

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

(船殻工作部門および艀装工作部門)

昭 和 47 年 12 月

社 団 法 人
日 本 造 船 研 究 協 会

本報告書に記載されている研究成果は、第 110 研究部会による「造船所における省力化に関する調査研究の実施に伴い完成された発明等およびノウ・ハウの取扱いに関する取決め」に基づき取扱われることになっておりますので、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

第110研究部会では、昭和44年4月より昭和47年3月まで造船所における省力化に関する広汎な調査研究を行なった。本報告書は3年間にわたる研究成果のうち船殻工作および機装工作部門の成果をまとめたものである。

第110研究部会船殻工作分科会委員名簿（敬称略，五十音順）

分科会長	宮 田 貞 一（三 菱 重 工 業）	
委 員	家 永 孝（佐世保重工業）	市 川 弘（川 崎 重 工 業）
	猪 又 忠 弘（日 本 鋼 管）	岡 田 重 陳（住友重機械工業）
	西 岡 富士雄（日 立 造 船）	南 崎 邦 夫（石川島播磨重工業）
	森 口 茂（三 井 造 船）	

船殻工作分科会足場小委員会委員名簿（敬称略，五十音順）

主 査	黒 瀬 久 門（石川島播磨重工業）	
委 員	阿比留 英 明（三 菱 重 工 業）	井 谷 充 男（三 井 造 船）
	乾 一 郎（日 本 鋼 管）	黒 岩 純 人（佐世保重工業）
	小 林 将 成（川 崎 重 工 業）	船 尾 洋 二（船舶技術研究所）

船殻工作分科会吊り金具小委員会委員名簿（敬称略，五十音順）

主 査	篠 倉 弘（三 菱 重 工 業）	
委 員	小 野 清 彦（川 崎 重 工 業）	桑 本 融（石川島播磨重工業）

船殻工作分科会曲げ加工小委員会委員名簿（敬称略，五十音順）

主 査	西 岡 富士雄（日 立 造 船）	
委 員	石 津 康 二（石川島播磨重工業）	田 中 武（川 崎 重 工 業）
	西 牧 興（日 立 造 船）	安 川 度（川 崎 重 工 業）

船殻工作分科会ブロック仕上小委員会委員名簿（敬称略，五十音順）

主 査	猪 又 忠 弘（日 本 鋼 管）	
委 員	内 村 寛（佐世保重工業）	岡 田 重 陳（住友重機械工業）
	川 原 幸 敏（川 崎 重 工 業）	萩 原 友 男（日 本 鋼 管）

船殻工作分科会曲リブロック小委員会委員名簿（敬称略、五十音順）

主 査	寺 井 清（川 崎 重 工 業）	
委 員	小 沢 耕 作（都 島 製 作 所）	栗 岡 辰 巳（川 崎 重 工 業）
	関 根 和 郎（日 本 鋼 管）	田 辺 勇（都 島 製 作 所）
	中 村 春 雄（住友重機械工業）	元 山 登 雄（三 井 造 船）
	山 田 祥 克（日 立 造 船）	

船殻工作分科会平行ブロック小委員会委員名簿（敬称略、五十音順）

主 査	岡 田 重 陳（住友重機械工業）
委 員	西 岡 富士雄（日 立 造 船）

船殻工作分科会巨大ブロック小委員会委員名簿（敬称略、五十音順）

主 査	森 口 茂（三 井 造 船）	
委 員	家 永 学（佐世保重工業）	川 瀬 晃（石川島播磨重工業）
	真 鍋 芳 郎（川 崎 重 工 業）	

第 110 研究部会機装工作分科会委員名簿（敬称略、五十音順）

主 査	梶 井 銀三郎（日 本 鋼 管）	
委 員	青 沼 博（石川島播磨重工業）	根 田 正 衛（日 本 鋼 管）
	酒 井 勉（川 崎 重 工 業）	島 田 菊 夫（住友重機械工業）
	首 藤 比古一（三 菱 重 工 業）	星 野 二 郎（三 井 造 船）
	森 晃（日 立 造 船）	山 中 康 一（佐世保重工業）

機装工作分科会塗装機械化小委員会委員名簿（敬称略、五十音順）

主 査	森 晃（日 立 造 船）	
幹 事	岡 田 一 喜（日 立 造 船）	
委 員	入 江 裕（日 本 鋼 管）	片 倉 秀 雄（川 崎 重 工 業）
	小金丸 義 太（三 菱 重 工 業）	坂 見 史 朗（三 井 造 船）
	清 水 尚 人（石川島播磨重工業）	田 淵 五 郎（佐世保重工業）
	内 藤 正 一（船舶技術研究所）	浜 田 彬（三 菱 重 工 業）
	浜 田 外次郎（日 本 鋼 管）	山 口 栄 太（住友重機械工業）
	沢 田 馨（日 立 造 船）	定 成 喜代司（日 立 造 船）
	井 上 喜代司（住友重機械工業）	齊 藤 恒 久（三 井 造 船）
	佐 藤 国 広（三 菱 重 工 業）	長 山 正（日 本 鋼 管）
	目 黒 重 徳（日 本 鋼 管）	

機装工作分科会集配材小委員会委員名簿（敬称略、五十音順）

主査	島田 菊夫（住友重機械工業）	
委員	大場 一郎（日本鋼管）	甲 良 圭 助（川崎重工業）

機装工作分科会掃除機械化小委員会委員名簿（敬称略、五十音順）

主査	水 足 一 生（佐世保重工業）	
委員	浅 沼 茂 雄（日本鋼管）	定 成 喜代司（日立造船）
	富 田 慶 喜（川崎重工業）	

機装工作分科会管溶接小委員会委員名簿（敬称略、五十音順）

主査	根 田 正 衛（日本鋼管）	
委員	関 弘（石川島播磨重工業）	野 村 博 一（日本鋼管）
	山 田 桑太郎（川崎重工業）	

機装工作分科会フレキシブルパイプ小委員会委員名簿（敬称略、順不同）

主査	竹 内 哲 夫（三井造船）	
委員	岸 田 隆 行（東海ゴム）	高 橋 格 知（川崎重工業）
	時 岡 峻（日本メタルホース）	斉 木 竜 杉（日立造船）
	松 田 政 之（横浜ゴム）	山 崎 健 三（日輪ゴム）

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）

主査	近 藤 利 博（石川島播磨重工業）	
委員	清 水 尚 人（石川島播磨重工業）	田 中 宏（日立造船）
	佐 野 隆 一（関西ペイント）	広 瀬 精 治（日本鋼管）
	内 藤 正 一（船舶技術研究所）	森 稔（川崎重工業）
	三 木 勝 夫（日本ペイント）	

機装工作分科会居住区小委員会委員名簿（敬称略、順不同）

主査	島田 菊夫（住友重機械工業）	
委員	寺 島 晃 司（日立造船）	三 浦 晃（住友重機械工業）
	大津山 俊 夫（川崎重工業）	広 岡 秀 弥（川崎重工業）
	小 山 俊（日本鋼管）	近 藤 哲 朗（日本鋼管）
	山 名 守（石川島播磨重工業）	山 口 円（三井造船）
	潮 明（三菱重工業）	篤 一 夫（佐世保重工業）
	古 川 浩（三井造船）	伊 藤 裕 祥（住友重機械工業）

造船所における省力化に関する調査研究
(船殻工作部門および舩装工作部門)

目 次

4. 船殻工作部門に関する調査研究	1
4.1 船殻工作分科会の方針	1
4.2 足場の改善	2
4.2.1 研究目的と研究経過	2
4.2.2 研究内容とその結果	2
4.2.3 効果と問題点	22
4.3 吊金具の改善	25
4.3.1 研究目的と経過	25
4.3.2 研究内容とその結果	25
4.3.3 効果と問題点	38
4.4 銅板曲げ加工の自動化	40
4.4.1 緒 言	40
4.4.2 曲げ加工の選定	41
4.4.3 船体外板曲面形状の傾向調査	41
4.4.4 基 礎 実 験	45
4.4.5 実 用 化 実 験	47
4.4.6 曲げ加工理論	51
4.4.7 NC 装置の試作実験	52
4.4.8 ユニバーサル多点プレス装置の試設計	52
4.4.9 経 済 効 果	57
4.4.10 結 言	58
4.5 ブロック接手の搭載前仕上方式	60
4.5.1 研究目的と研究経過	60
4.5.2 研究内容とその結果	62
4.5.3 効果および問題点	82
4.6 曲りブロック自動組立方式	84
4.6.1 研究目的および研究経過	84
4.6.2 船体曲りブロック組立上の問題点とその対策	85
4.6.3 船体曲りブロックの自動組立方式の具体化案	86
4.6.4 経 済 効 果	94
4.6.5 今後の問題点	96
4.6.6 あ と が き	96
4.7 平行ブロック組立方式	97
4.7.1 調査目的および調査経過	97

4.7.2	調査内容とその結果	97
4.7.3	効果と問題点	102
4.8.	巨大ブロック組立方式	102
4.8.1	研究目的とその経過	102
4.8.2	研究内容とその結果	102
4.8.3	組立およびポジショニング	103
4.8.4	効果および問題点	104
4.9	とりまとめと問題点	122
5.	塗装工作部門に関する調査研究	123
	概 要	123
5.1	塗装の機械化	125
5.1.1	渠側利用伸縮自在塗装装置	126
5.1.2	高所作業用伸縮自在自走車	128
5.1.3	艙内高所作業車	131
5.1.4	クローズド・サーキット式インペラブラスト装置	135
5.1.5	塗装アタッチメント	137
5.1.6	ハイドロジェットクリーニング装置	139
5.1.7	距離保持装置	141
5.1.8	曲面追従装置	144
5.1.9	甲板除錆機	145
5.1.10	船底除錆車、塗装車	147
5.1.11	サブ材塗装装置	150
5.2	塗装品集配材システム	154
5.2.1	理想システムの設計	155
5.2.2	システムを流れる情報	155
5.2.3	システムの運営を妨げるもの(阻害要因)	155
5.2.4	理想システムの詳細とその運営	155
5.2.5	理想システムの電算化	156
5.2.6	む す び	156
5.3	掃除の機械化	165
5.3.1	テーマ選定の経緯と研究の概要	165
5.3.2	ディープサーベイ	166
5.3.3	掃除機械化	173
5.3.4	ゴミ減少対策	177
5.3.5	ま と め	177
5.4	パイプの新しい溶接法	177
5.4.1	目的および経緯	177
5.4.2	ま と め	179

5.4.3 将来の展望	180
5.5 新しい電線布設法	180
5.5.1 経緯	181
5.5.2 船用電線直接接続法の実用化の研究	181
5.5.3 パスダクト方式の船舶の適合性の研究	186
5.6 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	196
5.6.1 目的	197
5.6.2 テーマ選定の経緯	197
5.6.3 概要	199
5.6.4 各論	200
5.6.5 結論	212
5.7 粉体塗装の船舶への応用	212
5.7.1 目的	212
5.7.2 テーマ選定の経緯	213
5.7.3 研究の概要	214
5.7.4 結論	215
5.7.5 将来の展望	216
5.8 接続しやすい居住区配置	217
5.8.1 まえがき	217
5.8.2 研究の経過	217
5.8.3 試設計とその省力度	220
5.8.4 むすび	229
6. とりまとめと問題点	232
6.1 3ヶ年の研究成果	232
6.1.1 概要	232
6.1.2 省力効果予想	234
6.2 問題点と今後の研究課題	235

4 船殻工作部門に関する調査研究

4.1 分科会の方針

船殻工作分科会は3ヶ年に亘る省力化研究を実施するに当たり、先づ何をやるべきかと云う研究課題を探るため、次の4点につき各社がどのような実情にあり、どのような構想をもっているかについて、GENERAL SURVEYを行なった。

- 1) 建造方式について
- 2) 船殻の材料、構造配置
- 3) 船殻工作技術
- 4) 作業環境

このGENERAL SURVEYの集約検討の結果下記の項目を今後研究を要するものとして選り出した。

- 1) 足場の改善
- 2) 掃除の自動化
- 3) 小組、大組部材の仕分運搬の自動化
- 4) 造船所と製鉄所の協業体制の検討
- 5) 超大型ブロックによる建造法
- 6) 吊金具の改善
- 7) 切断並びに曲げ加工の自動化
- 8) ブロック接手の搭載前仕上方式
- 9) 曲りブロックの自動組立方式
- 10) 平行部組立方式の検討
- 11) 夏季における作業環境の改善
- 12) 建造船の交通装置
- 13) 騒音防止対策
- 14) 小組立装置の開発
- 15) 溶接の自動化の拡大
- 16) 多能工化
- 17) 工具の改善

今回の船殻工作部門分科会の調査研究としては、上記項目の中より、他分科会との関連も考慮し、また3ヶ年と云う期間的制約をも勘案して、特に研究の成果が省力化に反映すること大なる項目を重点的に拾い上げ、結局次の7項目につき研究を行なうこととされた。

- 1) 足場の改善
- 2) 吊金具の改善
- 3) 曲げ加工の自動化
- 4) ブロック接手の搭載前仕上方式
- 5) 曲りブロック自動組立方式
- 6) 平行部組立方式
- 7) 巨大ブロックの組立方式

研究の進め方としては、参加各社がそれぞれの項目を分担し、小委員会組織により精力的に推進する態勢をとることとした。

4.2 足場の改善

4.2.1 研究目的と研究経過

船舶の大型化に伴って必要とする足場資材並びに高所作業量は著しく増大しつつあるが一方足場作業者の確保は労働事情その他の面から極めて困難となっており、今後ますますその度を増すことは明らかである。このような情勢に対処することを目的に足場の機械化について研究し実用化の前段階として実験的研究を下記経過を経て行なったものである。

昭和44年度にDEEP SURVEYを行なった結果

- (イ) 船体の外面用足場についてはTOWER方式またはGONDOLA方式などによって各所で機械化が進みつつあり近い将来にはほぼ全面的に使用されるものと考ええる。
- (ロ) 「しかし船内では機械化が困難な環境にあるために開発が遅れており、特にタンク内のUPPER DECK裏面は安全および効果面から機械化が急務である。」との結論を得たので昭和45年度にはUPPER DECK裏面の足場機械化について研究を行なった。一方足場機械を将来無人化するための基礎研究についても採り上げ、昭和46年度にはUPPER DECK裏面の足場の機械化の他に曲り外板用自動足場に関し、主として外面曲面の自動搬い装置の研究を追加して行なった。このような経過を経て研究を行なった足場機械の機種は次の通りである。

- (1) 縦移動式足場装置
 - (2) 横移動式 #
 - (3) シュノーケル #
 - (4) バランス型 #
 - (5) エブーマット式 #
 - (6) 曲り外板用自動足場装置
- 以下その概要について述べる。

4.2.2 研究内容とその結果

(1) 縦移動式足場装置

(a) 足場装置の概要

上甲板裏の作業を全ての場所で行なえるような大型の機種を目標として、機動性に富んだ足場装置の開発を目的とした。従って対象範囲は上甲板下約4mの全ての空間の仕事が可能のように、足場装置全体が縦方向に走行可能とし、作業台は上下、左右に移動可能とした。

また、局部的に接近の困難な場所に対しては補時的作業台の取付けも考慮した。装置の全体組立図を図4.2.1に示す。

(i) 実験用足場装置の仕様

- 1) レールゲージ = 5,760 mm
- 2) ホイールベース = 2,810 mm
- 3) 作業台の上下可動範囲 = 1,200 mm
- 4) 足場板の張出範囲 = 2,000 mm

5) 自重 = 2,700 Kg

6) 積載荷重 = 400 Kg

(ii) 実用機の概要

1) レールゲージ = 7,500 mm

2) ホイールベース = 3,500 mm

3) 作業台の上下可動範囲 = 2,000 mm

4) 足場板の張出範囲 = 2,500 mm

5) 自重 ≒ 約 4 T

6) 積載荷重 ≒ 1 T

(b) 実験結果と実用上の問題点

(i) 実験結果

13万屯型タンカーのウィングタンク内に足場装置を架設し作業性、経済性、安全性等を検討した
が実用に供し得ることがわかった。

ただし、上甲板の開口が小さいため、撤去作業には難渋した。

実験機の使用状態を図4.2.2に示す。

(ii) 実用上の問題点

本足場装置を実用化する際には次のような問題点を解決する必要がある。

1) 足場装置を搬出するための開口を上甲板または横隔壁に設ける。

2) フレームスペースを一定にしてレール製作費用を減少すると共に作業台の型状を船毎に変更しないようにする。

3) ウィングタンクの寸法を極力一定にして、足場装置の改造を減少させる。

4) タンク内の作業手順を細かく規制して、タクトシステムを採用する。

5) 梯子、配管等を足場装置の邪魔にならない所に配置する。

正面図

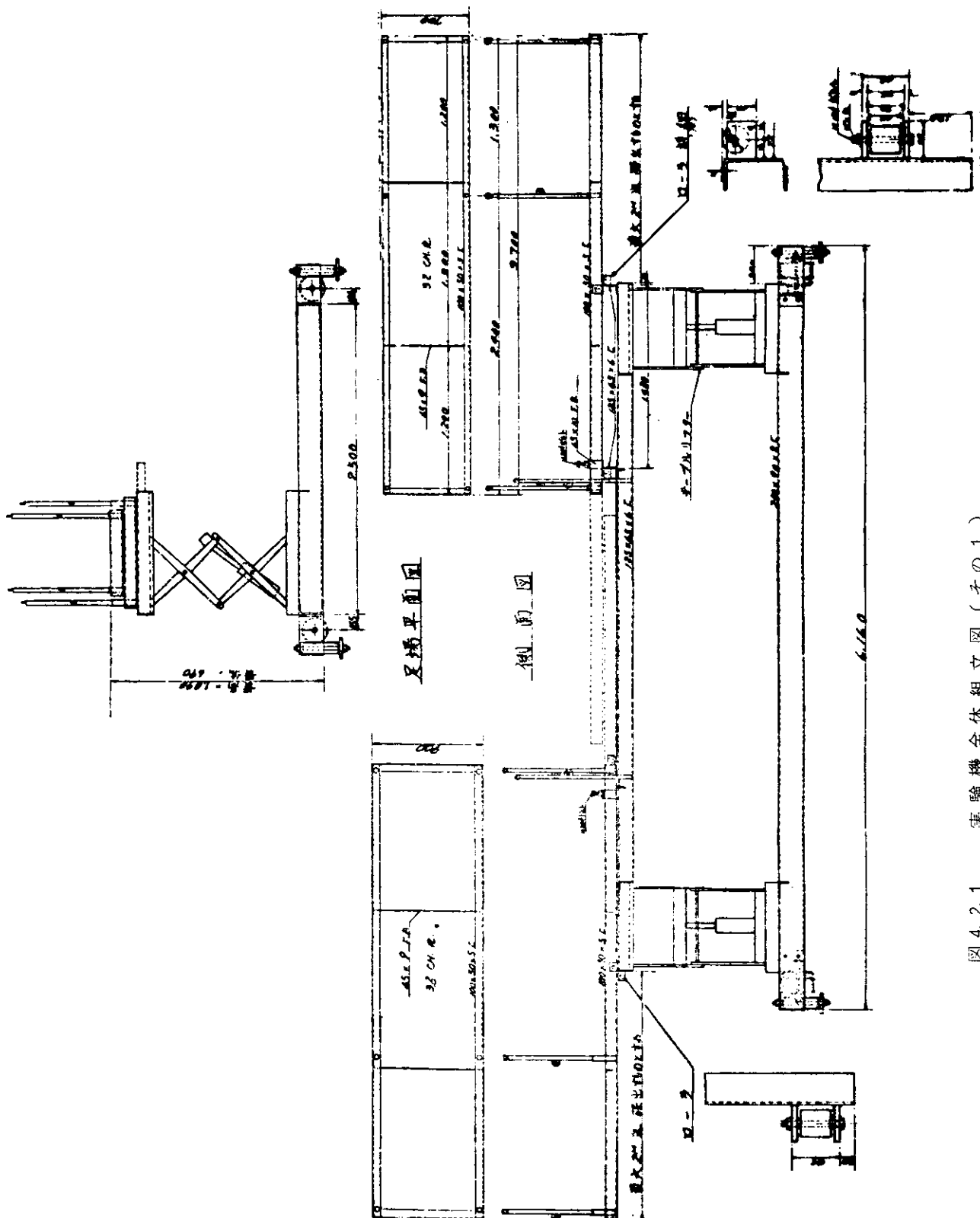
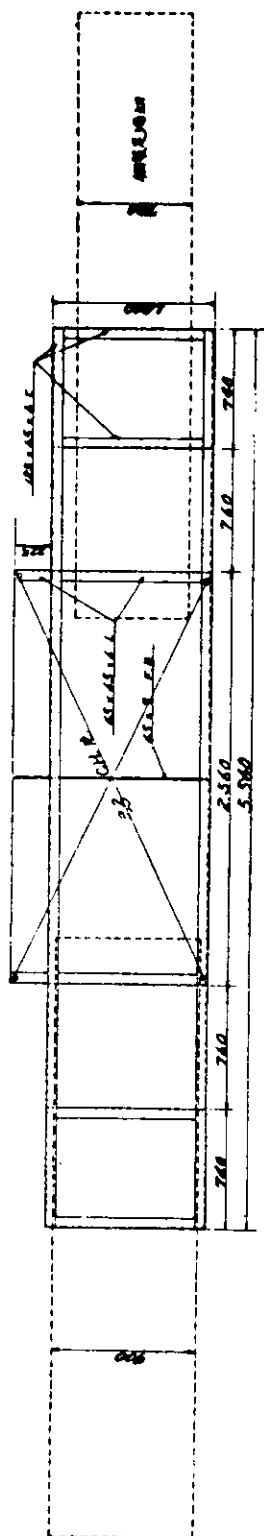


図 4. 2. 1 実験機全体組立図 (その 1)

作業台平面



台車平面

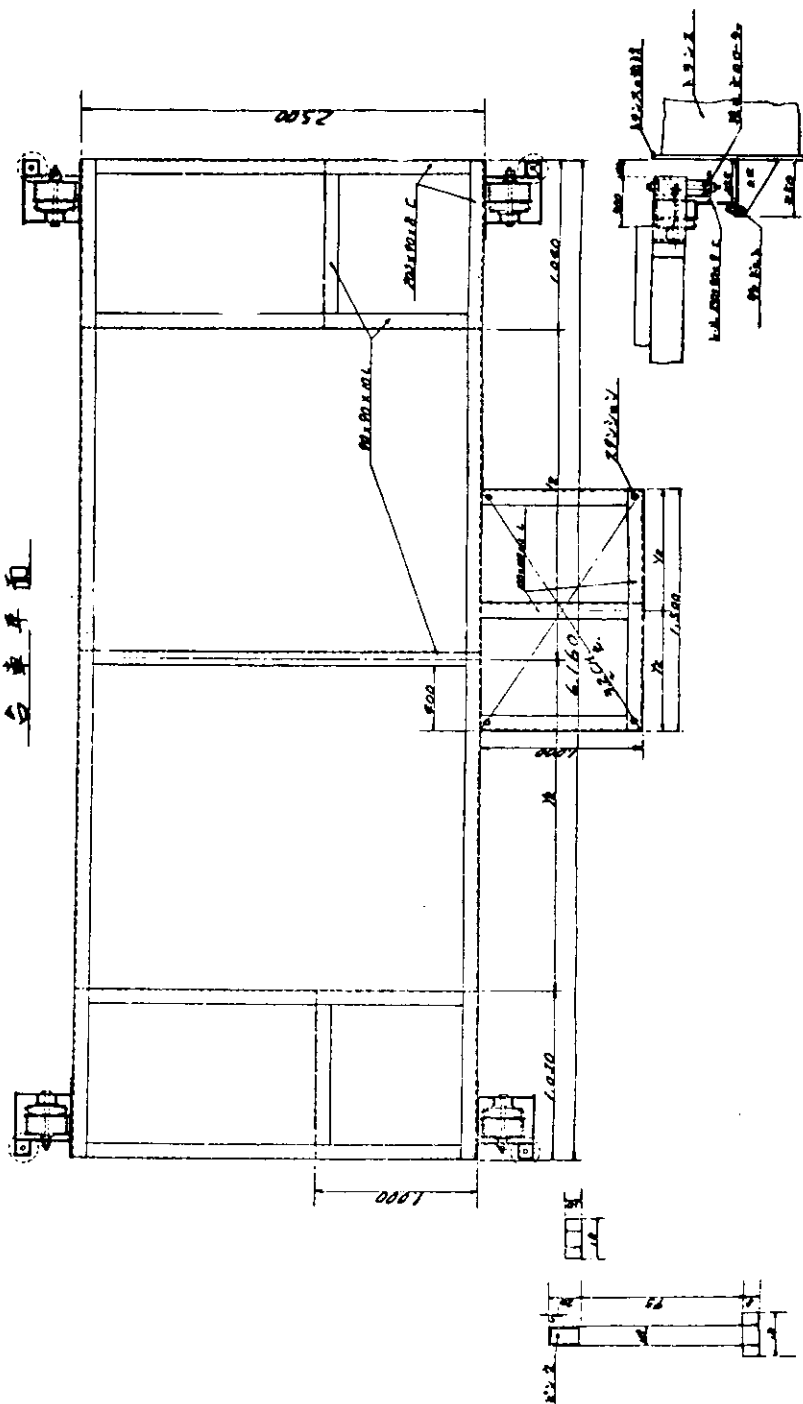
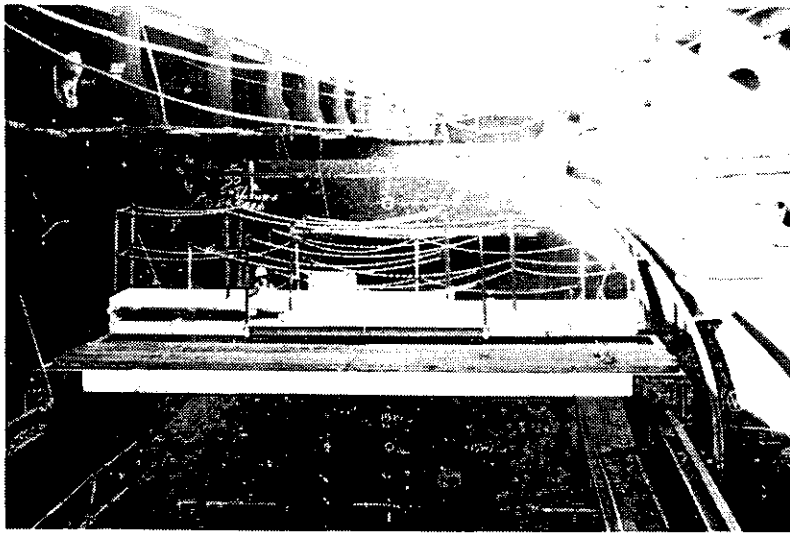
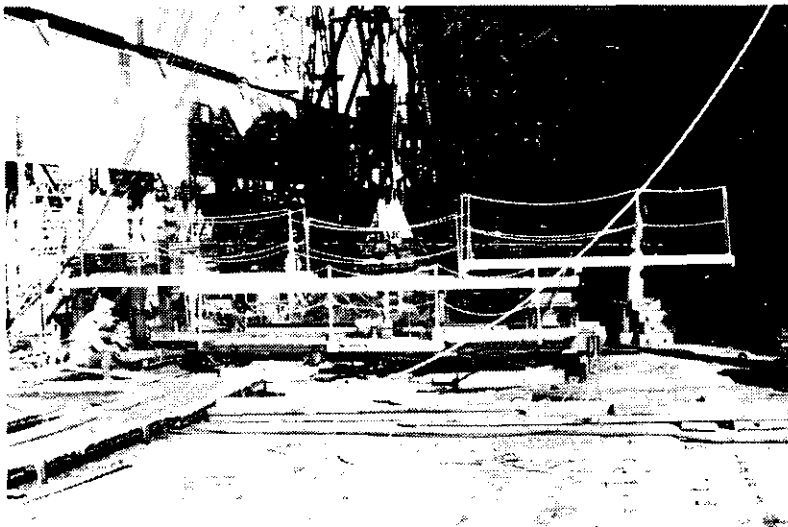


図 4. 2. 1 実験機全体組立図 (その 2)



ウイングタンクに架設した状態



足場装置完成状態（架設前）

図 4. 2. 2

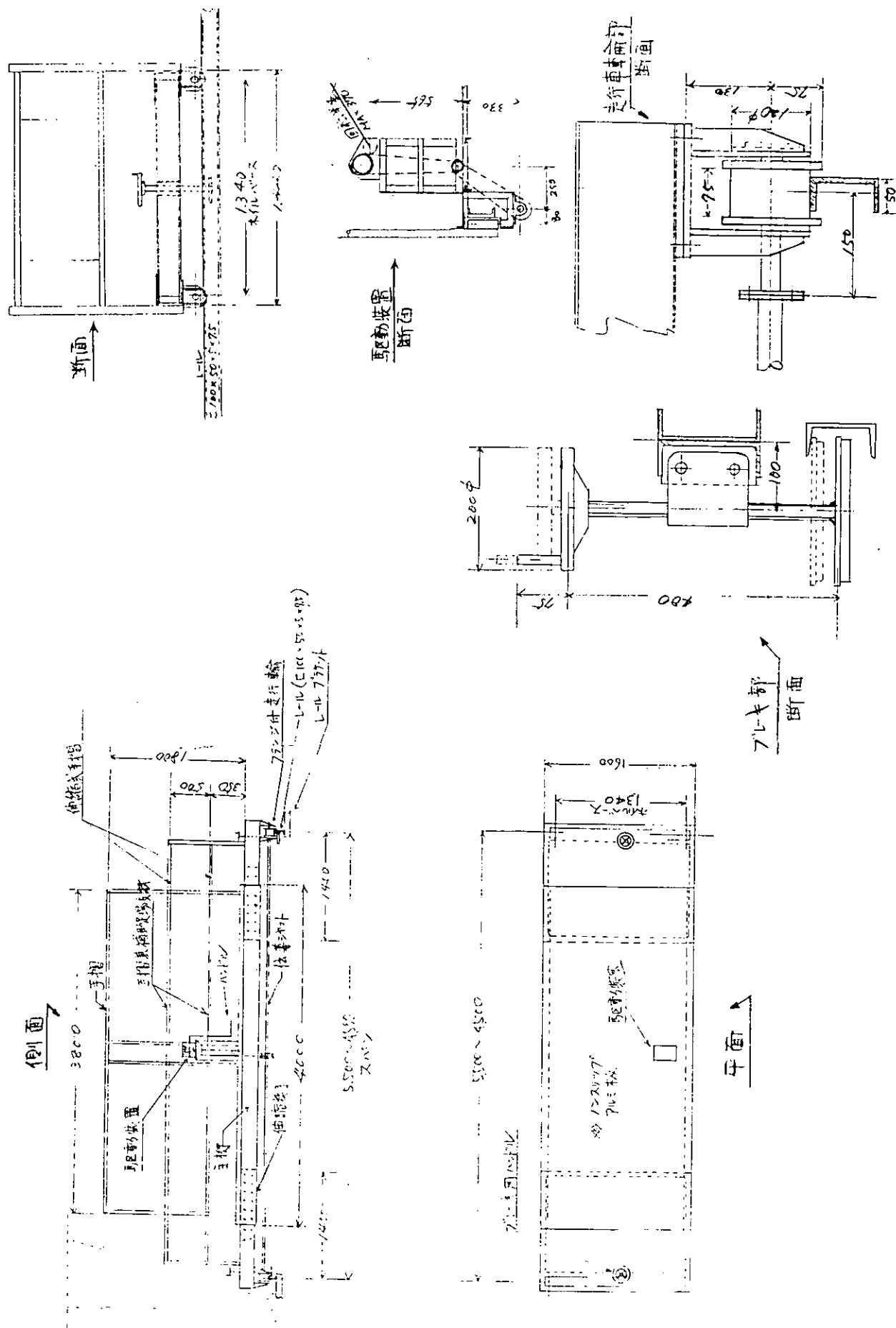


図 4.2.3 横移動式足楊装盤台車

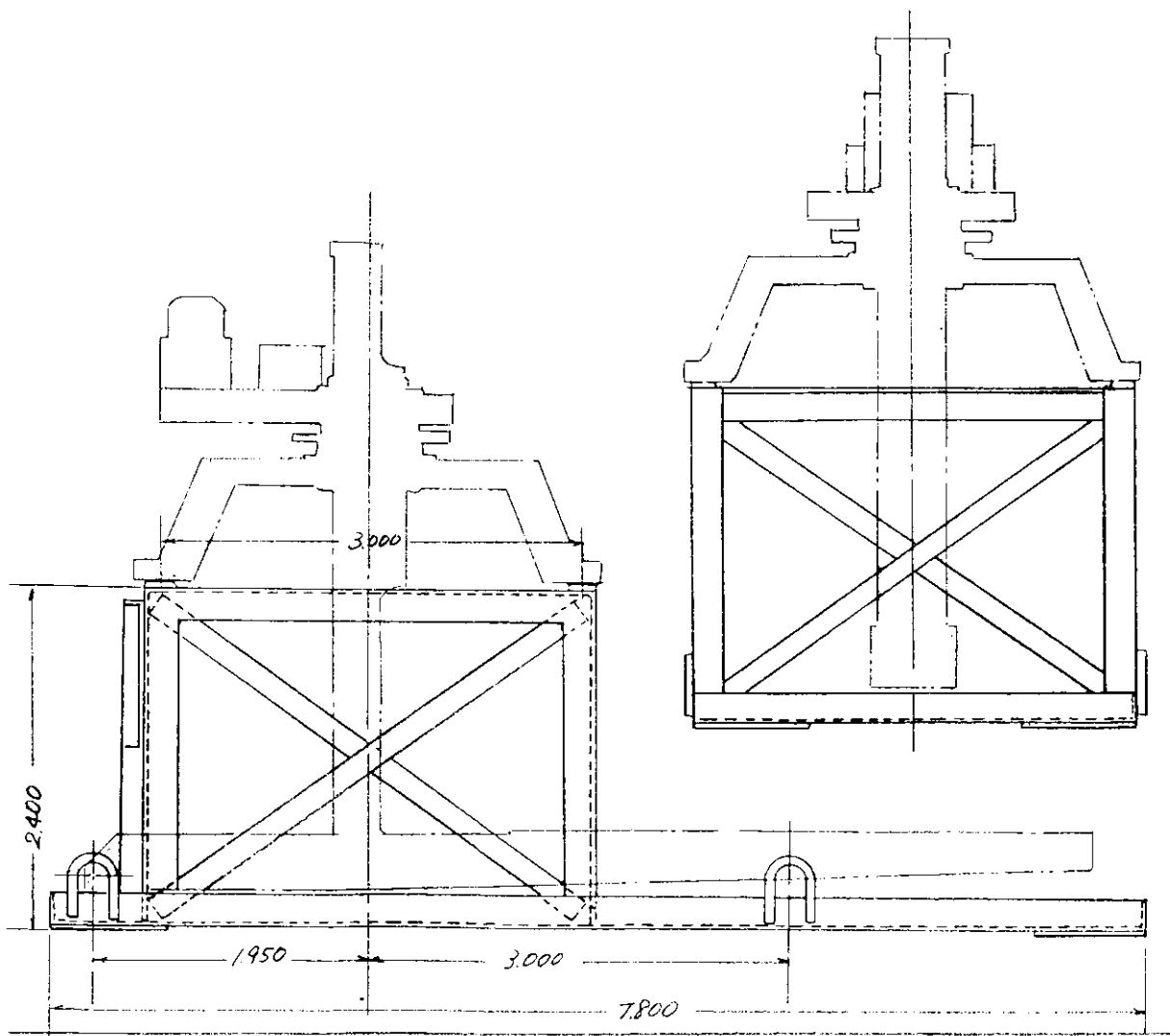
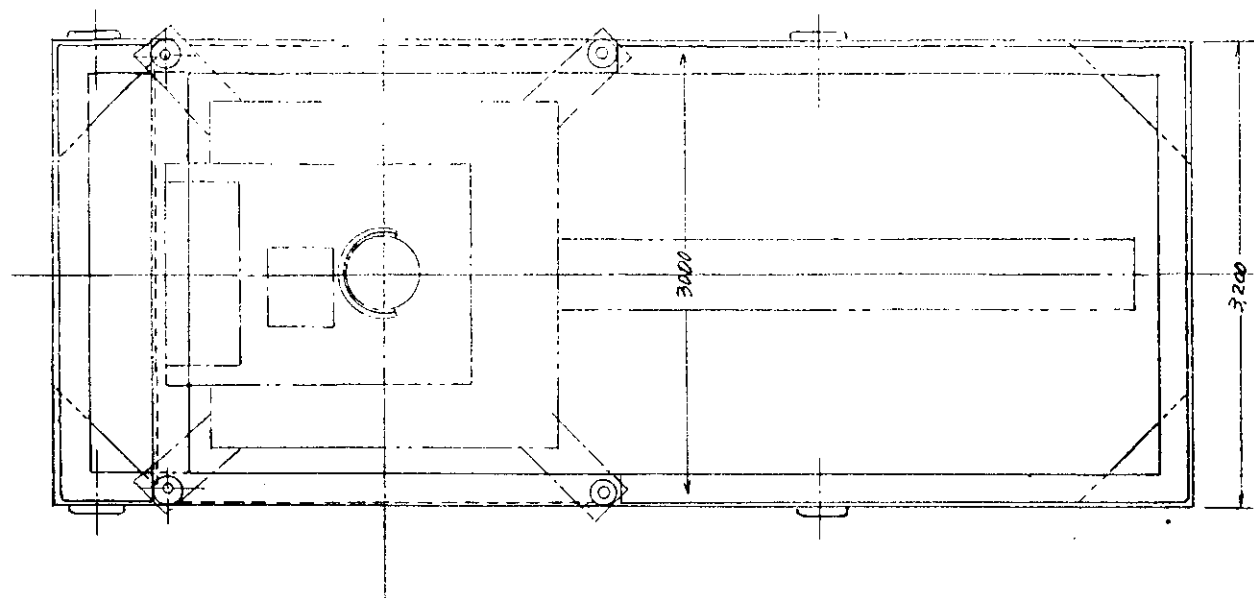


図4.2.5 格納用コンテナ

(c) 足場装置の概要

(b) 実験結果と実用上の問題点

装置の組立図を図4.2.3に示す。

- ## (ii) 実用上の問題点

1) 制動装置について

- ## 2) 組立分解の簡易化について

- ### 3) 軽量化について

- イ) 自重を約 250 kg 目標に検討

- 4) 船体構造上からは、縦移動式足場装置と同様に

- イ) フレームスペースを一定にして、台車形状を船毎に変えないようにし、軽量化、組立分解の簡易化を図る。

- ロ) 搬出口の大型化を図る。

- ハ) 梯子、パイプ等の織装品配置の検討を要する。

(a) 足場装置の概要

- 10 -

5に示す。

(b) 実験結果と実用上の問題点

(i) 実験結果

実物の1/3 縮尺の模型を製作して、装置の機能試験を行なった。

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1) コンテナへの格納テスト | 2) デッキ裏へのセット試験 |
| 3) メインデッキ折りたたみテスト | 4) スライドデッキの伸縮テスト |
| 5) 旋回テスト | 6) 荷重テストおよびデッキの歪量測定 |
| 7) 手摺取付テスト | 8) 重量測定および重心測定 |

以上の項目につき、全て良好な試験結果を得たので、本装置の実用化の見通しがついた。

(ii) 実用上の問題点

- 1) 本装置の寸法決定に際してはタンクの大きさや、デッキ・トランスの深さを十分考慮して、支柱の長さや、メインデッキおよびスライドデッキの伸び代を検討する必要がある。
- 2) 上甲板に設けられた開口の配置によっては大小2機種の組合せ使用を考慮すると共に、逆に効果的な開口配置の検討も必要である。
- 3) 本装置の先端にゴンドラを吊り下げる事によって作業可能範囲の拡大を計る事も一方法である。
- 4) 本装置の上甲板開口間の移動は、その使用目的からして可成頻度が高いと思われるので、その対策を検討しておく必要がある。
- 5) 設計図は、上甲板の開口を700%×1000%の長円として設計したものであるが、開口の大きさによって仕様を検討する必要がある。
- 6) 本装置の操作は旋回台上の操作盤で行なえるが、メインデッキの作業者が直接操作できるように支柱内部にリモコン操作のコンセントを設けプラグを差し込む事により、各操作(メインデッキの折りたたみは除く)ができるようにする必要がある。

なお上部操作とリモコン操作の二重操作を行なえないように操作箱は携帯式とし、それぞれのコンセントにプラグを差し込まないと、作動できないようにする必要がある。

(4) エアマット式足場装置

(a) 足場装置の概要

本装置はタンカーの、上甲板裏足場の架設撤去を容易にするために、キャンパス製のエアマットを使用し、上甲板のパタースハッチ等の小開口から挿入し、タンク内で、本体を膨脹させて必要な作業面積または、足場基地を確保しようとするものである。(図4.2.7参照)

(i) 実験用足場装置の仕様

実験時の写真を図4.2.8に、実験用装置を図4.2.9に示す。

- 1) 上甲板の開口大きさ600%φ
- 2) 足場面積 20万トン型タンカーのトランススペースに、見合うものであること。(試設計:床寸法 4.700m×3.000m)
- 3) 足場架設および撤去に同時にかかる作業員数は2名
- 4) 装置の自重は2名で運搬可能な程度とする。(約30Kg)
- 5) 荷重条件 300Kg
- 6) 架設・撤去の作業は上甲板上より行なう。

- 7) 上甲板から作業床への交通はバタワースハッチから行なう。
 - 8) 溶接・ガス切断等の火作業の対策
 - 9) エア-の供給は工場エア-によること
 - 10) 不測の事故、例えば、エア-の供給が止った場合とか、エアマットの破損の場合等の安全対策
- (b) 実験結果と実用上の問題点
- 1) エアマット式足場はスポット作業に適し、例えば塗装工事就航後の検査、足場作業用基地として将来実用化し得る。
 - 2) 定常状態でのエアマットに搭乗した結果強度的な不安感はないが動揺対策は更に検討の要がある。
 - 3) 定常的な状態でのエアマットの気密性については工作法に注意すれば実用できるものが得られる。
 - 4) エアマットの破損のような事故の場合でもエアマットの収縮は急激ではなく、しかもエア-の抜けた状態では吊索の取り方によりハンモック状になるので、作業員の安全は保ち得る。ただし、より確実にする意味で、命綱の使用が必要である。
 - 5) 上甲板の開孔は $600\text{ mm}\phi$ を前提としたが、交通性からの最小寸法は $400\text{ mm}\phi$ 程度まで可能である。ただしできれば $600\text{ mm}\phi$ 程度としたい。
 - 6) 工場エア-による圧力保持は減圧弁により行なう必要がある。
 - 7) 火作業に対しては、耐火性のもので保護する等、特別の考慮を要する。
 - 8) エアマットの揺れ止めおよび手摺は、使用箇所に応じて、特別の考慮が必要である。

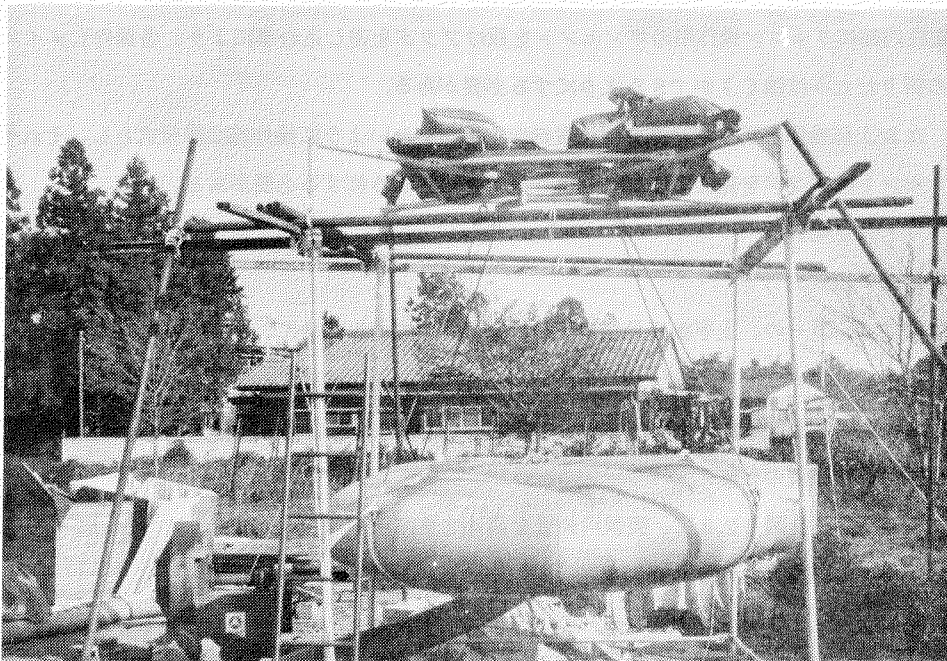


図 4. 2. 8

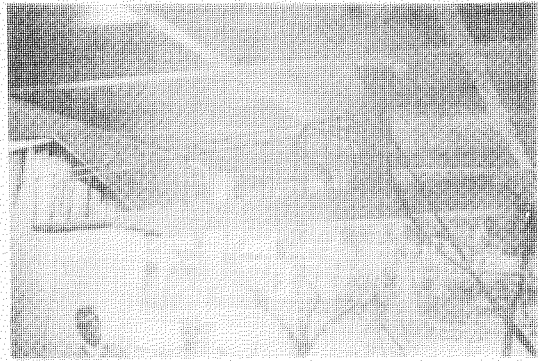
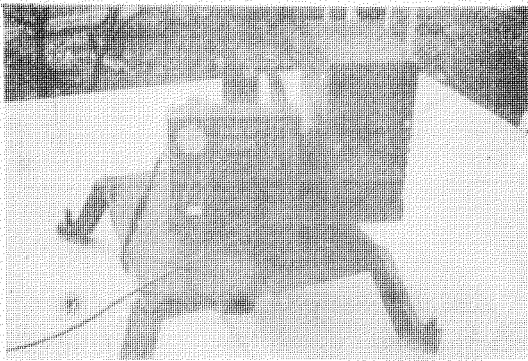
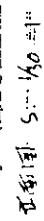
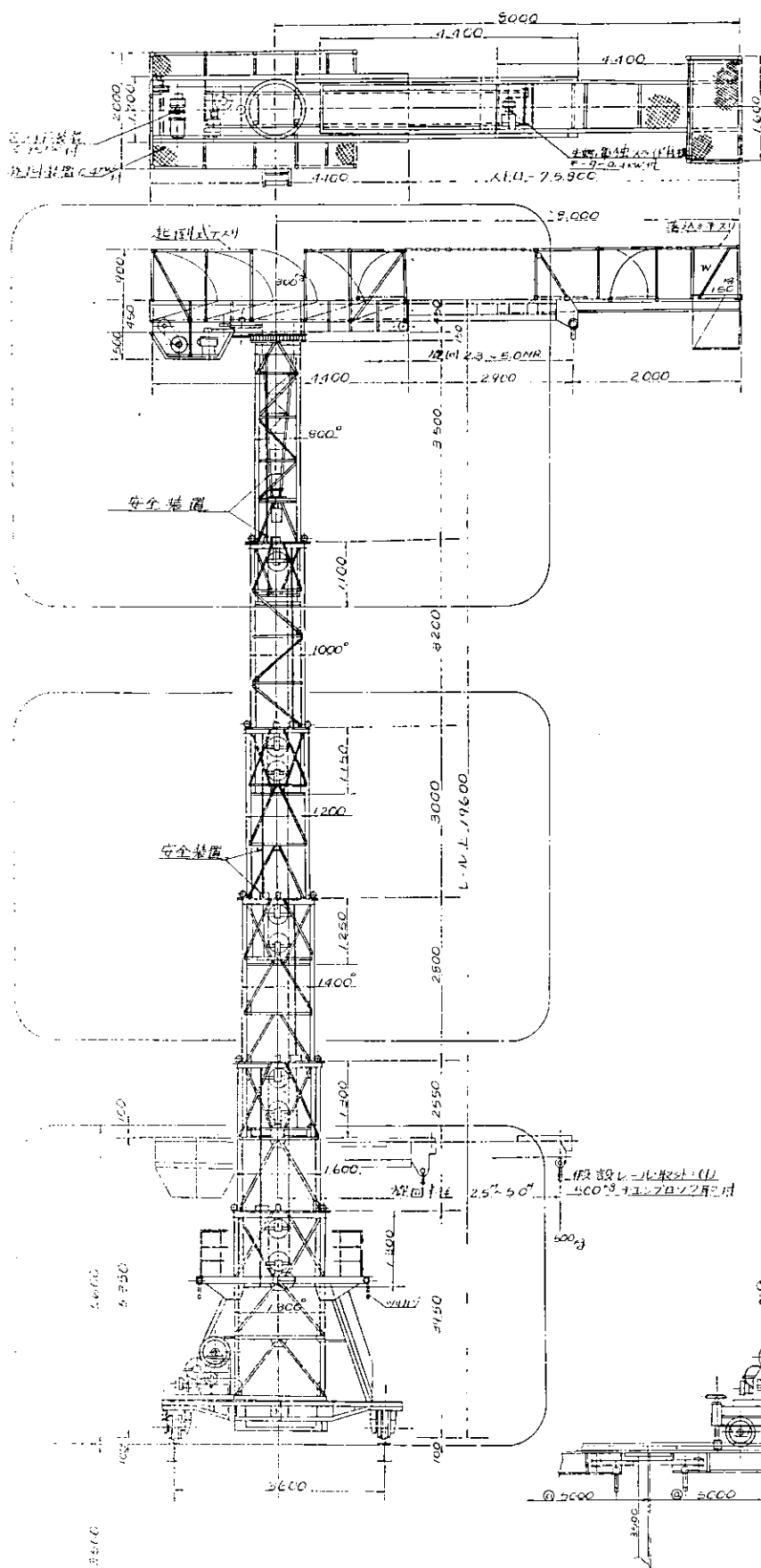


图 4.2.6



- 14 -



仕様概要

荷重	中心部 3000kg 吊钩 1500kg
作業台高さ	伸長最高レベル 上 19,600
	短縮最低 " 9350
假設レベル	30°レベル11H 150150, 200200
レベルゲージ	3600
車輪間距離	3600
安定脚	四脚レベル720720, 4.0M
昇降速度	4"/min
旋回	180°/毎分 (1) 180°
スライド	先端部独立2段付段付式
昇降方式	ワイロープ駆動付吊钩式
走行装置	軌道用吊钩付電動2軸駆動式
走行モーター	200V 50W 4125W 60Hz 0.82A
クランプ	台車吊钩付付付式 4.0M
吊钩	先端部吊钩式 中間部起吊式
ワイロープ	18φ 37×2 2股
安全装置	ワイロープ巻掛 吊钩付付式
スライド用モーター	後方 0.75kW 先端 0.4kW
旋回用モーター	0.4kW
昇降用モーター	200V 50W 615.5W 60Hz 0.82A
運転方式	電動遠方操作方式
自重	全 体 278600kg

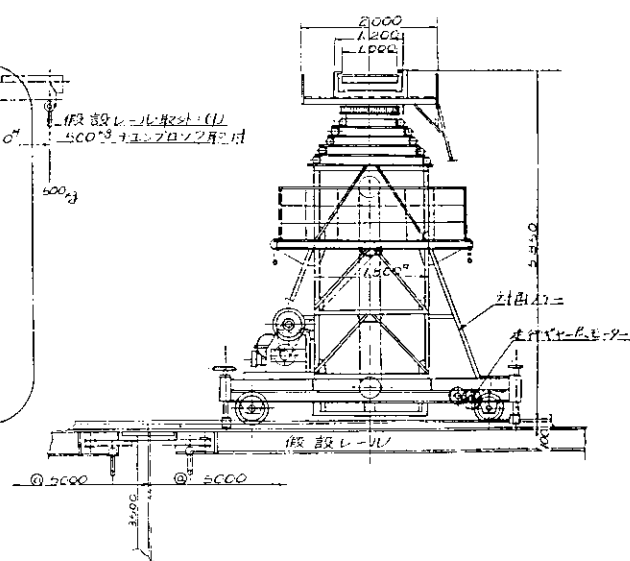


図 4.2.1 0

(5) シュノーケル式足場装置

(a) 足場装置の概要

上甲板裏を含むウィングタンク全面の作業を対象に船底から伸縮するシュノーケル式足場装置について試設計のみを行なった。

本機は外板外面用として各所で実用されている伸縮タワー式のものをタンク内用に設計したものでポットトランス上に架設されたレール上を前後に走行する。試設計は条件の最も悪い2条のクロスタイを有する構造を対象に行なったものでその全体組立図を図4.2.10に示す。

装置の仕様

- 1) レールゲージ = 3,600 mm
- 2) ホイルベース = 3,600 mm
- 3) 短縮最低高さ(レール上) = 5,350 mm
- 4) 伸長最高高さ(レール上) = 19,000 mm
- 5) 作業台の伸長半径 = 8,000 mm
- 6) 自重 = 8,600 Kg
- 7) 積載荷重 = 作業台伸長時に先端で150 Kg
- 8) 上甲板の開口 = 2,500 mm × 2,500 mm から撤去できるように下部の台車は組立式とする。

(6) ブーム式足場装置

(a) 足場装置の概要

本装置はウィングタンク内上甲板裏の足場を機械化する目的で上部クロスタイ上を縦走し上下左右に伸縮可能な足場を有し、これに依り上甲板裏面および壁面立上り部の諸作業を行ない足場作業および諸作業の容易化に依り安全性の向上、省力化、工数節減を計るものである。

実験用足場装置の仕様

- 1) レールゲージ = 2,000 mm
- 2) ホイルベース = 2,200 mm
- 3) 装置の上下可動範囲 = 6,900 mm ~ 8,400 mm
- 4) 装置の左右可動範囲 = 2,350 mm ~ 15,550 mm
- 5) 先端ゲージの積載荷重 = 150 Kg
- 6) ゴンドラの積載荷重 = 150 Kg
- 7) 使用動力 = 工場エア - 5 Kg ~ 3 Kg
- 8) 自重 = 5,040 Kg

(b) 実用上の問題点

本装置を実用化する際は、次のごとき問題点を解決せねばならぬ。

- 1) 装置の搬出搬入のため上甲板上に2,500 mm × 2,500 mmの開口が必要である。
- 2) ウィングタンクにおいてタンク巾、デッキトランスの深さ上部クロスタイより上甲板迄の高さを一定にした方がよい出来得れば寸法変化を1,000 mm(タンク内) 500 mm(デッキトランスの深さ) 500 mm(クロスタイより上甲板迄の高さ) 以下にする必要がある。
- 3) 本装置の保守保全はクレーンまたはゴンドラと同等の保守保全が必要である。
- 4) フレームスペースを一定にし、レール製作の製作費用を減少する。

- 5) タンク内艀装品の取付けを足場装置に支障の無い位置にする。

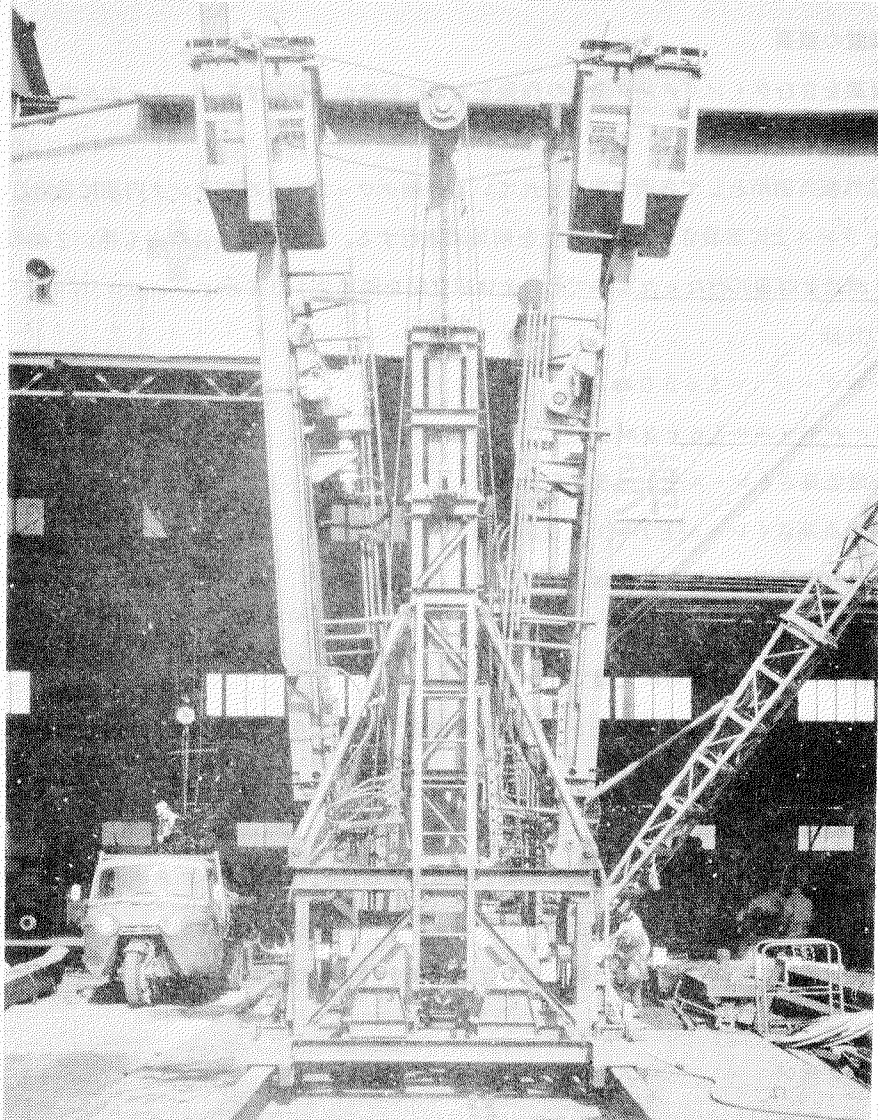


図 4.2.1.1

(7) 曲り外板自動足場装置

(a) 足場装置の概要

本装置は、船台上または渠底を船首尾方向に自走しながら、曲り外板の形状の変化に応じて自動的に作業床と外板の間隔を一定に保つ機構を有する足場装置であり、船首尾部の外板足場の完全な自動化を目的にしたものである。

装置の概要を図4.2.1.3、1.4に示す。

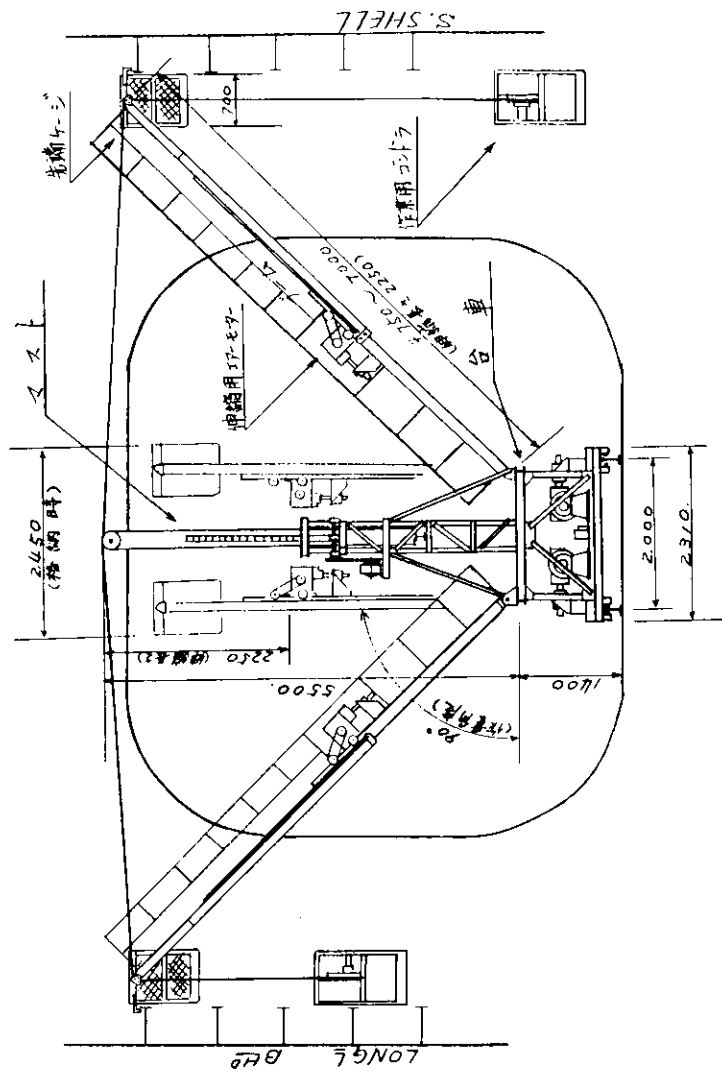
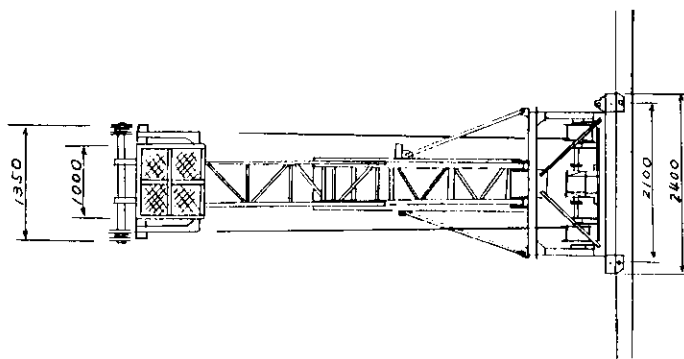
(b) 実験結果と実用上の問題点

(i) 実験結果

実験機および外板模型を製作して、装置の機能試験を行なった。

- 1) 手動制御によるブーム俯仰テスト(操作盤上での操作)
- 2) 手動制御によるブーム俯仰テスト(作業床上での操作)
- 3) 自動制御によるブーム俯仰テスト
- 4) 走行テスト
- 5) 外板追従テスト

以上の項目につき全て良好な試験結果を得たので、本装置の実用化の見通しがついた。



仕様

起状速度	9.6/min ~ 23/min
伸縮速度	0.8 HP プレキ付
伸縮速度	10.7/min ~ 12.5/min
伸縮速度	0.8 HP プレキ付
伸縮速度	3.7/min
伸縮速度	0.8 HP プレキ付
走行速度	8.9/min
伸縮速度	0.8 HP プレキ付
吊钩重量	150kg

図 4.2.1 2 プーム式足場装置

(ii) 実用上の問題点

- 1) 本装置の寸法、特にメインブーム、作業床ブームの寸法、パイロットローラーの位置等は充分船首尾部の曲り形状を検討して決定すべきである。
- 2) 実験機は設置されたレール上を走行する形式にしたが、事情が許せば、実用機は車輪の替りにソリッドタイヤを用いて、ガイドレール式かまたは船体をガイドする方式にした方がレールの架設の手間が楽になる。
- 3) 走行速度に比べて、各シリンダーの作動速度が遅い場合は構造を破壊する恐れがあるので、ポンプ容量は十分余裕を見て決定せねばならない。またパイロットローラーに限界以上の力がかかった場合は自動的に走行を停止する機構を付ける事が望ましい。
- 4) 本実験機の操作は台車上の操作盤で行なえるが、作業床上の作業者が直接、走行を操作できるようにリモコン用のコンセントを設けている。
なお、操作盤とリモコンの二重作動を行なえないように操作箱を携帯式とし、それぞれのコンセントはプラグを差し込まないと作動しないようにしている。このような配慮が実用機には必要である。
- 5) 本装置は船首尾部の外板を二本の作業床ブームでcoverするTypeであるから20万トン型タンカー等の大型船では、作業床と外板面の間隔が大きくなる恐れがあるので、各作業床にスライドデッキを設ける事が望ましい。
- 6) 本装置の発展型として更に節点数を増したTypeも考えられる。振動や金額がかさむ点で少し問題があるが、外板の形状により適合しやすくなるので、作業には便利になる。



図 4.2.1.3.

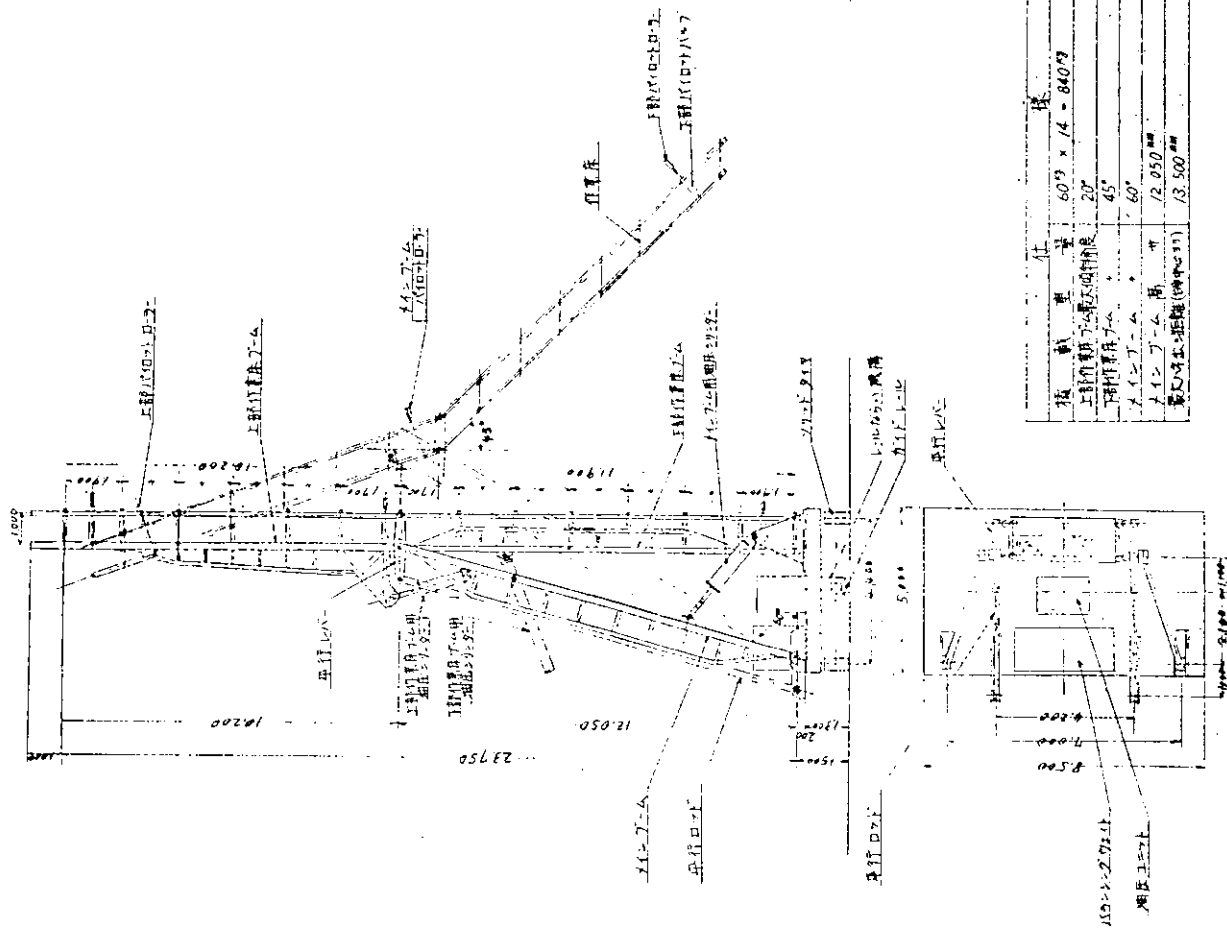


図4.2.14 曲り外板、自動足場、
全体組立（計画図）

板	載重	型量	仕
上野川車鉄下大屋40寸板長	20"	60 ³ / ₈ × 14 = 840 ⁹ / ₈	板
下野川車鉄下大屋	45"		
大イシ丁一ム	60"		
大イシ丁一ム高	12 050 釐		
大イシ丁一ム幅(内側から外側)	12 500 釐		

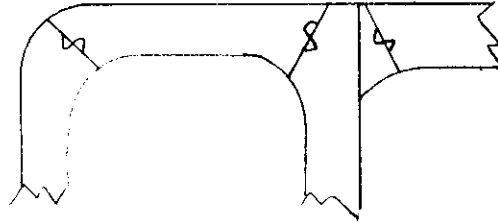
4.2.3 効果と問題点

(1) 上甲板裏面の足場工事システム

上甲板裏面の足場は、機械化が非常に困難な条件下におかれており、前述の各装置も単独では必要条件を十分満足させ得ない。そこでこれ等各装置を組合せて使用し、より満足な足場を得る事を検討した。

(a) 検討にあたり考えた前提条件

- (i) 生産量は、20万トン型タンカーを年間4.5隻建造する。
- (ii) 上甲板のブロック分割は、下図の通りとし、ブロック長は、3トランススペースとする。



(iii) 上甲板に最小1,500%×4,000%のハッチがある。

(iv) 層式建造方式とする。

(b) 各装置の作業分担

取付、溶接およびハツリ等の連続作業には、縦移動式および横移動式足場が適しているが、横移動式は、ブロックシーム部の船殻工事専用として、より単純軽量化を計りブロックハット部および構造検査塗装等の作業は、縦移動式足場により行なうものとする。ファイナル検査やタッチアップ塗装等のいわゆるスポットユースには、バランス型およびエアーマット式足場が適当であろう。また、テレスコープ式足場は、現状では、スポットユースに適しているか、若干の変更を加えて重装備化し、連続作業用とする考え方もある。

(c) 足場の架設、撤去の手順

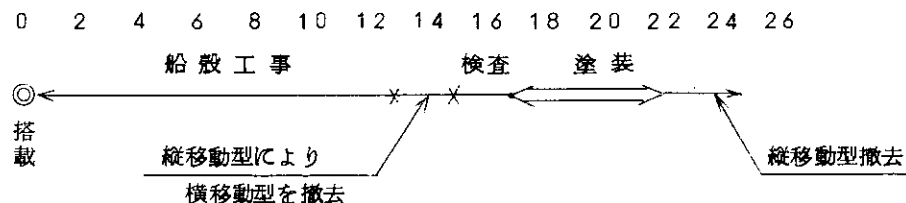
横移動式足場は外板および縦隔壁ブロックに装着して搭載し、これ等のブロックの建付が完了してから縦移動式足場を設置する。シーム部の船殻工事が完了したら縦移動式により横移動式を撤去し、あとの検査塗装は、縦移動式により施工する。

縦移動撤去後の小工事は、バランス型およびエアーマット式足場による。バランス型は、上甲板裏以外の所の足場撤去基地としての使用法も考えられる。

(2) 効果

(a) 各装置の必要台数および必要な推定投資額

上甲板ブロックの搭載ピッチは1日1ブロックと固め、工事の標準日程を次の通りとする。



この場合各装置の必要台数は、ほぼ次の通りとなる。

縦移動式	16台	48,000千円
横移動式	150台	75,000千円
バランス型	4台	20,000千円
エアーマット式	10台	2,500千円
(合計)		(145,500千円)

(b) 推定省力効果

イ) 足場の架設、撤去関係	17人
ロ) 足場ピースの取付け、溶接、検査関係	5人
ハ) 取付け、溶接、塗装、検査などの能率向上	10人
ニ) 清掃作業量の減少と能率向上	5人
(小計)	(37人)

ただし機械化により保守要員として、2人増加する必要があるので、省力人員は合計35人と推定した。

(3) 問題点

上記の足場工事システム並びにそれによる経済効果は何れもこゝに研究を行なった足場装置が円滑に稼動することが条件であり、そのために今後解決すべき問題点はいくつかある。それらのうち最も大きくかつ機械化する場合の必要条件と考えるものをまとめると下記の通りである。

(a) 対設計上の問題点

1) 船体構造およびブロック接手の標準化が必要

この種の機械化を行なう場合、足場機械の構造、機構を簡易化して極力単純なものとする必要がある。船体構造寸法、ブロック接手位置の相違による調整機構を減らすことが必要である。

このためにウィングタンクの中、フレームスペース、デッキトランスおよびバーチカルウェブの深さ並びにそれぞれのフェーズプレートの中などの標準化が必要で設計関係者の協力なくしては、船内足場の機械化は固難である。

2) 上甲板に機械搬出用の大きなハッチが必要

縦移動式、横移動式、シュノーケル式何れの機種も現状程度のハッチでは撤去作業の上から実用化するには問題点が多い。上甲板上に大きなハッチを設けることは機械化のための必要条件とも考える。

必要とする開口の大きさは縦移動式を考慮すると少なくとも巾1,500mm、長さ4,000mmは必要で、またシュノーケル式では巾2,500mmは必要と考える。この種の開口は単に建造中のみならず就航後の検査、掃除、塗装および修繕工事などの諸作業上からも将来は必要条件になると考えるので早期に実現することを要望する。

3) パーマネントグレーチング

既に船体構造を利用した場合は一部では実施されつつあるが、機械化を行なう場合には足場機械への交通が問題となってくる。

例えば縦移動式では走行用レールの下部に交通用(この場合にはレールの撤去用も兼ねている)の縦通足場を設けているが、これを工夫して将来はパーマネントグレーチングに置き換えて就航後も使えるように考慮する必要がある。横移動式においても同様にデッキトランスに設けた開孔を通る縦通足場をパーマネントグレーチングにすることも考慮の要があるなどである。

(b) 運営上の問題点

- 1) 機械化に伴いそれらの保守点検体制の整備並びにそれらの置場所の整備が必要である。
- 2) 高価な機械化であるから建造線表、配員計画などの面で機械の稼働率の向上を考慮するとともに多能工化を考える必要がある。
- 3) 機械化による効果を更に増大するためには各種の取付用治具、自動、半自動の溶接装置などの重装備化が必要である。
- 4) 円滑に稼働させるためには船主ならびに船級協会の協力を得ることが必要である。

4.3 吊金具の改善

4.3.1 研究目的と経過

(1) 研究目的

船体のブロック・部材等の運搬その他のハンドリングに多く使用されているアイブレートは、その他の吊金具に比して、材料・溶接等の欠陥ならびに誤使用による事故頻度およびランニングが非常に高い。

しかも、船体およびそのブロックがますます大型化を余儀なくされる最近の情勢下においても、特殊目的を有するある種吊金具は実用化されつつあるものの、一般的にはその代替手段がないためにこれら固有の問題点を有するアイブレートが汎用されているのが現状である。

そこでアイブレートに代る大容量で安全かつ経済性の高い吊金具を開発アイブレートを廃止することを目的とした。

(2) 経 過

。 44年度

机上検討の結果板材および小組材のクランプ・ハツカ等による運搬・配材時の事故頻度指数が1～2であるのに対し、アイブレートによる大組ブロックの運搬のそれが10、とう載およびそのためのポジションニングのそれが200にもおよびことが判明し又、200^{KT}型タンカーの中央部大組ブロックについてアイブレートの材料費、製作および取付・取外等のコンクリートが一雙当たり2,000万円にもおよびことが判明した。

したがって、これらに基づき、アイブレートに代る安全性および経済性の高い吊金具を開発することに決定した。

。 45年度

運輸省の補助金を得て新吊金具開発のため基礎試験および確認試験を実施し、実用機設計のための基礎データの取得・整理および問題点を明確にした。

これら試験に当り、新吊金具の現場における実用状態を種々机上討議して

- 。 摩擦係数の増大法
- 。 吊荷に残る庇
- 。 吊荷の局部補強

等にポイントをおいた。

更に安全性絶対確保の観点から、試験機に特殊安全装置を組み込み、また、経適性の観点からクレーン稼働率低下の一大要因である段取時間の短縮のため汎用性の高い吊金具を指向して、試験機に工夫をこらし、基礎データ取得と同時にこれらの確保を行なった。

。 46年度

45年度で得た基礎データおよび問題点をもとに実用機のモデルを1機試作し確認試験の後現場テストを実施中である。

すなわち、試験機に装備した安全装置が脱圧時に弾性変形するため荷重能力が半減することを発見し、46年度はこの改良および作業性改善のため爪の小型化を行なった。また汎用性を指向しているもののいきなり汎用機を設計するには新吊金具の自重および安全性の点で難があるので更に問題点を慎重に検討するため、今回の実用機モデルはブロックの平面運搬を対象とした40^T型吊金具とした。

4.3.2 研究内容とその結果

(1) 新吊金具の機構の検討

新吊金具の機構決定に当り下記の検討を行なった。

(a) マグネット等の吸引力を利用する方式

吸引力によって大重量物を吊る方式としてマグネットチャックおよび真空吸盤による方式があるが、この場合の欠陥として吸着面に平行な剪断力に著しく弱いことがあげられる。

とくに大組ブロックのように形状が複雑な場合は吸着部が限定される上に倒立・反転等のポジションニングの際剪断力に対する弱点は致命的となる。

(b) 吊荷の自重を利用したクランプ方式

既に大容量のものが市販され実用化されているが、吊荷の自重をクランプ力に変換する関係上吊方向に指向性を有しポジションニング等の汎用性に不向きである。また、吊荷の自重によるクランプ力増大のためむづと瓜の面圧を大きくする必要があるので吊荷に残る喰込底が問題となる。

(c) 強性圧接によるクランプ方式

強性圧接であるため面圧をある自由度内で調整することができ吊荷に残る底は大きく軽減できる。

この方式には純摩擦方式と軽微な喰込を利用する方式とがあり、底に対しては前者が好ましい。

また、安全性確保の点で吊荷の自重によるクランプ形式に比してより高度な安全装置の組込が期待できるし、汎用性およびハンドリング工数・低減の点においても対処し易い。ただ吊金具の自重増大のおそれが多分にある。

(d) そ の 他

船体構造部材の一部に穴を明けこれに従来型のシャックルを組合せる方式および単なる引掛方式等があるが前者は大型化傾向にあるブロックに適用する場合シャックルピンのハンドリングの問題は解決できるとしても穴を明ける構造部材には自ら限界がある。

後者はポジションニング等の汎用性に対応しきれない。

以上の観点から油圧による強制圧接方式を指向することを決定し以下の試験を行なった。

(2) クランプ瓜の摩擦係数増大法の基礎試験

クランプ形式の吊金具の場合は圧接面における摩擦係数によって最大吊荷重が決定される。吊荷重能力が大きな吊金具を開発するには純摩擦の場合は摩擦係数、喰込方式の場合は固着係数をできるだけ大きくとらねばならない。そこで圧接面の材質、形状諸条件に変えて基礎試験を実施した。試験装置の概略を図 4.3.1 に示す。

(a) 純摩擦方式の試験

Natural Rubber と金属圧子について圧接荷重と摩擦係数の関係を求めた。その結果を

図 4.3.2 純摩擦方式の試験結果

図 4.3.3 圧接荷重と摩擦係数 に示す。

Natural Rubber を使用した場合……Natural Rubber は圧接荷重を大きくすると摩擦係数が低下する傾向にあるため 30～50 ton の吊り荷重を得ることは実用機として不可能に近い。

金属圧子を使用した場合……面圧を増大することで摩擦係数の増大に望みはかけられるが、面圧 40 Kg/mm^2 以上では純摩擦方式からはずれ喰込み方式の領域に入る。

以上の検討から純摩擦方式では吊り金具の実用機として不向きであると判断した。

(b) 喰込み方式の試験

固着力（固着係数）に関する諸因子、圧接面の形状、圧接荷重、喰込みによる庇の大きさについて基礎試験を行ない、その結果を

図 4. 3. 4 金属圧子形状と固着係数

図 4. 3. 5 圧接荷重と固着係数の関係

図 4. 3. 6 面圧と固着係数の関係

表 4. 3. 7 固着力と傷の深さの関係 に示す。

圧接面形状が山形の場合、固着係数 $\mu_0 \Rightarrow 0.6$ が得られる他の平形・球形の約2倍の値になり、吊金具としてまとめた場合・圧接荷重が $1/2$ で良いことになり、吊金具本体の大きさも小形にでき、取り扱い性、操作性もよくなる。

一方、山形爪の場合、一旦滑りを生じるとさらに喰込みが深くなり固着係数 μ_0 を大きくする方向にあるので安全側の傾向といえる。

しかし、喰込み方式であるため当然、庇を残すことになるので作業後の修正塗装を必要とする。

$$W = 2 \mu F$$

F : 圧接荷重

μ : 摩擦係数

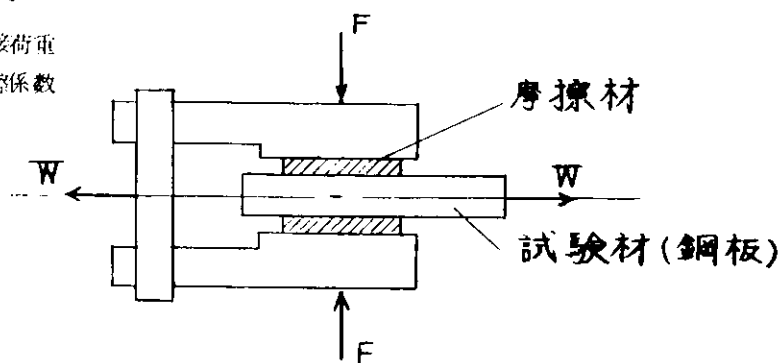


図 4. 3. 1 試験装置概略

形 式	形 状	摩擦係数
純摩擦方式 Natural Rubber		0.1 ~ 0.6
金属圧子 (Flat)		0.26 ~ 0.28

図 4. 3. 2 純摩擦方式の試験結

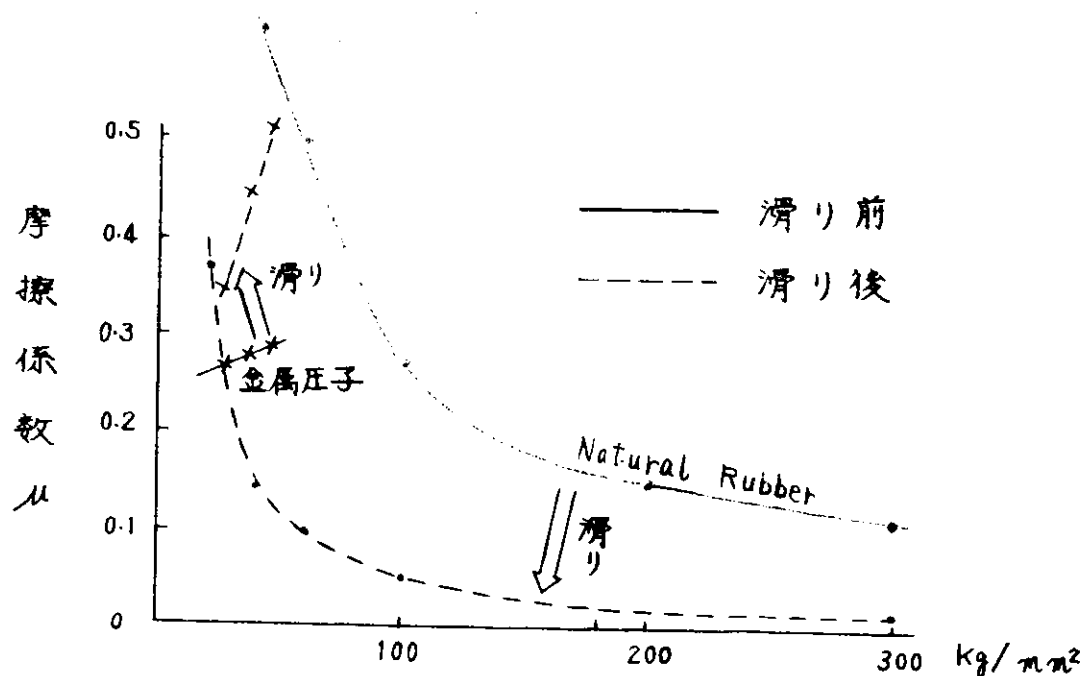


図 4. 3. 3 圧接荷重と摩擦係数

$$W = 2 \mu_0 F$$

W : 固着力 (吊り荷重)
F : 圧接荷重

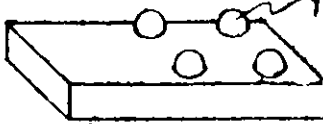
喰い込み方式	金属圧子 (Ball)		固着係数 0.28 ~ 0.36
	金属圧子 (山形)	$P=3$ $\theta=70^\circ$ 	0.62
	金属圧子 (平形)	$P=40$ $t=1$ 	0.27

図 4. 3. 4 喰込み方式による金属圧子形状と固着係数

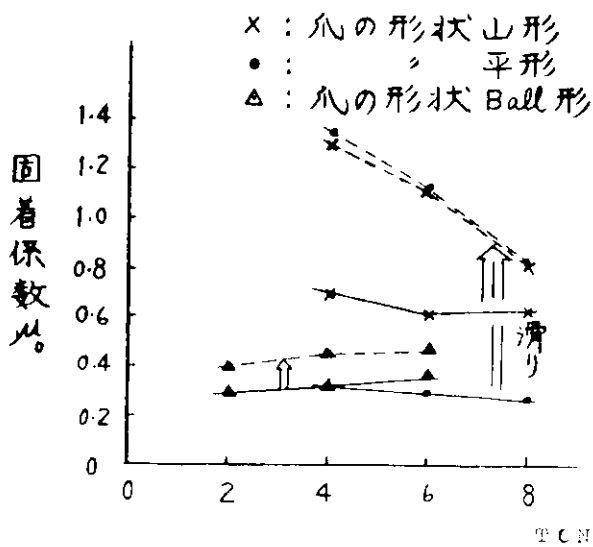


図 4. 3. 5 圧接荷重と固着係数の関係

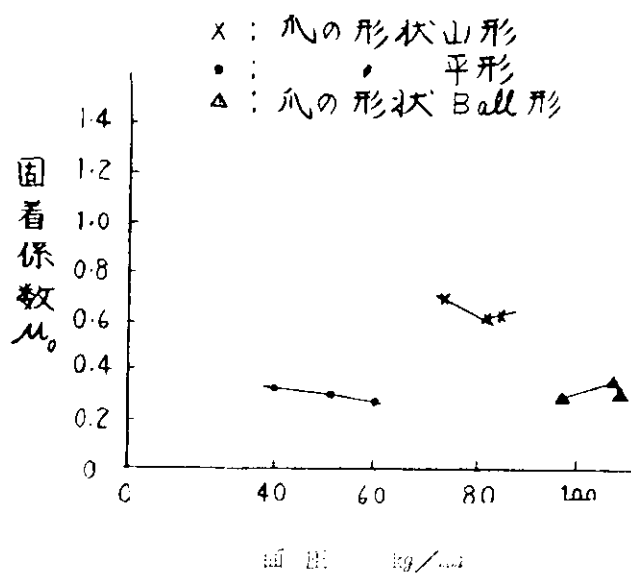


図 4. 3. 6 面圧と固着係数の関係

図 4. 3. 7 固着力と傷の深さの関係

圧接荷重	最大深さ	平均深さ
10 ton	5.2 μ	3.2 μ
8	5.5	3.9
6	6.0	3.7
4	4.6	2.5

(注) 数多くの傷の中から一番大きな傷1個についてのみ最大深さと平均深さを計測した。

(3) 試験機による吊荷重試験

試験機は油圧による強制圧接方式とし圧接面の形状は固着係数の最大値を示した噴込方式の山形爪を採用した。

なお山形瓜は吊荷重方向に指向性を有するので、指向性のない菩盤縞の瓜もあわせて開発した。

又、万一油圧がぬけたときの吊荷の落下を防止するため安全装置として油圧シリンダー外部に角ネジを設けネジロック装置を組み込み基礎データ取得と同時に同装置の性能確認を行なった。

(a) 試験機の吊荷重試験結果

試験機による吊荷重試験結果を

- 図 4.3.1 0 吊荷重試験の生データの一例
- 図 4.3.1 1 滑り後の最大吊荷重と固着係数
- 図 4.3.1 2 滑り始めるときの吊荷重と固着係数 に示す。

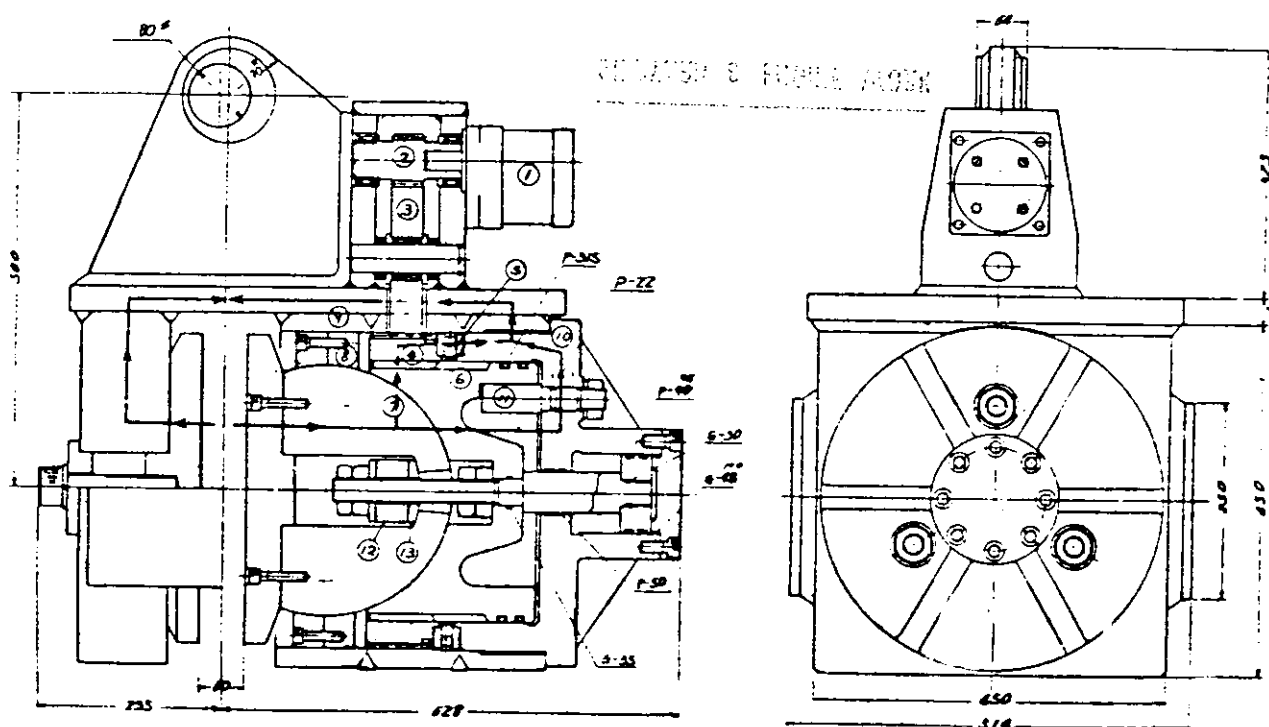


図 4.3.8 吊り金具試験機
(着色部は安全ロック装置)

- ① 油圧モーター
- ② 駆動ギヤ
- ③ 中間ギヤ
- ④ ロックネジギヤ
- ⑤ スラスト軸受
- ⑥ 圧接荷重シリンダー

(b) 爪の焼入歪による有効面積の低下

歪防止の観点からは高周波焼入が最もよいが丸型の場合溝に沿ってクラックが入るので油冷のずぶ焼とし硬度Hs 50を目標とした。

従って焼入後は図4.3.9のように中凹みを生じるため圧接時の有効面積は約20%にすぎなかった。

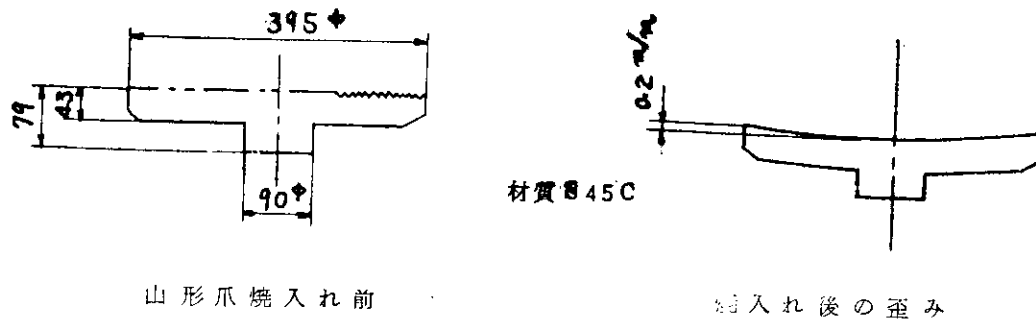


図 4. 3. 9

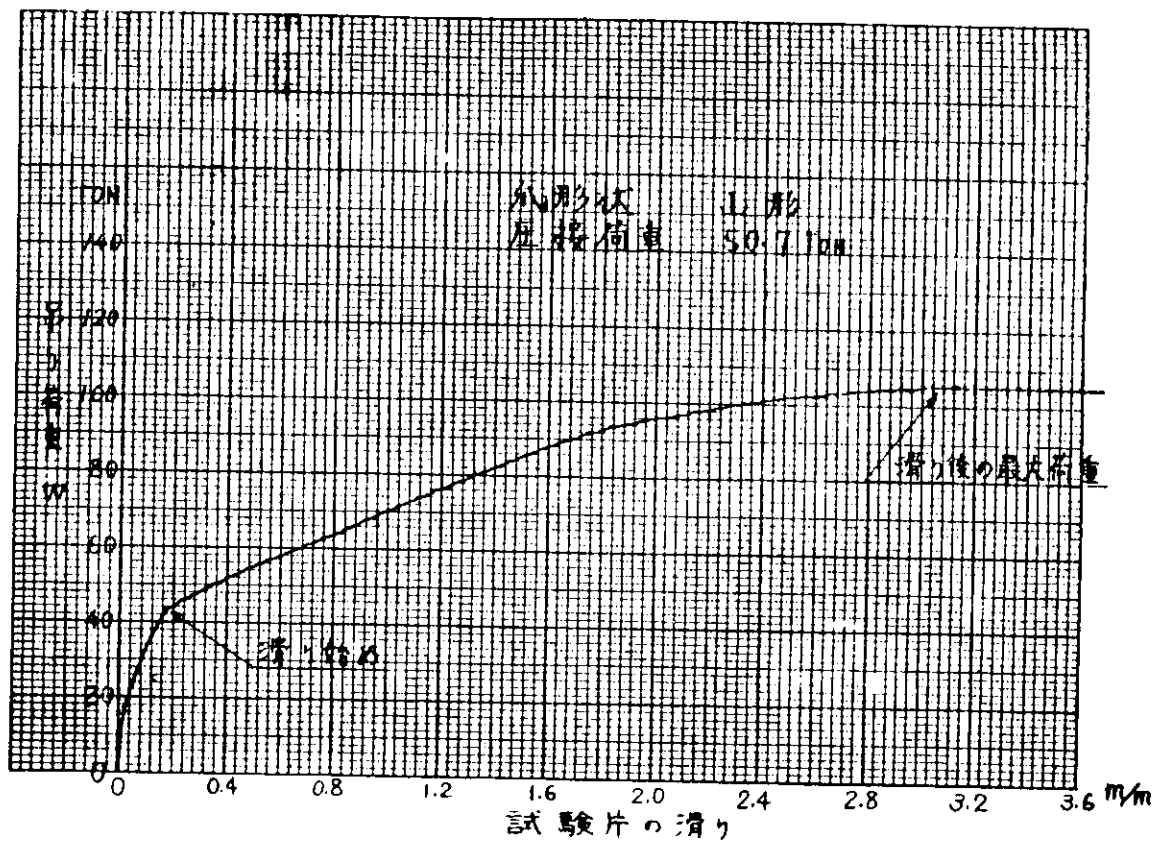


図4.3.10 吊り荷重試験生データの一例

図4.3.11 に記す滑り後の最大吊り荷重

図4.3.12 に記す滑り始める時の吊り荷重を示す。

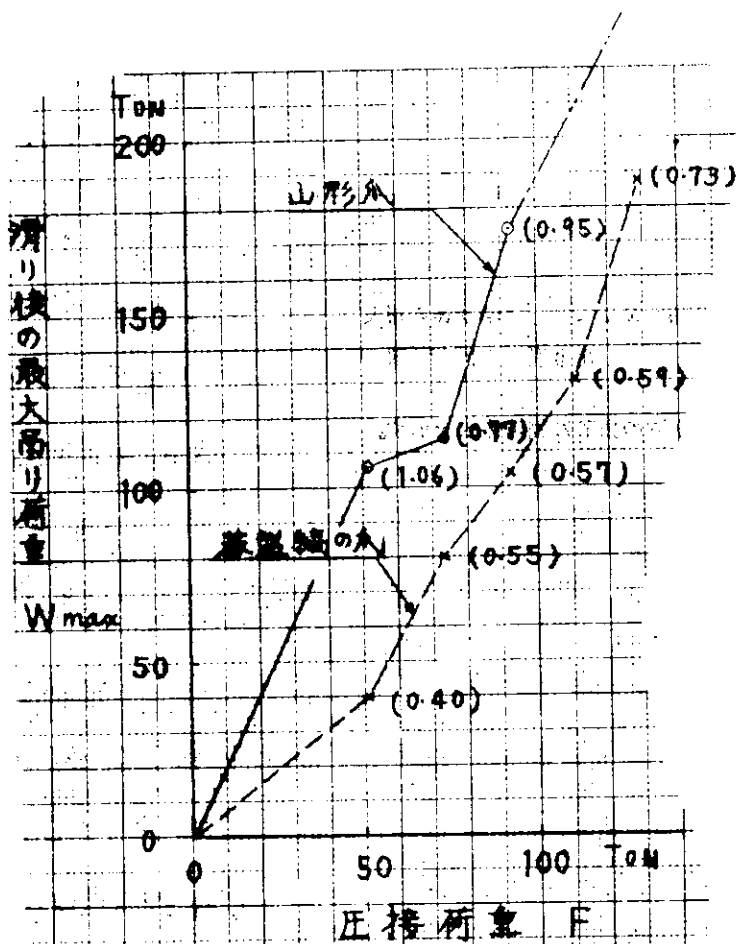


図 4.3.1.1 滑り後の最大吊り荷重
と固着係数

() 内の数字は固着係数を示す。

。 滑り後の固着係数は山形瓜の方が萆盤縹の瓜より大きな値を示している。

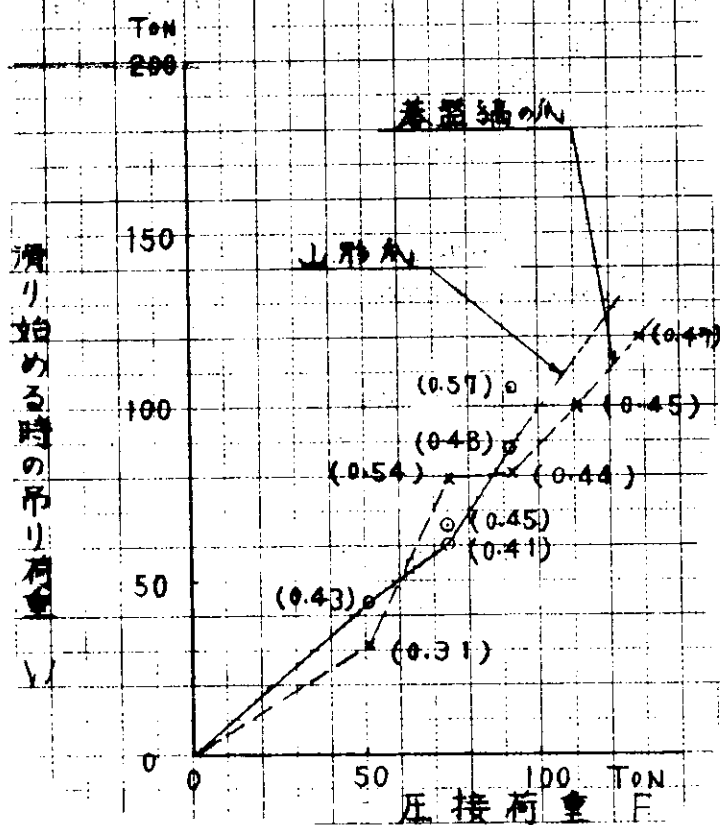


図 4.3.1.2 滑り始めときの吊り荷重と固着係数

() 内の数字は固着係数を示す。

。 滑り始めの固着係数は山形瓜も萆盤縹の瓜もほぼ同じ値を示している。

。 滑り始めの固着係数の値は約 0.45 で圧接荷重の影響はほとんどない。

(4) 船体ブロック吊点の局部補強

船体ブロックを吊金具でハンドリングする場合、考慮すべきポイントは

- 吊点の数 (＝吊金具の数)
- 吊点の位置 である。

一般に、船体の経済設計のため構造部材の板厚が削減されているので吊点に掛る荷重およびその位置次第ではかなりの補強が要求されるかも知れない。

しかるに、アイブレードの経済性からスタートした本研究の目的から、できるだけ補強を要しないように吊点の荷重を設計し、吊点の位置を決定しなければならない。

したがって本試験では下記条件により 1/10 プラスチックモデルにて吊点の応力分布状況を調査し補強の効果の一例を確認した。

(a) 吊点の数

実機換算重量約 380^T のブロックを選び (図 4.3.14 参照) 平面運搬時 12 点 (1 点当り平均 31.3^T) 倒立反転時 6 点 (1 点当り平均 62.6^T) とシコライザー天秤にて各吊点の荷重を平準化した。

なお、吊金具のモデルはプラスチックとし図 4.3.15 のようにブロックモデルに貼付とし、吊金具のアームの長さは実機換算にて 300 mm とした。

(b) 吊点の位置

補強をできるだけ少なくするためブロック内の剛性の最も大きい部分、すなわち部材の三叉部等を選定した。

このことから実用機は汎用性を考慮すれば少なくとも三ツ口の吊金具となるであろう。

(c) 補 強 法

ブロックの運搬・倒立および反転時の吊点について作業中の局部応力を求め最大許容応力を 20 Kg/mm^2 程度と想定して補強を行ない、その効果を確認めた。

(d) 運搬、倒立、反転時の局部応力試験結果

図 4.3.15 ～ 16 に各吊り点における局部応力の最大とその補強効果を示す。

(e) 試験結果の検討 (図 4.3.15 ～ 16 を参照のこと)

U・D ブロックの水平吊りの場合：d 点に最大応力が発生し、吊り荷重 $W = 31.3\text{ ton}$ の時 $\text{mid X} = -2.3\text{ Kg/mm}^2$ になる。 $\frac{K}{T}$ 補強の効果はほとんどなく DOUB. $P_{\perp}$ の効果が有効である。

DOUB. $P_{\perp}$ の板厚と補強効果を図 4.3.13 に示す。

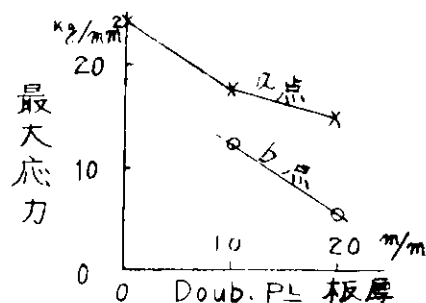


図 4.3.13 DOUB. $P_{\perp}$ の板厚と補強効果

(図 4.3.16 から抜粋)

図から DOUB. PL の板厚と最大応力とはほぼ反比例の関係にあると考えて良い。経済性の追求から必要最小板厚を求めると $t = 6 \text{ mm}$ で十分な補強効果がある。この時の最大応力は $\sigma_{\max} = 20 \text{ Kg/mm}^2$

U. DK ブロックの倒立の場合：ブロックの片側はロング材を、反対側は DEON PL をつかみ、水平吊りの状態からロング材つかみ側を下降させて倒立する。このためロング材には曲げモーメントが働くので補強を必ず必要とする。隣り合うロング間に板厚 30 mm の STIFF 補強を 1 枚入れた場合、d 点に局部応力の最大値があり $\sigma_d = 10.9 \text{ Kg/mm}^2$ になった。実際には $\sigma_{\max} = 20 \text{ Kg/mm}^2$ を許容するので板厚 15 mm で十分だと推定できる。

ただし、この場合 STIFF とロング材および U. DK の接続部は全面溶接する。コスト低限の意味合いから STIFF と U. DK の 溶接をやめ、STIFF とロング材の接続部のみを溶接するならば、必要最小板厚は $t = 19 \text{ mm}$ が必要と推定される。ただし、試験したロングの高さは 40 mm 、間隔は 100 mm 。

U. DK ブロック反転の場合：ブロック反転の作業は水平吊りから倒立、そして反転という過程を経るので、ブロックの局部応力は倒立までの過程を十分検討しておけば、その後の過程は力の方向が逆になるだけなので検討の必要はない。

U. DK ブロック運搬の場合：ブロックの運搬の場合はロング材をつかんで行なり。1 点に $W = 31.3 \text{ ton}$ 吊った場合、局部応力の最大値は f 点に生じ $\sigma_f = 2.8 \text{ Kg/mm}^2$ であった。1 点の吊り荷重を吊り金具能力限界 $W = 50 \text{ ton}$ まで掛けても局部応力は $\sigma_f = 4.5 \text{ Kg/mm}^2$ と推定される。

このようにブロック運搬の場合は、ロング材をつかむことで、局部応力の心配は全くない。

TRANS. BHD の水平吊りの場合：TRANS. BHD を倒立する前段階としての水平吊りにおいて各吊り点を図 4.3.14 のように選定した。図 4.3.15 に示す試験結果から TRANS. BHD をつかんだ場合 STIFF と GIRDER. BKT の接点（図中 g 点）に局部最大応力が発生し、 $\sigma_g = -2.68 \text{ Kg/mm}^2$ を示した。補強として GIRDER. BKT と STIFF の間に三角形の BKT を入れると良いことがわかった。BKT の板厚は $t = 10 \text{ mm}$ で十分効果があると推定できる。

一方、BEAM. BKT 側は板厚が 12 mm しかないので、補強なしではつかめない。補強として $t = 20 \text{ mm}$ の DOUB. PL をした場合 BEAM. BKT と STIFF の接点（図中 j 点）に最大応力が発生し、 $\sigma_j = 14.6 \text{ Kg/mm}^2$ になった。この補強は板厚を遡えた補強効果の試験ができないので最小板厚を求めることができなかった。

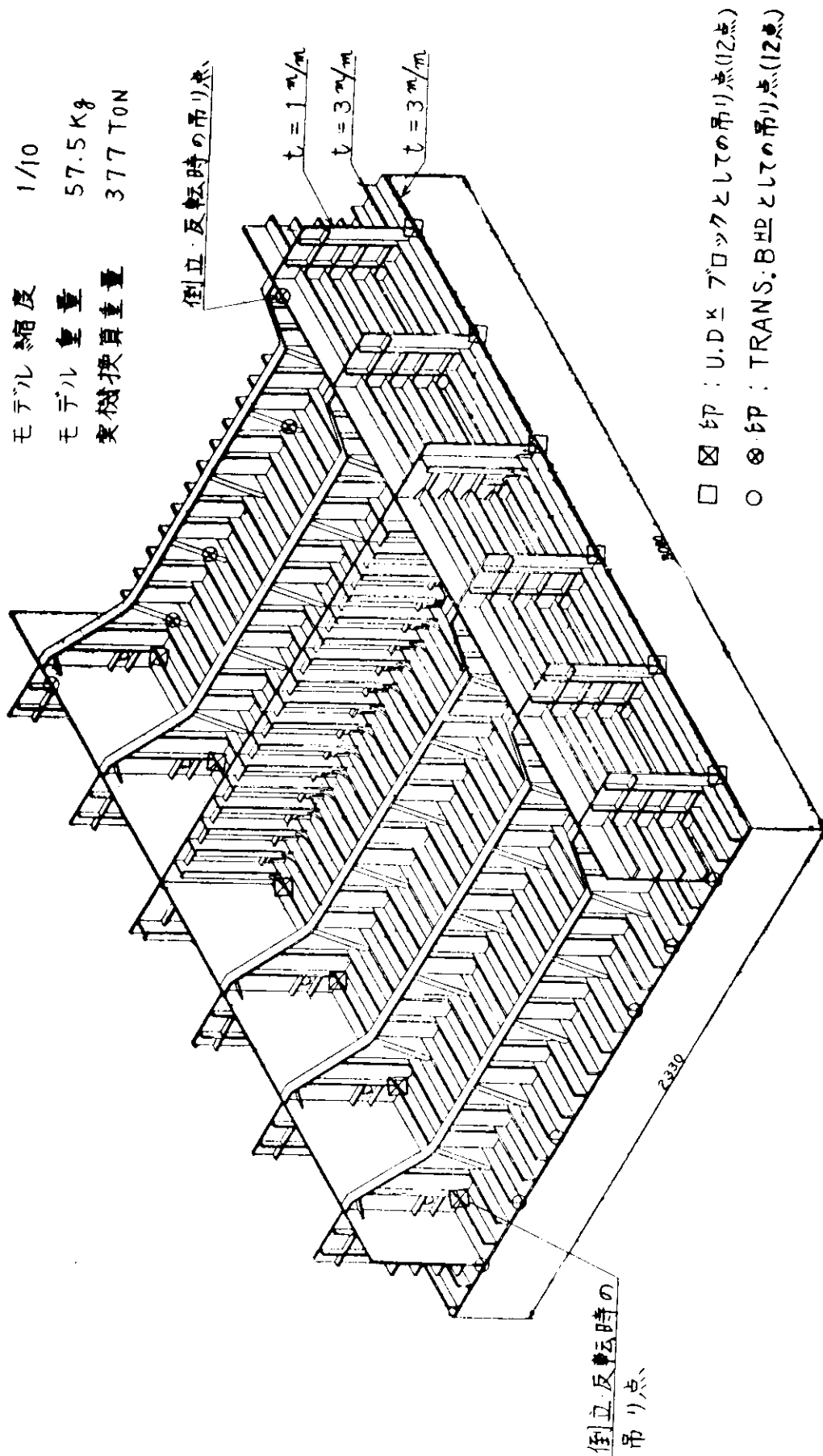
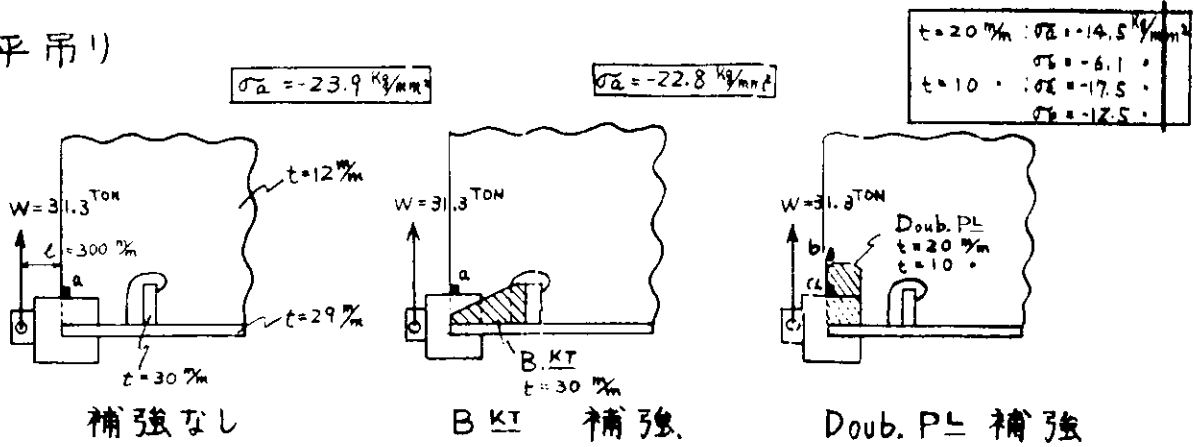


図 4. 3. 1 4 船体ブロックのブラスタックモデル形状

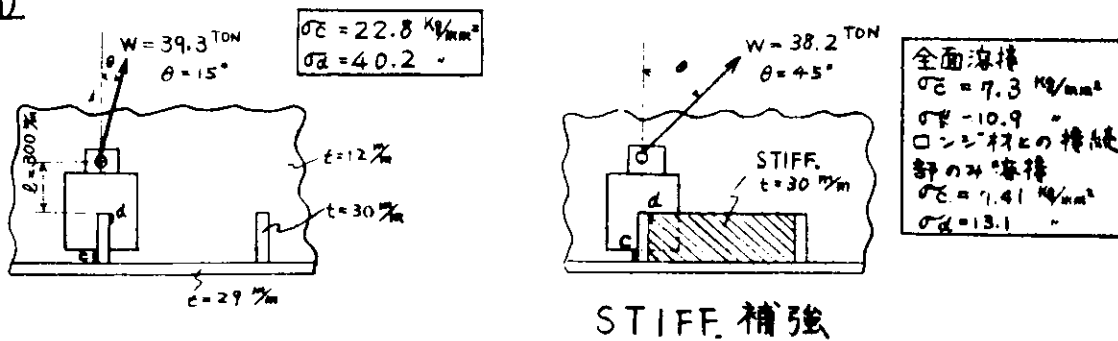
□□□内に局部応力の最大値を示す。

(a) U.D.L. ブロック

水平吊り

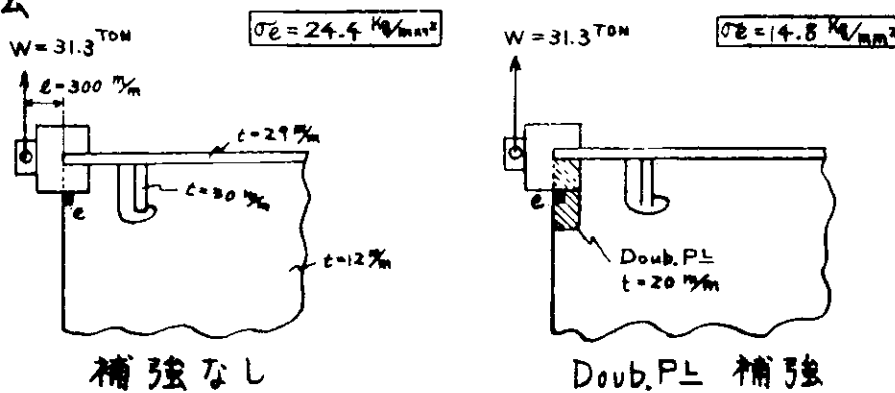


倒立



補強なし

反転



運搬

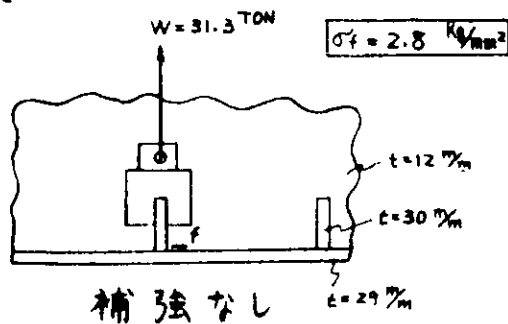


図 4. 3. 1 5 吊り点の局部応力 (実機換算)

内に局部応力の最大値を示す。
(b) TRANS B^{HD}

水平吊り

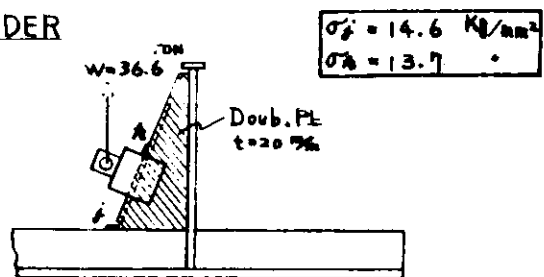
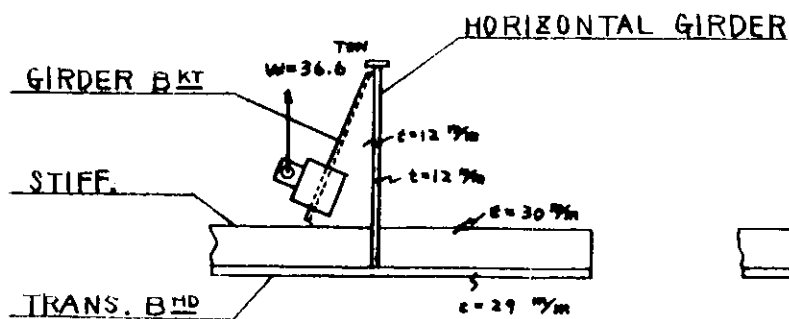
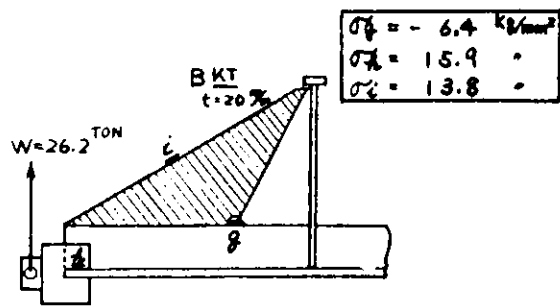
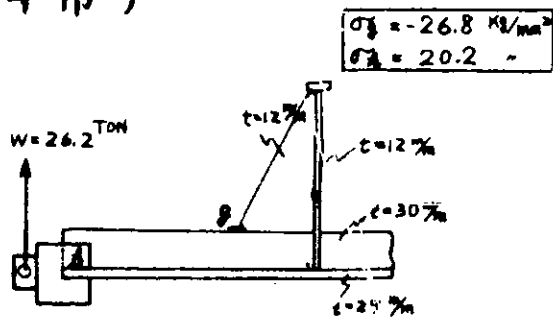


図 4. 3. 1 6 吊り点の局部応力 (実機換算)

4.3.3 問題点と効果

以上の諸試験の結果から吊荷重40T前後の新吊金具を実用化するための方向と問題点が明確になり実用機設計の目途を得た。

(1) 問題点

(a) 瓜

○ 焼入歪防止

高周波焼入が最も望ましいのでこれに応じた瓜の寸法・形状を更に検討する必要がある。

○ 指向性

固着係数が最も大きい瓜は山形瓜であるが指向性があるので実用機ではこれをカバーする設計が必要となる。

(b) 安全装置が脱圧時に負の弾性変形をおこすため荷重能力が半減するのでそのメカニズムを解明し更に検討する必要がある。

(c) 吊金具の重量

試験機はその重量が500Kgにもおよんだが実用機では小型軽量化又は、無重量化の検討が必要である。

(d) 吊点の補強

試験により定性的に一応の目途を得たものの更に実用機にて定量的解明を行なう必要がある。

(2) 効果

200KT型タンカーの中央部ブロックに対し概算下表に示す効果を期待することができる。

200KT型タンカー 4.5 船/年の効果

項 目	機 種	汎 用 機	水面ブロックの 水平吊専用機
人 員 節 減 (人)		23	10
鋼 材 節 減 (T/年)		260	110

(a) 汎用機効果について

200KT型タンカー中央部ブロックに対し

人 工 費	15,000 円/船
鋼 材	83 T/船

程度の節減が期待できるので、いま

生産能力(200KT型)	: 4.5 船/年 Kg
時間当り単価	: 1 円/H-人
月当り労働時間	: 170 H/月
補強等に要する人工費、鋼材	: -30 %

とすると

$$15,000 \text{ 円/船} (1-0.3) \times 4.5 \text{ 船/年} \div 12 \text{ 月/年} \times 1 \text{ 円/H-人} \times 170 \text{ H/年} \approx 23 \text{ 人}$$

$$83 \text{ T/船} \times (1-0.3) \times 4.5 \text{ 船/年} \approx 260 \text{ T/年} \quad \text{程度の節減が期待できる。}$$

(b) 平面ブロック水平吊専用機について

汎用機開発過程の第1段階として水平吊専用機を使用した場合、この吊金具は船底外板ブロックの運搬および早期展開に恰好なものとなる。これだけを対象とすると中央ブロックの約30%に相当するので(a)と全様にして

$$\frac{15.000 \text{ 人/船} \times 4.5 \text{ 船/年}}{12 \text{ 月/年} \times 1 \text{ 人/H} \times 170 \text{ H/月}} \times 0.3 \approx 10 \text{ 人}$$

$$83 \text{ T/船} \times 0.3 \times 4.5 \text{ 船/年} \approx 110 \text{ T/年}$$

程度の節減が期待できる。

4・4 鋼板曲げ加工の自動化

4.4.1. 緒 言

(1) 全 般 的 背 景

船殻構造用鋼板の曲げ加工は、内業工程の中で最も近代化のおくれた分野の一つであり、多数の作業員を必要とするとともに、その手法と精度は熟練作業者の経験と勘とに頼っているのが現状である。しかし今後このような状況に安んじていることは次第に困難な状態になるのは明らかであるとともに、他分野の近代化にともなってその作業能率ならびに精度の向上が要求されるようになるものと考えられる。このような状況の下にあって、設計的な配慮とあわせて、板曲げ加工作業の自動化・N/C化の促進をはかることは、船殻工作のアンマンド化の一環としてきわめて重要であるとともに、工程管理上にも大きな意義を持つものと考えられる。

このような観点から、曲げ加工システムの研究が造船所における省力化に関する調査研究の一項目として採り上げられ、3ヶ年計画でその手段の検討を行なうことになった。

(2) 研 究 の 経 緯

(a) 第1年度の研究

第1年度は、曲げ加工の自動化をはかるにあたっての基礎的な調査を実施した。すなわち

(i) 実船における曲り状態および加工量の調査

曲げ加工の方式・容量などの選択のための基礎資料を求めるために、代表的な3種類の船種について外板曲面の形状特性ならびに数量などの調査を行なった。

(ii) 曲げ加工法の調査

曲げ加工法として、現在各所で実際に行なわれている線状加熱法、ならびに新しい方式として多数のプレスユニットを持ったユニバーサル多点プレス法について、現在までに得られている基礎的な諸資料を調査検討して、加工精度・作業効率・制御の難易度などの観点から採用すべき加工法の選定を行なった。

(b) 第2年度の研究

これらの検討の結果ユニバーサル多点プレス曲げ加工法を選定し、第2年度にはその曲げ加工特性に関する実験的調査研究を実施した。

(i) 単一型による曲げ加工基礎実験

曲り外板の近似幾何学的曲面として、円筒型・球型・ドーナツ内型・および外型をあらわす押型により曲げ実験を行ない、負荷容量、スプリングバック量などに関する基礎的資料を求めた。またユニバーサル多点プレスを想定して、各押型の加圧面に多点プレスのジャッキに相当する位置に丸形薄ワッペンを配置し、そのピッチが成型精度におよぼす影響を調査した。

(ii) ユニバーサル多点プレス模型による曲げ加工実験

実寸大のユニバーサルジャッキを7行7列に配置したユニバーサル多点プレス模型を工作用1000tプレスに設置し、ジャッキピッチ、加工板厚などを系統的に変えて各種形状の曲げ加工実験を実施した。また実際の場合の長尺鋼板の加工に対処するために、長尺試片を順送りに加工するためにラップ押し実験を行ない、精度上の問題点を調査した。

(iii) 加熱負荷実験

負荷容量の減少ならびにスプリングバック量の減少を期待して試験鋼板を加熱したうえで曲げ加工を

行なう加熱加工実験を実施し、実用の可能性を検討した。

(c) 第3年度の研究

第2年度の実験的研究によりユニバーサル多点プレスによる曲げ加工に関する基礎的な資料が求められたので、引続き第3年度にはその実用化に対する具体的な問題点の検討を行なった。

(i) 加圧様式が成型におよぼす影響に関する実験

N/C機構を簡略化し、また加圧効率を向上する目的で負荷油圧機構を改良した7行7列ユニバーサル多点プレス実験装置を試作し、加圧順序と成型精度などに関する系統の実験を実施した。

(ii) 曲げ加工の力学的検討

これらの鋼板曲げ実験によって得られた資料を解析して、各種曲げ形状に対するスプリングバック量を推定する判定方式を求めた。

(iii) 外板曲面の標示法の検討

非数学的な外板曲面のスプリングバック量を予測して形の設定を行ない、しかもその成形後の形状誤差を許容範囲量以内におさめるために必要な実際の外板曲面の分析ならびにその表示手段に関する詳細な検討をおこなった。

(iv) プレスのハードウェア決定のための試作実験

プレスハードウェア決定のための、N/Cジャッキ本体、ジャッキ位置決め機構、およびスプリングバック検出装置を設計試作し、その特性調査のための実験を行ない、採用すべき方式を選定した。

(v) プレス装置の全体計画の検討

以上得られた各資料を基にして、ユニバーサル多点プレスの機構の全体および各部仕様、N/C装置と加工システム、N/C曲げ加工のソフトウェアなどの検討を行ない、総合的な計画をとりまとめた。

4.4.2 曲げ加工法の選定

板曲げ方式として一般に考えられるものには線状加熱方式および機械的曲げ加工方式があり、これらの加工法の特徴を表4.4.1に示す。このうち、現在造船工業で実施されている線状加熱方式の自動化を考える場合設備費が後述するプレス方式に比し、かなり安いことが予想され、したがって各造船所ごとに簡単に設置できる可能性が大きい。しかし、線状加熱の場合は結果に影響を及ぼす因子が極めて多種であり、しかも、それらが相互に微妙な影響を及ぼし合うため、その加工条件の制御は極めて困難で精度の高い曲げ加工は期待できない。

一方、プレスによる曲げ加工法を自動化する場合の長所は、加工方法の決定が押型の設定のみですむ点にある。しかし、押型をあらゆる船体曲面に対して準備することは不可能であり、これを解決するためにはユニバーサル多点プレス方式の採用が良いと考えられる。ユニバーサル多点プレスでは、上型および下型に相当する位置に多数のピストン（ピストンヘッドはボールジョイントでユニバーサルに回転可能）を配置し、このピストンヘッド群の高さを所要の曲げ形状に対応して設定して、これをプレス型として曲げ加工を行なうものである。また自動化のための制御方式もユニバーサル多点プレス方式は、線状加熱方式に比較して容易であると考えられる。したがって、本研究ではユニバーサル多点プレス方式をとりあげることにした。

4.4.3 船体外板曲面形状の傾向調査

外板の曲げ加工のN/C化の研究を行なうにさきだて、実船における外板の形状、曲率などの傾向概要を把握しておくために現在建造されている船型のうち、代表的なものとして21万トン型タンカー、12万トン型バラ積船、および1万2700トン型貨物船各1隻をえらび、それぞれについて曲り

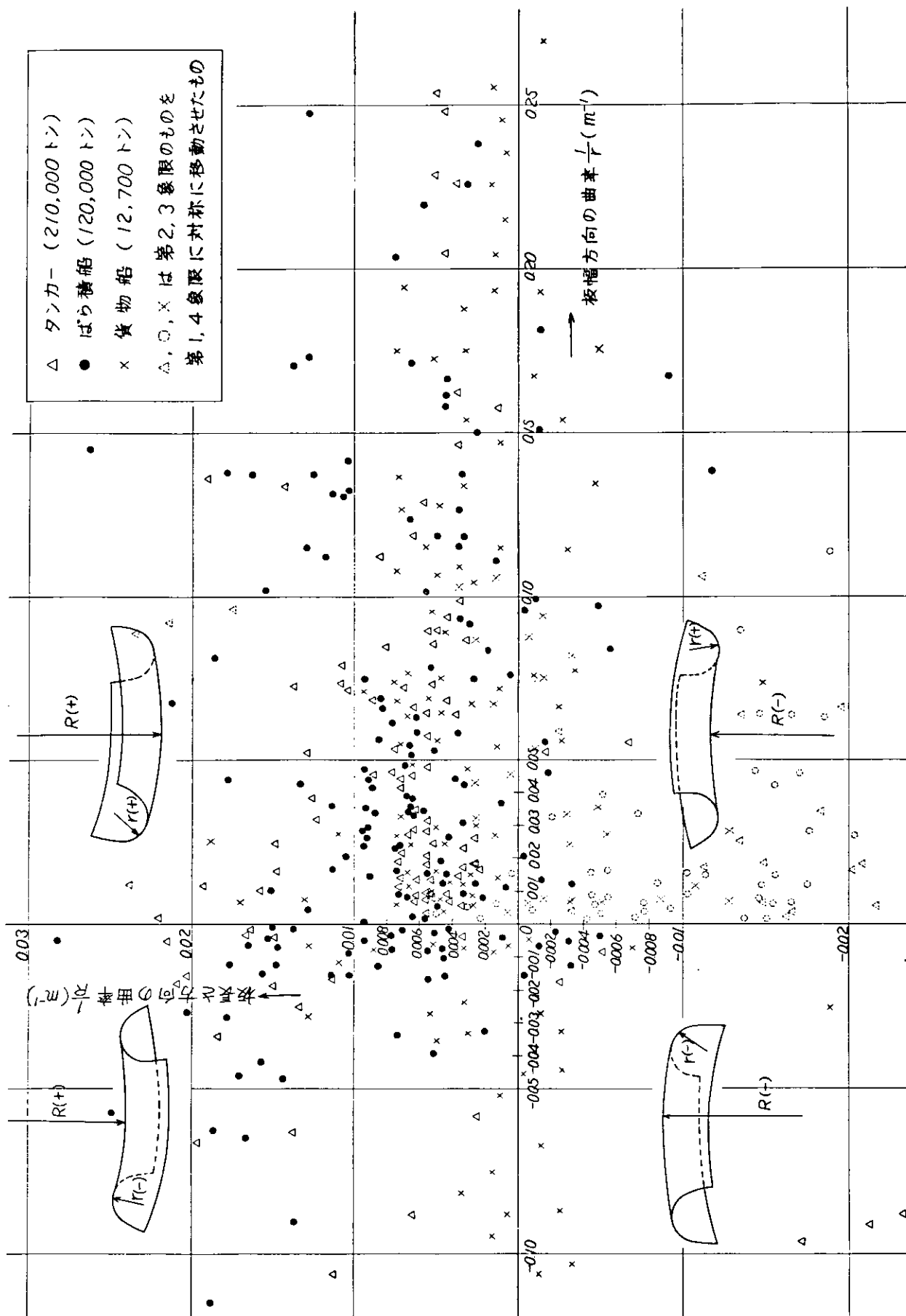


図 4.4.1 外板曲率分布

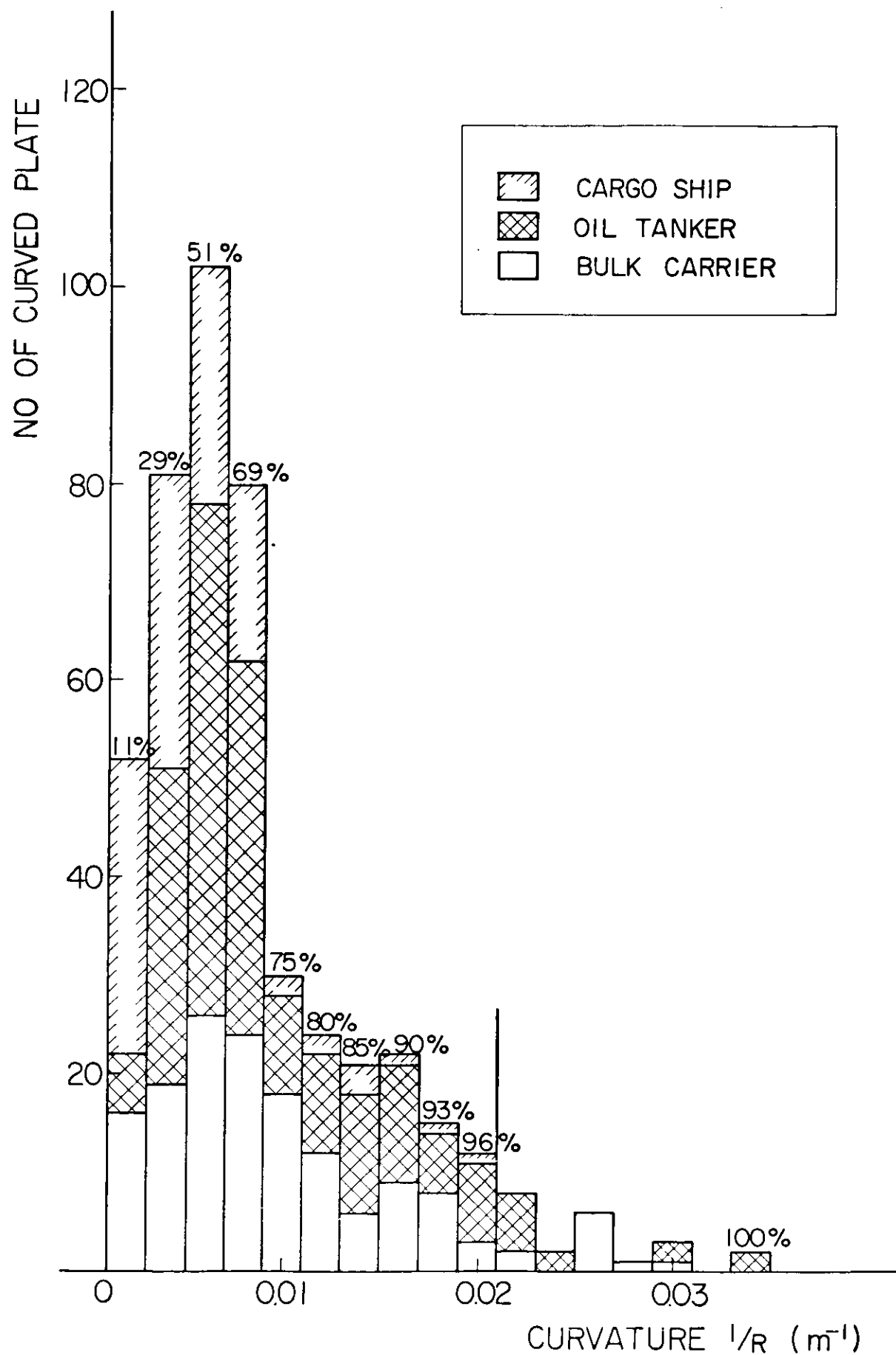


图 4.4.2 縱方向曲率分布

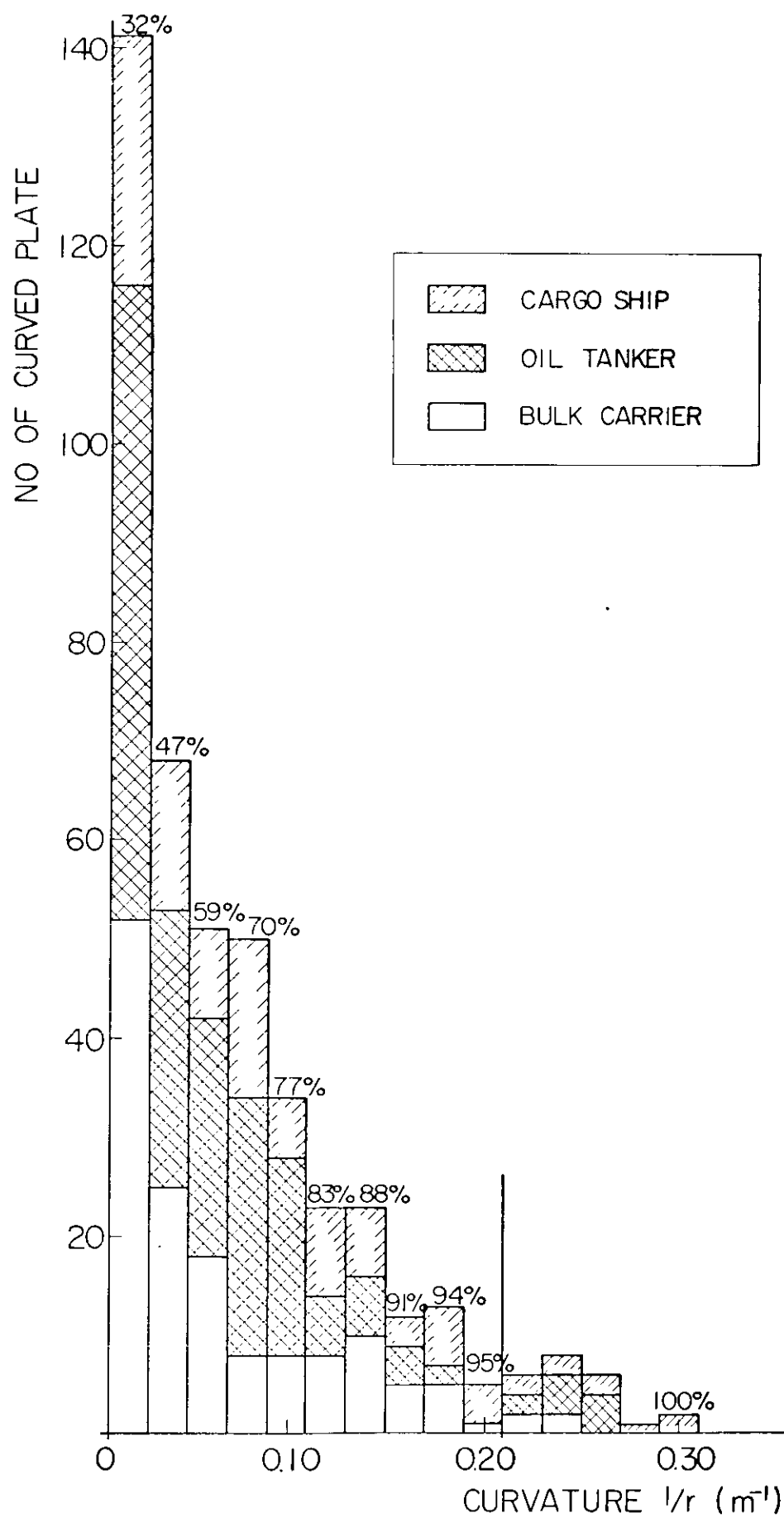


图 4.4.3 横方向曲率分布

外板の形状・縦横曲率・数量などを調査した。その結果を図4.4.1, 2, 3に示す。

表4.4.1 曲げ加工方式の比較

	線状加熱方式	機械的曲げ加工法
作業手順	手作業(ガス+水)	機械(プレス)
設備費	少額	多
影響因子数	多	少
影響因子	加熱温度 加熱順序 冷却方式 冷却速度 鋼板支持条件	プレス型の形状
理論解析	きわめて複雑 (時間的要素 熱重複)	比較的簡単
自動化の難易	困難	比較的容易
考案事項		ユニバーサル多点プレス

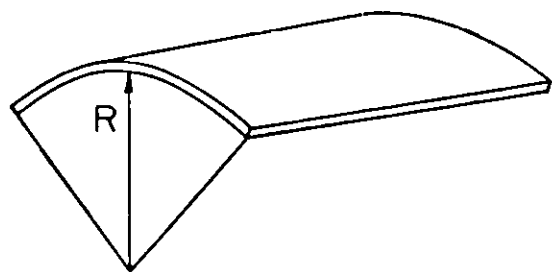
以上の集計の結果から、次のようなことが明らかとなった。

- (1) 板長さ方向の曲率($\frac{1}{R}$)は一般にきわめて小さい。全体の約80%は $0.012\frac{1}{m}$ 以下($R>83m$ 、 $0110m<150mm$)、95%が $0.02\frac{1}{m}$ 以下($R>50mm$ 、 $0110m<250mm$)である。
- (2) 板巾方向の曲率($\frac{1}{r}$)についてはその約80%が $0.11\frac{1}{m}$ 以下($r>9m$ 、 $063m<115mm$)、95%が $0.2\frac{1}{m}$ 以下($r>5m$ 、 $063m<230mm$)の範囲に入る。
- (3) 全数量の約 $\frac{3}{4}$ はRとrが同符号、すなわち枕形の曲げ形であり、約 $\frac{1}{4}$ が鞍形の曲げ形状である。
- (4) 縦横両曲率の比が1~5の範囲の板は全数の約35%、5~10のものが約27%、10を越すものが約38%である。またこの比が小さい範囲のものは一般に曲率半径が大きくきわめて浅い曲げであり、Rの小さいものはrが大きく円筒型に近い。

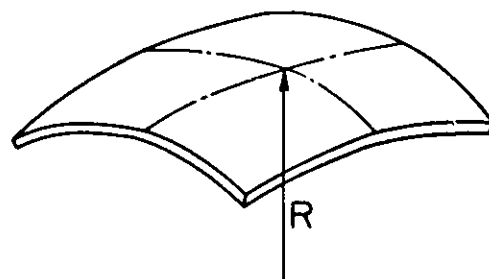
4.4.4 基礎実験

船体外板の曲げ作業に多点プレスを導入しようとする試みは約10年前に行なわれた。しかし、多点プレスのヘッドがボールジョイントの型式でユニバーサルに回転可能なユニバーサル多点プレスはこれまでの多点プレスとは異なり、新しい概念による曲げ加工方式であり、まだ実用化された例は報告されていない。そこで、本法を鋼板の曲げ加工に適用するに当たっては、次にのべる項目に対して実験的、理論的に検討を行なう必要がある。

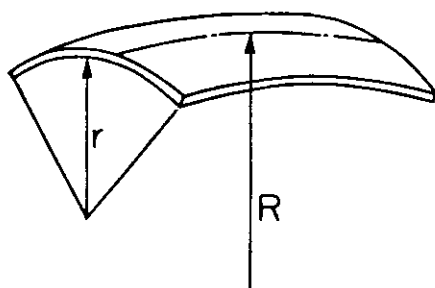
- a) 成型結果の再現性が良好かどうか
- b) 成型曲面の平滑度(フェアネス)が良好かどうか
- c) プレス荷重の押し切りの影響
- d) 曲げ加工後のスプリングバック量の大きさと曲面形状の関係
- e) 多点ピストンのピッチの選定



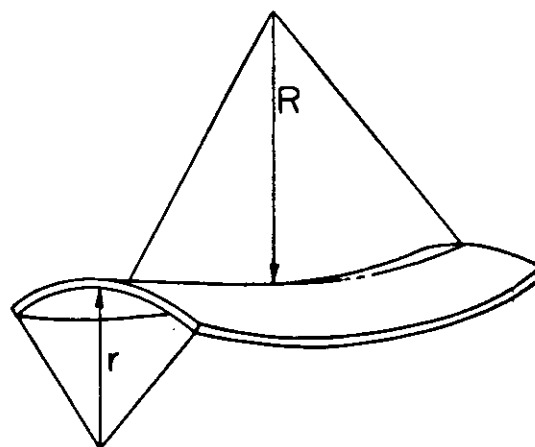
(a) CYLINDER



(b) SPHERE



(c) DOUGHNUT-OUTSIDE



(d) DOUGHNUT-INSIDE

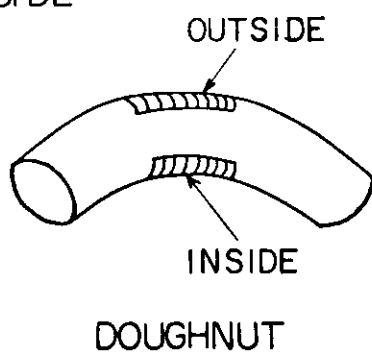


图 4.4.5 标准曲面

f) 加熱曲げの可能性の検討

以上の項目の検討をするために、小形の単一曲げ型による基礎実験を行なった。実験に使用した単一曲げ型は表 4. 4. 2 および図 4. 4. 5 に示すように曲率半径を変えたシリンダー型 2 種、ドーナツ内型、外型および球型各 1 種である。これらの曲げ型を 10 トン構造物試験機に取り付けて実験した。これらの各曲げ型でのプレス実験の他に、曲げ加工性に及ぼす単一曲げ型と多点ピストンヘッドとの相違を調べるために、これらの単一曲げ型に円板型ワッペン（直径 25 mm、板厚 2 mm）を、そのピッチを変えて受圧面に貼布したものについても実験した。図 4. 4. 4 はシリンダー型（A）にワッペンを貼布した曲げ型を試験的にセットした例である。

小形試験装置による基礎実験の結果、次のことが明らかになった。

- (1) 小型単一曲げ型による曲げ加工実験の結果は、成型結果の再現性および成型曲面のフェアネスは良好であった。プレス荷重として押し切りの必要はなく、また加熱曲げはメリットが少ない。
- (2) 単一曲げ型に円板型ワッペンを貼布した実験結果はワッペンなしの場合と同様良好であるが、ワッペンのピッチを大きくすると薄板では座屈が発生した。

ユニバーサル多点プレスの実用機で座屈が発生しないためには、多点ピストンのピッチを 250 mm 程度に押さえる必要がある。

表 4. 4. 2 単一ヘッド曲げ型

	縦 曲 率 半 径	横 曲 率 半 径
シリンダー型（A）	570 mm	∞ mm
シリンダー型（B）	300	∞
ドーナツ外型	800	400
ドーナツ内型	800	-400
球 型	570	570

4. 4. 5 実 用 化 実 験

小型模型による基礎実験によって成型曲面のフェアネスの状況、ピストンヘッドのピッチ等に関する基礎的な資料が得られたので、ピストンヘッドの大きさが実物大に近いユニバーサル多点プレス模型を用いて実用化実験を実施した。

第 1 次大型試験装置とし制作したユニバーサル多点プレス装置の要目を表 4. 4. 3 に示すが、この装置を 1000 トンプレスのラムヘッドに取り付けて実験を行なった。

そこで第 2 次大型試験装置として製作した改良型の 500 トンユニバーサル多点プレス装置ではこの方式を採用し、図 4. 4. 7 で示すように油圧駆動の上部ピストンを 3 ブロックに分け、バルブ操作によって各ブロックの加圧順序を変えて曲げ加工実験を行なった。試験装置の全体図および要目を図 4. 4. 6 および表 4. 4. 4 に示す。一例としてブロック A、B、C の順番で加圧した場合の圧力状態を表 4. 4. 5 に示す。

実験結果の一例として、長尺板の曲げ加工をラップ押しで実施した場合のたわみ量の推移を図 4. 4. 8 に示す。

ユニバーサル多点プレス装置による大形実験の結果から次のことがわかった。

- (1) 再現性および曲面のフェアネスは良好である。
- (2) ピストンピッチが 141 mm の場合はもちろんのこと 200 mm の場合にもフェアネスは良好であり、座屈は

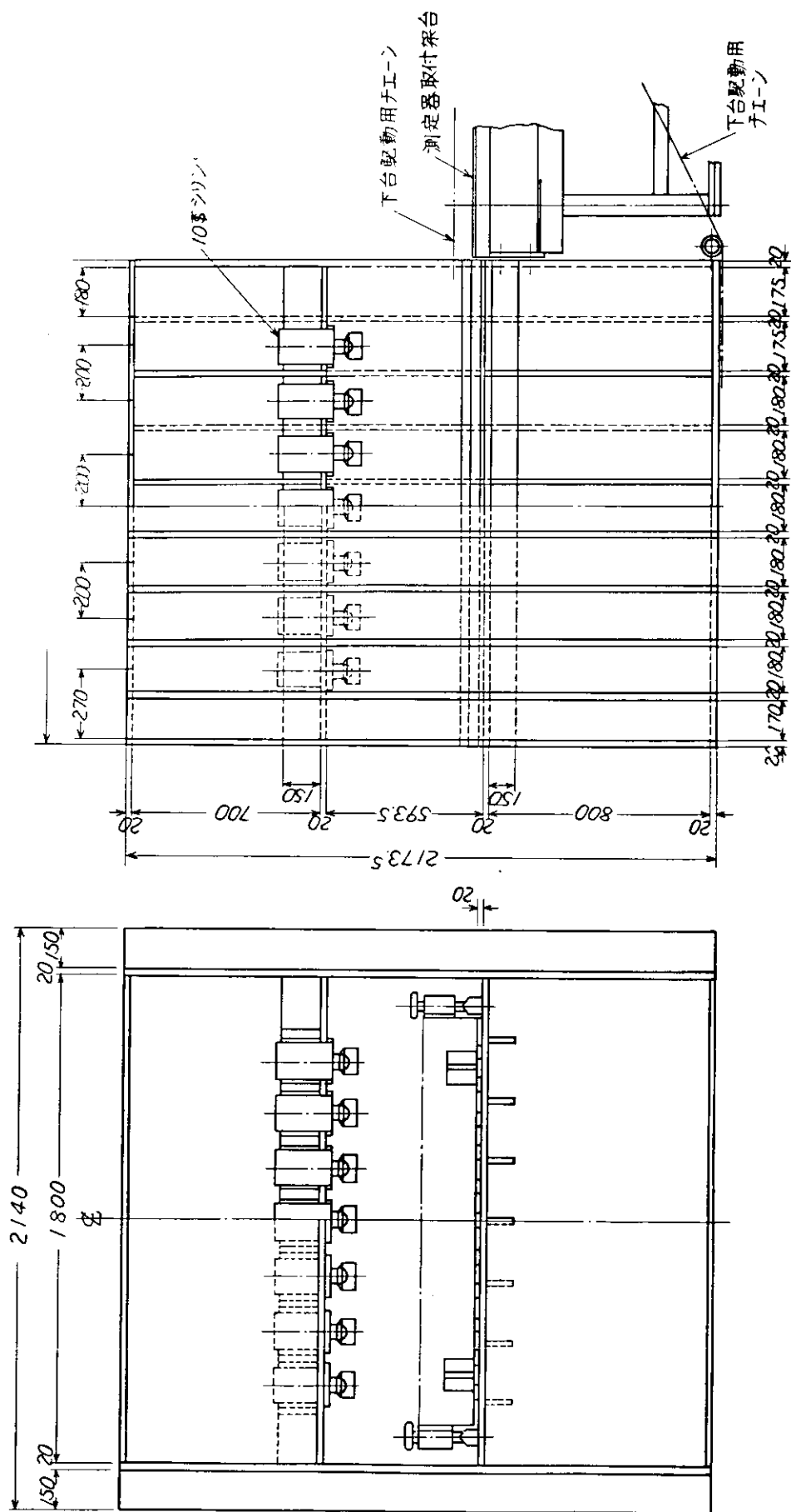


図 4.4.6 ユニバーサル多点プレス装置

生じなかった。

- (3) プレス後のスプリングバック量は試験片の板厚に反比例し設定曲率半径に比例して大きくなる。
- (4) 長尺板の曲げ加工でラップ押しをしても成型曲面のフェアネスは良好である。
- (5) 加圧順序が成型結果に影響を及ぼす。したがって実用機では多点ピストンを板幅方向にブロック分けし、中心部のブロックから順番にプレスして行くのが良い。

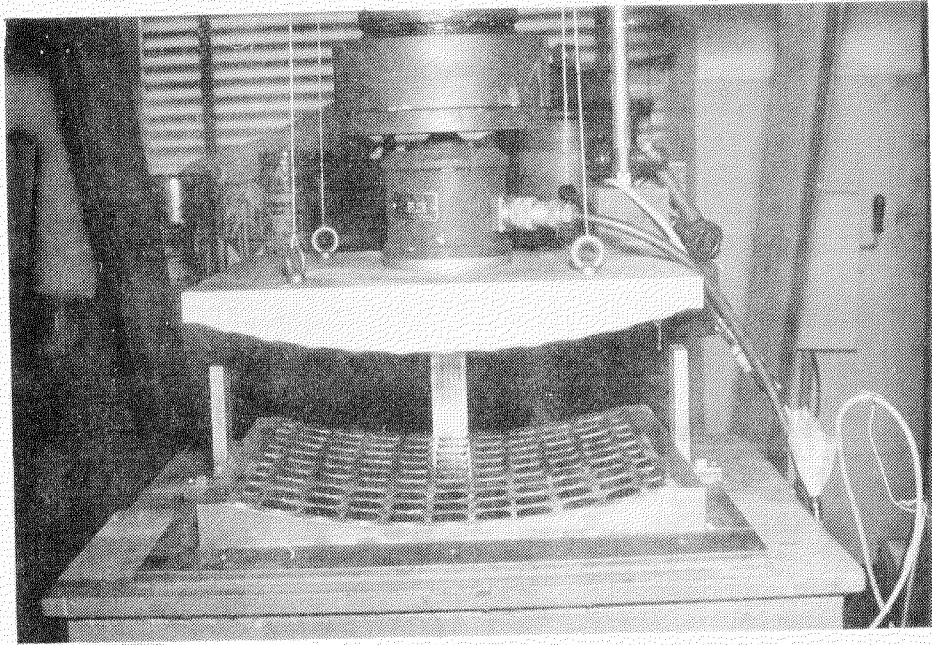


図 4.4・4 小形試験装置

表 4.4.3 第1次大形試験装置費目

ピストンヘッド（上、下各）	1340mm×1340mm×200mm
ピストン数（上、下各）	7行×7行＝49本
ピストン間隔	141mm、200mm
ピストン様式	57φ×274mm（回転球70φ） スクリー式（手動位置制御方式） 材質：HT80
ピストンヘッド	120φ×50mm ユニバーサル回転支持機構方式 材質：SS41

表 4.4.4 ユニバーサル多点プレス試験機性能

プレス容量	500 t o n
シリンダー数	7 行×7 行= 49 本
シリンダーストローク	100 mm
シリンダーピッチ	200 mm
テーブル寸法	1800 mm×1800 mm

表 4.4.5 プレスの加圧順序例 (A→B→C)

ブロック名	ジャッキ数	圧 力 状 態
Aブロック	9	0トン → 10トン 増 圧 圧力保持 10トン / 1ジャッキ
Bブロック	16	0トン → 10トン 増 圧 圧力保持 10トン / 1ジャッキ
Cブロック	24	0トン → 10トン 増 圧 圧力保持 10トン / 1ジャッキ
		プレス開始 プレス終了

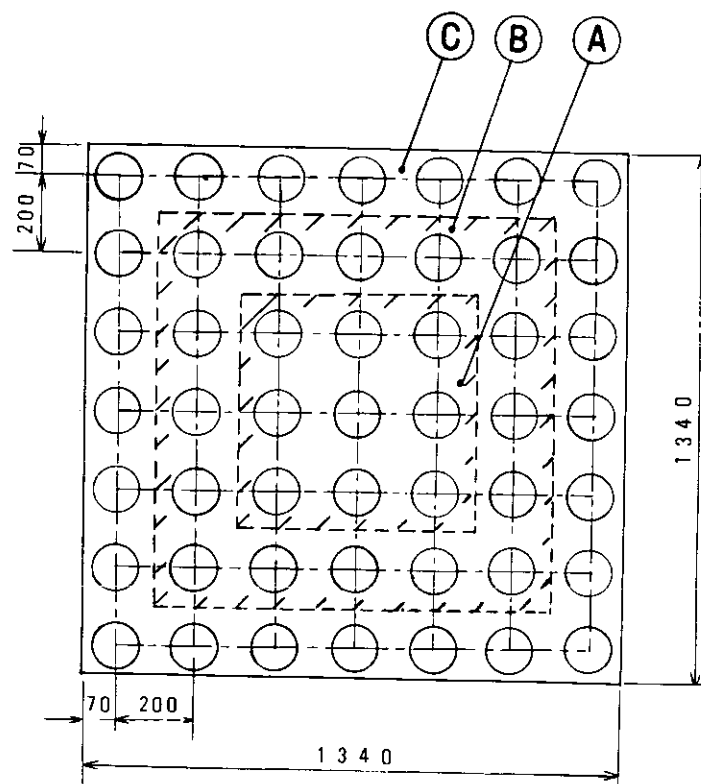


図 4.4.7 多点ピストンのブロック分割

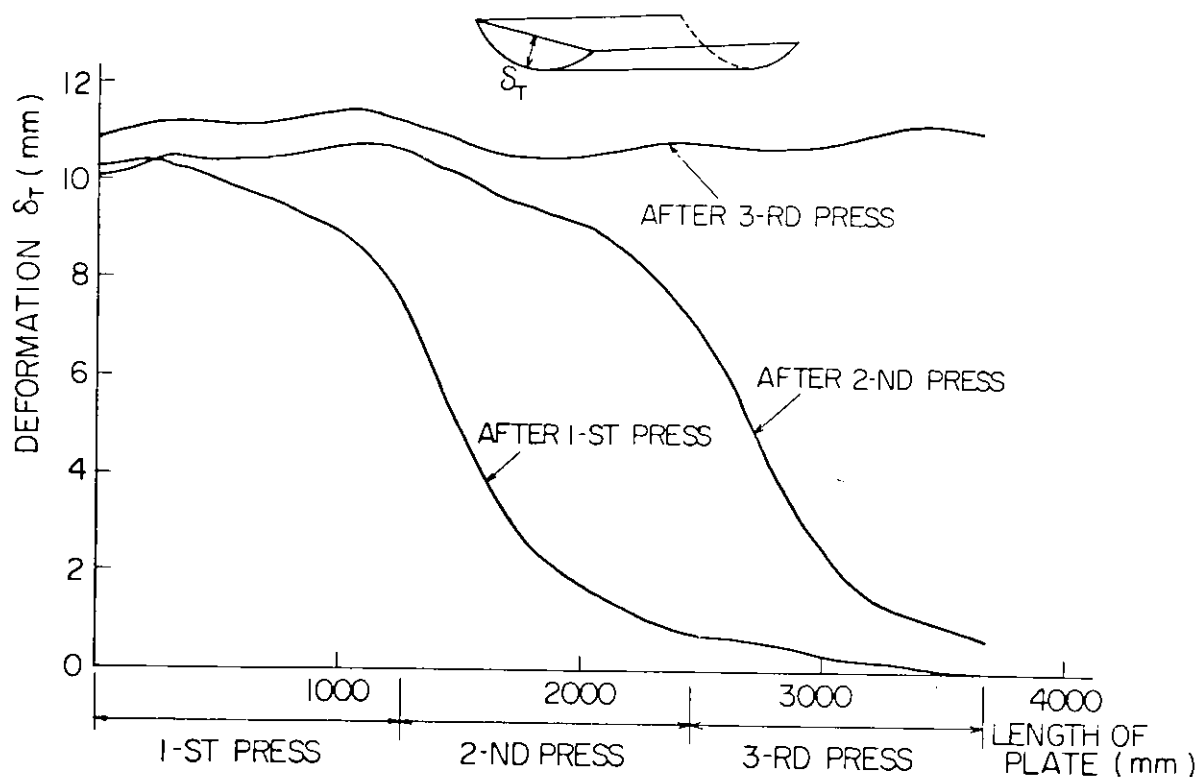


図 4.4.8 ラップ押し (シリンダー型、 $R = 4 \text{ m}$)

4.4.6 曲げ加工法

船体外板を構成する曲面は、通常のプレス加工の場合と異なり、曲率半径が比較的大きく、かつ加工時に大きな伸びを伴わないので、プレス後に生じるスプリングバックを考慮してプレスの曲げ型を設定しなければならない。

スプリングバック量は曲げの曲率半径、板の諸寸法、および材料の機械的性質とくに降伏応力に支配される。もし設定された曲率半径とスプリングバック後の曲率半径との関係が板の諸寸法と降伏応力の関数として解析的に求められているならば、この関数を媒介として数回の曲げによって所定の仕上り形状に収束させることが可能になる。すなわち、第1回目の曲げによって生じたスプリングバックを測定し、これを用いて材料常数を求めることができるならば、2回目はスプリングバックした後に所定の仕上り形状になるようにスプリングバックを見込んだ形状に曲げ型を設定することができるはずである。

ここでは船体外板に現われている代表的曲面として、シリンダー型、ドーナツ型および球型について、設定曲面とスプリングバック後の曲面の関係を理論的に求め、実験結果と比較して理論の妥当性を検討するとともに実験式についても検討を加えた。すなわち

- (1) シリンダー型曲げに対しては、曲げ変形を考慮してパラメータを選び実験式として次式を作成した。

$$\frac{r_0}{r_s} = 1 - 2(1 - \gamma^2) \frac{\sigma_Y}{E} \cdot \frac{r_0}{T}$$

- (2) ドーナツ型曲げに対しては縦曲りと横曲りの相互影響を考慮してパラメータを選び実験式として次式を得た。

$$\frac{r_0}{r_s} - \varphi = 1 - 2(1 - \gamma^2) \frac{\sigma_Y}{E} \cdot \frac{r_0}{T}$$

(3) 球型曲げに対しは曲げ応力のほか膜応力を考慮してパラメータを選び、次の実験を得た。

$$\frac{R_0}{R_S} = 1 - \frac{3}{26} \cdot \frac{\sigma_Y}{E} \cdot \frac{R_0^2}{bT}$$

4.4.7 NC装置の試作実験

ユニバーサル多点プレス方式によるNC曲げ加工システムを確立するために

- a) 下型の多点ピストン、すなわちNCジャッキの駆動及び制御方式および
- b) プレス後の鋼板の曲面形状検出装置

を確立しなければならない。そこでNCスクリージャッキの試作実験を行ない、ジャッキの構造強度、制御方式、位置決め精度、動作時間、動作安定性等についての実験計測を行なって、最適の制御方式およびジャッキの駆動方式として二速度モーター駆動によるスクリージャッキが最適であり、位置制御はネジ軸回転量をデジタルに検出するエンコーダー方式が良い。また、プレス後の曲面形状の検出はプレス後、鋼板を計測定盤に引出し、門型走行車に取り付けたセンサーとシャフトエンコーダーにより検出する方法が最適である。

4.4.8 ユニバーサル多点プレス装置の試設計

ユニバーサル多点プレス方式による船殻構造用鋼板の曲げ加工に関して行なったこれまでの研究を基にして実現可能と考えられる装置を試作した。

ユニバーサル多点プレスの全体見取図を図 4.4.9 にプレス仕様を表 4.4.6 に示す。また、鋼板の曲げ加工をユニバーサル多点プレス方式により自動化、NC化する場合の加工システムを図 4.4.10 に示す。

表 4.4.6 ユニバーサル多点プレス全体仕様一覧表

項目 番号	名 称	数	機 能	主 要 構 成 部 分	数 量	諸 元	備 考
①	H C スクリュージャッキ部 (下型)	225式	プレスヘッド位置設定 荷重支持 トルク発生 回転数検出及びフィードバック	スクリュー部分 駆動部分 DECT-HICORDER OF (シャフトエンコーダー)	ST 225 ST 225 ST 225	スクリュー軸 $80\phi \times 560\text{mm}$ ストローク " 400mm ピッチ " 上昇速度(高速) $900\text{mm}/\text{min}$ " (低速) $90\text{mm}/\text{min}$ スクリュー外軸 $85\phi \times 140\phi \times 820$ ジャッキ 外筒 $160\phi \times 200\phi \times 820$ モーター出力 0.2KW 回転数(高速) " 900 " (低速) 90 位置決め精度 $\pm 0.5\text{mm}$ 絶対座標方式	減速機付 減速比=1/50
	油圧ジャッキ (上型)	225式	上型油圧シリンダーに油圧を供給する 油圧の伝達 プレスヘッド位置追随 荷重支持	油圧ユニット 油圧配管 油圧シリンダー	ST 1 ST 1 ST 225	圧力(低圧) $= 30\text{Kg}/\text{cm}^2$ 圧力(高圧) $= 122\text{Kg}/\text{cm}^2$ ポンプ吐出力 $= 900\text{L}/\text{min}$ (低圧) $= 300\text{L}/\text{min}$ (高圧) モーター $= 7.4\text{KW} \times 6\text{P} \times 3\phi \times 200\text{V} / 220\text{V}$ オイルタンク $= 3000\text{L}$ (1450Kg) シリンダー内径 $= 145\phi\text{mm}$ " 外径 $= 170\phi\text{mm}$ 加圧力 $= 15\text{T}$ ストローク $= 400\text{mm}$	全加圧力 $3,500\text{T}$
③	上型上昇下降用装置	2式	上型上部固定枠を支持 荷重支持 スクリューシャフトの回転トルク発生 (シャフトの回転数検出フィードバック)	スクリューシャフト スクリューシャフト 駆動部分 (スクリューシャフト 制御部分)	8本 ST 2 ST 2	径×全長×スクリュー部分 $= (250 \sim 300) \times 6250 \times 2000$ ピッチ 上昇下降速度 $= 8000\text{mm}/\text{min}$ (N/C制御も可能) 最小のストロークでプレス出来るの で上型油圧ジャッキの耐久性向 上に有効	
④	上部固定枠	1式	③のスクリューシャフトの固定化	枠	1	$B \times L \times H$ $5500 \times 3750 \times 250 (500)$	(推定)
⑤	鋼板送り装置	2式	鋼板を長さ方向に送る	枠本体 ローラー	ST 2 18	$B \times L \times H$ $3600 \times 1400 \times 500$ ローラー $250\phi \times 3200$ 送り速度 (高速) $10000\text{mm}/\text{min}$ (低速) $500\text{mm}/\text{min}$	上昇下降式 ローラーコンベア方式

項目 番号	名 称	数	機 能	主 要 構 成 部 分	数 量	諸 元	備 考
				油圧ジャッキ		$3.0 \frac{T}{本}$ 圧力 = $122 \frac{Kg}{cm^2}$ ストローク = $700 mm$	油圧ユニットはプレス上型の油圧ユニットを共有する
⑥	鋼板支持装置	48本	プレス時又は、計測時に鋼板を支持する。	油圧ジャッキ	(未定) 本	(未定) $\frac{T}{本}$ 圧力 = $122 \frac{Kg}{cm^2}$ ストローク = 800	押釦寸3方式 油圧ユニットはプレス上型の油圧ユニットを共有する
⑦	鋼板位置決め装置 (長さ方向)	2式	鋼板の長さ方向位置決めに関して、鋼板上に前もってマーキングされた線をレーザービームの位置に合致させる方法で鋼板の位置決めを行う。	レーザービーム発信器	ST 2	出 力 ビームのスポット $3 \phi mm$ # 最小 $0.1 \phi mm$ 出 力 $\leq 1 mW$	小型He-Neガスレーザー 価格は約20万円 赤色の斑点となる レーザービーム発信器は上型のベッドの搬入側と搬出側に装置する
⑧	鋼板位置決め装置 (幅方向)	2式	プレス及びコンベア部分の両側に小型油圧ジャッキを設け、押釦操作により鋼板を押し、鋼板幅方向の位置決めを行う。	油圧ジャッキ	ST 4	油圧シリンダー $5.0 \frac{T}{本}$ 圧力 = $122 \frac{Kg}{cm^2}$ ストローク $1000 mm$	油圧ユニットはプレス上型の油圧ユニットを共有する。
⑨	曲形状検出装置	1式	レール上を連続的に走行する門型の枠に15本のセンサーを装着してセンサーの変位をシャフトエンコーダーにて検知する方法により曲面形状を計測する。	門型本体 センサー	ST 1 ST 15	レール間スパン約 $4500 mm$ レール全長 $16000 mm$ 走行速度 $6000 \frac{mm}{min}$ ストローク $\pm 700 mm$ シャフトエンコーダー 計測精度 $\pm 0.5 mm$	

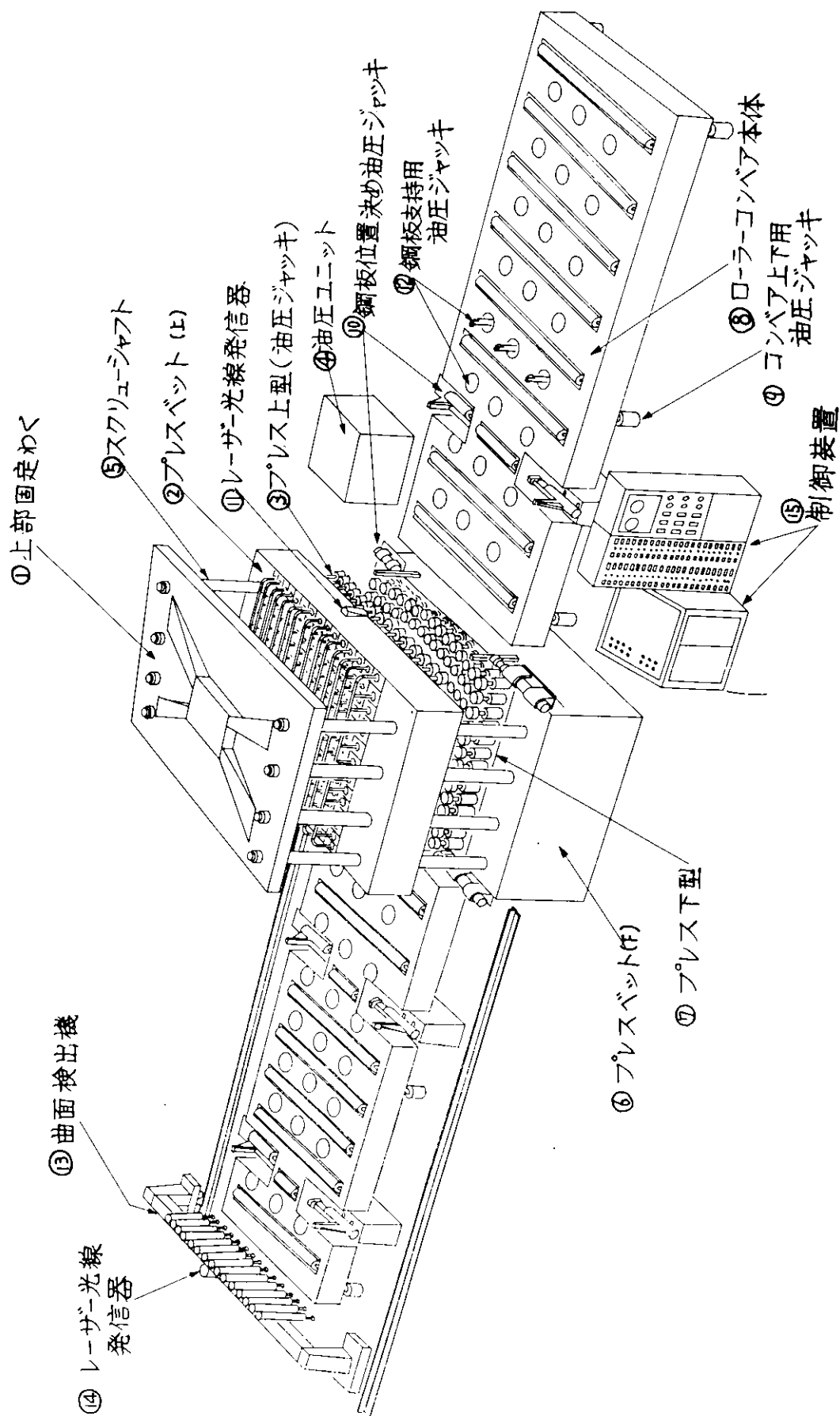


図 4.4.9 ユニバーサル多点プレス装置見取図

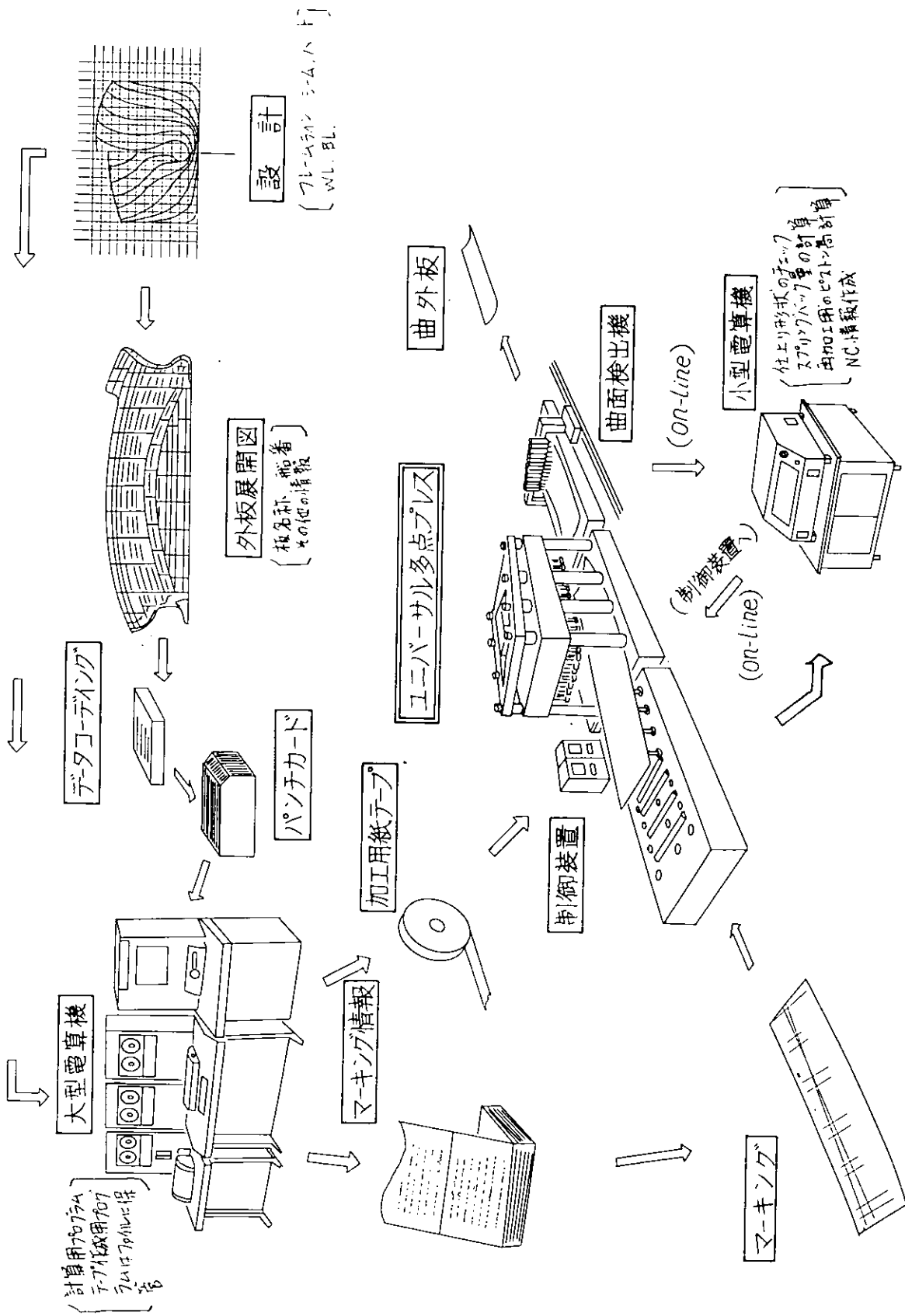


図 4.4.10 ユニバーサル多点プレス方式による曲げ加工システム

4.4.9 経 済 効 果

(1) 設備費と省力効果の推定

(a) 設備費

第8章で詳述した仕様に基づき、ユニバーサル多点プレス装置の設備費を概算すると表4.4.7のごとくなる。すなわちN/Cジャッキおよび制御装置関係がやく3.2億円、3,500トンプレス本体および銅板搬出入装置が基礎工事費など含め約1.7億円合計4.9億円である。

(i) 省力効果

20万トン型タンカーを年間5隻建造する造船所の平均的な板曲げ作業員の人数は15人(大型プレス要員2人、ベンディングローラー要員3人、線状加熱要員10人)である。ユニバーサル多点プレスを設備する場合の人員は5人(ユニバーサルプレス要員2人、ベンディングローラー要員3人)となり10人の削減が可能である。たゞし板曲げ自動化の効果は板曲げ作業員の削減よりも、精度の向上による組立ステージ以降の省力効果の方がはるかに大きいのである。船首尾の曲りブロック組立および塔載時数の大半は、曲げ精度不良に起因するロス作業のためについやされていると云って過言ではない。この種の省力効果の推定は困難であるが、ここでは過大評価をしないように、船首尾ブロック組立ならびに塔載時数のうち、板曲げ精度により直接的に支配される時数のみを算出すると、船殻全体で約100人程度となりその10%が削減できるものとして、10人の削減を見込むものとする。

節減人員は板曲げ要員10人組立および塔載要員10人、計20人である。

表 4.4.7 ユニバーサル多点プレスの設備費

(単位：千円)

	名 称	仕 様	数 量	単 価	価 格
N/Cジャッキ および N/C装置	N/Cジャッキ	ストローク 400mm ピッチ 250mm	225本	500	112,500
	N/C装置	225本同時制御	1 set	200,000	200,000
	制御用ミニコン		1 set	5,000	5,000
	(小計)				(317,500)
プレス 本体関係	プレス本体搬出入 装置基礎費用など	3,500 tonプレス			72,600 60,000
	油圧ユニット		3 set	7,000	21,000
	油圧シリンダー	ストローク 200mm	225本	82	18,500
	高圧ゴムホース	長 さ 2m	512本	3	1,500
	電気操作盤				
	その他			1,000	1,000
	(小計)				(174,600)
合 計					492,100

(2) 経済効果についての考慮

(a) 設備能力について

経済効果を論ずる場合に注意すべきことは、本装置の設備能力である。本装置は鋼板1枚当りの曲げ加工時間30分という前提で設計されている。したがって1シフト8時間で16枚/日、2シフト16時間で32枚/日、3シフト24時間では48枚/日の板曲げ能力をもつ。

20万トン型タンカー年間5隻建造の場合の1日当りの板曲げ枚数は、年間の作業日数を250日とすれば500枚/隻 $\times$ 5隻 $\div$ 250日/年=10枚/日 したがって、本装置の稼働時間は5時間/日にすぎず、1造船所の専用としては過大設備となる。逆にいうと、本装置は2～3の造船所が共有して利用することが好ましい。造船所のアンマンド化を徹底するためには、設備と作業の専門化、集中化を企業の枠をこえて行なうことの必要性が今後ますます大きくなるであろう。

1造船所専用の設備として考える場合は、仕様を変更し、設備費の低減をはかるべきであろう。表4.4・7に示すように費用はN/Cジャッキの本数に比例する。ジャッキ本数およびプレス面積をへらし、プレス回数を多くすればそれに対応して設備費は安くなる。

(2) 設備費の評価について

設備費の評価にあたっては、本装置が板曲げ諸設備のなかでうけもつ役割について注意しなければならない。現在、ほとんどの造船所は大型プレス・ベンディングローラー線状加熱定盤をもっているが本装置の費用は前述のように約4.9億であるが、新しい造船所にこれを計画する場合には、大型プレスと定盤の費用1億円以上を差引いてその効果を評価すべきであろう。

また小委員会では横曲率0.2 $\%$ 程度の板を対象として試設計を行なったため、本装置では横曲率の大きいビルジ外板などは曲げられないが、工夫すればそれも可能な構造とすることができる。したがってベンディングローラーも不用となり、工場面積の縮少を考えれば、初期投資額としては従来と大差ないものとして評価できる。

(3) 経済効果について

表4.4.7の投資で作業員を20人節減した場合について試算すると、設備費の償却期間は約6年である。(作業員節減によるメリットを400万円/人・年と仮定)2社でこの設備を共用すれば、約3年間で償却できる。さきにも述べたように、設備仕様の変更や、設備費の評価のしかたにより、償却期間はさらにみじくなる。しかしながら、上記のようにメリット計算よりも、今まで人間の経験と勘に頼っていた板曲げ作業が自動化され、多数の熟練作業者が不要になるという効果をより高く評価すべきであろう。さらに、内業工程の中で最も近代化のおくれていた曲げ加工作業を自動化、N/C化することは船殻工作全体のアマンド化を促進するうえできわめて大きな意義があると考えられる。

4.4.10 結 言

船体外板の曲げ加工にユニバーサル多点プレス方式を採用し全システムをN/C化の線に乗せることの可能性について種々検討を行なった結果、実用に適するものであるとの結論を得た。すなわち被加工曲面の認識にはじまって、曲げ型の設定、曲げ加工、成形形状の検出、補正加工、といった一連の作業を自動化し、精度にも一応実用上差支えない範囲のものにおさめることが充分可能であると考えられる。また経済的效果についても期待したごとき成果をあげうるものと考えて差支えないであろう。

(1) 曲げ精度の向上に関する問題

a) 被加工曲面に標準曲面をあてはめる場合の分割範囲と全体精度との関連の把握、あるいは標準曲面種

類の選定

- b) スプリングバック推定式の精度向上
- c) 板周辺の端曲げ量の把握

(2) 機構上の問題

- a) 負荷時および検出時の板支持法と曲げ精度との関係
- b) 板の位置決め方法の改良

(3) 運営上の問題

装置として相当の高額であり、償却はかなり負担となるであろう。また能力的には一工場単位ではこの約半分で充分であるから、共同利用、あるいは簡易化による能力の縮小が考えられる。

4.5 ブロック接手の搭載前仕上方式

4.5.1 研究目的と研究経過

(1) 目的

船舶の建造方式には、大別して層式、輪切り、ピラミッド方式があげられるが、いずれの建造法を採用しても搭載工程への自動化、機械化には、環境条件および機動性から具体化がきわめて困難な投資額が膨大なものになると予想される。

しかし、この工程にこそ省力化が押し進められなければ、気象、高所作業等作業環境の悪い条件からみて将来問題を多くかゝえることになる。

以上の点から船台作業の自動化、機械化をより効果的に推進する為に船台作業の仕事の一部を組立工程で、ブロック四周の仕上げを施工し、搭載工程における接手精度の向上を計り、技能要因にする精度不良を避けて実質作業量を削減し、大巾に建付、溶接の省力化を計るものである。

(2) 研究経過

(a) 仕上装置、機能条件

- i) 接手部の仕上げは、四周を行なうが同時切断または切削仕上げは二辺とする。
- ii) 平面、曲面および立体ブロックの接手部の仕上げが可能である。
- iii) 仕上げ方法には、ガス切断と切削があるけれども、種々の条件からガス切断とする。(理由は后述する)
- iv) 野翳は、レーザー光線による手野翳か、感光剤等による直接法とする。
- v) 切断箇所は、ブロック曲面に自動的な倣いをし、一定な開先形状を保つ。ただし、数値制御は考慮しないこととする。
- vi) ブロック支持機構は、油圧による制御およびモーター駆動があるが、本実験はモーター駆動とする。

(b) 船体設計上の条件

自動倣いによる仕上装置上で船体設計、考慮しておきたい事項をあげるが、これらは数値制御方式による追述方式法を採用する時点では必要としない。

i) ブロック内接手の板厚差

ブロック内接手の板厚差は、できる限り無くしたい。これは検出装置を取付けることによりトーチブロックの重量増加を防止し切断精度への影響を考慮したい。しかし船殻重量の増加も無視できないので、この面の研究も続いて行なうことにする。

ii) ブロックシーム

ボディーブラン上で、直線になるシームランデング

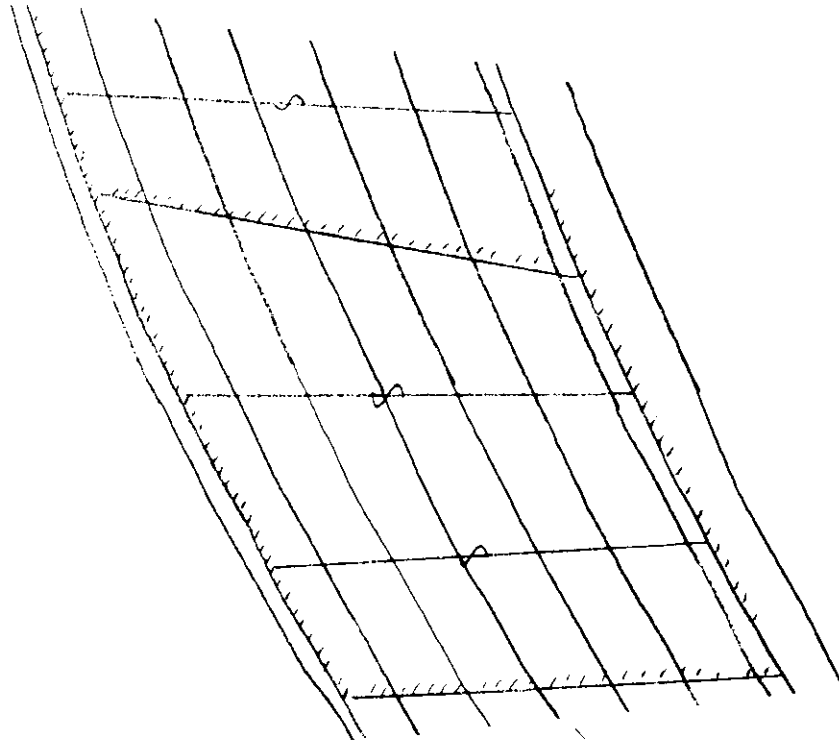


図 4. 5. 1 シームランデング

ボディーブラン上である角度にて切断したとき、直線になるシームランデング

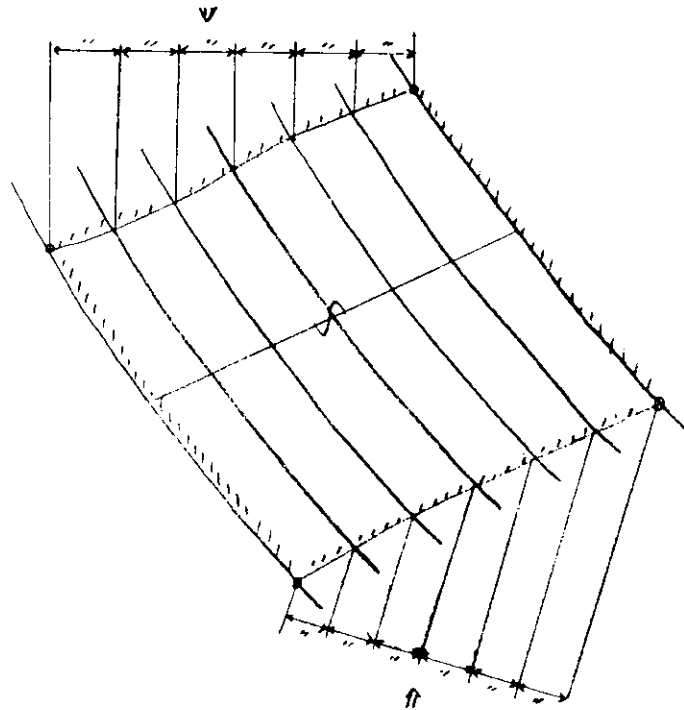


図 4. 5. 2 シームランデング

iii) 内構部材の端部は出来る限りインラインにする。

コンダチエデナル

仕上装置の稼働率を高めるためにインラインとするが、装置としては150mmシフトが可能ならしめる。

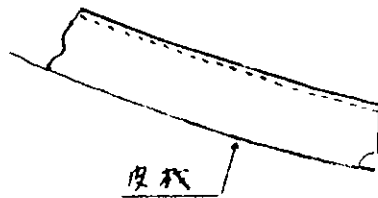


図 4.5.3 皮材と骨材

トランス

ロンデ材と同様にする。

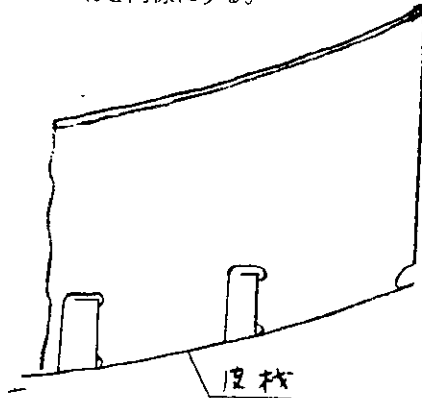


図 4.5.4 皮材と大骨

IV) 内構部材のスカロップ

内構部材のスカロップは、骨材切断装置の検出機構によって、大きくしなければならない。従って出来るだけ考慮しておきたいが、設計制限を超える場合はカラープレートにせざるをえない。

4.5.2 研究内容とその結果

(1) 研究内容

研究経過の項で記述した予備調査および検討結果を基本として仕上装置を図 4.5.5 の通りの構造とし、本装置のブロック切断機構、概念を図 4.5.6 に示すごとくにした。

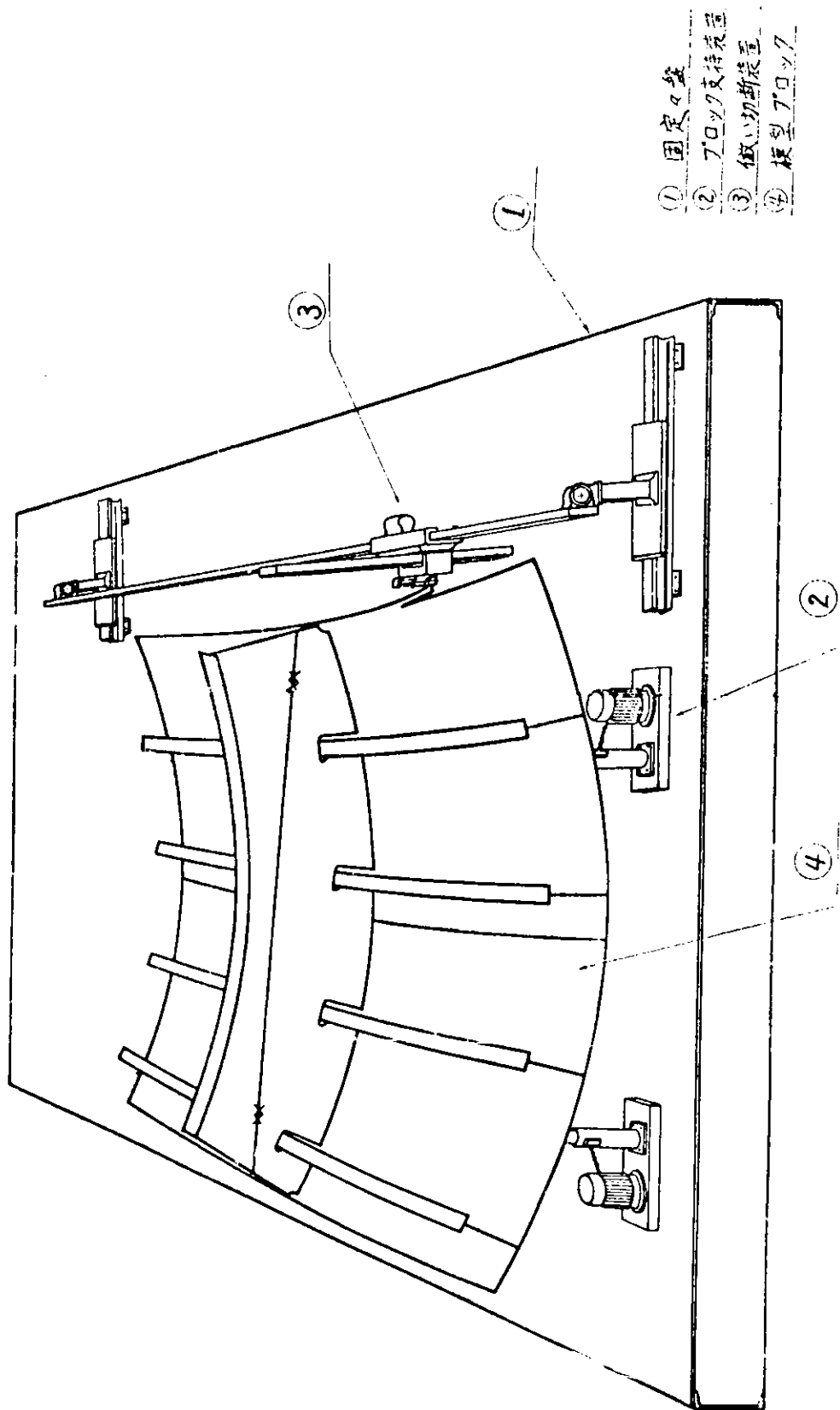
主としてこの項で述べるのは、複雑な曲面を有する外板の倣いをどのような機構にするか、云いかえる
と現在ガス切断装置に採用されていない三次元の倣いを開発すべく重点を切断機構にしぼってみる。

(a) 切断機構の概要

i) 装置の位置決め

1) 切断平行線の粗調整と切込み巾の調整

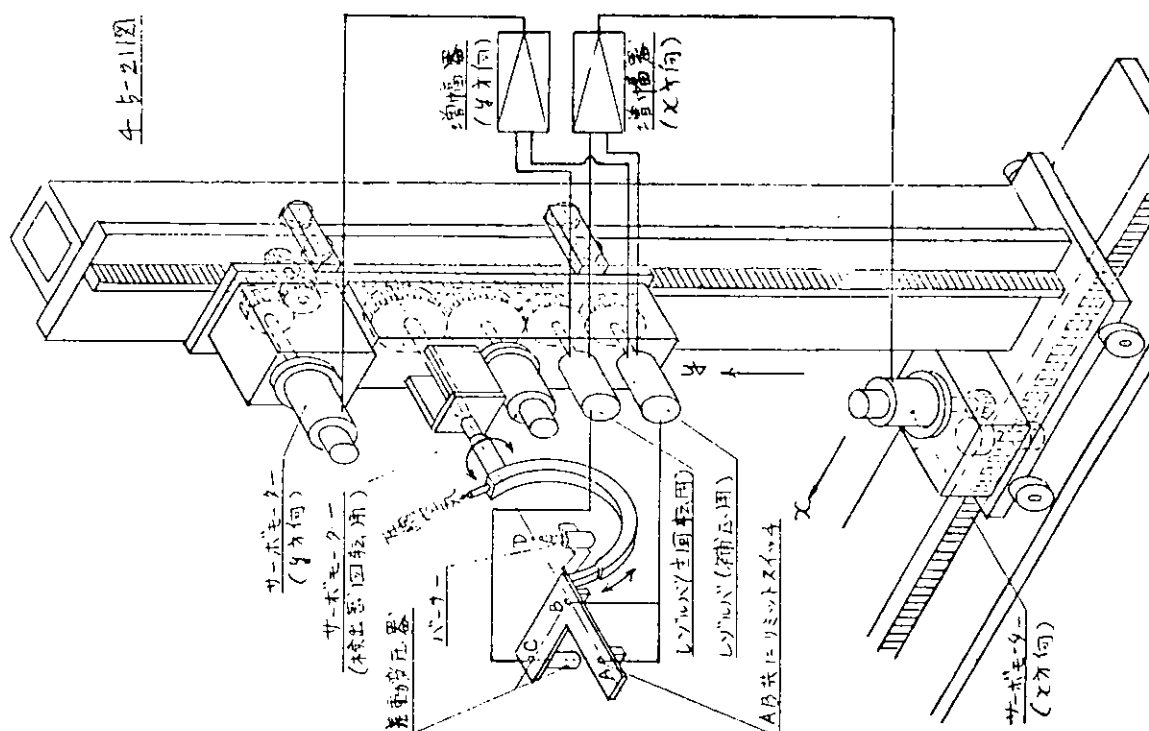
図 4.5.7 に示すように 2 本のレール①(37K 絨)の上に 200 のチャンネルにより枠組みされた
架台②があり、手動ハンドル③によってブロック端面の切込み巾と切断平行線を自由に粗調整する
ことができる。これは x 軸方向をなるべく仕上面に平行に保つこと、端面の切込み巾を決める為の
装置であり、一旦位置が決ったならストッパーによって位置を固定しておく必要がある。



- ① 固定々盤は、 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ の銅板と型紙の組合せにより製作され、平面度の高い定盤である。
- ② ブロック支持装置は、4個のモーター駆動によりシリンダーを自動的に制御し予め定められた姿勢にブロックを支持する。
- ③ 微い切断装置は、走行装置を含み曲り外板の端部四周の曲面を正確に追跡し且つ定められた切断箇所を自動的に切断する。
- ④ 模型ブロックは $3\text{ m} \times 3\text{ m}$ で大型船の曲面構造を想定し、種々の仕上条件を加味して製作する。(切断実験に用いられる。)

図 4.5.5 仕上装置の概要図

4-2-21 図



ブロック切断装置は三次元的に変化する曲面を一平面で切断した切口に沿いつゝ、曲面に垂直（又は開先）溶断を行つ装置で、左図はその概念である。

検出器は切断点Dを中心とした彎曲シリング中を圧縮空気により常に押されている彎曲ピストンとその先端のA、B、C3検出点とから成立している。

Dを通る x y 平面内の曲線となり、B、C両点によりこの曲線をとらえるのであるが、その作用はB点のみならず常に圧縮空気により曲面に密着させられていて、C点（差動変圧器）の曲面に対する遠近により生じる正負の電流は検出器にその軸を中心として正逆の回転を生じ、常にC点の曲面に対する距離を補正する。又同時に働くレゾルバの作用により、 x 、 y 両方向に適正な速度が与えられて常にその合速度即ち面に対するパーナ一速度を一定に保つのである。

次に x y 平面と直角方向の偏角に対してはA、B両リミットスイッチのon、offにより検出し、そのon、offの組合せにより発生した電流を補正しレゾルバにより x 、 y 両方向に分けて上記速度に加えてやりこの偏角を修正する作用を行なわせる。

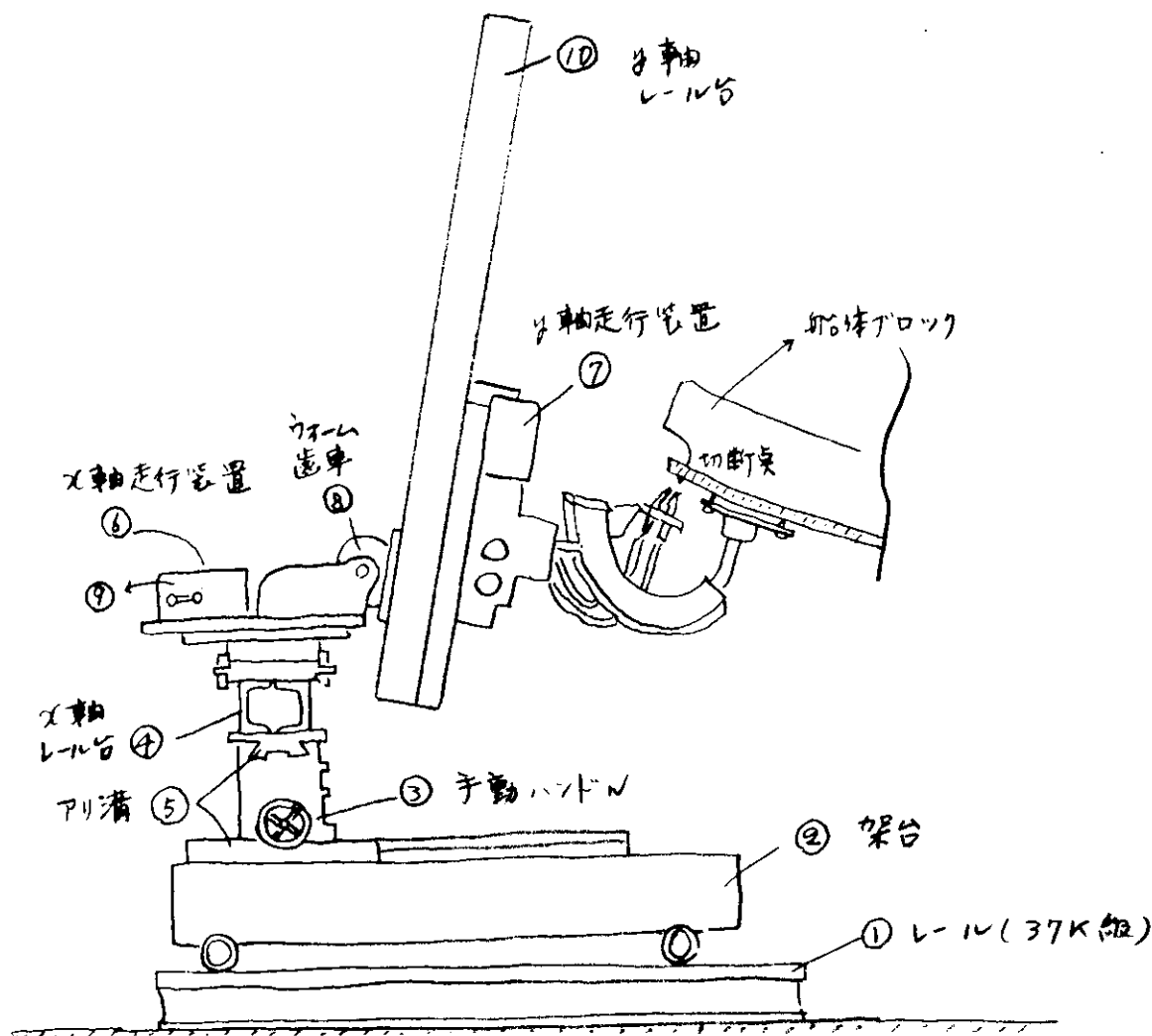


図 4.5.7 切断機構の概要

ロ) 切断面と切込巾の微調整

架台②の上にはx軸走行レール台④が据付けられダブル状の摺動面⑤が互に交叉して取付けられているのでホイール③を手で動かすことによりx軸走行レールの向きを最大 $\theta^\circ = \tan^{-1} \frac{1500}{3100}$ まで調整出来且つ切断個所の位置決めの微調整が利く($\theta \div 2.7^\circ$) 又この摺動面を円滑に運動させる為に各種ベアリングが使用されている。

ハ) 切断面の傾斜角度の調整

切断面の傾斜角度を設定するにはx軸走行装置⑥ y軸走行装置⑦の間においてy軸走行装置⑦を保持するためのウォーム歯車⑧のホイールを手動でゲージを見ながら動かせば垂直線に対し、 $\pm 3.0^\circ$ の範囲で傾斜角度を調整する事ができる。

ニ) クラッチ

x軸走行装置⑥の中には手動で着脱できるクラッチ⑨があってx軸走行用電動機との結合を解き、手動で自由にx軸上を移動させる事ができるので、位置決め等には便利である。

ホ) 切り始めおよび切り終り

微い運転の出発点ではL形センサーのO信号源がブロックの外側にハミ出てしまうので、ブロックの端部にガイドを作りOの微い部分を受けてやるように計画してある。

切り終り部でも、エ、ミのマイコンスイッチのガイドを準備して脱落を防止している。図4.5.8 参照。

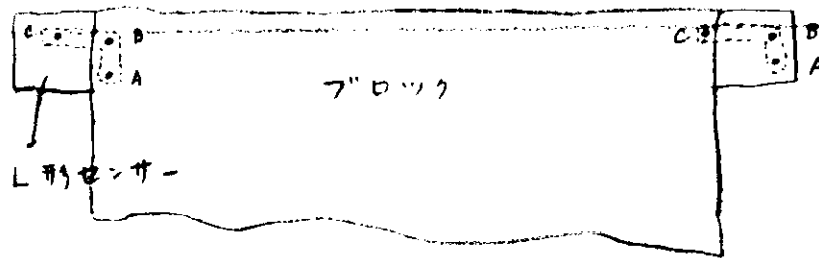


図4.5.8 L形センサーの位置関係

ii) x軸(水平方向)走行装置

これは図中④、⑥に示された部分を云うが180チャンネル2ヶを抱き合せた角形の管の上に25mm厚の鋼板を溶接し、焼鈍したあとで、その両端面を機械加工して走行軌条としたもので、その上にx軸駆動ユニット⑥およびy軸走行装置⑦とそれ等の継手であるウォーム歯車⑧を乗せてx軸方向に所定の速さで走行する為の装置であり、走行精度を要求されるので精密仕上げされている軌条面を上下8ヶ左右4ヶのボールベアリングの外輪が接触しながら走行するようになっている。

走行速度は計画値最高864mm/minで理論的には0から無段階の速度制御が可能である。駆動用電動機は全閉、他励形、間定格、電機子制御の直流サーボモーターを使用し、定格出力100w、定格トルク3.3Kg-cm、回転数3000r/min ±15%電気子電圧50v、励磁電圧80vである。

減速装置は、スパーギヤーとウォームギヤーを組合せて4段に減速し、これをコンパクトにギヤーケースに収納し軽量化を計っている。

運転精度の問題が生命であるから、すべての軸受け部はシールドタイプのラジアルボールベアリングを使用し、外部に露出する回転部分を極力少くしている。

iii) y軸(垂直方向)走行装置

y軸走行装置⑦はウォーム歯車⑧を介してx軸走行装置上に取付けられて居り、全長3000mmの角形柱⑩(150×100)に22mmの鋼板を溶接し焼鈍処理をしたあとにその両端2ヶ所を機械加工し、走行軌条面としたものの架台にy軸走行装置⑦が取付けられ上下方向の運動を行ない、また火口の駆動装置と倣いの信号装置一式を纏めてy軸上に走行するようになっている。走行速度は計画値で最高800mm/minで理論的には0から無段階で速度調整が可能である。

走行精度の要求はx軸より更に厳しく、運転中に受ける支柱⑩の変形、振動等の影響が加工面に及ばないよう十分な剛性を有するよう計画されている。走行は前項と同じく12個のボールベアリングで行なわれ原動機よりスパーギヤーとウォームギヤーを組合せた4段減速機を経て終段にはラックピニオンが置かれ、支柱⑩に取付いているラックと噛み合い上下運動が行なわれる。

iv) 倣い装置

図4.5.9図に於いてA、B、CはL形センサーに取付けられたエレメントであり、倣いの信号源となっている。A、BはON、OFF信号用マイクロスイッチでありCは差動トランスである。

図4.5.10に示す通りこれ等の信号入力ブロック線図に示される経路で、x、yの方向への運動を制御し、かつ空気圧力を併用して、所定の3次元倣いが行なわれる事になる。すなわちセンサーが空気圧によって倣い面に接触しA、B2点のエレメントが作動した事を条件に差動トランスの信号が火口回転用のサーボモーターに入り、火口の角度を規制する。この運動は主回転用レゾルバ(x、y方向の分速度に分解する働きをする)及び補正用レゾルバ(補正信号をx、y方向に与える働きをす

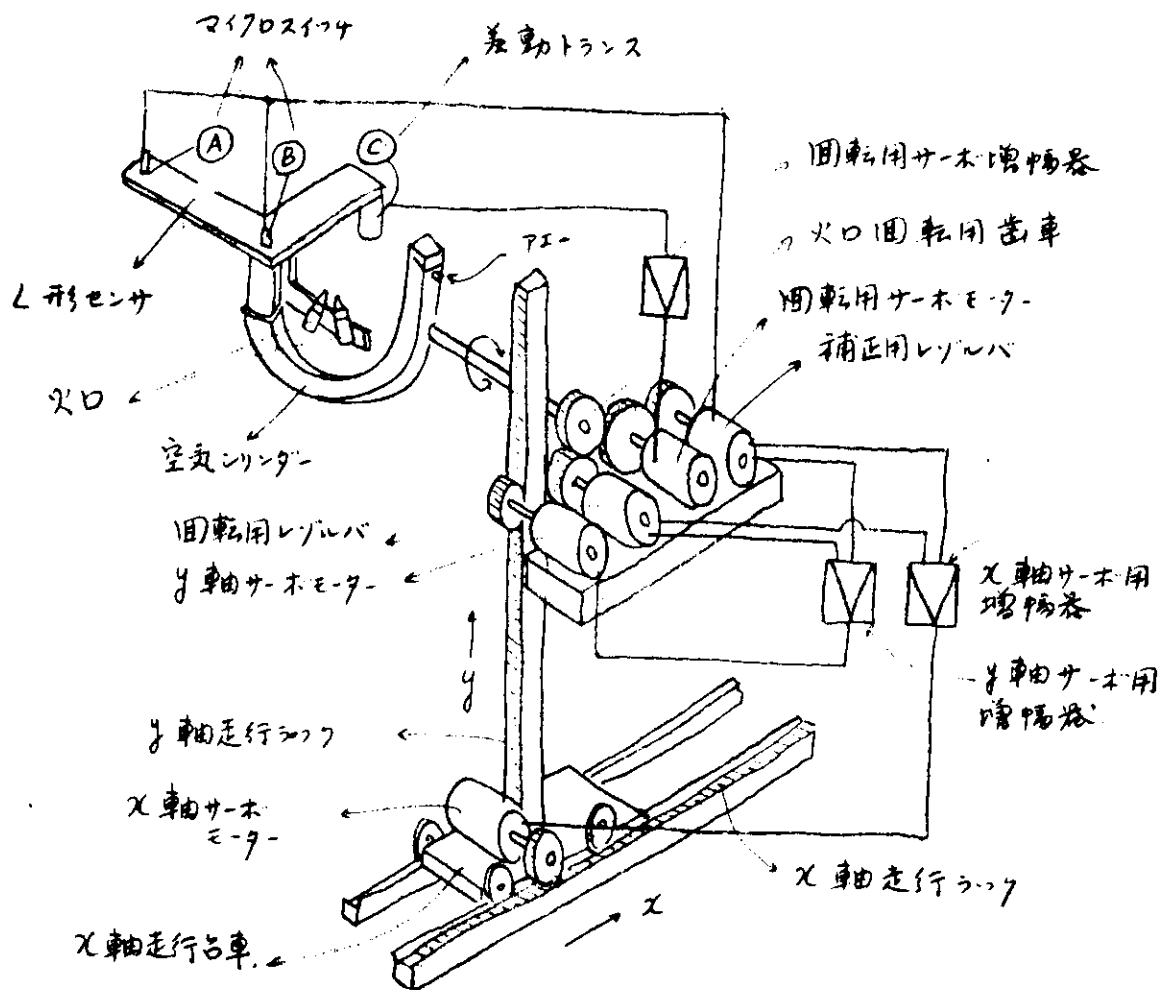


図4.5.9 装置概念図

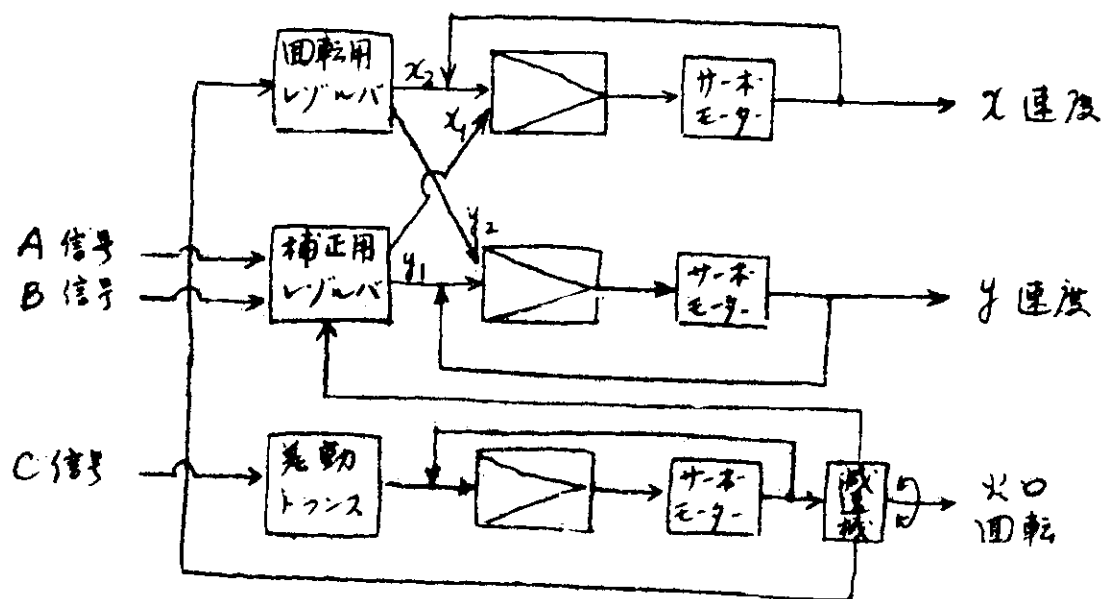


図4.5.10 制御系ブロック線図

る)に入り、この x 方向、 y 方向の信号が合成されて x 、 y 方向の速度を決める事になる。

次に各制御機器の要目を示す。

※差動トランス

AC 100V 50HZ 1 ϕ

感 度 0.12V/mm

直線範囲 ± 12 mm

※二相サーボモーター

AC 100V/110V 50/60HZ

制御電圧 12.5/13.8V $\times 2$

最大出力 15W

無負荷回転数 2750/3300R/M

※主回転用レゾルバ

一次電圧 AC 26V、400HZ

励磁相 固定子

無負荷励磁電流 ; 60mA

無負荷電力 ; 0.3W

変圧比 ; $1 + 0^{-0.04}$

一次電気誤差 ; 5分

二次 " ; 10分

一次直交誤差 ; 5分

二次 " ; 5分

全残留電圧 ; 30mV

移 相 ; 2度進み

この倣い装置の特徴として空気圧利用の問題が挙げられる。これは弓状、角形のエヤーシリンダーの中に弓形、角棒のピストンが空気により圧力を受け円弧面を摺動し角棒ピストンの上部に固定されているL形センサーを倣い面に押し付け倣い運動を維持させる機能を果たしている。

この押付けの運動は倣い装置に関し、重要なポイントであり、摺動部の抵抗が空気圧とバランスする点を利用して円滑な倣い運動を行なわんとしているもので、この摺動抵抗を極力一定に保持する事が倣い運転の決め手となる。従って摺動部の仕上げ精度は厳格に守られ、摺動面には特殊な加工を施している。

空気圧の計画値は5Kg/cm²であり、シリンダー受圧面積は30mm $\times$ 30mmである。

V) ガスおよび火口装置

ガスおよび火口装置は y 軸走行装置の駆動部に取付けられているガス調整コック、電磁弁、ホース類と弓形空気シリンダー中を摺動する角形ピストンの先端にあるL形センサーより張出しているホルダーに取付けられている2本の火口より成り(図4.5.11参照)、何れも制御盤より遠隔にて電氣的にガスおよび酸素の供給、停止の操作が可能であり、切断時の火口の調整は火口を見ながら、図の調整コックで行なうことができる。本機のガス切りは下から上方への切断であり、ノロや火花が弓形シリンダーに飛来、落下するのでこの防護策として取りあえず石綿帯の重ね巻きを施している。

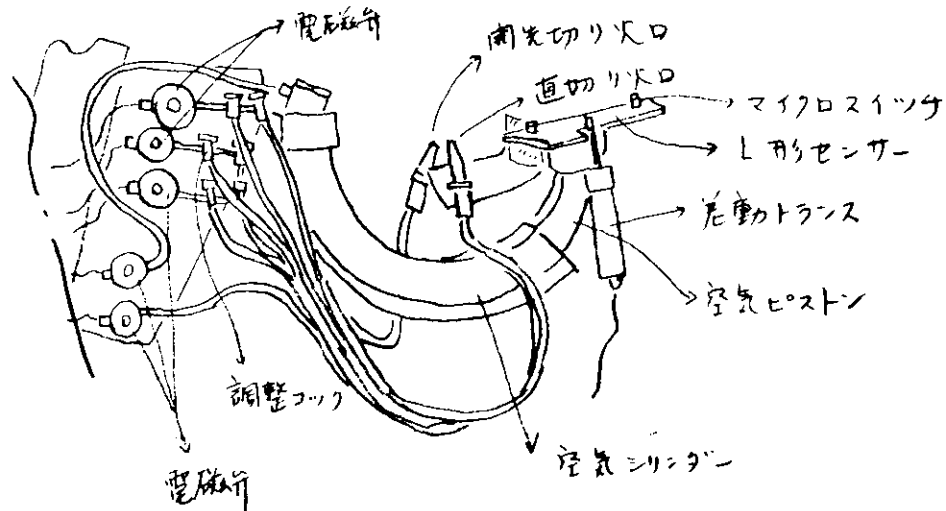


図 4.5.11 火口部分の概要

また下方からの開先切断の際に火焰がL形センサー上の電気品に及ぶ事を考慮し、遮熱板を取付けてある。

切断には、アセチレン、プロパン何れを使用しても良い。また切断開始時の火口の調整を簡便、正確に行なうため調整装置を設けている。

VI) 制 御 装 置

電気制御装置は大別して、電源部、信号部、制御部および駆動部の4つに分類される。以下順を追ってそれらの概要を記述する。

イ) 電 源 部

本装置の一次電源には、AC100V、1φ、50Hzが使用されており、これより変圧器、整流器等を組合せた二次電源を発生させており、AC26V、DC19V、16V、11V、50V、80V等が交流増幅器、発振器、x、y軸サーボモーターの電源として使用されている。

また、定電圧装置としてS.C.R制御回路電源、サーボ増幅器およびマニュアル操作電源回路にはツェナーダイオードによる定電圧回路が組込まれて居り、制御系の安定性を補っている。

ロ) 信 号 部

これは単にON、OFFの信号を発生するマイクロスイッチと、x、y軸方向の分速度に相当する電圧を発生し、それに補正信号を重量するためのレゾルバ信号および曲面を倣いその曲面に対し法線方向を与える差動トランス信号等がある。

※ マイクロスイッチ

これはy軸方向の運動を規制するために2個のマイクロスイッチのON、OFF動作に一定の条件を設け、補正信号が附与されるよう電気回路を組んだものである。

※ レゾルバ

x、y方向の分速度の検出は主レゾルバにより三角演算で行われる。すなわちx、y平面に対する傾きを差動トランスで検え、これを増幅してサーボモーターを働かせ、この回転角を主レゾルバに与えて、x、y分電圧を発生させ、予め電氣的に90°の位相差を持った補正用レゾルバ信

号と重畳させ、その合成信号をとり出している。

※差動変圧器

これは機械的変位量をそれに比例した電氣量に変換するための電磁変換素子の一種であり、 x 、 y 平面内の傾斜量を電圧に換算して増幅器に掛け2相サーボを駆動するための信号源となっている。

以上の信号源と制御器とを組合せて、駆動部を制御するために次に記述する制御装置がある。

ハ) 制 御 部

この装置は発振回路、変調回路、演算増幅回路、点弧回路等により形成され駆動部を制御している。

※発振回路

これはレゾルバよりの信号入力を精度よく、早く伝達するために使用されたもので、5 K H z の搬送波を発振させている。

発信回路にはコンデンサーと抵抗を用い、位相の変化させることにより、正帰還を掛け、トランススタの電流増幅度 A_i が大きい時、すなわち $A_i \geq A_t$ の時に発振が持続するよう計画されている。

※変調回路

信号と 5 K H z で変調された信号入力はリング復調器に掛って復調され点弧回路へ送られる。そして、搬送波は出力トランスで打消されて側波帯のみが現れる。この回路を図 4.5.12 に示す。

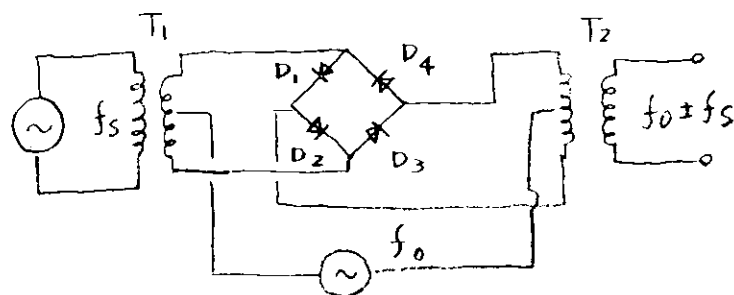


図 4.5.12 変 調 回 路

この動作は、上下2つの側波帯のみは現われるが搬送波は出力に現れないからフィルター回路で1つの側波帯のみを得るように組まれている。

これは図 4.5.13 のように搬送波の正、負半サイクル毎に位相が逆となり搬送波が打消された波形となって現われることを説明することができる。

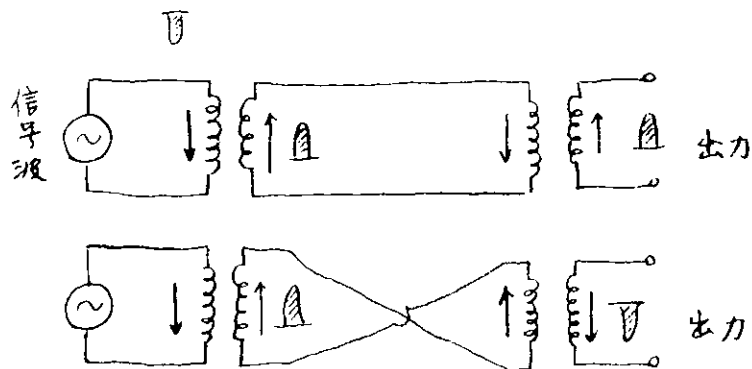


図 4.5.13 フィルター回路

※演算増幅回路

補正信号と主信号とを加算するために安定性がありゲインの非常に高い直流増幅器が用いられている。

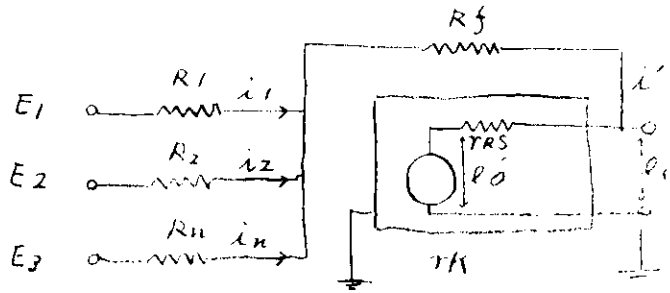


図 4.5.14 加算回路

図 4.5.14 は加算回路の説明図であり入出力の関係は次の式により示される。

$$\frac{e_0}{e_i} = -\frac{Z_f}{Z_i} \left(\frac{rk}{rk+1} \right) \times \left(\frac{1 - (Z_f / kZ_s)}{1 + (Z_f + rZ_s) / (rk+1) Z_i} \right) \quad (\text{シーケンス自動制御便覧より})$$

ここで $Z_f, Z_i \gg Z_s$ とすれば $r \approx 1$ となり k の値が充分大きく $\frac{Z_f}{kZ_i} \ll 1$ とすれば

$$\frac{e_0}{e_i} = -\frac{Z_f}{Z_i} \quad \text{となる。}$$

すなわち入力電圧 e_i と出力電圧 e_0 との比が符号が変化して入力インピーダンス Z_i と帰還回路インピーダンス Z_f との比となり Z_f, Z_i のインピーダンスを変えることによって加算値を振幅、位相誤差を極力少くして作り出すことができ、補正信号、主信号の重畳がアナログ的に可能となっている。

※点弧回路

S. O. R の点弧回路は差動増幅器とユニジャンクション (U. J. T) 方式を組合せ採用している。

差動増幅器は温度によるドリフトの影響を極力減少させ電流変化を打消すように作動する効果をねらい U. J. T 方式は温度変化に対し比較的安定でパルスの繰返し周波数の範囲が広く、かつ選振が容易である点から本方式を採用している。

(2) 試験結果

(a) ガス切断実験

(i) 実験方法

切断条件 (予熱ガス、酸素の流量、圧力、火口距離、開先角度、火口番数、被切断材質および板厚を一定にし、切断速度を変化させ切断面の品質並びに真直度を計測した。

(iii) 切断条件

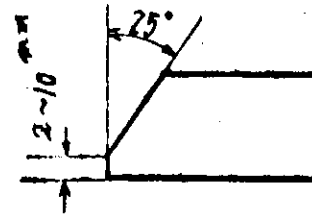
被切断材質	SS 41
" 板厚	2.0 mm
" 曲率	4 m ^R ~ 3.6 m ^R
" 表面処理	ショットブラスト后ウォッシュプライマ塗布
一回の切断長	3 m

予熱ガスの種類

使用火口 直切り用
 " 開先切り用
 火口距離
 切断形状

溶解アセチレン

1 # (普通型)
 3 # (")
 8 mm



註) ルートフェースは計測上
 2~10mmと、た、

註) ルートフェースは計測上2~10mmにとった。

予熱ガス圧力、流量

イ) 直切り用	0.1 Kg/cm ²	220 l/H
ロ) 開先切り用	0.12 Kg/cm ²	390 l/H

予熱酸素圧力、流量

イ) 直切り用	0.1 Kg/cm ²	650 l/H
ロ) 開先切り用	0.2 Kg/cm ²	1020 l/H

切断酸素圧力、流量

イ) 直切り用	2.6 Kg/cm ²	4300 l/H
ロ) 開先切り用	3.6 Kg/cm ²	6900 l/H

註) 圧力、流量測定には試験パネルを利用した。

iii) 計測方法

イ) 計測項目

- ① 粗 度
- ② 切断面上縁の溶け
- ③ スラッグの剥離性
- ④ 開先角度
- ⑤ ルートフェース
- ⑥ 真 直 度

①~③はWES 118-1963 ガス切断標準片による目視判定

④は角度ゲージ図4.5.15

⑥はオプティカルマイクロメーター使用、図4.5.16

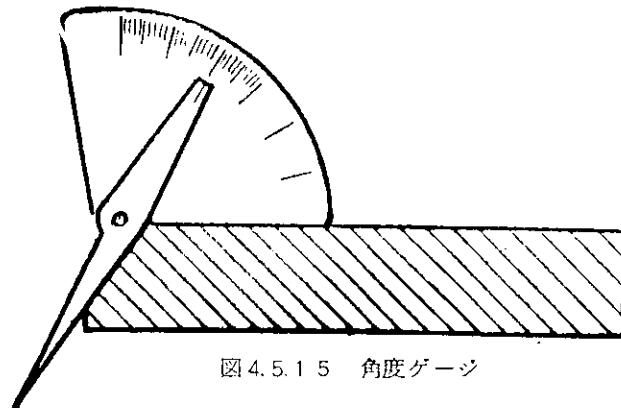


図4.5.15 角度ゲージ

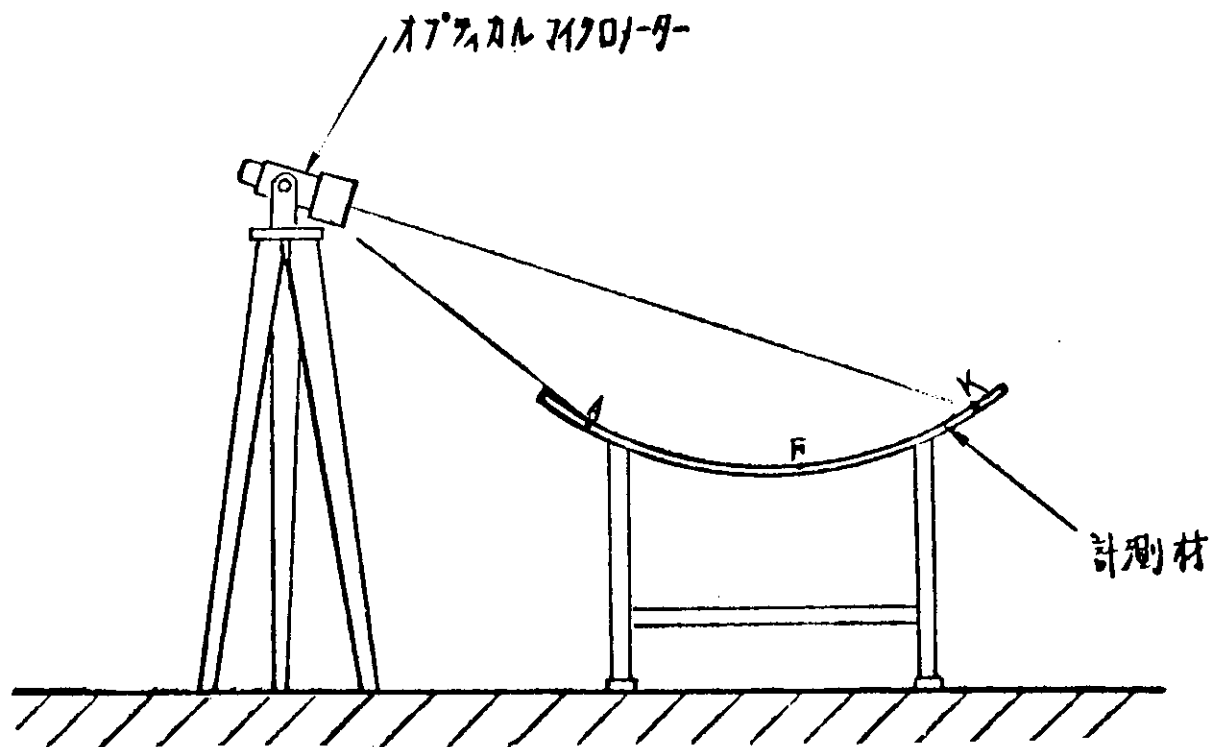


図 4.5.1 6 真直度計測

ロ) 計測位置

切断方向を 200 ㎜ 毎の等間隔に区切りその点における切断品質を計測した。図 4.5.1 7

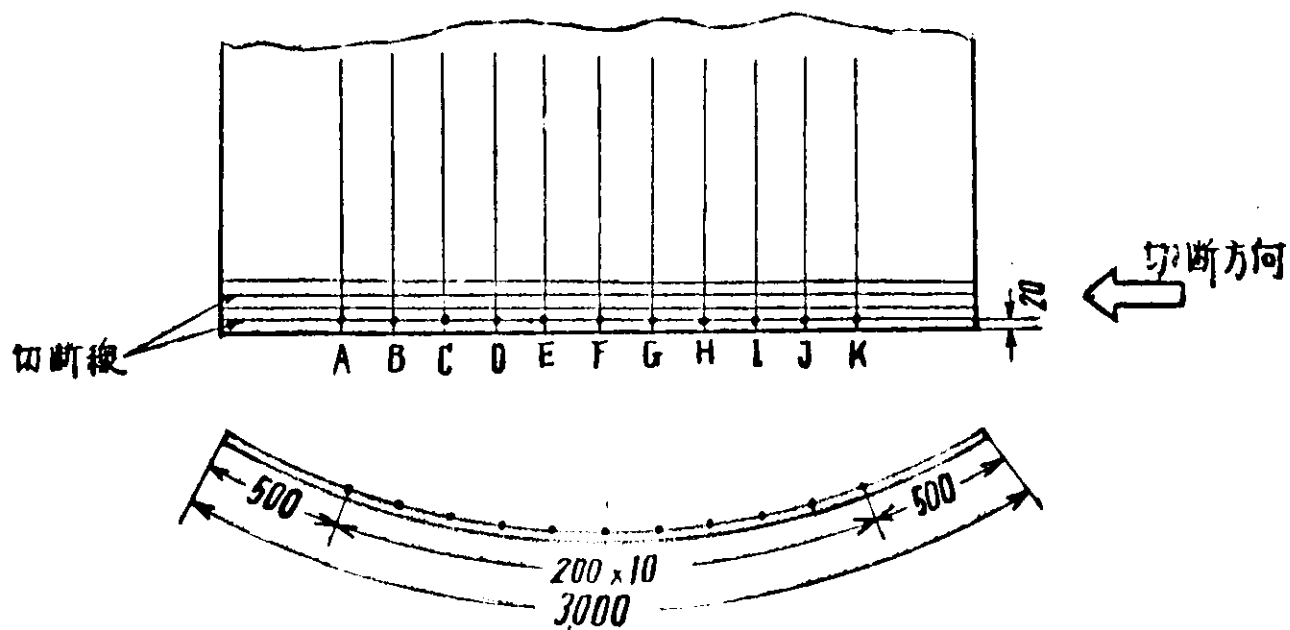


図 4.5.1 7

真直度計測は図 4.5.1 8 の A、K 2 点を基準とし B～J の点の位置を計測した。

切断面上縁の溶け、開先角度、スラグの剝離性(上)、(下)は図 4.5.1 9 の如く計測した。

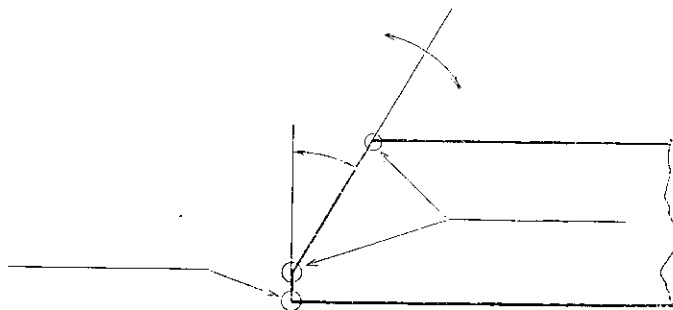


図 4.5.18

IV) 切断面品質判定基準 (WES 118 限度見本に依る)

粗 度	1 級	50 μ
	2 級	100 μ
	3 級	200 μ
上縁の溶け	1 級	溶解した状態は認められないが僅かに丸みを帯びている。
	2 級	連続的に丸みが発生し溶融性のスパッターがある。
	3 級	比較的大きな丸みと同時にコーナー部に溶融鉄が付着しスパッターも連続的に発生している。
スラグ剝離性	1 級	粗状のスラグが点々と付着するが、こん跡を残さないでほとんど自然に剝離する。
	2 級	ハンマーで軽く叩くかあるいは少し力を入れて引っ欠けばこん跡を残さないで剝離する。
	3 級	棒状に付着しタガネを使用しないと剝離が困難であって多少のこん跡を残す。
	級外	遊離鉄を含有して剝離性が極めて悪く除去した後にもこん跡を残す。
真直度 (P) mm	溶接開先のすき間および自由縁の直線性を保持するに必要な数値を考慮して等級が定められており長さに対する割合をとらず 1 つの切断縁の全長にわたる最大値をとっている。	
	1 級	$P \leq 0.4 \text{ mm}$
	2 級	$P \leq 0.8$
	3 級	$P \leq 1.5$
	4 級	$P \leq 4.0$

V) 実験結果

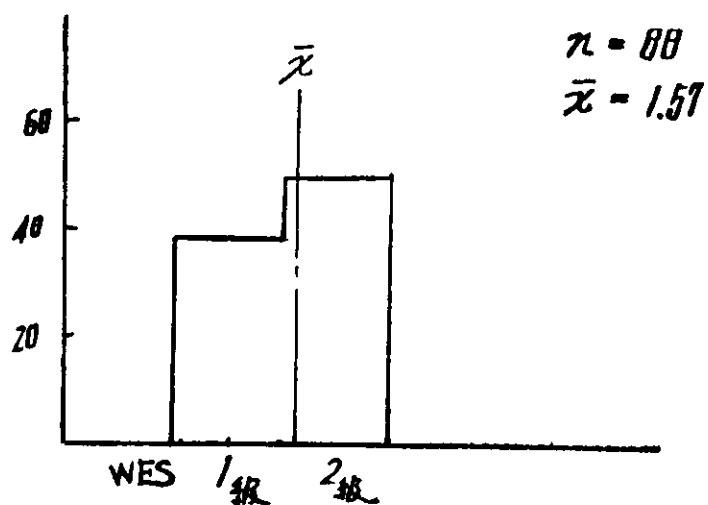
No.	計測点	粗 度	上縁溶け	スラグ剝離性		間先角度	ルートフェース	平 面 度	真 直 度
		(級)	(級)	上(級)	下(級)	($25 \pm \alpha^\circ$)	$\pm \beta$	(級)	($\pm X$)
1	A	2	1	1	級外	0	0	2	0
	B	1	1	1	"	0	0	2	-0.7
	C	1	1	1	"	0	+0.5	2	-0.1
	D	2	1	1	"	+1	0	2	-2.4
	E	1	1	1	"	0	0	2	-1.4
	F	2	1	1	"	0	0	2	-1.4
	G	2	1	1	"	+1	-0.5	2	-1.4
	H	2	1	2	"	0	0	2	-1.4
	I	1	1	1	"	0	0	2	-0.5
	J	1	1	1	"	0	0	2	-0.1
	K	1	1	1	"	0	0	2	0
2	A	1	1	1	3	-0.5	0	2	0
	B	1	1	1	3	-0.5	0	2	-0.5
	C	1	1	1	3	-0.5	0	2	-0.5
	D	2	1	1	3	-0.5	0	2	-0.7
	E	2	1	1	3	-0.5	+0.5	2	-0.5
	F	1	1	1	3	-0.5	0	2	-0.5
	G	1	1	1	3	-0.5	0	2	0
	H	2	1	1	3	-0.5	0	2	0
	I	2	1	1	3	-0.5	+0.5	2	-0.5
	J	1	1	1	3	-0.5	0	2	-0.5
	K	1	1	1	3	-0.5	0	2	0
3	A	2	2	2	3	+0.5	0	2	0
	B	1	2	2	3	+0.5	0	2	0.4
	C	1	2	2	3	+0.5	+0.5	2	0.4
	D	2	2	2	3	+0.5	0	2	-0.5
	E	1	2	2	3	+0.5	-0.5	2	-0.5
	F	2	2	2	3	+0.5	-0.5	2	-0.5
	G	1	2	2	3	+0.5	0	2	0
	H	1	2	2	3	+0.5	0	2	-0.2
	I	2	2	2	3	+0.5	0	2	0
	J	2	2	2	3	+0.5	0	2	+0.2

No.	計測点	粗 度	上縁溶付	スラグ剝離性		開先角度	ルートフェース	平 面 度	真 直 度
		(級)	(級)	上(級)	下(級)	($25 \pm \alpha^\circ$)	$\pm \beta$	(級)	($\pm X$)
4	K	2	2	2	3	+ 0.5	0	2	0
	A	2	2	2	3	+ 0.5	+ 0.5	2	0
	B	1	2	2	3	+ 0.5	+ 0.5	2	- 0.4
	C	1	2	2	3	+ 0.5	0	2	+ 0.5
	D	2	2	2	3	+ 0.5	0	2	- 0.6
	E	2	2	2	3	+ 0.5	+ 0.5	2	+ 0.5
	F	1	2	2	3	+ 0.5	0	2	- 0.8
	G	1	2	2	3	+ 0.5	0	2	- 0.8
	H	1	2	2	3	+ 0.5	- 0.5	2	+ 0.3
	I	2	2	2	3	+ 0.5	- 0.5	2	+ 0.3
	J	1	2	2	3	+ 0.5	- 0.5	2	+ 0.3
5	K	2	2	2	3	+ 0.5	0	2	0
	A	2	2	1	3	0	0	2	0
	B	2	2	1	3	0	0	2	- 0.7
	C	2	2	1	3	+ 1	0	2	- 0.7
	D	1	2	1	3	+ 1	+ 0.5	2	- 1.0
	E	2	2	1	3	+ 1	+ 0.5	2	- 0.7
	F	2	2	1	3	+ 1.5	0	2	- 0.7
	G	1	2	1	3	+ 1.5	0	2	- 1.5
	H	1	2	1	3	+ 1.5	- 0.5	2	- 0.8
	I	2	2	1	3	+ 1.5	- 0.5	2	- 0.7
	J	2	2	1	3	+ 1.5	0	2	0
6	K	2	2	1	3	+ 1	0	2	0
	A	2	2	1	2	+ 1	0	2	0
	B	2	2	1	2	+ 1	0	2	- 0.5
	C	1	2	1	2	+ 0.5	0	2	- 0.5
	D	2	2	1	2	+ 0.5	0	2	- 0.7
	E	2	2	1	2	+ 0.5	0	2	- 0.5
	F	1	2	1	2	0	0	2	- 0.8
	G	2	2	1	2	0	0	2	- 0.8
	H	2	2	1	2	0	- 0.5	2	- 0.8
	I	2	2	1	2	0	0	2	- 0.5

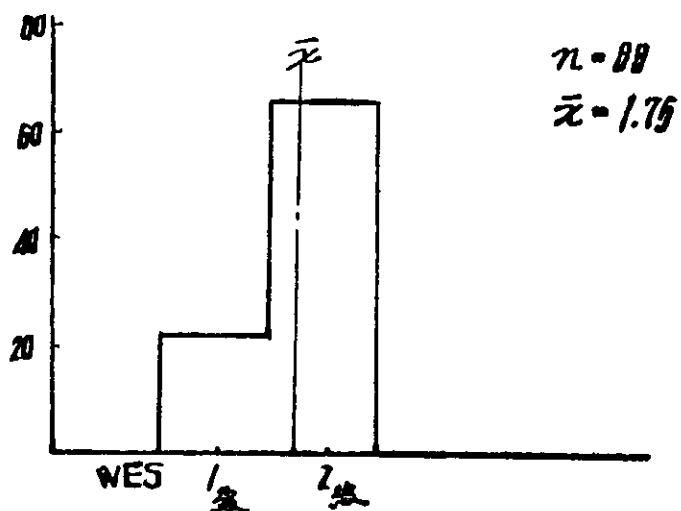
No.	計測点	粗 度	上縁溶け	スラグ剥離性		開先角度	ルートフェース	平 面 度	真 直 度
		(級)	(級)	上(級)	下(級)	($25 \pm \alpha^\circ$)	$\pm \beta$	(級)	($\pm X$)
46	J	2	2	1	2	0	0	2	-0.5
	K	2	2	1	2	0	0	2	0
7	A	2	2	1	2	0	0	2	0
	B	1	2	1	2	0	-1.0	2	0
	C	1	2	1	2	0	-0.5	2	0
	D	2	2	1	2	0	0	2	+0.2
	E	1	2	1	2	0	-0.5	2	+0.3
	F	2	2	1	2	0	0	2	+0.8
	G	2	2	1	2	0	0	2	+0.6
	H	2	2	1	2	0	0	2	+0.6
	I	1	2	1	2	0	-0.5	2	+0.6
	J	2	2	1	2	0	0	2	+0.6
	K	2	2	1	2	0	0	2	0
8	A	2	2	1	3	+1	0	2	0
	B	1	2	1	3	+1.5	0	2	-0.3
	C	1	2	1	3	+1.5	-1.0	2	-0.3
	D	1	2	1	3	+1.5	-0.5	2	-0.5
	E	2	2	1	3	+1.5	0	2	+0.2
	F	2	2	1	3	+1.5	0	2	+0.4
	G	1	2	1	3	+1.5	0	2	+0.2
	H	2	2	1	3	+1.5	+0.5	2	0
	I	1	2	1	3	+1.5	+1	2	0
	J	2	2	1	3	+1.5	0	2	0
	K	2	2	1	3	-0.5	0	2	0

度数表

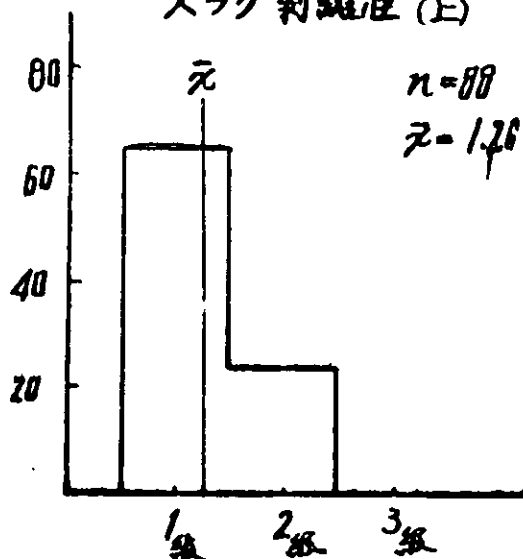
粗 度



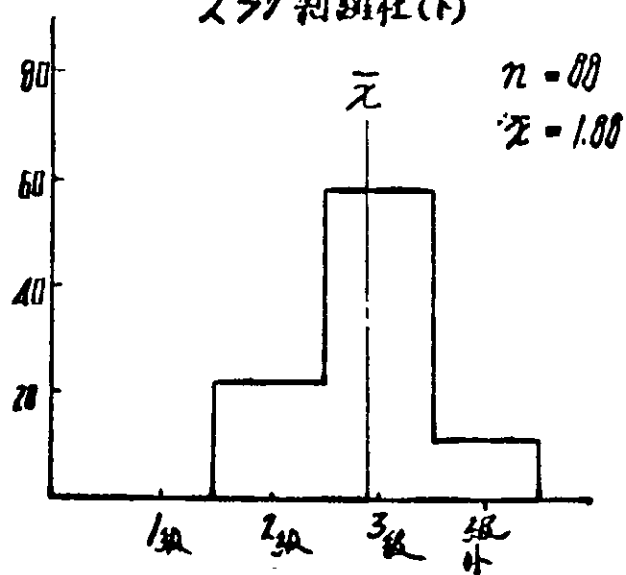
上縁の溶け



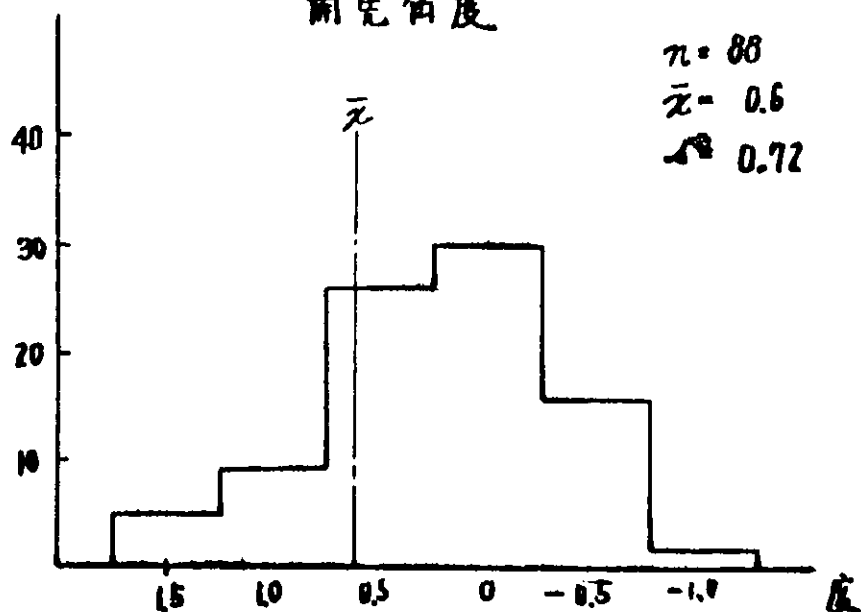
スラグ割離性(上)



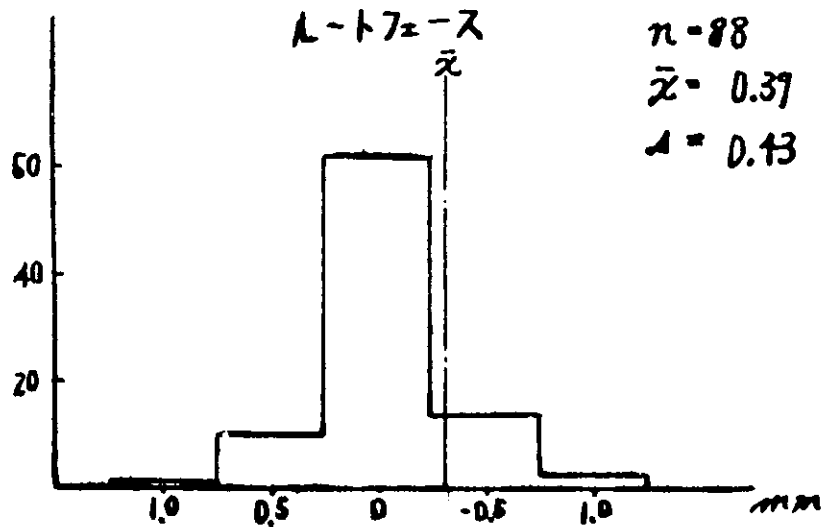
スラグ割離性(下)



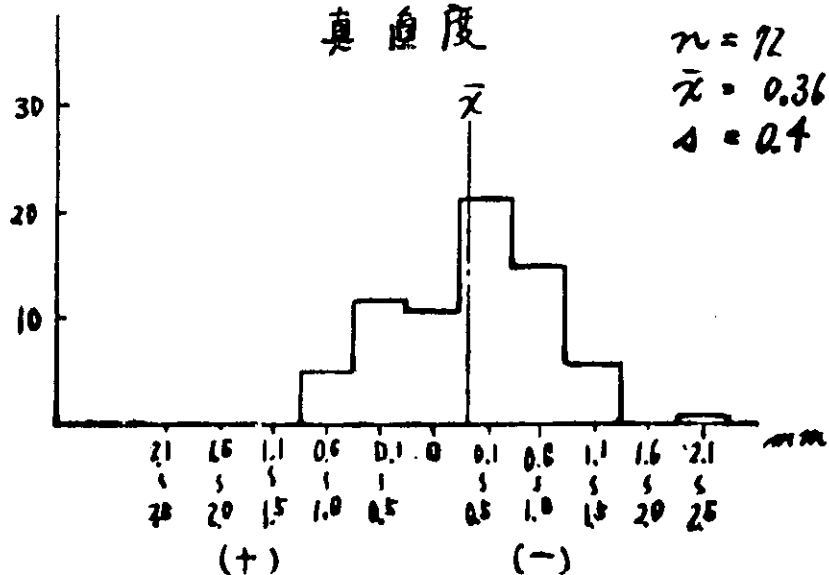
南光角度



北-ト7±-ス



真直度



(v) 切断品質評価

№	切断速度
2	340 mm/min
3	420
4	"
5	400
6	"
7	"
8	450

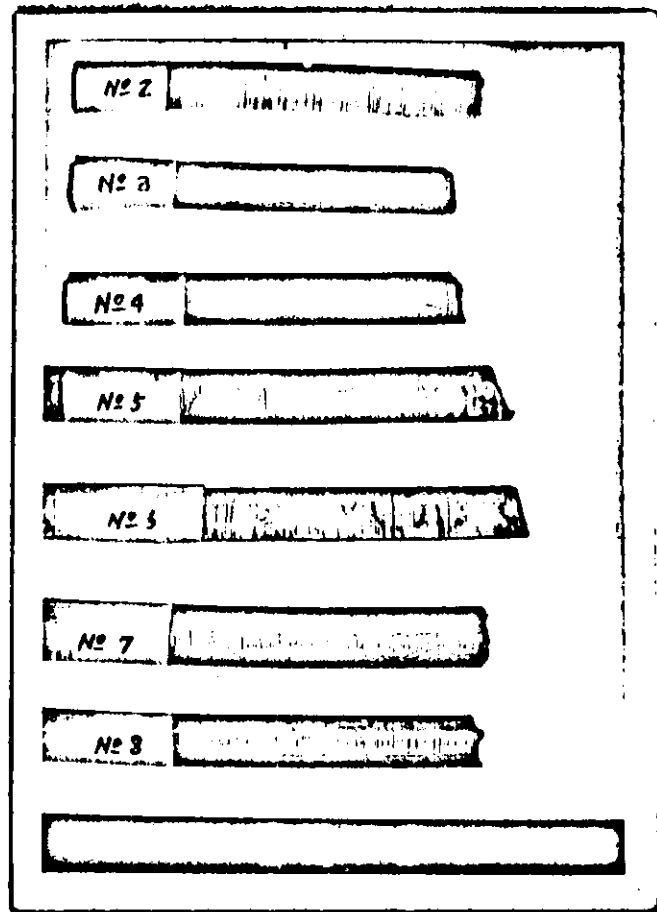


写真 1

切断速度を340～450 mm/minに変化させても著しい違いは見られない。2級切断面である。

ドラグラインの距離も均一で特に粗度が変化しているところはない。

(ii) 上縁の溶け

可搬式自動切断機で切断したものと同程度(2級)の品質が得られた。

(iv) スラグ剝離性

板の上面とルートフェース上部に付着するものがほとんどであるが、板の上部に付着するものはWES 2级以上で手で軽くとることができる。ルートフェース上部に付着するものはWES 2～3級でハンマーで叩かなければ取れない。なお一度とれると連続的に剝離する。

(v) 開先角度

精度のバラツキはない。実用上問題はない。

(vi) ルート・フェース

写真1では、ルートフェースの量は大小様々であるが、火口間の距離を保持していなかった為差が出た。倣い精度によりルート・フェースの量が変わるため一見して倣いの良否が判定できるが本装置は±0.5 mm以上入っているので問題はなさそうである。

(vii) 平面度

著しい変化は見られないがWES 2級程度である。

(b) 考察

旧センサーの制御方式で曲面を倣わせながら滑らかなガス切断精度を得る事は、ON、OFF 制御である以上限界がある。ましてこれに連続的な倣いを強い切断制度1級の成果を期待することは所詮無理という判断から、従来のON、OFF 制御のサンプリング方式をやめ、差動トランスによるアナログ制

御に切換えたことは成功であった。

そしてかねて目標とする切断精度1級の目的は辛くも達せられた。併しながらその条件を適確に再現させることには依然として問題がないではなく、更に電氣的、機械的な面とガス切断の面とで倣い性とガス切断精度向上に寄与する。

決定的な要因を追求することの必要性を改めて痛感した次第である。

以下試験研究を推進する段階で得られた考察を記述する。

- (i) ガス切断の精度を左右する決め手となる流体の挙動は今回の流量計による計測から比較的掴み易くなって来た。

また、部材の温度、予熱の程度も流量計の示度をベースとして感覚的に理想とする状態にまで調整することができ、また、再現性にも或程度の期待が持たので、ガス切断のモードを管理し易くなった。できれば、ガス切断の挙動を適確に把むことのできるユニークな計測装置の開発を望みたい。若し現存するなら御教示賜り度く・・・。

- (ii) 使用ガスのプロパンとアセチレンとでは、予想のごとくアセチレンの方に優位性が認められた。特に切りこみ部分にその傾向が顕著であった。

- (iii) 試作機のy軸桿の支点はピン1本であり、200kg近い装置を上、下させるには如何にも貧弱な感がある。事実、y軸桿の平面に対する角度如何では、モーメントが大となって有害な振動が生じ、倣い性を低下させ、ひいては切断精度の障害ともなり得る。そこでy軸支持機構をリンク装置等を取り合い、強固なものとする一方、バランスウエイトによる釣合機構をも加えて、無理でないバランスのとれた姿勢に重心をコントロールさせる必要性が認められる。

- (iv) 弓形シリンダーは倣い性を左右する重要な機能を有しているものであるが、形状が特殊であり、かつ、空気圧とバランスしている。そしてその結果シリンダーの中を滑動する角形ピストンの複雑な運動は定性化されている。故にこれ等部品の工作精度を厳しく律しなければならず、部材加工の段階で残存歪を厳格にチェックする必要がある。試作機のもはこの点が甘く、倣い性の精度向上のブレーキとなっていることも否めない。

- (v) 火口の位置は切断精度に敏感に利いて来るので部材との間隔、直切り、開先切り、両火口の間隔を自由に微調整し得る装置を新設する必要がある。

- (vi) 倣い装置のセンサー取付台上にあり、倣いのパターンを決定づけるA、B、C各点の相対間隔を調整し、倣い性の最良点をA、B、C各点に与えるような位置調整装置の新設が望まれる。

- (vii) 弓形シリンダーは約25mmφの丸棒でジャーナル部分を支えているので、空気圧力の変動や、衝撃、装置の故障等で無理な力が掛った場合、曲損してしまうことがある。実験中にも再三脅威に曝され、遂にシャフトを新替せざるを得ない事故に出会ったこともあった。このような事故を防止するために弓形シリンダーの下死点で装置の運動を制限する機構が必要である。

- (viii) 検出器には差動トランス2個を使用しているが、何れも機械的強度に問題があり、見るからに貧弱であった。中味の電氣的な交換部分はとにかくとして取付部分、部材との接触部分はより頑丈なものが必要であろう。

- (ix) 検出器から情報をとり出し、x、y方向の分力を電氣的に発生させる、主、補レゾルバの信号は制御系の重要なポイントであるが、この電圧信号にしばしば位相づれが生ずる現象が観察された。位相づれが進むと結果として重量信号が乱され、x、y軸のサーボモーターの回転速度に誤差が生じて倣

いは当然低下することになる。従って位相変化を自動的に矯正する位相調整器の取付けが望ましい。
(X) 制御系は各信号のよりよい精度とより早い伝達、即応性を期して5 KHzの搬送波を使用している。
故に外部からの迷走電流に対して敏感に反応し、誤動作の原因ともなっている。外乱信号の防止器（帯域フィルター）を取り付け、誤動作を防止すべきであろう。

また、盤内の無計画な機器配置、並に配線に起因して生ずる相互誘導障害にも適切な防護対策が必要と考えられる。

(xi) ガス流体を定量化し、ガス切断精度の向上と再現性を計るためには、切断火口に近く適当な計器が必要である。

最小限各ラインの圧力をチェックするための圧力計を操作パネルに取付けるべきであろう。

(xii) 装置上、切断火口の吹管は中圧型を使用せざるを得ないが、低圧用に比べ、ガスラインに酸素の逆流の現象が起る傾向が見られ、小さな爆発事故もあったので逆火防止器を装置化して取付ける必要が認められる。

(xiii) 試作機の流体配管では各火口に流量の干渉があって、電磁弁の開閉等により、その都度焰の状態が変動する現象が見られた。装置の管内圧力損失を極力減少するよう配管設計を変更する必要がある。

4.5.3 効果および問題点

(1) 技術上の効果

大組立ブロック完成后、高精度にブロック周辺の仕上げを行ない搭載工程における接手精度の向上を計れば技術上の効果は次のものがあげられる。

(a) ブロック接手部の良好な開先を確保し、溶接品質の向上に寄与する。

(b) 自動化により建付作業の一部が省力化できる。

建付作業を分類すると

ブロック受取りの準備（ガイドピース、ワイヤー、支柱、ジャッキ、ワンドル）→荒決め※→位置決めの寸法計測→マーキング→切り合せ※→ブロック引寄せ※→仮付→溶接

※印の作業が廃止できる。

(c) 搭載工程の高所作業を削らし作業員の安全性向上

(d) 建付作業非熟練者の早期戦力化

(2) 経済上の効果

経済上の効果を挙げると次の如くなる。条件として、年間建造隻数を20万トンタンカー4.5隻とすると、一日の最大搭載ブロック数は2ブロックである。

また1ブロック当りの切断長は2辺を内業工場で作上げるものとする、平均切断長は3.3 M/BLOCKである。この条件で装置台数を検討すると次の如くなる。

(a) 装置台数について

装置の切断速度450 mm/min、Flame time Ratio 67%とすると、1ブロック当りの切断所要時間は下記の計算の通り2時間となり、1日の最大搭載ブロック数の2ブロックは、本装置を1台設置すれば十分に賄いきれる。また本装置のオペレーターは2名/台とする。

$$3.3 \text{ M} / (0.67 \times 0.45 \text{ M/分}) \approx 110 \text{ 分}$$

$$\approx 2 \text{ H/BLOCK}$$

(b) P E計算

本装置の設備費用、据付費用、耐用年数、期待収益率をそれぞれ次の如く仮定する。

設 備 費 用	4,000万円
据 付 費 用	300万円
合 計	4,300万円
耐 用 年 数	5 年
期 待 収 益 率	10%

これによると年間の資本回収は1,335.2万/年となる。

計算式

$$\left(\underbrace{4,300 \text{ 万}}_{\text{投資金額}} \times \underbrace{\frac{(1+0.1)^5 \times 0.1}{(1+0.1)^5 - 1}}_{\text{資本回収係数}} \right) + \underbrace{(100 \text{ 万} \times 2 \text{ 名})}_{\text{オペレーター}} = 1,335.2 \text{ 万/年}$$

一万、省力時間を計算すると次のごとくなる。

建 付 時 間	16,000 H・・・1隻当り
溶 接 時 間	22,500 H・・・1隻当り

として、建付の40%および溶接の10%の時間がそれぞれ省力されるものと仮定すれば、年間省力時間は3,892.5 Hとなり、時間当りチャーチを643円とすると年間2,503万円の省力金額となる。

計算式

年間省力時間

建 付

溶 接

$$(16,000 \text{ H} \times 4.5 \text{ 隻}) \times 0.4 + (22,500 \text{ H} \times 4.5 \text{ 隻}) \times 0.1 = 3,892.5 \text{ H}$$

年間省力金額

$$3,892.5 \text{ H} \times 643 \text{ 円} = 2,503 \text{ 万円}$$

上述の投資による資本回収金額と省力金額とを比較すれば、年間1,168万円と品質の向上等の利益を見込むことができる。

比較計算

$$\underbrace{2,503 \text{ 万}}_{\text{省力金額}} - \underbrace{1,335 \text{ 万}}_{\text{回収金額}} = 1,168 \text{ 万/年}$$

(3) 問 題 点

(a) 三次元的微い切断装置は、差動トランスによるアナログ制御に変更したことで成功したが、上か下への切断条件下では、未だ適確な再現をさせることには問題を残している。

しかしこの成功によって、鉄骨、製缶、橋梁の端面切断に使用が可能であり、応用範囲も広く、今後も問題点の究明に力を注いで行く。

(b) 下から上への切断条件下でノロの飛来落下と火口の関係に問題があり、できれば本装置専用の火口を開発すべきであろう。

(c) 曲り外板ブロックは、組立工場によっては屋外に設置せねばならない場合があり、防水対策を考慮す

る必要がある。

- (d) 本装置の研究は、主体を三次元倣いにおいていたのでブロックポジショナーと切断機構の相対関係および位置検出の方法を研究する必要がある。

4.6 曲りブロック自動組立方式

4.6.1 研究目的および研究経過

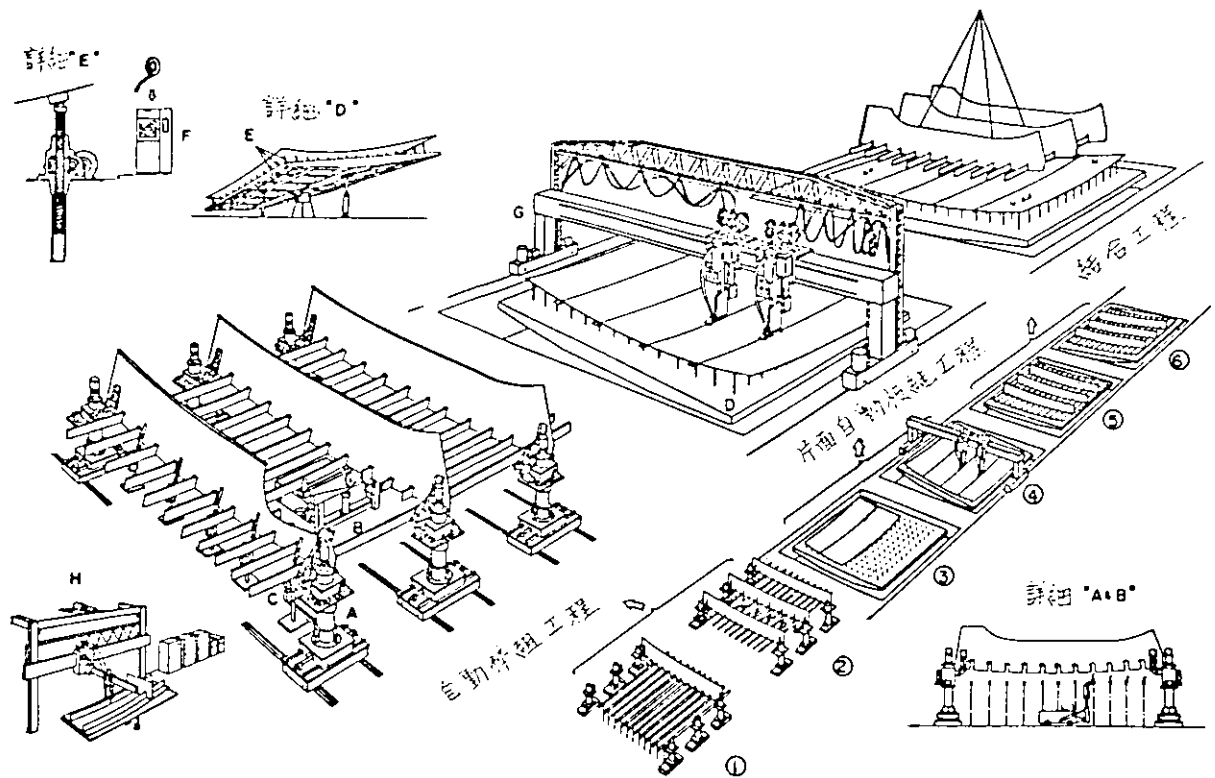
船体の組立工程の機械化、自動化による近代化は、特に造船業のごとき労働集約的な色彩の濃い産業に課せられた重要な課題のひとつである。これまで船体の組立工程の近代化は技術的にそれほど高度なものを必要としない平坦ブロックに限りられていた。

しかしながら船体は流体中を推進する運動体であるから必然的に流線型をとらざるを得ず、その前後部には多くの曲り形状を有する船体ブロックが存在している。これらの曲り外板ブロックが存在している。これらの曲り外板ブロックは不規則な三次元的曲面を有しているためにブロック組立の際の位置ぎめの基準となる基板の部材がないこと、しかも部材の形状や配置がブロックごとに異なるため組立治具もブロックごとに作り直す必要があること、さらに不規則な曲りを有する曲面に対する溶接の自動化も困難なことなどのために、曲り外板ブロックの組立工程は一品生産に近い生産形態をとっており、もっぱら手作業に頼っている。その結果船体曲りブロックの組立作業は個々の作業者の勘と熟練に頼るところが非常に大きい。このように作業者の熟練の度合いにより製品の出来ばえが大きく変わる組立作業に対しては何らかの具体的な対策をたてておかねばならないであろう。

すなわち、造船というのは平坦ブロックに対する main の生産ラインについては近代的な “production type” の産業形態をとっているが、そのかげには、この曲りブロックのように遅れた非近代的な “construction type” の生産形態も同居しているのが現状である。したがってこの曲り外板ブロックの組立について具体的かつ積極的に機械化・自動化を推進しておかないと、将来造船における生産工程のネックになるであろう。

そこで造船を真に近代化していくためには、組立作業が困難であるところの曲り外板ブロックの機械化、自動化が近代化には最も不可欠な要素となるであろう。

以上のような観点から図 4.6.1 に示すような曲り外板ブロックの自動組立構想のもとに、曲り外板ブロックの地上組立工程について、次のように、1) 曲り外板の板継ぎ、2) 内部構造部材の枠組み、3) 外板と枠の結合、の 3 工程に分割し、各作業工程に関して実験用試作機を試作して、一貫した自動組立の検討を行っており、まず昭和 44 年度には曲り外板の片面自動溶接施工に成功し、昭和 45 年度には、内部構造材の枠組方式を確立しひきつづき昭和 46 年度には外板と枠との結合としてスミ肉溶接の自動化を行ない一連の曲りブロック自動組立方式が確立されたと確信する。



A・内部トラス材のボジショナー B・枠組装置 C・ニクスミ内自動溶接装置
D・溶接ボジショナー E・シャック F・数値制御用装置 G・片面自動溶接装置
H・水平スミ内自動溶接装置 (試作機)

図 4.6.1 曲りブロック自動組立方式の概要

4.6.2 船体曲り外板ブロック組立上の問題点とその対策

いま、対象としてとり上げている曲り外板ブロックは前述したように不規則な3次元の曲面を有するため、ブロック位置ぎめの基準となる基板部材がないこと、しかも部材の形状や配置がブロックごとに異なり、組立用治具をたえず作り直す必要がある。また不規則な曲面に対する溶接の自動化がむづかしいという問題がある。

(1) 組立上の問題点

以上のように曲り外板ブロックの組立作業にはその組立方法に絶対的なきめ手を欠くこと、平坦ブロック組立にくらべて熟練度の高い作業者を必要とする結果、ブロック組立精度のバラツキを大きくしている。すなわち曲り外板の板継ぎにおいては、曲りの形状に合った精度の高い組立定盤面が必要であるし、曲げ加工の誤差も多少矯正できるような基準をもった曲面組立治具でないと単に外板の支えというだけで、ほんとうに曲面形成治具としての機能を果たさない、また内部構造部材の枠組にしても基準となる部材がきめられず、トラス材とロンジ材との相対的な位置関係をみながらの作業では枠自体の精度はもちろんのこと、そのようにして組立てられた外板と枠組材とを結合してできる曲りブロックの組立精度のバラツキが大きくなるのは当然であり、したがって後続の船台工程での手直し工事量も多くなる。

溶接のもたらす問題として、まず第一に傾斜曲面の突き合せ継手の自動がある。従来、曲り外板用にはサブマージアーク法が改良小形化され使用をされてきているが、継手傾斜があるため、1 pass で多くの溶融金属をつけることができず、少なくとも2層以上の多層盛で溶接せねばならなかった。そのため銅

板の拘束が十分でないと大きな角変形が生じて 1 pass 溶接の場合にくらべて、発生するひずみが増大する。したがって溶接層数をへらしかつ作業を容易にするためのポジショニングが必要となる。また板厚が 2.5 mm 以上になるとひずみがのこり、より強力な拘束が必要となる。このひずみも、前述の組立治具の精度や部材の加工精度に重畳され、後続の船台工程への影響を大きくしている。またスミ肉溶接についての問題点は、ひずみも問題になるが、むしろ不規則な継手線をどのようにして溶接するかにある。

(2) 曲りブロック自動組立による問題の解決

以上のべた問題点を根本的に解決するため、曲り外板ブロックの組立工程を曲り外板継ぎ工程と内部構造部材の枠組工程と、これらの板と枠を結合する工程の 3 工程にわけ、各工程において精度をチェックする組立方式を考案した。本方式によると(1)板継ぎ工程では数値制御により、高精度の曲面組立治具を準備し、これにより曲り外板の形状のチェックと拘束用電磁石によるある程度の曲げ誤差の修正を行ない、さらに溶接ポジショナーと上記電磁石を使用して 1パス片面自動溶接を行なうと同時に、溶接による歪を全面的に防止する方法をも可能にしている。(2)枠組工程では部材相互の位置を正確にきめる枠組治具を使用して、位置きめの基準部材をきめ部材の精度チェックをしている。(3)結合工程では、それぞれの基準にて組立てられた外板と枠とを合せることにより両者の組立を円滑ならしめるとともに最終的な両者の精度チェックを行なうようにしている。

4. 6. 3 船体曲りブロックの自動組立方式の具体化案

(1) 曲り外板の自動板継ぎ工程について

(a) 曲り外板自動組立方式の概要

曲り外板自動組立方式は図 4. 6. 2 に示すように(1)数値制御による曲面組立治具の作成、(2)曲げ加工された外板の配置、継手の仮付、片面自動溶接用の裏当の取付、(3)曲り外板をポジショニングしながら 1パスで片面自動溶接を行なう方式で、曲面組立治具作成の自動化およびポジショナーを使用することにより曲り外板全継手に対する 1パス片面溶接法の適用ならびに溶接電極の多数化および大電流の使用による溶接の高速化をねらっている。

(b) 各種装置の機構とその主な仕様

試作した装置は、図 4. 6. 3 に示すような小型模型で(1)曲り外板用組立治具、(2)制御装置、

(3)溶接用ポジショナー、(4)片面自動溶接装置の 4 つの主要部により構成されている。その主な仕様は表 4. 6. 1 に示すとおりである。

組立治具は多数の支柱状治具を使用して曲り外板をうける曲面を設定する装置で、治具の高さ位置きめ制御には数値制御方式による時分制制御方式を採用し、多数軸の同時制御を可能にしている。

溶接用ポジショナーは図 4. 6. 4 に示す。ポジショナーにはターンテーブル方式を採用し、曲り外板を連続的から滑らかに水平制御させ、傾斜面の継手に対しても 1パス仕上げの片面自動溶接の適用を可能にしておき、水平位置の検出は、ノズルの前方に、水平状態でバランスさせ設置した差動トランスで、

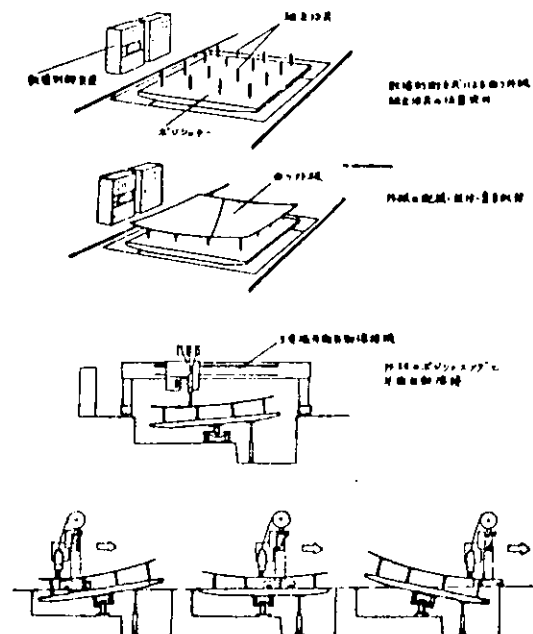


図 4. 6. 2 曲り外板自動組立方式

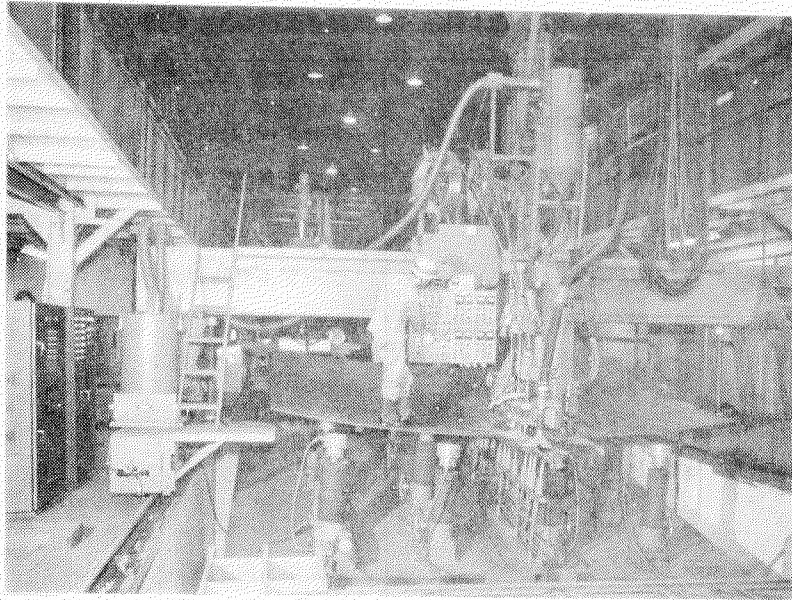


図 4.6.3 曲り外板自動板継ぎ装置

ブロックの傾斜による出力電圧の変動を検知し、直流サーボモーターで、その出力電圧に比例した速度で傾斜を減少させる方向に回転する機構になっており、ごくわずかな傾斜であっても 0.2～0.3 秒の範囲でモーターを作動させ溶接に対して十分な水平姿勢が、確保できるようになっている。

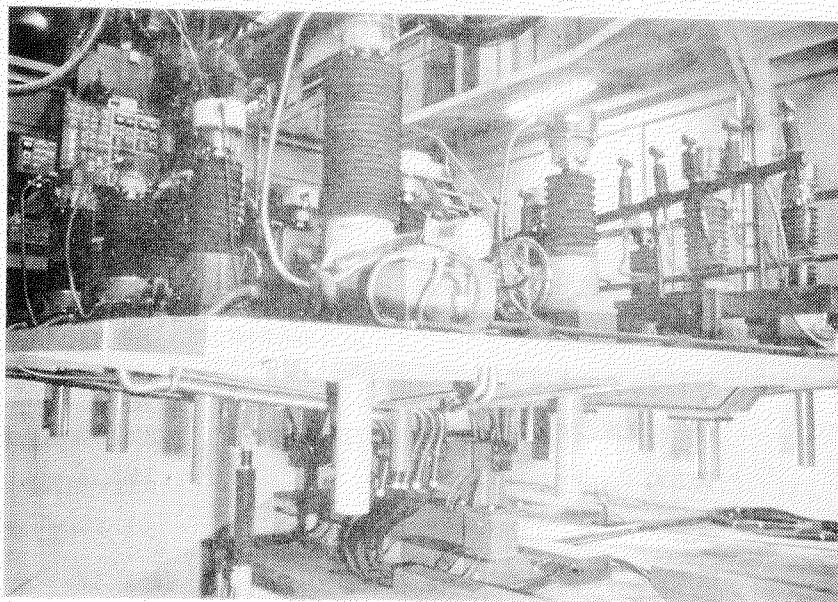


図 4.6.4 溶接用ポジショナー

片面自動溶接装置は門型台車方式を採用し、これを装置化することにより、電極数の増加（3 電極）および開先自動做い装置を装備せしめ溶接の高速化と開先の自動做いを可能にしている。また溶接装置の上下ならびに左右方向の位置制御は差動変圧器にて偏差を検出し、サーボモーターにフィードバックして制御している。溶接速度の機構にはシンクロ做い式の数値制御で周速一定の制御を行なっている。本装置を使用することにより、特殊な形状のものをのぞき、船体曲りブロックの全体の約 80% の溶

接の自動化が行なえる。

表 4.6.1 曲り外板自動板継ぎ装置の主な仕様

曲り外板組立治具（電動スクリージャッキ）		溶接ボジショナー	
垂直荷重	1.5 TON/本	テーブル寸法	4,000mm×4,000mm
横荷重	0.4 TON/本	組立治具数	16本（数値制御5本、手動11本）
全ストローク	600mm	テーブル支持方式	中央1点をユニバーサル・ジョイントを介して支持、他の2点（X、Y）を電動スクリージャッキで支持
無負荷駆動トルク	10Kg-cm以下	ジャッキ推力	4 TON（X、Y）
駆動電動機	減速機付3相交流2速度誘導電動機	最大傾斜角度	±15°（X、Y共）
	出動軸トルク 500Kg-cm	最大傾斜角速度	0.2°/sec
制動用電磁ブレーキ	無励磁作動型	傾斜制御方式	傾斜検出器を使用した微い制御
	静止摩擦トルク 100Kg-cm		
最高速度	90mm/min		
電磁石吸引力	2 TON/個（板厚20mm）		
多軸数値制御装置		自動溶接機	
入力指令	8単位紙テープ（EIA標準コード）	溶接法	サブマージアーク溶接法による
座標方式	絶対座標	型式	門型走行式（1ヘッド）
制御軸数	7軸（現在5軸使用）	レールスパン	6,260mm
最大指令値	799mm（実使用範囲0～600mm）	電極数	最大3電極（送給モータ3台）
最小指令範囲	1mm	走行速度	溶接速度 100～1,500mm/min
位置決め速度	90mm/min		早送り 5,000mm/min
位置検出方式	2進化10進出力エンコーダによる絶対値デジタル・フィードバック方式	裏当材	KL-1、FAB
演算制御方式	時分割演算、閉ループ絶対制御方式	上下方向制御方式	上下方向偏差検出器を使用した微い制御
駆動電動機および駆動方式	減速機付3相2速度誘導電動機による4段階（高速、低速、制動、停止）ON-OFF制御方式	左右方向	左右方向偏差検出器を使用した微い制御
		走行速度	シンクロ微い式制御
		旋回	手動方式
		上下方向制御範囲	500mm
		左右方向	4,000mm

(2) 曲りブロック自動枠組工程について

(a) 自動枠組方式の概要

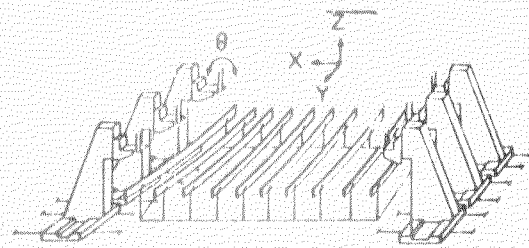
曲りブロックの自動枠組方式は図 4.6.5 に示すように、従来の外板上にロング材を先置きし、トランスとの相互の位置決めを行っていた方式と異なり平行位置にあるトランス材を数値制御にて位置決め

された治具にセットし、そのあとでロング材を下方から差し込み、枠組する方式をとっており、このように、曲りブロックの組立精度に大きな影響をもつ内部構造部材を外板とは別工程で、精度の基準となるべき治具を用いて枠組する方式である。

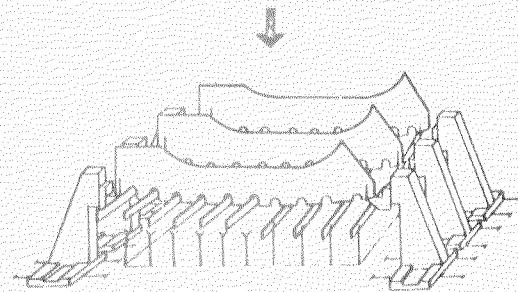
(b) 各種装置の機構とその主な仕様

本装置は(1)数値制御方式によるトランス材枠組装置、(2)ロング材置材装置および(3)ロング材仮置治具とから構成されており、図 4.6.6 には、試作装置の概要を示す。その主なる仕様は表 4.6.2 に示す。

内部構造部材の組立にあたって、組立精度のバラツキを小さくする必要があるが、曲りブロックの組立精度はロング材に比べて、剛性の大きなトランス材の位置きめ精度によってできまると考えられるので、数値制御によって正確な位置きめ可能な治具によってトランス材をセットするのがトランス材の枠組装置である。また本装置は重量物を長時間確保が可能のようにネジ方式をとっている。



① 枠組治具位置決め
およびロング材仮置



② トランス材配材および
ロング材配材, 仮付

図 4.6.5 自動枠組方式

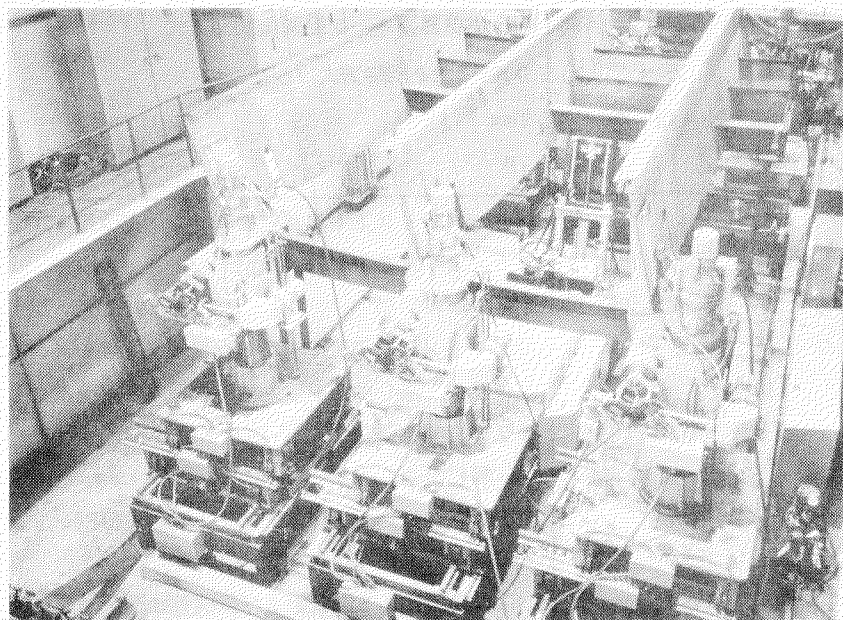


図 4.6.6 曲りブロック自動枠組装置

表 4.6.2 自動枠組装置の主な仕様

項 目		仕 様
ト ラ ン ス 材	組 立 治 具 数	3組
	トランス長さ方向(X)位置決め範囲	500mm (各治具共に)
	" スペース " (Y) "	500mm (" ")
	" 上下 " " (Z) "	2000~2500mm (" ")
	" 倒れ角度 (θ) "	±30° (" ")
	" 保持能力	1.5t/組
	X.Y.Z 方向位置決め速度	100mm/min
	θ " "	20°/min
	X.Y.θ 方向駆動モータ	減速機付ブレーキ・モータ 0.75kW
	Z " "	" " " 1.5 kW
枠 組 装 置	トランス材のクランプ機構	4トン油圧シリンダー使用(各治具とも)
	位置決め制御 (1/2 治具)	数値制御によるON-OFF 制御方式
	" (1/2.3 治具)	リミットスイッチによる押ボタン式ON-OFF方式
	数値制御	
	入 力 指 令	8単位紙テープ(標準EIAコード)
	座 標 方 式	絶 対 座 標
	位 置 検 出 方 式	2進化10進出力、エンコーダによる絶対値 デジタル・フィードバック方式
	演 算 制 御 方 式	時分割演算閉ループ絶対値制御方式
	駆 動 方 式	ON-OFF制御方式
	X.Y.Z 最 小 指 令 値	1mm
ロ ン ジ 材 配 材 装 置	0 " "	1°
	本 体	フォーク・リフト(アタッチ・メント部改造)1台
	エ ン ジ ン(定格出力)	60/2000P.S./rpm
	前 後 方 向 (X) 移 動 調 整	本体の車輪駆動
	左 右 " (Y) "	油圧シリンダー使用のサイドシフトアタッチメント 120mm
	上 下 " (Z) "	本体リフト部(油圧シリンダー使用)一部改造2000~ 2700mm
	前 後 傾 斜 " "	本体傾斜機構(" " ") " ±30°
	左 右 " "	全回転フォーク・アタッチメント取付(油圧シリンダーとス ーギヤーの組合せ)±30°
	水 平 面 内 回 転	本体の後輪による回転および微調整は油圧シリンダー使用によ る回転機能の取付 ±10°
	持 上 能 力	1t(前方傾斜30°、揚高2700mmの場合)
ロ ン ジ 材	ロ ン ジ 材 の ク ラ ン プ 機 構	油圧シリンダーによるクランプ方式、2点支持クランプ 支持間距離 2000mm
	操 作	本体運転台からの手動操作
ロ ン ジ 材	支 持 治 具 数	4組(8個)
	ロ ン ジ 材 保 持 能 力	1.5t/1組

ロンジ配材装置はフォークリフトのアタッチメント部を改造して、ロンジ材を、下向のスロット孔に
 対し差し込む方式にしており、トランス材のスロットを下向にして枠組すれば後続の結合工程で反転操
 作がいらず、作業位置も低くなり安全面
 からも好ましい、改造したフォークリフ
 トのアタッチメント部の機能は、左右方
 向、上下方向、前後の倒れ角度、左右の
 倒れ角度ならびに水平面内での旋回機構
 を有し、いずれも油圧シリンダーによる
 駆動が行なわれている。前後方向の運動
 はフォーク・リフト自体の運動により行
 なわれている。またロンジ材のクランプ
 機能とコントロールは、フォークリフト
 本体の運転台から作業者がトランス材と
 ロンジ材相互の位置を確認しながら手動
 操作により行なうようにしている。

図 4.6.7 はロンジ材配材用フォークリフ
 トのアタッチメント部の詳細である。

以上に述べた自動枠組装置にて枠組し
 た曲りブロック内部構造部材の取り合い



図 4.6.7 ロンジ材配材装置のアタッチメント

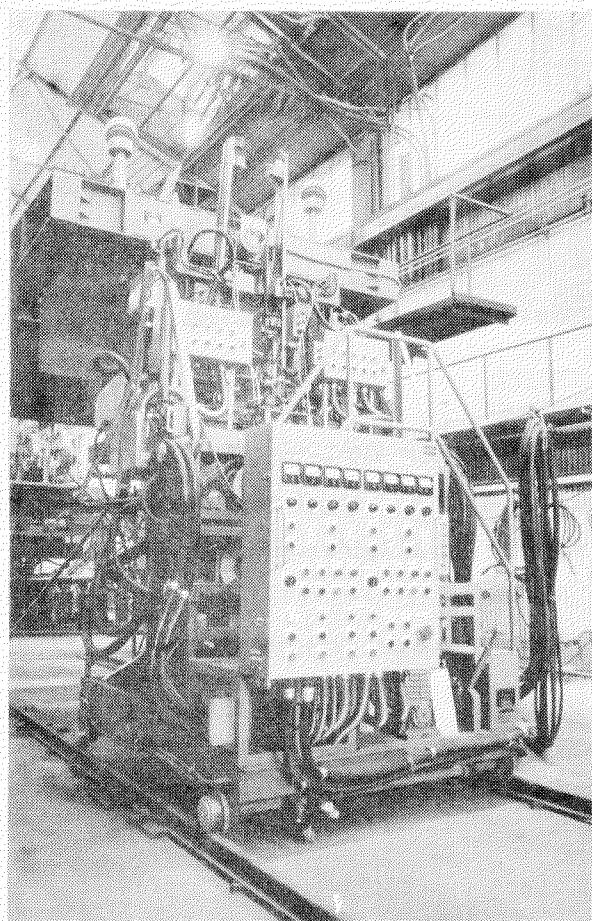


図 4.6.8 単立向スミ肉自動溶接装置

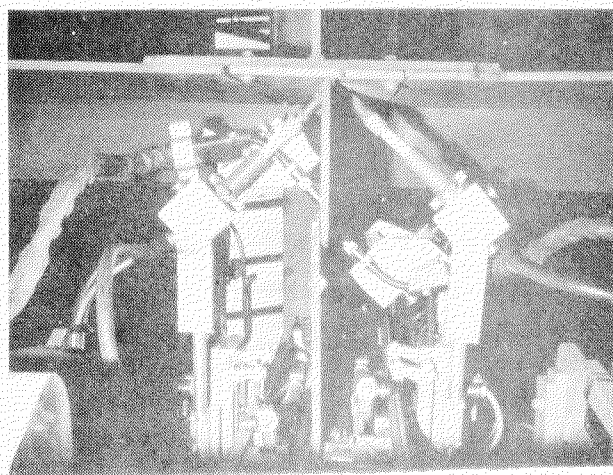


図 4.6.9 トーチ配置

部にてできる傾斜のある立向スミ肉継手を自動的に溶
 接しようとするのが図 4.6.8 に示すような単立向ス

ミ肉自動溶接である。本装置は図 4.6.9 に示すようなトーチ配列をもち、キャリッジにオープンアーク用と C.O. アーク用のトーチをマウントさせた 2 台のキャリッジの走行により、カラープレート側の 4 カ所のスミ肉溶接を完了させるものである。

(3) 曲りブロックの結合工程について

(a) 結合（水平スミ肉溶接）方式の概要

板継ぎされた外板と枠組された内部構造部材の結合時にできる水平スミ肉溶接個所の自動化をはかるものであり、まず被溶接物の溶接継手線をポジショナーにて水平もしくは昇り勾配にして、曲線の倣い装置ならびに、スミ肉溶接のトーチのねらいを自動、手動で調整しながら曲り形状の水平スミ肉の自動溶接を行なっていくものである。

(b) 各種装置の機構とその主な仕様

試作装置は図 4.6.10 に示すように(1)ポジショナー、(2)サイドビーム、(3)準水平スミ肉溶接装置の 3 つの部分からなっており、その装置の主な仕様は表 4.6.3 に示す。

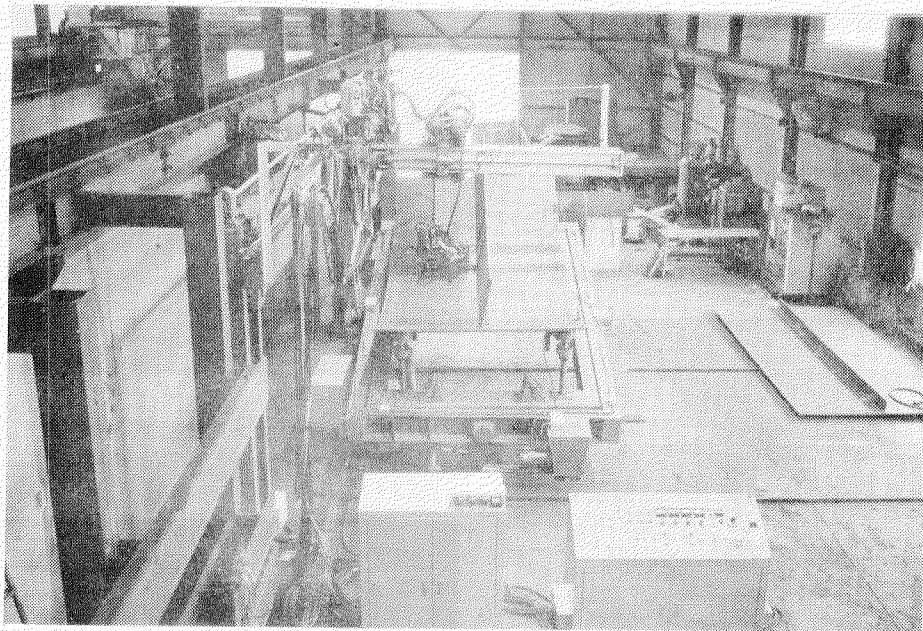


図 4.6.10 準水平スミ肉溶接装置

ポジショナーは被溶接物の溶接継手線を水平もしくは昇り気味の勾配に姿勢制御するための治具で、外枠・内枠の 2 重枠構造になっており、内枠には高さ調整のできるマグネット付治具で被溶接物の固定ができるようになっており、ポジショナーにて、X 軸、Y 軸方向に $\pm 15^\circ$ のブロック傾斜をつけることができる。

図 4.6.11 (上)、(下) は水平スミ肉溶接装置のトーチ周りと駆動キャリッジの外形図である。準水平スミ肉溶接装置は外板と枠組材の 3 次元的な曲線のスミ肉溶接を自動化する装置であり、トーチ保持のヘッド周りが 180° の旋回が可能のようにしてあり、さらにアークの発生ねらい位置を十分に保持するために円弧レールを使用してトーチ角度を適正に保持しうるものになっている。トーチ全体の駆動としては前後方向、左右方向、上下方向の運動機構をそなえている。

表 4.6.3 水平スミ肉自動溶接装置の主な仕様

項	目	仕 様
ボ ジ シ ョ ナ ー	外径寸法	2,600×4,350×1,200mm (たて×よこ×高さ)
	X軸回転テーブル寸法	2,260×3,950
	Y軸 " "	2,600×4,350
	トランス方向 (Y軸) 傾き角度	±15° (水平より)
	ロング " (X軸) "	±15° (")
	保持許容荷重	約3トン
	駆動機構 駆動電動機	パワー・シリンダーによるテコ式回転方式 X・Y軸ともカップ型プリントモーター (安川電機) 0.75KW 1,750RPM
	移動速度	38mm/sec (シリンダー移動)
準 水 平 ス ミ 肉 溶 接 装 置	サイド・ビーム寸法	6,680×3,000
	機械装置	
	駆動機構 (X軸方向)	ラックピニオン駆動方式 (モーニック減速機付)
	" (Y ")	スクリュネジ方式 (減速機モーター付)
	" (Z ")	ラックピニオン駆動方式 (ウォーム減速機付)
	駆動電動機 (X ")	D.C. サーボモーター 400W 1,500RPM 0~500mm/min間無段変速
	" (Y ")	プリントモーター 200W 1/10減速機付 (3000RPM) 0~1,800mm/min間無段変速
	" (Z ")	プリントモーター 200W 1/10減速機付 (3000RPM) 0~1,410mm/min間無段変速
	トーチ周りの機構	
	駆動機構 (溶接線方向)	} 共に円弧レール4輪クランプ駆動方式 セクターギヤーとピニオン組合せ駆動
	" (開先方向)	
	駆動電動機 (溶接 ")	D.C. サーボ・モーター 50W 1/90減速機 (3,500RPM)
	" (")	D.C. サーボ・モーター 10W 1/90 " (" ")
	駆動範囲 (溶接 ")	-30°~+30° (精度±1°)
	" (開先 ")	35°~60° (" ")
	制御機構	
	X軸方向	} 磁器増巾器による電機子制御方式 S C R増巾器による制御方式 (差動トランス検出)
	Y "	
	Z "	
	トーチの倣い精度 (Z、Y軸)	±0.5mm
	トーチ角度 (溶接方向)	シンクロ自動制御 (精度±1°、速度3.9°/sec)
	(開先方向)	ツマミによる調整・シンクロ制御 (精度±1°、速度3.2°/sec)
	溶接速度制御	シンクロ制御変圧器と発信機との電圧差のフィード・バック・コントロールの周速一定制御

図 4.6.1.2 はトーチ周り、駆動部の詳細写真である。

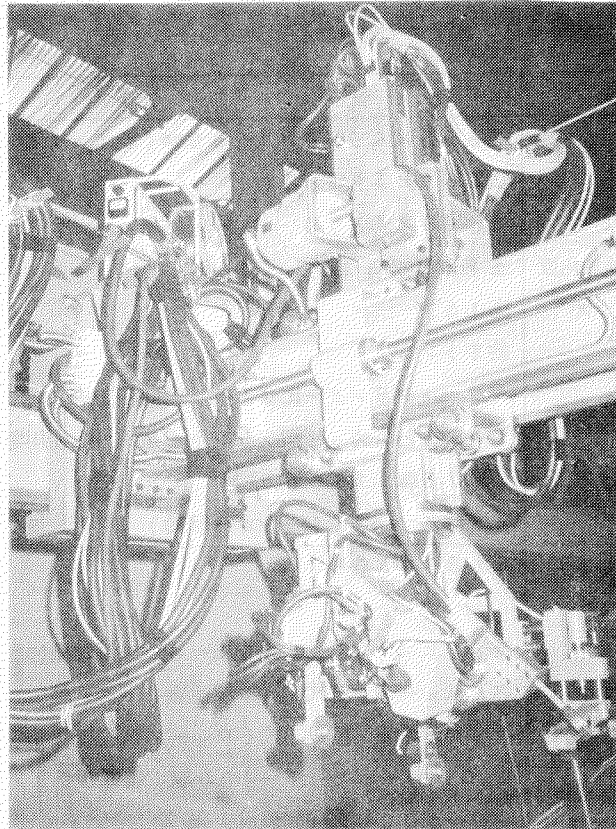


図 4.6.1.2 トーチ周り

4.6.4 経済効果

ここで、曲り外板ブロック当りの工数比較を $9^M \times 1.4^M$ の標準ブロックについて検討してみると表 4.6.4 のようになる。そこで、曲りブロック組立上の直接的な省力効果として表わされる取付、溶接ならびにその他の付随作業についてみると下の表 4.6.5 のようになる。

表 4.6.5 直接的な省力効果（1ブロック当り）

項 目	取 付			溶 接			そ の 他	合 計
従 来 方 式	板 継	1.6 H	6.2 H	板 継	5.0 H	17.6 H	3.5 H	27.3 H
	結 合	4.6 H		結 合	12.6 H			
自 動 組 立 方 式	板 継	7 H	2.5 H	板 継	1.2 H	7.5 H	1.7 H	11.7 H
	結 合	1.8 H		結 合	6.3 H			
節 減 工 数	3.7 H			10.1 H			1.8 H	15.6 H

このように直接的な省力効果の概算だけでも、1ブロック当り15.6 Hの工数節減が可能となり。約十数万トンクラスのタンカーでは対象ブロックとなる曲り外板の数は50～60ブロックぐらいで平均55ブロックとすると一船当りの直接的な工数節減は

$$15.6 \text{ H} \times 55 \text{ ブロック} = 858.0 \text{ H}$$

となる。これは一連の曲り外板の自動組立装置の採用による直接的な効果だけである。

ここで、曲りブロックの自動組立工程の3つの工程をそれぞれ1工程1日とすれば、1日1ブロックずつ出すには、板継ぎと結合を同じ曲り治具上で行なうものとする、設備としては曲り外板形成治具2式、片

表 4. 6. 4 曲り外板ブロック組立工数の比較 (1 ブロック当り)

工 程	現 状	自 動 組 立 方 式
治 具 立 て	(定盤面基準) $2 \text{人} \times 3 \text{H} = 6 \text{H}$	N C 方式 $1 \text{人} \times 0.2 \text{H} = 0.2 \text{H}$
外 板 配 材	(ジブクレーン) $2 \text{人} \times 2 \text{H} = 4 \text{H}$	(天井クレーン) $2 \text{人} \times 2 \text{H} = 4 \text{H}$
外 板 仮 付	(精度向上、タクト方式) $2 \text{人} \times 3 \text{H} = 6 \text{H}$	(位置決め治具設置、精度向上) $2 \text{人} \times 1.5 \text{H} = 3 \text{H}$
外板溶接 (シーリングビード) 溶 接 バックিং装着	(シーリングビード) $2 \text{人} \times 4 \text{H} = 8 \text{H}$ (自動溶接) $2 \text{人} \times 9 \text{H} = 18 \text{H}$	(裏当取付) $2 \text{人} \times 3 \text{H} = 6 \text{H}$ (片面自動溶接) $2 \text{人} \times 3 \text{H} = 6 \text{H}$
ブロック野書	$2 \text{人} \times 3 \text{H} = 6 \text{H}$	$2 \text{人} \times 3 \text{H} = 6 \text{H}$
板耳仕上げ切断	(板耳伸し)	(自動切断) $1 \text{人} \times 2 \text{H} = 2 \text{H}$
内構部材配材用仮ピース付	$2 \text{人} \times 2 \text{H} = 4 \text{H}$	
内 構 材 配 材	(ジブクレーン) $2 \text{人} \times 3 \text{H} = 6 \text{H}$	(自動枠組装置) $3 \text{人} \times 4 \text{H} = 12 \text{H}$
内 構 材 仮 付	(精度向上、板耳基準タクト方式) $4 \text{人} \times 9 \text{H} = 36 \text{H}$	(枠移動、枠×外板仮付) $2 \text{人} \times 3 \text{H} = 6 \text{H}$
内構材 (枠) 立向溶接	(下進棒、タクト方式) $5 \text{人} \times 9 \text{H} = 45 \text{H}$	(立向自動溶接) $3 \text{人} \times 9 \text{H} = 27 \text{H}$
内構材×外板溶接	(タクト方式) $7 \text{人} \times 9 \text{H} = 63 \text{H}$	(水平自動溶接) $3 \text{人} \times 9 \text{H} = 27 \text{H}$
溶 接 手 直 し	$2 \text{人} \times 9 \text{H} = 18 \text{H}$	$1 \text{人} \times 9 \text{H} = 9 \text{H}$
反転搭載用ピース仮付	$1 \text{人} \times 1 \text{H} = 1 \text{H}$	$1 \text{人} \times 1 \text{H} = 1 \text{H}$
" " 溶接	$2 \text{人} \times 4 \text{H} = 8 \text{H}$	(搭載用のみ) $2 \text{人} \times 2 \text{H} = 4 \text{H}$
ハツリ (トンボ前)	$1 \text{人} \times 4 \text{H} = 4 \text{H}$	(精度向上、仮ピース減少) $1 \text{人} \times 2 \text{H} = 2 \text{H}$
反 転 台 作 り	$2 \text{人} \times 1 \text{H} = 2 \text{H}$	
反 転	$8 \text{人} \times 1 \text{H} = 8 \text{H}$	
外板外面ガウジング	(内面自動) $2 \text{人} \times 3 \text{H} = 6 \text{H}$	
" 溶接	(自動溶接) $2 \text{人} \times 9 \text{H} = 18 \text{H}$	
反転用ピース外し	$1 \text{人} \times 2 \text{H} = 2 \text{H}$	
足 場 板 取 付	$2 \text{人} \times 2 \text{H} = 4 \text{H}$	(反転前内面足場のみ) $2 \text{人} \times 1 \text{H} = 2 \text{H}$
合 計	273H	(0.2 H) 117H

(注) 上の工数算定の曲りブロックの標準寸法は $9 \text{m} \times 14 \text{m}$

面自動溶接装置1式、自動枠組装置1式、スミ肉自動溶接装置1式が必要となり、曲りブロック自動組立装置1式の投資額を概算してみると、曲り治具が2式で約240,000千円、片面自動溶接装置については約40,000千円、さらに枠組装置が約60,000千円、スミ肉の自動溶接装置が約60,000千円になり、総計で約400,000千円になる。

前述のごとく1船あたりの直接的な節減工数は約8,600Hであるので、年間4.5隻の建造とすると、

$$8,600\text{H} \times 4.5\text{隻} = 38,700\text{H} / \text{年間}$$

が、自動化による直接的省力効果として現われる、これを年間の省力効果と合せてみると1人の年間労働時間を2,000Hとして考えると、

$$38,700\text{H} \div 2,000\text{H} = 19.3 (\text{人})$$

あくまで、直接的な効果として、約20人の省人が可能となる。

しかしながら、これまでの計算は直接的な効果のみを考慮した場合であって、本文でのべたように曲り外板への片面自動溶接の適用により1パス・1ランでの溶接仕上げが可能となり、普通サブマージアークで多層盛する場合に問題となる溶接ひずみもマグネット使用と相まって減少させることができる。また枠組についても、トランス材を先に治具にてクランプして組立てるため、組立のベースとなる部材ができたことにより、組立作業に従来ほど作業者の熟練と勘を必要としなくなった。さらに枠と外板の結合においてスミ肉溶接の自動化ができるようになったことなどにより、曲りブロック組立精度の向上がはかれ、それによって後続の工程すなわち船台工程における工事の軽減さらに手直し工事の激減を考え合せて、曲りブロック自動組立における直接的な節減効果にも倍する省力効果が期待でき、曲りブロック組立の自動化による経済効果はいっそう大きなものとなるであろう。

4.6.5 今後の問題点

今後、実用機の製作、検討にあたっては、次のような点について考慮する必要がある。

- (1) 曲り外板を曲面組立治具上へセットする際の位置きめ治具の改良
- (2) 曲面治具に取りつけたマグネットについては、吸着力の増加をはかるため、半球形状のおわん型にする方がよい。
- (3) 枠組装置のロンジ材配材装置を軌道レール上移動方式にして、装置本体の行動範囲を広げる。
- (4) 水平スミ肉溶接装置も多頭式にして、数本のロンジを同時に溶接完了することがのぞまれる。
- (5) 一連の曲りブロック組立システムとして、組立ラインのバランスを考えて、工程別の時間配分について考慮する必要がある。

4.6.6 あとがき

以上、ここでのべた一連の曲りブロックの自動組立方式が、生産ラインとして確立し、実用化していくに際しては、前述のような問題の解決と具体化をすすめる上で技術面でもさることながら、自動化の問題点として、将来、コストと必要度がどれくらいバランスするかという点にあるので、この点に関して十分なる検討が必要であろう。

しかしながら、曲りブロックの組立作業での省力化ならびに熟練の移転がはかることができ、SR110で別途、研究された、板の曲げ加工などの前工程での加工精度の向上と相まって、曲りブロックの組立精度の、いっそうの向上が見込まれ、曲りブロック組立工程における直接省力効果とともに、後続の船台工程における間接的な省力効果をも考えると、本開発研究のもつ意義はきわめて大きく、「造船所のアマンド化」に寄与するものと確信する。

4.7 平行ブロック組立方式

4.7.1 調査目的および調査経過

大型船の平行部の組立方式は当時わが国の各造船とも枠組方式を採用し或る程度の自動化も行なわれている。然しながら国内の一部造船所および欧州造船所において、ラインウェルダ方式が採用され始め両者いずれの方法が得策であるかその良否得失を検討するため44年12月小委員会において、ディープサーベイの原案を作成し45年3月調査完了、引き続き両方式の具体的検討に入り45年度末を以って完了した。

4.7.2 調査内容とその結果

(I) 現状調査

(a) 運搬の自動化

(i) 組立方式

枠組が多く7社中の4社がこれを採用している(大型タンカー)

バラ配は2社、枠組バラ配併用が1社

枠組のみの工場は皆コンベヤーを採用している。

実に70%が枠組を採用している。

(ii) ブロックサイズ

イ) スタンダードは $\left\{ \begin{array}{l} L(\text{シーム方向}) = 10 \sim 20 \text{ M} \\ B = 10 \sim 23.5 \text{ M} \end{array} \right\}$ 内訳は

$L = 10 \text{ M}$ (1社) $L = 12 \text{ M}$ (1社) $L = 15 \text{ M}$ (4社) $L = 20 \text{ M}$ (1社)

$B = 10 \text{ M}$ (2社) $B = 12 \text{ M}$ (2社) $B = 15 \text{ M}$ (1社) $B \geq 20 \text{ M}$ (2社)

L は15Mに集中しているが B は各社の思想によりマチマチである。

板重量は

25 T (4社) 45 T (1社) 60 T (1社) 100 T (1社)

ブロック重量

60 T (3社) 80 T (2社) 150 T 以上 (2社)

ロ) 最大は $\left\{ \begin{array}{l} L = 15 \sim 22 \text{ M} \\ B = 13 \sim 30 \text{ M} \end{array} \right\}$

$L = 15 \text{ M}$ (4社) 18 M (1社) 22 M (2社)

$B = 13 \sim 16 \text{ M}$ (4社) 22 M (1社) $27 \sim 30 \text{ M}$ (2社)

板重量は

$35 \sim 50 \text{ T}$ (6社) 140 T (1社)

ブロック重量

100 T 以上 (3社) 120 T (3社) 200 T (1社)

とブロック大型化の傾向は否めない。

(iii) 板継コンベヤー(6社)

イ) ○溶接はすべて片面溶接でディスクコンベヤーを採用

○ $\left\{ \begin{array}{l} \text{ディスク駆動(2社)} \\ \text{ディスクフリー(4社)} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{センタートウ(1社)} \\ \text{サイド トウ(3社)} \end{array} \right\}$

(v) 配材の自動化

5/7社がなしの答

日立堺ではロンジをユニットにして配材している。

また、三井千葉では移動可能の馬を立て、シフトは2本のアングルをベアーとした組合せにロンジとトランスを配材し油圧装置によりシフトをなくして部材を締めつけて正規位置に配材するという装置の実用化がなされている。

また、板の結成にも上の装置が下に逃げたあとにコンベアにより板が搬入結成するという方法をとっている。

(b) 仮止めの自動化

(i) 骨板の仮付

油圧ジャッキ或はエアバックによる Skin juck up の方法で実用化或は計画中

(ii) 板 継 ぎ

な し

(iii) 骨～骨の仮付

7社ともなしとのことだが千葉の枠組配材方法により位置は決まる。

(c) 溶接の自動化

(i) 板継ぎ(衝合)

F C B片面自動溶接が3/7、F B片面が2/7と現主流はこのあたりであろう。あとの2社の主流ははっきりしないが、長崎で上げていただいた類のものが各社で研究されていることと思う。

(ii) 下向隅肉

5/7がグラビティー、2/7がオートコンを採用している。

他に津のラインウェルダがある。

(iii) 立向隅肉

各社とも研究中という答だが、かなり進んでいるものと思われる。

(d) 仕上げの自動化

	現 状	進むべき方向
(i) は つ り	鉄砲のみに頼っているが3/7社 半数以上が逐次グラインダー、ガス ガウジングに屋内から切替中。騒音 は減りつつある。	① はつり作業を減少させる工作法或は治具の 考案 ② 船について差支ないものはそのまま残す。 ③ 現在、半数以上が切替りつつあるガス切後 グラインダー仕上の方向を推進する。
(ii) グラインダー	7社とも動力による。 従来法1社のみ電動グラインダーを 併用	① 軽量化ホース不要のもの ② 火口改良でガスで流すだけで良い工作
(iii) 掃 除	7社ともホーキ、チリ取り、エアー ふかし等の従来法	① 軽便強力な掃除器の開発

(iv) 歪取りについては質問形式の miss によりまとめる事ができなかった。

(2) 平面パネルブロック組立の現状と将来

平行部ブロックの組立と云っても、平板ブロックに限らず対象とする船によって準立体、立体或いは曲面ブロック等も含まれることになる。然しながらアマンド化を志向するにあたってはまず最も単純な平板ブロックの組立から検討を加えることが適当である。従ってここでは一次骨（ロンヂ）二次骨（トランス）から成る平面パネル構造のブロック組立のアマンド化についての検討結果を取り纏める。

(a) 板 継 ぎ

時期 \ 工程	板 配 材	板 仮 付	板 溶 接
現 状	クレーン＋リフマグ	板寄せ：レバーブロック 目違い直し：ポータブル マグネット ピース、金矢 ハンマー	片面自動溶接
近い将来	機械化による板継ぎ装置 板搬入より板寄せ装置と板目違い直し装置の組合せ		片面自動溶接の高能率化
将 来	仮付工程のない自動機継機（片面自動溶接）		

(b) 各種組立法

(i) バラ配工法

時期 \ 工程	配 材	取 付	溶 接
現 状	クレーンにて配材用受ピース 治具へ配材	ピース、治具、金矢、ハンマ ー、レバーブロック、油圧ジ ャッキ	T V × L G は下進手溶接 板と骨とは 手溶接またはグラビティー溶 接
近い将来	配材受用ピース治具の改良に よる。	治、工具の改良による （小型軽量化）	T V × L G は自動溶接（ただ し枠組立方式ほど容易ではな い） 骨と板とは自動溶接（ライン ウェルダーには及ばない）と 一部手溶接
将 来	取付と溶接の重点のおき方（取付と溶接の技術開発進捗状態により枠組方式或いはラインウェルド方式に進む。		

(ii) ラインウェルド工法

時期 \ 工程	一次骨配材	一次骨取付	一次骨溶接	二次骨配材	二次骨取付	二次骨溶接
現 状	クレーン	簡易取付機	ラインウェル ダー サブマージア ーク溶接	クレーン	ピース治具金矢 ハンマーとレ バーブロック 油圧ジャッキ	T V × L G は 下進手溶接 T V × 板は手 溶接またはグ ラビティ溶接
近い将来	クレーン	ラインウェルダー (取付工程を機械化してライ ンウェルダーに組込む)		クレーン	治工具の改良 による(小型 軽量化)	T V × L G は 自動溶接(た だし枠組方式 ほど容易では ない) T V × 板は半 自動溶接(自 動溶接をする 程の工事量は ない)
将 来	完全自動ラインウェルダーによるワンマンコ ントロール			高能率機の開発は困難か		

(iii) 枠組工法

時期 \ 工程	骨配材	枠取付	枠溶接	板枠結成	板枠取付	板枠溶接
現 状	クレーン	枠組機	T V × L G は 下進手溶接	クレーンまた は枠押上、板 引込方式	肌付機	板と枠とはグ ラビティーと 手溶接
近い将来	枠組機の高効率化		T V × L G 付 自動溶接（容 易）	肌付機の高効率化		骨と板とは自 動溶接（ライ ンウェルダー には及ばない が）と一部手 溶接
将 来	枠組機と肌付機の一体化による 高能率機（枠組機から枠を外ないでそのまま結成肌付を行な う）					

4.7.3 効果と問題点

以上平板パネルの組立法について板継および各種組立法の現状と将来について若干の考察を試みたが技術革新がますます激しくなりつつある現在各種組立法の良否の即断を下すことは勿論できないが以下その得失について述べて見たい。

枠組方式

- 1) ノーカラー方式の採用が可能で構造上施工上もカラー方式より有利である。
- 2) 自動枠組機の採用により自動化の困難であった取付工数の削減が可能となった。
- 3) トランス、ロンヂの縦向溶接の自動化がより有利である。
- 4) 枠内パネルの隅肉溶接がラインウェルダの次善の策として自動化の可能性が大いにある。

ラインウェルダ方式

- 1) ロンヂの溶接自動化ははるかに有利で増々高速化しつつある。
- 2) 枠組を行う場所を必要としない。
- 3) 枠組工法を行なうための大容量のクレーンを必要としない。
- 4) 管理上面積上も有利である。

以上が大体の両方式の得失と考えられるがそれぞれの工場が置かれた条件によって、また今後開発される新技術によってその工作法は刻々と変化して行くのではあるまいか。

4.8 巨大ブロック組立方式

4.8.1 研究目的とその経過

高所足場作業を伴う造船特有のドック内作業を極力地上化して作業環境の改善と作業の機械化省力化を促進するため船殻ブロックの巨大化を検討し、かつその巨大化によって生ずる工作上および設備上の問題点を解明することを本研究の目的とした。

本研究は昭和44年、45年の2ヶ年継続研究ですゝめ、初年度は作業の機械化省力化の面から好ましいブロック巨大化の形態を調査し、2年度研究は前年度結果を継承して工作上および設備上の諸点究明を行なった。

なお、本研究でとりあげたブロック巨大化の限度は一般に利用可能なクレーン能力の限界とし、600～1,000Tまでのブロック重量を一応の目安とした。

4.8.2 研究内容とその結果

(1) 巨大ブロックの形態

船体を中央部船体、機械室船体、艀艀船体および居住区の4区画に分類し、それぞれ採用されているブロック巨大化の現状を調査した。

(a) 中央船体部

中央船体部のブロック巨大化は大別すると次の3つの方向がある。

- ①平面巨大ブロック ②U型巨大ブロック ③輪切巨大ブロック

それぞれの1例は図4.8.1の通りである。

これらの巨大ブロックの組立作業の機械化省力化に実用または開発中の治具装置は図4.8.2、図4.8.3、図4.8.4、図4.8.5がある。

(b) 機械室、艤船船体および居住区

居住区ブロックは既に600T前後に及ぶ総組が行われ、略その目的を達し、艤船および機械室のブロック分割も図4.8.6に示すごとく一般に大型化がすすみ船殻は勿論儀装工事も大巾な地上作業化が進められている。

以上の調査結果から判断し、かつ曲りブロック組立法の研究搭載前ブロック仕上方法の研究が本船殻分科会の研究項目で鋭意すすめられていることから、本研究では中央船体部のブロック巨大化に関することを主体に進めることとした。

4.8.3 組立およびポジショニング

(1) 定盤強度

図4.8.7は組立時の供試ブロックの支持要領である。巨大ブロックの支持点は船殻構造に永久変形等がおこらないよう配置する必要がある。

このため縦隔壁、外板等比較的軽構造の安全支持反力を目安として支持点を配置すれば安全となる。その目安値を200,000DWタンカーについて求めると図4.8.8の通りである。したがって総組定盤の強度はこの目安強度が最低値として要求される。

また巨大ブロックを台車等で移動する場合も受面の大きさは目安値を基本に配慮する必要がある。

(2) 総組立およびブロックの移動

図4.8.9は立体巨大ブロックの組立手順の1例を示す。

船形維持のためのブロック精度保持に関しては別項精度管理にて記述する。

立体巨大ブロックでは船殻構造はデッキトランスを直線構造とすると甲板、外板、隔壁相互の取合に隅肉接手を大巾に採用することができ接手作業は比較的容易となる。また、デッキ・トランスの深さでウイングタンク上甲板裏にブロック接手を設けると甲板裏のタンク内特殊塗装工事を単一ブロック(上甲板ブロック)にまとめて施工できる利点も生ずることを付記したい。

これらの組立手順図から容易に判断されるごとくブロックの巨大化によって、従来タンク内高所足場上作業が環境良好な地上作業化し、かつ作業場所が定常化できるので、広汎な専用機械装置および治具の活用が将来想定される。

総組時における外板、甲板、隔壁の建付時の直角度の調整用支持治具、立向自動溶接の専用化等は場所が固定化したために容易となる。また、これらを組込んだマニプレーター式の空間移動作業台、ホイストタイプの工器具移動装置も固定化して効率を発揮することが期待される。

このように総組立作業に適した設備を備えた専門の総組工場が期待され、これによって従来のコンベヤー定盤に代る超重量物移動のライン化が要求される。

勿論、巨大クレーンの設置もその1つであるが投資効果上あまり好ましくない。

移動方法には台車を利用する方法、滑面材を利用した掘動方法に大別されるが、前者は従来より経験されているので本研究では後者の実験調査を行なった。

図4.8.10は供試ブロック移動実験の要領である。

図4.8.11は供試滑面材の諸元を示し、表4.8.2は実験結果を示す。

滑面材受圧力平均16kg移動時摩擦係数0.07を得た。また、本実験の場合2日間受圧放置後の受圧接面を調査したが面間喰付きもなく0.07の摩擦係数を示し、十分実用に供しうることが判明した。

なお、本実験は接面間にグリース、石けん等潤滑剤を使用していない。また、表4.8.1に示す滑面材の

メーカー諸元は動摩擦係数が静摩擦係数より小さい値を示しているが本実験結果では静摩擦係数は動摩擦係数より約25%増となった。

(3) ポジショニングおよび搭載

実用中または開発中の治具は既に述べたとおりであるがここでは供試ブロックのポジショニングに使用した回転治具およびその他の諸元を参考にして述べる。

ウィングタンク輪切ブロックの重量は200型～500型タンカーの場合大略800T～1300Tである。この場合回転治具受ローラーの反力の1例は図4.8.11のごとくなり、その駆動に必要な回転力の1例は図4.8.12の通りである。

供試U型ブロック(450T)のポジショニングの結果から見て船体ブロックは治具内での保持、締付け、回転に対し十分剛であり、船形の変形等は全然問題とするに足らないことが判明した。勿論、回転に際して治具内でのブロックの固定締付けは前述の定盤強度目安に相当する船体受反力になるよう配置する必要がある。立体巨大ブロックの巨大マスの回転は慣性から判断して90°回転に20～30分程度が実用上安全と思われた。

次に立体巨大ブロックの搭載作業の機械化を検討したがクレーン搭載に関する限り供試ブロックの場合後述の精度管理を行なう限り従来のブロック方式と変ることなく特に特殊な諸装置を必要としないことが判明した。

なお、立体モジュールの搭載、位置決めの手作業に巨大クレーンを使用しない方法としてROTAS SYSTEM (三井・千葉造船所)が発表されている。

(4) 精度管理

mm単位まで計測できる赤外線距離計測装置が実用に供されているが船殻ブロック組立に利用する場合価格的高な面で時期尚早と思われたので高精度トランシットの利用価値を検討した。

図4.8.13は、その要領を示し、実長と計測結果を比較対照すると表4.8.3のごとくなり、±1mm以下の高精度は維持し十分実用に供しうることが判明した。

作業者は所定の記録表に計測値を記入し小型コンピューター(実験はIBM1130使用)に送付すれば約5秒程度の短時間で回答が得られる。

供試ブロックの総組中の形状維持のため計測した諸点は図4.8.14の通りである。

巨大ブロック仕上り精度は、これを構成するブロックの精度に左右され、搭載取付作業の難易は搭載取合相手個所との相対精度如何によって決まる。

従って建造法に適した精度管理が重要であり、供試巨大ブロックにおける精度調査の結果を総合して建造ステップにおける精度管理基準のパターン例を組立てると図4.8.15のごとくなる。

4.8.4 効果および問題点

巨大ブロックの様式、採用範囲、治具装置の内容、建造方式によって巨大ブロックの効果は左右され一概に論ずることはできない。ここに1例としてウィングタンク輪切ブロック採用によるタンクパート渠内作業において従来に比較すると表4.8.4のごとくなり、現場溶接長において約35%、足場枚数で約90%の減少が期待される。

巨大ブロックの搭載は現場工事発生箇所を単純化し、工程および配員管理上、定量的には表現できないが大巾なメリットが期待される。

また巨大ブロック組立のため総組工程が明確にライン化し設備上も専用機化が図られ、作業の機械化が促

b. 平面巨大化分割例

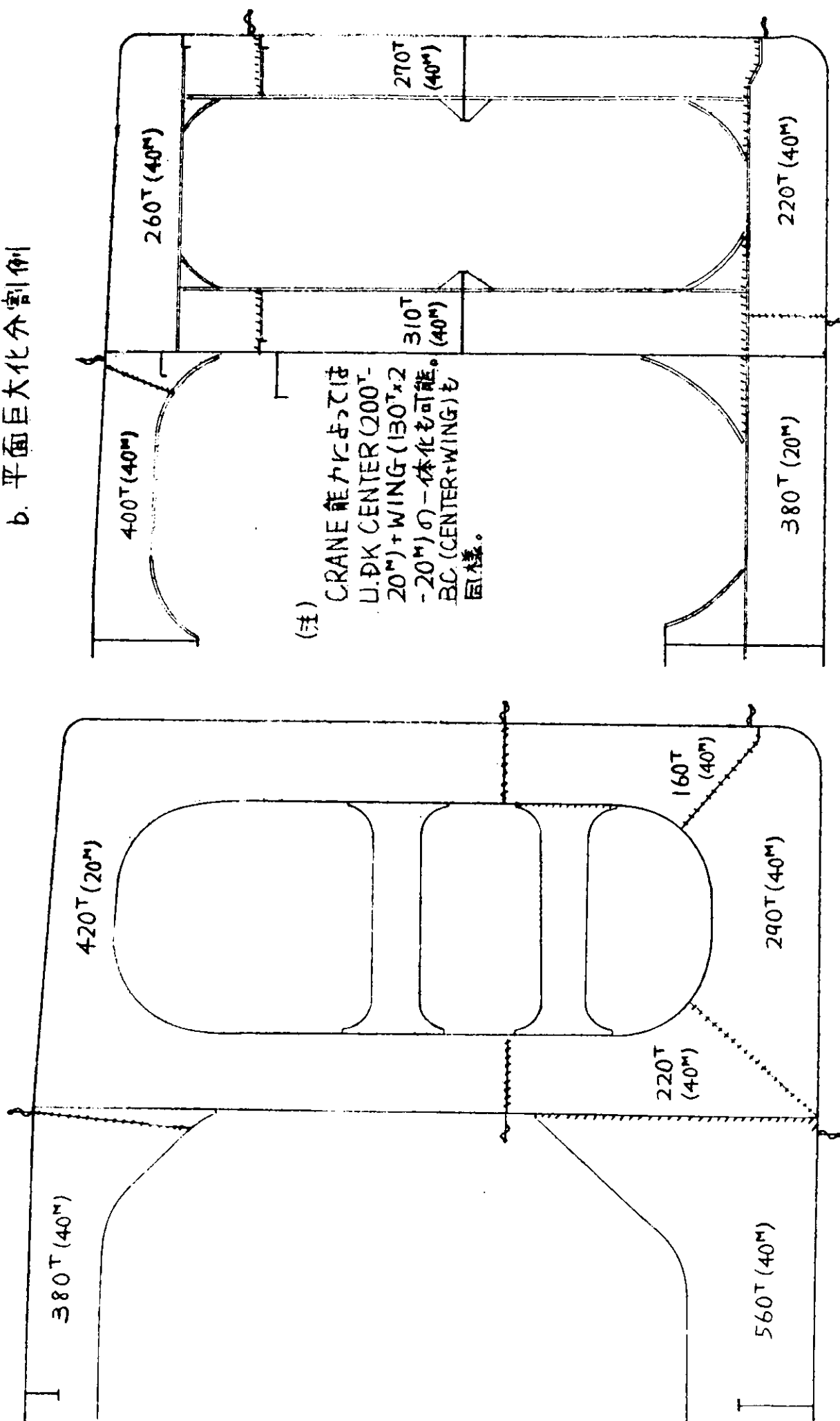
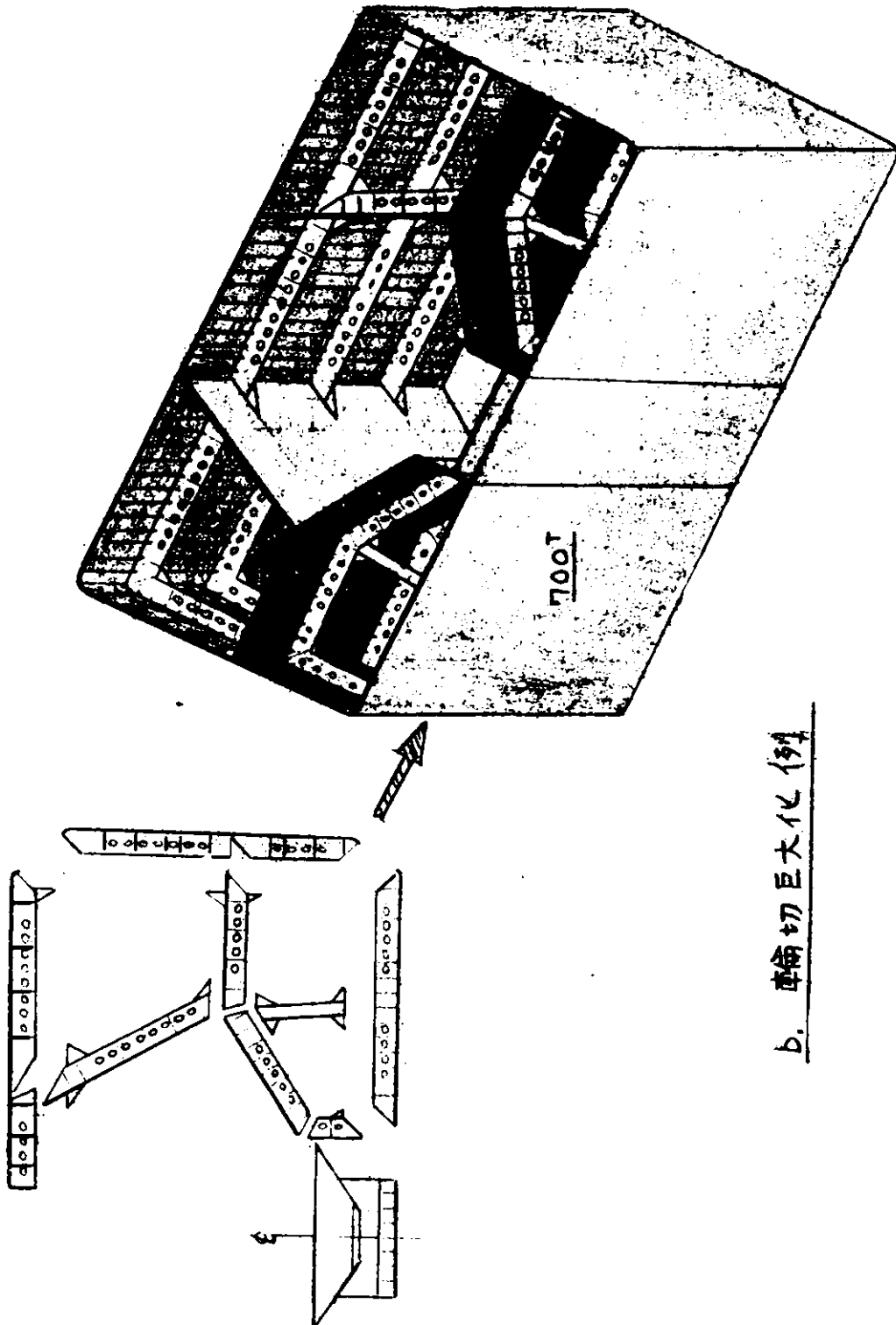
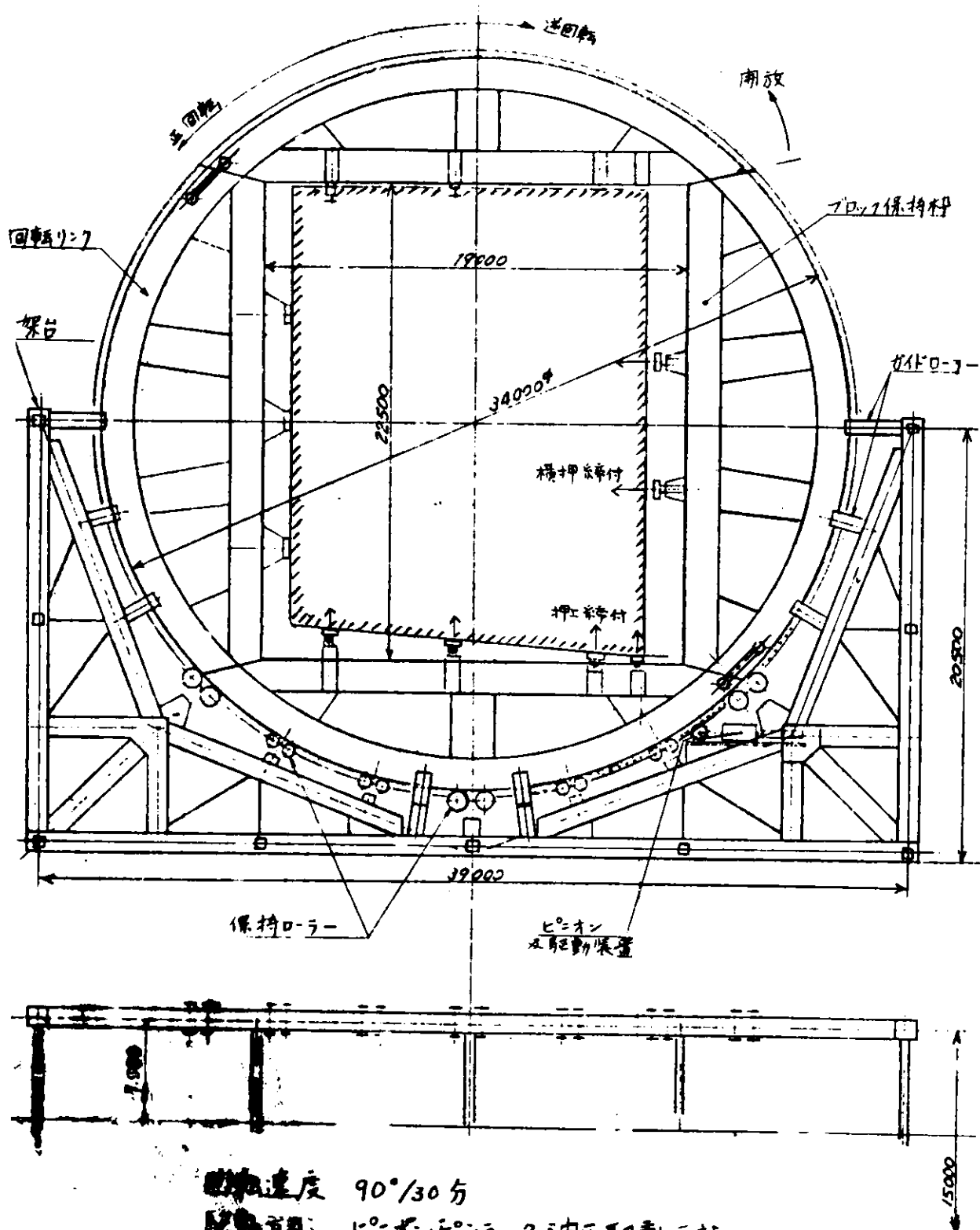


図4.8.1 巨大ブロックの1例



b. 輪切巨大化例



回転速度 90°/30分
 駆動方式 ピニオン・ピニオンラック油圧駆動方式
 ポンプユニット 700kg/cm²油圧 52ℓ/分
 最大トルク 5.300 T-m

図4.8.2 回転治具概略図

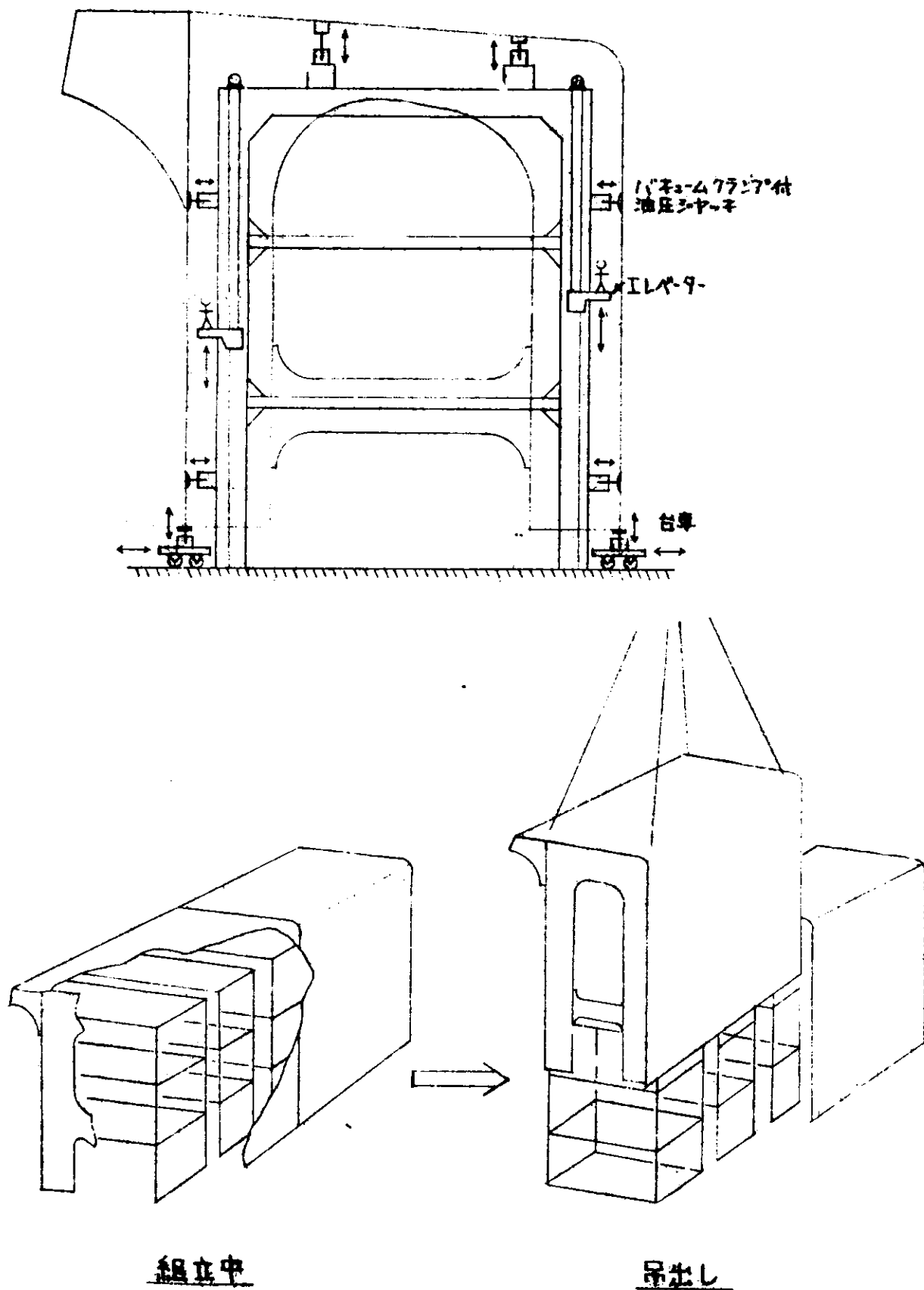


図 4.8.3 U型組立治具(反転治具を用いない場合)

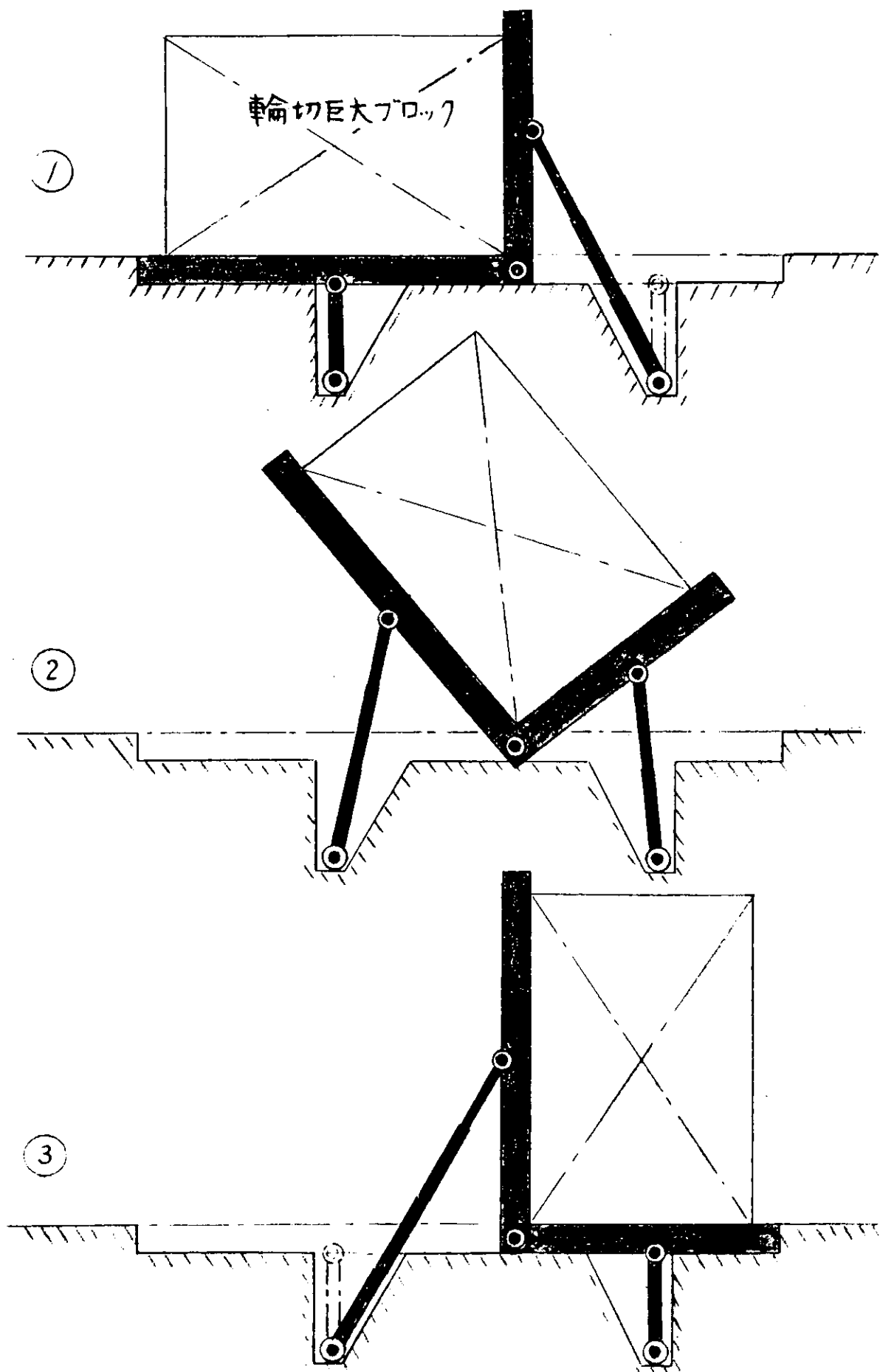


図 4.8.4 輪切ブロックの回転治具

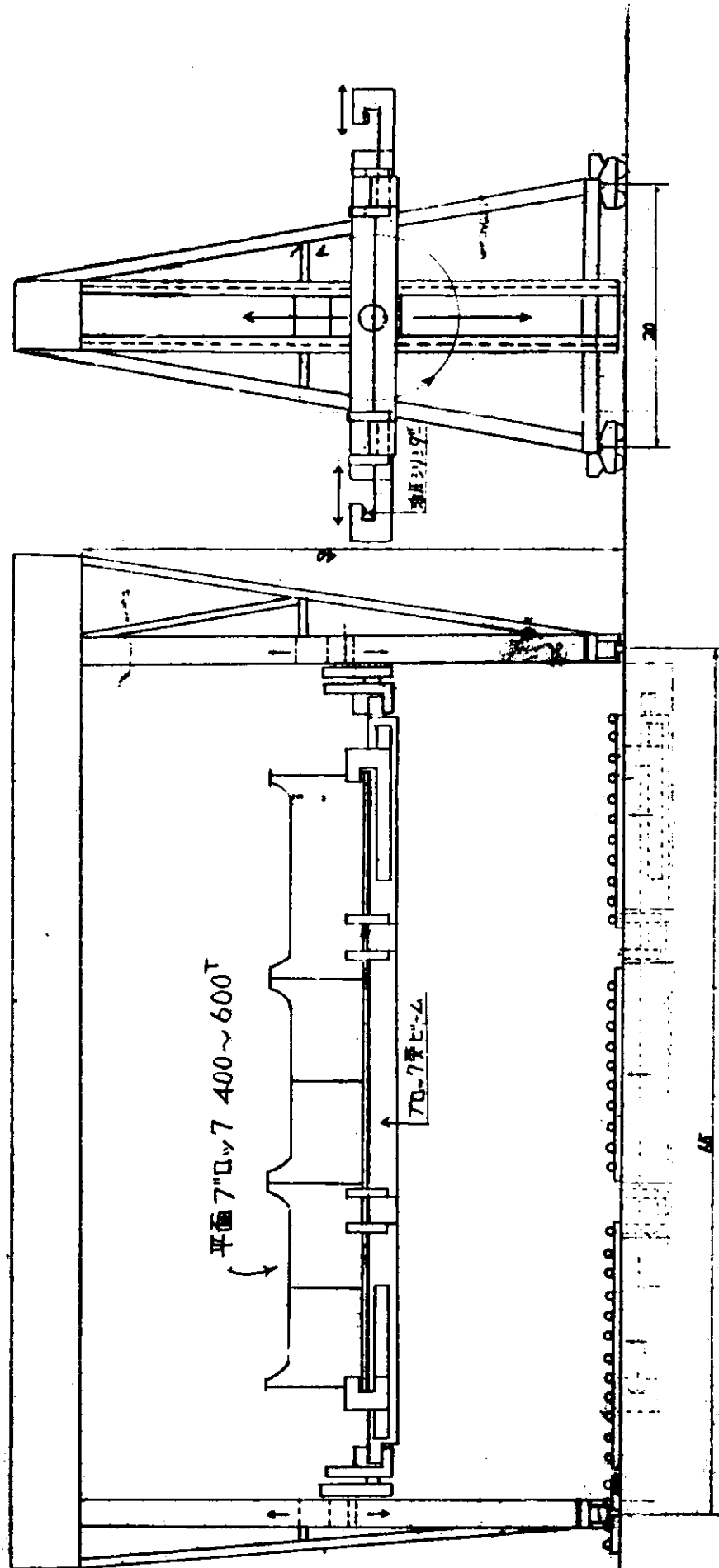


図 4.8.5 平面ブロック反転枠

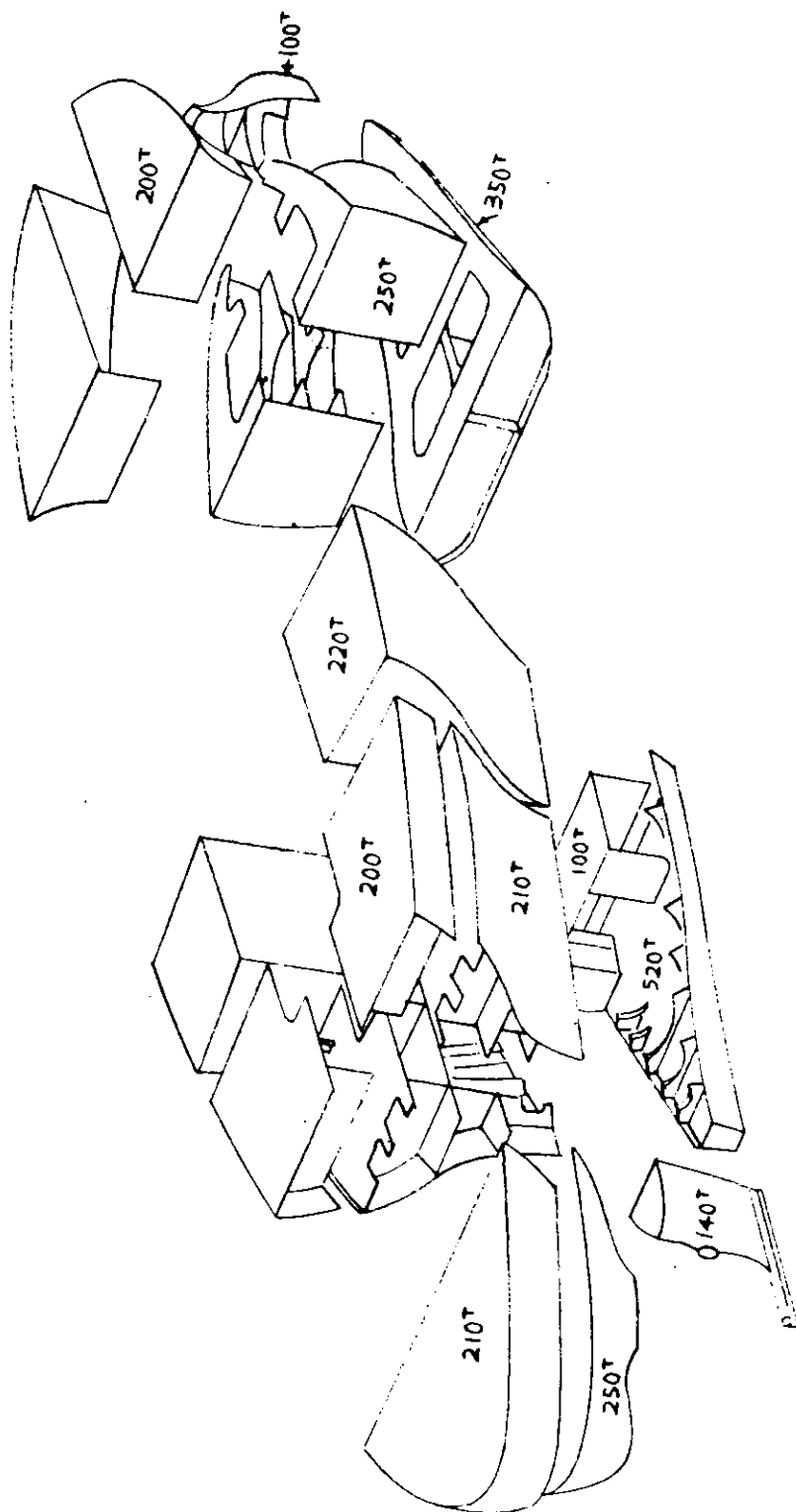


図 4.8.6 観箱構造巨大化の例

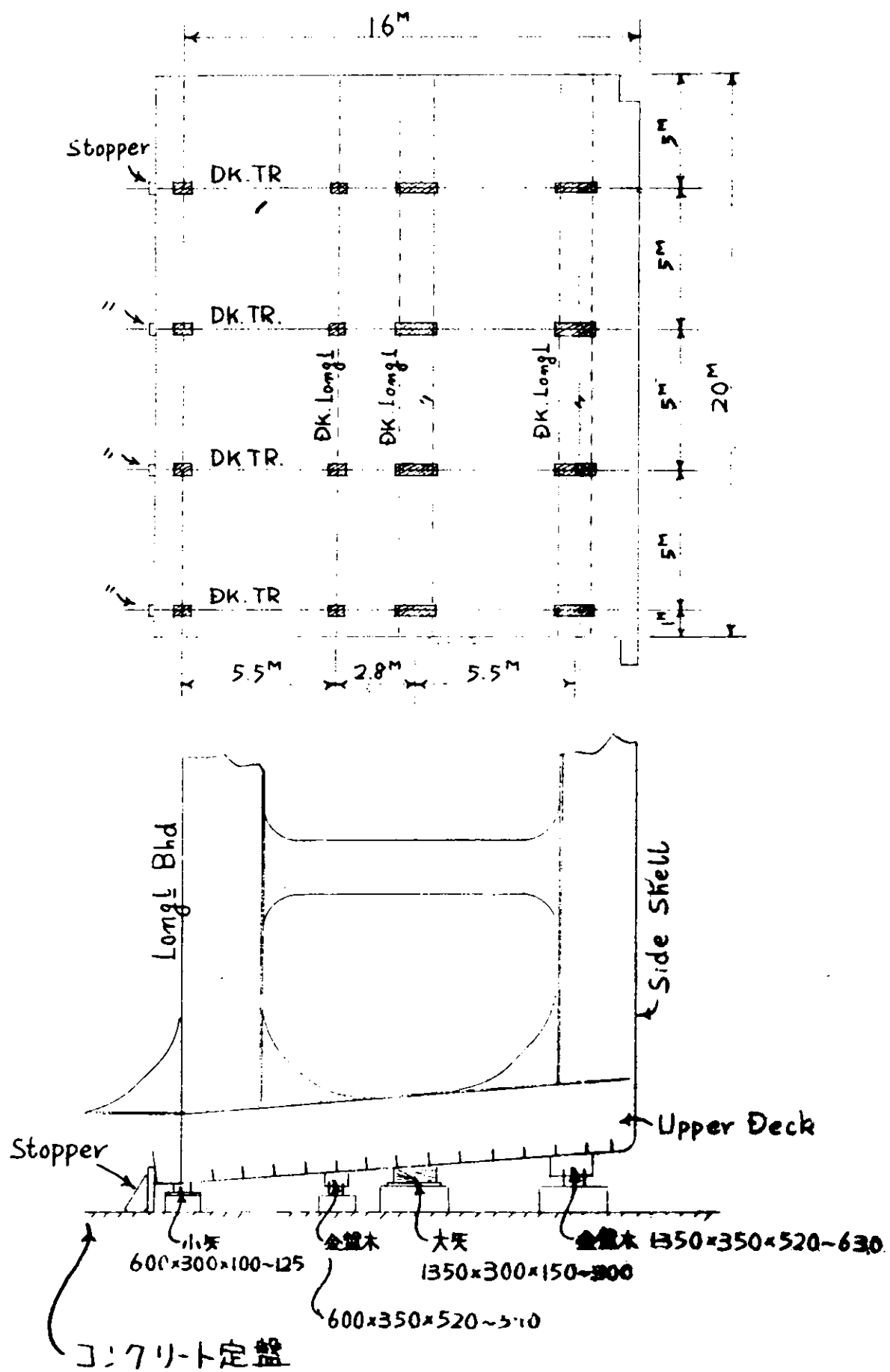
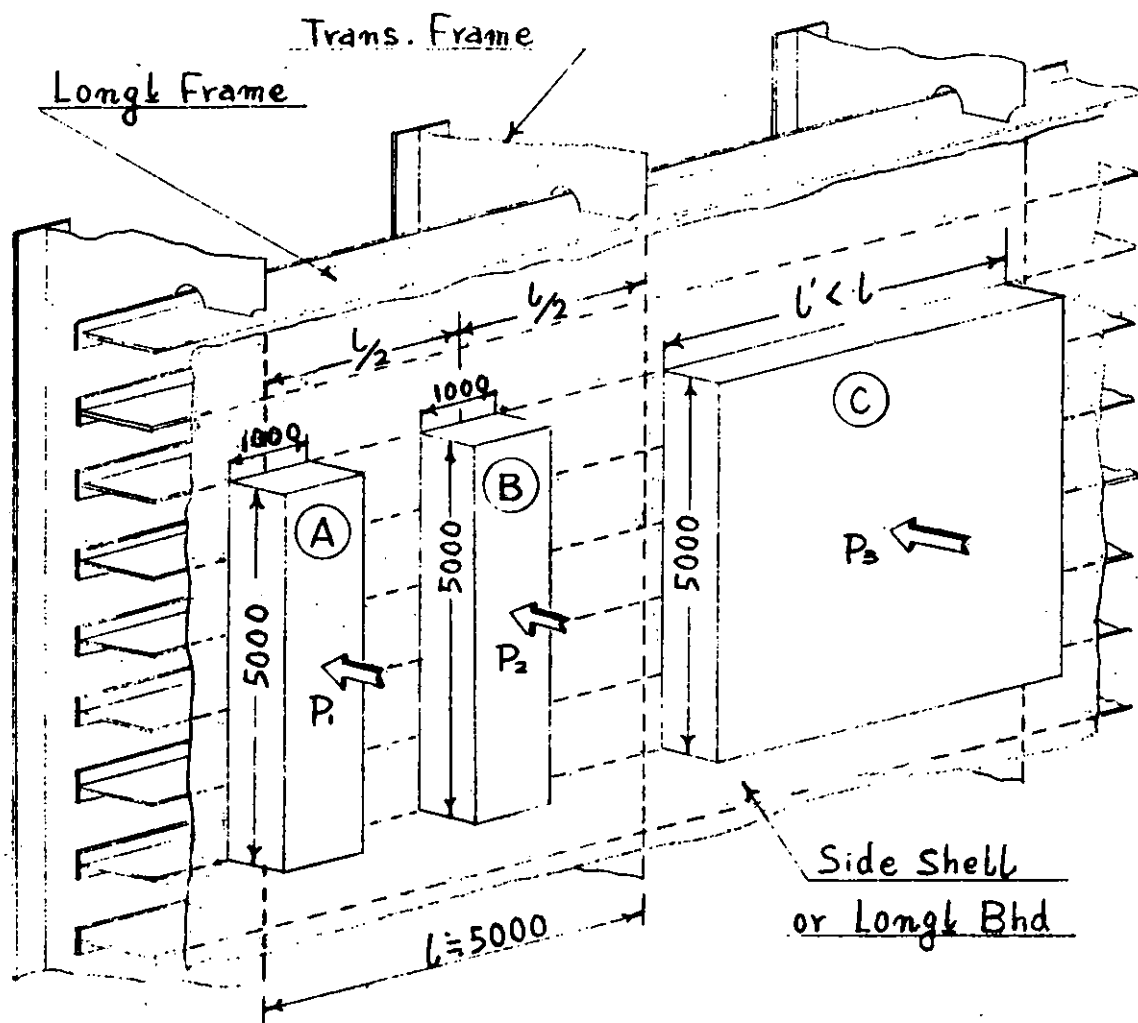


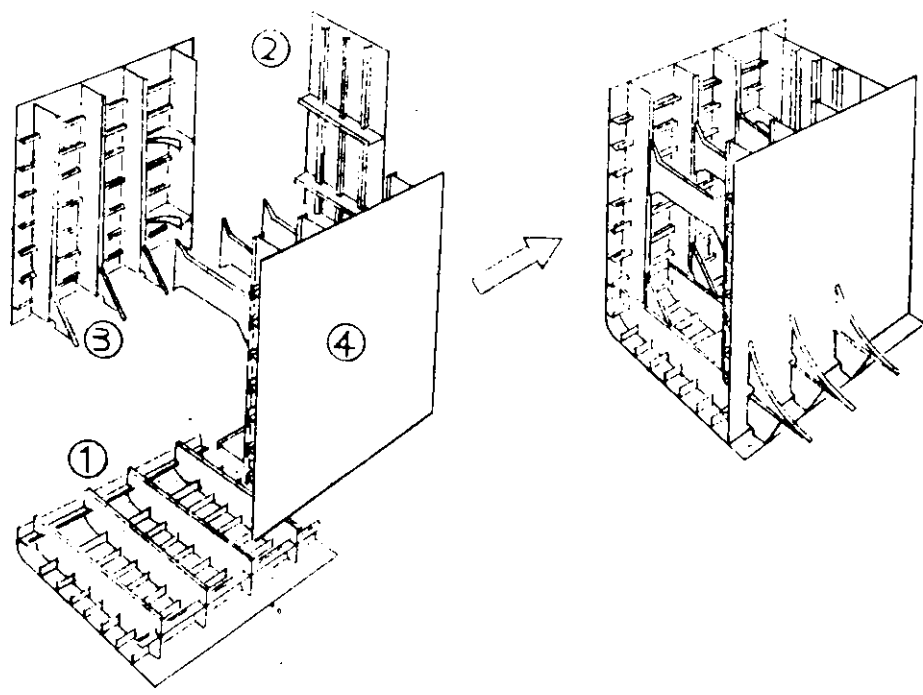
図 4. 8. 7 統組時巨大ブロック盤木配置



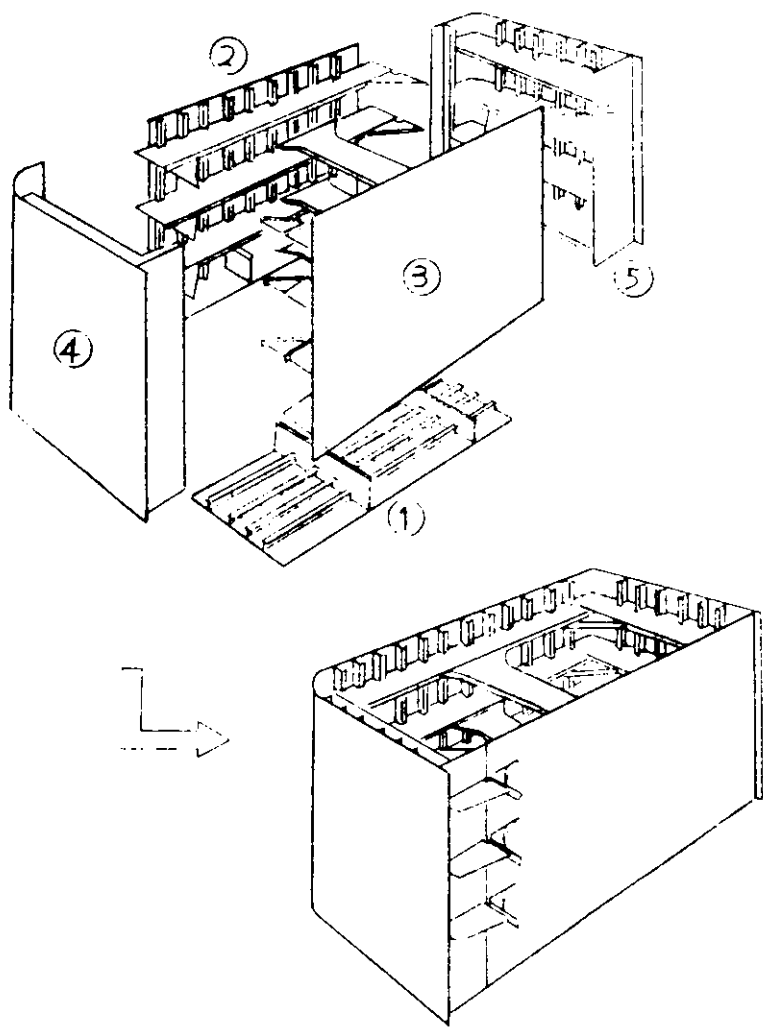
支持条件	最大支持力
(A) トランスフレーム1*、ロジフレーム4~5*含む。	$P_1 = 1000^T$
(B) トランスフレーム含まず。ロジフレーム4~5*含む。	$P_2 = 600^T$
(C) トランス固でロジフレーム4~5*含む。	$P_3 = 800^T$

図 4.8.8 ブロック支持許容反力

U
型
7"
□
7



D
型
7"
□
7



主) 図中○数字は
搭載順序を示す。

図 4.8.9 立体巨大ブロック組立方法の 1 例

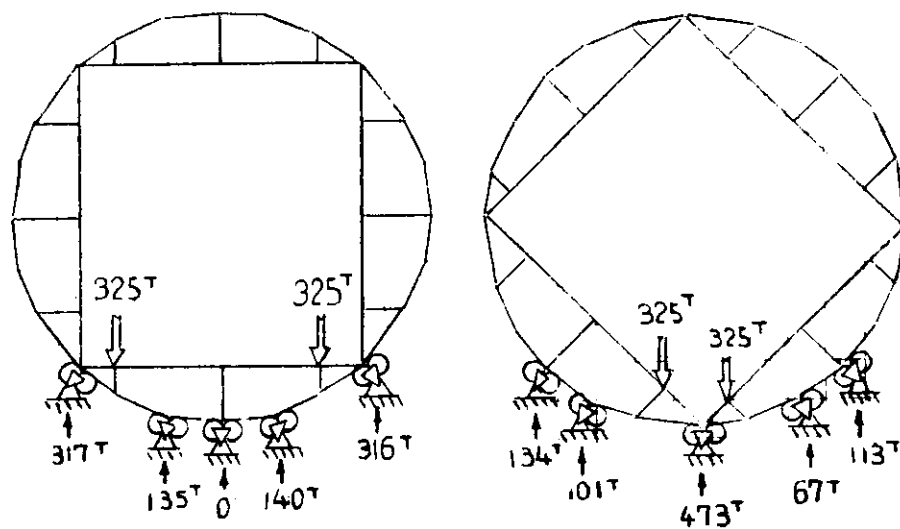


図 4.8.1 1 回転治具受ローラー反力の 1 例

(注 リング 1 対の片方を示す)

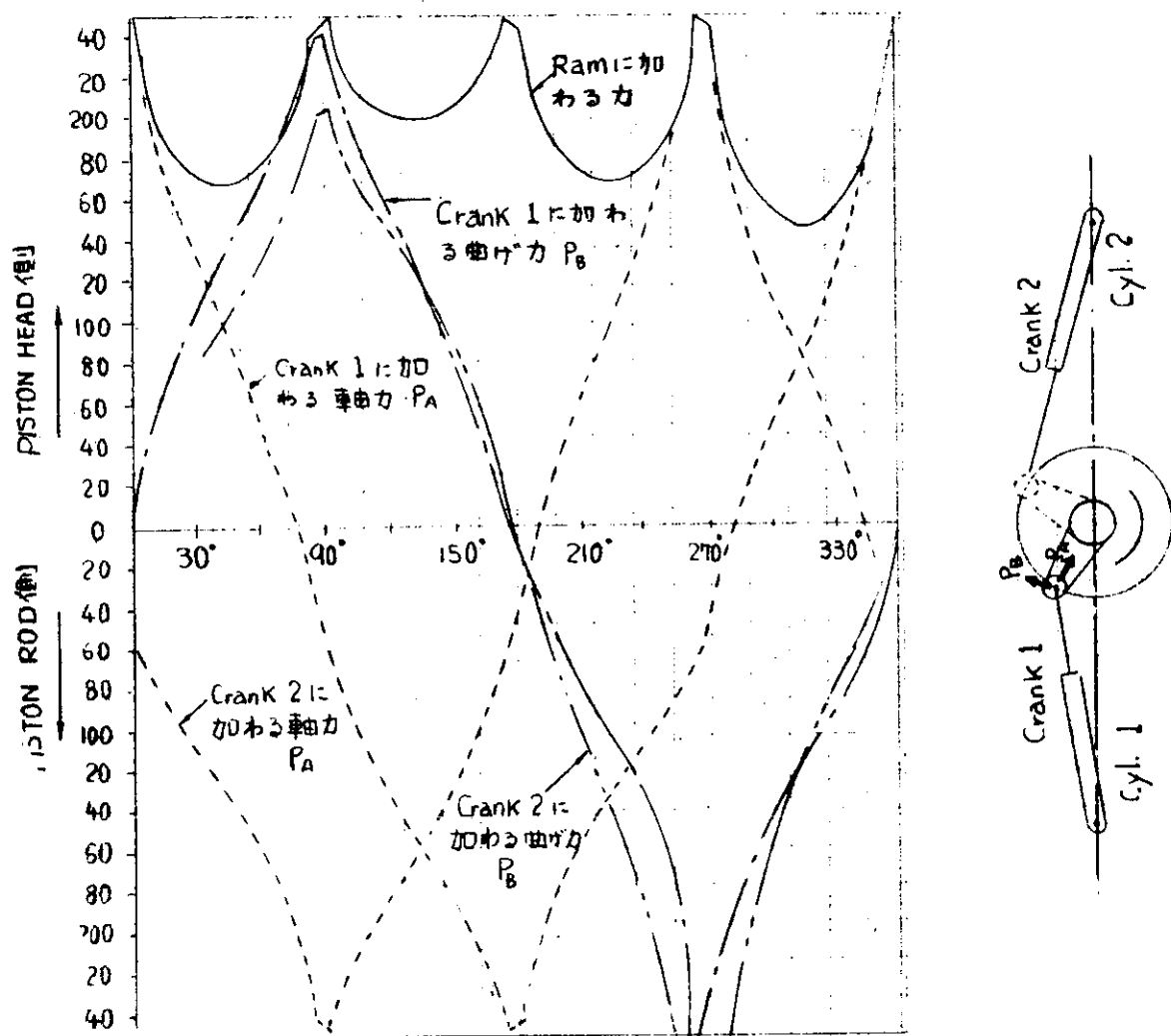
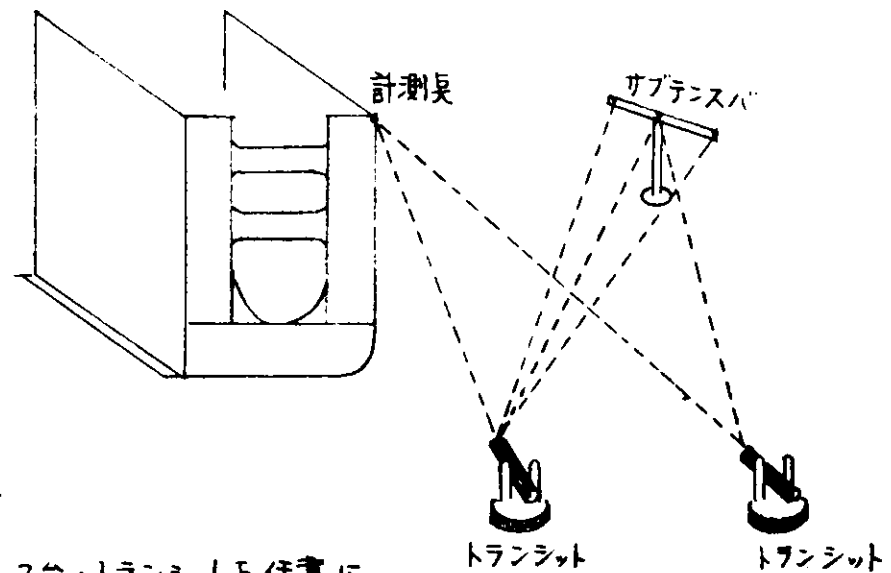


図 4.8.1 2 回転治具回転駆動力線図の 1 例

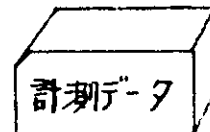


手順

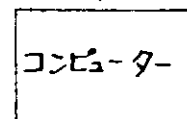
- ① 2台のトランシットを任意に Set し、基準サブテンスバーと計測点の水平角、仰角を計測する。



- ② 計測値をカードにパンチする。



- ③ 計測点の空間座標及び各点の相互位置を計算し



- ④ 所定の精度 Check を行う。

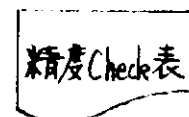
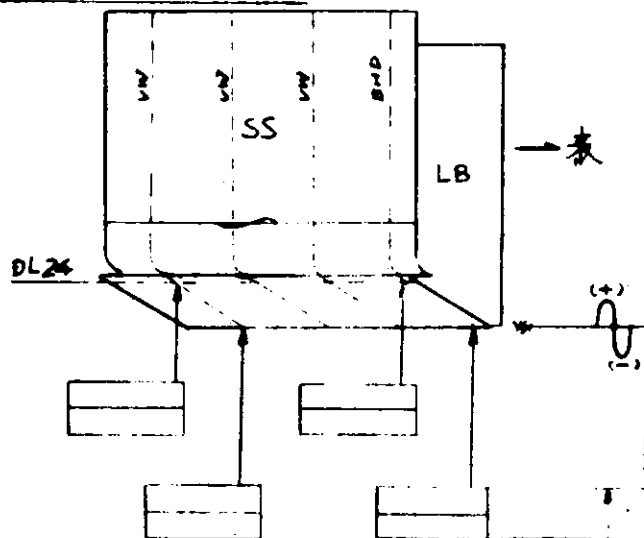


図 4.8.1.3 光学機器とコンピューターによる精度計測要領

1. U-DECKの水平精度 (正規CAMBER=0の時)

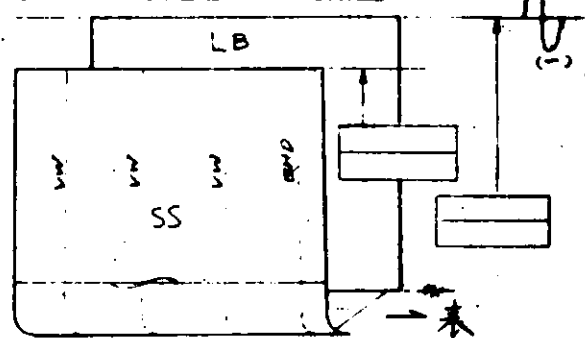


※各印個所を高さの基準とする

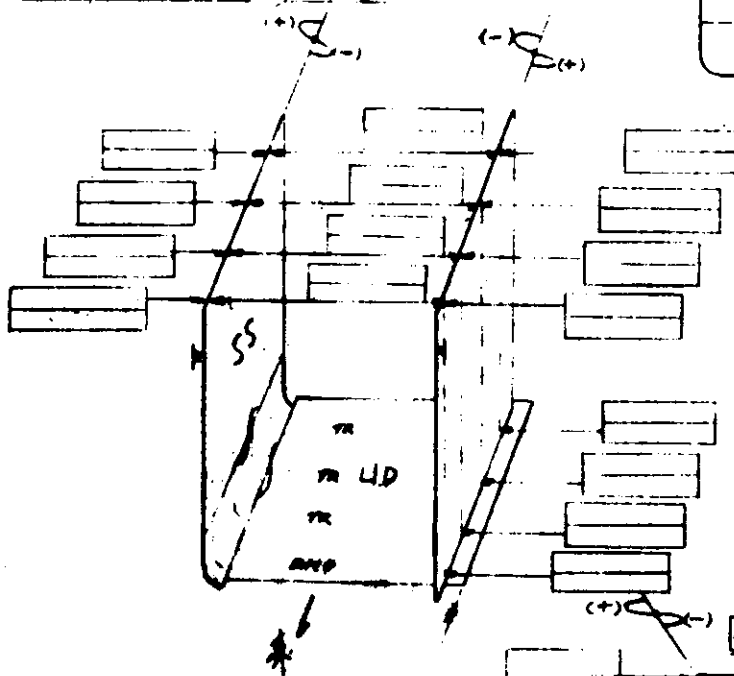
※記入要領

正規計法
実測値

2. LBとSSの高さ精度 (板厚基準)(+)



3. LBとSSの垂直精度



4. LBとSSのバート垂直度及LB端押え精度

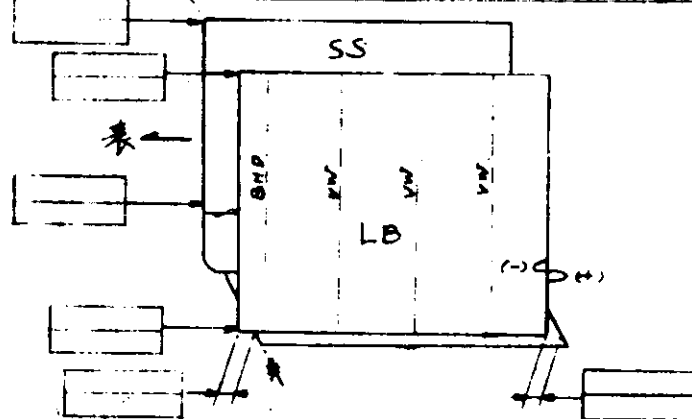


図 4.8.1 4 巨大ブロック統組精度計測点

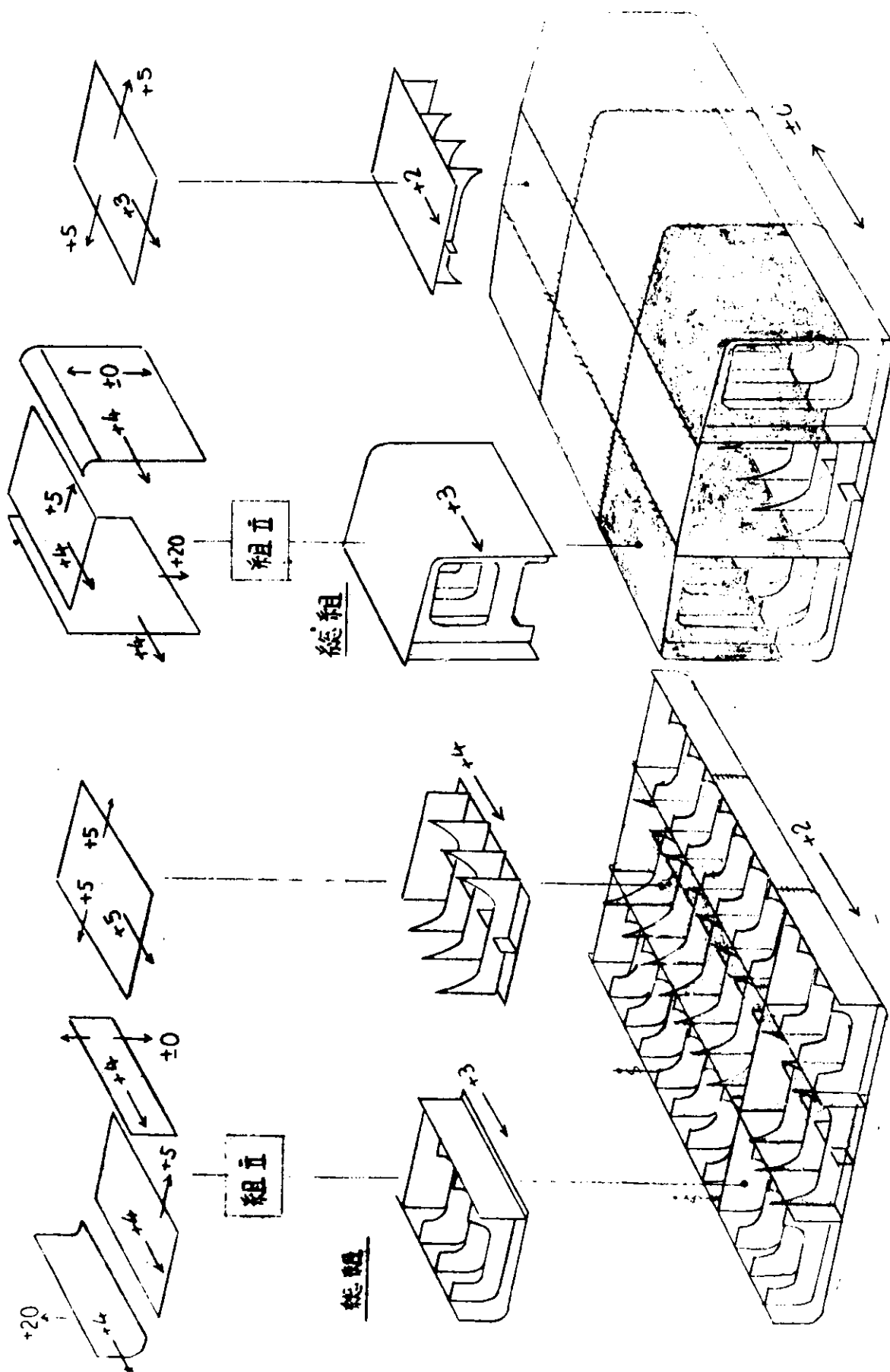


図 4.8.15 巨大ブロック精度管理パターン例

進される。

このように巨大ブロックの採用は設備、工作、管理、工場レイアウトの諸点において既存工場にあまり例を見ない新分野が多く将来の近代化造船所の1つの方向として十分注目に値するものと云える。

表 4.8.1 滑面材（テフロン製）諸元

滑面材の機械的性質	値	備 考
圧縮クリープ%	7	25°C、140%、24H
	10.5	260°C、42%、24H
かたさ ロックウェルR	27~29	
衝撃強さ、アイゾット	6.0	23°C、ft•lb/in、ノッチ
曲げ弾性係数	5,300~7,000	23°C、%
引張強さ、棒	98~105	"
伸 び %	50~300	23°C
圧縮応力 %	84	"、1%歪
摩擦係数 乾燥静	0.04~0.16	
" 動	0.12~0.19	
潤滑動	0.04~0.06	
摩耗係数	500	$K \times 10^{-10} \times \text{cm}^3 \cdot \text{min} / \text{Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{h}$
運転温度範囲 °C	-240~+260	
線膨脹係数 /°C	5.9×10^{-5}	-30°Cから+30°C
引 火 性	引火せず	
比 重	2.24~2.28	

表 4.8.2 巨大ブロック移動実験結果

	P ₀ *スタート時	P ₀ 移動中	摩擦力F	荷 重	摩擦係数μ	備 考
1	?	260%	37.14T	460T	0.08	移動方向(表→友)
2	300%	220"	31.43	"	0.07	" (友→表)
3	"	240"	34.29	"	"	" (表→友)
4	280%	230"	32.86	"	"	" (友→表)
5	300"	240"	34.29	"	"	2日間放置后移動テスト

* P₀=油圧シリンダー圧力(%)、管内圧損無視。

摩擦力は移動中 P₀ で算出した。

表 4.8.3 光学機器による計測精度の一例

計 測 例		巻尺による値	コンピューター の 結 果	差
約 50 m 離れた所から計測	A - B	9,689.0 ^{mm}	9,689.4 ^{mm}	+0.4 ^{mm}
	B - C	9,705.0	9,704.2	-0.8
	A - C	19,393.0	19,393.6	+0.6
	B - D	15,687.0	15,686.9	-0.1
	E - F	19,583.0	19,582.1	-0.9

表 4.8.4 ウイングタンク輪切ブロック採用効果の 1 例

	項 目	従 来 方 式	ウイングタンク輪切 立体巨大ブロック採用	備 考
1	タンク内足場枚数 (渠 内)	35,000 ^枚	3,000 ^枚	約92%減
2	タンクパート現場溶接長	35,000 ^m	23,000 ^m	約35%減
3	タンクパート自動溶接比率	7 [%]	80 [%]	専用自動溶接機開発 を要す
4	タンク部1日配員概数 (渠 内)	290 ^人	130 ^人	

(D.W 280,000 LT タンカーの場合)

4.9 とりまとめと問題点

船殻工作部門の研究としては、前述の7項目について行なわれ、それぞれに成果を得たものと思う。船殻工作部門には内業加工、大組立およびエレクトリックの3つのステージがあるが省力化がもっとも必要とされているエレクトリックステージに、まず狙いが向けられるべきであり、本研究の中でも

- 足場の改善
- 巨大ブロックの組立方式

が取り上げられた。

“足場の改善”については、軽量足場板の開発から、更に進んで足場の機械化を計った。特に上甲板裏作業用の移動式足場各種を開発し、実用化の目途を得た効果は大きい。また、これら研究に相前後して、国内で大がかりな作業足場ユニットが開発実用化されこれを機運に現場作業の省力化に拍車がかけられた。

「巨大ブロックの組立方式」については、本研究により工作上、設備上の一般的問題点を究明したが、現在既に大型ブロック回転治具の開発実用化も行なわれ、単体組立、立体組立、現場建付の一連の生産システムの機械化へと進み、省力化の新しい方向として注目される。

次いで大組立ステージ省力化については

- ブロック接手の搭載前仕上方式
- 曲りブロック自動組立方式
- 平行ブロック組立方式

を取上げたが、まず平行ブロックの組立方式では、枠組方式とラインウェルダー方式の2方式についてその得失を検討したが、それぞれ工場の立地条件等による所が多く、一概には優劣の判定は困難である。併し両方式とも更に新技術の開発を計りつつあり、省力化の効果は今后とも上って行くものと思われる。

曲りブロック組立の自動化は従来手をつけられなかった分野であるが、「曲りブロック自動組立方式」の研究により板継ぎ、枠組、板枠組立溶接が自動化される目途がつき、組立の省力化が計られた。一方「ブロック接手の搭載前仕上方式」の研究による搭載接手の高精度仕上により現場工事の省力化も期待しうようになった。今后はこれを如何に実用化に結びつけて行くかが課題として残ろう。

次に内業加工ステージとしては「曲げ加工の自動化」をとり上げたが、本研究は従来熟練作業者の腕に頼ってきたものを自動化することを狙ったもので、ユニバーサル多点プレス方式の採用、N/C制御方式の開発により実用機としての必要仕様を作成した。

今后は実用機製作に当たっての経済面からの運用方法を検討する段階となろう。

最後に「吊金具の改善」を取上げたが、本研究ではアイプレートに代る油圧による把み治具方式を考え、実用化のための基礎研究を基として実験機の製作および実用化研究が別個に行なわれ、まず第一段階として平面ブロックの水平吊り治具の試作を始める所まで進んでいる。近い将来には倒立、反転可能な実用機の開発も実現し、ブロック運搬、搭載の合理化に寄与し得るであろう。

以上7項目の概要についてのべたが、全般的には実用化を計る際には、更に詳細の詰めが必要であることは勿論であるが、またその前後工程の機械化も含めて検討することが生産システム全体としての効果を上げる面で是非必要である。

また今回の研究からは残された課題として溶接作業の効率化、小組立の自動化、作業環境の改善、到達手段の改善等があるが、これらについては今後の研究に俟ちたい。

なお、船殻工作部門、機装工作部門を含めた理想的な生産システムと工場配置、設備計画についての研究も望まれる。

5 艤装工作部門に関する調査研究

概 要

艤装工作部門は今までも早期艤装の推進や個々の工作法の改善によりかなりの省力化、作業環境の改善が行われてきた。しかしながら、艤装工作部門の管理方式や工作法に関する問題点は他部門に比較すると、まだ数多く残っており、さらに設計、船殻を含めた船舶建造システムの中での改善は、いまだ十分とはいえない。したがって、これら諸問題を把握して、その対策を樹立することができればその成果は見るべきものがあると考えられる。

艤装工作部門の省力化、環境改善をはかるに当っては、そのテーマの選定において、艤装工作部門内で研究実施できる事項のみにとらわれず、他部門を含んだ建造システムの一部門として、その研究成果が主として、艤装工作部門の改善となる事項を含めて、検討することとした。

テーマ選定に当り艤装工作の分野で、各社がどのような実情にあり、また、どのような将来構想を持っているかについて先ず General Suruey を行なったが、その調査項目は以下の通りである。

- (1) 艤 装 工 程
- (2) 艤 装 工 作 技 術
- (3) 塗 装
- (4) 作 業 環 境
- (5) そ の 他

General Suruey の結果から艤装工作関係では次のような問題点が研究すべきものとして指摘された。

- (1) 塗 装 の 機 械 化
- (2) モ ジ ュ ー ル 化
- (3) 艤 装 品 の 集 配 材 シ ス テ ム
- (4) 艤 装 品 の 標 準 化
- (5) 艤 装 品 の 運 搬 取 付 位 置 ぎ め
- (6) 施 工 品 質 に 関 す る 仕 様 書 、 契 約 書 と 所 内 検 査 態 勢
- (7) 掃 除 の 機 械 化
- (8) パ イ プ の 新 し い 溶 接 法
- (9) 新 し い 電 線 布 設 法
- (10) フレキシブルパイプおよびジョイントの船舶への応用
- (11) 主機取付時の流し込みセメント法
- (12) 粉体塗装の船舶への応用
- (13) パイプ内外面のスケールスプーター落し方法

等である。

艤装工作部門の研究テーマとしては、これらの項目を参考として、他部門との関連を考慮し、さらに研究成果が省力化、環境改善に反映すること大であり、かつ共同研究にふさわしいと思われるものを重点的にとりあげるという方針により、次の7テーマの選定が行なわれた。

- (1) 塗 装 機 械 化
- (2) 艤 装 品 の 集 配 材 シ ス テ ム

- (3) 掃 除 機 械 化
- (4) バ イ プ の 新 し い 溶 接 法
- (5) 電 線 の 新 し い 布 設 法
- (6) 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
- (7) 粉体塗装の船舶への応用

艦装工作分科会は、これらの7項目について、検討を開始するに先立ち項目毎にDeep Surueyを行ない、問題点の実態を把握するとともに研究すべき方法を含めて、テーマの検討、分析を行なった。各項のSuruey終了後審議の結果、7項目についての目標を定め、それぞれ計画通り、研究を進めることを決定した。

なお、モジュール化、艦装品の標準化については設計分科会で検討されることになり、また艦装工作関係の項目としては掲げなかったが、足場に関する研究は船殻分科会で、統一的に検討することに定められた。

各項目毎に小委員会が設置され、Deep Surueyを始めとして、現状を把握し、問題点の整理を行なった上、目標を設定し、研究を実施しているが、艦装工作の分野では、他部門、他産業の分野の工作技術が、有効に利用し得るものであるから、これらについても十分検討すべきものであるとの方針がとられている。

なお、7項目の概要を示すと下記の通りである。

(1) 塗 装 の 機 械 化

下地処理を含む塗装作業は、艦装部門の単一職種としては、最大時数を占めるものであり、さらにこれに要する足場時数を含めれば、一層大なるものとなる。また、その作業環境は他に比べて悪く、主として人力作業のため、品質の均一性が確保しがたく、近年の塗装のハイグレート化に伴って、トラブル発生を含む、時数ロス例が多い。省力化、作業環境改善、品質確保上、本作業の機械化、自動化を進めようとするものである。

(2) 艦 装 品 の 集 配 材 シ ス テ ム

艦装工程管理の要点は、必要な時点に、必要な場所に、必要な物とともに、マンパワーを投入することである。各社ともその計画実施チェックのために相当の人員と機材設備を充当しているのが現状である。これをコンピューターを利用して、一元的にコントロールし、ダブルワーク的ロスを減少するとともに、管理密度を向上させ現場ロスを減少させる。

(3) 掃 除 の 機 械 化

タンク内を始めとして、掃除作業は、原始的な人力作業であり、環境も悪く、危険であり造船作業全体のイメージを落すものである。省力化、環境改善のため機械化を計る。

(4) バ イ プ の 新 し い 溶 接 法

管工事は内作および現場工事とから成り、艦装工作部門では一つの大きな分野を占めている。しかしその溶接の自動化についてみれば、内作の一部のみで、その他は、全く自動化されていないのが、現状である。現状の各種自動溶接法を調査検討し、その応用を研究することにより自動化の範囲拡大をはかり省力、品質向上を計る。

(5) 電 線 の 新 し い 布 設 法

艦装工事の時数減少を計る大きな方法の一つとして、船上作業の地上への移行がある。ユニット化の促進は、その手法の一つであるが、現状では電線は配電盤から各々の機器に連続しており、中間に接続箇所を増加することは、接続部のゆるみ、絶縁低下の懸念により、制限されている。この懸念を解決する新しい電線接続方法を開発し、居住区、機械室の一層のモジュール化、ユニット化を促進させる一助とする。

(6) フレキシブルパイプおよびジョイントの船舶への応用

管理場取付は艤装工事の中でも、大きな比重を占めているが、現場の能率は船殻精度及びパイプ内作精度に大きく左右され、また逃げの部分に用いられる合せ管工事は、工程面、作業面、能率面で問題が多い。精度上許容範囲の大きい、フレキシブルパイプおよびジョイントの応用を研究し、パイプの内作精度、船殻精度の影響をあまり受けないう、パイプ取付許容精度の拡大により、芯出、マーキング空間保持等の簡略化を計る。また現場合せ管作業全体の省力化を計る。

(7) 粉体塗装の船舶への応用

本塗装方式は近來陸上機器に、採用され始めたものであり、その特色としては

1. 無溶剤方式で中毒、爆発の危険性が少ない。
2. One Coat で厚塗可能。
3. 付着率が高く材料ロスが少ない。
4. 高分子樹脂の高品質塗膜が得られる。
5. 均一な塗膜が得られる、等の特色がある。

現状では、小型部品がその主な対象であるが、船舶への応用を研究し省力、環境改善、塗装品質の向上を計る。

先にも述べたごとく、艤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アプローチが必要であり、艤装工作分野にとらわれず、広くシステムの検討を行なうことを定めている。船体一体管理の思想は、工作部の一本化という形で、一部の造船所で実施され、その工程区分も全く Stage により行なわれているが、艤装工事のあり方は、設計段階から、また工場設備計画の時点から、船舶建造システムの一部として、最適なものを設定すべきであろう。このような総合的な課題の検討は、参加人員、検討期間の制約により、システムティックに行いがたいとの判断から、機会あるごとに艤装分科会において検討することとした。

なお、このような検討の一環として、先に掲げられた7課題に追加して「艤装しやすい居住区配置」を検討課題としてとりあげ、艤装工作部門から見た居住区配置を設計船殻の関連において、検討することとした。

造船所の省力化、環境改善といった研究テーマは、一定期間に完結するものでなく、したがって、研究の目標は現状実施し得るものに限定せず、可能性をも含め、将来改善の緒口となるべきものを探究することに心掛けた。

5.1 塗装の機械化

対象区画により機械化の方式が異なるため、区画別に塗装に関する現状、近い将来期待できる方式、理想的なビジョンを調査研究することにより、必要な塗装省力機械を選定した。それぞれの要求性能をきめ、概略試設計をまとめた。塗装省力機械を開発するには、これに組込まれる塗装、除錆のためのアタッチメントの開発が必要であり、曲面追従装置、インペラ式クローズトサーキットブラスト装置などの開発研究をも行なった。

研究の目標として、塗装能力 $1,500 \sim 2,500 \text{ m}^2/\text{h}$

除錆能力(外板) $250 \text{ m}^2/\text{h}$ (甲板) $150 \text{ m}^2/\text{h}$

清掃能力 $1,000 \text{ m}^2/\text{h}$ 装置先端荷重 $500 \sim 1,000 \text{ Kg}$

最高作業高さ 32 m を定めた。

研究項目は次の通り

- 渠側利用伸縮自在塗装々置 (三菱横浜)
- 高所作業用伸縮自在自走車 (三井千葉)
- 船底除錆塗装車 (鋼管津)
- 上甲板除錆車 (三菱長崎)
- 倉内高所作業車 (鋼管鶴見)
- 除錆用アタッチメント (日立堺)
- 塗装用 " (鋼管鶴見)
- 距離保持装置 (日立堺)
- 曲面追従装置 (IHI横浜)
- ハイドロジェットクリーニング装置 (佐世保)
- バキュームブラスト装置 (川重坂出)
- サブ材塗装方式 (住友浦賀)

これらの装置を利用することにより、新造船工場では12人の省力化が達成できる。修理船工場では塗装作業の頻度が多いため計59人の省力ができると考えられる。

この研究によって、今後検討すべき方向が求められたほか、基礎となる物の考え方が整理された。操作が容易になるよう、装置の自動化、軽量化を今後はかる必要があるがヤードにマッチした使用方法や、生産のしかたを自動化、機械化に合うよう変える等、今後の検討課題である。発想を変えて、ケミカルクリーニングの応用とか新方式の開発もまた検討すべきであろう。

5.1.1 渠側利用伸縮自在塗装装置

(1) 試設計の概要

(A) 対象船型およびドック条件

20万トン型タンカーおよび15万トンバルクキャリア

ドック寸法：巾60M×110M×長さ（本装置が有効に働き得ること）

(B) 概要

型 式	屈伸アーム式
	最大長さ 22.8M
	振り上げ最大角度 65°
	振り下げ " 28°
	旋 回 " 90°
	格納スペース 渠側から2M以内
動 力	ディーゼル油圧駆動方式、アタッチメント用に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、 但し、アタッチメントのクローズドサーキット式インペラ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る洗浄、塗装および下地処理の作業が行なえ、また部分的な 処理のための作業台をも有する	
走 行 速 度	0～40 M/MIN無段変速方式	
先端距離保持 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50 Kg/cm ² ～200 Kg/cm ² ）平行部から曲り部えの移行また曲り部から平行え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付け操作ボックスえ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	9.3 M×2 M	
先端ステージ寸法	3 M×1.4 M×1.35 M	
可 動 範 囲	平行部外板………渠底よりMIN 2 M～MAX 26.5 M 曲り部外板………アーム最大長さ22.8 Mにて有効に働らき得る範囲	
本 機 の 自 重	約 21.8 TON	
先端積 載 荷 重	最大 1,000 Kg	
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 滌、塗 装 能 力	1,500 m ² /H～2,500 m ² /H
	下 地 処 理 能 力	500 m ² /H～1,000 m ² /H
準 拠 規 格	ゴンドラ構造規格	

5.1.2 高所作業用伸縮自在自走車

(1) 装置試設計の概要

(A) 対象船舶およびドック条件

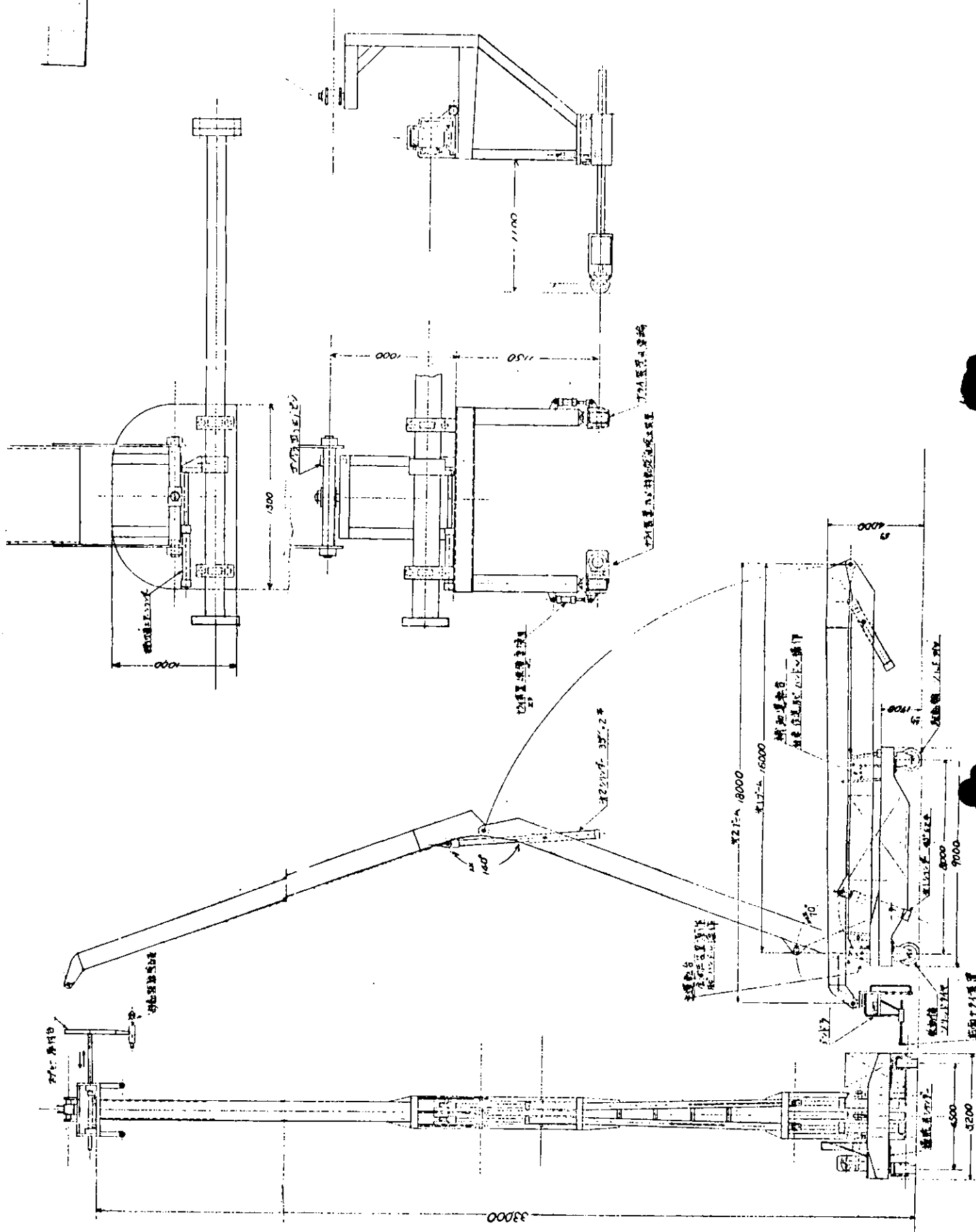
20万トンタンカーおよび15万トンバルクキャリアー

ドック寸法：巾60 M×110 M×長さ（本装置が有効に働き得ること）

型 式		屈 伸 ア ー ム 式
構 造	台 枠	長 9,000 M×巾5.200 M 鋼板および型钢による溶接及びボルト止め構造
	ブ ー ム	第一ブーム長 16,000 M×箱形断面 第二ブーム長 17,000 M×箱形断面 鋼板による溶接構造
	車 輪	ソリッドタイヤ6輪（内4輪は従動車、2輪は駆動輪）
	作 業 台	ブーム先端に作業台を有し、塗装錆打装置を搭載する。 部分的な手作業の為、人が搭乗可能。
動 力		ディーゼル油圧（コンプレッサー・ダイナモ搭載） 定格出力 55HP/2,000 R. P. M
走 行	走行速度	10～60 M/MIN 無段変速
	走行方式	油圧モーターによる駆動、直行のみ高速走行可能。その他横行。 その場旋回、操舵可能。（但しターンテーブルはなし）

先端昇降	昇降速度	4～10 M/MIN 無段変速
	ブームの屈伸	第一、第二ブームそれぞれ2本の油圧シリンダーによる
	作業高さ	渠底より2 M～3.3 M（作業台底面にて）
先端搭載荷重		最大 1,000 Kg
先端距離保持機構	船首尾部	ナライ装置（ローラー方式）により、先端が定距離を保持しつつ、外板にならって動く
	平行部	ローラー押しつけ方式により、先端を基準寸法より-300～+500の範囲に保持する。
	定距離定速移動	ローラー押しつけ方式、先端の移動をコントロール
	取付可能アタッチメント	マルチノズルスプレー塗装装置 曲面追随装置 クローズドサーキットブラスト装置 ジェットクリーニング装置 但し、クローズドサーキットブラスト装置 ジェットクリーニング装置使用にあたっては、別途外部より電力・エアー・水の供給をうける。
	塗装洗滌方式及能力	平行部、直行走行、マルチノズル取付、 船首尾部 本体を外板に直角にあててる。 曲面追随装置取付 平行部に於ける塗装洗滌能力 500～1,400 m ² /HR
	準拠規 準	日本工業規格（JIS）一般 労働安全衛生基準 ゴンドラ・クレーン規則
	その他	安全性の検討 自重、風荷重、地震による荷重、先端装置による荷重および反力等の因子を考慮し検討。
	附 帯 条 件	先端にて、風速最高20 M/SEC にて作業可能 ドック勾配 トリム1/100迄作業可能。

(2) 全体装置図



5.1.3 艙内高所作業車

(i) 試設計の概要

(A) 計画の概要

本装置は15万トンバルクキャリアーを対象に新造船、修繕船の艙内の除錆、塗装を効率良く施工するための足場として使用する。

(B) 装置の概要

本装置は電動油圧を動力源とし、基台の上に8.5M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これが最高高さ時25Mとなる。

最上部には1.2M×8M大の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° 旋回し前方には約5.5Mせり出した 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ものである。

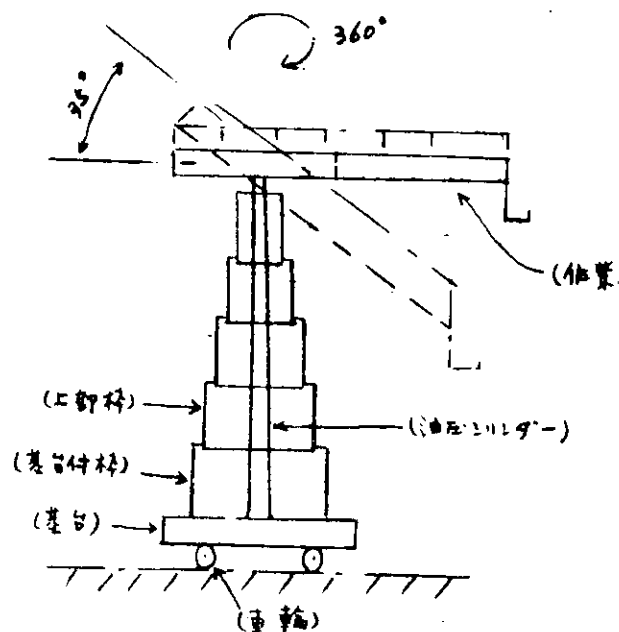


図 5. 1. 1

(c) 装置の主要目

表 5. 1. 1

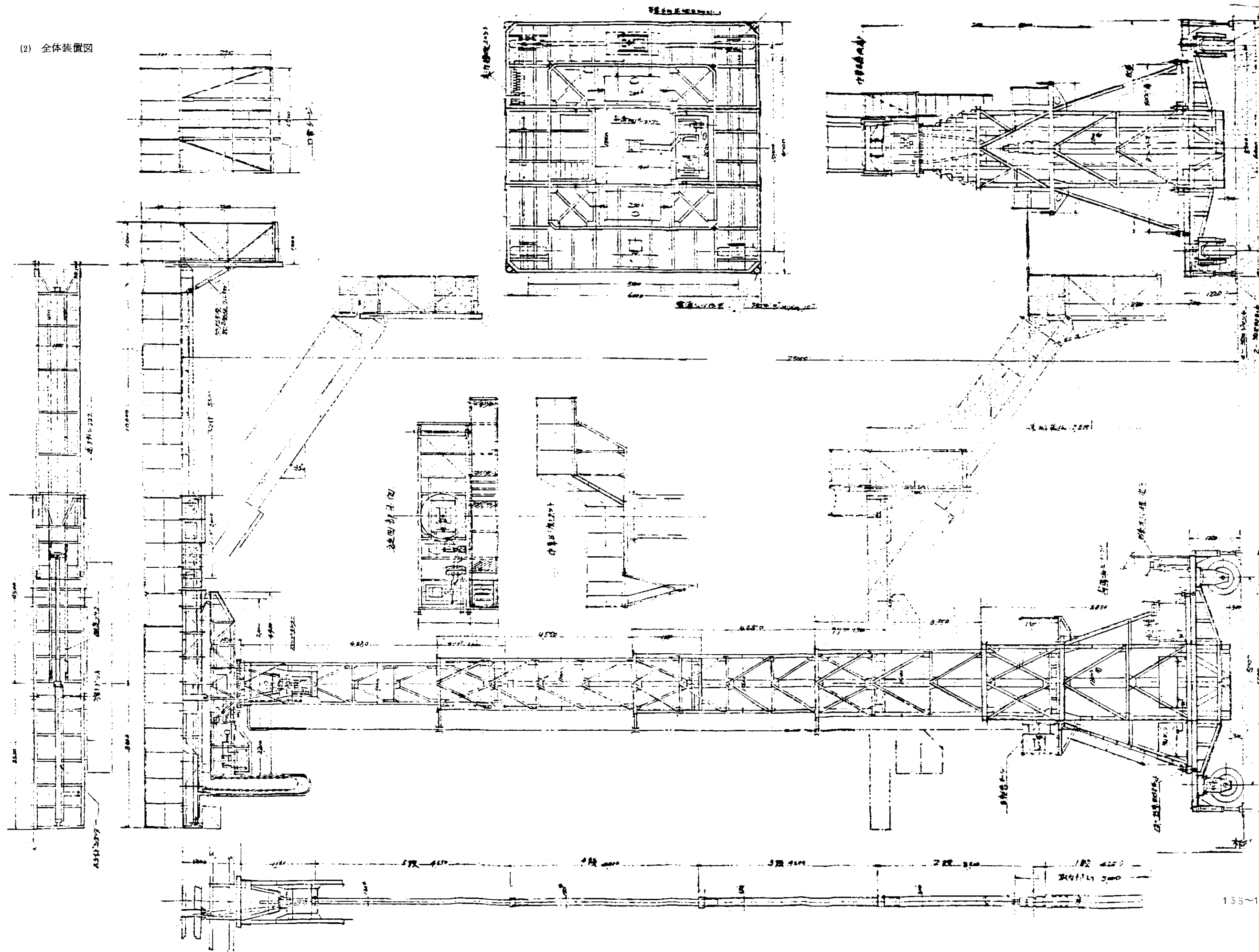
要 目	性 能
型 式	スケーリングタワー方式
動 力 源	電 動 油 圧
走 行 速 度	5 M～30 M/MIN (可変)
昇 降 速 度	4 M/MIN
旋 回 範 囲	360°
ステージ先端荷重	300 Kg以下
最 高 高 さ	25 M
作業ステージせり出し長さ	5.5 M (装置中心より先端までの寸法11 M)
全 体 重 量	12 TON 以下

(D) 構造および機構の概要

表 5. 1. 2

項 目	構 造	機 構
基 台	鋼製枠組とする	昇降、走行、操縦、の動力源と上部枠を搭載する。
枠 組	〃	外枠（基台付）と内枠（上部枠 4 本）よりなり、上下にスライドさせる事により 8.5 M ～ 25 M の間で任意の高さが得られる。
作業ステージ	〃	固定側と、スライド側よりなり、スライドさせる事により 4.5 M ～ 11 M の間で任意の寸法が得られる。
昇 降	—	油圧シリンダーを使用する、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。
走 行	—	油圧モーターを使用する、車輪は駆動輪 2 個、従動輪 2 個
旋回、スライド、傾斜	—	油圧モーター及油圧シリンダーを使用する。 作業ステージのみ
制 御	—	基台上にて走行、操縦、ジャッキアップの制御が出来、作業ステージ上にて、昇降、旋回、スライド、傾斜の制御出来る
安 全	—	クレーン安全規則に準ずる

(2) 全体装置図



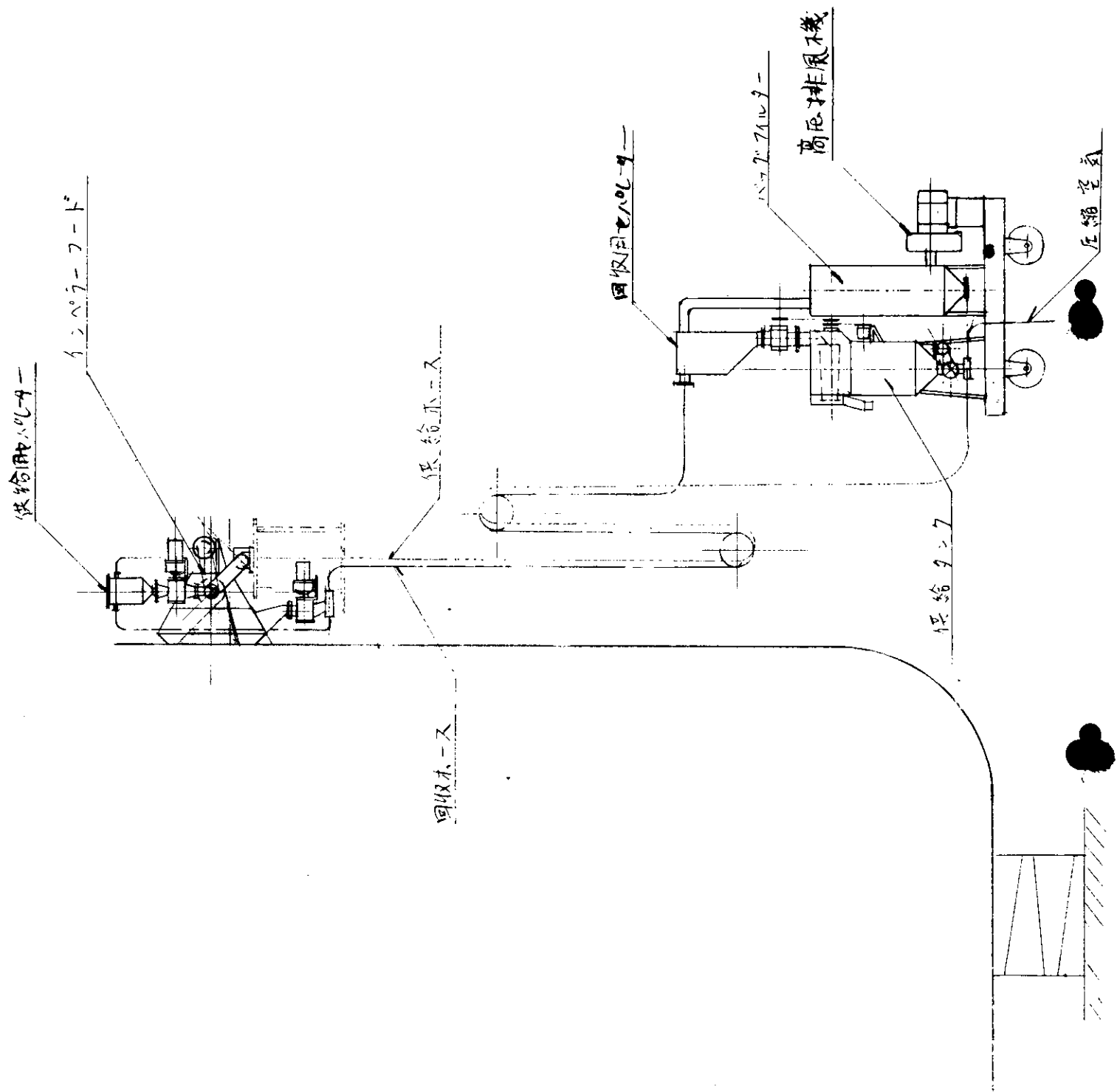
5.1.4 クローズド サーキット式 インペラプラスト装置

(1) 試設計の概要

表 5.1.3

プラストヘッド (全体重量 660 Kg)	インペラー		寸 法	64 B×360 Ø	
			回 転 数	3,500 R. P. M	
			グリッド投射量	330 Kg/min	
			所要動力	15 KW	
	インペラー フード		取付台寸法 投射幅、長	400×400 130 B×1,073 L	
循環装置	供給装置	供給タンク	型 式	S II G R 自動供給式	
			寸 法	750 Ø×1,300	
		供給ホース		80 A×40 m	
			機密供給装置	能 力	330 Kg/min
		動 力		0.4 KW	
		供 給 用 セパレーター	寸 法	500 Ø×600	
	容 量		0.12 m³		
	回収装置	回収ホース		80 A×40 m	
			機密回収装置 (2台)	能 力	330 Kg/min
		動 力		0.4 KW	
		回 収 用 セパレーター	寸 法	500 Ø×750	
	容 量		0.15 m³		
	除塵装置	ロータリー スクリーン		寸 法	300 Ø×500
				能 . 力	330 Kg/min
				動 力	0.4 KW
		バッグ フィルター		型 式	BN-1
				寸 法	750×1,100×3,000
				バッグ数	1 m²×3本
		高圧排風機		風 量	1.4 m³/min
風 圧				360 mm A.Q.	
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 L H 1,900×2,000×3,000	
			全重量	2T 130Kg	

(2) 全体装置図



5.1.5 塗装アタッチメント

(I) 試設計の概要

(A) 計画の概要

船体外板の自動塗装装置用のアタッチメントとして、各種台車の条件に適用出来る様に、図 5.1.2～4 に示す方式の試設計を行う

(図 5.1.2～3 に付いては全体組立図の作図までとする)

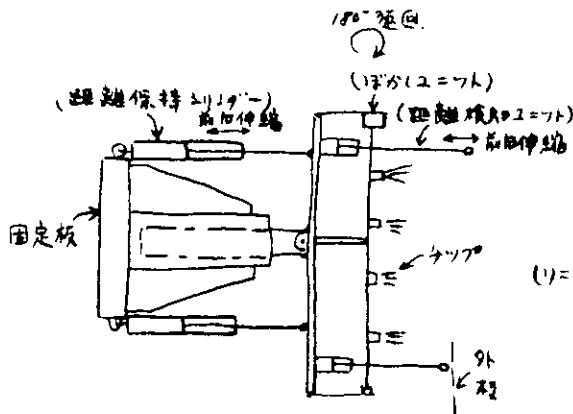


図 5.1.2

(接触式距離保持あり)

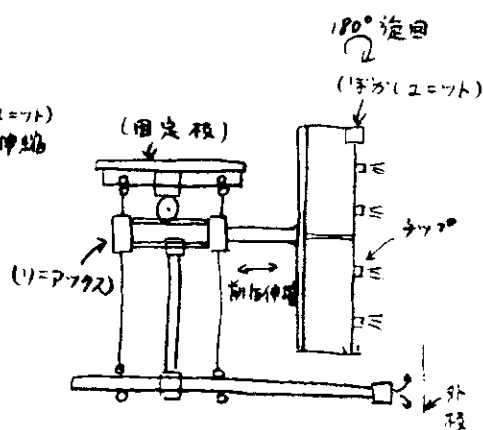


図 5.1.3

(非接触式距離保持あり)

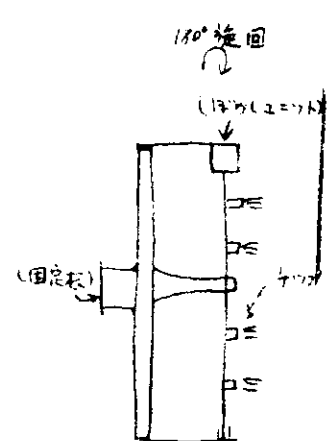


図 5.1.4

(距離保持なし)

(B) 仕様の概略

(I) 走行台車基本性能

表 5.1.4

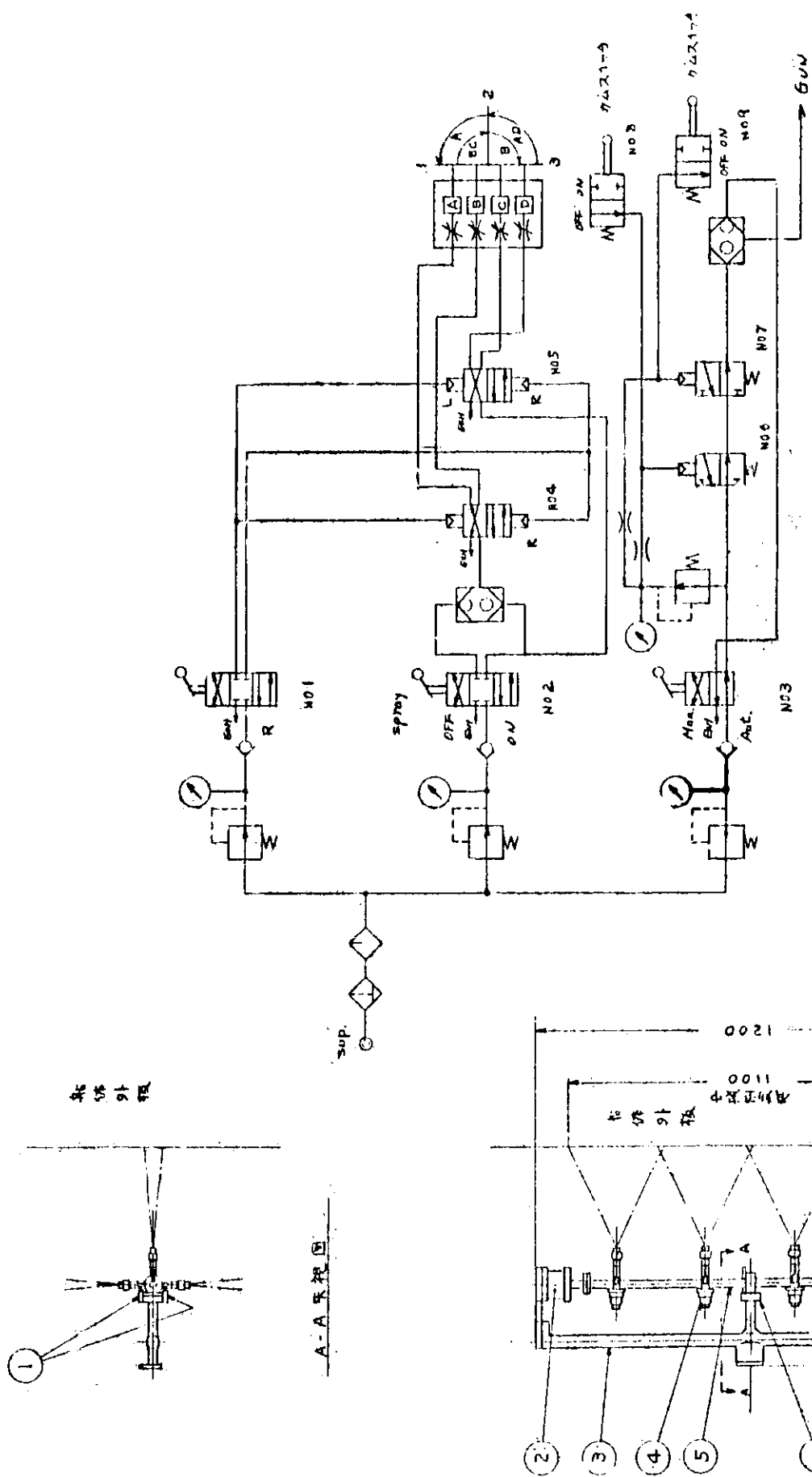
項 目	台車基本性能
走行速度 (前後)	0 ~ 4.0 m/min
昇降速度 (上下)	4 ~ 1.0 m/min
作業高さ	MIN 3m MAX 3.2m
先端荷重	500 Kg 以下
先端ステージ	約 1.5M巾 × 3M長さ

(II) 塗装アタッチメント要求性能

表 5.1.5

項 目	アタッチメント性能
塗 装 能 力	1,500 ~ 2,500 m ² /H
塗 装 方 法	マルチノズルによる水平、平行移動、一挙動塗装
揺 かし 機 構	マルチノズルでのスプレー開閉時に首振りによる揺かし機構
全 体 重 量	300 Kg 以下
操 作 盤	制御回路を含めた操作系統は最も単純な操作方式をとるものとし、操作盤は走行台車基部に設置する

(2) 計 画 図



5.1.6 ハイドロジェットクリーニング装置

(1) 装置試設計の概要

(A) クリーナー性能概要

主 要 目	洗 滌	研 掃
吐 出 圧 力	1 5 0 Kg/cm ²	2 5 0 Kg/cm ²
吐 出 量	7 0 0 ℓ/min	4 5 0 ℓ/min
処 理 能 力	1,4 0 0 m ² /HY	3 0 0 m ² /HY
反 力	1 7 5 K	1 5 2 K
重 量	9,0 0 0 Kg	9,0 0 0 Kg
動 力 源	3 0 0 HPディーゼルエンジン	
ポ ン プ	横 型 三 連 プ ラ ン ジ ャ ー	
可 搬 式 装 置 付		

(B) ノズルアタッチメント

要 目	洗 滌	研 掃
ノズル数	1 2	8
作 動 範 囲	2,4 0 0 × 5 1 0 ノズルピターン 85 × 6 ケ	ブーム先端固定
処 理 速 度	左右 0.0 2 5 m/min 上下 0.1 m/min	上下 0.1 6 m/min
駆 動 源	エアシリンダー	
重 量	4 0 0 Kg	2 0 0 Kg
吐 出 量	7 0 0 ℓ/min	4 5 0 ℓ/min
吐 出 圧 力	1 5 0 Kg/cm ²	2 5 0 Kg/cm ²

(C) カラミ搬送装置

(I) エアー圧送式 5～6 Kg/cm² 4～5 m³/min (消費量)

(II) 1" Øホース カラミ圧送量 1 0 ℓ/min MAX

(III) 圧送タンク弁開閉自動装置付

(IV) 搬送高度 3 2 m

(D) ノズル耐久性

(I) カラミ混入に対し磨滅防止式：(エセクター応用)

(II) 高圧水流通による耐久性 1,0 0 0 HR

(E) 一時防錆剤 (試験結果)

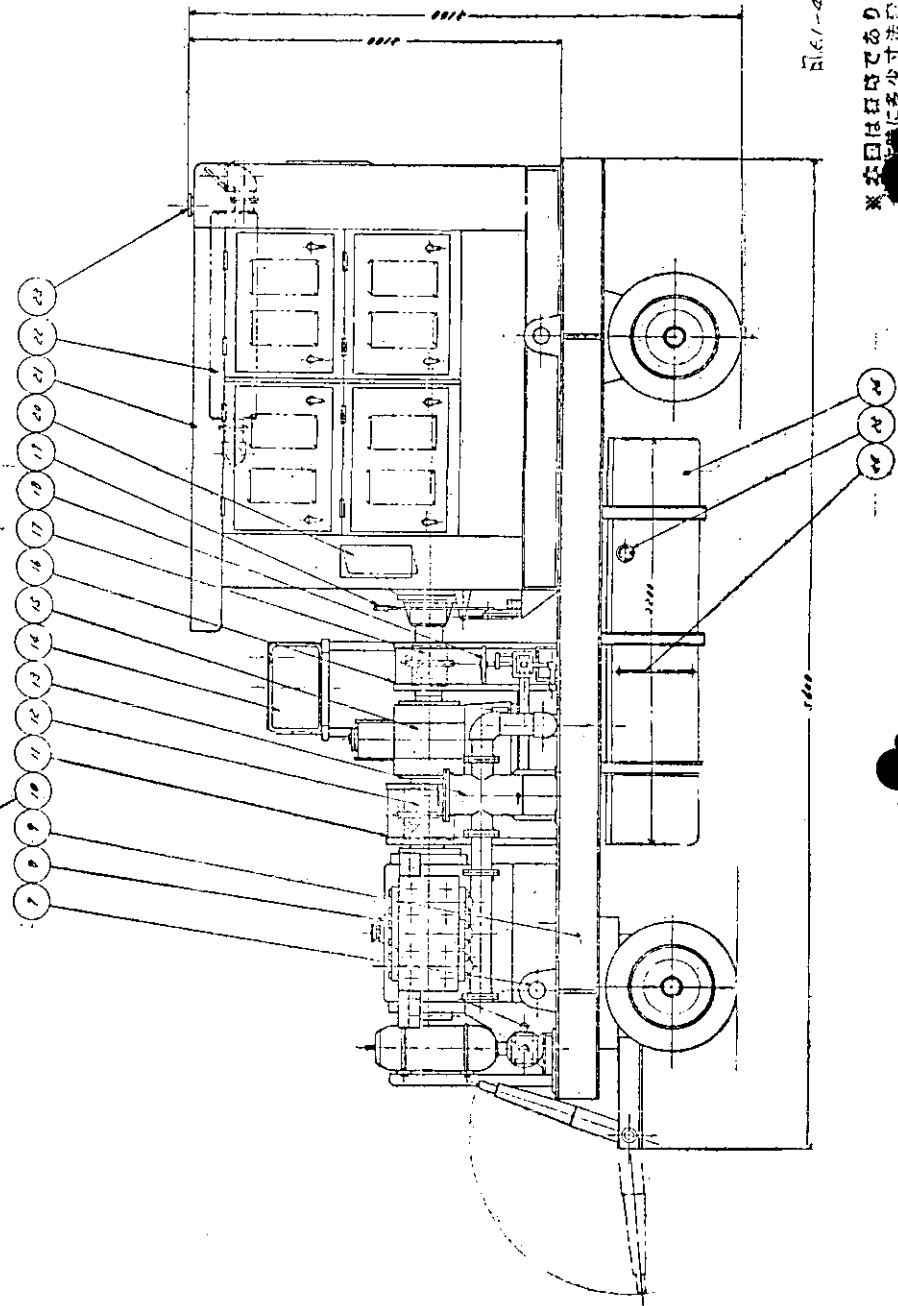
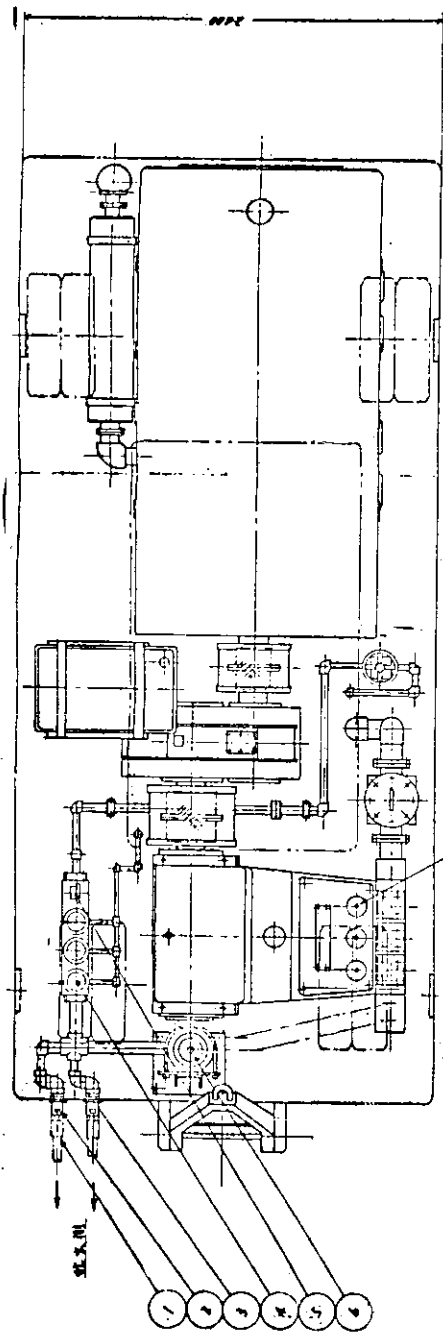
(I) 2 0 品種を屋外曝露防錆力、上塗りとの密着性、テストを行ない 4 品目は実用可能と判定した。

(II) 1 %水溶液で 2 日間、3 %水溶液で 4 日間の防錆力を有する。

(III) 密着性は Z・R・P (ジンクリッチプライマー) に一部問題残るが他には良好である。

(IV) 公害影響無し。

(2) 本体図



図(1-2-46)→

※ 本図は設計であり、実際の製造に多少の差が生じる場合があります。

1	空気機	15700
2	空気機	15700
3	空気機	15700
4	空気機	15700
5	空気機	15700
6	空気機	15700
7	空気機	15700
8	空気機	15700
9	空気機	15700
10	空気機	15700
11	空気機	15700
12	空気機	15700
13	空気機	15700
14	空気機	15700
15	空気機	15700
16	空気機	15700
17	空気機	15700
18	空気機	15700
19	空気機	15700
20	空気機	15700
21	空気機	15700
22	空気機	15700

NO.	NAME	MATERIAL	WET 1	NO. OF SET
1	空気機	15700		
2	空気機	15700		
3	空気機	15700		
4	空気機	15700		
5	空気機	15700		
6	空気機	15700		
7	空気機	15700		
8	空気機	15700		
9	空気機	15700		
10	空気機	15700		
11	空気機	15700		
12	空気機	15700		
13	空気機	15700		
14	空気機	15700		
15	空気機	15700		
16	空気機	15700		
17	空気機	15700		
18	空気機	15700		
19	空気機	15700		
20	空気機	15700		
21	空気機	15700		
22	空気機	15700		

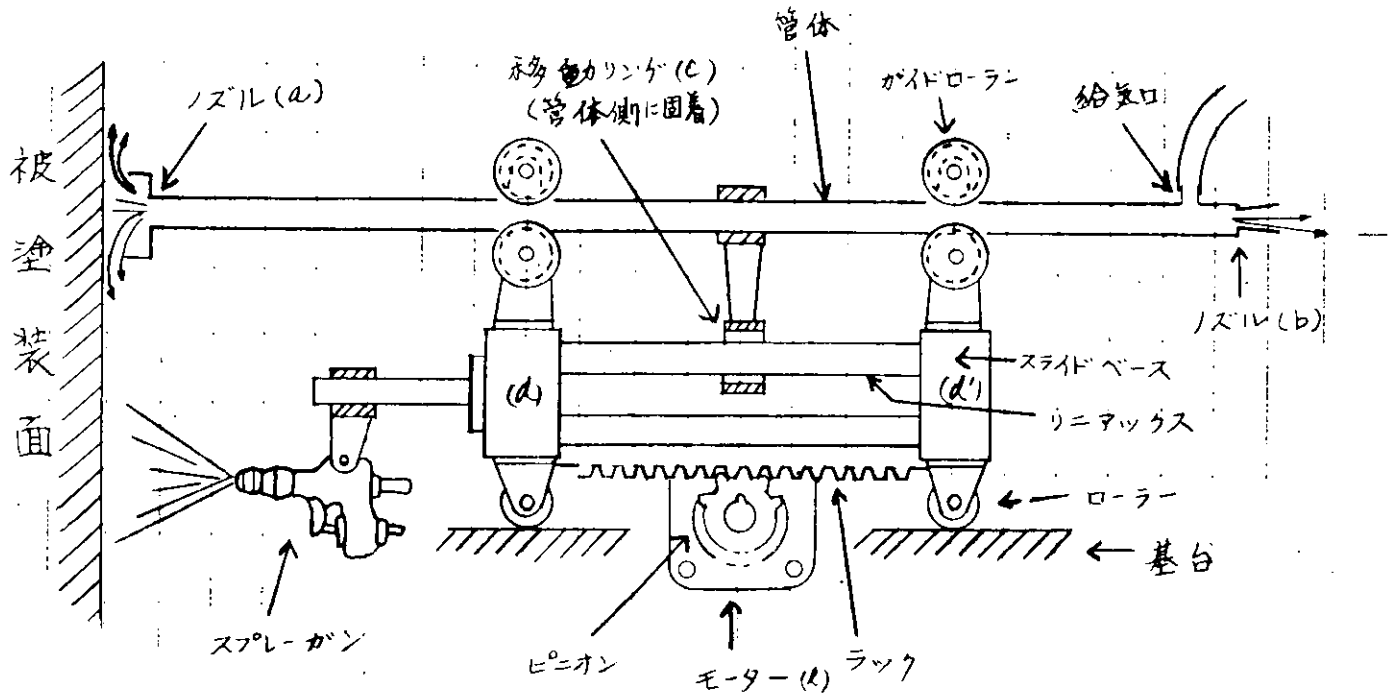
5.1.7 距離保持装置

(i) 空気噴出式距離保持装置

(A) 模型試作の概要

(I) 機 構

本距離保持装置は空気圧による距離検出の部分とスプレーノズルの追従部分とにより構成されている。



(i) 距離検出機構は上図に示すようにガイドローラーに支持された管体の給気口より圧縮空気を供給し管体両端(A)(B)のノズル形状、大きさによる空気噴出圧力差の推進により被塗装面に移行し、噴出圧力差の平衡作用によって被塗装面との間に一定の間隔を維持し非接触状態を保つ。

(ii) 追従部分は管体の移動に伴って、管体に固着された移動リング(C) (変位コイル) が磁路に沿って移動し固定コイル (D, D') からの変位量に比例した位置信号を受け電氣量に変化を生じ、モーター (ℓ) を回転させる。

この機構は液面計の位置検出器「リニアックス」 (商品名) を応用したものである。

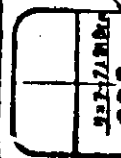
モーターのピニオンと嵌合したラックにより管体の軸芯方向と同一方向に移動する機構であり、このリニアックスをスライドベースにしてスプレーガンの支持台を兼ねている。

(ii) 作 動 方 法

管体に圧縮空気を供給すると前述した原理により管体の先端は被塗装面に対し、非接触状態で一定の間隔を保持する。被塗面が移動すると管体は一定間隔を保持しながら移動する。管体の移動に伴って、この管体に固着された移動リングが移動しリニアックスに移動量と方向に応じた電氣変化が生じ、モーターを回転させる。モーターのピニオンと嵌合したラックによりスライドベースは移動して予め設定された移動リングとの位置関係まで移動する。従ってスライドベースに支持されたスプレーガンも移動し被塗装面とガンの距離は常に一定に保持されることになる。

(III) 諸 元

モーター	型 式	21A 3GA-A (オリエンタルモーター製)
	出 力	3 W
	電 流	0.16 A
	電 圧	110 V
	回 転 数	1,450 R, P, M
	ト ル ク	210 <i>g</i> , <i>cm</i>
変 速 機	型 式	2GA100 (オリエンタルモーター製)
	減 速 比	100 : 1
	最 大 許 容 ト ル ク	10 <i>Kg</i> , <i>cm</i>
ラ ッ ク	モ ジ ュ ー ル	1
	歯 数	長さ 200
	ピ ッ チ	3.14
ピ ニ オ ン	モ ジ ュ ー ル	1
	歯 数	15
	ピ ッ チ	3.14
重 量	本 体	3.5 <i>Kg</i>
	指 示 計	2.0 <i>Kg</i>
	電 源 箱	12.8 <i>Kg</i>
	総 重 量	18.3 <i>Kg</i>



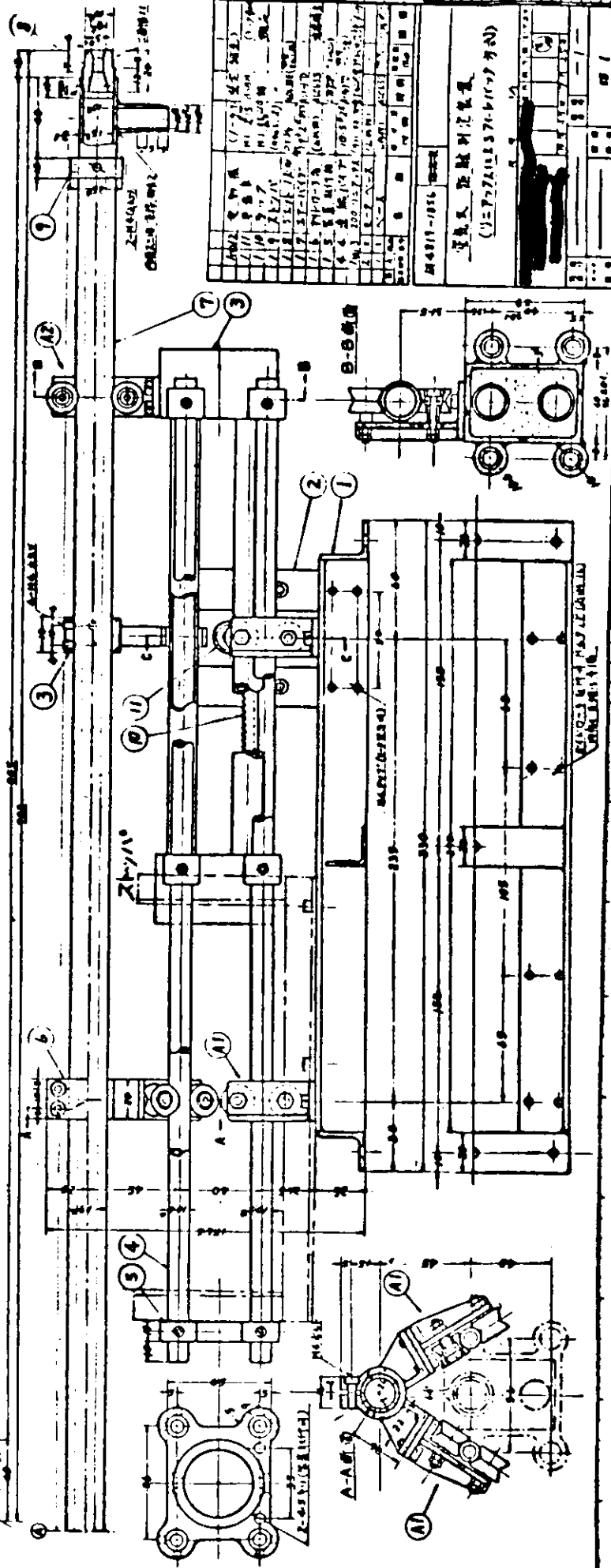
總重約九 ±0.25
個重約四 7.17 5.15

第 1 章 绪论

物品號 AP 12 A3 13 14 15 16 17 18 19
 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32
 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45
 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58
 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71
 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84
 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97
 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108
 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118
 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128
 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138
 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148
 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158
 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168
 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178
 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188
 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198
 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208
 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218
 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228
 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238
 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248
 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258
 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268
 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278
 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288
 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298
 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308
 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318
 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328
 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338
 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348
 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358
 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368
 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378
 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388
 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398
 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408
 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418
 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428
 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438
 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448
 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458
 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468
 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478
 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488
 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498
 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508
 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518
 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528
 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538
 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548
 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558
 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568
 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578
 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588
 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598
 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608
 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618
 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628
 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638
 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648
 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658
 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668
 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678
 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688
 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698
 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708
 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718
 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728
 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738
 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748
 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758
 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768
 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778
 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788
 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798
 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808
 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818
 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828
 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838
 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848
 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858
 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868
 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878
 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888
 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898
 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908
 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918
 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928
 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938
 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948
 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958
 959 960 961 9

製作台数

完成14日 晴・45・8・



亞美尼亞列記卷五

$(1) = 7772112371616797921$

5.1.8 曲面追従装置

(1) 試作の概要

(A) 要求性能

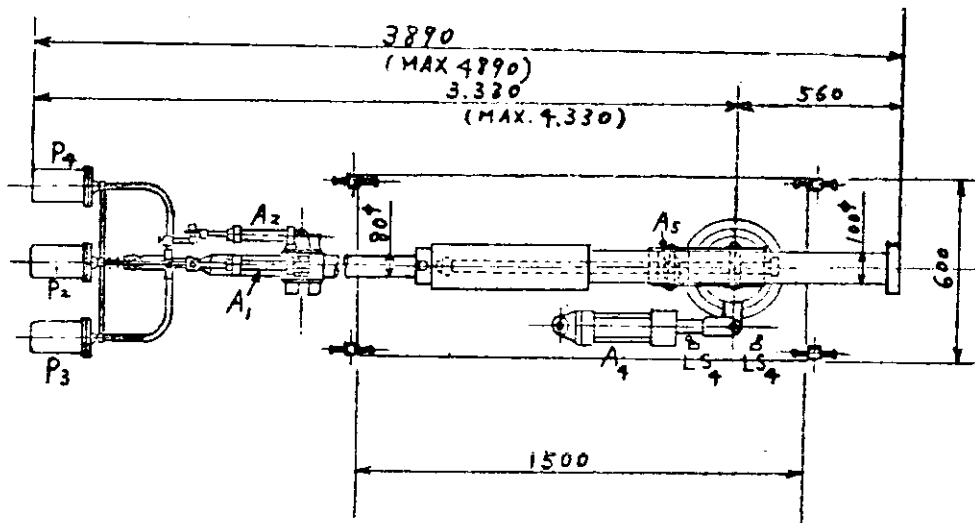
- (I) スプレーガンをブームの先端にとりつけ、上下、左右方向に走査可能であること。
- (II) スプレーガンと被塗面との距離を無接触式で検出し、常に一定距離を保持し得ること。
- (III) スプレー方向は常に被塗面と垂直を保ち得ること。
- (IV) スプレーガンの走査速度は毎秒0.5～1.5 mとする。
- (V) 1回の塗装可能面積は約2 m×2 mとする。

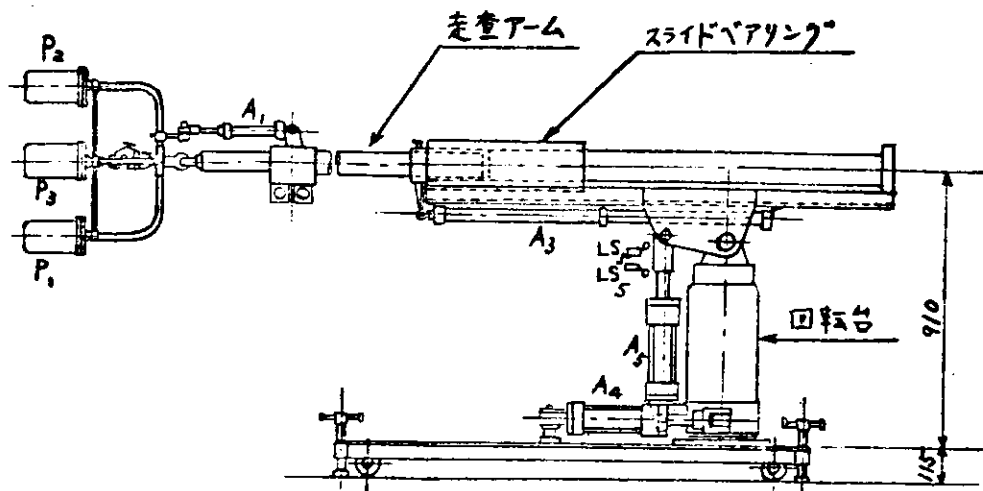
(B) 設計仕様

表 5.1.6

スプレー方向制御範囲		± 30度(上下、左右方向)
基準スプレー距離		300 mm
走査アーム角度制御範囲		± 15度(上下、左右方向)
アーム長さ制御範囲		1 m
最大塗装面積		2 m×2 m
スプレー速度範囲		0.5～1.5 m/AEC(可変)
制御方式	スプレー方向、アーム長さ	電気——油圧式サーボ機構
	アーム走査	電気——油圧式シーケンス制御
油圧源定格		30 Kg/cm ² , 68 l/min
本体重量		500 Kg以内

(2) 本体組立図





P_1, P_2	上下方向距離検出器
P_3, P_4	左右方向距離検出器
A_1	上下方向操作アクチュエータ
A_2	左右方向操作アクチュエータ
A_3	アーム伸縮用アクチュエータ
A_4	アーム左右操作用アクチュエータ
LS_4	" リミットスイッチ
A_5	アーム俯仰操作用アクチュエータ
LS_5	" リミットスイッチ

5.1.9 甲板除錆機

(I) 装置試設計の概要

(A) 対象船舶

20万トン級新造船タンカー

(B) 概要

(I) 型式・構造

電動手押型フラップホイール付……………平面用

" ワイヤホイール付……………溶接線用

(II) 除錆能力

平面：100 m^2/H ， 溶接線：75 m/H

平面はフラップホイール、溶接線はワイヤホイールを使用する。両者はアタッチメント交換により簡単に交換可能な構造としている。

ただし、できるならば一隻の上甲板除錆には、フラップホイール付と、ワイヤホイール付と2：1の比の台数をそろえるのが便利である。

なお除錆能力を計画150 m^2/H から100 m^2/H に縮小したのは機器の運搬取扱いの点から機器の計画重量100 Kg を越えないようにし、不足能力は台数によってカバーすることにした方がよいと考えたからである。

(III) 機器重量

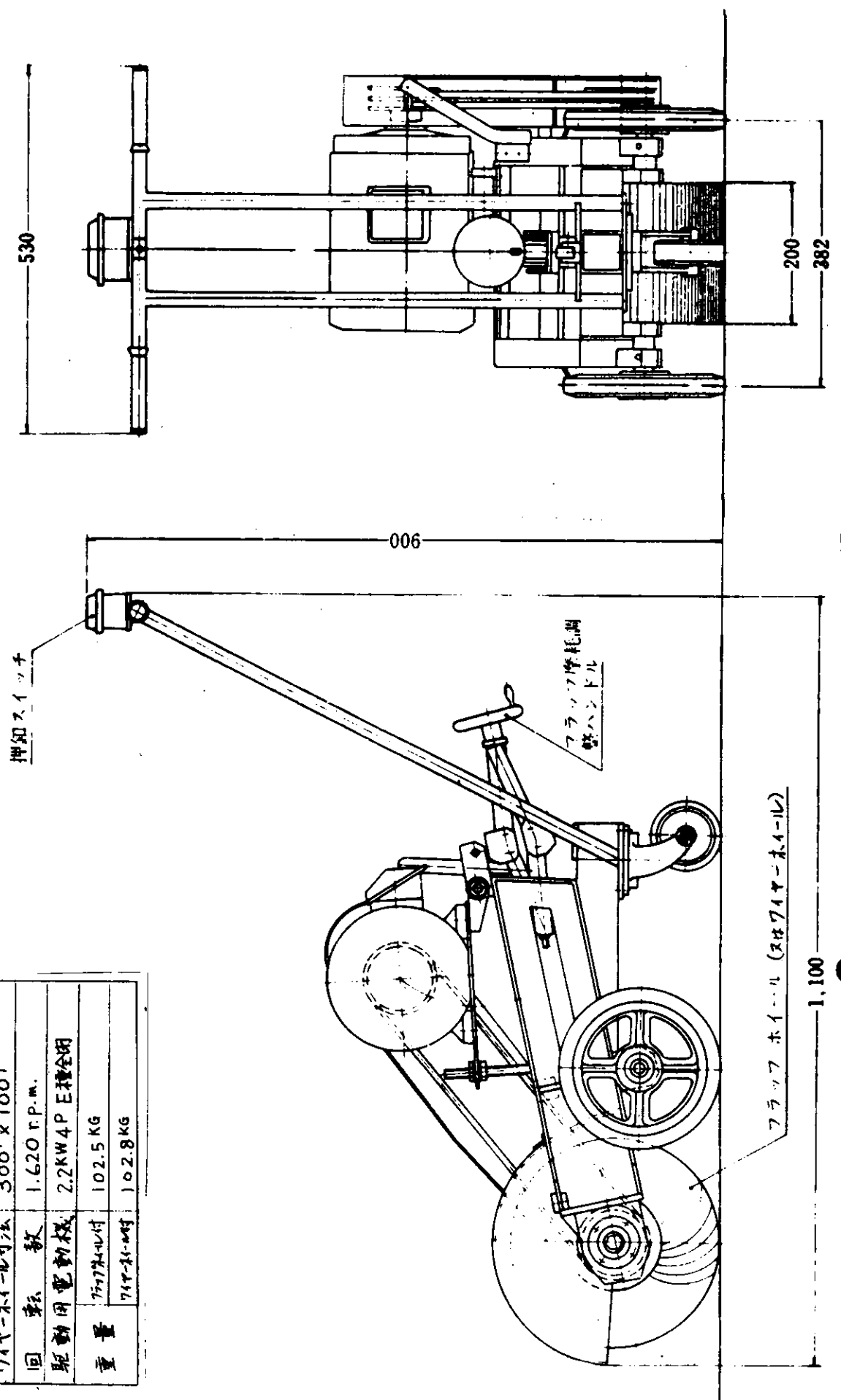
運搬、取扱い簡便のため約100 Kg とした。

(IV) バキュームクリーナーの組込

除錆機によって発生する粉塵を吸収するため除錆機に、バキュームクリーナーの組込みを検討したが機器重量が約2倍に増大し、運搬、取扱いに簡便性を欠くので取止めた。

(2) 全体図

主仕様	
フラットホイール寸法	300 ϕ x 200 ϕ
ワイヤーホイール寸法	300 ϕ x 100 ϕ
回転数	1,620 r.p.m.
駆動用電動機	2.2KW 4P E種全閉
重量	757 ϕ x 14 ϕ 付
	71 ϕ x 31 ϕ 付
	102.5 KG
	102.8 KG



5.1.10 船底除錆車、塗装車

(I) 試験設計の概要

(A) 船底除錆車

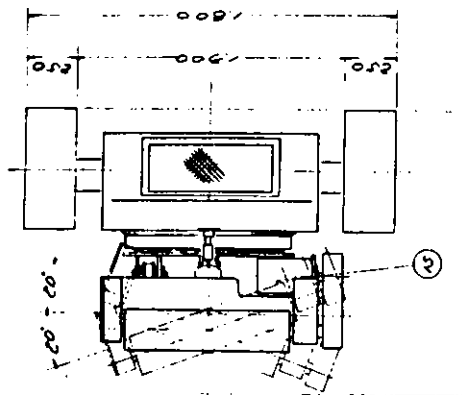
表 5. 1. 7

区 分		能 力
車体の大きさ	全 長	4 0 0 m/m
	全 巾	1, 8 0 0 m/m
	全 高	1, 2 4 0 m/m
	重 量	4, 0 0 0 Kg
駆 動 機 構		ディーゼルエンジン
走行性能	走 行	キャタピラー走行
	走 行 性 能	0 ~ 6 0 m/min
	登 坂 能 力	1 8 °
	最 小 回 転 半 経	2, 2 0 0 m/m
	変 速	無 段 変 速
ブラッシングの大きさ		2 0 0 Ø × 8 0 0 m/m

(B) 船底塗装車

表 5. 1. 8

区 分		能 力
車体の大きさ	全 長	3, 3 5 0 m/m
	全 巾	1, 6 0 0 m/m
	全 高	1, 4 5 0 m/m
	重 量	1, 8 0 0 Kg
駆 動 機 構		ガソリンエンジン
走行性能	走 行	前 輪 駆 動
	走 行 性 能	8 ~ 4 2 m/min
	登 坂 能 力	6 °
	最 小 回 転 半 経	4, 0 0 0 m/m
塗装装置	油圧式コンプレッサー	2 基
	コンプレッサー	1
	油圧シリンダー	2 本
	ガン昇降装置	1 基
	塗料アジテーター	2 台
塗 装 範 囲		1, 2 0 0 m/m (左右 3 0 0 m/m 移動可能)



Technical drawing of a vehicle chassis, showing the front view. The drawing includes dimensions and numbered callouts (1-12) indicating specific components or features.

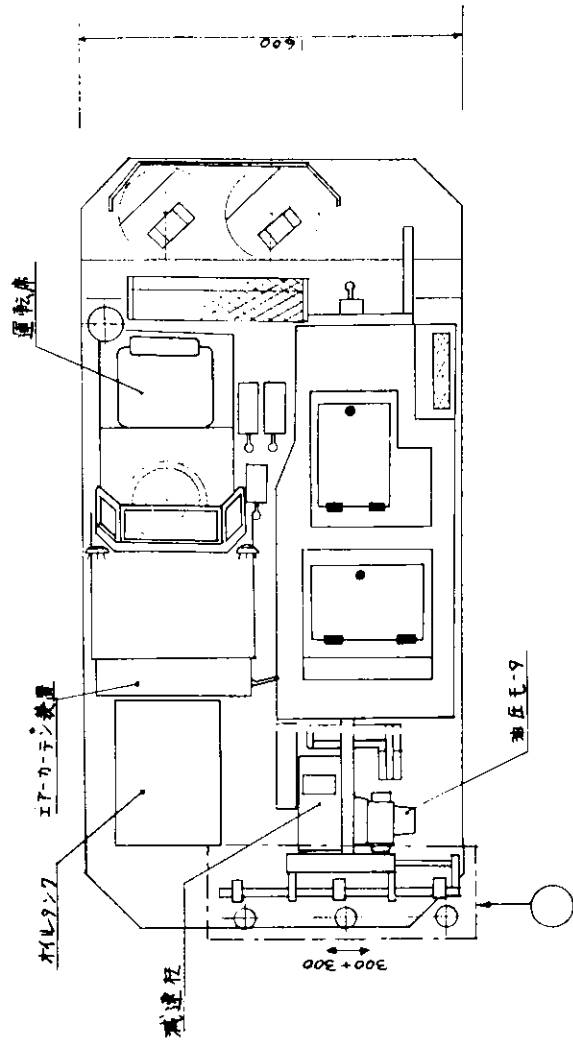
Dimensions:

- Overall width: 1400
- Overall height: 1800
- Front overhang: 810
- Wheelbase: 2062
- Rear overhang: 861
- Distance from front axle to center of chassis: 1700

Numbered callouts (1-12) point to various components, including the front suspension, steering knuckle, and rear axle assembly.

[illegible]

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/h ~ 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. 積載塗装装置

- | | |
|-----------|----------|
| 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 |
| 塗料コンテナ | 2 個 |
| ガン上下装置 | 1 基 |
| アジテーター | 2 基 |
| 油圧ユニット | 1 基 |
| 総重量 | 1,800 Kg |

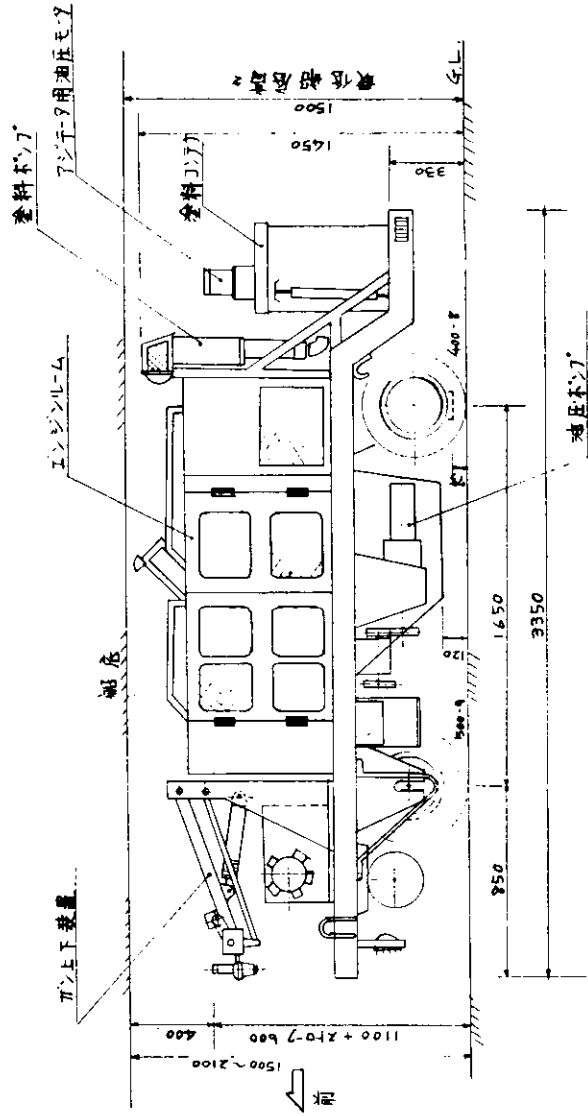


図 5.1.8

5.1.1.1 サブ材塗装装置

(I) 塗装設備の概要

表 5. 1. 9 に示す処理場からすれば船の種類および建造量によって必要度合は異なるが、塗装生産性の向上、省力、或は塗装を含めた船殻建造工程システムなどの将来性の観点から建造量にかかわらず設置することが望ましい。

(A) 一般サブ材塗装工場

(I) 建屋寸法

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せて2個1組を直立状態として台車に載せる列流すものとする。

長さ方向は25mサブ材ユニットに対して30m×3室とし前後に搬入、搬出のスペースを30mとり、高さはサブ材9m、台車および上部クリアランス各0.5mの計10mとし、また幅は1列間を3.3mの13.2mのものとする。

表 5. 1. 9

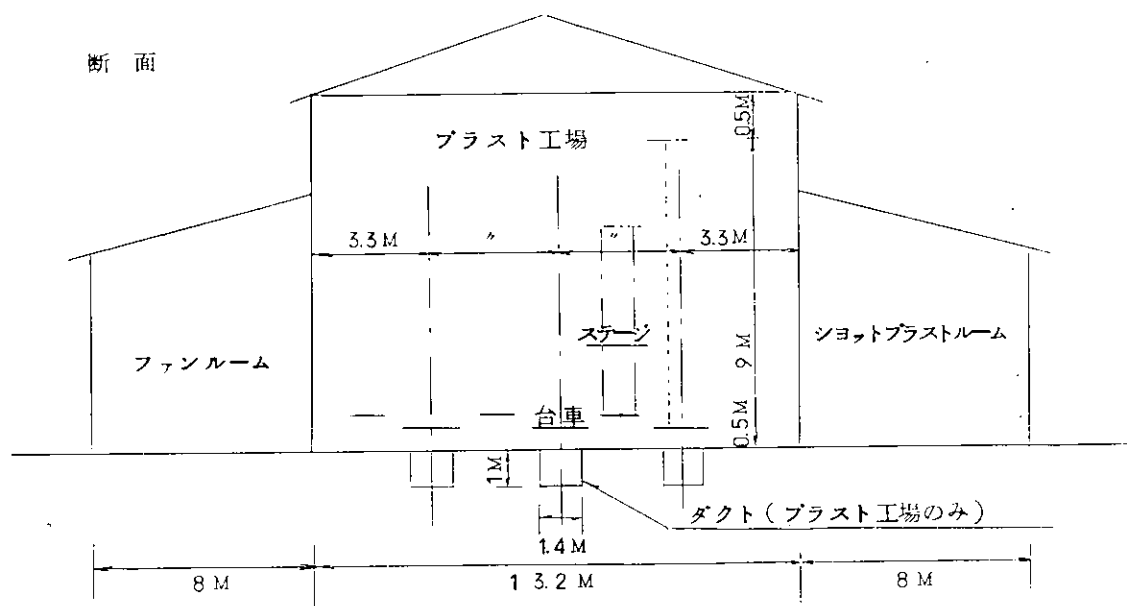
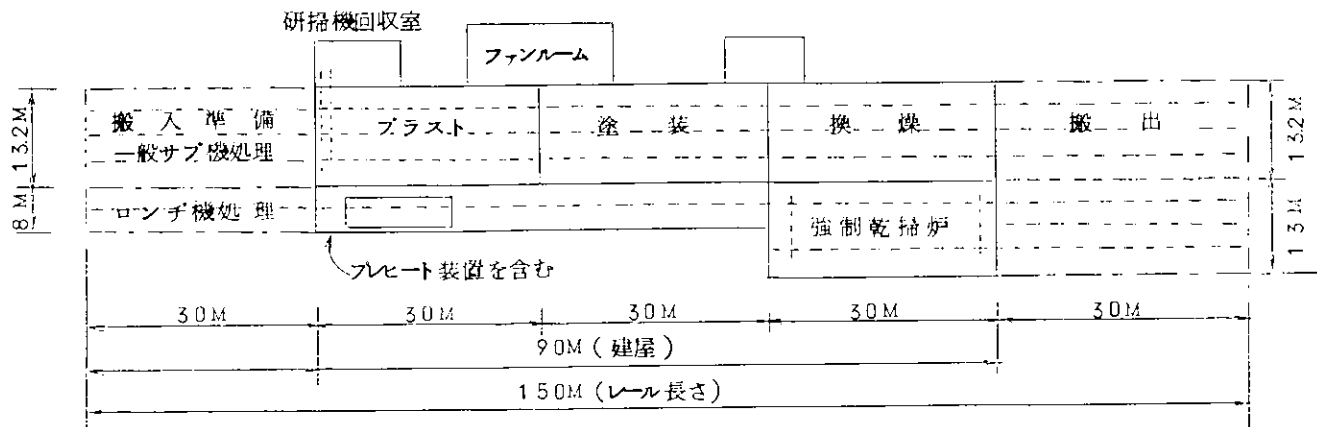
	一般サブ材		ビルトアップロンヂ	
	国内船	外国船	国内船	外国船
1隻当り数量	104本	670本	358本	1,040本
1日当り処理数	2.2本	14本	7.5本	21.7本
1隻当り面積	7,460 m ²	32,400 m ²	8,950 m ²	38,600 m ²
1日当り処理面積	155 m ²	675 m ²	187 m ²	804 m ²

註 ○上記は平行部タンクパート部材のみを対象とする。

○BOTTOMTR., GIR. などは一般サブ材自体が部分塗装となるため除外した。

○年間稼働日数を220日と、1隻当りの作業日数を48日とした。

(ii) 配 置



④ 附 随 設 備

プラスト装置、(研掃材供給、回収、分離装置を含む)

移動台車コンベヤー

搬入出クレーン装置

除塵、換気装置

塗装装置

調温装置(強制乾燥を含む)

部材直立支持機構およびステージ装置

(B) ビルトアップロンヂ材塗装装置

ビルトアップロンヂ材の形状、寸法が相似性で然も簡易性であることから、除錆については縦型ショットブラストの応用、塗装はロンヂ材の塗残し部に対する遮蔽装置を組込んだ自動塗装装置、および強制乾燥装置を組合せた処理システムとすることが考えられる。

ま と め

(1) 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 5.1.10 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效果は期待できない。

表 5.1.10 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。

新造船工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 5.1.11、5.1.12 である。

表 5.1.10

	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々置 (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	1,485 (0.7)	
倉 内 高 所 作 業 車	2,000	608	6,834 (3.2)	30,332 (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)	9,340 (4.2)
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		7,340 (3.3) ←洗浄 20,920 (9.5) ←研掃

表 5.1.1.1 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	10,800 時 (4.9人)
塗装アタッチメント	2	800	1,946 (10.9)
船底塗装車	1	450	1,800 (0.8)
上甲板除錆機	2	80	1,485 (0.7)
除錆アタッチメント	2	1,120	2,437 (1.1)
倉内高所作業車	1	2,000	6,634 (3.2)

表 5.1.1.2 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々置	2 台	10,000 (土木工事5,000.0万を含む)	12,960 (5.9人)
高所作業用伸縮自在自走車	2	5,800	19,560 (8.9)
除錆アタッチメント	2	1,120	3,193 (14.5)
塗装アタッチメント(曲面追従組込み)	2	1,200	1,222 (5.6)
倉内高所作業車	1	2,000	30,332 (13.8)
船底除錆車	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 5.1.1.1 の省力、修繕船工場で表 5.1.1.2 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に感ぜられる。これは現状のブロック塗装が行なわれることの仮定の上に成立し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 5.1.1.3 の高所作業用伸縮自在自走車、除錆アタッチメント、塗装アタッチメント、船内高所作業車、船底除錆車、船底塗装車およびハイドロジェットクリーニングの洗滌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 5.89 人となり、そのうち足場関係の省力人員は約 2.26 人であり、塗装のみの省力人員は 3.6 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随した高所作業の安全が確保された。
2. 塗装・除錆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及ぼす環境改善に役立つ。
3. 殊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。

(2) 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である。

1. 渠側利用、高所作業車とも各塗装・除錆アタッチメント搭載可能のものが開発された。

2. 除錆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ンペラー、ブ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ア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錆方式が確立した。

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跋行性の是正が行われた。

勿論、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。

又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. バキュームブラスターの研究

塗装作業の約50%を占める除錆作業の省力、品質の均一化のためには将来ブラスティングを指向する必要がある、これを解決するために大容量のバキュームブ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 LANG材の専用塗装工場の試案にとどめたが、ブロック塗装全般に亘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. 艤装品の塗装機械化

本研究では除外したが、将来の省力の問題としては艤装品類の塗装機械化システムを研究する必要がある。

5.2 艤装品集配材システム

タイムリーに艤装品を集配材するためには、それに関する情報の迅速、正確な処理が必要である、そして情報処理能力を拡大して、その活用分野を拡げ、かつ、そのための労力を最小限にする必要がある。本研究では、主としてこれら情報システムの検討を行なった。検討方法は、ワークデザイン方式により行ない、まず理想的な情報システムを設定し、次に現実の問題として起ってくる阻害要因を摘出して分析検討し、これを取り除く方法を検討、取り除き得ないものに対しては、防衛機構を付加した、情報処理の電算化には、容易なものとむずかしいものがあるが、やゝ長期的視野に立って、その範囲を広くとり、一次電算化範囲を定めた、すなわち、設計段階で艤装品の総量を把握し、資材管理表にまとめ、これに追加情報を加えて購買管理表、納期管理表、パレット管理表などを作成するが、こゝに掲げた一次電算化範囲では、日程情報は中日程までに、設計情報は、資材管理表以降に止めた。それゆえ設計、製図作業との関連や、引当作業は含まれていない。

5.2.1 理想システムの設計

「ワークデザイン」では理想システムを3つのレベルに分けている。

(A) 理論的理想システム (theoretical ideal system)

これは、数学でいえば、無限の概念ともいうべきものであり、現実には実現不可能である。これは、まったくコストをかけずに最大量の製品を生産するシステムであり、まったくコストをかけずに情報をコントロールするシステムであるからである。従って、定義として存在するものである。

(B) 究極的理想システム (ultimate ideal system)

現在のところは実現できないものであるが、単なる思いつきではなく、具体的に設計されたシステムであり、研究開発が進むにつれて実現しうるもので、企業にとって長期の目標となりうるシステムである。これは通常、オートメーション、自動データプロセスの形式をとるはずである。

(C) 技術的に実行可能な理想システム (technologically workable ideal system)

資金的な制約とか、量的な制限とかさえなければ、現在でも実施可能なシステムである。(B)とのちがいは、(B)は技術的に未解決のものを含んでいることである。

これら3つのレベルのうち、(B)と(C)のレベルにおいて、積装品集配材の理想システムの設計を試み、説明を加える。

(1) 究極的理想システム

このシステムの一案を図 5.2.1 に示す。

(2) 技術的に実行可能な理想システム

このシステムの一案を図 5.2.2 に示す。

5.2.2 システムを流れる情報

図 5.2.3 は、前述の理想システムにおける時間の経過に沿った情報の動きの要点を、管理表・帳票などによって、情報をまとめて表現したものである。

5.2.3 システムの運営を妨げるもの (阻害要因)

本研究においては、ワークデザイン的な方法を採用することにし、複雑な対象を、システムそのものと、阻害要因にはっきりと分け、それによって、よりよいシステムに近付こうとした。

阻害要因の内、特に重要と思われる項目について、以下に検討を行った。

- (1) 工程変動
- (2) 設計及び生産技術工程管理の不足
- (3) ステージ・ブロック区分の早期決定困難
- (4) 追加・改正
- (5) 購買管理
- (6) 納期管理
- (7) 納品量不正確
- (8) 保管能力不足
- (9) 商 扱 け

5.2.4 理想システムの詳細とその運営

5.2.1 で述べた理想システムをもとに、関係部署を9部門に分け、それぞれに肉付けしてまとめたのが図 5.2.4 である。

この9部門について夫々単独に、システムの詳細化を行ない、これをつなぎ合わせたものが図 5.2.5 である。なお、5.2.5 の阻害要因対策はこの段階で付加した。

5.2.5 理想システムの電算化

(1) 電算化範囲の検討

(A) 電算化の方針

艤装品集配材システムの電算化に当って最も要求されることは、コストパフォーマンスであるが、全体として効果的なシステムとなる様に考慮した。

電算化の段階を2つに分け、集配材トータル・システムとしての基本的な項目及び電算化が容易な項目を第一次とする。最終的には、情報項目の処理は可能な限り電算化するものとする。

(B) 電算化移行

集配材システムへの移行および集配材システムの電算化に関して、各社の現状はまちまちである。

しかし、組織変更のための種々の負担や時間的或いは人的な制約、電算化のための費用等については考慮しないことにする。

(C) システム運営

集配材システムに必要な電算機組織および電算機室組織は整っているものとする。

電算機の使用時間は充分確保されるものとする。

集配材システムの電算化の範囲は、現時点での集配材体制の整備の度合いと電算機技術水準によって決まるものであるが、特に困難な作業を除いて、情報処理の大部分は電算化できるものとする。

(2) 電算化システムの設計

5.2.4の詳細システムの流れから情報の種類および電算化の段階を分類し、システムを流れる情報を検討して、艤装品集配材システムデータベースの一例(図5.2.6)および理想システム電算化フローチャート、(図5.2.7)を作成した。

5.2.6 むすび

本研究の目標は、間接人員の削減もさることながら、作業現場にタイムリーに、欠品なく艤装品を配材することによって、現場から無駄をなくすことである、と考えた。

本研究ではシステムの対象が広いことと、造船各社の現状は各社各様であり、調査の結果を一般化した形に集約してシステムを設計することは困難であると判断し最も単純な理想システムから出発し、技術的に実現不能な理想システムの設計を行い、フローチャートを作成したものである。

システムの電算化によって生ずる余力を、人間でなければできない業務に重点的に投入し、これによって、現場に対するサービスを充実させるという本システムの考え方は、この目標にこたえ得るものと思う。

間接人員については、システム発足当初は一時的には、増加する可能性もあるが、運営が軌道にのったには、可成りの削減が可能となり、また、生産量の増大に対し、間接人員はほとんど増やさないですむと確信する。集配関係者の省力効果の推定は仲々困難であるが、A社の新設造船所の例からみて、省力人員約30人程度と推定する。

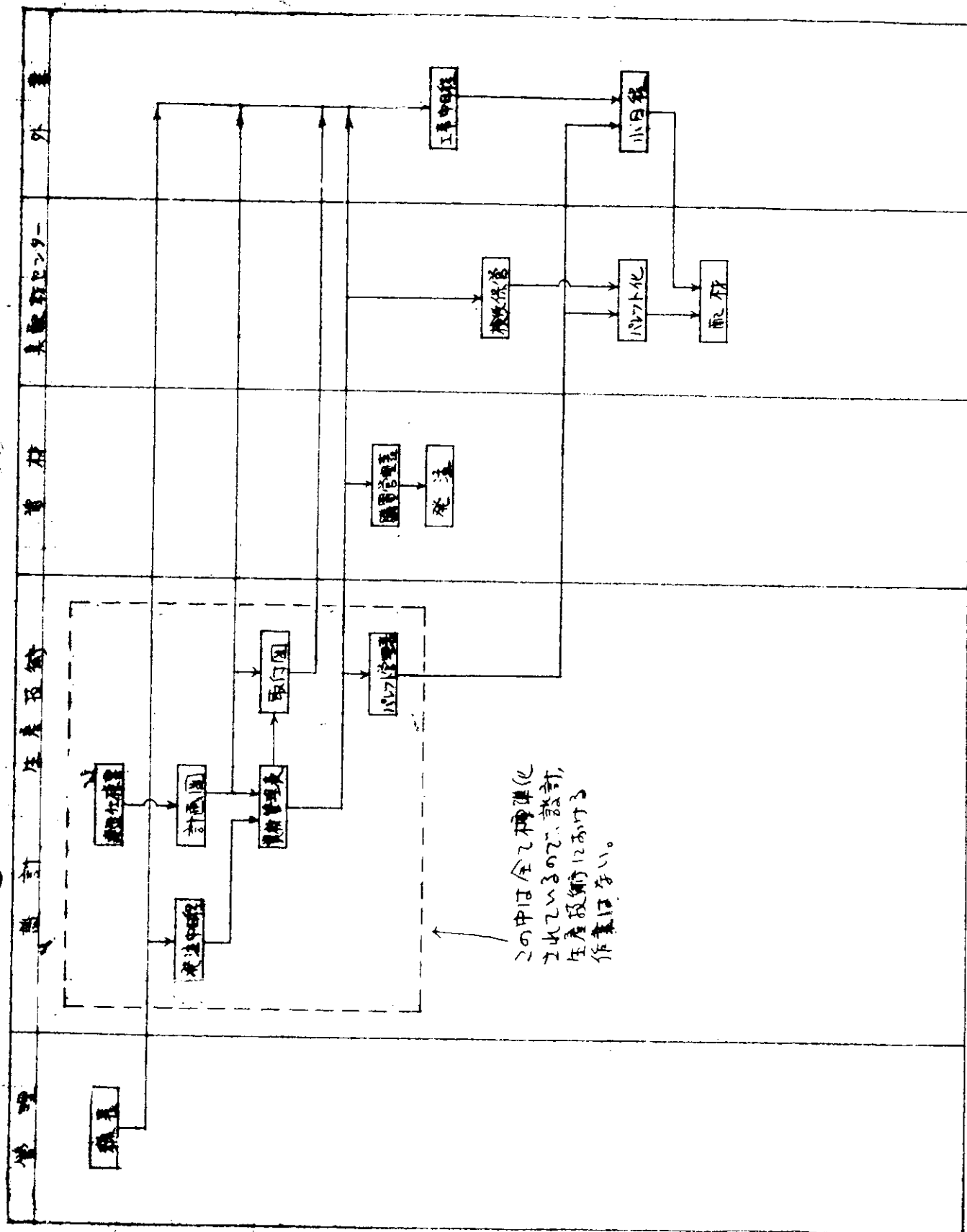


図 5.2.1 究極的理想システムの一案

部 門	管理 者 名 又 は 作 業	IN 又 は OUT
電 産 機	総メモリ	

設 計	資材管理表	IN
-----	-------	----

生産技術	発注中日程	IN
------	-------	----

向 上	資材管理表 加 筆	IN
-----	--------------	----

管 理	製造予算表	IN
-----	-------	----

資材集配 材センター	購買管理表	OUT
---------------	-------	-----

資 材	注 文 書	OUT
-----	-------	-----

向 上	決定通知書	IN
-----	-------	----

検 査	検査予定表	OUT
-----	-------	-----

資材集配 材センター	納期管理表	OUT
---------------	-------	-----

外 業	パレット 搭載工程表	IN
-----	---------------	----

集 配 材 センター	納 品 書	IN
---------------	-------	----

集配材セン ター現業	パレツト 管 理 表	OUT
---------------	---------------	-----

工事番号	情報出入 のKEY	手配	部品出入 のKEY	検査項目	指定事項	表面処理	検査区分	納期管理	取付課	出図期間	数量	合計重量	単重及 重量	資材担当	ステージ	ブロック	納期	製造予算	注 文 書	注 文 先	発注期日	契約納期	契約金額	承認期日 提出	承認期日 提出	承認期日 提出	検査予定	パレット 搭載予定	入手実績	保管場所	配材実績	取付工数

時 間 の 流 れ ↓

工事カード用

図 5. 2. 3 組立品集配材システム・情報処理要領の一例

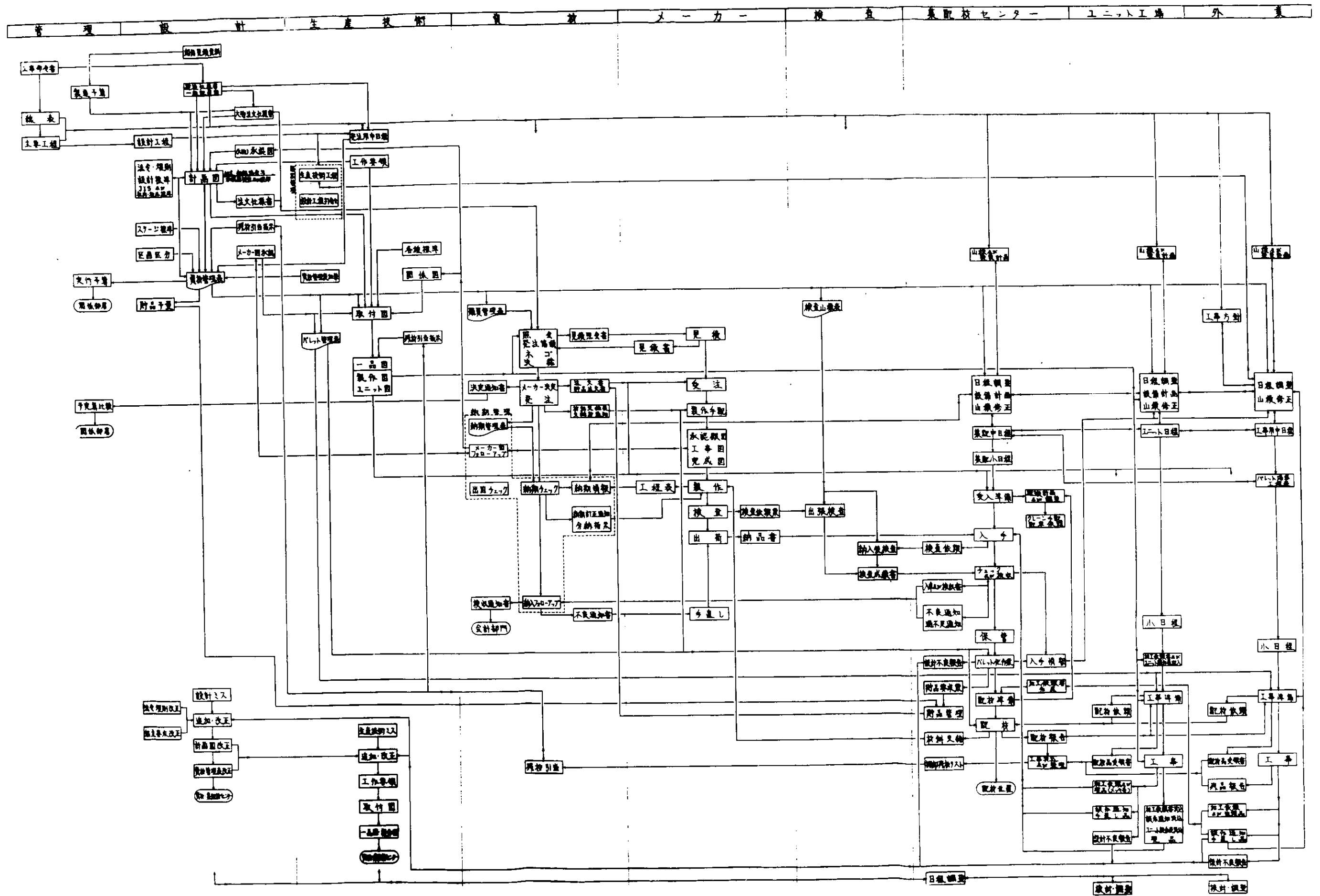


図 5.2.5 織装品集配材の理想システム詳細フローチャート

項目	船番	工事番号	工事区分	予配者標識	部品番号	予算区分	装置符号	系統符号	部品符号	図面番号	出図予定期日	品番・寸法 量目	指定事項	表面処理	大区画	小区画	項目番号
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

項目	数量	重量	全額	契約事項	買付担当者	契約形式	購買形式	納期	注文番号	業者名	発注期日	契約条件	項目番号				
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34

項目	分納標識	支給業者名	支給数量	検査区分	検査予定期日	検査実施期日	検査担当者	配組担当者	運搬工数	組立・組付工数	予算	実績	保管場所	項目番号			
	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51

項目	入付記録	配材記録	配材記録	配材記録	配材記録	配材記録	配材記録	配材記録	配材記録	配材記録	配材記録	配材記録	配材記録	配材記録	配材記録	配材記録	項目番号
	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68

項目	水配団工程	契約変更	契約変更	契約変更	契約変更	契約変更	契約変更	契約変更	契約変更	契約変更	契約変更	契約変更	契約変更	契約変更	契約変更	契約変更	項目番号
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85

図 5.2.6 総装品集配材システムデータベースの一例
(番船別総装品マスタの内容)



- 164 -

5.3 掃除機械化

船内のゴミの発生は、多種多様であり特定の機械装置によってのみ省力化をはかることは困難である。大型吸引式掃除機を始めとして、圧送タンク、エアーエジェクター式吸引掃除機、残水排水用エジェクター、スィーパーのほかポンプ類、コンベア、リフト等の組合せにより掃除の機械化をはかることを検討した。始めにこれら諸機械の諸性能を調査検討し、必要に応じて試作研究を行ない、一方船内のゴミの発生状況を調査して、適当と思われる組合せを提案した。

船内に発生するゴミは、治工具を含む鋼屑が多く、次いで、切断、溶接屑の入った土砂が多い。これらでゴミの大半を占めている。たとえば200型タンカー1隻から、水を除き300 tonのゴミが出、その内150 tonが治工具および鋼屑、120 tonが土砂であった。

ゴミの処理には、公害問題も関連してくることであり、なるべくゴミを出さない工夫が必要である。出たゴミは生産活動の一部として処理し、生産阻害要因を作らないことが望ましい。処理しやすい機械化しやすい環境を作り出す必要があろう。

5.3.1 テーマ選定の経緯と研究の概要

掃除作業の省力化と安全衛生の観点から掃除の機械化に取り組むこととした。

更にこの方法ではうしろ向きの対策であり、掃除時数の大巾な減少を計るため根本的な解決方法としてゴミを発生させないことを研究した。

(1) 掃除機械化

区画別およびゴミの種類別に適用可能な機種を調査した。ディープサーベイの結果、各区画に共通して使用可能なものとして吸引掃除機が浮び上がってきたのでこれについて基礎実験を行なった。その結果、船内では発生するゴミが種々雑多であるため処理されるゴミの形状は吸引管内径で制約され吸引機の能力により、吸引重量と管長は強く制約される。

しかし、吸引機はカラム等一定の粒状のゴミ回収搬送には有効である。

これらを考慮し、掃除の全工程を一機種で処理することは取止め区画別掃除工程、ゴミの種類に対しそれぞれ適合した機種と要求性能を満足させれば比較的簡単な機械で処理できることになる。この趣旨に基づき陸上で使用されている機械を船舶の掃除に適用研究することにした。

また船内構造の部分的改良による掃除機械の制用研究も併せて行なった。その項目は次のとおり

- ① 吸引式掃除機 ② 圧送式タンク ③ エアーエジェクター式圧送機 ④ 残水排水用エジェクター
- ⑤ スィーパー ⑥ 船体構造改良による揚水ポンプ再活用法 ⑦ 簡易エレベーター
- ⑧ シューター ⑨ ベルトコンベアー ローラーコンベアー（ローラーカーペットを含む）
- ⑩ 荷油艙底部交通路

粘着用として① カプトスクリュウ ② スラッジリフター。また掃除上特に最所問題となった荷油艙内足場撤去後の高所掃除用に墜落防止用安全ロープ装置を研究した。

(2) ゴミ減少対策

ゴミ減少対策についてのディープサーベイの結果、ゴミの発生量としては鋼屑、治工具が多く次に土砂スラグ類となっており、鋼屑、治工具を多く発生する職種は船殻、船装、機装等の取付工である。これらについてゴミ減少のための対策を設定した。主なものは

- (a) 生産設計図と船殻ブロック、地上機装の工作精度向上による搭載後の現場合せ切りの減少
- (b) 新しい治工具の開発

(c) 各メーカーとの包装、梱包技術についての協同研究

(3) 掃除機械の陸上への利用研究

更に掃除機械の陸上施設への利用拡大については造船工場が殆んど切離されているか全く持たない処が多く造船部門の加工工程は社外依存がほとんどである。

したがってその効果としては省力化、節労化には殆んど影響なく掃除グレード向上程度にとどまるため現状調査のみで研究を打切った。

5.3.2 デイブサーベイ

(1) 主要造船所について掃除作業の現状と将来についてアンケートにより調査した。

(a) 現 状

- (i) 作業工程でスクラップを含む種々雑多な塵埃が広範囲に多く発生する。
- (ii) 回収、搬送作業はほとんど手作業に頼っており特に機械化を行っていない。
- (iii) 掃除作業は間接作業として取扱われており、また下請業者等に依存している。
- (iv) 直接作業の能率向上により掃除作業の一船全体に占める時数比率が増大しつつ看過できないものとなっている。
- (v) 非衛生的な環境で行なわれることが多く、また技術的には低く取扱われ、質と人員確保が困難となりつつある。
- (vi) 船主は爆発事故防止の観点から掃除グレードアップを要求している。

(b) 将来への期待

現状には種々の問題点を含んでおり各社共以下のようなことを期待している。

- (i) 発生したゴミは機械化による処理で節労化を計りたい。
- (ii) 先行縫表、ブレイクシオン工法等の大巾採用によりゴミを船外で排出したい。
- (iii) 特殊作業員による掃除を協力廃止し掃除作業を直接作業の中に含めて全員参加により処理したい。
- (iv) 簡便な吸引掃除機の採用を考慮したい。
- (v) 液体処理については船舶の巨大化に対応出来る小型軽量高性能ポンプの出現を期待している。

(2) ゴミの発生量、掃除時数を調査し、ゴミ別に問題点を摘出した。

(a) 各職種別ゴミ発生量分布

ゴミ発生の多い職種の順位は ①塔載取付ガス工 ②塔載取付溶接工 ③管工（船装、機装） ④船装取付ガス工 ⑤足場工 ⑥填隙、ハツリ工 ⑦船装、機装溶接工等である。

又ゴミの種類別で量的に多いものとしては ①鋼屑、冶工具、②土砂、スラグ、③溶接棒屑、④番線屑等である。 表 5.3.1 参照

(b) 区画別ゴミ発生量調査

荷油タンクが特に多く、その他はほぼ同じである。表 5.3.2、3 参照

(c) 区画別掃除工数および問題点

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 5.3.4 参照

(d) 各塵埃別問題点

鋼屑、鋼塵、土砂、スラグ、木材、紙、布について特に問題がある。表 5.3.5、6 参照

表 5.3.1 各種職種別ゴミ発生量分布

(注) 全体に比べ特に量の少ないのは省いた (単位 トン)																				
鍋屑、治工具	90		23	18		7		4	3		4			3				1		150
土砂、スラグ	15	30	4	6		7	7	7	2	6	2			1	1	1		1		90
溶接棒屑		13				7														20
番線屑			2		10						0.5				0.5	2				15
木材屑					3				0.5	1		3	2			1				10.5
布、紙屑	0.1	0.2	0.2	0.2			0.2		0.3	0.5		2	2		0.4	2	0.1		0.1	8.2
ボルト、ナット			2		3	0.5			0.2											5.7
パイプ屑			4	1																5
ビニール、ゴム類、プラスチック			0.3	0.1					1	0.2	0.1	0.2	1		0.5	0.3	0.1	0.1		4
電線屑									1.8					0.2				0.5		2.5
防熱屑															1.5					1.5
計	106	48.2	37.5	25.3	16	14.5	14.2	11	8.8	7.5	6.6	5.2	5	4.2	3.9	3.3	3.2	2.6	0.1	312.4
順位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
ゴミ発生職種	塔載取付ガス工	塔載取付溶接工	管工 (船装、機装)	船装取付ガス工	足場工	填隙、ハツリ工	船装機装溶接工	製缶工	電装工	甲板敷物工	組立工	木工	船用品横込工	機装取付工	防熱工	塗装工	進捗工	機装仕上工	網具工	施設工

表 5.3.2 区画別ゴミ発生量 (210型タンカー 1隻分)

(単位 トン)

区 画 ゴミ種類	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	98.87
冶 工 具	32.5	4.3	4.8	3.6	6.5	51.7
土砂、スラグ、熔接棒 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

(注) (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) 100g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 5.3.3 210型タンカー丸1 C.O.T (P.S.C) ゴミ発生量

(単位 キログラム)

区 画 ゴミの種類		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 (全然使用してない)	400	40	280	23	331	26	1011	89
	ス ラ ッ グ		120		270		150		540
治具関係	台 付 ビ ー ス	36	1,440	34 4	1,420	41 5	1,730	120	4,590
	ストロングバック	20	350	20	350	5	87	45	737
	金 矢	87	43	50	25	34	17	171	85
	ピースおよび引馬	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 $\frac{5}{8}$ "×40			86	10	76	8	162	18
	" $\frac{7}{8}$ "×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 滑		32		30		34		96
	其 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

(注) (1) 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 5.3.4. 各区画別掃除工数及び問題点

区 画	掃 除 工 数	ゴ ミ の 種 類	問 題 点
居 住 区	B L 300H A L 450H 750H	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、機装品屑である。
上 甲 板	B L 1,000H A L 1,100H 2,100H	鋼 屑 番 線 屑 紙 屑、 木 材 屑 ベ イ ン ト 缶	(1) 部品、資材、工器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	B L 3,000H A L 3,600H 6,600H	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) 非常に幅狭した狭い所で作業性が悪い。 (2) 特に補機部品配管等が多く、これ等の一時仮置き場 としてデッキを使用している。 (3) ビルデ部は水油の溜場となる。
二 重 底	B L 500H A L 150H 650H	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	B L 800H A L 1,000H 1,800H	土 砂、ス ラ グ 溶 接 棒 屑 番 線 屑 土 材 屑、紙 袋 ボ ル ト ナ ッ ト	(1) 狭隘で作業性が悪い。 (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掃掃し易いがF O タンク スロッキタンク等容量の大きなタンクはゴミ発生場所 から搬出口まで距離が長い。
荷 油 タンク	B L 11,000H A L 5,100H 16,100H	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	足場撤去後の上方掃除は危険である。 バラストを注水するとヘドロが堆積される。 面積も広く作業性、交通性が悪い。
計	B L 16,600H A L 11,400H 28,000H		

(註) B L、A Lは進水前、后を表わす。

Hは時数 (H O U R) である。

表 5.3.5 各塵埃別問題点

塵埃各種	主要職種－区画	問題点
切断屑	瓦斯工 荷油タンク 諸タンク 機関室	全区画に散乱する。粒状から切断屑までさまざまある。
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。 甲板敷物工がセメント、砂等湿式法で出している。
鋼材屑	瓦斯工 荷油タンク ハツリ工 諸タンク 機関室	ブロック仕上り精度不良のため現場切り合わせが多い。
溶接棒屑	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。
木材屑	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、進捗工等が出す木屑は現場切り合せ方法が採用されている。 木材足場板が使用されている。
番線屑	諸タンク 足場工 荷油タンク 機関室	1回の使い捨てである。 丸太、足場板をこぼくするため使われている。 先行艀装の仮締に使われている。
防熱屑	防熱区 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 同上ビルジ	全職種が使用する。

表 5.3.6 各塵埃別問題点検討

ゴミの種類	主要職種一区画	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塔載されている。 一品毎に廃棄される保護材を使用している。
缶類	塗装工 パクロ甲板	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	先行縄装のため結線箇所が増え、又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易い。 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。 塔載後の歪取り作業が多い。

5.3.3 掃除機械化

各機器の略図、適用区画、最適なゴミの種類、掃除工程利点を表 5.3.7 に示す。また、従来常識化されている掃除作業を含めた区画別の組合せの一例を表 5.3.8 に示す。組合せ作成の方針として陸上で使用されている機械を船に流用し、作業の安全、環境の向上、節労を充分考慮した。また、完全自動、無人化による掃除法は、投資額が大きく、それに見合った経済効果を期待できないので、マン・マシン方式とし、小型機械を採用し、有効利用のため船体構造の部分改造を計り、充分投資効果が上るようにした。

(1) 種々の機械を検討したが評価の面で最も有効と考えられるものはゴミ発生量が重量的に多く掃除作業が困難な荷油タンクの省力化である。次に述べる①+②の組合せが良策である。

(a) ボトム トランスに恒久的な交通路を設ける。

建造時および修繕時のタンク内交通の能率向上、人体疲労の軽減、検査の効率化、油等のベルマウスへの流量増大等掃除以外にも貢献する処大なるものがある。

(b) 前記の交通路にローラカーペットを布設しゴミの横持作業を省力化、能率化する。また敷設線に併せて船底外板開口を設ければ梁中のゴミ搬出には更に有効となる。

(2) その他特に推薦したいものを以下に記す。

(a) 主ポンプ室及び機室のシーチエストにゴミ排出管を恒久的に併設する。この上部にホッパーまたはシュートと組合せれば建造修理時のドック内工事に利用度は高い。これは機械装置ではないがポンプまたは人手によるゴミ、液体の排出の一部として利用価値がある。特に油分の処理等は海上汚染防止法の関係で 中で行なわれるからその重要性は高まるであろう。

(b) 現在各社が所有する排水ポンプの再活用のため、外板水線部附近に舷外排出管を設けたり、荷油管等々に注水分岐管を恒久的に設ける。

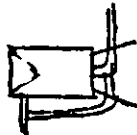
(c) 簡易エレベーターの恒久的取付または仮設

(d) 甲板関係にはスライパーの改良型を使用する。

(e) 粉粒状のゴミに対しては各区画共に吸引式掃除機が有効である。但し多種のゴミ搬送のさいは吸引管径の大きさを充分検討し、詰り現象を回避する必要がある。

その他は掃除の状況に応じ、他の機械または各機種で組合せて成果を上げることが期待できる。要するに各造船所の設備、工程、工作法が異なり、また船種に応じた機種、機能の最適の組合せにより各社、各様の更に有効で興味ある掃除工程によるゴミ処理が期待できる。

表 5.3.7 掃除機械の要求性能と適用区画

機種	通用機種種の要求性能	適用区画	ゴミの種類	工程	備考
吸引式掃除機	 中型 20HP程度 風量 $6m^3/min$ 風圧 $\sim 5500mmAq$ 重量 850Kg LXBXD $780 \times 1700 \times 2055$ 小型 1HP程度	船内全般	粒状物以下	回収搬送	1. 粒状物以下のものは完全に掃除できる。 2. 20～30HP程度になれば曝露甲板に設置して船内部を掃除できる。 ゴミの種類・寸法・重量が多種の場合語り易い。
圧送式タンク	 エヤー圧力 $6Kg/cm^2$ タンク圧 $300 \sim 400mm$ 搬送ヘッド $2.5m$ 搬送量 $5t/hr$	居住区 一般貨物船 荷油タンク	粒状物以下	搬送	1. 吸引式に較べ軽量で移動し易い。 2. 所内空気の圧の場合ヘッドの高低により大巾な装置の変化はない。 3. 粒状物の搬送に最適。 放出口で粉塵甚しく、集塵対策が望ましい。
揚水ポンプ	 吐出量 $18T \sim 30T$ 行程 $23 \sim 40m$ 口径 $2 \frac{1}{4}'' max$	船内全般	海水 水油	回収搬送	1. 船舶は大型化しても舷外放出管等を常設すれば従来のポンプで充分。 2. 修繕船等入渠中はシーチェストに投捨管を設ければ1と同様
エゼクター	 エヤー圧 $6Kg/cm^2$ 吐出量 $0.9t/hr$ 最大揚程 $15m$ 重量 $3Kg$	居住区 曝露甲板	層の薄い水	回収搬送	1. 極く軽量で持ち運び、設置が簡単 2. エヤー駆動のため、安全性と無理使用がきく 3. 薄い水溜等空気混合で排水可能（歪取り水、雨水等）
スライバー	 スライバー 速度 $2 \sim 8Km/hr$ 能力 $7,350m^3/hr$ 収塵容量 $0.15m^3$	曝露甲板 一般貨物船	ボルトナット 以下	回収堆積	1. 掃き掃除と吸引同時のため完全で掃除能力は大きい 2. 掃の装置を具備している為吸引力は粉塵対象で極く小能力でよい。 3. フライヤーブラシの回転を1500以上とし、ブラシの種類を選定すれば除錆能力も生ずる。

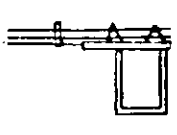
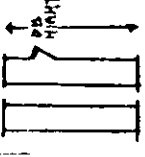
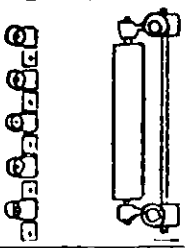
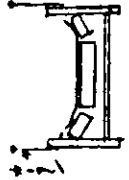
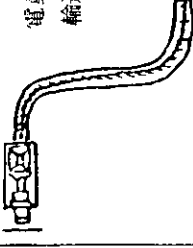
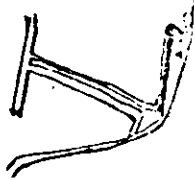
機種	通用機種の要求性能	適用区画	ゴミの種類	工程	備考
簡易エレベーター	 捲上荷重 250Kg 捲上速度 10m/min 捲上行程 40m ガイドレール 2本	機室 ポンプ室 荷油タンク	各種	搬送	1. スイッチ操作でゴミの搬送、曝露部での自動反転が可能 2. エレベーター用宝箱は乳母車式軽量型がよい 3. 資材、工器具の搬入搬出にも使用可能 クレーン使用に対し接触等の危険がある。 1. 宝箱の設置場所および数量を減少できる。 2. 人力によるゴミの搬出距離が短縮され、何時でも誰でも投入できる。
シューター		機室 上部構造	各種	搬送	1. 人力による横持ちに比較して能力は大きい。 2. 軽量なために1人で設置、移動も可能。 3. 手押車の代用にも利用できる。 4. 非鉄金属またはプラスチック製であり錆びず、手入が簡単である。
ローラーカーペット	 ローター巾 350mm ローターピッチ 105mm コーラー径 48mm カーペット最大巾 415mm	荷油タンク 上甲板	各種	横持	1. ワンラインシステムで搬送できる。 2. 車付にすれば設置場所移動等も容易。 3. 長距離でも発停装置を連動すれば任意の場所で一斉操作可能 4. 宝箱の代用としてゴミの堆積も可能
コンベヤー	 取外式帆布カーテン付 機長 10m 機巾 620mm 耐油ベルト ベルトスピード 54m/min	上甲板	各種	堆積横持	1. 粘着物、粉粒状のもので4~5m垂直距離には使用可能
カブトスクリーン	 電動機 1.5kW 輸送量 2.5m³/hr	二重底	粘着物 粉粒物	横搬送	1. 粘着物の搬送には最も有効である。 2. 海上汚濁に関連するものはタンク等に集積すればよい。 3. 粘着物の大量処理には良好。 駆動水の量が比較的に多いため排出場所注意
スラッシュリフター	 スラッシュ揚能力 1~2m³/hr エダクター駆動水圧 10~12Kg/cm² 駆動水量 20m³/hr	荷油タンク	粘着物	回収搬送	

表 5.3.8 区画別掃除工程および機種（組合せの一例）

	掃 除 諸 方 法	各 掃 除 工 程			掃 除 機 種
		回 収	堆 積・横 持	搬 出	
二重底	〔進水前〕 1. TANK TOP の宝箱に人手でゴミを入れる。 2. 吸引式掃除機で行なう。 3. 液体はプラグから排液する。 4. 粘着物はカプトスクリューでTANK TOPへ揚げる 5. スラッヂリフターで粘着物を揚げる。 〔進水後〕 3を除き左と同様 3は舷外排水管を利用し舷外へ排出する	〔進水前〕 1. TANK TOP の宝箱に人手でゴミを入れる。 2. 吸引式掃除機で行なう。 3. 液体はプラグから排液する。 4. 粘着物はカプトスクリューでTANK TOPへ揚げる 5. スラッヂリフターで粘着物を揚げる。 〔進水後〕 3を除き左と同様 3は舷外排水管を利用し舷外へ排出する	〔進水前〕 1. TANK TOP の宝箱に人手でゴミを入れる。 2. 吸引式掃除機で行なう。 3. 液体はプラグから排液する。 4. 粘着物はカプトスクリューでTANK TOPへ揚げる 5. スラッヂリフターで粘着物を揚げる。 〔進水後〕 3を除き左と同様 3は舷外排水管を利用し舷外へ排出する	〔進水前〕 1. TANK TOP の宝箱に人手でゴミを入れる。 2. 吸引式掃除機で行なう。 3. 液体はプラグから排液する。 4. 粘着物はカプトスクリューでTANK TOPへ揚げる 5. スラッヂリフターで粘着物を揚げる。 〔進水後〕 3を除き左と同様 3は舷外排水管を利用し舷外へ排出する	吸引機 宝 箱 エレベーター カプト スクリュー 宝 箱

5.3.4 ゴミ減少対策

掃除機械化は船舶の建造工程中、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る。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更に船舶の複雑な構造の中で処理することは困難なことである。

したがって機械化による処理作業の能率向上とともにここでは船内でのゴミの発生量そのものを減少するための研究を行なった。

5.3.5 まとめ

- (1) デ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、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。即ち、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てきた。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) 新鋭造船所で210型タンカー建造の際、約300トンのゴミが発生する。この一部は作業員全員の一斉掃除と、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。

5.4 パイプの新しい溶接法

パイプとフランジの隅肉溶接にプロジェクション溶接の利用、パイプとパイプの突合せ溶接に炭酸ガスアーク溶接、およびフラッシュバット溶接の利用を検討した。

プロジェクション溶接……パイプの先端加工、フランジの孔加工を種々変化させて溶接を行ない、接手性能を検討したが、パイプフランジの板厚が大きくなると、全断面溶接が困難になり、その使用範囲が限定されることが判った。

炭酸ガスアーク溶接……バックিংの有無をとりあげ、各種溶接条件のもとに試験を行ない、最適溶接条件を検討した。バックিংを用いるものは、比較的容易に溶接ができるが、完全自動化をはかるには、開先の自動食い装置を開発する必要がある。バックিংを用いる方法が完成すれば、一部装置を改良することにより、バックিংを使用しない方式も実用化されよう。

フラッシュバット溶接……溶接は可能であるが、造船のように対象雑多で量の少ないものに用いるのは、経済的であるとはいえない。単純なパイプ接手を除くと、パイプの溶接は複雑であり、機械化のために準備作業が多くなりすぎることもなる。溶接しやすい形にまとめることや、新しい溶接法に注意を払う必要がある。

5.4.1 目的および経緯

管製作における溶接方法として従来は専ら手溶接に限られていたが、配管設計・管の曲げ加工・自動溶接法などの研究の結果、直管とフランジのすみ肉継手の四点同時全自動アーク溶接機が開発された。

しかしながらこの溶接装置に適用できる管継手の数は全工事量の約25%にすぎず、残された継手は、現場の突合せ継手・工場内の曲り管の突合せ継手やすみ肉継手のような全姿勢溶接であるが、あるいは小径管のフランジの溶接がほとんどである。前者は溶接作業にかなりの技術が要求され、後者はアーク溶接では自動化しにくく、新しい溶接法の開発が要求されている。

将来さらに管の製作システムが検討され、管工場のNC化が実行されるとすれば、ますます管製作における溶接の問題は溶接工の不足と相伴って工程上のネックポイントとなるであろうと推定される。また一方

現場における管溶接に関しては、作業環境や能率の点からも早急に自動化を行ない、一人でも溶接工を減らすことが要求されている。

すなわち管製作において

- 1) 管製作工場の合理化
- 2) 継手品質の向上
- 3) 熟練作業者の不足カバー

などを目的として、新しい管の溶接方法および溶接装置に関する研究開発が要求されている。

さて、管製作に適用が考えられる各種溶接法について文献の調査を行なうと共に、造船各社に対してこれらの溶接法に関する意見や実験結果・使用実績などについてアンケート調査を行なった。アンケート結果を要約すると下記のとおりである。

(1) グラビティ溶接

管回転方式のフランジとのすみ肉溶接に使用実績があるが、最近は CO_2 溶接に変わっている。

(2) CO_2 溶接

管回転方式では半自動溶接がまず適用され、次第に全自動に移っており、ほとんどの造船所で使用中であるか、計画中である。溶接材料や溶接条件に一部問題が残されているが、完成された技術である。

管固定方式にもほとんどの造船所で半自動で使用されており、全自動溶接の研究がすすめられているがいくつかの技術的な問題があり、実用化まではいたっていない。全自動が可能になれば省力化には最も期待できる。

(3) ノーガス溶接

二・三の造船所での使用実績はあるが、 CO_2 溶接と比べていくつかの欠点があるため、適用範囲の拡大は望めない。

(4) フラッシュバット溶接

高能率の溶接法として期待されているが、造船においては使用実績がなく、二・三の実験が行なわれているにすぎない。現場継手にも適用できるので適用範囲の確認が要求されている。

(5) ガス圧接、高周波圧接、磨擦圧接

高能率化が可能であり、フランジのすみ肉溶接への適用が検討され、高周波圧接が使用実績を持っている。

(6) プロジェクション溶接

造船への適用例はなく、管への使用実績も少ないが、高能率溶接法であり、小径管へのフランジ継手の溶接への適用が期待されている。

これらのアンケート結果や、文献調査・溶接機メーカーの意見などを参考にし、種々の検討を行なった結果、まず工場内の省力化を対象とし、現場の溶接は工場内の装置を可搬式にすることでその後を考えるという結論になった。研究対象に選ばれた溶接法は、アンケートの結果中広い適用範囲が期待できるものである。

1) 管とフランジのすみ肉溶接

プロジェクション溶接	小径管
メタルアーク全自動溶接	大径管

2) 管と管の突合せ溶接

メタルアーク全自動溶接	大径管
-------------	-----

5.4.2 まとめ

パイプの新しい溶接法について調査し、三種類の溶接法を選んで試験を行なって有益な結果が得られた。

これらの溶接法において今後追求すべき問題点を要約し、それと同時に現時点で可能な溶接装置の仕様と適用可能範囲を示し、まとめとする。

(1) メタルアーク全自動溶接

(a) 問題点

溶接条件範囲が狭く溶接ワイヤの狙い位置に高い精度が要求され、かつ溶接姿勢が変わるにつれて溶接条件を変化させなければならない。したがってアンマンド化するためには

溶接トーチの自動開先ならい装置の実用化

溶接条件の自動調整機構の開発

が必要である。

(b) 溶接機の概略仕様の一例

パイプは床面に水平にセットされるが継手の真下の床面は溶接頭が通下できるだけの空間を設けるものとする。二つの外部クランプ装置がパイプを所定の開先形状にセットし仮付は行なわない。トーチアセンブリは長さを調整できるチェーンを介して走行減速機により円周上を移動する。トーチは開先ならい装置により継手中心に位置し、溶接電流、溶接電圧、溶接速度、ワイピング速度などは手動により操作される。もし必要ならば開先にはバックングを用いることも可能である。

なお適用範囲は200 A～600 Aである。

(2) フラッシュバット溶接

(a) 問題点

フラッシュバット溶接はその特質上専用機として用いられている。すなわちこの溶接法には高額の費用がかかるために専用化されて、大量生産の工事に適用されている。このようなフラッシュバット溶接を造船における管の製作に適用するためには、汎用装置とするための

簡便な補助装置による機構的な改良

適用するすべての管の溶接条件のプログラム化

経済性が成立するだけの加工量の確保

が必要である。

(b) 溶接装置の概略仕様の一例

本溶接法に関しては仕様を検討するまでの試験ができなかったので、ここではソ連におけるパイプ専用のフラッシュバット溶接装置について調査結果を紹介する。

ソ連において実用されているパイプ溶接機は適用外径に応じて数種類開発され、3年以上の現場における実用経験がある機種もある。一機種の適用外径は約100 mmの範囲を持っている。溶接時に発生する銹バリ取りの専用装置も実用化されており、機構的な面での問題はないようである。また溶接条件の制御はプログラム化されており制御面でのトラブルはほとんどない。

適用範囲は100 A～800 Aである。

(3) プロジェクション溶接

(a) 問題点

プロジェクション溶接の適用はパイプとフランジの溶接に限られるが、現在すみ肉溶接においては脚長のみが限定されていて（小径管の場合）、アーク溶接をプロジェクション溶接に改めるためには

パイプフランジ継手に要求される性能の確認

大容量溶接機による上記性能の確性試験

が必要であり、またフラッシュバット溶接と同様に、

パイプ用の適用範囲の広い専用機の開発

が要求される。

(b) 溶接装置の概略仕様の一例

開先加工されたパイプとフランジが、パイプは水平姿勢でフランジは垂直に溶接機に供給される。パイプの外径を光電装置で読み取り、外径に応じたクランプ装置が選択され溶接が行なわれる。コンデンサ容量は30,000 μ F程度で適用範囲は25 A以下である。

(4) 省力効果

検討した三溶接法の中で、フラッシュバット溶接とプロジェクション溶接には、種々の問題点が残されており、すぐには適用が考えられない。一方ガスメタルアーク溶接は、パイプラインの現地突合せ溶接に実用化されはじめているが、造船においても充分適用が可能な溶接法である。

溶接における省力化には、被溶接物の移動・溶接作業・溶接条件の制御などの自動化が要求され、管工作システムの一環として省力化対策を推進しなければならない。

現状設備において溶接前後の工程を一部改め、ガスメタルアーク溶接機を2台設置したとすれば、その省力効果は10名程度期待できよう。

5.4.3 将来の展望

管の新しい溶接法として、この研究では主として前記3つの方法を取り上げてきたが、造船所だけでなく他の産業分野でも、管の高効率、高品質の要求は強く、管の接合技術に関する研究、開発が精力的に進められてきている。

これらのうち最近の注目すべき方法として、高圧管突合せ溶接の高品質化と能率化をあわせねらった。全姿勢自動TIG溶接、さらにこの方法を一段と改良した。同TIGパルス溶接などがあり、欧州を中心として開発が進められてきている。またソ連で開発された、低圧小径管（50 A以下）突合せ溶接を対象とした、ポータブル形ローテーションアーク溶接が、我国でも建築設備用配管に適用されようとする動きもある。また前述のソ連製ラインパイプ用ポータブルフラッシュバット溶接も、原理的には蒸気諸配管への適用可能性を有するものであろう。

これら諸方法や今後開発される方法について、今後大いに関心を深め、調査と検討を続けてゆかなければならないことは論をまたないが、これら諸方法の適用検討に際して、接合条件たとえば、溶接スペース、溶接開先精度、作業環境や、管種の標準化、作業ロットのまとめなど、溶接方法の特色を十分に生かし得る可能性をも同時に検討しなければならない。また溶接継手強度面から、どの管継手にはどれだけの強度が必要となるか、過剰品質になってはいないかなど、設計面の評価も見直されなければならないであろう。

5.5 新しい電線布設法

電線の直接々続法およびバスダクトの応用につき、部分試作の上、実験研究を行なった。直接々続法については、熱収縮工法、エポキシパテ工法、スコッチキャスト工法、プラスチックシース電熱線工法の4種類の接続法

の性能試験を行ない熱収縮工法のもの最もすぐれていることを見出し、いずれも十分実用に供し得ることを確認した。バスダクトについては、絶縁密着型バスダクトを選定し、仕様決定の上、2社の製品を比較試験した。なお導体には、銅およびアルミニウムの2種類を用いている。実船に適用する場合に注意すべき事項も判明し適用上技術的に問題は少ない。

新しい布設方法の作業性および品質、特に耐久力について、確認の必要がある。今後の実績の積重ねが必要であらう。また、バスダクトの経済性の検討が、今後必要である。

5.5.1 経緯

船舶建造法は近代化の方向として大ブロック化、ユニット化などによる地上構築の拡大化へと移行しつつあるが、長尺の電線を多区画にわたって布設する現行電路は、他工事と相容れないものとなってきた。工法近代化を阻害する要因となりつつある。また使用電力の増大は電線の並列多数使用の限界に近づき、電圧を引上げて電流を下げるか、バスダクトのような電線以外の大容量通電材の使用を必要とするようになってきた。

本研究はこれらの問題を解決するための試みを行なおうとするものである。すなわち大電流回路には分断可能なバスダクトを使用し、中小電流回路には電線を使用して、ユニット、ブロック等の大きさに応じた長さのバスダクトまたは電線を分断して布設して置き、その据付結合後にバスダクトまたは電線同志直接接続する電路工法の実用化のための方法の探究と、その実用化の見透しを立てようとするものである。

昭和44年9月以来、昭和46年3月まで造船所6社メーカー側4社が本研究に参画し、「船用電線直接接続方法の実用化研究」と「バスダクト方式の船舶への適合性の研究」の2つのサブテーマに分けて研究を行った。研究の結果、省力効果20人程度は達成出来たと考える。この直接々統法は電線を任意の場所で切断可能のためブロック構築等の効率化が期待され、構築工事全体として効果が達成出来るものである。

5.5.2 船用電線直接接続法の実用化の研究

(1) 概要

(a) 工法の設定

従来船用電線の接続は、接続端子を内蔵した防水または防滴構造の銅製接続箱を使用する以外は、一般に許可されていない。しかし陸上では高压ケーブル、海底ケーブルなど広範囲に直接接続工法が用いられている。これらの現状を調査し船舶特有の直接接続法を探究するため、各種施行法のアイデアを広く求めながら接続工法の設定を行なった。

工法設定の基準として考えた項目は次の通りである。

- (i) 電線と同一の扱いが出来る。
- (ii) 場所の占積率の改善と接続箱使用時のような電線の集中化の排除。
- (iii) 防水と絶縁性の永久化
- (iv) 現場工事の齊一、単純化
- (v) 接続部のゆるみがない、増補不用の永久接続。
- (vi) 誤結線の起らないもの。
- (vii) 対象電線はゴムまたはブチルゴム絶縁ビニールシースあじろがい装電線とする。
- (viii) 工事に火気を使用しない。

(b) 試作実験

試作実験は各種電線について下記の工法により行なった。

(i) 導体接続

- (i) 圧縮型導体接続スリーブ
- (ii) 突合わせ絶縁接続子
- (ii) 絶縁物接続
 - (i) 架橋ポリエチレン熱収縮チューブ
 - (ii) ブチルゴム絶縁接続子
- (iii) シース接続
 - (i) 架橋ポリエチレン熱収縮チューブ
 - (ii) クロロブレンゴム熱収縮チューブ
 - (i) プラスチックスリーブ電熱線融着接続
 - (ii) スコッチキャスト
 - (i) エポキシパテ

これらの工法について加工時間、加工段取、作業の難易、熟練度、作業条件を調査し、船内工法としての適否を確認するとともに初期の目的とする「電線と同一の取扱い」が可能であるかどうかを判定するために性能試験を行なった。

- (c) 性能試験
 - (i) 導体抵抗試験
 - (ii) 耐電圧試験
 - (iii) 絶縁抵抗試験
 - (iv) 耐炎試験
 - (v) 耐久試験
 - (vi) 振動試験
 - (vii) 試験後の解体確認

以上の調査試験の結果、導体接続については問題はないが、絶縁物の接続については水密性について更に研究の余地があり、シース接続については機械的強度、工具の開発等問題が残されたが実用化の目は立ったものと考ええる。

(2) 内 容

(a) 接続工法

シースの接続方法により熱収縮工法とモールド工法に2分され、モールド工法は更にエポキシパテ工法、スコッチキャスト工法、プラスチックスリーブ電熱線融着接続工法に分けられる。

以下各工法を説明する。

(i) 熱収縮工法

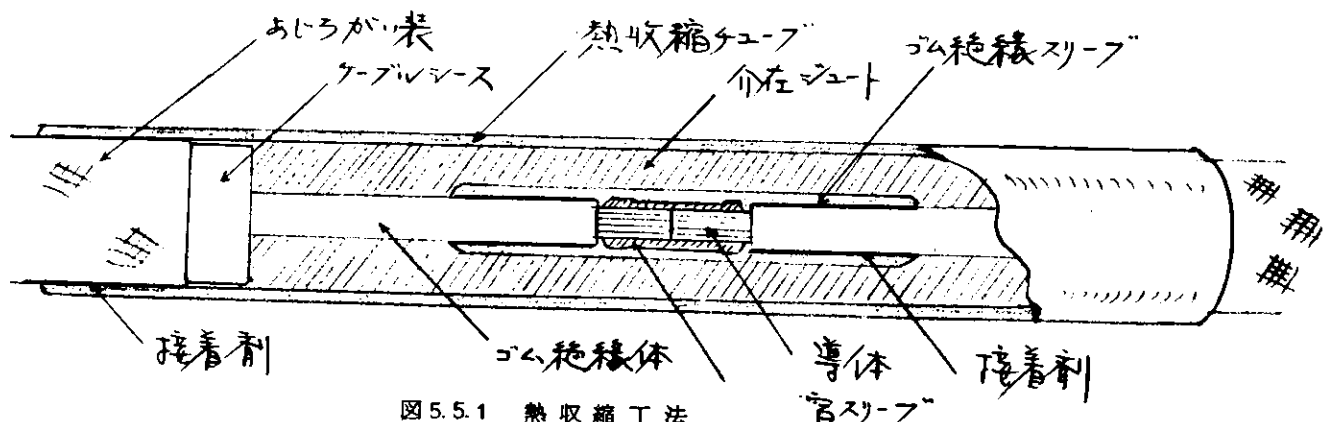


図 5.5.1 熱収縮工法

(ii) エポキシパテ工法

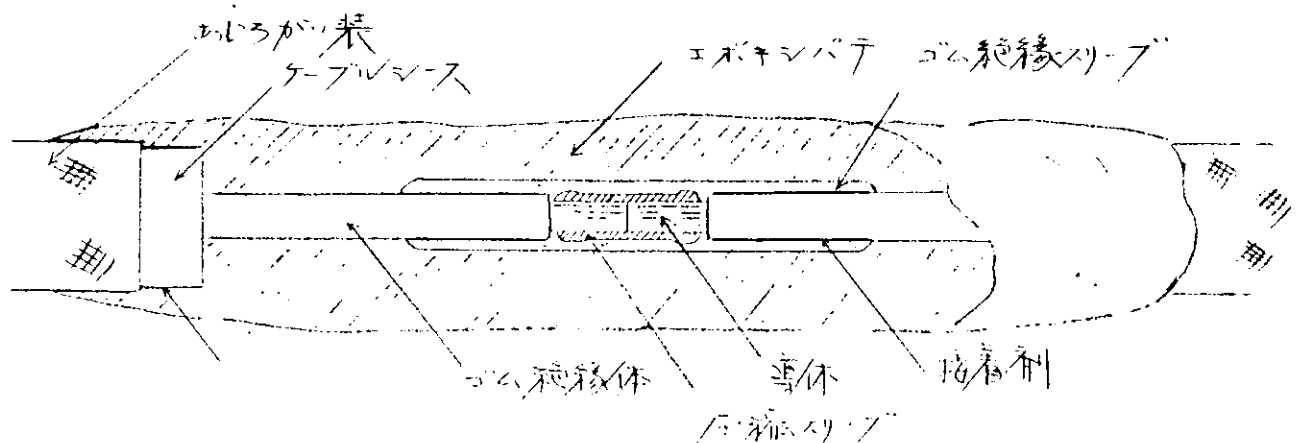


図 5. 5. 2 エポキシパテ工法

(iii) スコッチキャスト工法

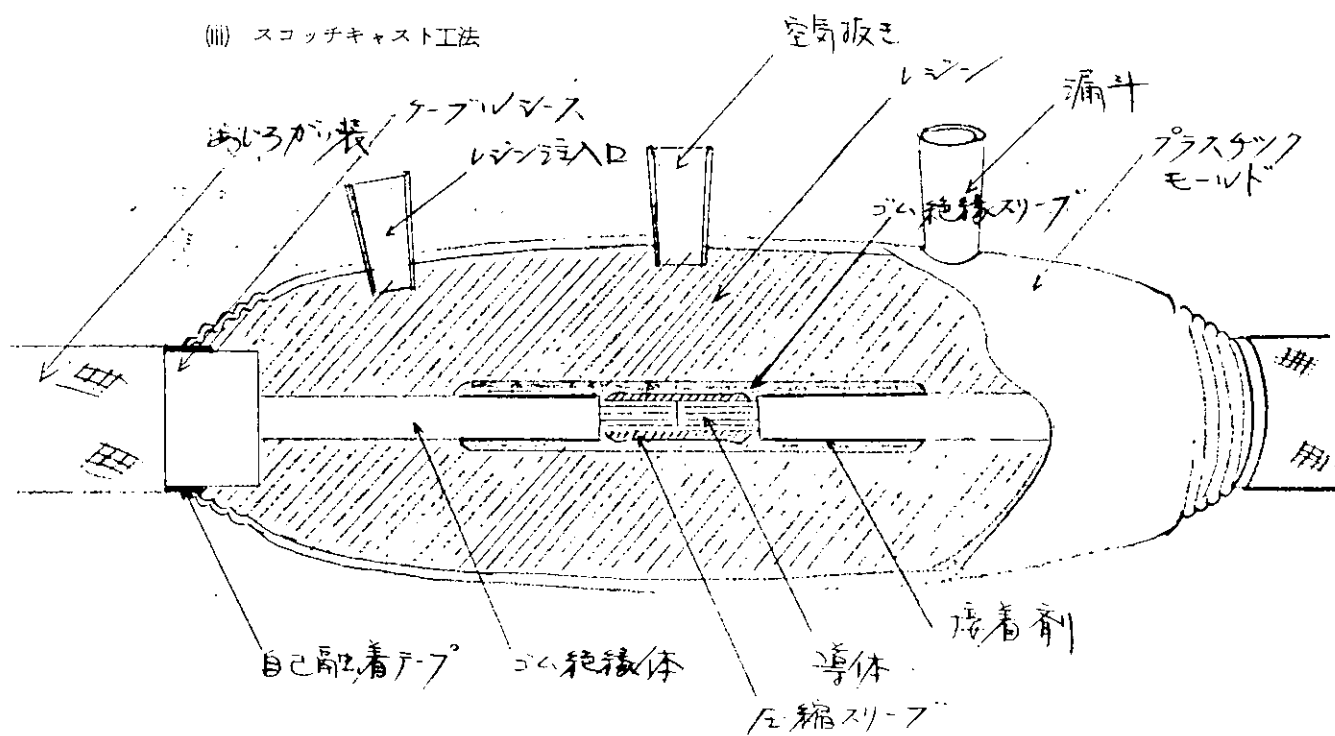


図 5. 5. 3 スコッチキャスト工法

(Ⅳ) プラスチックスリーブ電熱線融着接続工法

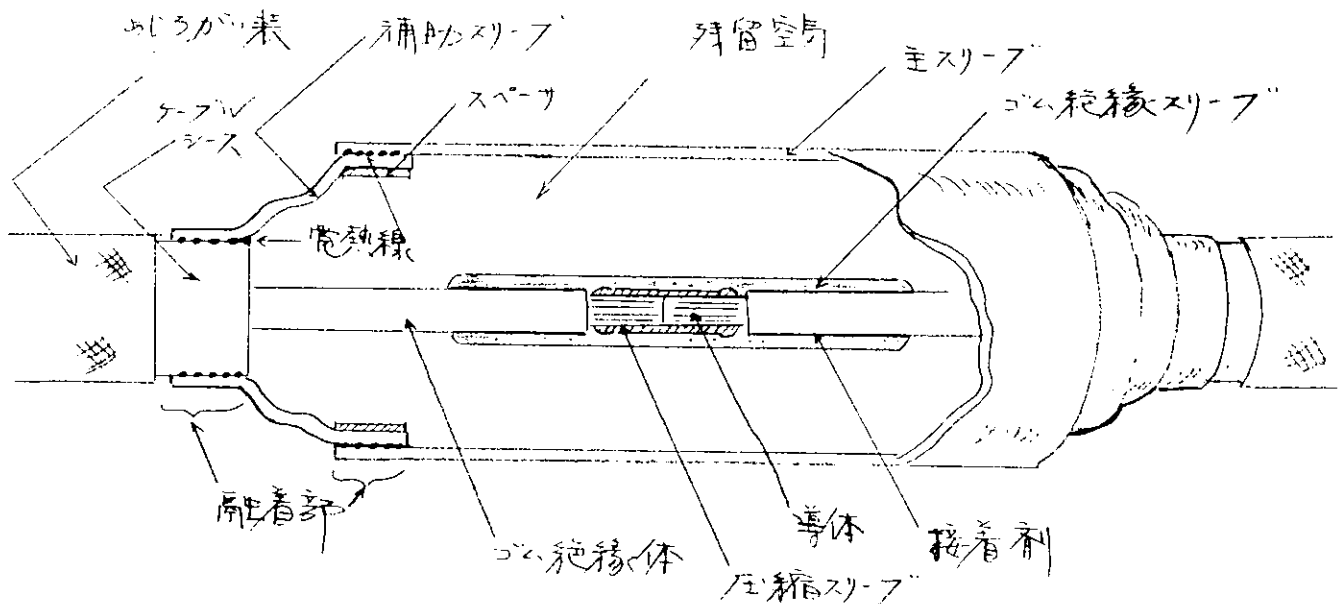


図 5.5.4 プラスチックスリーブ電熱線融着接続工法

(c) 性能結果の解析

1) 導体接続方法について

絶縁接続子、圧縮スリーブとも今回の試験では問題なく、また陸用ケーブルの多くの実績もあり船用に使用しても問題はないと考える。

2) 絶縁接続方法について

a) 絶縁接続子

多芯線に使用した絶縁接続子は水密性を有するものではないので、シース接続部で完全に防水性の保証されるものと組合せて使用することが必要である。

b) ゴム絶縁スリーブ

1 液性接着剤と併用したが界面で破壊したのがあり接着剤が不適当であったと考えられる。絶縁スリーブ自体は電気特性の優れた材料で製作されて居り問題はないが、電線の絶縁ゴムと充分接着し、水密性とともになずれたりしないように機械的にも充分な接着剤を選択する必要がある。

c) スミチューブ

チューブ内面に水密性コンパウンドが塗布されているが何れの試料とも特に問題はなかった。

3) シース接続方法について

a) プラスチックスリーブ電熱線工法

解体調査では作業不良のためシース界面で浸水しているものがあったが正しい作業を行えば、防水性は十分な性能を有する。シース材料と同質のPVC融着のため接着力は強固である。

b) スコッチキャスト(エポキシ系樹脂)

防水性は特に問題はなかったが、延焼性であった。エポキシ系樹脂は、ゴムとの接着性は良いが、PVC(シース)との接着性は必ずしも充分ではないのでPVC界面に自己融着テープを巻くことが必要である。

c) エポキシパテ

防水性は特に問題はなかったが、PVC(シース)との接着性を確実にする為、接着剤の併用が必要である。尚屋外曝露の状態で使用することは好ましくない。耐候性は良くないのでテーピング等適当な保護が必要である。

d) ダイシュリンク

防水性が良くないものがあったが、ゴム絶縁スリーブの場合と同様適当な接着剤の選択が必要である。

e) スミチューブ

2) c) 項の絶縁用と同様特に問題はなかった。

4) 耐炎性について

スコッチキャスト(延焼性)を除き、何れの材料とも難燃性を有する判定が出たので実用上問題は無いと考える。

5) 耐振性について

共振防止のために多数の電線を固縛し、ケーブルハンガーに取付ける際接続部径が非接続部に比し大きい場合は接続部両端で固縛する必要がある。耐振性は何れの接続部とも問題はなかった。

6) その他

絶縁体またはシース上の綿テープはぎ取り不充分作業時の絶縁体への外傷、導体接続スリーブの接続不良等施行技術の未熟によるミスに起因する不良事故もあったので何れの工法をとる場合も標準工法を採用しなければ水密性能を極端に低下させることにある。

標準工法の確立とともにより簡単で未熟練者でもミスの起りにくい工法をさらに開発することが今後の課題である。

(3) 結 果

(a) 造船所での試作実験、電線メーカーでの性能試験の結果、総合的に検討要約すると次の如くである。

- | | |
|------------------|---|
| (i) 圧縮スリーブ | テーパ部分、ストッパー等若干改良すべき点はあるがまず問題はない。 |
| (ii) ゴム絶縁スリーブ | 十分な水密性を保持できる接着剤の選択が必要である。 |
| (iii) スミチューブ | 収縮率をあげて余裕をもったサイズのもの使用可能にすると同時に機械的強度に不安があるので収縮前肉厚を1.2mmから2mm程度に上げる必要がある。 |
| (iv) ダイシュリンク | スミチューブと同様収縮率をあげ肉厚を増すと同時に接着剤の内面塗布を考慮する。 |
| (v) エポキシパテ | 治工具(混合機整形用器具)の開発が必要である。 |
| (vi) スコッチキャスト | 延焼性である点を今後の研究でカバーすることにより問題はなくなる。 |
| (vii) プラスチックスリーブ | 多芯線の場合は考慮の余地があるが作業性よりみて不向きである。 |

(電 熱 線)

(b) 作業コストの比較

試作実験作業時間計測結果よりみて下記の順位となる。

- | |
|---------------------------|
| (i) 熱収縮工法(ダイシュリンク、スミチューブ) |
| (ii) スコッチキャスト |
| (iii) エポキシパテ |

- (Ⅳ) プラスチックスリーブの電熱線工法
- (c) 材料コストの比較 下記順位で高くなる。
 - (i) エポキシパテ
 - (ii) 熱収縮工法（ダイシュリンク、スミチューブ）
 - (iii) プラスチックスリーブの電熱線工法
 - (Ⅳ) スコッチキャスト
- (d) 以上の比較検討結果より実船に適用する際の推奨できる優先順位は下記の通りである。
 - (i) 熱収縮工法（ダイシュリンク、スミチューブ）
 - (ii) エポキシパテ
 - (iii) スコッチキャスト
 - (Ⅳ) プラスチックスリーブの電熱線工法

5.5.3 バスダクト方式の船舶の適合性の研究

(1) 概 要

船舶におけるバスダクトの使用は、現在一部の造船所において配電盤の延長として採用されているが母線としての使用は殆どない。そこで、まず陸上において如何にバスダクトが使用されているかを調査し、次に陸用品を船舶に適用することを前提として、問題点を摘出し、船舶用バスダクトの構造を研究した。

陸上設備に使用されているバスダクトの種類は数多くあるが、船舶の特異性である耐湿性、耐振性に主眼をおき、装備上の占有率を考慮して絶縁密着形バスダクトの構造を規定した。この規定により下記の試作品を作り、構造試験並びに性能試験を行った。

(A) 試作品

導 体	銅、アルミニウム
電流容量	600A、1000A、2000A

(B) 構造試験

- (i) 引張り試験
- (ii) 曲げ試験
- (iii) 振動試験
- (Ⅳ) 振れ試験
- (Ⅴ) 防滴試験

(C) 性能試験

- (i) 温度上昇試験
- (ii) 漏洩磁束試験
- (iii) 短絡試験

これらの試験の結果出てきた問題点を完全に解決するには至らなかったが、実用化のための部品材料の規格化の足がかりを得ることが出来た。

(2) 内 容

(a) 構 造

(i) 適用範囲

600V以下の電路を使用し、使用場所は船の屋内（風雨にさらされない所）に限る。

(ii) 材 料

(イ) 導 体

- 1) JIS H 3361(銅体)の軟質(CuBB-H)のものまたはこれと同等以上のもの。
- 2) JIS H 4101(アルミニウム板)の1種軟質(AlP1-H)のもので導電率60%以上のもの。

(ロ) ダクト

JIS G 3301(熱間圧延薄鋼板)のもの。

(iii) 構 造

(イ) 導 体

- 1) 導体の接続部には、銀メッキ、錫メッキを施し、腐蝕または酸化を防止する処置を行い、電気的な接触が完全な構造であること。
- 2) 導体接続部に用いるボルト、ナット及び座金は十分な強さを有し、また、メッキを施した鋼とすること。
- 3) 導体に被覆する絶縁材については、使用温度の制約が各船級協会により異なるために規定することはできないので、適用船級によりその都度決定する。
- 4) 上記絶縁材の厚さについては、バスダクトが従来のケーブルに較べて可とう性がないので薄くなし得るが、船舶の特異性を考慮し、電気的絶縁性に加えて機械的にも堅牢であることが望ましい。

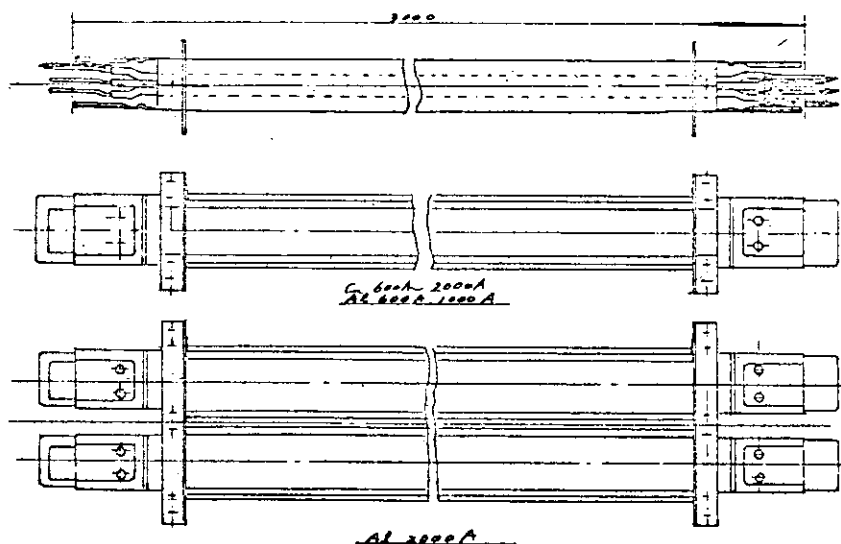
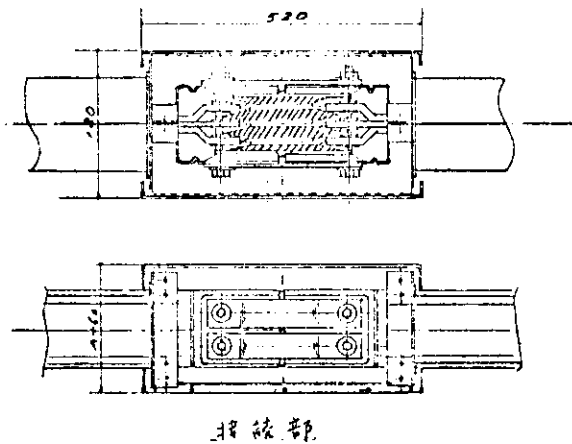
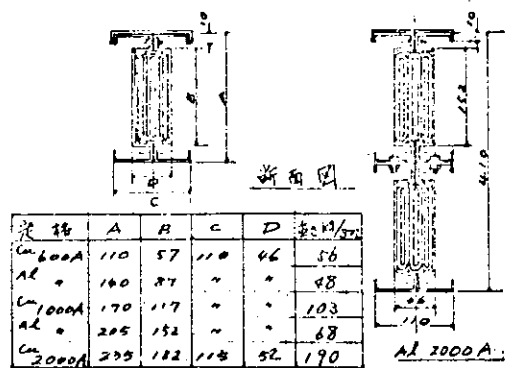
(ロ) ダクト

- 1) ダクトの形状については特に規定しないが、占有率の減少、防滴性も充分考慮したものであること。
- 2) ダクトの板厚は1.6mm以上とし、規定の短絡強度に耐えること。
- 3) ダクトの防錆処理については、Znメッキまたはこれと同等以上の下地処理を施し、かつ防錆塗料を施すこと。

(iv) 試供品の外形図を次に示す。

(iv) 試供品外形図

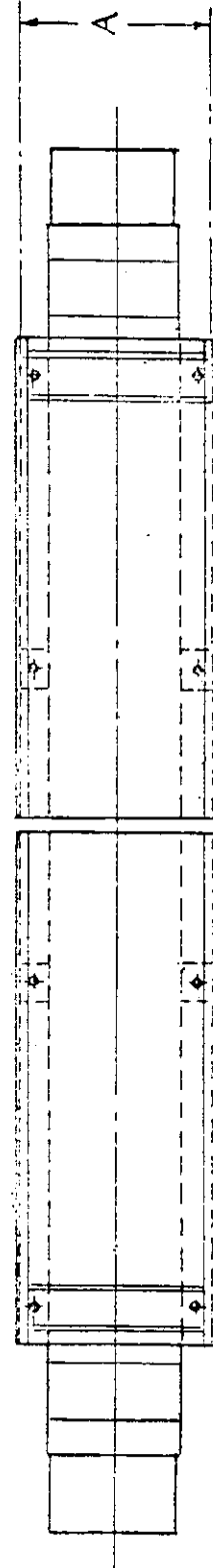
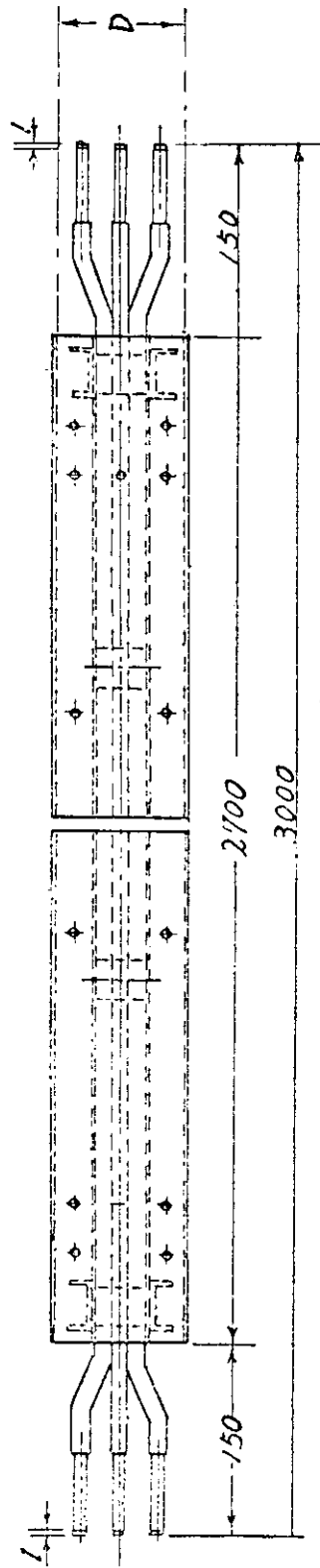
(1) F型バスダクト



(a) S 型 ハ フ ダ ク ト

標準バスダクト 直線 3 m

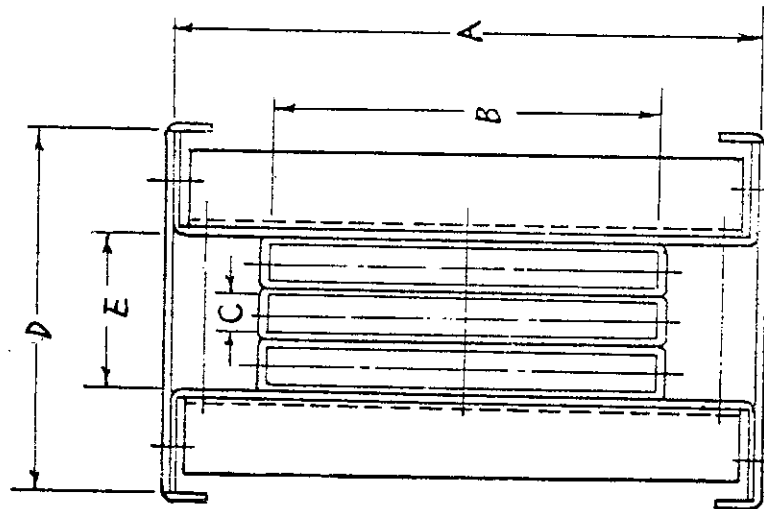
(絶縁密着形 3W 200A~1500A)



S 型 バスダクト

標準バスダクト断面図

3 W 絶縁密着形

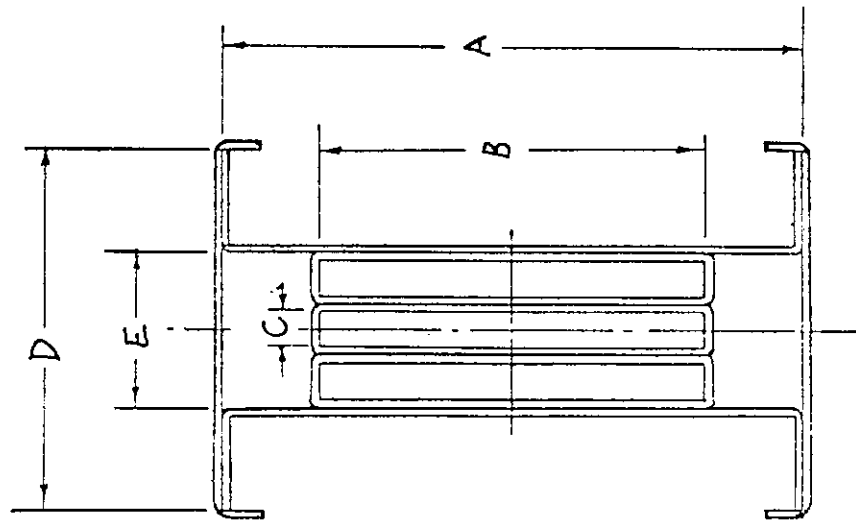


	容量(A)	A	B	C	D	E	重量
							ハウジング 鉄
アル	2,000	250	200	12	112	48	37.1 kg/m
銅	2,000	250	200	7	85	33	53.9

S 型 バスダクト

標準バスダクト断面図

3 W 絶縁密着形

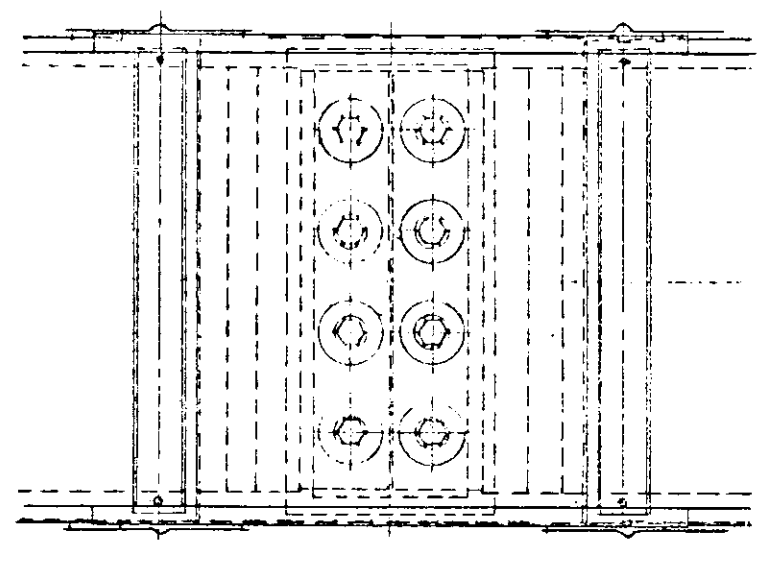
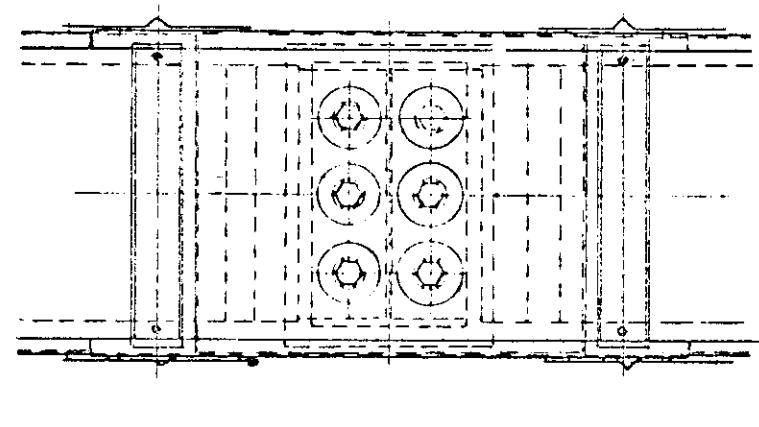
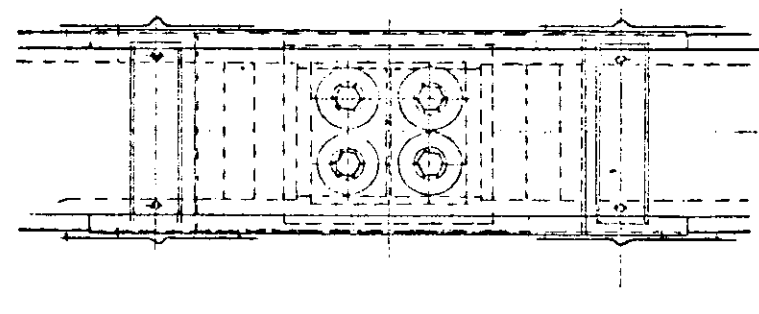
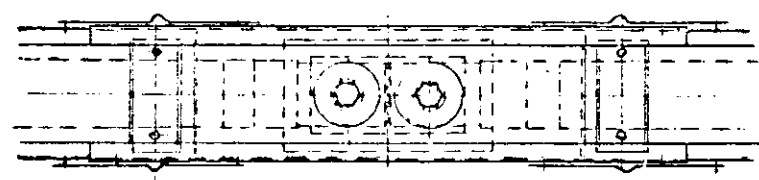
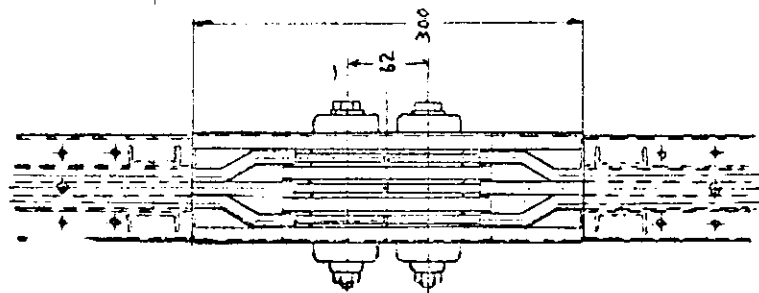


容量(A)	A	B	C	D	E	重量 ハウジング 鉄 8.7Kg/m
200	100	50	3	67	21	8.7Kg/m
400	100	50	6	76	30	10.6
600	125	75	6	76	30	13.0
800	150	100	8	88	36	17.8
1,000	150	100	10	100	42	20.0
1,200	175	125	10	100	42	23.3
1,500	200	150	10	100	42	26.7
200	100	50	2	64	18	9.9
400	100	50	5	73	27	15.0
600	100	50	6	76	36	16.5
800	125	75	6	76	30	21.3
1,000	150	100	6	76	30	27.3
1,200	175	125	6	76	30	32.7
1,500	200	150	6	76	30	33.2

S 型 バス ダ ク ト

標準バスダクト接続部詳細

(絶縁体高形 3W) 標準体



Cu 200~800A
Al 200~6,000A

Cu 1,000~1,500A
Al 800~1,500A

Cu 2,000~2,500A
Al 2,000~2,500A

Cu 3,000A
Al 3,000A

(b) 試作実験の解析

(i) 外部応力

バスダクトを船舶に装備した場合に、バスダクトが受ける外部応力は、船体の歪によるもの、振動によるもの、熱膨張によるものが考えられる。

船体の歪による応力は、バスダクトを機関室に装備する場合には殆どないと考えて良い。また、それ以外の場合においても今回の曲げ試験の結果からみて、バスダクトの弾性で吸収してしまい、その性能に何ら影響を与えないことがわかった。かえって曲げ試験、捩れ試験の実験結果により、船体の歪よりもバスダクト装備上の誤差によるバスダクト自体の歪が問題となり、その許容誤差を規定することが必要である。

振動によるGの応力は2,000A銅導体バスダクトを1mおきに支持するとするとその点に加わる応力は100KGとなり、バスダクトに損傷を与えることはないであろう。

次に熱応力に対する問題として600A及び2000Aの銅導体バスダクトについて温度変化95℃として試算すると、600Aで5ton、2000Aで25tonとなる。これは引張試験の滑り始め荷重を上回っているのをこれを押えることは出来ない。

(ii) 船体振動

船体振動に対してはバスダクトを1mおきに支持するとすれば共振は考えられないことであるが、一部ボルト類の回り止めには十分考慮を必要とする。

(iii) 防滴構造

バスダクトを船舶に適用する場合に、その構造を防滴にするか防水にするかが問題となる。

バスダクトの適用範囲を主幹母線にすると導体のヒートサイクルが激しいためにその周囲が露点に達する可能性がある。水防構造にした場合には完気ぬきや、水ぬきを設ける必要がある。絶縁バスダクトは接続部を除いた部分は絶縁材でコーティングされているため、油水がダクト内部に浸入しても直ちに絶縁破壊を起こす様なことはないが、最低防滴構造にして絶縁材の劣化を防ぐべきであろう。

接続部については絶縁材のコーティングがないので、単に防滴構造だけでなく、パイプラインの事故等に対処出来る構造とすることが望ましい。

今回の試作実験では直線形の水平布設しか考慮せず、エルボや垂直布設の検討が出来なかったけれども、実用面ではその必要性が直ちに起きて来るので今後検討を要する。

(iv) 隔壁貫通

バスダクトを船内に装備する場合でも従来のケーブルを装備する場合と同じくそのスペースを充分にとることは困難であり、先に述べた支持構造物の強度の点からもガーダーやビームを貫通することは避けられない。その点では絶縁バスダクトは空気式のものに比べて断面積がずっと小さいので優れている。しかし、水防隔壁を貫通する場合、現状の絶縁バスダクトでは水密を保持することは不可能であるので絶縁材を使った水防壁を開発する使用がある。

(v) 接続部

今回の試作実験結果から考察して接続部の電気的性能は他の部分と同等であるが、機械的強度については劣っていることを確認した。そこで今後の課題として接続部を補強するか、船内の装備方法を検討して、接続部を保護する必要がある。

VI) 絶縁材料

現在各船級協会の規則にはバスダクトの条項はないが、ケーブルの絶縁材料の規定と、陸上に装備する JIS 規格の条件にはかなりの開きがある。この適用条件は同一と考えるべきではないと思うが、採用に当っては船級協会との接触を充分行っておくべきである。

VII) 温度上昇

今回の実験で導体の温度上昇は接続部が他の部分より約 10% 高めであった。これは接触抵抗が多いということではなく、他の部分に比べダクトケースと密着することが出来ず、冷却効果を悪くしているためである。

次に温度上昇限度であるが、これは絶縁材料により異なるため一般に論ずることは出来ないが、コスト、作業性、スペース等に直接関係する重要なものである。陸上設備の使用状況から判断して船舶においても 90℃～95℃が最高許容温度として妥当な目標であろう。

VIII) 漏洩磁束

バスダクトは船用ケーブルに比べて漏洩磁束を多く発生することはその構造から来る宿命である。

今回の実験で測定された程度であればさし当りの自動制御回路には影響はないものと思われる。

IX) 短絡

今回の短絡試験において温度上昇は問題なかったが、電磁力はかなり強く、ダクトの構造を再検討することを余儀なくした。併しその後のメーカ側での研究では強度的にも問題ない所まで進んでいる様である。

IX) アルミニウム導体

船舶に於ける電気機器の導体としてアルミニウムを使用した実績はほとんどなく、又船級規則にも記載されていない。しかし陸上設備では銅に次いで広く用いられているので、今回の実験にはアルミ導体についても行った。

(d) バスダクト装備工事における問題点とその解析

この項目の検討に当っては、実績の皆無である居住区、甲板上曝露部などを除外して機関室の上甲板以下の天井下 (Deck 裏側) に、ケーブル布設工事に準じた装備方式を採った場合に限定した。バスダクト装備工事が、ケーブル布設工事と特に相異なる点は下記の如くである。

- 1) 単位重量がケーブルに比較して相当大きくなるので、作業の種類が異なってくる。
- 2) 布設作業段階での工事は分化が可能である。
- 3) ケーブルに比較して、極端に可撓性に乏しく、取付誤差や布設路の変更に対して融通が効かない。
- 4) 振動、湿気、水滴、熱膨張に対し、バスダクト自体の取付方法と機器との接続方法において配慮が必要である。
- 5) 布設工事の場合にガーダーやデッキを貫通するときは引き込みのスペースが必要となる。
- 6) 経装中に水分や塵埃などを防ぐために接続部にはシールが必要であり、ブロック反転状態での経装中には風雨に対する考慮も必要である。
- 7) ブロック経装中や搬入後の置き場所によっては機械的な損傷を受けないようにしなければならない。
- 8) 近接して火気を伴う作業を避けるように特に注意を喚起するようにせねばならない。
- 9) 前述(3項)に関連して、経路が複雑な場合には随所に調整箇所を設ける必要がある。

これらを i) 施行時期、ii) 装備方法、iii) 装備誤差、iv) 保守整備の四つの項目に分け、それぞれにつ

いての問題点の検討結果は下記の通りである。

(i) 施行時期

(イ) ブロック積装時の問題点

- 長所 1) ブロック反転状態で早期積装が可能である。
- 2) 作業性が良く、節労可能である。
- 短所 1) 耐風雨保護を行う必要がある。
- 2) 工事中機械的な損傷を受け易く、その対策が立て難い。
- 3) ブロック移動時などに船体の撓みによって過大なストレスを受ける危険性が大きい。
- 4) 船体ブロック間の接続接手が限定される。

(ロ) 船台積装時の問題点

- 長所 1) 装備状態においては特に風雨保護を必要としない。
- 2) 工事中機械的損傷を受ける危険性が低い。
- 3) 接続接手の位置を自由にきめることが出来る。
- 短所 1) 作業性が悪く省力化の効果が薄い。
- 2) 搬入口、搬入方法、材料置場等を考慮せねばならない。
- 3) 吊り込み用足場、工具などを考えねばならない。
- 4) 他部門のパイプ、ダクト等との取付時期の調整を行う必要がある。

上記(イ)(ロ)の何れが効率のよい作業ができるかはバスタクトの種類、布設位置、船体の工作方法（ブロック割り）等によって検討されなければならぬが、ブロック積装時に工事を施行すれば、省力化、平準化が計れる一方、材料費並びに附帯設備の cost up は否めず、逆に船台積装時には省力化の効果は薄れるが、陸上標準品に近いバスタクトの適用が可能となり、cost downに結び付き得ると云えよう。

(ii) 装備方法

装備方法については下記の各項目に分けて検討した。

(イ) 船体または機器の振動、衝撃への対策

- 1) 取付台に防振ゴムを取付ける。
- 2) 機器との接続には、可撓編組リードまたは積層テープを用いる。

(ロ) 温度変化によるバスタクトの伸縮変位への対策

- 1) ベンドが随所にある場合には特に対策を必要としない。
- 2) 直線部分が10 m以上には特別の考慮が必要となるが、陸上においても expansionは設けていないので原則的には不要とする。

(ハ) 取付台の構造

(i) ブロック積装時の対策

荷重が逆にかゝる状態で装備せねばならない上、ブロック移動の過程ではどのような角度になるか解らないので、水平、垂直部分とも特別な配慮が要る。

(2) 船台積装時の対策

足場が制限され重量物を取扱う作業性が悪いこと、並びに他の障害物が多いことを考えねばならぬ。

(iii) 装備誤差

装備誤差の要因としては次のものが考えられる。

(イ) 地上軌装に於けるブロック接手の誤差

(ロ) 船体歪による誤差

これらの誤差は25～50mmと考えられるため、接続箇所を適宜検討して現場計測後に製作する調整代を設けなければならない。また、機器との接続部にフレキシブルリードを用いることにより、若干の融通性を期待し得る。

(iv) 保守整備

バスダクトには、いわゆる消耗部品は無いので性格的にはケーブルと同様に絶縁物の経年変化がその寿命を決定することになるが、接続部やダクトの一部にボルトを用いている箇所が少くないので増し締めを定期的に行う必要がある。従って、隠蔽されたり、パイプダクトに妨げられったりしない様に装備段階で確認して置く必要がある。バスダクト自体において、特に接続部分のゆるみ止め対策を充分検討されねばならないが、さらに保守整備が適切に行い得る様に配置しなければならない。

(3) 結 果

昨今における発電機容量の増加と専用船建造の増加に伴い連絡母船としてケーブルを使用することに困難になりつつある。

本委員会において我国大手10社23事業所にバスダクトについてアンケートした結果

絶縁バスダクトを使用した実績のある工場	1
空気式バスダクトを使用した実績のある工場	4
今後バスダクトを使用することを決定している工場	4
バスダクト使用を検討している工場	7

これからみても船用バスダクトの開発は急務であり、今回の研究も遅きに失した感すらある。しかし今回5社の造船所と2社のバスダクトメーカーの参加により船用バスダクト開発のためのいくつかの成果と問題点を発見出来たことは有意義なことであった。

5.6 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

フレキシブルパイプまたはジョイントの有効使用範囲を選定し、適用、製造の両面から検討した結果、小径、低圧の常温水系統には、ゴムホースに在来品改良型の継手金具を組合せたホースアセンブリー式が、十分実用になることが判った。65A～125Aのホースアセンブリー式になると、ゴムホース構造と継手金具形式の適切な組合せが必要で、特に伸縮量調整のために「クランプ型スライド式継手」「ホースの現物装着法」の採用が望ましい。また高圧小径ゴムホース、小径メタルホースも実用化の域にあることを確認した。中径管以上になると、圧力試験結果は良好であるが、作業性、安全性、経済性につき、今後の研究が必要なようである。

フランジ付ホースアセンブリー型およびメタルホース型2種を選定し、実船装備試験を行なったが、作業時間は、鋼管に比し50%以下であった。就航後まだ短時日しか経過していないが、性能に変化はなく、現段階では耐用年数に疑問が持たれるような点は全く見当たらない。

フレキシブルパイプの適用ヶ所は、既存配置のまゝでも相当量となる。たとえば200型オイルターカーの125A以下の常温水系統をとっても200～400本/隻が考えられる。今後、実績を重ねながら改良してゆけば、その適用範囲は、増々広がってゆくであろう。また、フレキシブルパイプ採用を前提とした設計がなされる

ことにより、一層の省力化が期待できる。

5.6.1 目 的

オイルタンカーの船内配管工事のうち約半分の割合を占めると言われる配管工事は、管一品図の調製、管形状の数値表示等工作図面の改良、ユニット配管、ブロック配管等新しい工法の開発等に依って急速に合理化が進められてきた。然るに船殻ブロック精度、パイプ工作精度、受台配置マーキング精度、或は配管芯出精度等に当然限界があるため、ブロック継手部、船殻構造貫通部、複数枝管接続部等には品質を保持し所定の機能を発揮するため、現場型取管および型合せ管が必要となり、これが本数は全配管本数の20~30%にも及んでいるのが大方の現状である。そこでフレキシブルパイプ或はフレキシブルジョイントの採用に依り

- 1) 現場型取管および型合せ管の廃止
- 2) 高い芯出精度の不要
- 3) 工期の短縮
- 4) 工程の手順等削減
- 5) 技能者（現場配管工）の不足カバー

の諸条件を満足させもって配管工事全般の省力化を計るべく本研究を計画、実施した。

5.6.2 テーマ選定の経緯

フレキシブルパイプおよび同ジョイントを船内配管に採用する場合、どのような個所に採用するのが最も効果的で且つ要求度合が大きいかを明らかにする為に、

- 1) 各社におけるフレキシブルパイプの使用実績状況
 - 2) 各社における今後のフレキシブルパイプ使用計画およびこれに対する意見
- の2点につきアンケート調査を行なった結果、下記の通りであった。

(1) 使用実績と計画の概要

(a) 居住区画

ドレッサータイプの継手は使用しているがフレキシブルパイプそのものは使用していない。

将来は水、排水、蒸気系統に採用を望んでいる。

(b) 甲板暴露部

伸縮継手を使用しているのである。流体の種類、呼径の範囲、暴露甲板という厳しい環境などの為、具体的な採用計画は無い。

(c) タンク内

ドレッサータイプの継手を、船体の変形に伴う歪応力の吸収、芯出しの容易さ、フランジの代替などの目的で採用しているのみである。

(d) ポンプ室

実績は少ないが、使用環境、メンテナンスの容易さなどの点で実用の可能性が高い。

(e) 機関室

ベローズ型フレキシブルメタルホースを機器、ポンプ類と管との接続に使用している。将来は水、油系統等ユニット間の接手部、管の曲り部等への採用を計画している。

(2) 使用目的と問題点

使用実績は、一般的に言って船体の歪による応力の吸収、振動防止、温度による膨張収縮代の吸収など、いわゆる機能上必要なため使用しているのが主たる目的であった。然るに将来計画では、フレキシブルパイ

プの積極的な採用を押し進め、其の目的も

- 現場型取管の廃止
- 工程の短縮
- 熟練工（現場配管工）の不要

など工作上の省力化を狙っているものが大半（90%以上）である。また、新製品に対する問題点としては、下記の如き項目があげられる。

- 耐熱性（消火管系統に使用する場合）
- 漏れ防止、耐水性に対する信頼性
- 耐候、耐波浪性（上甲板暴露部に使用する場合）
- 耐油性
- 経年変化に対する実船資料（耐用年数）
- 船級協会の承認を要する場合
- 安全性と信頼性
- 価格（一般に金属配管に比して高価である）

(3) テーマの選定

以上の資料に基き居住区画、甲板暴露部、タンク内ポンプ室、機関室等の区画並びに管系統、管径、圧力等の仕様別に分類取まとめを行い、下表に示すような研究開発の項目を選定した。

表 5. 6. 1

対称となる管系統	予想される仕様	使用場所	研究内容	問題点
① 飲料水管 清海水管 温水管 排水管	径 = 15A~50A 圧力 = 5Kg/cm ² 10Kg/cm ²	居住区 機関室 ブロック継手 ユニット間の〃	型式材質 その他構造等 試設計 工場テスト	漏れ防止 耐水性 耐振性 コスト
② 海水、清水冷却 水管ビルジ プラスチック管、清水 蒸留水管、潤滑油 燃料油管	径 = 65A~250A 圧力 = 5Kg/cm ² 10Kg/cm ²	居住区 甲板暴露部 機関室 ブロック継手 ユニット間の〃	型式材質 その他構造等 試設計 工場テスト	耐振性 耐熱性 耐波浪性 コスト
③ 貨物油管 プラスチック管 (残油管)	径 = 300A~800A 圧力 = 16Kg/cm ²	タンク内 甲板暴露部 ポンプ室 ブロック継手 ユニット間の〃	型式、材質其の他 試設計製作 施行上の問題点 の検討、コスト ダウンの可能性	耐波浪性 耐油性 コスト
④ 弁開閉油圧管 ハッチカバー駆動 油圧管 甲板補機用油圧管	径 = 9A~15A 圧力 = 210Kg/cm ²	各区画 弁アクチュエー ター管 コンソール管 油圧シリンダー 管等継手部	製品調査 使用実績調査 諸性能の研究 (含工場テスト)	経年変化に対す る資料 耐油(原油)性

5.6.3 概 要

(1) フレキシパイプおよび同ジョイントの試作並びに諸試験

昭和45年度研究項目としては、前記表5.7.2に示すような4項目を選び適用面からは実船採用時の要求性能調査、配置設計および現場工作上での問題点摘出、一方製造面からは製品仕様の検討、製品性能試験、製作技術上の問題点の把握、将来採用時での採算性の検討を行なった結果下記の点が明らかとなった。

1) 表5.6.1①②の項の中で小径(100A以下)、低圧(10Kg/cm²以下)の場合は既に開発されているゴムホースに在来品改良型の継手金具を組み合わせたホースアッセンブリー一式のものが作業性、汎用性、経済性の諸点から考えて実用効果が高い。また、65A~125Aのホースアッセンブリー一式については音系統、常用圧力、使用区画、取付作業性等の要求性能に依って、ゴムホース構造と継手金具の形式に適切な組合せが必要で特に伸縮量調整のために「クランプ型スライド式継手」「ホースの現場装着法」の採用が望ましい。

2) 表5.6.1②項の中、中径管(150A~250A)、常用圧力、10Kg/cm²のゴムホースおよび大径管(300A~800A)常用圧力16Kg/cm²の貨物油管用ゴムホース(表5.6.1③項)は工場内での圧力試験の結果、異常は全く認められなかった。ただし

- 継手金具の方式
- 取付作業性の良いホース構造
- 老化、疲労等に依る耐用年数
- 安全性の問題
- 経 済 性

等については今後の研究にまたねばならない。

3) 高圧フレキシブルホース(表5.6.1④項)の耐原油性、耐暴露性および同環境での耐久性は弁開閉用油圧駆動管に使用している場合全く問題ないことが実証された。

4) ベローズ型メタルホースについては40A以下の小径管では管系に依り直ちに実用化が可能である。また、50A~200Aについても現場装着用治具の研究に依り、同様の使用効果が得られるものと思われる。以上述べたように項目に依って実用段階迄の調査、研究がすすめられたものと、試作、諸試験の結果が得られただけのもの等があったが概略

- | | |
|------------|-----------------------------|
| ○ 径、125A以下 | 圧力; 10Kg/cm ² 以下 |
| 清水管 海水管 | 200型オイルタンカーに於ける |
| 温水管 雑用蒸気管 | 予想適用箇所200~400本/船 |
| 排水管 ドレン管 | |
| 冷却水管 蒸溜水管 | |
| 飲料水管 | |
| ○ 径; 12A | 圧力; 140Kg/cm ² |
| 高圧油圧管 | 200型オイルタンカーに於ける |
| | 予想適用箇所約200本/船 |

が直ちに採用可能であり採用に依る効果が予想された。

(2) フレキシブルパイプおよび同ジョイントの試験的採用とその調査

昭和46年度研究項目としては、前記(1)の結論を基に

- 1) 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
- 2) 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
- 3) 新造船装備、就航後の性能実績、メンテナンス状況の調査

を選び本研究をすゝめた結果、下記の点が明らかにされた。すなわち

- 1) メタル型フレキシブルパイプは複雑で曲げ半径の小さな所に装備する場合、より大なる効果を発揮するが、フランジ付ホースアッセンブリ型の場合は直管部に接続する方が利用範囲が広い。
- 2) 船内配管の場合、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依ると銅管に比し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半の値が得られた。
- 3) 実船装備、就航後の性能状況は調査時間が、限定され十分な結論付けはできなかったが、少なくとも現段階では耐用年数に疑問が持たれるような点は全く見当たらない。

5.6.4 各 論

(1) フランジ付ホースアッセンブリー

フランジ付ホースアッセンブリーに関しては、45年度において次の研究を行なった。

研究の結果を総括すると、次のとおりである。

- i) 取付作業性を向上する目的で、ワイヤー入りホースにて補強層のワイヤーを省略し、補強布数を減じたホースは低圧の場合は問題ないが、中圧の場合は問題がある。また、補強布のみを減じたホースも耐内圧性は問題はなかったが、取付作業性は余り期待できない。
- ii) 従って長さ方向の±50mmの伸縮量はホースを所要の長さに応じて切断し取付けることにより吸収することができる。

(2) フランジレス・ホースアッセンブリー

15～125Aの5Kg/cm²用ホースアッセンブリーについて、コスト、工数、パイプの一体加工性および現場作業性に関し調査検討した。研究の対象とした製品の仕様は、図5.6.2とまったく同じであるが、フランジを除去したものであって、図5.6.4に示すとおりである。

(3) クランプ式ホースアッセンブリー

65A～125A、10Kg/cm²用を対称として、ホース継手の研究を行ない、図5.6.5の継手を選び、製作し試験を行なった。

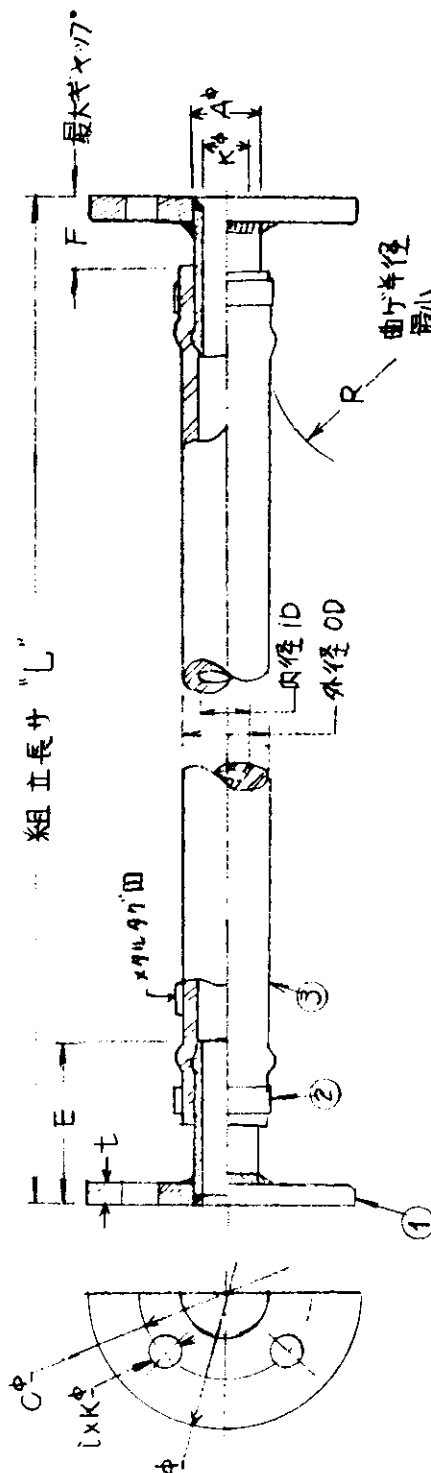
仕様は図5.6.5に示すとおりである。

(4) フランジ付ゴムホース（中大径用）

150A～250A、10Kg/cm²の要求に対し250A、10Kg/cm²を試作した。（これを中径用とする）

また、300～800A、16Kg/cm²の要求に対し、600A、20Kg/cm²を試作した。（これを大径用とする）。図5.6.6および図5.6.7に継手金具およびゴムホース本体の構造を示す。

呼び径	組立番号	ホースサイズ	D	C	t	i×Kφ	A	K	E	F	iD	OD	R	最高常用圧 ホース組立品	"L" 最小組立長さ
15	H1222B-15	12	80	60	9	4-11	21.7	14.3	65	27	19.0	27.8	230	20	300
20	-20	16	85	65	10	4-11	27.2	19.4	65	27	25.4	34.0	310	17	300
25	-25	20	95	75	10	4-11	34.0	25.0	65	27	31.8	42.9	390	14	350
32	-32	26	115	90	12	4-15	42.7	32.9	65	27	41.3	52.4	495	14	350
40	-40	32	120	95	12	4-15	48.6	38.4	77	39	50.8	61.9	610	11	400
50	-50	40	130	105	14	4-15	60.5	49.5	77	39	63.5	74.6	760	7	400
65	-65	48	155	130	14	4-15	76.3	62.3	77	39	74.6	87.3	910	7	400
80	-80	56	180	145	14	4-19	89.0	80.9	114	36	88.9	101.6	1070	6	400
90	-90	64	190	155	14	4-19	101.6	90.0	114	36	101.6	114.3	1220	5	500
100	-100	64	200	165	16	8-19	111.4	90.0	114	36	101.6	114.3	1220	5	500
125	-125	80	235	185	16	8-19	139.8	114.0	125	39	127.0	146.0	1520	5	500



7. 使用流体：燃料，潤滑油，不凍水
6. 使用温度：-40℃～(100℃)
5. 試験圧力：フランジ呼び圧ノ2倍(10Kg/cm²)
4. 組立長さ公差
組立長さノ1%以内

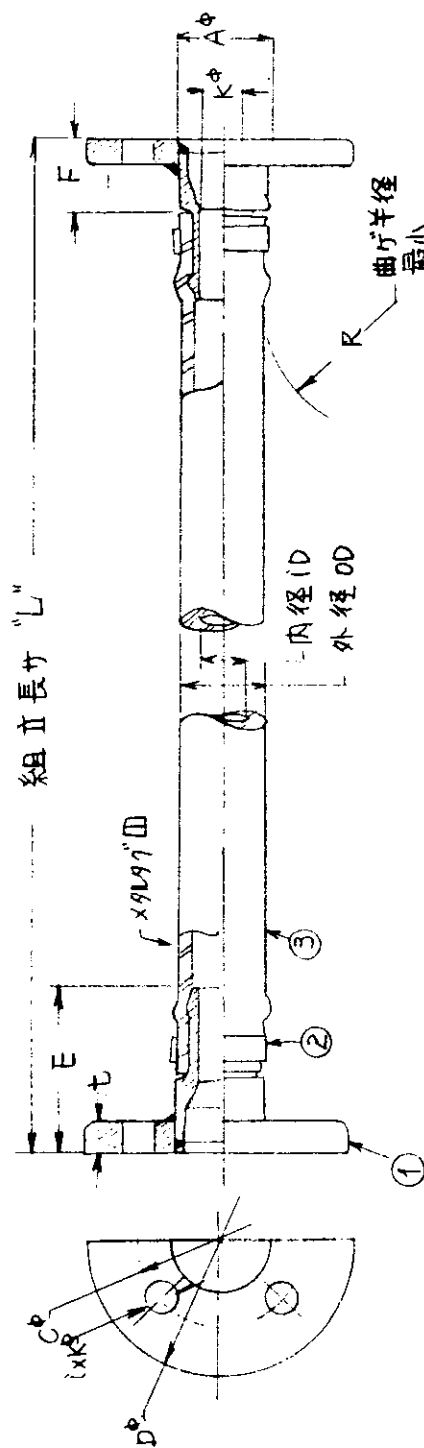
3. サイズ-56以上ハ2連ノクラップ縮トスル
2. 組立長さハ"L"以上トシ，50%区切ヲ標準トスル
1. 表示ハメタルタグニテ行ウ

商標，組立番号，組立年月，ホース製造年四半期，試験圧力

1	3	ホース	H100	-サイズ	合成ゴム	
2	2	クラップ	H1717	-サイズ	SUS-27	
2	1	フランジ	H1229B	-呼び径	SS41	亜鉛メッキ
数項番		部品名称	部品番号	材質		
ホース規格		MIL-H-6000	低圧用ホース組立品			船舶用 フレキシブルホース
			単位%	フランジJIS-5K		H1222B

図 5.6.1 フランジ付ホースアセンブリー低圧用ホース組立品

呼び径	組立番号	ホースサイズ	D	C	t	i×Kφ	A	K	E	F	iD	OD	R	最高常用圧力		"L" 最小組立長さ
														ホース	組立品	
15	H1222A-15	-12	80	60	9	4-11	21.7	13	65	27	19.0	27.8	230	20	5	300
20	-20	14	85	65	10	4-11	27.2	17	65	27	22.2	31.0	270	17	5	300
25	-25	16	95	75	10	4-11	34.0	20	65	27	25.4	34.0	310	17	5	350
32	-32	20	115	90	12	4-15	42.7	25	65	27	31.8	42.9	380	17	5	350
40	-40	26	120	95	12	4-15	48.6	35	77	39	41.3	52.4	495	14	5	400
50	-50	32	130	105	14	4-15	60.5	43	77	39	50.8	61.9	610	11	5	400
65	-65	40	155	130	14	4-15	76.3	55	77	39	63.5	74.6	760	7	5	400
80	-80	48	180	145	14	4-19	89.0	68	77	39	76.2	87.3	910	7	5	400
90	-90	56	190	155	14	4-19	101.6	79	114	36	88.9	101.6	1,070	6	5	500
100	-100	64	200	165	16	8-19	111.4	90	114	36	101.6	114.3	1,220	5	5	500
125	-125	80	235	185	16	8-19	139.8	114	125	39	127.0	146.0	1,520	5	5	500

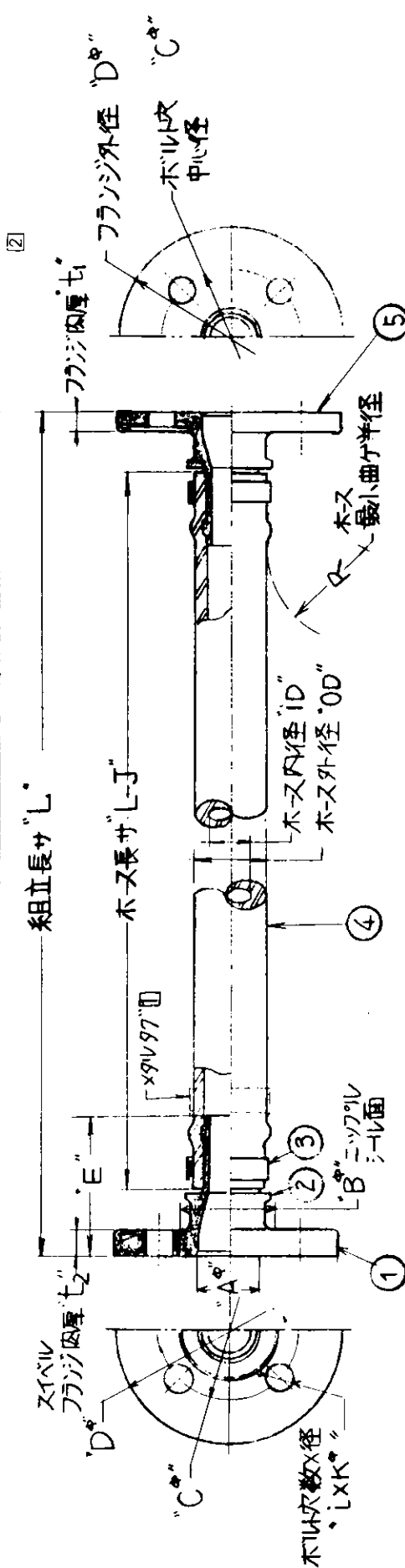


7. 使用流体：燃料，潤滑油，不凍水
6. 使用温度：-40℃～(100℃)
5. 試験圧力：フランジ呼び径ノ2倍(10Kg/cm²)
4. 組立長さ公差
組立長さノ1%以内
3. サイズ-56以上ハ2連ノクランプ締トスル
2. 組立長さハ"L"以上トシ，50%区切ヲ標準トスル
1. 表示ハメタルタグニテ行ウ
商標，組立番号，組立年月，ホース製造年四半期，試験圧力

1	3	ホース	H100	サイズ	合成ゴム	
2	2	クランプ	H1717	サイズ	SUS-27	
2	1	ニップル	H1229A	サイズ	SS41	亜鉛メッキ
数	項	部品名称	部品番号	材質		
ホース規格		MIL-H-6000	低圧用ホース組立品		船舶用 フレキシブルホース	
			単位%	フランジ JIS5K	H1222A-1	

図 5.6.2 フランジ付ホースアセンブリー-低圧用ホース組立品

A 呼び径	組立番号	ホース サイズ	B	C	D	E	t ₁	t ₂	i × K	iD	OD	J	R	最高常用圧力 ホース組立品	ホースノ 最小破断圧	L<以上> 組立最小長さ	Kg/m ホースノ重量	Kg 金具ノ重量
15	H1222A-5F-15B-L	12	38	55	75	65	9	11	4-12	190	278	50	230	20	5	300	0.43	0.96
20	-20B-L	14	44	60	80	62	10	12	4-12	222	310	48	270	17	5	300	0.43	1.12
25	-25B-L	16	49	65	85	64	10	12	4-12	254	340	52	310	17	5	350	0.60	1.15
32	-32B-L	20	61	80	105	64	12	14	4-15	318	429	52	380	14	5	350	0.93	1.18
40	-40B-L	26	65	85	110	77	12	14	4-15	413	524	78	495	14	5	400	1.26	2.38
50	-50B-L	32	80	100	125	74	14	16	4-15	508	619	72	610	11	5	400	1.38	3.08
60	-60B-L	40	100	110	135	77	14	16	4-15	635	746	78	760	7	5	400	1.80	3.44
80	-80B-L	48	110	130	155	77	14	16	4-15	762	873	78	910	7	5	400	2.01	4.94
90	-90B-L	56	120	140	165	112	14	16	6-15	889	1016	68	1070	6	5	500	2.88	6.05
100	-100B-L	64	130	155	180	114	16	18	6-15	1016	1143	72	1220	5	5	500	3.35	8.36
120	H1222A-5F-120B-L	80	161	180	215	125	16	18	6-19	1270	1460	86	1520	5	5	500	6.11	12.35

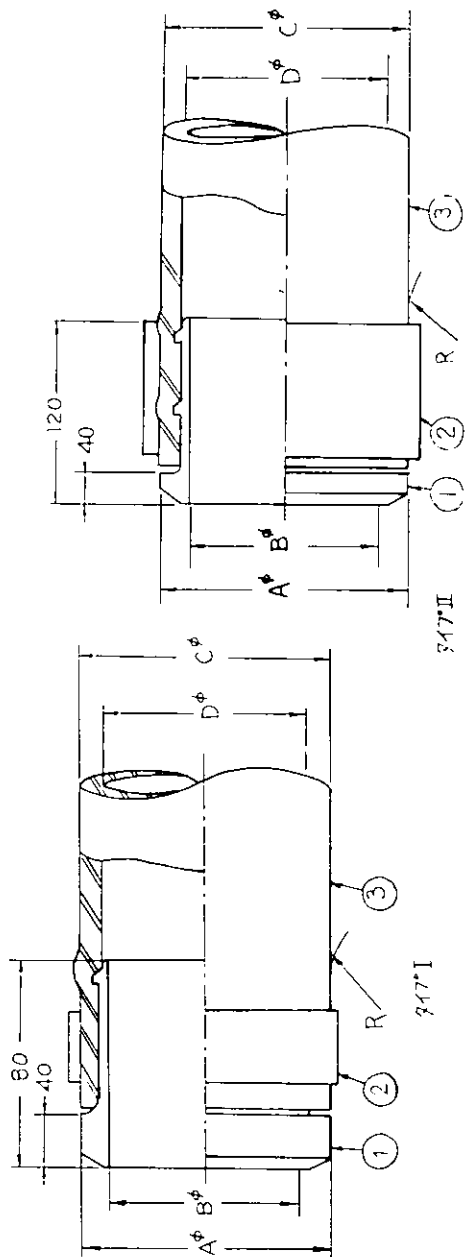


1	5	フランジニップル	H1229-5-サイズB	BC3															
1	4	ホース	H100-サイズ	合成ゴム															
2	3	クランプ	H1717-サイズC	SUS-27															
1	2	ニップル	H1229-サイズB	BC3 or BSBM															
1	1	スベルフランジ	H1760-5-呼び径B	ALBC3															
数量	項目	部品名称	部品番号	材質	備考														
ホースノ適用規格		MIL-H-6000	低圧ホース組立品		船舶用フレキシブルホース														
	単位		継手型式	小型5Kフランジ	H1222A-2														

- 使用流体：燃料、潤滑油、空気、清水、塩水、不凍水、ソノ他
- 使用温度：-40℃～(100℃)
- 保証圧力試験：フランジ呼び径ノ2倍<10Kg/cm²>デ行ウ
- 組立長さ公差ハ次トスル
L=400マデ：±4 L=600マデ：±6 L=900マデ：±8 900以上：長さノ1%以内
- サイズ-56以上ハ2連ノクランプ締トスル
- 組立長さハ組立最小長さ以上トシ、長さハ50%迄切ヲ標準トスル
- 表示ハメタルタグニテ行ウ

製造会社商標、組立番号、ホース製造年四半期、試験圧力

図5.6.3 フランジ付ホースアッセンブリー-低圧ホース組立図



呼び径	部品番号	構 成		品 目		寸 法				タイプ	仕 様	
		①ニップル×2	②クランフ×2	H1229-15	H1717A-15	H100-12	A	B	C	D	常用圧max	試験圧max
12.5	H1222A-125	H1229-125	H1717A-125	H100-80	139.8	120.8	146.0	127.0	II	5	10	1,520
10.0					114.3	95.7	114.3	101.6	II	5	10	1,220
9.0					101.6	83.0	101.6	88.9	II	6	12	1,070
8.0					89.1	70.0	87.3	76.2	I	7	14	910
6.5					76.3	57.5	74.6	63.5	I	7	14	760
5.0					60.5	45.0	61.9	50.8	I	11	21	610
4.0					48.6	36.0	52.4	41.3	I	14	28	495
3.2					42.7	27.0	42.9	31.8	I	14	28	380
2.5					34.0	21.0	34.0	25.4	I	17	35	310
2.0					27.2	18.0	31.0	22.2	I	17	35	270
1.5	H1222A-15	H1229-15	H1717A-15	H100-12	21.7	14.3	27.8	19.0	I	20	40	230
呼び径	部品番号	構 成		品 目	A	B	C	D	タイプ	常用圧max	試験圧max	曲ゲ半径mm
		①ニップル×2	②クランフ×2									

耐用年数：4年

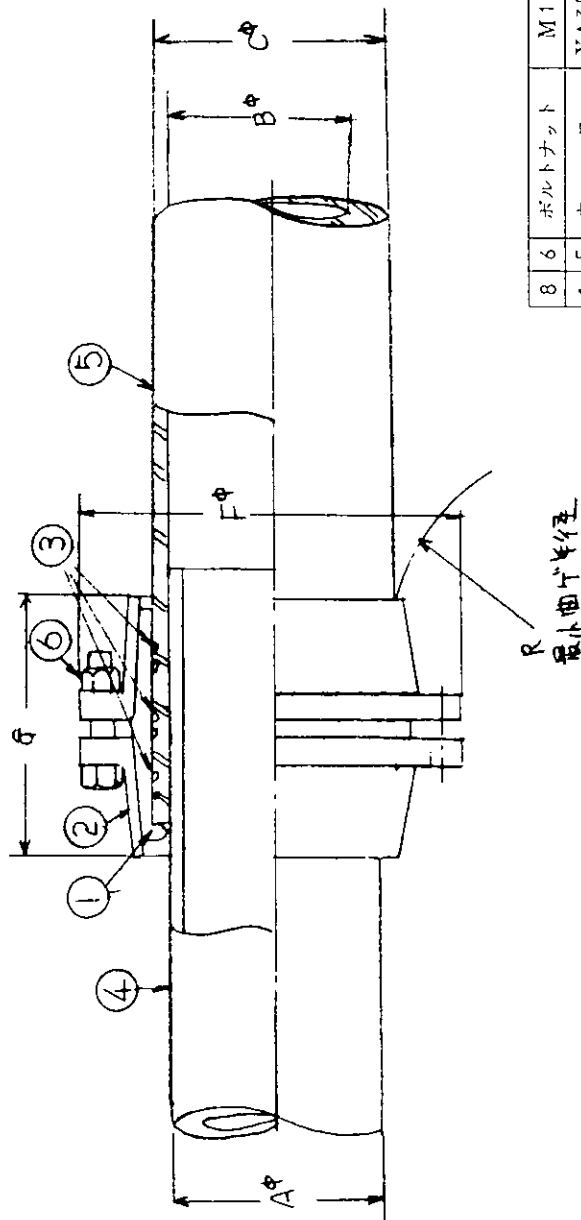
用途：清水、海水、潤滑油、燃料

材質：金具：SS41又は相当材（表面処理、ZMC-4又は溶融亜鉛メッキ）

ホース：合成ゴム及び2C/B、温度範囲 -40～+100℃

図 5.6.4 5kg/cm²用フランジレスホースアッセンブリー

呼び径	部 品 番 号	サイズ (ホース)	A	B	C	G	F	R	最高常用圧力	
65A	H1343A-65A	-48	763	763	90.5	90	150	840	ホース	組立品
80A	-80A	(-56)	891	891	106.5	90	170	1050	35	10
90A	-90A	-64	1016	1016	119.5	90	180	1200	35	10
100A	-100A	(-72)	1143	1143	132	95	195	1300	20	10



8	6	ボルトナット	M10 L=80							
1	5	ホース	YA302A-サイズ	合成ゴム						
-	4	パイプ		SGP						
12	3	リング	H120501-3-呼び径	SWP						
4	2	ソケット	H120501-12-呼び径	SS41						
2	1	セグメント	H120501-11-呼び径	SS41						
数	項	部品名称	部 品 番 号	材 質						
			中 圧 ホース 継手							
				船舶用 フレキシブルホース						
			単 位	%						
										H1343A

呼び径125A用ノホース内径へ139.8トナリ設定不可ニツキ削除シタ
本図ハ実験的試作品寸法ヲ示ス

図 5.6.5 クランプ式ホースアッセンブリー-中圧ホース継手

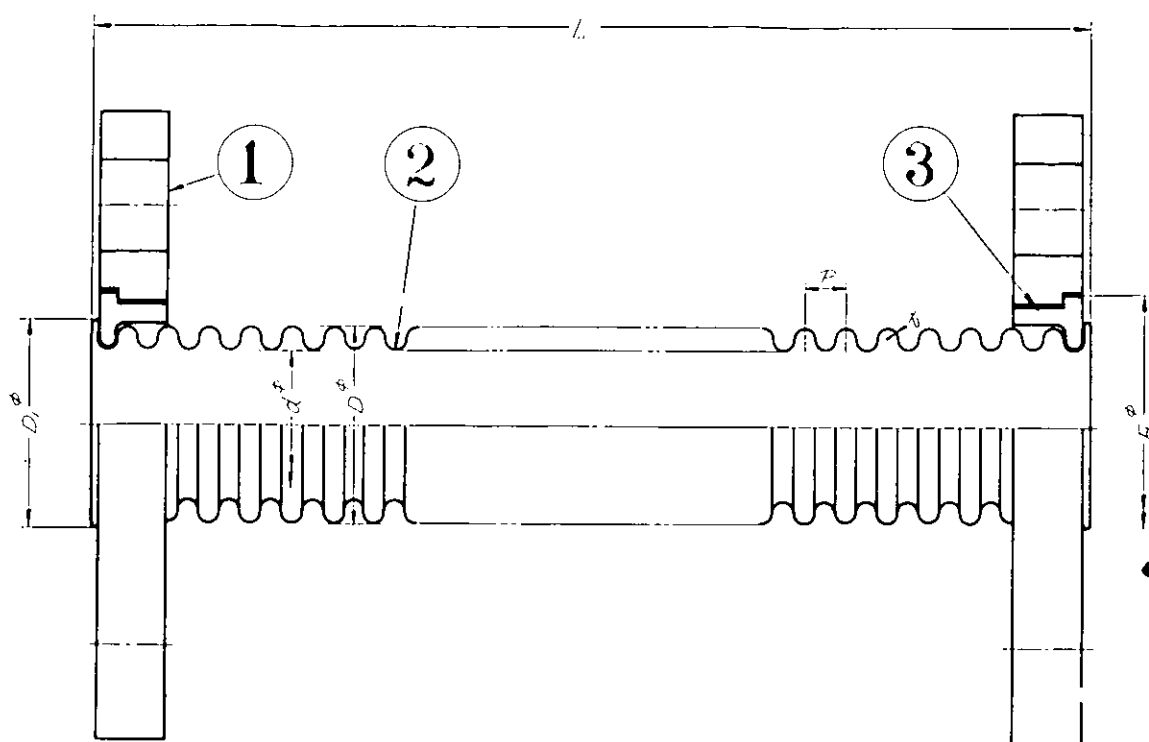


図 5.6.8 船用メタルホース (15 A ~ 25 A)

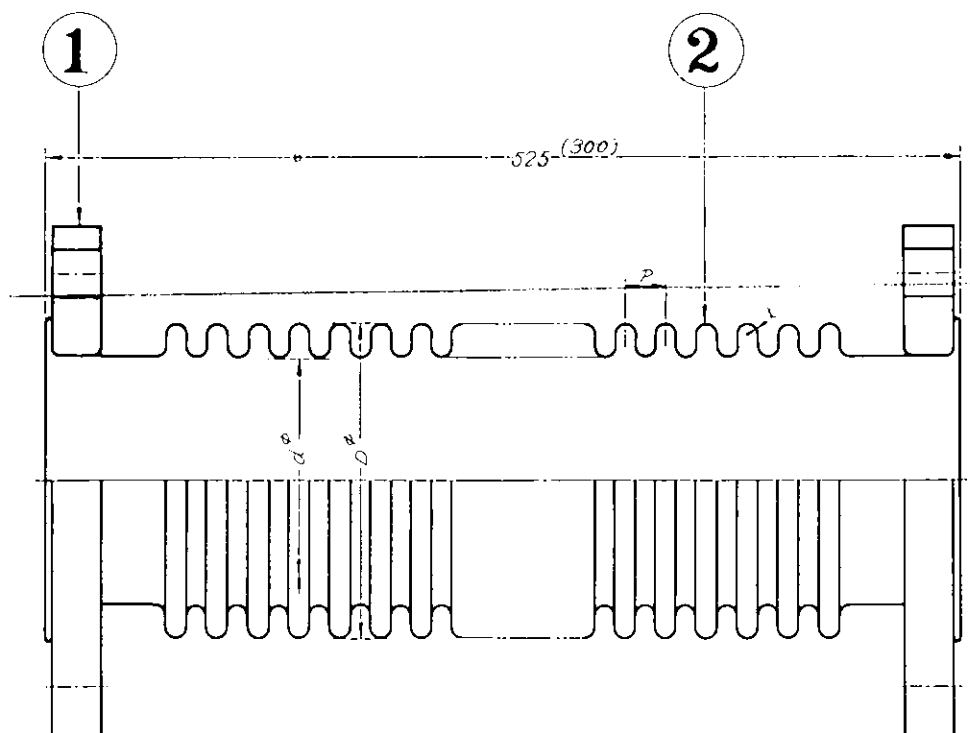


図 5.6.9 船用メタルホース (40 A ~ 250 A)

(5) メタルホース型フレキシブルパイプ

従来の機能的要求（使用中の振動、伸縮、曲げ運動等の繰返し変位の吸収）に基づく、在来品にとらわれないで、現在の型合せ管、型取管に替り得る取付時変位性のよい“船用メタルホース”を研究、試作した。

（図 5. 6. 8、5. 6 9、表 5. 6. 1）

表 5. 6. 1

項目	記号、呼径(A) 単位	15	20	25	40	50	100	200
内 径	d^{ϕ} mm	16.5	19.3	31.0	48.0	61.6	111	213
外 径	D^{ϕ} mm	23.4	29.7	40.0	69.0	90.0	145	246
板 厚	t mm	0.35	0.4	0.4	1.0	1.2	1.5	1.5
ピッチ	p mm	5.1	5.8	6.4	14	22.7	20.3	19
山 数	N	—	59	52	47	20	16	24

(6) 高圧ゴムホース

高圧ゴムホース全体寸法と計画性能

図 5. 6. 10 の通りである。

(7) フレキシブルパイプの実船装備試験

(a) 装備試験内容

前記(1)～(6)の通り新製品のモデル試設計および同諸試験を行なったがこれらの試験結果に基づき、該当製品の中から

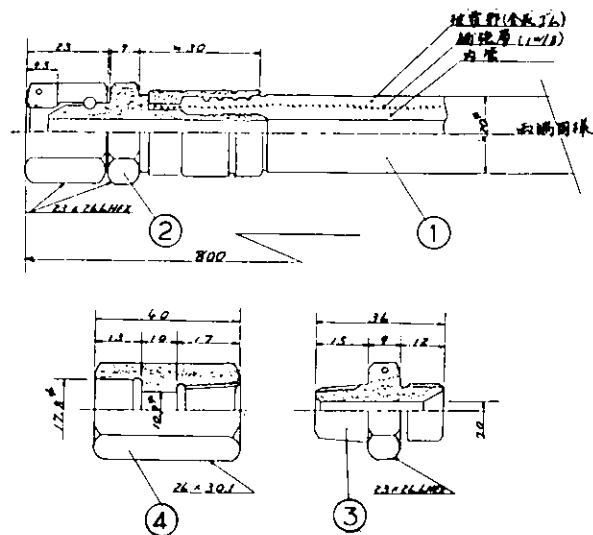
1) フランジ付ホースアッセンブリー型フレキシブルパイプ

2) メタルホース型フレキシブルパイプ

の 2 種を選び、下記の如き場所を選定し、実船への装備試験、並びに調査を行なった。

(i) 装備場所

船 種	型 式	総本数 (本)	管 系 統	呼 径	長さmm
220型 油 艙 船 (居住区内)	フ ラ ン ジ 付 ホースアッセンブリ型	15	清水、飲料水、海水 排水、汚水、エアー	15A 25A 40A 50A 100A	500 ～ 1000
190型 鉱油兼用船 (居住区内)	” ”	11	清水、排水	15A 40A 50A 65A	500 ～ 1000
コンテナ船 (機関室)	メタルホース型	5	主機冷却清水、飲料水 雑用清水、蒸溜水、蒸気ドレン	15A 25A 40A	300 ～ 330



計画性能

ホース

9.5φ×1W/B×800

常用使用圧力

MAX. 70Kg/cm²

試験圧力(取付後)

140Kg/cm²

”(工場内試験)

365Kg/cm²

最低破裂圧力

730Kg/cm²

寸法変化規格(使用圧力において)長さ方向

+2~-4%

径方向

+4~-2%

品番	名称	材質
4	アダプター	SUS32
3	ニップル	SUS27
2	接続金具	SUS32
1	ホース	

図 5. 6. 1 0

(ii) 配管内容

下記個所の現場型合せ、型取り管部に採用した。

- 甲板部取合部（立上り部分） （ホースアッセンブリーのみ）
- ブロック間取合部（水平部分） （ ” ）
- 貫通ピース下側の取合部 （ ” ）
- 枝管との取合部 （ ” ）
- 機器、タンク類との取合部 （ホースアッセンブリーおよびメタルホース）

(b) 試驗結果

(i) 配置上の要点

- 1) フランジ付ホースアッセンブリーは

- 標準曲げ半径 $R = (8 \sim 10) D$ 内で使用すること。
- 立体曲げ、複雑な箇所への使用は避けること。

等曲り部分についていろいろな制限条件があるため、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。

- 2) このため、設計段階（生産設計）で従来の管取り概念を変えて曲り部分を完成管にして直管部分に合せ、型取管を持ってくるように変えて行く必要がある。

- 3) メタルホースは、フレキシビリティが良く、特に 15 A、20 A は、鋼管よりも複雑で曲げ半径の小さいところでも、取付可能であり相当無理がきく。このことにより、機器、タンク、ユニットなどの最終的な結合部分に使うと有効である。

- 4) この実船試験に使用したフランジ付ホースアッセンブリーを一般の居住区画に採用した場合の使用本数を推定してみると型合せ、型取り管の80%近くで使用できることがわかった。

- 5) 図 5.6.1.1 の外観写真に示す如く、外観はかなり良好で配管上特に問題は認められなかった。直管部に接続する場合は芯のズレがあまり目だたず、むしろ銅管に優る。

(ii) 取付作業性

- 1) 船内の取付作業において、ハンドリング上最適管長は

フランジ付ホースアッセンブリー	$\ell = 500 \sim 1000 \frac{mm}{m}$
メタルホース	$\ell = 300 \sim 450 \frac{mm}{m}$

である。

- 2) 取付工数はいずれの場合も、合せ管で、銅管の約半である。
- 3) フランジ付ホースアッセンブリーの切断方法は小径の場合、金ノコを大径の場合（100 A）は回転グラインダー切断機を使用するのが最も早く精度が良い。
- 4) メタルホースについては 15 A、20 A は手で容易に曲げ伸ばしが可能で極めて取付けやすい。
40 A は汎用工具で手軽に曲げられる。

(iii) 装備後のテスト

フランジ付ホースアセンブリーについては船内取付後、 8 kg/cm^2 の水圧テストを行ない漏洩の有無、外觀形状等を確認した。

(Ⅳ) 就航後の追求調査

前記 3 隻のうちの 1 隻 220 型油倉船について、引渡し 4 ヶ月後乗船して調査した結果

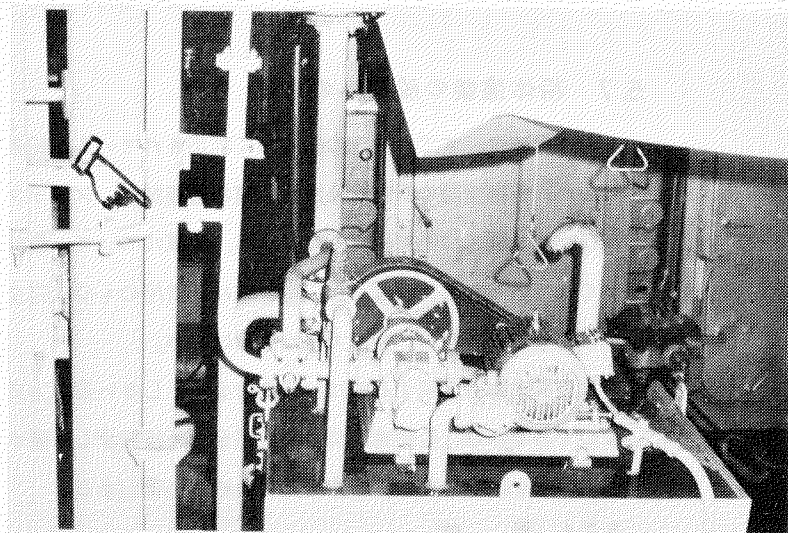
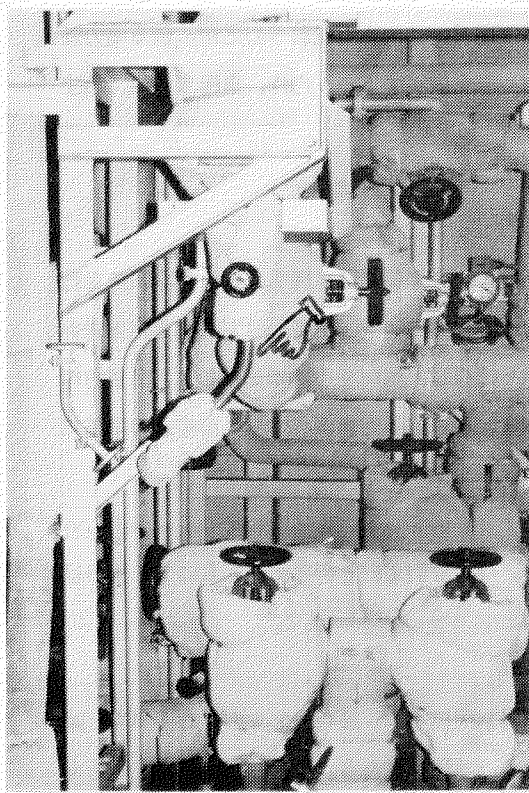
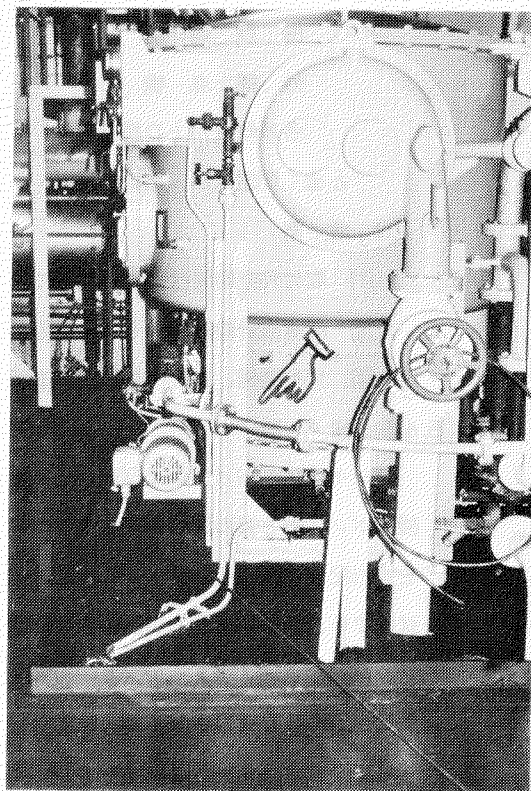
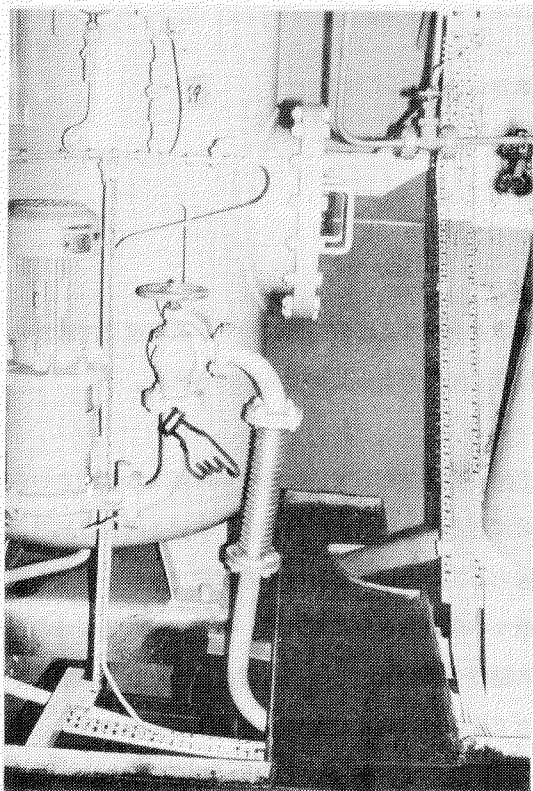


図 5.6.1.1 フレキシブルパイプ装備状況

漏 洩 個 所	無 し
外 観 点 検	異状なし
各系統使用上の異状有無	異状なし

と全く問題なかった。

(b) 考 察

- (i) 取付作業時間は鋼管の約半である。
- (ii) 配置設計の段階から、製品の特性を生かした管取りを行えば使用率は約90%程度までになる。
- (iii) 実船装備、就航後の性能調査でも、現段階では全く問題がない点が明らかにされた。

5.6.5 結 論

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は従来主として船体の変形に伴う歪応力の吸収、機器ポンプ類と管の間の緩衝接手等の目的で使用されをにとどまっていた。然るに、本調査研究の結果、これを船内配管の現場合せ部、或は型取部に採用した場合省力と工期の短縮が可能な各種要求性能を有する製品が試作でき、且つ、これら製品の耐久性能についても問題ない事が明らかにされた。そこで、該当製品の中からフランジ付ホースアッセンブリー型およびメタルホース型の2種を選定し実船装備試験を行なったが、その効果は鋼管に比し50%以下の作業時間、また、省力の点でも該当作業につき約半と言う値が得られた。なお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に採用する場合の使用率が既存配置のままで約80%と言う例もあり、配置設計の段階での配慮が更に採用範囲を拡大するキーポイントになる事も明らかとなった。

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、量産に依る価格低減および関係者の積極的な採用意欲に依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依る省力効果は一層大きなものとなろう。不確定要素も多いが、強いて省力効果を推定すると、内作、集配で3名、地上機装で2名、船内機装で5名計10名程度の省力が期待できよう。

5.7 粉体塗装の船舶への応用

粉体塗装は、すでに陸上の機器類に利用されているが船舶への応用についての問題点解明のため、本研究を行なった。各種樹脂の粉体塗装性及塗膜の性能試験、ショットブライマー方式との関係、下地処理方法、塗装方法および塗装々置について研究した。塗料、塗膜について、概略の性状を把握し、溶剤型塗料に比較して、品質的にすぐれていることを確認した。溶射機は、試用のものは完全でなく、改良の必要がある。切断、溶接との関係についても検討したが、特に大きな支障はない。

大型構造物に应用するには、後熟を必要としない溶射方式を開発する必要がある。粉体塗装そのものが新しいものであるから、船舶建造法との関係を十分検討する必要がある。今後も引き続き研究すべきもので、当分は使用範囲を限定して、諸条件を見きわめる必要がある。

5.7.1 目 的

塗装分野においては、塗装手段として現在までに種々の塗装機器が開発され、塗料自体も非常な進歩をとげて来た。しかしながら塗料自体は本質的に液状であることには変りない現状である。最近「粉体塗装」なるものが開発され、塗料を粉体化し、溶融して付着させる方法が陸上機器関係に採用され、省力化、品質向上にその効果を発揮している。この方法を被塗物の大きい船舶に適用する場合、多くの問題点がある。これらの問題点を解明して、船舶塗装の省力化、品質向上に役立たせようとするのが本研究の目的である。

5.7.2 テーマ選定の経緯

粉体塗装を船舶に应用するには、先づ陸上機器関係において行なわれて居る実状を把握し、これらを基として基本的問題点を検討して行く必要がある。このため昭和44年度においてはディープサーベイを実施した。ディープサーベイの項目としては下記の2項目とした。

(1) 粉体塗料の現状調査

現在使用されている粉体塗料の種類および性能を分類し、船舶に採用すべき粉体塗料の資料とする。

(2) 塗装機器、装置の現状調査

脱脂、防錆、塗装、塗料の回収、焼付、補修等の諸装置を調査し、船舶に採用する場合の諸装置の資料とする。

以上のサーベイを他業界5社について実施、とりまとめの結果を種々審議した。その結果は陸上機器関係と船舶と船との環境条件、施工条件、構造等を考慮した場合には、その研究項目は多種多岐にわたり、これらの実施には長年月と多額の費用を要するものと判断された。従って塗装の基礎的な問題、ならびに応用面における基本的な問題を研究することが先決であると結論された。この結論により下記項目が挙げられた。

- (1) 粉体塗料と溶剤型塗料との性能比較
- (2) 各種樹脂の粉体化およびその性能
- (3) 粉体塗料と下地処理との関係
- (4) 粉体塗料と膜厚との関係
- (5) 粉体塗料に対するSHOP PRIMER方式の可能性
- (6) 塗装方法および塗装装置
- (7) 焼付方法
- (8) 粉体塗装面に対する一般化粧用上塗塗料との関係
- (9) 粉体塗装面の溶断性、溶接性
- (10) 粉体塗装の適用箇所

等である。

これらの中からテーマを選定するに当り、粉体塗装を船舶に应用しようとすることは全く新しい試みであるので、最も基本的な項目をとりあげ、これを昭和45年度の研究項目とした。すなわち

- (1) 各種樹脂の粉体化の研究およびその性能試験
- (2) 粉体塗料に対するSHOP PRIMER方式の可能性の研究
- (3) 粉体塗料と下地処理との関係の研究
- (4) 塗装法、塗装装置および焼付方法の研究

の4項目である。これらを共同研究4工場にてそれぞれ1項目宛を担当して研究を進めた。1年間の研究の結果、一応の結論を得、ついで昭和46年度においては、昭和45年度に着手して居ない下記項目について研究を行うこととした。

- (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100 μ の塗膜厚を得るための樹脂およびその方法の研究

これらをそれぞれ昭和45年度と同様に各担当にて進めることとした。

以上の各項目は基礎的研究の域を脱しない感があるが、新しい塗装法であることから慎重に進める必要があった。さらに2年間の研究結果から、その適用すべき箇所、その経済性についても検討を行なうこととした。

5.7.3 研究の概要

(1) 昭和44年度ディープサーベイ

他業界5社について、粉体塗料の現状調査、塗装機器、装置の現状調査を目的として下記項目を選定し、サーベイを行なった。

- (a) 粉体塗料の種類
- (b) 被塗物の種類、重量、板厚、形状
- (c) 粉体塗装の工程
- (d) 塗装方法
- (e) 設備
- (f) 膜厚管理の実状
- (g) 安全対策
- (h) 塗装作業員ならびにコスト

等である。以上サーベイ後とりまとめの上、昭和45年度、46年度の研究項目決定のため、船舶へ応用の際の問題点を抽出した。

(2) 昭和45年度研究

陸上機器類における粉体塗料はエポキシ樹脂系、塩化ビニール系、ポリエチレン系、ナイロン系、弗化樹脂系塗料等が使用されて居り、エポキシ樹脂系、塩化ビニール系を除いては、溶剤型塗料としても船舶に使用されているものは少い。従って溶剤型塗料で現用されて居る塗料の粉体化に関する研究も必要であろう。しかしこれらは困難な問題で、メーカーの開発にまつこととして本委員会としては品質が安定して居り、安定供給が可能であるエポキシ樹脂系、塩化ビニール系の2種類について主として研究を進めることとした。塗膜性能については付着力試験が性能判定に役立つ故、これを採用、他の試験については必要性に応じて行なうこととした。塗装方法の研究においては、静電粉体吹付法は陸上機器類に既に採用されて居り、方法自体の研究要素も少ないと判断し、船舶に採用可能の場合、船舶の如き大型構造物にも適用可能と考えられる溶射法の検討を行なった。塗装方法以外の研究における試験板作成等には静電粉体吹付法を採用した。以上は2年間の研究を進める上の基本的な方針である。以下各項目についてその概要を記す。

(a) 各種樹脂の粉体化の研究およびその性能試験

エポキシ樹脂系、塩化ビニール系粉体塗料につき、光沢値の測定、塗膜の外観判定、塗膜の付着力試験を行ない、溶射を行なった場合の粉体塗料の種類とその性能についても検討した。これらの試験により、塗装条件による影響等の検討を進めた。

(b) ショッププライマ方式の可能性の研究

船舶においてはショッププライマの使用は常識となって居り、粉体塗料との関係を解明する必要がある。本研究ではショッププライマとしてはウォッシュプライマ、ジンクエポキシプライマ、無機亜鉛プライマの3種類を使用し、上塗塗料としてエポキシ樹脂系、塩化ビニール系の2種類の粉体塗料を使用、比較のため塩化ゴム系、純エポキシ、タールエポキシ3種の溶剤型塗料を使った。試験は付着力試験のみを実施した。

(c) 粉体塗装に適する下地処理方法の研究

塗装における下地処理は、溶剤型、粉体を問わず重要な工程であるので、この点につき充分研究する必要がある。下地処理方法としては機械的方法である、サンドペーパー、ディスクサンダー、ワイヤーホイール、サンドブラスト、ショットブラストの5種の処理法、化学的方法として酸洗、酸洗の後化成処理の2種類の処理法を採用した。試験は付着力試験と塗膜の外観観察を行なった。

(d) 粉体塗装法および塗装装置

粉体溶射法による研究にせよ、溶射条件、塗膜の外観判定、付着力試験を行い、溶射機自体について検討を行った。

(3) 昭和46年度研究

(a) 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、溶剤型として油性、塩化ゴム、エポキシ、タールエポキシ等の塗料を使用して、下記の試験を行った。すなわち屋外バクロ試験、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、付着力試験等である。

(b) 粉体塗装面に対する一般化粧用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布する場合、上塗塗料自体も粉体であることは好ましいが、現状ではこれらの粉体化は非常に困難である。従って従来の溶剤型化粧用塗料を使用せざるを得なくなる。本研究は以上の理由で行うものである。供試する粉体塗料は検討の結果エポキシ樹脂系塗料とし、この上に5種類の一般上塗塗料を塗装した。塗装後屋外バクロ、ウェザーメーター、塩水噴霧、塩水浸漬等の環境変化を与えた後、それぞれの付着力試験を実施した。

(c) 粉体塗装面の溶断性、溶接性の研究

船舶などの大型鋼構造物において、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、本研究を行なった。内容としては塗膜厚と溶断の可能性との関係、焼け巾との関係、溶接作業に対する影響、溶接品質に対する影響、隅肉溶接の可能性ならびに塗膜除去程度との関係等を明らかにするもののである。粉体塗料はエポキシ樹脂系塗料を採用した。

(d) 最少100 μ の塗膜厚を得るための樹脂およびその方法の研究

昭和45年度の研究項目である塗装方法および塗装装置に関連した項目であるが、溶射法によって最少100 μ （作業性および塗膜性能より）の塗膜厚を得るために必要とする溶射用粉体樹脂塗料の開発、施工条件の検討、溶射装置の改良の3項目について研究を進めた。

5.7.4 結 論

各研究項目についてまとめると下記のとおりである。

- (1) エポキシ樹脂系粉体塗料は塩化ビニール系粉体塗料に比して塗膜管理上は容易である。
- (2) 光沢値の高い塗膜、良好な外観を示す塗膜は一般に付着力が大きい。
- (3) 粉体塗料の現用ショットブライマに対する付着性能は溶剤型塗料に比して良好である。
- (4) 下地処理は溶剤型塗料より稍々上廻ったグレードでよいが、ブラスト処理が最適である。
- (5) 粉体溶射法については長時間連続用溶射ガンの研究開発が必要である。
- (6) 粉体の種類によっては後加熱の不要のものもあるが、エポキシ樹脂系粉体塗料では必要である。
- (7) 研究した粉体塗料については付着力、折曲げ、エリクセン、耐衝撃の諸試験において溶剤型塗料より優れた性能を示した。

- (8) 塩水噴霧試験では溶剤型より稍々劣るようである。
- (9) 粉体塗装面に対して、マリンペイント、塩化ゴム系、エポキシ樹脂系の溶剤型塗料の付着性はよいが、油性系、塩化ゴム系の防汚塗料の付着性は悪い。
- (10) 粉体塗膜 100μ の場合でも溶断は可能であり、 600 mm/分 までの速度では問題はない。 600 mm/分 以上にするとスラグの付着がめだってくるが、これは簡単に除去できる。 600 mm/分 を境にしてこれ以上の速度では膜厚に比例してあらさ、平面度が悪くなる。
- (11) 溶接においては隅肉溶接を行なったが、塗膜厚に関係なく、ビットの発生は見られず、ブローホールもほとんど見られなかった。スパッターは無塗装の場合に比して全く付着しなかった。

5.7.5 将来の展望

粉体塗装は研究結果からも、従来の溶剤型塗料に比して性能上優れて居り、溶剤型塗料におけるごときスプレーによるロス、またダストが皆無である。この事は塗装作業に従事するものとし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未だ多く、今後更に研究開発に努力する必要がある。本研究は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、現段階で粉体塗装を船舶に應用する際のその可能性と問題点を探ってみよう。以下逐次、粉体塗装方法とその適用箇所、それらの設備等について検討を加えてみる。

(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対象となっている。従って船舶に應用の場合も限界がある。すなわち銅板(素材)、パイプバンド類、器具受金物、グレーチング、パイプ構造物、通風金物、直立梯子等がその対象になり得るものと考えられる。比較的小型、中型で構成する部材の板厚が均一な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、応用面からみ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をなし得る溶射ガンとともに加熱炉以外の加熱法の研究開発がまたれる。対象としては煙突、マスト、ポスト、置タンク、外板等が考えられる。

(2) 設 備

粉体塗装は溶剤を使用せずに被塗物に塗布するため、溶融、硬化のために何らかの形で加熱する必要があるが、設備としては対象物が大きくなる程、その加熱装置が巨大となる。従って対象物が比較的小型である艦装品等に対してはその設備も考えられるが、艦装品のみの粉体塗装では、船舶に占める割合よりみて、果してメリットがあるかどうか問題である。幾多の問題はあるが、艦装品塗装センター等の地域別粉体塗装工場の設置が必要となる。

銅板(素材)については、現在のショッブブライマ方式と略々同様のラインで可能と考えられるが、粉体塗装々置、加熱装置、粉体回収装置等に変更が必要となる。以上は静電粉体吹付法について述べたものであるが、対象物の寸法、重量により規模も左右されるので、相当の投資が必要となり、充分なメリット計算が行われねばならない。

溶射法については、可成式の溶射ガンにて施工可能なる故、対象物の大きさに関係なく採用できるが、後加熱の問題を解決するか、後加熱不要の技術が開発されない限り、実用化は困難であろう。

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、経済的な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に関しては、幾多の問題があるものの、それらの解明のための研究の積み重ねにより、将来の塗装方法として必ず実現されるものと確信する。

5.8 機装しやすい居住区配置

居住区配置は、国籍、船主により仕様の差があるものであるが、統計的に見た場合、個室面積、家具配置、居室の配列などに、いくつかの類形的パターンがあることが判った。そこで、居室パネル、個室標準、キャビンスーツ、機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った。そして、これらの基本モジュールの組合せによって、船主要求の変化に対応できる設計の考え方をまとめた。すなわち、居室の組合せから適正なキャビンスーツを求め、これを収容する機装単位を定めた。機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配置を作成することができる。

独立型居住区と分離型居住区の比較を始め、デッキハイトの大きさ、キャンパーの有無、パネルのモジュール割り、その他ユニットについての検討を行ない、その結果をもとに、試設計を行なった。すなわち分離型の塔型センターコア方式の居住区で、定員40人、全てのプライベートラバトリー付という条件を骨子として、デッキハイトは2,900mmに押え、居室内ノーキャンパー、ユニットバスルーム、ユニットシャワールーム、およびパネル式冷蔵庫を採用したもので、在来型との経済比較をまとめた。その結果によると、試設計船は、工数は11,052H/隻少く、材料費が6,129千円/隻増加し、1000円/時とすれば4,923千円/隻経済的であることを示している。これは1例に過ぎず、今後種々検討する必要があることはいうまでもない。

本研究によりモジュール化の考え方が示されたにすぎず、今後、モジュール化、ユニット化の研究を進める必要がある。

5.8.1 まえがき

居住区機装の合理化、標準化に関しては従来から、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船殻構造、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、部分的な改善に限定され、省力化、工期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。

そこで機装工作分科会としては、46年度の研究項目として、居住区機装の省力化と工期短縮、合理化を目的とする「機装しやすい居住区配置」が追加された。

5.8.2 研究の経過

(1) 現状調査

研究の開始に当り、まず居住区機装の省力化に関する設計および現物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った。

その結果は造船所が同型船、標準船化を押しすすめてあるなかで、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に差のあるのは当然であるが、現状の居住区配置も統計的に眺めてみると、個室面積や、家具配置、居室の配列もいくつかの類形的パターンと一定のゾーンの中に納まっていることが判る。

(2) 研究の方針

そこで本委員会としては研究の基本方針として

- (a) 居室パネル、個室標準、キャビンスーツ、機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

を行い、これらの基本的モジュールの組合せによって、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配置の独立性の開発、
- (c) 物量システムをねらいとする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はず、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に重点を置いて、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はれる仕様にもとづき試設計を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 A0002-1966)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」と規定されているが、本委員会におけるモジュールは「単位、寸法の整数倍を含む組合せによって、合理的なパネル構成、空間、配置、あるいは一つの機能を持ったユニットを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) 定員と仕様

乗組員の定員数は現時点における調査では国内船 25~45 人、外国船 37~62 人と大きな隔りがある。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こないと思われるので、配置の合理化に苦しんでいる現状から、試設計は応用範囲の広い 40 人とした。

また仕様については配置上一番問題となるラバトリーを今後の居住区の質的向上を考えて、全て個室ラバトリーを持つものとして検討することとした。

(b) 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パネル巾 900mm を基準とするモジュールを作成した。

(c) 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その他の資料およびパネルモジュールの合理的組合せと後に述べるキャビンスーツ、寝装単位の考え方の中から各種の個室標準を作成した。

(d) 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。キャビンスーツの中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。

(e) 寝装単位(キャビンスーツの収納箱のモジュール)

原則として 1 個のキャビンスーツおよび附帯物は収納する箱でかつ、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グスペースを決定することになる。

(f) 上部構造の形状

居住区と機関室との相互干渉を避け、居住区としての省力化、工作工作法の合理化のためには機関室と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艀装単位の組合せをかえれば可能である。ただ今回は時間がないので試設計は行なはなかつた。なほ上部構造は船体構造と切り離した居住区艀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デバルクヘッドに乗せることを試設計の条件とした。

(g) 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。

(h) 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、ビーム、ガーダーを貫通することをさけるため、デッキハイトを高くして2900%とした。

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、操舵室の操船上の見越し角 $2 \sim 2.5^\circ$ を確保するために、6層とした。

(i) ユニット化

省力化、工期短縮の一方法として、ユニット化の検討を行い、試設計に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。

(j) 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ツと艀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、また上部構造も固定化して設計、現場の省力化を図る。

(k) 物量と省力度の調査

上記のものの考え方による試設計にもとづいて、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、居住区配置の基である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。

- e) 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が若干増大する。
- f) ノーキャンバーとするためスカッパ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恐れがある。

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える。

- a) 各種モジュールの組み合わせにより、システムデザインが可能となる。
- b) 船主要求に対応し、船主の希望を採り入れながら従来方式より大巾に標準化の範囲の拡大される。
- c) 設計や資材管理を電算化に乗せやすくなり、電算化の範囲が拡大される。
- d) 設計が単純化され、省力化される。
- e) 設計、現場とも初級作業員の活用が可能となる。
- f) 設計者は前向きの仕事に思考の集中が可能になる。
- g) 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。
- h) 工場量産化につながる。

i) 設計、現物とも工程の並列化、工期の短縮に寄与できる。

5.8.3 試設計とその省力度

「居住区の省力化に対する問題点」および「武装しやすい居住区配置 (I)塔型居住区 (センターコアシステム)の基本的構想」を検討した結果、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、試設計を行ったものが図5.8.1に示す配置である。

以下に定員、仕様、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 40P.			

(2) 仕 様

(a) デッキハイト (船体中心にて)

UPPER DECK ~ A. DECK 3 M 400
A. DECK ~ C. DECK 2 M 900
C. DECK ~ B. DECK 2 M 900
B. DECK ~ D. DECK 2 M 900
D. DECK ~ NAV BRIDGE DECK 2 M 900
NAV. BRIDGE DECK ~ COMP BRIDGE DECK 2 M 700

(b) キャンパー

UPPER DECK 50/1000 直線キャンパー
NAV. BRIDGE DECK 15/1000 "
COMP. BRIDGE DECK 15/1000 "

A. B. C. D.各甲板における甲板室はノーキャムバーとし、露天部分の甲板は15/1000の直線キャムバーとする。

(c) 特 別 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

ユニット シャワールーム.....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	SINGLR 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
STEVE OFFICE	1	RATING CLASS
GYMNASIUM &/OR REST ROOM	1	RATING CLASS

(iii) 厨房、衛生諸室およびその他

室 名	室数	室 名	室数
GALLEY	1	AIR CONDITIONING ROOM	2
SALOON PANTRY	1	REF. MACHINE ROOM	1
CAPTAINS PANTRY	1	GYRO ROOM	1
CREWS MESS PANTRY	1	BATTERY ROOM	1
LAUNDRY	1	HYDRO PUMP ROOM	1
DRYING ROOM	1	FROTH TANK ROOM	1
CHANGING ROOM	1	DISPENSARY	1
NAVIGATION LAVATORY	1		

(a) 室内仕様

(i) 造作、床張り（乗組員、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	内張あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左 但し上甲板を 除く
中 仕 切 及び 鋼壁内張	内張あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同左、但し CREW QUART を除く
床	甲板舗装あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左 但し上甲板を 除く
窓	装 備	同 左	同 左	同 左	同 左	—

(ii) 家具類(乗組員室)

	HIGHEST OFF CLASS	SENIOR OFF CLASS	JUNIOR OFF CLASS	PEETY OFF CLASS	RATING CLASS
書机	1(両袖)	1(両袖)	1(片袖)		
木箱	1	1	1	1	
本立					1
卓子	1	1	1	1	
寝台	2000×1400 1 抽斗なし	2000×1100 1 抽斗なし	同 左	同 左	同 左
衣服箱	1(両開戸)	同 左左	同 左	同 左	1(片開戸)
箆筒	1	同 左	同 左		
箆筒兼書机				1	同 左
ソファー	1(L 型)	同 左	1	同 左	同 左
椅子	3(安楽椅子) 1(肘掛椅子) 1(肘掛回転椅子)	2(安楽椅子) 1(肘掛椅子) 1(肘掛回転椅子)	1(肘掛回転椅子) 2(折タタミ椅子)	1(肘掛回転椅子) 1(折タタミ椅子)	同 左
サイドボード	1				

註 寝台の寸法は外国船、国内船とも使用できる寸法とした。

14 艙物量と省力度

居住区画艙物量の現状と試設計の比較を表 5.8.1 に示す。

- (a) 試設計の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、ほぼ同一仕様のハイグレード艙(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) 試設計で工数変動すると考えられる項目のみの省力度を表 5.8.2 に示す。
- (e) デッキハイトの増高、ノーキャンバー、ユニットラバトリー、パネル式冷蔵庫等を含めた省力効果のまとめを表 5.8.3 に示す。
- (f) 同上の経済的効果のまとめを表 5.8.4 に示す。

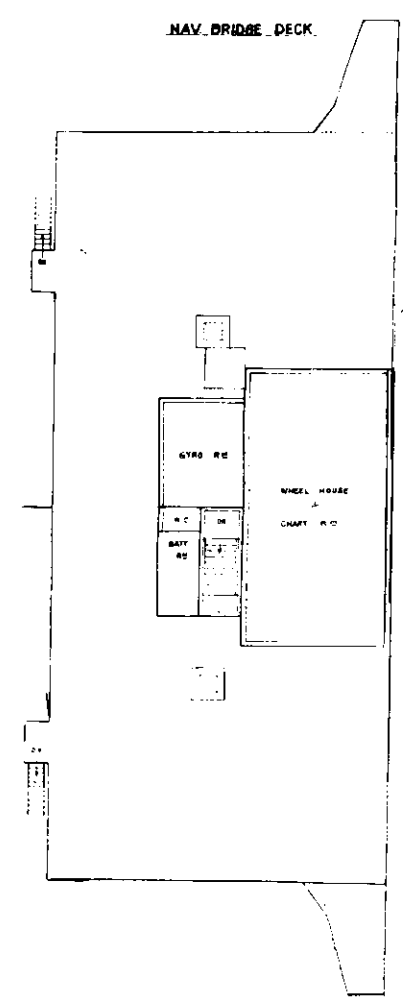
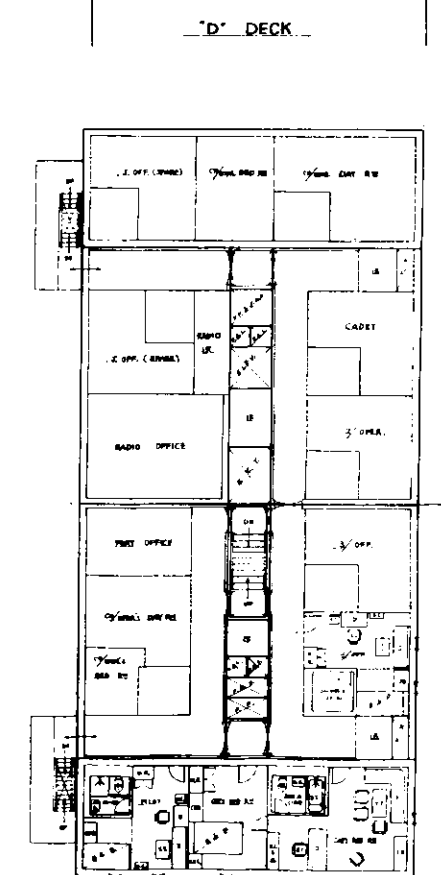
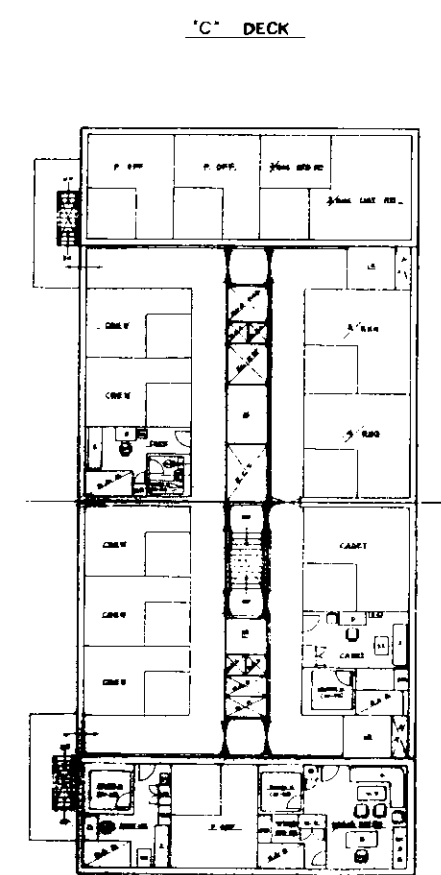
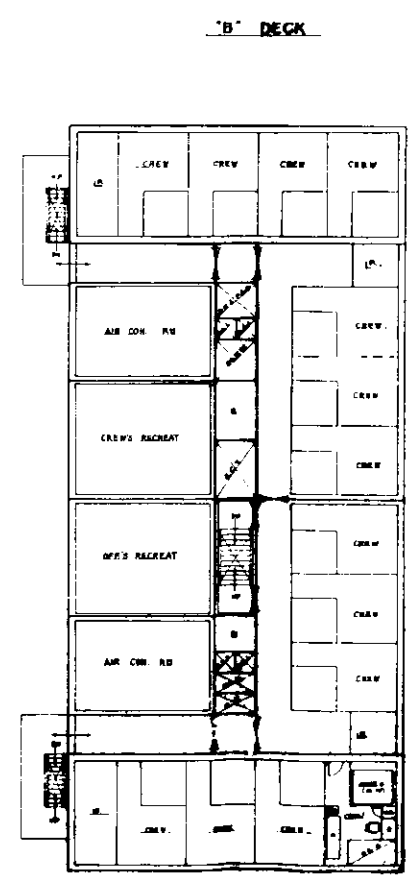
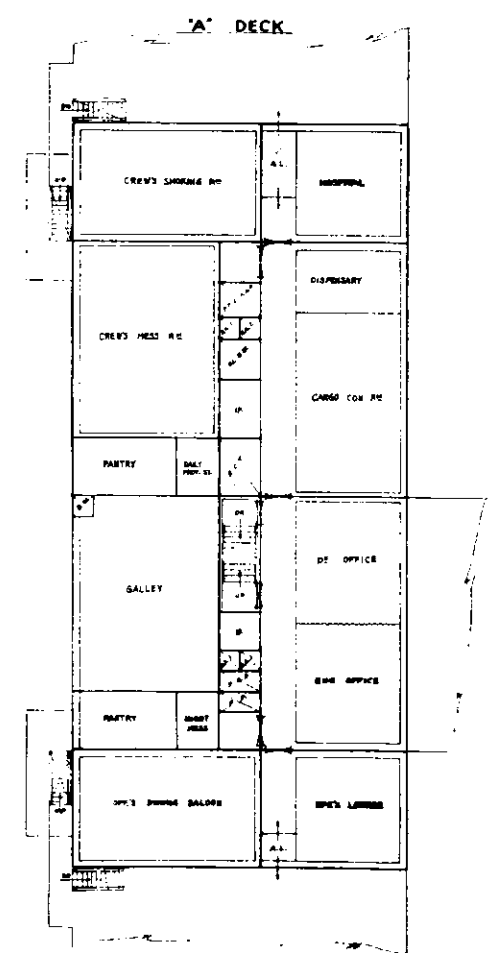
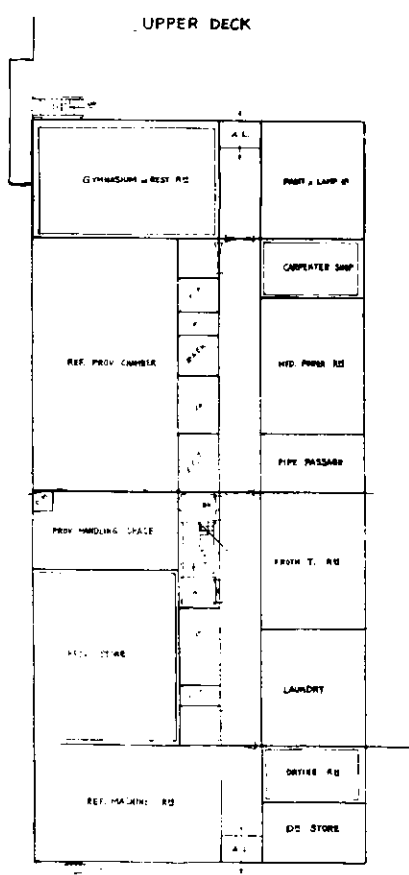
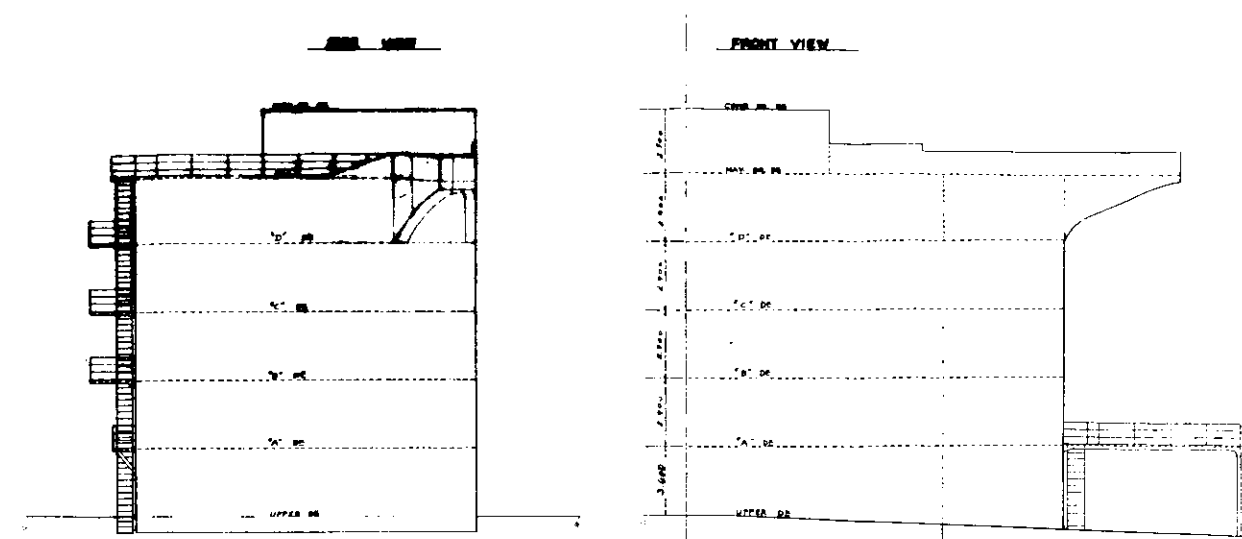


図 5.8.1 配置の試設計

表 5.8.1 居住区 概装物量比較

			現 在				試 設 計			
			数 量	割 合	長さまたは 面 積	割 合	数 量	割 合	長さまたは 面 積	割 合
パイプ	工作 区分	仕 上 管	1,253 本	57 %	1,598 m	51 %	1,000 本	51 %	1,550 m	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	ブロック概装	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	100	3,113	100	1,960	100	2,550	100
ダクト	種 別	エ ア コ ン	572	62	556	48	404	64	503	56
		排 気	350	38	596	52	226	36	390	44
	取付 時期	ブロック概装	907	98	1,139	99	610	67	875	98
		P. E “	0	0	0	0	20	33	18	2
		一 般 “	15	2	13	1	0	0	0	0
計		922	100	1,152	100	630	100	893	100	
仕切内張材	標準サイズ		1,112 枚	40 %	2,461 m ²	67 %	1,500 枚	94 %	3,080 m ²	98 %
	切断 “		1,699	60	1,234	33	90	6	20	2
	計		2,811	100	3,695	100	1,590	100	3,150	100
天井内張材	標準サイズ		510	42	795	55	912	77	1,253	87
	切断 “		697	58	642	45	272	23	188	13
	計		1,207	100	1,437	100	1,184	100	1,441	100
防 熱 機	標準サイズ		3,293	97	3,401	64	2,286	97	2,371	74
	切断サイズ		100	3	1,964	36	75	3	836	26
	計		3,393	100	5,365	100	2,361	100	3,207	100

註 1. 仕切内張の標準サイズには、900、600、300、150のモジュール材を含める。

2. 天井内張りの標準サイズは900×1,800、900×900、600×1,800、300×1,800とした。

3. ロール状の防熱材は現場使い切りのため、切断サイズ枚数を記入した。

表 5.8.2 居住区絨装工数比較表

取 付 作 業 項 目	現 在		試 設 計	
	物 量	工 数	物 量	工 数
バ イ ン (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	813 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

註 上記取付作業の差 4,060 H/隻

表 5.8.3 居住配置の省力効果まとめ

省 力 項 目	省 力 効 果 (H / 隻)				
	設 計	生産設計	絨装工作	上構工作	合 計
デッキハイトの 増高 (2.9 m / 層)	- 3 5 0	- 2 1 0	- 1, 1 2 7	+ 4 6 5	- 1, 2 2 2
ノーキャンパー	- 1 0 0	- 3 0 0	- 1, 2 0 0	- 7 0 0	- 2, 3 0 0
ユニットラバトリー (40個/隻で計算)			- 2, 8 0 0		- 2, 8 0 0
パネル式冷蔵庫			- 6 7 0		- 6 7 0
試設計による配 置			- 4, 0 6 0		- 4, 0 6 0
合 計	- 4 5 0	- 5 1 0	- 9, 8 5 7	- 2 3 5	- 1 1, 0 5 2

註 1隻当り 1,105.2 H省力、年間 4.5 隻で 4,973.4 Hの省力となり年間 1人当り労働時間を 2,200 H/人として 2.3 人の省力となる。

表 5.8.4 居住区の経済的効果のまとめ

省 力 効 目	経済的効果 (1,000円/隻)			その他の効果
	工 数	材 料 費	合 計	
デッキハイトの 増高 (2.9m/隻)	- 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
試設計による 配 置	- 4,060	パイプ - 102 ダクト - 75 仕切材 - 1,520 天井板 + 8 防熱材 - 345	- 6,094	工程短縮
合 計	- 11,052	+ 6,129	- 4,923千円/隻	

5.8.4 むすび

居住区小委員会は研究期間が僅か1ヶ年弱であったので配置に関する新しい考え方を検討整理し試設計を行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、現物の省力化を目的として、各委員の熱心な討論の中から、塔型センターコア方式と、これを構成するキャビンスーツと艀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。

ただ研究の時間的制約から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
- (iv) 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構の船殻構造についての問題
- (d) 上構のブクエレクションのための設備、工作法、工程の問題

以上である。

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とり入れるため、現に各社で、それぞれ種々の研究や試みが行われている。

今后は居住区専門工場のごとき作業環境のよい居内で、上構の艀装工事を完了して、巨大な搬出装置および大型クレーンによって、一括搭載することが考えられる。

更に将来は例えばコンテナやキャビネット方式を採用入れられて標準化されたキャビン工場を高効率に生産し、幹組で構成された上構に組み込んで行く時代がくることも考えられる。

部屋を一つのユニットと考え一つのモジュールとして取扱い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、更に研究が継続され、日本の造船界に使われる科学的裏付けのある標準が完成されることを望む。

ま と め

以上8項目の研究テーマについて述べたが、全体を通して舳装工作部門に関する造船所省力化の研究は一応の成果を見たといえよう。今回とりあげたテーマは大きくわけて

- (1) 従来やっている作業の機械化を計ろうとしたもの（塗装機械化、掃除機械化）
 - (2) 新しい方法、材料の船舶への応用を計ろうとしたもの（パイプの新しい溶接法、新しい電線布設法、フレキシブルパイプ、粉体塗装）
 - (3) その他生産システムや居住区配置の問題をとりあげたもの（舳装品の集配材システム居住区配置）
- に分類できると思う。

(1) 従来やっている作業の機械化を計ろうとした研究は、塗装機械化、掃除機械化の例れも既に問題の延長線上のテーマをとりあげたものである。従って、研究の過程で問題に対する、参加各社に共通な考え方が出来上り、その研究内容も、現実に即した具体性に富んだものとなった。

塗装機械化の研究内容は塗装々置そのものと、その運搬手段の2つに分けられる。装置そのものの自動化、軽量化を今後一層はかる必要があると同時に、運搬手段も倣い機構の改善を含め、容易に作業場所へ到達できるよう工夫することが必要と思われる。研究結果には実用に当っての細かい点、或いは複雑な形状の所への適用等、まだ問題は残っているが、実用化の域に達したものと考えてよからう。

掃除機械化の研究は、個々の機械の性能の検討と、現場のごみの組合せをとりあげ、さらに建造工程中のごみの発生状況を調査し、掃除はいかにあるべきかということを取上げた。ごみの処理には、公害問題もからんでくるし、なるべくごみを出さない生産方法を考える必要がある。また処理しやすい、機械化しやすい環境を作る必要があろう。研究の成果として出された機械、方法も対象によって組合せるべきものであり、その効果もケースバイケースで異なったものとなる。

今まで機械化されなかった部分の作業の機械化を計るということで、塗装、掃除の問題が取り上げられたが、これらは造船固有の作業ということができ、造船所自らが、開発を進めてゆかなければならないものである。いずれも作業環境の悪い作業であり、労働力確保の面から見て単に経済性のみで論ずることのできない問題である。既に塗装、掃除のために、大規模な投資を必要とする時期に来ていると思う。また観点を変えて、従来のやり方にとらわれず、新しい発想のもとにこれらの問題を検討する必要があると思う。

(2) 新しい方法、材料の船舶への応用を計ろうとした4つの研究の中で、既に広範囲に他分野で使われているものをとりあげたのと、そうでないもので、船舶での実用化の可能性に、多少相違がある。

電線布設法およびフレキシブルパイプの研究の対象は他分野での実用化が進んでおり、条件が整えば船舶への適用が十分考えられる性質のものである。海上を移動するというのが、船舶固有の問題として、扱われるが、これに対する品質上の問題が解決されることにより、経済性を尺度にして遂次その応用範囲が広がられてゆくこととなる。ただし、今後も研究を続け、新しい布設法について、船級協会などの承認を獲得する必要がある。

それに対して、パイプの新しい溶接法や粉体塗装の応用は船舶以外でもまだ十分に使いこなされていないものだけに直ちに広範囲に船舶に適用できると考えることには無理があるようである。

パイプの溶接等を考える場合は各造船所における生産ロットが、大規模な機械化を計るには小さすぎるような

で集中生産を前提にする必要がある。

粉体塗装については、大型構造物に対する後熱なしの溶射方法が確立していないので、船体に利用できる溶射方法の開発が強く望まれる所であるが、液体製品輸送に高級な塗装が要求されているのを始め、塗装の高級化が今後進むと思われるので、新しい塗装法には常に関心を持っている必要がある。船舶への応用に関して、塗膜の性質、溶接、溶断への影響等一応の目途がついたことでもあり、新塗料の開発を含めて、今後に期待したい。

(3) その他生産システムや、配置の問題をとりあげた研究には、コンピューターを利用した艤装品の集配材システムの開発と艤装しやすい居住区配置の検討がある。他の6項目の研究がハードを中心とした研究に対して、両者ともソフトを中心とした研究である。

艤装品の集配材システムの研究は、造船所で行なわれている艤装品の集配材のための情報の流れを研究して、コンピューターをいかにうまく利用するかを、その目的としたものであるが、集配材のコンピューターシステムを検討することにより、そのシステムの問題点を摘出することができる。研究の結果、提案されたシステムは、実施に際してのガイダンス程度と考えむしろ指摘された問題点に、注目すべきであろう。集配材システムの研究は、これ独自で考えるのではなく、設計、工作システム等と関連をもたせ、広く船舶建造システムとして、今後研究すべきテーマである。

艤装しやすい居住区配置の研究では、冒頭にも述べた通り、設計、船殻にまたがる問題を、艤装工作の面からとりあげその問題点や解決のための考え方をまとめることができた。新しい配置やモジュール化に対する評価は、必ずしも一致するものではないが、仮定を立てた上での展開や考え方は、有益なものである。この種の検討が繰返されて、今後のモジュール化が進むことを期待する。

艤装工作部門では、個々の機械、工作法を改善することによっても省力化をはかっているが、早期艤装を進めるなど、生産方式を変えることによって、より多くの省力化を計ってきた。作業環境の悪い船内作業を地上作業に移すこと等により安全に能率よく作業ができるからである。確かに艤装は船殻の後工程ということで、船殻工程に従う要素が大きいが、船殻が全て出来上がった所に艤装品をつけるという考え方から次第に船殻艤装を合せ考えた建造方法が考えられるようになってきている。この考えは、さらに進めてゆくべきであるから、艤装工作部門の今後研究すべきものとして、第一に生産方式の検討を掲げる。これには、計画性を増すための研究や、モジュール化、標準化のための研究などが必要である。その一例として、居住区の内装、家具等の標準化で、外国の非常に進んだものがあるが、同様なものゝ開発が行なわれることを希望する。また、事前検討を十分に行ない、最適計画を立てるための労力も決して少なくないので、この省力をはかる必要があり、これらの観点に立って、モジュール化、標準化あるいは、コンピューターの利用技術等の研究を必要としよう。

次に、個々の機械装置、工作法等について、研究すべき大きな問題は、艤装を含めた船の作り方を検討し、たとえばブロックの配置や大きさ等をきめ、これに必要な工場設備の研究をすることである。さらに、工場、船内を問わず艤装品の大型化により、その運搬が問題となり、取付のための足場やそこに近づくための通路、昇降装置などの問題とともに、今後研究すべきものである。このほか、艤装工作関係の研究すべき問題として、

造船に適合した塗料、新しい管接手等新規機材の開発

主機・軸系の据付や主補機の調整等機材々々の省力化等々があげられる。

なお、造船所側の研究とは、趣きを異にするが、現装機器の信頼性の向上をはかる研究が、今後是非ともなされることを期待したい。これは機器の信頼性が欠けているため調整運転に手間と時間が多く費されているからである。

艤装工作関係は複雑多岐にわたるので検討すべき問題が多い。

6 とりまとめと問題点

6.1 3ケ年の研究成果

各研究項目の詳細についてはそれぞれ各部門で報告されているのが包括的にとりまとめて見ると以下のようになる。

6.1.1 概 要

(1) 総合システム部門

省力化に当って、個別の機能の機械化等に走るのみでは全体として真に効果ある省力化は計れないのではないかとの識認のもとに大きな期待を持たれて発足したが、何分全く新しい分野であり、当初からアプローチの方法自体について論議を呼び、難航した。各分野に対応して設計船殻機装別にグループを設けて検討したが、また間接部門の人員削減の重要性から管理グループを追加し、更にシステム化のツールである電算機の技術調査を行なった。

船殻機装グループは、平均的にみて、実現可能と想定されるある条件のもとで、標準船且つ標準工程をベースとするモデル・システムを検討設計し、これから船殻工作、機装工作部門で今回とりあげた研究項目以外の将来とりあげるべき研究開発の方向を明らかにした。

設計グループはこれらのシステムを支えるものとしてのデータベースについて検討を行ない、また、電算機システムについても検討を行なった。

管理グループは対象である管理部門は非常に広範囲にわたり、その上経営思想にも関連した面もあり、統一したシステムは打出し難いので、考え方の方向を検討するに止まった。

研究の過程で未来の造船業のあるべき姿について突込んだ論議が行なわれた。論議の内容そのまゝは当面の研究対象とはなり難いが、その考え方は研究のまとめにもり込まれている。

(2) 設計部門

「標準化の検討」は船殻関係では20万トンタンカーについて、現状Midship をとりまとめ、これより標準部材を抽出し、この標準部材を用いて、各種の試設計を行ない、試設計と在来船とを船殻重量と現場時数の変化について比較検討した。現在時点では試みの大部分もその重量増加が時数減をカバーし得ず、ほぼ賃金水準が現在の2倍程度になった場合に可能となる結果を示した。しかし、標準化による現場工作の機械化の可能性もあり、これを含んだ総合的な検討が必要であろう。また、スターンフレームラダーおよびラダーストック等外註品および上部構造、煙突についての標準化の方向がとりまとめられた。

機装関係では部材部品のJIS化を目標とするもの、メーカー標準として希望するもの、造船所標準とするものに分けてその標準化を検討した。造船所自身にとって省力効果は小となっているが、これは節労効果が主としてメーカー側に現れ、造船所としては標準化を前提とした専業メーカーへの集中発注が資材のコストダウンの形でその効果を得、節労としては現場間接部門管理資材等の把握しがたい二次部門に現れるためと思われる。

「節労化の効果の評価」では、20万トンタンカーについて基準設計に対し、節労効果をねらって構造様式の変化部材心距の拡大、直線構造の3つを組み合わせた8種類の試設計を行ない、その重量と時数の増減を検討したが、節労効果については造船所によって大きなバラツキを生じ、設備工作法の異なる現状では節労化を考えた最適設計は工場によって異なることがわかった。そこで工場が自己のバウンダリーを入れてみうる最適化手法による節労構造プログラムを開発した。

「直線式構造の実験」では小型および大型模型の疲労試験により直線構造を採用し得る見通しを得た。

今後更に確認のための研究の必要性が提案されている。「船殻構造の一体化」では機関室およびポンプ室について図面模型により合理的配置、構造しやすい構造について研究を行ない、造研型ポンプ室配置、造研型機関室配置としてまとめた。この間モジュール化、ボイラー位置居住区形式、居住区配置等が検討され、これらに関する物量作業量、作業方式、工程等を明らかにした。また、この結果をベースとした機関室の自動設計についてその基礎的検討を行なった。

近代化に対する設計のあり方については生産設計、電算機、作図機等と組織、設計ステップ等の関係を究めた。基本設計から生産設計に至る設計システム全般に根本的な見直しが必要であることを明らかにした。

(3) 船殻工作部門

足場については最も問題の多いタンク内のデッキ裏、前後部外船を対象として革新的な構想に基づく足場型式が生れ、一部については模型によってその機能が確認された。これらは実地に使用され、更に洗練されたものとなって、その実効を現わすことが期待される。

吊り金具の改善では喰い込み式のものに実用化の可能性を明らかにし、実用機を試作する場合の基本仕様が得られた。実用化が期待される。

曲げ加工の自動化では、多点プレス方式が技術的可能であることを明らかにし、また、多点の場合に生ずるスプリングバックを含んで、種々の曲率における従横方向の相互影響について基礎資料を得た。これらを基としてプレスの全体機構、各部仕様を明確にし、多点のピストンをコントロールするNC機構及びNCソフトについても検討を行なった。

ブロック接手の仕上方式では機構的な問題はほとんど解決された。今後微い装置を含めてリファインされ実用化が期待される。

曲りブロック自動組立方式では、枠組方式を採用し、板継ぎ、枠組み、板と枠との結合について、それぞれ片面自動シーム溶接装置自動枠組装置、準水平スミ肉溶接装置が設計試作され前二者についてはこれを用いて模型により実験を行ない技術的可能性を立証した。今後細部のリファインにより実用化が期待される。

平行ブロック組立方式では、ラインウェルダー方式と枠組方式の優劣の検討を行なったが、現段階では、結論は得られなかった。今後開発される溶接、組立等についての新技術の採用によってその評価は変化してゆくとことが結論づけられた。

巨大ブロック組立方式では、大型タンカーのウィングタンク部をU型立体(450T)とし、回転治具を用いて実際に組立て、工作法、精度およびその移動について検討を行ない、実用に供し得ることが実証され、今後建造方式の一つの方向として発展することが期待される。

(4) 構造工作部門

「塗装の機械化」では場所別に足場を含む全体装置について設計を完成した、除錆および塗装アタックメントは上記に組み込みを前提とし、その基本性能についての実験試設計を完了した。なお細部については検討を要すると思われるが、2者を組合せた実用機実現の基礎を完成したといえる。

「構造品の集約システム」では個別受注生産である造船業にあっては、現状では阻害要因を多数抱えており、これらについての問題点が明らかにされた。

今後、標準化、電算化の推進等を得てシステムとして必要であることが明らかにされた。

掃除の機械化では各種型式のものが検討された後、区割別に適当な組合せた方式が具体的に提示された。更にゴミの発生状況の検討を行ない、処理量を減少させるには、現段階ではある程度作業員のしつけによらざるを得ないが、抜本的な方法としては仮設足場、馬矢を使用しない工作法、即ち足場機械、機械的治工具の開発が第一であり併せて包括の見直しが必要であることが明らかにされた。

「パイプの新しい溶接法」では現在自動溶接が行なわれていない小径管についてプロジェクション自動溶接法および首個定の炭酸ガス溶接法が試験装置を用いてテストされた結果、それぞれ実用化の可能性があることが明らかにされた。装置そのものは本格的な開発が今後必要であり、パイプ加工の一貫自動化システムを完成させる時点で本研究の成果が大いに役立つと思われる。

電線の直接接続法は新しい角度から電線のブロック積装を可能とするもので、技術的には略完成したと考えられる。ルール船主等のバウンダリーの整備が今後必要と考えられる、バスダクトについても同様である。

「フレキシブルパイプ及び同ジョイントの船舶への応用」では、各種の方法が検討される。一部実用化の目度を得た。特に底圧の清海水系統の小中径管は実用化の段階になった。

「粉体塗装の船舶への応用」では、塗料としての基本的な問題とその応用面での基礎的な問題とその応用面での基礎的な項目を研究した。その結果主として小型の積装品については、静電吹付法により充分可能性がある。船体を含む大型のものについては溶射法によらざるを得ず、現時点では問題多く、連続使用可能な溶射装置、加熱炉以外の加熱法等の開発並びに現在船用塗料にコスト的に対比可能な粉体塗料の開発等が必要であることを明らかにした。

積装しやすい居住区では、居室についての各種のモジュール化を検討し、更に全体形状については機関との相互干渉をさけた独立分離塔型としセンタコア方式を取り上げ研究を行なった。なお、ユニット化の採用やキャンパー、デッキハイド等についても検討を行なって、試設計をし物量および時数を算出して省力効果を推定した。

6.1.2 省力効果予想

各研究項目の予想省力効果をそのまゝとりまとめたものが表6-1である。

本研究は前述の如く下記の4部門より成り立っている。

総合システム

設 計

船殻工作

積装工作

このうち総合システム部門は造船所の電算化技術の発展と関連し総合システムの構想を論じモデル案を提示したものである。従って実際に造船所への適用にあたっては、本研究の理念を参考にして具体的な底勘を計る必要がある。一方他の三部門は船体構造、配置或いは建造工作法等の具体的な検討を行ったもので、より直接的に省力効果が期待し得るものである。

この様に研究としての性格上の差はあるが、とりまとめ結果では総合システムより432名、他の三部分より689名の省力が予想されており、総合して現在人員の5%が省力可能の見通しとなっている。

さて本研究の成果を十分に実地に発揮する為には後述の如く本研究項目についての更に詳細な追求とともに此等を含む各部門の生産システムと総合システムとの総合調整については各社の体質に合った研究が必要なることは勿論である。

新造船所の場合は、この生産システム面の設計に制約が少ないので、この面の改善と、これによる相乗効果によって現在人員の3分の1での操業も期待出来、一方既存造船所の場合は、諸制約が存在するので、完全実施は困難であるが、それでも現在人員の3分の2での操業は十分達成出来よう。

即ちいずれの場合も、初期の目標達成の見通し得たことになる。

6.2 問題点と今後の研究課題

本研究を進めるに当たり、現場部門の省力化と作業環境改善の実現が急務であるとの考え方のもとに、参加各社が研究成果を共通して活用できるよう、又限られた研究期間内に具体的な形で研究成果を得るように、工作面に関する問題を主体に、設計、船殻工作および機装工作部門においては候補項目の中から研究項目を選出する形をとった。これにより各社それぞれのバウンダリーに影響されることなく所定の期間内に一応具体的な成果を得るまでにまとめることができたといえる。

一方総合システム部門は各社が将来実現可能な総合システムモデル案の試設計を行なったが大道具、小道具を含む小システムの詳細な検討までには及んでいない。

そこで今後研究すべきものとして、次の3つが考えられる。

第1は各研究項目とも一応具体的な形で成果を得ているが現場に実際にもちこんで実効を上げるまでには程度の差こそあれ何れもお一層につめるべき面を残している。従って各社がもっている条件やプラクティスに適したものにするための詳細検討が必要である。

第2は、研究期間、マンパワー等の関係から船殻工作部門および機装工作において取り上げられなかった項目である。

第3は総合システムを構成する個々の生産システムの問題である。これを具体的に展開するには経営理念から工場立地条件、組織等各社それぞれ個有の条件との調整が必要である。

以上今後更に研究を必要とする問題を残しているが、此等については各社がそれぞれの立場から追求するとともに本研究成果を十分活用されて省力の実効をあげられることを期待する。

表 6.1 3 ケ 年 の 研 究 成 果
(生産量 4.5 隻/年 本社部門、修理部門を除く)

47.6.5

分 科 会 社 名	ス テ ー ジ 機 能 現 在 人 員 (参 考)	管 理			検査 動力 3.0 3.5	設 計				生産設計	加 工			組立	外 装	内装配	地上機装	船内機装			蓋 装	合計
		システム	総務・経理	生産・労働		見 積	船 体	船 装	機 装	電 装	組 装	運 搬	組 装	組 装	組 装	組 装	組 装	組 装	組 装	組 装		
設 計	標準化 (D.1)				△3																	
	節約化 (D.2)				△1																	
	モジュール化 (D.3)																					
計	設計組織 (D.4)																					
船	足 場 (H.1)				②																	
	吊 金 具 (H.2)																					
	曲 げ 加 工 (H.3)																					
	ブ ロ ッ ク 仕 工 (H.4)																					
	曲 リ ブ ロ ッ ク (H.5)																					
船	平 行 ブ ロ ッ ク (H.6)																					
	巨 大 ブ ロ ッ ク (H.7)				△1																	
機	並 装 機 械 化 (F.1)																					
	集 配 材 (F.2)																					
	掃 除 機 械 化 (F.3)																					
	管 路 装 設 (F.4)																					
	電 源 市 設 (F.5)																					
	フレキシブルタイプ (F.6)																					
装	粉 体 装 設 (F.7)																					
	居 住 区 (F.8)																					
小 計					△5	②																
管 理 情 報 シ ス テ ム					△3																	
動力供給統合システム																						
自動設計システム																						
加工統合オートメーション																						
自動小組立システム																						
作業の地上化																						
小 計					△6	△29																
合 計					△11	△27																
省 力 後 入 員					19	8																