

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 6 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成果は、第 110 研究部会による「造船所における省力化に関する調査研究の実施に伴い完成された発明等およびノウ・ハウの取扱いに関する取決め」に基づき取扱われることになっておりますので、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45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、節労化、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）	渡 辺 幸 生（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 文（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）	渡 辺 幸 生（運輸省船舶局）

設計分科会節労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）	渡 辺 幸 生（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）	天 利 富 治（三 井 造 船）
委 員	有 本 誉至夫（石川島播磨重工業）	今 本 明 利（日 立 造 船）
	大津山 俊 夫（川 崎 重 工 業）	鎌 田 勲（日 立 造 船）
	北 田 雄 二（佐世保重工業）	近 藤 哲 郎（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）
	渡 辺 幸 生（運輸省船舶局）	

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）	渡辺幸生（運輸省船舶局）

目 次

2. 設計部門に関する調査研究	1
概 要	
2.1 標準化の検討	1
序	
〔船 殻 部 門〕	
2.1.1 現状MIDSHIP SECTIONのとりまとめ	1
(1) 主 要 寸 法	1
(2) 中央切断形状	2
(3) 構 造 様 式	3
(4) TRANS RING	3
(5) TRANS BHD	4
(6) SWASH BHD	4
2.1.2 標準部材のとりまとめ	8
(1) BILGE KEEL	8
(2) DOCKING BRACKET	8
(3) BOTTOM CENTER LINE GIRDER	8
(4) BUILT-UP SECTION	9
2.1.3 標準部材を適用した試設計	13
(1) TRANS RING	13
(2) TRANS BHD. HORIZONTAL GIRDER	23
(3) SWASH BHD.	28
(4) SKIN PLATEの板巾	32
2.1.4 試設計と在来船との比較	37
(1) TRANS RING	37
(2) TRANS BHD., HORIZONTAL GIRDER	41
(3) SWASH BHD.	44
(4) 標準化と重量増加	45
(5) 標準化と節労効果	45
〔機 装 部 門〕	
2.1.5 試案の作成	48
(1) 目 標 と 方 針	48
(2) 部材・部品別標準化の方針	48
2.1.6 関連メーカーとの調整	50
(1) 鋼 管	50
(2) 鋼製ベンドピース	50
(3) 鉄系鋳物管	51
(4) バタフライ弁	52
(5) アルミプラス、ヒーティングコイル用サポート	52

(6) 加熱管用フィンチューブ	54
(7) ドレッサー形、スリーブ形伸縮接手	54
2.1.7 品目別標準設定	55
(1) 鋼管、鋼製ベンドピースおよび鉄系鋳物管	55
(2) 一般配管用銅管	63
(3) 鋼管用フランジ	64
(4) 荷油ポンプ用漉器	66
(5) バタフライ弁	75
(6) 仕切弁(フランジ形)	75
(7) 玉形弁	75
(8) アングル弁(フランジ形)	76
(9) タンク・クリーニング・ホール・カバー	76
(10) ベルマウス	76
(11) グースネック形空気管頭	78
(12) ボンネット形空気管頭	79
(13) ドレンセパレータ	80
(14) 傘歯車	80
(15) 盲フランジ	80
(16) スペクタクル・フランジ	80
(17) パイプ・サポートおよびバット	80
(18) Uボルト、ライナー、小径銅管用バンド	83
(19) 鋼管用パイプアンカー	87
(20) ヒーティングコイル用サポート	89
(21) 加熱管用フィンチューブ	92
(22) ドレッサー形、スリーブ形伸縮接手	93
(23) 銅管および銅合金管用接手	94
2.1.8 評価	95
結語	95
2.2 節労化の効果の評価および直線式構造の実験	98
2.2.1 節労化の効果の評価	98
(1) 節労化を考慮した設計図の作成	98
(2) 各種節労設計についての船殻重量および加工時数の比較	98
(3) 投入重量と節労効果の関係	128
(4) 今回の節労設計の効果	130
(5) 交通孔および恒久足場	131
(6) 今後の進め方	135
2.2.2 直線式構造の実験	136
(1) ブラケットのシリーズモデルによる光弾性実験	136
(2) 小型模型による疲労試験	144
(3) 直線式構造の検討(大型模型試験を行なうための直線式構造の検討)	156

(4) 大型模型による疲労試験	163
(5) ガス切断部の疲労強度	174
2.3 船殻、艤装の一体化	177
2.3.1 概 要	177
2.3.2 機関室およびポンプ室の図面ならびにモデルによる合理的配置の研究	182
(1) 荷油ポンプ要目	182
(2) ポンピングダイヤグラム	188
(3) 合理的配置の検討	190
(4) モジュールとモジュール適用による標準配置図	190
(5) 艤装手順	207
(6) 船殻構造のあり方	209
(7) 造研型ポンプ室のメリット	212
2.3.3 艤装しやすい機関室構造の研究(その1)	214
2.3.4 昭和46年度の研究方針	220
2.4 近代化に対応する設計のあり方	261
まえがき	261
2.4.1 設計の組織と業務	261
(1) 設計の機能と業務内容	261
(2) 現状の設計組織と業務内容	262
(3) 将来の設計組織と業務内容	265
2.4.2 設計の図面のあり方	267
(1) 設計図面の現状	267
(2) 今後の設計図面のあり方の検討	268
(3) 関連する諸問題の検討	272
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	272
(1) 現在までの電子計算機および自動作画機の利用と問題点	273
(2) 今後の電算化および自動作画機利用の展望について	274
2.4.4 設 計 管 理	280
(1) 設計における管理	280
(2) 造船各社の設計部門における NET WORK, PERT の実情	281
(3) 今後の PERT 利用の方向	289
(4) 管理の行くえ	289

2. 設計部門に関する調査研究

2.1 標準化の検討

序

標準化の必要性およびその効果については昭和44年度の GENERAL SURVEY および DEEP SURVEY の結果に示されている通りであり、従来よりそれぞれの企業、それぞれの機関において標準化のための努力が払われてきたが、それらは個々の企業や団体が独自の立場で行ってきたのが主体であった。

多種少量製産である造船業は、自ら製品仕様計画をコントロールすることができず、需要者たる荷主或いは船主の利益計画による多様な要求仕様を満たすことを余儀なくされ、その結果、個々の標準はときにより根底からくずされる場合もあり、一方標準品の集中生産を希望する外注業者や機器メーカーに対しても標準をくずすような要求を強いてきた。

近年、船型の大型化、建造隻数の増大等に対処するため、造船各社は標準船型の開発やモジュール化、或いはメーカー標準の採用等の対策を講じてきたが、労働力の不足、賃金の高騰の傾向の強い今日、造船業は従来の労働集約型産業から技術集約型産業に脱皮して急テンポな技術革新により、大幅な機械化や自動化をとり入れ、一貫生産態勢を採用せざるを得ない状況になり、それとともに造船業界自体は勿論のこと、関連企業や関連諸団体をも含めて標準化のあり方が再検討されなければならないであろう。

しかしながら需要者のバライターに富んだ要求、国際的な各種の規則、船級協会のルールとの差、造船所設備の相異、建造方式の相異、メーカー標準の差異等があり、真にメリットのある総合的な標準化は、これら各種企業および団体の相当の英断が必要となり、また、これなくしては困難な問題であろう。

かかる状況のもとで、ここでは従来の重量ミニマムの概念から脱却し、節労効果に主眼を置いて、現在最も代表的船型である20万トン型タンカーを例にとり、船殻部門としてはMIDSHIP SECTIONにあらわれる各種部材の標準化を、また、機装部門ではタンク パートのPIPING SYSTEMにおける各種部材、部品についての標準化を検討し、その効果の評価並びに問題点について検討を行なった。

〔 船 殻 部 門 〕

船殻部門の標準化の検討項目として、20万トン型TANKERのMIDSHIP SECTIONを取上げ、DEEP SURVEY 結果および44年度報告書により、具体的標準化項目および標準化の程度を決定し、1. 現状MIDSHIP SECTIONの取りまとめ。2. 標準部材の取りまとめ。3. 標準部材を適用した試設計。4. 試設計と在来船の比較。の4項目にまとめたのでここに報告する。

2.1.1 現状MIDSHIPの取りまとめ

20万トン型TANKERのMIDSHIP SECTIONの標準化を検討するに当たり、まず、DEEP SURVEY の結果および44年度報告書を参考にして現状20万トン型TANKERのMIDSHIP SECTIONについて、主要寸法、中央切断形状、構造方式、TRANS RING、TRANS B^{HD}およびSWASH B^{HD}の各項目に別けて取りまとめを行ない、標準部材の選定、或いは試設計の基準とした。

(1) 主 要 寸 法

基準となる主要寸法のMIDSHIP SECTIONに対して標準化を検討して標準部材を選定し、巾(B)、深さ(D)、吃水(d)およびLONG L B^{HD}の位置の微少変化に対して標準部材をいかに適用するかを検討するという、20万トン型TANKERのMIDSHIP SECTIONの標準化の基本方針に従い、44年度DEEP SURVEYの結果を参考にして基準となる主要寸法を下記の通り決定した。

$$L \times B \times D \times d = 300 \times 50 \times 26 \times 19.5$$

さらにLONG L B^{HD}の位置(CENTER TANKの半巾)は表2.1.1.1のごとくBの変動範囲に対するWING

TANK の巾および CENTER TANK の巾/B の割合をみて 9 M と決定した。

次に B、D、d および LONG L、B^{HD} の位置の基準の主要寸法に対する変動は PLUS 側 1 種、MINUS 側 1 種として基準と合せて 3 種類とし、B の変動 3 × D の変動 3 × d の変動 3 × LONG L、B^{HD} 位置の変動 3 = 81 CASE の主要寸法の組合せに対して標準化を検討することにした。

表 2.1.1.1 WING TANK 巾および C.T 巾/B

B / 2 L B^{HD} 位置	2 4 m	2 5 m	2 6 m
7 m			1 9 (0.2 7)
8 m		1 7 (0.3 2)	1 8 (0.3 0 7)
9 m	1 5 (0.3 7 5)	1 6 (0.3 6)	
1 0 m	1 4 (0.4 1 5)		

(2) 中央切断形状

中央切断形状は下記の考え方により、図 2.1.1.1 のごとく決めた。

1) KEEL の半巾

決定の要因として KEEL 盤木の巾、BOTTOM LONG L の位置、BLOCK 接手との関係および板巾の 4 点があると考えられる。

これらに対して一応無難なところで 1,395 mm とおさえた。これは板巾 2,800 mm を使用し、板耳 5 mm づつをガス切断することを前提にした寸法である。

2) RISE OF FLOOR

0 mm とすれば工作的に有利かとも考えられるが、BILGE 排けの問題および TONNAGE 計算の問題が懸念されるのでアンケートの約半数をしめる 100 mm をとった。

3) BILGE CIRCLE

推進性能上の問題は別として工作的にはこの CIRCLE は小さいほど良いと思われる。

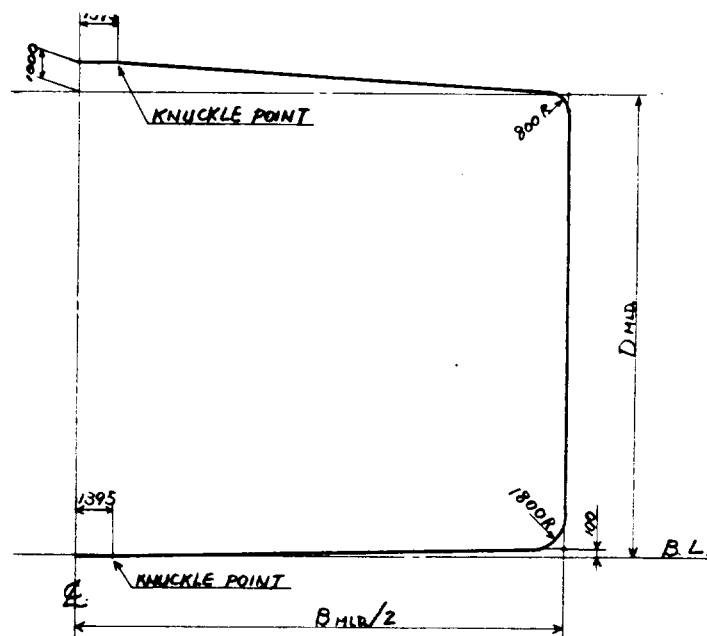
特に BILGE CIRCLE の板曲げは一枚に絞りたい。この意味で BILGE CIRCLE は 1800 mm とおさえた。

4) ROUND GUNWALE CIRCLE

アンケートの平均的値である 800 mm を採用した。

5) UPPER DECK CAMBER

B/50 = 1000 mm を採用した。CAMBER の形状は、工作的に直線が有利と考えこれを採用した。



1) K E E Lの半巾	1,395 mm
2) R I S E O F F L O O R	100
3) B I L G E C I R C L E	1,800
4) R O U N D G U N W A L E C I R C L E	800
5) U P P E R D E C K C A M B E R	1,000
6) U P P E R D E C K K . P . の 位 置	1,395

図 2.1.1.1 中央切断形状 (単位;mm)

(3) 構造方式

44年度報告書で詳しく説明したごとくDEEP SURVEYの結果では、20万トン型TANKERに対して各種の構造方式が各社により採用されているが、標準化を検討する基準とする構造方式は下記の通り決定した。

- 1) TRANS. MAIN で TWO STRUT型とする。TRANS. SPACEは5Mとする。
- 2) CENTER GIRDER LESS構造とし、LONG L BHD位置は1/2 B付近とし、なお、CENTERにはDOCKING GIRDERを設ける。
- 3) TANK LENGTHは60Mとし、TANK中央にSWASH BHDを有するものとする。
- 4) TRANS.BHDはPLAINでVER. STIFF.(SPACE=1,000)とする。
- 5) TRANS.BHDのHOR.GIRDERは3条片面付とする。
- 6) SWASH BHD(CENTRE)はパーホレート型とする。
- 7) SWASH BHD(WING)の下半分はCENTERと同様パーホレート型とし、上半分はNO STRUTの大孔RING型とする。
- 8) DECK, BOTTOM, SIDE SHELLおよびLONG L BHD等のSKIN PLATEの防撓方式は全てLONG L SYSTEMとし、LONG L SPACEはDECKおよびBOTTOMでは1,000, SIDE SHELLおよびLONG L BHDは900とする。

(4) TRANS. RING

TRANS. RINGを構成するBOTTOM TRANS.(B.T.), SIDE TRANS.(S.T.), DECK TRANS.(D.T.)およびLONG L BHD WEB(L.T.)等の大骨のWEBの深さおよびCORNER部のRADIUSは主要寸法の変動に対して固定することを取りまとめの方針としてDEEP SURVEYの結果等を参考にして検討し、表2.1.

1.2および図 2. 1. 1. 2に示すごとく決定した。

大骨 WEB の板厚および面材の SIZE は HEAD および SPAN の変動により変化し、さらに HEAD および SPAN の変動は、主要寸法の変動により、HEAD のみ増減する場合、SPAN のみが増減する場合および HEAD・SPAN とも増減する場合が考えられ、主要寸法の組合せの TOTAL 81 CASE の個々の部材に対して板厚および面材の SIZE を検討してみると表 2. 1. 1. 2 に示すごとく 15 CASE の主要寸法の組合せについて計算を行なえば 81 CASE 全てを COVER できることが判明した。

(5) TRANS. BHD.

TRANS. BHD は PLAIN とし、STIFF. は VERTICAL とし、3 条の HOR. GIR. を設ける構造とした。

HOR. GIR. の標準は表 2. 1. 1. 3 に示すごとく 6 CASE に定めた。その形状は B, D および LONG. BHD の変動に対しては、HOR. GIR. の位置、WEB の深さおよび端部形状を固定し、平行部を伸縮するよう計画した。

TRANS. BHD および HOR. GIR. の形状は図 2. 1. 1. 3 に示す。

(6) SWASH B^{HD}

SWASH B^{HD} についても TRANS B^{HD} と同様に吃水 (d) の影響は部材寸法には無関係と考えられる。したがって、ケース 7 を除き TRANS B^{HD} と同じケース (1, 4, 7, 10, 13) を選定した。(表 2. 1. 1. 3 参照のこと)

なお、SWASH B^{HD} の HOR^L. GIR. の数は C^R. TANK 3 条、WING TANK 2 条を配置し、各ケースの基線から HOR^L. GIR. までの高さは共通とした。すなわち、D の変化は最上の HOR^L GIR と DECK の間で調整した。また、前述のように WING TANK 部は TRANS RING 構造 (D の中間より上部のみ) を採用し TRANS の深さおよび両端部の "R" は 5 ケースともに共通とした。SWASH B^{HD} の形状は図 2. 1. 1. 4 に示す。

表 2.1.1.2 TRANS. RING 組合せ

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

CASE	船 級	B	D	L. BHD の位置 (Lから の距離)	d	各 部 材 に 与 え る 影 響					
						C.T		W.T			
						B.T.	D.T.	B.T.	S.T.	L.T.	D.T.
1	NK	50	26.0	9.0	19.5	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE
1'	ABS					ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
1''	LR					LRS	LRS	LRS	LRS	LRS	LRS
2	NK				19.0	-H	BASE	-H	-H	-H	BASE
3					20.0	+H	BASE	+H	+H	+H	BASE
4				10.0	19.5	+S	+S	-S	BASE	BASE	-S
5					19.0	+S -H	+S	-S -H	-H	-H	-S
6					20.0	+S +H	+S	-S +H	+H	+H	-S
7		52	27.0	9.0	19.5	BASE	BASE	+S	+S	+S	+S
8					19.0	-H	BASE	+S -H	+S -H	+S -H	+S
9					20.0	+H	BASE	+S +H	+S +H	+S +H	+S
10				8.0	19.5	-S	-S	+2S	+S	+S	+2S
11					19.0	-S -H	-S	+2S -H	+S -H	+S -H	+2S
12					20.0	-S +H	-S	+2S +H	+S +H	+S +H	+2S
13		48	25.0	10.0	19.5	+S	+S	-2S	-S	-S	-2S
14					19.0	+S -H	+S	-2S -H	-S -H	-S -H	-2S
15					20.0	+S +H	+S	-2S +H	-S +H	-S +H	-2S

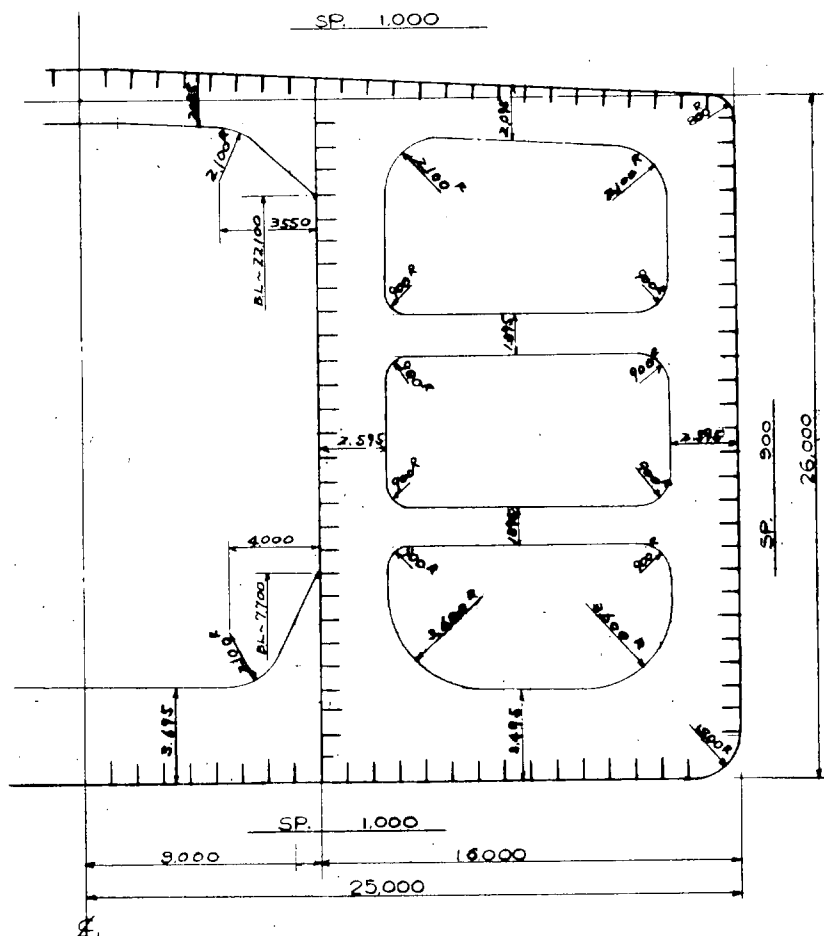
表 2.1.1.3 TRANS, B^{HD} および SWASH B^{HD} 組合せ

(注) 1. +H或いは-HはHEADが増加或いは減少することを示す。

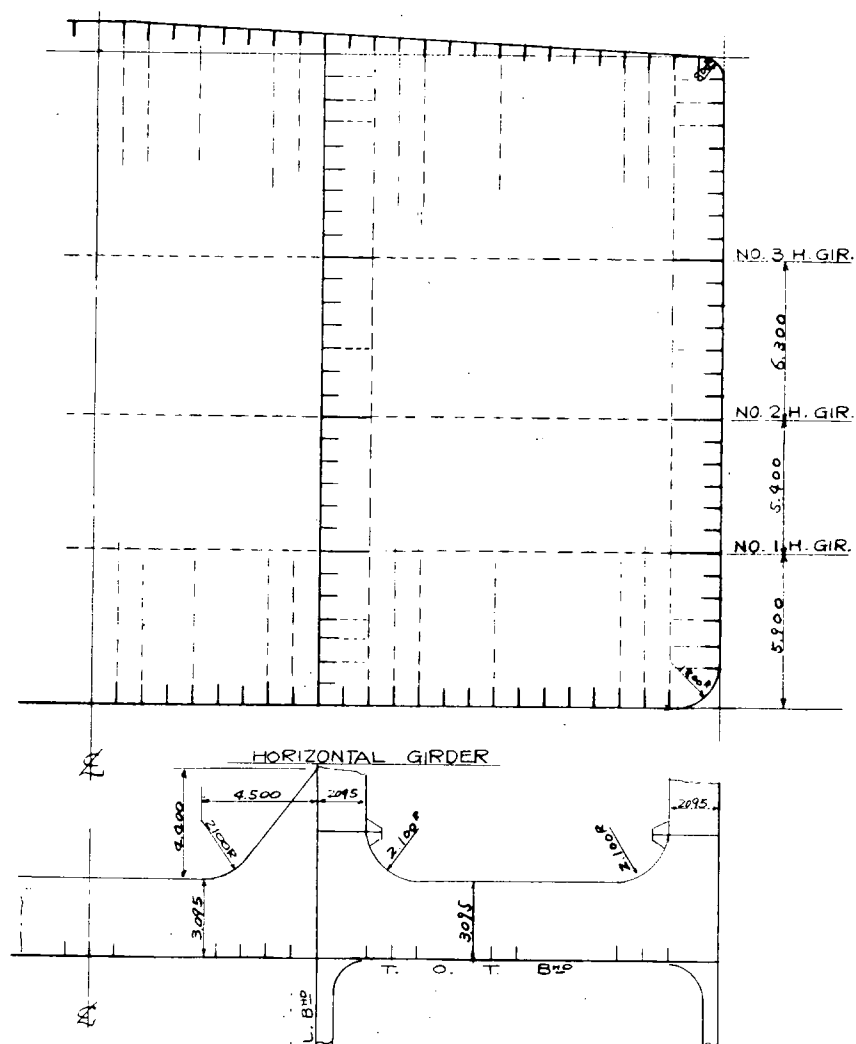
2. $+S$ 或いは $-S$ は部材の SPAN が片側のみで増加或いは減少することを示す。

3. $+2S$ 或いは $-2S$ は部材の SPAN が両側で増加或いは減少することを示す。

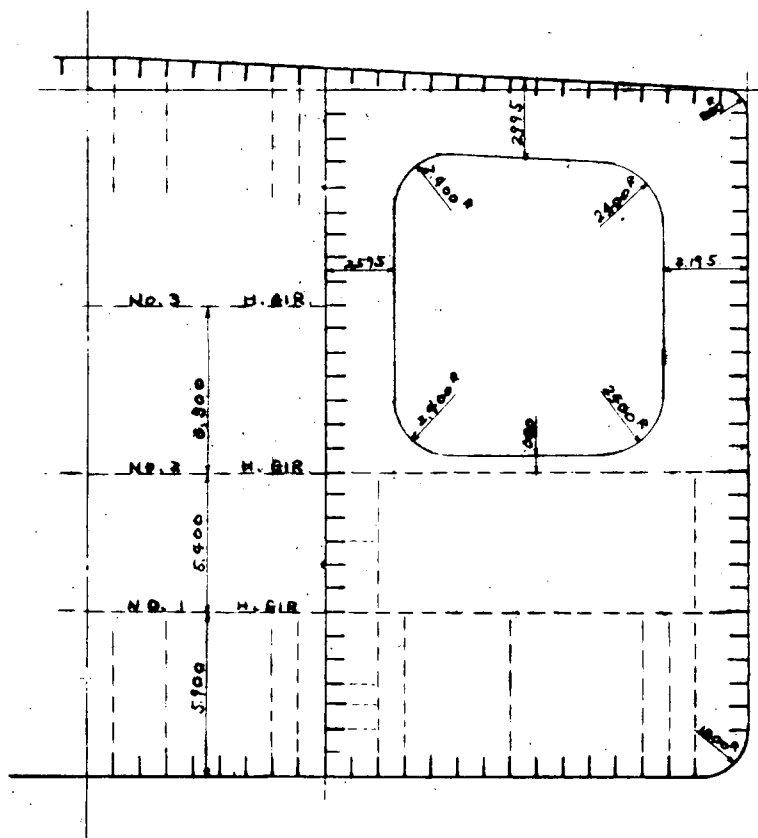
C A S E	船級	主 要 寸 法			TRANS. B ^{HD}		SWASH B ^{HD}			
		B	D	L. B ^{HD} の 位 置	H. G. IN C. T.	H. G. IN W. T.	L. T.	S. T.	D. T.	H. G.
1	N. K.	50	26	9.0	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE
4	↓	50	26	10.0	+S	-S	BASE	BASE	-S	
7		52	27	9.0	+H	+H +S	+S	+S	+S	
7'		52	27	10.0	+H +S	+H				
10		52	27	8.0	+H -S	+H +2S	+S	+S	+2S	
13		48	25	10.0	-H +S	-H -2S	-S	-S	-2S	



☒ 2. 1. 1. 2 T R A N S R I N G :



2.1.1.3 TRANS B^{HD}



2.1.1.4 SWASH B^{HD}

2.1.2 標準部材の取りまとめ

BILGE KEEL, DOCKING BRACKET, BOTTOM CENTER GIRDERおよびBUILT-UP SECTION等の独立部材について、標準部材を選定し、特にSIDE LONG $\perp$ およびLONG $\perp$ BHD LONG $\perp$ STIFFに標準BUILT-UP SECTIONを適用した試設計を行なった。

(1) BILGE KEEL

BILGE KEELの形状および構造様式については、固定化した構造化を考えることにした。

アンケート結果では寸法および構造寸法は

長 さ : 0.25 L ~ 0.3 L

深 さ : 425 mm ~ 460 mm

板 厚 : 16 mm ~ 19 mm

構造様式 : 溶接構造および鋲構造の両形式

EDGE補強はFLAT BAR, H.R.B,またはB.PLを使用している。

以上を勘案の上、図2.1.2.1に示すごとく定めた。特に構造については、省力化、鋲打工不足等を考慮し溶接構造を採用することにした。

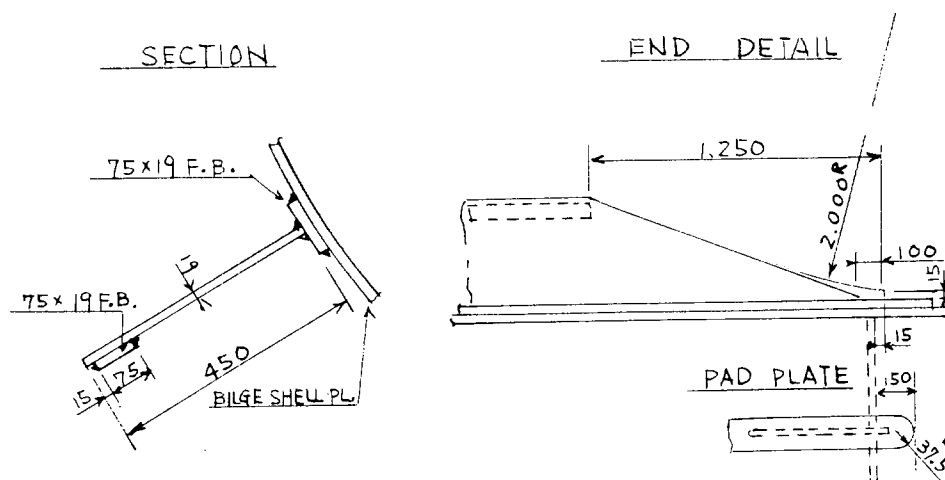


図 2. 1. 2. 1

注：～

(1) BILGE KEELの長さは0.25 L ~ 0.3 Lとする。

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

(2) DOCKING BRACKET

アンケート結果では板厚12mm ~ 14mm、FACEはFLANGE式のもの、FLAT BAR式のものがある。

アンケート結果と省力化を考慮してできるだけ簡単な構造様式のことを標準形状として採用した。BKTの板厚はCOMPARTMENT MIN程度とした。(図2.1.2.2参照)

(3) BOTTOM CENTERLINE GIRDER

アンケートの結果では

ウェブの深さは 1490 mm ~ 2590 mm

” の板厚は 14 mm ~ 20 mm

フェイスの巾は 180 mm ~ 600 mm

” の板厚は 14 mm ~ 32 mm

LONG 'L STIFFENERは ウェブ深さ 1490mmおよび 1595mmではなし、2095mmおよび
2590mmでは2条

となっている。

DOCKING CONDITIONについては、盤木配置やBALLASTの配置の標準的なものを決定することは困難であるためSCANTLINGはアンケート結果を考慮し、CENTER TANKの中20m、船の深さ27mまでのVARIATIONに対して適用できるものとした。(図2.1.2.3参照)

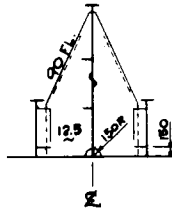


図 2. 1. 2. 2 BOCKING BRACKET

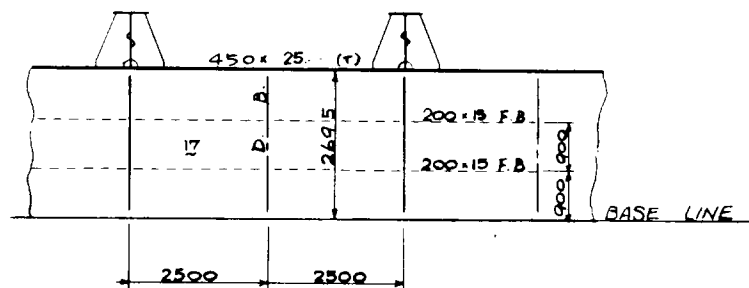


図 2. 1. 2. 3 BOTTOM CENTER LINE GIRDER

注：H.T. およびM.S. いずれにも適用されるものである。

(4) BUILT-UP SECTION

(a) 形状および種類

形状は L_2 および T 形状に統一した。

種類は表 2. 1. 2. 1 に示す "A" TYPE (WEB と FACE の個々を標準化したもの) と表 2. 1. 2. 2 に示す "B" TYPE (WEB と FACE を組合わせたものを標準化したもの) の 2 つに分けた。

FACE の巾はアンケートの結果では 125 ~ 180 mm であったが、150 mm に統一した。また、FACE の厚さについては 12 ~ 37 mm であったが 16 ~ 34 mm とした。

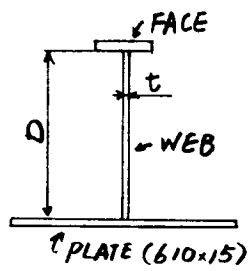
WEB の深さについてはアンケート結果では 50 mm 間隔が最も多く、中には 20 mm 間隔もあったが、100 mm 間隔に統一した。また、WEB の厚さについては当初 min. 11 mm としていたが、AB, LR, NK, NV の各船級協会の要求を満足するように min. 11.5 mm とした。

WEB の厚さ 11 mm を 11.5 mm とすることにより、タンク 長さ 240 M として約 28 t の重量増加となる。

標準化した BUILT-UP SECTION の断面性能表を "A" TYPE および "B" TYPE についてそれぞれ表 2. 1. 2. 3 および 4 に示す。

表 2.1.2.1 “A” TYPE BUILT-UP SECTION

(単位 : mm)

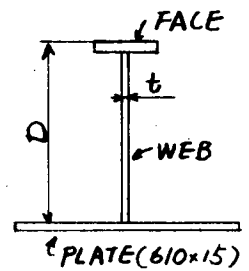


FACE D×t	150×16	150×19	150×22	150×25	150×28	150×31	150×34
397×11.5	△	○	△	△	△		
497×11.5	△	△	○	△	△	△	
597×12.5	△	△	△	○	△	△	△
697×14	△※	△※	△	△	○	△	△
797×16		△※	△※	△※	△	○	△

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

表 2.1.2.2 “B” TYPE BUILT-UP SECTION

(単位 : mm)



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

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

(b) 断面性能

表 2.1.2.3 "A" TYPE BUILT-UP SECTION 断面性能表

WEB (mm)	FACE (mm)	SEC. AREA (cm ²)	WEIGHT (Kg/M)	MOMENT OF INERTIA WITH PLATE (cm ⁴)	SECTION MODULUS WITH PLATE (cm ³)
397×11.5	150×16	69.65	54.68	43,104	1,433
"	" 19	74.15	58.21	47,102	1,594
"	" 22	78.65	61.74	50,967	1,754
"	" 25	83.15	65.28	54,709	1,912
"	" 28	87.65	68.81	58,338	2,070
497×11.5	150×16	81.15	63.71	70,272	1,928
"	" 19	85.65	67.24	76,147	2,126
"	" 22	90.15	70.77	81,826	2,323
"	" 25	94.65	74.30	87,323	2,518
"	" 28	99.15	77.84	92,651	2,713
"	" 31	103.65	81.37	97,825	2,906
597×12.5	150×16	98.62	77.42	107,996	2,553
"	" 19	103.12	80.95	115,920	2,785
"	" 22	107.62	84.48	123,596	3,016
"	" 25	112.12	88.01	131,041	3,246
"	" 28	116.62	91.55	138,271	3,474
"	" 31	121.12	95.08	145,300	3,702
"	" 34	125.62	98.61	152,141	3,928
697×14	150×16	121.58	95.44	158,918	3,330
"	" 19	126.08	98.97	169,018	3,594
"	" 22	130.58	102.51	178,833	3,856
"	" 25	135.08	106.04	188,381	4,117
"	" 28	139.58	109.57	197,676	4,377
"	" 31	144.08	113.10	206,738	4,636
"	" 34	148.58	116.64	215,578	4,893
797×16	150×19	156.02	122.48	239,480	4,600
"	" 22	160.52	126.01	251,528	4,891
"	" 25	165.02	129.54	263,290	5,180
"	" 28	169.52	133.07	274,779	5,469
"	" 31	174.02	136.61	286,015	5,756
"	" 34	178.52	140.14	297,007	6,042

表 2.1.2.4 “B” TYPE BUILT-UP SECTION 断面性能表

WEB (mm)	FACE (mm)	SEC. AREA (cm ²)	WEIGHT (Kg/M)	MOMENT OF INERTIA WITH PLATE (cm ⁴)	SECTION MODULUS WITH PLATE (cm ³)
384×11.5	150×16	68.16	53.51	40.128	1.373
381 "	" 19	72.31	56.77	43.186	1.514
378 "	" 22	76.47	60.03	46.027	1.651
375 "	" 25	80.62	63.29	48.669	1.785
372 "	" 28	84.78	66.55	51.126	1.916
484×11.5	150×16	79.66	62.53	66.299	1.861
481 "	" 19	83.81	65.79	70.956	2.037
478 "	" 22	87.97	69.06	75.317	2.211
475 "	" 25	92.12	72.32	79.404	2.381
472 "	" 28	96.28	75.58	83.234	2.547
469 "	" 31	100.43	78.84	86.825	2.711
584×12.5	150×16	97.00	76.14	102.789	2.476
581 "	" 19	101.12	79.38	109.173	2.685
578 "	" 22	105.25	82.62	115.196	2.890
575 "	" 25	109.37	85.85	120.880	3.093
572 "	" 28	113.50	89.09	126.246	3.292
569 "	" 31	117.62	92.33	131.315	3.487
566 "	" 34	121.75	95.57	136.103	3.679
684×14	150×16	119.76	94.01	152.206	3.241
681 "	" 19	123.84	97.21	160.387	3.479
678 "	" 22	127.92	100.42	168.159	3.713
675 "	" 25	132.00	103.62	175.544	3.945
672 "	" 28	136.08	106.82	182.561	4.173
669 "	" 31	140.16	110.03	189.233	4.397
666 "	" 34	144.24	113.23	195.580	4.619
781×16	150×19	153.46	120.47	228.532	4.467
778 "	" 22	157.48	123.62	238.073	4.726
775 "	" 25	161.50	126.78	247.196	4.983
772 "	" 28	165.52	129.93	255.918	5.236
769 "	" 31	169.54	133.09	264.267	5.487
766 "	" 34	173.56	136.24	272.253	5.734

(c) BUILT-UP SECTIONの標準化と重量の関係

SIDE LONG $\bar{L}$ およびLONG $\bar{L}$ BHDのHOR $\bar{L}$ STIFFに表2.1.2.1の○印で示す標準部材5種類を使用した場合は、標準部材を併用した場合に比べ1TANK両舷で約36tの重量増加となる。

2.1.3 標準部材を適用した試設計

TRANS. RING, TRANS. BHD, SWASH BHDおよびSKIN PLATEの板巾について標準部材或いは標準板巾を適用した試設計を行なった。

SCANTLINGは特記の外NK RULEに従った。

TRANS RING等の大骨WEBに対しては表2.1.3.1に示すごとくA, B, Cの3種類の標準化を検討した。標準化の種類Aは船の巾; B, DEPTH; D, CENTER TANKの半巾およびDRAFT; dの主要寸法4項目の3段階の変化に対して、大骨WEBの深さおよびCORNERのRを固定したものであり、標準化の種類BはAに加えて大骨WEBの板厚を主要寸法の変化に対して固定したものである。さらにCはBに加えて大骨WEBの面材のSIZEも固定したものである。組合せの数は理論的には表2.1.3.1にも示すごとく、 $3^4=81$ CASE考えられ、これらの全てに対して満足させ得るのである。しかし実際の試設計の数はTRANS. RINGが15 CASE、HOR. GIRが6 CASE、SWASH BHDが5 CASEであり、これで全てがCOVERできた。SKIN PLATEの板巾については3M、3.5Mおよび4Mの3種類の標準板巾を選び、さらにDECKおよびBOTTOMの“E”級鋼も含めて標準板巾を使用した場合と、“E”級鋼のみはRULE要求の最小板巾を使用し、残りに標準板巾を適用した場合とで合計6 CASEの試設計を行ない、さらに現行巾EXTRA体系の場合、3MまでNO EXTRAの場合、3.5MまでNO EXTRAの場合および4MまでNO EXTRAの場合について材料費のUPと溶接工数の減少を比較した。

表 2.1.3.1 標準化の種類

標準化の種類	形 状	81 CASEの主要寸法の変動に対して	
		SCANTLING	
		WEB板厚	FACE
A	WEB 深さ	VARIABLE	VARIABLE
B	CORNER Rとも 一種類の標準に	一種類の標準に FIX	VARIABLE
C	FIX	一種類の標準に FIX	一種類の標準に FIX

〔注〕 $81 \text{ CASE} = 3(d\text{の変動}) \times 3(B\text{の変動}) \times 3(D\text{の変動})$
 $\times 3(\bullet L, \text{BHDの位置の変動})$

(1) TRANS. RING

現状のMIDSHIP SECTIONの取りまとめ結果に従い、前文で説明したごとく、3種類の標準化を考え、 $15 \text{ CASE} \times 3 \text{ 種類} = 45 \text{ CASE}$ について標準部材を選定し試設計を行なった。

主要寸法の組合せ15 CASEに対して、標準化の種類Aの標準化を検討した結果の一例を図2.1.3.1に示す。図2.1.3.2および3はCASE ①についてABSおよびLR RULEにより試設計した結果を示す。表2.1.3.2は15 CASEのSCANTLINGを一覧表にまとめたものである。標準化の種類BおよびCの結果は図面にせず表2.1.3.3および4にSCANTLING一覧表として示してある。

さらに4つの主要寸法(B・D・dおよびL・BHD位置)の3段階の変化に対応する $3^4=81 \text{ CASE}$ の標準化の

種類 A の場合の SCANTLING 一覧表を表 2. 1. 3. 5 ～ 7 に示した。この一覧表は表 2. 1. 3. 2 の 15 CASE の一覧表から作成したもので、新たな計算は行なっていない。なお、前記 15 CASE は重複して記載してあるが太枠で区別した。

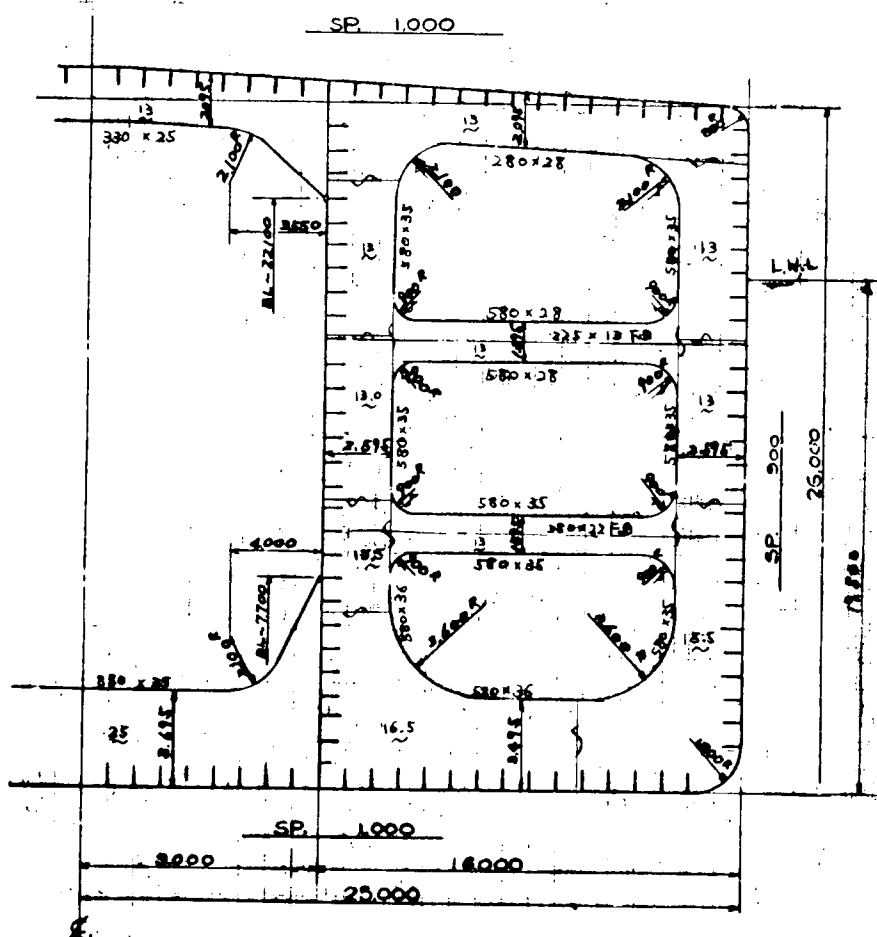
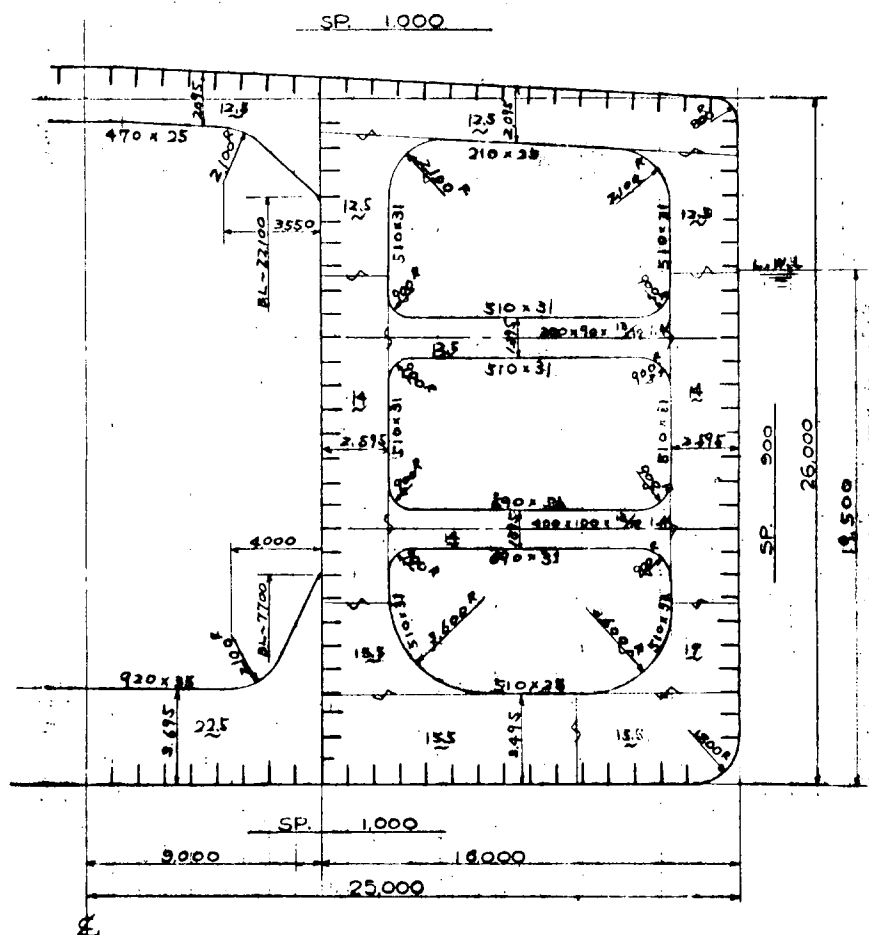


表 2.1.3.2 S O A N T L I N G 一 覧 表 (標 準 化 A)

CASE No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C . T	BOTT. TR.	(W/M) WEB	2 2.5	2 2	2 3	2 6	2 5	2 6.5	2 2.5	2 2	2 3	1 9.5	2 0	2 6	2 5	2 6.5
		FACE	920×35	900×35	950×35	1,140×37	1,120×37	1,170×37	920×35	900×35	950×35	730×32	710×32	750×32	1,120×37	1,170×37
	D K . T R.	(W/M) WEB	1 2.5													→
		FACE	470×25		→	660×25		→	470×25		→	300×25		→	660×25	→
W . T	BOTT. TR.	(W/M) WEB	1 5.5													→
		FACE	510×25	510×24	510×27	510×21		→	790×24	790×23	790×25	790×32	790×31	790×34	410×21	→
	SIDE. TR.	※1 (W/M) WEB	125/14/17					→	125/14/19					→	125/14/16	→
		※2 FACE	510×31					→	125/14/19 100/8/9 790/24					→	410×30	→
	L.BHD. TR.	※ (W/M) WEB	125/14/155													→
		FACE	510×31					→	125/14/19 100/8/9 790/24					→	410×30	→
	D K . T R.	(W/M) WEB	1 2.5													→
		FACE	210×25											→	210×16	→
	L O W E R	WEB	1 4													→
	S T R U T	FACE	690×31					→	790×32					→	610×30	→
W E I G H T (T)	U P P E R	WEB	1 2.5													→
	S T R U T	FACE	510×31					→	610×32					→	410×30	→
W E I G H T (T)			103.66	102.98	104.12	106.88	106.08	107.44	116.06	115.52	116.68	115.06	114.54	98.14	97.34	98.98

注 ※1 $t_1/t_2/t_3$: t_1 はUPPER PARTの板厚, t_2 はMIDDLE PARTの板厚, t_3 はLOWER PARTの板厚を示す。
 ※2 上欄はD-TRANS~LOWER STRUT間を, 下欄はBOTTOM TRANS~LOWER STRUT間を示す。

表 2.1.3.3 S C A N T L I N G 一覽表 (標準化B)

CASE No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C . T	BOTT. TR.	(W/M) W E B	2 6.5													
		FACE	920x35	900x35	950x35	1,140x37	1,120x37	920x35	900x35	950x35	730x32	710x32	750x32	1,140x37	1,120x37	1,170x37
	D K . T R .	(W/M) W E B	1 2.5													
		FACE	470x25					470x25			300x25			660x25		
W . T	BOTT. TR.	(W/M) W E B	1 5.5													
		FACE	510x25	510x24	510x27	510x21		790x24	790x23	790x25	790x32	790x31	790x34	410x21		
	SIDE. TR.	(W/M) W E B	1 9													
		FACE	510x31					410x32						410x30		410x31
	L.BHD. TR.	(W/M) W E B	1 5.5													
		FACE	510x31					410x32						410x30		410x31
	D K . T R .	(W/M) W E B	1 2.5													
		FACE	210x25											210x16		
	L O W E R	W E B	1 4													
	S T R U T	FACE	690x31											610x30		
W E I G H T (T)	U P P E R	W E B	1 2.5													
	S T R U T	FACE	510x31					610x32						410x30		
W E I G H T (T)			113.64	113.44	113.96	114.74	114.62	114.94	123.28	123.04	123.60	123.72	123.58	123.92	103.92	104.46

表 2.1 3. 4 S C A N T L I N G 一 覽 表 (標 準 化 C)

CASE No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C . T	BOTT. TR .	(M/M) W E B	2 6. 5													→
		FACE	1170×37													→
	DK . TR .	(M/M) W E B	1 2. 5													→
		FACE	660×25													→
	BOTT. TR .	(M/M) W E B	1 5. 5													→
		FACE	790×34													→
W . T	SIDE. TR .	(M/M) W E B	1 9													→
		FACE	610×25 790×25													→
	L. BHD. TR .	(M/M) W E B	1 5. 5													→
		FACE	610×25 790×25													→
	DK . TR .	(M/M) W E B	1 2. 5													→
		FACE	280×25													→
	LOW ER	W E B	1 4													→
	S TR UT	FACE	790×32													→
	UP PE R	W E B	1 2. 5													→
	S TR UT	FACE	610×32													→
WE I GH T (T)		121.42	121.42	121.42	119.84	119.84	127.32	127.32	127.32	128.42	128.42	128.42	128.42	111.18	111.18	111.18

表 2.1.3.5 SCANTLING 一覧表 (その 1 $d=19.5$)

[illegible]

d = 19.0																	
B	(M)	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	50	50	50	50	50	50
D	(M)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
L.B.の位置 (M)		8	9	10	8	9	10	10	10	10	10	8	9	10	8	9	10
C.T	BOTT. TR.	WEB	19	25	19	22	25	25	25	25	25	19	22	25	19	22	25
	FACE	710x32	900x35	1120x37	710x32	900x35	1120x37	710x32	900x35	1120x37	710x32	900x35	1120x37	710x32	900x35	1120x37	710x32
	WEB	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	FACE	300x25	470x25	660x25	300x25	470x25	660x25	300x25	470x25	660x25	300x25	470x25	660x25	300x25	470x25	660x25	300x25
	WEB	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
W.T	BOTT. TR.	FACE	510x24	510x21	510x24	510x21	410x21	410x21	510x24	510x21	410x21	510x24	510x21	410x21	510x24	510x21	410x21
	WEB	25/14/16	12.5/14/16	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17
	FACE	410x30	410x30	410x30	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31
	WEB	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5
	FACE	410x30	410x30	410x30	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31
C.T	BOTT. TR.	WEB	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	FACE	210x25	210x25	210x16	210x25	210x25	210x16	210x25	210x25	210x25	210x16	210x25	210x25	210x25	210x25	210x25	210x25
	WEB	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	FACE	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	WEB	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
W.T	BOTT. TR.	WEB	19	22	19	22	25	25	25	25	25	19	22	25	19	22	25
	FACE	710x32	900x35	1120x37	710x32	900x35	1120x37	710x32	900x35	1120x37	710x32	900x35	1120x37	710x32	900x35	1120x37	710x32
	WEB	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	FACE	300x25	470x25	660x25	300x25	470x25	660x25	300x25	470x25	660x25	300x25	470x25	660x25	300x25	470x25	660x25	300x25
	WEB	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
C.T	BOTT. TR.	FACE	510x24	510x21	510x24	510x21	410x21	410x21	510x24	510x21	410x21	510x24	510x21	410x21	510x24	510x21	410x21
	WEB	25/14/16	12.5/14/16	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17	12.5/14/17
	FACE	410x30	410x30	410x30	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31
	WEB	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5	12.5/14/15.5
	FACE	410x30	410x30	410x30	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31	510x31
W.T	BOTT. TR.	WEB	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	FACE	210x25	210x25	210x16	210x25	210x25	210x16	210x25	210x25	210x25	210x16	210x25	210x25	210x25	210x25	210x25	210x25
	WEB	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	FACE	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	WEB	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5

表 2.1.3.7

02 = p

TRANS. B^{HD}

(2) HORIZONTAL GIRDER

TRANS. RING試設計のCASEに合わせてTRANS B^{HD}の試設計を行なったが、吃水に無関係であることから、6 CASEを選定し、HORIZONTAL GIRDERを主としPLATE, STIFFを含めて検討を行なった。

構造方式としては最も一般的なHORIZONTAL GIRDER MAIN, VERTICAL STIFF形式を採用した。

HORIZONTAL GIRDERの数、LEVELについては省力化の主旨にそって原則として3条とし、各CASEともKEEL上の高さを一定とした。

各規則間の寸法比較については、AB、LRにつき検討したが、LR規則適用の場合3 HORIZONTAL GIRDERでは過大なSCANTLINGとなりやむをえず各規則間比較についてのみ特例として4 HORIZONTAL GIRDERとした。

したがって、TRANS RINGと同様、今回の標準化では各規則間共通の標準化は行なっていない。

標準形状については種々検討の結果、TRANS SP. 5.0 mを考慮し、WEB DEPTHは図2.1.3.4に示すごとく3,095 mmとした。

また、標準部材寸法を検討するにあたり各CASEの最適寸法を算定したが、この場合の設計条件は、下記のものとした。

- | | |
|-------------------------------|---------|
| 1. L×B×D | 300×B×D |
| 2. TANK LENGTH | 60 m |
| 3. SWASH B ^{HD} SP. | 30 m |
| 4. SWASH B ^{HD} の開孔比 | |

CENTER TANK	15%
-------------------	-----

WING TANKは約30%とするもDおよびWING TANKの中を増減に伴い変化するものとする。

- | |
|---|
| 5. CARGO HATCHの位置CENTER, WING TANKともにLONG L. B ^{HD} より3.5 m、高さ600 mmとする。 |
|---|

- | | |
|----------------------------|---------|
| 6. BOTTOM LONG L.の深さ | 1000 mm |
| DECK " " | 500 mm |

以上の仮定のもとに各CASEのNK規則による最適寸法を検討したが、NO 1 HORIZONTAL GIRDERについては本試設計の構造形式の場合BOTTOM CENTER GIRDERとLARGE BKT.にて接合しているのが実状である。

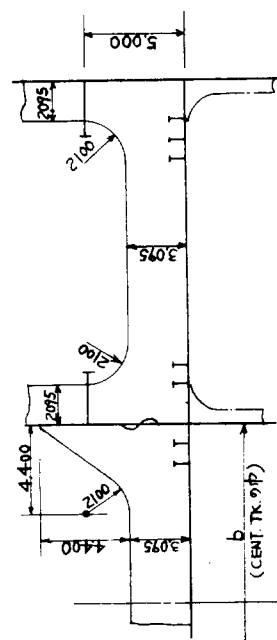
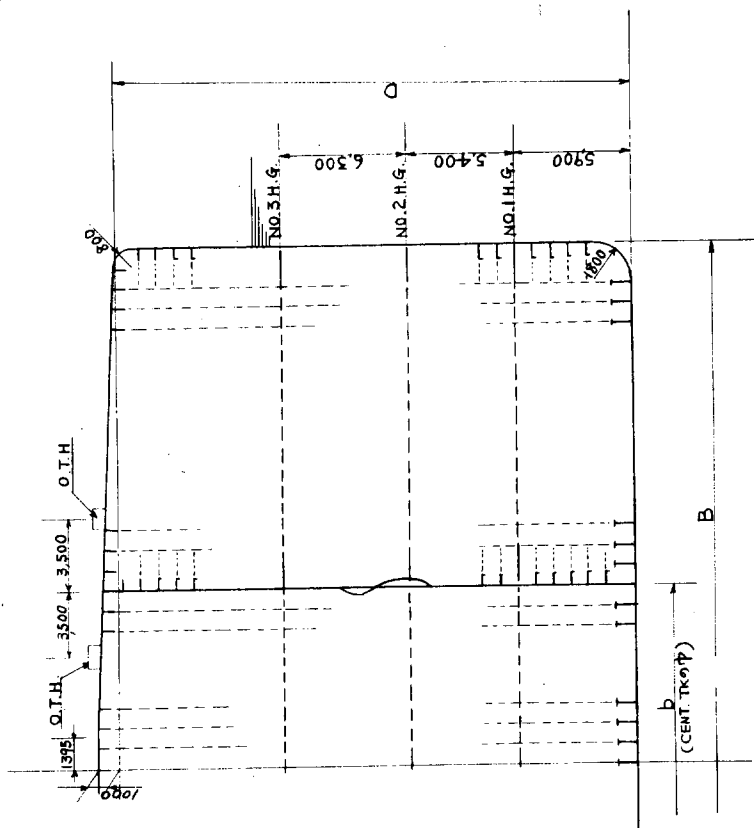
したがって、おもにおいて相当程度の支持効果があり、実船例でもFULL SPAN SCANTLINGからこれらを考慮してかなりの寸法軽減を行なっている。今回の検討では特に強度検討は、行なっていないが、NO 1 HORTL. GIR.のSCANTLINGは、NO 2 HORTL. GIRDERにそろえることとした。

小骨については、WEB DEPTH & tを検討の結果、750×16とし各CASEについての寸法調整はFACEのみで行なった。

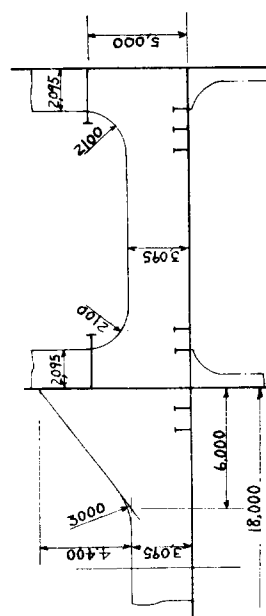
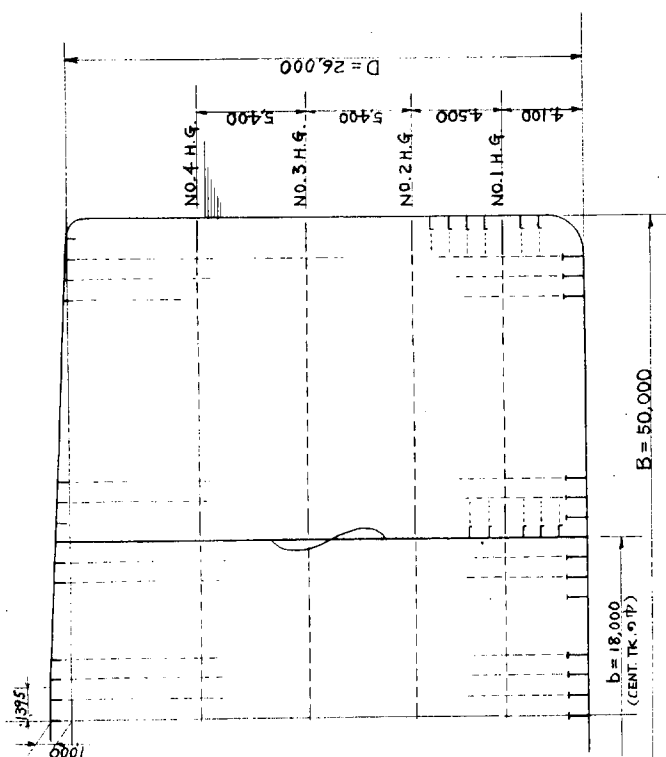
また、B^{HD} PLATEの配置については、KEEL上面より全て3.0 M材にて配材した。

以上の検討結果に従い、標準化A、B、Cをまとめるとそれぞれ表2.1.3.8, 9 & 10となる。

今回の検討では、各RULE共通化までは前記事情により行なうことはできなかったが、参考として検討した各規則の比較を示すと図2.1.3.5および表2.1.3.11 & 12となる。



2. 1. 3. 4



2. 1. 3. 5

表 2.1.3.8 S C A N T L I N G 一 覧 表
(標 準 化 A)

部 材 別	ケ-ス	① $B=50$ $b=18$ $D=26$	④ $B=50$ $b=20$ $D=26$	⑦ $B=52$ $b=18$ $D=27$	⑦ $B=52$ $b=20$ $D=27$	⑩ $B=52$ $b=16$ $D=27$	⑬ $B=48$ $b=20$ $D=25$
CENTER TANK	NO.1 HORT. GIR. WEB	* 20 (24) 650X35 (820X35)	* 24 (28.5) 875X35 (1085X35)	* 22.5 (26.5) 755X35 (910X35)	* 24.5 (29) 930X35 (1045X38)	* 19.5 (20.5) 405X25 (425X28)	* 24 (26.5) 815X35 (930X35)
	NO.1 HORT. GIR. FACE	20	24	22.5	24.5	19.5	24
	NO.2 HORT. GIR. WEB	650X35	875X35	755X35	930X35	405X25	815X35
	NO.2 HORT. GIR. FACE	18	21	20.5	22.5	17.5	20
	NO.3 HORT. GIR. WEB	570X35	735X35	655X35	835X35	380X25	770X30
	NO.3 HORT. GIR. FACE	21	19	24	21.5	25	16
TANK	NO.1 HORT. GIR. WEB	580X35	460X25.4	760X30	580X30	870X30	280X22
	NO.1 HORT. GIR. FACE	18	16	20.5	18.5	23	14.5
	NO.2 HORT. GIR. WEB	450X35	360X25.4	615X30	540X25.4	790X30	240X22
	NO.2 HORT. GIR. FACE	16	14	19	17	21.5	12.5
	NO.3 HORT. GIR. WEB	460X30	290X25.4	545X30	480X25.4	750X28	220X14
	NO.3 HORT. GIR. FACE	750X16 (150X26)	750X16 (150X25.5)	750X16 (180X31)	750X16 (180X31)	750X16 (150X35)	750X16 (150X24)
BHD. PLATE	VERT. STIFF. (CENT. TK.)	750X16 (150X25.4)	750X16 (150X25)	750X16 (150X31)	750X16 (150X31)	750X16 (150X33)	750X16 (150X21)
	VERT. STIFF. (WING TK.)	CENT. WING	CENT. WING	CENT. WING	CENT. WING	CENT. WING	CENT. WING
	t ₁ (LOW STR.)	21	21	21.5	21.5	21.5	21
	t ₂	20	20	20.5	20.5	20.5	20
	t ₃	19	19	19.5	19.5	19.5	18.5
	t ₄	18	18	18.5	18.5	18.5	17.5
	t ₅	16.5	16.5	17	17	17	16
	t ₆	15.5	15	15.5	15.5	15.5	15
	t ₇	13.5	13.5	14.5	14.5	14.5	13
	t ₈ (UPP. STR.)	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5

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

表 2. 1. 3. 9 SCANTLING 一覽表
(標準化 B)

部材別	寸一ス	① B=50 b=18 D=26	④ B=50 b=20 D=26	⑦ B=52 b=18 D=27	⑦ B=52 b=20 D=27	⑩ B=52 b=16 D=27	⑬ B=48 b=20 D=25
CENTER TANK	NO.1 HORT. GIR. WEB	←	←	←	← 24.5	←	←
	NO.1 HORT. GIR. FACE	650X35 (820X35)	875X35 (1085X35)	755X35 (910X35)	930X35 (1045X38)	405X25 (425X28)	815X35 (930X35)
	NO.2 HORT. GIR. WEB	←	←	←	← 24.5	←	←
	NO.2 HORT. GIR. FACE	650X35	875X35	755X35	930X35	405X25	815X35
	NO.3 HORT. GIR. WEB	←	←	←	← 22.5	←	←
	NO.3 HORT. GIR. FACE	570X35	735X35	655X35	835X35	380X25	770X30
WING TANK	NO.1 HORT. GIR. WEB	←	←	←	←	← 25	←
	NO.1 HORT. GIR. FACE	580X35	460X25.4	760X30	580X30	870X30	280X22
	NO.2 HORT. GIR. WEB	←	←	←	←	← 23	←
	NO.2 HORT. GIR. FACE	450X35	360X25.4	615X30	540X25.4	790X30	240X22
	NO.3 HORT. GIR. WEB	←	←	←	←	← 21.5	←
	NO.3 HORT. GIR. FACE	460X30	290X25.4	545X30	480X25.4	750X28	220X14

表 2. 1. 3. 10 SCANTLING 一覽表
(標準化 C)

部材別	寸一ス	① B=50 b=18 D=26	④ B=50 b=20 D=26	⑦ B=52 b=18 D=27	⑦ B=52 b=20 D=27	⑩ B=52 b=16 D=27	⑬ B=48 b=20 D=25
CENTER TANK	NO.1 HORT. GIR. WEB	←	←	←	← 24.5	←	←
	NO.1 HORT. GIR. FACE	←	←	←	← 930X35	←	←
	NO.2 HORT. GIR. WEB	←	←	←	← 24.5	←	←
	NO.2 HORT. GIR. FACE	←	←	←	← 930X35	←	←
	NO.3 HORT. GIR. WEB	←	←	←	← 22.5	←	←
	NO.3 HORT. GIR. FACE	←	←	←	← 835X35	←	←
WING TANK	NO.1 HORT. GIR. WEB	←	←	←	←	← 25	←
	NO.1 HORT. GIR. FACE	←	←	←	←	← 870X30	←
	NO.2 HORT. GIR. WEB	←	←	←	←	← 23	←
	NO.2 HORT. GIR. FACE	←	←	←	←	← 790X30	←
	NO.3 HORT. GIR. WEB	←	←	←	←	← 21.5	←
	NO.3 HORT. GIR. FACE	←	←	←	←	← 750X28	←

表 2. 1. 3. 1 1

各規則別 HORIZONTAL GIR 寸法比較表
(4 HORIZONTAL GIR 方式)

規則別 部材別			NK.	ABS.	LR.
NO.1 HORIZONTAL GIRDER	CENT. TANK	WEB	14	12.5	17.5
		FACE	35×405※ (35×425)	25×530	35×850※ (35×930)
	WING TANK	WEB	17.5	16.5	17.5
		FACE	35×505	25×750	35×950
NO.2 HORIZONTAL GIRDER	CENT. TANK	WEB	13.5	12.5	16.5
		FACE	35×405	25×620	35×850
	WING TANK	WEB	17	18	16.5
		FACE	35×480	25×840	35×850
NO.3 HORIZONTAL GIRDER	CENT. TANK	WEB	12.5	12.5	12.5
		FACE	35×325	25×410	35×650
	WING TANK	WEB	14.5	14.5	12.5
		FACE	35×400	25×660	35×650
NO.4 HORIZONTAL GIRDER	CENT. TANK		12.5	12.5	12.5
			35×220	18×200	35×530
	WING TANK		12.5	12.5	12.5
			35×295	17×470	35×500

※印は中心線に於ける支持効果を考慮しNO.2に同じくする()内は修正前の値を示す。

2. 1. 3. 1 2

表 2. 1. 3. 1 1 における部材別重量表 (単位: トン)

		NK.	ABS.	LR.
HORIZONTAL GIRDER	NO.1 HORIZONTAL GIR.	31.4	27.9	40.0
	NO.2 HORIZONTAL GIR.	30.3	30.8	37.1
	NO.3 HORIZONTAL GIR.	26.3	27.5	28.2
	NO.4 HORIZONTAL GIR.	23.0	23.4	26.4
BHD. STIFF.		118.8	115.0	106.9
BHD. PLATE		172.1	185.4	193.0
TOTAL		401.9	410.0	431.6

BHD. PLATEの板巾は全て3.0にて配材。

(3) SWASH B^{HD}

SWASH B^{HD} の HOR^L.GIR., WING の TRANS RING, B^{HD} PLATEおよびSTIFF について5ケース×3種類(標準化別)=15ケースの試設計を行ない標準部材寸法を定めた。この5ケースの部材配置および標準化別の標準部材寸法を図2.1.3.6～図2.1.3.10に示す。なお、標準部材の決定に際しては特に次の点について注意を払った。

- a) HOR^L. GIR. のWEBの深さおよび両端部の“R”は5ケースとも共通の大きさを用いる。また、標準化AではWEBの板厚はWING TANK内では全ケースとも12.5mmであるがC^R. TANKではケースによって12.5mmまたは13.5mmをとる。したがって、標準化Bおよび標準化Cの標準化を行なう場合はWING TANKのHOR^L. GIR. のWEBはすべて12.5mm、C^R. TANKでは13.5mmに統一した。

また、部材寸法の種類は下表のごとくである。

表 2. 1. 3. 1 3

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

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

- b) VERT^L. STIFF. の部材寸法の種類は極力少くし標準化を行なう。その種類の数5ケースを通じて表2.1.3.14に示すごとくである。

表 2. 1. 3. 1 4

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

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

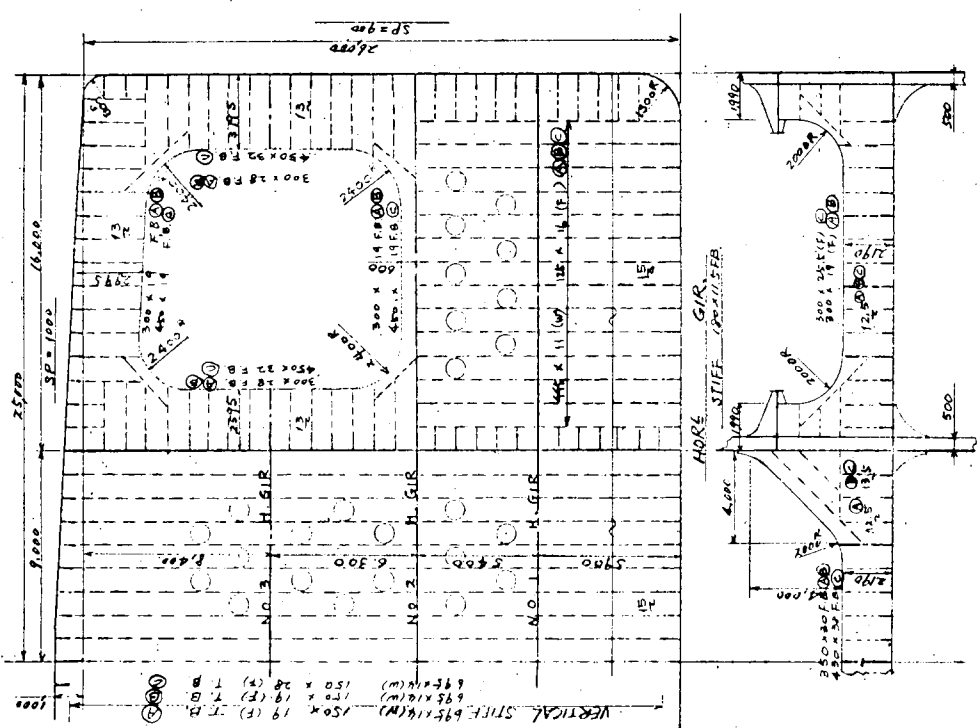
SWASH B^{HD} . の部材寸法は昭和45年度版NKルールおよび細則にもとづいて定める。WING TANKのTRANS RING部材の寸法はルールには規定されていないので通常の横桁RINGの寸法を参照しかつ船体の節としての効果を考え、これより大きくなるように定める、すなわち、まずSPANおよび水頭が最も大きくなるケース(船側外、縦通隔壁付TRANSではケース7、甲板下TRANSではケース10)について部材寸法を定め、次にその他のケースについてはSPAN、水頭の差を考慮して部材寸法を軽減することとする。

また、昭和45年度版から船側タンクのせん断変形を規制するようになりこの値が0.15を超えると特別の補強を要求されているが各ケースともに0.09～0.115の範囲内にあり補強の必要はない。

CASE 1.

(注) ① 標準化 A 型
② B
③ C

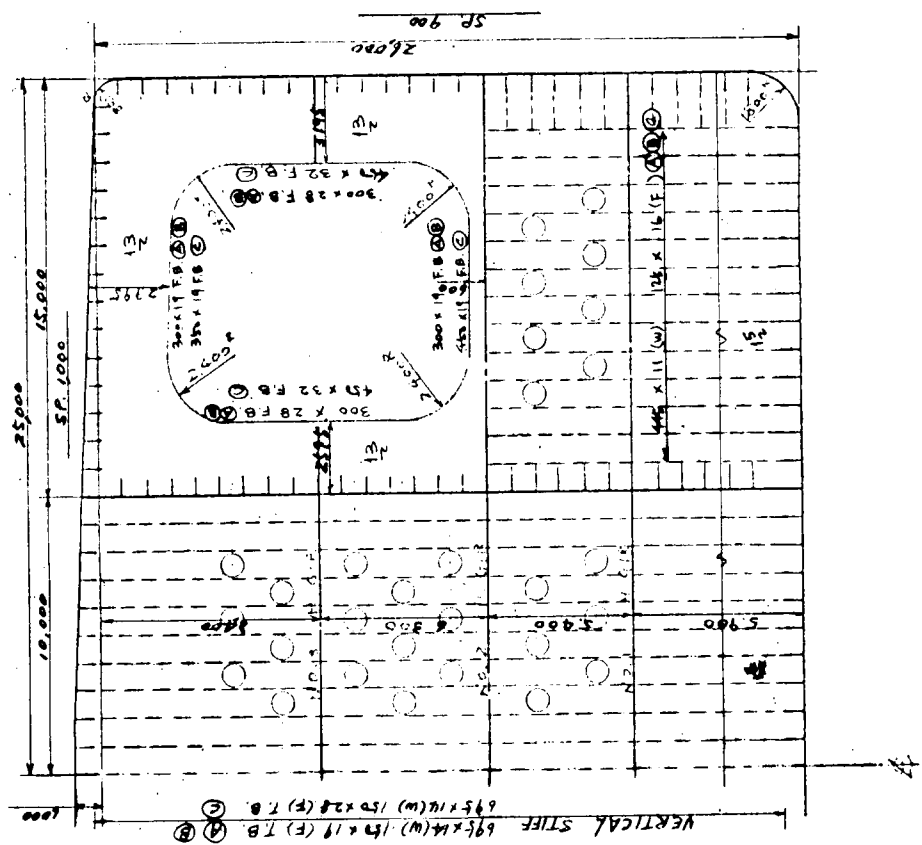
SWASH BRP (1/200)
PLATE 13
HOLE 900



2. 1. 3. 6

CASE 4.

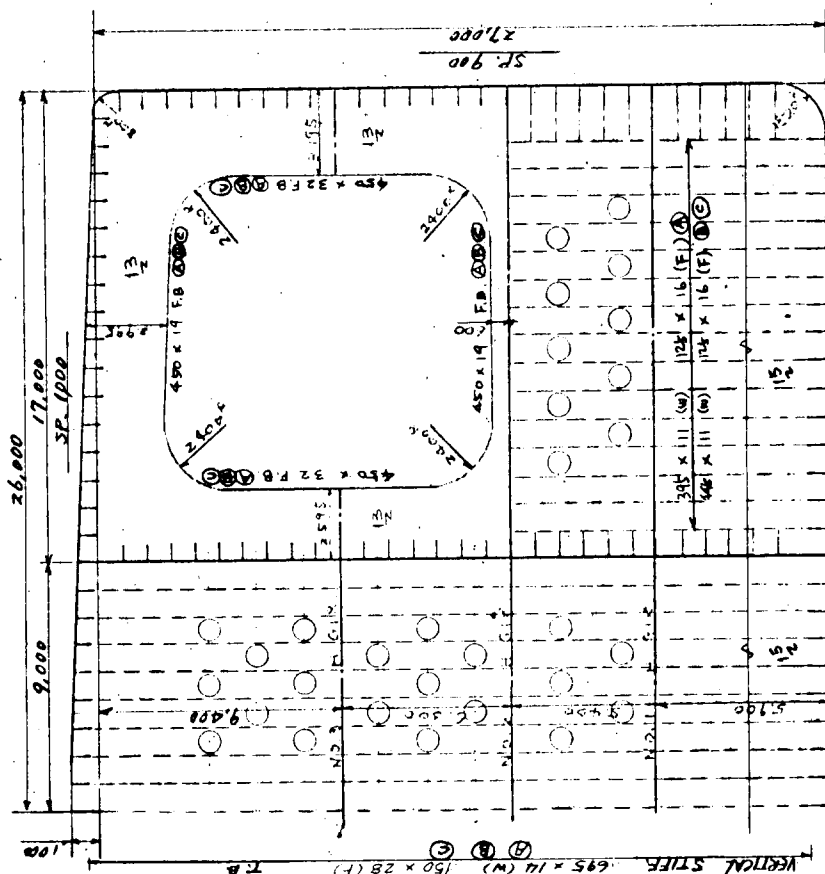
SWASH BRP (1/200)
PLATE 13
HOLE 900



2. 1. 3. 7

CASE 7

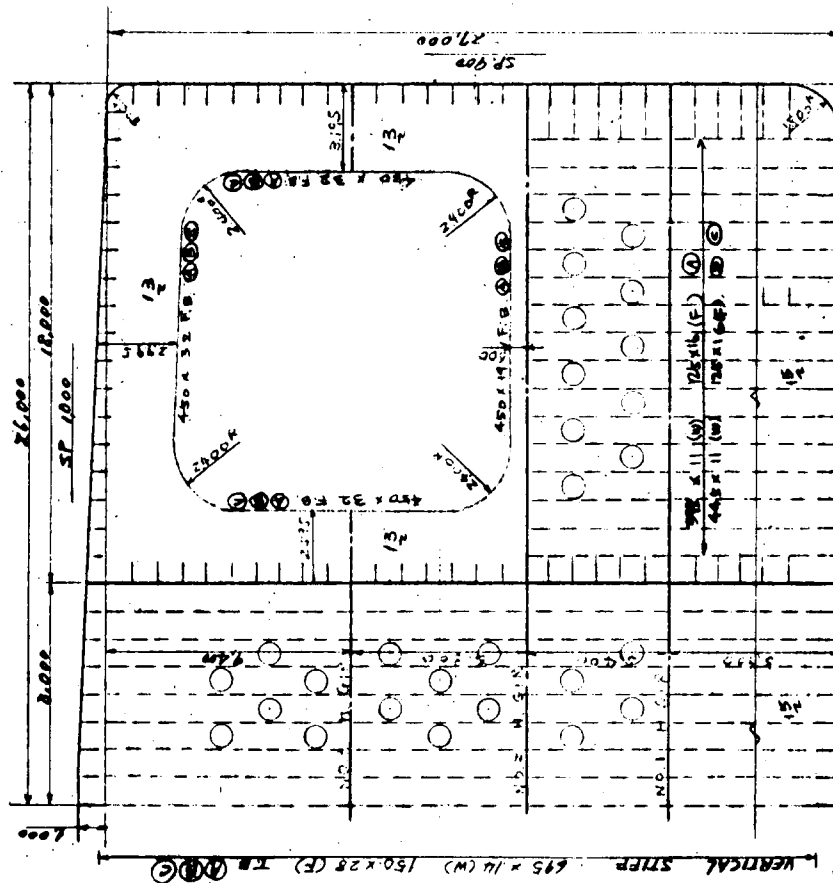
SWASH BOARD (1/200)
 PLATE 13
 HOLE 900



☒ 2. 1. 3. 8

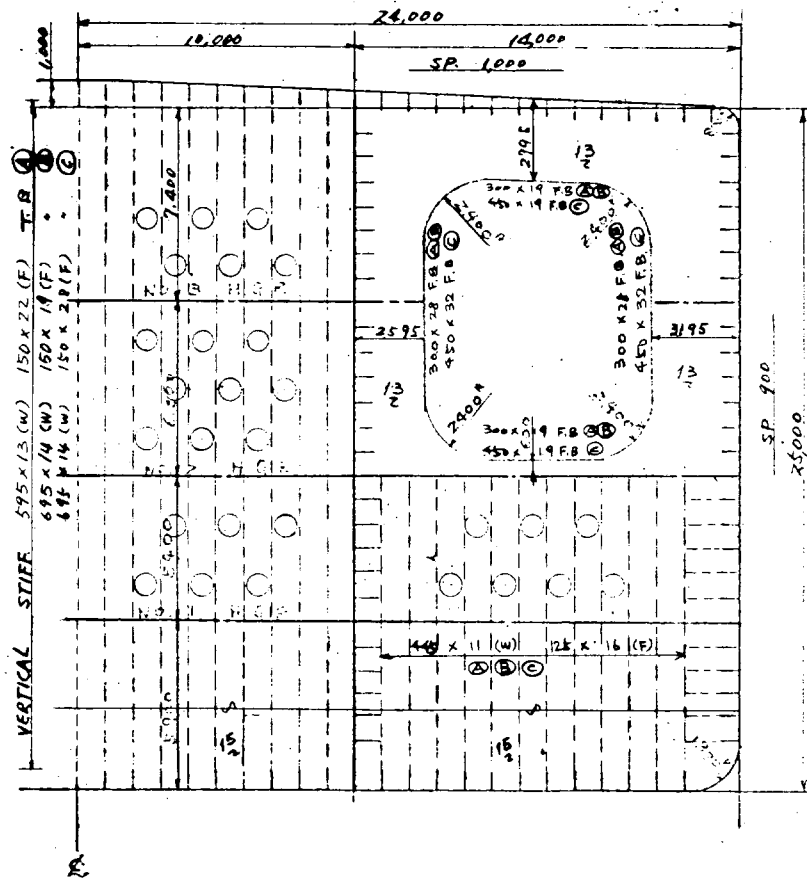
CASE 10.

SWASH BOARD (1/200)
 PLATE 13
 HOLE 900



☒ 2. 1. 3. 9

SWAGE 6" (1/200)
PLATE 13
HOLE 900



☒ 2. 1. 3. 1 0

(4) SKIN PLATEの板巾

DECK, BOTTOM, SIDE SHELLおよびL. B^{HD}のSKIN PLATEとT. B^{HD}のPANELについて、3種類の板巾を選び下記の条件で試設計を行なった。

- 1) 船の主要寸法の組合せはBASE船型の1 CASEとした。
- 2) 適用範囲はCARGO OIL TANK PARTのみとした。
- 3) ERECTION SEAMの位置(BLOCK分割位置)はSKIN PLATEについてはほぼ固定した。
- 4) 板巾は約3.0 M、3.5 Mおよび4.0 Mの3種類の標準板巾使用による3 CASEとした。

DK, およびBMのSKIN PLATEは上記3種類の板巾の他に“E”級鋼のみRULE要求の最小板巾を使用し残りに標準板巾を使用した合計6 CASEとした。

- 5) DK, BM, L. B^{HD}のTOPおよびBOTTOM STRAKEにはH.T.を使用する。

試設計の結果は図2.1.3.1 1～13に示すように“E”級鋼を含めて等分の場合：～

板巾約3.0 MをBASEとすれば3.5 Mおよび4.0 Mを使用の場合DK, BOTTOM, SIDE SHELL, L. B^{HD}およびT. B^{HD}のいずれもONE STRAKEずつSEAM数が減少する。ただし、BOTTOMについては3.5 M板巾使用の場合と4.0 M使用の場合とSEAM数は変らない。これはERECTION SEAMの位置の設定制約によるためである。

DK, およびBMに“E”級鋼をRULE MIN.にした場合、“E”級鋼の位置に制約を受け板割りが制限され前述の標準板巾の外に2.5 Mおよび4.6 Mの板巾の使用が必要となり、一般に板使用枚数は等分割の場合より増加の傾向にある。

重量の増加：～

T. B^{HD}, L. B^{HD}では広巾板使用による重量増があり、

T. B^{HD}で0.8 T/ONE B^{HD}

L. B^{HD}で6.4 T/TANK PART それぞれ増加している。

SKIN PLATE, PANEL PLATEのSEAM減少によるメリット：～

前述の板巾による6 CASE試設計の各CASEについて現行板巾EXTRA体系の場合

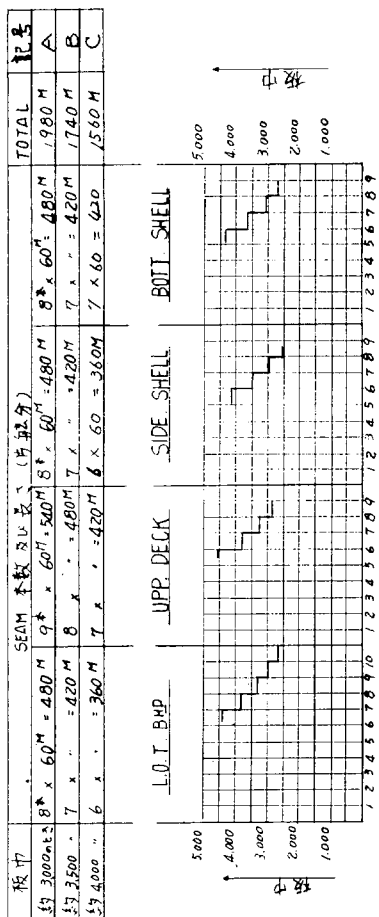
3.0 Mまで NO EXTRAの場合

3.5 M ”

4.0 M ”

についてのメリット計算結果は表2.1.3.1 5に示してあるが、本資料はDK, BM, SIDE SHELL, L. B^{HD}およびT. B^{HD}のSKIN PLATEおよびPANEL PLATEの各板巾についての総合計数値でTANK LENGTH 240 M片舷分の溶接長、溶接工費、鋼材のEXTRA体系を考慮したものを示す。本計算結果で板巾増大に伴って溶接長は減少し、溶接工費は減少するが現状の板巾EXTRA体系であると鋼材のEXTRAが全体の使用屯数に付加されるため、鋼材費上昇がいくらしく溶接工費減少ではCOVERしきれない状態である。

しかし、製鉄所側の設備改善に伴って現行EXTRA体系は漸次改正されて行く見通しもあり、また、板のハンドリング工数減等を考慮すれば近い将来コスト的にも効果がでるようになるかも知れない。



- 1 DECK & BOTTOM (S)は、中流に使用可能なとし、H.I. ZONEは D/E & BUILDING の D/E と一致する。
- 2 MARK SEAM は 固定のものとする。
- 3 LONG = BEAM & STIFF & SEAM の距離は 詳細設計では船中の位置の出来栄により考慮、必要時は特に考慮に入れたい。
- 4 DE PLATE 及び SHELL PL の板厚は既述板厚と同一のものである。
- 5 MAX 板厚は 4000 とする。
- 6 MARKは CRACK ARRESTER 用として船中の破損欄とする。
- 7 T-TANK LENGTH = 60000 とする。

図 2. 3. 1. 1 板 割 案 その 1
CRACK ARRESTER 用上級鋼の板巾を一般の
DECK AND BOTTOM PL と同一とした場合

2.1.4 試設計と在来船との比較

前述の通り TRANS. RING 45 CASE, TRANS. BHD. 18 CASE および SWASH BHD. 15 CASE の試設計を行ない、標準部材を選定したが、試設計と在来船との比較をするために試設計の重量計算を行ない、標準化の種類 A をベースにした標準化による重量増加を試算するとともに、現図以降の現場での節労効果を算出し、本研究部会の船設工作分科会にて検討してもらった。

(1) TRANS. RING

ONE TRANS. RING の重量と標準化 A・B・C との関係を検討して試設計と在来船との比較を行なった。

主要寸法の組合せ 15 CASE についてそれぞれ標準化の種類 A・B・C の場合の ONE RING の重量を算出し、表 2.1.3.2～4 の最下欄に示し、さらに図 2.1.4.1 にグラフにして示してある。この重量は WEB と面材のみの重量で WEB の STIFFENING FB とか TRIPDING BKT 等は含まず、また、SLOT の開孔等の控除も行っていないので定性的なものといえる。しかし在来船に較べて標準化によりどの程度重量が増加するか、或いは TRANS. RING の重量と主要寸法の間係を検討するのにはこれで十分であると考えている。

設計段階での船設重量推定用として使用するためには 15 CASE の中 2～3 CASE について $1/100 \sim 1/50$ の図面を作り、詳細に重量計算を行ない、表 2.1.3.2～4 に示す数値に対する係数を求めておく必要がある。

図 2.1.4.1 から判ることは次の通りである。

- 1) 当然のことながら B および D の大きい CASE 7～12 の重量が大きく、B および D の小さい CASE 13～15 が最も軽い。
- 2) 標準化 A と B の重量差は CASE 1～3 が最も多く、CASE 13～15 が最も少ない。
- 3) 標準化 B と C の重量差は CASE 1～3 と 13～15 が最も多く、他はほぼ同じで一段と少ない。
- 4) 標準化 A と C の重量差は CASE 1～3 が最も多く、CASE 7～9 が最も少なく、他はほぼ同一である。

さらに TRANS. RING の重量と主要寸法 4 項目 (B, D, d および L, B^HD 位置) の変化との関係を調べ、試設計に用いた主要寸法の組合せ以外の任意の主要寸法を採用した場合の重量の傾向が判るかどうかが検討した。

表 2.1.3.2～4 および図 2.1.4.1 に示してある 15 CASE の ONE TRANS. RING の重量を主要寸法 (d, D, B および L, B^HD 位置) ごとに整理してプロットしたのが図 2.1.4.2～5 である。これによると、まず図 2.1.4.2 では ONE TRANS. の重量は吃水 d に比例して漸増することが判る。図 2.1.4.3～4 から ONE TRANS. RING の重量は D あるいは B に比例して増加し、その割合は吃水 d に較べ著しく急であり、B および D の選定が ONE TRANS. RING の重量に最も関係があることが判る。なお、D あるいは B のみが変化し、その他の主要寸法が同一であるという CASE がないので D あるいは B の変化に対する重量変化の定量的な関係は残念ながら図 2.1.4.3～4 からは判らない。表 2.1.3.5～7 に示す 81 CASE の重量を計算し、プロットすればさらに詳しく主要寸法と ONE TRANS. RING の重量との関係が判るであろう。図 2.1.4.5 では L, B^HD の位置と ONE TRANS. RING の重量との関係をプロットしてあるが、L, B^HD の位置のみが変化し、他は同一の CASE があるので、L, B^HD の位置が大きくなれば、すなわち CENTRE TANK が大きくなり、WING TANK を小さくすると ONE TRANS. の重量が増加するを示している。しかし、その割合は吃水と重量との関係と同様で漸増する程度である。

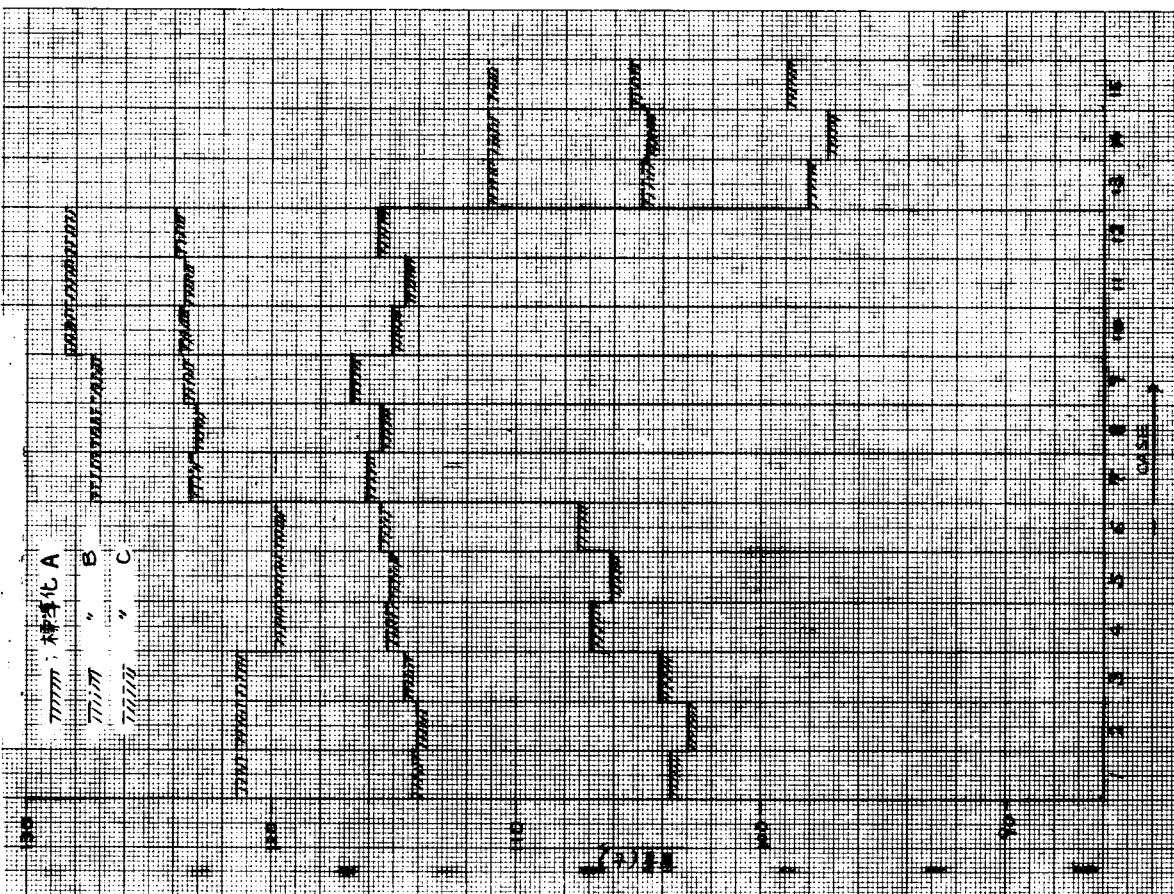


図 2.1.4.1 標準化と TRANS RING 重量

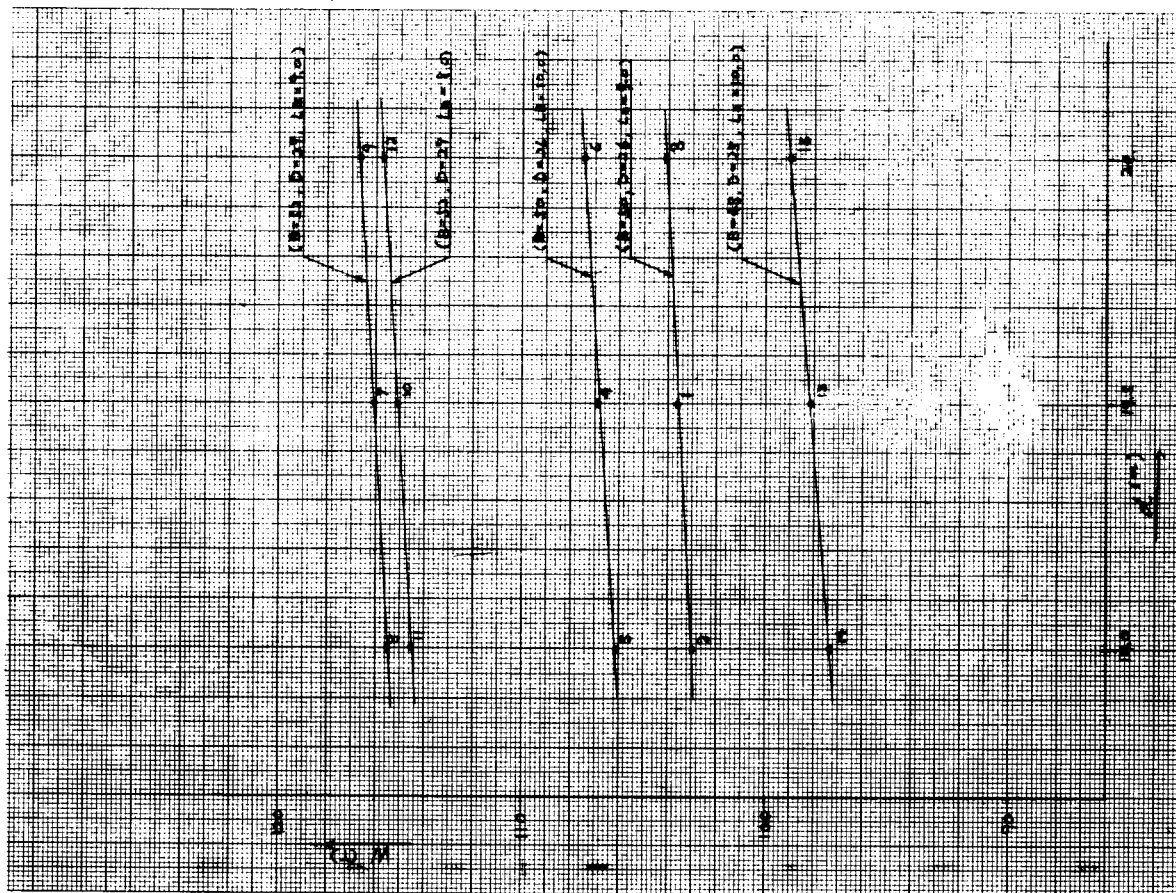


図 2.1.4.2 主要寸法 (d) と重量

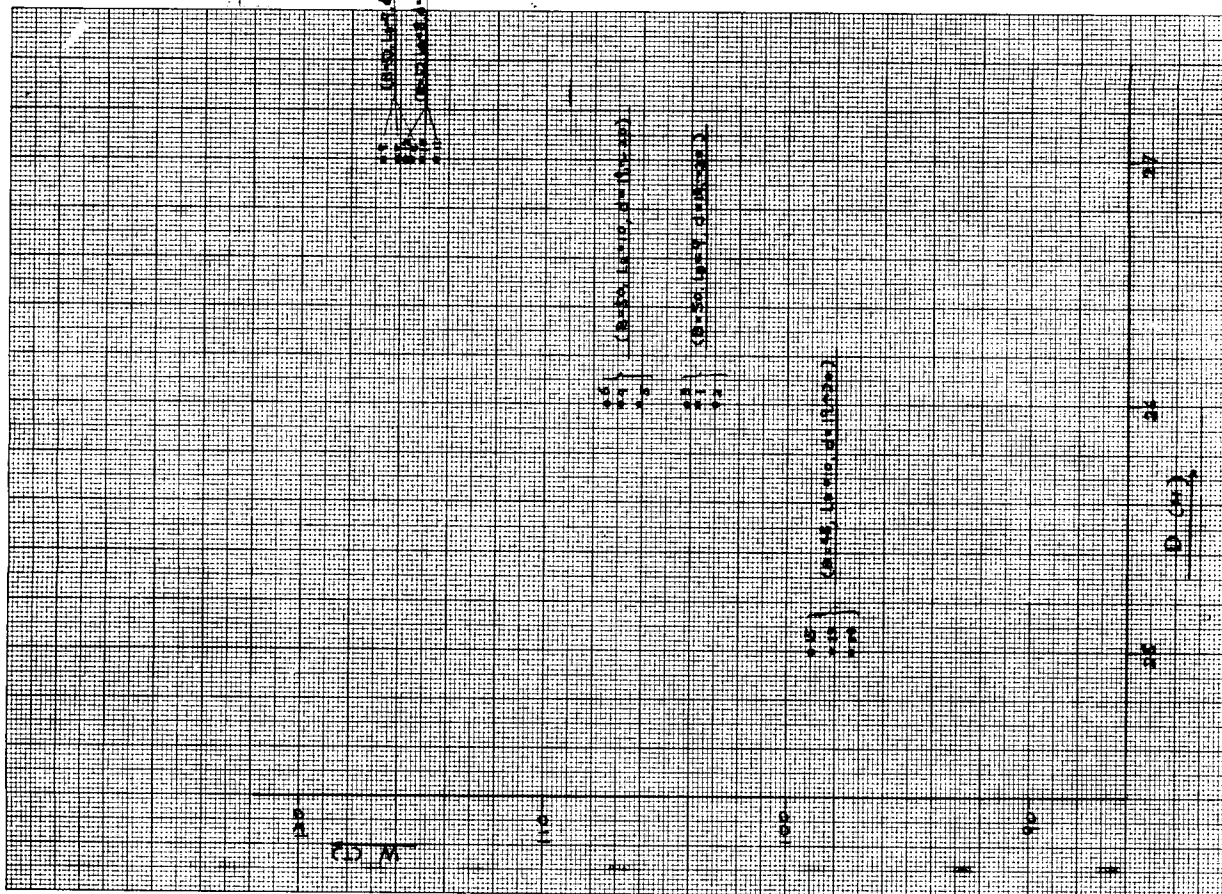


図 2.1.4.3 主要寸法 (D) と重量

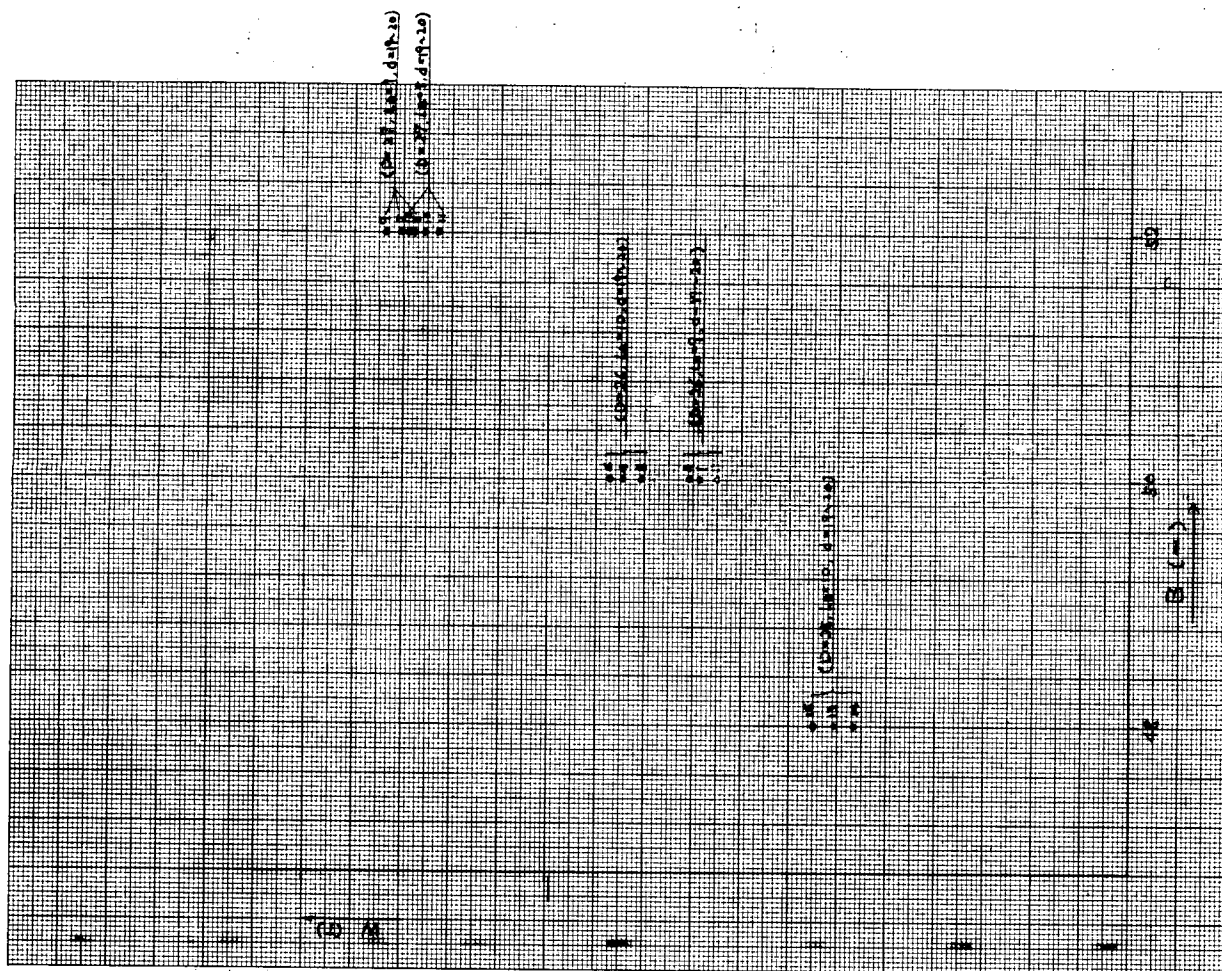


図 2.1.4.4 主要寸法 (B) と重量

図 2.1.4.5 主要寸法 (L B^{HD} 位置) と重量

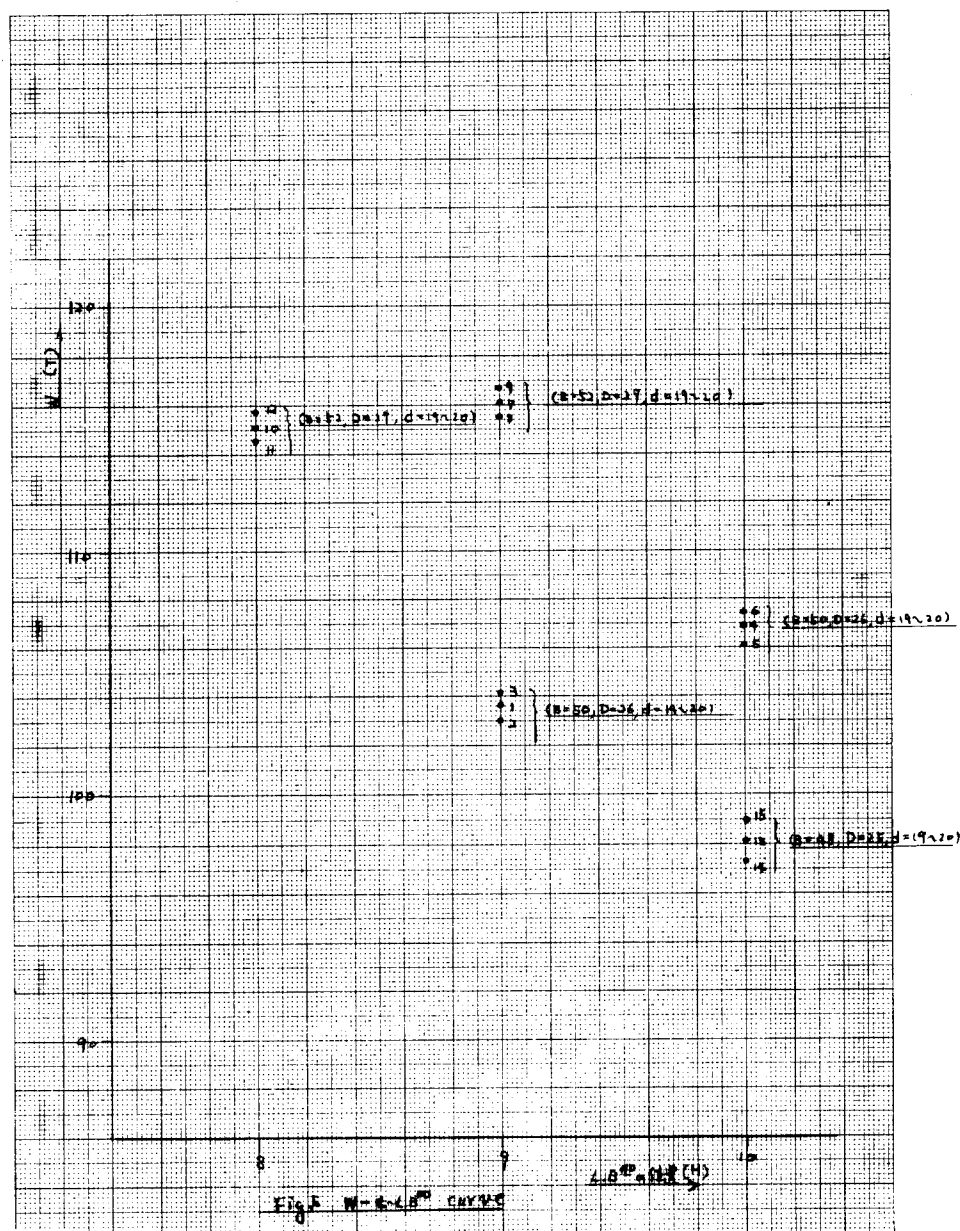


図 2.1.4.5 主 要 寸 法 (L・B^{HD} 位置) と重量

(2) TRANS. B^{HD}. HORTL. GIR.

2.1.3.-(2)にて説明した6 CASEについてHORTL. GIR.の重量を算出すると表2.1.4.1および図2.1.4.6

表2.1.4.1 HORTL. GIR.の重量

CASE	B	D	b	WEIGHT (t)		
				標準化A	標準化B	標準化C
①	50 m	26 m	18 m	106	127	137
④	50	26	20	107	127	137
⑦	52	27	18	126	135	141
⑦'	52	27	20	124	136	141
⑩	52	27	16	123	130	141
⑬	48	25	20	96	119	132

註；上記重量にはWEB STIFF, T. BKT.は含まれない。

重量算出範囲は下記  範囲とする。

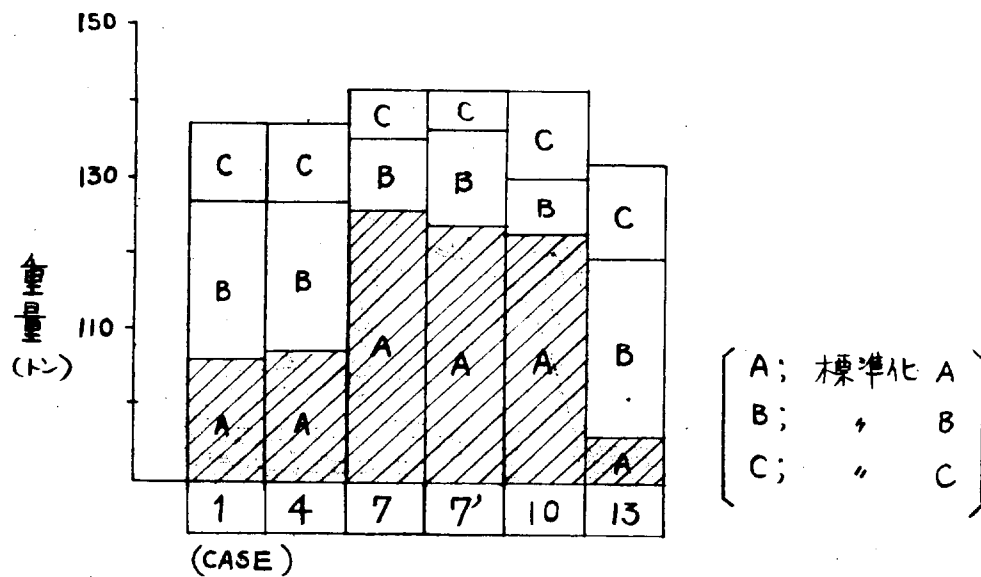
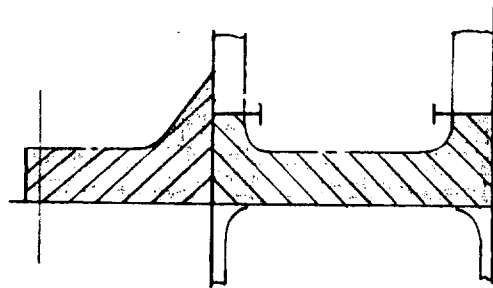


図2.1.4.6

HORT. GIRの標準化による重量増は表2.1.4.1から標準化Bの場合6~25%、標準化Cでは14~40%とかなり大きなものとなる。対象とすべきBHD全体重量との関係を検討するとBHD. PLATE, BHD. STIFF.の重量は表2.1.4.2となりこれを含んだ各CASEのBHD.重量は表2.1.4.3となる。

表 2.1.4.2 BHD. PLATE & STIFF重量

CASE	PLATE	STIFF.
①	172 t	141 t
④	172	141
⑦	188	164
⑦'	188	164
⑩	188	165
⑬	157	125

表 2.1.4.3 BHD. 重量

CASE	B	D	b	WEIGHT (t)		
				標準化 A	標準化 B	標準化 C
①	50 m	26 m	18 m	419	440	450
④	50	26	20	420	440	450
⑦	52	27	18	478	487	493
⑦'	52	27	20	476	488	493
⑩	52	27	16	476	483	494
⑬	48	25	20	378	401	414

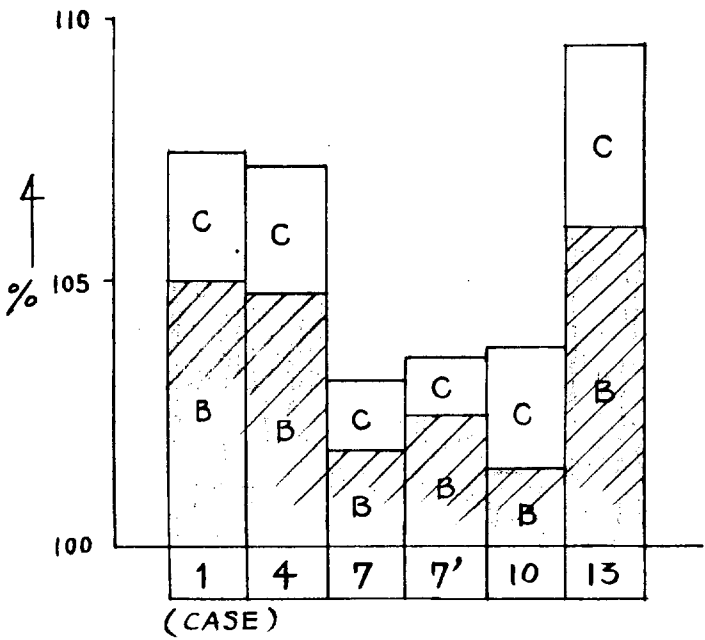


図 2.1.4.7 標準化 A に対する標準化 B & C の重量比

表 2. 1. 4. 4 部材寸法および重量(1)

CASE 場所		CASE 1		CASE 4		CASE 7		CASE 10		CASE 13	
		CR. TK	WG. TK	CR. TK	WG. TK	CR. TK	WG. TK	CR. TK	WG. TK	CR. TK	WG. TK
B.P. PL	板厚(mm)	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	重量(T)	48.0	37.2	53.0	34.8	49.4	39.8	44.0	42.0	50.8	32.4
	合計重量(T)	85.2		87.8		89.2		86.0		83.2	
VERTICAL STIFF	要求断面係数(cm ³)	3,850	1,250	3,830	1,270	4,730	1,210	4,760	1,240	3,010	1,380
	標準化Aの部材寸法	695×14(W) 150×19(F)	445×11(W) 125×16(F)	695×14(W) 150×19(F)	445×11(W) 125×16(F)	695×14(W) 150×28(F)	395×11(W) 125×16(F)	695×14(W) 150×28(F)	395×11(W) 125×16(F)	595×13(W) 150×22(F)	445×11(W) 125×16(F)
	標準化Bの部材寸法	WEB PL. 695×14 (CR. TK) 445×11 (WG. TK) FACE 150×19 (F) 125×16 (F) 150×19 (F) 125×16 (F) 150×28 (F) 125×16 (F) 150×28 (F) 125×16 (F) 150×19 (F) 125×16 (F)									
	標準化Cの部材寸法	CR. TK. 695×14 (W) 150×28 (F) WG. TK. 445×11 (W) 125×16 (F)									
	標準化Aの重量	41.2	15.6	46.0	14.4	47.4	15.4	41.8	16.4	38.6	13.4
	標準化Bの重量	41.2	15.6	46.0	14.4	47.4	16.8	41.8	17.8	44.0	13.4
	標準化Cの重量	45.6	15.6	51.0	14.4	47.4	16.8	41.8	17.8	28.8	13.4
	標準化Aの合計重量	56.8		60.4		62.8		58.2		52.0	
	標準化Bの合計重量	56.8		60.4		64.2		59.6		57.4	
	標準化Cの合計重量	61.2		65.4		64.2		59.6		62.2	
HORIZONTAL GIRDER	要求ウェブ板厚	12.0	8.1	13.7	7.7	12.5	8.4	10.8	9.0	13.0	7.6
	標準化Aの部材寸法	2190×125(W) 350×30(F)	2190×125(W) 300×19(F)	2190×135(W) 430×38(F)	2190×125(W) 300×19(F)	2190×125(W) 380×30(F)	2190×125(W) 300×19(F)	2190×125(W) 300×19(F)	2190×125(W) 300×25.5(F)	2190×135(W) 430×38(F)	2190×125(W) 300×19(F)
	標準化Bの部材寸法	WEB PL. CR. TK. 2,190×13.5 WG. TK. 2,190×12.5 350×30(F) 300×19(F) 430×38(F) 300×19(F) 350×30(F) 300×19(F) 350×30(F) 300×25.5(F) 430×38(F) 300×19(F)									
	標準化Cの部材寸法	CR. TK. 2,190×13.5 (W) 430×38 (F) WG. TK. 2,190×12.5 (W) 300×25.5 (F)									
	標準化Aの重量	8.0	11.4	10.2	10.8	8.2	12.0	6.6	13.2	9.8	10.2
	標準化Bの重量	9.2	11.4	10.2	10.8	9.2	12.0	8.2	13.2	10.2	10.2
	標準化Cの重量	9.4	12.0	10.2	11.2	9.4	12.6	8.6	13.2	10.2	10.6
	標準化Aの合計重量	46.8		52.2		48.6		46.2		49.8	
	標準化Bの合計重量	50.4		52.2		51.6		51.0		51.0	
	標準化Cの合計重量	52.2		53.4		53.6		52.4		52.2	
TRANSVERSE RING IN WG. TANK	標準化Aの部材寸法	SIDE TR. 3,195×13(W) 300×28(F) V. WEB 2,595×13(W) 300×28(F) DK. TR. 2,995×13(W) 300×19(F)		3,195×13(W) 300×28(F) 2,595×13(W) 300×28(F) 2,995×13(W) 300×19(F)		3,195×13(W) 450×32(F) 2,595×13(W) 450×32(F) 2,995×13(W) 450×19(F)		3,195×13(W) 450×32(F) 2,595×13(W) 450×32(F) 2,995×13(W) 450×19(F)		3,195×13(W) 300×28(F) 2,595×13(W) 300×28(F) 2,995×13(W) 300×19(F)	
	標準化Bの部材寸法	WG. TK. 3,195×13 (W) 450×32 (F)									
	標準化Cの部材寸法	WG. TK. 2,595×13 (W) 450×32 (F) WG. TK. 2,995×13 (W) 450×19 (F)									
	標準化Aの重量	35.8		35.6		42.2		43.0		33.2	
	標準化Bの重量	39.0		38.6		42.2		43.0		35.0	
	標準化Cの重量										
	標準化Aの合計重量										
	標準化Bの合計重量										
	標準化Cの合計重量										
	統計	標準化A重量統計	224.6		236.0		242.8		233.4		218.2
標準化B重量統計		228.2		236.0		247.2		239.6		224.8	
標準化C重量統計		237.6		245.2		249.2		241.0		232.6	
重量差統計		13.0 (3.6) ⁽¹⁾		9.2 (0) ⁽²⁾		6.4 (4.4) ⁽³⁾		7.6 (6.2) ⁽³⁾		14.4 (6.6) ⁽³⁾	

注 (1) 重量は両舷1枚分を示す。

(2) HORIZONTAL GIRDERの要求ウェブ板厚および要求面材断面積はスロットがカラープレートでふさがれているものとして計算されたものである。

(3) () 印内の数値は標準化Aと標準化Bの重量総計の差を示す。

すなわち、標準化による B^{HD} 重量増は図 2.1.4.7 から標準化 B の場合約 6% 以下、標準化 C でも約 10% 以下であり、HORTC.GIR. のみの重量増加の傾向より大部少なくなっている。

(3) SWASH B^{HD}

2.1.3.(3)SWASH B^{HD} で求めた部材寸法（図 2.1.3.6～図 2.1.3.10 を参照）を用いて各ケースの標準化別の諸部材の重量および両舷 1 枚分の総合計重量を求めると表 2.1.4.4 のようになる。なお、部材寸法は再掲している。この調査によって標準化 A から標準化 B になった場合の重量増加は両舷 1 枚で最大 6.6 トンであるが標準化 C にすると増加重量は最大 14.4 トンにもなることがわかった。

また、この表の総合計重量を CR および WG に分類して各ケースを標準化別に棒グラフで表わすと図 2.1.4.8 のようになる。

（注） CR : CR . TANK 両舷 1 枚分の重量 (t)

WG : WING TANK

A : 標準化 A を示す

B " B "

C " C "

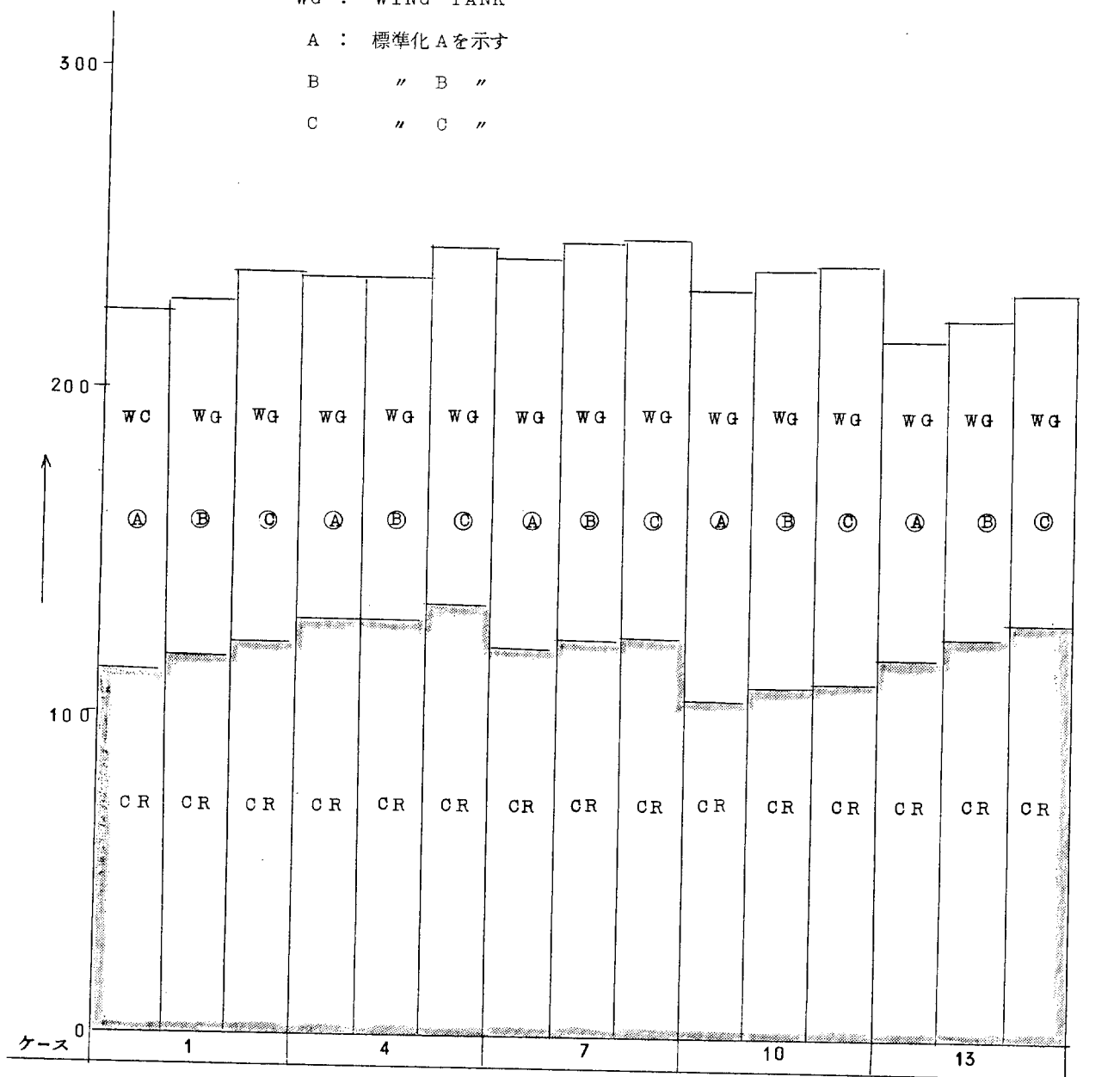


図 2.1.4.8 SWASH B^{HD} 合計重量

(4) 標準化と重量増加

TRANS. RING, TRANS. B^{HD} および SWASH B^{HD} の TANK内大骨 WEBのみの TANK 部全体の重量を標準化の種類 A を B A S E にしてまとめたのが表 2.1.4.5 である。

本表によると、標準化 B の場合、重量増加の最大は CASE ① で 542 t、最少は CASE ⑦ で 353 t、平均 415 t である。また、標準化 C の場合は最大は CASE ① で 915 t、最少は CASE ⑦ で 554 t、平均 718 t である。

(5) 標準化と節労効果

TRANS. RING, TRANS. B^{HD} および SWASH B^{HD} の標準化の試設計を実船に適用した場合の現図以降での現場の節労効果を算定し、表 2.1.4.6 のごとくまとめた。なお、本表の数値は船殻工作分科会にご検討してもらったものである。

本表に示す節労効果と標準化による重量増加の関係を調べてみると、標準化 C を採用した場合、標準化による重量増加は各 CASE の平均で 718 t であるから年間 4.5 隻の建造で $718 \times 4.5 = 3,231$ t の重量増加になり、節労効果の最大 60,000 Hr に対し、ton 当りの節労効果は 19 Hr/t になって、金額的には鋼材費の UP にとてもおよばない数字である。しかし、労働力の不足から工数の絶対数が減少すると考え、かつ年間 4.5 隻の建造を K E E P するとすればメリットは度外視してでも標準化は実施して行くべきかも知れないし、また、WAGE・CHARGE の上昇も考慮に入れると案外近い将来 19 Hr/t でもメリットがでるようになるかも知れない。

なお、設計の省力効果は基本計画から生産設計まで通じて 3 人 (年間約 6,000 Hr) の省力が見込める。

表 2.1.4.5 標準化の種類に対応する重量増加

CASE №	項 目	標 準 化 の 種 類		
		A (B A S E)	B	C
①	TRANS. RING	4146t	+ 423t (1.4%)	+ 710t (2.4%)
	TRANS. BHD.	2076	+ 105 (0.4)	+ 153 (0.5)
	SWASH BHD.	898	+ 14 (0.0)	+ 52 (0.2)
	T O T A L	7120t(23.7%)	+ 542 (1.8)	+ 915 (3.1)
④	T. R.	4275	+ 256 (0.9%)	+ 518 (1.7%)
	T. B.	2101	+ 98 (0.3)	+ 148 (0.5)
	S. B.	944	± 0	+ 37 (0.1)
	T O T A L	7320 (24.4%)	+ 354 (1.2)	+ 703 (2.3)
⑦	T. R.	4642	+ 289 (1 %)	+ 450 (1.5%)
	T. B.	2386	+ 46 (0.2)	+ 78 (0.3)
	S. B.	971	+ 18 (0.1)	+ 26 (0.1)
	T O T A L	7999 (26.7%)	+ 353 (1.2)	+ 554 (1.9)
⑩	T. R.	4602	+ 346 (1.2%)	+ 534 (1.8%)
	T. B.	2374	+ 38 (0.1)	+ 89 (0.3)
	S. B.	934	+ 25 (0.1)	+ 30 (0.1)
	T O T A L	7910 (26.4%)	+ 409 (1.4)	+ 653 (2.2)
⑬	T. R.	3926	+ 270 (0.9%)	+ 522 (1.7%)
	T. B.	1884	+ 121 (0.4)	+ 187 (0.6)
	S. B.	873	+ 26 (0.1)	+ 58 (0.2)
	T O T A L	6683 (22.4%)	+ 417 (1.4)	+ 767 (2.6)

- 〔注〕 1) TANK PART全長は240m、ONE TANK LENGTHは60mの4 TANKSを想定した。
SWASH BHDは各TANK中央に1枚の計4枚、TRANS RINGはFR. SPACEを5mとして40個。
- 2) BHD.のVERTICAL STIFF.は算入してあるが、WEB STIFF., TRIPPING. BKT., COLLAR PL.等は算入していない。
- 3) 括弧内はH.S.W.を30000tと仮定したものに対する%を示す。
- 4) 標準化の種類Aの欄は上記条件によるTANK PARTの重量を示し同BおよびCの欄はそれぞれAをベースとした場合の重量増を示す。

表 2.1.4.6 標準化の種類に対応する節労効果 (Hr)

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

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

2.1.5 試案の作成

(1) 目標と方針

昭和44年度 DEEP SURVEYにおける20万トン型タンカーの船体機装の PIPING SYSTEMについてのアンケートの調査結果、下記の通りの標準化による効果が明らかになった。

利 点

- a) 設計節労化への寄与（部品選択、購入部品図チェック等）
- b) 顧客の図面承認の簡素化、迅速化への寄与
- c) 官公庁、船級協会への折衝事務簡素化
- d) 早期出図への寄与（図面早期入手）
- e) 外注、購買関係省力化
- f) 検査、検収関係の省力化
- g) 在庫管理の簡素化
- h) 部品の緊急手配の可能性
- i) 情報量増大による通正仕様の発見、確保
- j) 各社協同設計、環境の整備
- k) 専門部品メーカーによる品質の安定、向上
- l) 部品量産化による単価切り下げ

欠 点

- a) 標準硬直化の懸念（技術革新、新規材料の採用への即応性）
- b) 業者自由競争阻害
- c) 部材、部品数減少の結果、最適仕様とならないことがある。

この結果の材料費UPの懸念

一方、各社の標準化の状況は各種の事情差により全体的にはばらつきが多い。したがって、45年度は前記DEEP SURVEYの結果にもとづき標準化を推進する上の欠点はできるだけカバーし、業界が協調して時代の変遷に追従できる利用価値のあるものを求めて標準化を行なうこととした。

標準化を行なう品目として、DEEP SURVEYにおけるアンケートの品目中、部材については総べて、部品については、緩急順序1位より27位まで（30品目）をとりあげた。なお、個々の品目の取扱い範囲は、船体部管系の重要部門を占め、かつ問題点の多いTANK PART（ON DECK，IN TANK，IN PUMP ROOM）とし、品目によっては重要度の大きい管系を対象をしほり作業を進めた。

(2) 部材・部品別標準化方針

各造船所へのアンケート、関連メーカーとの協議、他の研究部会の調査、JIS調査、ルール調査等を行なって試案を作成していくが、これらの向うところはJIS化を目標とするもの、メーカー標準として希望するもの、造船所標準とするものの3種類に大別され品目別に記入すると次のようになる。

1) JIS化を目標とするもの；－

鋼管（同ベンド・ピース）、ステンレス管、銅管および銅合金管、鋼管用フランジ、ストレーナー

仕切弁、玉形弁、アングル弁、ベルマウス、タンククリーニングホールカバー、ボンネット形空気管頭、グーズネット形空気管頭、傘歯車

バタフライ弁、ドレンセパレーター、盲フランジ、スペクタクル、フランジ

Uボルト、小径銅管用バンド、鋼管用パイプアンカー

鉄系鋳物管

2) メニカ標準として希望するもの；－

加熱管用フィンチューブ、ドレッサー型、スリーブ型、伸縮接手、銅および銅合金管用フランジ、スリーブ、エルボ、ティーピース、レデューサーおよびユニオン、ヒーティングコイル用サポート（銅合金管用）

3) 造船所標準とするもの；－

パイプサポートおよびバット、ヒーティングコイル用サポート（フィンチューブ用）

各品目別に以下の方針にもとづき標準化を行ない、部品部材すべてについて、メリット評価表を作成することにした。

(a) 鋼管（ベンドピース）

TANK PARTの200φ以上の荷油、残油、ベント、イナータガス、F.O.、バラスト、ビルジ、空気抜、排水、タンククリーニング、エアフォーム、消防、甲板蒸気、甲板排気、電線保護の各管について、各造船所の管種、管使用量を調査し、装置別管材使用規準を作成し、標準管材表を決定する。

(b) 鉄系鋳物管

鉄系鋳物管（FC、SC、FCD）の200φ以上の標準管材表、仕様、できれば検査規準を作成する。

(c) ステンレス管、銅管および銅合金管（輸入品を除く）

油圧、海水、蒸排気の各管について、各船級協会のルールを検討の上使用圧力別に標準管材表を決定する。

(d) 鋼管用フランジ

JISフランジについて、各造船所の現状を調査し、16K650φ以上のフランジについては、日本造船学会造船設計委員会第2分科会に依頼してその結果により寸法表を決定する。

(e) ストレナー

日本造船学会造船設計委員会第2分科会のアンケートと各造船所の現状の調査にもとづきデザインの基本方針および製作図を作成する。

(f) 仕切弁、玉形弁、アングル弁、ベルマウス、タンククリーニングホールカバー、ボンネット形空気管頭、グースネック形空気管頭、傘歯車

各造船所の標準化現状を調査し、次のように標準化方針を決定する。

i) JISに制定されているもので、問題になっていないものは本標準化から除外する。

ii) JISに制定されているが、不具合点があり使用していない部品は、不具合点の詳細を調査し、改良点の基本仕様の作成を行なう。

iii) JISに制定されているが、使用したい口径のものがいないものは各造船所の社内標準、專業メーカ標準等を調査し、基本仕様の作成を行なう。

(g) バタフライ弁、ドレンセパレータ、盲フランジ、スペクタクルフランジ

バタフライ弁；各造船所使用の專業メーカ標準と標準化にたいする希望事項を調査し、これをまとめて專業メーカに標準化の意向を打診し、この結果を審議の上、標準化可能な場合は基本仕様の作成を行なう。

ドレンセパレータ

盲フランジ }；各造船所使用の社内標準と標準化に要する希望事項を調査し、基本仕様の作成を行なう。
スペクタクルフランジ

(h) Uボルト、パイプサポートおよびバット

各造船所の標準化現状を調査し、最低費用で作成できるとされるものを採用する。また、日本造船学会造船設計委員会第2分科会で検討済のUボルト・サポートのSCANTLINGと比較検討してみる。さらにPIPE LINERが単一材料、単一形状に統一できないか検討する。

(i) 小径銅管用バンド

リモコン管用バンドを対象とし、単一の材質および形状に統一できないか、さらにメーカーで量産ができないか検討する。

(j) 鋼管用パイプアンカー

各造船所使用の標準を検討し、もっとも簡単な機構と思われるものを採用する。

(k) ヒーティングコイル用サポート

各造船所使用の標準を検討し、最低費用で作成できると思われるものを採用する。なお、ブロック建造を容易にすることを念頭に置く。

(l) 加熱管用フィンチューブ

破損対策を主眼において、各造船所の現状を検討し標準を決定する。

(m) ドレスサー形、スリーブ形伸縮接手

各造船所使用の現状を検討し、代表的メーカーと協議して標準を決定する。

(n) 銅および銅合金管用フランジ、スリーブ、エルボ、ティーピース、レデューサーおよびユニオン

リモコン管用に限定し、ユニオンは銅および銅合金管用に限定する。各造船所使用の標準を検討し、経済的なものを選ぶ。

これらの試案の内容、さらに試案より関連メーカーとの調整、標準設定にいたる過程を個々の品目について重要点を2.1.6項および2.1.7項で詳述することにする。

2.1.6. 関連メーカーとの調整

(1) 鋼管

2.1.7項で小口径の溶接鋼管の使用を考えているが、現在規格化はされてなくとも数社において製造可能であるので問題はないと考えられる。

(2) 鋼製ベンドピース

(a) SHORTのベンドピースで現在メーカーカタログにあるものは次のとおりである。

(i) 鋼管製

45°および90°ネック無し

……200 A～600 A ($t = 12.7 \text{ mm}$) (: EXTRA STRONG と称されているものである。)

90°ネック付き

……200 A ($t = 12.7$)

250 A ($t = 15.1$)

300 A ($t = 17.4$) (: Sch. 80 と称されているもの)

(ii) 鋼板製

45°および90°ネック無し

……350 A～800 A ($t = 12.7 \text{ mm}$)

90°ネック付き

……350 A～600 A ($t = 12.7$) (: EXTRA STRONG)

したがって、標準設定を行なったもののうちで上記に該当しないものは、

90°ネック付き

……250 A、300 Aおよび650 A～800 A (何れも $t = 12.7$)

であるが、製造には支障はない。

(b) 製造方法はメーカーの現状に合わせて特に指定せず、鋼管より継目なく製造するか、または鋼板より溶接にて製造するよう規定したほうが好ましい。

(c) メーカー推奨の最高使用圧力は次のとおりである。

650 A	18.4 Kg/cm ²
700 A	17.1 "
750 A	15.9 "
800 A	14.9 "

これにより、750 Aおよび800 Aのベンドピースは16 Kg/cm²以上の使用圧力には耐え得ないことになるが、アンケートから判断する限りでは、流量を同一とすれば、吐出管について低圧力のポンプと大口径の管、高圧力のポンプと比較的小口径の管といった常識的な組合せが行なわれているので、いま考えている20万トン程度のタンカーに対しては、実用上差支えないといつてよい。

(3) 鉄系鋳物管

(a) ダクタイル鋳鉄管の耐食試験のデータをメーカーカタログより抜粋して参考に示す。

(b) 「船舶用ダクタイル鋳鉄管」という名称で市販されているものを標準化の対象と考えた(2.1.7項参照)が、これにも二種類があり、一つは外径が鋼管と全く同じもの、他は外径が鋼管サイズプラス2〜3mmのものである。何れも一端のみフランジで他端はドレッサーにより接続するよう考えられているが、前者にあっては、端末の一定長さの部分のみ外径を2〜3mm増してドレッサー取付けのための機械加工に備えている。このため、標準以外の長さの管が必要な場合、標準長さの管を任意の長さに切断してもドレッサー取付けが不可能であるため、特注により端末に機械加工代を有する特別の長さの管を入手しなければならず、経済的に不利であると考えられる。後者では、全体が鋼管サイズより大きくなっているためこの心配はなく、標準品を任意の長さに切断しドレッサーの取付けを行なうことができる。また、外径の増大分はわずかであるため、鋼管用Uボルトがそのまま使用できる利点は失われない。

この理由から、本標準では後者を探ることとした。

(c) フランジのボルト孔は指定どおりにあけられる。したがって、5、10、16 Kg/cm²の何れにも使用可能である。

(d) 標準的には次図に示すような接続方法がとられなければならない。

この形状をとる以上、不必要な個所にもドレッサーを使用しなければならなくなるが、実用性はまず十分であろうと考えた。

(e) 肉厚に関しては、鋳造可能な最低肉厚以上であれば、指定どおりのものが製造できる。

表 2.1.6.1 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	
	9 4 日	275 日	365 日	9 4 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
1.5%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	11.0	0.074	0.064	0.053	0.6	0.2
鋼 板	14.1	12.0	10.2	0.071	0.058	0.051	0.4	0.3

Corrosion (1957)

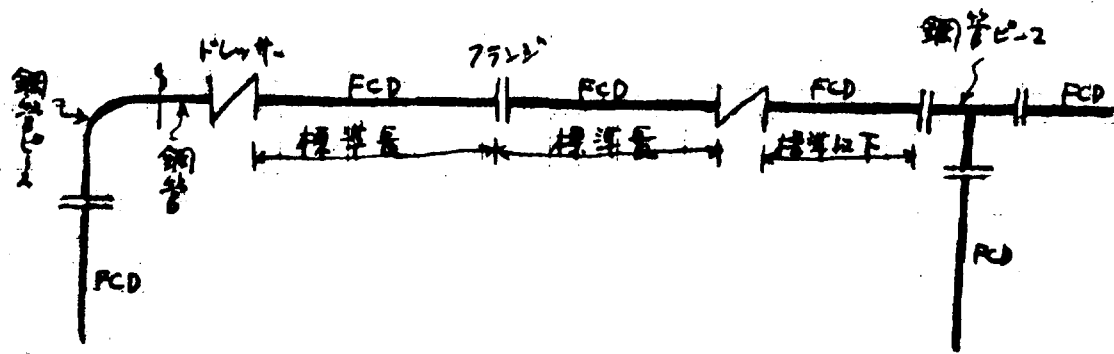


図 2. 1. 6. 1 標準ダクタイル管の接続方法

(4) バタフライ弁

現在專業メーカー数は大小あわせかなりの社があり、それぞれの社の特性をいかした形状、寸法で市販されている実状である。このうち造船所と関係のあるメーカーは5～6社であるが、JIS規格がないので各社とも專業メーカーの製品を購入しているが、部品選択・購入部品図チェックなどの設計省力の阻害が大きく、品質管理、購買面でも幾多の問題があることが調査の結果判明した。また、これらの解決策として、メーカー各社で形状、寸法などが異なるが特に面間寸法の統一だけでもよいとする強い標準化の希望がなされた。

(5) アルミプラスヒーティングコイル用サポート

(a) 問題点

- (i) 標準(2.1.7項参照)は二系列メーカーの標準がそれぞれ異っているので、その両者を比較し、メリットある点を取りあげて作成している。したがって、メーカー標準と若干異っている。

これについては金型の製作、材料の入手および成形上からみて價格的、納期的に問題が生ずるおそれがある。

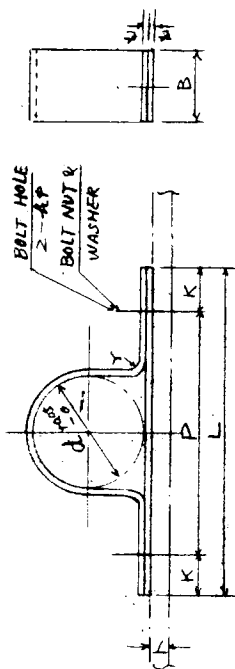
- (ii) 二系列メーカーの標準形状、寸法、および材質は、図2.1.6.2および図2.1.6.3に示す通りである。

- (iii) 来年度の継続課題として引続き検討を行なうことにする。

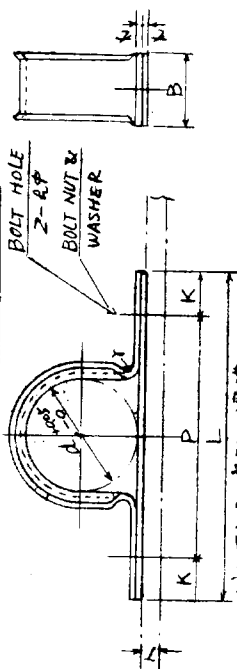
ヒートンゴイル 専用クリップ図

X-メーカー: MJB社

SIZE 15, 25



SIZE 40 & 50



UNIT: mm

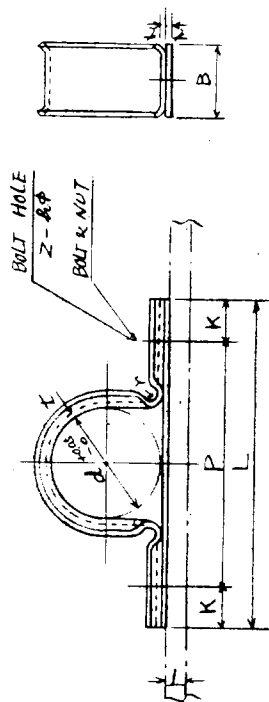
(注) T寸法は各社の標準に依る

NOMI. SIZE	PIPE OUT DIA	T	B	L	P	K	r	Y	BOLT NUT SIZE	1 SET WEIGHT (g)	REMARK
15	15.139	1.6	25	77	51	13	11	2	M10x25	0.057	
20	21.488										標準丸
25	28.245	1.6	25	90	64	13	11	3	M10x25	0.074	
32	34.595										標準丸
40	40.945	1.6	35	119	89	15	14	5	M12x30	0.14	管の曲げ半径
50	54.051	1.6	35	132	102	15	14	5	M12x30	0.157	

材質: JIS H-3632 〇BsTF3

ヒートンゴイル 専用クリップ図

X-メーカー: MJA社



UNIT: mm

(注) T寸法は各社の標準に依る

NOMI. SIZE	PIPE OUT DIA	T	B	L	P	K	r	Y	BOLT NUT SIZE	1 SET WEIGHT (g)	REMARK
15	15.139	1.6	32	109	76	16.5	14	8	M12x30	0.19	全長曲げクリップ
20	21.488									0.19	
25	28.245									0.20	
32	34.595			109	76					0.20	
40	40.945			115	82					0.21	
50	54.051	1.6	32	135	102	16.5	14	8	M12x30	0.21	

材質: JIS H-3632 〇BsTF 4 若しくは
977-ル.7741 (7エール樹脂系)

(6) 加熱管用フィンチューブ

フィンチューブの代表製作メーカーに対し、下記項目について調査を行なった。そのいづれについても、まだ調査研究段階であるが、来年度への継続審議事項として他メーカー間とも調整を行なうことにしたい。

(a) 材 質

JIS G 5501のFC20またはFC25の材質を JIS G 5502のFCD40～45に代えた場合、メーカーとして 鑄造上および加工上の問題とともに強度、耐蝕性および経済性について研究成功並びに成算の目途を打診した。

現時点では、一応試作品の製作に成功しており、引続き各性能に対するテストおよび裏付計算の段階までに進んでいるが、近日中にはその内容が発表できるのではないかと期待される。

46年度においては、その内容をよく検討して詳細審議の上で 採否決定の運びとしたい。

(b) 形 状

異形状多数のものを一本化することは造船所は勿論、メーカーも異論はなく大賛成である。一方、メーカーとしては、需要に対する見込生産の容易、(造船所側の緊急手配上メリットあり)製造工程、管理面などよりみて販売価格のコストダウンができるといっている。

SR110の標準品の形状は、アンケート結果より判断して 使用頻度が大であるように見受けられた形状のものを採用している。(図2.1.7.13参照)

(c) 寸 法

フィンチューブの内径、肉厚、長さ、フィン間隔、フランジの肉厚、ボルト穴径、穴ピッチ、およびその他の寸法については、メーカーの推奨寸法を採用する。それによって生ずる強度、耐蝕性および経済性上の問題は、メーカー側で完全に責任をもって処理することでのぞみたい。

(d) 耐圧テストおよび検査

アンケートの結果、将来予想される使用蒸気圧力として $12\text{Kg}/\text{cm}^2$ がでている。この場合、各船級別テスト検査の施行が義務づけされることになる。

(7) ドレッサー形、スリーブ形伸縮継手

上記項目につき各造船所にアンケートした結果、数社のメーカーのドレッサー形、スリーブ形伸縮継手を使用されていることがわかった。

これら製品の形状、材質、寸法、SET LENGTHを統一するにあたっては下記のような問題があるのでSR110としては今回は調査のみにとどめ、これらの統一に関しては来年度引続いて審議することにする。

ドレッサー形； ドレッサー継手は各造船所の指定に従い多種多様のものを製作しており、メーカーはかなりの多くの標準をもっている。

相違する点としては主として材質、伸縮量、SOCKET(MIDDLE RING)の厚さ、長さ等である。

あるメーカーでは SOCKETの長さは不揃いであるが、伸縮量をAmm、Bmmの2通りに統一し、さらにA、Bそれぞれに2つの異なった SOCKETの厚さの系列を設け計4種類の標準をもっている。材質はFCD1種類である。

一方、他のメーカーでは伸縮量は不揃いであるが SOCKETの長さを一系列に統一し、材質はFCDおよびSSの2種類にし材質ごとに SOCKETの厚さの系列が違い計2種類の標準をもっている。

すなわち、前者が伸縮量を押えて他寸法を決定するのに対し、後者はSOCKETの長さを押えて他寸法を決定している。

スリーブ形； 伸縮量を2通り設けている社と1通りに統一しているメーカーとがあり、SET LENGTHも全く

異なっている。

2. 1. 7 品目別標準設定

(1) 鋼管、鋼製バンドピースおよび鉄系鋳物管

(a) 一般

大手8社を対象にデュープサーベイのためのアンケートを行なった。

このアンケートの目的は、鋼管、鋼製バンドピースおよび鉄系鋳物管について管系統別の管種、長さ、個数等を調査して標準化の方向づけの資料とすると同時にメリット計算のための必要データを募集することにあつた。

アンケートの結果、予想以上に多種多様の管、バンドピースが使用されていることがわかり、標準化の必要性を感じさせられた。

なお、今回の調査研究範囲は、日時が限られていたためもあるが、比較的まとめやすくかつ管重量の大部分を占める貨油タンク部(上甲板を含む)の口径200mm以上の管に限定した。

(b) 鋼管

(i) 方針

前記のごとく、20万トンタンカーのタンク部の口径200mm以上のものという比較的限定した範囲であるにもかかわらず、溶接鋼管(STPY 41)、いわゆるスケジュール管(STPG 38-Sch 40、60、80等)、ガス管(SGP)等、多種類のものがこまめに使い分けられているのが各社の現状である。したがって、これら管の種類を少なくすることが、材料手配および材料管理の面での節労に結びつくことが直観的に考えられる。

このことは、次節にのべる鋼製バンドピースについても全く同様である。

さて、このような場合、一般に標準化を押し進めようとするとき性能上、あるいは各船級協会の要求上、どうしても肉厚の最大のものを探らざるを得なくなり、したがって、これによる重量増加、すなわち、購入価格の上昇、加工費の増大が起きがちであるという問題が生ずる。いま狙っているのは材料管理面での節労化であるが、これが重量増加のために帳消しになっては標準化の意味がなくなるので、まずこの点での大よその見当をつけるため、二社に例をとって、全口径にわたり肉厚を一種類とした場合、すなわち、標準化を最も極端に押し進めたと考えられる場合における重量増加の計算を行ない現状と比較した。それによると、

例1) A社ですべての管の肉厚を12.7mmとした場合……約37トン

例2) G社ですべての管の肉厚を7.9mmとした場合……約11トン

が、それぞれ重量増加となって表われてくる。

管の価格(材料、工費とも)をトン当たり6万円、工数の単価を毎時1,000円と仮定すると、上記例1の重量増加は2,220工数、例2では660工数がそれぞれ増加したことに相当し、材料管理面で得られるであろう労力節約とは到底バランスしないであろうことは容易に推定できる。このため、肉厚を一種類のみに限定する考えは時期尚早と見て棄却することにし、代って次善の策として、薄肉管一種類、厚肉管一種類の二本建ての案で進むこととして検討を加えた。なお、標準化小委員会の審議においても、各社とも現在徐々にこの方向に向いつつあることが確認され、この方針の正当性がある程度裏づけられた。

(ii) 使用標準の例

一例として、厚肉管として溶接鋼管(STPY 41、 $t=12.7\text{mm}$)、薄肉管としてガス管(SGP)をそれぞれ標準の管種と定め、いわゆるスケジュール管(STPG 38)は一切使用しないものとした場合の使用標準の例を次に示す。

(1) 使用圧力が $10\text{Kg}/\text{cm}^2$ を超える管、あるいは使用圧力が $10\text{Kg}/\text{cm}^2$ 以下であっても、使用環境から見て特に腐食代を考慮すべき管……STPY 41($t=12.7\text{mm}$)

(四) 上記以外の管 …… S G P

参 考：－

これを具体的に各管系統に当てはめると次のようになる。

- 貨油管、残油管 …… S T P Y 4 1
- ベ ン ト 管 …… S G P (3 5 0 ϕ まで) お よ び S T P Y 4 1 (4 0 0 ϕ 以上)
- イナートガス管 …… S T P Y 4 1
- 燃 料 油 移 送 管 …… S G P
- バ ラ ス ト 管 …… S T P Y 4 1
- ビ ル ジ 管 …… S T P Y 4 1
- 空 気 抜 管 …… S G P
- 排 水 管 …… S G P
- タンククリーニング管 …… S T P Y 4 1
- エアーフォーム管 …… S G P
- 消 防 管 …… S G P
- 甲板蒸気管、排気管 …… S G P
- 電 線 保 護 管 …… S G P

なお、各社よりのアンケート回答中にはこれらのほか、ガスフリー管、消火蒸気管、加熱蒸気復水管等が含まれていたが、他系統と兼用されたり、或は小口径であったりするので上表からは除外している。

ここで「使用標準」としたが、各社個有の事情により、特定の管種については入手が困難であったり、従来使用していない管種を新たに標準とすると著しい不利益がでる恐れも生じる。従って特に差支えない場合は、この標準をそのまま使用して良いが、そうでない場合は、例えば溶接鋼管の板厚を上記と異なるものにするとか、S G P の代りに S T P G 3 8 - S c h 4 0 を適用するとかして、ともかく、鋼管は厚肉系列および薄肉系列の二種類のみとすることを標準化の方向としたい。

(参考に述べておくと、S R S において「船用大径鋼管標準寸法」がすでに審議されており、4 5 0 A ～ 8 0 0 A の各呼び径について肉厚 9.5、1 1.1、1 2.7、1 4.0 および 1 6.0 mm のものが規格化されている。)

iii) 問題点とその対策

(1) 小口径溶接鋼管の J I S 化

ここで問題となるのは、現行 J I S では溶接鋼管が呼び径 3 5 0 mm 以上に限られていることである。現実には一部業者で 2 0 0 mm 程度の口径まで製造しているので、前記提案の使用標準を生かす意味で、次に示すような仕様で 2 0 0、2 5 0 および 3 0 0 mm の溶接鋼管の J I S 化ないしは S R S 等の団体規格化が要望される。

J I S G 3 4 5 7 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管に対する追加希望仕様
寸 法

表 2. 1. 7. 1

呼 び 径	外 径 (mm)	肉 厚 (mm)	
2 0 0 A	2 1 6. 3	1 2. 7	7. 9
2 5 0 A	2 6 7. 4	1 2. 7	7. 9
3 0 0 A	3 1 8. 5	1 2. 7	7. 9

注：肉厚はアンケートより判断して 二種類とした。

(四) 強度の検討

このクラスのタンカーの最大口径と考えられる800Aの溶接鋼管 ($t = 12.7 \text{ mm}$) が、アンケートより推定される貨油管系統の最大使用圧力である 16 Kg/cm^2 に対して十分な強度を有しているかどうか若干不安が感じられたのでこの検討を行なった。その結果を以下に示す。ただし、ベンドピースの章でもふれるように、アンケートの結果では口径800Aの管系に使用されるポンプ（並列運転）の圧力は125m程度が普通である。

NK（第36篇20章1条）

$$P = 200 \times S \times (T - a) / D$$

ただし、 $P = \text{許容圧力 Kg/cm}^2$

$D = \text{外径 mm}$

$T = \text{厚さ mm}$

$a = \text{定数} = 2.0$

$S = \text{定数} = 7.6 \times 0.85$

（注：このSは電縫管に対するものであるが、溶接鋼管に対しては安全側であると考えられる。他の協会算式についても同様の考慮を払った。）

上式より、 $T = 12.0 \text{ mm}$ を得る。

ABS (SEC. 36 13.7)

$$W = 200 \times S \times (t - c) / \{ D - M(t - c) \}$$

ただし、 $W = \text{許容圧力 Kg/cm}^2$

$t = \text{厚さ mm}$

$D = \text{外径 mm}$

$S = \text{定数} = 5.73$

$M = \text{定数} = 0.8$

$C = \text{定数} = 0.00$

上式より、 $t = 11.3 \text{ mm}$ を得る。

LRS (E512)

$$T = CPD / \{ 2f + P \}$$

ただし、 $T = \text{厚さ mm}$

$P = \text{設計圧力 Kg/cm}^2$

$D = \text{外径 mm}$

$f = \text{許容応力} = 1165 \text{ Kg/cm}^2$

$C = \text{定数} = 1.0$

上式より、 $T = 7.9 \text{ mm}$ を得る。

NV (CHAP. 9. B)

$$t = \{ PD / (2\sigma_t \phi + P) \} + K$$

ただし、 $t = \text{厚さ mm}$

$D = \text{外径 mm}$

$P = \text{安全弁設定圧力 Kg/cm}^2$

$\sigma_t = \text{許容応力} = 755 \text{ Kg/cm}^2$

$\phi = \text{定数} = 1.0$

$K = \text{定数} = 1.5$

上式より、 $t = 1\ 1.1\ \text{mm}$ を得る。

このように、肉厚 $1\ 2.7\ \text{mm}$ の溶接鋼管は各船級協会の要求を満たすことが確認された。

(c) 鋼製ベンドピース

(i) 方 針

各社によりまちまちのものを使用しているのが現状であるが、これは種類をいたずらにふやす結果となり、材料管理上得策でないので、鋼管同様、種類の減少に努めることとした。この趣旨に沿って次のような方針で標準をまとめた。

(イ) 曲げ半径により SHORT と LONG の二種類があるが、これを SHORT 一種類のみとする。(注 1)

(ロ) 90° および 45° の二種類を採用し、 90° に関しては両ネック付、ネック無しの両方を、また 45° はネック無しのみをそれぞれとる。(注 2)

(ハ) 肉厚は $1\ 2.7\ \text{mm}$ とする。(注 3)

注 1: LONG は使用頻度が少ない。また、アンケートで LONG の使用が報告されているものも配管装置上のテクニックで逃げられると判断した。

注 2: 90° ベンドピースを切断して 45° ベンドピースとして使用することは、切口の真円度の点で問題がある。

また、 90° ベンドピースのネックの要、不要に関してはアンケートでも意見が割れたが、技術的にはフランジを付ける場合はネック付のほうが合理的であると考えられるので、ここでは両ネック付およびネック無しの両方をとった。 45° ベンドピースのネック付は一般には製造されていないし、フランジを溶接する頻度も少ないと思われるので配管装置上で避けることにし、従来どおりネック無しのみとした。

注 3: 溶接鋼管の肉厚に合わせた。

(ii) 標準寸法

90° 、 45° の何れも次表のとおりとする。

表 2. 1. 7. 2

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

(iii) 問題点および対策

(イ) 関連メーカーとの調整の個所で触れたが、ここで定めた標準品中、一部メーカーカタログに含まれていないもの

があるが、実際上は製造には支障はない。

(ロ) ベンドピースで現在 J I S 化されているものは次のもののみである。

J I S B 2 3 0 4 一般配管用

鋼製突合せ溶接式管継手

呼び径 3 5 0 A まで

肉 厚 ガス管 (S G P) 相当

45°および90°ネック無し

製造は継目無し

結局、ここで標準品として定めたものは現行 J I S には全く含まれていないことになるので、その J I S 化ないしは S R S 等による団体規格化が要望される。その際の希望する仕様として次のものがあげられる。

i) 製 法 鋼管より継目なく製造するか、または鋼板 (S S 4 1) より溶接にて製造する。

ii) 寸 法 表 2. 1. 7. 2 による。

iii) 使用圧力

7 0 0 A まで	1 6 K g / c m ²	
7 5 0 A	1 5 "	
8 0 0 A	1 4 "	(注 1)

iv) 試験圧力 使用圧力の 2 倍の水圧試験を行なう。

v) 偏 平 度 鋼管より継目なく製造するものに関しては、次式で与えられる η が 7 % をこえないこと。

$$\eta = 2 \left\{ (D_{\max} - D_{\min}) / (D_{\max} + D_{\min}) \right\} \times 100 \%$$

ただし、D = 外径 (注 2)

注 1 : メーカー推奨値と、アンケートによるポンプ圧力、管径の組合せにより決定した。(メーカーとの調整の項参照)

注 2 : N V C H A P . V S E C T . 4 C による。

(d) 鉄系鋳物管

(i) 方 針

鉄系鋳物管中、鋳鉄管および鋳鋼管 (何れも 2 5 0 A ~ 8 0 0 A) はすでに S R S で審議済みであるため、当時、使用頻度が少いとして標準化審議から除外されたダクタイル鋳鉄管をここにとり上げることとした。

参考までに述べておくと、ダクタイル鋳鉄と鋼の耐食性の比較は、全腐食量においてはほとんど差はないが、P I - T T I N G に対しては前者のほうが優れているという報告がなされている。したがって、特に耐食性を要求されるタンク内の貨油管系統に対しては、今後ともある程度の需要が続く (あるいは増加する) ものと思われるので、標準化の意義は少くないと判断される。

ベンドピース類は、タンク内に関しては一般には標準品をそのまま使えるようなケースは少く、大部分が配管装置に合わせた一品図による注文という形になること、この一品図にしても各社の工作図のブラクティスの差異により各社まちまちの形状となるため、ピース類の標準化の前に工作図の標準化が必要となること等のため、今回は標準化は見合わせた。

すでにあるダクタイル鋳鉄管の標準としては日本水道協会規格の「水道用遠心力ダクタイル鋳鉄管 (J W W A G 1 0 5) がある。

これは陸上用ではあるが、比較的安価でかつ容易に入手できるため、一部造船所では数年前から貨油管系統に採用しているが、その反面、次のような欠点がある。

(イ) 外径が鋼管と異なる。そのため、ドレツサ継手、鋼管との接続部のフランジ等が特注品となり、また、鋼管用 U

ボルトが使用できない。

(ロ) ダクタイル管同志は特殊継手で接続するため、漏洩に対しての信頼性が薄い。

(ハ) 試験水圧が最大25Kg/cm²であるため、使用圧力は12.5Kg/cm²どまりとなる。

(ニ) 550A、650A、750Aの標準が無い。

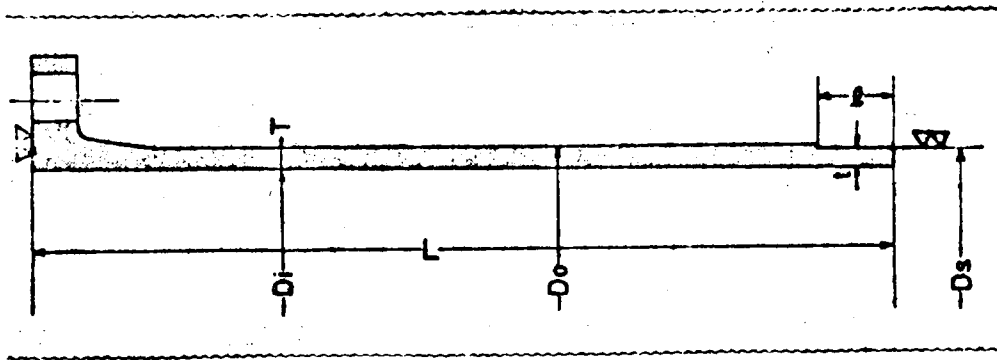
これらの点を勘案して価格的には上記水道用ダクタイル鋳鉄管より若干割高ではあるが、鋼管サイズを採用している某メーカーの「船舶用ダクタイル鋳鉄管」を対象に選び検討を加えた。

(iii) 標準化

上にのべた「船舶用ダクタイル鋳鉄管」の寸法および形状を表2.1.7.3に示す。肉厚は以下にのべる方法で決定して行くのでここでは外形寸法および形状のみに注目されたい。

表 2.1.7.3 船舶用ダクタイル鋳鉄管標準寸法

遠心力鋳造直管



単位：mm

呼び径	鋳造 外径 D ₀	管長 L	ドレッサー 型継手部		A 級				B 級			
			外径長さ		管厚		参考 内径	直部 重量	管厚		参考 内径	直部 重量
			D _s	ℓ	T ₁	t ₁	Di ₁	Kg/m	T ₂	t ₂	Di ₂	Kg/m
100 (4)	116.3	5000	114.3	200	11.0	10.0	94.3	26.1	11.0	10.0	94.3	26.1
150 (6)	167.2	"	165.2	"	11.0	10.0	145.2	38.6	11.0	10.0	145.2	38.5
200 (8)	218.3	"	216.3	"	11.5	10.5	195.3	53.5	11.0	10.0	196.3	51.3
250 (10)	269.4	"	267.4	"	11.5	10.5	246.4	66.7	11.0	10.0	247.4	63.9
300 (12)	320.5	6000	318.5	"	12.0	11.0	296.5	83.2	11.0	10.0	298.5	76.5
350 (14)	357.6	"	355.6	"	13.0	12.0	331.6	100.7	11.5	10.5	334.6	89.4
400 (16)	408.4	"	406.4	"	13.5	12.5	381.4	119.8	12.0	11.0	384.4	106.9
450 (18)	459.2	"	457.2	"	14.0	13.0	431.2	140.0	12.5	11.5	434.2	125.5
500 (20)	510.0	"	508.0	250	14.5	13.5	481.0	161.4	13.0	12.0	484.0	145.2
550 (22)	561.8	"	558.8	"	15.5	14.0	530.8	190.2	14.0	12.5	533.8	172.3
600 (24)	612.6	"	609.6	"	16.0	14.5	580.6	214.5	14.5	13.0	583.6	194.8
650 (26)	663.4	"	660.4	"	16.5	15.0	630.4	239.8	15.0	13.5	633.4	218.5
700 (28)	714.2	"	711.2	"	17.0	15.5	680.2	266.3	15.5	14.0	683.2	243.3
750 (30)	766.0	"	762.0	"	18.5	16.5	729.0	310.7	16.5	14.5	733.0	277.8
800 (32)	816.8	"	812.8	"	19.0	17.0	778.8	340.5	17.0	15.0	782.8	305.5

フランジは指定の規格により製造します。

()の数値はインチ表示です。

一端にはフランジを備えるが他端は、いはゆるぼうずになっているのはドレッサー継手による接続を意図したものである。このため、表に見られるように外径を鋼管サイズより2～3mm大きくして任意の位置で切断した場合でもドレッサー取付けのための機械加工ができるように考慮を払っている。

なお、フランジのボルト孔は5、10、16Kg/cm²の何れにも合わせることができる。

肉厚に関しては、購入単価、現場作業量等に直接影響するので、これを可能な限り減らすよう努めた。肉厚を規制する要素としては次のものが挙げられる。

- (イ) 各協会算式（鋼管に対するものを準用して参考とする。）
- (ロ) 安全率、腐食量を考慮した理論算式
- (ハ) 製造技術上の制約による最低肉厚

(イ)については1.2鋼管の節を参照されたい。各協会の算式中、NKのものが最大の肉厚を与えるので、これを用いて算出したのが、次に示す表2.1.7.4である。ただし、FCD40を対象とし、抗張力40Kg/mm²、降伏点28Kg/mm²を用いた。鋼管の式をそのままダクタイル鋳鉄に適用することについては異論があろうが、ここでは一応の目安にはなり得ると考えた。

表 2.1.7.4 協会算式によるダクタイル鋳鉄管の肉厚

呼 び 径	肉厚 (mm)	呼 び 径	肉厚 (mm)
200A	4.3	550A	7.6
250A	4.7	600A	8.1
300A	5.2	650A	8.6
350A	5.6	700A	9.1
400A	6.1	750A	9.6
450A	6.6	800A	10.1
500A	7.1		

これとは別にNVの見解として最小肉厚は80A～200Aで6.5mm、250A～300Aで7.8mm程度と考える旨の調査がある。（注：これを見ると外国におけるダクタイル鋳鉄管の肉厚の標準は現在我国で一般に用いられているものよりもかなり薄いものであることがうかがわれる。）

(ロ) 理論算式

内圧を受ける薄肉円筒の円周応力の式より

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

ただし、t=肉厚

S=安全率

P=使用圧力

D=平均内径

σ=抗張力

C=腐食量

ここで問題になるのは安全率Sであるが、一般に船殻部材で約3.5～4、荷役装置に関しては5（何れも抗張力に対して）が使用されているのを考慮してS=6とする。

P=16Kg/cm²とする。

σはFCD40を想定して40Kg/mm²とする。

C(腐食量)は表 2.1.6.1 から判断すると、海水および原油中で交互に使用されるダクタイル鋳鉄管の腐食率は 0.15 mm/年と考えられるから耐用年数を15年とすると、管両面を考えて、

$$C = 2 \times 0.15 \times 15 = 4.5 \text{ mm}$$

となる。

以上を総合して得た値を次の表 2.1.7.5 に示す。

表 2.1.7.5 理論算式によるダクタイル鋳鉄管の肉厚

呼 び 径	肉厚 (mm)	呼 び 径	肉厚 (mm)
200 A	7.0	550 A	11.0
250 A	7.6	600 A	11.6
300 A	8.2	650 A	12.2
350 A	8.6	700 A	12.8
400 A	9.2	750 A	13.4
450 A	9.8	800 A	14.0
500 A	10.4		

(イ) 製造可能最低肉厚

メーカより提供されたデータを次に示す。

表 2.1.7.6 ダクタイル鋳鉄管の製造可能な最低肉厚

呼 び 径	肉厚 (mm)	呼 び 径	肉厚 (mm)
200 A	6.0	550 A	8.5
250 A	6.0	600 A	9.0
300 A	6.5	650 A	9.5
350 A	6.5	700 A	10.0
400 A	7.0	750 A	10.5
450 A	7.5	800 A	11.0
500 A	8.0		

(イ)～(イ)を通してみると、(イ)で得られた理論計算値が最大を示しているので標準としてこれを採用できることが確認された。

外径は業者により差が生じると思われるので特に詳細には規定せず、鋼管サイズプラス 2 mm程度を要求したい。

(iii) 規格化のための仕様

本ダクタイル鋳鉄管もまた、JISまたは他の適当な機関による規格化が要望されるが、そのための最低仕様として次のものがあげられる。

- (イ) 材 質 JIS G5502に規定される FCD40
- (ロ) 製 法 遠 心 鋳 造
- (ハ) 形 状 一端は指定のフランジ、他端は直のままとし、ドレッサー取付のための機械加工を施して納入すること。

- (イ) 寸 法 長さ 5～6 m
外径 鋼管サイズプラス約 2 mm 程度
肉厚 表 2.1.7.5 による。
- (ロ) 使用圧力 1.6 Kg/cm^2
- (ハ) 試験圧力 水圧試験にて 3.2 Kg/cm^2

(2) 一般配管用銅管

(a) 目 的 船に使用する銅管は J I S - H - 3 6 0 3 (リン脱酸銅継目無管)である。この規格には管の種類(管の外径と厚さの組合せ)が 5 5 種類あり、このため造船各社の選択もまちまちであり、また、管継手のニップルやフランジとの取合いの悪い外径のものもあるので規格化によって船の配管に使用する銅管の種類を整理単純化して設計、取引(発注と船主交渉)ならびに使用(倉庫管理と積装の互換)上の合理化をはかるため、この標準が作成された。

(b) 経 緯 銅管の用途として一般清海水管、蒸排気管、圧縮空気管、小径油圧管、冷媒管を想定し、圧力段階別に 4 系列に統合し、各船級の規則を満足するよう呼び径、外径、肉厚の標準案が作成され、この案を委員のみならず他の大型船建造所もメンバーに加り、審議した結果表 2.1.7.7 の通り一般配管用銅管使用標準を完成した。

なお、ステンレス管はほとんど使用されていないので今回の標準化品目よりはずすことにした。また、銅合金管については本銅管によって標準化することになった。

- (c) 主 な 内 容
1. 呼び径に対応する外径の標準を決めた。
 2. 肉厚は 5 K (5 Kg/cm^2 G 飽和蒸気)、10 K (12.5 Kg/cm^2 G 飽和蒸気)、70 K、140 K (油圧)の 4 系列にまとめた。
 3. 肉厚の種類は 1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0、2.3、2.5、3.0、3.5、4.0、……にまとめた。
 4. NK、LR、AB、NV の船級協会の要求を満足するように考え、各系列ごとに最高使用圧力を制定した。
 5. 従来冷凍機メーカーの採用していた ASTM-K Type の代り 10 K 系を使用する。

(d) 今後の予定

- (i) 船舶 J I S 協会に依頼し、本仕様および試設計にもついで J I S - F 化していただく、また、銅合金管も本方式に習って J I S - F 化していただく。
- (ii) 10 K 系の飽和蒸気について、NK の規格が他の船級に比し肉厚が大きくなっているため、NK に再検討方依頼する。

表 2. 1.7.7 一般配管用銅管使用標準

呼び 径	外 径	5 K	1 0 K	7 0 K	1 4 0 K
4	6	1.0	1.2		
5	8	1.0	1.2	1.8	
6	1 0	1.0	1.2	2.0	3.0
1 0	1 5	1.2	1.4	2.3	4.0
1 5	2 0	1.2	1.6	3.0	5.0
2 0	2 5	1.6	1.8	3.5	6.0
2 5	3 0	1.6	1.8	4.0	
3 2	3 8	1.6	2.3	5.0	
4 0	4 5	2.0	2.3		
5 0	5 5	2.0	3.0		
6 5	7 0	2.0	3.5		
8 0	8 5	2.5	4.0		
1 0 0	1 1 0	3.0	4.0		
1 2 5	1 4 0	3.0	5.0		
1 5 0	1 6 0	3.5	5.5		
2 0 0	2 1 0	3.5	7.0		
2 5 0	2 7 0	4.0	8.5		
3 0 0	3 2 0	4.0	1 0. 0		
適 用 (最高使用圧力) (Kg / cm ² G)		5 K 飽和蒸気、排気 NK, AB ≤100φ 15.5K(≤100℃) ≤ 20φ 35K(")	飽和蒸気、排気 NK 1 0 K※ AB, NV, LR, 12.5K 冷凍機用冷媒管：各級 AB, NK ≤20φ 40K(≤100℃) NV, LR 22K(≤100℃) ※NKに1 2.5 Kまで使え るよう申し入れる。	各級 70K(≤100℃)	各級 140K(≤100℃)
		NV, LR ≤250φ 9K(≤75℃)			

(3) 鋼管用フランジ

(a) 経 緯 S 4 4 年度デ－プサーベイの結果、首題の標準化を求める声が最高であった。

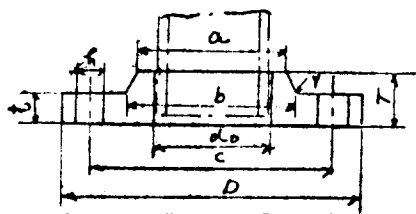
この内容を分析してみると

1. J I S 1 6 K フランジは 6 0 0 φ までしかないが、荷油管用として 6 5 0 φ 以上のものが常用され、しかも造船各社各様に標準化を実施または計画中であることが判つた。このため、フランジメーカーを始め弁、ポンプ等の接合部は納入先別に区別する必要があり、メーカーの作業を阻害しているものがあった。

2. 首題の内JIS規制のものを各社で一部変更使用しているものがあった。
荷油管用大口径フランジについては日本造船学会造船設計委員会第2分科会のほうに依頼して650φ以上の各部詳細寸法が審議された。（表2.1.7.8参照）既製のJISフランジについては、アンケートの結果JISを一部変更して使用している会社はあるが、JIS-Fのものに特に変更を加える必要性を見出さず、JIS-F通り使用すればよいことを確認した。

- (b) 主要内容 荷油管用大径フランジについて
- 1. 最高使用圧力を $18\text{Kg}/\text{cm}^2\text{G}$ とした。流体は原油および海水。
 - 2. 寸法範囲は $650\phi \sim 1,200\phi$ とし 50mm 間隔とした。
- (c) 今後の予定 荷油管用大径フランジについて
- 船舶JIS協会に依頼してJIS-F化していただく。

表2.1.7.8 荷油管用（16K）大口径フランジ



呼び径	適用する鋼管の外径	さし込穴の径 do	フランジの径 D	フランジ各部寸法					ボルト穴			ボルト のねじ の呼び	計 算 重 量
				t	T	a	b	r	c	数	h		
650	660.4	664	870	50	84	714	724	10	805	24	39	M36	
700	711.2	715	930	52	86	772	782	10	865	28	39	M36	
750	762.0	766	985	54	88	822	832	10	915	28	39	M36	
800	812.8	817	1,060	56	90	878	888	10	980	28	39	M36	
850	863.6	868	1,110	58	92	930	940	10	1,030	32	39	M36	
900	914.4	919	1,170	60	94	988	998	10	1,085	32	39	M36	
950	965.2	970	1,240	60	94	1,050	1,060	10	1,150	32	39	M36	
1,000	1,016.0	1,021	1,290	64	98	1,102	1,112	10	1,200	36	39	M36	
1,050	1,066.8	1,072	1,345	66	100	1,158	1,168	10	1,255	36	39	M36	
1,100	1,117.6	1,123	1,405	66	100	1,210	1,220	10	1,315	40	39	M36	
1,150	1,168.4	1,174	1,455	68	102	1,260	1,270	10	1,365	40	39	M36	
1,200	1,219.2	1,225	1,510	70	104	1,318	1,328	10	1,420	44	39	M36	

注 1. 最高使用圧力 $18\text{Kg}/\text{cm}^2\text{G}$

(4) 荷油ポンプ用漉器

- (a) 経 緯 圧力、寸法、構造、材質、標準化すべき寸法等につき、まづ標準化小委員会にてS R標準案の仕様を作成し、関連する大型船建造の8社にアンケート形式で意見を求め、この意見を小委員会で審議の結果S R標準仕様が決定された。(表2.1.7.9参照)

この標準仕様にもとづき700φ荷油ポンプ用漉器の試設計(図2.1.7.1参照)を実施した。

- (b) 主な内容
1. Body 荷油管に合せ、12.7mm厚の鋼板製とした。
 2. BASKET 耐蝕性を考慮し、ステンレス製パンチングプレートを採用した。水流を考慮し、エキセントリックに納めた。
 3. COVER Body 低部とともにドーム型とし、標準型鏡板を使用し仕上重量の軽減を計った。持上用の押ボルトも設けた。また、取付容易なるようガイドも設けた。
 4. AIR PIPE 開放または入渠後本体内の空気による通過面積の減少を防止するために設けた。
 5. Packing フタのパンキングは入手容易なアスベストシートを採用した。
 6. Bolt, Nut & Washer 保守開放を容易にするため強度部にはステンレススチール、その他は銅合金を採用した。
 7. Drain Pipe 保守開放時本体内のスラヂを含むドレン排出を易容にするため50mmφを採用した。
 8. Eye Plate ふたのみならず本体とともにつり上るよう2T用を採用した。
- (c) 今後の予定 船舶JIS協会に依頼し、本仕様および試設計にもとづいてJIS-F化していただく。

表 2.1.7.9 荷油ポンプ用澗器再アଙ୍କケート回答欄取りまとめ表

()内はバラストポンプ用を示す。

標準案に對するご意見									
		C F	H	G	B	A	E	D	標準決定仕様
圧力	常用圧力	10kg/cm ² (5kg/cm ²)		荷油管吸込(側常用圧力)	異議なし	10kg/cm ² (5kg/cm ²)	10kg/cm ² (5kg/cm ²)	ポンプ吸入側は吐出圧力が:	10kg/cm ² (5kg/cm ²)
	水試圧力	15 " (7.5 ")		" " (バラスト管常用圧力)					
澗器設計	澗器設計	10 " (5 ")		" " (水試圧力)	異議なし	15 " (7.5 ")	15 " (5 ")	かからないと思われるので	15 " (7.5 ")
	圧力			(" " (水試圧力)					
寸法	澗網孔径	10mmφ		8~10mmφ	異議なし	各社の実績からこの値は大きい。3.5としたい	10mmφ	水圧テスト15kg/cm ² は大きすぎ、設計圧力も大きすぎると思う。当所では水圧テストのみ5kg/cm ² と指定している。	10mmφ 3.5~4.0
	通過面積比	4.5		3倍以上					
構造	蓋締付方法	ドーム型 ボルト&ナット シートパッキン		平板リブ付又はドーム型 ボルト&ナット 0.リング	異議なし ただしドーム型蓋付製作できぬメーカが極限される心配あり	L B A K を考慮して0リングとしたい	ドーム型 ボルト&ナット アスベストシート ガスケット バスケット型 有 25φ 有 25φ 有		ドーム型 ボルト&ナット シートパッキン バスケット型 有 25φ 有 50φ 有
	澗網	バスケット型		バスケット型					
	空気抜管	有 25φ		有 16φ					
	ドレン抜管	有 50φ		有 25φ					
材質	取付足	有		有	異議なし	材質に關連して塗装(含メッキ)も一応標準化したほうがよいと考える	Steel Plate "		STEEL PLATE "
	本体	Steel Plate "		Steel Plate 材C20 SUS 27					
標準化すべき寸法	澗網				500~1000 バラストポンプを考 えるとして500までほしい。	550~800で50ピッチとしたい。	600~800	上記の外はS R 標準案で結構です	600~900 (500~800) 50mmピッチ 但し試設計は700φで行う

700φ C.O.P.用 STRAINER 試設計

MARK	NAME	MATERIAL	量	NOTE
1	BODY	STEEL PLATE (SS41)	1	
2	BASKET	STAINLESS STEEL PLATE (SUS27)	1	
3	COVER	STEEL PLATE (SS41)	1	
4	INLET PIPE	STEEL PLATE (STPY41)	1	WITH JIS10K-700 FLANGE
5	OUTLET PIPE	" (")	1	"
6	AIR PIPE	STEEL PIPE (STPG38)	1	340 ^φ × 4.5t (SCH.80)
7	PACKING	ASBES TO S SHEET	1	t = 3 VALQUA #1500
8	BOLT & NUT	STAINLESS STEEL (SUS27)	1	M 3 9
9	WASHER	" (")	1	
10	BOLT & NUT	Bs Bm	1	M 1 6
11	WASHER	"	1	
12	PIPE	STEEL (STPG38)		60.5 ^φ × 5.5t (SCH.80)
13	FIXED PIECE	STEEL BAR		
14	DRAIN PIPE	STEEL PIPE (STPG 38)	1	60.5 ^φ × 5.5t (SCH.80)
15	EYE PLATE	STEEL PLATE (SS41)	1	JISF 3410 C-2 (2ヶ用)
16	GUIDE PLATE	STEEL PLATE (SS)	3	
17	LEG	" (")	1 SET	
18	SUPPORT	" (")	1	25×6 F.B.
19	ATTACHMENT PIECE	" (")	3	
20	PUSH BOLT	Bs BM	2	M 2 0

図 2.1.7.1-a MATERIAL LIST

[illegible]

2.17.1-b 700 COPIES TRAINER (SEC)



A - A SEC.

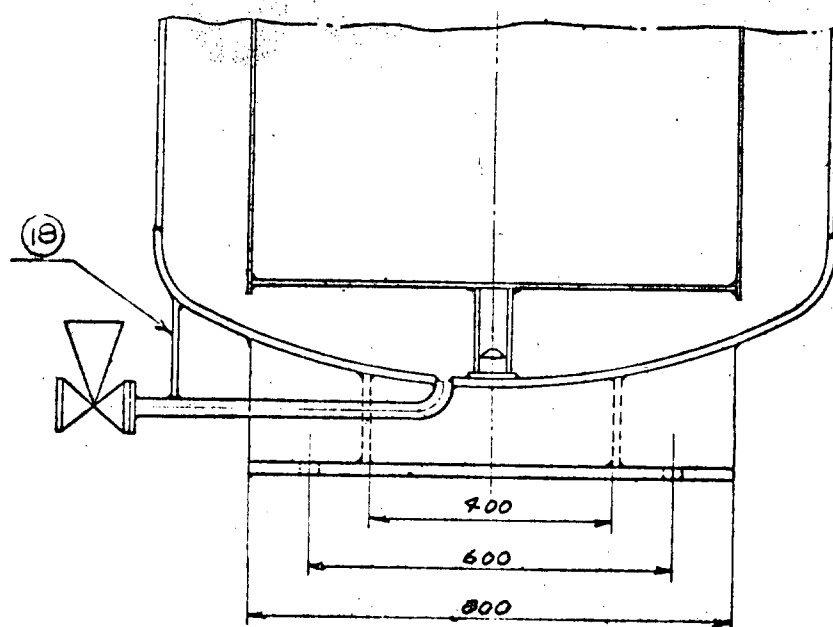
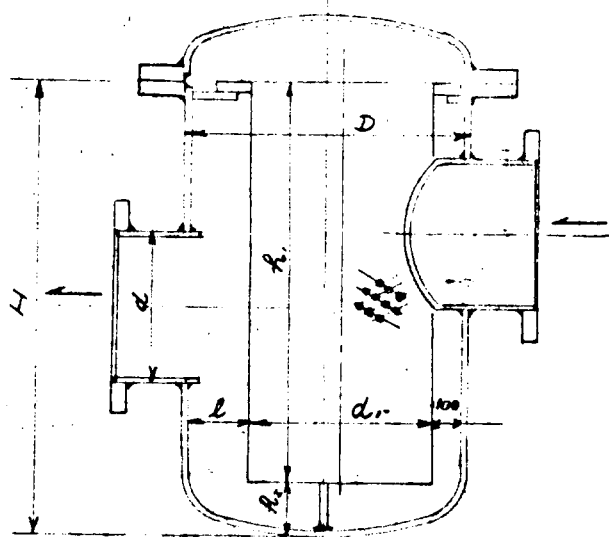
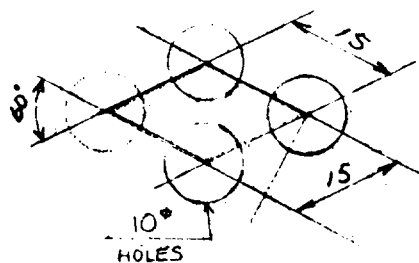


图 2.1.7.1 - a



金網



仮 定

- $d = 711.2$
- 出口の断面積は、出口から網までの距離と出口の円周との積に等しいとする。

$$\frac{\pi d^2}{4} = \pi d l$$

$$\therefore l = \frac{d}{4}$$

- 通過面積比を“4”とする。
- $h_2 = 150$

菱形の面積

$$S_1 = 15 \times 15 \sin 60^\circ$$

$$= 15 \times 15 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{225\sqrt{3}}{2}$$

菱形にかかる穴の面積の和

$$S_2 = \frac{\pi}{4} \times 10^2 = 25\pi$$

$$\text{ゆえに } \frac{S_2}{S_1} = \frac{25\pi}{\frac{225\sqrt{3}}{2}} = \frac{2\pi}{9\sqrt{3}} = \frac{1}{2.48}$$

$$\begin{aligned} \text{また、} h_1 &= 2d_1 \quad \dots\dots\dots (i) \\ D &= d_1 + l + 100 \quad \dots\dots\dots (ii) \\ H &= h_1 + h_2 = h_1 + 150 \quad \dots\dots\dots (iii) \end{aligned}$$

以上の条件と次式により、STRAINERの径(D)を求める。

$$\left(\frac{\pi d_1^2}{4} + \pi d_1 h_1 - \frac{\pi d^2}{4} \right) \times \frac{1}{2.48} = 4 \times \frac{\pi}{4} d^2$$

$$\left(\frac{d_1^2}{4} + d_1 h_1 - \frac{d^2}{4} \right) \times \frac{1}{2.48} = d^2 \quad \dots\dots\dots (iv)$$

(iv)式に(i)式を代入すると

$$\left(\frac{d_1^2}{4} + 2d_1^2 - \frac{711.2^2}{4} \right) \times \frac{1}{2.48} = 711.2^2$$

$$\frac{9}{4} d_1^2 = 2.48 \times 711.2^2 + \frac{711.2^2}{4}$$

$$\frac{9}{4} d_1^2 = 2.73 \times 711.2^2$$

$$d_1^2 = \frac{4}{9} \times 2.73 \times 711.2^2$$

$$= 1.213 \times 711.2^2$$

これより

$$d_1 = \sqrt{1.213 \times 711.2} = 1.1 \times 711.2 = 783$$

$$d_1 = 800 \text{ とする。}$$

これを、(i)、(ii)、(iii)式に代入して

$$h_1 = 1600$$

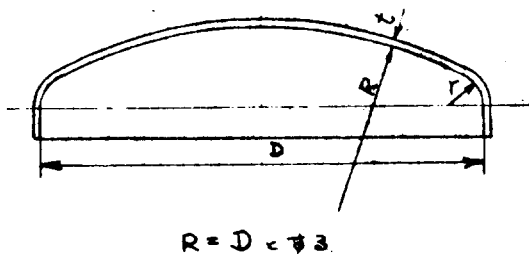
$$D = 800 + \frac{711.2}{4} + 100 = 1080 \quad D = 1100 \text{ とする。}$$

$$H = 1600 + 150 = 1750$$

鏡板

COVER と BODY 下部に鏡板を使用するが、以下概略を述べる。

10%サラ型鏡板の板厚計算



t: 鏡板の最小厚さ (mm)

P: 最高使用圧力 (Kg/cm²)

R: サラ形鏡板の中央部における内面の半径 (mm)

W: サラ形の形状に関する係数

10%サラ形の場合 W = 1.54

σ: 材料の引張強さ

41 Kg/mm² (SS41)

図 2.1.7.1-f X: 引張強さに対する許容応力の割合で、その値は、鋼材にあっては、 $\frac{1}{4}$

η: 鏡板に継手がある場合における最小効率

α: 腐れ 1.3 で 1 mm とする。

一般サラ形の板厚は、

$$t = \frac{P R W}{200 \sigma X \eta - 0.2 P} + \alpha \quad (\text{圧力容器構造規格第 43 条})$$

10%サラ形における板厚は、

$$t = \frac{1.54 P R}{200 \sigma X \eta - 0.2 P} + \alpha$$

この式において

$$P = 10 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$R = 1100 \text{ (mm)}$$

$$\eta = 100 \text{ (内径 2800 mm 以下の標準品の場合、溶接継目がない)}$$

とする。

$$t = \frac{1.54 \times 10 \times 1100}{200 \times 41 \times \frac{1}{4} \times 1 - 0.2 \times 15} + 1 = \frac{16940}{2050 - 3} + 1 = 9.28$$

C.O.P.の肉厚は12.7mmなので、

t=14mm とする。

図 2. 1. 7. 1 - g

標準品高さ表

形状 フランジ長さ 板厚 内径	2 : 1 半 円 体 形 (E)								
	4.5	6	9	12	14	16	19	22	25
	20	20	20	25	30	35	40	45	50
400	125	126	129	137					
450	138	139	142	150	157				
500	150	151	154	162	169				
550	163	164	167	175	182				
600	175	176	179	187	194				
650	188	189	192	200	207				
700	200	201	204	212	219				
750	213	214	217	225	232				
800	225	226	229	237	244				
850	238	239	242	250	257				
900	250	251	254	262	269	276			
950	263	264	267	275	282	289			
1000	275	276	279	287	294	301			
1050	288	289	292	300	307	314	322		
1100	300	301	304	312	319	326	334		
1150	313	314	317	325	332	339	347		
1200	325	326	329	337	344	351	359		
1250		339	342	350	357	364	372		
1300		351	354	362	369	376	384		
1400		376	379	387	394	401	409	417	
1500		401	404	412	419	426	434	442	
1600		426	429	437	444	451	459	467	
1750		464	467	475	482	489	497	505	513
1800		476	479	487	494	501	509	517	525
1900		501	504	512	519	526	534	542	550
2000		526	529	537	544	551	559	567	575
2200		576	579	587	594	601	609	617	625
2400			629	637	644	651	659	667	675
2500			654	662	669	676	684	692	700
2600			679	682	684	686	689	692	695
2800			729	737	744	751	759	767	775

形状 板厚 フランジ長さ 内径	10%サラ形(D)								
	4.5	6	9	12	14	16	19	22	25
	20	20	20	25	30	35	40	45	50
400	103	104	107	115					
450	112	113	116	124	131				
500	122	123	126	134	141				
550	132	133	136	144	151				
600	141	142	145	153	160				
650	151	152	155	163	170				
700	161	162	165	173	180				
750	171	172	175	183	190				
800	180	181	184	192	199				
850	190	191	194	202	209				
900	200	201	204	212	219	226			
950	209	210	213	221	228	235			
1000	219	220	223	231	238	245			
1050	228	230	233						
1100	238	239	242	250	257	264	272		
1150	248	249	252	260	267	274	282		
1200	258	259	262	270	277	284	292		
1250		269	272	280	287	294	302		
1300		278	281	289	296	303	311		
1350		288	291						
1400		298	301	309	316	323	331	339	
1500		317	320	328	335	342	350	358	
1600		336	339	347	354	361	369	377	
1700		356	359						
1750		366	369	377	384	391	397	407	415
1800		375	378	386	393	400	408	416	424
1900		395	398	406	413	420	428	436	444
2000		414	417	425	432	439	447	455	463
2200		453	456	464	471	478	486	494	502
2400			495	503	510	517	525	533	541
2500			514	522	529	536	544	552	560
2800			572	580	587	594	602	610	618

・板厚およびフランジ長さを含んでおります。

(5) バタフライ弁

2.1.6 (4) 項で述べたとおり、J I S 規格がないので各社とも專業メーカーの製品を購入しているが部品選択、購入部品図チェックなどの設計省力の阻害が大きく、品質管理、購買面でも幾多の問題があることが調査の結果判明した。また、これらの解決策とし、メーカー各社で形状、寸法などが異なるが特に面間寸法の統一だけでもよいとする強い標準化の希望がなされた。この標準化の方法として、専門機関である船舶J I S 協会に依頼してつぎの標準化範囲にもとづいて、規格制定を計ることとする。

標準化範囲	1) 呼び圧力	5Kg/cm ² 、10Kg/cm ² 、16Kg/cm ²
	2) 呼び寸法	150～1,000
	3) 材料 弁本体	FCおよびSC
	4) 形状	フランジレス型 面間寸法の統一を計る
	5) 種 別	手動形、油圧駆動形
	6) おもな用途	貨物油管系統 バラスト管系統

以上述べた標準化範囲のうちで特に各社が要望していることは、面間距離を統一することであり、今年度の調査結果では、ある特定專業メーカーとある造船所で面間寸法統一がなされつつあることがわかったに過ぎないから引続き来年度は船舶J I S 協会と連絡をとり、各專業メーカーに呼びかけ統一する方向に持っていく予定である。

(6) 仕切弁(フランジ型)

20万トン型タンカー建造で要求される呼び圧力16Kg/cm²、大口径弁については、J I Sがないので、各社とも專業メーカー品を用いているのが現状である。これの欠点をなくすために、設計省力、品質管理、購買などに利点のある標準化を現J I Sに相当する範囲で規格制定することを調査の結果各社とも強く希望された。

この標準化の方法として専門機関である船舶J I S 協会に依頼してつぎの標準化範囲にもとづいて、規格制定範囲の拡大を計ることとする。

標準化範囲	1) 呼び圧力	16Kg/cm ²
	2) 呼び径	50～450
	3) 材料 弁本体	FC20およびSC46
	4) 形状	現J I S F7363、7364、7366にならう
	5) おもな用途	水管系、油管系、蒸気管系

以上述べた16Kg/cm²仕切弁について、特に300～450のものは需要度が高いので、早急に規格制定を望むものである。また呼び径範囲を50～450としたのは、将来500以上はバタフライ弁に置きかえられる傾向があると思われるので規格化しないこととした。

(7) 玉形弁

20万トン型タンカー建造で要求される呼び圧力16Kg/cm²大口径弁については、J I Sがないので、各社とも專業メーカー品を用いているのが現状である。これの欠点をなくすために、設計省力、品質管理、購買などに利点のある標準化を現J I Sに相当する範囲で規格制定することを調査の結果各社とも強く希望された。

この標準化の方法として、専門機関である船舶J I S 協会に依頼して、つぎの標準化範囲にもとづいて規格制定を計ることとする。

また、16Kg/cm²ねじ止め逆止玉形弁についても玉形弁同様J I S 規格制定を計ることとする。

標準化範囲	1) 呼び圧力	16Kg/cm ²
	2) 呼び径	200～300

3) 材 料 弁本体 FC20およびSC46

4) 形 状 現JIS F7309、7319、7344にならう。

(8) アングル弁(フランジ型)

20万トン型タンカー建造で要求される呼び圧力 $16\text{Kg}/\text{cm}^2$ 大口径弁については、JISがないので、各社とも専門メーカー品を用いているのが現状である。これの欠点をなくすために、設計省力、品質管理、購買などに利点のある標準化を現JISに相当する範囲で規格制定することを調査の結果各社とも強く希望された。

この標準化の方法として専門機関である船舶JIS協会に依頼して、つぎの標準化範囲にもとづいて規格制定を計ることとする。

また、 $16\text{Kg}/\text{cm}^2$ ねじしめ逆止アングル弁についてもアングル弁同様JIS規格制定を計ることとする。

標準化範囲 1) 呼び圧力 $16\text{Kg}/\text{cm}^2$

2) 呼び径 200~300

3) 材 料 弁本体 FC20およびSC46

4) 形 状 現JIS F7310、7320、7345にならう。

(9) タンク・クリーニング・ホール・カバー

現JIS規格に制定されているが、材料、銅合金製の使用は少なく、鋼製と合成樹脂製(例えばフェノール樹脂)をほとんどの社が使用している。また、大きさについてはタンク内作業に利用する場合を考えた。甲板切抜き寸法の大きな形状を調査の結果各社とも強く希望された。この標準化の方法として現JIS規格の制定範囲の一部追加と合成樹脂製の新規格制定を専門機関である船舶JIS協会に依頼してつぎの標準化範囲にもとづいて規格制定を計ることとする。

標準化範囲 1) 甲板切抜き穴径 320φ、400φ、450φ

2) 材 料 鋼板製および合成樹脂(例えばフェノール樹脂)製の2種類

3) ボルトおよびナット数 可能なかぎり少なくする。

4) ナ ッ ト 六角袋ナット(Bs-BF)

5) パッキン 材質、形状を考慮する。

6) その他は現JIS F2331どおりとする。

(10) ベルマウス

20万トン型タンカー用としてJISがないので、各社とも自社標準を採用しているのが現状である。このため、各社異なった形状、寸法のものが製作されているので、基本仕様、全体寸法、材質などの統一を計ることを調査の結果各社とも強く希望された。この標準化の方法として現JIS規格の制定範囲の拡大を専門機関である船舶JIS協会に依頼してつぎの標準化範囲にもとづいて規格制定を計ることとする。

標準化範囲 1) 呼び寸法 200~600

2) 材 料 鋼 板

3) 下部開口部の形状 長円形

ただし船殻ロンジ間に取り付けられるもの

(参考;標準化小委員会船殻の部ではロンジ間隔1,000mm、FACE巾150mmにきめている)

4) 吸入面積比 1.6倍以上

5) リブの形状 丸棒または鋼板

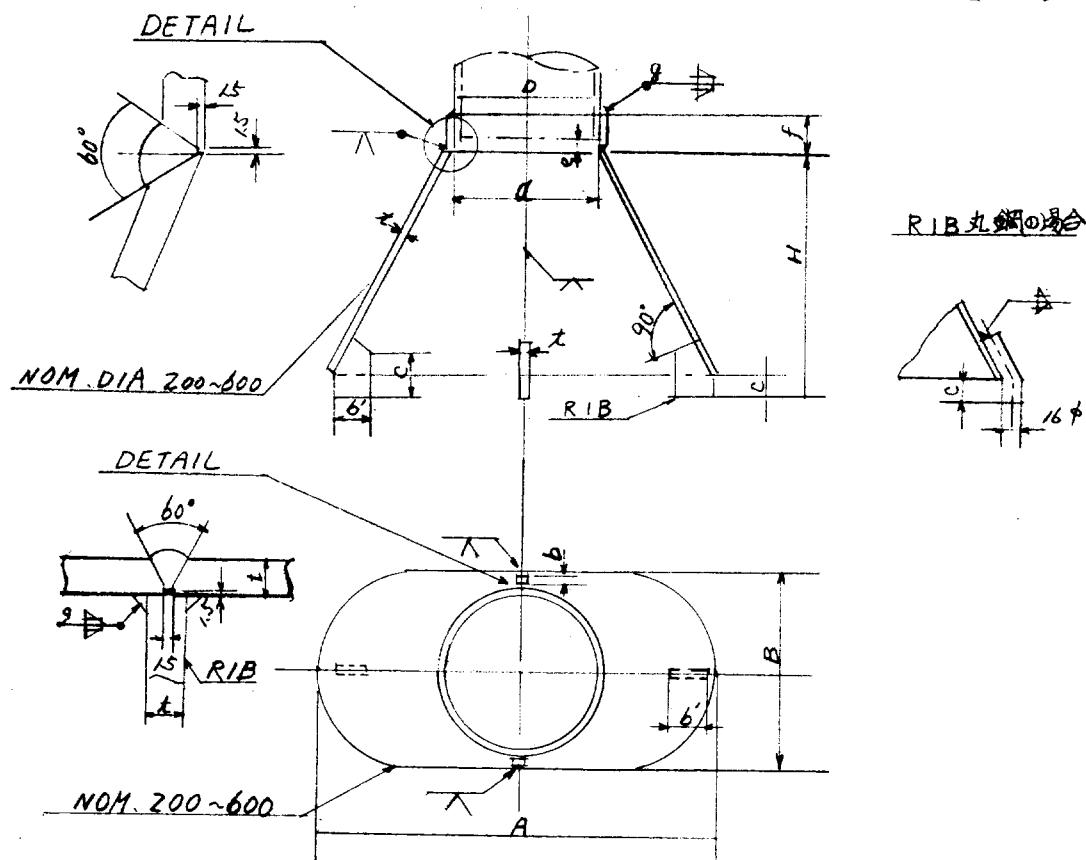
6) 管継手部 スリーブ形式

7) 吸入口高さ 貨物油管系、残油管系それぞれ一定高さとする。

8) その他は現JIS F3020どおりとする。

なお、規格化の参考として図2.1.7.2に示すこととした。

MATERIAL---STEEL PLATE (SS)



NOTE

1 * MARKED DIMENSIONS SHOWS LOCATION IN CASE OF THREE RIBS.

2 RATIO = $\frac{\text{CLEAR AREA THRU C}}{\text{SECT. AREA OF PIPE}}$

MOMINAL	O.D. OF PIPE D	B O D Y										R I B			E	RAT 10	WEIGHT (Kg)
		A	B	H	C	f	e	t	d (mm)	1/16	b	b'	h				
200	216.3	700	460	320	25	100	50	12.7	220	4	50	60	70	7	1.4	51.6	
250A	267.4	800	460	400	40	100	50	12.7	271	4	50	60	100	7	1.6	73.4	
250B		1100	650		25						70	100			1.5	125	
300A	318.5	850	460	400	80	100	50	12.7	324	4	50	70	125	7	2.4	71.6	
300B		1650	750		40						80	170	110		2.3	220	
300C		1650	750		25						80	170	110		1.5		
350	355.6	850	500	400	100	100	50	12.7	361	4	50	60	150	7	2.5	75.9	
400	406.4	900	600	400	100	100	50	12.7	411	4	60	80	170	7	2.1	85.1	
450	457.2	1100	600	500	100	100	50	12.7	462	4	75	100	200	7	1.9	120	
500	508.0	1300	750	500	100	100	50	12.7	512	4	75	100	200	7	1.8	138	
550	558.8	1300	750	500	125	100	50	12.7	563	4	75	150	200	7	1.9	148	
600	609.6	1400	750	550	130	100	50	12.7	614	4	75	150	200	7	1.7	153	

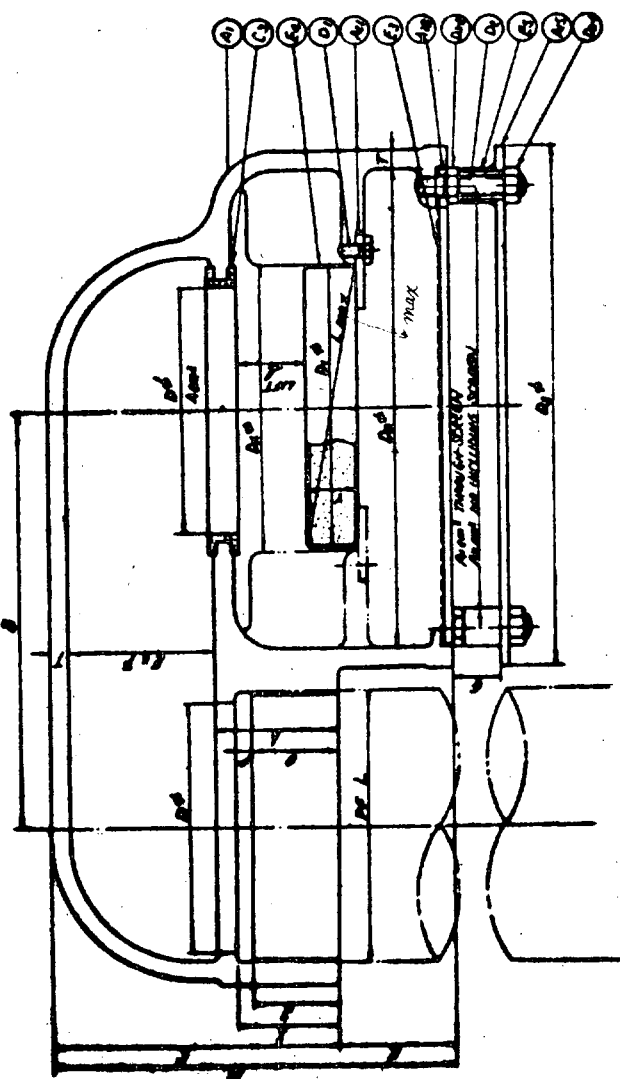
図 2. 1. 7. 2 ベルマウス (参考)

(11) グースネック形空気管頭

現 J I S 規格に制定されているが、20 万トンタンカーで要求される。大口径については J I S がないので専門メカ品を各社とも使用しているが設計省力、品質管理、購買などに利点のある標準化を調査の結果各社とも希望された。この標準化の方法として現 J I S 規格に追加制定を専門機関である船舶 J I S 協会に依頼してつぎの標準化範囲にもとづいて規格制定を計ることとする。

標準化範囲	1) 呼び寸法	50～350
	2) 材 料	FCまたはFCD
	3) 形 状	專業メーカー標準による。(図2.1.7.3参照)

QTY	PAUSE	GRADE	TYPE	QTY	QTY	REMARKS
Q1	PLATE	1/2" PLATE	1/2" PLATE	1		
Q2	SCREEN	1/2" SCREEN	1/2" SCREEN	1		
Q3	ROCK NUT	1/2" ROSS	1/2" ROSS	1		
Q4	NUT	1/2" GRASS	1/2" GRASS	1		
Q5	STEEL BOLT	1/2" STEEL BOLT	1/2" STEEL BOLT	1		
Q6	WELT RACHING	1/2" WELT RACHING	1/2" WELT RACHING	1		
Q7	SCREEN RING	1/2" SCREEN RING	1/2" SCREEN RING	1		
Q8	FLAT SUPPORT	1/2" FLAT SUPPORT	1/2" FLAT SUPPORT	1		
Q9	PLATE	1/2" PLATE	1/2" PLATE	1		
Q10	BODY	1/2" BODY	1/2" BODY	1		
Q11	PARTICULARS					
Q12						

[illegible]

☒ 2.17.3

(12) ボンネット形空気管頭

現 J I S 規格に制定されているが、大型船建造で要求される大口径については J I S がないので専業メーカー品を各社とも使用しているが設計省力、品質管理、購買などに利点のある標準化を調査の結果各社とも希望された。

この標準化の方法として現JIS規格に追加制定を専門機関である船舶JIS協会に依頼してつぎの標準化範囲にもとづいて規格制定を計ることとする。

標準化範囲	1) 呼び寸法	50～350
	2) 材 料	FCまたはFCD
	3) 形 状	專業メーカー標準による。(図 2.1.7.4 参照)



2. 1. 7. 4

(13) ドレンセパレーター

使用頻度が少なく、また、使用されている社ごとに異なるため再調査した結果必要としないことが判明したので標準化を省略した。

(14) 傘 歯 車

現JIS規格に制定されているが、これはJIS F 3 0 1 1 貨物油タンク 伝導軸自在継手の呼び寸法と合致していないので、各社ともこの呼び寸法に合わせた自社標準を採用している現状であるが調査の結果、設計省力、品質管理、購買などに利点のある標準化を各社とも希望された。

この標準化の方法として現JIS規格を一部訂正の上制定を専門機関である船舶JIS協会に依頼してつぎの標準化範囲にもとづいて規格制定を計ることとする。

- 標準化範囲
- 1) 呼 び 32、42、48を追加する。
 - 2) 材 料、形 状 は現JIS F 7 4 5 1どおりとする。
 - 3) 傘歯車用軸受JIS F 7 4 5 5についても傘歯車と同様に規格制定する。

(15) 盲フランジ

JIS規格がないので各社とも自社標準を採用しているが、荷役に関係のものは船の運航面でも必要と考えられる。また、設計省力、品質管理、購買などに利点のある標準化を調査の結果各社とも希望された。

この標準化の方法として専門機関である船舶JIS協会に依頼してつぎの標準化範囲にもとづいて規格制定を計ることとする。

- 標準化範囲
- 1) 呼び圧力 ASA 150 P.S.I.
 - 2) 呼び寸法 200～450
 - 3) 材 料 鋼 製
 - 4) 形 状 ハンドル付
 - 5) 種 類 カバー程度のもの（ポンプ吐出圧がかからない場合）、および呼び圧力に耐えるもの（ポンプ吐出圧力がもろにかかる場合） 2種類

(16) スペクタクル フランジ

JIS規格がないので各社とも自社標準を採用しているが使用範囲が少ないので標準化を各社とも必要としないことが再調査の結果わかり省略した。

(17) パイプサポートおよびパット

(a) 設定標準

船首尾方向に走る主管の支持台の形状寸法、取り付け間隔の標準

NOMI.DIA.	15	32	50	80	125	200	300	400	500	600	700	800	1,000
	20	40	65	100	150	250	350	450	550	650	750	900	
IN TANK													
ON DECK	50×50×6			75×75×9		100×100×10			150×150×12			150×150×15	

最大サポート間隔： { ON DK 部……… 4 5 0 0 mm（注参照）
IN TK 部……… 各トランスバースごとにサポートを設ける。

最大サポート高さ： ON DECK 8 0 0 mm
IN TANK } 1,2 0 0 mm
PUMP ROOM

最大サポート長さ：1,100mm

(ただし、曝露甲板上に並べた管をサポートする場合は、ロング間隔ごとに中間脚を設ける。)

パッド、カーリング、ブラケット：不要

注 20万トン船殻の部標準F.Sは5,000%。

(日本造船学会造船設計委員会第2分科会に5,000%の場合のチェックを願うこととした。)

(b) 考 察

パイプサポートの最大支持間隔、最大支持高さ、最大サポート長さについては日本造船学会造船設計委員会第2分科会P22 PIPING PRACTICEを全面的に採用することにしたが、各社とも大体SR110標準に近い値を提示している。

また、パッド、カーリング、ブラケットについてはほとんどの会社が入れておらず不要とした。

なお、サポート材については上記第2分科会案より材種を減らす意味でサポート材を5種類とした。

以下にアンケート結果を示す。

内 容		アンケート結果要約	
最大支持間隔	IN TANK	フレームごとに支持を設ける。(7社) Fr.SP.4,000~5,050 4,000~4,500mmごとに設ける。(1社)	
	ON DECK	フレームごとに支持を設ける。(3社) DK LONG 上に設ける。(4社) 支持間隔 3,000~4,500 管径ごとに支持を設ける。(1社) " 3,200~5,700 (100φ以上について)	
最大支持高さおよび理由	IN TANK	各社とも BASE LINE~PIPE CENTERを2,000~abt.3,000 BOTTOM LONG 1.を BRANCHが貫通しない高さとする。	
	ON DECK	VENT 管等の大径 BRANCH 管が下を通らない限り管下面で500mm OR 600mm 下面を VENT 管等が通る場合 800~1100mm	
甲板上で支持台が BKT または BEAM に乗らない場合の処置	パッドまたはカーリングを入れる	全く入れない(DK LONG 1.または BEAM に乗せるため) 強度部材を接続する個所には必ず入れる。 100φ以下にのける。	(6社) (1社) (1社)
	カーリングを入れる	同 上 100φ以上すべてにのける。	(6社) (1社) (1社)
支持台の高さによる BKT の要否	不 要	原則として設けない (7社)	
	必 要	高さが1,100mmを超える場合は BKT または STAY をつける。 DK がハイテンの場合は PAD または BKT を入れる。 アンカーのある個所はのける。	
ON DECK 等の並べた管の支持台の寸法の決め方について		各管群にある最大径のものまたは自重の大きい管により部材寸法を決め、荷油管 その他の管を2分してサポートすることをほとんどが発言している。 自重の大きい管により部材寸法を決める。 全管を対照とした強度計算を行ない決定する。	(7社) (1社)

アンケート結果による支持台寸法表を下記に示す。

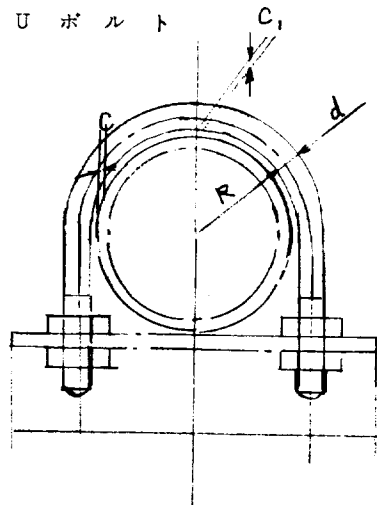
社名 NOMI. DIA		10	20	32	50	80	100	150	200	250	350	450	550	650	750	900
おおよそ寸法		15	25	40	65	90	125	175	225	300	400	500	600	700	800	1000
J I S			40x40x5		50x50x6	65x65x8		75x75x9	90x90x10	100x100x13	130x130x12	150x150x12				
C			50x50x6			75x75x9			90x90x10	100x100x12	130x130x12		150x150x12			
			50x50x6			75x75x9			90x90x10	130x130x12	130x130x12		150x150x12			
B			50x50x6		65x65x8	75x75x9			90x90x10	100x100x13	130x130x12	150x150x12	150x150x15			
D			40x40x5		50x50x6	65x65x8		75x75x9	90x90x10		130x130x12					
	ON UPP. DE										100x100x13					
A					75x75x9				100x100x10		150x150x12		150x150x15			
	PUMP ROOM ON UPP. DE		50x50x6		75x75x9											
G			40x40x5		50x50x6	65x65x8		75x75x9	90x90x10	100x100x13	130x130x12	150x150x12	200x200x15			
	IN TE															
F			50x50x6			75x75x6			90x90x10	100x100x13		130x130x12				
						50x50x6		75x75x9	90x90x10	100x100x13	130x130x12	150x150x12	200x200x15			
H			50x50x6		65x65x8	75x75x9		100x100x13		130x130x12		150x150x12				
			40x40x5		50x50x6	65x65x8		75x75x9	90x90x10		130x130x12					
造船協会 第2分科会 IN TANK ON DECK			50x50x6		65x65x8	75x75x9			90x90x10	100x100x13	130x130x12	150x150x12	150x150x15			

※標準化に際しては N.D. 90, 175, 225
は削除した。

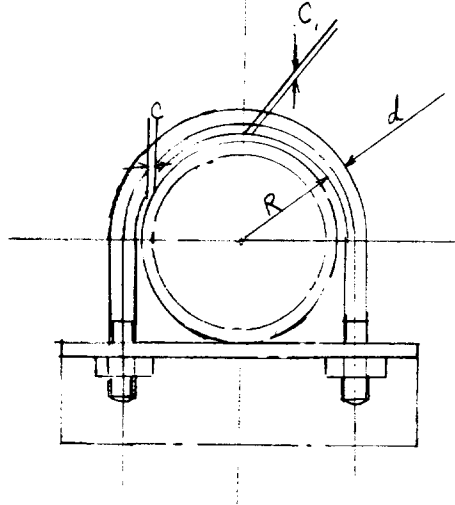
⑱ Uボルト、ライナー、小径銅管用バンド

(a) 設定標準

(i) Uボルト



NOMI. DIA 100 & ABOVE



NOMI. DIA. 80 & BELOW

図 2. 1. 7. 5

図 2. 1. 7. 6

C_1	U ボルトが P I P E に接触する程度にナットの締付けを考慮する。																			
C_2	P I P E 公差 1 % + 2 mm																			
NOMI DIA	10	20	32	50	80	100	150	200	250	350	450	550	650	750	900	1000				
$d \phi$	15	25	40	65		125				300	400	500	600	700	800	1000				
	10		12		16		20		24		30		36		42					

注 { $\longleftrightarrow$ SINGLE NUT
 $\longleftrightarrow$ DOUBLE NOT

(ii) ライナー

(c) 考察の項に示す理由により標準化はやめる。

(iii) 小径銅管用バンド

バンドの形状、材質については各社の PRACTICE に任せる。ただし、使用径は小径銅管のサイズに合わせる。

(b) アンケート調査

(i) Uボルト

○ C_1 に対する考え

$C_1 > 0$

- G 社 (15 A ~ 50 A : 0.8 ~ 1.0 mm)
B " (PIPE SLIDING を考慮して 2.0 mm)
C " (STEAM EXH. CONDENSATE)
TK CLEANING LINE では 3.0 mm)
A " (縦走管は伸縮を考慮する必要がある)

- 84 -

(ii) ラ イ ナ ー

○ 付ける管系

- G 社 : 蒸排気管 (鋼管使用の場合)
雄用蒸排気管 (小径のみ)
温 水 管 } 板バンドを使用している。
- B " : 非鉄金属管 (板バンド使用)
- C " : STEAM & EXH. MAIN LINE ON EXPOSED DECK
- A " : 縦走管などの伸縮する個所に設ける
- E " : LONG. 方向の DECK MACH. ST^M & EXH.
TANK HEATING ST^M & EXH.
TANK VENT.
TANK CLEANING
HYDRANT MAIN
CARGO STRIP BALLAST
F.O. FILL & TRANS. } 曝露部
- D " : 非鉄金属管
- F " : 甲板蒸排気管、タンククリーニング管、タンク加熱管およびドレン管、ベント管 (集中方式の場合のみ)
- H " : C.O. LINE
DK MACH. & TANK HEATING ST^M & EXH.
C.O. & WATER BALLAST (IN TANK)
F.O. TRANSFER
HYD. & FOAM FIRE
TANK CLEANING
TANK VENT } 曝露部
曝露部縦走管

○ 付けない管系

- G 社 : 上記以外の一般鋼管
- B " : 上記以外
- C " : 上記以外
- A " : 横走り等伸縮を考慮しない個所
- E " : ELECTRIC CABLE PIPE
FIRE MAIN & FOAM LINE
COMP. AIR LINE
F.W. FILL LINE
- D " : 上記以外
- F " : "
- H " : "

(iii) 小径銅管用バンド

- G 社 : 鉛板を敷き S S の板バンドを使用しバンドを鉛板で巻いている。
- B " : POLYETHYLENE を敷き S S の板バンドを使用しバンドを POLYETHYLENE で巻い

ている。

- C 社 : PIPEを鉛板で巻きSSの板バンドを使用している。
A " : BRASS板バンドを使用している。
E " : BRASS PLATEを敷きBRASSバンドを使用している。
F " : 不 明
D " : "
H " : リグナイトを敷きBRASSバンドを使用している。

(c) 考 察

(i) U ボ ル ト

C₁ : パイプ外径の1%+ α とした。

α は0~2mm程度

C₂ : パイプ外径の1%+2mmとした。

C₁、C₂の α 、2mmはUボルト自身の+誤差と曲げ加工による変形誤差とを考慮したものである。したがって、通常パイプとUボルトの間には適当なクリアランスがとれているが、パイプ、Uボルトが+誤差範囲一杯であればクリアランス0となる可能性がある。

d : Uボルト径

各社JISに準じて標準を決定している社が多いのでJIS通りとする。丸鋼の内、市販品で入手困難なサイズがある。H社では標準に合わせる為黒皮が使用できず磨きを採用するケースがある。

以上の考察から標準を決定した。

(ii) ラ イ ナ ー

ライナーの使用目的としてはスライディングによるパイプ保護に各社とも統一されるが、この目的でライナーを使用する場合はA社の解答にみられる“縦走管などの伸縮する個所に設ける”ことになる。これを標準に取り入れる場合、多くの社がライナー工事の増加となりSRの省力化と逆行するので採用の有無に関しては各社の意見にまかせ標準化を取り止めとする。

ライナー採用の管系のばらつきと同様、ライナー材質形状等にもばらつきが見られるのでこれも標準化は取り止めとする。

(iii) 小径銅管用バンド

使用バンドの材質についてはSSの板バンド、BRASSの板バンドおよびPHENOL RESINの成形バンドに限定されるが、バンドの形状がまちまちで統一しにくいので各社のPRACTICEに任せる。

ただし、使用径は小径銅管のサイズに合わせる。

(19) 鋼管用 パイプアンカー

(a) 設 定 標 準

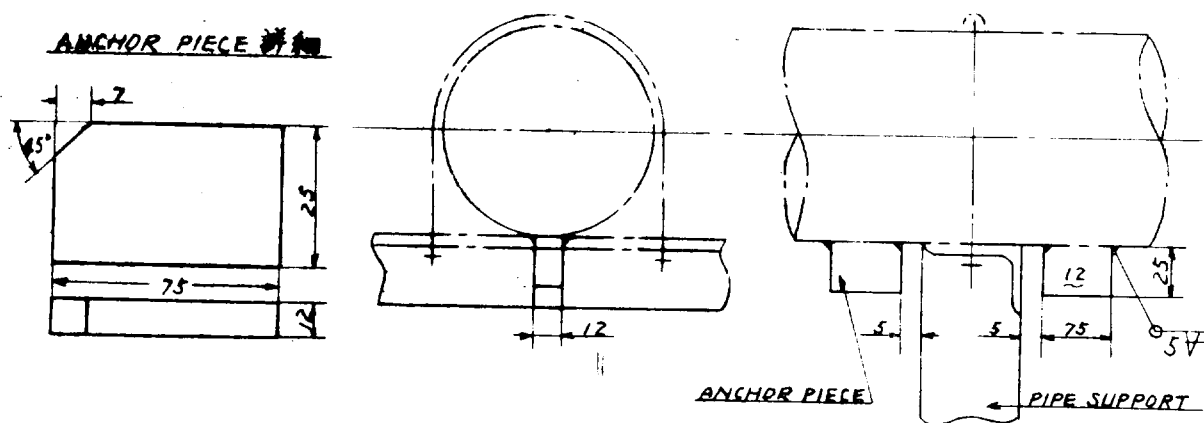
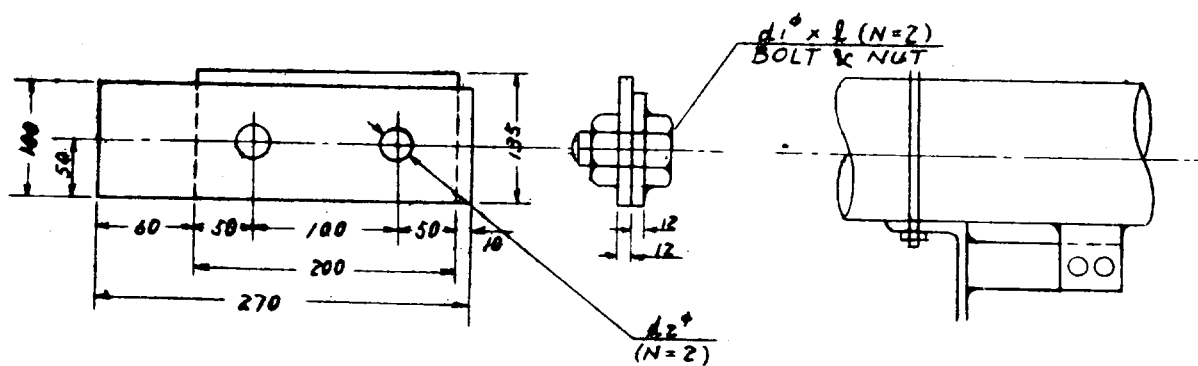


図 2.1.7.7 溶接式パイプアンカー



450 & BELOW	$d \times \ell$:	M24×50
500 & OVER	" :	M36×60

ただし、小径管については各社の PRACTICE による。

図 2.1.7.8 ボルト式パイプアンカー

(b) アンケート結果

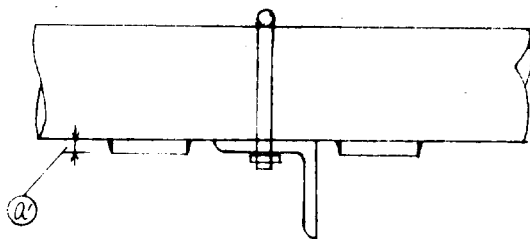


図 2. 1. 7. 9

i) 上記形式を採用している造船所 4 社

ii) 各社の実情

㊦: 板厚の厚いピースを付ける所と薄いピースを付ける所とがある。

○ 厚いピースを付ける造船所 A 社

(板厚 22mm)

○ 薄いピースを付ける造船所

C 社 (板厚 10mm)

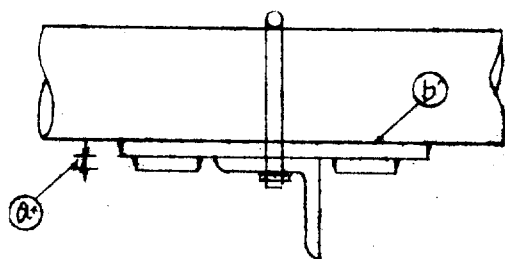
D " (PIPE DIAにより異なるが
MAX 12mm)

H " (PIPE DIAにより異なるが
MAX 12.7mm)

㊧: 保護板を設けている所と設けていない所とがある。

○ 設けていない所 3 社

○ 保護板は LINER が延長されたもの 2 社



(c) 考 察

(i) 比 較

1) PIPE SUPPORT を LONGI. BEAM に乗せると考えれば図 2.1.7.9 のものが現場で合わせ易いし、内作時にアンカーを溶接できるので現場溶接がなくなる。

図 2.1.7.10 のものは現場で合わせ易いが現場溶接が残る。

2) PIPE SUPPORT を FRAME に乗せると考えれば図 2.1.7.10 のものが現場で合わせ易い。すなわち、b 部材の延ばしを取るにより自由に調節でき現場溶接も a 部のみで、メッキ管でもメッキを剥がすことがない。

図 2.1.7.9 の場合はアンカーを内作時に付けると現場で合わせにくい。現場付けにすればメッキ管ではメッキを剥がし、補修の必要がある外面の補修は可能であるが内面ができないため腐蝕の原因となる。

3) 強度的には図 2.1.7.10 のボルト式より図 2.1.7.9 の溶接式が安全であり、また、構造的にも図 2.1.7.9 のほう

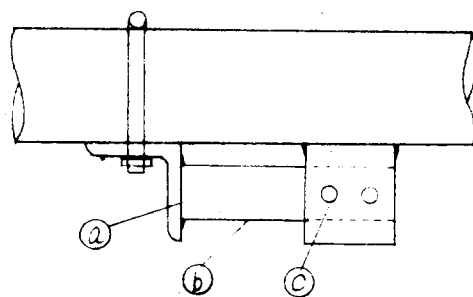


図 2. 1. 7. 10

i) 上記形式を採用している造船所 5 社

(ただし F 社は考え方がいてはいるが形状は異なる)

ii) 各社の実情

㊦: 取り付けは溶接

(図面に明示されていない造船所もあるが
そらく溶接と思われる)

㊧: FLAT BAR を使用している所と ANGLE を使用している所とがある。

○ FLAT BAR の使用造船所

4 社 (小径管用のみ)

○ ANGLE の使用造船所

2 社 (大径管用のみ)

㊨: ボルト径は別として数は 1 本の所と 2 本の所とがある。

○ 1 本支持の造船所

3 社 (小径管用のみ)

○ 2 本支持の造船所

3 社 (大径管用のみ)

○ 保護板を設けているのは 1 社だけである。

が簡単で取り扱いも容易である。

(iii) 考 察

各社の状況を調査した結果は図 2.1.7.9 図 2.1.7.10 とも同程度に使用されている。

SCANTLING については各社にばらつきがみられたが、8 社中の最小寸法をとっても過去事故が発生していないのであれば、この値を採用しても差支えないと考えるが、管内の流体圧力 PIPING ARRANGEMENT によっては多少異なるので 8 社中の中間値を標準とする。

図 2.1.7.9 について

④：保護板をつけている造船所もあるがこれは LINER が延長されたものと違って設けない。

図 2.1.7.10 について

⑤：FLAT BAR を使用しているところと ANGLE を使用しているところがあるが溶接長さが短いという点から FLAT BAR とする。

⑥：ボルト径は別として数は 1 本のところと 2 本のところとがある。比較的大きい管について規定しボルト数は 2 本とし、小径管については各社の PRACTICE に任せることとする。

(20) ヒーティングコイル用サポート

(a) アルミプラス管用サポート

(i) 標準化範囲

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。

(ii) アンケートによる調査結果

二系列メーカーの標準をそのまま使用したり、または一部を修正したものを使用している。このメーカーの標準図の一例は図 2.1.6.2 および図 2.1.6.3 に示してある。

(iii) メーカー品の考察

イ) 材 質 クリツプおよびライナー材質は、JISH-3632 に定める B s T F を使用しているが、その種別はそれぞれの取引先の関係で、異った化学成分および機械的性質を有するものを採用している。

しかしながら成分および性質の相違上の大差がないことと、各メーカーの特徴を活かすために種別上の区別をせず、JISH-3632 の B s T F として表現することにした。

ロ) 形 状 クリツプの断面が、平形と縁曲形の 2 種に分かれている。

平形の特徴は、余分な曲加工の省略によるコスト安がねらいと思われるが、ヒーティングコイルの加熱、冷却に伴う膨脹、収縮時の撓動による抵抗摩擦については、縁曲形に比し著しくおとることが明らかである。このため縁曲形を標準に採用した。なお、縁曲げ板材を素材として使用することにすれば、成型上も問題はなく、また、クリツプの強度も増大する。

次に、クリツプの縁曲形により、管の保護のためクリツプとパイプ間に挿入するパイプライナーも不要とし、ボルトナットに WASHER を設けることも考慮外とした。

ハ) 寸 法 クリツプの板幅は、素材成形の有利な点からみて同一幅とする。ボルトナットの径をも同一とし、それに対応するボルト穴ピッチも一定寸法をとることにした。クリツプの曲げ R は TUBE OUT DIA. $+ \alpha \frac{1}{2}$ と定めた。

(Ⅳ) 設 定 標 準

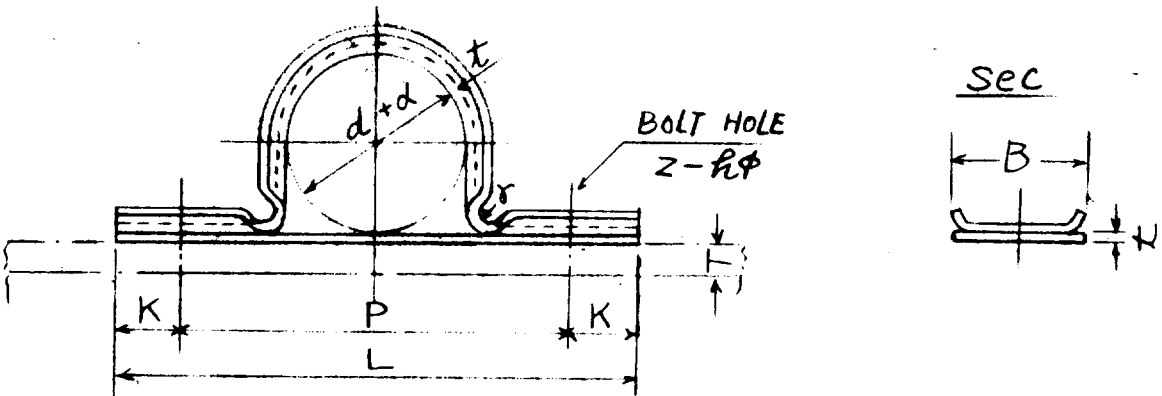
前項の考察をもととして、図 2. 1. 7. 1 1 にそれを示すが、2. 1. 6. 項で示した理由により、来年度も引き続いて審議することにする。

ヒータリングコイル用アルミプラス管サポート標準

材質：クリップおよびライナーは J I S H - 3 6 3 2 の B₉ T F

ボルトナットは S S 4 1

(注) T 寸法は各社の標準による



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

図 2. 1. 7. 1 1

(ⅵ) フインチューブ用サポート

(i) 標準化範囲

フインチューブを使用するヒータリ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。

(ii) アンケートによる調査結果

各メーカー別フインチューブの形状の相違と各造船所それぞれの事情によるサポート方式の採用が原因となって種々のタイプに分かれている。ここでは、フインチューブの材質を F C D とした場合のものを採り上げることにして標準を作成することにした。

(iii) 標準作成上の考察

フインチューブの配管をブロック工事の早期機装、あるいはユニット機装などで行なうことを考えた場合、

サポートは、作業性がよく、あわせてサポートの架設性能がよく、さらにサポートの材費低廉をねらいとして縦置き用のUボルト形状を採り上げることにした。

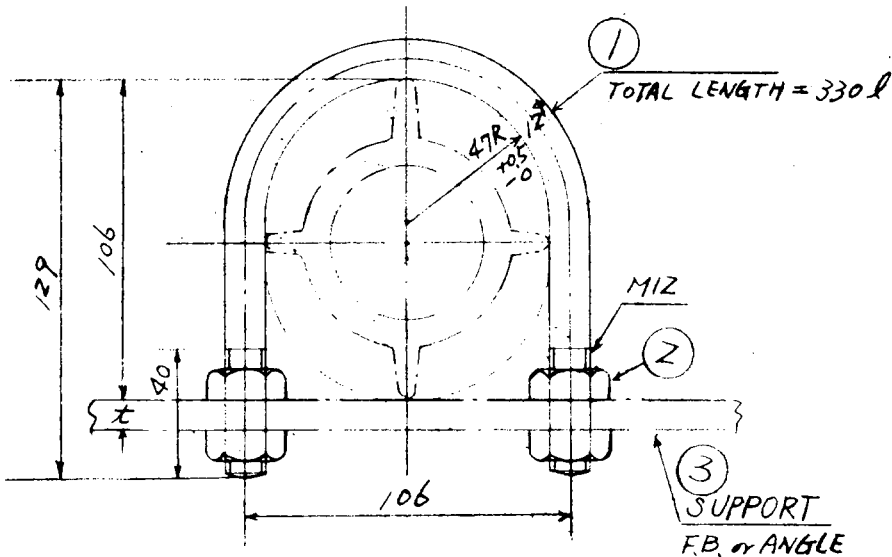
(iv) 設 定 標 準

前項の考察をもととして、図 2. 1. 7. 1 2 にそれを示す。

(v) そ の 他

フィンチューブを横置きにする場合のサポートは本標準の寸法を準用するものとする。

フィンチューブ用サポート標準



(注) SUPPORTのtは各社標準による
フィンチューブへの取付位置はフランジ部を除く
いづれの個所でもよい。

MARK	NAME	MATERIAL	1/16	WEIGHT (Kg)
1	U BOLT	SS	1	0.292
2	NUT	SS	4	0.064
3	SUPPORT	SS	1	

図 2. 1. 7. 12

(c) 鋼管用サポート

本サポートは、SR110標準化小委員会議装の部で制定したUボルトを使用することに決める。

したがって本項では、その標準の設定は特別に行わないのでUボルトの項を参照のこと。

(2) 加熱管用フィンチューブ

(a) 標準化範囲

C.O.TK, F.O.TK & SLOP TK 内に使用する 加熱管用フィンチューブの形状、材質および寸法の統一。

(b) アンケートによる調査結果

造船所およびメーカの各社からのアンケートをもととして標準化を進めたが、現時点ではまだ材質についての十分な検討がなされなかったため、今回は型をある程度しぼることだけにとどめて中間的報告とし、一応材質をFCとした場合のことを想定して述べる。その詳細は来年度引き続き審議する。

(c) 標準作成上の考察

(i) 形 状

イ) フランジ形状 円形、正方形、長方形の外形に分れているが、デザイン上、配管上の安定度などからみて長方形タイプのものが適当と思われる。

ロ) フランジのパッキン面座、全面座、大平面座、ハメ込み座などがあるが、これは機械加工上のメーカの利点を考慮して全面座のものを採りたい。耐圧上ガスケットの品質向上による漏洩のおそれなくなってきたことと、面座の前後方向位置を限定する配管上の制約を考慮しなくてすむことなどが、主な理由である。

ハ) フィンの形態

1) フィンの位置 チューブに付くフィン、チューブの長さ方向に対して縦列と横列するもの、両者を有して交叉しているもの、その他螺旋状に周囲しているものなどがある。

2) フィンの形状 横列する横フィンの形状が、正円に近いもの、楕円形、長楕円形のものがあ、その間隔は一樣ではない。

3) フィン条数 縦フィンの条数が2列、4列、もしくは数列あるものに分かれている。

以上を総合して鋳造上の優劣度、さらにフィンチューブの性能上の利点を考慮し、強度および経済性からみて、最も有利なものを選定することに決め、次のフィン形態のものを採り上げた。すなわち、

フィン位置 : 縦フィン、横フィン交叉のもの

横フィン形状 : 楕円形を有するもの、45mm間隔に設ける

フィン条数 : 縦方向は上下左右の4ヶ所を縦走するもの、横方向は45mm間隔に設ける。

(ii) 材 質

耐蝕性の点からJIS G 5501によるFC20、もしくはFC25を多く採用している。しかしながらこの材質品は、安価で入手できる利点がある反面、破損し易い欠点があ、運搬上、取扱上の注意は勿論のこと、取付後の破損対策を必要とし、ブロック工事の早期機装を大いに阻害していた。ところが最近強靱性を有するJIS G 5502による、FCD40～45製品が、新しくメーカから照会されてきたが、その詳細について来年度に引き続き審議することにする。

(iii) 寸 法

イ) フィンチューブの内径 40φ、50φの2種があるが、フィンチューブの経済性および強度面から50φ1本に統一する。

ロ) フィンチューブの管厚 メーカの鋳造技術上の問題と経済性および耐蝕上から考慮してメーカの標準寸法を採用して8mmとする。

ハ) フィンチューブの管長 現在では2.2M、2M、1.5Mおよび1Mの4種類があるが、これを2M、1Mの2種に限定する。

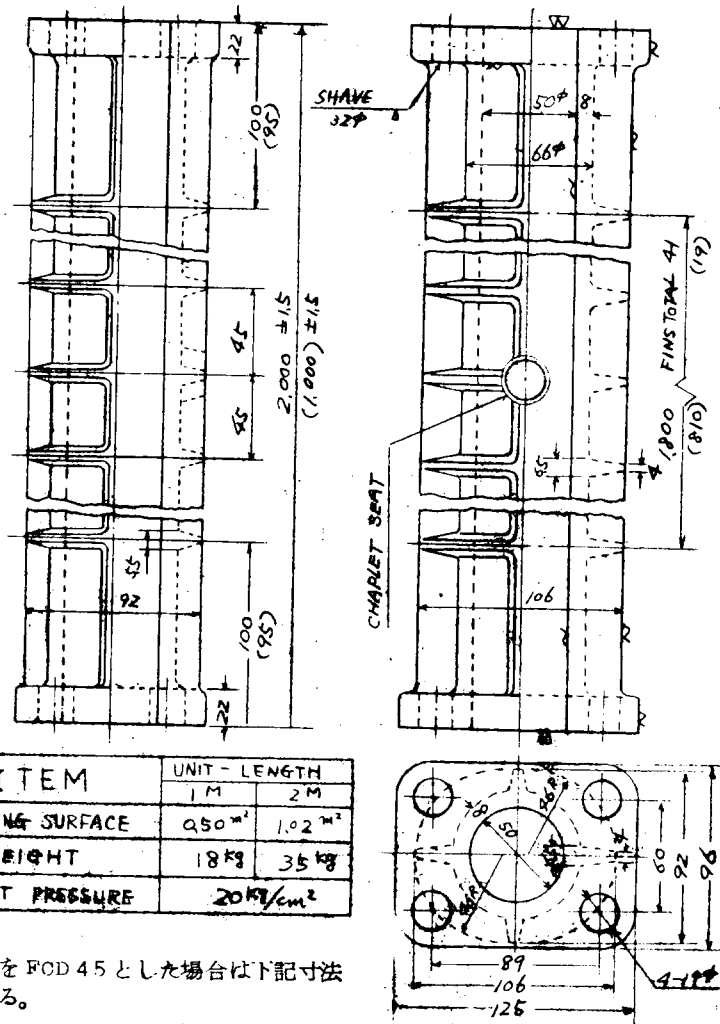
ニ) その他の個所の寸法 フランジ肉厚、フランジボルト穴径、同穴位置、フランジ外径寸法、フィン肉厚、

フィン突出部寸法および曲りR、並びに断面部の寸法などについては、メーカーの標準を採用することとする。

(d) 設 定 標 準

前項の考察をもととして図2.1.7.1.3にこれを示す。

(注) 図寸法: FC 管の27(17)の寸法を示す



材質をFCD 45とした場合は下記寸法になる。

管 外 径 : 164 φ, 管肉厚: 7

フランジ肉厚 : 18

重 量 : 2Mのもの…32kg, 1Mのもの…17.5kg

最高テスト圧力: 24kg/cm²

図2.1.7.1.3 加熱管用フィンチューブ(CAST IRON FIN TURE)標準

② ドレツサー形、スリーブ形、伸縮継手

アンケートの結果は

タ イ プ	メーカ	造 船 所
ドレツサー形	MA社	(6 社)
	MB社	(4 社)
	MC社	(2 社)
ス リ ー ブ 形	MA社	(5 社)
	MB社	(3 社)
	MD社	(1 社)

注: 造船所数が多いのは複数メーカー品を使用している社があるため。

適用管系

ドレッサー形	スリーブ形を採用している管系以外のもの	
スリーブ形	甲板蒸排気管、タンククリーニングラインは各社共通に採用。	
	消火管系に採用している所は	3社
	NV船のみ消火管系に採用している所	3社
	取付け時において船体および管の伸縮を考慮している。	1社
	” ” ” していない。	7社

以上の通り使用メーカーはMA、MB2社が大部分であるが、現段階で標準を統一するにあたっては、“関連メーカーとの調整”の項で述べた通りの種々の問題がある。

(23) 銅管および銅合金管用接手

(a) アンケート結果

各社で使用されている銅管および銅合金管用リモコン接手についてアンケートの調査結果、接手材質については母管材と同質の材料を使用する場合と母管材に近い材質を使用する場合との二通りがある。銅合金管用接手では差込銀ろう付スリーブ、Tピース、ユニオンの使用実績が多く他の形式のものは使用が少なく種類のばらつきが多い。

送付された資料図面を調査した結果、銅管接手として真鍮ろう付銅スリーブ接手が使用されており接手の取り付け方式としては喰込み方式が一番多く材質ではBsBFが一番多い。

なお、エルボーは銅、銅合金管用とも使用実績が極めて少なく曲部では母管材のベンダー曲げ加工を行なっているものと思われる。

表2.1.7.10にアンケート結果の一部を示す。

(b) 考察

各社より送付された資料図面では接手の形状および全体寸法は大同小異であったが、銀ろうの形状、径、数量、封入の方法等では相当相異があった。

今回、このような寸法的なものまでは統一できなかったが、強度対腐蝕性、材料費節減、材料管理等に重点をおき使用場所、圧力、材質にたいして下記の通り設定を行なった。

	使用場所	使用圧力	使用材質
銅合金管用			
銀ろう付スリーブ接手	INTK	中低圧	BsTF
	ONDK	”	BsBF
銅管用			
真鍮ろう付スリーブ接手	ONDK	低圧	CuT & DCuT
喰込接手	”	”	BsBF

2.1.8 評 価

以上、艤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からのみならず設計部門、製造（その他）部門の工数減、材料費の増減、重量の増減などの面からもとらえ、製造部門の工数減については、艤装工作分科会に当小委員会案の検討をしていただき、ここにその分析結果を得ることができた。

表 2.1.8.1 は上記の面からみた評価表であるが、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。工数減の検討においては、各社の様々な複雑な条件がからみ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、表 2.1.8.1 の中に示した程度の省力化が予想され、これにもとづいて年間一名の年間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 2100 時間として単純に計算した場合、製造（その他）部門の節労人員約 2～4 人、設計部門省力人員約 1 人となる。さらに本調査の範囲では材料費、重量においてもやや減少するという成果を得た。

これら省力化によって作られる余力は、造船所近代化を進めるうえ今後大巾に導入が予想される工場設備の自動化、設計製図の電算化など重要な企画の面に向け得ることとなり、生産の増大に寄与することが可能である。

結 語

船殻関係での検討の結果、部材の種類を極力減らすことによる省力化効果は相当に期待されるが、当然のことながら現状よりは重量の増加が生じ、両者の分岐点が問題となる。特に広巾板の使用は船型の大型化とともに必然的なものとなるが、その効果は EXTRA 額によりメリットが左右され、この問題は鋼板製造設備と造船設備とのかねあひになる。

艤装関係では多種多様の仕様目的を満足させるためには一律に種類・数量を減らすわけにはゆかない状況にあり、省力化効果もそれぞれ部分的であり、また、関連企業への影響もあり、大巾な省力化のためにはこれら多くの関連企業を含めて個々に対策を検討し、それらの積み重ねをはからねばならない。

広義の標準化を進めるために船舶は国際的性格が最も強いので、各国船級協会の規則の相異をはじめとした国際的な問題もあるが、少なくとも国内における造船関連団体や企業は総合的見地から英断をもって対策を検討することが省力化効果への必至の条件となる。特に標準船型開発による設備の専用化と同時に外注品、メーカー品についてそれら業界とともに徹底した問題解決にあたらなければならないであろう。

表 2. 1. 8. 1 評 価 表

品 目	利 点													欠 点		材 料 費 増 減	重 量 増 減
	設計部等選定購入部品への寄与	顧客の迅速な承認の寄与	官公庁、船務協会への化	早期出荷・早期納入の寄与	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	適正仕様の発見による保	各環境協同設計	専門品質の安定向上	部品の生産による	付帯的効果	標準化・新規格の採用	業者自由競争の阻害		
鋼 管	○		○		○	○	○	○	○	○							
鋼管 ベンドピース	○				○	○	○	○	○	○							
鉄 系 鋳 物 管	○	○	○	○		○		○	○	○	○	○	○			減	減
銅管および銅合金管	○		○				●	○	○				○			増	増
鋼 管 用 フ ラ ン ジ	○	○		○				○	○	○			○			減	減
ストレーナー(水用・油用)	○			○	○				○	○						減	減
仕 切 弁	○	○		○		○		○	○	○	○	○					
玉 形 弁	○	○		○		○		○	○	○	○	○					
ア ン グ ル 弁	○	○		○		○		○	○	○	○	○					
ベ ル マ ウ ス	○	○		○		○		○	○	○	○	○					
タンククリーニング ホ ー ル カ バ ー	○	○		○		○		○	○	○	○	○					
ボ ン ネ ッ ト 形 空 気 管 頭	○	○		○		○		○	○	○	○	○					
グ ー ズ ネ ッ ク 形 空 気 管 頭	○	○		○		○		○	○	○	○	○					
カ サ 歯 車	○	○		○		○		○	○	○	○	○					
パ タ フ ラ イ 弁	○	○		○	○	○		○	○	○	○	○					
盲 フ ラ ン ジ	○	○		○		○		○	○	○	○	○					
パイプサポート お よ び バ ッ ト	○	○		○					○							減	
U ボ ル ト ラ イ ナ ー 小 径 銅 管 用 バ ン ド	○			○			○	○	○								
銅管用パイプアンカー	○								○								
ヒーティングコイル用 サ ポ ー ト	○	○			○			○	○			○				減	減
加熱管用フィンチューブ	○	○			○		○	○	○		○		○			増	減
リ モ コ ン 用 接 手				○	○		○	○	○							減	

工 数 減

- ・ 製造(その他)部門の工数減: 約 4,700~7,800時間/年、機装工作分科会に小委員会(案)を検討していただく際、重量当りの工数等に条件の抑え方、社の事情等より差が出てきたためその最小と最大の時間を表示することにした。なお、小委員会(案)で工数減 0 としたものの内 2~3 社から工数減ありとご指摘いただいたものもあるがそれらは割愛している。

総合的には年間 4.5 隻としたが品目によつては総べての船に適用されないものがあるので係数を乗じて年間の時間数を求めている。

- ・ 設計部門の工数減: 約 2,400時間/年

表 2.1.7.10

使用場所: ①-IN TANK ②-ON DECK

使用圧力: ④-高圧 70^K以上 ③-中圧 70^K迄 ②-低圧 20^K迄

		差込銀ロウ付			差込銀ロウ付内込			差込銀ロウ付喰込			喰込			其の他		
		使用場所	使用圧力	材質	使用場所	使用圧力	材質	使用場所	使用圧力	材質	使用場所	使用圧力	材質	使用場所	使用圧力	材質
H社	スリーブ	①②③④		BsTF3 FNBC												
	エルボー	①②③④						②③④	BsBF							
	Tピース	①②③④														
	レデューサー	①②③④														
	フランジ	①②③④														
	ユニオン	②③④		BsTF3	②③④		BsBF				②③④		BsBF			
A社	スリーブ	①②③		BsBF												
	エルボー	②③		BsBF												
	Tピース	②③		BsBF												
	レデューサー															
	フランジ	②③		BsBF												
	ユニオン															
B社	スリーブ	①②③④		BsIE BsBF												
	エルボー	①②③④														
	Tピース	①②③④		BsTF BsBF												
	レデューサー															
	フランジ															
	ユニオン															
C社	スリーブ	②③④		S25C	(注) I) タンク内は SUS管											
	エルボー	②③④		IN ENCLOSURE SPACE EXCEPT IN TANK	使用											
	Tピース	②③④			II) パッキン部接合部を											
	レデューサー				除く途中配管は											
	フランジ				スリーブユニオンと											
	ユニオン				ベンダー加工による						②③④		BsBM BsBF			
D社	スリーブ															
	エルボー															
	Tピース				当社では配管工事を外注しているため 製造に											
	レデューサー				ついては一切業者の責任に 於て 持たせている。											
	フランジ				(社内基準なし)											
	ユニオン															
E社	スリーブ	①②③		HBsB2										②	④	DCuT2
	エルボー															
	Tピース	②③		HBsB2										②	④	DCuT2
	レデューサー													②	④	DCuT2
	フランジ															
	ユニオン	②③		HBsB2							②	④	BsBF			差込ロウ付
F社	スリーブ	①②		BsTF BsBM												
	エルボー															
	Tピース	②		BsTF BsBM												
	レデューサー															
	フランジ	②		BsTF BsBM												
	ユニオン															
G社	スリーブ	①②③④		BsTF3 CuT2-0												
	エルボー															
	Tピース	①②③④		BsTF3 CuT2-0												
	レデューサー															
	フランジ	②③④		HBsC1 HBsC1												
	ユニオン	②③④		HBsB										②③		HBsB HBsC1

2.2 節労化の効果の評価および直線式構造の実験

節労化小委員会では昭和44年度のデューブ・サーベイの結果をもとにして次のような検討を行なった。

(1) 節労化の効果の評価

節労設計のあり方を検討する場合は、かなりはっきりした姿で節労化の効果の評価がなされなければならない。この観点に立って下記の3つの節労項目を取り入れた図面を作成し、これについて節労効果の評価を行なった。

- (a) 部材数・溶接長の減少
- (b) 加工度の減少
- (c) 交通装置の改善

(2) 直線式構造の実験

直線式構造は現時点ではその構造的挙動が明確にされていないので、大幅には採用されていないが、もし大幅な採用が可能であるならば節労化に対してかなり有効であると考えられる。そこで強度的問題点の中の下記の項目について実験研究を行なった。

- (a) ブラケットのシリーズ・モデルによる光弾性試験
- (b) 小型模型による疲労試験
- (c) 直線式構造の検討
- (d) 大型模型による疲労試験
- (e) ガス切断部の強度

2.2.1 節労化の効果の評価

(1) 節労化を考慮した設計図の作成

まず基準船型として、実際に建造した次のような主要目の20万トンタンカーを選ぶ。

$L \times B \times D \times d = 307\text{ m} \times 48.2\text{ m} \times 25\text{ m} \times 19.3\text{ m}$
 $C_b = 0.850$
タンク数 5 (No.3のみ7 trans.sp., 他は10 trans.sp.)
trans space 4.92 m
Bottom longi sp. 960 mm
Side longi sp. 900 mm
Breadth of center tank 21.12 m
Class AB
構造方式
Center tank : center girder あり
Wing tank : 2 strut system
Trans bhd : plain bhd, Vertical stiff

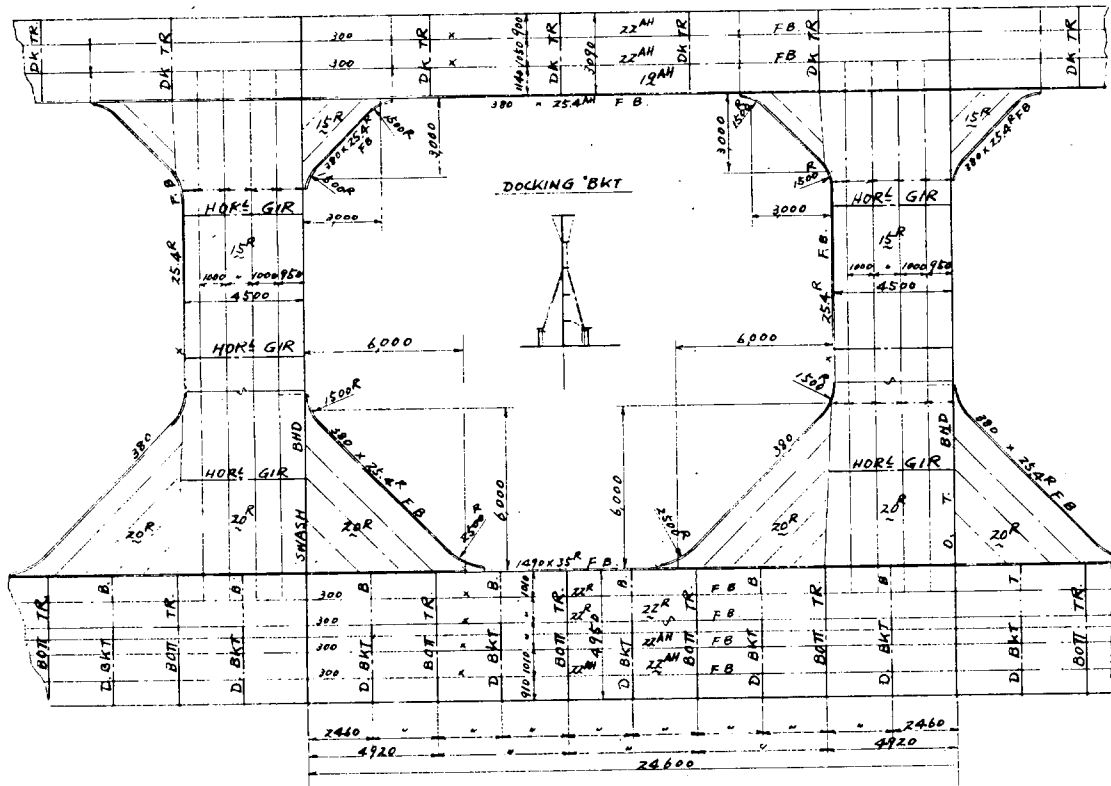
これを基準船型とし、これの構造方式を変えたり、あるいは部材心距を広げた各種節労設計図を作成する。基準船型の重量を表2.2.1に、各種節労設計図の特徴を表2.2.2に示す。表2.2.2からわかるように、LS-1～LS-3は構造方式によって節労効果がどのように変わるかを調べるための設計であり、LS-4～LS-6は部材心距を広げて部材数や溶接長の減少を計った設計である。また、LS-7およびLS-8は一応現時点での知識をもとにして直線構造方式の設計を行なおうとするものである。

このような各種節労項目を取り入れた中央横断面図を図2.2.1～図2.2.9に示す。

(2) 各種節労設計についての船殻重量および加工時数の比較

(1)で設計した各種節労設計図のうちLS-0をベースとして他の設計LS-1～LS-8の船殻重量および加工時数の比較を行なう。加工時数の比較については、本来ならば船殻工作分科会に依頼して検討を行なうべきであるが、同分科会では、昭和46年度の研究課題としてこの問題を取りあげるよう予定を変更したので、本年度は節労小委員会の委

CENTER GIRDER & CENTER VERTICAL WEB ON TRANS BHD

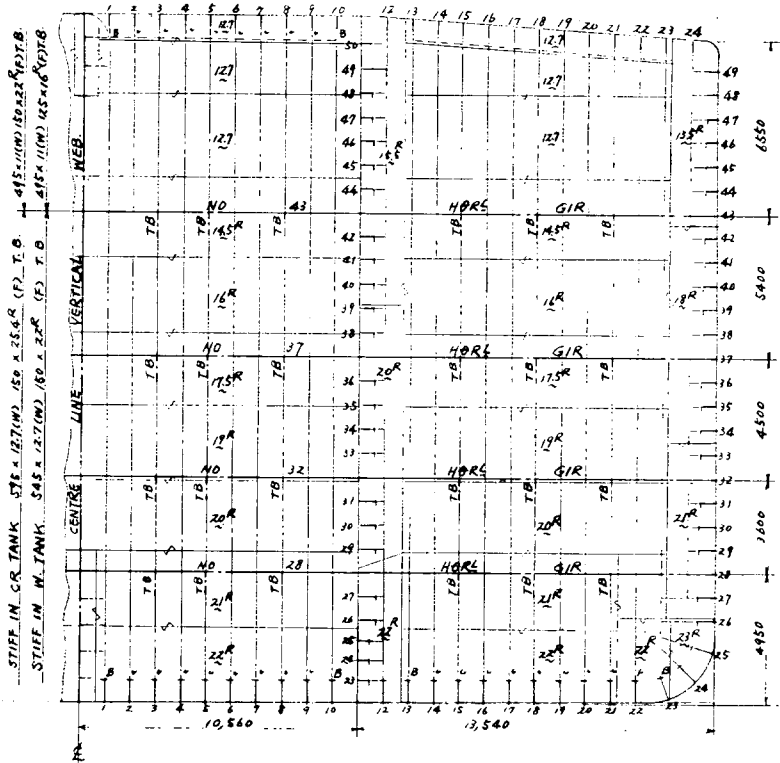
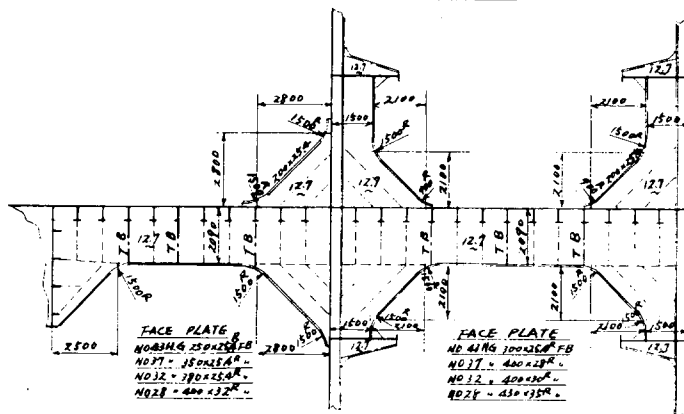


☒ 2.2.1 (2)

PRINCIPAL DIMENSIONS
 LENGTH ... B.P. ... 507.000
 BREADTH MOULDED ... 48.000
 DEPTH MOULDED ... 25.000
 DESIGNED DRYDOCK MOULDED ... 19.000

LS-0	BASIC STRUCTURAL SYSTEM
SCALE : 1/200	相當 : F72

HORL GIR ON O.T. BHD



2.2.1 (3)

PRINCIPAL DIMENSIONS

LENGTH B.P.	30 ^M 00
BREADTH MLD	48 ^M 20
DEPTH MLD	25 ^M 00
DRAUGHT MLD	19 ^M 30

LS-1	STRINGER SYSTEM
SCALE : 1/200	担当 : G社

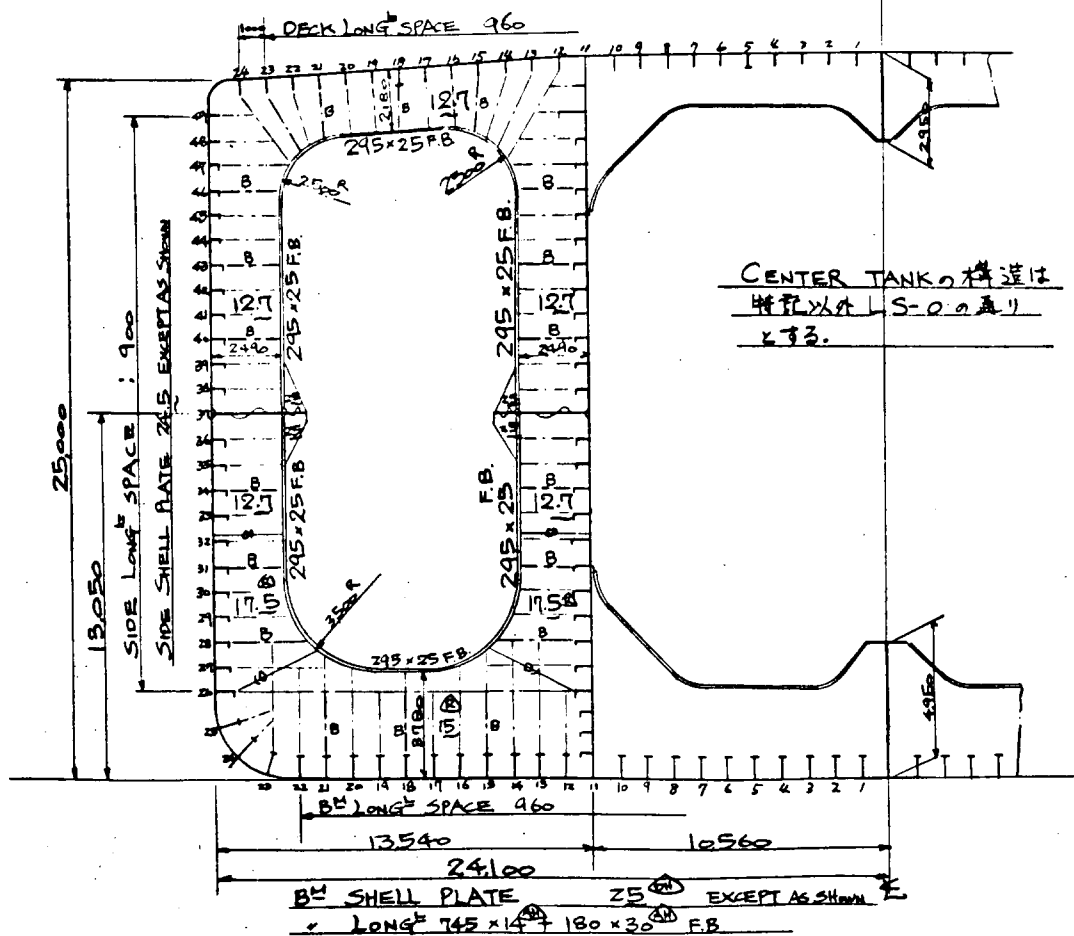
SIDE LONG & MORE STIFF ON
LONG. BHD. OF 15-0 IS 100

MIDSHIP SECTION

TRANS SPACE: 4920

UPPER DECK PLATE 25

Long^h 480 x 32 ^(AW) F.B.

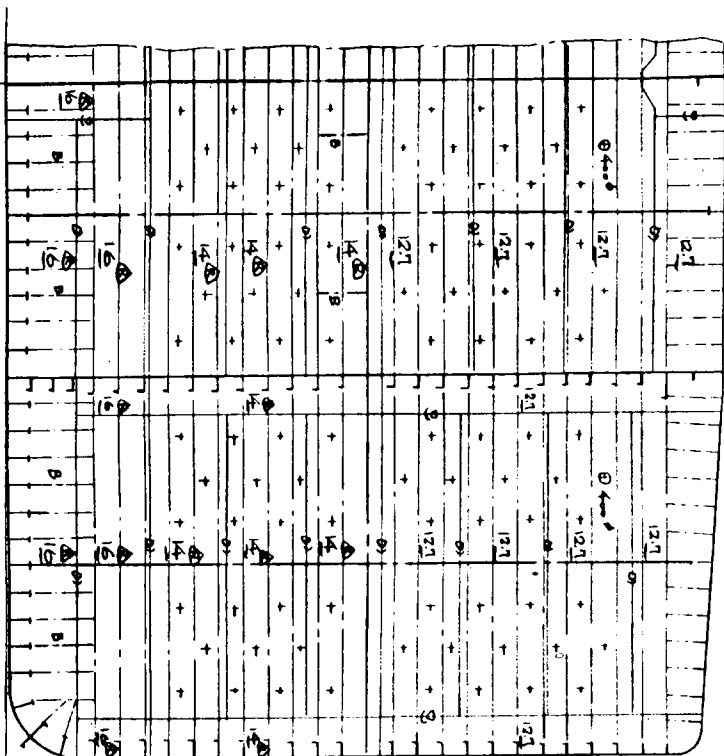
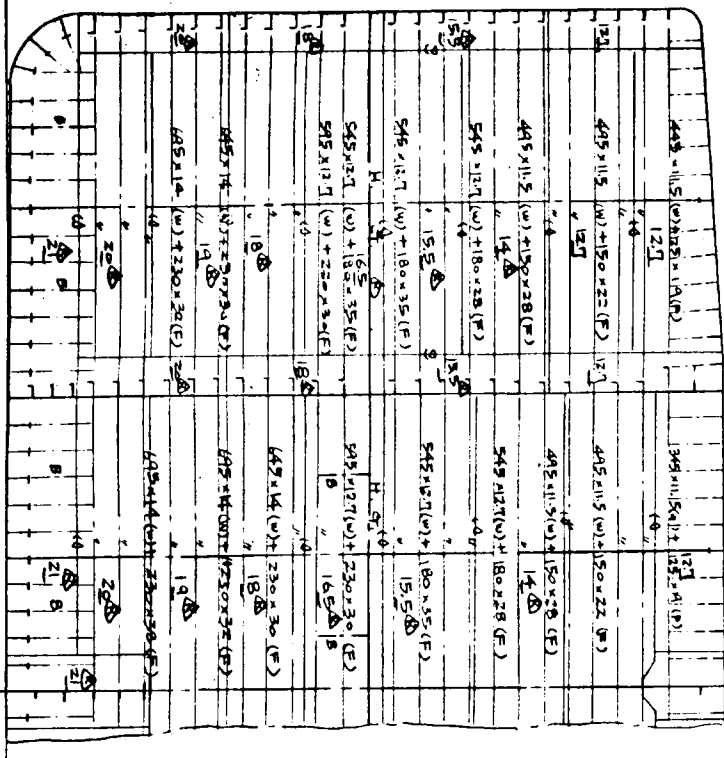


CENTER TANKの構造は
特記以外LS-Oの通り
とする。

☒ 2. 2. 2 (1)

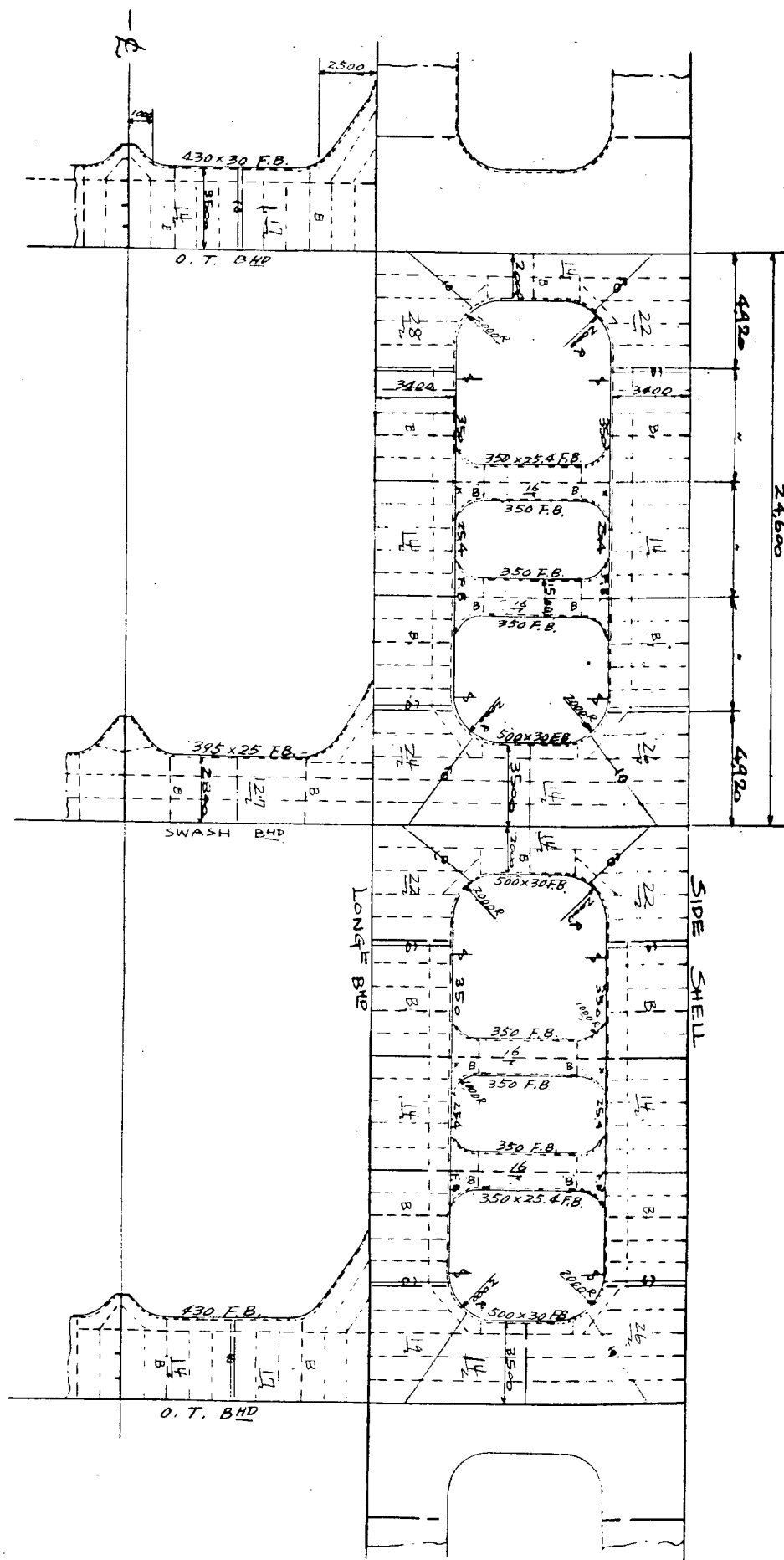
SWASH BHD

B^{HP} STIFF 345 x 11.5 (w) + 150 x 22 (F)



- 104 -

HOR^L GIR. & SIDE STR. PLAN



2. 2. 2 (4)

PRINCIPAL DIMENSIONS	
LENGTH	307.000
BREADTH MOULDED	48.300
DEPTH MOULDED	25.000
DESIGNED DRAUGHT MOULDED	17.300

LS - 2	1/2 CENTER GIRDER LESS SYSTEM
SCALE : 1/200	担当: A 社

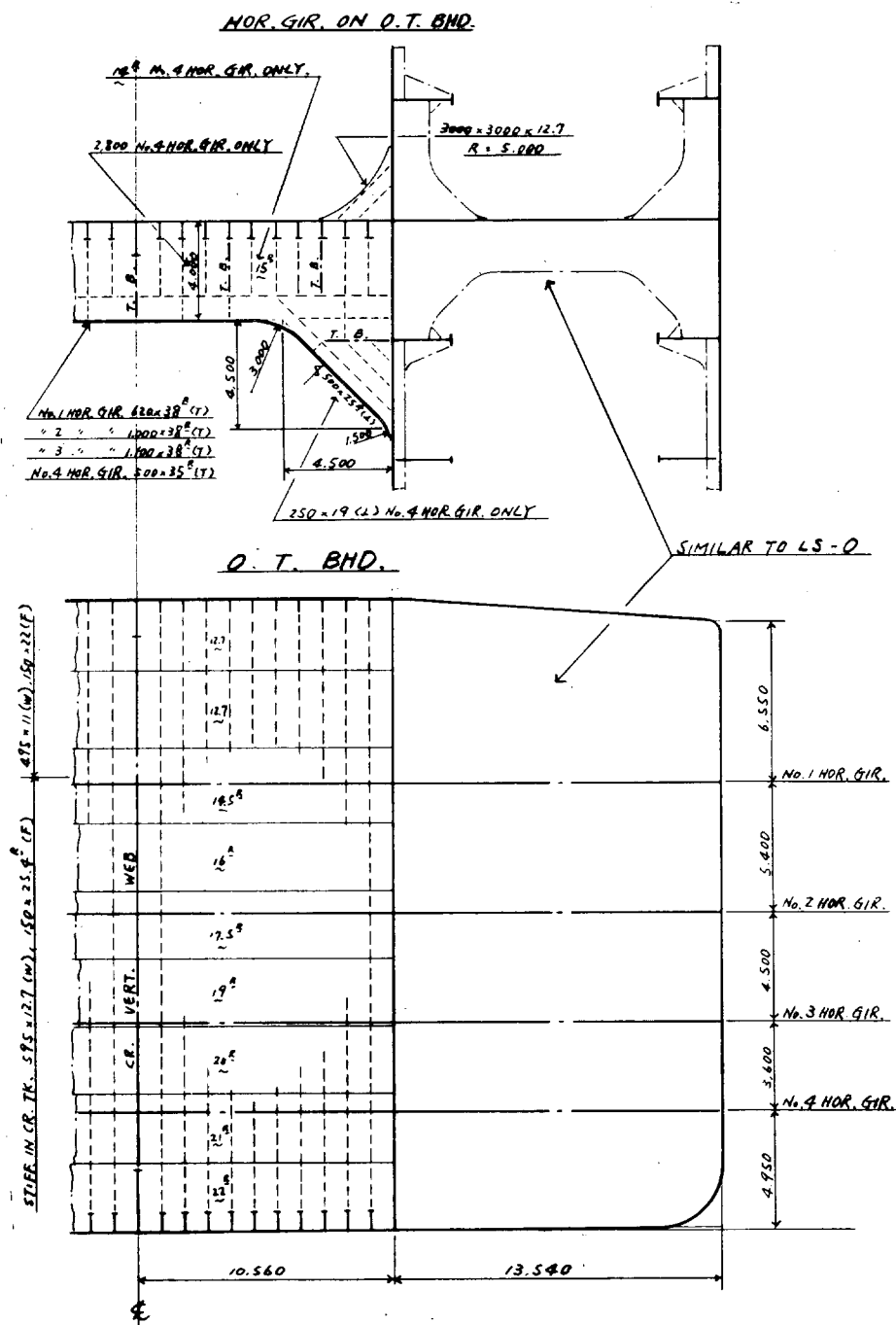
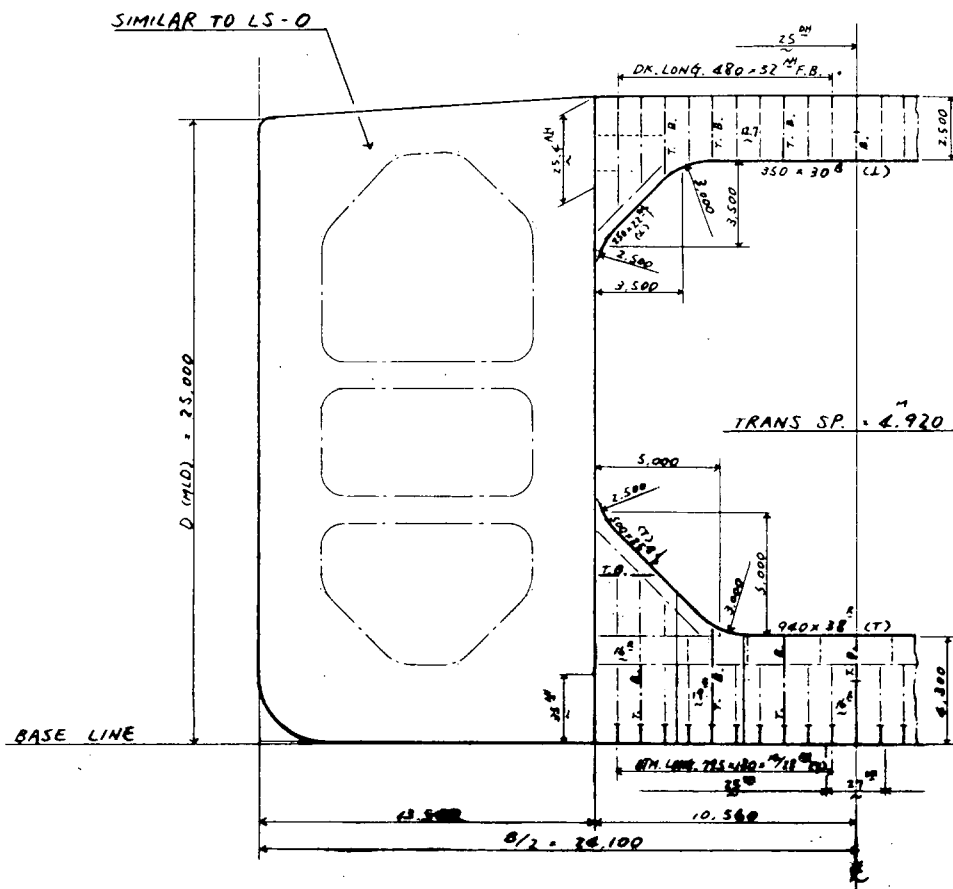


図 2. 2. 3 (1)

MID-SHIP SEC.



☒ 2. 2. 3 (2)

CENTER GIRDER (INTERCOSTAL) & VERTICAL WEB

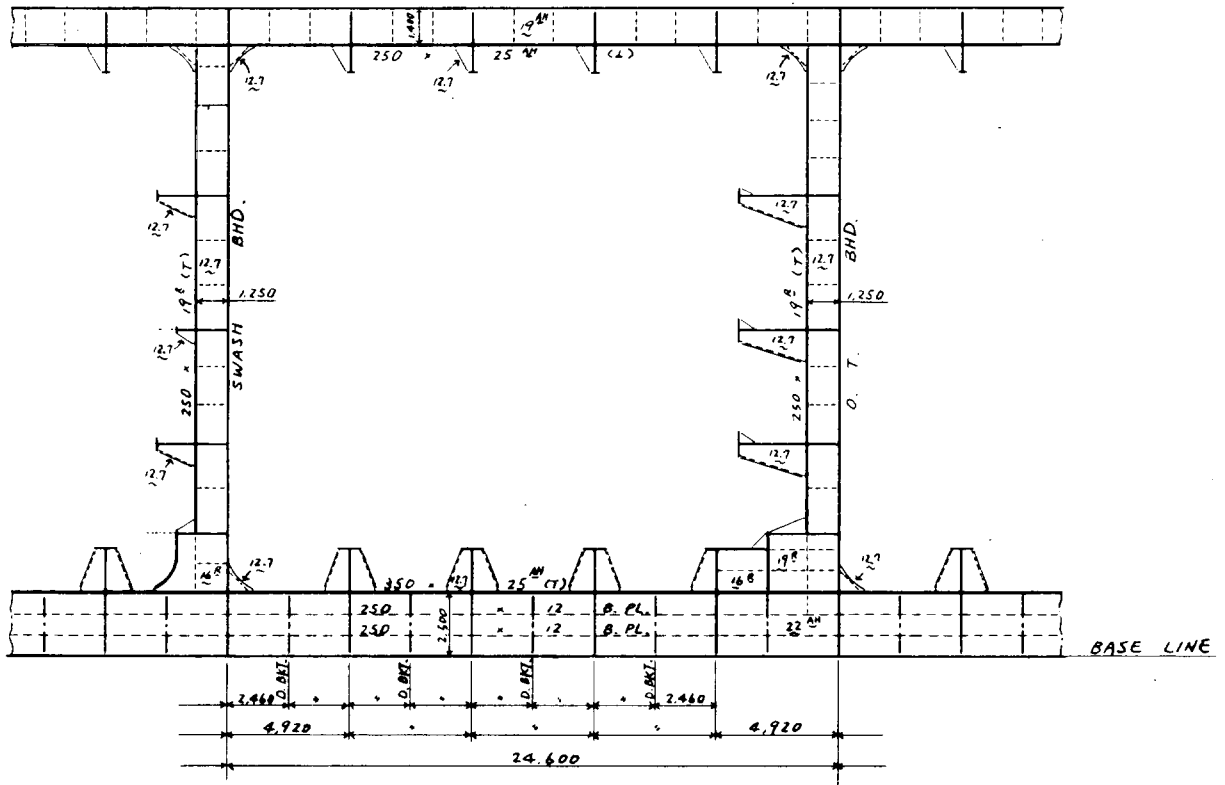


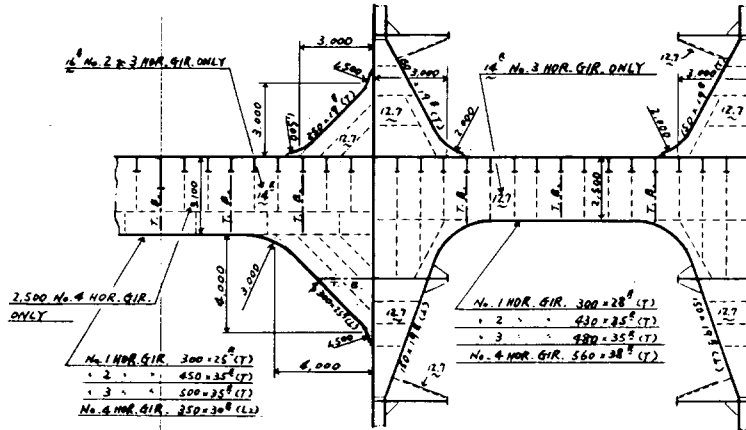
图 2. 2. 3 (3)

PRINCIPAL DIMENSIONS

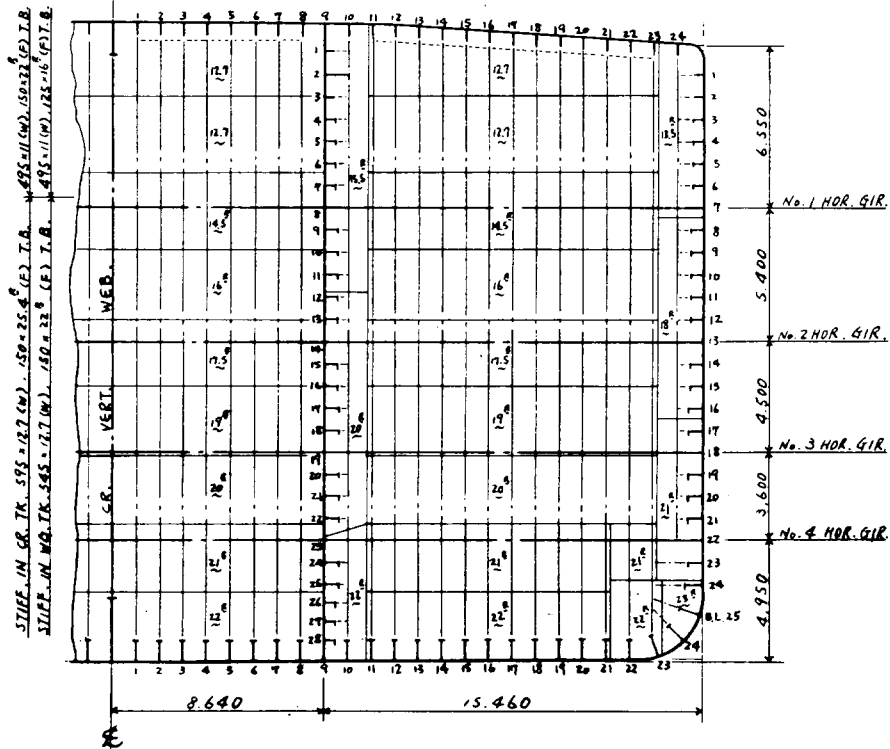
LENGTH	307.800
BREADTH MOULDED	48.200
DEPTH MOULDED	25.200
DESIGNED DRAUGHT MOULDED	19.300

LS - 3	8/3 CENTER GIRDER LESS SYSTEM
SCALE : 1/200	担当: A社

HOR. GIR. ON O.T. BHD.

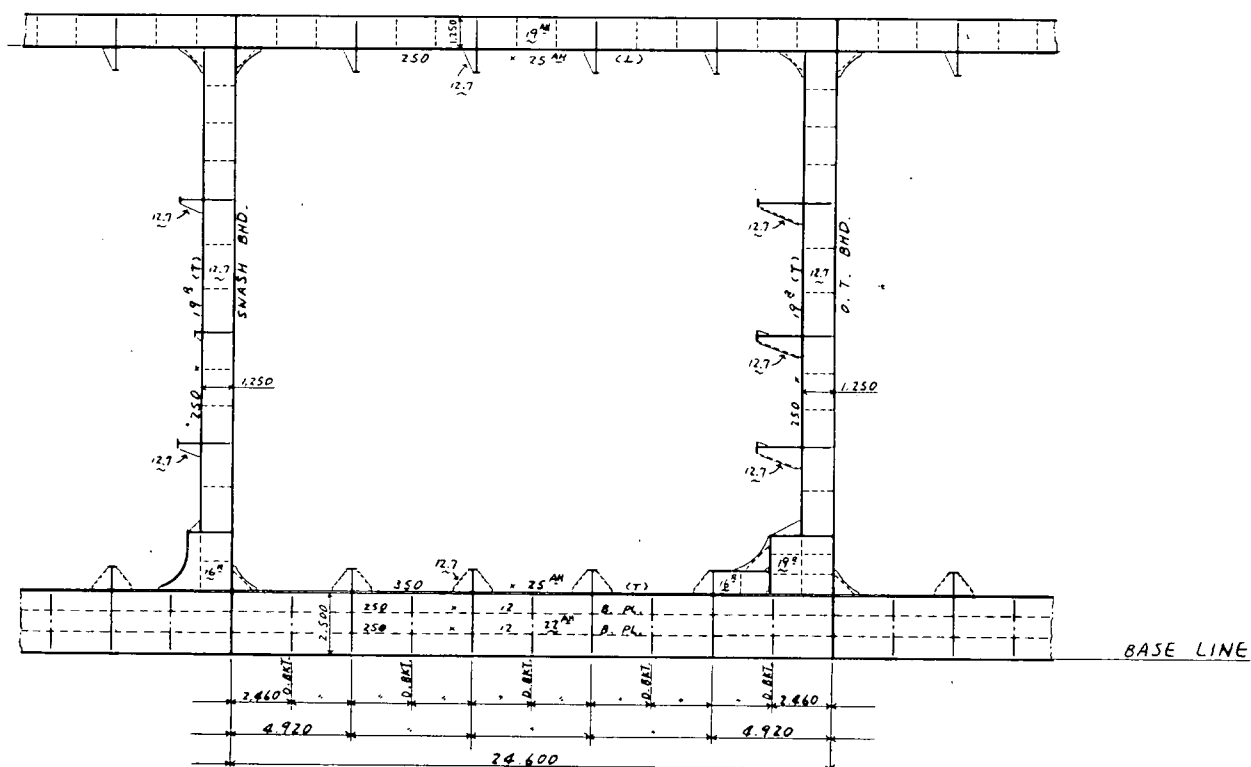


O. T. BHD.



2. 2. 4 (1)

CENTER GIRDER (INTERCOSTAL) & VERTICAL WEB.



☒ 2. 2. 4 (3)

SIDE LONGL

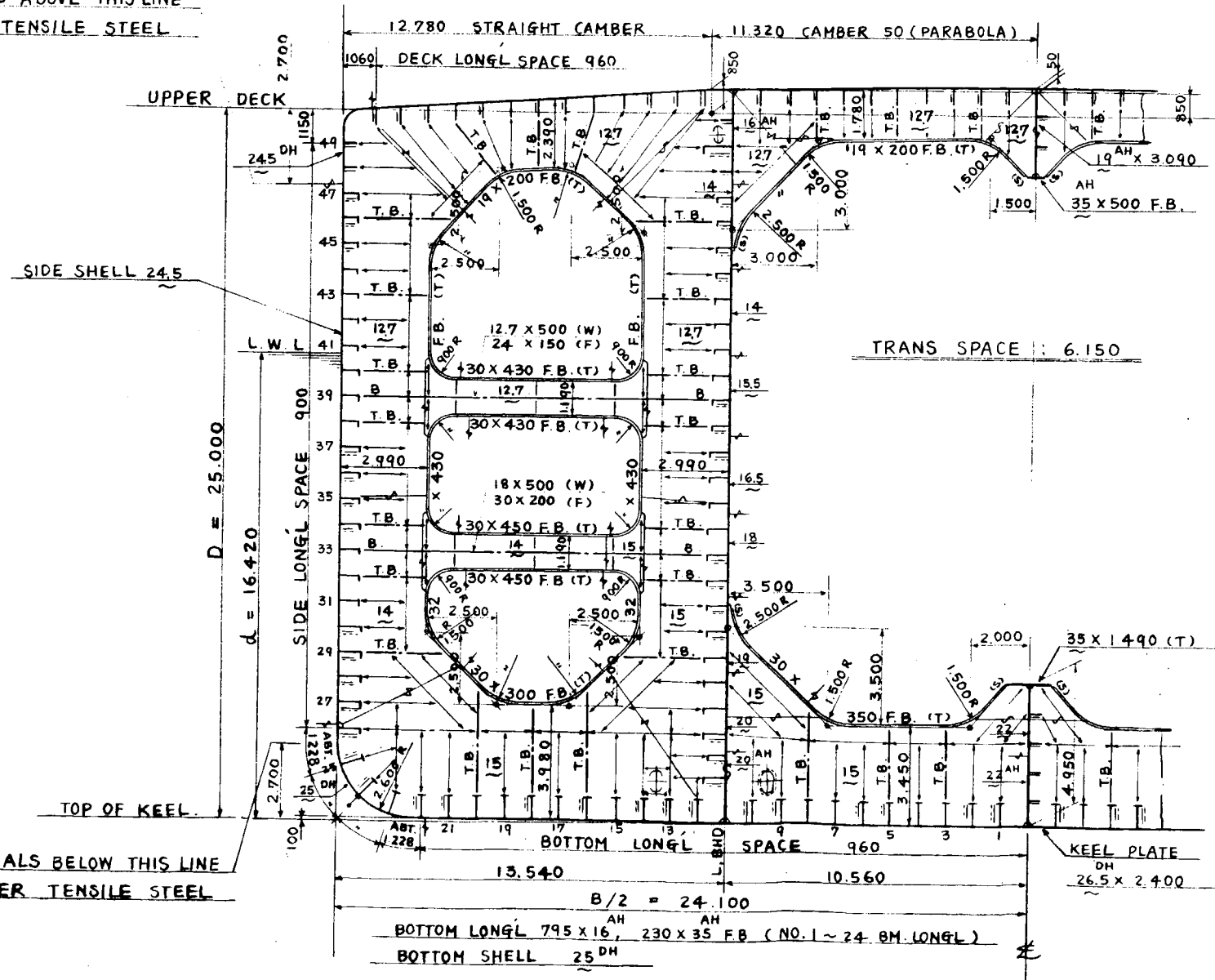
NO. OF LONGL	SCANTLING
48 & 49	380 X 25.4 F.B.
44 ~ 47	495 X 11 (150 X 19 F.B.)
41 ~ 43	545 X 12.7 (150 X 22 F.B.)
38 ~ 40	595 X 12.7 (150 X 25.4 F.B.)
35 ~ 37	645 X 12.7 (150 X 28 F.B.)
31 ~ 34	695 X 12.7 (150 X 32 F.B.)
27 ~ 30	795 X 16 (150 X 30 F.B.)
26	795 X 16 (230 X 32 F.B.)
25	795 X 16 (230 X 32 F.B.)

LONGL BHD. LONGL

NO. OF LONGL	SCANTLING
50	380 X 25.4 F.B.
49	960 X 16 (200 X 16 F.B.)
48	380 X 25.4 F.B.
44 ~ 47	495 X 11 (150 X 19 F.B.)
41 ~ 43	545 X 12.7 (150 X 22 F.B.)
38 ~ 40	595 X 12.7 (150 X 25.4 F.B.)
35 ~ 37	645 X 12.7 (150 X 28 F.B.)
30 ~ 34	695 X 12.7 (150 X 32 F.B.)
26 ~ 29	795 X 16 (150 X 30 F.B.)
25	645 X 14 (150 X 25.4 F.B.)
24	795 X 16 (200 X 30 F.B.)

UPPER DECK PLATE 24.5
UPPER DECK LONGL 32 X 500 F.B.

ALL LONGL MATERIALS ABOVE THIS LINE
TO BE OF HIGHER TENSILE STEEL



ALL LONGL MATERIALS BELOW THIS LINE
TO BE OF HIGHER TENSILE STEEL

PRINCIPAL DIMENSIONS

LENGTH B.P.	307.000
BREADTH MOULDED	48.200
DEPTH MOULDED	25.000
DESIGNED DRAUGHT MOULDED	19.300

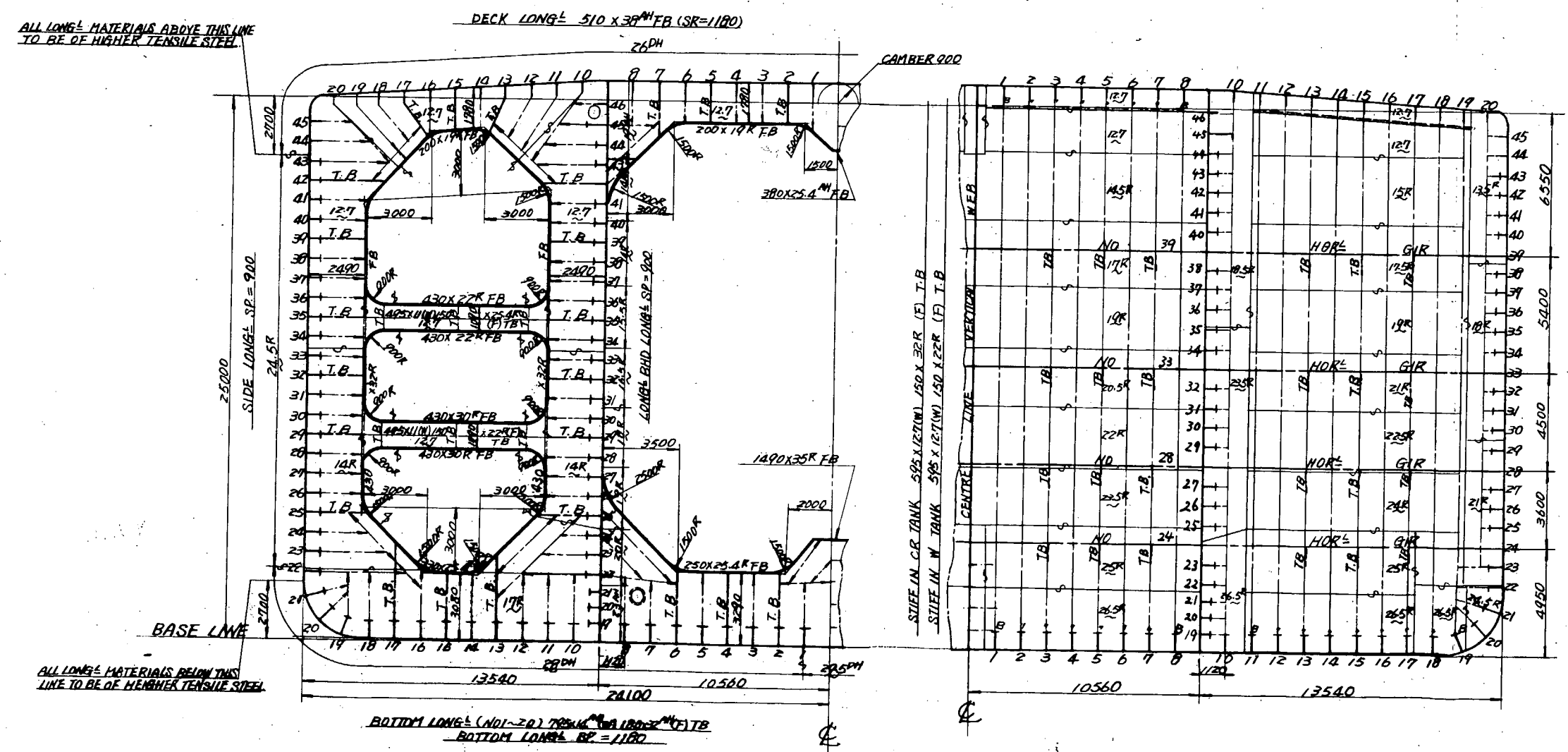
LS - 4 WIDER TRANS SPACE

SCALE : 1/200

担当 : 日社

SIDE LONGITUDINALS		LONG. RHD LONGITUDINALS	
NODE NO.	SCANTLING OF LONG.	NODE NO.	SCANTLING OF LONG.
44-45	350 X 25.4 ^{MM} FB	44-46	350 X 25.4 ^{MM} FB
40-43	375 X 11(W) 125 X 16 ^{MM} (F) TB	45	360 X 16 (W) 200 X 16 ^{MM} (F) TB
37-39	405 X 11(W) 125 X 16 ^{MM} (F) TB	40-43	375 X 11(W) 125 X 16 ^{MM} (F) TB
34-36	405 X 11(W) 150 X 19 ^{MM} (F) TB	37-39	405 X 11(W) 125 X 16 ^{MM} (F) TB
31-33	405 X 11(W) 150 X 25.4 ^{MM} (F) TB	34-36	405 X 11(W) 150 X 19 ^{MM} (F) TB
27-30	595 X 12.7(W) 150 X 22 ^{MM} (F) TB	31-33	405 X 11(W) 150 X 25.4 ^{MM} (F) TB
23-26	595 X 12.7(W) 150 X 30 ^{MM} (F) TB	26-30	595 X 12.7(W) 150 X 22 ^{MM} (F) TB
22	695 X 12.7(W) 150 X 28 ^{MM} (F) TB	22-25	595 X 12.7(W) 150 X 30 ^{MM} (F) TB
21	695 X 12.7(W) 180 X 32 ^{MM} (F) TB	19-21	445 X 12.7 (W) 50 X 35 ^{MM} (F) TB

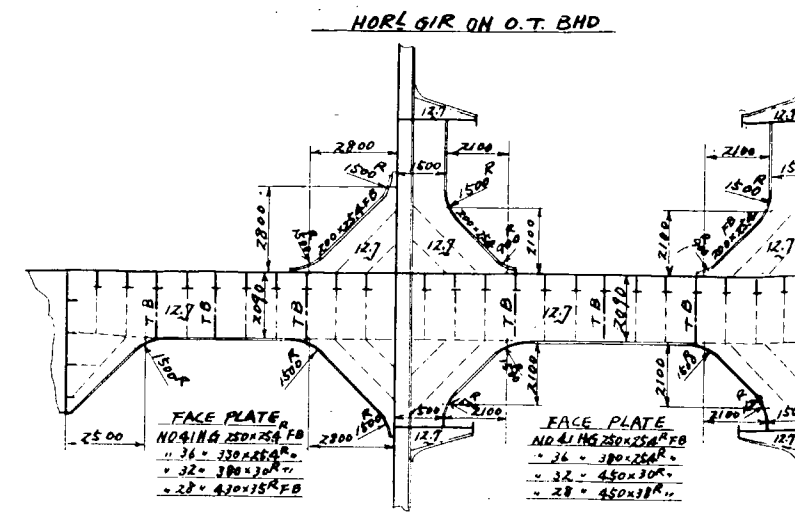
PRINCIPAL DIMENSIONS
 LENGTH B.P. 307' 000
 BREADTH MOULDED 48' 700
 DEPTH MOULDED 25' 000
 DESIGNED DRAUGHT MOULDED 19' 500



LS-5 WIDER BOTTOM LONG. SPACE
 SCALE: 1/200 担当: C社

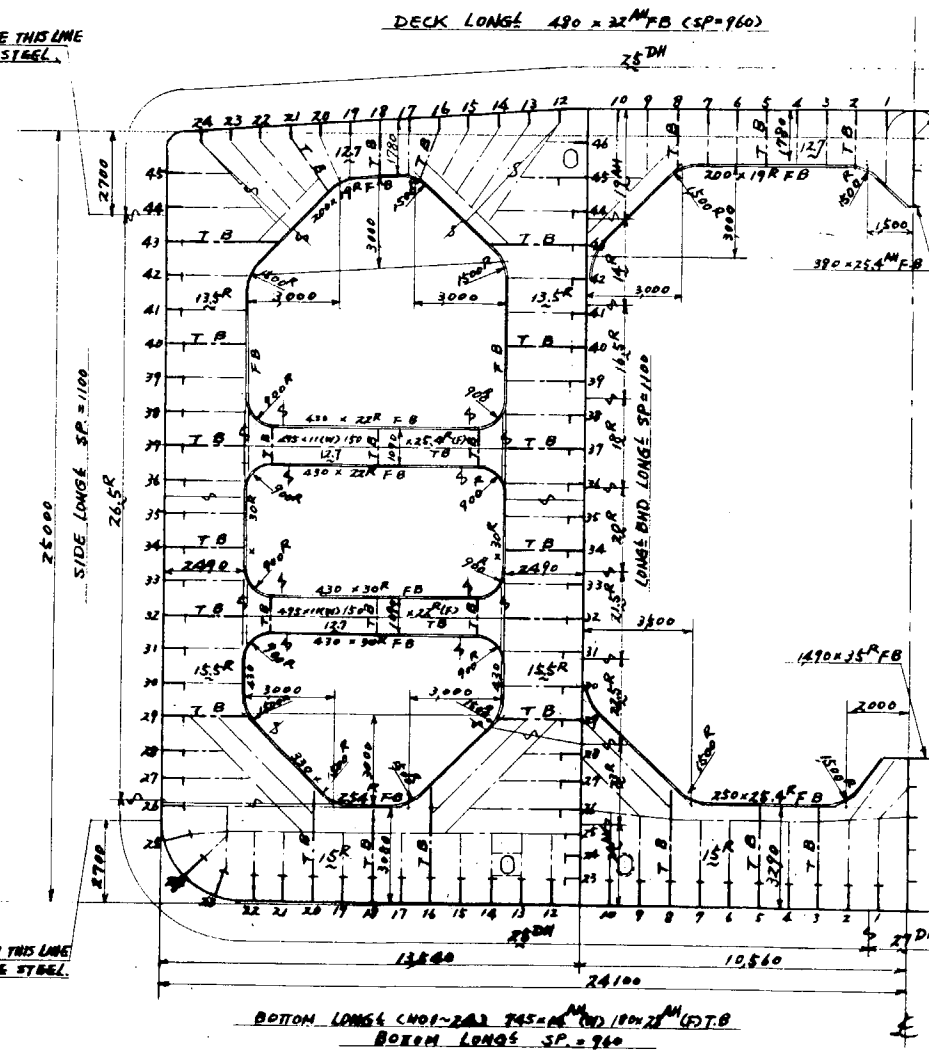
SIDE LONGITUDINALS	SCANTLING OF LONG
44-45	350 x 25.4 ^{MM} FB
41-43	495 x 11 (W) 125 x 16 ^R (F) TB
37-40	495 x 11 (W) 150 x 25.4 ^R (F) TB
33-36	595 x 12.7 (W) 150 x 25.4 ^R (F) TB
30-32	545 x 14 ^R (W) 180 x 25.4 ^R (F) TB
27-29	595 x 14 ^R (W) 150 x 25.4 ^R (F) TB
26	595 x 14 ^R (W) 150 x 30 ^R (F) TB
25	595 x 12.7 ^{MM} (W) 180 x 32 ^R (F) TB

LONG BHD LONGITUDINALS	SCANTLING OF LONG
44, 46	350 x 25.4 ^{MM} FB
45	960 x 16 ^{MM} (W) 200 x 16 ^R (F) TB
41-43	495 x 11 (W) 125 x 16 ^R (F) TB
37-40	495 x 11 (W) 150 x 25.4 ^R (F) TB
33-36	595 x 12.7 (W) 150 x 25.4 ^R (F) TB
29-32	545 x 14 ^R (W) 150 x 25.4 ^R (F) TB
26-28	595 x 12.7 (W) 150 x 32 ^R (F) TB
23-25	445 x 12.7 (W) 150 x 35 ^R (F) TB

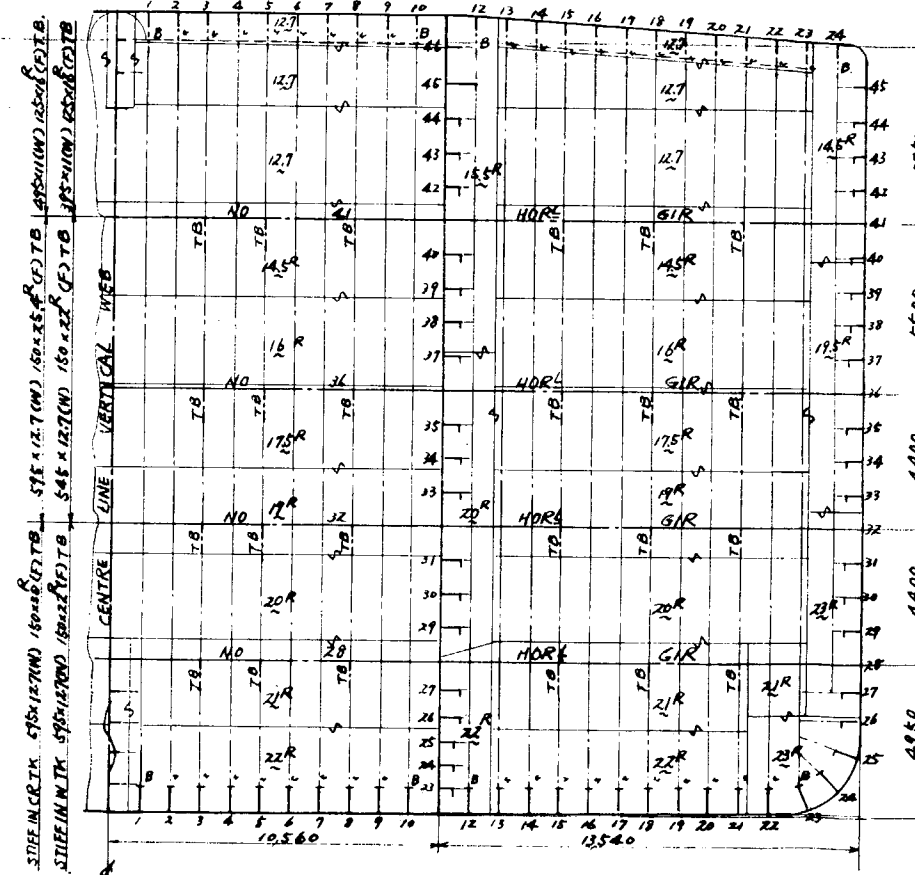


PRINCIPAL DIMENSIONS		
LENGTH B.P.		307 ^M 000
BREADTH MOULDED		48 ^M 200
DEPTH MOULDED		25 ^M 000
DESIGNED DRAUGHT MOULDED		19 ^M 300

ALL LONG MATERIALS ABOVE THIS LINE TO BE OF HIGHER TENSILE STEEL



CAMBER 900



LS-6	WIDER SIDE LONG SPACE
SCALE : 1/200	担当 : F社

2.2.7

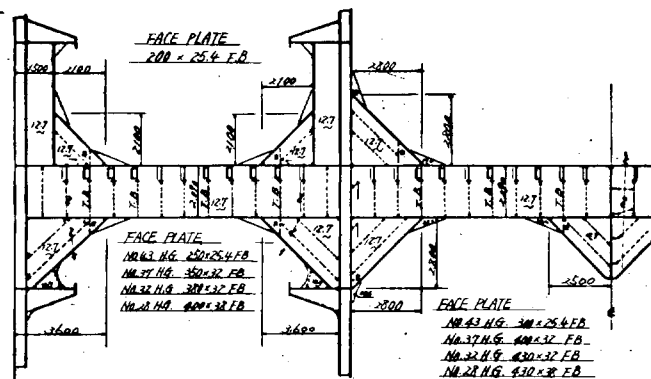
PRINCIPAL DIMENSIONS
 LENGTH R.P. 30.00
 BREADTH MOULDED 62.00
 DEPTH MOULDED 25.00
 DESIGNED DEPTH MOULDED 19.30

LS-7	直線式構造
SCALE: 1/200	担当: H社

NOTE
 SEE "LS-0" UNLESS OTHERWISE
 NOTED IN THIS DRAWINGS

HORI GIRD ON T.O.T BHD

WEB STIFF 130 x 127 F.B



TRANS OR TIGHT BULKHEAD

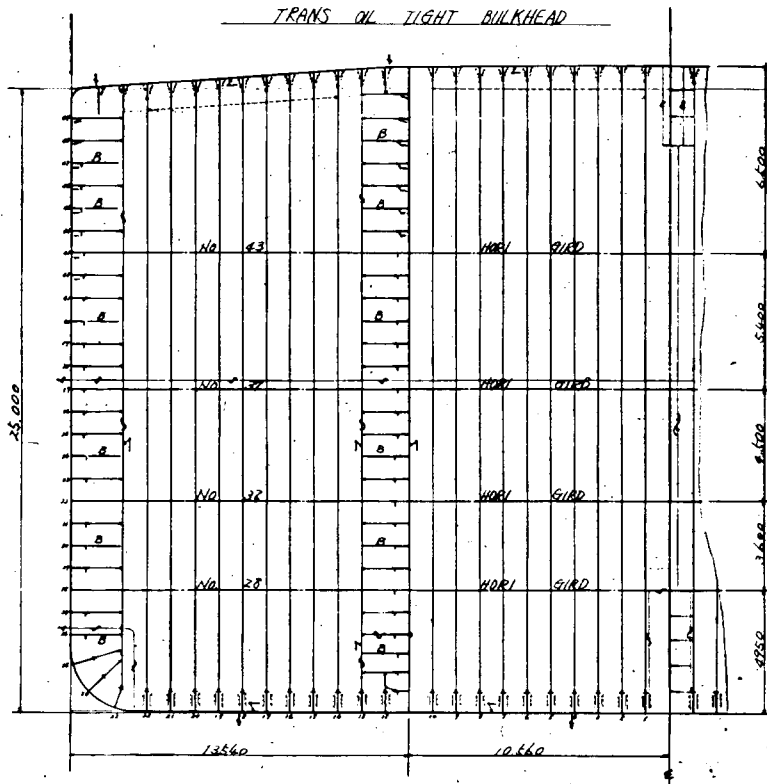
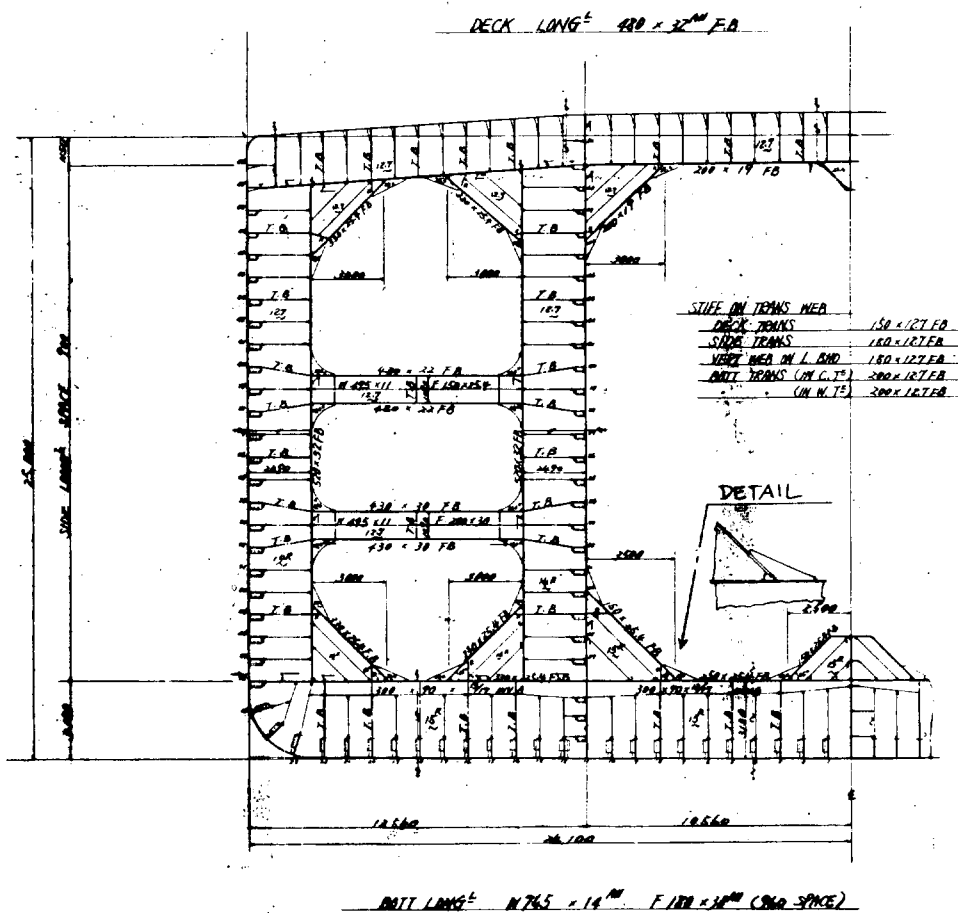
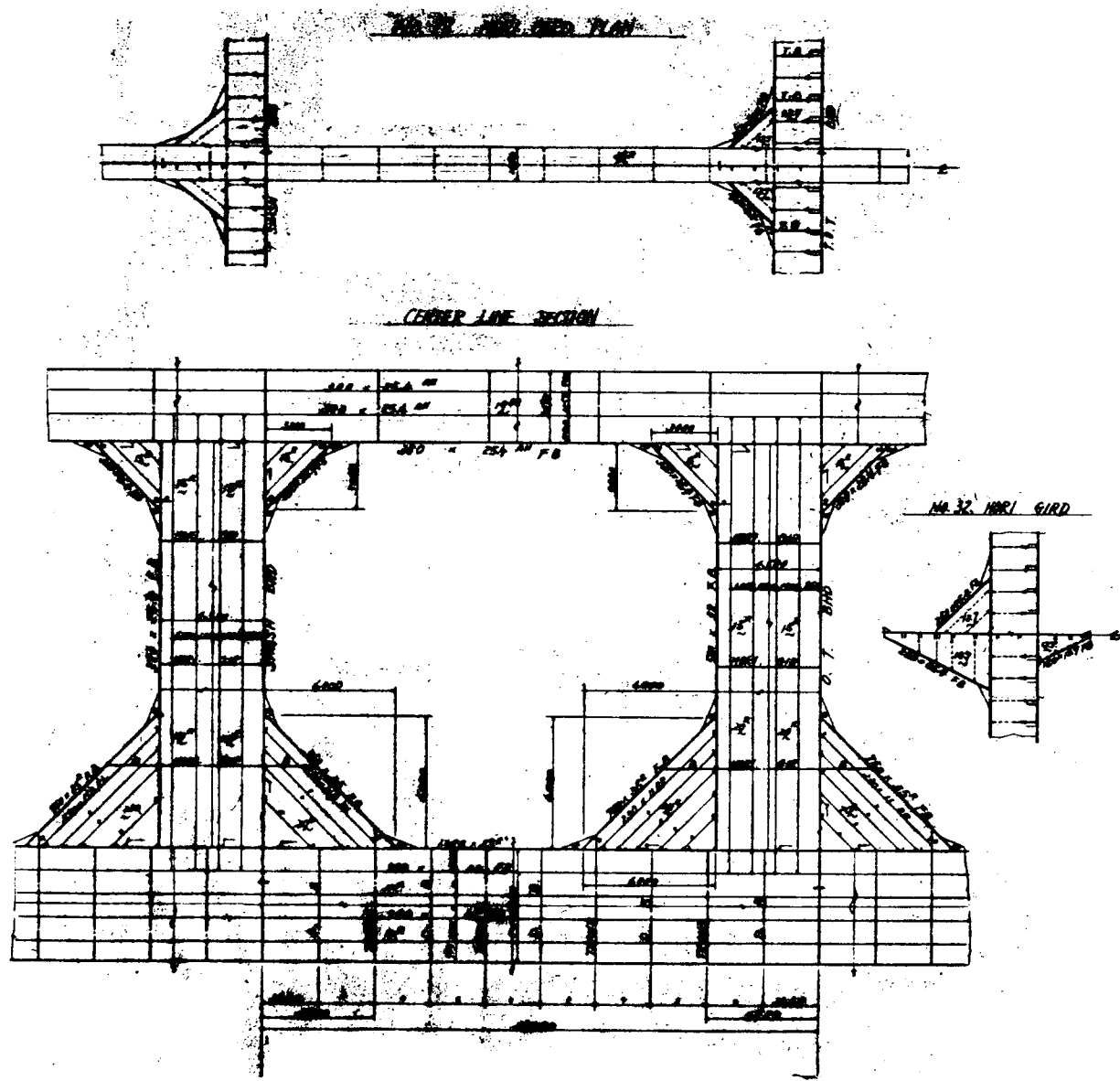


図 2. 2. 8 (1)



2. 2. 8 (2)



2. 2. 8 (3)

PRINCIPAL DIMENSIONS	
LENGTH B.P.	367'00
BREADTH MOULDED	68'20
DEPTH MOULDED	25'00
DESIGNED DRAUGHT MOULDED	19'50

NOTE: ~

SEE "LS-1" UNLESS OTHERWISE
NOTED IN THE DRAWINGS

LS-8	直線式構造
SCALE: 1/100	担当: H 社

OIL TIGHT BULKHEAD

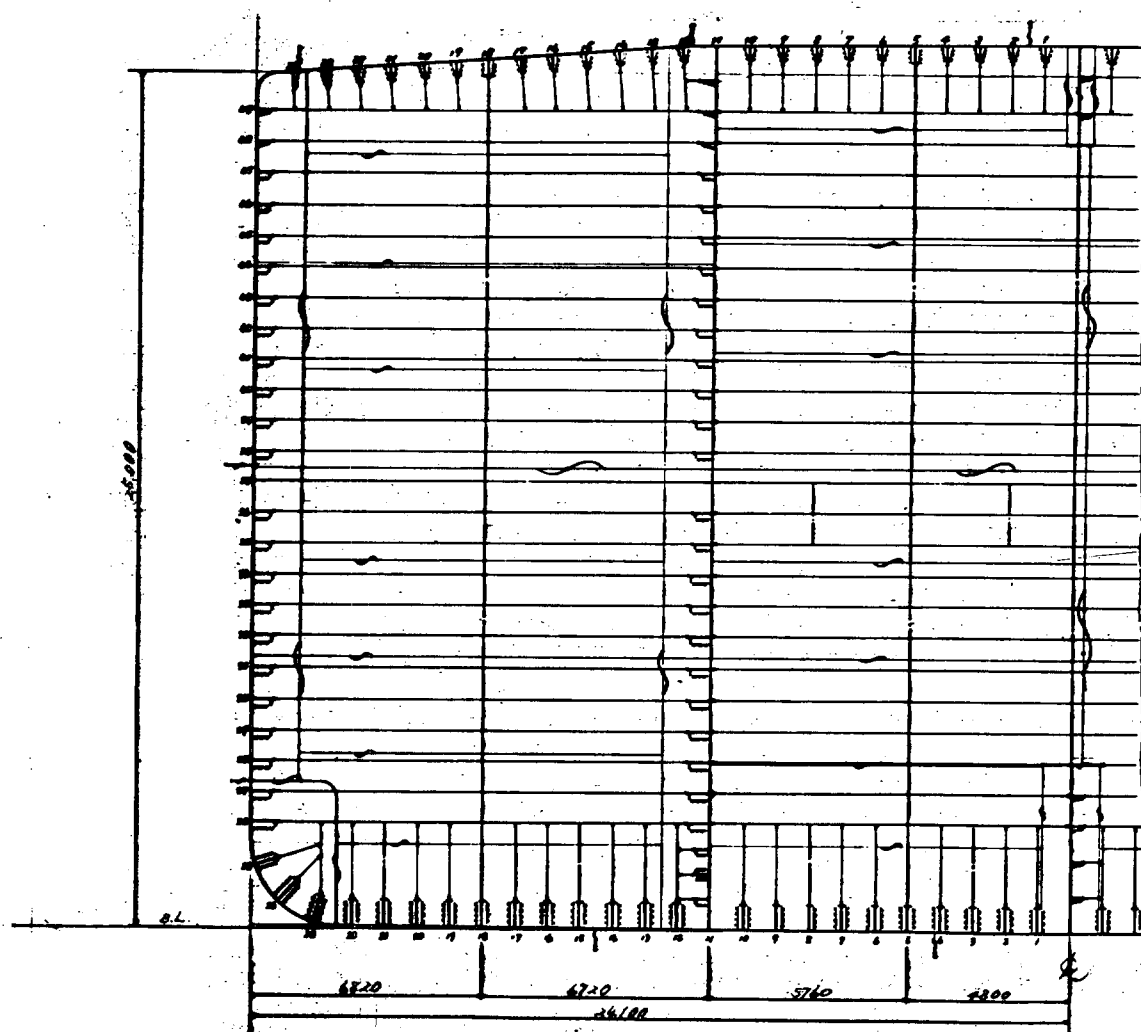
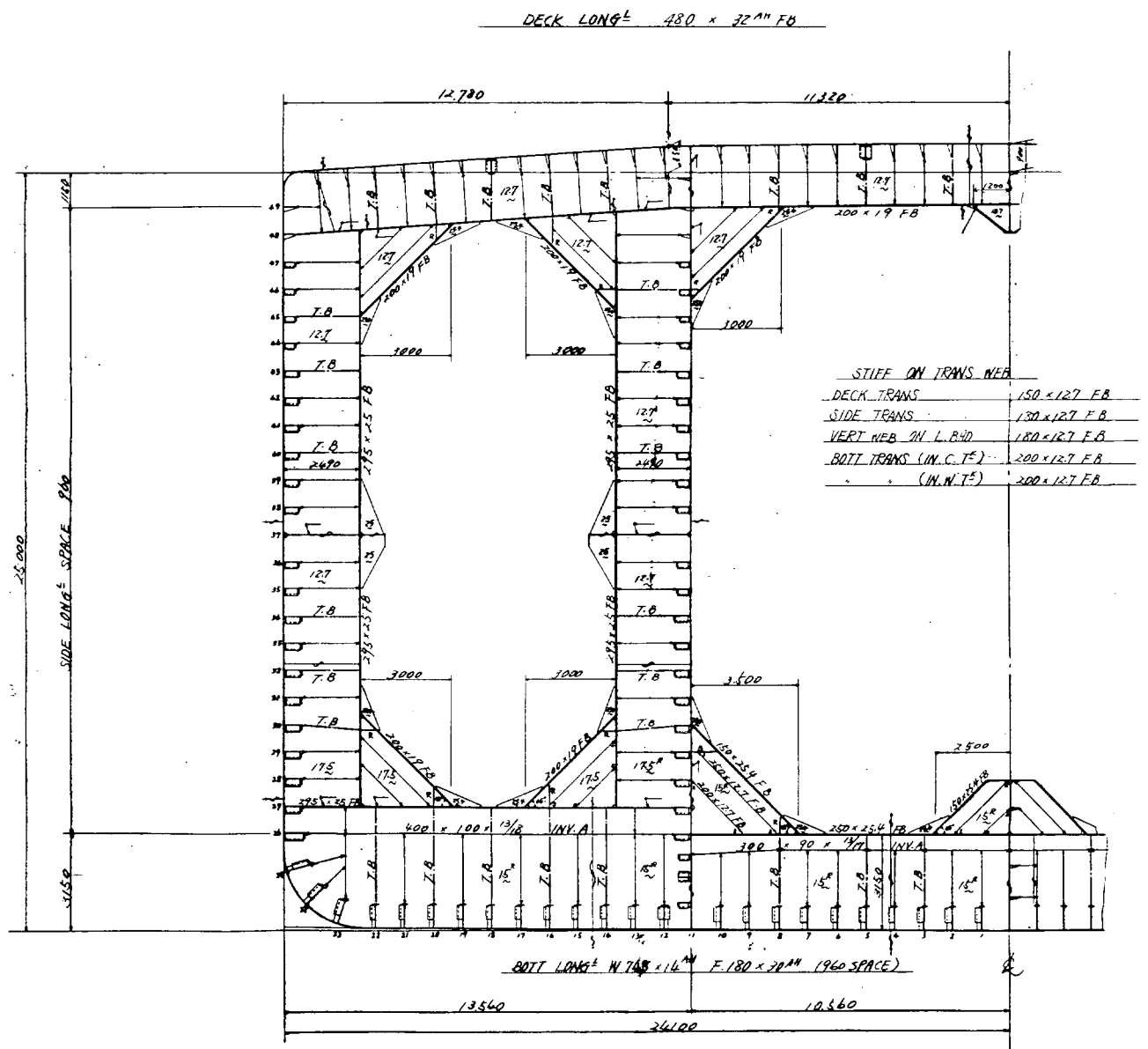
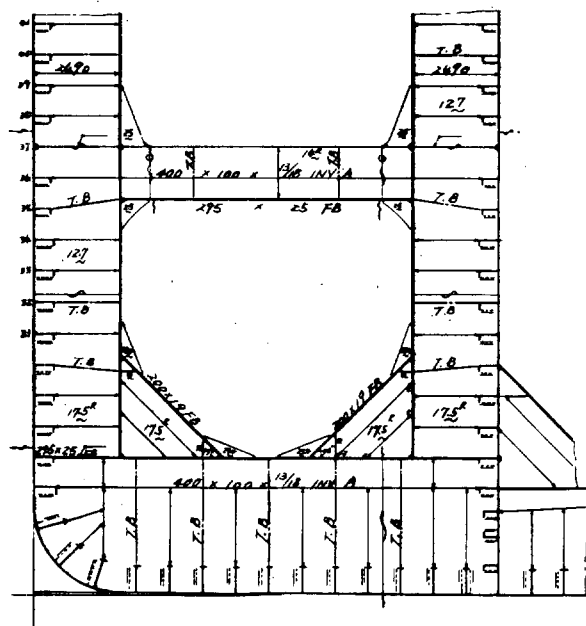


図 2. 2. 9 (1)



☒ 2. 2. 9 (2)

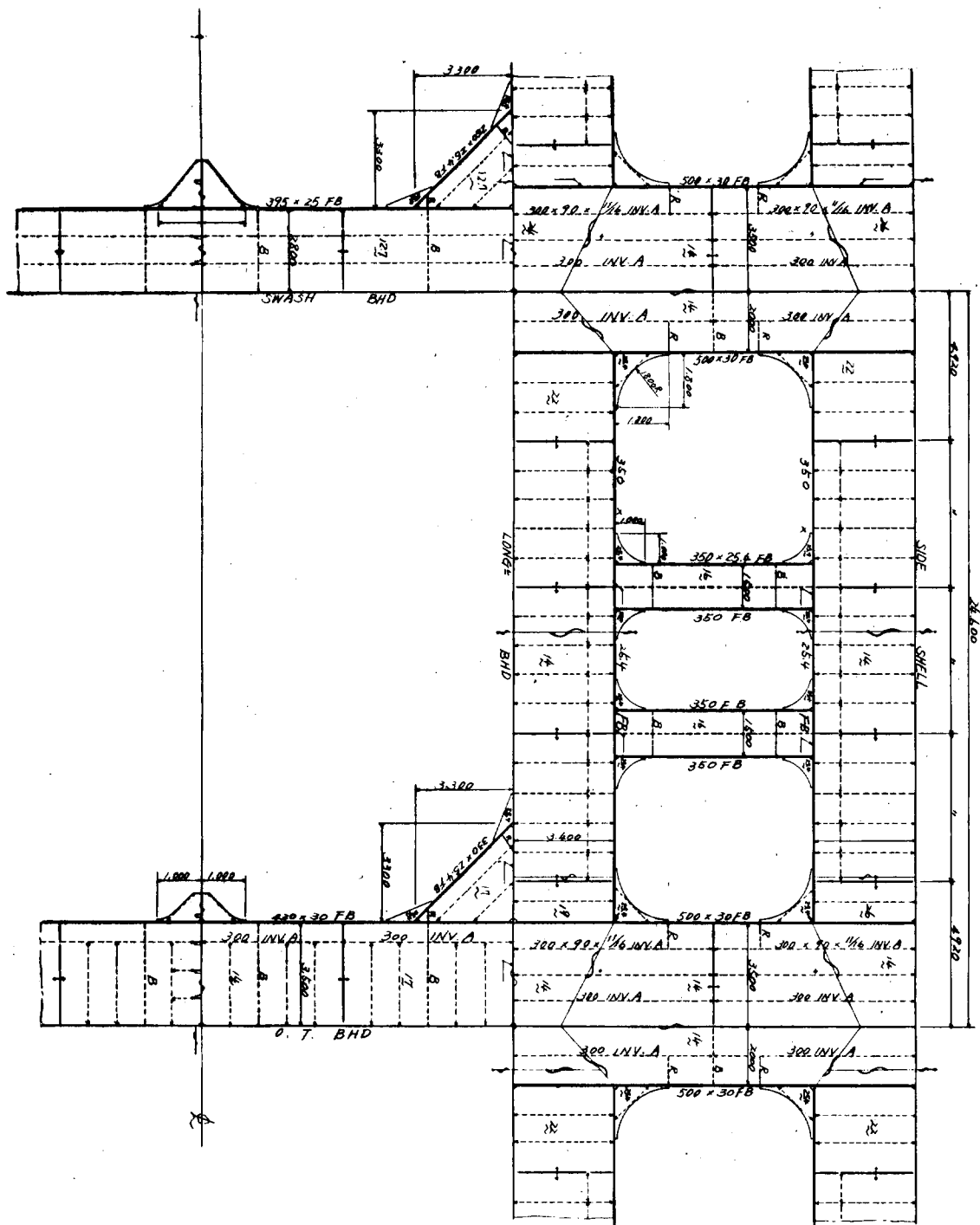
IN WAY OF STRUT



☒ 2. 2. 9 (3)

[illegible]

2.2.9 (4)



HOR. GIRDER & SIDE STRINGER
NEAR STIFF 280 x 127 (PORT END SHIP)

2. 2. 9 (5)

表 2.2.1 基準船型の船殻重量

項 目	重 量	備 考
Longi member	(7,584) 12,210	()内はTH使用重量
Trans ring	3,640	
Trans oiltight bhd	2,370	
Swash bhd	1,130	
Tank part total	19,350	Tank part 両端の bhd を含む
Tank part	19,350	
Fore part	1,980	
Aft part	3,350	
Above deck	660	
Weld & rivet	260	
Total hull weight	25,600	

表 2.2.2 各種節勞設計図の特徴

節勞設計 図の略称	変化させ る項目	節勞設計図の特徴
LS-0		基本船型 (Wing tank strut方式) Center girderあり
LS-1	構造方式 の変化	Wing tank : stringer system T.bhd : horizontal system
LS-2		Center tank : center girderless
LS-3		Center tank : center girderless Center tank幅 : B/3
LS-4	部材心距 の拡大	Trans sp.を広げる。6.15m(=24.6m/4)
LS-5		Bottom longi spaceを広げる。1.18m
LS-6		Side longi spaceを広げる。1.1m
LS-7	直線構造	LS-0の直線構造
LS-8		LS-1の直線構造

員が自社の意見を取りまとめることとした。この場合各中央横断面図のブロック割りは、各社とも自社の設備に対して最も都合がよいように割り直して比較を行なった。

その結果を表 2.2.3 に示す。この表中の重量についてその内訳を示すと表 2.2.4 のようになる。この表から次のことがわかる。

- (a) LS-1 と LS-0 の重量差は制水隔壁の重量差によるところが大きい。横隔壁が同一であれば LS-1 と LS-0 の重量差は約 200 t である。
- (b) LS-2 と LS-3 の重量を比較すると約 170 t LS-3 の方が軽い。これは、LS-3 の方は縦隔壁が船幅をだいたい 3 等分する位置に配置されており、部材配置のバランスがよいためと思われる。
- (c) 直線構造 LS-7、LS-8 をそれぞれ LS-0、LS-1 と比較すると、直線構造では横桁の重量が増加していることがわかる。これは直線構造を採用したため部材数が増加していることにもよるが、それ以外に AB ルールでは直線構造の方がスパンを長くとる必要がありそのために部材寸法が増大することも 1 つの理由である。

一方表 2.2.3 の時数の評価についてみると各社の評価はかなりばらついている。このようなばらつきの理由は各社とも自社の設備をもとにして算出していることがあげられる。たとえば直線構造 LS-7 を採用した場合は、B 社および G 社は約 3 万時間の時数節減が期待出来るとしているのに対し、C 社および H 社は逆に多少時数が増加するとみているが、これから B 社および G 社のような設備や工作法を採用すれば直線構造により時数節減が可能である、という見方をすることも出来る。また今回のばらつきは、元来加工時数の算定という問題が、定量的把握の困難な項目を多く含んでいることも一因であると思われる。

なお表 2.2.3 には 6 社の時数の平均値をも示してある。この値の精度にはいろいろ問題もあるうが、一応現時点の節労効果の目安となるものと考えられる。なお平均値を求めるに際しては極端に他と離れた値は除外した。

表 2.2.3 各種節労設計についての船殻重量および加工時数の比較

節労設計 図の略称	特 徴	LS-0 と の重量差(t)	LS-0 との加工時数差の各社評価 (単位 1,000 hr)						
			A	B	C	F	G	H	平均 値
LS-0	Strut 方式	—	—	—	—	—	—	—	—
LS-1	Stringer 方式 T.bhd h.stiff	(0.023) +450	++ 1.4	+ 3.0	△ 5.0	△ 2.8	△ 2 0.0 [*]	+ 1 2.2	(0.004) + 1.8
LS-2	C.girdertess Cr.trak幅: B/2	(0.029) +462	△ 5.7	△ 1 5.0	△ 1 0.0	△ 7.6	△ 1.2	+ 1.0	(△0.016) △ 6.4
LS-3	C.girderless Cr.tank幅: B/3	(0.015) +296	△ 6.4	△ 1 5.0	△ 1 0.0	△ 7.8	△ 3.6	△ 2.4	(△0.019) △ 7.5
LS-4	Wider trans sp.	(0.021) +400	△ 2 4.1	△ 3 7.0	△ 2 0.0	△ 1 0.2	△ 1 4.6	△ 1 0.4	(△0.048) △ 1 9.2
LS-5	Wider bottom longi sp.	(0.014) +266	△ 5.0	△ 5.0	△ 1 4.0	△ 7.2	△ 8.4	△ 3.8	(△0.018) △ 7.2
LS-6	Wider side longi sp.	(0.018) +350	△ 4.0	△ 5.0	△ 2 8.0 [*]	△ 6.0	△ 8.0	△ 1.5	(△0.012) △ 4.9
LS-7	LS-0 の直線構造	(0.031) +600	△ 8.4	△ 3 3.0	+ 4.0	△ 1 0.6	△ 3 1.6	+ 2.5	(△0.032) △ 1 2.9
LS-8	LS-1 の直線構造	(0.041) +796	—	—	△ 1.0	—	△ 5 0.0	+ 1 5.3	(△0.030) △ 1 1.9

- 注 1. △印は LS-0 より加工時数が減ることを示す。
2. *印の数値は極端にかけ離れているので加工時数の平均値を算出する際は除外する。
3. 重量欄の () 内数値は貨物油タンク部の船殻重量に対する比を示す。
4. 加工時数の平均値の欄の () 内数値は貨物油タンク部の船殻加工時数を 40 万時間と仮定し、これに対する比率を示す。

表 2.2.4 各種節労設計と基準構造の重量差

(単位 t)

	Longi	Trans ring	Trans O.T.bhd	S.bhd	Total
LS-1	290	△95	35	220	450
LS-2	△221	608	120	△45	462
LS-3	△221	372	180	△35	296
LS-4	840	△520	54	24	398
LS-5	—	103	74	89	266
LS-6	227	51	42	△28	292
LS-7	—	500	67	33	600
LS-8	300	200	55	240	795

注 △印はLS-0より重量がへることを示す。

(3) 投入重量と節労効果の関係

ここでは節労化の効果の評価を行なうために投入重量と節労効果の関係について考える。

(a) 現時点のコストをベースにした検討

いま考察の対象とする船の節労設計を行なわれないときの船殻重量を W 、単位重量当りの鋼材価格を C_M 、単位重量当りの加工時数を H 、単位時数当りの労務費間接費を C_L とすると、この船の建造コスト Q_0 は次のように表わされる。

$$Q_0 = (C_M + C_L H) W \quad \dots\dots\dots (2.2.1)$$

しかるにこの船を数年後に建造するとすれば、その時点では労務費間接費の上昇に伴ってコストの上昇が予想される。そこで節労設計を行なって時数の節減を図ることとする。すなわち、単位時数当りの労務費間接費の上昇率を α 、節労設計のための投入重量と船殻重量の比率を r 、節労設計による単位重量当りの時数の減少率を β 、単位載荷重量当りの船価を P とし、また、鋼材価格の上昇はないものとする、いま考えている時点でのコスト Q_1 は次のように表わされる。

$$Q_1 = \{ C_M + (1 + \alpha) C_L \cdot (1 - \beta) H \} (1 + r) W + r W P \quad \dots\dots\dots (2.2.2)$$

上式の最後の項は節労化のために投入した重量分だけ載荷重量が減少するので、その損失分を考えたものである。

ここで、

$$e = Q_1 / Q_0$$

とおく。すなわち

$$e = \{ \{ C_M + (1 + \alpha) (1 - \beta) C_L H \} (1 + r) W + r W P \} / \{ (C_M + C_L H) W \} \quad \dots\dots\dots (2.2.3)$$

いま各数値を次のように仮定する。

$$C_M = 150 \text{ドル/t}, C_L = 4 \text{ドル/hr}, H = 25 \text{h/t}, P = 100 \text{ドル/t} \quad \dots\dots\dots (2.2.4)$$

そうすると(2.2.3)式は次のようになる。

$$e = \{ \{ 3 + 2(1 + \alpha)(1 - \beta) \} \{ (1 + r) + 2r \} \} / 5$$

この式を変形すると次式が得られる。

$$\beta = \{ 5(1-e) + 7r + 2\alpha(1+r) \} / \{ 2(1+\alpha)(1+r) \} \dots\dots\dots (2.2.5)$$

すなわち、節労効果を表わす β が(2.2.5)式より大きいときはじめてコストが現時点のコストに係数 e を乗じたものの以内におさまることになる。横軸を r をとり、パラメタに α および e をとって(2.2.5)式の β を図示すると図2.2.10のようになる。

たとえば労務費間接費が25%上昇した時点で($\alpha = 0.25$)、2%の節労用重量を投入したとし($r = 0.02$)、そのときのコストが現時点のコストと同じになる($e = 1$)ためには、 $\beta = 0.25$ すなわち時数を約25%へらさなければならないことがわかる。これはかなりきびしい要求である。このときもし実際の時数減少率が15%であるとすれば($\beta = 0.15$)、(2.2.5)式より逆に $e = 1.05$ が得られる。すなわち、現時点のコストより5%上昇することとは免れないことになる。

後述する今回の節労設計の効果の評価結果からわかるように、2%の節労用重量を投入して時数を10%以上へらすことは非常にむづかしい。したがって、ここで行なったように、節労設計によって労務費・間接費の上昇をすべて吸収しようとすることはほとんど不可能であることがわかる。

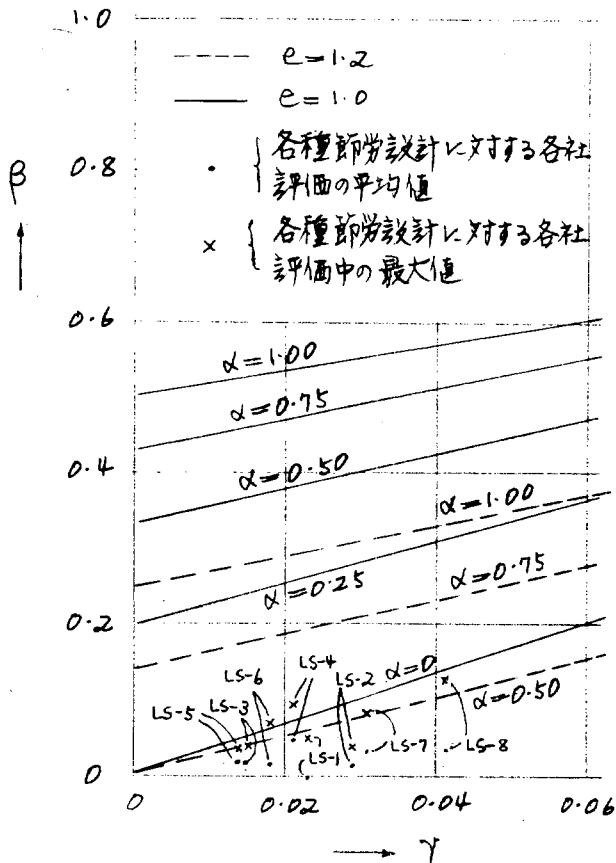


図2.2.10 現時点のコストをベースにしたときの投入重量と節労効果の関係

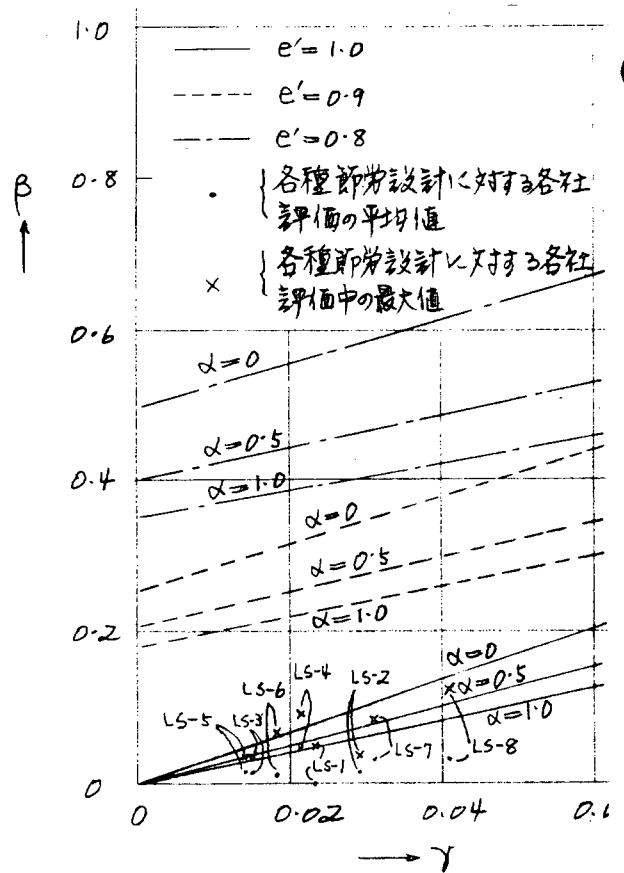


図2.2.11 労務費・間接費が上昇した後のコストをベースにしたときの投入重量と節労効果の関係

(b) 労務費間接費が上昇した時点でのコストをベースにした検討

以上の考え方はあくまでも現時点のコスト Q_0 をベースとし、労務費・間接費が上った数年後でも節労化の目標をこのベースコスト Q_0 に押える、あるいはこれに係数 θ を乗じた値にとどめるという立場に立っている。労務費間接比の上昇率が大きくなるほど大きい節労効果を要求されることになる。また、投入重量が増加するほど大きい節労効果が要求されるので、節労化のためにあまり重量を投入することは問題である、ということになる。

そこで考え方をかえていま考察の対象にしている（数年後の）時点での節労設計を行わない、普通的设计船のコスト（これを Q_0' とおく）をベースにし、節労設計によってこのコストを少しでも引き下げるという立場をとることにする。換言すれば、(a) では労務費間接費が上昇する前のコストをベースにしているのに対し、ここではそれが上昇した後のコストをベースにしようとするのである。

すなわち、 Q_0' は (2.2.1) 式の C_L の代りに $(1+\alpha)C_L$ でおきかえればよく、次式のようになる。

$$Q_0' = \{ C_M + (1+\alpha)C_L H \} W \quad \dots\dots\dots (2.2.6)$$

ここで

$$\theta' = Q_1 / Q_0'$$

とおく。すなわち、

$$\theta' = [\{ C_M + (1+\alpha)(1-\beta)C_L H \} (1+r)W + rWP] / [\{ C_M + C_L(1+\alpha)H \} W]$$

(2.2.4) の数値を代入すると、

$$\theta' = [\{ 3 + 2(1+\alpha)(1-\beta) \} (1+r) + 2r] / \{ 3 + 2(1+\alpha) \}$$

この式を変形すると次式が得られる。

$$\beta = \{ (5 + 2\alpha)(1-\theta') + r(7 + 2\alpha) \} / \{ 2(1+\alpha)(1+r) \} \quad \dots\dots\dots (2.2.7)$$

すなわち、節労効果を表わす β が (2.2.7) 式より大きいときはじめてコストが、節労設計を行わない普通的设计船の建造時点のコストに係数 θ' を乗じた値以内におさまることになる。

横軸に r をとり、パラメタに α および θ' をとって (2.2.7) 式の β を図示すると図 2.2.1 1 のようになる。たとえば、労務費間接費が現時点の 2 倍になった時点で ($\alpha = 1$)、2% の節労用重量を投入し ($r = 0.02$)、それによる節労化の目標を、

(i) 節労設計を行わない、普通的设计船の、いま考えている時点のコストと同じにするという点におけば ($\theta' = 1$)

$\beta = 0.04$ すなわち時数はわずかに 4% へらせばよい。

(ii) 節労設計を行わない、普通的设计船の、いま考えている時点のコストを 10% 下まわるという点におけば

($\theta' = 0.9$)、 $\beta = 0.22$ すなわち、時数は 22% へらす必要があることになる。

(4) 今回の節労設計の効果

(a) 各社の評価結果の比較

今回の節労効果の評価結果については(2)で述べた。その結果は表 2.2.3 にまとめられているが、これから次のことがいえよう。

(i) (2)で述べたようにこの評価結果は各社の設備や工作法をそのまま踏襲するものとして評価している。すなわち、ある構造方式をとった場合、造船所によって得手、不得手があるが、それがこの評価結果にもちこまれている。したがって、ある節労設計をとった場合これが得手の造船所は大きい節労効果があると評価することになる。これは見方をかえれば他の造船所もその造船所と同じ設備、同じ工作法を採用すれば同様に大きい節労効果を期待できるともいえる。

(ii) 構造方式をかえた LS-1 ~ LS-3 についての各社の節減時数の平均値からは center girderless を採用した LS-2、LS-3 のほうが stringer 方式を採用した LS-1 より節労効果が大きいことになる。しかし、LS-1 についてみると G 社が他社に比して極端に大きな節労効果を評価している。G 社は多年 LS-1 のよう

な構造方式を採用しているので、設備や工作法がLS-1に適したものになっていることも考えられる。したがって(i)で述べたようにG社のような設備や工作法を採用すればLS-1で約2万時間という時数が節減される可能性もあると考えられる。

(iii) 部材心距を広げたLS-4～LS-6についてみると各社とも有効であるとしている。しかし節労時数そのものはばらついている。たとえば、横桁心距を広げたLS-4に対する評価はB社が非常に高い。これはB社の場合は横桁およびロンジをまずわく組みしてから外板に取付ける方式ではなく、予めロンジと外板をラインウエルダで取付け、あとから横桁と外板を取付ける方式なので横桁の本数が減少した場合の時数節減が大きく評価されていると思われる。

(iv) 直線構造については前述のように今回の図面は現時点の知識をもとにして作成したものであるが、評価結果は大きくばらつており、造船所によってはかえって時数が増加するとみていることは注目に値する。特に今回の設計では各横桁結合部の肘板の端部にさらに小さなリブをつけているが、これがかなり節労化をはばむことになると思われる造船所もある。

いずれにせよ直線構造が直ちに時数節減につながるという考え方は修正する必要があることがわかる。今後はどのような構造方式を直線化するかということも含め、実験結果も考慮して節労効果を生む直線構造の開発ということを考える必要がある。

(b) (3)で述べた方法をもとにした効果の評価

(3)で述べた考え方は種々の仮定の上に立っているが、ここでは、この考え方をベースにして今回の各社の検討結果について考察する。すなわち、図2.2.10および図2.2.11に各種節労設計についての船殻重量および加工時数の評価の結果をプロットしたが、これから次のことがいえる。

(i) 現時点のコストをベースにした場合

図2.2.10において、各節労設計についての各社の評価の平均値に対する点はいずれも $e=1$ 、 $\alpha=0$ の線より下にはばらついている。このことは一般的にいってこれらの節労化は、投入重量分の材料費や載荷重量の減少という損失をカバーするほどの効果をあげておらず、単に従来よりも少ない時数で1隻の船が建造できるという効果をもつてとどまっていることがわかる。すなわち、コストは従来よりも上る代りに加工時数は減る、というのが現在の節労設計の姿であるといえよう。

しかし一方各社評価中の最大値についてみると、LS-4およびLS-6は $e=1$ 、 $\alpha=0$ の線より上方にある。このことは横桁心距やside longiの心距を広げて部材数の減少を計り、それに適した設備や工作法を採用した場合にはコストも従来の値以下に押えうることを示唆するものである。

(ii) 労務費・間接費が上昇した時点のコストをベースにした場合

この場合は図2.2.11にみるように各社の評価の平均値中節労効果の最も大きいLS-4は $e'=1$ 、 $\alpha=1$ の線上にある。ということは、LS-4に労務費・間接費が2倍になった時点において普通の設計船のコストより安くなるということである。また、各種節労設計に対する各社の評価中の最大値についてみると、LS-4およびLS-6は $e'=1$ 、 $\alpha=0$ の線よりもさらに上にあり、また、直線構造LS-7は $e'=1$ 、 $\alpha=0.5$ の線よりも上にある。このことはこれらの設計に適した設備や工作法の下では、(i)で述べたようにLS-4およびLS-6は現時点でも普通の設計より低コストで建造できること、また、直線構造LS-7では、労務費・間接費が約50%上昇した時点において、節労設計を行わない普通の設計船のコストと同一になり、労務費・間接費の上昇率がさらに大きくなった時点では普通の設計船のコストよりも安くなることを示す。

(5) 交通孔および恒久足場

交通孔および恒久足場については船殻工作分科会をとおして工作部門の希望する交通孔および恒久足場を調査し、さらにその後節労化小委員会委員が自社の工作部門の意見をまとめた。その結果を図2.2.12～図2.2.14に示す。すな

わち、工部部門が希望する交通孔および恒久足場は次の2つのランクに分けられる。

ランク A……ぜひとも必要な足場および交通孔

ランク B……あればそれに越したことはないが、なしでもすませるもの

ランク Bのものの中には強度的検討が必要なものもあるが、ランク Aのものはだいたい各社がすでに実施済みのものであり、特に問題はないと思われる。その考え方は現場ブロック接手の近傍にランク Aの交通孔および恒久足場をもうけようというものである。

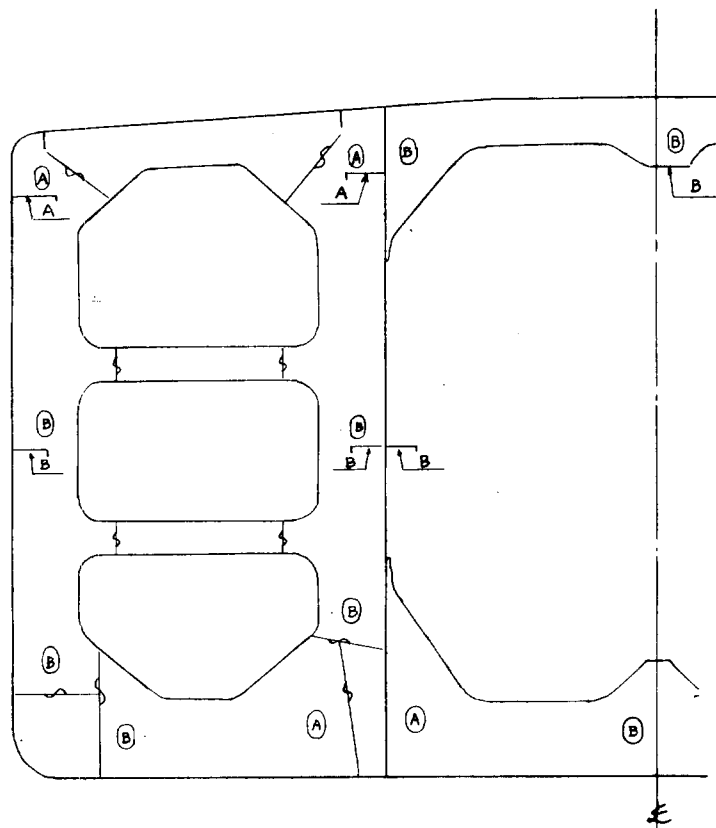


図 2.2.1.2 LS-O に対して現場が希望する交通孔および
恒久足場

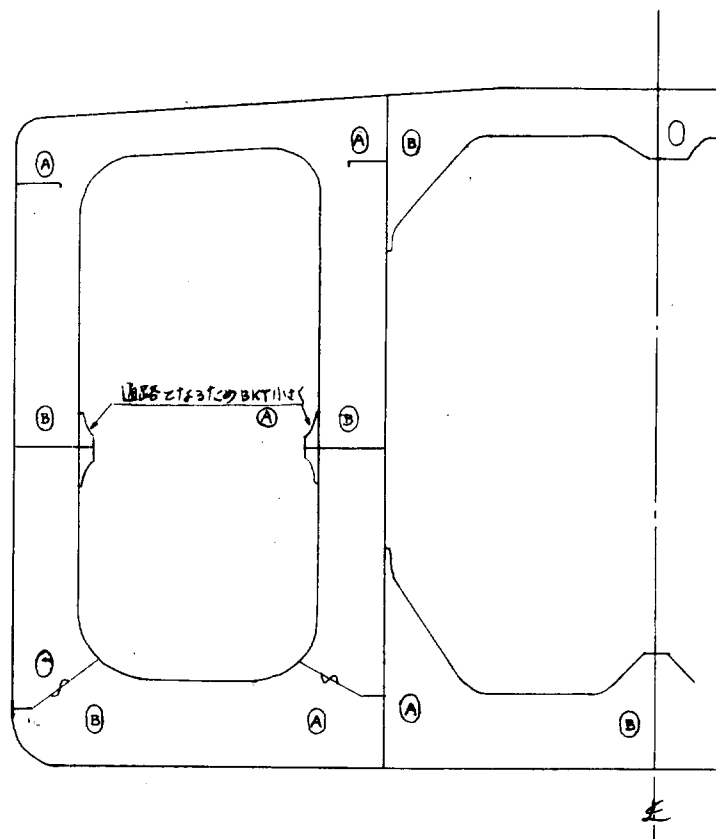


図 2.2.1.3 LS-1 に対して現場が希望する交通孔および
恒久足場

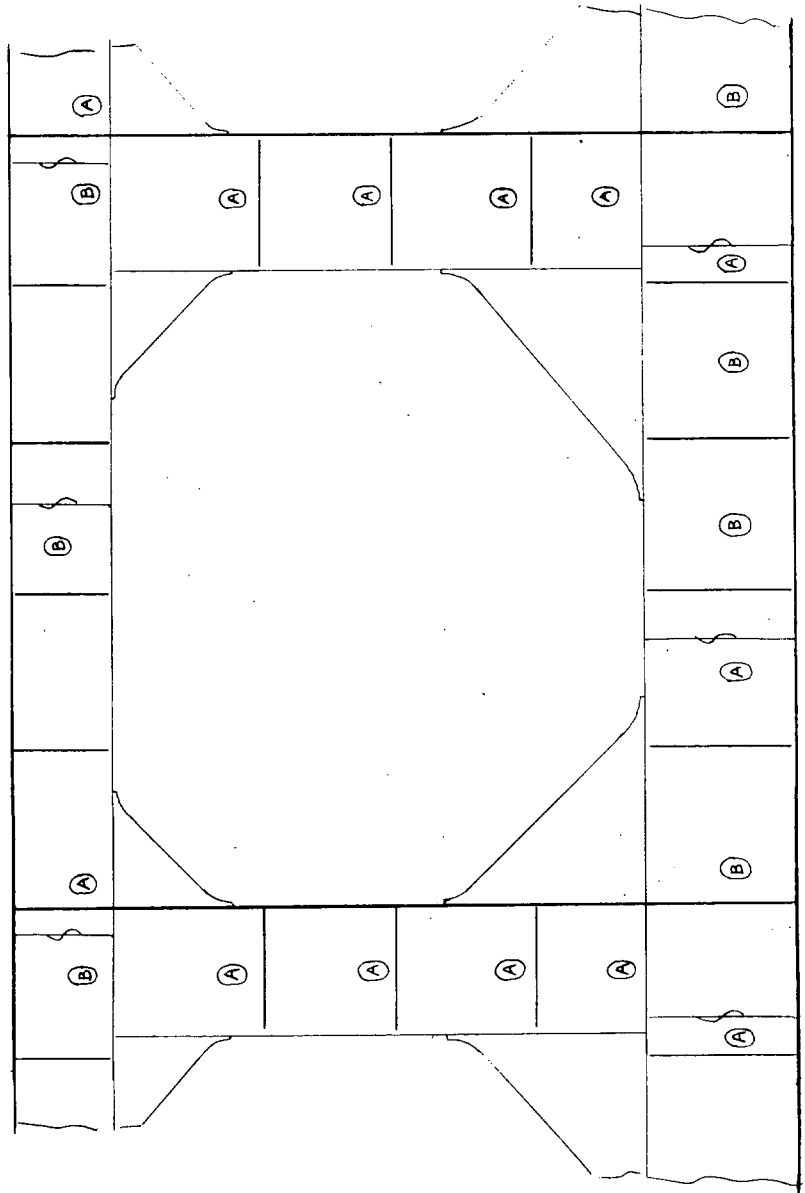


図 2.2.14 LS-0およびLS-1の CENTRE RINERING に対して現場が希望する交通孔

(6) 今後の進め方

以上、本年度は各種節労項目をとり入れた節労設計図を作成し、その効果の評価を行なったが、今後さらに次のような調査検討が必要と思われる。

(a) 最終試設計

今年度の調査の結果きわめて大雑把ではあるが節労化に対してどの項目が寄与するかということがわかったので、これらの項目をとり入れ、さらに未解決な問題点に対する検討も加えた最終試設計を行なう必要がある。

特に直線構造については本年度の実験結果も考慮してより改良された設計を行なう必要がある。

(b) 節労効果の評価の精密化

今回の効果の評価は大雑把に行なったので、来年度はもう少し精度の高い方法で評価する必要がある。

2.2.2 直線式構造の実験

(1) ブラケットのシリーズモデルによる光弾性試験

直線式構造の強度上の最大の問題点は過去の損傷例よりみて大骨材を結合する Bracket 部の疲労強度であるが、疲労強度のベースとなる静荷重時の応力を求める必要がある。

したがって、ここではまず光弾性試験により、Bracket の詳細構造を種々かえた場合の応力集中について検討を行なった。

(a) 試験対象および試験片

トランスリングのコーナー結合部および Strut End を対象として、Bilge corner Bracket Model 18 ケース、Strut End Bracket Model 10 ケース、Bracket の Soft Toe Model 10 ケースおよび Bracket 付 Stiffener の End Soft Model 6 ケース、合計 44 ケースについて光弾性試験を行なった。

これらモデルの寸法およびテスト番号等を図 2.2.15 および表 2.2.5～表 2.2.8 に示している。

これらモデルは後述(3)項で取扱った A 船 (D/W 213,000 t) の Trans Ring の構造寸法を縮尺して決定したもので、表 2.2.4～表 2.2.7 にはこの実船寸法を記入しており、表の下欄にモデル縮尺を記している。

また、モデルは Bracket のみエポキシ樹脂他はアクリルライト板を用いている。

(b) 試験方法

試験は主として、通常的光弾性透過法によることとし、各モデルには図 2.2.15 に示すように曲げモーメント M、剪断力 Q、および軸力 P をそれぞれかけて、各部材力に対する応力集中を別々に計測してみることとした。

(c) 試験結果および考察

試験結果を表 2.2.9～2.2.11 および図 2.2.17 に示す。なお、表中の応力集中は図 2.2.15 で剪断力 Q が作用する位置での部材の nominal Stress をベースとしたものである。これらの図および表より次のことが判る。

(i) Bilge Corner Bkt Model (表 2.2.9 参照)

(1) $R = \infty$ の場合、応力集中に関しては Bracket 深さ (h) の最適形状があり、h が大きい場合、或いは小さい場合には a、c 点の応力集中は大となり、今回の試験結果では $h = 110 \text{ mm}$ (実船換算 2200 mm) の場合が a、c 点の応力集中は最小である。

(2) R をつければ $R = \infty$ の場合に比べて a、c 点の応力集中は非常に減少するが b 点では逆に若干上昇する。

(ii) Strut End Bkt Model (表 2.2.10 参照)

(1) とほぼ同様な傾向がある。

(iii) Bracket Soft Toe Model (表 2.2.11 参照)

(1) Soft Toe の長さ (S) を一定にした場合、今回の試験範囲では Rs を小さくすればそれだけ a および b 点の応力集中は減少する。

(2) Test № SFT-3、SFT-5 と SFT-6、SFT-7 との比較より、Soft Toe の長さ (S) を 20 から 40 mm へ長くすると (実船換算では 200 mm および 400 mm) 応力集中は若干減少する傾向にあるが、その影響はさほど大きくないことが判る。

(iv) Stiffener End Model (図 2.2.17 参照)

(1) Test № SN-3 と SN-4 での結果をみると $h_s = 15$ と 25 mm (実船換算) では b 点の応力集中はほとんど変らない。

(2) a、c、d 点の応力集中 Stiffener の端部形状に拘らずほぼ一定である。

(3) b 点の応力は SN-1 のように Stiffener 端部を直角に切断した場合と 30 度スニップの場合ではほとんど同じであるが、SN-5、SN-6 のように R をつけると若干低下する。

今回の光弾性試験では Bracket 部について数多くの而も種々の形状の試験を行なったので、これらの結果を用いて実船の応力集中を求めることができる。

表 2.2.5 Bilge Corner Bracket Model 試験の種類

Test №	各部寸法（実船寸法）mm					
	H×t _w	b _f ×t _f	t	h _s	h	R
B- 1	2 8 0 0×1 2	6 0 0×3 5	1 8	4 0	3 5 0 0	∞
2	"	"	"	"	2 8 0 0	∞
3	"	"	"	"	2 2 0 0	∞
4	"	"	"	"	"	8 0 0 0
5	"	"	"	"	"	4 0 0 0
6	"	"	"	"	"	3 0 0 0
7	"	"	"	"	1 6 0 0	∞
8	"	"	"	"	"	2 4 0 0
9	"	"	"	"	1 0 0 0	∞
1 0	"	"	"	"	6 0 0	∞
1 1	"	"	2 5.4	"	2 8 0 0	∞
1 2	"	"	"	"	2 2 0 0	∞
1 3	"	"	"	"	"	3 0 0 0
1 4	"	"	"	"	1 6 0 0	∞
1 5	"	"	"	"	"	2 4 0 0
1 6	"	4 0 0×3 5	"	"	"	"
1 7	"	2 0 0×3 5	"	"	"	"
1 8	"	1 0 0 0×3 5	"	"	"	"

模 型 寸 法：実船の 1/20（但し板厚は 1/6）

記 号 の 説 明：図 2.2.15 参照

表 2.2.6 Strut End Bracket Model 試験の種類

Test №	各部寸法（実船寸法）mm						
	H ₀ ×t _w	H ₁ ×t _w	b _f ×t _f	h _s	t	h	R
S- 1	2800×12.7	1600×12.7	6 0 0×3 5	4 0	1 8	1600	∞
2	"	"	"	"	"	1200	∞
3	"	"	"	"	"	"	4000
4	"	"	"	"	"	"	2400
5	"	"	"	"	"	"	1500
6	"	"	"	"	"	800	∞
7	"	"	"	"	"	"	1200
8	"	"	"	"	"	400	∞
9	"	"	"	"	"	"	600
1 0	"	"	"	"	"	200	∞

模 型 寸 法：実船の 1/20（但し板厚は 1/6）

記 号 の 説 明：図 2.2.15 参照

表2.2.7 Bracket Soft Toe Model 試験の種類

Test №	各部寸法（実船寸法）mm							
	H×t _w	b _f ×t _f	h	t	h _s	S	R _s	ρ
SFT-1	1400×17	500×35	1100	30	50	0	∞	15
2	"	"	"	"	"	400	1800	"
3	"	"	"	"	"	"	1200	"
4	"	"	"	"	"	"	900	"
5	"	"	"	"	"	"	750	"
6	"	"	"	"	30	200	1200	"
7	"	"	"	"	"	"	750	"
8	"	"	"	"	"	"	500	"
9	"	"	"	"	"	"	300	"
10	"	"	"	"	50	400	1200	"

模 型 寸 法 ： 実船の1/10

記 号 の 説 明 ： 図2.2.15参照

表2.2.8 Stiffener End Model 試験の種類

Test №	各部寸法（実船寸法）mm						
	b _f ×t _f	t	h	h _s	S	R	ρ
SN-1	200×15	15	125	25	0	∞(90°)	7.5
2	"	"	"	"	100	∞(45°)	"
3	"	"	"	"	175	∞(30°)	"
4	"	"	"	15	190	"	"
5	"	"	"	25	300	500	"
6	"	"	"	"	370	750	"
模 型 寸 法 ： 実船の1/5							
記 号 の 説 明 ： 図2.2.15参照							

表 2.2.9 Bilge Corner B^{KT} Model 試験結果

(a, b, c については図 2.2.1 を参照)

Test NO	モデル寸法					荷重 (kg)	応力集中係数		
	H	b _f	t	R	R		a	b	c
B-1	140	30	2.98	175	∞	M 24×400	-6.11	-0.86	-6.11
						P 60	4.82	0	-28.5
						Q 45	-2.80	-1.55	-14.1
2	"	"	"	140	∞	M 24×400	-5.26	-0.96	-5.36
						P 60	5.05	0	-22.6
						Q 45	-2.70	-1.75	-11.35
3	"	"	"	110	∞	M 24×400	-4.40	-1.18	-4.61
						P 60	4.55	0	-16.4
						Q 45	-2.51	-1.93	-9.0
4	"	"	"	"	400	M 24×400	-4.29	-1.50	-3.97
						P 60	3.87	2.28	-14.6
						Q 45	-2.22	-2.12	-6.46
5	"	"	"	"	200	M 24×400	-3.11	-1.61	-3.22
						P 60	2.96	0.37	-11.8
						Q 45	-1.16	-2.51	-5.80
6	"	"	"	"	150	M 24×400	-2.57	-1.82	-2.68
						P 60	2.73	0	-10.25
						Q 45	-0.58	-2.90	-4.63
7	"	"	"	80	∞	M 24×400	-4.82	-1.29	-5.36
						P 60	3.65	0	-12.3
						Q 45	-2.99	-1.75	-9.40
8	"	"	"	"	120	M 24×400	-2.68	-1.82	-3.00
						P 60	2.96	0.69	-9.60
						Q 45	-0.87	-2.70	-4.35
9	"	"	"	50	∞	M 24×400	-6.22	-1.82	-6.25
						—			
						—			
10	"	"	"	30	∞	M 24×400	-6.00	-2.09	-5.36
						—			
						—			
11	"	"	4.58	140	∞	M 18×400	-4.00	-0.56	-4.56
						—			
						—			
12	"	"	"	110	∞	M 27×400	-3.53	-0.62	-3.59
						P 60	2.29	0.59	-11.3
						Q 60	-1.88	-0.94	-6.35
13	"	"	"	"	150	M 27×400	-1.11	-1.11	-1.08
						—			
						—			
14	"	"	4.72	80	∞	M 27×400	-4.15	-0.67	-3.92
						P 60	3.74	0.43	-10.3
						Q 60	-2.76	-1.27	-7.37
15	"	"	"	"	120	M 27×400	-2.71	-1.45	-2.41
						P 60	3.02	0.86	-9.20
						Q 60	-0.68	-2.08	-5.06
16	"	20	"	"	"	M 27×400	-2.9	-1.26	-2.67
						P 60	4.12	0.53	-10.5
						Q 60	-0.86	-1.97	-6.05
17	"	10	"	"	"	M 27×400	-2.91	-0.98	-2.43
						P 60	3.94	0	-14.7
						Q 60	-1.00	-2.73	-8.25
18	"	50	"	"	"	M 27×400	-3.42	-1.98	-3.06
						P 60	2.00	0	-7.90
						Q 60	-0.73	-1.82	-3.37

表 2.2.10 Strut end b^{KT} の試験結果

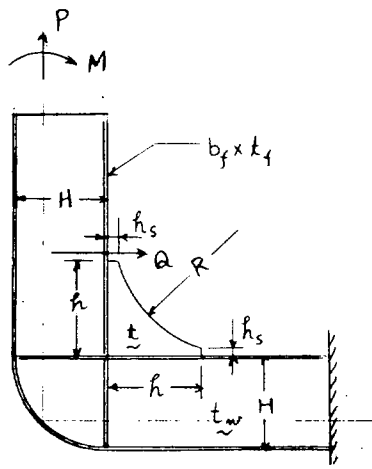
(a, b, cについては図 2.2.16 参照)

Test NO	モデル寸法						荷重 (Kg)	応力集中係数									
	H ₀	H ₁	b _f	t	R	R		a	c	d	f	b	e	g	h	i	j
S-1	140	80	30	2.94	80	∞	M 15×400	-4.85	-8.9	0.98	8.6	1.28	0.67				
							Q 45	-3.54	-13.45	0.69	7.39	-1.78	0.59				
							P 45	3.38	-27.2	0	21.2	0	0				
							P' 480	3.20	0	3.08	0	0.18	0.18				
2	"	"	"	"	60	∞	M 15×400	-5.80	-9.00	1.36	8.10	-1.67	0.96				
							Q 45	-4.13	-11.5	0.89	6.40	-2.16	0.65				
							P 45	4.48	-23.3	0.30	21.8	0.30	-0.30				
							P' 480	2.94	0.17	3.29	0.11	0.17	0.17				
3	"	"	"	"	"	200	M 15×400	-4.45	-7.48	0.64	7.55	-2.39	1.44				
							Q 45	-2.95	-9.35	0.69	5.42	-3.05	0.59				
							P 45	3.88	-21.8	0	21.8	0	0				
							P' 450	2.28	0	3.08	0.06	0.31	0.31				
4	"	"	"	"	"	120	M 15×400	-8.60	-7.00	0.16	6.36	-2.63	1.28				
							Q 45	-1.78	-8.65	0.10	5.32	-3.54	0.89				
							P 45	4.48	-22.1	0	19.1	-0.30	0				
							P' 450	2.28	0.06	2.52	0	0.31	0.31				
5	"	"	"	"	"	75	M 15×400	-2.94	-4.85	0	4.85	-3.10	1.67	-3.58	3.66		
							Q 45	-0.79	-6.10	0	3.74	-4.03	0.88	-4.43	3.05		
							P 45	4.19	-16.7	0	15.8	0	0	-9.62	10.5		
							P' 450	1.66	0	1.66	0	0.55	0.49			1.17	1.17
6	"	"	"	"	40	∞	M 15×400	-4.77	-9.85	1.99	8.60	-2.47	1.33				
							Q 45	-3.64	-11.60	1.28	5.21	-3.15	0.69				
							P 45	4.48	-17.1	1.20	20.0	0	0				
							P' 450	2.58	0.37	2.71	0.25	0.37	0.31				
7	"	"	"	"	"	60	M 15×400	-2.70	-6.92	0.87	6.60	-3.10	2.31	-3.66	3.66		
							Q 45	-1.39	-7.29	0.49	8.00	-3.84	1.29	-4.23	2.16		
							P 45	3.00	-17.7	0	18.3	-1.50	1.50	-7.80	8.40		
							P' 450	2.03	0	2.00	0	0.68	0.61			1.54	1.48
8	"	"	"	"	20	∞	M 15×400	-5.65	-7.40	2.94	6.60	-3.42	2.55				
							Q 45	-3.94	-6.90	0.98	2.46	-2.85	1.19				
							P 45	-1.80	-10.2	1.80	8.12	2.69	0.60				
							P' 450	1.20	0.37	1.26	0.61	0.55	0.61				
9	"	"	"	"	"	30	M 15×400	-3.26	-4.53	1.52	4.45	-3.90	3.58				
							—										
							—										
10	"	"	"	"	10	∞	M 15×400	-6.75	-7.95	4.37	7.70						
							—										
							—										

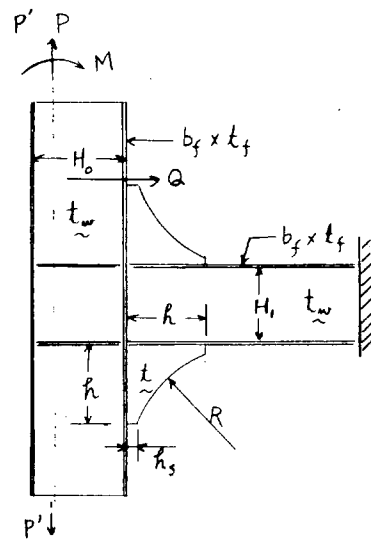
表2.2.1.1 Soft toe model 試験結果

(a.b.cについては図2.2.1.6参照)

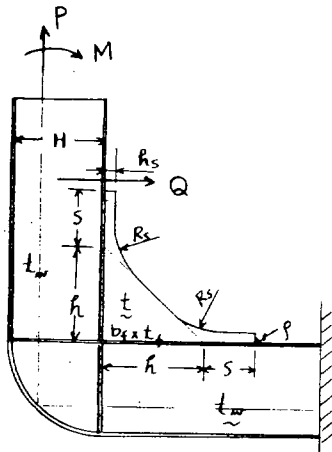
Test NO.	モデル寸法					荷重 (kg, mm)	応力集中係数		
	H	df	λ	S	R _s		a	b	c
SFT-1	140	50	3.25	0	∞	M 27×400	-4.65	-0.94	-4.65
						P 60	2.13	-0.12	-5.70
						Q 54	-7.76	-3.64	-21.7
-2	"	"	"	40	180	M 27×400	-4.35	-1.24	-4.26
						P 60	1.67	-0.30	-8.10
						Q 54	-3.29	-5.61	-23.3
-3	"	"	"	"	120	M 27×400	-3.57	-1.08	-3.57
						-			
						-			
-4	"	"	"	"	90	M 27×400	-3.02	-1.01	-2.71
						-			
						-			
-5	"	"	"	"	75	M 27×400	-2.71	-1.16	2.56
						P 60	1.45	0	-5.62
						Q 54	-1.48	-5.28	-15.4
-6	"	"	"	20	120	M 27×400	-3.80	1.01	-3.49
						-			
						-			
-7	"	"	"	"	75	M 27×400	-3.10	-1.01	-3.10
						P 60	1.75	-0.15	-5.47
						Q 54	-1.31	-4.62	-16.4
-8	"	"	"	"	50	M 27×400	-2.48	-0.93	-2.56
						-			
						-			
-9	"	"	"	"	30	M 27×400	-2.09	-0.89	-2.09
						-			
						-			
-10	"	"	3.1	40	120	M 30×400	-2.63	-1.20	-2.99
						-			
						-			



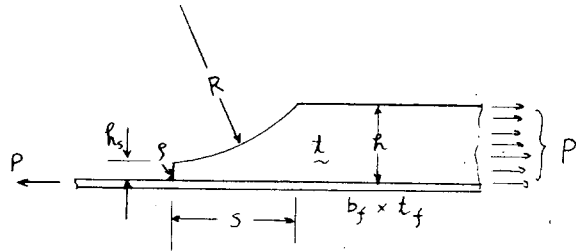
a) Bilge Corner Bracket Model



b) Strut End Bracket Model

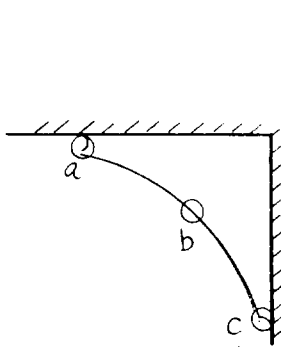


c) Bracket Soft Toe Model

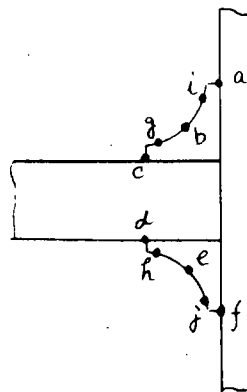


d) Stiff End Model

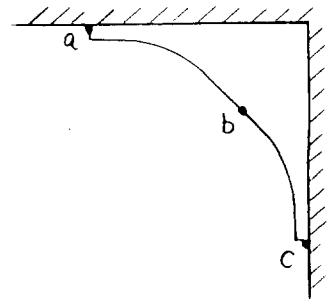
図 2.2.1 5 光弾性試験、模型記号および荷重説明図



(a) Bilge Corner Bkt



(b) Strut End



(c) Soft Toe

図 2.2.1 6 記号の説明図 (表 2.2.9 ~ 2.2.11 参照)

応力集中係数

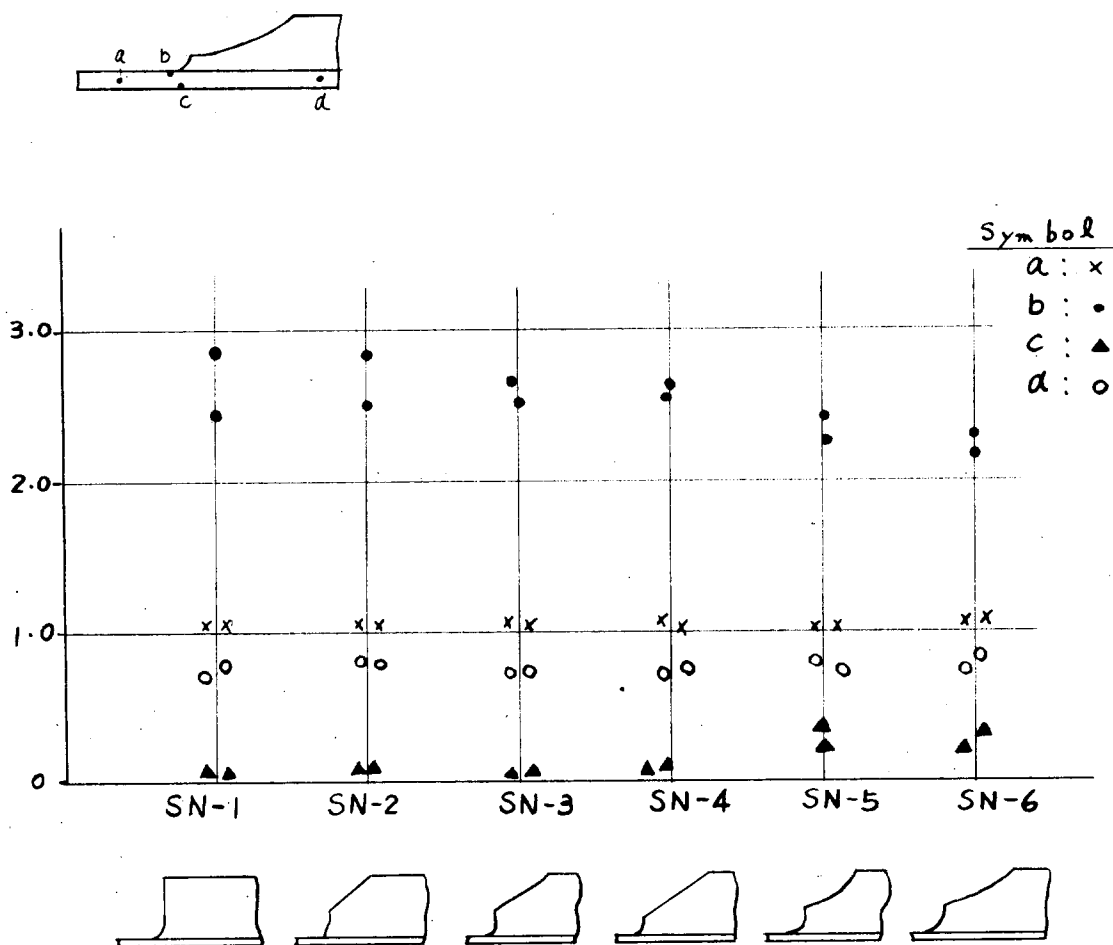


図2.2.17 Stiffener end model 試験結果

(2) 小型模型による疲労試験

Deep Girder の隅角部に節労を考慮した直線式構造を採用する場合の強度検討資料を得るため、小型模型により静的強度試験および疲労試験を行なった。

(a) 模型形状

44年度にDeep Surveyとして実施した13種類の模型に対する予備試験の結果を考慮して、本年度は図2.2.18に示すNo.1～No.6の6種類に対して実験を行なった。No.1は比較の基準となる標準型である。No.1～No.5の5種類は予備試験の13種類の中に含まれているがNo.6は本年度新しく検討の対象となったもので、2.2.1におけるLS-7の設計において現われたタイプである。

模型の形状は前年度の予備試験模型にほぼ同じであるが、板厚その他細部の点で実船における構造になるべく相似になるように修正が加えられている。

(b) 試験方法

各模型とも7個あて製作し、そのうちの1個で静的引張試験を行ない、残りの6個で疲労試験を行なった。

静的引張試験はアムスラー型引張試験機により、模型の2個のピンの間に引張荷重を加え、破断に至らしめるもので、BKTのToeにおけるGirderの断面のひずみ分布の計測、亀裂の発生状況の観察などを行なった。

疲労試験は機械的レバー型式の疲労試験機によって、片振り定変位疲労試験を行ない、亀裂の発生状況の観察、亀裂の進行状況の測定、荷重の低下状況の測定などを行なった。各模型とも6個あての試験片について、荷重を段階的に変えて、荷重と繰返し数の関係（P-N線図）を求めるようにした。

(c) 静的試験結果

静的引張試験における亀裂発生個所、亀裂発生時の荷重および最大荷重を図2.2.19に示す。図2.2.20にその比較を示す。No.3～No.5はほぼ同程度の強度で、No.2の強度はそれよりやや低いという傾向は予備試験の結果と一致している。No.1模型は予備試験の際には比較的低い荷重でFace・Plateの溶接接手に亀裂が発生し、最大荷重はNo.2より低かったが、今回の実験ではFace Plateの溶接接手が持ちこたえて亀裂の発生点とならなかったため最大荷重もかなり高くなっている。Face Plateの溶接接手の良否が耐力に対して大きな影響を与えることを示している。

BKTのToeにおけるGirderの断面の応力分布を、荷重8tonの時で各模型を比較すると図2.2.21のようになる。また、同じ断面における破断寸前のひずみ分布を図2.2.22に示す。

No.6模型が高い静的強度を示すのは、Girder内の応力が全体的に低いことが理由であることがわかる。Girderの応力が全体的に低いということは、BKT Toeに付加されたPieceの応力が高いということであって、このPieceが亀裂発生発端とならないように注意することが必要であろう。

(d) 疲労試験結果

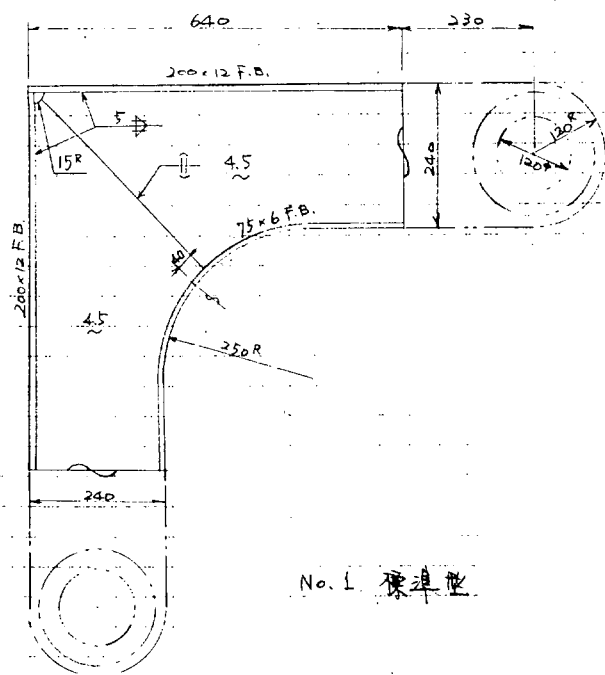
疲労試験における亀裂の発生状況は図2.2.23に示す通りである。

機械的レバー型式の試験機で一定振巾のもとに繰返し荷重を与えているので、繰返しの進行に伴って一般に上限荷重は変動し、特に亀裂がある程度進行すると急激に荷重が低下する。図2.2.24に各試験片型式ごとに繰返し数に対する上限荷重と下限荷重の変動を示した。上半分の正域にあるのが上限荷重で、下半分の負域にあるのが下限荷重である。この上限荷重と下限荷重の間で繰返し荷重が与えられているわけである。

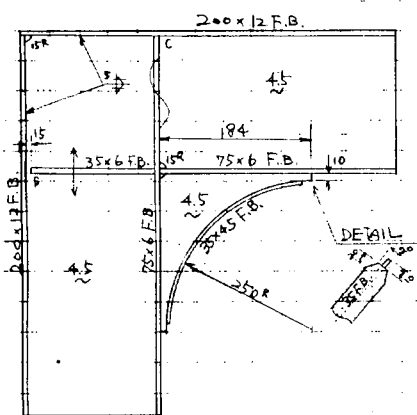
これらの図において、上限荷重が急激に低下する点が明らかに存在する。この点における繰返し数は構造が強度部材としての機能を失う寿命として、その構造の疲労強度を示す一つの目安になると考えられる。図中二重矢印は亀裂の発生点を表す。No.6模型は非常に早い時期にToe Pieceに亀裂が発生するので、この図には表わされない。上限荷重が急激に低下する点は亀裂の発生点より一般にやや遅れるが、図中に一重矢印で荷重低下点近傍の亀裂長さを記入してある。予備試験における結論では、同一の模型形状に対する荷重低下点の亀裂長さは、試験荷重が異なっ

もほぼ一定で、これを限界亀裂長さと呼んだ。この予備試験は各模型とも2個あての疲労試験を行なったものであるが、今回その個数を増やして実験してみると、亀裂の発生形式は一定ではなく、また、限界亀裂長さも必ずしも各模型について一定でない。たとえば、 $\#2$ の模型では試験片番号2-1、2-5、2-6が限界亀裂長さ25mm～35mmであるのに対して試験片番号2-2、2-3、2-4では60mm以上になって2つのグループに分かれている。これは図2.2.23の亀裂発生状況から見ると、限界亀裂長さが25mm～35mmのグループと60mm以上のグループとでは亀裂の形式が異なっていることがわかる。 $\#5$ 模型のように亀裂発生形式が異なっているにも拘らず限界亀裂長さが25mmと一定している場合もあるが、これはむしろ異なった亀裂形式に対する限界亀裂長さがたまたま一致したものと考えるべきであろう。以上のような考察から限界亀裂長さを構造別、亀裂形式別に整理したのが表2.2.12である。

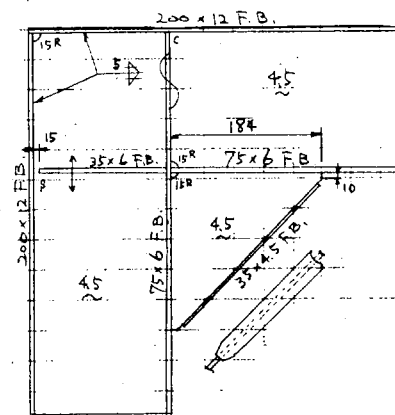
荷重と繰返し数の関係（P-N線図）として、亀裂発生時の繰返し数に対するもの（図2.2.25）と荷重低下点に対応するものとして上限荷重が初期荷重の1/5になったときの繰返し数に対するもの（図2.2.26）の2通りの図を画いた。本図ともかなりばらつきが多いが、これは同じ構造形式であっても亀裂形式の異なったものがあることも一因となっていると思われる。ばらつきの中に平均的な線を引いているが、この平均的な上下関係から各模型の間の強度を比較すると、まず亀裂発生強度は強いものからの順で $\#1-\#4-\#5-\#2-\#3-\#6$ となっている。これは図2.2.20に示した静的引張試験時の亀裂発生強度と比較すると $\#6$ を除いて一致している。 $\#6$ は疲労試験に対しては極端に成績が悪くなるが、これはToe Pieceが疲労に対して非常に弱いことを示している。図2.2.26に示される荷重低下点の繰返し数は構造が強度部材としての機能を失なうに至る寿命という意味で実質的に重要な意味をもっていると考えられる。この寿命に対する強さの順序は、点のばらつきが大きいので判定はむづかしいが、はっきりしていることは $\#1$ と $\#5$ 模型の順位が低下し、 $\#6$ の順位が顕著に上昇するということである。このことは、 $\#1$ や $\#5$ 模型のような構造は亀裂は入り難いが一旦亀裂が入るとすぐ強度の保持力を失うのに対して、 $\#6$ 模型はToe Pieceに亀裂が入るのは早い、それが切れてもなお大部分の構造はそのままだから保持力を失うまでの寿命にはそれだけ余裕があるということを物語るものであろう。



No. 1 標準型

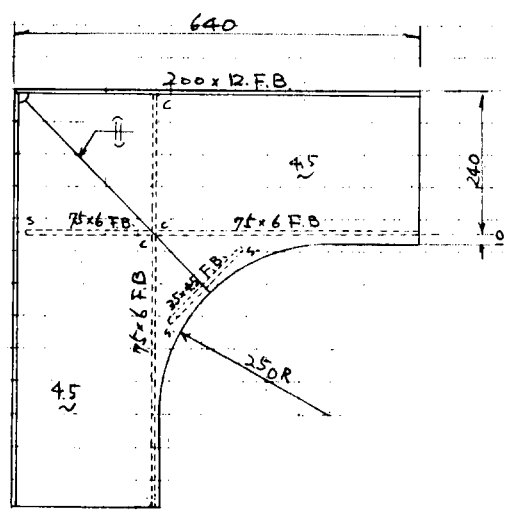


No. 2 直線T型 内弧肘板

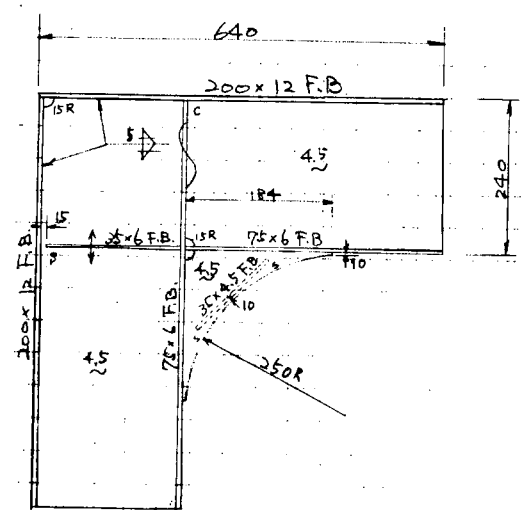


No. 3 直線T型 三角肘板

図2.2.18(a) 試験模型

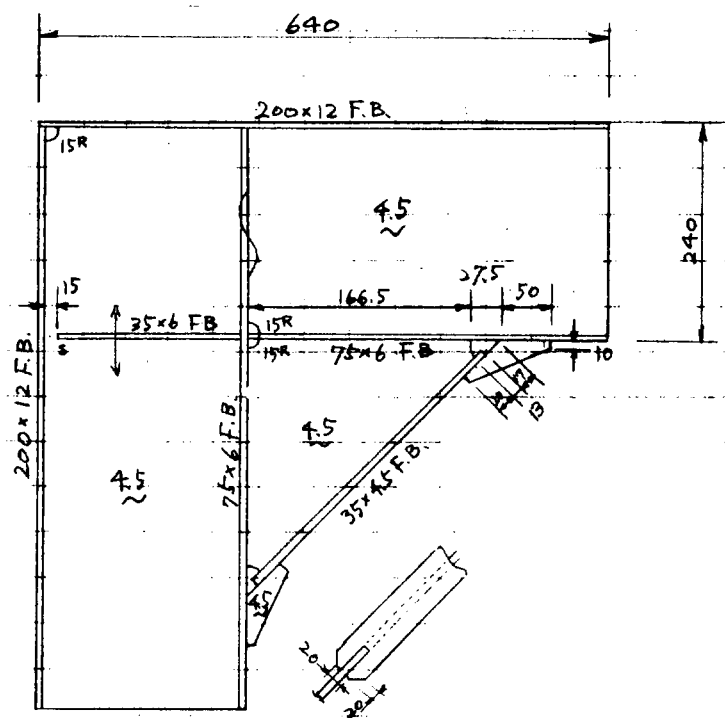


No. 5 L₃ 型



No. 4 直線 T 型, 円孔打板

図 2.2.18(b) 試 験 模 型



No. 6 LS-7 型

図 2.2.18(c) 試 験 模 型

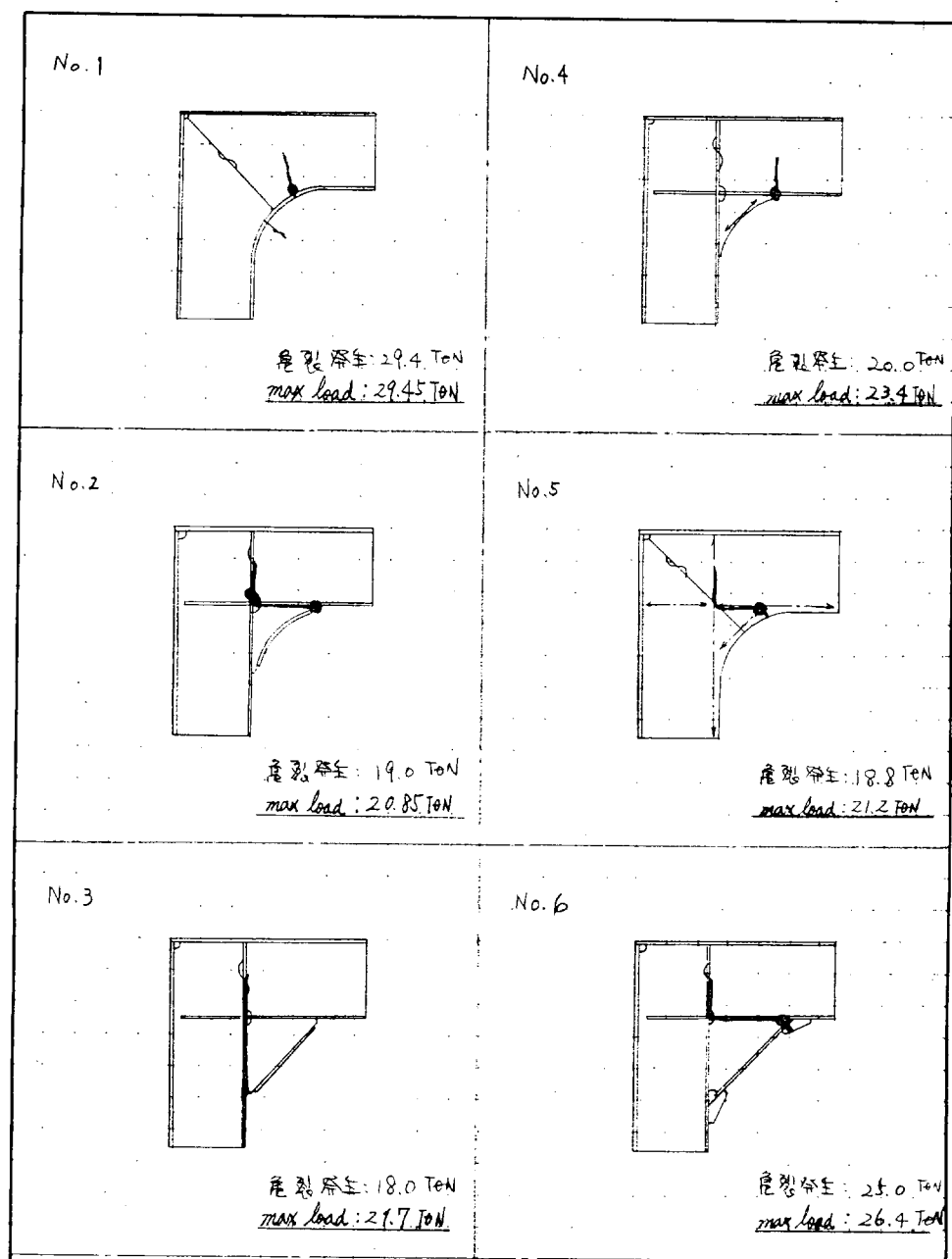


图 2.2.19 静的引張試驗結果

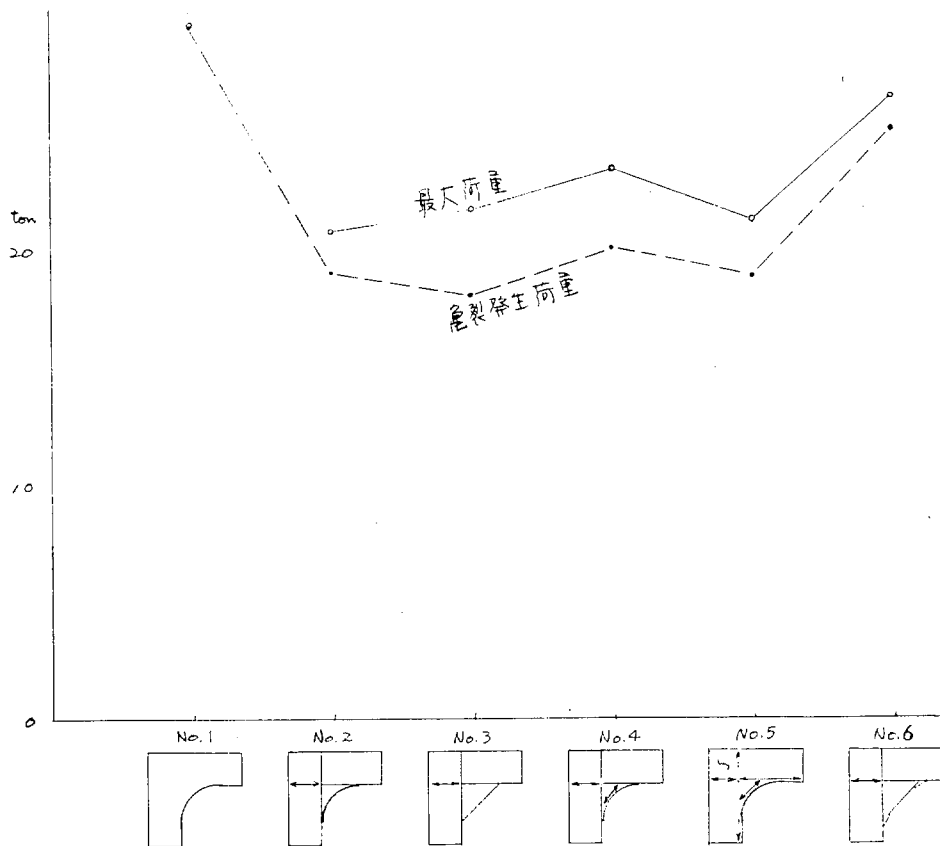


図 2.2.2.0 静的引張強度

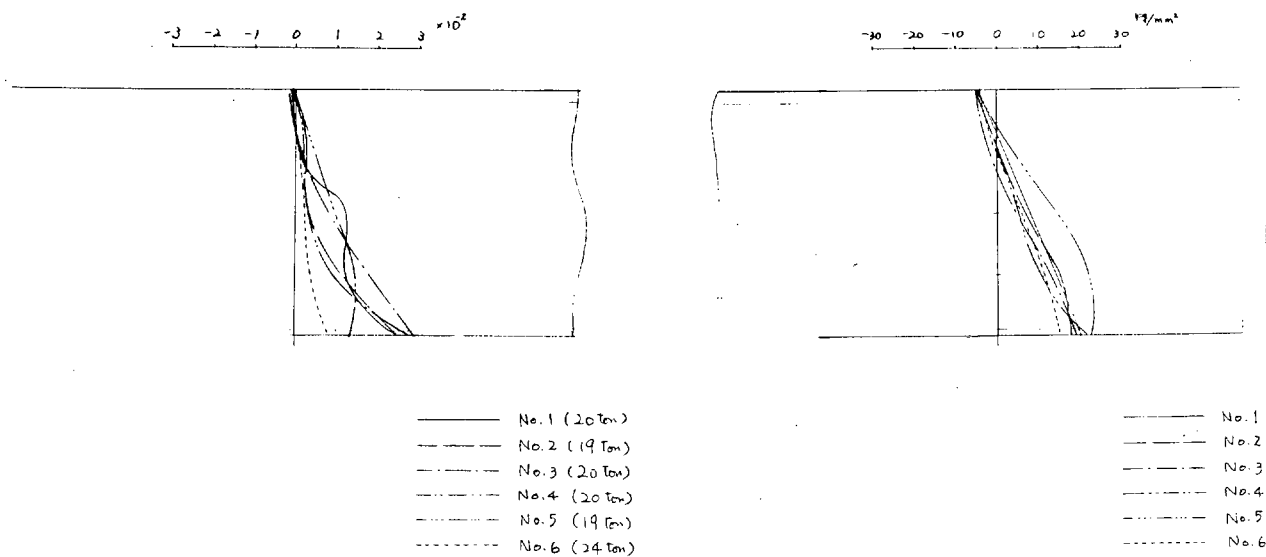
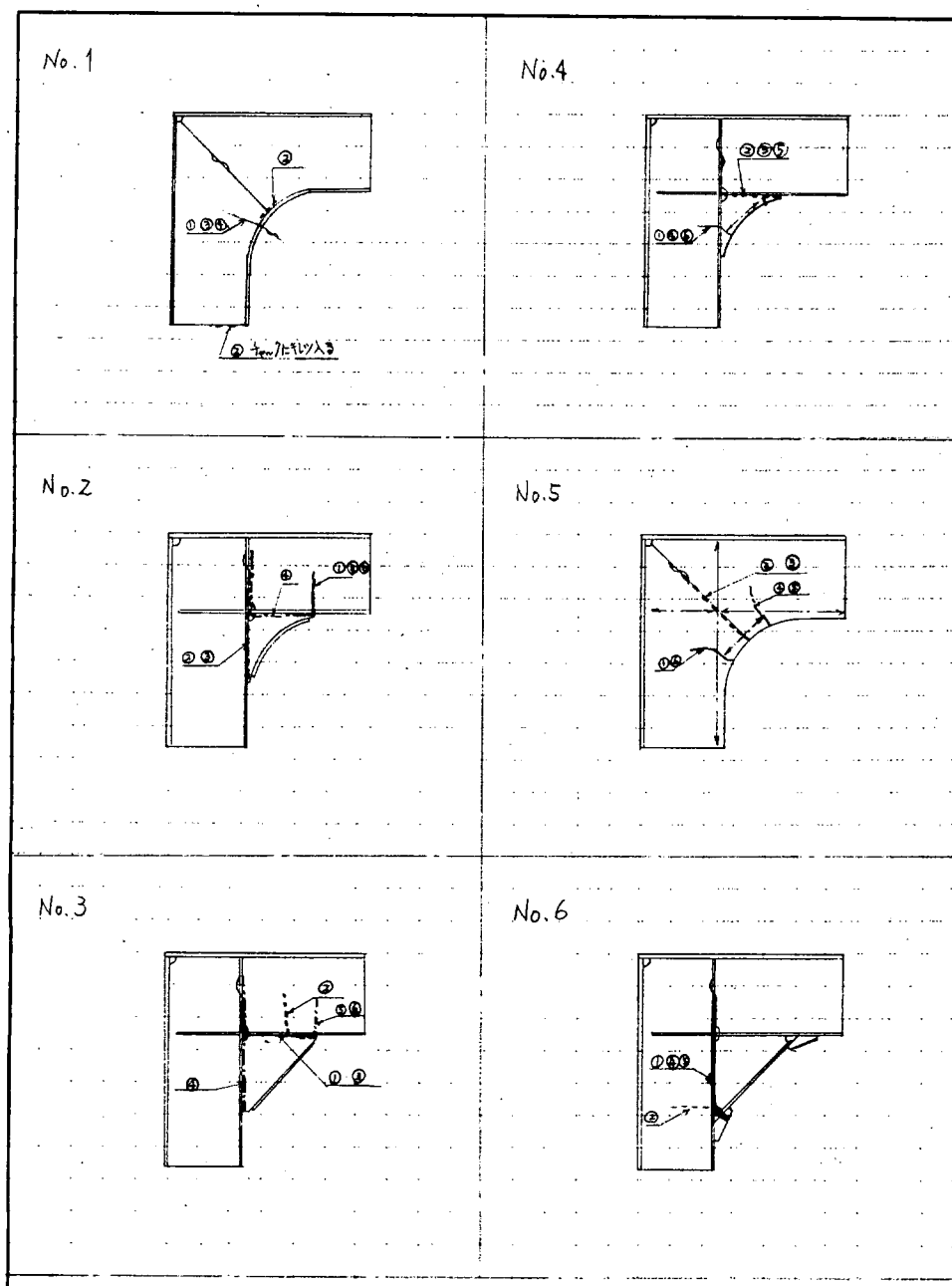


図 2.2.2.1 Girder断面の応力分布 (荷重 8 ton)

図 2.2.2.2 破断寸前のひずみ分布



○中の数字は試験片番号を示す。

図 2.2.23 疲労試験亀裂箇所

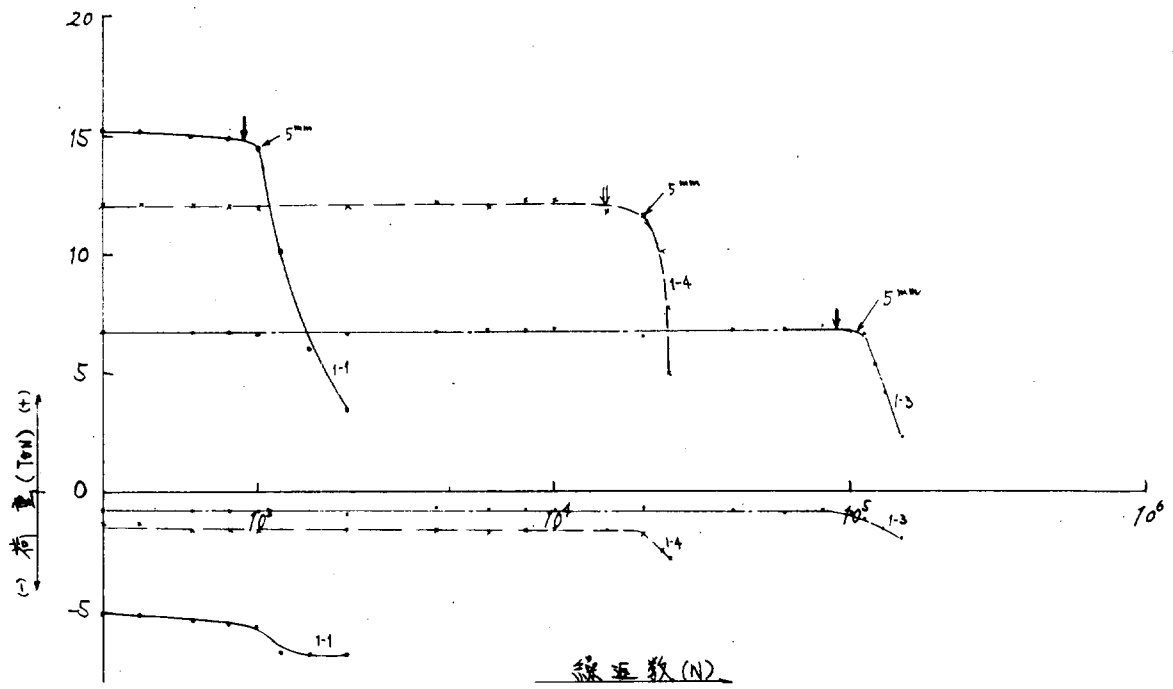


图 2.2.2 4(a) No. 1 模型

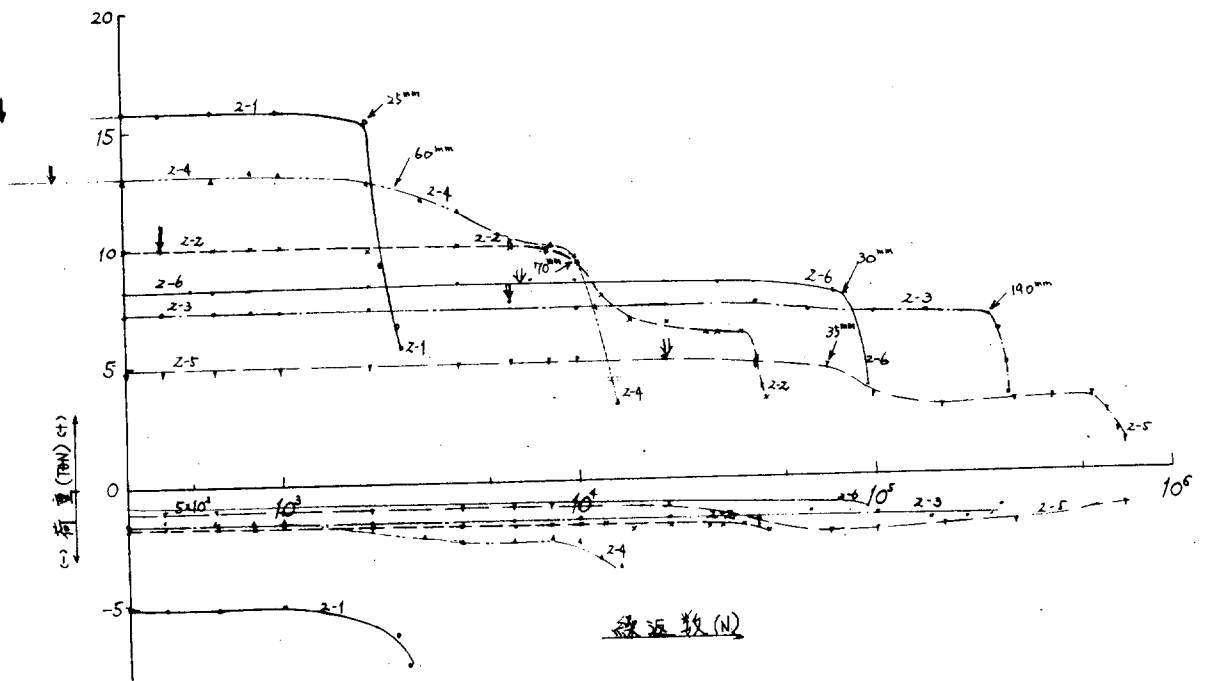


图 2.2.2 4(b) No. 2 模型

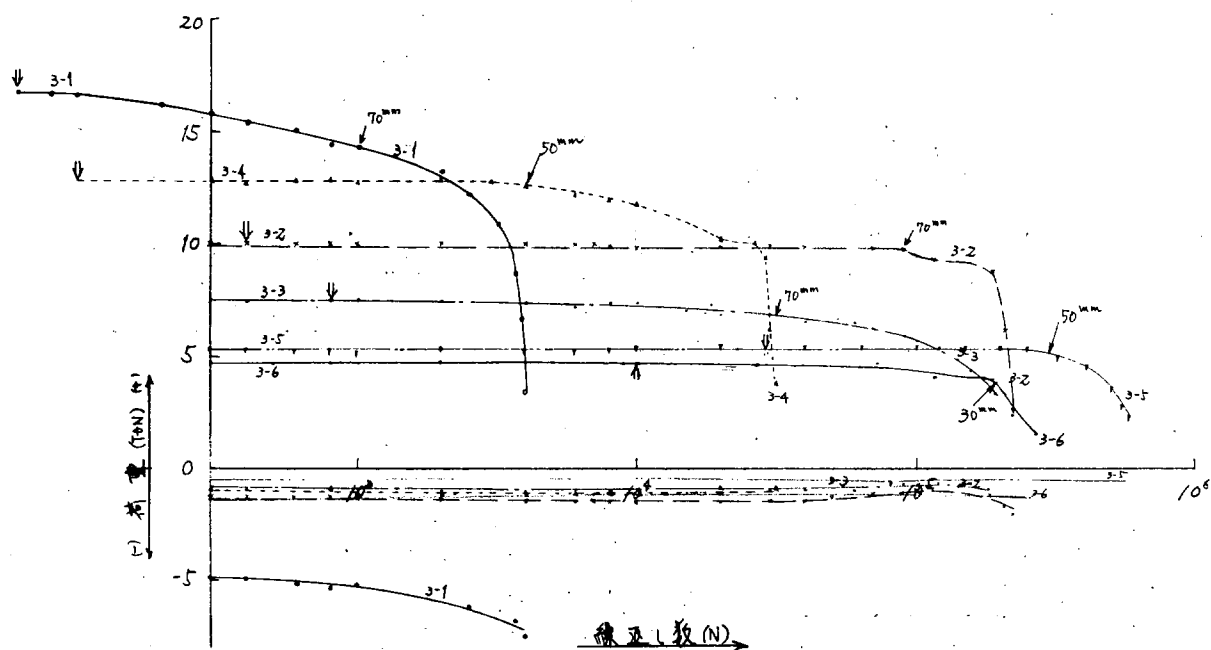


图 2.2.2 4 (c) No. 3 模型

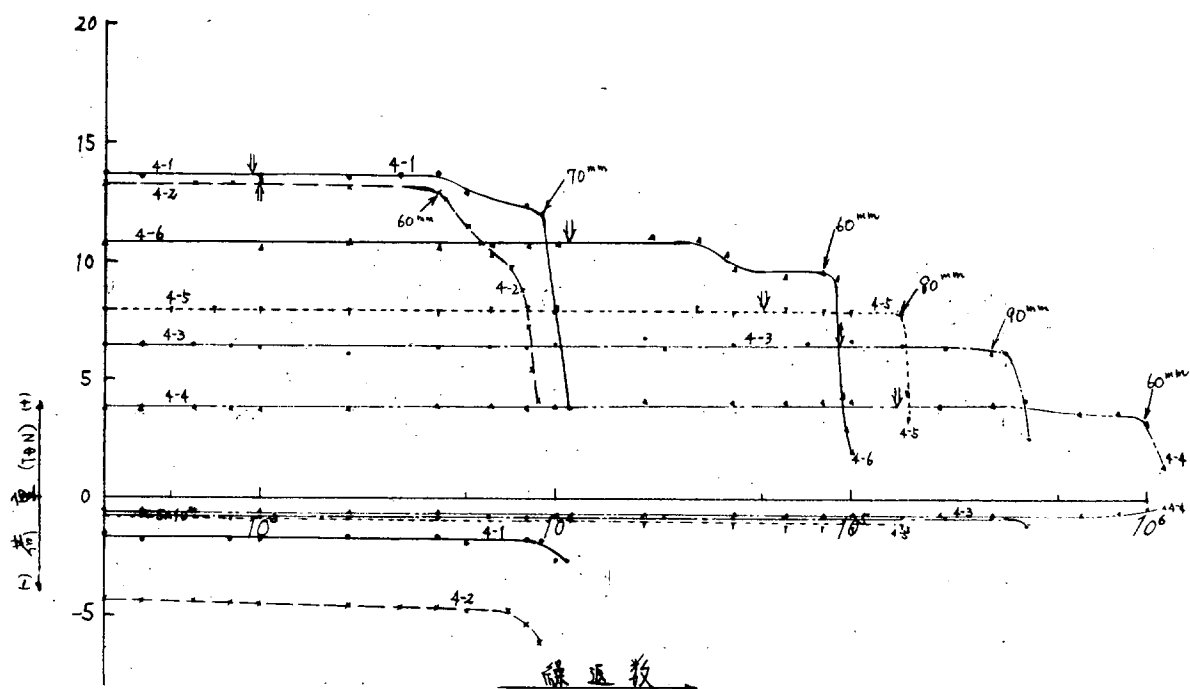


图 2.2.2 4 (d) No. 4 模型

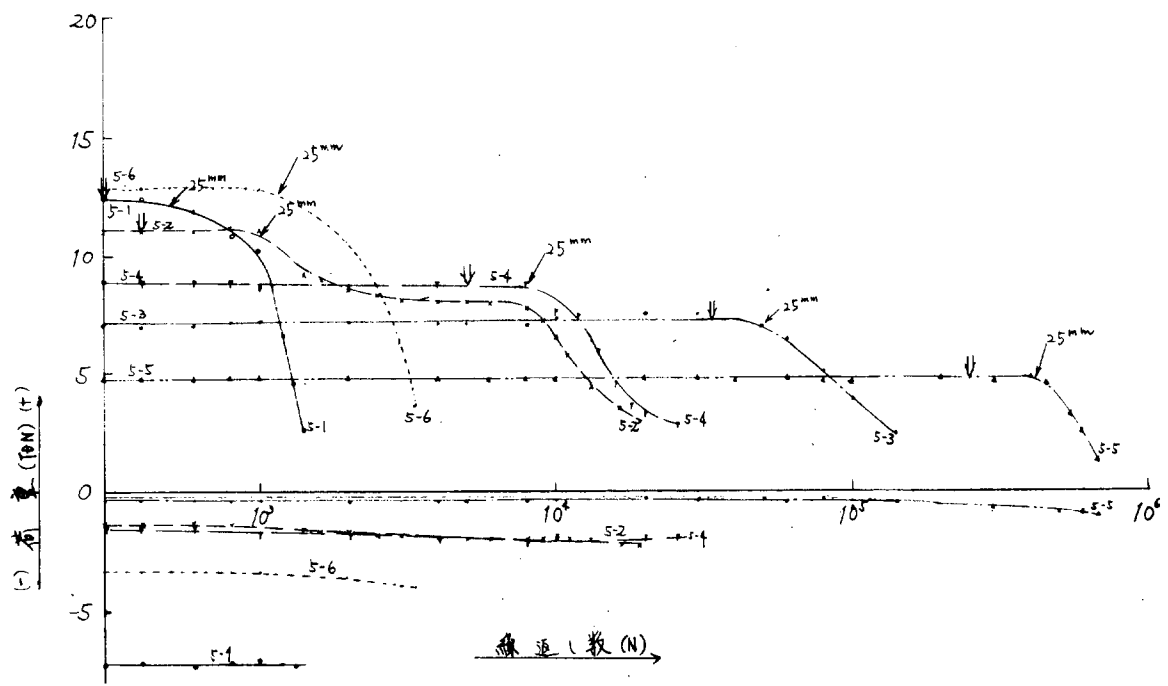


图 2.2.2 4 (e) No. 5 模型

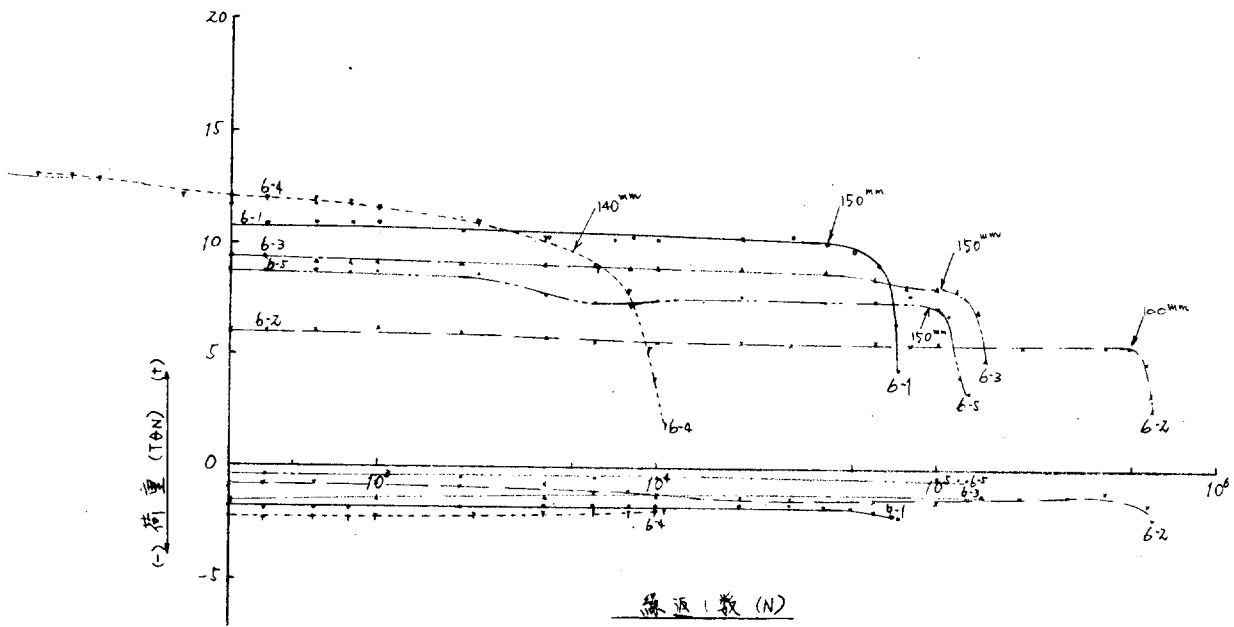


图 2.2.2 4 (f) No. 6 模型

表 2. 2. 1 2 限界亀裂長さ

構造形式 (模型 No)	亀 裂 形 式	限界亀裂長さ (mm)
No 1	Face Plate の溶接接手	5
No 2	BKT の Toe から Girder Web へ	30
	BKT の Toe から、BKT の溶接線に沿って進む	60 ~ 190
No 3	BKT の Toe から Girder Web へ	30
	BKT の Toe から BKT の溶接線に沿って進む	70
No 4	BKT の Toe から BKT の溶接線に沿って進む	80
	BKT Stiff. の Toe から亀裂発生	60
No 5	Web の溶接接手に沿って進む	25
	BKT Stiff. の Toe から亀裂発生、Web が切れる	
No 6	Toe Piece が切れてから BKT の溶接線に沿って進む	150
	Toe Piece が切れてから Girder Web へ	100

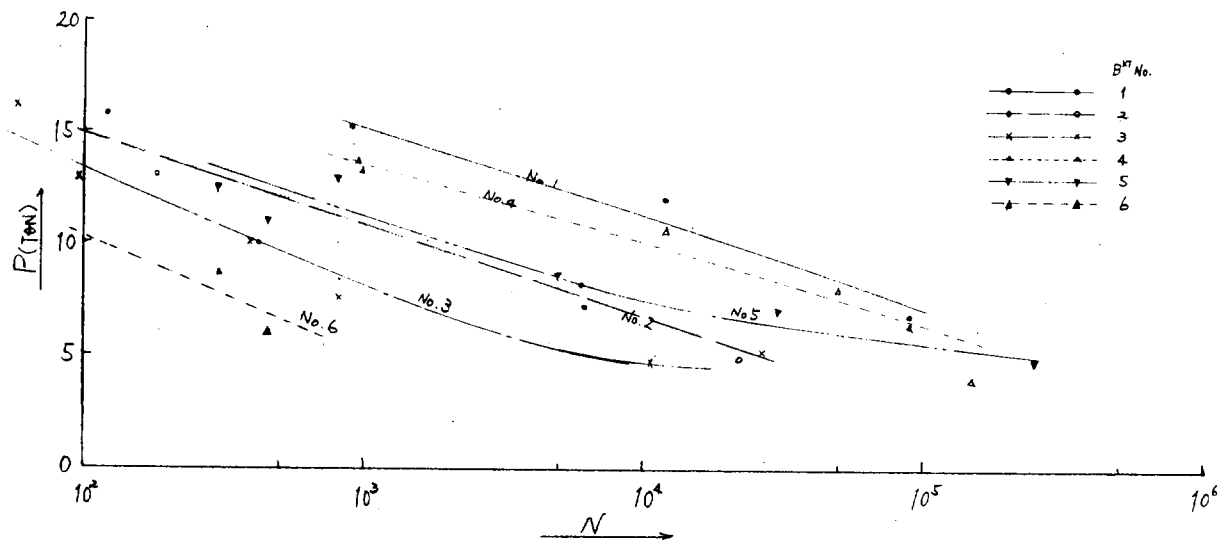


図 2.2.2.5 亀裂発生時における繰返数と荷重の関係

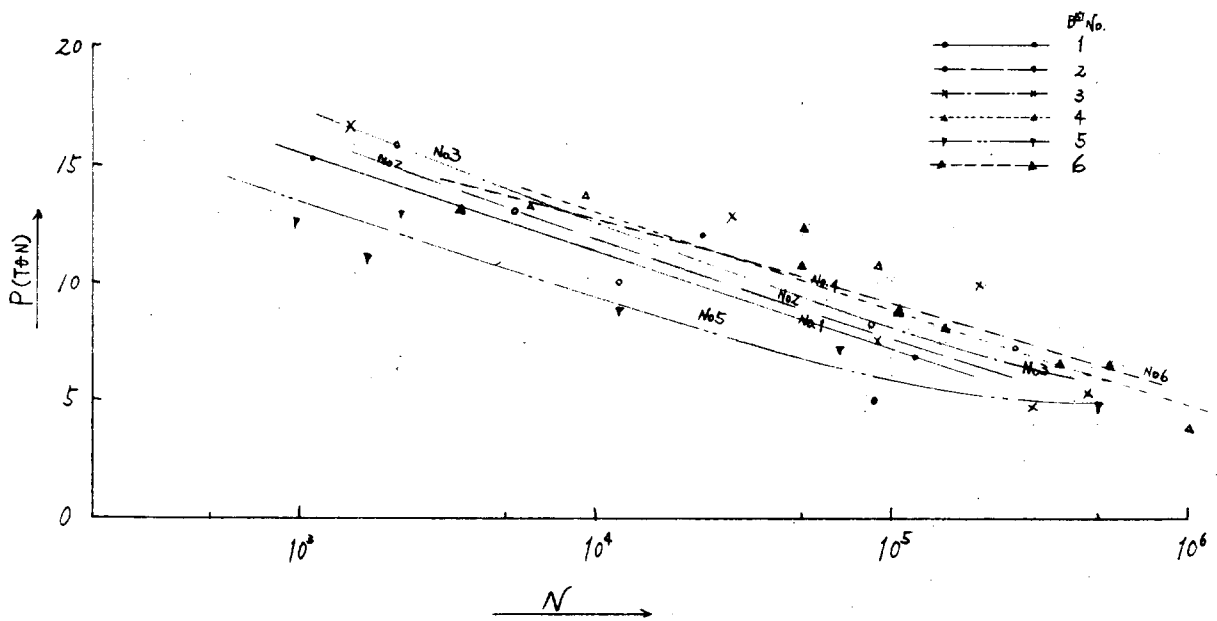


図 2.2.2.6 荷重が $1/5 P$ 下がつたときにおける繰返数と荷重の関係

(3) 直線式構造の検討（大型模型疲労試験を行なうための直線式構造の検討）

本節では、大型模型試験を行なうために超大型タンカーの直線式構造の構造様式に対する検討、試設計および就航中様々な条件下での強度検討等を行なった。

(a) 試設計および構造様式に対する検討

- (i) まず予備試験を行ない概略の傾向をつかむ必要があるので、前年度デイベーサーベイの際、対象に選んだ表 2.2.13 の A 船（D/M 213,000 t タンカー）について、これを直線式構造に設計し直した。この概略図を図 2.2.27 に示す。
- (ii) 予備試験の結果、後述のごとく一応の可能性ありと判断したので、現在最も一般的な船型と考えられる NK Class の 237,000 D/W ton タンカーについて表 2.2.13 の B 船について本試験を行なうために構造様式の検討並びに試設計を行ない、詳細な強度検討を行なってみることとした。

図 2.2.28 に B 船のトランスリングの原型とこれを直線式構造とした場合の概略構造図を示している。この B 船の直線式構造の決定にあたって、Bracket 形状を前項の“節劣化の効果の評価”で取扱った直線式構造“LS-7”“LS-8”の Bracket の形状（本形状は一部の欧州造船所で実船に採用されている）と変えたが、これは前項“小型模型による疲労試験”の結果より、疲労強度上前者が後者に比べて非常に優れていることが判明したこと、および節劣化の評価を行なってみると“LS-7”、“LS-8”の Bracket の代りに図 2.2.28(b) の Bracket 形状を採用すれば部材数が減少し、したがって、現場工数もかなり減少することが予想されること等のため、本試験は図 2.2.28(b) の構造にしようこととした。

表 2.2.13 供試船要目

供 試 船	A 船	B 船
D / M (ton)	213,000	237,000
L (m)	310.0	304.0
B (m)	48.71	52.4
D (m)	24.5	25.7
船 級	A B S	N K

(b) 強度検討結果

(i) A 船

Full load condition および Ballast condition について立体計算および横強度計算を行なった。横強度計算は最も苛酷な荷重状態になると考えられる Permanent Water Ballast Tank 内の F.79 Section について行なった。

本トランスリングの荷重条件を表 2.2.14 に示す。

また、予備試験は強度上最も苛酷になると予想される Longi. Bnd 下部の三材結合部を対象として試験してみることとしたため、図 2.2.29 には、この近傍の部材力計算結果を示している。

表 2. 2. 1 4 A 船 計 算 状 態

計 算 状 態	舷側タンク水頭	中央タンク水頭	吃 水
Full load	0	2 4.5 m	2 4.9 m
"	0	2 4.5	1 2.9
Ballast	2 4.5	0	1 5.9
"	2 4.5	0	3.9

(iii) B 船

図 2.2.3 0 に示す Full load および Ballast condition について A 船と同様に最も苛酷な荷重状態になると考えられる Permanent water Ballast Tank に wave crest および trough がきた場合の 4 ケースについて、立体計算および強度計算を行った。

なお、波高としては 16 M と仮定した。

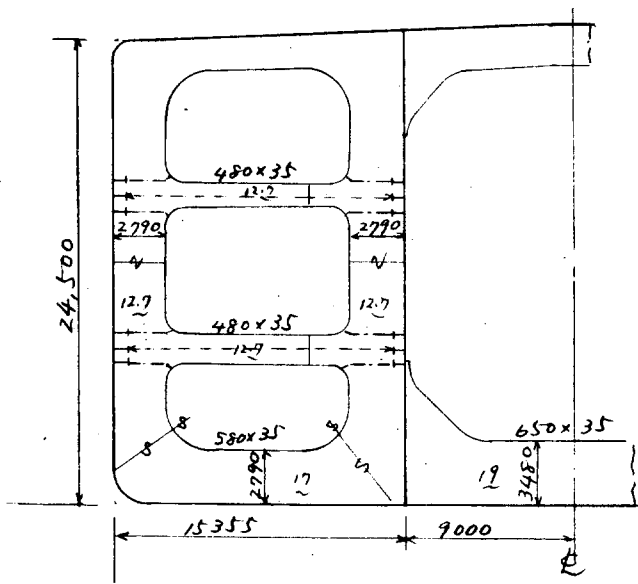
Bracket toe 部におけるトランスリングの部材力計算結果を表 2.215 に、また、表中の記号の説明を図 2.2.31 に示す。特に Bilge corner 部については Bracket に生ずる応力を詳細に調べるために図 2.2.3 2 に示す分割により前記部材力を用いて、有限要素法により詳細検討を行なった。計算結果を図 2.2.3 3 に示す。特に応力集中部では有限要素法による計算値は低目にでると考えられるが、本計算でも図 2.2.3 3 より判る通り Bracket corner 部にはかなりの応力集中が同われ、最大応力は Side Trans 側に生じており、Full load condition (on the crest) で -35 Kg/mm^2 Ballast condition (in the trough) で 42 Kg/mm^2 程度の高応力になっていることが判る。

なお、応力振巾は Full load condition のほうが大きくなっている。

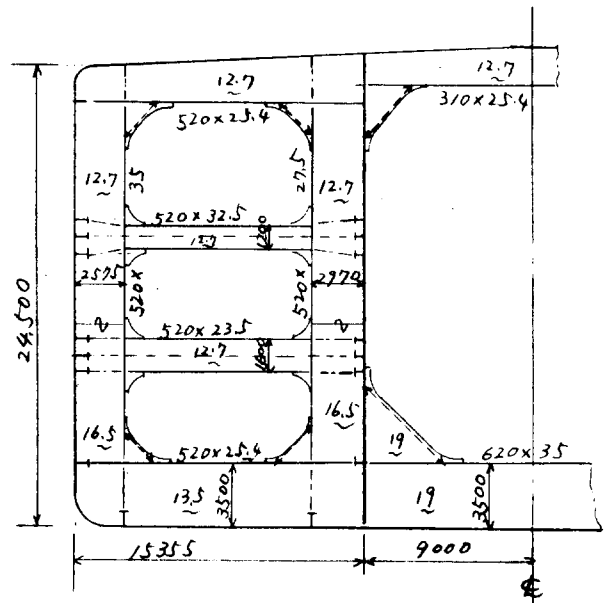
以上の計算結果により大型疲労試験の試験荷重の設定を行なったが、この点については大型疲労試験の項で説明されているのでここでは省略する。

表 2.2.15 B船 Bracket Toe 部における部材力計算結果

個所	FULL LOAD (CREST)			FULL LOAD (TROUGH)			BALLAST (CREST)			BALLAST (TROUGH)		
	曲げモーメント	剪断力	軸力	曲げモーメント	剪断力	軸力	曲げモーメント	剪断力	軸力	曲げモーメント	剪断力	軸力
1	- 72.1T-M	129.8T	- 447.5T	- 41.5	- 200.3	910.7	- 27.4.5	- 170.4	689.4	140.5	- 500.4	1622
2	- 516.8	- 301.6	- 1101	195.6	- 316.0	- 212.4	256.2	18.4	425.7	698.1	140.9	1120
3	- 83.9	- 512.3	- 1101	- 627.2	27.4	- 212.4	- 299.6	- 213.4	425.7	- 499.6	- 561.2	1120
4	- 87.5.7	- 314.7	- 1312	1.2	628	- 365.3	325.5	173.6	441	10020	392.5	1250
5	- 57.5.7	- 184.6	- 878	- 93.7	93.5	- 259.0	145.9	124.6	306	6028	271.0	813
6	- 83.2	- 229.2	- 906	- 728	77.1	- 213.6	- 137.2	150.7	333.3	119.3	291.5	879
7	210.0	62.9	- 521	- 372.1	78.6	- 119.2	- 416.3	- 4.2	213.9	- 462.9	26.5	491
8	150.6	- 101.6	- 536	- 331.6	- 53.1	- 109.0	- 430.8	9.3	213.1	- 396.6	51.2	515
9	222.9	50.9	- 52	- 134.4	- 53.1	9.5	- 212.0	- 116.0	63.2	- 331.0	- 74.8	27.5
10	- 132.5	76.9	951	- 9.7	221.9	- 154.3	- 66.7	70.6	413.2	158.2	142.8	1273
11	9.6	- 141.6	- 593	- 420	3.4	- 66.7	- 321.8	63.3	255.4	- 371.9	135.5	761
12	15.9	73.3	- 578	- 337.6	- 1.8	- 76.9	- 290.2	- 86.1	256.1	- 313.9	- 60.1	737
13	- 40.5	- 33.5	- 129	- 114.7	- 108.7	33.0	42.8	- 93.2	58.1	- 77.2	- 67.3	94
14	6.0	- 11.0	- 133	19.1	9.5	53.1	113.2	41.0	172.6	7.4	5.2	131
15	- 96.9	44.1	- 133	- 39.9	9.5	53.1	- 64.6	16.4	172.6	51.1	- 19.4	131
16	- 18.8	- 23.3	- 48	155.6	26.5	213.4	96.1	33.0	273.6	147.5	33.0	206
17	139.9	28.7	388	- 203.4	- 45.3	- 63.4	- 126.2	- 26.8	172.1	- 298.6	- 65.7	338
18	- 61.0	14.6	- 352	- 48.9	- 10.2	- 131.7	4.1	0.7	143.2	- 102.3	- 23.4	189
19	- 124.0	28.7	388	214.0	- 45.4	- 63.4	120.6	- 26.8	172.1	306.3	- 65.7	338
20	- 73.3	14.6	- 352	45.4	- 10.2	- 131.7	- 2.7	0.7	143.2	113.3	- 23.4	189

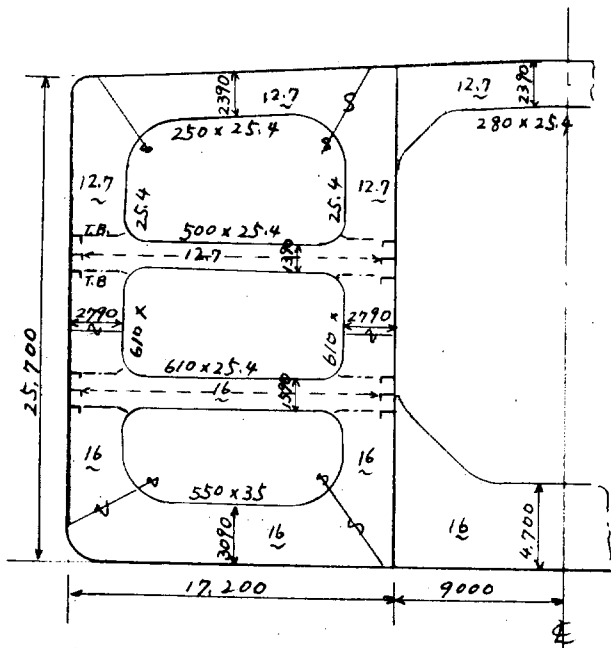


(a) 従来構造

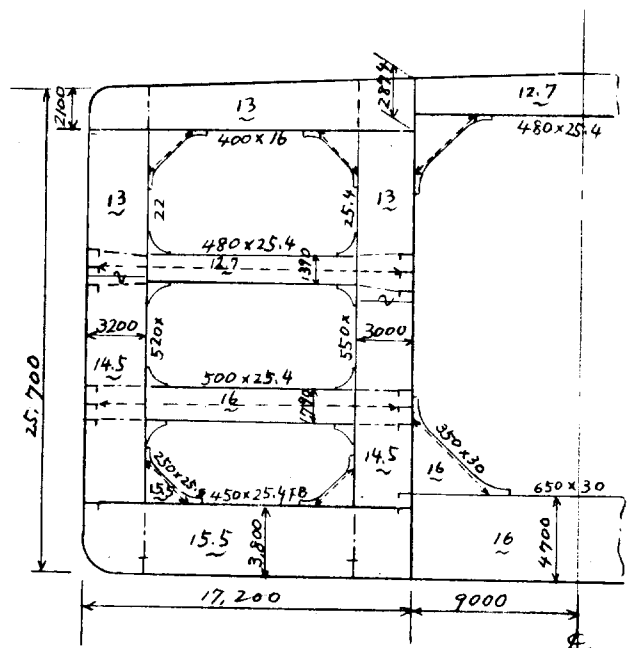


(b) 直線式構造

図2.2.27 A船 MIDSHIP SECTION



(a) 従来構造

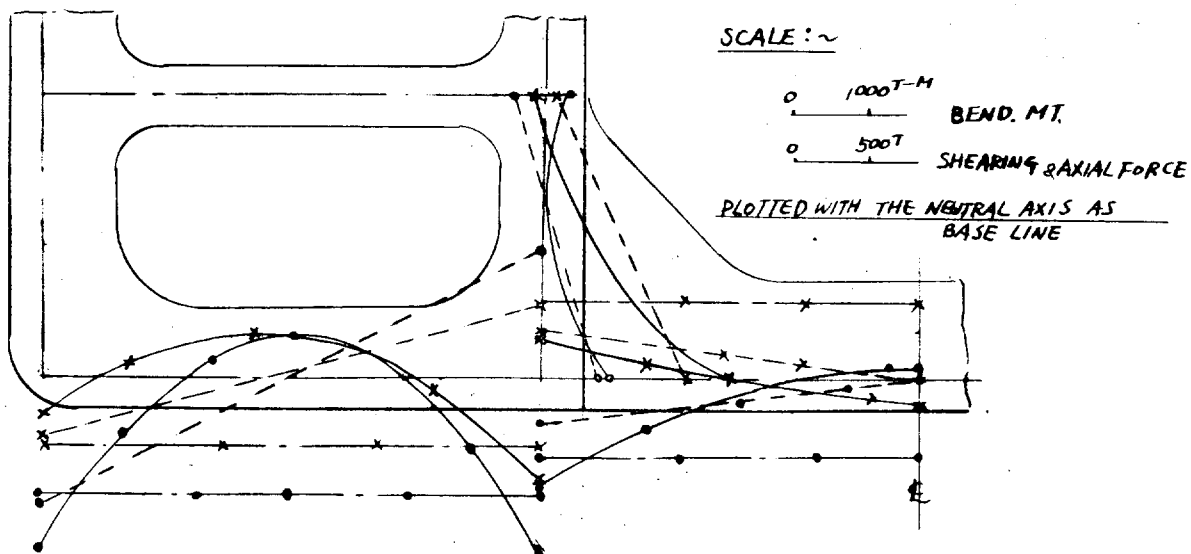


(b) 直線式構造

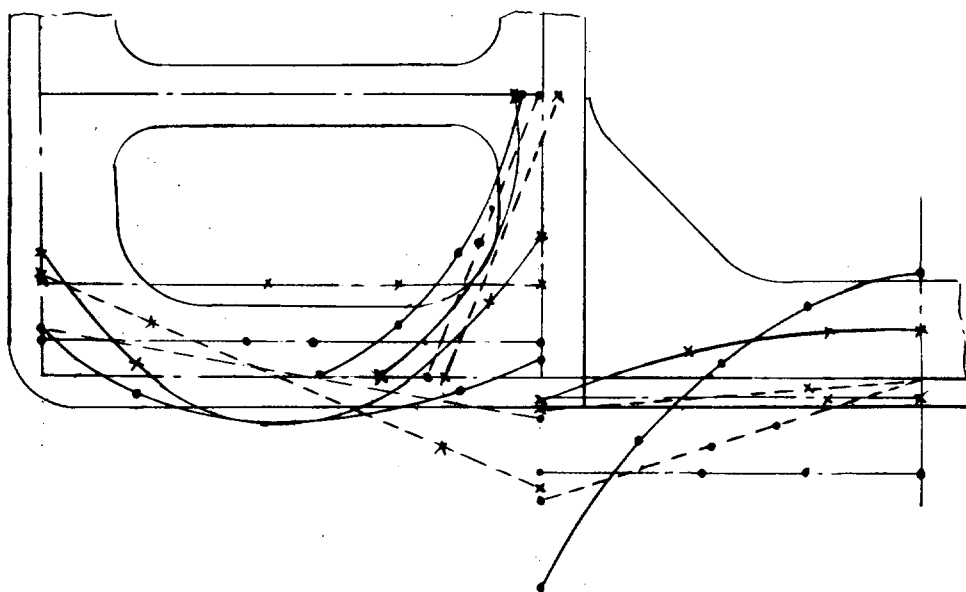
図2.2.28 B船 MIDSHIP SECTION

EXPLANATION OF SYMBOLS

——— BENDING MOMENT
 - - - - - SHEARING FORCE
 ——— AXIAL FORCE
 MARK ● SHOW THE VALUE OF WAVE CREST
 " X " " " " TROUGH

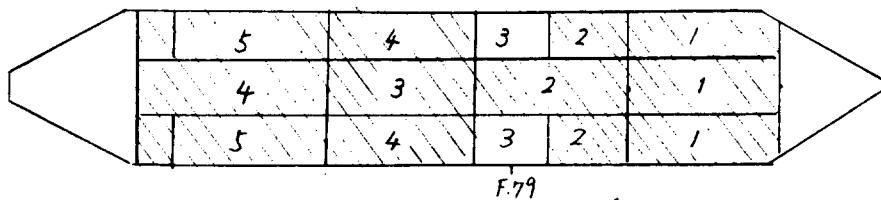


(a) FULL LOAD CONDITION

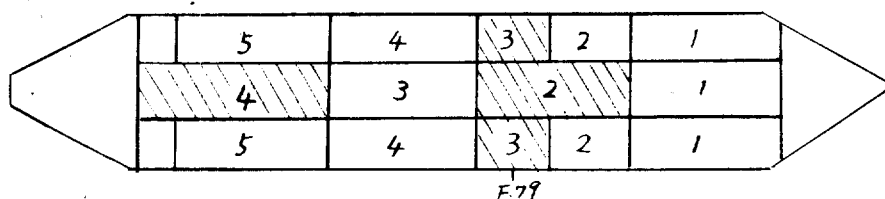


(b) NORMAL BALLAST CONDITION

図 2.2.29 A 船断面力計算結果

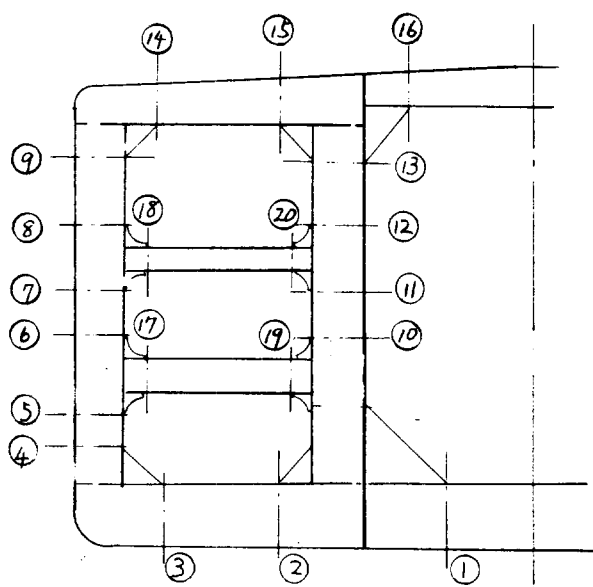


(a) FULL LOAD CONDITION (平均吃水 19.88M)



(b) BALLAST CONDITION (平均吃水 10.49M)

図2.2.30 B 船計算状態



符号 (正の方向)

(1) 水平部材



(2) 垂直部材



(3) 軸力

+ 引張, - 圧縮

図2.2.31 B船計算結果説明図 (表2.2.10の説明図)

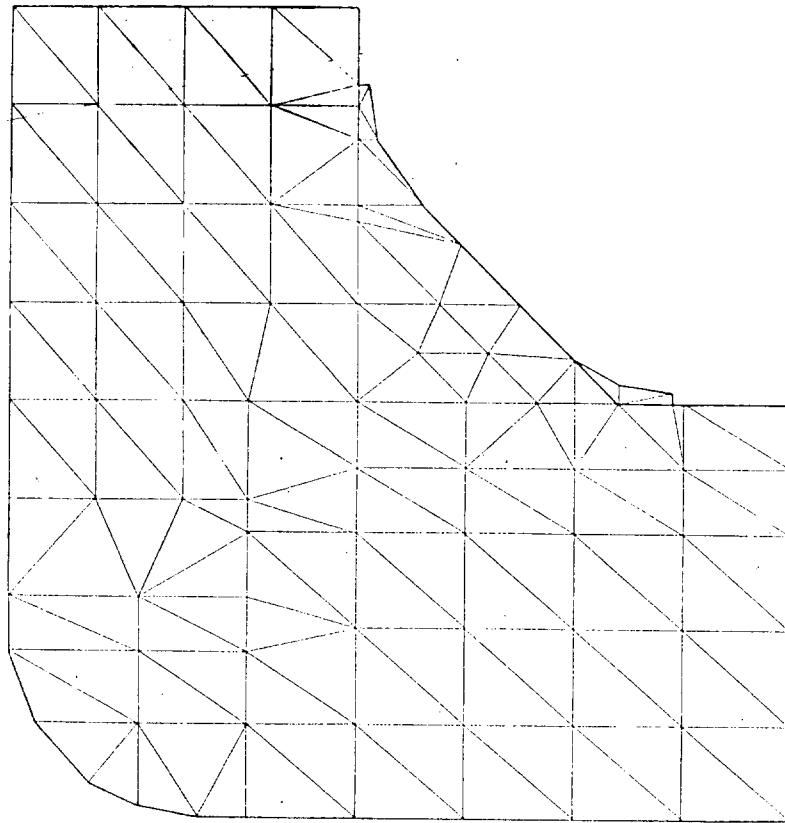


図 2.2.3 2 A 船 Bilge corner 部有限要素法計算分割図

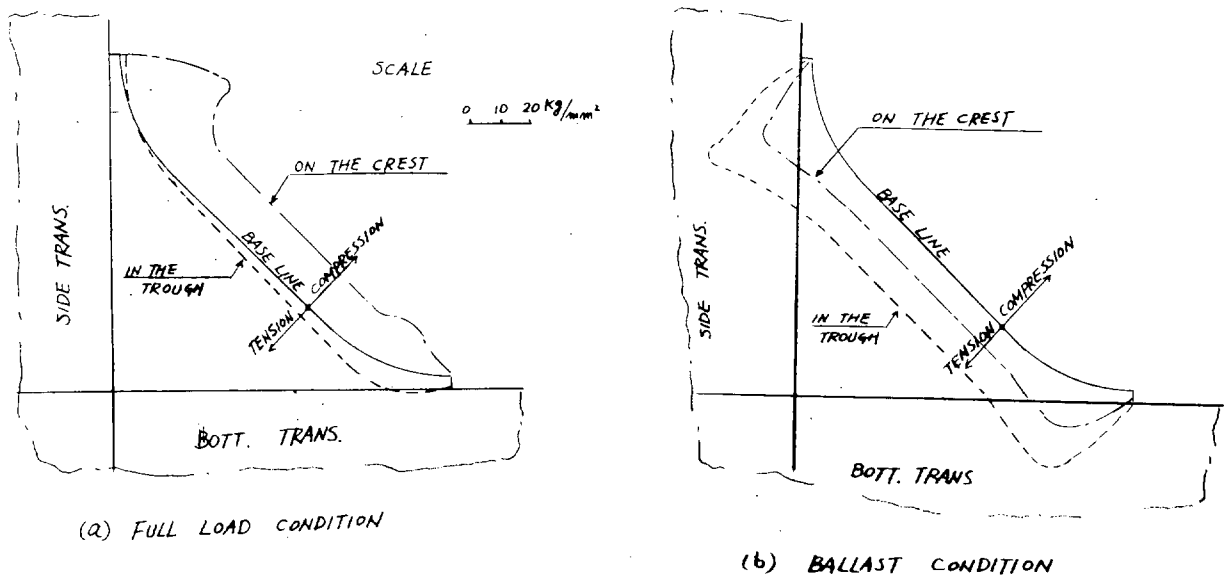


図 2.2.3 3 B 船有限要素法による BRACKET FACE 応力計算結果

(4) 大型模型による疲労試験

(a) 予 備 試 験

(i) 緒 言

直線式構造の疲労強度を解明するため、前節の小型試験に引続き、大型試験の実施を計画した。大型試験を実施するに先立ち、問題の焦点をしぼり、かつ実験遂行上の問題点を明らかにし、試験を効果的に行えるようにすることを目的として予備試験（2体）を行なった。

(ii) 疲労試験方法

(1)において試設計されたA船をModelに、そのL.B^{HD}下部Wing Tank側を、図2-2-①に示すように、 $\frac{1}{4}$ 縮尺に模型化した。

模型に対する負荷は、（海象条件の推定）→（構造部材力の推定）→（模型への荷重設定）の順で定めた。この際海象条件として最大波高を12m、平均の応力変動周期を10secとし、一航海を34日・年8航海とした。

構造部材力の推定は(1)における計算結果をもちい、BKTのToe端付近でのMoment/I/Yが、実船と模型とで同等になるように模型への負荷荷重を定めた。

一航海当りの変動荷重の累積頻度を満載状態、脚荷状態に別けて表示すれば、図2-2-②a)のようになる。これをもとに試験体に負荷した荷重のLoad Programは、図2-2-②b)のようである。

(iii) 実 験 結 果

疲労試験を行なうに先立ち、試験体についての応力分布計測と、実船の直線式構造と、R型構造および試験体について有限要素法による計算を実施した。

計算結果を、図2-2-③に示す。これより模型実験における応力分布は、実船における応力条件により大きめであり、実験条件が安全側の、すなわち、亀裂寿命が短かめの結果になるように定められたことがわかる。

試験体2体について同一の荷重条件で疲労試験を行った結果、図2-2-④に亀裂の伝播状況および亀裂位置を示している。

№1 №2 試験体ともBKT付StiffenerのToe端より亀裂が発生したが、№1試験体では3年相当、№2試験体では9年相当の寿命を示している。

両試験体で寿命がかなり異ったが溶接状況が異なること、および工作誤差すなわちBKTとWebの目違の状況が異なることがその原因であると思われる。

亀裂の進展状況は両試験体とも遅く、20年相当の繰返しでも10～15mm（実船換算40mm～60mm）の成長にしかならなかった。

この結果、本構造様式は詳細部に改良を行えば十分実船に採用しうると思われたので本試験を行うことになった。

(b) 本 試 験

(i) 緒 言

予備実験の結果を参考にして本試験を計画実施した。

本試験は、基準試験体、基準試験体の欠点を改良した改良試験体、荷重Levelと疲労強度の関連を調べる増巾型試験体、工作誤差の影響を調べる不完全型の試験体よりなる。

本年度はBilge Cornerを対象とした基本型を中心に表2-2-①に示す試験系列を実施した。

表 2-2-① 45年度 Program 疲労試験系列

試験内容 試験名称	荷重レベル	試験体形状				試験体 番号	供試 体数	備考
	増巾率 f	対象部分	主要部寸法	詳細部改良	不整合 有無			
基準 Program	f = 1.0	Bilge Corner	基本型 (附図 2.2.⑤)	————	なし	A-1	1	1/2.5 縮尺
疲労試験	f = 1.0	Street 基部	" (附図 2.2.⑥)	————	"	D-1	1	
改良型 P 疲労試験	f = 1.0	Bilge Corner	基本型 (附図 2.2.⑤)	亀裂発生部改良	なし	A-1	1	"
増巾型 "	f = 1.5	" "	" (" ")	"	"	A-2	1	"
不完全型 "	f = 1.0	" "	" (" ")	"	S 型	A-3	1	"

(ii) 試験体

基本試験体は(1)で試設計したB船を対象に Bilge Corner型は、その Bilge Cornerもしくは、L,BHD下部Wing Tank側を縮尺した模型とし、Strut基部型は、Upper StrutのSide Shell側を縮尺した模型とした。

模型の縮尺率は、 $1/2.5$ とし、Side Shell の巾のみ 1mとした。(Trans.Space 5m)

材料は、船級規格材KASとし、抗張力は、 42Kg/mm^2 であった。

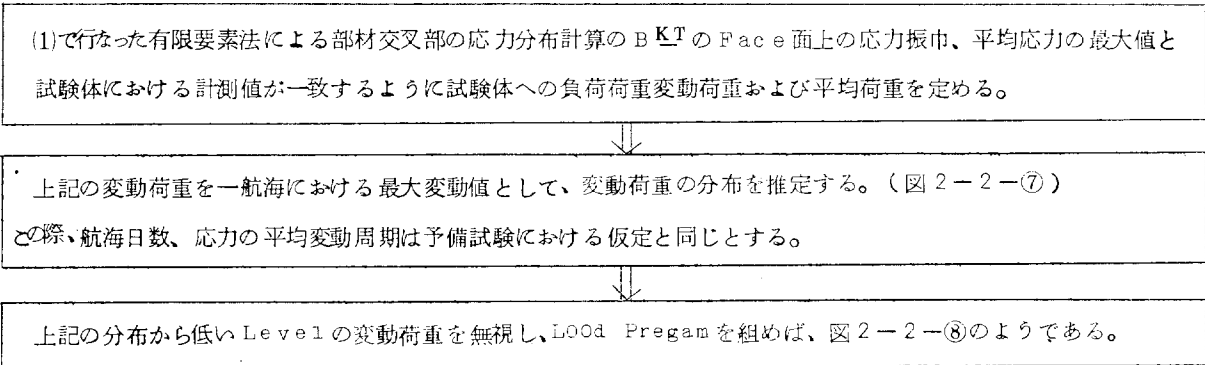
溶接は、溶接棒B-14.4mmφ、160～170 Amp.一層であり脚長は、実船の約 $1/2.5$ とした。

以上の条件により設計した試験体図を図2-2-⑤ および図2-2-⑥に示す。

なお、改良型は、亀裂発生部近傍の寸法L、a、Sを改良したものであり、不完全型は、Trans.のWebが、板厚tだけずれたδ型とした。

(iii) 疲労試験方法

試験体への負荷と疲労寿命の確認は以下の手順で行った。



(iv) 実験結果とその考察

まず、Bilge Corner型についてみる。

疲労試験を行なうに先立ち、静応力分布を計測した。

その基準型の結果を図2-2-⑨a)に示す。応力値は有限要素法の計算値と比較的良好一致を示した。

高応力が生じたのは BK^T Toe部のRの中央付近であり、Toe端のWeb付Faceの平均応力値の約2倍の値を示した。 BK^T 付Stiffenerの先端は比較的低応力であるが、先端近傍の BK^T のPlateにはかなりの大きさの局部曲げ応力が生じている。

改良型については BK^T Toe部のR付近の応力値 BK^T 付Stiffener近傍の応力ともに減じ前者は基準型の約2割減、後者は約4割減であった。

また、不完全型試験体については BK^T 付Stiffener先端付近の BK^T ・Plateの局部曲げがやや増加した他

は、誤差なしのものと応力分布上の変化はなかった。

疲労試験はTrans Ring中、応力条件のもっともSevereな場所を対象に行なった(Bilge corner型はBilge cornerを対象に実験を行なった) その亀裂状況は図2-2-⑩に示すようであり基準型のもはBKT付Stiffener先端のまわし溶接止端部より約5年相当の繰返しで亀裂が生じたがその後の進展は遅い。

改良型においては亀裂の発生個所は基準型の場合と同一であったが、亀裂の発生は約8年相当の繰返しであり、亀裂の進展は遅い。

また、増巾型において荷重レベルを1.3倍に増大させた場合、亀裂は約4年相当で発生した。不完全型試験体については亀裂発生は約8年相当の繰返しにおいてであり誤差による強度低下はほとんどない。

くわしい考察は次年度の系統試験終了時に行なうが改良型を実船に採用すれば亀裂発生の可能性はあるが、もし亀裂が発生したとしても大事故にいたるほどの長さにはならないことが予想できる。

Strut基部型についてみれば静応力分布は図2-2-⑨d)に示すようにCorner BKTのR中央付近に最大応力が生じている。

また、BKT止端部付近の応力はR中央付近の最大値の約7割の応力である。BKT止端部は溶接による局部応力集中が重畳する場所であり、疲労強度検討のチェックポイントとなるであろう。疲労試験については46年度に実施することとする。

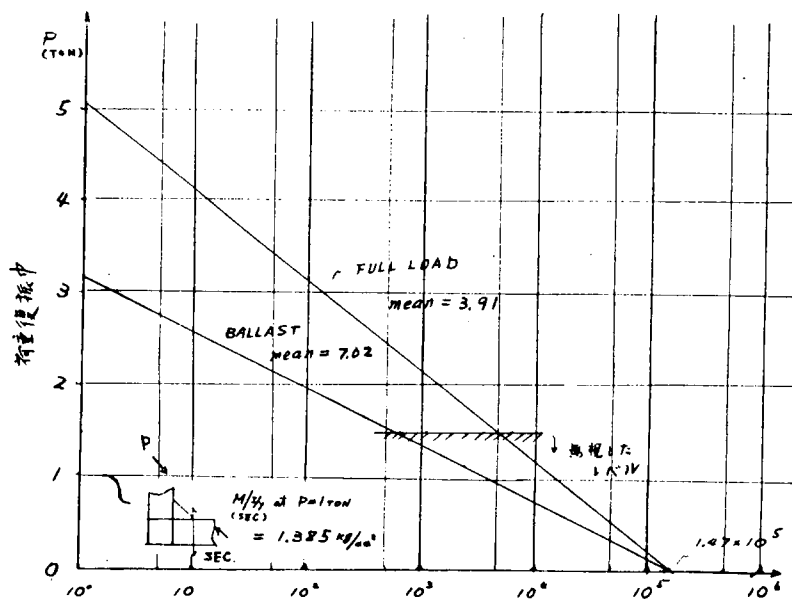


図 2.2.3 5 a) 一航海当りの累積頻度 (積型荷重換算)

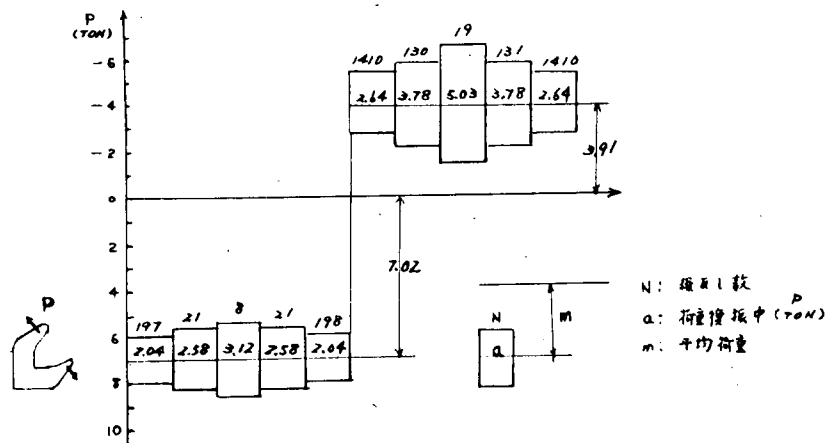


図 2.2.3 5 b) 模型に加えた荷重プログラム

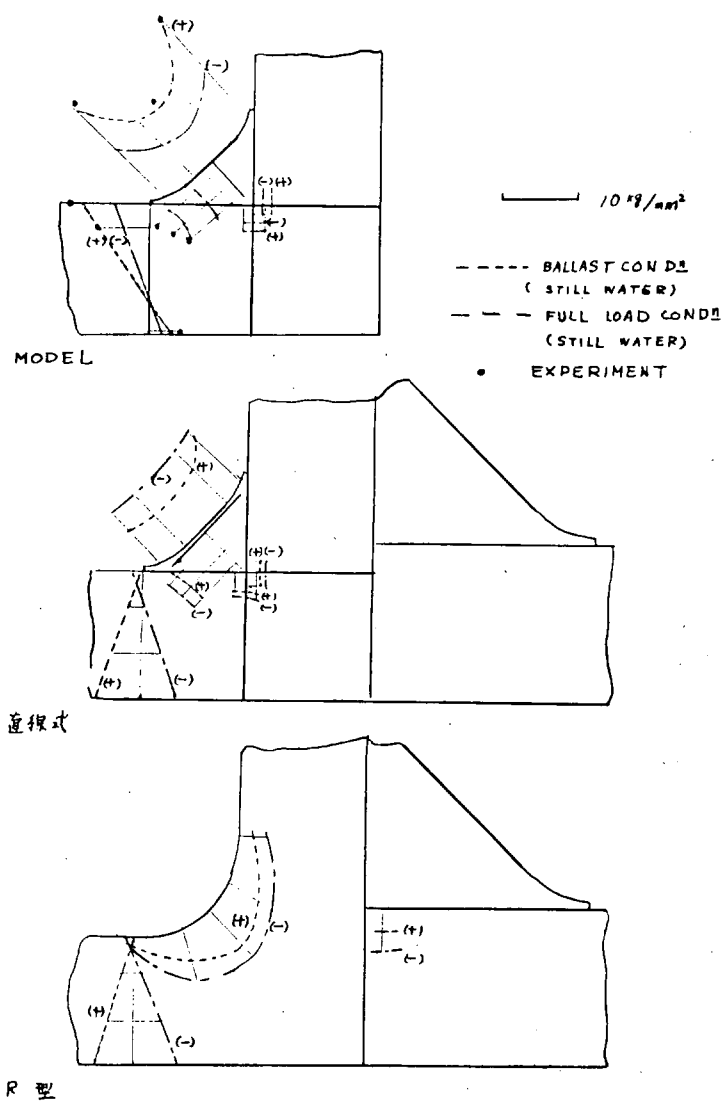


図 2.2.3.6 有限要素法計算値と実験値の比較

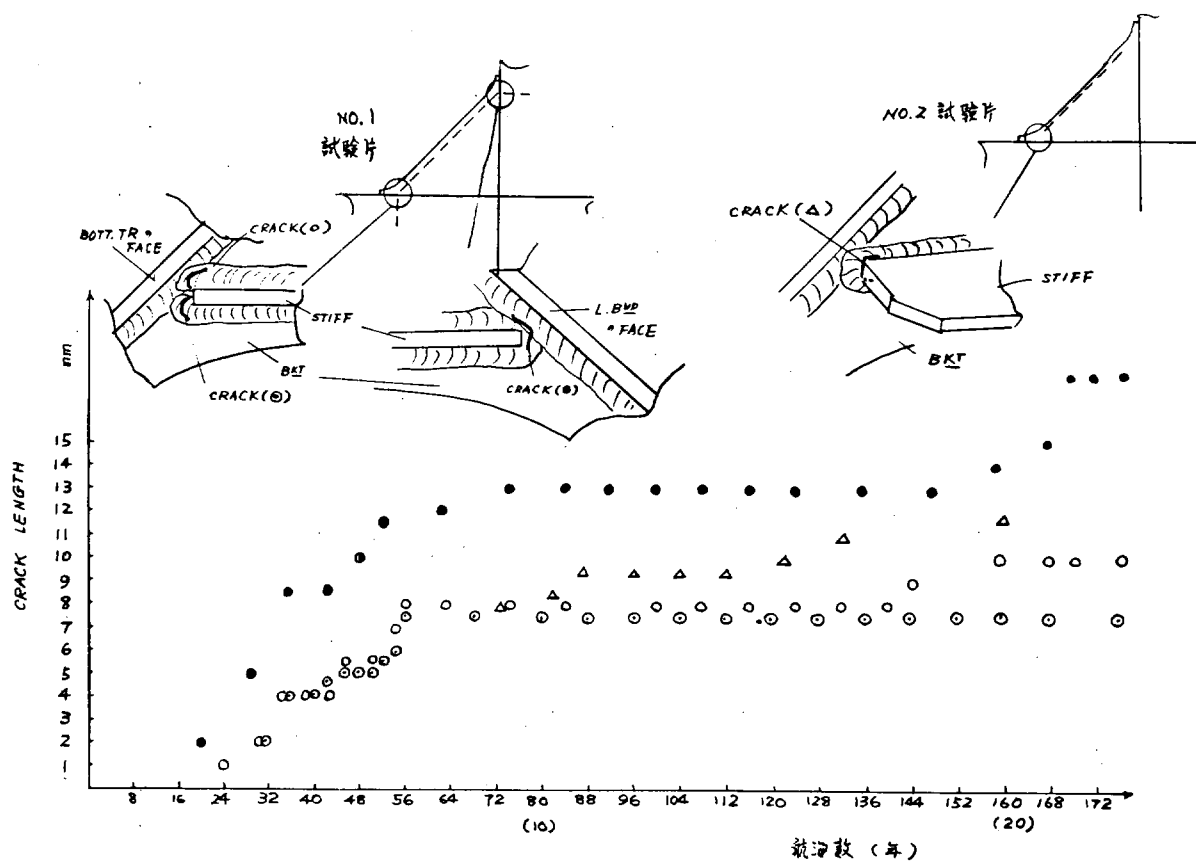


図2.2.37 亀裂発生位置と伝播状況 (予備試験体)

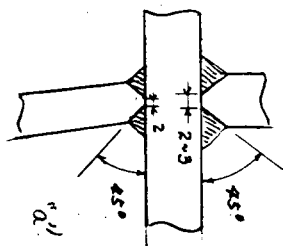
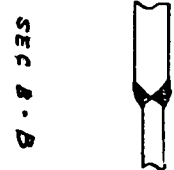
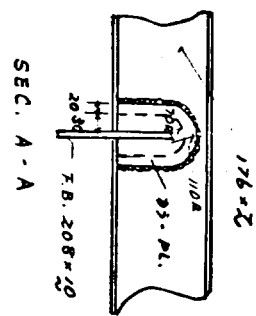
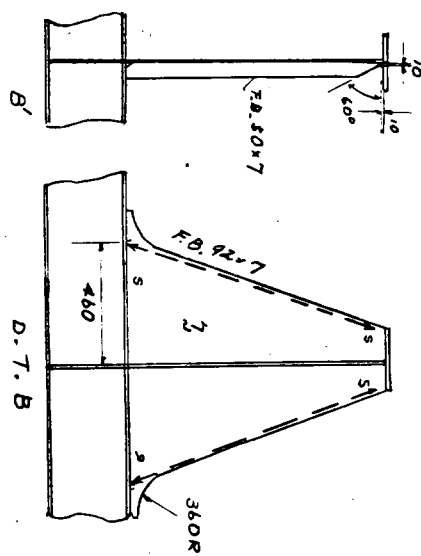
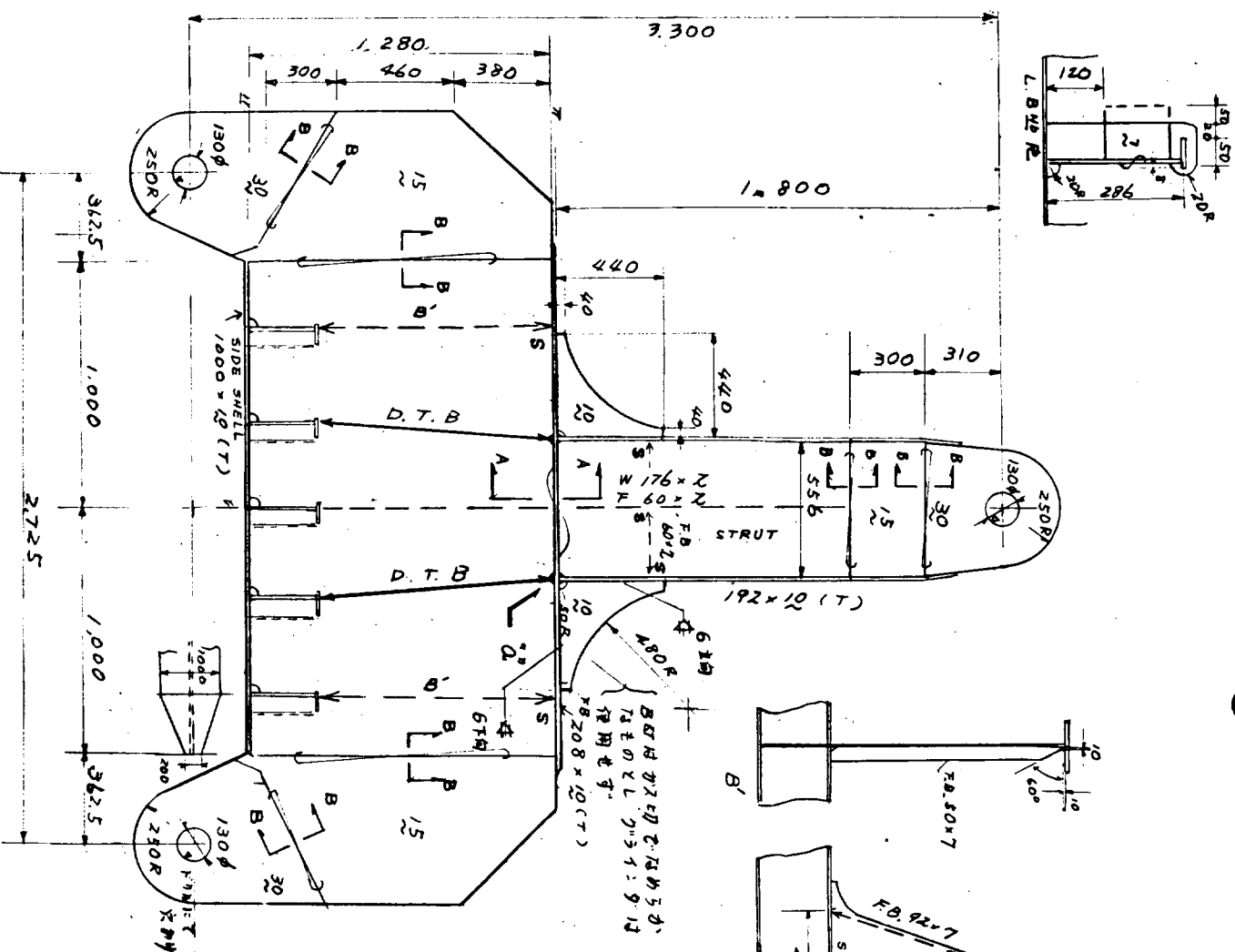


図 2.2.39 大型試験体 (実船の1/2.5 縮尺) (STRUT 基部)

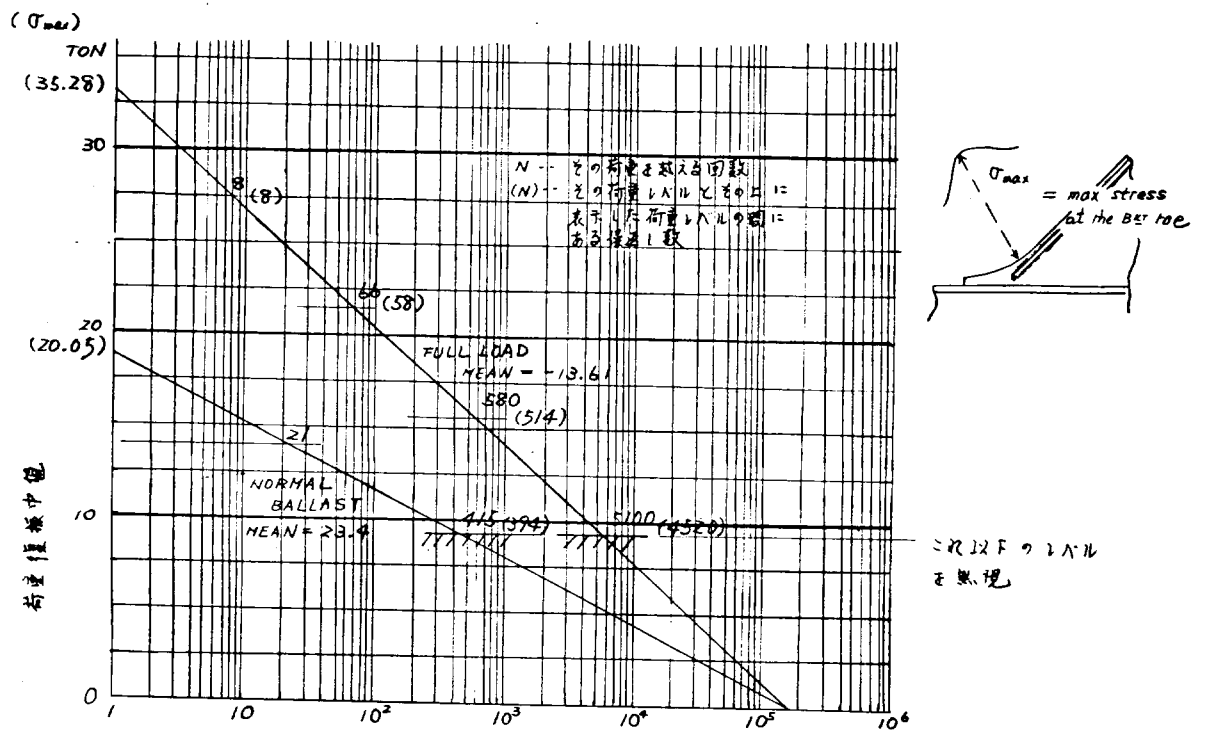


図 2.2.40 変動応力の分布

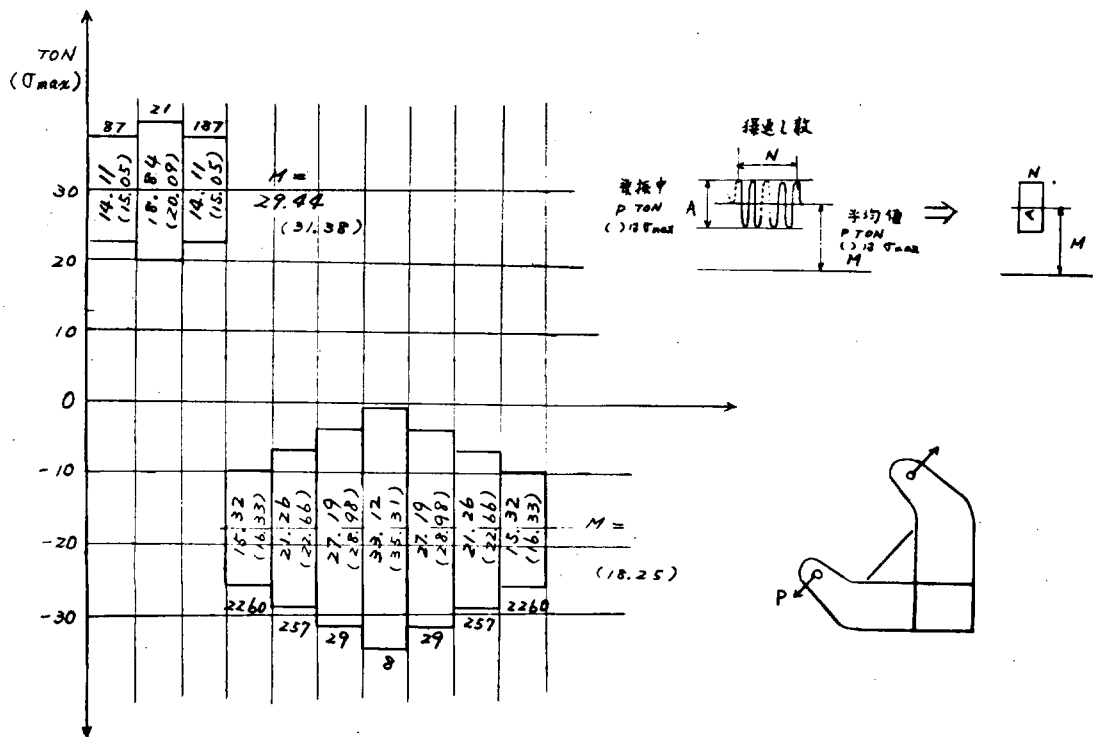


図 2.2.41 ロードプログラム

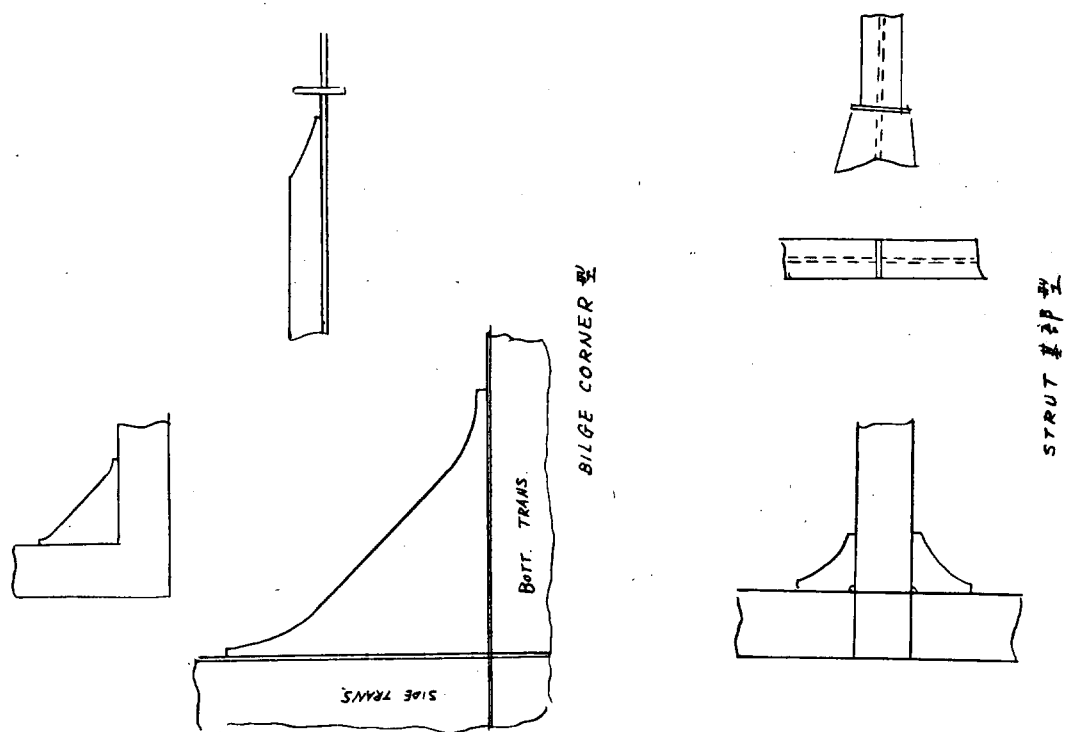


図2.2.4.2 応力分布計測値

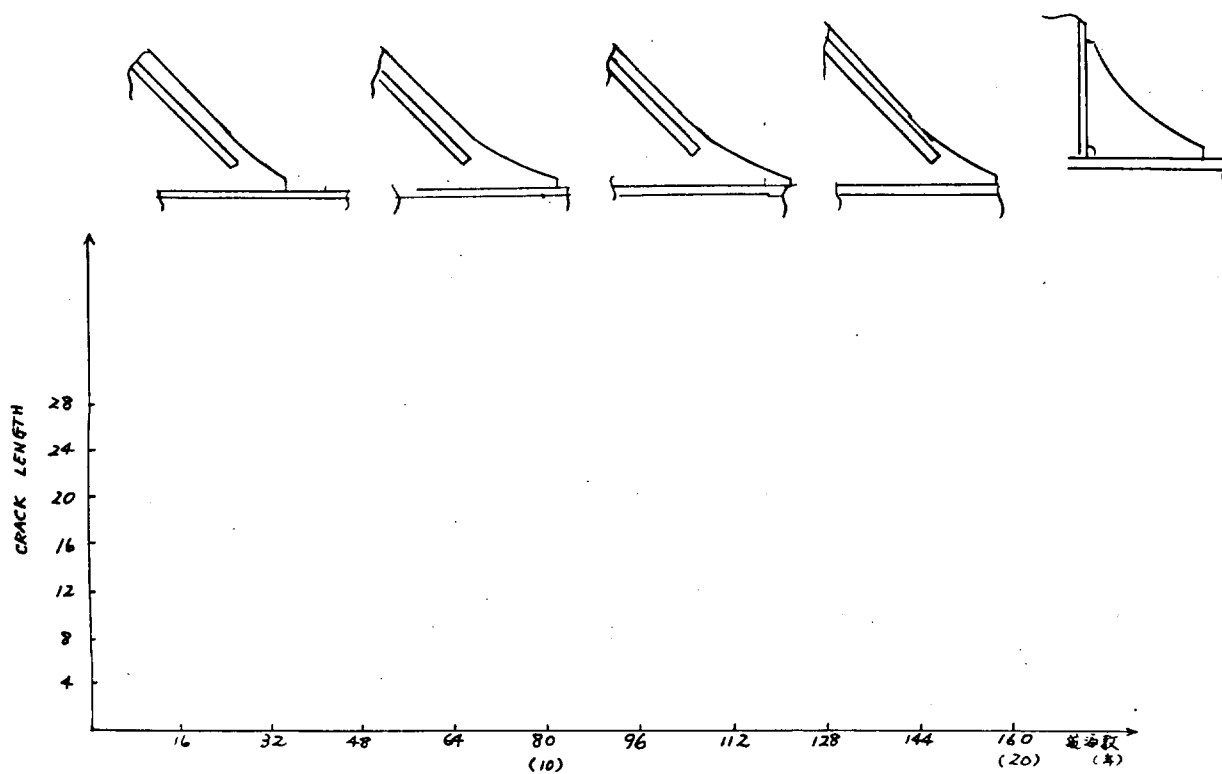


図2.2.4.3 亀裂発生および伝播状況(本試験)

(5) ガス切断部の疲労強度

直線式構造が採用されるようになると、従来はface plateが当てられていたweb plateのガス切断縁が、露出したままに残るような構造になることも考えられる。一般にガス切断縁には0.05～0.1mm程度の凹凸が1mm程度のピンチで存在し、これが切欠効果を持つためと、ガス切断による脱炭のため、疲労強度が低下する。板厚6mmの軟鋼材で、平行部長さ100mm、幅50mmの小型試験片による片振引張疲労試験において、側縁をガス切断のまま試験片の疲労限は、側縁を機械加工したものの60～70%に低下するということが報告されている。¹⁾

そこでガス切断のアラサを種々に変え、また、ガス切断線近傍に補強材が溶接されている場合の疲労強度を検討した。

(a) 材 料

試験片に採用した材料は板厚6mmのSS41材である。その化学成分および機械的性質を表2.2.17に示す。

表 2.2.17 化学成分および機械的性質

化 学 成 分 (%)					機 械 的 性 質			
C	Si	Mn	P	S	降 伏 点	引 張 強 さ	伸 び	絞 り
0.14	0.23	0.45	0.015	0.016	30.0Kg/mm ²	45.0Kg/mm ²	(G.L.=200) 28.4%	54.1%

(b) 試 験 模 型

試験片形状は図2.2.44に示すようなもので、平行部長300mm、幅150mmである。A型とB型があって、A型は平板だけの平滑試験片、B型は平行部の線に沿って40×6のflat barを溶接したものである。

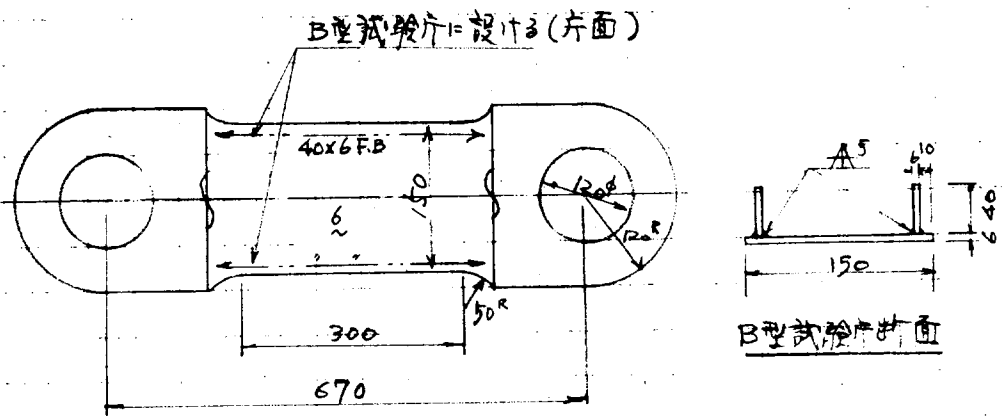


図 2.2.44 ガス切断部疲労試験片

A型、B型とも平行部の縁の切断粗度を表2.2.18に示すごとく4通りに変え、合計8種類の試験片を作成した。

1) 高橋賢次、伊藤昭典：鋼板の切断端面状況が疲れに及ぼす影響（溶接学会溶接疲労強度研究委員会F S－176－43、昭和43年）

表 2.2.18 試験片種類

平行部縁切断状況	平滑試験片	flat bar付試験片
機械加工（切断）	A－	B－1
自動切断（WES R2以下） ¹⁾	A－2	B－2
手切断（WES R3以上） ²⁾	A－3	B－3
中央部に切断ノッチ ³⁾	A－4	B－4

1) 100S以下 2) 100S以上 3) ノッチの深さは0.6～1mm

(c) 試験方法

8種類の各模型を4個乃至6個づつ製作し、機械的レバー型式の疲労試験機により片振り定変位疲労試験を行なった。

(d) 試験結果

上限荷重が繰返し回数の増加にともなって変動する状況の一例を図2.2.45に示す。一般に亀裂が発生すると、まず、上限荷重は比較的ゆるやかに低下し、亀裂もゆるやかに進展するが、亀裂長さが約10mmに達するとにわかに亀裂の進行が速くなり、上限荷重も急速に低下する。したがって、図2.2.45で曲線が垂直に近くなる部分は亀裂長さが約10mmを越えた領域に相当している。

図2.2.46に初期設定応力と亀裂が急速に進展する繰返し回数（寿命）との関係を示す。

切断面を機械仕上げしたA1型試験片と、自動切断したA－2型試験片の間には全く差のないかあるいはやや自動切断のほうが寿命が高い傾向にあることがわかる。

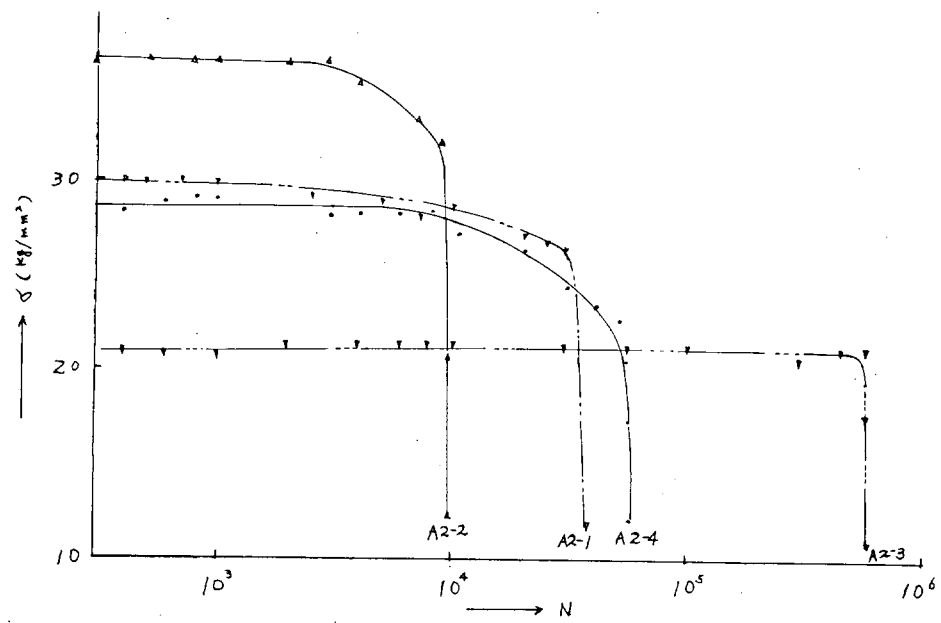


図 2. 2. 45 上眼荷重の変動

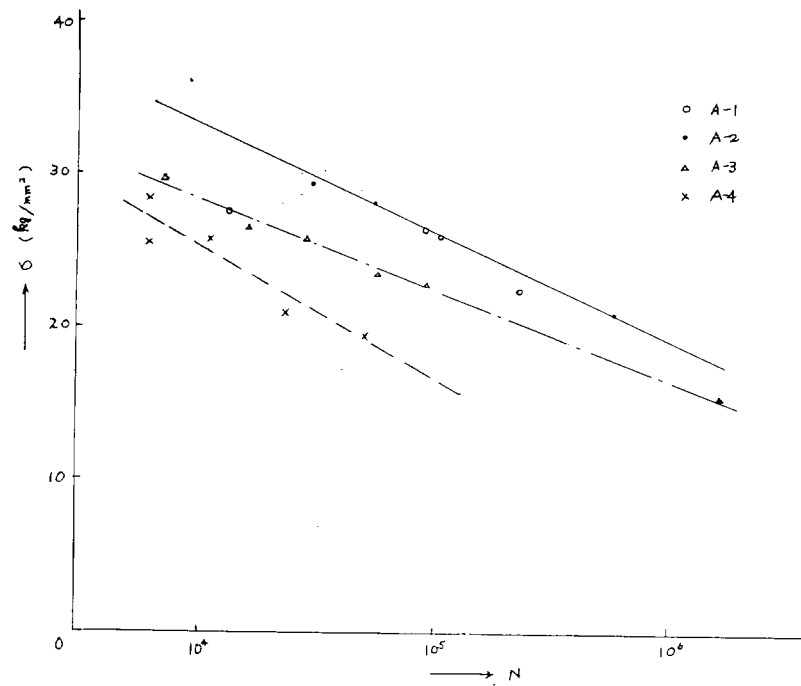


図 2. 2. 46 疲労曲線

2.3 船殻・機装の一体化

2.3.1 概 要

造船所のアンマンド化に関し、ポンプ室を含めた機関機装の研究を担当するのは、このモジュール化小委員会が唯一のものであり、その責任は大きい。

近年機関室の機装法の合理化に新しい多くの着眼が向けられ、機関室のブロックに地上で出来るだけ多くの管や金物を予めとりつけておくことに重点を置きたいいわゆる「先行機装」方式から一歩前進し、「総合的な見地から機装のしやすい船殻構造」に「予め一つのまとまった機能を持つ立体的な補機モジュール」を取りつける「機装工事のモジュール化」が進められるようになってきた。

船の建造工程を最終的に決定するのは機装仕上の工程であるが、また、アンマンド化の進め難い領域として、今後とも改善すべき事項は少なくない。また、造船所の設計人員の中、機装に関与している人の比は、全体の約70%にも及び、完成した船の機装重量当り工費の大きい点も 機装工事の省力化の難かしさと同時に、その改善の余地を表わしているものと考えてよいと思う。

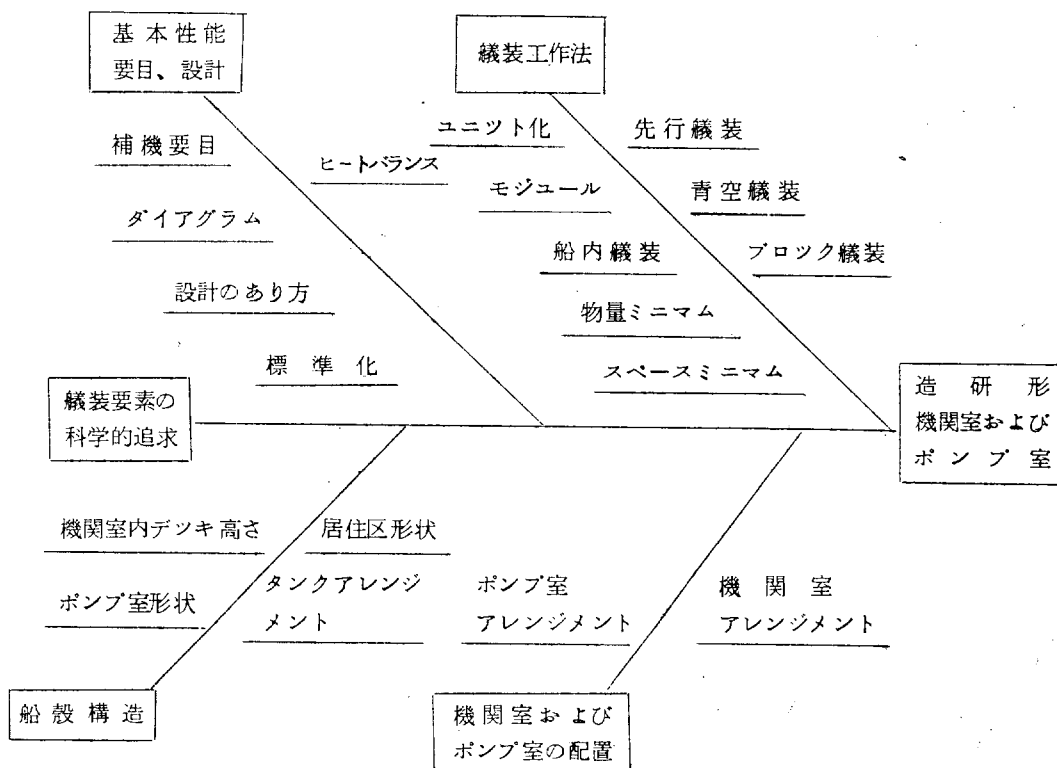
機装工事の改善は、「露天作業」および能率の極めて悪い「船内作業」の「屋内化」「内業化」にその緒を見出すことができるが、これを達成するための条件の研究は従来徹底的なものは見当たらない。

本モジュール化小委員会では、この点につき多くの項目の中から焦点を次の2つに絞り、とにかく概念に走り勝ちな機装要素を極力科学的に数値表示し、具体的な問題点を捉えることを基本姿勢として研究を進めてきた。

1. 機関室およびポンプ室の図面並びにモデルによる合理的配置の研究
2. 機装しやすい機関室構造の研究

検討手順とその要点

機装は一言にして云えば“Assembly work”であり、その基本は機械的なまとまりを持ったユニットの組立ておよび総組立て作業のモジュール化にある。このモジュール化に係する要因を下図に示す。



これらの要素について、a) 現状の把握、b) 解析、c) 将来のあるべき姿等を相互の関連を常に考えながら調査を行った。

調査の結果、ここ数年内に建造される船での省力の具体例を

1) 造研型ポンプ室配置

2) 造研型機関室配置

の2つに分け、その要点をモデル、図面および解説としてまとめることができた。

艤装は細かい雑作業の集積であり、判り難いものとの固定概念を打破し、様々な角度から広い視野と新しい着眼で「艤装のアンマンド化」を検討することができたのは、本委員会の構成メンバーの異色な点に負う所が大きい。すなわち、船殻の基本計画、機関部の基本計画から現場、居住区、ポンプ室の設計および双方の生産設計部門とあらゆる範囲の各社の専門化が卒直な意見を自由に述べ討議したがこのような実のある委員会は未だ前例の無かったものと思う。

また、本委員会のビジョンを示した「造研型配置」は単に造船所の省力および艤装のしやすさのみを捉えたものではなく、船を運航する船主、乗組員の立場をも十分考えた斬新なものである。

単に設計から与えられたものを少ない労力で作り上げることを研究するのではなく、一定の機能を定めこれを果すに足る機器要目の選定の着眼を初めとし、少ない人手で作れる船とは何かを追求した所に研究の意義があると考えたい。

検討結果の要点

- (1) 機関部およびポンプ室の機器要目の差が無限に多くあるが、船としてみたときの総合的な基本性能には大差はない。例えば、荷油ポンプの吐出管の口径の700mmと750mmの違いは、造船所のプラクティスの差によって生じている例や、類似船の補機要目がわずかに違っていている等である。
- (2) このことは、今日までの船の一品生産方式の弊害にすぎず、予めデザインしたものを売る標準生産方式への移行の必要性を示している。「時代に沿った標準設計船」の販売に即応できる標準のあり方について討議が進められた。
- (3) 造船業が占有し得る人員が今日の $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ になったときには必然的に「設計グループ」「モジュール製作グループ」「船舶組立グループ」の3形態に分業化されることが考えられる。

設計グループは、既製のモジュールの活用および必要最小限の新しいモジュールの作製をベースにした船の設計を行うことが前提であり、ここにアンマンド化の基本があることを確認した。

- (4) モジュール製作工場の構想には問題点が多く含まれている。補機器ユニットの製作のためには、単体の補機器の他に多くの管および艤装金物を必要とする。これらの製作は、一見簡単のように考えられるが、多品種の素材のストックと管曲げ、鈑金設備並びに溶接能力を必要とする。

独立企業としてこれだけのものを揃えているものは造船所以外には見当たらない。換言すれば造船所の分身を外部にまとめるか、或いは造船所の構内にまとめるかのいずれかである。

運搬の便を考えれば後者の方が、経済的にも時間的にも遙かに優利である。さらに独立企業として成立させるためには、発注量の確保が絶対条件であるが、果してこのようなモジュール製作企業を造船所の外に存立させ得るのか問題は多い。

しかし、モジュール製作工場乃至は企業を1社の専有とせず造船所数社の共同経営体とする構想は造船所のアンマンド化の一方策として考えてよいと思う。これは単に造船所の作業の外部置換と云われることはあっても、重度の専門化による高性能のモジュール作りの形態はすでに電機メーカーの一部にその例のあることに注目すべきであろう。

ただ機関部のモジュールの難点は、死んだ重い金物(パイプや鈑金物)の間にとりつけられた壊れやすい生き物(制御装置類)を1体にした重量物の運搬にあり、運搬中の生き物の破損、調整の狂い等の問題点および運搬コストの低減策等を解決しない限り、モジュール作りの専門化は軌道にのり難い面を持っている。モジュール工場に最も適した既存企業を中小造船所に求めることは一案ではなからうか。

(5) モジュール製作の専門化と設計のあり方

高性能の補機器モジュールの性能は、モジュール製作企業に全責任を依存するとしたとき、造船所の設計者の作業は、

- 1) モジュールを組合せた船のプラント全体のシステム設計
- 2) 個々のモジュールの性能のマスター

が主体となり、各補機モジュールの詳細構造については、関知しないシステムエンジニアの性格が強まってくる。換言すればブラックボックスの巧妙な連繋を考えること、ならびに新しい機能を持つブラックボックスの具体的要求を出すことが造船所の設計者の仕事となることであろう。

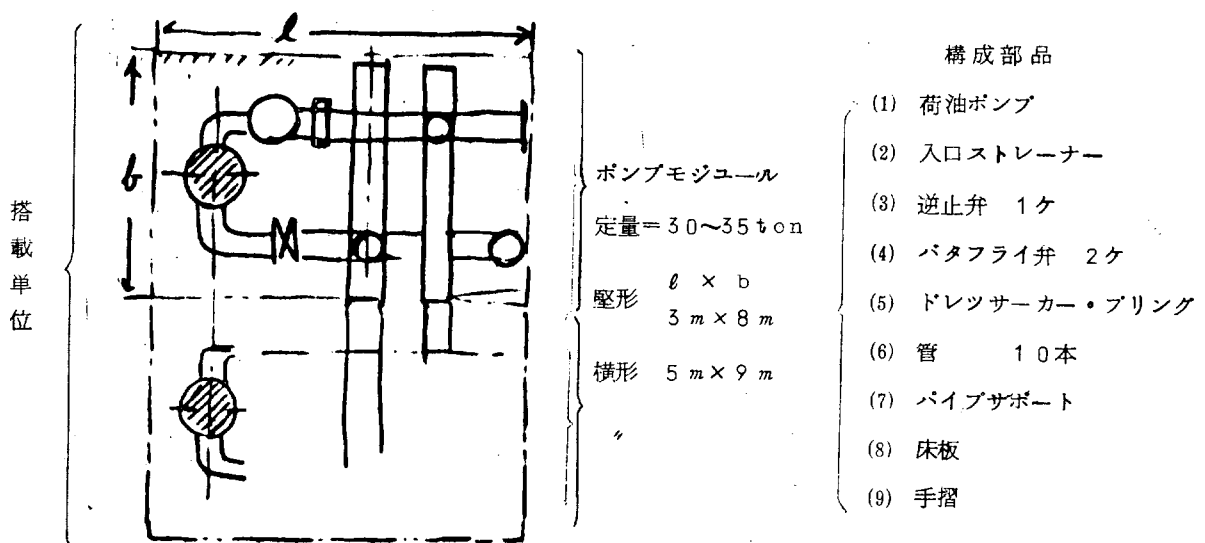
設計自体の意識の改革とともに、将来の自動設計法のあり方に関する研究の必要性もまた、これより生じてくるのである。

(6) モジュール、組立単位（ユニット）および搭載単位の話について

研究の課程で、ポンプ室および機関室の各区画に据付けられる補機を中心とした諸管装置のまとまりが多く作られた。この中から「補機、付着管装置ならびに艤装金物床板等で構成される機能的な集合体の典型的乃至は標準的なもの」を「モジュール」と名付けることとした。

さらにこの「モジュール」を艤装作業上つなぎ合わせた「組立単位」および船殻への積み込みの際の「搭載単位」等も一つのモジュールと考えてよいが、これらの単位は造船所の設備や艤装手順により自在に変え得るものであり「モジュール」とは別個のものとして扱うこととした。

1例としてポンプ室内のモジュールとして「ポンプモジュール」、「立上りパイプモジュール」等があり、地上での組立単位は「ポンプモジュール」3組、「立上りパイプモジュール」4組、搭載単位はクレーン容量の制限からポンプモジュールは2組まで、立上りパイプモジュールは長さの制限から4組をつないだものを1単位とする等である。



(7) モジュールの効果

モジュールは、単にある都合のために適当に部品を寄せ集めたユニットではない。一つのある機能のまとまりであり、艤装作業を「内業化」し「工場作業化」するのみでなく、設計 → 現場を通しての大きな省力の手段である「コンパクトにまとめられた機能のまとまり」を工場内で完成させることは次のような大きな省力をもたらす。

- 物と人との集中を可能にし、機能および艤装全体の管理を極めて単純化できる。
- 1. 設計の標準単位として反覆利用可能 → 設計の省力化
- 2. 設計者の思考の集中が可能。（機能単位としてのまとめは容易）
- 3. 部品の集配が容易。

4. 船内の後がかり工事の削減。…（船主意向の早期確認が得られ手直し工事が減る。また、不完全工事の削減が可能）
5. 船内検査の廃止。
6. 初級作業者の活用可能……高級技術者の節減が最も大きい。
7. 安全と実働時間の拡大……能率向上
8. 工程の繰上げ可能（Critical passの解決）
9. 能率の良い運搬手段の利用度が高い

工場内作業と船内作業の能率比はほぼ3倍である。特に夏期における能率の差は大きい。

重要なことは、設計および現場でも高級技術者の力を大きく節減できる点にあり、今後のアンマンド化への大きな推進力となり得ることである。

(8) 殻艤の1体化と殻艤の分離

造船業における艤装工事の進め方は、完全に屋内で行なわれる機械部門の製造工程管理に比べ厳しさに欠けている点を十分認識すべきである。工程管理の甘さが、どちらを先に作ってもまた後からでも何とかなると云う事態を生み出し、そこに艤装の熟練者の必要性が生じ名人が生まれ、腕前一つで1000時間以上の工場削減と云う大成果を上げ得る可能性が残っている。

艤装工法は、造船所の船殻ブロックの製作能力、ブロック置場、クレーン能力、船台、ドックの設備等、設備能力そのものの生写してあると云っても過言ではない。船殻の建造工程のどの部分までを艤装工程に譲り渡すかにより、艤装の能率は大巾に変わる。

艤装を無視した船殻主体の建造方式の場合が最も艤装に人手を要するケースとなると考えられるが、他方、船殻は船殻の理想的な工程により完成した船殻の中に艤装は独自の流れて艤装の搭載単位を作り便利な運搬手段を駆使し、出来上がった補機モジュールを次々に設置して行くのが最も能率的であるとする現場作業の「殻艤分離」の考え方が成立つ。船殻に先行艤装と称して細かい管や艤装金物を取りつけるために、一時船殻の流れをとめることは造船所の総合能率から見て容認し難い所である。このような殻艤分離による相互の徹底的な能率の改善が大きな省力を産み出し得る点に注目すべきであり、造研型ポンプ室の艤装法に採用されている「立上りパイプモジュール」にその典形を見出すことができる。

基本計画段階で「省力のために考えるべきこと」は「殻艤は一体」と考え、双方に対する評価を同時に行ない設計することであり、これが殻艤の一体化である。このようにして設計された船の艤装では、船殻の一部が「艤装モジュール」の中に持ちこまれることもあれば、船殻ブロックの搭載の間にモジュールを搭載することが当然のこととして行なわれよう。

- (9) 艤装に要する時間は（艤装工数）は、管艤装の物量に比例すると概念的にとらえられている。これから艤装区画のスペースミニマム、物量ミニマムの設計が理想とされる考えが生まれる。この管艤装物量を大きく左右するのは、機器配置である。特に蒸気原動機が多いタービタンカーでは、ボイラの位置がその大勢を占め、デツキの配置がこれに次ぐ、機関室内の船首側に主ボイラを配置したほうが船尾側配置よりも管長は10～15%少ないことが確かめられた。現在建造されている船の60%は船首側ボイラ配置であるが、船首・尾の違いによる艤装工数の差を正確に把握し得る実船の例が無かったことは、今後多くの問題を残した。これは艤装工数には艤装工事の難易の尺度を始めとし、定量的に把握し難い多くの要素が複合的に含まれているため、理論的な積上げのみでは、その解析は現実には極めて困難であり、今後の標準の決定に強力な裏付けを欠く結果となりそうである。

ただし物量の多過よりも現状では殻艤の分離にそのメリットを多く見出し得るとする考えから、船尾ボイラ配置にその優位制を与えている造船所も少ない。今後の研究課題の重点である。

- (10) 居住区と機関室との相対位置の機関艤装に及ぼす影響は大きい。理想は相互の完全分離であるが、現在計画されて船では、完全分離は少ない。特に完全分離では、ボイラの積込み工程に若干の余裕をとり得る点で潜在的な利点を持って

いる。また、主タービンの減速歯車や船外にとり出すためのスペースを残すか否かも機器配置上大きな要因である。

これらは建造工程上のリスクおよび就航後の大型主補機器の信頼性をどの程度考慮に入れるかと云う安全に関する考慮の結果である。

- (11) 機関室内に設けるべき機器の種類も、艤装に大きな影響を与える。自動化が進むにつれて無人化の傾向が強くなると機関制御室および機関室倉庫等は機関室内に設置せねばならない理由はない。Upper deck上に居室を一切設けない前提に立てば、このスペースの活用により機関室内の艤装は大巾に容易になることが考えられる。機関室内のデツキは、補機器を設置するための棚と考え、あるべき棚の段数とその高さの一つの基準を定め、艤装のしやすさの定量的な追求が今後とも必要である。当然補機の種類の統制が必要である。

(12) モデルについて

以上の検討の結果、ここ数年間に実用化できる合理的な艤装の基本思想を造研案としてモデルに表唱した。

機関艤装は、船の「動」の部分をもとめたものであり、その持つ意味を一般に理解して貰うことは容易ではない。また、実際の船の中では、広さの大きすぎることも、視野が十分でないこと等のため、これまた全体の概念の把握は容易でない。専門家と雖も、~~ミスを~~犯しやすいのは、機関室およびポンプ室が複雑な立体構造であるためであり、視覚による問題点の検討も併せ行なった。

このモデルは、特定の理想像を表示したものではない。問題点の把握を容易にするための手段として、また一部には今後の標準的な考え方を示したものである。

(13) 今後の研究の進め方

- a) ポンプ室に関する研究は、昭和45年度をもつて完了した。

今後の艤装のあり方を横型ポンプおよび縦型ポンプの二型式につき、それぞれ造研案としてとりまとめた。横型ポンプ案はモデルを製作中である。

その特徴は次の通りである。

- i) ポンプユニットと底部および立上りの二つのパイプモジュールにより構成されて居り、艤装の容易なこと。
 - ii) 縦型ポンプ形式が、機関室全長を含めた長さを最も短かくし得ることを明確化した。
 - iii) ポンピングシステムに三菱のJet Stripping Systemのようなユニークなシステムを艤装のしやすい例として採用したこと
 - iv) 船底部材の頂面レベルを揃える等船殻構造のあり方に明確な要求を出したこと。(ポンプ室形状は逆L型。)
- b) 艤装しやすい機関室構造の研究は二重底のみについて一応の結論を得た。昭和46年度も継続研究を行ない、残る機関室内の構造についての検討を進めることとしたい。二重底の機器配置に関する造研案の特徴は次の通りである。
- i) 船首側よりC O P Tスペース、ポンプスペース、~~主機船側~~主機船側スペースおよび主機船首側スペースに区画を明確化し、それぞれのスペースの必要なフレーム数を船殻に要求した。
 - ii) 汎用性のある補機モジュールを設定した。ポンプスペースに余裕のあるときは、ほとんどの管を直線でまとめ得る可能性を示した。
 - iii) 主機タービンの主コンデンサへの冷却海水はスクープシステムを採用した。この出入口弁にはバタフライ弁を装備したが、艤装上、保守上も利点が多い。
 - iv) 主機タービンより艀側には極力補機器を配置しないこととした。これは船殻の中が狭く、品物を置き、配管するのに最も不適当なスペースとして取扱うべきことを示している。
 - v) 居住区形式の艤装に及ぼす影響や機器配置と物量との関係等については、上部区画と併せ再度検討を行なう必要があり、二重底のみの結論は出さなかった。

2.3.2 機関室およびポンプ室の図面ならびにモデルによる合理的配置の研究

ポンプ室の配置を考えるに当っては、機関室底部の配置との関係が、荷油ポンプおよびタービンを媒体として、切っても切れない関係にある。そのため、両室をとおして水平に思考することとし、本章ではその中で特に荷油システムについてまとめた。システム仕様および配置決定の選定基準は

- 1) 操作のしやすさ
- 2) 保守手入のしやすさ
- 3) 艤装工事のしやすさ
- 4) 区画長さのミニマイズ
- 5) 物量のミニマイズ

を理念とし、まず、艤装プロパーの立場からどのようにすればベストであるかを探求し、その成果として出来上った艤装品のモジュール集積品を収める 船体構造 配置はあとから求めた。

荷油システムはポンプの型式により、縦型と横型の 2 種があり、両者のモジュールおよび標準配置を決定した。横型はモデルによる考察まで行なった。

4 4 年末における荷油システムの各社実例の縦型を表 2.3.2.1、横型を表 2.3.2.2 に示す。

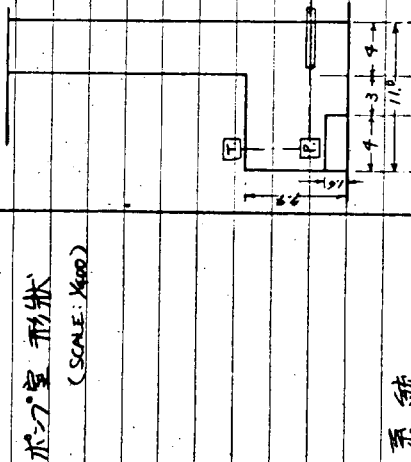
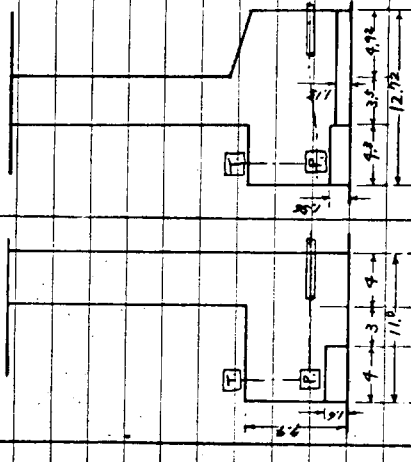
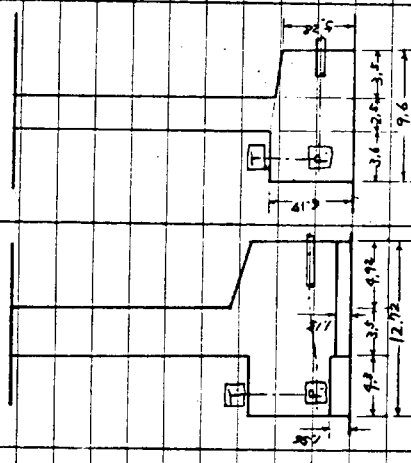
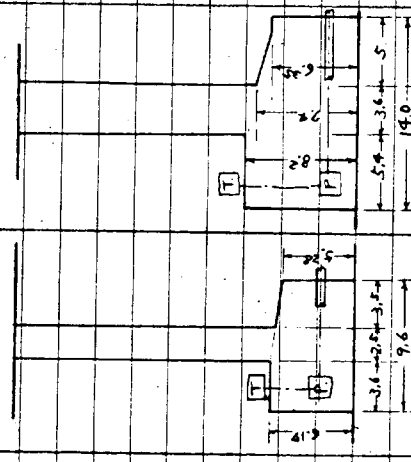
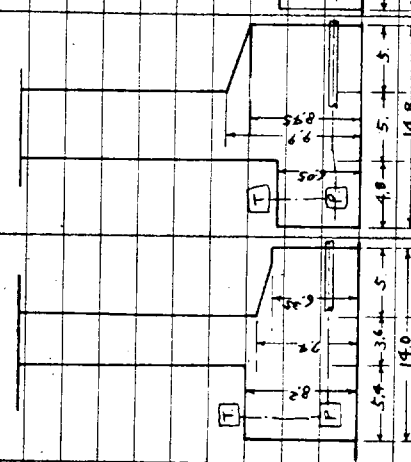
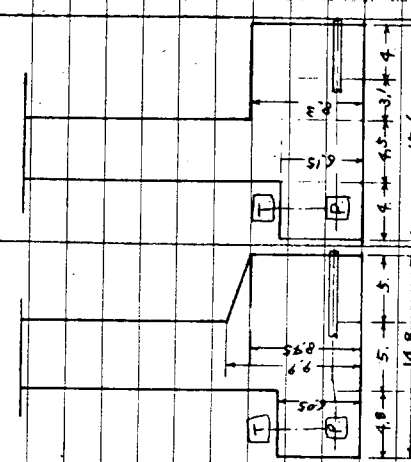
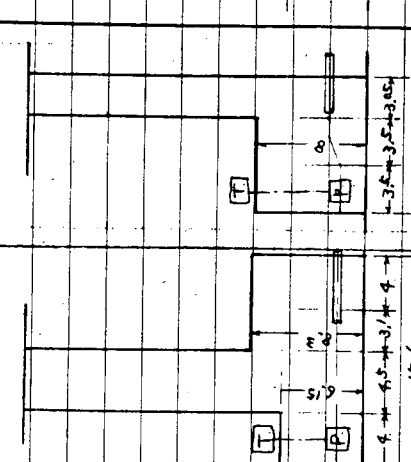
(1) 荷油ポンプ要目

(a) 荷油ポンプおよびタービン型式の比較

表 2.3.2.3

	縦型	横型
1. 操作、保守	横型に比し、ポンプ重量大軸長が大きくなり、これの振動止めなどの点で問題あり、保守点検する個所多し（グラインド、ベアリング冷却など）	現時点において実績が多く信頼性の点で縦型より有利。
2. 配 置	立体的に配置できるので平面的スペースは小さくできる。ポンプ吸引高さを小さくできる。これはポンプ吸引能力増大につながる。	平面的に広範囲のスペースを要求される。タービン据付け面積、高さとも関連して据付け場所が不足し、ポンプ吸引高さも大きくなる。
3. コ ス ト	ポンプ自体のコストは幾分高くなるが、配置、配管を含めた全体的コストは横型に比し低くなる。	ポンプ自体のコストは縦型に比し幾分低い。

表 2.3.2.1 200 型タービンタンカーの堅型荷油ポンプの荷油装置仕様一覧表

	A 社	B 社	C 社	D 社	E 社	F 社	G 社	造研型
C.O. Pump (V.C.)	4,000 x 125 x 4台 mm	3,500 x 150 x 4台 mm	3,500 x 150 x 4台 mm	4,500 x 150 x 3台 mm	5,000 x 125 x 3台 mm	3,500 x 150 x 3台 mm	4,200 x 130 x 4台 mm	5,000 x 125 x 3台 mm
W.B. Pump (V.C.)	3,500 x 35 x 1台 mm	2,000 x 35 x 1台 mm	3,500 x 35 x 1台 mm	3,000 x 35 x 1台 mm	3,000 x 35 x 1台 mm	3,000 x 35 x 1台 mm	4,250 x 35 x 1台 mm	3,000 x 35 x 1台 mm
C.O. ST. Pump (V.C.)	350 x 125 x 1台 mm	300 x 150 x 3台 mm	350 x 150 x 2台 mm	400 x 150 x 3台 mm	350 x 125 x 2台 mm		400 x 130 x 2台 mm	350 x 125 x 2台 mm
C.O. ST. Eductor	300 x 2 mm							x 2
W.B. ST. Eductor	100 x 1 mm	200 x 30 x 1 mm	x 1		200 x 25 x 1 mm		300 x 20 x 1 mm	x 1
C.O. Suc. Main Bore	700 mm	650 mm	650 mm	700 mm	700 mm	650 mm	600 mm	700 mm
C.O. Del. Main Bore	600 mm	650 mm	700 mm	550 mm	650 mm	550 mm	500 mm	650 mm
Pump Height	2,780 mm	2,480 mm	2,535 mm	2,050 mm	1,810 C.O. Pump 2,250 W.B. Pump mm	1,900 mm	1,900 x 3台 2,750 x 2台 mm	2,350 mm
C.O. Suc. Main Height	2,780 mm	3,100 mm (1775 x 1775)	2,535 mm	2,050 mm	2,050 mm	1,900 mm	2,700 mm	2,350 mm
ポンプ室形状 (SCALE: X400)								
系統	中段 line なし Suc. ~ Del. ~ Bypass あり. Dirty W.B. ~ Disch. は Del. Main 兼用.	中段 line なし	中段 line あり #2, 3 Del. は Divided up Dirty W.B. ~ Suc. Header は中断式 W.B. ~ C.O. ~ Cross Over line なし	中段 line あり Suc. ~ Del. ~ a Drop line あり C.O. ~ W.B. ~ Cross Over line なし	中段 line あり W.B. ~ #1 ~ a Cross Over line あり.	中段 line なし Suc. ~ Del. ~ a Bypass あり 250% ~ a Condenser あり.	中段 line なし W.B. ~ Suc. Header ~ a Cross Over line あり.	中段 line なし Dirty W.B. ~ a Suc. & Del. ~ Header 方式はあり C.O. ~ W.B. ~ a Cross Over line なし.
その他	H.C.T.D. ~ a Bottom with Pump 310 x 145 x 1台有							

仕様一覧表

樣肉室及木シフ室取合部形狀

(b) 荷油管系統の比較

表 2.3.2.4

	3 系 統	4 系 統
1. タンク積付状態	積付比率に制限あり	各種積付組合せ可
2. 操 作、保 守	4系統に比し、ポンプ数、弁数が少なくなるので遠隔操作システムが簡略化できる。	操作ポンプ数、弁数が多くなる。
3. 配 置、配 管	ポンプ、弁数が少なくなるため配置、配管が簡単になる。これらに付随する制御装置なども簡略化できる。	ポンプ、弁数が多いため配置、配管が複雑となる。
4. コ ス ト	ポンプ、管、弁およびこれに附随する継装品の重量および部品数が少なくなり、コスト安となる。	コスト高となる。

(c) 荷油ポンプ容量および台数

荷油タンク配置から、荷油揚油時間計算を行なった結果、主ポンプ揚油容積は $5,000\text{ M}^3/\text{Hr} \times 3\text{ 台}$ （CASEⅠ）が総積付容積の98%、 $4,000\text{ M}^3/\text{Hr} \times 4\text{ 台}$ （CASEⅡ）は96%となり、主ポンプの稼動時間はCASEⅡのほうが短いにもかかわらず、この残油量の差でストリップング時間まで考慮すると、全体の揚荷に費す時間はCASEⅠのほうが短くなった。

以上荷油揚油時間計算比較と、荷油管系統の比較より、下記を標準型とすることに決定した。

	荷油ポンプ要目	吸込主管径
縦 型	$5,000\text{ M}^3/\text{Hr} \times ※ 125\text{ M} \times 3\text{ 台}$	700φ
横 型	$5,000\text{ M}^3/\text{Hr} \times ※ 150\text{ M} \times 3\text{ 台}$	750φ

※の総揚程は陸上設備との関連で決定される。

表2.3.2.5 荷油揚油時間計算（3台、4台を決定するための試算を示す）

CASEⅠ 計 算 条 件

	荷油ポンプ要目	吸込主管径	ポンプ据付高さ	原 油	
				比 重	蒸 気 圧
CASEⅠ	$5,000\text{ M}^3/\text{Hr} \times 3\text{ 台}$	700φ	2,350 M	0.886	$0.7\text{ Kg}/\text{cm}^2$

1/6 5 P	1/6 4 P	1/6 3 P	1/6 2 P	1/6 1 P
1/6 5 C	1/6 4 C	1/6 3 C	1/6 2 C	1/6 1 C
1/6 5 S	1/6 4 S	1/6 3 S	1/6 2 S	1/6 1 S

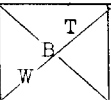
系統別タンク配置図

系 統 別 積 付 容 積

系統	タンク 名称	積 付 容 積 (M ³)	
1	№ 1 C	3 6, 7 9 9	9 0, 6 5 0
	№ 2 C	3 6, 1 1 3	
	№ 3 P . S	1 7, 7 3 8	
2	№ 3 C	3 6, 1 1 3	9 0, 8 4 6
	№ 4 C	3 6, 1 1 3	
	№ 5 C	9, 7 0 2	
	№ 5 P . S	8, 9 1 8	
3	№ 1 P . S	3 0, 9 6 8	9 9, 9 6 0
	№ 2 P . S	3 5, 5 7 4	
	№ 4 P . S	3 3, 4 1 8	

表 2.3.2.6 荷油揚油時間計算
CASE II 計 算 条 件

	荷油ポンプ要目	吸込主管径	ポンプ据付高さ	原 油	
				比 重	蒸 気 圧
CASE II	4,000M ³ /Hr×4台	650φ	2,350M	0.886	0.7Kg/cm ²

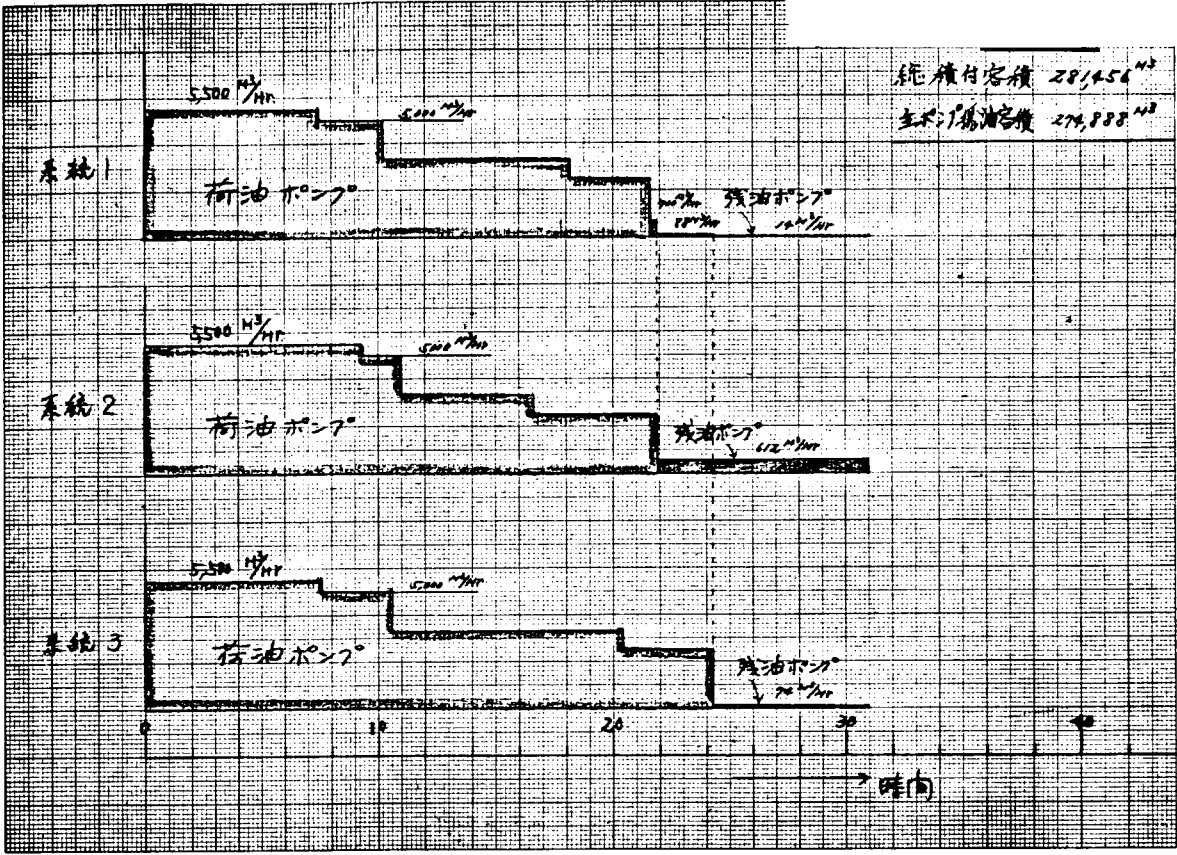
№ 5 P	№ 4 P	№ 3 P		№ 2 P	№ 1 P
№ 5 C					
	№ 4 C	№ 3 C		№ 2 C	№ 1 C
№ 5 S	№ 4 S	№ 3 S		№ 2 S	№ 1 S

系 統 別 タ ン ク 配 置 図

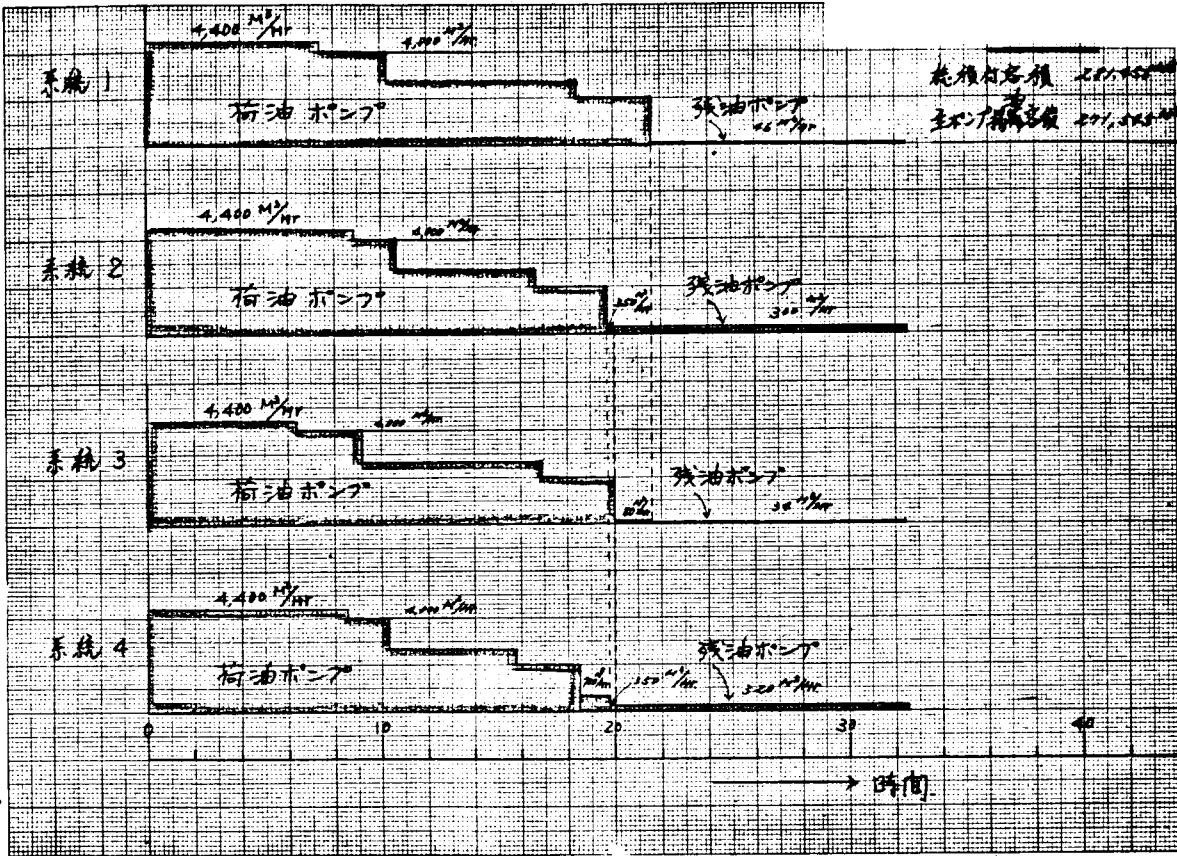
系 統 別 積 付 容 積

系統	タンク 名称	積 付 容 積 (M ³)	
1	№ 1 C	3 6, 7 9 9	7 2, 9 1 2
	№ 2 C	3 6, 1 1 3	
2	№ 3 C	3 6, 1 1 3	7 2, 2 2 6
	№ 4 C	3 6, 1 1 3	
3	№ 1 P . S	3 0, 9 6 8	6 6, 5 4 2
	№ 2 P . S	3 5, 5 7 4	
4	№ 3 P . S	1 7, 7 3 8	6 9, 7 7 6
	№ 4 P . S	3 3, 4 1 8	
	№ 5 C	9, 7 0 2	
	№ 5 P . S	8, 9 1 8	

表 2.3.2.7 CASE 工場油時間



3.2.8 CASE 工場油時間



(d) 残油ポンプ容量

下記を標準型とする。

堅型	$350 \text{ M}^3/\text{Hr} \times ※ 125 \text{ M} \times 2 \text{ 台}$
横型	$200 \text{ M}^3/\text{Hr} \times ※ 150 \text{ M} \times 1 \text{ 台}$ プラス $750 \text{ M}^3/\text{Hr J.S.S.} \times 2 \text{ 台}$

※の総揚程は陸上設備との関連で決定される。

(e) J.S.S. (JET STRIPPING SYSTEM)

残油揚油方式として、J.S.S. というユニークなシステムが開発されており、実船に適用されつつある。J.S.S. の概要は下図のごときものであり、横型ポンプ室のモジュールおよび標準配置に折込むこととした。

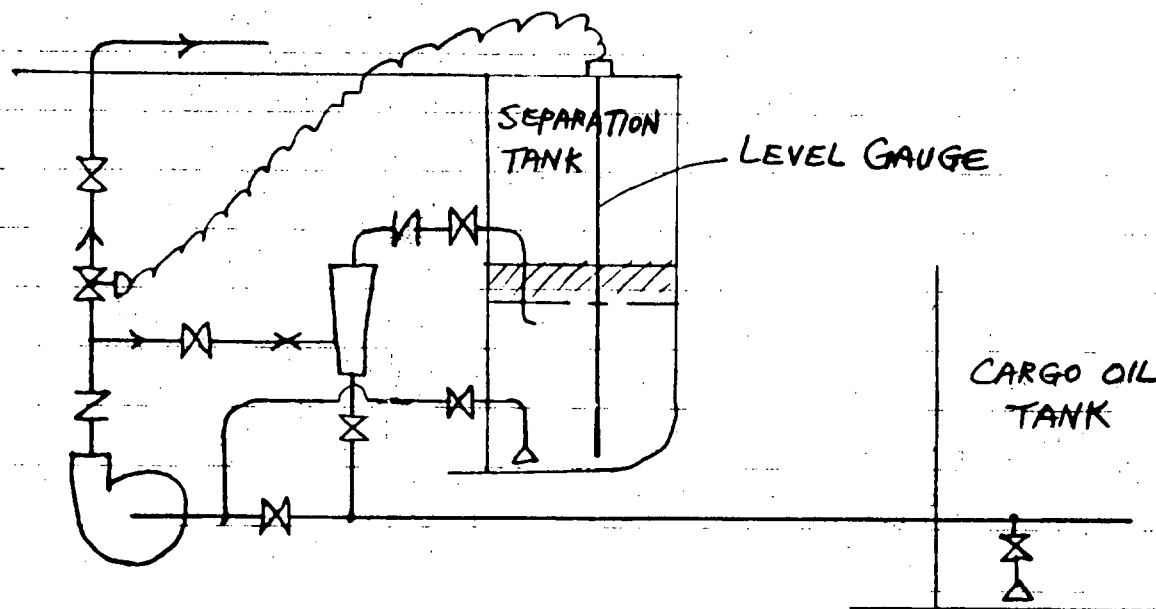


図 2.3.2.1. J.S.S. の概要

(2) ポンピング・ダイアグラム

- (a) 堅型は残油ポンプ 2 台型、横型は J.S.S. 採用型とする。
- (b) C.O.ラインと、PURE W.B.ラインの CONNECTION は設けない。
- (c) DIRTY BALLAST SUCTION 用 SEA CHEST は機関室の主循環水ポンプ SUCTION を右舷に設けるために、DISCH 用 CHEST は左舷のみに設けた。
- (d) 荷油弁はすべて油圧駆動バタフライ弁とする。
- (e) DEL. 主弁は横型スイング形逆止弁、プラス CONTROL ROOM での REMOTE OPERATE のバタフライ弁とし、他はすべてポンプ室底部敷板上での LOCAL OPERATE とする。堅型の系統を図 2.3.2.2、横型を図 2.3.2.3 に示す。

- 2-14
- ✕ BUTTERFLY VALVE
- ✕ SLUICE VALVE
- ⊞ REMOTE OPERATE
- ⊞ LOCAL HY. OPERATE
- T HAND WHEEL OPERATE

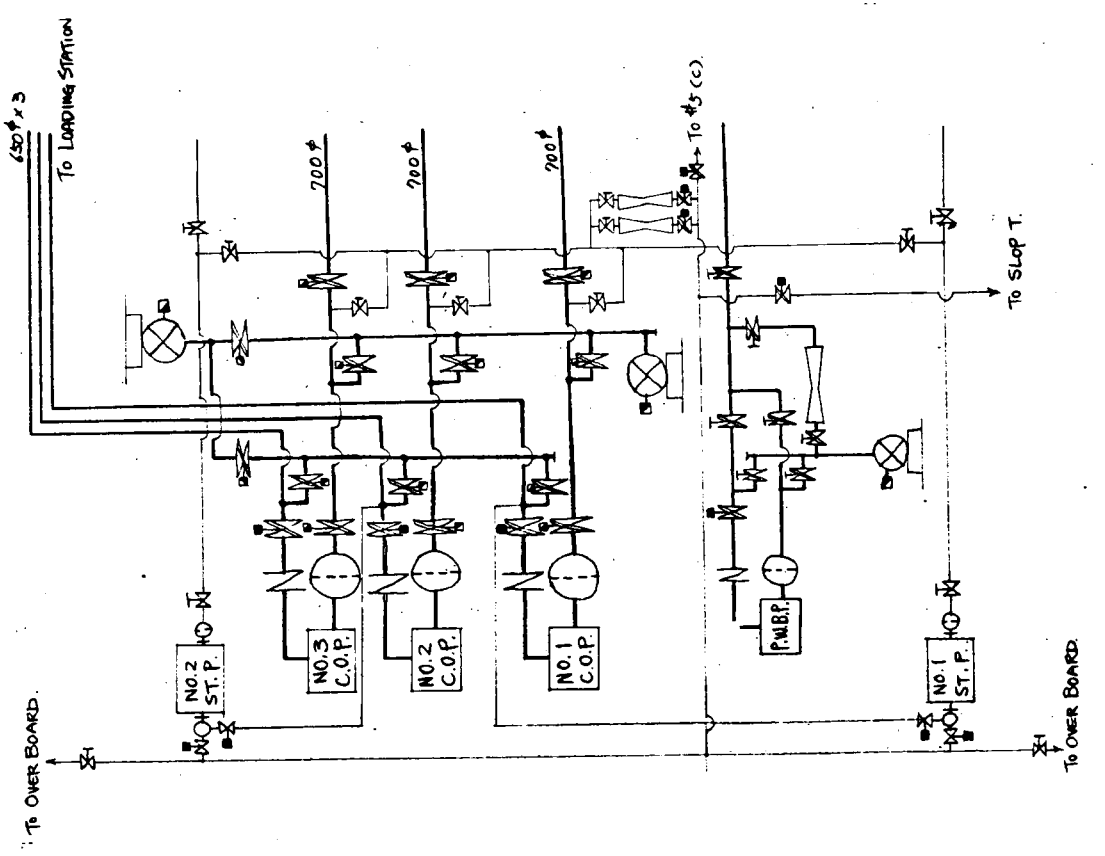


図2.3.2.2 200 型整型ポンプ室・標準系統図

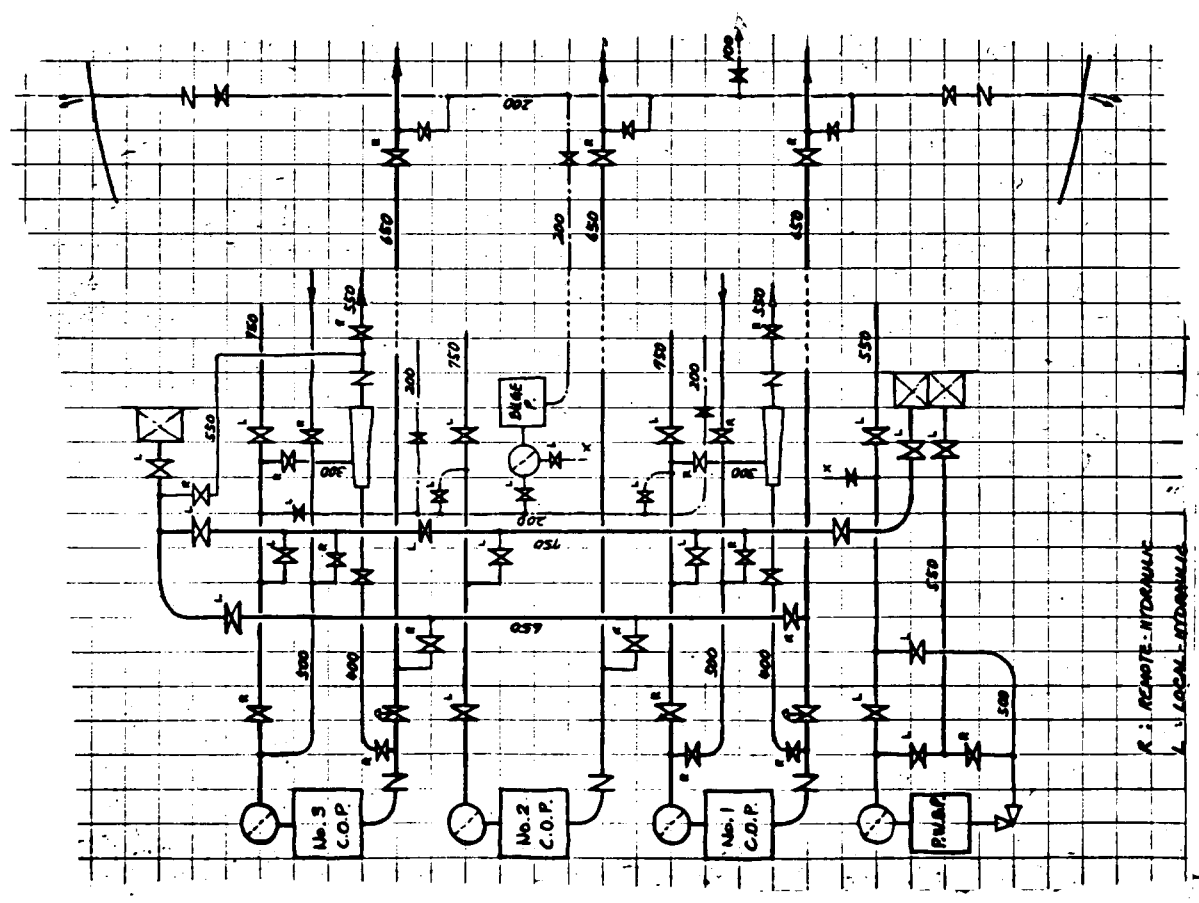


図 2.3.2.3 200 型ポンプ室・標準系統図

(3) 合理的配置の検討

操作、保守手入および艤装工事上から、艤装品の集約を計るため集約単位を底部と立上り部の2つにわけた。

(a) 底部配置

- (i) 荷油ポンプの吐出ヘッダーは中段におかずに底部にまとめた。
- (ii) C.O.とDIRTY W.B.のCROSS OVER LINEは垂直結台とし、弁は垂直管部に水平にバタフライ弁を設けた。
- (iii) 配管の整理は図2.3.2.4を基本とした。



図2.3.2.4 配管要領

- (iv) ポンプ室のほぼ中央に主通路を設けた。通路裏面はREMOTE CONTROL用油圧管を導設できるようにした。
- (v) LOCAL OPERATE STATIONは上甲板に上る梯子の下部の底部敷板上に設けた。
- (vi) 手動操作弁はすべて通路から操作できるようにハンドルを持出し、これをベースにして通路配置をきめた。
- (vii) ポンプ周辺には操作用および開放手入れ用の踊場を設けた。

(b) 立上り部

- (i) 荷油吐出管、一般諸管、梯子およびフラット、油圧管、電線および電灯を集約した配置にした。通風用ダクトは船体構造つくりつけとする。
- (ii) 集約モジュールは片舷に配置し、他舷はポンプ、弁等の開放取出し用クリアスペースにする。
- (iii) 上甲板上での捌きのために吐出管は、梯子の船首側に配置した。

(4) モジュールとモジュール適用による標準配置図

縦型ポンプ モジュール 図2.3.2.5

横型ポンプ モジュール 図2.3.2.6

立上り モジュール 図2.3.2.7

縦型ポンプ室 標準配置図 図2.3.2.8

横型ポンプ室 標準配置図 図2.3.2.9

横型ポンプ室 モデル 写真

縦型ポンプ室の組立および搭載の実例写真

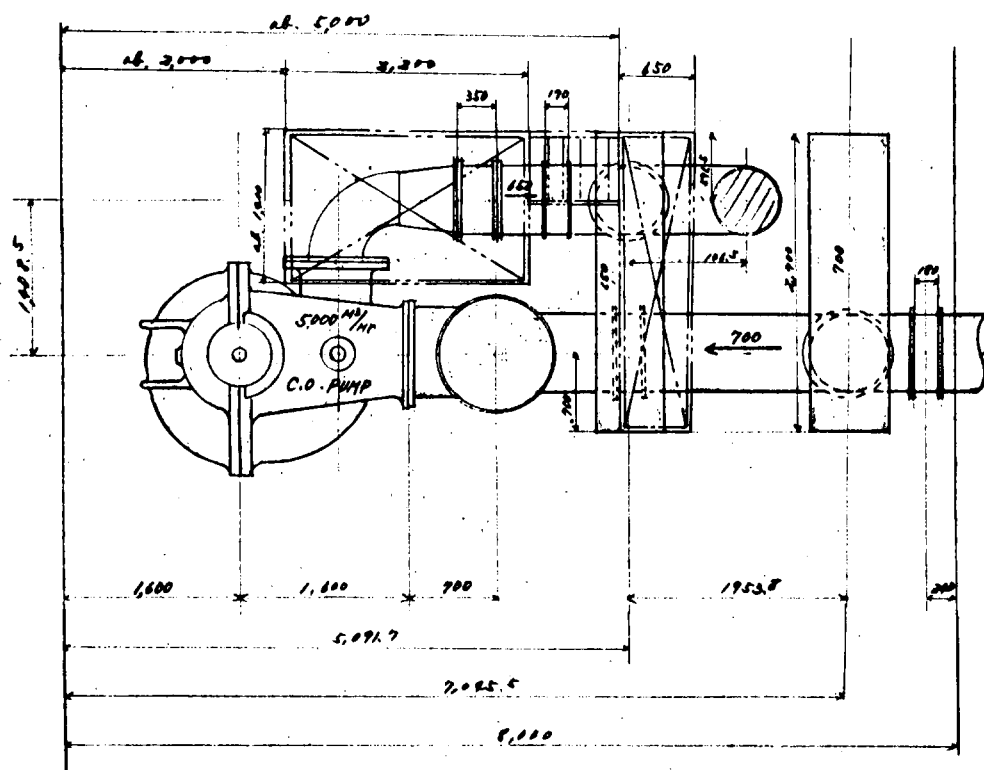
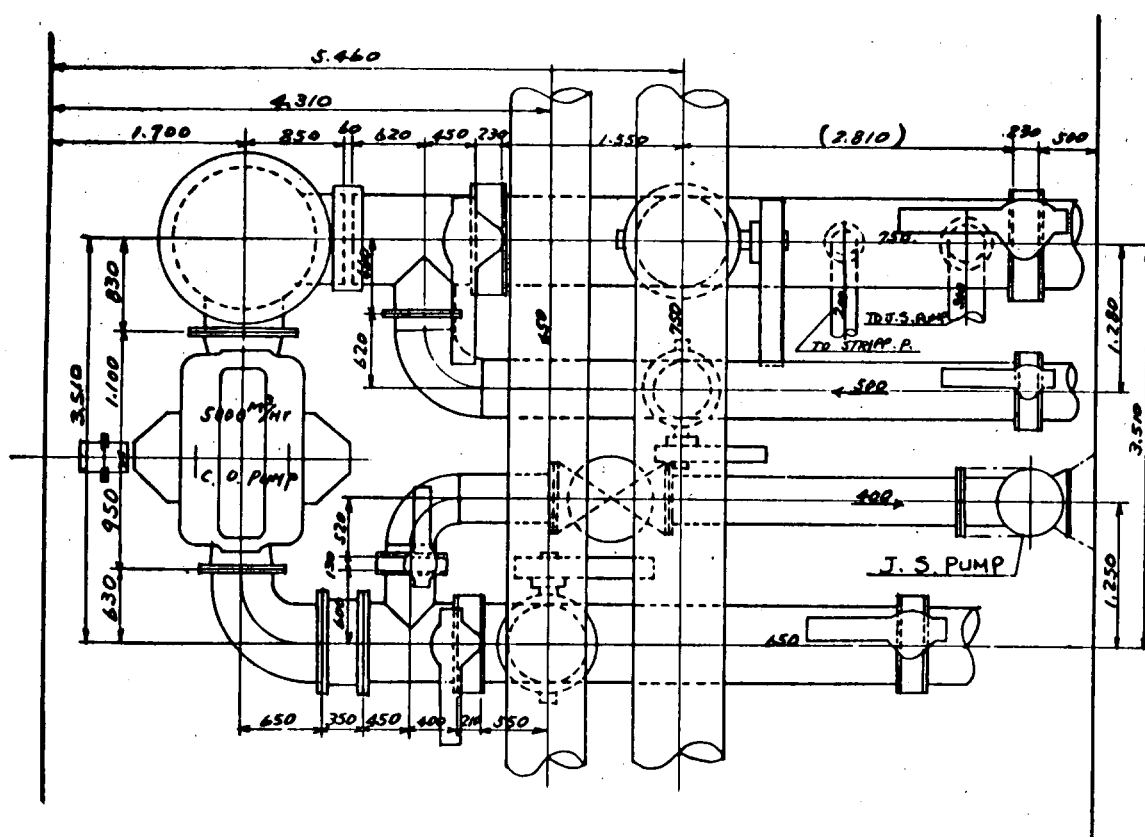


图 2.3.2.5



☒ 2.3.2.6

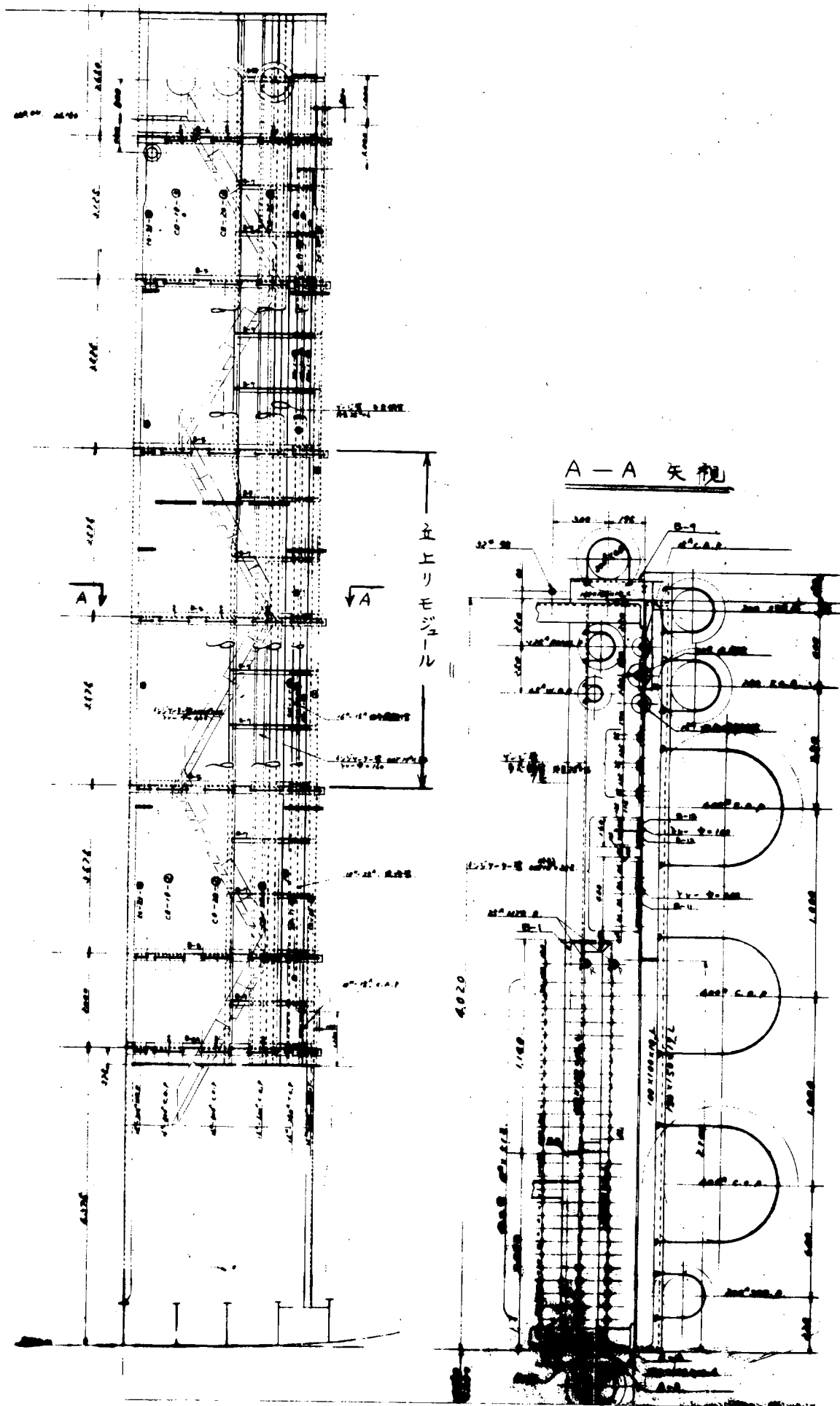
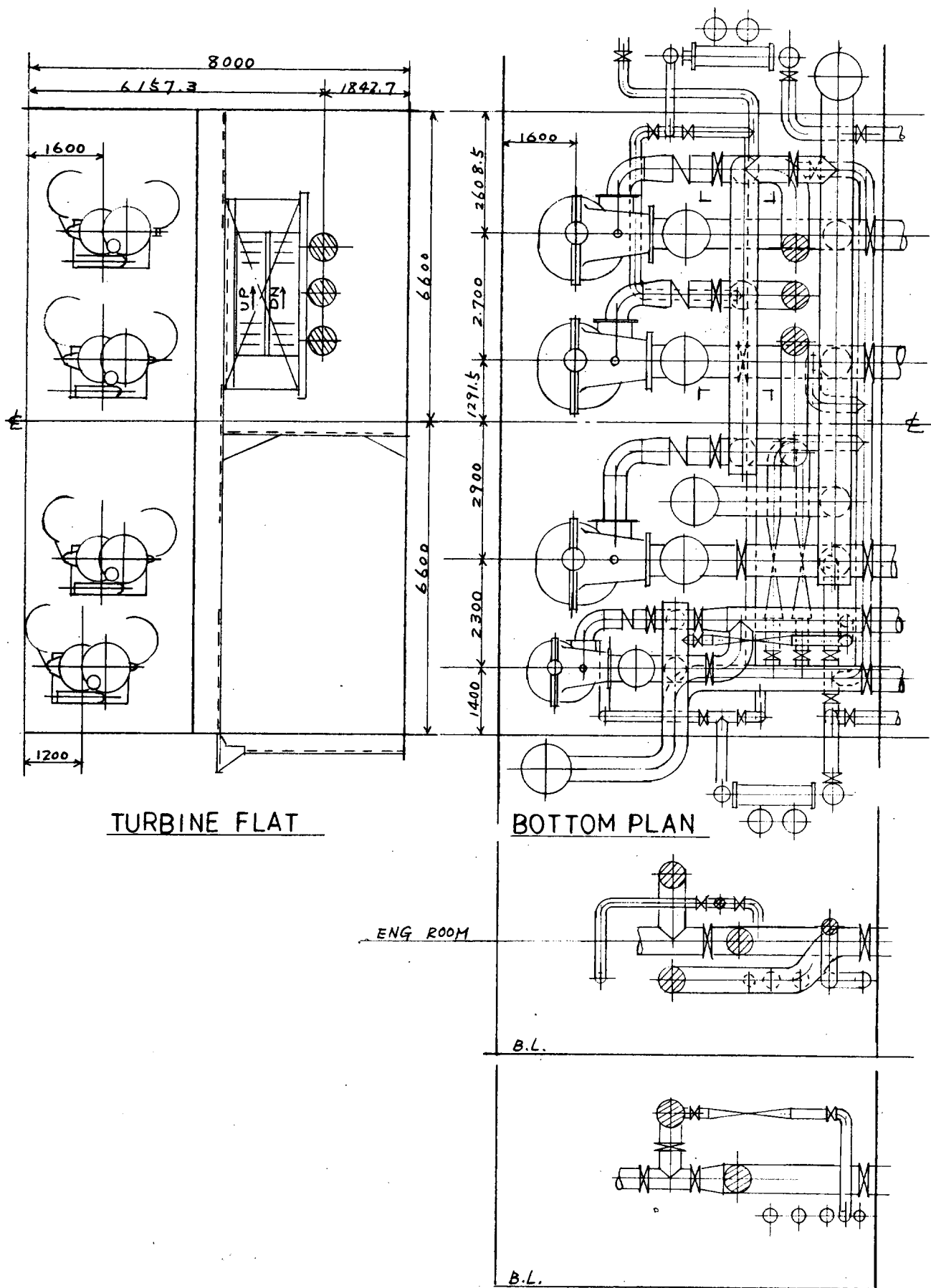
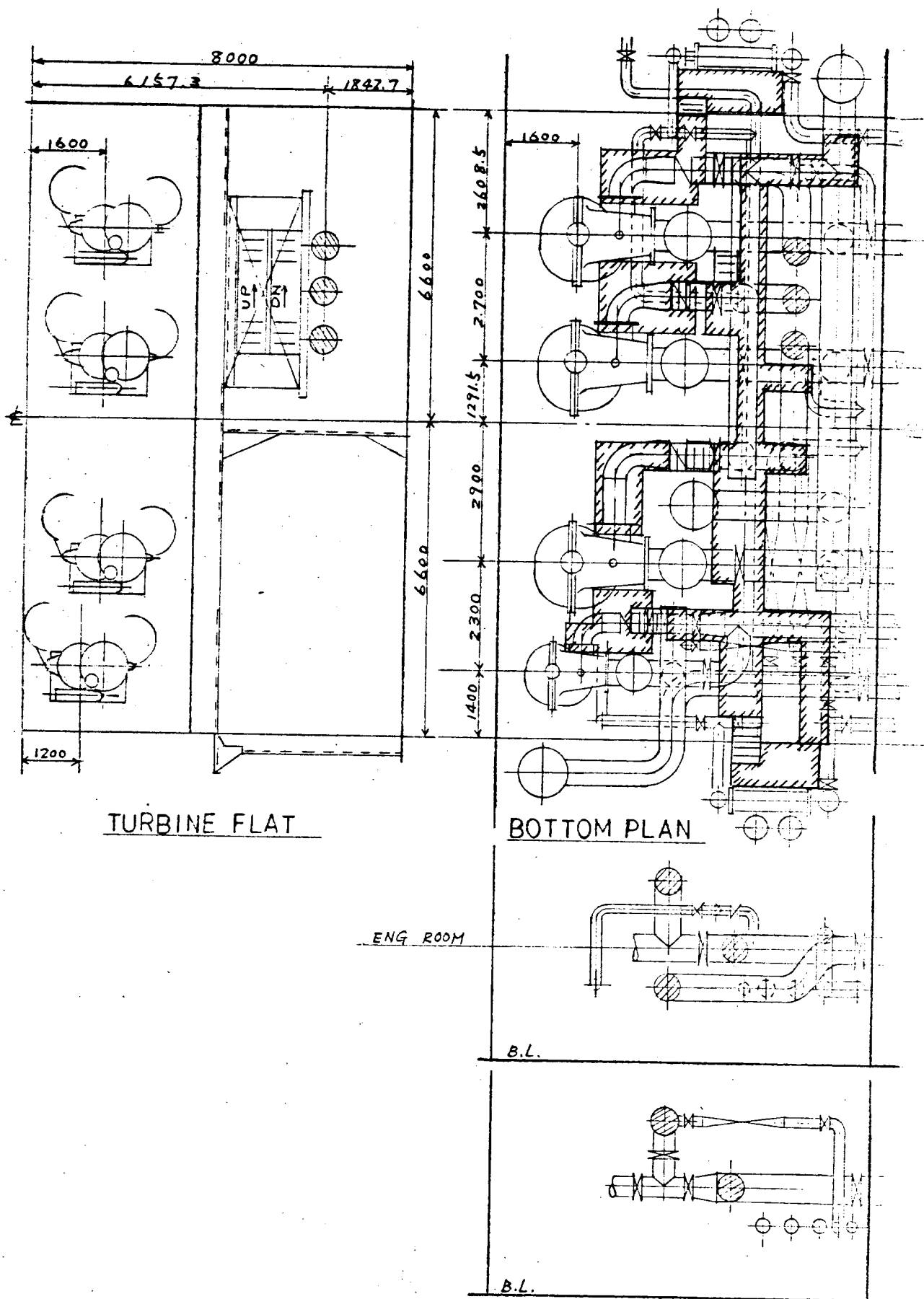


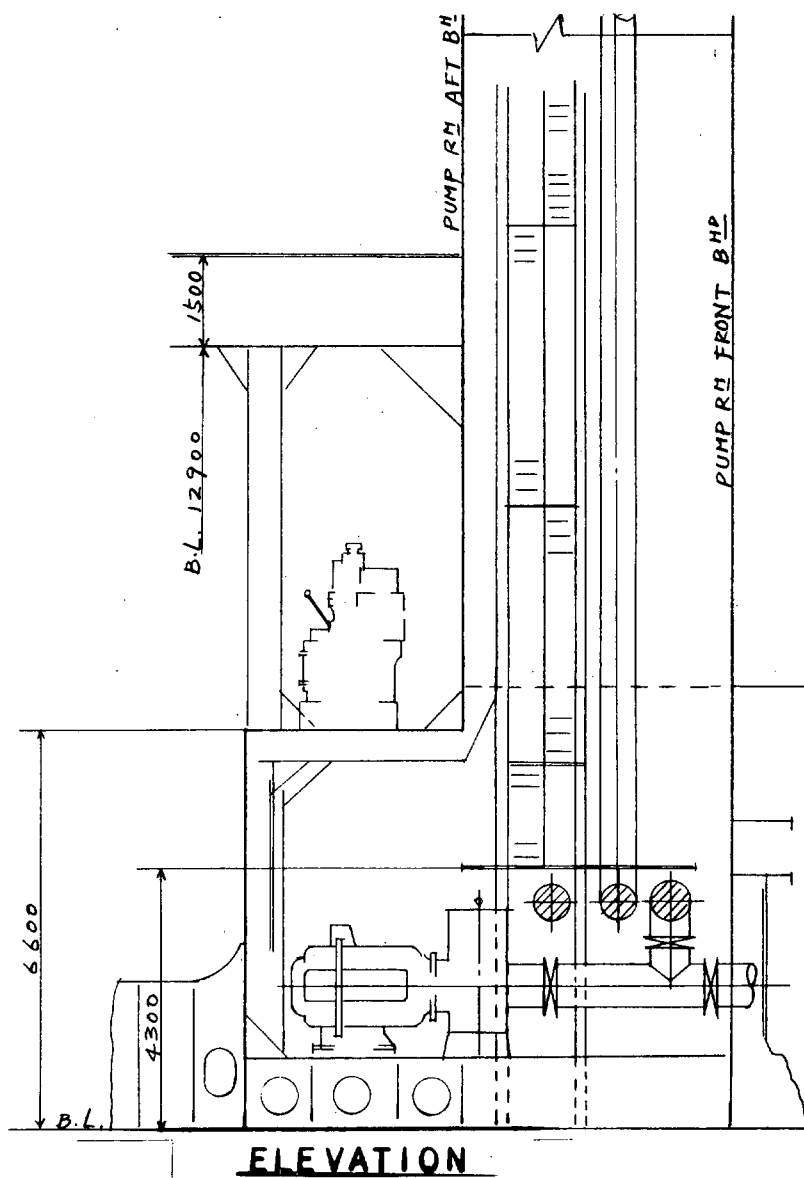
図 2.3.2.7



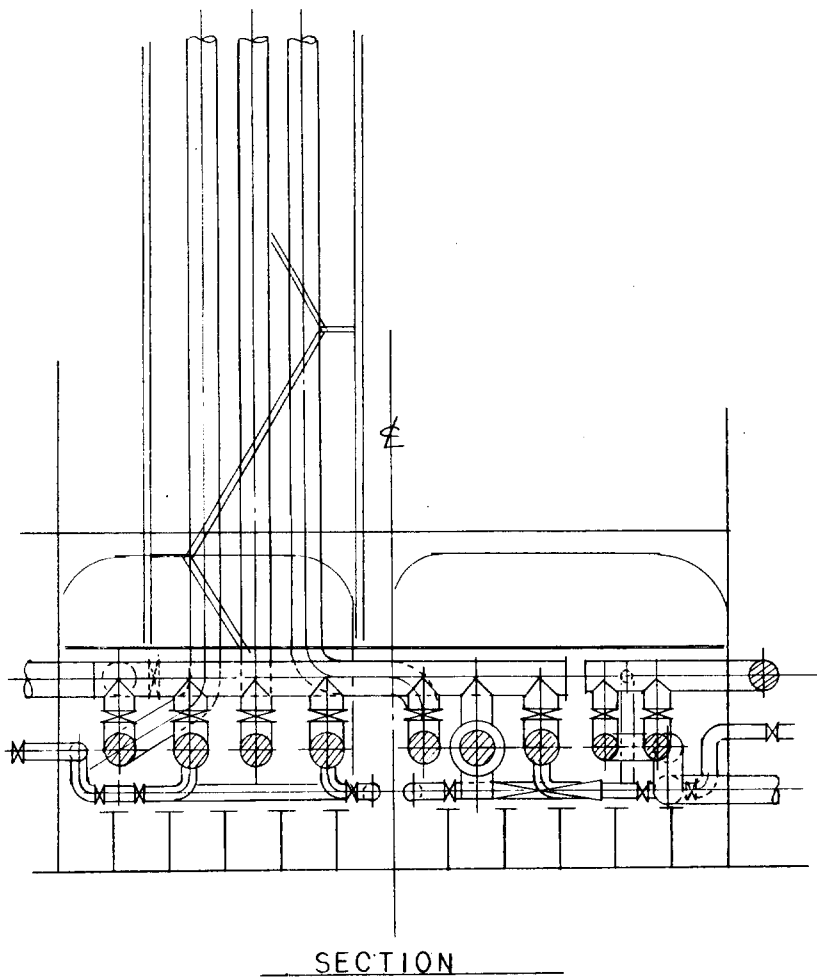
☒ 2.3.2.8.a



2.3.2.8.b



☒ 2.3.2.8.c



☒ 2.3.2.8.d

BOTTOM PLAN

This technical drawing illustrates the bottom plan of a ship, showing the hull structure, machinery, and various equipment. The drawing includes numerous dimensions, labels for components like 'STRAINER', 'PUMP', and 'C.O.P.', and a title 'BOTTOM PLAN' at the top.

Key components and labels visible in the drawing include:

- STRAINER**: Multiple circular components labeled 'STRAINER' are distributed across the plan.
- PUMP**: Several pump units are labeled, including 'NO. 1 C.O.P. PUMP', 'NO. 2 C.O.P. PUMP', 'NO. 3 C.O.P. PUMP', 'NO. 4 C.O.P. PUMP', 'NO. 5 C.O.P. PUMP', 'NO. 6 C.O.P. PUMP', 'NO. 7 C.O.P. PUMP', 'NO. 8 C.O.P. PUMP', 'NO. 9 C.O.P. PUMP', 'NO. 10 C.O.P. PUMP', 'NO. 11 C.O.P. PUMP', 'NO. 12 C.O.P. PUMP', 'NO. 13 C.O.P. PUMP', 'NO. 14 C.O.P. PUMP', 'NO. 15 C.O.P. PUMP', 'NO. 16 C.O.P. PUMP', 'NO. 17 C.O.P. PUMP', 'NO. 18 C.O.P. PUMP', 'NO. 19 C.O.P. PUMP', 'NO. 20 C.O.P. PUMP', 'NO. 21 C.O.P. PUMP', 'NO. 22 C.O.P. PUMP', 'NO. 23 C.O.P. PUMP', 'NO. 24 C.O.P. PUMP', 'NO. 25 C.O.P. PUMP', 'NO. 26 C.O.P. PUMP', 'NO. 27 C.O.P. PUMP', 'NO. 28 C.O.P. PUMP', 'NO. 29 C.O.P. PUMP', 'NO. 30 C.O.P. PUMP', 'NO. 31 C.O.P. PUMP', 'NO. 32 C.O.P. PUMP', 'NO. 33 C.O.P. PUMP', 'NO. 34 C.O.P. PUMP', 'NO. 35 C.O.P. PUMP', 'NO. 36 C.O.P. PUMP', 'NO. 37 C.O.P. PUMP', 'NO. 38 C.O.P. PUMP', 'NO. 39 C.O.P. PUMP', 'NO. 40 C.O.P. PUMP', 'NO. 41 C.O.P. PUMP', 'NO. 42 C.O.P. PUMP', 'NO. 43 C.O.P. PUMP', 'NO. 44 C.O.P. PUMP', 'NO. 45 C.O.P. PUMP', 'NO. 46 C.O.P. PUMP', 'NO. 47 C.O.P. PUMP', 'NO. 48 C.O.P. PUMP', 'NO. 49 C.O.P. PUMP', 'NO. 50 C.O.P. PUMP', 'NO. 51 C.O.P. PUMP', 'NO. 52 C.O.P. PUMP', 'NO. 53 C.O.P. PUMP', 'NO. 54 C.O.P. PUMP', 'NO. 55 C.O.P. PUMP', 'NO. 56 C.O.P. PUMP', 'NO. 57 C.O.P. PUMP', 'NO. 58 C.O.P. PUMP', 'NO. 59 C.O.P. PUMP', 'NO. 60 C.O.P. PUMP', 'NO. 61 C.O.P. PUMP', 'NO. 62 C.O.P. PUMP', 'NO. 63 C.O.P. PUMP', 'NO. 64 C.O.P. PUMP', 'NO. 65 C.O.P. PUMP', 'NO. 66 C.O.P. PUMP', 'NO. 67 C.O.P. PUMP', 'NO. 68 C.O.P. PUMP', 'NO. 69 C.O.P. PUMP', 'NO. 70 C.O.P. PUMP', 'NO. 71 C.O.P. PUMP', 'NO. 72 C.O.P. PUMP', 'NO. 73 C.O.P. PUMP', 'NO. 74 C.O.P. PUMP', 'NO. 75 C.O.P. PUMP', 'NO. 76 C.O.P. PUMP', 'NO. 77 C.O.P. PUMP', 'NO. 78 C.O.P. PUMP', 'NO. 79 C.O.P. PUMP', 'NO. 80 C.O.P. PUMP', 'NO. 81 C.O.P. PUMP', 'NO. 82 C.O.P. PUMP', 'NO. 83 C.O.P. PUMP', 'NO. 84 C.O.P. PUMP', 'NO. 85 C.O.P. PUMP', 'NO. 86 C.O.P. PUMP', 'NO. 87 C.O.P. PUMP', 'NO. 88 C.O.P. PUMP', 'NO. 89 C.O.P. PUMP', 'NO. 90 C.O.P. PUMP', 'NO. 91 C.O.P. PUMP', 'NO. 92 C.O.P. PUMP', 'NO. 93 C.O.P. PUMP', 'NO. 94 C.O.P. PUMP', 'NO. 95 C.O.P. PUMP', 'NO. 96 C.O.P. PUMP', 'NO. 97 C.O.P. PUMP', 'NO. 98 C.O.P. PUMP', 'NO. 99 C.O.P. PUMP', 'NO. 100 C.O.P. PUMP', 'NO. 101 C.O.P. PUMP', 'NO. 102 C.O.P. PUMP', 'NO. 103 C.O.P. PUMP', 'NO. 104 C.O.P. PUMP', 'NO. 105 C.O.P. PUMP', 'NO. 106 C.O.P. PUMP', 'NO. 107 C.O.P. PUMP', 'NO. 108 C.O.P. PUMP', 'NO. 109 C.O.P. PUMP', 'NO. 110 C.O.P. PUMP', 'NO. 111 C.O.P. PUMP', 'NO. 112 C.O.P. PUMP', 'NO. 113 C.O.P. PUMP', 'NO. 114 C.O.P. PUMP', 'NO. 115 C.O.P. PUMP', 'NO. 116 C.O.P. PUMP', 'NO. 117 C.O.P. PUMP', 'NO. 118 C.O.P. PUMP', 'NO. 119 C.O.P. PUMP', 'NO. 120 C.O.P. PUMP', 'NO. 121 C.O.P. PUMP', 'NO. 122 C.O.P. PUMP', 'NO. 123 C.O.P. PUMP', 'NO. 124 C.O.P. PUMP', 'NO. 125 C.O.P. PUMP', 'NO. 126 C.O.P. PUMP', 'NO. 127 C.O.P. PUMP', 'NO. 128 C.O.P. PUMP', 'NO. 129 C.O.P. PUMP', 'NO. 130 C.O.P. PUMP', 'NO. 131 C.O.P. PUMP', 'NO. 132 C.O.P. PUMP', 'NO. 133 C.O.P. PUMP', 'NO. 134 C.O.P. PUMP', 'NO. 135 C.O.P. PUMP', 'NO. 136 C.O.P. PUMP', 'NO. 137 C.O.P. PUMP', 'NO. 138 C.O.P. PUMP', 'NO. 139 C.O.P. PUMP', 'NO. 140 C.O.P. PUMP', 'NO. 141 C.O.P. PUMP', 'NO. 142 C.O.P. PUMP', 'NO. 143 C.O.P. PUMP', 'NO. 144 C.O.P. PUMP', 'NO. 145 C.O.P. PUMP', 'NO. 146 C.O.P. PUMP', 'NO. 147 C.O.P. PUMP', 'NO. 148 C.O.P. PUMP', 'NO. 149 C.O.P. PUMP', 'NO. 150 C.O.P. PUMP', 'NO. 151 C.O.P. PUMP', 'NO. 152 C.O.P. PUMP', 'NO. 153 C.O.P. PUMP', 'NO. 154 C.O.P. PUMP', 'NO. 155 C.O.P. PUMP', 'NO. 156 C.O.P. PUMP', 'NO. 157 C.O.P. PUMP', 'NO. 158 C.O.P. PUMP', 'NO. 159 C.O.P. PUMP', 'NO. 160 C.O.P. PUMP', 'NO. 161 C.O.P. PUMP', 'NO. 162 C.O.P. PUMP', 'NO. 163 C.O.P. PUMP', 'NO. 164 C.O.P. PUMP', 'NO. 165 C.O.P. PUMP', 'NO. 166 C.O.P. PUMP', 'NO. 167 C.O.P. PUMP', 'NO. 168 C.O.P. PUMP', 'NO. 169 C.O.P. PUMP', 'NO. 170 C.O.P. PUMP', 'NO. 171 C.O.P. PUMP', 'NO. 172 C.O.P. PUMP', 'NO. 173 C.O.P. PUMP', 'NO. 174 C.O.P. PUMP', 'NO. 175 C.O.P. PUMP', 'NO. 176 C.O.P. PUMP', 'NO. 177 C.O.P. PUMP', 'NO. 178 C.O.P. PUMP', 'NO. 179 C.O.P. PUMP', 'NO. 180 C.O.P. PUMP', 'NO. 181 C.O.P. PUMP', 'NO. 182 C.O.P. PUMP', 'NO. 183 C.O.P. PUMP', 'NO. 184 C.O.P. PUMP', 'NO. 185 C.O.P. PUMP', 'NO. 186 C.O.P. PUMP', 'NO. 187 C.O.P. PUMP', 'NO. 188 C.O.P. PUMP', 'NO. 189 C.O.P. PUMP', 'NO. 190 C.O.P. PUMP', 'NO. 191 C.O.P. PUMP', 'NO. 192 C.O.P. PUMP', 'NO. 193 C.O.P. PUMP', 'NO. 194 C.O.P. PUMP', 'NO. 195 C.O.P. PUMP', 'NO. 196 C.O.P. PUMP', 'NO. 197 C.O.P. PUMP', 'NO. 198 C.O.P. PUMP', 'NO. 199 C.O.P. PUMP', 'NO. 200 C.O.P. PUMP', 'NO. 201 C.O.P. PUMP', 'NO. 202 C.O.P. PUMP', 'NO. 203 C.O.P. PUMP', 'NO. 204 C.O.P. PUMP', 'NO. 205 C.O.P. PUMP', 'NO. 206 C.O.P. PUMP', 'NO. 207 C.O.P. PUMP', 'NO. 208 C.O.P. PUMP', 'NO. 209 C.O.P. PUMP', 'NO. 210 C.O.P. PUMP', 'NO. 211 C.O.P. PUMP', 'NO. 212 C.O.P. PUMP', 'NO. 213 C.O.P. PUMP', 'NO. 214 C.O.P. PUMP', 'NO. 215 C.O.P. PUMP', 'NO. 216 C.O.P. PUMP', 'NO. 217 C.O.P. PUMP', 'NO. 218 C.O.P. PUMP', 'NO. 219 C.O.P. PUMP', 'NO. 220 C.O.P. PUMP', 'NO. 221 C.O.P. PUMP', 'NO. 222 C.O.P. PUMP', 'NO. 223 C.O.P. PUMP', 'NO. 224 C.O.P. PUMP', 'NO. 225 C.O.P. PUMP', 'NO. 226 C.O.P. PUMP', 'NO. 227 C.O.P. PUMP', 'NO. 228 C.O.P. PUMP', 'NO. 229 C.O.P. PUMP', 'NO. 230 C.O.P. PUMP', 'NO. 231 C.O.P. PUMP', 'NO. 232 C.O.P. PUMP', 'NO. 233 C.O.P. PUMP', 'NO. 234 C.O.P. PUMP', 'NO. 235 C.O.P. PUMP', 'NO. 236 C.O.P. PUMP', 'NO. 237 C.O.P. PUMP', 'NO. 238 C.O.P. PUMP', 'NO. 239 C.O.P. PUMP', 'NO. 240 C.O.P. PUMP', 'NO. 241 C.O.P. PUMP', 'NO. 242 C.O.P. PUMP', 'NO. 243 C.O.P. PUMP', 'NO. 244 C.O.P. PUMP', 'NO. 245 C.O.P. PUMP', 'NO. 246 C.O.P. PUMP', 'NO. 247 C.O.P. PUMP', 'NO. 248 C.O.P. PUMP', 'NO. 249 C.O.P. PUMP', 'NO. 250 C.O.P. PUMP', 'NO. 251 C.O.P. PUMP', 'NO. 252 C.O.P. PUMP', 'NO. 253 C.O.P. PUMP', 'NO. 254 C.O.P. PUMP', 'NO. 255 C.O.P. PUMP', 'NO. 256 C.O.P. PUMP', 'NO. 257 C.O.P. PUMP', 'NO. 258 C.O.P. PUMP', 'NO. 259 C.O.P. PUMP', 'NO. 260 C.O.P. PUMP', 'NO. 261 C.O.P. PUMP', 'NO. 262 C.O.P. PUMP', 'NO. 263 C.O.P. PUMP', 'NO. 264 C.O.P. PUMP', 'NO. 265 C.O.P. PUMP', 'NO. 266 C.O.P. PUMP', 'NO. 267 C.O.P. PUMP', 'NO. 268 C.O.P. PUMP', 'NO. 269 C.O.P. PUMP', 'NO. 270 C.O.P. PUMP', 'NO. 271 C.O.P. PUMP', 'NO. 272 C.O.P. PUMP', 'NO. 273 C.O.P. PUMP', 'NO. 274 C.O.P. PUMP', 'NO. 275 C.O.P. PUMP', 'NO. 276 C.O.P. PUMP', 'NO. 277 C.O.P. PUMP', 'NO. 278 C.O.P. PUMP', 'NO. 279 C.O.P. PUMP', 'NO. 280 C.O.P. PUMP', 'NO. 281 C.O.P. PUMP', 'NO. 282 C.O.P. PUMP', 'NO. 283 C.O.P. PUMP', 'NO. 284 C.O.P. PUMP', 'NO. 285 C.O.P. PUMP', 'NO. 286 C.O.P. PUMP', 'NO. 2

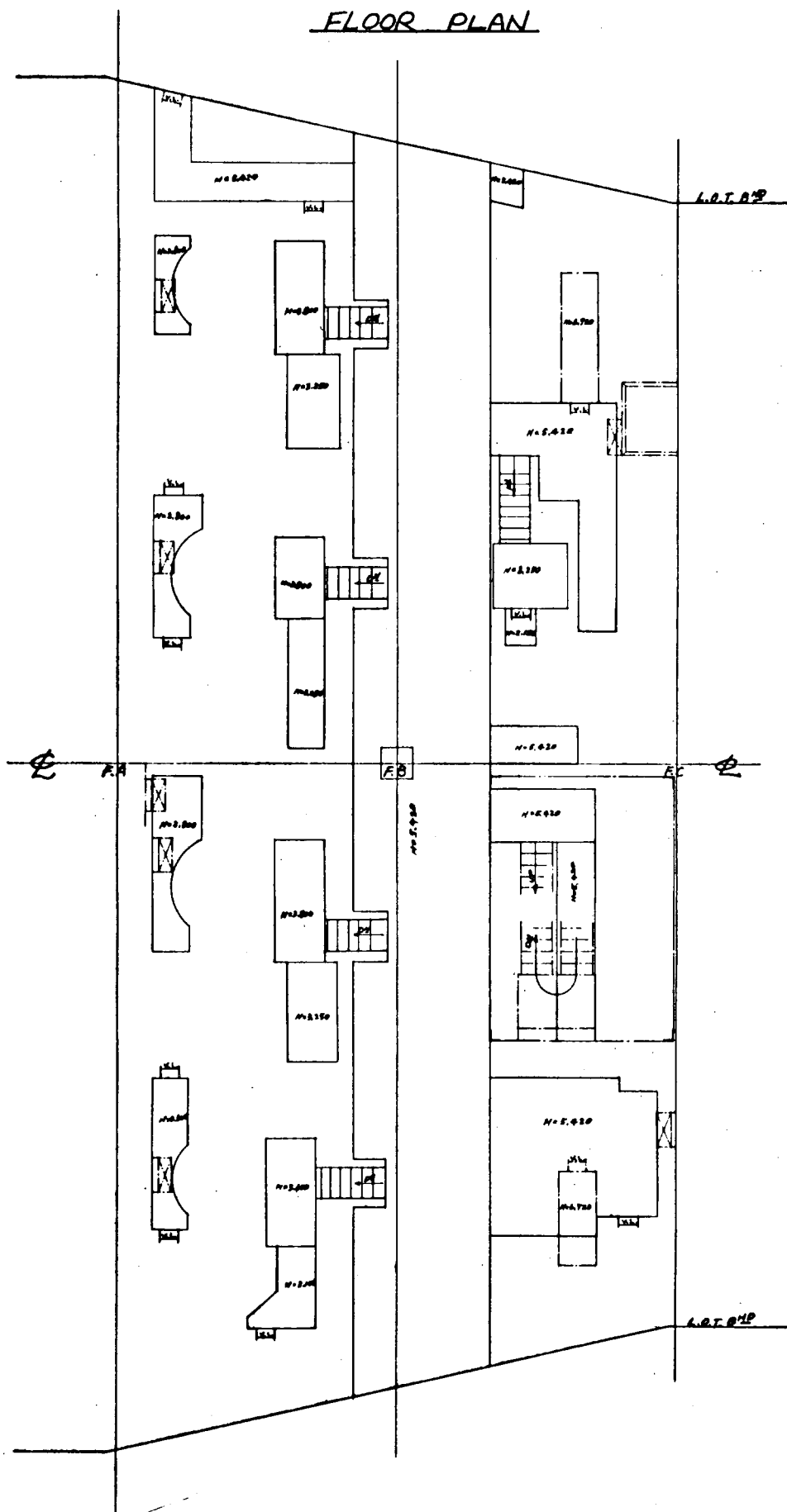
図 2-9 横型ポンプ室標準配置図

-197-

[illegible]

W

FLOOR PLAN



2.3.2.9-4

BOTTOM PLAN

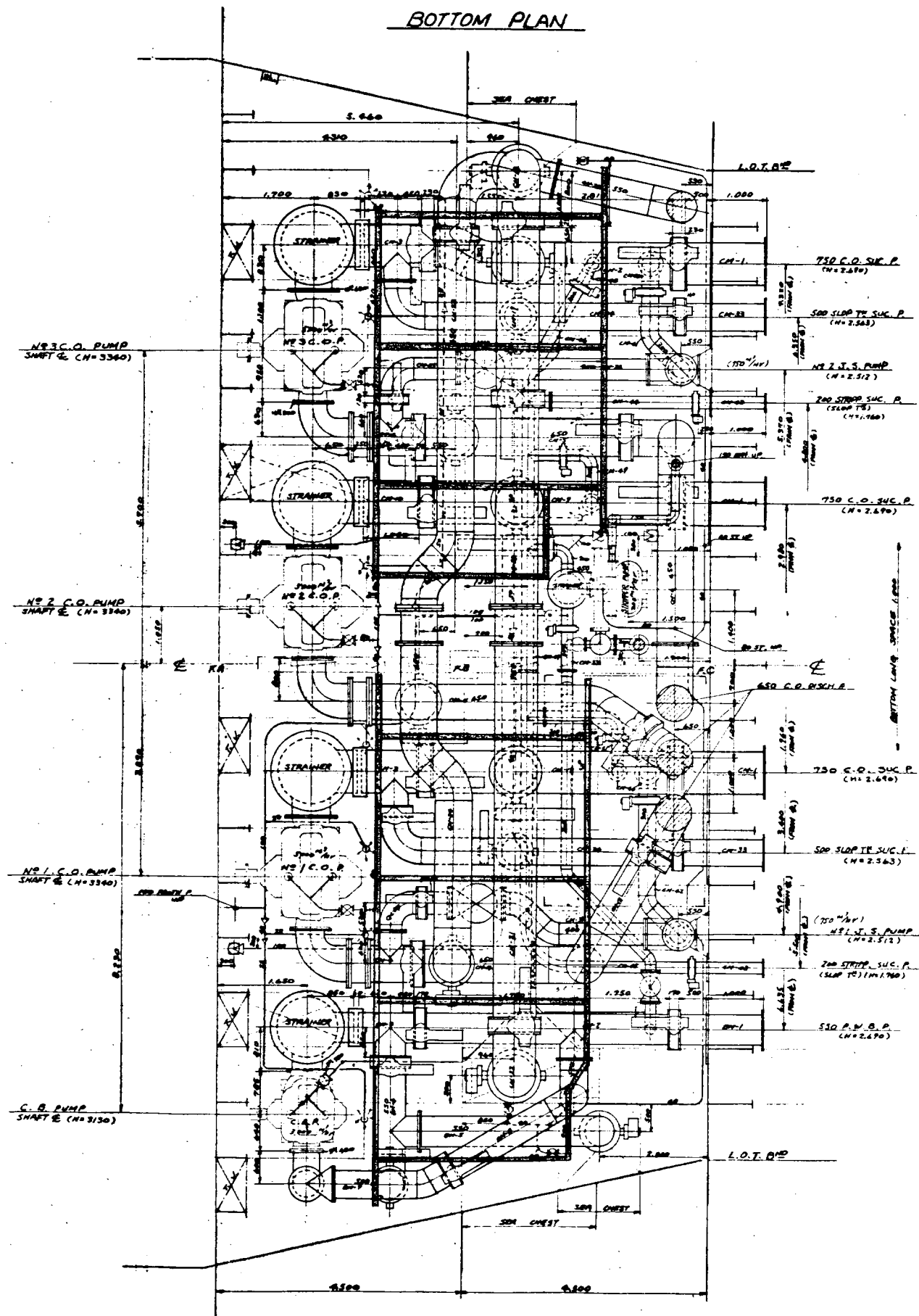


图 2.3.2.9-7 (1)

(5) 機 装 手 順

ポンプ室の機装工事を底部と立上り部とに大別する。その各々に対し、「ポンプモジュール」および「立上りモジュール」があり、工場内で組立てて青空搭載する。

組立搭載の単位は、1個のモジュール単独でもよいが、設備能力の許す範囲内で、できるだけ多数のモジュールを組合せて組立搭載したほうが省力の効果は大きい。

なお、通風トランクは、船殻構造に組込まれるものとし、モジュール化の対象から外した。

a) 底部の機装

底部の機装は、ポンプモジュールの組立作業と搭載作業とに大別され

組立手順は 図 2.3.2.10 に示す。

搭載手順は 図 2.3.2.12 に示す。

b) 立上り部の機装

立上り部の機装も立上りモジュールの組立作業と搭載作業に大別され

組立手順は 図 2.3.2.11 に示す。

搭載手順は 図 2.3.2.12 に示す。

ポンプ・モジュール組立手順

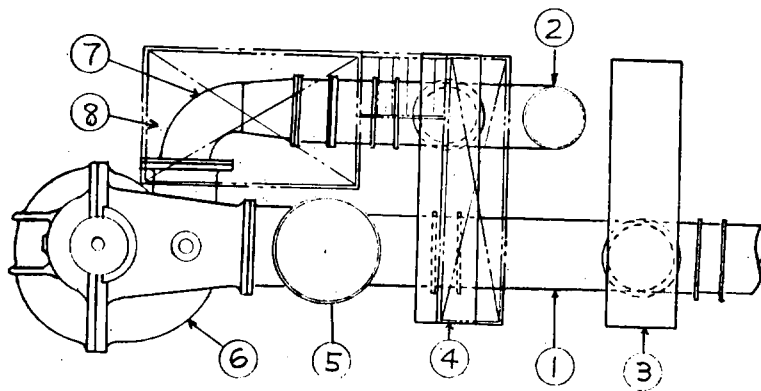


図 2・3・2・10

組立順序	部 品 名 称
①	吸 入 管
②	吐 出 管
③	吸入側クロス・オーバー管
④	吐出側 //
⑤	ストレーナー
⑥	ポンプ
⑦	吐出側ピース
⑧	グレーティング

- 注 1) 上記は主要部品の組立順序だけとした。
2) 縦型ポンプモジュールについて記したが、
横型ポンプモジュールの組立順序も略同じ
である。

立上りモジュール組立手順

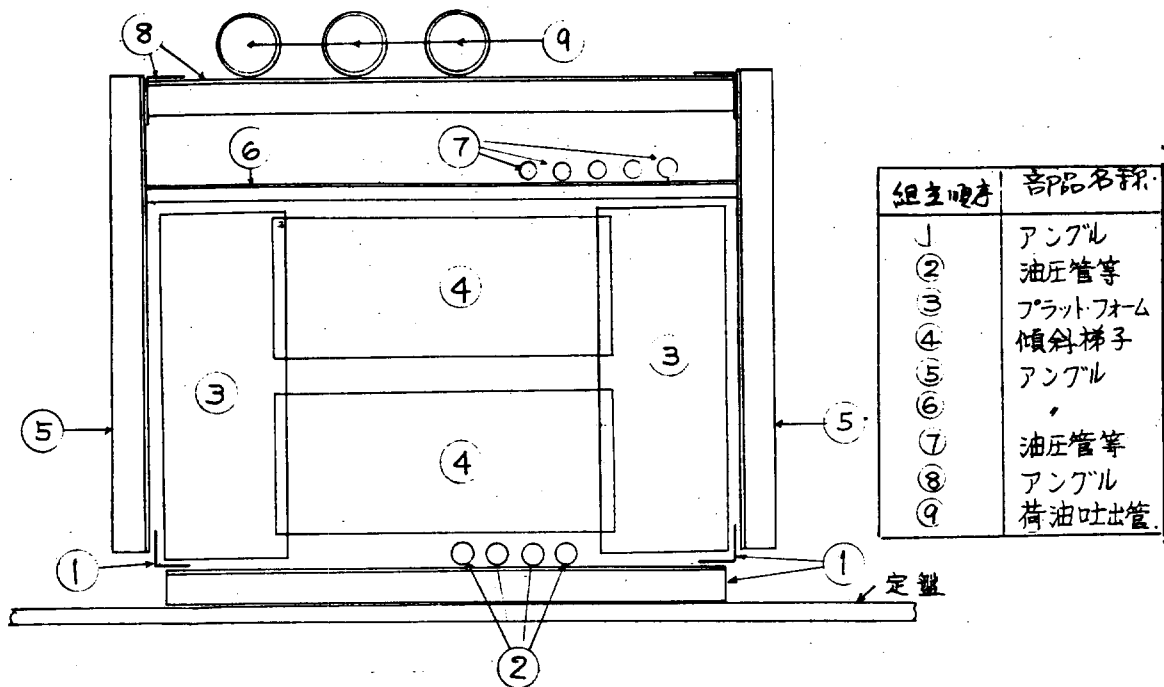


図 2.3.2.11

ポンプ室搭載取付手順

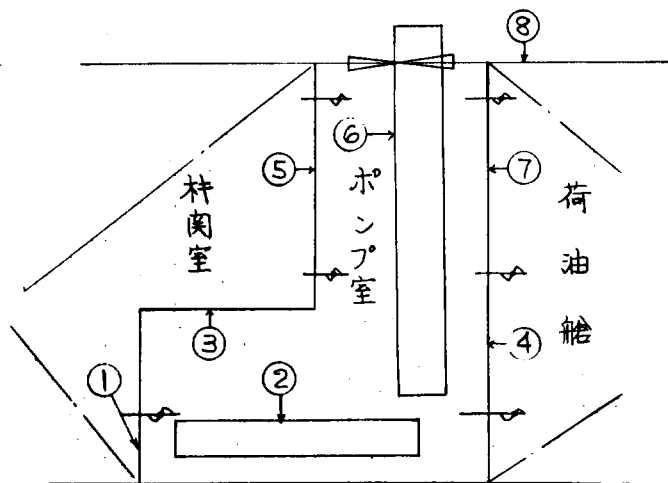


図 2.3.2.12

搭載順序	部品名称
①	船底ブロック
②	底部ポンプモジュール
③	ポンプ室天井ブロック
④	下部隔壁ブロック
⑤	機関室前端隔壁ブロック
⑥	立上りモジュール
⑦	上部隔壁ブロック
⑧	上甲板ブロック

(6) 船殻構造のあり方

ポンプルームの船殻構造は、必要な船体強度とその連続性を持つことは勿論であるが、単に船殻設計の見地からではなく、ポンプモジュール、立上りモジュールなどとともに、殻殻を一体化した合理的なポンプルームの全体構成の一環として計画した。

すなわち、具体的な構造設計上の要点は次の通りである。

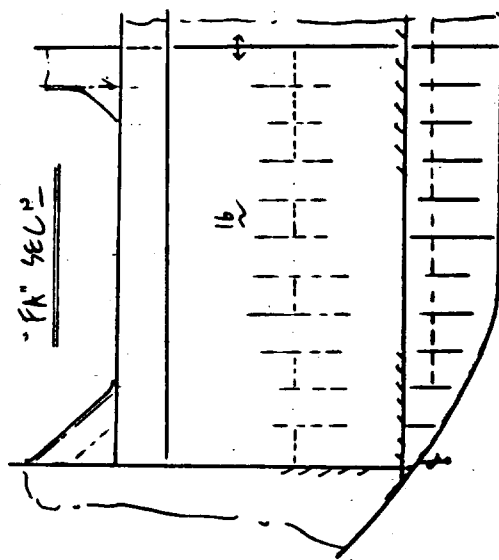
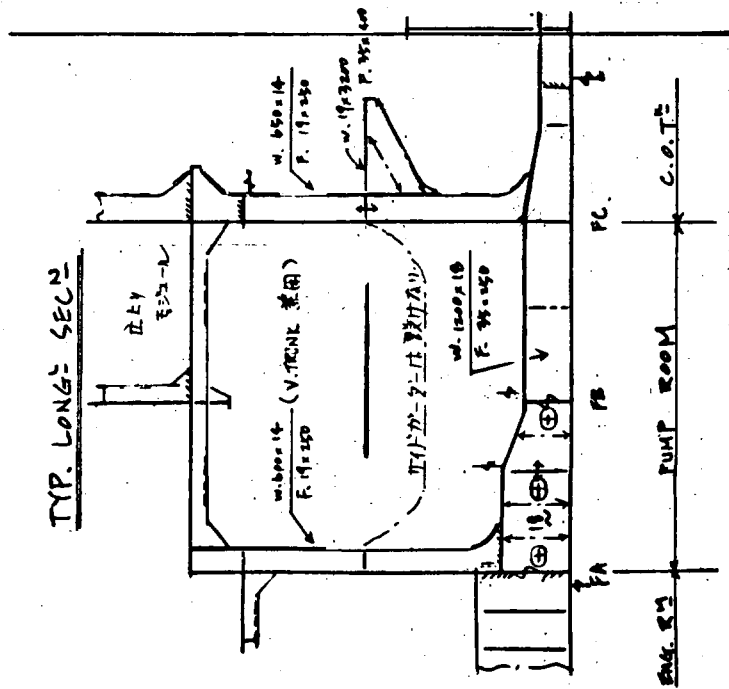
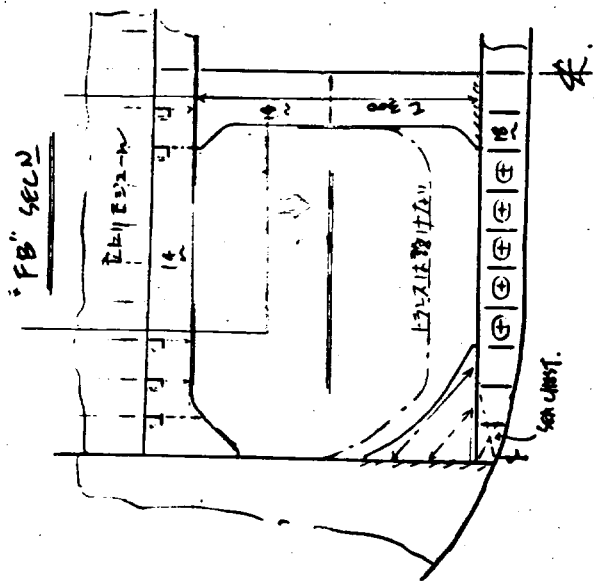
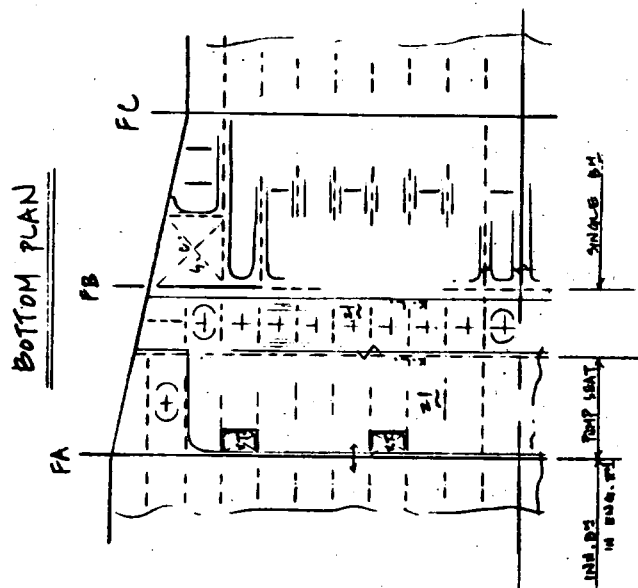
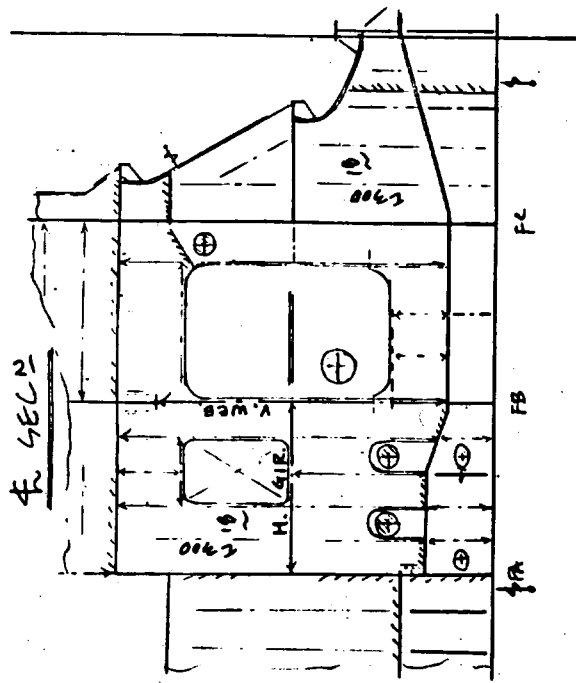
- a) 区画形状は逆L形とし、それぞれのモジュールの配置と大きさに合わせて、床面とトランクのスペースを確保決定した。
- b) ポンプモジュールの配置されている床面は、センターガーダーを除いて、サイドガーダーおよびボトムトランスは設けない。

船底部材の頂面レベルは同一に揃える。

- c) センターガーダーは、ポンプモジュール搭載後にパイプ上よりかぶせて取付ける棚板構造とする。
- d) 通風トランクは船殻構造つくりつけとした。
- e) その他配慮した事項。

- イ ガスの溜り易い場所をつくらないこと。
- ロ 構造自体の組立、搭載工事がやり易いこと。
- ハ その他。(搬出入開孔を設けたなど)

以下、図 2.3.2.1 3 に堅型ポンプの場合、図 2.3.2.1 4 に横型ポンプの場合の船殻構造図をモデル例として示す。



FC SEC. 2

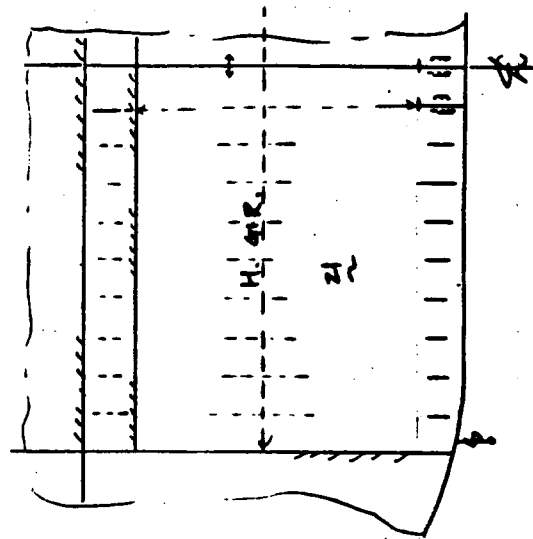


図 2.3.2.14 横型ポンプの場合のモデル例

(7) 造研型ポンプ室のメリット

艤装工事の省力化は船主要求の早期把握、艤装各装置の標準化、艤装物量の低減、艤装工事のしやすい作業環境作り等いろいろ考慮して本装置の設計を行ない多角形な検討を加えた。

造研型ポンプ室のメリットを表 2.3.2.9 にまとめたが(数値は推定)初期に考えていた以上の効果を期待することができた。

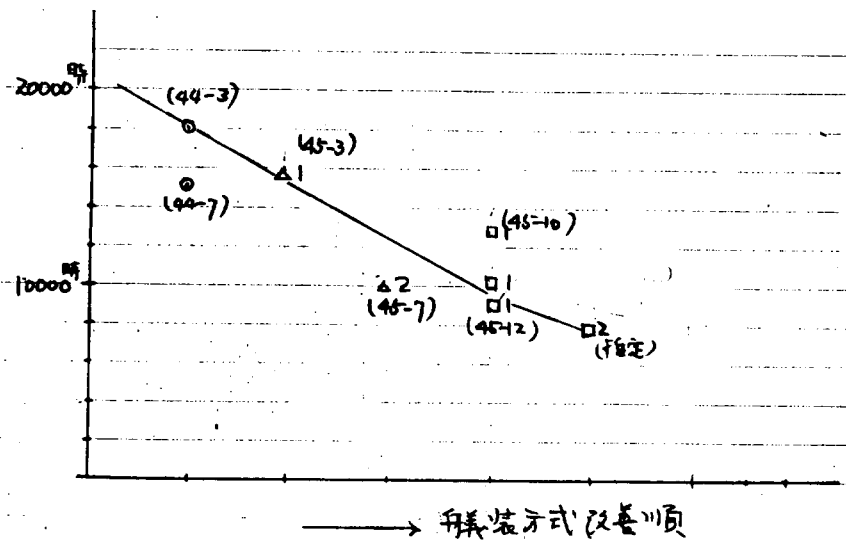
また、同じ思想でポンプ室の艤装作業改善をステップバイステップで実施されている某造船所のポンプ艤装工事の実績工数の推移および将来の推定実績(表 2.3.2.10.)からも合せ考えると造研型ポンプ室のメリットは十分に期待できることを確信した。

表2.3.2.9 (造 研 型 ポンプ室 メリット 一 覧 表)

		メ リ ッ ト 項 目		低 減 材 料 費 (千円)	艤 装 の 低 減 工 数 (千円)
a	艤 装 物 量 低減による	i	荷油ポンプ 1 台分とその附属装置の節約	18,000 ~ 23,000	1,300
		ii	ポンプ室区画長の短縮(平均 2 M)	船 殻 40,000 艤 装 400	500
b	艤 装 作 業 環境の改善	i	モジュール形状整理とモジュールの組合せの可能化	(- 400)	1,500 設計現場合計
		ii	低 能 率 の 船内作業の極小化		3,500
		iii	船 内 艤 装 期 間 の 短 縮		※ 1,000
		iv	殻 艤 分 離 の 作 業 の 可 能 化		500
c	客先の考慮	i	運 転 装 置 の 一 平 面 化		
		ii	保 守 点 検 が 容 易		
			合 計	(千円) (千円) 58,000 ~ 63,000	8,300 (時間) 16 人減 / 70 日建造方式

- 註) 1. 数値は全て推定値
2. () はモジュール化大型組合モジュール化による補助材の増加
3. ※ はポンプ室内補助作業(運搬、熔接、塗装、掃除、足場)の工数低減
4. その他ポンプ室艤装の合理化に伴う他部艤装工事の好影響は大きいが推定計算外とした。
5. 数値は 1 隻分を示す。

図 2.3.2.14 A 社ポンプ室機装工数低減表



機装方式改善順

- 註) 1. ○印は従来の機装方式
 2. △1印は下部大型ユニット化の初期
 3. △2印は下部大型ユニット化(理想装置に近いもの) T₂
 4. 1印は下部大型ユニット化(完成) + 上部大型ユニット化の初期
 5. 2印は上下部大型ユニット完成船
 6. ()内は実績船完成日

メリット項目内容説明

(a) 荷油ポンプ1台および付着装置の節約

デンプサーベの結果、荷油ポンプ 5000 M³/H 容量3台にて従来の荷油ポンプ4台分の性能と変わらないことなく使用できることが判った。3500 M³/H 型荷油ポンプ一式(タービンサイドはリモートコントロール装置費を含む)のコストは2670万円でこれにポンプシート40万円、これに吸入コシキ、吸吐出弁付帯配管類を入れ全コストは3000万円近くなるが、ポンプ容量の5000 M³/Hへの増加によるポンプコストのはね返りを0.1~0.15と考えて差引き1800万円~2300万円と算定した。工数は1台分に相当するポンプ据付配管工事調整運転工数を従来の実績より推定で算出した。

(b) ポンプ室区画長の短縮

各社の従来船の逆L型ポンプの区画長(逆T型のポンプ室の場合は全長の4/5を全長と考えて)は10M~11Mになっている。造研型ポンプ室は全長型ポンプの場合は8M、横型ポンプの場合は9Mで平均して2M短くなっている。この数値は単にこのまま船の長さを2M短縮できると考えて、船の長さ1M当りのコストを2000万円(船1隻の船価/船の全長=1米当りのコストと推定)として計算すると4000万円の得となる。また、ポンプ室全長の短縮による機装物量減少による材料費は約40万円ぐらい(荷油管のパイプ長のみで計算)である。また、機装物量低減による機装工数は推定500時間ぐらいである。

(c) モジュールの形状整理とモジュールの組合せの可能化

ポンプ室の組合せモジュールは下部組合せモジュールと立上り組合せモジュールの2個でポンプ室の機装品の95%以上が含まれており各組合せモジュールは設備に応じてそれぞれの単体モジュールの数を変えられるような広範囲の設計が行なわれ、さらに材料形状はモジュール組立が容易なるよう合理化しているので、設計現場を通して繰返し作業の慣れ効果が大きく、また設計現場とも高度の技術を持つ経験者の必要性が少なくなるようにしている。工数で1隻1500時間以上の減少は軽いと推定できる。

(d) 低能率な船内作業の極小化

2-1で述べたように艤装品の95%以上が大型組合せモジュールの中に含まれるので従来の船内作業をしていた艤装品やブロック艤装で完成できなかった艤装品の船内作業のような不安な低能率の作業は極端に減少し船内作業経験者を必要としない屋内的作業が可能となった。この効果は非常に大きく少し見積っても3500時間は十分に節減できる。

(g) 船内艤装期間の短縮

ポンプ室の艤装工事期間は船内作業より陸上作業に移ったため従来工程前に余裕のなかったポンプ室艤装が早期に工事完成が可能になる。これを逆に考えればポンプ室工事関係者は順序決めをされた工程により他職混入による手持ちや干渉を受けることなく効率の良い作業ができるようになる。この効果は見逃しがちであるが、運搬、配材、溶接、塗装、足場、掃除等の補工的な作業に効果が大きく、艤装中のバラストの張設水荷油槽の水圧テスト等も便利になる。推定工数低減は補工作业だけを見積っても1000時間は十分にでる。

(f) 艤装分離作業の可能化

従来のブロック艤装は船殻ブロックの流れに左右されるため、ブロック艤装スケジュールの立案が困難で工事関係者の眼と足で工程修正が行なわれていたため、本来のブロック艤装の高能率は期待できなかったが、本装置により艤装独自のスケジュールで工事が進められることができるのでこの効果は大きい。また船殻自身も同じことがいえると思う。艤装の工数低減は推定500時間は十分に有る。

(g) 運転装置の一平面化

従来荷油ポンプの吐出弁はポンプ室の中段に装備していたが、本装置はこれらの吐出弁をポンプと同じフローに降した。このため、ポンプの操作、装置の保守点検が同一フローででき、船主および造船所ともにポンプの操作点検が楽になる。

(h) 保守点検が容易

本装置は船主の立場になった各装置の保守点検を考慮して設計を行なっている。

2.3.3 艤装しやすい機関室構造の研究(その1)

艤装のしやすい機関室構造を検討するに当っては、まず補機の要目と台数を決定してから艤装のしやすい機器配置を求めてモジュールを抽出し、その上でモジュールを収めやすい周辺の構造のあり方を見出すことにした。

ボイラ配置が影響する中段(Aデッキ)以上は、各社の見解が大巾に異なるため、本年度はまず普遍性のある底部の二重底上についてまとめた。中段以上は来年度に継続審議する。機器配置は狭い二重底上に置かねばならない必要最少限の機器のみを主機船首側に集中配置し、艤装のしやすさ、物量の減少を狙った。

(1) 機関室二重底上の主要補機要目

機関室二重底上の艤装しやすい機器配置および配管装置、格子・梯子装置の試設計ならびに模型製作にあたって、二重底上に配置されるべき補機器の機能を調査研究し、標準要目を決めた。この要目表は表2.3.3.1に示す。なお、決定条件は次の通りである。

- 主復水器の冷却方式はスクープ方式とポンプ方式がある。造研案はスクープ方式を採用したが、ポンプ方式になっても他の補機群の配置には影響のないモジュールの組み合わせになっているので、要目表には両方式を記載した。
- 二重底内は原則としてボイドスペースとし、燃料油、バラストタンクなどには使用しない。また、舷側燃料油タンクの底部はAデッキでとどめ、二重底まで延長しない。したがって、燃料油移動ポンプおよび燃料油噴燃ポンプモジュールは二重底上に配置せずAデッキに装備する。ビルジセパレータで処理された油分は汚油タンク(二重底内)に導きビルジポンプで陸揚げする。
- 潤滑油清浄機および潤滑油加熱器や作業台は潤滑油澄タンク類と同じモジュールとし、二重底上に設置しない。
- 補助復水器は従来Aデッキに装備されることが多いが、造研案では大気圧ドレンタンクと一体構造として、復水管、海水冷却水管の合理化を計った。勿論それぞれを独立して製作し、モジュール組みのとき結合しても差し支えない。

e) 主循環水系統の海水吸入孔は、従来高位および低位の二個を設けるのが通例であるが、大型船の場合は、荷役時の吃水を考慮して高位のみとした。造研案ではスクープ吸入孔、主循環水吸入孔および補助循環水吸入孔はすべて右舷側に設置した。これは大径の海水管を簡潔にまとめ物量の節減を計ったものである。

表 2.3.3 1

二重底上主要補機要目表						
主機ボイラ		主機タービン 36,000 PS×90 RPM、主ボイラ 62Kg/cm ² ×515°C×2缶				
No	主要補機名称		要 目	台数	型 式	備 考
1	スクープ方式	スク ー プ	10,000m ³ /H×2.5 m	1	ス ク ー プ	
2		主 循 環 水 ポ ン プ	6,000m ³ /H×3 m	1	電 動・横・軸流	
3		補 助 循 環 水 ポ ン プ	3,000m ³ /H×8 m	1	電動・縦・セントル	
2'	ポンプ方式の場合主循環水ポンプ		7,000 / 3,000m ³ /H×3m/8m	2	電 動・ 縦	
4	主 復 水 ポ ン プ		95m ³ /H×110 m	2	電動・縦・セントル	
5	ドレントランサーポンプ		70m ³ /H× 95 m	3	電動・縦・セントル	
6	補 助 復 水 器		420m ³	1	横・（二折流）	
7	大気圧ドレンタンク		6m ³	1	補助復水器付	
8	海水サービスポンプ		270m ³ /H×35 m	1	電動・縦・セントル	
9	バラストポンプ		500m ³ /H×35 m	1	電動・縦・セントル	
10	雑用兼消防ポンプ		210/175m ³ /H×40/80m	1	（真空ポンプ付） 電動・縦・セントル	
11	ビルジ・バラスト兼消防ポンプ		210/175m ³ /H×40/80m	1	同 上	
12	ビ ル ジ ポ ン プ		15m ³ /H×35 m	1	電動・横・ピストン	
13	サ ニ タ リ ポ ン プ		20m ³ /H×60 m	2	電動・横・セントル	
14	荷油ポンプタービン		5,000m ³ /H×150 m	3	横 型、（ 縦 型）	
15	クリーンバラストポンプタービン		3,000m ³ /H×35 m	1	横 型、（ 縦 型）	

注 1. 本要目表は主タービン船首部に集中配置した補機のみを示す。

2. No 14、15 は荷油ポンプの容量を示す。

(2) 機関室二重底上のモジュールおよび合理的配置

機関室二重底船首部の補機配置は約6種類の基本型モジュールから成り、二重底上の補機の合理的配置を構成している。これは造研型配置およびモジュールである。次表にその詳細を示す。

図 面	資 料 名	型 式	備 考
図 2.3.3.1	補機および配管モジュール配置図 スクープシステム、C O P T 横型の場合	造 研 型 モ ジ ュ ー ル 配 置	
図 2.3.3.2	補機および配管モジュール配置図 ポンプシステム、C O P T 縦型の場合	造研型(変化例) モ ジ ュ ー 配 置	
図 2.3.3.2	モ ジ ュ ー ル の 表	造 研 型 モジュールの内容	
図 2.3.3.3	機関室二重底上船首部補機配置 総 合 装 置 図 (平面)	造 研 型 装 置 図	附 図
図 2.3.3.4	同 上 (断面)	同 上	附 図
図 2.3.3.5	C.O.P.Tまわり配管モジュール 詳 細 図 M-1	造 研 型 モ ジ ュ ー ル	"
図 2.3.3.6	海水ポンプ群モジュール 詳 細 図 M-2	同 上	"
図 2.3.3.7	補助復水器、循環水ポンプモジュール 詳 細 図 M-3、M-4	同 上	"
図 2.3.3.8	サニタリポンプ、復水ポンプモジュール 詳 細 図 M-5、M-6	同 上	"

表 2. 3. 3. 2

機関室二重底上船首部補機および配管モジュールの表				
スクープシステム、C O P T 横型の場合			ポンプシステム C O P T 縦型の場合	
モジュール No	モジュール名称	補機・配管系統名称	図 面	
M-1	荷油ポンプタービン廻り 配管モジュール	潤滑油クーラ海水冷却水管 潤滑油補給管 ビルジ管 床板および床板受	図 2. 3. 3. 5	(C O P T D K に) 配置される
M-2	海水ポンプ群 モジュール	海水サービスポンプ バラストポンプ 雑用兼消防ポンプ ビルジ・バラスト兼消防ポンプ 海水吸入管、サービス管 ビルジ吸入管、吐出管 バラスト吸入管、吐出管 船外吐出管、消防主管 および関連バルブ 床板および床板受 チャンネル構造補機台	図 2. 3. 3. 6	左に同じ
M-3	補助復水器モジュール	補助復水器、大気圧ドレン タンクおよびその附着金物 海水冷却水管 補機台、床板、床板受	図 2. 3. 3. 7	左に同じ
M-4	主循環水ポンプモジュール	主循環水ポンプ、補助循環水ポン プおよび主補循環水管および 弁補機台、床板、床板受	図 2. 3. 3. 7	主循環水ポンプ 2 台 主補循環水管および弁 補機台、床板、根太
M-5	サニタリポンプモジュール	サニタリポンプ、ビルジポンプ 海水吸入管、ビルジ管 および弁、ピース、床板、 床板受、補機台	図 2. 3. 3. 8	左に同じ
M-6	復水ポンプモジュール	主復水ポンプ 2 台 ドレントランサポンプ 3 台 主復水吸引管、吐出管、ドレン 吸引管、吐出管および関連弁、 ピース、床板、床板受、補機台	図 2. 3. 3. 8	左に同じ

(3) 機関室二重底上の積装手順

機関室二重底上の各モジュールの積装手順の代表的なものに次の三方式がある。

- A 方式は各個のモジュールを工場内で組立て、個々に機関室二重底上に積込み取付する手順である。工程の一例を表 2.3.3.3 に示す。
 - B 方式はモジュールを地上定盤上で仮総組みの上、適当な搭載単位に分割して青空搭載する方法で、その工程は C 方式に準ずる。
 - C 方式は殻構一体方式でモジュールを直接二重底ブロック上で組立て搭載する。その工程の一例を表 2.3.3.4 に示す。
- これらの積装方式を比較検討すると A、B、C の順に先行積装率は高くなるが、A、B 方式は、モジュール組みの日程時間は船殻工程に関与せず、機装独自の工程を組むことができ、C 方式は船殻工程にマッチングしなければならない制約がある。いつれの積装方式を採用するかは各造船所の設備、方法によつて異なるが、造研案の積装手順としては B 方式をとりたい。

表 2.3.3.3

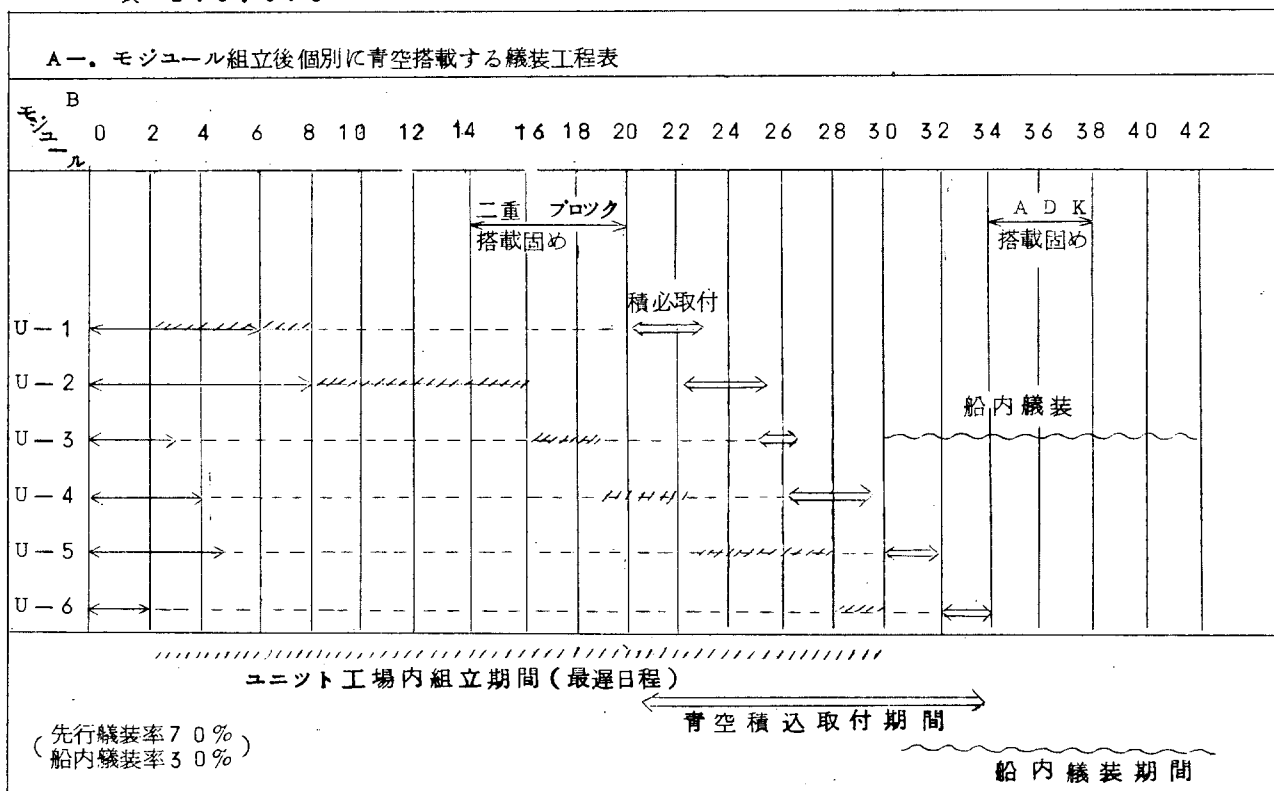
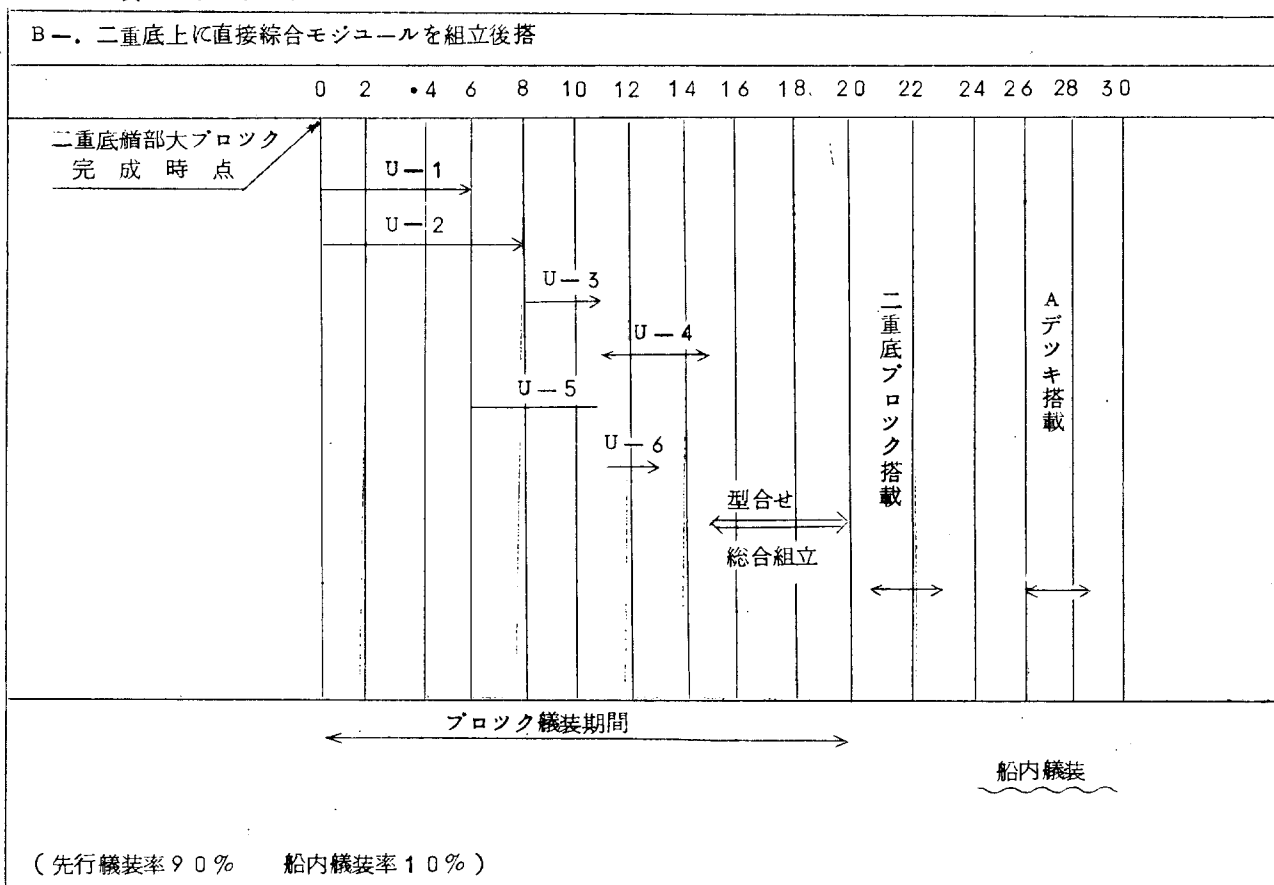


表 2.3.3.4



これらの機装方式を比較検討するとA、B、Cの順に先行機装率は高くなるが、A、B方式は、モジュール組みの日程時数は船殻工程に干渉せず、機装独自の工程を組むことができ、C方式は船殻工程にマッチングしなければならない制約がある。いずれの機装方式を採用するかは各造船所の設備、方法によって異なるが、造研案の機装手順としてはB方式をとりたい。

(4) 機関室二重底まわりの船殻構造のあり方

二重底附近の機装し易い船殻構造について機装面からの希望を述べれば次の通りとなる。

a) フレームスペース

各社の実績から見て、スペースは900mmとし、ウェブフレームは、4×フレームスペースとして機関室全長にわたって一定としたい。これにより荷油ポンプ、海水サービスポンプ関係および復水ドレンポンプ関係の各モジュールが、後述の造研案の特徴を具備して整然と配置でき、機装のし易さに大いに影響する。

b) 二重底高さ

二重底頂板は機関室全長にわたって高低差を設けず、同一高さに揃えたい。勿論この高さは、主減速歯車装置据付部より船尾にわたる部分の剛性に対しては特別に考慮すること。

c) 二重底内部

内部はボイドスペースとして、止むを得ないタンク、例えば主機用潤滑油溜タンク、シンプレックス用潤滑油溜タンク、ビルジウエル、汚油集合タンクなどのみを設ける。ただし主機用潤滑油溜タンクは主減速装置内蔵形をタービン製造者に強く要望する。

d) 機関室内仕切壁

室内の配管配線を考慮して、トランスウオールは最小にし、ピラーによる構造が望ましい。

なお、ピラー付ブラケットは、できるだけ小型のものが望ましい。

(5) 造研型の特徴:

前述の記載説明で、部分的にはすでにふれてあるものも含めて、造研型の特徴をまとめると次のようになる。

保守、点検、取扱いが容易なこと。

a) 二重底構造は頂板を機関室の全長にわたって一平面とし、従来船のごとく高低の段違いは採用しなかった。また、二重底内には、例えば「汚油タンク」のごとく止むを得ないもの以外は設置せず「ボイドスペース」として残した。このため、構造は簡素化され、二重底の掃除点検および二重底上の付属諸管の保守等が容易である。

b) 補機のモジュールの組み合わせで、同一用途、同一傾向のものを「グループ」別に配置した。このため、取扱い操作は簡素化され、乗組員の習熟および行動範囲、便を計っている。また、これらのモジュールは左右舷に直線的に整然と配置され、前述の利点を一層増加させている。

c) 前述の各モジュールの弁類（例えば吸入弁、吐出弁など）はできるだけ床面に近い場所にまとめて配置している。この配置は、弁操作を容易にするとともに、従来の上下方向に布設される諸管をモジュールの床板下部にまとめて布設し、見透し範囲の拡大を計っている。

d) モジュールを構成する各機器、付属弁類と床板との間隙を従来のものに比較して十分に広く設計した。これは通路の直線部分をできるだけ長くするとともに、日常の機器類の監視が、据付ボルト、据付台の異常を含め、機器全体の漏油、漏水の有無の確認まで、床板上より容易にできる。

また、機器の一般の開放点検、小修理などの作業は、床板上既存の床板の撤去作業用床板の特設なしに容易に行なうことができる。

e) あらかじめ設定したモジュールの組合せで配置を構成している。したがって船主要望などの早期把握が可能である。

f) また、構成機器の容量および台数などが変化するモジュールに対しては、造研型をモデルとして、各社において必要に応じて若干の変更を加えたものを数種社内標準として作成しておけば、機関室配置をほとんど変更することなく、モジュールの

組み替えが可能である。

- g) 二重底上が同一平面であるため、工場内で 広範囲のモジュールを統組みする場合も 普通の定盤が使用可能である。
- さらに造研型では、二重底上の機器は主機の船首側に集中的に配置し、積装物量の低減を計った。主機の両側および船尾部に機器を設置せず、床板装置は単に交通路を確保するに止めた。

2.3.4 46年度の 研究方針

45年度の二大研究項目の中、ポンプ室に関する研究は概要にも述べたごとく、本年度をもって終了した。一方、積装しやすい機関室構造については、その検討過程においてAデッキ以上の機器配置（特にボイラ位置）にさらに調査を進める必要性が痛感され、以下に記す居住区形式の影響と機器配置の物量に及ぼす影響の検討を進めたところ、概括的な要因は把握されたが、その中に相反する要因も存在していることが判った。

このため、46年度は、Aデッキ以上を主対象とした積装しやすい機関室構造の研究を進めることとし、その合理的機器配置に適応したモジュールの検討を行なうとともに、今年度概略的に調査並びに算定を行なった居住区形式の積装に及ぼす影響と機器配置の物量に及ぼす影響についてもさらに一步つつこんだ調査、検討を行ない、定量的に積装しやすさを表現して行きたいと考えている。

(1) 居住区形式の積装に及ぼす影響

居住区形式の違いが機関室積装に与える影響について各社の現在採用している基本的配置、積装方法等を調査し、それにもつて審議を進めたが、上述のごとく、その本格的点検討は次年度に持越すこととし、ここでは今年度調査した内容の概要を報告する。居住区形式および居住区内配置が機関室積装に影響を及ぼす要因を表2.3.4.1～2に示す。

(a) 居住区の形式

居住区区画が機関室区画の上部に位置を占める場合、居住区の形式は図2.3.4.1に示すようにエンジンケーシングを取り囲んで居住区を設けた、いわゆる「取巻型」と図2.3.4.2のごとくエンジンケーシングと離れてタワー型をしたいわゆる「独立型」の2種類に大別される。

この居住区形状とボイラ位置の関係につき、各社の状況をみると

居住区形状	船首ボイラ	船尾ボイラ
独立型	—	3社
取巻型	4社	1社（但し、将来は独立型へ）

となり、これから見る限り、居住区形状はボイラ位置と密接な関係があることが判る。すなわち、前壁がポンプルームケーシングで抑えられる居住区画の必要長さを考えると、ボイラ位置によってエンジンケーシングが決定される関係上、船尾ボイラでは独立型の採用が容易となり、逆に船首ボイラでは必然的に取巻型にならざるを得ないことを示している。

(b) 積装量比較

上記のごとき事情から図2.3.4.1に船首ボイラ取巻型、図2.3.4.2に船尾ボイラ独立型の一例をそれぞれ示し、この両者につき同一条件の下で二、三の積装量の比較を行なってみた。すなわち、機関室と居住区の接触面積（略、防熱所要面積に比例する）、便管・排水管の接続数、清海水管の接続数等であるが、概略的に言って取巻型のほうが独立型よりその接続部の積装物量が約50%多いという結果となった。

(c) 積装工事への影響

各社の設備、積装方法等の相異により積装物量だけをもって、積装し易さの度合の判定を下すのは極めて危険である。ここに積装物量とは直接関係のない下記観点からみた居住区形式の機関室積装工事に与える影響の度合を調査してみた。

すなわち、作業環境、安全性、管理の難易度、作業自体の難易度、材料搬入作業等でそれぞれが積装工事にどのような

割合を占めているかは判然としないが、現場サイドからみた繊装し易さの尺度には不可欠の諸要素である。

これら各要素ごとに調べて行くと、それぞれについて独立型のほうが有利であり、総合的判定としては圧倒的に独立型のほうが優れているという結論となった。

(d) 考 察

以上のことから、居住区と機関室は、相互に独立した配置とするのが望ましく、相互の接触面積が少いほど機関室繊装に及ぼす影響が少いといえよう。

げがらて、機関室としての機能以外のものにより制約される物量を最少限にし、設備面からの制約もあろうが、居住区画のブリエクシオン化をはかり、機関室内の居住区搭載により、弊害される部分の工事を先行着手し、そのまとまり具合を見て居住区の一括搭載を行ない、接続工事のみを行なう方法が現実的に最も望ましいものと思われる。

(e) 46年度への課題

居住区形式の差異とともに、機関室繊装を容易にするために、さらに下記諸項目について調査を進めたい。

1. 居住区内衛生区画の集中配置
2. 上甲板上諸室配置と諸管の集合化
3. エレベーター位置
4. イナートガスプラント配置

(2) 機器配置の物量に及ぼす影響

- (a) 機関室全体機器配置について、繊装しやすさの諸要素を計数的に把握する作業の一環として繊装物量を算出した。
- (b) 算出の対象として easy operation と考えられる配置を8パターン選出し、同一条件で電算機処理を行なって、得た物量比較を表2.3.4.3にまとめた。同じ配置で、外国船ベースで算出したものを表2.3.4.4に示す。
- (c) 来年度の造研型標準配置のアプローチ形をE2、E3パターンに示し、free designした夢の配置をD2パターンにとり入れた。
- (d) この計算により機器配置で15～20%の範囲で物量が増減することがわかった。最少物量が最省力化に結びつかないため最省力になる配置およびその物量は来年度に求めることにした。

繊装のしやすさの諸要素値を物量を表2.3.4.5にまとめた。

附図 各パターンの配置図

表 2. 3. 4. 1

居住区形式が機関室機装に影響を及ぼす要因

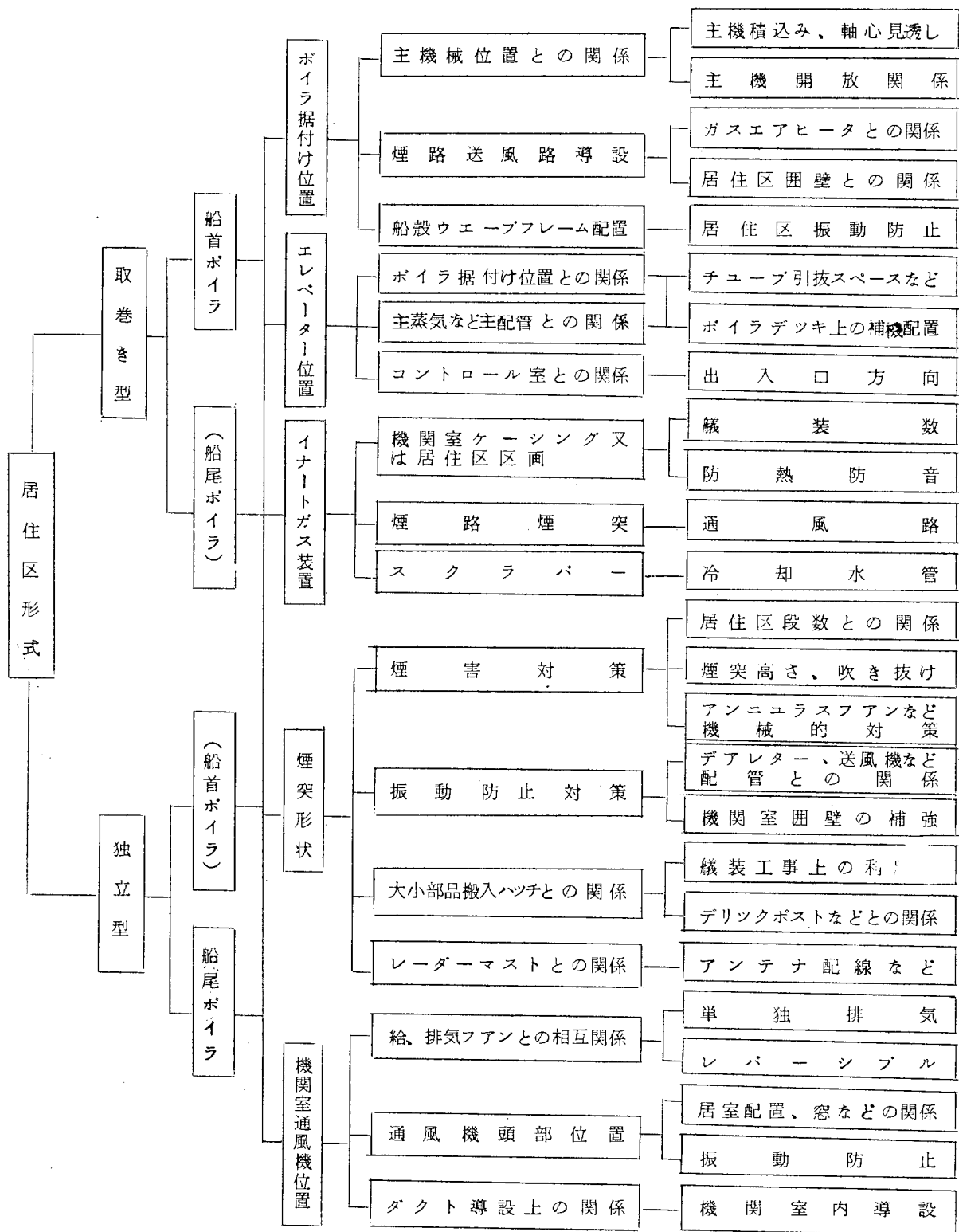
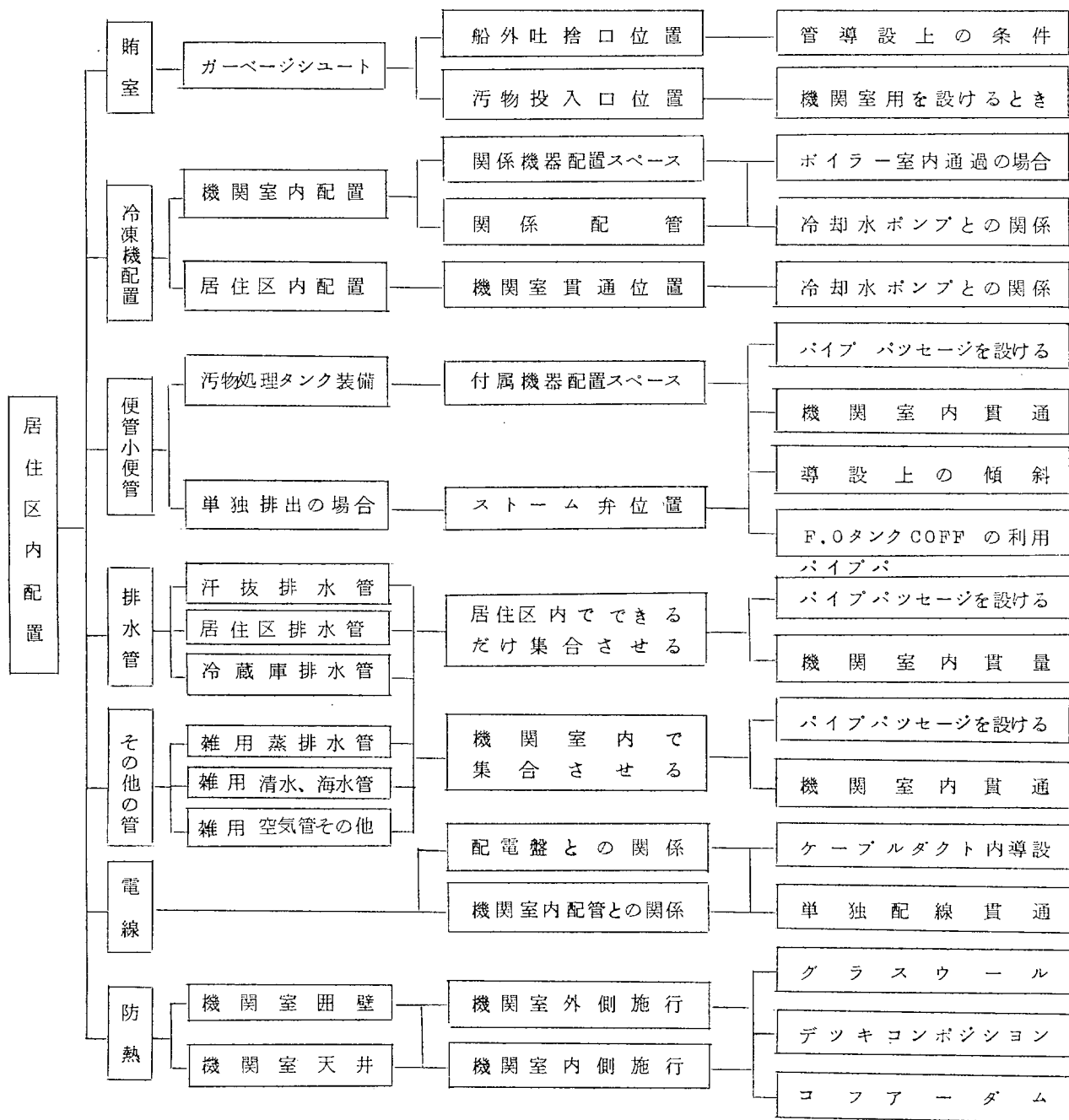


表 2. 3. 4. 2

居住区内配置が機関室機装に影響を及ぼす要因



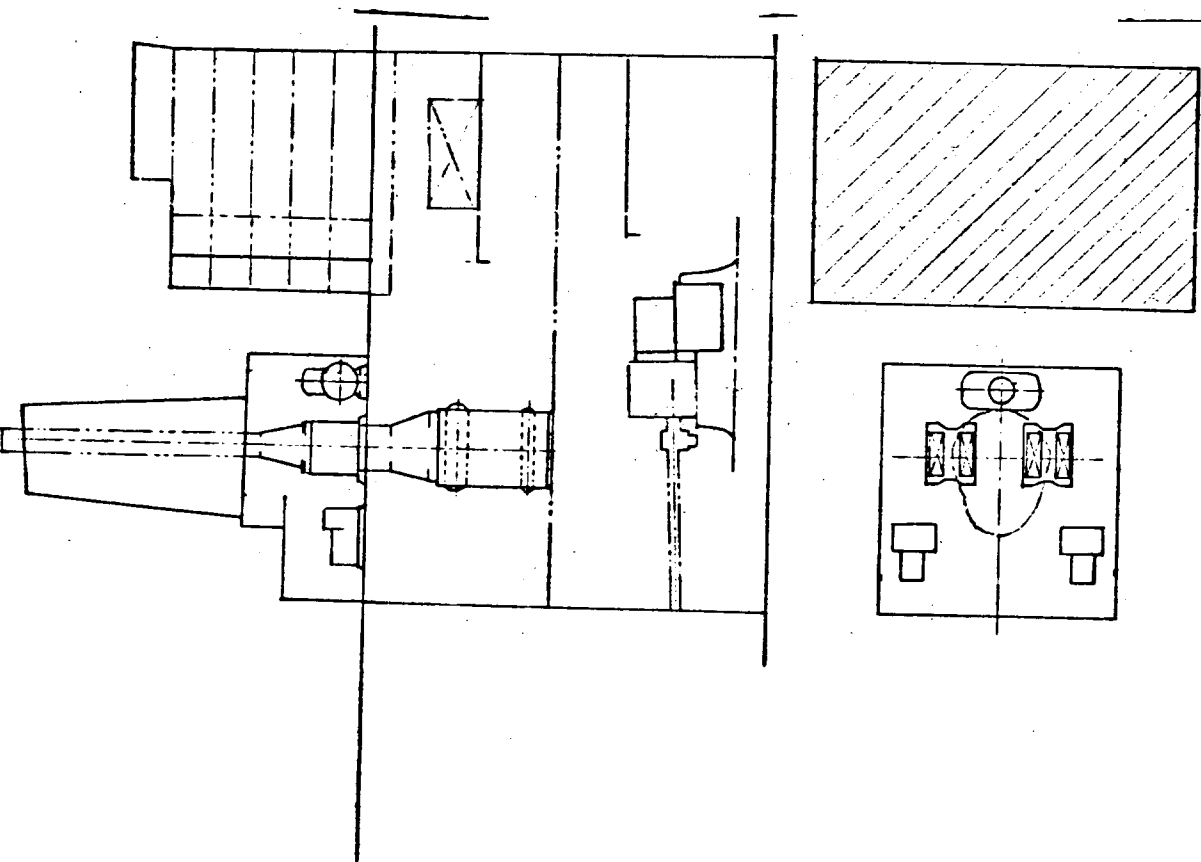


图 2.3.4.2

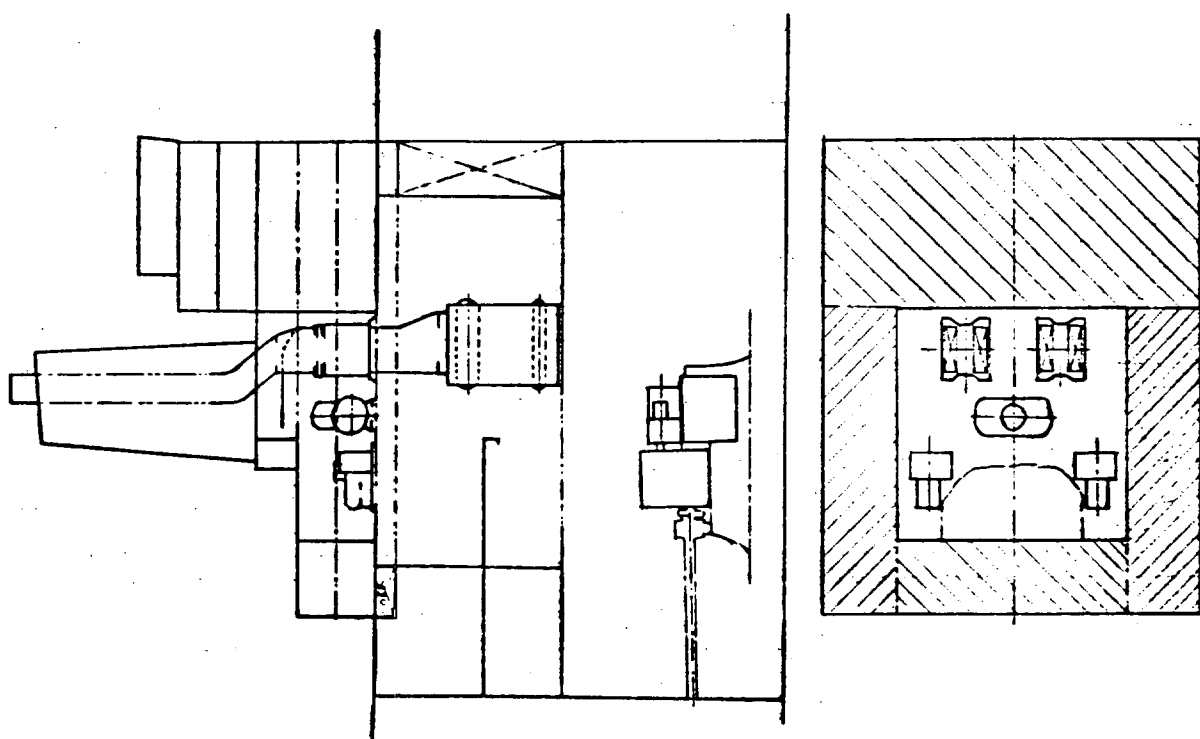


图 2.3.4.1

管柱重量比較表

パターン		(kg)							
系統		A	D	E	F	C	D2	E2	E3
主翼	MS	6682.7	8168.9	7052.5	9895.6	6956.9	7286.3	7222.5	7246.4
補助翼	ST	7870.5	10465.9	7712.3	9705.2	7417.1	9435.0	9529.2	9161.6
機	EX	11222.3	14629.7	11040.8	12244.9	10678.1	13329.8	12078.1	12078.1
ノ	DR	4617.3	6304.3	3235.5	384.9	4587.0	4119.3	2914.1	2713.3
給水	MF	10320.1	8713.7	9765.4	11656.9	9450.2	10671.0	18980.2	10386.6
海水	SW	13422.2	11521.1	12175.6	11097.5	12317.3	11281.5	12281.5	12387.2
燃料油	FO	5187.1	7330.6	5291.2	6775.4	4618.6	6716.3	5103.0	4741.2
潤滑油	LO	7081.4	8102.6	7281.6	7801.3	7767.4	8648.0	8208.7	8208.7
TOTAL		66043.0	73325.9	64765.4	72307.5	62672.1	72902.9	70768.8	70381.4

管柱重量比較表

パターン		(kg)			
系統		A'	D'	E'	F'
主翼	MS	7002.1	8922.5	7281.0	10319.1
補助翼	ST	7175.2	8313.9	7261.3	7943.8
機	EX	19971.1	22888.9	18844.3	24156.7
ノ	DR	2082.0	2767.4	2124.9	2612.8
給水	MF	13170.6	10104.3	10265.8	13187.4
海水	SW	11715.9	11062.3	11215.2	11372.0
燃料油	FO	5595.7	8012.4	5551.9	6472.3
潤滑油	LO	7706.9	8723.4	8130.9	8442.8
TOTAL		75426.5	80844.9	70775.5	84326.8

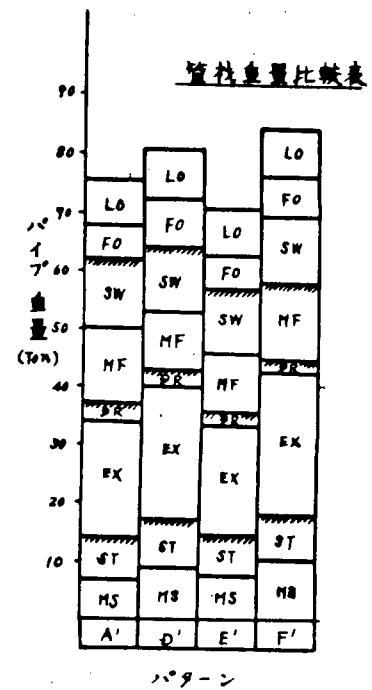
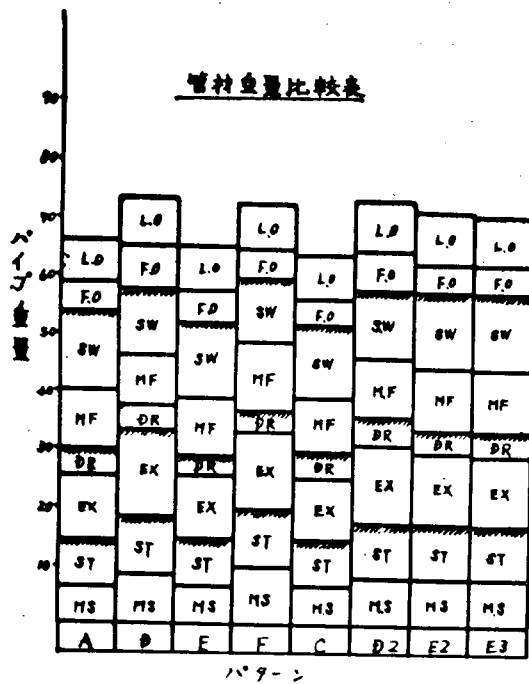
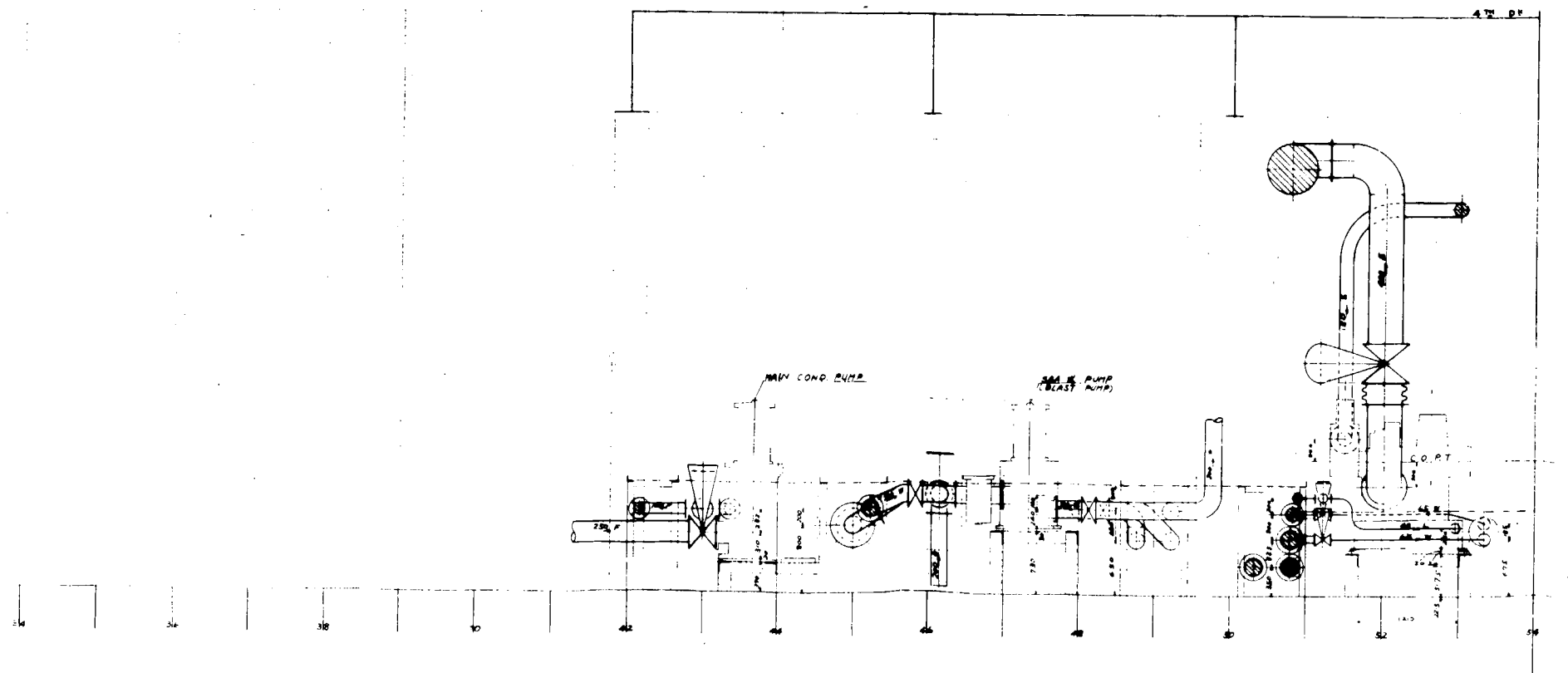
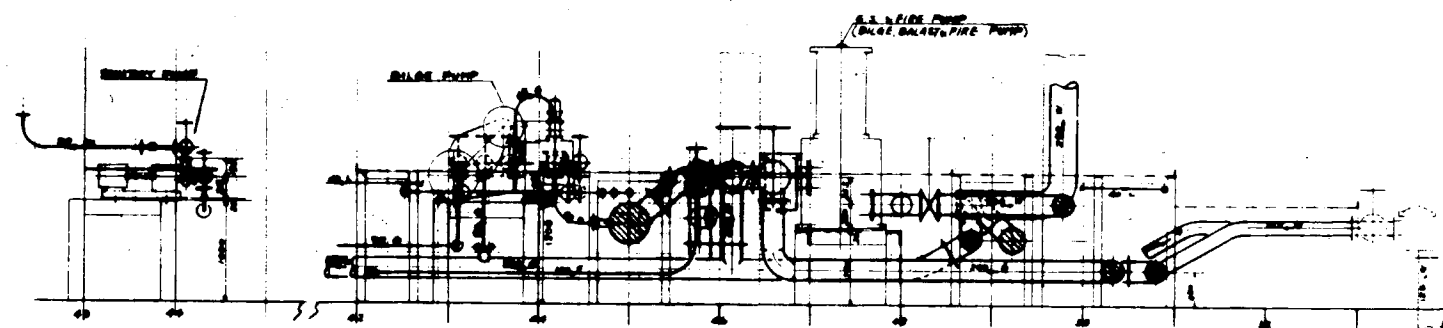
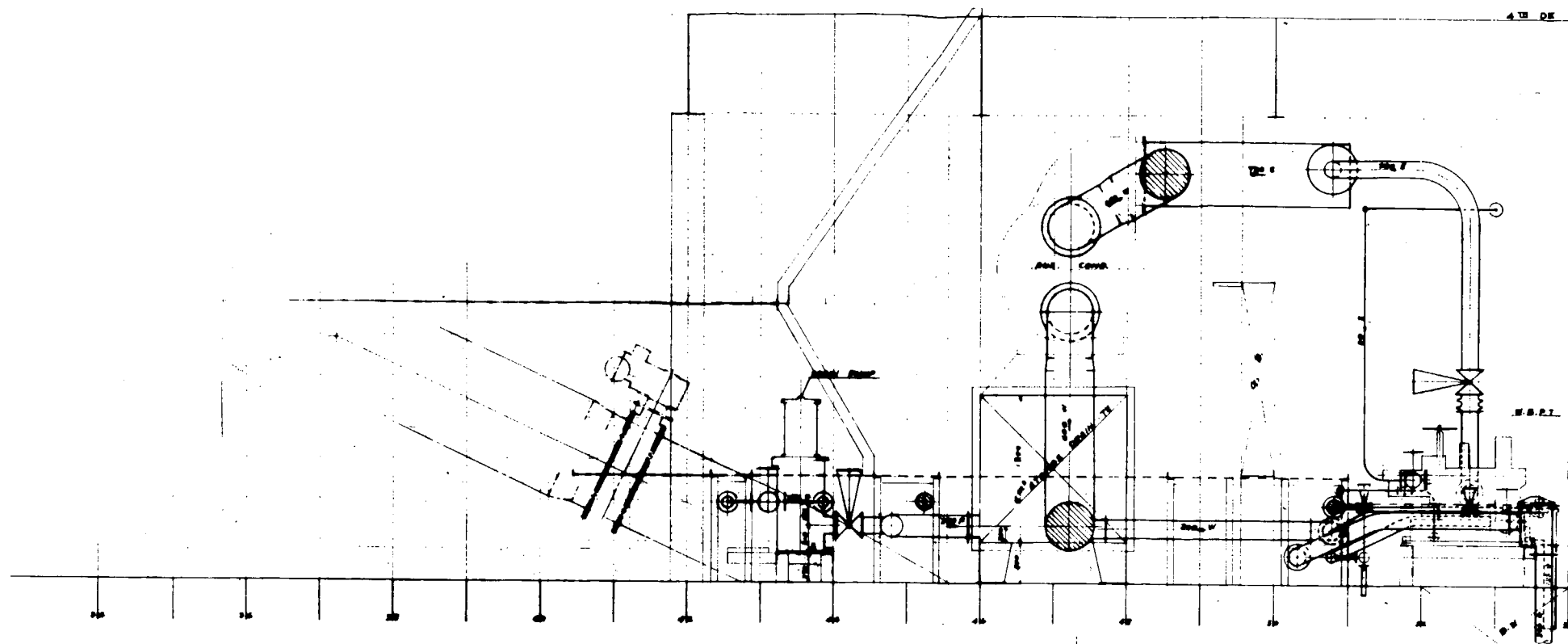
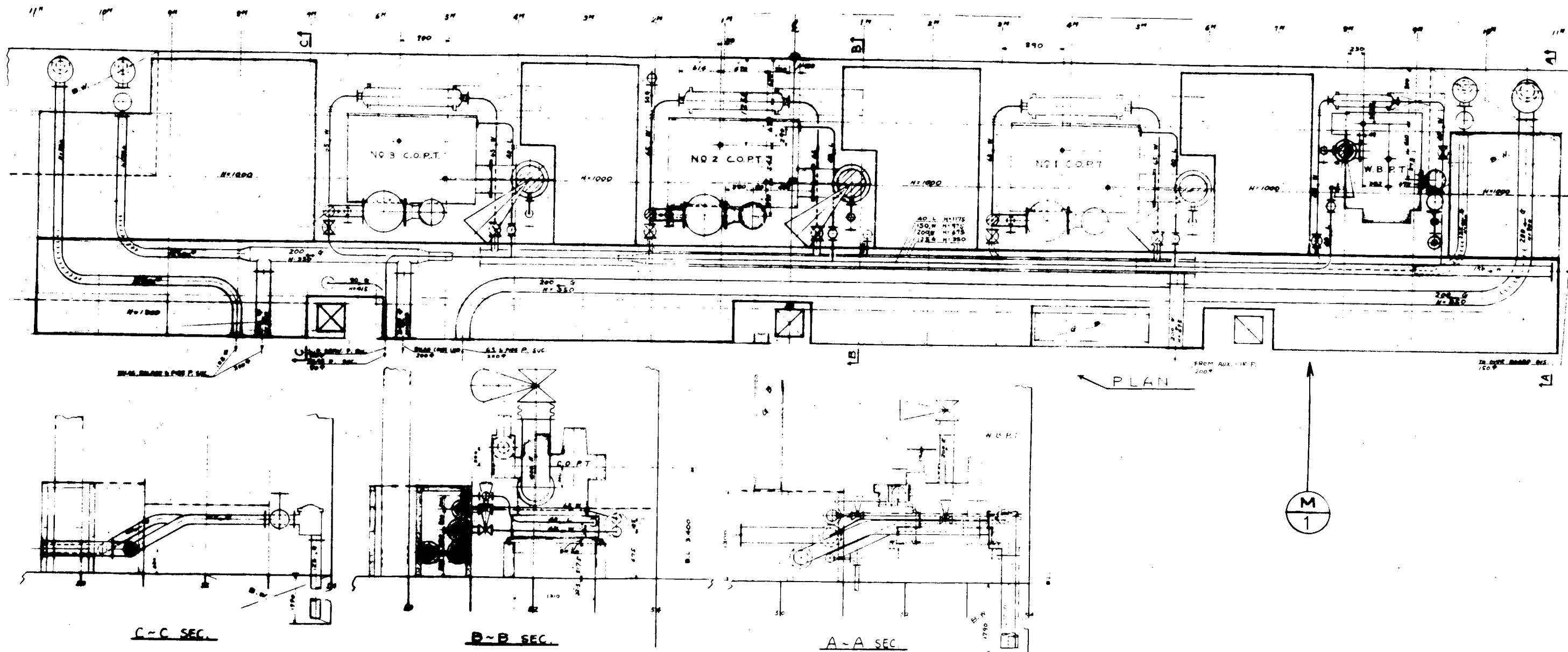


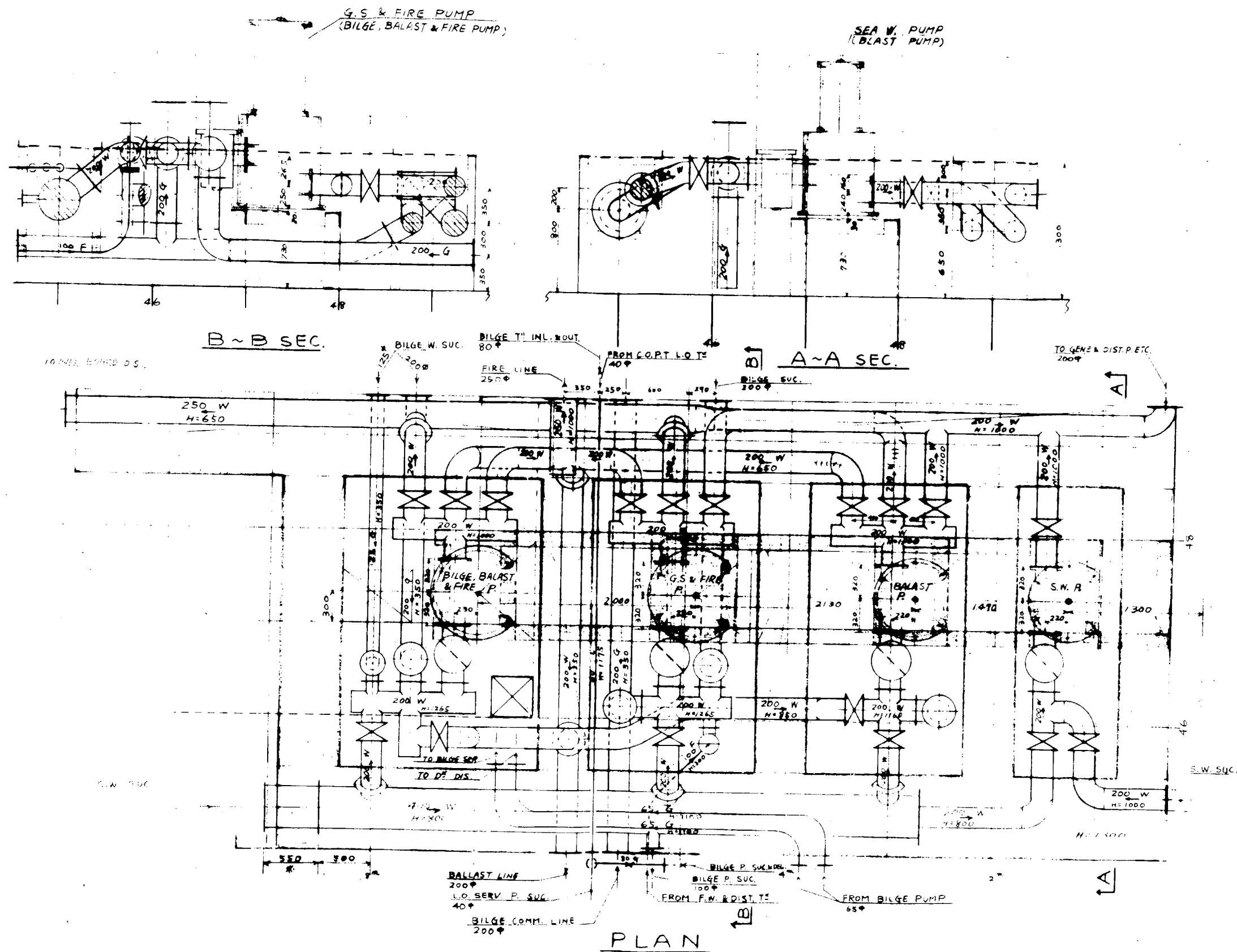
表 2.3.4.5 物量比較資料による機装しやすさの諸要素

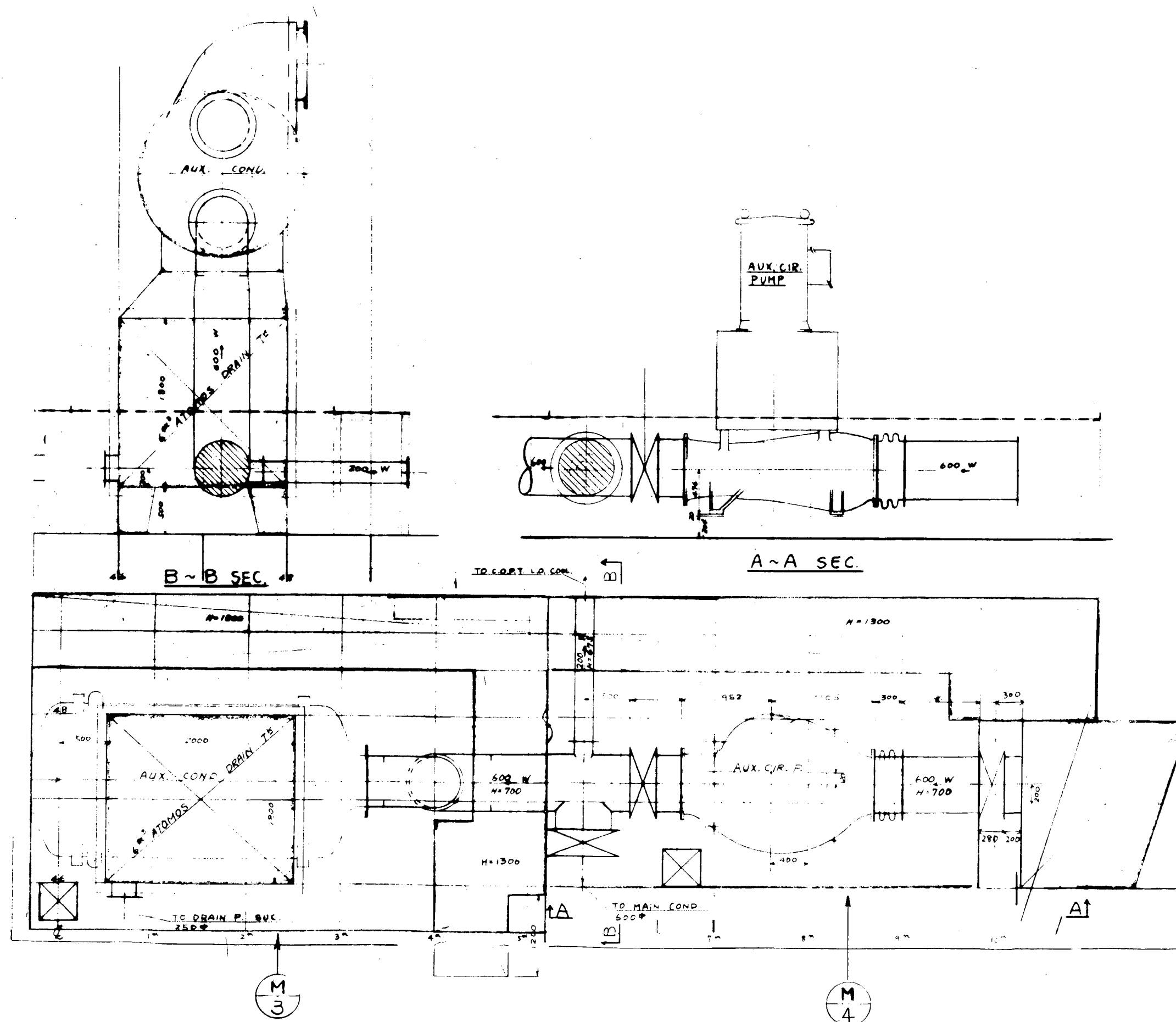
パター	造船	配管	系統	A	A'	C	D	D'	D2	E	E'	E2	E3	F	F'
名	名	名	名	K	K	K	I	I	I	H	H	H	H	M	M
所	所	所	所	国内船	外国船	国内船	国内船	外国船	国内船	国内船	外国船	国内船	国内船	国内船	外国船
位置	位置	位置	位置	船首	船尾	船首	船尾	船首	船尾	船首	船尾	船首	船尾	船尾	船尾
型式	型式	型式	型式	堅	堅	堅	堅	堅	堅	堅	堅	堅	堅	横	横
位置	位置	位置	位置	船首	船尾	船首	船尾	船首	船尾	船首	船尾	船首	船尾	船尾	船尾
DECK	BCD	ABC	(A')BC	↑	↑	ABC	(A')BC	↑	ABC	ABC(-D')	↑	ABC	↑	ABC	↑
C.O.P.T	堅	堅	堅	↑	↑	堅	堅	↑	堅	堅	↑	堅	↑	横	横
位置	船首	船首	船尾	船首	船尾	船首	船尾	船首	船尾	船首	船尾	船首	船尾	船尾	船尾
機関室全長	33,900	33,900	35,800											32,400	
二重底上全長	29,400	29,400	31,500											32,400	
主機(主ン)位置(APBMDより)	19,300	19,300	20,650											19,900	
缶(S.H出口)位置(APBHDより)	29,300	26,600	6,100											4,800	
D.B. 高さ(B.L.より)			2,295	同	同										同
ADK 高さ(B.L.より)			8,500											8,300	
BDK 高さ(B.L.より)	12,700	左	14,100	左	左									15,500	左
CDK 高さ(B.L.より)	18,000		20,000											20,900	
DDK 高さ(B.L.より)	22,000														
サイド・トランス・ピッチ (フレーム数)	44555555		333334343341			44555555						3334444445	同	344333444	
サイドタンク壁位置(左より)	9,900		9,900			9,900						11,500	左	11,000	
有効床面積 (m ²)	1,621		1,595			1,437						1,735		1,546	
Dist.W.T. 位置	DDK上船尾		CDK上船首			CDK上船尾						(DK上船尾)		CDK上船尾)	
Control RM 位置	CDK上船尾	↑	BDK上船首	↑	↑	BDK上船尾						(DK上船首)	↑	BDK上船首	↑
(X)材料費 (円)	4,233	11,021	4,193			4,666	10,803					4,580	4,583	4,870	10,393
(Y)工費間接費 (円)	9,334	12,128	9,161			10,697	13,028					9,927	9,847	10,078	13,184
X + Y	13,567	23,149	13,354			15,363	23,831					14,507	14,431	14,948	23,577
パイプ長 (m)	3,222.9	4,620.0	3,002.4			3,702.9	4,771.9					3,398.8	3,355.0	3,380.8	4,840.0
(Z)パイプ重量 (Kg)	66,043.0	75,426.5	63,692			73,325.5	80,846.9					70,760.3	70,382.4	72,307.5	84,326.3
X + Y Z (円/ton)	20.5	30.7	21.0			21.0	29.5					20.5	20.5	20.7	28.0





2.3.3.5





2.3.3.7

機関部 補機器と名称表

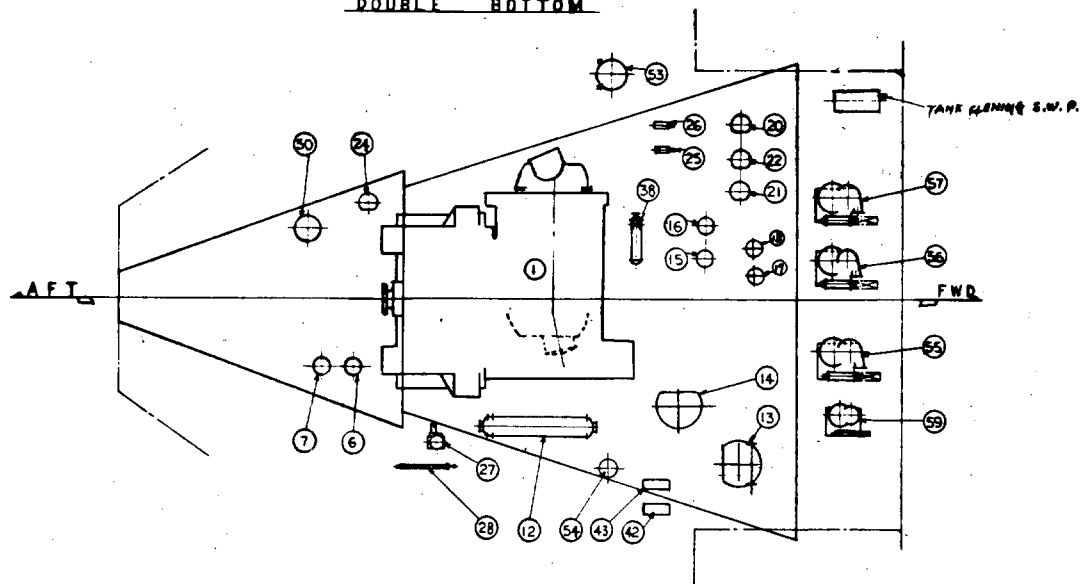
NACHI. No	DESCRIPTION
1	MAIN STEAM TURBINE
2	REDUCTION GEAR
3	AFT. MOST STEADY BEARING
4	MAIN CONDENSER
5	MAIN LUB. OIL PUMP
6	No 1 AUX. LUB. OIL PUMP
7	No 2 " "
8	No 1 MAIN LUB. OIL. JMP
9	No 2 " "
10	LUB. OIL STRAINER (RUCTION)
11	" " (DELIVERY)
12	MAIN LUB. OIL COOLER
13	MAIN CIRCULATING PUMP
14	AUX. " "
15	No 1 MAIN CONDENSATE PUMP
16	No 2 " "
17	No 1 COMDENSATE & DRAIN TRANSFER PUMP
18	No 2 " "
19	No 3 " "
20	SEA WATER SERVICE PUMP
21	GENERAL SERVICE & FIRE PUMP
22	BILGE BALLAST & FIRE PUMP
23	BILGE PUMP
24	BALLAST PUMP
25	No 1 SANITARY PUMP
26	No 2 " "
27	LUB. OIL PURIFIER
28	LUB. OIL HEATER FOR PURIFIER
29	LUB. OIL. SERVICE PUMP
30	GLEANNING TABLE FOR BOWL OF PURIFIER
31	LUB. OIL SUMP TANK
32	LUB. OIL DRAIN TANK
33	LUB. OIL SUMP TANK FOR FORE SEALING
34	L.O. PUMP FOR STERM TUBE
35	L.O. PUMP FOR FORE SEALING
36	LUB. OJL SLUDOE TANK

MACHI. No	DESCRIPTION
37	ATMOSPHERIC DRAIN TANK
38	MAIN AIR EJECTOR
39	No 1 MAIN FEED WATER PUMP
40	No 2 " "
41	No 3 " "
42	No 1 FUEL OIL BURNING PUMP
43	No 2 " "
44	1ST STAGE FEED WATER HEATER, DRAIN COOLER & GRAND LEAK OFF COND
45	No 1 FUEL OIL HEATER
46	No 2 " "
47	No 3 " "
48	AUX. CONDENSER
49	CONTAMINATED CONDENSER
50	BILGE SEPARATOR
51	No 1 DISTILLING PLANT
52	No 2 " "
53	DE-OILER
54	F.O. TRANSFER PUMP
55	No 1 CARGO OIL PUMP TURBINE
56	No 2 " "
57	No 3 " "
58	No 4 " "
59	CLEAN BALLAST PUMP TURBINE
60	CASCADE TANK
61	No 1 MAIN BOILER
62	No 2 " "
63	MAIN TURBO GENERATOR
64	STAND-BY TURBO GENERATOR
65	STAND-BY DIESEL GENERATOR
66	STARTING AIR COMP.
67	EMERGENCY AIR COMP.
68	No 1 STARTING AIR RESERVOIR
69	No 2 " "
70	F.W. COOLER FOR D/G
71	3RD STAGE FEED WATER HEATER
72	4TH " "
73	No 1 AIR COMPRESSOR
74	No 2 " "

MACHI. No	DESCRIPTION
75	No 1 AIR RESERVOIR
76	No 2 " "
77	FRESH WATER PRESS. TANK
78	POTABLE WATER PRESS. TANK
79	MAIN TURBINE CONSOLE STAND
80	MAIN SWITCH BOARD
81	2ND STAGE FEED WATER HEATER
82	GAS AIR HEATER
83	FORCED DRAFT FAN FOR MAIN BOLLER

パターン A

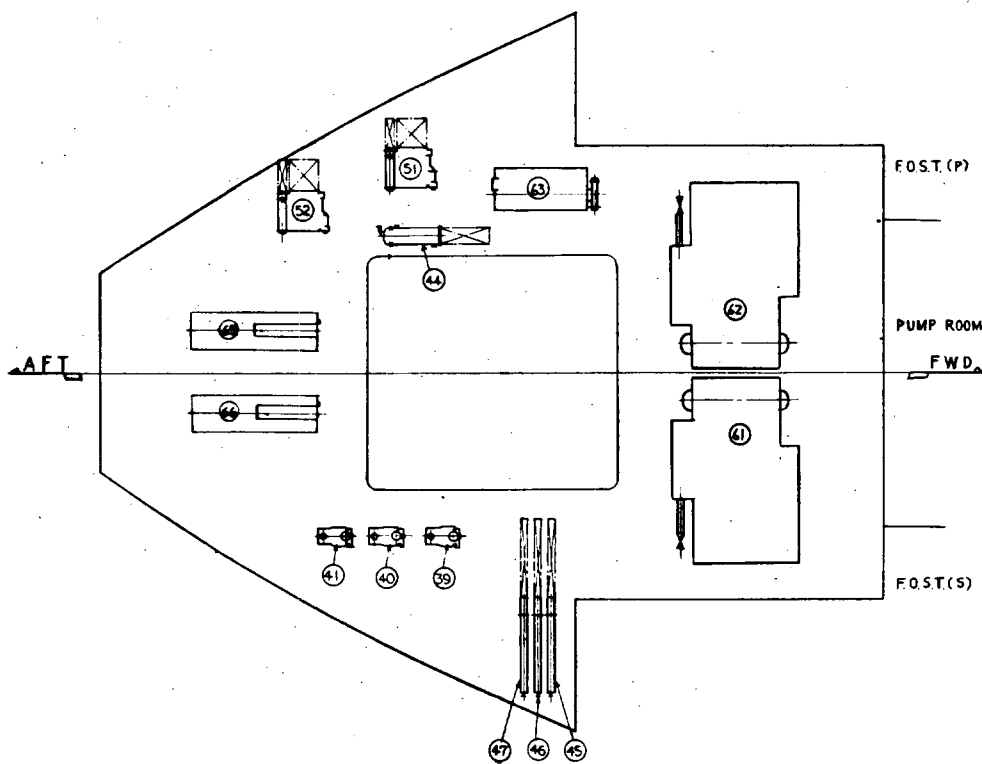
DOUBLE BOTTOM



A
1

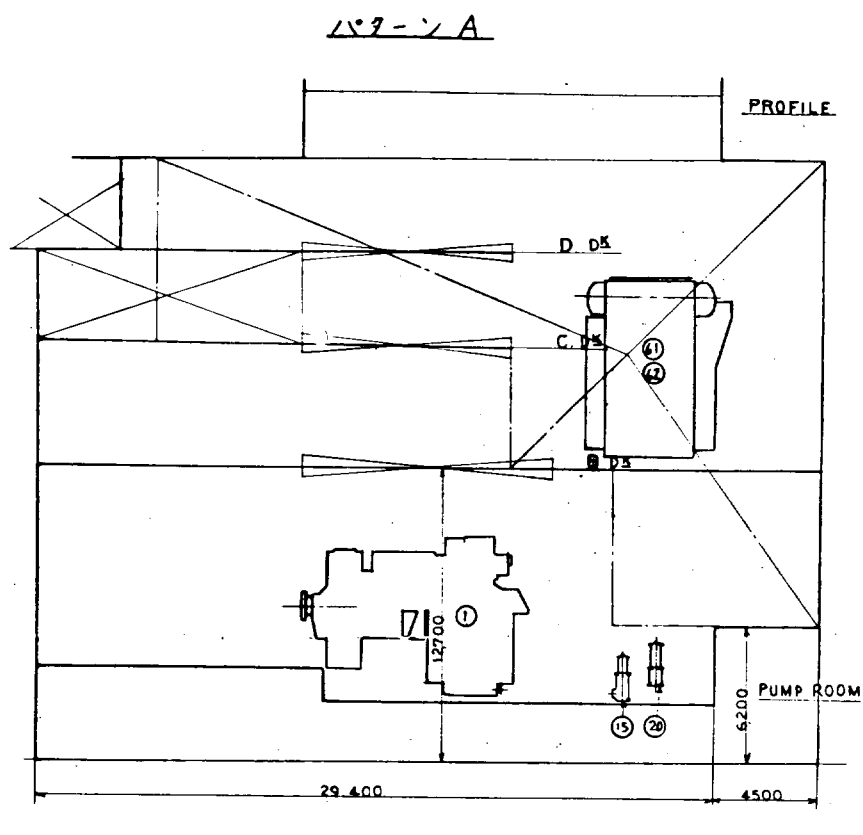
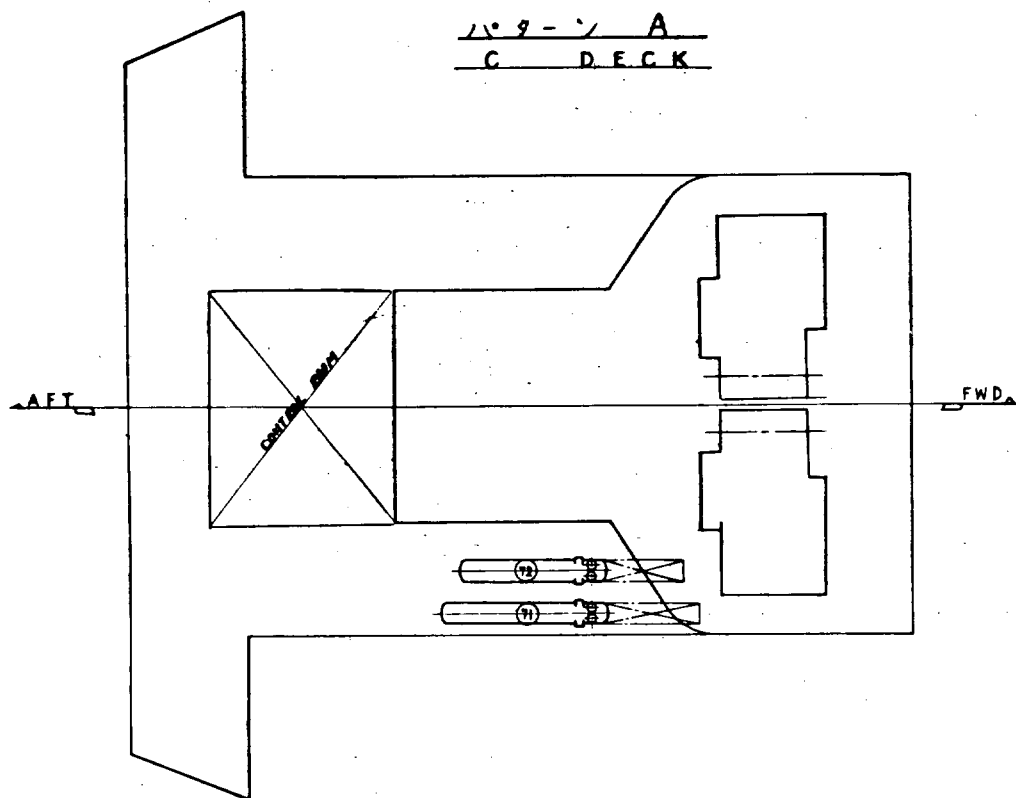
パターン A

B DECK



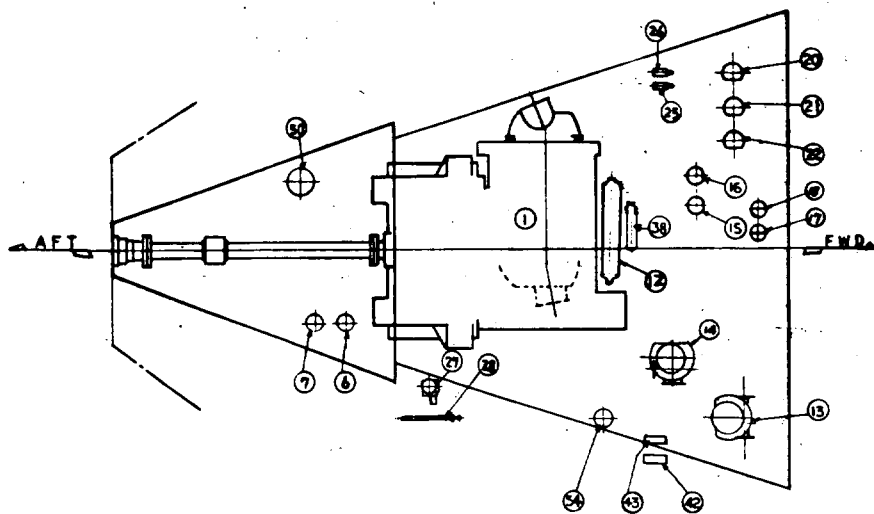
A
2

2.3.3.9



189-2 C

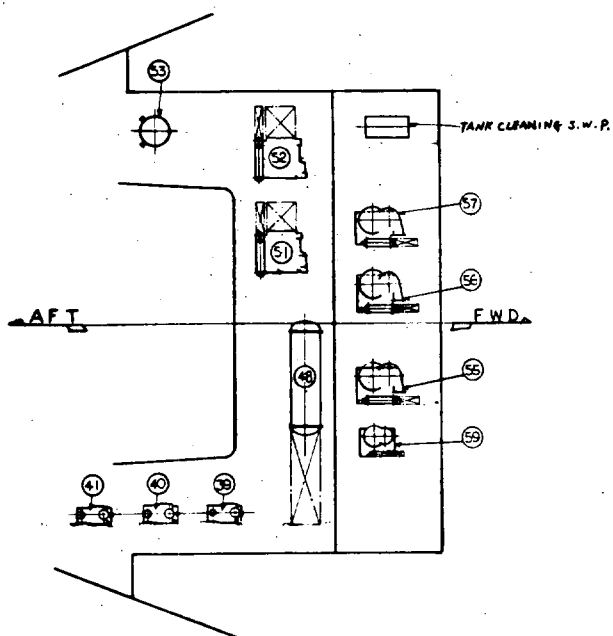
DOUBLE BOTTOM



(C/1)

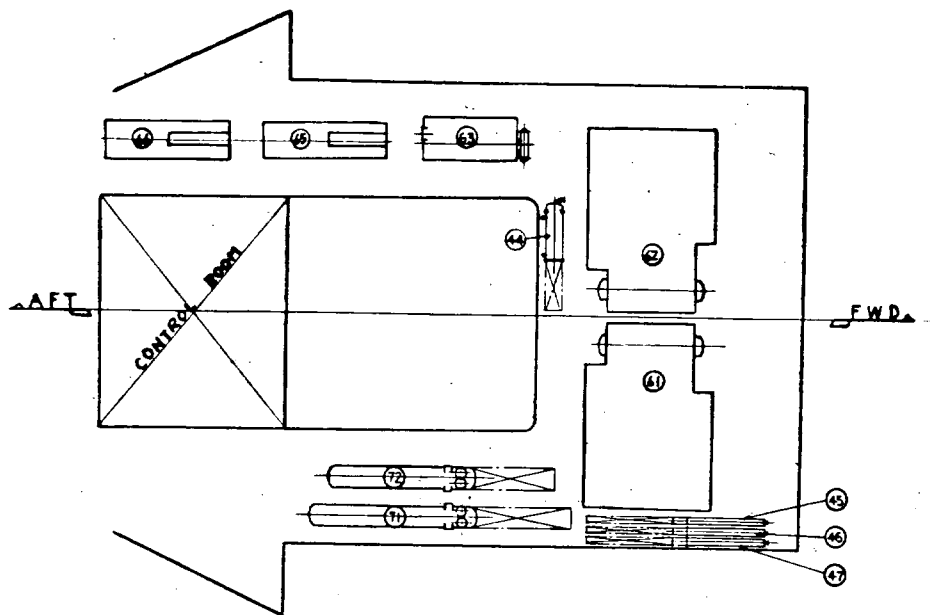
189-2 C

A DECK



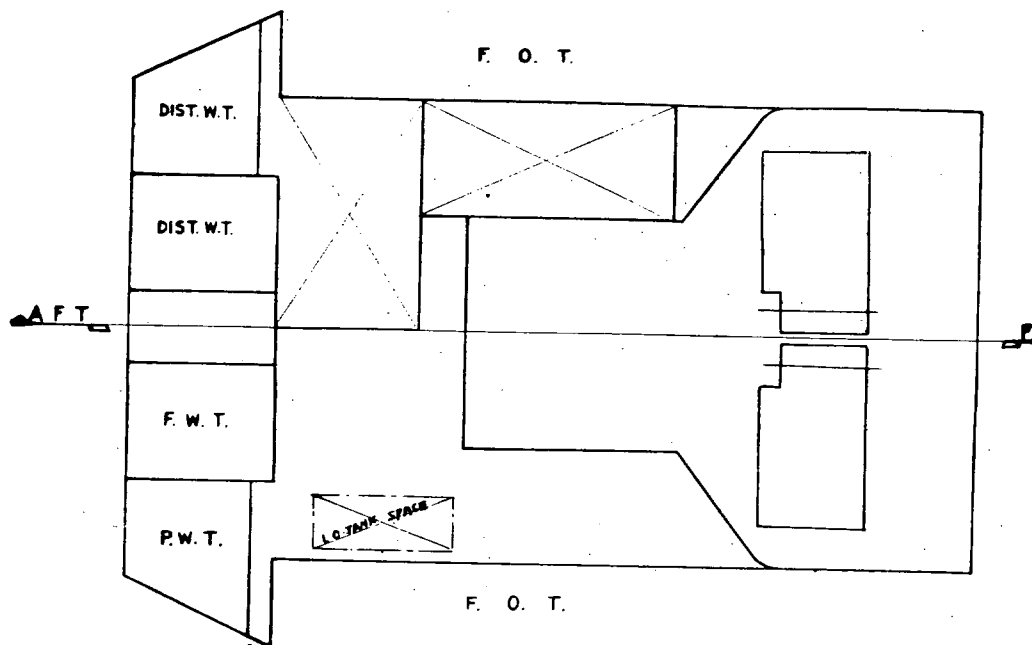
(C/2)

189-7 C
B DECK



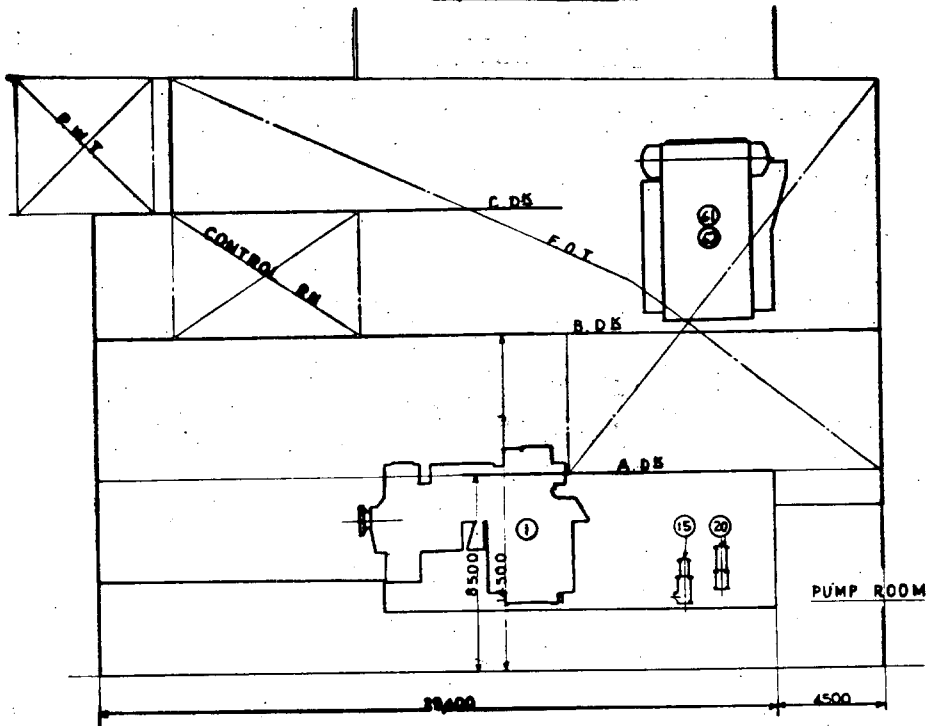
C
3

189-7 C
C DECK



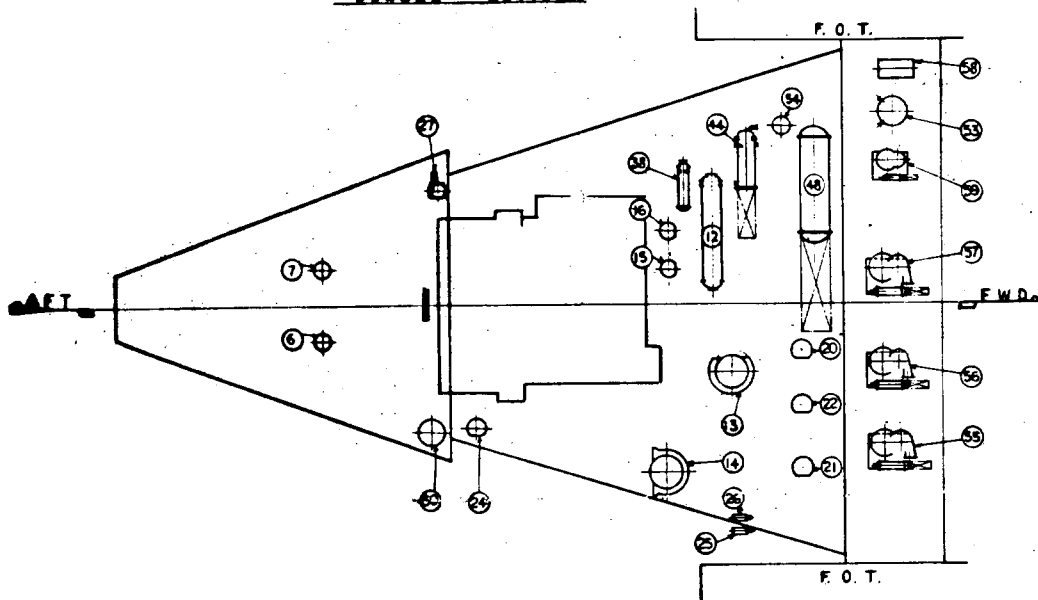
C
4

ハ-9-シ C
PROFILE

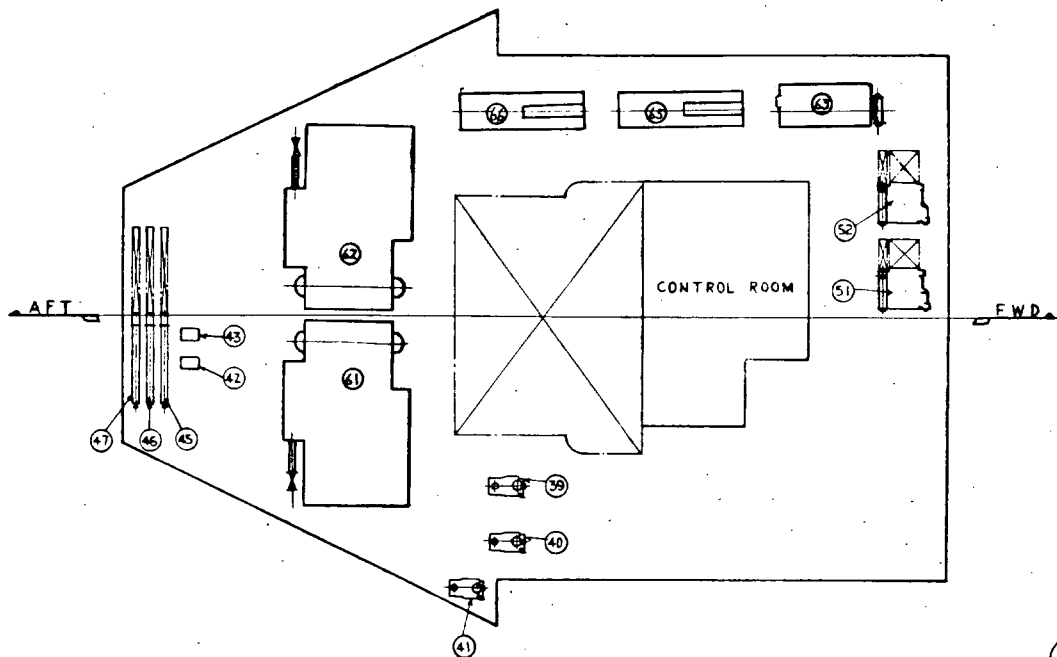


ハ-9-シ D

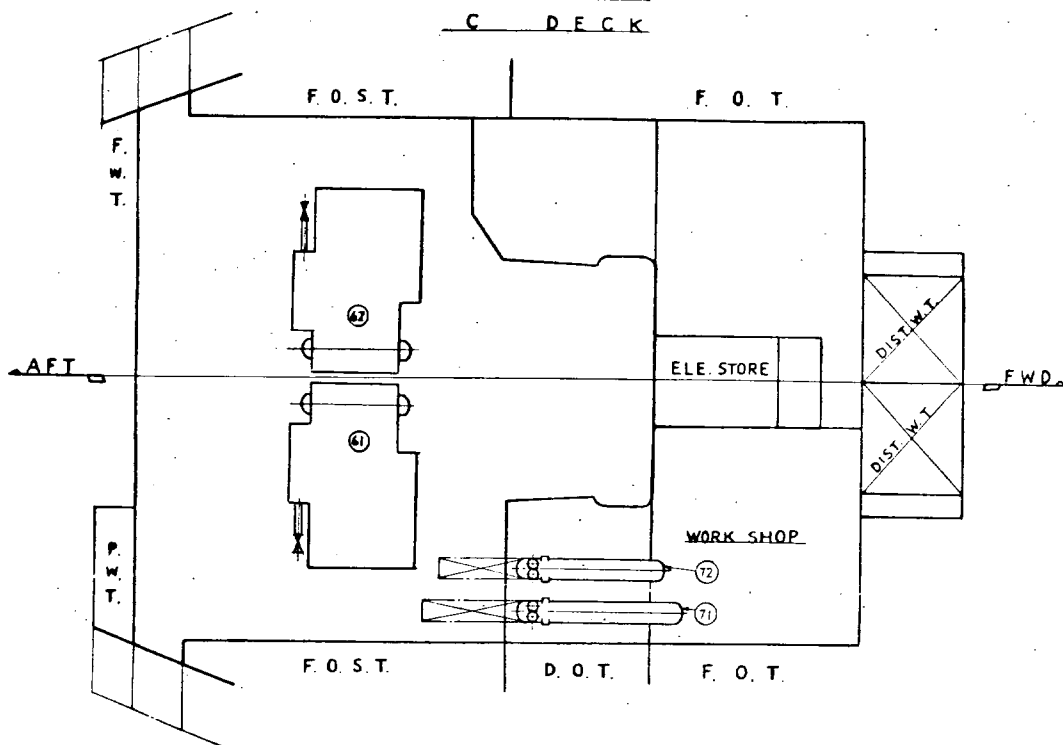
DOUBLE BOTTOM



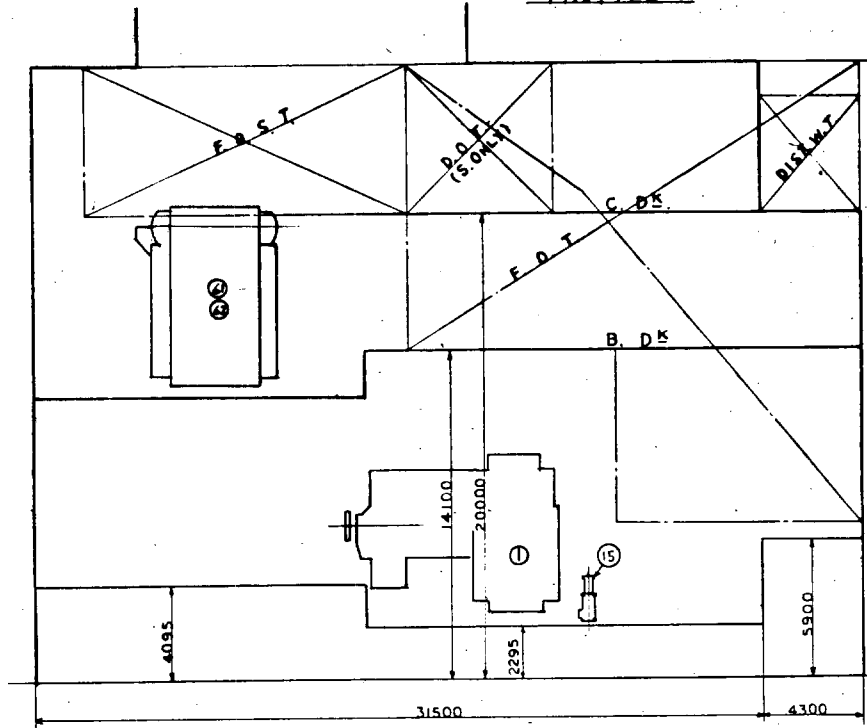
パター D
B DECK



パター D
C DECK

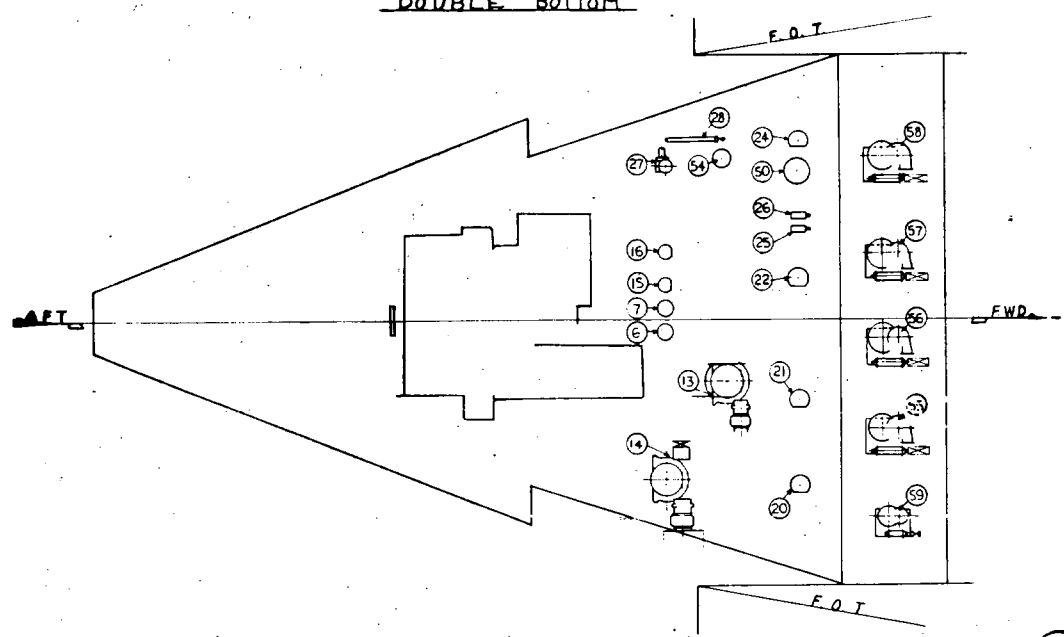


パター D
PROFILE



D
4

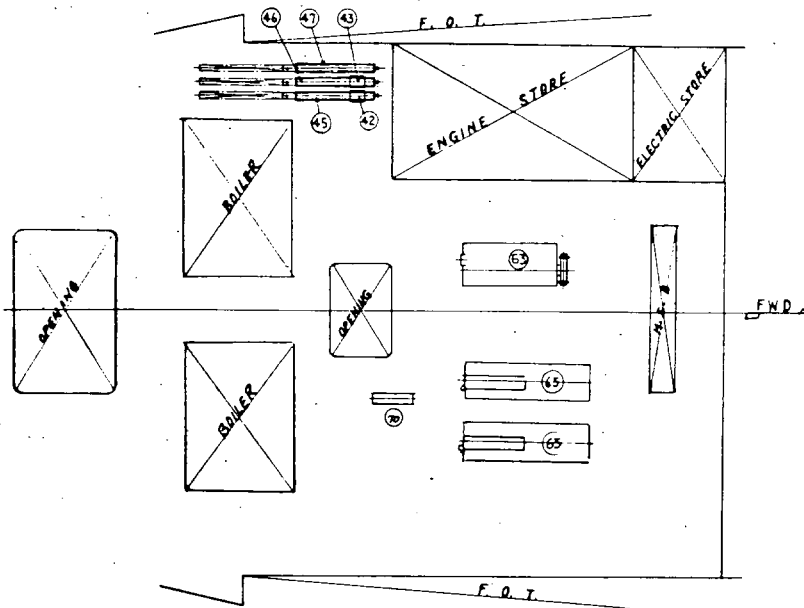
パター D₂
DOUBLE BOTTOM



D₂
1

パターン D₂

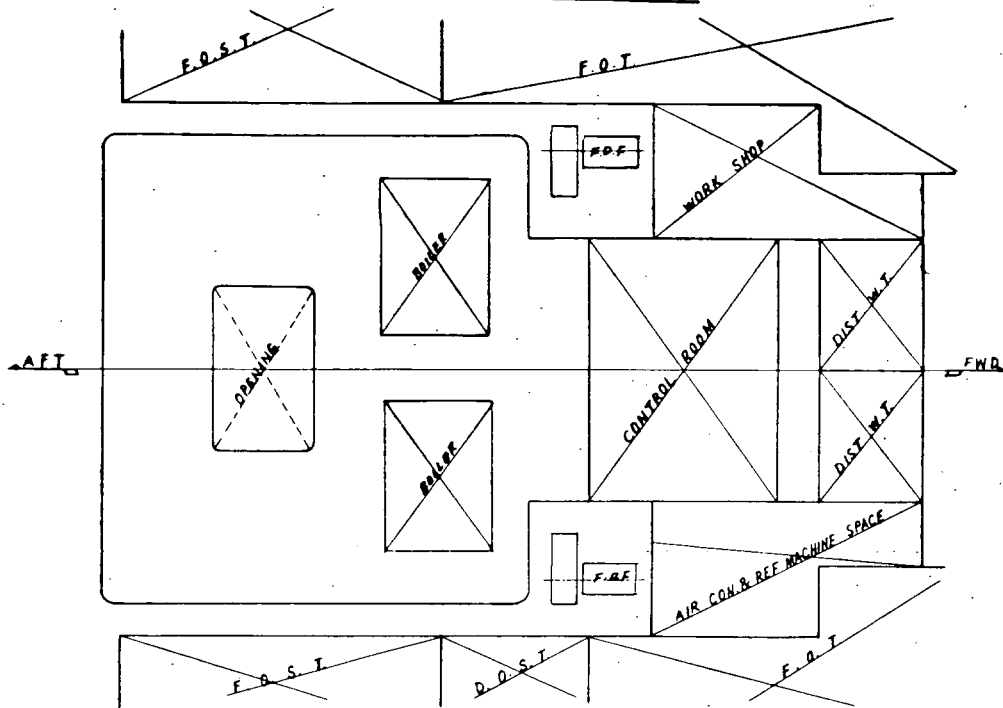
DOUBLE BOTTOM



$\frac{D_2}{3}$

パターン D₂

DOUBLE BOTTOM

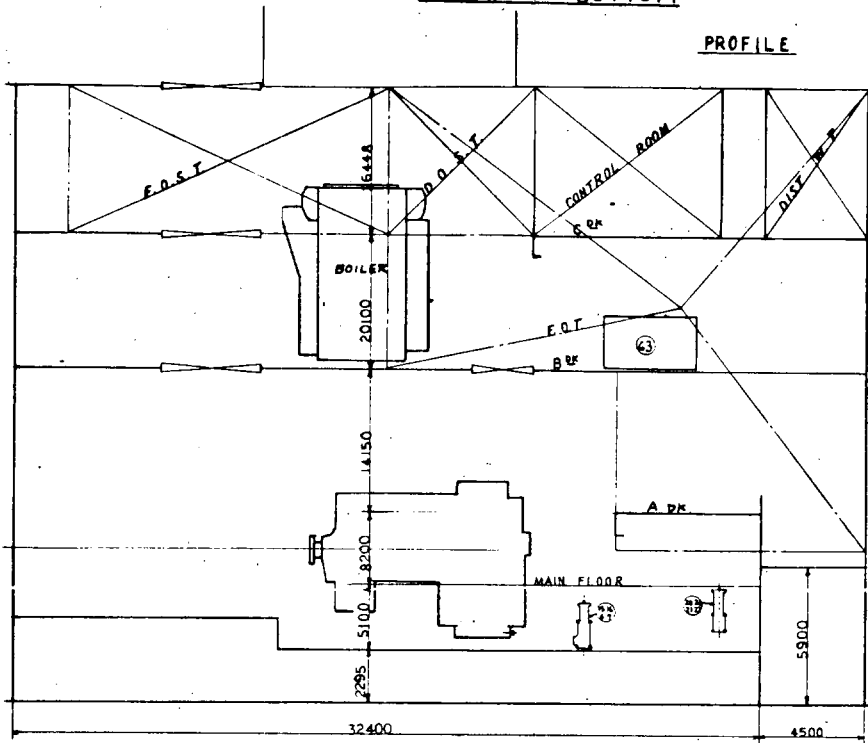


$\frac{D_2}{4}$

107-N Dz

DOUBLE BOTTOM

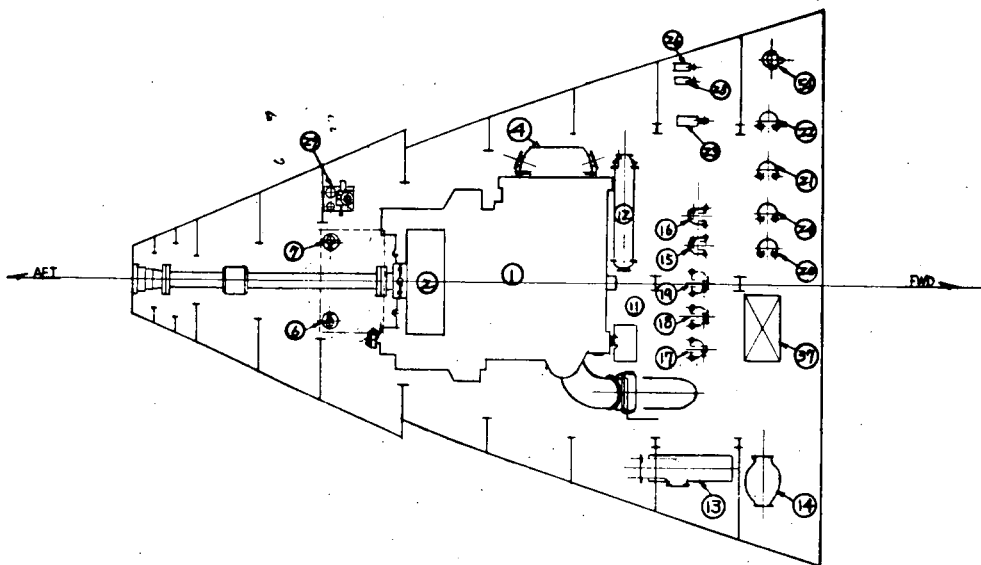
PROFILE



Dz
5

107-N E

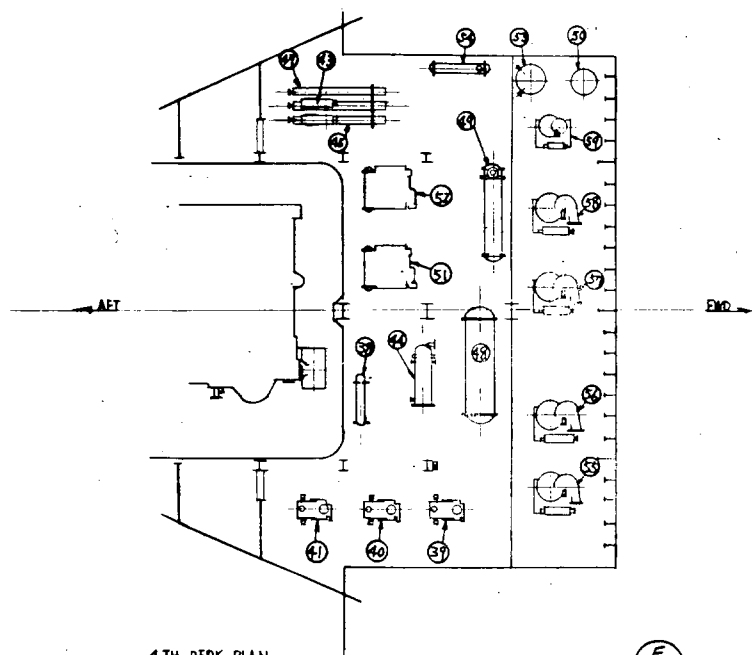
DOUBLE BOTTOM



LOWER PLAN

E
1

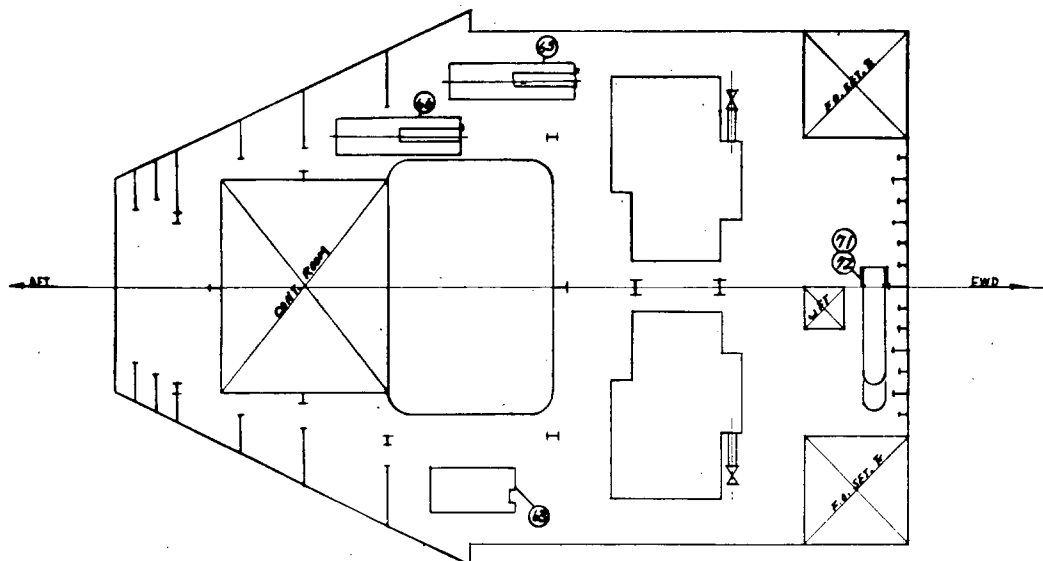
109-N E
DOUBLE BOTTOM



4TH DECK PLAN

E
2

109-N E
DOUBLE BOTTOM

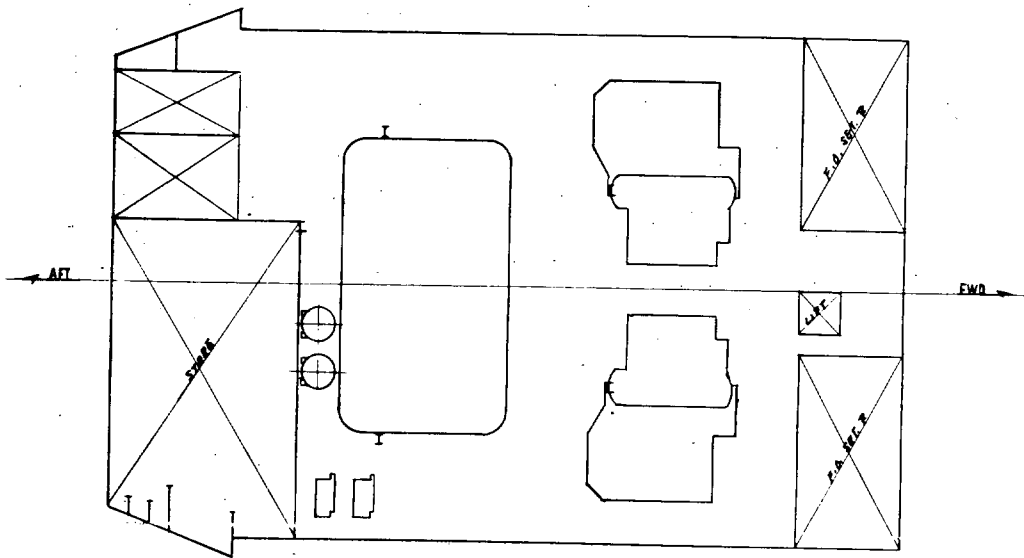


3RD DECK PLAN
E 109-N

E
3

パターン E

DOUBLE BOTTOM

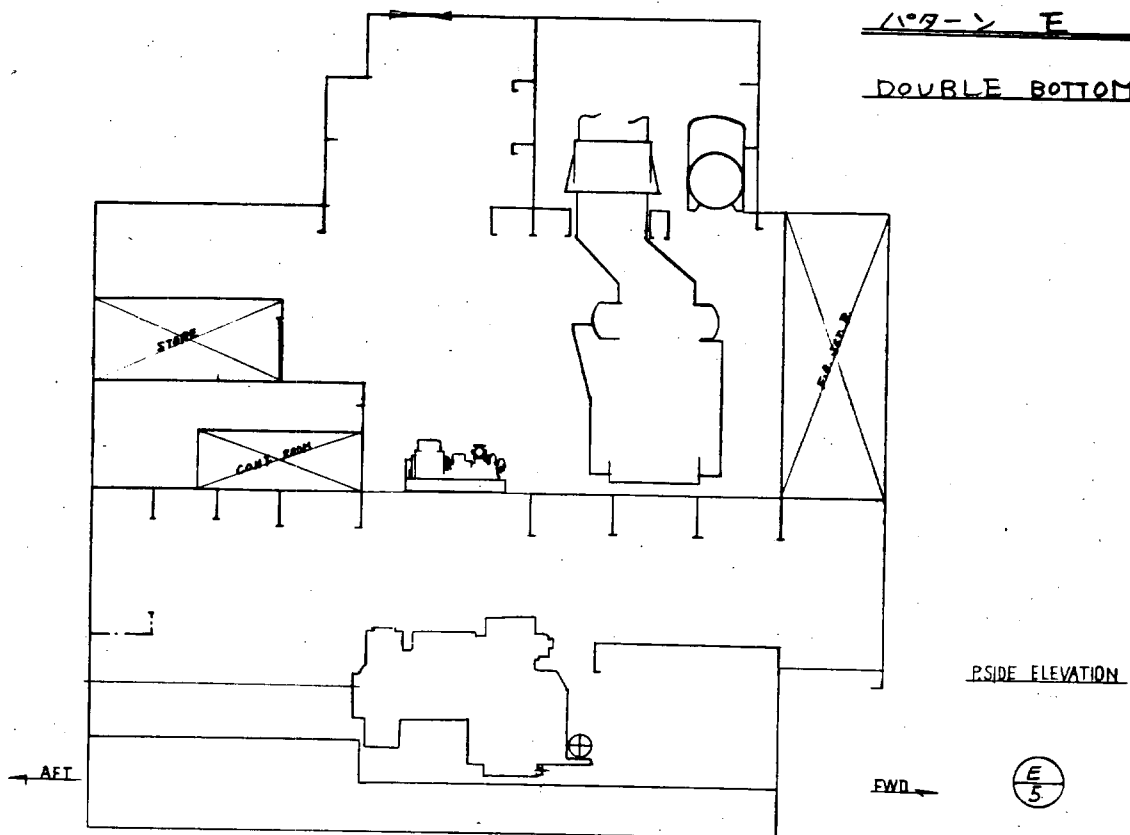


2ND DECK PLAN

E
4

パターン E

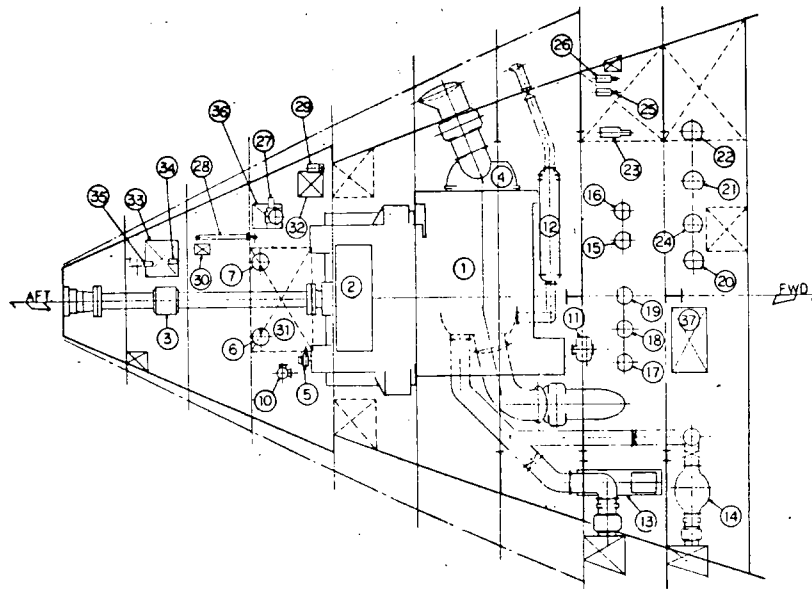
DOUBLE BOTTOM



P.SIDE ELEVATION

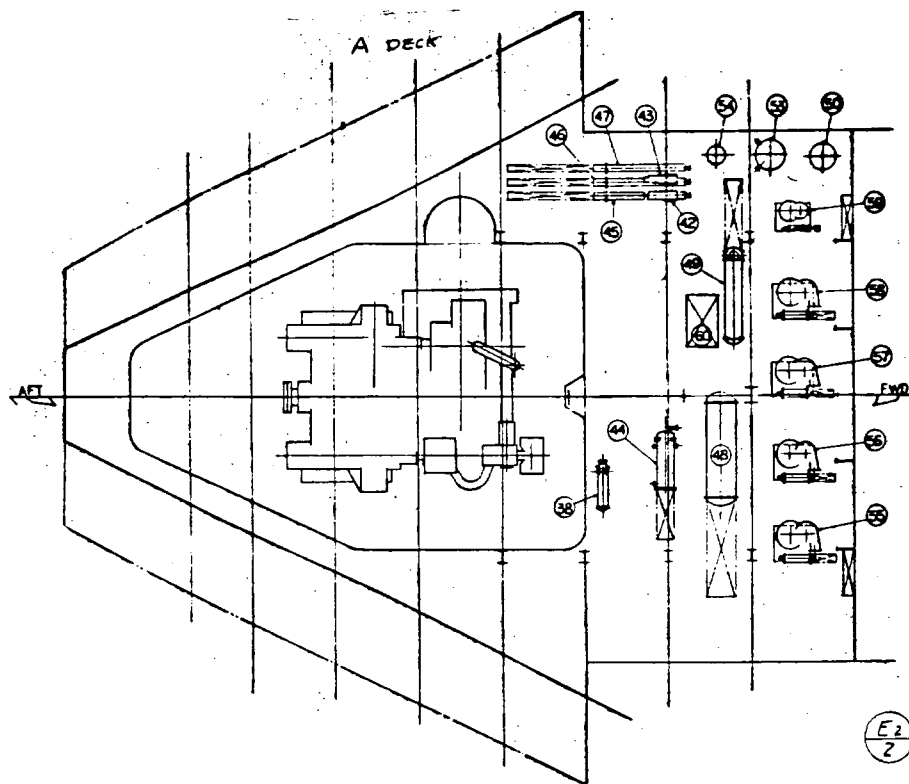
E
5

11° 9' - E₂, E₃
D. B



LOWER PLAN

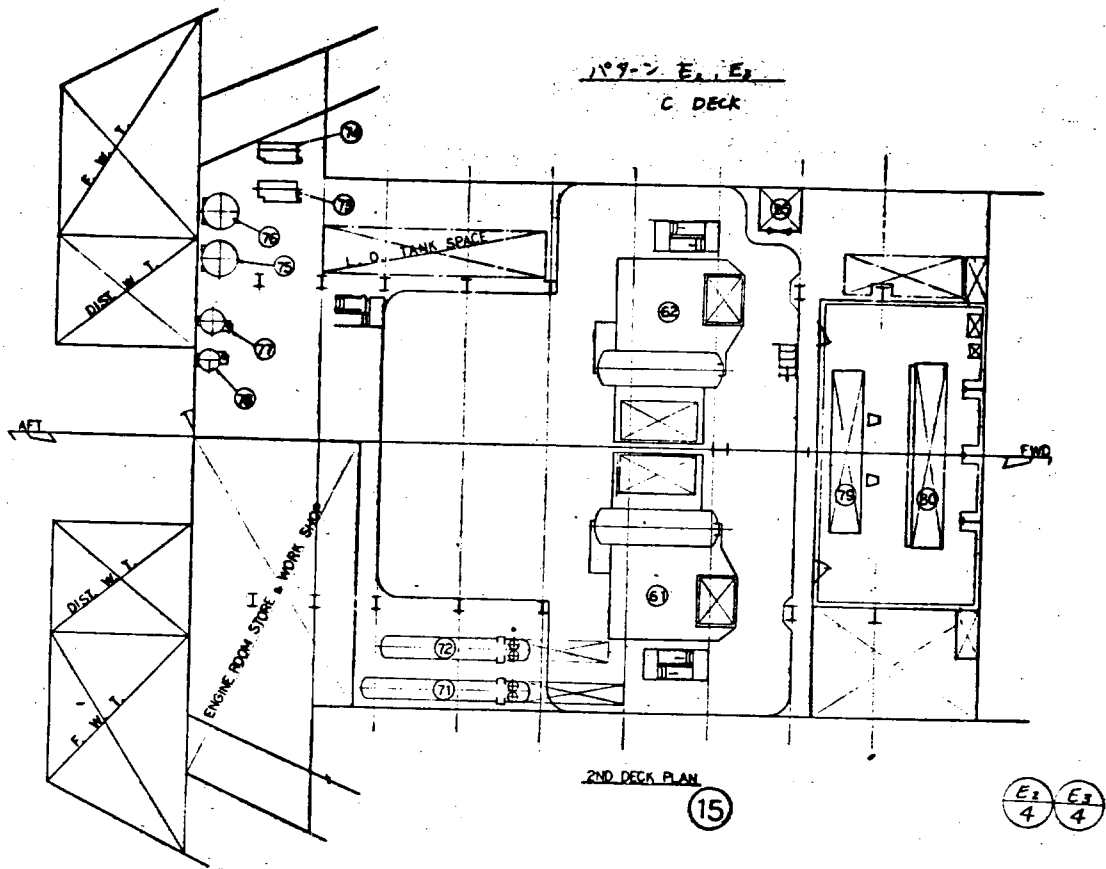
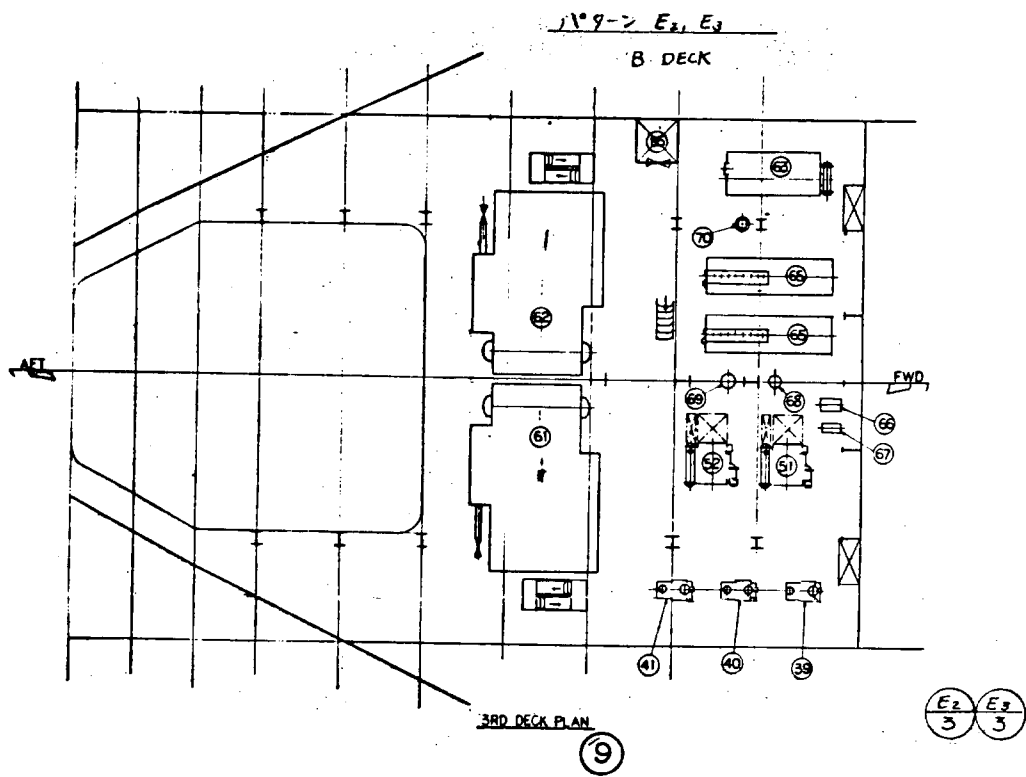
E ₂	E ₃
1	1

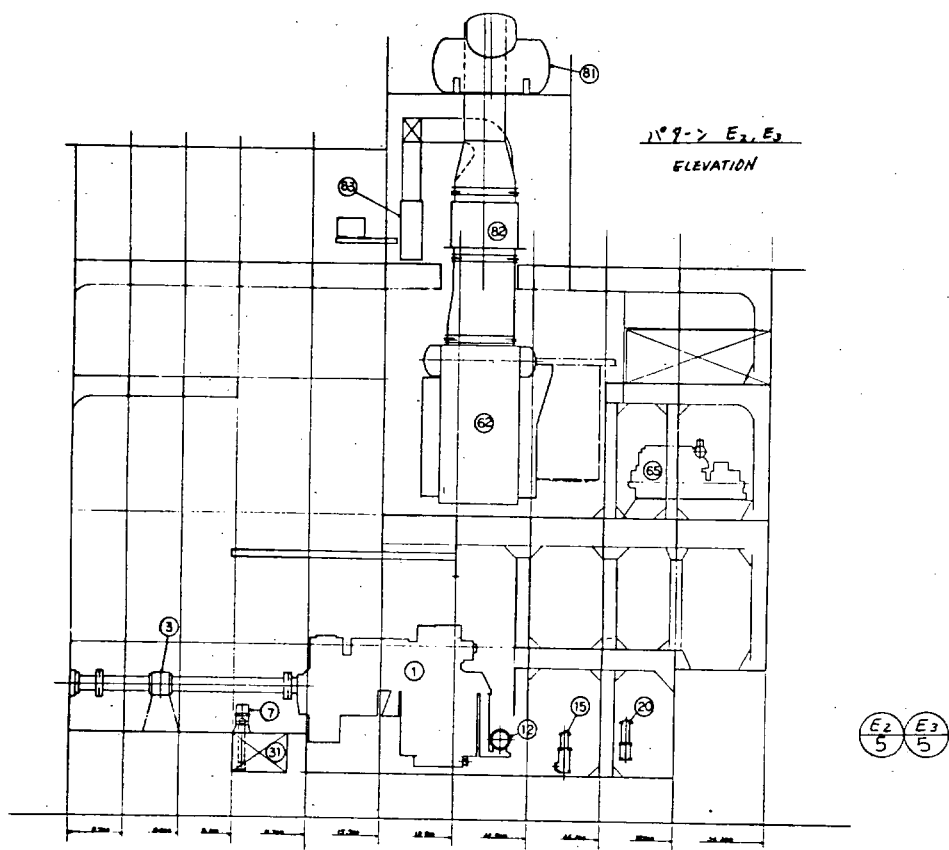


4TH DECK PLAN

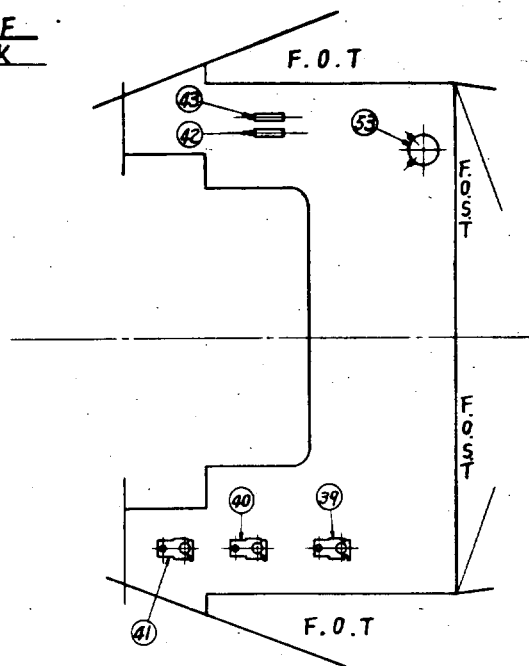
6

E ₂	E ₃
2	2



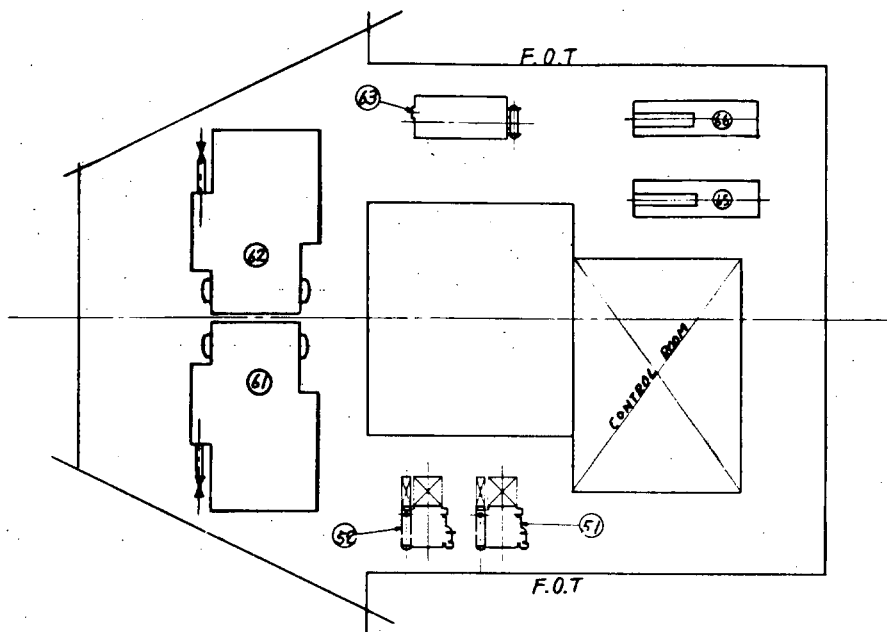


ハタ-ン F
A DECK



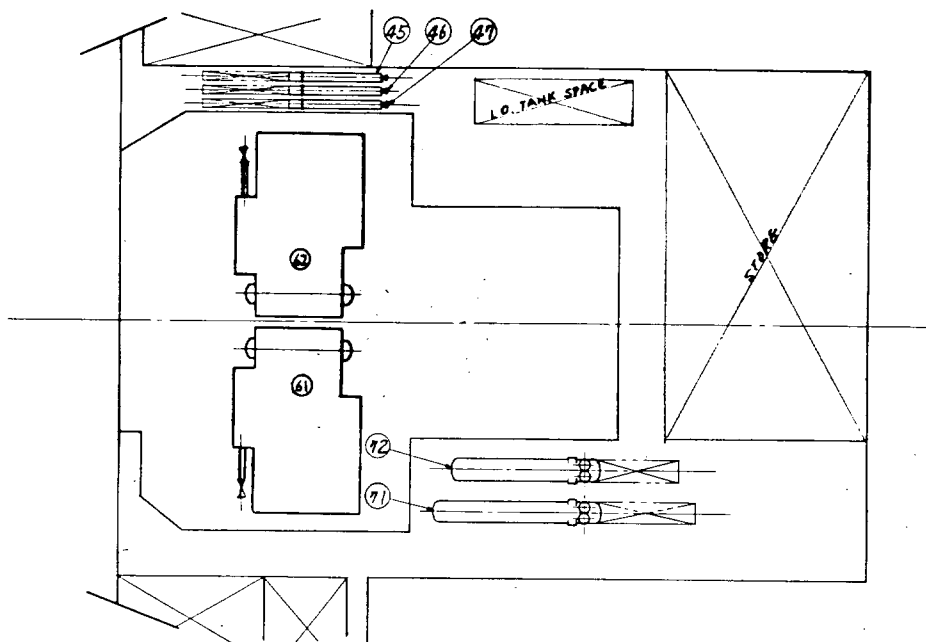
F
1

ハタ-ン F
B DECK



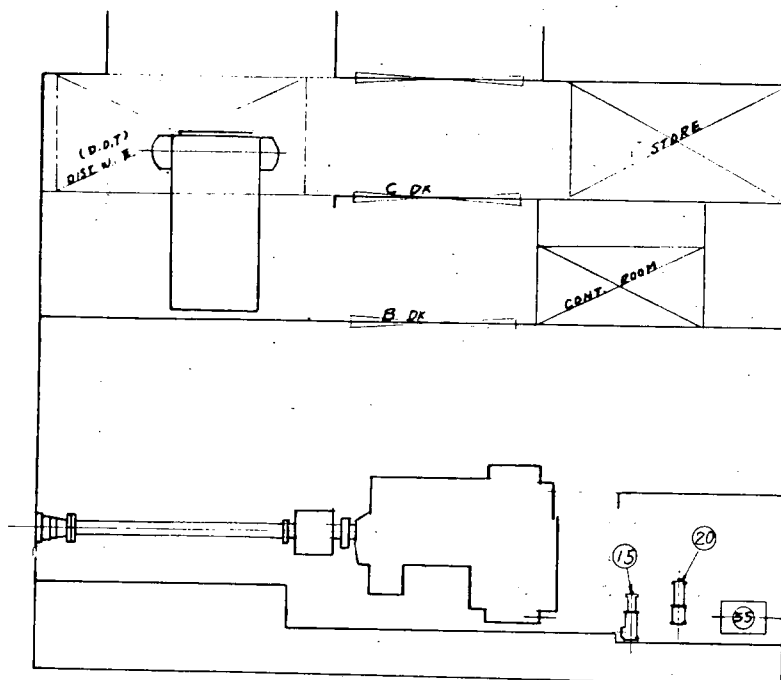
F
2

187-7 F
C DECK

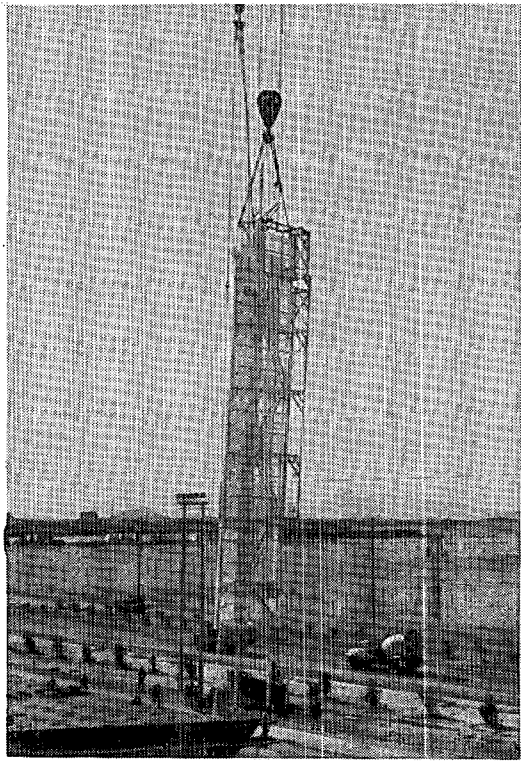


F
3

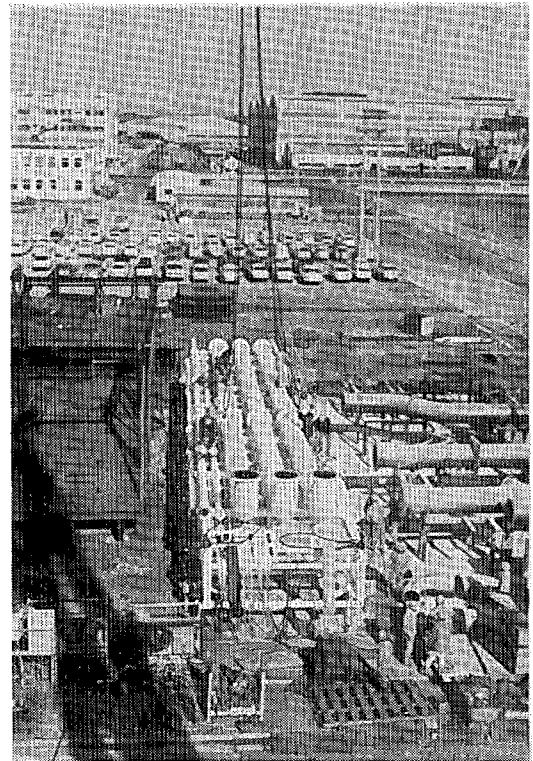
187-7 F
PROFILE



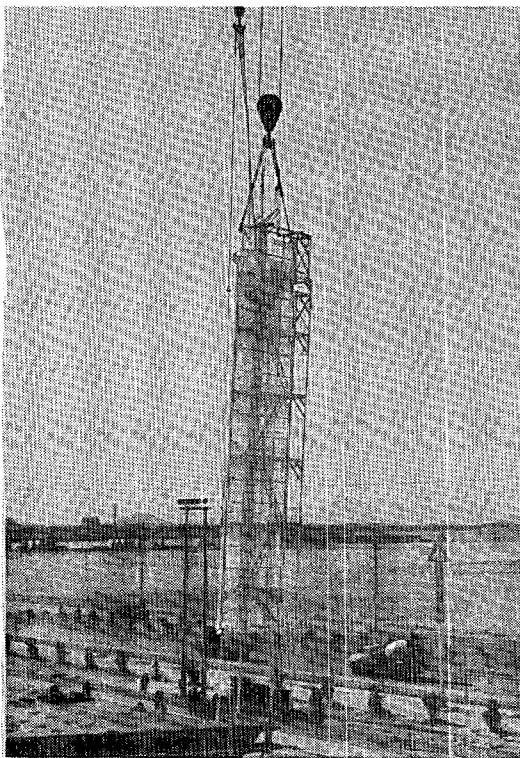
F
4



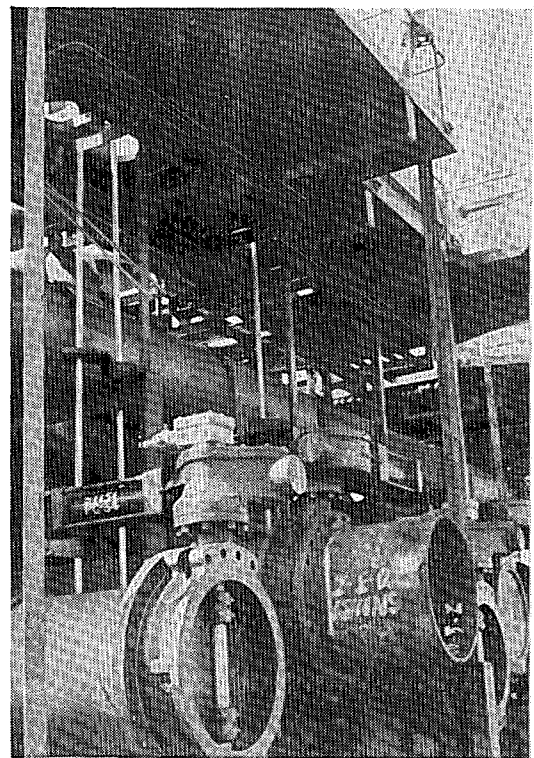
地上組立中



搭載準備中



搭 載 中



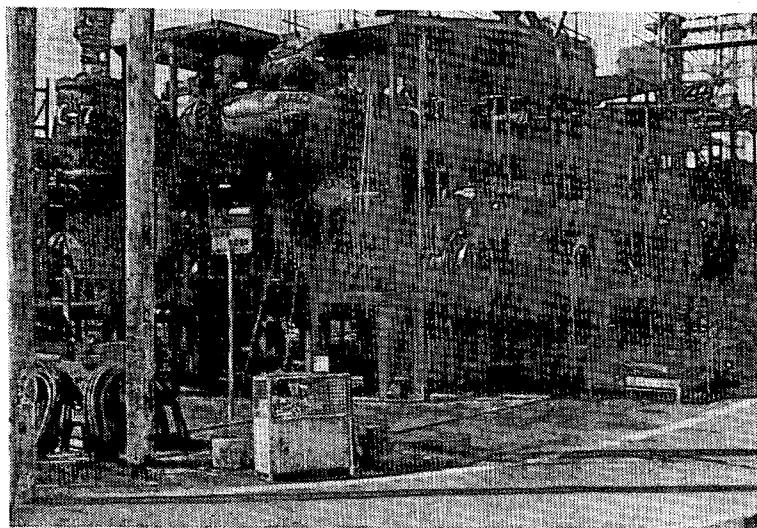
ポンプ室底部モジュール

ポンプ室立上りパイプモジュール

ポンプ室底部パイプモジュールの地上組立作業

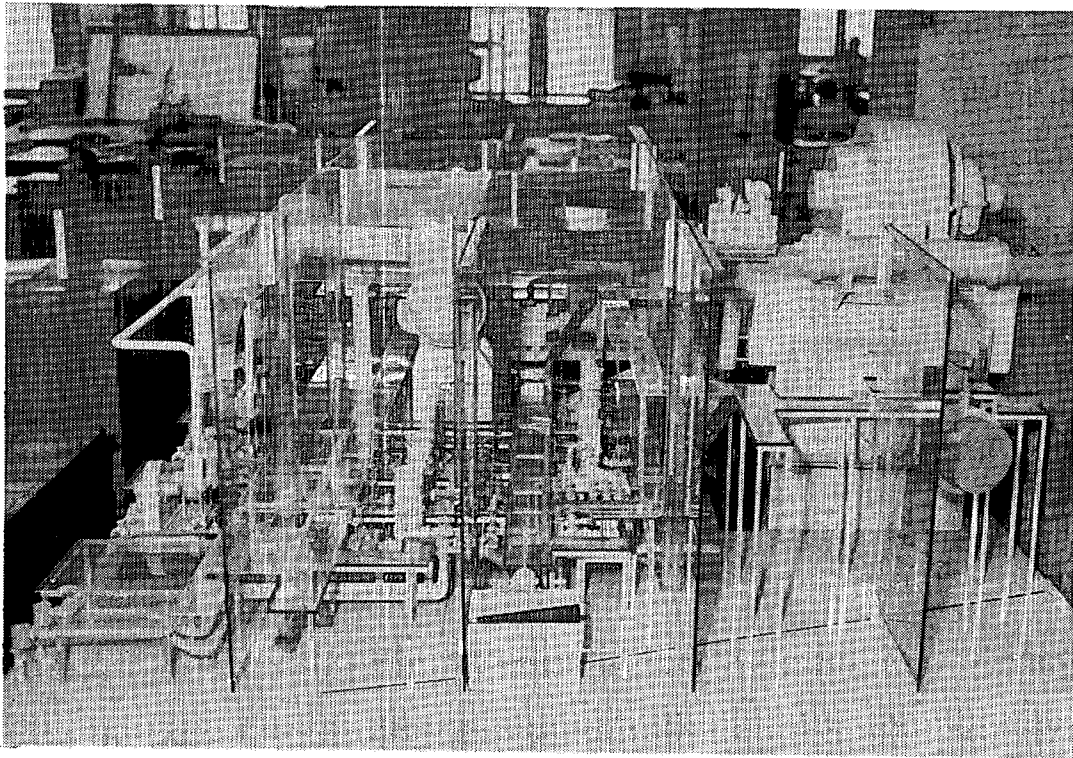


自動車クレーン、パイプ置場等船内では得難い作業条件である。通風も満点。



床板サポート、油圧配管、弁、合せ管等の組立てはほとんど完了。作業環境の良さが印象的である。

二重底左舷側機器配置



補助コンデッサ
→

海水ポンプ
→
(海水サービス
バラスト)

海水ポンプ
→
(ビルジ、バラスト
消火)



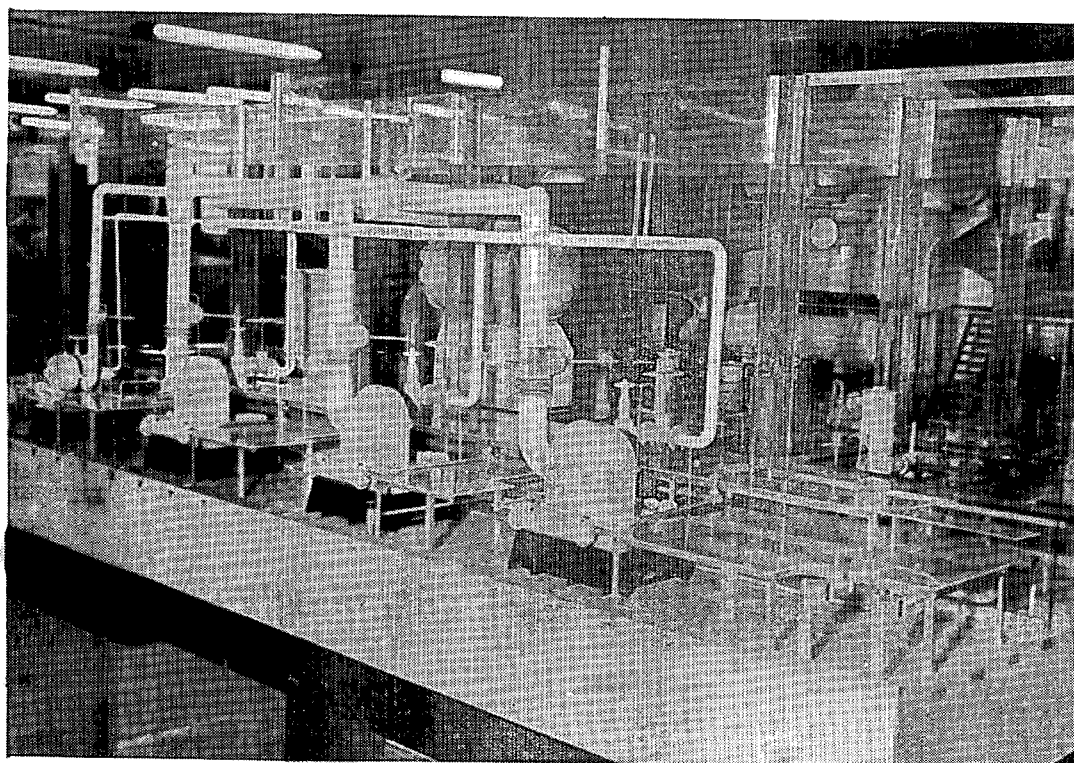
←
ドレンポンプ
(3台のモジュール)

←
コンデンセートポンプ
(2台のモジュール)

←
エンジンルーム
ビルジポンプ

←
サニタリーポンプ

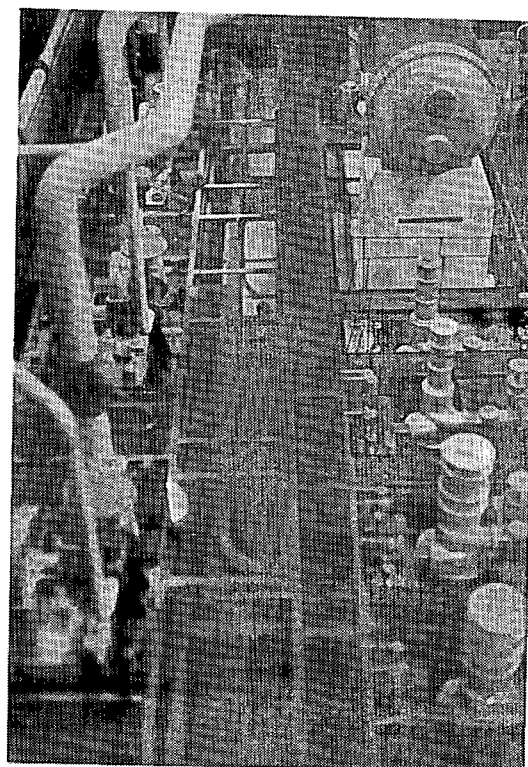
二重底艀端 COPT 配置 (艀側より見る)



→
排 気 出 口 管

蒸 気 入 口 管
→

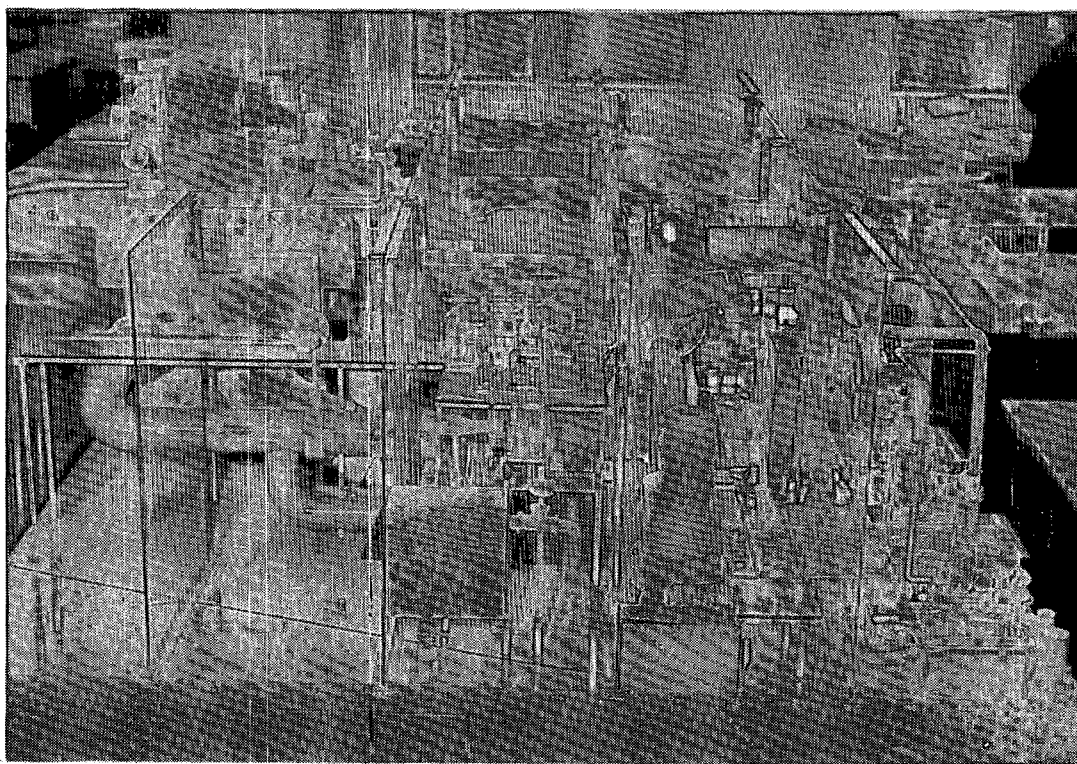
COPT →
(荷油ポンプター
ビン)



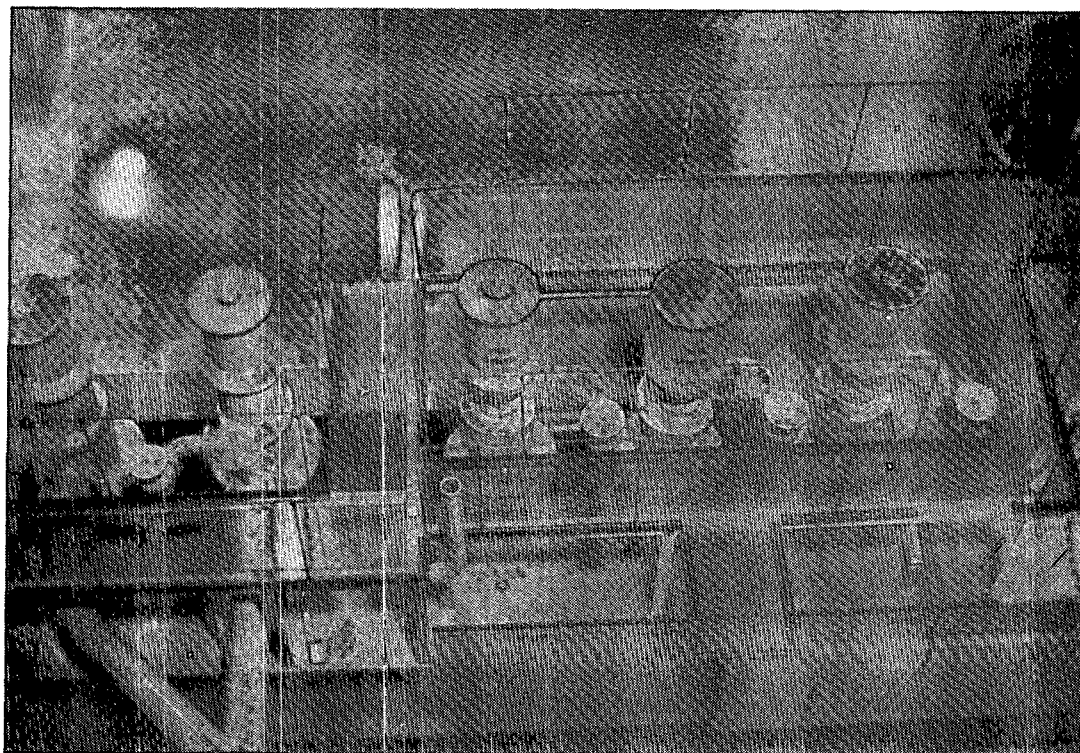
床板および配管が有
線である点に注意

←
海 水 ポ ン プ
(海水サービスバラ
スト)

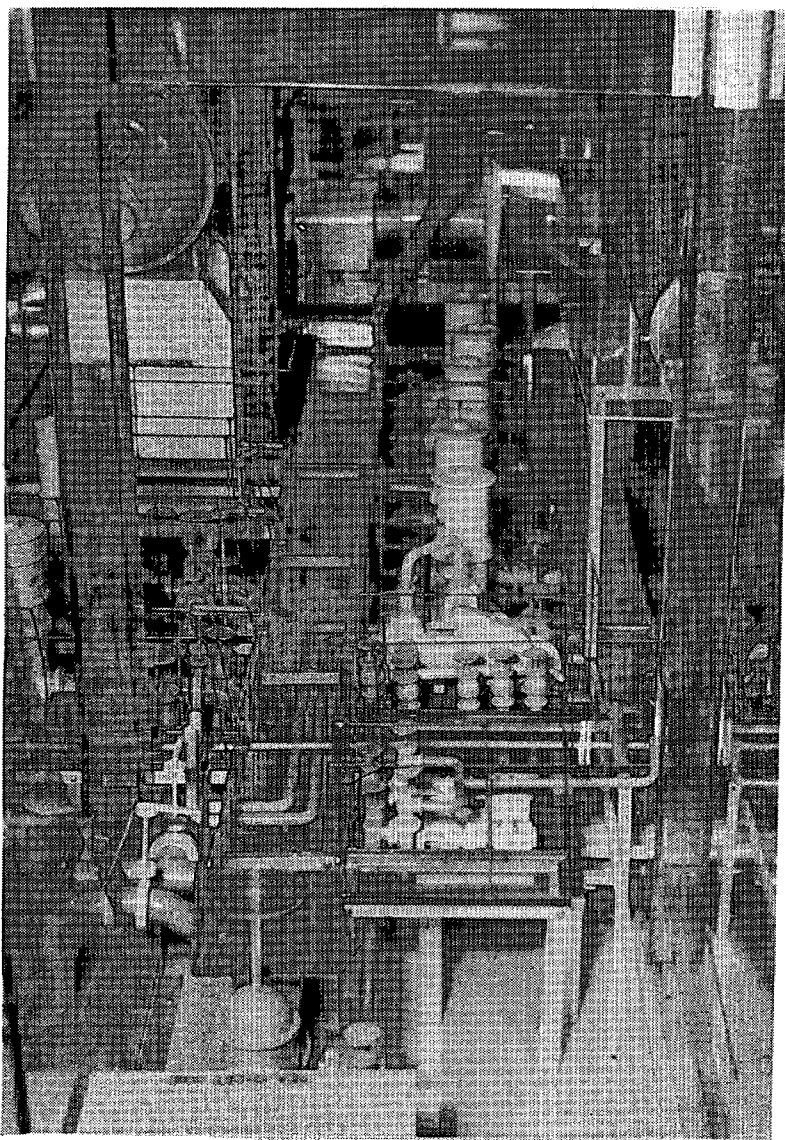
←
海 水 ポ ン プ
(ビルジ、バラスト
消火)



二重底右舷側機器配置

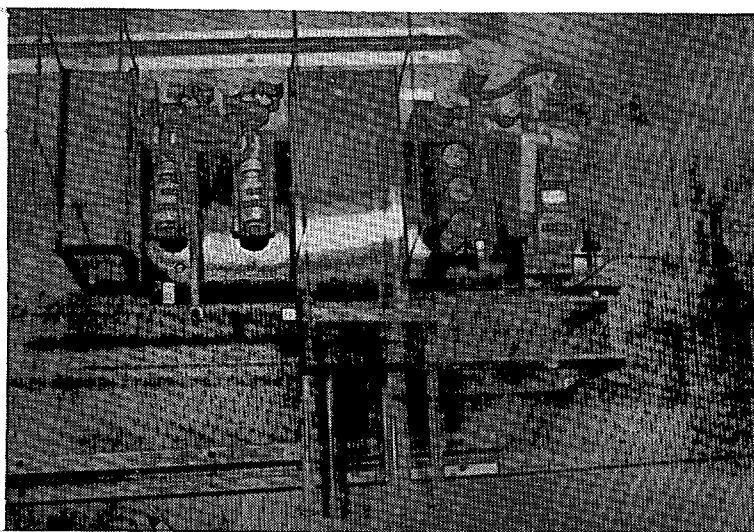


組立中のコンデンセートポンプ（2台）とドレンポンプ（3名）のモジュール



機関室二重底
左舷側のクローズ
アップ

- 船殻のビラー
構造の間隔と、そ
の間に設置された
直線配置のポンプ
管、弁のモジュ
ールに注意。



サニタリーポンプ
(2台)
とエンジンルーム
ビルジポンプのモ
ジュール。
補機名は共通で矩
形。

2.4 近代化に対応する設計のあり方

まえがき

近い将来の労働力需給の関係から予想される人員の絶対不足・人件費の昂騰等の理由で、設計要員を機械的な繰返し業務から開放することがどうしても必要となる。この見地から、設計の省力化を主たる目的として、設計の業務内容を検討し、設計機能の分割を再検討するとともに今後大幅に導入が予想される設計、製図の電算化自動化に応じた設計のあり方を検討するという命題に対して、現状調査の一環として昭和44年にアンケート方式によるデープ・サーベイを行なった。その一部は現状把握を中心として昨年度に取りまとめた。

今回はこれらのアンケート結果を分析して次の4つの章に調査検討結果を取りまとめた。

2.4.1 「設計の組織と業務」では、設計の機能、現状の設計組織と業務内容、将来の設計組織と業務内容等を機能の分割方法、作業時間の分析とともにのべている。

2.4.2 「設計の図面のあり方」では、今後の図面のあり方を設計要員の多能化の問題とともにのべている。

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」では現在まで電算機作画機を利用してきた間に内蔵された問題点と情報処理の面からとるべき今後の方向についてのべている。

2.4.4 「設計管理」では、主としてパートの利用を中心に設計管理の問題をのべている。

最後にまとめとして今後の設計のゆくえに言及している。

この問題を取扱うのにあたって、設計という言葉のつかわれている業務内容——例えば基本設計、詳細設計、見積設計、機能設計、生産設計等——はいろいろあるが、その内容は各社によって種々相違があるので、設計の出力情報である図書類の分類から始めた。この分類によって昨年度の報告書に記載したように設計の業務を見積設計、基本設計、詳細設計および生産設計の4つの段階に区分した。

しかし、ここでは一般に基本設計という時は見積設計を含み、基本図、計画図の作成を行ない、予算の算出、大物外注品の発注を行なうまでの設計業務をさし、詳細設計とはそれ以降の装置別の詳細図の展開をさし、生産設計とは取付図、一品図および作業管理の作成以降をさすこととした。しかし、各社の実態に従ってこれらの用語をつかう場合はその限りでない。

2.4.1 設計の組織と業務

(1) 設計の機能と業務内容

典型的な多品種少量生産の造船工業において設計は一般受注ごとに生産、企画、建造検査等生産活動の基本となる資料を作成しなければならず、その責任は極めて重大である。

いま設計の機能を列挙すると次のごとくいえると思われる。

i) 設計は船舶建造の基本的情報源である。

設計活動による仕様書、図書、計算書、部品表などによってすべての生産活動が展開される。

ii) 設計は契約上保証する船舶の機能の基礎をつくる責任がある。

船舶の機能は船体基本性能、耐久性から艤装品のグレード、保守点検の容易なことまですべてにわたっている。

iii) 設計活動は上記の品質を確保するとともに目標とする原価で建造しうる基礎をつくる責任がある。

建造、艤装しやすい構造、配置等の節労設計による現場工作の能率化。

iv) 設計は上記の設計活動を実行するため常に技術の向上、設計および部品の標準化、設計技術、情報の管理、検索の効率化を計る必要がある。

上述のごとく設計の機能をとらえると抽象的表現にならざるを得ない。具体的に各社の設計という言葉がつかわれている業務の内容を自然発生的な機能組織図に表わすと図2.4.1.1に示す通りとなる。現在巨大船の建造にあたって生産設計あるいは生産技術も含め設計の工数と現場の生産工数を比較すると全体として1:7位の割合にあるといわれている。

今後造船所の工場設備が近代化され自動化されて現場の省力化が進むと、設計工数の建造工数に占める割合は増々大きくなるので設計自身の省力化対策はゆるがせにできない問題となる。

(2) 現状の設計組織と業務内容

組織は経営の道具であってなるべく単純な構造が望ましくフラット・オーガニゼーションがトータル・オーガニゼーションに優るといわれている。また、セクショナリズムを防ぐ意味から機能の分割もできるだけ段階の少い方が好ましい。設計業務を前回報告のごとく見積設計、基本設計、詳細設計、生産設計の4段階に分けると、現実の設計部門は見積設計と基本設計の一部を含む基本設計部門と生産設計を含む詳細設計部門、あるいは基本設計部門、詳細設計部門および設計部門以外の部に所属する生産設計または生産技術部門の二様に分割されている。

ここでは大手造船業の一般的形態である一企業が多数の造船所を経営している場合をとりあげ、現在年間5～6隻の巨大船を建造している大型建造工場に所属する設計の組織と業務内容を分析して平均的な設計の姿を画いてみることにする。この場合基本設計部門は独立して本部所在地に営業とともにおかれているのが現状である。基本設計部門の組織内容は各社の総生産量にみあって構成されており、相違が多く比較が困難であるのでこれを除外し、工場の設計部門との業務上の接点のみをとりあげることとした。

一方、一企業一造船所の場合は、当然のことながら設計部門は一つにまとまっているほうが能率的であり、F社、G社はこの形態を保っている。

上述のごとき方針で調査対象として生産量のほぼ類似した5工場をとりあげた。

(a) 設計の組織¹⁾

各社の工場に所属する設計の組織構成の概要と総人員を次に示す。(ただし、昭和45年頭現在であってその後の変更は考慮していない。)

A社	1室および4課(実質5課)	198名(生産設計を含む)
B社	2部14課	225名(一部生産設計を含む)
C社	4課	250名(生産設計を含む)
D社	5課1係	149名(生産設計を含まず)
H社	4課1係	151名()

組織の構成は基本設計部門との業務分担の相違あるいは生産設計の所属により若干異なる。上記5社の内B社を除く4社では事務系を別にすれば大略4～5課であって、その内容は総合設計、船殻設計、船装設計、機装設計、電装設計および生産設計の6つの設計機能の組合せ方によっている。

総合設計は5社中C社を除く4社におかれている。これは本来設計の総合調整、機装を中心とする計画図の集中管理のため設けられたものと思われるが、基本設計、総合設計、詳細設計のごとく設計の段階を増す弊害もあり、生産設計を課として独立させる場合には単なる調整機関としている所が多い。H社ではこの中に船殻設計を包含させている。

各社とも設計各課の所掌は機能設計の立前から機能別に分割されているが、B社、E社では上部構造の船殻設計を船装設計に移している。このような区画別の構成はC社のごとく課内部の係の分割に重視している所もある。B社では課の構成に区画別を併用しているので課の数が多くなっている。

注1) 研究資料第112号 日本造船研究協会、頁80表2.4.1 各社の現状設計組織参照

(b) 設計の業務内容²⁾

工場に所属する設計部門の業務は、機能別に基本設計から詳細設計への展開とこれに引きつづく工作部門の建造方針にあった総合的な工作資料の作成にあり、その内容は前回報告の表2.4.1および表2.4.2に示す通りである。各社の業務内容には図面作成や調表などの程度に差はあっても大きな相違があるとは思われない。ただし、生産設計はそれが設計に所属する場合と工作部門等に所属する場合とでは内容に多少差があると思われる。従って、問題と考えられる点は基本設計部門との接点はどこか、生産設計を設計部に包含するか否かの2点につきと思われる。

前記5社の内A、C、Dの3社は比較的基本設計部門への依存度が高く基本図の作成、大物外注品の発注にまでわたっている。一方、B、Hの2社は図面関係の依存度は多少低い。この問題に関するアンケート回答は前回報告に要約したが、工場設計からみれば労力の点から成る可く基本設計に依存したい所であるが、一方、時間的制約から早く工場に仕事を渡してもらう必要もあり、基本設計部門では契約上必要最小限の図面作成にとどめるべきであるとする正反対の意見もあった。この問題は基本設計部門の保有人員、本部と工場の距離的条件等に各社独自の事情もあるが、結局は責任の所在と情報の伝達、実情のフィードバックというコミュニケーションの問題に帰する。

生産設計の帰属についてはアンケート回答結果でもその作業内容に多少の相違はあるが、設計部門か否かは50:50である。前記の5社の中でもA、Cの2社では設計部に課として所属し、D社は工務部にH社は工場に課として直属している。また、B社では生産設計の仕事が設計各課に分割して与えられている。

このように現状はいづれが最上か判断に迷っているのが実情と思われる。設計に所属させる長所としては所要材料の量的把握が現業から切り離せることであり、また、設計部門との調整が密接に行なえること、一方現業に所属させる長所としては逆に工作面との調整が密になり現場工程、工作法にマッチした設計が行なえる。また、工程管理、材料管理を直接行なうため、予定納期あるいは完成期日、予定工数、納入場所等を示したいいわゆるジョブオーダーの形もとり易い点にある。

注2) 研究資料第112号 日本造船研究協会 頁80表2.4.1 各社の現状設計組織、頁84 表2.4.2 設計業務内容の区分 参照

(c) 工場設計のマンパワー分析

各社の設計部門の要員を単に比較しただけではその守備範囲にも相違があるので、ここでは一括して詳細設計、生産設計を含めた全員を対象としてみる。しかし、その際にも生産設計の作業内容が一致しているとは限らない。特に船殻設計関係の縮尺現図、その他の作業員を含む場合と含まぬ場合があるので必ずしも公平は期し難いが、一応の参考とする数字は得られる。前記の5社をとると、

	詳細設計	生産設計	合計
A社	73名	125名	198名 (約50名の工作部所属、縮尺、現図関係を除く)
B社	—	—	218 (写真場および約30名の工作部所属縮尺、現図関係を除く)
C社	138	112	250
D社	149	148	297 (電子計算機専門、材料整理および現尺現図関係を除く)
H社	151	108	259

現実の設計要員数は設計外注の有無にも関係があり適確な数値を求めることは困難であるが、現図関係等を除けば200～220名、また含めて考えると250～260名程度と考えられる。

いま出勤率93%また実績より1人当月間平均実働時間を200時間、210時間として全員の年間実働時間を示すと次のごとくなる。

千時間		
実働時間/間 設計要員数	200時間	210時間
200	446.4	468.7
250	558.0	585.9
300	669.6	703.1

年間実働時間

年間平均4.5隻の20万トンタンカーを建造するとしてその内新設計船2隻、同型船1隻、準同型船1.5隻とし新設

計船 1 に対する同型船、準同型船の設計工数の割合いを 0.2、0.7 とすると年間平均新設計船 3.2 隻を設計することになり 1 隻当りの設計能力は次に示すごとくなる。

千時間

実働時間／月 設計要員数	200 時間	210 時間
200	139	136
250	174	183
300	209	220

1 隻 当 り 設 計 能 力

上記の数字は管理職、事務係等間接人員を含んでいるので大分大きめであるが、大体の目安にはなる。

一方上記 5 社の年間平均建造隻数は 20 万トンタンカー 5.5 隻に達しており、年間の新設計船、同型船、準同型船の割合は平均して 1.5 隻、2.0 隻、2.0 隻位となっている。新設計船 1 に対する同型船、準同型船の設計工数比率を前記のごとくとると、年間平均 3.3 隻の設計を行っていることとなって、前述の場合と大差ない。

このように実情は同型船または標準船型を受注することによって年間建造隻数を増加する方向に向っているが、保有すべき設計能力は船型、国内船、輸出船の割合、また、ここでは仮定している新設計船の割合によって大きく変動され設計外注の程度も各社各様であるので判定しがたい。

(3) 将来の設計組織と業務内容

将来の設計といってもここでは C A S D O S または C O M R A D E のとき大規模な設計の電算化が実施される前の比較的近い将来の工場設計の姿を考えるとすることとする。現在でも鋼材加工に N / C 自動切断機あるいは E P M 用ネガ作成に自動製図機を実用している所は数社あり上記は会社によっては現状より工場および設計の自動化が多少進んだ段階とする。

(a) 設計の時間分析³⁾と省力すべき業務

設計各部門の作業時間の実態についてデープサーベイを行なった結果は前回報告に示す通りである。これによると基本設計部門では設計の企画と打合せその他に 50 % 近くの時間が消費され、計算・製図・仕様書作成に残りの 50 % がほぼ 3 等分されている。これに対し詳細設計部門では 47 % 程度が、また生産設計部門では 66 % 程度が製図・調表に消費されている。これを省力化の面からみれば基本設計部門では計算の電算化等は比較的早い時期から着手されており、今後は資料の検索とか雑用の時間を排除することが主なるものと考えられるのに対し、詳細設計あるいは生産設計部門では製図そのものを検図・打合せ・協議等とともに如何に能率化するかにかかっているといえる。現状では加工段階での N / C 自動製図が進みつつあるが前節でみたようにこれを実施している与否にかかわらず保有する設計要員の数では大差ない。未だ過渡的段階にあるとはいえ、次章にのべる図面のあり方とともにその作成方式は今後の課題である。

注 3) 研究資料 第 112 号 日本造船研究協会 頁 78 2.4.4 設計管理参照

(b) 将来の工場設計の業務内容と組織

量産形式の工業では設計と生産技術との間に、明確な区別は無い。造船も工場の機械化、自動化が進むにつれて標準船型の量産を指向しており、生産設計の業務はそれが設計部に属していようといまいと設計業務の範囲と考えられる。設計業務の実際のフローは基本設計 → 詳細設計 → 生産設計というようなシリーズのものでなく 2.4.4 にのべるように細かいネット・ワークを形成している。これを船殻関係の機能設計部門と生産設計部門との関係を例にとると次のごとくなる。

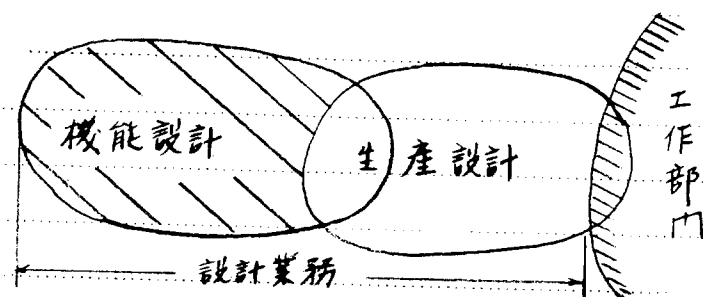
船舶の受注後まず船体計画線図がかかれる。従来はこれを現図場でフェアリングし、完成線図として設計にフィード・バックされるのは基本構造図が終了した時期位であった。現在電算機によりフェアリングを行ない N / C 作画機を利用している所では、計画線図完了直後にフェアリングが可能であり、その結果は機能設計および生産設計共通の線図情

報としてファイルされる。このファイルに基本船殻図の進展とともにロンジ・シームのランディング情報が加えられ、構造用正面線図が自動作画される。これは詳細設計に利用される。さらに詳細設計の進展とともに構造の基本断面情報・内部構造情報が加えられ、ファイルは追加更新されてゆく。このように生産設計の工程は機能設計のそれと平行してくる。現在はまだ詳細設計に利用される自動作画の情報量は少ないと思われるが、近い将来はこれも増加し、両者の情報交換も多岐に渡り、現図関係の作業は設計と一体のものとする。この概要をブロック図にて図 2.4.1.2 に示す。データ・ベース方式のより高度の電算機および自動作画機の利用の方向については 2.4.3 に詳述されている。

艤装関係にしても部品表等集配材管理資料作成の電算化、一品図作成の電算化は実行段階に達しており、機能設計と生産設計の要員の体質は同等のものとなっている。

一方、新入要員の高学歴化、知的産業への指向、モラルの向上を考えると生産設計は単純な繰返し業務ばかりでなく、詳細図すなわち取付図の検討というような機能的要素を繰入れることが必要と思われる。

このように考えると設計は機能的な検討・展開を主とする基本設計集団と詳細設計を極力生産設計化し生産設計と一体にした集団の二つからなるように思われる。基本設計集団は船殻と船機電の艤装のごとく機能別の組織となろうが、生産設計は区画を主体として多能的に構成された要員により組織されることが望ましい。生産設計を設計に包含させることは工作部門に対しフルブーフな図面・資料を提供するということではない。工作部門の作業管理をするのは工作部自身であり設計はその管理資料を提供するという建前に立っているが、管理密度に見合った情報が必要であり、管理資料もものによっては実際に使用する所で作成するのが適当と思われるものもある。



以上のような考察によると設計の始まりは明らかであるが、最終段階の作業内容は設計並びに工作部門の熟練度、設備能力等諸々の問題が重なり各社も独自の考えが表われてしかるべきであって統一の見解を求めることは甚だ困難である。

船殻……………船尾骨材、舵、ブロック別構造図、補機台、材料予量表

船装……………諸配置図、諸装置図、材料予量表

機装……………軸系およびプロペラ製作図、諸装置図、材料予量表

電装……………機器配置図、電路布設図、諸装置図、材料予量表

(V) 取付図および工作図

船殻……………縮尺現図、カッティングプラン、NC関係

船装……………取付図、管一品図、金物製作表

機装……………取付図、管一品図、金物製作表

電装……………配線図、機器取付図、電線カッティング・プラン、金物製作表

(VI) 作業管理資料

船殻……………部材表、各種治具寸法表、吊金具、作業管理表

船装……………集配材資料、作業管理表

機装……………集配材資料、作業管理表

電装……………集配材資料、作業管理表

(b) 図面の作成部門とその内容¹⁾

(i) 契約用図面および基本図

契約用図面は基本設計部門において作成されているが、基本図についても極力基本設計部門で作成し、船主交渉を進めるべきだという意見が多く、それは次工程の詳細設計部門の展開の円滑化を計るためにも必要であろう。

(ii) 計画図、系統図および詳細図

一部基本設計部門で、他は詳細設計部門で作成されているもので、計画図および系統図は性能の確保と詳細設計展開前に機能面で船主および船級協会の承認をとり後工程の展開の円滑化を計るとともに後戻り作業を減らし、管理量の早期把握を目的としている。詳細図においては計画図および系統図に盛り込まれている機能をそこなうことなく現場工作のし易い内容であることが望まれる。

(iii) 取付図、工作図および作業管理資料

これらの図面は生産設計部門において作成されており、この部門の所属は各社により設計部門、工作部門または他の部門と異なっており、それにともない図面の内容も多少異なっている。設計部門に所属する場合には工作情報に欠ける点が生じ易く、工作部門に所属する場合は工作情報を重視し過ぎる面が出易い。しかし、図面の形態などについては余り大きな違いはないと云える。

(注) 1) 研究資料第112号 日本造船研究協会 頁80 表2.4.2 設計業務内容の区分 参照

(2) 今後の設計図面のあり方の検討

(a) 設計図面

図面のあり方については見積設計から生産設計まで電子計算機、作画機などの利用、標準設計の採用および外注品の図面などの標準化など設計部門の合理化、省力化の手法が実施にうつされるであろうが、見積設計および基本設計については設計の手法および表現の方法が多少変わるだけで基本的には大きな変化は考えられない。しかし、基本設計から詳細設計、生産設計につながる一連の設計作業は工作部門の要望と設計部門自身の省力化、合理化などから改革が実施されることが予想される。

詳細設計および生産設計の図面の内容については各造船所の設備能力あるいは生産方式によって要望される内容も異なる。また、工作部門における図面の利用度は船殻工事関係はEPMなどによるマーキングで工作情報を鋼板上に記入されるため、特に工場内における加工および組立工程では問題が生じない限り、各工程の作業完了の確認以外には利用されていない現状である。今後ともマーキングにより記入される工作情報は内容的に多くなるものと思われる。

艤装関係については船殻のマーキングに便乗して記入される程度で、記入面に限度があり、図面を見ながらの作業が従来のように残ると思われるが内容的にはさらに充実したものとなるであろう。

ここで(2)―(b)項に述べる生産の流れを想定して各工程に必要な情報を検討してみる。各工程に必要なかつ十分な情報が図面内容として表現されていることが第一の条件であり、また、その表現の方法が簡易明快であることも重要な点である。各社の設計および工作部門の人員構成の相異や設備能力などから同じ基準で議論はできないが、建造ドックまたは船台以前に行なわれる工事と以降で行なわれる工事から要求される図面の内容が次のようにわかれると考えられる。

(i) 建造ドックまたは船台工程以前用の図面（内業用の図面）

各工程の作業内容だけを表現した図面が望ましく、これがあれば完成状態の図面はほとんど利用する機会がない。しかし、設計作業の手順からすれば完成状態を想定して図面を作り、詳細設計で、工作工程とは無関係に肉付けして行き、完成状態の細部まで表現されるので、各工程の作業内容だけの図面は新に作成しなければならず、設計における重複作業となり、数隻の完全同型船の場合などの特殊な場合を除き、設計の能力面または経済面で問題となってくると思う。

(ii) 建造ドックまたは船台および艤装岸壁用の図面（外業用の図面）

これらの工程の作業内容を表現した図面と完成状態を表現した図面がともに要求される。

以上のような図面のほかに生産設計部門としては工作部門の生産管理面より生産計画、日程計画、人員配置計画などに必要な管理量関係の諸資料を要求される。

(b) 建造方式の一例（図 2.4.2.1 参照）

別紙のような生産方式を考えてみると、鋼材置場の鋼材は決められた順位で造船工場に搬入される。搬入された鋼材は歪取り、ショットブラストなどの表面処理および防錆塗装が施工されて加工工程に入るわけである。EPMによりマーキングして加工を行ない、またはNCにより直接加工を行なって、マーキングされた工作情報によって組立が開始され、それと同時に一部艤装工事が行なわれる。組立の工程は船殻のブロック単位で、コンベアシステムを採用しているところもある。小組立、大組立が終るとブロックは建造ドックまたは船台の傍に置かれ、建造ドックまたは船台に搭載されるまでの期間に艤装を集中的に行ない、塗装をして搭載される。建造ドックまたは船台および艤装岸壁における工事は従来と余り変化がない。

建造ドックまたは船台に搭載されるまでの期間に艤装工事を集中的に実施することは作業能率および作業精度の向上ならびに安全作業の面より望ましいことである。

一方、これと併行して艤装関係の部材の流れがあり、管艤装関係は管工場における管製作から始まりでき上がった管は、社内製作、購入品または加工外注品として入庫した機器類および艤装品とともに集配材センターに集材されて、一部ユニットに組み入れ、それぞれ指定された工程へ配材されて、上記の工事が行なわれる。この建造方式を基にして各工程に必要な情報を列記すると以降のような表になる。

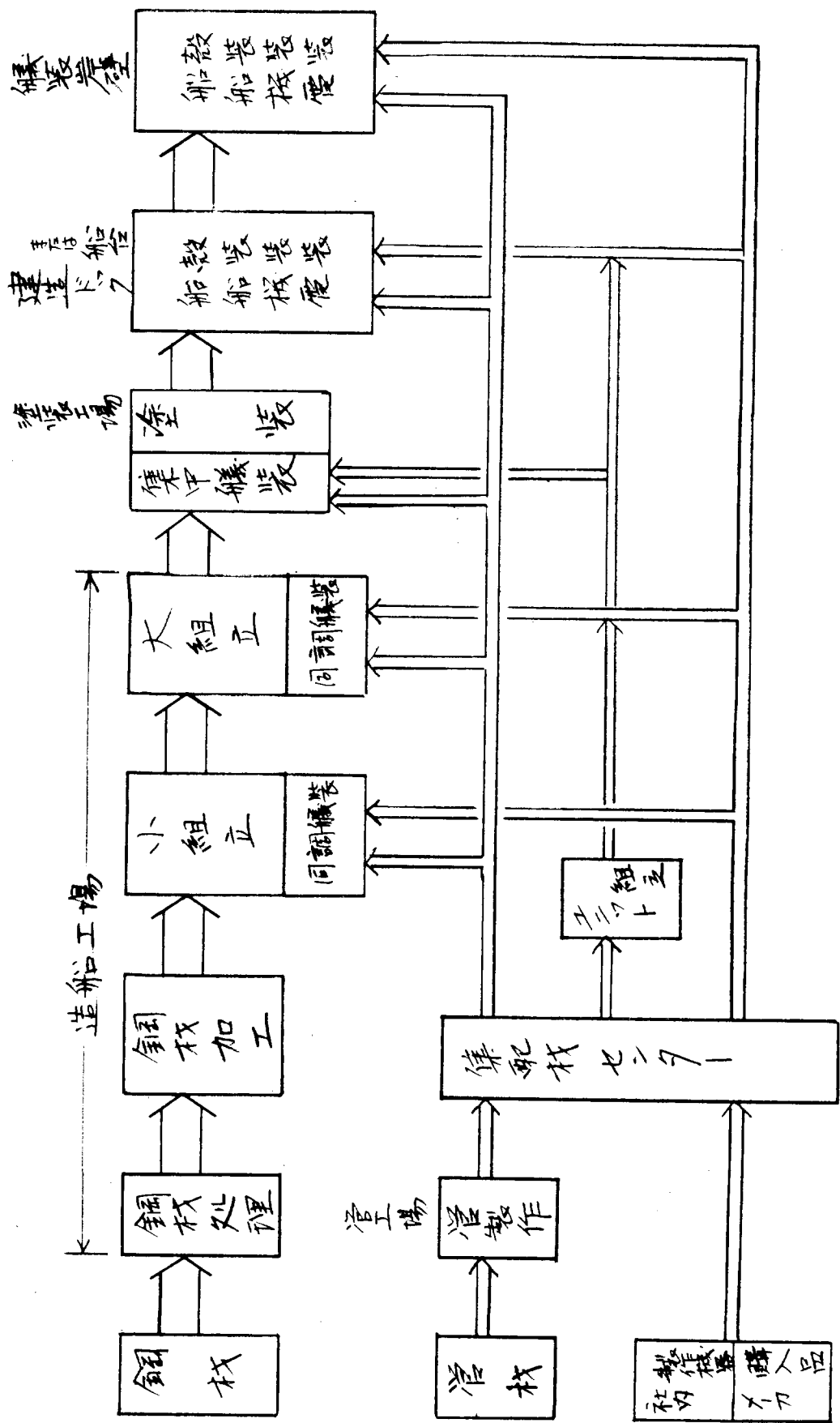


图 2.4.2.1 建造方式 (例)

各工程に必要なと思われる情報

工 程		必 要 情 報	記 事
鋼 材		(1) 材料の寸法 (2) 材質（規格の有無を含む） (3) 搬 入 順 位	
鋼 材 処 理		(1) 表面処理の程度 (2) 塗 装 (3) 歪 取 り	
運 搬		(1) 運搬経路および搬入先	
鋼 材 加 工		(1) ビースの形状および寸法 (2) 切 断 方 法 (3) 切 断 作 業 量	EPMまたはNOによる。
運 搬		(1) ビースの集配材 (2) 運搬経路および搬入先	ビースの形状寸法の検査 運搬方法を含む
小 組 立		(1) 形状および寸法 (2) 小 組 立 手 順 (3) 溶接方法および溶接量 (4) 積装方法および積装量	
運 搬		(1) 集 配 材 (2) 運搬経路および搬入先	積装品取付を含む、小組立の検査 吊金具、作業用足場
大 組 立		(1) 形状および寸法 (2) 大 組 立 手 順 (3) 溶接方法および溶接量 (4) 積装方法および積装量 (5) 作業用足場取付 (6) 搭載用吊り金具取付	
運 搬		(1) 集 配 材 (2) 運搬方法および搬出先	積装品取付を含む、大組立の検査
集 中 積 装		(1) 積装方法および積装量	
塗 装		(1) 前 処 理 方 法 (2) 塗 装 方 法 (3) 塗 装 量	
建造 ドックまたは船台	船 殻	(1) 搭 載 方 法 (2) 溶接方法および溶接量 (3) 盤 木 配 置 (4) 足場および安全ネット配置 (5) 諸 テ ス ト (6) 進 水 準 備	
	船 装 機装 電装 塗装	(1) 積装方法および積装量 (2) 進 水 準 備 (3) 塗装方法および塗装量	

工 程		必 要 情 報	記 事
鉄 装 岸 壁	船 殻	(1) 船 殻 関 係 工 事	完 成 状 態 の 確 認
	船 装 機 装 電 装 塗 装	(1) 鉄 装 関 係 工 事	完 成 状 態 の 確 認
管 材		(1) 材 料 ・ 寸 法 (2) 材 質 （ 規 格 の 有 無 を 含 む ）	
管 製 作		(1) 製 作 情 報 (2) 使 用 材 料 (3) カ ッ テ ィ ン グ ・ プ ラ ン (4) 集 材 (5) 管 内 外 面 の 処 理 方 法	管 一 品 図 材 料 出 庫 手 続 ロ ッ ト 編 成 船 殻 ブ ロ ッ ク 別 ま た は ス テ ー ジ 別
運 搬		(1) 配 材 お よ び 運 搬 方 法	
ユニット組立		(1) ユ ニ ッ ト 組 立 ・ 情 報	
運 搬		(1) 配 材 お よ び 運 搬 方 法	
機器購入品 (集配材センター)		(1) 集 配 材 情 報	

(3) 関連する諸問題の検討

(a) 設計要員の単能化、多能化の問題

この問題は設計の人員構成、設計要員の経験度およびその能力、または業務内容、部署によっても異なる。基本設計および詳細設計においてはその業務内容から要求される設計要員の能力は多能化されたものならびに単能化、むしろ専門化されたものの両者であろう。生産設計においては、工作部門の生産管理が今後緻密になればなるほど、それが図面にも反映して内容の充実、図面精度向上など要求され、多能化された設計要員の能力が必要となってくる。教育面より考えれば単能化は短期間の教育で、ある程度のレベルに達することはできるが、多能化には計画性のある長期教育が要求される。いずれにしても単能化は若年層の多い場合など多能化への道の途中の段階であろう。

多能化された設計要員の充実と、緻密な設計管理が設計合理化、省力化につながる大きな要素である。

(b) 殻鉄一体化に関連する図面のまとめ方

これは前項の問題とも深い関係があるものであり、工作部門の作業員の単能化、多能化の問題とも関連している。しかし、各社の現状はほとんど職能別すなわち単能化である。殻鉄一体化によって建造工程の簡易化が実施できれば生産の合理化にもつながることは言をまたない。

この目的達成のために図面は殻鉄一体化の途をたどるであろう。この図面を如何にまとめるかが今後の宿題である。現状では複写技術を利用して一部殻鉄一体の図面を作成しているが、多能化された設計要員の活用と複写技術などの利用と併せて検討されなければならないと思われる。

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

設計部門において、どのように電子計算機が利用されてきたか、どのような計算が電算化され、どのような計算が現在電算化の途上にあるか、というようなことは、すでにこの委員会でもアンケートが集められたし、また、他の場所でも個別にいろいろな観点から調査されたことがあり、ここで新しく取り上げる必要はないであろう。

また、電子計算機が今までに果たした仕事の成果が、如何に偉大なものであったかについては、万人の認めるところ、あえて言及の要はないであろう。

逆に将来、電子計算機の利用および自動作画機の利用がどのように展開されて行くべきだろうかを思考するに際して、まず現在までの利用法の中に内蔵されている問題をピックアップしてみよう。

(1) 現在までの電子計算機および自動作画機の利用と問題点

現在までの電子計算機の利用の仕方を大別すれば、初歩的なものから順次高度な利用の仕方として、大略次のように別けられるであろう。

(a) 手計算で行なっていたものを、ほとんどそのままに近い形で、電子計算機で計算させるというもの。

この範ちゅうに入る作業では、各社とも基本設計業務でも工場設計、生産設計および見積り業務でも利用し得るところは、すべて利用しつくしたと言ってよい状態である。

(b) 手計算では計算不可能であった作業を電子計算機を使って計算させるというもの。

この範ちゅうに入る作業でも各社ともかなりの所まで電子計算機の利用は進んでいる。たとえば

(i) 最適設計計算

例としては、油送船の設計において、各船級協会規則を電算化することによって、ある主要寸法にたいして船殻の各部の寸法を計算し、これをベースにして船殻重量を計算し、他方船装関係、機装関係の諸要目を算出して、これらの組み合わせより、もっとも経済的な船型を算出するということまで到達している。

(ii) 単体計算

人力では如何ともなしえなかった計算が、電子計算機の利用で、日常設計業務の中で計算されるようになっている。

たとえば、油送船、鉱石船、散積船などで、船殻構造設計の基礎となっている、立体構造強度計算、また、最近急速に発展した有限要素法による強度解析などがよい例であろう。

しかし、各社において、このような電算化の推進に当たってきた人達がひとしく味わった、また、現在味わっている問題点として、次のようなものがあると思われる。

(c) 問題点

(i) 船級協会の問題

造船業の場合に、各国に船級協会があって、すべてのことについて規制監督していることは、何も電算化に限らず、あらゆる面で問題点の一つとして取り上げられるであろうが、現実問題として今すぐ船級協会をどうこうするということはできない相談である。

ただ日本で開発された新しい計算法などはできるだけ早く、各国船級協会でも認めてもらい努力を国をあげてすべきである。このことは計算の電算化をすすめる上で、大きな後押しの力となる。(各船級協会テクニカル、コミッティー、関西造船協会ルール検討委員会など、)

さて造船設計の電算化において、一つの問題点として、各国船級協会がたえず規則を改訂し、設計者がつねにこの改訂を組み入れたup-to-dateなプログラムを持つということが、現実問題としてほとんど不可能に近いということがある。

しからば、規則をモジュール化することによって、協同作業によって、常にup-to-dateなプログラムを作ることができないものであろうかということが、かつて審議されたが、設計の計算プログラムの中には、デザインフィロソフィー、デザインスタンダードが数多く入り込んでいるので、まずこれらの統一を計らない限り、電算化の共同作業だけを計画しても、いままでのようなプログラム形式では不可能であるとの結論に達した。(造船工業会技術委員会基準部会)しかし、この厚い壁は、関係者の努力研究によって、将来なんとしても打ち破らなければならない問題である。

(ii) 単体計算プログラムの問題

単体計算に対しては、計算の基礎になる理論が同一であれば、途中の経過が幾分違っていても同じ結論をうるはずのものである。造船業の場合もある技術をかなり長い期間にわたって絶対優位に保持することは不可能で

ある。お互いの技術を可能な限り公開して、効率よく技術革新に対処していくべきであろう。

計算プログラムなども売買の対象として、売買規則、売買習慣を確立すべきである。また、大計画として、「有限要素法大型計算プログラムの開発」が造工、造研、運輸省、日本海事協会、学会の協力のもとに進められていることは心強い限りである。

(iii) 従来の処理方式の限界

これは今まで電算化に取り組んできた人達が等しく感じていることであるが、いままです実施されてきた電算化方式では、

- (i) 個々の計算業務がおのみの独立していて、相互の関連がきわめてうすくなっている。
 - (ii) プログラムの構成がかなり固定的になっている。このためたとえば、修正改良作業がなかなか進展しないために、修正をしなくてはならないのであるが、実際には修正できず、既成プログラムが使用されなくなるという事態が多くある。特に技術革新のテンポの早い現在は、今日良いと思われた設計方式が、数カ月後にはかなり修正を加えなければならないというようなことは珍しくない。このことは各国の船級協会の規則においても言えることである。
- というような、かなり根本的な問題を含んでいる。

(d) 自動作画機の利用について

現在までの段階では、基本設計、詳細設計、生産設計、一品図作成などにおいて、特に図面の精度を必要としないものに対しては、プロッターで十分である。現実問題として、計算関係の電算化に比べて、プロッターの利用はかなりおくれをとっていることは事実である。ではなぜおくれしてきたかの理由を見てみると、

- 1) 今まではプログラムサポートが弱かった。
- 2) プログラム作成に要する労力の割に適用可能範囲がせまい。少し複雑な図面を画かせようとすると、インプットデータが膨大する。
- 3) 文字のプリント機構はあるが、手法が面当である。

というようなところである。

図面の精度を必要とするフォトマーキング用原画、N/Cカッティング用テープチェックのための作図などにはドラフターが使用されている。この方面の利用度はまず満足すべき状態であろう。

ただ今後の問題として、ドラフターを考える場合、やはりハード、ソフト両面からとらえていく必要がある。まずハード面では、最近急速に高性能のものが開発されているので、将来に期待をもつことができるであろう。例えば、最近開発されたある種のドラフターは、リニアモーターの原理を使って、作画速度を飛躍的に向上させている。(最大速度、40インチ/秒) まだ総合的にみた性能の安定性などの面で、まだ多少問題は残っているが、従来のドラフターの5~10倍の作画速度は、いずれ他の機種にとってかわることになるであろう。

その他文字をペンで作画させるのではなく、プリント機構をもったドラフターも最近現れている。これなども従来のものに比べて相当な性能向上につながるものと思われる。

ソフトの面でも、ハードとともに最近いちじるしい向上を示している。作図という作業には、多くのデータが必要である。これを1つ1つインプットしていたのでは、インプットに要する手間が大変である。最近では図形情報を計算機で取り扱う技術(ファイル技術およびそのマネジメント技術)が進み、作図サポート用のプログラム技術の進歩と相まって、こうした問題にも解決の光がさしはじめている。しかし、まだまだ多くの問題が残されている。

(2) 今後の電算化および自動作画機利用の展望について

今後の設計における電算化が、どのような形で進んでいくだろうかを考えてみると、今までの発展過程において経験し、またこのままではこれ以上の進展は望めないのではないかと考えられることから、今までのオフライン、バッチ処理の単発計算方式から設計の各段階を一貫して処理するシステムに変わっていくであろうということは、諸外国の動向から見ても間違いないところであると思われる。

さて現在の設計業務を作業手順の面からみると、

- 1) 多数の設計者によって、多数の作業がお互いに関連を持ちながら、同時に進められていく。
- 2) 多数の作業がまた時間的なおくれのある段階で進められていく。
- 3) すべての作業がフィードバック過程を通りながら進められていく。

と言えよう。

情報の面からみると、

- 1) すべての情報は図面およびリスト類を媒体として伝達される。
 - 2) 少量の基本的情報（設計条件）から大量の詳細な具体的情報（生産のための情報）を作り出さねばならない。
- である。このことから計算機を中心とした設計システムに要求される機能はおのずから決まってくる。
- 1) 多数の設計者が同時に計算機と対話ができ、操作ができること。
 - 2) 図形情報を直接入出力できること。
 - 3) 船の情報であるから三次元の構造をもった図形の処理のできるものであること。
 - 4) 大量の情報を蓄積し、また、その情報を容易に修正し、容易に参照できること。情報が共有化されること。
 - 5) リアルタイムに処理されるべきこと。
 - 6) 各種のアプリケーションプログラムを設計者の要求にしたがって作成し、蓄積し、修正し、実行させることができること。

これらの諸機能を満足させるためには、ハードウェア、およびソフトウェアはどのような条件を満たさなければならないであろうか？

まず

(a) ハードウェアに要求される機能

- 1) 三次元の構造をもった大量の図形情報を蓄積できること。
- 2) 蓄積された情報を設計者ののぞむ形式で出力装置に表現できること。
- 3) 設計者が蓄積された大量の情報からのぞむ1個をディスプレイ装置に呼出し、変更、修正操作に容易にできる機能をもつこと。
- 4) 多数の端末装置から利用可能であること。

などが考えられる。1) に対しては大容量の外部記憶装置が要求され、2) に対してはCRT、グラフィックディスプレイとライトペンによる装置のような図形入出力装置その他が要求され、4) に対しては大容量の内部記憶装置（おそらく500KB程度以上）が要求されるであろう。

(b) ソフトウェアに要求される機能

- 1) 多数の設計者が各ターミナルから同時に計算機に別個の要求をしてくる。設計者に主導権のある機械との対話であるから、これらを制御処理するためのタイムシェアリングの機能をもつこと。
- 2) 計算機の中に蓄積される大量の情報をコンパクトに管理するものであること。この分野が最も重量な部分であり、また、もっとも開発困難なところであろう。情報の表現次第では、天文学的な情報量となってしまうであろうし、管理方法によっては、気の遠くなるような処理時間が必要となり、全く実用性を失ってしまうことになるであろう。
- 3) アプリケーションプログラムの管理制御

定型化された個々の設計作業をプログラムに組んだアプリケーションプログラムは、開発の進展とともに次々と追加蓄積され、また、修正改訂されていく。そうしてこれらが、1つ1つのリンクの役目を果しながら、全体が運営されていくのである。だからアプリケーションプログラムは独立して使用されることは勿論のこと、他のプログラムとつないでも使用でき、更新改訂も自由にできる機能をもたねばならない。

- 4) 図形データの入出力制御

以上述べてきたところが、今後の電算化の進む方向のあらましと、その時のハードウェア、およびソフトウェアに要求されるであろう機能の概略である。

以上のことは、極めて抽象的、概念的にすぎるのでいますこしく具体化した形で調べてみよう。

システムがどのようなコンポーネントの組み合わせになるであろうかを見てみると、図 2.4.3.1 のようになる。

また、将来のオンラインシステムによる計算機の運用を、ブロックダイアグラムの様に画くと図 2.4.3.2 のようになる。

今船のもっとも特徴ある構造とも言うべきものとして、非常に複雑な種々の曲面で構成されている船体外表面、すなわち、外板および外板展開（外板展開図）というものを 1 つのサンプルとして取り上げて、今まで述べてきたデータベースシステムのアプローチ、CAD という思想に立って、デザインを進めた場合、どのような形になるかを推察してみよう。これは外板展開図を作図するというに意味があるのではなく、この図面をサンプルにして検討を進めてあげば、船殻構造の特質をとらえることができるであろうということからである。フローは図 2.4.3.3 のようになる。

最後に重ねて記しておくことは、いままで述べてきたデータベースシステムでは、データストラクチャーさえしっかりしていれば、データの改正、削除変更、検索を容易かつ自由におこなえることである。電子計算機はあくまでも設計者の従者であり、主人公は設計者である。設計者の経験（かん）大いに活用すべし。修正の必要がおこれば、直ちにそのことだけを修正すればよい。全システムはすべて正常に運転されて行く。

〔図 2.4.3.3 の註〕

※ 1. SPECIFICATION, GENERAL ARRANGEMENT の情報をどの程度までデータベースにストアできるかは速断できないが、このデータベースシステムの最重要ポイントはデータをどのようなデータ構造にしてストアしうるかということである。

極めて大量の情報がストアされるので、情報がお互いに個々ばらばらの形であってはいけな。情報がお互い関連し合った形でストアされることが絶対条件となる。当然のことながら情報の追加、修正、削除、検索が自由にまた容易にできる管理制御でなければならない。非常にむづかしい問題であるが、乗り越え得ない壁が存在するとは思われない。

※ 2. LINES に関しては、LINES FAIRING の技術はすでに各社において、おのこの方式で完成しているから、その技術をここに投入すればよい。

※ 3. MIDSHIP に関しては、別途 MIDSHIP 計算プログラムが単発プログラムとしては、存在するわけであり、この情報をデータベースにストアしておけばよい。

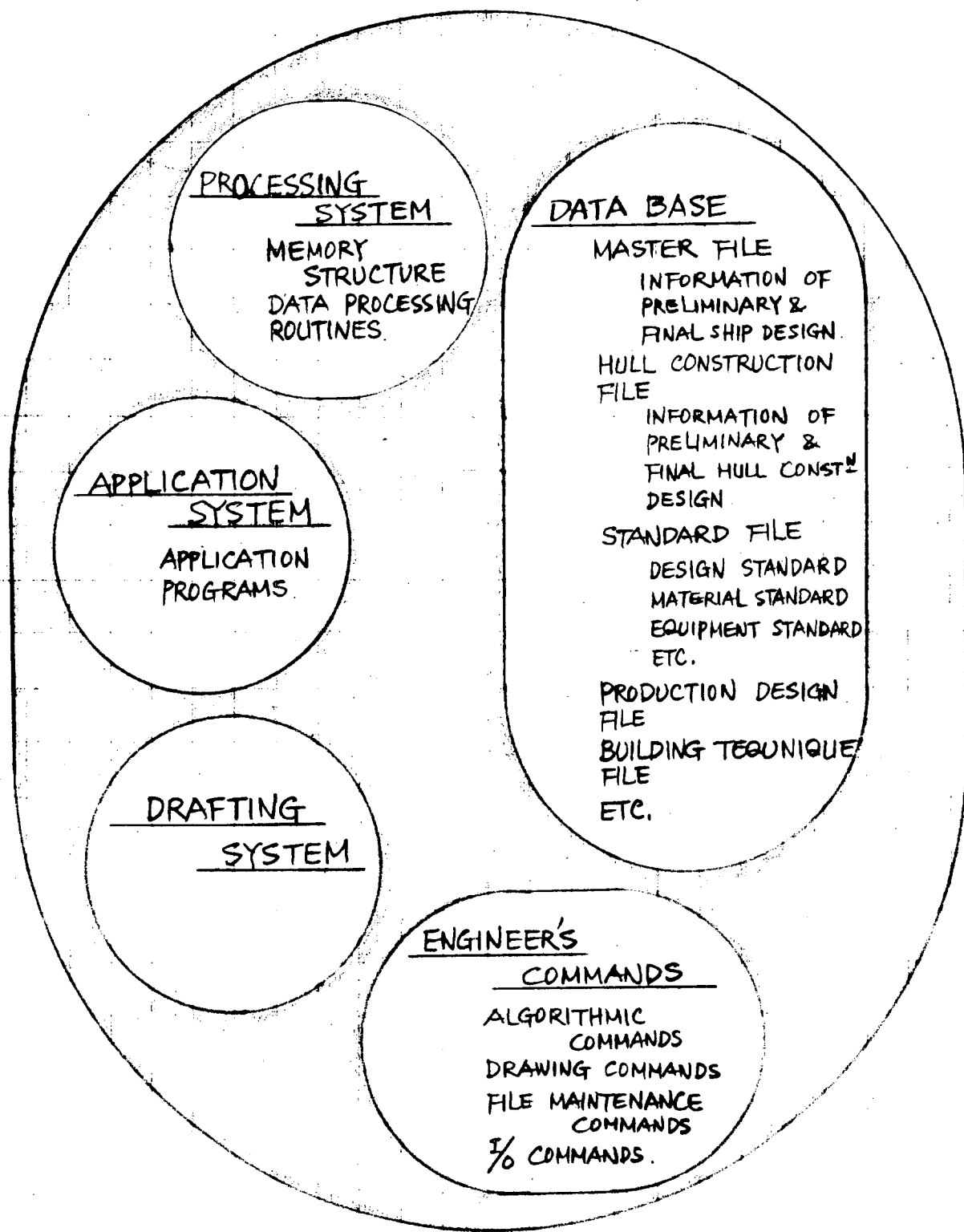
このシステムの初期の段階では、すべてのものをデータベースに機械的にストアすることはできない相談であるから、初期には人力でストアし、順次システムの進展につれて整備していけばよい。

※ 4. BODY PLAN, SHELL OUT-LINE などには問題がないから設計者は DRAWING COMMANDS（設計者が日常使っている言葉を使って、電子計算機に作業命令を与えるもの）を使って、DRAFTER に第一次の SHELL SCHEME PLAN. (SHELL PLAN の外形と、主要な DECK LINE, TRANSVERSE FRAME LINE 程度のものだけを図示している。) を画かせることができる。

※ 5. SEAM, LONG LS の LANDING.

いよいよ外板面に SEAM および LONGITUDINAL FRAME の LANDING をする。船級協会規則、DESIGN STANDARD などを SUB-SYSTEM (SUB-ROUTINE) として、MIDSHIP の情報を基礎にして、船の前後部へと設計を進めていく。決められた設計情報はデータベースの中に蓄積されていく。

※ 6. 設計を進めていくとき、船のような複雑な構造物では、すべてのものを一定の法則に従った DESIGN STANDARD だけで決めてしまうことはできないというのが現実である。すなわち、設計者の経験（かん）による部分が沢山ある。いままでの電算化のシステムでは、設計者の経験による部分もすべて何らかの標準に組み替えて、計算機に与えてやらなければならない。これでは機械が主人公で、設計者は従者になってしまう。



(注) この図は将来のシステムが上記コンポーネントのからみ合ったシステムになるであろう
 ということを示す。

図 2. 4. 3. 1.

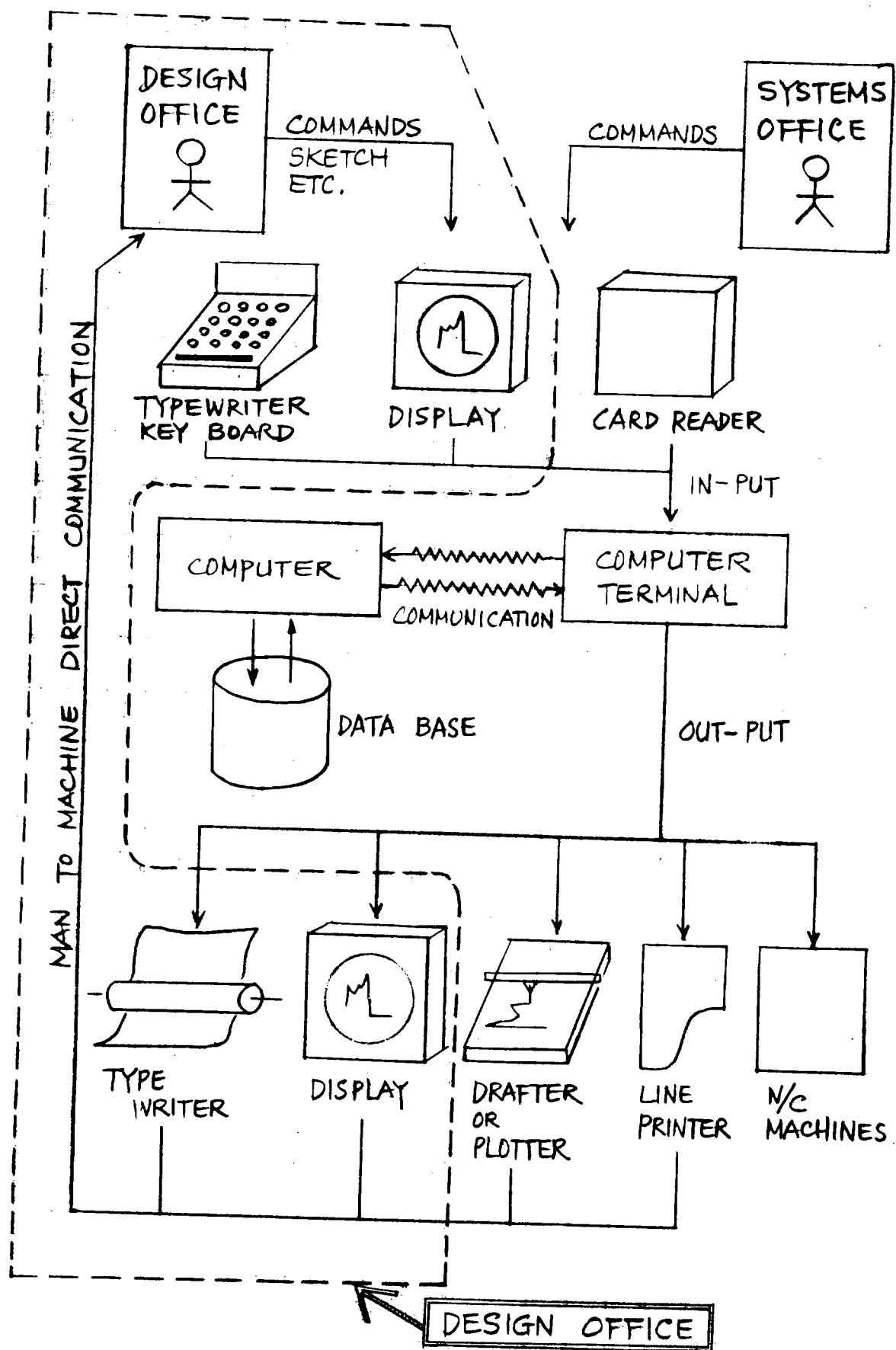


图 2.4.3.2

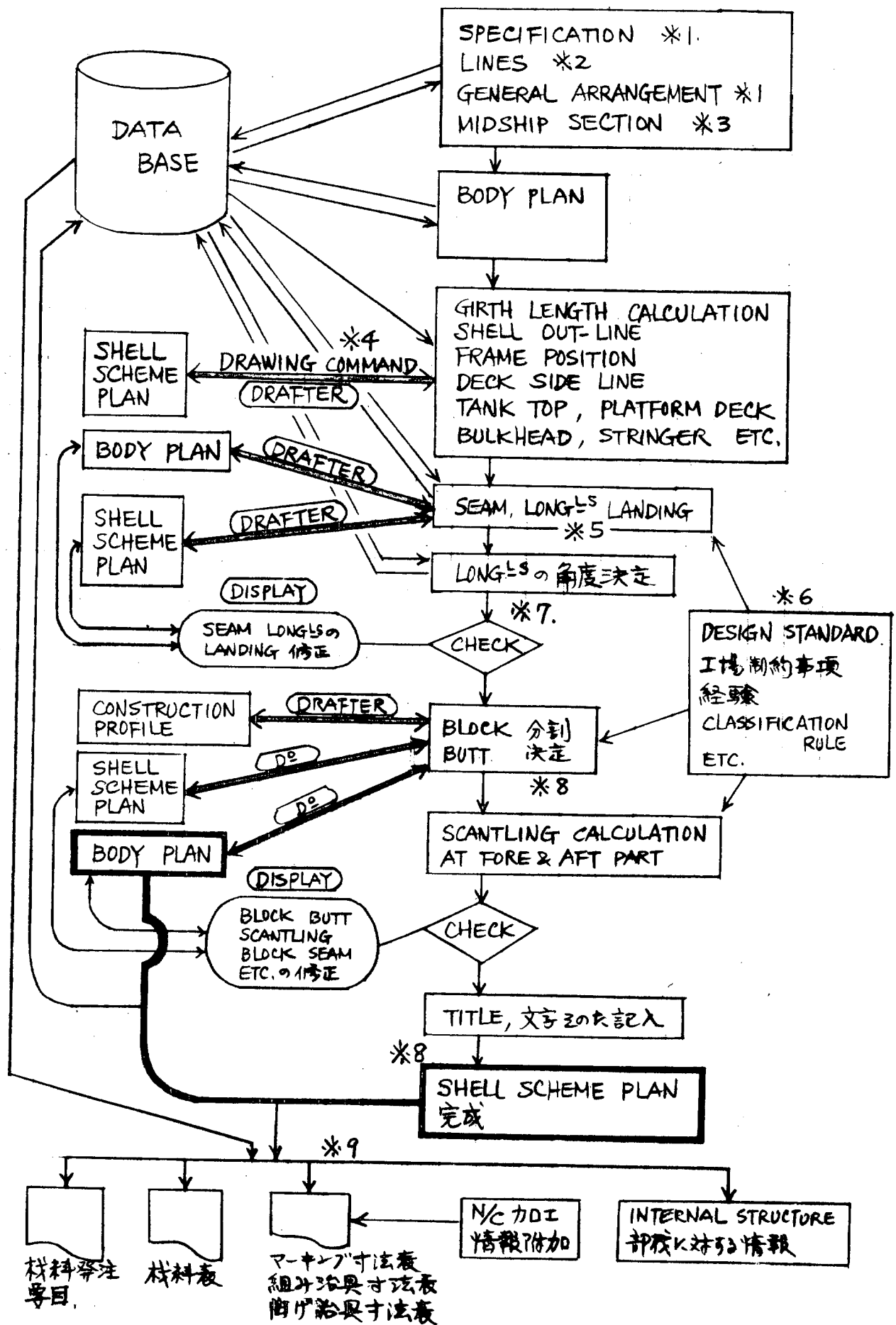


図 2. 4. 3. 3

このデータベースシステムでは、設計者が主人公であって、機械はその従者でなければならない。

設計者の経験によるところは、経験をベースにした情報を、データベースにストアーさせればよい。もし修正の必要あるときは、いつでも自由に修正していけばよいのである。この点がいままでのシステムの大きな違いの1つである。

- ※7. つづいてLONGITUDINAL FRAMEと外板のなす角度を決めなくてはならない。そうしてSEAMとLONG $\angle$ の相対関係、角度をチェックする。もし不具合の所があれば、たとえばLONG $\angle$ を1本なくするとか、角度を変えるとか、修正をほどこす。修正された値は再びデータベースに蓄積される。このチェックの段階では前述のようなDISPLAY装置は、かなり有効な武器となるのではなからうか。DIS-PLAYに写し出される図を見ながら、設計者は必要な修正を加えることができる。DIS-PLAYがない場合には一度DRAFTERで作図させてチェックするというステップを踏むことになる。
- ※8. つづいてBLOCK分割、BUTTの位置決めをして寸法を決め、チェックし、不具合の点を修正し、最後に必要な事項がすべて決まったSHELLの完成図ができあがる。同時にSEAM, LONG $\angle$ S, BUTT, LONG $\angle$ S角度が入った完全なBODY PLANがえられることになる。そうしてすべての情報がデータベースに蓄積される。
- ※9. 以上の情報がそろえば、図の最下段に書かれているように、現場作業に必要なすべての情報を計算機からうることができるようになる。

2.4.4 設計管理

(1) 設計における管理

現在各造船所の設計業務はそれぞれの規模・建造方式等により多小の差異はあるが「2.4.1 設計の組織と業務」に示されている通りで、これらの業務を管理面より列記すれば

- 1) 機能管理(基本設計から生産設計まで各設計段階までの計画・思考・製図・検図等に関するもの)
- 2) 原価管理(引合・注文に対する見積・予算に関するもの)
- 3) 工程管理(受注より完成までの設計と現業部門との関連・改正処理に関するもの)
- 4) 資料管理(情報収集・検索・フテイリング等に関するもの)
- 5) 図面管理(コピー作製・配布・保管等に関するもの)
- 6) 標準化管理(設計標準・システム化等に関するもの)
- 7) その他部門管理

となろう。これらの業務は相互に有機的に結びつき、その目的とするところは良い製品(機能的であり低原価である)製作の情報を正しく速く関係先に知らせることである。情報化・巨大化の時代とともに、生産形態は徐々に変化してきたが、近年労働力の不足と賃金の高騰の傾向に対し、省力化が強く要望され、現業部門の省力化とともに設計部門のあり方も大きく変化するものと考えられる。設計部門の将来のあり方については「2.4.2 図面のあり方」「2.4.3 設計における電子計算機・作画機の利用状況……」の中でも述べられているが、その業務内容の変化に基づいて現在の管理法の適切性を再検討する必要があるであろう。

CASDOS開発の段階での研究によれば『従来の設計業務の多くの時間は「記録をとること」「書類の調査」「単純な計算」「見当のついているある性質を除くための検討」「製図」「縮尺のし直し」「測定」「転写」等に費やされ、本来の創造的な仕事にはあまり時間が使われていない』としている。また、「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」には創造的・試行錯誤的分野への問題として設計者と機械との対話へのアプローチがすすめられねばならないとしている。こうした段階ではラインとスタッフのあり方、技能者教育の方針、部門間のコミュニケーションの方法、組織のあり方等にも変化が生れる。現在の組織形態を職能別(機能別)管理とすればプロジェクト別あるいは、ステージ別等を加味したより緻密な管理法の組合せが必要となろう。そして、設計部門には受注から完成までの基本的情報の源として、全工程にわたっての管理資料が要求されるようになり、工程管理の一元化が重大なウェイトを占めるようになるであろう。このシステム化は造船所のみならず船主・協会・メーカ等関連各企業・団体等に無関係には成立たず、統一化、標準化等

の問題がここに発生する。これらスケジューリングの手法としては電算機の発展とともにPERT, LP, SIMULATION等の手法が発達し活用されているが、造船業において設計部門にPERT手法がいかに取り入れられているかその現状と問題点について述べてみる。

(2) 造船各社の設計部門におけるNET WORK, PERTの実情

近年、米国で作られたPERT(PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE)という日程計画の新しい手法が我が国にも導入され、土木建設・鉄鋼・石油・電力・機械・プラント建設等の各産業の分野でもこれの研究・実戦への適用に力が注がれていると聞くが、造船界においても、昭和40年造工合理化委員会による“造船業におけるPERTの利用状況に関するアンケート”により導入初期における造船各社のPERTの利用状況を伺い知ることができる。

今回その後の造船業、とりわけ設計部門におけるNET WORK, PERT利用の実情を各社の設備・手法の内容、運用の状況、それによる効果および各社が当面している問題点の4点に要約して紹介することにする。

(a) 各社の設備および実用化中の手法

(i) 設備

NETWORK, PERTを総合的に管理する事務局を独立してもっている社はないが、1名の人がある部門に籍を置いて設計現業各部全体のまとめを行なっている所はある。

PERT/TIMEにおいては相当電算機が利用されており、その処理能力は次の通りである。

ACTIVITY数：1000～8680（1 SUB NETにたいし3000という所もある）

EVENT数：750～2250

CALENDAR数：2年～4年

(ii) 総合ネットワーク

総合ネットワークとしては、大きく考えた場合、船の受注より引渡しまでのあらゆる部門の各作業を1つのつながりとしてNETWORKに組むことが考えられるが、これを行なっている社はなく、さし当り直接生産活動にたずさわる設計部門→（購買部門）→生産部門の間に何らかのつながりを持たせようという方向で検討が進められていることが推察される。その方法としては次の2つの流れがあるようである。

1つは、現在および将来にわたって作られていく船舶はほとんど標準船形式となるので設計、生産部門におけるそれぞれの標準日程計画を鋭意検討してこれをそのまま結びつける考え方である。

もう1つは、標準日程の検討よりは、設計、生産、購買部門におけるそれぞれの作業流れの検討に重点をおき、従って上記3部門の結びつきも電算機によるPERT手法によって結びつけようという考え方である。さらに設計部内にあっても、各課各係のNETWORKの主要部分のみひろって1枚の総合設計ネットワークを作成し、これを利用する会社と、各課各係の個々のNETWORKを電算機によるPERT手法によって結びつけPERTのOUTPUT DATAを利用する会社とに別けられる。前者は標準日程計画を重視する流れをくんでNETWORKの中に時間軸を入れて利用しているケースが多い。なお、上記の2方向の岐路に立っての発言と思われる例を示す。『当社では設計現場ともPERTを採用していない。なお、かつてPERTの導入について検討したことはあるが莫大な量のEVENTを取扱うにはNETWORKが複雑になり過ぎ非常に見難く親しめないこと、および種々の要因により日程の変更が生じた場合その修正とFOLLOW UPが極めて繁雑になる等の理由により採用に至らなかった』

NETWORKの例を次に示す。（図2.4.4.1および図2.4.4.2）

パスの合計を初日 65日 未満の四面関係図

各組上の数値はパスの自由を20日を示す。

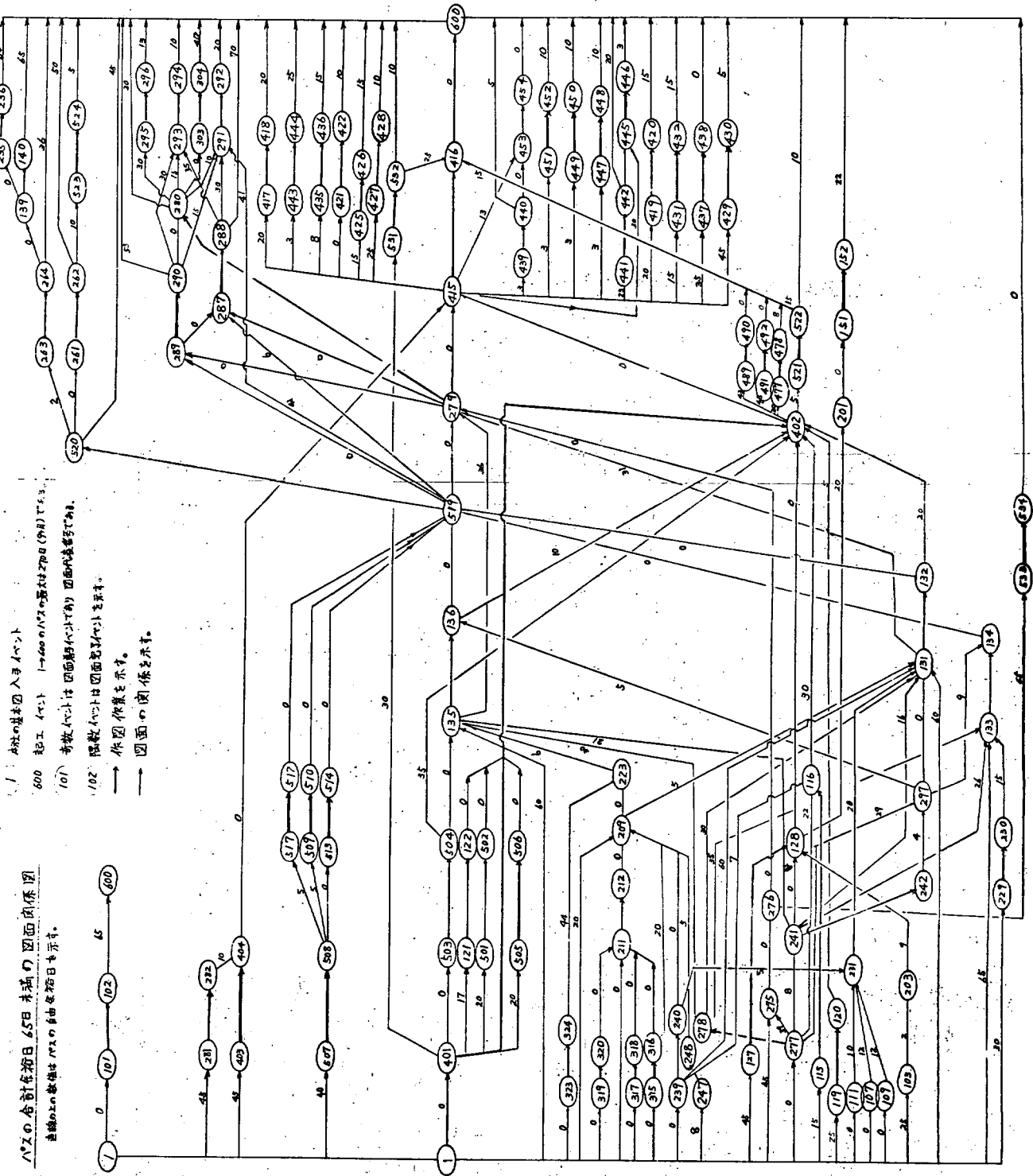
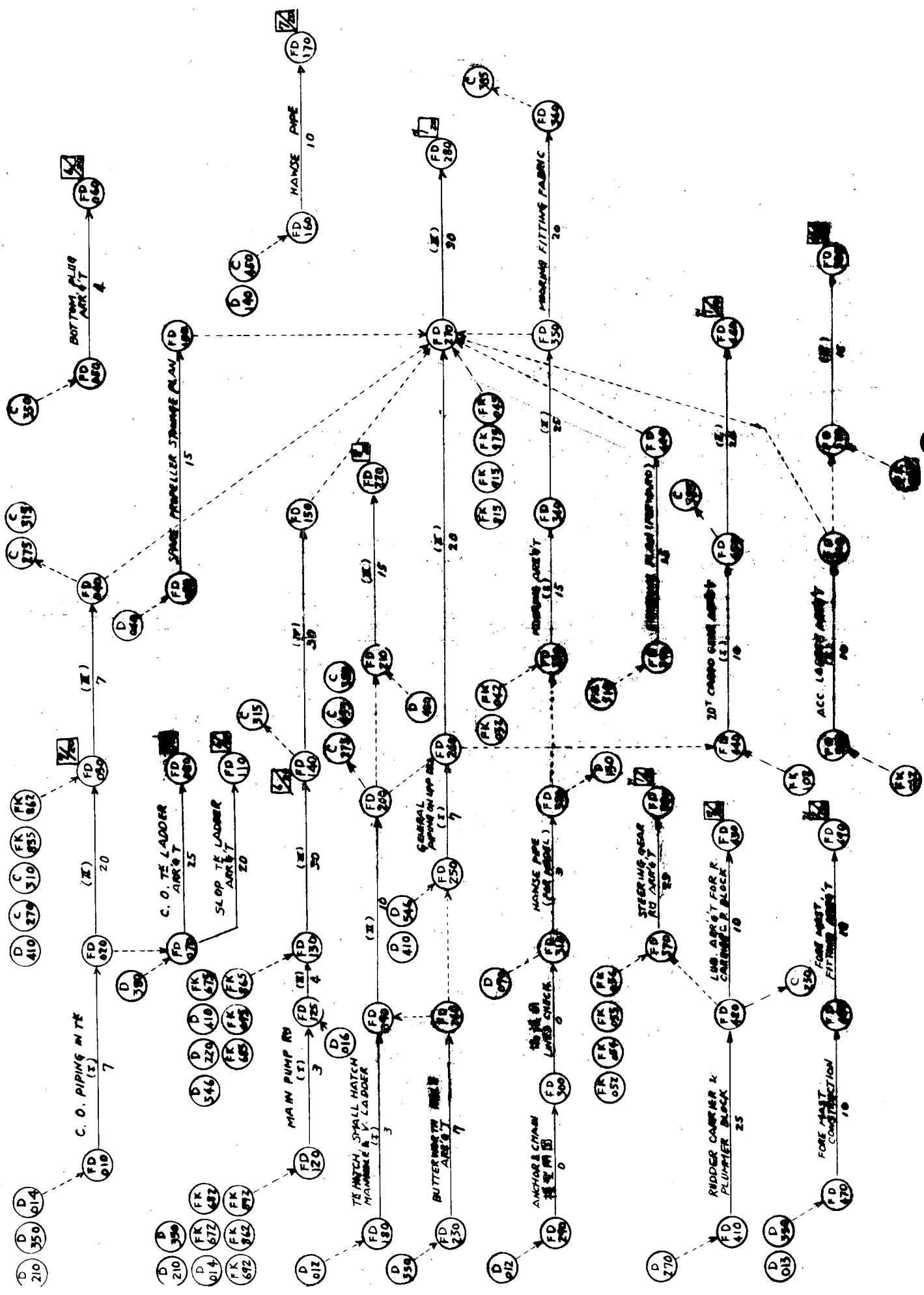


図 2.4.4.1 NET・WORK 例



(iii) ACTIVITYの標準日数

設計におけるNETWORK, PERT の ACTIVITY (作業)は総べて基本設計、詳細設計、生産設計の図面関係 (計画図、仕様書、計算書、メーカ図)に集約され、その中でも詳細設計の製作図が中心になっているようである。PROJECT作業をNETWORKに組んだ例はみられない。ほとんどの社が個々の ACTIVITY すなわち 個々の図面を作成するに要する日数を標準化しており、その日数は課長一係長一技師クラスの参画のもとに過去の実績を考慮して決定されている。日数に含まれる単位作業としては普通図面作成のために行なわれる作業、すなわち思考・調査・製図・チェック・協議等があるが仮図・改正図の取扱についてはこれを標準日数の中に含ませる社と、そうでない社とに別けられる。

NETWORK, PERTに組み込む際に、標準日数をそのまま入れる場合は勿論、その船の特殊事情を考慮し、日数を修正して入れる場合でも ACTIVITY の所要期日の見積り方法は 各社とも一発見積りである。

新規プロジェクトでみられる三点見積り (楽観値、最可能値、悲観値)方式を採用している社は一社もない。

(iv) INPUT, OUTPUT DATA

電算機を使用している社は4社ある。

INPUT DATAには各図面のつながり、作業時間、納期等が記入されており、OUTPUT DATAには各図面の最早開始日、最早完了日、最遅完了日、TOTAL FLOAT, FREE FLOAT 等が印刷されている。

その例を次に示す。(表2.4.4.1および表2.4.4.2)

PERT 入力様式例 (1/2)

DATA SET UTILITY - GENERATE

00	SNO_940 TEST	
01	NETWK	SUB1
01	NETWK	SUB2
01	NETWK	SUB3
01	NETWK	SUB4
01	NETWK	SUB5
01	NETWK	SUB6
05	006900090C9 S1	SH
05	0169 0301JAN 0115JAN 0111FEB 0121MAR 0129APR 0301MAY 0301AUG 0115SEP	
05	0269 0123SEP 0110OCT 0103NOV 0123NOV 0230DEC	
05	0370 0201JAN 0115JAN 0111FEB 0121MAR 0129APR 0301MAY 0301AUG 0115SEP	
05	0470 0123SEP 0110OCT 0103NOV 0123NOV 0230DEC	
05	0571 0201JAN 0115JAN 0111FEB 0121MAR 0129APR 0301MAY 0301AUG 0115SEP	
05	0671 0123SEP 0110OCT 0103NOV 0123NOV 0230DEC	
05	0772 0201JAN 0115JAN 0111FEB 0121MAR 0129APR 0301MAY 0301AUG 0115SEP	
05	0872 0123SEP 0110OCT 0103NOV 0123NOV 0230DEC	
05	0973 0201JAN 0115JAN 0111FEB 0121MAR 0129APR 0301MAY 0301AUG 0115SEP	
05	1073 0123SEP 0110OCT 0103NOV 0123NOV 0230DEC	
10	11AUG70 PMS/360 NETWORK PROCESSOR TEST RUN (SHIP_NC_940)	NETWORK
15	11AUG70 PMS/360 SUB_NETWORK	SUB1
15	11AUG70 PMS/360 SUB_NETWORK	SUB2
15	11AUG70 PMS/360 SUB_NETWORK	SUB3
15	11AUG70 PMS/360 SUB_NETWORK	SUB4
15	11AUG70 PMS/360 SUB_NETWORK	SUB5
15	11AUG70 PMS/360 SUB_NETWORK	SUB6
20	AA ID1-ID2	SUB1
20	AB ID2-ID3	SUB1
20	AC ID3-ID4	SUB1
20	AD ID4-ID5	SUB1
20	AE ID5-ID6	SUB1
20	AF ID6-ID7	SUB1
20	AG ID7-ID8	SUB1
20	AH ID8-ID9	SUB1
20	AI ID9-ID10	SUB1
20	AJ ID10-ID1X	SUB1
20	AK ID1X-ID11	SUB1
20	AL ID11-ID12	SUB1
20	AM ID12-ID13	SUB2
20	AN ID13-ID14	SUB2
20	AO ID14-ID15	SUB2
20	AP ID15-ID16	SUB2
20	AQ ID16-ID17	SUB2
20	AR ID17-ID18	SUB2
20	AS ID18-ID19	SUB2
20	AT ID19-ID20	SUB2
20	AU ID20-ID21	SUB2
20	AV ID21-ID22	SUB2
20	AW DE1X-DE76	SUB2
20	AX DE76-DE78	SUB2
20	AY DE78-DE79	SUB2
20	AZ DE79-DE80	SUB2
20	BA DE80-DE81	SUB2
20	BB DE81-DE82	SUB2
20	BC DE82-DE83	SUB2
20	BD DE83-DE84	SUB2
20	BE DE84-DE85	SUB2
20	BF DE85-DE86	SUB2
20	BG DE86-DE87	SUB2
20	BH DE87-DE88	SUB2
20	BI DE88-DE89	SUB2
20	BJ DE89-DE90	SUB2
20	BK DE90-DE91	SUB2
20	BL DE91-DE92	SUB2
20	BM DE92-DE93	SUB2
20	BN DE93-DE94	SUB2
20	BO DE94-DE95	SUB2
20	BP DE95-DE96	SUB2
20	BQ DE96-DE97	SUB2
20	BR DE97-DE98	SUB2
20	BS DE98-DE99	SUB2
20	BT DE99-DE00	SUB2
20	BU DE00-DE01	SUB2
20	BV DE01-DE02	SUB2
20	BW DE02-DE03	SUB2
20	BX DE03-DE04	SUB2
20	BY DE04-DE05	SUB2
20	BZ DE05-DE06	SUB2
20	CA DE06-DE07	SUB2
20	CB DE07-DE08	SUB2
20	CC DE08-DE09	SUB2
20	CD DE09-DE10	SUB2
20	CE DE10-DE11	SUB2
20	CF DE11-DE12	SUB2
20	CG DE12-DE13	SUB2
20	CH DE13-DE14	SUB2
20	CI DE14-DE15	SUB2
20	CJ DE15-DE16	SUB2
20	CK DE16-DE17	SUB2
20	CL DE17-DE18	SUB2
20	CM DE18-DE19	SUB2
20	CN DE19-DE20	SUB2
20	CO DE20-DE21	SUB2
20	CP DE21-DE22	SUB2
20	CQ DE22-DE23	SUB2
20	CR DE23-DE24	SUB2
20	CS DE24-DE25	SUB2
20	CT DE25-DE26	SUB2
20	CU DE26-DE27	SUB2
20	CV DE27-DE28	SUB2
20	CW DE28-DE29	SUB2
20	CX DE29-DE30	SUB2
20	CY DE30-DE31	SUB2
20	CA DE31-DE32	SUB2
20	CB DE32-DE33	SUB2
20	CC DE33-DE34	SUB2
20	CD DE34-DE35	SUB2
20	CE DE35-DE36	SUB2
20	CF DE36-DE37	SUB2
20	CG DE37-DE38	SUB2
20	CH DE38-DE39	SUB2
20	CI DE39-DE40	SUB2
20	CJ DE40-DE41	SUB2
20	CK DE41-DE42	SUB2
20	CL DE42-DE43	SUB2
20	CM DE43-DE44	SUB2
20	CN DE44-DE45	SUB2
20	CO DE45-DE46	SUB2
20	CP DE46-DE47	SUB2
20	CQ DE47-DE48	SUB2
20	CR DE48-DE49	SUB2
20	CS DE49-DE50	SUB2
20	CT DE50-DE51	SUB2
20	CU DE51-DE52	SUB2
20	CV DE52-DE53	SUB2
20	CW DE53-DE54	SUB2
20	CX DE54-DE55	SUB2
20	CY DE55-DE56	SUB2
20	CA DE56-DE57	SUB2
20	CB DE57-DE58	SUB2
20	CC DE58-DE59	SUB2
20	CD DE59-DE60	SUB2
20	CE DE60-DE61	SUB2
20	CF DE61-DE62	SUB2
20	CG DE62-DE63	SUB2
20	CH DE63-DE64	SUB2
20	CI DE64-DE65	SUB2
20	CJ DE65-DE66	SUB2
20	CK DE66-DE67	SUB2
20	CL DE67-DE68	SUB2
20	CM DE68-DE69	SUB2
20	CN DE69-DE70	SUB2
20	CO DE70-DE71	SUB2
20	CP DE71-DE72	SUB2
20	CQ DE72-DE73	SUB2
20	CR DE73-DE74	SUB2
20	CS DE74-DE75	SUB2
20	CT DE75-DE76	SUB2
20	CU DE76-DE77	SUB2
20	CV DE77-DE78	SUB2
20	CW DE78-DE79	SUB2
20	CX DE79-DE80	SUB2
20	CY DE80-DE81	SUB2
20	CA DE81-DE82	SUB2
20	CB DE82-DE83	SUB2
20	CC DE83-DE84	SUB2
20	CD DE84-DE85	SUB2
20	CE DE85-DE86	SUB2
20	CF DE86-DE87	SUB2
20	CG DE87-DE88	SUB2
20	CH DE88-DE89	SUB2
20	CI DE89-DE90	SUB2
20	CJ DE90-DE91	SUB2
20	CK DE91-DE92	SUB2
20	CL DE92-DE93	SUB2
20	CM DE93-DE94	SUB2
20	CN DE94-DE95	SUB2
20	CO DE95-DE96	SUB2
20	CP DE96-DE97	SUB2
20	CQ DE97-DE98	SUB2
20	CR DE98-DE99	SUB2
20	CS DE99-DE00	SUB2
20	CT DE00-DE01	SUB2
20	CU DE01-DE02	SUB2
20	CV DE02-DE03	SUB2
20	CW DE03-DE04	SUB2
20	CX DE04-DE05	SUB2
20	CY DE05-DE06	SUB2
20	CA DE06-DE07	SUB2
20	CB DE07-DE08	SUB2
20	CC DE08-DE09	SUB2
20	CD DE09-DE10	SUB2
20	CE DE10-DE11	SUB2
20	CF DE11-DE12	SUB2
20	CG DE12-DE13	SUB2
20	CH DE13-DE14	SUB2
20	CI DE14-DE15	SUB2
20	CJ DE15-DE16	SUB2
20	CK DE16-DE17	SUB2
20	CL DE17-DE18	SUB2
20	CM DE18-DE19	SUB2
20	CN DE19-DE20	SUB2
20	CO DE20-DE21	SUB2
20	CP DE21-DE22	SUB2
20	CQ DE22-DE23	SUB2
20	CR DE23-DE24	SUB2
20	CS DE24-DE25	SUB2
20	CT DE25-DE26	SUB2
20	CU DE26-DE27	SUB2
20	CV DE27-DE28	SUB2
20	CW DE28-DE29	SUB2
20	CX DE29-DE30	SUB2
20	CY DE30-DE31	SUB2
20	CA DE31-DE32	SUB2
20	CB DE32-DE33	SUB2
20	CC DE33-DE34	SUB2
20	CD DE34-DE35	SUB2
20	CE DE35-DE36	SUB2
20	CF DE36-DE37	SUB2
20	CG DE37-DE38	SUB2
20	CH DE38-DE39	SUB2
20	CI DE39-DE40	SUB2
20	CJ DE40-DE41	SUB2
20	CK DE41-DE42	SUB2
20	CL DE42-DE43	SUB2
20	CM DE43-DE44	SUB2
20	CN DE44-DE45	SUB2
20	CO DE45-DE46	SUB2
20	CP DE46-DE47	SUB2
20	CQ DE47-DE48	SUB2
20	CR DE48-DE49	SUB2
20	CS DE49-DE50	SUB2
20	CT DE50-DE51	SUB2
20	CU DE51-DE52	SUB2
20	CV DE52-DE53	SUB2
20	CW DE53-DE54	SUB2
20	CX DE54-DE55	SUB2
20	CY DE55-DE56	SUB2
20	CA DE56-DE57	SUB2
20	CB DE57-DE58	SUB2
20	CC DE58-DE59	SUB2
20	CD DE59-DE60	SUB2
20	CE DE60-DE61	SUB2
20	CF DE61-DE62	SUB2
20	CG DE62-DE63	SUB2
20	CH DE63-DE64	SUB2
20	CI DE64-DE65	SUB2
20	CJ DE65-DE66	SUB2
20	CK DE66-DE67	SUB2
20	CL DE67-DE68	SUB2
20	CM DE68-DE69	SUB2
20	CN DE69-DE70	SUB2
20	CO DE70-DE71	SUB2
20	CP DE71-DE72	SUB2
20	CQ DE72-DE73	SUB2
20	CR DE73-DE74	SUB2
20	CS DE74-DE75	SUB2
20	CT DE75-DE76	SUB2
20	CU DE76-DE77	SUB2
20	CV DE77-DE78	SUB2
20	CW DE78-DE79	SUB2
20	CX DE79-DE80	SUB2
20	CY DE80-DE81	SUB2
20	CA DE81-DE82	SUB2
20	CB DE82-DE83	SUB2
20	CC DE83-DE84	SUB2
20	CD DE84-DE85	SUB2
20	CE DE85-DE86	SUB2
20	CF DE86-DE87	SUB2
20	CG DE87-DE88	SUB2
20	CH DE88-DE89	SUB2
20	CI DE89-DE90	SUB2
20	CJ DE90-DE91	SUB2
20	CK DE91-DE92	SUB2
20	CL DE92-DE93	SUB2
20	CM DE93-DE94	SUB2
20	CN DE94-DE95	SUB2
20	CO DE95-DE96	SUB2
20	CP DE96-DE97	SUB2
20	CQ DE97-DE98	SUB2
20	CR DE98-DE99	SUB2
20	CS DE99-DE00	SUB2
20	CT DE00-DE01	SUB2
20	CU DE01-DE02	SUB2
20	CV DE02-DE03	SUB2
20	CW DE03-DE04	SUB2
20	CX DE04-DE05	SUB2
20	CY DE05-DE06	SUB2
20	CA DE06-DE07	SUB2
20	CB DE07-DE08	SUB2
20	CC DE08-DE09	SUB2
20	CD DE09-DE10	SUB2
20	CE DE10-DE11	SUB2
20	CF DE11-DE12	SUB2
20	CG DE12-DE13	SUB2
20	CH DE13-DE14	SUB2
20	CI DE14-DE15	SUB2
20	CJ DE15-DE16	SUB2
20	CK DE16-DE17	SUB2
20	CL DE17-DE18	SUB2
20	CM DE18-DE19	SUB2
20	CN DE19-DE20	SUB2
20	CO DE20-DE21	SUB2
20	CP DE21-DE22	SUB2
20	CQ DE22-DE23	SUB2
20	CR DE23-DE24	SUB2
20	CS DE24-DE25	SUB2
20	CT DE25-DE26	SUB2
20	CU DE26-DE27	SUB2
20	CV DE27-DE28	SUB2
20	CW DE28-DE29	SUB2
20	CX DE29-DE30	SUB2
20	CY DE30-DE31	SUB2
20	CA DE31-DE32	SUB2
20	CB DE32-DE33	SUB2
20	CC DE33-DE34	SUB2
20	CD DE34-DE35	SUB2
20	CE DE35-DE36	SUB2
20	CF DE36-DE37	SUB2
20	CG DE37-DE38	SUB2
20	CH DE38-DE39	SUB2
20	CI DE39-DE40	SUB2
20	CJ DE40-DE41	SUB2
20	CK DE41-DE42	SUB2
20	CL DE42-DE43	SUB2
20	CM DE43-DE44	SUB2
20	CN DE44-DE45	SUB2
20	CO DE45-DE46	SUB2
20	CP DE46-DE47	SUB2
20	CQ DE47-DE48	SUB2
20	CR DE48-DE49	SUB2
20	CS DE49-DE50	SUB2
20	CT DE50-DE51	SUB2
20	CU DE51-DE52	SUB2
20	CV DE52-DE53	SUB2
20	CW DE53-DE54	SUB2
20	CX DE54-DE55	SUB2
20	CY DE55-DE56	SUB2
20	CA DE56-DE57	SUB2
20	CB DE57-DE58	SUB2
20	CC DE58-DE59	SUB2
20	CD DE59-DE60	SUB2
20	CE DE60-DE61	SUB2
20	CF DE61-DE62	SUB2
20	CG DE62-DE63	SUB2
20	CH DE63-DE64	SUB2
20	CI DE64-DE65	SUB2
20	CJ DE65-DE66	SUB2
20	CK DE66-DE67	SUB2
20	CL DE67-DE68	SUB2
20	CM DE68-DE69	SUB2
20	CN DE69-DE70	SUB2
20	CO DE70-DE71	SUB2
20	CP DE71-DE72	SUB2
20	CQ DE72-DE73	SUB2
20	CR DE73-DE74	SUB2
20	CS DE74-DE75	SUB2
20	CT DE75-DE76	SUB2
20	CU DE76-DE77	SUB2
20	CV DE77-DE78	SUB2
20	CW DE78-DE79	SUB2
20	CX DE79-DE80	SUB2
20	CY DE80-DE81	SUB2
20	CA DE81-DE82	SUB2
20	CB DE82-DE83	SUB2
20	CC DE83-DE84	SUB2
20	CD DE84-DE85	SUB2
20	CE DE85-DE86	SUB2
20	CF DE86-DE87	SUB2
20	CG DE87-DE88	SUB2
20	CH DE88-DE89	SUB2
20	CI DE89-DE90	SUB2
20	CJ DE90-DE91	SUB2
20	CK DE91-DE92	SUB2
20	CL DE92-DE93	SUB2
20	CM DE93-DE94	SUB2
20	CN DE94-DE95	SUB2
20	CO DE95-DE96	SUB2
20	CP DE96-DE97	SUB2
20	CQ DE97-DE98	SUB2
20	CR DE98-DE99	SUB2
20	CS DE99-DE00	SUB2
20	CT DE00-DE01	SUB2
20	CU DE01-DE02	SUB2
20	CV DE02-DE03	SUB2
20	CW DE03-DE04	SUB2
20	CX DE04-DE05	SUB2
20	CY DE05-DE06	SUB2
20	CA DE06-DE07	SUB2
20	CB DE07-DE08	SUB2
20	CC DE08-DE09	SUB2
20	CD DE09-DE10	SUB2
20	CE DE10-DE11	SUB2
20	CF DE11-DE12	SUB2
20	CG DE12-DE13	SUB2
20	CH DE13-DE14	SUB2
20	CI DE14-DE15	SUB2
20	CJ DE15-DE16	SUB2
20	CK DE16-DE17	SUB2
20	CL DE1	

<u>ACTIVITY DESCRIPTION</u>	<u>CYCLE CODE</u>	<u>DESCRIPTION</u>
1000	1	1000
1001	2	1001
1002	3	1002
1003	4	1003
1004	5	1004
1005	6	1005
1006	7	1006
1007	8	1007
1008	9	1008
1009	10	1009
1010	11	1010
1011	12	1011
1012	13	1012
1013	14	1013
1014	15	1014
1015	16	1015
1016	17	1016
1017	18	1017
1018	19	1018
1019	20	1019
1020	21	1020
1021	22	1021
1022	23	1022
1023	24	1023
1024	25	1024
1025	26	1025
1026	27	1026
1027	28	1027
1028	29	1028
1029	30	1029
1030	31	1030
1031	32	1031
1032	33	1032
1033	34	1033
1034	35	1034
1035	36	1035
1036	37	1036
1037	38	1037
1038	39	1038
1039	40	1039
1040	41	1040
1041	42	1041
1042	43	1042
1043	44	1043
1044	45	1044
1045	46	1045
1046	47	1046
1047	48	1047
1048	49	1048
1049	50	1049
1050	51	1050
1051	52	1051
1052	53	1052
1053	54	1053
1054	55	1054
1055	56	1055
1056	57	1056
1057	58	1057
1058	59	1058
1059	60	1059
1060	61	1060
1061	62	1061
1062	63	1062
1063	64	1063
1064	65	1064
1065	66	1065
1066	67	1066
1067	68	1067
1068	69	1068
1069	70	1069
1070	71	1070
1071	72	1071
1072	73	1072
1073	74	1073
1074	75	1074
1075	76	1075
1076	77	1076
1077	78	1077
1078	79	1078
1079	80	1079
1080	81	1080
1081	82	1081
1082	83	1082
1083	84	1083
1084	85	1084
1085	86	1085
1086	87	1086
1087	88	1087
1088	89	1088
1089	90	1089
1090	91	1090
1091	92	1091
1092	93	1092
1093	94	1093
1094	95	1094
1095	96	1095
1096	97	1096
1097	98	1097
1098	99	1098
1099	100	1099

表 2.4.4.2 OUTPUT DATA 例

NO	設備名	種別	位置	仕様	単位	数量	価格	金額	備考
FD10101	PUMP DIAH	ポンプ	45.01.28	45.01.29	45.02.18	45.02.23	20	0	
			45.01.29	45.02.03	45.02.26	45.03.03	23	0	
			45.02.03	45.02.06	45.07.24	45.07.27	145	0	
			45.02.06	45.03.14	45.07.27	45.08.26	145	145	
FD10102	AIR SQU DIAH	空気	45.02.03	45.02.07	45.03.03	45.03.07	23	0	
			45.02.07	45.02.13	45.03.10	45.03.14	2	0	
			45.03.13	45.03.18	45.07.23	45.07.27	111	0	
			45.03.18	45.04.23	45.07.27	45.08.26	111	111	
FD10103	BILGE WEL PLAN	タンク	45.01.28	45.01.29	45.02.24	45.03.02	26	0	
			45.01.29	45.01.31	45.06.02	45.06.03	101	0	
			45.01.31	45.05.09	45.06.03	45.08.26	101	101	
FD10131	BOAT DAVIT PLAN	ボート	45.02.26	45.03.02	45.03.28	45.06.01	75	0	
			45.03.02	45.03.04	45.06.02	45.06.03	75	0	
			45.03.04	45.05.10	45.06.03	45.08.26	75	75	
FD10201	FORCE DIAH	力	45.03.10	45.03.17	45.06.09	45.06.16	73	0	
			45.03.17	45.03.24	45.06.16	45.06.22	73	0	
			45.03.24	45.03.30	45.06.27	45.07.03	78	0	
			45.03.30	45.05.04	45.07.03	45.08.26	78	78	
FD10203	CAL MAST STRGTH	強度	45.03.24	45.04.01	45.06.28	45.06.30	73	0	
			45.04.01	45.04.04	45.06.30	45.07.03	73	0	
			45.04.04	45.06.11	45.07.03	45.08.26	73	73	
FD12201	DRAINAGE W PART	排水	45.02.18	45.02.20	45.03.19	45.03.20	25	0	
			45.02.20	45.02.25	45.03.20	45.03.25	25	0	
			45.02.25	45.04.02	45.07.27	45.07.27	129	0	
			45.04.02	45.04.02	45.07.27	45.08.26	129	129	
FD14001	W DFFIRE MAIN P	消防	45.02.18	45.02.24	45.03.20	45.03.26	26	0	
			45.02.24	45.02.27	45.03.26	45.03.31	26	0	
			45.02.27	45.03.03	45.07.27	45.07.27	124	0	
			45.03.03	45.04.06	45.07.27	45.08.26	124	124	
FD14502	TK HEATING DIAH	加熱	45.02.09	45.02.12	45.03.06	45.03.07	21	0	
			45.02.12	45.02.18	45.04.13	45.04.22	53	0	
			45.02.18	45.02.21	45.07.24	45.07.27	152	0	
			45.02.21	45.03.30	45.07.27	45.08.26	152	152	
FD16001	E CONDUIT PIPE	配管	45.03.13	45.03.14	45.06.16	45.06.18	77	0	
			45.03.14	45.03.18	45.07.21	45.07.24	109	0	
			45.03.18	45.03.23	45.07.24	45.07.27	109	0	
			45.03.23	45.04.27	45.07.27	45.08.26	109	109	
FD17001	COMP AIR DIAH	空気	45.02.26	45.02.26	45.05.13	45.05.15	62	0	
			45.02.26	45.03.02	45.06.13	45.06.15	66	0	

(V) FOLLOW UP SYSTEM

電算機の INPUT, OUTPUT は 1 回のみに行ない、これを目標として、出図スケジュールを作り、できるだけこれに沿って出図作業を行ない、何らかの理由で日程の変更を余儀なくされた場合は各課、各係間の協議により手計算、手作業による FOLLOW UP を行なう所と、第 2 回、第 3 回……と現状を INPUT して、その都度、出図の情勢を把握していく所とがある。

(b) 各社の運用状況

(i) NET WORKのねり直し

一般に、課長クラスのメンバーで NETWORK を作成することが多い。また、標準ネットワークを利用する場合が多いためか計画段階において制定された NETWORK がそのまま踏襲され、管理段階でも手直しされることがほとんどない。わずかに 1、2 回ねり直しを行なった社が、その効果として、図面の分離集合による設計日程の短縮、図面作成の順序の再検討による教育的効果等を上げている。

(ii) PERTの運営と利用

PERT の OUTPUT より設計部内各課、各係の出図日程を求めており、さらに作図者の仕事の山谷ならしや相互応援を行ない、他課との間の作図工程上の問題点を“設計月間業務報告書”で連絡し合う社がある。しかし、PERT の CRITICAL PATH を前もって取り上げ、あらゆるケースに対処できるような配慮まではなされていないようである。

PERT 進行中においては設計部課長、技師等が集って予定と実績との比較追跡を行ない、遅延が発生した場合には適宜対策を協議している。PERT 終了後においても、次船の SCHEDULE に FEEDBACK を行なっている社もある。

船主へ PERT が提出され、承認図面返却に協力を求めた例は極めて少いが、その際船主は工程に対してはかなり協力的であったと云っている。

(c) PERTの効果

各社が上げた PERT の効果を総合的にまとめてみると次の 5 項目に集約される。

- 1) 従来各課・係の個々の管理が部全体を一本化した総合的な管理となり、社外・製造部門に対して適切な連絡や指示が行なえるようになる。
- 2) 標準日程に関する思想統一が可能になる。
- 3) CRITICAL PATH の状況、各工程の FLOAT の状況を知って問題点を早目につかみ事前に TROUBLE に対処できる。
- 4) 各課・係の関連が具体的に表示され、各自の日程に対する関心が高まり、さらに他課・係の関連情報がはっきりし、作図者に対する教育的効果がある。
- 5) PERT OUTPUT の最早、最遅完了日をもとに能率のよい出図工程がくめる。

(d) PERTの問題点

各社が上げた PERT の問題点を総合的にまとめてみると次の 6 項目に集約される。

- 1) 設計業務には、思考・調査等機械的に処置できない要素や仮図、改正図等の不確定業務を含んでおり、その取扱いに注意を要する。
- 2) 一つの図面を作るためには、関連部署との間に多くの情報の交換を必要とする。これらをすべて PERT に打込むことは非常にむずかしい。現在これらを相当量省略しているが、今後はこれらをもう一度取捨選択し、より使いやすく有効なものにもっていきたい。
- 3) 一つの図面に長期間を要する場合に中間の段階での進捗状況の追跡がやや困難。
- 4) PERT は本来不確定的要素の多い PROJECT を大きな LEVEL で CONTROL するときに効果をもたらし

ので同一 PATTERN の繰返しの多い造船設計業務への導入に際しては注意を要する。

5) 莫大な量の EVENT を取扱うには NETWORK が複雑になり日程の変更が生じた場合、その修正と FOLLOW UP が極めて複雑になる。

6) 造船所内のみならず船主、メーカ等部外者にも十分理解してもらわないとうまくいかない。

(3) 今後の PERT 利用の方向

PERT はその誕生の背景からして新規大型プロジェクトの計画管理において大きな脚光を浴びてきたが、造船業のように大体同種のもをその都度作る受注生産種にあっては、その設計業務は各船種ごとに定着した仕事内容となり PERT の ACTIVITY の流れ、すなわち、NETWORK の形態も似たようなものとなる。したがって、船種ごとの標準ネットワークを完成する程度にとどまってしまう。

しかしながら NETWORK は計画精度を高めるための一手法であると同時に運営に合理性をもたせるための一手法である。したがって、NETWORK を計画面だけに活用したのではその効果は十分ではない。管理の原則は事業進捗状況の把握と計画との調整、そして事前管理である。

標準船といえども工事が 100% 標準ネットワーク通りに運ばれることはまずない。これには標準ネットワークの甘さ、あるいは計画精度の良否、または不測の事態の発生など、原因はいろいろ考えられるが、問題なのは計画通りことが運ばれなかったのではなく、その場合に際しての処置が適切であったかどうかである。また、処置の原則は事態発生後の処置ばかりでなく、その事態発生を事前に予知し、発生を防止する処置である。

NETWORK PERT 手法とは以上の管理の原則を忠実に実行させるための手段であり、そのための FOLLOW UP SYSTEM の確立がはかられてこそ十分な管理が達成されるものである。

さらに近時省力化のための機械化の大巾な導入の傾向や電算機を利用した設計の業務は受注より引き渡しまでの業務形態を大巾に変えようとしており、この中で取扱われる情報も次第に拡大されていくものと思われる。したがって、こうした新しい形態の業務をうまく管理していくためにも不断の NETWORK のねり直しと複雑な情報を処理し事前に TROUBLE を予知予防する FOLLOW UP とが必要になってくるものと思われる。

すなわち、将来の設計のあり方が一つの大きな PROJECT であり、さらに現業部の作業のあり方をも含めて省力化された体形の管理システムに PERT の応用は大いに有効であろう。

また、機械化による省力化とともに管理システムによる省力化として、有効適切な配員の問題がある。設計には平行して進めねばならぬ多種多様の業務があり個々の業務という局所的な部分での最適計画は全設計的見地に立った最適計画とは一致しないことが多く、一つの業務の中にも機械的に処理できない創造的思考や不確定な改正要求等が含まれるので、これらの業務に共通して用いられる資源（人員、機器、設備）を考慮して全設計的見地に立って作業と人員の組み合わせを行ない作業量の山谷の平順化や配員の計画を行っていく必要がある。

すでに他の産業界では PERT/TIME の FOLLOW UP はおろか CPM, PERT/COST, RAMPS 等のテクニックを応用している状況から造船業が管理業務の面でこれらの手法を応用することはさして困難な問題ではないと思われる。

しかし、要は現在何が必要なのか、何が問題なのか、そして近い将来どんなことが問題になるのか、これらの考え方、とらえ方によって PERT にたいする考え方がきまり、さらに PERT の形態がきまることであり、画一的に PERT の標準手法をそのまま適用するわけにはいかないであろう。

(4) 管理の行くえ

電子計算機による各種の管理方法が発表され、その一部は実用化されつつある情勢より企業の管理機構はその形態を現状より大巾にかえようとする気運がみられる。電算機による管理が徹底されたとしても管理するもの、管理されるものも人であるがゆえに多数の人が満足 of 効率のよい管理形態を求めて様々の努力が重ねられていくものと思われる。さらにこれら管理手法は独創的なアイデアにより間けつ的に飛躍し進歩していくように考えられる。

しかし、如何にすぐれた管理システムであっても例外管理の原則は生きており、PLANと実績の差が危険水準に達し、そのSYSTEMでは処理しきれない事態になった時、警報を出して人が処理する体制が必要である。

管理者には、分析結果を適確な管理行動に結びつけるために、作業に関する十分な知識とタイムリーな意志決定が要求され、真の意味でのMANAGEMENTが要求されることになる。

ま と め

設計の省力化を主目的として現在の設計の実態および近い将来の設計のあり方について検討した。種々の理由から生産設計は機能設計の一部と合体して設計の一部と考えるべきことを述べた。また、図面のあり方については工作部門の作業基準を基礎とした図面の作成が必要なことに言及した。これから考えると設計作業の内容はますます広がってゆく方向にあって、これを能率よく消化するには現在以上に飛躍的な電算機、自動作画機の利用、効率的な作業管理の方法を考えざるを得ない。保有すべき設計要員の数はともかくとして新船型1隻当りの設計延べ時間を減少させるには製図に要する時間を極力減少する以外にない。このためには設計標準、部品・製品の標準化に加えて製図作業の内容の標準化により船殻図はもとより艤装関係の配管・配線図を含めた自動作画が是非必要である。

現在自動作画機の使用は開発途上にあるが、現在までの利用方法ではソフト面の能力的な限界がある。これを乗り越え設計要員の減少を実行可能にするにはどうしてもいわゆるモジュール化あるいはデータ・ベースの考え方が成功するか否かにかかってくるものと考えられる。

造船業は同じ受注生産である他産業特に機械建設業界と比べて設計要員1名当りの生産高は必ずしも高いとはいえない。将来の繁栄のために最大の課題と考えられる。