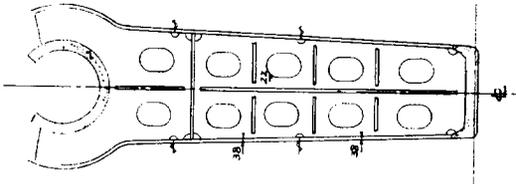


図 2.1.1 2(2) 標準 STERN FRAME
 ④ LOWER PART (BU-285)

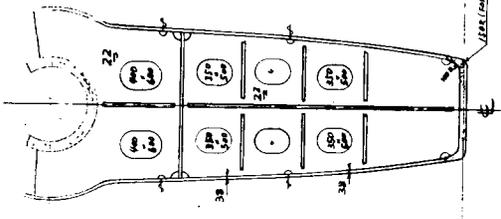
F-11



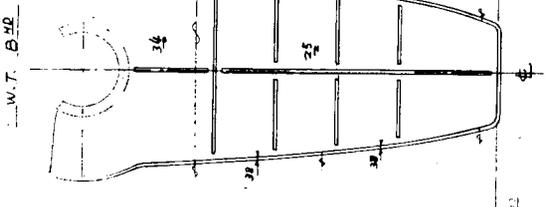
F-12



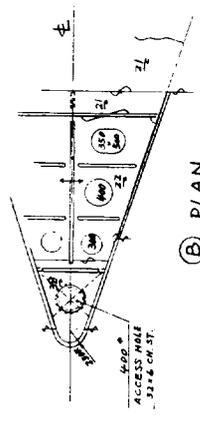
F-13



F-14

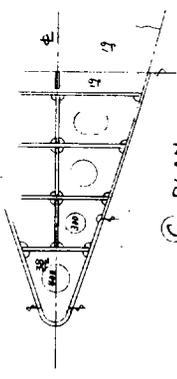


(A) PLAN

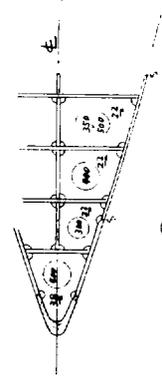


(B) PLAN

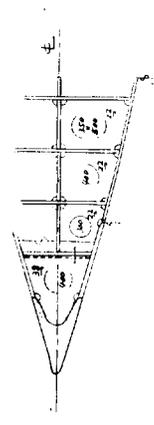
SIMILAR TO (A) PLAN
EXC. SPEC. NOTED



(C) PLAN

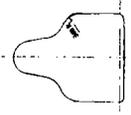


(D) PLAN

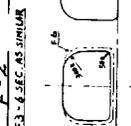


WEIGHT LIST
CAST
PLATE
TOTAL

F-9



F-2 F-8



F-1

F-3 - 4 SEC. AS SIMILAR

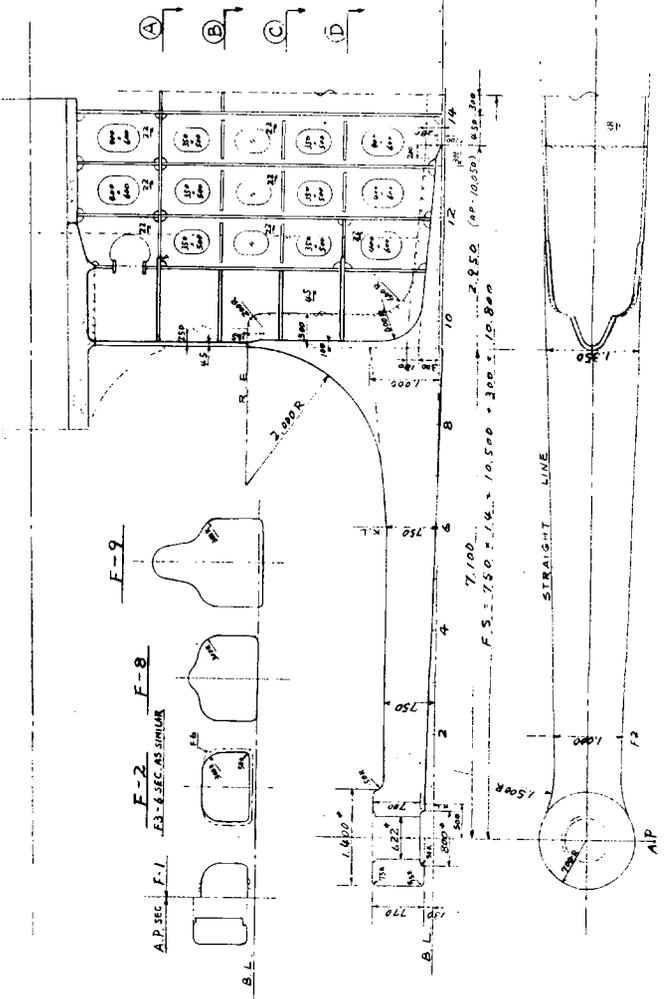
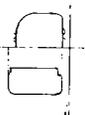
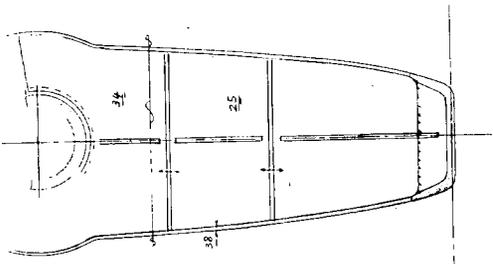
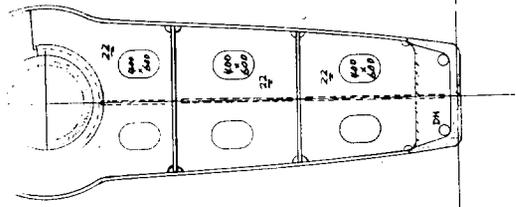


图 2.1.1 3(1) 標準 STERN FRAME. (4) LOWER PART (CAST-1)

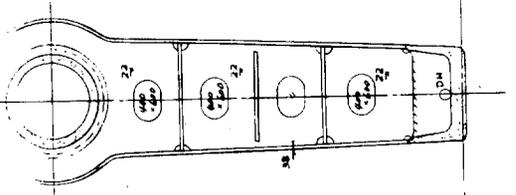
F-14
C.W.T. B. 202



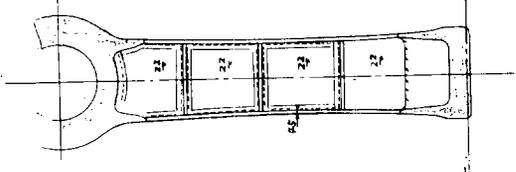
F-13



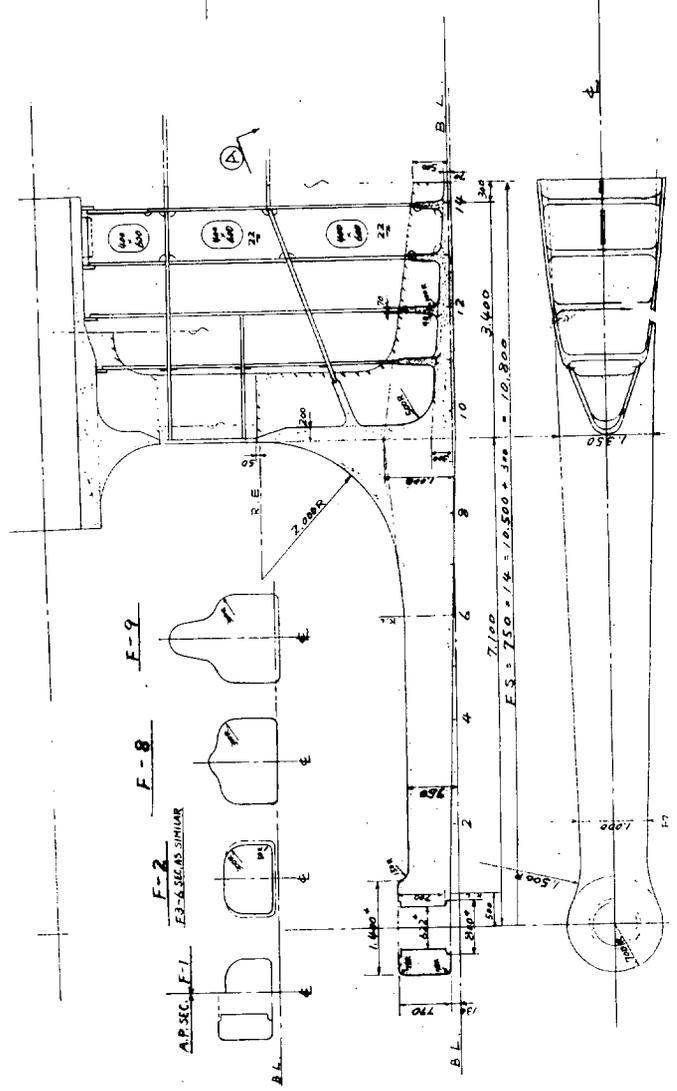
F-12



F-11



B.L.

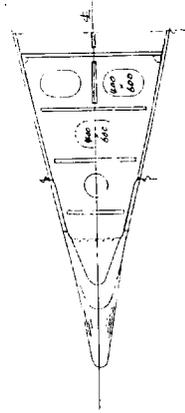


A.P. SEC. F-1
F-2
F-3 - 2 SEC. AS SHOWN

F-8

F-9

(A) PLAN



WEIGHT (L)	57.0
CAST	1 ± 8
PLATE	2 1/2
TOTAL	

図2.1.1 3(2) 標準 STERN FRAME
④ LOWER PART (CAST-2)

(2) メーカーアンケートおよび結果

(a) 標準 STERN FRAME

前述のA₀～D₀の4種類の標準 STERN FRAME の図面をメーカーにて評価してもらい、COST、納期(工期)、精度および総合の4項目について、好ましい順に順位をつけてもらった。なお、評価尺度としては表 2.1.2 に示す通り、イ～ホの5項目としたが、メーカー側の記入の便を考慮し5項目全てで評価しなくともよいことにした。表 2.1.3 に標準 STERN FRAME のアンケート用紙を示す。

表 2.1.2

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 2.1.3 標準 STERN FRAME アンケート用紙

	評価尺度						注記および自由意見
	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	総合	
COST							
A ₀							
B ₀							
C ₀							
D ₀							
納期							
A ₀							
B ₀							
C ₀							
D ₀							
精度							
A ₀							
B ₀							
C ₀							
D ₀							
総合							
A ₀							
B ₀							
C ₀							
D ₀							

アンケートの結果は、個々の項目あるいは評価尺度ごとに3社（d社はSTERN FRAMEのBUILT-UP工事はやっていないのでアンケートには無回答であった）の評価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みると表2.1.4に示す通りで、B₀すなわち、

表 2.1.4

	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	—

CASTINGの範囲をできるだけ増し、かつ大RIB型の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およびD₀についてはほとんど差はつけられない。また、B₀に人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型あるいは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何とも言えない。

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

(b) 標準STERN FRAMEのVARIATION

表2.1.1、図2.1.1～2.1.4および図2.1.9～2.1.13に示す①～④の4つの部分に対するVARIATIONについて、工作し易さ、工数節減および精度等の観点から評価してもらい、標準(A₀～D₀に適用しているもの)に対してそれぞれのVARIATIONは好ましいか、好ましくないかおよびどちらでもよいの3段階の評価をしてもらった。

なお、VARIATIONの評価の場合も評価尺度としては標準STERN FRAMEに対する評価の場合と同じく表2.1.2に示すイ～ホの5項目の中から任意に選んでもらった。図2.1.14はVARIATIONのアンケート用紙の一例である。表2.1.5にVARIATIONに対するメーカー4社の評価の一覧表を示す。表2.1.5によると、①のBU-1とBU-2の評価は2:2に割れたが、内容的にみるとBU-1とBU-2はBUILT-UP部分は全く同一であり、GUDGEON部のCASTINGの形状およびBOSS部に連るPLATE WORKが異なるのみで2:2に割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、3:1に割れたが、これは一般的には丸棒型のほうが原板の曲げ工数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位にあげているが、c社はCYL型を小RIB型と同列あるいは後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徴的である。

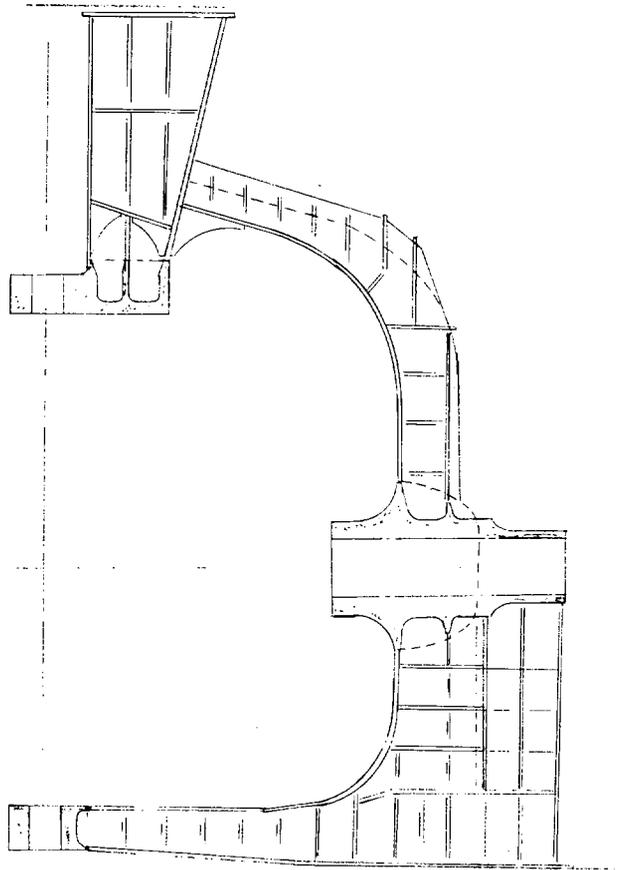
④のBU-1とBU-2&3の比較では4社ともBOSS下部とSHOE PIECE部とが独立しているBU-1型を好んでいる。しかし、BU-1型はSHARP CORNERと附近の水流との関係から推進性能上の基本的问题を含んでいるので、これの採用には慎重な検討が必要であろう。

④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を好んでいると言える。

前述の通りVARIATIONの評価は単に良いか、悪いか、どちらでもないの定性的評価であり、また複数項目を組合せたVARIATIONに対して評価の推定をすることができないので、図2.1.2および図2.1.3に示してあるA₀型およびB₀型のVARIATIONについて、すなわち、A₀～A₄およびB₀～B₄のそれぞれ5CASEについて技術的な面および工作し易さ等を勘案して総合的に評価して順位をつけてもらった。アンケートの結果は表2.1.6に一覧表にまとめてあるが、標準STERN FRAME(A₀、B₀、C₀およびD₀の4種)の場合よりもかなりはっきりした傾向が判り、特にA₃およびB₃がほぼ一致して最も好ましい型として評価されていることが判る。

また、A₀ ~ A₄ および B₀ ~ B₄ の重量とメーカー各社の評価を検討してみると大凡の傾向として重量の軽いほうが好まれていることが判る。すなわち、A₀ シリーズでは最も軽い 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 シリーズでもほぼ同一傾向である。

ただ、A₀ シリーズと B₀ シリーズの重量を比較すると CASTING の使用範囲の大きい B₀ シリーズのほうが軽い場合もあり、おかしいようであるが、これは主に A₀ シリーズの UPPER PART: ①の BU の場合は、船体内部に突込んでいる HORN 部の重量を含んでいるのに対し、B₀ シリーズの場合は含めていないからである。



	BASE A ₀	VARIATION A ₁	評 価	評 価 尺 度	注 記
①	BU-1	BU-2			
②	曲 げ	丸 樺			
③	CYL	大 RIB			
④	BU-1	BU-3			
総 合					

注： 好ましい場合 ○印
 好ましくない場合は ×印
 どちらでもよい場合は △印

図 2.1.14 アンケート用紙 標準 STERN FRAME VARIATION A₁

表 2.1.6 A₀およびB₀シリーズの評価一覧表

A ₀ シリーズ	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	注
a 社	2	5	4	1	3	BOSS、SHOE PIECE 部とも品質COSTおよび精度の点からA ₃ が一番良い、また構造上からは丸棒は止めて半丸鋼板とする。またA ₁ 、A ₂ のSHOE PIECE 部が一番好ましくない。R 部が必要なら板曲げではなくCASTINGにすべきである。
b 社	(3)	3	4	1	2	BOSS CASTING のCYL型と小RIB型を比べ、CASTING 製造では大差ないのでBU工作の難易を重視した。曲げと丸棒の比較はLINES、外板シーム、センタースリーブの有無プロック分割位置等により観点が異なり順位が変わってくる。
c 社	1	4	5	2	3	当社のRECOMMENDする組合せは ①.....BU-2 ②.....丸 棒 ③.....CYL型 or 小RIB型 ④.....BU-1型である
d 社	-	-	-	-	-	
B ₀ シリーズ	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	注
a 社	4	5	3	1	2	B ₃ が一番良いが、④項のCAST-2はCAST-1に変更したい、すなわち、B ₂ のBOSS ③項を大RIB から小RIBにするのと同じである。 B GROUPは全般的に好ましくない。
b 社	3	4	2	1	(3)	CASTING と BU の利害は表裏の関係にあり、総合的に考えた。
c 社	5	4	3	2	1	当社のRECOMMENDする組合せは ①.....CAST ②.....丸 棒 ③.....CYL型 or 小RIB型 ④.....CAST-1 である
d 社	2	2	1	3	4	当社はSTERN FRAME BUILT-UP の経験がないため、STERN FRAME 上甲下すなわち、①、③、④のCASTING 形状に関して評価した。

表 2.1.5

場 所	場 所 記 号	VARIATION 記 号	a 社	b 社	c 社	d 社
UPPER PART	①	BU-1	○	○	×	×
PART		BU-2	×	×	○	○
UPPER PART と BOSS 間の PLATEWORK	②	丸 棒	×	○	○	○
		曲 げ	○	×	×	×
BOSS	③	CYL	△	△	○	×
CASTING		大RIB	×	×	×	○
		小RIB	○	○	○	○
LOWER PART	④	BU-1	○	○	○	△
		BU-2&3	×	×	×	△
		CAST-1	○	×	○	○
		CAST-2	×	○	×	×

注：○印は好ましいVARIATIONを示す。
 ×印は好ましくないVARIATIONを示す。
 △印はどちらでもない場合を示す。
 BOSS CASTING ③の評価の場合は○印が一番よい、△はそれの次、×印は最も好ましくないことを示す。

2) メーカー4社の自由意見

標準 STERN FRAME および VARIATION に対するアンケートと平行して、アンケート項目以外の自由意見あるいは提案を FEED BACK してもらった。

STERN FRAME の標準化に対するメーカー側の反応は概ね好意的であり、中には非常に積極的に独自の標準案を提案してきたメーカーもあった。

CASTING についてのメーカー側の自由意見の要約は下記の通りである。

○ 鋳鋼品は肉厚変化をできるだけ無くするようにすべきで、ぬすみの深いのは品質の低下をきたし、工数もかかり COST 高となる。

○ GUDGEON の BEARING 部の上下端面は対象の段付が望ましい。

○ BOSS CASTING の長いものは2分割溶接型がよい。

○ CASTING の機械加工の仕様を統一して欲しい。

BUILT-UP 関係については、メーカー側3社(1社は STERN FRAME の BUILT-UP をやっていないので無回答)から約30項目の希望提案があったが、下記のごとく13項目に要約した。

○ BLOCK 分割の統一; 接手の位置、板厚のvariety、等が問題になる。

○ SCALLOP、SNIP 形状、MAN HOLE、換気孔、DRAINE HOLE、AIR HOLE等の統一; STERN FRAMEの工事の特殊性を十分考慮して大きさ形状等を統一したい。

○ FRAME SPACEの統一; 作業性を考慮して統一SPACEを検討して欲しい。

○ 開先形状、板逃し、サービンおよび溶接棒の統一; 溶接接手の溶着量を再検討して開先形状の改良統一、開先溶接から隅肉溶接への移行、低水素棒の使用基準の統一を計る。

○ 鋼板の板厚・材質および最小曲げ半径等の統一; 1~2%のことも厚いほうに統一すること、最小曲げ半径(内) $\geq 4t$ の具体的提案もあった。

○ LINESの統一、単純化; BOSS部のふくらみは BOSS CASSTING 内で消すこと。

○ 焼鈍の有無範囲の統一。

○ VOID SPACE の有無、VOID SPACE 内面の塗装・充填物等の統一。

○ 検査項目、寸法精度基準および AIR TEST 方法等の統一。

○ BOSS 部 COVER PLATE の廃止。

○ RUDDER HORN 水平断面の直線化; 円弧と直線の組合せにしたい。

○ UPPER PART と BOSS 部を結ぶ PLATE WORK の標準は丸棒型と曲げ型の2種しかないが、第3の型としてCENTRE PLATE 貫通型()を再検討して欲しい。

○ 図面形態・縮尺・各種符号・記号等の統一。

今後の問題点と対策

標準 STERN FRAME 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 STERN FRAME に対する個々の造船所対メーカーの接渉の際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 STERN FRAME および VARIATION を活用したいものである。

さらに、メーカー側にとっては STERN FRAME の構造方式あるいは CASTING の使用範囲等の標準化もメリットがあるが、さらに詳細の工作プラクティス、検査基準等が1造船所内でも船ごとにより、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。

(2)の(c)項でメーカー側の自由意見を要約してあるが、それをみてもメーカー側の詳細プラクティスの統一の希望の強いことが判る。

メーカー側の提案の中には、造船所の設計 PHILOSOPHY に関する項目や、また、あるメーカー特有のブラクチス等も含まれており、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 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とっては、①図面の大半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 ある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、メーカー側にとっても、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総合的效果による工期短縮(工場回転率の向上、売上げの増大)等のメリットが生ずる。

2.1.2 RUDDER & RUDDER STOCK

舵およびストックも船尾骨材と同じく船殻の主要外注品であるが、各造船所の工作法および設計思想がそれぞれ異なるためメーカー側にとってもこれらに起因して納期、コスト etc に影響している。このことから納期の適正化、COST DOWNを計るために標準化がぜひ必要であり、D₁ 小委員会の46年度の重点項目として取上げたものである。具体的には、各社から提出された20万トン型の舵およびストックの標準図面から表 2.1.1.3 に示すごとき項目につき調査し、標準図を作成した。

この標準図をメーカー4社にアンケートを行ない、メーカーの意見をも取り入れて1つの標準案を作成した。標準の舵の主要目の寸法は下記の通りである。

TYPE		;	STREAM LINE BALANCED RUDDER
Af		;	2 4.5 8 3 m ²
Aa		;	6 6.8 9 4 m ²
TOTAL AREA	(A)	;	9 1.4 7 7 m ²
LPP × DMLD	(A _m)	;	5, 8 7 4 m ³
AREA RATIO	(A _m /A)	;	6 4. 2
BALANCE RATIO	(A _a /A _f)	;	2. 7 2
ASPECT RATIO	(H/B)	;	1. 4 3 8
CAMBER RATIO	(2t/B)	;	0. 1 7 2
SPEED		;	1 7. 6 knot

(1) 標準図

表 2.1.7 に示すごとく、部材区分ごとに1~3種類の舵およびストックの標準を作り、特に鍍銀鋼品の重量および工作のし易さ等に着目して2種の標準組み合わせを作ってメーカーにアンケートを行ない、そのまとめ結果から図 2.1.1.4 および 2.1.1.5 に示すような1つの標準案とした。

また、標準の組み合わせについては表 2.1.8 に示す。

表 2.1.7 部材区分と記号

		部 材 区 分	記 号
舵 構 造	Ⓐ	PLATE 部分	—
	Ⓑ	UPPER CASTING 標準は1種。参考として構造の差によるものを3種考えた	① 参考① - a ① - b ① - c
	Ⓒ	LOWER CASTING 形状を単純化 重量を最小	② ② - a
	Ⓓ	EDGE BAR 丸型 半丸型	③ ③ - a
	Ⓔ	PINTLE	④
ス ト ック	Ⓕ	STOCK 水平部 角型 テーパー型	⑤ ⑤ - a
	Ⓖ	REAMER BOLT ナットおよびボルト頭部形状につき3種	⑥ ⑥ - a ⑥ - b

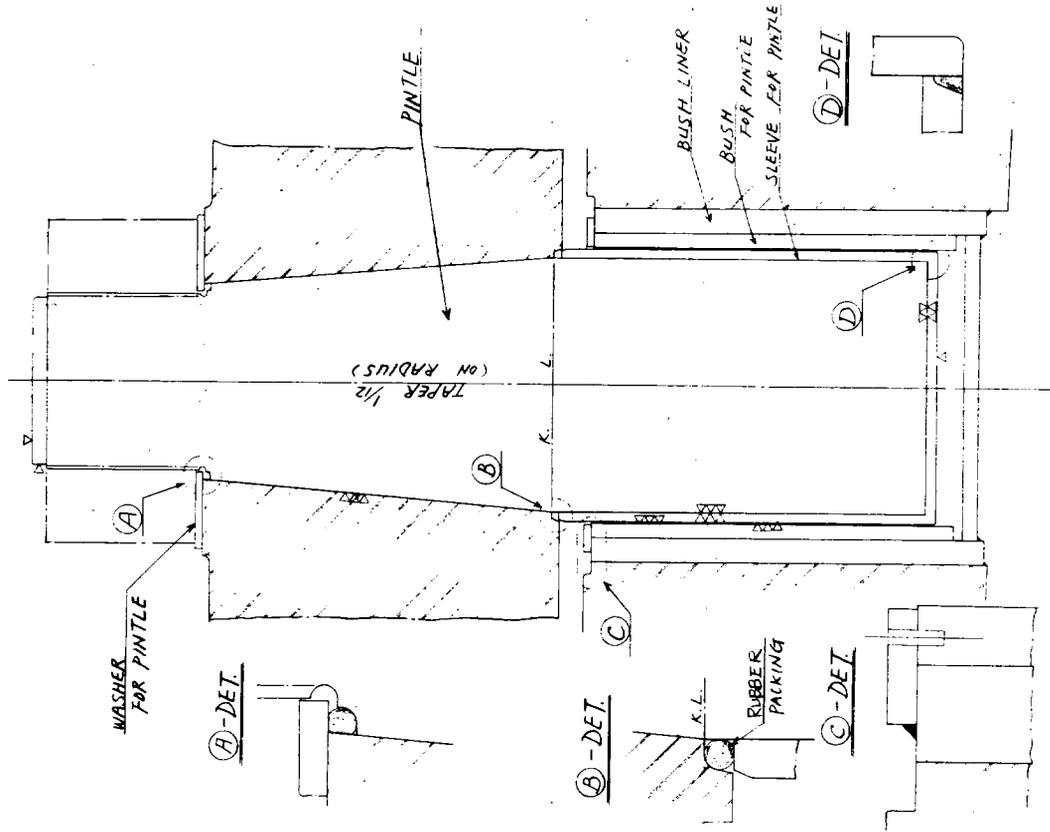
注：記号欄の番号に a, b, c の suffix がつけられている図面を図 2.1.16 に示し、番号のみのものは標準案であり図 2.1.14 および 2.1.15 に示されている。

表 2.1.8 標準の組み合わせと重量

	I		II	
	記号	重量	記号	重量
Ⓐ & Ⓔ	—	74 t	—	74 t
Ⓑ	①	22 t	①	*23 t
Ⓒ	② - a	9 t	②	12 t
Ⓓ	③	0.7 t	③ - a	0.4 t
Ⓕ	⑤ - a	46 t	⑤	53 t
Ⓖ	⑥ - a	1.5 t	⑥ - a	1.5 t
総重量	153.2 t		163.9 t	

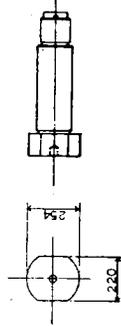
注：*印重量は、⑤ストックの水平カップリングと形状を合わせたための重量増加を含む。

PINTLE部 形状 (標準案)



⑤ RUDDER STOCK

⑥ REAMER BOLT & NUT



MARK	NAME	WEIGHT
⑤	RUDDER STOCK	537
⑥	REAMER BOLT & NUT	1.5
	TOTAL WEIGHT	542.5

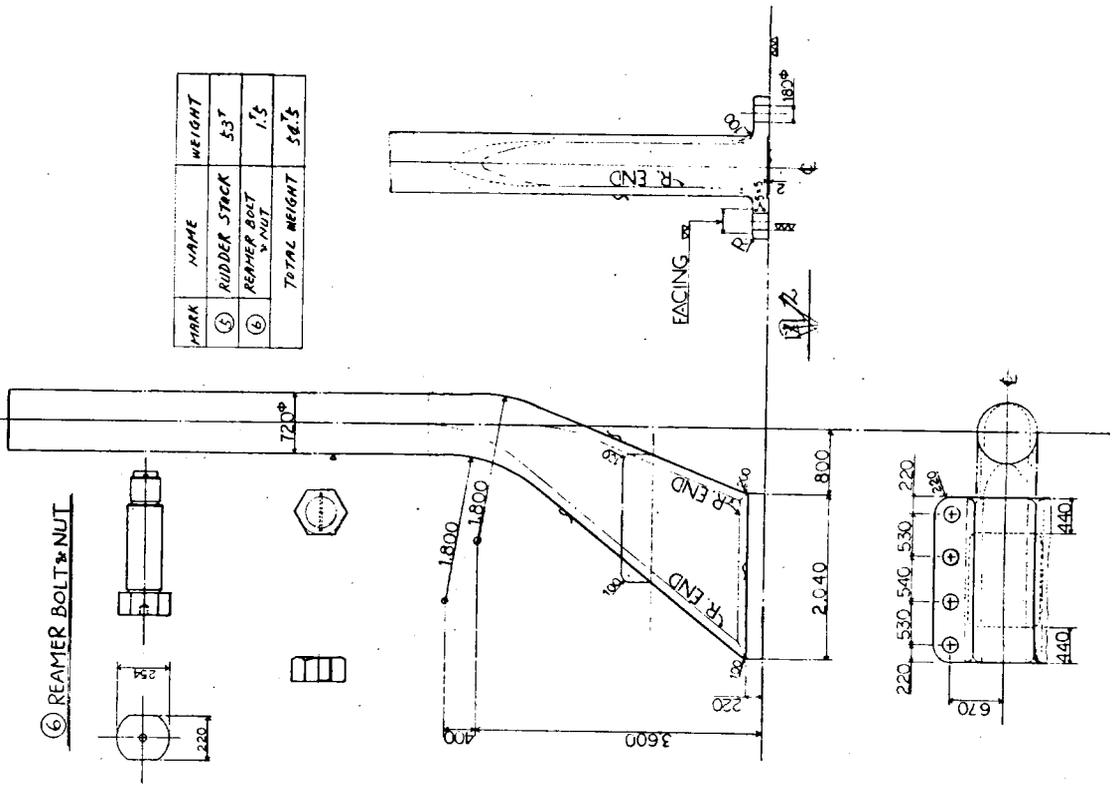
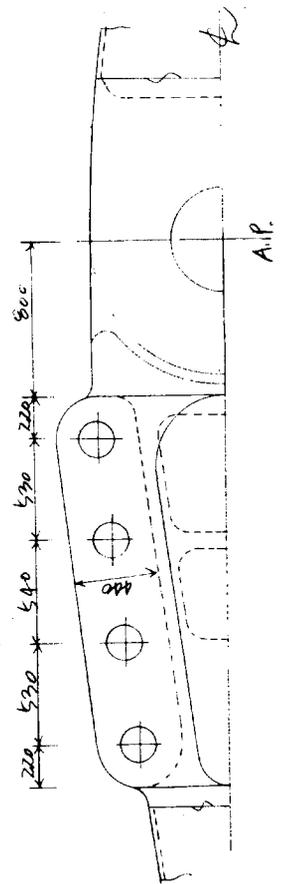
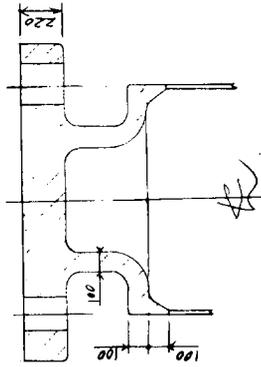
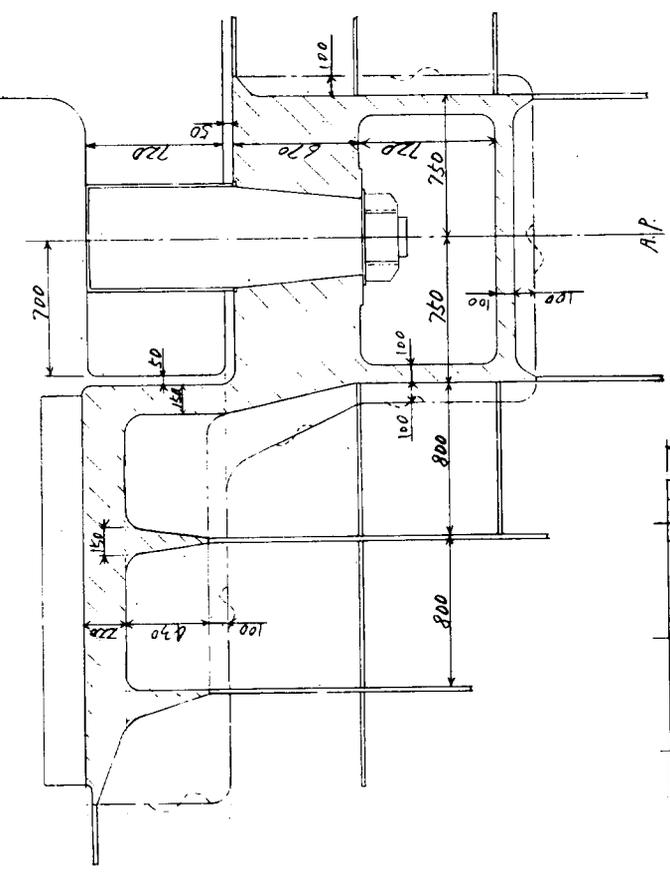


図 2.1.15 標準 RUDDER STOCK

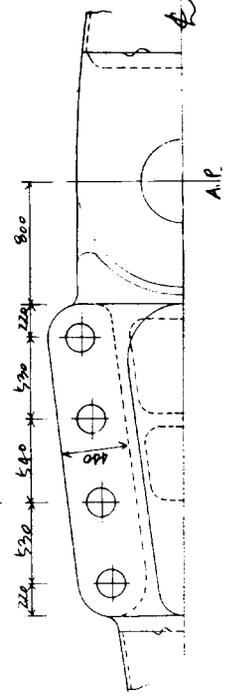
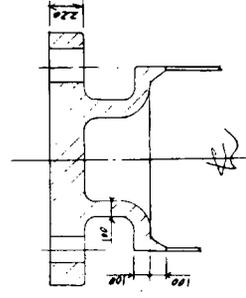
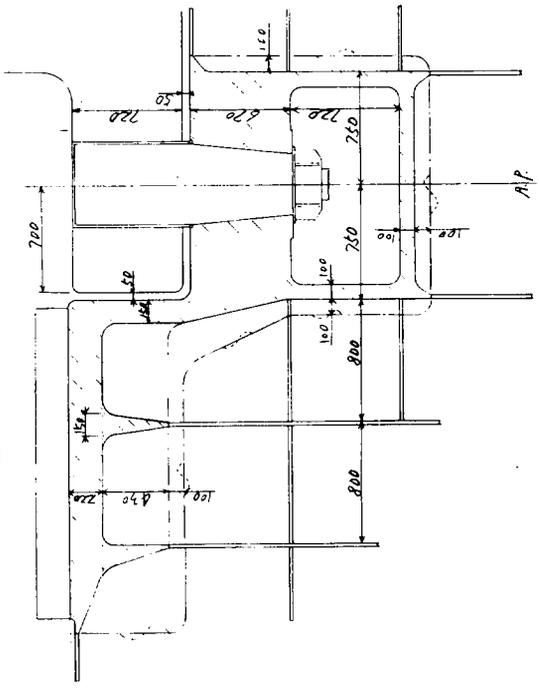
図 2.1.14 (2)

①-Q UPP. CASTING (1/2t)



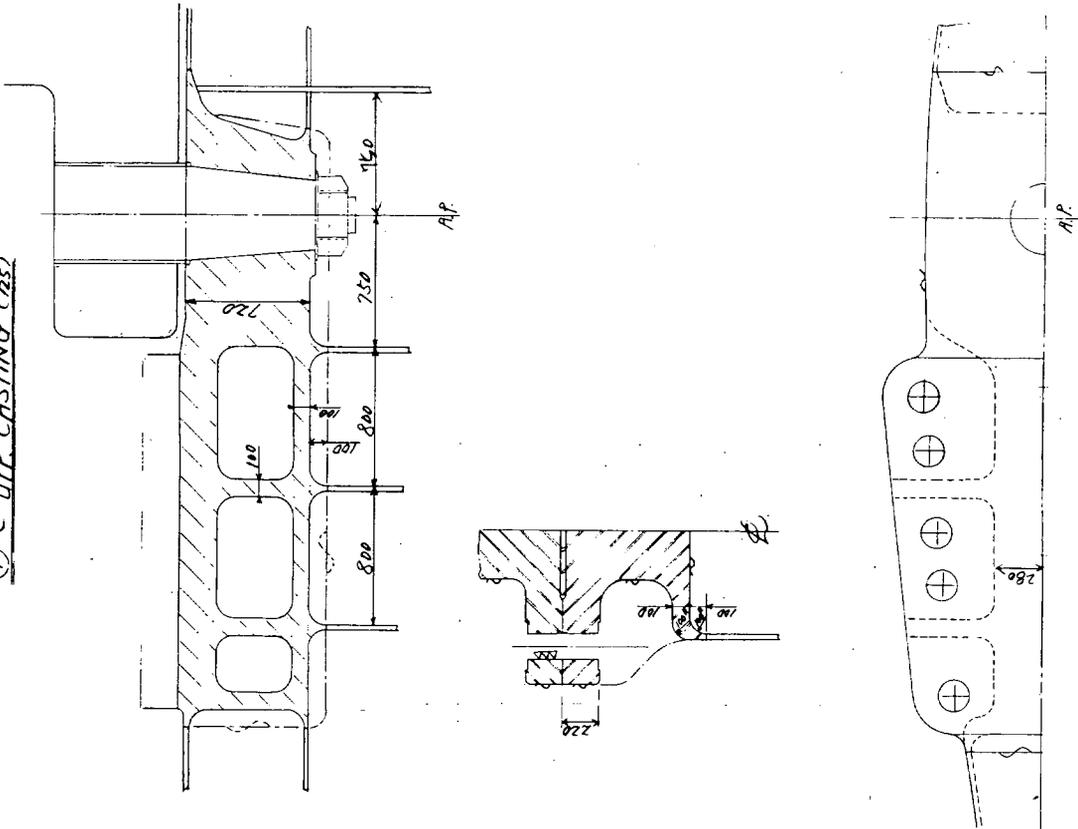
☒ 2. 1. 16 (2)

①-Q UPP. CASTING (1/2t)



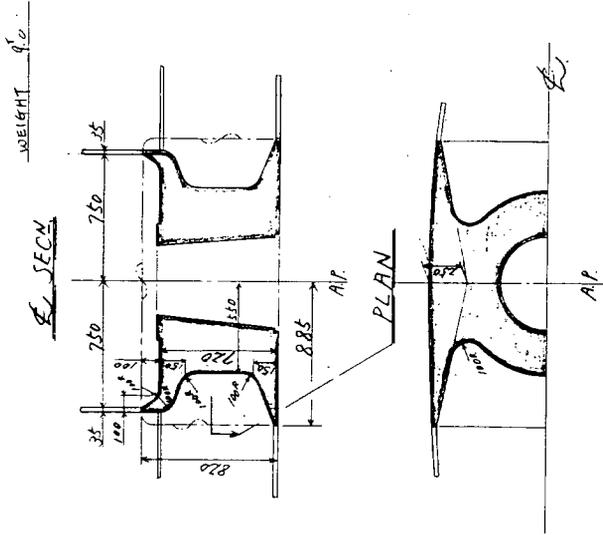
☒ 2. 1. 16 (1)

① - C UPR. CASTING (1/2s)

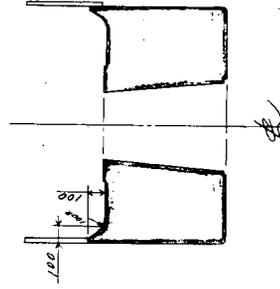


☒ 2. 1. 16 (4)

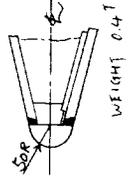
② - a LOW. CASTING (1/2s)



A.P. SECM.



③ - a EDGE BAR



WEIGHT 0.47

☒ 2. 1. 16 (3)

なお、a および b 社からは希望の組み合わせの提案がなされた。それを表 2.1.1.0 に示す。

表 2.1.1.0

メーカー	a		b	
	記号	重量	記号	重量
Ⓐ & Ⓔ	—	74 t	—	74 t
Ⓑ	①-C	23 t	①	23 t
Ⓒ	②	12 t	②	12 t
Ⓓ	③	0.7 t	③	0.7 t
Ⓕ	⑤	53 t	⑤	53 t
Ⓖ	⑥	1.5 t	⑥	1.5 t
総重量	164.2 t		164.2 t	

(b) アンケート 2

鑄鉄鋼品の VARIATION につき造り易さ、工数節減等の観点から表 2.1.1.1 の評価尺度で Ⓑ UPP, CASTING, Ⓒ LOW CASTING Ⓓ EDGE BAR, Ⓕ STOCK および Ⓖ REAMER BOLT の 5 種を評価し、その BASE を符号にて記入してもらった。

Ⓑ UPP, CASTING は表 2.1.1.2 にそれ以外は表 2.1.1.3 に示す。

表 2.1.1.1

評価尺度	符号
重量の軽減	イ
工数節減および工作し易さ	ロ
品質が優れている	ハ
メーカーの設備能力	ニ
その他	ホ

表 2.1.1.2

メーカー	項目	評価	注記	
a	①	2	イ	比較的良いが、内部のぬきが大きい。
	①-a	4	ロ, ハ	重量が最も重く、表面積も大きい。
	①-b	3	ロ	縦リブが長い。これが厚板、となれば①と同じ。
	①-c	1	ロ, ハ	最も表面積も少なく、重量も①-a に比べて軽く良い。
b	①	1	ロ, ハ	
	①-a	4		
	①-b	3		
	①-c	2		
c	①	1	ロ, ハ	
	①-a	4		
	①-b	3		
	①-c	2		
d	①	1	ロ, ハ	
	①-a	4		
	①-b	3		
	①-c	2	ロ, ハ	

表 2.1.13

本表の左欄には各社の設計実例を示し、これらから採用した標準案をその右に○印にて示す。
右欄にはメーカーへのアンケート結果にもとづき、メーカーの希望事項およびコメントを記入した。
標準に対してメーカー側の欄が空欄のものは積極的に意見がなかったもの。また、数種の標準に対しては番号にて順位を示すか、好ましいものには○印をつけた。

	各社の設計実例										標準案	メーカー希望事項及びコメント				
	A	B	C	D	E	F	G	a	b	c		d				
UPPER CASTING	1) 断面形状		<input type="checkbox"/>	比較的良いが内面のねぎが大き	フランジのEDGE 5R	リップ廃止										
	2) ボルト数(本)	10	8	8	8	6	10	8	8	8	8	6本				
	3) 平面形状	テーパー型	<input type="checkbox"/>													
	4) 接合面のめすみ	角型	<input type="checkbox"/>													
		カップリング、ボルト座	有	有	無	有	有	無	有	有	有	有	深さ01mm	深さ10±5mm めすみは4角形 凹型 座ぐり 0~10mm	深さ2mm カップ リングキーの廃止 凹型、座ぐり 5~10mm	
LOWER CASTING	1) 平面形状	単純化	<input type="checkbox"/>													
		重量最少		<input type="checkbox"/>												
EDGE BAR	1) 断面形状	丸型	<input type="checkbox"/>		ロ、JIS降鋼	ロ、棒鋼	ロ、ハ、棒鋼									
		半丸型	<input type="checkbox"/>													

表 2.1.13 (続き)

	各社の設計実例	メーカー希望事項及びコメント												
		標準案												
		A	B	C	D	E	F	G						
PINTLE	1) TAPER(ON DIA)	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	a	b	c	d		
	2) SLEEVE 材質	Al BC-3	SUS	BC-3	BC-3	SUS	BC-3	SUS (SCS13)	SUS 27P で分割	1/2	BC-3 SCS13			
	3) PACKING 形状	円型	円型	長円型	円型	特型	長円型	円型	円型		断面積比 9~92%			
STOCK	1) 水平部 形状	○	○	○			○	○	2	ナギナタ部 側面と平面	2	2	R部の公差が 厳密でなく少 々の山が許 される場合 人工数の削減 になる	
	2) 接合面のぬすみ	有	有	無	有	有	無	有	1	○、ホ	1	1		
	3) その他								有					UPPER CASTING 4) 項と同じ
REAMER BOLT	1) BOLT 頭部 及 NUT	○	○	○					2	軸部公差 +30 -0 (片面)	軸部公差 +30 -0 (片面)	3	○ TILLER & CARRIER部 KEY WAYの位 置方向の統一 (精、据割) ○ 鑄造品の裕 後型	強張り綱 使用によ る径の減 少
									2	○ TILLER 前後方向 ナギナタ部公 差 +15 -0	○ TILLER 前後方向 ナギナタ部公 差 +15 -0	1		
		丸型							3	3好ましくない	3好ましくない	3		
靴 板	1) SLOT	片板端部	同左	同左	同左	片板全面	片板端部	同左	片板端部	片板端部	片板端部	右舷のみ		
		40×85	40×90	35×75	40×85	40×85	50×100	45×85	40×90					
	2) LOWER PINILE COVER	両面	両面	片面	両面	両面	片面	片面	両面	両面	両面	両面		

その他図面一般、工作法および検査等につきメーカー側より下記の項目につき統一の希望がなされた。

- 一般
 - 1. 略号呼称
 - 2. 図面縮尺
 - 3. 板厚種類を少なく
 - 4. 鋼板のグレード
- 工作法
 - 1. 開先角度
 - 2. スキヤロツブ
 - 3. モールドライン
 - 4. アクセスホール
 - 5. 塗装方法、塗料
- 検査
 - 1. エアーテスト方法
 - 2. 寸法公差
 - 3. 検査項目

(c) ま と め

アンケート結果からみてメーカーからは、工数、工作し易さおよび品質に注目しての意見が多くだされているが、重量軽減については特に意見はでていなかった。また、メーカーから統一した意見がだされている項目が多く、われわれ造船所側においても注目する必要があると思われる。

(3) 今後の標準化の方向

アンケート結果においてメーカー側より多くの意見がだされているので、造船所側としても実際の設計面において適用を可能な限り計って行く必要があると思われる。

また、各社の標準図面やメーカー側からの意見から今後標準化を計っていく必要がある項目につき下記に示す。

(a) 工作法および検査方法の統一

各造船所の工作法や検査方法は必ずしも同じではなく、その造船所特有のものも含まれており全て標準化できるとはいえないが、複数造船所からメーカー1社に外注されている現在においてはメーカー側の工作法および検査方法の標準化や適正な工程計画を立てるのに大きな障害となる可能性がある。

(b) 鋳鍛鋼品の形状単純化

造船所としては **Dead Weight** 上から重量軽減を計る様構造を決めているが、反面このために構造が複雑となり作りにくい構造となる場合がある。しかし、形状を単純化すれば重量増をまねき現状の重量ベースの価格決定方法では造船所としてはメリットとはならない。

例えばストックにおいては、性能上からは約4.6tであり形状を単純化すれば約5.3tとなり約7tの重量増となるが、今後重量増と工数減少のバランスから大巾な **cost up** とならぬよう検討して行くことが必要である。

(c) 舵部品関係の規格の統一

各造船所の過去の実績等の **Practice** の相異により1つの部品について数多くの設計実例がある。例えば **Pintie Bush** の回り止めや **Packing** では図2.1.17に示されるごとくである。また、ストック吊上げ用 **Eye** についても現在 **JIS** では20t までであり20万トン型で約50t であるので少なくとも30t~70t 程度まで船用アイボルトの標準化が必要である。

(d) 造船所・メーカー合同の検討グループの結成

船底骨材において提案したごとく、舵およびストックについてもさらに標準化を推進するために **Carman Practice** の作成を提案し、造船所およびメーカー側両方にとりメリットを計るように行きたい。

PACKING 部 形 状 (参 考)

BUSH の 回 り 止 め 形 状 (参 考)

BUSH の 回 り 止 め 形 状 (参 考)

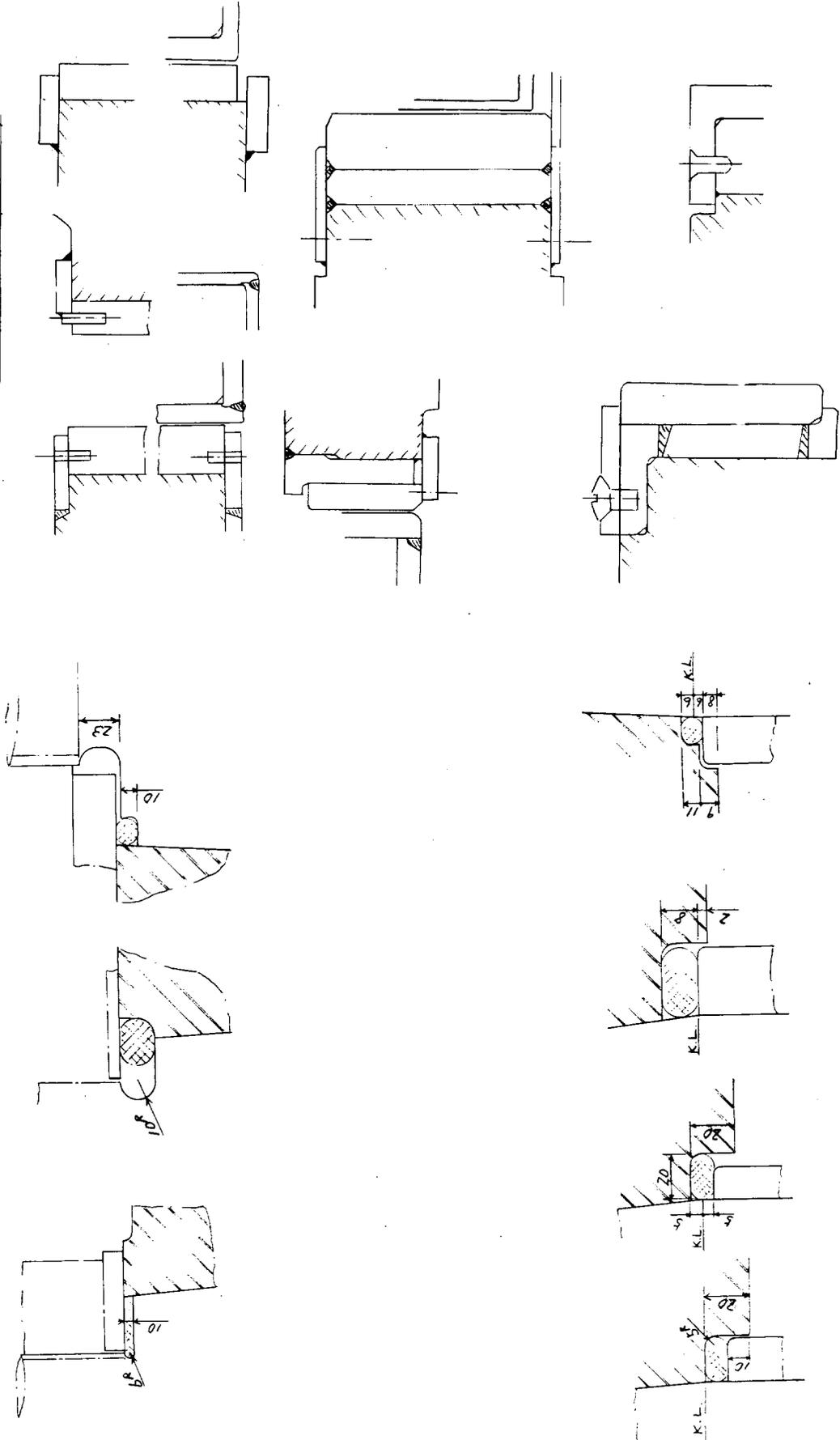


図 2.1.17 (2)

図 2.1.17 (1)

2.1.3 上部構造の標準化

9G P68 2.1.3

(1) 現状のとりまとめ

各社の現状の上部構造の各構造部材について ENGINE CASING と居住区が分離している、いわゆる分離型とそうでない一体型の上部構造とに分けて比較を行なった。その結果を表 2.1.1 4 および 2.1.1 5 に示す。

現在各社で使用されている型鋼および板厚の種類は、それぞれ型鋼では 5～11 種、板厚については 6～14 種であり、船別に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 種であり、種類は多い。

D1 (上甲板 ~ 第 1 層目間 (含第 1 層甲板) の SCANTLING)

ITEM	社	A	B	C
DECK	PLATE	200×90×9/14 I.A	150×90×9 I.A	150×90×9 I.A
	BEAM	940	900	950
	MAX. BEAM SP	250×200×10/16 CH	300×90×11/16 I.A	440×10(w)+200×14(F)
	GIRDER SIZE	12 348×11(W)+150×16(F)(B-C)	14 400×100×13/18 I.A(C-B)	14 350×100×12/17 I.A(B-B)
FRONT WALL	PLATE	11 348×11(W)+150×16(F)(B-C)	12 400×100×13/18 I.A(B-B)	13 350×100×12/17 I.A(B-B)
	STIFF (ENO 条件)	200×90×9/14 I.A.(B-C)	250×90×10/15 I.A.(C-C)	200×90×9/14 I.A.(B-C)
	MAX. STIFF SP	940	900	950
	GIRDER ENO STIFF (ENO 条件)	250×200×10/16 CT(B-C)	250×90×10/15 I.A.(B-C)	250×90×10/15 I.A.(B-C)
SIDE WALL	PLATE	200×90×9/14 I.A.(C-S)	200×90×9/14 I.A.(B-C)	200×90×9/14 I.A.(B-C)
	STIFF (ENO 条件)	940	900	768
	MAX. STIFF SP	150×90×9/14 I.A.(C-5)	200×90×9/14 I.A.(B-C)	200×90×9/14 I.A.(B-C)
	GIR. ENO STIFF (ENO 条件)	200×90×9/14 I.A.(B-C)	200×90×9/14 I.A.(B-C)	—
AFT WALL	PLATE	—	660	850
	CORR. SP	—	60	90
	CORR. DEPTH	—	60	90
	CORR. FORM	—	60	90
INTERIOR WALL (CORR. TYPE)	PLATE	—	—	—
	STIFF (ENO 条件)	—	—	—
	MAX. STIFF. SP	—	—	—
	GIR. ENO STIFF (ENO 条件)	—	—	—
INTERIOR WALL (PLANE)	PLATE	100×75×7 I.A(S-S)	100×75×7 I.A(S-S)	100×75×7 I.A(不明)
	STIFF. (ENO 条件)	940	900	950
	MAX. STIFF. SP	100×75×7 I.A(C-C)	125×75×7 I.A(C-S)	150×90×91.A (不明)
	GIR. ENO. STIFF (ENO 条件)	—	—	—
CASING WALL (ENCCOSED)	PL	150×90×91A(C-C)	100×75×7 I.A(S-S)	125×75×71.A (C-C)
	STIFF. (ENO 条件)	940	900	950
	MAX. STIFF SP	150×90×91A(C-C)	150×90×9 I.A(B-S)	—
	GIR ENO STIFF (ENO 条件)	—	—	—
PILLAR	114.3φ×86	114.3φ×86	1398φ×81	—
DECK HEIGHT	2,750	3,000	2,780	—

注) Stiff END 条件 B: BXT CONNECTION
 C: CLIP CONNECTION
 S: SNIP END

D	E	F	G	H
8.2 (EXPOSE) 200×90×9/14 IA 850	2 150×90×9 I.A 800	2 200×90×9/14 I.A 900	8 150×90×9 I.A 900	8 180×95 B.P 760
300×90×13/17 IA 14	4 40×9(W)+150×12.7 (F) 900	2 280×11 (W) 200×18 (F) (L) 950	3 300×90×11/16 I.A 900	3 350×100×12/17 I.A 1000
350×100×12/17 IA (不明)	12 350×100×12/17 I.A (B-C) 900	14 400×100×11.5/16 I.A 950	12 290×105 (W)+150×16 (F) (B-C) 900	12 400×100×13/18 I.A (B-B) 1000
350×100×12/17 IA (不明)	12 350×100×12/17 I.A (B-C) 900	13 395×11 (W) 125×16 (F) (L) 900	11 200×90×9/14 I.A (C-C) 900	11 150×90×9 I.A (B-B) 760
200×90×9/14 IA (C-C) 850	2 150×90×9 I.A (B-C) 800	12 200×90×9/14 I.A 800	10 150×90×9 I.A (C-C) 900	10 250×90×10/15 I.A (B-B) 1000
250×90×10/15 IA (不明)	2 150×90×9 I.A (B-C) 900	12 250×90×10/15 I.A 800	10 150×90×9 I.A (C-C) 900	10 250×90×10/15 I.A (B-B) 1000
—	6 700	6	6 900	6
—	65 200.99	6	6 90	6 90
—	6	6	6	6
—	6	6	6	6
860	—	100×75×7 I.A {SEC 800 SIDE 900	—	100×75×7 I.A (不明)
—	—	150×90×9 I.A	—	—
100×75×7 IA (不明)	—	12 100×75×71 I.A	—	12 100×75×7 I.A (不明)
850	—	{SEC 800 SIDE 900	—	—
300×90×11/16 IA (不明)	—	150×90×9 I.A	—	—
1398φ×95	—	11 4.3φ×8.6	—	—
2,900	2,600	2,800	2,700	2,750

D 2 (第1層目～第2層目間(含第2層甲板)のSCANTLING)

ITEM	社	A	B	C
DECK	PLATE	8	8	10
	BEAM	150×90×9 I.A	150×90×9 I.A	150×90×9 I.A
	MAX BEAM SP.	940	900	950
	GIRDER SIZE	250×200×10/16 CH	300×90×11/16 I.A	440×10(W)+200×14(P)
FRONT WALL	PLATE	11	10	11.5
	STIFF (END 条件)	200×90×9/14 I.A (B-C)	250×90×10/15 I.A (C-C)	200×90×9/14 I.A (B-C)
	MAX STIFF SP.	940	900	768
	GIRDER END STIFF (NND 条件)	250×200×10/16 CH (B-C)	250×90×10/15 I.A (B-C)	—
SIDE WALL	PLATE	2	12	11.5
	STIFF (END 条件)	150×90×9 I.A (B-C)	150×90×9 I.A (B-C)	150×90×9 I.A (B-C)
	MAX STIFF SP.	940	900	950
	WEB BEAM END STIFF (NED 条件)	200×90×9/14 I.A (B-C)	200×90×9/14 I.A (B-C)	200×90×9/14 I.A (B-C)
AFT WALL	PLATE	2	8	2
	STIFF (END 条件)	150×90×9 I.A (C-S)	125×75×7 I.A. (S-S)	150×90×9 I.A (B-C)
	MAX STIFF SP.	940	900	768
	GIR END STIFF (END 条件)	200×90×9/14 I.A (B-C)	150×90×9 I.A (B-S)	—
INTERIOR WALL (CORR TYPE)	PLATE	—	6	6
	CORR SP.	—	660	850
	CORR DEPTH	—	60	65
	CORR FORM	—	—	—
INTERIOR WALL (PLANE)	PLATE	7	8	6
	STIFF (END 条件)	100×75×7 I.A (S-S)	100×75×7 I.A (S-S)	100×75×7 I.A (不明)
	MAX STIFF SP.	940	900	950
	GIR END STIFF (END 条件)	100×75×7 I.A (C-C)	125×75×7 I.A (C-S)	150×90×9 I.A (不明)
CASING WALL (ENCLOSED)	PL	—	12	2
	STIFF (END 条件)	150×90×9 I.A (C-C)	100×75×7 I.A (S-S)	100×75×7 I.A (C-C)
	MAX STIFF SP.	940	900	950
	GIR END STIFF (END 条件)	150×90×9 I.A (C-C)	150×90×9 I.A (B-S)	—
PILLAR	—	114.3φ×8.6	114.3φ×8.6	
DECK HEIGHT	—	2,750	2,780	

注) Stiff END 条件 B : EXT CONNECTION
 C : CLIP CONNECTION
 S : SNIP END

D	E	F	G	H
2, 8 (EXPOSED)	8 125x75x7 I.A 800	8 200x10 B.P.L 900	8 125x75x7 I.A 900	8 180x95 B.P 950
850	400x100x13/18 I.A	280x11(W) 200x16(E) (L)	300x90x11/16 I.A	350x100x12/17 I.A
11.5	10 150x90x9 I.A (B-C)	12 250x90x10/15 I.A 950	11.5 200x90x9/14 I.A (C-O)	10 200x90x9/14 I.A (不明)
860	900	300x90x11/18 I.A	900	1000
11	8 125x75x7 I.A (B-C)	11 150x90x9 I.A 900	10 125x75x7 I.A (C-O)	8 125x75x7 I.A (不明)
850	800	200x90x7/14 I.A	900	760
10	8 125x75x7 I.A (B-C)	10 125x75x7 I.A 800	8.5 125x75x7 I.A (S-S)	8.5 180x95 BP (不明)
860	900	150x90x9 I.A	900	750
—	6 700	—	6 900	6 —
—	65	—	90	60 —
—	—	—	—	—
—	6 —	6 —	6 —	6 —
860	—	SEC 800 (SIDE 900 125x75x7 I.A	—	100x75x7 I.A (不明)
—	—	—	—	—
860	—	—	—	—
6	—	8 {SEC 800 SIDE 900 125x75x7 I.A	—	100x75x7 I.A (不明)
850	—	—	—	760 —
139.8φx95	—	101.6φx81	—	891φx111
2.700	2.600	2.750	2.700	2.750

D3 (第2層目～第3層目間(含第3層甲板)のSCANTLING)

社		A	B	C
DECK	PLATE	8 150×90×9 I.A 940 250×200×10/16 CH	8 150×90×9 I.A 900 300×90×11/16 I.A	10 150×90×9 I.A 950 44×10(W)+200×14(F)
	BEAM			
	MAX BM SP			
	GIR SIZE			
FRONT WALL	PLATE	11 150×90×9 I.A (B-C) 940 200×90×9/14 I.A (B-C)	2 150×90×9 I.A (C-C) 900 200×90×9/14 I.A (B-C)	10 150×90×9 I.A (B-C) 768 —
	STIFF (END 条件)			
	MAX STIFF SP			
	GIR END STIFF (END 条件)			
SIDE WALL	PL	2 100×75×7 I.A (B-C) 940 150×90×9 I.A (B-C)	12 125×75×7 I.A (B-C) 900 150×90×9 I.A (B-S)	10 125×75×7 I.A (B-C) 950 —
	STIFF (END 条件)			
	MAX STIFF SP			
	WEB END STIFF (END 条件)			
APT WALL	PL	2 100×75×7 I.A (B-C) 940 150×90×9 I.A (B-C)	8 100×75×7 I.A (S-S) 900 125×75×7 I.A (B-S)	2 125×75×7 I.A (B-C) 768 —
	STIFF (END 条件)			
	MAX STIFF SP			
	GIR END STIFF (END 条件)			
INTERIOR WALL (CORR TYPE)	PL	— — — —	— — — —	— — — —
	CORB SP			
	CORB DEPTH			
	CORB FORM			
INTERIOR WALL (PLANE)	PL	2 100×75×7 I.A (S-S) 940 100×75×7 I.A (C-C)	8 100×75×7 I.A (S-S) 900 125×75×7 I.A (C-S)	6 100×75×7 I.M (不明) 950 150×90×9 I.A (不明)
	STIFF (END 条件)			
	MAX STIFF SP			
	GIR END STIFF (END 条件)			
CASING WALL (ENCLOSED)	PL	2 100×75×7 I.A (C-C) 940 150×90×9 I.A (C-C)	12 100×75×7 I.A (S-S) 900 150×90×9 I.A (B-S)	2 100×75×7 I.A (C-C) 950 —
	STIFF (END 条件)			
	MAX STIFF SP			
	GIR END STIFF (END 条件)			
PILLAR		89.1φ×7.6	89.1φ×7.6	101.6φ×8.1
DECK HEIGHT		2.700	2.800	2.780

注) Stiff, END 条件 B: BXT CONNECTION
C: CLIP CONNECTION
S: SNIP END

D4 (第3層目～第4層目間(含第4層甲板)のSCANTLING)

D	E	F	G	H
8 150×90×9 I.A 850	8 150×90×9 I.A 800	8 150×90×9 I.A 900	8 125×75×7 I.A 900	7.5 125×75×7 I.A 760
11 300×90×11/16 I.A	9 400×100×13/18 I.A	280×11(W) 200×15(F)(L)	300×90×11/16 I.A	350×100×12/17 I.A
11 150×90×9 I.A(不明) 860	9 125×75×7 I.A(B-C) 900	11 150×90×9 I.A 950	125×75×7 I.A(C-C)	125×75×7 I.A(不明) 750
10 150×90×9 I.A(不明)	—	200×90×9/14 I.A	—	—
10 125×75×7 I.A(C-C) 850	8 125×75×7 I.A(B-C) 800	10 125×75×7 I.A 900	125×75×7 I.A(O-C)	7.5 100×75×7 I.A(不明) 760
9 150×90×9 I.A(C-C)	—	150×75×7 I.A	—	—
9 125×75×7 I.A(C-C) 860	8 100×75×7 I.A(B-C) 900	9 100×75×7 I.A 800	100×75×7 I.A(S-S)	8 125×75×7 I.A(不明) 900
9 150×90×9 I.A(C-C)	—	125×75×7 I.A	—	—
—	第2層目と同じ	—	第2層目と同じ	第2層目と同じ
—	—	6 SEC 800 {SIDE 900 125×75×7 I.A	6 —	7 100×75×7 I.A(不明)
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	8 SEC 800 {SIDE 900 125×75×7 I.A	—	7 100×75×7 I.A(不明) 760
8 100×75×7 I.A(不明) 850	—	—	—	—
9 300×90×11/16 I.A(不明)	—	125×75×7 I.A	—	—
1398φ×95	—	—	—	891φ×76
2700	2600	2750	2700	2750

D 4 (第3層目～第4層目間(含第4層甲板)のSCANTLING)

ITEM	社	A	B	C
DECK	PL	8	8	10
	BEAM	150×90×9 I.A	150×90×9 I.A	150×90×9 I.A
	BEAM SP	940	900	950
	GIR. SIZE	250×200×10/16 CH	300×90×11/16 I.A	400×10(W)+200×14(F)
FRONT WALL	PL	11	8	2
	STIFF(END条件)	100×75×7 I.A(B-C)	125×75×7 I.A(C-C)	125×75×7 I.A(B-C)
	MAX STIFF.SP.	940	900	768
	GIR END STIFF(END条件)	150×90×9 I.A(B-C)	150×90×9 I.A(B-C)	—
SIDE WALL	PL	7	10	2
	STIFF(END条件)	100×75×7 I.A(B-C)	100×75×7 I.A(B-C)	125×75×7 I.A(B-C)
	MAX STIFF SP	940	900	950
	WEB END STIFF(END条件)	150×90×9 I.A(B-C)	150×90×9 I.A(B-C)	125×75×7 I.A(B-C)
AFT WALL	PL	7	8	2
	STIFF(END条件)	100×75×7 I.A(S-S)	100×75×7 I.A(S-S)	100×75×7 I.A(B-C)
	MAX STIFF SP.	940	900	768
	GIR END STIFF(END条件)	150×90×9 I.A(B-C)	125×75×7 I.A(B-C)	—
INTERIOR WALL (CORR TYPE)	PL	—	—	—
	CORR SP	—	—	—
	CORR DEPTH	—	—	—
	CORR FORM	—	—	—
INTERIOR WALL (PLANE)	PL	7	8	2
	STIFF(END条件)	100×75×7 I.A(S-S)	100×75×7 I.A(S-S)	100×75×7 I.A(不明)
	MAX STIFF SP	940	900	950
	GIR END STIFF(END条件)	100×75×7 I.A(C-C)	125×75×7 I.A(C-S)	—
CASING WALL (ENCLOSED)	PL	7	10	2
	STIFF(END条件)	100×75×7 I.A(C-C)	100×75×7 I.A(S-S)	100×75×7 I.A
	MAX STIFF SP.	940	900	950
	GIR END STIFF(END条件)	150×90×9 I.A(C-C)	150×90×9 I.A(B-S)	—
PILLAR	891φ×76	891φ×76	101.6φ×8.1	
DECK HEIGHT	2,750	2,800	2,880	

(注) Stiff END条件 B: BXT CONNECTION
 C: CLIP CONNECTION
 S: SNIP END

D 4 (第3層目～第4層目間(含第4層甲板)のSCANTLING)

D	E	F	G	H
7・ <u>8</u> (EXP) 150×90×9 I.A 850	<u>8</u> 125×75×7 I.A 800	<u>Z</u> 150×90×9 I.A 900	<u>8</u> 125×75×7 I.A 900	<u>Z</u> 125×75×7 I.A 760
300×90×11/16 I.A	400×100×13/18 I.A	300×90×11/16 I.A	300×90×11/16 I.A	350×100×12/17 I.A
<u>8</u> 150×90×9 I.A(不明) 860	<u>8</u> 125×75×7 I.A(B-C) 900	<u>10</u> 150×90×9 I.A 950	<u>8</u> 125×75×7 I.A(O-O) 900	<u>8</u> 125×75×7 I.A(不明) 750
150×90×9 I.A(不明)	—	200×90×9/14 I.A	—	—
<u>8</u> 125×75×7 I.A(O-O) 850	<u>Z</u> 100×75×7 I.A(B-O) 800	<u>8</u> 125×75×7 I.A 900	<u>8</u> 100×75×7 I.A(O-O) 900	<u>Z</u> 100×75×7 I.A(不明) 760
150×90×9 I.A(不明)	—	—	—	—
<u>8</u> 125×75×7 I.A(O-O) 860	<u>Z</u> 100×75×7 I.A(B-O) 900	<u>8</u> — 800	<u>Z</u> 100×75×7 I.A(S-S) 900	<u>7.5</u> 100×75×7 I.A(不明) 750
150×90×9 I.A(不明)	—	125×75×7 I.A	—	—
—	第2層目と同じ	—	第2層目と同じ	第2層目と同じ
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
860	<u>8</u> —	<u>8</u> {SEC 800 SIDE 900	<u>8</u> —	<u>Z</u> 100×75×7 I.A(不明) —
—	—	—	—	—
<u>8</u> 100×75×7 I.A(不明) 850	—	—	—	<u>Z</u> 100×75×7 I.A(不明) 760
300×90×11/16 I.A(不明)	—	—	—	—
114.3φ×8.6	101.6φ×8.1	—	—	—
2700	2600	2750	2700	75×75×6 A 2750

D5 (第4層目～第5層目間(含第5層甲板)のSCANTLING)

社		A	B	C
DECK	PL	8	8	10
	BEAM	100×75×7 I.A	150×90×9 I.A	150×90×9 I.A
	BEAM SP.	940	900	950
	GIR SIZE	250×200×10/16 CH	300×90×11/16 I.A	440×100(W)+200×14(F)
FRONT WALL	PL	11	8	8
	STIFF (END 条件)	100×75×7 I.A (B-C)	100×75×7 I.A (C-C)	125×75×7 I.A (B-C)
	MAX STIFF SP.	940	900	768
	GIR END STIFF (END 条件)	150×90×9 I.A (B-C)	125×75×7 I.A (B-C)	—
SIDE WALL	PL	7	10	2
	STIFF (END 条件)	100×75×7 I.A (B-C)	100×75×7 I.A (B-C)	100×75×7 I.A (B-C)
	MAX STIFF SP.	940	900	950
	WEB BM END STIFF (END 条件)	150×90×9 I.A (B-C)	125×75×7 I.A (B-C)	125×75×7 I.A (不明)
AFT WALL	PL	7	8	8
	STIFF (END 条件)	100×75×7 I.A (S-S)	100×75×7 I.A (S-S)	100×75×7 I.A (B-S)
	MAX STIFF SP.	940	900	768
	GIR END STIFF (END 条件)	150×90×9 I.A (B-C)	125×75×7 I.A (B-S)	—
INTERIOR WALL (CORR TYPE)	PL	—	—	—
	CORR SP.	—	—	—
	CORR DEPTH	—	—	—
	CORR FORM	—	—	—
INTERIOR WALL (PLANE)	PL	7	8	6
	STIFF (END 条件)	100×75×7 I.A (S-S)	100×75×7 I.A (S-S)	100×75×7 I.A (不明)
	MAX STIFF SP.	940	900	950
	GIR END STIFF (END 条件)	100×75×7 I.A (C-C)	125×75×7 I.A (C-S)	—
CASING WALL (ENCLOSED)	PL	—	—	—
	STIFF (END 条件)	—	—	—
	MAX STIFF SP.	—	—	—
	GIR END STIFF (END 条件)	—	—	—
PILLAR	DX	89.1φ×7.6	89.1φ×7.6	101.6φ×8.1
	HEIGHT	2.750	2.800	2.780

注) Stiff END 条件 B: BXT CONNECTION
 C: CLIP CONNECTION
 S: SNIP END

D5 (第4層目～第5層目間(含第5層甲板)のSCANTLING)

D	E	F	G	H
7.8 (EXP) 150×90×9 I.A 850	8 125×75×7 I.A 800	Z 150×90×9 I.A 900	8 125×75×7 I.A 900	Z 125×75×7 I.A 760
300×90×11/16 I.A	400×100×13/18 I.A	300×90×11/16 I.A	300×90×11/16 I.A	350×100×12/17 I.A
150×90×9 I.A (不明) 860	8 125×75×7 I.A (B-O) 900	Z 125×75×7 I.A 950	8 125×75×7 I.A (O-O) 900	Z 125×75×7 I.A (不明) 750
150×90×7 I.A (不明)	—	150×90×9 I.A	—	—
100×75×7 I.A (O-O) 850	Z 100×75×7 I.A (B-O) 800	8 100×75×7 I.A 900	Z 100×75×7 I.A (O-O) 900	Z 100×75×7 I.A (不明) 760
150×90×9 I.A (不明)	—	125×75×7 I.A	—	—
100×75×7 I.A (O-O) 850	Z 100×75×7 I.A (B-O) 900	8 — 800	8 100×75×7 I.A (S-S) 900	Z 100×75×7 I.A (不明) 750
150×90×9 I.A (不明)	—	125×75×7 I.A	—	—
—	第2層目と同じ	—	第2層目と同じ	第2層目と同じ
—	—	6 (SFG 800)	8 —	Z 100×75×7 I.A (不明)
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
11 4.3φ×8.6	—	—	—	—
2,700	2,600	2,750	2,700	65×65×6A 2,750

D 6 (第5層目～第6層目間(含第6層甲板)のSCANTLING)

ITEM	社	A	B	C
DECK	PL	8 100×75×7 I.A	8 150×90×9 I.A	10 150×90×9 I.A
	MAX BEAM SP	940	900	950
	GIRDER SIZE	250×200×10/16 CH	300×90×11/16 I.A	300×10(W)+150×10(F)
	PL	11 100×75×7 I.A(B-C)	8 150×95 BP(S-S)	8 150×95 BP(B-C)
FRONT WALL	MAX STIFF SP	940	900	768
	GIR END STIFF (END 条件)	150×90×9 I.A(B-C)	150×95 BP(B-S)	—
	PL	Z 100×75×7 I.A(B-C)	8 150×95 BP(B-S)	8 100×75×7 I.A(B-C)
	MAX STIFF SP	940	900	950
SIDE WALL	WEB END STIFF (END 条件)	150×90×9 I.A(B-C)	150×95 BP(B-S)	125×75×7 I.A(不明)
	PL	Z 100×75×7 I.A(S-S)	8 100×75×7 I.A(S-S)	8 100×75×7 I.A(S-S)
	MAX STIFF SP	940	900	768
	GIR END STIFF (END 条件)	150×90×9 I.A(B-C)	125×75×7 I.A(B-S)	—
AFT WALL	PL	—	第2層目と同じ	第2層目と同じ
	CORR SP	—	—	—
	CORR DEPTH	—	—	—
	CORR FORM	—	—	—
INTERIOR WALL (PLANE)	PL	Z 100×75×7 I.A(S-S)	8 100×75×7 I.A(S-S)	6 100×75×7 I.A(不明)
	MAX STIFF SP	940	900	950
	GIR END STIFF	100×75×7 I.A(C-C)	125×75×7 I.A(C-S)	—
	PL	—	—	—
CASING WALL (ENCLOSED)	STIFF (END 条件)	—	—	—
	MAX STIFF SP	—	—	—
	GIR END STIFF (END 条件)	—	—	—
	PL	—	—	—
PILLAR	8.91φ×7.6	7.63φ×7.0	101.6φ×8.1	
DECK HEIGHT	2.600	2.700	2.780	

(注) Stiff END 条件 B: BXT CONNECTION

C: CLIP CONNECTION

S: SNIP END

		社	B			
ITEM		DECK	D 1	D 2	D 3	D 4
DECK HOUSE	DECK	DECK HEIGHT	2,700	2,700	2,700	2,700
		PLATE (BEAM SPACE)	9 (850)	8 (850)	8 (850)	8 (850)
		BEAM (MAX SPAN)	150×90×9 † (3,950)	150×90×9 † (3,150)	150×90×9 † (3,750)	150×90×9 † (3,500)
		GIRDER & STR BM (MAX SPAN)	300×90×11/16 2 (5,100)	300×90×11/16 2 (5,100)	300×90×11/16 2 (5,100)	300×90×11/16 2 (5,400)
	FRONT WALL	PLATE (STIFF SPACE)	11 (790)	11 (790)	10 (790)	9 (790)
		STIFF (END CONN)	300×90×11/16 2 ()	200×90×9/14 2 ()	150×90×9 2 ()	125×75×10 2 ()
		STR STIFF (END CONN)	300×90×11/16 2 (B-C)	200×90×9/14 2 (B-C)	200×10 B.PL (B-C)	150×90×9 2 (B-C)
	SIDE WALL	PLATE (STIFF SPACE)	10 (850)	10 (850)	10 (850)	9 (850)
		STIFF (END CONN)	150×90×9 2 (B-C)	125×75×10 2 (B-C)	125×75×7 2 (B-C)	100×75×7 2 (B-C)
		STR STIFF (END CONN)	200×10 B.PL (B-C)	150×90×9 2 (B-C)	150×90×9 2 (B-C)	125×75×7 2 (B-C)
	AFT WALL	PLATE (STIFF SPACE)	8 (790)	8 (790)	8 (790)	8 (790)
		STIFF (END CONN)	100×75×7 2 ()	100×75×7 2 ()	100×75×7 2 ()	100×75×7 2 ()
STR STIFF (END CONN)		125×75×7 2 (B-C)	125×75×7 2 (B-C)	125×75×7 2 (B-C)	125×75×7 2 (B-C)	
DIVISIONAL STEEL WALL	PLATE	6	6	6	6	
	STIFF (END CONN)	CORR	CORR	CORR	CORR	
	STR STIFF (END CONN)					
ENGINE CASING	DECK	DECK HEIGHT	2,700	2,700	2,700	2,700
		PLATE (BEAM SPACE)	10 (850)	HORIL GIR	HORIL GIR	8(127UND FUNNEL) (850)
		BEAM (MAX SPAN)	150×90×9 † (3,160)			150×90×9 2 (3,160)
		GIRDER & STR BM (MAX SPAN)	WEB BM			WEB BM
	FRONT WALL	PLATE (STIFF SPACE)		13.5 (790)	12.7 (790)	11 (790)
		STIFF (END CONN)		250×90×10/15 2 (C-C)	200×10 B.PL (C-C)	125×75×10 2 (C-C)
		STR STIFF (END CONN)		WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF
	SIDE WALL	PLATE (STIFF SPACE)	12 (850)	12 (850)	11.5 (850)	10 (850)
		STIFF (END CONN)	200×10 B.PL (C-C)	125×75×10 2 (C-C)	125×75×7 2 (C-C)	100×75×7 2 (B-C)
		STR STIFF (END CONN)	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF
	AFT WALL	PLATE (STIFF SPACE)	10.5 (790)	9 (790)	9 (790)	9 (790)
		STIFF (END CONN)	200×10 B.PL (C-C)	100×75×7 2 (C-C)	100×75×7 2 (C-C)	100×75×7 2 (C-C)
STR STIFF (END CONN)		WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF	
P I L L A R		139.8φ×95				

			A		
D 5	D 6	D 7	D 1	D 2	D 3
2.700	2.700	2.600	3.400	2.900	2.900
8 (850)	8 (850)	8 (850)	9 (900)	8 (900)	8 (900)
150x90x9 ^t (3,750)	150x90x9 ^t (3,500)	150x90x9 ² (3,200)	125x75x7 ² (2,620)	125x75x7 ¹ (2,820)	125x75x7 ¹ (2,820)
300x90x11/16 ² (4,250)	300x90x11/16 ² (4,250)	W 398x10 F 150x16 (5,800)	300x90x9/14 ² (4,500)	300x90x11/16 ² (4,500)	300x90x11/16 ² (4,500)
8 (790)	8 (790)	8 (790)	14 (940)	11 (940)	11 (940)
125x75x10 ² ()	125x75x10 ² ()	125x75x10 ² ()	400x100x12/18 ² (B-C)	200x90x9/14 ² (B-C)	150x90x9 ² (B-C)
150x90x9 ² (B-C)	150x90x9 ² (B-C)	—	/	200x90x9/14 ² (B-C)	150x90x9 ² (B-C)
8 (850)	8 (850)	8 (850)	11 (900)	9 (900)	9 (900)
100x75x7 ² (B-C)	100x75x7 ² (B-C)	100x75x7 ² (B-C)	200x90x9/14 ² (B-C)	150x90x9 ² (B-C)	125x75x7 ² (B-C)
125x75x7 ² (B-C)	125x75x7 ² (B-C)	125x75x7 ² (B-C)	200x90x9/14 ² (B-C)	150x90x9 ² (B-C)	150x90x9 ² (B-C)
8 (790)	8 (790)		11 (940)	9 (940)	9 (940)
100x75x7 ² ()	100x75x7 ² ()	100x75x7 ² ()	150x90x9 ² (C-C)	150x90x9 ² (C-C)	125x75x7 ² (C-C)
125x75x7 ² (B-C)	125x75x7 ² (B-C)	125x75x7 ² (B-C)	150x90x9 ² (B-C)	150x90x9 ² (B-C)	150x90x9 ² (B-C)
6	6	6	8	8	8
CORR	CORR	CORR	125x95x9 ² (S-S)	100x75x7 ² (S-S)	100x75x7 ² (S-S)
			125x75x7 ² (B-C)	100x75x7 ² (B-C)	100x75x7 ² (B-C)
			3,400	2,900	2,900
			HORIL GIR	HORIL GIR	8(16 UNDFU FUNNEL) (900)
					150x90x9 ² ()
					WEB STIFF
			11 (940)	11 (940)	11 (940)
			200x90x9/14 ² (C-C)	200x90x9/14 ² (C-C)	150x90x9 ² (C-C)
			WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF
			14 (900)	11 (900)	11 (900)
			200x90x9/14 ² (C-C)	200x90x9/14 ² (C-C)	150x90x9 ² (C-C)
			WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF
			11 (940)	11 (940)	11 (940)
			200x90x9/14 ² (C-C)	200x90x9/14 ² (C-C)	150x90x9 ² (C-C)
			WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF
			11.43φ×8.6	11.43φ×8.6	8.91φ×7.6

表 2. 1. 15 現 状 の SCANTLING (分 離 型)

D 4	D 5	D 6	D 7	D 1	D 2
2,900	2,900	2,700		2,700	2,700
8 (900)	8 (900)	8 (900)		8 (900)	8 (900)
125×75×7 ^t (2,820)	125×75×7 ^t (2,820)	125×75×7 ^t (2,820)		150×90×9 ^t (4,000)	150×90×9 ^t (4,000)
300×90×11/16 ² (4,500)	300×90×11/16 ² (4,500)	300×90×11/16 ² (4,500)		300×90×11/16 ² (4,500)	300×90×11/16 ² (5,000)
11 (940)	11 (940)	11 (940)		135 (1,000)	105 (900)
125×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (B-C)		W 290×10.5 F 150×16 (B-C)	150×90×9 ² (C-C)
150×90×9 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (B-C)		W 290×10.5 F 150×16 (B-C)	150×90×9 ² (B-C)
8 (900)	8 (900)	8 (900)		11.5 (900)	9.5 (900)
100×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (B-C)		200×90×9/14 ² (C-C)	125×75×7 ² (C-C)
125×75×7 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)		250×90×10/15 ² (B-C)	200×90×9/14 ² (B-C)
8 (940)	8 (940)	8 (940)		10 (900)	8.5 (900)
100×75×7 ² (C-C)	100×75×7 ² (C-C)	100×75×7 ² (S-S)		125×75×10 ² (S-S)	CORR TYPE 90
125×75×7 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)		150×90×9 ² (B-C)	150×90×9 ² (B-C)
8	8	8		6	6
100×75×7 ² (S-S)	100×75×7 ² (S-S)	100×75×7 ² (S-S)		CORR TYPE 90	CORR TYPE 90
100×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (B-C)		125×75×7 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)
4,500				2,700	3,700
				HORL GIR	設計 8 DE <(900) HORL GIR
150×90×9 ² ()					150×90×9 ² (4,000)
WEB BM					300×90×11/16 ² (4,500)
9 (940)					11.5 (800)
150×90×9 ² (C-C)					150×90×9 ² (C-C)
WEB STIFF					WEB STIFF
9 (900)				13.5 (900)	11.5 (900)
150×90×9 ² (C-C)				200×90×9/14 ² (C-C)	125×75×10 ² (C-C)
WEB STIFF				WEB STIFF	WEB STIFF
9 (940)				11.5 (800)	10 (800)
150×90×9 ² (C-C)				200×90×9/14 ² (C-C)	125×75×7 ² (C-C)
WEB STIFF				WEB STIFF	WEB STIFF
				80φ S.R.B	

G					
D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 1
2,700	2,700	2,700	2,700	2,600	3,000
8 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)
125x75x7 ² (3,500)	125x75x7 ² (3,500)	125x75x7 ² (3,300)	125x75x7 ² (3,000)	125x75x7 ² (3,000)	150x90x9 ² (4,500)
300x90x11/16 ² (4,500)	400x100x13/18 ¹ (4,500)				
9.5 (900)	8.5 (900)	8 (900)	8 (900)	7 (900)	12 (900)
125x75x10 ² (C-C)	125x75x10 ² (C-C)	125x75x7 ² (C-C)	125x75x7 ² (C-C)	150x90x9 ² (C-C)	350x100x12/17 ² (B-C)
150x90x9 ² (B-C)	350x100x12/17 ² (B-C)				
8.5 (900)	7.5 (900)	6.5 (900)	6 (900)	6 (900)	11 (900)
CORR TYPE 125	CORR TYPE 125	CORR TYPE 125	CORR TYPE 125	125x75x7 ² (S-S)	150x90x9 ² (B-C)
150x90x9 ² (B-C)	150x90x9 ² (B-C)	125x75x7 ² (B-C)	125x75x7 ² (B-C)	125x75x7 ² (B-C)	150x90x9 ² (B-C)
7.5 (900)	7 (900)	6 (900)	6 (900)	6 (900)	
CORR TYPE 125	CORR TYPE 90	CORR TYPE 90	CORR TYPE 90	CORR TYPE 90	
150x90x9 ² (B-C)	100x75x7 ² (B-C)	100x75x7 ² (B-C)	100x75x7 ² (B-C)	100x75x7 ² (B-C)	
6	6	6	6	6	6
CORR TYPE 90	CORR				
125x75x7 ² (B-C)	100x75x7 ² (B-C)	100x75x7 ² (B-C)	100x75x7 ² (B-C)	100x75x7 ² (B-C)	125x75x7 ² (B-C)
3,700					3,000
8 (900)					8 (900)
150x90x9 ² ()					150x90x9 ² (4,500)
WEB BM					WEB BM
1C (800)					
125x75x7 ² (C-C)					
WEB STIFF					
10 (900)					13 (900)
125x75x7 ² (C-C)					200x10B, PL (B-C)
WEB STIFF					WEB STIFF
8 (800)					12 (900)
125x75x7 ² (C-C)					150x90x9 ² (C-C)
WEB STIFF					WEB STIFF
80ϕS.R.B.					

E

D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7
2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	
8 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)	7 (900)	
150x90x92 (4,500)	150x90x92 (4,500)	150x90x92 (4,500)	150x90x92 (4,500)	125x75x72 (3,800)	
400x100x13/18t (4,500)	400x100x13/18t (4,500)	400x100x13/18t (4,500)	400x100x13/18t (4,500)	350x100x12/172 (3,800)	
11 (900)	9 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)	
200x10 B, FL. (B-C)	150x90x92 (B-C)	125x75x72 (B-C)	100x75x72 (B-C)	100x75x72 (B-C)	
200x10 B, PL (B-C)	150x90x92 (B-C)	125x75x72 (B-C)	125x75x72 (B-C)		
9.5 (900)	8.5 (900)	8 (900)	8 (900)	7 (900)	
125x75x10 ² (B-C)	125x75x72 (B-C)	100x75x72 (B-C)	100x75x72 (B-C)	100x75x72 (B-C)	
125x75x10 ² (B-C)	125x75x72 (B-C)	125x75x72 (B-C)	125x75x72 (B-C)	125x75x72 (B-C)	
8.5 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)	7 (900)	
125x75x72 (B-C)	125x75x72 (B-C)	100x75x72 (B-C)	100x75x72 (B-C)	100x75x72 (B-C)	
125x75x72 (B-C)	125x75x72 (B-C)	125x75x72 (B-C)	125x75x72 (B-C)	125x75x72 (B-C)	
6	6	6	6	6	
CORR	CORR	CORR	CORR	CORR	
125x75x72 (B-C)	125x75x72 (B-C)	125x75x72 (B-C)	125x75x72 (B-C)	125x75x72 (B-C)	
2,750	2,750	2,750			
HORIZ GIR	HORIZ GIR	8 (900)			
		150x90x92 (2,500)			
		WEB BM			
9.5 (900)	9 (900)	8 (900)			
150x90x92 (B-C)	125x75x72 (C-C)	125x75x72 (C-C)			
WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF			
11.5 (900)	10 (900)	9 (900)			
150x90x92 (C-C)	125x75x72 (C-C)	125x75x72 (B-C)			
WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF			
9.5 (900)	9 (900)	8 (900)			
125x75x10 ² (C-C)	125x75x72 (C-C)	125x75x72 (B-C)			
WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF			

(2) 上部構造の標準 SCANTLING

在来船の平均的な寸法を選んで、NK規則の要求を満足するように、各構造部材について標準寸法を決めた。その結果を表 2.1.16 に示す。

なお、DECK HEIGHT については、当研究部会「継接しやすい居住区の配置」小委員会の検討結果に従った。また、板厚については、歪取り工数の減少も考えて最小 8mm とした。

この標準化によって型鋼および板厚の種類はそれぞれ 6 種および 7 種となる。

本標準は DECK 層数が 6 層の場合について定めたが、7 層の場合には、表 2.1.16 D₅ の寸法を D₆ に、D₆ の寸法を D₇ として使用すればよい。

その他この標準の適用する場合の注意として、SCANTLING は通常の DECK HEIGHT STIFFENER SPACE の場合は修正不要であり、また、船殻が変わっても変える必要はないのを原則としているが、念のために、CHECK する必要がある。

(3) 標準 SCANTLING と現状との比較

標準 SCANTLING を在来船に適用した場合の重量変化について、各 DECK 層別に調査した。

上部構造全体での総重量変化を表 2.1.17 に示す。

この結果、分離型上部構造では、各社の現状と標準を適用した場合の重量差ね約 ±1.6 T であまり大きくない。一体型では、現状に比べて増加 3.9 T が 1 社、減少 4.0 T および 5.2 T がそれぞれ 1 社あり、この 3 社を除いては、分離型と同様約 ±1.6 T 以内である。増加 3.9 T の場合は BEAM および STIFFENER SPACE が小さいためであり、減少の場合は現状が防振上 HEAVY SCANTLING にしているのが原因である。

標準化したことに対する評価の一端として、数社の上部構造を製作している某外注メーカーに確認したところ、

- 1) 取材・材料発注・材料保管等の業務の単純化による材料管理面での省力効果が期待できる。
- 2) CUTTING PLAN 編集が容易となり、また、材料の互換性が可能である等、工程面における効果も期待できる。
- 3) 8MM を最小板厚とすることにより、
 - 歪防止に要する工数の減少が期待できる。
 - DECK HEIGHT が高くなった場合にも、広巾板を使用し得る。

等、本標準を高く評価しており、特に数社の上部構造を特定の工場で作成する場合には、この標準化による効果は大きいと思われる。

なお、板厚増加による歪取工数の減少と、重量増加とのバランスについては、今後とも検討する必要があると思われる。

表 2.1.16 標準 SCANTLING TABLE

ITEM		DECK						
		D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	
DECK HOUSE	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)	150×90×9 ² (4,500)					
		GIRDER & STR BM (MAX SPAN)	300×90×11/16 ² (5,100)					
	FRONT WALL	PLATE (STIFF SPACE)	12 (900)	11 (900)	10 (900)	9 (900)	9 (900)	8 (900)
		STIFF (END CONN)	400×100×12/18 ¹ (B-C)	300×80×9/14 ² (B-C)	150×90×9 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ¹ (B-C)
		STR STIFF (END CONN)	400×100×12/18 ¹ (B-C)	300×80×9/14 ² (B-C)	150×90×9 ² (B-C)	150×90×9 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ¹ (B-C)
	SIDE WALL	PLATE (STIFF SPACE)	11 (900)	9 (900)	9 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)
		STIFF (END CONN)	200×90×9/14 ¹ (B-C)	150×90×9 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (C-C)	100×75×7 ² (B-C)
		STR STIFF (END CONN)	200×90×9/14 ¹ (B-C)	150×90×9 ¹ (B-C)	150×90×9 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)	125×75×7 ¹ (B-C)
	AFT WALL	PLATE (STIFF SPACE)	10 (900)	9 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)	8 (900)
		STIFF (END CONN)	150×90×9 ¹ (C-C)	125×75×7 ² (C-C)	125×75×7 ² (C-C)	100×75×7 ² (C-C)	100×75×7 ² (C-C)	100×75×7 ² (C-C)
STR STIFF (END CONN)		150×90×9 ² (B-C)	150×90×9 ² (B-C)	150×90×9 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)	125×75×7 ² (B-C)	
DIVISIONAL STEEL WALL	PLATE	8 {6(CORR)}	8 {6(CORR)}	8 {6(CORR)}	8 {6(CORR)}	8 {6(CORR)}	8 {6(CORR)}	
	STIFF (END CONN)	125×75×7 ² (C-C)	100×75×7 ² (S-S)					
	STR STIFF (END CONN)	125×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (B-C)	100×75×7 ² (B-C)	
ENGINE CASING	DECK	DECK HEIGHT	2 700	2 700	2 700	2 700		
		PLATE (BEAM SPACE)	8 (900)	HORIL GIR	HORIL GIR	8 (15 UND FUNNEL) (900)		
		BEAM (MAX SPAN)	150×90×9 ¹ (4,500)			150×90×9 ² (4,500)		
		GIRDER & STR BM (MAX SPAN)	WEB STIFF			WEB BM		
	FRONT WALL	PLATE (END CONN)	12 (900)	11 (900)	11 (900)	9 (900)		
		STIFF (END CONN)	200×90×9/14 ² (C-C)	200×90×9/14 ² (C-C)	150×90×9 ² (C-C)	125×75×7 ² (C-C)		
		STR STIFF (END CONN)	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF		
	SIDE WALL	PLATE (STIFF SPACE)	13 (900)	11 (900)	10 (900)	9 (900)		
		STIFF (END CONN)	200×90×9/14 ² (C-C)	150×90×9 ² (C-C)	125×75×7 ² (C-C)	125×75×7 ² (C-C)		
		STR STIFF (END CONN)	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF		
	AFT WALL	PLATE (STIFF SPACE)	11 (900)	10 (900)	9 (900)	9 (900)		
		STIFF (END CONN)	200×90×9/14 ¹ (C-C)	150×90×9 ² (C-C)	125×75×7 ² (C-C)	125×75×7 ² (C-C)		
STR STIFF (END CONN)		WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF	WEB STIFF			
P I L L A R		114.3φ×8.6	114.3φ×8.6	89.1φ×7.6				

表 2.1.17 標準化による重量変化

社	分 離 型			1 体 型 (TONS)
	DECK HOUSE (TONS)	ENGINE CASING (TONS)	TOTAL (TONS)	
A	-1.19	-4.5	-1.64	+1.00
B	—	—	—	-4.04
C	—	—	—	-5.26
D	-3.0	-5.0	-8.0	-11.0
E	+2.1	+2.5	+4.6	+1.44
F	—	—	—	-1.60
G	+1.38	+1.4	+1.52	+1.35
H	—	—	—	+3.90
TOTAL	+1.0	-5.6	-4.6	-4.31
平 均	+0.25	-1.4	-1.15	-5.39

注： +は各社の在来船に標準寸法を適用した場合に重量が増加するもの。
-は 同 上 の場合に重量が減少するもの。

(4) 標準 Scant ling の上部構造の固有振動数

1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固有振動数を計数した。

(a) 1 体 化

1体型については、4 case の計算を行なった。その結果、図2.1.18 のようになり、標準 scantling を採用したときにも blade frequency に対し固有振動数は安全域にあると推測される。

4 case とは次の通りである。

Case 1 F社船 (AB船級230型 Tanker, 6層)

Case 2 上記船を標準 Scantling で design したもの

Case 3 上記船をB社の Original Scantling で Design したもの

Case 4 上記船をH社の Original Scantling で Design したもの

一方、F社船について振動数を実測したところ

起振きテストの時 870cpm.

運転時には約750cpm にピークらしいものがある

以上のことから、上甲板下の基部バネ常数は、1500T/cm以上と考えるので標準 Scantling を採用した船でも700cpm 以上の固有振動数を持つと推定され、大型船における危険振動数(90r.p.m×5翼=450c.p.m)より高いものになる。

(b) 分 離 型

分離型の1例としてA社船(NK船級200型Tauker, 6層)のものについて計算したが、当然のことながら固有振動数は1体型と比べてかなり低くなっている。(図2.1.19)しかしながら実際には、このTypeの上部構造は、基部を十分固めたり、時には Engine Casine と結合された構造を採用するなど、種々の注意が払われており、固有振動数は500c.p.m以上に高くなっているのが普通である。

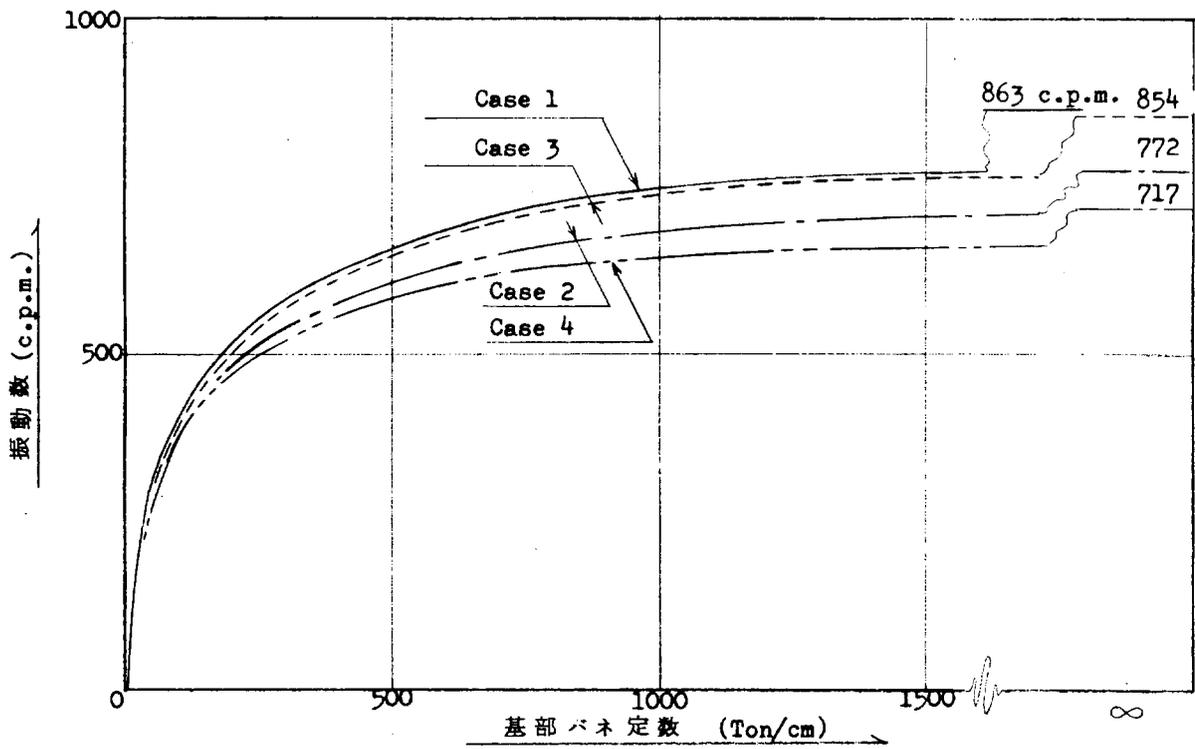


図 2.1.18 上部構造の前後振動(1体型)

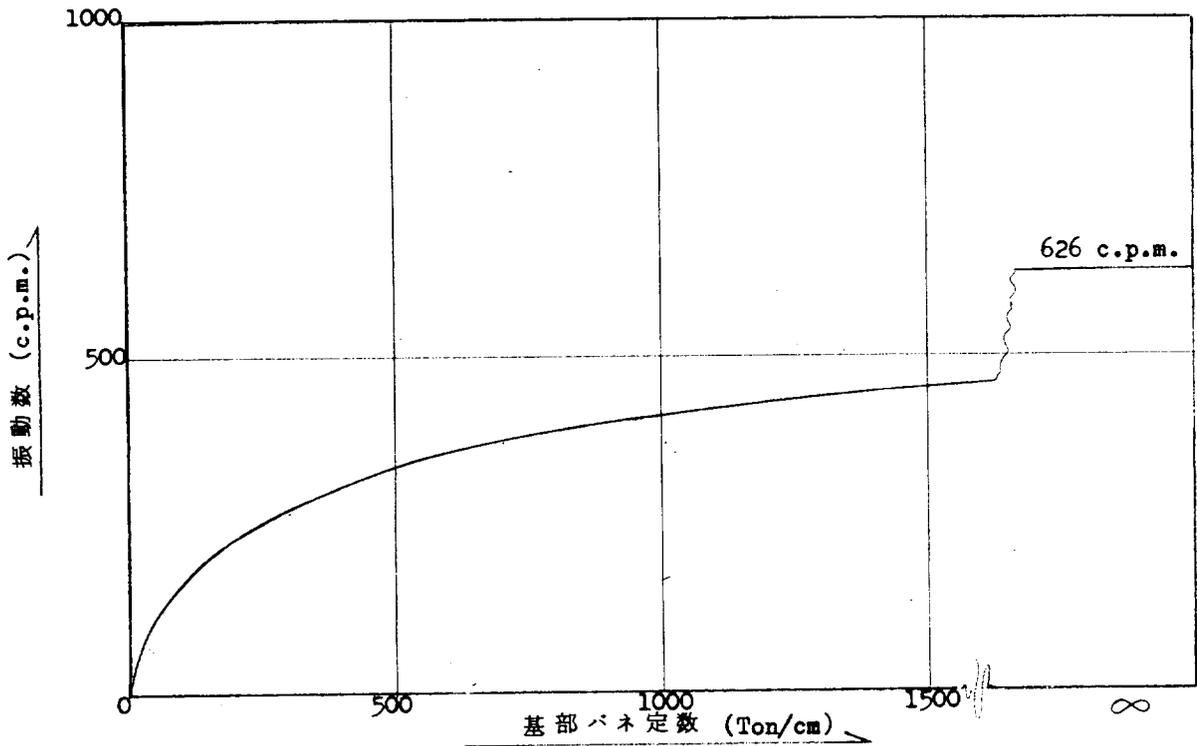


図 2.1.19 上部構造の前後振動(分離型)

2.1.1.4 FUNNEL の標準化

(1) 現状の取りまとめ

FUNNEL の標準化を検討するに当たり、まず、各社の20万トンクラスの FUNNEL の構造方式、部材 SCANTLING、工作法、形状、DESIGN POINT 等を調査した。各社の現状を取りまとめると次の通りである。

- (イ) 従来より FUNNEL は美観を考慮して、形状、大きさ等は船主の意向に従うものとしながらも、
- (ロ) 形状、工作面では、各社とも外板は円筒、円錐、楕円錐の組合せによっており、STIFF もそれらの "R" の芯に向けて配置され曲げ加工を容易にする工夫がされている。
- (ハ) DESIGN POINT は、内部装置、構造強度、工作法、FUNNEL 自身の性能等の意図を総合的に加味することに重点がおかれているといえる。
- (ニ) 各社の構造方式、部材 SCANTLING 等は表 2.1.18 に示す。

(2) 標準型 FUNNEL

図 2.1.20 および表 2.1.19 を標準型 FUNNEL とする。

ただし、

- (イ) 形状は、特に標準として取り上げない。(各社標準間に製作面で特に大差がないし、ある程度船主の意向に従う必要がある)

ただし、工作面からは前項の(ロ)程度は考慮する。

- (ロ) 構造方式は表 2.1.19 のごとく決定した。
- (ハ) 部材 SCANTLING は上部構造の標準部材の範囲で表 2.1.18 の検討結果、表 2.1.19 のごとく決めた。
- (ニ) 適用範囲として MAX 高さを2.7~8m、FUNNEL 基部の長径を最大10m程度とする。
- (ホ) 高さは図 2.1.20 で、上端より取る。
- (ヘ) SCANTLING の境に近い所に下端がきた場合には、上部の SCANTLING をそのまま通す。

§ 構造方式

表 2. 1. 19

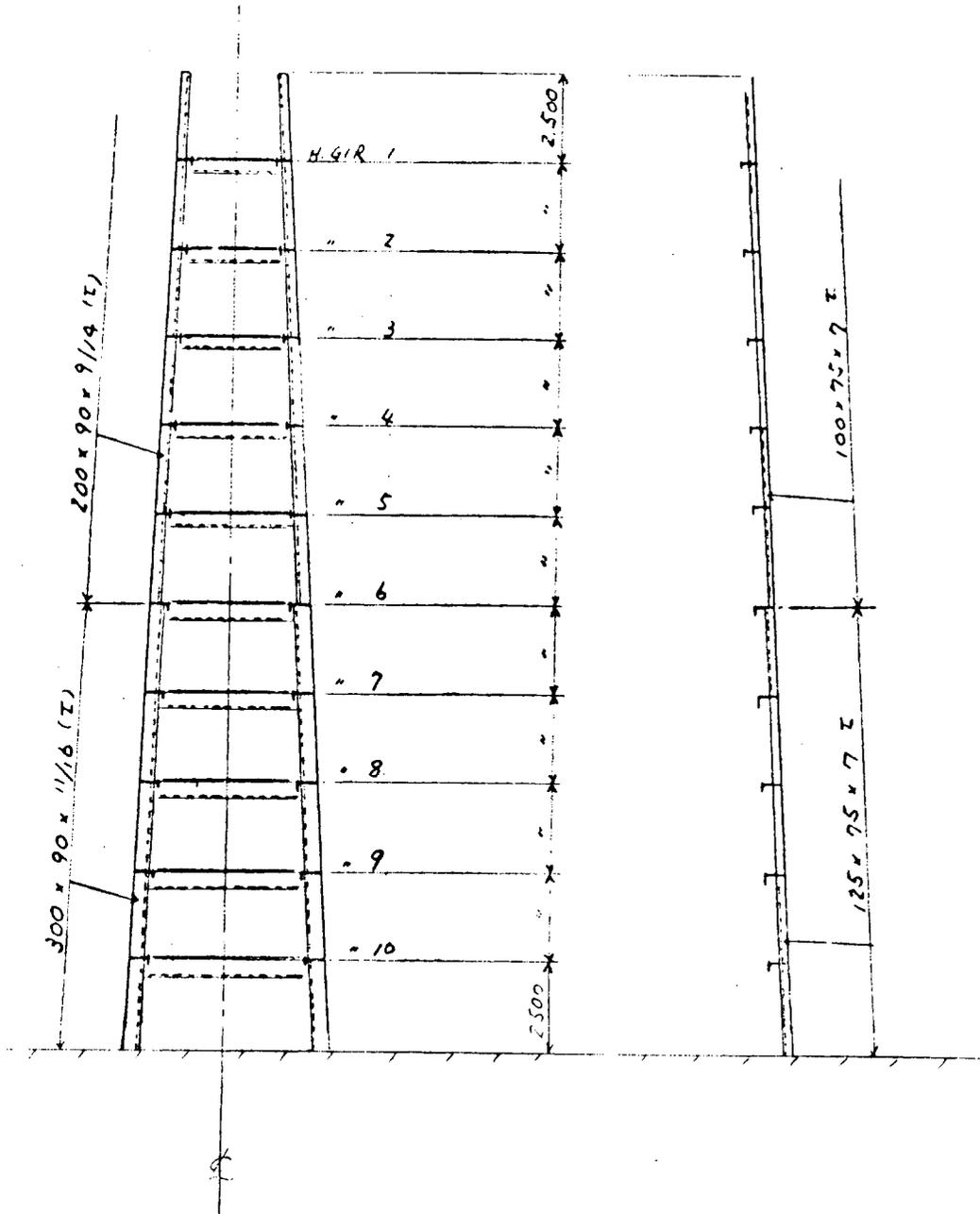
ITEM	上から	TOP PL	1H GIR	2H GIR	3H GIR	4H GIR	5H GIR	6H GIR	7H GIR	8H GIR	9H GIR	10HGIR	11H GIR
SPACE	2500	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2500
厚 さ	9	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	9
深 さ		300	"	"	"	"	300	400	"	"	"	400	
面 材		100×9	"	"	"	"	100×9	125×11	"	"	"	125×11	
COU PL		なし	"	"	"	"	"	"	"	"	"	なし	
R I B		なし	"	"	"	"	"	"	"	"	"	なし	
WEB STIFF	200×90× 9/14t	"	"	"	"	"	200×90× 9/14t	300×90× 11/16t	"	"	"	"	300×90× 11/16t
DRD STIFF	100×75 ×7t	"	"	"	"	"	100×75× 7t	125×75× 7t	"	"	"	"	125×75× 7t
外 筒(厚)	8	"	"	"	"	"	8	10	"	"	"	"	10
STRUT	n=2 200×90× 9/14t	"	"	"	"	"	200×90× 9/14t	300×90× 11/16t	"	"	"	"	n=2 300×90× 11/16t

※1 COU I P I ; STRUT の付根には付ける。
 ※2 R I B ; "

WEB STIFF は 6条(両舷で)
 STIFF SPACE(ORD)800~1,000
 TOP PLATE 8

VERT. WEB STIFF.

ORD. STIFF



☒ 2.1.20

〔機装部門〕

2.1.5 メーカー品の標準化

(1) バタフライ弁

(a) 経緯

45年度の標準化作業において各造船所使用の専業メーカー標準と標準化に対する希望事項を調査した結果、現状では各メーカー標準に差異があり、特に面間寸法の統一だけでも標準化したい旨の強い希望意見が出された。面間寸法については、JIS化を目標に46年度船舶JIS協会標準部会に審議を依頼するとともに、一方標準化小委員会としては、引続き46年度作業で面間寸法を除く標準化検討項目を対象に継続審議することになった。

(b) 作業方針

45年度、各造船所の使用実績調査結果にもとづき3社を標準化の対象メーカーに選定し造船所設計作業の省力化、単純化、造船所購入品(バタフライ弁の付属品)の単一化(メーカーが異っても同一品の使用が可能)等を検討項目の対象として現状のメーカー標準を調査し、可能な限り標準化を計り、面間寸法とともに船舶JIS協会に依頼するための原案を作成する方針で作業を進めた。

(c) 研究内容

(i) 標準化検討対象項目の選定

- 1) 面間寸法
- 2) DISC の寸法
- 3) HANDLE および HOUSING の寸法
- 4) HANDLE 軸頭部寸法
- 5) 本体フランジ面のタップ穴寸法
- 6) 流体の流れ方向の誘出し

(ii) 現状メーカー標準の調査

標準化検討項目に従い、各メーカー標準を比較対照し、相違点を調査した。

(iii) 標準化の可否についての検討

現状のメーカー標準を調査した結果、(i)項の標準化検討項目にもとづき標準化の可否について各メーカーと意見の調整を行なった。

(iv) 標準化案(メーカー標準統一案)の作製

標準化の可能な検討項目について標準化案を作成し、標準化小委員会で審議確認した。

(v) 標準化案のまとめ

標準化小委員会で審議確認後面間寸法とともに船舶JIS協会に依頼するための原案を作成し、標準化小委員会の標準とした。

(d) 研究結果

(c)項の研究内容に示すごとく、標準化対象項目別に検討した結果、つぎのとおり(表2.1.20)の標準を作成した。

また、これらの標準化範囲については45年度作業の決定にもとづき下記のとおりとする。

標準化範囲

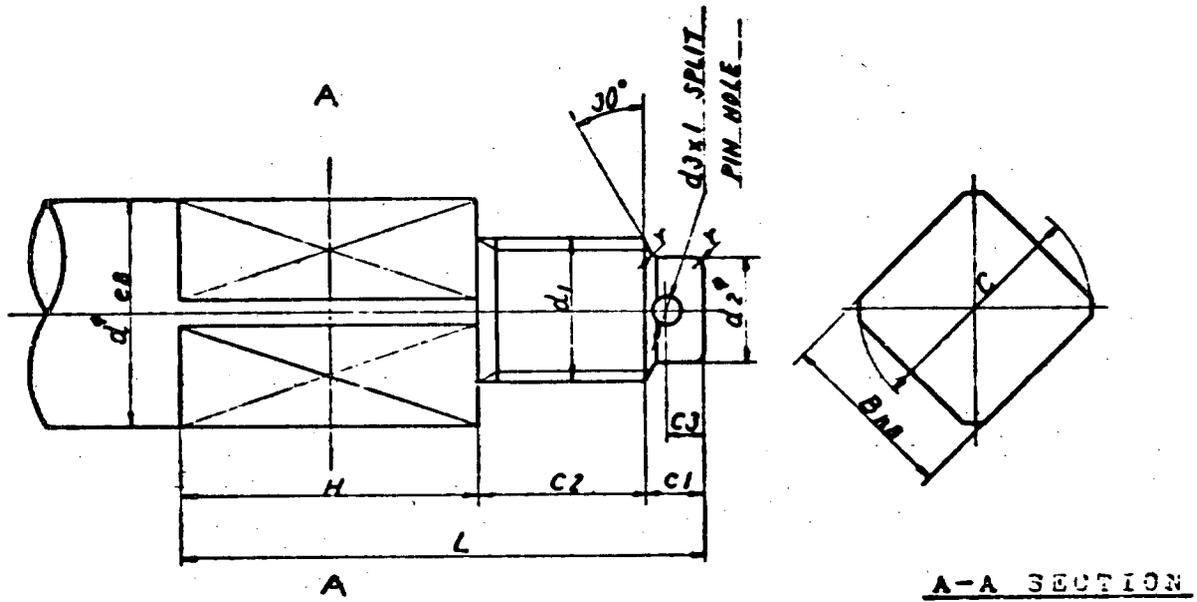
- 1) 呼び圧力 5 kg/cm^2 、 10 kg/cm^2 、 16 kg/cm^2
- 2) 呼び寸法 $150\text{ A}\sim 1000\text{ A}$

表 2. 1. 20

標準化検討項目	現状メーカー標準の調査結果	標準化の可否	標準化に依るメリット
1) 面間寸法	各メーカーで多少異っている	可能 JIS 弁類調査委員会で目下調整中であり決定次第 SRS に制定する意向である。	大きい メーカー図がなくても装置図、取付図、一品図等の製作を進めることが可能である。 (設計作業の単純化)
2) DISC の寸法	各メーカーで形状構造等が異っている	不可能	小さい 造船所で設計作業を進める上でメーカー図がなくともあまり障害にならない。
3) HANDLE および HOUSING の寸法	各メーカーで寸法が異っている	不可能	小さい 理由、同上
4) HANDLE 軸頭部寸法	同上	可能 標準案添付HANDLE 軸頭部、寸法表(表 2. 1. 21)に依る。	大きい 造船所手配のホークヨークの角穴およびバルブ名板の中穴寸法等が統一され異ったメーカー品でも同一のものを使用する事が可能になる。
5) 本体フランジ面のタッブ寸法	同上	可能 標準案添付タッブ寸法表(表 2. 1. 21)に依る。	大きい 造船所手配の種込みボルトの寸法が統一され異ったメーカー品でも同一のものを使用する事が可能になる。
6) 流体の流れ方向の鋳出し	メーカー標準はない。 現状は造船所の仕様書に依っている。 現状例、1) 矢印がない。 2) 矢印が → 3) 矢印が ↔	可能 但し流れ方向を矢印で指示するのではなく取付時にメーカーが RECOMMEND する優先流れ方向に添って弁の圧力、口径の鋳出しを統一する。	大きい メーカー側では矢印を鋳出しする事が省略できる。 造船所側では優先流れ方向を容易に判断できる。 (取付方向誤作の防止)

- 3) 材質 弁本体、FC、およびSC
 4) 形状 フランジレス型
 5) 種別 手動形、油圧駆動形
 6) 主な用途 貨物油、およびバラスト管系

表 2.1.21 HANDLE 軸頭部寸法表

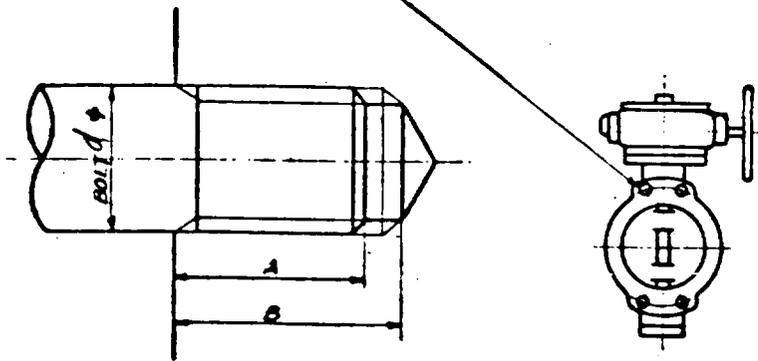


HONINAD SIZE $\frac{1}{16}$ "	B × C	d ₁	d ₂	H	C ₂	C ₁	L	C ₃	d ₃ × 1	r
150	14 × 18	M12	9	20	16	6	42	4	3 × 15	0.6
200	14 × 18	M12	9	20	16	6	42	4	3 × 15	0.6
250	17 × 22	M16	12	24	19.5	8	51.5	5	4 × 20	0.8
300	19 × 25	M16	12	26	19.5	8	53.5	5	4 × 20	0.8
350	23 × 29	M20	14	30	23	8	61	5	4 × 22	0.8
400	27 × 34	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 0508 機関部弁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にした。

表 2.1.22 本体フランジ面のタップ孔寸法表

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。

$A = 1.25d$ によった。

(e) ま と め

(i) 作業方針で述べたとおり標準化の狙いは造船所の省力化を主眼とするものであり、この主旨にもとづき研究結果に示されたとおり一応の目標を達成することができた。

なお、標準化検討項目中2) DISC の寸法、3) HANDLE および HOUSING の寸法については、各メーカー標準に大きな異差があり、各メーカーの独自の技術開発と実績の上で立ったもので、それぞれの特徴があり、これらの構造・寸法まで統一化することはメーカーにおよぼす影響が大きい割に標準化の効果はそれほどあがらない等の理由で現状では、統一化を見送っても問題はないと判断された。

(ii) 本標準案が規格化されれば造船所側にとっては研究結果の項で述べたように以下の大きいメリットが考えられる。

- 1) 設計作業の省力化
- 2) 〃 の単純化
- 3) 購入部品の単一化
- 4) 在庫管理の簡素化
- 5) 部品の緊急手配が可能
- 6) 早期作図が可能

等に寄与するところが大きく、今後面間寸法とともに船舶 JIS 協会に追加検討項目として依頼し、規格化したい考えである。幸いにも各メーカーとも本標準どおり標準化することは可能であり、賛同を得ているので実現することは困難なことではないと思われる。

(2) アルミプラス製ヒーティングコイル用サポート

(a) 経 緯

45年度の標準化小委員会において「アルミプラス管を使用するヒーティングコイル用サポートの種別・形状・材料および寸法の統一」という目標のもとに作業を進めた。すなわち、現在の2系列のメーカーの標準がそれぞれ大きく相違しているため、この両者を比較検討し、メリットのある点を取りあげて標準化小委員会標準(図2.1.21)を作成した。この標準についてメーカー側の意見を聴取し、両社の標準を調整、統

一することとしたが、「金型の製作・材料の入手および成型上からみて價格的・納期的に問題を生じるおそれがある」ということで結論は出さず、引き続いて46年度標準化小委員会にて継続審議することになった。

(b) 標準化の範囲

46年度の標準化小委員会においては、45年度小委員会にて作成した標準について再度メーカー側の意見を聴取する。質問事項としては、「小委員会標準に統一できないか。もしもこれが不可能ならば取付ボルトのピッチ、ボルトの寸法だけに限り標準に統一できないか。」ということにする。造船所側にとっては取付ボルトのピッチボルトの寸法の2点だけでも統一されれば大きいメリットがあると考えられる。

調査の対象とするメーカー

45年度の小委員会において調査した2系列メーカーであるA社とB社の2社に46年度新しくC社とD社の2社を追加して合計4社を対象に調査する。

(c) アンケートによる調査結果

対象メーカー4社よりのアンケート回答は、要点を表2.1.23にまとめている。この表にもあるとおり45年度標準化小委員会で作成した標準がB社の標準に近いところからB社とC社（B社の系列にあり標準は、ほとんどB社のものと同じである）の2社は「標準に統一できる。（取付ボルトのピッチ・ボルトの寸法のみでなくすべての点において）」との回答をしてきたが、A社は「統一できない。（取付ボルトのピッチ・ボルトの寸法のみ限定しても）」との回答であった。D社は「標準に統一できる。」との回答を寄せている。

このアンケート回答受領後B社に対して「もし小委員会において作成した標準を変更して別の形式の標準とした場合にはどうか。」との質問をしたところ「統一できない。」旨の返事があった。

これから判断するとA社・B社とも標準が自社の標準と同一か、またはそれに近いものになっている場合には「統一できる」とし、そうでない場合には「統一できない」という回答を寄せているものと思われる。

C社については、B社の系列であり、B社の意見とほぼ同じであったが、さらに柔軟性が見られ、D社についてはこれから自社で製作しようという段階にあり、逆に標準形式の作成を求められた形になっている。

(d) 結論および今後の方針

2系列のメーカーA社、B社は小委員会で作成された標準が自社の標準に近いかあるいは一致している場合は「統一できる。」とし、そうでない場合は「統一できない。」ということになった。このことは、標準化する点を取付ボルトのピッチ・ボルトの寸法だけに限定しても同じである。理由は、経緯の項で述べているが「金型の製作・材料の入手、成型上からみて價格的・納期的に問題を生じるおそれがある」ということである。

取付ボルトのピッチ・ボルトの寸法だけに限る統一についても「統一できない。」という結論であり、これはこの2点を変更するということが全体を変更するのと同じ程度のわずかしい点を持つものと推定される。

しかし、この「アルミプラス製ヒータイングコイル用サポート」が標準化されれば造船所側にとって非常に大きいメリットがある。すなわち、

設計の省力化

顧客の図面承認の簡素化・迅速化

外注購買関係の省力化

部品の緊急手配の可能性

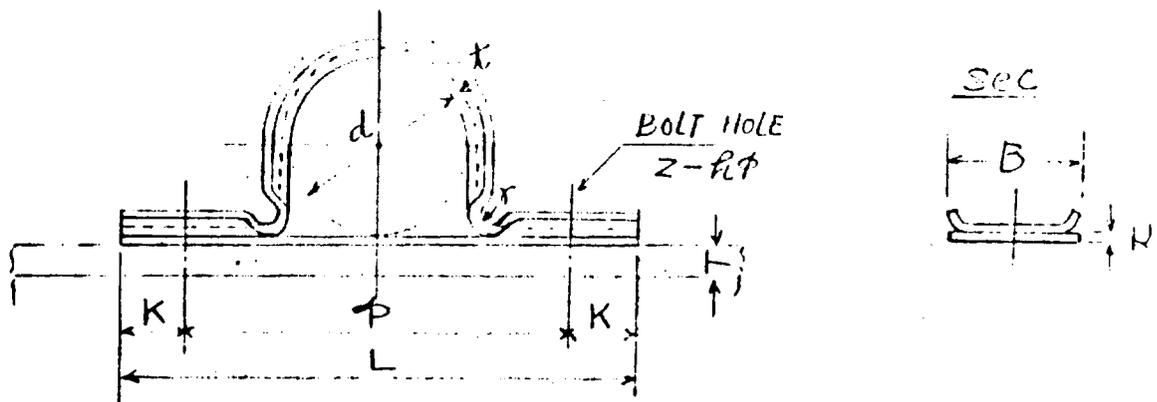
情報量増大による適性仕様の発見確保

部品の量産化による単価切下げ

等に寄与するところが大きく、どうしても標準化してゆきたい。

45年度報告書の部品別標準化方針にもあるとおりメーカー標準として標準化してゆくべきであろう。幸いにもメーカー各社とも手持のストックの問題、金型の製作の問題等ある程度の長い時間をかければ標準化することが可能であるということであり、今後小委員会において作成した標準を基礎にして、さらにメーカー、造船所が各種検討を加えてSRS規格化することにした。このSRS規格化することにより規格化した直後はすべてのメーカーがこれによることが不可能であっても数年後にはこの規格に統一されるであろう。

材質：クリップおよびライト は JIS H - 3632 の BSTF
 ボルトナットは SS41
 (注) T寸法は各社の標準による



UNIT : mm

NOMI. SIZE	PIPE OUT DIA _d	t	B	L	P	K	h	r	BOLT 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	34.575	↑	↑	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 2.1.21 アルミプラス管ヒータリングコイル用サポート標準

表 2. 1. 23 アルミプラスチック製ヒーターインゴイル用サポーターに関するアンケートのまとめ

設 問	A 社	B 社	C 社	D 社
メーカー名				
貴社のサポーターは標準化小委員会の標準に 合わせて変更することができますか。できない 場合その理由。	いいえ 輸入品を使い場合が多いため。	はい	はい	はい
もし標準の寸法P(取付ポルトのピッチ) ポルトの寸法に限定すれば変更できますか。	いいえ	はい	はい	はい
サポーターの形状は貴社で定められたのですか。	いいえ	はい	はい	はい
貴社ではプレス用金具等の工具は何年ごとに製 作されますか。次回はいつ頃製作されますか。	輸入品のため不詳	約3年ごと 昭和47年ごろ	約3年ごと 昭和48年ごろ	当社はサポーターを製作しておりま せん。
その他の意見を記入して下さい。	今後国産品にすれば切替は可能 ですがその場合コストが高くな る可能性があります。また、こ の標準化が実施された場合、現 在弊社の手持のストックおよび 金型の製作等を考え合せますと この標準化に弊社が協力できる まで多少の時間がかかると思い ます。		サポーターの取付ポルトピッチ・寸 法については各社で経験上最も適 当と考える寸法としていていると思 います。 これを今後統一する場合過去の船 の修繕部品として納入する際に混 乱の起る可能性があるため各造船 メーカーにて手配される場合にポ ルトピッチ・寸法の指定をするよ うにしたいと思っています。	当社では現在サポーターの製作はして いません。主に他社のものを使用し ております。材質は現在BSPのも のを使用しており、注文先より B ₂ TFの要求もありませんがBSPで 十分であると考えております。 サポーターの取付間隔も併せて標準化 ねがいたいと思います。

(3) ドレッサー型、スリーブ型伸縮継手

(a) 作業方針

(i) 経緯

昨年度の造船各社の使用実績メーカーの標準形式の調査に引続き調査・検討を加え、標準案を作成することになった。

対象メーカーとしては、昨年度の実績調査の結果、下記の通りとした。

ドレッサー型伸縮継手……3社

スリーブ型伸縮継手……2社

(ii) 標準化の狙い

伸縮継手における各メーカーの標準形式は、それぞれのメーカー独自の技術開発と実績の上に立つものであって、構造詳細まで統一化することは、機能を低下せしめるのみならず、製品価格さえも上昇させるおそれがあり、メーカーのノウハウの問題もあって事実上不可能であると考えられる。

一方、造船所における省力化の問題としては、配管計画図、パイプ一品製作図、現場における取付作業の点における単一化が達成できれば十分である。副次的な狙いとしては、メーカーにおける資材および製品管理、造船所における資材管理という点で標準形式の種類を減少すべく材質および形式の統一が考えられる。

以上の標準化の狙いをもう少し具体化すると下記の通りとなる。

1) 配管計画、一品製作図における互換性、均一性

これはマニュアルで作業する時には勿論のこと、NC化に際しては不可欠の条件となる。このためには、ドレッサー型においては、有効伸縮量の統一、スリーブ型においては、最低伸縮量に確保しつつ、セット寸法の統一が最大の要素となる。

2) 現場作業における互換性・均一性

これは、取付作業における単純化、工具の共通化を図ることとなる。

3) 資材管理、納期管理の単純化

これは、構造・寸法のみならず、材質および形式の統一が条件となってくる。

(b) 研究内容

(a)-(ii)における標準化の狙いをもとに以下に述べる作成方針を立て、これによって造船各社およびメーカーの意見を聴取することにした。

(i) 標準案作成方針

(1) 基本方針

1) セット寸法(伸縮量)は口径ごとに変えず、1つの型式に対しては、1つの値とし、ラウンドの数値とする。

2) 材質は、鋳造品(FCD/FC/SC)および鋼製の2本立とする。

3) 本体の肉厚は、使用管系のパイプ肉厚に拘泥しない。耐食性の点でパイプ材が厚肉の時は、特殊塗装(タールエポ塗装等)に適宜処理するものとする。

4) パイプ製作誤差、現場配管誤差の吸収も考慮する。

(許容吸収量は別途考慮するとして、伸縮量の確保はゲージを用意すればよい。)

5) 伸縮量の設定は、下記の条件による。

(a) パイプ標準長さ、上甲板諸管ユニットの大きさ等より、伸縮継手間距離は、最大2.0m~2.5mと考える。(詳細は各造船所にて決定)

(b) 最大の伸縮量は甲板蒸気とし、使用圧10Kとする。

伸量は、 $\Delta t \div 200^{\circ}\text{C}$ で考える。

(製作時 0°C とし、使用時は減圧時の過熱状態を考慮して 200°C ぐらいにする)

縮量は $\Delta t \div 50^{\circ}\text{C}$ で考える。(製作時 40°C 、使用時 -10°C)

(c) 船体構造材は $50\text{ kg}/\text{mm}^2$ 高張力鋼とする。

(ロ) ドレッサー型伸縮継手

1) 本体材質は、FCDとSSの2系列とする。

鋳造管の貨油管を考慮する。"SS+特殊塗装"での処理等は各造船所の方針によるものとする。

2) 本体肉厚は、FCDの場合 Y社薄肉タイプとする。

◇ SSの場合 少くとも 200ϕ 以上は1.27以上とする。

FCDの場合はK社標準の速心鋳造FCD管に対応する肉厚にしてY社薄肉タイプとする。SC管は孔食に対する考慮で管材が厚いとし、FCは強度の点で管材が厚いとし、耐食性の点で特に肉厚は上げないものとする。すなわち、Y社厚肉タイプは標準案には考慮しない。

SSの場合、#80鋼管に対応するものとし、各社の実状から 200ϕ 以上1.27以上とする。

200ϕ 未満は#80相当とする。

3) ストッパーはセンターストップボルトタイプとする。

溶接のできない鋳鉄管を考慮してセンターストップボルトタイプとする。溶接可能な場合も内面特殊塗装、亜鉛メッキ等の焼損を考慮してピースを溶接する肘型ストッパーは標準案からは外す。

4) 通しボルトの頭部は六角頭とする。

廻り止め付の丸頭では、フランジ側の孔が欠損した場合の空廻りする可能性を考慮して六角頭とする。また、部品の統一のため両フランジのボルト孔を長円にするとナット側の孔が大きすぎ問題があるため、丸孔とすれば解消できる点でも六角頭とする。

5) 呼び長さ l (図2.1.22 参照)は100%、160%、の2系列とし、口径の如何を問わず一定とする。

現場配管の逃げを大きく考慮する場合は、160%が便利である。

(ハ) スリーブ型伸縮継手

1) 本体材質は、FC、SC、SSの3系列とする。

圧力基準は5K、10K、16Kとする。

5K FC SS

10K SC SS

16K SC SS

主として甲板蒸排気に用いられるので、これをベースとする。

10K蒸気は安全性の点でSCとする。

特殊塗装等による耐食性の向上は、アルマー加工等に適宜考慮するものとする。

2) l (図2.1.23 参照)は120%、160%の2系列とする。

160%1本で考えたいが、Y社に対して鋳型の全面的更新を要求することになるので、120%も1系列として残すことにする。

3) セット寸法は各口径共通のセット寸法とし、ラウンドの値とする。

甲板蒸気をベースとしてセット寸法を定める。他の系統に用いる場合もこのセット寸法を用いることとする。

複数メーカーのある FC/SC スリーブについては 160% 系列を実質 120% として用いることにすれば、スリーブを短かく切断することにより（あるいは、長くするものもあるかも知れない）本体をいじらずにセット寸法に合わせることができる。

同様にスリーブを延長することで考えれば、現有の最大セット寸法のものに統一できることになる。ただし、この場合、各圧力基準ごとに異なる値をとったとしても最小径のものは現在より 150% ほどスリーブを長くすることになる。スリーブが長くなり、コスト的にも機能的にも問題がでるようであれば、口径によって幾つかの段階に分けることも考えられる。

D社標準に合わせ 100φ以下とそれを超えるものとの 2-グループとし、圧力基準による差は設けない。

(c) 研究結果

(i) 伸縮継手標準案

(b)-(i) における作成方針に従い、メーカーにアンケート調査の結果、以下に示すとき試案を作成した。

(f) ドレッサ型伸縮継手（図 2.1.2.2 参照）

1) 制定範囲は 40φ～900φ

2) 本体最小肉厚、各部材質、有効伸縮量のみを固定さす^{※1}

a) 呼び長さ l は 100 および 160 %

l の許容範囲は $-0. +10$ %

b) 肉厚(t)は K社 速心管標準肉厚に拠る。

肉厚の許容差は -0.5 % (+不可)

c) 試験水圧

呼び 300 以下 32 K

350 以上 24 K^{※2}

3) ストップボルトのネジ部詳細はメーカー標準とする。

ストップボルトは頭部のみ M16 ボルト頭部相当とする。

4) 肘形ストップ^{※3}は注文者指定とする。特に指定なき場合はストップブラクとする。

5) パイプのセット寸法は各造船所にて適宜決めるものとする。

※1 鋼製は素材メーカーとの関係で現行寸法を変更不可能とのことにつき SR 標準から外さざるを得ないものと考えられる。

※2 固定タンククリーニングの今後における普及を考えれば 350 までを 32K としたほうが良いと考えられる。

※3 アンケートの結果、標準案にての取上げを希望する造船所が若干あったこと、立上り管にも伸縮継手を設ける可能性があること、等により作成方針では肘形ストップは標準案より除外していたが、注文者指定の形で考慮することにした。

(g) スリーブ型伸縮継手（図 2.1.2.3 参照）

1) 制定範囲は 40φ～350φ

2) 圧力基準は、5 K、10 K、16 K の 3 種とする。

3) 本体最小肉厚、各部材質、最小伸縮量、セット寸法のみ固定さす。

a) 呼び伸縮量 l は 120 および 160 %

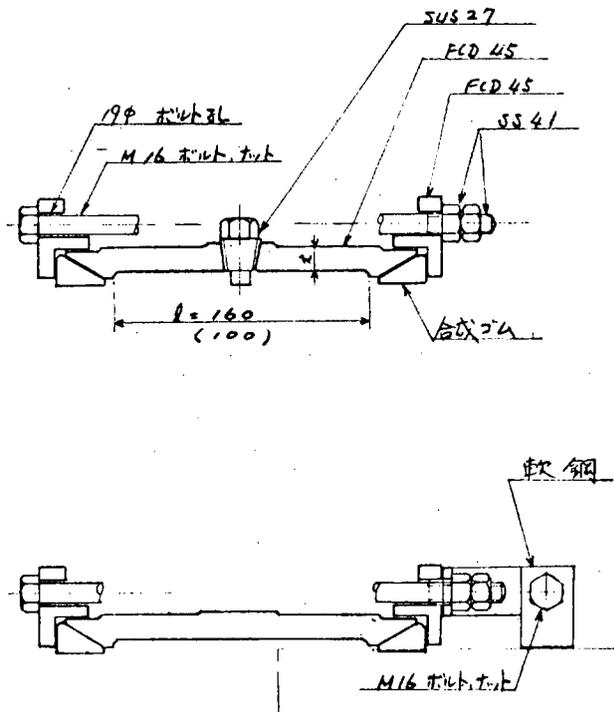


図 2.1.2 2 標準ドレンサ形伸縮継手 (基本寸法、材質)

本体最小肉厚 ($\frac{M}{M}$)

呼 径	肉 厚 (t)	呼 径	肉 厚 (t)
40	5.0	400	11.0
50	6.0	450	11.5
65	7.0	500	12.0
80	8.0	550	12.5
100	10.0	600	13.0
125	10.0	650	13.5
150	10.0	700	14.0
200	10.0	750	14.5
250	10.0	800	15.0
300	10.0	850	15.5
350	10.5	900	16.0

伸縮量の許容範囲は -0% (+不問)

- b) 本体肉厚は #80 銅管相当以上。
- c) 試験水圧は呼び圧力の 2 倍以上。
- 4) セット寸法は蒸気管系に対応するものとし、これ以外のセット寸法は注文者指定とする。ただし、スリーブ長さを変えない範囲とする。
 - a) セット寸法は、下記のセット位置におけるものを標準とする。

$l = 120$	$l_1 = 30$
$l = 160$	$l_1 = 40$
 - b) セット寸法は、口径によって 3 グループに分け、圧力基準によっては区別しない。

(ii) 標準案における問題点

(イ) ドレッサー型伸縮継手

1) 通しボルト

現場作業における工具統一のため各口径共通にし、M16 としたが大口徑管用のものは、締付を確保するために本数が増え、現場作業量が增大することが予想される。従ってある口径を境にボルトサイズをあげて本数を減らすことが、今後の課題として考えられる。

(ロ) スリーブ型伸縮継手

1) 口径とセット寸法

グラント締付ボルトを工具の統一のために、フランジ締付ボルトと同サイズとすると 16K-80、16K-350 にて問題を生ずることが判かった。また、メーカーによってグラントパッキンの長さが異なることもセット寸法に大きく影響をおよぼす。

グラントパッキンの長さ、グラントの長さを再考すれば標準案における 80φ 以下 550、100 以上 350 以下 650 の 2 グループに分けるほうが良いかも知れない。

(d) まとめ

標準案をさらに標準として制定するには、次のような問題点がある。

(イ) 基本方針実現の見通し

- 1) 構造詳細は、メーカー標準とし、造船所側の省力化を主眼としてセット寸法、有効伸縮量を統一さすということは、スリーブ型においてグラント部の詳細に関するメーカー間の調整という問題が残っているが、基本的には可能である。
- 2) 材質については、メーカーにおけるこれまでの実績、今後の経営方針の相異、素材提供者との関係で、ドレッサー型においては、鋼板製は除外せざるを得ないであろう。スリーブ型においては、使用圧力による製品価格の差が大きく、また、16K 蒸気が対象にして考えられる以上、現時点では、鋳鋼製、若しくは鋳鉄製 1 本に統一することはできない。今後ダクタイル鋳鉄がさらに品質向上され、かつ、普通鋳鉄にコストが接近すれば再考慮の余地がでてくる。
- 3) 肉厚については、当初ドレッサー型においては、造船所における配管仕様との関連で一本化が困難であろうと予想されたが、普通鋳鉄との関係は強度上の問題として鋳鋼の場合は耐食性と構造上の問題として肉厚の差を論じ、ダクタイル鋳鉄ベースで一本化できる。
- 4) 伸縮量を 1 本化することは、メーカーにおける現有設備、技術資料、造船所側における配管法、建造船舶の種類、大きさ等によって困難な問題を含み、ドレッサー型、スリーブ型ともども 2 本立としたが、これは全造船業界、関連工業界からみて是非一本化したい問題である。

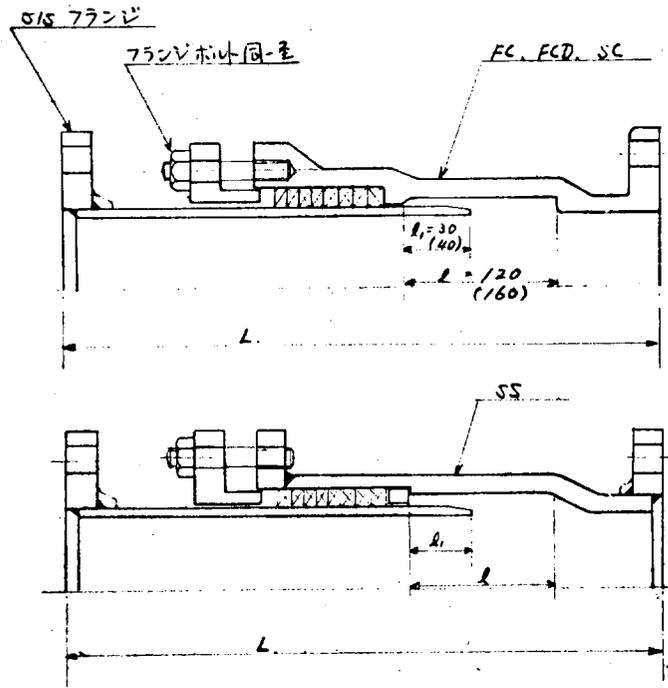


図 2.1.23 標準スリーブ型伸縮継手 (基本寸法、材質)

標準寸法表 (mm)

口径	口径法 (L)	口径	口径法 (L)	口径	口径法 (L)
40	500	100	550	200	600
50	500	125	550	250	600
65	500	150	550	300	600
80	500			350	600

(ロ) 懸案事項

上に述べたように基本的には見通しが立ったのではあるが、メーカーのこれまでの開発の方向が相反する面を持っているためメーカー間の調整になお時間を要するため、細部にて確定し得ぬ点が残っている。特にスリーブ型におけるグランドパッキンの問題は、製品の機能の保証という点で結論までには相当時間を要するであろう。

これらの問題を解決して標準を確定するためには、専門メーカーをも交じえて船舶 JIS 協会、管機装委員会等にて引き続き審議を行なうことが望まれる。

懸案事項としては下記の点である。

1) ドレッサー型伸縮継手

a) 通しボルトのサイズ

ある口径よりボルトサイズをあげることの検討

当然ストップボルト、肘形ストップのボルト、ナットもこれに対応する。

b) ストップボルト形状

メーカーのpatent、実績の点で統一不可能と考えて除外してきたが造船所側はこれの統一を大きく希望する。

2) スリーブ型伸縮継手

a) セット寸法のグループ分け

グランドパッキン部の統一の問題となる。

b) 鋳鋼、普通鋳鉄のダクタイル鋳鉄への一本化

(4) 加熱管用 FCD ファインチューブ

(a) 作業方針

(i) 経緯

45年度の加熱管用ファインチューブの審議においては、現在もっぱら使用されている材質FCのファインチューブに焦点を絞り、その標準がセットされた。

FCは安価に入手できる利点がある反面、破損し易い欠点があり、造船所アンケートから、かなりの造船所において「運搬上、取扱上注意をはらうことは勿論、ブロック工事の早期機装を困難にし、さらに取付け後の破損対策をも必要としている」ことがわかった。

45年度審議時点においてメーカーアンケートから強靱性を有する JIS G 5502 (FCD 40、45) を材質とする FCD ファインチューブがテストされつつあることがわかり、これも審議に加えることになったが、詳細審議には、いならず45年度報告書の中で簡単な FCD ファインチューブ標準案を付記する程度にとどめ、内容審議は46年度に引き継がれた。

(ii) 目標

破損問題を含めてブロック工事を容易にすると思われる加熱管用 FCD ファインチューブについて造船所およびメーカーの立場から問題点を詳細に検討して可能な限り製品の統一化をはかり、納期短縮・コスト低減を目標とする。

ファインチューブは、現行 JIS には全く含まれていないので45年度に標準化されたFCファインチューブとともに団体規格化を目標とし、SRS規格化ができる原案作成までを行なう。

(b) 関連メーカーの調整および標準化作業

45年度報告書中の加熱管 FCD ファインチューブ標準案およびアンケートをファインチューブメーカー（現

在大手造船所に納入しているメーカーのみ……2社)に送付し、そのアンケート返をもとにメーカー2社の相異点の調整、45年度標準案の確認・修正を下記のように行ない、(c)の標準を作成した。

(i) FCD製造

FCDフィンチューブの採用を強く求める社と、製造原価がFCにくらべ大巾に上昇するとして採用を保留する社とがあるが、いずれにしても造船所側の採用意志に左右される。

(ii) 材質

標準案では材質は指定していないが、FCD45が最適とする社と、FCD40にする必要があると指摘する社とがあり、両者の製造方針を考慮して45、40両方を標準とすることにする。

(iii) 長さ

標準案通り、2m・1mで両社一致。

(iv) 口径

標準案通り50φ1通りがよいとする社と、船の大・小、加熱容量の大小から造船所が適宜選択できるより50φ40φの両方を推挙する社とがあるが、所要加熱面積を得るのにフィンチューブ全長の短い50φのほうが、取付け工数が少ないと考えられるので、50φのみを標準とする。なお、FCフィンチューブの形板を大巾に使用できるよう外形寸法をFCに合わせる。FCD製品の肉厚はFCより1mm少ないので内径寸法はFCより2mm大きくなる。

(v) 加熱面積(フィンピッチ)

フィンのピッチは両社とも最小40mmまで製造可能といっているが、45年度報告書のFCフィンチューブのピッチに合わせ45mmとする。

(vi) フランジ

両社とも標準案通り機械加工が容易なFLAT FACEを希望しているが、水密を容易にするRAISED FACEも考慮して両者を採用することにする。

(vii) 断面形状

標準案通りで両社一致。

(viii) 腐食(厚さ)

腐食についてフィンチューブメーカー独自のデータは得られなかったが標準案7mmの厚さはほぼ妥当と思われる。

(注) 蒸気によるエロージョン・コロージョンが、原油・海水繰返し腐食と同程度であるとすれば、下表および理論計算式より厚さ7mmのFCDフィンチューブの耐用年数は、ほぼ船令と同じになる。

原油・海水繰返し腐食

種類	腐食重量減						1年後の孔食最大深さ	
	mg/dm/day			mm/year			mm	
	94日	275日	365日	94日	275日	365日	清掃(有)	清掃(無)
ダクタイル管	11.8	11.2	9.1	0.061	0.056	0.046	0.3	0.2
15%Niダクタイル管	11.6	9.6	7.3	0.058	0.048	0.038	0.1	0
継目無し鋼管	15.0	13.0	13.0	0.074	0.064	0.053	0.6	0.2
鋼板	14.1	12.0	12.0	0.071	0.058	0.051	0.4	0.3

Corrosion (1957)

内圧を受ける薄肉円筒の円周応力の式より

$$t = S \times (PD/2\sigma) + C \quad \dots\dots\dots(1)$$

ただし、
 t = 肉 厚
 S = 安 全 率
 P = 使用圧力
 D = 内 径
 σ = 抗 張 力
 C = 腐 食 量

ここで、安全率を6とし、最高使用圧力は 12 kg/cm^2 とする。

σ はFCD40を想定して 40 kg/cm^2 とする。

Cは上表から判断するとFCDチューブの腐食率は 0.15 mm/年 と考えられるから、管の両面腐食を考え、耐用年数を n とすると

$$C = 0.3 n \quad \dots\dots\dots(2)$$

式(1)、(2)より

$$n \approx 22$$

(IX) その他

標準的なFCDベンド(連絡管)の採用を希望するメーカーがあるが、短期に造船所側の意見を統一することが困難なので見送ることとする。

(c) 標 準

(i) 適用範囲

船の CARGO OIL TANK, FUEL OIL TANK および SLOP TANK 内に使用する加熱管用 FCDフィンチューブについて規定する。

(ii) 材 料

材料は JIS G 5502 球状黒鉛鑄鉄品1種(FCD40)、2種(FCD45)を標準とする。

(iii) 製造方法

製造方法は、JIS G 5502 (球状黒鉛鑄鉄品)による。

(iv) 形状、寸法および使用圧力

1) フィンチューブの形状および寸法は図 2.1.24 による。

2) 最高使用圧力は 12 kg/cm^2 とする。

(v) 品質および試験

1) 品質は JIS G 5502 による。

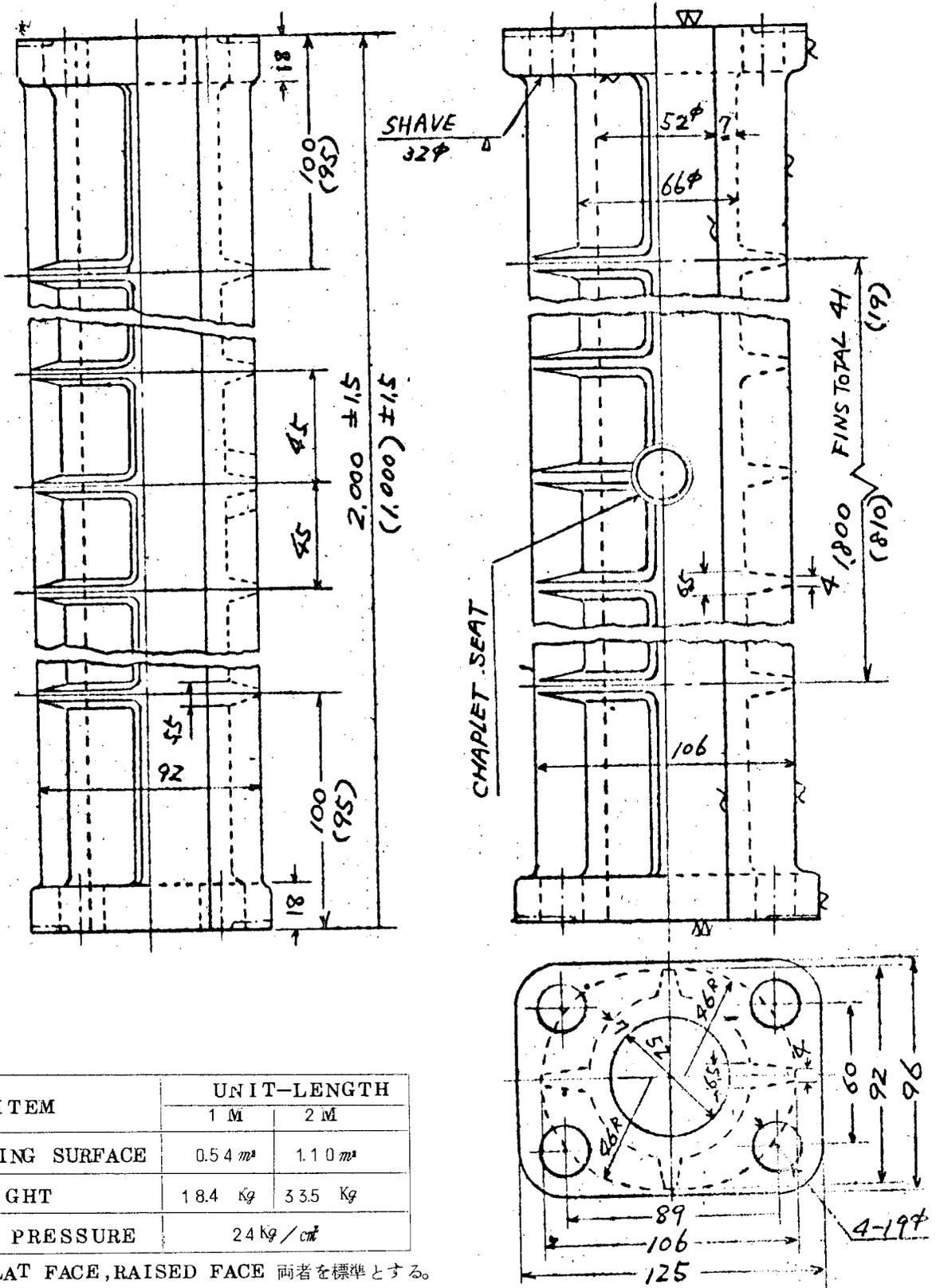
2) 試 験

i) 取鍋ごとに別採試料を採取し、JIS G 5502 により試験を行なう。

ii) 水圧試験は機械加工後、使用圧力の2倍の圧力で行なう。

() 寸法は1 m ものを示す。

材料：FCD 40 または FCD 45



ITEM	UNIT-LENGTH	
	1 M	2 M
HEATING SURFACE	0.54 m ²	1.10 m ²
WEIGHT	18.4 Kg	33.5 Kg
TEST PRESSURE	24 kg/cm ²	

* FLAT FACE, RAISED FACE 両者を標準とする。

図 2.1.24 加熱管用 FCD フィンチューブ

(a) 利点および問題点

(i) 利点

(イ) 取付け時の利点

SR110 45年度加熱管用フィンチューブアンケートではFCフィンチューブの問題点として次のようなものが挙げられており、これらは材質をFCDにすることにより解決できる問題である。

- 1) 運搬時の取扱い
上から物の落下
フランジの締め過ぎ
バンドの締め過ぎ
- } による破壊、

2) 破損を防ぐため、構造物で保護する位置に取付けられるため工数増加、掃防困難、

3) 破損しやすいため、ブロック繊装、ユニット繊装が困難、

FCDにすることによるメリット計算は、45年度報告書評価表の中に含まれている。

(ロ) 運航時の利点

FCフィンチューブは、取付け時のみならず、取付け後においても振動その他取付け時の片締めなどにより、破損した例があり、これが運航業務に及ぼす影響は大きく、さらに修理作業時において取扱いに慎重を要するが、これらは材質をFCDにすることにより解決できる問題と思われる。

(ii) 問題点

(イ) 実験、テスト

昭和35年前後から欧州系船主を主体として荷油管の材質にFCDの指定がでてきたが、初期のFCD管はスポット的に製造され、鑄造技術にも不備な点があったのか、製品の品質にバラツキが多く、納入建造時種々のトラブルがおこり、昭和45年前後には、船用FCD管にたいする不信任感が造船所・船主の間に広まった。その後においても過去の苦い経験のため“造らない、使わない”という、忌避の傾向が全く消えたわけではない。

現在のFCDメーカーにおいては、鑄造法の改良、溶解技術・脱硫処理方法・添加方法の向上などにより、徐々に優良な製品を生みつつあるが、荷油管と違ってフィンチューブは特殊な形状をしており、FCDフィンチューブの成果について、いま一步疑念を晴らすため、メーカー、造船所ともFCD40、45の問題を含めて納得のいく実験、テストを進める必要がある。

(ロ) 品質管理

FCD管では、ほぼほとと行なうスポット生産では、品質のバラツキがおこりやすいといわれているが、入念な品質管理によりこれを十分カバーすべきである。

形状を一本化することにより品質管理を容易にし、さらにコスト低減・納期短縮を大巾に進めることが必要と思われる。

(5) 室内通風口金物

(a) 目的

冷暖房装置、機動通風装置などの室内通風口金物の設計は、専門メーカーに一任されており、メーカーはそれぞれ独自の製品を持っており、造船各社はメーカーが変わるごとに取付図を設計し、現場での取付工事もメーカー製品に合わせざるを得ず、造船所工事の合理化に障害となっていた。そこでこれらの金物の統一を計るのを目的として、作業を進めた。

(b) 経緯

まず、各委員の造船所に用途別に使用通風口金物の寸法、メーカー名などのアンケート調査を行なった。

また、船舶JIS協会の動向を調査した結果、船体部会の船用通風委員会にて通風口金物を取り上げていることが判った。一方、日本船用工業会の船用空気調和装置等研究委員会に標準化の意向を打診した。以上の結果、今年度において、具体的な標準を作成する事ができなかったが、今後、JIS船用通風委員会にて当会の主旨にそって通風口金物の標準化に取り組んでいく事を確認した。

(c) 主な内容

- (イ) 通風口金物の内、パンカールーバーはすでにJIS化されており、各造船所ともJISのパンカールーバーを使用していることが判った。
- (ロ) 日本船用工業会で調査した結果、空調室内吹出金物のノブ付キャビネットの標準化は、そのダンパー機構や消音装置に関し、研究開発し、いわゆるその会社、それぞれのノウ・ハウを秘めたものであり、各社独自の特徴があり、この標準規格化は、不可能である。
- (ハ) 通風口金物として「パン形エアデフューザー」と「ユニバーサル形レジスタ」については、各メーカーで特許、実用新案権を持っているところが多いので、製品規格として、標準化することは困難であるため、取付部寸法、性能等、次の項目について船舶JIS協会の船体部会の船用通風委員会にて規格化を行いつつある。

1) 取付部寸法、取付要領

パン形エアデフューザーの呼び寸法(125φ、150φ、200φ、250φ)

ユニバーサル形レジスタの呼び寸法	200×100	200×150
	250×100	250×150
	300×100	300×150
	350×100	350×150
	400×100	400×150

2) 呼称と風量の統一

3) 結露防止

4) 周辺汚染防止

5) 騒音防止 [音量は整流器、ダンパー等を含めて5W/Secの時、50dB以下(吹出口から1mのところ)とする。]

6) 調節方法

7) 材 料

8) 仕 上

9) 性能試験方法

10) 製品検査方法

(ニ) 通風用丸ダクトについては、ダクトメーカーそれぞれわずかながら寸法が異っており、したがって、この諸継手やハンガ、貫通金物など金物類はまちまちである。これらの金物類に対しては、別にノウ・ハウと云うものがないので、今後規格化することにより省力化、コストの切り下げが期待できる。

(ホ) 船舶JIS協会の今後標準化すべき品目事項、すなわち「船舶関係工業標準化体系」の小区分に通風空気調和の項で規格名称「通風ダクト使用寸法」「ダクトバンドの使用基準」「通風ダクト装備基準」等の各項があげられているので、やがて基準化が計画されるはずである。

(6) タンクフロートゲージ

(a) 目 的

上甲板関係の配置設計ならびに上甲板切明けに関してメーカーが異っても造船所にとっては同一寸法とし

て作業可能ならしめるものの一つとしてタンクフロートゲージの標準化を採り上げた。

(b) 標準化の範囲

上述のねらいを達成するために造船所側から見ての要求を整理し

- 上甲板の切明寸法、
- ガイドワイヤーの間隔
- 船底取付金物の寸法

を統一することとした。

(c) 検討内容

(i) 対象メーカー

当方の呼びかけに対し、4社が応じた。

(ii) 各メーカー製品の寸法調査

図面の提出を求め、標準化対象寸法を比較検討した。

(iii) メーカーとの調整

(ii)項の調査にもとづき各社の最小寸法に近いものを第1次案としてメーカーに呈示した。

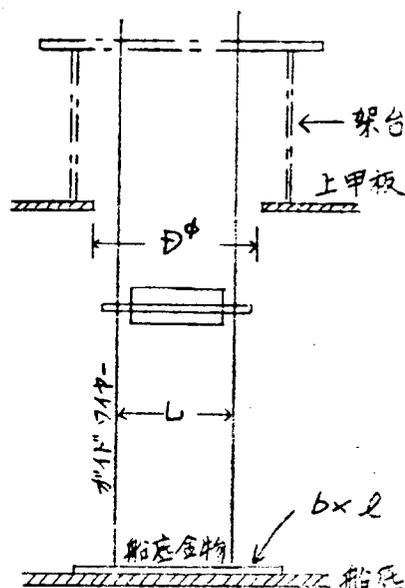
その結果、型式によっては、その寸法に構造上収め得ないものがあることが確認されたので、A型、B型の2種類の寸法を定め、これを第2次案としてメーカーに呈示したところN社を除く3社は現製品を第2次案に合わせることが可能との回答を得た。

N社は、他社がテープ式であるのに対してワイヤー式であり、構造上、同列に論ずる訳にはゆかず、さりとてN社の寸法を満足すべく寸法を制定すれば、他社製品に対しては過大な寸法を採用することとなり、不経済となる。(ワイヤー式はN社のみ)

以上の事情により寸法の標準化はテープ式フロートゲージを対象として取りまとめることとした。

(d) 結論

	A 型	B 型
⌀ 注1)	550	460
L	460	370
b×l 注2)	600×60	420×60
架 台	鋼管	鋼管
	外径 609.6	外径 508.0
注1、3)	厚 12.7	厚 12.7



注1) 上甲板の開孔寸法は円形を前提として標準寸法を設定した。

船級協会の開孔に関する制限(パタースホール、ハッチ等との相互関連、切明寸法および形状等)に抵触する場合は適宜変更を要する。

2) 厚さはメーカー一任とする。

3) 鋼管製とした場合を参考に示す。

4) 鉋石兼用船ではワイヤー巻上げ機構との関連で寸法が変わる場合がある。

(e) ま と め

メーカー各社の前向きな協力により、従来千差万別であった寸法を統一することができ、下記のメリットが得られることとなった。

1) 設計を早期にまとめることができる。

採用メーカー未定の状態でも、上甲板の配置決定、上甲板の切明けが決定される。

2) 架台の標準化

ゲージ本体の取付ボルト孔の位置以外は、メーカーの如何にかかわらず同一となり、かつ、材料も鋼板加工ではなく、鋼管切断で製作可能となった。

3) 現場取付要領の統一

メーカーの如何にかかわらず、架台および船底金物の取付要領が統一される。

今回の検討結果を団体規格(SRS)化して標準化の促進を図ることとしたい。

(7) タンクベンチレータ

(a) 標準化の範囲

持運式タンクベンチレータのタンククリーニングハッチへの取付方法および駆動源への接続寸法の標準化を行なう。

(b) 作業方針

持運式タンクベンチレータは、プロワ型、エジクタ型を問わず、通常タンククリーニングハッチに取付けられるが、各メーカー標準のベンチレータと各造船所標準のハッチとの取合いがまちまちであるため、その都度調整せざるを得ないのが現状である。それは主につぎの理由によると考えられる。

a、タンククリーニングハッチの形状、寸法の決定は、タンククリーニングマシンとの取合い、スラッジ上げ等の問題が優先される。また、ハッチの形状、寸法は各造船所によって、標準が異なる。

b、タンクベンチレータの形状・寸法は、持運式であることおよびガスフリー装置としての要件で制限される。また、プロワ吐出部セットフランジ寸法は各メーカーによって標準が異なる。

以上の点を考慮して、標準化の基本方針をつぎのように定める。

1) 対象とするハッチは、ボルト締型およびクイックアクティング型の両形式とする。本標準化に先立って、まず、造船所側がタンククリーニングハッチの標準化を計り、数種類に統一することが先決であるが、それにはなお数年の年月を要すると考えられるので、現段階では、現在使用されているもののうち、使用頻度の高いものを対象とする。

2) 対象とするベンチレータは、スチームタービンプロワ式とし、外国製品は考慮しない。また、持運式に限定しているので、その特徴である軽量性を損なわないため、現状通り、軸流一段型式とし、また、駆動流体は機側 8.0 ~ 9.5 % の飽和蒸気とする。

(注) エジクタ式ベンチレータに関しては、つぎの理由により、本標準化では特に言及しないこととする。

i) 新鮮空気、蒸気混合によるタンク内吹き込み方式は、静電気発生による爆発の恐れから、日本政府では禁止している。(運輸省船舶局長通達 船制第 451 号 昭和 45 年 12 月 3 日)

ii) 新鮮空気、蒸気混合によるタンク外吹き出し方式はガスフリー装置としての要件を満足しているとはいえない。

iii) セットフランジ部は板金製または本体と独立の鋳物なので、注文時に、タンククリーニングハッチに合わせてフランジ外径、ボルトピッチ径を指定する現状のやり方で特に問題はない。

3) ガスフリー装置としての要件を満足する特性のベンチレータをメーカー標準品から選定し、これらが1)

の範囲のタンククリーニングハッチに容易に取付可能となるようにする。

(c) 標準化検討項目

(i) タンククリーニングハッチの形状・寸法

造船所アンケート結果により、現在使用頻度の高いハッチで本標準化と関連する部分の寸法は表 2.1.2.4 のとおりである。

表 2.1.2.4 タンククリーニングハッチの形状・寸法

ボルト締型		クイックアクティング型	
ホール径	ボルトピッチ径	ホール径	ボルトピッチ径
300	389	320	502
318	427	330	415
320	390	350	530
330	388.9	400	530、580
400	480、490		
(450)	560		

したがって、つぎの範囲内のハッチに適合するブロウの標準化を考える。

タンククリーニングホール径：300～400φ

” ボルトピッチ径：389～580φ

(注) ボルト締型のうち450φのものは二段式ハッチの下段にのみ使用されているので対象とはしない。

(ii) ガスフリー装置としての要件

ガスフリー装置として、少なくとも、つぎの要件を満足する必要がある。

- 1) タンク内全領域にわたって、空気が十分拡散されること。
- 2) ガスフリー所要時間が適当であること。

いま、タンク深さおよびタンク容量を、それぞれ20m、13,000m³および25m、24,000m³程度と仮定すれば、上記の要件はつぎのように考えてよい。

- 1) 同時に5～6台使用するとして、ブロウ垂線上のタンク底部での風速が3m/s程度であること。
- 2) ガスフリー所要時間が2時間程度であること。

以上の要件を満足するブロウ容量は、概略表 2.1.2.5 のようになる。

表 2.1.2.5 ガスフリー装置としてのベンチレータの最少風量

タンククリーニングホール径 (mmφ)	タンク深さ (m)	タンク容量 (m ³)	1) を満たすブロウ最少風量 (m ³ /h)	2) を満たすブロウ最少風量 (m ³ /h)	1)、2) を満たすブロウ最少風量 (m ³ /h)
300	20	13,000	7,000	6,500	7,000
300	25	24,000	9,000	12,000	12,000
400	20	13,000	9,600	6,500	9,600
400	25	24,000	12,000	12,000	12,000

(注) 詳細は下記の文献を参照されたい。

渡辺 等 「タンク内のガス置換の実験的研究」(造船協会論文集第121号)

造船設計委員会第二分科会 PROJECT No.21 「タンク洗浄装置(ガスフリー装置)」

(iii) ブロワの性能

現在製作されている軸流一段型式の持運び式ブロワでは、ブロワ吐出口径を300φ、330φおよび400φ、蒸気/排気口径を25/40φおよび40/65φとしたときのそれぞれの組合わせに対する最大出力性能曲線は、風速増大によるブロワ吐出口での動圧の増加、したがって、空気馬力、蒸気消費量の増加を考慮に入れると、いずれのメーカー製品もほぼ一致する。(図2.1.2.5参照：各メーカーカタログおよびアンケート結果による。)

(iv) タンクベンチレータの選定

(i)～(iii)項を考慮した図2.1.2.5より、軸流一段型式の持運式ベンチレータをガスフリー装置として使用するに当たっての有効な風量およびベンチレータはつぎのように考察される。

- 1) タンク深さ20m、タンク容量13,000 m^3 の船舶で300φ程度のタンククリーニングホールを有する場合は、風量は曲線⑩、⑨で囲まれた範囲に限られる。すなわち機種⑩(ブロワ吐出径300φ、インペラ径400φ、蒸気/排気径40/65φ)の使用が有効である。
 - 2) タンク深さ25m、タンク容量24,000 m^3 の船舶で、300φ程度のタンククリーニングホールを有する場合は適用できる有効な機種はない。
 - 3) タンク深さ20m、タンク容量13,000 m^3 の船舶で400φ程度のタンククリーニングホールを有する場合は、風量は曲線①、②で囲まれた範囲に限られる。すなわち、機種①(ブロワ吐出径400φ、インペラ径400φ、蒸気/排気径40/65φ)または機種⑩の使用が有効である。
 - 4) タンク深さ25m、タンク容量24,000 m^3 の船舶で、400φ程度のタンククリーニングホールを有する場合は、風量は曲線①、①で囲まれた範囲に限られる。すなわち、機種①の使用が有効である。
- 以上のことから、対象に考えている20万トンタンカーでは、(i)項の範囲のタンククリーニングハッチを有する場合に有効なブロワとして、つぎの2機種が選定される。

機種Ⅰ：インペラ径400φ、ブロワ吐出径400φ、蒸気/排気径40/65φ

機種Ⅱ： " 400φ、 " 300φ、 " 40/65φ

(a) 標準取付方法

(i) ブロワ吐出部セットフランジの決定

c (iv) 項で選定された2機種の、(i)項の範囲内のタンククリーニングハッチの取付方法を標準化することに当たって、つぎの点を考慮する。

- (i) ブロワの性能を損わない。
- (ii) タンククリーニングハッチはブロワ取付のために、特に修正しない。
- (iii) 各ブロワメーカーの標準にあまり影響をおよぼさない。

以上の点を考慮し、対メーカーのアンケート結果にもとづいて、つぎの取付方法を標準とする。

機種Ⅰ：フランジ外径(580+α)φ (αはボルトサイズにより適宜決定のこと)

ボルトピッチ径 480～580φ

注 i) ボルトピッチ径は注文時、タンククリーニングハッチに合わせて指定する。

ii) フランジ外径は場合によっては小さくしても良い。

機種Ⅱ：機種Ⅰに400×300φ(高さ約200)のレデューサを取付ける。

400 フランジ側：メーカー標準

300 " : 外径(530+α)φ、ボルトピッチ径389～530φ

注 i) 300フランジ側の指定に関しては機種Ⅰと同様とする。

ii) レデューサはメーカー支給とし、ブロワ性能曲線は300φ吐出部にて保証されるものとする。

取付方法の概略を図2.1.2.6に示す。

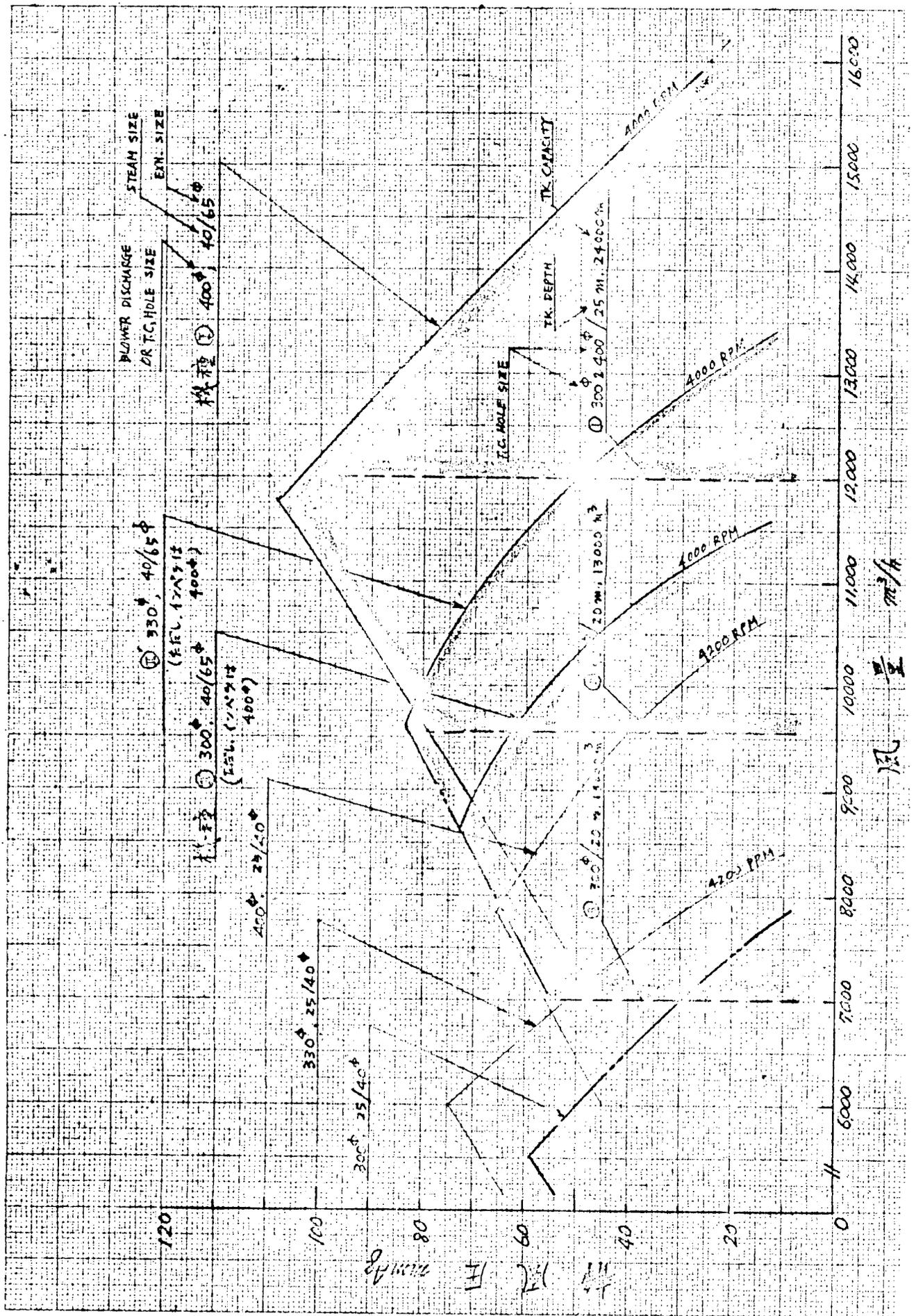


図 2.1.25 ガスフリー装置としてのブロワとタンククリーニングホルルの適用範囲

(ii) 蒸気/排気部の接続

接続部は10K-40/5K-65 フランジとし、本船蒸排気管との接続方式は各造船所標準による。参考までに現在使用している方式を図示する。

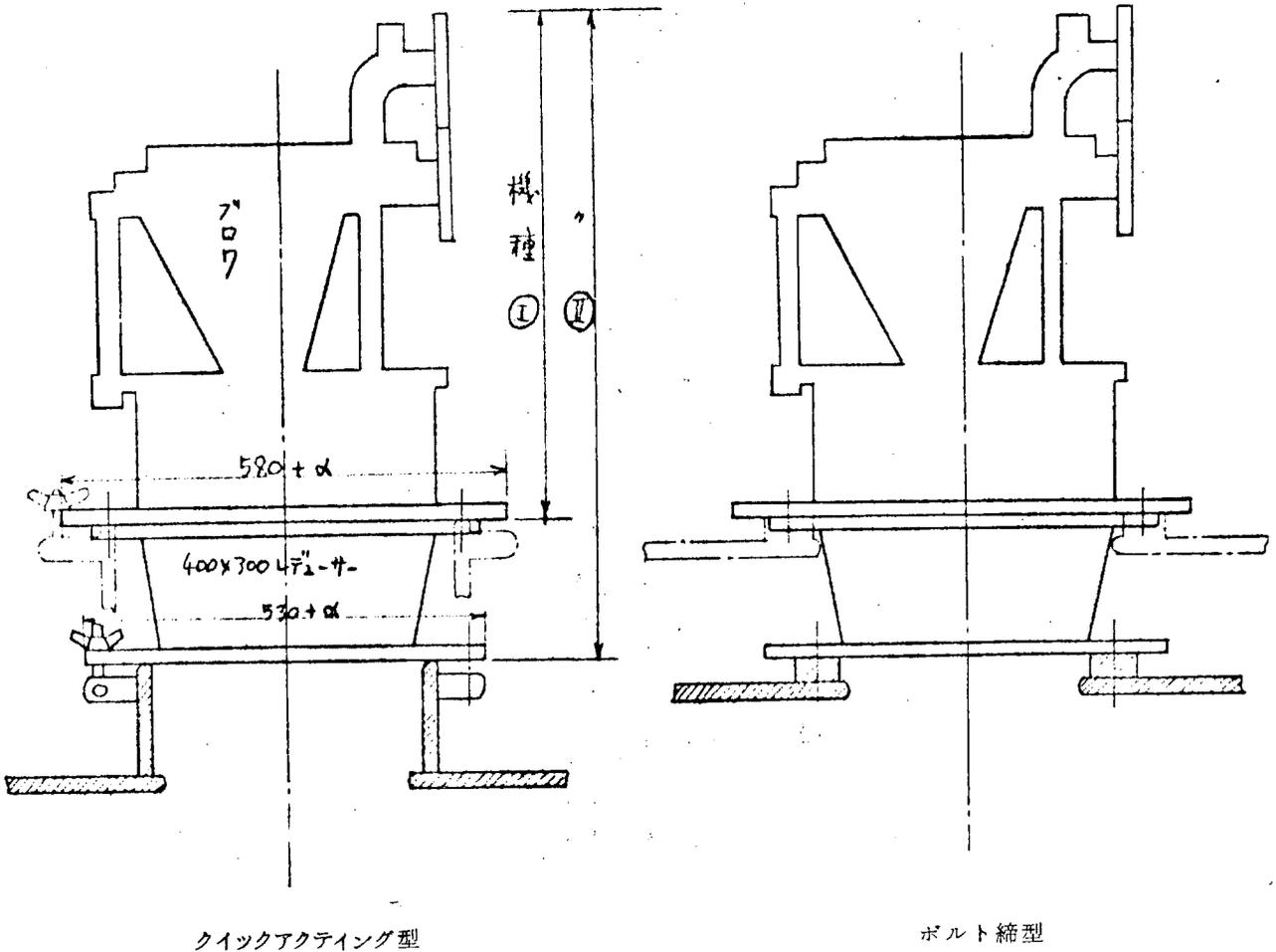
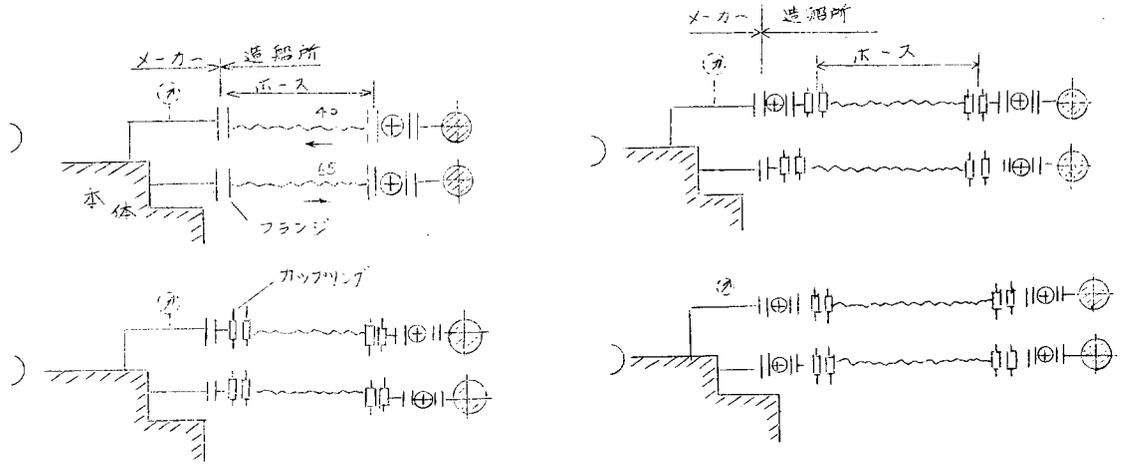


図 2. 1. 2 6 プロワの取付方法

(e) ま と め

(i) 標準案に対するメーカー意見

(d)項に示す標準は、メーカーとの調整のもとに行なわれたので、特に反対はないが、つぎの要望が出されている。

- 1) タンククリーニングホールが造船所ごとおよび本船ごとに寸法が異なるため、生産の合理化に支障をきたしている。規格統一化に努力してほしい。
- 2) 将来のガスフリーの方向付けを明確化し、必要な討議の場を持ち合理的な解決を図りたい。
- 3) ブロワ、エジェクタ式ベンチレータ等、デッキより吹き込む方式では、タンク内に攪拌によるポケットが生じ、危険性ありと聞いている。イナータガスシステム等の採用船が増えつつある現在、ガスフリー装置に関し、根本的な考慮が必要と考える。
- 4) 「ブロワ吐出口径を300φとしても性能上問題ないか」との初期の標準案に対し、つぎの回答があった。：—

現在の軸流一段型式のブロワでは、ブロワ吐出口での風速は最大30 m/s程度が妥当である。ブロワ容量が徐々に大きくなっている現状では、口径は大きくせざるを得ない。したがって、小口径で大風量となれば、多段軸流または遠心式等、何等かの新型式を開発しなければならないだろう。同時に、持運式の条件を考慮すれば、新型開発には、少々時間を要すると思われる。

(ii) 本標準における問題点および今後の問題点

持運式ベンチレータのタンククリーニングハッチへの取付方法を考えるに当たり、

1) タンククリーニングハッチの標準化

現在ボルト締型(320φ、400φ、450φについては、昨年度のSR-110報告にもとずきJIS化中であるが、その他の寸法のものおよびクイックアクティング型については、各造船所ごとの標準によっている。

(e(i)項のメーカー意見にもあるごとく、ハッチの標準化はメーカー側の生産合理化につながり、コストダウンがはかられることで間接的に造船所にとっても有利となるだろう。)

2) ガスフリー装置としての持運式タンクベンチレータのあり方

船舶の大型化に伴ない、ガスフリー装置としてますます大風量を要求されることになろうが、現状の型式のブロワで、今後も要求を満たして行けるか検討する必要がある。すなわち、

- i) 必要な風量と静圧の決定(造船所)
- ii) i)を満足するベンチレータの開発(メーカー)
- iii) 同時使用台数を増すことで解決可能か(造船所)
- iv) 持運式としての台車の利用(メーカー、造船所)
- v) サイズの面で、タンククリーニングハッチへの取付の適否(メーカー、造船所)

等の問題を総合的に十分検討したうえで、取付標準の作成を進める必要がある。

2.1.6 対関連業界、規格などの問題

45年度研究の結果、メーカー問題を含めての標準化を進めるに当たって、メーカー以外の業界(主として船主、船級協会)や規格などに標準化のネックになっているものがあるので、これらの問題点や対策を明らかにするための検討を行った。

(1) 作業方針

標準化のネックになっている問題については、船主関係、船級協会ごとの規則の相異を始めとしてさまざま

な要因、要素があり、また、これらの要因、要素が複合しているものもある。今回の調査では、対船主関係、対船級協会、規格（JIS、SRSなど）に関する問題点を対象とし、管・機装置、部品を主体に考えて各社の実状をアンケート調査し検討を進めた。

(2) アンケート調査

アンケート調査結果を取りまとめたものを表 2.1.26～2.1.30 に示す。

(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「機装ブラクティス」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まだ積極的な対策が構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、何らかの対策を構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- \mathbb{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あ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で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その船ごとの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十分なもの、または体系的に整備されてい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。

なお、今回のアンケート調査は、機装全般にわたる広範囲なものではないが、この結果から機装に関する一般的な問題点を明らかにすることができたと考える。

注 調査対象 小委員会参加8社

* この項目はアンケート結果に対して問題解決の可能性を検討して下記の区分にランク付を行ったものである。

A：標準化の推進により解決又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ないもの。

表 2.1.26 対船主関係アンケート結果(その1)

分類	問題点	問題経験社数	問題点に対し何らかの対策をとっている社数	備考	*解決度合ランク
要求仕様、グレードに関する問題	1.タンククリーニングハッチの形式、材質、大きさ	8	4	47年度JISにて見直し予定	B
	2.ホース弁カップリング形式が種々あり	8	—	JIS(中島式)、ANSI、NOR COUPLINGなどがある	D
	3.荷油管の材質、系統、グループ分け	8	1		A
	4.荷油管継手形式 フランジ主体、と溶接継手主体の両者あり	2	2		C
	5.タンク加熱管材質 (STPG、アルマプラス、FCフィンなど)	2	1	フィン加熱管は本委員会で標準案を作成した	C
	6.油圧管(鋼管)の表面処理について種々要求あり	4	—		A
	7.油圧弁リモコン装置のコントロール方式、パネル配置など	8	2		A
	8.荷油タンク内交通装置の種類、配置	8	6		A
	9.タンククリーニングシステムのスリッパタンクの使用法	7	2		A
	10.タンククリーニングと消防管の兼用、非兼用の両者あり	5	1		D
	11.イナートガス装置全般、特に計装、安全対策など	7	2	ガスフリー方法、スクラバードレン処理方法についても検討の要あり	A
	12.係船機のリモコンの有無およびその形式	8	—		C
	13.居住区内清海水、排水管材質に種々要求あり	7	7	CuTまたはPVCを標準としている(A社)。アルマー管を標準としている(B社)。満水はCuTを標準としている(C、D社)。満海水、排水管共PVCを標準としている(D、G社)。メッキ管を標準としている(E社)。	A
	14.貨油管こし器のバスケット材質、掃除穴の要否など	2	—	47年度JIS化の予定	A
	15.ストリップポンプこし器に複式の要求あり	1	—		D

表 2.1.27 対船主関係アンケート結果（その2）

分類	問題点	問題経験数	問題点に対し何らかの対策をとっている社数	備考	*解決度合ランク
詳細設計および工事中の問題	16. メーカー品検査立会品目が船主により異なる	8	5		A
	17. 備品、予備品の支給範囲および数量が船主により異なる	8	6	機装員から追加要求がしばしば出る	A
	18. タンククリーニングホールの装備数と位置が異なる	8	4		A
	19. 清水取入管類の形式、装備位置、数が異なる	3	—		C
	20. 金物類一般について SUS、BC など不錆材質への変更要求がある（特にネジ部、ピン、ブッシュなど）	8	4		B
	21. 倉庫内の棚などの配置について船ごとの要求が多い	6	3		D
	22. 操舵室角窓のサイズが船主により異なる	8	2		B
	23. 居住区スカツパーの位置、数の追加、変更要求	7	4		A
	24. 荷油管ベルマウスの間隙、高さ、ハッチとの相対位置について船ごとに要求あり	6	6		A
	25. ベント管の洗浄要領について蒸気、空気、海水など、要求がまちまち	3	1		C
	26. スライディングピースの適用範囲が船主により異なる	8	7		A
	27. メッキ配管現場合せ部のクレーム、手直し要求	8	7		A
	28. 貫通部にフランジを固執する船主	3	2		D
	29. 挟陰部配管に搬出可能とする要求	4	2		A
	30. フランジ溶接脚長、内面の溶接要領に関するクレーム、要求	5	5		A
	31. 水圧テスト施行範囲に関する要求がまちまち	5	4		A
	32. フランジボルト、Uボルトの出代に対するクレーム、要求	8	6		A
33. 管バンドの取付ピッチに関するクレーム、要求	4	3		A	
34. バンド、サポート等の船殻部材への取付制限および補強要求	5	5		A	
35. ポンプ室グレーチングの広さ、高さ等に関する要求	4	2		C	

表 2. 1. 28 対船級関係アンケート結果(その1)

分類	問題点	問題経験社数	問題点に対し何らかの対策をとっている社数	備考	* 解決度合ランク
構造、寸法に関する問題	1. パタワースハッチボルトのピッチ	4	3		B
	2. 外板付ディスタンスピースの開先、形状、肉厚、ブラケット要否などがルールごとに異なる	6	1		B
	3. 織装品取付台と船殻構造の取合いに関する諸要求	4	1		C
	4. 消火装置の機器類の承認、メーカー、形式、接続部の相異	3	—		C
	5. 救命装置の承認メーカー、形式の相異	5	—	J I S 救命部会が新設された	C
	6. 通風筒、空気抜管頭のコーミング高さの相異	6	3	2種類に標準化(B社)	B
	7. 管フランジ溶接脚長の相異	6	6		B
	8. 圧力配管肉厚計算法の相異	8	6		A
	9. 空気抜管の径がN Vのみ異なる	2	—		A
	10. ガーベジシコートに逆止弁の要否	3	1		D
	11. ポスト、ブーム等荷役装置金物の要求値が異なる	6	4		D
	12. 排水管管径、シール深さが異なるものあり(BOT)	4	4		C
	13. 空気抜管頭、LRのみ材質FCD、頭部孔の要求あり	7	4		B
UNIFIED RULE化を強く希望					

表 2. 1. 29 対船級関係アンケート結果(その2)

分類	問題点	問題経験社数	問題点に対し何らかの対策をとっている社数	備考	*解決度合ランク
材料規格に関する問題	14. 一類管の材料規格と適用範囲が異なる	8	6		A
	15. 管材以外の織装品で規格材とその適用範囲が異なる 各種ハッチ、船体付弁、ディスタンスピース、通風筒コーミング、その他構造補強材など	8	4		C
	16. 青銅弁の温度制限が異なる	1	—		D
検査に関する問題	17. 泡消火装置のテスト要領が協会、検査員により異なる	7	—		A
	18. 水圧試験圧力とその適用範囲が異なる	6	2		A
	19. CO ₂ 消火装置の計画圧力、試験圧力が異なる	3	—		C
	20. 消火栓放水試験ノズル圧力が異なる	4	—		A
その他	21. 泡消火装置の計画基準が異なる	8	—		C
	22. イナートガス装置主管の逆止弁の要否	2	—		A
	23. 非常用消防ポンプ据付位置およびシーチェスト位置が異なる	7	—		D
	24. 管および金物類サポーターの船殻部材への取付制限が異なる	7	7		A
	UNIFIED RULE化を強く希望				

表 2. 1. 30 対規格関係、その他のアンケート結果

分類	問題点	問題経験社数	問題点に対し何らかの対策をとっている社数	備考	* 解決度合ランク
JIS F 規格の問題	1.不具合点あるため社内基準で一部変更しているものがある	8	1		B
	2.JISがあるが全く別の社内規格を使用しているものがある	8	1		B
	3.JISがあるがこれより優れた(または安価な)メーカー標準品がある場合これを採用することがある	8	1		B
その他	4.同一品目で船体、機関それぞれ異った標準のものがある	7	3		B
	5.標準化しても工場ごとに地域事情などにより統一して使用されないCASEがある	5	1		B
	6.制御、計装機器の油圧、空気等の継手形式、ネジ形式、寸法がメーカーごとにまちまち	8	6		A

(3) 対策方針一般

船主関係では、船の自動化の進捗などによる乗組員の減少、修繕費の上昇などにより、メンテナンスフリーな機装とする要望が強くなってきている。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おり、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、この実現にはかなりの年月を要すると思われる。これらの実現に先立つ対策として、部品、金物類については、グレードの高いほう、または、規則のシビアなほう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、船の機装全般から見ればま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機装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可能と思われる。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 別 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、その必要度が少ないもの。

(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ことが船主にとっても造船所にとっても省力化のポイントとなると考える。見直し整理した結果はJIS また SRS 等にもり込んで船主に使用協力を呼びかける必要がある。

以下に具体例とその指針を示した。

品 名	問 題 点	標 準 化 の 一 例 *
パタワースハッチ	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、ハッチの大きさ、形式(スタッドボルト式、クイックアクティング式)、カバーの材質が種々ありこれらの組合せで10種類以上にもおよび、また造船所ごとにもまちまちである。なおLRの場合ボルトピッチに対する制限があり、これも種類を増す一因になっている。	大きさ 400φ 450φ 材 質 BC またはプラスチック } を基本とし、できれば一種類に持つて行く、また形式は、クイックアクティング式を考慮する。
マ ン ホ ール	暴露部等に使用するものはボルト材質に耐食性のものを要求される。	ボルトナット材質をSUSに統一することを検討
自 在 継 手	タンク内に使用するものは耐食性を要求される。	要部材はSUS27に統一、本体もSUSまたはSTEEL+アルマ- に統一を検討
甲板蒸排気管用 Uボルト	一般にはSS41を使用しているが耐食性を要求されることがある	SUSまたはSTEEL+カロライジング加工を検討する
同上 フランジ用 ボルトナット	同 上	ボルトSUS、ナットプラスを検討

(続 く)

品名	問題点	標準化の一例*
配管フランジ用亜鉛メッキボルト使用範囲	上甲板、バラストタンク内、居住区などの諸管に要求されることがある。	暴露部およびバラストタンク内配管すべてに使用 居住区配管についても適用を検討
荷油タンク内貫通ピース	配管材料が鋼管の場合、厚肉とすることを要求されることがある	SCを標準とすることを検討
ブリーザ弁	一般には要部材質にBCを使用しているが、耐食性の点で必ずしも十分ではなくSUS 27などの要求がある	要部材質SUS 27とすることを検討 また合成ゴムの採用も検討
大口径スペクタクルフランジ	荷油、バラスト主管に使用する場合、在来の形式では切換操作に非常に労力を要し実用的でない	切換操作容易な形式を検討
木工備品(箱類)	支給範囲、装備方法、配置が船主プラクティスにより異なる	統一基準の作成、箱類はプラスチック製とし、メンテナンスフリーと軽量化を検討

* ここに示した内容は、対策提案としての一例を示したものであくまでも参考である。

(b) 機器、装置 仕様、グレード

標準化された部品の組合せにより、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に持っていく。

以下に具体例とその指針を示した。

機器または装置	問題点	標準化の一例*
甲板蒸排気管材質	一般には鋼管が用いられるが塗装処理ができないため、銅管を使用するCASEが多くなってきた。銅管は鋼管に比べてコスト、加工上難点がある。	STPG 38+アルマ加工を標準とすることを検討 オプションとして 〔 a. 技管のみ CuT b. all CUT 〕も加える
貨油管材質	鋼板溶接管、鋳鉄管、鋳鋼管、ダクティル鋳鉄管など種々使用されている。耐食性とコスト、加工の難易など一長一短あり、タンカーの管継仕様の基本的問題である。	タンク内はSCまたはFCDを標準とすることを検討、オプションとしてall SS管も加える。
居住区内 清海水管	耐食性材料を要求されるCASEが多くなっている。鋼管の場合清水が鉄錆でにごりクレームが出ることが多い。	PVCに統一することを検討、またサニタリシステムの清水化を標準にすることを検討
タンククリーニング装置	防爆問題、海洋汚染防止、作業性などに関連し、クリーニングマシンの形式、タンク当りの使用数、取付位置、汚水の処理方式などがまちまちである。	基本仕様を統一する 詳細仕様は、各社、メーカーごとに標準化

機器または装置	問題点	標準化の一例*
弁リモコン装置	油圧ユニット、配管材質、制御計装関係など専門メーカー、船主、PRACTICEなどにより種々な形式、仕様がある。	基本仕様を統一する。 詳細仕様は各社、メーカーごとに標準化
イナータガス装置	最近普及され始めたばかりで、種々な方式がある。 計装、安全装置などについてもかたまっていない。	基本仕様を統一する。 詳細仕様は、各社、メーカーごとに標準化 (IACS RECOMMENDの採用も考慮)
消火装置	要目、形式、試験方法	基本仕様を統一する。 詳細仕様は各社、メーカーごとに標準化
係船機	リモコン装置の有無、形式など船主ごとに異なる	基本仕様を統一する。 詳細仕様は各社、メーカーごとに標準化
エアコン装置	メーカー、造船所により基本仕様、形式がまちまちである。	基本仕様を統一する。 詳細仕様は各社、メーカーごとに標準化
荷役装置	デリックの容量、長さ、チンチの容量、台数、配置などがまちまちである。	基本仕様を統一する。 詳細仕様は各社、メーカーごとに標準化

* ここに示した内容は、対策提案としての一例を示したものであくまでも参考である。

(c) 機装上の問題

機装プラクティス、検査基準などについて標準化の推進、整備を計る必要がある。なお、これらの作業を進めるに当たっては、メンテナンスフリーの思想をとり入れるようにしたい。

1) 機装プラクティスについては、日本造船学会造船設計委員会第2分科会で現在作業中である。

2) 検査基準に相当するものとしては工作精度に関する標準としてJSQS（日本鋼船工作法精度標準）1970年版が発行されている。また機器類の受入検査については、日本造船工業会検査部会において標準化が行われている。

これらの資料を各社の標準プラクティスに採り入れ、できるだけ統一を計り、有効に活用することにある。

なおこの問題については、各社の情報交換を積極的に行なりことも有効である。

(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あるが、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。一種類で不可能なものでも二種類にとどめることを目標とする。

以下具体例とその指針を示した。

品 目	問 題 点	標 準 化 の 一 例 *
通 風 筒	コーミング高さがルールごとに少し宛異なる	コーミング高さを各RULEのMAXに統一を検討
空 気 管 頭	1.コーミング高さがルールごとに少し宛異なる。タンクの試験圧力とも関連し統一がネックになっている。 2.JIS-F3012 では材質FC であるがLRの場合 FCD を要求される	1.コーミング高さ統一検討 2.材質FCDまたはSS に統一を検討 3.口径の統一も検討
外板貫通 パイプ	1.肉厚に対する考え方がルールごとに異なる 2.溶接開先形状、補強ブラケットの要否がしばしば問題になる	主要ルール(NK、AB、LR) を満足する統一標準化を検討
圧 力 配 管 肉 厚	肉厚計算方法がルールごとに異なる	同 上
応急消火ポンプのFOタンク	1.タンク容量がルールにより異なる 2.附着品に対する規定がルールにより異なる	容量、ドレン弁、レベルゲージなどの統一検討
消 火 器	LRのみ100% スペア-を要求される	1.スペアチャージの数 統一検討 2.万国共通の仕様とすることを検討
ホースカップリング	ルールにより40φ、50φ、65φ の3種類あり	口径統一検討
ポンプ室ローズボックス	LRのみ特殊要求あり	LR特殊要求をなくし、ローズボックスに統一検討
消防要具の員数	ABのみ2 set 要求	統一化検討
ハッチコーミング、マンホールカバー	板厚および開孔と補強の問題がルールにより異なる	板厚の統一
海水吸入弁の圧力	試験圧力がルールによる異なる	基本仕様の統一検討

* ここに示した内容は対策提案としての一例を示したものであくまでも参考である。

(b) 材料規格の問題

項目	問題点	標準化の一例*
圧力配管材料	船級ごとの規格にもとづき製造検査を受けなければならない。 (材料の物理的性質、成分等には基本的にほとんど相異がない)	2重船級材とし種類削減を計る。
圧力配管の適用範囲	ルールごとに少し宛異っている NK、AB はほぼ同じであるが、欧州各国(LR、NVなど)のルールはNK、ABよりシビアである。	管材使用量とコストについて検討の上なるべくHIGH GRADE RULE に合わせる (例 甲板蒸気管はSGPを止めSTPG 38 に統一する)
艤装金物、取付台などの材料	ハッチ、コーミング、マンホール座金およびカバー、水密戸、通風筒コーミング、甲板機械台、ボラード、その他荷役係船関係金物などに対する材料の規格とその適用範囲がルールごとに異なる	JIS規格材で各船級の一括承認をとる 様なる可き機関を通して働きかける

* ここに示した内容は対策提案としての一例を示したものであくまでも参考である。

(c) 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されているため、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、

- 1) 検査項目およびその内容の明確化
- 2) 材料試験項目の明確化
- 3) 性能試験項目の明確化

などについてまとめた上、各協会に働きかける必要がある。

この問題については日本造船学会、造船設計委員会第2分科会で採り上げられ、ルール検討小委員会で、設計上の問題を中心として調査、研究、情報交換が行なわれているが、検査関係を含め総合的なまとめを行なうようにすることが望ましい。

なお、NKの場合は審議機関として船体艤装専門委員会が設けられている。

(6) 規格の問題

- (a) 船用専門メーカーのある部品、金物については、現在の製作図の規格から仕様書的な FLEXIBILITY のある規格に切換えたいほうが良い。
- (b) 加工外注的な金物(主として造船所下請メーカーで作らせるもの)で製作図まで統一してもメリットが少ないものも(a)と同様に性能、主要寸法、主要材質を主体とした規格とし製作図は参考としてつける。
- (c) 対策方針一般で述べたごとくメンテナンスフリーの観点からの部品、金物類の見直しが必要である。
- (d) (4)-(b)で述べたごとく、機器、装置の基本仕様の標準化を進める必要がある。
- (e) JIS-F規格の見直し改正について

現在年1回見直しのためのアンケート調査が行なわれ、これにもとづき確認あるいは改正などの方針を決めているが、一括調査と時間的ずれなどによりフィードバックとその処置が十分でないものもある。

各造船所において問題の発生の都度フィードバックを出し、これを3カ月間隔位でまとめて審議し、その結果を RECOMMENDATION などの形で出すようなシステムが望ましい。現在のままでは、各造船所ではばらばらに社内規格として改正せざるを得ない場合が多く、一部の J I S の普及をさまたげている一因になっている。

(f) 船用規格、標準の一元化

J I S 以外の各種団体で標準化されたものは、それぞれの団体からばらばらに発行され体系化されていない欠点がある。これらをすべて S R S として体系化して発行するのが良い。

以上で述べたような問題点については、船舶 J I S 協会においてこの方向で検討されつつある。

(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向に進めることが可能と考える。

ただし、標準化の進め方、内容などについてこれまでのあ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と思われる。

部品、金物を中心とした汎用規格	船舶 J I S 協会
設計基準的なもの	日本造船学会
工作精度基準	日本造船学会
受入検査基準	日本造船工業会
機器標準仕様	日本造船工業会
繊装プラクティス	日本造船学会
ルールに関する検討	日本造船学会

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まで2～3年かかっており、発行されたときには、情勢の変化で使われないというようなこともある。企画から正式発行までを1年位にスピードアップする必要があると思われる。

2.1.7 評 価 表

以上繊装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総合的な利点欠点の面、製造部門、設計部門の工数減の面からとらえ、下記のような評価表を作成した。

工数減については、各社の様々の複雑な条件や考え方の相違もあって一律にその成果を表示することは困難であるが、下表に示した程度の省力化が予想され、年間一名の作業時間を全国造船機械労働組合総連合欧州賃金生産性調査団第一次報告書より2,100時間として単純に計算した場合、省力人員は約0.8人となる。

これら品目の J I S 化が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 2.1.6 の対関連業界規格などの問題調査の成果は、メーカー品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けば、設計部門は勿論、造船業務全体にわたって大巾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強く推進すべきである。

評価表

品目	利点											欠点			
	(部品選定等設計省力化の寄与)	顧客の図面承認の簡素化迅速化への寄与	官公庁・船級協会への折衝事務簡素化	早期出図への寄与	外注購買関係の省力化	検査検収関係の省力化	在庫管理の簡素化	部品緊急手配の可能性	適正仕様の発見確保情報量増大による	各社協同設計環境の整備	よる品質の安定向上 専門部品メーカーによる	単価切下げ 部品量減化による	付帯的効果	(技術革新の促進) 標準化の徹底 の懸念	業者自由競争阻害
バタフライ弁	○			○	○	○	○	○							
アルミブラスヒーター用コイル用サポータ	○	○			○						○				
ドレツサー形、スリーブ形伸縮継手	○				○	○	○	○				○			
加熱管用FCDフィンチューブ	○	○			○						○		○		
室内通風口金物	○			○						○					
タンクフロートゲージ	○			○									○		
タンクベベレンチレーター	○	○										○			

工数減 (年間20万トン型タンカー4・5隻建造と想定)

。製造部門の工数減： 90時間/年

。設計部門の工数減： 1650時間/年

2.2 節労化の効果の評価および直線式構造の実験

本年度の節労化の研究は実用化の検討および前年度からの直線式構造の実験という2つの項目に分けることが出来る。以下それぞれについて概要を述べる。

(1) 実用化の検討

前年度までの試設計および一連の直線式構造の実験によって種々の節労設計は可能であることがわかったが、同時にまたそれらの各節労設計についての効果の評価は各工場の設備、能力あるいは工作法によって大きく変り、最終的に最も効果のある節労設計として1つのものをまとめ上げることは不可能であることが判明した。そこで本年度は各工場にとって最適な節労設計を行なう際に有用な手段として、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。

これは与えられた主要寸法や各種原単位のもとで材料費および工費の和である建造コストを最小にするようないわゆる最適構造を見出すためのプログラムである。すなわちある与えられた主要寸法や各種原単位ならびに各種構造パラメータ——たとえば各トランスの深さ、板厚、各種部材心距など——を用いて目的関数である建造コストの算式を作成し、また一方それらの構造パラメータ相互間の種々の拘束条件式——たとえばルール算式など——を与え、その拘束条件を満足する範囲内で目的関数を次第に小さくする方向で各構造パラメータを自動的に変えていき、最後に目的関数を最小ならしめる構造パラメータの組合せを見出そうとするものである。

これにより、各社各工場の条件に応じてその工場に合った節労設計を見出すことができるようになった。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

前年度までの実験により直線式構造の採用はほぼ可能であろうという見通しを得たが、さらに本年度は工作誤差のある場合なども含めた大型模型によるプログラム疲労試験を行なった。すなわちビルジ・コーナー部およびストラット基部の $1/2.5$ 模型を作成し、これに実船に実際に加わる荷重をモデル化した荷重プログラムを加えた。

ビルジ・コーナー部では前年度の実験では、亀裂が実船換算で3年目に発生するが、その後の進展は遅く20年経過しても40～60mmしか成長しなかった。今年度はこの亀裂発生までの寿命を延すべく種々の改良を加えたがその効果はあまりあらわれていない。

一方ストラット基部についてはブラケット端部をソフトに改良した模型では20年相当の繰返し荷重では亀裂は発生せず、荷重プログラムを1.3倍に拡大して12年強の繰返し後はじめて亀裂が発生した。

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出来るものと思われる。

2.2.1 実用化の検討

(1) 最終試設計

昭和44年度には節労化に寄与すると思われる項目をアンケート形式で調査した。その結果節労化に寄与する項目は次のごとき範疇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年度には普通の構造の20万トンタンカーを選び、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。これらの結果から見て節労化を考えた最適設計は各工場によって変わってくると考えられ、したがって現時点で最終的に最も効果のある節労設計として1つのものをまとめ上げることはかえって物事の本質を見誤る危険さもある。そこで当初行なうことにしていた実用化の検討はとりやめ、その代りに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の手法による節労構造プログラムの開発に力を入れることにした。

(2) 最適手法による節労構造の検討

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わってくるとことがわかったので、今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を開発することとした。

最適化手法としては(a)に述べるような種々の方法が発表されているが、いずれも種々問題があるので、従来の最適手法を最適設計の問題に適用するに当たっての問題点を探り、それらを改善した新しい手法を開発することとした。

(a) 最適化の手法

ここでは一般の最適化の手法について述べる。一般に最適化問題は次のように表すことができる。

“目的関数 $F = F(X)$ をいくつかの拘束条件 ($g_i(X) > 0$, $i = 1, 2$) を満足する領域において最小にする X の値を求める。”

この問題を解く手法として代表的なものをあげると次の3つになる。

(i) Fully stressed 法

最適設計の一分野と考えられる最小重量設計において古くから用いられている手法で次のように表現できる。

“全ての荷重条件下で全ての構造要素は基準の応力を超えず、かつ、全ての構造要素は少なくとも一つの荷重条件下で基準応力を満たす (fully stressed) ならば、その構造物は与えられた荷重条件を満足する構造物のなかで最も軽い”

この fully stressed 法はその後改良され、重量以外のものを目的値とすることも可能になっている。

この手法によって最適化を行なう場合、次のような制限がある。

- (イ) 目的関数は個々の構造要素毎に計算することが可能であって、構造物全体の目的関数はそれらの和として求められねばならない。
- (ロ) 1つの制限条件は1つの構造要素のみに適用されるものであって2つ以上の構造要素にまたがって適用されるものは使うことができない。たとえばある構造要素内の最大応力がある基準の応力を超えないという条件はよいが、2つの要素間の相対撓みがある基準値以下でなければならぬというよう

な条件は一般に許されない。

- (イ) 1つの変数は1つの構造要素のみに属し、2つ以上の要素に影響を与えるような変数は許されない。たとえば構造要素の板厚、断面係数等はよいが、構造要素の位置、または構造要素のスパンなどは変数として使うことができない。

Fully stressed 法の概略は、図 2.2.1.1 のフローチャートで示される。図に従って計算手順を述べると次のようになる、

- 1) 設計変数に初期値を与える。
- 2) 与えられた設計変数のもとに構造物全体の解析を行ないおのおのの構造要素の境界力を求める。
- 3) おのおのの構造要素について2)で与えられた境界力を固定した状態で最適化を行ないその構造要素に対応した設計変数を新しく決定する。
- 4) 3)で得られた設計変数値と以前の設計変数値を比較し、すでに収束した状態かどうかを判定する。
- 5) すでに収束していれば計算を終る。
- 6) 収束していなければ新しい設計変数のもとで2)からの計算をはじめめる。

Fully stressed 法の利点および欠点を挙げると次のようになる。

○ 利点

- 1) 設計変数が最適値に収束する度合いが一定していて、変数の数が多くても計算回数はあまり変わらない。(変数の数が1000を超すような場合でも20回程度の繰り返し計算で収束するという報告がある。)
- 2) 最適化問題では採用するのが難しいと考えられている不連続変数(例えば、板厚は0.5mmとびの寸法しかとれないがこのような変数の場合)をも比較的たやすく採用することができる。

○ 欠点

- 1) 解析可能な構造物が前記(イ)~(イ)の制限条件で制限をうける。特に(イ)の条件は構造物によっては致命的である。

(ii) SUMT (Sequential Unconstrained Minimization Technique)

この方法は数学的な最適化手法としては最も一般的なものと考えられる。この方法では拘束条件を満足する領域で目的関数の最小値を求める問題を、適当な手段によって拘束条件を目的関数に組み込み単に関数の最小値を求める問題に置き変えるのがその特徴である。

図 2.2.1.2 に計算の流れを示す。この図に従ってその方法を説明する。

- (1) 拘束条件を目的関数に組み込み新しい関数 \bar{F} を定義する。

$$\bar{F} (X, Y) = F (X) + r \sum \frac{1}{g_i(X)} \quad \dots\dots\dots (2.2.1.1)$$

r : 摂動係数

- (ロ) 設計変数に初期値を与える。
- (ハ) 設計変数を最も効果的に最適値に近づける変数変更の方向を求める。この方向を求めるアルゴリズムについてはいくつかの方法が提唱されているが、ここでは説明を省く。
- (ニ) 現在与えられている設計点を通り(ハ)で求めた方向を有する直線上で最小値を求めるアルゴリズムについてもいくつかの方法があるが説明を省く。
- (ホ) 設計変数が収束したかどうかを判定し、収束していない場合には(ロ)で得られた新しい設計変数のもと

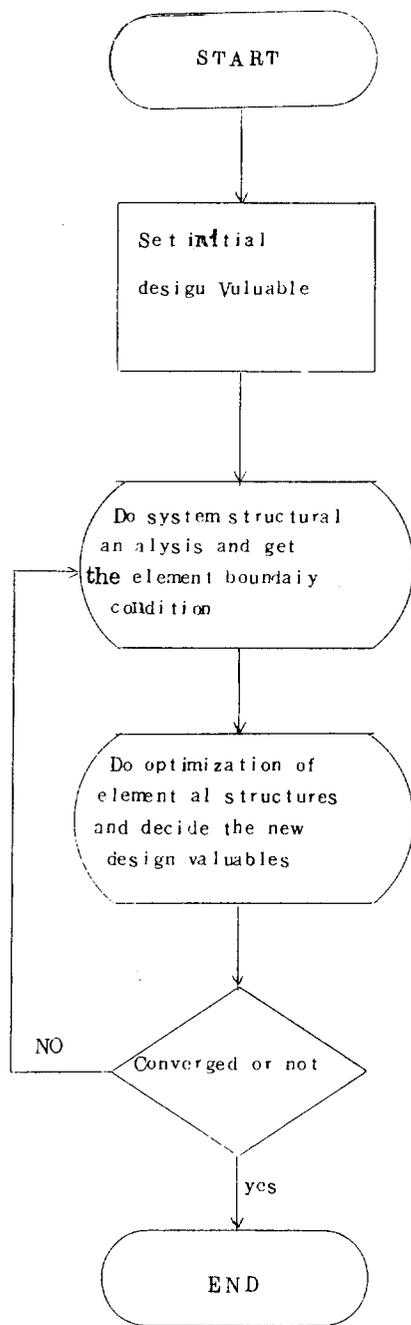
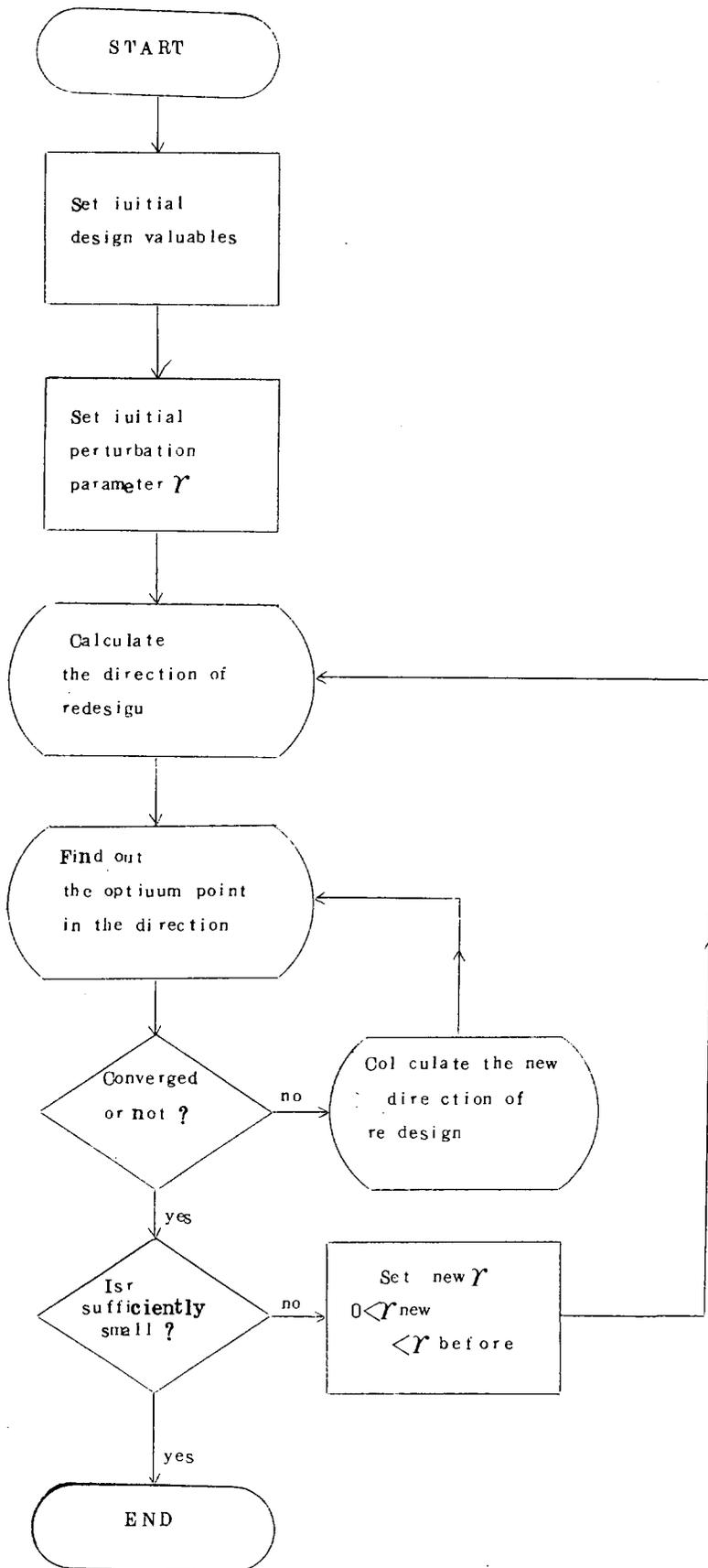


図 2.2.1.1 Fully stressed 法のフロー・チャート



☒ 2.2.1.2 SUMTフロー・チャート

とに(イ)以下の計算を行なう。

- (イ) 収束した場合は、摂動係数 r の大きさを判定し、まだ十分小さくなっていない場合にはより小さい r を定め(イ)に戻る。
- (ロ) r が十分に小さい場合には計算を終了する。

○SUMTの利点

- 1) 目的関数、拘束条件、設計変数の形に制限がない。
- 2) 摂動係数を r を適当に操作することによって、局所的な最適値を避けることができる。
- 3) アルゴリズムが簡明である。

○SUMTの欠点

- 1) 計算の流れのうち(イ)の部分の計算はいわば試作錯誤であって無駄が多い。
- 2) 変数の数がふえるに従って計算時間が飛躍的に増すため、多変数の問題は実用上不可能である。

(iii) 拘束付最適化法

この方法はSUMTと異なり拘束条件と目的関数を別々に取扱い直接的に最適値を求める方法である。この範疇に属する問題では種々の方法が開発されているのがどの方法が良いかについては必ずしも結論がでていないように思われる。代表的なものとしてはKowalik等のfeasible-usable direction法がある。なお今回開発した最高設計プログラムはこの拘束付最適化法に属するものであるが、それについては後述する。

(b) 最適設計問題への適用

(a) では一般の最適化手法について述べたが、これを最適設計の問題に適用する場合の検討を行なう。最適設計の特徴を述べると次のようになる。

- (イ) 対象構造にもよるが一般に設計変数の数はかなり多い。
- (ロ) 逆に目的関数は設計変数の簡単な関数であらわされる場合が多い。
- (ハ) 要求される精度はいわゆる工学的な精度であって、数学的な精度は必要としない。
- (ニ) 拘束条件は設計変数の関数として与えられるが、簡単な数学上の関数式として与えられるものばかりではなく、たとえば構造物の全体解析の結果出てくる応力のある一定値以下に押えるというように簡単な算式では表わせないものが多い。しかるに構造解析には時間がかかるので、できる限りredesignの回数は少ないことが望ましい。

これらの条件を考えるとfully stressed法は構造物の最適化の手段として非常に優れていることがわかる。しかし前述のような制約があるのでたとえばタンカーのトランスリングの最適設計のように1つの部材の深さが変わればそれに伴って隣接部材のスパンが変わるというような問題には不適當である。この方法が有効なのはたとえば構造部材の配置が固定しており構造解析の手段としてトランス解析、ラーメン解析を採用するような場合であらそのような場合には何ら問題はない。

一方SUMTについては前述のごとく設計点を数多くとる必要があり(イ)の条件より非常に多くの計算時間を必要とするため設計変数の多い問題にSUMTをそのまま適用するのは実用的でないと考えられる。

以上のことからここで対象にしているような船体構造の最適設計という問題に対してはfully stressed法もあるいはSUMTの方法も難点があり、結局拘束付最適化の手法によることになる。

拘束付最適化の問題にすることによって、SUMTと比較して次のような利点がある。

- 1) 最適化の対象が目的関数だけであるので、拘束条件の境界域から遠くに設計点がある場合には目的関数

のみに注目して設計変更を考えればよい。この場合、目的関数が比較的単純であること、目的関数が最小になる点から大きく離れていることなどから比較的単純な計算で新しい設計点を見つけることができる。

2) 拘束条件の境界に設計点がきた場合にも、その点に関係のある拘束条件のみを考慮すればよく他の拘束条件は一応無視できる。

(c) 本研究で採用した最適化のアルゴリズム

(b)で述べたように拘束付最適化の手法の開発が必要であることがわかったがここでは最適化の各段階における計算アルゴリズムについて述べる。

この方法はまず適当に与えられた各変数の初期値の組合せ(このような変数の値の組の設計点と呼ぶ)に対して目的関数の値を求め、次にその点において目的関数が最も急激に減少する方向を求め、その方向のある点を新設計点に選び以下同様の手順を繰り返すというものである。

まずここで用いたアルゴリズムの要点は次の3つである。

(i) Redesign の方向決定方法

Steepest descent の方向(対応する設計点において目的関数が最も急激に減少する方向、設計点を含む目的関数の等高面に設計点で直交する方向)を採用した。最適化問題では redesign の方向として steepest descent の方向を用いるのは効率が悪いとされているがそれにも拘らずこの方法を採用したのは次の理由の1つは、目的関数が最小になる点の付近では一般に目的関数の傾斜が 0 に近く、したがって誤差が生じやすいという点が挙げられている。しかし最適設計の問題では一般に種々の拘束条件のために目的関数が最小になる点からかなり離れた所に実際の設計点があるのが普通でこのような領域では目的関数の等高面は比較的規則正しい配列を持っていることが予想され、したがって上述のような問題が少ないと考えられる。

(ii) 設計変更量の決定

SUMTや、従来の拘束付最適化手法(たとえば feasible usable direction 法)ではまず redesign の方向を求め、次にその方向で目的関数を最小にする設計点をうるために少なからぬ設計点をとらねばならず、1つ設計点を与える毎にたとえば構造解析などの計算が必要であることを考えるとかなりの計算時間を要することになる。

ここではこれらのことを考慮して redesign はその方向のみを計算で求めることとし移動量は予め定めた一定値を用いることとした。そして必要に応じその変更量を変化させることにした。

(iii) 設計点を設ける領域

SUMTや feasible-usable direction 法では設計点を設ける領域として feasible な領域(全ての拘束条件を満足する領域)に限定している。これは場合によっては設計変更の領域をせばめ収束を遅らせる原因になるので unfeasible の領域にも設計点をとることが可能な方法を採用した。

次にアルゴリズムの詳細を説明するが、それに先立って命題を明確にしておく。

○ 命題

“目的関数 $F = F(x)$ を拘束条件 $\{g_i(x) \geq 0, (i = 1, 2, \dots, NC)\}$ を満足する領域で最小にする。ここに $x = \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{NV} \end{Bmatrix}$ は設計変数、NVは設計変数の総数、NCは拘束条件の総数を表わす。”

○ アルゴリズムの詳細

(1) 新しい設計点の求め方

(1) 設計点が全ての拘束条件を満足する領域にある場合その設計点で steepest descent の方向を求め

その方向へ一定距離だけ移動した点を新しい設計点とする。

すなわち、現在の設計点を x_0 とすると、steepest descent の方向は次のように計算できる。

$$VF(x_0) = \left\{ \begin{array}{c} \frac{\partial F(x_0)}{\partial x_1} \\ \vdots \\ \frac{\partial F(x_0)}{\partial x_{NV}} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (2.2.1-2)$$

従って新しい設計点 x_1 は次のように求められる

$$x_1 = x_0 - \alpha \frac{VF(x_0)}{\|VF(x_0)\|}, \quad \alpha, \text{設計変更量} \dots\dots\dots (2.2.1-3)$$

これらを図示すると図 2.2.1-3 のようになる。

以上の過程でもし $F(x_1) > F(x_0)$ の場合には上記 α の代わりに $r\alpha$, ($0 < r < 1$) として (2.2.1-3) より x_1 を求める。

(2) 設計点がいくつかの拘束条件を侵している場合

このとき侵されている拘束条件の数を NCV とすると

○ $NCV + 1 < NV$ のとき

設計点の位置で侵されている拘束条件を直線化し、設計点で目的関数の等高面に接する面との交わる点を求める。

この場合変数に比し、式の数が少ないので一意的に定まらず ($NV - NCV - 1$) 次空間として得られるが、新しい設計点はこの解空間のうち設計点に最も近い点として得られる。

すなわち侵されている拘束条件を g_j とすると、対応する直線化された拘束条件は次のように表わされる。

$$Vg_j^T(x_0) \{x\} - g_j(x_0) \times \|Vg_j(x_0)\| = 0 \dots\dots\dots (2.2.1-4)$$

侵されている拘束条件の全てについて (2.2.1-4) を求めまとめると

$$[M] \{x\} - \{\sigma(x_0)\} = 0 \dots\dots\dots (2.2.1-5)$$

ここに

$$[M] = \begin{bmatrix} Vg_{j(1)}^T(x_0) \\ \vdots \\ Vg_{j(NCV)}^T(x_0) \end{bmatrix}, \quad \{\sigma(x_0)\} = \begin{bmatrix} g_{j(1)}(x_0) \times \|Vg_{j(1)}(x_0)\| \\ \vdots \\ g_{j(NCV)}(x_0) \times \|Vg_{j(NCV)}(x_0)\| \end{bmatrix}$$

一方設計点を含む目的関数の等高面に設計点で接する平面は次のように与えられる。

$$VF^T(x_0) \{x\} = 0 \dots\dots\dots (2.2.1-6)$$

(2.2.1-5)、(2.2.1-6) より、次のような不完全連立方程式が得られる。

$$\begin{bmatrix} VF^T(x_0) \\ M \end{bmatrix} \{x\} = \begin{bmatrix} 0 \\ \sigma(x_0) \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.2.1-7)$$

この方程式は変数に比し式の数が少ないので一意的に定まらない。そこで (2.2.1-7) を満足する x のうちそのノルムが最小のものを求めると次のように得られる。

$$x = N^T [N \cdot N^T]^{-1} d \dots\dots\dots (2.2.1-8)$$

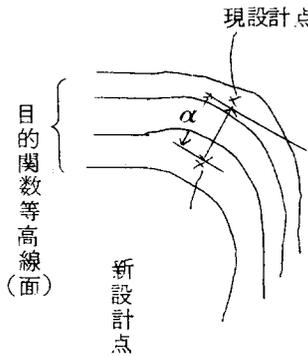


図 2.2.1-3

$$\text{ここに } N = \begin{bmatrix} \text{VFT}(x_0) \\ M \end{bmatrix}, dl = \begin{bmatrix} 0 \\ \sigma(x_0) \end{bmatrix}$$

これを図示すると図 2.2.1-4 のようになる。

○ $NCV + 1 = NV$ の場合

$NCV + 1 < NV$ の場合と同様の考え方で設計点を求めるのであるが、この場合、変数の数と式の数が一致するので解は一意的に求められる。すなわち

$$x = N^{-1} dl \quad \dots\dots\dots (2.2.1-9)$$

この場合を図示すると図 2.2.1-5 のようになる。

(2.2.1-7) 式を解くに当って新しい設計点 feasible な領域にあることが望ましいので式中の σ を $\beta\sigma$ ($1 < \beta$) とする。

○ $NCV + 1 > NV$ の場合

前と同様に考え(2.2.1-7)式を作るとこの場合は変数に比し式の数が多くなって解が得られない。この場合には最少自乗法を適用し誤差のノルムが最少となる点を新しい設計点とする。このとき(2.2.1-7)式の解は次式によって与えられる。

$$x = [N^T N]^{-1} N^T dl \quad \dots\dots (2.2.1-10)$$

これを図示すると図 2.2.1-6 となる。

以上要約すると、設計点が feasible な領域にある場合には steepest descent の方向に一定設計変更量 α だけ進み unfeasible な領域に設計点がきたときには(2)に示した方法でできるだけ目的関数値を一定に保ちながら feasible な設計点を探す。設計点が feasible な領域に戻れば再び steepest descent の方向に α だけ進む。これらの計算を繰り返し、その時の α の値では目的関数値の改善が望めなくなれば α の値を修正しより小さな値にして上の計算を繰り返す。

(ii) 設計変更量 α の修正

新しい設計点において以下の状態に遭遇した場合、設計変更量 α を $\delta\alpha$ ($0 < \delta < 1$) に修正し、最も新しい feasible な設計点に戻り(i)に述べた計算を繰り返す。

(1) 式(2.2.1-8)、(2.2.1-9)、(2.2.1-10)において各々マトリックス $[N \cdot N^T]$ 、 N 、 $[N^T \cdot N]$ が正則でない場合、この場合直線化した拘束条件と目的関数一定の線(面)が平行状態にあることが予想される。



図 2.2.1-4

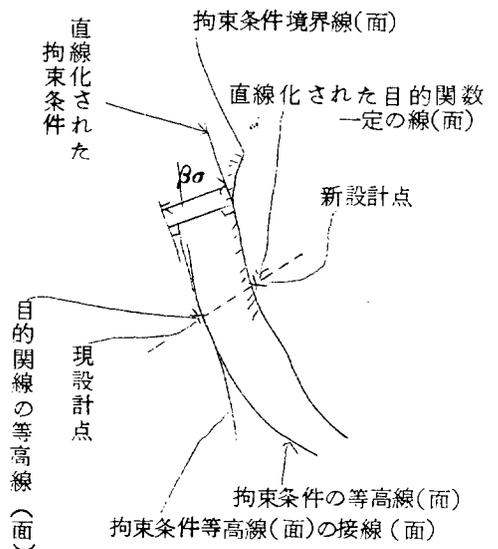


図 2.2.1-5

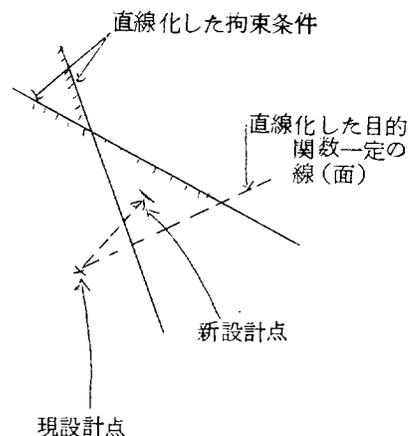


図 2.2.1-6

(2) $NCV + 1 > NV$ の場合でベクトル

$V F^T (M^T M)^{-1} M^T$ の全要素が正の場合、この状態を二次元 (2変数) の場合について図示すると図 2.2.1-7 のようになる。この状態で (2.2.1-10) によって新しい設計点を求めても、新しい設計点はいつれの拘束条件からもでることができない。

(3) Unfeasible な設計点から前述の方法で新しい設計点を求めてもかえって feasible な領域から遠ざかる場合、式で表わすと次のようになる。

$$\| \sigma_{new} \| > \| \sigma_{old} \|$$

(b) 計算終了の判定

前述の計算を繰り返し、設計変更量 α が基準量 ϵ (> 0) より小さくなれば計算をとめる。

以上の事柄をフローチャートに描くと図 2.2.1-8 になる。

(d) 例題

(c) で述べたアルゴリズムを確かめるため、答が判っている例題に適用してみた。

例題として参考文献 1 に載っている Beale の例題を採用した。

すなわち、

○ 変数 x_1, x_2, x_3

○ 目的関数

$$F = 9 - 8x_1 - 6x_2 - 4x_3 + 2x_1^2 + 2x_2^2 + x_3^2 + 2x_1x_2 + 2x_1x_3$$

○ 拘束条件

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, 3 - x_1 - x_2 - 2x_3 \geq 0$$

当アルゴリズムに必要な諸定数は

次のようにした。

$$\alpha = 3, \beta = 1.2, \delta = 0.8,$$

$$\epsilon = 1.0 \times 10^{-4}$$

初期設計点 (0, 1, 0.1, 0.1)

から計算を行なったところ目的関数は図 2.2.1-9 のように収束していった。

最終計算回数は 56 回で答は表 2.2.1-1 のようになった。

表 2.2.1-1

	答	正解
F	0.11114	$\frac{1}{9}$
x_1	1.3319	$\frac{4}{3}$
x_2	0.77294	$\frac{2}{3}$
x_3	0.44755	$\frac{1}{9}$

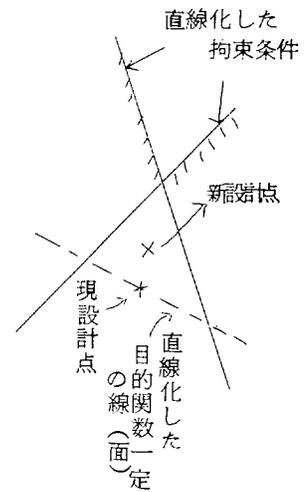


図 2.2.1-7

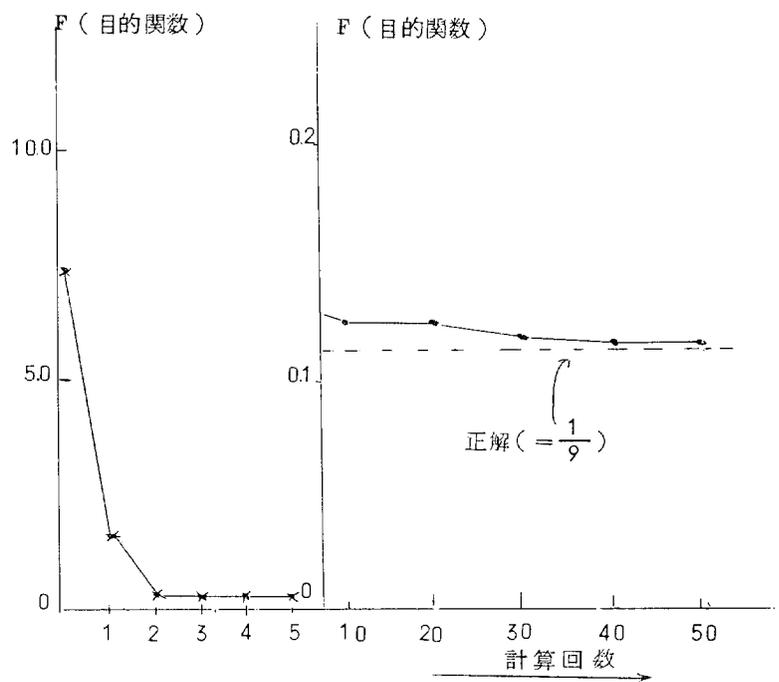


図 2.2.1-9 目的関数収束状態

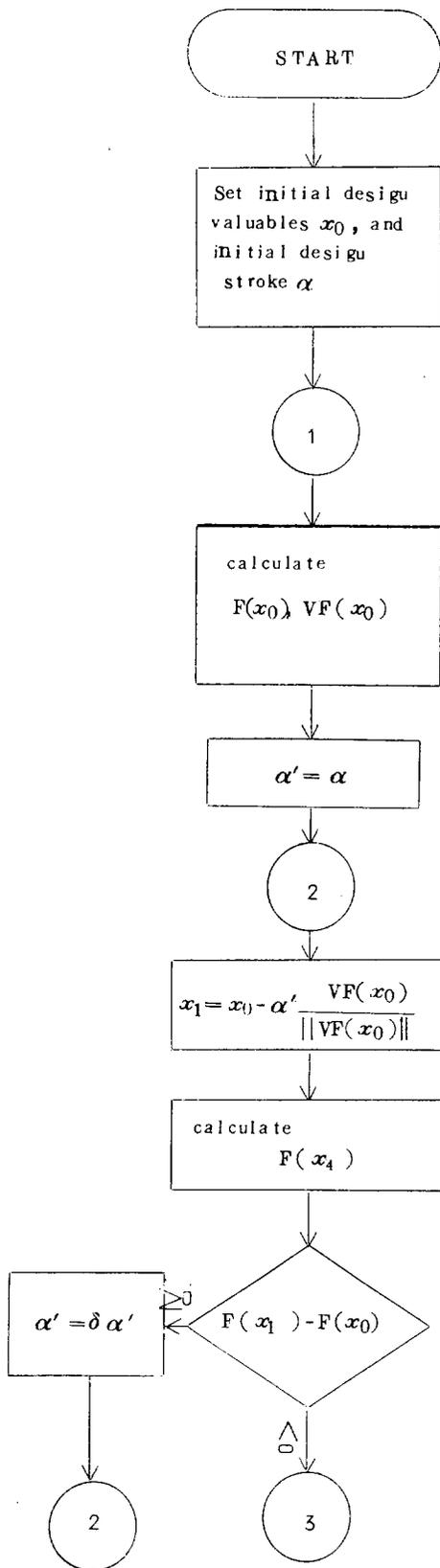


図 2.2.1-8(1) 解析フローチャート

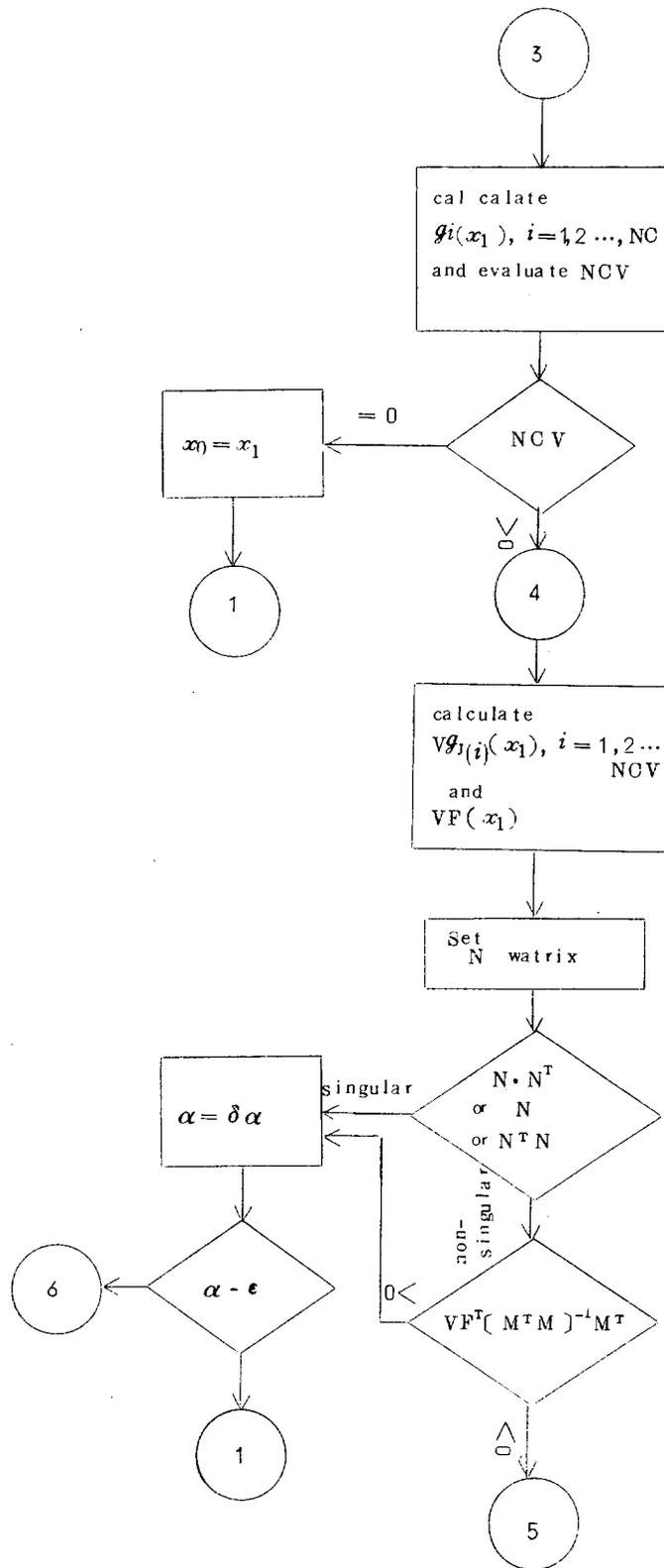


図 2.2.1-8(2) 解析フローチャート

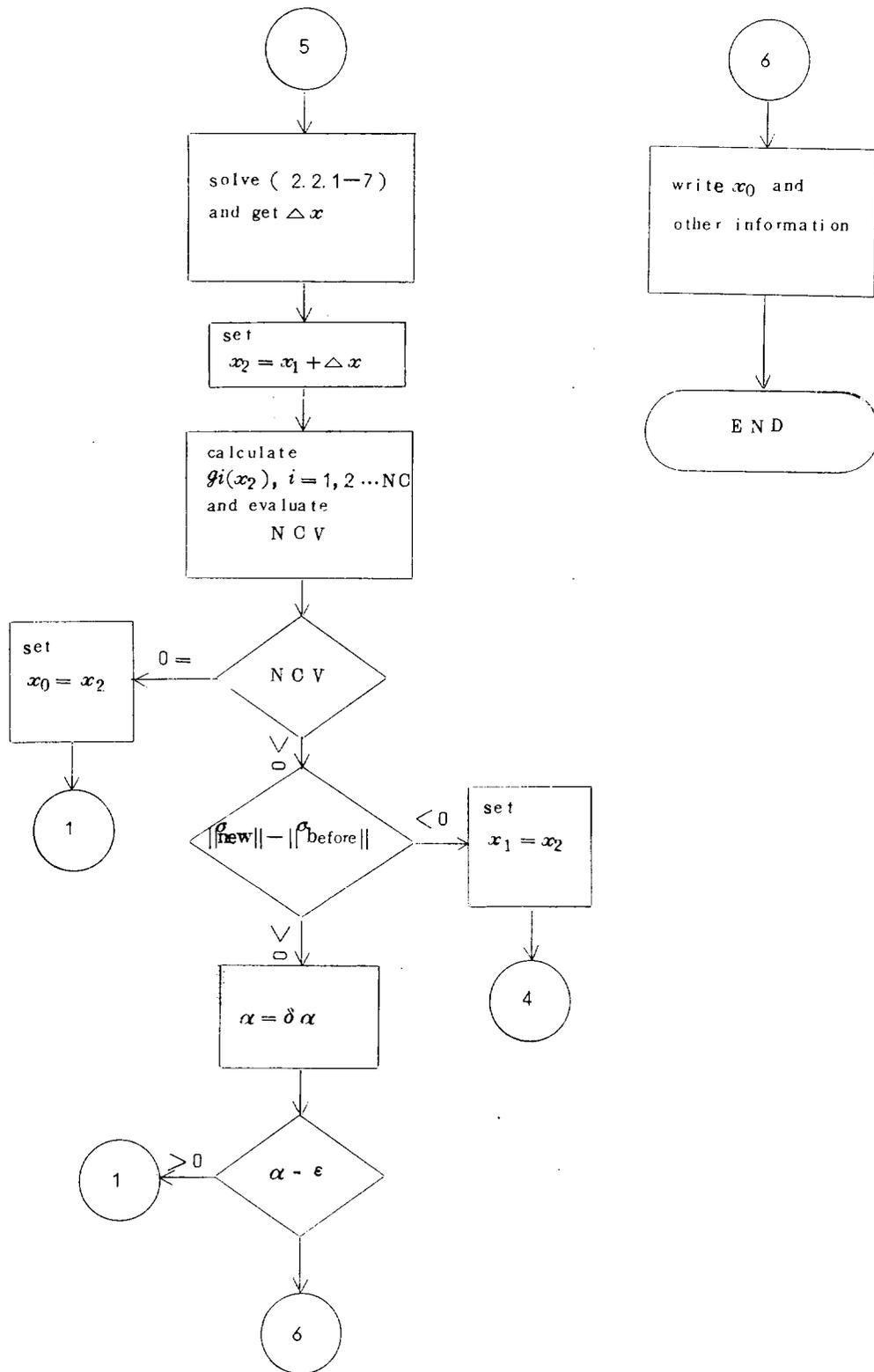


图 2.2.1-8 (3) 解析フローチャート

(e) 最適手法による節労構造の検討

(c)で述べた方法を45年度に節労化の評価を行なった20万トンタンカーに適用した。

(i) 対象設計変数

設計変数としては表2.2.1-2に示すように、設計者にとって興味深いと考えられる横部材の各寸法およびトランススペース、ロンヂスペースを取り上げた。

(ii) 目的関数

目的関数としては建造コストを取り上げた。建造コストを(i)の設計変数の関数として書き表すため表2.2.1-2に示すような目的関数を採用した。表のごとく建造コストは大きく横部材に要するコスト、縦部材に要するコストに分けられ、これらはさらに鋼材の材料費、溶接加工費および溶接以外加工費に分類されそれぞれ数式化されている。

(iii) 拘束条件

構造の最適化をはかる場合、構造解析の結果得られる応力や変位に対する制限が拘束条件となるのが普通である。しかし船の建造においてはそれ以前にルールを満足しなければならない。そこでここでは拘束条件としてルールを主に取り上げた。これをまとめると表2.2.1-2のようになる。

表2.2.1-2に表われる各種有効スパン、各部材に働く水頭および各種定数などはルール、実績などをもとに表2.2.1-3、表2.2.1-4のごとくに算出することとした。

昭和45年度に試設計を行なった船型についてこの手法を適用したが、結果はこれまで各社が設計している構造寸法と大差なかった。

表 2.2.1-2 算式一覧表 (その1)

項目	パラメータまたは算式	記号の定義	備考
Input data	L, B, D ₁ , C _b , l _c , D ₁ , D ₂ , l _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(mm), l _t : タンク部の長さ(m)	支材の位置は与えられているものとし、変数はしな
対象変数	s _t , s _b , s _s ; a _i , d _i , t _i (i=1~6); A _i (i=7, 8)	s _t : トランス・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 : トランスの面材断面積 (cm ²), d _i : トランスのウェブ深さ(m), t _i : トランスウェブの板厚 (mm), A _i : 支材断面積 (cm ²), i: 図 1 に示すトランスの番号	s _t =4.0~6.5m, s _b =0.75~1.3m, s _s =0.75~1.3m a _i =40~200cm ² , d _i =1.5~4.5m, t _i =1.25~2.5mm A _i =300~800cm ² 初期値 s _t =5.0m, s _b =1.0m, s _s =0.9m, d _i , a _i , t _i : 昭 45 報告図 2.2.1(1) A ₇ =500cm ² , A ₈ =430cm ²
横 関 数	$COST = C_T + C_L \text{ (円)}$ $C_T = 2 \left(\frac{B}{L} \cdot C_{T1} \right) \times N_t \text{ (円)}$ $C_{T1} = C_{T1} \cdot W_{T1} + C_{T1} \cdot W_{T2} + C_{T1} \cdot W_{T3} \text{ (円)}$ $W_{T1} = 7.85 \left(\frac{a_i}{10} + \frac{d_i t_i}{10} \right) \ell_i \cdot r_i(t) \dots i=7, 8$ $7.85 \frac{10}{a_i} \cdot \ell_i \dots (t) \dots i=7, 8$ $C_{T2} = 2 \beta H_1 (f_1) \cdot (\ell_2 + \ell_3 i) + 2 \beta H_1 (f_2) \cdot a_i \cdot n_i \cdot d_i \text{ (円)}$ $H_1(f_1) = 0.06 f_1 - 0.05 \text{ (} j=1, 2, 3 \text{)} (m/m)$ $f_1 = 0.3 t_j + 3.2 \text{ (mm)}$ $f_2 = 5 \text{ (mm)}$ $\beta = 2.0 \text{ (円/m/h)}$ $C_{T3} = \beta \{ H_2 W_{T1} + 2 H_3 \cdot (\ell_2 i + \ell_3 i + n_s d_i) \}$ $H_2 = 10^h / t, H_3 = 0.25^h / m$	<p>C_T: 横部材の材料費と加工費の和 (円), C_L: 縦部材の材料費と加工費の和 (円), N_t: タンク部のトランスの数 (= l_t/s), C_{T1}: i-トランスの材料費と加工費の和 (円), C_{T2}: i-トランスの材料費 (円), C_{T3}: 溶接加工費 (円), C_{Tmisc}: その他の加工費 (円), α_T: 横部材単位重量当りの鋼材重量 (円/t), W_{T1}: i-トランスの重量 (t), W_{T2}: i-トランスにつく端部甲板の重量も考慮した有効部材長(m), W_{T3}: ウェブスチフナや倒出肘板の重量を考えた修正係数</p> <p>H₁: 隅肉溶接の単位溶接長当りの時数 (溶接脚長の関数)(h/m), f₁: ウェブと板厚比がウェブと面材の隅肉溶接脚長 (ウェブの板厚の関数) (mm), f₂: ウェブ・スチフナとウェブの隅肉溶接脚長 (= 5mm と仮定する) (mm), n_s: ウェブスチフナの本数 (= l_t/s とする。ここ C_{T3} = s_b... t = 1, 2, 3, 6, s = s_s... i = 4, 5), β: 単位時数当りの労務費・間接費 (円/h), ℓ₂: i-トランスのウェブと外板の隅肉溶接の溶接長(m), ℓ₃: i-トランスのウェブと面材の隅肉溶接の溶接長(m)</p> <p>H₂: 溶接以外の工事の単位重量当り時数 (h / t)</p> <p>H₃: " " 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)</p>	<p>COST はタンク部の建造コストである。</p> <p>隅肉溶接は無視し、ここにトランスかいたとする。</p> <p>加工費を溶接加工費 G_{weld} とその他の加工費 C_{Tmisc} に分ける。</p> <p>α_T = 41 円/t</p> <p>ℓ₂ については表 2.2.1-3 参照</p> <p>ℓ₃ = 1.3 と仮定</p> <p>H₁(f₁) を左のように仮定する。</p> <p>f₁ は NK 第 26.1 表の F₁ をもとにして導いた近似式</p> <p>f₂ = 5mm と仮定する。NK では連続溶接よりとしている。</p> <p>β = 2.0 円/m/h と仮定する。</p> <p>ℓ₂ については表 2.2.1-3 参照</p> <p>ℓ₃ " " "</p> <p>溶接以外の工費は重量に比例させて考える。</p> <p>溶接以外の時数は全船総時数の 50% と仮定し、H₂ = 10^h/t とする。</p>
部 材	$Z_{ai} \geq Z_{ri} \dots i=1 \sim 6$ $Z_{ai} = 100 a_i d_i + 10^3 d_i^2 / 3 \text{ (cm)}$ $Z_{ri} = C_{1i} \ell_i^2 s_i h_i \text{ (cm)}$ $d_i \geq 0.14 \ell_i (i=2, 6) \text{ (m)}$ $d_3 \geq 0.11 (B - bc) \text{ (m)}$ $a_3 \geq 0.6 a_4 \text{ (cm)}$ $A_{wi} \geq A_{wi} \dots i=1 \sim 6$ $A_{wi} = 10 d_i (t_i - 3.5) \text{ (cm)}$ $A_{wi} = C_{2i} \ell_i s_i h_i \text{ (cm)}$ $t_i \geq \text{greater} \{ t_{buckle}, t_{min} \} \dots i=1 \sim 6$ $t_{buckle} = C_1 d_i + 3.5 \text{ (mm)}$ $C_1 = 0.9 + 8 \frac{s}{d_i}$ $t_{min} = t_{min}(L) \text{ (mm)}$	<p>Z_{ai}: i-トランスの実際の断面係数 (cm³), Z_{ri}: i-トランスの断面係数の要求値 (cm³)</p> <p>C_{1i}: i-トランスに対する係数, ℓ_i: i-トランスの有効スパン(m), h_i: i-トランスの水頭(m)</p> <p>A_{wi}: i-トランスの実際のウェブ断面積 (cm²), A_{wri}: i-トランスのウェブ断面積の要求値 (cm²)</p> <p>C_{2i}: i-トランスに対する係数</p> <p>t_{buckle}: ウェブスチフナの座屈強度から要求される板厚 (mm)</p> <p>s: ウェブスチフナのスペース (m), (s = s_b... i = 1, 2, 3, 6, s = s_s... i = 4, 5)</p>	<p>C_{1i} については表 2.2.1.4 参照</p> <p>ℓ_{4i} については表 2.2.1.3 参照</p> <p>h_i については表 2.2.1.4 参照</p> <p>C_{2i} については表 2.2.1.4 参照</p> <p>C₁ は NK 28 編 22 条から求めた近似式</p> <p>t_{min} (L) は NK 第 28.1 表をそのまま用いる。</p>

表 2.2.1-2 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
縦	<ul style="list-style-type: none"> ○ $A_i \geq A_{ri} \dots i = 6, 7$ $A_{ri} = \text{greater} \left\{ 1.1s_t b_s h_i, \frac{0.77s_t b_s h_i}{1 - 0.5(\ell_{4i}/k_i)} \right\} (cm)$ $k_i = C\sqrt{A_{ri}} (cm)$ $C = 0.6$ 	<p>b_{st}: 支材の支持面積の幅 (m)、ℓ_{4i}: 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)</p>	<p>○ A_{ri} は別図のようになっている。すなわち断面2次半径によって変わ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、 $k_i = C\sqrt{A_{ri}}$, $C = 0.6$ と近似できるので、この関係を用いて A_{ri} を求めることとする。すなわち関式を解けばよい。 ○ b_{st} については表 2.2.1.4 参照 ○ h_i については表 2.2.1.4 参照</p>
的	<ul style="list-style-type: none"> ◎ $C_L = C_{Lweight} + C_{Lweld} + C_{Lmisc} (mm)$ ○ $C_{Lweight} = \alpha_L W_L (mm)$ $W_L = W_{0,1p} + W_{0,1b} + W_{0,8M} (t)$ ○ $W_{0,1p} = C_D (Z_{Dr}/D) \ell_t (t)$ $Z_{Dr} = 10.99 I_1^2 B (C_b + 0.7) (mm)$, $L_1 = 0.99L$ $C_D = 0.71 \times 10^{-6}$ ○ $W_{0,1b} = \text{greater} \left\{ C_B (Z_{B\sqrt{D}}) \ell_t, 7.85 \times 10^{-3} (1.71 s_b \sqrt{L} + 1.06 s_t \sqrt{d}/s_b + 3.8) B \ell_t \right\} (t)$ $Z_{Br} = 1.03 Z_{Br} (mm)$ $C_B = 0.73 \times 10^{-6}$ ○ $W_{0,8M} = 7.85 \times 10^{-3} (2.14 s_s \sqrt{L} + 1.41 \sqrt{D}/s_s s_t + 4.32 s_s \sqrt{D} + 10.7) D \ell_t (t)$ ○ $C_{Lweld} = 4 \beta H_1 (f_3) \cdot \{ (B/s_b) + (2D/s_s) \} \ell_t (mm)$ $f_3 = 7 (mm)$ 	<p>$C_{Lweight}$: 縦部材の材料費 (円)、C_{Lweld}: 縦部材の溶接加工費 (円) C_{Lmisc}: 縦部材の溶接以外の加工費 (円)、α_L: 縦部材単位重量当りの鋼材価格 (円/t)、W_L: タンク部縦部材の重量 (t)、$W_{0,1p}$: 甲板部の 0.1D 間の縦部材の重量 (t)、$W_{0,1b}$: 船底部 0.1D 間の縦部材の重量 (t)、$W_{0,1M}$: 深さ方向の中央部 0.8D 間の重量 (t)、Z_{Dr}: 甲板部断面係数の要求値 (mm)</p> <p>Z_{Br}: 船底部断面係数の要求値 (mm)</p> <p>β: H_1: 前ページ、f_3: ロンジ・ウエブと外板およびロンジ・ウエブと面材の隅肉溶接の脚長 (mm)</p>	<p>$\alpha_L = 4.4 \text{円/t}$</p> <p>○ $W_{0,1p}$, $W_{0,1b}$ はいずれも軟鋼デザインに対する値である。 ○ Z_{Dr} および Z_{Br} は NK 改定案の Z_{min} をもとにして $L \geq 300m$ として求めた。</p>
材	<ul style="list-style-type: none"> ○ $C_{Lmisc} = \beta H_2 W_L (円)$ 	<p>H_2: 前ページ</p>	<p>○ C_{Lweld} は組立ロンジの隅肉溶接工数のみを考えている。板と板の突合せ溶接 (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。</p>

表 2.2.1-3 $l_{1i}, l_{2i}, l_{3i}, l_{4i}$ の算式

i	$l_{1i}(m)$	$l_{2i}(m)$	$l_{3i}(m)$	$l_{4i}(m)$
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 2.2.1-4 $C_{1i}, C_{2i}, h_i, b_{si}$

	C_{1i}	C_{2i}	$h_i(m)$	$b_{si}(m)$
1	8.0	0.30	d	—
2	12.0	0.42^*	$0.22\sqrt{L}$	—
3	9.4	0.28^*	d	—
4	2.35	0.25	$h_{top} - \left(d_3 + \frac{D - d_3 - d_6}{2}\right)$	—
5	2.35	0.25	$h_{top} - \left(d_3 + \frac{D - d_3 - d_6}{2}\right)$	—
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	—	—	$h_{top} - \frac{D - d_6 + D_1 + 2D_2}{4}$	$\frac{D - d_6 - D_1}{2}$

$h_{top} = \text{greater} \left\{ D + \frac{B}{50} + 0.76, 1.35d \right\}$

* 印はNKルールにはないが便宜的に定めたもの

参 考 文 献

1. Kowalik, J.S, et al " Method for Unconstrained Optimization Problems "
American Elsevier Publishing Company , 1968
2. Melosh, R.J. " A Plan for Computer-Assisted Optimization of Structure "
NASA Dec 1970
3. Kowalik, J.S. " Feasible Directions Method "
AGARD Symposium on Structural Optimization , Oct 1969
4. Marcal , P.V. " Application of the Created Response Surface
Technique to Structural Optimization "
AFFDL-TR-68-150
5. Fiacco , A.V. " Computational Algorithm for The Sequential Unconstrained Minimization Technique
for Nonlinear Programming "
Management Science July , 1964

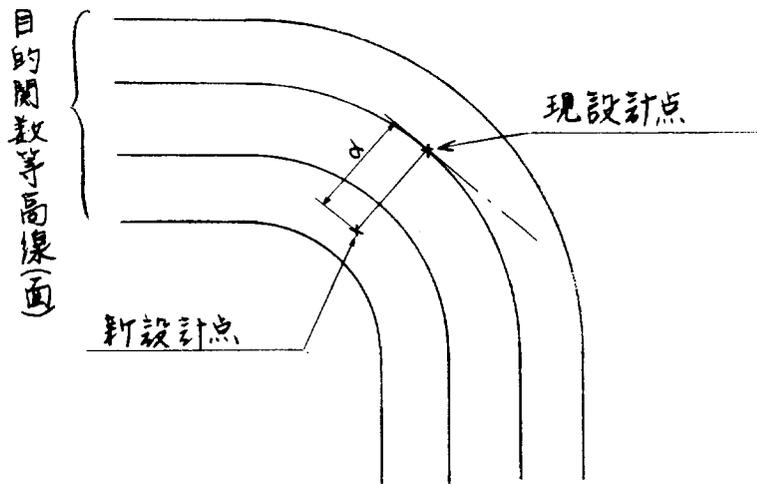


図 2.2.1.3

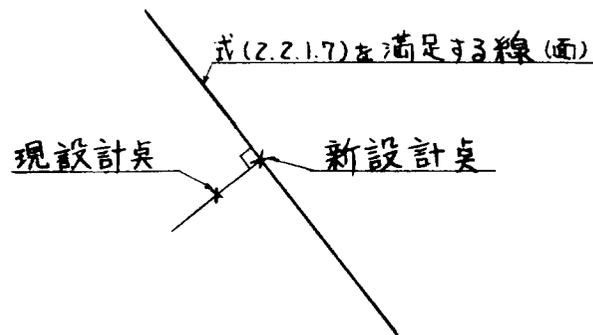


図 2.2.1.4

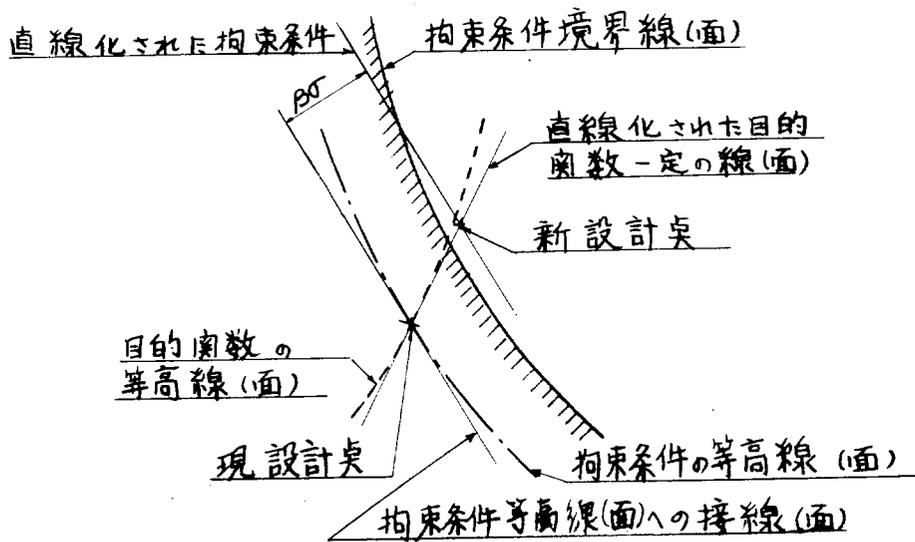


図 2.2.1.5

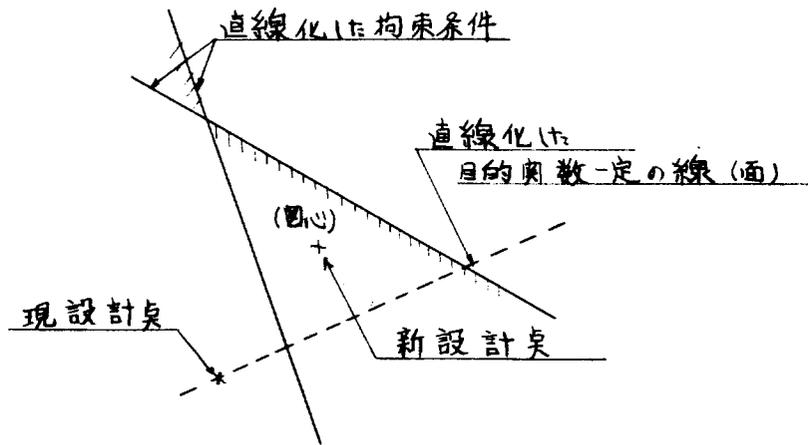


図 2. 2. 1. 6

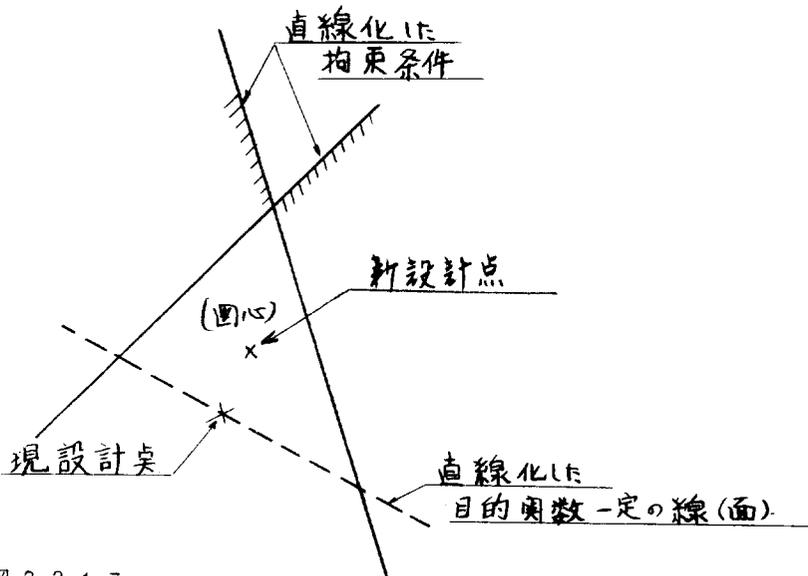


図 2. 2. 1. 7

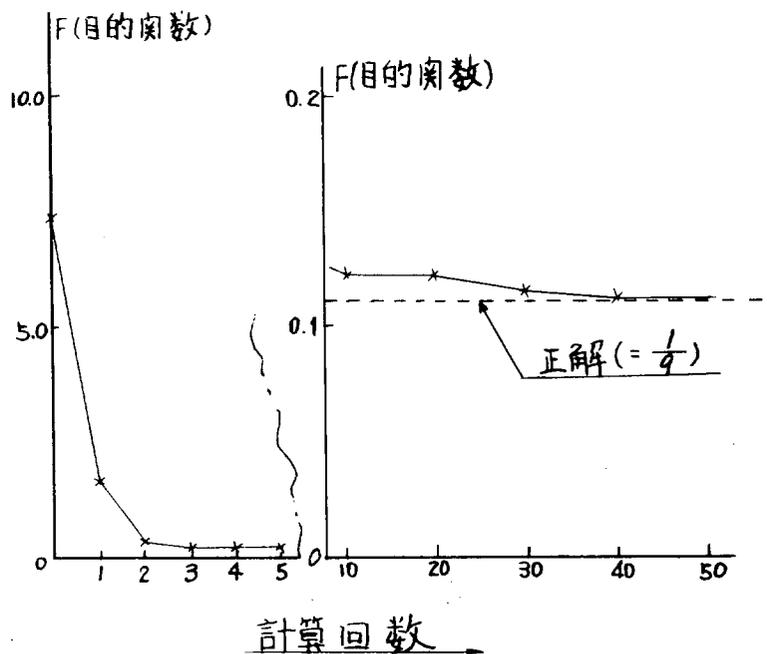


図 2. 2. 1. 9
目的関数収束状態

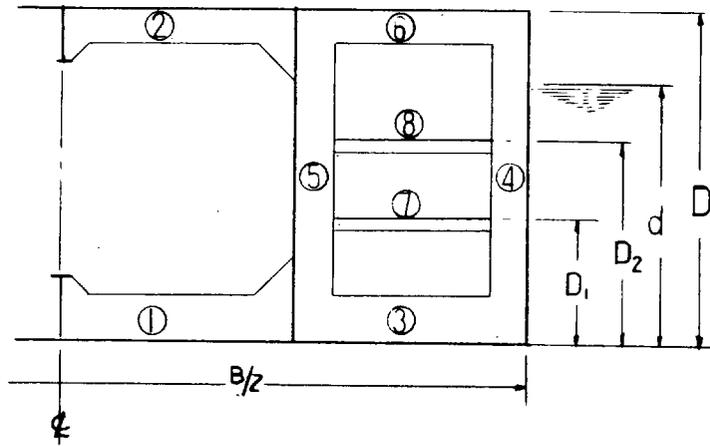
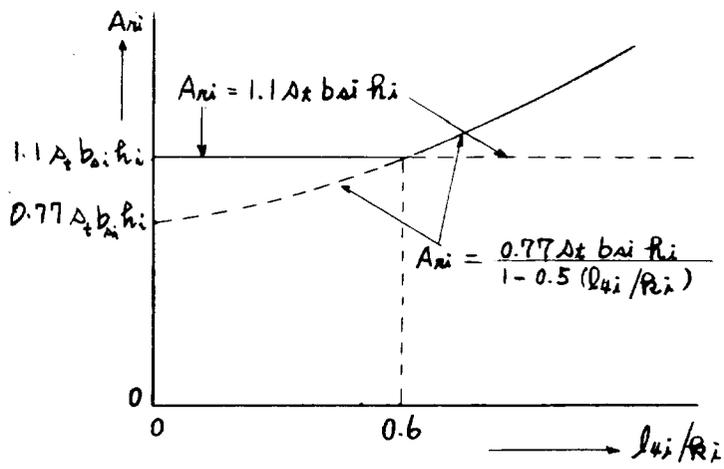


図 2. 2. 1. 1 0



(表 2. 2. 1. 2 中の図)

2.2.2 大型プログラム疲労試験

(1) 緒言

直線式構造の疲労強度を解明するため、45年度に引続きプログラム疲労試験を実施した。

45年度においては、小型模型による予備試験によって、疲労強度の観点から直線式構造採用の可能性の予備調査を行ない、ビルジコーナー部、ストラット基部について、それぞれ採用可能な構造型式をとりあげて実験して可能性をみとめたので、続いて、最適型状を求め、また工作誤差の影響を確認するため以下の試験を行なった。

ビルジコーナー部については基準型、と基準型の亀裂発生部周辺に改良を加えた改良型、荷重レベルが変化したときの影響を調べる増巾荷重型（荷重1.3倍）、工作誤差の影響を調べる不完全型について一体づつ、ストラット基部については基準型一体についてプログラム疲労試験を行なった。

46年度は表2.2.2.1に示す模型系列についてビルジコーナー部については、ブラケットの寸法を変えてその影響をみたり、ブラケットを増厚した型について疲労試験を行ない、さらに基本型に再改良を加えた型としてブラケットスチフナーの端部にリブをつけた型、ブラケットの両側にスチフナーをつけた型、ブラケットスチフナーの端部を溶着した型の三案について実験した。またビルジコーナー型に対しては、試験荷重を0.7倍としたもの、工作誤差の影響をみるために各種工作誤差が混在した場合の模型についての疲労試験を追加した。

ストラット基部については、先の基準型亀裂発生部周辺を改良した改良型および工作誤差のある不完全型について実験した。

(2) 試験体

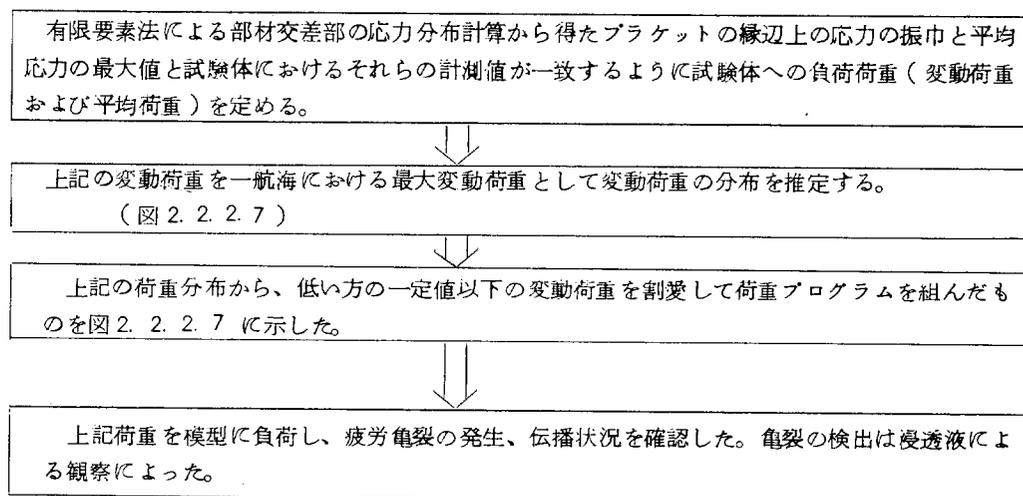
試験体は前年度に試設計した20万トン型のタンカーを対象に、ビルジコーナー型はそのビルジコーナー、もしくは縦通隔壁下部のウィングタンク側を縮尺した模型とし、ストラット基部型は、上部ストラットの外板側を縮尺した模型とした。

なお型状、材料、溶接条件は前年度と同一とし、模型の縮尺率は $1/2.5$ 、外板相当の巾は1mとした。材料は船級協会規格材KASとし、抗張力は 42Kg/mm^2 であった。

以上の条件により設計した試験体を、ビルジコーナー型については図2.2.2.1～2.2.2.2に、ストラット基部型については図2.2.2.3～4に示した。

(3) 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。



(4) 実験結果とその考察

(a) まず静応力分布の計測結果についてみる。

ビルジコーナー部の基準型、改良型、不完全型についての計測値と有限要素法による計算値を比較して図 2.2.2.5 (a)に示した、ブラケット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好一致を示し、各型式による差はほとんどない。

また高応力が生じたのはブラケット趾端部の R の中央付近であり、ブラケット趾端部のトランスウェブ付面材の平均応力値の約 2 倍の値を示した。

またブラケットスチフナー先端近傍のブラケットの板面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ブラケット縁辺中央の約 4 倍であり、改良型は基準型の約 4 割減の約 2.5 倍、不完全型は改良型よりやや高めに応力値を示した。

再改良型(ブラケットスチフナー端部にリブをつけた型、スチフナー端部を溶着した型、ブラケットの両側にスチフナーをつけた型について応力分布を図 2.2.2.5 (b))に示した。各型式ともブラケットの縁辺については改良型と同等の応力値を示している。局部応力の大きい箇所はリブ型、両側スチフナー型ともスチフナー先端のブラケットの板面である。両者は改良型と比較して、局部曲げは減少し平均応力は増加したが、最高応力値は改良型とほとんど同じであった。溶着型はトランスリングウェブ付のトリピングブラケットの先端でブラケット付スチフナーと対向する位値に最大応力を生じ、その値は改良型のスチフナー先端のブラケット板面の局部応力値とほぼ同等である。

ストラット基部型では図 2.2.2.6 に示すように、コーナーブラケットの R 中央付近に最大応力が生じている。またブラケット趾端付近の応力は 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ブラケット趾端付近の応力の約 1/3 の応力が生じている。

(b) 次に疲労試験の結果についてみる。

試験結果を表 2.2.2.2 に示した。また亀裂発生位置は図 2.2.2.8 (a)~(c)に、亀裂伝播状況は図 2.2.2.9 (a)~(d)に示した。

ビルジコーナー部については、溶着型をのぞいて、ブラケットスチフナー先端のまわし溶接部より亀裂が発生したが、いずれの型式も進展がごく遅く、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、溶着型は改良型と比較して、それぞれ 8 年および 9 年で亀裂発生しておりさほど強度向上を示さなかった。両側スチフナー型では 8 年で亀裂発生し改良型とほとんど同等であった。

なお不完全型では改良型と比較してほとんど強度の低下を示さず、板目違いの工作誤差の影響が少ないことがわかった。

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 年から 4 年となる。

ストラット基部では、基準型では約 8 年でブラケット端部のまわし溶接端から亀裂が発生したが、進展はきわめて遅い。

ブラケットの趾端部をソフトにした改良型では 20 年相当の繰返しでも亀裂が発生せず、荷重プログラムを 1.3 倍に拡大して 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。

図表一覧表

表 2. 2. 2. 1 模型系列

表 2. 2. 2. 2 亀裂長さと航海数の関係

図 2. 2. 2. 1 Bilge Corner 型模型図

2 " " 詳細図

3 Strut 基部型模型図

4 " 詳細図

5a) Bilge Corner 型応力分布 (基準型、改良型、不完全型)

b) " (リブ型、ウェルド型、両側スチフナー型)

6 Strut 基部型応力分布

7 荷重プログラム

8a) Bilge Corner 型亀裂発生位置 (基準型、改良型、不完全型)

b) " (リブ型、ウェルド型、両側スチフナー型)

c) Strut 基部型

9a) Bilge Corner 型亀裂伝播状況 (基準型、改良型、不完全型)

b) " (リブ型、ウェルド型、両側スチフナー型)

c) " (増巾型)

d) Strut 基部型亀裂伝播状況

表 2.2.2.1 模 型 系 列

試験内容 試験名称	荷重レベル 増巾率 \uparrow	試 験 体 形 状			不整合	45年度		46年度		備 考
		対象部分	主要部寸法	詳細部分		S R	S R	S R	S R	
予 備 試 験	1.0	BILGE CORNER	基 本 型	原 案	なし					
	1.0	"	"	"	δ 型	○	○			
基 準 試 験	1.0	BILGE CORNER	基 本 型	原 案	なし					
	1.0	STRUT 基部	"	"	なし					
	1.0	BILGE CORNER	小ブラケット型	"	なし			○		
	1.0	"	増 厚 型	"	なし			○		
改 良 型 試 験	1.0	BILGE CORNER	基 本 型	亀裂発生部改良	なし					{ SOFT TOE STIFF. END SNIPPED
	1.0	STRUT 基部	"	"	なし			○		SOFT TOE
再 改 良 型 試 験	1.0	BILGE CORNER	基 本 型	亀裂発生部再改良 ^{a)}	なし					リップ型
	1.0	"	"	" ^{b)}	なし					両スチフナー型
	1.0	"	"	" ^{c)}	なし					ウエルド型
不 完 全 型 試 験	1.0	BILGE CORNER	基 本 型	亀裂発生部改良	δ 型	○				
	1.0	"	"	"	δ, θ, φ 型			○		
	1.0	STRUT 基部	"	"	θ 型			○		
増 巾 型 試 験	1.3	BILGE CORNER	基 本 型	亀裂発生部改良	なし					
	0.7	"	"	"	なし			○		

表 2.2.2.2.2 亀裂長さ と 航海数の 関係

型式	荷重方式		Stage 1		Stage 2		Stage 3	
	亀裂長さ	航海数	20mm	40mm	20mm	40mm	板厚貫通	最終破断
予備試験体 \	6) 2mm	(3)						
予備試験体 δ型	20mm	(3)						
	72	(9)						
Bilge corner 基本原案型	28	(3.5)	42 (5)				200	480
Bilge corner 基本改良型	68	(8.5)	88 (11)					
Bilge corner リブ型	62	(8)	85 (11)					600
Bilge corner 両スチフナー型	85	(10.5)						
Bilge corner ウェルト型	78	(10)	105 (13)					
Bilge corner δ型	62	(8)	80 (10)				1180	1750
Bilge corner δ.θ.φ型	57	(7)	140 (17.5)				1250	1500
Bilge corner 1.3倍荷重増巾型	30	(4)	62 (8)				1200	
Bilge corner 0.7倍荷重増巾型	5) 0.7荷重	NO CRACK			60 (7.5)	98 (12)		
Strut 基部基本原案型	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) は各亀裂の長さの和ですべて板厚を貫通しない亀裂。ただし予備試験体については表中に示した長さとする。

3) は Bilge corner 型では亀裂が 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 で基準荷重で試験後 Stage 2 で 1.3倍荷重で試験実施した。

5) は Stage 1 で ×0.7倍荷重で試験後、Stage 2 で基準荷重で試験実施した。

6) 表中数字は航海数、()は亀裂発生時年数。

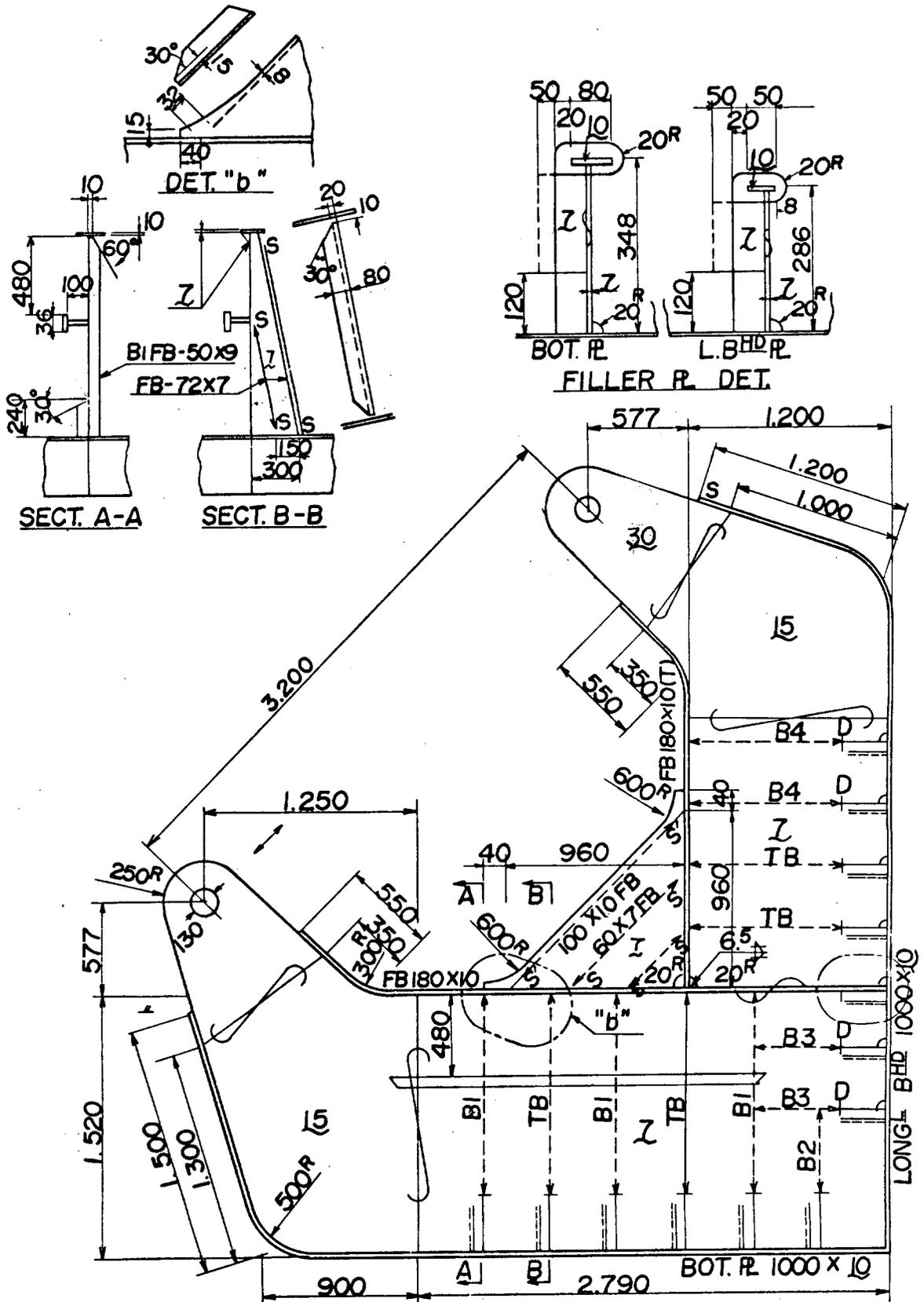
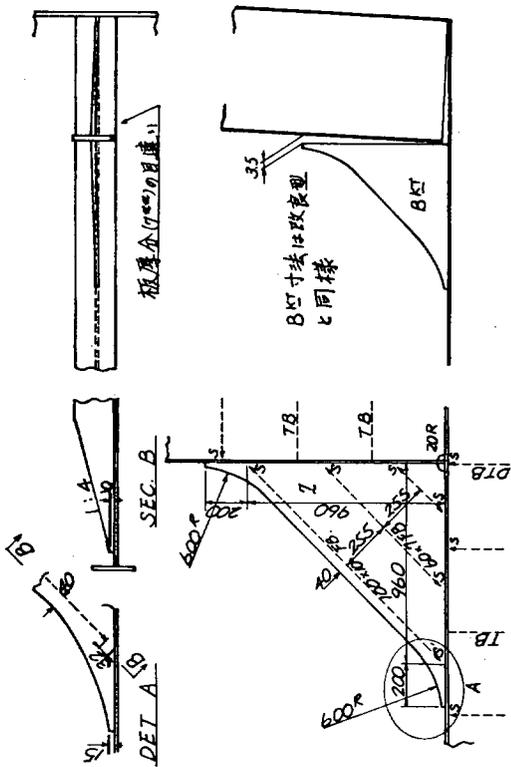
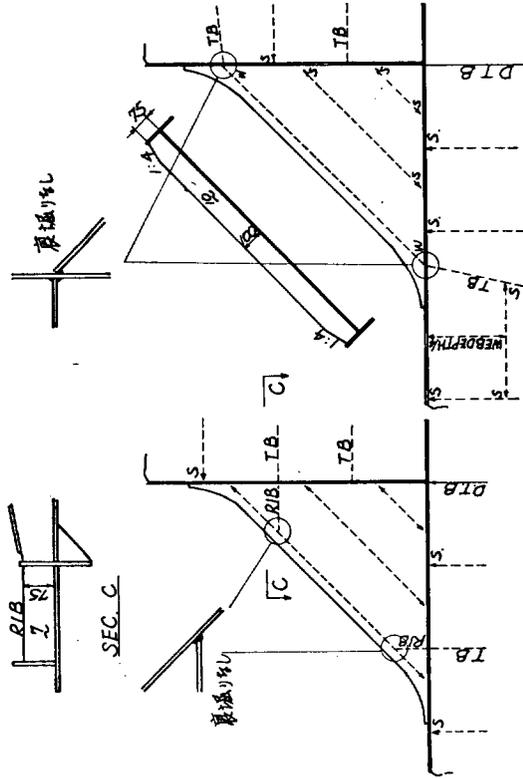


图 2.2.2.1

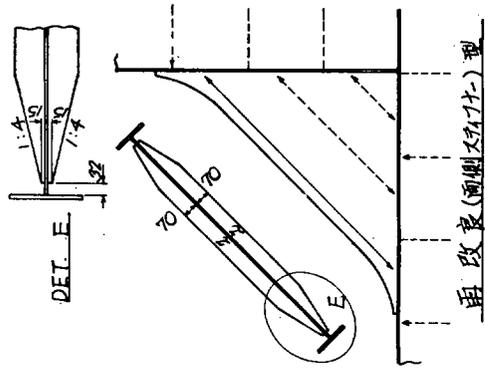


改良型

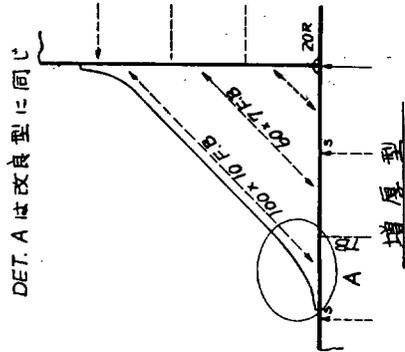


再改良 (リノ) 型

再改良 (リノ) 型

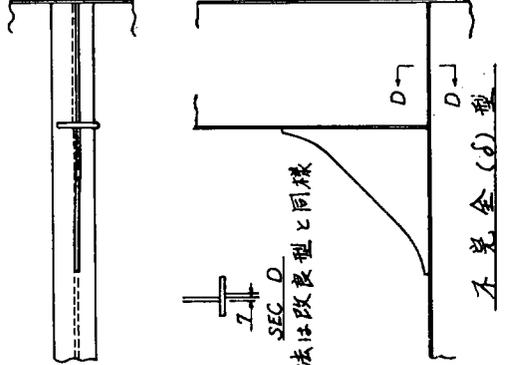


再改良 (前制不行) 型



DET. A は改良型に同じ

増厚型



B 寸法は改良型と同様

不完全 (S) 型

不完全 (60φ) 型

板厚余 (14mm) の寸法

B 寸法は改良型と同様

SMALL B 型

- 標準型 〔 基準型形状
- 改良型
- 不完全型 S 型
- × 有限要素法計算値

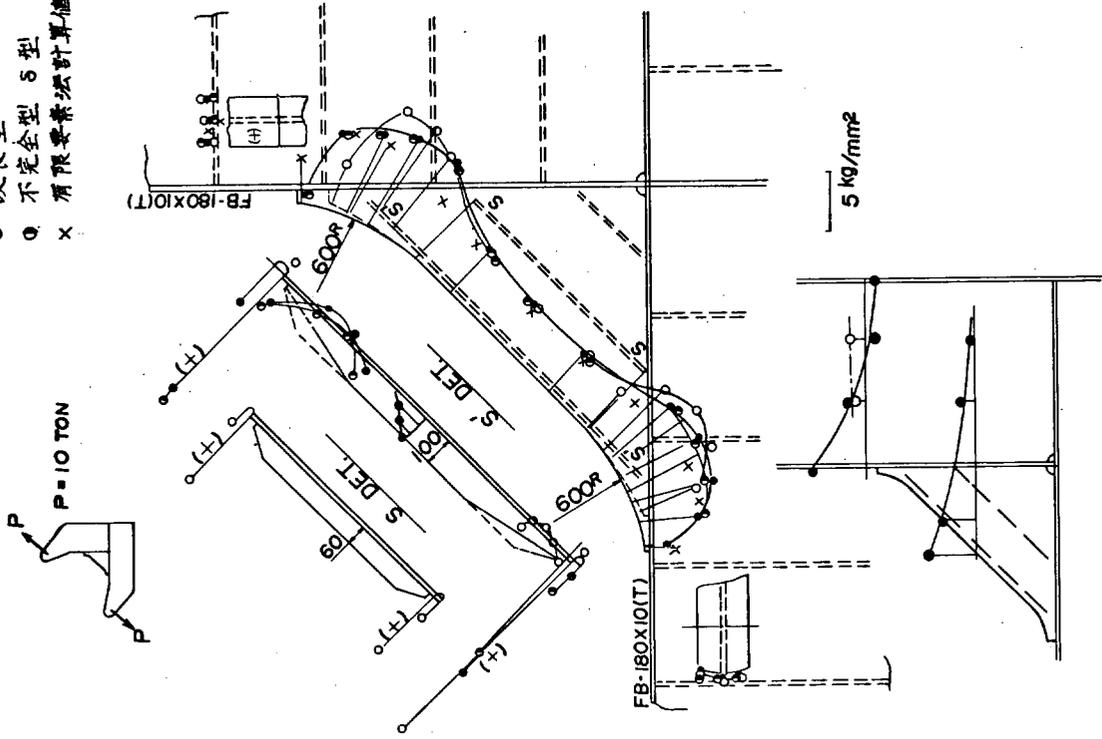


図 2. 2. 2. 5—(a)

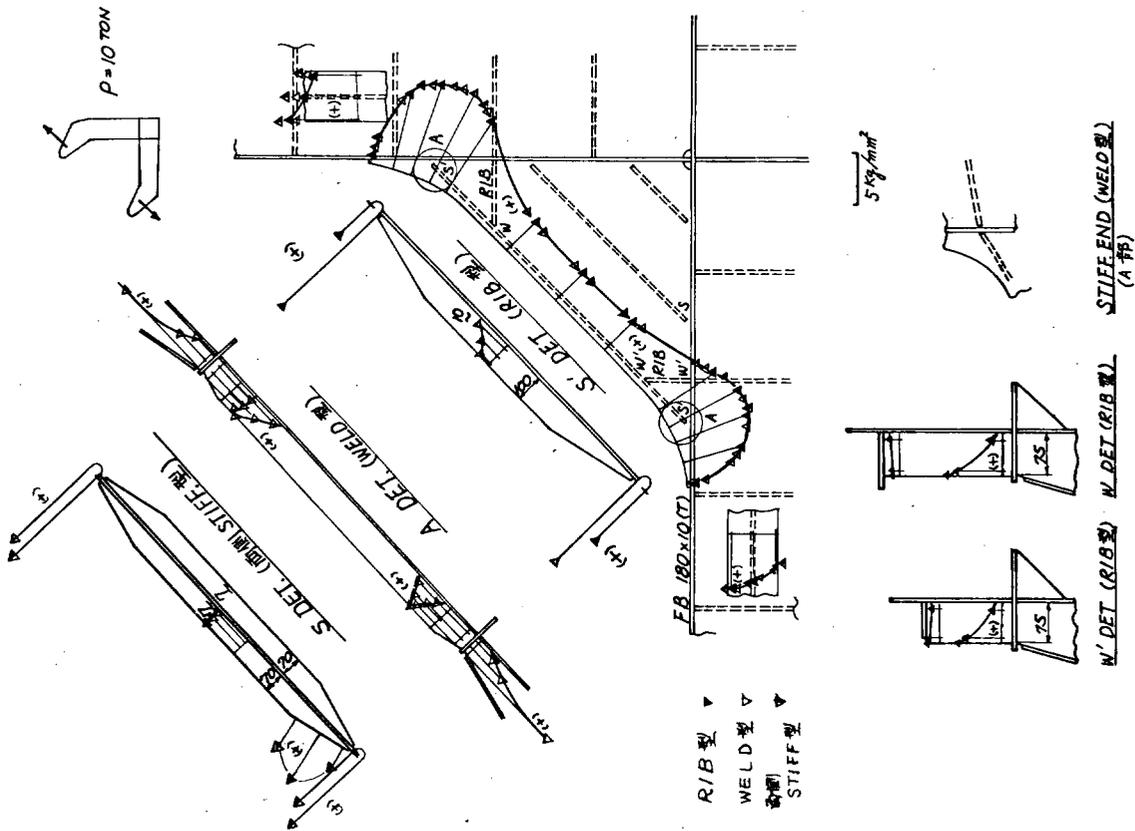


図 2. 2. 2. 5—(b)

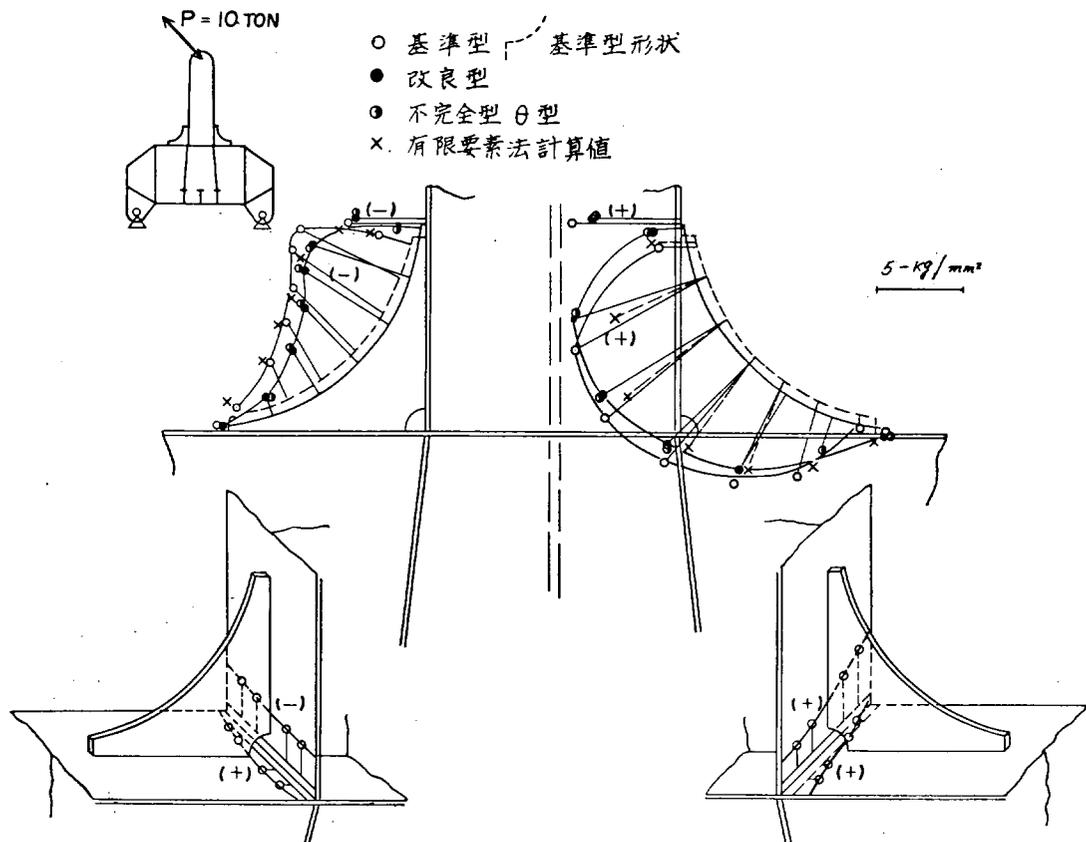


図 2. 2. 2. 6

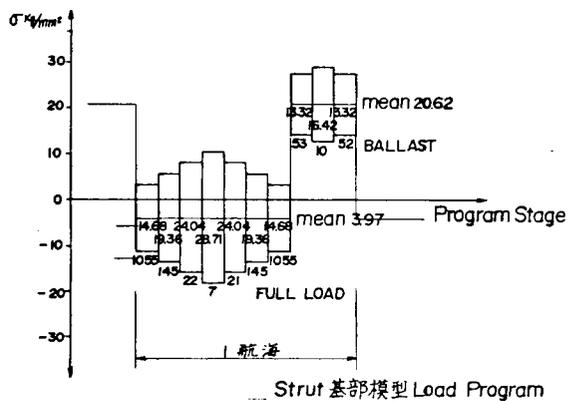
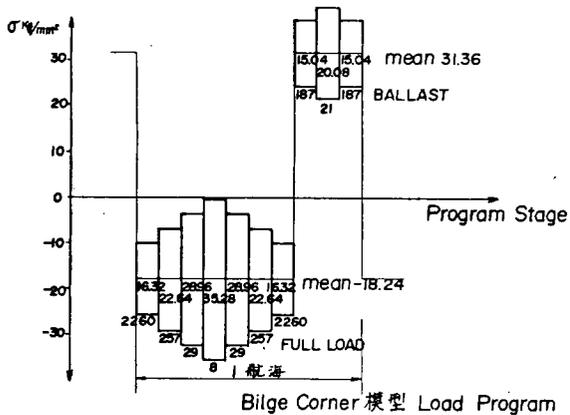
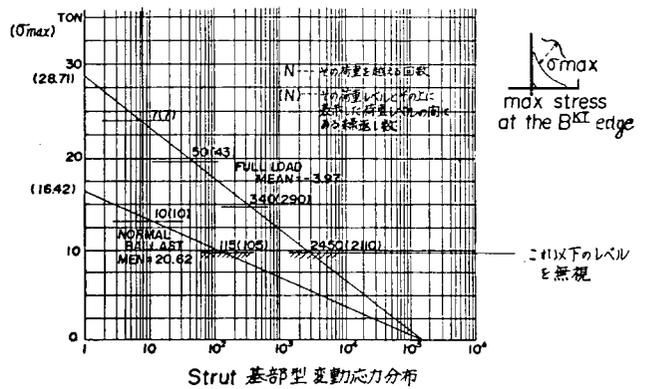
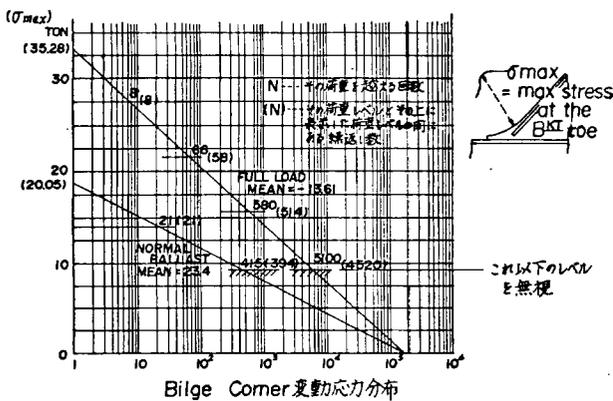


図 2. 2. 2. 7

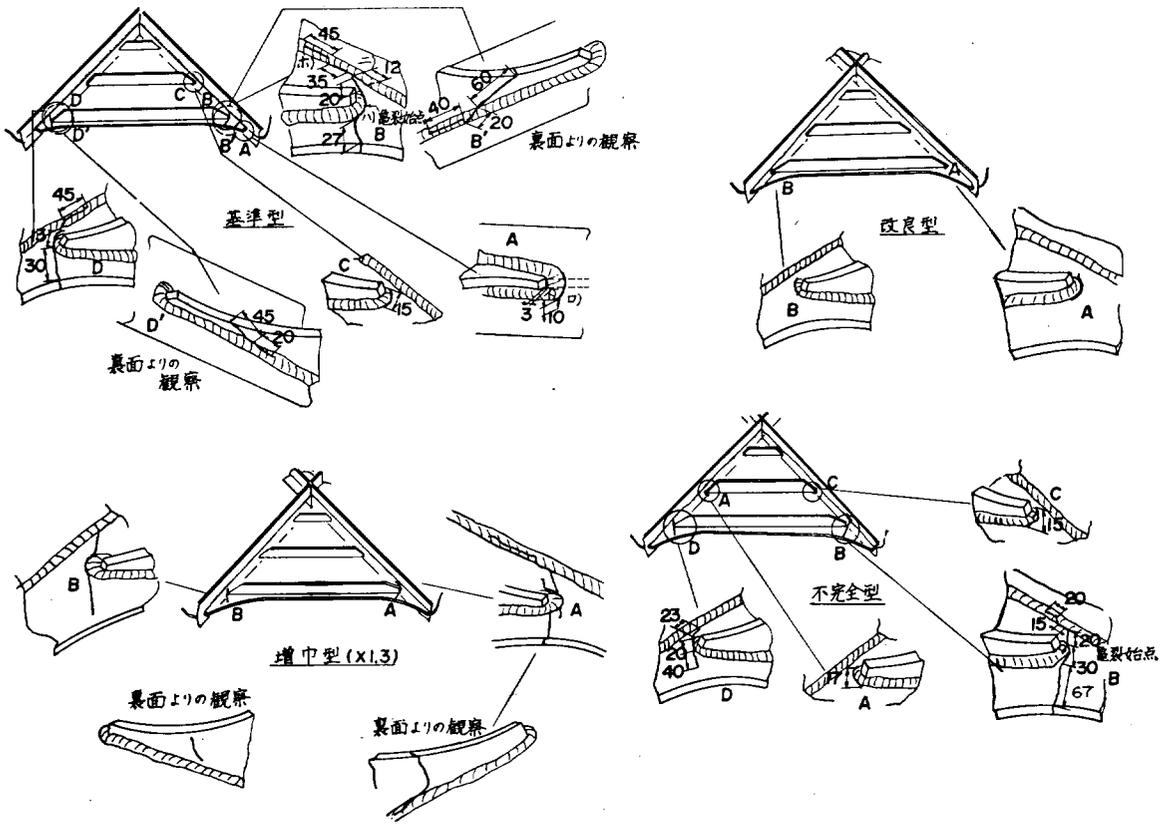


図 2. 2. 2. 8 (a)

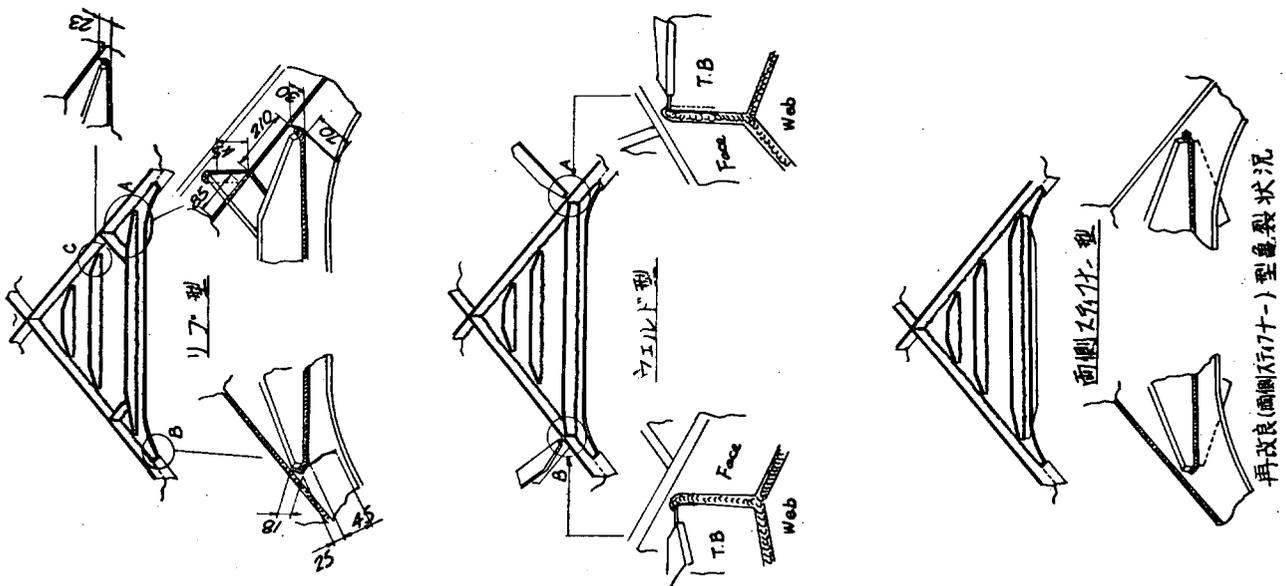


図 2. 2. 2. 8 (b)

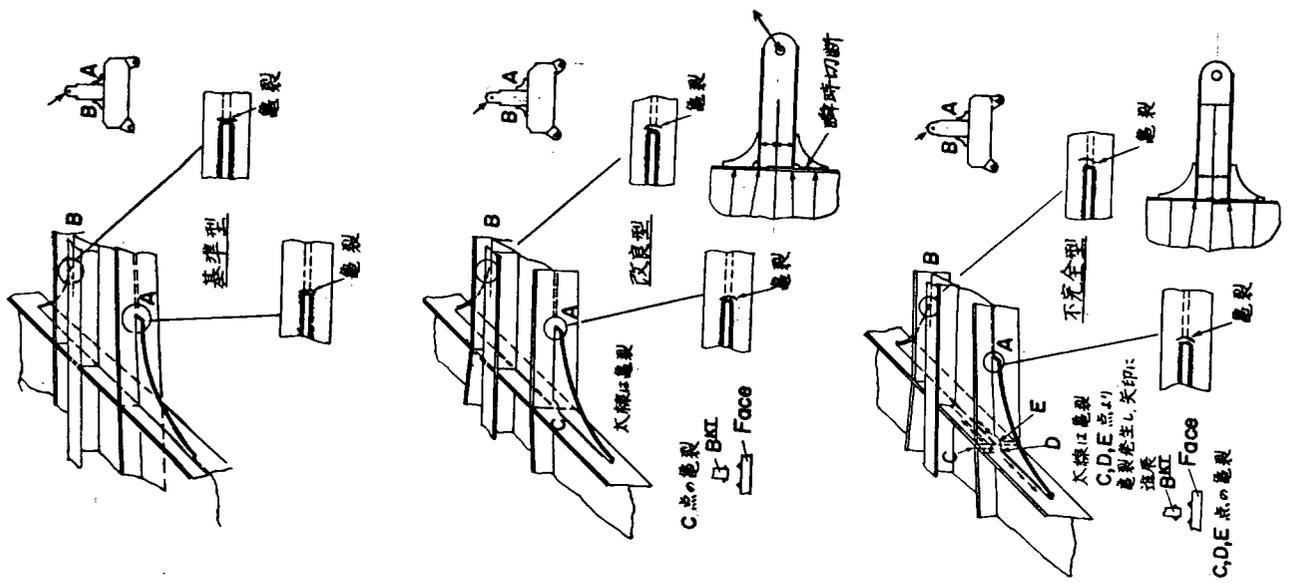


図 2. 2. 2. 8 (○)

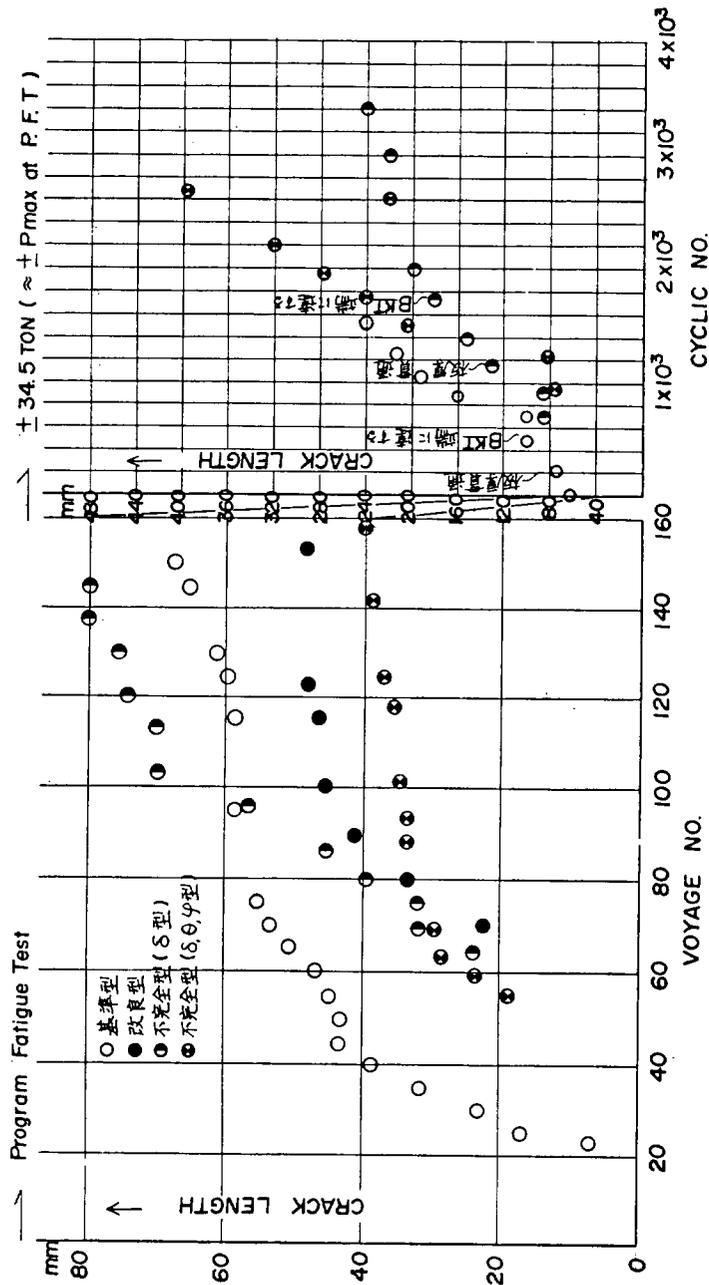


図 2. 2. 2. 9 (a)

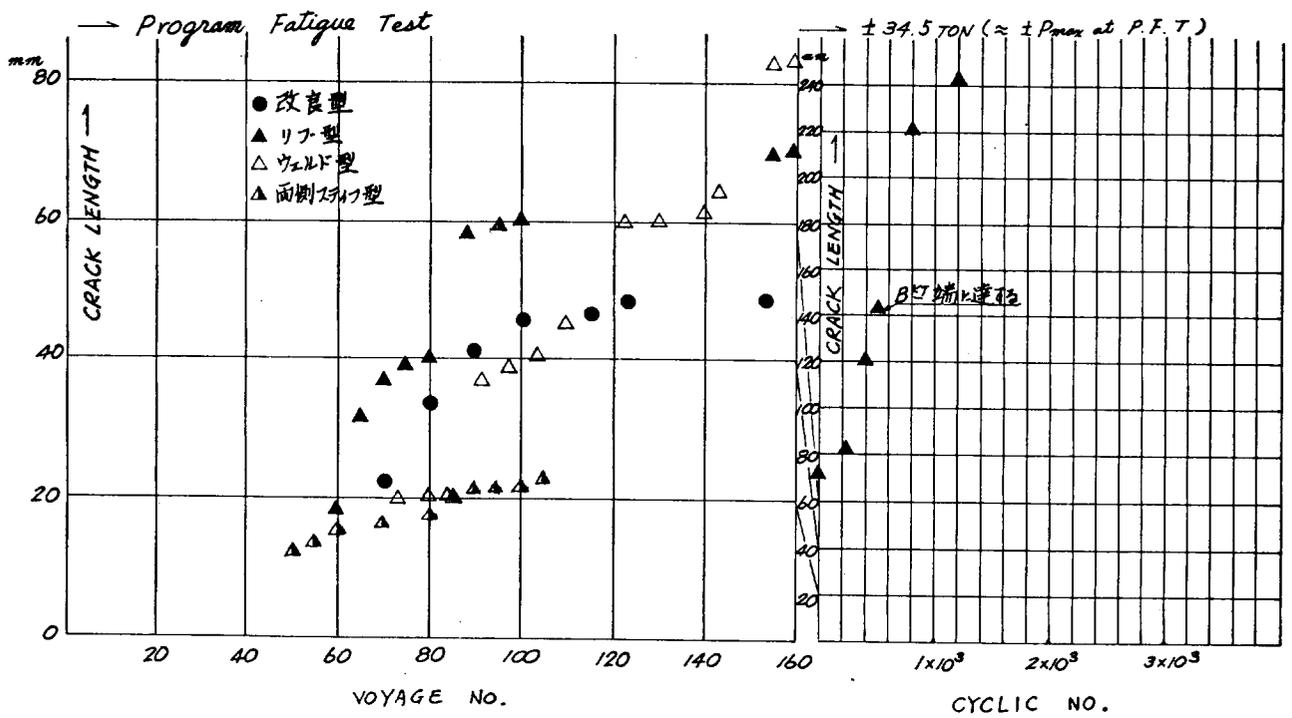


図 2. 2. 2. 9 (b)

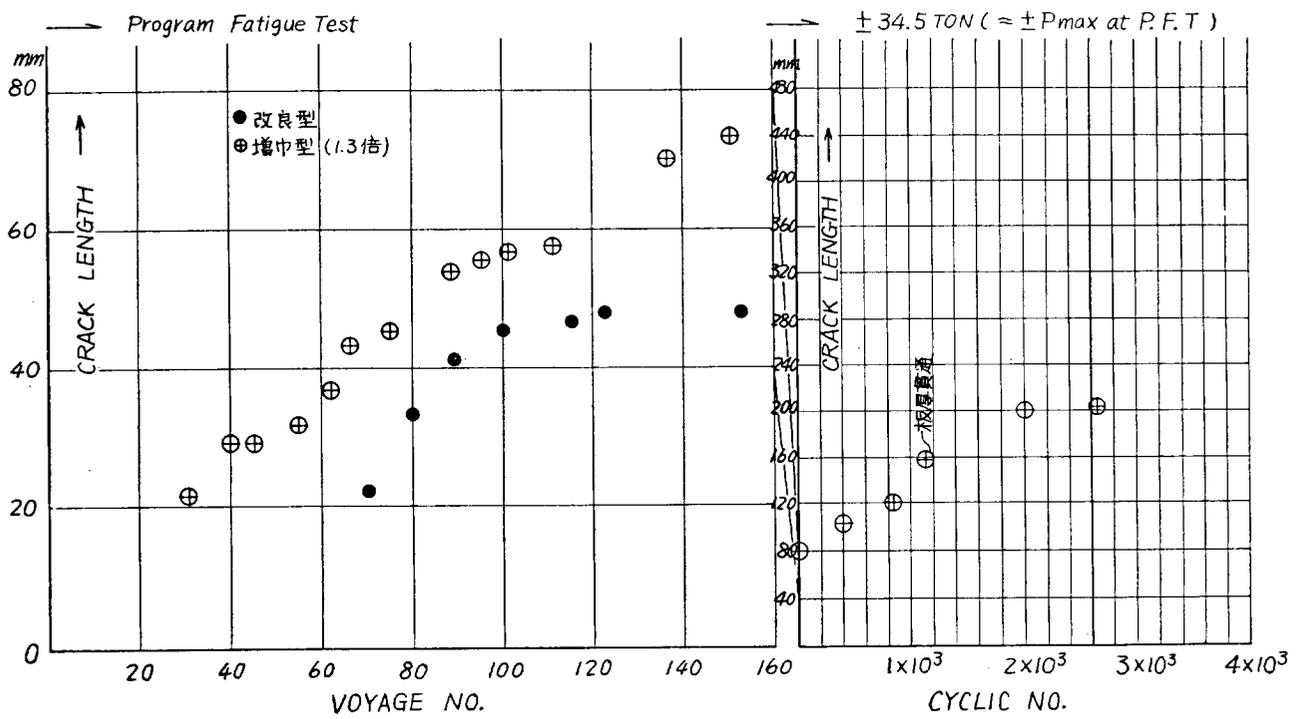
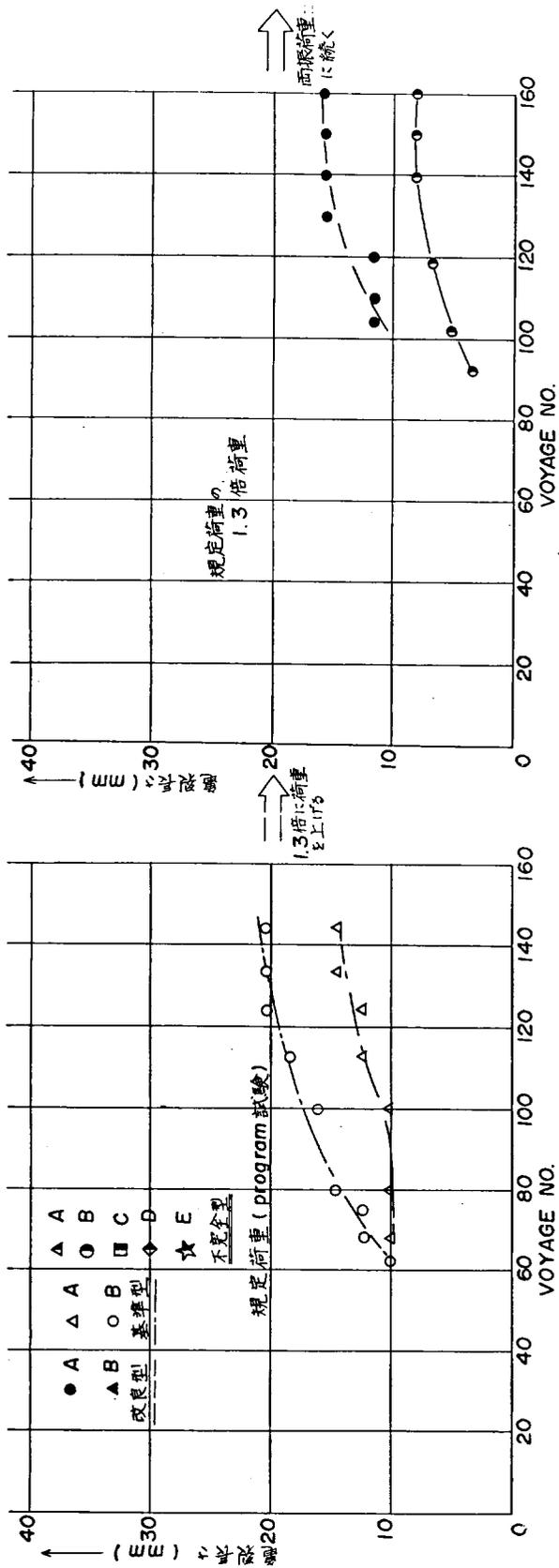


図 2. 2. 2. 9 (c)

Program Fatigue Test



面振荷重

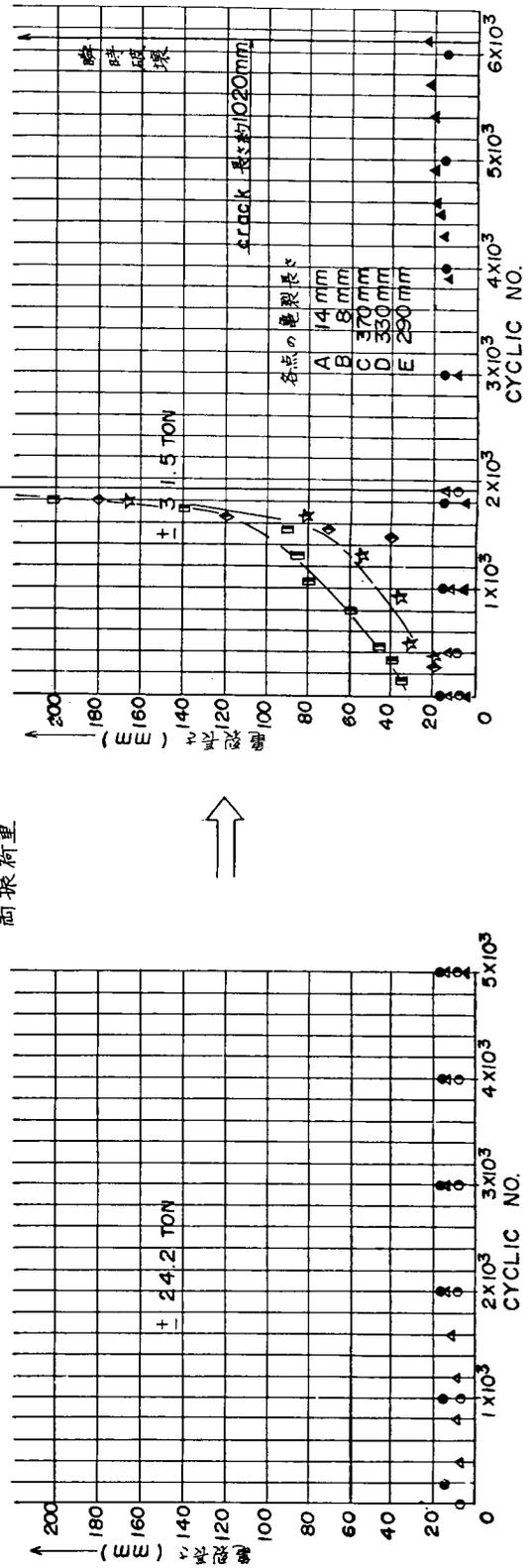


図 2. 2. 2. 9 (d)

2.3 船殻・機装の一体化 はじめに

モジュール化小委員会は、SR110部会の中で唯一つの機関部の機装をとりあげた小委員会であり、昭和46年度は次の2項目について研究を行なつて来た。

- (1) 機装しやすい機関室構造の研究(その2)
- (2) 機関部の自動設計法の研究

(1)項は昭和45年度からの継続研究であり、45年度で二重底上の主機・補機器の配置についての検討を終了したのに引続き、Aデッキより上部の機関室の全企画について研究を進めた。すなわち

- i) Aデッキより上部の補機モジュールのあり方
- ii) 居住区の形状の機装に及ぼす影響
- iii) 機器配置と物量との関係

等を重点に検討を行なつたが、時代の進展に伴ない「アンマンド化」「イナートガスシステムのタンカーへの強制装備」等の要素がより現実的なものとなり、これ等の点も加味した討議が行なわれた。

その結果、機関室内の形式は、主として

- イ) 主ボイラの位置 (艙、艙、半艙)
- ロ) コントロールルームの位置 (Bデッキ、Cデッキ)

により大別され、これと居住区の形式および燃料タンク配置との組合せにより機装しやすさが大きく左右されていることが判明した。

この問題は、従来極めてあいまいな表現で、その優劣が評価されていたにすぎなかつたが、本年度の研究の結果、かなり明確な数値表示を以てその評価を示すことができたのは大きな成果と云えよう。

ただしこの評価とは別に造船所の設備能力および工程の組み方等其他の要因により機関室配置、構造が決定されている事情のあることも理解できた。ただし、これの条件は文字通り日進月歩であり、日々「アンマンド造船所」造りへの努力はその評価を次々に変えて行くものと考え、今後とも省力への努力をあらゆる面で推し進めるべきであろう。

「人力と材料との置換」は常に時代に沿つた評価で行なわれることを銘記しておきたい。

(2)項の「機関部の自動設計法の研究」は機関室の配管装置図(パイプアレンジメント)の自動作図をとりあげた画期的な研究である。機関室は船の経済効果をあげるためできるだけコンパクトにまとめることが要求され、船の巨大化および大出力化にもかかわらずその寸法は殆んど大きくなつていない。 図 2・3・1-1

この結果配管装置は非常に複雑となり、狭いスペースに補機を収納しかつ性能を十分発揮させるとともに操作、点検、保守が容易に出来る機関室の設計には、広汎な知識と永年の熟練が必要である。従つて各造船所とも建造隻数を増し利益を上げるため、設計のスピードアップをはかろうとした時、まづ大きな障害となつて来たのが、この機関室の配管装置図であつた。

一時的にこの問題を解決するため、「同型船」「標準船」の建造が採用されたが、勿論本質な解決とはなつていない。更に、船自体は船員の省力、削減のための自動化、無人化の拡大とともに、大巾な制御装置の電気が進みつゝあり、機械・電気の双方の知識が要求され、かつこれを短期間にまとめ上げる能力を配管装置図設計者に求めることは所詮無理と云わざるを得ない。従つて今後は配管装置設計法を根本的に改善することが無条件に必要となり、多種多様の情報を短時間に整理し、編集する作業と、これを総合的に図面化する作業として分け、短時間にこれをまとめあげる手段として電算機の導入を考えねばならぬ時代となつて来た。

このような見地から従来断片的に各社で研究されて来た設計の機械化計画を包括する大きなスケジュールで「配管装

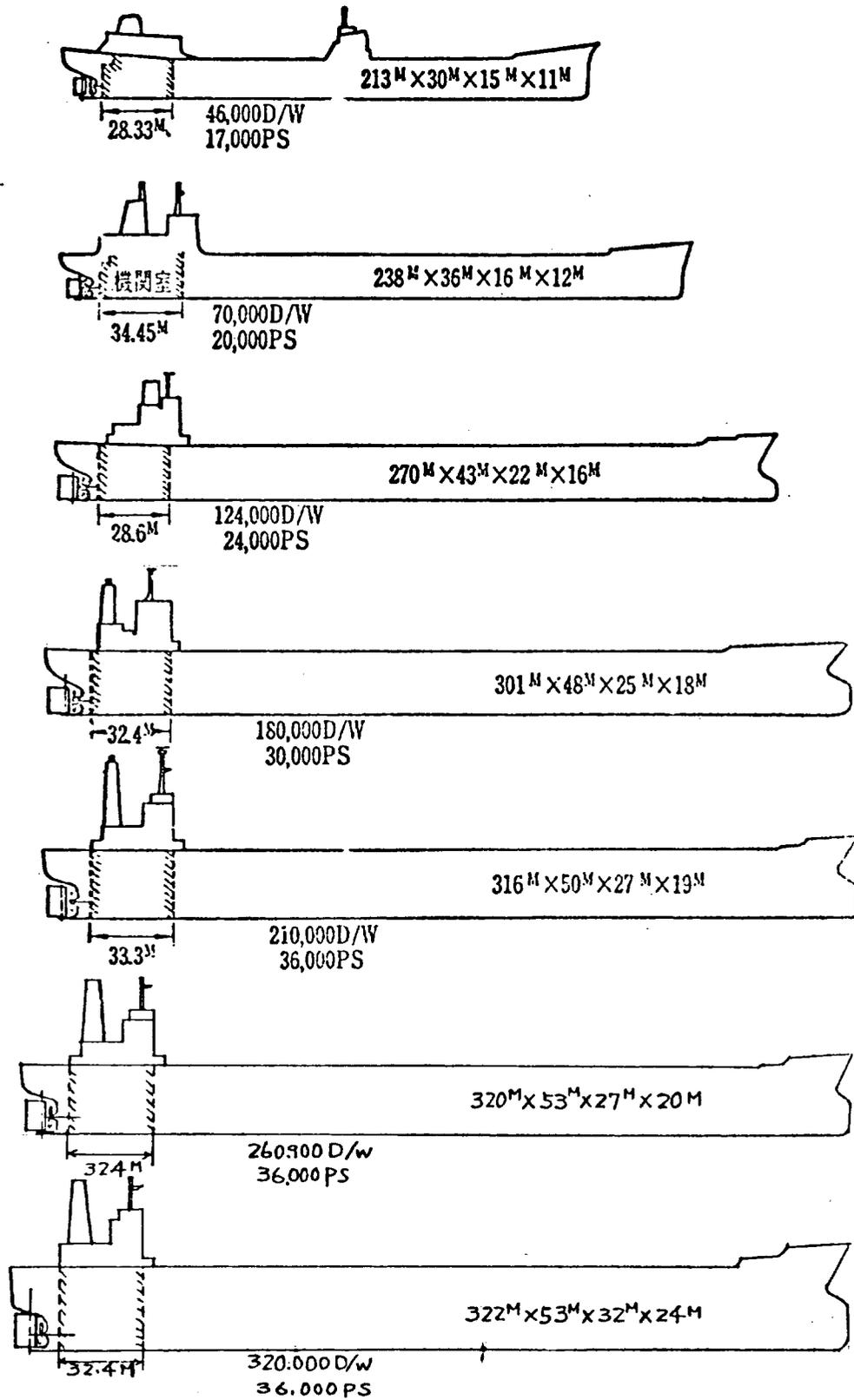


図 2.3.1-1 船の大きさと機関室の長さとの対比

置図の自動設計」にとりくむこととした。

研究の結果、配管装置図の設計手順を次のような4ステップに分け、その全体構想のとりまとめおよび前半の第1、第2ステップの詳細ロジック案画迄を終了させることができた。

- 第1ステップ……配管の導設路の自動選定。
- 第2 " ……選定された導設路の中に管を合理的に配分する。
- 第3 " ……配分された管をその導設路内で整頓し、上下左右の配列順序および位置を決める。
- 第4 " ……各々の管のフランジの位置を決める。

このプログラムを実用するには、今後とも更に詳細の補足改善を行なうことが、必要であるが、SR110部会が一応46年度で終止符を打つことに決定されているため、今後はこのプログラムの開発研究は、同じ大手8社の自主研究として継続することとなり、SRの手を離れ、

「8社機関部自動設計研究委員会」

を設定することが決定された。

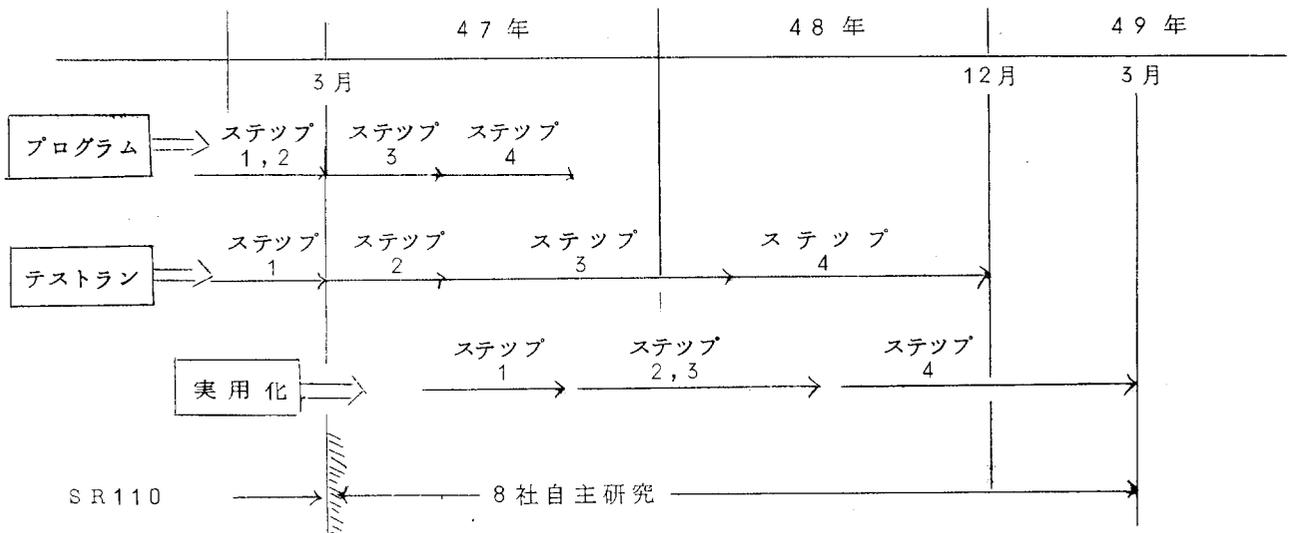
このプログラムが完成された際には、そのメリットは極めて大きく、特に熟練した設計者の絶対数の不足をカバーし、各船毎の技術レベルを一定の水準に保持できる点等が何物にも替え難い点である。

また機関機装分野で相互に競争者の立場にある大手8社が、共同の利益のために自らの費用を出し合つて研究を行なうことはこれが初めてのことであり画期的な事業である。特にこの作業に参加した若手技術者の討論は、時代の変化とは云いながら、会社と云う垣根を超えた素晴らしさがあり、今後の成果に大いに期待をしておきたい。

概略のメリットおよび予定を次に示す。

期待できるメリット

1. 機関機装設計期間の短縮 …… 約1ヶ月
2. 配管装置図作図工数 (2.5~3ヶ月)×8人 → (1.5~2ヶ月)×6人に。
10~12人減 …… 全設計時間の 7% 減
3. 設計ミスの減少……現場手直し作業の減少……3人×2ヶ月
4. 熟練した設計者の不足の解消……2人×4ヶ月
5. 標準化の推進と個人差 (好み) の削減
6. 図面内容のチェックが可能 → 設計ミスの削減
7. 一時的な設計者の集中化の解消 → 人員の削減
8. 社外専門メーカーへの委託計算可能 → 外力の活用



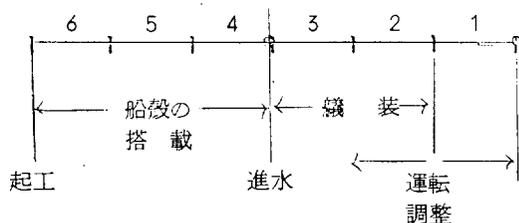
2.3.1 艤装しやすい機関室構造の研究

(1) 要 約

45年度に引続き46年度は二重底より上部の区画について研究を行なつた。機関室の艤装しやすさは現場工事の面から

1. 船殻の搭載および艤装期間の短いこと。
2. 人員計画上の山谷の小さいこと。
3. 入手の らないこと。

等で表現することができる。船全体の建造日程は、「起工—進水」および「進水—運転」の2つの期間に大別される。大きな目で見ると、起工から進水の期間は船殻の搭載期間であり、進水後は補足艤装工事、引渡し前の運転・調整期



間が主要な日程を占めている。

「艤装工事のしやすさ」と「作業能率」は船殻搭載前の地上屋内工事が良いのは当然であり、理想的には一切の艤装品を地上で船殻ブロックにとりつけておき、船殻ブロックの搭載終了時点で艤装工事を終了とすることが望ましい。すなわち

進水時点 = 船殻ブロック搭載完了
 = 艤装品積み込みおよび取付工事完了 = 最も能率の良い工事

進水後 — 引渡し = 運転・調整期間
 = これと併行してできる仕上補足艤装工事期間

とすることができれば、船全体の建造工期は最短となり、かつ配員上の山谷も小さくすることも可能となろう。

換言すれば、艤装をしやすくすることは、起工 — 進水の間に

- 1) 艤装品を船殻と同等の扱いで搭載する。
- 2) 艤装品はすべて地上で船殻に組込んで了う。

ことであり、艤装品の大型ユニット化、モジュール化による「殻艤の分離」と、艤装品の先行艤装と云う「殻艤の一体化」の双方を併行して行なうことに他ならない。

また、進水後の運転・調整期間を短縮する方法としては

- 1) シリーズにしか出来ない運転系統をできるだけ減らし、同時併行作業を可能ならしめること。
- 2) 船内電源の早期確立による諸調整の実施。
- 3) 缶点火体制の早期確立

が必要であるが、主発電機タービンの排気を主コンデンサにリードする方式と、補助コンデンサまたは専用コンデンサにリードする方式とでは、後者が主機工事と発電機工事を併行して行なえるだけの違いで艤装期間を10~15日、4,000~5,000時間の節減が可能となる事実がその好例であろう。

また、艤装作業の少なくすむ原動機を採用する動きも活潑で、ガスタービンがしばしば事例として登場する。運航採算がとれる場合は、配管工事の少なくすむ「艤装しやすいパワープラント」として大型船への採用が検討され、一部で実用化されていることは注目すべきである。管艤装工事量のみを蒸気タービンプラントと比較した場合、ガスタービン船は約20%の工事量ですますことができることは造船所にとって大きな魅力であり、原動機の選び方により「艤装しやすさ」に大きな変化を与えることが予想される。

また、「現場工事の併行化」の見地から省力の手段に「居住区の地上完成一括搭載」があげられる。勿論このために

は500～600 ton クレーンの設備が必要であり、居住区の下部の一・二層は人の住まぬ倉庫、機関区にし、居住工事を含まぬような基本設計時点からの配慮も必要である。

更に「機関部の補機は、必ず上甲板より下方にある」との常識を打破し、逆に吃水線より下に置かねばならぬ補機以外はすべて上甲板の近くに配置することを基本に考えること、従来よりは大巾に変つた機関室の配置も可能となる。この場合は現場の作業量分布が比較的上甲板近傍に集中することから、作業性の向上が期待出来る。また航海中保守点検のために常時人が入らない無人機関室を前提とした設計であるなら、艤装に最適条件を与える機関室の大きさを定め、その中に補機器を収納するとの考えに立つた新しい構想も今後の進むべき方向として検討すべきである。

然し何と云つても今日までに数多く建造された船の機関室を「艤装しやすさ」の面からあらためて見直すと、最も欠けていたのは船尾部機関室の「船設構造の標準化、固定化」であり、その中に配置されている「補機器および配管のモジュール化」であつたことは率直に認めざるを得ない。3ヶ年間にわたる研究の成果は一見複雑で難解その極にありとして、専門家以外は近寄り難いとされていた機関室内の機器配置と船設構造との相関々係を、単純明快な理論の上に組立てられるものであることを明らかにすることができた点にある。

総括的に、機関室の分類は一言にして云えば、

1. ボイラの位置

{	a. 艙ボイラと取巻き型居住区
}	b. 艙ボイラと独立型居住区

 により決定され、
2. 機関室内コントロールルームをどのデッキに設けるか。

により、大別され、それ以外は二次的な小変化であると云える。

これを前述のような観点から解析を加えた結果、3つのパターンに集約することができ、代表的な例を造研形配置としてそれぞれとりまとめた。この造研形機関室配置の一部はモデルを製作し、関係者に判りやすく理解できるようにした。

3ヶ年の研究期間中、大型タービンタンカーの主力は、研究対象としてとりあげた20万トン型からすでに30万トン、乃至40万トン型に移行し、時代の流れの早さを今更のように感じさせられたが、この研究により得られた基本的な考え方、問題点はそのまま大型化の進む今後においても十分活用できるものであり、極めて大きな成果が得られた点を強調しておきたい。

(2) 研究の詳細

(a) 機関部補機器要目

表 2. 3. 1-1 で、20万 DWT クラスの代表的な補機要目を示す。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基が殆んどであり、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 TON
弁	95～120 "
鈑金製品	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) ボイラの配置とその影響

(i) 船殻構造

ボイラの配置は機関室内の船側または尾側が原則であり、その中間のセミ船配置のものは少ない。これはボイラの重量を支える船殻構造が意外に大きなものとなるためである。主機出力30,000～36,000 PSに見合う主ボイラの蒸発量は50～80 ton/hrでその重量は160～180 ton/1基、寸法は奥行×巾×高さで約5m×8.5m×8mにも達する。従つてボイラを上甲板以下に収めようとすればBデッキに設置することが前提となり、左右舷を結ぶ大型のガーダーと、二重底から立てられたピラーによりその重量を支える。これ等のガーダーおよびピラー類は共に二重底上の補機および配管の配置の大きな障害物となつていることは、45年度の研究で述べた通りである。

上部居住区は、船ボイラ配置の場合はボイラ頂部のスペースを確保するため取巻型となり、尾ボイラ配置の場合は居住区は高層ビルのような独立型となる(図2.3.2-2)。機装期間短縮の見地からは居住区の一括搭載の可能な尾ボイラ配置の方に利点が多いが、現在建造されている船は船・尾ボイラ配置の数はほぼ同数であるのは、主として主ボイラの耐震強度に対する設計思想の差と考えてよい。

図2.3.1-3にボイラ配置の差による船殻構造機器配置の差および表2.3.1-2に床面積物量等の比較を示す。

(ii) ボイラ配置

(イ) 船ボイラ配置

ボイラの両舷側には通常燃料タンクが配置され、船側も燃料サービスタンクが設けられている。上部は上甲板で蔽われ、丁度四角い箱型のスペースが形成された中にボイラを据付ける形となつている。上甲板の上には居住区があるためこの重量を支えるガーダーが上甲板裏に必要となり、背の高くなつて来たボイラの煙路、風路およびエコマイザー引抜きスペースとの干渉を招いている。

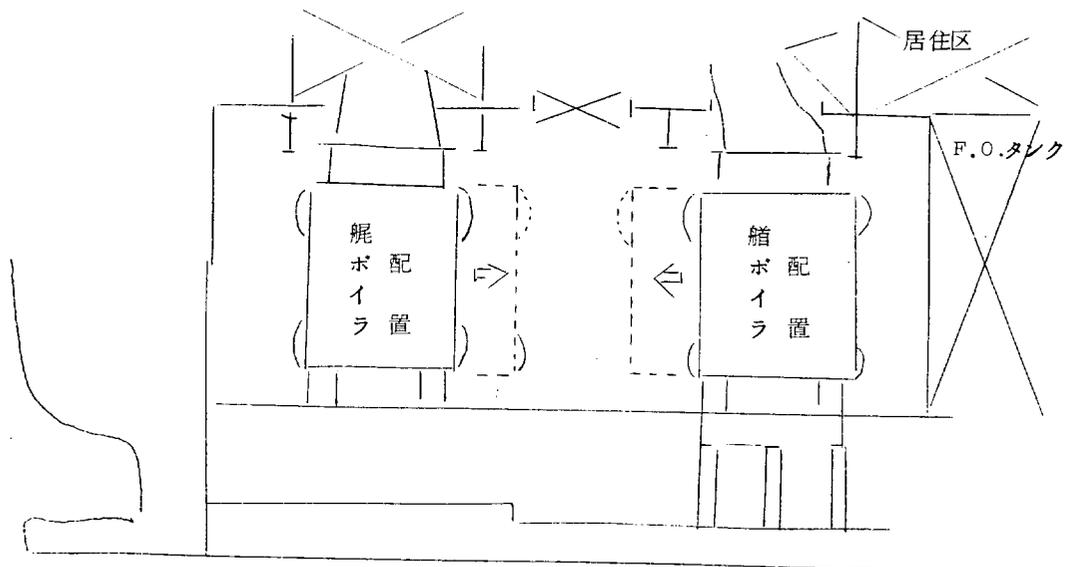


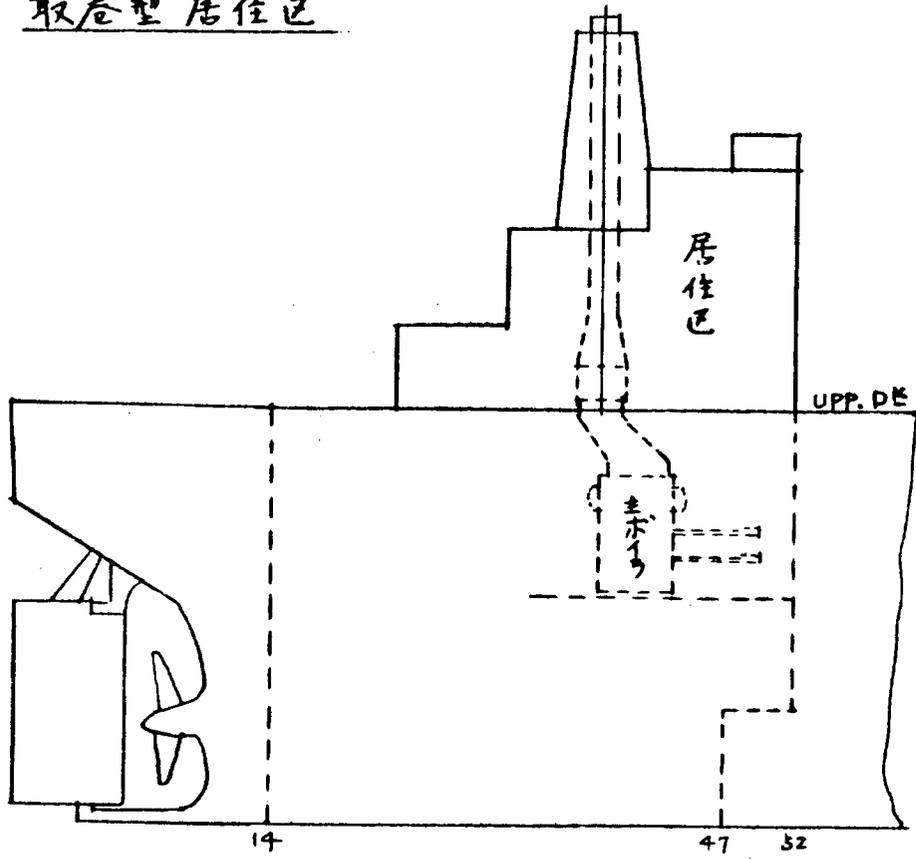
表 2.3.1 - 1 機関部補機器 № と要目表

MACHI. №.	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 ²
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 /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 RESERVOR	1	15 × 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

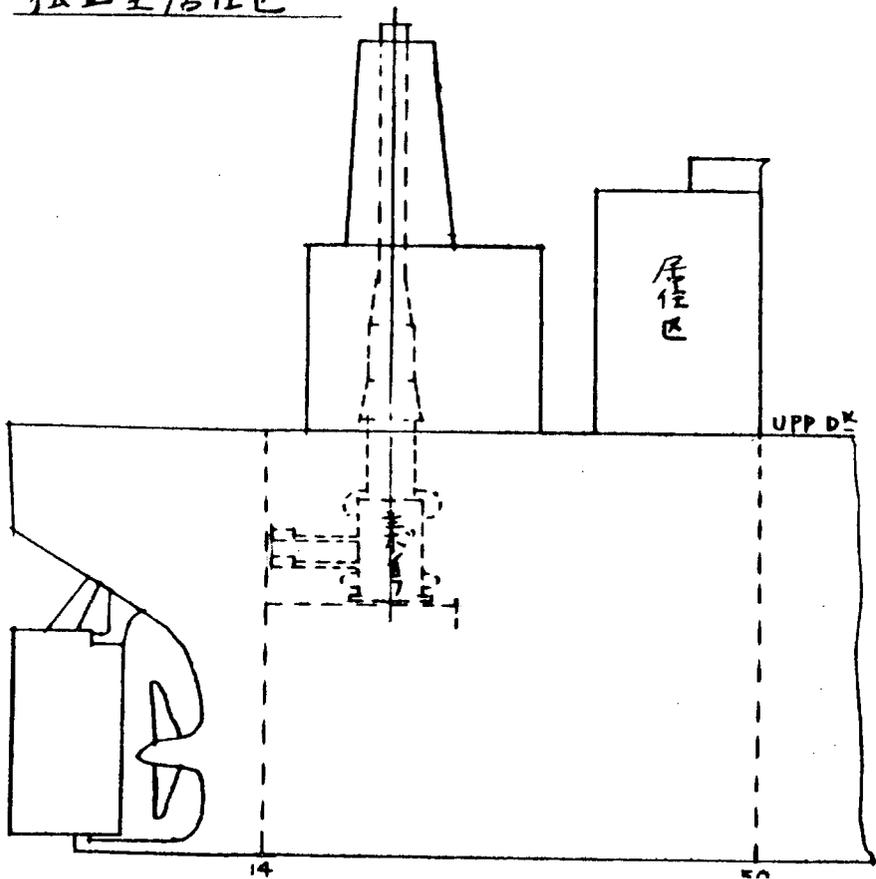
機 関 部 補 機 器 名 と 要 目 表 (つ づ き)

MACHI. No.	DESCRIPTION		
38	C.O. PUMP TURBINE	3	4500 m ³ /h × 150 K.D.P.
39	CLEAN BALLAST PUMP TURBINE	1	3000 × 35 m.T.H
40	ATMOSPHERIC CONDENSER	1	410 m ²
41	1 ST STAGE FEED HEATER	1	110 m ²
42	DEAERATING FEED HEATER	1	貯水量 22.5 m ³
43	3 RD STAGE FEED HEATER	1	135
44	4 TH STAGE FEED HEATER	1	80
45	DE-OILER & DRAIN COOLER	1	10
46	GEN. ENG. COOL. F.W. COOLER	1	1.2
47	BOILER F.O. HEATER	2	
48	L.O. COOLER	1	230 m ²
49	PURIFIER L.O. HEATER	1	
50	STERN TUBE L.O. COOLER	1	2 m ²
51	DE-OILER	1	4.5 m ³ /h
52	BILGE SEPARATOR	1	10 m ³ /h
53	L.O. SETT. TK	1	13 m ³
54	L.O. STOR. TK	1	13 m ³
55	STERN TUBE L.O. DRAIN TK	1	15 m ³
56	GEN. ENG. L.O. SETT. TK	1	2
57	GEN. ENG. PURIF. L.O. TK	1	2 m ³
58	GEN. ENG. L.O. STOR. TK	1	2 m ³
59	ATMOS DRAIN TK	1	6 m ³
60	OBSERVATION TK		
61	SEWAGE TK	2	5 m ³
62	DIST. PLANT CIRC. PUMP	2	
63	HOT W. CIRC. PUMP	1	2 m ³ /h × 15m T.H.
64	F.W. HYDROPHORE TK		
65	POT. W. PRESS. TK		
66	F.O. SETT. TK	2	1160 m ³
67	D.O. TK	1	150 m ³
68	DIST. W. TK	2	100
69	GAS AIR HTR	2	

取卷型居住区



独立型居住区



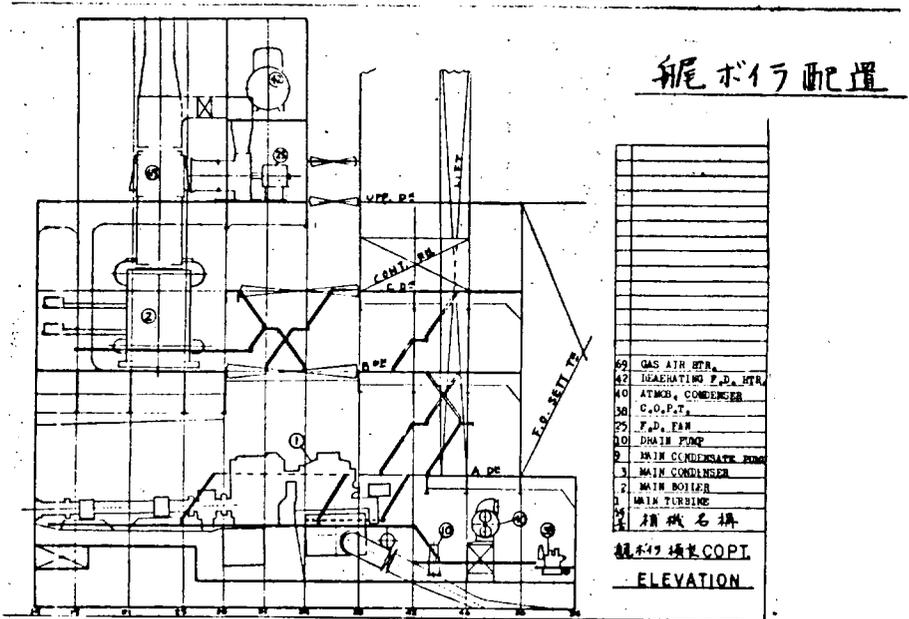
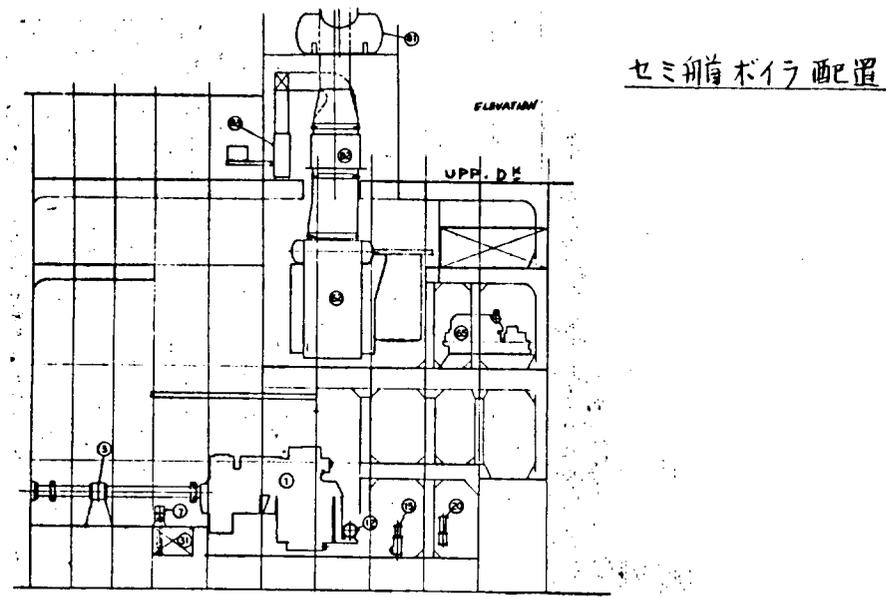
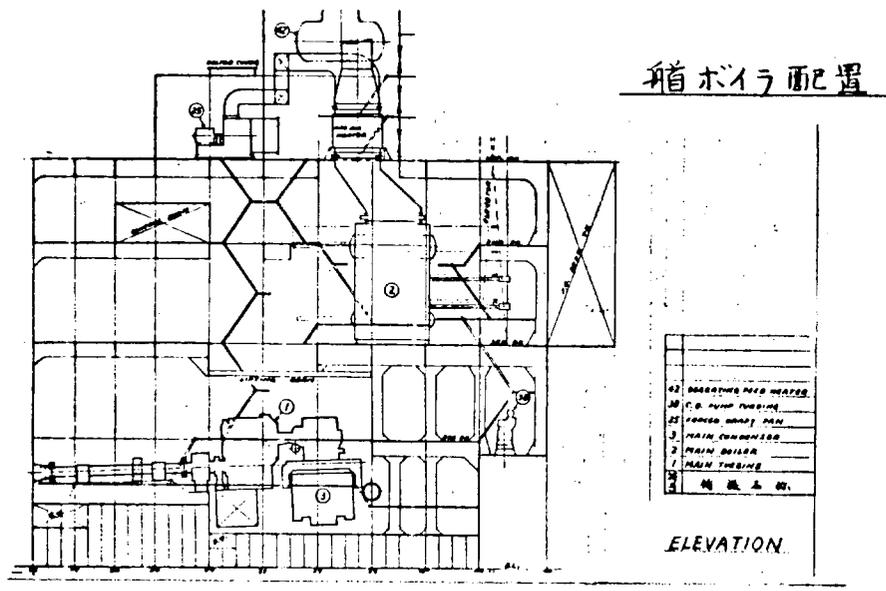


図 2. 3. 1-3 ボイラ配置と船数構造の比較

表 2. 3. 1-2 物量比較資料による積装しやすさの諸要素

パターンの 造船所名 配管系統	A		A'		C		D		D'		DZ		E		E'		E2		E3		F		F'	
	K	口内船	K	外国船	K	口内船	I	口内船	I	外国船	I	口内船	H	口内船	H	外国船	H	口内船	H	口内船	M	M	M	M
DECK 配置																								
C.O.P.T 型式																								
主位置																								
二重床全長																								
機関室全長																								
主機(主)位置(桁間)	19.300	19.300	20.650	21.300	18.200	18.200	21.300	21.300	18.200	18.200	21.300	21.300	18.200	18.200	21.300	21.300	18.200	18.200	21.300	21.300	18.200	18.200	21.300	21.300
主(5H出口)位置(桁間)	29.300	26.600	6.100	12.000	26.600	26.600	12.000	12.000	26.600	26.600	12.000	12.000	26.600	26.600	12.000	12.000	26.600	26.600	12.000	12.000	26.600	26.600	12.000	12.000
D.B. 高さ(B.L.H)	全																							
A ^{DE} 高さ(B.L.H)	全																							
B ^{DE} 高さ(B.L.H)	12.700	14.500	14.100	14.150	14.500	14.500	14.150	14.150	14.500	14.500	14.150	14.150	14.500	14.500	14.150	14.150	14.500	14.500	14.150	14.150	14.500	14.500	14.150	14.150
C ^{DE} 高さ(B.L.H)	18.000	19.900	20.000	20.100	19.900	19.900	20.100	20.100	19.900	19.900	20.100	20.100	19.900	19.900	20.100	20.100	19.900	19.900	20.100	20.100	19.900	19.900	20.100	20.100
D ^{DE} 高さ(B.L.H)	22.000	—																						
サド・スラス・エ・マ・フ (7.5-6.5)	4455555	4455555	3333434341	3333434341	4455555	4455555	3333434341	3333434341	4455555	4455555	3333434341	3333434341	4455555	4455555	3333434341	3333434341	4455555	4455555	3333434341	3333434341	4455555	4455555	3333434341	3333434341
サド・マ・フ・マ・フ (8.5-5)	9900	9900	9900	11.300	9900	9900	11.300	11.300	9900	9900	11.300	11.300	9900	9900	11.300	11.300	9900	9900	11.300	11.300	9900	9900	11.300	11.300
有効床面積(m ²)	1.621	1.437	1.596	2.240	1.437	1.437	2.240	2.240	1.437	1.437	2.240	2.240	1.437	1.437	2.240	2.240	1.437	1.437	2.240	2.240	1.437	1.437	2.240	2.240
Deck W.I. 位置	D ^{DE} 上船																							
Control R.D. 位置	C ^{DE} 上船 B ^{DE} 上船																							
(5) 積料 積(桁)	4.233	4.193	4.666	4.727	4.193	4.193	4.666	4.727	4.193	4.193	4.666	4.727	4.193	4.193	4.666	4.727	4.193	4.193	4.666	4.727	4.193	4.193	4.666	4.727
(V) 工費 積(桁)	9.334	9.161	10.697	10.400	9.161	9.161	10.697	10.400	9.161	9.161	10.697	10.400	9.161	9.161	10.697	10.400	9.161	9.161	10.697	10.400	9.161	9.161	10.697	10.400
X + Y	13.567	13.354	15.363	15.127	13.354	13.354	15.363	15.127	13.354	13.354	15.363	15.127	13.354	13.354	15.363	15.127	13.354	13.354	15.363	15.127	13.354	13.354	15.363	15.127
パイナ 長 (m)	3.222.9	3.022.4	3.702.9	3.612.1	3.022.4	3.022.4	3.702.9	3.612.1	3.022.4	3.022.4	3.702.9	3.612.1	3.022.4	3.022.4	3.702.9	3.612.1	3.022.4	3.022.4	3.702.9	3.612.1	3.022.4	3.022.4	3.702.9	3.612.1
(2) パイナ 重量 (kg)	66.043.0	63.692.6	73.325.5	72.982.9	63.692.6	63.692.6	73.325.5	72.982.9	63.692.6	63.692.6	73.325.5	72.982.9	63.692.6	63.692.6	73.325.5	72.982.9	63.692.6	63.692.6	73.325.5	72.982.9	63.692.6	63.692.6	73.325.5	72.982.9
X + Y (kg)	20.5	21.0	21.0	20.7	21.0	21.0	20.7	20.7	21.0	21.0	20.7	20.7	21.0	21.0	20.7	20.7	21.0	21.0	20.7	20.7	21.0	21.0	20.7	20.7

このためボイラの位置は居住区との上下の重なりを避けてやや艀側に移動させ、ボイラ艀側のスペースに補機器や蒸気管系統を集中的に配置する考え方が採用される。特に46年度の研究では、大型の補機モジュールの活用を前提とした配置が案画された。ボイラを機関室内の最も振動の少ない位置に設けることを前提として考えられた艀ボイラ配置が、上部居住区との干渉も併せ、セミ艀ボイラ配置に近づくこととなった理由はこの点にある。特に堅形COPTと艀ボイラ配置の組合せにはこの傾向が見られる。他の大きな利点は蒸気関係の配管が短かくてすみ管機装量の少ない点であるが、機関制御室がボイラと向い合う艀側に移るため、比較的材料費の高い電線管が増加するため、そのメリットを著しく減殺している。

なお機関室長さの短縮に重点を置く場合は主機減速歯車と重ならぬ位置までボイラを艀側にシフトすることに依り、最も短かくすることはできるが、この位置ではセミ艀ボイラ配置とほぼ合位置になる。

(ロ) 艀ボイラ配置

この配置での前提は、ボイラの要求する耐震強度が確保されることである。船の中で最も振巾の大きいのは船尾部であり、ここにボイラを配置する以上ボイラ本体、付着機器、計装々置等に徹底した耐震設計の考慮が必要である。

艀ボイラ配置の最大の利点は居住区とボイラとの距離が離れているため、船殻建造工程の自由度の高いことであり、居住区の一括搭載のための1つの必要条件である。また機関室の上部構造物としては上部ケーシングおよび煙突のみであり、ボイラ、強圧送風機、減圧弁類を一括ボイラ周辺に配置できるため居住区への防音、防熱の配慮が簡単であることも大きな利点である。ただしボイラが更に大型化すると、ボイラの中が広くなつて艀部に収まらなくなり取付けるデッキの高さを高くするか艀側にボイラを移動させるかが必要となる。ボイラと相対する艀側の広いスペースには機関制御室を初めとし補機器モジュールを集中的に配置できることは、機装しやすさの点で大きな魅力である。

(ハ) セミ艀ボイラ配置

艀ボイラ、艀ボイラの双方の歩み寄りの合流点と云える位置にボイラを設置することは、意外に困難であり殆んど採用されていない。重量物のボイラを支えるためのクロスガーダーは、艀側の燃料タンクの位置から艀側に外れた位置では左右舷迄のスパンが長いため巨大なものとなり、また二重底からのピラーも主機と重なり斜構造とならざるを得ない。更に主機タービンローターの開放スペースの確保主蒸気管のリード法も容易でなくなり、ボイラデッキの高さを高くせざるを得ない。このような条件から主機と主ボイラとの上下の重なりは不具合の方が多く、ほぼ艀ボイラ配置に近い位置に収まる傾向が強い。

以上3種類のボイラの位置の特徴の対比を表2.3.1-3に示す。

(シ) 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付ける傾向が強くなつたが、

- 1) ボイラ付着の機側水面計の見える位置
- 2) 居住区に近く、主要補機（発電機、造水装置、給水ポンプ等）と全一フロアにあること。
- 3) 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っていること。
- 4) 昼間の作業場である工作機械室を隣接させること。

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量であり、コントロールルームが艀側にある

表 2.3.1-3 各ボイラ配置の特徴

	項 目	縮ボイラ	セミ縮ボイラ	艦ボイラ
1	機装日程に対する自由度	△	×	○
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のつながり 無人化機関室への配慮	×	○	○
8	居住区のブロック搭載日程に対する 自由度	×	×	○ ☆
9	防音のしやすさ	×	×	○
10	機関室の長さ	○	○	× 最も長い
11	物 蒸気管の長さ 量 電線の "	最 短 (93) 最 長 (121)	中 間 "	最 長 (100) 最 短 (100)
註	<p>☆ 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。</p> <p>* 2. 設計の出図も容易。居住区の設計が機関室例が決まらぬと進めにくいことが多い。</p>			

時と艙側にある時の差および上甲板のすぐ下のCDkとBDkに設置されている時の差を次に示す。

コントロールルームの位置		電線長の比
艙側	C Dk	1 0 0
	B Dk	9 4
艙側	C Dk	1 1 5
	B Dk	1 1 0

機関室無人化の資格を有しTop firingのボイラを持つた船ではCDにコントロールを設けるのが標準となりつゝある。

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。

(d) 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つつあり、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。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、これ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さ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

- 1) ターボ発電機、ディーゼル発電機
- 2) 給水ポンプ …… 図 2.3.1-4
- 3) 造水装置
- 4) 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。

- 1) 空気圧縮機
- 2) 燃料ポンプ、ヒーター、ストレーナー、燃油清浄機…… 図 2.3.1-6
- 3) デイオイラー、ドレンクラー
- 4) ボイラ給水ヒーター …… 図 2.3.1-5

補機モジュールは45年度の研究でも極力立体化、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、燃料供給装置一切を一つのコンパートメントにまとめた補機器モジュールを図 2.3.1-6~8に示す。この補機モジュールはすでに実船に搭載され実用化されている。この補機モジュールに含まれている補機器および弁・管等の品目・数量・重量は表 2.3.1-4に示す通りである。

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、これ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。

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、機関室内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、使いやすさや積装物量の大小を考えながら決定して行く1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つては大型の補機器モジュールの採用

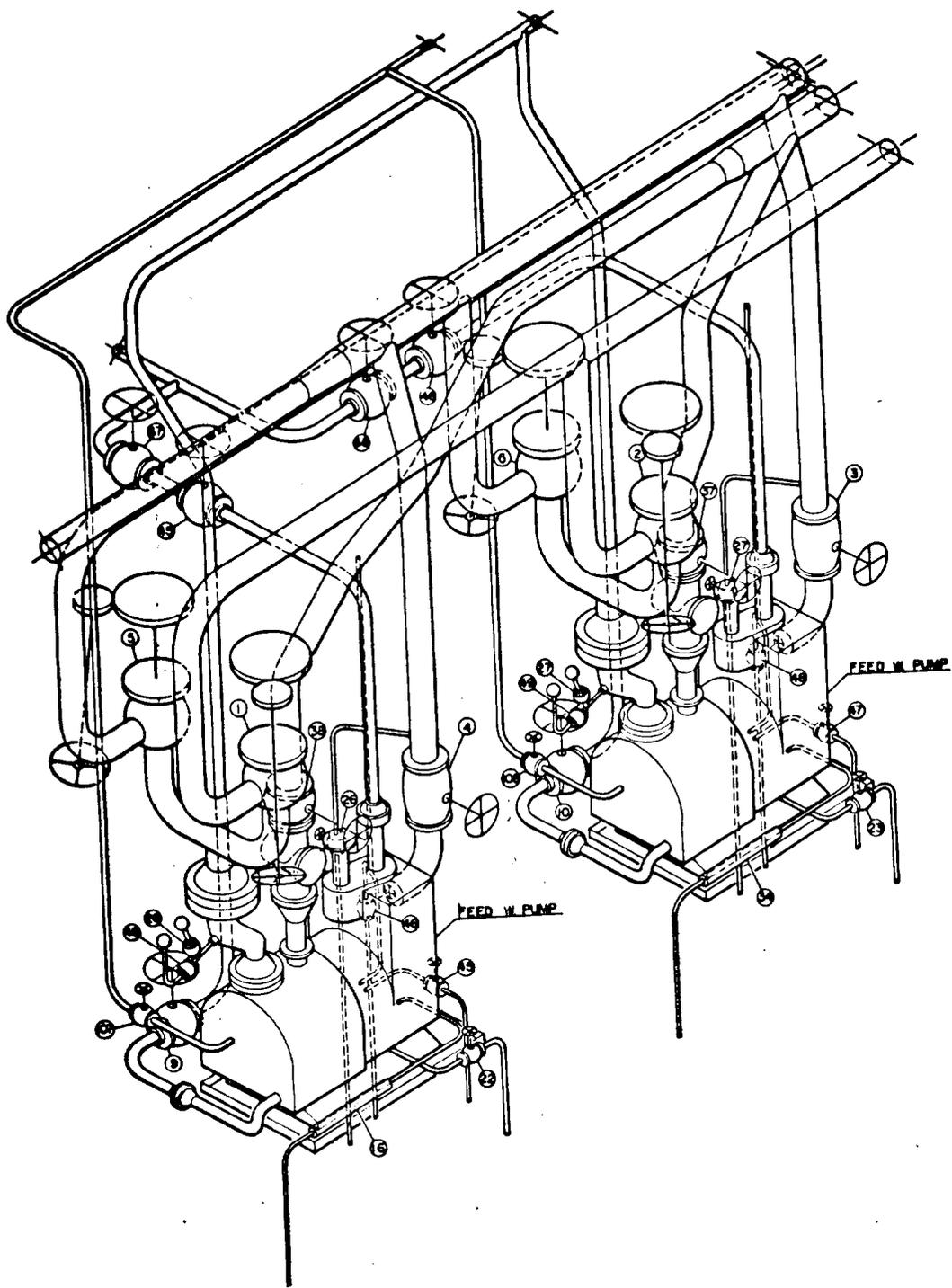


図 2. 3. 1-4 ボイラ給水ポンプモジュール

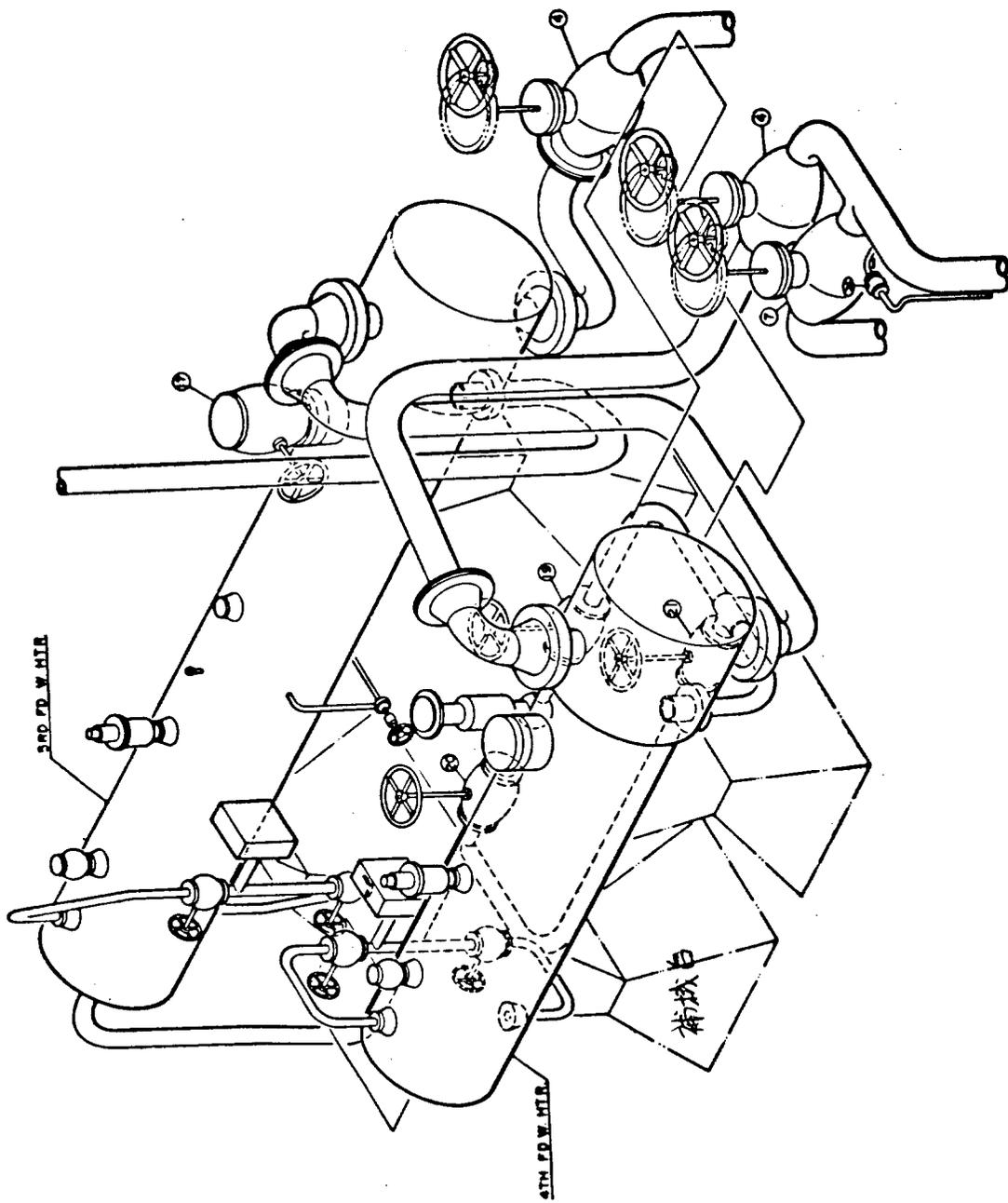


図 2. 3. 1 - 5 高圧給水ヒーターモジュール

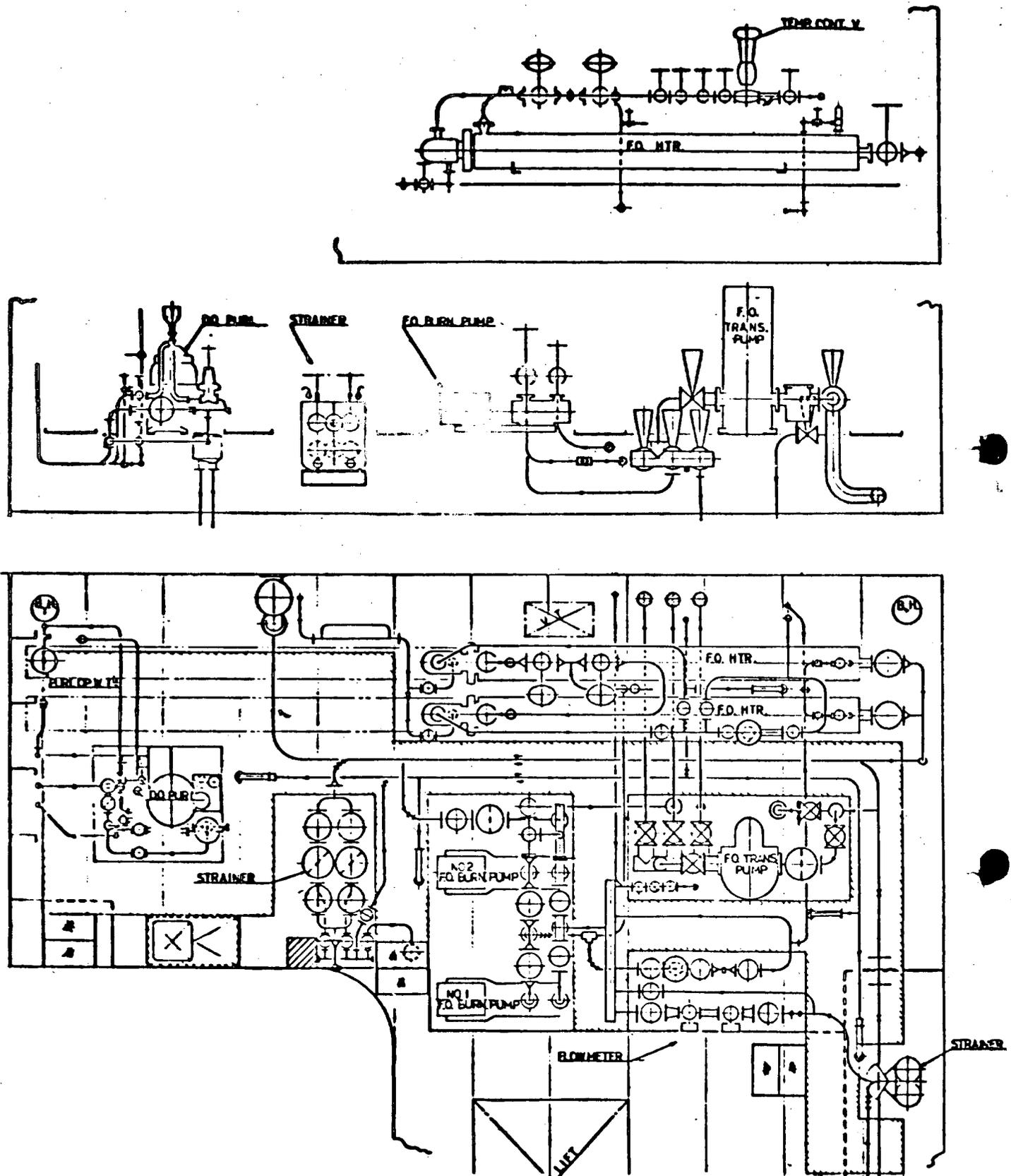


図 2.3.1 - 6 燃料系統補機器モジュール

が困難となることもあるが、「繊装しやすさ」の見地からでき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よう、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。

表 2.3.1-4 燃料系統補機モジュール重量表

No.	名 称	個 数	重 量 TON	備 考
1	F.O. TRANS. PUMP	1	0.8	
2	F.O. BURN. PUMP	2	0.6	
3	F.O. HEATER	2	1.8	
4	SUC. STRAINER	1	0.3	
5	DEL. STRAINER	1	0.6	
6	D.O. PURIFIER	1	0.4	
7	VALVE	56	3.4	
8	PIPE	—	2.0	
9	床 板	—	0.2	
10	補機治具	—	1.6	
11	各サポート	—	0.5	
12	D.O. プレート	—	15.7	
13	各ガード	—	3.5	
	計		21.4	

造研型機関室配置は、艙、セミ艙、艀ボイラ配置についてそれぞれ理想案をまとめた。図2.3.1-12(F-1～A-6)*に之を示す。また機関室内の繊装工数分布の1例を図2.3.1-9に示す。本図では二重底に最も入手が多くかゝり上方に行くに従って減少している傾向が見られるが、モジュール化およびモジュールの集中化が進むにつれてこの分布がどのように変化するかを今後フォローアップし研究することが大切であろう。表2.3.1-5にモジュールの重量表を示す。

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、「日本造船工業会船舶用機器対策分科会」が、造船所の立場をとり、「日本船舶工業会ユニット標準化専門委員会」がメーカーの立場でこれ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。この成果があまり造船所にお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だけの省力に止まらず、補機器メーカーにとつて補機器単体を売のみでなく、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2.3.1-1の要目表の機器と対応させてあるので参照願いたい。

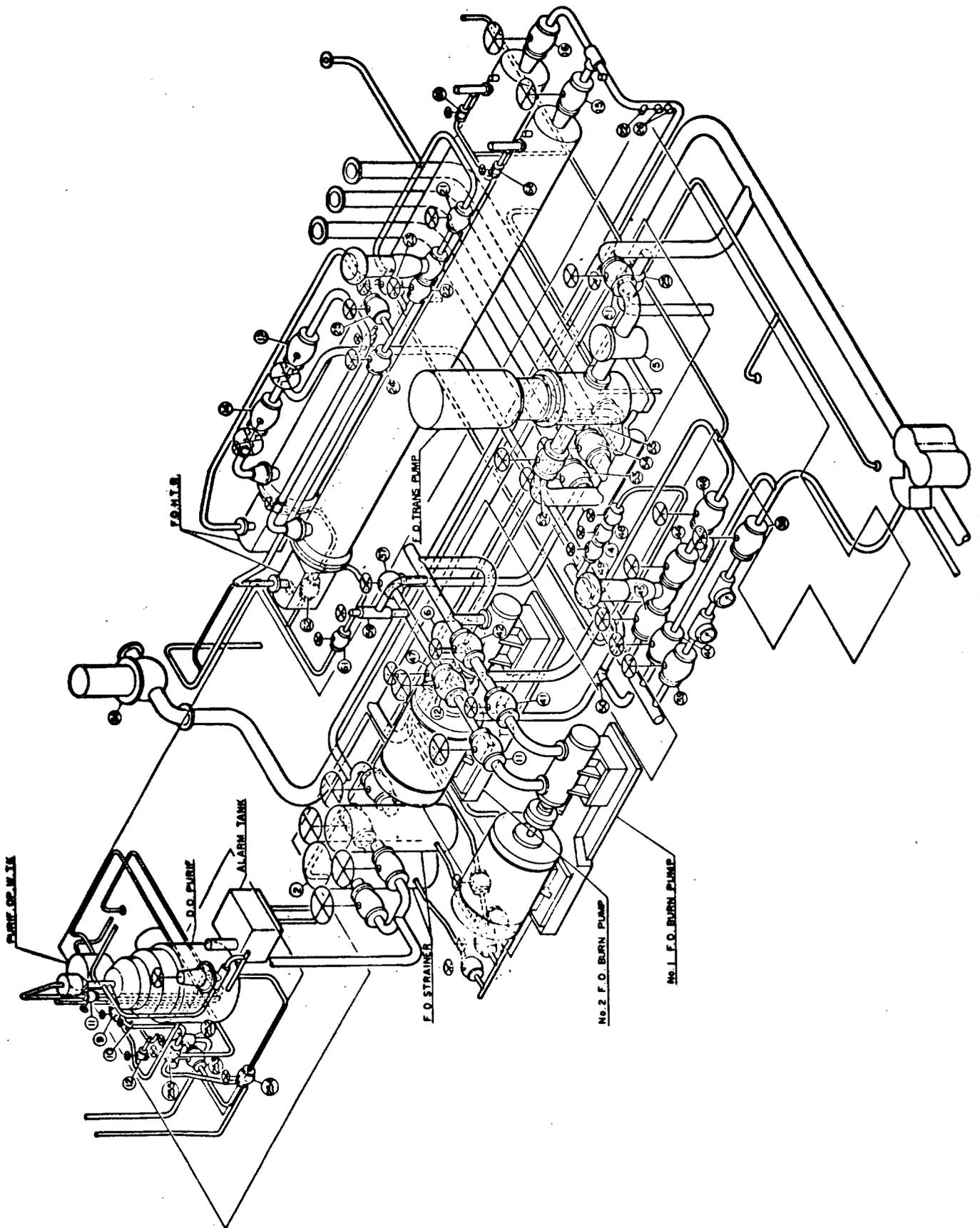
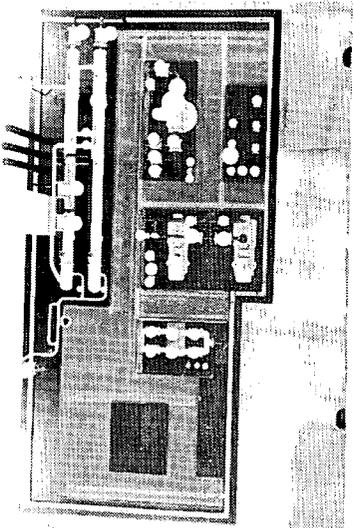
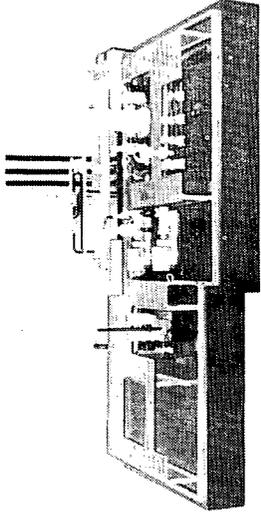


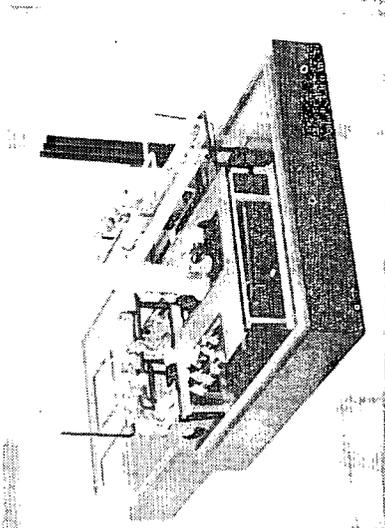
図 2. 3. 1 - 7 燃料系統補機モジュ一



燃料系統補キモジュール模型 上面

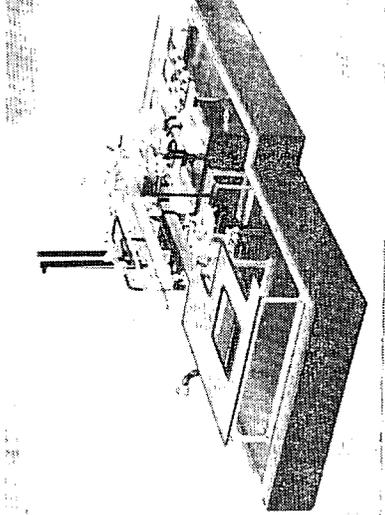


燃料系統補キモジュール模型 正面



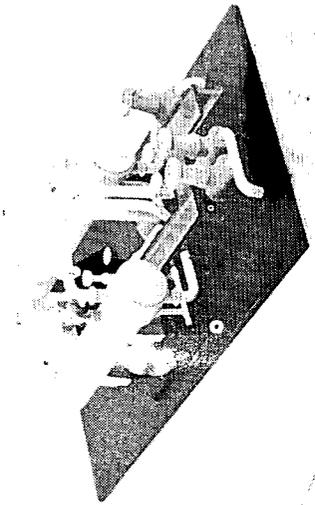
燃料系統補キモジュール 斜め前より

図 2.3.1.8(a)

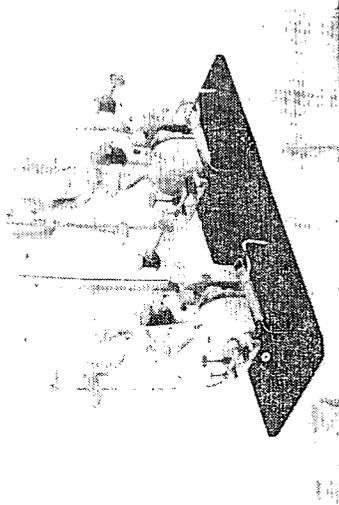


燃料系統補キモジュール模型 斜め後より

図 2.3.1.8(b)



高圧給水ヒータ廻り 模型



給水ポンプ廻り 模型

図 2.3.1.8(c)

図 2.3.1 簡装しやすい機関完構造の研究(その2)

機裝課管儀及鉄儀區画別取付工数

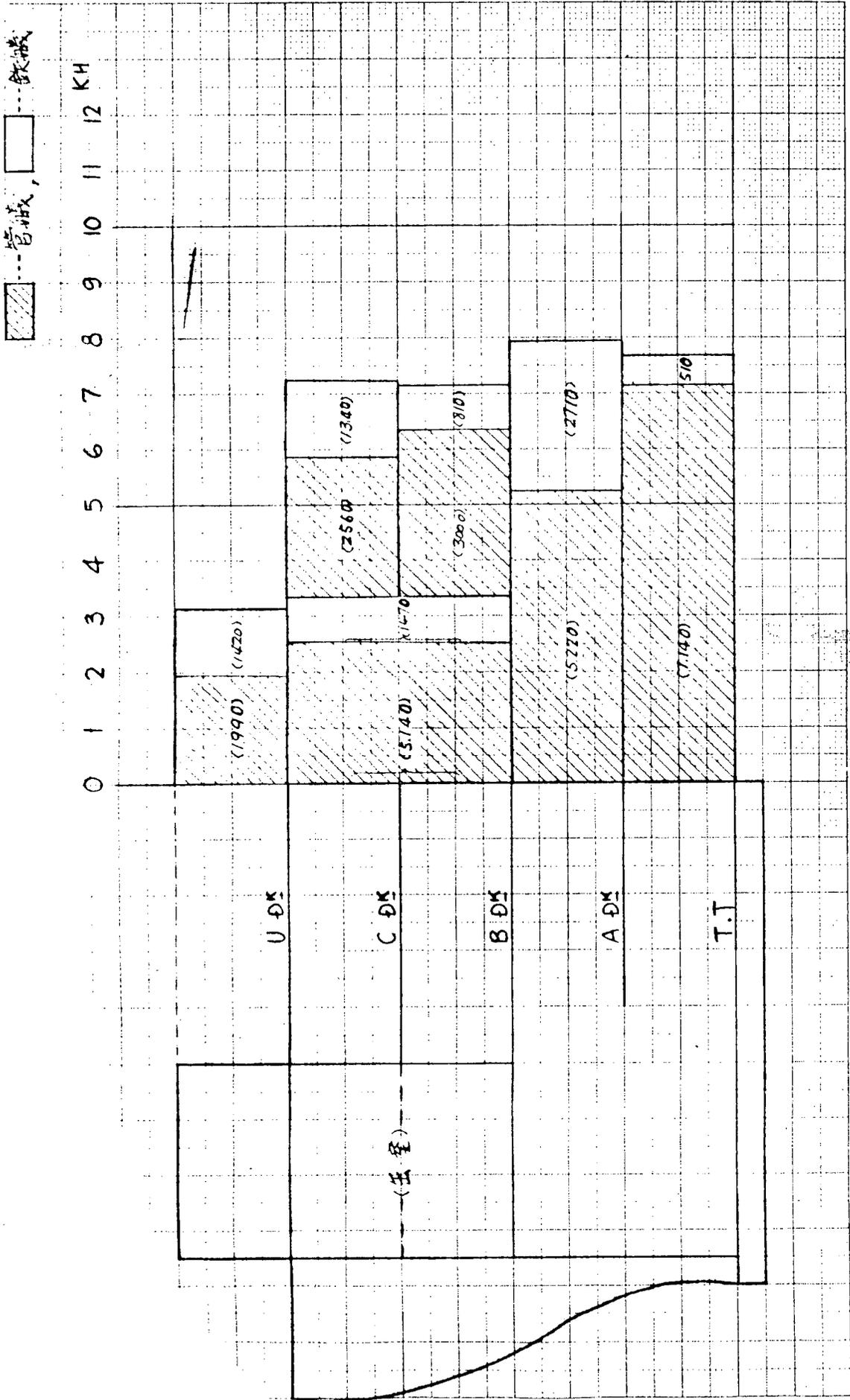


図 2.3.1-9 機裝工数 D E C K 別分布表

表 2.3.1-5 モジュール(ユニット)表

ユニット No.	ユニット モジュール 名 称	ユニット モジュール 大 小 LmxBm×Hm	補 機 の 数	補 機 台 の 数	ユニット モジュール 組立重量 (計画) TON					備 考	
					補 機	補機台	管	付着品	機 雑		合 計
	(仮) 二重底大モジュール	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1	C.O.P.T(堅型のみ)	22×4×1	5	5	28	1.5	2.5	2.5	3	37.5	
2	デ イ オ イ ラ ー	2×5×3	2	3	2	0.5	0.5	0.5	0.5	4	
3	F.O ポンプヒーター	3×4×3	5	1	3.5	1	1	2	1	8.5	
4	HPLP ダンプ弁	4×2×2	0	0	0	0	0.5	2.5	0	3	
5	ブ リ ー ダ 弁	3×2×2	0	0	0	0	0.5	1.5	0	2	
6	発 電 機	12×9×5	4	1	61	20	5	3	10	99	
7	造 水 装 置	3×6×3	2	1	8	1	1	0.5	0.5	11	
8	コンプレッサー 含 レザーバー	5×4×3	5	1	4	1.5	1	1	3.5	11	
9	給水ポンプ及ヒーター	3×10×7	5	1	25	1	10	15	33	84	
10	主 蒸 気	17×5×2	0	0	0	0	10	9	0	19	
11	蒸気減圧弁群	2×5×2	0	0	0	0	1	3.5	1	5.5	
	1.0タンク F.Wタンク の組合せ 2~3種	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	清 水 ポ ン プ	1×3×1	6	1	3	0.5	0.5	0.5	0.5	5	
13	復水メークアップ	4×1×1	0	0	0	0	0.5	1	0	1.5	
14	F.O 調 整 弁	5×3×1	0	0	0	0	0.5	1.5	2	4	
	(仮) UPP. 上大モジュール	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	合 計		34	14	134.5	27	34.5	44	55	295	

- 注記 1. まとまつた補機群、弁群を夫々モジュールユニットとして列記した。
2. PIPE重量約35T 総重量(機関部)170~190TON とすると18.5~20.5%
二重底PIPE 25T UPP. DK 上PIPEを10Tと想定すると計35TONで18.5~20.5%

(e) 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、機側の温度圧力計算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」の思想であつた。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つた「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、更に之を拡大し機関室内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、欠点を次表に示す。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つていることに注目すべきであろう。

図 2.3.1-10, 11 にその1例を示す。

表 2.3.1-6 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) 艤装作業の安全性の向上 b) 足場組み作業の減少 c) 能率の向上
2. 補機台の高さが高くなり、震動対策が必要	2. フランジの締付手直し作業等が容易
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。	3. 設計は容易 a) スピードアップ(考えやすい) b) 表示法が簡単
4. デッキ上の塗装、スカツパー数が増える。	4. 殻鏡の分離が可能
5. デッキ高さが低いと通路が低くなる。	5. 地上作業化が容易
6. 歩行は難かしくなる。船の機関部員から嫌われ勝ち。	

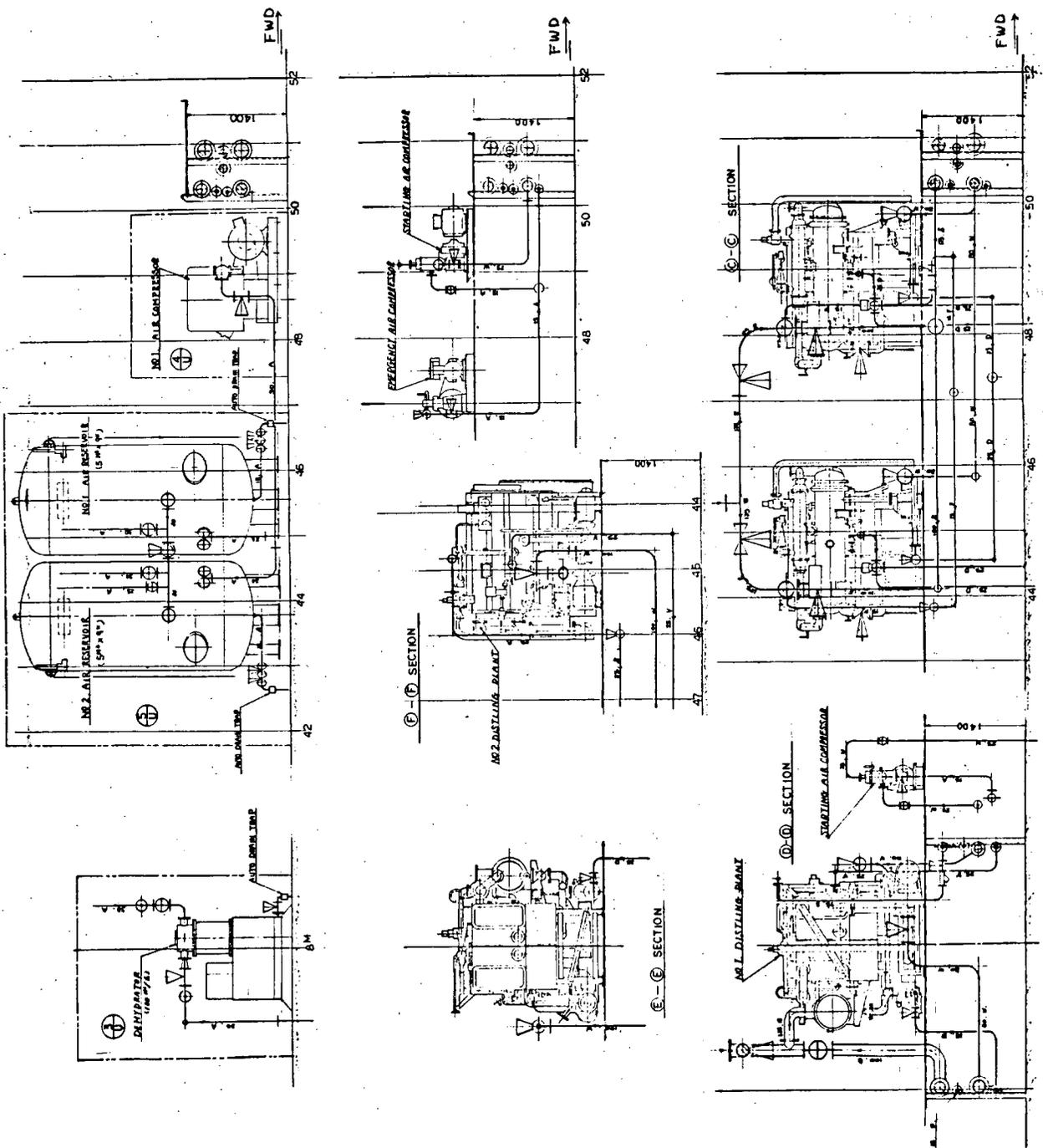


図 2. 3. 1-10 ONDK 配管図 断面及び側面図

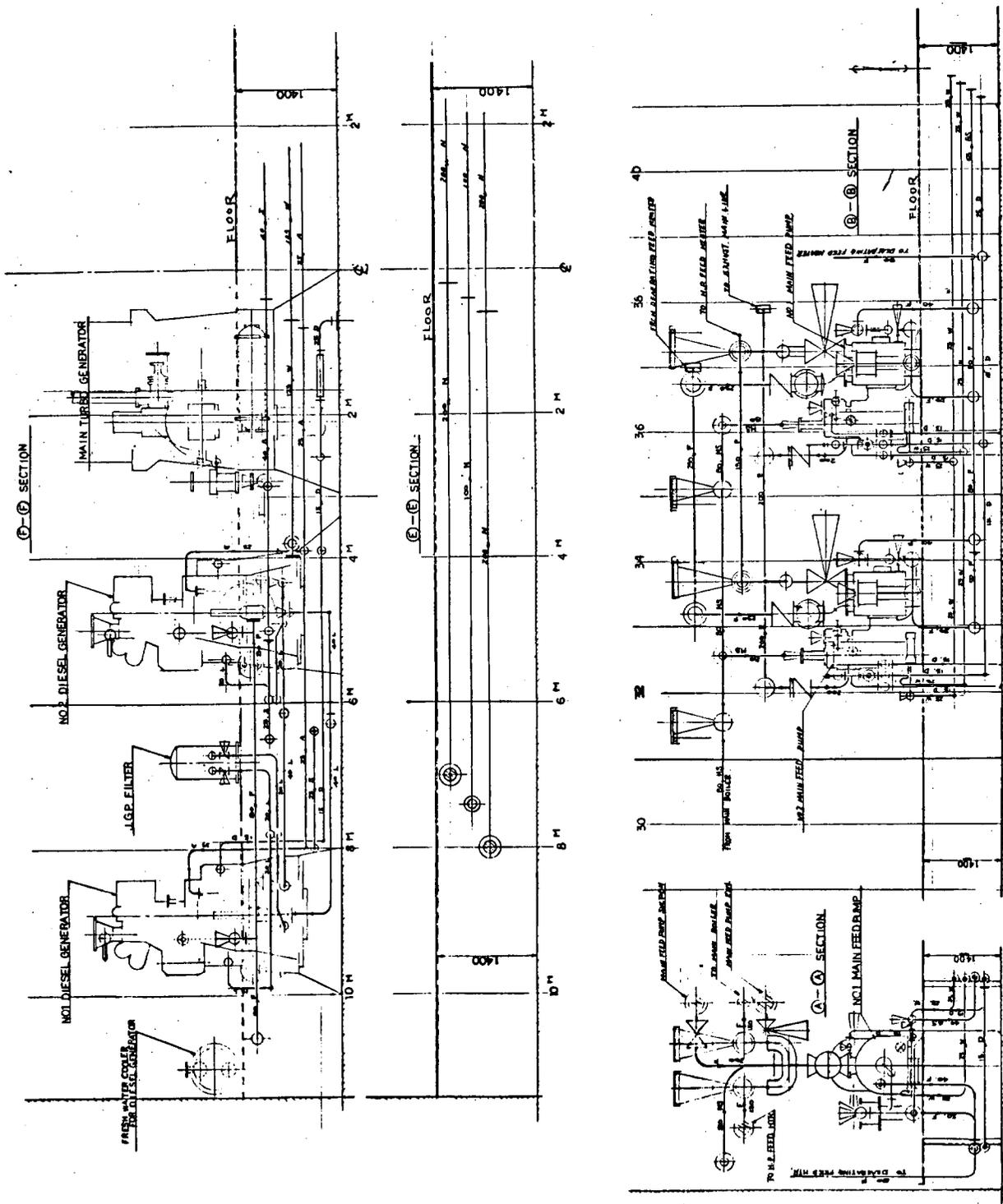
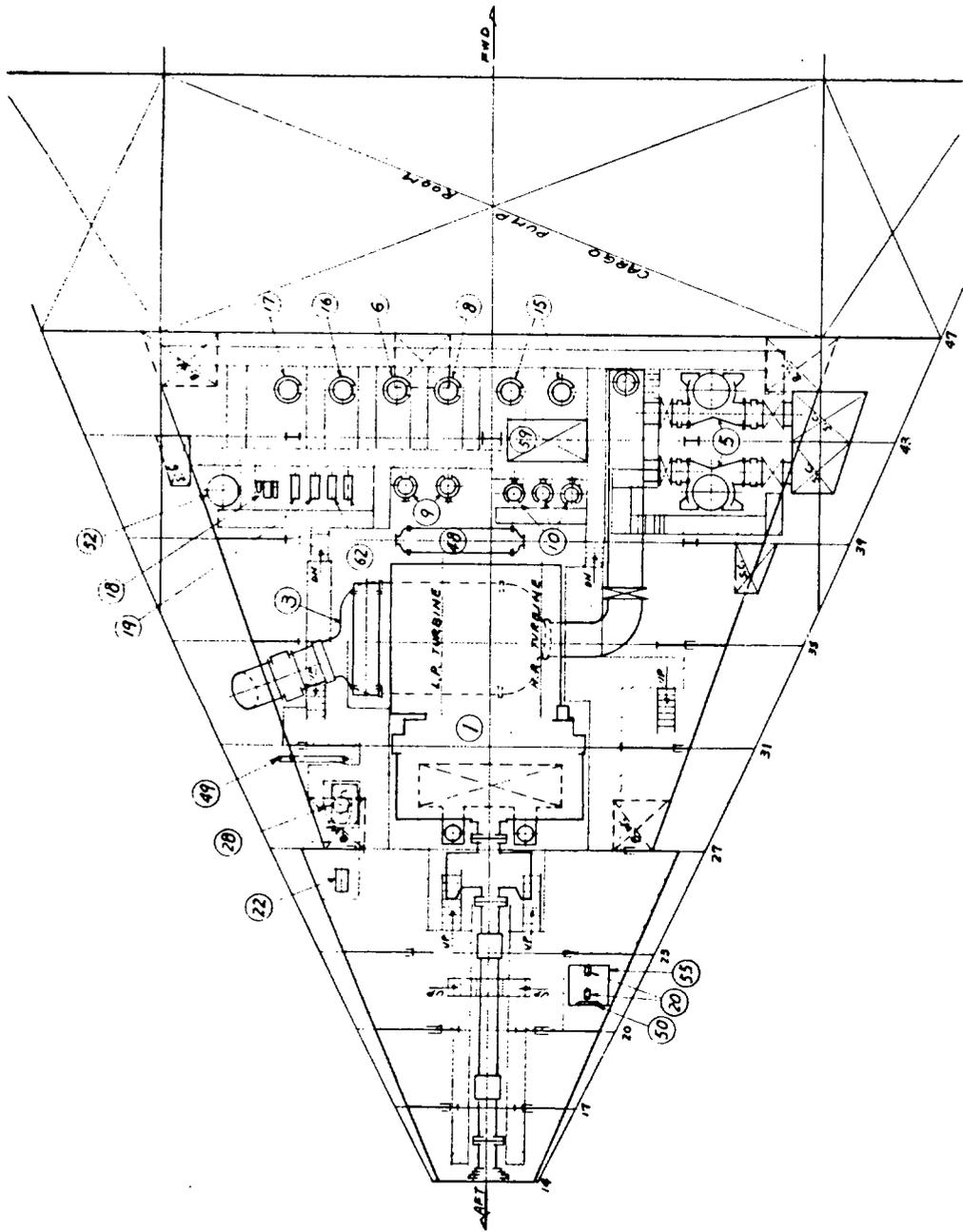


図 2.3.1-11 ONDK 配管図 断面及び側面図

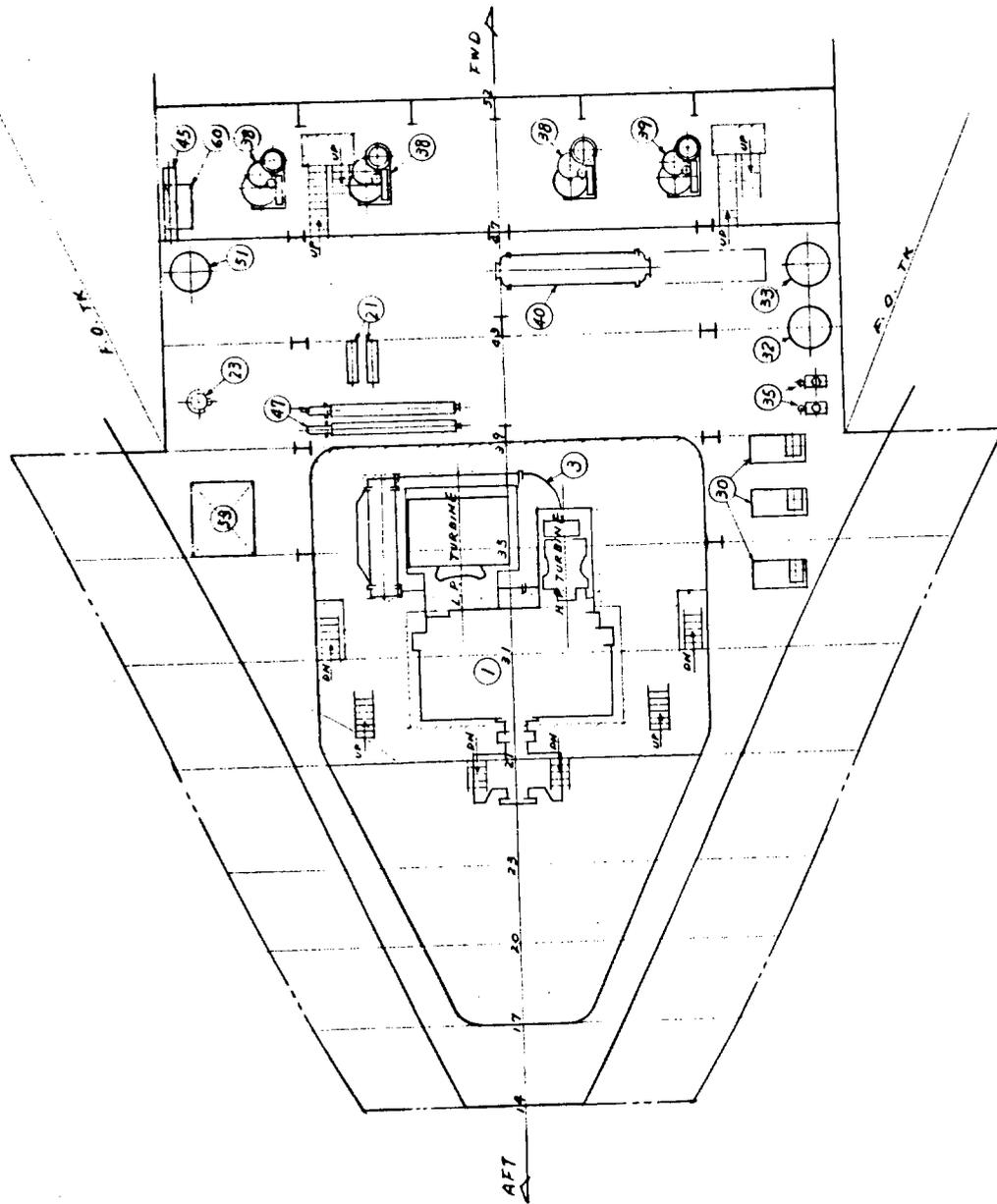


符号	補機名称
55	STERN TUBE L.O. DRAIN TX
52	BILGE SEPARATOR
50	STERN TUBE L.O. COOLER
49	PURIFIER L.O. HEATER
48	L.O. COOLER
28	L.O. PURIFIER
22	L.O. TRANSFER PUMP
20	STERN TUBE L.O. PUMP
19	SANITARY PUMP
18	BILGE PUMP
17	FIRE, BILGE & BALLAST PUMP
16	FIRE, BILGE & G.S. PUMP
15	S.W. SERVICE PUMP
10	DRAIN PUMP
9	MAIN CONDENSATE PUMP
8	AIR COND. COOL. W. PUMP
6	HEAT GAS SCRUBBER S.W. PUMP
5	MAIN CIRC. PUMP
3	MAIN CONDENSER
1	MAIN TURBINE

船舶イラ笠型C.O.P.T.

LOWER FLOOR PLAN

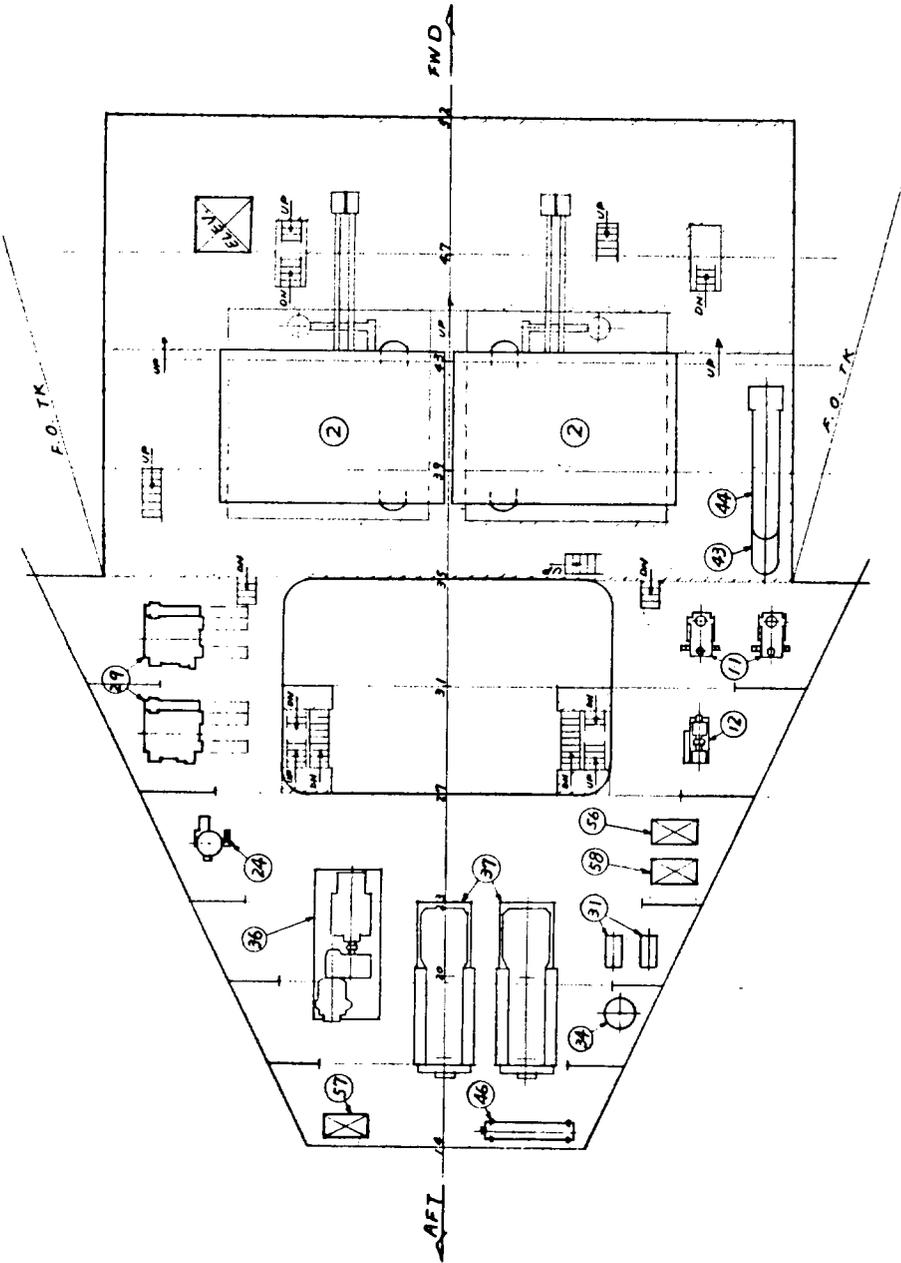
図 2. 3. 1-12 (F-1) 船舶イラ笠型 C.O.P.T. LOWER FLOOR PLAN



F-2

60	OBSERVATION TK
53	L.O. SETT. TK
51	DE-OILER
47	BOILER F.O. HEATER
45	DE-OILER & DRAIN COOLER
40	ATMOSPHERIC CONDENSER
39	CLEAN BALLAST PUMP TURBINE
38	C.O. PUMP TURBINE
35	DEHYDRATOR
33	SHIP SERVICE AIR RESERVIOR
32	CONTROL AIR RESERVIOR
30	AIR COMPRESSOR
23	F.O. TRANSFER PUMP
21	F.O. BURNING PUMP
3	MAIN CONDENSER
1	MAIN TURBINE
符	補機名 称

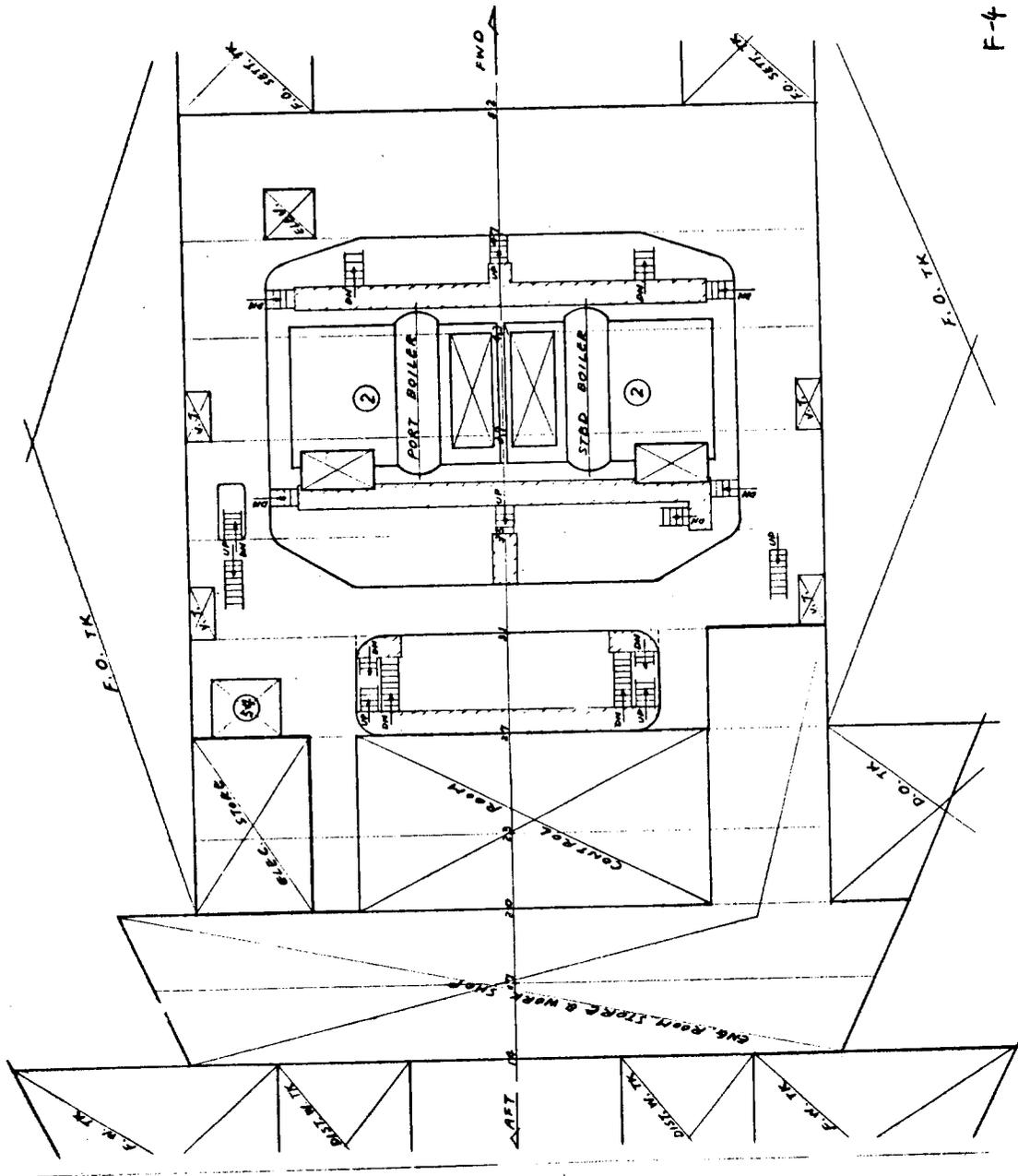
"A" DECK PLAN
(4TH DECK PLAN)



58	GEN. ENG. L.O. STOR. TK
57	GEN. ENG. PURIF. L.O. TK
56	GEN. ENG. L.O. SETT. TK
46	GEN. ENG. COOL. F.W. COOLER
44	4TH STAGE FEED HEATER
43	3RD STAGE FEED HEATER
37	AUX. GENERATOR
36	MAIN GENERATOR
34	STARTING AIR RESERVIOR
31	STARTING AIR COMPRESSOR
29	DISTILLING PLANT
24	DO. PURIFIER
12	COLD START FEED PUMP
11	MAIN FEED PUMP
2	MAIN BOILER
符号	補機名 称

B" DECK PLAN
3RD DECK PLAN

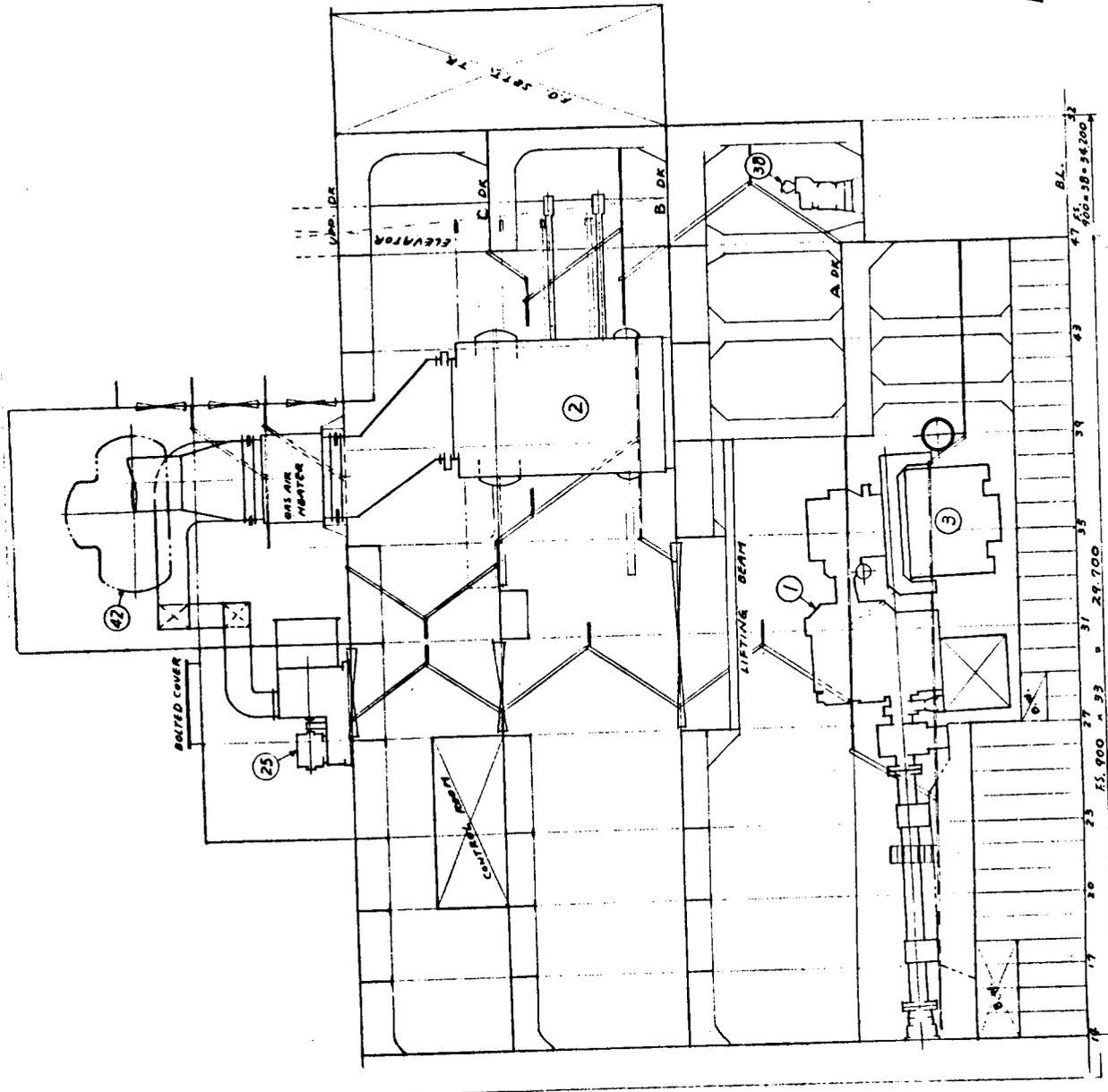
F-3



F-4

58	L.O. STOR. TK	
2	MAIN BOILER	
	符	補 機 名 称

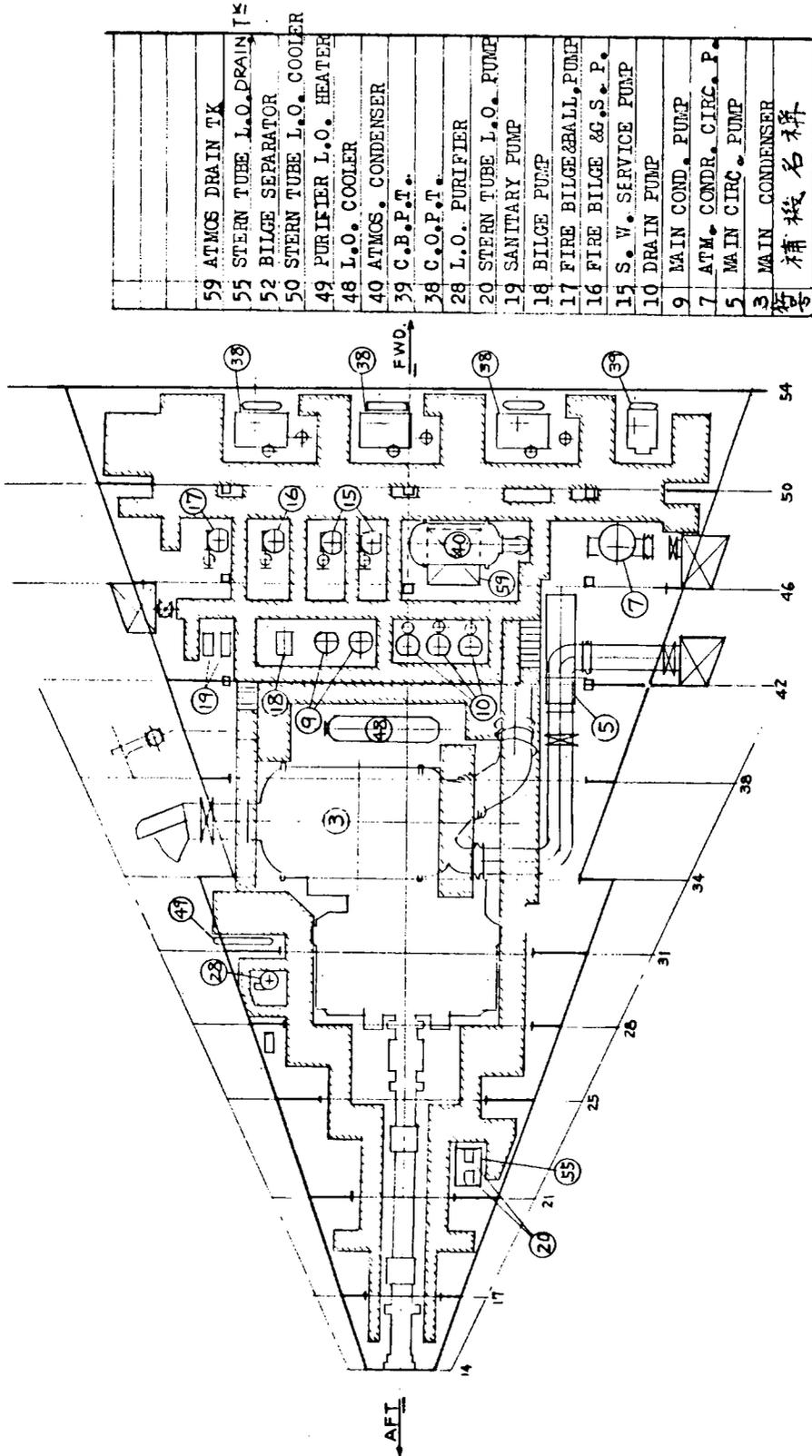
"C" DECK PLAN
2ND DECK PLAN



F-6

ELEVATION

42	DEAIRATING FEED HEATER
38	C.O. PUMP TURBINE
25	FORCED DRAFT FAN
3	MAIN CONDENSER
2	MAIN BOILER
1	MAIN TURBINE
符号	補機名標

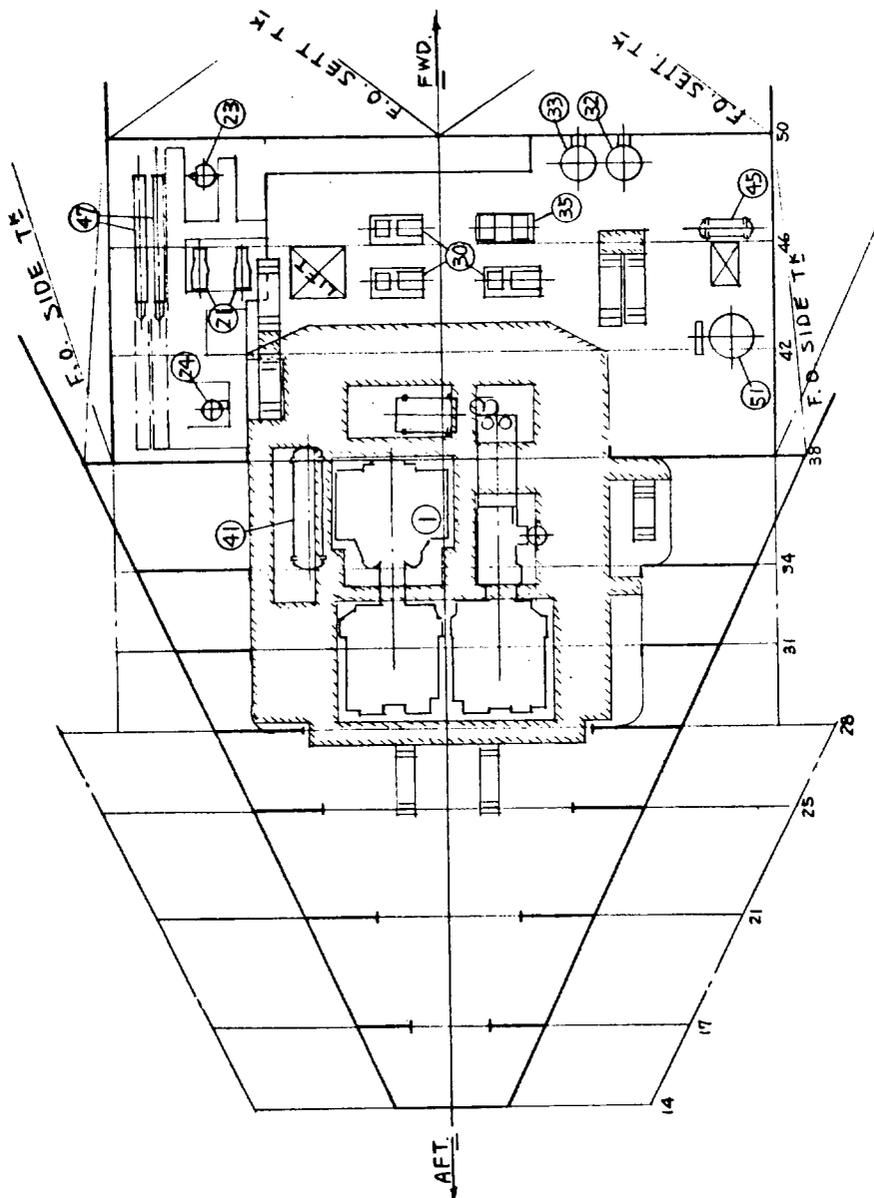


59	ATMOS DRAIN TK
55	STERN TUBE L.O. DRAIN T ₂
52	BILGE SEPARATOR
50	STERN TUBE L.O. COOLER
49	PURIFIER L.O. HEATER
48	L.O. COOLER
40	ATMOS. CONDENSER
39	C.B.P.T.
38	C.O.P.T.
28	L.O. PURIFIER
20	STERN TUBE L.O. PUMP
19	SANITARY PUMP
18	BILGE PUMP
17	FIRE BILGE BALL PUMP
16	FIRE BILGE & G.S. P.
15	S.W. SERVICE PUMP
10	DRAIN PUMP
9	MAIN COND. PUMP
7	ATM. CONDR. CIRC. P.
5	MAIN CIRC. PUMP
3	MAIN CONDENSER
番号	補機名群

艦求行 横型 COPT.

LOWER FLOOR PLAN

A-1



51	DE-OILER
47	BOILER F.O. HEATER
45	DRAIN COOLFR
41	1ST STAGE F.D. HEATER
35	DEHYDRATOR
33	SHIP SERV. AIR RESERVATOR
32	CONT. AIR RESERVATOR
30	AIR COMPRESSOR
24	D.O. PURIFIER
23	F.O. TRANSFER PUMP
21	F.O. BURNING PUMP
1	MAIN TURBINE
符号	補機名稱

龍水行機型COPT.

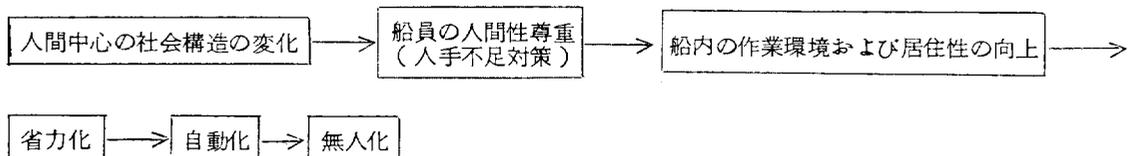
"A" DECK PLAN

A-2

2.3.2 機関部の自動設計法の研究

(1) 概 要

当モジュール化小委員会でとりあげた第3の研究項目の「機関部の自動設計法の研究」は今回まで世界各国で試みられて来た設計作業の機械化を、特にその内容の複雑さで名の高い船舶機関室の設計製図に導入する試みとして特筆すべきものを持っている。元来機関部の設計には、船を動かすために必要な各種の動力プラントの取まとめ技術と共に所謂「船の常識」と「機械に関する専門知識」「電気の常識」等の広汎な知識を必要とするため、永年の経験と熟練を要するブレンワークとみなされて来た。然るに近年の船舶の進歩は、その大型化、近代化に伴ない、機関室のあり方そのものに極めて大きな変化をもたらし、設計作業内容を更に複雑多岐化してしまいつつある。すなわち、船の機関室は社会の変革と共に次図のコースに従い、次第に高級化され、主・補機器の信頼性の向上を前提



としながら補機器の無開放運転を皮切りに、熟練した判断に代り機関の操縦をコンピューターに依存する船さえ建造される時代となった。47年度までには数隻のコンピュータ制御システムを持つ船が完成される予定となっている。

他方では、船の建造方式の大巾な進歩により、工場現場の機関構築法も文字通り日進月歩の発展をしつつあり、30万トンクラスのタンカーの構築を僅か3~4ヶ月で完成してしまうことも可能となって来た。

このように機関構築設計を行なうに当っての必要な知識は、

- a) 新しい原動機、補機器の性能構造の理解
- b) 機械・電気の二部門にわたる知識
- c) 船殻構造およびその建造法並びに構築方式の知識
- d) 機関部内各プラントのまとめ技術
- e) 船の常識

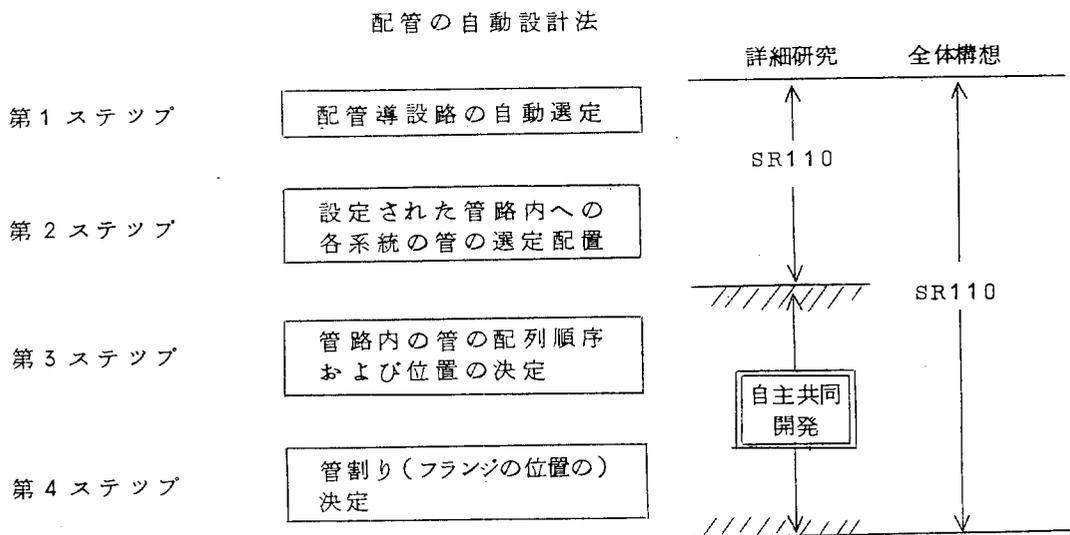
等、余りにも広汎におよぶことから、すでに設計者の育成・教育のスピードが時代の進歩に間に合わなくなり、経験と勘ではカバーできない要素も極めて多くなった結果、機関構築設計者の人手不足が深刻な問題となって来たのは当然の帰結と云えよう。

この対策として船の単純化・標準化と複数の設計者による共同作業、区画分担方式等あらゆる試みが試されて来たが、何れにしても人の智力のみではすべてをカバーすることはできず、構築期間中の修正追加、手直し等は大小とりまぜて200件/隻を下らないのが実情である。このような現実に基づき機関構築設計のかなりの部分の機械化が進められ、実用化されつつある。

すでに技術計算および資材手配作業等は殆んど機械化されている。然し、最も人手のかかる「製図作業」は思考と画像との結合対話の領域であり、簡便な自動作画装置の開発の遅れもあって、単純図形の転写の域を超えた「機関室の自動設計法」は未だに完成された例は見当たらない。

今回本委員会でとりあげたのは、この最も困難とされている製図作業の機械化であり、特に人手と時間を多く必要とする「配管設計の自動設計」である点は画期的なものであるが、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。

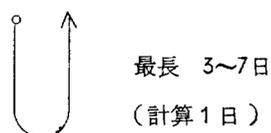
幸い各社よりそれぞれ特異な能力の人材の供出があり、短時間に極めて大きな成果をあげ得たことは大きな収穫であった。ここ1年間の作業量は1社の数年分にも匹敵するものであるが、この研究を完成させるにはなお今後共作業を継続する必要がある。研究の内容は大別して下記のように4ステップに分類されるが、SR110としての研究は全体構想のまとめと、第1、2ステップ詳細研究の完了時点で時間切れとなった。



然しこのような一貫したプロジェクトの研究は今まで各社共未完成であり、また何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まで是非完成させたいのは、8社の共通の悲願である。本研究の当事者たる若手の技術者集団と委員は、一致して研究の完了までの継続推進を強く望んで居り、何等かの助成を得、また資金面の手当ては、各社分担してでも完成させるべしとの意気込みを持っている。本研究の47年度の取扱いについては「経済的な実効のあがる研究」として造船業界の強力な支持をお願いしたい。今後の日程の概要は次の通りである。

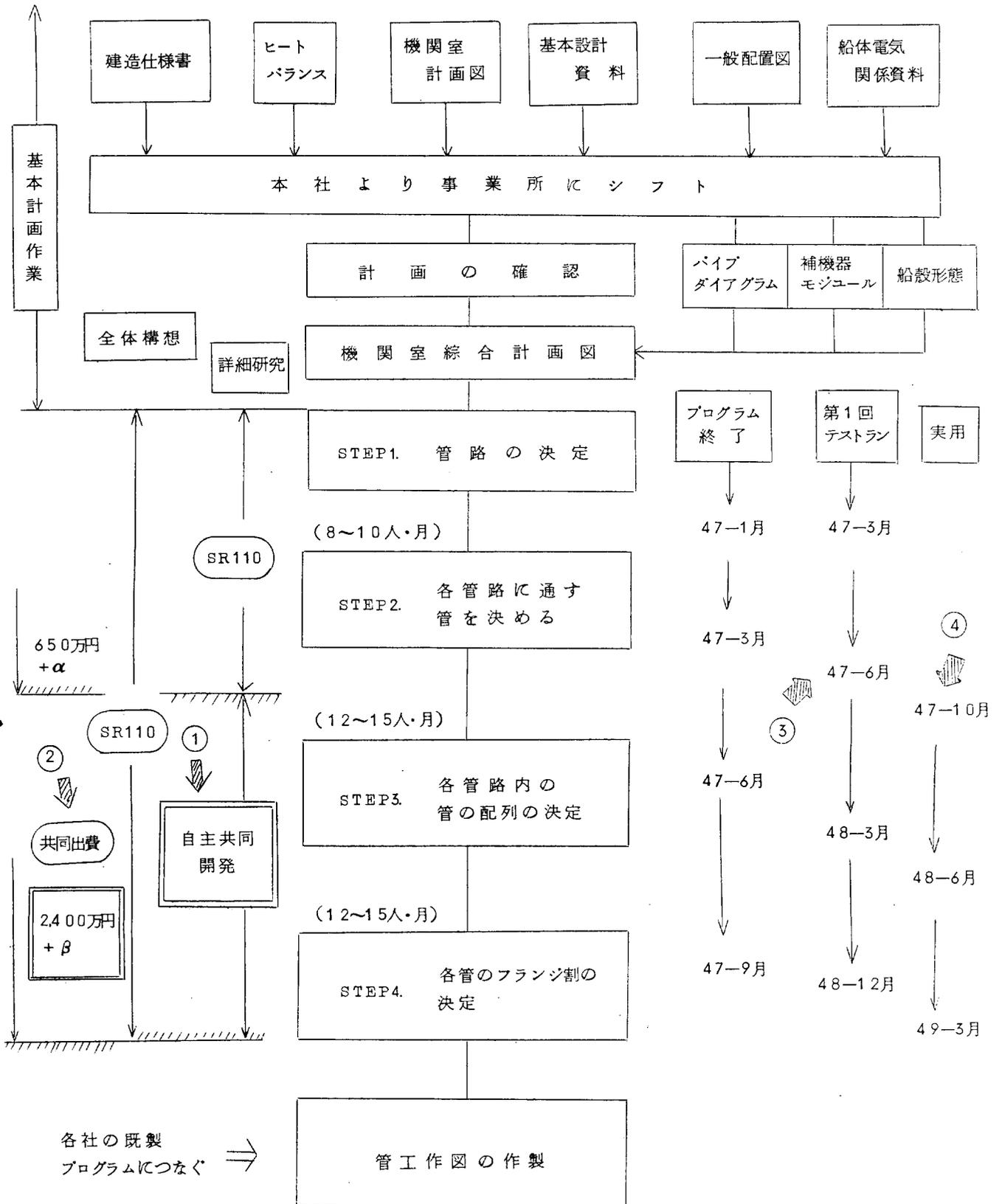
○ 本研究完成の暁に期待できるメリットは下記を目標とした。

1. 機関機設計期間の短縮……………約1ヶ月短縮
管装置図作図工数 2.5～3ヶ月×8人 ⇒ 1.5～2ヶ月×6人 (全設計時間の7%減)
2. 配管設計ミスの低減 ⇒ 現場手直し作業の削減……………3人×2ヶ月
3. 熟練した設計者不足のカバー 2人/隻×4ヶ月
4. 標準化の推進と個人差(好み)の削減
5. 図面内容のチェックが可能 → 設計ミスの削減
6. 一時的な設計者の集中化の解消 → 人員の節減
7. 社外専門メーカーへの委託計算可能、各社へのConversion可能
例 ソフトウェア会社へインプットデータ送付
計算結果 リストと図面を回送
(ソフトウェア会社の自動作画機の利用)
8. 必要な計算機の容量……………256 K



概要日程表

機関室縦装配管装置図の作製手順



(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、まづ現状分析を行なうこととした。分析には表 2.3.2-1 のようなアンケートフォームを制定し、各項目の内容につき 8 社の意見を統一した上で分析を行なった。その結果を図 2.3.2-1、および 3 に示す。

この結果より次のことが明らかとなった。

- 1) 設計作業の総時間は 8 社共 3 0,0 0 0 ~ 3 5,0 0 0 時間であり、延べ 3,7 5 0 ~ 4,3 7 5 日を要している。
(8 時間 = 1 人・日)
- 2) 製図作業はほぼ起工前 4 ~ 7 ヶ月間に集中化する傾向があり、ピーク時には 1 0 ~ 1 5 人の設計者が必要となる。
- 3) 設計開始は起工前 1 4 ~ 1 0 ヶ月で、起工時点では設計作業の 8 0 % は終了する。
- 4) 現場工事は平均 7 ヶ月で起工 — 進水の 4 ヶ月間に繊装作業の大部分を終了する努力を各社共続けている。従って、繊装品の製作は起工時点で二重底用の部品の製作を完了する様工程が立てられて居り、出図はこれを基準に日程が定められている。これが前記 1) ~ 3) の理由となっている。
- 5) 設計作業時間の中、その 4 0 % は製図時間であり、更にその 4 0 ~ 5 0 % 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。

表 2.3.2-1

機 関 部 繊 装 設 計 (生 産 設 計 を 含 む)

作 業 時 間 表

(アンケート結果)

備 考

1. 担当業務……作業管理、検図、打合(所内、所外)その他雑。
2. 符号 2. 3. 4. 5. 8. 9. 10. 11. の作業時間中、上段に記入のものは本社の作業時間を示す。
下段は場所の作業時間を示す。

調 査 項 目 集 計 表

- a. 設計の省力の優先対象項目……○印 = ③⑧ ③② ③④ ⑥④ → 4 以上
- b. 電算機を使用すべき項目……×印 = ③ ⑥③ ⑥⑥ ④ ②① ③⑤ ⑨ ③⑧ → 4 以上
- c. 設計~現場をつなぐシステムとして纏めたがよいと考える項目……△印 = ③⑤ ⑥⑥ ⑥③ ⑤⑦ ⑥②
↓
3 以上

・()内数字は本社業務時間を示し、★は印字

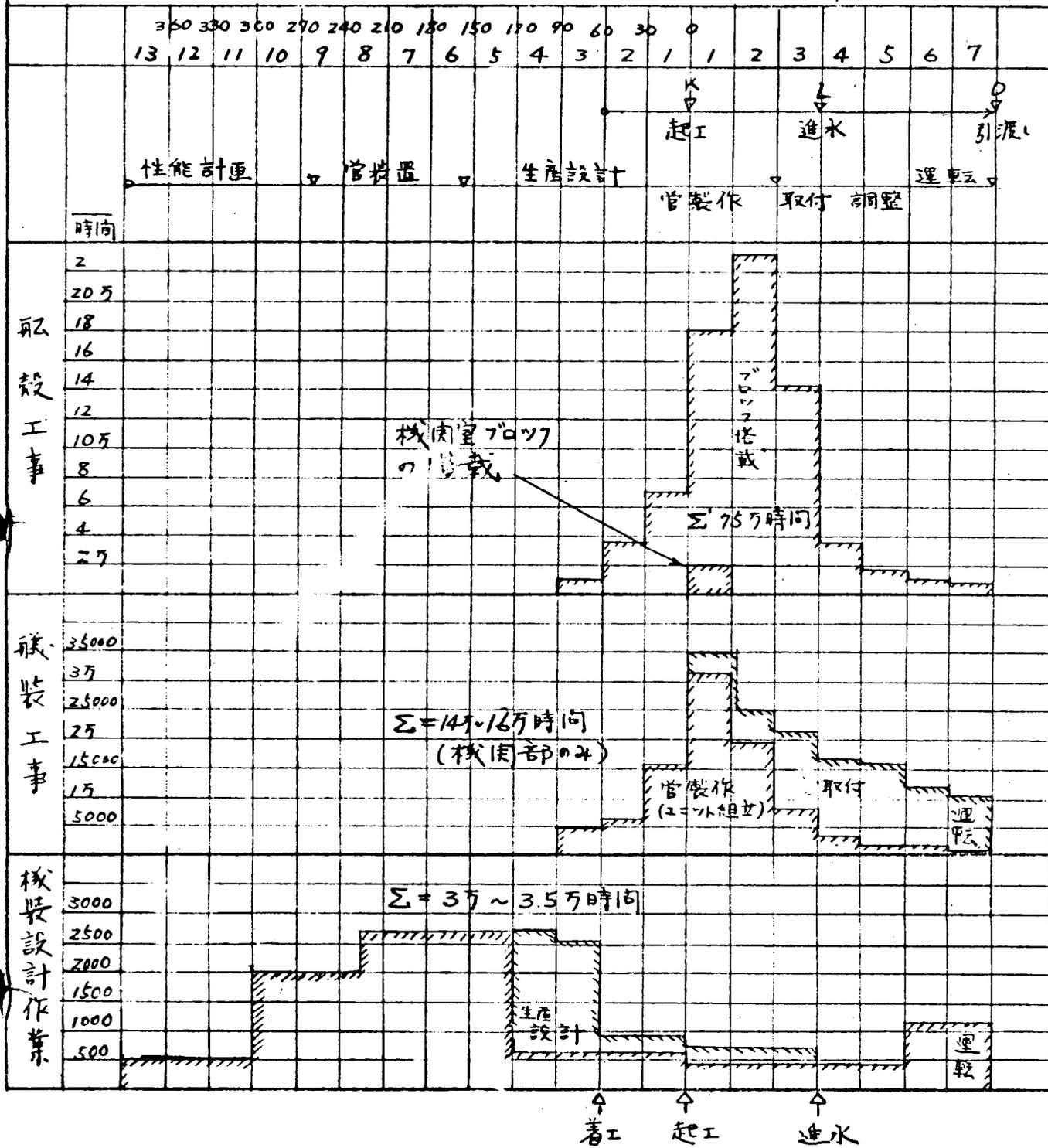
○X△印記入欄

↑16] 時

片号	項目	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	H社
68	鉄機装束製作図	33,250	38,600	37,820	34,930	34,785	32,210	30,740	25,000
67	生産管理表	1000	2000	1100	500	1000	2000	1000	34
66	管加工金物管理表	375	800	800	1500	2000	2000	2000	33
65	取付図	250	800	800	1500	2000	2000	2000	32
64	ブラケット製作図	1035	1900	1900	1600	5000	1100	1000	31
63	管製作表	660	700	700	1600	5000	1100	1000	30,000
62	計画	1635	700	700	3000	5000	1100	1000	29
61	担当作業務	665	3750	3750	4000	1050	4000	1000	28
54	計装加工自動化	380	800	(300)	1050	1050	4000	1000	27
52	補機台	1000	800	800	450	200	600	600	26
51	装備品予備品	800	800	800	450	200	600	600	25
50	運転(計測方案作成等)	1500	1400	1170	850	1700	500	500	24
49	完成図面整理	3000	3500	1170	200	2400	2000	2000	23
48	担当作業務	1500	3500	1570	200	2400	2000	2000	22
47	遠隔操作機設置	800	3500	1570	200	2400	2000	2000	21
46	主機機架据付木枠作り	1500	3500	1570	200	2400	2000	2000	20,000
45	外板付着位置詳細	3000	3500	1570	200	2400	2000	2000	19
44	ボク(置)の解体作り	750	3500	1570	200	2400	2000	2000	18
42	配線	350	3500	1570	200	2400	2000	2000	17
41	煙突煙突付部品	250	3500	1570	200	2400	2000	2000	16
40	通風設置	400	3500	1570	200	2400	2000	2000	15
39	梯子梯子設置図	250	3500	1570	200	2400	2000	2000	14
38	諸官装-置図	800	3500	1570	200	2400	2000	2000	13
37	諸計算	4900	3500	1570	200	2400	2000	2000	12
36	弁食物取付取付表	450	3500	1570	200	2400	2000	2000	11
35	弁食物取付取付表	2000	3500	1570	200	2400	2000	2000	10
34	弁食物取付取付表	450	3500	1570	200	2400	2000	2000	9
33	工事用パイプダイヤグラム	2000	3500	1570	200	2400	2000	2000	8
32	パイプダイヤグラム	1000	3500	1570	200	2400	2000	2000	7
31	全体配置図の検討	1600	3500	1570	200	2400	2000	2000	6
29	完成図	1800	3500	1570	200	2400	2000	2000	5,000
28	担当作業務	430	3500	1570	200	2400	2000	2000	4
27	軸系プロペラ	1350	3500	1570	200	2400	2000	2000	3
26	運転(陸上互合)	1200	3500	1570	200	2400	2000	2000	2
25	完成図	700	3500	1570	200	2400	2000	2000	1
24	担当作業務	430	3500	1570	200	2400	2000	2000	10,000
23	主補機管注業務	1350	3500	1570	200	2400	2000	2000	8
22	担当作業務	1200	3500	1570	200	2400	2000	2000	7
21	完成図	700	3500	1570	200	2400	2000	2000	6
20	重量表	400	3500	1570	200	2400	2000	2000	5
19	M/Aの配置検討	1500	3500	1570	200	2400	2000	2000	4
18	担当作業務(組計野野の)	500	3500	1570	200	2400	2000	2000	3
17	種業務(場所指定)	200	3500	1570	200	2400	2000	2000	2
16	対船主打合	400	3500	1570	200	2400	2000	2000	1
15	見積業務	300	3500	1570	200	2400	2000	2000	10
14	ヒトバランスの地計算	250	3500	1570	200	2400	2000	2000	9
13	仕様書作成(含自動化)	200	3500	1570	200	2400	2000	2000	8
12	契約仕様書の資料作成	200	3500	1570	200	2400	2000	2000	7
11	項目	230,000 T	210,000 T	210,000 T	168,000 T	204,000 T	235,000 T	36,000 PS	36,000 PS
10	立機馬力	36,000 PS	36,700 PS	32,000 PS	28,000 PS	34,000 PS	36,000 PS	36,000 PS	36,000 PS
9	場所	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	H社
8	片号								

図 2. 3. 2 - 1 機関部機装設計作業時間比較表

図 2-3-2-2 設計及び現場の作業仕向の分布

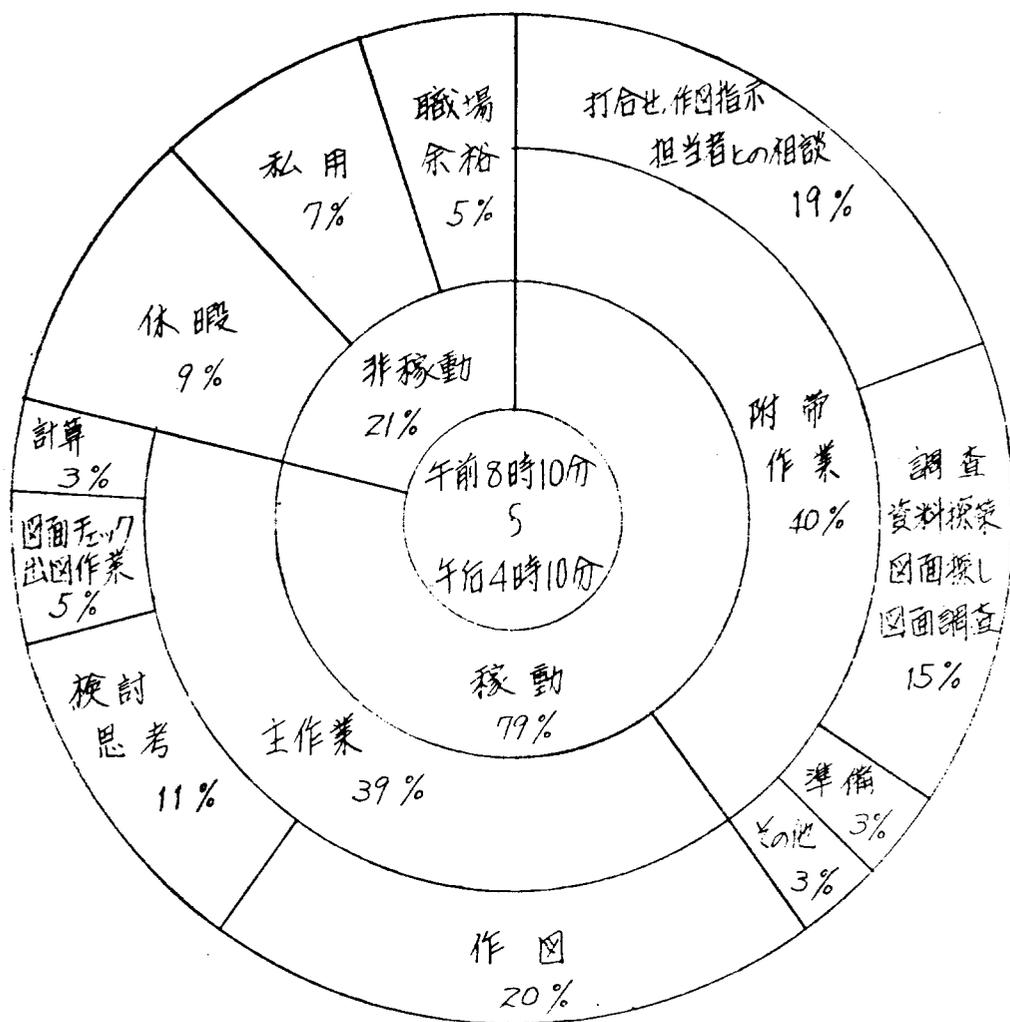


行	項目	タービン船								計			
		A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	H社	○	×	△	
		230000 ^T 36000 ^{PS}		230 ^型 36000 ^{PS}	210,000 ^T 36700 ^{PS}	210000 ^T 32000 ^{PS}	168000 ^T 29000 ^{PS}	204000 ^T 34000 ^{PS}	235000 ^T 36000 ^{PS}				
1	仕様 計算	契約仕様. 仕様資料作成	200		50		○	175	基本設計担当	1			
2		仕様書作成 (含自動化)	200		200	150	150	○			1		
3		ヒトバランス. その他計算	150		100	250	250		350		1	7	
4		見積業務	100		200	20	150		100			5	2
5		対船主打合	50		100		500		250				
6		雑業務 (共同)	100			50	100						
7		担当業務 (計画時)	100		200	100							
8	M/A	M/A 並び配置検討	50		140	250	250		175		2		
9		重量表	150	800		150		200			1	4	2
10		完成図											
11		担当業務	80	200		50	200	100		100			
12													
13													
14													
15													
16													
1~16	合計	2750	2,910	1,260	2870	1,900	1,650	1,950	470				

行	項 目	タービン 船								計			
		A社 23000 ^J 36000 ^{PS}	B社	C社 230 ² 36000 ^{PS}	D社 210000 ^T 36700 ^{PS}	E社 210000 ^T 32000 ^{PS}	F社 168000 ^T 28000 ^{PS}	G社 20400 ^J 34000 ^{PS}	H社 235000 ^J 36000 ^{PS}	○	X	△	
17	主 補 機	主.補機発注業務	700	500	250	100	150	○	350	150	2	1	
									800				○△ 1040
18		担当業務	○	○	⑰に 合む	1450	○X△ 2400	100	⑰に 合む	50	3	1	1
19		完成図	100	200	/	200	25	100	20	15			
20	運転(陸上立合)	100	40	/	50	50	50	/	20				
21	軸 系	軸系.フーパー	X 1350	400	210	20	200	X	○X	X	2	5	
							X	○	1100	1280			1500
22		担当業務	430	430	⑳に 合む	450	/	350	⑳に 合む	50			
23	完成図	20	20	/	30	10	20	20	10				
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
17~30	合 計	3,900	3,090	3,800	2,970	4,035	2,520	2,710	1,795				

行	項 目	タービン船								計		
		A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	H社	○	X	△
		23000 ^T 36000 ^{PS}		230 ^T 36000 ^{PS}	21000 ^T 36700 ^{PS}	210000 ^T 32000 ^{PS}	168000 ^T 28000 ^{PS}	204000 ^T 34800 ^{PS}	235000 ^T 36000 ^{PS}			
31	全体配置並び検討	○ 1800	⑧に 合計	OX 2360	○ 300	○ 800	○ 300	OX 1150	○ 580	○	X	△
32	パイプ ダイアグラム	OX 1600	○ 2000	○ 100 OX 1940	○ 1100	○ 1900	○ 2100	OX 1100	○ 600	○	X	△
33	工事用 パイプダイアグラム	150	/	⑩に 合計	150	100	170	50	○ 360	○	X	△
34	赤銅管系付属品注文仕様書 並手続	○ 1000	○ 2000	OX 1450	OX 1900	△ 800	○ 1100	△ 500	○ 500	○	X	△
35	赤銅物取付表	X△	X△	OX	△ 230	△ 100	X△	○△ 100	X△ 150	○	X	△
36	柱装置並び詳細 (解放予備品配管全廃並柱止等)	○ 2000	○ 500	OX 950	○ 1300	○ 2000	○ 1800	△ 1060	○ 200	○	X	△
37	諸計算	X 450	⑫⑬⑭ 合計	OX 490	X 400	○ 100	X 150	X	○ 100	○	X	△
38	諸管装置図	○ 4900	○ 8000	OX 6600	OX	OX 9000	○ 7000	OX 6600	○ 8000	○	X	△
39	格子、梯子装置図		○ 1000		14900	400		250	⑮に 合計	○	X	△
40	通風装置	800	○ 1000	2000	850	400	1000	500	50	○	X	△
41	煙突、煙突付属品	150	550	280	150	100	X 200	200	150	○	X	△
42	煙路	200	400	350	100	200	200	150	150	○	X	△
43	主機排気管装置	/	/	/	/	/	/	/	/	○	X	△
44	タンク (置タンク、船体付タンク)	400	500	1000	450	400	○ 350	X 1160	300	○	X	△
45	外板付着赤位置並び詳細	250	200	300	100	200	200	330	70	○	X	△
46	主機補機据付ボルトナット	150	250	280	100	150	150	80	50	○	X	△
31~46	合計	13850	15400	18,100	22030	16,650	14,720	13,230	11,260			

序号	项目	タービン船デゼルの心										
		A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	H社	計		
		230000 PS 36000		230000 PS 36000	210000 PS 36700	210000 PS 32000	168000 PS 28000	204000 PS 34000	235000 PS 36000	○	X	△
47	遠隔開閉装置 " 操縦 "	200	300	320	100	200	/	100	50			
48	担当者業務	○ 3000	○ 3500	/	3000	○ 2400	1500	1950	900	3		
49	完成図表の図面整理	150	200	/	180	200	170	△ 100	○ 50	1		1
50	運転 (計測 操作 作成等)	OX 1500	1400	1570	1600	1700	3000	1040	○ 1500	2	1	
51	表備品 予備品	100	100	③⑥に 合計	180	50	○ 100	90	50	1		
52	補機台	800	800	1170	1500	200	600	OX 850	600	1	1	
53	早期成長工外図	/	/	/	/	/	/	③⑥に 合計	③⑥に 合計			
54	計装用自動化	1000	○ 800	300 3750	500	1,050	○ 1200	1020	/	2		
47-54	合計	6750	7100	7110	7060	6000	6,570	5,150	3,150			



1. 調査期間 昭45. 2. 26 より 6日間
2. 観測時間 1時間6回 乱数表によって決める
3. 観測対象者 19名
機装設計課内の取付図作図組工作員に至るまでの後工程グループ
4. 観測点 約5,000点

図 2. 3. 2 - 3 I 田手法による設計の作業研究の一例

(b) 製図作業の機械化の基本的な考え方

図面の持っている内容とその用途は次の通りである。

- i) 設計者の意図の図形表示
 - ii) 品物の完成像の図形表示
 - iii) 必要な素材とその加工方法の寸法および図形表示
 - iv) 組立手順の図形表示
- } 顧客に対する具体的な説明および製作者への情報伝達
- } 資材および現場に対する作業指示

図面の製図過程では、設計者が多くの情報を個別に判断しながら頭の中で反覆思考した結果を具象化して行き、その図形を見て再度考えを重ねることをくり返して居る。このようなアイデアのまとめをする過程を機械化するためにはまづ図形との対話の可能な設計法が必要である。

従って { 思考の機械化 } の2つを最終的には結びつけることが必要であるが、特に配管装置図作製に必要な思考の内訳を分析して見ると、意外に多種の単純な条件の組合せであることが判明した。

配管装置図作図の時間の80%は思考であり、またその中の80%は条件の優先順序決定までの迷いであると言われてるほど多種の制約条件があり、その選別に時間を要しているのが実体であることが確かめられた。換言すれば設計の良否はその中にもりこまれた情報量の大小と、設計条件の優先順序の考え方一つで決まると云ってよい。作図の流れを図2.3.2-4、表2.3.2-2に示す。

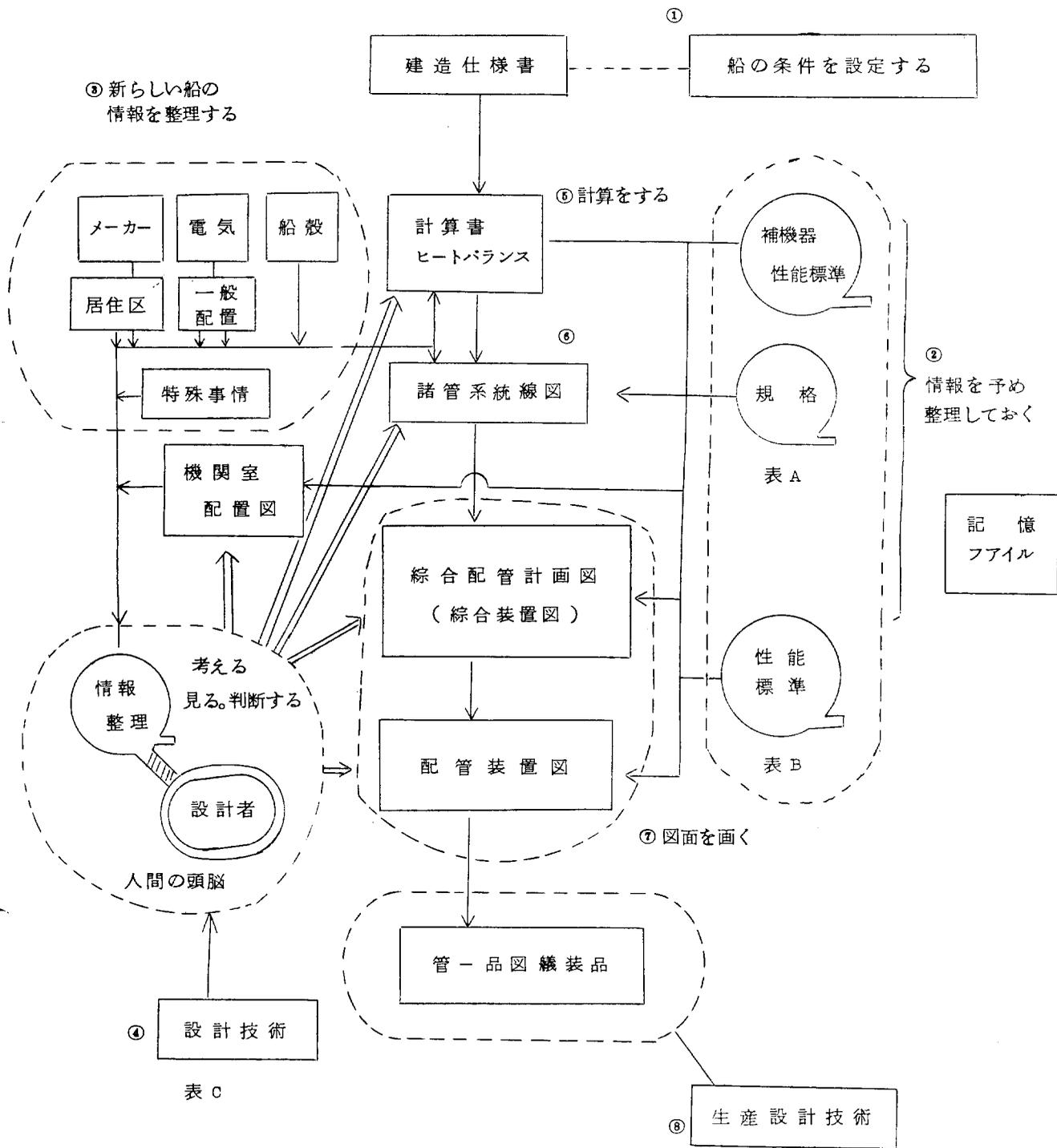


図 2.3.2-4 船の機関室の配管装置図設計情報の流れ

表 2.3.2-2

表A 規格

		機械化の可能性 (%の多いもの程可能性大)					
		0	20	40	60	80	100 (%)
1	法規、船級協会規則 NK, LR, AB, NV, BV, JG, その他 BOT, センロレス, 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 (但し一部は船毎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

		0	20	40	60	80	100 (%)
1	性能チェック 流速, 抵抗, 熱応力, オリフス, 過渡現象チェック, 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り可能である	████████████████████					
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「バから作業」で「エラー」のチェック用である	████████████████████					
7	工作標準 工作に必要なすべての情報である	████████████████████					

表C 技術 (エキスパ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)

		0	20	40	60	80	100 (%)
1	作画技術 紙の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					
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					
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					

		0	20	40	60	80	100 (%)
4	当りの出たときの処置 管周シ、保温、バンド、引抜きス、分離等の当りに対する思考と対策						
		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その決定の思考が主である						
		未 知					
6	協議、妥協、推定、依頼、改正 船殻、その他他係、メ-カ-、基本設計等との問題を生じたときの思考と処置						
		未 知					
7	好み、美観 好み、美観の内容を探求する						
		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					

(i) 設計者と電算機

(イ) 艦装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ことが多いと予想されるので、与えられた条件を入力して一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になる。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。

(ロ) 設計者

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 2.3.2-5 および 6 のようなシステムとなる。

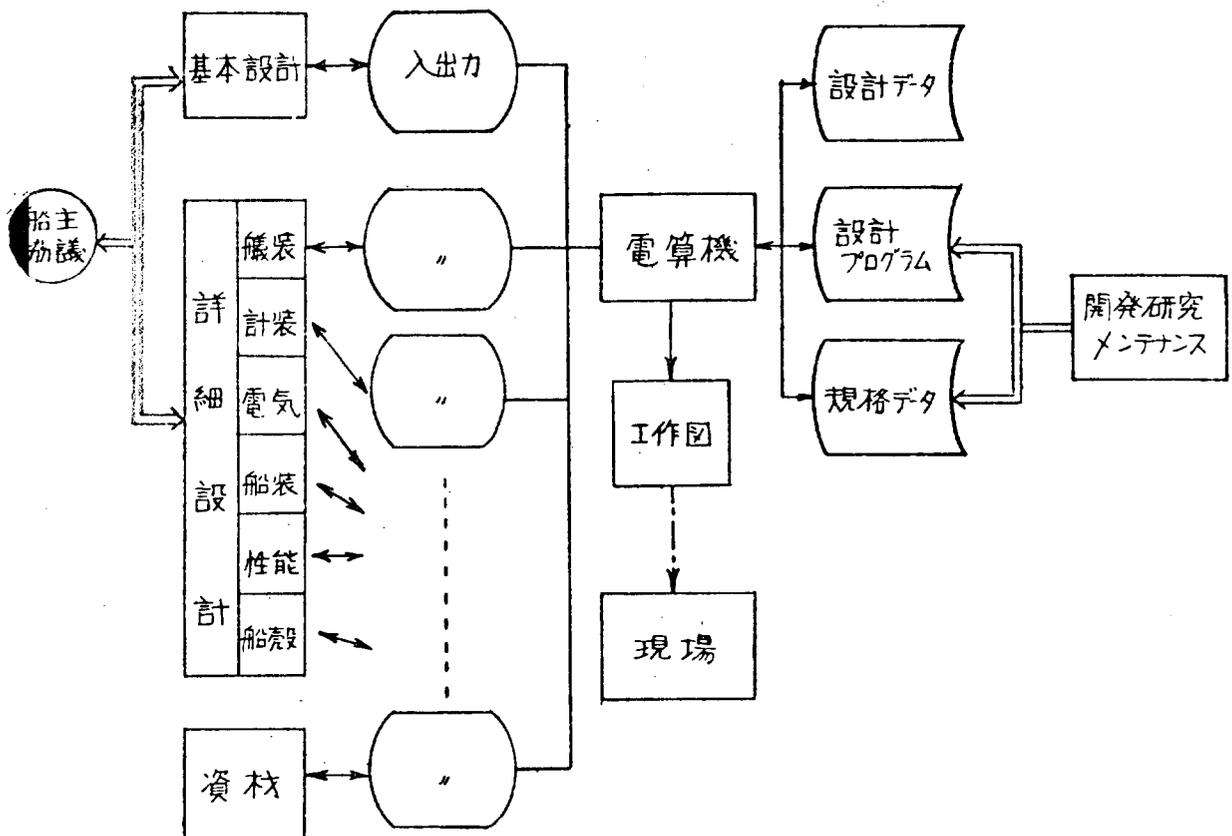


図 2.3.2-5 設計システム

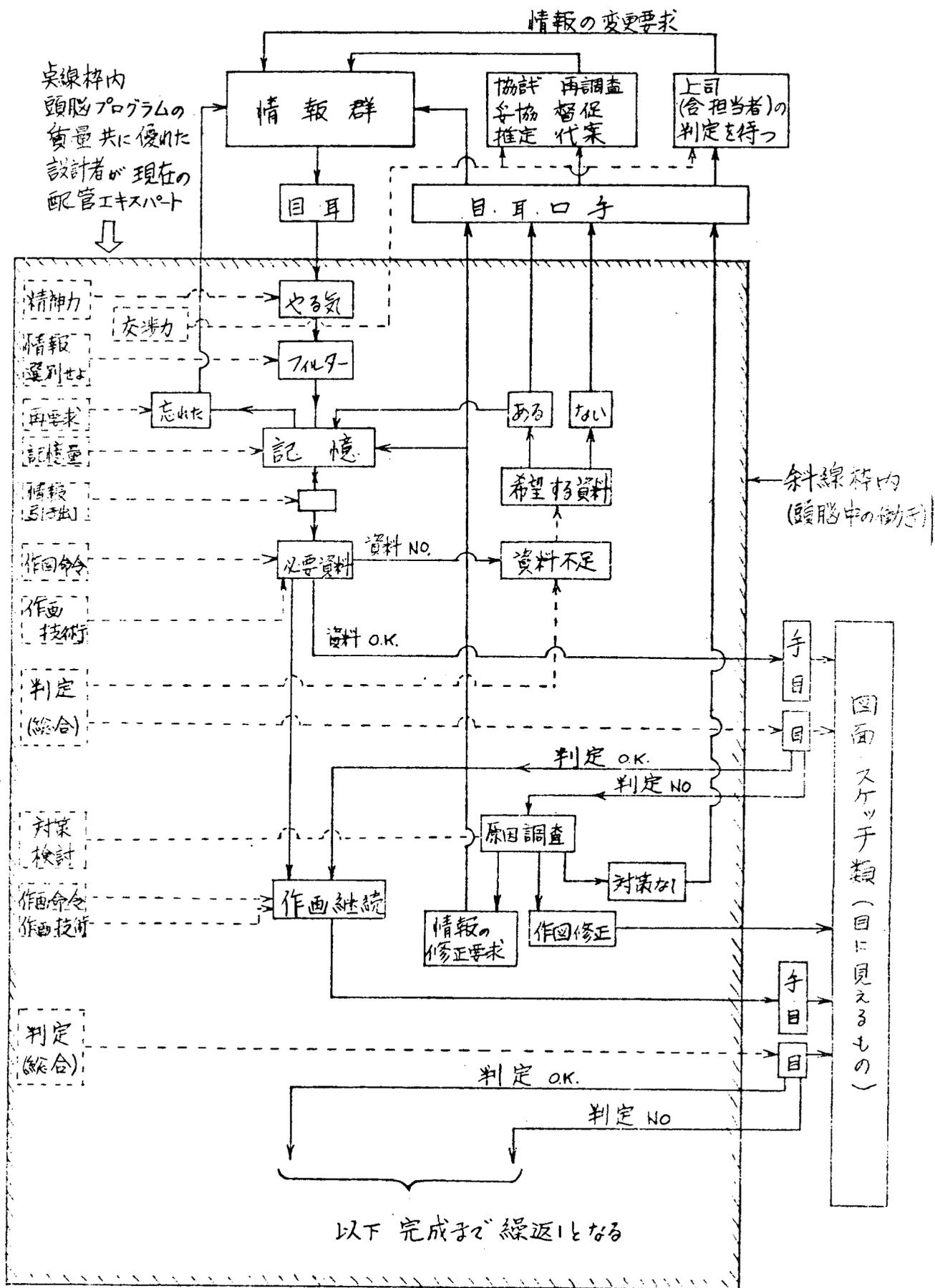


図 2. 3. 2 - 6 配管設計の頭脳の働きの一例

(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。(図 2.3.2-7)

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「機関室配管総合計画図」をまず作り、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。

(表 2.3.2-3、図 2.3.2-8)

- (ii) 更に機関室内の配管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な要因である「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図形として認識させる以外に無い。従って補機器およびその性能を発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。(図 2.3.2-9、10)
- (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張ループを持った管、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にした。
- (iv) 配管は繊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とし、これにより管の曲げを少なくすることを考えることとした。
- (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、また繊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。

表 2.3.2-3 総合配置計画図に記入されている装置名

№	装置名	№	装置名
1.	主 機	13.	船体付着海水弁
2.	主 缶	14.	倉 庫
3.	補機器据付位置	15.	大物予備品据付位置
4.	電 路	16.	バルクヘッド、スカツパー
5.	管 路	17.	船殻ブロック溶接線
6.	床板、梯子、格子	18.	コーミング
7.	通風路	19.	配電盤、スターター
8.	主要弁、金物位置	20.	消火器位置
9.	補機器開放スペース	21.	主蒸気管、大口径管
10.	開放レール、アイブレード	22.	揚 板
11.	船体タンク付着品	23.	バラスト海水吸入位置
12.	二重底マンホール	24.	その他特記事項

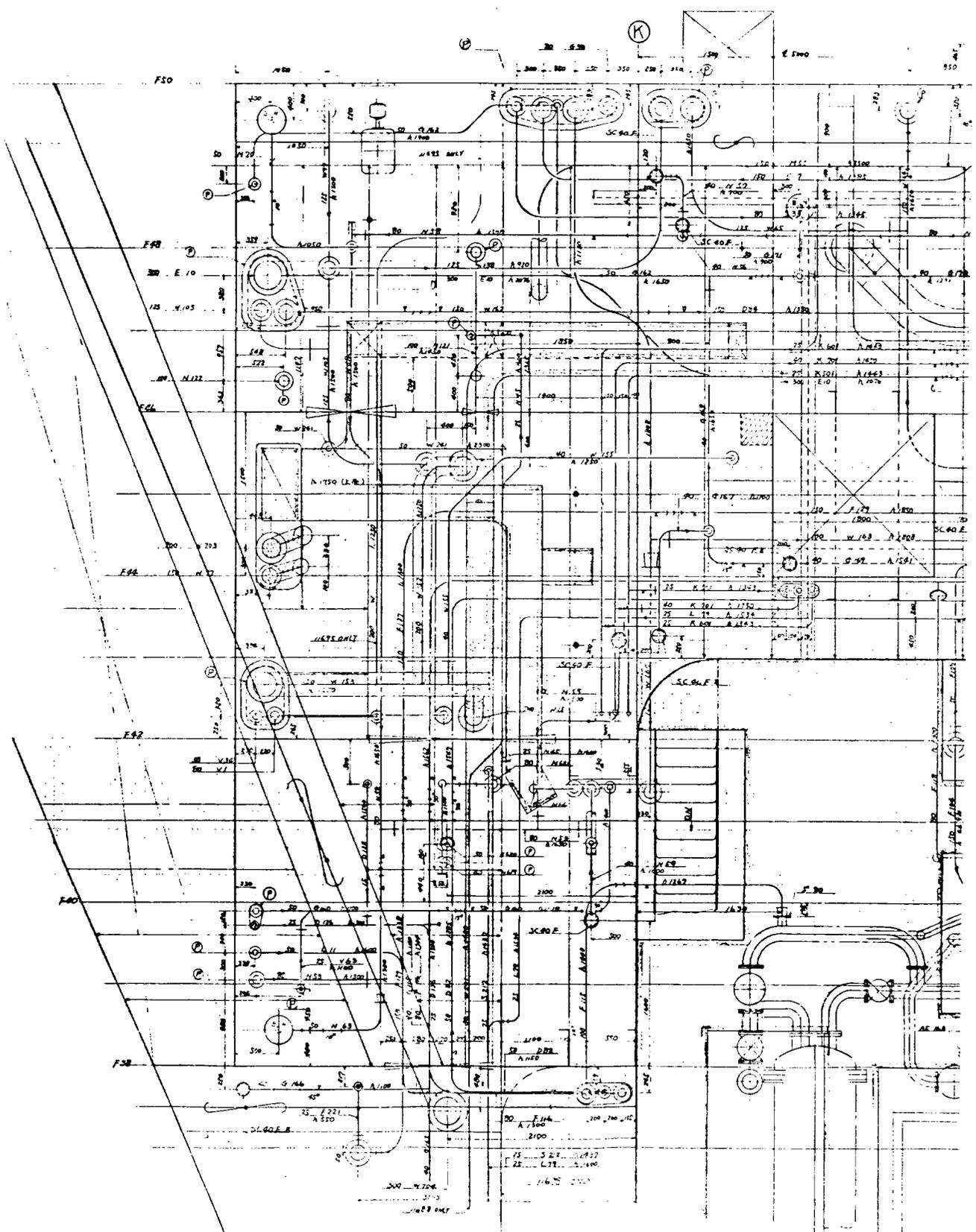


図 2.3.2 - 7 配管装置図 (Dデツキ裏)

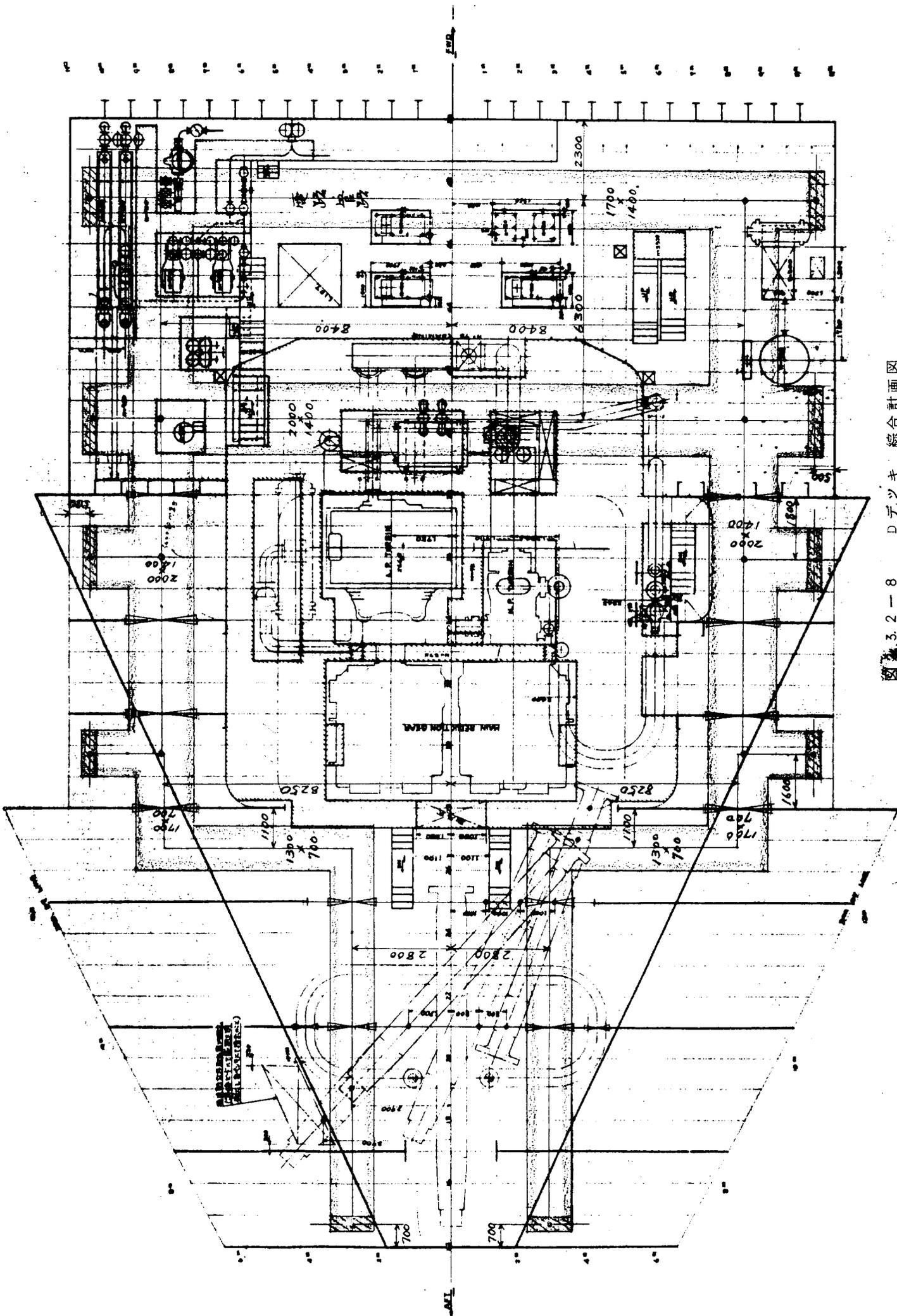


図 3.2-8 D デツキ 総合計画図

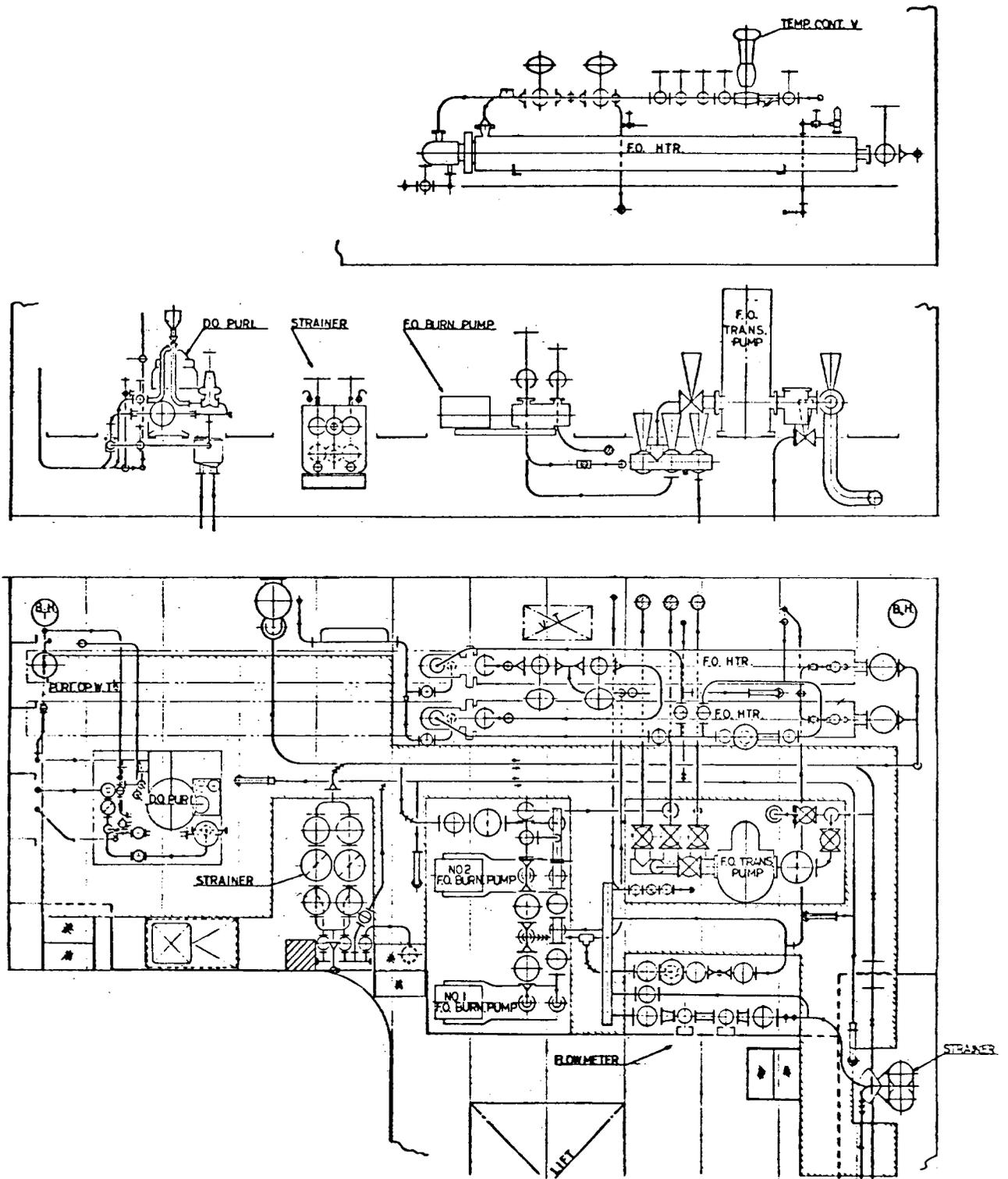


図 2.3.2-9 補機器モジュール

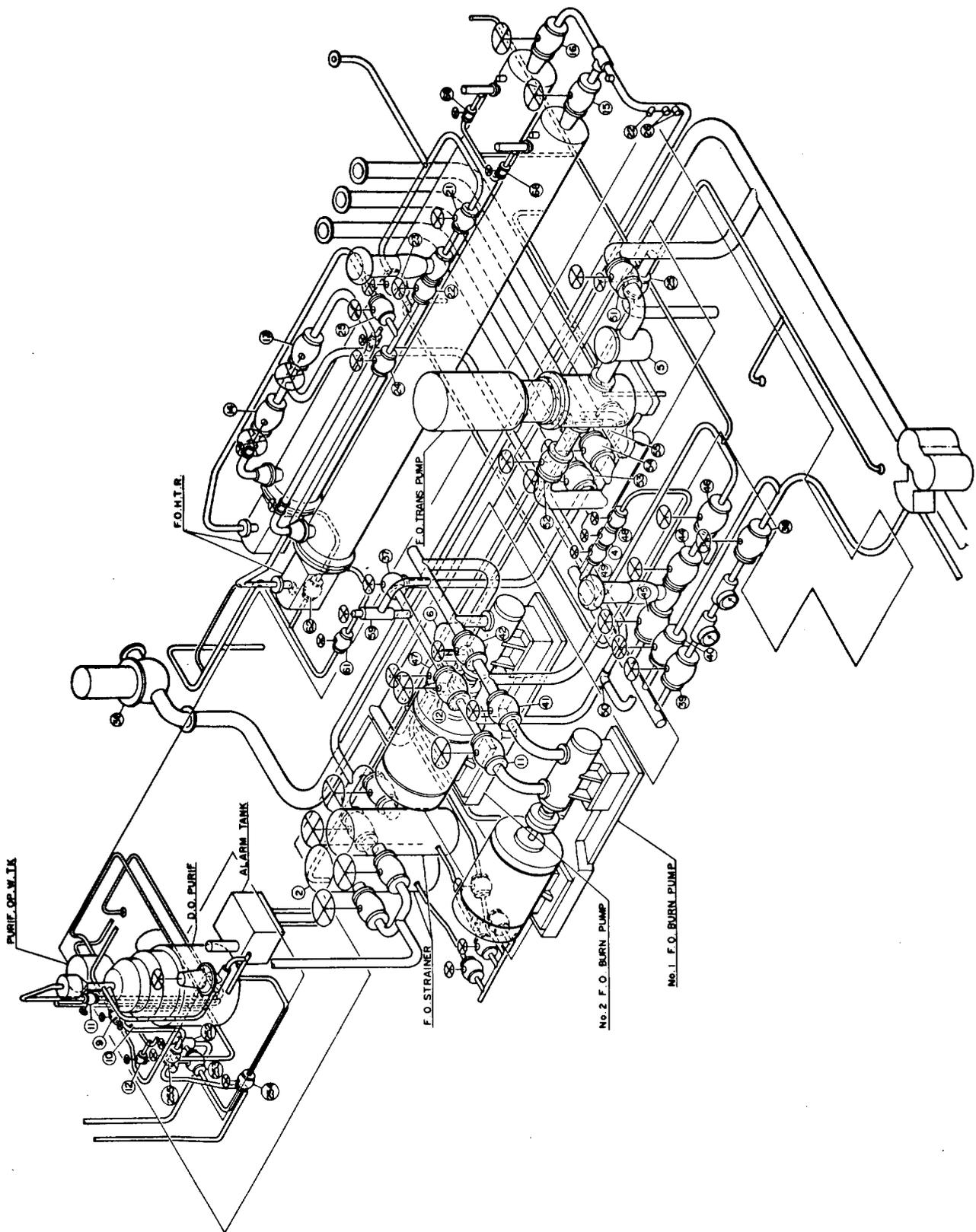


図 2.3.2-10 補機器モジュール

(d) 自動設計の基本構想

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いわゆる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、本数を定める。
 - 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) 繕装方式……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、ソフトウェ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ェア会社に送付し、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。
- (xi) SR110の研究打ち切り後の処置は、8社の自主共同研究として更に作業を継続することとし、詳細は別途定める。

(3) 研究結果

(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中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て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答が必要である。

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引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無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。

1. 機装配管装置の製図期間の短縮……………約1ヶ月

設計者 8人×(2.5~3ヶ月)⇒6人×(1.5~2ヶ月)……………50%減

全設計時間比……………7%減

2. 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ヶ月/隻

3. 熟練した設計者の集中的不足の解消

2人×4ヶ月/隻

1~3の省力人員 10~12+6+8=24~26人・月/隻

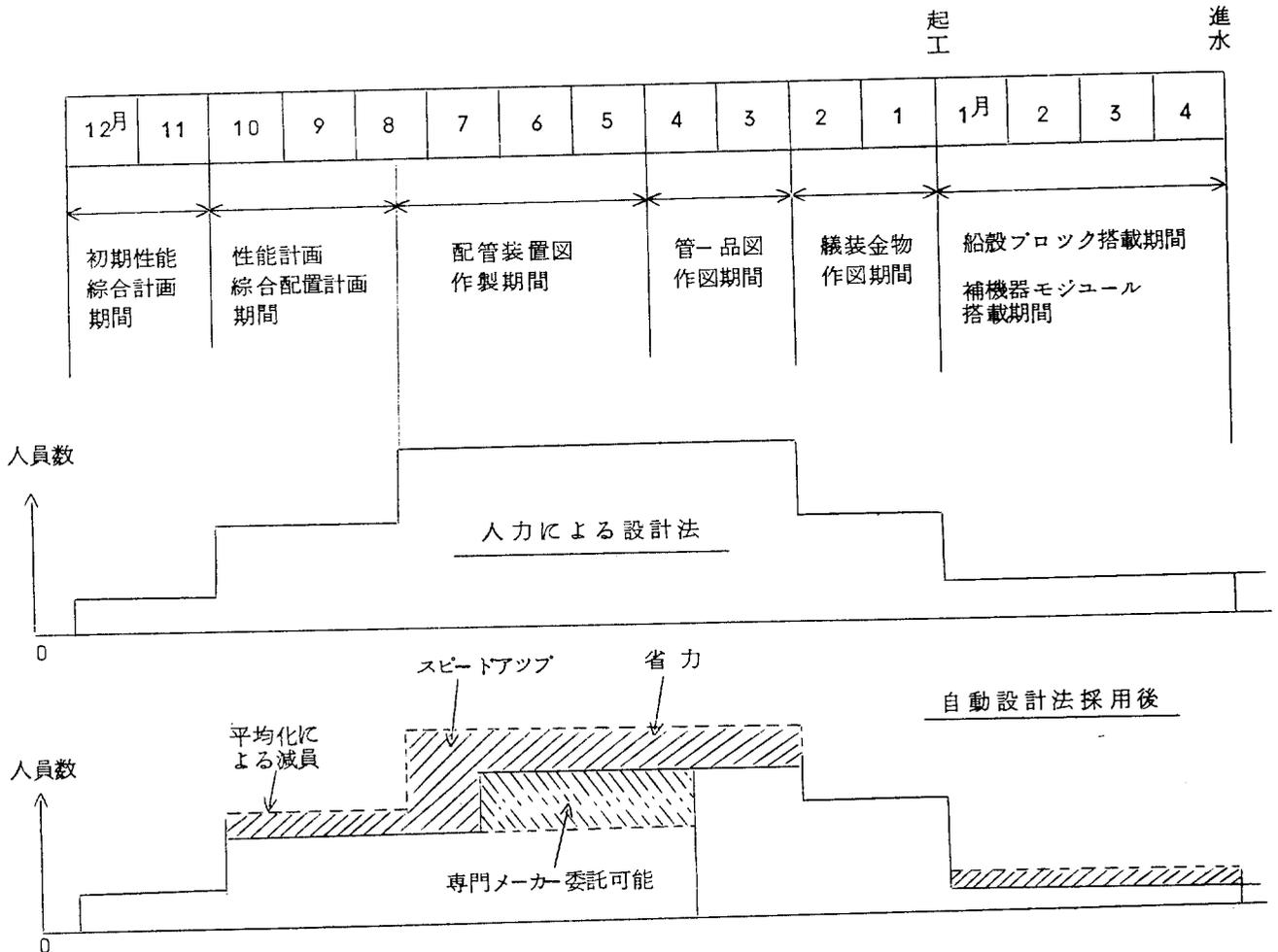
その他のメリットとして

4. 標準化、モジュール化による個人差の削減とこれに伴う品質の安定性向上と設計ミスの削減

5. 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

6. 一時的な設計者の集中化の解消→安定した人員計画可能

7. 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



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
 - ii) 情報データファイル作製要員
 - iii) パンチャーおよび電算機運転要員
 - iv) 電算機使用料
- } 5~6名

表 2.3.2-4 管線図のインプット数の検討

共通性の多いと思われる25万ton型タービタンカの管線図をInputするものと仮想して、そのInput Data数の推定を試みた。

(25万ton型タービタンカ 国内船 主機 36,000PS)

No.	系 統	モジュール数					起 点、 終 点 数					分岐点数	備 考	
		機 器 モジ ュ ー ル	タンク モジ ュ ー ル	ギソウ 品モジ ュ ー ル (減圧 弁等)	其 の 他	小計	機 器 モジ ュ ー ル	タンク モジ ュ ー ル	ギソウ 品モジ ュ ー ル	船体部 へ 結 合 す る 部 分 の 数 目	其 の 他 船 体 部 に 付 着 す る 部 分 の 数 目			小計
1	高圧蒸気 _H	11		7		18	11		18		1	30	5	
2	低圧蒸気 _S	6	12	1		19	6	12	9	10	2	39	23	
3	排気蒸気 _E	2		7		9	15		18	3	5	41	13	
4	グランド蒸排気 _E		1	1		2	8	1	7			16	0	
5	加熱蒸気 _Φ	2		14		16	6	12	28	8		54	25	
6	復水ドレン _Q		2	2		4	14	4	6	1	10	35	3	
7	給水清水 _F	5	3	2		10	29	8	8	6		51	10	
8	海水バランス ビルジ W.B	4				4	28			18	134	180	16	
9	潤滑油 _L	2	4	7		13	18	20	22	2	8	70	5	
10	燃料油 _Φ	2	4	5		11	15	20	21	3	12	71	20	
11	圧縮空気排 ガス A.G	5				5	16			5	6	27	7	
12	エアーフォーム 空気管	0				0				7	30	37	25	
13	排水管 便管			6		6			12	73	4	89	73	
合 計		39	26	52			166	77	149	136	212		225	
		117					740							

(注意) 図中⊙印を附して重複して計算することを避けた。

(b) 自動設計の各ステップ毎の要点

(i) 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) 主要管系統線図

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、艏艉方向または 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、そのます目の数の多さによって管路と管目各の節（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

(ii) 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）
- 繊装しやすさのある式であらわし、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、管径路データ、スパンデータ、立管路データ、布設不可能のリスト、迂廻管データ、管路修正データ

(iii) 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群を選び出す。
- 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。
- 曲り部で管と管が当たらないかをチェックする。

ステップ4は管のフラン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 1

人手による設計法	自動設計法
1. 船殻図を1/50に拡大する 主要部分の骨を記入し、障害物を確かめる。	船殻情報ファイルを作る 標準データの修正をする 小骨類は不完全
2. これに依り同時に船殻構造を理解する	船殻図作画プログラム
3. 熟練者には主体像が任意に画かれる状態になる	自動作画機に画かせる 三面図、俯瞰図
4. 重要補機とその周辺の付属弁管等操作に必要な寸法を決め、モジュールの寸法を決める	補機器モジュールデータファイルを作る。 外形寸法と管接続位置、標準データの修正をする。 モジュール作画プログラム
5. 開放に必要な寸法、吊上げ装置を決める	補機器モジュールの中を含める 障害物データファイルを作る
6. 補機器モジュールの位置を船殻図上に決める	座標で位置(フレームラインからの寸法)と方向を指定する
7. 補機器モジュール間を結ぶ大口径管、主電線の方向と位置を決める	主管路を決める。時に大口径管、主電路の位置と寸法を指定する
8. 梯子、通風ダクトを記入し、大口径管との組合せをたしかめる	障害物データに含める 障害物作画プログラム
9. 蒸気管の中伸縮用ループを必要とする管の位置を決める	障害物データに含める
10. 障害物を避けて管を導設できる管路を設計する 平面、立体的併行して船殻図上に巾で図示する	障害物を除いたスペースを“X”mm、四角の断面積の通路を通し得る部分を管路として選ぶ 作画プログラム
11. ある程度主要(大口径)管の導設路を想定する 曲り、長さ、取扱い、溶接工事等をチェックする	特定のものは指定できるようインプット可能なプログラムとする
12. 計画図(1/50~1/100)の形でまとめ次の詳細設計用ガイダンスとして製図者に渡す	作画機による作図
13. 通風装置、床板装置の下画として利用する	同上 紙の裏面から画くことができればなお好都合

ステップ 2

人手による設計法	自動設計法
1. 管系統線図を見ながら各平面毎に導設する路に線で記入して行く	管系統線図情報ファイル 始点、終点を指定する 管導設のロジックによる
2. 概略の管の口径×本数を断面で調べて適宜導設する管路に割り振って行く	1) 主管路、枝管路を決める 2) 主管路を特に定めなくて相互干渉をminにする導設をする
3. 枝管も記入する 当りのたしかめは不完全	
4. 大体曲りの少ない距離の短くなる径路を選んで決める	導設の条件 1) 長さ 2) 曲り 3) 干渉
5. 特定の管の導設路に大体固定化する	特別の指定ができるプログラムとする

ステップ 3、4

人手による設計法	自動設計法
1. 数名で分担を決め、適当に隣接区画とのつながりを打合せながら管路内の配列を決める	各平面毎に定められた優先順序に配列する配列のロジック
2. 思想は人により変わり、早く決めた方が優先するのが原則	一定の規則により配列が決まる 作画プログラム(寸法符号を含む)
3. ブラケットを含む断面図で枝のとり方も要点的に図示する 最も時間のかかる手作業	管路の断面の図示 寸法の記入
4. 管割り位置を決める主要管のみブロック割りを第一優先とする	管割りのロジック
5. 管サポートブラケットの形状寸法を決める主要管のみ	
6. 管の間隔、基準面よりの寸法を記入する	
7. 管金物符号を記入する	管符号を記入

(c) 電算機利用の機関室機装配管設計

プログラム仕様書

(i) 一般

本プログラムは日本造船研究協会昭和46年度事業計画「SR110 造船所における省力化に関する調査研究」の一部である「機関室の自動設計法の研究」の一環として作成するものである。本会々員の共同研究によるシステム計画に基づき、プログラムを作成し、事業計画の目的である造船所の省力化に寄与させるものである。

本プログラムは開発後、本会々員が共同で使用するのが骨子であり、その所有権は、日本造船研究協会および会員に属するものである。以上の主旨に則り、プログラム作成受注者は共同開発のノウハウを含めて会員外には機密保持に留意すると共に会員の使用に便宜を計るよう考慮するものとする。

(ii) 注文対象

次に示す機装設計主要流れ図の中に示すステップ1よりステップ4までを研究対象としているが、今回の注文範囲はステップ1および2とする。

ステップ1、2のシステム計画に当っては将来ステップ3、4に接続させるものとして詳細を検討し、システムに折込むものとする。なお対象の船は20万トン以上のタービタンカを第一優先として取扱うが、それ以外にも可能な範囲で適用を考慮する。

(iii) 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。止むを得ない場合は 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、IHI、住友、NKK、	※(2) 佐世保
HITAC	日立	
FACOM	川重	

※(1) 三菱系各事業所は機種がそれぞれ異なる。

※(2) 佐世保は近々変更される見込(機種未定)

(a) 各ステップ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。

各造船所が将来此のシステムに追加、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256K程度の計算機容量を対象とする。

(c) 作画機はザイネティクス(XYNETICS)最大速度60m/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

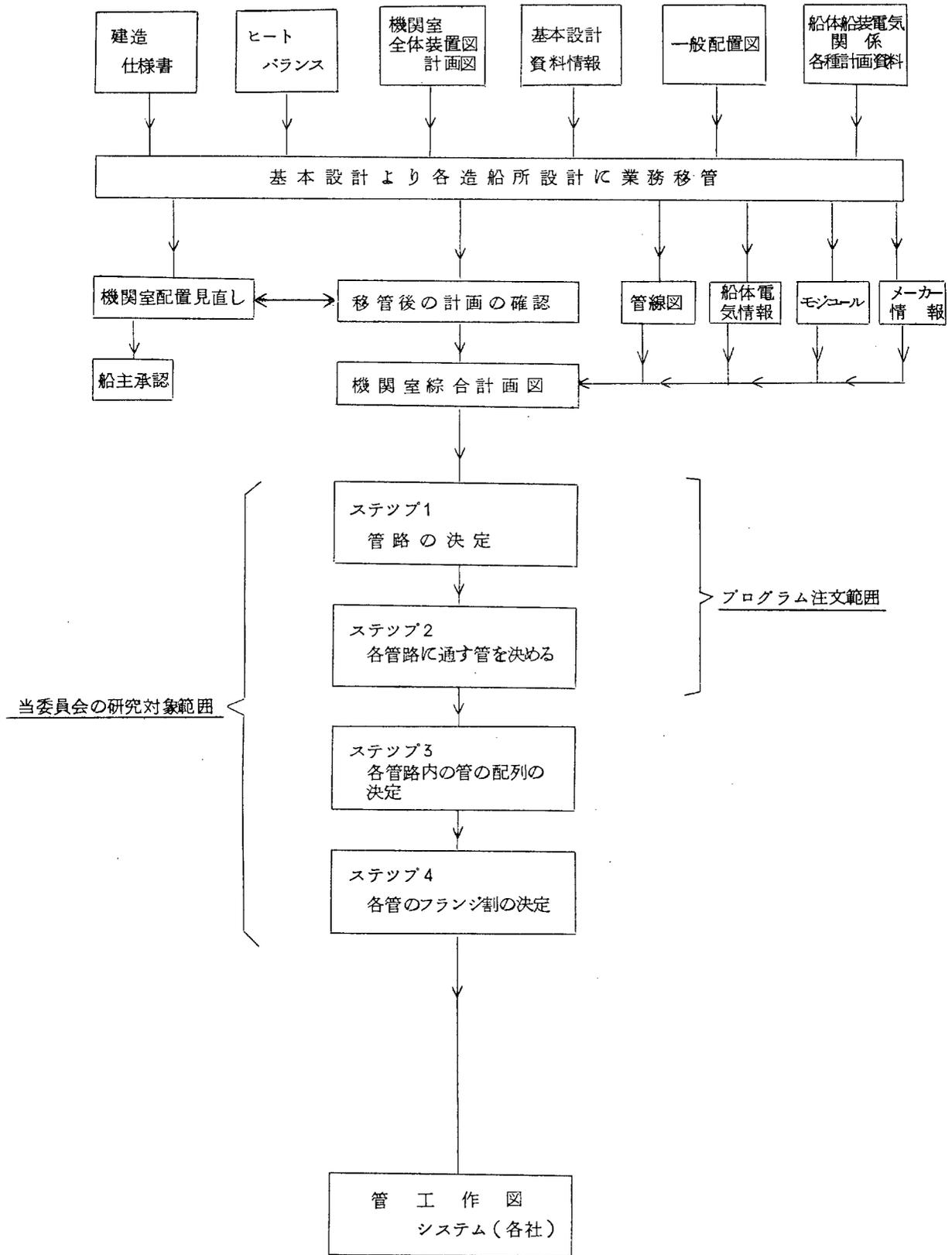
x — 艀艀方向

y — 左右舷方向(左舷+、右舷-)

z — 高さ方向

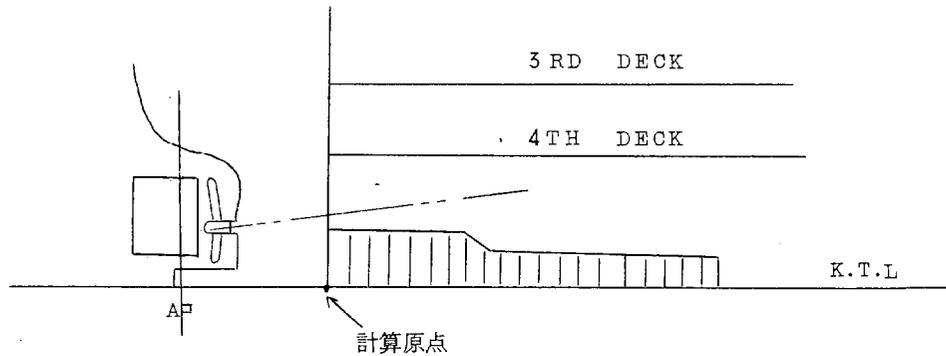
(f) INPUT、OUTPUTで各モジュール管路等の位置設定条件としては、従来の設計慣習である「何番フレームより艀(もしくは艀)に何mm」「左舷(もしくは右舷)に何mm」、「何DECKより上(下)に何mm」

機装設計主要流れ図（機関室管装置に関するもの）



の表現を使用する。

(イ) 計算機内の計算原点は KEEL TOP LINE 上で機関室艀の BULKHEAD の交点とする。



(ロ) データ数予想

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

(ハ) 作画は「一角法」とし造船界の製図慣習を適用する。

(ニ) 図面の縮尺 (SCALE) は自由に選定出来ること。

(ウ) 納 期 (目標)

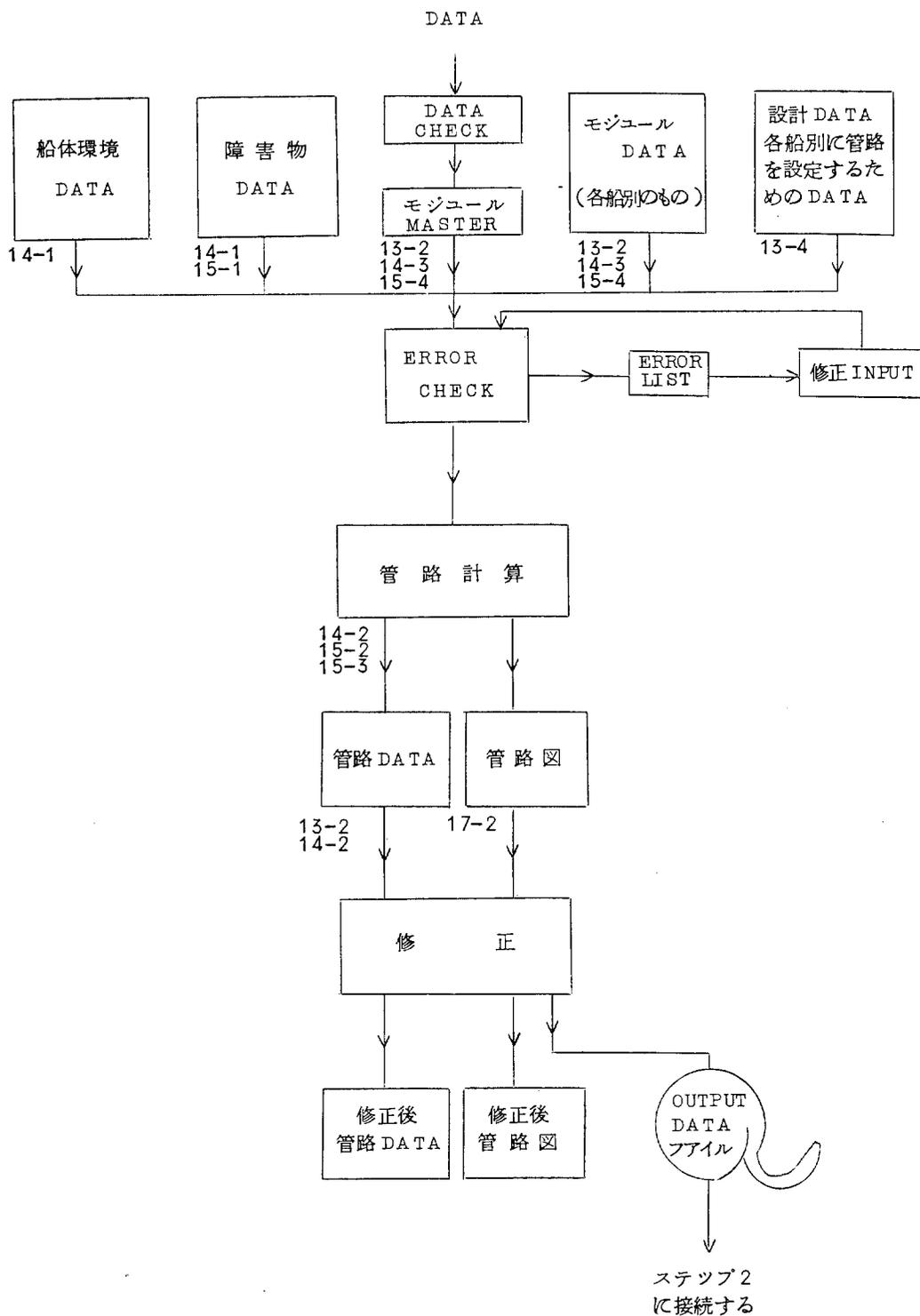
1) ステップ1

プログラム作成 第一回テストラン 昭和47年3月末日目標

2) ステップ2

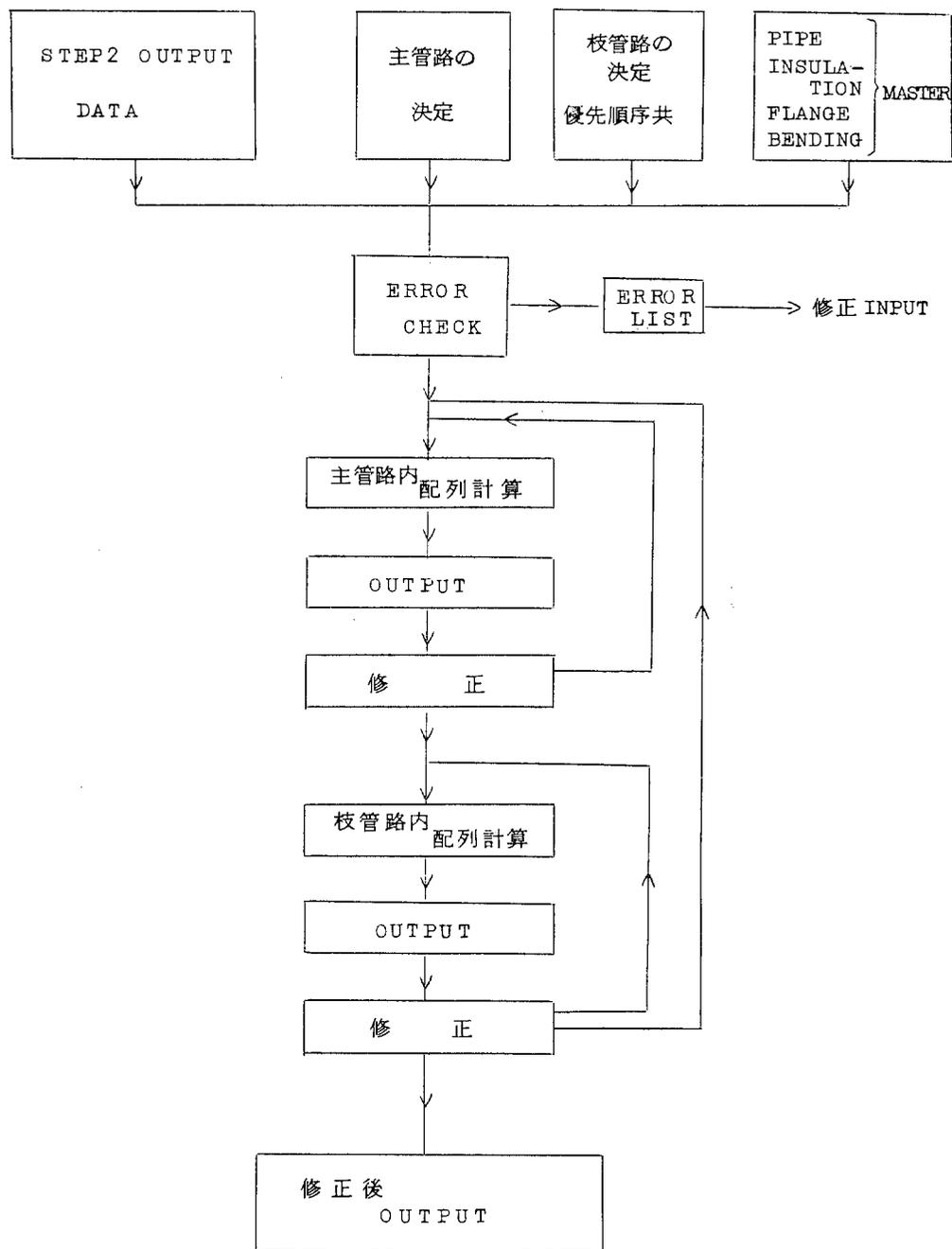
プログラム作成 第一回テストラン 昭和47年4月末日目標

(V) ステップ1 フローチャート

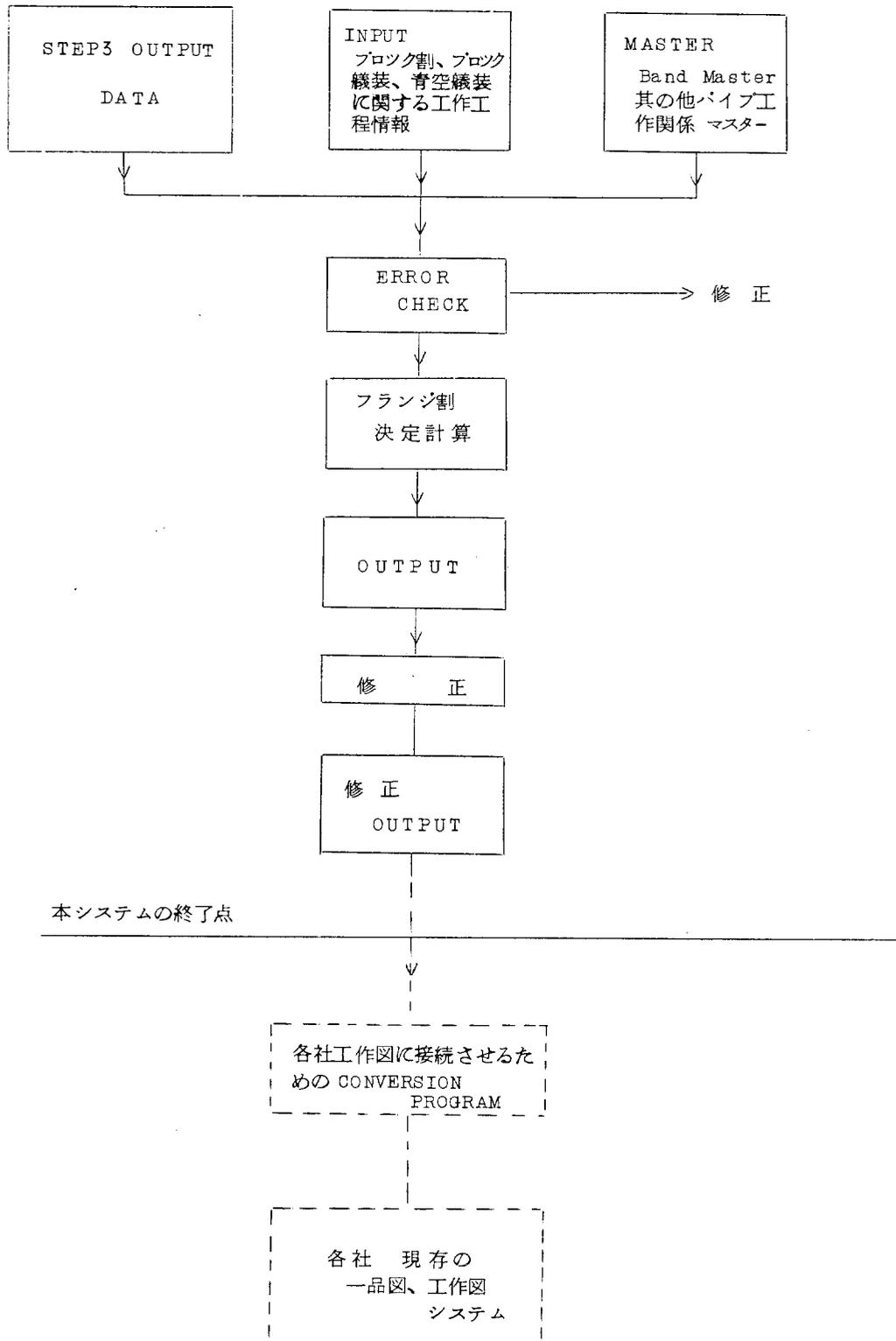


備考 □ の左下の数字はD3委員会の資料番号を示す。

(vi) ステップ3. フローチャート



(viii) ステップ4 フローチャート



(ix) 其 の 他

(1) SR110 D3 小委員会委員にてシステム計画を行なう。

システム計画の最終内容は次の通りとする。

- a) INPUT FORMAT および同 MANUAL
- b) OUTPUT FORMAT および同 MANUAL
- c) MASTER の FORMAT
- d) MASTER の FORMAT
- e) TEST RUN 用の DATA

プログラム作成受注者も本委員会に参加してシステム計画に協力願う。

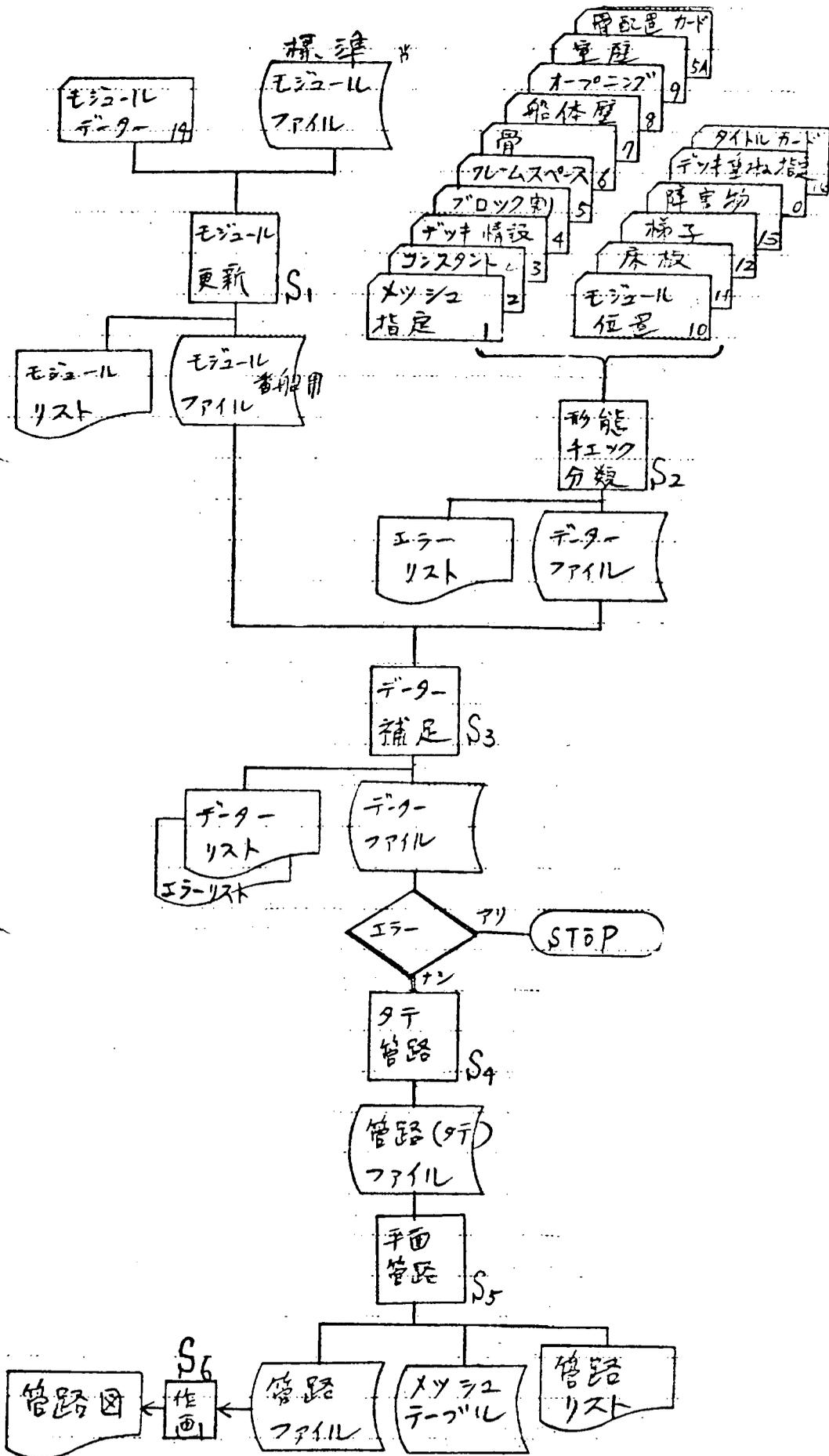
(2) 注文範囲は Test Run 完了までとし、途中で修正を必要とする場合は、関係委員を召集して調整する。

(3) 各会員の所有する HARD (計算機、作画機) が異なる場合に、配布されたプログラムをコレクションするに必要な情報は提示する。

ただし、実際の作業については当事者同志で契約することにするが、第一項一般の項の主旨に沿うものとする。

(4) 詳細については「委員会議事録」と「委員会に使用された資料」によるものとする。

d) ステップ1 管路の決定



船体有効スペースから障害物をインプットしてさしひきのこりのスペースより管路をもとめる。

①. モジュール、単独補機、タンク、ボイラーをモジュールデータとしてあつかり。
(詳細2ページ)

②. 各種データの数值項目のチェックおよび処理順番に分類。
(詳細3/13ページ)

③. モジュールマスターとデータファイルとをモジュールNOでMACHING行ない障害スペースをとりこむ。すべてのデータをチェックしたあと1件でもエラーあれば以後のステップ行なわない。
(詳細3/13ページ)

④. デッキを数段かさねたて管路もとめる。
(詳細4/13ページ)

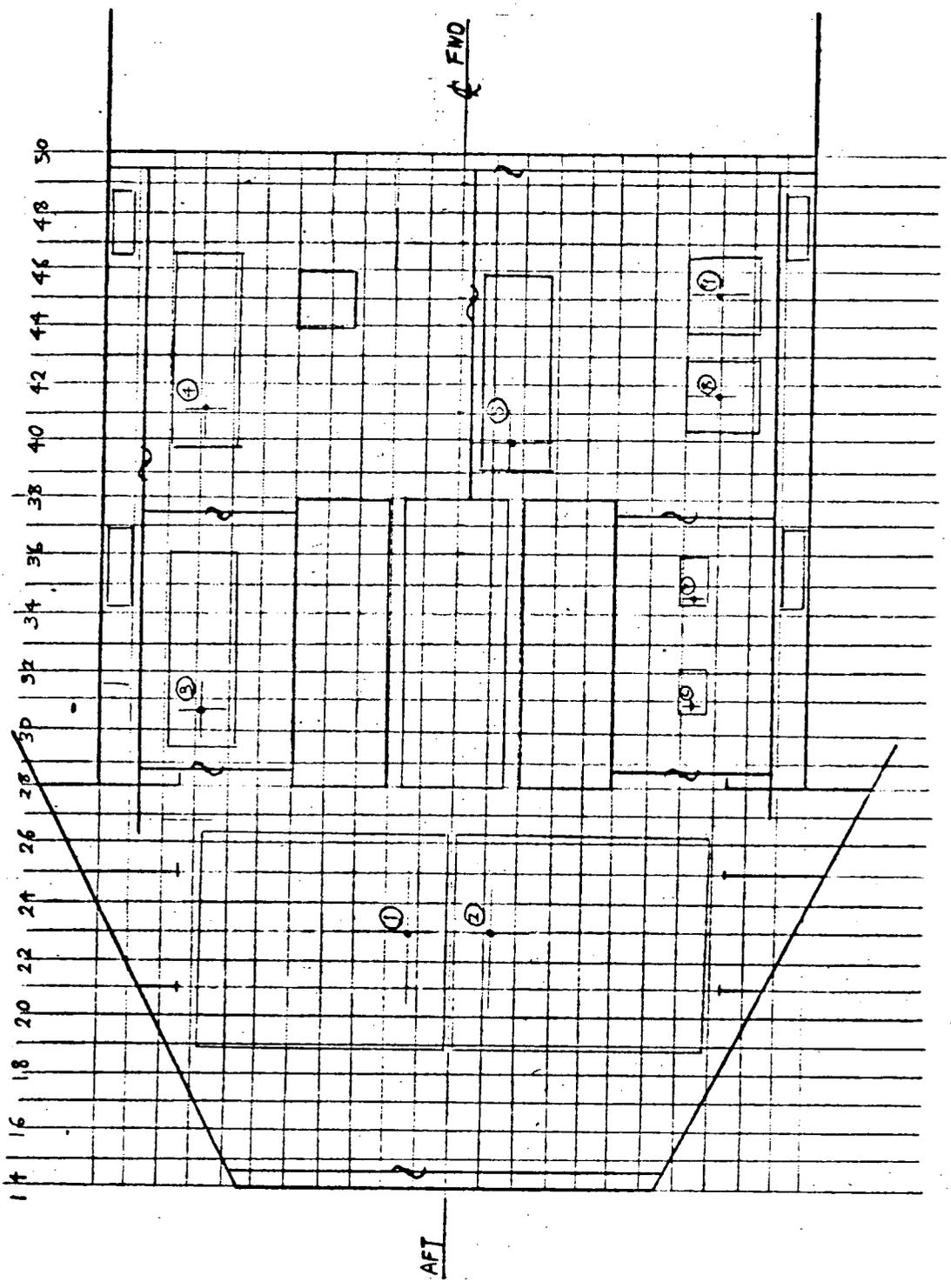
⑤. 平面管路をメッシュ法でもとめる。
(詳細5/13~7/13ページ)

ステップ1のインプット一覧表

№	名 称	使 用 目 的
イ) 船殻関係データ		
1	TABLE メツシユ指定カード	配管設計を行なり最大長さ、巾、高さを示す。
2	各種コンスタント指定カード	船殻データ不足の時使用する。
3	デッキ情報カード	各デッキの KEEL LINE からの高さを決定する。
4	ブロック割情報カード	管路の障害物として定義する。
5	フレーム、ロンジスペース指定カード	"
6	各種骨情報指定カード	"
7	船体壁情報カード	"
8	オープニング情報カード	"
9	工作室エンジンストアー壁情報カード	"
10	パーシャルバルクヘッド情報カード	"
11	柱情報カード	"
12	デッキ骨配置情報カード	"
ロ) 機関室関係障害物データ		
1	主 機	管路の障害物として定義する。
2	軸 系	"
3	主 汽 缶	"
4	補機モジュール	"
5	タンクユニット	"
6	織装品ユニット	"
7	煙路送風路、通風路、電路	"
8	エレベータダクト、E/Rコントロールルーム	"
9	マンホール	"
10	物場スペース	"
11	配電盤グループパネル	"
12	グレーティング	"
13	梯 子	"
14	ダミー障害物	管路を通したくないスペースの指定をする。
15	シーチエスト、予備棚	管路の障害物として定義する。
16	中間軸受台	"

ステップ1のアウトプット一覧表

№	名 称	使 用 目 的
1	インプットエラーリスト	インプットエラーの発生したカードのプリントおよび原因の指示。
2	管路のノート情報	ノート番号、ノードの位置を指示する。
3	管路のスパン情報	スパン番号、スパンの大きさ、位置を指示する。
4	モジュール情報	モジュール番号、名称、位置を指示する。
5	図面(平面図)	ベンディング、モジュールリスト、管路図、E、フレーム線、船体外形図、モジュールの原点等を指示する。(図面2.3.2-11、12 参照)

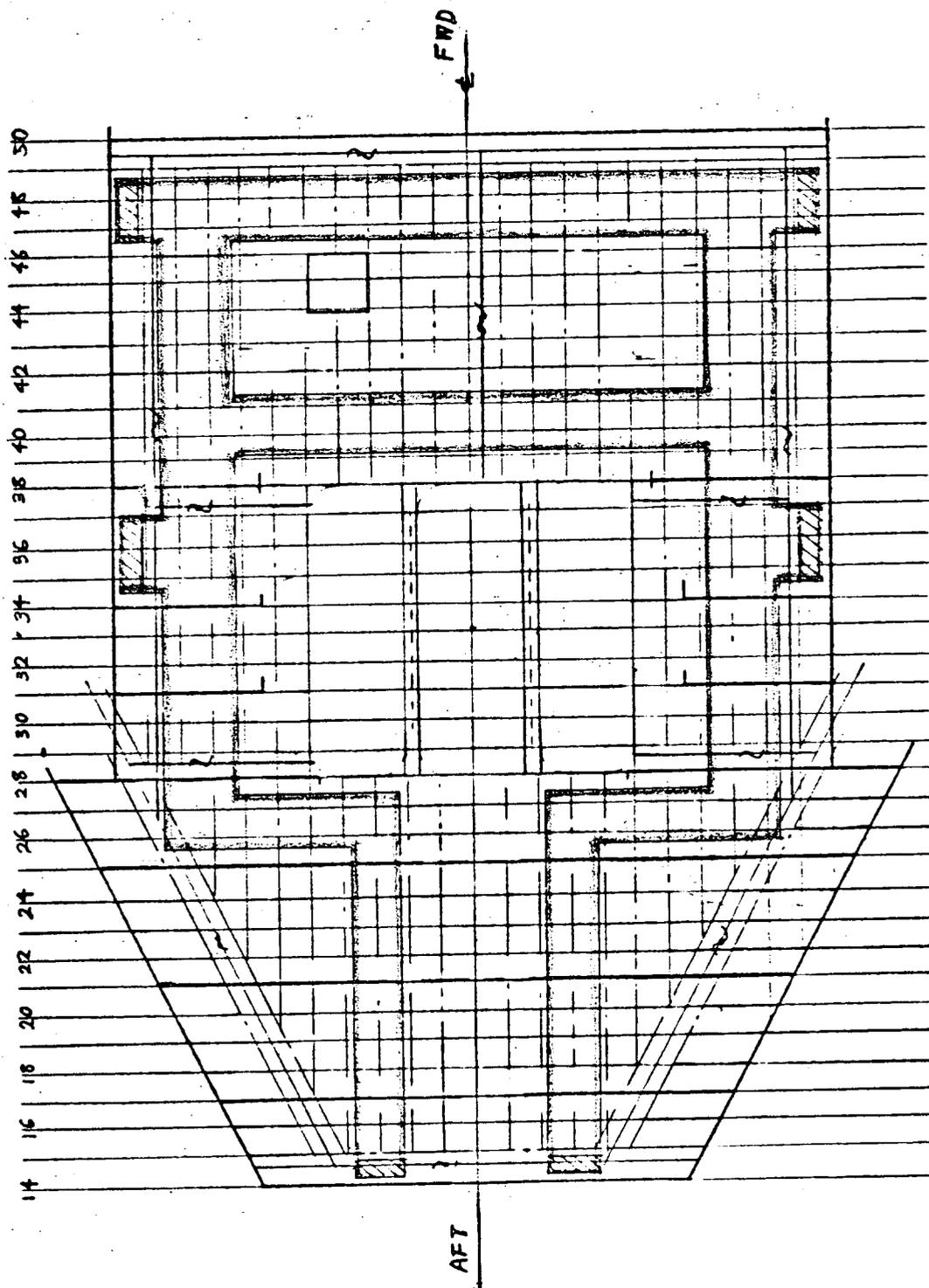


NO.	MODULE NAME	MODULE NO.	REMARKS
9			
8			
7			
6			
5			
4			
3			
2	MAIN BOILER		
1	MAIN BOILER		

B DECK PLAN

图 2.3.2-11

图 2

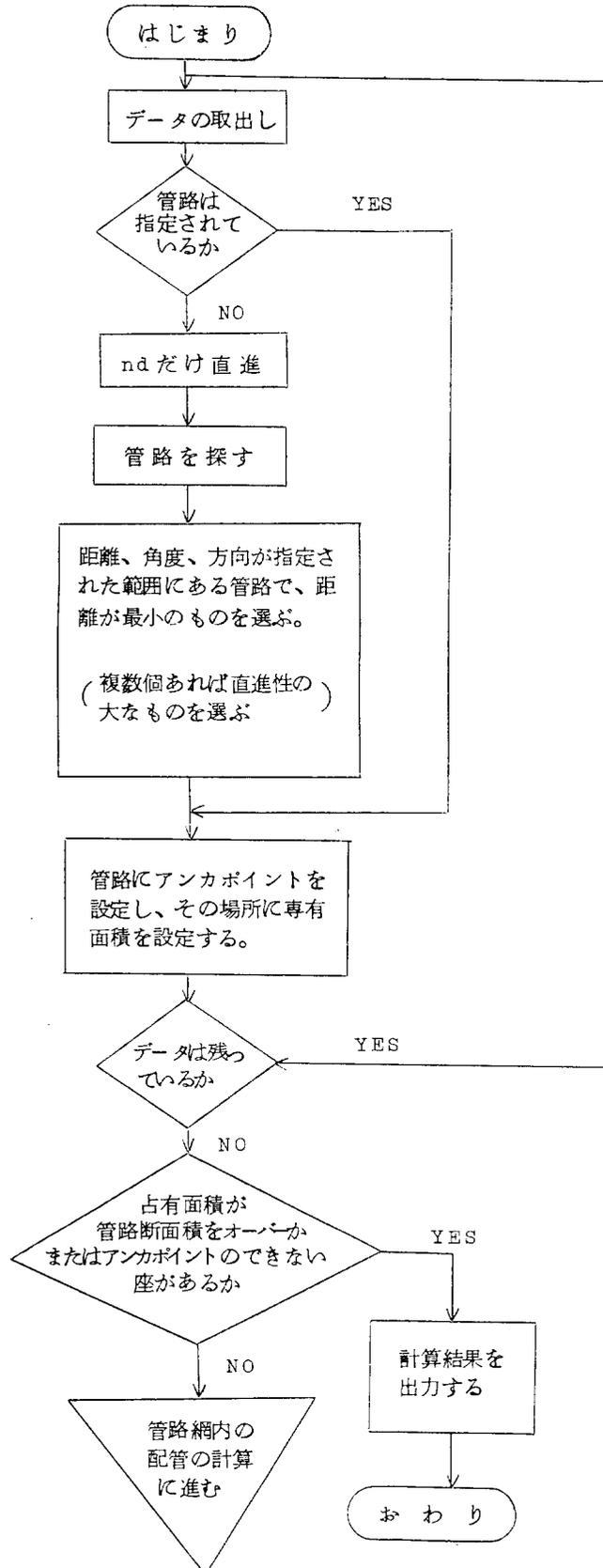


B DK UNDER PLAN

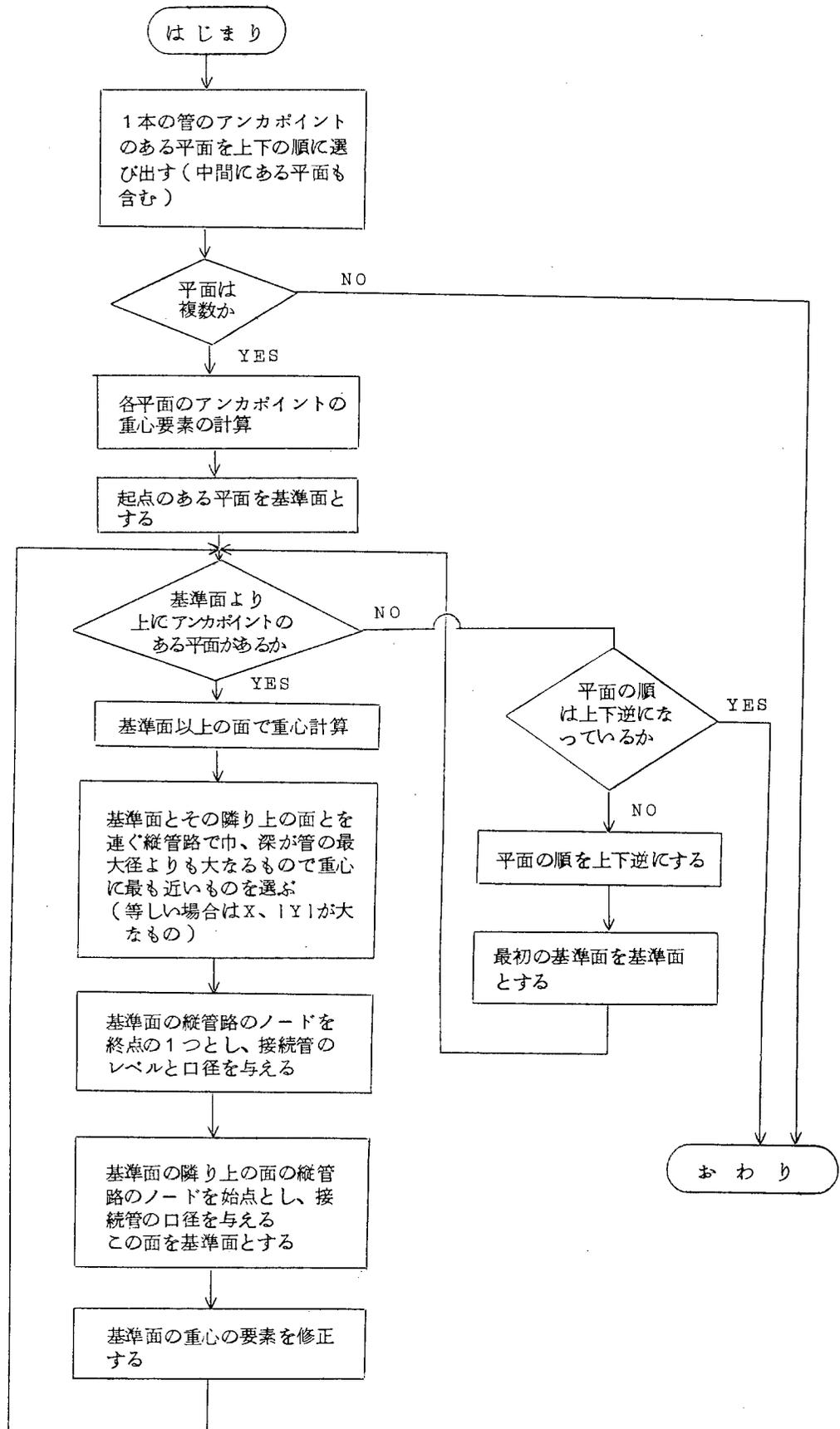
图 2. 3. 2 - 1 2

(e) ステップ2 管の導設

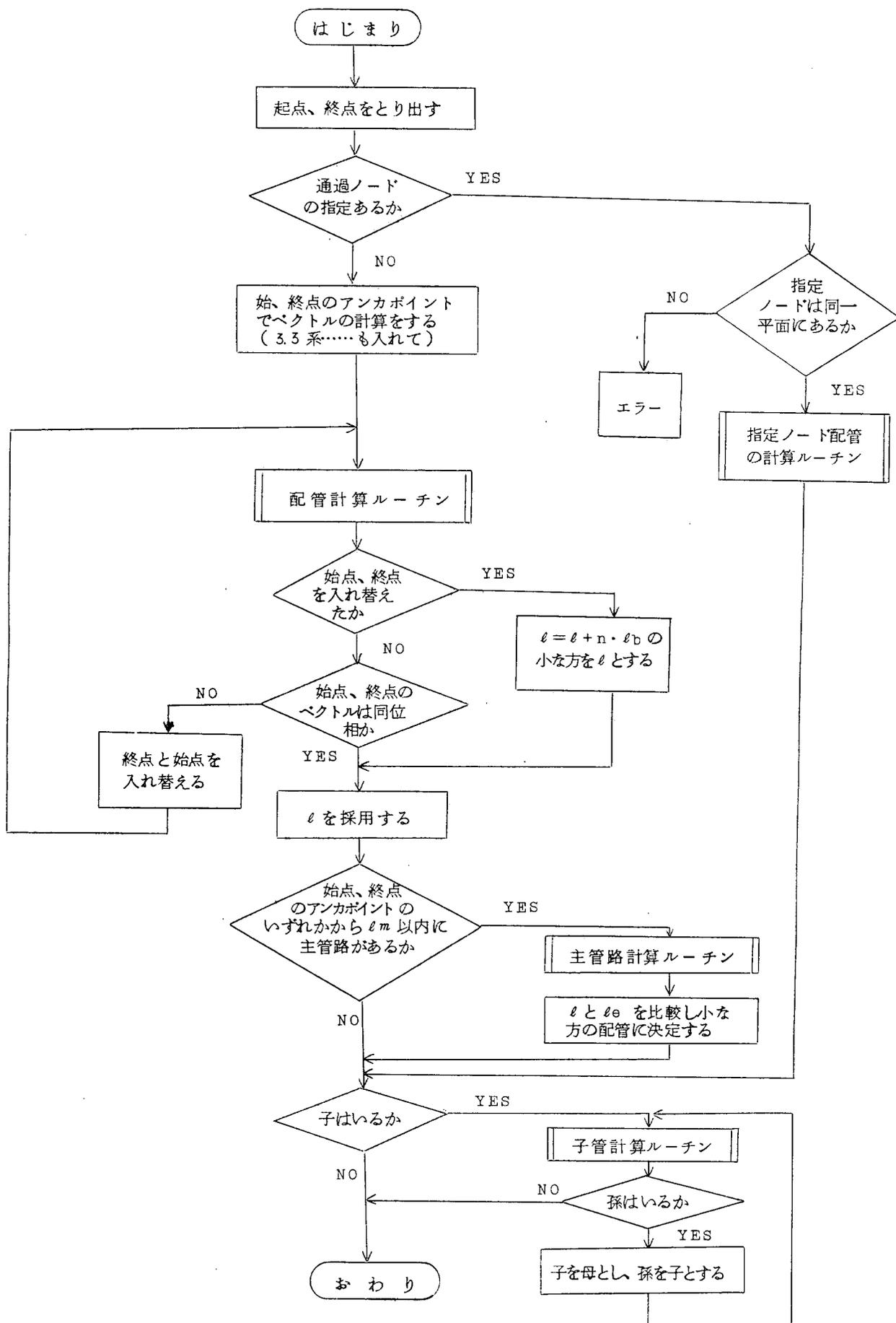
(f) 管路に入るまでのフロー



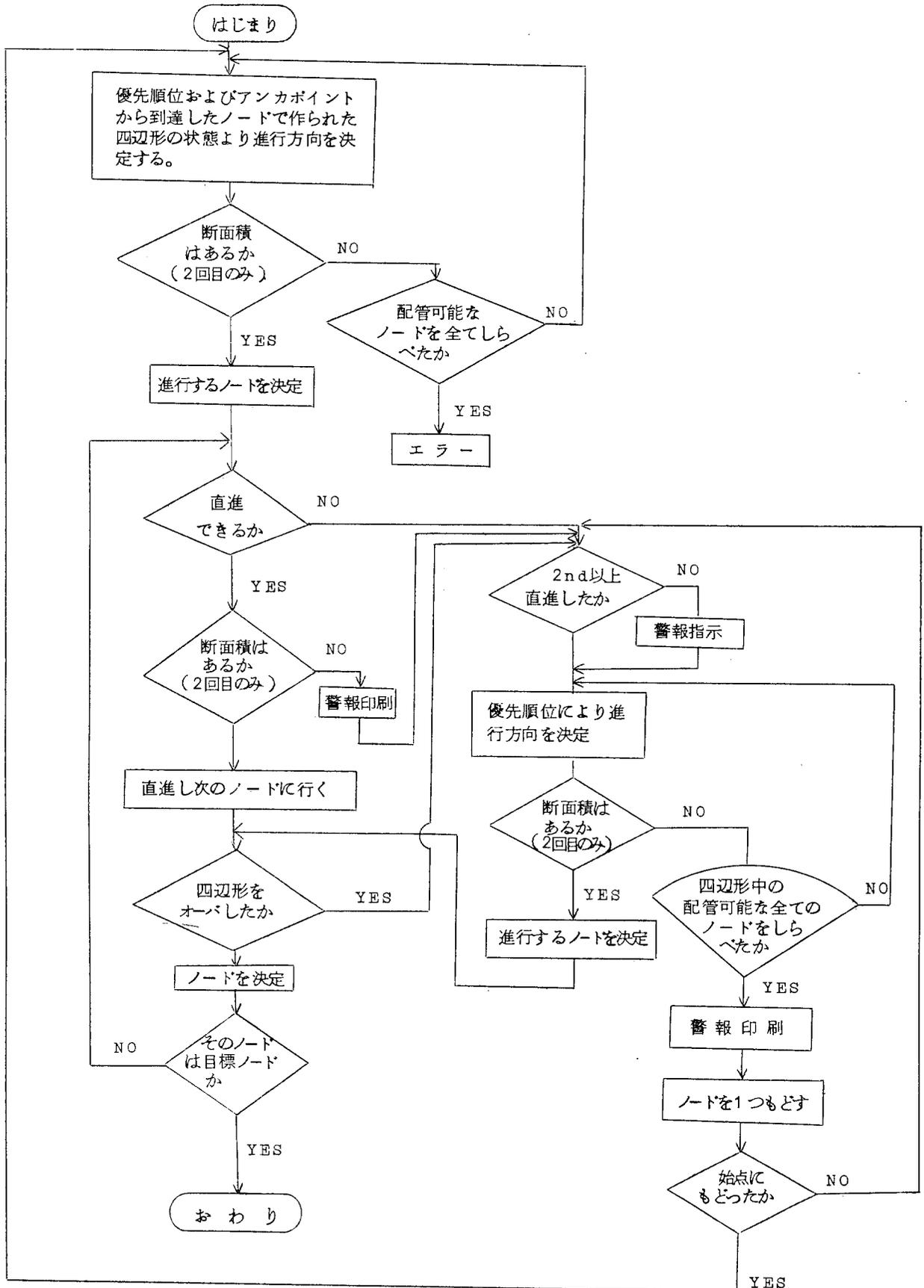
(ロ) 縦管路選定のフロー



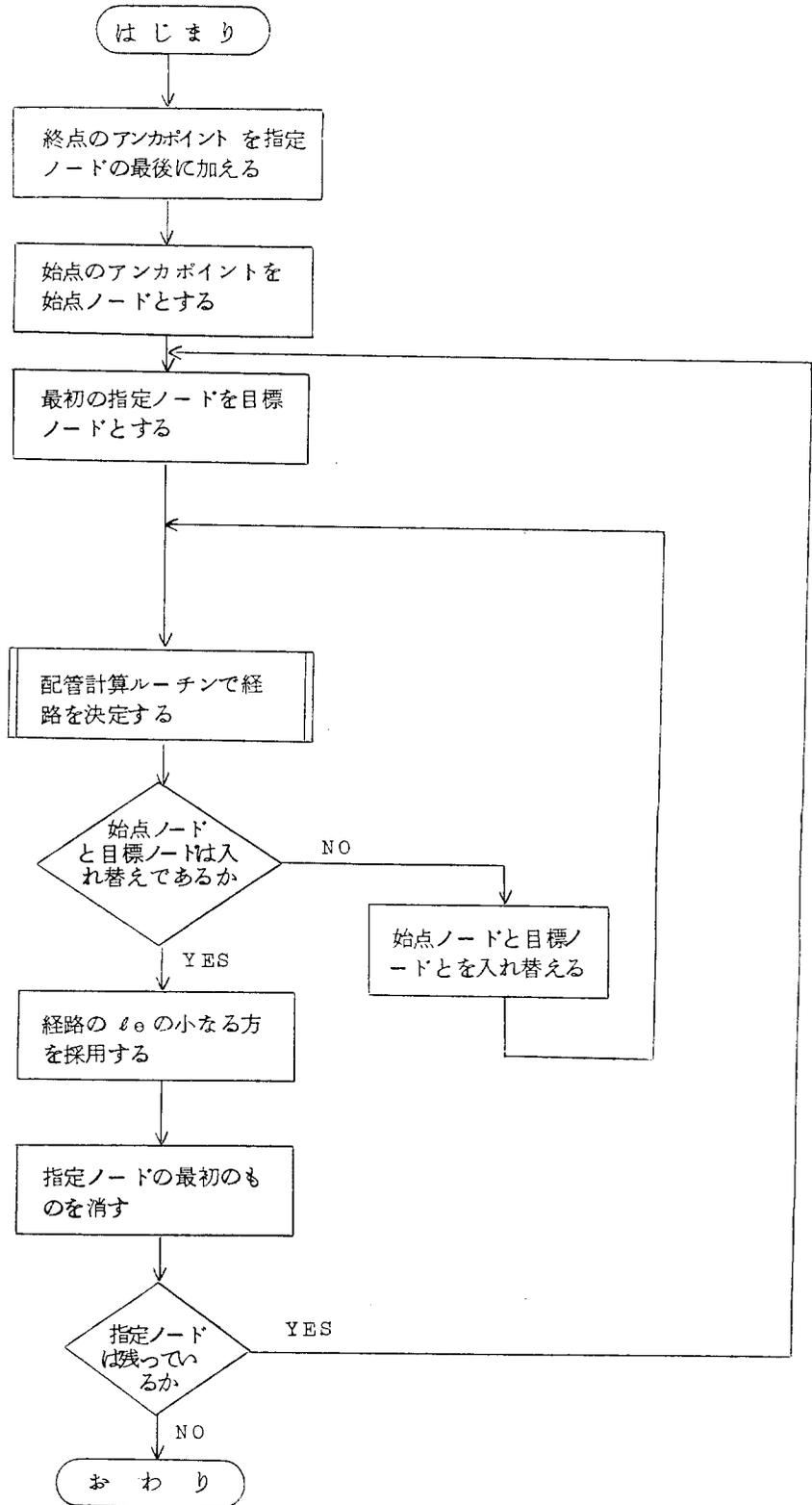
(f) 平面配管のフロー（メイン）



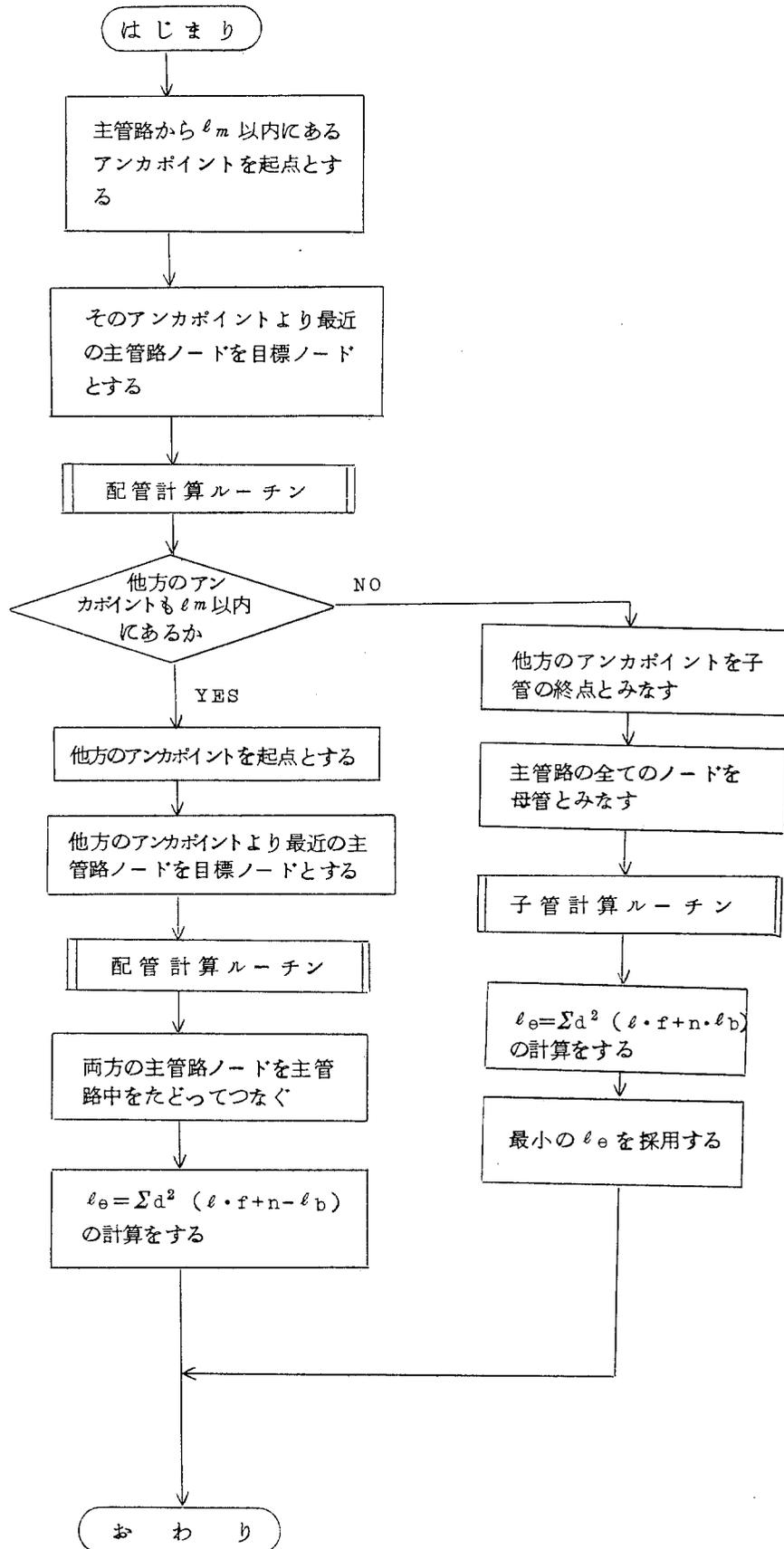
(二) 配管計算ルーチン



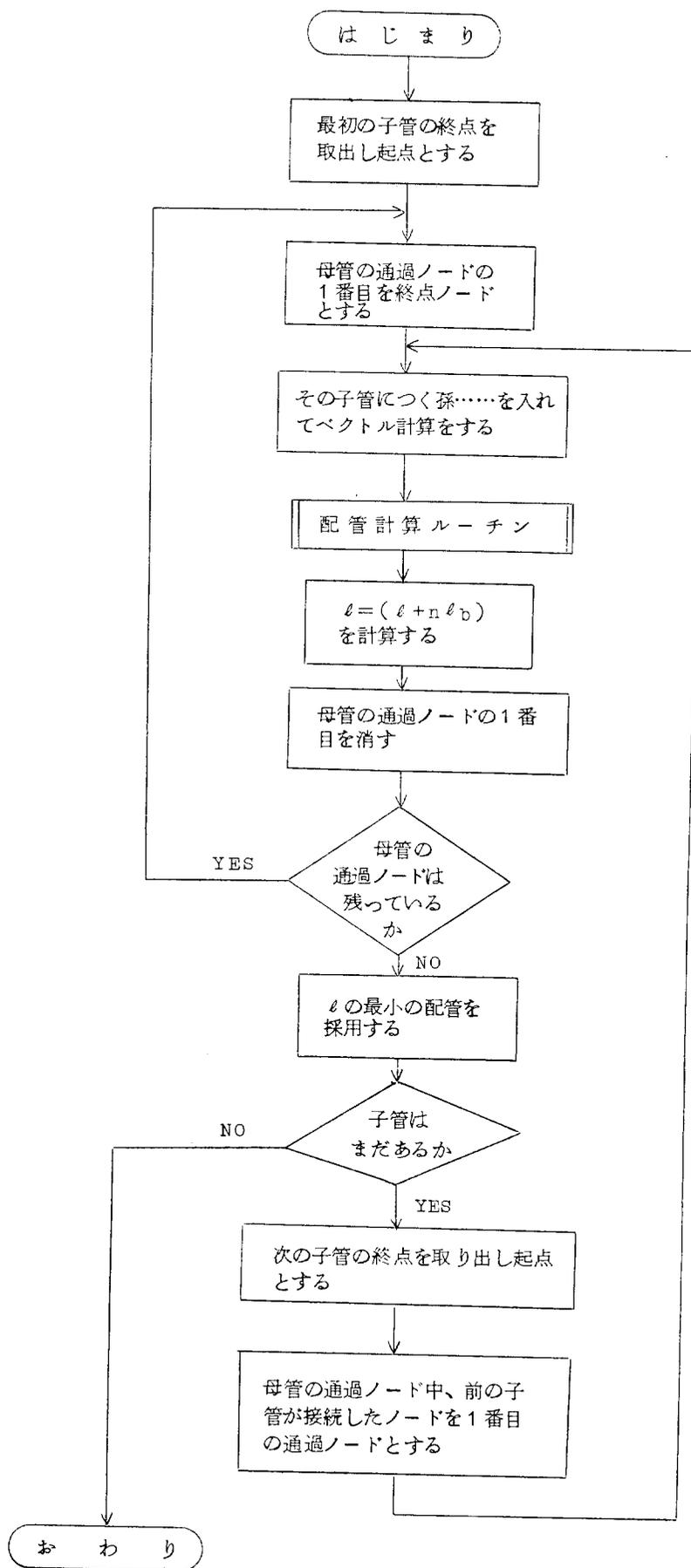
㈣ 指定ノード配管の計算ルーチン



(c) 主管路計算ルーチン



(h) 子管計算ルーチン



㊦ インプットおよびアウトプット

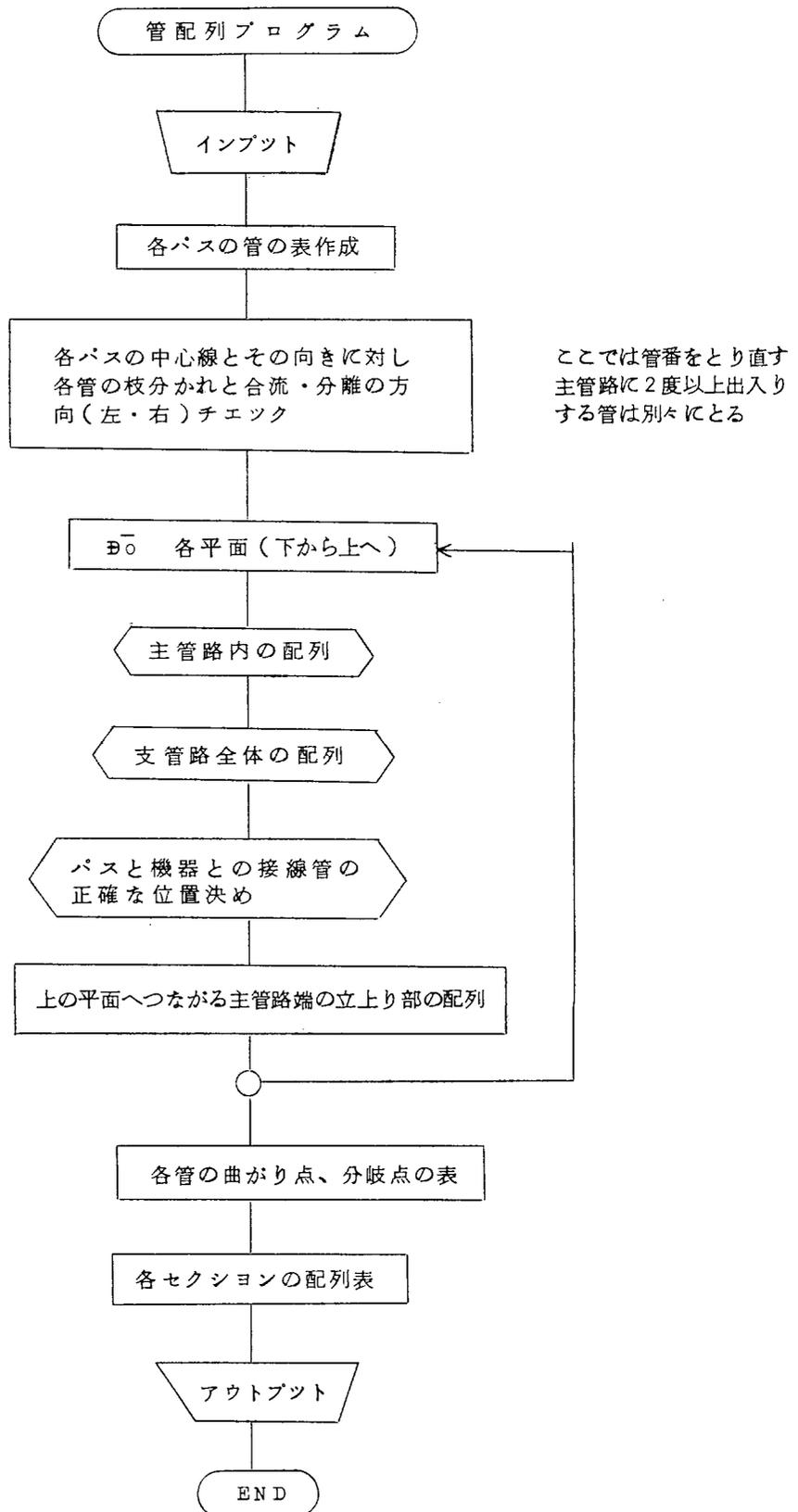
1) インプット一覧表

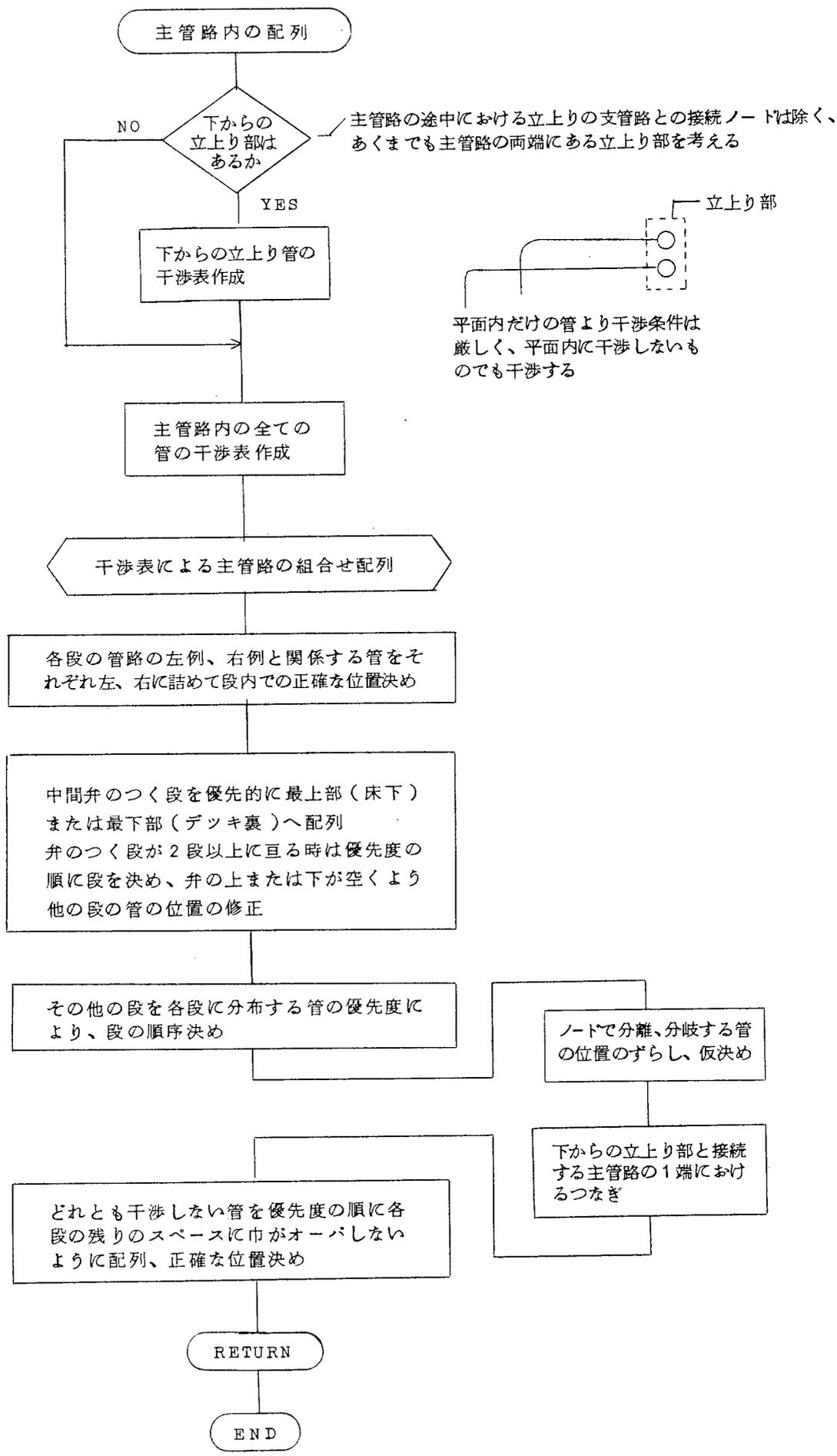
№	名 称	使 用 目 的
I-1	管理カード	計算の命令、管理DATA、計算ステップ指示
I-2	図面カード	作画に関する命令カード
I-3	主管路指定カード	ステップ1のアウトプットにより主管路指定に関するデータ投入
I-4	管の起点、終点カード(モジュール用)	モジュールに含まれる管接続部に関するデータ
I-5	管の起点、終点カード(一般用)	モジュール以外の管の起点、終点に関するデータ
I-6	管線図カード	計算をさせる管に関するデータ 指定事項も含む
I-7	手書き管カード	管路を指定して人間がすべて指示をする管のデータ (例えば主蒸気管等)
I-8	パイプマスター作成カード	各船毎にパイプの使用を指定するもの
M-1	パイプマスター	各社のパイプに関する必要データ
I-9-1	管路修正カード (TYPE-1)	水平管路追加用
I-9-2	" " (TYPE-2)	立管路用
I-9-3	" " (TYPE-3)	管路巾の修正
I-9-4	管路取消カード	不必要な管路の取消し

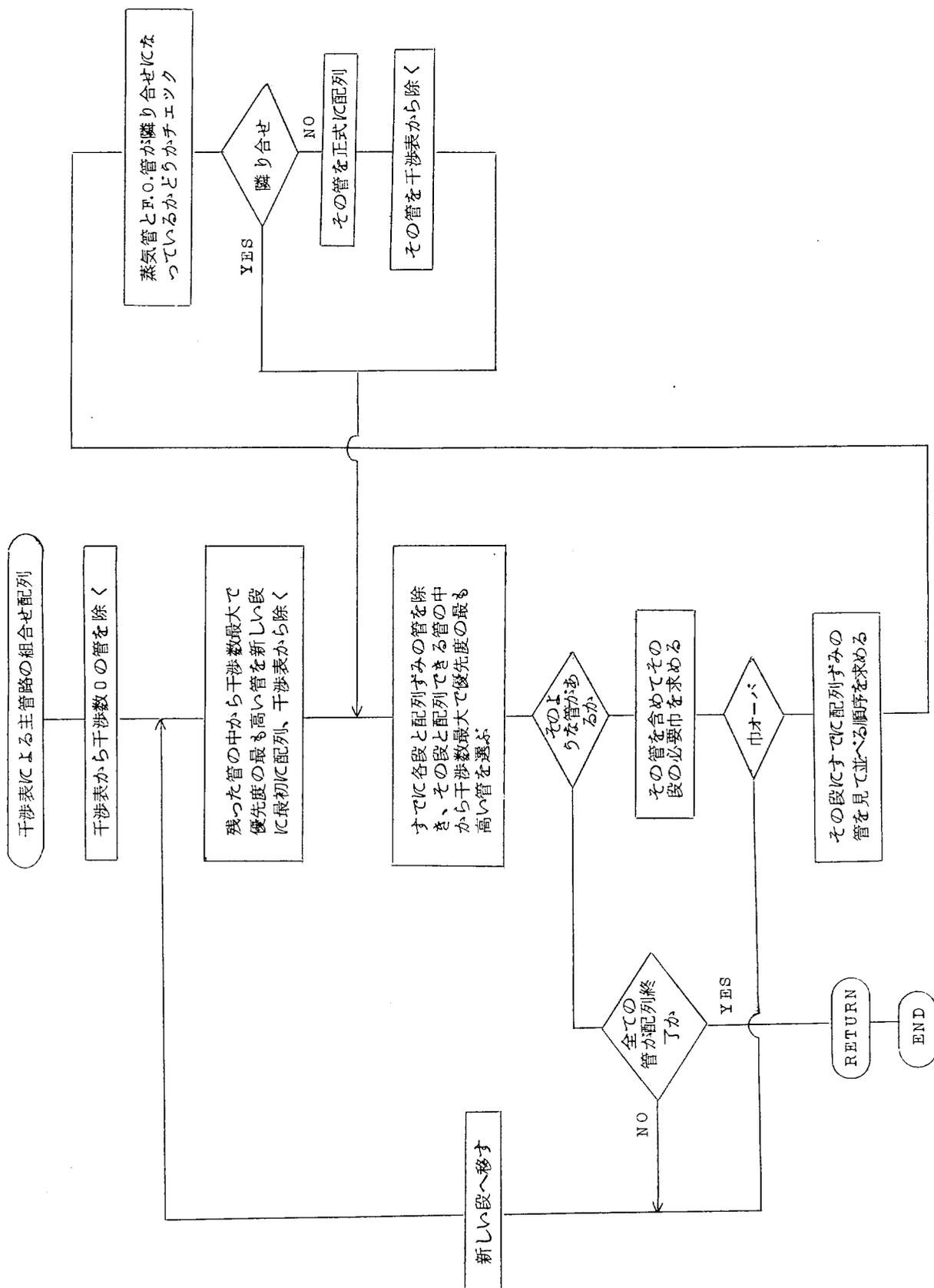
2) アウトプット一覧表

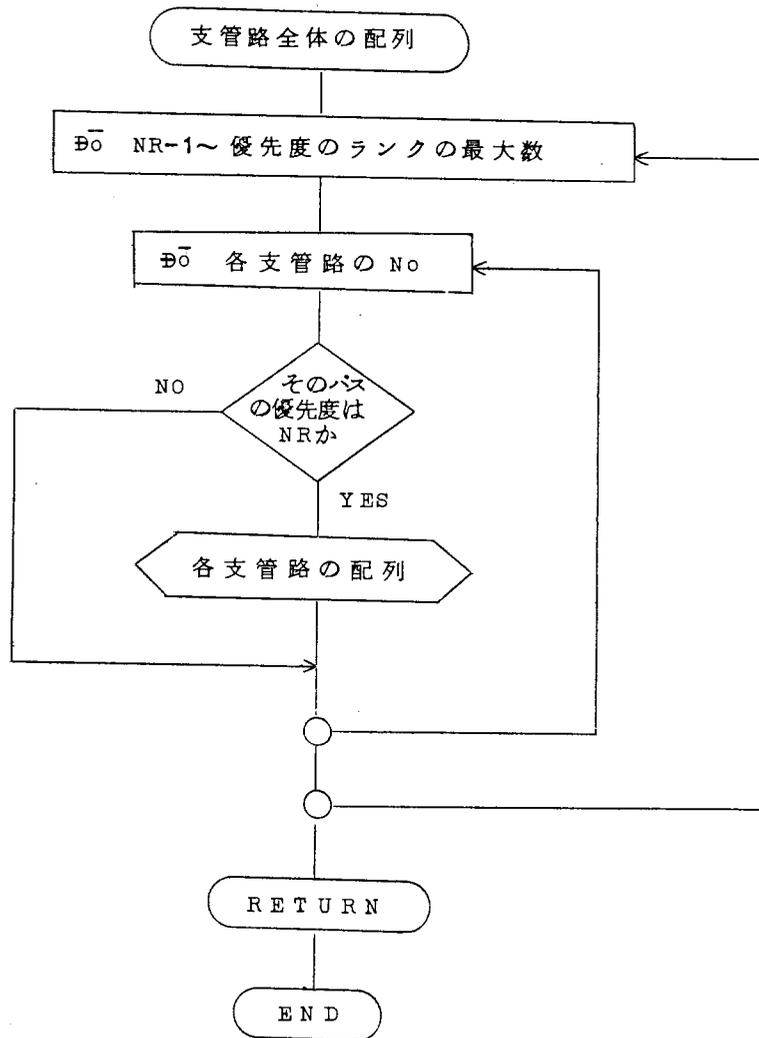
№	名 称	使 用 目 的
0-1	インプットエラーリスト	インプットエラーを種類別に出す
0-2	管経路データ	管の起点より終点まで管の経路のデータ
0-3	スパンデータ	スパン中の管に関するデータ
0-4	立管路データ	立管路中の管の占有率データ
0-5	布設不可能の管のリスト	理由別に布設出来なかった管のデータ
0-6	迂廻管データ	スパンが一杯で迂廻を生じた管のデータ
0-7	管路修正データ	I-9-1~4 で修正された管路のアウトプット
0-8	図 面	① 図 面 ② 立体図

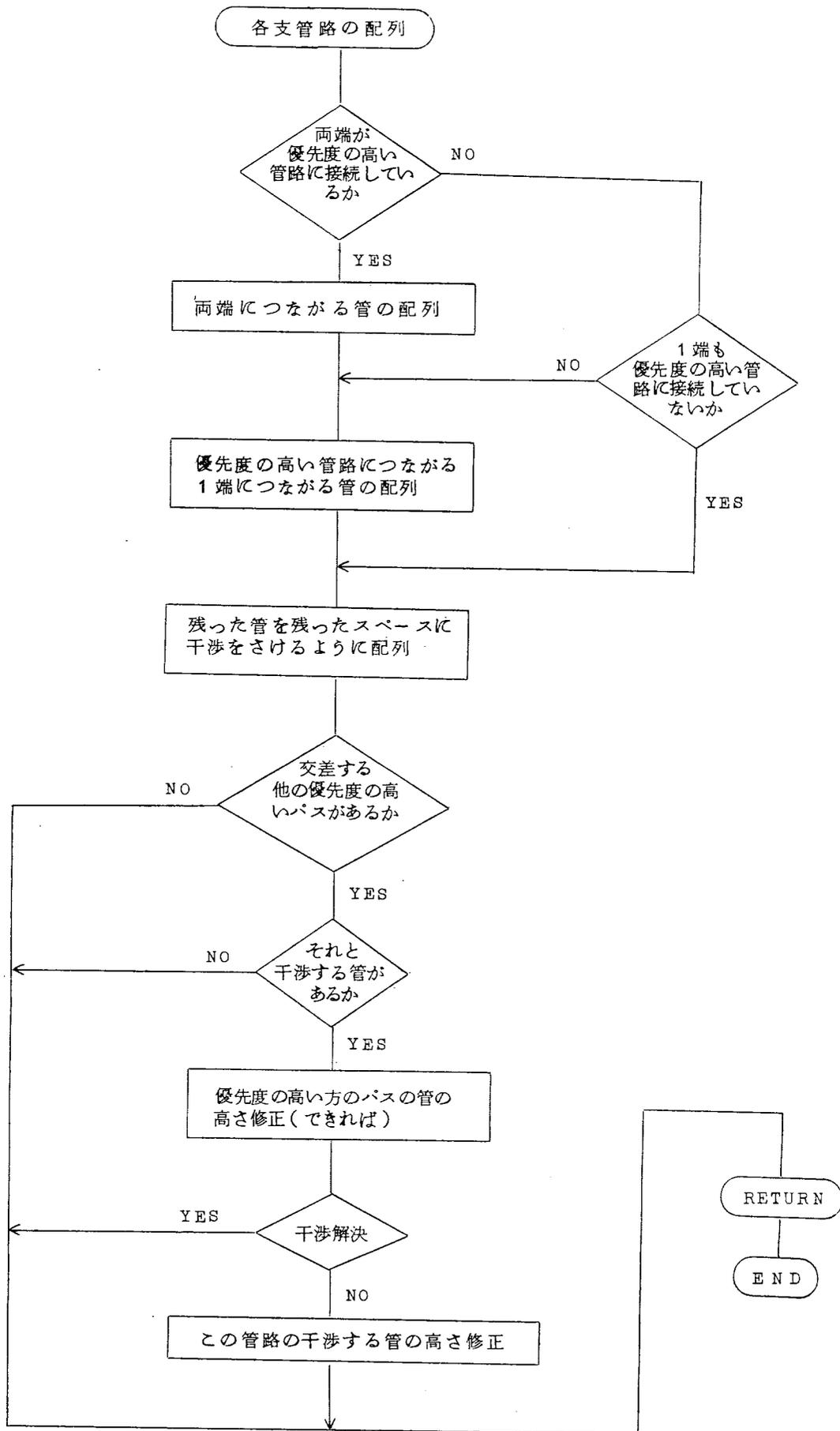
(f) ステップ3 管の配列



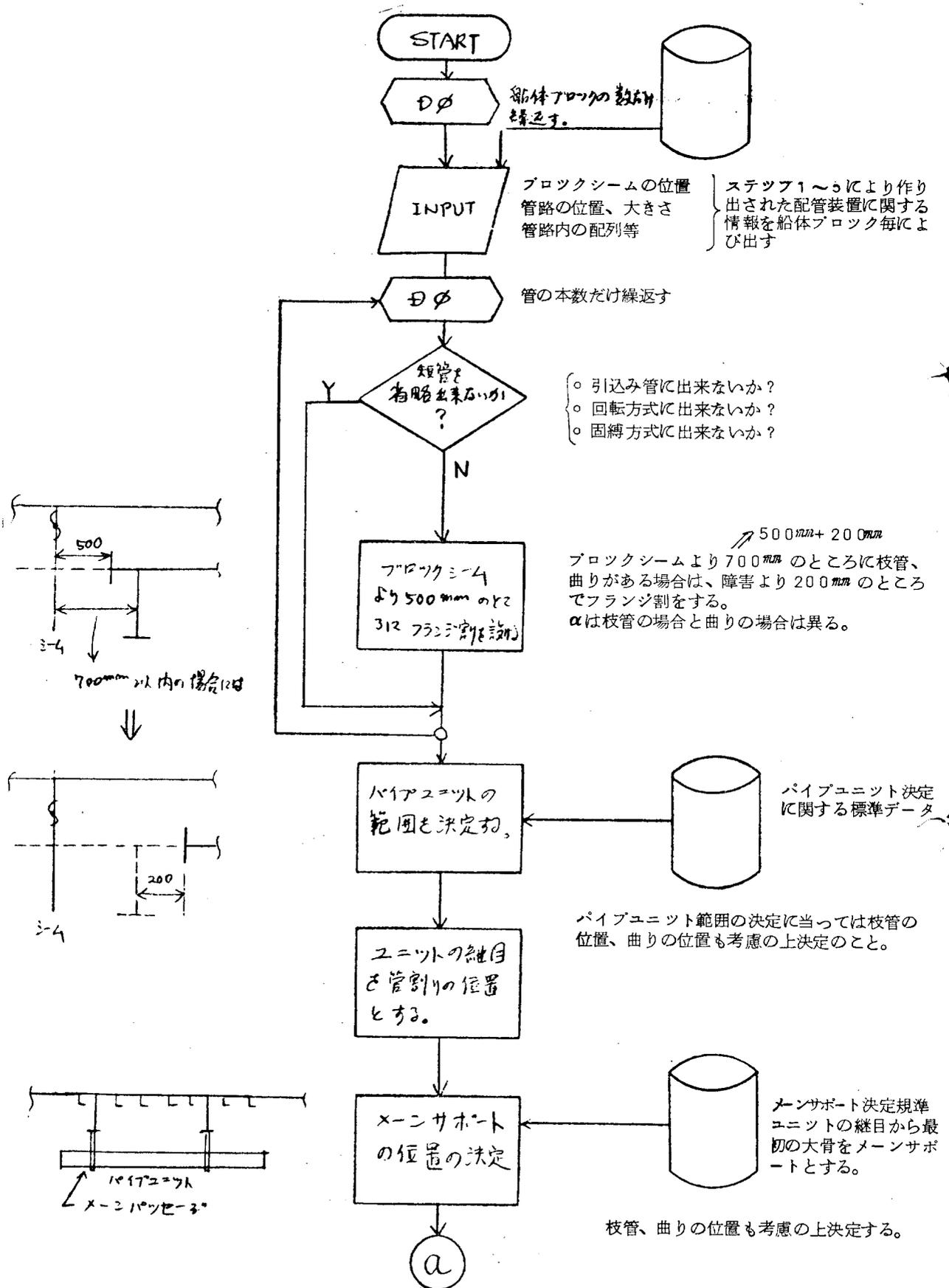


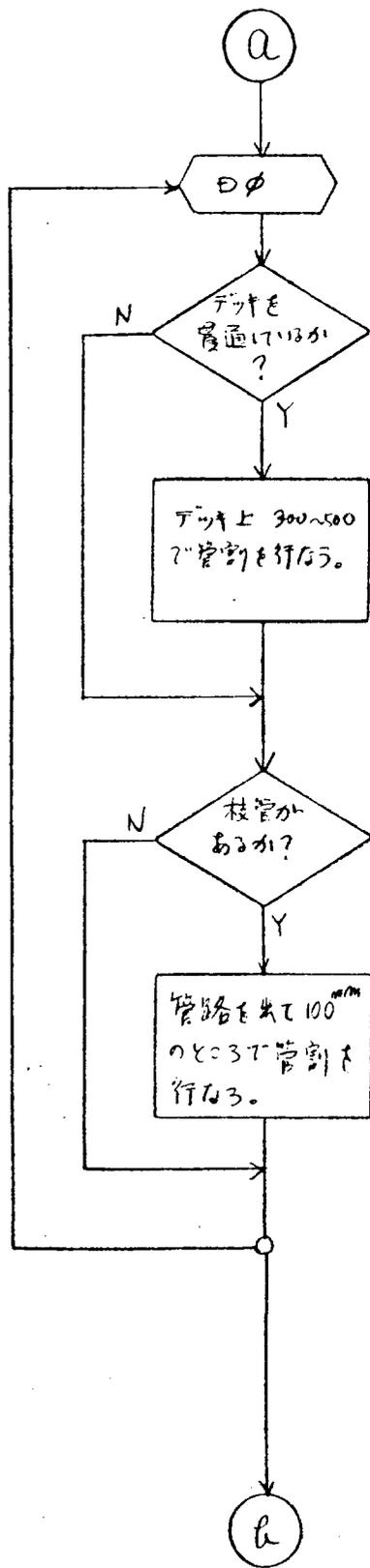




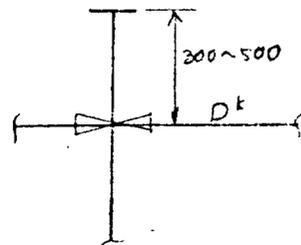


(g) ステップ4 管 割 り

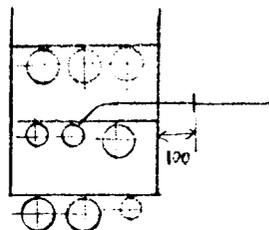




管路内の
管の本数がけ繰返す。



管路を欠て 100^{mm} の位置に枝、曲りか、60
場合はその降管の先 100^{mm} とす。



2.4 近代化に対応する設計のあり方

まえがき

45年度では設計の省力化を主な目的として設計の組織と業務、設計図面のあり方、設計における電算機作図機の利用、設計の管理について、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って、これを能率よく消化するのはなま易しい問題ではない。

本年度は上述の理由からデータ・ベース・システム等電算機のより高級なソフトウェアが使用できたとして電算機、自動作図機の飛躍的な利用が可能になった場合の設計のあり方を検討することとした。

然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、たとえ電算化にたよったとしても、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めた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。現在巨大船工場では同型船ないし同一船の建造によって建造隻数の増加を計る方向にあるが、近い将来標準船の建造方式にうつる可能性がある。これは設計のみならず現業の生産性を向上させ諸経費の昂騰を吸収させる残された唯一の道と考えられるからである。

システム設計的にみれば標準船建造方式における設計とは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、船主オプションの受入れをどうしてもやらなければならない場合もあらかじめ定められた範囲内に押えるといった考えになる。

本報告では第一章に巨大タンカー建造に際して実現可能な理想的標準船とはどのようなものであるべきか、この場合のオプション項目の範囲、そのあり方について検討し、これによる設計のあり方、問題点に言及した。

次に設計におけるデータ・ベース・システムの開発とグラフィック・ディスプレイを利用した設計モデルを検討するにあたって、機装関係についてはここ数年先を考えてもその設計作業の様式に変わりなさそうであること、またD-3にて機関室装置の自動製図の研究も行なわれているのでここでは船装関係にしぼって検討することとした。

すなわち第2章として前記の標準船につき近い将来実現可能と考えられる船装設計関係におけるCRTディスプレイの利用をとり上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。

2.4.1 標準船建造方式と設計

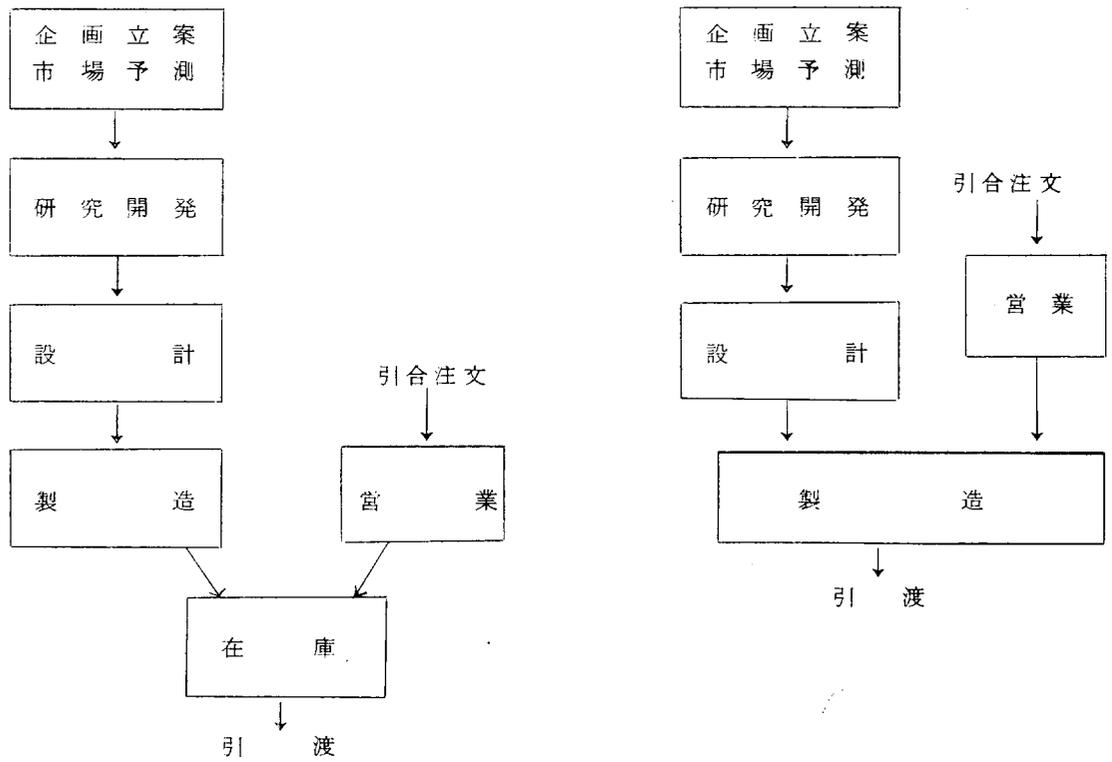
(1) 標準船のあり方

最近自動車業界では多品種少量生産システムの生産管理をどうすべきか研究が盛んに行なわれているようである。我々から見ると自動車産業は典型的な見込生産の量産工業と思われるのであるが、近頃ではシリーズ製品の販売とかあるいはオーダー・メイドを売り物にしてユーザーのオプションを色々受け入れるようになってきている。これは画一的な製品ではユーザーの満足を得られない、これしか生産しないということではセールスが成立たなくなっていることを示すものである。種々のオプションの組合わせて生産ラインの変化はかなりのものになってくるわけである。

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割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2.4.1.1のようになる。^{注1)}

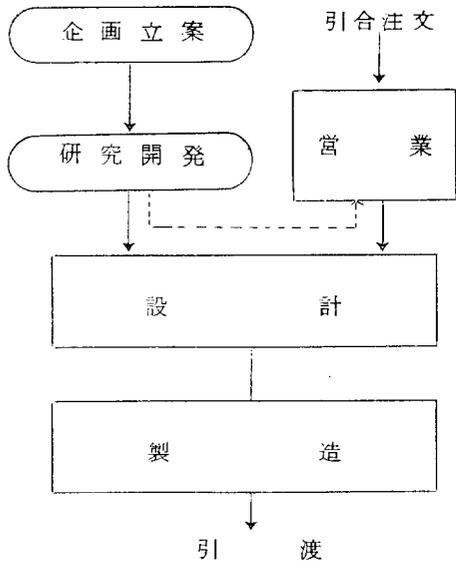
造船工業は二・三の例外を除けば一般に典型的な受注生産の形態をとっており前図のCと大同小異である。市場調査研究開発等の比重が場合によって多少異なる程度と考えられる。

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りもつても次のようなことがいえる。



a 見込生産

b 一般的な量産



c 一般的な受注生産

図 2.4.1.1

- a 設計に要する人員の割合が大きい。
- b 設計期間に余裕がなく詳細な検討がおざなりになる恐れがある。
- c 受注の条件によって仕事量の山谷が大きくなる。
- d 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しに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、同型船といっても主要寸法・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。

まえがきにも述べたように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自動車の例をとるまでもなく非現実的である。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、それぞ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

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

(2) 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級構造寸法を考えれば、A船級を基準として約1,000トン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ぬ。設計上また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B船級の部材の寸法をすべて“C”であつた場合最小重量をねらう設計を行えば、A船級より700t軽くなる。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6%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

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 2.4.1.1 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るが、“ B ”、“ C ”の中には主観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 自動切紙機用マスター・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、すで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 2.4.1.1 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。

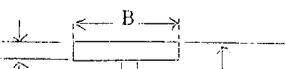
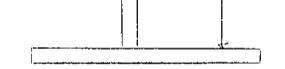
b) 機関部の基本方針は既定とする。

判定評価; 船級規則の要求に従って

A 変更できない項目

B 多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・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 ウェブ板厚	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、UDK ETC の LONG BEAM STIFFの配置 LONG BEAM FRAME, STIFFの形状 の形状寸法	A	A	
15 	D	A	
16 	T1	B	C
17 	B	A	B
18 	T2	B	C
19 隔壁板厚	A	B	

同様の手法を一般仕様に適用し検討した結果、現在実現可能な理想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ごとく設定した。

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ふ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ずれかを採用する（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) 外装関係（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の範囲

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

b、機装関係（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（ " " ）
- 清浄機型式台数（ " " ）
- 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

c、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み合わせが考えられるが、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う、またはおさめるよう努力する必要がある。

なお、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る。

以上専ら仕様のみ注目してきたが、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は勿論である。

(3) 実施上の問題点

a. 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”）するためには専ら対象とする相手船主の意向を握み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。したがって全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み合わせが考えられ、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うる。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来る。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阻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。

b. 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おおくとも15～20隻のオーダーではなからうか。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、イナータガスシステム、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。

c. 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。

(4) 標準船建造方式と設計の組織

(2)節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・船装・機装・電装各部門ごとに新設計を100として推定すると表2.4.1.2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。

しかしながら同表から次のようなことがいえる。

- a. 新しい船主に対する標準船の設計工数は多くても新設計船の約40%とみることができる。
- b. 船殻関係の設計に比して機装関係の設計の比重が増加する。
- c. 標準船型を採用して建造隻数を増加するような場合には機装職、特に電装関係の設計者に負担がかかってくる。

表-2.4.1.2

		船 殻	船 装	機 装	電 装	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	※1) (B)	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

同表に(2)節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。

(2)節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(または2隻)の同一設計船、3.5隻(または2.5隻)の標準船計5.5隻を設計するとし、前年度の報告書に準じて新設計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(または2.4隻)

の設計を行なっていることとなる。これを前年度報告書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%（または約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。勿論以上は概括的に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、組織についての前年度の結論に余り変化はないように思われる。

しかし技術検索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・改善は十分に期待される。

2.4.2 船殻設計におけるデータベースシステムの開発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

(1) 概 要

船殻設計の電算化または省力化については基本設計、詳細設計、生産設計から現図作業にいたる一連の設計作業および現図作業を電算機を利用して一貫処理するシステムの開発に向って進んでいる。それは従来のオフライン、バッチ処理の計算方式から、さらに一步進んだ電算機の利用方法であり、基本設計における基本性能の情報、機能設計、詳細設計および生産設計における図形情報、工作情報ならびに管理情報などのほう大で、しかも相互に関係のある情報の諸ファイルを中核体とする総合的な電算機処理システムになるであろう。

情報の諸ファイルすなわちデータベースを中核体としたシステムである。

これの実現のためにも図形処理の方式、電算機との対話方式のソフトウェアおよびそれらに必要な今までより一層簡便な入出力装置の開発が当面の問題であり、それ等の開発が同時に進められている。

このシステムにおいては最適設計計算、強度計算および他の機能計算などの諸計算はサブ・システムまたはサブ・ルーチンとしてモジュール化され、保守や改正などが容易になり、電算機との対話方式の採用とともに能率的な計算処理が期待できるし、基本設計における基本図以降については図形上の図形処理を主体としたものになるであろう。

現在使用されている図形処理言語とNC作画機またはNC切断機の組合せは現図作業の精度の向上および能率の増進に大きく貢献してきたが、さらに上記のようなシステムに飛躍するための一つの試みとしてグラフィック・ディスプレイを利用した図形処理の入出力装置（図形表示装置）の開発が行なわれている。

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、一般的にい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いくものと思われる。

(2) 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

現段階において船殻設計への利用の具体的事項については次の諸事項が考えられている。

i) 一般的な入出力作業

- ii) 船殻構造部材のコーディング
- iii) 図形の拡大、縮尺および合成
- iv) 図形のチェック、一部変更、改正および追加
- v) ネスティング
- vi) その他

ここでこの図形表示装置の利用の対象になるとと思われる船殻構造部材を材料の分類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 2.4.2.1 は 250,000 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が図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。

表-2.4.2.1 250,000 DWT オイル・タンカーの構造部材の加工別取纏め表

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	手 作 業 (寸 法 指 示 図)
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	内構材防撓用 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 ピースが図形表示装置により処理した方が良いと思われま

(3) 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 2.4.2.1 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図形情報を取り出し、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まずグラフィック・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。

- i) 船体形状の情報…………… { 船体線図データ etc
- ii) 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
- iii) 内構部材の情報…………… { バルクヘッド、台甲板、二重底 etc
- iv) 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図形上で設計者と電算機との対話が行なわれて図形処理され、そのものが図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両面に使用し、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ェ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。例えばハードウェア自体の問題(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問題、ソフトウェアの開発の問題など今後の開発を期待する事項が多く実用にと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。このため今後生産部門での試行経験を繰り返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ことも時期尚早である。

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。

- 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 同資料 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 同資料 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

船殻設計関係の作業の流れ(例)

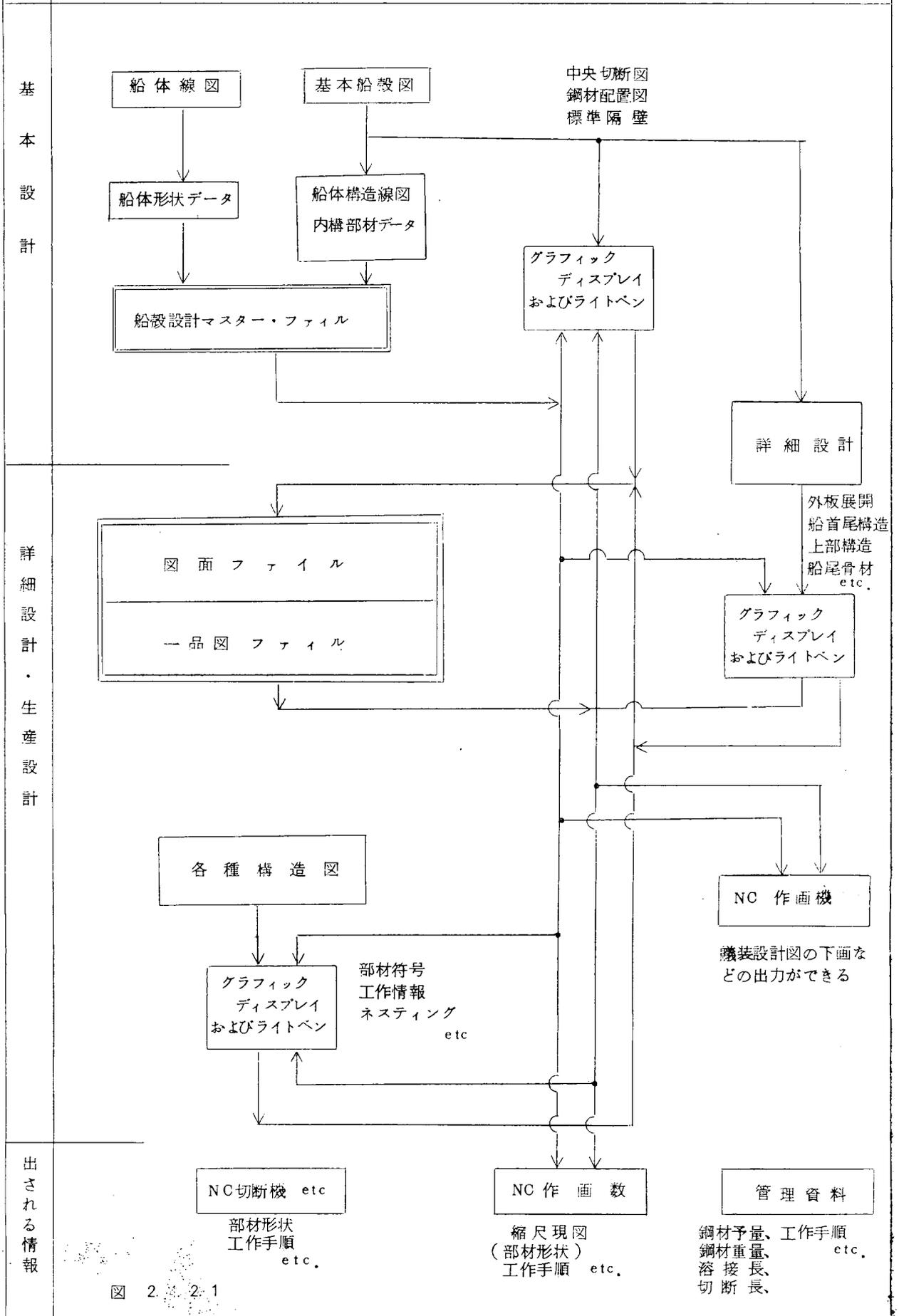


図 2.2.1

むすび

3カ年にわたって近代化に対応する設計のあり方について検討を進めてきた。昨年度までの分析的な検討では設計の業務は拡大する一方で、設計要員を減少できる可能性は見出せなかった。設計の省力化には製図作業の自動化が是非とも必要であるが、たとえこれが可能としても設計全体を通じて投入されるデータ量は膨大であって個別受注生産方式では困難と考えられる。

そこで今年度は受注システムまで含めて考えることとした。すなわち現状にて実現可能な巨大船の理想的標準船建造について設計の立場から検討を加えた。この結果によれば船主の選択を許すオプション項目を適切な範囲で決定できれば、設計の省力化はかなり期待できる。本小委員会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る。

しかしオプション項目が増加すると急速にその効果を失うのでこれが実施には船主の協力が是非とも必要である。また具体的には船主に提供する標準船の仕様グレードの基準をどのように決定するかがこの方式を成功させるキー・ポイントとなる。しかしいづれにしても今後の生産方式はこの方向になるものと考えられる。

船殻設計関係の自動作画の方式としてデータ・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について検討した。設計のプロセスとしては何ら問題はないが、初期段階の具体的利用法を考えても、1台のグラフィック・ディスプレイの行なえる作業量の推定、電算機の記憶容量の占有等の問題があって、たとえソフト・ウェアが開発されても具体化にはなお研究が必要である。