

”日本船舶振興会昭和46年度補助事業”

研究資料No. 145-4

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4 艤装工作部門)

昭和47年3月

社団法人
日本造船研究協会

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

はしがき

本報告書は日本船舶振興会の昭和46年度補助事業「造船所における省力化に関する調査研究」の一部として日本造船研究協会が第110研究部会船装工作分科会（塗装機械化、掃除機械化、フレキシブルパイプ、粉体塗装居住区の各小委員会）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

第110研究部会船装工作分科会委員名簿（敬称略、順不同）

分科会長	梶井 銀三郎（日本鋼管）	根田 正衛（日本鋼管）
委 員	青沼 博（石川島播磨重工業）	島田 菊夫（住友重機械工業）
	酒井 勉（川崎重工業）	星野 二郎（三井造船）
	首藤 比吉一（三菱重工業）	森 晃（日立造船）
	森 晃（日立造船）	山中 康一（佐世保重工業）
	小貫 熙彦（運輸省船舶局）	

船装工作分科会塗装機械化小委員会委員名簿（敬称略、順不同）

主 査	森 晃（日立造船）	片倉 秀雄（川崎重工業）
副主査	岡田 一喜（日立造船）	坂見 史朗（三井造船）
委 員	入江 裕（日本鋼管）	田淵 五郎（佐世保重工業）
	小金丸 義太（三菱重工業）	内藤 正一（船舶技術研究所）
	清水 尚人（石川島播磨重工業）	浜田 彬（三菱重工業）
	内藤 正一（船舶技術研究所）	浜田 外治郎（日本鋼管）
	浜田 外治郎（日本鋼管）	山口 栄太（住友重機械工業）
	小貫 熙彦（運輸省船舶局）	沢田 馨（日立造船）
定成 喜代司（日立造船）		

船装工作分科会掃除機械化小委員会委員名簿（敬称略、順不同）

主 査	井上 喜代司（住友重機械工業）	斎藤 恒久（三井造船）
委 員	佐藤 国広（三菱横浜）	長山 正（日本鋼管鶴見）
	目黒 重徳（日本鋼管津）	

船装工作分科会フレキシブル小委員会委員名簿（敬称略、順不同）

主 査	水足 一生（佐世保重工業）	定成 喜代司（日立造船）
委 員	浅沼 茂雄（日本鋼管）	小貫 熙彦（運輸省船舶局）
	富田 慶喜（川崎重工業）	

機装工作分科会フレキシブル小委員会委員名簿（敬称略、順不同）

主　　查	竹内哲夫（三井造船）	高橋格知（川崎重工業）
委　　員	岸田隆行（東海ゴム）	斎木竜杉（日立造船）
	時岡　　（日本メタルホース）	山崎健三（日輪ゴム）
	松田政之（横浜ゴム）	
	小貴熙彦（運輸省船舶局）	

機装工作分科会粉体塗装小委員会委員名簿（敬称略、順不同）

主　　查	近藤利博（石川島播磨重工業）	
副小查	清水尚人（石川島播磨重工業）	
	佐野隆一（関西ペイント）	田中　宏（日立造船）
	内藤正一（船舶技術研究所）	広瀬精治（日本钢管）
	三木勝夫（日本ペイント）	森　　稔（川崎重工業）
	小貴熙彦（運輸省船舶局）	

機装工作分科会居住区小委員会委員名簿（敬称略、順不同）

主　　查	島田菊夫（住友重機械工業）	三浦　晃（住友重機械工業）
委　　員	寺島晃司（日立造船）	広岡秀弥（川崎重工業）
	大津山俊夫（川崎重工業）	近藤哲朗（日本钢管）
	小山俊（日本钢管）	山口円（三井造船）
	山名守（石川島播磨重工業）	篠　一夫（佐世保重工業）
	潮　明（三菱重工業）	伊藤裕祥（住友重機械工業）
	古川浩（三井造船）	
	小貴熙彦（運輸省船舶局）	

目 次

4. 築装工作部門に関する調査研究	1
概 要	1
4.1 塗装の機械化	2
4.1.1 概 要	2
4.1.2 46年度の具体的研究	2
(1) クローズドサーフィット式インペラグラスト装置の実験研究	2
(2) ハイドロジェットクリーニングの実験研究	17
(3) 高所作業用伸縮自在自走車の試設計	29
(4) バルクキャリアの艤内作業車の試設計	49
(5) 塗装アタッチメントの開発	67
(6) サブ材塗装システムの検討	81
(7) 船底塗装除錆車	87
(8) 渠側利用伸縮自在塗装装置の開発	96
(9) 上甲板除錆機の開発	114
4.1.3 省力効果	124
4.1.4 将来への展望	125
4.2 掃除の機械化	127
4.2.1 目 的	127
4.2.2 船内でのゴミ減少対策のためのデイープ・サーベイ	127
(1) 各職種別ゴミ発生量分布	127
(2) 区画別ゴミ発生量	127
(3) 区画別掃除工数および問題点	127
(4) 各塵埃別問題点	127
4.2.3 ゴミ減少対策	134
(1) 鋼 屑	134
(2) 土砂、スラグ	134
(3) 溶接棒屑	134
(4) 番線屑	134
(5) 木材屑	134
(6) 布、紙屑	135
(7) 治・工具	135
(8) ポルト、ナット	135
(9) 汚損、傷損保護材	135
(10) 防熱屑	135
4.2.4 掃除機械の陸上施設への利用拡大	140
4.2.5 結 言	140
4.3 フレキシブルパイプおよび同ジョイントの船舶への応用	142
4.3.1 まえがき	142
4.3.2 ホースアセンブリ型フレキシブルパイプの実船試験	142

(1) 装備試験内容	142
(2) 配置上の要点	148
(3) 取付作業性	153
4.3.3 メタルホース型フレキシブルパイプの実船実験	157
(1) 装備実験内容	157
(2) 配管装備上の要点	157
(3) 取付作業性	157
4.3.4 あとがき	160
4.4 粉体塗装の船舶への応用	161
4.4.1 まえがき	161
4.4.2 研究の概要	161
4.4.3 溶剤型塗料と粉体塗料の性能比較試験	162
(1) まえがき	162
(2) 試験方法	162
(3) 付着試験	162
(4) 暴露試験による塗膜の光沢変化	163
(5) 塗膜の防食性能試験	165
(6) 屈曲、エリクセン、耐衝撃試験	172
(7) 結論	173
4.4.4 粉体塗装面と一般化粧用上塗り料との付着試験	173
(1) まえがき	173
(2) 粉体塗膜と一般上塗り膜との付着性試験	173
4.4.5 粉体塗装面が溶断、溶接に及ぼす影響	186
(1) まえがき	186
(2) 試験片素材および第1次表面処理	186
(3) 試験方法	186
(4) 試験結果	186
(5) 試験およびその結果に関する考察	187
(6) 結論	188
4.4.6 最少100μ塗膜を得るための粉体樹脂およびその方法の研究	194
(1) まえがき	194
(2) 溶射装置の改良	194
(3) 溶射用粉体塗料の開発	194
(4) 施工条件の検討	195
(5) 研究結果	196
(6) 考察	196
4.4.7 結論	202
4.4.8 総合省力	202
4.4.9 将来の展望	203
4.5 築造しやすい居住区配置	205
4.5.1 まえがき	205

4.5.2 研究の経過	205
(1) 現状調査	205
(2) 研究の方針	205
(3) モジュールの定義	206
(4) 研究の具体的展開	206
4.5.3 居住区の標準化および省力化に対する問題点	208
(1) 居室の仕様	208
(2) 居室の床面積	215
(3) ボイラー装備位置による上部構造の形状	220
(4) デッキハイトと甲板層数	230
(5) ノーキヤンバー	234
(6) パネルのモジュール割	238
(7) ユニット化	241
4.5.4 簡装しやすい居住区配置	257
(1) 塔型居住区（センターコアーシステム）の基本的構想	257
(2) キャビンスーツと簡装単位	262
4.5.5 試設計とその省力度	271
(1) 定員	271
(2) 仕様	271
(3) 上部構造	274
(4) 物量調査	281
(5) 簡装しやすい居住区配置の省力効果	282
4.5.6 むすび	283

儀装工作部門に関する調査研究

概要

3ヶ年にわたる造船所における省力化に関する調査研究の一環として、儀装工作部門では、昭和45年度に引き続き、次の5件の研究を行なつた。

- (1) 塗装の機械化
- (2) 掃除機械化
- (3) フレキシブルパイプおよび同ジョイントの船舶への応用
- (4) 粉体塗装の船舶への応用
- (5) 儀装しやすい居住区配置

昭和44年度からの計画として、始めに定めた研究テーマの内、「儀装品集配材システム」、「パイプの新しい接法」、「新しい電線布設方法」に関しては、昭和45年度に研究が一応終了したので、今年は、これらを研究テーマから省いた。また、儀装工作部門の改善には、船舶建造システムの一環としての検討が必要であり、その一つとして、設計、船殻工作中にも関係の深い、居住区の配置の問題を今年新に付け加えた。

また、昭和46年度は、3ヶ年の研究の最後の年にあたることでもあり、今までの研究の総合評価を行なうという意味から、儀装工作の実態との関連を検討した、造船所の省力化、環境改善という研究テーマは、一定期間に完結するものでなく、したがつて研究の目標は、現状実施し得るものに限定せず、可能性を含め、将来改善の緒口となるべきものを探究したつもりである。

以下各テーマ毎の研究概要を掲げると次の通りである。

(1) 塗装の機械化

作業足場の機械化、各種アタッチメントならびに付帯装置の開発、特殊用途専用機器の開発、サブ材塗装システムの検討を、一部試作を含め、試設計等具体的に実施し、各装置機器の省力効果および各装置の組合せによる総合省力効果の試算を行なつた。

(2) 掃除機械化

船内に発生するごみの実態を調査し、掃除対象となる重点項目を定めることができた、発生したごみの処理よりも、いかに発生量をへらすかということが大切であり、これには計画の綿密化、加工精度の向上等が必要である。そのほか、モルタルの問題、包装の問題等掃除の機械化に併せて、総合的な合理化対象を検討した。

(3) フレキシブルパイプおよび同ジョイントの船舶への応用

船舶への応用の可能性の検討により、小径、低圧部分への利用が可能であることが判明し、実船への取付およびその結果の検討を今年度の課題とした。超大型タンカーの居住区分の清、海水、排水、汚水管の小径のものに試用するほか、一部機関室、パイプについても実船装備試験を行なつた。

(4) 粉体塗装の船舶への応用

粉体塗料と溶剤型塗料の性能試験、粉体塗装面に対する一般化粧用上塗り料の密着試験、粉体塗装面の溶接性、溶断性の研究、最小100μ塗膜厚を得るために樹脂およびその方法の研究を行なつた。粉体塗装は性能的にすぐれているが、塗装方法にまだ問題があり、船舶への応用は、その制限内で行なう必要がある。

(5) 儀装しやすい居住区配置

居室パネル、個室標準、キャビンスーツ、儀装単位というような居住区配置の構成要素のモジュール化の検討を行ない、これらの基本的モジュールの組合せによる船主要求の変化に対応できる基本デザインシステムの開発を行なつた。さらに上部構造の形状、キャンバー、デッキハイド、ラバトリー、糧食冷蔵庫のユニット化、主配管、タクト、配線の固定化等を研究し、これらの結果を含めた試設計にもとづいて、その経済性の検討を行なつた。

4.1 塗装の機械化

4.1.1 概 要

作業基本方針に従い、46年度の具体的研究として

- (1) クローズドサーキット式インペラープラスト装置の実験研究
- (2) ハイドロジェットクリーニングに関する実験研究および試設計
- (3) 高所作業用伸縮自在自走車の試設計
- (4) バルクキャリヤーの艤内作業車の試設計

を実施し、また45年度に引続いて研究した各塗装機械の総合的見直しを行なった。

さらに各装置機械の省力効果および新造船工場、修繕船工場に分けて各装置の組合せによる総合省力効果について試算を行なった。

4.1.2 46年度の具体的研究

(1) クローズドサーキット式インペラープラスト装置の実験研究

(a) 装置選定に至るまでの経過

(i) 研究目的

本装置は渠底を走行する高所作業用伸縮自在自走車または、渠側を走行する伸縮自在塗装々置に搭載し、船体外板垂直部の除鏽作業を連続的に施行する装置で研掃材をクローズドサーキット方式で供給回収し先端のインペラで投射するプラスト装置の実用化である。

(ii) 選定の経過

45年度は現状分析、問題点の摘出、将来の有り方などの調査、検討を行ない装置全体機構の想定を行なった。

装置全体の機構を大別すると既述の伸縮自在装置の先端に研掃機構、集塵機構および研掃材循環機構の全機構を搭載し船体外板に追従して移動する方法と、先端に研掃機構（インペラーヘッド）のみを搭載し他の機構は自走車または、渠側走行装置の基部に装備する方法と考えられるが先端荷重（500Kg～1,000Kg）が制限されるので後者を採用することにした。この装置の焦点は研掃材の循環機構に空気搬送方式採用の可否とプラストヘッド部の塵埃飛散防止方法の解明にある。

そこで模型実験による事前検討を行ない実用機の試設計を行なうこととした。

(b) 模型実験

(i) 模型試作の概要

本装置は遠心投射式除鏽機（インペラ）の部分と研掃材供給タンク、回収タンクおよび除塵セパレーター一装置部分の組合せより成り、研掃材は耐圧ホースによって両者を連結し空気搬送により循環するように構成されている。その要因を図4.1.2-(1)-1に、写真を図4.1.2-(1)-2.3.4.5に示した。以下、部分別の機構について簡単に説明する。

(1) インペラの機構はプラストのパターンが被処理面において約45°傾斜し研掃時の進行方向が前後、左右いずれでも使用できるタイプとして電動モーターに直結している。インペラの周囲はフードによって覆われており、被処理面と接触する部分は耐摩ゴムの二重張りでインペラヘッドの自重により密接させ研掃材の飛散防止をする方法を探った。（図4.1.2-(1)-2参照）

(2) 研掃材供給タンク、回収装置および除塵セパレーター装置の機構は、二段式連続供給タンクより空気圧

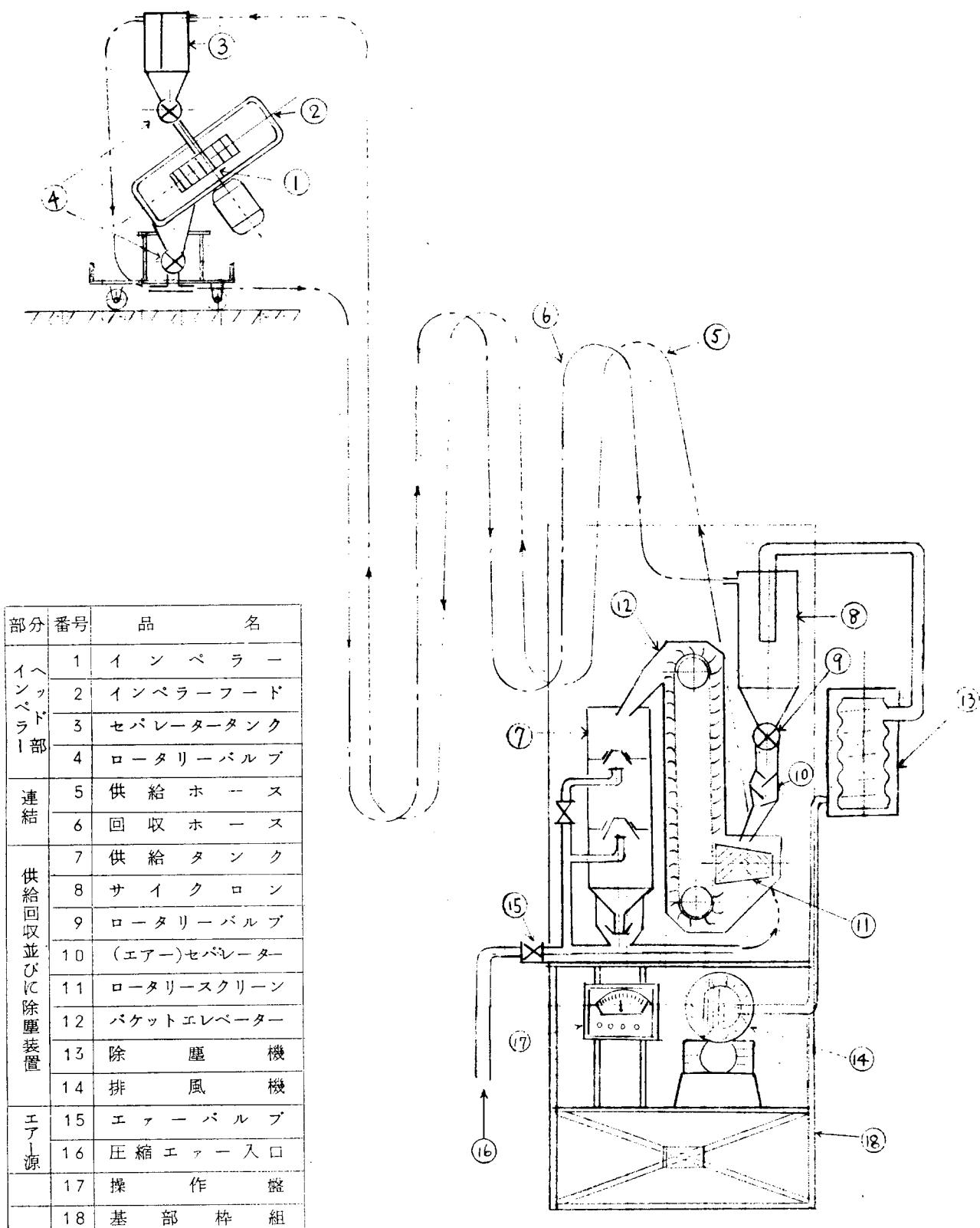


図4.1.2-(1)-1 模型試作機の概要

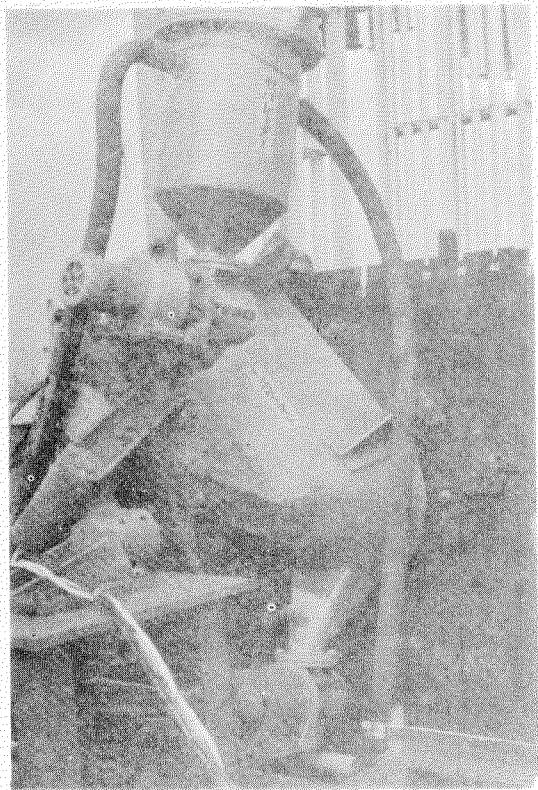
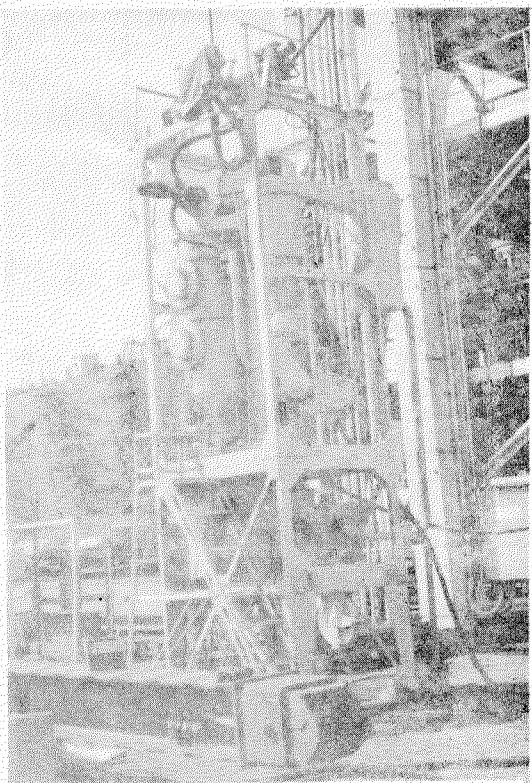


図 4.1.2-(1)-2

インペラ部全景

図 4.1.2-(1)-3

供給タンク、回収タンクおよび
除塵装置、操作配電盤の全景



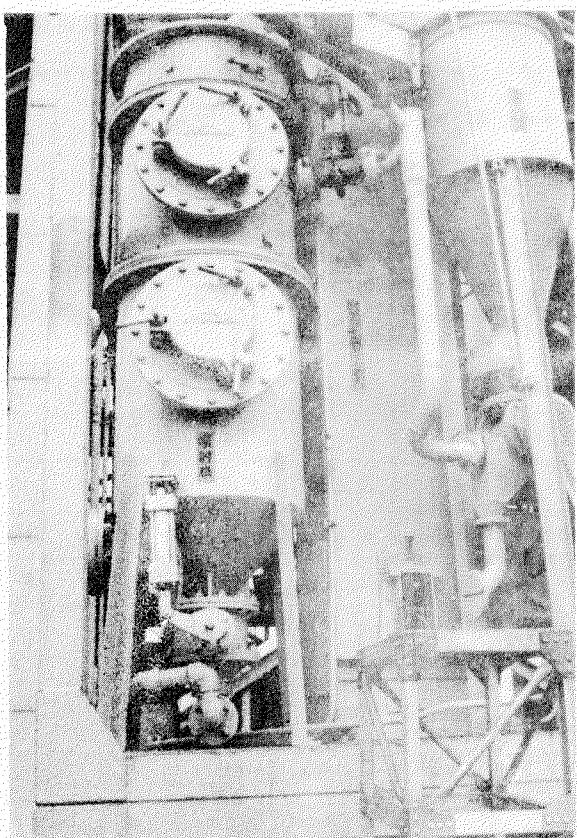


図4.1.2-(1)-4

供給、回収、除塵装置

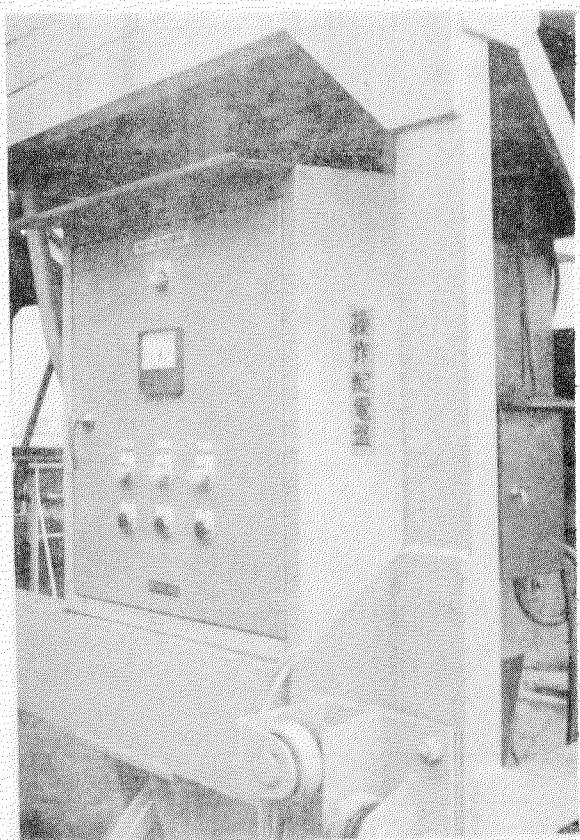


図4.1.2-(1)-5 操作配電盤

送によって研掃材を連続供給し、回収は供給に使用した空気を利用しての圧送方式と別に設けた高圧排風機によるバキューム方式の併用とした。除塵セパレーターはロータリースクリーン、エアーセパレーターおよびバッグフィルターとなる。(図 4.1.2-(1)-3 参照)

(ii) インペラーヘッドと研掃材供給タンク間は耐圧プラストホースで連結している。

(ii) 模型の諸元

模型試作機の諸元を表 4.1.2-(1)-1 に示す。

表 4.1.2-(1)-1 模 型 の 諸 元

プラストヘッド (全体重量 250kg)	インペラ一	研 掃 能 力	20~60m ³ /hr (BSA ₂ 標準)
		寸 法	32 ^B × 184 ^D
		回 転 数	3,500 r.p.m
		グリット投射量	60~70kg/min
		所 要 動 力	3.7 kW
循環装置	供給装置	イ ン ベ ラ ー フ ソ ード	投 射 幅 、 長 約 100 ^B × 770 ^L
		供 給 タンク	型 式 SIEGER(連続供給式)
		供 給 ホ ー ス	寸 法 560 ^D × 2,500 ^H
		機 密 供 給 装 置	能 力 80kg/min
			動 力 0.4 kW
		供 給 用 セ パ レ ー ト	寸 法 320 ^D × 400
			容 量 0.10 m ³
		回 収 ホ ー ス	寸 法 40 ^A × 40m
		機 密 回 収 装 置	能 力 80kg/min
			動 力 0.4 kW
ロータリースクリーン			寸 法 250 × 430
			能 力 80kg/min
			動 力 0.4 kW
			寸 法 150 × 2,800
			能 力 60kg/min
バケットエレベーター			動 力 0.75 kW
			寸 法 150 × 2,800
			能 力 60kg/min
			動 力 0.75 kW
			寸 法 150 × 2,800
除塵装置	バ グ フ ィ ル タ	型 式 BN-0	
		寸 法 500 ^D × 1,220	
		バ グ 数 1 m ³ × 1 P	
	高 圧 排 風 機	風 量 6.3 m ³ /min	
		風 圧 1,600 mmAq	
		動 力 1.1 kW	
操 作	配 電 盤	型 式 壁掛防水型	
循環装置、 除塵装置の組合せ		寸 法 1,700 ^L × 1,400 ^B × 3,300 ^H	
		全 重 量 約 2,000 kg	

(III) 実験要領

実験は乗船棧橋を利用し研掃材循環装置および除塵装置を乗船棧橋基部に置き、プラストヘッドを台車に乗せて26m高さの乗船棧橋頂部に設置した場合と、研掃材循環装置および除塵装置並びにプラストヘッド部（台車含む）を地上に置いた場合の二通りの方法を探り、研掃材の供給（回収）ホースの導設は水平または、垂直でその導設間に半径150mm～200mmの曲り部を数ヶ所もうけた。

なお、乗船棧橋上ではプラストヘッドの台車を移動することが困難だったのでプラストヘッドを固定しテストピースの移動を行なった。テストピースは4.5×3.8×2,000（平板）で研掃前の状態をSWEDISH STANDARD(SIS)055900-1967版より推定したA、B、C板の3種類を組合せて4.5×114×2,000（平板）の一体ものとした。

この状態で研掃材の供給（回収）および除塵程度と能力ならびにグリットの洩れ量などの計測を行なった。

(IV) 実験結果

(1) 研掃材の供給（回収）結果は表4.1.2-(1)-2に示す通りである。

表4.1.2-(1)-2 研掃材の供給（回収）

佛 = 供給タンク位置 研 = インペラーの位置

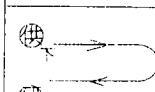
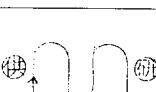
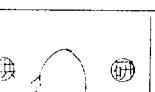
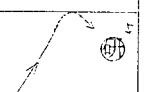
元空気圧 Kg/cm ²	供給側 指示圧力 Kg/cm ²	回収側 指示圧力 Kg/cm ²	供給に消 費された 圧 力 Kg/cm ²	供給（回収）ホースの導設条件別の供給量及び状態 (Kg/min)			
							
7.0	3.1	1.1	3.9	40Kg/min 異常なし	40Kg/min 異常なし	40Kg/min 異常なし	40Kg/min 異常なし
6.0	2.8	1.1	3.2	同 上	同 上	同 上	同 上
5.0	2.1	0.8	2.9	同 上	同 上	同 上	同 上
4.0	1.4	0.5	2.6	同 上	同 上	同 上	同 上
3.5	1.2	0.4	2.3	同 上	40Kg/min 供給可。 回収管曲部に溜ること有	同 上	同 上
3.0	この範囲では閉塞現象のため 圧力測定が不可能であった。			40Kg/min 供給可。 回収管曲部で溜ること有	25Kg/min 供給可。 回収管曲部で溜ること有	40Kg/min 供給可。 回収管曲部で溜ること有	40Kg/min 異常なし
2.5				25Kg/min 供給可。 回収管曲部で溜ること有	供給、回収共に不可	30Kg/min 供給可。 回収不可	30Kg/min 供給可。 回収管曲部で溜ること有
2.0				20Kg/min 供給可。 回収不可	同 上	20Kg/min 供給可。 回収不能	20Kg/min 供給可。 回収不可

表4.1.2-(1)-2でわかるように元空気圧が4Kg/cm²～7Kg/cm²ではホースの導設形状並びに、供給高さには殆んど関係なく定量(40Kg/min)の研掃材を供給および回収することができた。また元空気圧を3.5Kg/cm²以下に減圧すれば回収ホースの下部の曲り部に研掃材が溜まり始め、次第に回収量が減少する傾向にあり3.0Kg/cm²以下になるとホースに溜って循環しなくなる。なお、これらの圧力測定を行なっ

た位置を図 4.1.2-(1)-6 に示す。

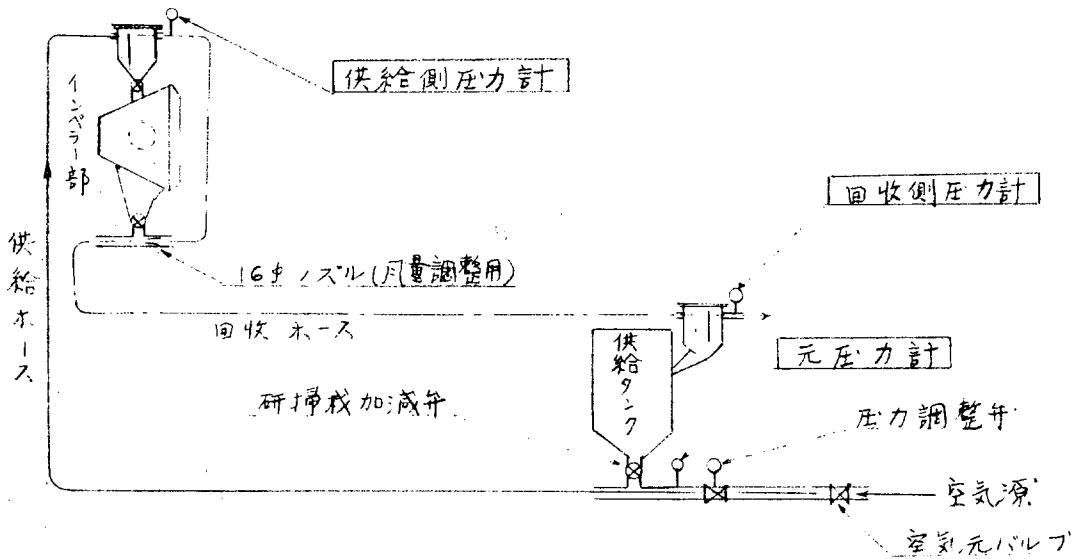


図 4.1.2-(1)-6 圧力測定位置

(ロ) 除鏽グレードおよび能力

模型試作機のインペラーは研掃材投射能力 7.0 Kg/min を有するものであるが供給タンクが既製品であったために研掃材の供給量が 4.0 Kg/min に制約された。従って研掃材投射量は 4.0 Kg/min で研掃速度のみを変化させ除鏽グレードと能力を測定した。その結果を表 4.1.2-(1)-3 に写真を図 4.1.2-(1)-7、8 に示す。

表 4.1.2-(1)-3 除鏽グレードおよび能力

テス ト No.	研掃材供給量 (Kg/min)	研掃速度 (m/min)	除鏽グレード (SIS 055900-1967 により推定)	研掃能力 (m^3/H)	備 考
1	4.0		A sa - 3	9.9	テストピースの1例
			B sa - 3		
			C sa - 3		
2	"		A sa - 3	19.8	
			B sa - 2.5 ~ 3		
			C sa - 1 ~ 2		
3	"	0.75	A sa - 2.5 ~ 3	24.8	
			B sa - 2 ~ 2.5		
			C sa - 1		
4	"	1.0	A sa - 2 ~ 2.5	33.0	SIS 055900-1967 には Asa - 2 の写真印刷がないので Bsa - 2 より想定したものである。
			B sa - 1 ~ 2		
			C sa - 1 以下		
5	"	1.2	A sa - 1 ~ 2	39.6	同 上
			B sa - 1		
			C sa - 1 以下		
6	"	1.5	A sa - 1 以下	49.5	
			B sa - 1 以下		
			C sa - 1 以下		
7	"	2.0	A sa - 1 以下	66.0	
			B sa - 1 以下		
			C sa - 1 以下		

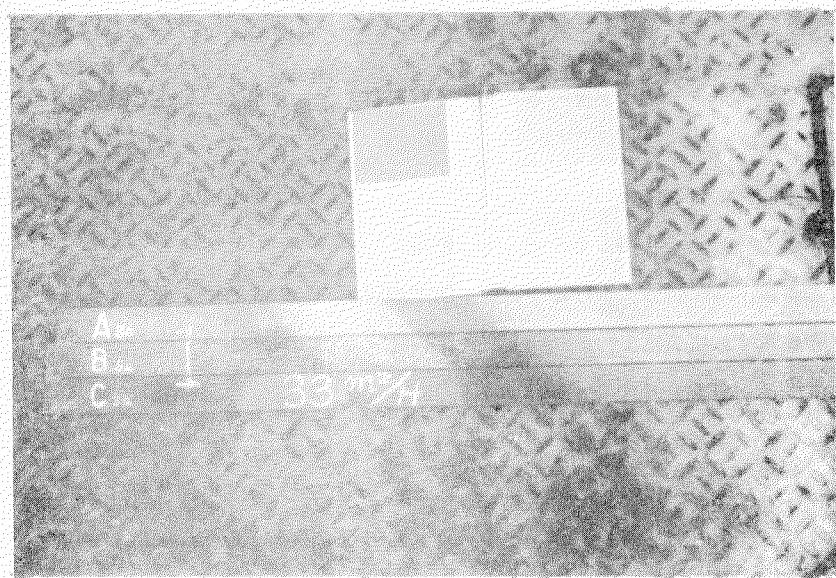


図4.1.2-(1)-7 除 着 グ レ ード の 推 定

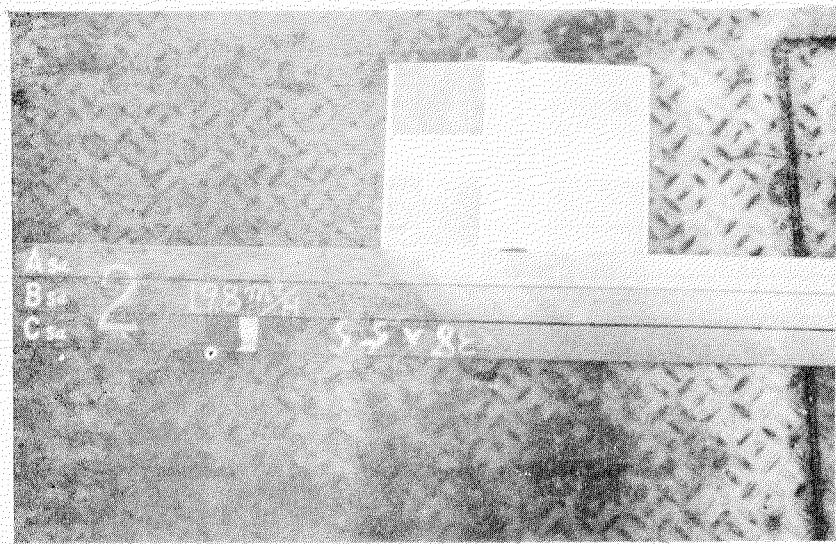


図4.1.2-(1)-7

(i) 研掃材の漏洩

研掃面は曲りのない垂直面でありプラスチックヘッドの接触状態がよく溶接ビードの凹凸程度では研掃材の漏洩は殆んどなかった。

(V) 実験の考察

(a) 模型実験に於いてクローズドサーキット式インペラーブラスト法は十分実用化し得る機構であることが確認された。

(b) 研掃材の供給回収装置においてはエバー供給側の口径、および圧送タンク吐出口径を改善することにより目標量の搬送能力を出し得るものと考えられる。

(c) 研掃材の供給、回収装置における空気搬送方式の回路に効果的方法（例えばヘッダー部分でのサーキット方式）を検討すれば全体装置の簡略化および軽量化が計れる。

(d) ブラストヘッドのフードおよびセパレータータンクなどに軽合金を使用し、更に電動モーターをエバーモーターにすれば先端荷重を軽減することができる。

(e) 研掃グレードおよび能力は研掃材供給タンクが既製品であったために、制約があったが過去の実験より性能的に十分初期の目的を満足するものが試設計し得るものと考えられる。

(c) 試設計の概要

(i) 試設計の諸元

船側外板での実用化に供し得る装置として研掃能力 $250 \text{ m}^3/\text{hr}$ ブラストヘッド重量 $500 \text{ Kg} \sim 1,000 \text{ Kg}$ 以内を満足するための装置にするには模型実験および過去の実績資料などから考慮すると諸元は表 4.1.2-(i)-4 に示すようになる。

表 4.1.2-(i)-4 諸 元

全体重量 (660 Kg)	インペラーヘッド	インペラ	研 掃 能 力	$200 \sim 250 \text{ m}^3/\text{hr}$
			寸 法	$64 \text{ B} \times 360 \phi$
			回 転 数	$3,500 \text{ r.p.m}$
			グリッド投射量	$330 \text{ Kg}/\text{min}$
			所 要 動 力	15 KW
	供給装置	インペラーフード	投 射 幅 × 長	$130 \text{ B} \times 1,073 \text{ L}$
			型 式	S I G R 自動供給式
			寸 法	$750 \phi \times 1,300$
			供給ホース	$80 \text{ A} \times 40 \text{ m}$
			能 力	$330 \text{ Kg}/\text{min}$
循環装置	機密供給装置	供給用セパレーター	動 力	0.4 KW
			寸 法	$500 \phi \times 600$
			容 量	0.12 m^3
		回 収 ホース		$80 \text{ A} \times 40 \text{ m}$
	機密回収装置 (2台)	能 力	$330 \text{ Kg}/\text{min}$	
		動 力	0.4 KW	
	回 収 用 セパレーター	寸 法	$500 \phi \times 750$	
		容 量	0.15 m^3	

	ロータリースクリーン	寸法	300φ×500
		能 力	330 kg/min
		動 力	0.4 kW
除塵装置	バッグフィルター	型 式	B N - 1
		寸 法	750 × 1,100 × 3,000
	高 壓 排 風 機	バッグ数	1 m ³ × 3 P
		風 量	14 m ³ /min
		風 圧	360 mm Aq
		動 力	3.7 kW
	操作配電盤	型 式	自立防塵防水型
	循環装置、除塵装置の組合せ	寸 法	^B 1,900 × ^L 2,000 × ^H 3,000
		全 重 量	2,130 kg

(ii) 試設計図

試設計図は図面一覧表の表 4.1.2-(1)-5 に示す通り製図したが本報告書には図 4.1.2-(1)-3、全体図(要領)および図 4.1.2-(1)-4、5、主要部分図(全体装置、インペラーヘッド)を添付する。

表 4.1.2-(1)-5 図面一覧表

番号	図面番号	図面名称	記事
1	7K-88-X	全体図	報告書に添付する
2	7K-88-Y	主要部分図(全体装置)	"
3	7K-88-10	主要部分図(インペラーヘッド)	"
4	7K-88-201	インペラーフード詳細図	報告書に添付しない
5	7K-88-202	インペラー詳細図(その1)	"
6	7K-88-203	インペラー詳細図(その2)	"
7	7K-88-204	供給用セパレーターおよび機密供給装置詳細図	"
8	7K-88-205	機密回収装置詳細図	"
9	7K-88-206	プラストヘッド支持装置	"
10	7K-88-207	操作配線図	"

(d) 省力試算

本装置で垂直部外板の塗装下地処理作業を成し得た場合、足場工事および下地処理工事の年間省力時数は表4.1.2-(1)-6、7に示すような値を推定することができる。

(i) 年間研掃試算面積

表4.1.2-(1)-5

対象	船型	(水線・外舷) m ² /隻	研掃率	対象面積/隻	年間隻数	年間研掃面積
新造船	200型	11,400 m ²	30%	3,420 m ²	4.5隻	15,390 m ²
	100型	9,000 m ²	30%	2,700 m ²	30隻	81,000 m ²
修繕船	150型	10,200 m ²	30%	3,150 m ²	10隻	31,500 m ²
	200型	11,400 m ²	30%	3,420 m ²	10隻	34,200 m ²

(ロ) 新造船の場合

表4.1.2-(1)-6

施工法	研掃能力	稼動率	原単位	発生時数	備考
サンドブラスト	15 m ² /台/3人/Hr	30%	0.2 H/m ²	3,078 H	サンドブラストの場合研掃材の準備および後片付けを含む。
本装置	12.5 m ² /台/1人/Hr	50%	0.008 H/m ²	123 H	
年間省力時数				2,955 H	

(ハ) 修繕船の場合

表4.1.2-(1)-7

施工法	研掃能力	稼動率	原単位	発生時数		
				船型	船型別	計
サンドブラスト	10 m ² /台/3人/Hr	30%	0.3 H/m ²	100	24,300 H	44,010 H
				150	9,450 H	
				200	10,260 H	
本装置	10.0 m ² /台/1人/Hr	50%	0.01 H/m ²	100	810 H	1,467 H
				150	315 H	
				200	342 H	
年間省力時数				4,254.3 H		

(d) 省力人員

1人が年間に発生する作業時間を2,200Hと仮定すれば新造船で約1.3人、修繕船で1.93人の省力となる。

(e) 投資額

・ プラストヘッド	¥ 2,300,000
循環装置	¥ 2,100,000
除塵装置	¥ 700,000
操作配電盤	¥ 500,000
合 計	¥ 5,600,000

(e) 将来への展望

本装置は遠隔操縦により操作するもので従来のように作業者が被研掃面に近接して作業しないので高所足場作業による安全および粉塵飛散による衛生面も解消すると共に飛躍的な能率向上が計られるので船体垂直外板のみでなく船底外板、ブロックなど上向きにも広範囲に応用されるものと推測される。また、装置は更に回路の工夫改善がなされ材質も軽金属等を使用し、装置全体が軽量化されて機動性のある省力機器として確実なものと大いに期待される。

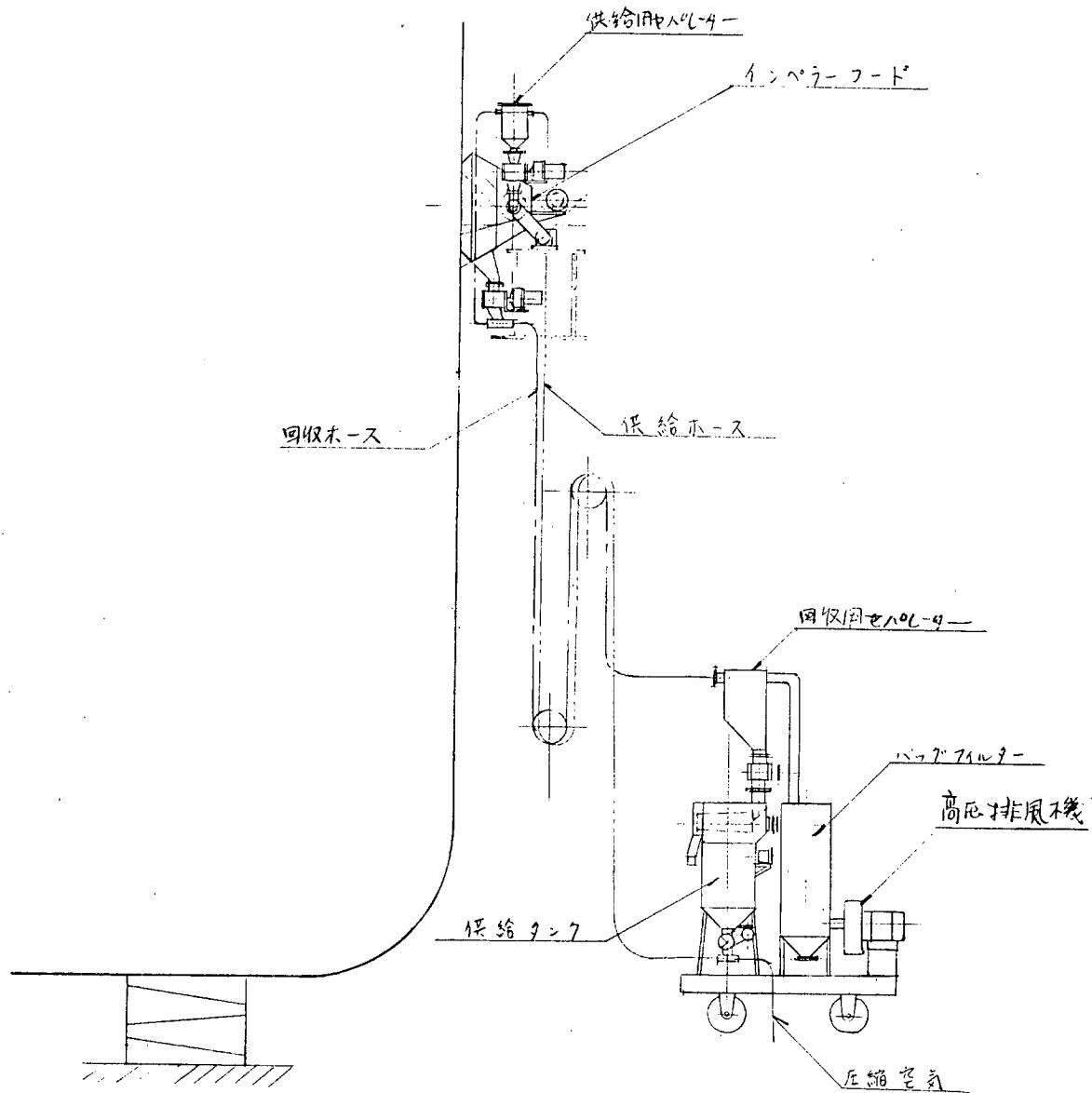


図 4.1.2-(1)-3 クローズドサーキット式インペラープラスト装置

全體図

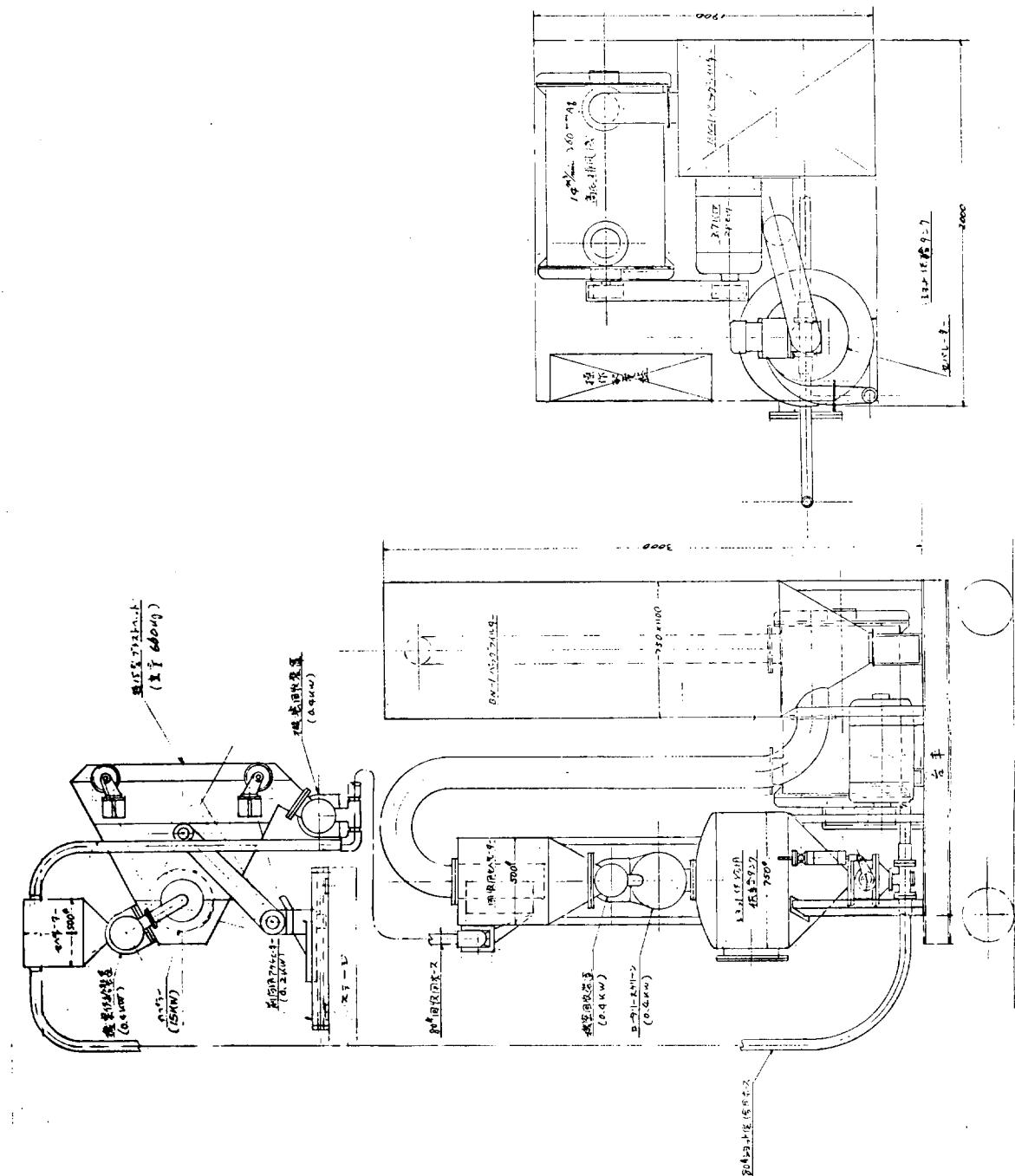


図 4.1.2-(1)-4 クローズドサーチェック式インペラーブラスト装置

主 要 部 分 図 (全體 装置)

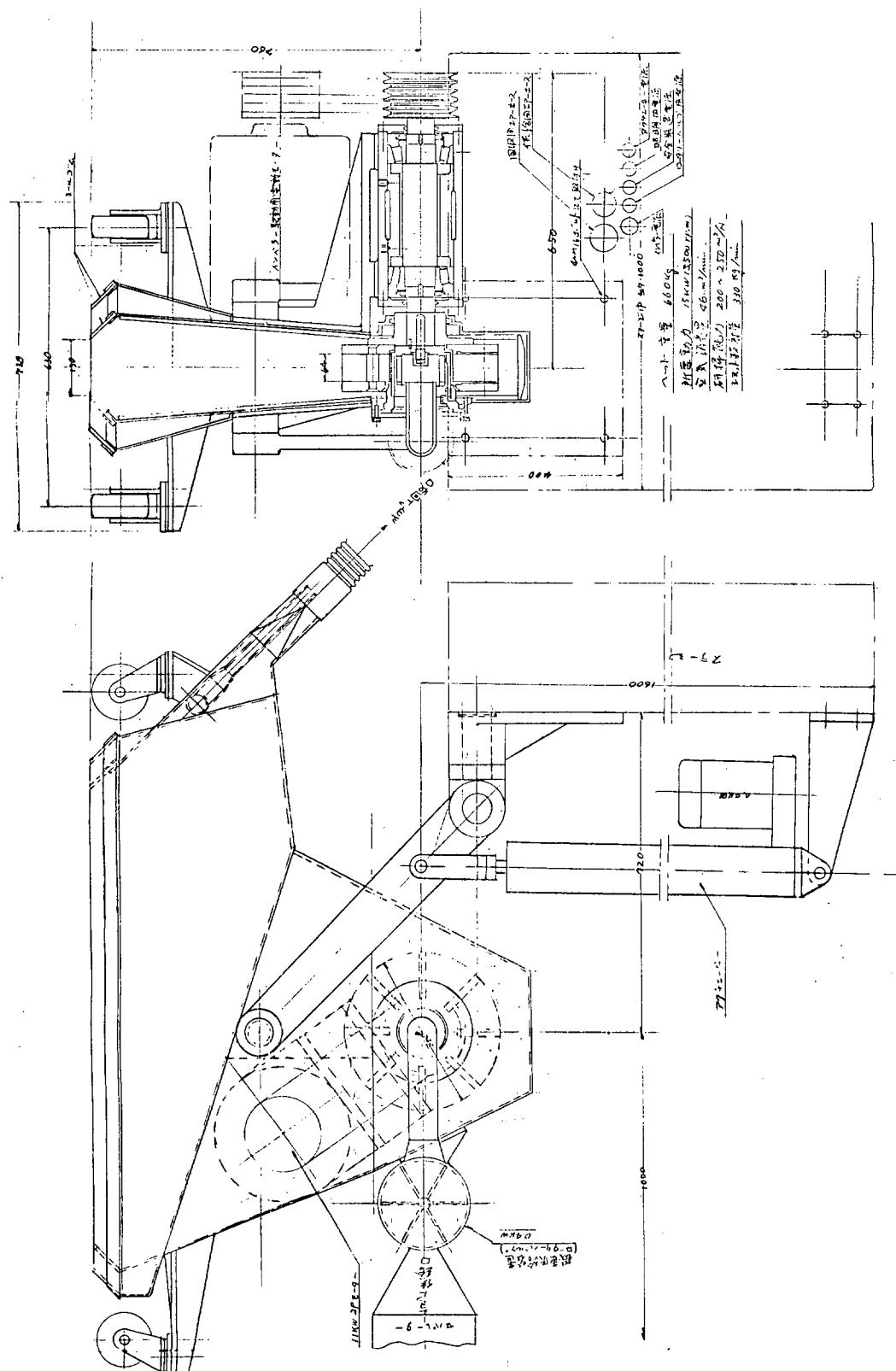


図4.1.2-(1)-5 クローズドサーチケット式インペラーブラスト装置
主要部分図（インペラーヘッド）

(2) ハイドロジェットクリーニング装置の実験研究

(a) 経過の概要

洗浄および研磨の効率に寄与する要素は、噴射水圧、ノズル形状、吐出量、噴射角度、射程距離、研磨材混合比率、およびその機構の精度である。4・5年度実験結果からみて、特に一定の水圧および吐出量の範囲内における効率変動の最大要因としては、ノズル形状の如何に左右されることが判明した。

従って4・6年度研究の主題として、

- ノズル試作および効率テスト
- 高所作業用伸縮自在自走車または、渠壁利用伸縮自在塗装装置の走行およびブーム先端の上下作動と、ノズル自体の自動横振り装置の組込みに対する模型試作およびテスト、試設計。
- クリーナー試設計

に焦点をしづり究明を計った。

(b) ノズル試作テスト

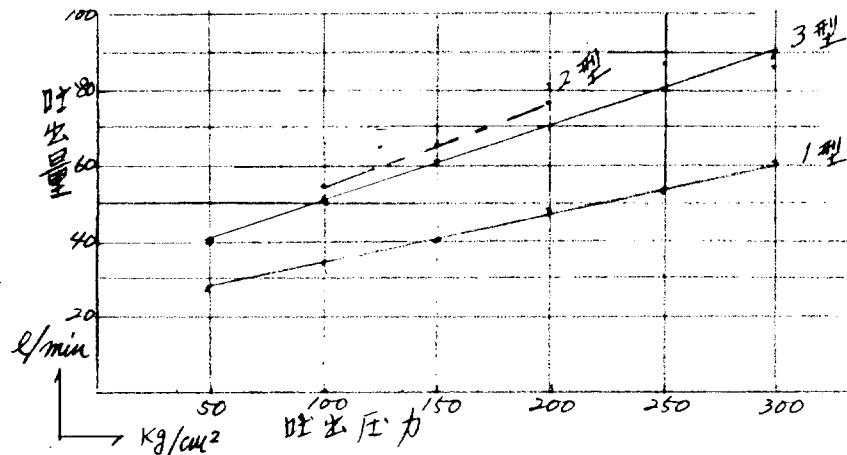
要求性能としては、

吐出圧力 150 Kg/cm^2 のもとで、吐出量 $50 \sim 60 \text{ l/min}$ 、バターン 100 mm の洗浄効果 100% 、最大速度 0.67 m/sec を狙ったが、次の結果を得た。

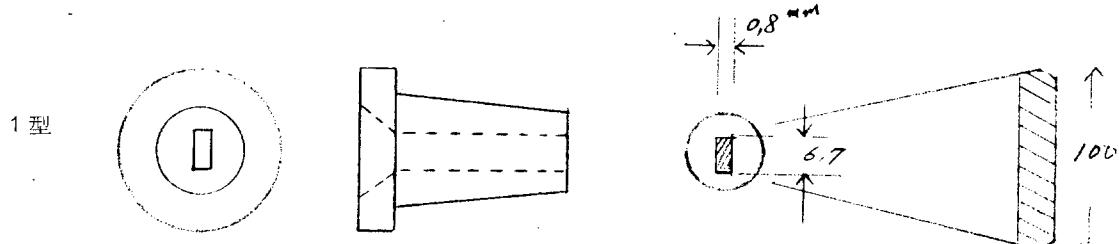
(i) 洗浄処理実験結果

(1) 吐出圧力と吐出量の関係

表 4.1-2-(2)-1



(2) ノズル形状



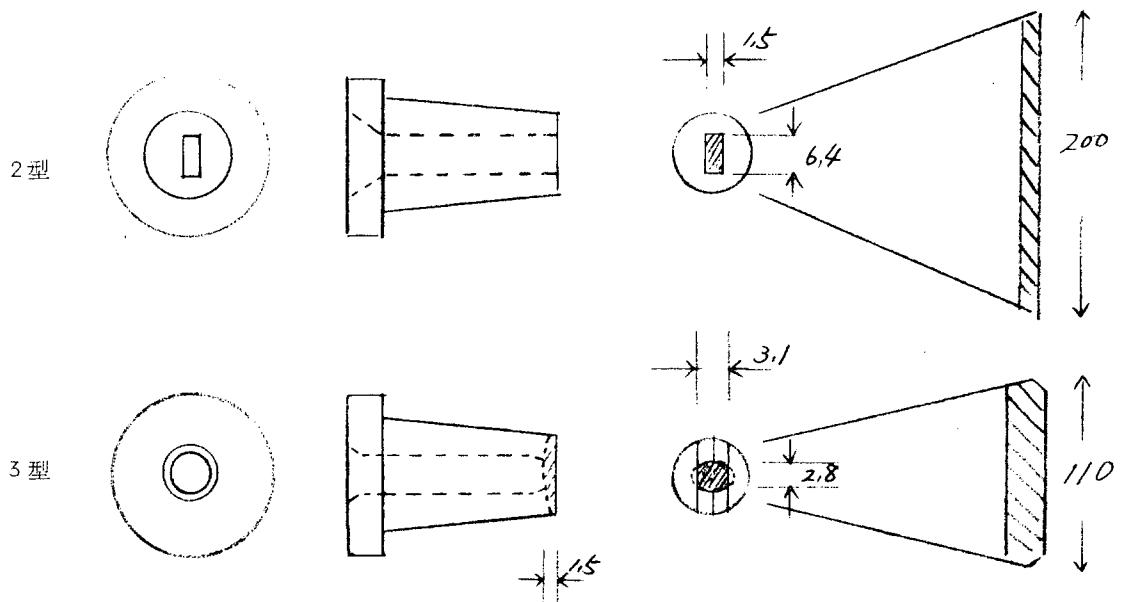


図 4.1-2-(2)-1

(ii) ノズル性能比較

表 4.1-2-(2)-2

ノズル No.	ノズル口径 断面積	吐出圧力 Kg/cm ²	吐出量 ℓ/min	フジツボ、セルプラ除去効果		青のり、スライム、除去効果	
				有効パターン	除去スピード	有効パターン	除去スピード
1 型	5.36 m ² /m ²	150	41	60 mm (0.003 m ² /sec)	0.05 m/sec (0.003 m ² /sec)	100 mm (0.67 m/sec)	0.67 m/sec (0.67 m/sec)
2 型	9.6	150	65	なし	不除去	200	0.22 m/sec (0.44 m/sec)
3 型	7.1	150	62	85	0.25 m/sec (0.0213 m ² /sec)	110	0.67 m/sec (0.73 m/sec)

(iii) ノズル形状の特性

- (イ) 1型ノズルは、噴射パターン100%を得られるが、洗滌時有効パターンは、圧力150 Kg/cm²において、フジツボ、セルプラに対し中心部約60%程度で、両端20%程度が無効であった。青のり、スライム類は100%中完全に除去可能で洗滌スピードも大体満足されるが、フジツボやセルプラに対しては、有効パターンおよび、除去スピード共に満足できない。
- (ロ) 2型ノズルは噴射パターン200%を得られるが、同圧の元で1型に比して、吐出量が1.6倍増大されても、フジツボ、セルプラ類の除去は望めない。青のり、スライムに対しては、200%完全に除去可能であるが、スピードが1型に比して稍々遅いので、結果的には能率が劣る。
- (ハ) 3型ノズルは、1型および2型の長所を選択して改良したもので、噴射パターン110%を得られるが、洗滌有効巾は85mmで、スピードは1型よりも5倍早くなっている。青のり、スライムに対しては、1型と同等でパターン100%の広さだけ能率アップすることができる。
- (エ) 船体没水部の附着物は各船毎に異なり、また水深の深度によっても、生物の種類や、附着密度が異なるケースが多いので、ノズル形状としては、附着物の種別によって使い別ける事を避けて、なるべく一定の装備で作業の進捗を計るべきであり、吐出圧力、ノズル速度等に変化を持たせることによって、目的達成

を計るのが良いと思われる。3型ノズルはその点を考慮に入れて試作したものであり、マルチ組込みが可能となつた。

(IV) ノズル性能テスト結果に対する考察

吐出量 6.0 l/min (15.0 kg/cm^2 壓力) 程度に押えて、パターン形状に変化を持たせすぎると、水エネルギーが乱流状態となりインパクト効果が著しく変化して、フジツボ、セルプラ類の除去効率が悪化する。現情でのテスト結果では $80\sim90\%$ のパターンが Max である。

(c) ノズル自動横振り装置模型試作およびテスト

渠底および渠側利用の伸縮自在自走車にノズル機構を固定しブーム上下作動 1.0 m/min Max にて、洗條処理を行なつた場合に、能力範囲は 7.00 m/Hr 程度に止まる。

従つて、ノズル自体の自動横振り機構を組込んで2倍の向上を計るものである。

- マルチノズル組込み時の各ノズル間隔の適性値を求める。
- 1サイクルで完全に被洗液物を除去する範囲と上下、左右の速度変化によるクロスパスの状態を調べる。
- 本装置試設計に入る前の資料を把握する。

等の目的のもとに模型試作を行なうと共に、実験を行なつた。

(i) 模型機の仕様

表 4.1-2-(2)-3

装 �路况 别	動 力 源	回 転 数	無段变速々度	ストローク
左右送り装置	電動機 $220V, 0.4kW \times 4P$	200 ↓ $1,200$ r.p.m	$0.2m/sec$ ↓ $1.2m/sec$	1.000%
上下送り装置	同 上	5 ↓ 30 r.p.m	$0.04m/sec$ ↓ $0.24m/sec$	1.300%

ノズル数3ヶ、同時噴射 15.0 kg/cm^2 壓力で連続運動が可能な機構である。

(ii) テスト要領

- 左右送りのみでテストピース(フジツボ、セルプラ、フサゴケ密生)を使用し、試作ノズル単体の有効洗條スピードおよびパターン効果を調査
- 左右送りのみでノズル2ヶ組込み同上調査
- 左右および上下送り連動による1サイクル洗條効果、ラップ範囲の調査、ノズル3ヶ組込みにて行なう

(iii) 左右送りテスト

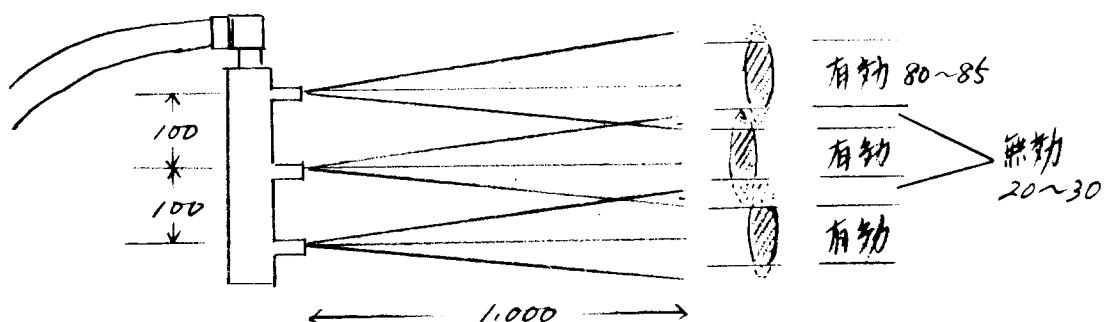


図 4.1-2-(2)-9

試作ノズル
洗滌テスト
1型ノズル
バターン 10.0 mm

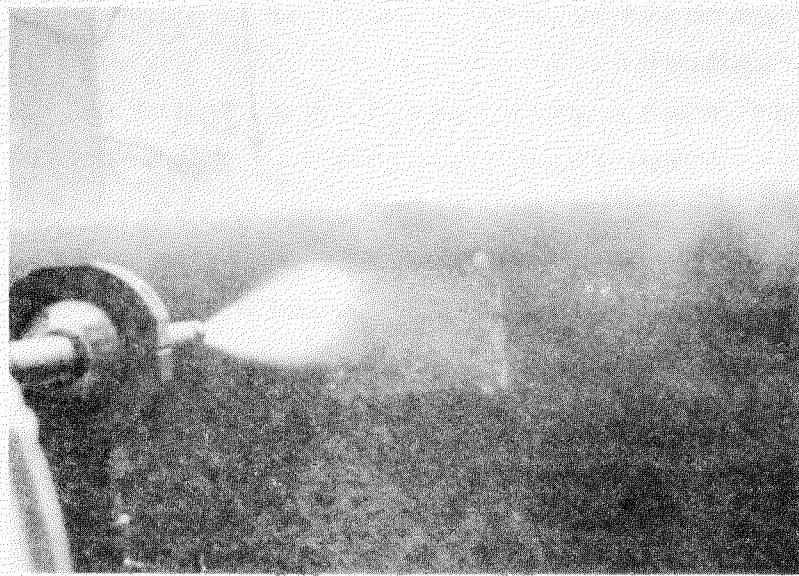


図 4.1-2-(2)-2

試作ノズル
洗滌テスト
2型ノズル
バターン 20.0 mm



図 4.1-2-(2)-3

自動横振機構模型試作ノズル3型
洗滌テスト
(マルチ(3ヶ)ノズル組込み、左右、上下運動)

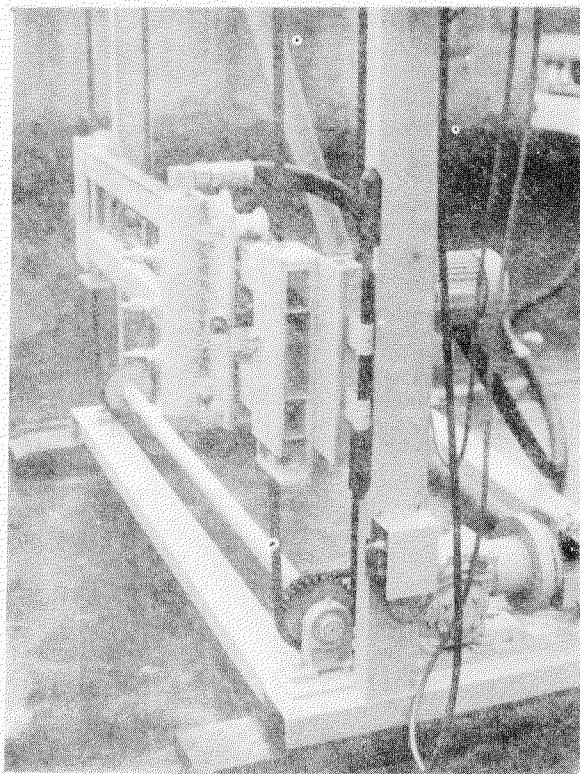


図4.1—2—(2)—4

ウェットプラスチック研磨材供給装置
(エゼクター吸引式を応用しノズル損耗度を緩和)

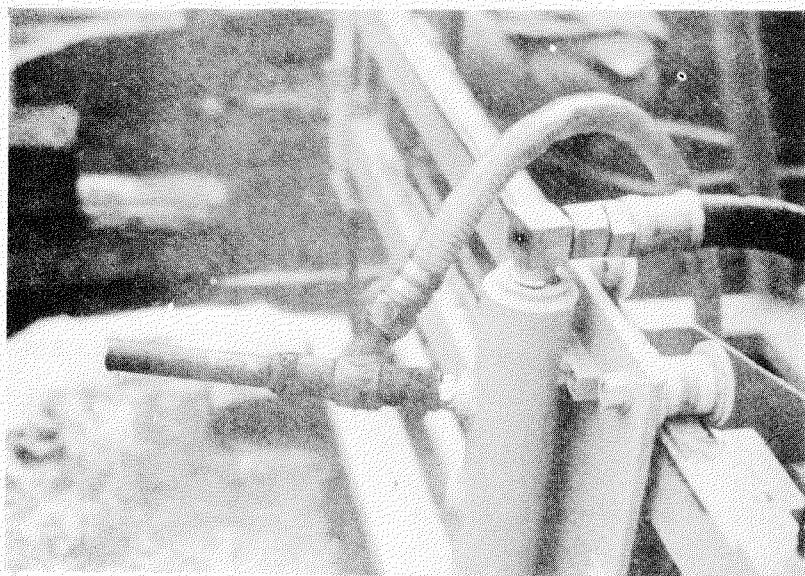
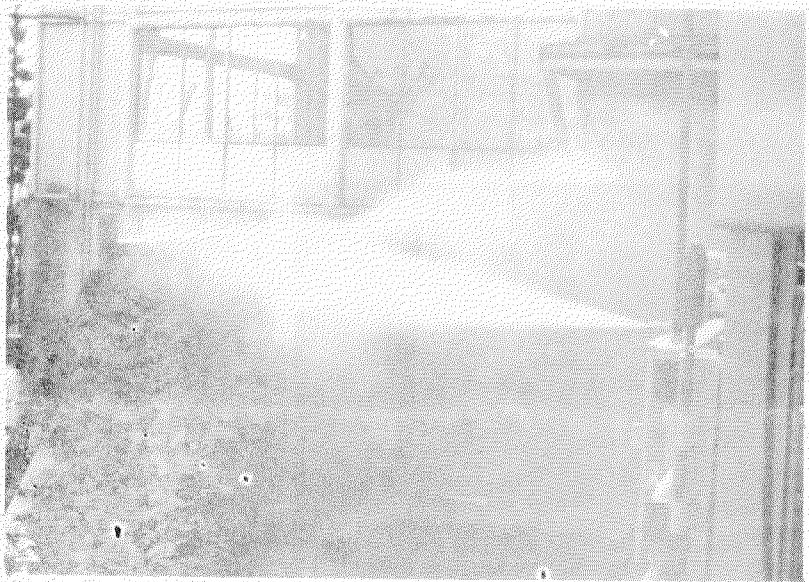


図4.1—2—(2)—5

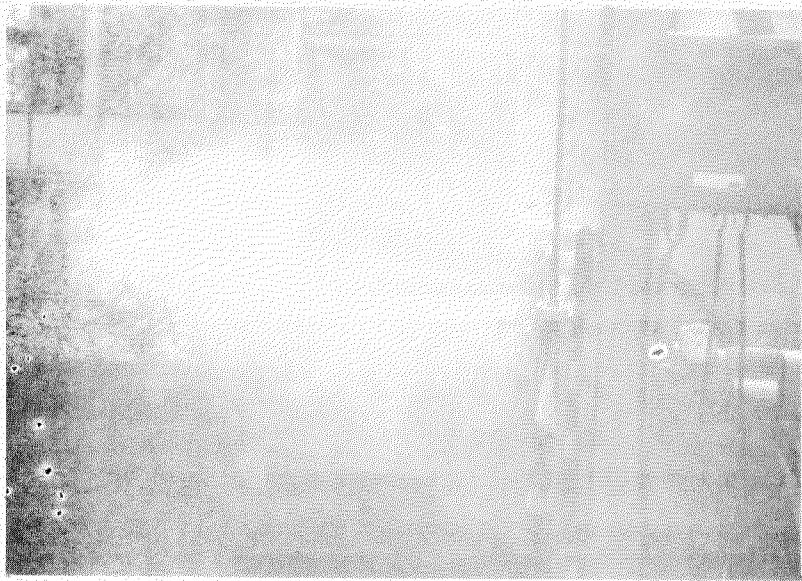


試作ノズル3型

ノズルでの洗滌効果テスト

(水平移動)

図4.1-2-(2)-6

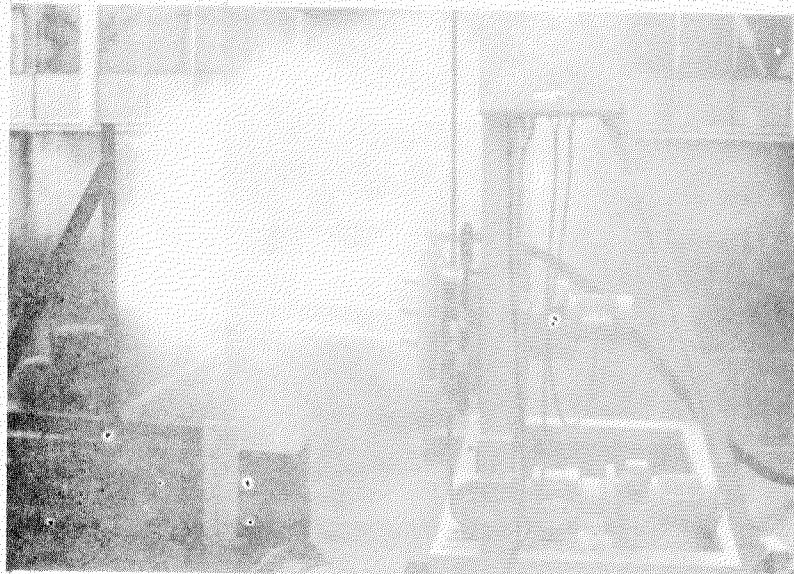


試作ノズル3型

2 ノズルでの洗滌効果テスト

(有効パターンの範囲を水平移動)

図4.1-2-(2)-7



試作ノズル3型

3 ノズルでの上下、左右、運動に

による洗滌効果のテスト

図4.1-2-(2)-8

左右送りにおいて、ノズル間にフジツボ、セルプラが不除去の状態が約20～30%の範囲で発生した、
フサゴケ、スライムは完全に除去されていた。

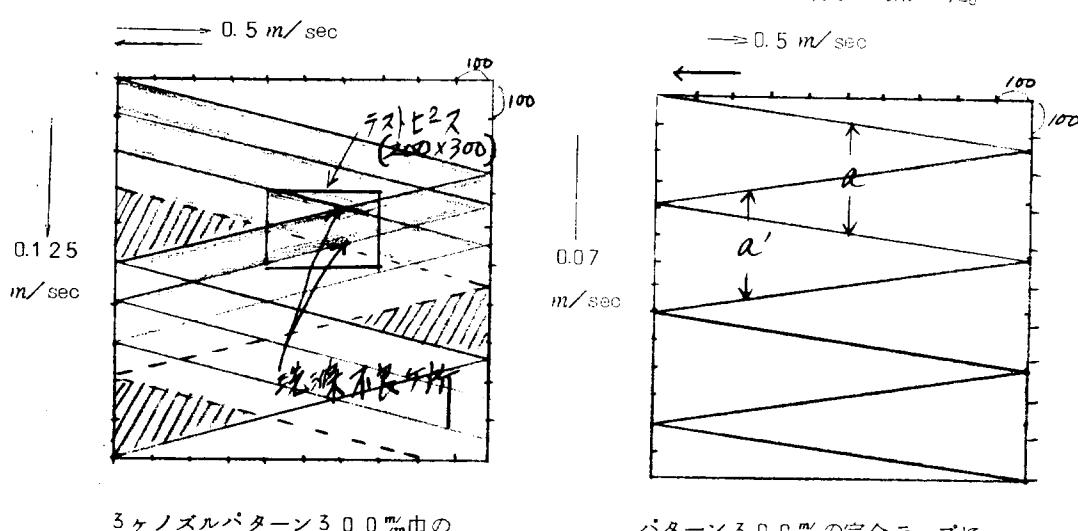
有効洗滌パターンは8.5mm程度である。

テストピースの下地塗料によっても生物除去スピードに影響をおよぼす油性船底1号は0.25m/secスピードにおいてフジツボセルプラ類は40%程度残存し、0.125m/sec程度で完全に除去できる。

油性水線上塗りピースの生物除去は0.25m/secで満足できる。

(IV) 上下、左右連動テスト結果

テストピース200mm×300mmに対し、上下、左右作動ストローク各々1,300mm×1,000mmで適正速度の把握が困難であったのと、テストピースの不足による完全な結果は得られなかった。



3ヶノズルパターン300mm巾の
中に無効30程度の2条跡が発生
し完全除去がなされなかった。

パターン300mmの完全ラップに
要する上下と左右の関係速度

図4.1-2-(2)-11

図4.1-2-(2)-10

図4.1-2-(2)-10に示すごとく、上下、左右連動洗滌において、任意のパターンで全面を完全にカバーし得る関連速度は、

$$y(\text{上、下スピード}) = \frac{1}{\frac{1}{2}a} \times x (\text{左右スピード}) \quad x = 2 \text{ sec/m}$$

$$a = 300 \text{ mm} \text{ の時 } y = 0.07 \text{ m/sec} \text{ となる。}$$

(V) テスト結果に対する考察

(1) ノズル試作テストの結果から、有効洗滌パターンを8.5mmに設定し、マルチの組込みを行なう必要がある。

(2) フジツボ、セルプラ類の洗滌に対しては、

$$8.5 \text{ mm} \times 6 \text{ ノズル} = 51.0 \text{ mm} \text{ パターン} \times 2 \text{ (セパレート)} \quad \text{ストローク} = 1.2 \text{ m}$$

左右送り0.25m/sec 上下送り0.06m/secで、完全に除去可能である。此の時の処理能力は530H/Hである。

(3) 青のり、スライム対象としては、(2)にのべる機構の元で左右送り0.67m/sec 上下送り0.17m/secで洗滌可能である。

此の時の処理能力は1,440 H²/Hである。

(d) マルチノズル自動横振り機構試設計

試設計の概要は表 4.1-2-(2)-4 に示す。

表 4.1-2-(2)-4

要 目	内 容
最 大 洗 滌 幅	2,400×510 (ノズルパターン 85×6ヶ)
左 右 送 り 速 度	1.5 sec/m ~ 10 sec/m 無段变速
駆 動 源	エアーシリンダー 1, D 100 φ × 600 st
構 造	ガイドレール、ローラー、スライドテーブル組込
重 量	400 Kg (ホース類含む)
ノ ズ ル 数	6ヶ×2列 12マルチ式
吐 出 量	700 ℥/min at 150 Kg/cm ²
反 力	200 Kg max
速 度 調 整	スピードコントローラー 2ヶ使用

(e) クリーナー試設計

試設計の概要は表 4.1-2-(2)-5 に示す。

表 4.1-2-(2)-5

要 目	内 容
長 さ × 幅 × 高 さ	5,600×2,400×3,100
エンジン性 能	水冷 4サイクル過給機付ディーゼルエンジン
	定格出力 305 PS / 1,500 R.P.M
ギ ャ 一 減 速 機	一段減速 1/4.55
ジ ェ ッ ト ポ ン プ	最大吐出量 700 ℥/min at 150 Kg/cm ²
燃 料	軽油又は A 重油
重 量	9,000 Kg 稼動時 10,400 Kg
移 動 方 式	牽引式 使用車輪 700~16×8ヶ
給 水 方 式	消防ホース等により常時給水する

- 150 PS / 1,800 R.P.M の小型クリーナー 2台並列組込みも検討したが、重量の大巾アップと、コスト高となるため、305 PS 1台で試設計した。

(f) 本装置問題点

- (i) 当初からノズルパターン効果として、150 Kg/cm²圧力において、吐出量 50 ~ 60 ℥/min、洗滌巾 100%を目標にテストを行なったが、形状、内口の精度による水流の変化が、非常に敏感な反応を示すので、完全に高圧水エネルギーを理想的にまとめる段階迄は、到達できなかった。すなわち有効パターン約 85%止まりであった。製作過程で 12 マルチとした場合に、ノズル個々の精度が均一化されるかどうか、疑問が残るが、技術革進目覚しい現状からして将来解決されるものと思われる。
- (ii) ノズル自動横振り装置は、試設計のみに止まった。模型製作の中で、エアーシリンダーで作動する方法も一考したが、速度微調整を簡単に行なえる点で、電動チェーン回転式にて実施した。エアーシリンダーの場合、高速時に比して、低速時に 1 サイクルのターン時点で、中間定速に復元する間に、ノック現象が生じる

のではないかと考えられる。また電動式に組込む場合は、防滴装置、防錆対策および重量の増加といった問題がある。

従ってエアーシリンダー方式でスムーズな運動を得られるかどうか疑問点が残るので、実船上の洗滌作業においては、左右両端をやゝラップさせる必要があるだろう。

(c) 省 力 効 果

(i) 洗 滌

修 繕 船	処理面積	従来能率	本装置能率	年間	省力時数
100型	13,000 m ²	0.012 h/m ²	0.002 h/m ²	30隻	3,900 h
150型	15,600 m ²		差 0.01 h/m ²	10隻	1,560 h
200型	18,800 m ²			10隻	1,880 h
				小計	7,340 h

(ii) 研 掃

修 繕 船	処理面積 上記の15%	従来能率	本装置能率	年間	省力時数
100型	1,950 m ²	0.2 h/m ²	0.01 h/m ²	30隻	11,115 h
150型	2,340 m ²		差 0.19 h/m ²	10隻	4,445 h
200型	2,820 m ²			10隻	5,360 h
				小計	20,920 h

合 計 28,260 h / 2,200 h / 年 = 12.8人 / 年

備 考

○ カラミ節減 従来 6.0 Kg/m² 本装置 5.0 Kg/m² 差 1.0 Kg/m² が減少

カラミ @ 2,500 円/T × 110,100 m² × 2.5 円 = 2,752,500 円

○ 一時防錆剤増加 3%水溶液の時 @ 500 円/Kg × 0.03 Kg/m² = 1.5 円/m²

× 110,100 m² × 1.5 円 = 1,651,500 円

○ 清水増加 @ 60 円/T × (30 T / 300 m²) = 6 円/m²

× 110,100 m² × 6 円 = 660,600 円

(iii) 本装置設備投資額

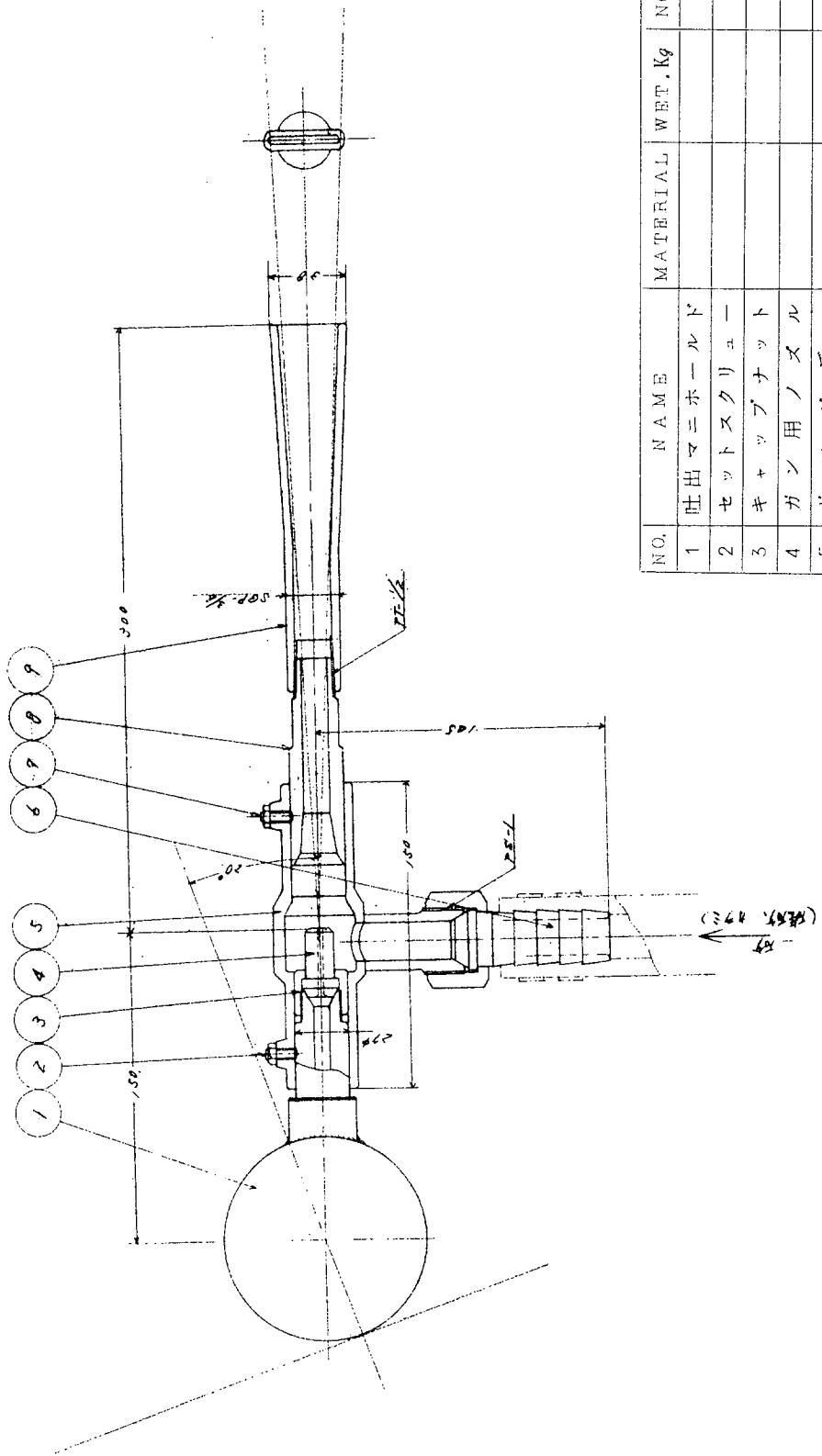
300 kWエンジン1台	4,000千円	マルチノズル機構	2,000千円
ポンプユニット 1式	6,000千円	台車、プラストタンク他	5,000千円
合 計	17,000千円		

(h) 将 来 の 展 望

船舶側外板の洗滌および研掃作業は、特に高所危険度と粉塵による安全衛生面で、問題解決の急務が叫ばれている。

本装置は、現行の先端部人の作動を機動的に集約し、走行台車および本装置操作員の僅少数の作業員によって、作業環境改善と能率の大巾向上を計ろうとするものであるが、その成果も大いに期待される。

装置組合せの段階で、本装置のクリーナーは、渠底または渠側に搬入し作業時に移動させる機構であるが、日常取扱業務およびメインテナンス上からもクリーナーはドック周辺に架設固定し、適所に配管するのが好ましい、走行台車のノズルヘッディングに連結するホースのみを数ヶ所に設けたバルブにジョイントする形式が少くとも洗滌時における機動性が向上するのではないかと思われる。



N.O.	NAME	MATERIAL	WEIGHT, Kg	NO. OF PICTURE
1	吐出マニホールド			
2	セットスクリュ一			
3	キャップナット			
4	ガシ用ノズル			
5	ガシボルテー			
6	ホースケットナット			
7	セットスクリュ一			
8	インジェクションノズル			
9	サブチュー			

図 4.1-2-(2)-12 研磨用ノズル組立図

動作説明

1. 左右起動押込スイッチを押しますと左右送り用電動機が駆動しスライドベースが左右に(ストローク1,000mm)往復運動を開始します。
2. 上下起動押込スイッチを押しますと上下送り用電動機が駆動し中間ベースが上下に往復運動を開始します。
3. 上下運動は、上限リミットスイッチにて遮断し中間ベースが下降します。
4. 上下、左右とも色々の停止押込スイッチを押すまで往復運動を続けます。
5. 上下、左右とも差速歛付電動機を採用しており可靠が可能です。

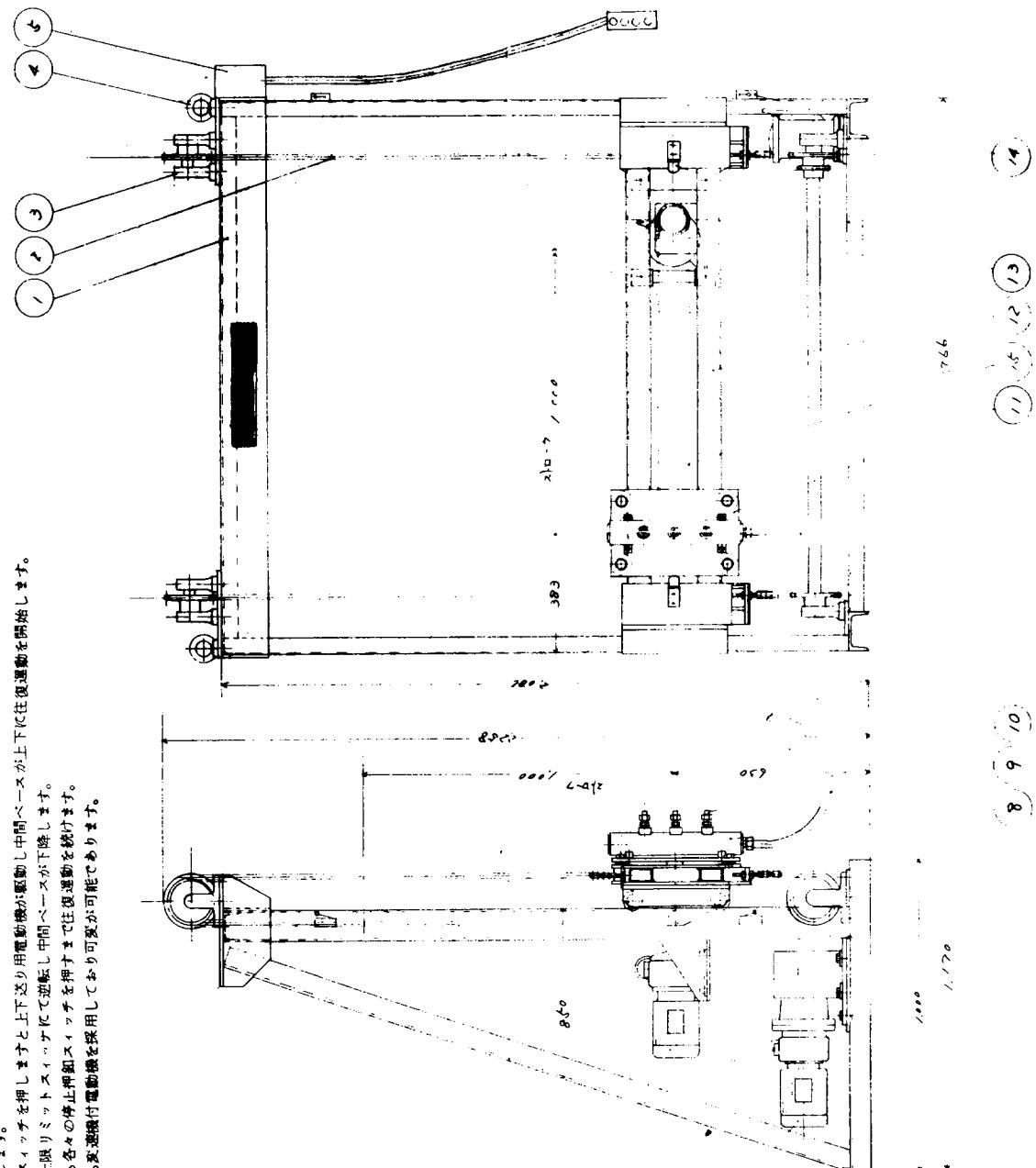
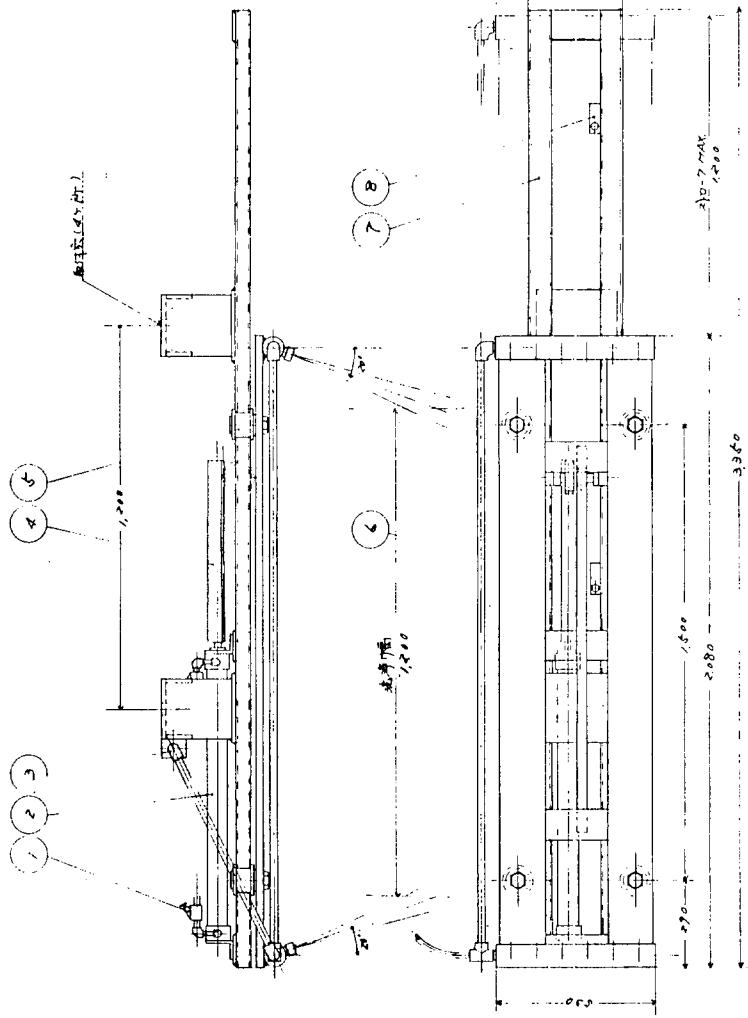


図 4.1-2-(2)-13 マルチノズルテスト装置



NO.	N A M E	MATERIAL	WEIGHT	NO. OF SET
1	スピードコントローラ		2	
2	エフェシリント	I.D100φ×600st		1
3	スイベルジョイント			2
4	ラックシナット			1
5	ガイドローラ			4
6	スライドテーブル			1
7	ガイドレール			1
8	レバー型バイロットバルブ			2
9	超高压ゴムホース	I.D 50φ		1
10	ノズル	150Kg/m ² 500/min		12

仕様

- 左右最大洗浄幅 2,400 mm
- 左右1サイクル最小時間 3 sec
- 重量 約300 Kg
- 左右送りはエアーシリンダにて行ない、前進端、後退端でレバー型バイロットバルブが働き、自動的(方向を切換えます。
- 左右送り速度はスピードコントローラにて調節します。

図4.1-2-(2)-14 洗涤研磨用マルチノズルアタッチメント

(3) 高所作業用伸縮自在自走車の試設計

昭和45年度の研究により決定した主要目に基づき、本試設計を行なった。

(a) 主要項目

(I) 形式	ディーゼルエンジン駆動、全油圧式自走高所作業用台車
(II) 主要寸法	全長 19.000mm 全幅 5,200 全高 4,000 (ブーム折りたたみ時) 作業範囲 2~3.3m 作業台 タテ 1,000mm ×ヨコ 1,500mm
(III) 重量	ゴンドラ上許容荷重 1,000kg 自重 2,600kg
(IV) 走行速度	直行時 最大 6.0m/min 横行、旋回時 1.0m/min
(V) ゴンドラ昇降速度	4~1.0m/min
(VI) 附帯条件	勾配 1.0/1000 風速 2.0m/sec

(b) 構造

(i) 台枠

台枠は全て鋼板および型鋼による溶接およびボルト止め構造に依るもので塔載機器の配置を充分考慮し、扱い易く、安定性の良いものとした。

(ii) ブーム

第1ブーム、第2ブーム共鋼板に依る溶接構造とし台車走行時の振動に依る撓み、ねじれ等を最小に押えるように考慮した。

(iii) ゴンドラ(先端作業台)

ゴンドラは、スプレー、プラスト等の装置の塔載台として使用するもので、その他に直接作業員が乗って手作業ができるよう、周囲に安全柵を取り付けできるようにした。また常にゴンドラ床面が水平であるようにするため平行保持リンクを用いている。

(c) 各装置要領

(i) 動力源

本台車の動きの主要部は全て油圧であり、油圧の駆動源はディーゼルエンジンである。

このエンジンで油圧ポンプ、発電機、エアコンプレッサーを駆動する。

(ii) 走行装置

台枠下4組の走り装置のうち2組は油圧ホイルモータによる駆動輪であり、他の2組を従動輪としている。

各走り装置は全て独立した操舵装置により、直行、横行、その場旋回の切換えを行ない、従動側走り装置には左右をリンクで繋いで、ハンドルによる操作で直行走行中にカーブをきくことができる。

また船体の平行部作業中にバック運転をして作業ができるよう台車後部にも必要最少限の運転装置をつける。

(ii) ブーム屈伸

第1ブーム、第2ブームとも2本の油圧シリンダーで動作するもので、動作中どちらか1本破損しても他の1本で充分耐えられるようにした。

(iv) ゴンドラ水平保持

ゴンドラの水平保持は台枠より平行リンクを継いで行なう。

(v) 安全装置

(1) 危険角度検出装置

本装置は作業中ブームが異常な方向に張り出して台枠ごと転倒することが無いよう、ゴンドラの作業範囲を作業車台枠が充分安定である範囲で制限する装置である。

本装置で第1、第2ブームの開き角をそれぞれ検知し、第1ブームの開き角に対する第2ブームの開き角制限範囲、または、第2ブームの開き角に対する第1ブームの開き角制限範囲を探り出して、第2または、第1ブームが作業中制限範囲を越えた時、油圧を止めて警報を鳴らすものである。

(2) ブーム屈伸シリンダーおよびゴンドラ水平保持リンク

ブーム屈伸シリンダーは第1、第2ブーム共左右各1本づつ付けどちらか1本の配管又はシリンダー自体が破損しても他の1本で耐えられるよう各シリンダーのポート直後でバルブでシリンダーをロックし耐え得るようにした。ゴンドラ水平保持リンクについても左右それぞれ独立して1組付け1方が破損しても他の1方で耐え得るようとした。

(vi) 油圧装置(図4.1.2.(3)-21参照)

(1) 概要

本油圧装置は台車上に駆動源であるエンジン、油圧ポンプ、流量調整弁、方向制御弁、油タンクからなるユニットを置く。

走行、ブーム移動の速度は可変とし、走行はポンプの吐出量を変更し、ブーム移動は流量調整弁(フロコン)を操作することによって可変とした。したがって油圧作動中エンジンの回転数を変更させる必要はない。

(2) ポンプ

ポンプは走行用可変容量ポンプ

同上用チャージポンプ

操舵用ポンプ

ブーム移動用ポンプ

の4台をそれぞれ1,200r.p.mで使用する。

従ってエンジン(2,000r.p.m)とポンプは、Vベルト(又はギヤー)を介してそれぞれ連結する。

各、ポンプにはそれぞれアンロード弁がつけられ、油圧不要時にはポンプを無負荷運転する。

(3) 走行系

走行は2個の油圧モータ(M4125)を可変容量ポンプ(RPV100-90)で駆動しポンプの両ポートとモータの両ポートを継いだ閉回路を構成する。

油圧モータによる漏れを補充するため閉回路内にチャージポンプで低圧油を送り込む。

チャージポンプによって入りすぎた油は回路内のパイロット式切換弁を通ってリリーフバルブを作動させタンクにもどる。

台車停止中は油圧モータをブレーキとして作動させるため油圧モータの両ポートは電磁切換弁でロック

タする。

また、可変ポンプは吐出を0にしてもわずかに漏れて油が出てくることがあるため可変ポンプのレバーを0にして、モータの切換弁（S416-04A）がブロックされている時にはポンプの両ポートの間にバイパスを作り電磁弁（DSS2-04G）でバイパス回路を開閉する。

起動停止において油圧モータの両ポートに異常高圧が発生するのを防ぐため、モータと切換弁の間にブレーキ回路（KRBAA-04F）を備える。

モーターをブロックする切換弁（S4C6）は電磁油圧式で閉回路中からはパイロット圧が取れない場合（ポンプの吐出0のとき）があるためチャージポンプの回路からパイロットを取る。

(c) 操舵系

操舵系は直行、横行、その場旋回の切換用と直行中のカーブ走行用との2種の系統からなり両系統とも常時使用するものでは無いため使用しない時はアンロード弁でポンプが無負荷運転されるようにした。

（S4S₂-01K）

直、横、旋回の切換用シリンダーにはそれぞれ単独に電磁切換弁が付けられ、シリンダ1本1本を単独操舵できるようにした。

操舵切換後は操舵シリンダーが動かないよう全て、ヘッド側、ロッド側共パイロットチェックバルブを付けシリンダーをブロックする。

直行中のカーブ走行はハンドル操作にてパワーステアリングを作動し、舵切りを行なう。パワーステアリングは常時油が流れるのでパワーステアリング不要時には電磁弁（DSS₂04G）で回路を断つ。またパワーステアリングの耐圧は通常の油圧よりも低いためポンプと切換弁（DSS₂04G）の間に減圧弁（RBB-04G）を入れ適当な圧力に落して使う。

(d) ブーム系

ブーム系は1台のポンプから2個のサーボバルブ（4F120L）を通してそれぞれ2本のシリンダーを伸縮させる。

サーボバルブはバルブを動かすコイルへの電流の正逆、および強弱でバルブを通る油の行返および流量の大小を決められるバルブである。これによりブームの上げ下げおよびその速度を制御する。ブーム用シリンダはサーボバルブでブロックしブームをおろす場合、バルブを開くと同時にブームがいきなり降下するのを防止するためサーボバルブとシリンダーのヘッド側の間に落込み防止用カウンターバランス弁（RDFO-04T）をいれる。

VII 油圧装置サーボ系

(1) 塗装方法

本サーボ系では作業車の制御系のうち下記のものについて制御する。

① 平行移動塗装

ゴンドラを一定の高さに保持し、台車の走行により平行部分を塗装する。

② 定速度昇降塗装

台車を固定し、ブーム屈伸用シリンダーを伸縮させゴンドラを昇降させて塗装する。

③ 一定距離移動塗装

2m角で塗装を行なうため、上下、左右に一定距離だけ移動させる。

(2) 制御の概要

本制御機構はゴンドラが船体壁面に沿って動く速度および移動距離を作業者がプレセッタした値に従っ

て制御する。

また、検出器としては、ゴンドラ床下面に取付けたナライ装置用ローラーを利用する。

この検出器は速度検知器および移動距離検知器として併用される。

各検出器の配置は図 4.1.2.(3)-1 の通り。

P.G : pulse generator

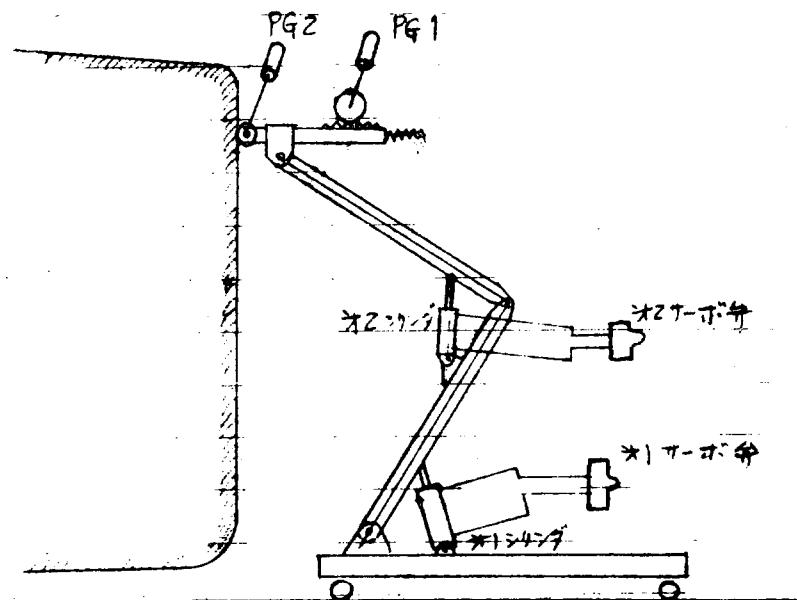


図 4.1.2-(3)-1

(イ) 平行移動塗装の場合のゴンドラ昇降

ゴンドラ先端の検出器 PG2 により移動距離を積算し、可逆カウンターに設定された値になるとゴンドラ停止信号を発信する。

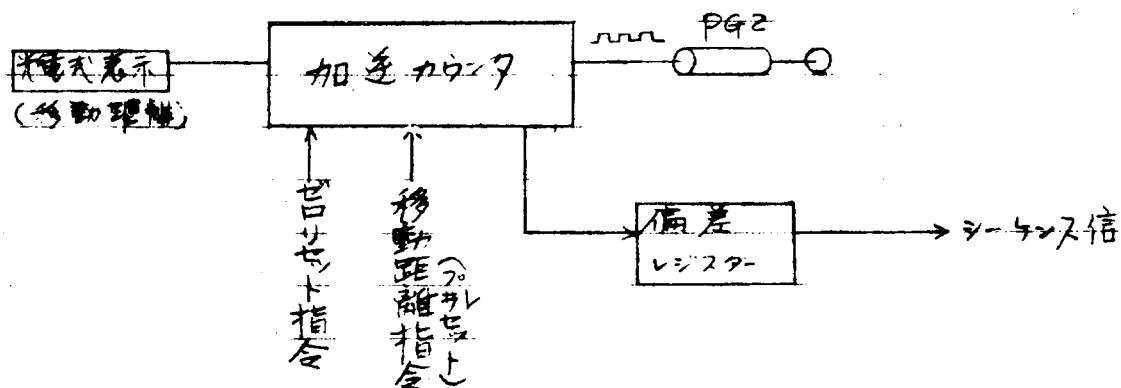


図 4.1.2-(3)-2

(ロ) 定速度昇降塗装

定速度昇降の場合図 4.1.2-(3)-3 の回路構成をとる。

第2シリンダー系パルス分配器に設定速度指令信号を送り、サーボバルブの開度を設定する。

この定速度塗装の場合、送り速度制御の他に移動距離の制御と船壁との一定距離でのならい制御を行なう必要がある。

移動距離の制御は第2シリンダー系のパルス発振器に停止位置指令を送り、ならい制御は第1シリンダ

一系のサーボ弁のフィードバック信号を送ることにより見かけ上、第2シリンドーにて位置制御を行なう結果になるが、第1シリンドーは常に第2シリンドーの動きと、船壁から常に一定距離を保つフィードバック信号から規制され、実際には2本のシリンドーによって位置制御を行なう。

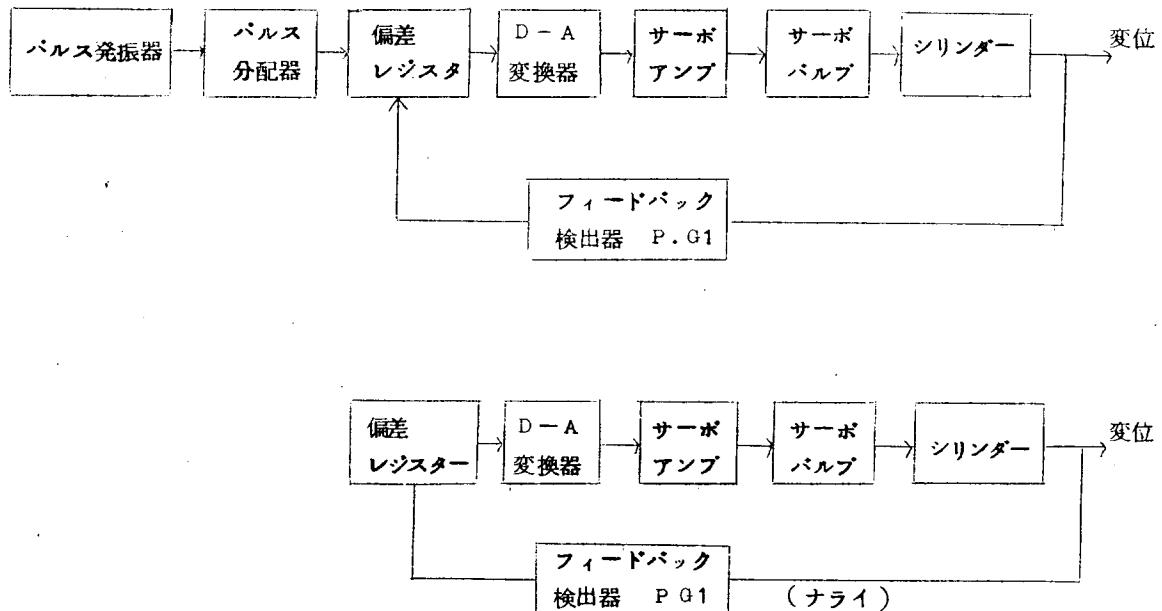


図 4.1.2-(3)-3

(ii) 一定距離移動塗装

この場合は(イ)および(ニ)の組合せにて行なう。

(VIII) 船体平行部の走行中操舵

船体平行部塗装中、スプレーは船体にスプリング又はエッセンダで押し当てて走行するが、スプレー台の左右移動ストローク内の巾のうち蛇行が許容されるように、運転者がスプレー台の状態（スプレー台がストロークを越して船体に付き過ぎていないか、または、離れていないか）を確認できるよう次のような装置を付ける。

ゴンドラのスプレー台はエッセンダ（またはスプリング）で常に船壁に押し当てておく。

台車の蛇行等によりゴンドラが左右に移動したりした場合スプレー台はゴンドラに対して相対的に左右動する。その時スプレー台に取り付けたラックでゴンドラ上のボテンショメータを回す。

一方、運転台に取り付けた指針により運転者は指針が出来るだけスプレー台のストローク中央、すなわち指針が0の状態を保つよう操舵すればよい。

スプレー台のストロークは中間点から船側へ200mm、ドックサイドへ500mmとする。

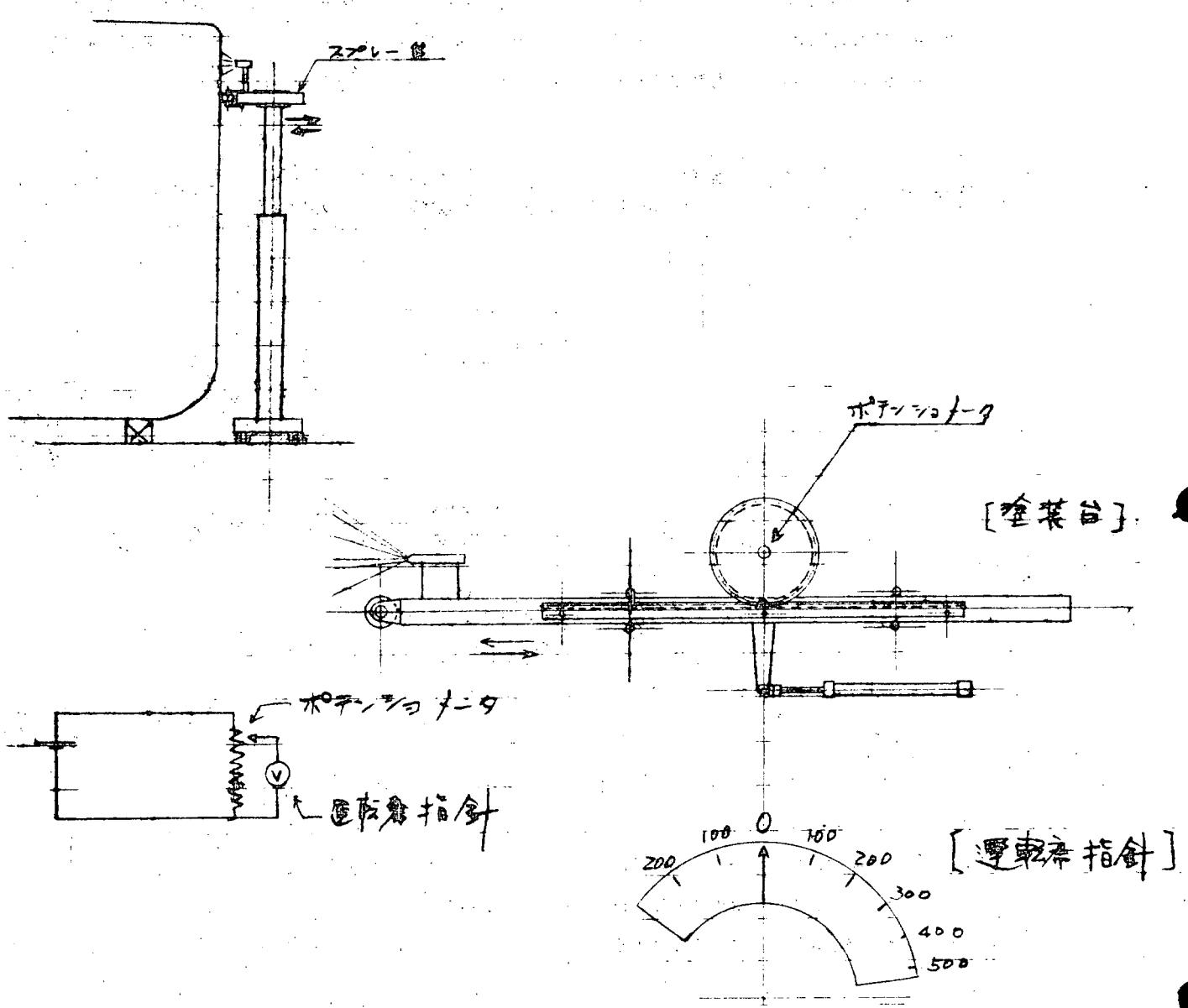


図 4.1.2-(3)-4

(d) 主要諸元

(i) 寸法、重量

全長	19,000 mm
全幅	5,200 mm
全高	4,000 mm (但しブーム折りたたみ時)
台車長	9,000 mm
ホイールベース	8,000 mm
トレッド 前後共	4,200 mm
台車床面高さ	1,700 mm
最低地上高	1,62 mm
ゴンドラ寸法	巾 1,500 × 前後 1,000 mm
第1ブーム長	16,000 mm
第2ブーム	17,900 mm
ゴンドラ上許容荷重	1,000 Kg
車両重両	26,000 Kg (燃料、作動油含)

(ii) 性能

台車走行速度

直行時	最大 6.0 m/min
加速時間	$0 \rightarrow 6.0 \text{ m/min}$
横行時、その場旋回時	1.0 m/min (但し車輪周速度)
ゴンドラ昇降速度	$4 \sim 1.0 \text{ m/min}$ 無段变速
登坂能力	$1.0 / 1000$
使用可能の最大風速	2.0 m/sec

(iii) 油圧駆動装置

ディーゼルエンジン

定格出力 $5.5 \text{ kW} / 2000 \text{ r.p.m}$ 1台

(iv) 油圧装置

走行用可変容量ポンプ	1台
" チャージポンプ	1台
操舵用ポンプ	1台
ブーム昇降用ポンプ	1台
オイルタンク 500ℓ	1台
バルブスタンド	1台

(v) 伝導装置

エンジン : 油圧ポンプ Vベルト
駆動輪 : 油圧モータ 直結

(vi) 走行駆動源

油圧式 ラジアルプランジャー型ホイルモータ 2台

(vii) 操舵装置

直行、横行、その場旋回の切換押釦方式
直行中の操舵 パワーステアリングのハンドル操作

(viii) 操作

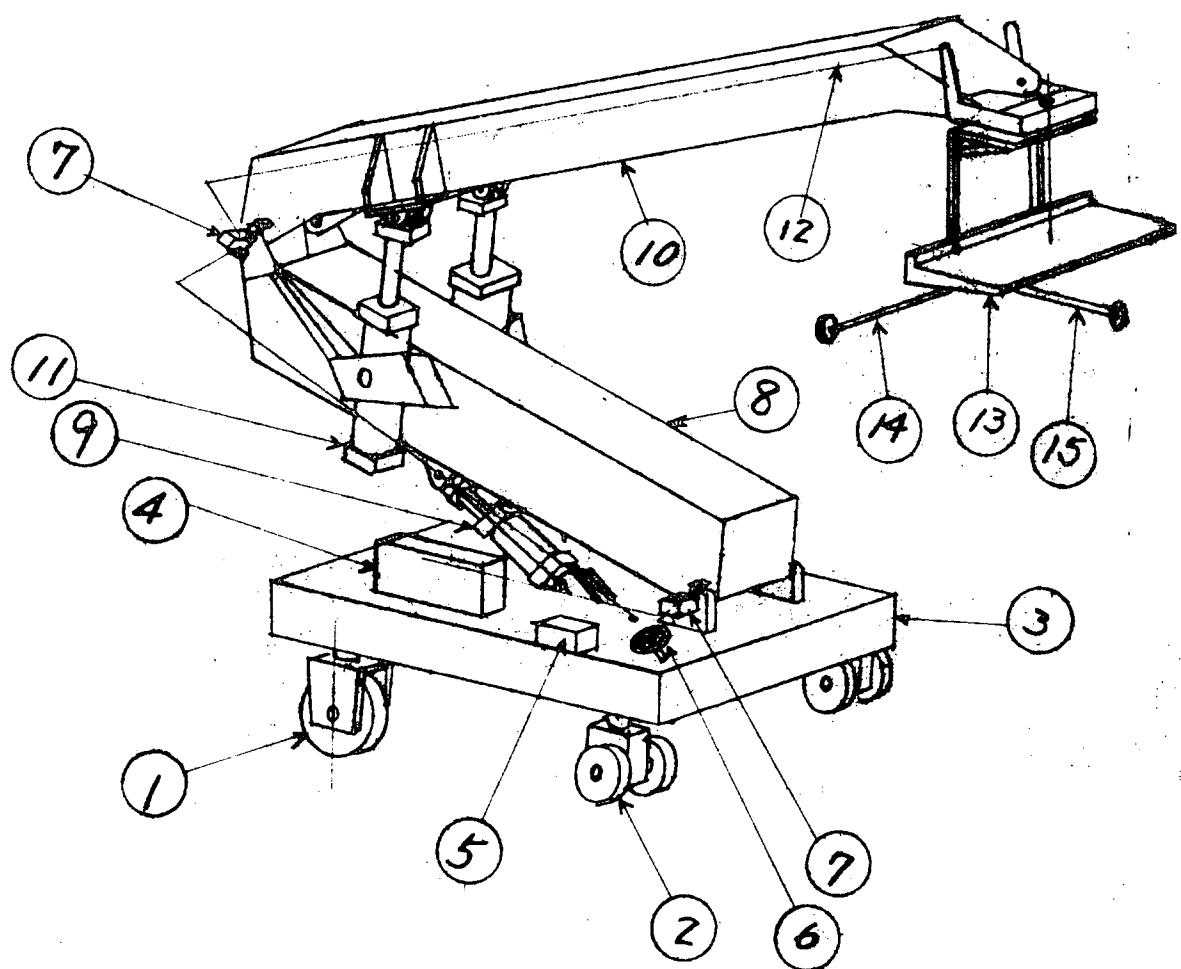
ハンドル 台車前後各1カ所
操作盤 台車前後およびゴンドラ上に各1面

(ix) タイヤサイズ

前 輪 $21'' \times 6'' \times 15''$ のダブルタイヤ
後 輪 $36'' \times 8'' \times 30''$
材 質 前、後輪共ウレタンソリッド

(x) 制御装置

- ゴンドラの制御 ① 先端部垂直昇降装置
② ナライ装置(船壁面追隨装置)
③ 移動速度保持装置
④ 移動距離検出装置
- ブームの制御 危険角度検出装置



1. 駆動輪
2. 従動輪
3. 台枠
4. ディーゼルエンジンおよびポンプユニット
5. 操作盤
6. ハンドル
7. 危険角度検出装置
8. 第1ブーム
9. 第1シリンダー
10. 第2ブーム
11. 第2シリンダー
12. ゴンドラ水平保持用ロッド
13. ゴンドラ
14. 平行部移動距離および船壁間距離検出器
15. ナライ装置

図 4.1.2-(3)-5

台車の制御

船壁間との距離表示装置(平行部のみ)

(xi) 作業範囲

最高	33,000mm
最低	2,000mm

(e) 主要計算

(i) 主要部材強度計算

(イ) 第2ブーム

第2ブームは真横に倒した状態で最も大きなモーメントがかかる。

その値は 5413 t-m である。

第2ブーム端部の第2シリンダー受けの点でモーメントが最大になる。

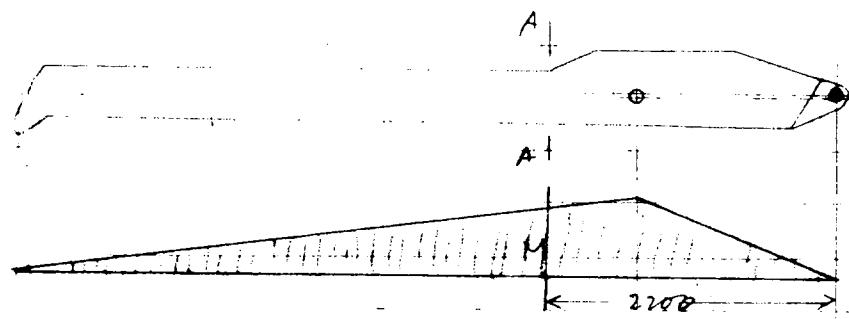


図 4.1.2-(3)-6

シリンダ受け部の断面形状は図 4.1.2-(3)-7 に示す。

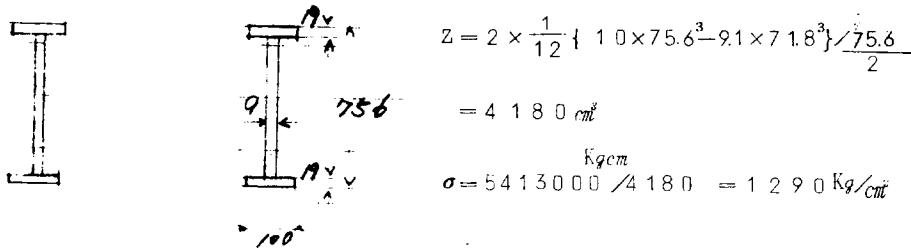


図 4.1.2-(3)-7

断面 A-A での形状は図 4.1.2-(3)-8 の通り。

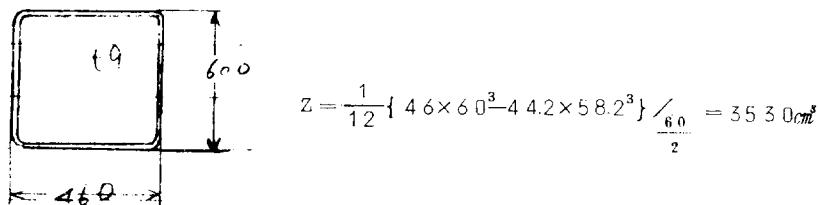


図 4.1.2-(3)-8

断面 A-A でのモーメントは

$$5413 \text{ t-m} \times \frac{(18-2.2)}{18 \text{ m}} = 474 \text{ t-m}$$

$$\sigma = 4740000 \text{ Kgf/m}^2 / 3530 \text{ cm}^4 = 1330 \text{ kg/cm}^2$$

(a) 第1ブーム

第1ブームには約 $6.7.6^{t-m}$ のモーメントがかかる。第1ブームの断面形状は図 4.1.2-(3)-9 に示す通りである。

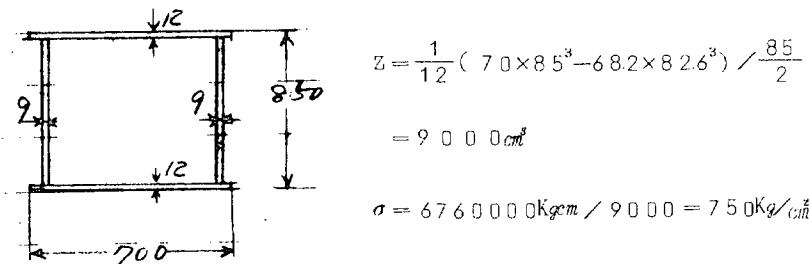


図 4.1.2-(3)-9

(b) 台 枠

台枠にはブームを受ける力によるモーメント M_1

塔載機器荷重によるモーメント M_2

自重によるモーメント M_3

$$M_{1,\max} = 6.7.6^{t-m}$$

$$M_2 = \frac{1}{4} 8^m \times 2.8^{t-m} = 5.6^{t-m}$$

$$M_3 = \frac{1}{8} \times 8^m \times 7^{t-m} = 7^{t-m}$$

$$\Sigma M = 6.7.6 + 5.6 + 7 = 8.0.2^{t-m}$$

台枠断面形状は図 4.1.2-(3)-10 に示す。

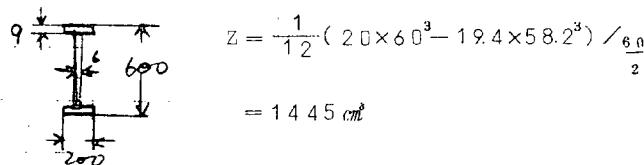


図 4.1.2-(3)-10

4本組であるから $Z = 5780 \text{ cm}^4$

$$\sigma = 8020000 / 5780 = 1370 \text{ Kgm/cm}^2$$

(c) 第1、第2ブーム連結ピン (S45C調質)

連結ピンにシリンダーの出力が全てかかるとして $4.7.5^{t}$

$$M = \frac{1}{4} \times 20 \times 47.5^{t-m} = 237.5^{t-m}$$

$$112 \phi \text{丸棒の } Z = 137.5 \text{ cm}^4$$

$$\sigma = 237500 / 137.5 = 1720 \text{ Kgm/cm}^2$$

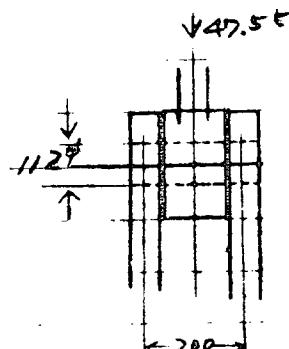


図 4.1.2-(3)-11

(ii) 第1ブーム、台枠連結ピン (S 450調質材)

ピンにかかるモーメントは

$$\frac{1}{4} \times 20 \text{ cm} \times 42 \text{ t} = 210 \text{ t-cm}$$

115φ丸棒のZ = 149

$$\sigma = 210000 / 149 = 1400 \text{ Kg/cm}^2$$

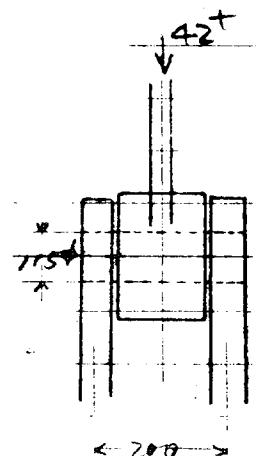


図 4.1.2-(3)-12

(iv) 心皿

心皿シャフトの長い従動側について。

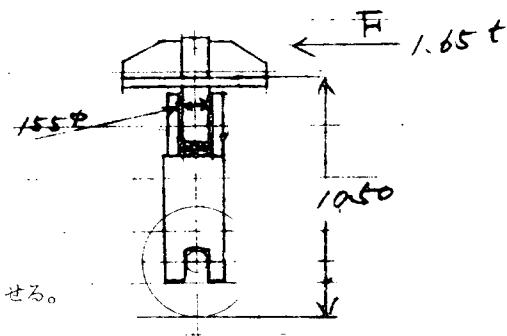
軸にかかる曲げモーメントは

$$105 \text{ cm} \times 1.65 \text{ t} = 173 \text{ t-cm}$$

155φ丸棒のZ = 365 cm³

$$\sigma = 173000 / 365 = 480 \text{ Kg/cm}^2$$

駆動側の心皿シャフトは150φで同じとみなせる。



(ii) 台車安定計算

(1) 折りたたみ時

B車輪基準の転倒モー

メントM₁

$$M_1 = 8 \text{ m} \times 1.2 \text{ t} = 9.6 \text{ t-m}$$

安定側のモーメントM₂

$$M_2 = 9.8 \text{ t} \times 4 \text{ m} + 1.8 \text{ t}$$

$$\times 8 \text{ m} + 3.4 \text{ t} \times 8 \text{ m}$$

$$+ 1.8 \text{ t} \times 8 \text{ m}$$

$$= 95.2 \text{ t-m}$$

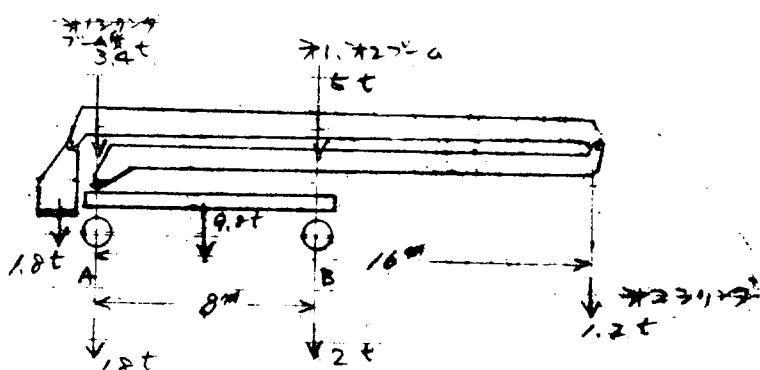


図 4.1.2-(3)-14

転倒に関して問題ない。

A車輪基準の右回りモーメントは

$$M = 16 \text{ m} \times 1.2 + 8 \text{ m} \times 7 \text{ t} \times 4 \text{ m} \times 9.8 \text{ t} - 2 \text{ m} \times 1.8 = 110.8 \text{ t-m}$$

B車輪の負荷は $110.8 / 8 = 13.8$

B車輪は2輪 故に1輪当たり 6.9t

A車輪負荷は $25 - 13.8 = 11.2 \text{ t}$

A車輪は4輪 故に1輪当たり 2.8t

(d) ブーム上昇時前後方向の安定性

- ① A車輪基準の転倒モーメント M_1

$$M_1 = 0.6^m \times 1.8^t = 1.08^{t-m}$$

- ② 風荷重によるモーメント M_2

$$M_2 \text{は P } 5 \text{ より } 15.4^{t-m}$$

- ③ 地震によるモーメント M_3

$$M_3 \text{は P } 5 \text{ より } 31^{t-m}$$

転倒モーメント 合計 47.48^{t-m}

- ④ 安定側モーメントは

$$M_4 = 8^m \times 2^t + 4^m \times 9.8^t + 2.73^m \times 5^t + 6.15$$

$$\times 1.2 = 16 + 39.2 + 13.6 + 7.4 = 76.23$$

故に安定度は $M_4 / (M_1 + M_2 + M_3) = 76.23 / 47.48$

$$= 1.6$$

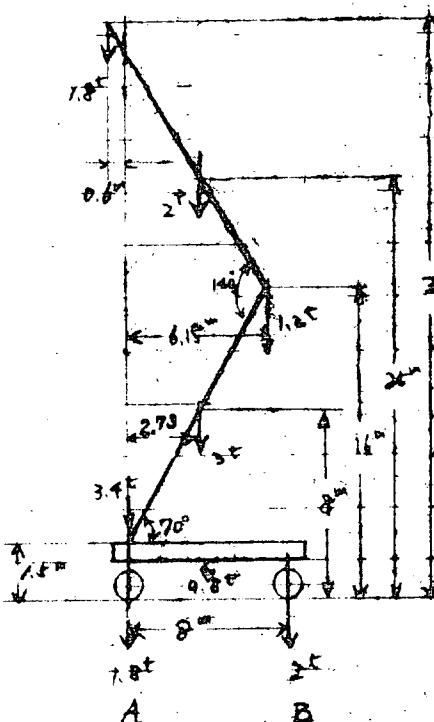


図 4.1.2-(3)-1.5

(e) ブーム上昇時巾方向の安定性(ジェットクリーニング使用)

- ① スプレー反力による転倒モーメント M_1

$$M_1 = 0.174 \times 3.4^m = 5.92^{t-m}$$

- ② 風荷重によるモーメント M_2

$$M_2 = 15.4^{t-m}$$

- ③ 地震荷重によるモーメント M_3

$$M_3 = 0.2 \{ 0.9^t \times 3.4^m + 2^t \times 2.5 + 1.2 \times 1.6 + 3 \times 8 \} = 0.2 \times 124 \\ = 25^{t-m}$$

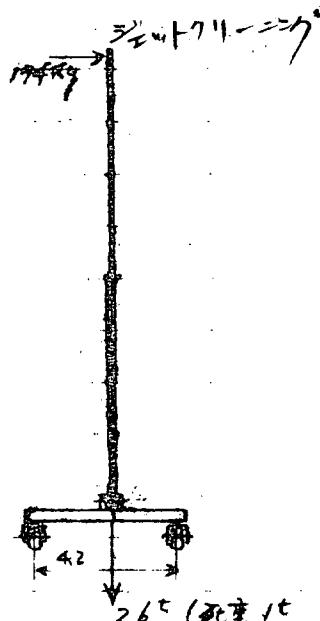
故に全転倒モーメントは 46.32^{t-m}

- ④ 自重による安定モーメント M_4

$$M_4 = 2.6^t \times 2.1^m = 5.46^{t-m}$$

- ⑤ 塔載機器による安定モーメント M_5

$$M_5 = 2.5^t \times 2.1^m = 5.25^{t-m}$$



安定度は $(M_4 + M_5) / (M_1 + M_2 + M_3) = 5.985 / 46.32$

$$= 1.3$$

図 4.1.2-(3)-1.6

(2) ブーム上昇時におけるプラストの

反力による影響

重心を求める

$$\begin{aligned}\Sigma WL_H &= 1.8 \times 3.4 + 2 \times 2.5 \\ &+ 1.2 \times 1.6 + 3 \times 8 \\ &+ 1.5 \times (3.4 + 9.8) \\ &+ 1.8 + 2 = 179.9\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}G_H &= 179.9 / 2.5 \\ &= 71.96\end{aligned}$$

A 車輪基準

$$\begin{aligned}\Sigma WL_L &= 4^H \times 9.8 + 8^M \times 2^T + 2.73^H \\ &\times 5^T + 6.15 \times 1.2 - 1.8 \times 0.6 \\ &= 75.15\end{aligned}$$

$$G_L = 75.15 / 2.5 = 3$$

故に重心位置は図 4.1.2-(3)-17 の通り。

風荷重によるモーメントは前頁より

$$M_1 = 15.4 \text{ t-m}$$

地震荷重によるモーメント M_2 は

$$M_2 = 3.1 \text{ t-m}$$

プラスト反力によるモーメントは

$$M_3 = 0.544^T \times 3.4^H = 18.5 \text{ t-m}$$

A 車輪基準の安定モーメント

$$M_A = 2.5^T \times 3^M = 7.5 \text{ t-m}$$

B 車輪基準の安定モーメント

$$M_B = 2.5^T \times 5^M = 12.5 \text{ t-m}$$

故に A 車輪基準の安定度は(反時計回りの転倒に対する安定性)

$$M_A / M_1 + M_2 - M_3 = 7.5 / 15.4 + 3.1 - 18.5 = 7.5 / 27.9 = 2.7$$

B 車輪基準の安定度は(時計回りの転倒に対する安定性)

$$M_B / M_1 + M_2 + M_3 = 12.5 / 15.4 + 3.1 + 18.5 = 12.5 / 64.9 = 1.93$$

(3) プラスト反力による巾方向への安定性の影響

より

① プラスト反力による転倒モーメント M_1

$$M_1 = 0.544 \times 3.4^M = 18.5 \text{ t-m}$$

② 風荷重によるモーメント M_2

$$M_2 = 15.4 \text{ t-m}$$

③ 地震荷重によるモーメント M_3

$$M_3 = 2.5 \text{ t-m}$$

故に全転倒モーメント $\Sigma M = 58.9 \text{ t-m}$

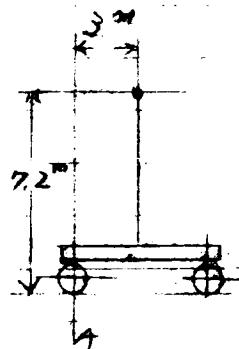
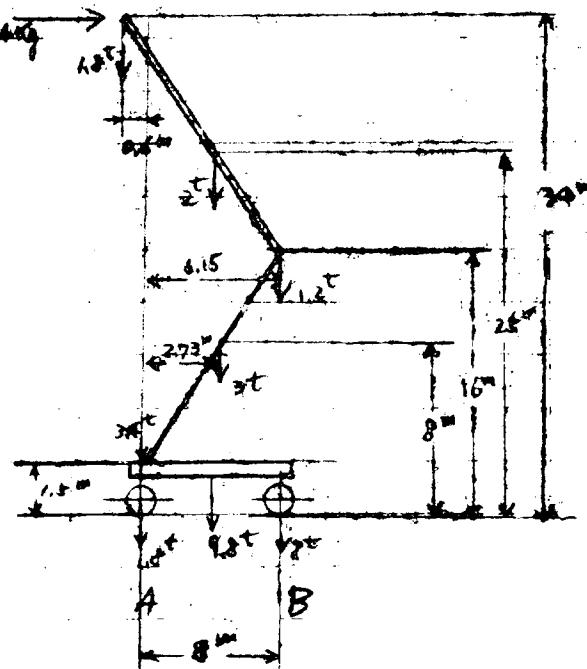


図 4.1.2-(3)-17

④ 自重による安定モーメント M_4

$$M_4 = 5.4.6 \text{ t-m}$$

⑤ 台枠積載物によるモーメント M_5 ($W = 2.3^t$)

$$M_5 = 2.3^t \times 2.1 \text{ m} = 4.83 \text{ t-m}$$

⑥ 船壁側に死重をのせて安定度を上げる

死重 4 t 乗せる

$$M_6 = 4^t \times 4.2 \text{ m} = 16.8 \text{ t-m}$$

故に安定側モーメントは $5.4.6 + 4.83 + 16.8 = 76.23$

故に安定度は $76.23 / 58.9 = 1.295$

⑦ 死重 3 t の場合

$$M'_6 = 3^t \times 4.2 = 12.6 \text{ t-m}$$

故に安定度は $5.4.6 + 4.83 + 12.6 / 58.9 = 72.03 / 58.9 = 1.22$

（） 前方張出し時（曲面追従装置使用の時）

① A 車輪基準の転倒モーメント

$$\begin{aligned} M_1 &= 1.8^t \times 1.85 \text{ m} + 2^t \times 1.85 \text{ m} \\ &= 25.1 \text{ t-m} \end{aligned}$$

② 地震による転倒モーメント

$$\begin{aligned} M_2 &= 0.2 (5^t \times 16 \text{ m} + 3^t \times 8 \text{ m}) \\ &= 20.8 \text{ t-m} \end{aligned}$$

③ 風荷重によるモーメント

$$M_3 = P 5 \text{ より } 5.1 \text{ t-m}$$

故に全転倒モーメントは 51 t-m

④ 安定モーメントは

$$\begin{aligned} M_4 &= 2.73^t \times 3^t + 6.15^t \times 1.2^t \\ &\quad + 4^t \times 9.8 + 8^t \times 3^t = 78.79 \text{ t-m} \end{aligned}$$

図 4.1.2-(3)-1.8

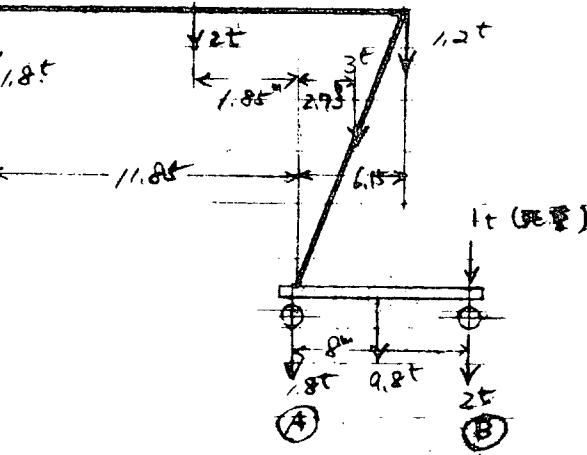
故に安定度は $78.79 / 51 = 1.54$

B 車輪基準の全モーメントは

$$\begin{aligned} &1.8^t \times 19.85 \text{ m} + 2^t \times 9.85 \text{ m} + 1.8^t \times 8 \text{ m} + 2^t \times 5.27 \text{ m} + 9.8^t \times 4 \text{ m} + 1.2^t \times 1.85 \text{ m} \\ &= 127.02 \text{ t-m} \end{aligned}$$

故に A 車輪荷重は $127.02 / 8 = 15.9^t$

A 車輪は 4 輪、1 輪当り 4 t



(f) 図面目録（※印のみ本報告書に添付した）

表 4.1.2-(3)-1 高所作業用台車

番号	図面番号	図面名稱	記事
※ 1	I C 3045	高所作業用台車	図 4.1.2-(3)-1 9
2	I C 3442	台枠	
3	I C 3780	走行装置台枠	
4	I D 2871	駆動側心臓	
5	I C 3429	駆動側輪心	
6	I C 2567	操舵シリンダー受	
7	I C 5108	従動輪組立	
8	I C 3372	従動側車軸取付金	
9	I C 3373	" 上心臓および中間心臓	
10	I C 3418	" 操舵装置	
11	I D 2454	" 操舵リンク	
12	I D 7050	" 輪心	
13	I D 7052	" 車軸	
14	I D 2444	" ベアリング押上	
15	I D 2905	第1ブームおよびシリンダー取付台	
16	I C 3441	第1ブーム	
17	I C 3553	第2ブーム	
18	I C 3361	第2シリンドー取付装置	
19	I D 2694	ブーム連結軸	
20	I C 3554	ゴンドラ	
21	I D 2820	機器配置	
22	I D 2819	ゴンドラ上機配置	
※ 23	I C 3103	作業範囲図 I	図 4.1.2-(3)-2 0
24	I C 3551	作業範囲図 II	
※ 25	I C 3459	油圧回路図	図 4.1.2-(3)-2 1
※ 26	I C 3652	電気結線図	図 4.1.2-(3)-2 2
27	I D 2973	ブッシュおよびピン表	
28	I C 3934	ゴンドラ垂直保持装置	

(g) 省 力 試 算

(i) 新 造 船

200型 2,400 HR/隻 4.5隻/年 10,800 HR(4.9人)

(ii) 修 繕 船

	処理面積	省力能率	年間隻数	省力時数
100型	9,000 m ²	0.04 HR/m ²	30隻	10,800 HR
150型	10,500	0.04	10	4,200
200型	11,400	0.04	10	4,560
計				19,560 HR(8.9人)

(iii) 概算投資金額 2,900万円/台

(h) 将来への展望

- (i) 今回試設計を行なった高所作業用伸縮自在自走車により、従来の船艤部における塗装作業の危険が無くなり、作業能率も十分向上すると考えられる。
- (ii) 塗装アタッチメント・クローズドサーキットプラント・ジェットクリーニングとの組合せにより、かなり有効に使用できるか、どの装置を探りあけるかは各造船所の特殊性を良く検討する必要がある。
- (iii) 本装置の先端における半自動化の動き（ナライ・定距離移動・定速移動・垂直移動）の調整には、かなりの時間を必要としよう。

(V) 自動化への展望

- (イ) 特に船艤において、曲面追隨装置と連動のうえ、全自動化の可能性がある。
- (ロ) 平行部塗装において、本体の走行距離をセットし、ブームの昇降と連動させることにより、自動塗装の可能性がある。
- (メ) 走行中の安定性能については、従来の経験よりして本報告書中の検討にて十分であるが、操舵による旋回の際の遠心力に注意する必要がある。

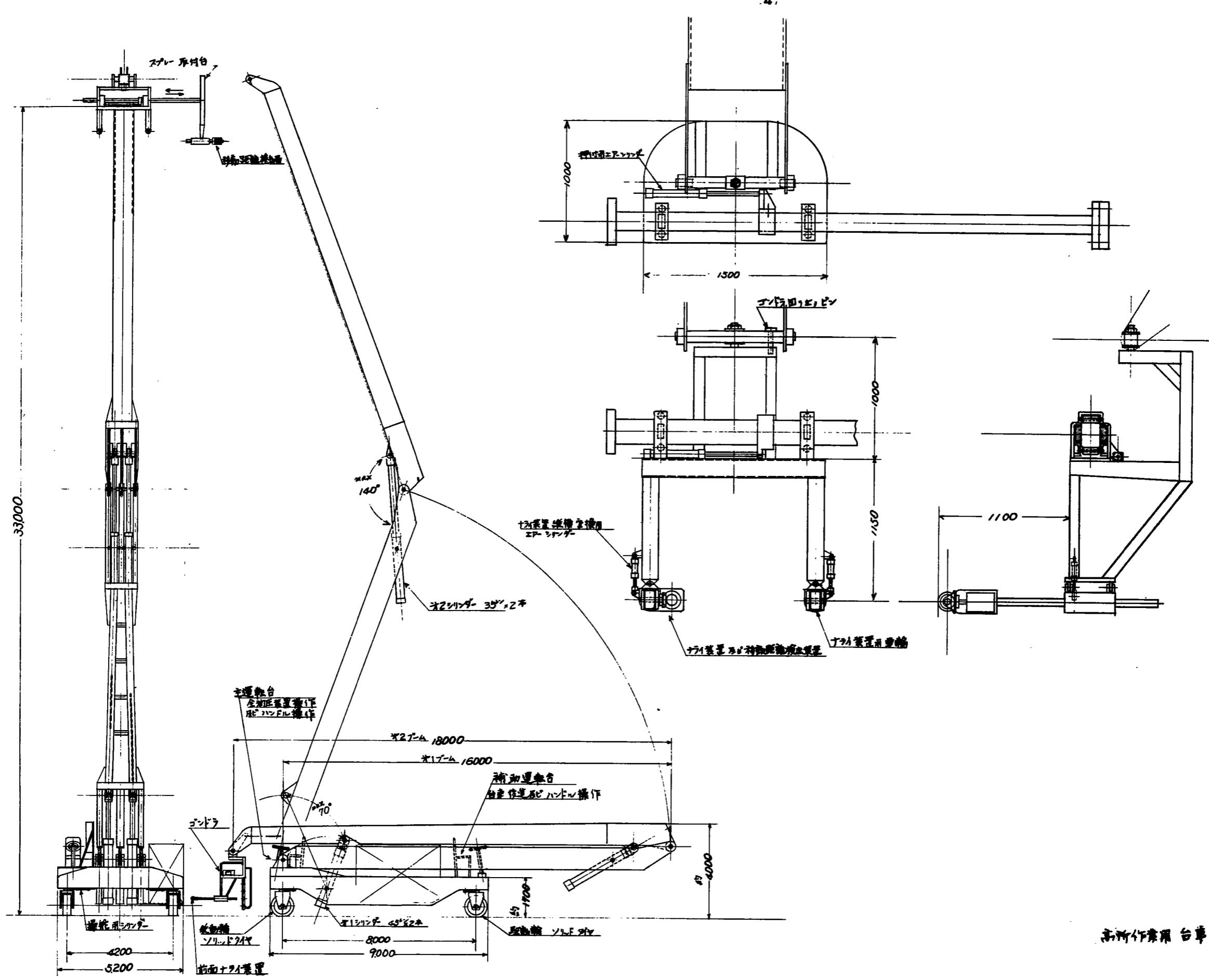


図 4.1.2-(3)-19 高所作業台車

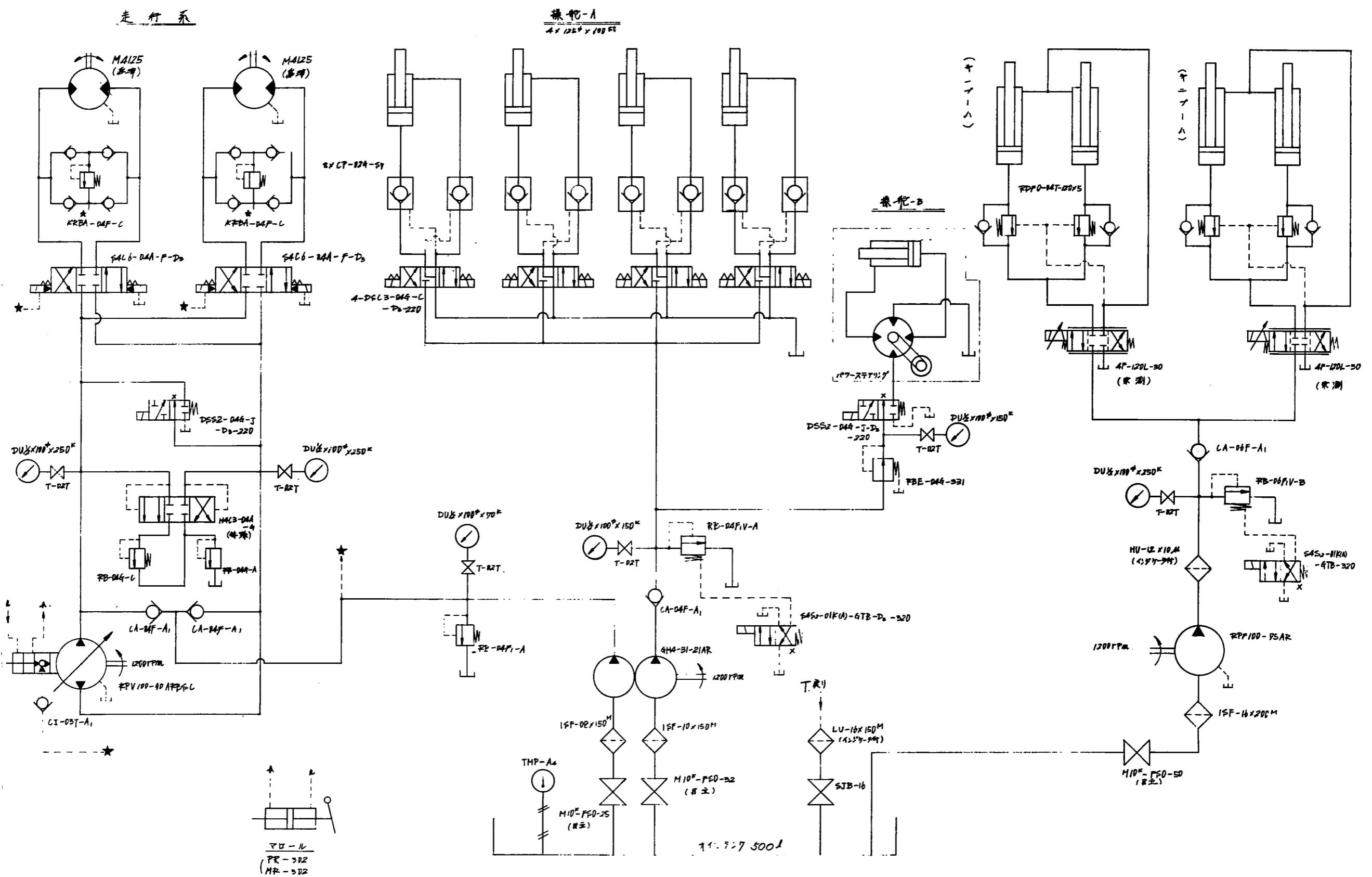


図 4.1.2(3)-21 油互回路図

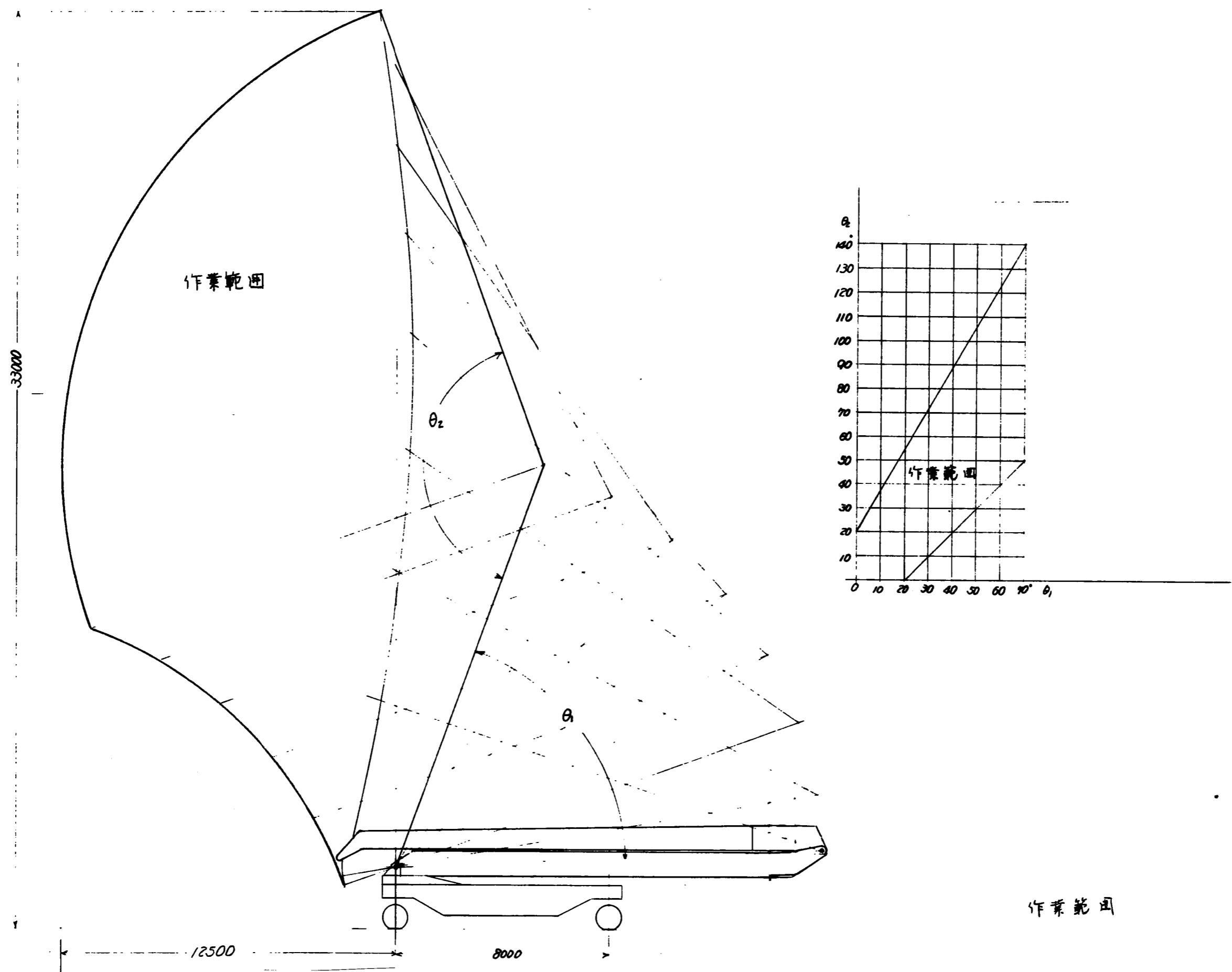


図 4.1.2-(3)-20 作業範囲

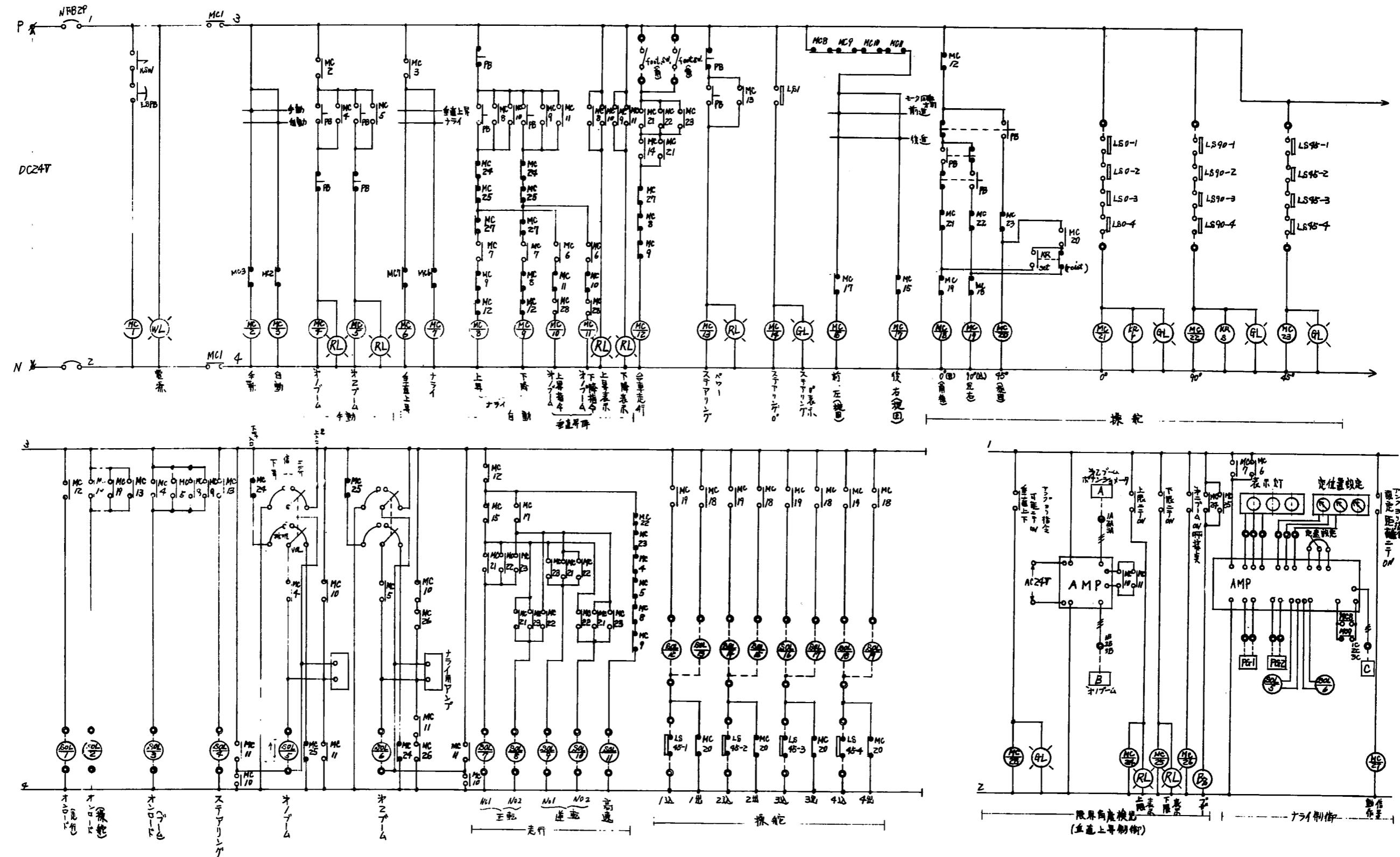


図 4.1.2-(3)-22 外板自走足場制御装置電気結線図

(4) バルクキャリアーの艤内作業車の試設計

(a) 装置選定にいたるまでの経過

(i) 研究の目的

15万トンクラスのバルクキャリアーを対象に、新造船、修繕船の艤内高所の二次表面処理用塗装作業用足場の開発試設計を行なう。

(ii) 選定の経過

バルクキャリアーの船型を15万トンクラスで想定し、これを対象に作業内容を二次表面処理と塗装とし、プラスチック装置および塗装アタッチメントを組込み、作業の自動化を目標として、艤内作業車の検討討議を重ねたが、艤内の構造または作業内容からして現時点で実現可能な範囲は塗装用の足場としての開発を進めるのが妥当な線であると言う結論に達し主要性能を次のごとく決定した。

(1) 型式

スケーリングタワー方式、シエノーケルタイプ、の2案について討議を行ない、担当工場の実績から、スケーリングタワー方式に決定した。

(2) 動力源

電動モーター、油圧の2案について検討を行ない、安全上の有利さから油圧に決定した。

ディーゼル油圧、電動油圧、バッテリー油圧の3案について討議を行ない、ディーゼル油圧は艤内の環境衛生面で欠点があり、バッテリー油圧は装置の運転時間から考えて頻繁に充電する必要があるという欠点がある等の理由により電動油圧に決定した。

(3) 作業範囲

16万トンのO/B/Oの資料を参考して、対象範囲(DK裏およびアッパー・ホッパー下部)をカバーするためには最高高さ25m作業ステージの長さ11m(装置中心より)が必要であることを確認し、装置全体の移動を少くするため、作業ステージをスライドさせる方式とした。

(b) 試設計概要

(i) 装置の概要

本装置は電動油圧を動力源とし、基台の上に2m高さの枠組をもうけ、その中に上下動する4組の上部枠を納め、油圧シリンダーによりスライドさせ、これが最高高さ時25mとなる。最上部には1.2m×8m大的作業ステージをもうけ、このステージが油圧駆動により360°旋回し、前方には5.5mせり出しました35°傾斜する。

基台に4個の車輪をもうけ油圧駆動により自走するのである。

(ii) 装置の主要目

(1) 型式	スケーリングタワー方式
(2) 動力源	電動油圧
(3) 走行速度	6m～20m/min
(4) 升降速度	4m/min
(5) 旋回範囲	360°
(6) ステージ先端荷重	300kg
(7) 最高高さ	25m
(8) ステージせり出し長さ	5.5m
(9) 全体重量	12ton 以下

(iii) 各部の構造

(1) 基台

- 鋼製枠組とし上部構造を支えるに十分な物とした。
- 走行、昇降、操縦、ジャッキアップ用の動力源である油圧機構と、上部枠を搭載するものとした。
- 以上を満足させる必要最少の面積のものとした。

(2) 枠組

- 鋼製枠組とし、外枠（基台付）と内枠（4本）よりなり上下にスライドさせることにより、5m～25mの間で任意の高さが得られるものとした。
- 装置最高高さ25mの作業状態でステージの旋回、せり出し、傾斜が可能であると同時にせりだし最大長さ（芯より11m）の先端荷重300kgに耐えうる構造とした。
- 各枠間のスライドはスムースなものとした。

(3) ステージ

- 鋼製枠組とし固定側と、スライド側よりなり、スライドさせることにより5.5m～11mの間で任意の寸法が得られるものとした。
- ステージ先端（せりだし最大長さ時）で300kgの荷重に耐えられるものとした。
- スライドはスムースなものとした。
- 周囲には1m高さのハンドレールをもうけた。

(iv) 制御機構

(1) 走行

- 油圧モーターを使用した。
- 車輪は駆動論2個、従動論2個とし装置全体重量を支えるに十分なものとした。

(2) 操縦（方向性）

- 油圧シリンダーを使用した。
- 旋回はできるだけ小範囲で行なえるものとした。

(3) 昇降

- 油圧シリンダーを使用した。
- シリンダーは枠組（5本）と同寸法とし伸ばした状態で剛性を保つものとした。

(4) 旋回、スライド傾斜

- ステージのみとした。
- 油圧モーターおよびシリンダーを使用した。
- 動力源はステージの後部に搭載した。

(v) 操作盤

- (1) 基台上にて、走行、ジャッキアップ、操縦の制御ができるようにした。
- (2) ステージ上にて、昇降、旋回、スライド、傾斜用の制御盤を取付けた。この場合旋回、スライド、傾斜用の制御はポータブル式とし最高長さ時、ステージ先端にて操作できるものとした。

(vi) 安全

本装置の設計に当ってはクレーン安全規則を適用した。

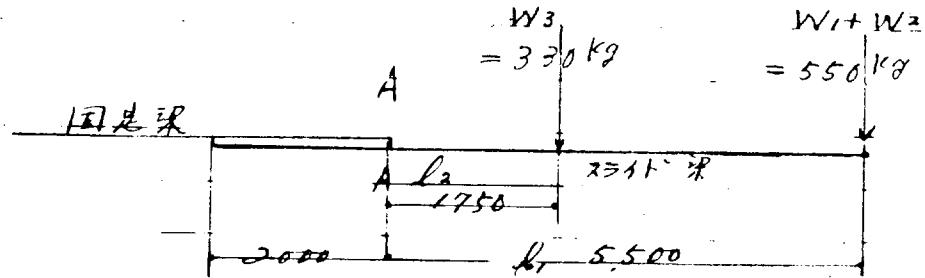
(vii) 設計の範囲

(1) 図面

- 全体組立図
 - 主要構造図
 - 油圧回路図
 - 電気回路図
 - 主要構造強度計算書
 - 装置取扱い説明書
- (b) 設計基準
- 日本工業規格(JIS)
- (c) 貨内作業車主要部強度計算

(i) スライド梁

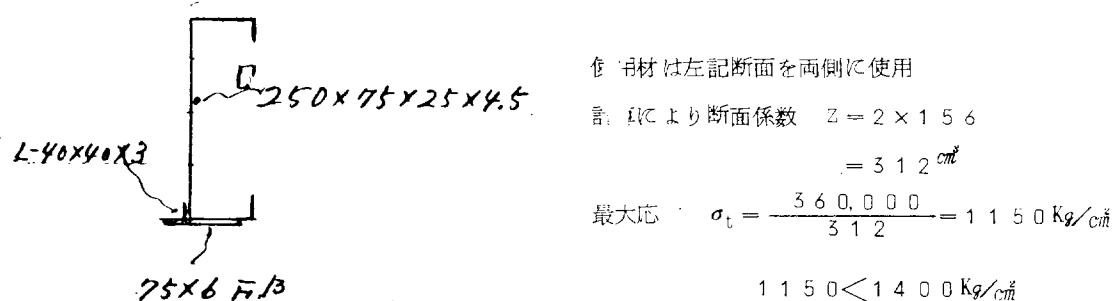
* 先端作業台許容荷重 $w_1 = 300 \text{ Kg}$
 作業台自重 $w_2 = 250 \text{ Kg}$
 スライド自重 $w_3 = 330 \text{ Kg}$



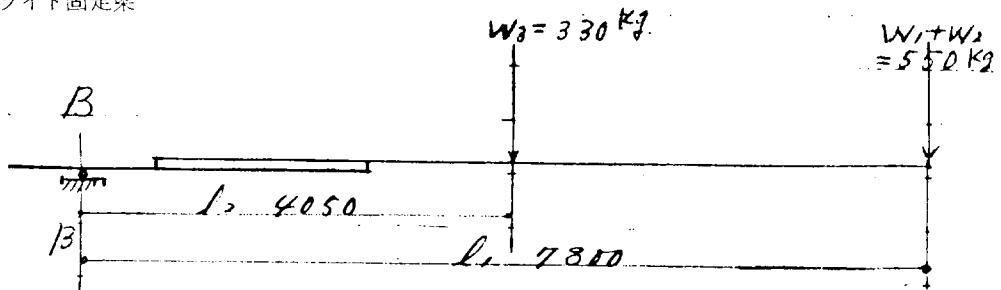
A - A点の曲げモーメント M_t

$$M_t = (w_1 + w_2) \times l_1 + w_3 \times l_2 \\ = 550 \times 550 + 330 \times 175 \div 360,000 \text{ Kg-cm}$$

材料断面



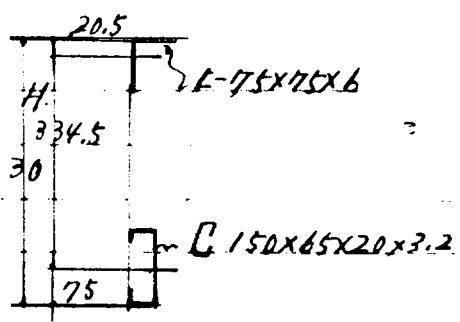
(ii) スライド固定梁



B-B点曲げモーメント M_t

$$\begin{aligned} M_t &= (w_1 + w_2) \times l_1 + w_3 \times l_2 \\ &= 550 \times 780 + 330 \times 405 \\ &= 428,000 + 133,500 = 561,500 \text{ Kg-cm} \end{aligned}$$

材料断面



2-L-75x75x6

$$A_1 = 8.727 \times 2 = 17.45 \text{ cm}^2$$

2-C-150x65x20x3.2

$$A_2 = 9.567 \times 2 = 19.1 \text{ cm}^2$$

$$M_t \text{ による } P_t, P_c = \frac{M_t}{H}$$

$$= \frac{561,500}{334.5} = 1675.0 \text{ Kg}$$

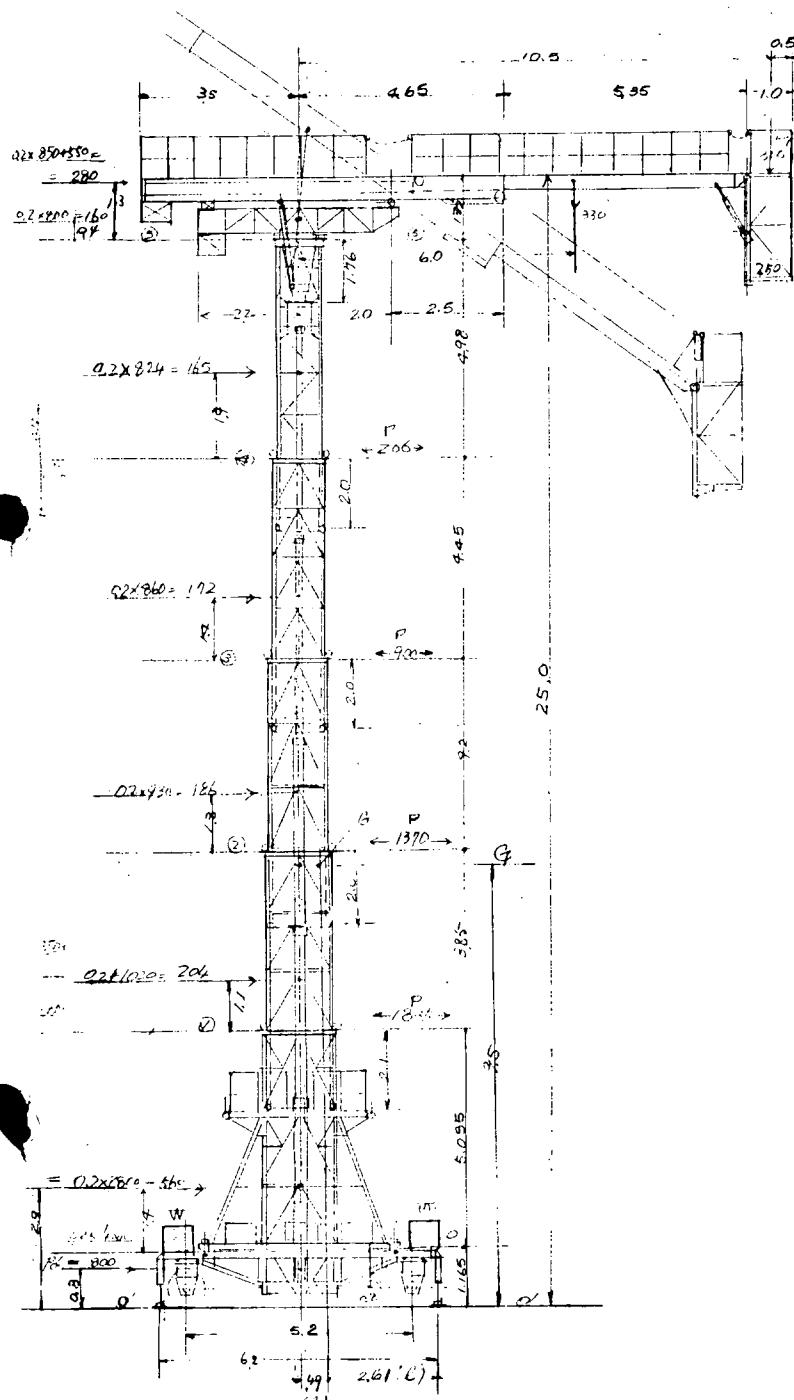
$$\text{上弦の応力 } \sigma_t = \frac{P_t}{A_1} = \frac{1675.0}{17.45} = 96.0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{下弦の応力 } \sigma_c = \frac{P_c}{A_2} = \frac{1675.0}{19.1} = 87.6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$96.0 \text{ Kg} < 1400 \text{ Kg}$$

(iii) 転倒モーメント計算書

地理係数 0.2



各段転倒モーメント Kg-m

	荷重	高さ	モーメント Kg	ローラー効 P		
⑤	280	1.3	3.67	$P_5 = 428 \times \frac{1}{4}$		
	160	0.4	6.4	$= 107$		
④	180	6.2	173.6			
	160	5.3	94.80	$P_4 = 133.5 / 1.5 \times \frac{1}{4}$		
③	165	1.9	31.35	$= 206$		
	172	1.4	24.1	1,335.1		
②	280	10.5	294.00			
	160	9.6	153.60	$P_2 = 575.7 / 1.6 \times \frac{1}{4}$		
①	165	6.3	104.00	$= 900$		
	172	1.4	24.1	5.757		
⑩	280	14.8	4,140			
	160	13.9	2,203	$P_{10} = 931.0 / 1.7 \times \frac{1}{4}$		
⑨	165	10.6	1,750	$= 1370$		
	172	5.6	96.5			
⑧	186	1.3	24.2	9,310		
	204	1.1	22.4			
⑦	280	18.65	5,220			
	160	17.4	2,780	$P_7 = 132.32 / 1.8 \times \frac{1}{4}$		
⑥	165	14.5	2,390	$= 1835$		
	172	9.6	1,650			
⑤	186	5.2	968			
	204	1.1	22.4	1,323.2		
④	280	25.0	7,000			
	160	23.7	3,800			
③	165	20.6	3,400			
	172	15.7	2,700			
②	186	11.4	2,120			
	204	7.2	1,970			
①	560	2.7	1,510			
	800	0.8	640			
転倒モーメント 22,640						
偏心荷重による M						
550	10.5	5,775	$\downarrow 7,755$			
330	6.0	1,980	Kg-m			
機重 1,26 バランス W 3,400						
機体合計 1,600 Kg						
偏心量 $e = \frac{7.753}{16,000} = 0.49$						
重心高 $G = \frac{2,264.0 + 7,755}{0.2 \times 16,000} = 9.5 m$						
安定モーメント $W \cdot l = 16,000 \times 2.61 = 41,760$						
$S.F = \frac{41,760}{3,400} = 1.37 > 1.2$						

図 4.1.2-(4)-1

(c) 油圧回路および作動説明

(i) 昇 降

メインポンプ、サブポンプを使った2つの回路よりなっている。

サブ回路は微調整をするのに使用されるものであり、ソレノイド⑪-2を切換えてバイロットチェック⑫を開かせフローコントロールバルブ⑯によって調整される。この回路は起動時のショックをとりのぞくためのもので、起動がはじまってからはメインの回路に変る。

作動はまずソレノイド⑪-2をOFFに切換えるとリリーフバルブのベンポートがふさがれポンプ④より送られる圧油がチェックバルブ⑫-3を通りシリンダー内に送られ始める。そこでシリンダーが動き始めるときソレノイド⑪-2がONに切換わる。と同時にソレノイド⑪-1がOFFに切換わり、メインポンプ④が作動し、シリンダーに圧油が送られ、シリンダーは上昇する。

また下降時はソレノイド⑪-1をONに切換えてバイロットチェック⑫を開かせると自重で下降する。

ストップバルブ⑬は停電した場合を考えたものでコックを開きシリンダー内の油をタンクにもどすことにより下降させるものである。

図4.1.2-(4)-2に回路図を示す。

(ii) スライド、傾斜、旋回

上部作業ステージ後部に搭載した油圧ポンプにより、スライド、傾斜、旋回を行なう。まず各々の起動始めは、ソレノイド⑪をOFFに切換え、アンロードの状態からオンロードの状態にする以下各々の作動を説明する。

(イ) スライド

ソレノイド⑪をOFFに切換え、それと同時に⑪-1を切換えることによりポンプ④から送られる圧油は⑬-1を通り、シリンダーを上昇させる。この時ロット側に設置された、バランシングバルブ⑭-1が作用してシリンダーの暴走を防ぐようになる。

また、下降はソレノイド⑪-1を切換えると、Bポートより圧油が⑬-1を通りさらに⑭-1のチェックを通りシリンダーを下降させる。

図4.1.2-(4)-3に回路図を示す。

(ロ) 傾 傾 斜

ソレノイド⑪-2を切換えると、ポンプ④から送られる圧油はAポートより⑬-2を通りさらに⑭-2のチェックを通りシリンダーを上昇させる。この時ロット側に設置された、バランシングバルブ⑭-3が作用してシリンダーの暴走を防ぐようになる。

下降は上昇の逆の操作により上昇と同要領の作動をする。

図4.1.2-(4)-3に回路図を示す。

(ハ) 旋 回

旋回も前記スライド、傾斜と同様にソレノイド⑪-3を操作すれば、モーター⑯が回転し旋回する。この場合クロスオーバーリリーフ⑮が設置されている。これはモーターを急激にストップさせた場合、モーターの慣性により圧油の泄れポートがないために、モーターを破損させてしまうことになるのでそのショックを防ぐ目的で設けたものである。

図4.1.2-(4)-3に回路図を示す。

(iii) ジャッキアップ、操縦、走行

ポンプが回転しはじめると油が流れ始める。しかし、マルチプルバルブの構造からしてバルブを操作しな

ければ圧は上がらずアンロードした状態となっている、ジャッキアップ、操縦、走行、ともに目的とするマルチブルバルブを操作しなければ作動しない。

以下各々の作動を説明する。

(イ) ジャッキアップ

ジャッキ用のマルチブルバルブを操作すると圧油はパイロットチェック⑥-1～4 を通りシリンダーに入り上昇する。

パイロットチェックは油圧の保持を行なうためのものである。

ジャッキを引上げるには、マルチブルバルブを上昇とは逆の操作をすれば、圧油はロット側よりシリンダーに入る、と同時にパイロットチェックを開かせてタンクえのどりのラインとなり、ジャッキは引上げられる。

図 4.1.2-(4)-4 に回路図を示す。

(ロ) 操 縦

操縦用のマルチブルバルブを、左または右に操作すれば目的とする側のシリンダーが作動し操縦できる。

図 4.1.2-(4)-4 に回路図を示す。

(ハ) 走 行

走行用のマルチブルバルブを操作すると圧油はモーターに入り走行しはじめる。

この回路中にブレーキバルブ⑫が使用されているが、これはモーターのショックを吸収させるために使用しているものである。

図 4.1.2-(4)-4 に回路図を示す。

基準

車輪座面傾斜角

$\Delta_1 = 14^\circ, \Delta_2 = 9^\circ$

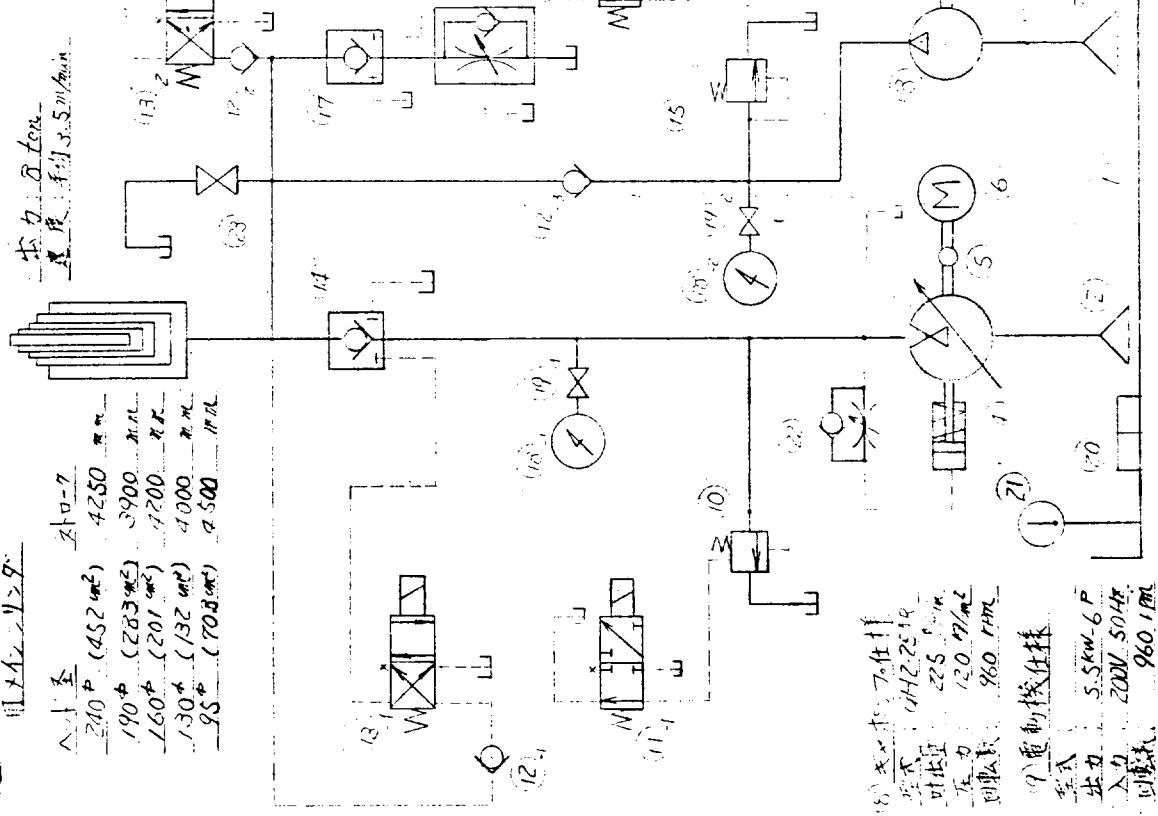


図 4.1.2-(4)-2 油圧回路図

電動機駆動用油圧系
油圧ポンプ
出力: 200W 50Hz
回転数: 960 rpm

品番	部品名	規格
23	油圧モーター	ML-26E
22	油圧ポンプ	ML-202U-330
21	油圧シリンダ	ML-202U-330
20	油圧シリンダ	ML-202U-330
19	油圧シリンダ	ML-202U-330
18	油圧シリンダ	ML-202U-330
17	油圧シリンダ	ML-202U-330
16	油圧シリンダ	ML-202U-330
15	油圧シリンダ	ML-202U-330
14	油圧シリンダ	ML-202U-330
13	油圧シリンダ	ML-202U-330
12	油圧シリンダ	ML-202U-330
11	油圧シリンダ	ML-202U-330
10	油圧シリンダ	ML-202U-330
9	油圧シリンダ	ML-202U-330
8	油圧シリンダ	ML-202U-330
7	油圧シリンダ	ML-202U-330
6	油圧シリンダ	ML-202U-330
5	油圧シリンダ	ML-202U-330
4	油圧シリンダ	ML-202U-330
3	油圧シリンダ	ML-202U-330
2	油圧シリンダ	ML-202U-330
1	油圧シリンダ	ML-202U-330

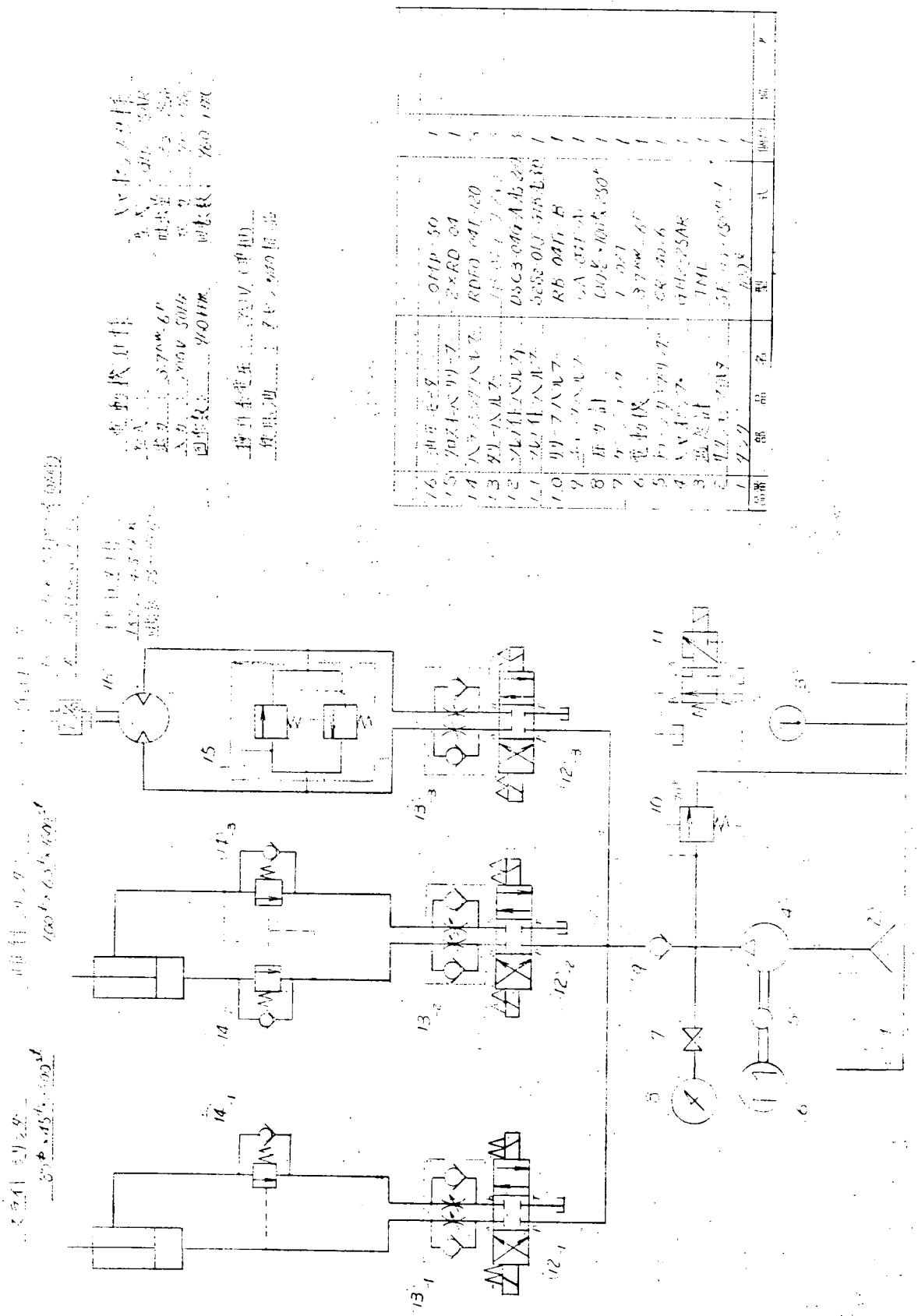
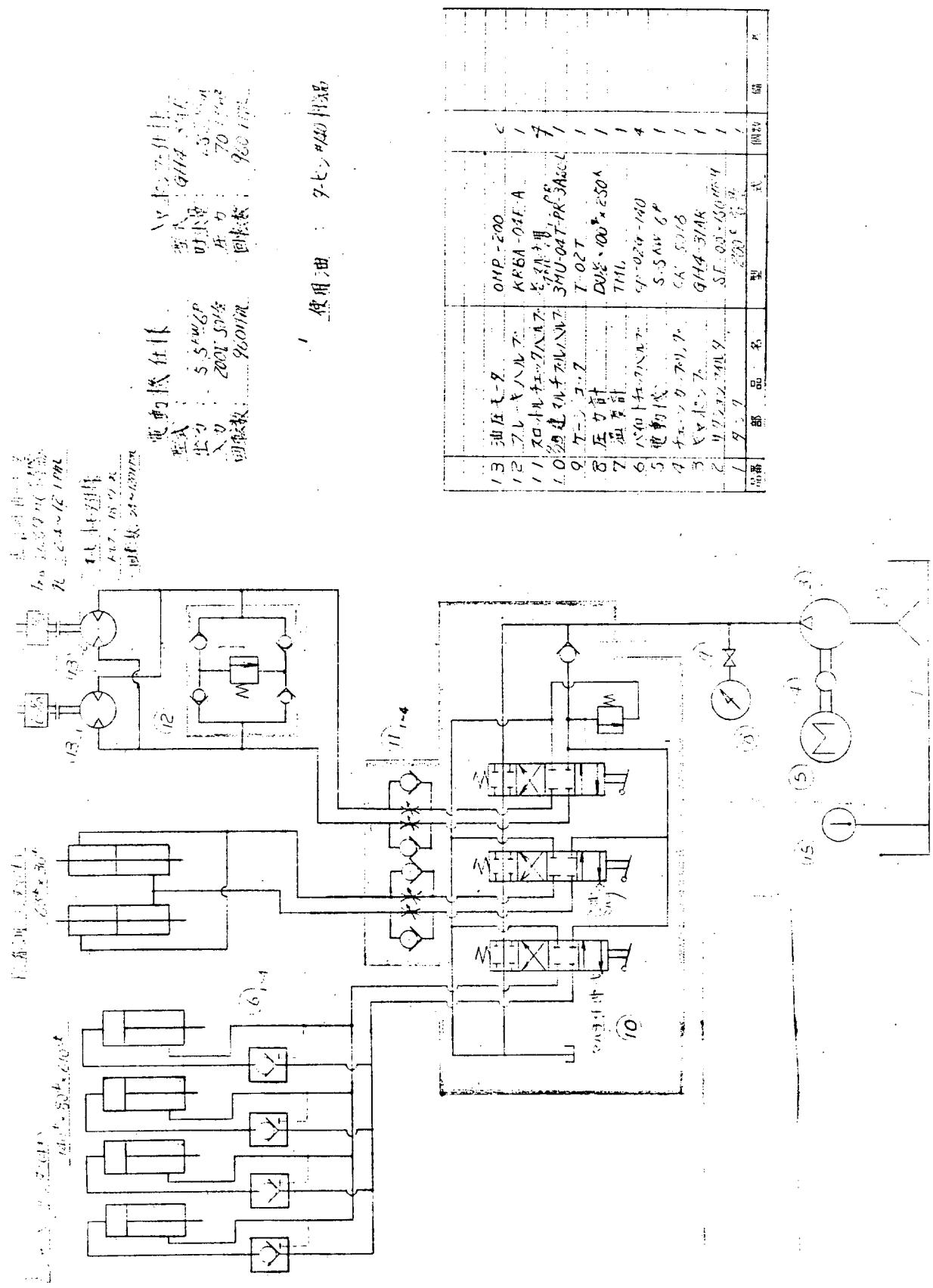


图 4.1.2-(4)-3 油压回路图



(e) 艦内作業車図面目録

(注) ※印のみ本報告書に添付した。

表 4.1.2-(4)-1

図面番号	名 称	記 事
1 T~4 6~0 4~0	※ 全体組立図	添付 図 4.1.2-(4)-5
2 " 1	台車詳細	
3 " 2	昇降枠 1段 下部詳細	
4 " 3	中間デッキ 詳細	
5 " 4	昇降枠 1段 詳細	
6 " 5	" 2段3段 "	
7 " 6	" 4段 "	
8 " 7	" 5段 "	
9 " 8	※ 昇降枠ガイドローラー 組立図	図 4.1.2-(4)-6
10 " 9	部品詳細	
11 " 10	※ 上部作業台 全体組立図	図 4.1.2-(4)-7
12 " 11	" 部品組立図	
13 " 12	" 固定フレーム詳細	
14 " 13	" スライドルーム詳細	
15 " 14	" 前端ゲージ詳細	
16 " 15	" 部品詳細	
17 " 16	" スライド用部品詳細	
18 " 17	※ 旋回駆動部 組立図	図 4.1.2-(4)-8
19 " 18	旋回デッキフレーム 詳細	
20 " 19	旋回ポストおよび傾斜用部品詳細	
21 " 20	旋回駆動 部品詳細(1/2)	
22 " 21	" " (1/2)	
23 " 22	※ 駆動車輪 組立図	図 4.1.2-(4)-9
24 " 23	※ 自由車輪 "	図 4.1.2-(4)-10
25 " 24	駆動車輪 フォーク詳細	
26 " 25	自由車輪 "	
27 " 26	車 輪 部品詳細(1/4)	
28 " 27	" " (3/4)	
29 " 28	" " (3/3)	
30 " 29	操舵装置および車輪部品詳細	
31 " 30	安定脚 詳細	
32 " 31	配線図	

(f) 省力試算

本装置で艤内の塗装作業を施工した場合塗装用の足場工数を含めて年間省力時数は次のように推定される。

(i) 年間塗装面積の推定

表 4.1.2-(4)-2

対象	船型	一隻当たりの工事量	年間隻数	年間工事量
新造船	150型	10,400 m ²	4.5	46,800 m ²
修繕船	100型	11,700 m ²	2	46,800 m ²
	150型	26,000 m ²	2	52,000 m ²

(ii) 原単位

表 4.1.2-(4)-3

対象		能率および実績
塗装	二次表面処理	0.17 H/m ² 各社アンケートの平均能率より本装置を使用した場合その倍を考えて推定した。
	塗り	0.025 H/m ² "
足場	新造船 150型	1,800 H/1隻 160型D/B/Oの実績より塗装用の足場は40%程度であると想定した。
	修繕 100型	5,000 H/1隻 実績による
	" 150型	6,500 H/1隻 実績(100型の) + 推定

(iii) 試算

(1) 新造船

表 4.1.2-(4)-4

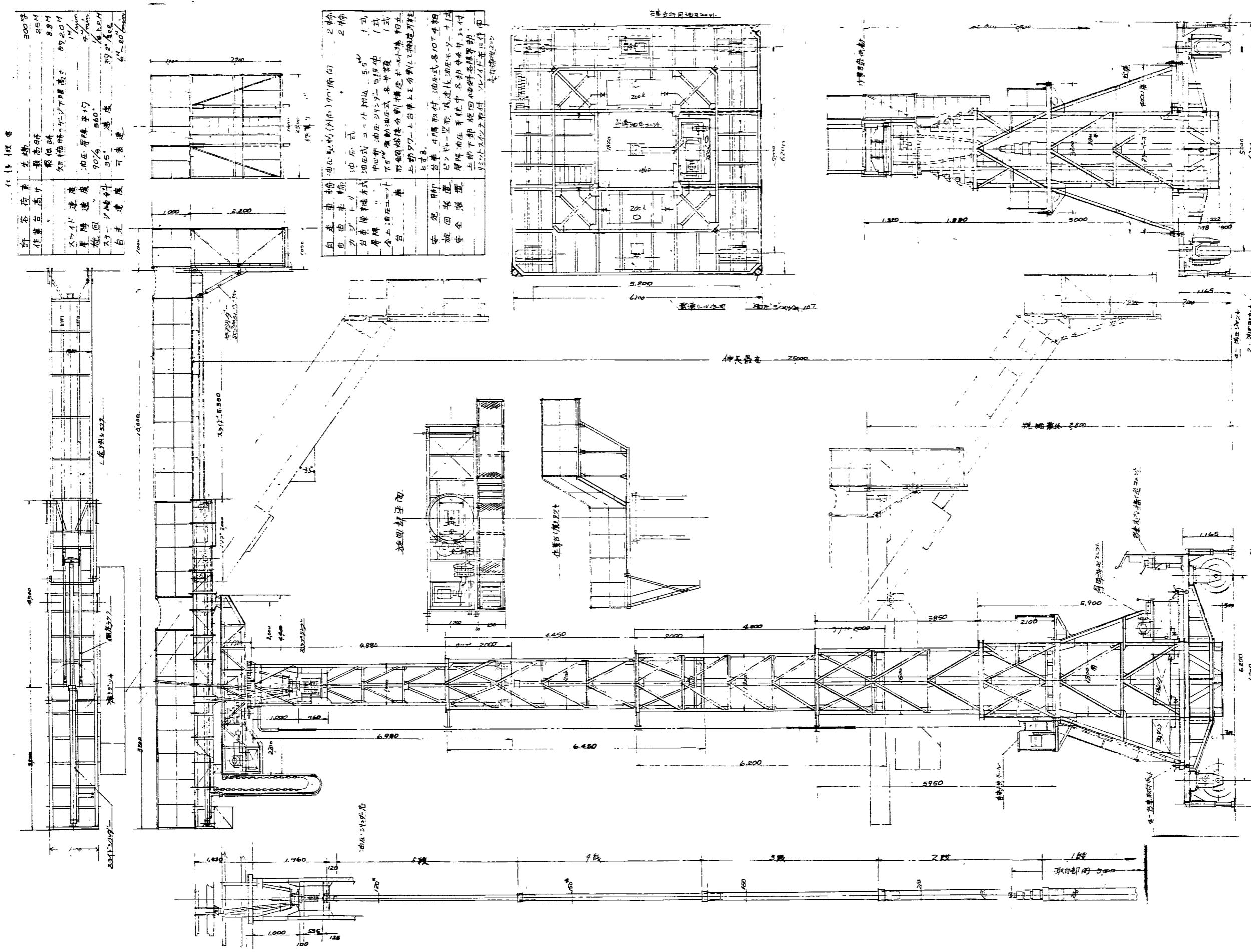
施工法		工事量(年間)	原単位	時数(年間)
塗装	従来、アンケート時数	46,800 m ²		7,860 アンケートの40%分
塗装	本装置	46,800 m ²	0.195 H/m ²	9,126 H
足場	従来	4.5隻	1,800 H/1隻	8,100 H
足場	本装置	4.5隻	0	0 H

新造船年間省力時数は従来の時数15,960 Hより本装置を使用した場合の9,126 Hを差引いた6,834 H程度となる。

(2) 修繕船

表 4.1.2-(4)-5

施工法		工事量(年間)	原単位	時数(年間)
塗装	従来、アンケートによる	98,800 m ²	0.168 H/m ² 二次下地+塗り	16,598.4 H
塗装	本装置	98,800 m ²	0.195 H/m ² "	19,292.4 H
足場	従来	100型 4隻	5,000 H/1隻	20,000 H
		150型 2隻	6,500 H/1隻	13,000 H
足場	本装置	100型 4隻	0	0
		150型 2隻	0	0



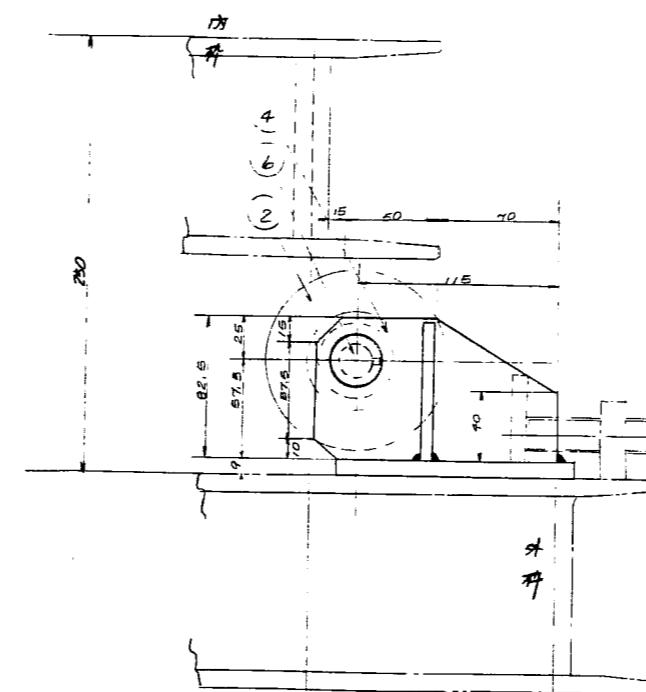
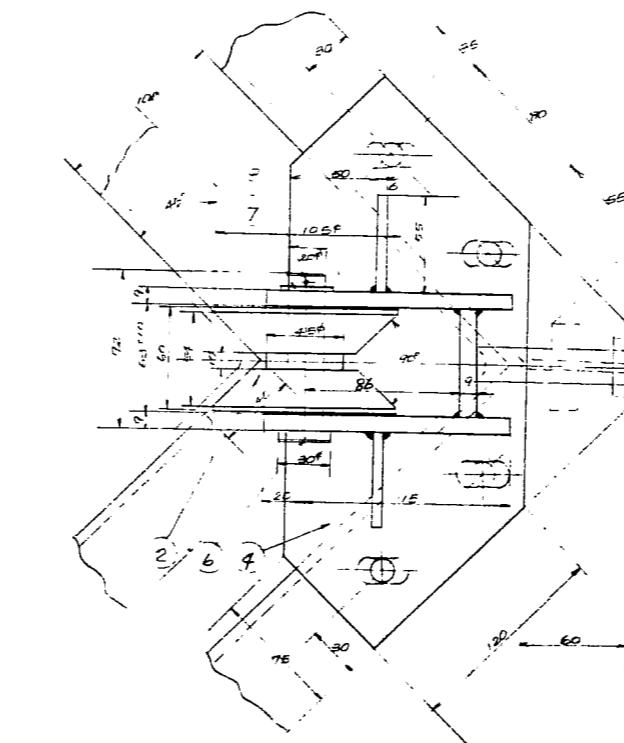
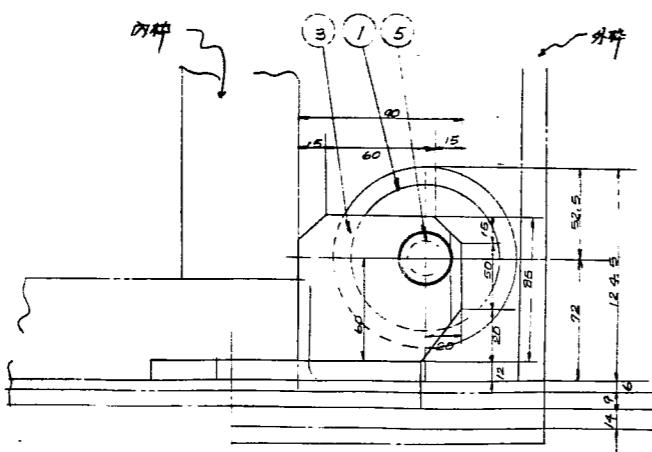
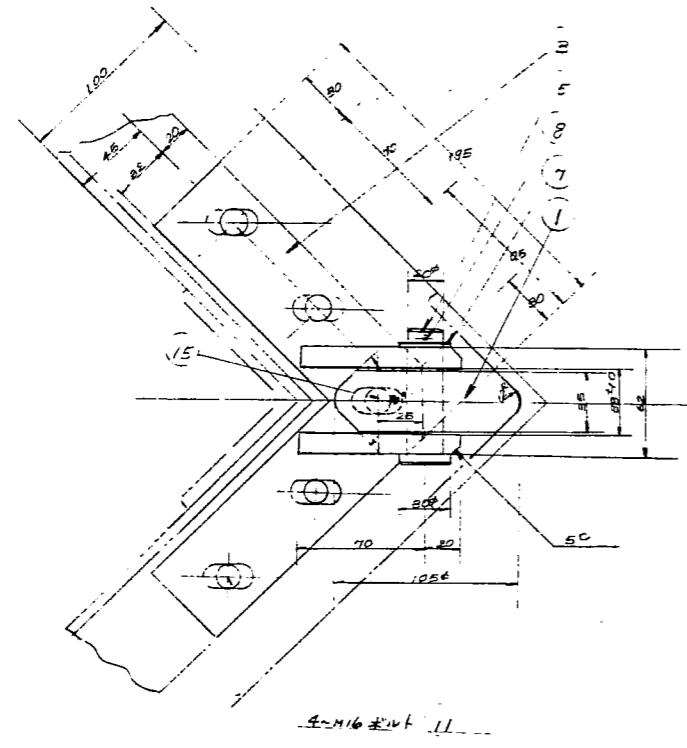


図 4.1.2-(4)-6 昇降枠ガイドドローラー組立図

15	下部ガバメント用ボルト	市販品	16	M16×80f
4	運り止め ピン	市販品	32	4φ×145
3	座 金	341	128	16φ
12	"	147-232	64	M16×80f +145
11	取付ボルト	147-231	64	M16×55f +145
10	"	"	32	225×65f
9	合板 車 等	"	32	225×20f
8	割 ピン	147-230	32	4φ×335f
7	座 金	15561	32	22φ
6	上部	"	16	20φ
5	下部ガバメント	5450	16	20φ
4	上部	"	16	PE-9
3	下部ガバメント	"	16	PE-12
2	上 部	"	16	1555f
1	下 部	"	341	1555f

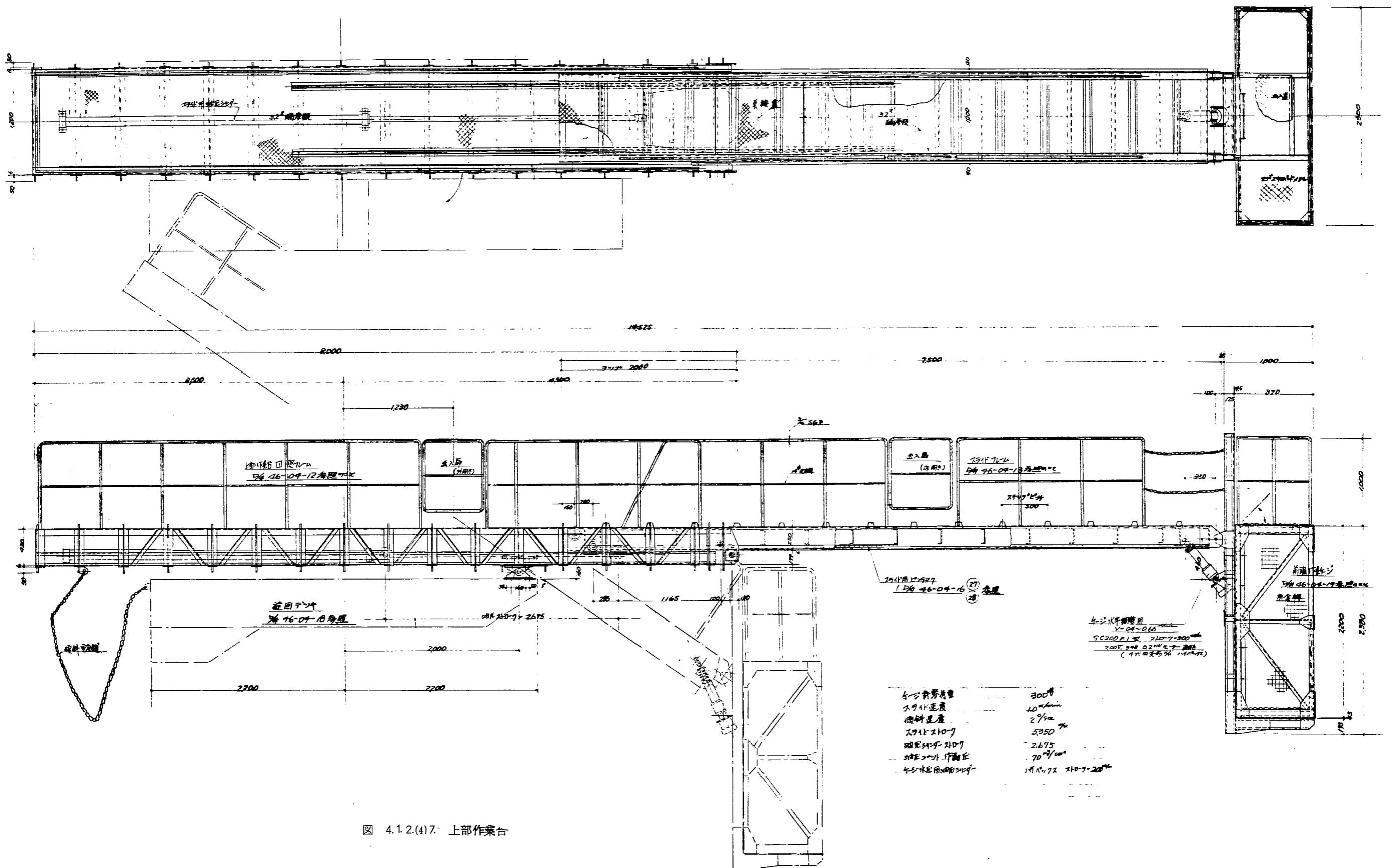


図 4.1.2.(4)7. 上部作業台

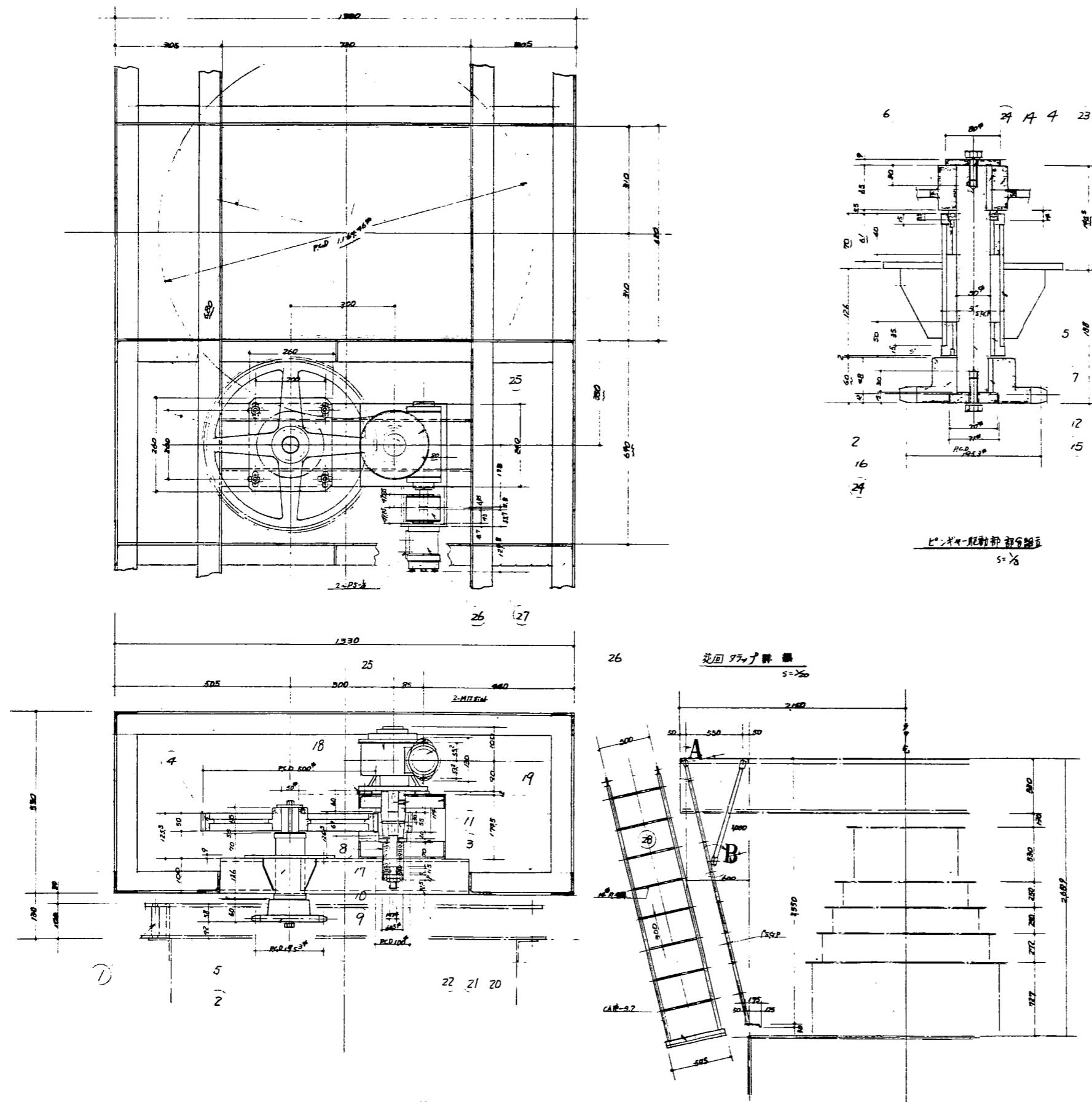


図 4.1.2(4)8 施回駆動部組立図

A 断面

1000

80

50

30

150

50

W15BP

1/2" NPT

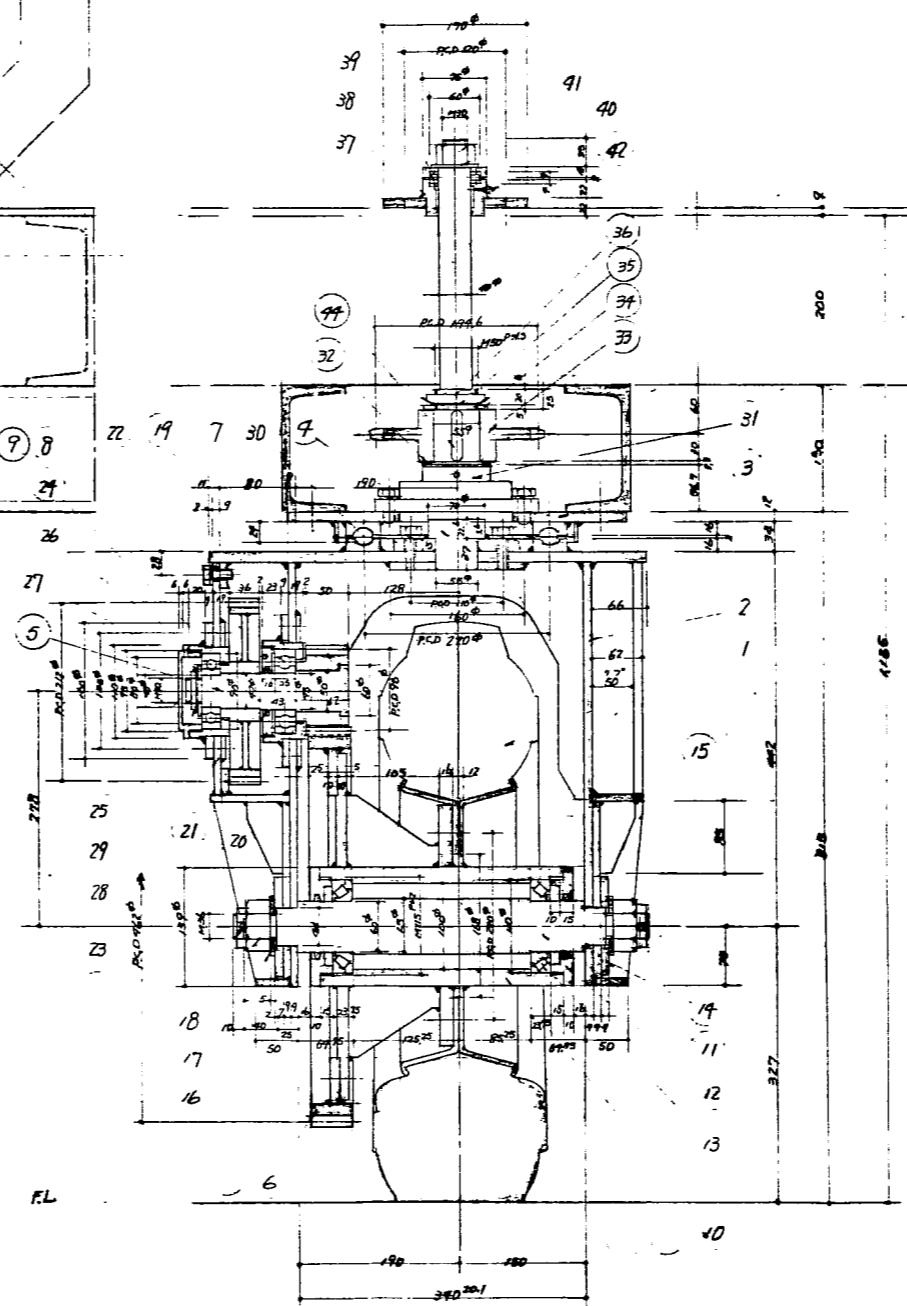
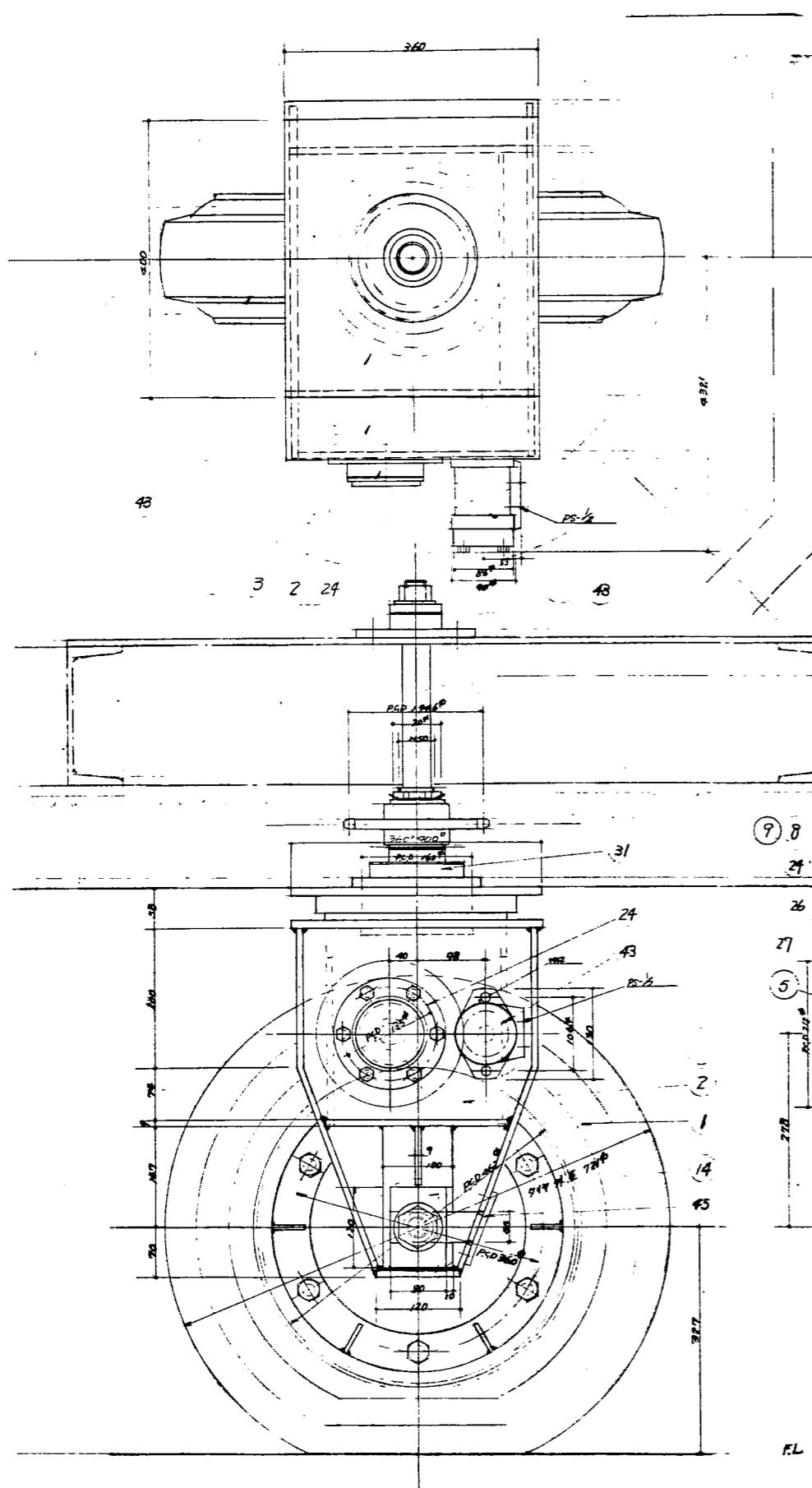
B 断面

40

30

30

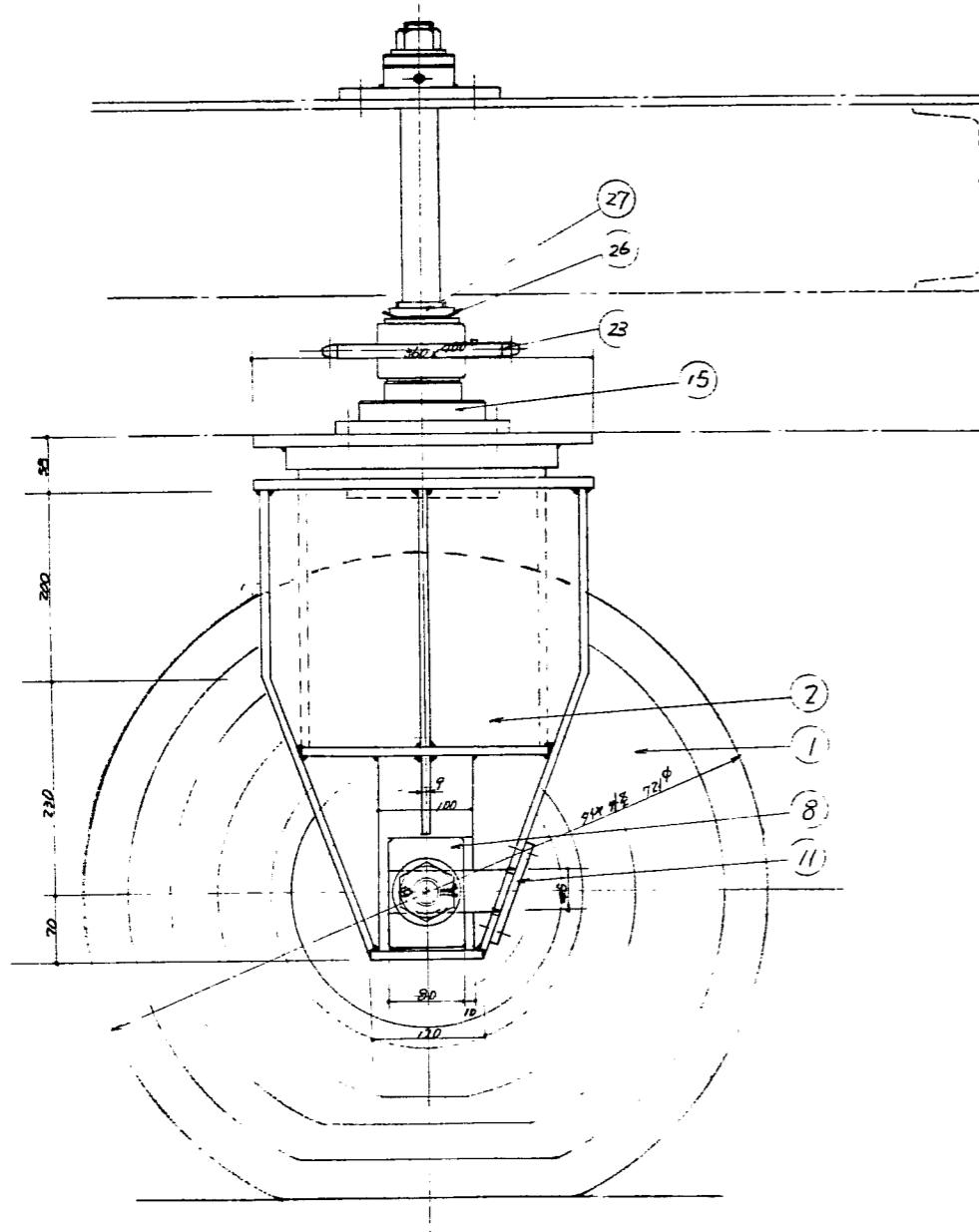
29						
28	タ ラ ツ プ°	S.G.P.	/	W1°SOP		
27	4 エンカットアリング	*	/	CR65°		
26	油 在 モーダー	-	/	W180°-20°H-30°		
25	液 連 戰 (F500)	-	/	OPM-50		
24	不 ル ト	-	2	V-BS.	X60	
23	スラストベアリング	*	/	M110		
22	ナ ツ ハ ッ	"	2	M244		
21	スラストベアリング	*	/	S105		
20	スラブリッジビン	FRB	/	L8°-60°		
19	鐵 運 城 ベース	-				
18	液 連 戰 ライナー	SS41		12°x200°		
17	ス ブ リ ン グ テ	SUP		A=8, D=5, R=5, L=90		
16	堅 軸 座 金	SS41				
15				12°x 45°		
14				12°x 65°		
13	式 一	SFSO		10°x 65°		
12	堅 軸	SS5C		SD		
11	内 雜 止 2	FC23				
10	堅 軸	SS45C		M244H-HFT		
9	スラストベアリング座	SS41		SDx5°		
8	ス ブ リ ン グ テース	S.G.P.		2°		
7	フ ツ ナ ュ	BC3				
6	モ ツ ハ ト ビス	中頭西		N6x10°		
5	堅 軸 ケース	SS41				
4	平 古 車	FC-23		M=5 B=50, N=100		
3	ビ = オ ン キヤー	-		M=5 B=55, N=120		
2	4 エンボイル	-		RS=120+16°T (B/WTR)		
1	E°ンギヤー	SS41		P=38.1 967		



本車輸出
 12. ベビートモーター 1.5L 車載駆動モード
 13. 方向変換 40% 160° 3段階シフトモード
 RS-80 ロードレインモード 3段

45	補強アリ板	SS41	mm					
44	キ	-	2					
43	三	PE-7-	2					
42	ツ	リス=ツ	2					
41	ナ	ツ	2					
40		.	2					
39	座	金						
38	.スラストペアリング	SS41	mm					
37	里	軸	2					
36	ロ	ツ	2					
35	"	"	2					
34	座	金	2					
33	4	エンボル	2					
32	ス	10-4-	2					
31	7	2-4ユニット(現)	2					
30	ス	4-レバーリー	2					
29	ロ	ツ	2					
28		.	2					
27	座	金	2					
26	5	1-4ペアリング	2					
25	カ	バ						
24	軸	金						
23	モ-9	取付側	SS41					
22	ボ	ニルペアリング	2					
21	オ	イルシール	4					
20	カ	バ						
19	軸	金	SS41					
18	軸	リビ	4					
17	ナ	ツ	4					
16	座	金	SS41					
15	オ	イ	シ	1-7-				
14	キ	-	2					
13	ベ	タ	2					
12	カ	バ	4					
11	車	輪	SS41					
10	ハ	ト	STK					
9	ロ	エ	オ	ン	ギ	ヤ	4	
8	ギ	ヤ	-	SS41				
7	ロ	エ	オ	ン	ギ	ヤ	-	SS41
6	ギ	ヤ	-	SS41				
5	中	間	軸					
4	里	軸	SS41					
3	旋	回用	日更板					
2	7	ス	-7	SS41				
1	9	1	ヤ	2				

図 4.1.2.(4)9. 駆動車輪組立図



修繕船年間省力時数は従来の 4,9,5,9,8,4 H より本装置を使用した場合の 1,9,2,9,2,4 H を差引いた 3,0,3,0,6 H 程度となる。

(IV) 省 力 人 員

1人の年間作業時間を 2,200 H と仮定すると新造船で約 3 人、修繕船で 1,3,7 人の省力となる。

(V) 投 資 額

2,000 万円

(g) 将来への展望

バルクキャリアーの艤内の塗装作業を考えてみると、（広範囲に塗装が要求されるようになった）（船が大型化した）これらの現実に対処するために地上ステージ（ブロック）での塗装作業の展開等各造船所ごとに方策はとっているが、エレクション後（区画）の塗装工事が約 40% 程度残る。また修繕船においても塗装工事に附帯する足場工事が莫大なものとなる。この塗装作業用の足場を機械化することにより安全でかつ完全な艤内の区画塗装を施工し足場工事を含めて省力をはかるのが目的であった、今後塗装作業の自動化をはかることが課題であるが足場を機械化できたことにより、その完成に一步接近したと確信する。

(5) 塗装アタッチメントの開発

(a) 装置選定にいたるまでの経過

(i) 研究の目的

従来船体外板を自動的に塗装する装置として甲板部に設けられているクレーンから塗装位置を内蔵するゴンドラを吊り塗装する方式と、船体上に設けた軌条に自動塗装位置を吊り塗装する方式等が実用化されているが、一方、渠側利用伸縮自在塗装装置や、高所作業用伸縮自在自走車等の先端装置に搭載し、外板平行部を主体に船艤の曲り外板の一部を含めて、自動的に高能率に塗装するために、すでに 45 年度に本小委員会において開発し実用化の見通しのついている距離保持、ほかし塗り、曲面追従、の機構を機能的に組合せ総合的制御装置も含めて一体化した塗装アタッチメントの開発試設計を行なう。

(ii) 選定の経過

塗装アタッチメントの性能条件を

- 塗装能力 (台車走行速度 30~40 m/min で) 1,500~2,500 m/H
- 距離保持 非接触式と接触式の両方で検討する。
- ほかし塗り機構の組込み
- マルチノズル方式
- 曲面塗装可能とする (角度調整装置組込み)

と決め検討討議を重ねたが、自動塗装装置として台車（渠側利用伸縮自在塗装装置および高所作業用伸縮自在自走車）との組込みにおいて制御機構が複雑になり、自動塗装位置としての実用化の実現が不可能であろうという結論に達し機構および性能を次のごとく決定した。

(イ) 距離保持 (自動塗装位置として)

- 台車が軌条上を走行する場合はアタッチメント側での距離の調整は不用である。
- 台車が無軌道で走行する場合はアタッチメント側の距離調整範囲での台車の操縦がむづかしい。
- 制御機構が複雑になる。

等の理由により距離保持については台車側で行なうことにして決定した。

(ロ) ぼかし塗り

- スプレー塗装を自動的に停止させる。
- 被塗面とスプレーガンの距離を変える。
- 被塗面とスプレーガンの角度を変える、(首振り)の3案について検討を行ない首振りが比較的簡単な機構でその目的を達成できることにより首振りに決定した。

(ハ) 曲面追従

船体外板の構造上、平行部と縦縦を別けて考えるべきであるという結論に達し、平行部を対象としたアタッチメントとしては必要なしと決定した。

(ニ) 塗装位置

- 台車走行速度 $3.0 \sim 4.0 \text{ m/min}$ の条件で塗装能力 $1,500 \sim 2,500 \text{ m}^2/\text{日}$ を満足するためにはマルチノズル方式となる。
- 電動油圧駆動、エバー駆動の塗装機について討議を行ない、装置の使用状況に応じて動力源を安易に確保できる方を採用することとした。
- (ホ) 船体外板の自動塗装位置用のアタッチメントとして、各種台車の条件に適用できるように図4.1.2-(5)-1～3に示す方式の試設計を行なうが、前記選定の経過でのべたごとく現段階では距離保持機構組込のものについては全体組立図の作図でとどめ、距離保持なしのものについてのみ詳細設計まで行なう。

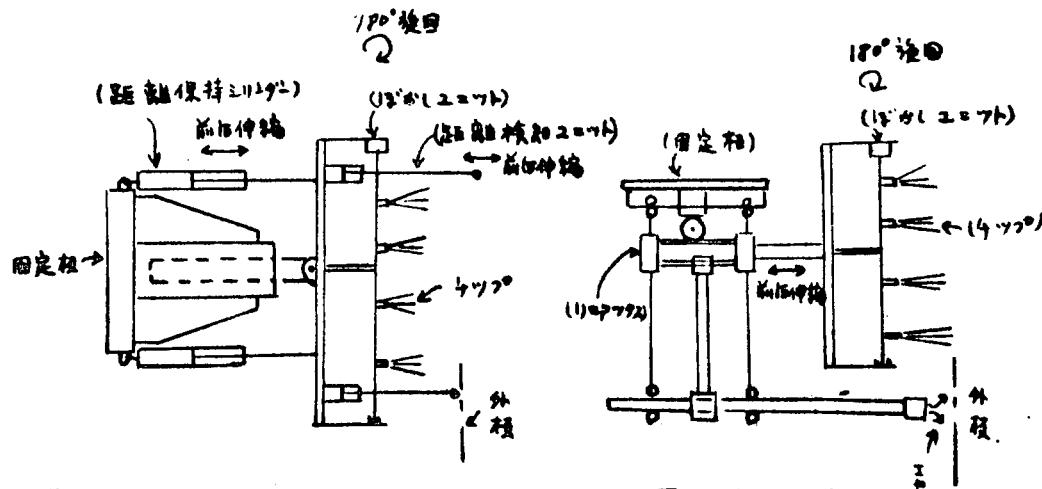


図4.1.2-(5)-1

(接触式距離保持あり)

図4.1.2-(5)-2

(非接触式距離保持あり)

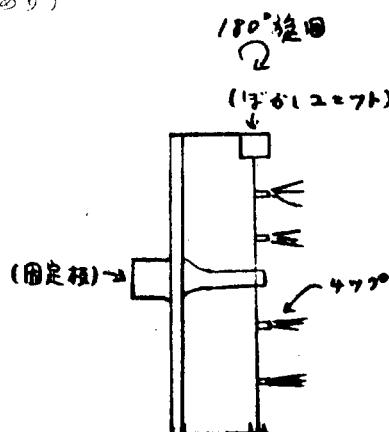


図4.1.2-(5)-3

(距離保持なし)

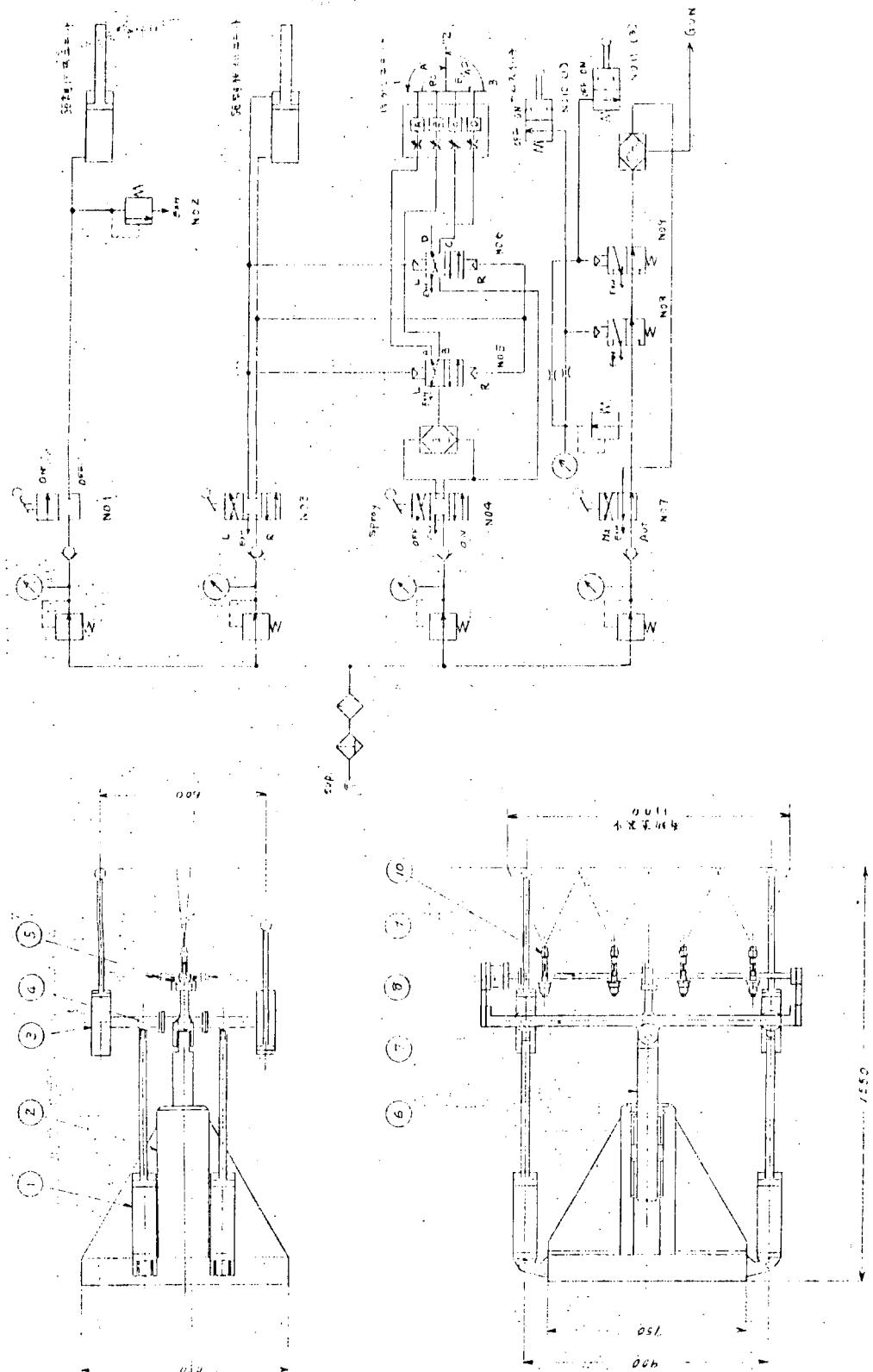


図 4.1.2-(5)-4 産業アタッチメント全体組立図

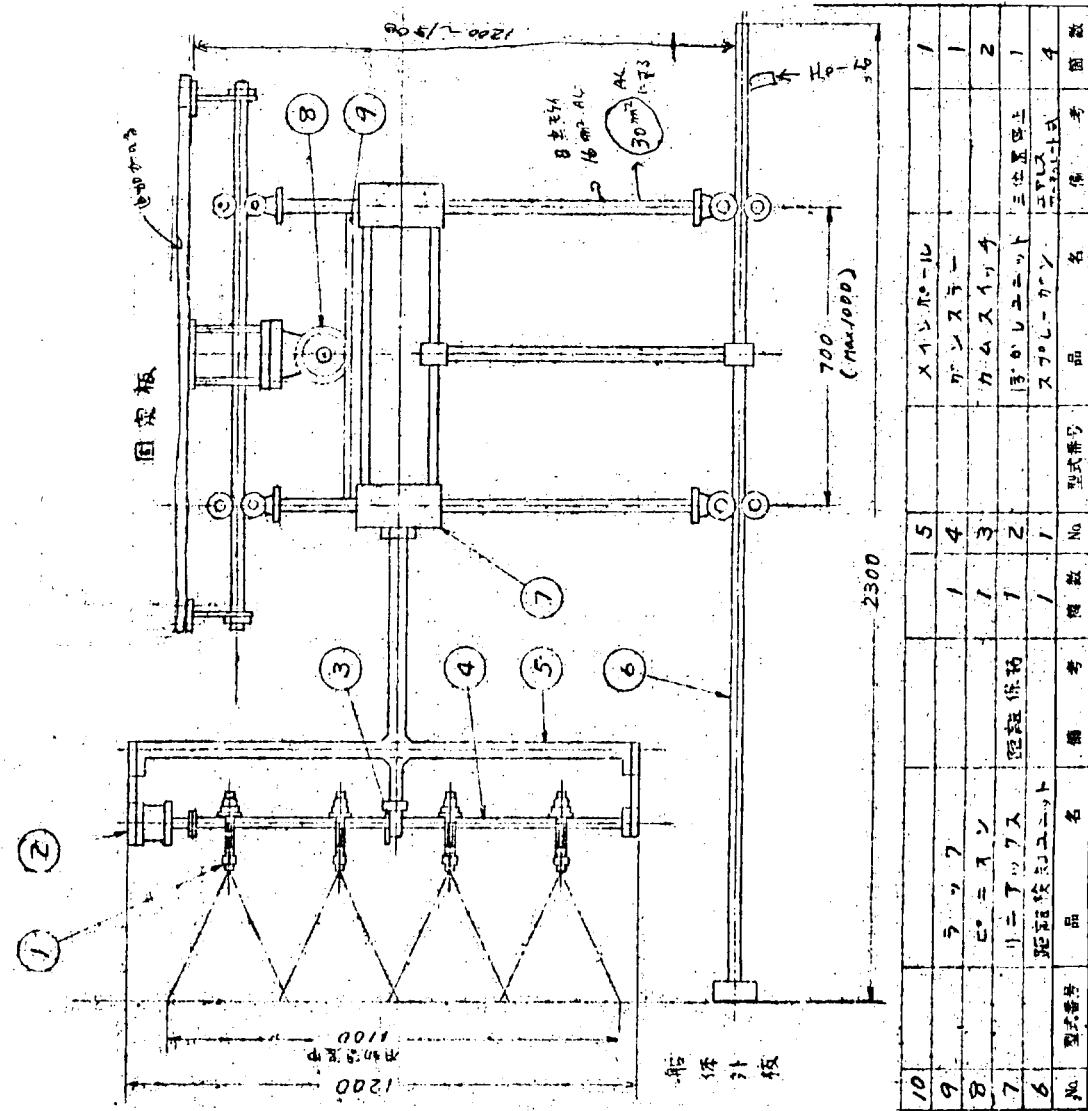


図4.1.2-(5) 5 塗装アタッチメント(リニアックス利用の場合)

接触式距離保持ありの全体組立図を図 4.1.2-(5)-4 に示し、非接触式距離保持ありの全体組立図を図 4.1.2-(5)-5 に示す。

(b) 試設計の概要（距離保持なし）

(i) 装置の概要

本装置は、図 4.1.2-(5)-6 に示すごとく、船体外板に沿って、走行する走行台車上に塗装ポンプおよび操作盤を、またその先端ステージに制御盤および塗装アタッチメントを設置し、スプレーガンにおいて船体外板を自動的に塗装せしめるものである。

(ii) 諸元

塗装方式	マルチノズルエアレス塗装、一挙動水平塗装
塗装能力	1,500～2,500 m ² /h
ぼかし方式	首振り型
塗装ポンプ	空気駆動式レシプロポンプ
重量	塗装アタッチメント 50 Kg 制御盤 70 Kg 操作盤 60 Kg 塗装ポンプ 240 Kg

(iii) 全体の形状および各部の構成

全体の形状は、図 4.1.2-(5)-6 に示すごとくであり各部の構成は以下に記す通りである。

(1) 塗装アタッチメント

本機器は、図 4.1.2-(5)-7 に示すごとくスプレーガン、ぼかしユニット、メインポールおよびガンステーカムスイッチ等より成っており、以下に機器の説明を行なう。

① スプレーガン

エアレススプレーガンで弁開閉は空気圧とスプリングとに依って行なわれ塗料の常時循環可能なガンである。

② ぼかしユニット

空気圧で作動する三位置停止型のエアーモーターでありスプレー開始合図と同時に 90° 旋回し塗面のぼかしを行なうものである。

③ メインポールおよびガンステー

ガンステーはスプレーガンを支持しメインポールはガンステー、ぼかしユニット等を支持するものである。

④ カムスイッチ

スプレーガンの旋回によりスプレー開始終了の信号を送るものである。

(2) 制御盤

本制御盤は、ぼかしユニットおよび自動スプレー等の制御機器を収納してある制御盤で、内部配置図を図 4.1.2-(5)-8 に示す、なお制御回路については別項の制御系統で説明する。

(3) 操作盤

本操作盤は、図 4.1.2-(5)-9 に示すごとく、塗装方向スプレー開始終了、および自動、手動の選択等の操作をし、その信号を制御盤に送るものである。

(2) 塗装ポンプ

本装置は図 4.1.2-(5)-10 に示すとく、塗装ポンプ、ポンプ架台、塗料タンク減圧弁等から成り、以下に機器の説明を行なう。

① 塗料ポンプ

本機は、空気駆動式のエアレスポンプで、圧力比は 4.6 : 1 すなわち、 5 Kg/cm^2 の駆動空気圧で $5 \times 4.6 = 23.0 \text{ Kg/cm}^2$ の塗料圧が得られるものである。

② ポンプ架台

ポンプ 2 基を設置し得る架台で S.S 材の溶接構造とする。

③ 塗料タンク

攪拌機が付属する。

(4) 制御系統

制御系統は図 4.1.2-(5)-11 に示すとくであり以下制御動作の説明を行なう。

まず塗装開始前に船体に向かって右方向(R)または左方向(L)へ塗装するかを方向切換弁により R または L にセットしておき自手動切換弁により自動または手動を選擇しておく。

いま、船体に向かって右方向へ自動塗装を行なうものとする。

方向切換弁は R に、自手動切換弁は自動にセットされているため、バルブ N.1 および N.2 はそれぞれともに R にセットされ、バルブ N.3 は入口にエアーが給気されている。ここで、スプレー切換弁を開始に操作すれば、エアーはシャトル弁を通じてバルブ N.1 よりほかしユニットの給気口 B に給気され、またバルブ N.2 より同給気口 C に給気される。従って、ほかしユニットは B C の信号を受けてスプレーガンを 1 より 2 へ 90° 旋回すると同時に 1 の位置にあるカムスイッチ N.1 は、OFF の状態になりまた 3 の位置にあるカムスイッチ N.2 も OFF の状態であるため、自手動切換弁より送られるエアーは、バルブ N.3、N.4 およびシャトル弁を通じてスプレーガンに給気され弁が開き、スプレーガンは 90° 旋回しながらスプレーを行なう。

次にスプレー切換弁を終了に操作すればエアーはシャトル弁を通じてバルブ N.1 よりほかしユニットの給気口 B に給気されるのみになる。従って、ほかしユニットは B の信号のみを受けてスプレーガンを 2 より 3 へ 90° 旋回する、と同時にカムスイッチ N.2 は ON の状態になるため、バルブ N.4 は切換ってバルブ N.3 より送られるエアーをストップさせスプレーガンに給気されたエアーはスプリング力によりシャトル弁を通じてバルブ N.4 より排気されてスプレーガンの弁は閉じてスプレー終了となる。

同様に左方向への塗装もスプレー切換等の開始終了の信号により 3 より 2 へ 2 より 1 へとそれぞれ 90° づつ旋回しスプレーを行なう。

また、手動の場合は、自動と同様に方向切換弁スプレー切換弁を操作すれば、カムスイッチによらず適当時間だけスプレーできることになる。

(c) 塗装アタッチメント図面目録

(注) ※印のみ本報告書に添付する。

添付

(1) 塗装アタッチメント 全 体 図 ※S T - 0 2 7 6 図 4.1.2-(5)-6

(2) 塗装ポンプ 組立図面 ※S T - 0 2 0 2 図 4.1.2-(5)-10

部品図面 8 0 0 1 3 7

8 5 0 0 3 3

S P - 0 0 1 2 4

S P - 0 0 1 2 5

S P - 0 0 1 2 6

(3) 操作盤 組立図面 ※S T - 0 2 7 9 図 4.1.2-(5)-9

部品図面 S P - 0 0 1 2 7

S P - 0 0 1 2 8

S P - 0 0 1 2 9

4 B - 0 0 7 3

(4) 制御盤 組立図面 S T - 0 2 7 8

配管図面 ※S T - 0 2 7 7 図 4.1.2-(5)-8

部品図面 S P - 0 0 1 3 0

3 B - 0 0 5 6

4 B - 0 1 0 7

4 B - 0 1 1 1

E - 1 2 0

(5) 塗装アタッチメント 組立図面 ※S T - 0 2 8 1 図 4.1.2-(5)-7

部品図面 P - 0 0 0 1

S P - 0 0 1 3 1

S P - 0 0 1 3 2

(6) 制御回路図 ※S T - 0 2 8 0 図 4.1.2-(5)-11

図 4.1.2-(6) 塗装アタッチメント全体図

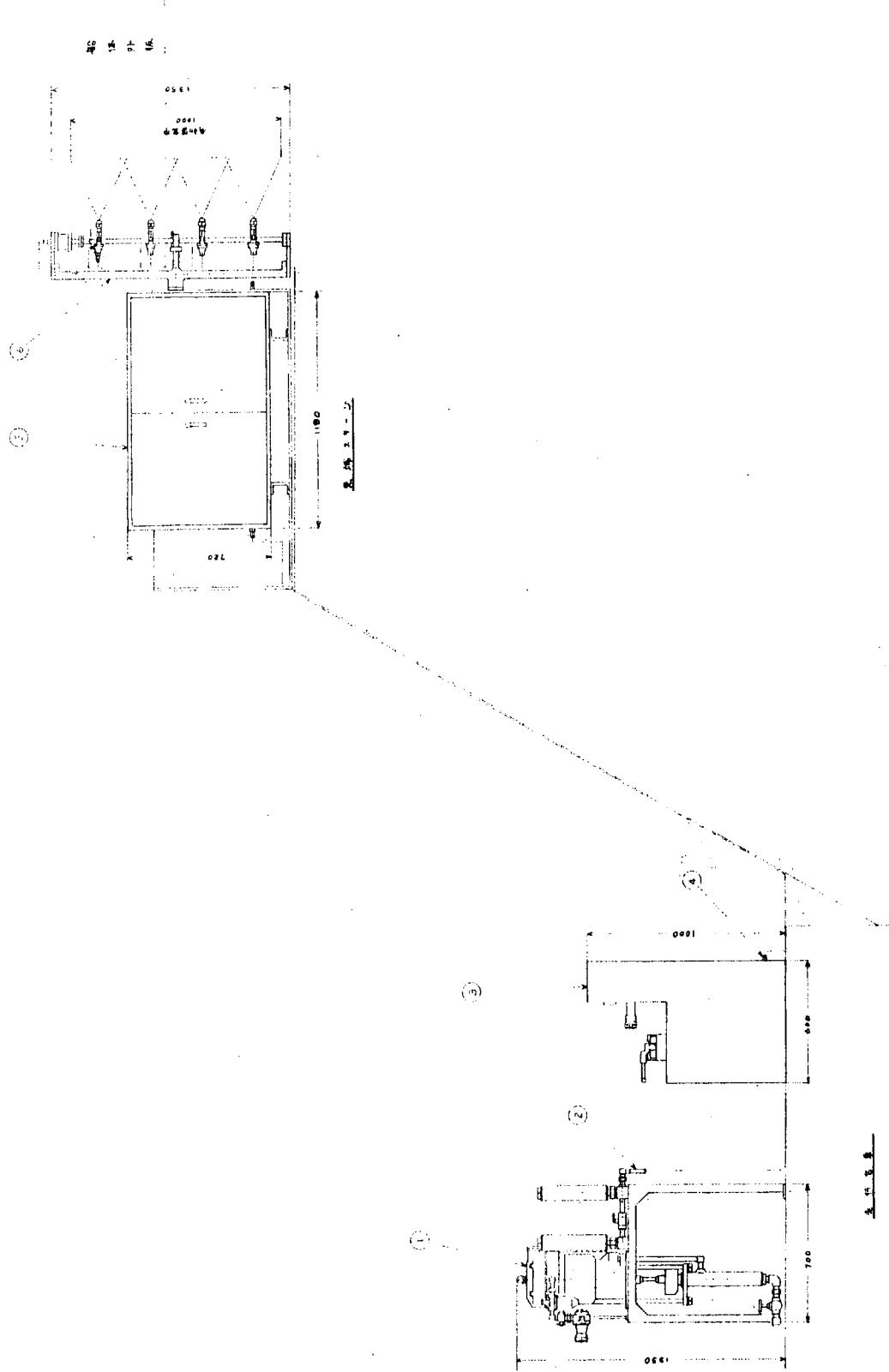
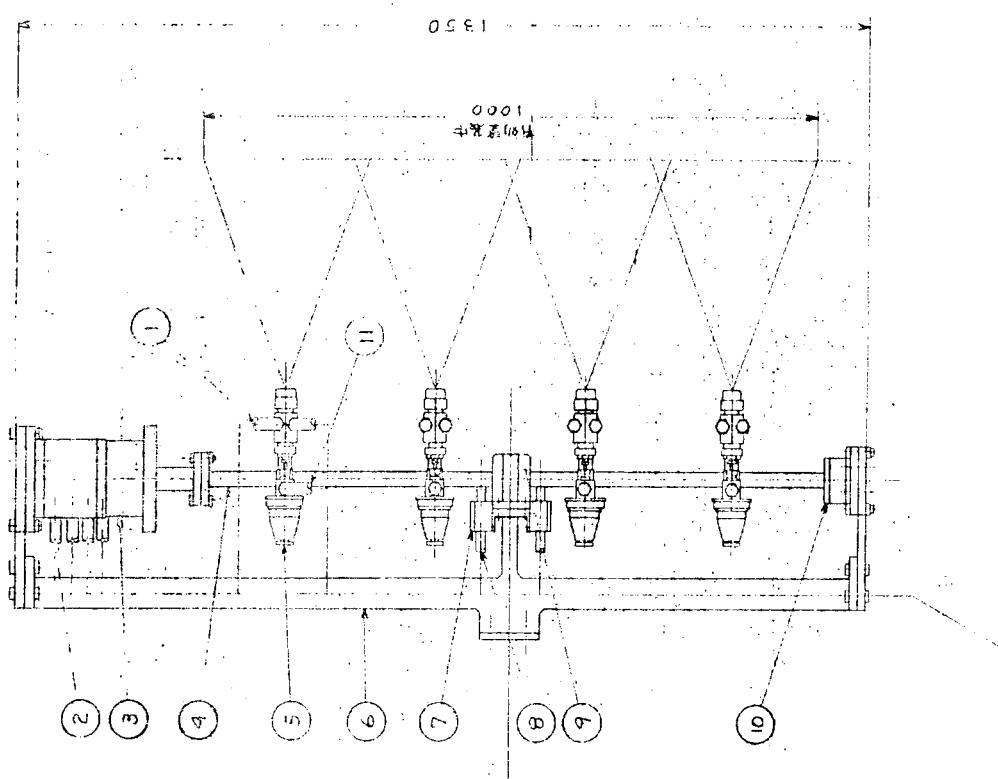
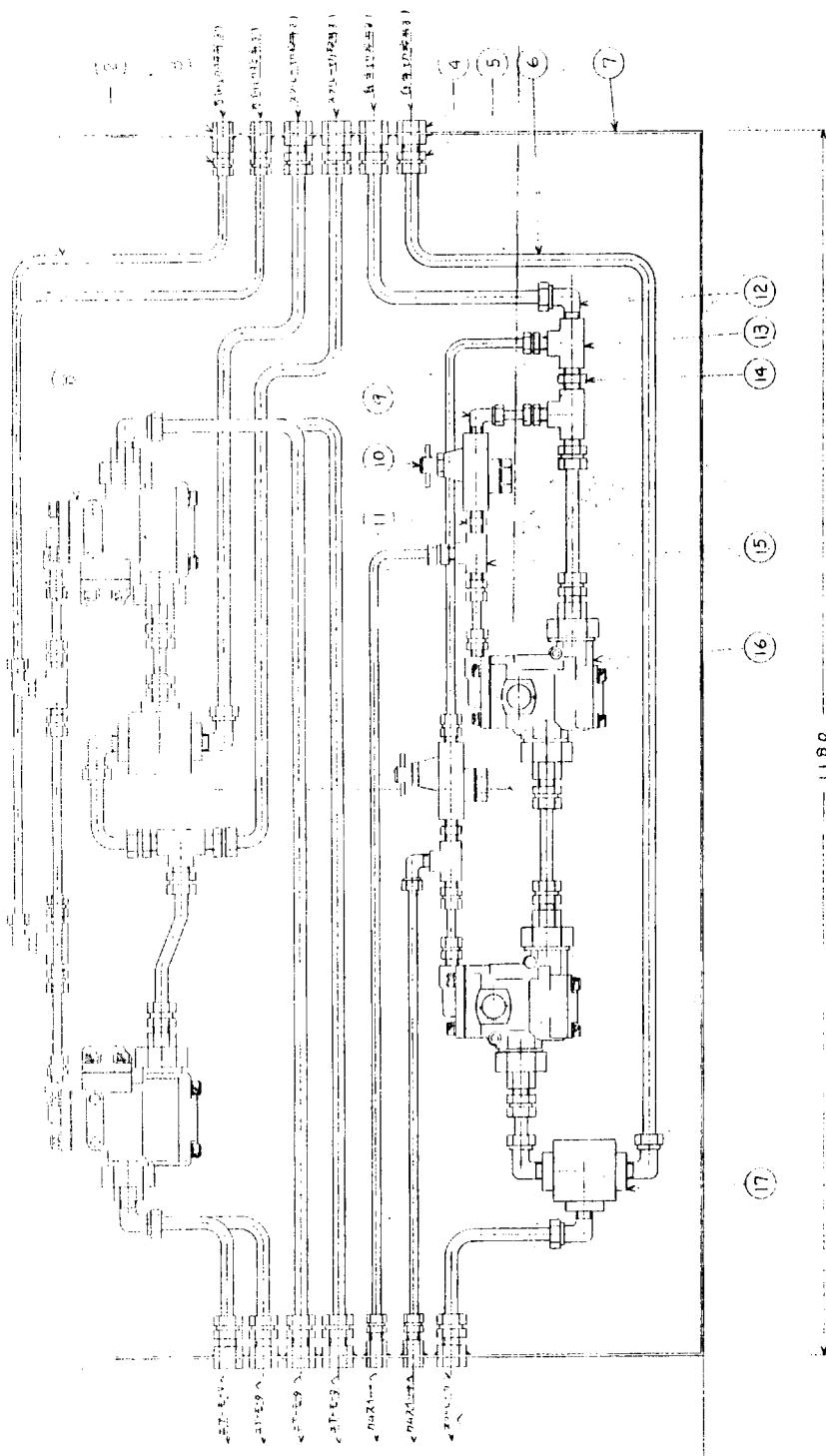


図 4.1.2-(5)-7 油装アタッチメント組立図



No.	部品名	規格	個数	備考
11	エラーホース		4	1/4" x 2M
10	ハーフジョイント		1	SUCFC04(NTN)
9	ハーフジョイント		1	S-UCP204(NIIM)
8	エラーホース		2	1/4"
7	ワニショック		2	
6	エラーホース		1	
5	スクリューバルブ		4	7-12-14式
4	ボンスマーカー		1	
3	エラーホース		1	1/4" x 2M
2	エラーホース		4	1/4" x 2M
1	配管	壁厚A-1ス	3	1/4" x 2M
寸法				
規格名				
三 角 法 尺 R 1/6 45° 12.8 15.8 ST - 0281				



13	4 - 2 ノルダル	2 38° 18° 4°	5	120 A-12-F-1/2" (N12)
12	101-2749	10 B-12-F-1/2" (N12)	4	520C 9 3/8
11	2-7212	520C 2 スコット	3	520C 4 スコット
10	スコット	SC-302 (TACO) 2 スコット	2	CG A-2-F-1/2" (N12)
17	2 CV-3003 (TACO) 9 2 CVH-3803 (TACO) 8	1 B-B-PTA (N12) 2 MVH-4803 (TACO) 6	3 1/2" I 70° C-17 4 1/2" I 70° C-17 5 1/2" I 70° C-17 6 1/2" I 70° C-17 7 1/2" I 70° C-17 8 1/2" I 70° C-17 9 1/2" I 70° C-17 10 1/2" I 70° C-17 11 1/2" I 70° C-17 12 1/2" I 70° C-17 13 1/2" I 70° C-17 14 1/2" I 70° C-17 15 1/2" I 70° C-17 16 1/2" I 70° C-17 17 1/2" I 70° C-17	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

图 4.1.2-(5)-8 制御盤

山田精機製造株式会社 116 頁

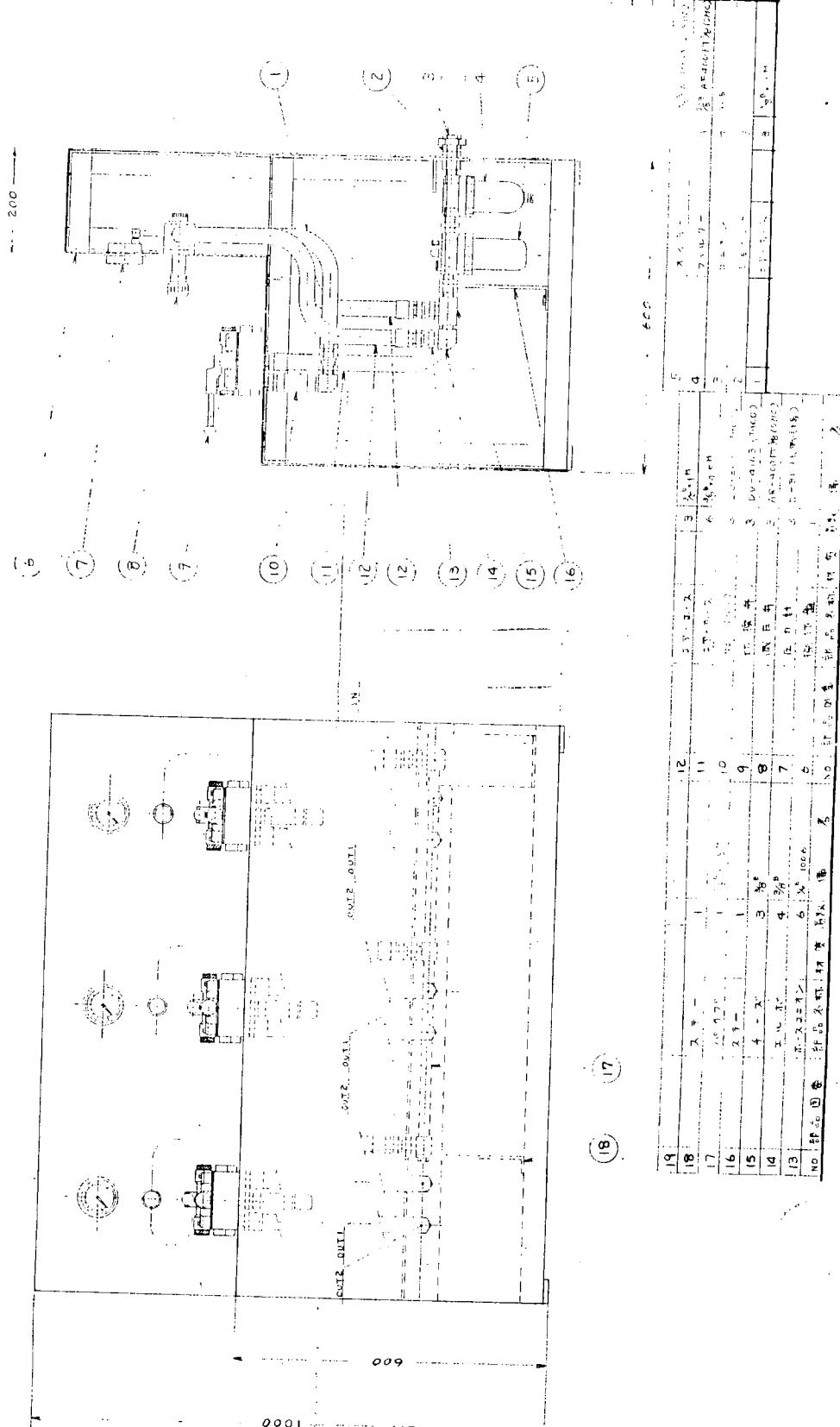


图 4.1.2-(5)-9 操 作 盤

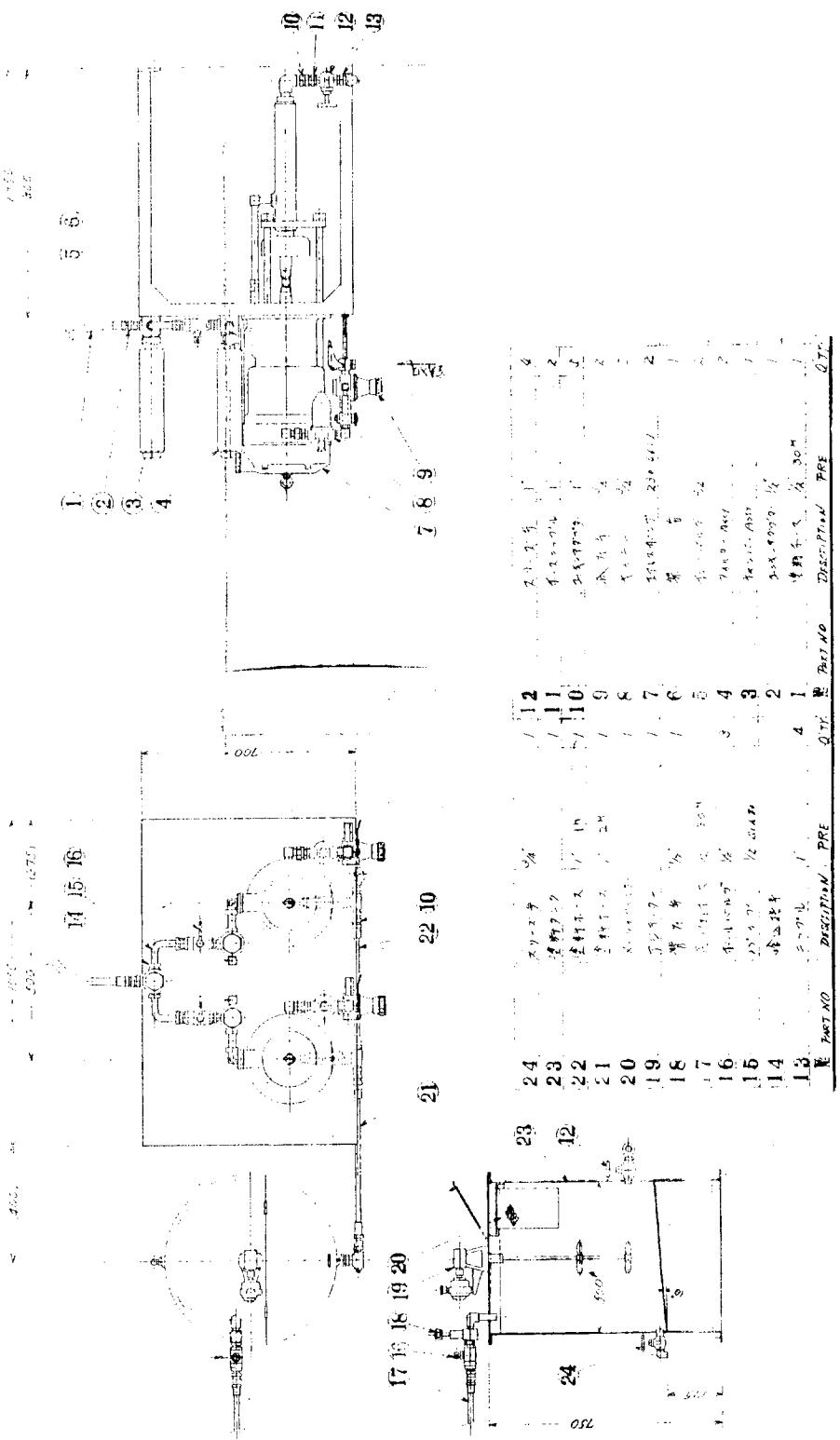
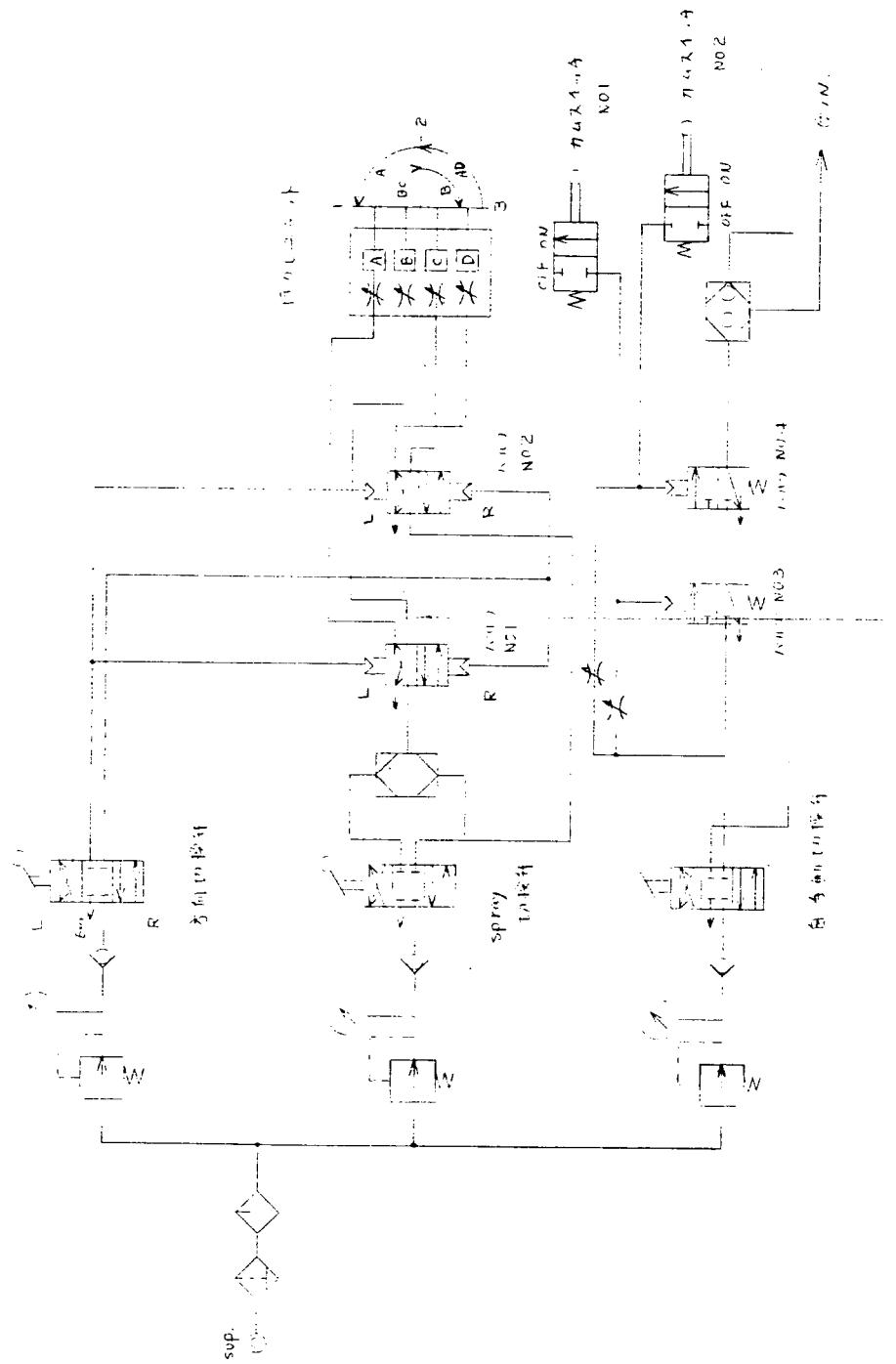


図 4.1.2-(5)-10 船体外板塗装々置(ボンブ組り)

圖 4.1.2-(5)-1-1 制御回路図



(e) 省力試算

本アタッチメントを渠側利用伸縮自在塗装装置または高所作業用伸縮自在自走車に組込み外板を塗装した場合年間省力時数は次のように推定される。

(f) 年間塗装面積の推定

表 4.1.2-(5)-1

対象	船型	一隻当たりの工事量	年間建造隻数	年間工事量	塗り回数
新造船	200型	7,500 m ²	4.5隻	33,750 m ²	2回
	100型	6,000 m ²	30隻	180,000 m ²	1回
修繕船	150型	6,900 m ²	10隻	69,000 m ²	1回
	200型	7,500 m ²	10隻	75,000 m ²	1回

(g) 原単位

表 4.1.2-(5)-2

対象	能率(実績または推定)
従来	0.03 H/m ² 各社実績アンケートの平均
本装置	850 m ² /H/COAT 台車40m/minとすると、塗り巾1.2Hであるので2,880 m ² /Hとなるが、スプレータイム30%程度と想定した。

(h) 試算

(i) 新造船

表 4.1.2-(5)-3

施工法	工事量(年間)	原単位	時数(年間)
従来	33,750 m ² × 2	0.03 H/m ²	2,025 H
本装置	"	850 m ² /H	79 H

新造船省力時数は従来の時数2,025 Hより本装置を使用した場合の79 Hを差引いた1,946 H程度となる。

(j) 修繕船

表 4.1.2-(5)-4

施工法	工事量(年間)	原単位	時数(年間)
従来	324,000 m ²	0.03 H/m ²	9,720 H
本装置	"	850 m ² /H	381 H

修繕船省力時数は従来の9,720 Hより本装置を使用した場合の381 Hを差引いた9,339 H程度となる。

(l) 省力人員

1人の年間作業時間を2,200 Hと仮定すると新造船で約0.9人、修繕船で約4.2人の省力となる。

(m) 投資額

400万円

(f) 将来の展望

船体外板塗装の目的は防錆と美観であり、その内でも第一に防錆が重んぜられる、防錆は適正な塗料を均一な塗膜に形成せしめることにあるが従来のマニュアルスプレーの場合はややもすれば不均一になりやすい傾向にあった。

外板塗装を機械化することにより均一な塗膜を形成させることには一步前進したが、今後塗装系の中には現状の塗装材では満足な結果を得ることがむづかしいものもある。また、ノズルの形状の改良による均一な塗膜を形成さす等、諸事項の研究開発を進めて行く必要がある。

(6) サブ材塗装システムの検討

(a) 概要

船舶の大型化と特殊塗装の増大に伴って、ブロック塗装ステージでの塗装量の増加は附帯足場の架設、撤去、時数の集中化、品質の低下、工程の遅延等をまねき、船舶建造能力をも左右する問題となって来ている。

従ってブロック時の塗装の作業量の合理的配分と労力の集中化をさける方法として、サブ材時点での合理的な塗装位置の検討が必要であり、一方年間建造量、船型および船主要求による塗装範囲の変化によって処理設備の必要度合は異なるが装置採用による塗装生産性の向上、省力化安全性の向上等のプラス要因に加えて、塗装を含めた船殻建造システムなどの建造技術の将来性の観点から同装置の設備が望まれる。

4.5年度には対象船型、塗装の範囲などを検討したが、4.6年度は特装部分の面積およびサブ材数を検討しながら工場のレイアウトおよび塗装方法について考察することとした。

(b) サブ材数量の把握

(i) 計画ベースの設定

200型タンカーの年間建造隻数を国内船2隻、外国船2.5隻として計4.5隻を設定。この場合の年間稼働日数を220日とすれば1隻当たり作業日数は4.8日となる。

(ii) 塗装範囲の設定

イ、塗装範囲は平行部インタンク区画とし、その一般サブ材とビルトアップロング材を対象とする。

ロ、外国船の場合はDek上より8m下部迄とBottm上0.8m(図4.1.2-(6)-1)を対象とする。

国内船はDek上より2mまでのみを対象とする。

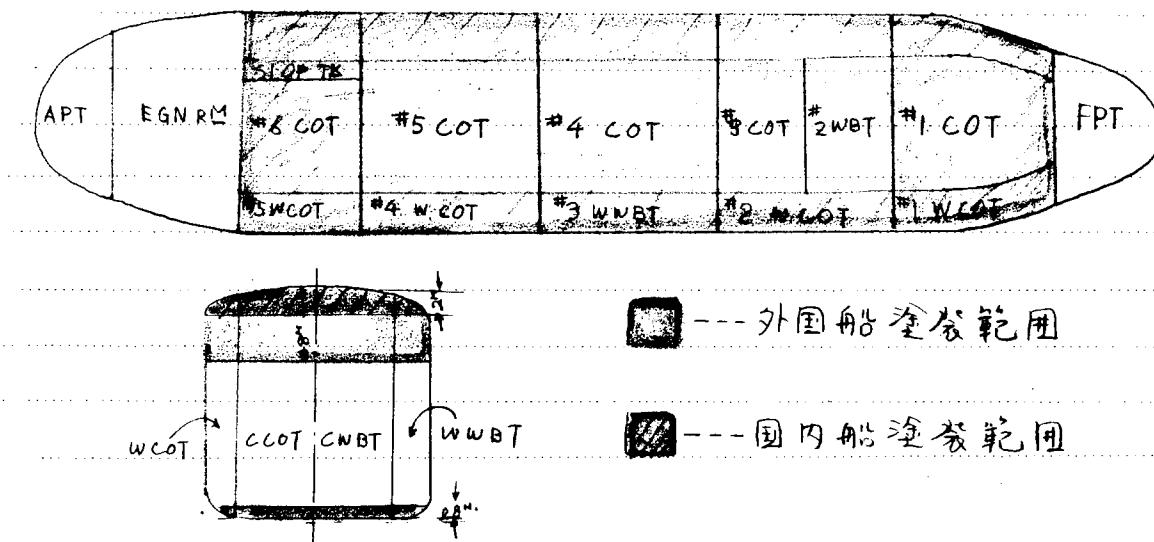


図4.1.2-(6)-1 設定塗装範囲

(v) 塗装処理時期の設定

船殻工程内のどの時期にどんな方法で塗装処理工程を組み込むかは種々あったが、検討の結果、小組以前での組込みが最適であるとされた。いずれにしてもサブ材塗装装置の最大効果を配慮する必要がある。

(c) 塗装処理設備の概要

サブ材塗装工場とロンヂ材塗装工場とを1棟中に配置することによるサブ材処理設備の効率化をはかった。

(i) 一般サブ材処理工場

両面塗装のサブ材は直立の状態とし片面塗装のサブ材は向合わせて2個1組を直立の状態として台車運搬による3並列塗装方式を採用した。

(ii) サブ材数量の設定

上記(i)の条件より算出したサブ材数量は(表4.1.2-(6)-1)に示す通りである。

表4.1.2-(6)-1

項目 処理ケース	一般サブ材		ピルトアップロンヂ材	
	国内船	外国船	国内船	外国船
1隻当たり数量	104本	670本	360本	1,040本
1日当たり処理量	2.2本	14本	7.5本	2.17本
1隻当たり面積	7,460m ²	32,400m ²	8,950m ²	38,600m ²
1日当たり処理面積	155m ²	675m ²	187m ²	804m ²

(注) 平行部タンク部材のみを対象とする、BOTTOM TR. GIR ETCはサブ材自体が部分塗装であるため除外した。

部材形状は2.5m長×3m巾×9m高=1.5ton(m³)を基準とする。

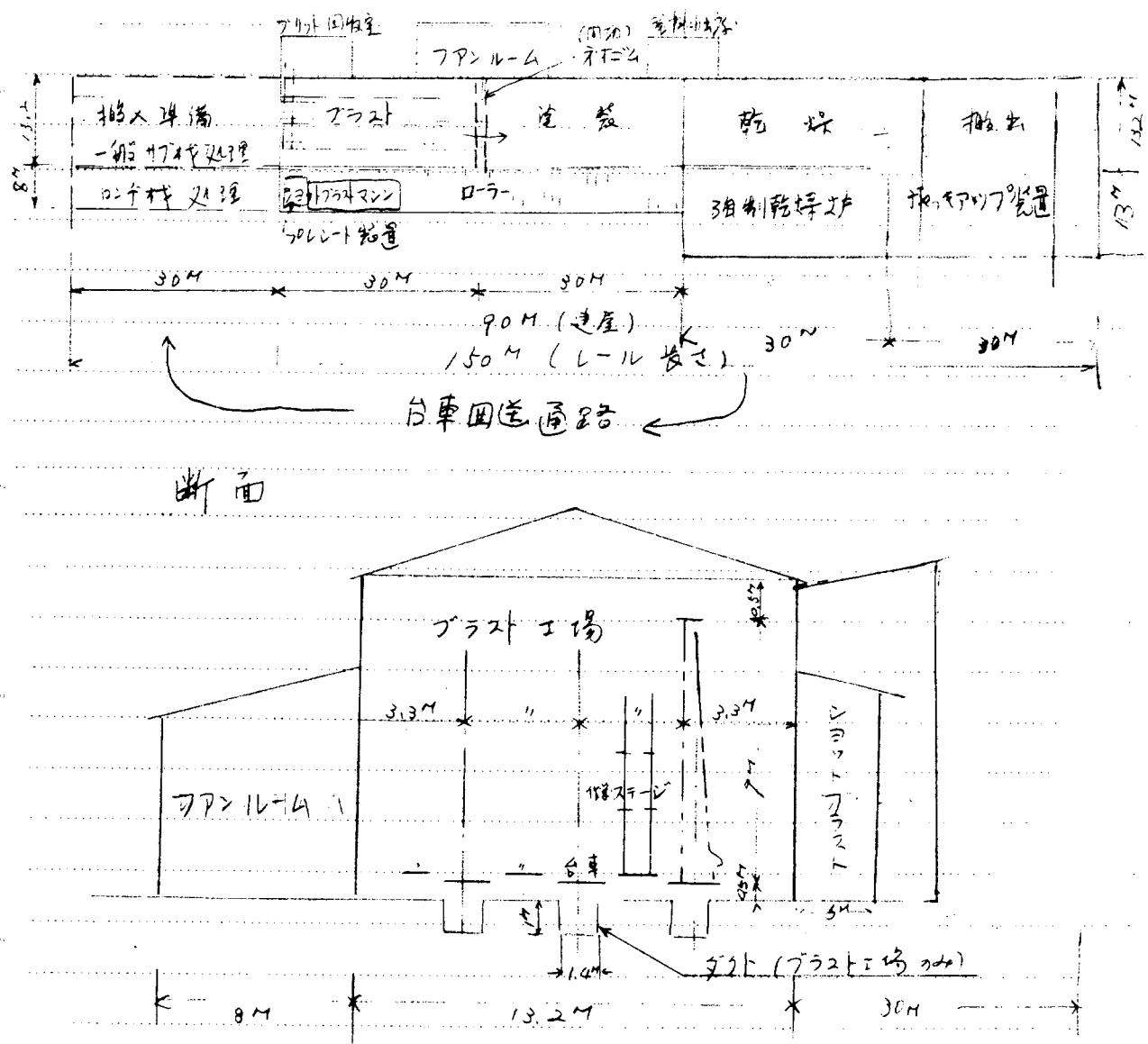


図 4.1.2-(6)-2 配置図

一般サブ材附隨設備

(1) プラスト装置(研掃材供給、回収、分離装置を含む)

大型プラストタンクを研掃材回収室内に設置する。これより各作業ステーションまで図 4.1.2-(6)-3 で示すように各々 3 本のフレキシブルホースにて連結、作業員は手動噴射ノズルを持ち、噴射停止は手元にある遠隔開用ボタンにより行なう。

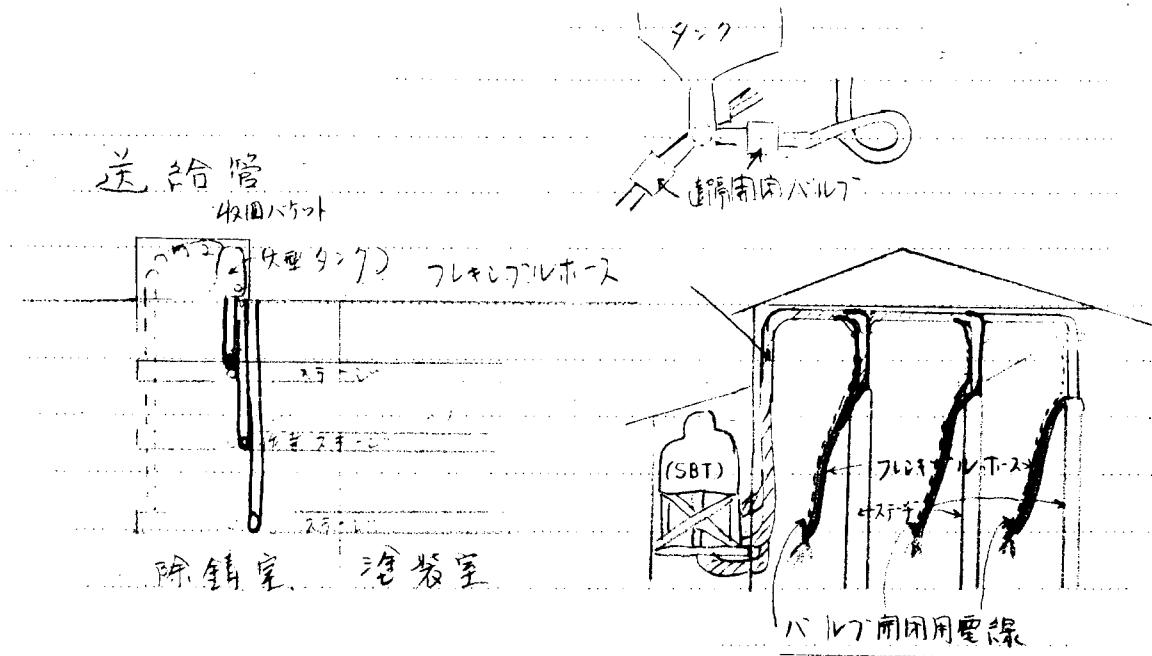


図 4.1.2-(6)-3

(d) 移動台車装置

- ① 台車寸法 10 m長×2.5 m巾×0.5 m高(軌道電動方式)

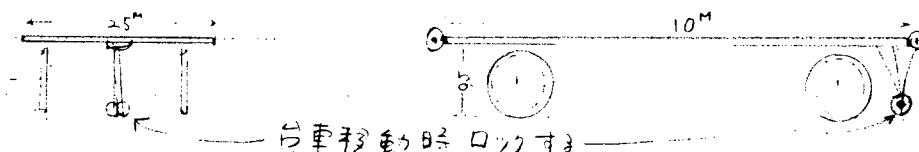


図 4.1.2-(6)-4

(e) 移動装置

台車自走式けん引駆動式等種々あるようだが処理工程の変化に対応できるものとしてけん引駆動式を採用する。一定速度で回転移動するチェーンにロックインすることにより台車は移動し、ロックアウトして停止する。

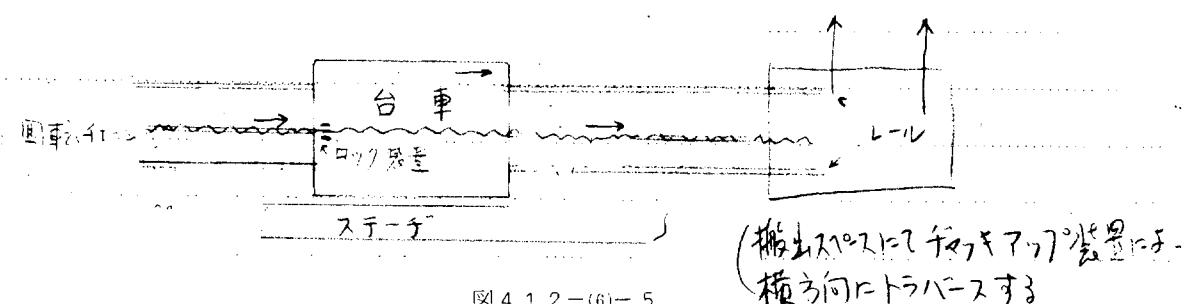


図 4.1.2-(6)-5

(f) 塗装

ハンドエヤレスにより施行する。

(g) 除じん換気装置

- ① 換気風量を60回/Hとしそのための設備とし、サイクロン、バックフィルターを採用した通常2段

除じん装置とする。

② 給排気は図 4.1.2-(6)-6 に示す。

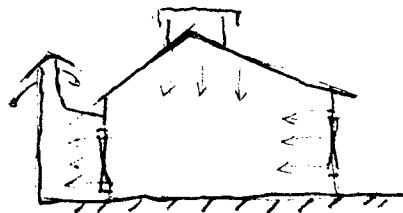


図 4.1.2-(6)-6

(4) 調温装置

搬出ストックセードの室温と 30° 前後に保つための加熱ボイラを設備することにより、算出最大処理量を消化する。

(5) 間仕切設備

除鋳室と塗装室との間仕切設備で天井より 10mm 厚 $\times 1\text{m}$ 巾のネオプレーンゴムを二重かさねたれまく形式とする。

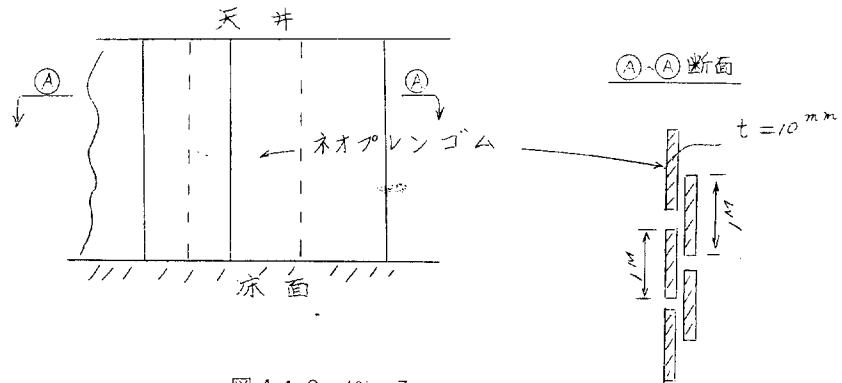


図 4.1.2-(6)-7

(6) 部材直立支持機構

サブ材を安定した状態で台車上に直立固定し処理工程を通過する。

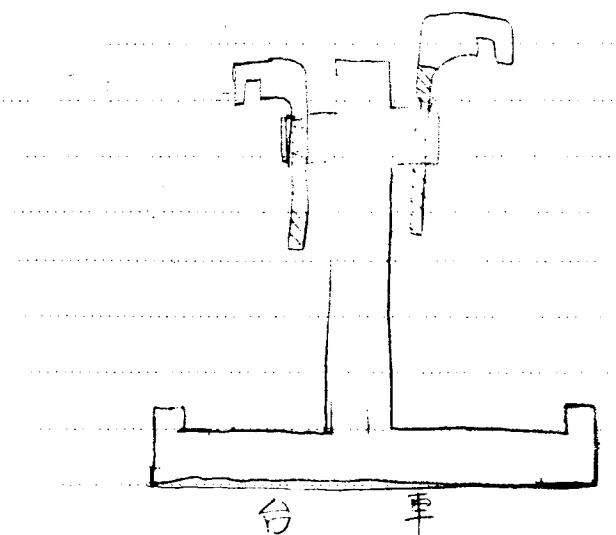


図 4.1.2-(6)-8

(ii) ビルドアップロンジ材塗装装置

ビルドアップロンジ材の形状、寸法が相似性で然も簡易性であることから、除鏽については縦型ショットプラストの応用、塗装はロンジ材の塗り残し部に対する遮蔽装置を組み込んだ自動塗装装置および強制乾燥装置を組み込んだ処理システムとする。

附 随 設 備

プレヒート装置 处理量に応じて運転も乾燥時間を早める

ローラー移送方式 ロンジ材を直立状態で移送する

強制乾燥炉

(d) 省 力 効 果

(i) 予想される効果

塗装するための附帯工事（足場架設、撤去、照明、換気等）の節労が可能であり、そのためブロック塗装工期の短縮、およびライン化による安全性の向上が期待できる。

時数的には次のようなものとなる。

稼働に必要な作業員 10人とすると

表 4.1.2-(6)-2

一般サブ材	年間隻数	対象面積	従来能率	本装置能率	省力時数
国 内 船	2隻	7,460 m ²	0.23 H/m ²	0.45 H/m ²	-3,282 H
外 国 船	2.5隻	34,600 m ²	0.23 H/m ²	0.104 "	10,205 H
ロ ン ジ 材				計	6,923 H
国 内 船	2隻	8,950 m ²	0.23 H/m ²	0.112 H/m ²	2,112 H
外 国 船	2.5隻	38,600 m ²	0.23 H/m ²	0.026 "	19,685 H
				計	21,797 H
				合 計	28,720 H

年間28,720 Hの節労となり、 $\frac{28,720}{2200 \text{H/年人}} = 13 \text{人/年}$ となる。

また、同装置を採用する場合はサブ材対象面積で14,600 m²/1隻以上ならば同装置の効果は明らかである。

(ii) 概算投資金額

表 4.1.2-(6)-3

	建屋および土間コンクリート 4.5万/m ²	14,000万円
一般 サ ブ 材 工 場	プラスト装置 大型プラストタンク1基、グリット回収装置、送給ホース等	1,500
	塗装々置 エヤレス製品8台(2台スペア)一式	500
	給排気調温装置 集じん装置、熱風加熱方式	2,000
	移動台車装置 台車12台 ウインチ、チェーン、チャッキアップ等	1,500
	搬出入クレーン装置 20T ゴライアスクレーン 2台	5,000
	その他(ステーク、部材直立 間仕切設備)	2,000
ロン ヂ 材 工 場	ショットプラスト機(自動塗装機付)プレヒート装置	4,000
	強制乾燥装置	1,500
	コンベアー装置	1,000
合 計 金 額		33,000万円

(e) 将来の展望

船の種類、建造量によって、大きく処理面積に変動があり、本装置を最大限に稼働させることができず投資効果からは問題があるが、ブロック塗装時の作業量の集中化をさげ、塗装生産性の向上、安全作業の向上、等先行塗装を含めた船殻工程のシステム化を含めて考えれば建造量にかゝわらず設備した方が好ましく、各々のヤードの規模に応じた装置で手動、半自動、全自动と組合せることやまたロンヂ材専門設備とサブ材専門設備とを時期的に分けて設置することも考えられるが、将来は各装置とも完全自動化に進展して行くことが切に望まれる。

(f) 船底除錆、塗装車

(a) 開発の目的

現在、新造船、修繕船の外板船底除錆、塗装作業は人力を主として行なっている。特に修繕船においては、厚錆、貝類の附着により錆落能率が低下し労費が増大する。一方、造船所においては塗装作業員の労働力不足の中にあって、その確保は困難を極めると共にその質の低下により塗装品質の確保も難しいため、機械化による省力化品質の確保が急務であり、外板塗装の一部位である船底平坦部の除錆および塗装作業の装置の開発の検討を行なう。

(b) 選定の経過

既存機種の能力の調査、比較を行なうとともに、既存機種における使用実績から問題点を摘出し、45年度

において除鏽と塗装を一体とした船底除鏽兼塗装車で検討を進めてきたが、除鏽能力としては船底部の状態によって変速巾が相当にことなり、かつ比較的低速であること、一方の塗装速度は変速巾が小さくかつ比較的高速であることから、両機種を一体として組込むのは、装置の大型化、作業内容との関連などより機械化効率が減少するので、下記のごとく、クリーニング、除鏽作業を目的とした船底除鏽車およびスプレー塗装を目的とした船底塗装車の別々の機種として検討した。

なお、共通項目としての動力源に関しては、ディーゼルエンジンとガソリンエンジンの二種類が考えられるが、作業場が渠底となるため、作業環境衛生上の見地から、ディーゼルエンジンを採用した。

(i) 除 鏽 車

- (1) 渠底の高低凹凸に左右されずに所要圧着力とその均一性を保持しうること、渠底盤木間走行によるデッドエリアを極力少なくするための旋回性能、被塗面状況に応じた除鏽作業条件への適応性などから、無限軌道方式を採用した。
- (2) ブラシは椀型、棒型、棒状スパイラルの三種類を比較したが、スパイラル式または棒型ワイアプランでかつ剛性のあるものがよい。
- (3) ブラシの回転軸は被処理面に対して水平(棒型あるいは棒状スパイラル)、垂直(椀型)の2つが考へられるが、接触面、圧着装置、ブラシ構造などからみて、水平方向が均一かつ高能率な仕上りとなった。
- (4) フラップホイールは通常のハードスクレープに対応する作業に使用する。この場合、ブラシとの交換着脱は容易に行なえるものとした。
- (5) 被処理面の状況に応じて、ライトクリーニングからハードスクレープに相当する除鏽作業を行なう場合は、ブラシの回転数、圧着力、除鏽車の走行速度の三要因の最適組合せにて操作する必要がある。

(ii) 塗 装 車

- (1) 塗装速度は除鏽にくらべて高速でありその変動巾が小さく、また渠底状況(高低凹凸)によるスプレー距離の変動は実際の塗膜形成の面からは問題とならないことから車輪式三輪駆動車とした。
- (2) スプレー塗装を行なう際飛散するスプレーダストが運転席正面ガラスに付着せぬようエッカーテン方式を採用したが、小型装置としての性能・効果等今後も研究をつづける必要がある。
- (3) 既存機種での盤木周辺の塗り残しの問題を解消し作業性を向上させるため、スプレーガンが車幅より左右に300mm程度張出し移動出来る機構を組んだ。詳細は図4.1.2-(7)-3に示す。

(iii) 既存機種の要目比較

表4.1.2-(7)-1に示す。

(c) 船底除鏽車および塗装車の概要

(i) 船底除鏽車

- (1) 本装置の概要 本装置は新造船における船台・渠中の船底除鏽作業および修繕船々底除鏽を行なわせるため除鏽装置を自走台車上に設備して除鏽を行なわせるようにしたものである。

(2) 仕 様

- ① 尺寸・重量 高さ1420mm×長さ4500mm×巾1550mm
重量 4500Kg
外型は図4.1.2-(7)-1参照

- ② 走行駆動方式 ディーゼルエンジン
エンジン直結の油圧ポンプによる全油圧駆動方式

(3) 走行性能	走行スピード	0～60 m/min
	登坂能力	18°
	最小回転半径	2.6 m
(4) 走行装置	無限軌道方式	
(5) 除鏽機構	ブラシおよびフラップホイル	直径200mm×長さ800mm
	ブラシの型状	棒型式ステンレス
	押付	ロータリーアクチュエーター使用
		押付圧力(0～100kg)
	回転数	1000 rpm
	回転機構	油圧モーター駆動チェーン減速

(II) 船底塗装車

(1) 本装置の概要 本装置は新造船における船台、集中の船底塗装作業および修繕船々底塗装を行なわせるため塗装々置を自走台車上に設備して塗装を行なわせるようにしたものである。

(2) 仕様

① 寸法・重量 高さ1450mm×長さ3350mm×巾1600mm

重量 約1800kg

外型は図4.1.2-(7)-2参照

② 走行駆動方式 ディーゼルエンジン

エンジン直結の油圧ポンプによる全油圧駆動方式

③ 走行性能

作業速度 8m～42m/min

登坂能力 6°

最小回転半径 4m

④ 走行装置

前一輪で駆動する三輪車とし後二輪で操舵を行なう。

車輪はノーパンクタイヤ

⑤ 塗装々置

○ 塗装々置 塗装々置は油、空圧併用とする

油圧～塗料ポンプおよびガン昇降用

空圧～自動ガン操作用

○ 自動スプレーガン部

自動スプレーガン3丁とする

各ガンの相互の距離は塗装スプレー距離により最適の間隔に取付け調整し得るようにする。各ガンはそれぞれ一個毎の開閉ができる、更に一括開閉もでき得るようにする。操作は運転席から遠隔操作ができるものとする。

ガンの高さは地上から1100mm～1700mmまで移動できるものとする。

船底とガンとの距離は300mm～400mmに昇降装置で任意の位置に設定できる。

船底とガンとの距離を300%と400%の二種に設定するための目安になるバーを設ける。自動スプレーガンを左右に各30%移動できるようにする。

○ 塗装位置の構成

油圧エアレスポンブ	2基
コンプレッサー	1基
油圧シリンドラ	2本 (ガン昇降左右移動)
ガン昇降装置	1基
塗料アシテーター	2台 (油圧駆動)

○ 塗装巾 1200mm

(c) 省力効果

(i) 船底除鏽車

(1) 修繕船ソフトクリーニング

船型	対称面積	従来能率	除鏽車能率	年間隻数	省力時数
100型	3500m ²	15m ³ /H	60m ³ /H	25隻	4375H
150"	5200	"	"	8	2088"
200"	7500	"	"	9	3375"
					計 9838H

(2) 修繕船ハードクリーニング

船型	対称面積	従来能率	除鏽車能率	年間隻数	省力時数
100型	3500m ²	5m ³ /H	30m ³ /H	5隻	2915H
150"	5200"	"	"	2"	1734"
200"	7500"	"	"	1"	1250"
					計 5899H
					合計 15737H / 7.2人

(ii) 船底塗装車

(1) 新造船

船型	対称面積	従来能率	塗装車能率	塗装回数	年間隻数	省力時数
200型	7500m ²	33m ³ /H	300m ³ /H	2回	45隻	1800H / 0.8人

(2) 修繕船

船型	対称面積	従来能率	塗装車能率	塗装回数	年間隻数	省力時数
100型	3500m ²	33m ³ /H	300m ³ /H	2回	30隻	5580H
150"	5200"	"	"	"	10"	2780"
200"	7500"	"	"	"	10"	4000"
					計 12360H	/ 5.6人

(d) 概算投資金額

船底除鏽車	500万円/台
船底塗装車	450万円/台

(e) 将来の展望

(i) 船底除鏽車

現在のスパイラル式のワイヤープランはオーダーメイドであり高価であるが、材質、型状について更に検討を加えれば安価で能率の良いものに改善される。

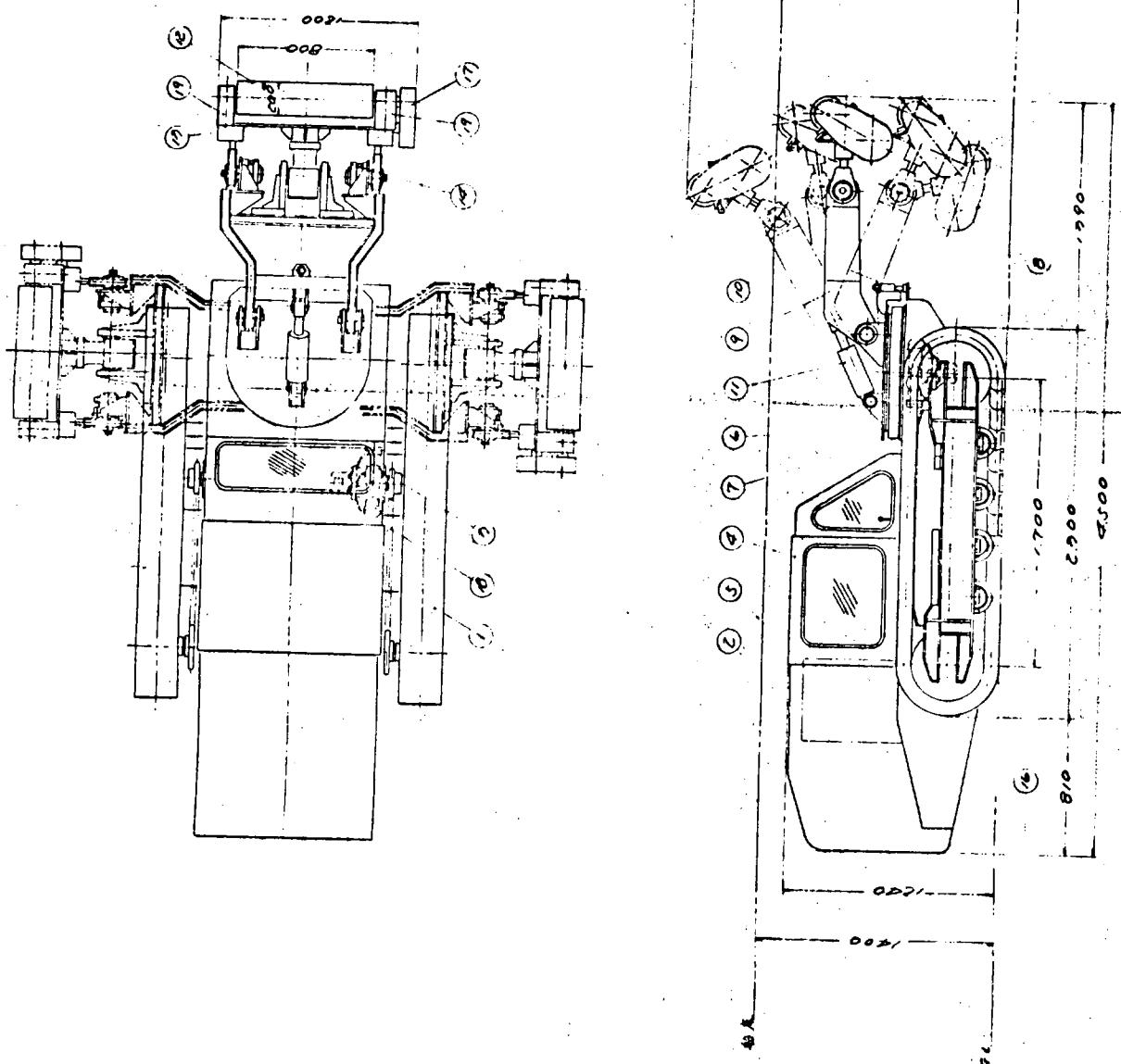


図4.1.2-(7)-1 プラッジングランナー

船底塗装車概略図

仕様

1. 走行速度 最高 7 km/H (前後進共)

作業速度 0.5 km～3 km/H

2. 走行仕様 エンジン ディーゼルエンジン

走行動力 油圧モーター

変速 油圧 2段

前輪、1輪 駆動

後輪、2輪 操舵

最小回転半径 4 m

3. 機載機器類

自動スプレーガン 3丁

エアレスポンプ 2基

エアコンプレッサー 1基

塗料コントナ 2個

ガン上下装置 1基

アシテーター 2基

油圧ユニット 1基

4. 総重量 1,800 Kg

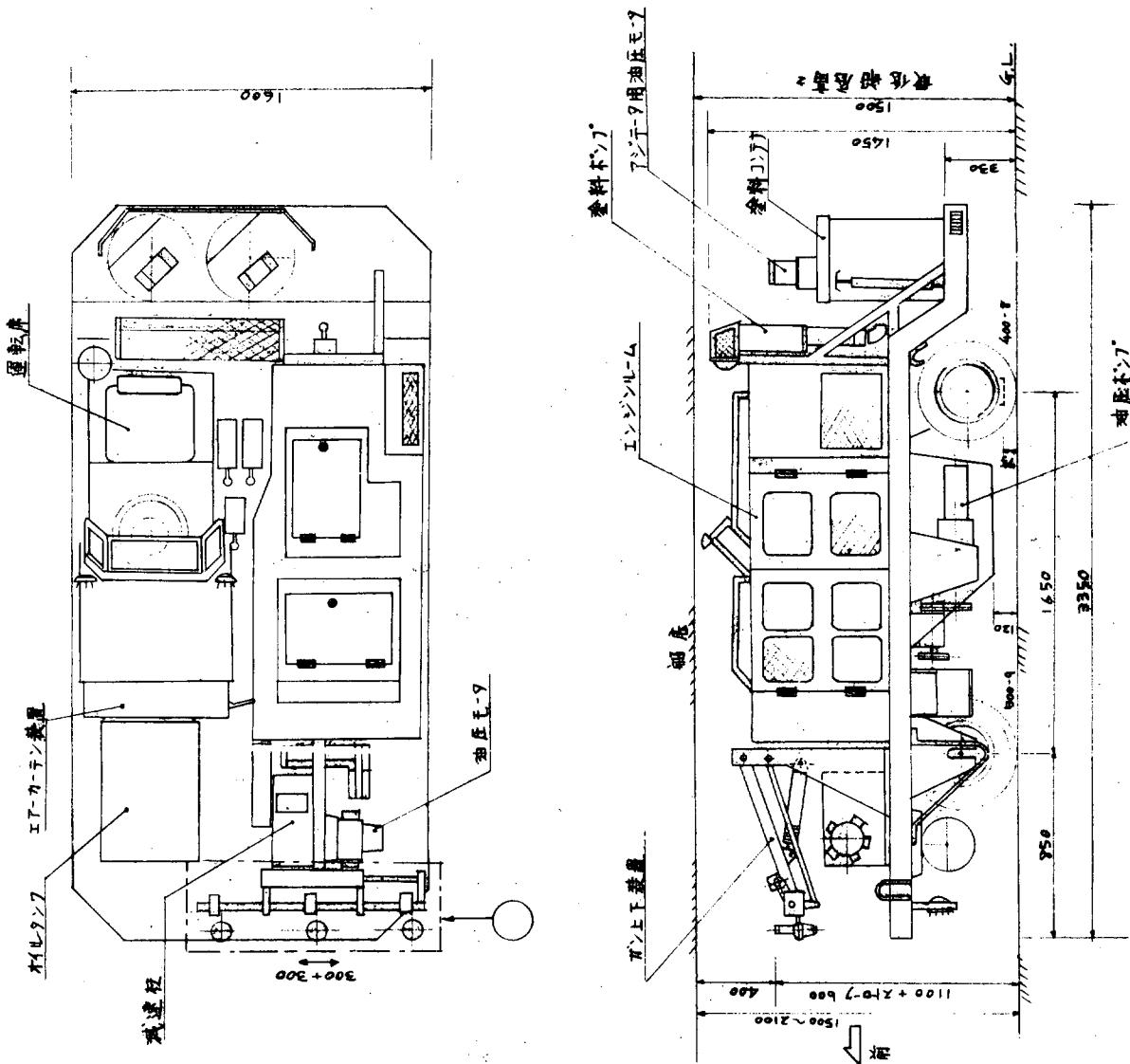


図 4.1.2-(7)-2

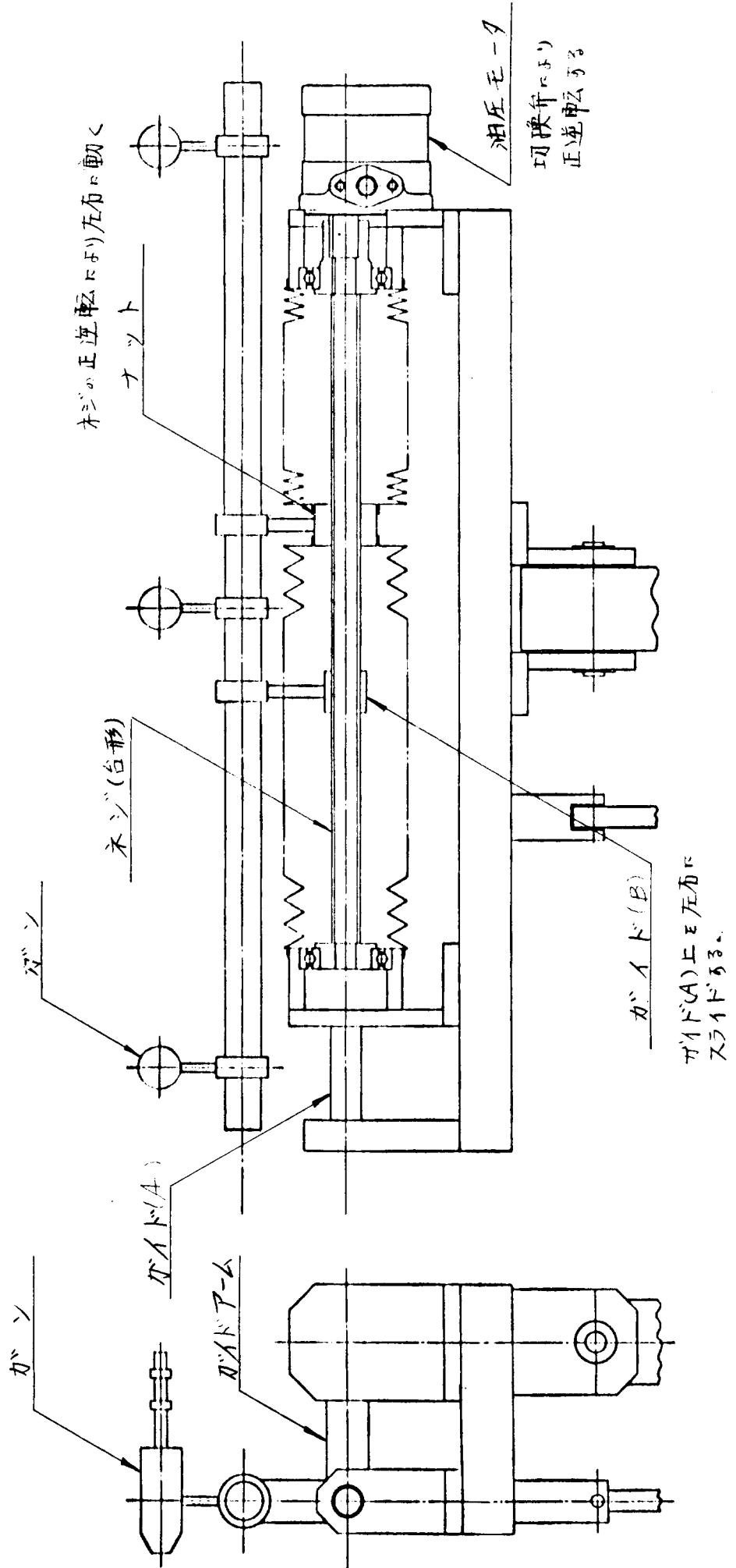


図4.1.2-(7)-3 自動スプレー装置(A 詳細)

別表 4.1.2-(7)-1

機器名 内容	ジャイロ式自走研磨機 (マルイチ鋼機KK)	BRUSHING RUNNER (鈴木技研工業KK)	船底塗装車(ブッシング装置付) (新明和工業KK)
走行仕様、主要寸法	<ul style="list-style-type: none"> ○走行動力 0.4 kW (1/2HP) 200V 4P (三相) ○走行速度 2.29~12.1m/min ○走行変速 無段变速機 	<ul style="list-style-type: none"> ○走行速度 除鏽時: 1.9m/min 塗装時: 6.0m/min ○主要寸法 最小回転半径: L: 4000mm B: 2.34m ○走行変速: 無段变速 ○エンジン 41PS・2000 rpm 2827cc(排気量) ○油圧ポンプ: 吐出圧 (140kg/cm²) 吐出量 ○油圧モータ: スタッファモータ (川重) (16~110ℓ/min) 	<ul style="list-style-type: none"> ○走行速度 Max: 9km/H 塗装時: 5~50m/min ○登坂能力 15度 ○主要寸法 L: 3750mm B: 1640mm H: 1500mm W: 2000kg ○最小回転半径: 4m ○走行変速: 油圧 2段 ○前輪: 1輪・駆動・制動 ○後輪: 2輪・操舵 ○ガソリンエンジン 15 PS ○登坂能力 1/20
錆落し装置仕様	<p>使用研磨輪: 300φ×500mm (ワイヤブラシ、サンドペーパー)</p> <p>動力: 3.7kW (5HP) 200V 4P (三相)</p> <p>研磨輪回転数: 2025 rpm (60%)</p> <p>研磨範囲 (H): 1450~2200mm</p> <p>伝動軸回転: 360°</p> <p>水平回転: 360°</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ブラシ: 200φ×800mm インナーロープ式ステンレスブラシ 押付圧力: 0~50kg 回転数: 250~1000 rpm 旋回: 1 rpm ○ソフトクリーニング 800mm幅…600m²/H ○ハードクリーニング 800mm幅…300m²/H 	<p>ワイヤーブラシ: 150φ×400mm 動力: 油圧モータ 移動可能高さ: 1400~2000mm 作業面右左傾斜角度 水平上4° 作業面前後傾斜角度 水平上2°</p>
塗装装置仕様			<p>自動スプレーガン 3丁 予備自動スプレーガン 3丁</p> <p>油圧式エアレス塗料ポンプ 2基 エアーコンプレッサー 1基</p> <p>塗料コンテナー 60ℓ×2(アシテータ付)</p> <p>塗料吐出量 3ℓ/min×2</p> <p>ガンリフト用空気シリダー 1本</p> <p>油圧ユニット 1基</p>
特色、その他		<p>キャタピラー式自走車にブッシング装置を装置したもので修繕船底部の除鏽を目的として設計された特殊仕様としてエアレス塗装装置も取付けられる。</p> <p>船底部除鏽作業は油圧作動によりドック床面および船底部の起伏に影響されることなく作業が行なえ、圧着も油圧駆動のため圧力の増減で Soft Hard cleaning の選択が可能</p>	

船底除鏽塗装車 (神谷鋼機KK)	船底用ショットブラストSHC-100型 <バリスター> (新東工業KK)	
<ul style="list-style-type: none"> ○走行速度 ○主要寸法 Max: 7km/H L: 3650mm ○登坂能力: 1/20 B: 1500mm ○最小旋回半径 3.2m H: 1600mm ○4サイクルディーゼルエンジン: 14PS ○プランジャー 可変ポンプ ○ローラー 油圧モーター 	<ul style="list-style-type: none"> ○走行速度: 0.5~6.0m/min ○主要寸法 W: 2000Kg(概算、ショット含) インペラ昇降高さ 	
<ul style="list-style-type: none"> ○歯車ポンプ 1基 歯車モーター 1基 ○スパイラル状ワイヤブラシ 150φ×1200mm ○1000rpm 	<ul style="list-style-type: none"> ○インペラ S200GM 360φ×626, 15KW 投射量 240~170kg/min ヘッド昇降装置: 油圧一式 常用使用圧 50kg/cm² 油圧シリンダ 2本 ○清掃能力: 5.5~16.5m/H 	
<ul style="list-style-type: none"> ○可変ペーンポンプ 1基 ○ブースター (1基 3.5ℓ/min 150kg/cm²の時) ○吐出圧 MAX 210kg/cm² 常用 150kg/cm² ○ペイントタンク 80ℓ×2 ○自動スプレーガン 3丁 ○アシテータ 2基 ○エアカーテン1基 ○エアコンプレッサー 1基 		
	<p>値段: 10,000,000円/1基</p> <p>投射はインペラでやることにより、エアーブラストと比べて投射速度が速く、投射力が強く、清掃力が極めて良い。</p> <p>インペラ一基当たりの能力は、エアーブラスト1式に比べて約20倍程有る。操作は作業者1名で行なえる。投射剤はニューマチック式セバレータで不純物、粉じんを除去し均一な粒度のショットを投射する。</p> <p>本体にショット回収装置を内蔵している。</p>	

(ii) 船底塗装車

塗膜の均一性が保持でき品質と能率の向上が得られるが、今回検討より外したスプレーダストの飛散防止方法としてのエアカーテン方式を今後の研究項目として取り上げ解決を計れば、作業環境の改善と安全衛生の問題も解決される。

(iii) 除鏽車、塗装車共に船底盤木などの障害物の多い場所で使用するため誘導者を必要とする場合があるが走行線など地面にマークすることにより高能率にワンマン操作で本機の本領を発揮することができ、地上プロックなどにも適用範囲を広げることができる。

(8) 梁側利用伸縮自在塗装装置の開発

(a) 装置選定にいたるまでの経過

(i) 開発の目的

船の大形化に伴ない塗装面積もそれに比例して増えている、そこで塗装作業およびそれに関連する設備の自動化、省力化は急務である。船の側部外板について梁側を利用して、しかもある程度の船首尾部のような曲り外板をもカバーでき自動的に作業のできる塗装装置の開発を行なう。

(ii) 選定の経過

(1) 外板の塗装法として渠底からの機械化の方法、渠側からの機械化の方法および船の甲板上からの方法の3案を検討し、その結果前2者を取りあげ、そのうち渠底からの方法については屈伸アーム式の高所作業用伸縮自在自走車、渠側からは渠側利用伸縮自在塗装装置を開発していくこととした。

(2) 本装置を開発するため各造船所のドック寸法および20万トンクラスの船形を調査し、下記数値を基準として検討することとした。

ドッケ寸法	B = 60 m	H = 10 m
20万トンクラス船形	B = 48 m	D = 25.5 m

(iv) 外板を処理し得る範囲

渠側から船側平行部外板の全面、ある程度の曲り部外板へ試行する装置ということで検討の結果、アーム最大長さが22.8mで平行部外板の全面積、曲り部外板の概ね45~50%の面積となつた。

(v) 渠側からの塗装装置として屈伸タワー方式と屈伸アーム方式の二案が考えられるが、船体外板面の形状変化への対応性にすぐれる屈伸アーム方式を考えることとした。

(b) 試設計の概要

(i) 対象船形およびドック条件

ドック寸法 B = 60 m, H = 10 m, L = 本装置が有効に動かしき得ること

船形 20万トン形タンカー

(ii) 概要

形 式	屈伸アーム式 最大長さ 22.8 m、振り上げ最大角度 65° 振り下げ最大角度 28°、旋回 " 90° 格納スペース 渠側から2 m以内
動 力	ディーゼル油圧駆動方式、アタッチメント用コンプレッサー搭載、パワーユニット部分、コントロールユニット部分、アクチュエーター部分の3部分より構成され渠側の操作ボックスからのリモートコントロール方式。

	ただし、アタッチメントのクローズドサーキット式インペラーブラストおよびジェットクリーニング装置についての動力源は別途とする。
作動方式	ワンマンコントロールにより洗浄、塗装および下地処理の作業が行なえ、また部分的な手処理のため作業台をも有する。
走行速度	0~40m/min 無段変速方式
先端距離 および 定速機構	ローラーによる船体外板え圧着接触方式(圧着力50Kg/cm ² ~200Kg/cm ²) 平行部から曲り部への移行、また曲り部から平行部への移行の際先端スピード一定については、ローラーに回転計を取り付け操作ボックスへフィードさせ走行スピードとの差をレバーによるハンドオペレーション方式とする。
走行台車寸法	13.5m×2.8m×2.2m
先端ステージ寸法	3m×1.4m×1.35m
可動範囲	平行部外板 渠底より MIN 2m~MAX 26.5m 曲り部外板 アーム最大長さ2.8mにて有効に働く範囲
昇降速度	8m/min(ブーム先端周速)
旋回速度	ブーム 15m/min(ブーム水平時先端周速) ステージ 20SEC/90°
本機の自重	約21.8ton
先端積載荷重	最大 1.000Kg
渠壁にかかる荷重	垂直方向 Max 20.82 ton、水平方向 Max 8.85 ton
能 力	洗浄、塗装能力 1.500m ² /H~2,500m ² /H 下地処理能力 500m ² /H~1,000m ² /H
準拠規格	ゴンドラ構造規格

iii) 作動方式および主要部品

(1) 走行系統

ディーゼルエンジン→油圧ポンプ→制御バルブ→油圧モーター→チェーン→ピニオン→走行輪ギヤー

操作は油圧制御装置のレバーにより油圧ポンプの吐出量を増減し、0~40m/min間の任意の速度で走行できるものとする。

自動除鏽作業時は特に低速走行となり走行速度ムラを少なくするため、低速回転域において安定した性能をもつ油圧モーターを用いる。

走行速度は船体に接触して回転するローラーの回転数を検出し、電気的に運転席に設けた速度計に表示する。

(2) 油圧ポンプ

可変吐出量型プランジャーポンプ 1台

吐出量 $0 \sim 170 \text{ l/min}$ (1740 rpm)

使用予定圧力 $\max 60 \text{ Kg/cm}^2$

油圧モーター

低速高トルクモーター 1台

出力トルク 225 Kg-m (圧力 60 Kg/cm^2 時)

回転数 $0 \sim 72 \text{ rpm}$

(イ) 昇降・旋回系統

ディーゼルエンジン→油圧ポンプ→制御バルブ→油圧シリンダー

操作は押ボタンスイッチにより電磁バルブを切換え各シリンダーを伸縮する。速度は流量制御弁の調整により減速可能とする。操作は走行台車上と先端ステージの2箇所で可能とする。

(ロ) 昇降・旋回系統主要部品

油圧ポンプ

定吐出型ギヤーポンプ

吐出量 35 l/min $1740 \text{ rpm} \times 1\text{台}$ 5 l/min $1740 \text{ rpm} \times 2\text{台}$

連続定格圧力 140 Kg/cm^2 140 Kg/cm^2

ブームリフトシリンダー 1本

内径 250 mm ×ロッド径 140 mm ×ストローク 2000

ブーム旋回シリンダー 1本

内径 200 mm ×ロッド径 90 mm ×ストローク 2120

ステージ旋回シリンダー、傾斜シリンダー 2本

内径 60 mm ×ロッド径 30 mm ×ストローク 320

(ハ) 油圧用共通主要部品

油圧バルブユニット 1式

方向制御弁・流量制御弁・圧力制御弁等をコンパクトに組み、屋外使用のためポンネットを設ける。

油圧タンク 400 l 容量 1台

(カ) ステージ圧着機構

ステージ先端に4個のローラーを取付け、このローラーが船体に常に接触し、ステージと船体外板の距離を一定に保持する。

ローラーと船体の圧着はブーム旋回シリンダーに常に圧力を加える。圧力は先端圧着力が $50 \text{ Kg} \sim 200 \text{ Kg}$ の範囲の間で任意に調整可能とする。この場合ブーム作動系統のポンプを使用しても良いが吐出量が大きいため、この油量を常に圧力制御弁から逃がすことは油温の上昇をもたらし、また動力もむだに消費するので圧着力保持用の小吐出量のポンプを別途に設ける。

IV) 考察

(1) アーム最大長さは船側外板の 32 m までの高さの範囲をカバーでき得る長さとのことで、設定ドック寸法における 20 万トンクラスのラインスによりカバリング面積を調査した結果、理論的にはアーム長さを 30 m にすれば全面カバーされるが、本機の自重増による渠壁の強度、他機種すなわち渠底からの機械化の方法による作業の組合せを考慮、

① 20 万トンクラスの船側部平行外板は全面カバーできること

② ある程度の曲り部外板をカバーできること

との2点について再度ラインスにより検討の結果、アーム最大長さを2.2.8 mとした（面積的には平行部外板は全面、曲り部外板はそれの45～50%となる）

(d) 走行スピードにからむ助走距離についてはできるだけ短かい方が作業性および有効範囲に有利ではあるが本機の自重、最大スピード先端荷重およびアーム長さ等を考慮すると10～15 m程度となる。

(e) アーム先端スピード一定の方法

平行部追従時から曲り部追従時の移行の場合（その反対の場合）の先端スピード一定についてはアーム先端部ガイドローラーに回転計を取り付け、操作にボックスヘファードさせ、走行スピードとの差をレバーによるハンドオペレーションとすることとした。本機の曲面追従範囲内においては、曲面カーブはなだらかであり、この操作方法がスムースと思われる。

(f) 本機と船体との距離保持機構については、アーム先端のガイドローラーへ常に一定圧力（50 Kg/cm²～200 Kg/cm²とアタッチメントにより変化可能）をアーム旋回シリンダーにより加压する接触式距離保持とする。これによりアタッチメントに距離保持を有することなく、取付時のアジャストのみでそれが可能となる。

(g) 巣壁の強度については、本機はアーム長さが2.2.8 m、先端荷重1,000 Kgとしたため、その自重は約2.21.8 ton（主要構成部材—SS41）、作動・格納時巣壁に掛る最大荷重は垂直方向で2.0.82 ton、水平方向で8.85 tonとなるため、それに十分堪え得る巣壁とする必要がある。

(h) アームの強度およびたわみ

自重、積載荷重、昇降慣性力（垂直方向）、走行慣性力（水平方向）、風荷重（風速16 m/sec.（水平）、8 m/sec.（垂直））、地震荷重等の因子を考慮し計算してある。また先端のたわみについては、ブームのたわみではなく走行スピード、レール精度により複雑化するので、静荷重によるタワミは固定たわみと考え昇降慣性力および風荷重を動荷重とし、これによるたわみが走行中に生じるものとするならば約5.0%となる。

(i) 動力としてドックサイドでのトロリー線方式、キャップタイヤ方式、ディーゼル発電機方式等が考えられるが、本機は新設、既存どちらにでも簡便なディーゼル発電機方式とした。トロリー線方式は新設時のみそれが可能であるが既存の場合、ドックサイドの改造等で現実的に不可能である。またキャップタイヤ方式は大容量電力消費の場合、巻取りに問題がある

(c) 巣側、ブーム強度計算書

(i) 巣壁にかかる荷重

(1) 設計条件

積載荷重 ステージ上 1,000 Kg (max)

作業時最大風速 16 m/sec.

準処規格 ゴンドラ構造規格による

(2) 荷重

機械の自重 2.1.800 Kg

積載荷重 1,000 Kg

昇降慣性力

昇降する部分の自重および積載荷重のそれぞれ25%に相当する荷重が垂直方向に同時に作用するものとする。

走行慣性力

水平に移動する部分の自重および積載荷重のそれぞれ10%に相当する荷重が水平方向に同時に作用するものとする。

風荷重

$$v : \text{風速} \quad 1.6 \text{ m/sec} \quad c : \text{風力係数} \quad 1.2$$

A : 受風面積

h : 地上からの高さ 1.6 m とする

$$W = \frac{1}{30} v^2 c A \sqrt{7} \Rightarrow 21.0 \text{ kg/m}^2 \times A \times m$$

(一) 固定部重量および重心位置

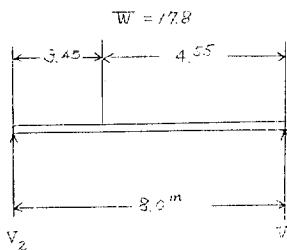
名 称	重 量 W ton	座 標		モーメント t-m	
		x	y	x	y
トラックフレーム	4.5	4	0.4	1.8	1.8
走行車輪・走行装置	1.8	4	0	7.2	0
旋回ポスト・軸一軸受	3.5	4	1.8	14.0	6.3
下部フレーム・ガイドローラー	3.9	4	0.8	15.6	3.12
機器ベース・カバー	2.2	6.8	0.8	19.9	1.76
油圧ユニット一式	1.5	6.6	0.8	9.9	1.2
ジブリフットシリンダー	0.4	3.0	6	1.2	2.4
計	17.8			80.8	16.58

$$G_x = \frac{80.8 \text{ t-m}}{17.8} = 4.55 \text{ m}$$

$$G_y = \frac{16.58 \text{ t-m}}{17.8} = 0.95 \text{ m}$$

(二) 固定部重量による輪荷重

垂 直 荷 重



$$V_1 = \frac{17.8 \times 3.45}{8.0} = 7.67 \text{ t}$$

$$V_2 = \frac{17.8 \times 4.55}{8.0} = 10.1 \text{ t}$$

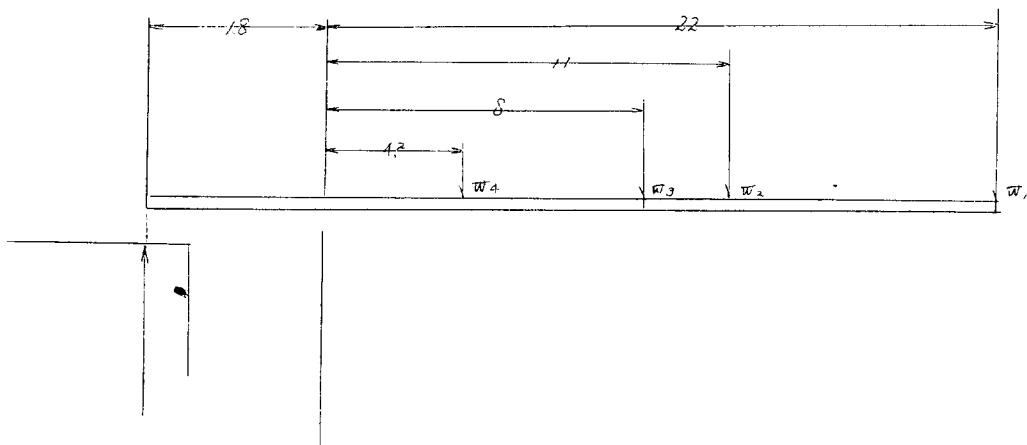
水 平 荷 重

$$H = \frac{17.8 \times 0.95}{6.1} = 2.77 \text{ t}$$

$$\text{上部ガイドローラー輪重} \quad h_1 = \frac{2.77}{4} = 0.69 \text{ t}$$

$$\text{下部ガイドローラー輪重} \quad h_2 = \frac{2.77}{2} = 1.39 \text{ t}$$

(4) 移動部重量および重心位置



$$W_1 = \text{ステージ・補助ジブ自重} + \text{積載荷重} \times \text{昇降慣性力}$$

$$= (0.6t + 1t) \times 1.25 = 2.0t$$

$$W_2 = \text{風荷重} = 2.1 \text{kg/m}^2 \times 0.6 \times 2.2 \text{m} = 0.28t$$

$$W_3 = \text{ジブリソクバー・手摺自重} + \text{昇降慣性力} = 3t \times 1.25 = 3.75t$$

$$W_4 = \text{ジブリフトシリンダー自重} + \text{昇降慣性力} = 0.4t \times 1.25 = 0.5t$$

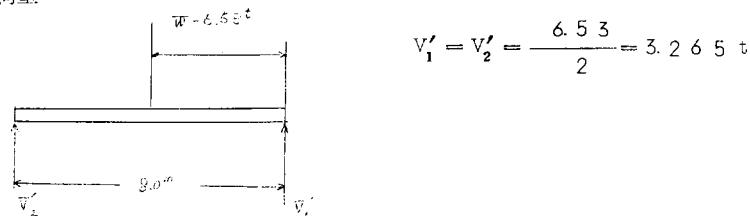
$$\begin{aligned} \Sigma M_A &= (2 \times 22) + (0.28 \times 1.1) + (3.75 \times 8) + (0.5 \times 4.2) \\ &= 44 + 3.08 + 30 + 2.1 = 79.18 \text{ t-m} \end{aligned}$$

$$G_x = \frac{79.18 \text{ t-m}}{6.53 \text{ t}} = 12.1 \text{ m}$$

(5) 移動荷重による輪重

ジブ水平にてドックサイドと直角の場合

鉛直荷重



水平荷重

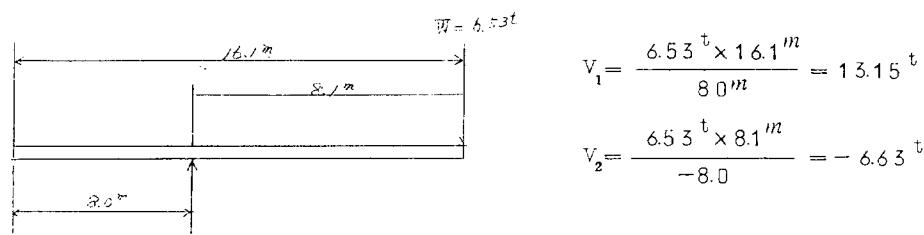
$$H' = \frac{6.53 \times (12.1 \text{m} + 1.8 \text{m})}{6.1} = \frac{90.76}{6.1} = 14.9t$$

$$h'_1 = \frac{14.9}{9} = 3.73t$$

$$h'_2 = \frac{14.9}{2} = 7.46t$$

ジブ水平にてドックサイドと平行の場合

鉛直荷重

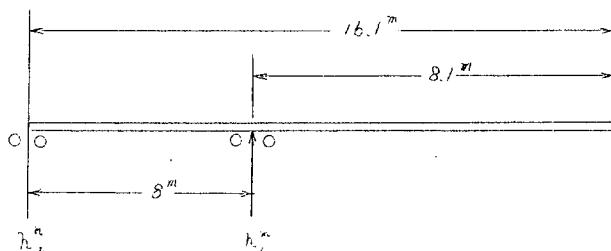


水平荷重

$$H'' = \frac{6.53^t \times 1.8^m}{6.1} = 2^t$$

$$h_1'' = \frac{2}{4} = 0.5^t$$

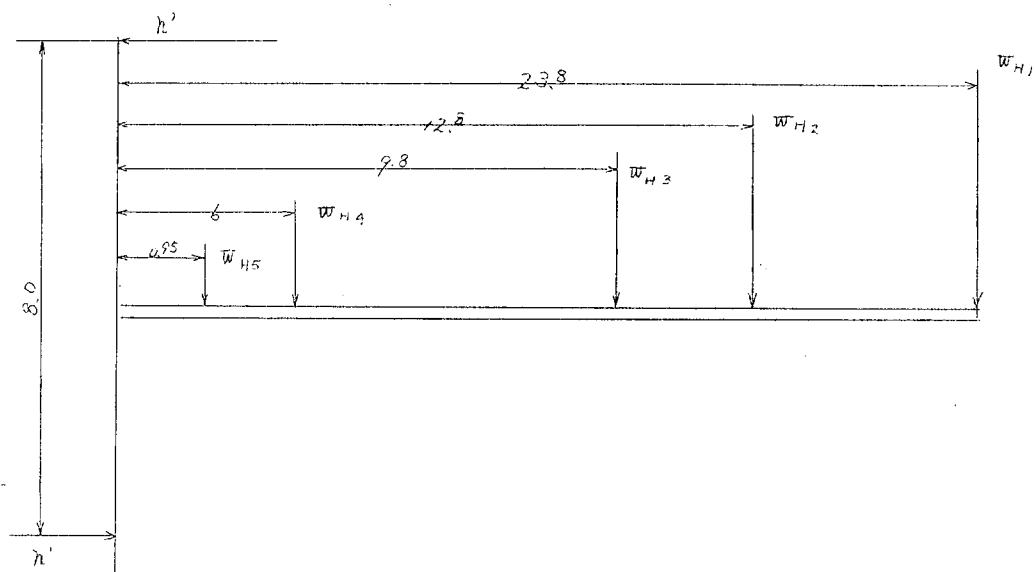
$$h_2'' = \frac{2}{2} = 1^t$$



$$h_1''' = \frac{0.5^t \times 1.61^m}{8^m} = 1.0^t$$

$$h_2''' = \frac{0.5^t \times 8.1^m}{-8.0^m} = -0.5^t$$

(b) 水平荷重による輪圧（ジップドックサイドと直角の場合、水平荷重として走行慣性力・風荷重・地震荷重を考へる）



$$w_{H_1} = \text{ステージ・補助ジップ・積載荷重の走行慣性力および地震荷重} \\ = (0.6^t + 1^t) \times 0.3 = 0.48$$

$$w_{H_2} = \text{風荷重} = 21.0 \text{ Kg/m}^2 \times 0.7^m \times 2.4^m = 0.353^t$$

$$w_{H_3} = \text{ジップ自重の走行慣性力および地震荷重} \\ = 3.0^t \times 0.3 = 0.9^t$$

$$w_{H_4} = \text{ジップリフトシリンダーの自重の走行慣性力および地震荷重} \\ = 0.4 \times 0.3 = 0.12^t$$

$$w_{H_5} = \text{走行台車の自重の走行慣性力および地震荷重} \\ = 1.78 \times 0.3 = 5.34^t$$

$$\Sigma M_H = (0.48 \times 23.8) + (0.353 \times 12.8) + (0.9 \times 9.8) + (0.12 \times 6) + (5.34 \times 0.95) \\ = 11.4 + 4.5 + 8.8 + 0.72 + 5.1 = 30.5 \text{ t-m}$$

$$h' = I \frac{30.5}{8 \times 2} = \pm 1.9^t$$

(5) 輪重の合成

ジブ水平にてドックサイドと直角の場合

$$\Sigma V_1 = 7.67^t + 3.265^t = 10.94^t$$

$$\Sigma V_2 = 10.1^t + 3.265^t = 13.37^t$$

$$\Sigma h_1 = 0.69^t + 3.73^t \pm 1.9^t = 6.32^t (2.52^t)$$

$$\Sigma h_2 = 1.39^t + 7.46^t = 8.85^t$$

ジブ水平にてドックサイドと平行の場合

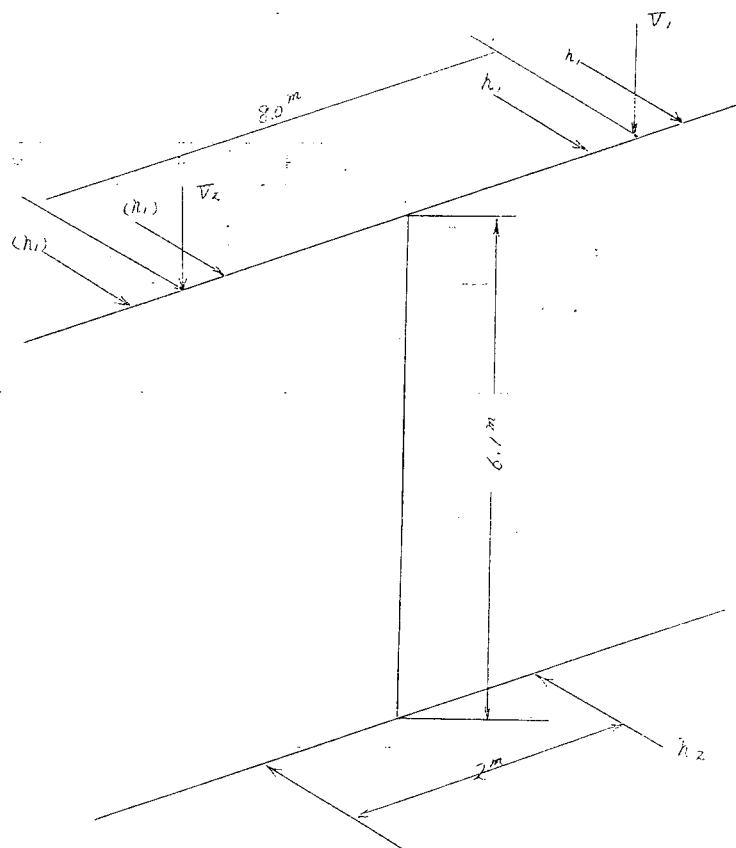
$$\Sigma V_1 = 7.67^t + 13.15^t = 20.82^t$$

$$\Sigma V_2 = 10.1^t + (-6.63^t) = 3.47^t$$

$$\Sigma h_1 = 0.69^t + 0.5^t + 1^t = 2.19^t$$

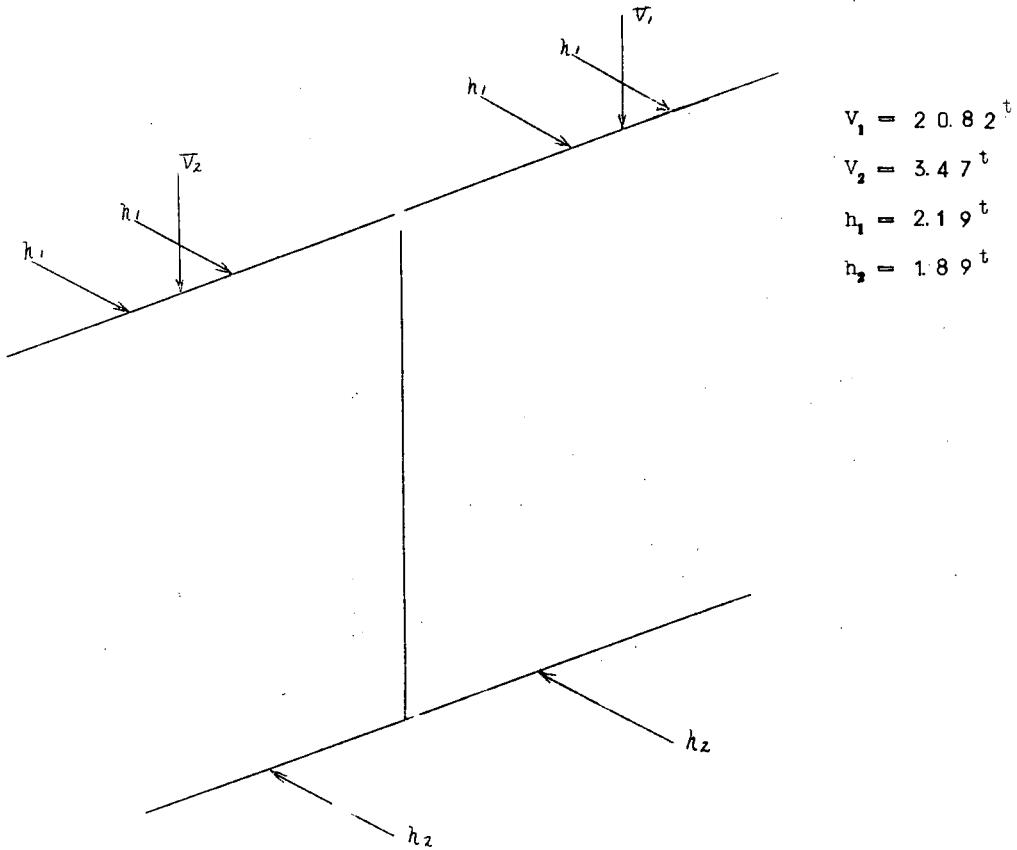
$$\Sigma h_2 = 1.39^t + 1^t + (-0.5^t) = 1.89^t$$

ジブ水平でドックサイドと直角の場合



$$V_1 = 10.94^t \\ V_2 = 13.37^t \\ h_1 = 6.32^t \\ (h_1) = 2.52^t \\ h_2 = 8.85^t$$

ジブ水平でドックサイドと平行の場合



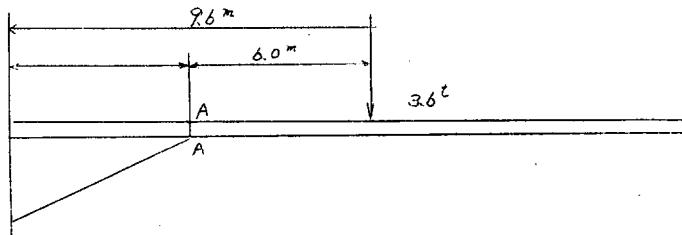
(イ) 自重および重心位置

名 称	重 量		重 心 位 置		モーメント
	W	ton	x	m	
メインプーム(手摺、リンクバー含む)	3.0		7.5		22.5
ステージ(補助プーム、旋回装置含む)	0.6		20.0		12.0
計		3.6			34.5

$$G_x = \frac{34.5}{3.6} \frac{t-m}{t} = 9.6 m$$

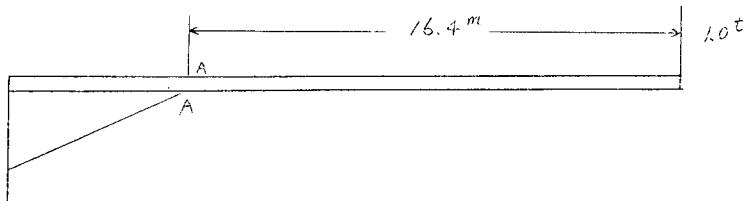
(ア) 垂直荷重によるモーメント (A-A断面が最大となる)

自重による曲げモーメント



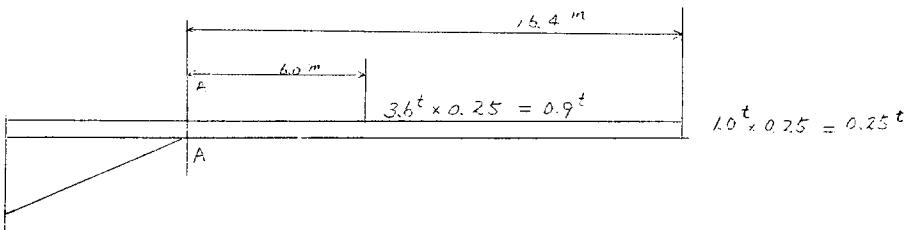
$$(M_A - A) = 3.6^t \times 6.0^m = 21.6^{t-m}$$

荷重による曲げモーメント



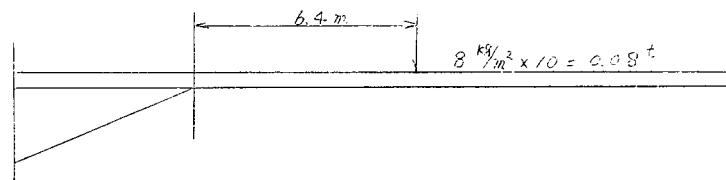
$$(M_{A-A})_2 = 1.0^t \times 16.4^m = 16.4^t \cdot m$$

昇降慣性力によるモーメント



$$(M_{A-A})_3 = 0.25^t \times 16.4^m + 0.9^t \times 6.0^m = 4.1^t \cdot m + 5.4^t \cdot m = 9.5^t \cdot m$$

風荷重によるモーメント



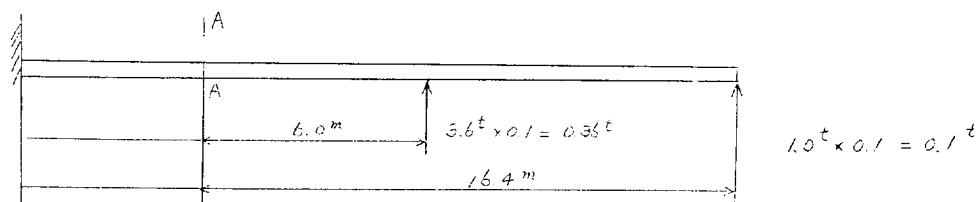
$$(M_{A-A})_4 = 0.08^t \times 6.4^m = 0.51^t \cdot m$$

合 成

$$\Sigma(M_{A-A})_V = 2.16^t \cdot m + 16.4^t \cdot m + 9.5^t \cdot m + 0.51^t \cdot m = 48.01^t \cdot m$$

(v) 水平荷重によるモーメント (A - A 断面を求める)

走行慣性力によるモーメント



$$(M_{A-A})_{H1} = 0.1^t \times 16.4^m + 0.36^t \times 6.0^m = 1.64^t \cdot m + 2.16^t \cdot m = 3.8^t \cdot m$$

地震荷重によるモーメント

$$(M_{A-A})_{H2} = 0.2^t \times 16.4^m + 0.72^t \times 6.0^m = 3.28^t \cdot m + 4.32^t \cdot m = 7.6^t \cdot m$$

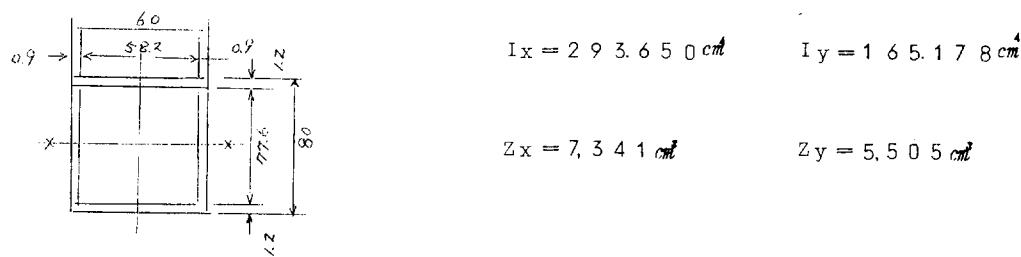
風荷重によるモーメント

$$(M_{A-A})_{H3} = 2.10 \frac{kg}{m^2} \times 10^m \times 6.4^m = 1.35^t \cdot m$$

合 成

$$\Sigma(M_{A-A})_H = 3.8^t \cdot m + 7.6^t \cdot m + 1.35^t \cdot m = 12.75^t \cdot m$$

(オ) A-A 断面性能



(イ) ブームの強度

(イ) 荷重

- 自重 (ブーム、補助ブーム、ステージ、ステージ旋回装置)
- 積載荷重 (先端ステージ上)
- 昇降慣性力 昇降する部分の自重および積載荷重のそれぞれ25%に相当する荷重が垂直方向に同時に作用する
- 走行慣性力 水平に移動する部分の自重および積載荷重のそれぞれ10%に相当する荷重が水平方向に同時に作用する
- 風荷重 下記により計算する

$$W_w = \frac{1}{30} C v^2 c A \sqrt{h} \quad v = \text{風速} \quad 1.60 \text{ m/sec (水平)} \\ " \quad " \quad 8.0 \text{ m/sec (垂直)}$$

C = 風力係数 1.2 A = 受風面積 = 1.00 m²

h = 受風面の地上からの高さ 1.60 m とする

$$W_w h = \frac{1}{30} 1.6^2 \times 1.2 \times \sqrt[4]{1.6} = 2.1 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_w v = \frac{1}{30} 8^2 \times 1.2 \times \sqrt[4]{1.6} = 8 \text{ Kg/m}^3$$

- 地震荷重 自重および積載荷重のそれぞれ20%に相当する荷重が水平方向に同時に作用するものとする。

(ウ) 応力

$$\sigma_{A-AV} = \frac{\Sigma(M_{A-A})_v}{Z_x} = \frac{4,801,000 \text{ Kg-cm}}{7,341 \text{ cm}^3} = 655 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{A-AH} = \frac{\Sigma(M_{A-A})_H}{Z_y} = \frac{1,275,000 \text{ Kg-cm}}{5,505 \text{ cm}^3} = 223 \text{ Kg/cm}^2$$

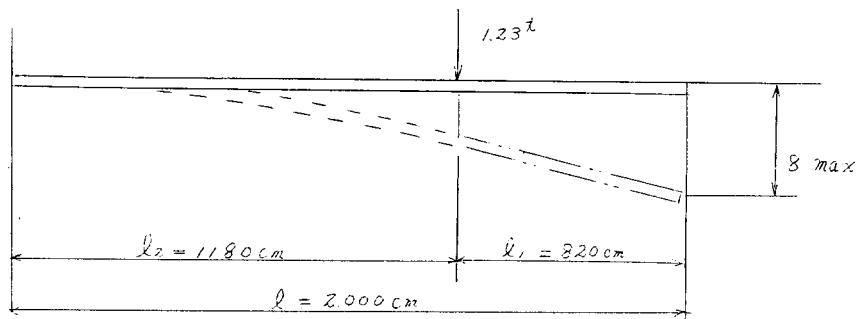
(ト) ブーム先端におけるタワミ (近似計算)

ブーム先端におけるタワミは、ブームのタワミだけでなく、旋回ポスト、走行台車フレーム等のたわみも合せ考えなければならないが、その他にもレール施工誤差、走行速度、等の複雑な要素も加味され、実際上計算することは非常に難かしい。

ここでは、静荷重によるタワミは固定たわみと考え、昇降慣性力および風荷重を動荷重と考え、これによるタワミが走行中に生じるものと仮定し、作業性の判断の一要素としている。走行台車、旋回ポスト等は一応無視し、ブームのみを考える。

$$G_x = \frac{3.6^t \times 0.25 \times 9.6^m + 1.0^t \times 0.25 \times 2.0^m + 0.08^t \times 1.0^m}{\{(3.6^t + 1.0^t) \times 0.25\} + 0.08^t}$$

$$= \frac{8.65^{t-m} + 5.0^{t-m} + 0.8^{t-m}}{1.23^t} = \frac{14.45^{t-m}}{1.23^t} = 11.8^m$$



$$\delta_{max} = \frac{\frac{w l_2^3}{3 E I}}{\left(1 + \frac{3 l_1}{2 l_2}\right)}$$

$$= \frac{1230 \text{ Kg} \times 11.80^3 \text{ cm}^3}{3 \times 2.1 \times 10^6 \times 293650 \text{ cm}^4} \left(1 + \frac{3 \times 8.20 \text{ cm}}{2 \times 11.80 \text{ cm}}\right)$$

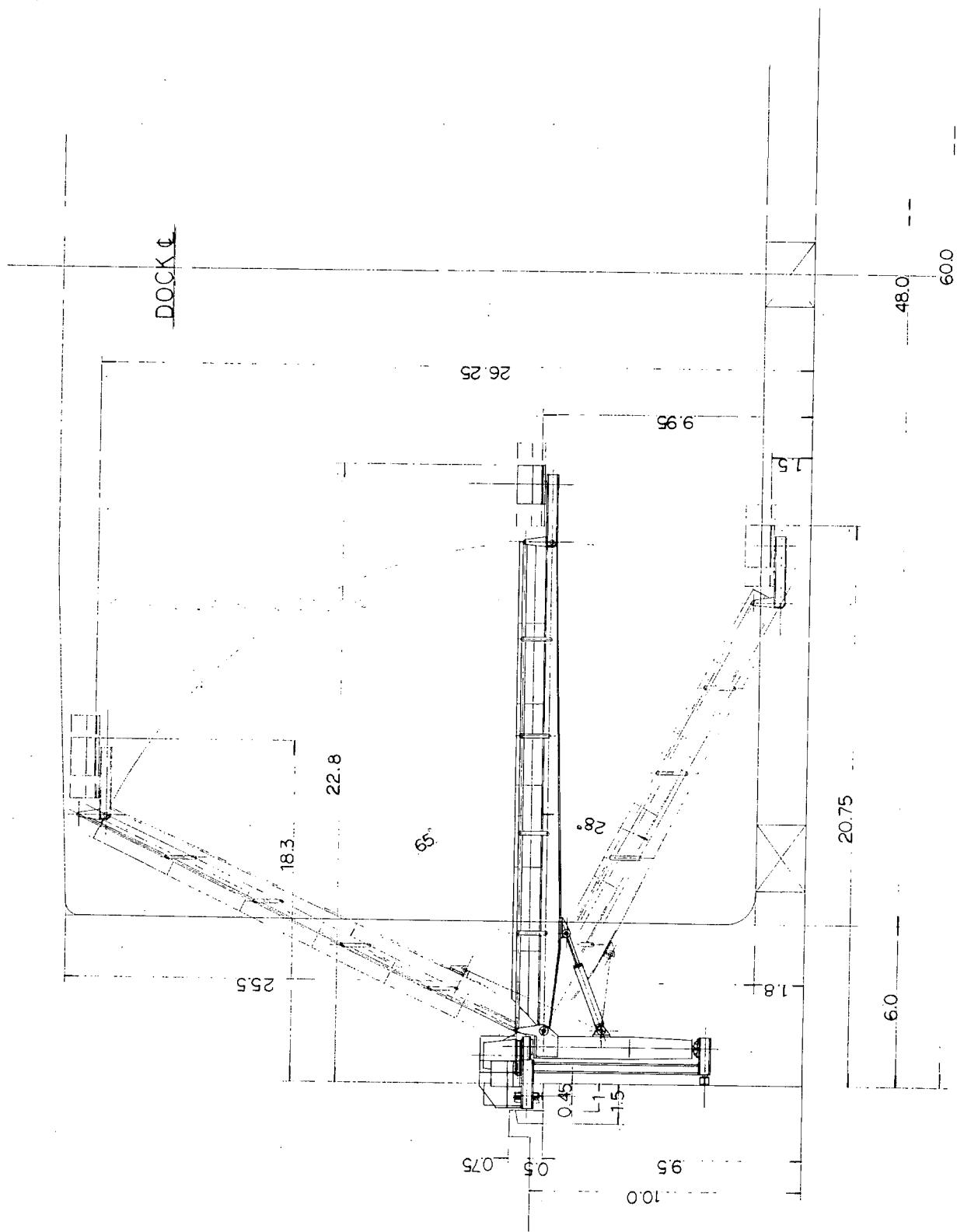
$$= 2.4 \text{ cm}$$

上記計算において I_x の値は変断面の内の最大値で計算しているので、実際はこれの 2倍程度となるものと推定される。

(d) 図面目録

1. 図 4.1-2-(8)-1 全体図
2. 図 4.1-2-(8)-2 主要部分図・台車配置図
3. 図 4.1-2-(8)-3 作業範囲図
4. 図 4.1-2-(8)-4 油圧回路図
5. 図 4.1-2-(8)-5 先端ステージ、圧着機構

図 4.1-2-(8)-1 全 体 図



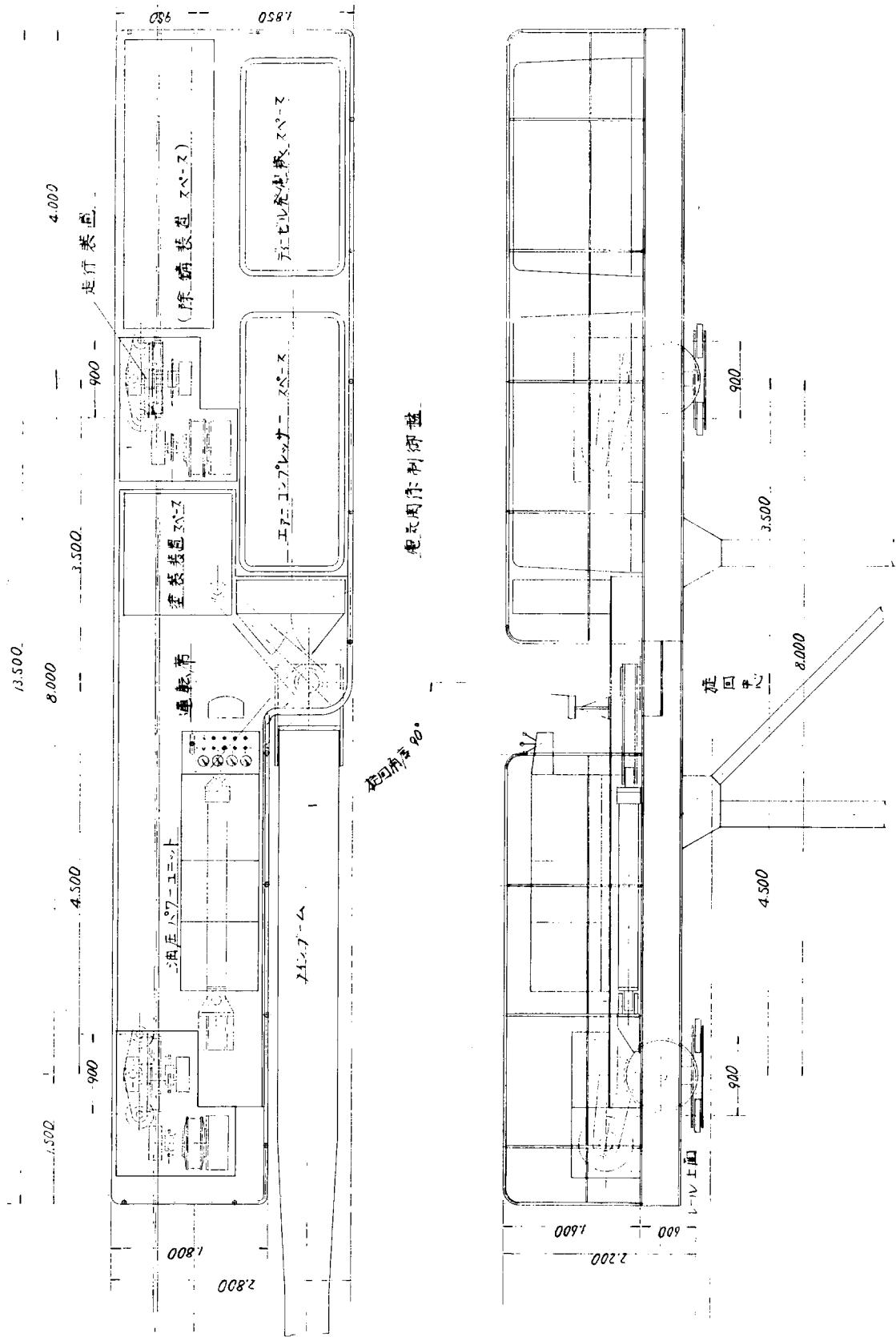


図 4.1-2-(8)-2 主要部分図・台車配置図

图 4.1—2—(8)—3 作业範囲図

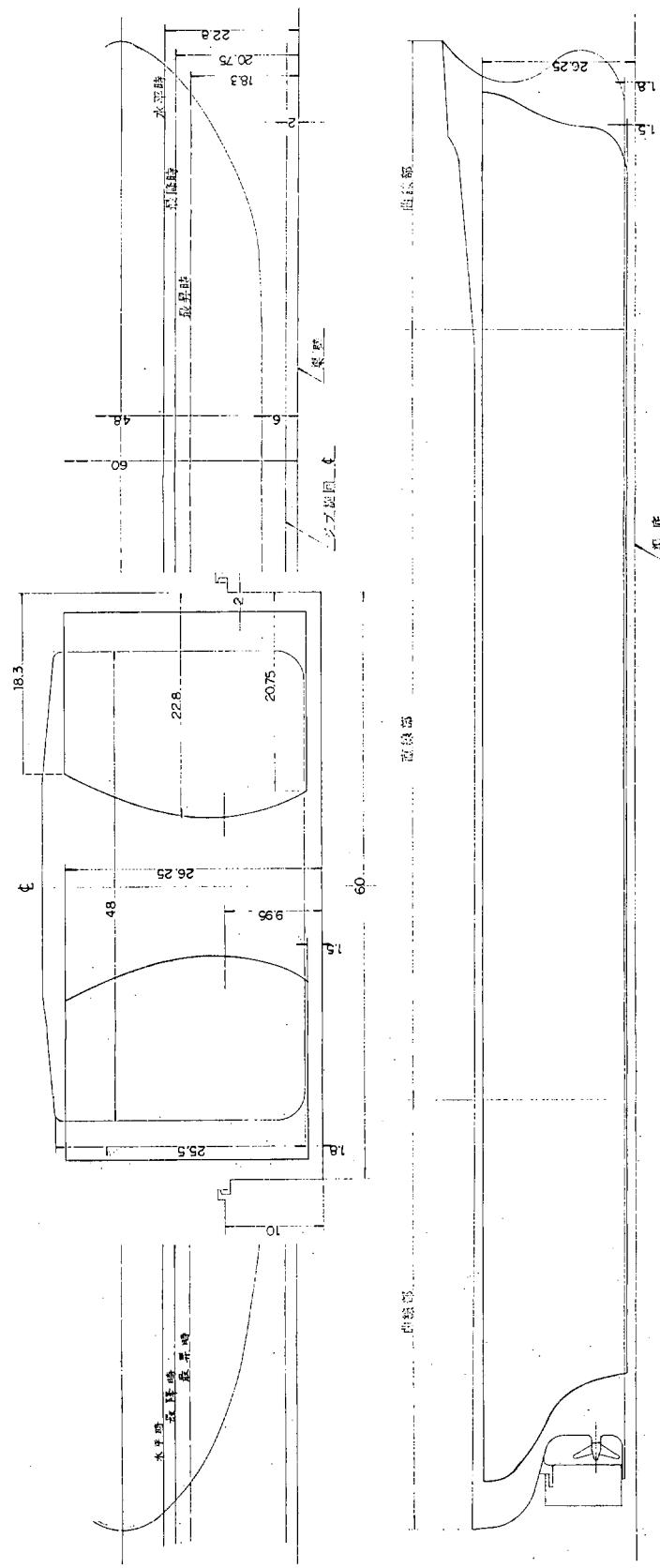
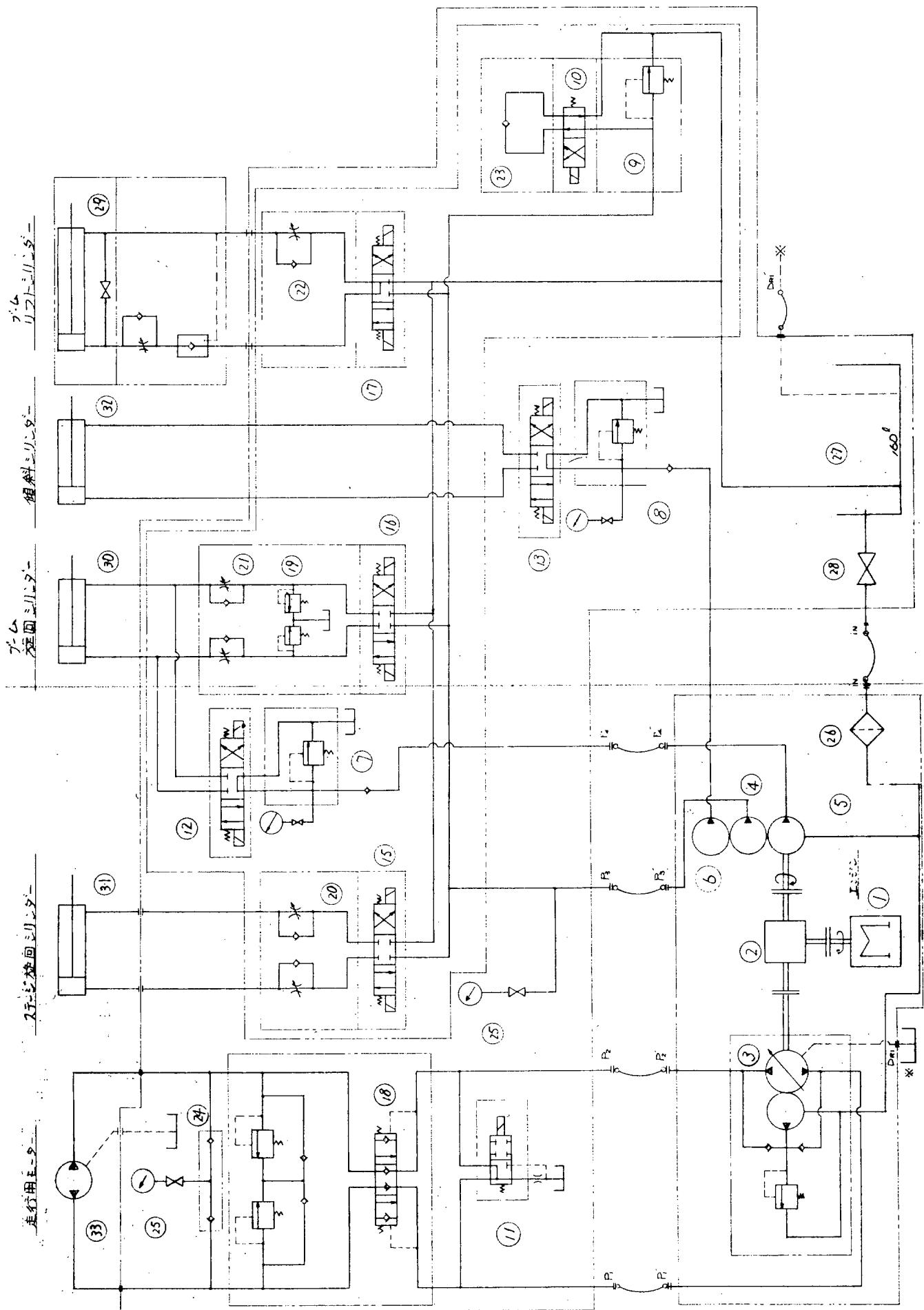


表 4.1-4-(8)-1

油圧回路 説明表

No.	名 称	用 途	目 的
1	アーベルエンジン 油圧ポンプ	運動の駆動、空氣の混合は純鉄板となる。	回路中のゴミを除去する。
2	チャーフィス	1台の歯動機で2番つまが運転させ口の蛇口を複合使用。	油圧計、空気栓、給油栓を設ける。
3	アラーナバーバー	可変容量のため走行時に用いる。アーチ形アーバー	回路の漏洩、分配栓 アーバーの油の漏りを止める。(通常供給)
4	チャーフィス	旋回、昇降、ブレーキ、旋回用	アーバーの漏洩、(通常供給)
5	スティーブンソン	ステーション、圧縮機	全般アーバーの油の漏洩、(通常供給)
6	遠送アーバー	先端アーバーと油圧栓及圧縮機	走行栓
7	リリーバルブ	先端アーバーと油圧栓及圧縮機	
8	エヌカット	蓄電池の充電力調整用	
9	ブレーキ	運動回路の主刀開閉用	
10	ブロードバルブ	運動停止中、ホースが吐き出しが原因でリリーバルブ	
11			
12	想定方向角度(度)	ソリューション - 1へ油の方向を決める(正常用)	(33.ナキヨウ名使付用)
13			
14	ステーション	旋回方向を制御する	
15	"	アーバー、アーバー方向を制御する	
16	"	アーバー、アーバー方向を制御する	
17	ブレーキハンドル	上下方向を制御する	
18	ブレーキハンドル	停止中 漏れセーフティバルブを停止させる。後日追加予定	
19	空手	ブレーキ過大な水が漏れ際に時油が逆流で船艤を保護する	
20	アーバーハンドル	ステーション、旋回速度を調整する	
21	"	"	
22	"	ステーション、昇降速度を	
23	チャーフィス	油の逆流を防ぐ	
24	アーバーハンドル	各回路の圧力を調節する	
25	主刀		

図 4.1.2-(8)-4



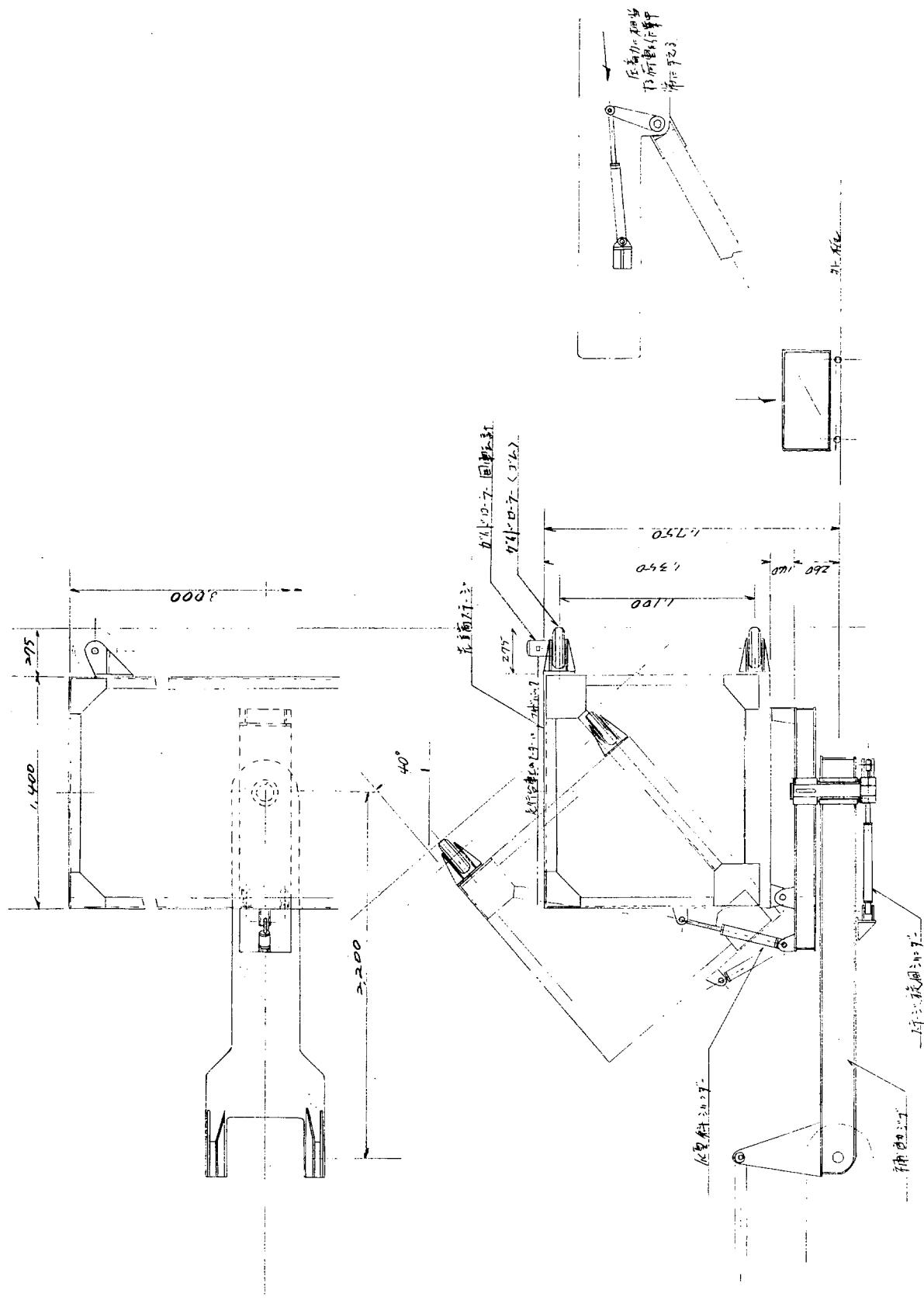


図4.1-2-(8)-5 先端ステージ、圧着機構

(e) 省 力 効 果

(i) 新 造 船

20万トンクラス	1,100 H／隻	4.5隻／年	4,950 H／2.5人
----------	-----------	--------	--------------

(ii) 修 繕 船

	処理面積	省力能率	年間隻数	省力時数
10万トンクラス	6,000 m ²	0.04 H/m ²	30隻	7,200 H
15 "	6,900 m ²	"	10 "	2,760 "
20 "	7,500 m ²	"	10 "	3,000 "
		計	12,960 H	/ 5.9人

(iii) 概算投資金額

5,000万円／2基(各玄1基) (その他土木費 既存造船所として5,000万円／2基)

(f) 将来の展望

- (i) 本機の初期の目的であった曲り部外板への適用については屈伸アーム方式で約45～50%の面積をカバーすることができ、それがリモートコントロールにより能率良く、しかも安全に塗装作業が可能となった。
- (ii) 船体と本機との距離保持をアタッチメントによらず本機により(ローラーによる船体圧着方式)それが可能となり、各種のアタッチメントの組込みがより有利となる。
- (iii) 島側から船側外板へ到達手段としての本機は有効に働かき得るが、今後さらに先端スピード一定の自動化、アタッチメントのより有効的な本機への組込みによる自動化の方向が考えられる。

(g) 上甲板除鏽機の開発

(a) 研究 の 概 要

甲板除鏽機は大型船の広大な面積の甲板の除鏽のため、従来のディスクサンダーより高能率、軽量、操作簡単な除鏽機として45年度で開発したものであるが、次の点において改良の余地が残されていた。

- ① 機器の軽量化
- ② 溶接線の処理
- ③ 除鏽時の集塵(バキュームクリーナーの組込み)

46年度においてはこの3点の改良を行なった。

その結果、①については約10%の軽量化は可能であるが価格その他の点で実用は困難という結論を得た。
 ②についてはフラップホイルの代りにワイヤホイルを取り入れることで改良し得ることができた。
 ③については試設計により、バキュームクリーナー付甲板除鏽機製作の見通しを得た。

(b) 機器の軽量化

(i) 現製品の重量

機 器 部 材 名		重 量 (単位 Kg)	
		フ ラ ッ プ ホ イ ル	ワ イ ャ ー ホ イ ル
機 体 裝 備 品	モーター(三菱S.F-E 2.2 KW 4 P)	29.0	左 全
	電磁開閉器 M.S-18	1.8	"
	漏電遮断器	4.5	"
	軸系(プラケット・ホイル側ブーリも含)	11.0	"
	ベルトカバー	2.0	"
	ホイルカバー	3.3	"
	ハンドル部分	4.7	"
	その他本体構造部	36.7	"
研 磨 材		9.5	9.8
合 計		102.5	102.8

(ii) 重量軽減の可能性

鋼材部のプラスチック或いはアルミ合金の採用および本体構造部の強度の検討を行なった。

プラスチックの採用については強度上難点がある。また本体構造の簡略化も安全性問題がありいずれも安全性から不具合でありスチール部材でアルミ合金に変えられるものはないか検討した。

軽量化可能部材	軽減重量
ハンドル部分・ベルトカバー・ホイルカバーをアルミ合金にかえる (強度および材料寸法考慮)	約 5 Kg
軸系のうち約半分の部分をアルミ合金にする	5 Kg
合 計	10 Kg

(iii) 検討結果

約10%の軽減が可能であり、90Kg程度まではなしうる。

しかし、コストアップは避けられず、製造上コストの点を考慮すれば10Kg程度の軽量化は効果的でないと考察される。

(c) 溶接線の処理

フ ラ ッ プ ホ イ ル 式 甲 板 除 銑 機 では 面 に 対 し て は 良 い が 線 に 対 し て は 不 向 き で あ り この た め 溶 接 線 に 対 し て は ワ イ ャ ホ イ ル の 組み込みを検討した。

この場合フ ラ ッ プ ホ イ ル と ワ イ ャ ホ イ ル の 取 替え は 作 業 者 が 簡 単 に 取 替え できる よう に 考 慮 し て 試 作 を 行 な っ た。

(i) ワ イ ャ ホ イ ル 式 甲 板 除 銑 機

図 4.1-2-(9)-6 「甲板除銑機」、図 4.1-2-(9)-7 「フ ラ ッ プ ホ イ ル ・ ワ イ ャ ホ イ ル 交 換 用 部 品」を参照。

(1) ワ イ ャ ホ イ ル の 大 き さ

100型(300mmφ × 100mm巾 × 95mmφ)
{ 150型(300mmφ × 150mm巾 × 95mmφ)

を試作しテストした。その結果100型では甲板除鏽機に異常は生ぜぬが150型になるとモーターが過熱して好ましくない。

モーターのパワーアップとなると重量が増すので100型に絞り検討を行なった。

(c) ワイヤホイル(100型)の能力

ワイヤホイル式甲板除鏽機による除鏽テストの結果については写真(図4.1-2-(9)-1~5)を参照、能力比較については表4.1-2-(9)-1「除鏽能力比較」を参照されたい。

面処理能力についてはワイヤホイル式ではショッププライマーの不良固り塗膜やロック塗装した塗膜のキズの滑りは、不具合である。

表4.1-2-(9)-1 除鏽能力比較

		ワイヤホイル式 甲板除鏽機	ディスクサンダー および パワーブラシ	ラップホイル式 甲板除鏽機
1回走行速度(溶接線上)		300m/H		
溶接線処理能力 (250~300mm) ^中	CONVENT. PAINT GRADE	75m/H (4回走行)	18m/H	
	EPOXY GRADE	60M/H (5回走行)	6m/H	
面処理能力		20m ² /H (1.0m ² /3min)	20m ² /H	100m ² /H

(d) 検討結果

溶接線についてはワイヤホイル100型を用いることによりEPOXY COATING船でも処理し得ることがわかった。

(d) バキューム・クリーナー付甲板除鏽機

甲板除鏽機は、除鏽によって生じる粉塵が飛散する。これを防止するためバキュームクリーナーの組込みの甲板除鏽機の試設計を行なった。

その結果、重量は原型の甲板除鏽機の2.3倍となるが、コンパクトで1人操作できるバキューム・クリーナー付甲板除鏽機の製作の見通しを得た。

(i) 形状

図4.1-2-(9)-8「バキュームクリーナー付甲板除鏽機」を参照。

(ii) 仕様

(i) 除鏽部分

ラップホイル 直径×巾(mm) 300×200

回転数(RPM) 1,620

ワイヤホイル 直径×巾(mm) 300×100

回転数(RPM) 1,620

ラップホイル/ワイヤホイル用動力

交流電動機(KW×ポール数) 2.2×4

(ii) バキュームクリーナー部分

排風機 交流電動機(KW) 1.5

回転数(RPM) 3,400

風量 (m/min) 26 MAX
 風圧 (mmAq) 26.5 MAX
 フィルター フィレドンエアフィルター

(d) 重量

甲板除鏽機 (KG)	102	
バキュームクリーナー部分	クリーナー用排風機 (KG)	73
ダストホッパ、ダクト、フィルタ (KG)		60
合計 (KG)	235	

(e) 省力効果

(i) 効果

(1) 1隻当たり省力効果

平面 210H/隻、溶接線 120H/隻、合計 330H/隻

(2) 年間省力効果

年間新船建造隻数4.5隻として年間省力効果 1,500H/年

(ii) 計算

(1) 対象物量

① 平面

200型タンカーの居住区から前部の上甲板の面積は1,000～1,100m²である。甲板除鏽機の稼動可能面積は上記面積からPIPE PASSAGE下、SHORE CONNECTION下、その他の舾装品および下記②項の溶接線を除いた面積であり、それは上記上甲板面の半分5,250m²とした。

② 溶接線

プロック接手

上記①項の範囲におけるプロック接手 約1,600m

プロック内溶接線

上記①項の範囲におけるプロック内溶接線 2,640m

(iii) 計算

① 1隻当たり省力効果

		ディスクサンダー	甲板除鏽機	省力効果
平 面	物量	5,250m ²	5,250m ²	
	能率	20m ² /H	100m ² /H	
	所要時間	26.3H	53H	210H
溶接線	物量	1,600m	1,600m	
	能率	18m/H	75m/H	
	所要時間	89H	21H	68H
プロック内	物量	2,640m	2,640m	120H
	能率	36m/H	150m/H	
	所要時間	69H	17H	52H
所要時間合計		421H	91H	330H

(2) 年間省力効果

$$3.30 \text{ H/復} \times 4.5 \text{ 変/年} = 15.00 \text{ H/年}$$

(f) 将来への展望

- (i) 本甲板除鏽機により甲板（平面および溶接線）の除鏽作業は、従来のディスクサンダーに比し約5倍の能率向上になる。
- (ii) 甲板の隅部、艤装品の取付部はこの甲板除鏽機で除鏽することはできない。この部分の除鏽の省力化のために市販のハンドバキュームブラスター等を使用しているが、もっと除鏽能力吸塵力の高い簡単なバキュームブラスターの開発が必要である。
- (iii) 上甲板に装備される艤装品は、取付後船上で除鏽・塗装を行なうより製作工場または地上の艤装品塗装工場において除鏽から仕上げまたは仕上直前までの塗装を終了するのが省力の点から有効と考える。
- (iv) 本甲板除鏽機から出発して、これを上向きに台車に装備した“上向き除鏽機”が当然導出され、現在すでに試作しているが、ブロック塗装時の除鏽作業の省力化に有効である。

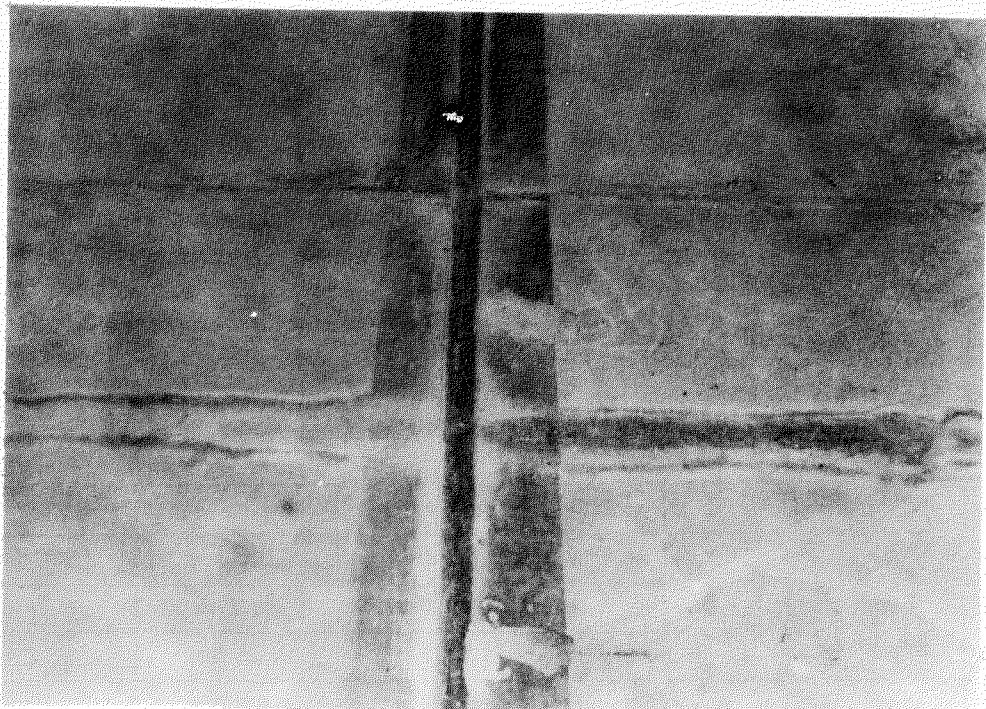


図 4.1-2-(g)-1 下地処理前上甲板溶接線（溶接後約1ヶ月）

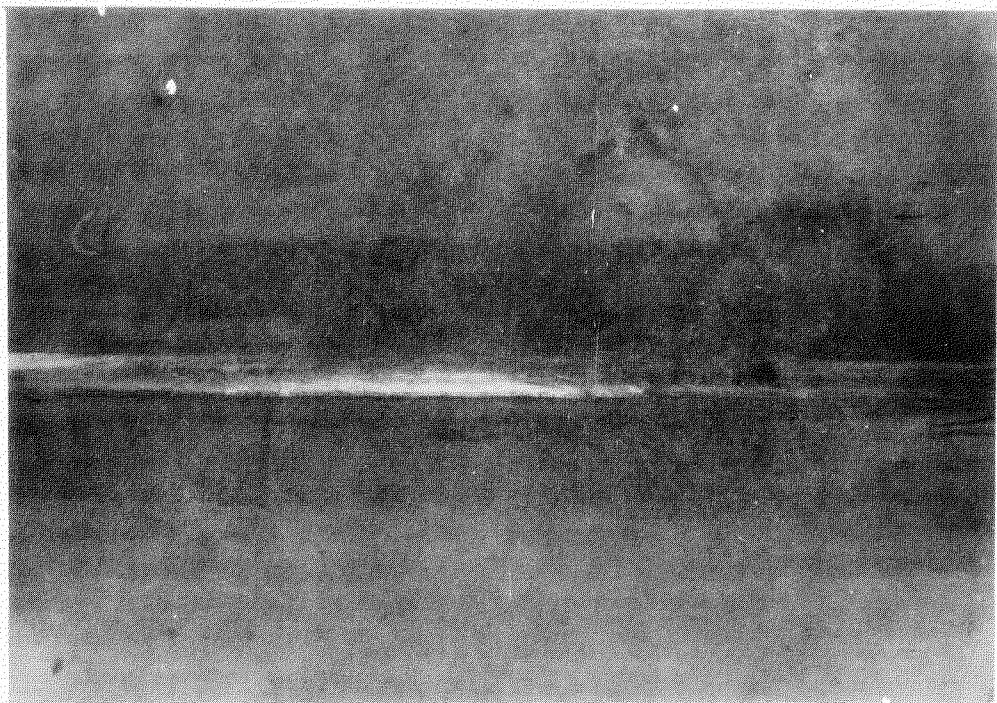


図 4.1-2-(9)-2 ワイヤホイル式甲板除鏽機による除鏽—4回走行
(1回走行速度 3.00M/H)

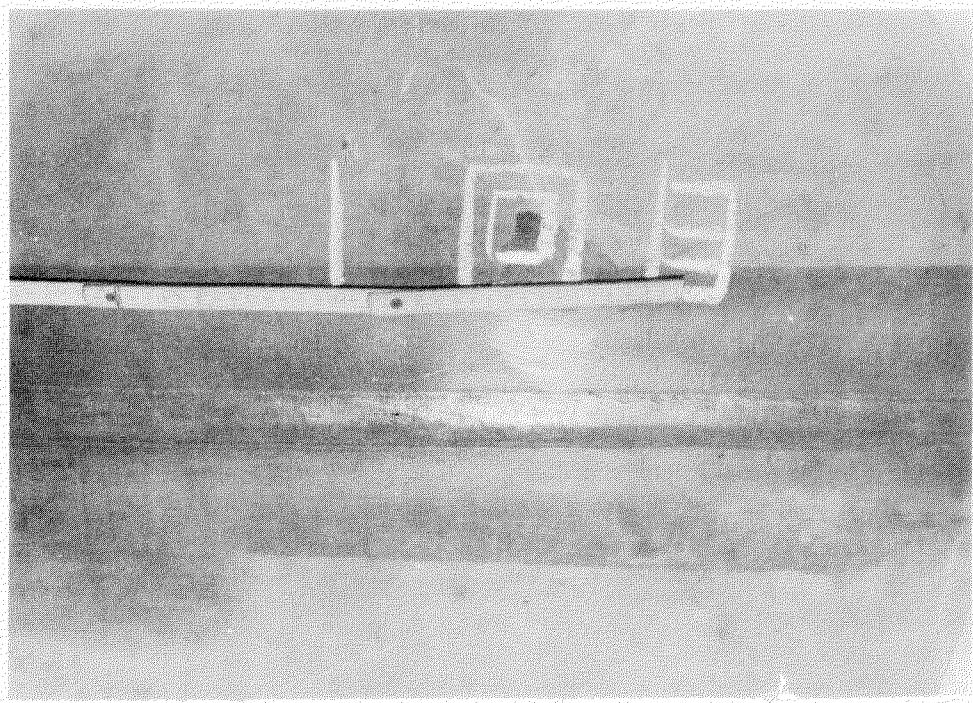


図 4.1-2-(9)-3 ワイヤホイル式甲板除鏽機による除鏽—1回走行
(1回走行速度 3.00M/H)

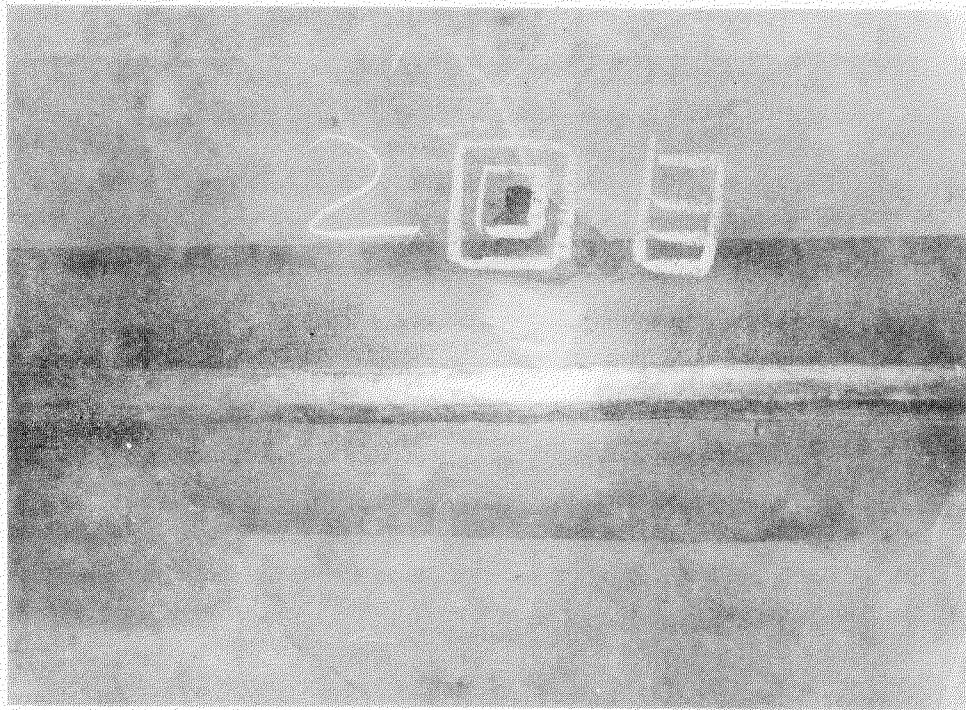


図 4.1-2-(9)-4 ワイヤホイル式甲板除鏽機による除鏽—2回走行
(1回走行速度3.00M/H.)

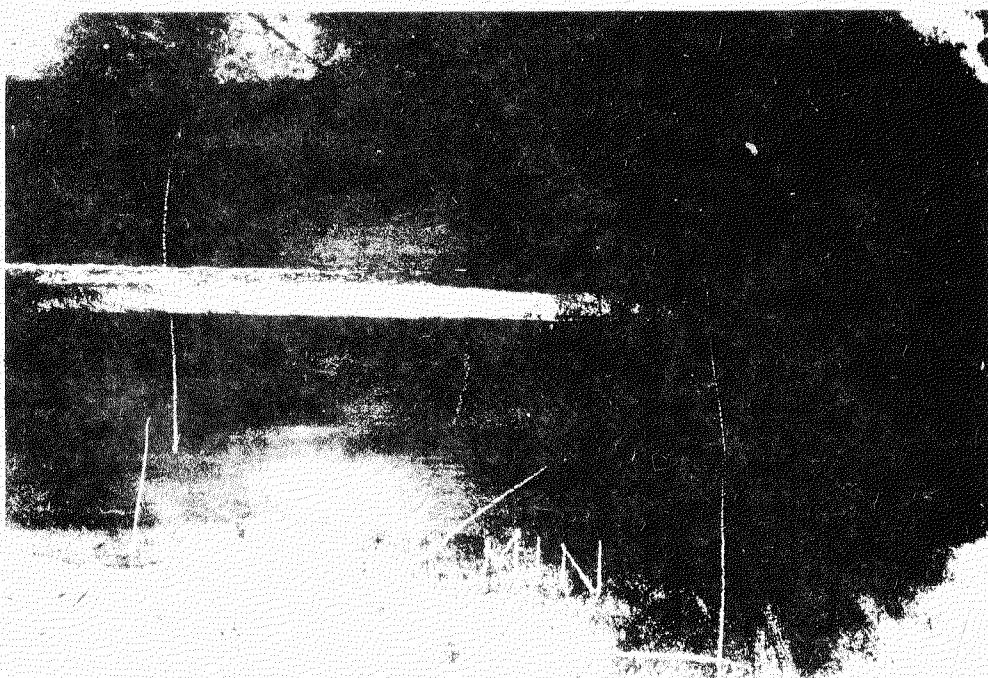


図 4.1-2-(9)-5 ワイヤホイル式甲板除鏽機による除鏽—4回走行
(1回走行速度3.00M/H.)

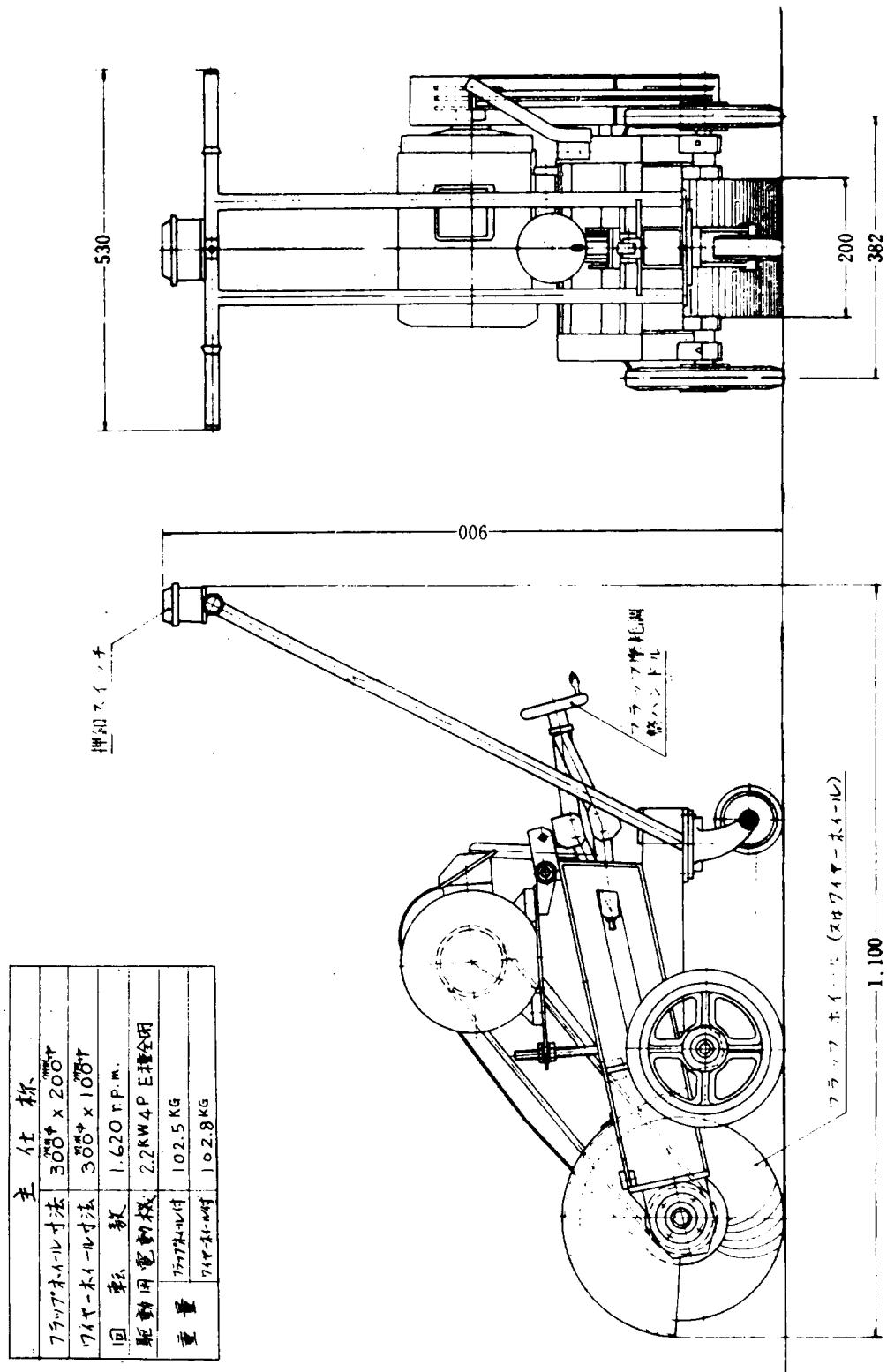


図 4.1-2-(9) 甲板除鏽機

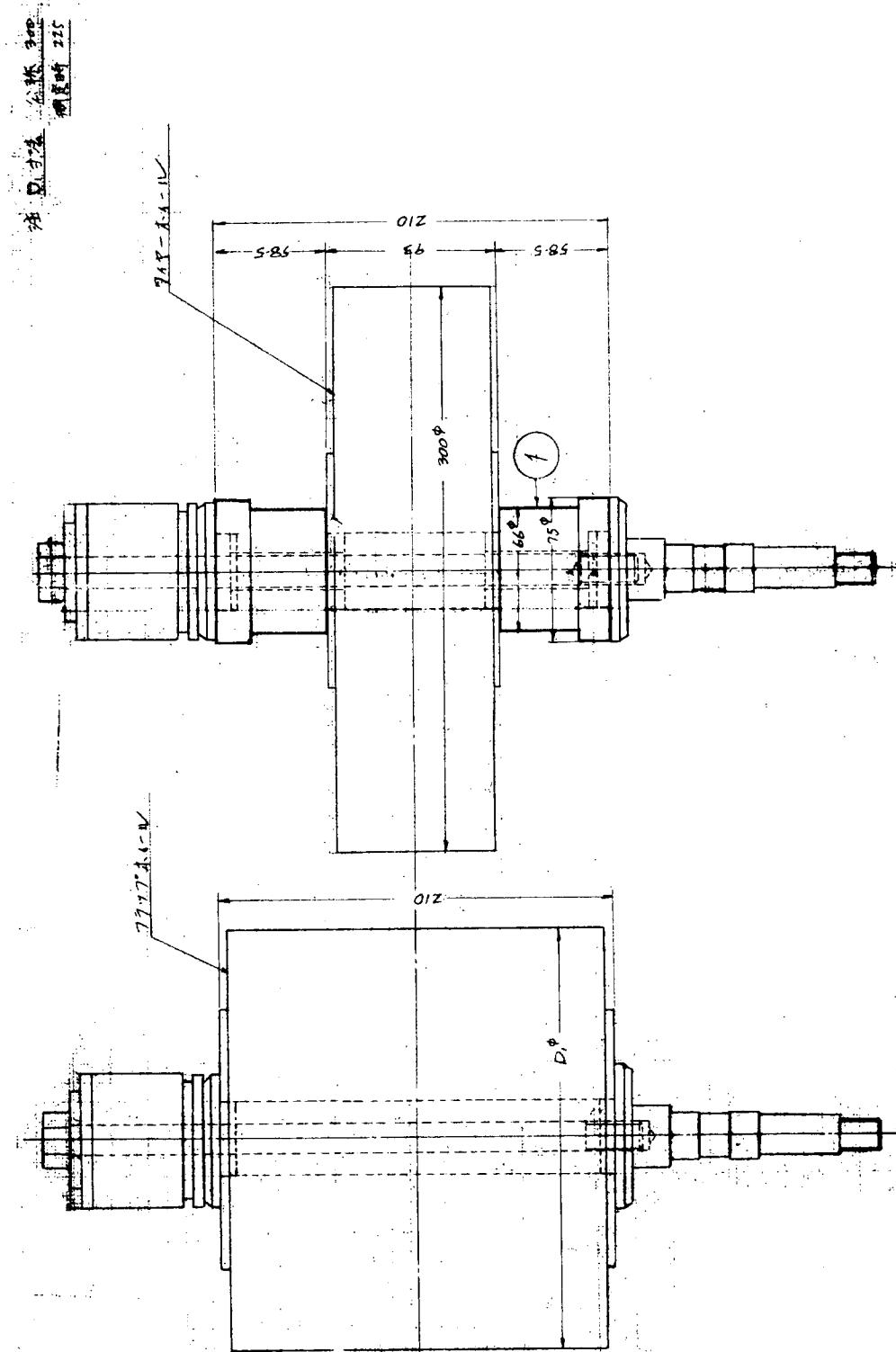


図 4.1-2-(g)-7 フラップホイール・ワイヤーホイール交換用部品

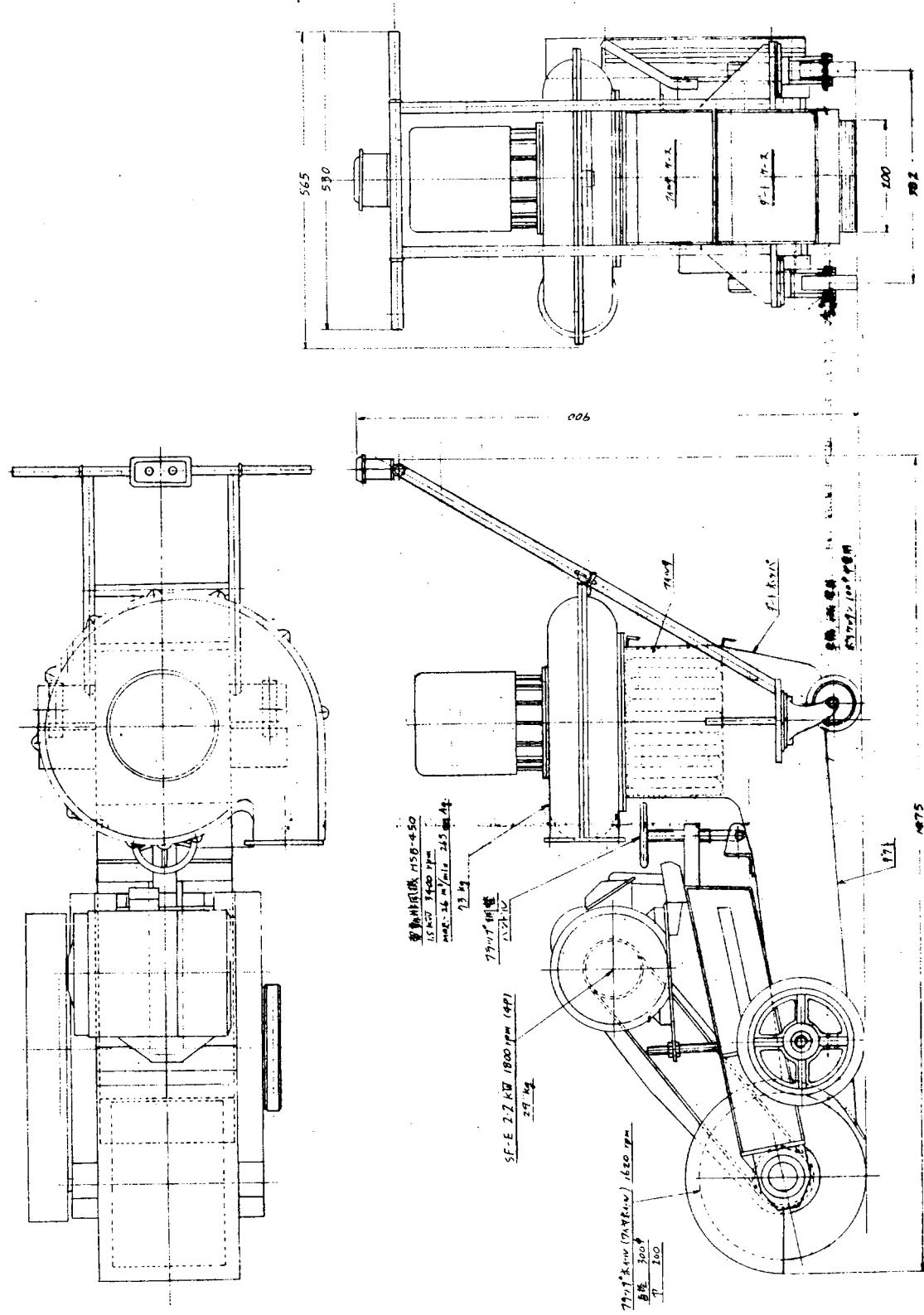


図 4.1.2-(9)8 ヤマグチ工業付甲板除鏽機

4.1.3 省力効果

塗装機械化として研究開発を行なった装置・機器の省力効果をまとめたものが表4.1.3-1である。

実際に本装置・機器を造船所に適用する場合はその造船所の既存設備、およびその生産体制を検討する必要がある。各装置・機器を単独に採用してもそれ相応の省力効果は期待できても相乗的効果は期待できない。

表4.1.3-1で判るように新造船工事に有効のものと修繕船工事に効果の期待できるものとがあり、ヤードの環境にマッチした装置・機器の組合せを考える必要がある。

新造船場および修繕船を主体とした工場を仮定し、各装置・機器の組合せの試案と省力効果の試算を行なったものが表4.1.3-2、4.1.3-3である。

表4.1.3-1

	投資金額 (概算)	開発工数 人	省力効果(年間)	
			新造 H/人	修理 H/人
渠側利用伸縮自在塗装装置 (既存造船所として土木費5,000万円)	5,000 万円	248 人	4,950 H/年 (2.5人/年)	12,960 H/年 (5.9人/年)
高所作業用伸縮自在自走車 (コンプレッサー込み)	2,900	473	10,800 (4.9)	19,560 (8.9)
船底除錆車	500	248		15,737 (7.2)
船底塗装車	450	248	1,800 (0.8)	12,320 (5.6)
上甲板除錆機	40	248	1,500 (0.7)	
倉内高所作業車	2,000	608	6,834 (3.2)	30,306 (13.8)
除錆アタッチメント	560	790	2,437 (1.1)	31,930 (14.5)
塗装アタッチメント	400	432	1,946 (0.9)	9,339 (4.3)
曲面追従装置 (塗装アタッチメント組込み)	600	248	2,493 (1.1)	12,225 (5.6)
ハイドロジェットクリーニング	1,700	366	洗浄 7,340 (3.3) 研磨 20,920 (9.5)	

表 4.1.3-2 新造船工場

装置・機器	台数	投資金額(万円)	年間省力時数(省力人員)
高所作業用伸縮自在自走車	2台	5,800	10,800H (4.9人)
塗装アタッチメント	2	800	1,946 (0.9)
船底塗装車	1	450	1,800 (0.8)
上甲板除鏽機	2	80	1,500 (0.7)
除鏽アタッチメント	2	1,120	2,437 (1.1)
倉内高所作業車	1	2,000	6,834 (3.2)

表 4.1.3-3 修繕船工場

装置・機器	台数	投資金額(万円)	年間省力時数(省力人員)
渠側利用伸縮自在塗装装置	2台	10,000 (土木工事5,000万を含む)	12,960H (5.9人)
高所作業用伸縮自在自走車	2	5,800	19,560 (8.9)
除鏽アタッチメント	2	1,120	31,930 (14.5)
塗装アタッチメント(曲面追従組込み)	2	1,200	12,225 (5.6)
倉内高所作業所	1	2,000	30,306 (13.8)
船底除鏽車	2	1,000	15,737 (7.2)
船底塗装車	2	900	12,320 (5.6)
ハイドロジェットクリーニング	2	3,400	7,340 (3.3)

本試算によれば新造船工場において表 4.3.1-2 で示す省力、修繕船工場で表 4.3.1-3 の省力となった。

新造船工場の場合省力効果としては少ないようく感ぜられる。これは現状のブロック塗装が行われることの仮定の上に成立っていることが主要因であり、開発された作業足場の機械化によりブロック塗装範囲の見直しその他により更に効果が増加すると思われる。

総合省力試算の一例として表 4.3.1-3 の高所作業用伸縮自在自走車、除鏽アタッチメント、塗装アタッチメント、倉内高所作業車、船底除鏽車、船底塗装車およびハイドロジェットクリーニングの洗綫を組合せて修繕船工場の省力効果を概算してみると全体で 58.9 人となり、そのうち足場関係の省力人員は約 22.6 人であり、塗装のみの省力人員は 36 人となる。

なお、本研究・開発した機器・装置の効果としては、

- (1) 作業足場の機械化により塗装工事に附隨した高所作業の安全が確保された。
- (2) 塗装・除鏽のアタッチメント等の開発により塗装作業者のみならず他作業者におよぼす環境改善に役立つ。
- (3) 然に修繕船工事においては塗装の機械化により大巾に工期の短縮が可能になり、ドック回転率の向上による投資効果大と思われる。

4.1.4 将来への展望

造船所内で近代化の遅れている塗装の機械化を主テーマとして、作業足場の機械化、各種アタッチメントの開発、特殊専用機器の開発を行なった。

開発された各装置・機器の主要成果をあげれば次のようにある。

- (1) 岸側利用、高所作業車とも各塗装・除鏽アタッチメント搭載可能のものが開発された。
- (2) 除鏽アタッチメントにおいては、研掃材の空気搬送装置の開発によって大容量のクローズサーキット式イシベラープラスト装置が実用化できた。
- (3) アンマンド化の夢であった曲面追従装置の実用化の可能性が確認された。
- (4) 各種アタッチメントに必要な距離保持装置がエヤー噴射式シリンダーの接触形のもので追従部分は液面計の位置検出器「リニアックス」(商品名)を応用することにより実用化できることが確かめられた。
- (5) ハイドロジェットクリーニングのマルチ式、研掃材混入による除鏽方式が確立した。

なお、本小委員会の付加的効果としてあげるものとして

- (1) 塗装機械化に対する造船各社の指向が確立した。
- (2) 各社における塗装機械化研究の跛行性の是正が行なわれた。

もちろん、今回の研究は塗装機械化の第一歩であり、今後益々この研究をベースとして研究開発を実施する必要がある。

本研究は、各社平等の立場で塗装全般にわたって行なわれたが、今後造船所にて塗装機械の研究開発を実施する場合は、その造船所の環境、最重点目的に合せて実施することが望ましい。

また、将来本研究をベースとして発展せしめるためには、

- (1) 自動化の推進
アンマンド化のためには曲面追従装置の軽量化、小型化の研究
- (2) バキュームプラスターの研究
塗装作業の約50%を占める除鏽作業の省力、品質の均一化のためには将来プラスティングを指向する必要があり、これを解決するために大容量のバキュームプラスティングの開発を待たねばならない。
- (3) ブロック塗装設備
将来の船舶の大型化に対処してブロック塗装における作業量増大と、Sub材等の大型化にそなえて今回はSub材、Built up long. 材の専用塗装工場の試案にとめたが、ブロック塗装全般にわたってのケミカルクリーニングを含んだ塗装システムの研究、工場設備についての検討を必要とする。
- (4) 織装品の塗装機械化
本研究では除外したが、将来の省力の問題としては織装品類の塗装機械化システムを研究する必要があろう。

4.2 掃除の機械

4.2.1 目的

掃除機械化は船舶の建造工程中特に船殻ブロック搭載後発生されたゴミの処理という、いわば後向き作業に対するものであった。しかし、ゴミはその種類、寸法、重量等において余りにも多種多様にわたり、さらに船舶の複雑な構造の中で画一的な機械による処理は不可能である。

したがって処理作業の能率向上（機械化）よりも船内でのゴミの発生量そのものを減少、または皆無とすることを目的として次の項目の研究を行なうこととした。

- (1) 塗装の船内での発生量減少対策
- (2) 昨年度研究した掃除機械の陸上施設への利用拡大

4.2.2 船内のゴミ減少対策のためのティープ・サーベイ

船内でのゴミ発生を減少させるための研究資料として (1)各職種別ゴミ発生量分布 (2)区画別ゴミ発生量 (3)区画別掃除工数および問題点 (4)各塗装別問題点 を調査した。

(1) 各職種別ゴミ発生量分布

塗装の船内での減少対策を研究検討するために、ゴミの質、量およびゴミ発生職種を把握して重量分布を作り量の多いものから重点的に検討することとした。（表4.2.1(1)および(2)）ゴミ発生の多い職種の順位は、①搭載取付ガス工 ②搭載取付溶接工 ③管工（船装、機装） ④船装取付ガス工 ⑤足場工 ⑥隙間、ハツリ工 ⑦船装・機装溶接工 等である。

またゴミの種類で量的に多いものとしては、①鋼屑、治工具 ②工砂、スラグ ③溶接棒屑 ④垂線屑等である。

(2) 区画別ゴミ発生量調査

各区画におけるゴミ発生量を分析調査した。（表4.2.2(1)および(2)参照）その結果、鋼屑、土砂、スラグ、治工具のゴミ減少対策を特に考慮する必要がある。

(3) 区画別掃除工数および問題点

各区画における掃除工数では、荷油タンク、機関室内の掃除作業に最も多くの工数がかかり、また問題点も多い。（表4.2.3参照）

(4) 各塗装別問題点

ゴミ減少対策を考えるため、各塗装特有の問題点検討を行なった。（表4.2.4(1)および(2)参照）その結果、鋼屑、鋼塵、土砂スラグ、木材クズ、紙布屑について対策を考慮する必要がある。

表 4.2.1 各職種別ゴミ発生量分布

(註) 全体に比べ特に量の少ないのは省いた (単位 トン)

表 4.2.1 (2) 各塵埃別重量分布 (210型 1隻分 船内のみ)



表 4.2.2 (1) 区画別ゴミ発生量 (210型タンカー 1隻分)

(単位 トン)

ゴミ種類	区画	荷油タンク	諸タンク	機室 ポンプ室 操舵室	居住区倉庫	上甲板	計
鋼屑		68	8.5	15.3	5.5	1.5	98.8T
治工具		32.5	4.3	4.8	3.6	6.5	51.7
土砂・スラグ・溶接棒屑・切断屑		66.7	15.9	17.3	13.4	4.3	117.6
番線屑		7.2	2.4	2.1	0.08	0.5	12.2
木材屑		—	—	1.2	3.7	0.5	5.4
布・紙・プラスチック		1.8	0.3	0.9	1.2	0.3	4.5
防熱屑		—	—	0.4	1.2	0.1	1.7
電線屑		—	—	1.2	1.5	—	2.7
計		176.2	31.4	43.2	30.18	13.7	294.68

(註) (1) 表は新鋭設備を有する国内A造船所の調査結果である。

(2) 調査期間 昭和45年後期

(3) 100kg以下の鋼屑は切断屑に含めた。

(4) 治工具には台付ピース、矢、馬、ストロングバック、補強材等を含む。

表 4.2.2 (2) 210型 タンカー No.1 C.O.T (P.S.C) ゴミ発生量

(単位 キログラム)

ゴミの種類	区画	左舷タンク		中央タンク		右舷タンク		合計	
		数量	重量kg	数量	重量kg	数量	重量kg	数量	重量kg
溶接関係	溶接棒(残棒)		411		254		234		899
	溶接棒(全然使用しない)	400	40	280	23	331	26	1,011	89
	スラッグ		120		270		150		540
治具関係	台付ピース	36	1,440	34	1,420	41	1,730	120	4,590
	ストロングバック	20	350	20	350	5	87	45	787
	金矢	87	43	50	25	34	17	171	85
	ピース及び引馬	146	750	158	625	125	366	429	1,741
	補強材	40	160	13	52	25	100	78	312
ボルト関係	ボルト 5/8"×40			86	10	76	8	162	18
	" 7/8"×60			164	50	92	29	256	79
	ワッシャー			28				28	
その他	残材		約6,000		約7,000		約5,000		約18,000
	ハッリ屑		32		30		34		96
	その他泥、砂		4,025		3,550		2,925		10,500
	足場番線		約800		約1,000		約800		約2,600
	皮手袋	26		18		17		61	
	腕カバー、胸当等	1		3		6		10	
	足場スタンション	9		26		1		36	
	タラップ	3		4				7	
	ワイヤー及び安全ロープ	30		35		30		95	
合計			14,171		14,659		11,506		40,336

(註) 表は新鋭設備を有する国内B造船所の調査結果である。

表 4.2.3 各区画別掃除工数および問題点

区画	掃除工数	ゴミの種類	問題点
居住区	BL 300 H AL 450 H 750 H	土砂、スラグ、溶接棒屑、木材屑、布、紙屑、紐、防熱屑、ビニール布、プラスチック、電線屑	(1) 単位面積当たりゴミ発生量が多く、作業場が比較的狭い。 (2) 進水前は、鋼屑、溶接棒屑が多く、進水後は紙、布、ビニール、木屑梱包材等軽装品屑である。
上甲板	BL 1,000 H AL 1,100 H 2,100 H	鋼屑、番線屑、布、紙屑、紐、木材屑、ペイント缶	(1) 部品資材、工具の一時仮置場になっている。 (2) ゴミも他区画から一時デッキに出される場合が多く、これが原因で散乱することがある。
機室	BL 3,000 H AL 3,600 H 6,600 H	土砂、スラグ、溶接屑、鋼屑、番線屑、布、紙屑、紐、木材屑、ビニール布、防熱屑、水、電線屑	(1) 非常に輻輳した狭隘な所で作業性が悪い。 (2) 特に補機部品配管等が多く、これらの一時仮置き場所としてデッキを使用している。 (3) ピルヂ部は水油の溜場となる。
二重底	BL 500 H AL 150 H 650 H	溶接棒屑、鋼屑、スラグ、布、水	狭隘で作業性が悪い。
空所 諸タンク	BL 800 H AL 1,000 H 1,800 H	土砂、スラグ、溶接棒屑、番線屑、木材屑、紙袋、ボルトナット	(1) 狹隘で作業性が悪い。 (2) 足場撤去後の上方の掃除は危険である。 (3) 機関室サイドの諸タンクは清掃し易いがヨタタンク・スロップタンク等容量の大きなタンクはゴミ発生場所から搬出まで距離が長い。
荷油 タンク	BL 11,000 H AL 5,100 H 16,100 H	土砂、スラグ、溶接棒屑、ボルトナット、番線屑、鋼屑、紙袋、布、馬矢	(1) 足場撤去後の上方掃除は危険である。 (2) バラストを注水するとヘドロがたい積される。 (3) 面積も広く作業性、交通性が悪い。
計	BL 16,600 H AL 11,400 H 28,000 H		

(注) BL、ALは進水前、後を表わす。

Hは時数(HOUR)である。

4. 2. 4 (1) 各塵埃別問題点

塵埃各種	主要職種——区画	問題点
切 断 肩	ガス工 荷油タンク 諸 タンク 機 関 室	全区画に散乱する。粒状から切断肩までさまざまある。
土 砂 ス ラ グ	ガス工 荷油タンク 甲板敷物工 諸 タンク 機 関 室 居 住 区	溶接工のフラックスから発生する。 甲板諸物工がセメント、砂等湿式法で出している。
鋼 材 肩	ガス工 荷油タンク ハツリ工 諸 タンク 機 関 室	プロック仕上り精度不良のため現場切り合わせが多い。
溶接棒肩	溶接工 船 内 全 般	各人使用後の溶接棒を完全に持ち帰っていない。また未使用の溶接棒が各所に放置されている。
木 材 肩	木 工 居 住 区 機 関 室 足場工 諸 タンク 荷油タンク	船装取付工、電装工、甲板敷物工、進渉工等が出す木屑は現場切り合わせ方法が採用されている。 木材足場板が使用されている。
番 線 肩	足場工 諸 タンク 荷油タンク 機 関 室	1回の使い捨てである。 丸太、足場板をとばくするため使われている。 先行綴装の仮縫に使われている。
防 热 肩	防熱工 居 住 区 機 関 室	現場切り合わせ作業を行なっている。
ウエス、布	塗装工 機 関 室 船装工 " 機装工 ピ ル ジ	全職種が使用する。

4. 2. 4 (2) 各塵埃別問題点検討

ゴミの種類	主要職種——区画	問題点
紙屑	船装工 機装工 機関室 居住区 上甲板	メーカー発送時の荷姿のままで搭載されている。 一品ごとに廃棄される保護材を使用している。
缶類	塗装工 バクロ甲板	人力運搬可能な容量にして搬入される。
パイプ屑	管工 機関室 居住区 上甲板	現場切り合せ部分がある。
ゴム類	電装工 防熱工 居住区 機関室	
ビニール プラスチック	電装工 敷物工 船装取付工 居住区 機関室	保護材として多量に使用されている。
電線屑	電装工 甲板 居住区	先行儀装のため結線箇所が増え、また切りしろを取っている。
ボルト ナット	足場工 荷油タンク 諸タンク	錆ついたものは投棄されやすい。 足場解体時に出される。
水・油	機装工 填隙、ハツリ工 荷油タンク 諸タンク 機室ビルジ	全天候型形式の設備を持たない。 搭載後の歪取り作業が多い。

4.2.3 ゴミ減少対策

ディープ・サーベイをもとに職種、塵埃の種類、ゴミを発生させる作業内容を関連づけ、次の改善ポイントを指針として、ゴミの減少対策を検討した。詳細は表4.2.5に示した。

改善ポイント

- (1) 治工具類は色別し、反復使用する。
 - (2) 半成品を完成品または仕上切りで搭載する。
 - (3) 用済後塵埃になる準備材は廃止する。
 - (4) 梱包材は陸上で除去する。
 - (5) 養生材は再使用材を使う。
 - (6) 仮設材は永久取付とするかまたは撤廃する。
 - (7) 尘埃発生場所を船内から陸上に変える工程とする。
- (1) 鋼屑（鋼板、型鋼、钢管、鋼索の切断片、ペイント缶、非鉄金属も含む）
船内で発生するゴミの最大量を占める。職種としては搭載取付ガス工、缶工が最も多い。減少法として、(a)大プロックによるプレエクション工法の大巾採用が最も望ましいが、設備の制約から不可能な場合は(b)船体平行部等で広く採用されているようにプロックの仕上り精度を向上し伸ばしを減少または廃止する。
そのために現場作業の各工程での変形量の実例分析、トライアンドエラーで、さらに精度を向上させていくことも必要である。
船装取付ガス工、管工が発生させるものは(a)地上継装、ユニット継装、お盆継装を大巾に採用したり、(b)図面加工精度の向上を計り、極力現場合わせ切りを廃止する。
- (2) 土砂、スラグ（泥土、砂、スラグ、ノロ、セメント、デッキコンポジション、レンガ、石、ガラス、タイル等）
搭載溶接工、船装・機装溶接工、甲板敷物工等が発生させる。減少法としてはプレエクション、ユニット継装等を大巾に採用すれば搭載後の取付個所を減らし、さらに陸上でゴミを発生させ処理できる。またフラックスを使用しない炭酸ガス溶接法を研究する。しかし、甲板敷物工のセメント、デッキコンポジションのように船内で混合するものをあらかじめ陸上で混合して搭載するとか、また、上構の陸上屑組をし、継装工事を行なって搭載するか、または乾式方の開発、さらに床は洗浄によって掃除する考え方を改め拭き掃除することにすればセメント等湿式工法を廃止してビニールタイルが採用できる。
- (3) 溶接棒屑（溶接残棒、ガウジング残棒）
溶接工が発生させるもので、自動溶接の大巾採用を計るとともに、モラルアップ強化により残棒の各人処理を徹底させる。
- (4) 番線屑（足場固縛用、その他固縛用針金、ラギング止め用針金、電線等）
足場工が足場撤去の際に発生させるのが最も多い。番線はいつも簡単に捨てられるが、反復使用可能な固縛特殊ビース等を使用する。
最近開発された作業ユニットまたはショーケル車、ゴンドラ、スカイクライマー等を採用し足場板を不要にする。
- (5) 木材屑（角材、板材、ベニヤ材、足場板、梱包用木材等）
木工、足場工、進涉工が多く発生させる。木製足場に代って取扱い簡単な軽合金または積層合板等を使用したり、作業ユニット等を使用する。
居住区はモジュール化、ユニット化、地上継装を大巾に採用する。

(6) 布、紙屑(ビニールタイル、プラスチック類、アスペスト類、ゴム類、麻索類、カーペット、ウエス、帆布、テープ類、ムシロ類、ボール箱、ビニール袋、ビニール布等)

塗装工、木工、船用品積込工が最も多くその他ほとんどの職種が発生する。

梱包材は陸上で解梱し船内へはコンテナー、パレット等で搬入する。船内で発生させたものは、その都度各人で処理させる。また船内での保護材は納入業者に対して反復使用可能材に変えるよう要望指導する。

(7) 治工具(馬、矢、ストロングバック、足場用ピース等)

馬、矢、ストロングバック等は搭載、船装取付工が主に使用するもので、これに代ってマグネット、バキューム、油圧等を利用した治工具の開発研究を進める必要がある。また先行船装量の増大、ユニット綴装を大巾に採用する。足場ピース、馬、矢を止むを得ず使用する場合、馬は永久取付にし、また取外すときは色別に各所に配置した工具箱に戻すようモラルの向上を計る。

(8) ボルト、ナット(ボルト、ナット、ビス、釘、ピン等)

管工については、フランジ接手を減らしボルト、ナットを減少する。ボルト、ナットの定数配置、または供給、反却自由な現場格納柵を配置して放置、散乱を防止する。

足場工が発生するものは 合式の足場を採用したり作業ユニットを採用することで減少させる。

(9) 汚損、傷損保護材(紙、ビニール布、テープ、木材等)

紙、ビニール、布等の保護材は1回の使用で廃却してしまうが、難燃性帆布、あるいはビニール布も厚手を使用し機器類は標準品を採用し反復使用できるものとする。そのためには資材の統一化をする。

(10) 防熱屑(壁、天井用防熱グラスワール、トムレックス、アスペストボール、管用ラギング材、グラスシート、テープ類等)

壁の防熱は地上で層組し防熱工事を完了させて搭載する。曲り管の防熱は、アスペストは45度の成型ピースを使用する。グラスワールはラセン状のものを使用する。

表 4.2.5 各職種別ゴミ減少対策

職種	発生塵埃	ゴミを発生させる作業内容	ゴミ減少案
各職種 共通			<ul style="list-style-type: none">① 図面および加工精度の向上を計り、または搭載取付時の変形、修正量等の把握によって延し代の減少を計る。② ブロックの大型化やプレエレクションおよびユニット、盆綴装等地上綴装量を増す。③ 綴装品類の広域指定化をはかり、製品の標準化を進め、また梱装、梱包の輸送合理化をし、高度な改善(特殊コンテナー方式、反復使用保護材の採用)をする。④ 居住区の全般的ユニット化、モジュール化により資材に無駄を生じさせない。⑤ 居住区の通風管を含めた配管、配線をユニット方式とし壁等の切明け切欠きを減少させる。⑥ 治工具は黄色等特定色に色別し、必ず回収反復使用を徹底させる。⑦ 仕事の質、取扱う対象物により作業用手袋を研究しウェスの使用量を削減する。⑧ プラスチック類の質を向上させ成型接手を接着剤で簡単に接続する。⑨ 保護材は防炎帆布等を反復使用する。

職種	発生塵埃	ゴミを発生させる作業内容	ゴミ減少案
搭載取付 ガス工	鋼屑 治工具 水、海水	ブロック接手の切り合わせ 溶接面取り 歪取り 足場用ピース撤去 ブロック搭載位置決め 歪取り	① 地上ブロックでの歪修正、防止対策を行ない、船殻固め工事ではweightを使用し、治具の使用量を減らす。 ② 歪防止用仮補強材は永久取付材として構造に組込む。 ③ 馬、矢、ストロング・バックを減少するため、マグネットまたはパキューム吸着と油圧ジャッキ組合せによる治工具等を開発する。 ④ 歪防止策として鋼材の増厚、補強を行なう。
搭載溶接工 船装、機装溶接工	スラグ ノロ 溶接棒屑 紙屑	溶接 ガウジング、ガス切断流し 溶接 溶接棒を包装のまま現場に持込む	① CO ₂ 等不活性ガス溶接法の現場採用。 ② 溶接棒は地上で解梱し、船上供給箱に保管する。 ③ 溶接条件に適した最長棒を使い残棒の分留りを良くする。 ④ 溶接棒は必ず通い袋に入れて携帯させ、絶対現場で未使用のまま放置させない。
船装取付 ガス工 機装取付 ガス工	ノロ	現場切合わせ 儀装品位置決め据付け ガス切断流し	防炎帆布等で儀装品を保護する。 (反復使用可能)
管工	鋼、管屑 番線 ボルト ナット	現場切合わせ 仮固縛 フランジ・ジョイントでの取替え	① 電算機による管内作精度の向上と業加工完成量の拡大。 ② フランジ接手をスリーブ接手またはつき合わせ接手の量を増加し、フランジを減少する。 ③ 仮搭載品の仮固縛は番線を使用せずワイヤーとクランプの組合せ等反復使用可能固縛専用装置を使用する。 ④ 小物は仮固縛せずパレット等で搭載し、その都度の持込みでよい。 ⑤ ボルトナット、バッキン類は現場に供給箱を置けば不要品の返納も容易となる。 ⑥ 馬フン紙、ビニール等による管の仮盲を反復使用の盲板材にする。

職種	発生塵埃	ゴミを発生させる作業内容	ゴミ減少案
管工	ビニール プラスチック ゴム パイプ キャップ スリオンテープ ボルト、ナット 油、水、海水	パッキンの取替え 水圧テスト 保護 フラッシング、システム油注入、排水、 水洗、水圧	<p>① 現場合わせ後の仕上加工は陸上で行なう。</p> <p>② 現場供給柵を設置して常備材の供給返納を容易にする。</p> <p>③ 作業場には通い袋に入れて持運ぶ。</p> <p>④ 管内保護にはキャップを使い、回収再使用を行なう。 (特殊着色が望ましい)</p> <p>⑤ 仮設ホースと船内常設管との取合接手部には漏洩受容器を設ける。</p> <p>⑥ ホース類は接手を含み点検整備を強化する。</p> <p>⑦ 排水は必ず船外に導く。そのためには船体に排水ピースを取り付けたり、スカッパーを利用する。</p>
足場工	木材屑 鋼屑 番線 ボルト、ナット	足場材、支柱材の架設撤去による破片 足場ピースの撤去 足場板固縛撤去 足場プラケットの撤去	<p>① アルミ製または積層合板等の軽量材に替え、取扱い易くし、破損を防止する。</p> <p>② 足場ユニット、ゴンドラ、スカイ・クライマー等の利用により足場を失くす。</p> <p>③ 規格化して番線を使用しない固縛法の採用</p> <p>④ 高層建築用ビデ足場の利用。</p> <p>⑤ 足場ピースは永久固定とする。</p>
木工	木材屑 鋼屑 布、紙屑 ビニール ゴム プラスチック	寸法切合わせ 梱包材取外し 保護材撤去 押え金物の現場合わせ切り 仮被覆用 接着 保護	<p>① ストアー内グレーチングは現場合わせするほどの精度は不要、陸上製作とする。 ゴムまたはプラスチックによる組合わせ自在のグレーチングにし、切断層を皆無にする。</p> <p>② 根太材は木材を止め、プラスチックによる接着工法に切替え、材料は接着材または加熱接着とすれば層は出ない。</p> <p>③ 囲壁内張材はカッティングプランを広く採用し、工場切断とする。生産設計、工作精度の向上で諸管通風トランク等の切明け切欠ぎも工場で行なう量を拡大してゆく。 多少の逃げはコーナー材目張を用うる。</p> <p>④ 木製目板の削り合わせ止め、プラスチック類似品で加熱展ばしまたは同質充填材を充填し、間隙を埋める。水にも強くギャレ調理台、流し台等にも使用する。</p> <p>⑤ 家具は標準寸法で帆布製カバーで一品包み、工事完成前に取外し、次船に繰返し使用する。洗濯可能な質がよい。 塗装時は簡単な別シートを移動展張のみでよいことになる。</p>

職種	発生塵埃	ゴミを発生させる作業内容	ゴミ減少案
電装工	鋼屑 電装屑 布紙屑 ビス、ボルト、ナット ビニールゴム プラスチック	船内結線 同上 機器保護 船内結線 同上	① 仮固縛は番線の使用をせず、再使用材にかえる。 ② 屑入れとして通い袋を各自携帯。 ③ 符号は永久装着として外さない。
防熱工	防熱材屑 布紙屑 ビニールゴム プラスチック	現場切合わせ 梱包材取外し 保護材撤去 同上 接目、目張の現場切合わせ	① グラスウールのロール巻に挿み紙を使うがこれらの廃止を考える。 ② 密度の小さいものは切欠部は切取らず押開くような工作をする。 ③ 管用グラスウールの曲管部用として管径最小半径を基準としてスプリング状製品を造る。 ④ アスペスト製は45度に成形加工した曲り管を使用すれば切屑は大半省ける。若干の間隙はコテ塗り充填する。
組立工 機装仕上工	紙布 ボルト ナット ウエス油	油作業、防塵のための保護被覆はがし 主機、補機、軸系甲板機械等の分解組立 部品洗滌	① 分解組立は極力陸上で行なう。 ② ウエスと手袋をかねた特殊手袋を使う。 ③ 洗滌油の再使用
甲板敷物工	砂セメント 紙布 ビニール プラスチック、ゴム	デッキコンポジション、セメントタイルのネリ作業 デッキコンポジションの包装材の解梱 カーペット現場切合わせ リノリューム、リノタイル工事 カーペット現場合わせ	① 湿式工法を止めビニール、タイル等接着による乾式または半乾式とする。 ② セメント、パーライト等も厚手ビニール袋かドラム缶方式とし、反復使用とする。 運搬はパレット方式を採用する。 ③ セメント等湿式工法のときは陸上で混合する。

職種	発生塵埃	ゴミを発生させる作業内容	ゴミ減少案
進涉工	木材屑 布、紙屑 番線屑	船上解梱作業 保護材の船内搬入後の撤去	① ブロック取合部の管、通風管等の仮固縛は番線を止め、小径ワイヤーとクランプによる縛付け等、特殊固縛具を使用する。 ② パレット類で搭載する。 ③ 枕木は回収再使用する。 ④ 梱包材は陸上で除去し、反復使用のカバーで覆う。
塗装工	ペン缶 布、紙屑 ビニール 粉塵	塗工作業 養生作業 解梱作業 除錆作業	① 銘板等テープ張りを止め、グリース塗布とする。 ② シンナー缶はジープ用補助タンクのごとく、特に丈夫な特殊軽合金、ネジ蓋式で反復使用とする。 ③ 床、デッキ面塗装は連続塗り重ねを拡大し、ウエスによる拭き掃除量を減少する。 ④ 手拭きは特殊紙製ウエスを使用する。 ⑤ 居住区、機室への静電塗装機活用する。 (養生を簡易化できる)
船用品積込工	木材屑 布、紙屑 ビニール プラスチック	梱包材、包装材の解梱	陸上で解梱し、パレット・コンテナーで搭載搬入する。
施設工	番線屑 電線屑 電球屑 テープ 電線 紐類 パツキン ボルト ナット	ガス、酸素、エアーの配管 換気、照明、電話、エアー、消火装置、仮設便所、給水などの仮設、撤去作業	① 施設ラインのユニット化を計る。
墳隙ハツリ工	鋼屑 ボルト ナット	ピース切断箇所のハツリ作業 鋸孔削孔 仮締のボルトの取外し	① 鋼構造の廃止 ② 通い袋を携帯し回収する。 ③ 地上 鋼とする。

4.2.2 掃除機械の陸上施設への利用拡大

掃除機械の陸上における利用拡大については、鋳造工場、鍛造工場、機械工場等は最近の造船所とはほとんど完全に分離されているか全然持たないため、対象から除外して調査した。

造船、儀装部門工場を調査した結果、ほとんど掃除機械を導入して効果を上げるほど一日当たりのゴミ発生量は多くない。

各社とも近年特に加工を要するものはほとんど外注として社外に出され、所内はほとんど組立、取付作業のみ行なわれているため、毎日ごく短時間全員による跡仕未程度の掃除で十分片付けられる。したがって、機械化は、より完全な掃除をするか、工場内の環境によって能率の面を考えて採否を決定することが望ましい。

道路においても、舗装の有無によってスイーパー等の利用の可否が分れる。陸上専用機械としては種々あるが、除外事項になるので省略する。

以上の点から本件に関しては各社独自に考慮することにして研究を打切った。

4.2.5 結 言

(1) ディープサーベイの結果、ゴミを種類別、職種別、船内区画別に定量的に把握できた。これによりゴミ減少対策検討のための区画別、ゴミの種類別の問題点をそれぞれ摘出し、その解決の糸口を見出すことができた。

すなわち、ゴミ発生量の多い職種が判り、おのずからこれらの職種でゴミを発生する作業形態が浮き彫りされた。また、ゴミの種類別発生量によって減少対策を必要とする緩急順序が判然とした。

(2) 新鋳造船所で210型タンカー建造の際、約300トンのゴミが発生する。この一部は作業者全員の一斉掃除と、モラルの向上により処理され、作業環境は改善されているが、あくまで発生ゴミの跡処理にすぎず、300トンも発生するゴミを減少させるための根本的解決策にはなっていない。

(3) ゴミを減少させる抜本策として、以下のことが考えられる。

(a) 工法の改善

- (i) 加工、組立、取付工程における変形量を把握し、図面に一層の精度をもたせ、伸し代の減少を計る。
- (ii) ゴミの絶対発生量を減少させることが理想的であるが、掃除作業の容易な地上の工程で極力出し尽す方法、すなわちブロックの大型化、さらにはプレエレクション、地上儀装はすでに採用されているが、その範囲を一層拡大することが早急に望まれる。
- (iii) 工法そのものの立場からは改善となっていてもゴミ減少面からは好ましくなく、総合的な見地から見直すことが望ましいものがある。例えばブロック取付時上下方向の歪防止にウエイトを使用していたのが、馬、矢のみですますために作業完了後に多数の馬、矢がゴミとなって放置されている。ゴミ減少面からは、ウエイトを小型にしても押付法を採用し、ゴミのもとになる馬、矢の使用を減少したい。

(b) 慣習の打破

居住区、各種コントロール・ルーム等に冷暖房が施行されたり、エレベーターが設置されるなど社会環境の変化とともに船内居住環境も大きく変りつつある。一方、このような状況にありながらいまだに旧来の慣習なり、物の考え方を行なわれている部分がある。慣習の打破がゴミ減少に寄与するものであれば、それを実施すべきであろう。

- (i) 例えば、ギャレーの床は水洗が常識となっているが、一般家庭と同様の拭掃除に改めても何等差支えないであろう。かくすれば、セメント、タイルを止めて床材ボードおよびビニールタイルの接着法に切換えることが可能である。
- (ii) ストアーのグレーチングは床上の格納物の防熱のため木製バラ打が用いられているが、冷暖房区画では、ウ

エットプロビジョン、冷蔵庫等を除き床の通気性を重視する必要は無いのでグレーチングを廃止すべきである。

- (iii) 現業等では、手は汚れるものだと決めつけがちであるが、もし汚れないようにすればウエスの使用量は大巾に減少するであろう。すなわちその大半は手拭き用に消費されている。作業の内容、形態、取扱う対象物に適した材質の手袋を着用することを推奨する。また油およびシンナーによる部品工具の洗滌は手袋に特殊な毛を装着する等考慮すれば、さらにウエスの消費量を減少できる。
- (iv) 近年、飲食物が包装技術の発展で持運びが容易になり、販売機の発達とともに船内へ持込、その場で容器の投棄が目立って多くなってきた。生活環境の変化とはいえ、工事現場への持込を止めさせたい。
これらは、職場環境の改善とモラル・アップの両面からの強い指導教育が必要である。

(c) 形状、材質の変換

建造コストを下げるとともに、ゴミを減少させるのに規格寸法の資材を使用するような設計をしたり、または、設計の標準化をおし進めることが大切である。また、従来から使用されている材質を他のものに変えて、現場取合時の微量調整のための切断片の再使用を計りたい。なお工作法を全面的に見直し、要求性能以上に精度を上げるための現場合せ切りを廃止すべきである。

- (i) 例えば、現在鋭意研究一部は実施されているユニット、モジュールは設計と製品の連繋という面から望ましい方向である。
- (ii) 管等の一部にプラスチック材が使用されているが、さらに難燃性で、強度的に信頼できる上質のものを採用し、根太、壁のコーナー材、目板に使用したい。
また、目板の現場合せ切りを廃止し、加熱による属性を利用したり、間隙部に流状充填剤を充填する等の工法を採用することが可能となる。
- (iii) 木工工事等においては、充填剤の質、着色技術の研究を進めて実用に供すれば、外観の保持も可能であり、加工精度を落せる。
- (iv) 機器類の汚損、損傷防止のために、紙、ビニール・シートが使われ、一船ごとに投棄されている。これらを防炎式帆布等で加工されたカバーを用いて反復使用すれば、ゴミの減少とともに、その利用回数を考えるとメリットは大きい。
- (v) 倉庫等にグレーチングを是非とも欲するならば嵌脱自在のラバーマットを使用する。

(4) ゴミは文化のパロメーターと言われた時代があった。確かに我国も戦後経済力の充実とともに包装技術は急速な進歩を遂げてきた。

造船所の体質は今や完全に近い総合組立産業になっており、ゴミが続々と集積されている。近い将来、如何にしてゴミを処理するかという難問題に直面することは明らかである。これを事前に防止、解決するためにはぜひとも今からゴミが発生しない建造法を確立するとともに、外部から造船所へゴミが侵入しないようにすべきである。この対策としては、資材メーカーから船内搬入迄をコンテナーを使用した輸送システムを確立することである。また、経済的メリットを狙いながらこの方式の実現を計るには、地域的に近い造船所がまとまり発注先を専属化し、輸送距離の短縮をすれば、経済的な輸送法が採用できて、造船所のゴミ減少と経済効果、メーカーにとっても同様の効果が十分に期待できる。

以上各方面からゴミの減少対策を眺めてきた。各社ともそれなりの方策を実施しているようだが、まだ根本的な解決法を見出しえないので、そのための幾多の課題が残されているのが現状である。しかし、社会環境はこれらの課題の放置を容認する情勢ではない。したがって、各社単独で解決できるものは即刻実施し、難題は業界が協力し合って早急に問題解決へと邁進すべきである。

4.3 フレキシブルパイプおよび同ジョイントの船舶への応用

4.3.1 まえがき

先に、既存製品の中から適用条件を満足させるゴム系およびメタル系のフレキシブルパイプの調査を行ない、これら製品に関する精能試験をすすめると共に採用による効果が大と見なされる管を対象として新製品のモデル試設計、同諸試験を行なった。そこで本年はこれら試験結果に基き該当製品の中から

- 1) フランジ付ホースアッセンブリー
- 2) メタルホース

の2種を選び、1)は居住区画 2)は機関室内のそれぞれ適応する管系に約10本を装着し、各種の試験ならびに調査を行なった。すなわち

- フレキシブルパイプを効果的に使用できる管配置の検討
- 現場配管作業性向上のための位置、長さ、角度等の調整、取付要領の改善
- 新造船装備・就航後の性能実績、メインテナンス状況の調査

等である。

4.3.2 ホースアセンブリー型フレキシブルパイプの実船試験

(1) 装備試験内容

(a) 装備場所

フランジ付ホースアセンブリー型フレキシブルパイプの中から

流体の種類； 清水、飲料水、海水、汚水、排水、エアー
流体圧力； 10kg/cm²未満
流体温度； 常温
管の口径； 15A～100A

に該当する管系統を選び

- 配管パターンの種類が多い
- 取付作業性の調査が容易である
- 工期的に余裕がとれる
- 就航後の実績調査およびメインテナンスが容易である

等の条件を満足する区画として次の如き装備場所を選定した。すなわち

(i) M社所属 220型 油槽船 居住区内

起工 45-12-27

出張 46-4-29

引渡し 46-8-7

(単位:本)

管系統 呼 径	15A	25A	40A	50A	100A	合 計
清 水 管	2					2
飲 料 水 管	2					2
海 水 管		1				1
排 水 管		2	2	2		6
汚 水 管			1		2	3
空 気 抜 管		1				1
合 計	4	4	3	2	2	15

(ii) M社所属 190型 鉱油兼用船 居住区内

起工 46-6-21

出張 46-10-27

引渡し 47-2-10

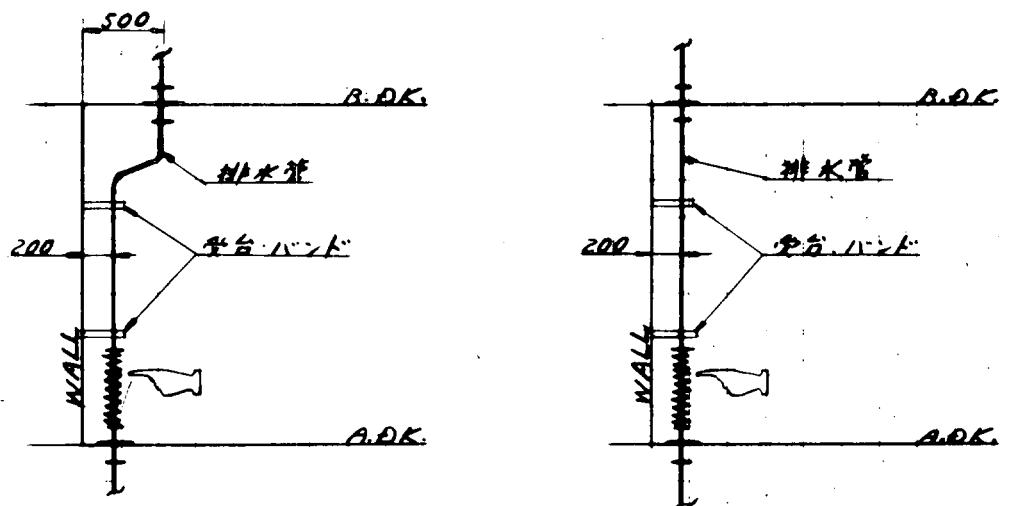
(単位:本)

管系統 呼 径	15A	40A	50A	65A	合 計
清 水 管	2				2
排 水 管		2	5	2	9
合 計	2	2	5	2	11

(b) 配管内容

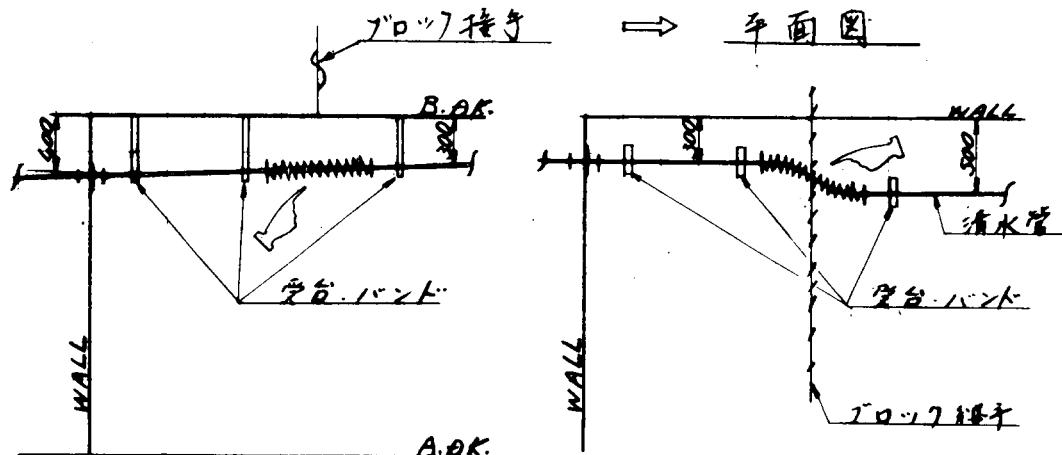
① 甲板間取合部(立上り部分)

船殻プロック仕上り精度および塔載時の誤差によるパイプの長さ変化、芯のズレ、フランジ穴マイ、並びに受台取付誤差等を吸収する。



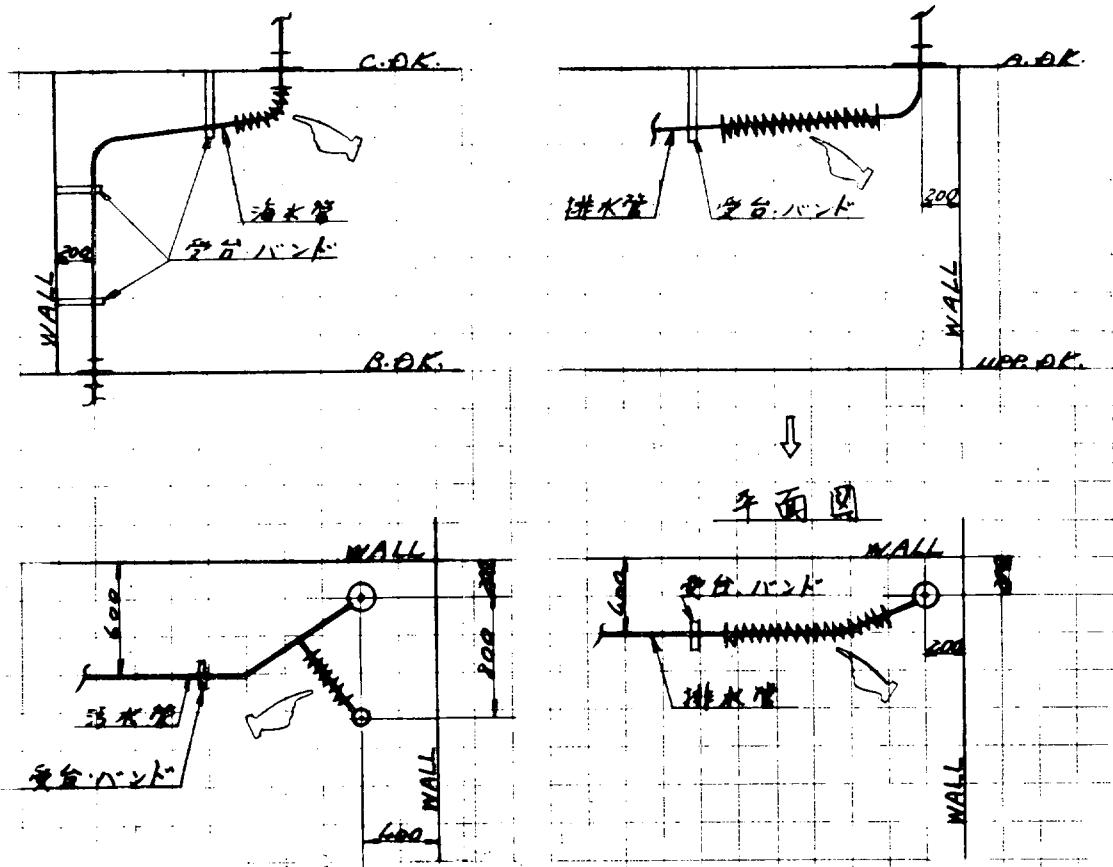
② プロック間取合部(水平部分)

主に船殻プロック塔載時に生ずる誤差によるパイプ長さの変化や芯のズレ、並びに受台取付誤差を吸収する。



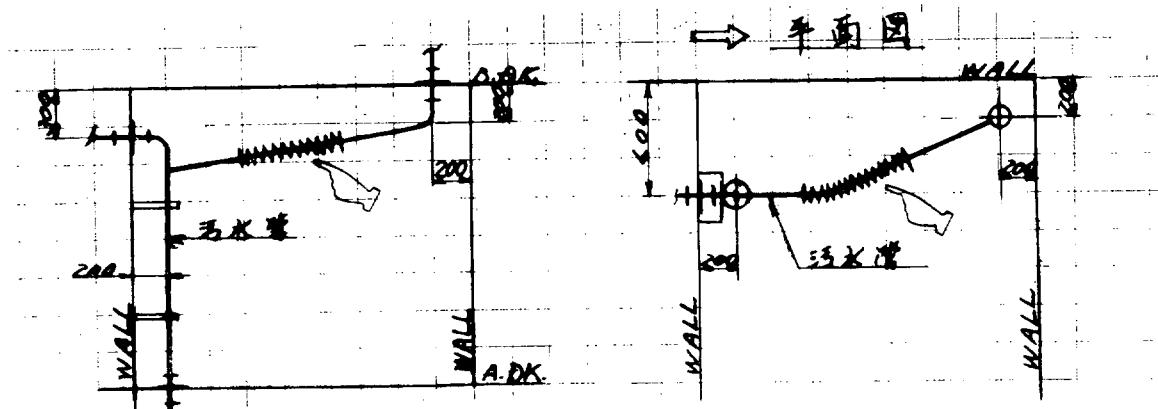
③ 甲板貫通ピース下側の取合部

主に貫通ピースの取付誤差（位置、曲げおよび回転角度穴まい）を吸収する。



④ 枝管との取合部

複雑な曲り部、傾斜角度を有する部分等で図面上で正確に形状を決めるのが難しく一般に合せ管または型取管をしているが、やはり精度が出し難い。すなわち3点以上の方から長さ、位置、角度および穴まいが決定される。

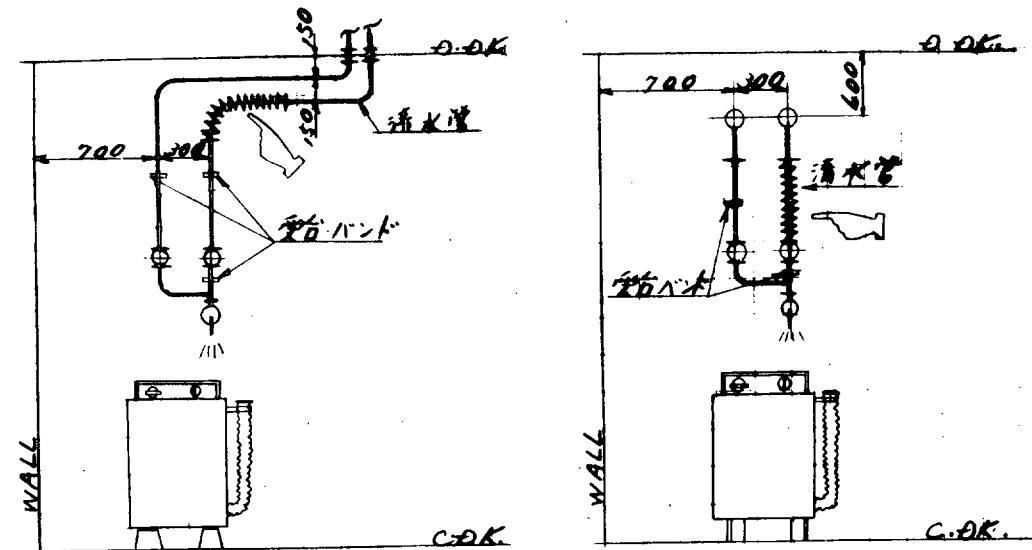


⑤ 機器との取合部

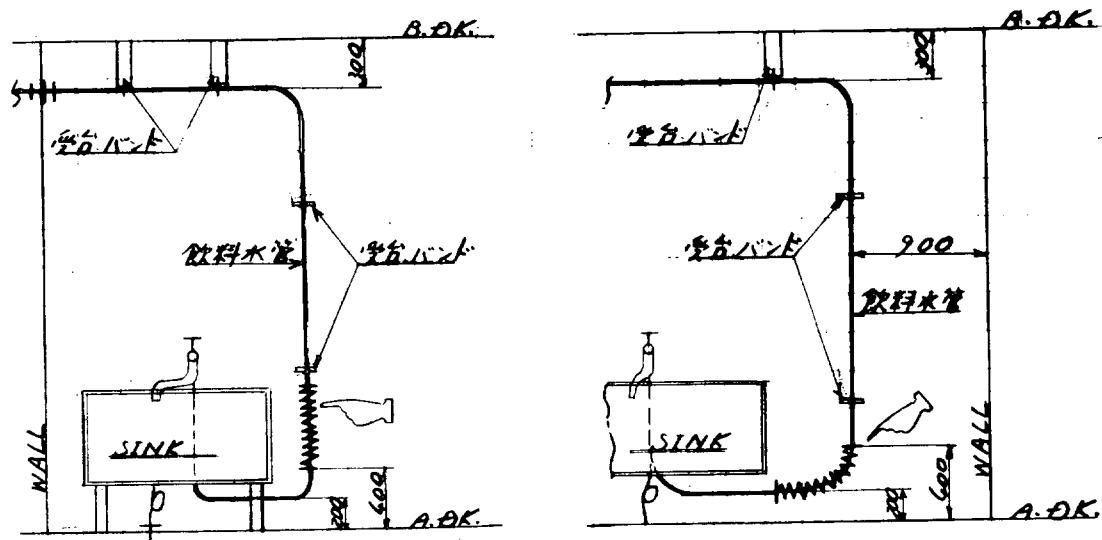
配管位置と機器取付位置との間の誤差を吸収する。すなわち、機器の位置寸法決定は下部甲板上にてなされ、配管寸法は上部甲板をベースに決められる。従って誤差発生の要素は

- 船殻ブロック組立精度および塔載の誤差
- 配管の精度
- 機器の取付精度

(a)である



(b)



(c) 実船装備後の調査事項

(i) 実船装備後のテスト

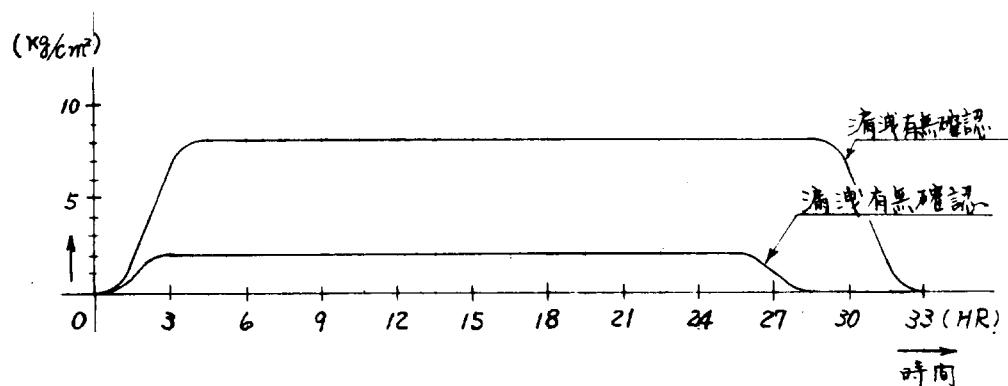
テスト要領は下記の通りである。

時 期 ; 装備約2週経過後実施

テスト圧力 ; 居住区排水管、汚水管、空気抜管 2 kg/cm^2

清水管、飲料水管、海水管 8 kg/cm^2

テスト要領 ;



水圧ポンプにて徐々に加圧し、約24時間保持した後漏洩有無外観形状等を確認して、減圧した。

確認事項 ;

1) 接手部からの水漏洩

- 金具とホースの接続部
- フランジ継手部
- 締付ボルト ナット
- 其の他

2) ゴムホースの変形有無等外観検査

- ふくらみ、へこみ等
- 屈曲の有無
- ホースのずれ
- バンドのずれ

(ii) 実船装備4ヶ月経過後の調査

前記、装備した船[(i)、(a)、(ii)]が川崎港に入港した機会をとらえ、その後の異状有無の調査を行なった。

調査年月日 ; 昭46-12-25 9:30~11:00

調査船 ; M社所属 220 油槽船

装備年月日 昭46-5-中

引渡出航 昭46-8-7

調査個所 ;

使用個所	15ヶ所中	
内張外	11ヶ所	計12ヶ所
内張内	2ヶ所	

注；他に3ヶ所内張内のものがあったが本船側の
都合により未調査

調査内容；

1) 漏洩有無

- 金具とホース接続部
- フランジおよびボルト、ナット部

2) 外観点検

- ホースの異状なへこみ、ふくらみ有無
- ホースバンド等のずれ

3) 各管系統使用上の異状有無

乗船者（1等航海士）に質問

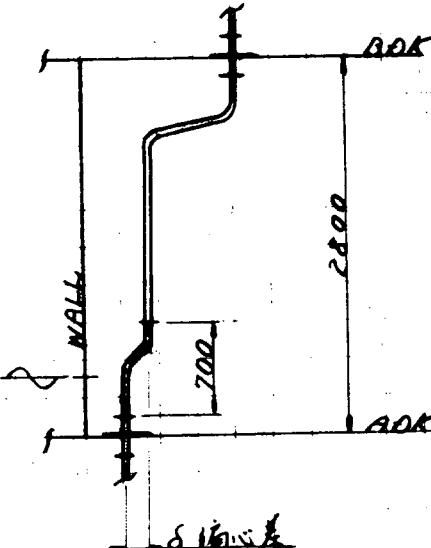
(2) 配置上の要点

1) 甲板間の取合部（立上り部分）への採用には大きな効果がある。すなわち船殻ブロックの仕上りおよび塔載精度あるいはパイプ取付時の誤差によって生じるパイプ中心のズレは

船殻の誤差 $\pm 15\text{mm}$

取付誤差 $\pm 5\text{mm}$

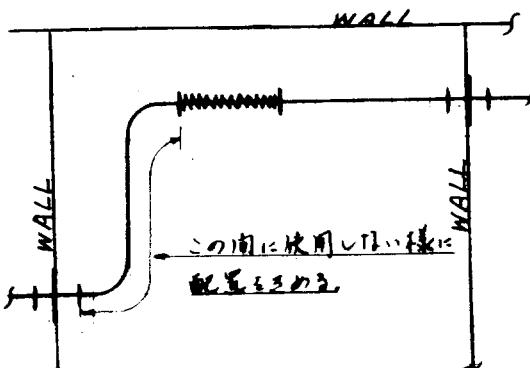
であり、 $\ell = 700\text{mm}$ のフレキシブルパイプでは $\pm 50\text{mm}$ 可能なので、芯のズレを十分に吸収し得る。上記の個所には一般に“直管の合せ管”を採用しているがフランジの穴まいだけでなく、芯のずれがあり、この値が大きくなると、しばしば合せ管が使えず現場型取りをすることがある。



2) 最少曲げ半径が、銅管のベンダー曲げ半径に比べ

3～4倍とかなり大きく、配管上占める空間が広くなるので採用できる個所に制限を受ける。

従って隣接する直間部に設けるのが有効である。



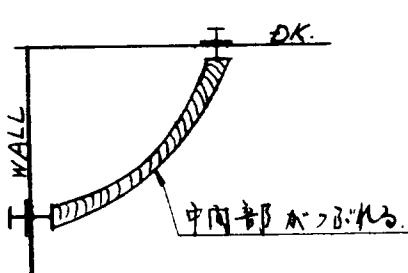
3) 90° 曲げの個所に使用する場合は曲げ半径 R が

$$R = 8 D \sim 10 D \quad (D; \text{パイプ外径})$$

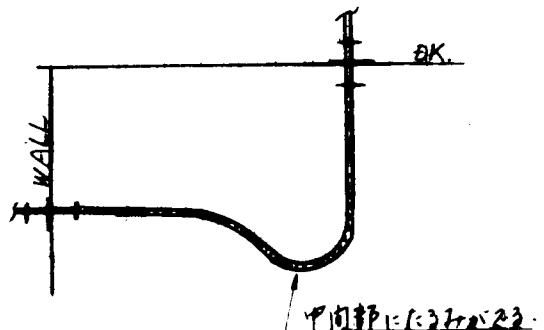
となるような配置にしてやることが必要である。

この範囲を越えて使用すると、下記のような現象が起きて好ましくない。

R が (8 ~ 10) D 以下の場合



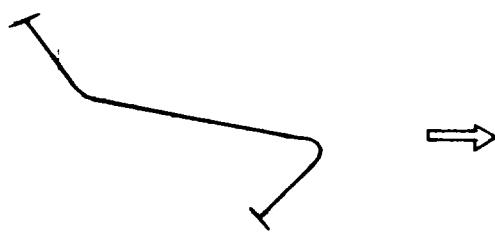
R が (8 ~ 10) D 以上の場合



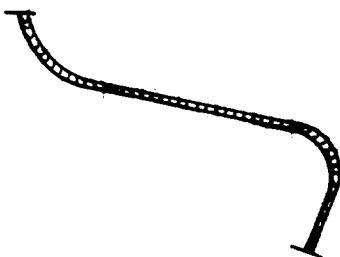
4) 立体曲げの個所への採用はできるだけ避けた方が良い。

ただし、使用する場合は、パイプが中間部でつぶれたり、他の機器に接触する恐れが生ずるため、サポートを取りパイプの形状を維持してやる必要がある。

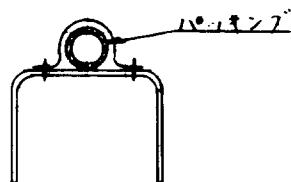
钢管を使用した場合の形状



フレキシブルパイプを使用した場合の形状



受台、バンドの詳細

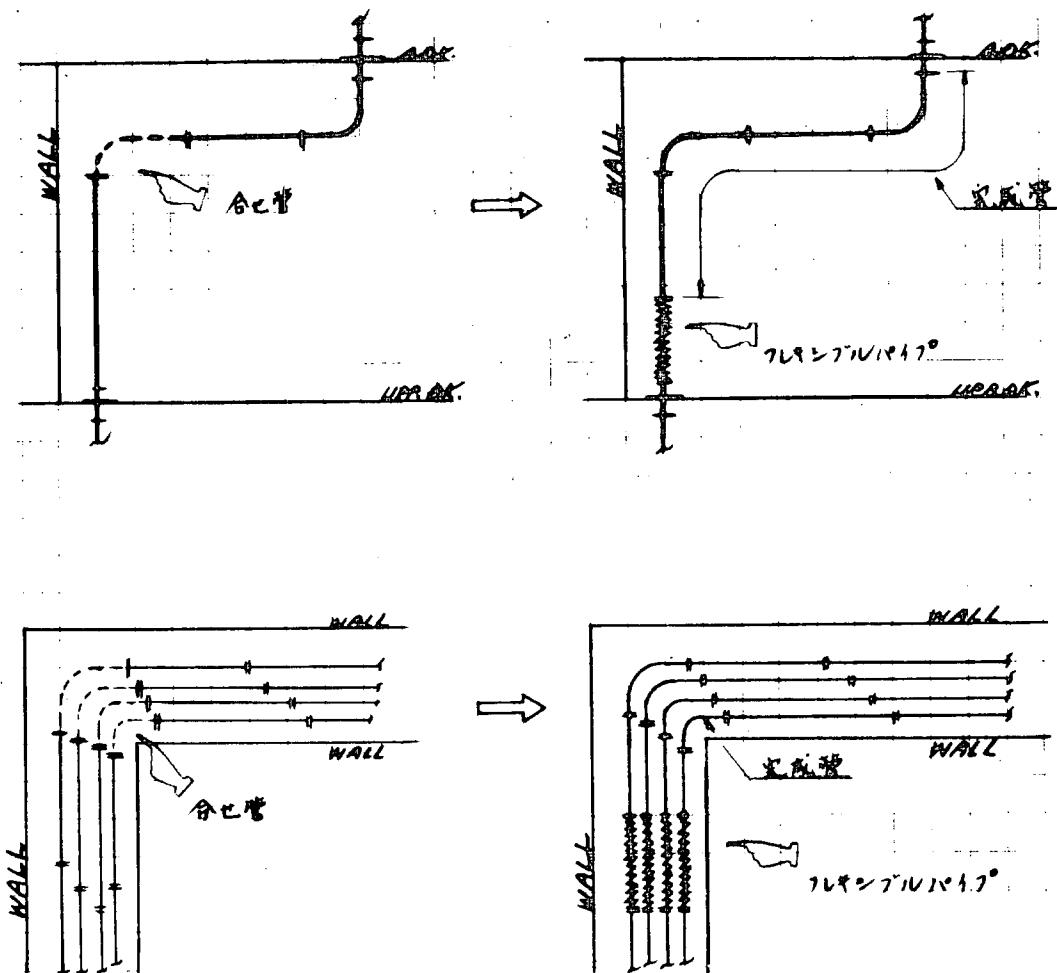


5) 上記1) 2) 3) 4) から、次のような結論が得られる。

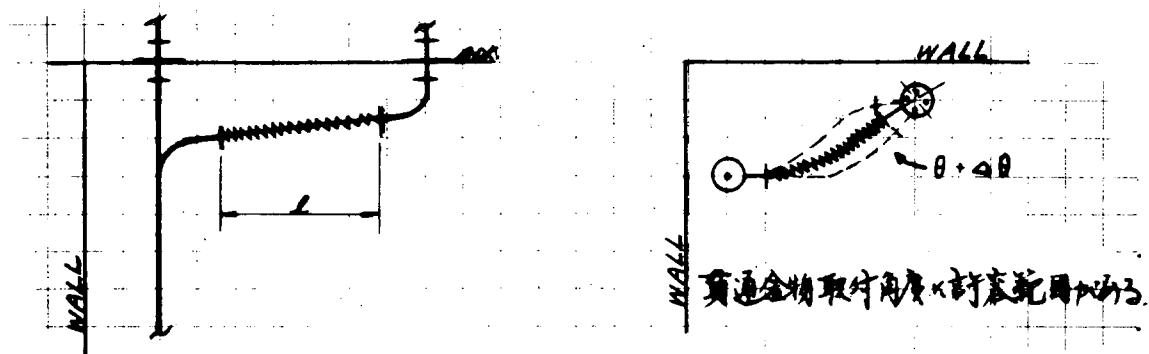
従来の設計の概念からいえば、まず、寸法決定の容易な直管部分を完成管として取り、曲り部、複雑なところに合せ管、型取り管を持ってくる傾向にあった。

フレキシブルパイプを採用する場合は、曲り部分には前記のようないろいろ制限があるため、直管部分において各種誤差(長さ、芯のズレ、傾斜角度、穴マイ)を吸収するような使い方が適切である。

このためには、設計段階での管取り(生産設計)から変えて行かなければならない。



6) 甲板裏貫通ピースあるいは枝管との取合部に採用する場合の寸法決定上の注意

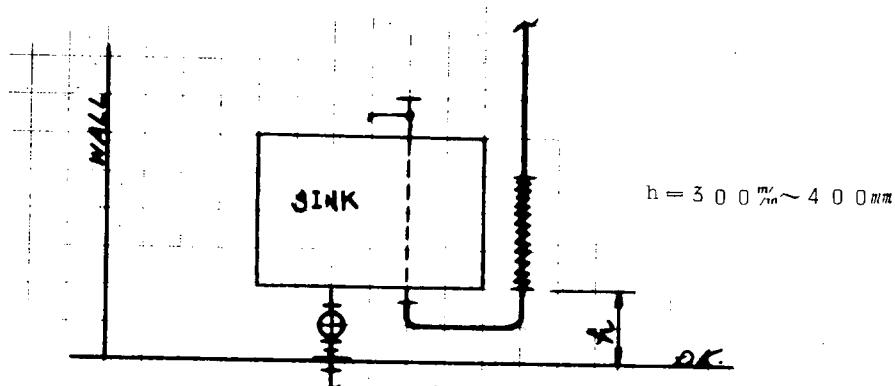


ℓ は標準より長めにする。

($\theta = 45^\circ$ の場合)

DIA	ℓ	標準	ℓ	$\Delta \theta$
15		300	350	5°
40				
50		500	600	3°
65				

7) 機器の裏側等狭あいな場所にて接続することはできるだけ避け、機器の側面、あるいは上方等に設ける。

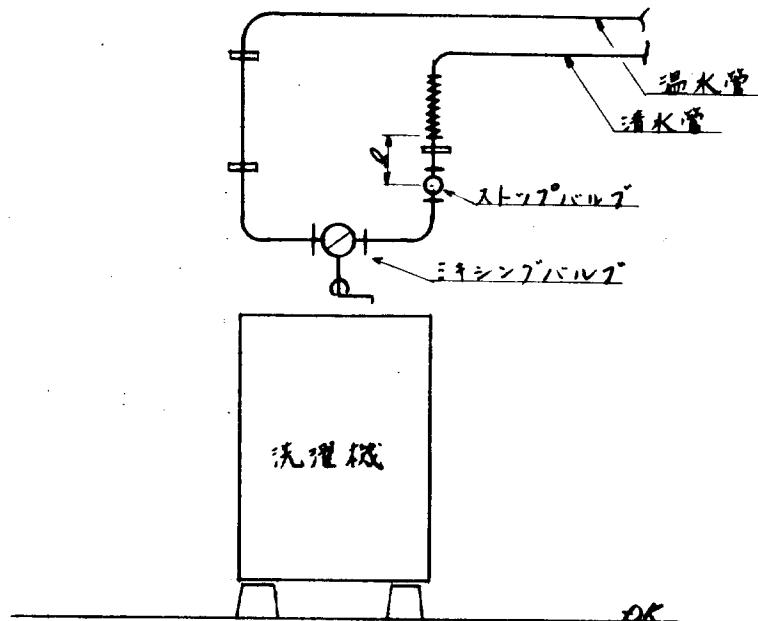


8) 高温パイプ、例えば蒸気管の近くの使用は避けるべきであるが輻射熱を受ける恐れのある場合は、アスペストクロス等で糊う。

雑用蒸気管との間隔は最低 100 mm とする。

9) 温水管と共に受台を有する清水管、海水管等の接続部に使用する場合も同上の注意が必要である。

10) 温水とのミキシングバルブ、近傍の清水管に使用する場合はノンリターンバルブより最小 300 mm (ℓ) の位置に接続する。



11) フレキシブルパイプを使用する個所は設計上で管一品図を調整する必要はないが、両管端部間の寸法(長さ、曲り、捩り等)の公差を把握しておかなければならぬ。

12) 居住区画に採用する場合の一船当たりの使用本数例

前記のごとき配置上の条件を満足した場合フレキシブルパイプ使用本数を推定すると下記の通りである。

船型 ; 200型 油槽船(外国船)

対象管 ; 居住区画内に配管する管の型合せ部または型取部

	取付個所	本数	率
有効な個所	甲板間立上り部	74本	22%
	水平方向の直管部	49	15
	90°曲り部(ただし曲げ半径が標準内のもの)	13	4
	機器との取合部	35	11
装要着する注意個所	甲板貫通ピース下側取合部	54	16
	枝管との取合部	28	9
採用を避けるべき個所	90°曲り部(ただし曲げ半径が標準外のもの)	35	11
	立体曲り部	32	10
	高温パイプ近く	6	2
計		326	100

フレキシブルパイプ使用率 (253本/326本); 78%

(3) 取付作業性

1) 管長決定

直管部の接手間寸法を決める作業は、垂直方向、水平方向共に極めて容易であり測定誤差も少ない。しかし曲り部が含まれる場合は、型棒のごとき原寸法を使用するか現物による切り合せが必要となる。

2) 切断作業

切断方法は小径の場合金ノコを使用するが、大径(100A)の場合は回転グラインダーカッタを使用するのが最も早く精度が良い。

3) 取付作業

締付バンドのボルトは大径になると堅く締めにくく、今後改良が必要である。

4) 船内での取付作業においてハンドリング上の最適管長は、 $\ell = 500\text{mm} \sim 1000\text{mm}$ である。

$\ell = 500\text{mm}$ 以下では吸収できる量が少なくパイプに無理がかかる。

$\ell = 1000\text{mm}$ 以下では寸法決めが容易でなくパイプが垂れ下り何らかのサポートが必要となってくる。

5) 船内での合せ管の取付作業に要する人員は概略

フレキシブルパイプ 呼径 50A 以下 1人で十分余力がある

呼径 65A ~ 100A 2人の方が能率的

鋼 管 すべて 2人必要

であり省力化になる。

6) 1例として右図のような個所の合せ管を取り付けに要する工数は、

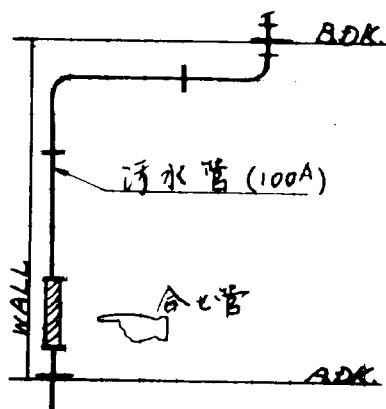
鋼 管(光メッキ) 7 HR

フレキシブルパイプ 3 ~ 4 HR

であり、取付工数は約½になる。

7) 予想される作業性の効果

実験結果の例は下表の通りである。



	呼 径	長 さ	取付時間	鋼管の場合	比
甲板間立上り部	40A	700	3 HR	7 HR	43%
"	100	800	4	9	44
甲板裏水平部	40	500	3.5	7	50
90°曲り部	40	700	4	6	67
枝管との取合部	25	400	2	4	50
機器との取合部 (洗濯機)	15	500	1.5	3	50
" (シンク)	15	600	1.5	3	50

8) 工期的にはフレキシブルパイプの場合、歪取り、電気溶接など火気使用工事が済んでから行なうため、船内での取付開始時期が鋼管に比べて遅いので水圧テストの時期が早くなることはない。

(4) 実船装備結果

(a) 外観写真

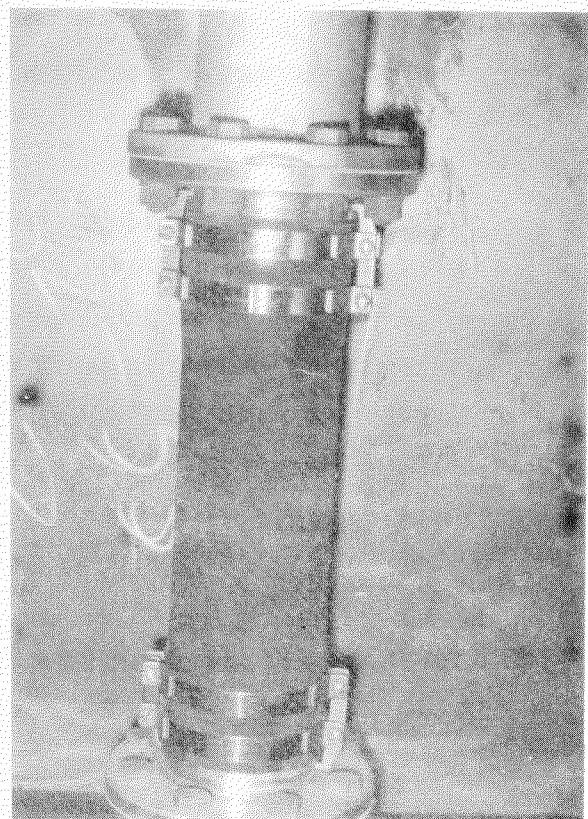
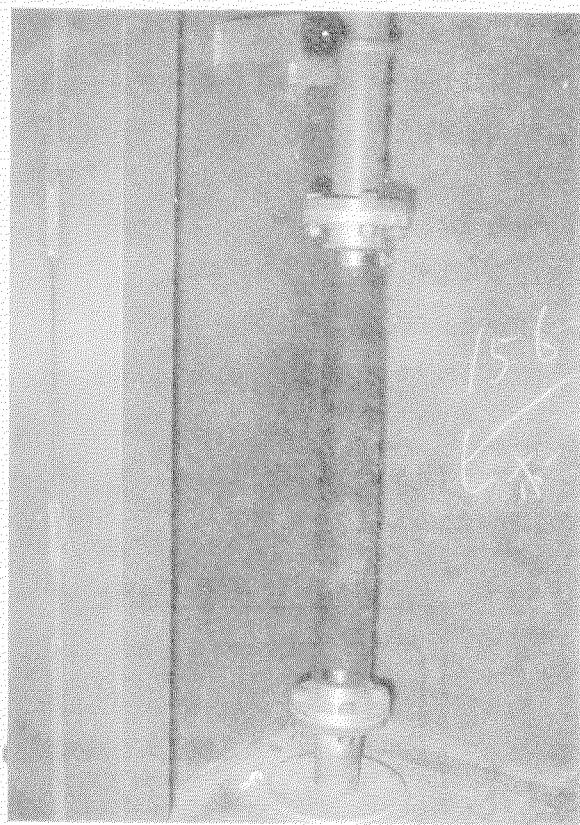


図 4-3-2-1 デッキ間取合個所立上り部分

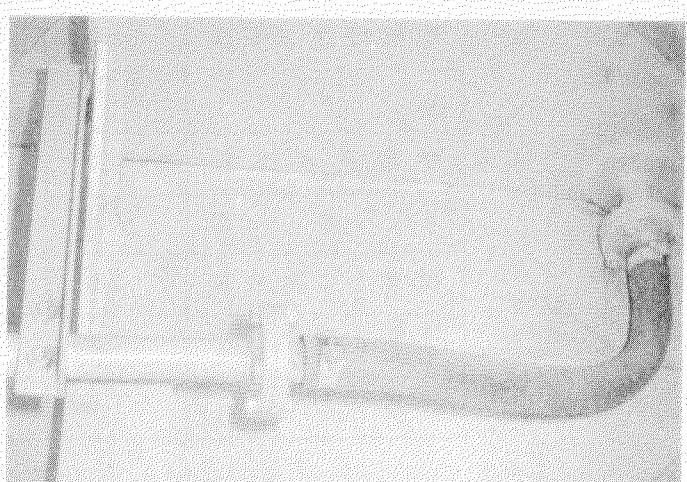
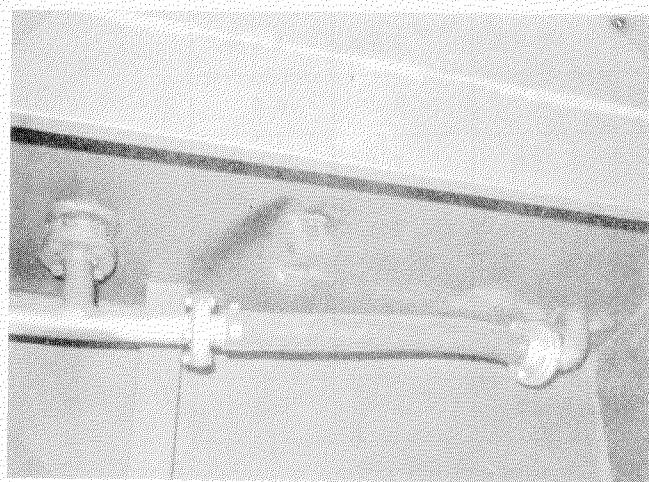


図 4-3-2-2 デッキ裏貫通ビームとの取合部

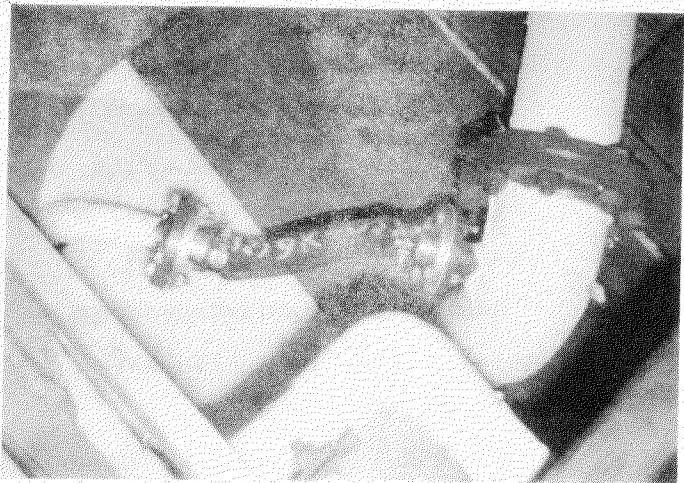
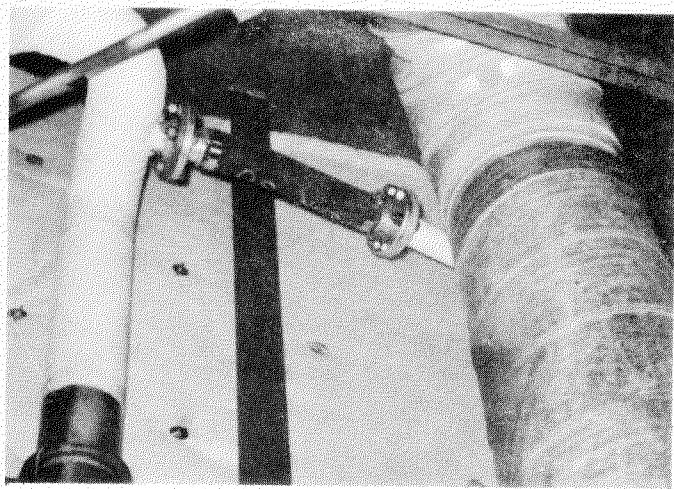


図 4.3.2.3 枝管との取合部

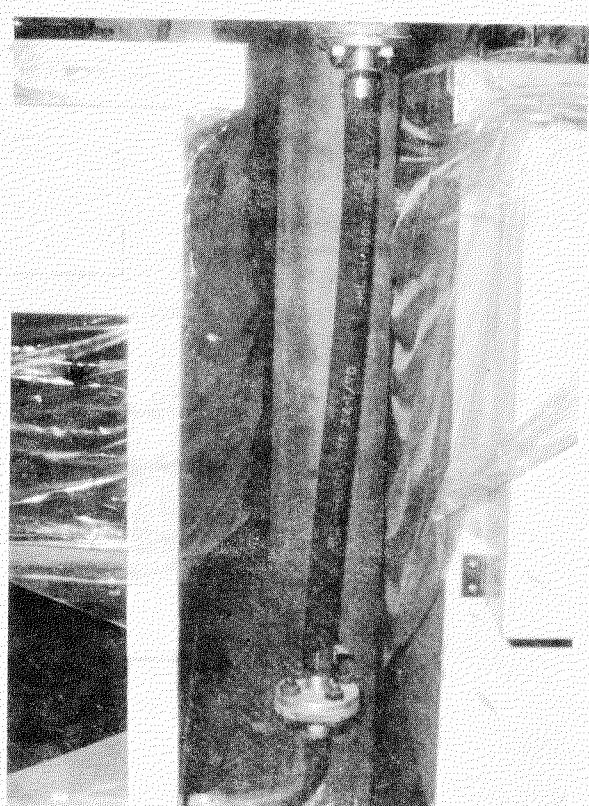
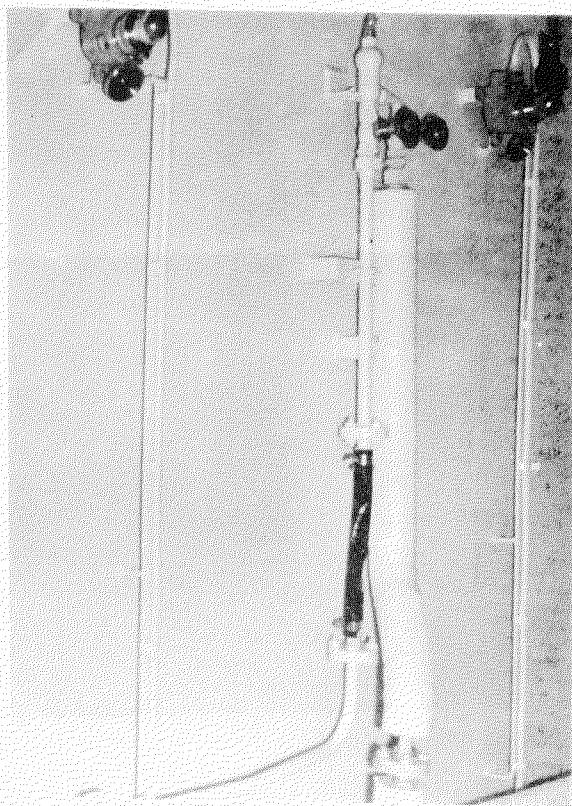


図 4.3.2.4 機器との取合部

写真に示すごとく、外観はかなり良好で甲板間または水平方向の直間部に接続する場合は、芯のズレがあまり目だたず、むしろ鋼管に優る。また、機器類接続部に使用する場合はできれば低い位置の方が目だたず良好であるが内張内に使用する場合は全く問題にならない。

(b) 水圧テスト結果

漏洩個所	第1船	1~5本中	無し
	第2船	1~1本中	無し
外観検査	ふくらみ、へこみ、屈曲、ホースおよびバンドのずれ等		
	第1船	異状なし	
	第2船	異状なし	
作動テスト	各系統作動開始後の該当部の漏洩		
	外観異状	全く無い	

(c) 就航後の状況(4ヶ月経過後)

M社所属 220型 油槽船

漏洩個所 無し

外観点検 異状なし

(図4.3.2.5~4.3.2.7参照)

各系統使用上の異状有無 異状なし

初めての試みのため、就航中の事故にそなえフレキシブルパイプ取付個所にはこれと同一の鋼管を別に一組ずつ準備したが使用した例はなかった。

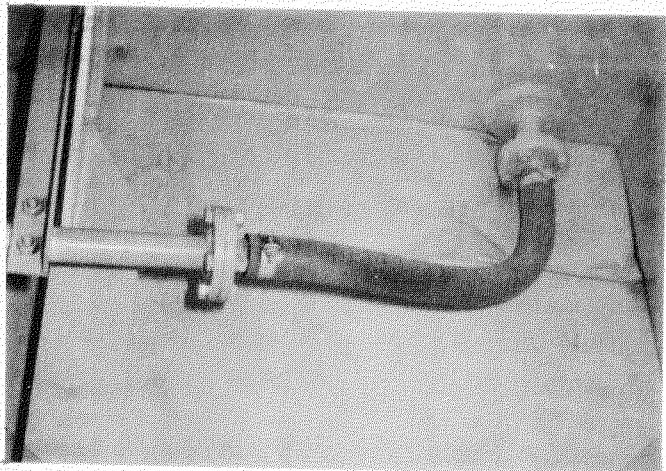
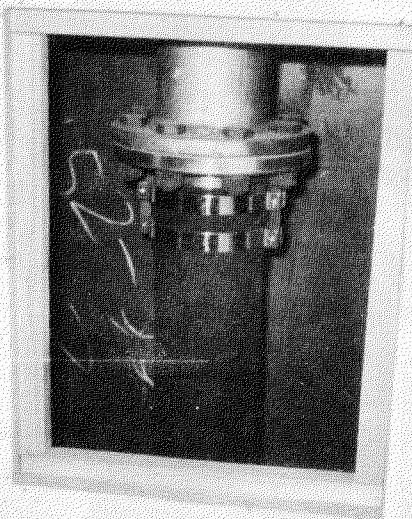


図4.3.2.6 デッキ裏貫通ピースとの取合部

図4.3.2.5 デッキ間取合部

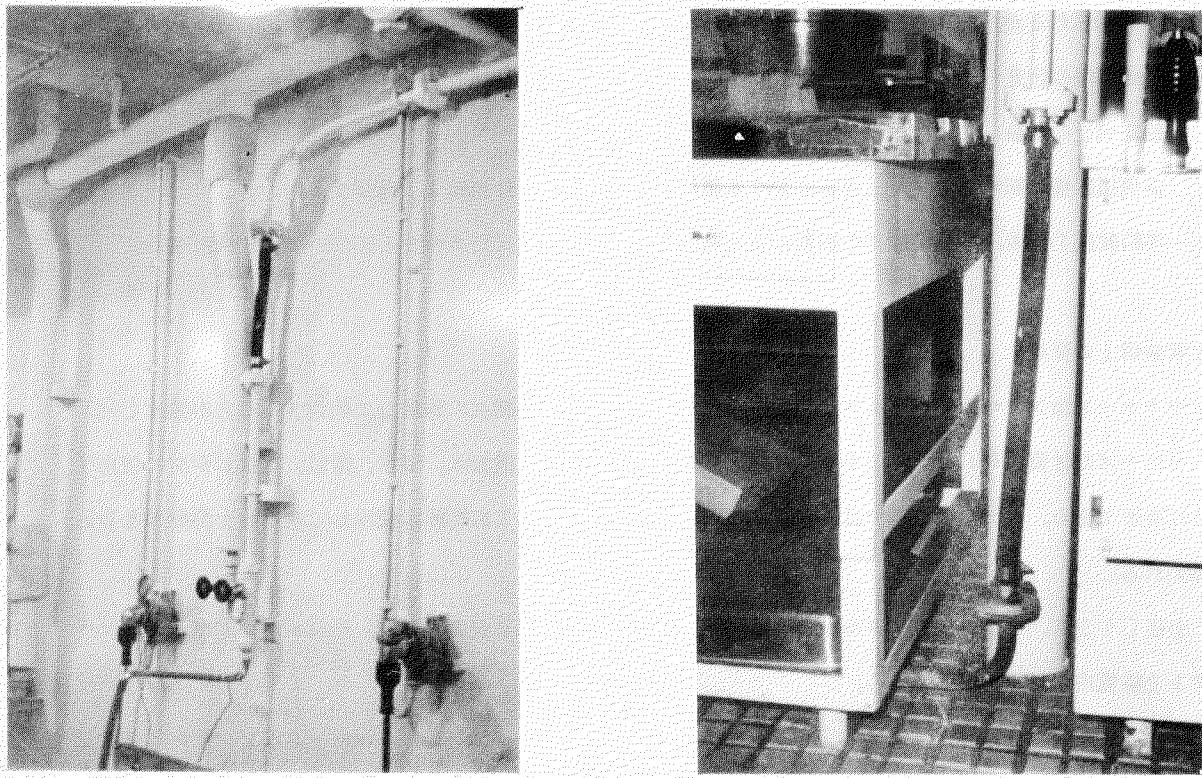


図 4.3.2.7 機器との取合部

4.3.3 メタルホース型フレキシブルパイプの実船実験

(1) 装備実験内容

(a) 装備場所

メタルホース型フレキシブルパイプの装備実験は機関室を対象として船主の御了解を得て実施した。

配管のバターンとしては、種々考えられるが、今回は、本船が“M.O.”船であることも考慮して、見易く、かつ近づき易いところを対象とした。

1) 試験対象船	K社所属	1000t ケ積	コンテナ船	機関室
			起工	84.6.7
			引渡	84.7.1

2) 装備管系および口径

装備管系統	口径(呼径)	長さ	ペロー板厚	本数
主機冷却清水管系	40A	330	1.0	1
飲料水管系	40A	330	1.0	1
雑用清水管系	25A	300	0.4	1
蒸溜水管系	25A	300	0.4	1
蒸気ドレン管系	15A	300	0.35	1

(b) 配管内容

配管内容としては、プロック綴装管、ユニット綴装管等の相互間の型合せ管、機器付近の型合せ管、或は型取管が考えられるが、前述の近づき易さを優先したので、後者を採用することになった。

(c) 実船装備後の調査

実船装備後の試験内容は次の通りとした。

- (i) 装備後調整運転時および海上運転における使用状態での状態を目視により確認する。
- (ii) 本船就航1年後、運転状態での振動による損傷および漏れ、或は耐久性などについて調査検討する。

(2) 配管装備上の要点

メタルホース型フレキシブルパイプは、その特性を生かすため次の諸点に留意して装備することが望ましい。

- 1) ベローズの材質がSUSであるから、飲料水、清水、冷却清水、蒸溜水、温水、蒸気、蒸気ドレンに使用すれば有効である。これらの管系では、機関室のほか、居住区において広範囲に使用して有用性を発揮できると思われる。
- 2) 小径(15A、25A)のメタルホースは、特にフレキシビリティがよいので、機器ユニットなど、コンパクトな装置内で有効に使用できる。
- 3) 型合せ管、型取管は従来1m～1.5m程度とするのが一般的であったが、メタルホースはフレキシビリティがよいので、300mm～450mmで、偏心、面の平行度の違い、長さ方向の誤差を吸収できる。なお、短い方が防振上もコスト面からも有利である。

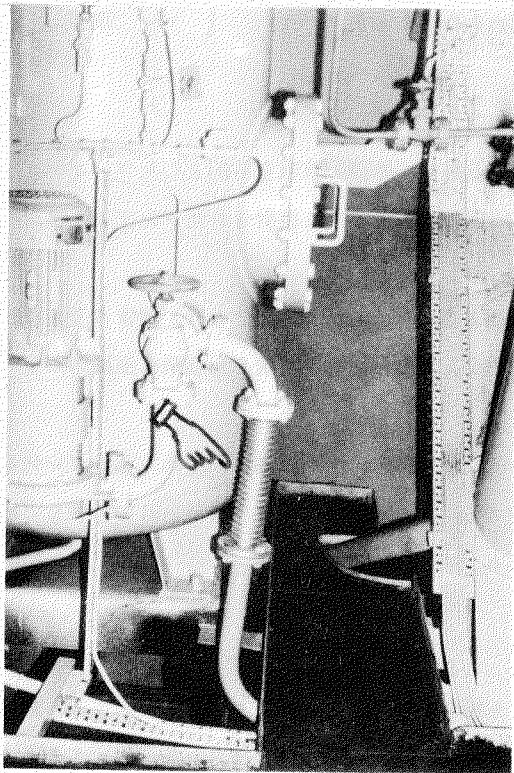
(3) 取付作業性

15A、25Aはベロー部の板厚が薄いので、手で容易に曲げ、伸ばしが可能で、極めて取付けやすい。40Aは風用工具(スパナ、ハンマーの柄など)で手軽に曲げられるが、直管部に使用する方がよい。
なお、ベローの板厚を薄くすることにより、低圧部には、なお手軽に使用可能となろう。
取付工数は、型合管、型取管の1/2となる。

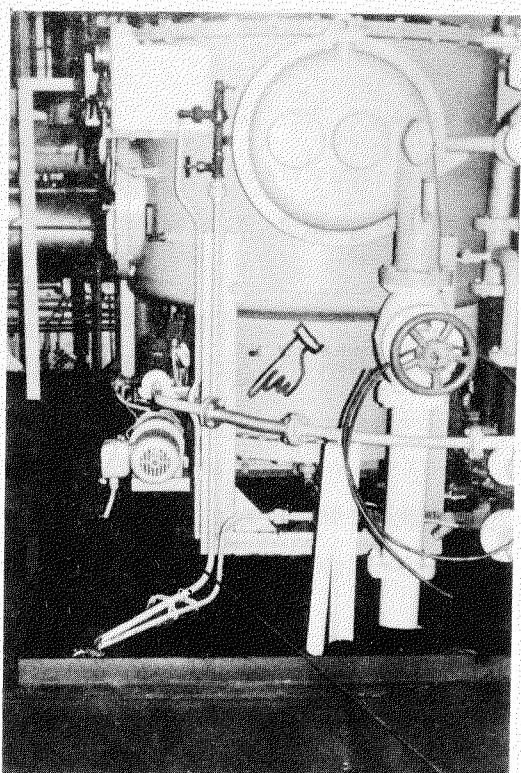
(4) 實船裝備結果

(a) 外觀寫真

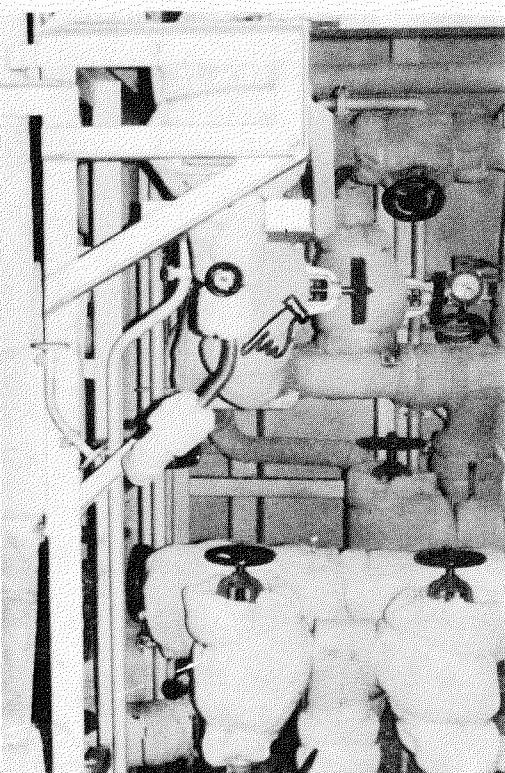
清水壓力水タンク出口管 (40A)



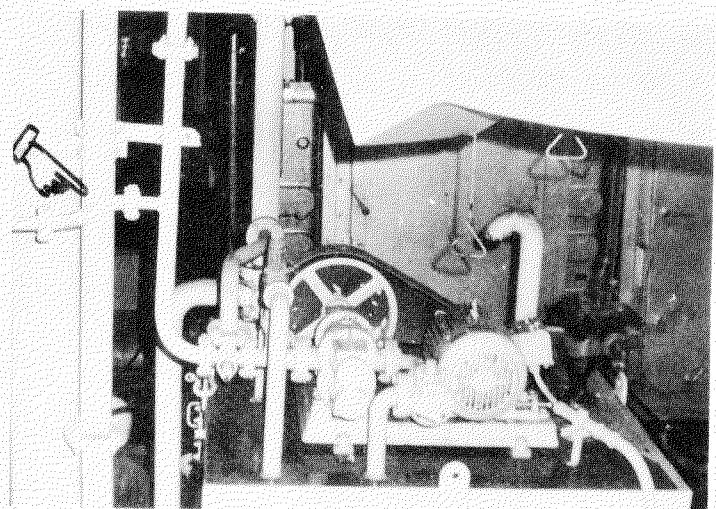
造水装置蒸溜水出口管 (25A)



主機用燃用加熱器ドレン管 (15A)



主機空氣冷卻器洗滌タンク張込管 (25A)



写真に示すごとく、配管上特に問題は認められなかつた。

(5) 常用状態テスト

岸壁における諸試験、海上運転においてもなんら異常は認められなかつた。

(5) 考 察

メタルホース型フレキシブルパイプは、従来型の常用状態における振動、伸縮の吸収を目的としたフレキシブルホースと異なり、型合せ管、型取り管に代りうると共に、経済的に製作されるように設計されたシンプルな構造のものである。

このたび、実験的に実船に装備するに当り、取付作業性が極めてよく、特に15A、20Aは、鋼管よりも複雑で曲げ半径の小さいところでも装備されることがわかつた。また高出力船の機関室に装備した結果も振動等による問題も見当らなかつた。

小径管(15A、20A)については、機関室のみならず、居住区の飲料水、清水、温水、蒸気、蒸気ドレンなど、広範囲に使用可能と考えられ、また、40A、50Aについても、ペロー板厚の検討、簡易治具の考案などにより、容易に装備可能で、研究の目的を達成したものと考えられる。

4.3.4 あとがき

船内配管の現場合せ管、型取管部にフレキシブルパイプを採用した場合の効果は、タイムスタディーによると鋼管に比し50%以下の作業時間、また、省力の点でも該当部の作業については約1/2という値が得られた。従って今後、省力の効果をより大きくするためには、例えはホースアッセンブリー型フレキシブルパイプの居住区内配管の利用範囲が既存配置のままでも78%という高い例もあるが、要は配置設計の段階で、貫通金物間に必ず直管部を設ける等先に述べたような配慮を払うことが大切であることが明らかにされた。また、実船装備、就航後の性能調査でも、研究期間の関係で十分な結論付けはできなかつたが少なくとも現段階では全く問題がなく、耐要年数に対し有効な資料を提供した。

将来、ナイロン系ホース、銅合金系フレキシブル接手等新製品の開発、製品標準化、量産による価格低減、および関係者の積極的な採用意欲によって、フレキシブルパイプおよび同ジョイントの船舶への応用に基く、省力効果はより大きなものとなろう。

4.4 粉体塗装の船舶への応用

4.4.1 まえがき

陸上機器関係に採用され、省力化、品質向上にその効果を十分発揮している「粉体塗装」を船舶に適用する場合、幾多の問題点があるが、これらの問題点を解明し、船舶建設において省力化、品質向上に役立たせようとする目的をもって、昭和44年以来研究をつづけてきたが、昭和46年度研究項目選定に際しては、昭和45年度にひきつき、最も基本的な問題と、応用面において最も基礎的な項目をとりあげることとし、ショット・プラント後の鋼板素材に対する粉体塗装の可能性を追求することとした。従って種々の項目が提起され、討議されたがショット・プラスト後の鋼板素材に粉体塗装を行なう場合、溶剤型塗料との比較検討を行ない、その良否を明確にしておく必要がある。鋼板素材に粉体塗装面が形成された後は、現在の建造方式では当然、溶断、溶接の作業が行なわれる。また、粉体塗装面に一般溶剤型上塗塗料を使用することも現段階では考えなければならない。さらに溶射法による船舶のような大型構築物に粉体塗装が可能ならばそのメリットは非常に大きい。等々の理由で下記項目を選定した。すなわち、

- (1) 粉体塗料と溶剤型塗料との性能比較試験
- (2) 粉体塗装面に対する一般化粧用溶剤型上塗塗料との密着試験
- (3) 粉体塗装面の溶断性、溶接性の研究
- (4) 最少100μの塗膜厚を得るための樹脂およびその方法の研究

の4項目である。

4.4.2 研究の概要

- (1) 粉体塗料と溶剤型塗料との性能比較試験

粉体塗料としてエポキシ樹脂系、塩化ビニール系塗料を採用、塗装方法は静電粉体吹付法を使用した。溶剤型塗料としては油性、塩化ゴム、エポキシ樹脂、タールエポキシ等の塗料を使用し、屋外バクロ試験、ウェザーメーターによる試験、海水浸漬、塩水噴霧、屈曲試験、エリクセン耐衝撃試験、付着力試験等の各試験を実施、比較検討を行なった。

- (2) 粉体塗装面に対する一般化粧用溶剤型上塗塗料との密着試験

粉体塗装面に化粧用上塗塗料を塗装する場合に、上塗塗料自体も粉体であることが望ましいが、現状では現用されている上塗塗料の粉体化は困難である。従って従来の溶剤型化粧用上塗塗料を使用せざるを得ないのでこの研究が必要であった。供試粉体塗料はエポキシ樹脂系とし、この上にフタル酸樹脂系、塩化ゴム系、エポキシ樹脂系、油性系船底防汚塗料、塩化ゴム系船底防汚塗料の5種類の一般溶剤型上塗塗料を塗装し、屋外バクロ、ウェザーメーター、塩水噴霧、塩水浸漬等により環境変化を与え、それについて付着力試験を実施した。

- (3) 粉体塗装面の溶断性、溶接性の研究

粉体塗装面が溶断、溶接等の作業に対して、どのような影響を与えるかを検討するため、エポキシ粉体塗料を供試して研究を行なった。試験片にはMS材を使用し、塗膜厚と溶断、溶接の可能性との関係、焼け巾との関係、溶接品質に対する影響、隅肉溶接の可能性、塗膜除去程度との関係等を明らかにするための実験を行なった。

- (4) 最少100μの塗膜厚を得るための樹脂およびその方法の研究

作業性および塗膜性能より考慮して、最少100μの塗膜を溶射法によって形成するために必要とする溶射用粉体樹脂塗料の開発、施行条件の検討、溶射装置の改良の3つについて研究を進めた。

以上(1), (2), (3)の各研究における粉体塗装は静電吹付法を採用して必要な試験片を作成した。さらに各研究結果より予想される総合省力の試験を行ない、将来の展望につき検討した。

4.4.3 溶剤塗料と粉体塗料の性能比較試験

(1) まえがき

現在、船舶で使用されている溶剤型塗料と粉体塗料として一般に広く使用されているエポキシ粉体塗料および塩化ビニル粉体塗料の塗膜性能の比較試験を行なった。

(2) 試験方法

(a) 試験板 試験板として図4.4.3.1に示すSS41の $150 \times 70 \times 0.8\text{mm}$ のものをサンドblast処理でニアホワイト程度素地調整したものを使った。

(b) 供試塗料および塗装仕様

供試塗料としてX社およびY社の表4.4.3.1に示す塗料を使い、所定膜厚の塗装試験板を作成した。粉体塗料については、静電粉体塗装機を用い、塗料の最適焼付条件でもって塗膜形成を行ない、溶剤型塗料については、1日1回塗りでもって最終塗装まで行ない、屋内で1週間自然乾燥を行なった。

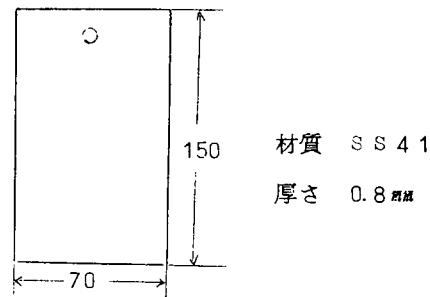


図4.4.3.1 試験板の形状

表 4.4.3.1 供試塗料および塗装仕様

塗料の種類			塗装回数 錆止 上塗	標準膜厚 〔μ〕	試験項目							
					付着力	折曲	エリクセン	屋外暴露	促進暴露	塩水噴霧	海水浸漬100h	海水浸漬
溶剤型塗料	W/P+油性酸化鉄錆止	2	白2	A/C 70 Total 1130	○	○	○	白	白	○	-	-
	W/P+塩化ゴム	3	白2	A/C 120 Total 1180	○	○	○	白	白	○	○	○
	W/P+エポキシ	2	白2	A/C 140 Total 1200	○	○	○	白	白	○	○	○
	W/P+コールタールエポキシ	2		200	○	○	○	-	-	○	○	○
	W/P+ビニル	4		100	○	○	○	-	-	○	○	○
粉体塗料	エポキシ粉体	1		80	○	○	○	○	○	○	-	○
	塩化ビニル粉体	1		150	○	○	○	○	○	○	-	○

注 1. W/Pは長暴型のウォッシュブルライマ

2. A/Cは防錆塗料

3. (白)はA/Cの上に油性酸化鉄錆止にはアルキッド上塗白、塩化ゴムには塩化ゴム上塗白、エポキシにはエポキシ上塗白を塗装した。

4. 付着力、折曲およびエリクセン試験用は片面塗装し、他のものは両面塗装を行なった。

(3) 付着力試験

(a) 試験方法

表4.4.3.1に示す塗装仕様で作られた試験板の表面をエメリ研磨紙#3で荒らした後、セメダイン#1500(無溶剤型エポキシ接着剤)を用い引張試験用治具(直径2.54寸)を貼りつけた。2日間室温で養生を行ない、十分に試験板と接着しているのを確認後、図4.4.3.2に示す要領で引張試験治具回りの塗膜を素地まで傷付け、調査個所と他の部分の塗膜の縁を切った。

塗膜の素地に対する付着力として法線方向の引張り破断強度の測定を行なった。

引張試験機としてインストロン TT-DML型を使用し引張速度2mm/minでもって塗膜の付着力を求めた。

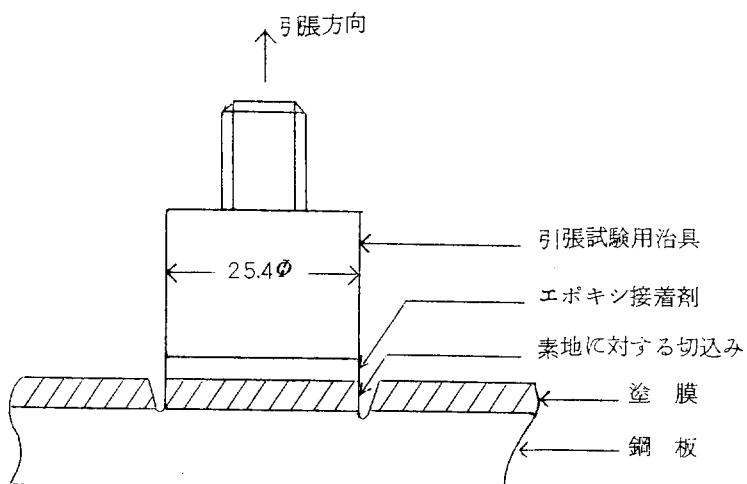


図4.4.3.2 引張試験方法概略

(b) 実験結果

実験結果を表4.4.3.2に示した。

表4.4.3.2 付着力試験結果

塗料の種類		塗料会社	付着力(kg)	
溶剤型塗料	油性酸化鉄錆止	X社	4.3	塗膜の凝集破壊
		Y社	3.9	塗膜の凝集破壊
塗料	塩化ゴム	X社	1.5	塗膜の凝集破壊
		Y社	6.4	塗膜の凝集破壊
エポキシ		X社	14.2	塗膜の凝集破壊
		Y社	7.5	塗膜の凝集破壊
粉体塗料	コールタールエポキシ	X社	9.9	塗膜の凝集破壊
		Y社	4.7	接着剤との界面破壊
粉体塗料	ビニル	X社	3.9	鉄板素地よりはく離
		Y社	8.8	塗膜の凝集破壊50% 接着剤との界面破壊50%
塗料	エポキシ樹脂	X社	28.9	接着剤との界面破壊20% 接着剤の凝集破壊8%
		Y社	26.4	接着剤との界面破壊50% 接着剤の凝集破壊50%
塗料	塩化ビニル粉体	X社	51.3	塗膜の凝集破壊
		Y社	41.3	塗膜の凝集破壊

(c) 考察

- () エポキシ粉体塗料と接着剤との付着力に問題があり接着剤一塗膜界面における界面破壊が生じており、エポキシ粉体塗料の塗膜自体の凝集力および鋼板素地との付着力はこの数値以上のものである。
- () 供試塗料のうち溶剤型のビニル塗料のみが鋼板の付着力を示し、他の全ての塗料については、塗膜の鋼板に対する付着力の方が塗膜の凝集力より優れている。
- () 溶剤型塗料と粉体塗料を比較した場合、塗膜の凝集力は粉体塗料の方が約2倍から数10倍の優れた数値を示している。

(4) 暴露試験による塗膜の光沢変化

(a) 試験方法

粉体塗装試験板と、溶剤型 A / C に白色上塗塗装を行なった試験板を使い、屋外暴露試験および促進暴露試験を行なった。一定時間経過毎に塗膜の光沢を東洋理化製グロスマーテーの 60° 反射光を利用し光沢値の測定を行なった。

光沢の経時変化は下記に示す式で求める光沢保持率で表わす。

$$\text{光沢保持率 (\%)} = \frac{\text{測定値}}{\text{初期の光沢値}} \times 100$$

なお、屋外暴露試験は、川崎重工業(株)神戸工場に暴露を行ない、促進暴露試験は東洋理化製サンシャインウエザロメータにより試験を行なった。

(b) 実験結果

ウエザロメータによる促進暴露結果を表 4.4.3.3 および図 4.4.3.3 に示し、屋外暴露試験による光沢変化の結果を表 4.4.3.4 および図 4.4.3.4 に示す。

表 4.4.3.3 促進暴露試験による光沢変化

塗料の種類		塗料会社	初期の光沢値	光沢保持率 (%)		
				50時間	100時間	150時間
溶剤型塗料	アルキッド	X社	68.7	50.0	57.2	40.2
		Y社	53.6	66.7	83.5	74.8
	塩化ゴム	X社	58.7	77.8	74.9	64.0
		Y社	58.0	113.8	83.3	92.4
	エポキシ	X社	35.5	74.8	72.0	41.1
		Y社	83.1	77.9	65.6	54.7
	エポキシン粉体	X社	63.2	101.4	91.4	44.0
		Y社	64.2	76.5	63.1	25.8
粉体塗料	塩化ビニル粉体	X社	48.8	86.3	71.4	49.7
		Y社	62.8	89.1	56.0	49.7

表 4.4.3.4 屋外暴露試験による光沢変化

塗料の種類		塗料会社	初期の光沢値	光沢保持率 (%)			
				1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月
溶剤型塗料	マルキッド	X社	49.0	41.1	26.4	18.7	16.6
		Y社	47.0	52.8	50.6	53.1	34.4
溶剤型塗料	塩化ゴム	X社	68.8	63.5	35.5	21.6	20.2
		Y社	69.7	98.6	110.9	107.9	99.1
粉体塗料	エポキシ	X社	34.1	34.3	40.7	26.1	43.9
		Y社	85.3	84.8	54.8	38.0	22.5
粉体塗料	エポキシ粉体	X社	62.9	93.6	54.5	16.8	25.1
		Y社	62.0	64.4	33.4	21.4	26.7
粉体塗料	塩化ビニル粉体	X社	63.7	99.3	82.5	84.7	97.3
		Y社	54.0	102.4	73.3	82.5	72.1

(c) 考 察

- () 初期の光沢値については、溶剤型塗料と粉体塗料については同じ程度の値を示している。
- () 光沢保持率について、同系統のエポキシ樹脂塗料について図4.4.3.5で比較した。X社のものについてみると初期のうちでは粉体塗料の方が溶剤型のものに比べて光沢保持率が大なのに対し、Y社のものについては粉体塗料と溶剤型のものが同じ傾向で光沢保持率の低下がみられる。
- () エポキシ粉体塗料の光沢保持率の低下の速度は時間が経過するにともない次第に大きくなっている。
- () 塩化ビニル粉体塗料の光沢保持率と塩化ゴム塗料について比較し図4.4.3.6に示した。この場合は粉体塗料と溶剤型塗料が大略同じ傾向を示す光沢保持率の低下がみられる。

(5) 塗膜の防食性能試験

塗装を行なった試験板の防食性を比較するため屋外暴露試験、海水浸漬試験および塩水噴霧試験を行なった。

(a) 試験項目

() 屋外暴露試験

光沢の変化を調べる試験板を使い、川崎重工業(株)神戸工場に暴露を行ない一定期間毎に肉眼観察および写真撮影を行なう。その結果を表4.4.3.5および図4.4.3.7に示す。

() 海水浸漬試験

神戸港の海水を川崎重工業(株)神戸工場岸壁より実験室まで導水し、水槽の海水がわずかづつ入れ換る状態のもとで試験板を浸漬した。なお神戸港の海水のPHは7.6前後を示していた。試験板は一定期間毎に肉眼観察を行なった。その結果を表4.4.3.5および図4.4.3.8に示す。

() 塩水噴霧試験

塗装試験板の素地に達するように交差する2本の対角線を塗膜に引き、傷の付いている面を表としJISの方法にもとづき、塩水噴霧試験を行ない、一定期間毎に肉眼観察を行なった。その結果を図4.4.3.9、図4.4.3.10に示す。

表4.4.3.5 防食性能試験結果

塗 料 の 種 類		屋外暴露試験	海水浸漬試験
溶 剤 型 塗 料	油性酸化鉄錆止	6ヶ月経過後も異状なし	6ヶ月経過後も異状なし
	塩化ゴム	同 上	同 上
	エポキシ	同 上	同 上
	コールタールエポキシ	同 上	同 上
	ビニル	同 上	同 上
	エポキシ粉体	同 上	同 上
粉 体 塗 料	塩化ビニル粉体	同 上	1ヶ月後よりフクレ発生 6ヶ月で小さなフクレ4点発生

(b) 考 察

- () 屋外暴露試験についてはどの供試塗料ともサビ、フクレがみられていないため比較し得なかった。
- () 海水浸漬試験についても、ビニル塗料を除き欠陥の発生が表われていないため比較し得なかった。
- () 塩水噴霧試験についてはエポキシ粉体塗料、塩化ビニル粉体塗料ともX社とY社塗料会社の差はなく大略同時に欠陥(ふくれ)の発生がみられた。溶剤型塗料と比べるとあまり良い耐食性を示しているとはいえない。

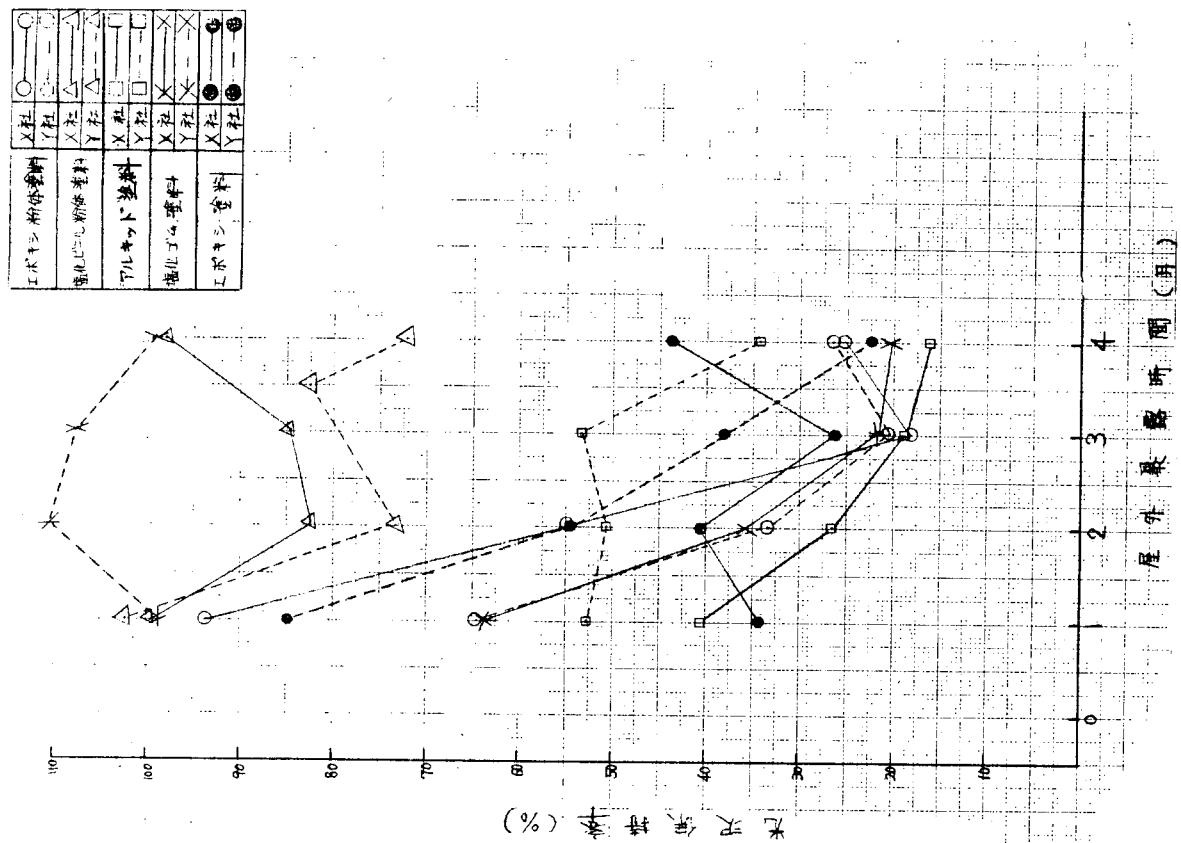


図 4.4.3.4 屋外曝露による塗膜の光沢変化

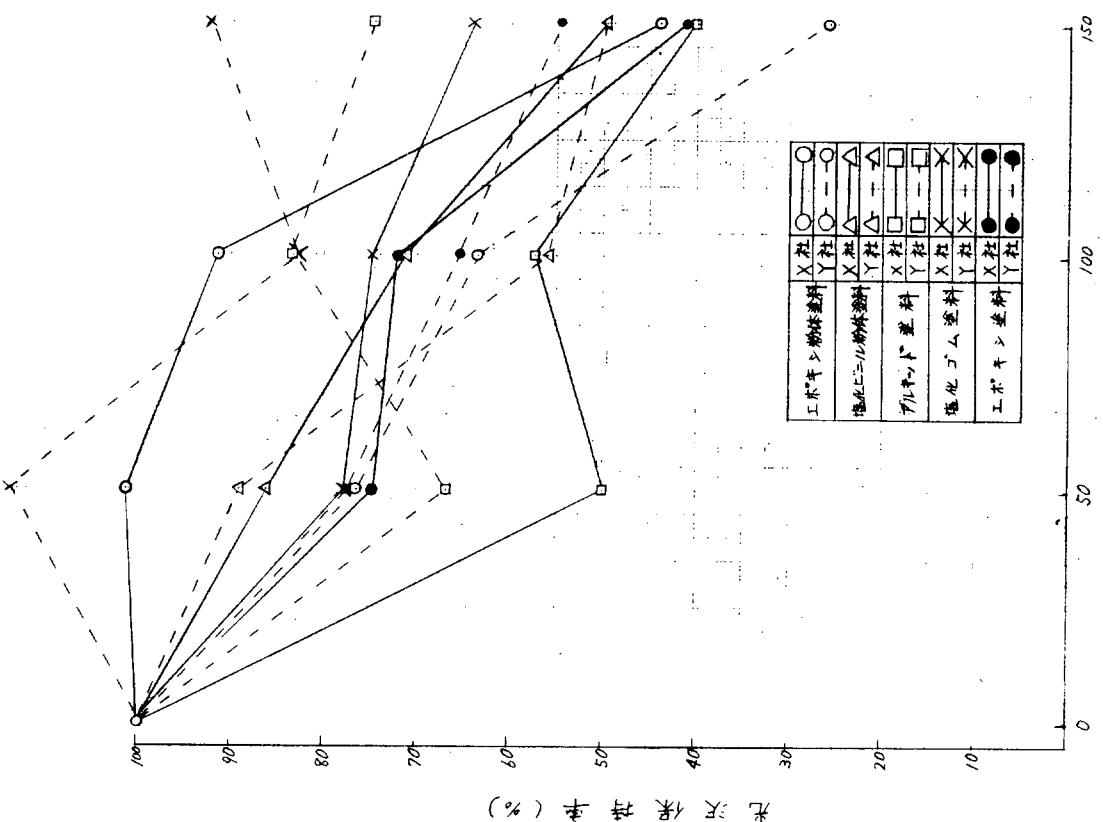


図 4.4.3.3 促進曝露による塗膜の光沢変化

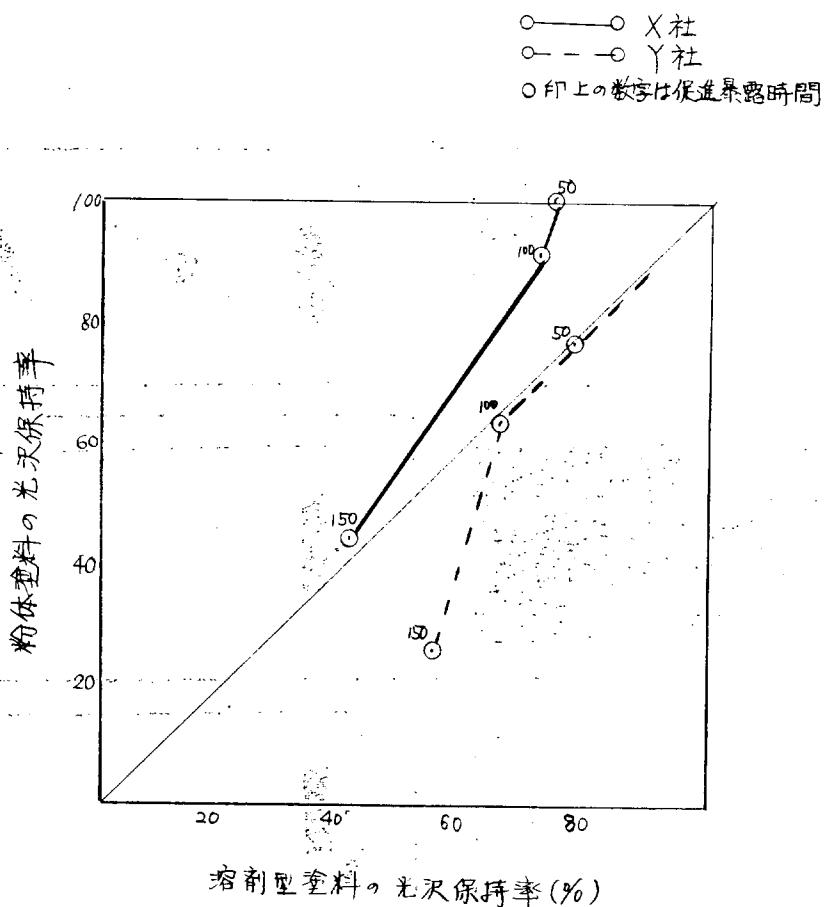


図4.4.3.5 エポキシ粉体塗料と溶剤型エポキシ塗料の光沢保持率比較

○—○ X社
 ○—○ Y社
 ○印上の数字は促進暴露時間

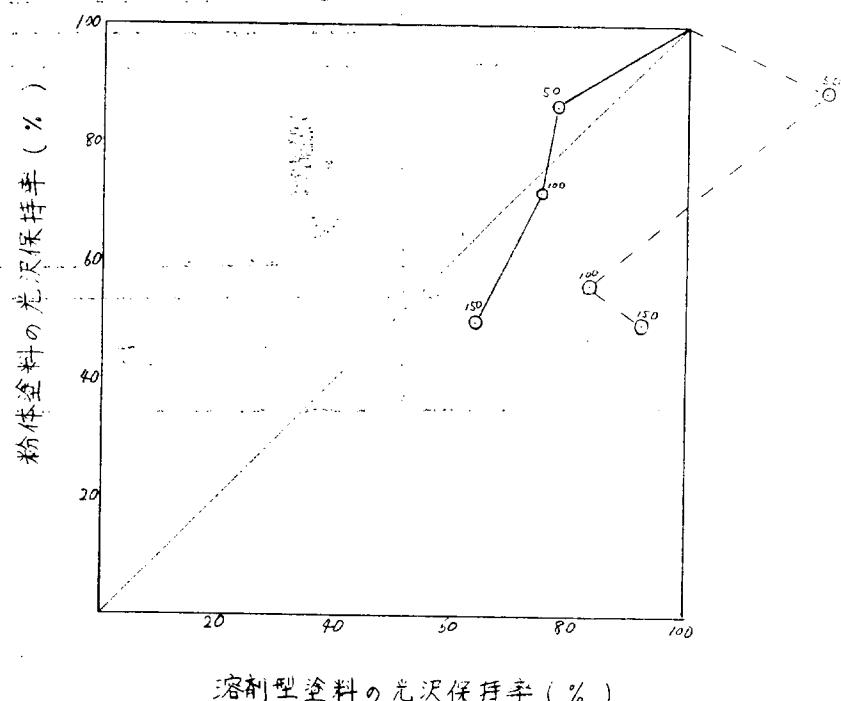


図4.4.3.6 塩化ビニル粉体塗料と溶剤型塩化ゴム塗料の光沧保持率比較

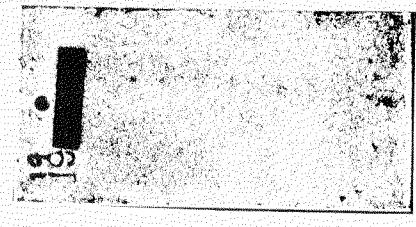
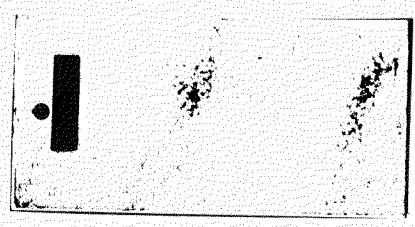
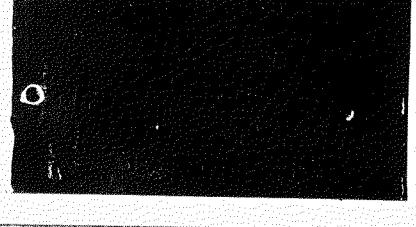
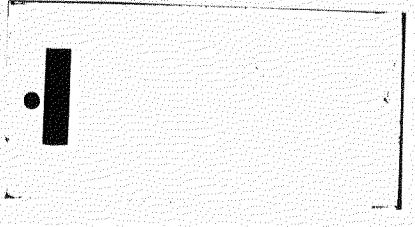
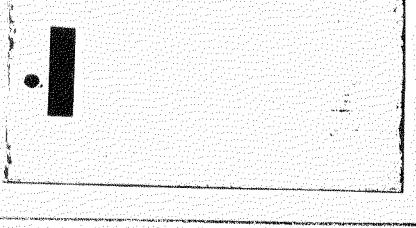
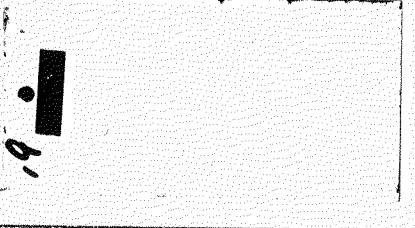
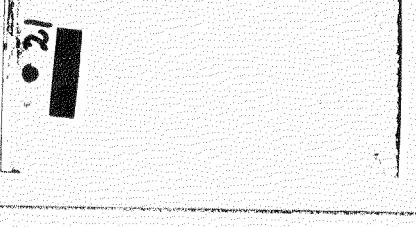
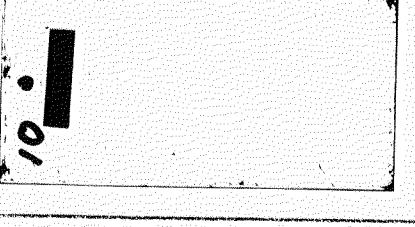
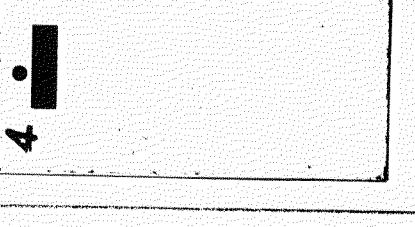
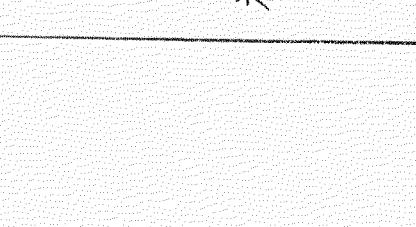
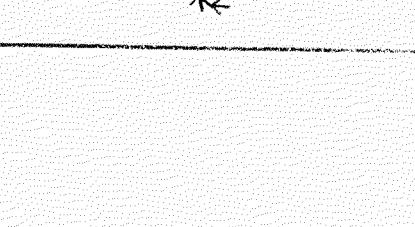
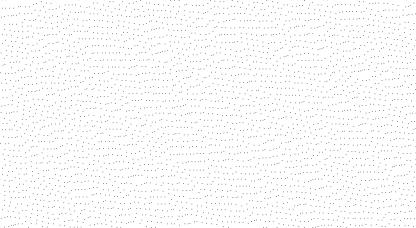
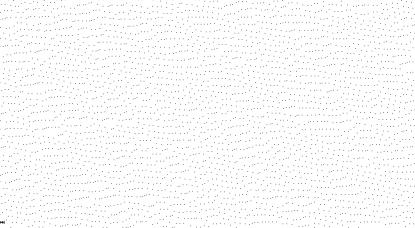
アルキッド塗料	塩化工業塗料	工場キシジ塗料	二木キシジ塗料	塩化ビニル粉体塗料	塩化ビニル粉体塗料
					
X 社		0		18	
					
X 社		21		19	
					
X 社		4		10	

図4.4.3.7 屋外暴露試験結果（6ヶ月経過）

塩化ゴム塗料	エポキシ塗料	塩化ビニル粉体塗料
コルタルエポキシ塗料	ビニル塗料	エポキシ粉体塗料
X 社	EPOK E12K EPO8K EPO7K	塩化ビニル EPO5K EPO2K
Y 社	EPOK E22K	塩化ビニル EPO5K

図4.4.3.8 海水浸漬試験結果（6ヶ月経過）

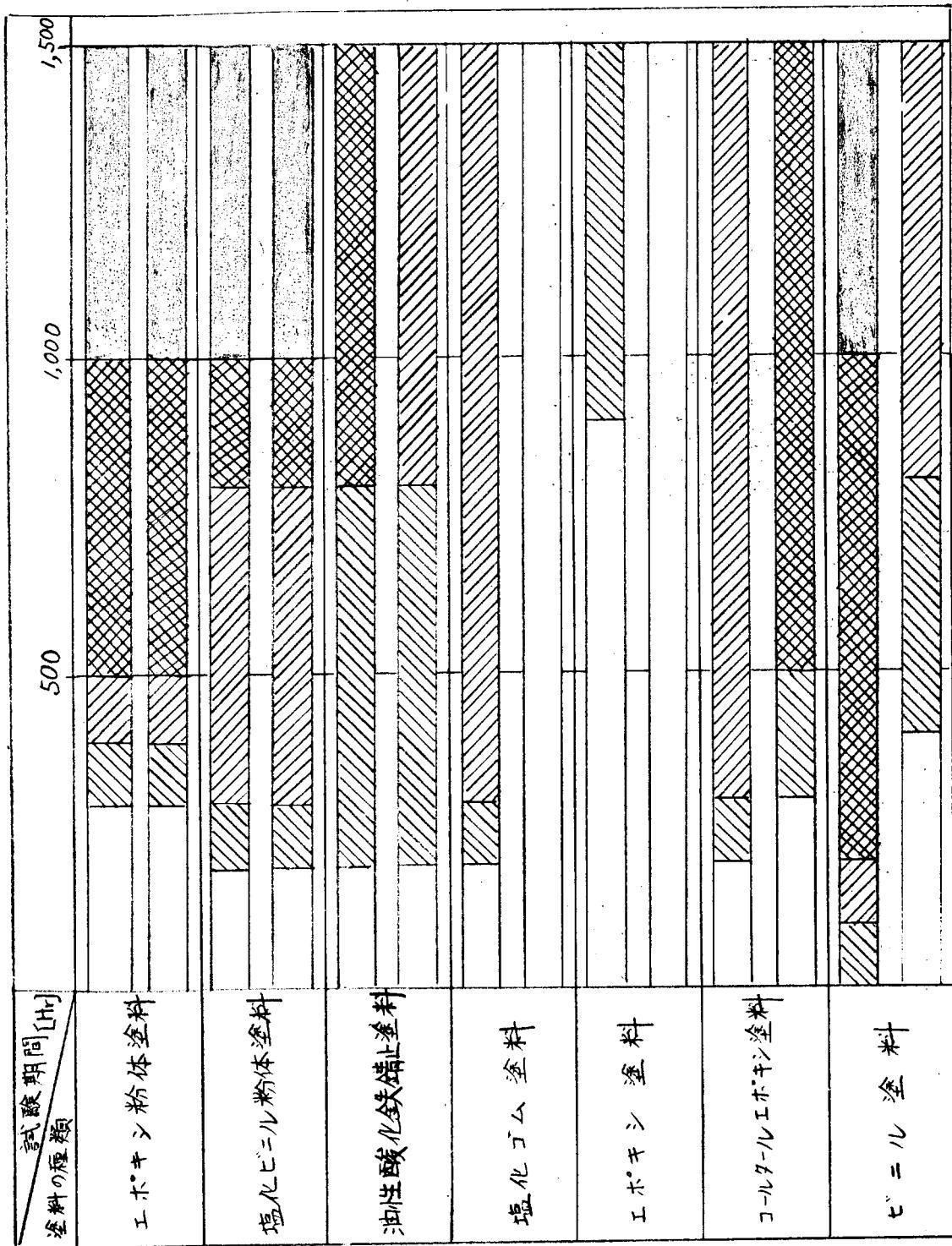


図 4.4.3.9 塩水噴霧試験結果

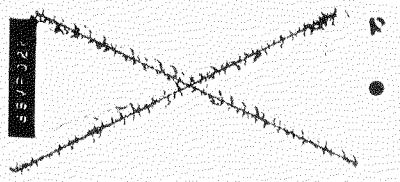
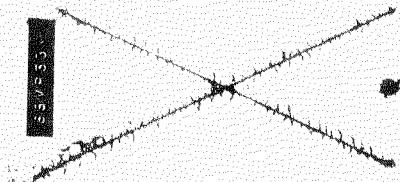
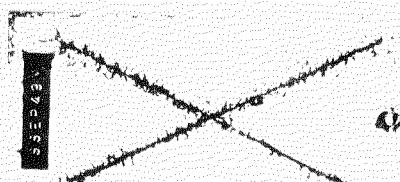
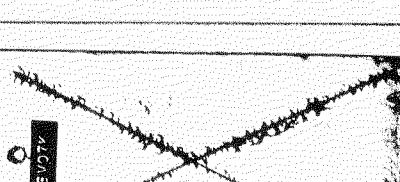
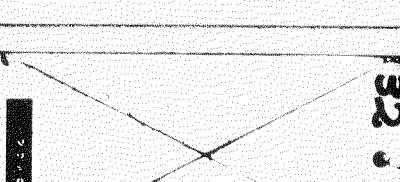
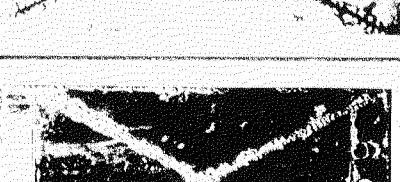
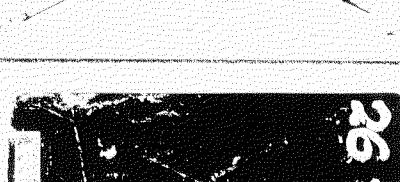
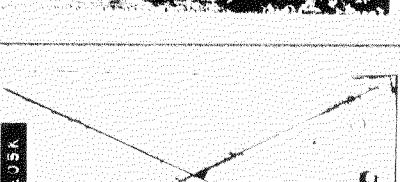
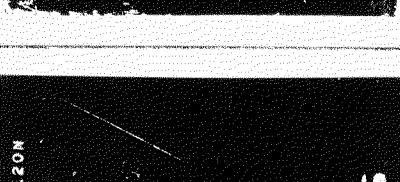
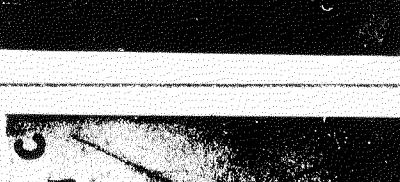
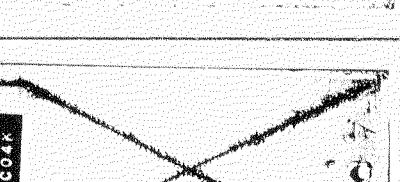
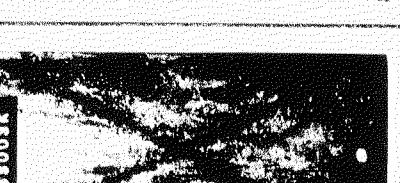
			塩化ビニル粉体塗料
			
		エボキシ粉体塗料	
		エボキシ塗料	
	塩化ビニル塗料	ビニル塗料	
			
油性酸化鉄錆止塗料	コールターレエボキン塗料	コールターレエボキン塗料	
			
塩化ビニル塗料	エボキシ塗料	エボキシ塗料	
			
塩化ビニル塗料	エボキシ塗料	エボキシ塗料	
			
塩化ビニル塗料	エボキシ塗料	エボキシ塗料	
			
X 社			
Y 社			

図 4.4.3.10 塩水噴霧試験結果（2000 時間経過）

(6) 屈曲, エリクセン, 耐衝撃試験

(a) 試験方法

- (i) 屈曲試験 $150 \times 50 \times 0.8 \text{ mm}$ の塗装試験板を J I S K 5 4 0 0 にもとづき, 180° 折曲げ塗膜の割れおよびはがれの程度を肉眼で判定し評価点を付けた。
- (ii) エリクセン試験 $150 \times 50 \times 0.8 \text{ mm}$ の塗装試験板の素地に達する 90° 交差の傷を入れ, その交点を中心とし 7 mm 紋り出し, 塗膜の割れおよびはがれの程度を肉眼で判定し評価点を付けた。
- (iii) 耐衝撃試験 $150 \times 50 \times 0.8 \text{ mm}$ の塗装試験板を J I S K - 5 4 0 0 の方法(撃ち型半径 6.35 mm , 重さ 500 g , 高さ 500 mm)で行ない塗膜の割れ, およびはがれの程度を肉眼で判定し評価点を付けた。

(b) 評価方法

塗膜の割れ, およびはがれの状態を表 4.4.3.6 に示す基準で評価点を付けた。

表 4.4.3.6 評価点基準

5 点	塗膜に変化なし
4 点	塗膜に亀裂ができる
3 点	塗膜にはく離がわずかできる
2 点	塗膜に亀裂とはく離が中程度できる
1 点	塗膜の亀裂とはく離が大きくできる

(c) 実験結果

実験結果を表 4.4.3.7 に示す

表 4.4.3.7 屈曲, エリクセン, 耐衝撃試験結果

塗料の種類	目標膜厚 [μ]	塗料会社	屈曲試験	エリクセン試験	耐衝撃試験
溶剤型塗料	130	X 社	5	4	4
		Y 社	4	1	2
塩化ゴム	200	X 社	4	3	1
		Y 社	4	2	1
エポキシ	200	X 社	4	3	3
		Y 社	4	1	1
コールタールエポキシ	300	X 社	5	5	1
		Y 社	2	1	1
ビニル	100	X 社	5	5	5
		Y 社	5	4	3
粉体塗料	80	X 社	5	5	4
		Y 社	4	3	4
塩化ビニル粉体	150	X 社	5	5	5
		Y 社	5	5	5

(d) 考察

- (i) 溶剤型塗料についてはビニル塗料が屈曲, エリクセン, 耐衝撃試験ともに良好な成績を示していた。他の溶剤型塗料については 3 つの試験ともに良好な成績を示してはいなかった。
- (ii) 粉体塗料は溶剤型のビニル塗料同様に十分な可とう性を有している。

(7) 結論

- (a) 付着力に関してはエポキシ粉体塗料および塩化ビニル粉体とも溶剤型のものの数倍から數10倍の引張り破断強度を有している。
- (b) 暴露試験による初期光沢および光沢変化については溶剤型、粉体塗料に大差はみられない。
- (c) 塗膜の防食性のうち塩水噴霧試験では溶剤型に比べ粉体塗料のものは良好な成績を示さなかった。
- (d) 屈曲、エリクセン、耐衝撃試験については粉体塗料の方が溶剤型塗料に比べ優れた成績を示している。

4.4.4 粉体塗装面と一般化粧用上塗々料との付着試験

(1) まえがき

粉体塗装の船舶への適用においては色彩の問題もある。すなわち各船毎に或いは各区画毎に異なる仕上色を粉体塗装に求めることは困難である。従って船舶本来の慣用色彩については化粧用溶剤型上塗塗料に求めるより方法はない。かつ引渡前の美観の点より、粉体塗装面上に溶剤型塗料を塗り重ねる必要もある。従って本研究は粉体塗膜と一般溶剤型上塗塗膜との付着性に関する検討を行なったものである。

(2) 粉体塗膜と一般上塗塗膜との付着性試験

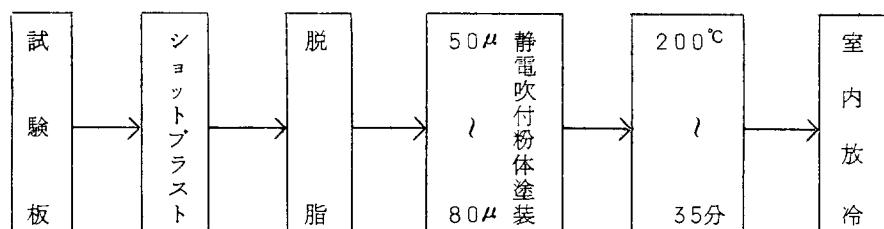
(a) 試験方法

(i) 試験片素材

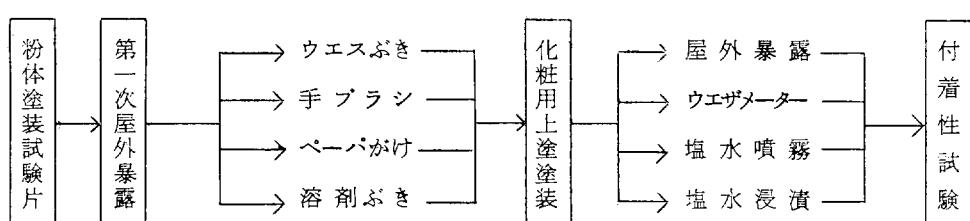
試験片素材はSS(熱間圧延鋼板)を用い、その寸法は $2.3\text{t} \times 100 \times 200\text{mm}$ である。また塗装前処理としてはショットブラストを施した。(表面粗度 $50 \sim 60\mu$, 除鏽度Sa2.5)

(ii) 粉体塗装

本試験に使用する粉体塗料としては、塩化ビニル塗料の場合は付着性不良であるとの判断より、エポキシ塗料のみとした。粉体塗装条件はつぎのごとくである。



(iii) 試験順序



(1) 粉体塗膜の劣化

塗膜の劣化方法としては屋外暴露(第1次)を実施した。

暴露場所および期間

場所；横浜市工業地帯

期間；46.7月～8月(60日間)この期間の天候については図4.4.4.1および図4.4.4.2に示す。

(d) 化粧用塗料塗装前処理

暴露粉体塗膜に対する下地処理方法はつきのごとくである

- ウエスぶき ○ブライスかけ(手) ○ペーパーかけ(手) ○溶剤ぶき

それぞれの方法による塗膜面のアラサについては、図4.4.4.4および図4.4.4.5に示す。

またそれらの表面外観については図4.4.4.6および図4.4.4.7に示す。

(e) 化粧用上塗塗装

下地処理後つきの各塗料系による上塗塗装を施した。

- フタル酸樹脂塗料系 ; 中塗り, 上塗り 各1回 (45~50μ)
- 塩化ゴム塗料系 ; 上塗り 2回 (55~60μ)
- エポキシ樹脂塗料系 ; 中塗り, 上塗り 各1回 (55~60μ)
- 油性船底防汚塗料系 ; 2回 (65~70μ)
- 塩化ゴム船底防汚塗料系 ; 2回 (65~70μ)

塗装方法は吹付塗装を施した。

(f) 上塗塗装後の保持環境

上塗塗装後各試験片を下記による各環境に保持した。

- 屋外暴露 30日間(この期間の天候を図4.4.4.3に示す)
- ウエザメーター 40時間
- 塩水噴霧 40時間
- 塩水浸漬 30日間

(g) 付着性試験

付着性試験は下記により実施した。

- ゴバン目セロテープ法 ; 2mmゴバン目
- 引張試験 ; 塗装試験板に引張試験用治具(直径1インチ)をセメダイン#1500を用いて接着し、インストロン引張試験機を用いて引張速度2mm/min室温の条件のもとで引張試験を実施した。

(h) 試験結果

試験結果を表4.4.4.1に示す。

表4.4.4.1 粉体塗膜と上塗塗膜との付着性試験結果

上塗塗装	上塗塗装前処理	試験板保持環境	コシ目試験	引張試験			判定
				%	破断箇所	平均%	
フタル酸樹脂塗料系	ウエスぶき	屋外暴露	25/25	① 10.3	膜間	11.3	○
			25/25	② 12.2	"		
		ウエザメーター	25/25	① 10.0	"	9.8	○
			25/25	② 9.5	"		
		塩水噴霧	25/25	① 17.6	"	15.1	○
			25/25	② 12.5	"		
		塩水浸漬	25/25	① 12.0	"	10.9	○
			25/25	② 9.8	"		

フタル酸樹脂 塗料系	溶剤ぶき	屋外暴露	25/25	(1) 11.7	膜間	13.4	○
			25/25	(2) 15.1	"		
		ウエザメーター	25/25	(1) 12.3	"	11.6	○
			25/25	(2) 10.9	"		
		塩水噴霧	25/25	(1) 10.0	"	13.1	○
			25/25	(2) 16.2	"		
		塩水浸漬	25/25	(1) 9.5	"	12.2	○
			25/25	(2) 15.0	"		
	手ブラシかけ	屋外暴露	25/25	(1) 12.5	"	12.9	○
			25/25	(2) 13.2	"		
		ウエザメーター	25/25	(1) 15.6	"	15.1	○
			25/25	(2) 14.7	"		
		塩水噴霧	25/25	(1) 9.9	"	10.7	○
			25/25	(2) 11.4	"		
		塩水浸漬	25/25	(1) 13.8	"	14.5	○
			25/25	(2) 15.2	"		
	手サンドペーパーかけ	屋外暴露	25/25	(1) 15.9	"	15.2	○
			25/25	(2) 14.5	"		
		ウエザメーター	25/25	(1) 12.6	"	14.1	○
			25/25	(2) 15.6	"		
		塩水噴霧	25/25	(1) 15.7	"	16.5	○
			25/25	(2) 17.3	"		
		塩水浸漬	25/25	(1) 10.1	"	13.8	○
			25/25	(2) 17.5	"		
	ウエスぶき	屋外暴露	25/25	(1) 14.0	層間	14.3	○
			25/25	(2) 14.6	"		
		ウエザメーター	25/25	(1) 15.5	"	17.1	○
			25/25	(2) 18.7	"		
		塩水噴霧	25/25	(1) 12.8	"	13.4	○
			25/25	(2) 14.0	"		
		塩水浸漬	25/25	(1) 17.5	"	16.7	○
			25/25	(2) 15.9	"		
	溶剤ぶき	屋外暴露	25/25	(1) 14.7	"	15.6	○
			25/25	(2) 16.5	"		
		ウエザメーター	25/25	(1) 15.0	"	15.1	○
			25/25	(2) 15.2	"		
		塩水噴霧	25/25	(1) 19.5	"	17.5	○
			25/25	(2) 15.5	"		

塩化ゴム塗料系	溶剤ぶき 手ブラシかけ	塩水浸漬	25/25	① 17.4	層間	16.1	○
			25/25	② 14.8	"		
		屋外暴露	25/25	① 19.6	"	20.2	○
			25/25	② 20.8	"		
		ウエザメーター	25/25	① 17.0	"	18.8	○
			25/25	② 20.6	"		
		塩水噴霧	25/25	① 17.3	"	15.9	○
			25/25	② 14.5	"		
	手サンドペーパーかけ	塩水浸漬	25/25	① 18.9	"	19.3	○
			25/25	② 19.7	"		
		屋外暴露	25/25	① 17.0	"	17.2	○
			25/25	② 17.4	"		
		ウエザメーター	25/25	① 23.8	"	22.1	○
			25/25	② 20.5	"		
		塩水噴霧	25/25	① 17.8	"	20.0	○
			25/25	② 22.2	"		
エポキシ塗料系	ウエスぶき	塩水浸漬	25/25	① 24.1	"	21.9	○
			25/25	② 19.6	"		
		屋外暴露	25/25	① 20.0	膜間	20.7	○
			25/25	② 21.4	"		
		ウエザメーター	25/25	① 24.9	"	23.3	○
			25/25	② 21.7	"		
		塩水噴霧	25/25	① 18.1	"	19.0	○
			25/25	② 19.9	"		
	溶剤ぶき	塩水浸漬	25/25	① 19.4	"	19.5	○
			25/25	② 19.6	"		
		屋外暴露	25/25	① 20.9	"	21.8	○
			25/25	② 22.7	"		
		ウエザメーター	25/25	① 28.1	"	24.6	○
			25/25	② 21.1	"		
		塩水噴霧	25/25	① 18.7	"	19.1	○
			25/25	② 19.5	"		
	手ブラシかけ	塩水浸漬	25/25	① 20.3	"	20.5	○
			25/25	② 20.7	"		
		屋外暴露	25/25	① 29.5	"	30.3	○
			25/25	② 31.1	"		
		ウエザメーター	25/25	① 25.7	"	25.9	○
			25/25	② 26.1	"		

エポキシ塗料系	手ブラシかけ	塩水噴霧	25/25	(1) 24.6	膜間	21.4	○
			25/25	(2) 18.2	"		
	塩水浸漬	25/25	(1) 22.9	"	23.8	○	
		25/25	(2) 24.7	"			
	手サンドペーパー がけ	屋外暴露	25/25	(1) 20.0	"	20.7	○
			25/25	(2) 21.4	"		
		ウエザメーター	25/25	(1) 25.8	"	28.2	○
			25/25	(2) 20.4	"		
		塩水噴霧	25/25	(1) 25.2	"	25.0	○
			25/25	(2) 23.0	"		
		塩水浸漬	25/25	(1) 27.5	"		
			25/25	(2) 22.5	"		
油性船底防汚 塗料系	ウエス拭き	屋外暴露	0/25	(1) 0	層間	0	×
			0/25	(2) 0	"		
		ウエザメーター	0/25	(1) 0	"	0	×
			0/25	(2) 0	"		
		塩水噴霧	0/25	(1) 0	"	0	×
			0/25	(2) 0	"		
		塩水浸漬	0/25	(1) 0	"	0	×
			0/25	(2) 0	"		
	溶剤ぶき	屋外暴露	0/25	(1) 0	"	0	×
			0/25	(2) 0	"		
		ウエザメーター	0/25	(1) 0	"	0	×
			0/25	(2) 0	"		
		塩水噴霧	0/25	(1) 0	"	0	×
			0/25	(2) 0	"		
		塩水浸漬	0/25	(1) 0	"	0	×
			0/25	(2) 0	"		
	手ブラシかけ	屋外暴露	0/25	(1) 0	"	0	×
			0/25	(2) 0	"		
		ウエザメーター	0/25	(1) 0	"	0	×
			0/25	(2) 0	"		
		塩水噴霧	0/25	(1) 0	"	0	×
			0/25	(2) 0	"		
		塩水浸漬	0/25	(1) 0	"	0	×
			0/25	(2) 0	"		
	手サンドペーパー がけ	屋外暴露	0/25	(1) 0	"	0	×
			0/25	(2) 0	"		

油性船底防汚塗料系	手サンドペーパーがけ	ウエザメーター	0/25	(1) 0	腐食	0	X
			0/25	(2) 0	"		
		塩水噴霧	0/25	(1) 0	"	0	X
			0/25	(2) 0	"		
		塩水浸漬	0/25	(1) 0	"	0	X
			0/25	(2) 0	"		
		屋外暴露	2/25	(1) 1.3	"	1.4	X
			3/25	(2) 1.5	"		
塩化ゴム船底防汚塗料系	ウエスぶき	ウエザメーター	3/25	(1) 1.3	"	1.5	X
			3/25	(2) 1.7	"		
		塩水噴霧	4/25	(1) 1.5	"	1.3	X
			3/25	(2) 1.0	"		
		塩水浸漬	3/25	(1) 0.8	"	1.1	X
			4/25	(2) 1.3	"		
		屋外暴露	3/25	(1) 1.5	"	1.2	X
			4/25	(2) 0.8	"		
	溶剤ぶき	ウエザメーター	3/25	(1) 1.0	"	1.2	X
			4/25	(2) 1.3	"		
		塩水噴霧	4/25	(1) 1.7	"	1.6	X
			3/25	(2) 1.5	"		
		塩水浸漬	3/25	(1) 1.0	"	1.2	X
			3/25	(2) 1.5	"		
		屋外暴露	5/25	(1) 2.0	"	2.1	X
			5/25	(2) 2.2	"		
塩化ゴム船底防汚塗料系	手ブラシかけ	ウエザメーター	4/25	(1) 1.7	"	1.9	X
			5/25	(2) 2.0	"		
		塩水噴霧	4/25	(1) 2.5	"	2.3	X
			5/25	(2) 2.0	"		
		塩水浸漬	5/25	(1) 2.2	"	2.4	X
			4/25	(2) 2.5	"		
		屋外暴露	4/25	(1) 2.5	"	2.6	X
			4/25	(2) 2.8	"		
	手サンドペーパーがけ	ウエザメーター	5/25	(1) 3.2	"	3.1	X
			4/25	(2) 3.0	"		
		塩水噴霧	6/25	(1) 3.2	"	3.0	X
			5/25	(2) 2.8	"		
		塩水浸漬	6/25	(1) 2.5	"	2.4	X
			6/25	(2) 2.2	"		

注 1. 破断個所

層 間 ; 粉体塗膜と上塗塗膜の層間より剝離

膜 間 ; 上塗塗膜の凝集破壊

2. 引張強さ

①および②については各3点づつを測定した平均値である。

3. 判 定

○ …… どうやら実用も可 × …… 不 可

(C) 考 察

(i) ゴバン目試験結果 ; 25/25 良 好

(イ) フタル酸樹脂系上塗塗料 ; 25/25 良 好

(ロ) 塩化ゴム系上塗塗料 ; 25/25 良 好

(ハ) エポキシ系上塗塗料 ; 0/25 不 良

(ニ) 油性船底防汚塗料系 ; 3/25~6/25 不 良

(ホ) 塩化ゴム船底防汚塗料系 ;

(ii) 引張試験結果

(イ) フタル酸樹脂系上塗塗料 ; 引張強さ 9.5~17.6%, 平均 13.1%, 破断個所はすべて中塗塗膜の
膜間なので、粉体塗膜との付着力は上記数値よりさらに大きいと考える。

(ロ) 塩化ゴム系上塗塗料 ; 引張強さ 12.8~24.1%, 平均 17.6%, 破断個所粉体塗膜と上塗塗
膜との層間剝離

(ハ) エポキシ系上塗塗料 ; 引張強さ 18.1~31.1%, 平均 23.0%, 破断個所はすべて中塗塗膜
の膜間となるので、粉体塗膜との付着力は上記数値より、さらに大きいと考える。

(ニ) 油性船底防汚塗料系 ; 引張強さ 0%, 破断個所、層間剝離

(ホ) 塩化ゴム船底防汚塗料系 ; 引張強さ 0.8~3.21%, 平均 1.9%, 破断個所は粉体塗膜との層間剝
離。

(d) ま と め

付着性としてはエポキシ塗料が最も良好で、ついで塩化ゴム、フタル酸系塗料の順によく、塩化ゴム、油性
船底防汚塗料と粉体塗料とは密着不良であった。また塗装前処理法の差による付着性の差異はあまり認められ
なかつた。従ってエポキシ粉体塗膜の溶剤型上塗塗料としてはエポキシ系、塩化ゴム系、フタル酸系塗料の適
用の可能性は十分にあると考える。但し、船底防汚塗料については現在のままで使用に耐えないで外板、
船底部に粉体塗料を適用する場合はバインダーコートを必要とすることになる。

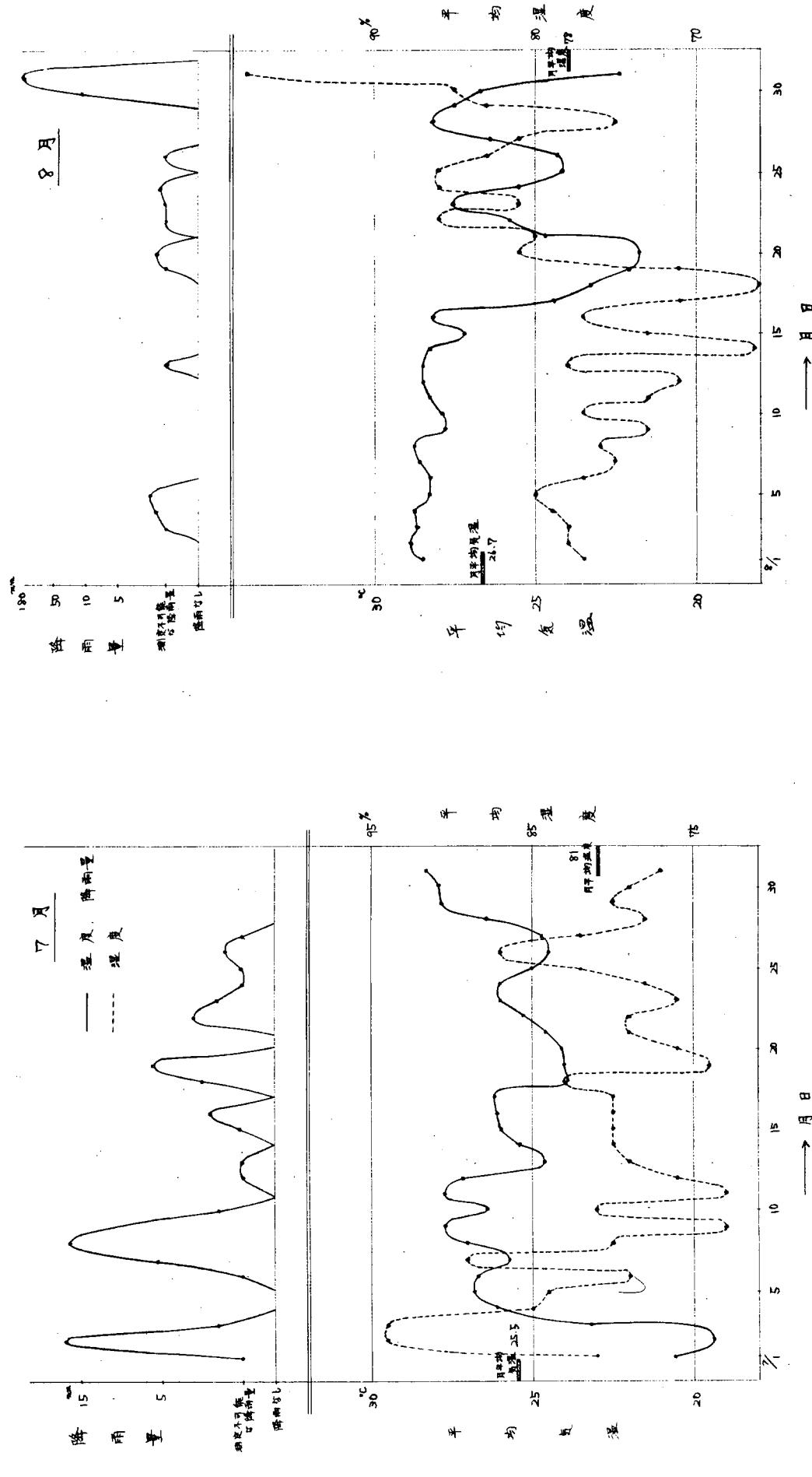


图 4.4.1 横浜地区天候図

图 4.4.2 横浜地区天候図

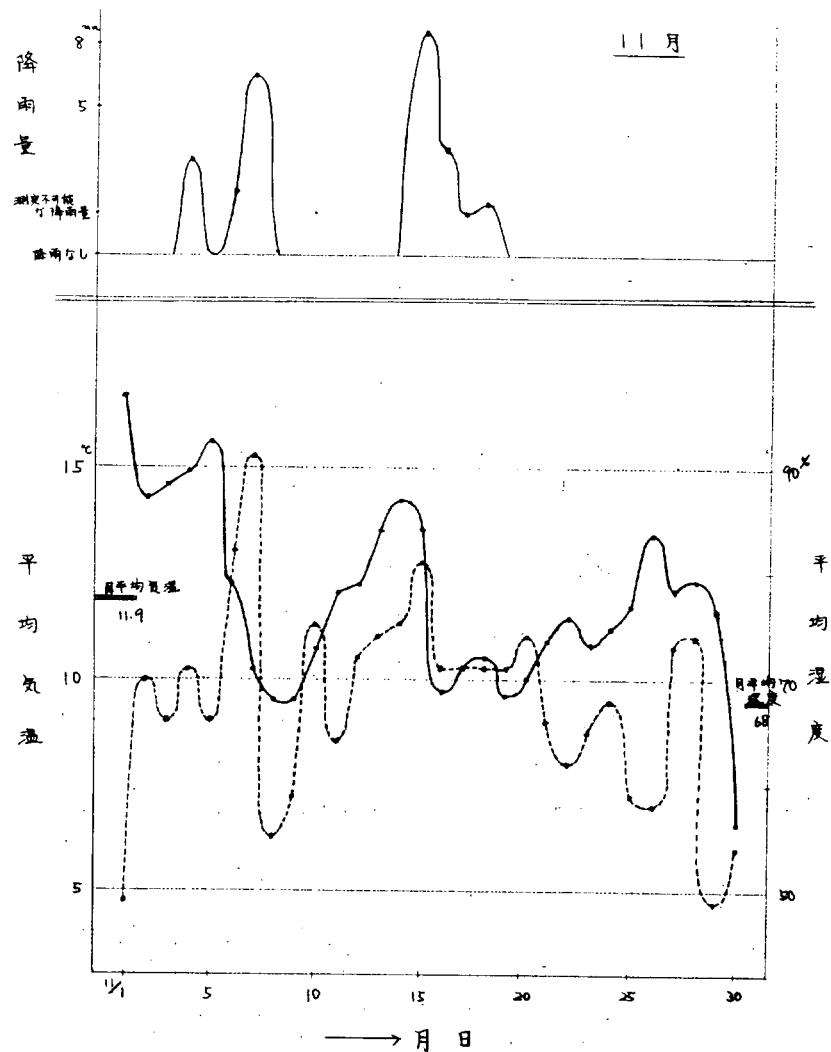
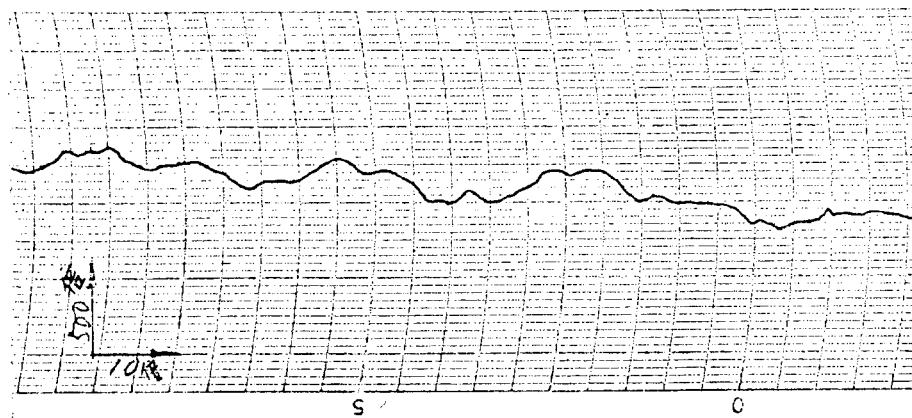
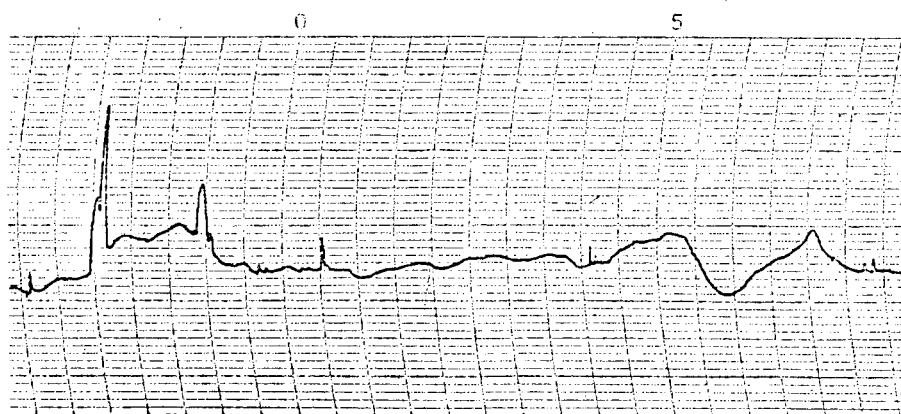


图 4.4.4.3 横浜地区天候図

(塗装直後)



(暴露後汚染物の付着があるままで)



(ウェスがささげた状態)

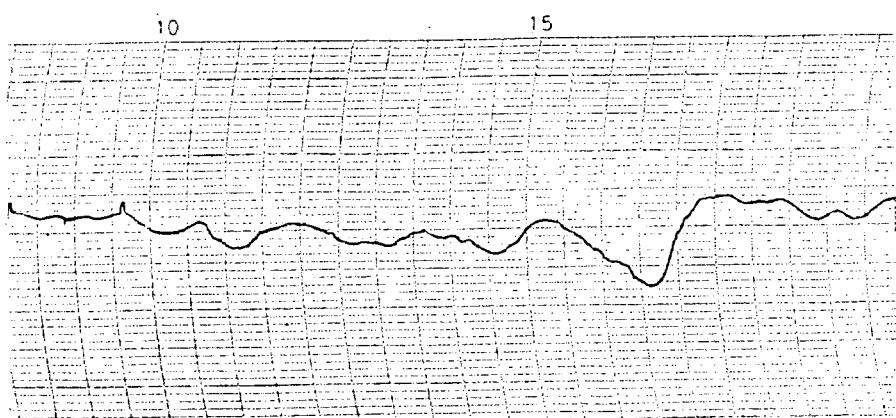
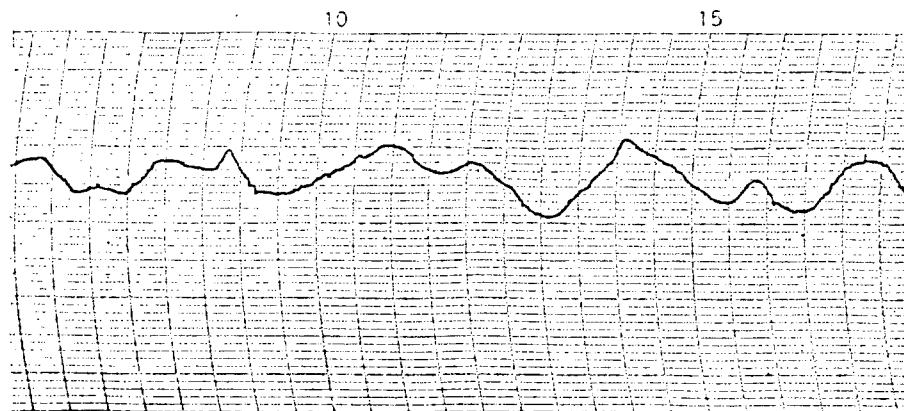
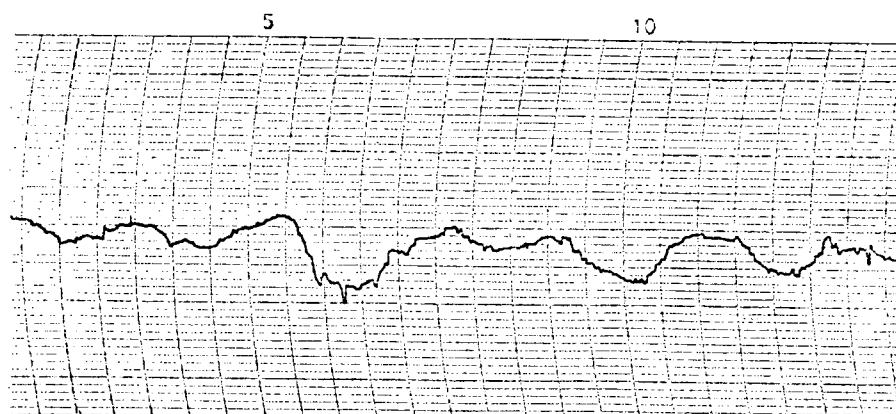


図 4.4.4.4 粉体塗膜の表面状態の変化(表面アラサ計による)

(溶剤がきさ施した状態)



(チクシノガタを施した状態)



(手によるペーパーがざと施した状態)

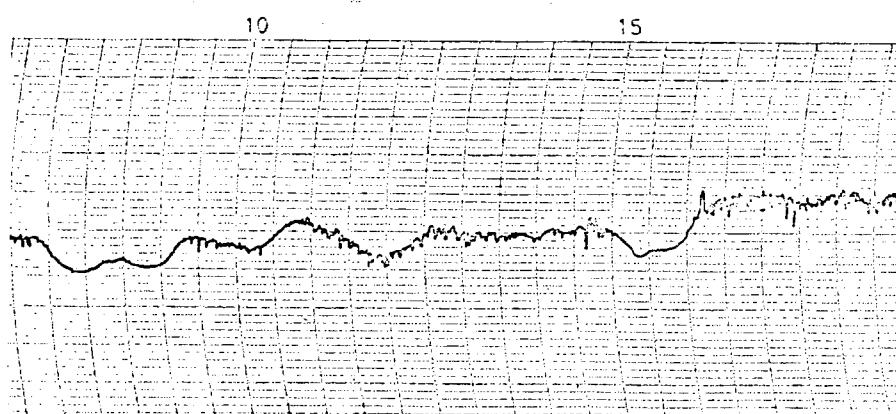


図 4.4.4.5 粉体塗膜の表面状態の変化(表面アラサ計による)



図 4.4.4.6 下地処理別塗膜表面の変化

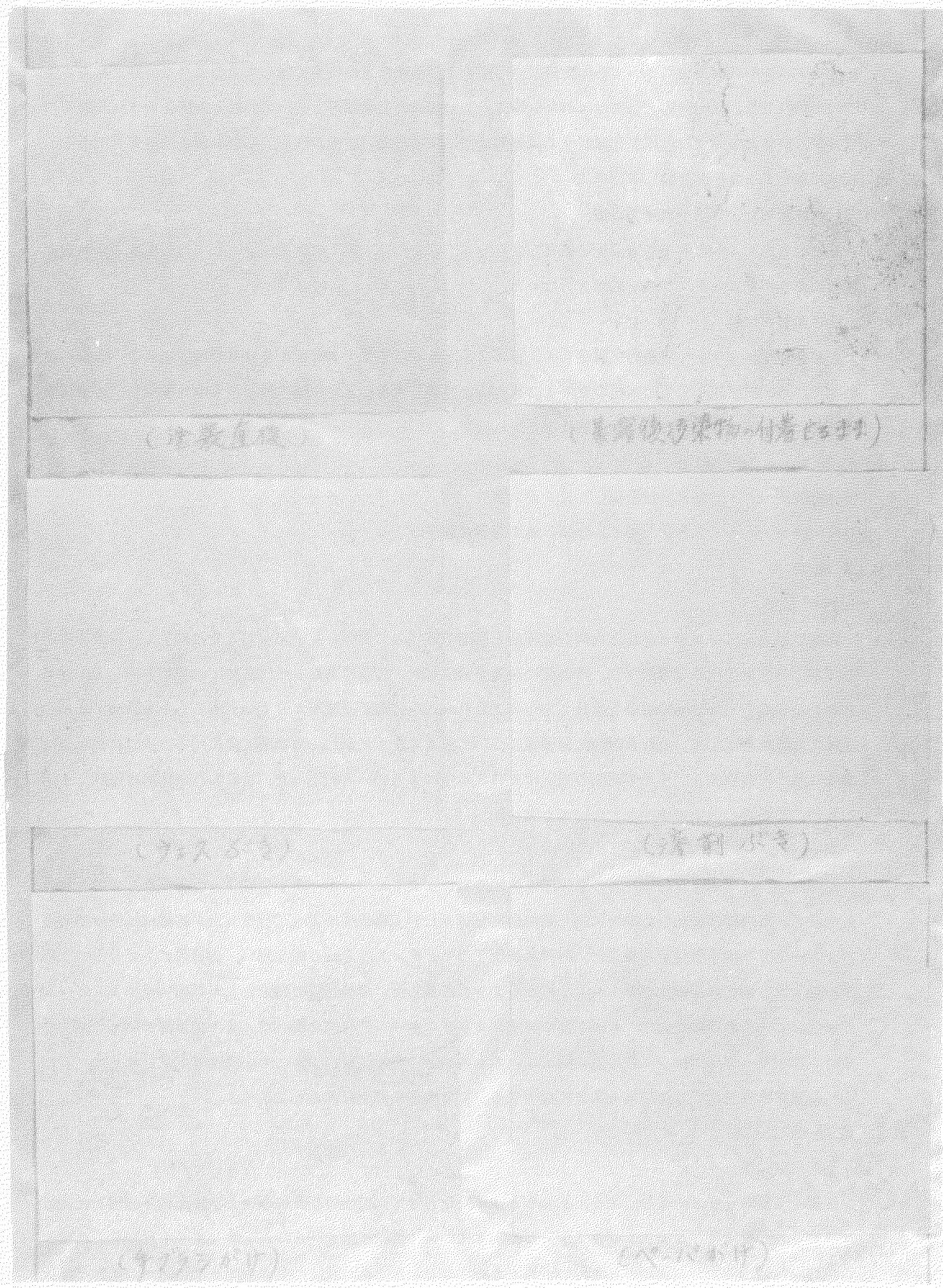


図4.4.4.7 下地処理別塗膜表面の変化(模写による)

4.4.5 粉体塗面が溶断・溶接に及ぼす影響

(1) まえがき

船舶などの大形鋼構造物において粉体塗装面が溶断および溶接などの作業に対してどのような影響を与えるかについて検討した。検討内容としてはエポキシ粉体塗装鋼板に対し塗膜厚と溶断可能性との関係および溶断面の品質評価、溶接については膜厚変化に対する隅内溶接法による溶接可能性の検討、溶接品質の検査などである。

(2) 試験片素材および粉体塗装

(a) 試験片素材および第1次表面処理

素材は板厚1.5mmの溶接構造用圧延鋼材(SM-41)を用い、第1次表面処理として表面粗度70S程度になるようにショットブラスト処理を行なった。

(b) 粉体塗料の塗装

粉体塗料はエポキシ粉体塗料に限定して、膜厚25, 50, 75, および100μの4段階になるように塗装した。溶断試験用としては素材の表および裏の両面塗装したものと、片面塗装したものを準備し、溶接試験用としては両面塗装を行なった。塗装仕様を次に示す。

前加熱なし

粉体塗装法 静電吹付塗装(REPガン使用)

焼付条件 250°Cで40分間(熱風循環式乾燥炉)

(3) 試験方法

(a) 溶断試験

溶断試験としてはエポキシ粉体塗料の塗膜面と溶断可能性との関係を見い出すことを目的とし、各膜厚に対して溶断速度を変化させて溶断し、溶断面の品質を判定した。溶断にあたっては試験片の板幅方向(300mm)に対し板の端から50mmの位置を板長さ方向に100mmごとに溶断速度を400mm/minから100mm/minづつ上げて垂直に溶断した。これら溶断試験要領について図4.4.5.1に示し、本溶断試験に用いた火口については表4.4.5.1に説明する。また溶断面の判定はWES規格にもとづいて行なった。これら溶断試験は繰返し3回行ない、溶断時の塗膜の焼け幅についても調べた。

(b) 溶接試験

溶接試験ではエポキシ粉体塗料の塗膜厚と溶接品質(ピットセプロホールを含む)との関係を知ることに目的を置き、各膜厚に塗装した鋼材に対し隅内溶接をグラビティ溶接法によって行なった。溶接棒は軟鋼用溶接棒1B-25(鉄粉酸化鉄系棒 神戸製鋼所)の7.0Φ×700mmの棒を用い、溶接前に100°Cで2時間乾燥した。溶接時運棒比が1.1～1.2になるように留意した。溶接品質の判定として外観判定によりビードの形状、ピットの有無を調べ、ビード部の破壊によりプロホールの有無を調べた。また溶接部の裏面の塗膜の焼け状態やビード周辺部の塗膜の焼け幅についても調べた。溶接試験についても、繰返し3回行なった。これらの溶接試験要領について図4.4.5.2に説明する。また溶接条件を表4.4.5.2に示す。

(4) 試験結果

(a) 溶断試験結果

膜厚を4段階(25, 50, 75, 100μ)に変化させて両面塗装したものおよび片面のみ塗装した試験片と無塗装の試験片(ショットブラスト処理のみ)について溶断試験を行なった。表4.4.5.1に示した2種類の火口を用い、溶断時の火口の高さはいずれも8mm程度とした。溶断試験結果の概略を次に述べ、それぞれ火口による溶断試験片の断面状態を図4.4.5.3に示し、またカーテン火口による溶断状況を図4.4.5.4に示す。

(i) カーテン火口とCCM-S火口(ダイバージェント火口)で溶断したところ、粉体塗装100μでも溶

断可能であり、スラグの付着状況、上縁の溶けについてはほとんど差が見られなかつたが、断面あらさや平面度についてはカーテン火口の方が幾分良好であった。溶断面の評価結果を表4.4.5.3に示す。

- (ii) カーテン火口、CCM-S S火口いづれにおいても両面塗装したものと片面塗装(溶断時塗装面が上になる)のものの差は見られなかつた。
- (iii) 膜厚の違いとスラグの付着状況とは関係なく、溶断速度 600 mm/min 以上になるとすべての試験片にスラグの付着が見られた。しかし付着したスラグは簡単に除去でき、WES2級に相当する。
- (iv) 上縁の溶けについてはすべて良好でWES1級に合格する。
- (v) 断面あらさについてはいづれの火口の場合でも膜厚に関係なく溶断速度 500 mm/min までは良好であり、膜厚 50μ までは溶断速度 800 mm/min でも良好であった。しかし膜厚 75μ 以上で溶断速度 600 mm/min 以上になると断面あらさは悪くなる。
- (vi) 平面度については火口の種類や膜厚には関係なく、溶断速度 500 mm/min まではWES1級に合格し、膜厚 50μ 以上で溶断速度 600 mm/min 以上ではWES2級以下となる。
- (vii) 溶断時裏面の塗膜の焼けはほとんど見られないが、上面の塗膜の焼けは塗膜が厚くなるにつれて幅も広くなり、 100μ の膜厚の場合には溶断面から約 1.5 mm の焼け幅が見られた。

(b) 溶接試験結果

溶接試験についても溶断試験と同様に膜厚4段階($25, 50, 75, 100\mu$)の塗装片(この場合両面塗装)に無塗装片(ショットブラスト処理のみ)を加えた5種類について溶接試験を行なつた。使用した溶接棒は鉄粉酸化鉄系の棒径 7.0 mm 、棒長 700 mm のもので、溶接前に 100°C で2時間乾燥して使用した。溶接試験結果の概略を次に述べ、溶接ビード(第2ビード)の外観について図4.4.5.5にその数例を示す。

- (i) エポキシ粉体塗膜 100μ 塗装鋼板に対してグラビティ法による隅肉溶接は可能である。表の第1ビードに対しては膜厚に関係なくピットは全く見られず、破壊検査の結果プロホールも見られなかつた。しかしひート外観は膜厚が厚くなるにつれ少しづつ悪くなっている。
- (ii) 背面の第2ビードに対しても第1ビードと同様に外観検査では膜厚に関係なくピットは全く見られなかつた。しかしピード外観は膜厚が厚くなるにつれて少しづつ悪くなっている。第2ビードの破壊検査(バイト削り)の結果、ビード内にも大きなプロホールは見られず、隅部にビード長さ 500 mm 当り、直径 1 mm 以下の小さな球状のプロホールが膜厚に関係なく $10 \sim 12$ 個程度見られた。
- (iii) 膜厚が厚くなるにつれ、表の第1溶接時に背面の塗膜の焼けが顕著に見られ、膜厚 100μ の場合には背面の隅から塗膜が赤い炎となって燃えるのが見られた。
- (iv) 表の第1溶接だけの場合、ルート部の裏面の塗膜の焼けはないが、第1溶接、背面の第2溶接と引き続き溶接を行なつた場合、ルート部裏面を中心に幅 50 mm 程の塗膜の焼けが見られた。また溶接ビード周辺の塗膜の焼け幅は膜厚に関係なく一定であり、約 1.0 mm 程度であった。

(5) 試験およびその結果に関する考察

エポキシ粉体塗装鋼板の溶断試験および溶接試験とそれらの試験結果に関して次のようなことが考察される。

(a) 溶断試験について

カーテン火口とCCM-S S火口ではカーテン火口の場合の方が断面あらさや平面度については幾分良好であったが、カーテン火口を使用する場合にはCCM-S S火口にくらべ酸素および燃料ガスとも多量に必要とする。特に酸素を多量に必要とし、CCM-S S火口の約2倍以上消費するので、経済的には高くかかる。

(b) 溶接試験について

- (i) 本溶接試験に用いた鋼材はSM-41であり、溶接棒は鉄粉酸化鉄系のもののみで溶接も隅肉溶接のみに

ついて試験を行なっている。その結果溶接品質は良好であったが、隅肉溶接部のマクロ試験（ルート部への溶け込み検査）や曲げ試験（割れ発生の曲げ角度や割れの位置の検査）については実施していないのでこれらについては不明である。

- (ii) グラビティ溶接法による隅肉溶接でピットやプロホールが発生しやすいといわれる低水素系溶接棒での溶接試験は行なっていないので、低水素系溶接棒による溶接品質についても不明である。
- (iii) 無塗装鋼材に対する溶接ではスパッタの付着が多く、その除去は困難であるが、粉体塗装鋼板での溶接ではスパッタの付着は全く見られない。しかし溶接時に飛散する溶融鉄のためビート部周辺の塗膜には焼けなどのよごれは見られる。
- (iv) 本試験の計画時には膜厚 2.5μ で溶接部にピットやプロホールが多数発生するものと予想し、塗膜を 1.0μ まで除去した後に溶接試験を行なう予定であった。しかし膜厚 2.5μ の塗装片の溶接で溶接品質が良好であったため、塗膜除去の難易性および塗膜除去程度と溶接品質との関係については試験は実施しなかった。

(6) 結論

船舶などの大形鋼構造物に粉体塗装の適用を考慮し、素鋼材時に粉体塗装を行なった場合、塗装面の溶断および溶接性の問題があげられる。本研究では主にエポキシ粉体塗装面が溶断性および溶接性に及ぼす影響について検討した。試験結果を要約すると次のとおりである。

- (a) エポキシ粉体塗膜 1.00μ の場合でも溶断は可能であり、溶断速度 600 mm/min までは何ら問題はない。しかし溶断速度 600 mm/min 以上になるとスラグの付着が見られるが、これは簡単に除去できる。また、 600 mm/min 以上では膜厚に比例して断面あらさおよび平面度は悪くなる。
- (b) 溶接性に関してはSM-41鋼材の隅肉溶接を行なったがエポキシ粉体塗膜 1.00μ でも溶接は可能であり、 1.00μ までは膜厚に関係なくピットの発生は見られなかった。またプロホールについても第1ビードには発生せず、第2ビードにも大きなものは見られず、一般に溶接品質は良好であった。溶接時のスパッタは塗装面には全く付着しない。

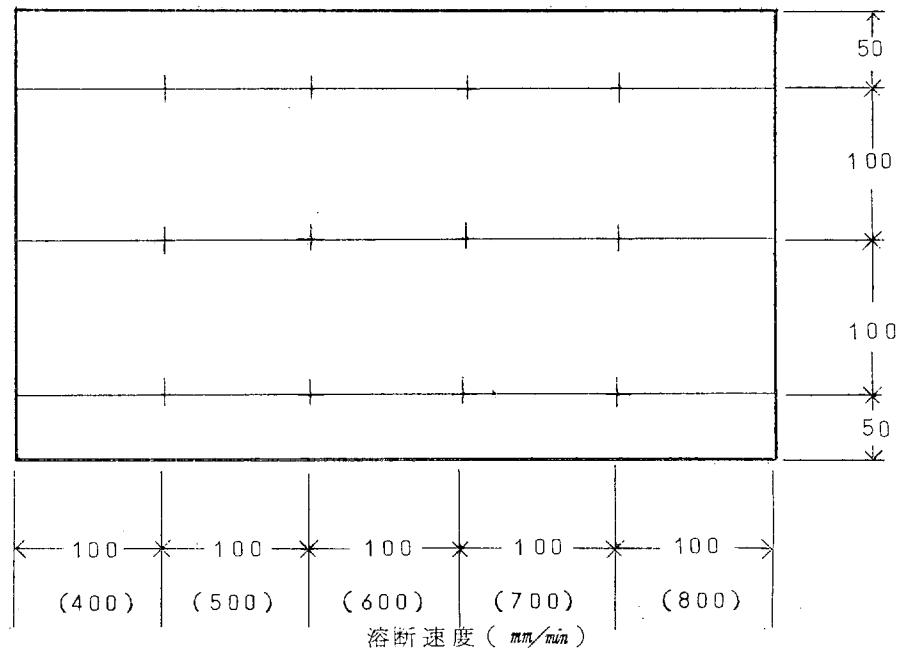


図4.4.5.1 溶断試験要領

表4.4.5.1 溶断試験に用いた火口の諸条件（メーカー表示の値）

溶断条件 火口種類	L.P.G 用 カーテン火口 #2	CCM-S S #1
	田中製作所	岩谷産業
火口孔径 (mm)	スロート径	—
	出口径	1.3
溶断能力(適性板厚 mm)	1.5	10~20
溶断速度 (mm/mm)	700(750)	700
ガス圧力 (kgf)	酸素	5
	L.P.G	0.3
ガス流量 (l/h)	予熱酸素	2,800
	切断酸素	7,300 ※2
	L.P.G	700
		900
		3000
		300

※1 ()内の溶断速度はスラグは付着するが他はWES1級の面が得られる。

※2 切断酸素にはカーテン用の酸素量も含まれている。

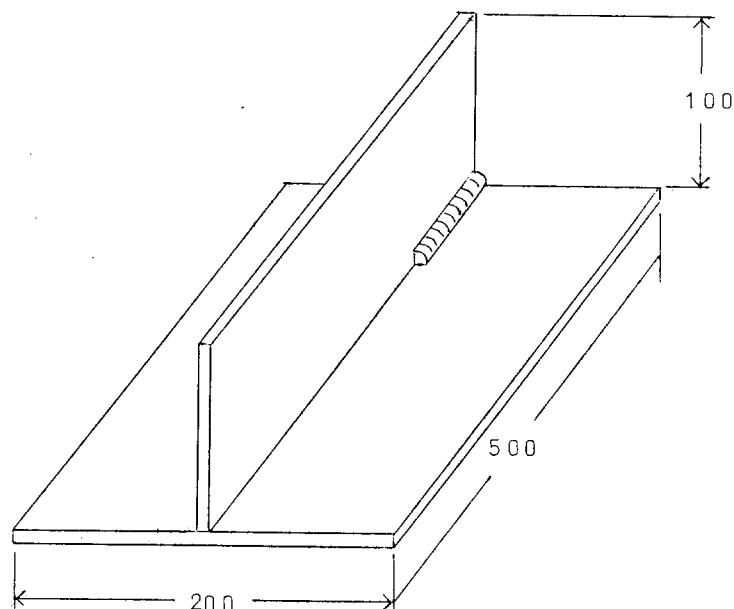
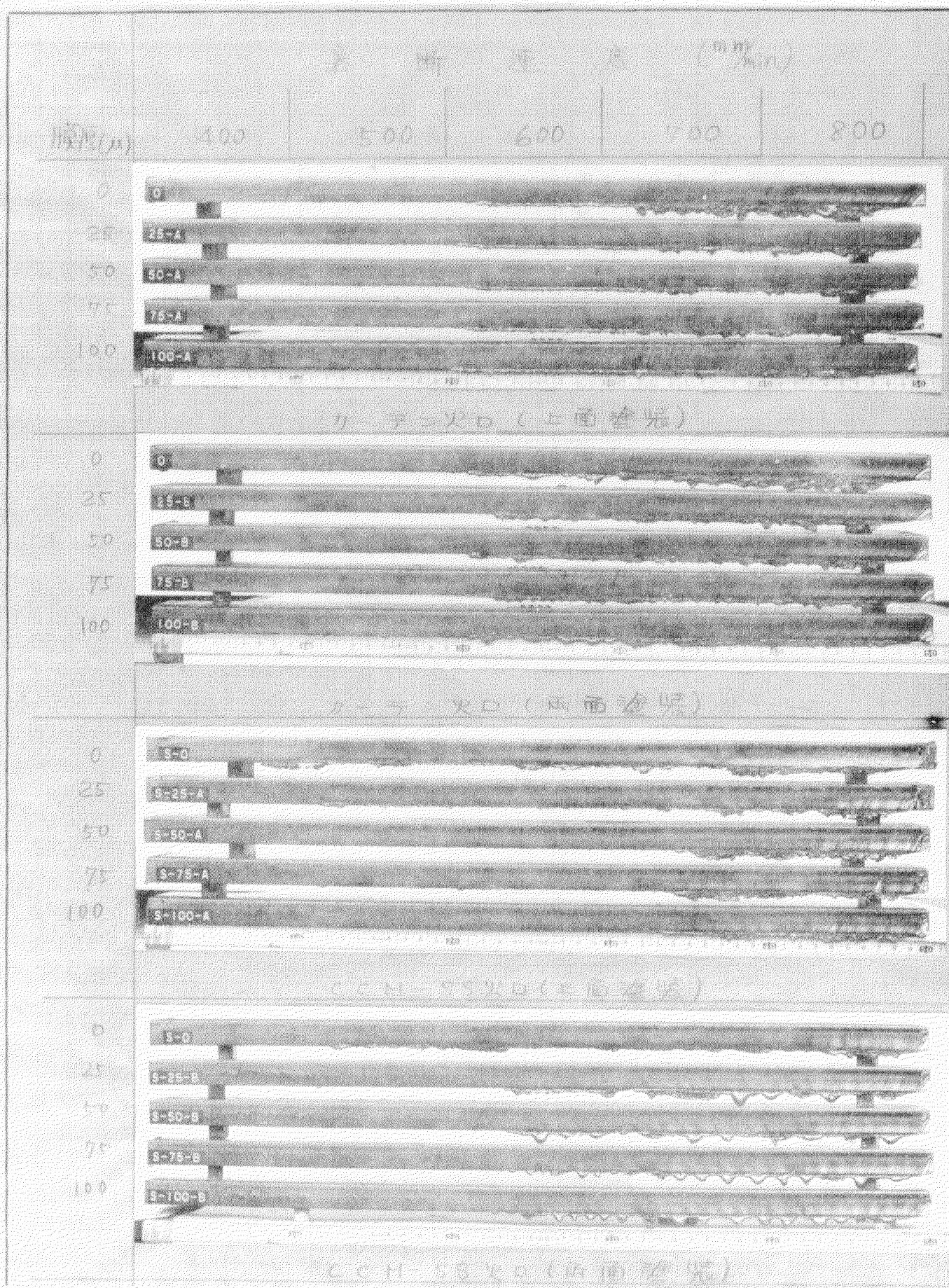


図4.4.5.2 溶接試験要領

表4.4.5.2 溶接条件

溶接電流	340 mA
溶接電圧	30 V
運棒比	1.1~1.2
トーチ保持角度	後退角 45°



(注) 写真的数値は膜厚を示し、Aは片面塗装、Bは両面塗装を示す。

図4.4.5.3 溶接試験断面状態

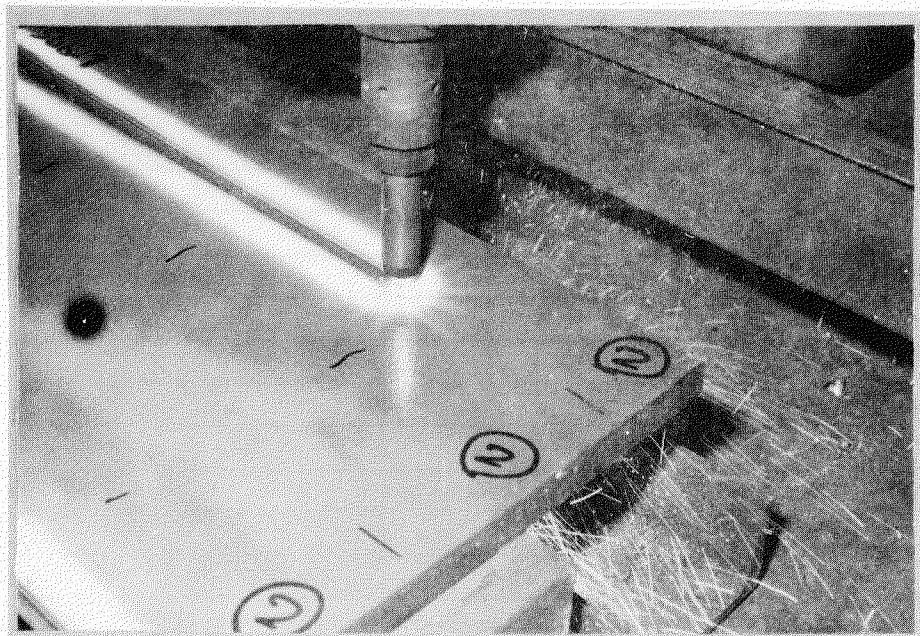


図 4.4.5.4 粉体塗装片の溶断状況
(カーテン火口による)

表4.4.5.3. 粉体塗表面の溶断結果 (□ 1級 ▨ 2級 ▨▨ 3級 □ 級外)

火口	観察項目	塗面	膜厚(μ)	溶断速度 (mm/min)					
				400	500	600	700	800	
カラーテン火口	あらさ	片面塗装	0						
			25						
			50						
			75				▨	▨	
			100		▨	▨	▨	▨	
	平面度	両面塗装	0						
			25						
			50						
			75				▨	▨	
			100		▨	▨	▨	▨	
COMISS火口	あらさ	片面塗装	0						
			25						
			50						
			75		▨	▨	▨	▨	
			100		▨	▨	▨	▨	
	平面度	両面塗装	0						
			25						
			50						
			75		▨	▨	▨	▨	
			100		▨	▨	▨	▨	
	片面塗装	片面塗装	0						
			25						
			50						
			75		▨	▨	▨	▨	
			100		▨	▨	▨	▨	
	両面塗装	両面塗装	0						
			25						
			50						
			75		▨	▨	▨	▨	
			100		▨	▨	▨	▨	

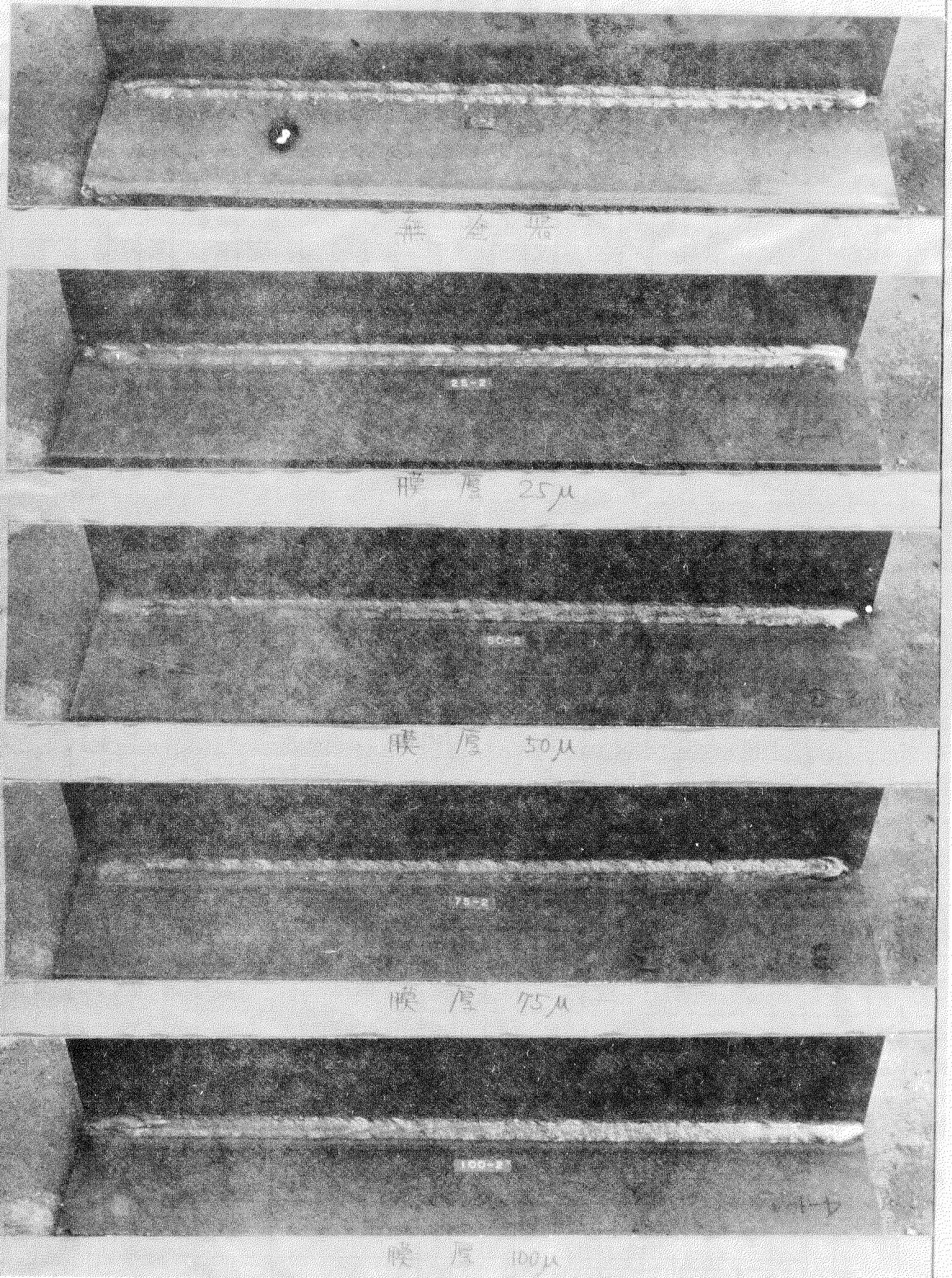


図4.4.5.5 一隈肉グラビティ溶接、第2ピード外観

4.4.6 最少 100 μ の塗膜を得るための粉体樹脂およびその方法の研究

(1) まえがき

船舶のごとき大型構造物に対しては、静電粉体吹付法より、溶射法による粉体塗装の方がメリットとしては大きく、この可能性を検討せんとして本研究を行なった。粉体塗装としてはまず作業性および塗膜品質の点から、塗膜厚は最少 100 μ が可能ならばよいので、この膜厚を得るために必要な溶射用粉体塗装の研究開発、施工条件の検討、溶射装置の改良の 3 項目について研究することとした。

昭和 45 年度の研究結果より、粉体溶射法の問題として、溶射装置の構造的な問題、粉体塗料の本質的欠陥による問題、溶射法の技術的な問題の 3 つが考えられるが、CS-1 型溶射機は流量調整が極めて不調であり、一定条件を保持することが難わしく、目詰りを生ずることがしばしばあった。このためにまず溶射装置の改良から着手し、以下順次検討を進めることとした。

(2) 溶射装置の改良

(a) 粉体供給部の改良

CS-1 型の粉体供給装置（図 4.4.6.1）は粉体の吐出量が極めて少なくまた調整ができないため、図 4.4.6.2 に示すような静電粉体用の供給装置（サメス社製）に変えることによって吐出量およびその調整も簡単にできるようになった。

この改良型溶射装置を使用して(3)項に記してある粉体塗料を溶射したがやはりガン先端で目詰を生じた。

(b) 粉体通過部分をテフロンにした場合

溶射ガン先端で目詰りを起す原因として次のことが考えられる。

- (i) 粉体塗料の本質的な問題
- (ii) 溶射ガンの構造上の問題
- (iii) 溶射技術上の問題（施工条件の選定）

上記の外に粉体の摩擦熱によって詰ることも考えられる。このため粉体が通る部分（ホース、ガンノズル）を摩擦熱の非常に小さいテフロンで加工（図 4.4.6.3～4）をして粉体塗料を塗装してみたが、目詰り現象を解消することはできなかった。

(3) 溶射用粉体塗料の開発

静電塗装用のエポキシ粉体塗料を用いて溶射試験を行なったが、溶射ガンの先端で融着して目詰りを起すことが判明した。原因は前にも書いたように種々あるが、塗料面から考えると、溶射フレームの温度によって硬化反応が進みすぎたため目詰りを起したもると推定される。このためエポキシ粉体塗料の硬化温度（硬化剤の種類を変える）とエポキシ粉体塗料の原料であるエポキシ樹脂の溶融温度（示差熱分析による確認）および粉体塗料の粒度（摩さつ熱による詰りを考慮した）とを組合せ溶射用粉体塗料の開発を進めた。その組合せはつきの通りである。

(a) 硬化温度と粒度分布

表 4.4.6.1

樹脂	硬化速度	粒度	反応温度
1004 RS	速	小	150 °C 25分
" RL		大	
" MS	中	小	160 °C "
" ML		大	
" SS	遅	小	180 °C "
" SL		大	

（注）エポキシ樹脂は標準的な 1004 を使用し、硬化剤を 3 種類用い、これの粒度を変えて、6 種類の塗料を試作した。これにより硬化速度、粒度が溶射用塗料としてどのような関係にあるかを調査した。

(b) 樹脂の溶融温度と粒度分布

表 4.4.6.2

樹脂	硬化温度	※1 粒度	※2 ピーク
1007:1004 (1:1)	180℃ 25分	小 150メッシュ カット	200メッシュ
		大 " 残	100 "
1004	180℃ 25分	小 " カット	200 "
		大 " 残	100 "
1004:1001 (1:1)	180℃ 25分	小 " カット	200 "
		大 " 残	100 "

※1 150メッシュカット……150メッシュのふるいで落ちたもの

150メッシュ 残 :…… " 残ったもの

※2 試作粉体塗料の中心の粒度

(注) (a)の試作塗料の組合せと関連づけて評価する必要があるため、(a)の1004-SL-1選一 大 180℃ 25分を(b)の組合せの中心におき樹脂の溶融温度を変化させた。溶融温度は1007>1004>1001の順温度が低くなる。これらと粒度とを変えて6種類の塗料を試作した。これによって溶融温度と粒度が溶射用塗料としてどのような関係にあるかを調査した。

(c) 示差熱分析結果

(c)の組合せの溶融温度が3種のエポキシ樹脂の組合せにより、どのような差があるかを数値的にとらえるため示差熱分析法を用いて検討した。分析結果は図4.4.6.5.~7に示した。

樹脂	溶融開始温度	反応温度
1007:1004 (1:1)	55℃	195℃
1004	50℃	190℃
1004:1001 (1:1)	40℃	185℃

分析結果より目標通りのエポキシ粉体塗料ができていることが確認できた。

また(a)の組合せの溶融温度は1004のみの配合を参考にすればよい。

(4) 施工条件の検討

(a) 実験経過

試作した12種類の粉体塗料を溶射したが、いずれの塗料を用いても溶射ガン先端での詰りを生じた。このため施工条件(ガス、空気、粉体の流量、圧力)の検討をするまでに至らなかった。

(b) 粉体溶射塗装の見学

現在までの試験では依然として溶射ガン先端での詰りを解消することはできなかった。したがって満足な溶射塗膜を得ることができず加熱方法については一時中止とし、まず詰りの原因が何であるかを握るために溶射塗装法を用いて実際に製品として流しているT社とナイロン#12を溶射法で塗装しているB社の2つを調べて原因をみつけることにした。

(i) エポキシ粉体塗料の溶射(T社)

- ・ 予熱温度 100~150℃ (品物の大きさにより異なる、小ものは予熱なし)
- ・ 後加熱 180℃で10~15時間()

- ・ 溶射装置 CS-1型溶射装置とほぼ同様であるが、溶射ガンにやや改良のあとがみられる。

(ii) ナイロン#12の粉体溶射(B社)

- ・ 予熱温度 200~250°C

- ・ 後加熱 なし

- ・ プライマーが必要

- ・ 溶射装置 CS-1型溶射装置と同様の構造をしており、溶射ガンは国産品を使用している(構造的にはCS-1と同様)

(5) 研究結果

(a) 溶射装置の改良

図4.4.6.2に示したように改良することによって粉体の吐出量および調整がスムースにすることはできた。

しかし溶射用粉体樹脂の開発がうまくいかなかつたため高能率溶射機の開発を手がけるための詳細検討を行なうまでに至らなかつた。

(b) 溶射用粉体塗料の開発

(i) 硬化速度は遅ければ遅いほど良く、試作した粉体塗料の反応時間が25分で速すぎるため溶射ガンの先端で目詰りを生じる。

(ii) 樹脂の溶融温度は溶射用塗料としてあまり関係はない。

(iii) 樹脂の粒度分布も(i)と同様にあまり関係はない。

以上のことから溶射用エポキシ粉体塗料の配合に最も重要なことは反応時間であることが今回の実験、調査で明らかとなつた。

(c) 施工条件の検討

溶射用粉体塗料の開発ができなかつたため施工条件を検討するまでに至らなかつた。

(6) 考察

T社、B社の溶射装置および溶射ガンとも今回の実験で使用しているCS-1型溶射機と略同様の構造を有している。したがつてこのような構造をした溶射機で粉体塗料を溶射塗装する場合、つぎのような樹脂であれば塗装することが可能である。

(a) 熱硬化性樹脂(エポキシ)

溶射する際の熱にて反応せず、溶射後に反応を完結するようなもの、静電粉体塗料として使用されている180°C 20分程度のものではなく、反応時間をできるだけおそくしたもの(例180°C 10時間)，このような粉体塗料であれば溶射塗装することは可能である。しかしこのような配合の粉体塗料では反応を完結するために後加熱が当然必要となる。

(b) 熱可塑性樹脂(ナイロン)

溶射する際の熱にて分解しないもの、すなわち溶融温度が低く分解温度の高いものほど良いということが言える。しかし熱可塑性樹脂の場合は樹脂を溶融させるために予熱が必要である。

以上のように溶射用粉体塗料として現在までに開発されている塗料では予熱および後加熱という工程を省くことができない。

船舶のような大型構造物では、予熱、後加熱を行なうことは現段階では(加熱方法の開発)不可能に近い。したがつて溶射塗装法を採用するためには、予熱、後加熱不用の粉体塗料の開発がされなければ実用化は難かしい。また溶射機自体の問題もある。すなわち現在市販されている溶射機は作業能率が悪い。少なくともエアースプレー程度のスピードで塗装できるような溶射機の開発も、粉体塗料と併行して開発すべき問題であろう。

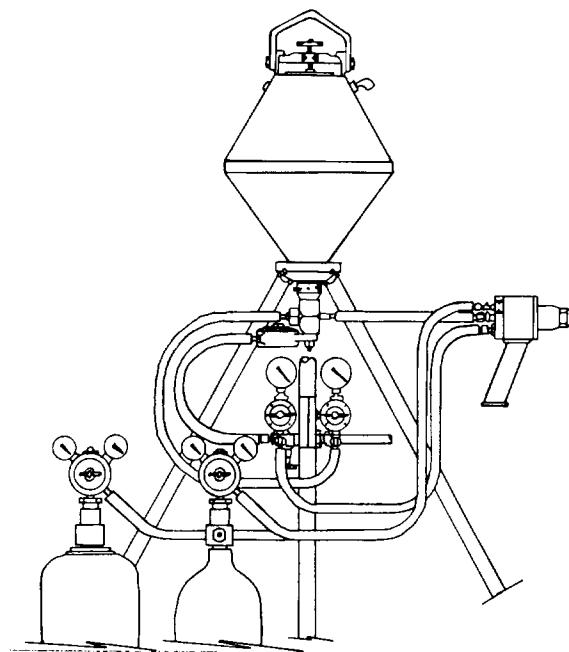


図 4.4.6.1 CS-1型溶射装置

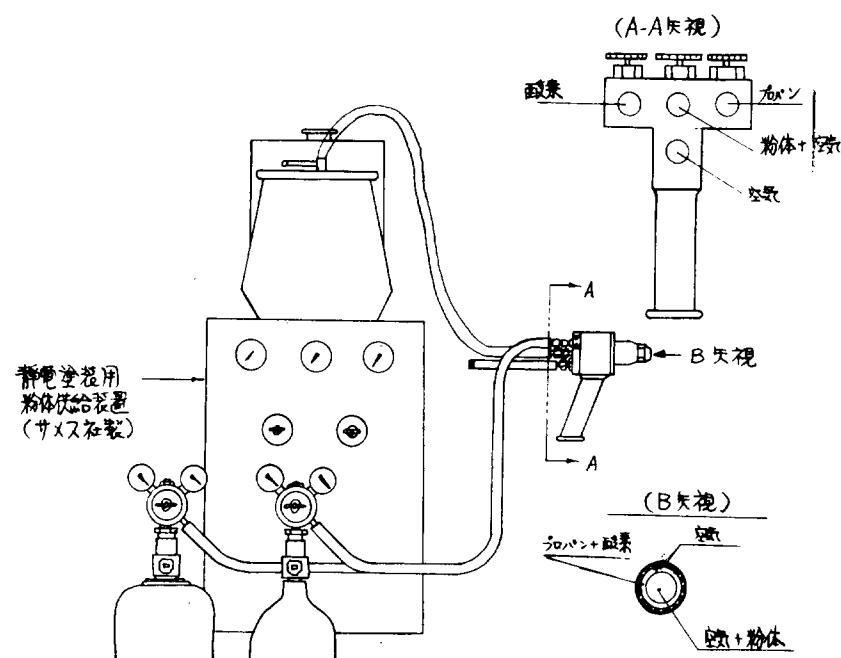
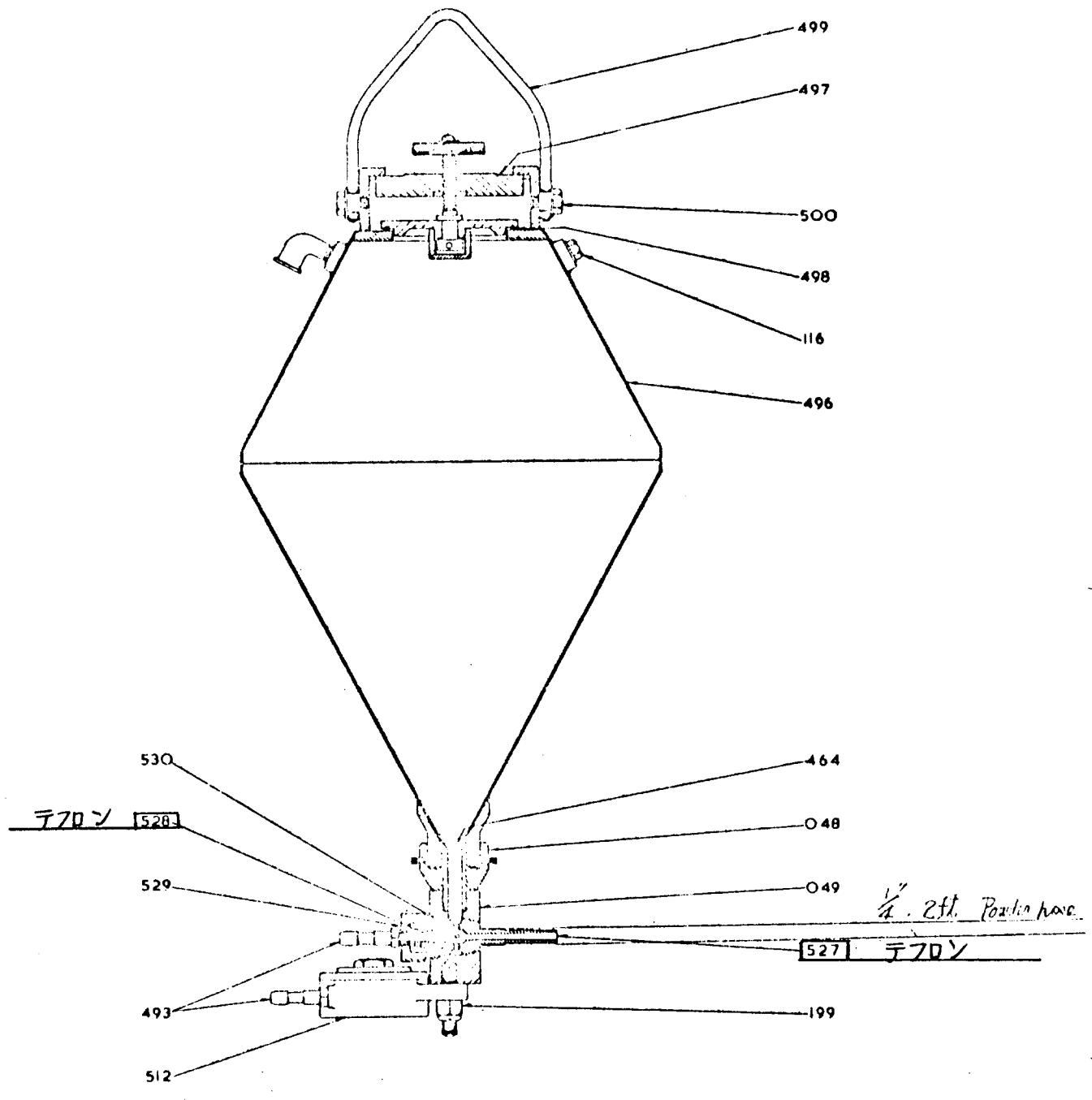


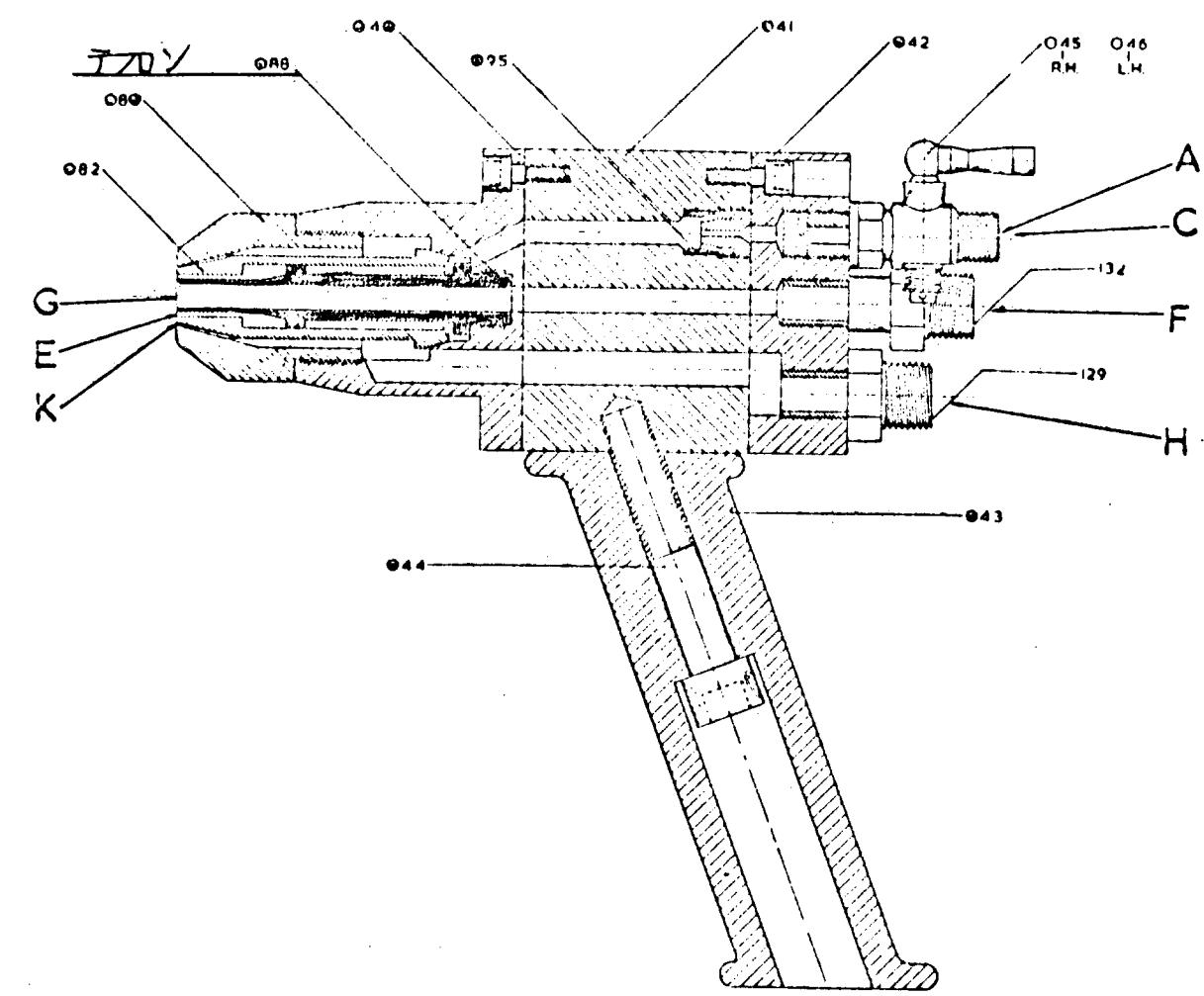
図 4.4.6.2 改良型



S Powder Feeder and Container Components

Part No.	No. off	Part No.	No. off		
048	1	Upper Feeder Unit	498	1	Rubber Ring
049	1	Lower Feeder Unit and $\frac{3}{8}$ " BSW Stud	499	1	Container Handle
116	1	$\frac{1}{8}$ " Gas Plug	500	2	Support Set Screw
199	1	$\frac{3}{8}$ " BSW Simmonds Nut	512	1	Vibrolator
464	1	Control Tube	527	1	Injector Cone Large
493	2	Nipple	528	1	Injector Cone Small
496	1	Powder Container	529	1	Retaining Nut
497	1	Lid and Clamp	530	1	Fibre Washer

図4.4.6.3 テフロン加工箇所



PARTS LIST

Oxygen Tap	045
Fuel Gas Tap	046
Powder Union	132
Air Union	129
Connector Block	042
Mixer Block	041
Gas Mixers	095
Pistol Head	040
Pistol Grip	043
Screw Retaining	
Pistol Grip	044
Gas Nozzle	088
Air Nozzel	082
Nozzle Caps	080

図 4. 4. 6. 4 テフロン加工箇所

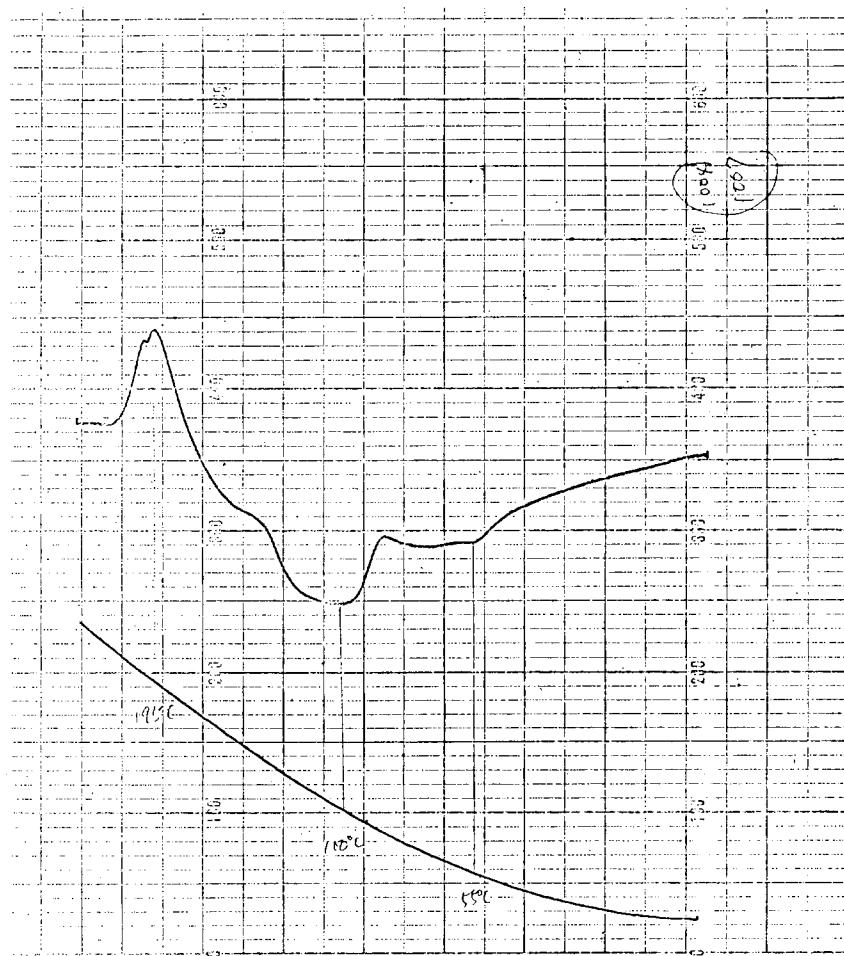


図4.4.6.5 示差熱分析結果(1004:1007)
(1:1)

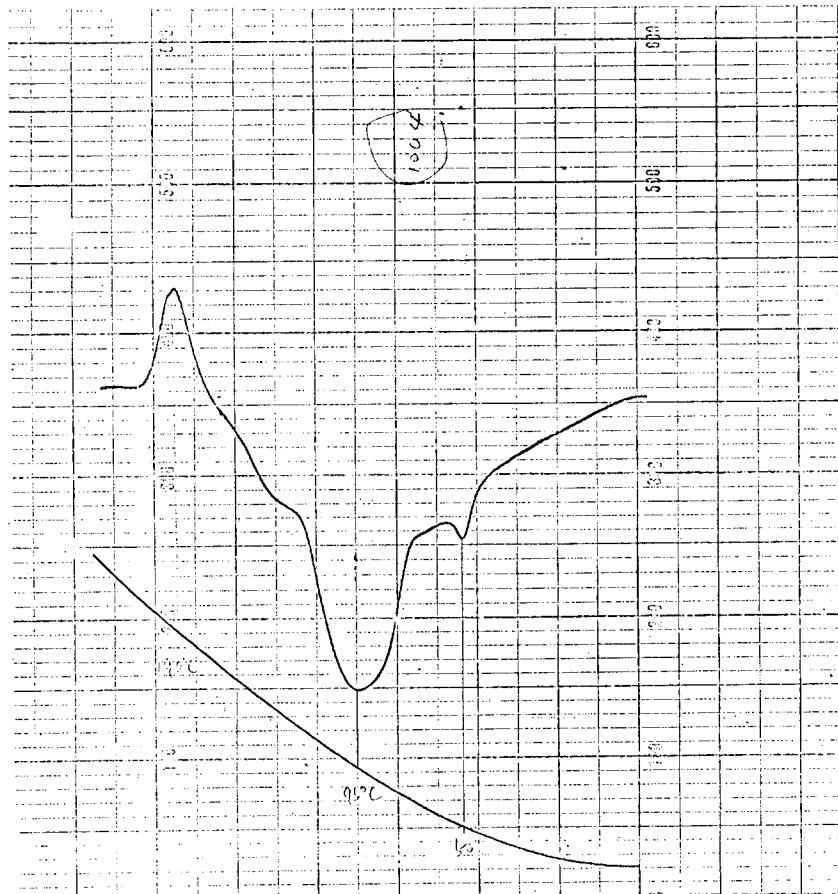


図4.4.6.6 示差熱分析結果(1004)

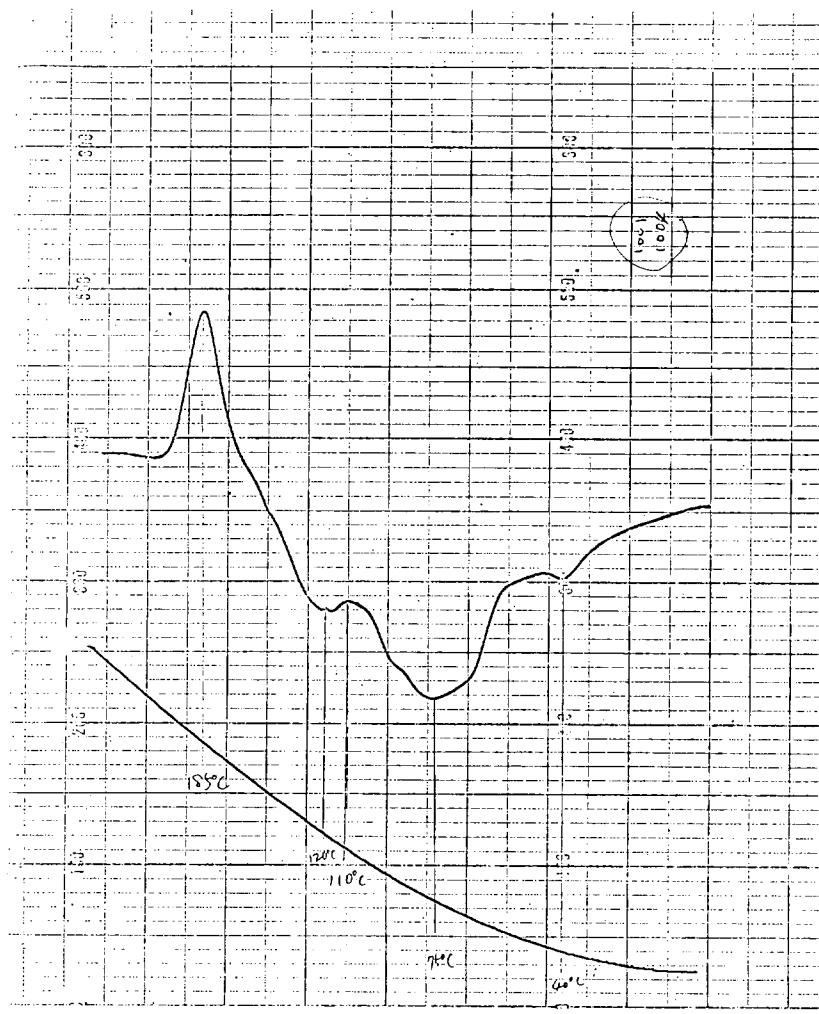


図 4.4.6.7 示差熱分析結果(1001:1004)
(1:1)

4.4.7 結論

- 各研究項目については、それぞれの末尾に結論を記載したが、これらをまとめると下記のとおりである。
- (1) エポキシ粉体塗料、塩化ビニール粉体塗料の付着力に関しては、供試した5種類の溶剤型塗料に比較して、数倍から数十倍の引張破断強度を本実験では示している。
 - (2) エポキシ粉体塗料、塩化ビニール粉体塗料の折曲げ、エリクセン耐衝撃の各試験においても溶剤型よりよい成績を示した。
 - (3) 暴露試験による光沢変化については粉体塗料、溶剤型塗料ともかわりなく同程度であった。
 - (4) 腐蝕試験のうち塩水噴霧試験においては、溶剤型に比して同程度か、いくらか落ちる結果がでた。
 - (5) エポキシ粉体塗膜面に対する一般溶剤型上塗塗料の付着性については、エポキシ系塗料が最も良好であり、つづいて塩化ゴム系、フタル酸系塗料の順によかった。
 - (6) エポキシ粉体塗膜面と塩化ゴム系、油性系船底防汚塗料との付着性は不良であった。従ってこれらを塗装する場合にはバインダーコートが必要である。
 - (7) エポキシ粉体塗膜面に一般溶剤型上塗塗料を塗装する場合における塗装前下地処理法の差異による付着性の差はあまり認められなかった。
 - (8) エポキシ粉体塗膜面100μの場合でも溶剤は可能であり、溶断速度600mm/minまでは何ら問題はなかった。600mm/min以上ではスラグの付着が目立つて来るが、簡単に除去可能であった。断面アラサ、平面度については600mm/min以上では膜厚に比例して悪くなる。
 - (9) 溶接については、MS材を使用し、溶接棒は鉄粉酸化鉄系のものを用い、隅内溶接を行なったが、本試験においてはエポキシ粉体塗膜100μでも溶接可能であり、100μまでは塗膜厚に関係なくピットの発生はなかった。またブローホールについてもほとんど見られず、スッパーの付着もなかった。
 - 10 粉体溶射については、溶射装置による粉体吐出量の調整を可能にすることはできた。また硬化速度のおそい粉体が適していることも判明したが、これは後加熱装置が必要になり、船舶に充分使用し得る溶射装置(加熱装置を含む)、粉体塗料を見出すまでには至らなかった。
- 以上総合すれば、本研究により解明されたものもあるが、なお試験項目で着手していないものもあり(例えば溶接における曲げ試験、溶射用粉体塗料、加熱炉以外の加熱法等である。)，今後さらに研究する必要がある。

4.4.8 総合省力

現段階では、船舶建造時における従来の塗装方法を、全面的に粉体塗装法に変更することは早計であると考えられるが、最も可能性があると思われる静電粉体吹付法を、機器品ならびに鋼板素材に適用した場合を想定して検討した。ただし本研究において検討に至らなかった加熱装置等は除外し、建屋等も含めていない。

(1) 機器類に必要な投資額

(a) 研究開発用試験器具ならびに材料装置	5,600千円
(b) 機器品粉体塗装装置一式	6,550千円
(c) 鋼板素材粉体塗装装置一式	7,200千円
(d) 合 計	14,310千円

(2) 開発所要工数

(a) 試験工費および解析費	920人工
(b) 会議費その他	200人工
(c) 合 計	1,120人工

(3) 省力人員

粉体塗装の省力化につながる効果としては、

- 塗装のライン化により自動的あるいは半自動的に塗装が可能となる。
- 良質な塗膜が得られるので塗膜の損傷が少ない。

等があり、省力効果について試算すれば下記のとおりである。

試算の前提として200隻タンカー年4.5隻とする。この場合1隻当たり平均時数は80,000Hなる故年360,000Hとなる。作業員1人当り年2,200Hの稼働とすれば年間約164人/日の作業員を必要とする。

(a) 地上機器品

現在平均10人/日の作業員がかかっているが、ライン化を行ない、自動、半自動塗装とすれば、材料搬入に2人/日、運転、監視、点検等に2人/日、補修塗に1人/日、計5人/日にて施工可能となるが、実際には7人/日は必要である。従って3人/日の省力となる。

(b) 塗膜損傷の減少

粉体塗装によって良質の塗膜が得られるので、運搬、取付等による損傷が大巾に減少し、従来これらの補修に要した人員3人/日が1人/日で可能となる。省力人員2人/日である。

(c) 鋼板素材の粉体塗装においては、従来のショッッププライマ塗装時の人員を削減することは期待出来ないが、塗膜の品質向上により、従来平均34人/日を要した、地上、建造ドックまたは船台、岸壁のそれぞれの塗装が5人/日、7人/日、10人/日の計22人/日で施工可能となり、12人/日の省力となる。

(d) 附帯作業の減少

その他に、従来損傷箇所等の補修に必要な足場の架設、撤去等の附帯作業が減少し、3人/日の削減が可能となる。

以上塗工作業自体では17人/日、附帯作業を含めて20人/日の年間省力が期待できる。年間人員において約12%の省力である。

(4) 環境整備効果、その他

- (a) 溶剤型塗料のような塗膜としては不要な溶剤が全く入っていないので、溶剤による中毒、火災等の危険がなくなる。
- (b) 溶剤型塗料の塗装ではスプレーロスが発生するが、これがなくなり塗料の使用量が少なくてすむ。
- (c) 溶剤を不要とするので、従来使用不能であった高分子量の樹脂の使用も可能となり、物理的にも化学的にも優秀な塗膜を得ることが可能となる。

4.4.9 将來の展望

粉体塗装は研究結果から見ても、従来の溶剤型塗料に比して性能上優れて居り、溶剤型塗装におけるようなスプレーロス、ダストは皆無である。この事は塗工作業に従事するものにとっては非常に魅力のある塗装方法である。しかしながらこの方法は未知の要素が多く、今後の研究開発にまつ所が多い。

本研究では粉体塗装の基礎的問題と、応用面における極く基本的な問題の研究に終始したが、これを基として船舶に応用する際の可能性と問題点を探ってみる。塗装方法とその適用箇所、またそれらの設備等について逐次述べる。

(1) 粉体塗装法と適用箇所

(a) 静電粉体吹付法

この方法は陸上機器等に多用されているが、その対象物に限界があり、比較的小型の薄肉のものが多い。従

って船舶に応用の場合も限界があり、パイプバンド類、器具受金物、グレーティング、パイプ構造物、通風金物直立梯子等の比較的小型、中型のものが対象になり得るものと考えられる。鋼板素材については広巾ものもあるが、板厚が均一であるのでこれも対象となり得る。構造物については小型または中型で構造部材の板厚が均一のものがよいようである。

(b) 粉体溶射法

陸上では一部実用されて居り、応用面から見れば船舶には誠に都合のよい方法ではあるが、現時点では問題点が多く、溶射可能粉体樹脂の研究開発、連続使用可能かつ安定動作可能な溶射装置とともに加熱炉以外の加熱法の研究開発が待たれる。対象物としては煙突、マスト、ポスト、置タンク、外板等が考えられる。

(2) 設備

静電粉体吹付法、粉体溶射法を問わず、現段階では溶融、硬化のため、加熱炉が必要である。従って設備としては、対象物が大きくなる程、加熱装置が巨大となり、これに伴ってその他の必要設備も大きくなる。従って作業量との関係等を充分検討して考えなければならない。

比較的小型と見なされる機器については静電粉体吹付法の設備が考えられるが、機器のみを対象としては船舶に占める割合より見て、果してメリットがあるかどうか問題である。幾多の問題はあろうが、地域別の機器粉体塗装センター等の設備を図り、作業量の確保に努めねばならないだろう。

鋼板素材については、これも静電粉体吹付法の設備対象となり得る。また現在のショッププライマ方式と略々同様のラインで可能と考えられるが、粉体塗装装置、加熱装置、粉体回収装置等の設備に変更する必要がある。いづれの場合も対象物の寸法、重量、により規模も左右されるので相当の設備投資が必要となり、慎重なメリット計算が行なわれなければならない。

溶射法については、対象物の大きさに関係なく、可搬式の溶射ガンをもって施工可能である所に同心を持ったが、現時点では前述の如く加熱炉を必要とするので、加熱炉以外の加熱方法の開発、または後加熱不要の粉体樹脂ならびに溶射技術の開発がない限り、実用化は困難である。

以上の如く粉体塗装は塗膜性能の優秀性にも拘らず、現在ではその適用対象範囲に限界があり、設備の面においても多額の投資を要し、経済的に見て船舶への実用化は今後の研究開発にまつ所が多い。しかしながら、粉体塗装は幾多の利点をもっているので、将来の塗装方法としては必ず実用化されるものと考える。

4.5 築装しやすい居住区の配置

4.5.1 まえがき

居住区築装の合理化、標準化に関しては各造船所とも努力しているにもかかわらず、船主のプラクティスと上部構造、機関室との関連を含むいろいろの配置上の条件の複雑さから、部分的改善に限られ、省力化、工程短縮に寄与する全体配置の合理化、標準化はいまだ実現されていない。

しかるに最近になり、他の区画の合理化、標準化が進むにつれて、居住区築装が、船の建造工程の中でクリティカルバスになりつつあり労働力の不足傾向と相まって、居住区築装の省力化と工期短縮、合理化が1つの焦点になってきた。

そこで築装工作分科会としては本年度の研究項目として、居住区築装の省力化と工期短縮、合理化を目的とする「築装しやすい居住区配置」が追加された。

4.5.2 研究の経過

(1) 現状調査

研究の開始に当り、まず居住区築装の省力化に関する設計および現場作業上の問題点についてアンケートその他により調査分析を行なった。

その項目は下記の通りである。

a) 居室の仕様

- i) 乗組員の定員構成
- ii) 居室、公室、事務室の構成（格付）
- b) 居室の床面積
- c) ボイラー装備位置による上部構造の型状
- d) デッキハイトと甲板層数
- e) ノーキャンバー
- f) プレハブ化（パネルモジュール）
- g) ユニット化
- h) 現状配置の物量と工数

現状調査のアンケート取纏め結果は本文中にA社、B社、C社……と表現してあるが、これはアトランダムに符号をつけたもので、各章に出てくるA社が必ずしも同じ造船所を示すとはかぎらない。

(2) 研究の方針

調査分析の結果は各章でのべてあるように、たとえば居住区仕様なども各船いろいろで相当な開きがある。

また、造船所が同型船、標準船化を押しつづつあるなかで、居住区は人間性に直接つながる部門であるため国民性、仕向け先により仕様の差のあるのは当然と思われるが、現状は依然として船主要求や船殻構造、工程等に強い影響を受けながら作業を進めている状況である。

しかしながら、現状の居住区配置もマクロ的に眺めてみると、個室面積や家具配置、居室の配列もいくつかの類形的なパターンと一定のゾーンの中に納まっていることがわかる。

そこで本委員会としては研究の基本方針として、

- (a) 居住区を構成する要素のモジュール化を推進し、各単位のモジュールの組合せにより、船主要求の変

化に対応できる居住区配置の基本デザインシステムの開発

- (b) 他の区画や工程に左右されない居住区議装の独立性の開発
- (c) 物量ミニマムをねらいとするが、省力化と同時に各船主にも歓迎されるような居住性向上の要素を含めた居住区の設計を第一義として考えることとし、そのための面積の増加による物量増加はあるが、その反面配置の単純化による工数低減を計ることをねらいとする。
- (d) 研究期間が短いので構造、工作法、ユニット、その他のディテールの研究は行なわず、現在開発されているものあるいは開発途上のものを利用することとする。

以上の基本方針により、主として省力化のための居住区配置の基本的考え方を中心に研究を行ない、その結果を応用した一例として、比較的標準と思われる仕様にもとづき試設計としてまとめることとした。

(3) モジュールの定義

日本工業規格「建築モジュール用語」(JIS A 0002-1966)によれば、モジュールとは「構成材のサイズを定めるための寸法の組織(MODULE)」と規定されているが、本委員会におけるモジュールとは上記定義を骨子として「単位寸法の整数倍も含む組合せによって、合理的なパネル構成、空間、配置、あるいは1つの機能を持ったユニットも構成することのできる基準単位の組織である」と定義する。

(4) 研究の具体的展開

(a) 基本的考え方

前述の方針にもとづき、基本的考え方として居室パネル、個室標準、キャビンスーツ、議装単位という居住区配置の構成要素のモジュール化を行ない、キャビンスーツのなかで各種個室標準の組合せによってある程度各種の要求に応じ得る配置ができるようにし、議装単位の組合せによって、上部構造を構成し、上部構造の形状としては機関室との分離を計るために塔型居住区を指向することとした。

これによって、限度はあるが基本的モジュールをくずさずいくつかの配置の選択が可能になり、上部構造や配管、配線の固定化を可能にすることができる。

(b) 定員と仕様

居住区乗組員の定員数は現時点に於ける調査でも国内船25~45人、外国船が37~62人と大きな隔りがある。定員数の予想はむづかしいが、現実にはたとえ船舶の自動化が進んでもここしばらくは定員の急激な減少はすぐには来ないと思われるが、配置の合理化に苦しんでいる現状から一例として試みる試設計の定員は応用範囲の広い40人とした。また仕様についても現状は相当に差があるが、省力化および配置上一番問題になるのがラバトリーである。海上労働力の不足傾向から逐次居住区の質的向上が行なわれつつあるなかで個室ラバトリーの有無がそのバロメーターとなっているので、一番シビヤーな「RATING CLASSにも個室ラバトリーをもつ」という条件で格付することとした。

(c) パネルモジュール

居室パネルのプレハブ化、標準品の使用による省力化のためにパネル巾900%を基準とするモジュールを作成した。

(d) 個室標準（個室単位のモジュール）

過去の実船の居室床面積の調査資料およびパネルのモジュールの合理的組合せと、次に述べるキャビンスーツ、議装単位の考え方のなかから各種の個室標準を作成した。

(e) キャビンスーツ（数個の個室の集合体のモジュール）

複数個の居室の組合せによる個室集団の標準寸法を決定した。キャビンスースのなかに収容できる部屋の組合せの変化の種類の多いことが望ましい。

(f) 義装単位（キャビンスースの収納箱のモジュール）

原則として1個のキャビンスースおよび附帯物を収納する箱でかつデッキハウスを構成するユニットブロックである。

この寸法がフレームスペースおよびロンヂスペースを決定することになる。

(g) 上部構造の形状

居住区としての省力化、工程、工作法の合理化のためには機関室との干渉を避けるためと同時に標準化しやすい上部構造の単純化をねらい分離することが望ましい。試設計としては船尾ボイラー独立分離塔型居住区とし、センターコア方式を採用することとした。船首ボイラー取巻型の場合は義装単位の組合せをかえれば可能である。ただし本小委員会では時間的余裕がないので試設計は行なわないととした。

なお、上部構造は船体構造と切り離した居住義装に最も適した構造としたいが、防振上の見地から、防振壁の主要部をロンヂ バルク ヘッドに乗せることを試設計の条件とした。

(h) ノーキャンバー

居住区をノーキャンバーとすることにより、省力化のメリットは多いと考えられるのでノーキャンバーを採用した。

(i) デッキハイトと甲板層数

配管、ダクト、電線類の導設に際し、ピーム、ガーダーを貫通することはさける。また、居住区の total area が同じならば層数は少ない方が省力化につながるが、操舵室よりの操船上の見透し俯角は $2\sim2.5^\circ$ を確保する必要のあるため6層とする。

(j) ユニット化

工数削減、工期短縮の一方法としてユニット品の採用があげられる。標準化されたユニットを工場にて製作し、これを船上に搭載するもので、ユニットラバトリー、糧食冷蔵庫、エレベーター、空気調和装置について検討を行ない、本委員会としては、ユニットラバトリー、糧食冷蔵庫のユニットを採用した。

(k) 主配管、ダクト、配線と上部構造の固定化

塔型居住区センターコア方式と、スースと義装単位システムの採用によって、定員の増減などによりキャビン配置が若干変化しても主要な配管、通風ダクト、配線は導設の固定化を計り、また上部構造を固定化して設計、現場の省力化を計る。

(l) 物量と省力度の調査

上記のごとき考え方による試設計に基づいて、物量の調査を行ない工数を算定し、省力度の推定を行なった。

大要以上のごとき項目について研究を行ない、居住区配置の基本的考え方を整理して一例としてのアイディアプランの試設計を行なった。

ただし本案の欠点としては下記のものがある。

(i) 標準化を押しすすめることにより、従来の居住区配置に比して床面積は若干増大する。

(ii) ノーキャンバーとするため汚水管の配管上デッキハイトを高くする必要があり物量の増大をまねく。

しかし利点として下記のごとく欠点を補って余りあるものがあると考える。

- (i) 各種モジュールの組み合せにより、システムデザインが可能になる。
- (ii) 船主要求に対応し、船主の希望も採り入れながら従来方式より、大巾に標準化の範囲が拡大される。
- (iii) 設計や資材管理を電算化に乘せやすくなり電算化の範囲が拡大される。
- (iv) 設計が単純化され、省力化される。
- (v) 設計、現場とも初級作業者の活用が可能となる。
- (vi) 設計者は前向きの仕事で思考の集中が可能になる。
- (vii) 標準化の範囲が拡大されるので部品の互換性が増大し、集配作業が容易、メンテナンスにも有利となる。
- (viii) 工場生産化につながる。
- (ix) 設計、現場とも工程の並列化、工期の短縮に寄与できる。

4.5.3 居住区の標準化および省力化に対する問題点

(1) 居室の仕様（配置に関する仕様）

居住区機器において省力化に最も大きく寄与する項目として居住区の標準化が挙げられる。

現状ではその標準化を望みながらも実現されないのは、居住区設計の配置の基礎となる乗組員の定員とその構成、諸室の構成と格付に不確定要素が多いためである。

その原因としては、

(i) 船主のプラクティスによる相異

これは、各国とも法規によって乗組員の基本的人権を擁護するための規制はあるが、それをベースに機関、係船、航海設備の性能の相異、またそれに付随して乗員の給食サービス、教育訓練、さらには主機、補機などの整備、補修体制にたいする信頼性に関する船主の意向がある。

(ii) 生活環境の相異による居住設備の変化

(iii) 船員不足にたいする対策としてILO総会において居住設備の原典ともいはべき49年条約の修正が議決されたことによる改善の動きがでてきている。

したがって居住区の標準化を計るために、これらの基本的仕様の実態と傾向を正確に把握する必要があり、その方法として、8社の造船所における10万トン以上の船舶の最新の情報を得るためにアンケートを行ない56隻（国内船23隻、外国船33隻）にわたる回答を得たのでその集計について解析を行なった。

(a) 乗組員の定員構成

(i) 定員総数

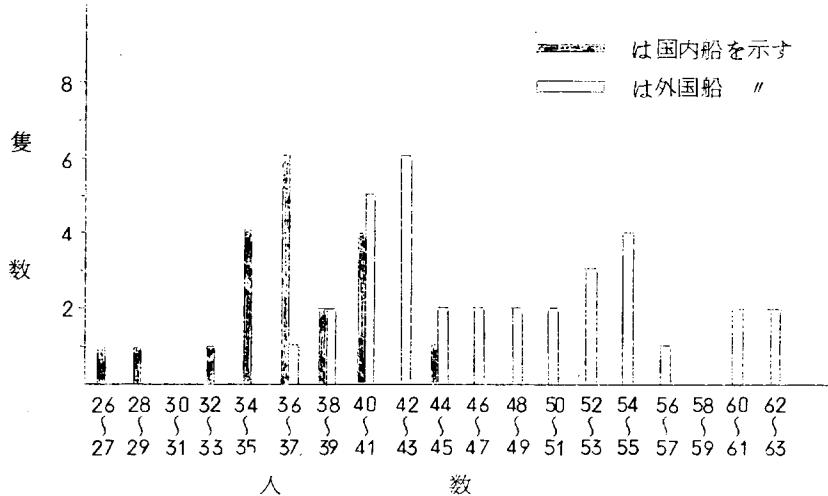
定員総数の結果は表-4.5.3.1に示す。

これをもとにして

- イ) 国内外船との定員総数比較（表-4.5.3.2）
- ロ) 外国船の国籍別定員総数（表-4.5.3.3）
- ハ) 主機の種類と自動化採用の影響（表-4.5.3.4）

について検討を加え、考察を注として記入した。

表-4.5.3.1 定員総数分布



注 定員総数は26名～62名の間でばらつき、国内船は外国船に比し定員数は少ない事が分る。

表-4.5.3.2 内外船の定員総数比較

項目 分類	定員総数(名) 下限～上限	総隻数	過半数が占める範囲(名) 下限～頂点～上限	隻数
国 内 船	26～45	23	34～37～40	15
外 国 船	37～62	33	{ 40～42～43 52～54～62	11

注 外国船は山が2群にわかれ、いづれの群も国内船よりも人員がおおい。

表-4.5.3.3 国籍別定員総数

項目 国籍	定員総数(名) 下限～頂点～上限	隻数	備考
リベリヤ	40～53～62	9	
ノールウェイ	39～42～48	6	
英 国	37～42～42	4	
ギリシャ	55～—～42	2	
香 港	56 — 62	2	
そ の 他	41～48～60	5	計画中で国籍未定のもの
イタリー	38	1	
ブ ラ ジ ル	42	1	
フ イ リ ッ ピン	49	1	
フ ラ ン ス	50	1	
ア メ リ カ	54	1	

注 45名を頂点と仮定すると、英國、ノールウェイ籍は少い部類、リベリア、ギリシャ、香港籍が多い部類となる。

表-4.5.3.4 主機の種類と自動化採用の影響

機関 分類	ディーゼル船の定員総数(名)	隻数	タービン船の定員総数(名)	隻数
	下限～頂点～上限		下限～頂点～上限	
国内船 (自動化の内数)	26～34～36 (26～36～36)	6 (5)	32～39～44 (34～44～45)	17 (7)
外国船 (自動化の内数)	38～42～48 (38～42)	5 (2)	37～42/54～62 (41～42～62)	28 (6)

- 注 1) 国内、外船ともタービン主機の場合に乗組員が多い。
 2) 主機の自動化による定員の減少が見られない。
 3) 外国船 タービン主機の原点が2つあるのは、表-4.5.3.2～3でも明らかのように国籍によって2群にわかれているためである。

(ii) 定員の構成

(i) 項の定員総数からさらに職員(OFFICER), 部員(RATING)などの構成について解析を加えた。

(イ) 職 員 (表-4.5.3.5)

国内、外船の職員数の比較 (表-4.5.3.6)

(ロ) 部 員 (表-4.5.3.7)

国内、外船の部員数の比較 (表-4.5.3.8)

(ハ) 予 備 員 (表-4.5.3.9)

(ニ) 乗組員以外の乗船者 (表-4.5.3.10)

表-4.5.3.5 職員数の分布

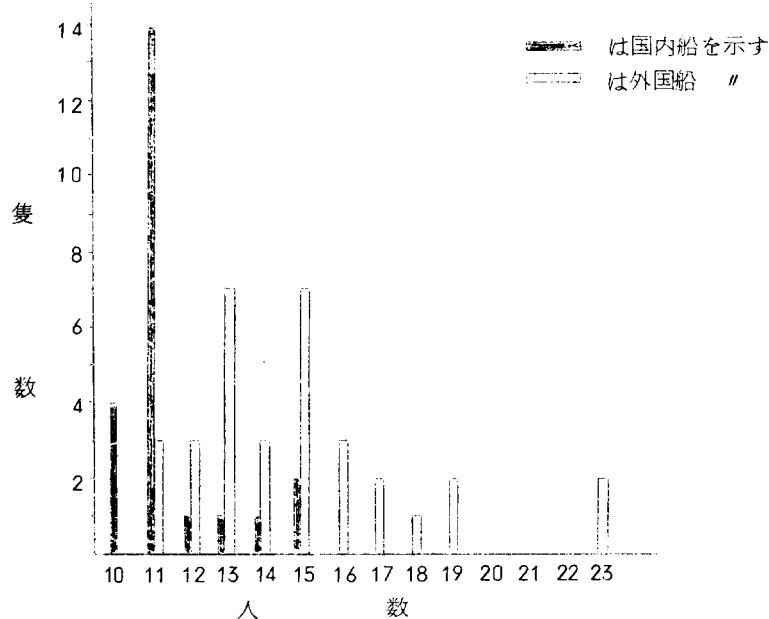


表-4.5.3.6

項目 分類	国内船の職員 下限～頂点～上限	総隻数	外国船の職員 下限～頂点～上限	総隻数
	下限～頂点～上限		下限～頂点～上限	
人 数	10～11～15	23	11～(13～15)～23	33
頂点の室数	14		17	

- 注 1. 国内船は11名の職員の船が多く、かつ下限、上限の室が少ない。
 2. 外国船は13~15名、17~19名と不確定で全体的に分散している。

表-4.5.3.7 部員数の分布

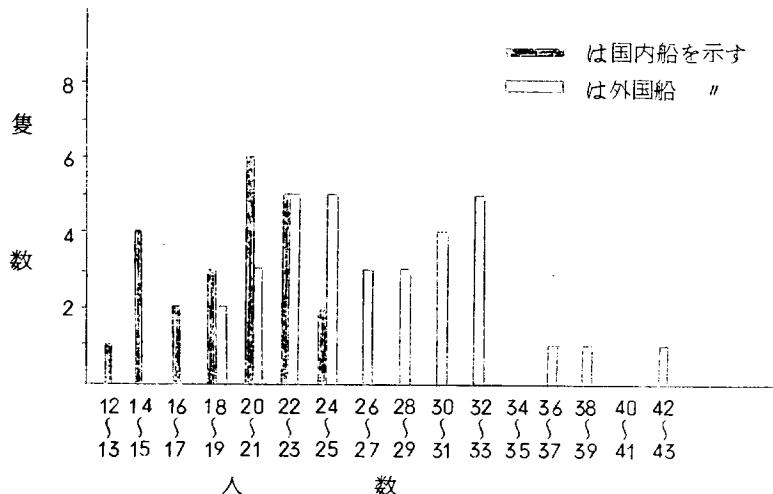


表-4.5.3.8 内外船の部員数比較

分類 項目	国内船の部員 下限～頂点～上限	総隻数	外国船の部員 下限～頂点～上限	総隻数
人 数	13~(15~20)~27	23	18~22~24 { 30~33 }~42	33
頂点の隻数	13		9/9	

- 注 1. 国内、外船とも明確な山がなく国内船は15~20名の件数が多く、外国船では22~24名、30~33名の2群の山が見られるが顕著な傾向ではない。
 2. 部員数は国内船は少人数の方向に、外国船は多人数の方向に分布している。

表-4.5.3.9 内外船の予備員数比較

区分 項目	国内船の予備員 下限～頂点～上限	総隻数	外国船の予備員 下限～頂点～上限	総隻数
人 数	2 ~ 4 ~ 9	20	1 ~ 2 ~ 10	
頂点の隻数	7		3	12

- 注 1. 予備員は職員、部員級ともほぼ同数と見られる。
 2. 国内船では大部分の船が、また外国船は1/3程が予備員室を持っている。
 3. 6名以上の人数は予備員と言うよりも作業員の性格のものと思われる。

表-4.5.3.10 内外船の乗組員以外の乗船者数比較

区分 項目	国内船 下限～頂点～上限		総隻数	外国船 下限～頂点～上限		総隻数	
船主	人數	—	2	4	1	—	2
	隻数	—	4		11	—	13
パイロット	人數	—	—	0	1	—	2
	隻数	—	—		25	—	5
作業員	人數	6	—	10	2	~ 6 ~ 12	
	隻数	各 1		2	3		9

注 国内船のパイロット0は予備員室を充当するためと思われる。

以上の検討の結果を総合して、標準的な定員数および定員構成を想定すると表-4.5.3.11のとおりとなる。ただし之はあくまでも仮定したもので基準化することは不可能で、居住区配置の標準化の方針としては変化に応じるチェンジャブルな設計が望ましい。

表-4.5.3.11 標準的定員構成

分類		国内船		外国船		
項目		ディーゼル	タービン	ノルウェイ籍	リベリヤ籍	英國籍
乗組員	職員	11	11	13	15	16
	部員	15	20	24	30	20
	予備員			2	—	3
その他	船主	6	6	2	2	2
	パイロット			1	1	1
	作業員			—	6	—
計		32※	37※	42	54	42

注 国内船定員合計の人数が、表-4.5.3.2および4.5.3.3の頂点の人数より2名少ないのは、各頂点の人数のみを集計した上表と、実船の定員構成の職員、部員の人数の各頂点が必ずしも一致しないためである。

(b) 諸室の構成と格付

(a) 項の定員の調査と同時に諸室の構成と格付についてもアンケートによって調査を行なった。ただし乗組員の私室、公室、事務室のみで、その他の制御室、厨室などは除外した。

(i) 乗組員私室 (表-4.5.3.12)

乗組員私室全般を通じ国内船と外国船との設備の差が歴然である。以下各室について考察すると、

(1) 船主室

- 1) 国内船には船主室がない。(特別室、客室などの名称の室があるが性格が相違する)
- 2) 外国船の船主室は船長格と同格となっている。

(2) 船、機長室

- 1) 国内船の機関長には専用バスルームがない。
- 2) 外国船では船、機長同格で、専用バスルーム付が多い。

また、専用事務室を設備した船が半数以上ある。

(3) 上級職員

- 1) 国内船では専用シャワールーム設備がなく、また寝室設備もない。
- 2) 外国船は、居室、寝室、専用シャワー設備のものがほとんどである。

(4) 次級職員

- 1) 国内船は居室のみで専用シャワールーム設備はない。
- 2) 外国船ではすべて居室と専用シャワールーム設備付である。

(5) 上級部員室

- 1) 国内船は次級士官と同一設備である。
- 2) 外国船では過半数が次級士官と同一となっている。

(6) 部員室

- 1) 国内船はすべて居室のみである。
- 2) 外国船では過半数が居室のみとなっている。

表-4.5.3.12 内外船の私室構成の比較

分類					国内船					外国船				
格付	居室	寝室	事務室	ロビー	船長	上級職員	次級職員	上部部員	船長	上級職員	次級職員	上部部員		
					/機主	職員	職員	部員	/機主	職員	職員	部員		
	居室	寝室	事務室	ロビー		-	-	-	-	-	5	1	-	-
"	"	"	-	-	-	$\frac{3}{1}$	-	-	-	-	$\frac{6}{7}$	-	-	-
"	"	-	ロビー	用	-	-	-	-	-	3	-	2	-	-
"	"	-	-	バ	-	$\frac{19}{9}$	-	-	-	$8\frac{10}{8}$	3	-	-	-
"	-	-	ロビー	ス	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-
	居室	寝室	事務室	ロビー		-	-	-	-	-	$\frac{6}{4}$	2	-	-
"	"	"	-	-	専	-	-	-	-	-	3	4	-	-
"	"	-	ロビー	用	-	-	-	-	-	1	$\frac{1}{3}$	3	-	-
"	"	-	-	シ	-	-	1	-	-	3	$\frac{1}{2}$	16	3	-
"	-	-	ロビー	ヤ	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
"	-	-	-	ワ	-	-	-	-	-	6	-	3	30	19
"	-	事務室	-	ト	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
2人用	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
	居室	寝室	-	-	専便 用所	-	$\frac{0}{1}$	-	-	-	-	-	-	-
	居室				クジ 人用	-	-	-	-	-	-	-	3	8
	居室・寝室・事務室					-	-	-	-	-	-	-	-	-
	居室・寝室				専 用 な し	-	$\frac{1}{12}$	1	-	-	-	-	-	-
	居室					6	-	21	23	23	-	-	-	11
	2人室					-	-	1	1	-	-	-	-	4
	計					6	$\frac{23}{23}$	24	$\frac{24}{24}$	23	23	$26\frac{33}{33}$	$\frac{42}{36}$	$\frac{33}{36}$

- 注 1. 船長、機関長室の数字は上段が船長を下段は機関長を示す。
 2. 国内船上級職員と次級職員の計がそれぞれ 24 と 1 隻多いのは予備品室の格付が異なっているためである。
 3. 外国船の上級職員、次級職員および部員の計が多くなっているのは同格の室でも、1 航、見習、バイロット、役付など設備が違っている室があるためである。

(ii) 作業員室

(イ) 国内船の作業員室は 4 例、体育室兼用の設備のものが 3 例ある。

(ウ) 事務室、公室 (表-4.5.3.13)

(ア) 事務室

- 1) 国内船は総合事務室の形式が大半である。
- 2) 外国船では各部別の事務室形式が多い。
- 3) 新しい方向として外国船では会議室の設備をもった船がある。

(b) 公室 (表-4.5.3.14)

- 1) 国内船は職員、部員各一室の食堂設備が一般的である。
- 2) 外国船では職員、部員食堂のほかにダイニングサルーン(約半数の船)、当直員食堂(約1/3の船)の設備がある。
- 3) 国内外船とも職員、部員それぞれのスマーキングルームのほかに体育室設備の船が半数あり、最近の新しい傾向を示している。
- 4) そのほか外国船では、図書室、ホビールーム設備が、また国内船では和室の休憩室設備の船が少數ながらある。

表-4.5.3.13 内外船の事務室構成の比較

項目	分類	国 内 船	外 国 船
コンファレンスルーム／ミーティングルーム		1	5
総 合 事 務 室		18	10
甲 板 部 事 務 室		5	13
機 関 部 "		5	15
司 厨 部 "		—	5
港 内 ／ 税 関 "		3	6
荷 役 事 務 室		4	3

表-4.5.3.14 公室

項目	区分	国 内 船	外 国 船
ダイニングサロン		3	14
職 員 食 堂		23	33
上級部員 "		—	8(2×1)
部 員 "		23	33(3×3)
当 直 員 "		—	11
ロ ン ジ / 会 見 室		5	5
職 員 ス モ キ ン グ		21	32
部 員 "		22	30
リクリエーションルーム／ゲームルーム／娯楽室		4	4
休 憩 室 (和室)		9	—
体 育 室		12	15
図 書 室		1	9
ホ ビ 一 ル 一 ム 室		—	4
暗		1	—

以上の実績の調査の結果、標準的な諸室の格付の構成を想定すると表-4.5.3.15のとおりである。

表-4.5.3.15 内外船の標準的諸室構成

分類 室の種類	国 内 船	外 国 船
私 室	船 主	一 居室 + 寝室 + 専用バス
	船長／機関長	居室 + 寝室 + 専用バス
	上級職員	居 室 (専用ラバトリーなし)
	次級職員	" (" ") 居室 + 専用シャワー
	上級部員	" (" ") "
	部 員	" (" ") "
	作業員室	6人室(体育室兼用) 甲板便所を附近に設ける
事務室	事務室	総合事務室(事務机及び会議用テーブル) 甲板部 + 機関部 + 司厨部 又は港門事務室
公 室	食 堂	職員用 + 部員用
	喫 煙 室	職員用 + 部員用
	娯楽、体育室	休憩室(和室) 体育室 図書室またはホビールーム 体育室

(2) 居室の床面積

(a) 床面積の現状調査

居住区設計の基礎となる乗組員居室の適正床面積の標準に関する資料は現在のところ皆無である。

J.G.NSC.DTI.ILO各國Ruleにこれに関する規準はあるが、いづれも最低床面積確保のためのものである。

従来各造船所の設計段階において、ある程度の床面積の基準は定められていたではあろうが、理論的裏付けはなく、おおかたは、各船毎に上部構造、機関室隔壁の制約を勘案しつつ、いかに工合よく居室をあてはめるかに重点がおかれていった。ゆえに同一造船所においても居住室の形態は各船多種、多様で常に同一ではなく、加えて船主の意向による相異もあって、常に一船ごとの居住区設計であり、現場工事のくり返しである。

元来人間が居住する室内において、多少の趣味、趣好による相異はあるにせよ適正なる床面積は決められるようにも思われるが、それが現実には実施されていないところに居住区設計のもづかしさがあるのかも知れない。

日本造船学会造船設計委員会第2分科会で最近全国主要造船所の建造船のうち、国内船の居室面積についてアンケートをとった資料を整理してみると表-4.5.3.16a～fのとおりである。

これは1万トン未満の貨物船から20万トンタンカーの居室床面積の内法広さをプロットしたものである。

表 4.5.3.1 6a

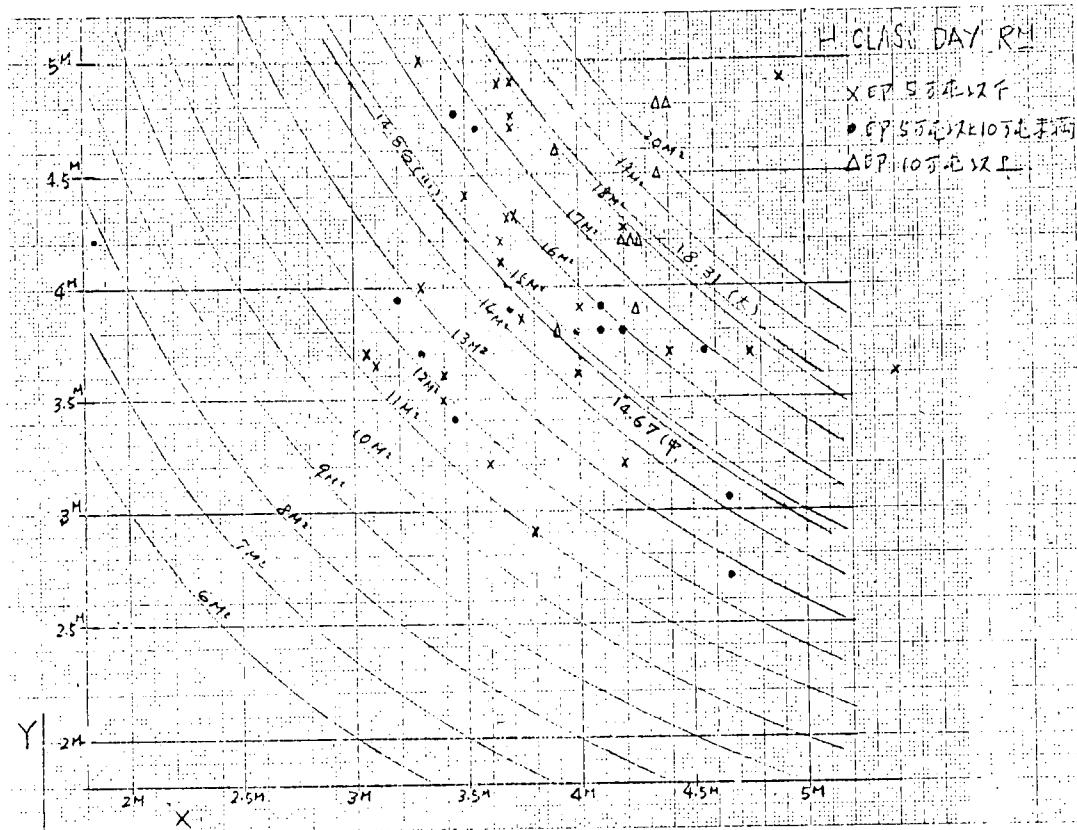


表 4.5.3.1 6b

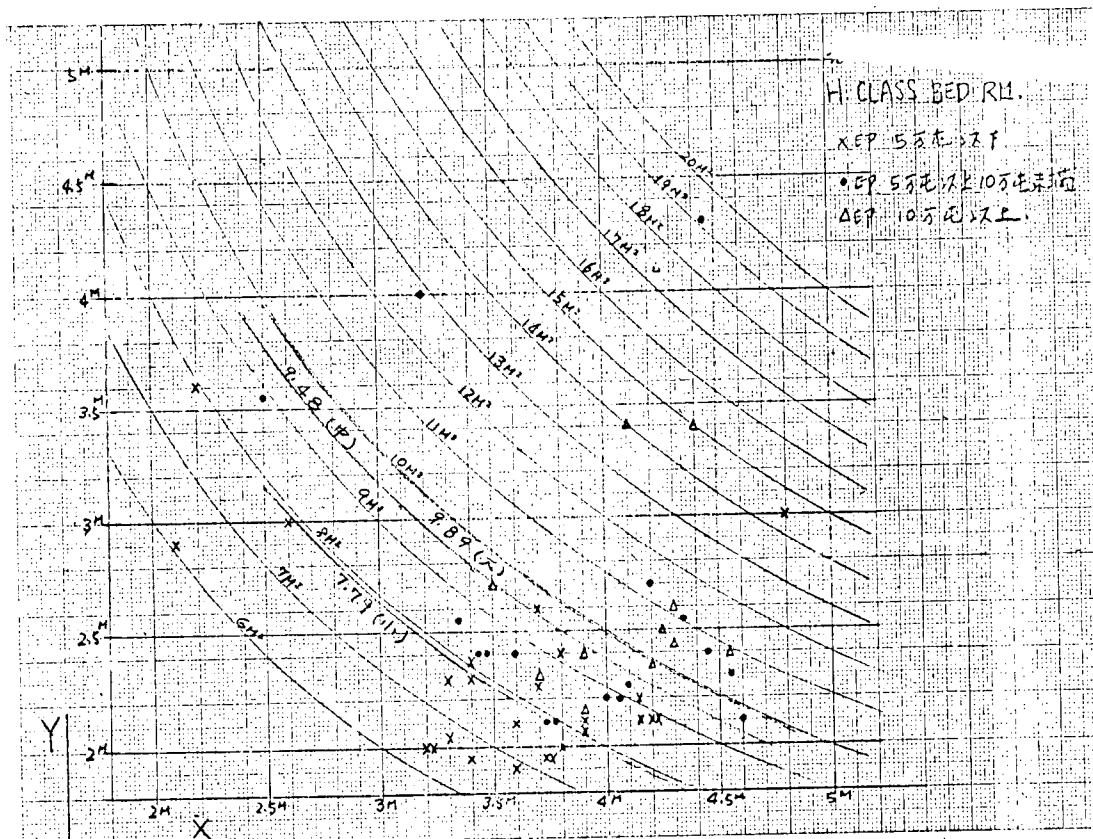


表 4.5.3.16 C

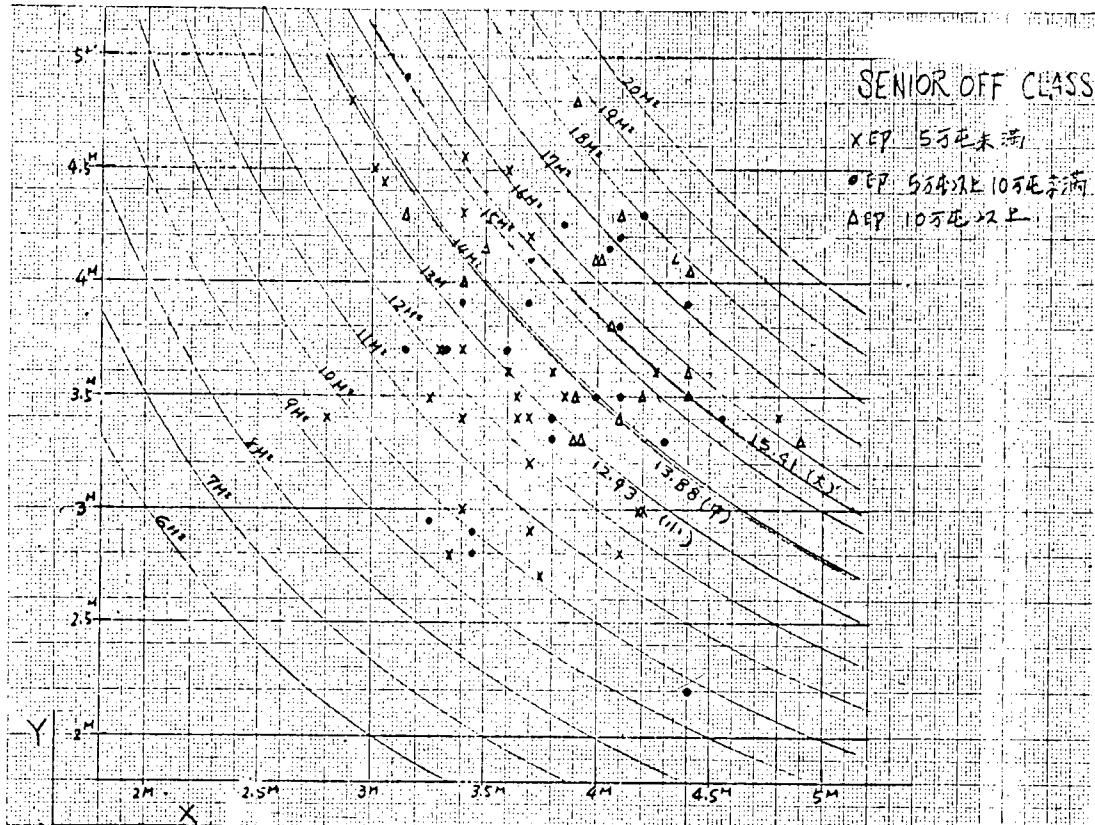


表 4.5.3.16 d

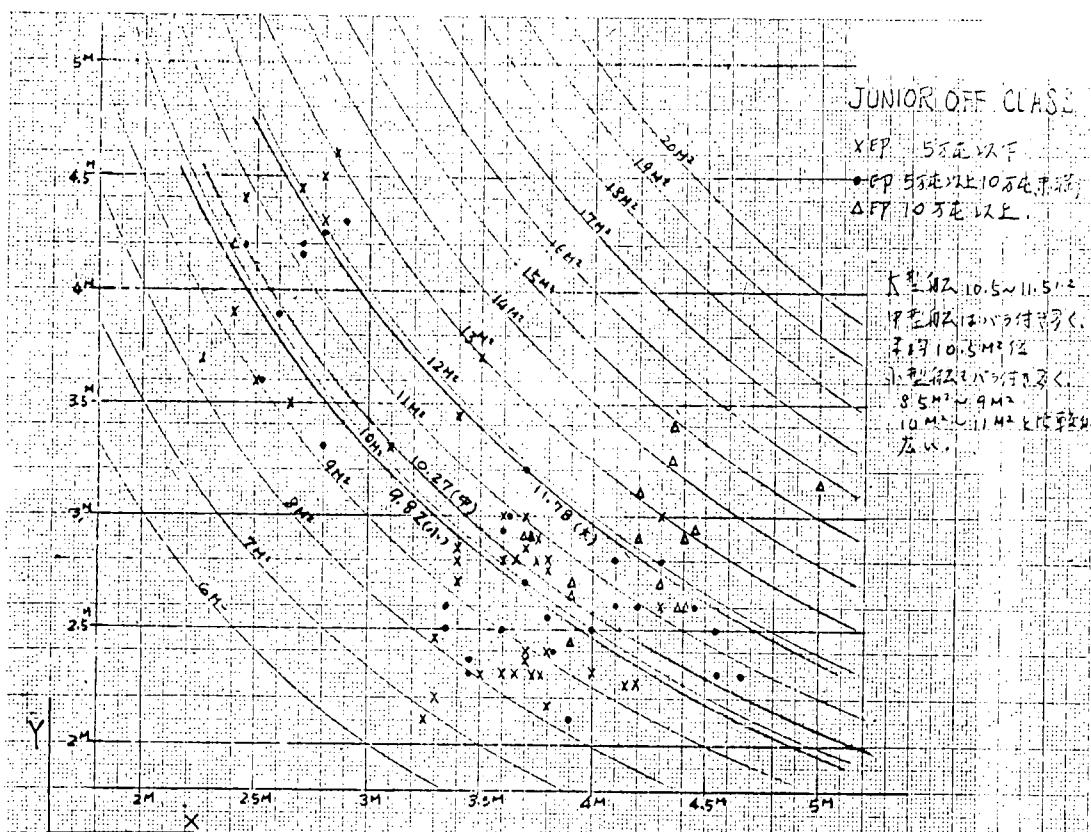


表 4.5.3.16 e

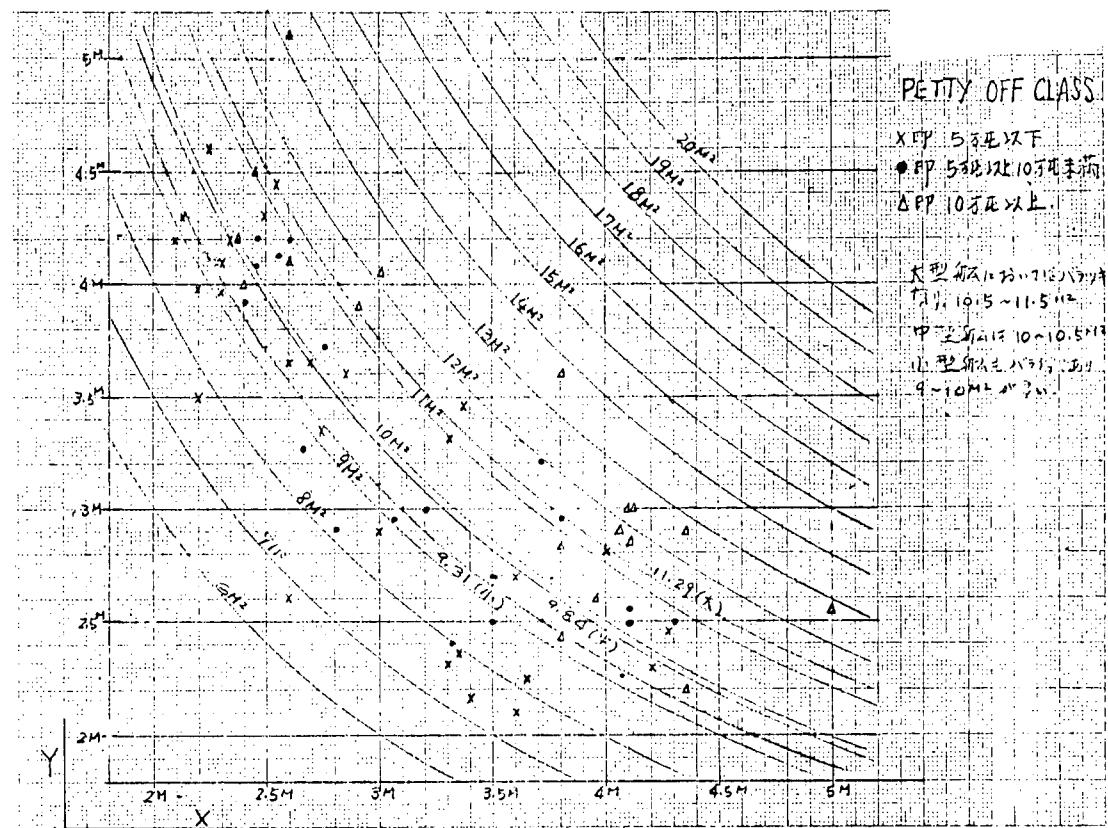
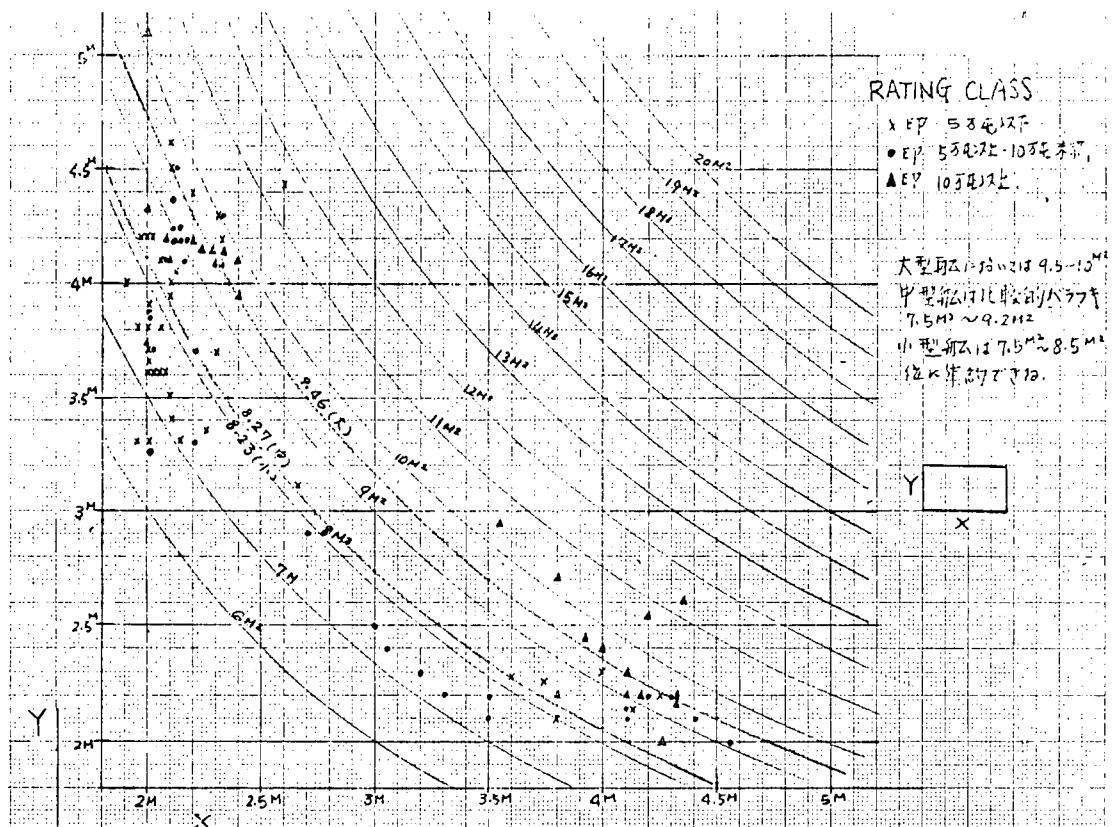


表 4.5.3.16 f



(b) 床面積に対する考察

床面積の決定の要素となるのは、その室の使用目的およびそれに対応する室内家具備品の数量に影響され、それらの家具が規定された空間に機能的かつ有効に配列されることで求められる。

すなわち、床面積は居住する人間に原点を置いた基本的な考え方たって、ただ単に広くすることではなく、家具調度品の質的向上をはかることも居住性能を良くする一方法であろう。

このように居住性能を向上させることは、建造費用の上昇につながるものであり、反面、居住する側に立てば満足度は増すわけで、この経済性と満足度の交点の付近で個室面積を決定するのが良いと思われる。

表-4.5.3.17は床面積調査のため下記資料を引用してまとめたものである。

1. 国内船床面積調査表

造船学会造船設計委員会第二分科会資料

2. 建築設計資料集成(1) 日本建築学会編

2.1 住宅 就寝

2.2 LONDON COUNTY COUNCIL(1956年)L.C.Cの標準設計

2.3 ホテル、ホテル基本計画、日本における主要ホテル客室面積

3. 外国船の例

3.1 MODULAR DESIGN APPLICATION STUDY(DECK HOUSE AND OUTFIT)

J.J. HENRY Co., INC.(1967)(米国)

TYPICAL ARRANGEMENT

3.2 SWEDEN KOCKUMS 造船所 25万t TANKER. APRIL 1971. SHIPPING WORLD AND SHIP BUILDER より。

4. 住宅モジュール (PILOT HOUSE PLAN)

4.1 京間の6畳

4.2 " の 4.5 畳

適正床面積に対する理論的な解析がない現状において、絶対的ではないが、表-4.5.3.18からみて、経済的視野からは $11m^2$ 近辺、理想的面積としては $12 \sim 14m^2$ (NET) といえる。

一方、第2分科会調査の国内船の実績は長年の建造結果の集積であり、無視することはできない。

そこでこの国内船の床面積をベースとして、これにプライベートラバトリーを装備した場合の床面積を表-4.5.3.18にプロットした。(SENIOR OFF以上は乗客を予想した応接間的な考え方であるので実績でも広いランクになっている。従って本表には記入していない)

プライベートラバトリーを装備した場合の配管スペースを含めて占有する面積は約 $5m^2$ の増大となる。

表-4.5.3.18からCLASS別適正床面積を推定すれば、

$$\begin{aligned} J/\text{OFF} &\text{として } 12 \sim 14m^2 \text{ (理想的適正值)} + 5 \sim 6m^2 \text{ (個室ラバトリー+内張深さ)} \\ &= 17 \sim 20m^2 \end{aligned}$$

$$P/\text{OFF}, \text{ RATING } \text{として}$$

$$9.5 \sim 12m^2 \text{ (経済的適正值)} + 5 \sim 6m^2 \text{ (同上)}$$

$$= 14.5 \sim 18m^2$$

さらにRATINGの場合小型ラバトリーを装備する場合もあるので

$$9.5 \sim 12 m^2 + 3.5 \sim 4.5 m^2 = 13 \sim 16.5 m^2$$

すなわち本委員会としては居室の床面積の推しょう値を下記に示す。

この床面積は前述の諸資料を参考として、居室のなかにプライベートラバトリーを組み込み、かつ後述のキャビンスーツの考え方を適用して決定した。

適 正 床 面 積		
CLASS 別	床 面 積 m^2	備 考
H E I G H E S T	3 6.0 ~ 4 0.0	BED RM及個室ラバトリー有り
S E N I O R	2 7.0 ~ 3 0.0	同 上
J U N I O R	1 7.0 ~ 2 0.0	個室ラバトリー有り
P E T T Y	1 4.5 ~ 1 8.0	同 上
R A T I N G	1 3.0 ~ 1 6.5	同 上

(3) ボイラー装備位置に依る上部構造の形状

(a) 現 状

上部構造（以下、上構と略称）の形状は、機関室上に配置されているため、機関室内のボイラー装備位置により大きな影響を受けている。

そこでアンケートによって各社の標準的な船型について現状を調べ、上構の形状（図-4.5.3.1 a～b）、上構諸数値（表-4.5.3.19～20）、居住区形状分類（図-4.5.3.2）について解析を行なった。

結果によると、現状の超大型船居住区形状の特徴は、

- (i) 船首ボイラー取り巻きと塔の混合型（以下混合型と略称）、船尾ボイラー独立型（以下独立型と略称）の2つに大別できる。
- (ii) 長さ方向については、暴発区画である、ポンプ室を含めたカーゴ・スペースを避けまた、巾方向については、船樓型ではなく甲板室型として平面形状を極力、単純矩形形状としている。
- (iii) 鋼壁配置、フレーム・スペースはメイン・ハルと合せている。
- (iv) シアードがないが若干のキャンバーを附しているものが多い。
- (v) その他（甲板は6～7層、など）

現状における上構形状に「混合型」を採用する理由としては、

- (i) ボイラーの振動防止船首ボイラーであること。
- (ii) 居住区の振動防止船尾ボイラーとなっている。

これに対し、「独立型」採用の理由は、

- (i) 船尾ボイラーであること。
- (ii) 機関室との相互関係をすくなくして、機関艤装、居住区艤装、それぞれがマイ・ベースで作業ができるようにするなどである。

表 4. 5. 3. 17

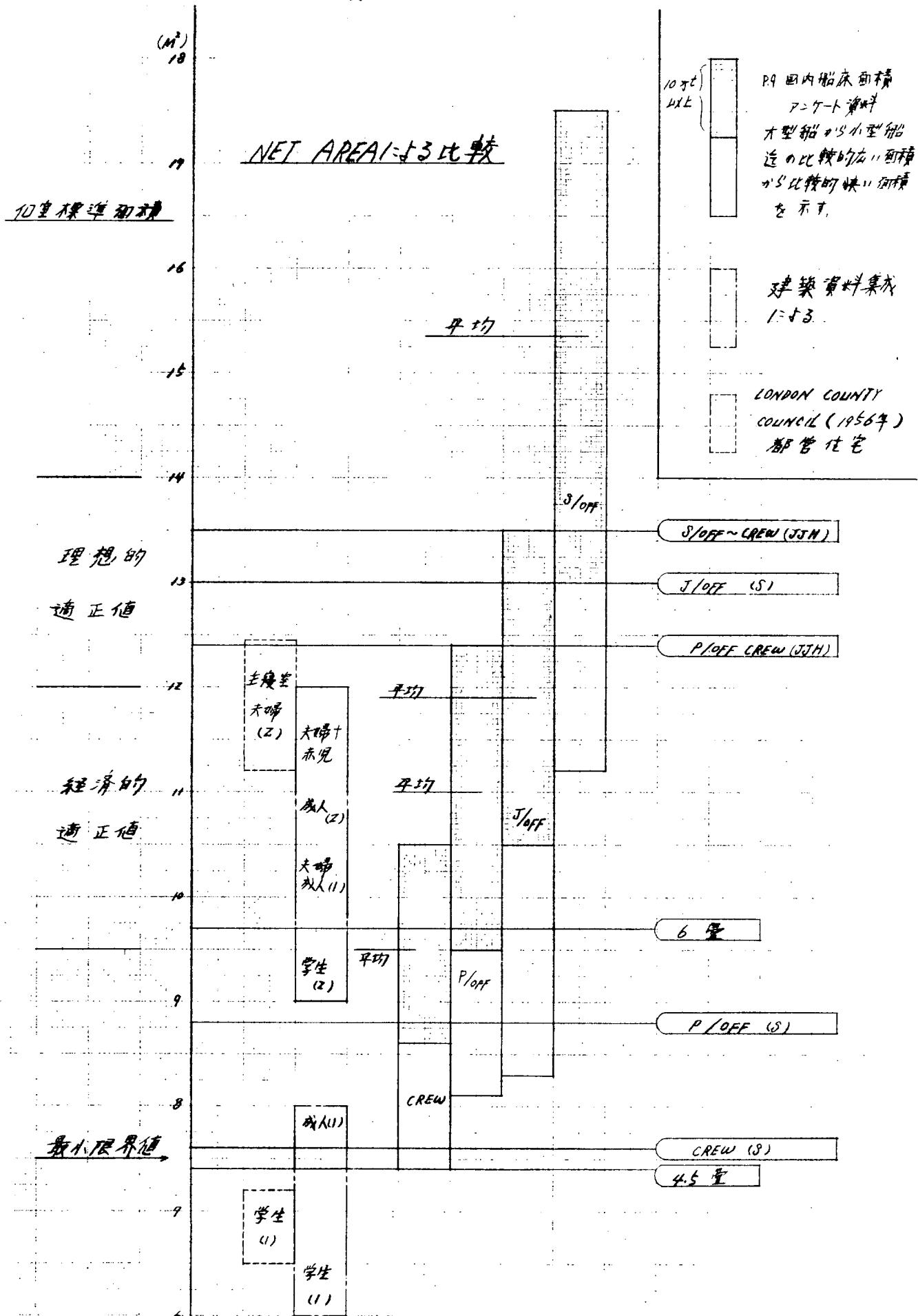
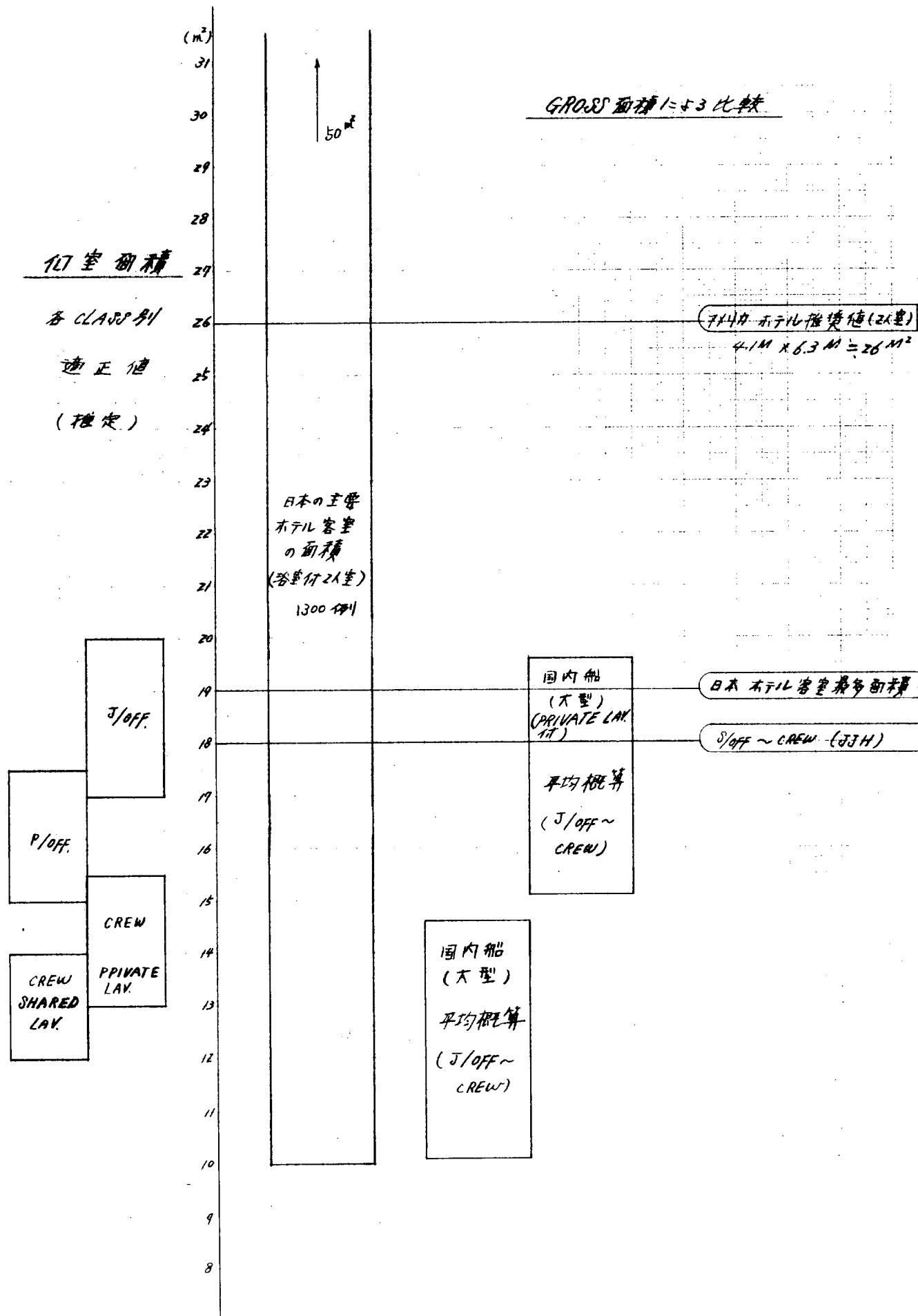


表 4.5.3.18



A社 独立型

a. 主要寸法仕様 ; 237 K DWT 340x50.4x25.7 定員 3

b. 居住区形状理由 ; 居住区に対する煙害防止、煙突を低くする。

c. DK.ハイト ; UD~A 2,750~3,000 (左側)

B~C (SIDE)

C~D 2,750

D~ND }

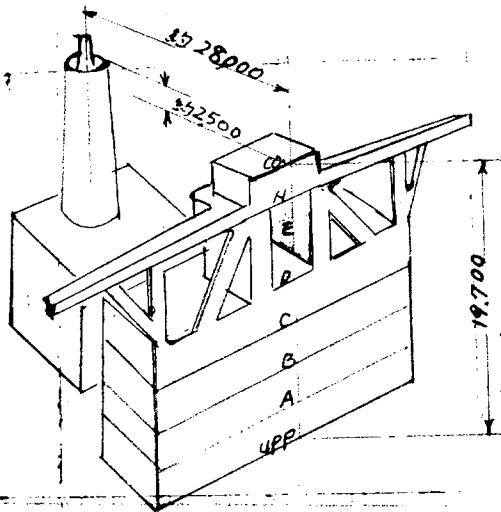
ND~CD 2,700

d. シア・キャンバー :

室内 ~ 5/1000

室外 ~ 15/1000

e. 他 (フリーエレクション範囲他) ; 左図枠内フリーエレクション構造



B社 独立型

a. 主要寸法仕様 ; 21万 DWT TANKER LPP 213x48.2x25.5 定員 41名

b. 居住区形状理由 ; 案装と関係なく解装可

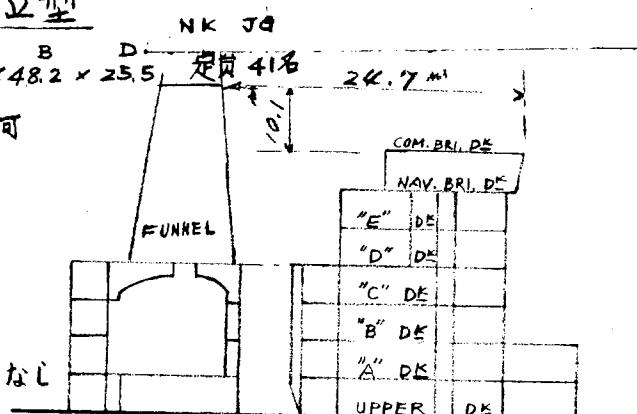
c. DK.ハイト ; NAV. → COMP 2,600

その他 全て 2,700

d. シア・キャンバー ; NO SHEER

CAMBER : 300/24100

e. 他 (フリーエレクション範囲他) ; フリーエレクションなし



C社 独立型

a. 主要寸法仕様 ; 21万 DWT. TURBINE TANKER 326.76x48.15x24.80 定員 56名 香港

b. 居住区形状理由 ; 船尾ボイラー、セミ独立分離型

c. DK.ハイト ; UD~D, DK 2,750

D~C "

C~B "

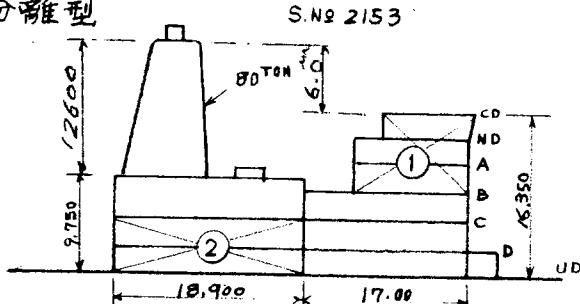
B~A "

A~ND "

ND~CD 2,600

d. シア・キャンバー ; シアなし

キャンバー有 15/1000直線



e. 他 (フリーエレクション範囲他) ; フリーエレクション構造 ① 165.6T 船底 4.5T ② 97.5T 船底 31T

D社 独立型

a. 主要寸法仕様 ; 168.100 DWT. O/C/OIL 285x47.4x24.8 定員 40名 日本船 ; NK, JG

b. 居住区形状理由 ; 船尾ボイラー - セミ独立型

c. DK.ハイト ; NAV.DK~COM.BR.DK 2,550

その他 - 2,750

d. シア・キャンバー、なし

e. 他 (フリーエレクション範囲他) ; ブロック制
船上搭載

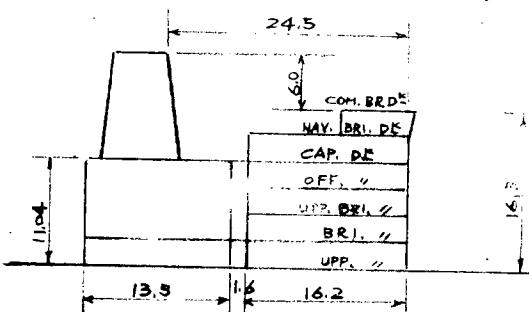


図 4.5.3.1 a

E社, 混合型

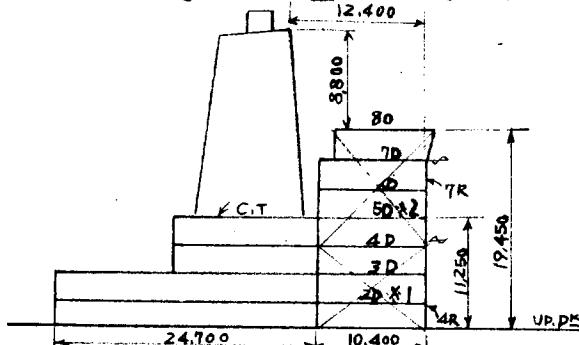
a. 主要寸法仕様 ; 23万DWT. タンカー $305^M \times 53^M \times 25.3^M$ 定員37名 国内船公(NK)

b. 居住区形状理由 ; ~~船首~~ボイラー, 混合型居住区

C. DK. HEIGHT ;	UP, DK ~ 2D	3,000
	2D ~ 3D	2,750
	3D ~ 4D	"
	4D ~ 5D	"
	5D ~ 6D	"
	6D ~ 7D	2,750
	7D ~ 8D	2,700

d. SHEER, CAMBER 各DK共通 $600/60,000$ (円弧)

e. 他 (プロエレクション範囲他) ; 右図枠内のプロエレクション構造 $\times 1 = 214.78 \times 2 = 117.1$ (船體構造の重り)



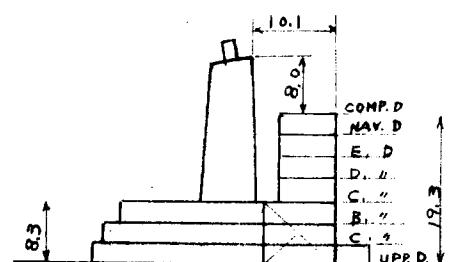
F社, 混合型

a. 主要寸法仕様 ; 23万DWT. タンカー $320 \times 50.8 \times 25.9$ 定員40名 NK

b. 居住区形状理由 ; ~~船首~~ボイラー, 混合型居住区

C. DK. HEIGHT ;	COMP ~ NAV.	2,750
	NAV. ~ E DK	"
	E ~ D "	"
	D ~ C "	"
	C ~ B "	"
	B ~ A "	2,750
	A ~ UPP.	2,800

d. シア-, キャンバー ; 上甲板 1,000
上部構造 300



e. 他 (プロエレクション範囲他) ; 上図枠内 プロエレクション構造 10T. 舵装置 10T 吊具 10T

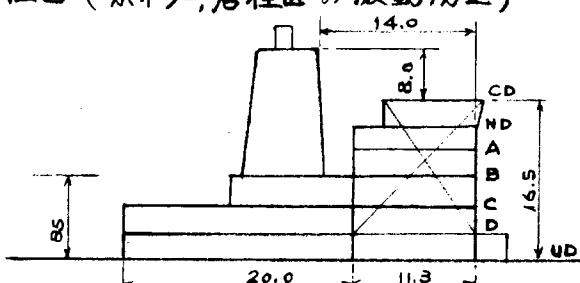
G社, 混合型

a. 主要寸法仕様 ; 25万DWT. タンカー, $320 \times 51.8 \times 26.7$ 定員50名, ルクエ船主 NV. NSC.

b. 居住区形状理由 ; ボイラー, 混合型居住区 (ボイラー, 居住区の振動防止)

C. DK. HEIGHT ;	UD ~ D.DK	2,700
	D ~ C "	"
	C ~ B "	"
	B ~ A "	"
	A ~ ND	2,530
	ND ~ CD	2,110

d. シア-, キャンバー ; 屋内 シアなし
屋外 1,000 直線



e. 他 (プロエレクション範囲他) ; 左図枠内 プロエレクション構造 275T. 舵装置 75T 吊具 15T.

H社, 混合型

a. 主要寸法仕様 ; $310 \times 48.8 \times 25.3 \sim 18.2$ (LR.)

b. 居住区形状理由 ; ~~船首~~ボイラー

c. DK. HEIGHT ; 右図に示す

d. シア-, キャンバー ; キャンバー, 中央部 27M は 100% の ROUND

e. 他 (プロエレクション範囲他) ;

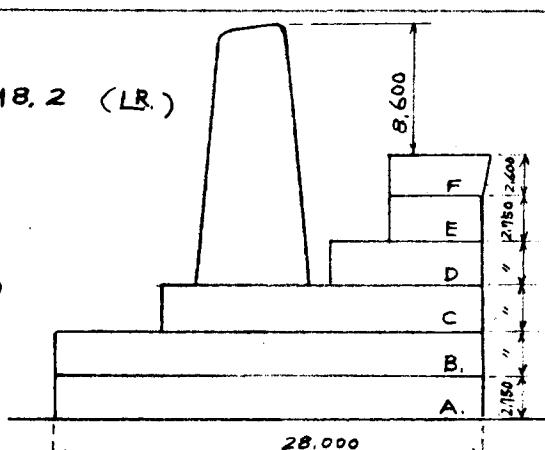


図 4.5.3.1 b

表 4.5.3.19

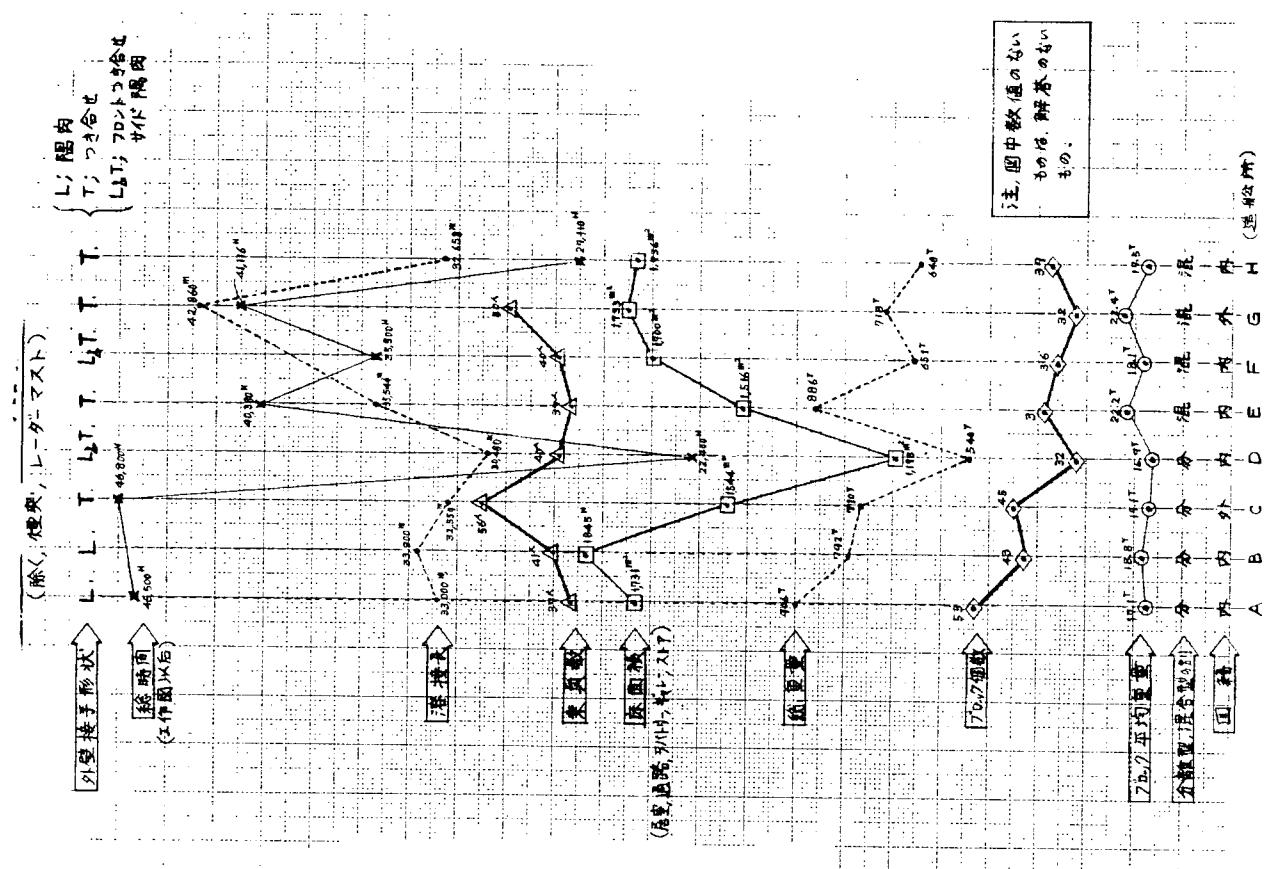
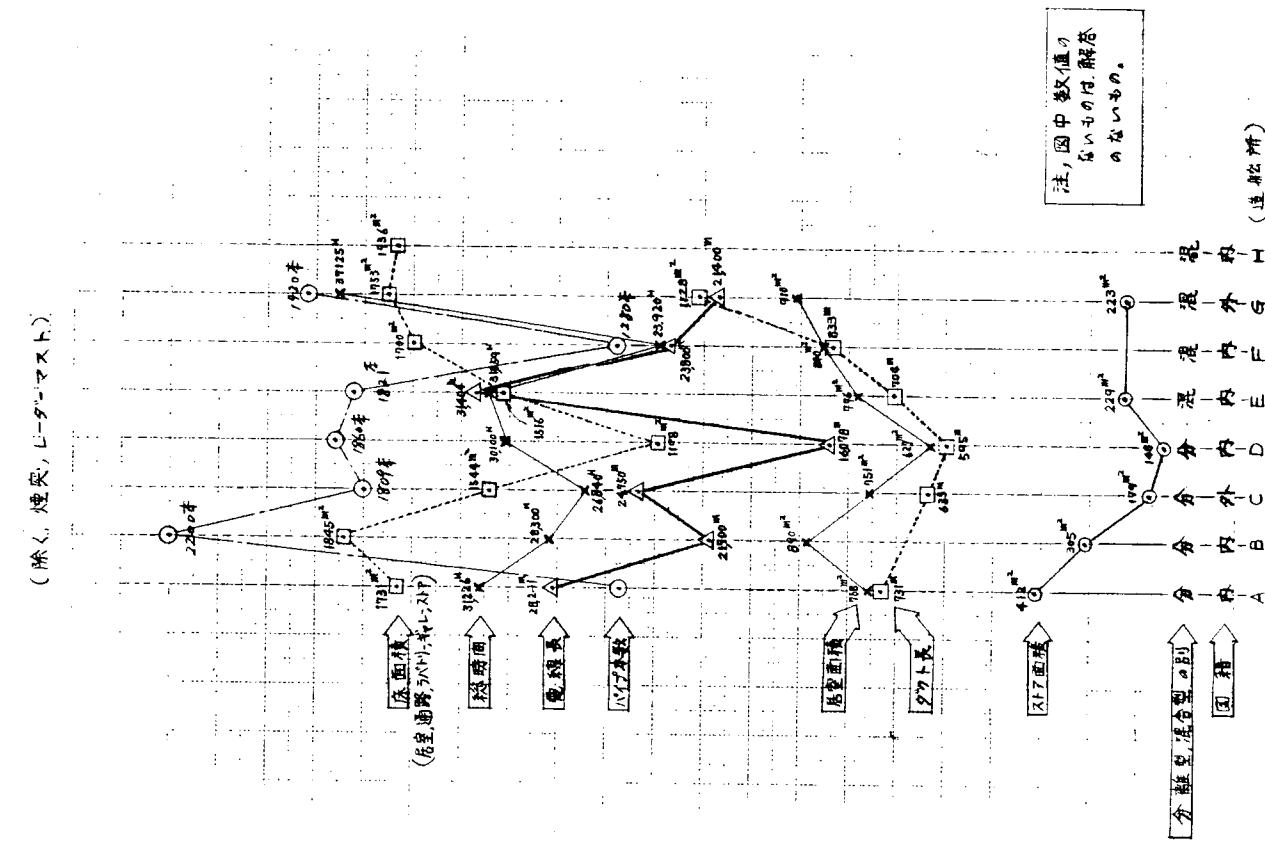
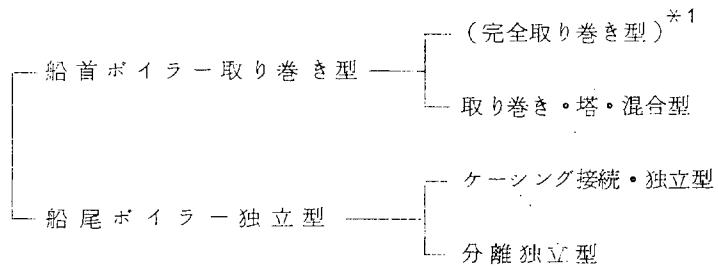


表 4.5.3.20





註) *1 船首ボイラーの場合、実際には「取り巻き・塔・混合型」が殆んどで、「完全取り巻き型」は実在しないのが現状である。

形 状 概 念 図

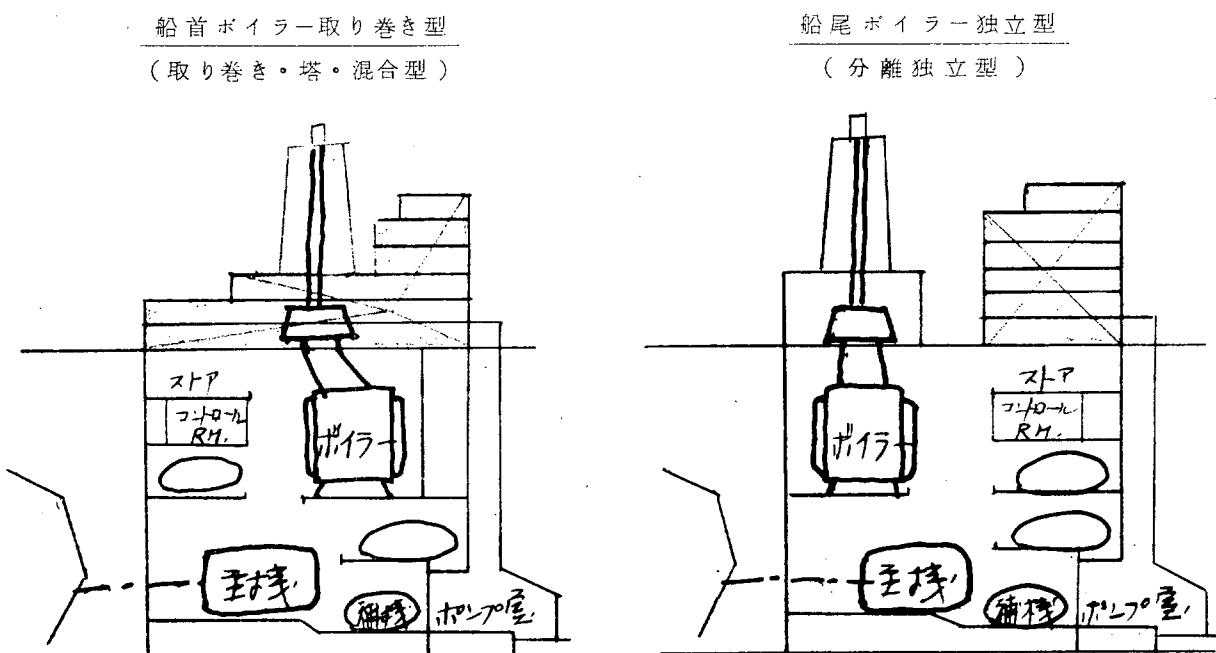


図-4.5.3.2 居住区形状分類

(b) 省力化、その他に対する問題点

現状居住区の省力化に対する問題点を、混合型と独立型について調査結果の単純平均、などによって

表-4.5.3.21に示す。

表-4.5.3.21 現状居住区の省力化に対する問題点

省力化関連事項		混合型	独立型	備考
構造関係	i 物量(重量)	○ 721T	✗ 823T	A,B,C,E,F,G,H社 単純平均に依る (D社は16万トン型なので除外)
	ii 総時間(工作図復)	○ 3,860H	✗ 4,615H	同上
	iii M.H/TON(同上)	○ 53.5H/T	✗ 56.0H/T	同上
	iv 他 { 歪とり ブリエレクション	○ 2,850H	✗ 3,090H	同上 夫々一部実施中

省力化関連事項		混合型	独立型	備考
II 機 器 装 関 係	i 物量 バイプ(本)	×	○ 1,750本	A,B,C,E,F,G 平均
	ダクト(m)	×	○ 890m	A,C,E,F,G
	電線長(m)	×	○ 25,600m	A,B,C,E,F,G
	ii 床面積 居室, 通路, ラバトリ, ギャレーストア	○ 1,660m ²	×	同上
	iii 居室面積	×	○ 843m ²	同上
	iv ストアー面積	○ 226m ²	×	A,B,C,E,G
III そ の 他	v 総時間(電装除く) 塗装	×	○ 30,800H	A,B,C,E,F,G
	1. 機関室機器との関連	×	○	(それが独自に施工可能)
	2. 標準化, 単純化	△ 可能性あり	○ 可能性大	
	3. 将来の地上作業化	△ 同上	○ 同上	
	4. " 工程短縮	△ 同上	○ 同上	

なお、現状調査結果によると、現状では「独立型」か「混合型」か、というボイラー位置による居住区形状が、省力度に及ぼす影響よりも、居住区の仕様の差、板厚に対するデザイン・ベースのとりかたの差、などの要素の影響のほうが大きいと思われる。すなわち、

現状居住区の省力度への影響として

- (i) 仕様の要素(国籍、グレード、定員など)の影響
 - (ii) 設計要素(板厚のベース、ノーキャンバーか否か、単純化標準化の度合など)
 - (iii) 工作方式、設備要素(ブリエレクションの範囲、工程平準化の度合など)
 - (iv) その他
- ボイラー位置による
「独立型」か「混合型」か、
という形状要素の影響

したがって、比較を行なう場合、これらの他要素の検討も必要であるとともに、今後、省力度を考えるにあたり、各要素を総合して最善なものを追究する必要がある。

以上により、今後、設備を整えて巨大ブリエレクションブロックとして地上作業化し、単純化・標準化がより推進される前提に立てば、「独立型」のほうが以下の点で省力度向上にすぐれていると思われる。

- (i) 単純箱型形状なのでブリエレクションに向いている。
- (ii) 単純矩形平面なので、構造形状、内部配置などの単純化・標準化が、より容易である。
- (iii) その他として機関室と無関係に設計・工作できる。
- (iv) 最下層甲板をあげ底構造として全層を工場または地上で一体ブリエレクションとして、すべての機器工事を完了せしめ、搭載後は取り合い工事のみとすることが将来の理想的方法と考えられるが、そ

の場合は当然独立型でなければならない。

以上は省力化に対する問題点であるが、その反面居住性能上の問題につき注意を要する項目として、

- (i) 独立型の場合、塔型なので振動に対して、より慎重な設計を要す。
- (ii) 独立型の場合、煙突がより後方となるので、煙害について慎重に検討を要す。
- (iii) 独立型の場合、格付などの問題で、無駄なスペースを作らないよう、考慮を要す。
- (iv) その他（スイミングプールの配置、遊歩甲板的場所の配慮など）

独立型の居住区性能上の基本的長所として、

- (i) 機関室からの熱、音の伝りがより少ない。
- (ii) 単純な通路配置、交通性をえやすい。

その他などがあげられる。

(c) 上構形状と省力度、経済的効果

現状調査結果より、独立型と混合型の省力度の比較をすると表-4.5.3.22のとおりである。

表-4.5.3.22 現状省力度比較

省力度関連事項	混合型	独立型	備考
1. 構造工事	38.600H	46,150H	A,B,C,E,F,G,H社 単純平均による。
2. 内装 "	30,800H	28,800H	A,B,C,E,F,G,同上
3. 電装 "	7,700H	7,470H	調査データが電線長のみ なので、0.3H/Mとして
4. その他（塗装など）	α	α	不明
	77,100H+ α	82,420H+ α	差 5,320H± α

以上は現状各社の実績船の単純平均比較であるから、つきの諸点を勘案する必要がある。

- (i) 仕様、デザイン・ベース、舾装方式、などの異なるものの単純平均である。

- (ii) 各型毎に3～4隻という少ないデータである。

なお、同一社内の同一ベースによる、独立型と混合型の比較試料によれば、以下のとおりである。

- (i) A社；独立型の方が7,000H少ない。
- (ii) G社；独立型の方が5,000H少ない。

現状調査結果による、独立型の混合型に対する経済的効果は表-4.5.3.23のとおりである。

表-4.5.3.23 現状経済的効果

項目	混合型	独立型	経済効果
I 物 量	1. 構造重量差	—	約100T増 +4,000千円 *1
	2. 舾装物重量差		
	Ⅰ パイプ	85本増	— 400 "
	Ⅱ ダクト	110m "	— 110 "
	Ⅲ 電線	700m "	— 280 "
	Ⅳ 造作(居室面積)	43m ² "	— 430 "
	Ⅴ 防熱	570m ² "	— 570 " *2
	VI 他	α	α

項目		混合型	独立型	経済効果
工 数	1. 構造工数		7,550 H増	+7,550千円 *1
	2. 築装 "			
	i 内装	2,000 H増	-	
	ii 電装	230 H増	- } α	-2,230 "
iii 他(塗装など)		α	α	α
合 計		-	-	+7,530千円 ± α

注) *1 材料費 鋼材 40,000円／TON
 パイプ 4,000円／本 (含む製作工費)
 ダクト 1,000円／m (150φとして)
 電線 400円／m
 造作 10,000円／m²
 防熱 1,000円／m² (50tグラスウール)

*2 防熱 現状調査データから洩れていたので、A社データ使用。

ただし、表-4.5.3.22 現状省力度比較と同様に、ベースの異なるものゝ単純平均で、かつ、それぞれ3～4隻のデータである点に注意する必要がある。

なお、同一社内の比較例を表-4.5.3.24に示す。

表-4.5.3.24 某社、経済効果比較例

		混合型	独立型	経済的効果
A 社	1. 構造物量	-	約150T増	+6,000千円
	2. 築装 "	全般稍々増	-	-6,000 "
	3. 構造工数	約3,300H増	-	-3,300 "
	4. 築装 "	約3,700H増	-	-3,700 "
G 社	1. 構造物量		約100T増	+4,000千円
	2. 築装 "	全般稍々増	-	-5,000 "
	3. 構造工数	ほぼ同一	-	-
	4. 築装 "	約5,000H増	-	-5,000 "

表-4.5.3.24 のものと、現状調査結果と大きく異なるのは、独立型の場合、構造重量増加にも増して構造工数が減る、またはほとんど同一という点で、その主な理由としては、

- i 形状単純化による組立、搭載、仕上工程の工数減
 - ii ブロック数減少、ブリエレクション範囲増大による工数減
- となっている。

なお、このほかに、数字で表現し難い事項として、機関室築装との関連で、独立型の方が、

- (i) 機関室と接触、接続している物量が少ない。

例：防熱、排水管、污水管、清海水管など

- (ii) 機関室工事とシリーズな手順関係が少なくなる。

例：ボイラー→ケーシング→煙突の工程が分離併行作業となる。

(iii) 機関室工事と作業場の上下関係、上甲板の作業場出入口、物品搬入口、置場、などの錯綜が減少する。

などの理由で、工程管理、作業場の整理、連絡調整などが容易になり、相互にマイ・ベースに作業進行可能となる。

以上より、経済的効果についても、現状にとらわれず、各要素を総合して、将来性、可能性を含めて、判断する必要がある。

(4) デッキハイトと甲板層数

(a) デッキハイトと甲板層数の現状

現状における各社の塔型上構のデッキハイトと甲板層数に関する実情調査をアンケートによって行ない、種々の項目にわたる解析の結果を表-4.5.3.25に示す。

(b) 省力化に対する問題点

(i) クリヤーハイト

表-4.5.3.25にも明らかなどとく、現状は2,150mmであるが、これを極力少なくし機装スペース（天井深さ）を多くとりたいが、人間体位の向上、快適な船上生活は無視することはできなく、むしろ許す限り多く取りたい。

設計第2分科会では人間工学の見地より、国内船で2,100mm、外国船で2,200mmを標準としている。

(ii) 機装スペース

最近、各船とも空気調和装置の採用およびプライベートラバトリー付の船室の増加に伴なってパイプ、ダクトなどの機装物量の増大をもたらした。しかるに甲板間高さをおさえられていたために狭い機装スペースに無理に押し込んでいた。（表-4.5.3.26）

パイプ、電路ダクトの曲りを少なくし直線配管、配線により設計および現場の省力のため、この機装スペースを大きく取らねばならない。一方、機装スペースの増加は船数重量の増加をまねく原因となる。

表-4.5.3.26

	現 状	望 ま し い 値
クリヤーハイト	2,150	2,200
ガーダー深さ	300	300 ※
機装（配管）スペース	200	300
誤 差、そ の 他	100	100
合 計 (=甲板高さ)	2,750	2,900

注) ※: -SR110設計分科会標準化小委員会(船殻)の標準寸法案による。

これらの要因に立脚して省力効果および経済効果を算出し(4.5.3.(4)c項参照のこと)機装スペースを従来(各社現状の平均値)より100mm上げて300mmとした。

4.5.3の(5)項で述べるノー・キャンバーの場合の排水、汚水管の傾斜のための機装スペースの増加も、300mmの機装スペースで消化できる。

クリヤーハイト、機装スペースなどについて現状と標準的(望ましい値)な値を対比させたものを表-4.5.3.26に示す。

表 4.5.3.25

Fig.	名 種	記号	A. 級	B. 級	C. 級	D. 級	E. 級	F. 級	G. 級	H. 級	最高平均
	デッキハイト	RH	2750	2750	2900	2800	2750	2780	2700	2750	2750
	クリアーハイト	CH	2100	2150	2200	2100	2100	2150	2200	2200	2150
	ガラス深さ A		350	300	300	350	316	340	300	350	300
	鏡面品とガラスの間隙 B		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	鏡面アスペース C		200	215	215	200	200	200	150	100	200
	鏡面品と根太の間隙 D		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	根太厚 E		25	24	60	25	28	60	60	30-80	25
	天井板厚 F		15	6	6	5	9	9	12	6	8
	デッキカルバング厚 G		8	9	8	8	9	9	8	9	9
	デッキ板厚 H		7	8	8	8	8	10	8	8	8
	ブロッフ誤差 I		45	28	103	104	80	52	12	47	50
	C+I/DH (%)		8.9	8.85	10.9	10.8	10.3	9.26	8.0	5.35	9.1
	SH/C+I		8.6	8.9	8.2	8.4	8.2	8.2	8.3	8	
	DH/CH		1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	層 数		6	6	6	6	6	6	6	6	
			2600	2700	2700	2750	2780	2700	2550	2650	
			2750	2700	2900	2800	2930	"	2750	2750	
			"	"	"	"	2780	"	"	"	
			"	"	"	"	2800	"	"	"	
			"	"	"	"	2830	"	"	"	
			"	"	"	"	3000	"	"	"	
			"	"	"	"	3400	"	"	"	
TOTAL	高さ		16350	16500	17100	16950	16830	16200	16550	16400	

この表からわかるとおり、甲板間高さは 150mm 高くなつて 2,900mm となる。

(iii) デッキハイトおよび層数

居住区の TOTAL AREA が同じならば層数の少ない方が艤装物量は減じるが、これは定員構成、居室の仕様などにより定まるとともに船橋からの見透し角を確保せねばならない。前項より述べられた甲板間高さ 2,900 を採用し 6 層とすると、船橋からの見透し角はほぼ 2.5 度となる。(図 - 4.5.3.3)

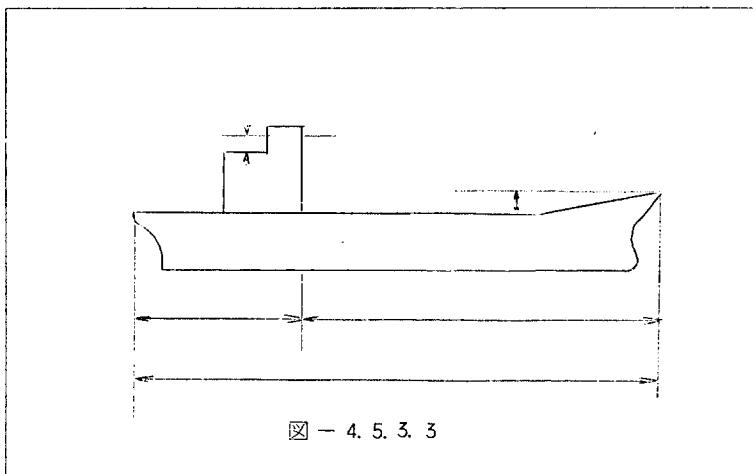


図 - 4.5.3.3

甲板層数 甲板高さ	見透し角	
	6 層	7 層
2,700 mm	2.11°	2.75°
2,800 mm	2.22°	2.85°
2,900 mm	2.35°	3.02°

(iv) デッキハイト増加による利害得失

〔利 点〕

- (i) 総合配置図作成時間の短縮
- (ii) 工作図の単純化
- (iii) 艤装品加工費の減少
- (iv) 艤装品取付費の減少

〔欠 点〕

- (i) 船殻鋼材の重量アップ
- (ii) デッキハイトと省力化、経済的効果との関連
(某社 外国船、取巻型、6 層 20 万トン、乗組員 48 名の計算例を示す)
- (iii) 設計および生産技術の全般的な作業の容易性

作業内容	工数	
	減 (-)	増 (+)
船殻との取合、パイプ電線、ダクトなど 天井 高さとのお互の取合検討およびライン引き時間 管符号、寸法、貫通符号など 表題注意事項、 その他協議手直し	300H	0
取付図作成時間（生抜）	50H	0
管一品図（生抜）	80H	0
ダクト関係図（生抜）	60H	0
合 計	70H	0
	560H/隻	0

(ii) CEILING DEPTHを深くした場合の繕装品の曲り本数およびGIR, WB, 貫通数の減少とその省力度

	CEIL DEPTH 200mm	CEIL DEPTH 300mm	差引本数
パイプ曲り本数 (係数 2.68)	346 (927)	144 (385)	202 (542)
ダクト曲り本数 (係数 1.94)	262 (508)	107 (207)	155 (301)
電路曲り本数 (係数 0.23)	139 (31)	16 (3)	123 (28)
GIR WBのパイプ貫通数 (係数 0.5)	40 (20)	22 (11)	18 (9)
GIR WBのダクト貫通数 (係数 0.75)	42 (31)	9 (6)	33 (25)
GIR WBの電路貫通数 (係数 0.78)	183 (142)	125 (97)	58 (45)
カーテンプレート貫通数 (係数 1.00)	15 (15)	26 (26)	-11 (-11)
合 計	1,027 (1,674)	449 (735)	578 (939)

※ 各名称下段()内数字は、カーテンプレート貫通工作費を1とした場合の繕装品数

全体平均一本当りの工作費 1.2H $1.2 \times 939 = 1,127H$

作業内容	工数	
	減 (-)	増 (+)
繕装品加工および取付	1,127H/隻	0

(iii) 船殻構造の重量アップと工作費

UPPD K ~ LOW. BR. D K	150 % UP	5 T 100
LOW. BR. D K ~ UPP. BR. D K	"	3 T 825
UPP. BR. D K ~ CAP. BR. D K	"	2 T 700
CAP. BR. D K ~ NAV. BR. D K	0	0
合 計		11 T 625

作 業 内 容	工 数	
	減 (-)	増 (+)
船 殼 加 工 費	465 H/隻	

(iv) 経済的効果

項 目	経 済 性	
	利 益	損 失
機 装 設 計 費 (含む生産設計)	560 千円	
機 装 工 費	1,127 千円	
船 殼 材 料 お よび 工 作 費		1,163 千円
計	1,687 千円	1,163 千円
差 引 合 計	利 益	524 千円

(5) ノーシヤー・ノーキャンバー

(a) シヤー・キャンバーの現状

上構のキャンバー、シヤーの状況についての現状調査をアンケートにより行なった。

その結果は表-4.5.3.27に示すとおりである。これによるとシヤーはないが大部分が若干のキャンバーを付しており、室内のノーシヤー採用は2社のみである。

(b) 省力化に対する問題点

(i) キャンバー構造と作業性

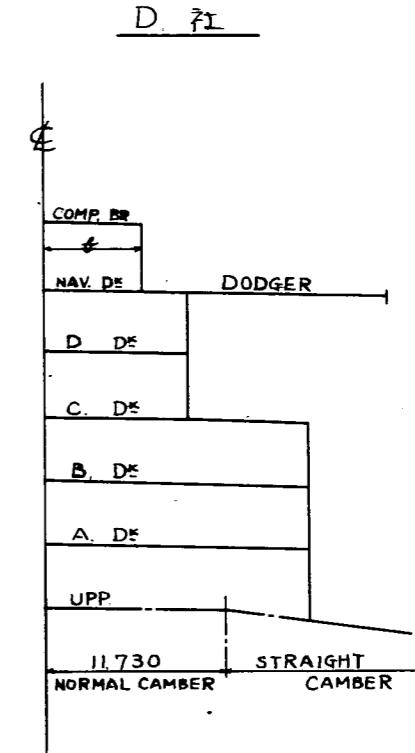
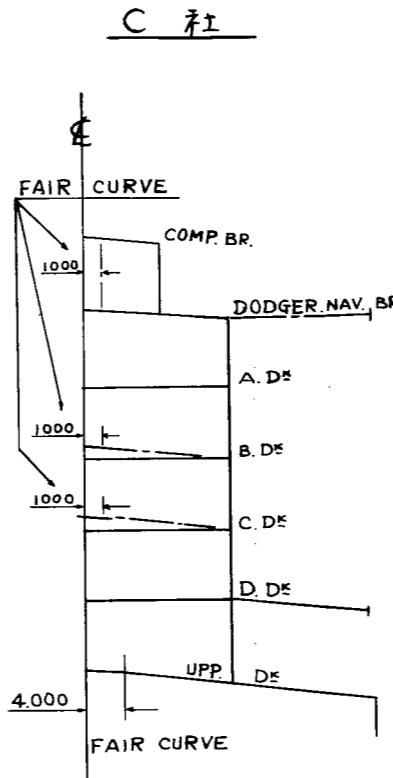
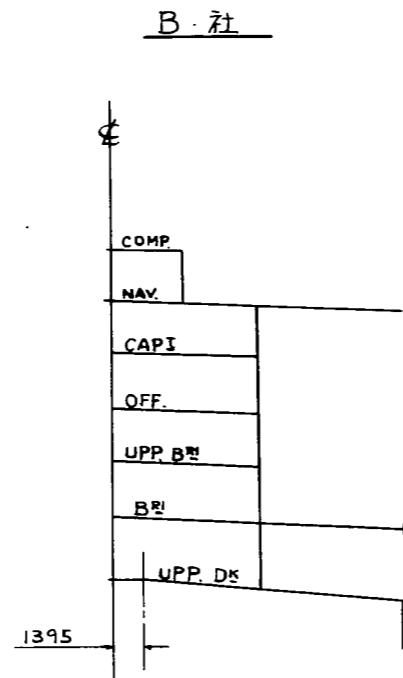
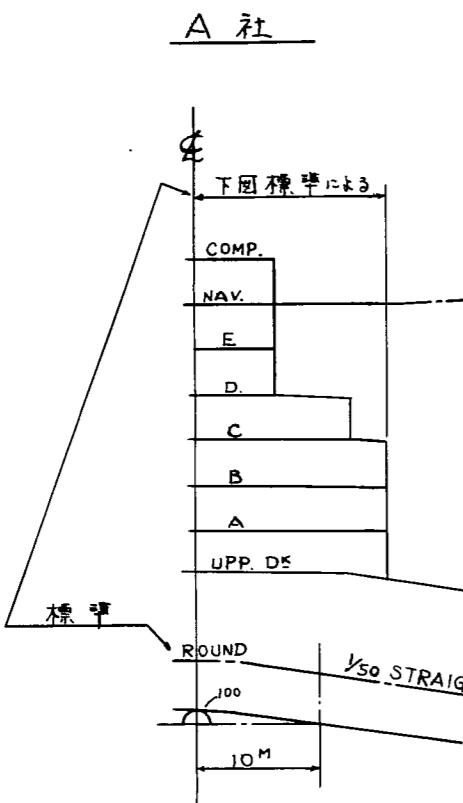
作業に及ぼす影響についてのアンケート結果では、その作業効率と将来の可能性などあらゆる点でノーキャンバーの有位性が認められる。

(ii) ノーキャンバーの有利性

(1) 船殻図面、内業加工、ブロック組立および建付までの全般的殻作業が容易である。

(ノーキャンバーでは暴露デッキの少ない上構が工作上有利である)

表 4.5.3.27



	DECK	CAMBER	備考
シャー	各 DECK	なし	
キヤンバ	COMP. BR.	$10/1000$ ROUND	DODGER 部は $10/1000$ STRAIGHT 逆 CAMBER
	NAV. BR.	全上	室内暴露部に局所なく標準
	E. DECK	全上	
	D. DECK	全上	
	C. DECK	$10/1000$ ROUND $+20/1000$ STR.	
	B. DECK	全上	
	A. DECK	全上	
	UPP. DECK	$80/1000$	中央部水平
将来方向	ノーキャンバーの検討を今後行なう。		

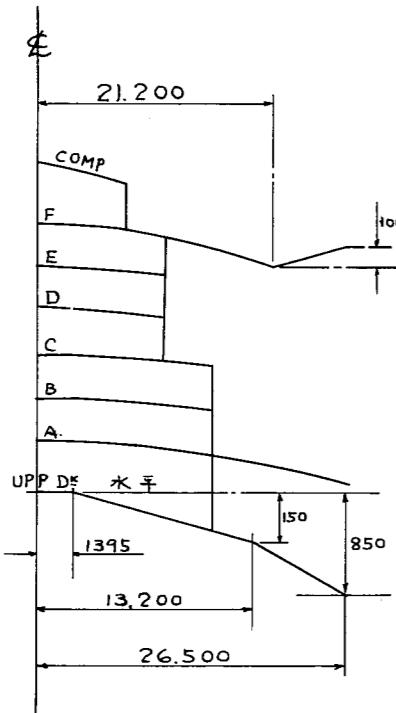
	DECK	CAMBER	備考
シャー	各 DECK	なし	
キヤンバ	COMP. BR.	$4/1000$	UPP. DECK を除き CAMBER は全て ROUND
	NAV. BR.	全上	
	CAPI DECK	全上	
	OFF. DECK	全上	
	UPP. BR.	全上	
	BRI DECK	全上	
	UPP. DECK	$40/1000$	
将来方向	ノーキャンバーの方向で検討している。		

	DECK	CAMBER	備考
シャー	各 DECK	なし	
キヤンバ	COMP. BR.	$18/1000$	1) CAMBER は $18/1000$ 直線 CAMBER
	NAV. BR.	$18/1000$	2) NAV. BR. を除く 居住区内は全て $18/1000$ CAMBER なし
	NAV. DODGER	$30/1000$	
	A. DECK	室内なし 外 $18/1000$	
	B. DECK	全上	
	C. DECK	全上	
	D. DECK	全上	
	UPP. DECK	$47/1000$	
将来方向	今後も居住区のノーキャンバー構造を継続する。		

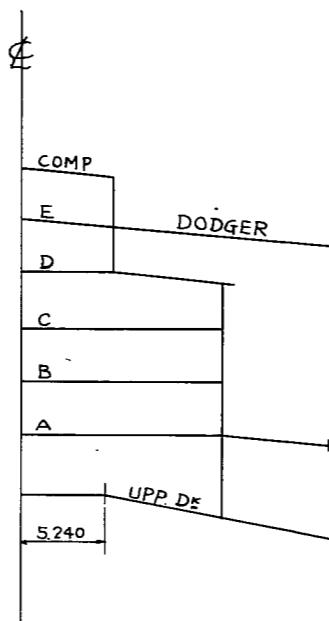
	DECK	CAMBER	備考
シャー	各 DECK	なし	
キヤンバ	COMP. BR.	$100/8$	
	E. DECK		
	D. DECK		
	C. DECK		
	B. DECK		
	A. DECK		
	UPP. DECK	$50/11.730$	
	UPP. SHIP SIDE	$64.5/1000$ STRAIGHT	
将来方向	300/ $\frac{B}{2}$		

表 4.5.3.27

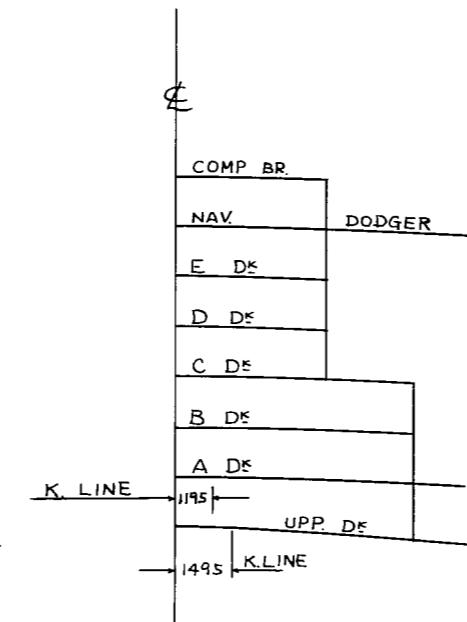
E 社



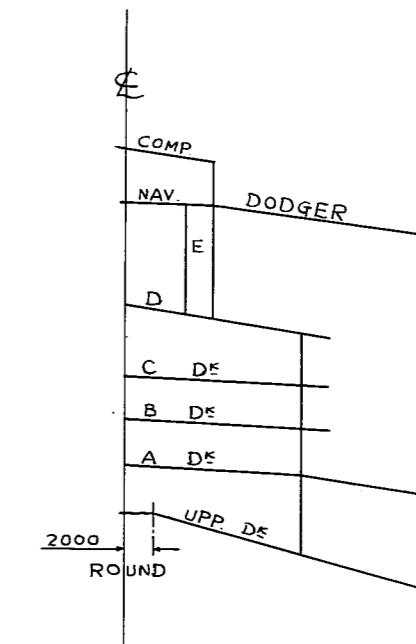
F 社



G 社



H 社



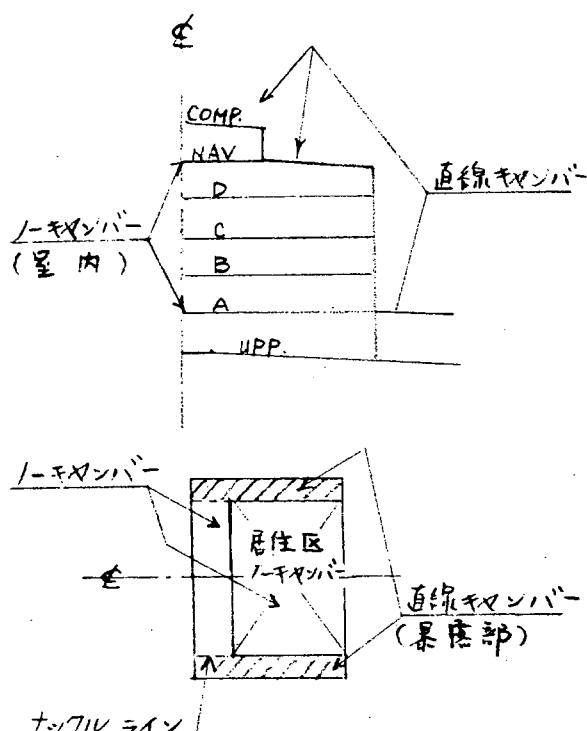
	DECK	CAMBER	備考
シャー	各 DECK	なし	
キヤンバー	COMP. BR.	2400/60,000 円弧	1) 上構 CAMBER は 全く円弧 CAMBER である。
	F. DE	600/60,000	2) DODGER は 逆 CAMBER
	E. DE	全上	3) 上甲板は 2 折 直線 CAMBER
	D. DE	全上	
	C. DE	全上	
	B. DE	全上	
	A. DE	全上	
	UPP. DE	△お 園示通り	
将来方向	ノーキヤンバーを検討する予定		

	DECK	CAMBER	備考
シャー	各 DECK	なし	
キヤンバー	COMP. BR.	15/1000	1) CAMBER は 全く直線である
	E. DE	15/1000	2) DODGER は SIDE でのタックル 跡上には設けない
	D. DE	室内 なし 外 15/1000	
	C. DE	全上	
	B. DE	全上	
	A. DE	全上	
	UPP. DE	50/1000	
将来方向	標準として採用しているので当分の間 このまま進む。		

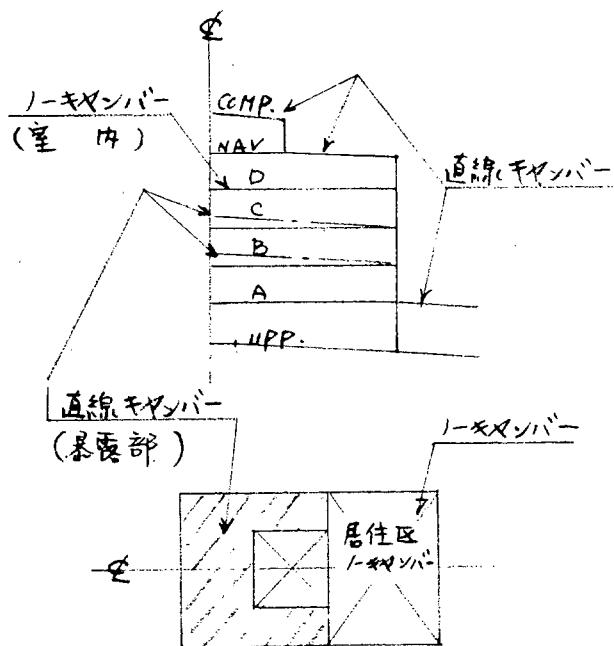
	DECK	CAMBER	備考
シャー	各 DECK	なし	
キヤンバー	COMP. BR.	ノーマル型 75/6150	CAMBER に対する 当社の実状
	NAV.		1) 外国船に対して NO CAMBER を 採用する
	E. DE		2) プロポーラーK
	D. DE	折直線 300/25,555	
	C. DE		3) 国内船では排水を 気にする例が多く 殆んど要本通りの CAMBER を採用 している。 標準はなし
	B. DE		
	A. DE		
	UPP. DE	折直線 1070/25,555	
将来方向	ノーキヤンバー構造を試行する。		

	DECK	CAMBER	備考
シャー	各 DECK	なし	
キヤンバー	COMP. BR.	15/1,000	1) CAMBER は全て 直線 CAMBER で ある。
	NAV. BR		2) HOUSE AFT は 室内と同じ 15/1,000
	DODGER		SIDE 側はタックルで 15/1,000
	D. DE	15/1,000	
	C. DE	室内 15/1,000 外 15/1,000	
	B. DE	全上	
	A. DE	全上	
	UPP. DE	45/1,000	
将来方向	ノーキヤンバー構造を試行する。		

独 立 型



混 合 型



- (a) 築装図面、木築内装、配管、ダクト、配線など全般的築作業が容易になる。
- (b) 居住性の向上と内装仕上りの見栄が好転し船舶特有な異質の平行感覚がなくなり居室内装に安定感を与える。
- (c) 製品および内装構成部材加工の単純化
- (d) 市販既製家具利用度の向上
- (e) 鋼材スクラップ率の減少
- (iii) ノーキャンバーの欠点
 - (1) デッキハイトの增高
 - 配管（排、汚水）傾斜のためのスペース増加により従来より 100% の增高が必要である。
 - （前章 4.5.3(4) 項で 150% のデッキハイトの増加が可能になれば、ノーキャンバーのための增高は不要である）
 - (2) 型状保持の困難性
 - 歪取り作業の増大と型状の中垂れが懸念される。
 - (3) 物量の増加
 - デッキハイトの增高にともなって鋼材、管、ダクト、電線などが増加となる。
- (iv) ノーキャンバー構造の省効度と経済的効果（某社試算）
 - (1) 省 力 度 $2,300 \text{ H/隻}$

区分	作業内容	工数	
		減	増
上構	生技～小組立	900H	
	大組立～建付	600H	
	歪取り～仕上		400H
機装	木継内装	800H	
	一般内継装	200H	
	内作，製品，加工	200H	
計		2,700H/隻	400H/隻

(b) 経済的効果

約3,300千円/隻の効果が見込まれる。

項目	経済性	
	利益	損失
省力度(2,300H)	2,300千円	
既製家具利用度の向上 ユニット・プレハブ化の積極的導入	800千円	
鋼材スクラップ率の減少	200千円	
計	3,300千円/隻	

(6) パネルのモジュール割り

(a) 現状の分析

居住区画のモジュール化の現状を知るための資料として、仕切壁材、内張材、天井内張材の標準品の使用状況に関する各社のアンケート結果がある。このアンケート結果によると(表-4.5.3.28参照)仕切壁材、内張材ならび天井内張材の数量別、面積別の標準サイズの使用率は、次のとおりである。

	数量別	面積別
仕切壁材、内張材	70%	82%
天井内張材	69%	73%

この結果からみると、標準サイズ品の使用率は、かなり進んでいると言える。しかし、このアンケート結果のうち、B社、C社、D社、G社については、注文時には、標準サイズ品を100%注文したという意味で使用率100%としているが、最終加工状態での標準サイズ使用状態は不明である。したがって、最終取付状態での標準サイズ使用率は、上記各社を除いたもので考える必要があるが、この結果は次のとおりである。

	数量別	面積別
仕切壁材、内張材	47%	68%
天井内張材	41%	49%

これから見て、取付状態を考えたモジュール化は、まだ考慮の余地があると言える。

表 - 4. 5. 3. 28

標準品の使用状況に関する各社のアンケート結果

1. 仕切壁材、内張材の標準寸法の使用率

(A) 数量による使用率

	A社(1)	A社(2)	A社(3)	B社(1)	B社(2)	B社(3)	B社(4)	C社(1)	C社(2)	D社(1)	D社(2)
標準サイズ(%)	38	44	39	100	100	100	100	100	100	100	100
特殊 " (")	62	56	61	0	0	0	0	0	0	0	0
標準サイズの枚数	753	904	856	645	912	879	1,280	2,748	702	1,502	2,170
特殊 "	1,242	1,175	1,351	0	0	0	0	0	0	0	0
合計枚数	1,995	2,079	2,207	645	912	879	1,280	2,748	702	1,502	2,170

(B) 面積による使用率

	A社(1)	A社(2)	A社(3)	B社(1)	B社(2)	B社(3)	B社(4)	C社(1)	C社(2)	D社(1)	D社(2)
標準サイズ(%)	59	67	63	100	100	100	100	100	100	100	100
特殊 " (")	41	33	37	0	0	0	0	0	0	0	0
標準サイズの面積(m ²)	1,520	2,548	2,112	1,428	2,000	1,934	2,896	4,398	1,966	3,324	4,778
特殊 " (")	1,055	1,234	1,232	0	0	0	0	0	0	0	0
合計面積(")	2,575	3,782	3,344	1,428	2,000	1,934	2,896	4,398	1,966	3,324	4,778

2. 天井内張材の標準寸法の使用率

(A) 数量による使用率

	A社(1)	A社(2)	A社(3)	B社(1)	B社(2)	B社(3)	B社(4)	C社(1)	C社(2)	D社(1)	D社(2)
標準サイズ(%)	37	39	49	100	100	100	100	100	100	100	100
特殊 " (")	63	61	51	0	0	0	0	0	0	0	0
標準サイズの枚数	216	420	526	364	675	500	819	881	820	1,028	1,140
特殊 "	368	674	558	0	0	0	0	0	0	0	0
合計枚数	584	1,094	1,084	364	675	500	819	881	820	1,028	1,140

(B) 面積による使用率

	A社(1)	A社(2)	A社(3)	B社(1)	B社(2)	B社(3)	B社(4)	C社(1)	C社(2)	D社(1)	D社(2)
標準サイズ(%)	51	43	56	100	100	100	100	100	100	100	100
特殊 " (")	49	57	44	0	0	0	0	0	0	0	0
標準サイズの面積(m ²)	623	755	925	800	1,340	941	1,530	1,410	1,311	1,702	1,888
特殊 " (")	611	829	730	0	0	0	0	0	0	0	0
合計面積(")	1,234	1,584	1,655	800	1,340	941	1,530	1,410	1,311	1,702	1,888

E社(1)	E社(2)	E社(3)	E社(4)	F社(1)	F社(2)	F社(3)	F社(4)	G社(1)	G社(2)	G社(3)	H社	平均
41	42	35	38	59	28	43	46	85	100	100	80	70 (47)
59	58	65	62	41	72	57	54	15	0	0	20	30 (53)
579	521	509	1,146	544	440	751	1,048	1,371	1,340	1,069	638	
833	717	954	1,837	381	1,141	1,009	1,234	242	0	0	161	
1,412	1,238	1,463	2,983	925	1,581	1,760	2,282	1,613	1,340	1,069	799	

E社(1)	E社(2)	E社(3)	E社(4)	F社(1)	F社(2)	F社(3)	F社(4)	G社(1)	G社(2)	G社(3)	H社	平均
64	69	64	64	76	61	53	66	84	100	100	91	82 (68)
36	31	36	36	24	39	47	34	16	0	0	9	18 (32)
1,148	1,252	1,521	2,715	1,189	972	1,730	2,068	3,100	2,950	2,371	1,402	
650	563	871	1,519	382	612	1,541	1,076	593	0	0	144	
1,798	1,815	2,392	4,234	1,571	1,581	3,271	3,144	3,693	2,950	2,371	1,546	

E社(1)	E社(2)	E社(3)	E社(4)	F社(1)	F社(2)	F社(3)	F社(4)	G社(1)	G社(2)	G社(3)	H社	平均
44	37	20	21	39	42	38	47	100	100	100	80	69 (41)
56	63	80	79	61	58	62	53	0	0	0	20	31 (59)
430	301	285	302	292	323	341	373	1,286	1,231	746	341	
544	514	1,175	1,169	466	451	557	416	0	0	0	85	
974	815	1,460	1,471	758	774	898	789	1,286	1,231	746	426	

E社(1)	E社(2)	E社(3)	E社(4)	F社(1)	F社(2)	F社(3)	F社(4)	G社(1)	G社(2)	G社(3)	H社	平均
47	39	35	21	57	51	37	59	100	100	100	90	73 (49)
53	61	65	79	43	49	63	41	0	0	0	10	27 (51)
659	499	466	414	564	540	465	624	2,130	2,019	1,216	561	
730	787	873	1,524	423	522	785	435	0	0	0	66	
1,389	1,286	1,339	1,938	987	1,062	1,250	1,059	2,130	2,019	1,216	627	

(b) モジュール割りの今後の問題点

- (i) モジュールの基準寸法は人体寸法を考慮したものでなければならない。この場合、地域により体位が異り、また年々増加する経年変化を考慮しなければならない。
- (ii) 陸上プレハブ住宅の基準寸法はメーカごとに異り900～1,000の間に9種もある。一方通産省が新基準を作成中であるが、これは水平方向900および2,400、垂直方向2,400の基準値とこれに倍数と約数（例、150, 600, 2,700……）を含めたものである。
- (iii) 各材料自身および現場工作上の公差を逃げる手段を考えておく必要がある。（例、日本のタタミ（戸間）は合わされた所定の所にしか入らない）
- (iv) 区画または間取りの寸法を柱心を用いるか心ズミを用いるかが問題である。出ズミ、入ズミ、上接手部の構造に注意しなければならない。
- (v) 船殻構造と内張構造のモジュールが内張り深さ部の標準寸法化、パネル厚みなどの関連でマッチングしない。
- (vi) 約数による分割パネルの数量のバランスが取れていない場合、歩止り向上に与える効果はうすい。
(例、モジュール数例 150, 300, 600, 900を採用した場合、150, 300に比し600が異常に多い場合)

(7) ユニット化

居住区における船内作業の省力化、作業環境の改善、作業工程の短縮を目的としたユニット化の対象として次のようなものが考えられる。

- (a) ユニットラバトリー
- (b) 糧食冷蔵庫
- (c) エレベーター
- (d) 空気調和装置
- (e) 室内階段
- (f) 糧食用冷凍機装置
- (g) ギャレー

これらの諸室および諸装置は多職種の投入が必要であり、ために工事の複雑化、工事の遅延の要因ともなり、その対策の必要性が重要視されてきた。

本章では現在ある程度実施されているユニットラバトリーと糧食冷蔵庫機器について述べ、併せて近い将来実施されるであろうエレベーターインテグレート、空気調和装置ユニットについての一試案の概要を記す。

なおギャレー、パントリーのユニットについても実現化に進むべきとおもわれるが、現時点においては室内設備品の標準化が困難であるため、湿式床工法にかわる乾式床工法について機器工作法分科会において現在研究されているので各社ともその成果をもって採用していく方向のようである。

(a) ユニットラバトリー

(i) ユニットの概要

- イ) ユニットの寸法については、居住区配置に支障をきたさず、しかもユニット内部の配置は人間工学的に検討を加えた適切なものである。
- ロ) ユニットラバトリーは汎用性のあるものが望ましい。すなわち、仕様、室内配置、設備品、構造

などを標準化しておくことにより製造者がある程度定量的に製作できる。

ハ) 極力ユニットの種類を少数におさえ、(中)項の条件とあいまって、造船所の設計、製造者両部門の省力化、合理化をはかる。

上記を主眼のもとに、造船学会造船設計委員会第2分科会で研究され標準仕様書が作製された。

ユニットラバトリーはF.R.Pの一体成型または他の材質のパネル組立方式により箱型の室内に備品、器具一式を備えた単独ユニットでそのまま居住区内所定の位置に据付け、給水、排水の主管を接続すれば工事完了できるものである。

(ii) ユニットラバトリーの種類

後述の試設計には各種ユニットの中より下記のものを使用した。

イ) ユニットバスルーム 図-4.5.3.4 a

内法寸法 $2,200 \times 1,600$ 浴槽、シャワーセット

ロ) ユニットシャワールーム 図-4.5.3.4 b

内法寸法 $1,700 \times 1,700$ シャワーセット

ハ) 2室共用シャワールーム 図-4.5.3.4 c

内法寸法 $1,900 \times 1,700$ シャワーセット

二) ユニットシャワールーム(小型) 図-4.5.3.4 d

内法寸法 $1,700 \times 1,500$ シャワーセット

注 本品は第2分科会制定のものではない。

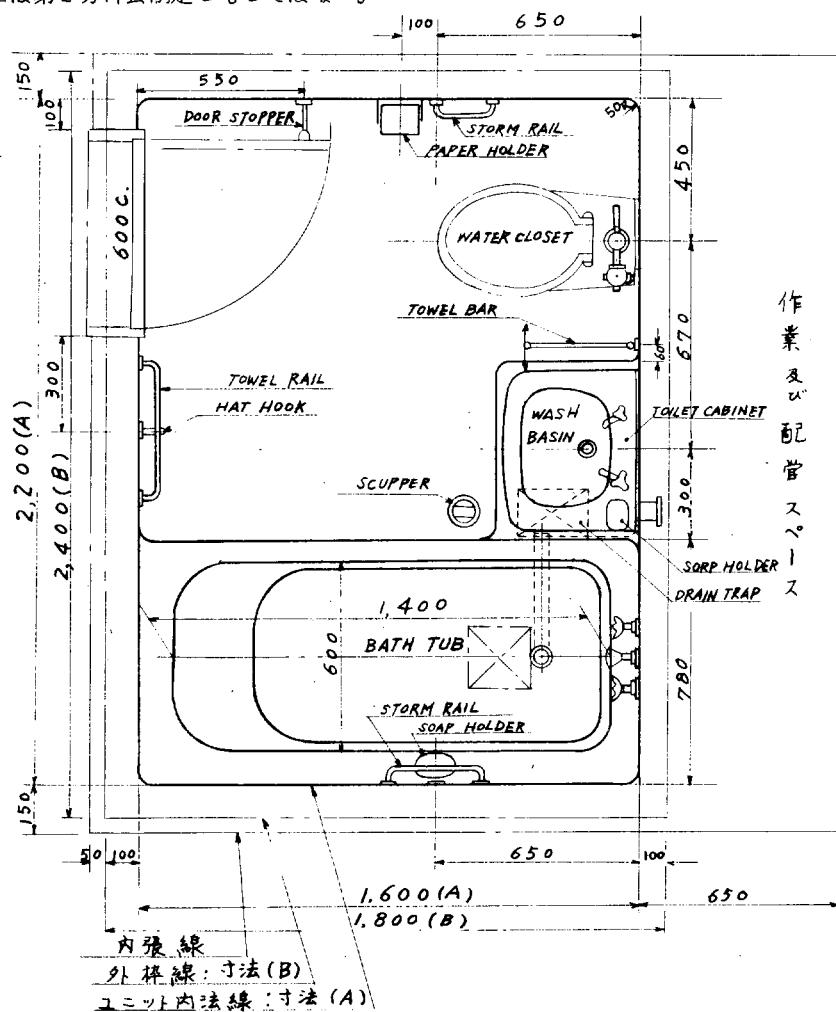


图 4.5.3.4 a

Bu-1 バスユニット SCALE 1/10.1/20 3.52 m²

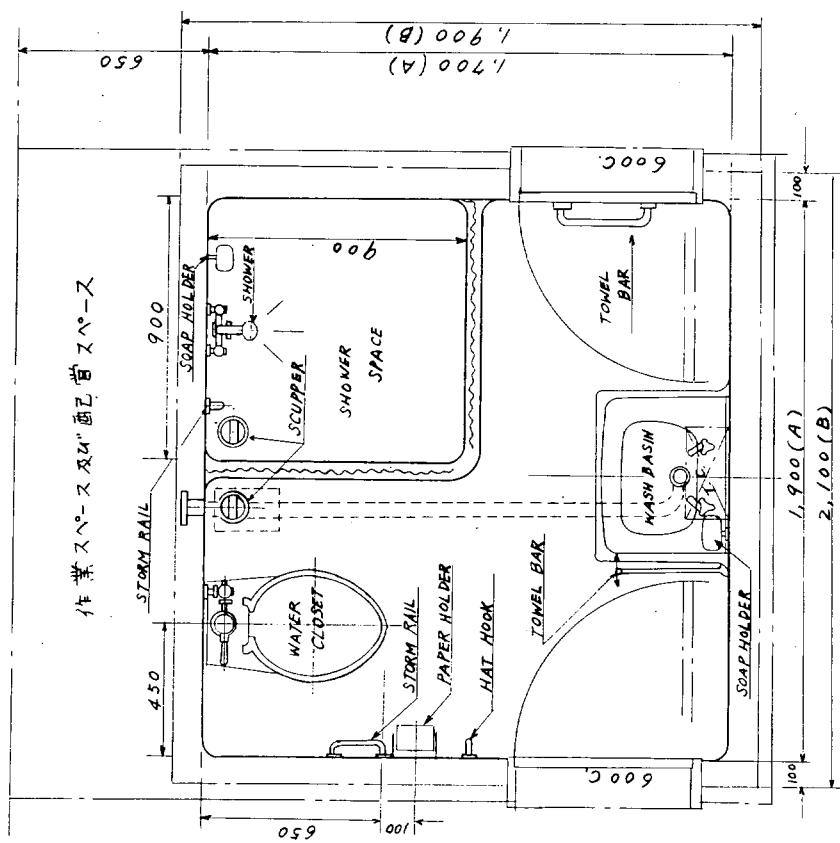


図-4.5.3.4c SU-D-1 共用シャワーユニット配置
(3.23m²)

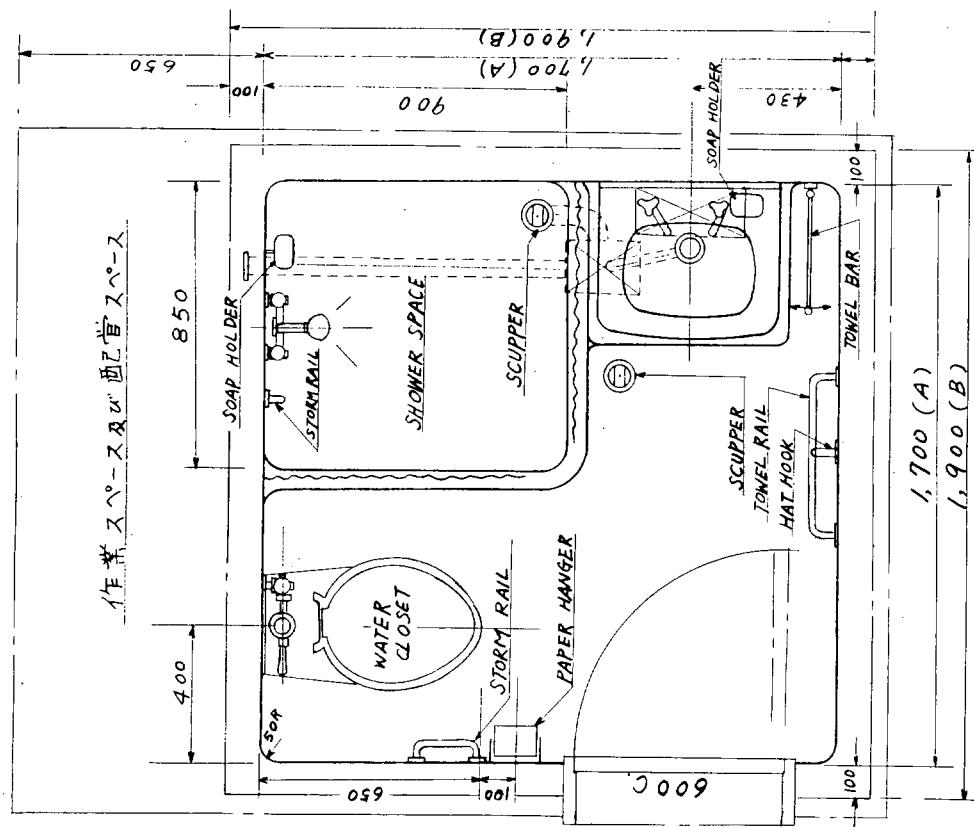


図-4.5.3.4b SU-B-1 シャワーユニット配置
(2.89m²)

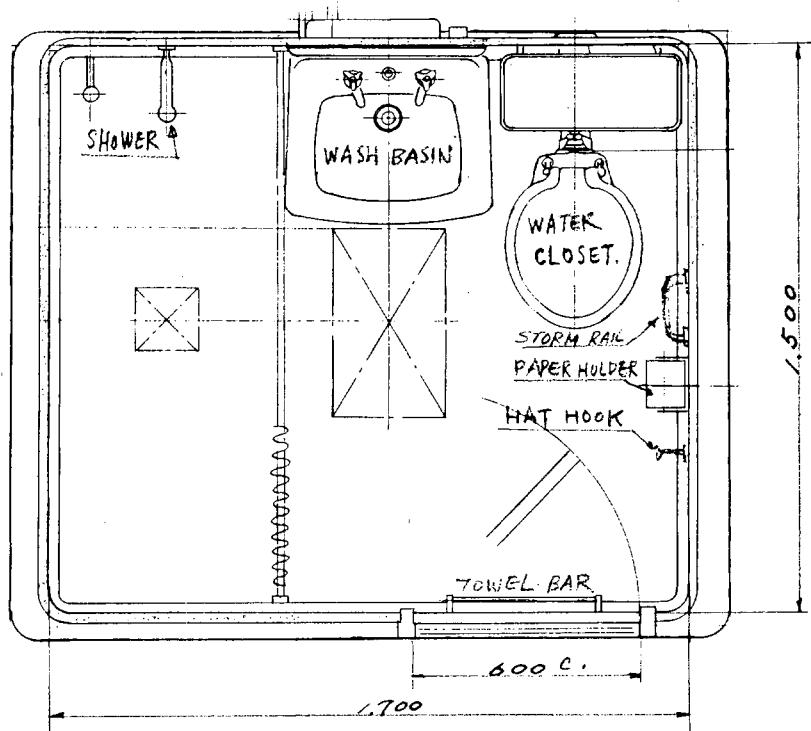


図-4.5.3.4 d SHOWER UNIT
FOR CREW
($2.55 m^3$)

(iii) ユニットラバトリーの利点

本品を搭載することにより従来の鋼壁工事、歪取り、床面水張りテスト、各部熔接、セメント、タイル、ペイント工事など船内の熔接、湿式工事は一切放逐され、乾燥期間の立入り禁止日数なども解消することになる。

これらによりその工数は大幅に低減する。

すでにこの種のユニットを採用した場合の工数低減はおよそ表-4.5.3.29に示すとおりである。このように本品を搭載した場合、製品の美観と使用感は従来のものに比し格段の差があると考えられる。工事面の合理化は勿論であるが、多量搭載による製品価格の合理性も期待できる。

(b) 糧食冷蔵庫

(i) 糧食冷蔵庫ユニットの概要

糧食冷蔵庫組装は、庫内の防熱工事、内張、床鋪装工事ならびに棚造作工事があり、さらに冷凍機よりの冷却管配管工事が伴なう。そこでこれらの諸工事について、工事の幅ぞうの簡略化、省力化を目的としたプレハブ工法として次の2種類がある。

パネル式防熱材によって内部防熱を組立てる方式

(パネル式組立法と呼称する)

船体とは関係なく別途に鋼製箱に防熱、造作、配管工事を完了したものを組立て、船体に搬入する方式

(コンテナー組立方式と呼称する)

表-4.5.3.29 工数比較表

(某社の1セット当りの実績)

① 従来の船内ラバトリー工事

S.46年5月
関西造船協会春季講演会にて日立堺発表

項目	工数
鋼壁の垂取り(3~4面)	1.5
コーミング・ラス張り	1.1
タンク・パイプ貫通金物取付け 溶張りテスト	2.5
電線工事・器具取付	1
天井・カベ防熱・根太内張り	3
衛生器具取付	2
床セメント塗・乾燥	2.5
タイル張工事	2
ペイント塗(内外面)	2.5
小金具・カーテン・ドア・取付・仕上	1.5
清掃	0.5
	20工

② ユニットラバトリー工事

項目	工数
積込み・搬入	1
据付位置の決定固定工事	2.5
パイプ接続工事	2
電線タンク・接続工事	1.5
内張り・取外し壁の調整	1.5
扉枠・配管等の調整	1.5
	10工

(ii) 種類と工法

(1) パネル式組立法

従来の防熱材の船上での現場発泡式あるいは、防熱材の何層もの積重ね方式に替り、この方式は極力根太組をやめ図-4.5.3.5に示す、標準化された防熱パネルを船上に持込み、図-4.5.3.6のように天井、周壁、中仕切、床の順序に組立ててゆく方式で、庫内防熱の姿図は図-4.5.3.7a~bのとおりである。あらかじめ防熱パネルはパネル割によって仕上げてあるため、現場合せによる切断、残材の処理が無くなり、工数の削減につながる。

ただし、この工法は、構造作工事および冷却管配管工事、電線配線工事などは、防熱工事終了後の従来工法と同様である。

(2) コンテナー組立方式

あらかじめ決定された内容積を満足する大きさのコルゲート鋼板製の箱に内部防熱（現場発泡式でも、パネル方式いづれでもよい）棚造作、冷却管、電灯、配線一切を完了したコンテナーを必要数作製しておき、これを造船所内に持込み台板上に個々のコンテナーを連結後船上に搬入したる後、冷却管、電線などの主管と連結して工事完了する方式である。

図-4.5.3.8aは冷蔵庫の連結状態、図-4.5.3.8bはコンテナー構造図を示す。

(iii) 経済的効果

(1) パネル式組立法

1) 工期短縮

従来の発泡式で	7～10人	1.5ヶ月の工期が
本方式で	4～5人	1ヶ月に短縮しうる。

2) 工数節減

従来の現場庫内作業（材料、設計共）	¥ 4,970,000
本方式	¥ 4,300,000
	約 ¥ 670,000／隻 低下

3) 作業性

作業環境、安全、衛生面の改善

多職種の不用 単一職種による能率向上

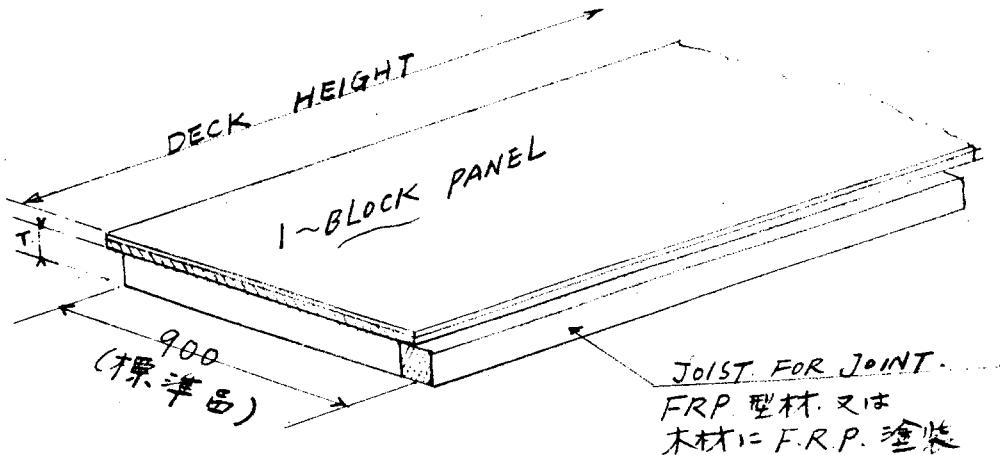
(2) コンテナ方式

1) 工期短縮及び工数節減

陸上工事のため先行度が早く、大巾な工期短縮と工数節減をうる。

2) 作業性

陸上作業による工事の容易性と環境、安全面における向上をうることができる。



注 1) T寸法は仕様に指示された厚さとする。

2) パネル表面は、9%合板に

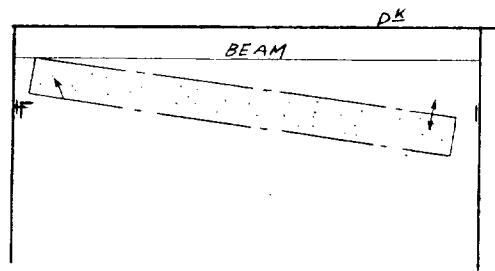
a) 1%～2%のF.R.P.仕上を施したもの

b) 0.8%Al板を張ったもの

の2種とする。

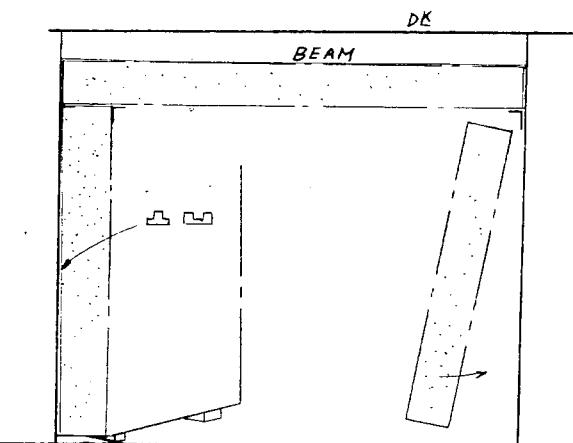
図-4.5.3.5 パネル式組立法による防熱パネル単位

天井にフラットバーまたはアングルを取付け、天井用防熱パネルを挿入して後、アングルで固定する。

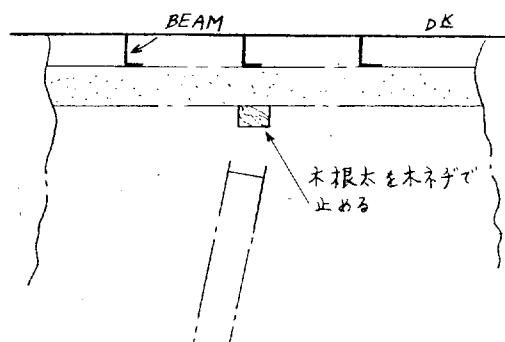


天井工事終了後、壁面防熱パネルを挿入する。

鋼壁と防熱パネルの間にスペーサーを装備する。スペーサーは鋼壁の凸凹を調整するためである。下部にはタサビを打込み後にセメントを流し込む。



中仕切壁は天井に根太を設け図のように加工したもの挿入し、下部の固定は側壁と同様である。



床ガッター部分のブロックを置き側壁に木ネジで固定する。

又図のごとく床パネルを重ねて敷込む。床面はセメント又はタイルの仕上げとする。

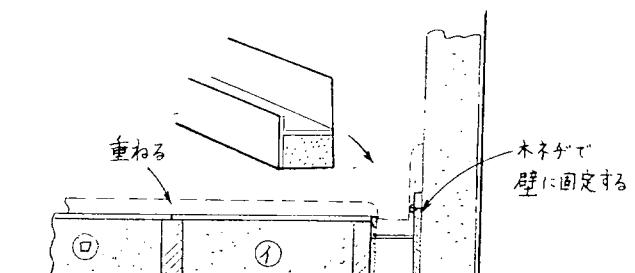


図 - 4. 5. 3. 6

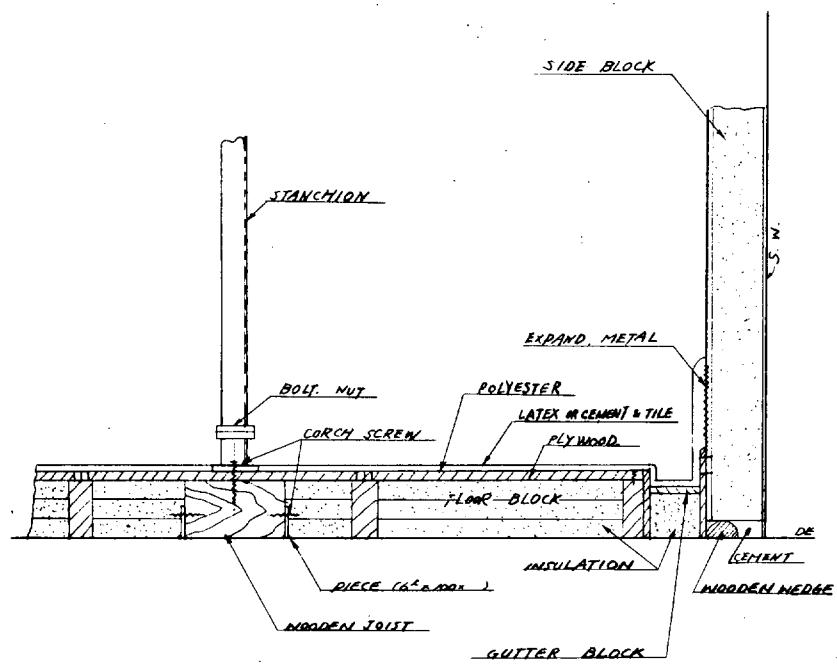


图 4.5.3.7 a

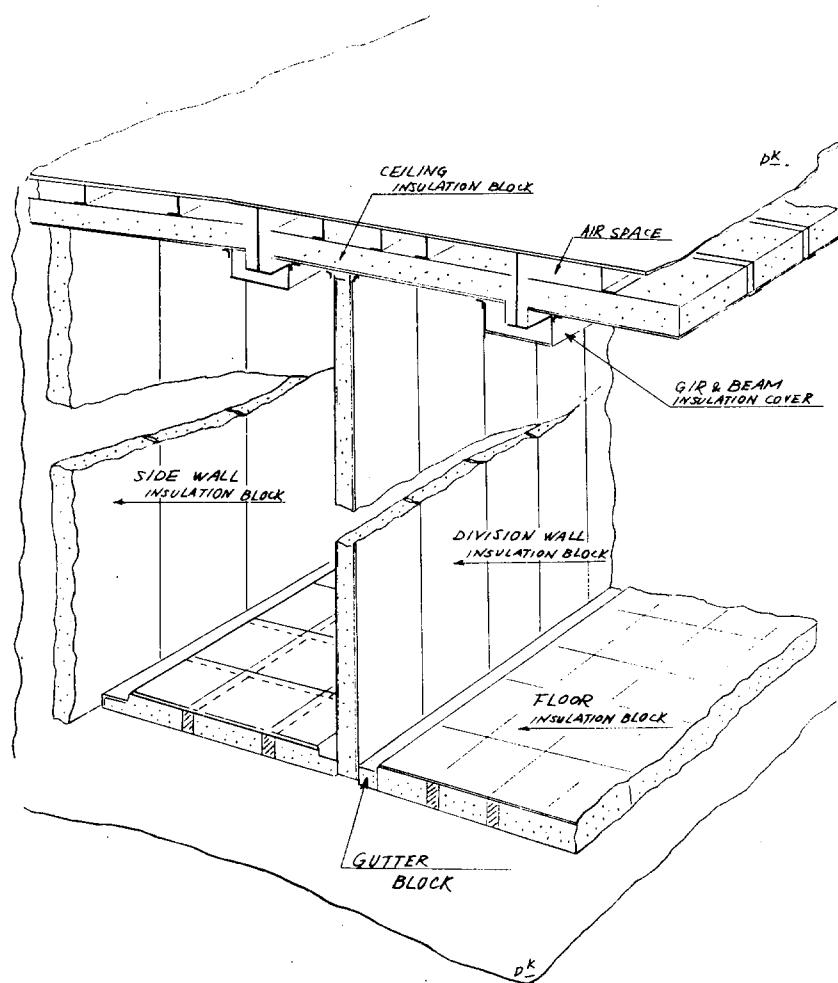


图 4.5.3.7 b

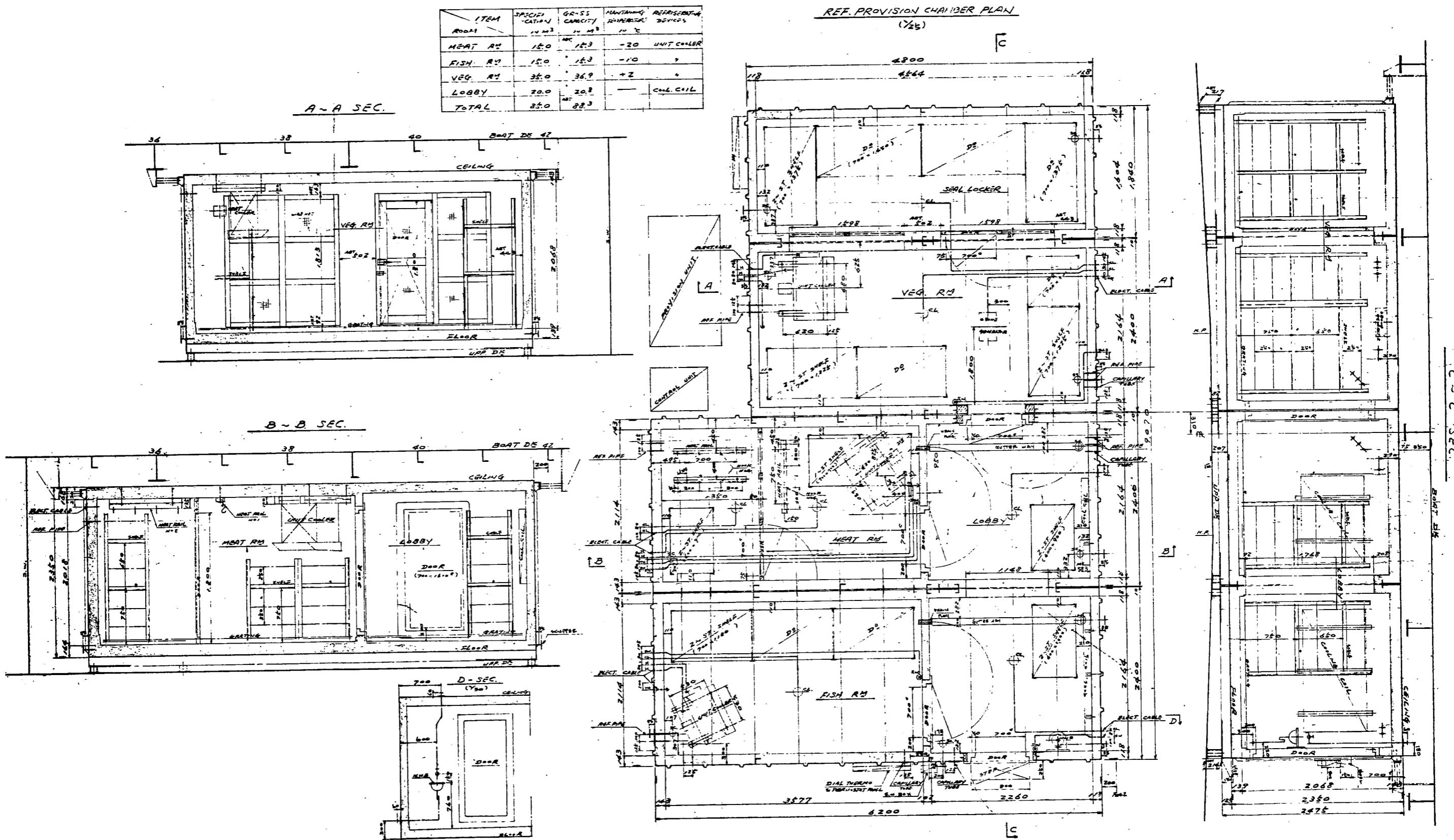
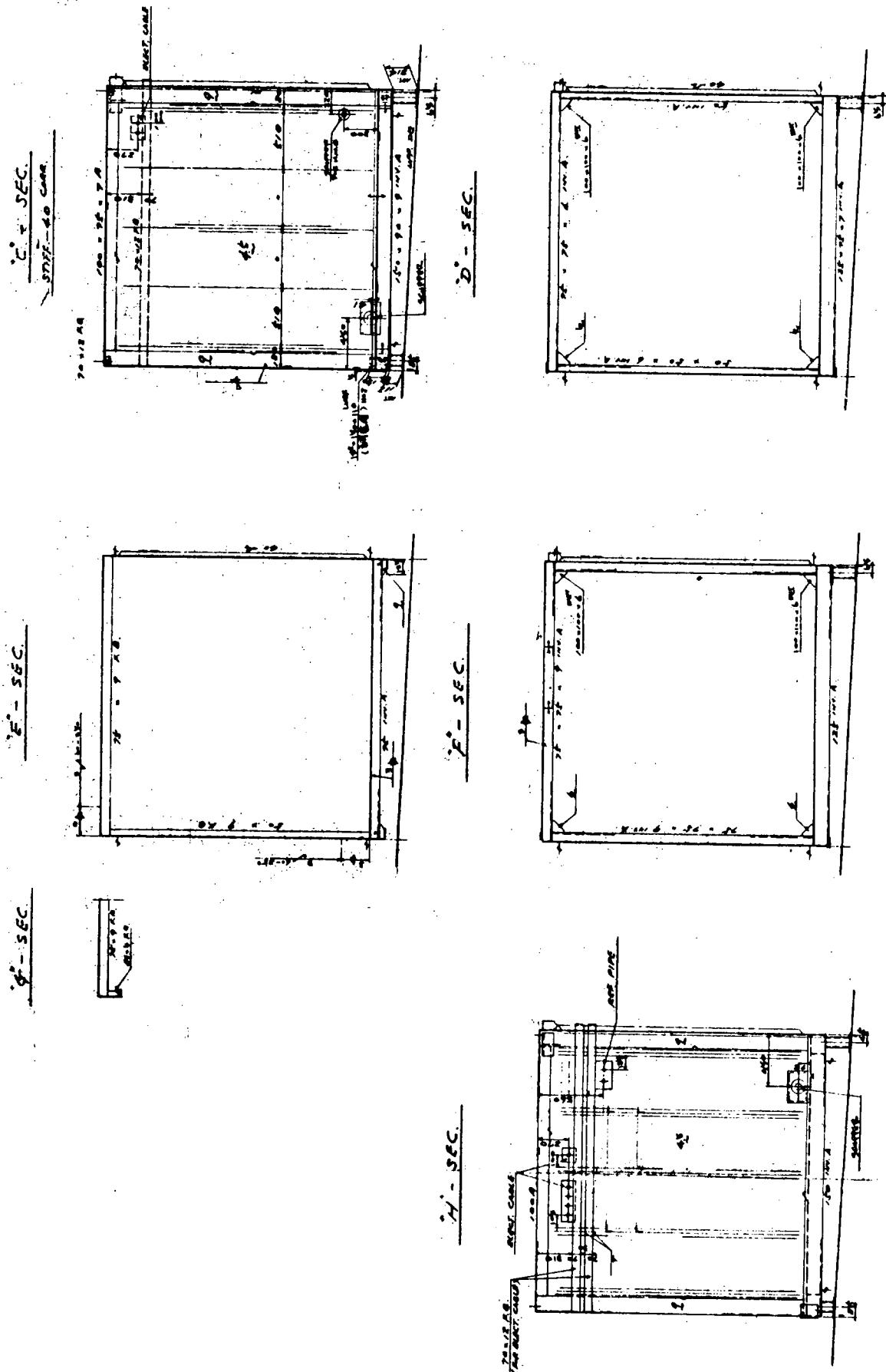
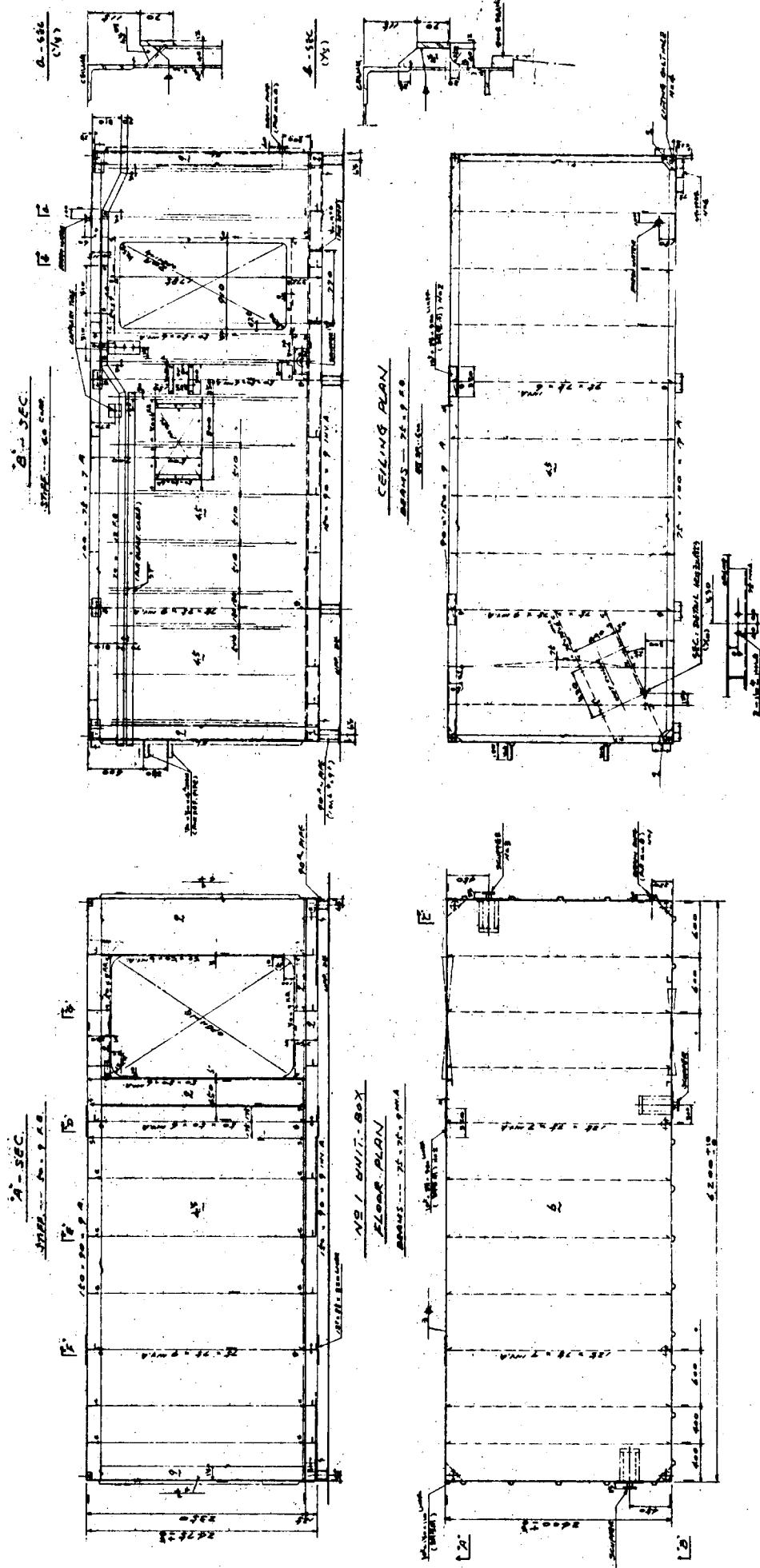


図 4.5.3.8 a

冷蔵庫構造図

図 4.5.3.8 b





(c) エレベーターユニット

(i) エレベーター機器の現状

機関室と居住区間を結ぶ交通および物品運搬のためのエレベーターは、設置場所が決定したる後鋼壁角型トランクを構成し、エレベーター専門業者に要目を与え、設計、製作、取付、運転一切を注文している現状である。

このことは、エレベーターゲージの製作以外はすべて船上作業となり、動力、配線、ガイドレール装備工事など現場合の項目が多く、そのため工事の幅をきをいたし、また高所作業でもあるので危険をともなう工事である。

(ii) ユニット化

従来エレベーターの装備位置については、機関室配置、居住区配置に左右され各船かららずしも一定ではない。本委員会では後述の塔型センターコアによる居住区配置の試設計により、エレベーター装備位置がある程度固定化できることにより、ユニット化の基本的な構想について検討を行なうこととし、各社にアンケートによってユニットに対する意見を調査した結果、その要目、工作法、省力度に対する集約はつきのとおりである。

(1) エレベーターユニットの概要および要因

エレベーターユニットの試設計（概要図）は図-4.5.3.9～10に示す。

上構に設けた鋼製トランクとは別に、3分割（または2分割）されたエレベーターユニットを地上において組立てを行ない、運転を完了したものを船上に搭載し、工事を完了するものである。

試設計に用いたユニットの要目は下記のとおり。

要 目 表

装 備 位 置	ENG / <u>3 RD</u> DECK TO CAPTAIN DECK.
積 荷 重 量	500 Kg
ケージ有効寸法	1,000×1,000
昇 降 速 度	30m/分
扉 方 式	階床扉 手動ヒンジ式 カゴ扉 手動折たたみ式
階 床 数	機関室内 2 階 居住区内 5 階
エレベーター用 機械室位置	機関室内

(c) 地上における組立順序

- 1) ユニット分割部を強固に仮止めする。
- 2) カウンター ウエイト ガイドレールの芯出し、取付け。
- 3) エレベーター ガイドレールの芯出し、取付け。
- 4) 電路用トランク、扉位置書き、補強後切抜き。
- 5) ケージ挿入、各段インターロック取付け。
- 6) 配線、結線、ケージの作動確認。
- 7) ケージ固定（最上部）上部シープ取付け。
- 8) 塗 装

(ii) 船上搭載順序

- 1) 搭載単位に分割（3分割または2分割）
- 2) 多点吊りにより水平から垂直におこし、「レセス」に差込み仮固定する。
- 3) 分割部を結合し、芯出しを確認する。
- 4) ケージ作動確認。
- 5) エレベーター出入口の棒取付け。
- 6) 結線、各継ぎ目の確実な仕上。

(iii) エレベーターユニットの経済的效果

(i) ユニット方式の利点

- 1) 船装工数の減少 約 500 Hr/隻
- 2) 早期稼動による効用 約 350 Hr/隻
- 3) 艏装品の運搬に利用 約 200 Hr/隻
- 4) 間接的効用 早期に調整、運転が可能となる。
工事環境が向上する。

(ii) ユニット方式の欠点

- 1) ユニット構造の補強を含む骨組、鋼材の増加
- 2) 工数の増加 約 50 Hr/隻
- 3) レール芯出しの工数増加
- 4) 電線結合作業の増加

(iv) エレベーターユニットに対する将来への展望

本稿ではエレベーターユニットについての試設計とその概要を述べたにとどまっているが、前記の経済的效果でも明らかなどとく、ユニット採用による工期短縮と現場省力度は非常に大である。

そこで、このユニットを実船に採用するためには、

- 1) 標準仕様の制定
- 2) ユニットと船体付トランクとの関連についての検討
- 3) 船体精度とユニットの調節に対する工作法の検討
- 4) 合理的ユニット搭載方法

などの問題点を前向きに研究する必要がある。

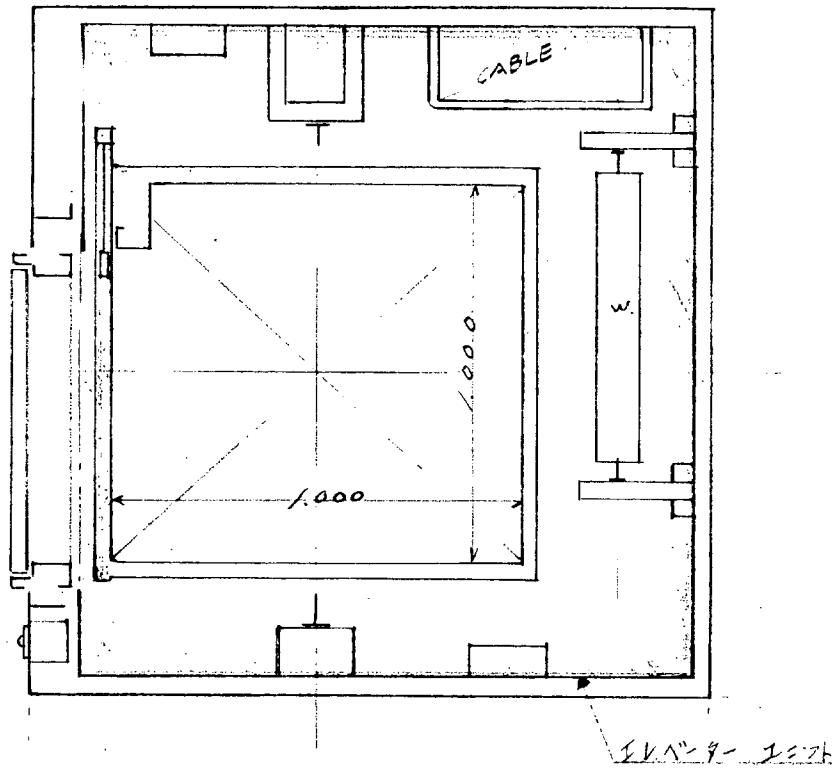


図-4.5.3.10 PLAN OF TRUNK 1/200

(d) 空気調和装置のユニット化

(i) 現状

空気調和装置は従来、一般に通風機および附属器具と冷凍機および附属器具それが空調機室と機関室または冷凍機室に分離して配置されており、それによる機械、器具間を結ぶ配管、配線、ダクト工事などが幅広い工事となり組立密度が高く、省力化のしにくい装置であった。

また空気調和装置は、機能の面より居住区群のなかの好位置に装備されることが多く、そのため周囲の居住区組立にも大きく関連し、騒音など居住性の阻害にも連絡する原因をも含んでいる。

(ii) 空気調和装置ユニット

そこで省力化の一方法として、前述のごとく個々に配置されていた通風機と、冷凍機およびそれらに附随する冷却器、加熱器、電動機、起動器などを1つのケーシングに納めてユニットに形成したものを一例として図-4.5.3.11に示す。

このユニットを採用することにより、利点として

- 1) 通風機側と冷却機側との配管が不用になる。
- 2) 配管を含めたユニットであるため、船上作業が減少する。
- 3) メーカー側であらかじめ調整運転が実施できる故、船上での調節期間が少なくてすむ。
- 4) トラブル発生が減少し、品質の向上にもつながる。

このようにユニット化することにより多大の利点があると考えられるが、ユニット化および省力化をさらに推進するため考慮しなければならないと思われる注意事項として、

- 1) 機能が複雑であり、しかもコンパクトにおさめる必要があるためメインテナンスのときを充分考慮してユニット化する必要がある。

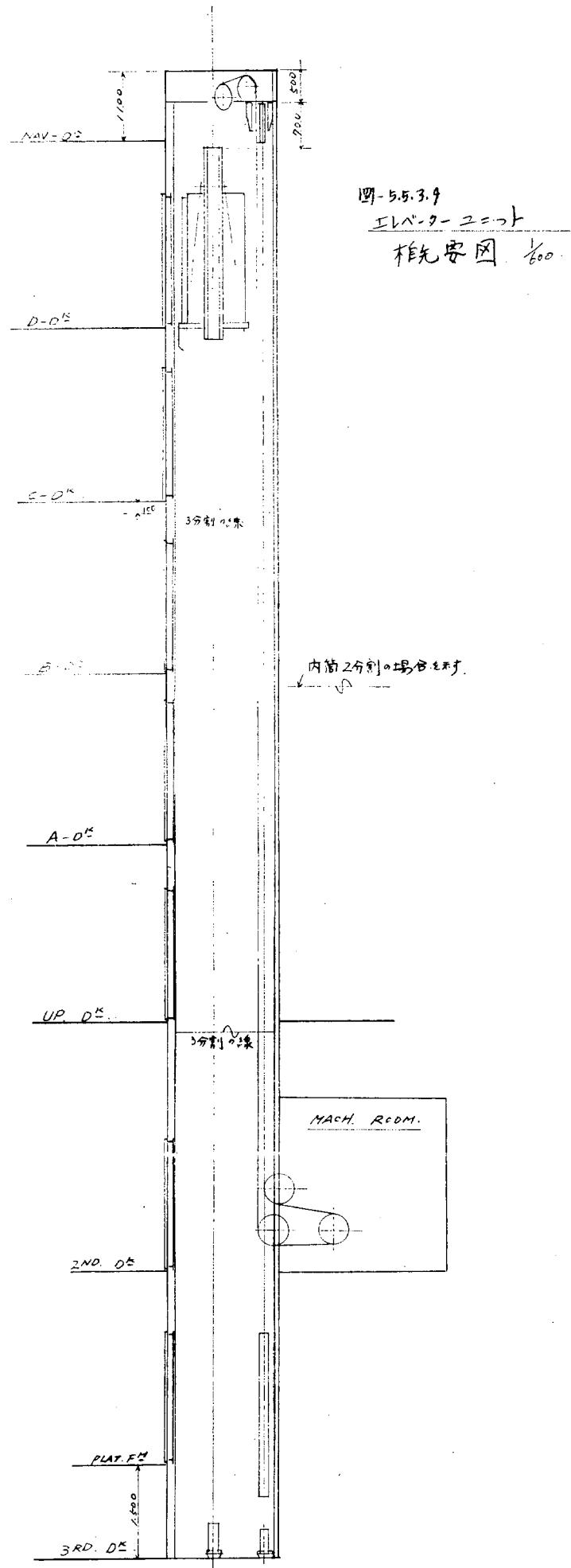


図 4.5.3.9 エレベータユニット概要図

- 2) 空調装置の主管は必然的に大きくなるため、天井内張りの高さの低下を来たすことのないよう、ダクト出口附近の構造に注意する必要がある。
 - 3) ダクト配管を最短とするのが望ましいので、空調室の位置について充分考慮することが望ましい。
 - 4) 空調室が居住区内に配置される場合には、居住性能向上の観点より騒音対策を充分に施行する必要がある。
 - 5) 機器本体、貫通金物、主ダクトなどの先行機器の堆積。
- などがあげられる。

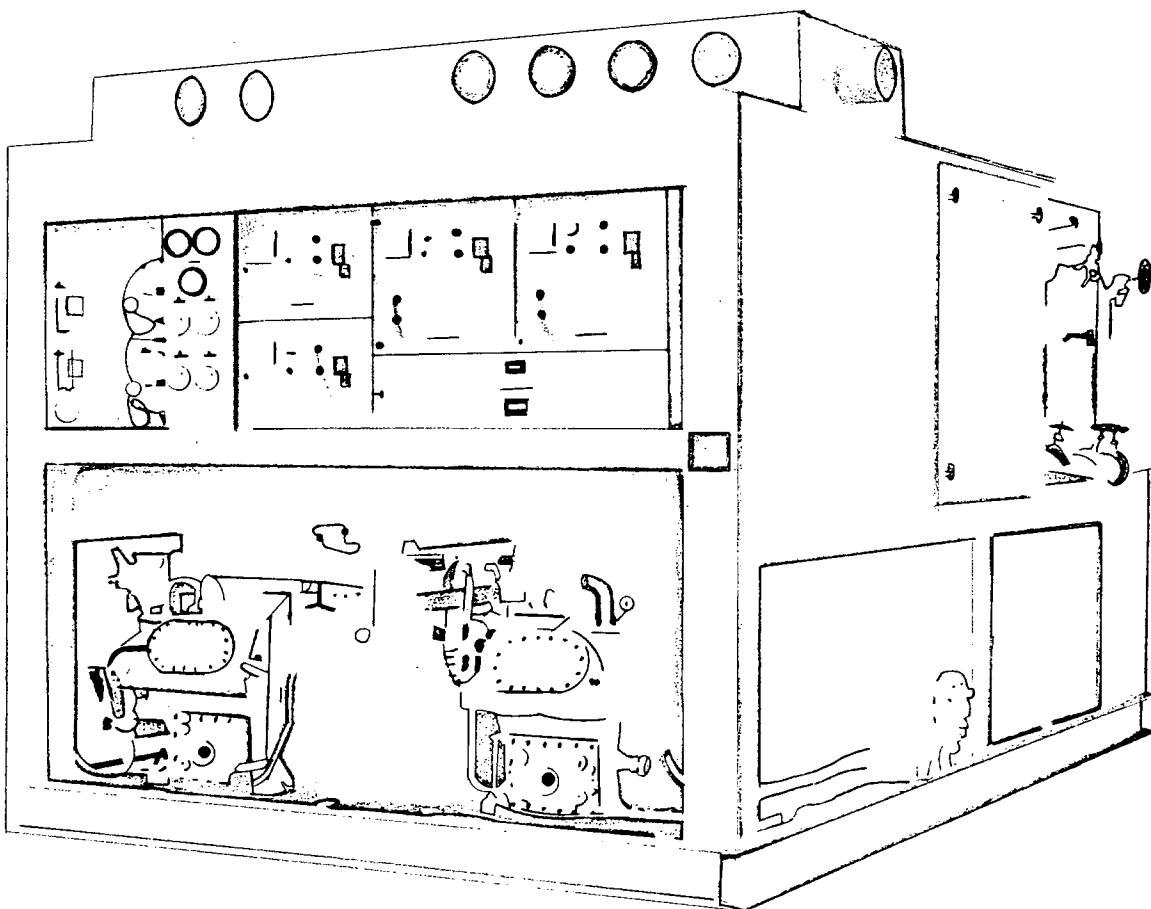


図-4.5.3.11 一体型空気調和装置

4.5.4 築装しやすい居住区配置

(1) 塔型居住区(センターコア・システム)の基本的構想

塔型センターコア・システムとは最近の高層ビル建築で多く採用されているシステムで、構造物の中心にコアを設け、このコアが強度を持つ構造体を形づくると同時に給電、給水、給湯、排水、通風、冷暖房、交通などの設備を内蔵し人間生活の動線、サービス設備などの配置と機能の合理化をしようとする発想から生れたものである。

船舶の居住区配置に大きくかゝわる上部構造の形状については機関室ボイラー配置によって、前述のように混合型と分離型に大別される。

船首ボイラー、船尾ボイラーの優劣は容易に論じ難いが、居住区側よりみるならば、機関室の影響度の少ない分離型が望ましい。

独立分離塔型居住区には次のような利点が考えられる。

(a) 独立分離塔型形式の利点

- (i) 上部構造の形状と船室の標準化、ユニット化が容易になる。
- (ii) センターコア・システムの効果が発揮できる。
- (iii) 配線、配管、トランкиングのシスティマチック・デザインが可能である。
- (iv) 居住区と機関室との有機的な接觸は、センターコアに集中できる。

したがって、設計も現場も機関艤装と関係なく工事を進めることができる。

(b) 塔型センターコアー居住区の基本型

塔型センターコアー居住区の基本的考え方を模型的に示すと図-4.5.4.1 a ~ c の通りで、防振対策上センターコアを挟んで鋼壁による井桁方式の構造とし、同一面積同型の甲板とする。

センターコアーの外側が鋼壁により仕切られた船室として使用される1つの艤装単位となる。

この艤装単位を標準化しておくことにより、これらの組合せによっていろいろの変化に応じた居住区

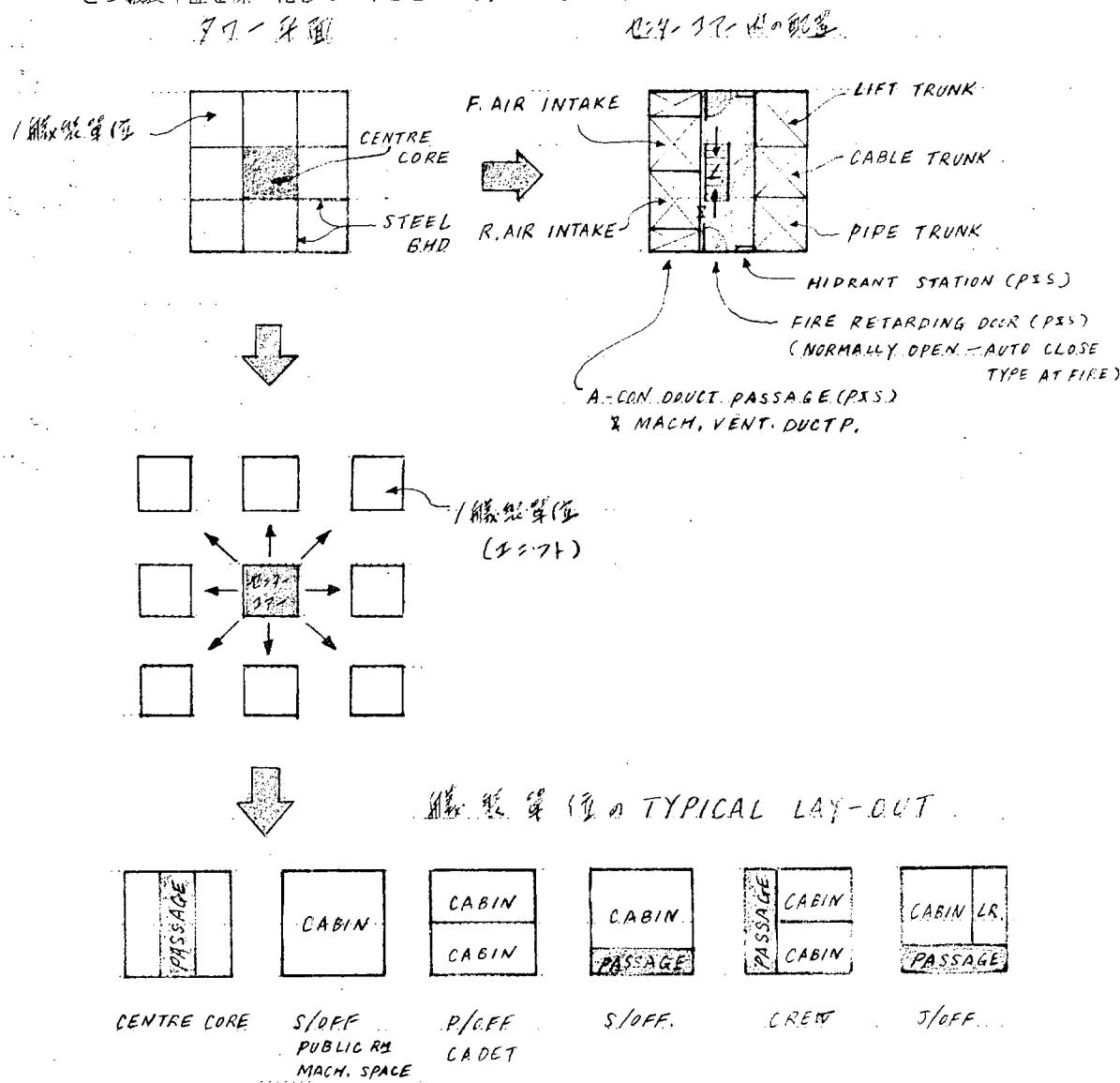


図-4.5.4.1 a 塔型センターコアー居住区の基本型

配置を作成することができる。

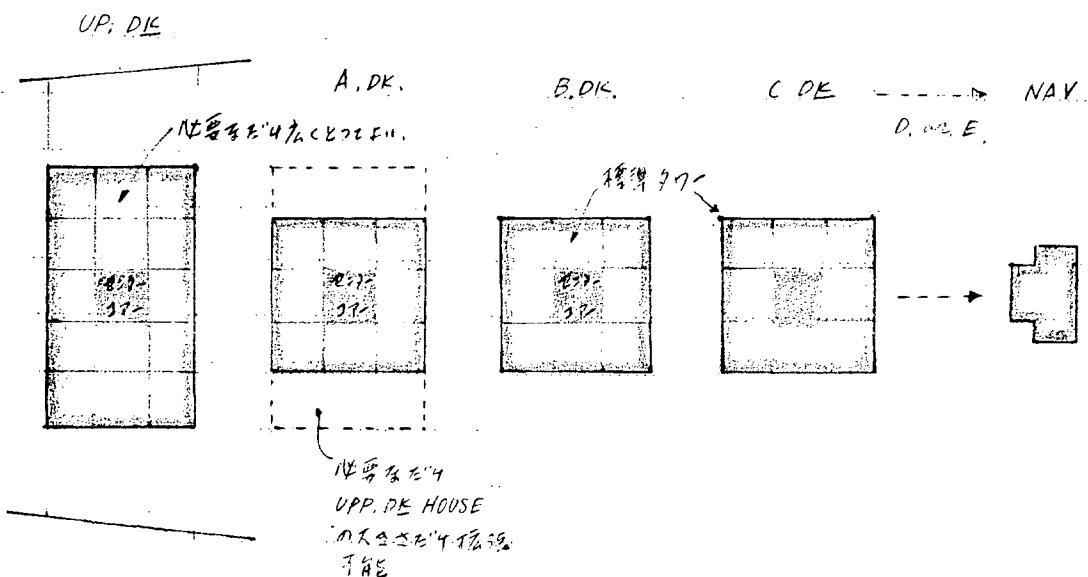
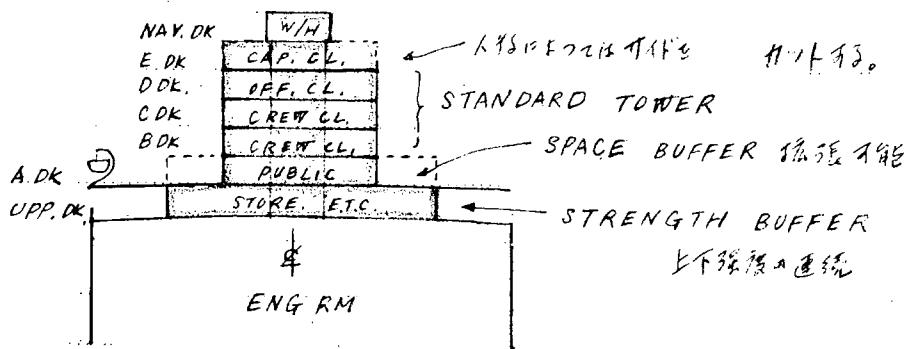


図-4.5.4.1b 塔型基本型平面



注 STANDARD TOWERの部分はどの船も同じ。

また、下の船体構造にも関係なく一定とする。

図-4.5.4.1c 塔型基本型正面

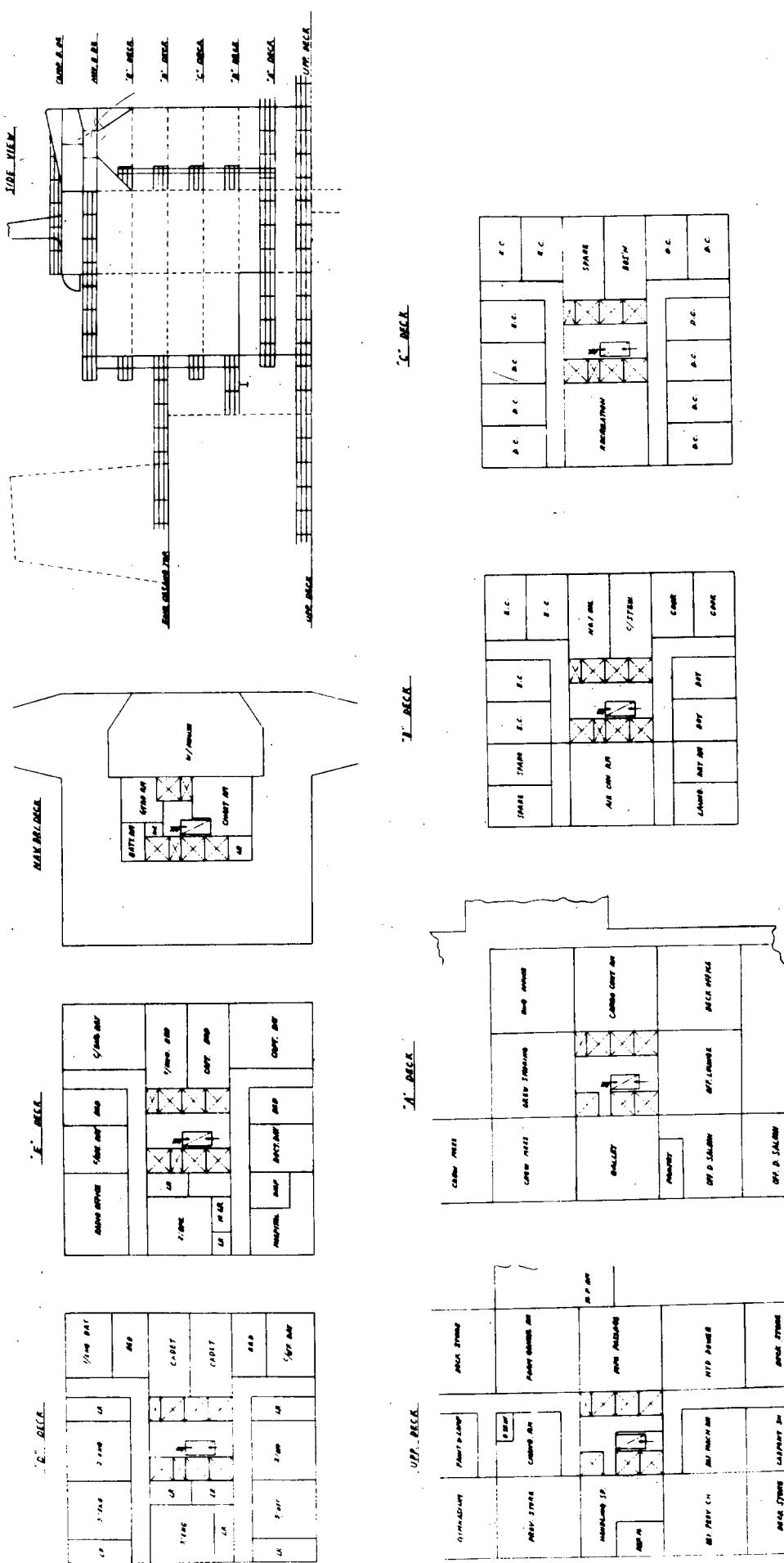
以上の基本型により乗組員40人、全てプライベートラバトリー付で試設計をしてみると図-4.5.4.2のようになる。

塔型居住区内の諸室は標準化しておくが変更を要する場合でも1艤装単位のなかで納め他の区画には影響を波及させない。

乗組員の増加については甲板層数を増し、減員の場合は層数を減らす、あるいは余った居室は予備室、倉庫、ボイドスペースとする。

また機関室との有機的な接觸はセンターコア部分のみと考えればよい訳で、船体が変っても上部構造には変化がない利点があげられる。したがって上甲板区画はSTRUCTURAL BUFFERとして強度メンバーの増設が考えられるので、倉庫、スペースなどの室を配置するのが望ましい。

図 5.5.4.2

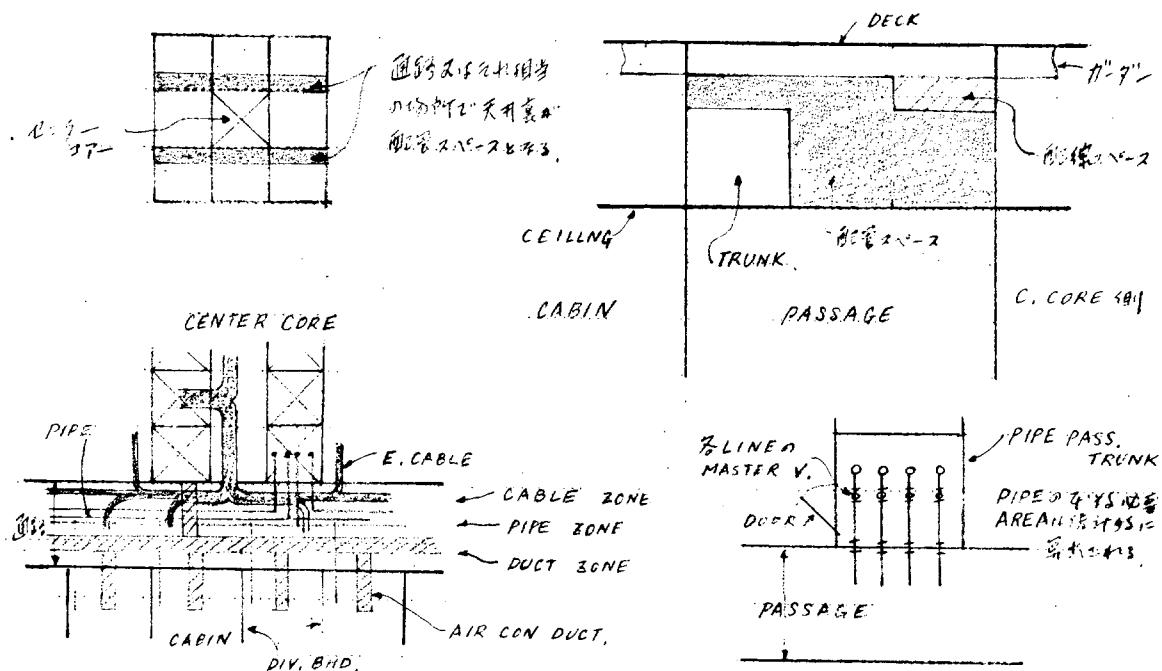


(c) 配管, 配線, ダクトティングの番地割当て

艦上一番問題の発生する配管, 配線, ダクトティングをどの甲板でも同一手法を応用して解決しようとするもので, 同一面積, 同型(1艦装単位)のモジュールが整然としているので, 番地割当(スペース割当)ができるので, 各種の設計連絡, コンピューター化, 配材などの合理化ができる。これを図-4.5.4.3に概念図として示す。

通路またはそれ相当の場所の天井裏が配管スペースとなる。

番地割当を容易にするためには, デッキハイトを考慮の上通路天井裏のスペースを確保する必要がある。



諸管のマスター弁はTRUNKの中に設ける。

図-4.5.4.3 配管, 配線, トランкиングの一例

(d) センターコア一塔型システムとD.F.システム

今まで述べてきたごとく, 塔型センターコア形式の居住区としての利点は捨て難いものがあるが, 乗組員数が増すと当然塔の層数が増加することとなる。これは操舵室で必要とする視界確保(見透し俯角2.5°以内)以上の甲板層数となり, トップヘビの弊害を伴なう。

したがって層数が或る程度限定され, 一方乗組員の数が増すと図-4.5.4.4のごとく, キャビンをベルト状に並べたキャビンベルトが長くなりコアーが大きくなりすぎて無駄なスペースが多くなる。すなわち方形の長短比を大きくし, 扁平にした形とし, 昇降口への距離の平等性を考え橢円の焦点のごとく, コアー内の昇降口, パイプパッセージなどが2ヶ所になるダブルフォーカス・システム(D.F.システム)が有利となる。

4.5.4.(1)(b)項に述べるセンターコア一塔型居住区の基本的理論のもとに定員40人として試設計をしてみると, 図-4.5.4.aのごとく, 一边が18mの正方形となる。これを20万トンタンカーに配置す

ると機関室開孔部と荷油槽との関係で成立しにくいので、実際的にはダブルフォーカス型に移行せざるを得ない。

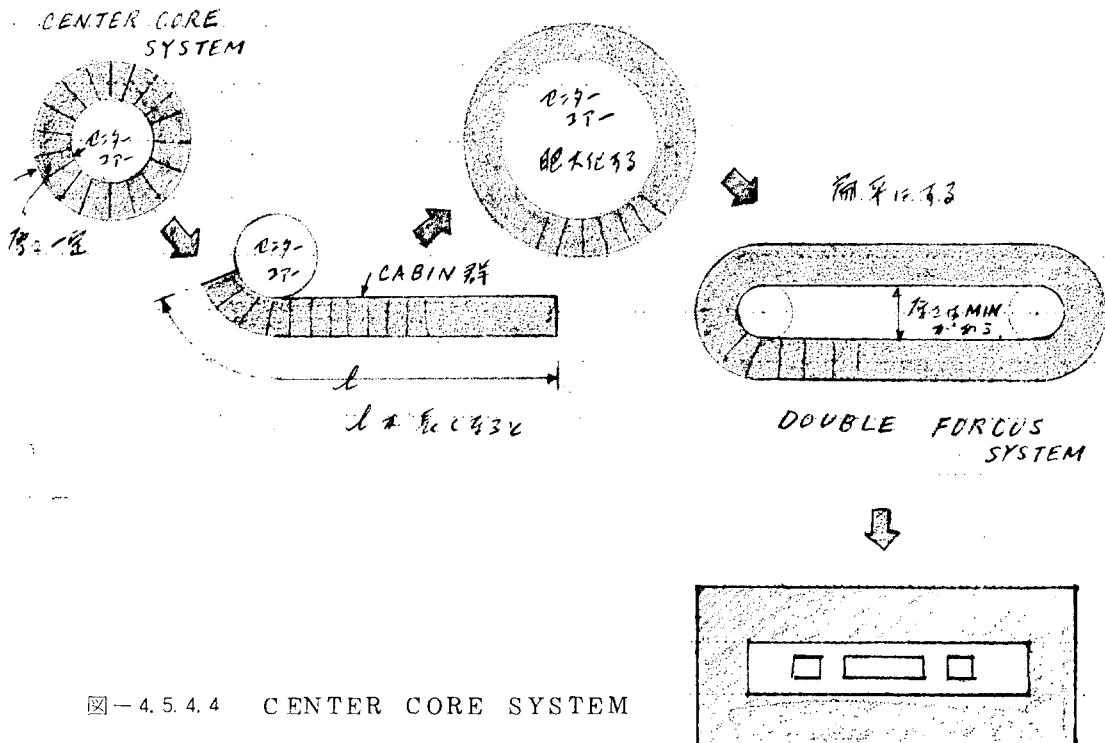


図-4.5.4.4 CENTER CORE SYSTEM

(2) キャビンスーツと艤装単位

今まで述べてきた艤装単位は概念的なもので現実には内張と鋼壁により船室は構成されている。

従来、上部構造は機関室、タンク配置、船体構造に制約され、そのなかに船室を配置する方法が採られてきた。すなわち外から内へのデザインプロセスであった。

このため居住区設計は制約条項が余りにも多く、したがってその都度名人芸的な設計に終始してきた。

ここで以下に述べるキャビンスーツと艤装単位の考え方は逆に内から外へのデザインプロセスを進めるもので、モジュールを採用した個室から始まる居住区配置から、その外側の船殻構造を決め、かつ船体との固着と、強度保持は上甲板で処理することとし、船体構造から来る制約を切り離した形の居住区を実現しようとするものである。

このためには、アレンチ作成を逐一的に行なうため、次に述べるキャビンスーツの確立が基本となる。

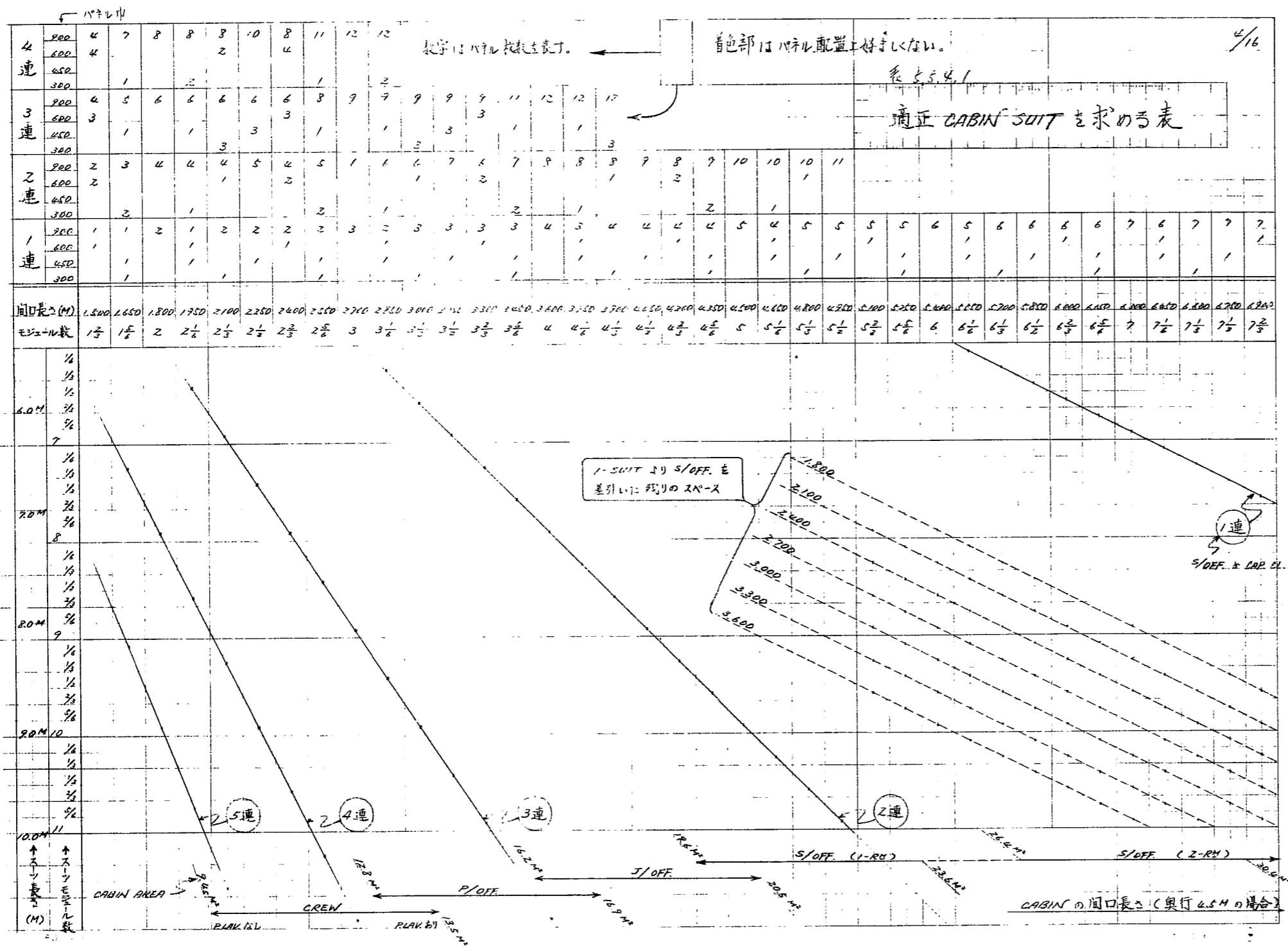
したがって、甲板室が分離型あるいは混合型いづれであっても、最も合理的なキャビンスーツを確立し、それを収容する構造体すなわち、艤装単位の寸法を決めれば、その艤装単位群の機能上のグループ分割などを考慮して配列するだけとなる。

(a) キャビンスーツ

キャビンスーツは複数個のキャビンの組合せをいい、乗組員各階級ごとの個室集団が、ある一定長さに絞られるとき、この最小公倍数をキャビンスーツの標準長さとする。このスーツに収容できる部屋の組合せの種類が多い程、各種仕様の変化に対応できるのでスーツとしての利用価値は大きくなる。

(b) 艤装単位

艤装単位とは原則として1ヶのキャビンスーツおよび附帯物を収容する殻であって、なおかつ上部構



チャートの解説

チャートの表示は 900mm を単位とするモジュール数で表す。モジュールの小数点以下は $\frac{1}{6}$, $\frac{2}{6}$, $\frac{3}{6}$, $\frac{4}{6}$, $\frac{5}{6}$ をもちいる。これらは 900mm パネルの 2通りの 2分割によって得られる。 300mm ($\frac{2}{6} : 300 + 600$) 450mm ($\frac{3}{6} : 450 + 450$) 600mm $\frac{4}{6} : 600\text{mm}$ ($\frac{4}{6} : 600 + 300$) の切片の組合せで求められる。

- イ) 横軸にキャビン1ヶの間口長さをモジュール数とメートルで表示。

ロ) 縦軸にスツの長さをモジュール数とメートルで表示。

ハ) 各間口長さの整数倍の点をプロットし各倍数毎の直線を引きそれぞれに1連、2連……5連と名称を与える。

ニ) 表の下部に各クラスの個室間口の概略範囲を囲んで示し、起点と終点に床面積を表示した。（室奥行45m CREWを除きP. LAV付）

ホ) 表の上部に各間口が整数倍になった場合の板割を表示した。

造を構成するユニットブロックである。この艤装単位には、防振、補強の面より、おのずから寸法的な制約があるが、適正なキャビンスースが収容できることが必要である。

(c) 合理的なキャビンスースの決定

各室のパネルは900%を基準値とするモジュール割りを使用する。居室のグレードはCAPT, S/OFF, J/OFF, P/OFF, CREWとし、キャビンベルトの巾を一定とするため奥行は本資料では900%の5倍4.5mとし、部屋の面積はキャビンベルトを切断する長さ即ち間口で決める。

以上の条件のもとで、合理的なキャビンスースを求めるチャート表-4.5.4.1を作成してこの表のなかより、適正なスースを決定した。

表-4.5.4.1より基準パネル10枚をスースの長さとした場合、縦軸の10より水平線を引き連結カップとの交点より次の組合せが求まる。表示は間口長さ×連結数とする。(10×1), (5×2), (3½×3), (2½×4), (2×5) また、それぞれの間口長さより判断して充てる乗組員のクラスが決定される。

このようにしてスース長さを基準パネル7, 8, 9, 9½, 10, 10½, 11枚とした場合の組合せを表にしてみると表-4.5.4.2のごとくなる。

表-4.5.4.2

符 号	基 準 パ ネ ル 枚 数	間 口 長 さ × 連 結 数						組 合 せ	備 考	採 否
a	7		7×1		3½×2	2½×3	1,2,3,	J/OFFがない。隣りをすべてLRにも出来ない。CREW/C. LAV.が狭くて設けられない。		×
b	8	8×1		4×2		2½×3	1,2,3,	CREW/C. LAV.が設けられない。CREWを2ヶ連結するとVOID SPACEが大きくなる。		×
c	9	9×1		4½×2		3×3	1,2,3,	bと同じ		×
d	9½	9½×1		4½×2	3½×3	2½×4	1,2,3,4,	P/OFFの板割付不適。CREW/C. LAV.が設けられない。		×
e	10	10×1		5×2	3½×3	2½×4	1,2,3,4,	P. LAV.のないCREW. C. LAV.付のCREWがやや狭い。		○
f	10½	10½×1		5½×2	3½×3	2½×4	1,2,3,4,	SUITを大きくしたにもかゝわらずCREWは何ら改善されない。		×
g	11	11×1	5½×2		3½×3	2½×4	1,2,3,4,	J/OFFごとにLRが出来て無駄。SPANも長過ぎる。		×
CLASS	CAP	S/OFF	J/OFF	P/OFF	CREW					
PRIV. LAV.	あり	あり	あり	あり	なし					
C. LAV.					可能					
備 考		S/OFF+ LRのケース あり	P/OFFと 同語として 扱うことも可	P.LAV.付 かCREWも 考えてもよい						

したがって独り e のみが CAP, S/OFF, J/OFF, P/OFF, CREW (P. LAV. 付, C. LAV. 付, LAV. なし) のすべてに順応できるスーツであることが判る。

e を図に現わすと図 - 4.5.4.5 のごとくなる。

このスーツで D. F. システムの試設計をすると図 - 4.5.4.6 のごとくなる。

(d) 合理的な組立単位の決定

まづスーツの入れ物である組立単位の決定には、上部構造の強度保持、防振のための上下に縦通する B HD の確保が問題の 1 つとなる。これには次の 2 つが考えられる。

(i) 上部構造を下部船体と切り離して考える。

強度計算上成立すれば次のメリットがある。

(1) 最適スーツの採用により、無駄なスペースの排除ができる。

(2) 上部構造は下部船体構造に拘束されないから、船の大きさ、船種その他に関係なく居住区として最も合理的な設計をすることができる。

(ii) 上部隔壁を下部船体の B HD 上に配置する。

上部構造の B HD を下部船体の LONGI B HD および WEB. RING 上に配置することは現在一般に行なわれており、防振、強度上は問題ないが、制約条項が増えるため完全な標準化が困難となり、居住区側よりみれば余り好ましいことではない。

したがって第一段階としては(i)で考えることとする。

次に問題となるのは組立単位 = (スーツ) + (内張りのふところ厚さ) であるから FRAME SPACE と STIFF SPACE を先づ決める必要がある。

これには

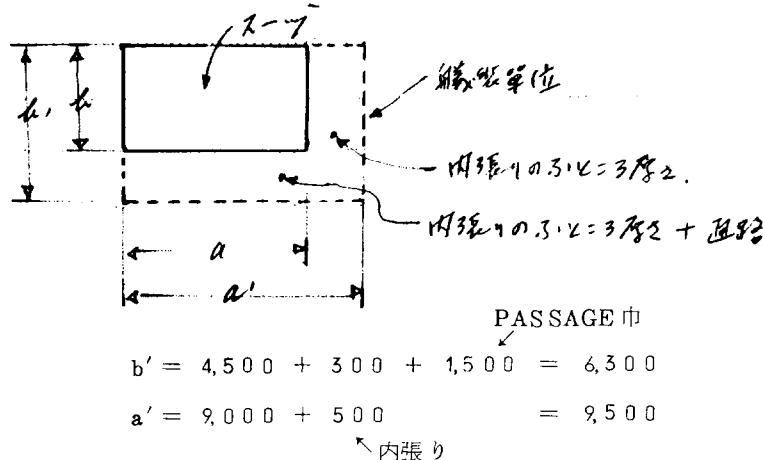
イ) モジュール割りの検討

ロ) 内張りの工作法の関連

ハ) 船体構造と上部構造との関係

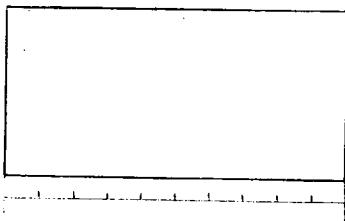
を検討解析しなければならない。

本委員会では時間的余裕がないので、検討をせず、とりあえず FRAME SPACE, STIFF SPACE とも 900 とし、スーツと内張りふところ厚さおよび通路巾の関係より、下記のごとく組立単位を決定した。なお通路巾は 1,500 とした。



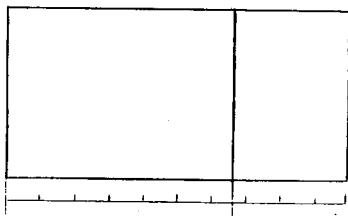
したがって、1 組立単位は通路スペースを含めて、多様性のある $6,300 \times 9,500$ とした。

CABIN SUIT



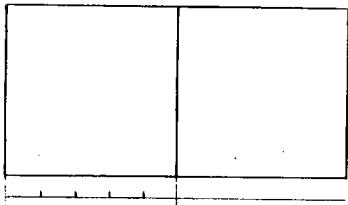
CAPTAIN CLASS

10×5 ($9,000 \times 4,500$)
 $40.5 M^2$



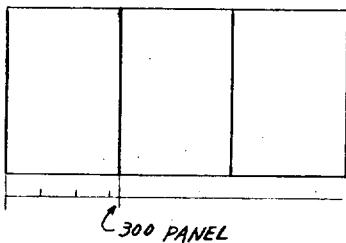
S/OFF. CLASS

$6\frac{2}{3} \times 5$ ($6,000 \times 4,500$)
 $27.0 M^2$



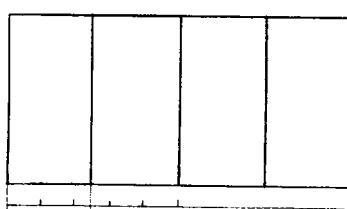
J/OFF. CLASS

5×5 ($4,500 \times 4,500$)
 $20.25 M^2$



P/OFF. CLASS (P. LAV. 付 CREW リクエスト)

$3\frac{1}{3} \times 5$ ($3,000 \times 4,500$)
 $13.5 M^2$



CREW CLASS (LAV. なし C. LAV. あり)

$2\frac{1}{2} \times 5$ ($2,250 \times 4,500$)
 $10.125 M^2$

註 このキャビンは 項でのべた各級の
推奨床面積を満足するものである。

図 4. 5. 4. 5 CABIN SUIT

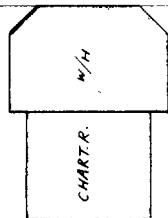
"D" DK

A/E.	A/E.	C/E.
P/LOT	X	
S.P. E.	2/PA.	
S.P. O.	1	3/0.
DISP.	X	P.OFF.
HOSP.	DOC.	X

"E" DK

R. OFF.	X	CAP.
C/O.P.	X	
P.OFF.		

"F" DK



"A" DK

CREW MESS	1/0 MESS	C. SPOOK.
PANTRY	X	E.OFF.
GALLEY	1	C.V.C.
PANTRY	X	D.OFF.
OFF. MESS	SPOOK.	

"B" DK

C.	C.	C.
S.T.	X	C.
AIR CON.	1	C.
LAWND.	X	C.
C.	C.	C.

"C" DK

C.SR	NO.1.	C.
S.P.C.	X	C.
C. REC.	1	C.
O. REC.	1	2/E.
S.P.C.	X	3/E.
S.P. P/O	000/N	X

4. 5. 4. 6

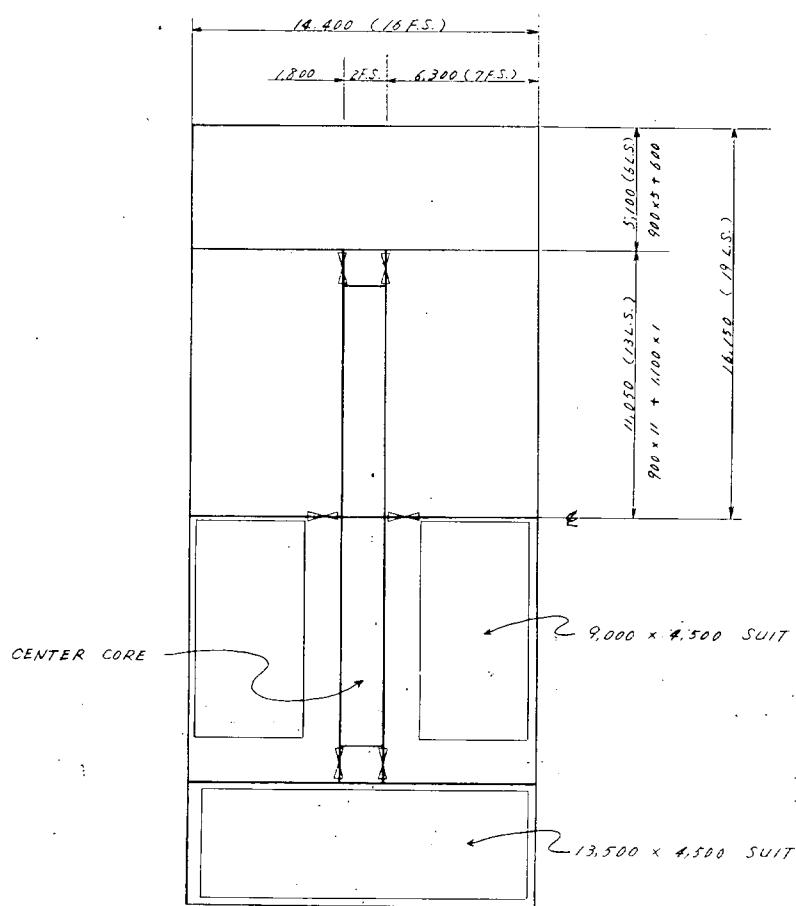
(e) 本試設計におけるキャビンスイットおよび艤装単位の最終結論

今迄述べてきたところは理想とするところであるが、高馬力の大型船における上部構造の防振対策は無視する訳にはいかない。

前述の方式による船殻構造の試設計と強度計算を行なっていない現時点では上甲板で固めるにしても、せめて従来通り LONGI BHD (本試設計では 0.3. 艤装しやすい機関室構造小委員会に合せて船体中心より 11m と設定した) に居住区の全通する BHD を接続させる必要性がある。

これは 1 つの制約条項であることはいなめないが、この制約条項に立脚してかつ今まで述べてきた CABIN SUIT と艤装単位の原則をくずさずに、現実性のあるものを考えたのが、図 - 4.5.4.7 a, b の SUIT と艤装単位である。

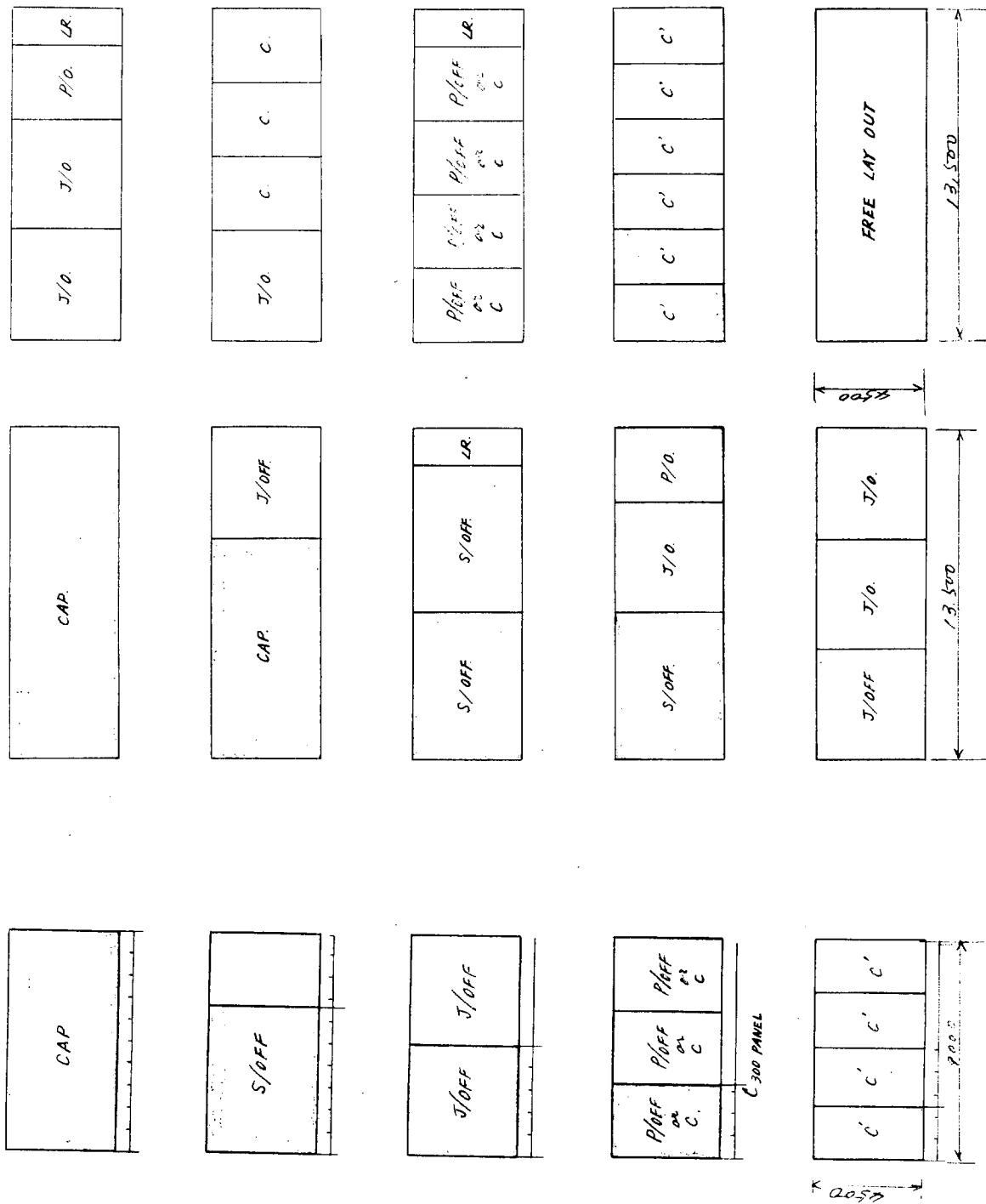
STEEL CONSTRUCTION OF SEMI-TOWER DECK HOUSE



本図は各 DECK の鋼壁の配置を示す。CENTER C. の内部を除けば左右対称、上下対通である。S-SIDE は SUIT を収容した形を示す。

図 4.5.4.7 b

图 4.5.4.7 a CABIN SUIT



4.5.5 試設計とその省力度

4.5.3項の居住区の省力化に対する問題点および4.5.4項の艤装しやすい居住区配置の(1)項 塔型居住区(センターコア-システム)の基本的構想で述べた方針にもとづき、定員40人、全てプライベート・ラバトリー付という条件を骨子とした仕様を作成し試設計を行なったものが図-4.5.5.1に示す配置である。

以下に定員、仕様の詳細、省力効果などについて記す。

(1) 定 員

RANK	DECK	ENGINE	OTHER
HIGHEST OFF. CLASS	CAPTAIN	CHIEF ENGINEER	—
SENIOR OFF. CLASS	CHIEF OFF.	2ND ENGINEER	CHIEF RADIO OFF.
JUNIOR OFF. CLASS	2ND OFF. 3RD OFF. DECK CADET	3RD ENG. 4TH ENG. ENG. CADET	2ND RADIO OFF.
SUM.	5	5	2
PETTY OFF. CLASS	BOS' N CARPENT	No. 1 OILER	CHIEF STEW.
CREW CLASS	ABLE SEA. - 4 ORD. SEA. - 4	OILER - 3 FIRE MEN - 2	COOK - 2 BOY - 2
SUM	10	6	5
1 - PILOT (J/OFF CLASS)			
3 - OFF'S SPARE RM (J/OFF CLASS)			
3 - CREW'S SPARE RM			
GRAND TOTAL		40 P.	

(2) 仕 様

(a) デッキハイト (船体中心にて)

上甲板 ~ A甲板	3 M 400
A甲板 ~ B甲板	2 M 900
B甲板 ~ C甲板	2 M 900
C甲板 ~ D甲板	2 M 900
D甲板 ~ 航海船橋甲板	2 M 900
航海船橋甲板~羅針船橋甲板	2 M 700

(b) キャンバー

上 甲 板	50 / 1,000	直線キャンバー
航海船橋甲板	15 / 1,000	直線キャンバー
羅針船橋甲板	15 / 1,000	直線キャンバー

A,B,C,D各甲板における甲板室はキャンバーなしとし、露天部分の甲板は15 / 1,000 の直線キャンバーをつける。

(c) 特殊仕様

バスルームおよびシャワールームは、F.R.Pにて構成したユニットを使用する。

種類としては

ユニットバスルーム	HIGHEST OFF. CLASS
シャワーユニット	その他の乗組員室

(d) 諸室の構成

(i) 乗組員室

格付	室内仕様
HIGHEST OFF. CLASS	BED RM AND DAY RM WITH TOILET AND BATH
SENIOR OFF. CLASS	BED RM AND DAY RM WITH TOILET AND SHOWER
JUNIOR OFF. CLASS	SINGLE BERTH CABIN WITH TOILET AND SHOWER
PETTY OFF. CLASS	SINGLE BERTH CABIN WITH TOILET AND SHOWER
RATING CLASS	SINGLE BERTH CABIN WITH TOILET AND SHOWER
HOSPITAL	2-BERTH CABIN WITH TOILET AND SHOWER

(ii) 公室、事務室

室名	室数	格付
OFFICERS DINING SALOON	1	HIGHEST OFF. CLASS
OFFICERS LOUNGE	1	HIGHEST OFF. CLASS
OFFICERS RECREATION ROOM	1	HIGHEST OFF. CLASS
CREWS MESS ROOM	1	PETTY OFF. CLASS
CREWS SMOKING ROOM	1	PETTY OFF. CLASS
CREWS RECREATION ROOM	1	PETTY OFF. CLASS
RADIO ROOM	1	JUNIOR OFF. CLASS
WHEEL HOUSE WITH CHART SPACE	1	JUNIOR OFF. CLASS
DECK OFFICE	1	JUNIOR OFF. CLASS
ENGINE OFFICE	1	JUNIOR OFF. CLASS
PORT OFFICE	1	JUNIOR OFF. CLASS
CARGO CONTROL ROOM	1	JUNIOR OFF. CLASS
STEV. OFFICE	1	RATING CLASS
GYMNASIUM &/OR REST ROOM	1	RATING CLASS

(iii) 廉房、衛生諸室およびその他

室名	室数	室名	室数
GALLEY	1	LAUNDRY	1
SALOON PANTRY	1	DRYING ROOM	1
CAPTAINS PANTRY	1	CHANGING ROOM	1
CREWS MESS PANTRY	1	NAVIGATION LAVATORY	1

室名	室数	室名	室数
AIR CONDITIONING ROOM	2	HYDRO PUMP ROOM	1
REF. MACHINE ROOM	1	FROTH TANK ROOM	1
GYRO ROOM	1	DISPENSARY	1
BATTERY ROOM	1		

(e) 室内仕様

(i) 造作、床張り（乗組員室、公室、事務室）

諸室 項目	HIGHEST OFF CLASS	SENIOR OFF CLASS	JUNIOR OFF CLASS	PETTY OFF CLASS	RATING CLASS	PASSAGE
天井	内張有り	全 左	全 左	全 左	全 左	全 左 (上甲板を除く)
壁面 中仕切及 鋼壁内張	内張有り	全 左	全 左	全 左	全 左	全 左 (但し CREW QUARTは除く)
床	甲板舗装 有り	全 左	全 左	全 左	全 左	全 左 (但し上甲板は除く)
窓	装備	全 左	全 左	全 左	全 左	—

(ii) 家具類（乗組員室）

諸室 種類	HIGHEST OFF CLASS	SENIOR OFF CLASS	JUNIOR OFF CLASS	PETTY OFF CLASS	RATING CLASS
書机	1—両袖	1—両袖	1—片袖	—	—
本箱	1	1	1	1	—
本立	—	—	—	—	1
卓子	1	1	1	1	—
寝台	2,000×1,400 1 抽斗なし	2,000×1,100 1 抽斗なし	全 左	全 左	全 左
衣服箱	1 両開戸	全 左	1 両開戸	全 左	1 片開戸
たんす	1	全 左	1	—	—
たんす兼書机	—	—	—	1	全 左
ソファー	L型タイプ—1	全 左	1	全 左	全 左
椅子子	安楽椅子—3 肘掛椅子—1 肘掛け回転椅子—1	安楽椅子—2 肘掛け椅子—1 肘掛け回転椅子—1	肘掛け回転 椅子—1 折たたみ椅子—2	肘掛け回転 椅子—1 折たたみ椅子—1	全 左
サイドボード	1	—	—	—	—

注 寝台寸法は外国船、国内船とも使用できる寸法とした。

本試設計における諸室床面積の配分は表－4.5.5.1のとおりである。

表－4.5.5.1 床面積配分一覧表

床面積	m^2	全床面積に対する比率(%)	合計キャビン面積に対する比率(%)
TOTAL FLOOR AREA	2,447		
CABIN	735	30.0	
PUBLIC SPACE	238.6	9.7	32.5
SERVICE SPACE	246	10.0	33.5
STORE & LOCKER	253	10.3	34.4
COMMISSARY & SANITARY	133.6	5.5	18.1
MECHANICAL SERVICE	154	6.3	20.9
DUCT & PIPE PASSAGE	6.9	2.8	9.4
PASSAGE	434	17.7	59.1
LINING	185.6	7.6	25.8

(4) 上部構造

(a) 構造図 (図－4.5.5.3)

4.5.5の(2)および(3)項の仕様と配置を基に上部構造を次の要領で作成した。

- (1) STIFFENER SPACE は 900mm を標準とした。
- (2) SCANTLING TABLE は「SR110. D・I の資料」に従って計画した。
- (3) 上甲板下の構造は、中心線より 11m LINE に船底まで全通する LONG ^{NL} B ^{HD} が配置され、さらに上構の前、後壁直下にも有効な TRANSVERSE B ^{HD} により固められることを条件とした。
- (4) DECK PANEL の個有振動数は約 1,000 CPM を想定した。
- (5) PILLAR はすべて上下に合せて全通することが望ましい。

※ SR110 D・Iにおいて上部構造全体の個有振動数を検討しているが、起振力である BLADE FREQUENCY として $90 \text{ RPM} \times 5 \text{ BLADE} = 450 \text{ CPM}$ を設定しており、上構の DECK PANEL の個有振動数は 約 1,000 CPM で共振に対する安全度は満足できると考えられる。

(b) 上構重量

項目	重量
'A' DECK	152.12
'B'	93.33
'C'	92.18
'D'	83.53
NAV. BR. DK	83.68
COMP. BR. DK	22.93
DODGER ETC.	21.46
計	549.23
ENG. CASING	218.3
合計	767.5 TON

構造図 (図－4.5.5.3) に従って、上構重量を算出した。

重量算出にあたって、形状未検討のために不確定であるものとして ENG. CASING, DODGER, AIR SLOT などがあるが、これらについては、某社の実績船[※]の数値を代入して試算することとした。

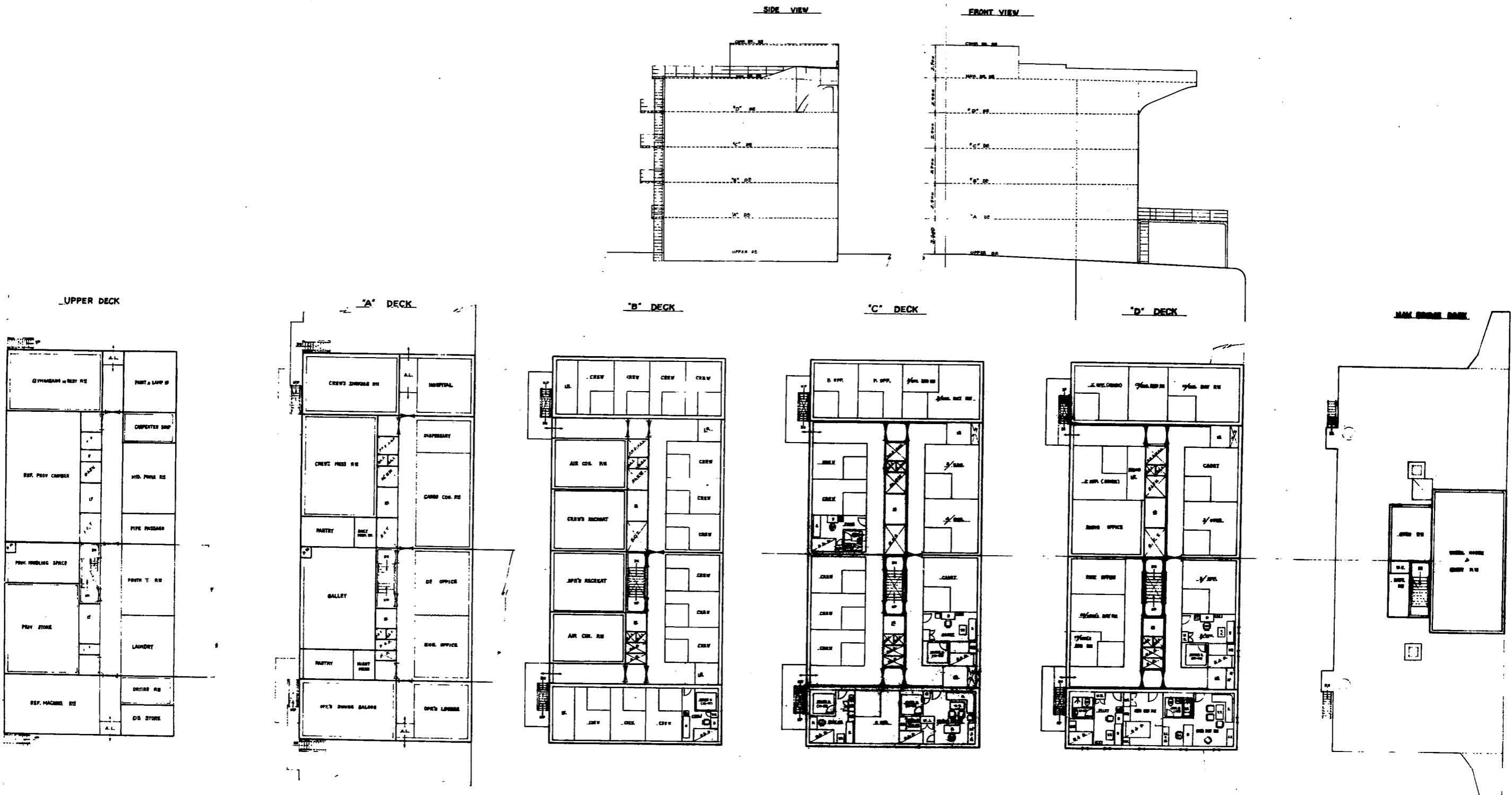
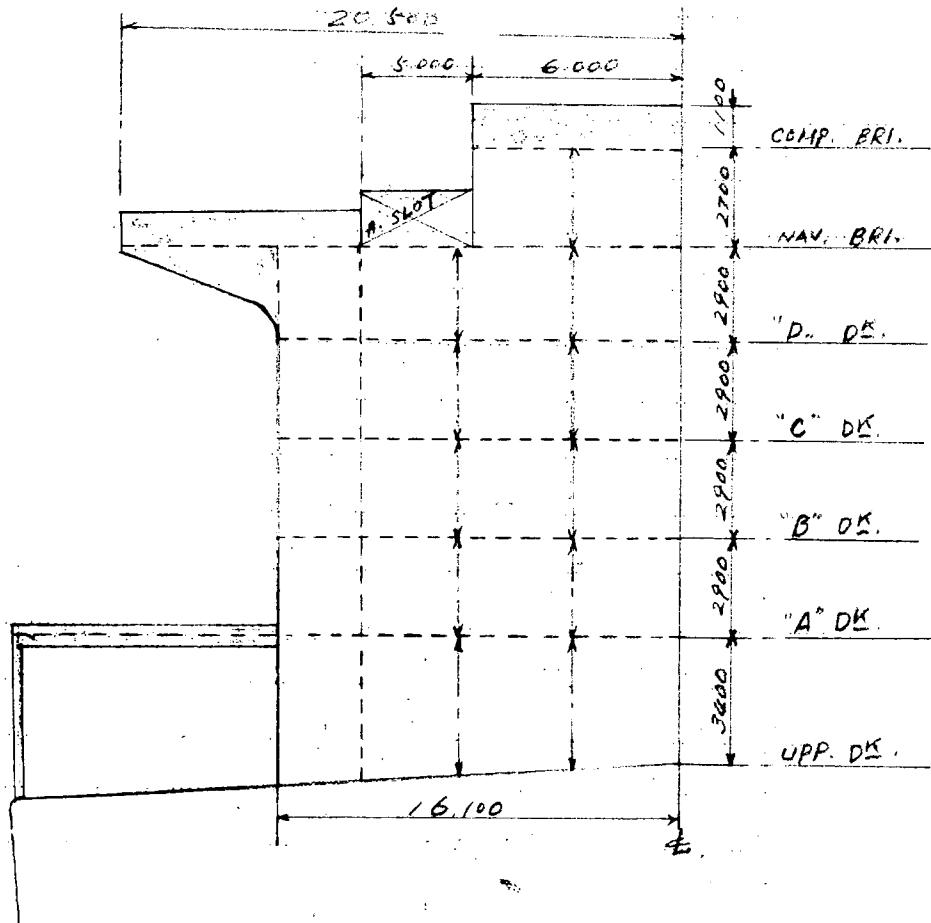


図 4. 5. 5. 1

※ 某社の実績船 DECK HOUSE 546 T₆
 ENG. CASING 218 T₃
 計 764 T₉



(c) 固有振動数の計算

(i) 船殻構造の甲板(図-4.5.3.3)の固有振動数を算出する。

1) PANEL: 四辺支持として図-4.5.5.4①のPANELについて計算する。

$$N = \left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right) \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{Dg}{\rho t}} \times 60 \quad N = 146t \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} \right)$$

m, n : a辺, b辺に平行な断面での撓み曲線や半波長の数 (m = 1, n = 1)

$$a = 900 \text{ mm}$$

$$b = 5100 \text{ mm}$$

$$D = E t^3 / \{ 12 (1 - v^2) \} \quad (E = 2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2, v = 0.3)$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$\therefore N = 1499 \text{ (cpm)}$$

□) BEAM

$$N = \frac{\pi}{2 \ell^2} \sqrt{\frac{EIg}{w}} \times 60 \text{ (cpm)}$$

$$E = 2.1 \times 10^6 \text{ (kg/cm²)}$$

$$\theta = 980 \text{ cm/sec}^2$$

$$N = \frac{4,280}{\ell^2} \sqrt{\frac{I}{w}}$$

$$\ell = \text{BEAM SPAN} = 5.1 \text{ (m)}$$

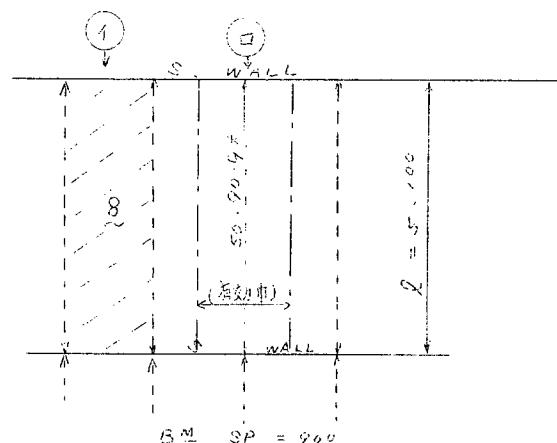
w=単位長さ当たりのPL及びBEAMの重量

$$= 72.2 \text{ (kg/cm)}$$

$$I = \text{板付の断面二次モーメント} = 2,396 \text{ (cm}^4)$$

$$N = \frac{4,280}{5.1^2} \sqrt{\frac{2,396}{72.2}} = 164.7 \times 5.76 = 948$$

$$\therefore N = 948 \text{ (c.p.m.)}$$



ハ) -1 PILLARを無視した場合の LARGE PANEL : N_1

$$a = 630 \text{ (cm)}$$

$$b = 1,100 \text{ (cm)}$$

$$m = 2 \quad n = 6$$

$$Q_p = 4,360 \text{ (kg)}$$

$$Q_a = 229 \text{ (kg)}$$

$$Q_b = 180 \text{ (kg)}$$

$$I_a = 16,400 \text{ (cm}^4)$$

$$I_b = 2,396 \text{ (cm}^4)$$

$$\begin{aligned} N_1 &= 94.2 \sqrt{\frac{\frac{16,400}{530^3} \times 3 + \frac{2,396}{1,100^3} \times 7}{980 \times 2.1 \times 10^6}} \\ &= 94.2 \sqrt{\frac{1.97 \times 10^{-4} + 0.126 \times 10^{-4}}{4,360 + 687 + 1,260}} \\ &= 94.2 \sqrt{2.06 \times \frac{2,096}{6,307} \times 10^2} = 942 \times \sqrt{0.685} = 780 \end{aligned}$$

$$N_1 = 780 \text{ (cpm)}$$

ハ) -2 PANELの大きさを PILLARの位置まで ($a = 5,000$) とした場合の N_2

$$a = 500$$

$$b = 1,100$$

$$m = 2 \quad n = 5$$

$$Q_p = 3,140$$

$$Q_a = 182 \quad Q_b = 180$$

$$\begin{aligned} N_2 &= 94.2 \sqrt{\frac{\frac{16,400}{500^3} \times 3 + \frac{2,396}{1,100^3} \times 6}{2.06 \times 10^9}} \\ &= 94.2 \sqrt{\frac{3.93 \times 10^{-4} + 0.108 \times 10^{-4}}{3,140 + 546 + 1,080}} \\ &= 94.2 \sqrt{2.06 \times \frac{4,038}{4,766} \times 10^2} = 942 \times \sqrt{1.74} = 1,242 \end{aligned}$$

$$N_2 = 1,242 \text{ (cpm)}$$

(ii) 考 察

DECK. PANELの個有振動数を約 1,000 cpm とすれば、前項にて求めた概算値は下記のとおり推察できる。

イ) 項のPANELの個有振動数は約 1,500 cpm でかなり余裕があるといえる。

ロ) 項は約 5% 減の 950 cpm 程度であり、特に問題になるとは考えられない。

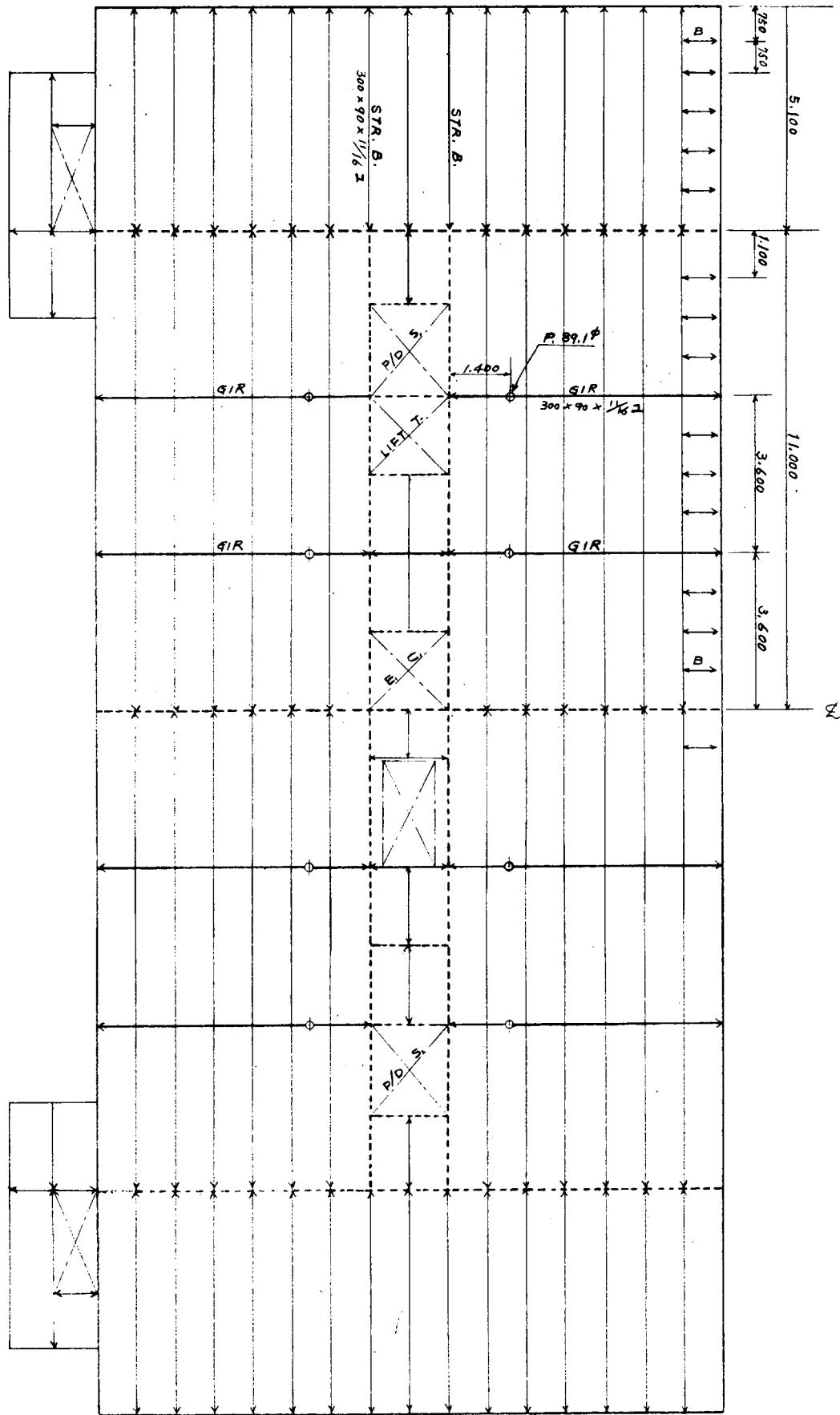


図 4.5.5.3 D' DECK D.K PL: δ BEAM: 150 x 90 x 91

ハ) 項は簡易計算により ハ)-1 780 cpm, ハ)-2 1,223 cpmをそれぞれ算出した。実際の PILLAR配置による構造の場合の個有振動数は 780 cpm と 1,224 cpm の中間に位置すると推定できる。

以上の点から本試設計による上構の個有振動数は、条件として設定した約 1,000 cpmをおおむね満足できる値にあると考えられる。

(4) 物量調査

居住区画機器装物量の現状と試設計の比較を表-4.5.5.1 および 4.5.5.3 に示す。

- (a) 試設計配置は前述のごとく、人間的見地からのハイグレードを狙っているため、ほど同一仕様のハイグレード船（全室プライベート・ラバトリー付）と比較した。
- (b) モジュール採用により標準品の使用率が 40% から 80~90% に飛躍的に上昇した。
- (c) ダクト物量の減少は空気調和機室を上甲板から 2 層上の DECK にあげたためと考えられる。特に排気ダクトの減少が大きい。
- (d) 試設計で工数が変動すると考えられる項目のみの省力度を表-4.5.2 に示す。

1隻分の省力効果は約 4,060H である。

表-4.5.5.2 居住区画機器装物量比較表

			現在			試設計						
			数量		長さ又は面積		数量					
				割合		割合		割合				
パイプ	工作仕分	仕上管	1,253	本	5.7%	1,598m	51%	1,000	本	5.1%	1,550m	61%
		合せ管	819		37	1,307	42	900		46	945	37
		型取管	126		6	208	7	60		3	55	2
	取付時期	ブロック綴装	1,944		89	2,786	90	1,490		76	2,100	82
		P.E "	0		0	0	0	420		21	400	16
		一般 "	254		11	327	10	50		3	50	2
	計		2,198	本	100%	3,113m	100%	1,960	本	100%	2,550m	100%
ダクト	種別	エアコン	572	本	62%	556m	48%	404	本	64%	503m	56%
		排 気	350		38	596	52	226		36	390	44
		ブロック綴装	907		98	1,139	99	610		67	875	98
	取付時期	P.E "	0		0	0	0	20		33	18	2
		一般 "	15		2	13	1	0		0	0	0
		計	922	本	100%	1,152m	100%	630	本	100%	893m	100%
仕切内張材	標準サイズ		1,112	枚	40%	2,461m ²	67%	1,500	枚	94%	3,080m ²	98%
	切断 "		1,699		60	1,234	33	90		6	70	2
	計		2,811	枚	100%	3,695m ²	100%	1,590	枚	100%	3,150m ²	100%
天井内張材	標準サイズ		510	枚	42%	795m ²	55%	912	枚	77%	1,253m ²	87%
	切断 "		697		58	642	45	272		23	188	13
	計		1,207	枚	100%	1,437m ²	100%	1,184	枚	100%	1,441m ²	100%
防熱材	標準サイズ		3,293	枚	97%	3,401m ²	64%	2,286	枚	97%	2,371m ²	74%
	切断 "		100		3	1,964	36	75		3	836	26
	計		3,393	枚	100%	5,365m ²	100%	2,361	枚	100%	3,207m ²	100%

- 注 1) 仕折内張の標準サイズは 900巾と 600, 300, 150 のモジュール材を含めた。
 2) 天井内張の標準サイズは 900×1,800, 900×900, 600×1,800, 300×1,800 とした。
 3) 防熱材の切断サイズは現場使い切りのため、ロール状の枚数を記入した。

表-4.5.5.3 居住区画 繕装工数比較表

取付作業項目	現在		試設計	
	物量	工数	物量	工数
バイブ (1.29 H/本)	2,198 本	2,830 H	1,960 本	2,530 H
ダクト (1.14 H/m)	1,152 m	1,320 H	893 m	1,020 H
仕切内張材 (1.87 H/m ²)	3,695 m ²	6,900 H	3,150 m ²	5,900 H
天井内張材 (2.64 H/m ²)	1,437 m ²	3,780 H	1,441 m ²	3,800 H
防熱 (1.15 H/m ²)	5,365 m ²	6,180 H	3,207 m ²	3,700 H
合計		21,010 H/隻		16,950 H/隻

上記取付作業の差 4,060 H/隻

(5) 繕装しやすい居住区配置の省力効果

試設計の仕様および配置について、それぞれの項目について省力効果および経済的效果を推定し項目的にまとめたものが表-4.5.5.4 および表-4.5.5.5 である。

- (a) 冷蔵庫についてはパネル式工法を採用した場合とコンテナー式工法を採用した場合の二種類を示した。
- (b) エレベーターについてはユニット方式を採用した場合を示した。
- (c) 「試設計による配置」の材料費の減少は表-4.5.5.2 の減少物量をベースに計算した値を入れた。

表-4.5.5.4 繕装しやすい居住区配置の省力効果

省力項目	省力効果 (H/隻)				
	設計	生産設計又は 生産技術	繕装工作	上構工作	合計
デッキ・ハイトの增高 (2.9m/層)	-350	-210	-1,127	+465	-1,222
ノーキャンバー	-100	-300	-1,200	-700	-2,300
ユニット・ラバトリー (40個/隻で計算)			-2,800		-2,800
パネル式冷蔵庫			-670		-670
試設計による配置			-4,060		-4,060
合計	-450	-510	-9,857	-235	-11,052 H/隻

1隻当たり 11,052 H 省力、年間 4.5 隻で 49,734 H の省力となり、年間 2,200 H/人として 23 人の省力となる。

表-4.5.5.5 築装しやすい居住区配置の経済的効果

省力項目	経済的効果(1,000円/隻)			その他効果
	工数	材料費	合計	
デッキ・ハイトの增高 (2.9m/層)	-1,222	+1,163	-59	
ノーキャンバー	-2,300	-1,000	-3,300	居住性向上
ユニット・ラバトリー (40個/隻で計算)	-2,800	+8,000	+5,200	湿式、汚損作業 の大巾減少 工程短縮
パネル式冷蔵庫	-670	-	-670	汚損作業の減少 工程短縮
試設計による配置	-4,060	パイプ -102 ダクト -75 仕切材 -1,520 天井材 +8 防熱材 -345	-6,094	工程短縮
合計	-11,052	+6,129	-4,923 ^{千円} /隻	

1隻当たり492万円減の効果、年間4.5隻22.14万円減の効果である。

4.5.6 むすび

居住区小委員会は研究期間が僅か1ヶ年弱であったため配置に関する新らしい考え方を検討整理し試設計を行なっただけにとどまった。

しかし、従来から非常に標準化しにくいとされていた居住区を設計、現場の省力化を目的として、各委員の熱心な討論のなかから、塔型センターコア方式と、これを構成するCABIN SUITと築装単位という斬新な考え方を見出すことができたことは非常な収穫であった。

これを進展させて20万トンタンカーにアプライする現実論のなかでセミセンターコア、ダブルフォーカス方式による試設計となったものである。

ただし研究の時間的制約からSR73で研究された項目の発展その他、次の問題が残された。

(a) モジュールに関する詳細検討

- (i) 居室の広さに対する人間工学と経済性に立脚した裏付け
- (ii) 内張りパネルの具体的構造と工作法
- (iii) モジュールに準拠した家具の寸法と形態の開発

(b) ユニット化の具体的項目とその実現化に対する問題

(c) 省力を目的とした上部構造の船殻構造についての問題

(d) 上部構造のプリエレクションのための設備、工作法、工程の問題

などである。

また居住区の省力化は上部構造を船体構造と切り離し居住区築装に最も適した構造とすることが望ましい

ので、ロンデ バルク ヘッドに乗せない構造的な独立の研究も必要である。

さらに居住区工場のようなところで、全機製作業を完了させて台車などで搬出搭載し、取合工事のみを船上で行なうことが考えられる。

近年における陸上建築物の工法はマスプロ方式を主体にめざましい進歩がみられる。船の居住区にもこの考え方を取り入れるため、現に各社でそれぞれ種々の研究や試みが行なわれている。

近い将来には例えばコンテナーやキャビネット方式も採り入れられて、標準化されたCABINを工場で高能率に生産し、主として枠組で構成された上部構造にはめ込んで行く時代が来るのではないかと思われる。

部屋を1つのユニットとして考え、これを1つのモジュールとして取扱う場合、非常に効果的な工法であろう。

したがって、これらが実現するまでの過渡期として居住区における前述の残された各種の項目について、更に突込んだ研究が継続され、名実共に日本の造船界に使われ得る科学的裏付けのある標準が完成されることが望まれる。