

第110 研究部会

造船所における省力化に関する調査研究

報 告 書

(その4 艤装工作部門)

昭和46年3月

5

社 団 法 人
日 本 造 船 研 究 協 会

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

は し が き

本報告書は日本船舶振興会の昭和45年度補助事業「造船所における省力化に関する調査研究」の一部として日本造船研究協会が第110研究部会繕装工作分科会（塗装機械化，集配材，掃除機械化，管溶接，電気，フレキシブルパイプ，粉体塗装の各小委員会）においてとりまとめたものである。

本研究の委員は次のとおりである。

第110研究部会繕装工作分科会委員名簿（敬称略，五十音順）

分科会長	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）
	渡 辺 幸 生（運輸省船舶局）	

繕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）
	広 瀬 精 治（日本鋼管）	山 口 栄 太（住友重機械工業）
	渡 辺 幸 生（運輸省船舶局）	

繕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）
	渡 辺 幸 生（運輸省船舶局）	

繕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）	渡 辺 幸 生（運輸省船舶局）

繕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）	渡 辺 幸 生（運輸省船舶局）

機装工作分科会電気小委員会委員名簿（敬称略，五十音順）

主 査 幹 事 員	古 閑 忠 良（川崎重工業）	
	村 上 巖（川崎重工業）	
	大 熊 康 之（住友電気工業）	後 藤 高 志（日本鋼管）
	茂 原 和 雄（大日本電線）	勢 力 良 美（日立造船）
	辻 田 多計雄（佐世保重工業）	土 屋 竜之助（日本鋼管）
	西 川 忠 成（古河電気工業）	広 松 敏 生（三菱重工業）
	宗 像 和 夫（住友電気工業）	山 本 正 樹（石川島播磨重工業）
	和 田 重 義（古河電気工業）	和 田 吉 美（寺崎電気産業）
	渡 辺 幸 生（運輸省船舶局）	

機装工作分科会フレキシブルパイプ小委員会（敬称略，五十音順）

主 査 委 員	竹 内 哲 夫（三井造船）	
	岸 田 隆 行（東海ゴム）	高 橋 格 知（川崎重工業）
	時 岡 皎（日本メタルホース）	平 山 了 也（日立造船）
	松 田 政 之（横浜ゴム）	山 崎 健 三（日輪ゴム）
	渡 辺 幸 生（運輸省船舶局）	

機装工作分科会粉体塗装小委員会委員名簿（敬称略，五十音順）

主 査 幹 事 員	近 藤 利 博（石川島播磨重工業）	
	清 水 尚 人（石川島播磨重工業）	
	佐 野 隆 一（関西ペイント）	田 中 宏（日立造船）
	内 藤 正 一（船舶技術研究所）	浜 田 外次郎（日本鋼管）
	三 木 勝 夫（日本ペイント）	森 稔（川崎重工業）

目 次

4. 艤装工作部門に関する調査研究

概 要	1
4.1 塗装の機械化	3
概 要	3
4.1.1 渠側利用伸縮自在塗装装置	11
4.1.2 高所作業用伸縮自在自走車	11
4.1.3 船底除錆塗装車	14
4.1.4 艙内高所作業車	17
4.1.5 上甲板省力機械(甲板除錆機)	17
4.1.6 サブ塗装方式の検討	19
4.1.7 除錆アタッチメント	21
外板除錆装置	21
(1) インペラー式クローズドサーキットブラスト装置	21
(2) パキューム式ブラスト装置	21
(3) ハイドロジェットクリーニング装置	22
4.1.8 距離保持装置	27
(1) 開発の必要性	27
(2) 距離保持機構選定の経過	27
(3) スプレー距離保持装置の開発	27
4.1.9 曲面追従装置	32
4.2.0 スプレーぼかし塗り機構	36
4.2 艤装品集配材システム	41
4.2.1 艤装品集配材システムに関する調査	41
4.2.2 研究方針	41
(1) 研究の目的	41
(2) 研究の対象	41
(3) 研究の方針	42
4.2.3 理想システム的设计	42
(1) 究極的理想システム	43
(2) 技術的に実行可能な理想システム	43
4.2.4 システムを流れる情報	43
4.2.5 システムの運営を妨げるもの(阻害要因)	44
(1) 工程変動	45
(2) 設計および生産技術工程	45
(3) ステージ、ブロック区分の早期決定困難	46

(4) 追加改正	46
(5) 購買管理	47
(6) 納期管理	47
(7) 納品書不正確	48
(8) 保管能力	49
(9) 歯 抜 け	50
4.2.6 理想システムの詳細とその運営	50
(1) システム作成の経過	50
(2) システムの要点	51
(3) 資材管理表からパレット管理表への転換の問題点	53
(4) 集配材センターの運営上の問題点	54
4.2.7 理想システムの電算化	56
(1) 電算化範囲の検討	56
(2) 電算化の問題点	57
(3) 電算化システムの設計	58
(4) システム運営要領	60
4.2.8 む す び	61
4.3 掃除の機械化	84
4.3.1 概 要	84
4.3.2 各清掃機械検討	85
(1) 吸引式掃除機	85
(2) 圧送タンク	95
(3) エヤーエジェクター式吸引掃除機	96
(4) 残水排水用エジェクター	97
(5) スーパー	97
(6) 揚水ポンプ	98
(7) スラッジポンプ	100
(8) スラッジリフター	102
(9) 簡易エレベータ	102
(10) シューター	103
(11) ローラコンベヤー	105
(12) ウインチ	106
(13) カブトスクリー	108
(14) ベルトコンベヤー	109
4.3.3 区画別掃除方法とその効果	111
4.3.4 総 括	119
4.3.5 結 言	119

4.4	パイプの新しい溶接法	120
4.4.1	メタルアーク全自動溶接の研究	120
(1)	溶接装置	120
(2)	試験結果および考察	121
(a)	試験結果(バックিংあり)	122
(b)	試験結果(バックিংなし)	122
(3)	結 論	123
4.4.2	フラッシュバット溶接の研究	123
(1)	溶 接 機	129
(2)	試験結果	129
4.4.3	プロジェクション溶接の研究	131
(1)	溶接装置	131
(2)	試験結果	134
(3)	結 論	139
4.4.5	結 言	139
4.5	新しい電線布設方法	141
	ま え が き	141
4.5.1	船用電線直接接続法の実用化の検討	141
(1)	ディープサーベイ	141
(a)	ねらいと採用基準の設定	141
(b)	現行直接接続工法の調査	141
(c)	接続工法の設定	141
(2)	試作実験	144
(a)	実験要領	144
(b)	造船所での試作実験とその解析	146
(c)	工場試験とその解析	153
(d)	考 察	165
(e)	む す び	166
4.5.2	バスダクト方式の船舶への適合性の研究	166
(1)	ディープサーベイ	166
(a)	目 的	166
(b)	陸上設備におけるバスダクトの使用状況	166
(c)	船舶に適合する場合の構造の試設計	167
(2)	試作実験	174
(a)	試験要領	174
(b)	試作実験の解析	174
(i)	外部応力	175
(ii)	船体振動	176

(iii) 防滴構造	176
(iv) 隔壁貫通	177
(v) 接続部	177
(vi) 絶縁材料	177
(vii) 温度上昇	178
(viii) 漏洩磁束	178
(ix) 短絡	178
(x) アルミニウム導体	179
(c) 装備工事における問題点とその解析	180
(i) 施工期間	181
(ii) 装備方法	182
(iii) 装備誤差	184
(iv) 保守整備	185
(d) むすび	185
4.5.3 引張り試験	185
4.5.4 振動試験	196
4.5.5 温度試験	201
4.5.6 磁束漏洩試験	203
4.5.7 曲げ試験	206
4.5.8 振り試験	211
4.5.9 防滴試験	212
4.5.10 短絡試験	215
あとがき	221
4.6 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	222
概 要	222
4.6.1 まえがき	223
4.6.2 研究項目および要求性能	224
(1) 研究項目一覧表	224
(2) 造船所としての要求性能	225
4.6.3 フランジ付ホースアッセンブリー (I)	225
(1) 製品の要求性能	225
(2) 製品の仕様	227
(3) 試験の結果	228
(4) 問題点と使用効果	232
4.6.4 フランジ付ホースアッセンブリー (II)	233
(1) 研究目標	233
(2) 研究試験等の経過と結果	233
(3) 研究結果のまとめ	237

4.6.5	フランジ付ホースアッセンブリー (Ⅲ)	237
(1)	研究目標	237
(2)	製品要求性能	237
(3)	ホースの仕様	238
(4)	試験結果	239
(5)	研究結果のまとめ	240
4.6.6	フランジレス・ホースアッセンブリー	240
(1)	製品の要求事項	240
(2)	製品の仕様	241
(3)	研究結果	241
(4)	問題点と使用効果	241
4.6.7	クランプ式ホースアッセンブリー	241
(1)	製品の目的と特徴	241
(2)	製品の仕様	243
(3)	試験経過および結果	243
(4)	問題点と使用効果	247
4.6.8	フランジ付ゴムホース (中径用)	247
(1)	製品の要求性能	247
(2)	製品の仕様	248
(3)	試験の結果	250
(4)	問題点	251
4.6.9	フランジ付ゴムホース (大径用)	252
(1)	製品の要求性能	252
(2)	製品の仕様	252
(3)	試験の結果	253
(4)	問題点	255
4.6.10	高圧ゴムホース	255
(1)	試験実施までの経過	255
(2)	試料の仕様と使用条件	255
(3)	試験結果	259
(4)	効果と今後の見越し	261
4.6.11	フレキシブル・メタルホース	262
(1)	研究目標	262
(2)	研究経過	262
(3)	試験結果	263
(4)	問題点と使用効果	266
4.6.12	むすび	270
4.7	粉体塗装の船舶への応用	272

概 要	272
4.7.1 各種樹脂の粉体化の研究およびその性能試験	272
(1) まえがき	272
(2) 静電塗装機を用いた試験	273
(a) 試験方法	273
(b) 試験結果	276
(c) V型粉体塗料に関する考察	292
(d) E型粉体塗料に関する考察	292
(3) 溶射塗装用樹脂粉末の種類と塗装性	293
(a) 試験方法	293
(b) 試験結果	294
(c) 考 察	294
4.7.2 粉体塗装へのショットプライマー方式適用の可能性について	297
(1) まえがき	297
(2) 各種ショットプライマーおよび粉体溶剤型塗料による試験	297
(a) 試験方法	297
(b) 試験結果	298
(c) 考 察	301
4.7.3 粉体塗装に適する下地処理方法	301
(1) まえがき	301
(2) 下地処理方法に対する粉体塗料の付着性能試験	301
(a) 試験片素材および粉体塗装	301
(b) 試験方法	302
(c) 試験結果	303
(d) 考 察	304
(e) 結 語	308
(3) 化学的下地処理方法に対する粉体塗料の塗膜性能	309
(a) 素材の種類と下地処理方法の条件	309
(b) 評価項目	309
(c) 塗膜作成条件	314
(d) 試験結果	315
(e) 考 察	315
4.7.4 粉体塗装および塗装装置	315
(1) まえがき	315
(2) 粉体溶射機を用いた試験	315
(a) 試験方法	315
(b) 試験結果	316
(c) 考 察	317

4. 艤装工作部門に関する調査研究

概 要

昭和44年度に行なった各種調査結果にもとづき、造船所の省力化を目的として、艤装工作部門でとりあげたテーマは、次の通りである。

- (1) 塗装機械化
- (2) 艤装品集配材システム
- (3) 掃除機械化
- (4) パイプの新しい溶接法
- (5) 新しい電線布設方法
- (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

テーマごとに小委員会が設置され、研究を参加会社共同で行なった。艤装工作部門の省力化をはかるために、上記のほか機関室、ポンプルームの配置上の合理化を行ない、節労をはかること、および高所作業に関する足場の合理化をはかることが掲げられたが、これらはそれぞれ設計分科会、船殻分科会との共通テーマとして、設計、船殻両分科会の研究テーマとして取り上げられている。

各小委員会は、ディープサーベイに始まる3ケ年にわたる造船所の省力化のための研究の一環として実施した内容を取りまとめているが、一部昭和45年度に開発の目的のたつたものを除いては、昭和46年度に継続して研究の実施あるいはその評価を行なう予定にしている。

艤装工作の問題として艤装工作分科会がとりあげたテーマは、大別して3種類に分類される。

- (1) 従来作業の機械化をはかろうとするもの；一

(塗装機械化、掃除機械化)

これらに関する研究は、現在行なわれている作業あるいは、その環境の実体をアンケート調査などにより把握することから始め、参加各社が既に開発を進めていたものを足がかりとして進めてきた。いずれの場合も画一的な機械化は困難であり、それぞれの環境に適合した機械の開発ないしは使用を考えてゆくべきであり、対象を区分して研究を行なった。また、機械化を進めてゆくためには、たとえば、塗装の場合のスプレー距離保持機構の如く、エレメントとなる装置の新規開発を必要とするものがあるので、これらについても、個々に研究テーマを定めて実施してきた。さらに掃除の機械化では、その対象が一層複雑となるばかりか、環境が著しく制約されているので、実情に合った組合せ、あるいは機械設置のためのスペースの確保など、実施に当っては、個々の工作現場に合わせた研究を必要とするものである。

今年度の研究結果より見て、このように機械化に対する問題点を整理し、これを研究対象として逐次解決してゆくならば所期の研究成果を得ることができると考える。

- (2) 新しい方法、材料の船舶への応用をはかることを目的とした研究；一

(パイプの新しい溶接法、新しい電線布設方法、フレキシブルパイプ、粉体塗装)

既に船舶以外での実用化の進んでいるものとそうでないものととの区別はあるが、いずれも船舶への応用には、多くの問題を含んでいるものである。研究は新しい方法、材料の実体把握を第一段階として集中的に行ない、船舶への応用の可能性を探った。これらの開発には、一部来年度への継続を残しているが、総じて実用化への道を開いたものといえる。

しかしながら、新しい電線布設方法の研究のように、信頼性の確認、あるいは経済評価など今後の実績に待たなければならぬにしても、ほぼ実用化の域に達したものがあつた反面、その他のものには、頭初予想した如く、実用

化のためには、いくつかの制約条件を課さねばならぬことが判明した。たとえば、管溶接の場合、メタルアーク自動溶接の実用化は可能となったが、プロジェクション溶接については、強度を必要としない小径管にその適用範囲を制限せざるを得ない。フレキシブルパイプについても、直ちに大径管に応用することは、いまだ問題点が未解決である。粉体塗装についても現在までの研究では、大型構造物への適用には問題があるようである。

(3) 生産システムの研究の一環としての研究；一

(織装品の集配材システム)

集配材システムの研究は、織装の生産システム全般にからんだ問題であり、研究の方法として、まず、各造船所の実情調査を行ない、ワークデザイン方式により集配材のシステムデザインを行なった。

理想的なシステムを想定し、これから現実へのアプローチを試みた、生産システムは造船所固有のものであり、必ずしも共通的なものとなり得ないが、現実的に考えられる一つのフローシートにまとめあげ、最適と思われる電算化範囲を定めた。これをもとにして個々の対象について適用をはかってゆくべきである。

以上、概ね、昭和45年度研究の所期の成果をあげたといつてよく、詳細については、各テーマ別に以下に述べる。

なお、次年度は、居体区に関する検討を加え、今年度に引き続き、研究を推進するとともに全般的な検討を行なう予定である。

表 4.1.1 (1) 塗装（含除錆）省力機械設備・特殊工器具の問題点（現状調査アンケート取まとめ）

区分	名称	使用 造船所数	形 式 概 要	問 題 点 の 詳 細	備 考
主体 作業 用 機 械 設 備	甲板除錆機	5/11社	手押しエア駆動ディスクサンダー式 1社 手押しモーター駆動サンダーペーパー式 2社 全 ワイヤブラシ式 1社 全 ペーパー、ブラシ兼用式 1社	(1) 概装品取付の多い所を使えない(小まわりがきかない) 4/6社 (2) 研磨面の不均一 2/6社 (3) 溶接ビード部の研磨不充分 2/6社 (4) 取扱い不便(重量, 研磨機取替) 2/6社 (5) 圧着力がふえると空回転する 2/6社	
	エダクトマच्छ・ポーターブル・ブラスタクリナー	6/11社	エダクター式ポーターブル ブラスタクリナー(クレムコ型) 6社	(1) 能力が小さい 5/6社 (2) 上向き作業に不適 2/6社 (3) 研掃材取替・補充がひんばんに必要である 4/6社 (4) 故障が多い 1/6社 (5) ノズルアタッチメント、部品の摩耗が大きい 4/6社 (6) 価格が高い 2/6社	
	パキエムブラスタ	1/11社	準連続循環式パキエムブラスト (興新産業型)	(1) 能力が小さい (2) 大型で移設に手間がかかる	
	小型サンダーブラスタ	1/11社	オーブンブラスト	(1) 能力が小さい (2) 飛散した研掃材の処理に時間がかかる	
	船底除錆機	1/11社	手押しモーター駆動ワイヤブラシ式	(1) 粉塵の飛散が多い (2) 人力走行のため疲れ多い (3) 整木間の除錆不 充分(寸法大きい)	
	外板自動塗装々置	3/11社	レール走行垂直懸垂水平断続立塗り式 垂直支持ガイドあり 1社 " なし 2社	(1) 走行レール架設・撤去に時間がかかる 3/3社 (2) 船側平行部対象で錆 腕は使えない 3/3社 (3) 外部条件(船台中, 岸壁クレーン, 他)により 使用制限をかける 1/3社 (4) 塗装での問題(スプレーラップ部, スブ レロス, 塗りわけ不可) 1/3社 (5) 降下中のスリップ 1/3社	いずれも自社 開発
	船底塗装車	1/11社	自走マルチノズルエアレススプレー式 (新明和型)	(1) スプレー時, 作業者・機械の汚れがひどい (2) スプレーダストにより 塗装が所, 塗膜状況の確認ができぬ	
	静電塗装機	6/11社	手吹き静電エアレス式 6社	(1) 高圧発生装置の重量が大きい 4/6社 (2) 吐出量少なく能率に問題あり 2/6社 (3) 塗装効果不充分 2/6社 (4) 災害防止の問題(スパーク, アー ス等) 2/6社 (5) ガン本体が大きく狭い所に不向き 2/6社 (6) その他	
	大型パキエムクリナー	3/11社	モーターファン真空吸引式 (アmano型)	(1) 大型船タンク排砂, グリッド集積が出来ない 1/3社 (2) 移設に手間ど る 1/3社 (3) 研掃材回収が断続作業となる 1/3社 (4) その他	

表 4.1.1(2)

区分	名称	使用 造船所数	形 式 概 要	問 題 点 の 詳 細	備 考
附 帯 作 業 機 械 設 備	スケーリングタワー (上下スライド式)	4/11社	自走多段上下スライドタワー式	(1)走行の機動性に問題あり(遅い, 電線) 3/4社 (2)装置の信頼性劣る 2/4社 (3)電気系統の防水性悪い 1/4社 (4)作業者の他に運転者が必要 1/4社 (5)外的条件(ドック中, 対象船寸法等)により, 走行, 作業高さなどに制限をうける 1/4社	
	スケーリングタワー (ドックマスター式)	1/11社	自走油圧屈伸アーム式	(1)昇降速度がおそい (2)方向変換に時間がかかる (3)自動が重く架設撤去に時間がかかる (4)コンドラステージ長さより作業人員の制限をうける (5)専任の運転者が必要である	
	オートステージ	3/11社	フォークリフトトラック改造型 (東洋運搬機型)	(1)作業高さ制限あり 3/3社 (2)作業高さを高くすると安定性, 先端ふれなどの問題が出る 3/3社 (3)曲面作業に限度がある 3/3社 (4)小まわりがきかぬ(旋回等) 3/3社 (5)作業者以外に運転者を要す 3/3社 (6)外的条件(ドック中等)で使用制限をうける 1/3社	
	渠側走行足場	3/11社	渠側走行タワーステージ式	(1)外板曲面部分に使えぬ 2/3社 (2)大型船で外板上部に便えぬ 1/3社 (3)振れが生じて外板との距離が一定しない (4)専任の運転者を要す 1/3社 (5)自動除錆, 塗装方式でない 1/3社	
	Vカート	2/11社	自走油圧伸縮アーム式 (富士車輛型)	(1)応用範囲が狭い(ブームが回転しない, 悪路では搭乗人員が危険, その他) 2/2社	
	サイドフォーク式 移動足場車	1/11社	自走サイドフォークゴンドラ式	(1)上甲板上積物品との関連で走行に制限がある (2)上甲板と舷側が狭い場合使用出来ない	
	ペイントバージ	3/11社	ポンツーン上足場設置式	(1)作業高さ制限あり 3/3社 (2)ポンツーンの縦横揺れが作業に影響する 3/3社 (3)彎曲部にステージが沿いにくい 2/3社 (4)つな取りの人員がいる 1/3社 (5)小まわりがきかぬ 1/3社	
	スカイクライマー	2/11社	電動ホイスト上下型非走行式 " 走行式	(1)重量軽く安定性悪い(ゆれに對し) (2)横方向移動不可 (3)安全荷重が小さい (4)外板平行部のみに限る (5)レール架設・撤去を要す	
	レール式吊足場	2/11社	レール走行式多段吊ゴンドラ足場	(1)レールの架設・撤去に多大の費用と時間を要する 2/2社 (2)船側外板平行部のみに限られる 2/2社 (3)ガンネル状況の差により金物の取付・外しに手間がいる 1/2社	
	塗装 となる		8/11社		
その他	上記除錆用	8/11社		オートステージとジェットクリナー組合せの場合 (1/3社) (1)部品の錆付・故障が多い (2)運転者が必要 (3)外的条件(ドック中等)で使用制限をうける	

表 4.1.1(3)

区分	名称	使用 造船所数	形式概要	問題点の 詳細	備考
附帯作業用機械設備 その他	除湿装置	1/11社	カサバ式	未検討	
	除湿機	1/11社	ロータリーレフゲル式	(1)容量不足 (2)コンバクトではあるが重量大	
	コンベア	1/11社	モーターブリー式	特になし	
その他	塗装工場	6/11社	移動屋根加温付 " 加温なし 固定屋根加温除湿付 塗装用移動建家加温付	(1)対象ブロック全数を収容出来ない 4/6社 (2)サンドプラスチックが出来ない 4/6社 (3)設備的条件(換気・加熱・除湿不十分, タイトネス不良等)による欠陥あり 4/6社 (4)ブロック寸法により搬入制限あり 3/6社 (5)天井閉閉式で搬入時の破損多い 2/6社 (6)その他(建家移動寸法, 閉閉屋根での専用クレーン, 部屋よりブロック搬出入, 排砂コンベア能力各1)	

注) 1. 船側外板自動塗装装置は附帯作業用機械設備として, 除錆, 塗装用足場として使用することが出来る。

2. 上記取りまとめ以外の附帯作業用機械設備として回答のあったもの

- 1) クレーン吊足場 2社 (1) クレーン操作が附帯するので作業員が多い 2社 (2) 風速 13 ~ 15 m/sec 以上で使用できない 2社
- 2) ローリングタワー(固定含む) 1社 (1) フレアーに追従出来ない (2) 人力移動のため不便 (3) 方向変換不便 (4) 傾斜の調整に手間がかかる
- 3) 塗装工場用設備 1社

- (イ) 暖房機(油だき熱風式) (1) 熱風式のため室の上部に熱をうばわれやすい (2) ダクト設置に制限あるため温度むらがある
- (ロ) 集塵機 (1) ファンベルトの故障多い (2) 本体の振動多い

3. 上記取りまとめ以外の主体作業用機械設備として回答のあったもの

- 1) ジェットクリーナー 1社 (1) 圧力がやや低い (2) エンジンの振動大でボルトがゆるむ (3) ノズル台の安定性が悪い
- 2) パキュームクリーナー 1社 (1) 非能率で使用されない

表 4.1.2(1) 総 ま と め

区分	工程	現 状 の 方 法		近い将来期待できる方法 (研究途上のものも含む)		理想的なビジョン		備 考
		1	2	1	2	1	2	
1. 船 艀 外 板	1-1 足 場	(イ) タンザク式吊総足場	11	(イ) 高所作業用伸縮自在自在車	5	(イ) 高所作業用伸縮自在自在車 (ワ) マンコントロール全自動とする	9	
		(ロ) 飛行機足場(クレーン吊足場)	8	(ロ) 自走式走行車	5			
		(ハ) 自走式走行車(リフトカー, V-CART等)	7	(ハ) 渠側走行装置	1			
		(ニ) ロールリングタワー	6	(ニ) その他	10	(ロ) 高所作業用伸縮回転自在自在車 (ハ) 渠側利用伸縮自在足場装置 (ニ) その他		
		(ホ) その他	9					
	1-2 下 地 処 理	(イ) ディスクサンダー	11	(イ) 同上(イ)(ロ)(ハ)に装置として表面処理用アタッチメントをとりつける	9	(イ) 同上(イ)(ロ)(ハ)に装置として除錆, 清掃, アタッチメントをとりつける	5	
		(ロ) ワイヤーブラシ(ワイヤーホイール)	11					
		(ハ) パキエームブラスタ	5	(ロ) その他	1	(ロ) 外板密着キャタピラー式 (ハ) その他	1 2	
		(ニ) サンドブラスト	3					
		(ホ) ハイドロジェットクリーナー	4					
1-3 塗 装 方 法	(イ) エアレススプレー(油圧含む)	11	(イ) 同上(イ)に装置として自動コントロール用の塗装アタッチメントをとりつける	9	(イ) 同上(イ)(ロ)に装置として全自動ワ ンマンコントロール用の塗装ア タッチメントをとりつける	7		
	(ロ) 手刷毛(ローラ含む)	11	(ロ) その他	1				
	(イ) 移動式吊足場(ゴンドラ含む)	6	(イ) 自動移動式ゴンドラ(足場含む)	9	(イ) 自動移動式ゴンドラ	6		
	(ロ) 渠側走行足場(L型足場含む)	3	(ロ) 渠側走行装置	5	(ロ) 渠側走行装置	2		
	(ハ) 自走式走行車	8	(ハ) 自動ハイドリッドリッカー (走行台車など)	3	(ハ) 渠側走行台車 (ニ) その他	2		
2. 平 行 部 外 板	2-1 足 場	(イ) ディスクサンダー	9	(イ) 同上(イ)(ロ)(ハ)に装置として表面処理用アタッチメントをとりつける	13	(イ) 同上(イ)(ロ)(ハ)に装置として除錆, 清掃, アタッチメントをとりつ ける	7	
		(ロ) ワイヤーブラシ	9	(ロ) その他	6	(ロ) その他		
		(ハ) パキエームブラスタ	5					
		(ニ) サンドブラスト	3					
		(ホ) ハイドロジェットクリーナー (ロッキークリーナーを含む)	3					
	2-2 下 地 処 理	(イ) エアレススプレー(油圧含む)	9	(イ) 同上(イ)に装置として自動コントロール用の塗装アタッチメントをとりつける	13	(イ) 同上(イ)(ロ)に装置として全自動ワ ンマンコントロール用塗装ア タッチメントをとりつける	7	
		(ロ) 手刷毛(ローラ含む)	9	(ロ) 現有の外板自動塗装機	1			
		(ハ) 外板自動塗装機による	1	(ハ) その他	5			

表 4. 1. 2 (2)

区分	工程	現状の方法		近い将来期待できる方法 (研究途上のものも含む)		理想的なビジョン		備考	
		方法	回数	方法	回数	方法	回数		
3. 上甲板および各甲板	3-1 足場	(イ)必要なし	9	(イ)必要なし	10	(イ)必要なし	7		
		(イ)ディスタクサンダー (ロ)ワイヤーブラシ (ハ)パキウムプラスチック (ニ)サンドブラスト (フ)手押し甲板除錆機	11 11 4 3 4	(イ)甲板除錆機(自走式) (ロ)手押しツールクリニング (ハ)パキウムプラスチック	5 6 2	(イ)甲板除錆機 (ロ)手押しツールクリニング (ハ)その他	4 1 2		
	3-3 塗装方法	(イ)エアレススプレー(油圧含む) (ロ)手刷毛(ローラ含む)	11 11	(イ)自走式甲板塗装車 装置としては塗装機をコンパクトにしたもの	7	(イ)自走式甲板塗装車 装置として塗装機をコンパクトにしたもの (ロ)その他	8 1		
		(イ)必要なし (ロ)ローリングタワ- (パイプステ-ジ含む) ビルヂ外板周辺 (ハ)足場台車(船底外板専用)	7 2 1	(イ)必要なし (ロ)その他	5 2	(イ)必要なし (ロ)その他	6 2		
	4. 船底外板 (FLAT BOTTOM)	4-2 表面処理	(イ)ディスタクサンダー (ロ)ワイヤーブラシ(ワイヤーホイ-ール含む) (ハ)パキウムプラスチック (ニ)サンドブラスト (フ)ハイドロジェットクリーナー (ク)その他	10 10 7 3 7 1	(イ)自走式船底ジェットクリーナー (ロ)手押しツールクリニング (ハ)SPRINKLER方式による自動水洗装置として表面処理アタッチメントをとりつける	13 1 1	(イ)船底除錆塗装車 (ロ)自走式船底ジェットクリーナー車 (ハ)その他 (イ)(ロ)(ハ)に装置として表面処理アタッチメントをとりつける	5 4 1	
			(イ)エアレススプレー (ロ)手刷毛(ローラ含む) (ハ)船底塗装車	10 10 1	(イ)船底除錆塗装車 装置として塗装用アタッチメントをとりつける	9	(イ)同上(イ)(ロ)に装置として塗装アタッチメントをとりつける	8	
5. BULK CARRIER の船内	5-1 足場	(イ)天井吊固定足場 (ロ)ローリングタワ- (ハ)スケーリングタワ- (ニ)隔壁固定組足場 (フ)その他	8 5 2 2 4	(イ)リフトカー(オートステ-ジ含む) (ロ)船内用スケーリングタワ- (ハ)その他	10 1 1	(イ)リフトカー (ロ)小型シ-ノケルア-ム (ハ)その他	7 2 2		
		(イ)ディスタクサンダー (ロ)ワイヤーブラシ(ワイヤーホイ-ール) (ハ)パキウムプラスチック (ニ)サンドブラスト (フ)ハイドロジェットクリーナー	10 10 5 3 3	(イ)同上(イ)(ロ)に装置として除錆アタッチメントをとりつける (ロ)その他パキウムプラスチックおよびツールクリニングによる	4 6	(イ)同上(イ)(ロ)に装置として除錆、清掃アタッチメントをとりつける (ロ)その他	7 1		

表 4.1.2(3)

区分	工程	現状の方法		近い将来期待できる方法 (研究途上のものも含む)		理想的なビジョン		備考
		油圧含む	ローラー含む	油圧含む	ローラー含む			
6. 地上ブロック	5-3 塗装方法	(イ)エアレススプレー (油圧含む)	10	(イ)同上(イ)に装置として塗装用アタッチメントをとりつける	5	(イ)自走式塗装車に塗装アタッチメントをとりつける	7	
		(ロ)手刷毛 (ローラー含む)	10	(ロ)その他	6	(ロ)その他ハンドエアレススプレーによる	1	
	6-1 足場	(イ)脚立	9	(イ)高所作業用上下横伸縮自在足場	2	(イ)高所作業用上下横伸縮自在足場	2	
		(ロ)ローリングタワー	4	(ロ)脚立	4	(ロ)脚立	4	
		(ハ)組込み足場	4	(ハ)地足場 (ビティ一式組立足場)	2	(ハ)その他	7	
	(ニ)B・S足場 (ビティ一足場)	2	(ニ)その他	5				
	(ホ)その他	3						
6-2 表面処理	(イ)ディスクサンダー	9	(イ)ブロック塗装兼表面処理自動車	1	(イ)ブロック塗装兼表面処理自動車	1		
	(ロ)ワイヤーホイール (ワイヤーブラシ含む)	9	上記に装置として表面処理アタッチメントをとりつける		上記に装置として表面処理アタッチメントをとりつける			
	(ハ)パキュームブラスタ	4	(ロ)その他パキュームブラスタおよびビツクルクレンジングによる	6	(ロ)超音波表面処理法	2		
	(ニ)サンドブラスト	2			(ハ)ケミカル	5		
	(ホ)その他	2			(ニ)その他	2		
6-3 塗装方法	(イ)エアレススプレー (油圧含む)	9	(イ)ブロック塗装兼表面処理自動車	1	(イ)ブロック塗装兼表面処理自動車	1		
	(ロ)手刷毛 (ローラー含む)	9	上記に装置として塗装アタッチメントをとりつける		上記に装置として塗装アタッチメントをとりつける			
			(ロ)その他	6	(ロ)デッピンク法	1		
					(ハ)高性能樹脂の自動溶射法	3		
					(ニ)その他	2		
6-4 塗装範囲	(イ)塗装するものは原則的に錆止2回まで施行する	8	(イ)塗装するものは原則的にブロックで最終コート前まで施工する	7	(イ)最終コートまで完成 (但し現場取合部のみ現場で完成する)	5		
	(ロ)タンクおよびポイドなどは最終コートまで施行する	9	(ロ)タンクおよびポイド等でタームエポキシ塗装を採用する場合最終コートまで施行する	8	(ロ)その他	2		
	(ハ)その他	13	(ハ)その他	5				
6-5 ブロックの大きさ	(イ)最大級	L _M B _M H _M W _M	(イ)現行通り 6-5-Aに同じ	6	(イ)現行通り 6-5-Aに同じ	3		
	最大 22 _M ×30 _M ×12 _M ×3.60ton	平均 15 _M ×18 _M ×8.5 _M ×1.50ton	(ロ)その他	1	(ロ)その他	1		
	(ロ)最多級	M _M M _M M _M M _M						
	平均 145 _M ×150 _M ×50 _M ×70ton							

表 4.1.2(4)

区分	工程	現状の方法		近い将来期待できる方法 (研究途上のものも含む)		理想的なビジョン	備考
		方法	数	方法	数		
7. 織装	7-1 足場	(イ)ボースンチェア	7	(イ)小型リフトカー	5	(イ)リフトカー	4
		(ロ)ローリングタワー (ハ)丸太足場 (ニ)脚立 (ホ)その他	2 4 4 3	(ロ)小型シュノーケルアーム (ハ)その他	1 2	(ロ)その他	4
	7-2 表面処理	(イ)ディスキサンダー	9	(イ)同上(ロ)に装置として表面処理	3	(イ)ケミカル表面処理法	2
		(ロ)ワイヤーホール(ワイヤー (ハ)ラジ含む) (ハ)パキウムブラスター (ニ)サンドブラスト(ショットブラ スト含む) (ホ)ハイドロジェットクリーナー (ロ)ピッキング	9 3 3 3 5	アタッチメントをとりつける (ロ)その他パキウムブラスターお よびツールクリーニングによる (ハ)酸洗い (ニ)その他	5 4 2	(ロ)ピッキング (ハ)パキウムブラスター (ニ)その他	2 4 7
	7-3 塗装方法	(イ)エアレススプレー	9	(イ)同上(イ)に装置として塗装アッ	3	(イ)チップング法	4
		(ロ)手刷毛 (ハ)浸漬 (ニ)その他	9 2 1	チメントをとりつける (ロ)粉体塗装(静電) (ハ)その他	2 8	(ロ)粉体塗装(静電) (ハ)その他	5 4

アタッチメント研究は次のテーマに分け、各担当工場を定め、研究を行なっている。

研 究 テ ー マ	担 当 工 場
曲面追従装置	I H I 横 浜
スプレー距離保持機構	日 立 界
スプレーぼかし塗り機構	日 立 因 島
バキューム・ブラスター	川 重 坂 出
ジェット・クリーニング	S S K
インペラー式クローズド・サーキットブラスト	日 立 界

各装置の研究状況

各区画別塗装機械および塗装・除錆アタッチメントの調査研究状況の概要は下記の通りである。

4.1.1 渠側利用伸縮自在塗装装置選定に至るまでの経過

(1) 開発の必要性

船の側部外板について渠側を利用して、しかもある程度の艀艀部のような曲り外板をもカバーでき、自動的に作業のできる塗装装置の開発を行なう。

(2) 経過の概要

(a) 外板塗装法として

- (i) 渠底からの機械化の方法
- (ii) 渠側からの機械化の方法
- (iii) 本船甲板上からの機械化の方法

の3案を検討し、その結果(i)および(ii)をとりあげ、そのうち(ii)の渠側利用の伸縮自在塗装装置を開発して行なうこととした。

(b) 本機開発するため、各造船所のドック寸法および200KTONクラスの船形を調査し、下記数値を基準として検討することとした。

200KTONクラスは、 $B=48m$ $D=25.5m$ 、ドック寸法は、 $B=60m$ $D=10m$

(c) 外板を処理し得る範囲として、次のようにした。200TONクラスの側部平行外板は全面カバーできること、ある程度の側部曲り外板もカバーできること、の2点について、渠側からのアーム張り出し最大長さを検討の結果、艀艀部の曲りの著しい個所については、現実的に自動化は無理であり、また、他機種の作業方法による組合せをも考慮し、アーム張り出し最大長さを20mとした。(これは、側部平行外板は全面カバーされ側部曲り外板の概ね45～50%カバーされる)

(d) 渠側からの塗装装置として

- (i) スイングタワー方式
- (ii) スイングアーム方式

の2案があり、渠側の強度等の検討はあるが、(ii)のスイングアーム方式を第1義に考えることとなった。

(e) 以上のことを基にし、本塗装装置の要求機能を満足すべく設計検討に入った。

4.1.2 高所作業用伸縮自在自走車

三井千葉とメーカーが協同開発の作業用自走車をベースとして、審議検討を行ない、所要の塗装能力・除錆能

表 4. 1. 3 区画別主要省力機器の主要
(アンケート)

区画	工程	機器名称	回答	推せんメーカー名	作業能力
ア タ ッ チ メ ン ト	1. 除錆用	A. プラスト方式 (CLOSED &/OR OPEN)	9社	近江屋(興新・ナニワ)(3) 興新産業(1)	50m ² /h(4) 100(1) 100~150(2) 200~500(1)
		B. パワーツール方式 (CLOSED &/OR OPEN)	9	近江屋(1) 丸一鋼材(1)	100m ² /h(4) 150(1) 175(1) 200(1) 500(1)
		C. ウェットプラスト方式	6	山田興産(2) トリタン(1) フジ高圧洗浄(1)	150m ² /h(1) 200(1) 250(2) 500(1)
		D. ジェットクリーニング方式	4	山田興産(1)	500~1,000(1)
	2. 塗装用	A. 自動エアレス方式 (油圧 OR エア駆動)	9	近江屋(4) 新明和(1) 日本グレー(2)	1,000m ² /h(1) 1,200(1) 1,500~2,000(1) 2,000(6)
		B. 静電エアレス自動方式	1	旭大隈(1)	1,500~2,000(1)
	3. 清掃用	A. スイーププラスト方式	5		500m ² /h(5)
		B. ジェットクリーニング方式	7	山田興産(1)	600m ² /h(1) 1,000(5) 1,000~1,500(1)
		C. パワーツール方式	8		500m ² /h(7) 1,500(1)
		D. ウェットプラスト方式	1	山田興産(1)	1,000m ² /h(1)

注 記

1. 上表はアンケート、アタッチメント欄の回答のみを取りまとめた。
2. 各欄で無回答あるいは2つ以上回答のあったものもあるので、回答社数とは必ずしも一致しない。
3. 数値のグルーピングは適宜取捨選択してある。

性能について“アタッチメント”

取りまとめ)

主 要 性 能 要 約				
動 力 源	速 度 (m/min)	装置最大重量(T)	処 理 巾 (%)	そ の 他
電動コンプレッサー(2) DIESELコンプレッサー(7)		0.5(4) 0.3(1)	400(1)	自動・手動選択(6) 自動のみ(1)
電動(4) エア(5) 油圧(1)		0.5(4) 0.3(1)	400(1)	自動・手動選択(6)
電動(2) DIESEL(2)				
DIESEL(1)				
油圧(1) エア(2) エア OR 油圧(6)	~30(2) ~40(1) ~60(4)	0.5(2)	300~600(4) 800(1) 500~1,000(1) 800~1,000(1)	自動・手動選択(5)
		0.5(3)		自動・手動選択(3)
電動(1) DIESEL(1)		0.5(3)	800(1)	
電動(1) エア(1) 電動コンプレッサー(1) DIESELコンプレッサー(4) DIESEL油圧(1)				ローラワイヤブラシ式(5)

主要性能取りまとめ

		作業能力(m ² /h)	装置最大重量(T)	処理巾(%)	速度 (m/min)
1. 除 錆	A ブラスト	50 ~ 500	~0.3 ~ 0.5	400	
	B パワーツール	100 ~ 500	~0.3 ~ 0.5	400	
	C ウェットブラスト	150 ~ 500			
	D ジェットクリーニング	500 ~ 1,000			
2. 塗 装	A 自動エアレス	1,000 ~ 2,000	0.5	300 ~ 1,000	0 ~ 30 ~ 40 ~ 60
3. 清 掃	A スイープブラスト	500	0.5		
	B ジェットクリーニング	600 ~ 1,500	0.5	800	
	C パワーツール	500 ~ 1,500			
	D ウェットブラスト	1,000			

力が発揮できるような自走車の主要性能を決定した。これに基づき該装置の概略図を作成した。なお、試設計のための主要目は下記の通りである。(図 4.2.2)

- | | |
|--------------|---|
| (1) 型 式 | シュノーケルタイプ |
| (2) 動力源 | ディーゼル油圧 |
| (3) 走行速度 | 10～60 m/min 無段変速 |
| (4) 先端昇降速度 | 4～10 m/min |
| (5) 先端荷重 | 500および1,000 Kg |
| (6) 作業高さ | 地上最高 32 m |
| (7) 台車の大きさ | L 10 μ以内× B 5 μ以内×格納高さ L 5 μ以内 |
| (8) 本体重量 | 20 TON (希望) |
| (9) アタッチメント | 塗装・除錆装置が取付可能, ただし, ゴンドラも使用可能とする。 |
| (10) 走行方式 | 直行, 横行……高速走行を検討, その場旋回
操舵(操舵管可変), ただしターンテーブルは無し |
| (11) 自動化について | 定距離移動のみ |
| (12) 附帯条件 | (1) 風速 20 m/sec 以内
(2) ドック勾配 10/1,000
(3) 最低地上高 200 %目標 |

4.1.3 船底除錆・塗装車 該装置選定に至るまでの経過

(1) 開発の必要性

新造船建造における船台・渠中の船底塗装作業および修繕船船底塗装工事は

- (a) 工程面において, 短期建造による工期の短縮のため船型の大型化の影響は特に考慮されず, このようなよりむしろ従来よりも工程的に圧縮されている傾向にある。
- (b) 作業面においては船舶塗装作業員の労働力不足の中にあつてその確保は困難を極めると共に, その質の低下により塗装品質の確保も難かしくなつて来ている。

以上のような現状に対処するため機械化による省力および品質の確保が焦眉の急と考え, 外板塗装の一部位である船底平坦部に関し, その除錆および塗装作業の装置の開発の検討を行なつたものである。

(2) 開発の経過

(a) 基本的な機構としては

- (イ) 無限軌道自走式であること。
- (ロ) 自走車上に除錆・塗装装置を備え, それぞれ上向きの作業ができること。
- (ハ) 運転者1名にて各装置運転操作ができること。

上記条件に基づき検討を進めた結果, 既存機種能力等の調査比較を行なうとともに既存の機種に対する使用実績上からの問題点を参考として指摘を行なつた。

(b) 動力源の種類

- A. ディーゼルエンジン
- B. ガソリンエンジン

大別すると, 上記2種類に分れるが, 環境衛生上Aのディーゼルエンジンの方が良いと云う意見が大勢を占めたので, これを採用することとした。

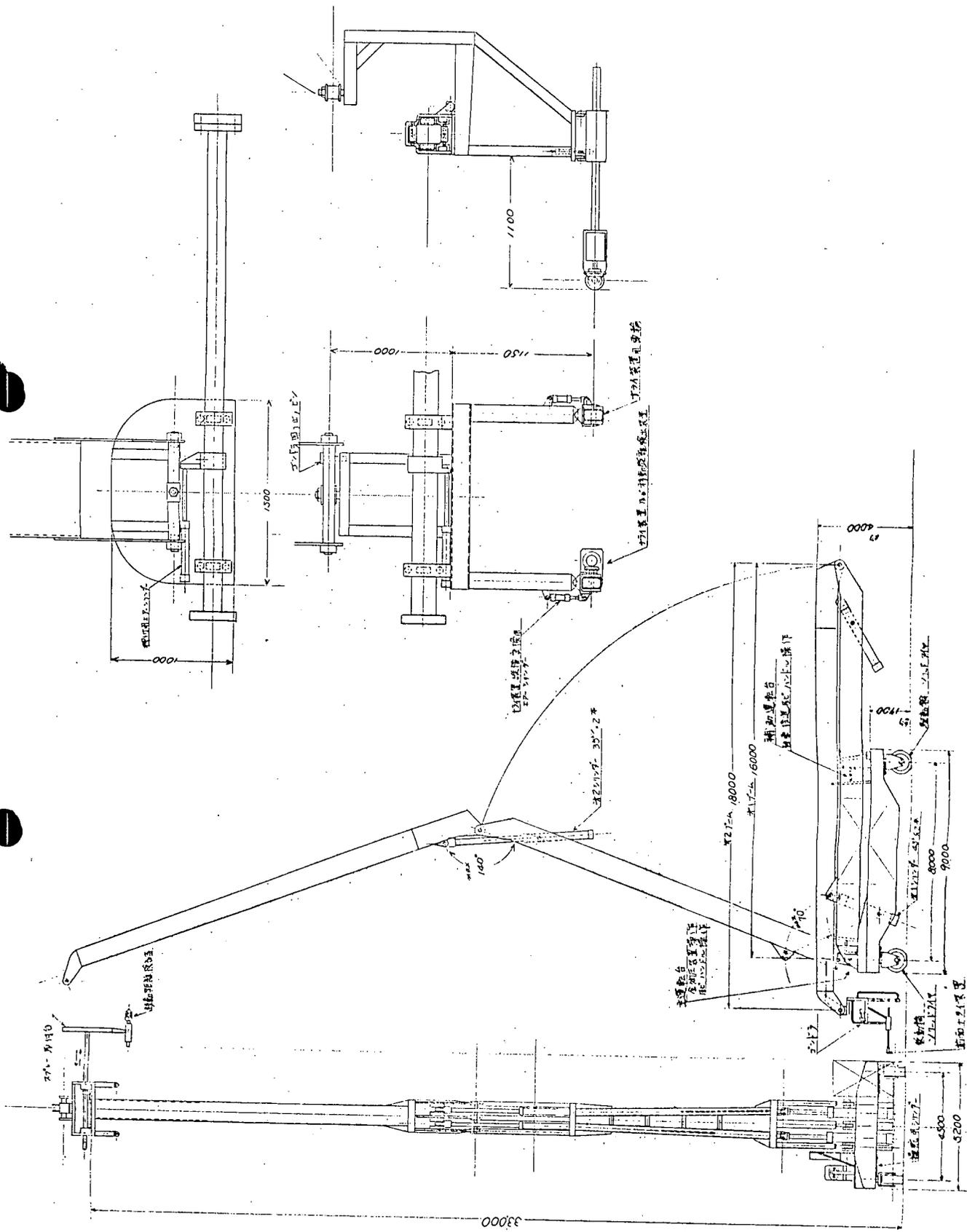


图 4.2.2 高所作業用伸縮自在行走車

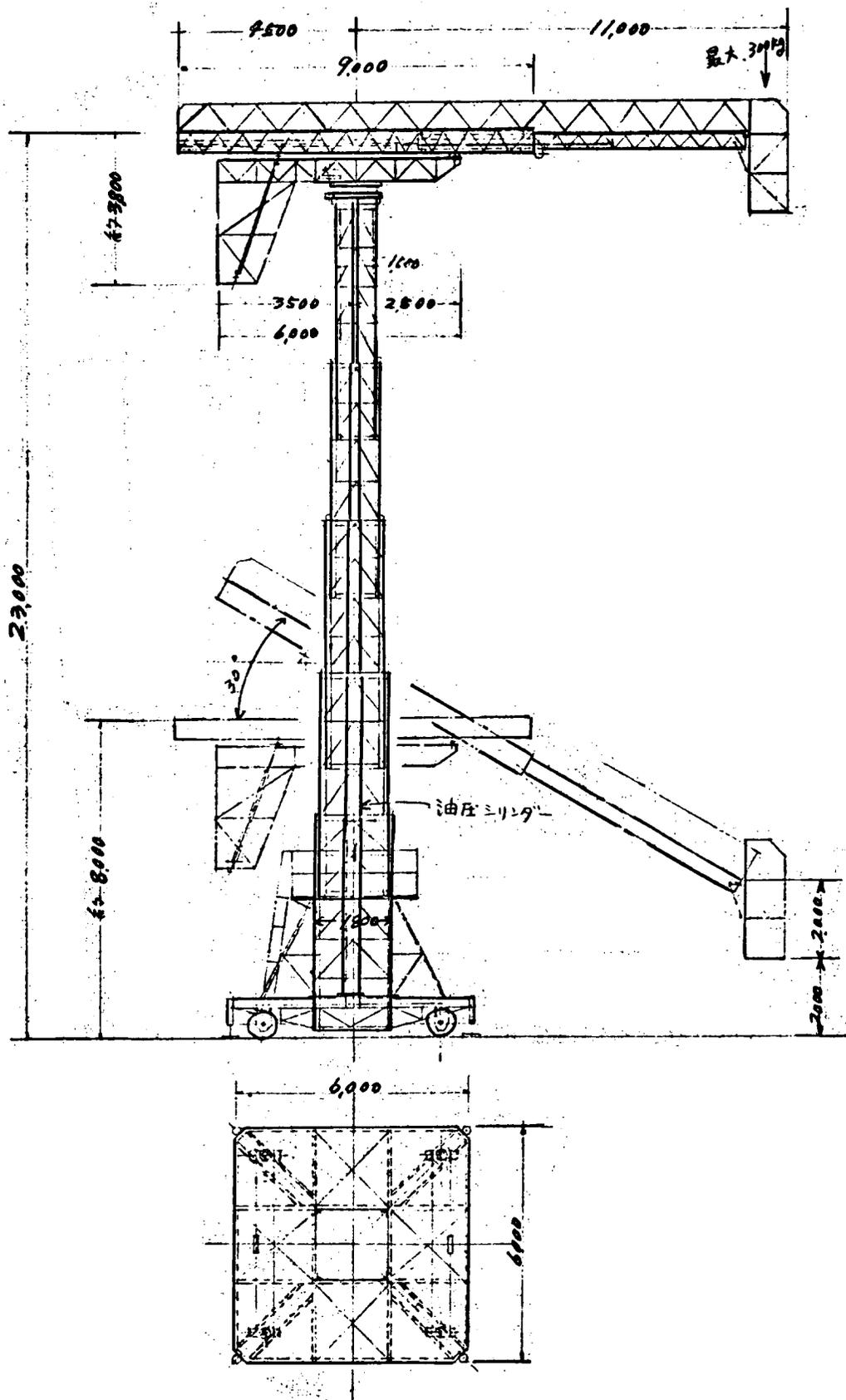


图 4.2.4 舱内高所作業者概略图

(c) 錆落とし能力

既存のブラシの長さは車幅に対し、スプレーガンと直列型式にしたため、車幅の約 $\frac{1}{4}$ (400)位しかなく、能力として小さく、また、スプレーと併行作業を行なうことがないので極力車幅一杯の長さを取るべきであると考え約1,200%とした。

(d) 塗装能力

上記と同様の考えのもとに極力車幅一杯になるような寸法を取るようにする。

(錆落とし機構とスプレー機構を並列におく)

(e) 錆落とし用ブラシの圧着力の調査

被除錆平面の形状の変化(部分的に高さが違う)等に対し常時、同一距離を保持すると共に、同一圧着力で均等な除錆ができるように考慮した。

(f) 最低使用高さ

委員各会社の盤木の高さがそれぞれ異ると共に、平面ブロックのブロック時塗装にも使用できるので再度この件につき各社の希望寸法を調査することになった。

4.1.4 艙内高所作業車

艙内高所の塗装作業用の足場として艙内作業車の開発を鶴見造船所が担当し、各造船所よりのアンケートに基づき審議検討を行ない、所要の能力を発揮できるような艙内作業車の主要性能を決定した。

これに基づきメーカーとコンタクトし、艙内作業車の概略図面を作成した。

(1) 主要性能

- | | |
|---------------|----------------------|
| 1) 型 式 | スケーリングタワー方式とする |
| 2) 動力源の種類 | 電動油圧とする |
| 3) 最高高さ | 25mとする |
| 4) 走行速度 | 5m/min(50m/min可変とする) |
| 5) 昇降速度 | 4m/minとする |
| 6) ステージ旋回範囲 | 360度とする |
| 7) ステージせり出し長さ | 11mとする |
| 8) ステージ傾斜範囲 | 30度とする |
| 9) ステージ先端荷重 | 300Kgとする |
| 10) 装置全体重量 | 10TON以下とする |

(2) 艙内作業車概略図(図4.2.4)

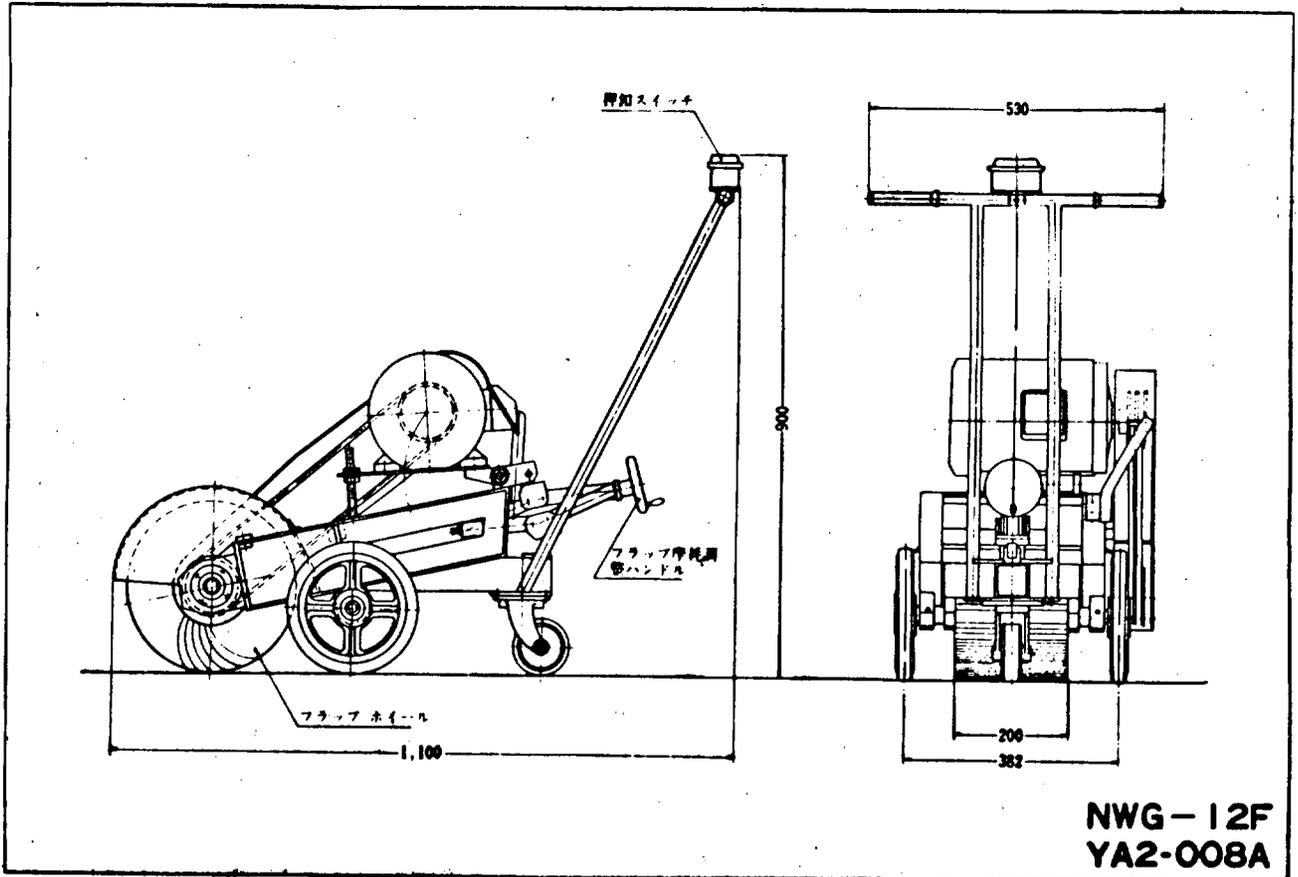
4.1.5 上甲板省力機械(甲板除錆機)

(1) 開発の必要性

(a) 船舶の塗装において、塗装そのものはエアレス機によって現在かなりスピード化されているが、除錆作業は次の問題点があるため、塗装作業のネックとなっている。すなわち、現在除錆作業は、デスクサンダーとブラストに依存しているが、前者は時間と労力を要すること、後者は飛散する塵埃、カラミのため、使用場所が制限されることのため、この除錆作業がネックになっている。

(b) 船の上甲板には種々の機器が取付けられているため、その甲板面の除錆にはカラミ、塵埃の飛散しないブラスト装置または労力軽減・高能率のサンダ機の開発の必要に迫られていた。

概要図



主仕様

	NWG-12F	
フラップホイール寸法	300φ × 200巾 × 95φ mm	
周速度	1,524 m/min	
回転数	1,620 r. p. m.	
駆動用電動機	2.2KW 4P E種全閉 1台	
重量	約100kg	

図 4.2.5

(2) 研究方針

前述の必要性に対して早期可能な労力軽減・高能率のサンダー機を開発する、本機の狙いとする所は次の通りである。

- (a) 現状のディスクサンダーより大巾な能率の向上を計れること
- (b) 操作が簡単で素人でも使用できること
- (c) 労力を軽減し得ること
- (d) 比較的軽量なること
- (e) 維持費が比較的高くないこと

(3) 研究進捗状況

(a) 前述の研究方針によって考案されたのが「甲板除錆機」であり、本機はN社が試作機を作り、当所の建造中の船上でテストを行ない、当所のアドバイスにより、数度の不具合点の改良を重ねた結果、現在は十分実用に供し得る域まで到達した。

- (b) 本機を実際に使用して確認された効果は次の通りである。
- i) 従来のディスクサンダーより約3.5倍の能率向上になる。
 - ii) 除錆程度は一回で良好なものが得られる。
 - iii) 作業者は直立の姿勢で作業できるので楽である。

(4) 問題点

- i) 隅々および狭隘ヶ所の除錆が難しい。
- ii) 本機専用のフラップホイールの価格がやや高価である。

(5) 今後の課題

甲板面（下向き）だけでなく、本機を改造して上向きに装備して船底およびブロックの除錆に応用できるようにすることである。

概略図を図4.2.5に示す。

4.1.6 “サブ塗装方式の検討”についての経過報告

(1) 開発の必要性

近時建造船舶は益々超大型化しつつあり、それに従いブロックおよびブロックを構成する構造材が大型化し塗装工事を施行するにも大量の人員の投入とブロック塗装時に塗装専門の足場を架設する必要性が生じて来る。これに対処するため、現状作業方法の再検討を行なう必要性により、Pre-Assemblyの時点で機械化した塗装方式について検討と研究を行なう。

(2) 開発の経過

(a) 開発の前提として

20万トンタンカーのサブ材とする。

(b) 塗装方法としては

イ. ディッピング

ロ. スプレー

静電 } エアレス
普通 }

ハ. 粉体塗装

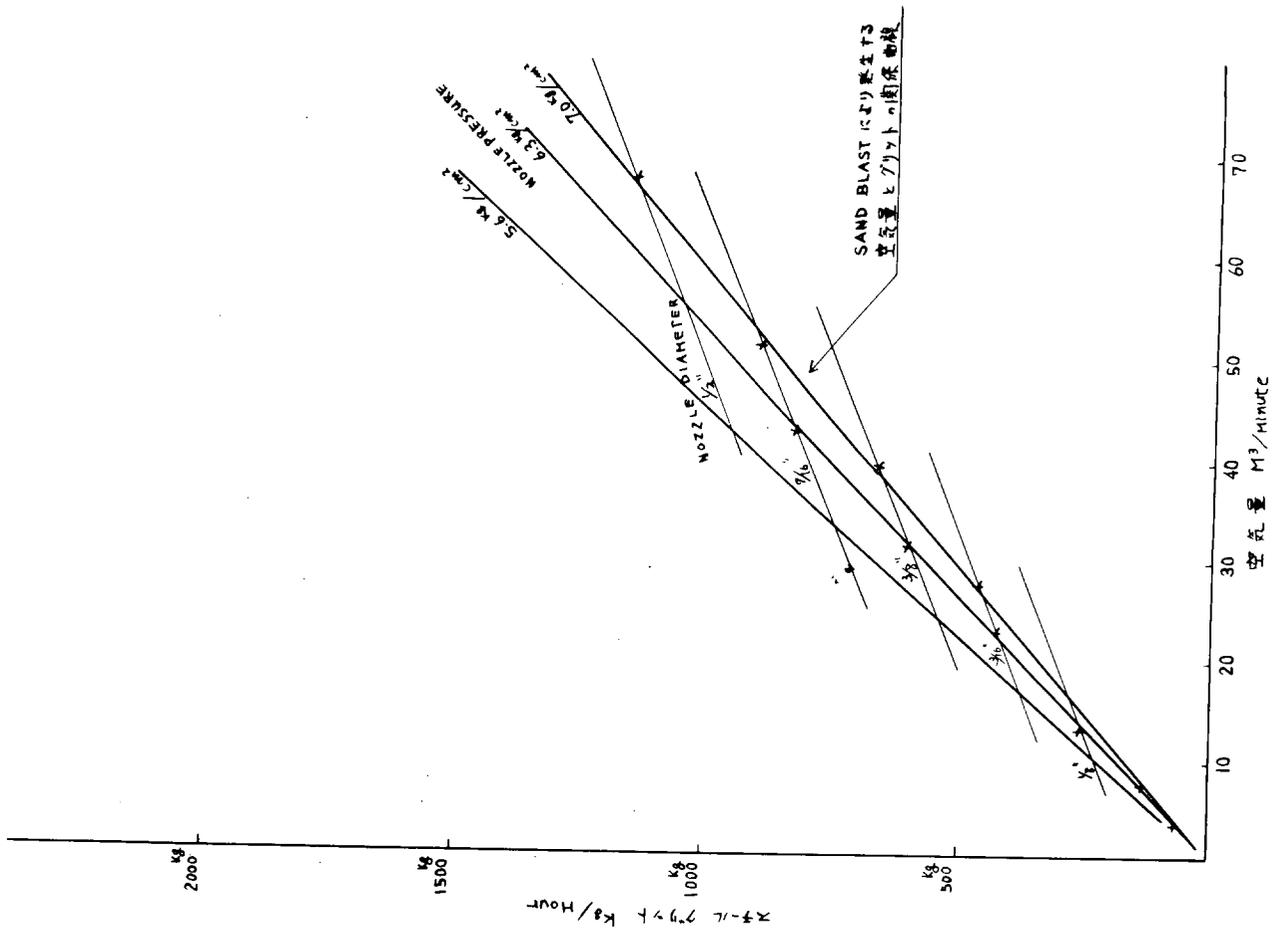


図 4. 2. 6 (1). (b) - 2

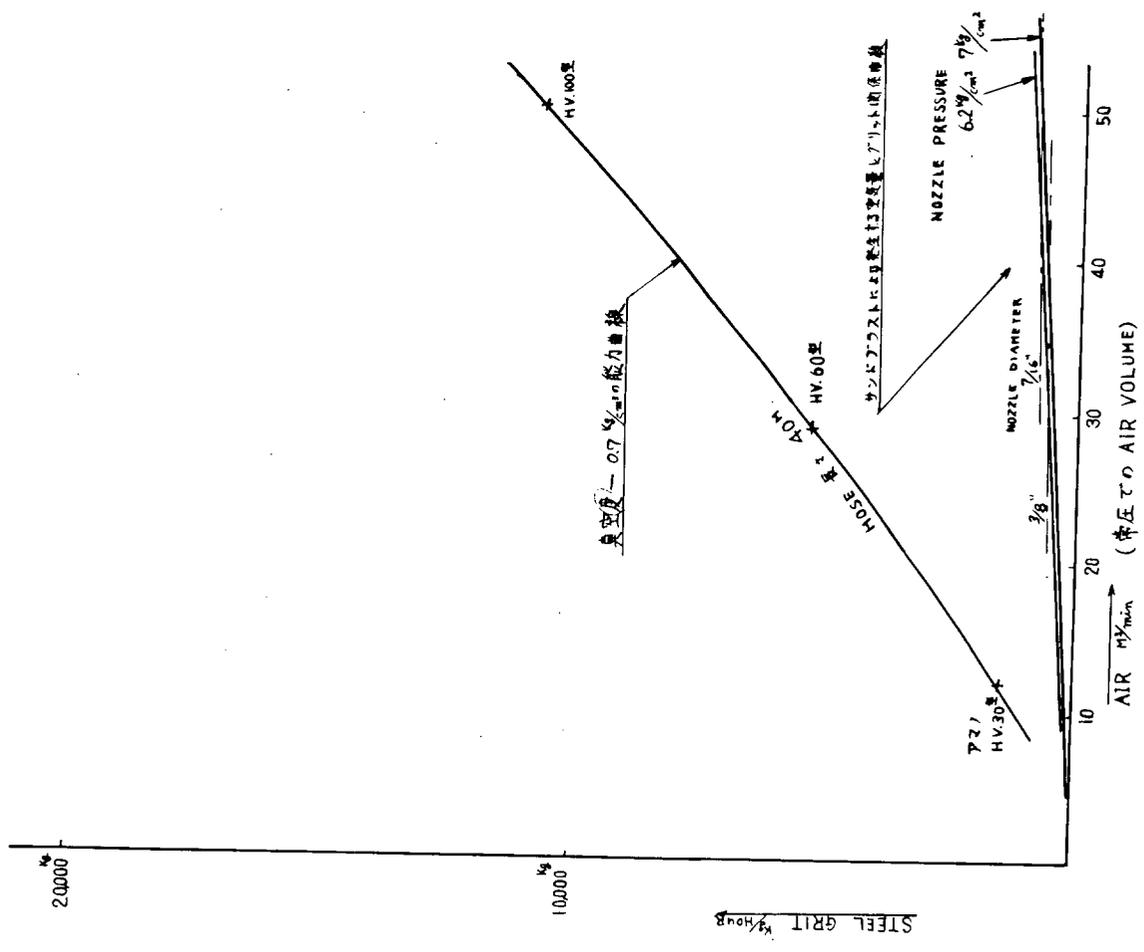


図 4. 2. 6 (1). (b) - 1

を検討しているが、粉体塗装については、粉体塗装委員会で粉体塗装そのものについて研究中であるので、サブ塗装については除外する。

今后1, 2について検討を進めるが一応、スプレーによる普通塗装を考へて行くことになった。

(c) サブ塗装範囲としては

検討が加えられたが、特殊塗装部分のみを考へて今后進めて行く。

(d) 塗装するサブ材としては

トランス・パース、サイド・ストリンガー、水平線、等を主として考へ、ビルト・アップ・ロンヂ、スラブ・ロンヂ、別途検討を進めることになった。

(e) 今后としては

Type Shipの特装部分の面積およびサブ材数等を算出、検討しながら工場のレイアウトおよび塗装方法について検討を進めて行くことになった。

4.2.8 除錆アタッチメント研究経過

(1) 外板除錆装置

本装置は渠側利用伸縮自在塗装装置、高所作業用伸縮自在自動車等に搭載され、曲面追従装置、距離保持装置と組合されて外板除錆に使用される除錆アタッチメントであり、

要求性能 線としての処理能力 150~200 m/Hr

面としての処理能力 250 m²/Hr

指向方式

クローズドサーキットブラスト方式 および バキュームブラスト方式

ウェットブラスト方式、ジェットクリーニング方式

を前提として、各担当工場が検討した。

以下、その研究経過について要約する。

(a) インペラー式クローズドサーキットブラスト装置

(担当 日立堺工場)

本装置は曲面を含む垂直方向の船体外板の連続面処理を主体的に指向するものである。

45年度は表4.1.1および4.1.2等による現状分析、問題点抽出、将来のあり方など調査検討を行ない、装置全体機構の想定を行なった。

全体構成は、研掃材供給制御タンク、インペラー研掃装置、研掃材ならびに塵埃飛散防止の密着密閉装置より成るブラストヘッドと、研掃材圧送タンク、集塵ならびに研掃材分離回収装置、研掃材圧送ならびに回収回路、制御パネル等一式で考えられるが、前記の伸縮自在装置での先端荷重制限により、ブラストヘッドのみを搭載し、ヘッド以外は基部に設置する分離型装置とせざるをえない。

具体化研究は46年度で実施されるが

- 研掃材圧送装置ならびに回収装置を主体とする模型実験およびこれに基づく要目決定
- 各部分装置の試設計
- 全体装置機構図の試設計

について行なう予定である。

(b) バキューム式ブラスト装置

(担当 川重坂出工場)

本装置はエアブレッシャー式バキュームブラスト機を基本とするものであり、被対象物の線処理を主体的に指向し、あわせて、曲面を含む船体外板の部分処理を指向するものである。

予備実験においてブラスト機噴射空気量とサンド量を調査し、粉粒体の空気輸送に関する文献調査より、小型バキューム機（5 IP程度）で噴射空気およびサンドの回収が可能との見透しで実験を行なったが、6.2%以下（注）の空気量をそのまま発生空気量としていたため、小型バキューム機での回収は不可能であることが判明した。

したがって、加圧下の発生空気量を常圧下の空気量に換算しなおして検討した結果、ブラストにて噴射される空気量およびサンドの割合と、バキュームにて吸収される空気量およびサンドの割合がいちぢるしく異なることがわかり、図 4.2.6・(1)・(b)-1, -2 に示される如く、非常に効率の悪い装置となることが判明した。

バキュームブラスターメーカーにブラスト噴射空気量およびサンド量を明示し、効率のよい装置の概略設計を依頼したが、100 IP型空気輸送装置の使用が適していると回答してきた。図 4.2.6・(1)・(b)-2 に100 IP型の能力をプロットしているが、効率的であるとはいえない。

45年度における上述の検討結果から、第11回委員会において、効率が悪いので開発をとりやめるとの結論がくだされた。

(c) ハイドロジェットクリーニング装置

（担当 佐世保重工）

本装置は高圧ハイドロジェットを基本とし、船体外板の連続面処理（含む清掃）を主体的に指向するものである。

当初は、ウェットサンドブラスティングも含めて考えることになっていたが、事前調査検討の結果、ウェットブラスティングは粉塵害防止以外のメリットは考えられず、また、ジェットに若干の砂混入での代用可能性が考えられるので、検討対象から除外した。したがって、45年度はハイドロジェットに関する要目の実験研究をメーカーとの共同研究で実施した。

本装置の目標機能は、

- 洗滌処理能力 2,000 m^2 /Hr
- 研掃処理能力 300 m^2 /Hr

の能力で最小限の機構とその簡易化をはかることであり、処理グレードと能率に関する基礎検討要目としては、

- 噴射水圧の変化と吐出量の変化
- 水圧変化による汚損除去速度（能率）の変化
- 噴射角度の最有効度
- ノズル形状と噴射距離の変化によるパターンの変化
- 研掃での研掃材混入比率と水圧の変化による研掃速度（能率）の変化
- 玄側32 m高さまでの研掃材搬送装置と混入方法
- 研掃後の一時防錆剤の防錆力、塗料におよぼす影響度

等であり、メーカーとの共同研究の結果は、(c)-(i)に要約された通りである。

なお、45年度実施の実験結果と、46年度研究項目である

- 研掃材の圧送方法
- 研掃材の各ノズルへの均一な圧送法
- サンドジェットでのノズルの耐久性

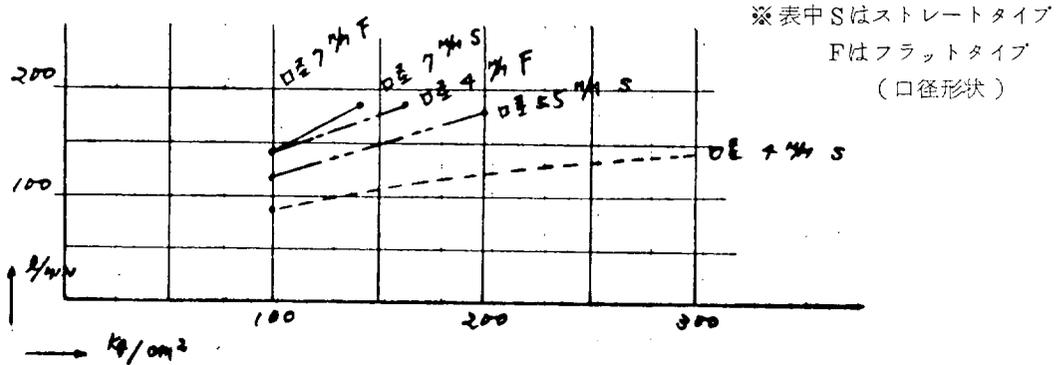
とあわせて、具体化研究を実施し、該装置の組合せ、簡略化、試設計を行なう。

(c)-(i) 45年度実施実験結果

(i) 洗滌および研掃

- ・ 使用機種 A社ジェットクリーナ
- ・ 性能 150HP 吐出圧最高 300Kg/cm²
吐出量 160 l/min 灯油エンジン駆動

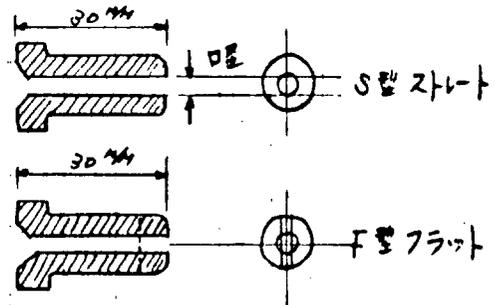
図 4.2.6・(1)・(c)-1 吐出圧と口径の変化による吐出量の変化



口径4mmフラットタイプ(扇型)は吐出圧160Kg/cm²、180l/minが最大で、口径7mmフラットタイプは、吐出圧80Kg/cm²、吐出量180l/minが最大値であった。ノズル口径4mmのストレートタイプより以下でない300Kg/cm²まで圧力はあがらない。

図 4.2.6・(1)・(c)-2 射間距離とパターンの変化(吐出圧100Kg/cm²)

ノズル形状	距離1m	3m	速度	m/min
4S	50%	60%	3.5秒/m	17
4F	800	800	(フジツボ不除去)	
5.5S	40	55	3	20
7S	40	60	3.5	17



洗滌対象物はドックの扉船で、素肌地も荒れており、フジツボが密集した状態で、一番シビヤな条件下であったが、吐出圧100Kg/cm²でも除去可能ではある。距離1m~9m間の変化でパターンの変化は大差なく、吐出圧の上昇変化に伴い除去速度は速くなり、圧力2倍の差で除去速度は約1.2~1.5倍の範囲で速くなる。

通常の船舶では、現実的に50Kg/cm²程度で洗滌を行なっている点から、まづ100Kg/cm²有れば十分と考えるが、汚損程度によって変圧可能であるので調整上は問題ない。ただし本テストに供したフラットファンタイプのノズルでは期待外の結果となり、ノズル内径の形状を検討しパターンの適正拡大値を求めなければならない。

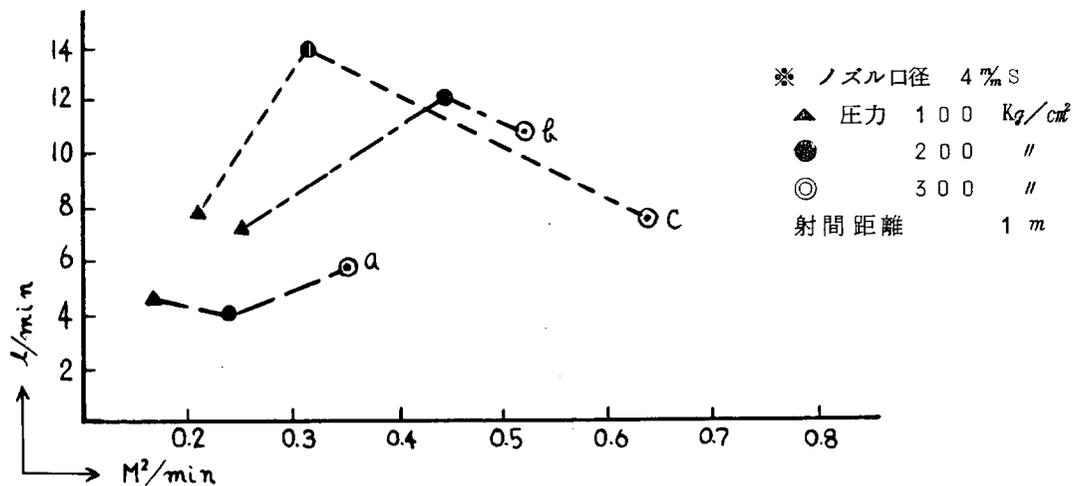


図 4.2.6・(1)・(c)→3 研掃における圧力と研掃材使用量と能率の関係(ミルスケール)

a = 3.5メッシュ 研掃材 吸入口を調整し研掃材混入率を約1/2にした。

b = 2.5メッシュ // 吸入口を調整したが、比率不明確。(2次空気を入れた)

c = 6.0メッシュ // 全上b

圧力100Kg/cm²に対し200Kg/cm²では研掃能率約50%

// 300Kg/cm² // 約3倍、のアップとなるが、研掃材の自然吸引力では200Kg/cm²で最高となり面積比ではロスが生じるようである。300Kg/cm²では良好である。

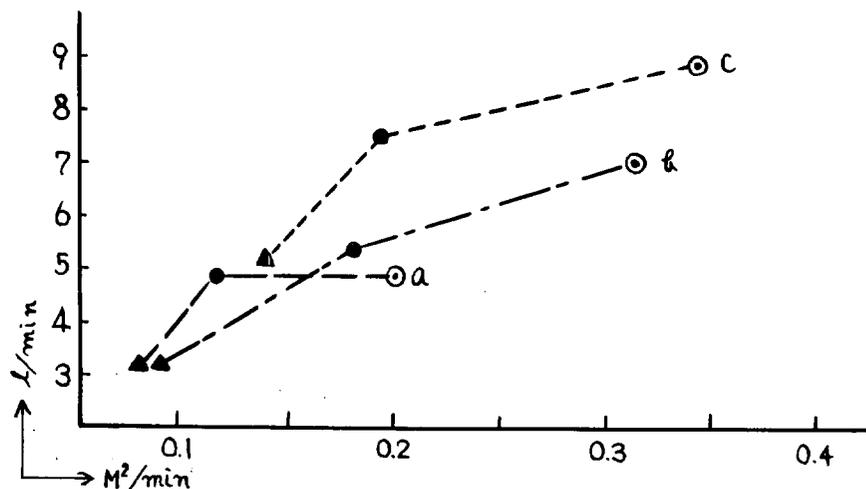


図 4.2.6・(1)・(c)→4 厚 鋳 研 掃

a = 1.5メッシュ 吸入口は全開放

b = 2.5メッシュ "

c = 6.0メッシュ "

図 4.2.6・(1)・(c)→3 と大体同じことが言える。研掃時は少くとも圧力を200Kg/cm²以上保持することが望ましい。

角度	ノズル口径	距離	除 錆 m³	研 掃 材
	4% S	m	m³/min	l/min
70°	"	2	0.45	6.1
55°	"	2	0.35	7.9

圧力 200Kg/cm²

図 4.2.6・(1)・(c)→5 噴射有効角度

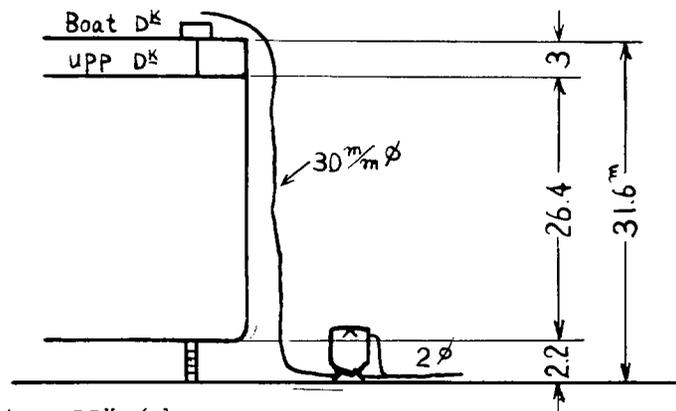
70°で噴射したが能率的である。

(ロ) 図4.2.6・(1)・(c)ー6 一時防錆剤

品名	防錆力屋外曝露								上塗りとの密着性(1%溶水)					P. H (1%)	防錆力 良否	上塗り 可否	判定
	1%水溶液				3%水溶液				W/P	ZRP	油性	塩ゴム	T/E				
	当日	2日	4日	6日	当日	2日	4日	6日									
A	◎	○	×	*	◎	◎	△	*	100/100	98	100	100	100	7.7	やや不良	可	やや良
B	◎	◎	○	*	◎	◎	◎	*	90/100	100	100	100	100	7.2	やや良	可	良好
C	◎	△	*	*	◎	◎	○	*	100/100	85	100	100	100	7.6	やや不良	やや可	やや良
D	◎	○	△	*	◎	◎	○	*	100/100	95	100	80	100	7.6	やや不良	やや可	やや良

- テスト対象としては20品種を行なった, その中で大現場使用可能と判断された品目のみをFig 6に表示したものである。
- ◎ 異状なし, ○ 一部点錆発生, △ 10~20%錆発生, × 20~25%, * 50%以上
- 密着性テスト 基盤目1%×10×10 セロテープ剝離性
- P. H 1%水溶液を比色測定器で計測

(ハ) 図4.2.6・(1)・(c)ー7 研掃材(ニッケルカラミ)搬送



- 空気圧力 5.5Kg/cm²
- ホース 45m, 内径30mmφ
- 搬送高度 31.6m
- 搬送量 14l/min = 840l/Hr (2.3l/10sec)

本装置はサンドブラスト(乾式)機を使用し, ホースの先端部ノズルおよびノズル押え金物を除去した状態で, ニッケルカラミを射出させたものであるが, 圧送空気元圧を増加し搬送ホース内径を増大することによって搬送量も増大するが, その限界は一寸つかめない。

(ニ) ジェットクリーニング性能の概要

洗滌および研掃における実験結果と, メーカー側の各資料数値の検討を行ない, 次の如く機種および性能を設定した。

図 4.2.6・(1)・(c) - 8 馬力・吐出圧・吐出量の関係

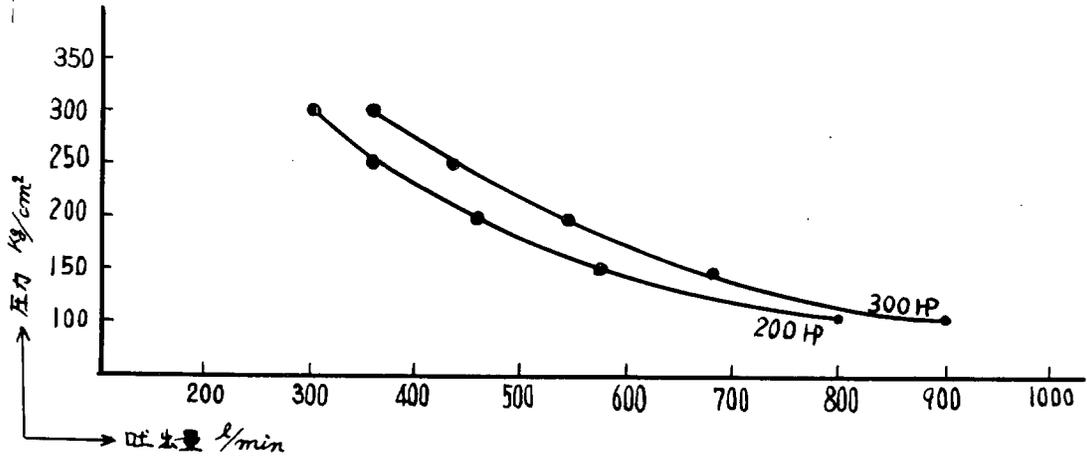
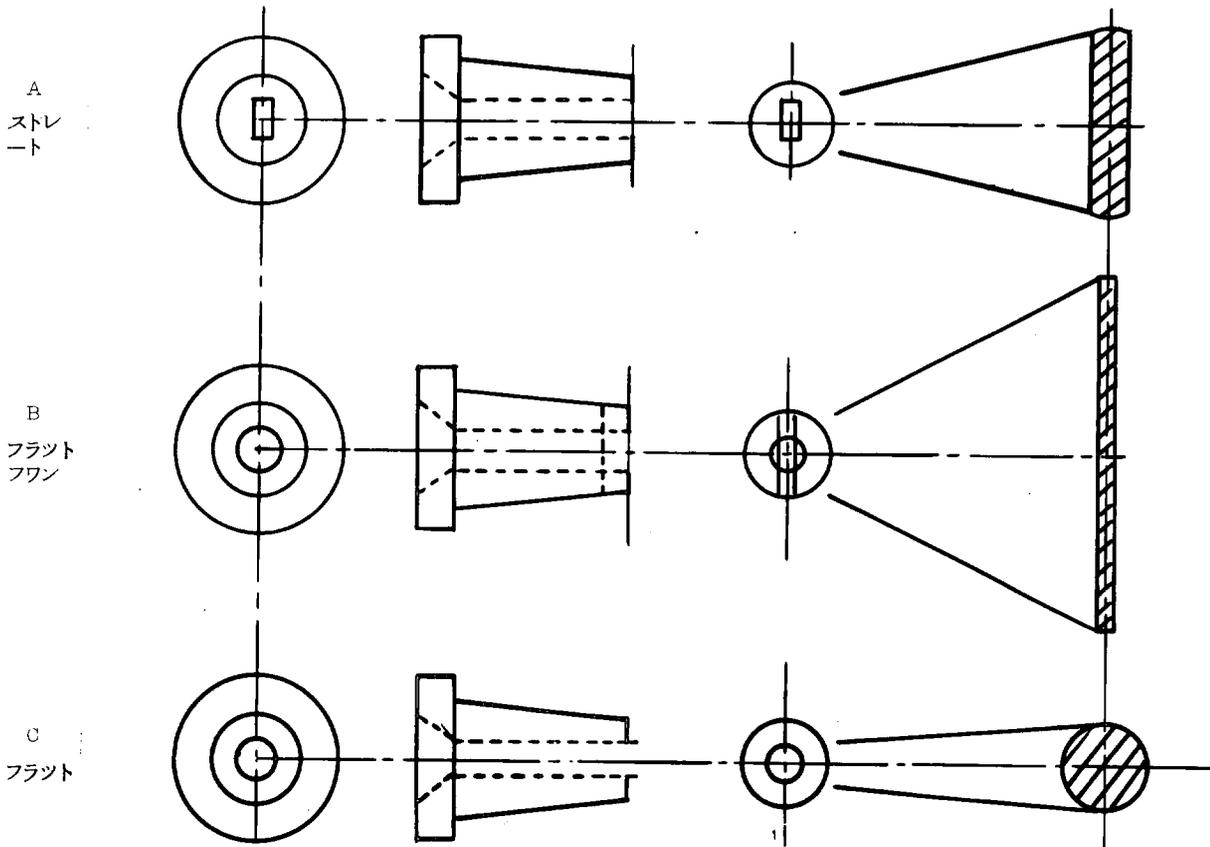


図 4.2.6・(1)・(c) - 9

主要目	洗 涤	研 掃
吐出圧力	150 Kg/cm ²	250 Kg/cm ²
吐出量	600 l/min	400 l/min
清掃巾	1.2 m	0.8 m
走行速度	25 ~ 30 m/min	6 ~ 10 m/min
ノズル数	12	8
清掃能力	1,800 ~ 2,150 m ² /Hr	280 ~ 480 m ² /Hr
反力	175 Kg	152 Kg
先端加重	100 Kg	200 Kg
重量	6,500 Kg, ホース200K	6,500 Kg, タンク, ホース
動力源	三相誘導電動機 200KW×69×3,300V×60Hz	(左に追加) 圧縮空気

← (レールタンク200Kg) が追加されブームに取付ける。

(b) ノズル形状とパターン形状の適性



AおよびBタイプは実験済みで吐出量、パターン、洗滌能力等に一利一害が有り共に満足されなかった。メーカーと検討の結果、Cタイプが適性であると判断し、パターンが距離1mにおいて100%程度とし、吐出量1ノズルで40~60ℓ/minのものにする考えである。

メーカーとしては、Cタイプであれば満足されるものと確信している。

4.1.8 距離保持装置 該装置選定に至るまでの経過

(1) 開発の必要性

塗装作業の現状は塗装前処理および塗装のいずれの作業においても作業者が必要なブラストノズル、塗装スプレーガンなどを保持して、被作業面に近接して作業を行なっている。

このため、足場が必要となり、この架設・撤去などに多大の工数と費用を要している。機械化の基本的考え方としてはまず、作業員の被作業面に近接するための足場を無くし、必要機器のみを近接させることが第一である。

したがって、従来、作業員に依存していた基本的な機器操作の方法を機械自体に行なわしめる必要が生じてくる。この操作とは

- (a) ノズル等の保持
- (b) ノズル等の左右、上下の走査
- (c) 被作業面に対する、ノズル等の距離、角度の保持などである

これらが同時に行なわれるのが普通であるが、(1)、(2)は比較的簡単に機械化が可能である。しかし(3)については、その機構が複雑となり、特に曲面に対しては問題となってくる。ここにおいて、この曲面に対してノズルなどが所定の距離を保持しながら走査できる装置の開発が必要となってくる。

(2) 距離保持機構選定の経過

距離保持の機構としては、被作業面に対して触角のごときものを接触させる接触式と、そうでない非接触式の両型式がある。非接触式の場合、距離を検出する方法として、次のようなタイプのものが考えられる。

- (a) 電 磁 誘 導 式
- (b) 静 電 容 量 式
- (c) 光 学 式
- (d) 超 音 波 式
- (e) エ ア 圧 式

これらの方式には、それぞれ得失があり、種々検討した結果、(1)電磁誘導式と (5)エア圧方式の2方式について研究することになった。また接触式としては、キャスターなどによる方式があるが、塗装の場合には塗装面を損傷しないという理由で、非接触式を重点に検討した。

(3) スプレー距離保持装置の開発

(a) 概 要

本研究は、非接触式による距離検出にエア圧を利用する形式を開発し、また検出した距離をいかにスプレー距離を保持し得るようにフィード・バックするかを考案した。さらに、その機構を構成する模型を製作して、実際にスプレー距離を保持し得るかどうかを確認する実験を実施した。

(b) 距離保持の機構

- (i) エア圧による距離の検出について

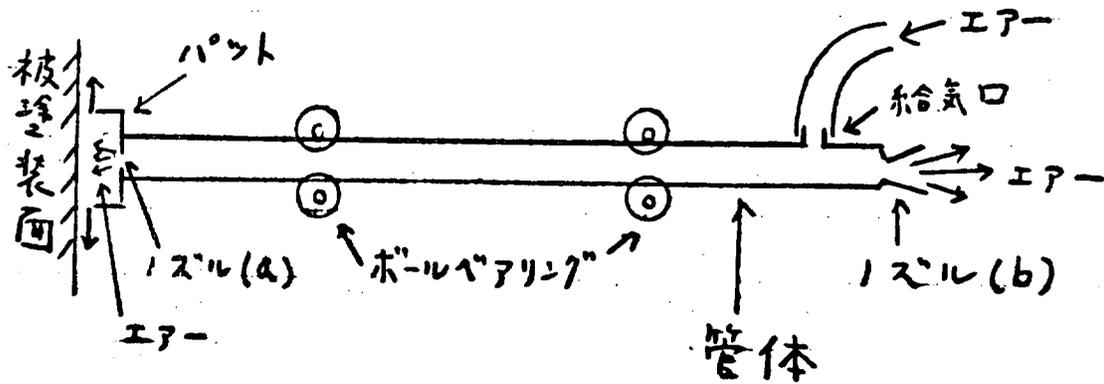


図1 距離検出の機構

図1に示すように、管体に給気口より圧縮空気を供給し、管体の両端のノズルより噴出せしめる。この圧縮空気の噴出によって得られる互に逆方向の推進力は、ノズルの形状のほか速度と流量の積に支配される。そこで、ノズル(a)および(b)の口径を例えば両者の推進力が1対2の割合になるように設定しておけば、差引1相当の推進力で管体が被塗装面側へ移行することができるように構成しておく。図1の場合、ノズル(a)が小口径のノズルとなる。

次に、ノズル(a)側に、円筒または吸盤状のパットを取付ける。このパットは、管体の軸芯が被塗装面に対してほぼ直角にある場合、ノズル(a)と(b)の推進力差と、被塗装面に対するノズル(a)からの噴出する圧力と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。

この非接触状態に必要な隙間は、圧縮空気の流量と静圧構成面積とによって定まるが、流量 $1\text{ m}^3/\text{min}$ 、圧力 $7\text{ Kg}/\text{cm}^2$ の圧縮空気を、静圧面積を 3 cm^2 として実験した結果では、約1%の隙間を構成した。ノズルの改良により約2~3%の隙間を保つことが期待できる。

(ii) 距離制御のフィードバックに使用した機器と機構

(1) リニアックスについて

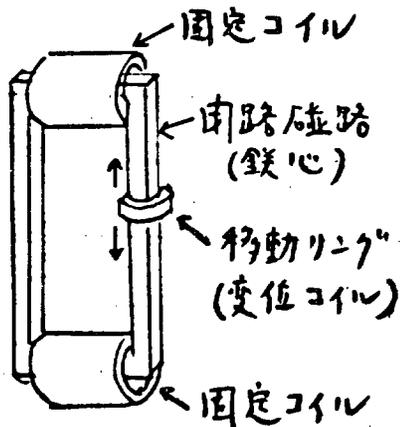


図2 リニアックスの構成

リニアックス(商品名)は位置検出器(主として液面計)として製作されているものである。すなわち、物理的な位置信号を受け、電気量に変化することのできる構成となっている。これを距離保持器に应用することを考えた。これは図2に示すように、閉ループの鉄心磁路、固定コイルおよび移動リング(変位コイル)を主構成要素とし、移動リングを磁路に沿って変位させることにより、固定コイルから変位量に比例した信号を取出すことができるようになっている。

(ロ) フィードバック機構

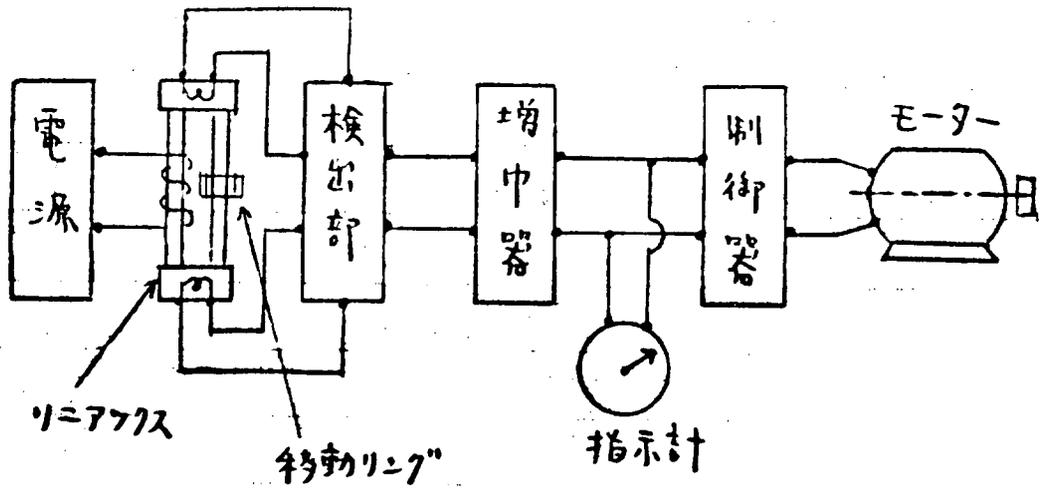


図3 フィードバック機構

検出器リニアックスの移動リングが中心点にある場合は検出器の出力は零であるが、いずれか一方へ移動すると、その移動の量と方向に対応する電圧変化が生じ、指示計に移動量と方向が指示されると同時に、制御器が作動してモーターを回転させることができる。また、移動リングが中心点に復帰することにより、モーターは停止する。

(c) 装置の構成および性能

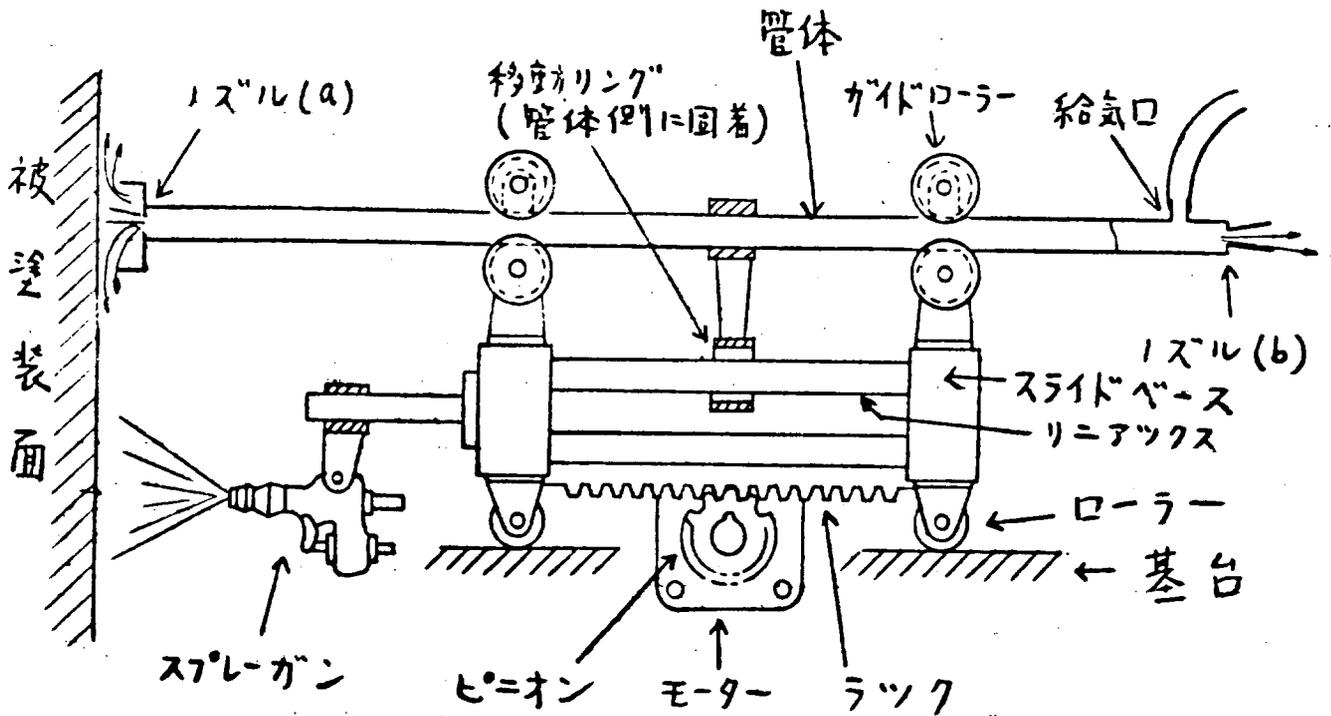


図4 距離保持装置

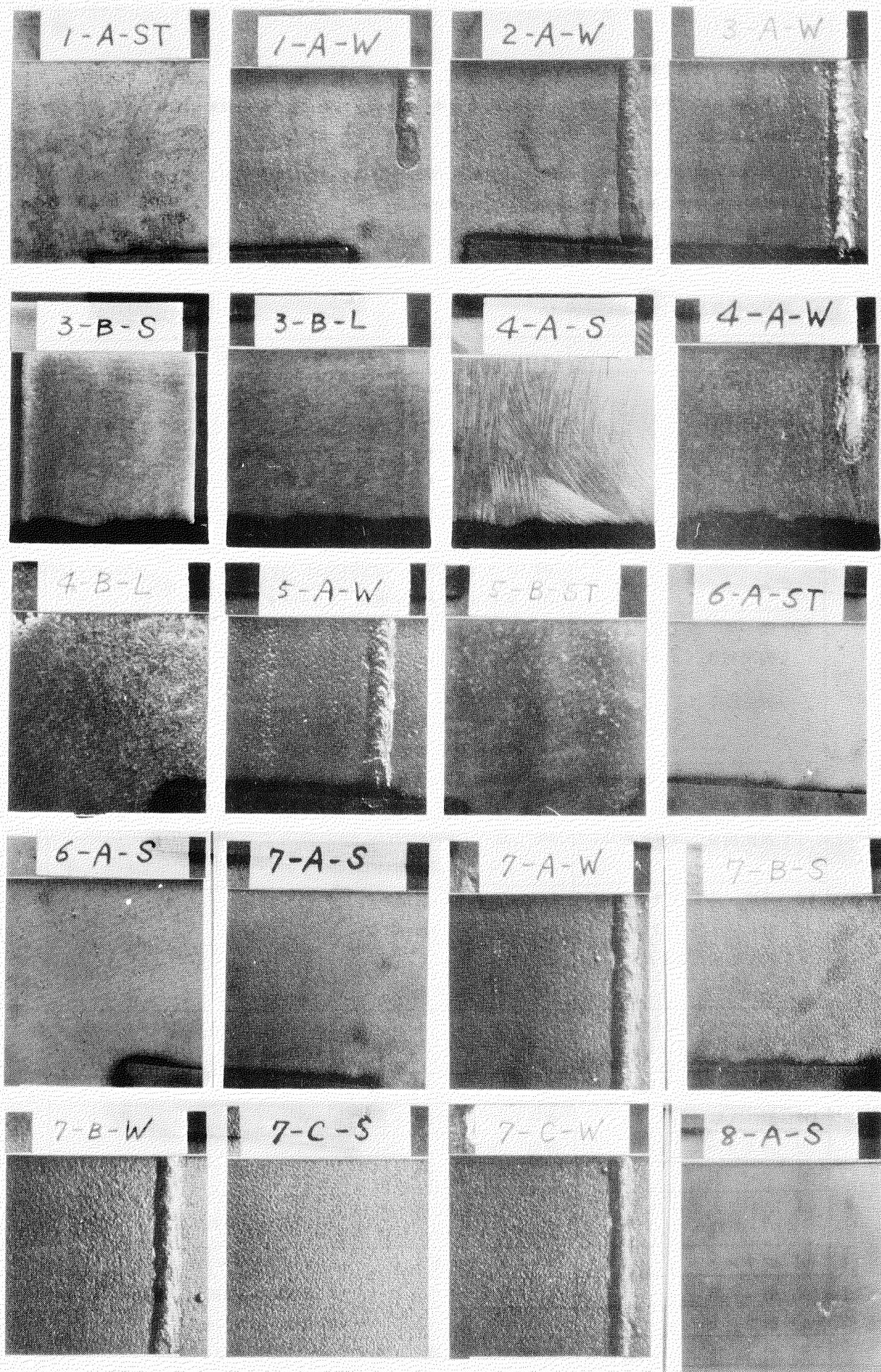
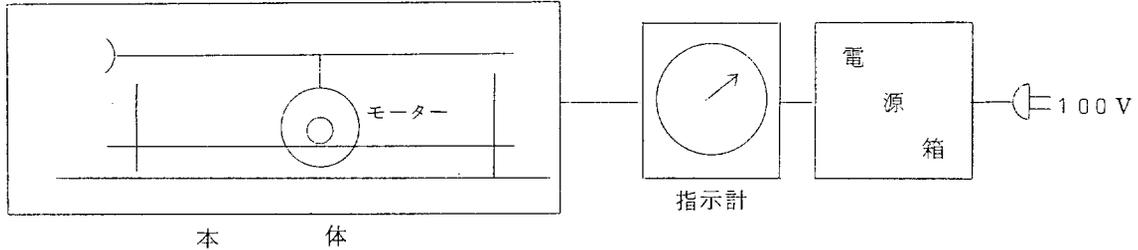


图4.7.65 下地处理表面状态 (X90)

常に一定に保持されることになる。

(ii) 装置の性能

実験に供した模型の性能は次のとおりである。



(i) 重量

本体	3.5 Kg	} 総重量 18.3 Kg
指示計	2.0 Kg	
電源箱	1.28 Kg	

(ii) モーター

型式	21A3GA-A [オリエンタルモーター製]		
出力	3W	電流	0.16A
電圧	110V	回転数	1,450rpm
トルク	210 g·cm	重量	0.6 Kg

(iii) 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 Kg·cm
重量	0.17 Kg		

(iv) ラックおよびピニオン

項目	ピニオン	ラック
モジュール	1	1
歯数	15	200(長さ)
ピッチ	3.14	3.14

(v) 制御感度

作動開始最少距離 5 mm

(vi) 制御範囲 180 mm

(vii) モーター追従速度 約 1.1 mm/sec

(d) 考察

エアークッションを利用して非接触方式により距離を保持する装置の模型を製作し、実験を行なった結果から次のことが云い得る。

(i) エアークッション利用の非接触式距離保持装置として自動塗装装置に組込んで、充分実用し得る機構であると考えられる。

(ii) 流体圧を塗装距離の制御手段とするので、たとえば、測定棒などを使用する純機械的な測定方法に比

べ、比較的速い塗装モーションにも十分に追従し得る。

- (f) 距離制御範囲およびモーター追従速度は構成要素を変えることにより、必要とする値を得ることができるとする。

4.2.8 曲面追従装置

(1) 選定に至るまでの経過

塗装作業における下地処理、塗装いづれの作業においても、ブラストノズル、塗装ガン等を保持して被作業面に近接して走査する。作業アーム式機構が、各塗装機械化に必要とされる。しかもその作業アーム機構は、船体曲面に対して自由に、一定距離、角度の保持を要求せられるものである。

(2) 要求性能の検討

上記ニーズにもとづいた要求性能の検討を行ない、下記の実験機の要求性能を定めた。

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/sec (可変)
制御方式	
スプレー方向, アーム長さ	電気一油圧式サーボ機構
アーム走査	電気一油圧式サーボ制御
油圧源定格	30 Kg/cm ² , 68 L/min
本体重量	500 Kg以内

(3) 本機の構成

本機は塗装機本体(噴射方向制御機構, アーム走査機構を含む), 遠隔操作盤, 油圧源, 塗装圧送用ポンプにより構成されて居る。(図4.2.8.1)

(a) 本体

移動可能な台車上に水平に回転できる回転台を取り付け、この回転台に2台の油圧シリンダーによって、水平方向(左右に)約30度、上下方向に30度動き得る走査アーム支持部がある。この支持部のスライドベアリング内をアームが前後方向に摺動できるようになっている。アームは外径; 80および100 mmの鋼製パイプで、100 mmφのパイプ内部へ80 mmφのパイプが収納できる2段式構造となっている。これにより約1 mの間は電気一油圧式サーボ機構により自動的に長さ方向の制御が可能となる。このアームの先端には自在接手を介して、スプレーガン、距離検出器が取り付けられ、2台の小型シリンダーによって上下、左右方向に先端が動作し得ようになっている。

(b) 方向制御機構

本機構は、スプレーガンの噴射方向を被塗装面に対して常に垂直となるように自動制御するもので、図4.2.8.2に示すようにスプレーガンを中心にして4個の距離検出器を配し、各検出器と被塗装面との距離 x_0 がそれぞれ等しくなるように操作のアクチュエーターにより制御する。

ここで、4個の距離検出器からの出力はそれぞれ図4.2.8.3に示すように合成され、サーボ増巾器で充分増巾されたのち、電気一油圧式サーボ弁で油圧に変換されて、各油圧アクチュエーターを駆動する。

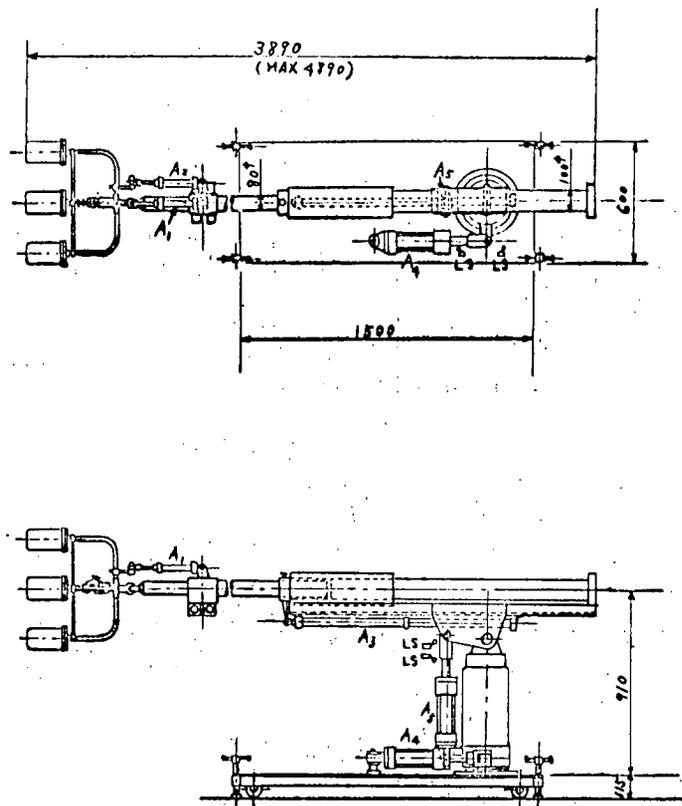


図 4.2.8.1 本体組立図

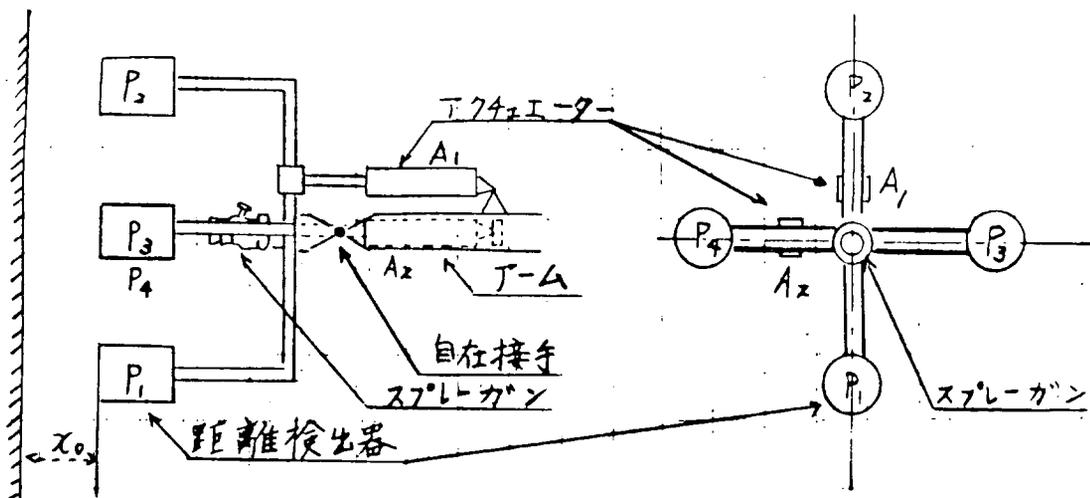


図 4.2.8.2

次に方向制御機構の動作原理を図 4.2.8.1～3 により説明する。まず最初に、被作業面と各検出器との距離が大きく離れている場合には、各検出器の出力は負の最大値（図 2. -Em）となっているので、サーボ増巾器 SA₃ の出力は、正の最大値となり、操作アクチュエーター A₃ はアームを急速に前進させる。検出器

が被作業面に近づくとき、各検出器の出力は次第に減少するので、アームの前進速度は徐々に小さくなり、はじめに設定された距離 x_0 に達すると、各検出器の出力はすべて0になるので、アクチュエーター A_3 は停止する。この場合、被作業面が傾斜していると検出器 P_1 と P_2 の出力電圧が異なり、この電圧差がサーボ増巾器 SA_1 で増巾され、アクチュエーター A_1 により、検出器 P_1 と P_2 との出力が等しくなるまで制御されるので、これと連動して方向も常に被作業面に垂直になるように制御される。同様に被作業面が水平方向に傾斜している場合には、検出器 P_3 と P_4 との出力が異なり、この電圧差がサーボ増巾器 SA_2 で増巾され、アクチュエーター A_2 により、 P_3 と P_4 出力が等しくなるように制御される。

このようにして検出器とサーボ増巾器との組合せにより、曲面に対しても常に一定距離と垂直を保持することが可能となる。

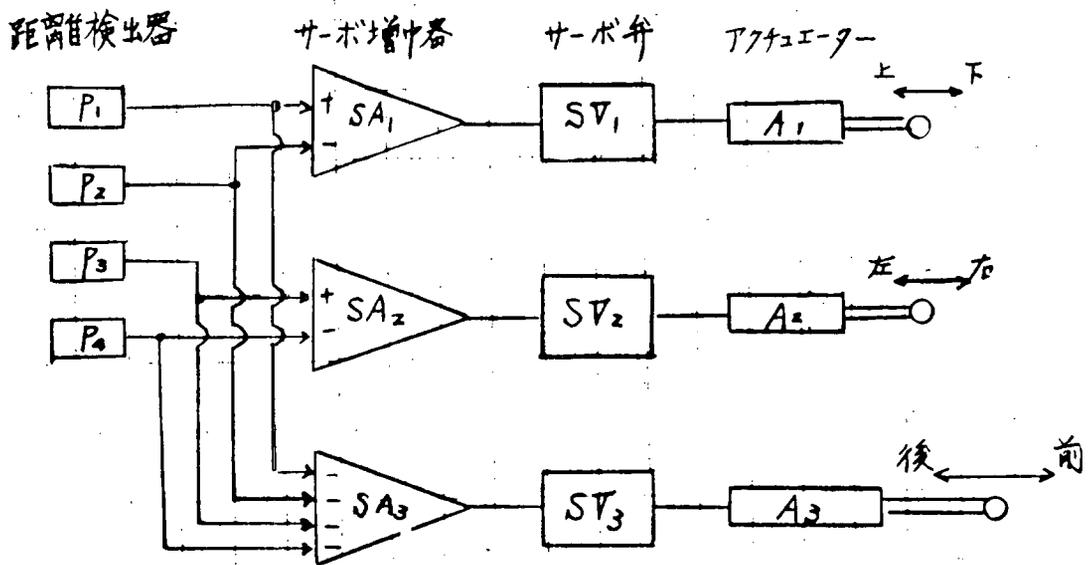


図 4. 2. 8. 3

(c) アーム走査機構

本機構は、上下、左右方向に揺動可能な伸縮アームの先端にスプレーガンを含む方向制御機構を取付けたもので、左右方向に繰返し走査しながら、徐々に下方に移動する横塗と、上下方向に繰返し走査しながら、徐々に水平方向に移動する縦塗の2種類の走査を自動的にこなす他、手動でも可能としている。(図 4. 2. 8. 4)

本機構の制御方式は、電磁弁とリミットスイッチによる簡単なシーケンス制御であり、図 4. 2. 8. 5 に示すアクチュエーター A_4 により水平方向、アクチュエーター A_5 により垂直方向の制御をそれぞれ行なう。

各アクチュエーターのストロークは、リミットスイッチ $LS_1 \sim LS_4$ の位置によりきめることができる。スロットル弁 $TC_1 \sim TC_4$ は各アクチュエーターのもどり側の油量を調節するもので、スプレーガンの移動速度を毎秒0.5~1.5 mの間で設定することが可能である。

$CV_1 \sim CV_3$ は油圧または空気圧の流路を開閉するための電磁弁で、 CV_3 はスプレーガンをON、OFFにするためのものである。

次に図 4. 2. 8. 5 により動作を説明する。まずリセット用押釦を押して、スプレーガンをスタート位置にもどす。これを行なわないと、スタート用押釦を押しても走査できない。ここで、横塗スタート用押釦を押すと、 CV_1 のソレノイド C_1 が励磁され、アクチュエーター A_4 が作動して第1回の水平走査を行ない、リミッ

トスイッチLS₂が働く位置までくると、ソレノイドC₁は開放され、A₄は停止する。このとき操作盤内のタイマーT₁が働き、一定の設定時間だけCV₂のソレノイドC₃を励磁し、アクチュエーターA₅が作動してアームを下方に下げる。ここで、CV₁のソレノイドC₂が励磁され、アクチュエーターA₄が作動し、第1回とは反対方向に水平走査を行なう。ストローク終端では、リミットスイッチLS₁が働いてA₄が停止し、タイマーT₁が働いて一定時間アームを下げる。このようにして下方に移動しリミットスイッチLS₄が働くと、走査を停止する。このとき自動リセットスイッチが入っていると、アームは最初のスタート位置まで自動的に戻って停止する。同様に縦塗りの走査も可能である。

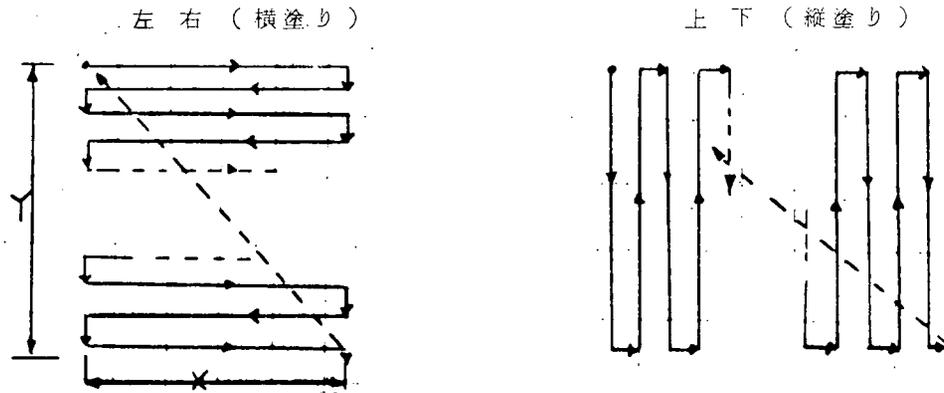


図 4. 2. 8. 4

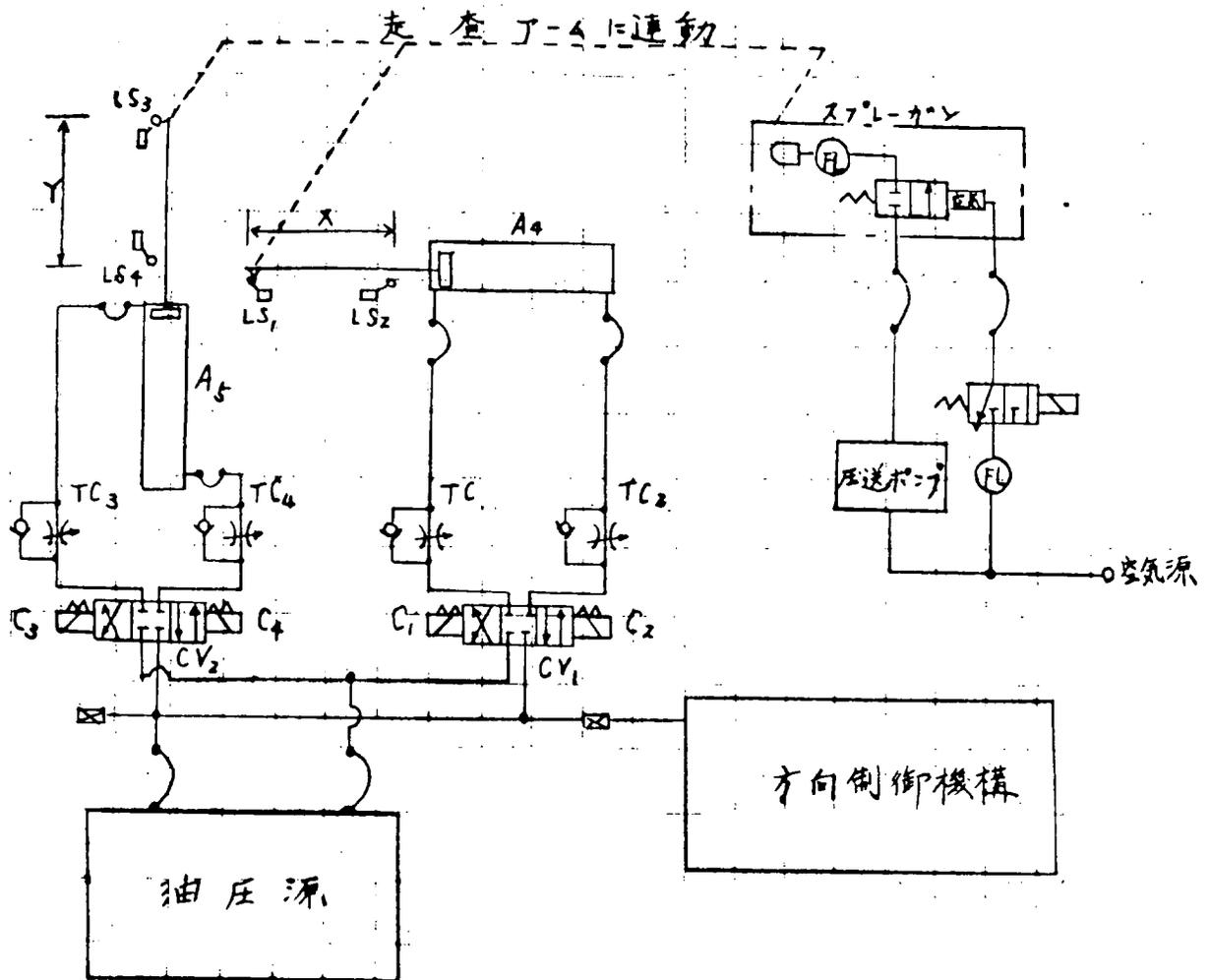


図 4. 2. 8. 5

(d) 電気操作盤

本操作盤は電氣的に遠隔操作のできるもので、左右、上下方向の走査を自動的に制御する。またこのほかに手動による操作も可能である。本操作盤の内部には左右、上下の各シーケンス制御用の電磁リレー 30 個とタイマー 1 台、サーボ弁駆動用増巾器 3 台、距離検出用電源 1 台が収納され、上部パネル面には、各種押釦、スイッチ類および動作表示灯があり、各種操作と動作の確認、油圧源モーターの起動、停止が可能となっている。

(e) 油 圧 源

本装置は本体に含まれる電気—油圧式サーボ機構とアーム制御用アクチュエーターに操作油圧を供給するもので、常用圧力 30 Kg/cm^2 、最大吐出量 68 l/min の油圧ポンプを備え、定格出力 7.5 kW 、 $1,000 \text{ RPM}$ の 3 相モーターにより駆動される。特長としては、つぎのとおりである。

- (i) モーターの起動、停止は遠隔操作可能である。
- (ii) 装置は防水型である。
- (iii) 油温の上昇を防ぐため、大容量のオイルタンクと水冷式オイルクーラーを装備
- (iv) 油圧源と本体とは、最大 2.5 m はなくとも差支えない。

(4) 試験結果

各種試験結果は下記のとおりである。

- (a) 距離検出器は水滴または塗料霧の付着した状態でも良好に作動し、距離を $100 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$ 以内に保持し、最終的にはスプレーガンと被作業面との距離を $300 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ 以内に保持できた。
- (b) 被作業面の水平方向 ± 15 度の傾斜に対して、作動中つねに垂直となるように追従することを確認した。
- (c) アーム制御機構、左右、上下の操作も円滑な動きを示すことを確認した。

(5) 考 察

- (i) 本機構の性能は試験結果よりほぼ所期の目的を達成したものと考えられるが、ほかし機構、支持機構等の組合せを今後、実用機完成までに行なう必要がある。

4.2.9 スプレーほかし塗り機構選定に至るまでの経過

(1) 開発の必要性

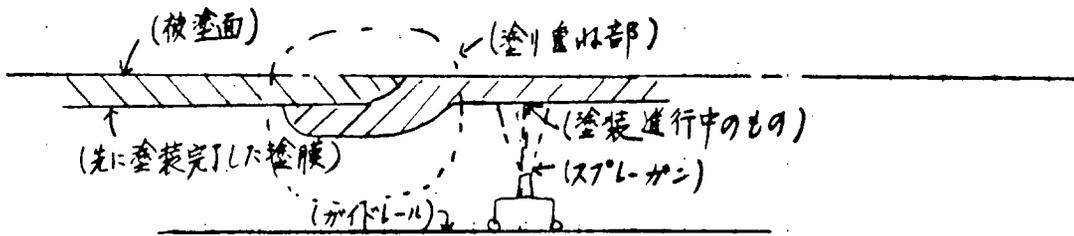
自動スプレー塗装を行なう場合、平面を塗り始める時、ガンのオートマチックな運動に時間差が生じると塗膜厚が大となりダレを生じる。塗り始める部分と塗り終りの部分が、次の塗装順で塗り重ねとなる。この場合も乾燥の遅い塗料はダレを生じ、さらにこの部分は他の部分と比較して見ばえが劣る。

この部分の塗りのほかしの機械的に行なわれ均一な塗膜を得る必要があり、その機構の開発が要求される。

(2) 機構の概略

本機構は、特に高能率の見地から通常エアレススプレーガンを自動駆動させて平面塗装を実施する場合に、問題となっている塗りつき部分に生ずる塗膜の欠陥（ダレ、塗りムラ、見ばえ）をスプレーガンの被塗物に対する逃げ角度をもうけることにより解決したものであり、従来の自動塗装々置に見られるような塗膜の欠陥を防止することができる。

- (a) 従来の方法は平面に対して直角にスプレーガンを作動（上下または左右）させて塗装している。

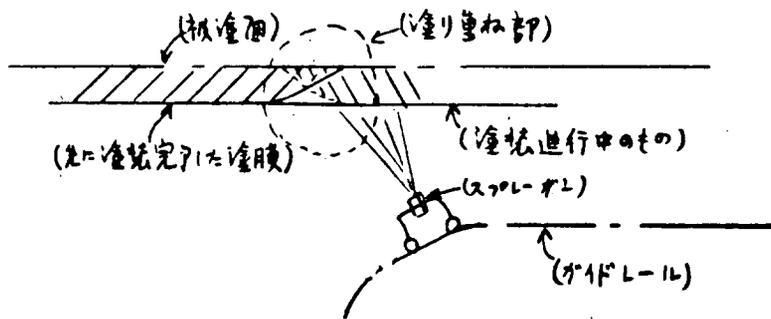


塗り重ね部分のダレ、塗りムラ、見覚え、の点が問題となる。

b) 本機構は塗り重ね部の塗膜厚を均一とするように考慮したものである。

従来手作業の場合は作業者の感覚で塗装し始める時（即ちガンのニードルバルブを開く時）と終る時（即ちガンのニードルバルブを閉じる時）は被塗物に直角な形では行なわず、いくぶん逃がすという作業を加味していた。

この点を自動スプレー塗装に応用したのが本機構である。ガンの運動（上下、左右）はガンの移動する方向に取付けられたガイドレールによって決ってくる。そのためこのガイドレールを手作業で行なう逃げの角度に曲げたものを使用すれば問題は解決する。



(3) 機構の説明（図 4.2.8.1，図 4.2.8.2）

スプレーガン首振り装置⑥は遊動子⑤に固着される。

首振り装置⑥はガン傾斜軸⑪と、ガンサポート⑩回転軸⑦とからなり、ガンサポート⑩の先端に自動スプレーガンが被塗表面に対し直角に取付けられている。

遊動子⑤の端部に取付けられたスプリング②④は、遊動子⑤がチェーン⑪により②③間を左右走行往復動する時、スプレーガンを被塗面に対し直角に保持し両端におけるガン傾斜軸⑪の回転を制御するものである。

例えば遊動子⑤が左端③に近づくとき③の中心付近に取付けられたストッパー⑨に、ガン傾斜軸⑪の後端がかかる。そのためにガン傾斜軸⑪は遊動子⑤の左移動につれて回転軸⑦を介して水平回転を始める。これによってスプレーガンの先端と被塗面との距離が順次大きくなり、いわゆるガンの逃がし、ぼかし塗りの形状となる。この時スプリング②はガン傾斜軸⑪の回転により伸長し、またスプリング④は圧縮されるが遊動子⑤とチェーン⑪との連結点③のホイール左端にきたとき遊動子⑤の左走行が右走行に変わり、ガン傾斜軸⑪はスプリング②④の復元力によって徐々に逆方向に水平回転を始め、ガン傾斜軸⑪の後部がストッパー⑨を離れる時に被塗面に対して直角の元の位置に戻って復行することになる。

右端②においても同様の動作が行なわれ左右両端でのぼかし塗りが出来る。

(4) 機構装置図

スプレーガン走行装置組立図（図 4.2.8.1）

吹付方向変換装置図（図 4.2.8.2）

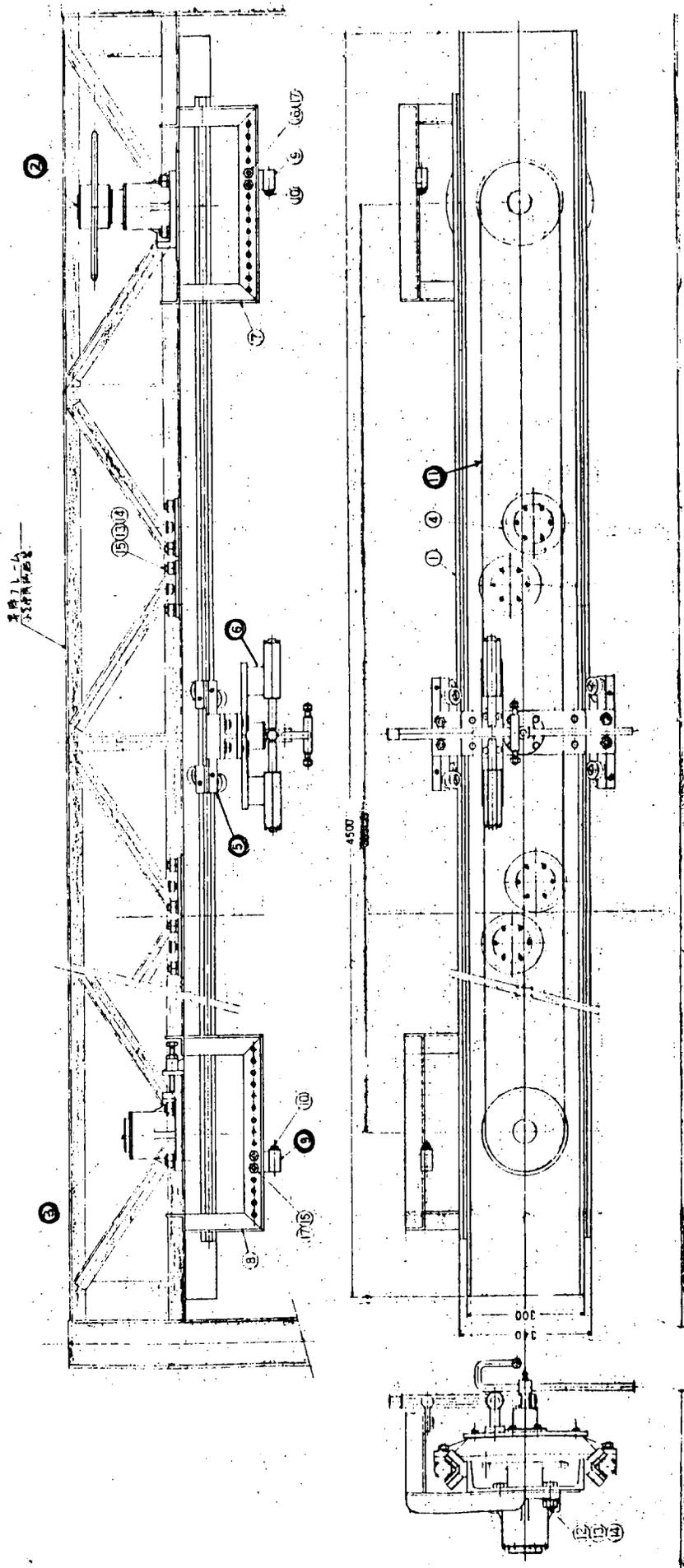


図4.2.8.1 スーパーチャージャー走行装置組立図

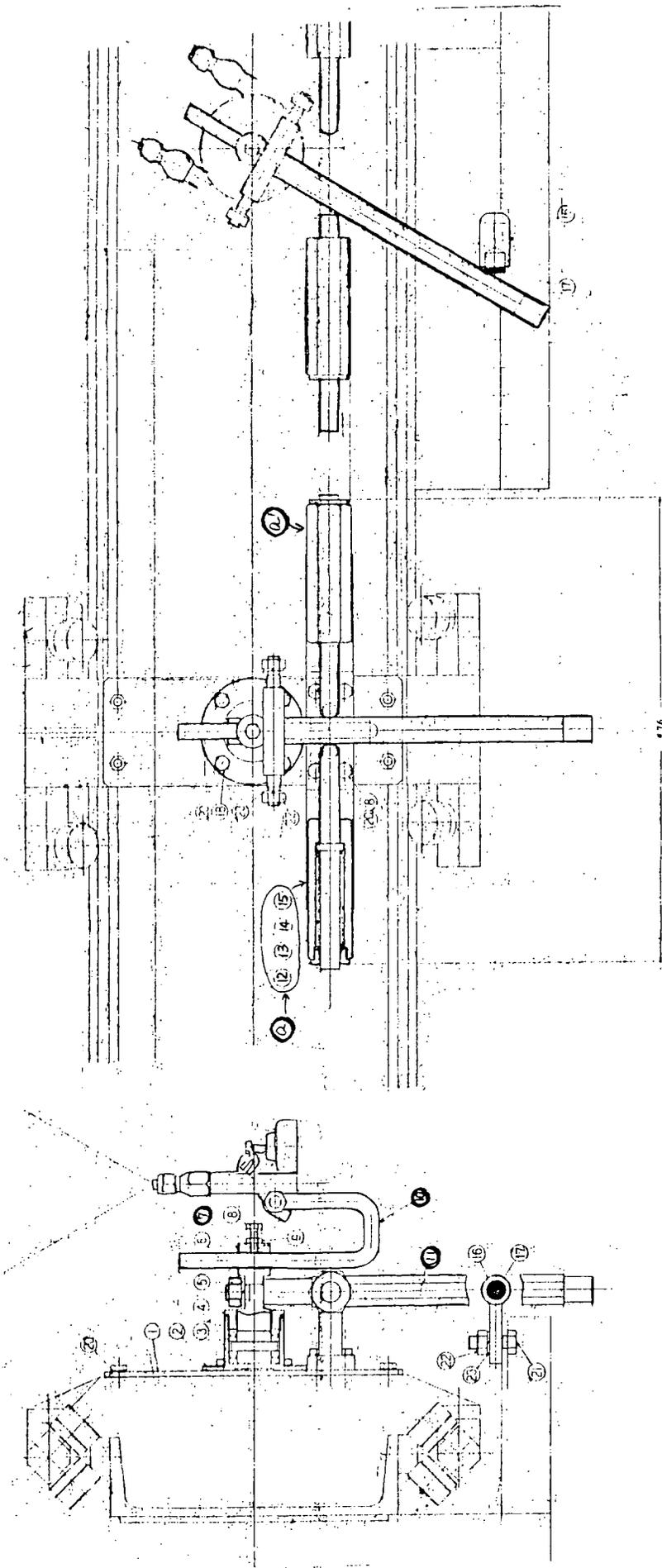


图 4.2.8.2 吹付方向变换装置图

4.2.1 46年度研究予定

本小委員会は、46年度研究方針として

- (1) 45年 各主要塗装省力機械の試設計の完了
- (2) 各機械アタッチメント装置の組み合わせ
- (3) 塗装機械化の総合的見直し
- (4) 報告書の作成

を行なう予定である。

具体的研究実施としては、下記のことを予定している。

- (1) インペラー式クローズド・サーキット・ブラスト装置の実験研究
- (2) ハイドロ・ブラストクリーニングに関する実験研究および試設計
- (3) 高所作業用伸縮自在自走車の試設計
- (4) バルクキャリアの艙内作業車の試設計

4.2 艤装品集配材システム

4.2.1 艤装品集配材システムに関する調査

研究の着手にあたって、現状調査の一環として、昭和44年度のディープサーベイ、インタビュー方式による調査その他を行なった。

また、造船工業会の資材管理部会の調査結果をも参考として用いた。

これらの調査の結果、集配材システム、使用している管理表、帳票、電算化の程度などは各社各様であり、また資材担当者の人数にしても、その守備範囲の違いから一様ではない。その実態を図4.2.1に示す。(昭和44年度ディープサーベイの艤装品集配材の管理体制に対する各社の回答より。)

また、各社とも集配材に関し種々の問題点をあげているが、その原因として、システムの不備をあげている所は少なく、システムの運営を妨げる阻害要因を指摘している場合が多い。

従って、これらの調査を続けて現状把握を深め、その中から研究方針を見つけ出ししていくことは、非常に困難であることが判明した。

そこで、現状調査はこの程度でひとまずおくこととし、研究の過程において調査の必要が生じたら、その都度行なうことにした。

4.2.2 研究方針

(1) 研究の目的

艤装品集配材システムの目的は、最少の費用と人員で、区画別またはブロック別、ステージ別に必要とする艤装品を、歯抜けなしで適時に、必要とする現場に配材することであり、これによって船舶の建造を無駄なく円滑に行なわんとするものである。

然し、現実には必ずしも所期の成果をあげるには到ってはならず、本研究はよりよいシステムを設計せんとするものである。

本研究では、研究の対象の項でも述べる如く、システムのうちの情報処理に重点をおいている。

この面から研究の目的を表現すると、次の如くなる。

- i) 情報処理の省力化、スピード化、正確化
- ii) 情報処理能力の拡大による情報活用分野の開拓
- iii) 艤装工数の節減

(2) 研究の対象

設計から始まって現場の配材に到るシステム全体を対象とすることはその範囲が歴大で、果して有益な成果をあげ得るか疑問を感じた。

そこで、現場的な分野あるいは運搬機器などのハードウェア面に対象をしばった方が良いのではという考えも生じてきた。

然しながら、艤装分科会においては、システム全体を扱うべきであるとの各社委員の意向が強く、本小委員会としてもこの方針で進むことにした。

但し、本年度の研究としては、コードや管理表、帳票の設計まで行なうことは困難なので除外することにした。

また、下記のものは、本システムで扱う艤装品の対象から除外して考える。

内 業 製 作

木 工 関 係 (一括外註と考える。含家具、装飾、タイルなど)

防熱材料

床張材料

塗料油脂

間接材料（ウエス、麻、シール剤、接着剤、テープ、パテなど）

(3) 研究の方針

織装品集配材システムには次のような特色がある。

システムの範囲が龐大である。

システムの運営を妨げる阻害要因が多い。

各社の背景がまちまちである。

従って、これらをひとまとめにして、現状から出発することは、研究そのものが混乱する可能性があるので、システムそのものと、阻害要因とははっきりと分けて考え、それらを最後に組合せるという方針をとることにした。この方針に最も適した手法の一つとして、G. ナドラー教授提唱の「ワークデザイン」の考え方がある。

「ワークデザイン」の考え方は、従来のシステム設計の手法と異り、第1段階として、各種の条件が理想状態にある場合に成立つようなシステムを設計し、次の段階として、現状ではどうしても理想状態を整えることのできぬ条件についてのみ、それに対処できるようシステムを修正する。すなわち、止むを得ざる制約についてのみ、理想から現実へ下降してこようというものである。このようにして、現実に使用できるシステムのうちで最も理想に近い優れたものを設計せんとするものである。

本研究においては「ワークデザイン」の基本的な考え方を採用することにした。その手順は次の如くである。

- (a) 織装品集配材システムにおいて考えられる、あらゆる阻害要因が全くないという条件のもとで成立するであろうところの、最も単純にして無駄のないシステムを設計し、これを理想システムと名付ける。
- (b) 次に現実の問題として起って来る阻害要因を全て洗い出し、その実態を明らかにし、現状では取除き得ないものかどうか、取除くには、どの程度の費用を要するかなどを検討したうえで、どうしても残るであろう阻害要因を拾い出し、それに対する防衛機構を理想システムに付加する。
- (c) このシステムに対し、現在の電算機の能力や、その他の条件を考え合わせ最適電算化範囲を決定し、そのシステムを設計する。

4.2.3 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、無限の概念ともいえるべきものであり、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、量的な期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、艤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4.2.2に示す。

このシステムの考え方というか、前提条件の要点は下記の如くである。

設計……受注する船は全て、数種類の標準船である。従って契約時に全艤装品の要目、数量およびその取付く区画ブロック、ステージが明らかになる。工程も標準化されており、線表がきまれば、納期は自動的にきまる。また、全艤装品が規格化されコードで表わせる。

生産技術……全て規格化されているので製作図を書く必要はない。発注中日程、取付図、パレット管理表とも全て標準化されており、設計、生産技術とも何もしなくてよい。

資材……メーカーの生産能力は無限大で、希望通りの納期で契約できる。全て規格品なので標準単価、長期契約単価などが定着し、ネゴの必要はない。

集配材センター……メーカーにおける納期遅延、歯抜け、誤作などは一切ないので、納品の消込み、未納品の督促などは不要で、ただパレット化して、現場の要求通りに配材すればよい。

以上の条件は、簡単に整えることは困難だが、設計と生産技術については完全な標準船の建造においては、これに近い条件が可能となる。

(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4.2.3に示す。

これは前項に対してもっと一般性をもたせ、標準船型でなくとも、どのような船に対しても成立つこと、規格化されていない艤装品もあることなどという条件を付加している。

このレベルになると、設計、生産技術における作業は従来通り必要となる。従って、建造仕様書より計画図、資材管理表完成までに一定期間を必要とするので、大物の発注は別途にやっしまわねばならない。

購買管理表については、全艤装品に対する納期指示と、規格品の発注という機能だけをもつことになり、規格品以外は、注文仕様書あるいは、製作図の出図をまって発注が行なわれることになる。

なお、このレベルにおいても、工程変動、追加改正、設計遅延、その他もろもろの阻害要因はないものとしている。

計画図の段階で、どの程度まで、艤装品の物量とその属性(品名、要目、規格、取付、位置、納期など)の把握ができるかで、システム中枢のレベルがきまってくる。

以上2つのレベルにおける理想システムを設計したが、後者を本研究における理想システムとして設定し次のステップに進む。(以後これを単に理想システムと呼ぶ。)

なお、今までにシステム説明の中に出てきた各部門の定義を明確にしておく為に、表4.2.1に各部門の機能を示しておく。

4.2.4 システムを流れる情報

理想システムの運営に必要な情報を全て拾い出し、それらがどのようにシステムの中の流れ、使用されるかを明らかにすることは、理想システムの考え方を補足説明することにもなる。

表4.2.2は、集配材に必要な情報を拾い出し、それぞれの情報と各部門との関係を明らかにしたものである。表中inとあるのは、その部門で発生あるいは決定できる情報、すなわちinputできることを、outとあるのはその部門で必要とする、すなわちoutputしてもらいたいという情報を示している。

表 4.2.2 は、情報を網羅し、その関係の一部を示したにとどまり、このままでは、時間の経過にそった情報の発生、流れ、利用状況などがわからない。

図 4.2.4 は、時間の経過にそ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。

上側に情報の内容を示し、上から下に向って時間の流れとともに、それぞれの情報の発生と利用を表現したもので、図の左側に、その情報を出入れする部門、その右に情報をまとめたものとしての管理表、帳票の名称、その右に input あるいは output を示している。

情報の流れの要点を上から順に述べる。

設計において、計画図から資材管理表を作成することによって、機装品の要目、数量、取付、区画などが、情報として設計から流れ出る。

生産技術の発注中日程で、区画別、ステージ別の納期を入れる。また、設計できめられなかったブロック名、取付ステージなどが決定され、資材管理表に加筆される。

これに材料予算が付加されると、資材担当者向けの購買管理表に必要な情報が揃ったことになる。これで規格品は直ちに発注作業にかかれる。それ以外については、注文仕様書、あるいは製作図の出図をまつ。

資材管理表は、装置別に作るのが最も容易であるが、資材担当は必ずしも装置別ではないから、購買管理表は資材で使いやすいように装置別から、資材担当者別にアレンジしなおすものとする。

なお、購買管理表、注文書の右側に点線で囲ったところがあるが、これは記入欄を意味する。

注文書は、購買管理表に必要な情報で十分である。

契約完了時に、メーカー、発注金額、契約納期等の情報が決定する。

これによって、納期管理区分に従って、各種の納期管理表が作成できる。

検査予定は、納期の何日前ときめておくか、契約時に予定日をきめておく。

パレット搭載工程表によって各パレットの搭載予定が入られる。

現品納入時には、入手実績と保管場所が決定する。

パレット管理表には、品名、寸法の他に納入実績と保管場所、搭載予定まで記載するものとする。納入アドバンスを十分にとりパレット管理表の output を配材直前とすれば、消込みの機械化ができ、未納品に対するアクションもとりやすくなる。

情報処理において、情報の出入れの key としては、番船と部品番号を使用する。

4.2.5 システムの運営を妨げるもの（阻害要因）

理想システムの姿を設計することは比較的容易であるが、問題はこの阻害要因である。

機装品集配材システムという、機装品の種類が多いこと、阻害要因が多いこと、そしてこれらが複雑にからみあっていることなどから、従来は何んともなく手のつけにくいものと考えられがちであった。

本研究において、ワークデザイン的な方法を採用することにした理由はここにある。すなわち、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、阻害要因を追求し、その姿をうきぼりにすることによって集配材システムの複雑さを少しでも解きほぐし、それによって、よりよいシステムに近づこうとするものである。

表 4.2.3 は、ディブサーベイその他の調査から、阻害要因を拾い出し、それらを発生部門別に整理し、各項目に簡単な考察を記したものである。

研究の初期においては、これらの阻害要因に対し、一項目毎にその影響度とその要因を取除く為に要する費用を量的に把握し、その比較によって、費用をかけても、要因そのものを取除いてしまった方がよいものと、それ

よりもシステムに防衛機能を付加した方がよいものを明確にしようと思ったが、これは非常に困難でこれだけで一つの研究テーマになりうる事が判明した。

そこで、今回は、阻害要因対策を中心に考えることとし、表 4.2.3 に対策を簡単に記したが、特に重要と思われる項目について、以下に詳細検討を加える。(表の右端の番号参照)

(1) 工程変動

本項については、その発生の時期によって2つに分かれる。

- (a) 比較的早期に発生するもので、未だ繰装品の契約が殆んどなされていない段階の場合については、工程変動に対し、発注中日程を修正しそれを input すれば、資材管理表以降の工程面が修正されるようなプログラムを組み立てれば解決する。

この際、重要なのは、発注中日程の形式であり、これの良否が修正の難易を左右する。すなわち、全品目に対して納期を指示するような中日程では、修正に手間をくい、変化に対応しにくい。

適当な区画別、ブロック別、ステージ別に繰装品をまとめて、その単位毎に納期を指示するような中日程にする必要がある。(この発注中日程については、4.2.6 理想システムの詳細で述べる。)

- (b) 建造途上における工程変動で、工程遅延や工程計画ミスなどによって発生するもので、結果的には、納期変更要求などとなって現われる。これは(a)の方法で修正しただけでは解決できるものではなく、担当者の努力とメーカーの協力にまつ以外にない。

システムとしてできることは、工程変動に対し納期がどのように変更されるべきかを決定し、その結果を関係先に迅速に連絡することである。ただし、これも発生の時期と量によったものである。すなわち(a)の方法を使うことは、購買管理表の改正につながるが、これは資材担当者の台帳でもあるから、あまり改正が出ることは、好ましくない。従って、変更になる部分だけを output させ、それをもとの購買管理表に転記する方法とか、緊急の場合はマンツーマンで処理する方法を正式に残しておくことなどが現実的であろう。

- (c) 繰表不適当による能力と負荷のアンバランスについては、その防止対策は本研究の対象外であるが、結果的には、工程変動をもたらす場合があるので、その際は(a)または(b)の手順で処理する。

ただし、本システムにおいて、繰装品の全てが電算機に入っているからそれを利用することによって、負荷調整の精度をあげる工夫をすべきであろう。

(2) 設計および生産技術工程

設計および生産技術内部の工程管理は、集配材システムの対象外と考えられるが、出図工程の遅延は、直接関係がある。

- (a) 契約遅延による出図遅延など、早期に予測されるものについては、設計工程と発注中日程とを結びつけることによって解決をはかる。ただし、設計工程を区画別、ステージ別表示の発注中日程に反映させることはかなり複雑な作業であり、特に遅延のはなはだしい場合は、現場の作業要領にまで影響を与え、一部ステージ標準の変更が必要になって来る。従って、この作業を電算機の内部で自動的に処理させるプログラムを組むことは困難であり、現状では、設計、生産技術、資材、現業の協議によって解決するしかない。

- (b) 一度きまった工程に対する遅延対策としては、設計内部における出図管理機構によると同時に、設計出図をまとめて作業を開始する立場にある生産技術に、出図管理機構をもたせ、常時チェックと定例打合せを行なって、出図工程変動による影響を最少限に喰止めねばならない。生産技術の工程管理は、自部門の出図管理機構が行なうものとする。なお、これらの工程情報を、関係ある現業に必ず流すルートを備えていなければならない。

- (c) 設計工程管理を助けるものとして、資材管理表 input 後、納期から調達期間を逆算した出図期日を、工程

表の形式に output し、それに対し出図済の消込みを行ない、アラームを出す方法も考えられるが、やはりこれは人間が処理した方がよいと考える。

承認図の提出、返却工程については、件数も少ないので、上記の方法によるアラームが有効に作用すると考える。

(3) ステージ、ブロック区分の早期決定困難

資材管理表を作成する段階で、全機装品について、それが取付く区画またはブロックおよび取付ステージが明確になり、資材管理表に記入されて電算機に input されないと、システムの効率はさがるが、設計段階でこれを行なうことは、同型船以外は困難である。

(a) 区画区分については、船体関係は計画図が船殻構造に合わせて書かれているので、比較的容易であるが、機関部の管装置などとなると、その系統図からは、区画すらも判然としない。まして、ブロック区分については、例えばその時点で船殻のブロック割りが決定していても、それと計画図から取付くブロックを判定することは困難なものが少なくない。

従って現状では、資材管理表に対する生産技術での加筆という手順を入れざるを得ない。これをなくすには、仕様、配置、機装品の標準化と、工作要領の標準化を進めて行かねばならない。

(b) ステージについては、全機装品に対し取付ステージをきめて、これを標準化しておくことは、手間さえかければ比較的容易にできる。ただし例外として、甲板に取付く機装品などについては、ブロックによって反転するものと、反転できぬものがあり、同じ機装品でも画一的にステージをきめられぬ場合もあり、生産技術の外業的な判断にまたねばならぬ分野が残る。

なお、ステージ標準は造船所の設備、工作法に影響されるから、どこの造船所にも共通に使えるといったものにはならない。

(4) 追加改正

追加改正が発生する原因は多種多様であり、また関連図面の範囲、発生時期も全般にわたっており、然もその頻度も大きく、一項につきる回以上の追加改正が行なわれることもまれではなく、はなはだしい時は6~7回に及ぶものさえある。

その結果として

- (i) 工程妨害による損失
- (ii) 処置に要する直接の損失
- (iii) 管理密度の低下による

能率の低下

進歩向上の停滞

- (iv) 士気の低下

など有形無形の損失の与える影響は、殆んどどの部門に対して非常に大きい。

従って、一旦起った追加改正に対しては、関係各部署において、その追加改正の内容と、それまでに起った追加改正の内容詳細を含めた一切を完全に把握し、互いに密接な連絡を保ちつつ、状況に応じた適切な処置を迅速確実にとり、被害を最少限にとどめなければならない。

(a) 手配、発注、納期管理、集配材センターの各部署では、出図 (output) がそのまま帳票として使用されるものが多いが、その場合、消込みやメモ等の書込みが一般に必要であり、これに追加改正を織込むことになる。無論、書込み不要に設計されていたり、前のものが全然役立たない程変更される場合は、旧図を捨てて入換えるが、多くは、追加改正部分のみを旧図に、それぞれの部署で、はりつけるか、綴込むことになる。

いずれの場合にしても処置を完璧、スムーズに行なうためには、

- (i) それまでの追加改正の内容詳細を含めた、その追加改正の一切が明確に表現された output であること。
- (ii) それが簡便確実に織込みが可能な体裁とすること。
- (iii) 見易いものであること。(読解能率が良いこと。)
- (iv) 電算化によるペーパーラッシュが起らないような編作と体裁であること。

以上が絶対の条件であり、完全に解決しておくことが必要である。一方、設計、生産技術においては、処理手続き、所要日数、原紙管理について十分注意して、それぞれの問題をつぶしておかないと、出図おくれ、図面ミスが増加する恐れが大きい。

従って、追加改正は、電算化にあたり最もその取扱いに慎重をきすべき項目である。

- (b) 設計、生産技術以外の部署での設計ミスの発見や、追加改正の原因が発生した場合における設計へのフィードバック、関係部署間の連絡や処置が、迅速適切に行なわれるよう、組織の検討と平素からの教育の徹底が必要である。
- (5) 購買管理

- (a) 発注忘れについては、業務の山や、注文書が下積みになることなどによって発生する可能性があるため、資材管理者および担当者向けのアラームを考えてみる。

この場合、全織装品に対し、画一的な扱い方をするとペーパーラッシュなどを生じて、役立たなくなる可能性がある。

そこで、アラームを発する時期を2つに分けて考える必要がある。

- (i) 重要品、長期納品

これらは発注時期を失うと取返しがつかなくなる恐れがあるから、契約予定日より一定期間前にアラームを出す。

- (ii) 加工外注品、短納期品

これら、いざとなればある程度無理のきくものについては、契約予定日の一定期間後にアラームを出す。

以上の如く、購買管理区分を標準化しておき、区分別にアラームを出すならば、慢性的なアラーム過多をまぬがれ、効果的な運営が可能になると考えられる。

然しながら、実際は、発注忘れだけを選び出して、それについてのみアラームを出すことは困難であり、出図遅延等その他の原因による契約遅延も一緒に出てきてしまい、ペーパーラッシュになる可能性が大きい。従って、担当者が購買管理表をよく見なおし、消込みを行ない、極力ミスを防止することが最も現実的で効果のある方法であろう。

- (b) 納期の誤りについては、電算化システムにおいては、外業の希望納期が購買管理表にプリントアウトされてくるので、資材部門における人による誤りの発生する余地は殆んどない。

- (6) 納期管理

納期管理は、特に人間の判断力と、積極性が主体であり、電算機はその補佐にすぎないことを十分に認識しておかねばならない。

- (a) 納期管理専門グループの設置 (資材または集配材センターに)

従来納期管理は、購買担当者の業務とされている所が多いが、必ずしもその責任が明確にされていないようである。正確な情報の早期入手と、それによる行動を適確にとり得るような納期管理専門グループの設置は、本システムの運営の要ともいえる。

本グループの主業務は納期管理(含承認図工程)であるが、この他材料市況についての情報収集と、標準

調達日程へのフィードバックも担当させるべきである。

材料市況の変化を、理論的に予測することは不可能ではなからうが、その予測を資材政策にそのまま反映できるかとなると疑問である。当面は、納期管理専門家がメーカーや市場を歩きまわって、肌で感じたものを尊重し、早期に手をうつことが最も効果的であろう。

本グループの新設によって、人員の増加が生じて来るが、これは電算化システムによる資材担当者のデスクワークの減少と、本グループの活躍による納期管理の徹底により、工程混乱などの例外処理の減少などによって人員削減が可能になる。

(b) 納期管理表

納期管理グループの業務を補佐するものとして、電算機から重要品目納期管理表とメーカー別納期管理表をoutputする。

この際、メーカー自身の工程管理能力（納期を守る能力）を定期的にチェックシランクをつけ、メーカー別納期管理表とあわせて活用することが望ましい。

なお、ここでいう重要品目は、購買管理の項で述べた重要品と長納期品と合わせておくべきである。

(c) 納期遅延に対するアラームは、契約納期を境に、早目に出せばペーパーラッシュ、遅目に出せば手遅れとなり、その時期が問題である。むしろ納期管理グループが、アラームを頼りにして行動を起こすという考え方は捨てるべきであると考える。

従って、アラームは出さないか、出すとしたら、資材部門の管理者に情勢判断用に出す程度にとどめるべきではないだろうか。

(d) 納期変更要求

外業よりの納期変更要求に対しては、集配材センターが窓口となって納期管理専門グループと情報交換を行ない、必要な手をうつ。

(e) 納期に対するサバのよみすぎ

各部門とも、自己防衛本能から、サバが累積される場合が多いが、所要期に対する余裕量の判断は資材に任せるべきであり、以下の手順によってサバの累積によるトラブルを防止すべきである。

- (i) 現場所要期には、一切サバをよまない。
- (ii) 所要期に対し、一定の標準アドバンスを設定しておき、それによって納期をきめる。
- (iii) 納期に対する余裕のとり方は、メーカーの状況に最も詳しい資材担当者の責任においてきめる。

(f) 不良、過不足

納期管理専門グループおよび検査担当者によって未然に防止すべく全力をつくすことは当然だが、集配材センターで検収時に発見されたものについては、システムとして連絡する径路を備えておかねばならない。

納期管理にあたっては、納期管理専門グループと、外業の窓口としての集配材センターとの日常の密接な情報交換が非常に重要であり、集配材システムのきめのこまかい運営にとって欠くことのできぬものである。

(7) 納品書不正確

発生原因は次の通りである。

(a) メーカーの営業担当者と出荷担当者の意志疎通不足

営業担当者が作成した製造指示書には、納品書の記載に必要な事項が全部は記載されておらず、出荷担当者が製造指示書だけで納品書を作った場合問題が多く残る。

また、納品書不備を指摘しても、窓口である営業担当者で処理され出荷担当者まで伝達されない。

なお、納品書をメーカーに書かせた場合の、納品書不備の実態の一例を表4.2.4に示す。

(b) 出荷担当者の納品書重要意識不足

単なる「送り状」程度に考えている。特にひどい場合は、運送会社の送り状だけで、番船すら記入されていないこともある。

また、検収、入金など事務処理上の問題はすべて営業サイドに押しつけ、納品書記入はマイペースのムードが強い。

以上の結果、造船所には、いろいろ不完全な納品書が持込まれてくるが、それによって生ずる問題と対策について次に述べる。

(i) 内容の不正確

納品書をメーカーに書かせると、表4.2.4に示す如くに多くの問題を発生するが、これは注文書と納品書のワンライティングによって解決することができる。

この場合の問題点は、納品書の紛失と、分納の処理であるが、造船所としての統一された方式をきめておき、メーカーに守らせることで解決する方法もある。

(ii) 入手情報処理

現品入庫直後に、入手情報をinputすることが、パレット管理表消込みの省力化のきめ手となるので、集配材センターに端末機をおき、必要最少限の入手情報だけでもinputできることが望ましい。

端末機をおかず、中央でinputする場合は、納品書だけからinputしなければならないので、不備な点は集配材センターの経験者が現物確認のうえ、加筆しておかねばならない。

分納については、番船、部品番号、分納数量程度のinputにより、パレット管理表のうち搭載期日の早いものから順に引当の消込みを行なうプログラムを組んでおくべきである。

(iii) 会計処理

納品書不備ということで支払いがとおくれることは、造船所にとって一見有利のようだが、メーカーの保護育成と、本船竣工後の原価集計作業の面から考えて、現品納品直後にきちんと処理されることが望ましい。これは、造船所のメーカーに対するしつけの問題であり、メーカーに対し造船所のシステムについてのPRを行ない、協力してもらわねばならない。

(8) 保管能力

保管能力には量的な面と、破損、紛失防止や取扱い易さのごとく質的な面もあるが、ここでは納入アドバンスに重点をおき、量的な面について述べる。

保管能力は、納期と搭載期日との間のアドバンスをどれだけとるかということと密接な関係がある。

理論的には、緩装品の歯抜けは生じないという前提のもとで

納期管理に要する費用

保管費用とアドバンスに要する金利

などの和の最小になる点から導き出されるものであるが、これらについては造船所の立地条件（土地のあるなし、土地代金の高低、周辺メーカーの能力）などから、一概には論じられない。

しかしながら、納期管理に要する費用については、納期管理に従事する者の人数だけから算出することには問題があり、特にアドバンスを小さくした場合には、資材部門だけでなく、集配材センターおよび外業の監督者の現品確認と納期督促に要する時間が増大し、極端な場合は監督者が材料調達人になってしまうことすらあり、その費用は、監督者不在による外業工数のロスまで考えると、予想外に大きいものとなる。

また、今後の人件費の上昇傾向からして、物によってはアドバンスを増やしても、納期管理に要する人員を少しでも減らそうという動きは十分予想される。

一方、本研究におけるシステムの運営面から考えた場合、アドバンスは少なくとも20日から30日は必要となってくる。

いずれにしても、保管能力が小さいことは、現状では、大きな阻害要因の一つであることは明らかであり、集配材システム担当者は、適正な保管能力を確保する為に、出来るだけ損得勘定を明確にした計画書によって経営者の理解を得るよう努力すべきである。

(ただし、将来、中小メーカーが合体するなどして、その経営基盤、技術水準、生産能力、管理能力などが飛躍的に向上した場合は、あらためてアドバンスの大きさを見なおすべきである。)

保管能力の有効活用の面からは、織装品の占める面積を算出し、その大きいものに対しては、アドバンスを小さくするとか、分納を厳密に行なうなどの方法を工夫することも必要である。

(9) 歯 抜 け

歯抜けの原因としては

- (i) 出図タイミングの不揃い
- (ii) 図面精度不良
- (iii) 追加改正
- (iv) メーカーの生産能力、管理体制不足
- (v) 納期管理不十分
- (vi) 市況の悪化
- (vii) 集材ミスまたは能力不足

などがあげられるが、すべてこれまでにあげた各々の阻害要因のしわ寄せの結果である。従って、すでに述べた各阻害要因対策を十分に行ない、起こる前にその原因を除去する事が一番必要である。

歯抜けの被害としては、集材、配材、取付作業の手待ち、やり直し、作業環境の悪化、工程混乱、諸管理密度低下等による直接の能率低下の他に、士気を低下せしめたり、集配材センターや納期管理部署などへの不信感より、二重三重の本来無益なはずの自己防衛機構(例えば外業の中の材料班、納期管理担当者、二重在庫等)が組織中に存在するようになる直接の動機としての可能性が大きいので、その点を関係部署全体が十分認識して、歯抜けを起こさぬよう最善を尽すべきである。

現状は、各造船所により差があるが、歯抜けは一般に絶えず起こっているか、その可能性のある問題であり、造船所側だけの対策により追放できる問題ではない。

起こった場合に対しては、

- (i) 早期の発見(入手即時の確実なチェック)と確実迅速な報告
- (ii) メーカーまたはユニット工場への確実迅速適切な働きかけ
- (iii) 外業またはユニット工場への確実迅速な情報連絡と対策の実施

などの処置が臨機応変にスムーズに行なわれ、被害を最少限に止め得るように、集配材センターおよび関係部署の組織、体制を保つ必要がある。

4.2.6 理想システムの詳細とその運営

(1) システム作成の経過

4.2.3で述べた技術的に実行可能な理想システムをもとにこれを管理、設計、生産技術、資材、メーカー、検査、集配材センター・ユニット工場、外業の9部門に分け、それぞれに肉付けしてまとめたのが図4.2.5の理想システムのラフスケッチであり、これが本システムの骨格をなしている。

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て、全体的な見直しを行なってまとめたものが図4.2.6理想システムの詳細である。

なお、4.2.5の阻害要因に対する対策については、この段階で付加しておく。

(2) システムの要点

システムの基本的な考え方については、4.2.4において一通り述べてあるので、ここでは、本システムを成り立たせるうえにおいて最も重要と思われる点について述べる。

(a) 設 計

資材管理表の基本的な考え方は、設計段階で、艤装品の総量を完全に把握してしまおうということであり、これが本システムの出発点である。

そして、この物量についての情報の質の良し悪しが、システム運営上の決め手となる。

資材管理表の形式は色々考えられるが、その一例を図4.2.7に示す。これに盛込まれた情報をもとに、追加情報を加えて配列しなおし、購買管理表、納期管理表、パレット管理表などを作成する。この作業は、人間がやると、転記という無駄な作業が多くなるが、電算機にとっては、最も簡単な作業で、プログラミングも容易である。ここで大切なことは、資材管理表に盛込む情報を、人間の判断なしで、電算機で処理できるように整理することであり、これについては本章の(3)で詳しく検討する。

(b) 生産技術

パレット管理表は、艤装品の集配材のために、艤装品を区画別、ブロック別、ステージ別に拾い出してリストアップし、それぞれの艤装品に対し、集配材に必要な情報（注文先、契約納期、入手実績、搭載予定、保管場所など）を加えたものである。

このパレット管理表に記載される情報は、外業の工事カードに必要な情報と同一な部分が多く、パレット管理表に多少手を加えることによって、外業の工事カードにすることができる。

すなわち、パレット管理表から、集配材のみに必要な情報を削除し、外業に必要な情報（取付図面、取付工数など）を盛込むことによって工事カードにすることができる。

造船所によっては、パレット管理表を工事カードに流用している所もあるが、多目的な帳票は、ペーパーラッシュや使いにくさの原因となるから、さけるべきであり、手書きの段階では止むを得ぬが、電算化した場合は、パレット管理表、工事カードとも、それぞれに必要な情報のみを盛込んだ単目的の管理表をoutputさせるべきである。

パレット管理表を電算化した場合には、パレット管理表に対する納入の消込みを、電算機で処理させる考えである。

艤装品が納入された場合、資材管理表や購買管理表に対して消込みを行なうのは容易であるが、パレット管理表に消込むのは、その艤装品が、どのパレット管理表に含まれているかを探さねばならず、意外と手間をくう作業である。

この作業の電算化の前提としては、納入アドバンスが適当な期間あることと、入手情報をできるだけ早くinputすることである。

この考え方による運用方法の一例を次に述べる。

- (i) 納入アドバンスは20日とする。
- (ii) パレット管理表は、初期に第1回出図として、未消込みのものを最少部数、関係部門に、工事計画用として配布しておく。
- (iii) 艤装品納入の都度、納入実績を直ちにinputしていく。

(V) パレット搭載予定期日の5日前に、消込みのすすんだパレット管理表を関係部門に配布する。

(V) 集配材センターでは、これによって未納品の督促を行なうと同時に、既納品のパレット化を行なう。

なお、同一織装品が分納された場合には、搭載期日の早いパレット管理表から順に引当てて消込むようなプログラムを組んでおく。

出図管理機能については、これをいかに厳密に、かつ先を見て行なうかが以後の工程に大きく影響するので、力を注ぐべきである。作業量はたいしたことはないから、重要性和合わせ考えて、生産技術部門の管理者が直接この業務を担当すべきであろう。

また、この機能の一つとして、設計、生産技術の工程情報を適切に関係部署に流すことも忘れてはならない。

発注中日程は、資材管理表に納期を記載するために、生産技術で作成し設計して配布する。表現方法は、区画別、ステージ別に納期を指示するものとし、工程変動に対応しやすいものでなければならない。発注中日程の一例を図4.2.8に示す。電算化した場合は、発注中日程もinputしておき、織装品の区画とステージから、納期を自動的にきめることができる。

設計、生産技術に残材引当指示とあるのは、従来のごとく単に残材リストをまわしただけでは、積極的に引当てられる可能性が少ないので、引当てをするよう圧力をかけようという意図をもっている。

(c) 資 材

購買管理表は、資材の担当者に最も使いやすい形式にする為に、織装品を担当者別に整理し、かつ台帳として必要な記入欄を設けておく。台帳として使うものであるから、改正によって差替えることは好ましくないから、余程大きな改正でもない限り、改正部分をもとの購買管理表に貼付するかまたは転記するものとする。

材料予算については、管理部門でのinputによって、購買管理表にoutputされて来るのが望ましいが、標準化がもっと進まなければ現状では無理であろう。

注文書を電算機からoutputすることの問題点は、一種類の織装品に対して一枚の注文書が出て来て、その枚数が非常に多くなることであり、従来のごとく、同一メーカーに発注するものについては、ある程度まとめた注文書がoutputできるよう、工夫する必要がある。

納期管理表としては、重要品目のみを拾い出したものと、メーカー別との2種類を作成する。

重要品目納期管理表には、承認図の提出、返却工程、検査予定などの欄も設ける。

これらは、いずれも納期管理専門グループが使いやすい形式でなければならない。

納期管理専門グループは、電算化システムでは処理しきれない、人間でなければできない応用動作を多く含んだ業務を集团的に処理する。すなわち、メーカーを巡回して、情報の収集、納期の調整と督促、関係部署への納期情報の伝達などを行なう。

この業務は、電算化システムのスマートさと正反対のものであるが、このように人間くさい業務の重要性を正しく評価し、それに力を注ぐことがシステムの円滑な運営にとって大切である。

(d) 検 査

検査山積表は、出張検査を全て網羅した工程表で検査業務の計画に用いる。

加工外注品の検査を現業部門で分担している造船所もあるので、電算化する場合は、品目毎に検査の所掌を明確にしておかねばならない。

(e) 集配材センター

パレット管理表に対する納入済の消込みなどを電算化することにより、現品扱者のデスクワークを最少限

にし、余力を現品確認、パレット化作業、歯抜け防止など外業に対するサービスの充実にふりむける。

貯品管理の機能については、電算化した場合は、設計でinputされる貯品予量と集配材センターでinputされる貯品要求票から在庫量の決定、発注時点と発注量の決定と注文書のoutputを行なうプログラムを考える。

集配材センターの運営については、本章の(4)で詳しく述べる。

(f) 外 業

パレット搭載工程表は、各パレットの搭載予定を示す一覧表で集配材センターにおいて、パレット搭載期日の目安となるものであり、船殻の組立、搭載工程表と繊装工事中日程より作成する。

電算化システムにおいては、本表をinputすることによって、パレット管理表に搭載予定日が記載されるようなプログラムを組むものとする。

(3) 資材管理表からパレット管理表への転換の問題点

理想システムにおいては、資材管理表に盛込まれた情報からパレット管理表を作成することを考え、自動的に転換されるものとしているが、現実には多くの問題点をかかえており、それらを一つ一つ解決していく工夫がいる。

ここでは一例として、船装関係の繊装品に目を向け、どんな問題があるのか、それを解決するにはどうしたらよいかを検討する。

(a) まとまりのない繊装品

これは主として生産技術から出図される製作図によるもので、例えば艙内傾斜梯子、通風ダクト、諸管受台、スピンドルなど、資材管理表の段階で部品番号をきめにくいものである。

製作図をブロック単位に書くことにすれば、資材管理表にその図面番号と図面名称(または品名)を入れることで、それをそのままパレット管理表に転換することが可能である。

しかしながら、このように製作図をこまぎれにすることは、生産技術と資材の作業を阻害することになる。特に、共通部材の多い梯子、諸管受台、スピンドルなどは、発注業務が非常にやりにくくなる。

(b) 内容が不明確のもの

これは購買品に多く、設計段階では、〇〇装置一式としか表現できないもの、例えば空調装置、油圧装置などである。これらについては、メーカーより工事用図がこない、その内容が正確にはわからないから、工事用図を入手した段階で追加のinputをしなければならない。

ただし、購買品でも厨房器具のごとく単品のものや、いくつかの部品から成っていても、それが同一区画、同一ステージに取付くとはじめからわかっているものは問題ない。

(c) ステージの判断が困難なもの

(i) ユニットの対象になっているかどうか。

(ii) ブロック組立要領に左右されるもの、例えばブロックの反転を行なうかどうかなど。

(iii) 繊装工作法に左右されるもの。

これらは、生産技術の進行にもなって明らかになって来るものであり、同型船あるいは類似船でないかぎり、設計における資材管理表の段階で決定することは困難である。

(d) 対 策

以上のごとく、一つ一つの繊装品を入念に見なおしていくと、一筋なわでは行かない問題点がでてくる。それらは、生産技術作業の進行、メーカー図の入手などによって順次解決されて来るものであり、生産技術において、資材管理表に加筆するという手順を設けることによって理論的には解決できる。しかし、この手

順を人間が運営するとなると、資材管理表の種類が多くなったり、その内容が煩雑になるなどの問題が予想される。一方、電算化した場合は、加筆のあるたびに（あるいは一定期間ごとに）追加情報を input し、その都度ファイルを更新することにより、常にすっきりした型で情報を貯え、かつ処理することが可能となる。

しかしながら、このような手順は決して理想的ではなく、できることなら設計段階で資材管理表を完成してしまえることが望ましい。そのためには、標準船の創造、同型船の受注、機装品の標準化の範囲の拡大、あるいは配置などについての部分的な標準化を進めるなど、地道な努力を積重ねて行かねばならない。

(4) 集配材センターの運営上の問題点

集配材センターの作業内容は次のごとくである。

- (i) 受入れ、保管作業
- (ii) パレット化作業
- (iii) 運搬、配材
- (iv) 外業と資材（メーカー）ユニット工場、場合によっては、設計、生産技術を結ぶ窓口業務

これに対し、運営上の大きな問題点としては次の3つがある。

- (i) 受入れ→パレット化をどのような組織で運営すべきか（集材）
- (ii) 作業者の質と人数の確保
- (iii) 外業への帰属意識と窓口業務の円滑性の確保

これらについて、以下に集材、配材にわけて述べる。

(a) 集材

集材作業のやり方として、二種類の方法が考えられる。

- (i) 受入れ保管作業とパレット化作業を別々の人間が行なう。（横割型）
- (ii) まず担当者を区画別にわけ、更に受入保管業務を、多少の例外はあるとしても出来る限り他の区画担当者から独立してやれるように、担当区画の主要機装品を中心に品目を各担当者に巧く割当てることにより、受入れ保管作業とパレット化作業を一貫して同一作業者が行なう。（縦割型）

（パッキン、ボルトナット等広範囲に使用されるものは常に上記(i)の方法となるので、ここではそれ以外のものについて考える。）

以上要するに（受入、保管）と（パレット化）の2つのステージを横割組織で管理するか、縦割組織で管理するかである。これらの場合の得失について以下に述べる。

(i) 横割組織の場合

- (イ) 船の種類が多い場合に適する。
- (ロ) 機械的な作業の部分が多くとれ、未熟練者でも使える場所が多い。
- (ハ) 大量の機装品の処理に向く。
- (ニ) 在庫管理の厳密性が保持しやすい。
- (ホ) 全体としての人数が多くなりやすい。
- (ヘ) 作業者の外業帰属意識が低くなりやすく、外業の進歩、変化に対し、消極的となり溝がでやすい。
- (ト) 作業者の能力保持、養成、向上が困難

(ii) 縦割組織

- (イ) 船の種類が少ない場合、生産規模によっては、その分担を巧く決めると非常に効果的で少人数で運営できる。
- (ロ) 外業への帰属意識をたかめやすく、外業の進歩変化に対し、積極的に適応しやすくなる。

- (イ) 作業者の能力の保持，養成，向上がやりやすい。
- (ロ) 作業者の個人的な能力に対する要求が大きい。
- (ハ) 作業の山谷への適応力は，応用動作が多く，機械的作業が減少する傾向にあるので，横割に比してやや劣る。
- (ニ) 在庫管理の厳密性が保持しがたい。

横割，縦割ともに，それぞれ理想的な環境で実施すれば，差は出ないはずであるが，現実にはそうもいかないもので，以上あげたそれぞれの特徴と，各造船所の性格を考え，合ったものを採用すべきである。また，ある期間ごとに横割，縦割を交互に採用し，長所をとり短所を補い合うことも一案である。

いずれの場合でも，作業者は，従来の材料工的“半人前”のイメージの人間では，今後の艤装工事の新展開に応じ，外業と関係部署を結ぶ中枢となる役割を果たすことは不可能であり，相当の能力と積極性が要求される。

無論，できる限り機械的な作業が多くなるように計画すべきではあるが，現実には，例外，応用動作を要求される場合が非常に多く，果すべき機能の重要性と今後の発展に対する期待度を満足させるためには，能力と積極性を備えた作業者であることが必要である。

この場合，外業工事および諸装置についての詳しい知識，外業への帰属意識が特に重要であり，外業との定期的人事交流を是非ともやらねばならない。

また，窓口業務については外業作業者にその意味を十分理解させ，集配材センターを通し，問題をより一層まとめて統計量的な扱いをし，現状の改善をはかるなど，集配材センターの有効利用を教育することも非常に大切である。

(b) 配 材

配材作業の範囲としては，原則として，取付け位置まで艤装品を配材し，外業作業者による艤装品の移動は，取付けに必要な最少範囲にとどめ，取付作業そのものに専念せしめるべきである。その意味からして，配材作業者が現場工程を十分に把握し，外業よりの配材依頼をなしても，配材の把握した外業情報により，集材と配材が調整し合っ，適時に配材されるようにすることが望ましい。

したがって，配材作業の監督者やボーシンは，外業のベテランで外業への帰属心の強い，積極的な人物であることが必要である。

一方，作業としては地味で格好が悪く，骨が折れる運搬作業が主となるので，あまりやりたがらないのが実状である。

特に集配材センター→岸壁，船台間等の運搬専従者は（それ程能力は要求されないが，確実性，責任感強く要求される。）今後なり手がなくて困ることが予想される。

したがって，作業者の質と人数を確保し，士気を高く保つことが最大の問題であり，特に若年層の定着については問題である。

その対策として，数案をあげてみる。

- (i) 集配材ともに，外業との人事交流を盛んにし，名実共に外業の幹部候補生学校のような性格を持たせ，イメージアップをはかると共に，広い視野と管理者的センスの養成をはかる。
- (ii) 集配材と絶えず工程的に強い密着を要求されるブロック艤装グループを統合して，集配材センターと同一組織とし，絶えず交流を行ない，作業の変化による意欲の向上，現場センスの養成，イメージアップをはかる。

（ただしこの場合，取付作業と配材作業を同時に兼任させることは責任体制を維持するために絶対好ま

しくない。)

(iii) 運搬専従者と他種の作業との交流をはかる。

(この際、技能の維持には十分に考慮する必要がある。)

以上のような種々の対策を状況に応じて実施し、問題点の解消をはかることが必要である。

4.2.7 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

繊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。何年間で投資分を回収するかは企業方針によって異なるが、あまり部分的なあるいは短期の収支に捉われず、全体として効果的なシステムとなるように考慮した。

(i) 電算化を一次と二次の2段階に分ける

一次電算化項目

集配材トータルシステムを構成するのに必要な項目

電算化が比較的容易な項目

上記2項目から容易に導き出せる項目

二次電算化項目

一次電算化以外の項目

(ii) 繊装品集配材システムにおける阻害要因および例外事項とその処理を次に示す。

項目	説明	一次電算化
工程変動	小日程は対象とせず	○
追加改正	設計、生産技術より出図	○
残材引当	引当指示	×
メーカー変更		○
納期変更	現品入庫以前	○
支給材変更	造船所支給、支給取止め	×
分納処置	1品目1メーカー複数回納入	○
納品書不良	納入実績のみ消込む	○
外業誤作	追加改正と同様に扱う	○

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し、一次電算化に含まれない項目は二次で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際しては、組織の変更、人員の移動および教育等が必要である。各社の現組織はまちまちであり、組織変更のための負担は一様ではない。

本研究では、組織変更は何ら障害なく行なわれるものとする。

時間的あるいは人的制約については、本研究では完成期限は特に指定されず、したがって、システム設計には十分な時間と人員を投入できるものとする。

電算化の費用については、項目によっては容易に電算化できるものと、そうでないものがあるが、電算

化費用が多少増しても長期の内には回収できるものとし、本研究では電算化費用による項目の制限はないものとする。

(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し、これらの運営費については予算の裏付けがあるものとする。

電算機の使用時間は確保できるものとする。実際には他業務との関係で、アウトプットの周期を変えたり、システムの大きさを変えたりすることもあるが、本研究ではそのような制限はないものとする。

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) 電算化の問題点

(a) 電算化の基盤

集配材の電算化システムは、特別の知識、熟練を有しない者が運営に参加できるものとする。

しかし業務知識の一つとして、システム運営の要領とその能力については正しく理解していなければならぬ。

(i) 情報の径路

集配材システムのための組織と関係があるが、システムを流れる情報の径路を確立して、情報の正確性を保持すると共に、臨機応変の活動を可能にしておかなければならぬ。

(ii) 情報の規格化

電算機を中心として一つの情報がいくつもの部門で使用される場合、その情報は客観的普遍的な形で表現しなければならない。そのために一般にコード化という方法が採られる。電算機で情報を処理する場合、何れの形にせよ規格化が必要であり、合理的な使い易いコードを設定しなければならない。

(b) 電算化による利点

(i) 正確化

正確化とはシステムを流れる情報が末端においても正確になるということであり、人による転記ミス等がなくなることである。その前提条件は次の通りである。

- 1 電算機（ハードウェア）の処理が正確
- 2 プログラム（ソフトウェア）が正確
- 3 電算機操作（オペレーション）が正確
- 4 データが正確

以上を確保する為には充分な準備を要する。

(ii) 高速化

電算化による情報処理の高速化は2つの点がある。一つは電算機自体の高速演算性能によるもの。もう一つは集配材システムの整備による即答能力によるものである。後者は電算機システムによる情報の集中管理による所が大であり、また本システムの特徴でもある。

この高速化により帳表等の消込みが容易になり、どの部門においても常に最新の情報が得られるようになる。

(iii) 省力化

集配材システムにおける情報処理の大部分は全く機械的な帳票作成とか、簡単な判定作業で占められて居り、これらを電算化することにより各部門においてこの面の省力化を行なうことができる。

集配材業務のシステム化および電算化の目標の一つはこの省力化であり、余った時間や人を例外処理、高度な思考、判断を要する業務や、受入れ→パレット化に到る現品作業密度向上に投入することができる。

(V) 管理水準の向上

集配材業務の効果をあげるために、実績の追跡すなわち管理機構の整備が必要になって来る。

電算化を通じて、省力化の項で掲げたように、管理水準を向上させ、企業体質の近代化を計ることができる。

(c) 電算化による欠点

(i) インプット段階

電算機へのデータのインプットに関する欠点の一部については、システム設計時に対策を組込むことができる。

一般的な傾向として、電算機へのインプット・データには規則や約束が伴い、そのための欠点が現われてくる。先ずコードの取扱いが多くなることによる単調作業の増加とコード・ミスがある。ミス・データの検出は、一部はプログラムでも可能であるが、人による検査も重要であり、人が検査しやすいようなデータ形式の設計が必要である。

電算機処理の段階でミスが検出された場合は差支えない範囲で処理を進め、ミス・データは追加改正と同様の扱いをして、システム全体の流れを先へ進めるようにする。

(ii) アウトプット段階

印刷装置の固有の能力によるもので活字の種類や大きさが固定されて居り、情報の表現が必ずしも適当ではない場合がある。したがってアウトプットの判読に苦勞したり、逆に多くの規則を覚えたりしなければならぬ。

次に帳票の設計であるが、電算機使用時間を短くする意図から、多目的帳票を設計しやすい。そのために帳票は大版で扱いにくくなり、必要な情報を探すのに手間がかかる。また追加改正の場合、必要でない部門にもアウトプットが送られることになり、ペーパーラッシュの現象を生じやすい。このような帳票の設計は、電算化に失敗する場合の最大の理由の一つであり、少しでもそのおそれのある場合は、慎重に検討を行なうべきである。

(iii) システム運営

情報径路を固定することにより、至急処理の場合のタイムラグが特に問題になる。対策としては、手作業を認め本システムとしては事後処理のみを行ない、二重手配をしないようにするものとする。

一方メーカーとしては種々の面で造船所の集配材システムに協力するための体制を整えなければならぬが、現状を考えると期待できるかどうかは問題である。

(3) 電算化システムの設計

本節では4.2.6の詳細システムの流れより3つの項目に分類して、それぞれの流れ図を作成し、情報項目を一次、二次電算化項目に分類した。

次にアウトプットされる伝票・帳票に含まれる情報を分析し、そのためにインプットすべき項目を検討した。最後に以上を総合して電算化システムの流れ図を作成した。

(a) 日程情報の流れ（図4.2.9参照）

一次電算化項目

線表より各部門の中日程までとする。

標準工程が確立され、少数の情報で全日程表が得られる場合と、全日程表を人がインプットする場合

とで電算化の程度の差はあるが、基本的な日程情報は、集配材システムに必要である。

二次電算化項目

各部門の小日程を二次電算化項目とする。

各部門の特殊性、小日程への変動要因等により標準工程の設定には困難があり、また人がインプットする場合は変更が多くなり過ぎる。

(b) 設計情報の流れ (図 4.2.10 参照)

一次電算化項目

資材管理表以降の織装品情報とする。

計画図、取付図からの織装品情報の読取り、および資材とメーカーとの契約条件に基づく発注業務を電算化する。

二次電算化項目

設計、製図、引当指示とする。

建造仕様書、一般配置図、諸規則等に基づき設計、製図を行ない、さらに生産技術標準を与えて取付図等の生産設計図を描かせるものとする。

残材リストの作成は一次電算化項目とし、残材引当指示は、設計、生産技術、資材で行なう。

(c) 織装品の流れ (図 4.2.11 参照)

織装品に関する情報は大略第一次で電算化する。情報処理の内容は集配材実績の報告であり、端末機によって処理する。

(d) 織装品マスターの情報 (図 4.2.12 参照)

(a)~(c)で選択した項目を電算化する場合に電算機システムとして記憶すべき項目を検討した結果を図 4.2.13に示す。

各部門にて入力する主な情報項目および主な帳票に含まれる情報項目については図 4.2.4に示す。

工事番号、部品番号については、その中に盛込まれるべき要素は種々あり、船番、装置符号等と重複すると考えられるが、ここでは両方とも記憶するものとする。

図 4.2.4 の他に本項で追加した情報項目は大略2種類に分けられる。その一つは予定・計画と実績とを比較する項目で、実績の追跡は後続船への参考および統計資料作製等のために必要である。第二は例外事項に関する識別情報で予め定められた例外事項コードと発生日、その他を含むものとする。

各情報項目の長さの表示は本項では省略したが、これは具体的に数字の桁数や各標識符号の設計、名称等の長さについて検討を行っていないことと、電算機のメーカー、機種によって長さの表示方法が異なるためである。

(e) 電算化システムフローチャート

図 4.2.14 は (a)~(e)で選択した項目に若干の修正を加えて一本化し、電算化フローチャートとして組立てたものである。

(i) 基本方針

トータル・システムの考え方としては多数のマスター・ファイルを設定し、それらを有機的に結びつける方法と、システムに必要な全ての情報を1つのマスター・ファイルに集中する方法とがある。

両者の優劣については、電算機システムの機器構成や管理周期の長さ等によって変わるので一概に判断はできない。

番船別織装品マスター・ファイルを設定し、このマスター・ファイルに対する情報の入出力が電算化シス

テムにおける情報処理の大部分を占めるようにする。フローチャートでは情報は1ヶ所に集中させたが、プログラムの作成に当っては図4.2.9～図4.2.11に示したようなサブ・システムとして取扱い方が適当であろう。

その他に各番船共通用として、貯品マスター・ファイルを設け、在庫量調査、注文書発行等を含め貯品に関する一切の管理の基盤とする。

本システムの組立てに当り、これまでの検討から二つの項目については、電算化フローチャートより除いた。その一つは各種アラームについてである。基本的にはアラームはやだらに出すべきでないという方針および条件を与えれば、アラームはいつでも容易に出すことができるという点から、電算化フローチャートには明示しなかった。

第二は図面管理である。設計工程の遅れによる設計図面の遅れやメーカーの承認図の遅れなどは、日程情報を各部門に送ることを以って対策とすると考え、マスター・ファイルに対する入力への表示は行なわなかった。

(ii) 入出力装置

図4.2.14は、一次、二次電算化の区別および入出力装置の型式を示してある。最近では電算機の入出力装置は非常に多様化しており、それらの優劣を比較することはなかなか困難なので、本システムでは現在広く使われている装置の中から代表的なものを使用した。

各マスター・ファイルには、直接アクセス記憶装置（磁気ドラム、磁気ディスク等）を使用するのが適当である。現在、内部記憶装置は種々の補助記憶装置に比べてレンタル料が非常に高く、また集配材システムでは入出力を頻繁にかつ乱順序で行なう必要があるため、順次記憶装置（磁気テープ等）は不適當であるからである。

入力装置としては、穿孔カードあるいは紙テープ読取装置と端末機の二種類とした。一定期間（管理周期）入力データをためて電算機に入力（一括処理）することが適当な作業の場合は、穿孔カードあるいは紙テープによる入力とした。

情報の発生時点で処理（即時処理）することが適当な作業の場合は端末機による入力とした。その結果、集配材センター、ユニット工場、外業については統一のため、入力は全て端末機によることとした。

出力装置としては印刷装置、図形表示装置の二種類とした。作表のための出力装置としては印刷装置を使用する。

設計作業が高度に体系化され、建造仕様書や一般配置図、規則、法令等が数値化、記号化されると自動設計が可能になる。二次電算化では主としてこうした方面について考えているが、電算機の中で得られた設計情報から繊装品一覧表を出力させると共に、人が目で確認できる形式で出力させる必要がある。そのための装置として表示装置が必要となる。現在、作図機・製図機、映像表示装置等、種々の装置がある。

(4) システム運営要領

(a) 前節まで述べてきた検討・方針に基づき、組織を変更し、帳票を制定してプログラムを作成し電算機を中心に集配材システムを運営するのであるが、円滑なシステム運営に最も必要なのは、全社的な理解と協力である。本理想システムにおいても、通常の流れに乗らない例外事項が発生するであろうが、それを処理する体制を確立しておかなければならない。

(b) 電算機が業務の大部分を占める場合、あるいは電算機からの指示が人の作業に枠をはめるような場合、職業に対する人間疎外の状態となり易く、飽くまでも人間が主体であるという意識をもたせるような対策が大切である。

(c) 電算機システムが多量記憶、正確・高速処理の特徴を発揮できるのは、システムに関するソフトウェアとハードウェアが完全な場合であって、万一何らかの事故が発生した場合、特に磁気ドラムや磁気ディスク等の記憶内容を壊した場合等、回復不能となってシステム全体が用をなさなくなる恐れもある。そのためには定期的に記憶内容のバックアップを作成し、システムの状態を記録しておくべきである。

オペレーション・ミスの防止および事故回復の為の資料としてシステムの運営記録、マスター・ファイルの使用経歴の記録は制度として確立しておくべきである。

また、組織図やシステムフロー、プログラム仕様等を文書化してまとめておくことは、後日の改正のために、あるいは後任者への業務引継のために必要である。

(d) 電算機の使用割当時間や各部門に於ける管理精度に対応するように、電算機システムに対する入出力の周期を検討しなければならない。不規則無原則な入出力作業を排してシステムの効率のよい運営を計るとともに、定期以外の作業を行なう場合の条件を明確に規定しておくべきである。

4.2.8 む す び

織装品集配材システムの情報処理面に重点をおいて研究をすすめて来たが、これによる省力効果については、明確にする段階にはいたっていない。

研究の目標は、これにたずさわる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織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。

システム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注入し、これによって現場に対するサービスを充実させるといふ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暁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殆んど増やさないですむと確信する。

集配材システムは、より多くの情報から何等かの結論を出すといったものではないこと、したがって情報量は少なければ少ない程システムも、その運営も簡素になる。

標準船は、この面から考えても非常に大きな意義をもっている。

現在のように、オーダーメイドの船を造っていたのでは、生産性向上には限界がある。

したがって、標準化を強力に推進していく必要がある。

これによって、集配材システムも4.2.3で述べた究極的理想システムに近づくことが可能になる。

A社

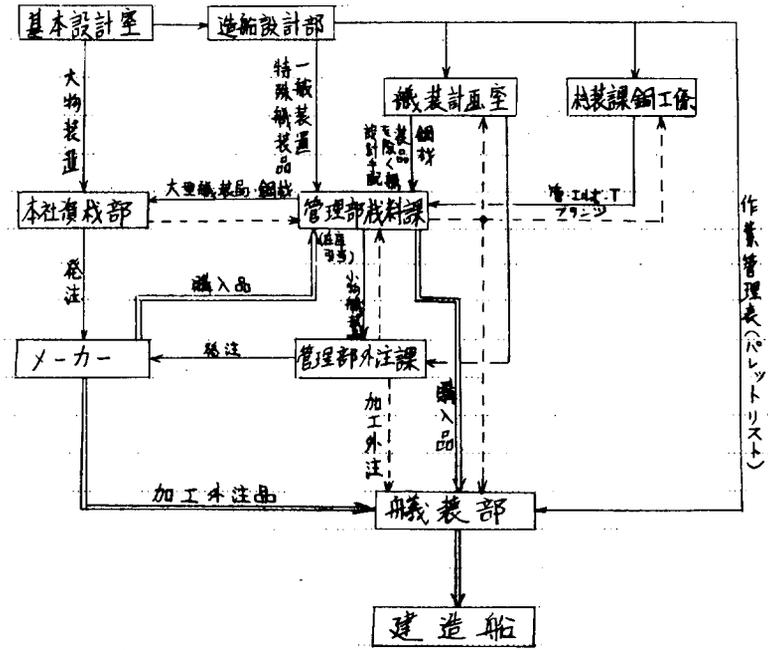


図 4.2.1 (2/8)

発注用図面仕様
予量表 購買要請

注文書控

現品

B社

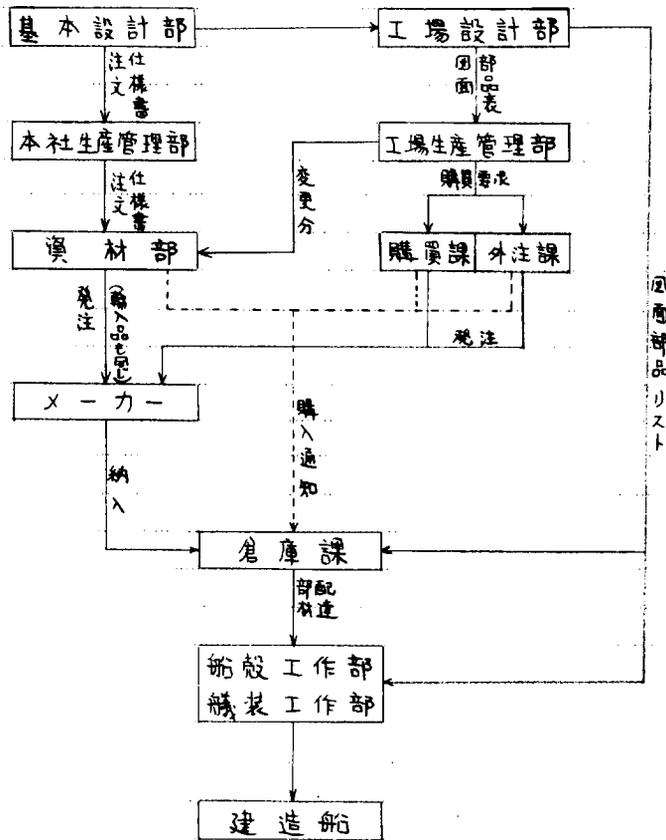


図 4.2.1 機装品集配材の管理体制の実態 (1/8)

(昭和44年度デューサーベイのアンケート回答による)

C社

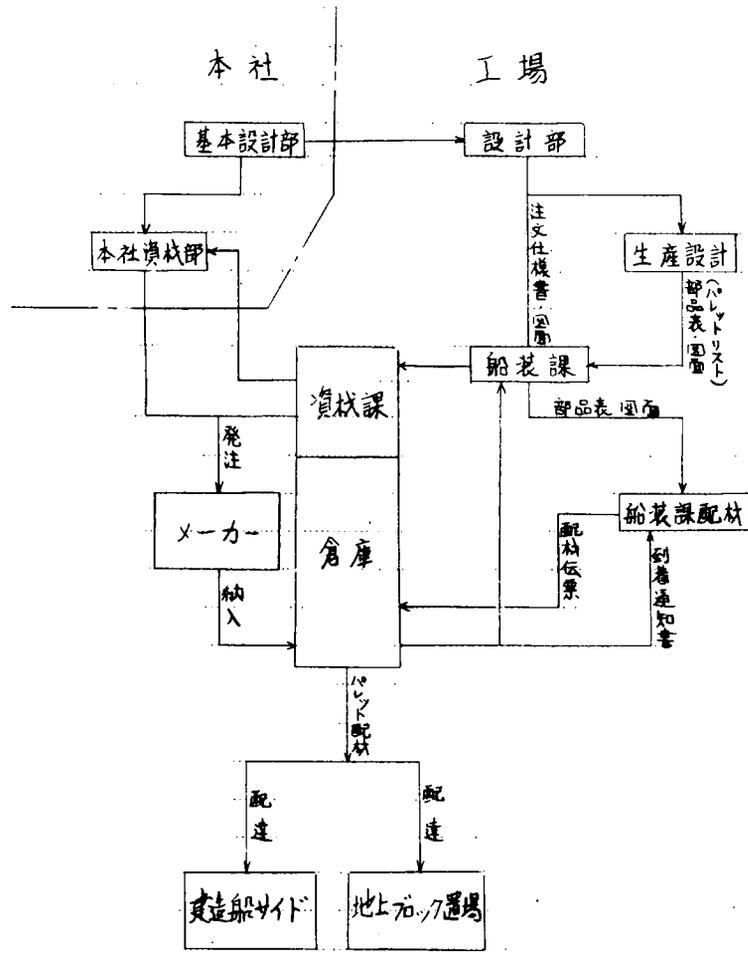


図 4.2.1 (3 / 8)

D社

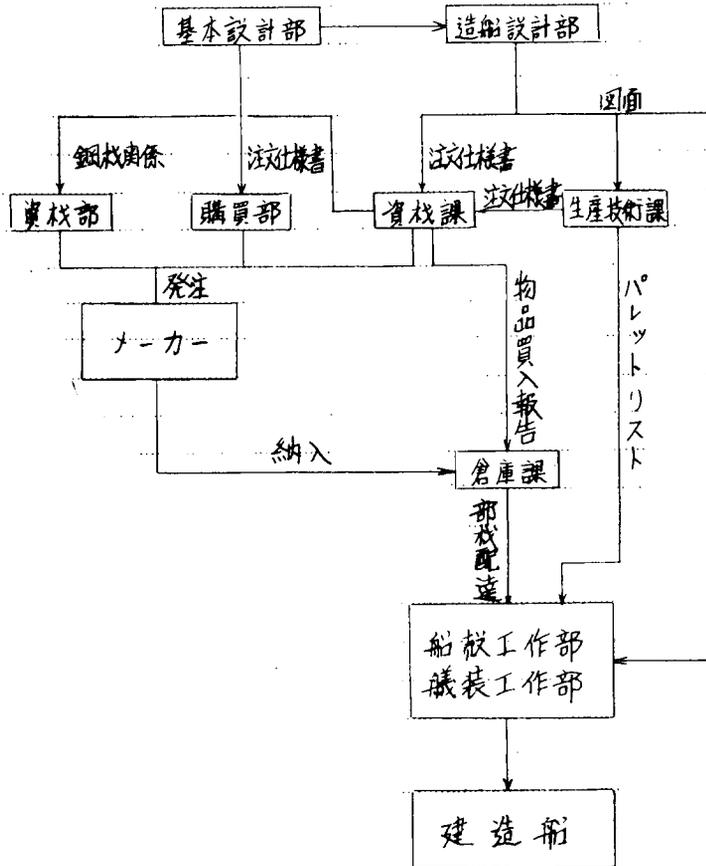


図 4.2.1 (4 / 8)

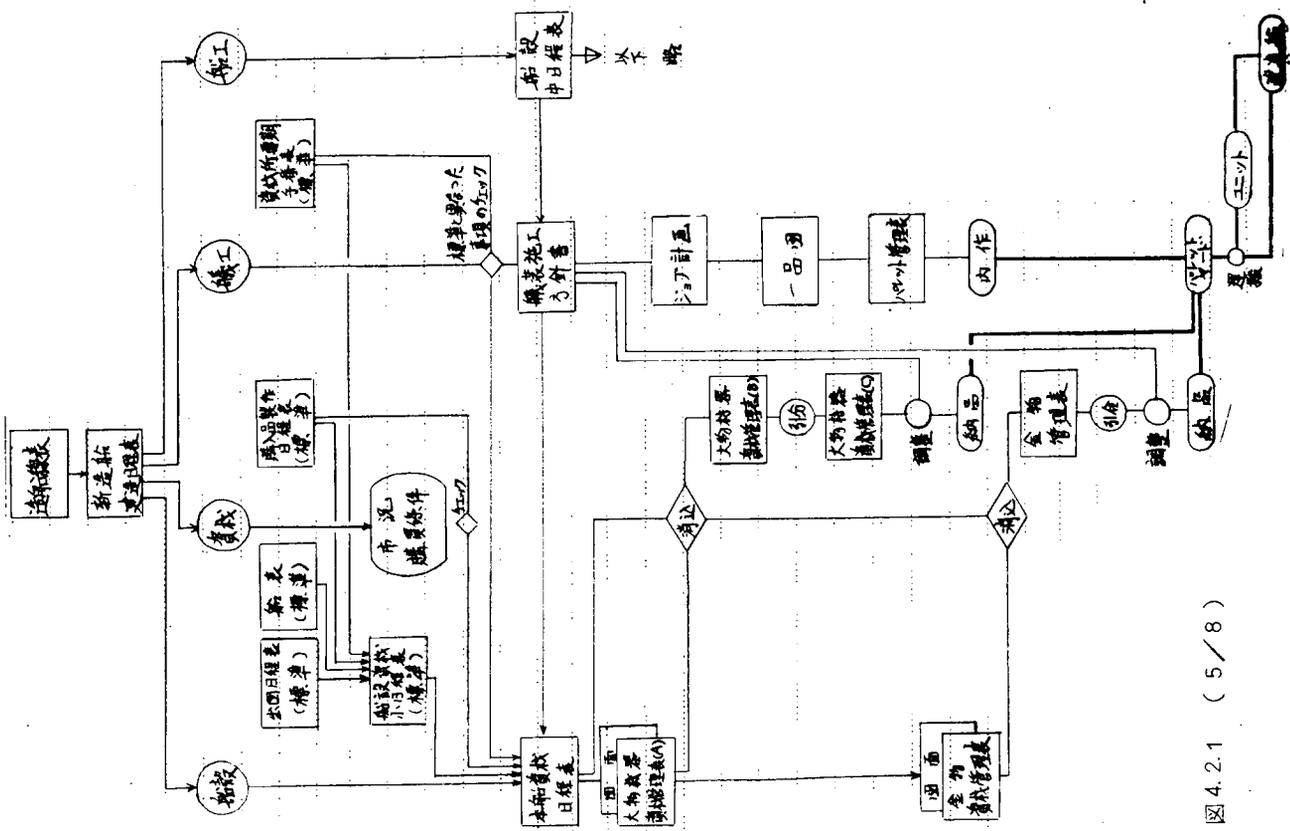


図 4.2.1 (5 / 8)

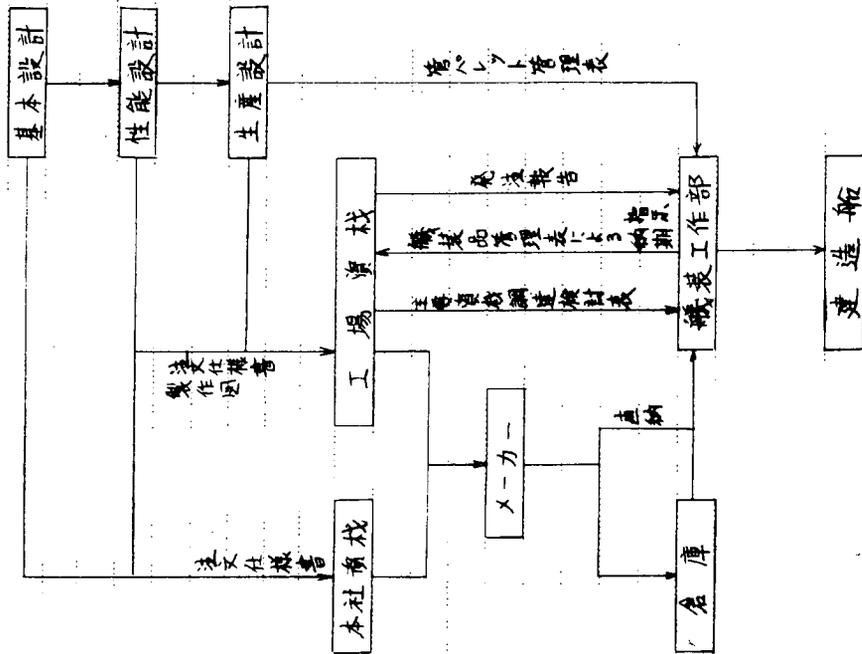


図 4.2.1 (6 / 8)

G社

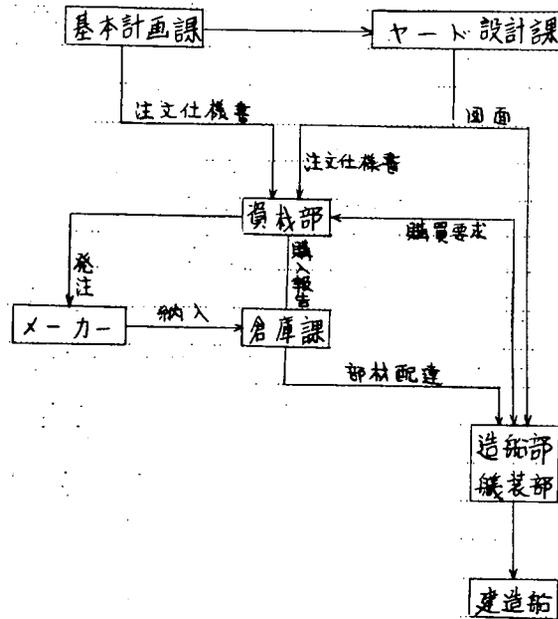


図 4.2.1 (7/8)

H社

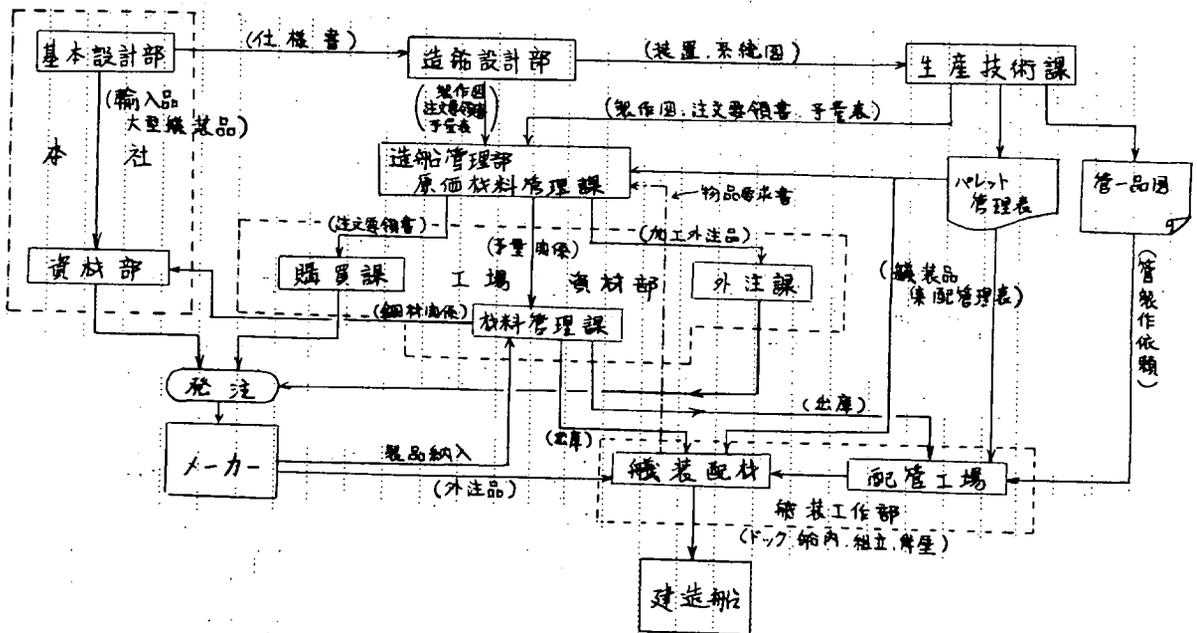


図 4.2.1 (8/8)

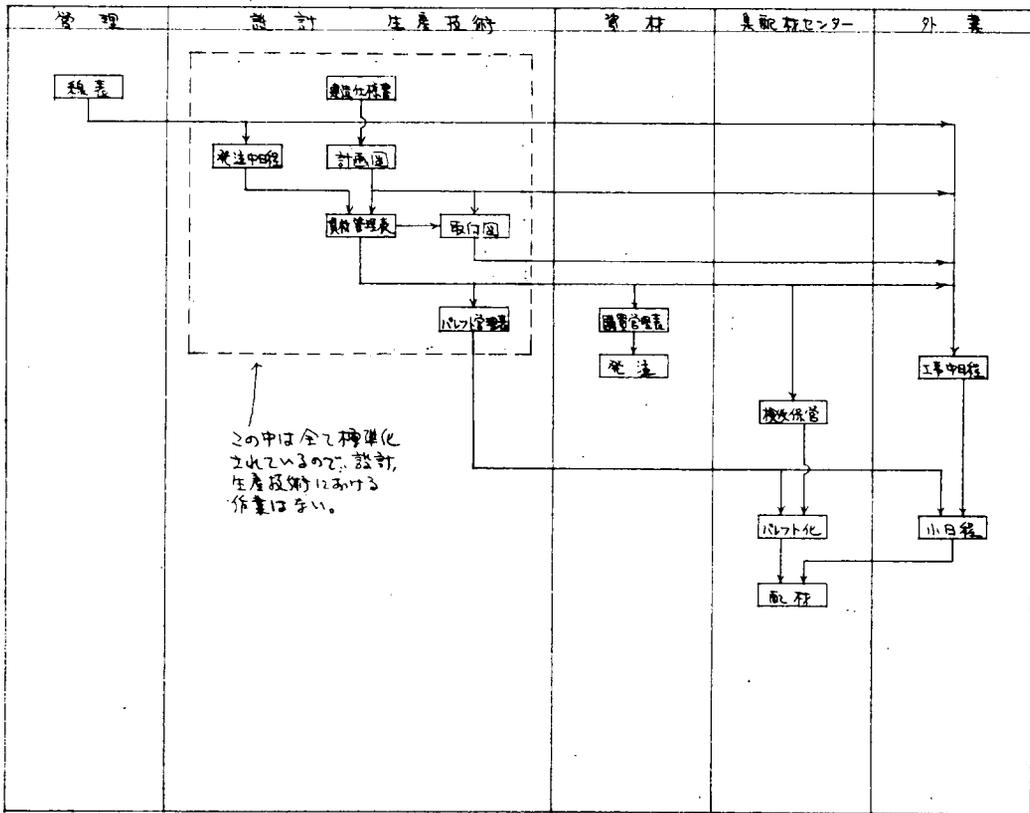


図 4.2.2 機装品集配材究極的理想システムの一案

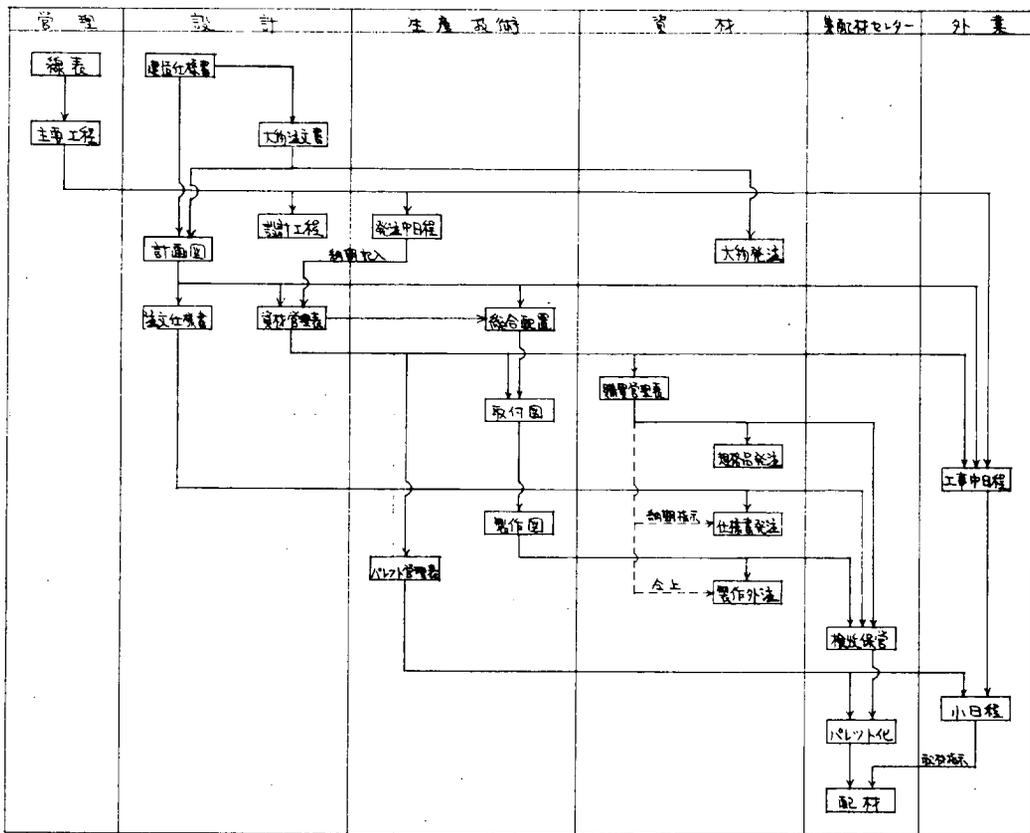


図 4.2.3 集配材 技術的に実行可能な理想システムの一案

表 4.2.1 各部門の集配材システムに関する機能

部 門	機 能
管 理	線表の調整と決定 長期配員計画 主要工程の決定，工程変動の調整 原価管理
設 計	建造仕様書の作成 船価見積 基本設計および性能設計 資材管理表の作成 注文仕様書の出図
生 産 技 術	工作要領の決定 発注中日程表の作成 生産設計（含パレット管理表）
資 材	発 注 納期管理（承認関係，納期調整，督促） 素材払出し手続
集配材センター	検査検収（検査は加工外注品の一部） 保 管 集材およびパレット化作業 配材（船内運搬まで） 貯品管理 素材払出し作業 棚卸し，残材報告の作成
ユ ニ ッ ト 工 場	ユニット組立工程表の作成 小日程表の作成 特急の手直し工事など
外 業	工事中日程表の作成 パレット搭載工程表の作成 小日程表の作成

表 4.2.2 集配材システム情報検討表

No.	部門 情報 アイテム	管 理		設 計		生産技術		資材材		検 査		集配材 センター		ユニット 工場		外 業		備 考	
		in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out		
1	工 事 番 号			○		○			○		○		○		○		○		
2	図 面 番 号			○		○			○		○		○		○		○		
3	出 図 年 月 日			○		○			○		○		○		○		○		
4	部 品 番 号			○		○			○				○		○		○		JIS 社内標準 etc 注文図または 製作図 工程標準があれば EDPで処理可能 ステン標準があれば EDPで処理可能 注文図または 製作図
5	規 格 番 号			○		○			○		○		○		○		○		
6	図 面 番 号			○		○			○		○		○		○		○		
7	品名,要目,寸法,材質			○		○			○		○		○		○		○		
8	指 定 事 項			○		○			○		○		○		○		○		
9	表 面 処 理			○		○			○		○		○		○		○		
10	区 画			○		○			○		○		○		○		○		
11	区 画 別 数 量			○		○			○		○		○		○		○		
12	ス テ ー ジ				○	○					○		○		○		○		
13	ブ ロ ッ ク					○					○		○		○		○		
14	納 期				○	○			○		○		○		○		○		
15	単重, 合計重量			○		○			○		○		○		○		○		
16	検 査 区 分			○					○				○		○		○		
17	取 付 課			○		○			○				○		○		○		
18	出 図 予 定				○	○			○		○		○		○		○		
19	追 加 改 正		○	○		○			○		○		○		○		○		
20	注 文 番 号								○		○		○		○		○		
21	注 文 先								○		○		○		○		○		
22	発 注 期 日								○		○		○		○		○		
23	契 約 納 期								○		○		○		○		○		
24	契 約 変 更 (工 事 内 容)			○					○		○		○		○		○		
25	" (納 期)								○		○		○		○		○		
26	承 認 図 提 出				○				○		○		○		○		○		
27	" 返 却				○				○		○		○		○		○		
28	検 査 日 時								○		○		○		○		○		
29	入 手 実 績								○		○		○		○		○		
30	製 造 予 算	○			○		○		○		○		○		○		○		
31	購 入 実 績		○						○		○		○		○		○		
32	差 異 (製 予 - 購 実)		○						○		○		○		○		○		
33	材 料 支 給								○		○		○		○		○		
34	資 材 担 当								○		○		○		○		○		
35	メ ー カ ー 情 報								○		○		○		○		○		

表 4. 2. 2

No	部門 アイテム 情報	管 理		設 計		生 産 技 術		資 材		検 査		集配材 センター		ユ ニ ッ ト 工 場		外 業		備 考
		in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	
36	集 材 期 日					○							○		○		○	
37	配 材 期 日												○		○	○		
38	繊 装 取 付 工 数	○															○	
39																		
40																		

- 記 アイテムNo.1～3 資材管理表のタイトル的なもの
- 4～19 設計または生産技術で入れる工事内容的なもの
- 20～27 資材発注業務的なもの
- 28～35 資材調達管理的なもの
- 36～37 現業の集配材業務に必要なもの
- 38 外業の工事カードに必要なもの

部門	管理表名 又は作業	IN OUT
電算機	総括レ-	
設計	資料管理表	IN
生産技術	発注中日程	IN
合上	資料管理表 加算	IN
管理	製造計算表	IN
資料 集積センター	購買管理表	OUT
資料	注文書	OUT
合上	決起知照	IN
検査	検査指示書	OUT
資料 集積センター	納期管理表	OUT
外集	バルブ 受取工程表	IN
集積センター	納品書	IN
集積センター 理	バルブ管理表	OUT

情報出入のKEY

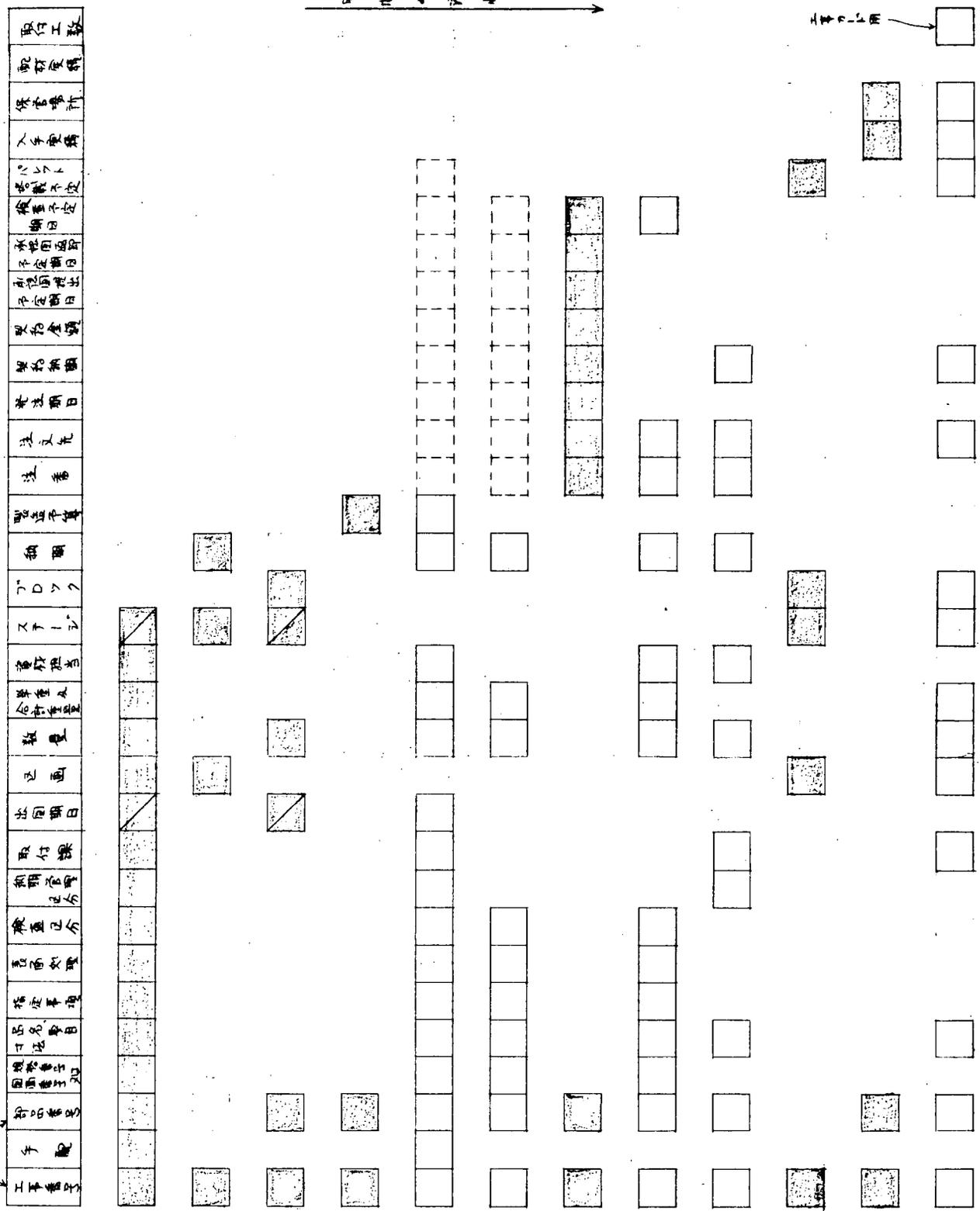


図 4.2.4 総括品集配材システム 情報処理要領の一例

表 4.2.3 集配材システム阻害要因分析

発生部門	阻 害 要 因	対 策	取扱項目
船主・船級協会その他	線表主要工程の変動	発注用中日程を修正すれば、資産管理表以下が修正されるようにプログラムを組む。	(1)
	契約遅延（含仕様決定の遅延）	発生しないよう努力するほかなし。	(1)
	船主，船級協会等の図面承認返却遅延	全 上	
	追加改正（船主，船級協会，官庁等）		(4)
	船主要求（現場における）		(4)
管 理	線表主要工程の変動		(1)
	線表不適當による各部門の能力と負荷のアンバランス	経営の問題，早期に情報をつかんで手をうつのみ。	(1)
	情報制度不十分	EDPで解決できる。	
	ストライキ	どうしようもない。	
設 計	各種織装品の標準の適用不具合		
	設計各課の思想の不統一 " 意志疎通不足	} 設計ミスのところて扱う。	
	ステージブロック区分の早期決定困難		(3)
	設計担当者の生産技術的センス不足	システム以前の問題として解決すべきである。	
	設計ミス		(4)
	設計工程遅延	設計工程と発注中日程と結んである。	(2)
	出図管理能力不足	生産技術に出図管理機能をもたせる。	(2)
	追加改正，特急品の割込み	手作業は前提，来歴も明記してあること。	(4)
	メーカー承認図返却遅延	アラームシステムを考える。	(2)
	貯品予量の精度不足	高価なものは，精度をあげて在庫を最少限に 安価なものは，最低在庫量を増す。	
	材料予算見積資料不足	予算比較により，価格情報を設計に確実にフィードバックしていく。	
生 産 技 術	生産技術ミス		(4)
	生産技術的センスの不足	システム以前の問題として処理すべきである。	
	生産技術と外業との意志疎通不足	外業の工事中日程と生産技術工程とを結ぶ。	
	生産技術工程遅延		(2)
	追加改正，特急品の割込み		(4)
	メーカー承認図の返却遅延		(2)
資 材	納期管理の困難性	資材と集配材センターに納期管理専門担当をおく。	(6)
	購買ミス（発注忘れ，納期ミス）	発注忘れに対してはアラームを考えるか，電算化により，納期ミスは防止できる。	(5)
	メーカーとの折衝が思うようにいかない。	資材でがんばってもらう他ない。	
	正確な納期情報が入手困難	納期管理の専門化による。	

表 4. 2. 3

発生部門	阻 害 要 因	対 策	別扱項目
メ	メーカー承認申請図の遅延	納期管理の専門化による。	
	生産能力不足	発注先の選択と納期管理の徹底	
	納期遅延（含歯抜，誤作）	納期管理の徹底と造船所検査の強化 不良，過不足についてのシステムはついている。	(6) (9)
	メーカー内部の工程調整の困難性 メーカーの管理，技術，検査能力不足	} 資材，検査，外業による指導の強化	
	納品書不正確		会計処理は，正式納品書提出まで待つ。 現品管理上は，入手時に端末機などで消込む。
カ	材料市況の悪化，入手困難	資材の納期管理業務の一つと考える。標準調達日程の見なおしをこまかに行なり。半断業務と機械にまかせる仕事のけじめをつける。	(6)
検査	検査技術不足	教育による。	
	検査設備の不足	どうしようもない。	
集配材センター	資材と集配材センターの意志疎通不足	集配材センターが中心となって積極的に働きかける	
	材料支給の遅延	この業務を集配材センターにおくことにより相当防げる。	
	集配作業員の能力不足，業務知識の不足 運搬機器の選択	素質のあるものを選んで教育する他なし。 常時運搬機器の研究を怠らないこと。	
	保管能力不足（面積） 品質保持能力不足（設備）	} 集配材センターで保管計画をたて，問題があれば早期に手をうつ。 納期変更については納期情報のルートを使う。	(8)
	配材作業員になり手が無い。（イメージ低く） 肉体負担大		イメージアップの方法として，幹部へのルートの一つとする，ローテーションも考える。
	組織運営上の問題（二重構造にせざるを得ない） ↳ 装置別受入，パレット別配材	縦割，横割の利害得失について検討する。	(6)
	紛失破損	発生しないよう努力する。発生した場合は追加改正と同じルートになる。	
	帳票を勝手に作りがちである。 受渡し確認の困難性	本システムの運営を徹底させ，作らせない。 簡単にはできない。集配材センターの信用を確立する他ない。	
	外業との意志疎通不足	本システムを外業が守ればよい。しつけの問題 外業は必ず集配材センターを通して話す。	
	配材遅延（内部の問題，含歯抜，誤作）	人の問題，責任感	(9)
ユニット工場	配材依頼の不徹底 定盤面積不足（山谷が大きいので）	本システムできちんと連絡すること。 やむを得ない。	

表 4. 2. 3

発生部門	阻 害 要 因	対 策	別扱項目
外	納期に対するサバのよみすぎ	納期に対する余裕の判断は資材にまかせ、外業では一切サバをよまないようにする。	(6)
	納期変更要求	本システムで解決可能	(6)
業	配材依頼の不徹底, 配材場所不明確	本システムできちんとやること。	
	工程計画ミス	修正のルートで解決する。	(1)
	紛失, 破損, 誤作	本システムで解決できる。	
	配員の変動による配材期日の変動	修正のルートによる。	

表 4. 2. 4 納品書記載事項不備及び提出遅延の実態例

順位	不 備 事 項	不 備 率
1	指定納期の未記入	7.7%
2	分納, 完納別の未記入	7.4
3	図面番号の未記入	4.7
4	用途番号(管理区分他)の誤記, 未記入	4.6
5	符号の誤記, 未記入	3.8
6	納入日の未記入	3.7
7	現品と一緒に納品書が提出されない	2.8
8	注文番号の誤記, 未記入	2.0
9	造船所指定の納品書が提出されない	9
10	輸入品のパッキングリストの添付が不完全	8
11	納品書に社印の押印がない	4
12	品名, 寸法の誤記	2
13	数量の誤記	1

注:

対象メーカー数 100社

調査期間 2ヶ月

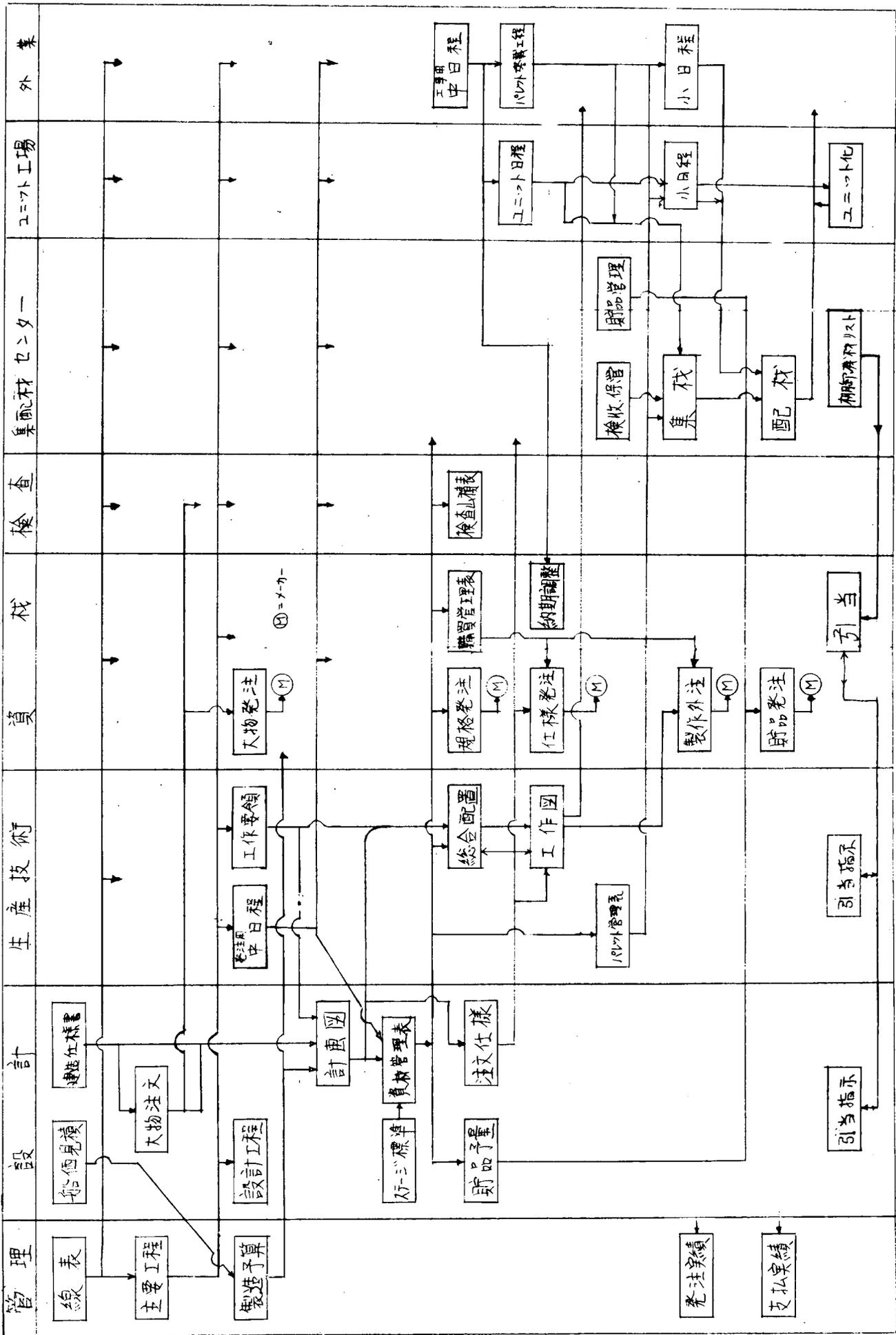


図4.2.5 理想システムのラフスケッチ

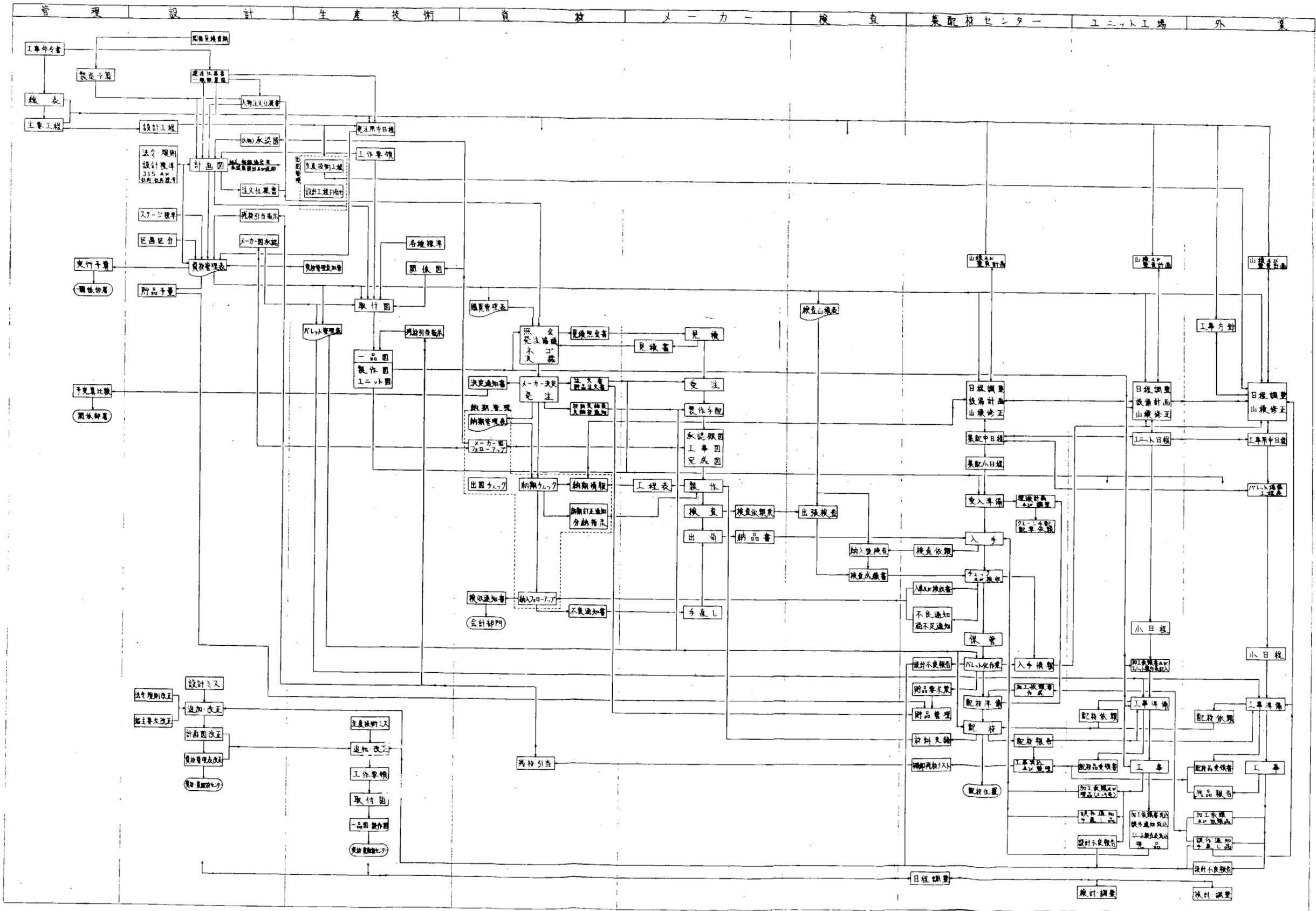


図 4.2.6 織装品集配材の理想システム詳細フローチャート

工事番号	図通名称		出図年月日	改正年月日(1)		改正年月日(2)		改正年月日(3)		改正年月日(4)		改正年月日(5)		配管先	官理	住及	資材	美配	工外	計			
	部番号	工事区分		理由	理由	理由	理由	理由	理由	理由	理由	理由	理由								理由		
850	T02	交通装置	45.7.14																				
手配	部番号	規格番号	品名	寸法	材質	数量	重量(kg)	出図	出図	取付	取付	取付	取付	取付	取付	取付	取付	取付	取付	取付	取付	取付	取付
			鋼製風雨遮蔽	700x1520	左	4	704	F620 B	F620 B	F	1/30												
			鋼製風雨遮蔽	700x1670	左	2	154	F630 B	F630 B	F	7/5												
			鋼製非水密扉	700x1670	右	1	34	F620 B	F620 B	F	1/30												
			ドア-フェック		左	2	6	F630 D	F630 D	F	7/30												
			鋼製甲板橋子	700x3900		2	494	F620 C	F620 C	F	7/5												
			鋼製甲板橋子	700x3400		2	131	F630 C	F630 C	F	7/28												
			鋼製甲板橋子	700x3400		2	131	F640 C	F640 C	F	7/5												
			鋼製甲板橋子	700x3100		2	125	F650 C	F650 C	F	7/5												

○印は出図の必要でない。
 X印は、注文仕様又は製作図と
 必要とするもの。

本項は2021年7月14日付に訂正

B12027付
 全量取付で加算

本船は船体、造船所直立、船入後至との品名をA,B,Cに区別

和12図の発注中図に2021年7月14日付に訂正。
 (補修品の重要度には2021年7月14日付の
 ランクを付与)

図 4. 2. 7 資材管理表の一例

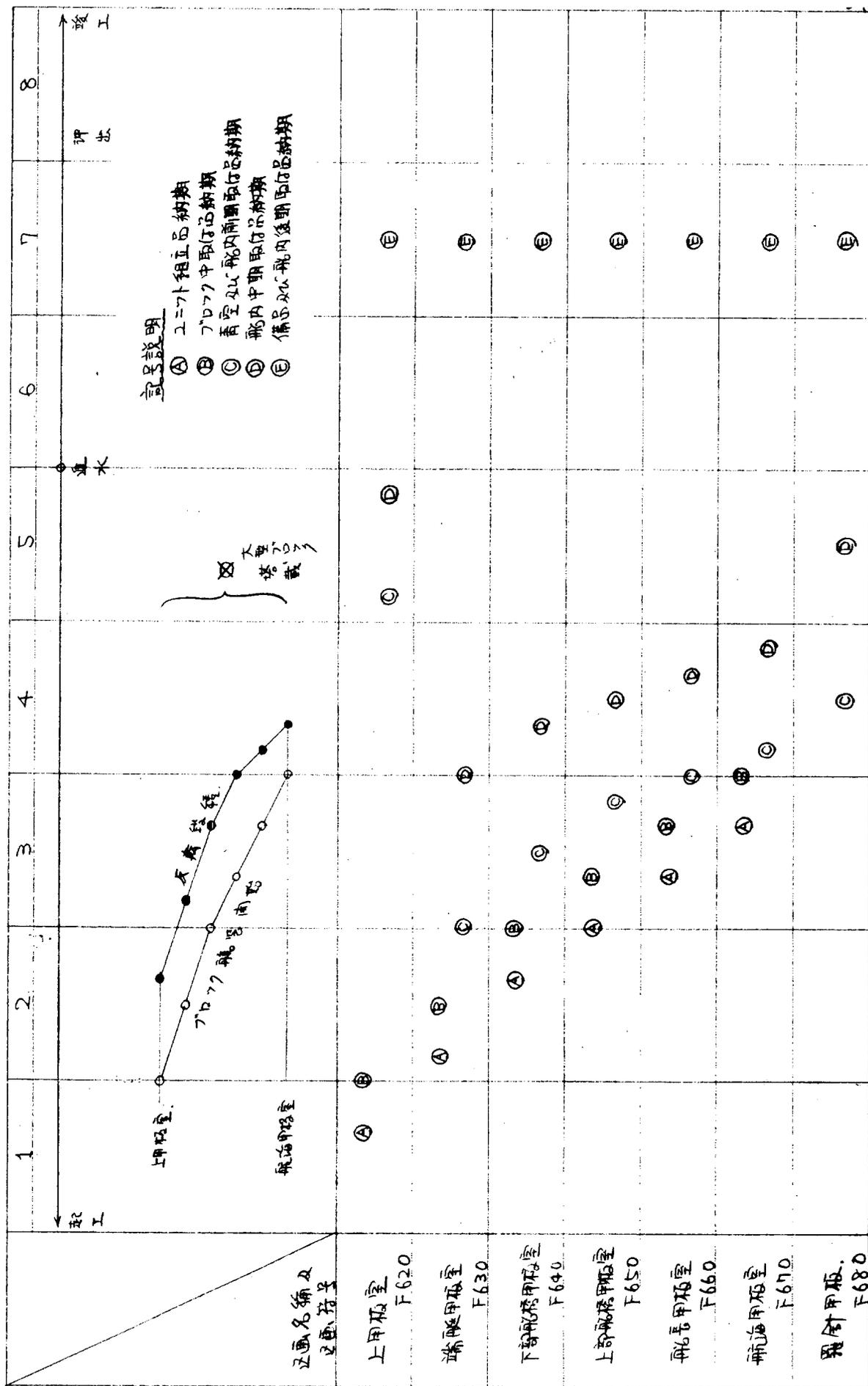


図 4.2.8 居住区画 発注中日経表の一例 (大型ブロック採用)

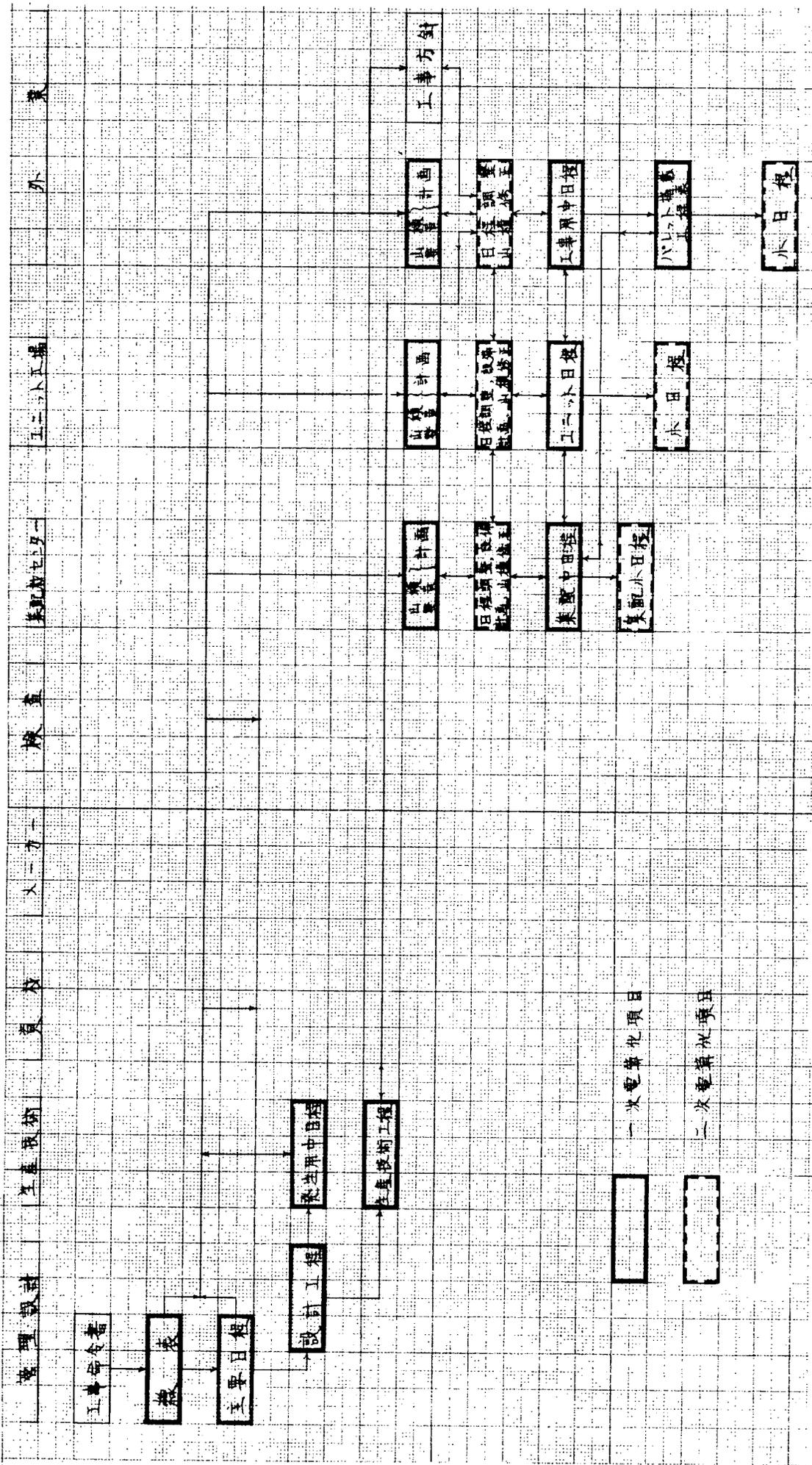


図4.2.9 日程情報の流れ

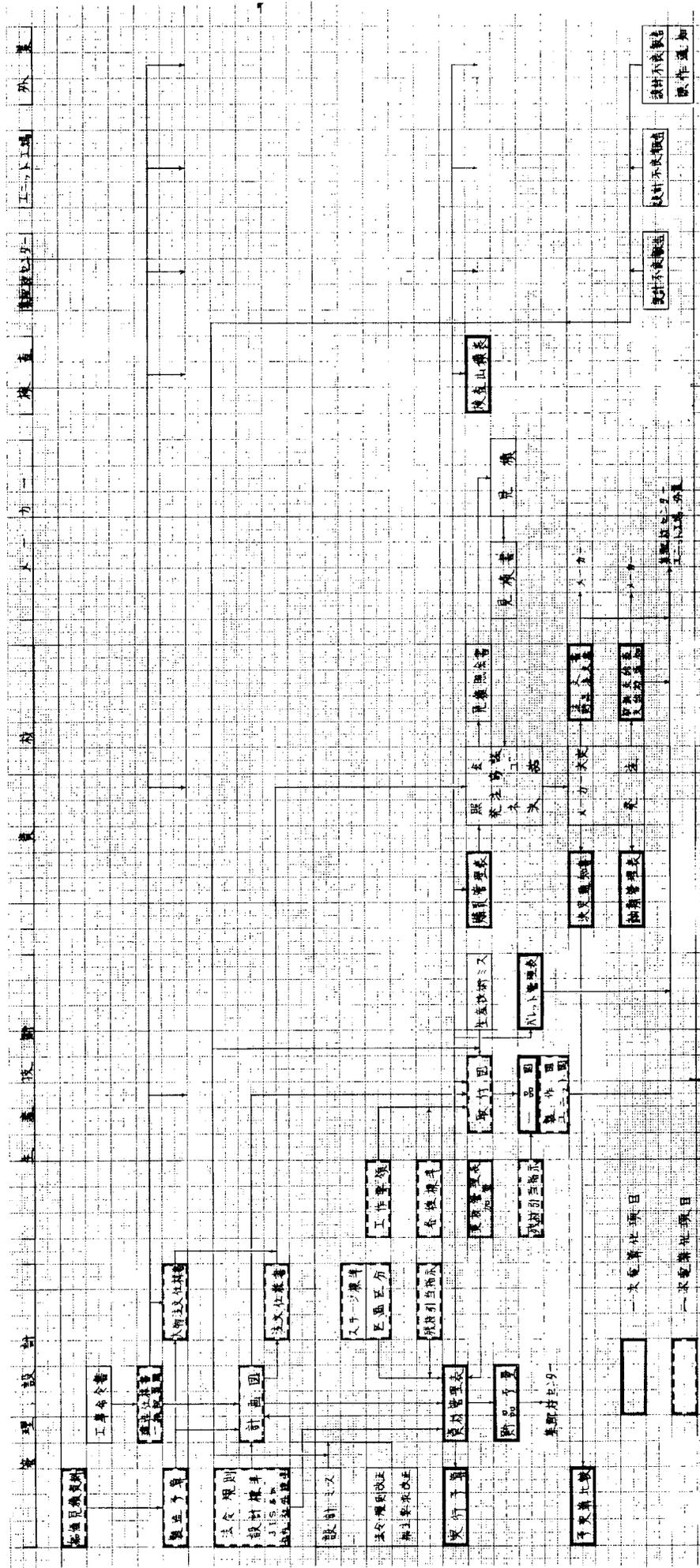


図4.2.10 設計情報の流れ

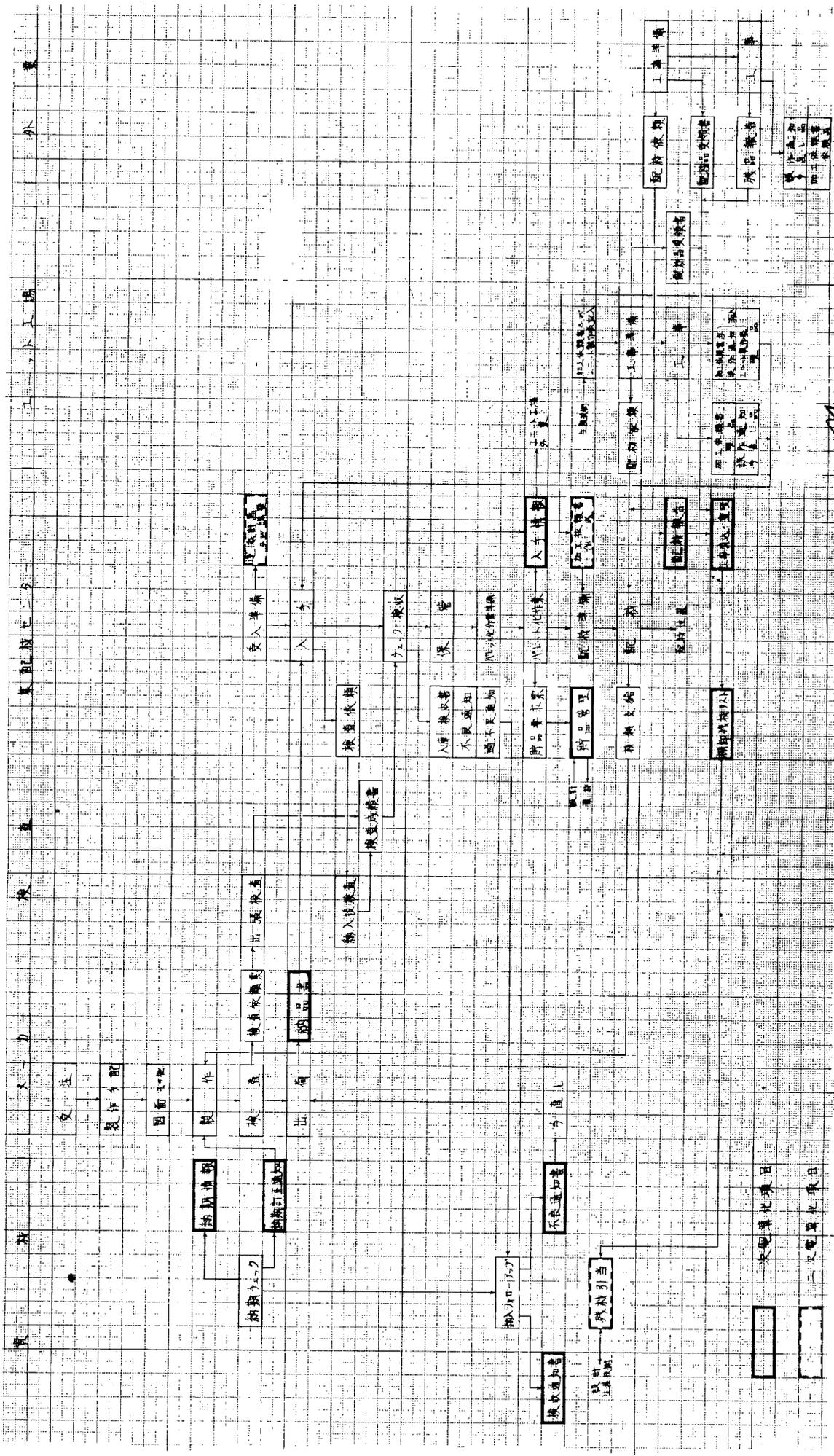


図4.2.1 1 現品に関する情報の流れ

項目	船番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	項目番号
			工事番号	工事区分	手配済標識	部品番号	予算区分	装置符号	系統符号	部品符号	図面番号	規格番号	出図予定期日	品名・寸法要目	指定事項	表面処理	大区画	ブロック	

項目	番号	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	項目番号
		製造予算	設計数量	単位重量	合計重量	標準単価	製造予算	契約単価	資材担当者	手配形式	購買形式	納期	注文番号	業者名	発注期日	契約納期	金額	支払条件	

項目	番号	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	項目番号
		納期管理区分	分納標識	支給材標識	業者名	数量	検査区分	検査予定期日	検査実施期日	集配担当者	集配担当者	運搬工数	集配材センター実績	ユニット実績	組立・取付工場実績	取付工数	外業実績	保管場所	

項目	番号	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	項目番号
		入手期日	入手数量	未入手数量	要求課	要求期日	要求数量	配材期日	配材数量	残量	バレット搭載予定期日	搭載期日	理由	期日	変更量	理由	期日	変更量	

項目	番号	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	項目番号
		提出期日	提出期日	返却期日	返却期日	変更理由	変更項目	変更期日	備考1 関連項目	備考2 注釈	備考1 注釈	備考2 注釈	残材引当標識	未使用	

図 4.2.13 機装品集配材システム・データベースの一例
(番船別機装品マスタの内容)

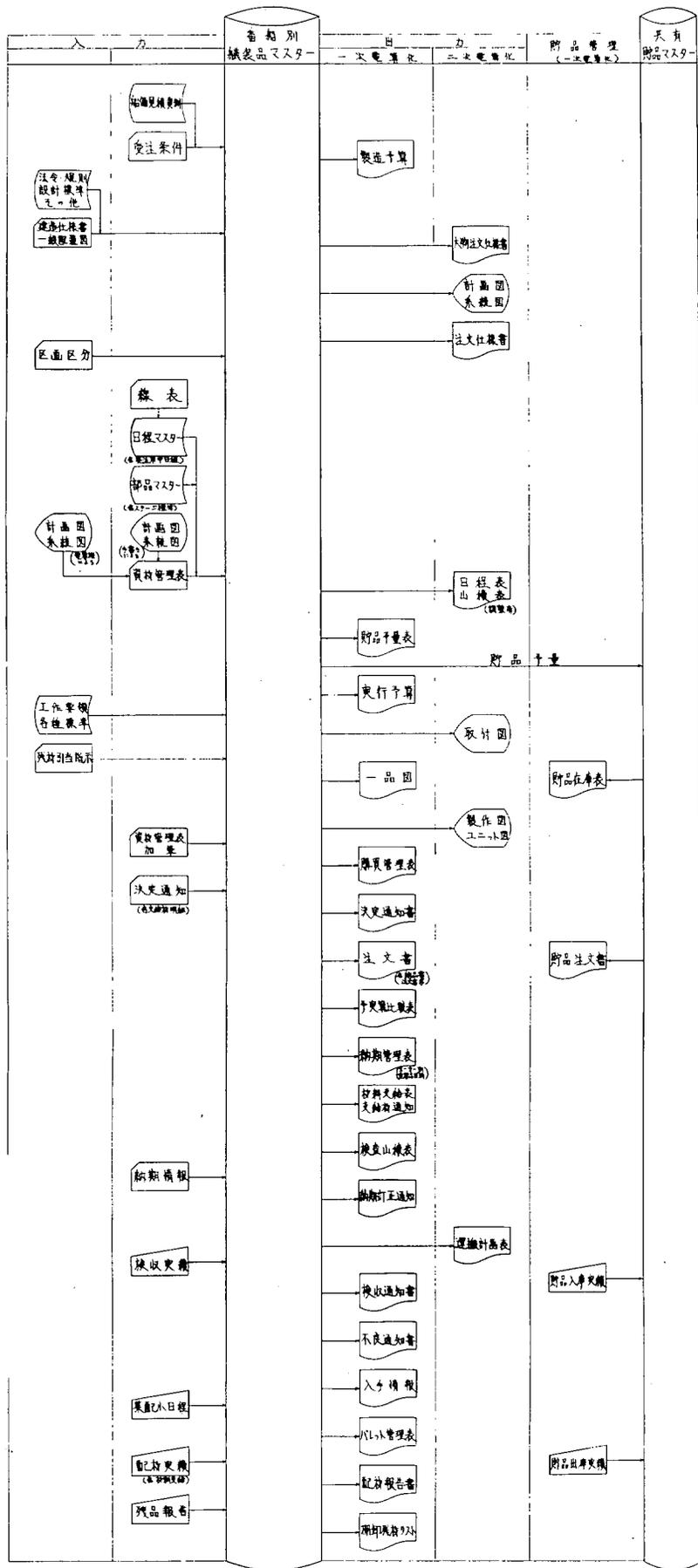


図 4.2.1 4 服装品集配材の理想システム 電算化フローチャート

4.3 掃除の機械化

4.3.1 概要

清掃作業は船舶建造に関する諸作業実施に必要なものであり、清掃することによって作業環境の向上を計り作業能率の増大および安全衛生の面でも大いに効果のあるものである。従来清掃作業が軽視されていたが、最近清掃に関して認識が高まり、一握り運動や30分間清掃等が行なわれるようになったが、旧態依然たる作業内容が現状である。

そこで本小委員会は、船内清掃作業を極力機械化することによって省力化、工数低減を計るため、下記のような諸機械について実験研究を行ない、その成果を得た。

(1) 吸引式掃除機

中型吸引掃除機で一定形状以下のゴミの搬出に有効である。

(2) 圧送式タンク

吸引方式に較べて搬送ヘッドが大きくても問題ない。

(3) 吸引、圧送結合式

圧送能力に対し、吸引能力が劣るので大量のゴミ搬送のときは、圧送タンクへ別の方法で補給しなければならない。

(4) 残水排出用エジェクター

持運び容易で、構造が簡単、性能も良く非常に有効である。

(5) スーパー

ブラシと吸引とを備えており比較的小型のもので完全清掃が可能である。

(6) 簡易エレベーター

安全確実に運搬できるのでゴミの外に資材、器具の搬送に利用できる。

(7) シューター

上部構造物および上甲板のゴミ搬送に有効である。

(8) コンベヤー

ワンライン・システムで搬送できる。

(9) ローラー・コンベヤ

タンク底部に設置し、ゴミの横方向の搬送に非常に有効である。

(10) ウインチ

エアー駆動のものは持運び、操作が容易でタンク内のゴミ揚げ等に有効である。

(11) スラッジ・ポンプ

軽量で揚程も高く作業が安全であり有効である。

(12) スラッジ・リフター

狭範囲に集積しているカラミ、スラッジ等の排出には有効である。

(13) カプト・スクルー

二重底内のスラッジ搬出に有効である。

ゴミの種類が多様多岐、発生場所も広範囲で、かつ搬出径路も複雑多岐にわたり、大型機器を1台据付けて画一的な清掃を行なうことは不可能であるため、現存の機器の有効活用によるマン・マシン・システムを確立した。また、各船舶の大型化に対処するには現存機器の性能向上は勿論必要であるが、その改良を試み船殻構造の改善や船体にピースを取付ける等により新造時のみならず修繕時の作業にも便なるような方策を研究した。

また、研究結果の実施による効果についても考察し、研究成果を確認した。

なお、参考のため新造時のゴミ発生の一列を示す。

下記に示す表はブリエクシオンを行なっている最新鋭工場における荷油艙内で発生したゴミの一例である。荷油艙内であるため、発生するゴミの種類は鋼材がほとんどであるが、居住区、機械室においては種類、寸法、形状、重量等多種多様であり、また、旧来の造船所となれば小形船殻ブロックでユニット織装、ブロック織装も思うにまかせず、ゴミの発生量は下記表よりも大巾に増大しているものと推定される。

210型タンカー建造時№1 C.O.T.よりでたスクラップおよび塵芥実測の一例

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(全然使用していない)	400	40	280	23	331	26	1,011	89
	スラッグ		120		270		150		540
治具関係	台付ピース	(40Kg)36	1,440	(30K)34 (100K)4	1,420	(30K)41 (100K)5	1,730	120	4,590
	ストロングバック	20	350	20	350	5	87	45	787
	金矢	87	43	50	25	34	17	171	85
	ピースおよび引馬	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 5/8"×40			86	10	76	8	162	18
	" 7/8"×60			164	50	92	29	256	79
	ワッシャー			28				28	
その他	残材		約6,000		約7,000		約5,000		約18,000
	ハツリ屑		32		30		34		96
	その他泥、砂		4,225		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	
	足場スタンプ	9		26		1		36	
	タラップ	3		4				7	
ワイヤーおよび安全ロープ	30		35		30		95		
合計			14,171		14,659		11,506		40,336

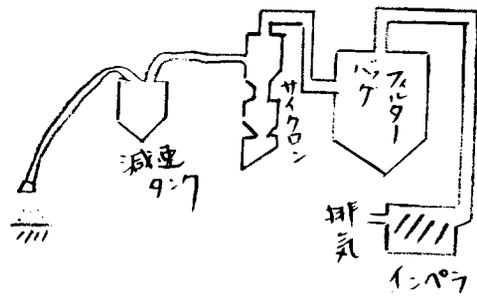
4.3.2 各清掃機械検討

(1) 吸引式掃除機

吸引式掃除機による清掃は総ての区画に使用可能であり、安全面および作業員の省力化を目的として実験を行なった。機械能力、吸引管径および作業場の環境により限度がある。また、機種には力量型と容積型とがあり、各条件によって吸引能力が異なる。

勿論ゴミの形状、寸法、重量等によっては回収不能なものも多い。

(a) 試験機械（力量型）



日本クリーナー製 30HP集砂機
 バキュームブロワー NICLON
 5 1/2 # - 10^S
 風圧 4,000 mm Aq
 風量 20 m³/min
 回転数 3,510 r.p.m

図 4. 3. 1

(b) 試験方法

実験は30HP集砂機に減速タンク（粉塵以上のゴミを集積する）を併設し、サクシオン・ホース（ステレオラバーホース）で連結し、各ホース長における風速、搬送物重量および搬送速度を求め集塵機の要求性能を算出するための基礎資料を求めた。テストピースは石および四角の鋼製ピースを使用した。この場合ホース径の関係で石の最大重量を150g、鋼の最大重量を450gとした。

(c) 実験結果

(i) 電流—ホース長測定

実験用集砂機は力量型であるため、ホースが長くなれば真空度が落ちて電流が下降し、同時に風量、風速が落ちるので電流とホース長の関係を調べた。

表 4. 3. 1

電流 (A)	85 A	81 A	75 A	70A~60A	60A~35A	55A~30A
	①	①②	①②③	①②③④	①②③④⑤	①②③④⑤⑥
ホース長	4" 8.5 m	4" 15.1 m	4" 22.1 m	4" 22.1 m 3" 7.2 m	4" 22.1 m 3" 7.2 m 2" 8 m	4" 22.1 m 3" 7.2 m 2" 15.0 m
				計 29.3 m	計 37.3 m	計 44.3 m

① □ …… 吸引式掃除機

初期電流値と稼働電流値では異なるが上表は稼働電流値である。

また、ホース径によっても異なる。

以上の結果をグラフで示すと次のようになる。

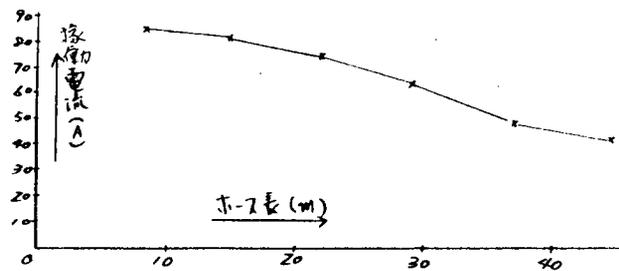


図 4. 3. 2

(ii) 風速 — 搬送物重量測定

表 4.3.2

傾斜 風速 m/s	水平 (鋼) ⁽⁹⁾	60° (鋼) ⁽⁹⁾	垂直 (鋼) ⁽⁹⁾	60° (石) ⁽⁹⁾
45	450以上	450以上	450以上	150以上
40	450	300	200	150
36	450	300	100	150
30	450~300	275	70	150
26	300	275	50	150
20	50	20		50
13				15

- (註) ① 風速はアネモマスター風量計でホース先端の吸入口の流速を測定した。
 ② 風量計の目盛りは $40m/s$ までで $45m/s$ はオーバーゲージしたので風量と電流は比例すると電流の読みから推定した。
 ③ 一般搬送物 — 風速の関係は表 4.3.3 参照。

表 4.3.3 搬送速度と搬送可能な塵埃 (アmano資料)

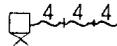
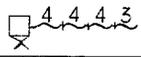
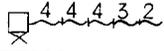
搬送速度 m/s	粉 塵	例
10	極く軽い粉塵 (ガス・蒸気・フェーム・煙)	各種のガス; 蒸気, 亜鉛, アルミニウム, 木粉, 綿繊維
12		鉛屑
15	中程度の比重の乾燥粉塵	木綿, パフ作業麻屑, 木材, 穀物, ゴム, ベークライト等の粉, 鋸屑
18~20		木片
20	一般工業粉塵	羊毛, 木材, サンドブラスト作業, グラインダー作業, 靴の泥, 粉炭
20~25		綿花
25	重い粉塵	鉛, 鑄造作業, 旋盤作業
25以上	比重が大きく, 油または水等でぬれた粉塵	ぬれた鉄粉

(iii) 風速 — 搬送速度測定

搬送速度は風速、傾斜によって異なるが風速 $45m/s$ でホースを水平にしたときは鋼片で $8\sim 10m/s$ 、石で $10m/s$ 程度である。

(iv) 風速 — ホース長測定

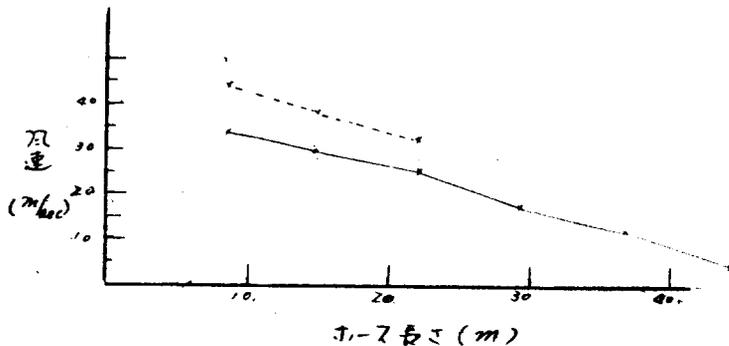
ホース (ラバー) が長くなればホースの摩擦抵抗および継手の抵抗増加により風速は落ちる。

ラバーホース		風速(m/sec)	備考(径吋)
径(吋)	長(m)		
4	8.5	34	
4	15.1	30	
4	22.1	26	
4 3	22.1 7.2	32 (18)	
4 3 2	22.1 7.2 8.0	42 (10.5)	
4 3 2	22.1 7.2 15.0	24 (5.3)	

(註) ()内の数値は $SV = S'V'$ (送風量 = Const) より 4ϕ にしたときの風速の理論値
(S:断面積, V:風速)

次に以上の結果をグラフに示すと次のようになる。

(註) 点線は最高値を示す。



(v) 熔接棒等の搬送

一般搬送物は回転しながら移動するが、熔接棒等は通常長さの方向を軸に自転し、移動方向に対しては回転しない。したがって、搬送する場合はピースの断面積が極小であるため、比較的大きな風速が必要となり、また、曲り管の所でつまり易い。

ここでエネルギー的に解析すると、垂直方向に熔接棒が移動するためには

$$\rho g h + \frac{1}{2} m v^2$$

が必要である。

このホース管中のエネルギーは

$$\frac{1}{2} Q V^2 = \frac{1}{2} S V^3 \quad (\because Q = S V)$$

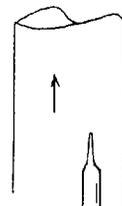
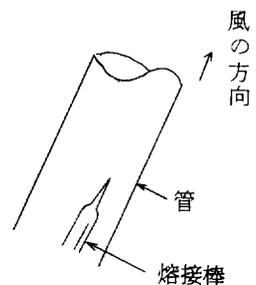
したがって、熔接棒が垂直方向に上昇するためには

$$\frac{1}{2} S V^3 > \rho g h + \frac{1}{2} m v^2$$

所が熔接棒は自重に較べ単位断面積が非常に小さいので垂直方向に搬送するのが難かしい。

したがって、熔接棒等断面積が小さく横に長いものは比較的大きな風速が必要である。

風速 45 m/s でも熔接棒搬送は無理であった。



(vi) ラバーホース管抵抗計算

COLEBROOK MOODYの式より

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.1 \log_{10} \left(\frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{2 \epsilon}{3.7 \alpha} \right)$$

ただし

λ = 抵抗係数

ϵ = 粗度数 (ラバーホース 0.2)

$\text{Re} = \frac{v d}{\nu}$ (レイノルズ数)

ν = 動粘性係数 0.145×10^{-4} (空気)

d = 管径

v = 流速

30HP集砂機の各ホース長別における実験結果よりラバーホースの抵抗係数 λ を求めると

- ① 4" 径ホース 8.5 m 1本備え付けた場合

上式より $\lambda = 0.0284$

- ② 同じく 4" 径ホース 2本を備え付けた場合, 2本目のラバーホースの抵抗係数は $\lambda = 0.0291$

- ③ 同じく 4" 径ホース 3本目の抵抗係数は $\lambda = 0.0314$

- ④ 同じく 3" 径ホースを備え付けた場合, 3" 径ホースの抵抗係数は $\lambda = 0.0351$

④ ここで各ホースごとの抵抗係数が同じ値にならなかったのは, ホースの継手および曲りのためと考えられる。

(vii) 30HP集砂機圧力損失

損失ヘッド式

$$h = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \rho \quad \text{より求める。}$$

- ① 4" 径ホース 8.5 m 1本備え付けた場合

$$h = 166 \text{ mm Aq}$$

- ② 同様に 4" 径ホース 2本を備え付けた場合, 2本目のラバーホースの圧力損失

$$h = 116 \text{ mm Aq}$$

- ③ 同様に 4" 径ホース 3本目の圧力損失

$$h = 88 \text{ mm Aq}$$

- ④ 同様に 3" 径ホースを備え付けた場合, 3" 径ホースの圧力損失

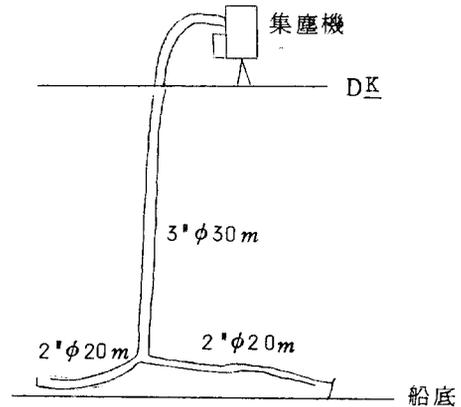
$$h = 346 \text{ mm Aq}$$

以上をまとめると次のようになる。

管径(D.T)	ホース長 m	流速 m/s	流量 (m ³ /min)	圧力損失 mmAq
4	8.5	34	991.4	166
4	7.6	30	874.8	116
4	7.6	26	758.2	88
3	7.2	32	728.0	346

(viii) ゴミ回収における吸引式掃除機要求性能

荷油タンク内の清掃において集塵機からタンク底部までの長さを30m位とすれば一応50m程度のホースが必要であり、また、先端20m程度を2又として使用するものとする。



ここで2φの先端の流速を35m/sとしたときの圧力損失を求めると

① 2φ 20m 2本は

$$h_1 = \lambda \frac{\ell}{d} \times \frac{v^2}{2g} \cdot \rho = 0.04 \times \frac{20}{0.05} \times \frac{35^2}{2 \times 9.8} \times 0.129 \times 10^2 = 1,290 \text{ mmAq}$$

3φ 30m 1本は

$$h_2 = \lambda \frac{\ell}{d} \times \frac{v^2}{2g} \cdot \rho = 0.04 \times \frac{30}{0.0762} \times \frac{3.11^2}{2 \times 9.8} \times 0.129 \times 10^2 = 1,002 \text{ mmAq}$$

$$\therefore h_1 + h_2 = 2,292 \text{ mmAq}$$

継手およびホースの曲り等で $h = (h_1 + h_2) \times 1.2$ 位が適当である。したがって、

$$h = 2,292 \times 1.2 = 2,750 \text{ mmAq}$$

ゆえに空気搬送だけのラバーホース管における圧力損失は

$$h = 2,750 \text{ mmAq}$$

② 吸引式掃除機で一般粒状の物を搬送するときには(1)項の圧力損失の他に搬送物による圧力損失がある。

1時間における空気の重量を $A \text{ Kg/H}$

1時間における搬送物の重量を $B \text{ Kg/H}$ とすると 搬送物の圧力損失は $P = h \left(\frac{B}{A} \right)$ となる。

(註) h は空気搬送のみの圧力損失

したがって、1時間における空気量は(1)項の先端流速を35m/sとして

$$q_1 (\text{空気量}) = \left(\pi \times 0.05^2 / 4 \right) \times 35 \times 60 \times 60 \times 2 = 495 \text{ m}^3/\text{h} \times 1,293 \times 10^3 = 636 \text{ Kg/h}$$

また、搬送物をカラミ(鋳碎)として1時間当り5 T搬送するとして

$$q_2 = 5,000 \text{ Kg/h}$$

$$\text{ゆえに } P = h \left(\frac{q_2}{q_1} \right) = 2,750 \times \left(\frac{5,000}{636} \right) = 21,619 \text{ mmAq}$$

これをアマノの吸引掃除機で調べると圧力損失21,619mmAqを満たすものはない。

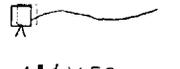
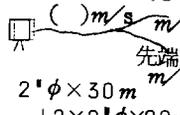
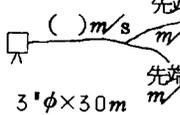
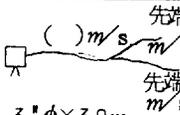
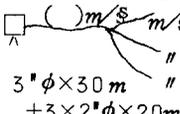
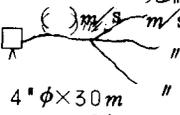
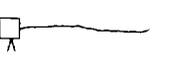
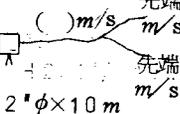
一般に吸引掃除機の圧力は7,000mmAqまでで、したがって、この場合はホース径および長さの要求性能が大きすぎる。

したがって、各ホース寸法における搬送重量を調べる。

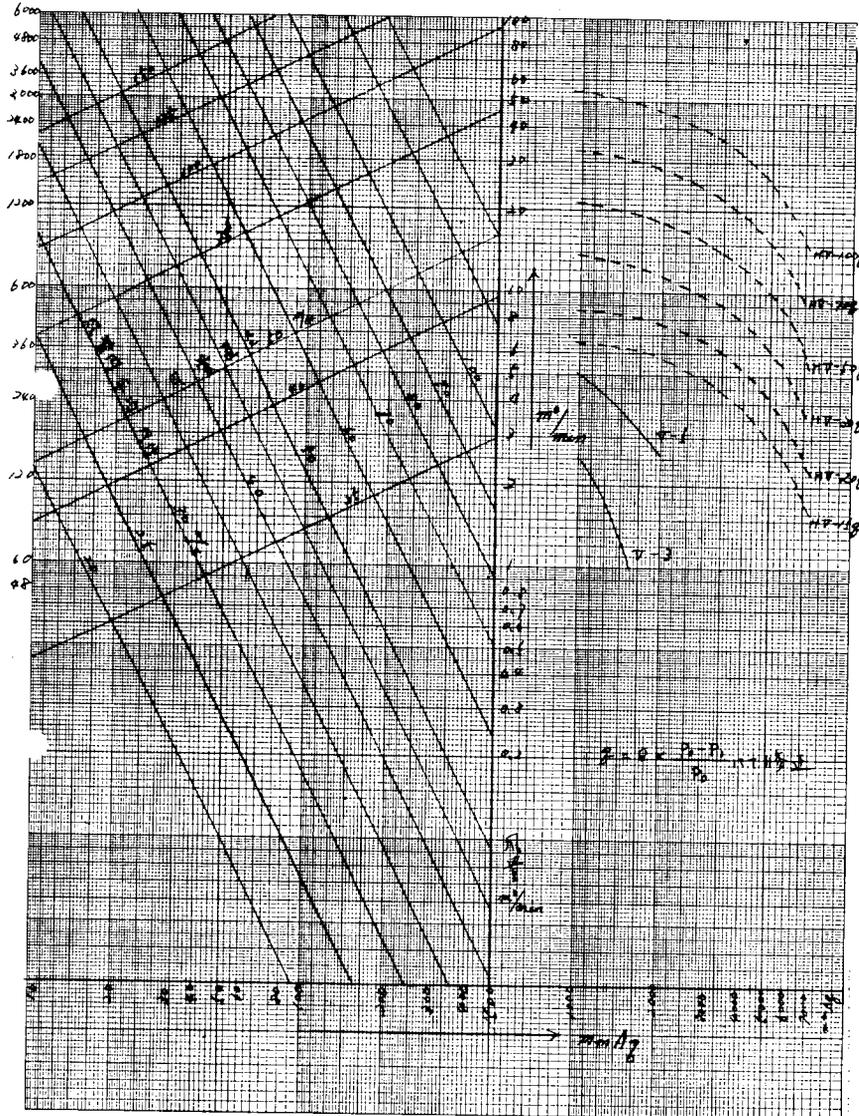
(ix) 各吸引機別搬送重量

ホース間の流速が20m/s以上は必要という条件で算出した。

計算は各流速、ホース長において損失圧力を求め、次にアマノの各機種のパフォーマンス曲線から各風量別有効圧力損失を出し、搬送物圧力損失計算式より搬送物重量を求めた。

サクシオン ホース寸法 (径:吋, 長:m)	先端流速 (m/sec)	圧力損失 (空気搬送) (mmAq)	各吸引機別搬送重量 Kg/H							
			1 HP	3 HP	5 HP	20HP	30HP	50HP	70HP	100HP
 2"φ×50m	40	4,212	/	/	/	/	72	84	84	84
	30	2,369	/	/	/	380	500	500	500	500
	20	1,053	/	/	180	960	960	960	960	960
 3"φ×50m	40	3,019	/	/	/	/	/	430	870	980
	30	1,580	/	/	/	/	840	1,920	2,100	2,100
	20	702	/	/	/	/	1,920	3,060	3,420	3,420
 4"φ×50m	40	2,106	/	/	/	/	/	/	1,320	2,760
	30	1,185	/	/	/	/	/	1,720	3,960	5,100
	20	527	/	/	/	/	3,480	6,180	8,460	8,460
 2"φ×30m +2×2"φ×20m	先端 (80) m/s 40	11,794	/	/	/	/	/	/	/	/
	先端 (60) m/s 30	6,635	/	/	/	/	/	/	/	/
	先端 (40) m/s 20	2,948	/	/	/	/	68	257	440	440
 3"φ×30m +2×2"φ×20m	先端 (35.6) m/s 40	3,019	/	/	/	/	/	482	800	800
	先端 (26.7) m/s 30	1,698	/	/	/	260	900	1,590	1,590	1,590
	先端 (17.8) m/s 20	755	/	/	165	1,640	2,500	2,790	2,790	2,790
 3"φ×30m +2×3"φ×20m	先端 (80) m/s 40	7,862	/	/	/	/	/	/	/	/
	先端 (60) m/s 30	4,422	/	/	/	/	/	93	270	270
	先端 (40) m/s 20	1,966	/	/	/	440	740	850	850	850
 3"φ×30m +3×2"φ×20m	先端 () m/s "	3,475	/	/	/	/	/	335	745	745
	先端 (26) m/s 20	1,373	/	/	/	440	1,200	2,300	2,470	2,470
 4"φ×30m +3×2"φ×20m	先端 (22.5) m/s 30		/	/	/	/	/	/	/	/
	先端 (22.5) m/s 30	1,481	/	/	/	/	1,140	1,900	2,870	2,870
	先端 (15) m/s 20	658	/	/	/	1,670	3,080	4,700	4,870	4,870
 2"φ×20m	40	1,685	/	/	/	600	810	1,080	1,080	1,080
	30	948	/	/	220	1,450	1,630	1,630	1,630	1,630
	20	421	/	264	690	2,560	2,680	2,680	2,680	2,680
 2"φ×10m +2×1"φ×10m	先端 (20) m/s 40	1,685	/	/	33	540	540	540	540	540
	先端 (15) m/s 30	948	/	28	156	790	790	790	790	790
	先端 (10) m/s 20	421	/	246	310	1,360	1,360	1,360	1,360	1,360

サクシオン ホース寸法 (径:吋, 長:m)	先端流速 (m/sec)	圧力損失 (空気搬送) (mm.Aq)	各吸引機別搬送重量 Kg/H							
			1 HP	3 HP	5 HP	20HP	30HP	50HP	70HP	100HP
 1"φ×20m	40	3,370	/	/	/	84	84	84	184	84
	30	1,896	/	/	36	160	160	160	160	160
	20	842	/	/	49	57	280	280	280	280
 1"φ×10m	40	1,685	/	/	16	260	260	260	260	260
	30	948		52	72	390	390	390	390	390
	20	428		126	150	600	600	650	650	650
 1"φ×5m	40	843		85	130	600	600	600	600	600
	30	474		148	220	840	840	840	840	840
	20	214		290	340	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200



了マノ集塵機各仕様

型式	HV 20	iHV 6:0	V-3型	V-5型	OM-1000型	VS-1000型	VS-3000型	VS-5000型
電源 (V)	3相 200	3相 200	3相 200	3相 200	3相 200	3相 200	3相 200	3相 200
風量 (m^3/min)	5.88	2.90	0 3.3 6.5 ↓ 1,520 ↓ 1,800 1,000	0 3.3 6.6 ↓ 2,200 ↓ 2,400 1,420	0 8 15 ↓ 125 ↓ 175 50	0 6 11 ↓ 210 ↓ 300 80	0 16 33 ↓ 250 ↓ 300 150	0 25 50 ↓ 250 ↓ 320 50
圧 (mm.Aq)	5.500 (使用点圧力)	7.00						
接続ホース径 (mm)	5.08	1.27	3.8	3.8	1.27	1.01	1.27	2.00
集塵容量 (ℓ)	1.45		3.0	8.5		1.0	3.0	6.0
L. B. D (mm)	780×1,700 ×2,055	2,900×2,640 ×3,495	87×43×84	1,200×570×1,150	56×56×168	60×32×112	70×52×160	110×70×210
総重量 (Kg)	8.50	4.750	9.8	22.0	7.7	8.0	1.60	3.00
出力 (KW)	1.5	5.0	2.2	3.7	0.75	0.75	2.2	3.7
備考								

(d) 吸引式掃除機試験結果考察

一般的に吸引式掃除機は、吸引物を限定し、砂、カラミ(鋳滓)、粉塵等粉粒状のような場合は大変効果があるが、船舶内で出されるゴミは種々雑多な形状、寸法、質のものであるため、一概に強力なものであれば完全に処理できるということでもない、つまり、現象については次のごとく考えられる。

(i) 吸引機がゴミを吸引し、搬送する場合、カラミ(鋳滓)

等表面積も小さく軽量の物は図 4.3.3 のような粒度分布で進行するが、石等の場合は図 4.3.4 のようにサイクルを描いて進み、また、鉄のように比重の大きな物は図 4.3.5 のように管底に沿って曲がりながら搬送される。

搬送物の性状によって搬送速度が異なる。したがって、重量物は図 4.3.6 の状態から図 4.3.7 の状態になる。

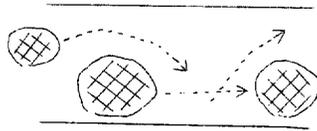


図 4.3.6

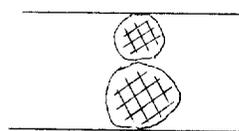


図 4.3.7



図 4.3.3 (カラミ)



図 4.3.4 (石)

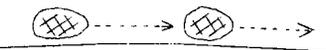
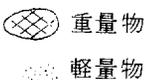


図 4.3.5 (鉄)



図 4.3.8 

(ii) カラミ(鋳滓)のごとく軽量なものでも重量物が混じって搬送される場合、搬送速度が異なり、また、管内の風速が管の側壁では遅いので管底部で滞留し易い。一度滞留するとその部分の風速は小さく徐々に滞留し、圧力損失も大きくなりやがてつまる。

特に布、紙、木屑等が入った場合はつまり易い。

(iii) ホースの曲り部分では図 4.3.9 のような速度分布が起り、したがって、曲りの内側の流速は小さい。

ゆえにこの内側に搬送物が滞留し易い。

(iv) ホースの立上りの部分においては水平方向で搬送可能なものでも垂直方向には、搬送不可能な物が滞留する。

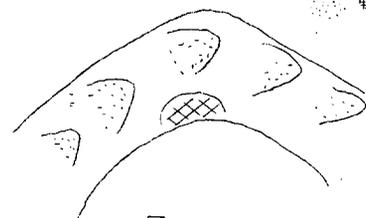


図 4.3.9

つまり防止策

ホース内でのつまりを防止するためには、①搬送物がホース径の1/2以下が望ましい、②管内における搬送速度が異なるものは、極力避けるべきである。

また、図 4.3.11 のように荷油タンク内を清掃する場合、吸引部分は水平であるが、途中で垂直方向となり、水平では搬送されるが垂直では重量のため搬送されない物は立上りの部分で停

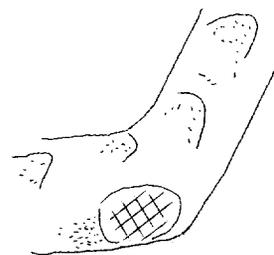


図 4.3.10

滞するので、③垂直搬送能力とホース形状を考慮する。しかし、船舶内で出されるゴミは種々雑多な物であり、ホース先端において吸引機が選択的に物を吸引しないのでどうしても途中でつまることになる。

ここで100HPの吸引掃除機においても以上の問題は解決できず、したがって、吸引掃除機を使用する場合は、まず、人手で大きなゴミを選別し、これを別の方法で搬出し、小さなゴミのみを吸引掃除機で回収せざるを得

ない。

したがって、小さなゴミの清掃用として吸引式掃除機を機関室内に設置するときは5~10HP、機関室外に設置し機関室の清掃を行なう場合は20HP程度以上が必要である。

居住区内においては、携帯用として1HP程度の小型吸引掃除機が有効と考える。

また、荷油タシクの場合は、ゴミが足場用番線等を含めた種々雑多なものであるため、上記のことにより100HPの吸引機を以てしても完全な搬出は不可能であり、最初に人手で大きなゴミを選別し、次に小さい軽量のものを吸引機で除去することになる。

ゆえに小型ウインチで小量づつ上げたほうが状況によっては得策である。

一般的にゴミを吸引搬送する場合は、鉄片等比較的大きな物を搬送する場合は、風速が 40 m/s 以上必要とし圧力損失も増し、大型機種を選ぶことになるが、ホース中でつまることを考えると機種の大形化のみでは解決するものではないので一考を要する問題である。

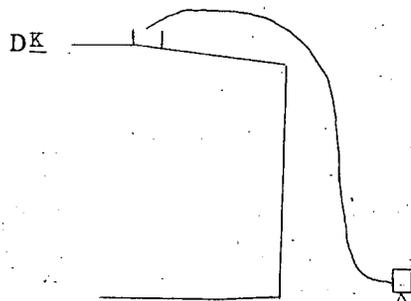
もし、ホース中間でつまればホース接手を離さなくてはならぬため、逆に工数がかかることになる。

したがって、最初に大型のゴミを取り、別の方法で搬出し、次に小さなゴミを吸引搬送することとなる。ここで小さなゴミの場合は、風速も $20\sim 30\text{ m/s}$ で十分であり、また、ゴミも散乱しており一定時間内に吸引するゴミの量も割合少く、したがって、吸引式掃除機の中型も大型も搬送量はこの環境では余り変らないから諸経費、取扱い等を考慮した場合、中型のほうが良い。

(2) 圧送式タンク

各造船所ともエア源は割合豊富であり、圧送は吸引の約10倍の圧力があるので試験を行なった。

(a) 試験方法



圧送タンク容積	0.26m ³
搬出ゴムホース	内径34mmφ 20m×2本
搬出ヘッド	2.48m

試験は、サンド・プラスト機を岸壁の乗船台付近に仮設し、ニッケル・カラミ(鋳滓)径 $0.5\text{ mm}\phi\sim 8\text{ mm}$ の混合物を搬送した。

(b) 試験結果

排出時間2分55秒で197.56Kgのカラミを搬送したので、能力としては4t/h程度と考えられる。

(c) 要求性能

この実験から次の要求性能を求めた。また、タンクは移動性を考慮し、極力軽量にし車付きとする。搬送物放出部で多量の粉塵を出すため、収塵装置を設ける必要がある。

エア圧力	6 Kg/cm ²
タンク径	300~400mm
搬出ヘッド	3.5m

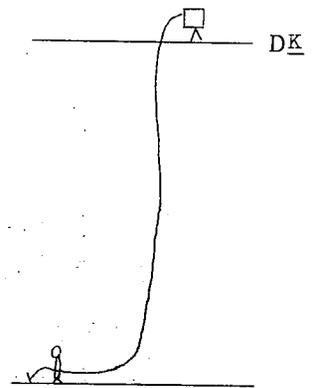


図 4. 3. 11

搬出ホース 11 1/2" 20m×2本

搬送量 5 t/h

(d) 考 察

(i) 圧送の場合、吸引と比較して圧力が約10倍程度になるため、20万トン級船舶の必要ヘッドやホース長に対して十分である。

(ii) 大型吸引式掃除機と比較して圧送装置は小型、軽量で移動性が良い。

(iii) 荷油タンク内の清掃においては吸引式掃除機の本体がD区上に据付けておけば良いのに対し、圧送式の場合、タンク内に搬入しなければならない甲板開口部の寸法の関係で圧送タンクが小型になり、したがって、搬送能力を大きくできない欠点がある。

(iv) 高速でゴミを搬送するため、減速タンクおよび吸塵装置が必要である。

ゴミの搬送では、圧送式も吸引式同様搬送物の性状が異なればつまり易く、搬送物はホース径の1/3以下の大きさでなくてはならない。

圧送式はカラミ等小さい物を搬送する場合は、搬送量も多くメリットも大きい。

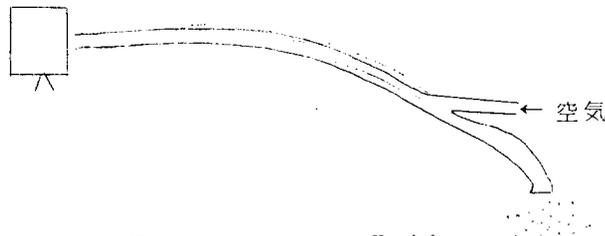
圧送式—吸引式比較

	圧送式	吸引式
動力	エアー	電動
圧力	6 Kg/cm ²	-0.7 Kg/cm ²
ホース径	小(大)	大
ホース長	長(短)	短
粉塵処理	回収後	装置本体前
装置費用	安い	高い
本体	小(大)	大
設置場所	タンク内	D区上

(3) エアーエジェクター式吸引掃除機

圧送タンクにエアーエジェクター式吸引装置を組み込み圧送と吸引双方の長所を活かすための基礎実験を行った。

(a) 試験方法



エアー圧力 6~6.3Kg/cm²

エアー供給ホース 10mmφ

吸引ホース 40mmφ×5.8m

吸引物 ニッケルカラミ(鋳滓) 0.5~8mmφ, 試験は圧送式とは連結しないで上記のような方法で行なった。

(b) 試験結果

真空圧 3,000~3,200mmAqでカラミ540Kg/hを搬送した。

(c) 考 察

図4.3.12のように吸引と圧送を連結した場合、実験結果から吸引と圧送は自動切替で行なう場合、吸引能力が圧送能力に比較して極端に劣る。したがって、吸引と圧送とを完全に分離し、圧送タンクへは他の補結方法を考えたほうが能率的である。余り能

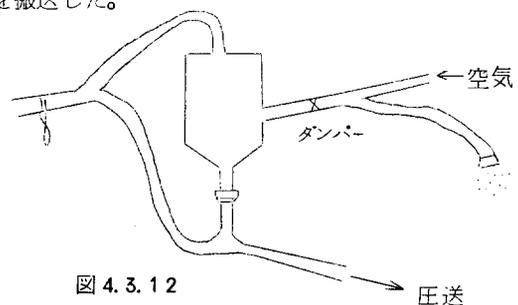


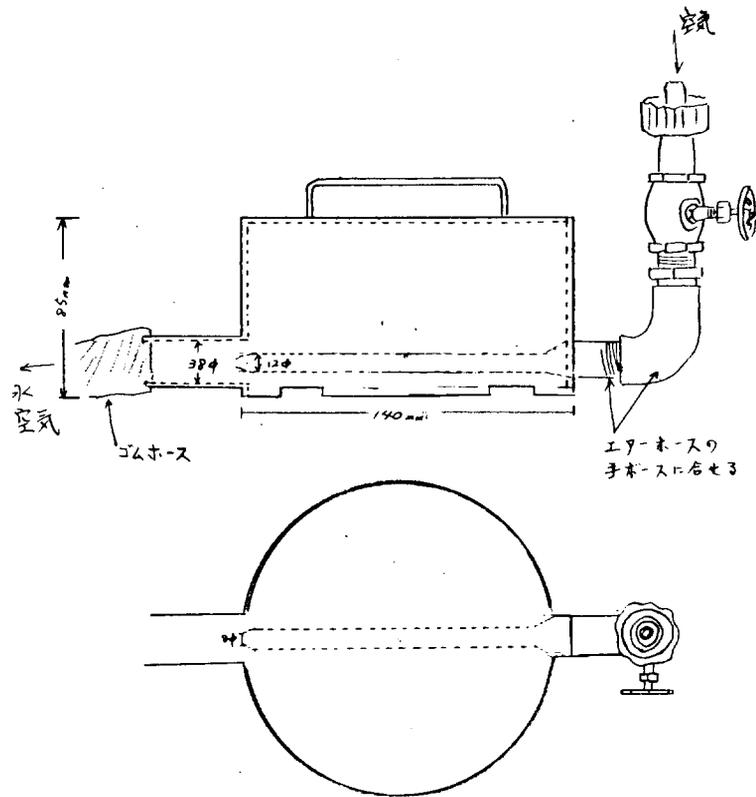
図4.3.12
圧送—吸引連結式

率を考えないような少量処理であれば結合方式でも良からう。

(4) 残水排出用エジェクター

エジェクター本体が極めて軽く持ち運びに便利のため、居住区内の溜り水、および歪取りの水等層の薄く少量の排水に使用するために試作、試験を行なった。

(a) 本体の形状



(b) 試験結果

エヤー圧力	5.3 Kg/cm ²
ビニールホース径	38 mm
吐出量	0.9 t/h
最大揚程	15 m
重量	3 Kg

(c) 考 察

- (i) エヤーエジェクターは軽量で持ち運びが至って簡単である。
- (ii) エヤー駆動のため設置し易い。
- (iii) 普通のポンプでは吸水しない薄い層の排水に最適である。
- (iv) 歪取りの水、居住区内の溜り水の排水に最適である。
- (v) 揚程が15m位になると霧状になるが排水は可能である。しかし、一般的には7 m程度以下で使用したほうが効率が良い。

(5) スーパー

(a) 機種, 機能

- (i) 手押し式

(ii) 乗用車式 (図 4.3.13 および 14 参照)

b) 試験結果

Upp DE₂上で清掃試験を行なったが、ブラシの回転は糸の代用となり粒状物はバッグに掃き取られ、粉塵は吸引機で吸収され完全な清掃ができた。したがって、吸引機は極く小型で十分である。

(c) 考 察

- (i) 数種のワイヤーブラシを準備すれば表面の状況により掃除のグレードを変えることができる。
- (ii) 吸引式掃除機の代りになる。
- (iii) 糸と吸引とを具備しているため、比較的小型で完全に近い掃除ができる。
- (iv) ワイヤーブラシの種類を変え、回転数を 1,500 r.p.m 程度に増大することにより除錆機として兼用可能である。

(6) 揚水ポンプ

(a) 機 種

- (i) ブラシジャー式
- (ii) 歯車式
- (iii) うず巻き式
- (iv) そ の 他

(b) 要求性能

揚水ポンプは、空転故障しないようにフロートを取り付けて水中沈下を一定にし、自動発停装置を取り付ければ監視員が不要になる。

下記程度の能力のものが取扱い容易である。

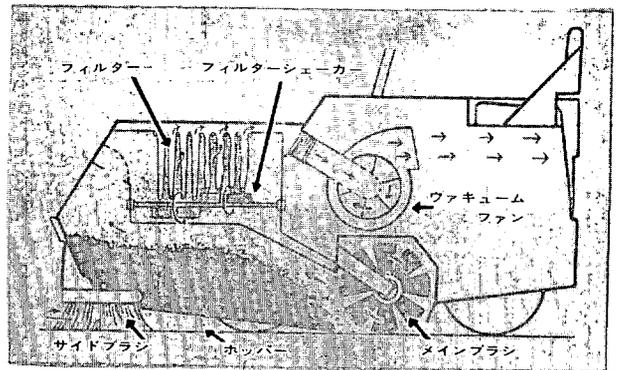
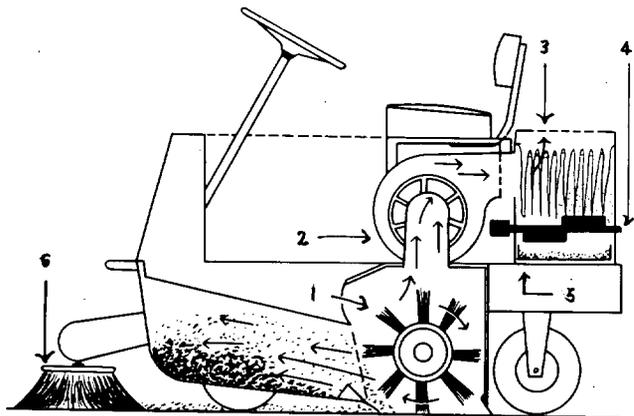
揚程	水量	口径	重量
23~40 m	18~30 t/h	2 1/2" 最大	60 Kg 以下

(c) 考 察

- (i) 一般的に船内から船外への排水は揚程が高いため、強い馬力が必要である。
- (ii) 機関室等の水の溜る所は狭隘なため、大型ポンプは持ち込みが困難である。
- (iii) 一般的に現場では重量が 30 Kg 位の物が取扱い易く理想的であるが、これ位のもので揚程が 30 m あるものは見当たらない。
- (iv) 揚程を低くするため、外板工事穴からホースを船外に出す方法もあり、外舷に排水用ピースを常設すれば必要ヘッドも低くなり、小型ポンプで排水可能となり、修繕時にも有効である。

また、この場合、スカッパラインの舷外管に枝管として取り付けても良い。枝管は、盲板のボルト締めとし常設する。

管寸法は自由に選定可能である。



主要諸元表

性能	清掃巾	1,050mm
	清掃速度	2~8 km/Hr (任意速度にペダル踏代をセット可能)
	最高速度	11km/Hr (ペダルのセット速度まではペダルと連動)
	清掃能力	7.350 m ² /Hr (清掃速度 7km/Hr にて)
	収塵箱容量	0.15 m ³
	濾過装置	4.5 m ² 密閉構造バッグ式
	登坂能力	θ = 10° (勾配1/6)
	最小回転半径	約1,350mm
車体	全長	約1,865mm
	全巾	約1,160mm
	車体重量	約450kg
	タイヤ	前輪 12" × 3" HSゼロプレッシャータイヤ 2個 後輪 3.50-5 ユニークタイヤ 1個
原動機	機種	KB41AS 富士重工業製
	形式	強制空冷4サイクル直立単気筒ガソリンエンジン
	排気量	309cc
機	最高出力	8.0PS/3,600r.p.m
	始動・充電方式	始動電動機式・マグネトー
	バッテリー	12V-26AH/20Hr
	燃料タンク容量	約7ℓ
走行駆動方式	燃料消費率	2ℓ/Hr
	走行駆動方式	ベルト(後退は摩擦板)デフ・チェーン前輪駆動
変速方式		前後進1段(前・後進ペダル切替)

主要諸元表

性能	清掃巾	1,360mm
	清掃速度	2~8 km/Hr
	最高速度	10km/Hr
	清掃能力	9,520m ² /Hr (7km/Hr にて)
	収塵容量	0.375m ³
	排出装置	油圧ダンブ式
	濾過装置	7.04m ² 密閉構造バッグ式
	登坂能力	θ = 10° (勾配1/6)
車体	最小回転半径	約1,780mm
	全長	約2,170mm
	全巾	約1,500mm
	車体重量	825kg
原動機	タイヤ	前輪 4.00-8 ユニークタイヤ 2個 後輪 4.00-8-6P(1) 1個
	メインブラシ(長さ×径)	約1,067mm × 355mm φ 円筒形
	サイドブラシ(径)	約530mm φ 円錐形
機	機種	EY-21AS 富士重工業製
	形式	強制空冷4サイクル水平対向2気筒ガソリンエンジン
	総排気量	618cc
	最高出力	15.0PS/3,600r.p.m
走行駆動方式	始動・充電方式	始動電動機式・直流充電方式
	バッテリー	12V-50AH/20Hr
	燃料タンク容量	30ℓ
	燃料消費率	3ℓ/Hr
変速方式		油圧後輪駆動 前後進1段(前・後進ペダル切替)

図 4.3.13

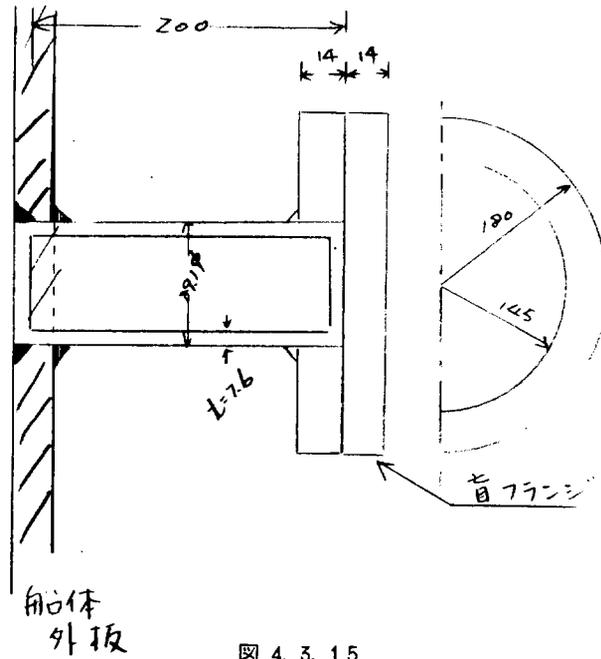


図 4. 3. 15

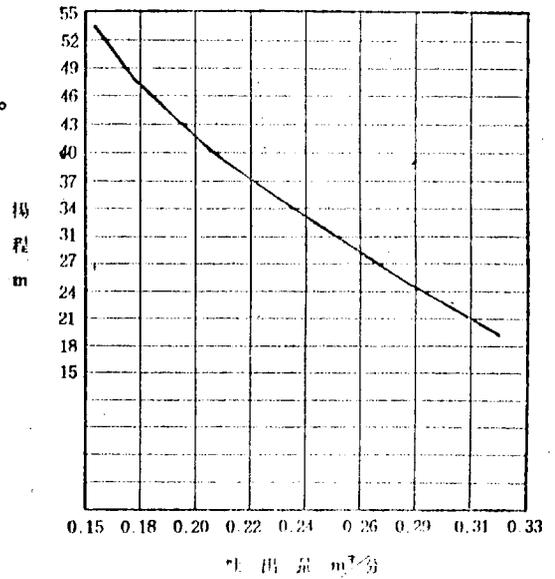
(7) スラッジポンプ

スラッジ等粘着物搬出のためにスラッジポンプを調査した。

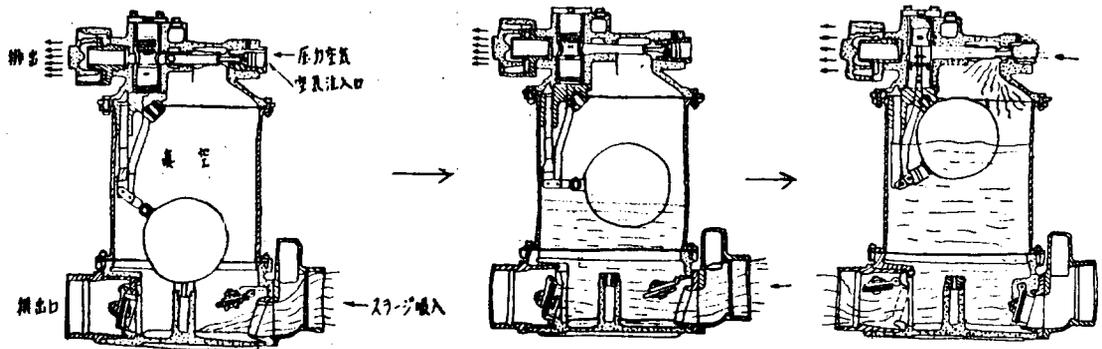
(a) 性能 (アメリカ, ソア社製)

- 重量 43.5 Kg
- 全高 595 mm
- 空気ホース 1" (25.4 mm)
- スラッジ搬出, 搬入ホース 3 1/2" (89.9)
- 最大揚程 52.5 m

(註) メーカー・カタログによる。



(b) 機構



ポンプが空になったとき、圧縮空気はエジェクターを通りケーシング中の空気とともに排出される。ケーシングの中が真空状態になると吸入弁が開き、スラッジが入る。

ケーシング中のフロートはスラッジの吸入とともに持ち上げられる。

スラッジがケーシングに満されフロートが最上部まで持ち上げられると圧縮空気は排出口への穴を閉ざされケーシング中に入り、スラッジを排出口より押し出す。

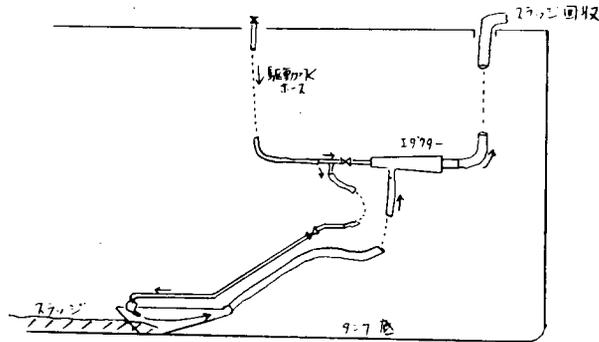
(c) 考 察

- (i) スラッジポンプは大きい揚程が得られる。
- (ii) 軽量で持ち運びが容易。
- (iii) エヤー駆動なので安全である。

(8) スラッジリフター

タンク内のスラッジ等粘着物排出についてスラッジリフターの使用実験を行なった。

(a) 機 能



スラッジ揚能力	1 ~ 2 m ³ /h
エダクター駆動水圧	10 ~ 12 Kg/cm ²
エダクター駆動水量	30 m ³ /h
エダクター駆動水ホース径	50 mm
エダクター吐出水ホース径	80 mm

(註) メーカー・カタログによる。

(b) 実験結果

渠側配管の海水ライン (7 Kg/cm²) を使用してエダクターを渠底に配置し、カラミ (鉍滓) 搬送の実験を行なった。

カラミ搬送量	60 Kg / 20 min
海水使用量	30 t / h

(c) 考 察

狭範囲の場合およびカラミ、スラッジ等1個所に集積している場合は有効であるが、広範囲にわたる場合、メインホースが重いので持ち運びに不便である。

また、搬送物量と比較してエダクター駆動水を多量に必要とする。搬出後の油水の処理が問題で油分離装置が必要である。

(9) 簡易エレベーター

簡易エレベーターは各甲板で任意にスイッチを入れることにより、ゴミ箱を入れたバケットが曝露甲板まで上昇し、自動的な反転をさせればワンマン・コントロールができる。

() (a) 機 種

(i) ヒシノ式枠組タワー

図 4.3.16 参照

性 能

積載重量	1,000 Kg
バケット容量	0.6 m ³
荷 台	900×1,000
使用ウインチ	7.5 kW以上
揚 程	50 m
ガイドレール	4 本

(ii) ユニバーサル・リフト

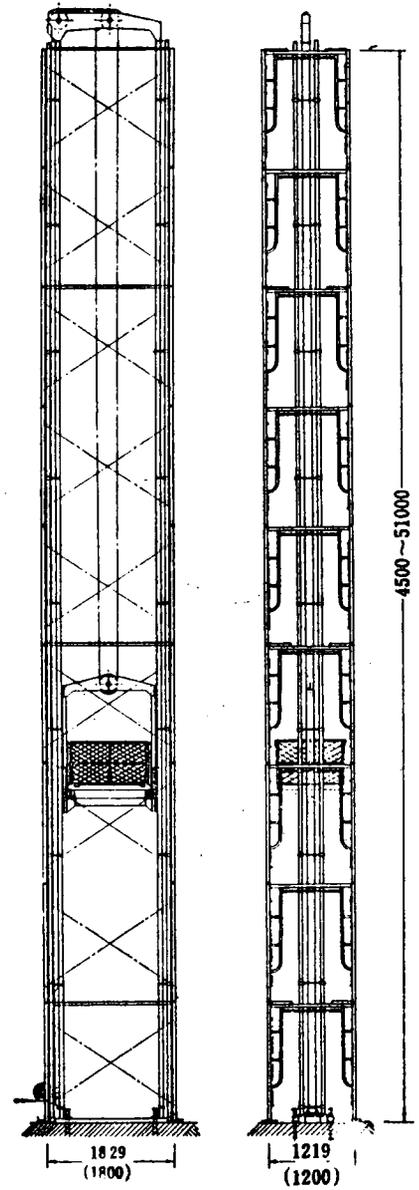
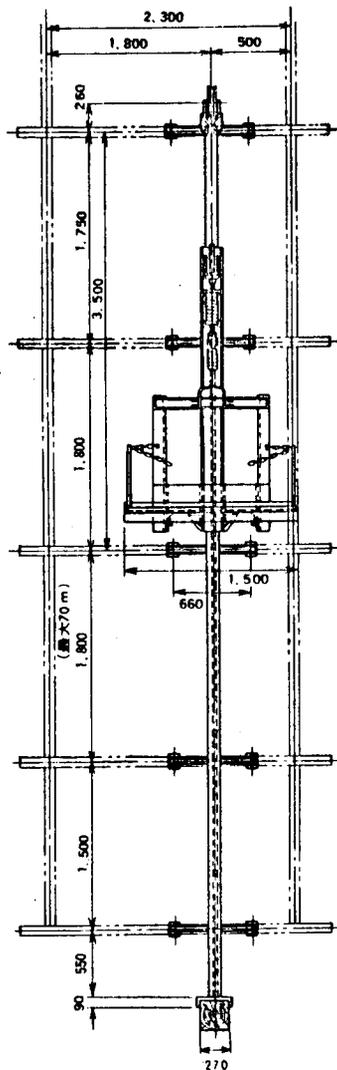
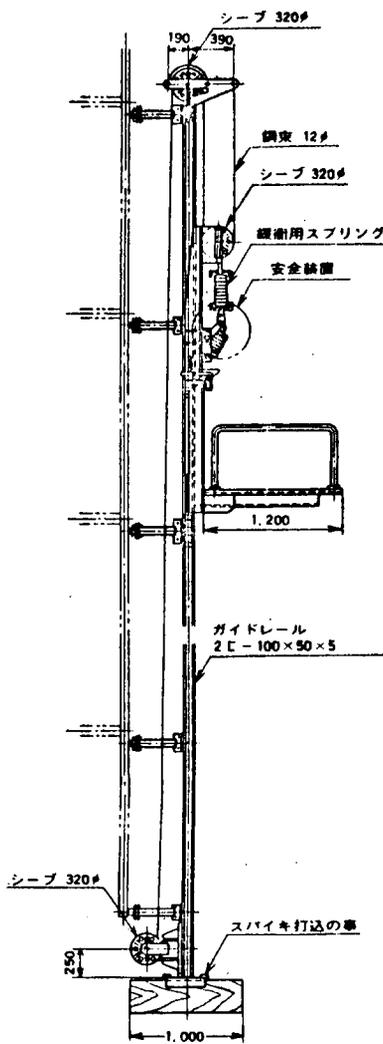


図 4.3.16

積載荷重	1,200 Kg
巻上速度	20.5 m/min
荷台寸法	1.2×1.5 m
ガイドレール	1 本

図 4.3.17

b) 要求性能

巻上荷重	250 Kg
巻上速度	10 m/min
バケット容量	0.6 m ³
揚程	40 m
ガイドレール	2本

(c) 考 察

- (i) エレベーターはウインチに較べ安定性があり容量も大きいので、資材器具の運搬にも使用できる。
- (ii) 船型によっては機関室各デッキオープリングがそろっていない場合があり、その状況により使用法を変える必要がある。
- (iii) 安全上リフトの下で作業できない。
- (iv) ガイドレールがあるので、デッド・スペースができる。
- (v) ガイドレールを途中でサポートする必要がある。
- (vi) 本船用常設エレベーターを工程的に早く完成させ使用する方法を考慮すべきである。

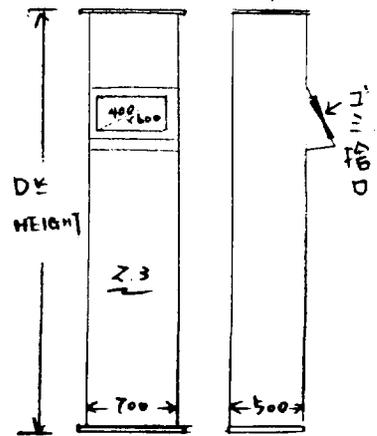
(10) シューター

(a) 使用箇所

- (i) 上 構
- (ii) 外 舷
- (iii) 機 関 室

(b) 要求性能

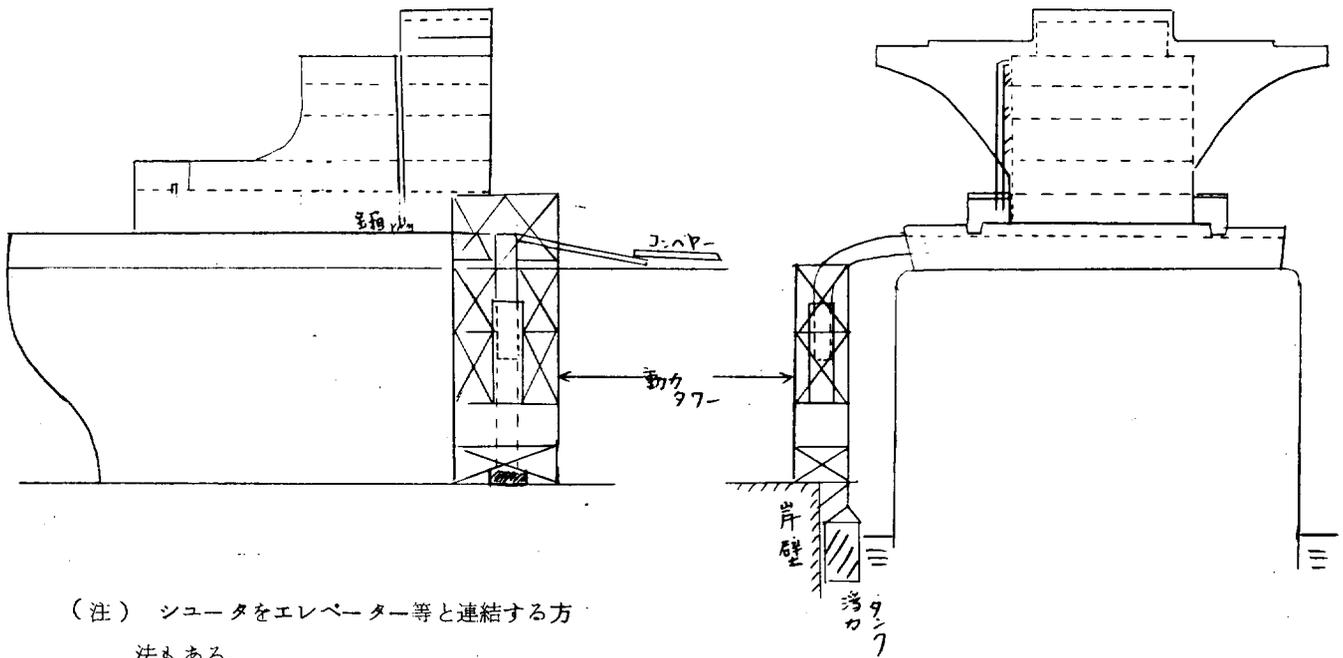
- (i) 上構においては、シューターのトランクを図 4.3.18 のように各甲板間高さと同じのユニットとし、それを接続組み立てる。また、シュートとホッパー・コンベヤーを連結する方法もある。(図 4.3.19 参照)
- (ii) 外舷においては、シューターだけ取り付けるということだけでなく動力タワー等と結合させたほうが良い。(図 4.3.18 および図 4.3.19 参照)
- (iii) ドック中では渠底に宝箱を設置し、乗船棧橋からゴミを投入できるようにシューターを設置する方法もある。



(c) 考 察

- (i) 上構に設置する場合は、各階から UppDK 上の宝箱まで自動的に搬送することができるので、宝箱の設置数が減少し上構曝露甲板のレイアウトも改善される。
ただし、上構形状が階段上の場合には、シュートの設置が困難で宝箱を置いたほうが良い場合もある。
シュートを設置する場合、船型、設備工数、足場問題等を考える必要がある。
- (ii) UppDK と岸壁との間にシューターを設ける方法は、ゴミの UppDK 上での堆積時間も少なくゴミ箱も不必要となり、DK 上レイアウトも良くなる利点がある。また、将来ゴミ回収のワンライン・システムを考えるとシューターによる搬出は有効である。

図 4.3.18



(注) シユータをエレベーター等と連結する方
法もある。
また、シユータまではコンベヤを使
つてもよい。

図 4.3.19

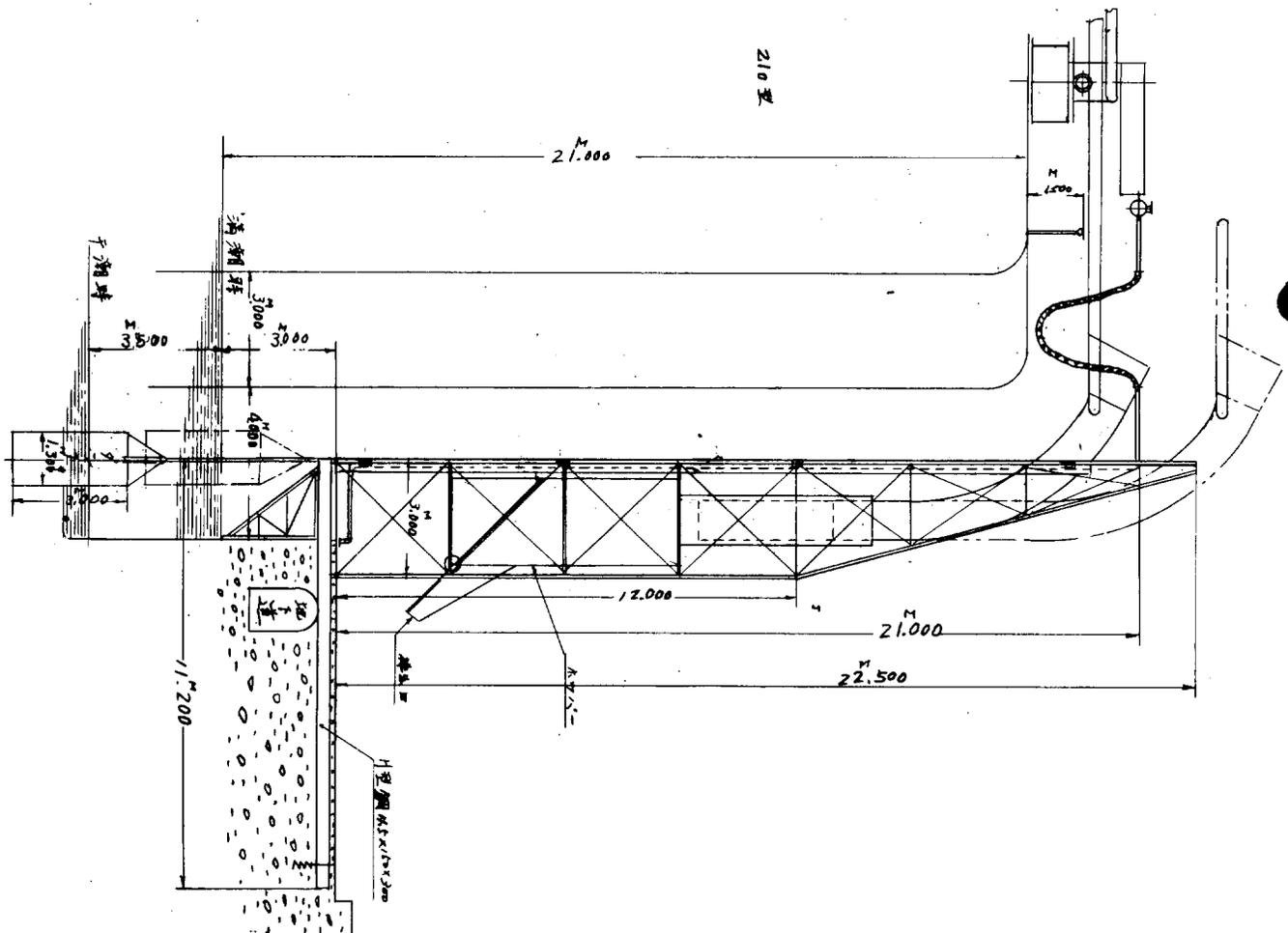


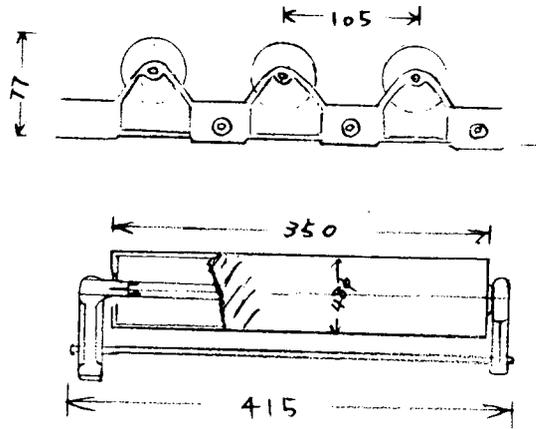
図 4.3.20

(1) ローラー・コンベヤー

ローラー・コンベヤーを進水前に荷油タンク内のゴミ搬出に使用するため、試験を行なった。

(a) 機種, 機能

(i) ローラー・カーペット

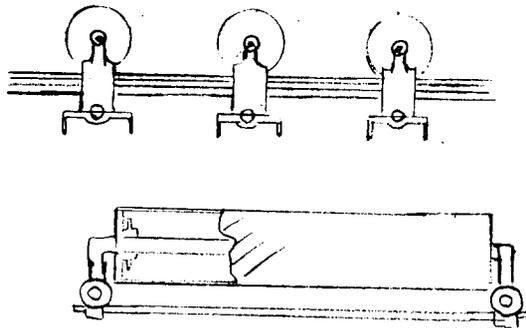


- ローラー巾 350 mm
- ローラーピッチ 105 mm
- ローラー径 48 mm
- カーペット最大巾 415 mm

型式	自重	最大許容荷重	支点距離 (m)		
			1.0	1.5	2.0
RCP-J105	6.35 m/Kg	100 Kg	30 Kg	20 Kg	10 Kg
RCA-J105	7.55 m/Kg	100 Kg	50 Kg	30 Kg	20 Kg
RCC-J 90	8.3 m/Kg	100 Kg	-	-	-

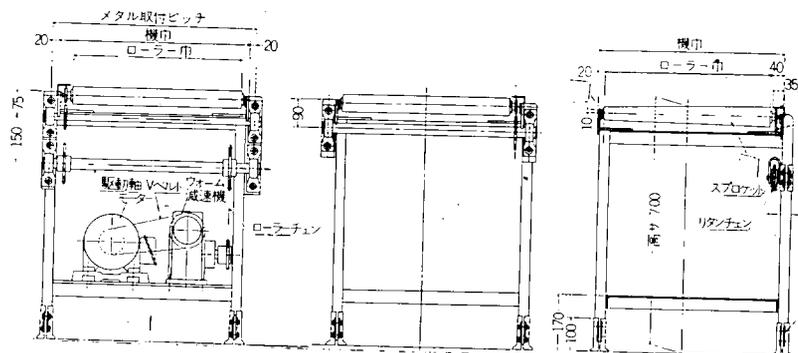
註) 支点距離での許容荷重は傾斜および吊り橋状の場合である。

(ii) ローラー・ウェイ

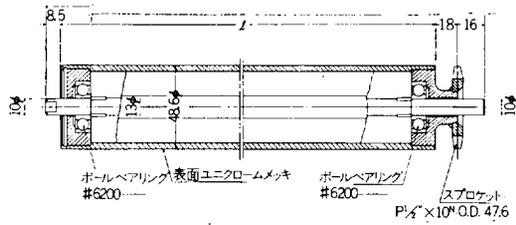


- ローラー巾 350 mm
- ローラーピッチ 60 mm 80 mm
- 100 mm 160 mm
- ローラー径 48 mm
- カーペット最大巾 410 mm

(iii) ローラー・コンベヤー



ローラー台



ローラー

ローラー巾	395 ~ 595 %
ローラー軸長	437.5 ~ 637.5 %
ローラー軸径	10 %
ローラー径	52 ~ 75 %

(b) 考 察

- (i) ローラー・カーペットは垂直荷重の搬送には優れた性能をもちローラーの回転が滑らかなため、摩擦抵抗が小さく搬送物は斜向し転落せずにカーペットの敷設形状に沿って走行する。
- (ii) ボトム・トランス間にコンベヤーを設置する場合、開口部の下部(図4.3.24参照)に張出しがあり船体強度上止むを得ない。コンベヤーを船底に直接設置するとこの部分だけ浮き上がるが、実験の結果、滑走には差支えないことが判明した。

(iii)(イ) この場合、カーペット上に置く宝箱は、先端底部を丸くし、ローラーに引っかからないようにしなければならない。

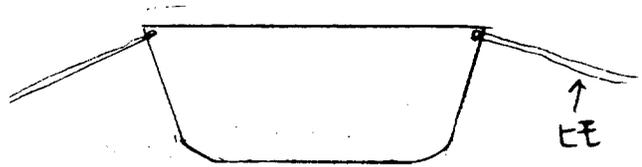


図 4.3.21

(ロ) 図4.3.22のようにスケート式の台を作れば、その中に小型の宝箱を入れて搬送するのに便利である。

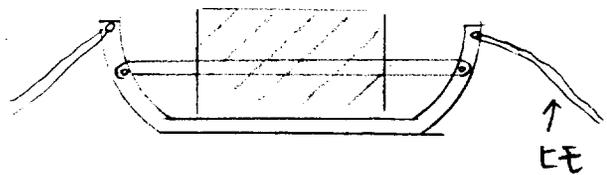


図 4.3.22

(12) ウインチ

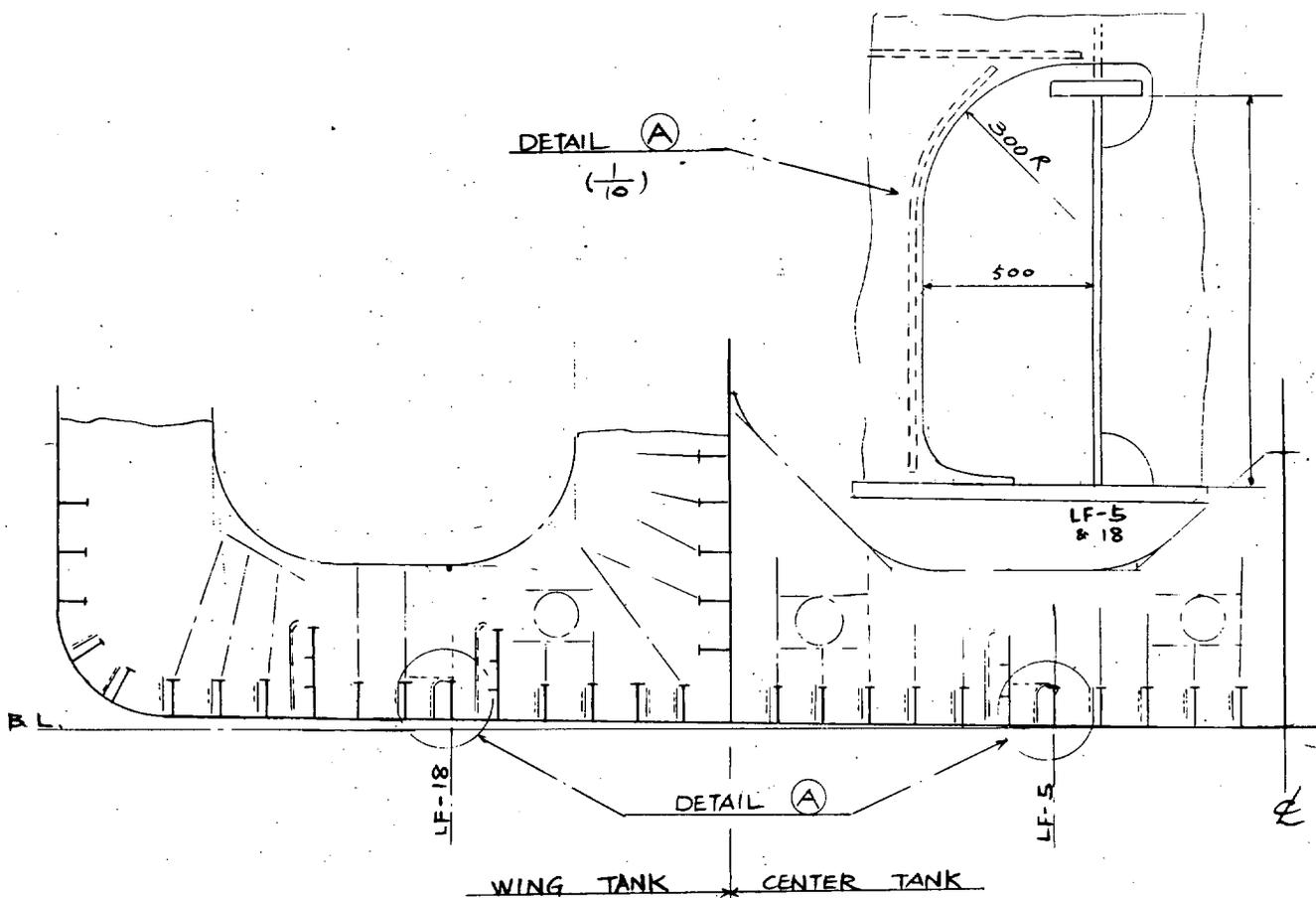
(a) 機 種

- (i) エヤー駆動
- (ii) 電 動

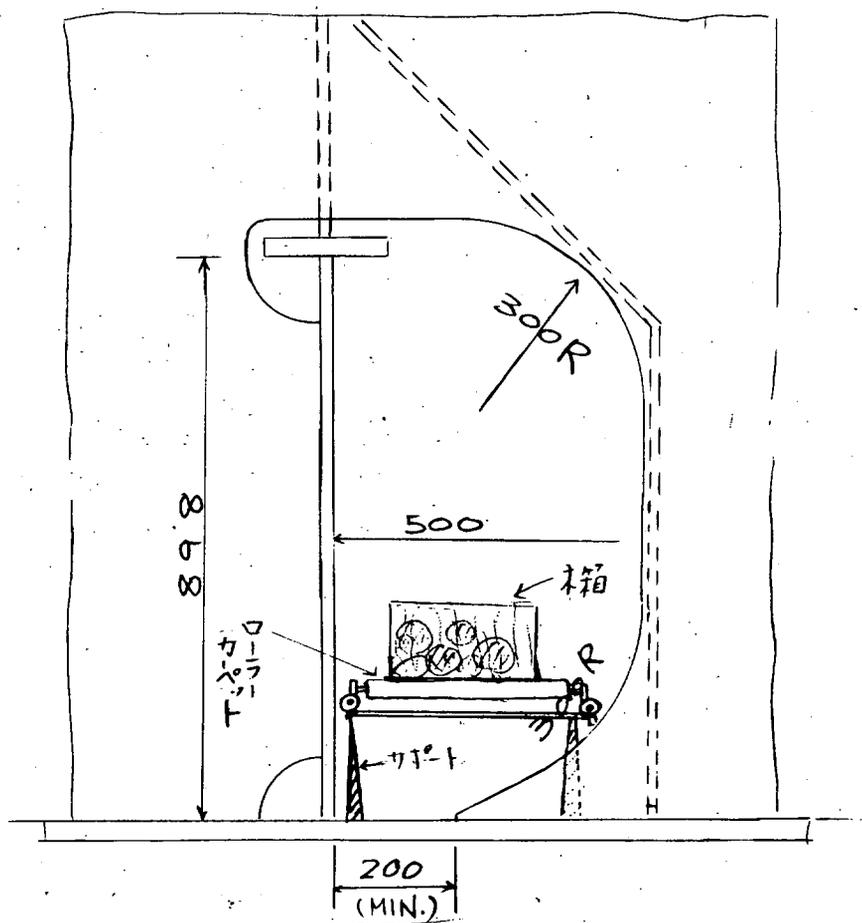
(b) 要求性能

種類は馬力、形状とも大小種々あるが、下記のエアー・ミニウインチが軽量で良い。

(i) 動 力	エヤー	(ii) エヤー
空 気 圧	6 Kg/cm ²	6 Kg/cm ²
エヤー使用量	2 m ³ /min	1 m ³ /min
ワ イ ヤー	8 mm φ	3 mm φ
捲 上 速 度	25 m/min	37 m/min
捲 上 荷 重	200 Kg	50 Kg
揚 程	50 m	33 m



☒ 4.3.23



☒ 4.3.24

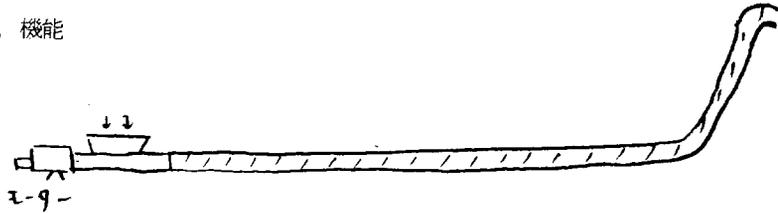
(c) 考 察

- (i) ウインチはタンク内のゴミ揚げ等に用いられる非常に簡易小型の機器である。
- (ii) 電動とエアー駆動があるが、エアー駆動のほうが軽い。また、造船所ではエアーが豊富にあるので後者を使用するのが得策である。

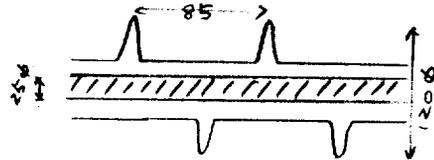
(13) カプト・スクリュー

カプト・スクリューは修繕船の油タンクのスラッジ等粘着物の搬出に有効であると考え、菅原輸機の研究所で試験した。

(a) 機種, 機能



ゴム製スクリューの鑄型が高価なため、スクリュー外径は120mm1種類である。

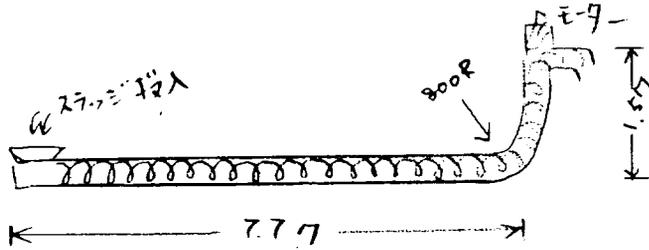


スクリュー外径 120mm
ピッチ 85mm
芯径 25mm

搬送物	スクリュー 回転数 r.p.m	搬送量 m ³ /hr	駆動馬力 (kW)		
			ホース延長6m	ホース延長10m	ホース延長15m
澱粉, 消石灰等	150	3.5	1.5	1.5	1.5
	200	4.2	1.5	2.2	2.2
	300	5.0	2.2	2.2	2.2
米, 粉, モミ殻 pvc オガ屑, 小麦粉等	150	3.7	1.5	1.5	1.5
	200	4.6	1.5	2.2	2.2
	300	6.0	2.2	2.2	2.2
セメント粉材, 川砂 アルミ切屑, 亜鉛粉	75	1.2	1.5	2.2	2.2
	100	1.7	2.2	2.2	3.7
	150	2.5	2.2	3.7	3.7
玄米, 麦等	75	1.2	1.5	2.2	2.2
	100	1.7	2.2	2.2	2.2
	150	2.5	2.2	2.2	3.2
モルタル, ヘドロ	200	3.0	1.5	1.5	1.5
	300	4.2	1.5	2.2	2.2
	400	5.5	2.2	2.2	2.2
水分60%~80% 含む物	200	3.5	1.5	1.5	1.5
	300	5.0	1.5	2.2	2.2
	400	6.0	2.2	2.2	2.2

(註) メーカー・カタログによる。

(b) 試験方法



試験は水平 7.7 m, 垂直 1.5 m とし, スラッジ状の流体で行なった。また, ホース管は鋼管を使用したため, 水平部の曲りの試験はしなかった。

(c) 試験結果

スクリー回転数	200 r.p.m
電動機	1.5 kW
電流	無負荷 4 amp 負荷 5~5.5 amp
輸送量	2.5 m ³ /h

スラッジは前もって用意した箱からスコップでスクリー先端へ投入した。作業員 2 人の投入量と搬送量が一致した。

(d) 考察

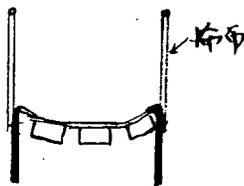
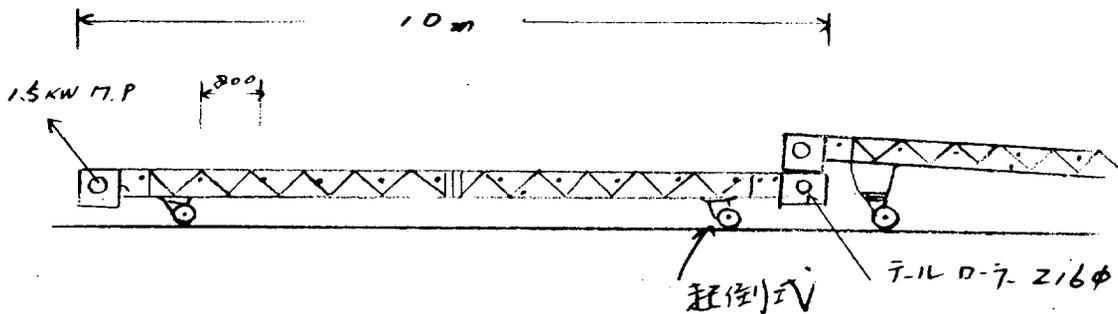
スクリーの曲率半径は 800 mm あれば平面的には 360° 曲げても使用可能である。立上りについてはスラッジ等は荷重が 1 点にかかり (懸吊状態) 2 m の高さまでは上るが, それ以上は無理であった。また, 余り粘度が小さい場合は逆流して効率が落ちる。

砂では 7 m 垂直に上った実績があり, 粘着物の搬出には有効である。

(14) ベルト・コンベヤー

ベルト・コンベヤーはワンライン・システム掃除工程の曝露甲板上の横持工程に必要な機々であるとして検討した。

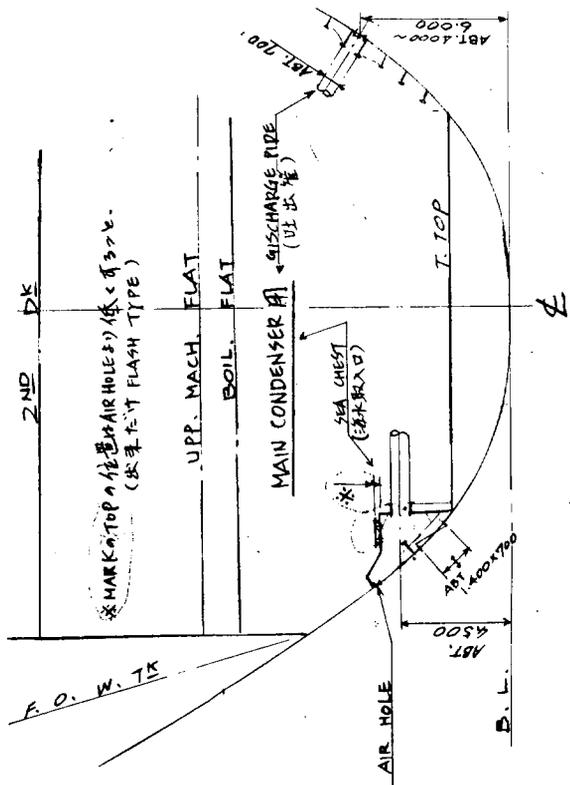
(a) 1 機種



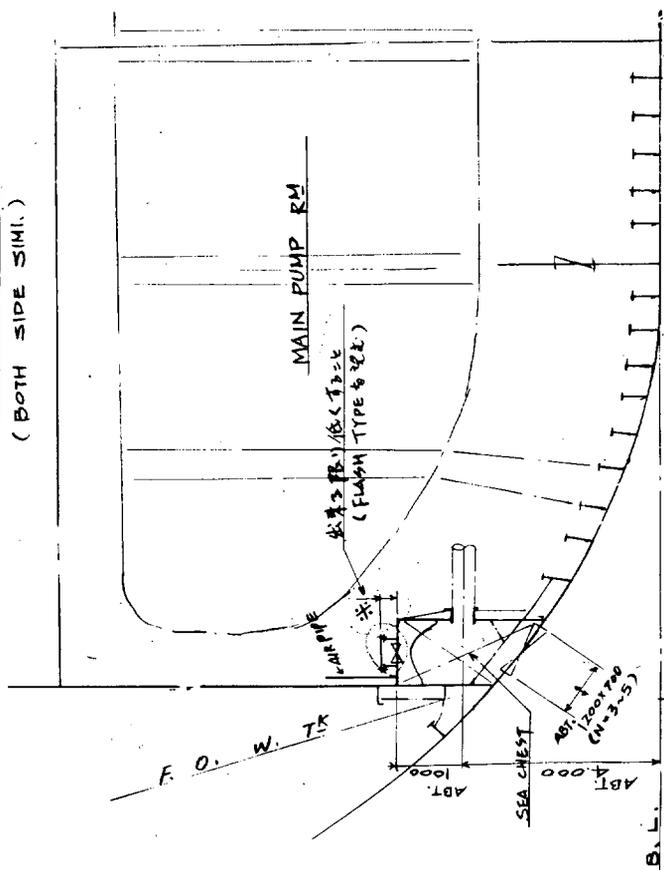
帆布付 (取外式)

機長	10 m
機巾	0.62 m
ベルトスピード	54 m/min
(耐油ベルト)	

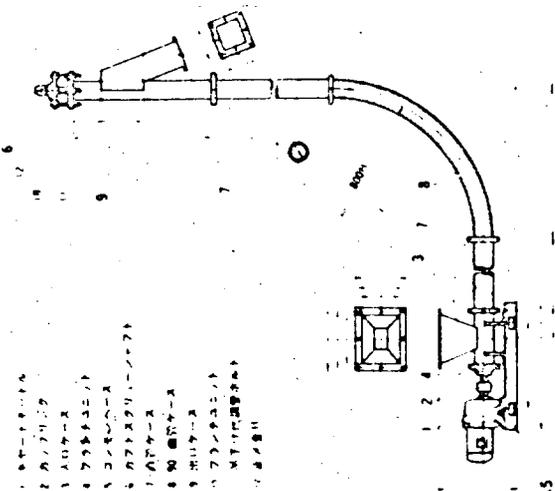
SEC B (1/200)



SEC. A (1/100)
(BOTH SIDE SIMI.)

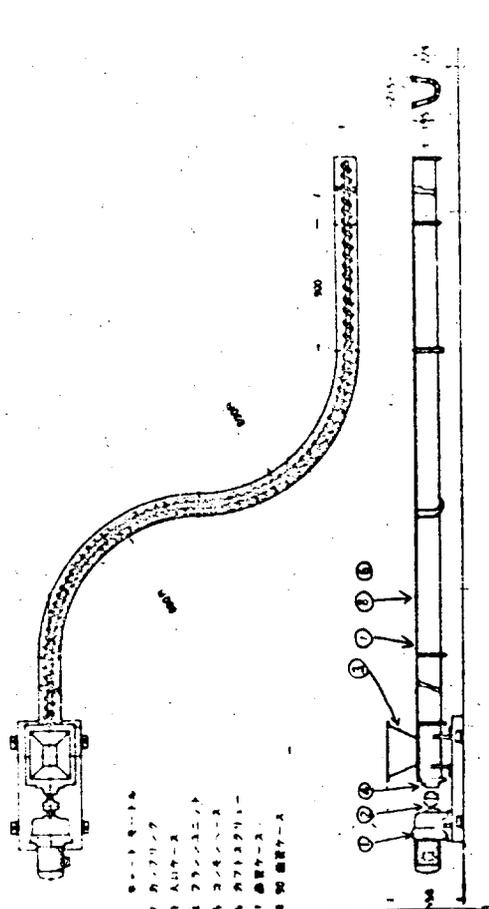


垂直型



- 1. 1000-1-1
- 2. 1000-1-2
- 3. 1000-1-3
- 4. 1000-1-4
- 5. 1000-1-5
- 6. 1000-1-6
- 7. 1000-1-7
- 8. 1000-1-8
- 9. 1000-1-9
- 10. 1000-1-10
- 11. 1000-1-11
- 12. 1000-1-12

水平型



- 1. 1000-1-1
- 2. 1000-1-2
- 3. 1000-1-3
- 4. 1000-1-4
- 5. 1000-1-5
- 6. 1000-1-6
- 7. 1000-1-7
- 8. 1000-1-8
- 9. 1000-1-9
- 10. 1000-1-10
- 11. 1000-1-11
- 12. 1000-1-12

(b) 考 察

- (i) ゴミ等をワンライン・システムで搬送できる。
- (ii) 車付にすれば移動設置も容易である。
- (iii) 発停装置を各機連動にすれば任意の場所で一斉操作可能。
- (iv) 宝箱の代用として堆積も可能。
- (v) レイアウトが非常に悪くなる。

4.3.3 区画別掃除方法とその効果

前項で各機器の要求性能を決定した。これらの機器の適用区画，ゴミの種類，工程，価格との関連をとりまとめて表 4.3.4, 4.3.5 に示す。

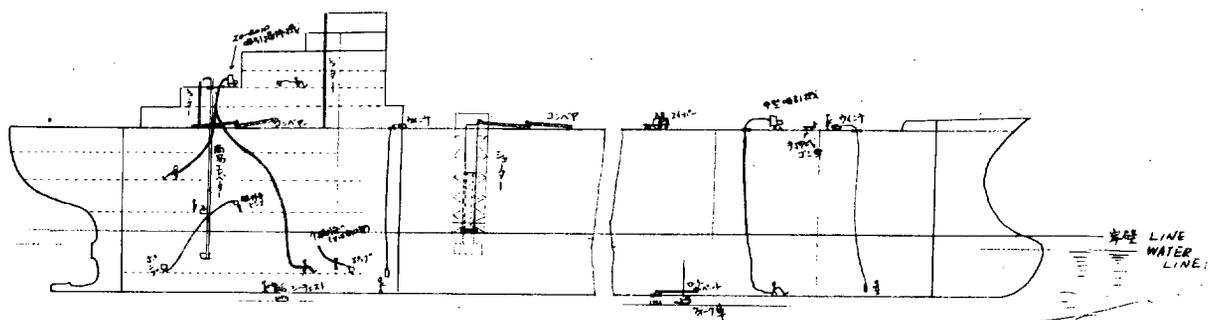
各区画別に機械化による掃除方法を決定し工程，掃除機械，工数との関連を表 3.3 に示す。

又，同様の各掃除工程について省力化に最も効果があると考えられる工程を太枠，太線で示した。

これから判るように回収は狭隘部は人力，その他は機械力とした。堆積，搬出等は殆んど機械力によっている。いわゆるマンマシン・システムとなった。

掃除工程をタンカーを例にとって判り易いように図式化したものを図 3.1 に示す。

掃除工程



二重底

- 二重底のゴミはTANK TOPまで人手で上げ、そこから仮設エレベーターで搬出する。

機関室

- 機関室のゴミはエレベーターリフトで上甲板に上げる。
- 小さなゴミは20～30 HPの吸引式掃除機で上げる。
- 水は揚水ポンプで上げ舷外ピースより落す。シーチェストより搬出する（進水前）。

缶室

- 缶室のゴミはウインチで上甲板に上げる。

諸タンク

- 諸タンクのゴミは各隣接区画に集められる。

渠底（進水前）

- 荷油タンク、機 等の工事穴より排出されたゴミは渠底の箱々に投入され、フォーク車で横持し、岸壁サイドよりクレーンで搬出する。

荷油タンク

- 荷油タンクのゴミはウインチで上甲板に上げる。
- 小さなゴミは20～30 HPの吸引式掃除機で上げる。ローラー・カーペットで横持し、船底工事穴より渠底に出す（進水前）。

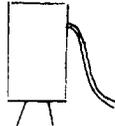
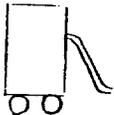
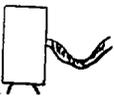
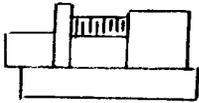
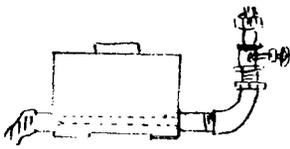
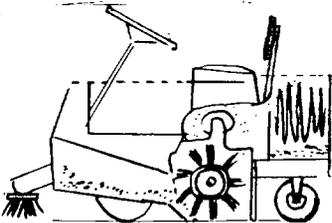
居住区

- 居住区内のゴミは人手で回収し、シューターへ投入する。
- 小さなゴミは小型（1 HP程度）吸引式掃除機で回収する。

曝露甲板

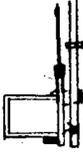
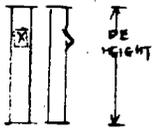
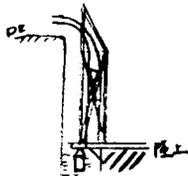
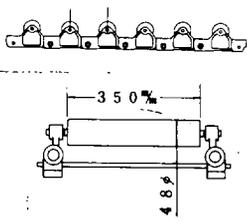
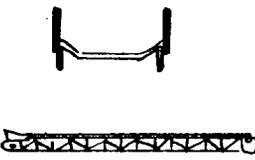
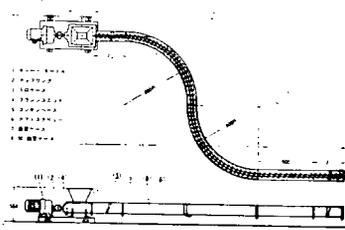
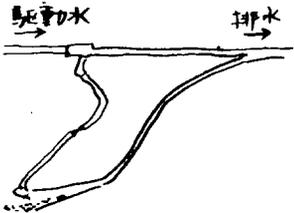
- 大きなゴミは手押式移動車に乗せ横持しシューターに投入する。
- 小さなゴミはスqueegeeで清掃する。
- 各区画より搬出したゴミは曝露甲板上に集められるが、これらはコンベヤーより岸壁サイドのシューターに投入され、岸壁上のホッパーに集積される。

表 4. 3. 4

各掃除機械	適用機種, 機能	船内適用区画	適用ゴミ種類
吸引式掃除機	 <p> 中 型 小 型 20HP 1 HP 風 量 $6m^3/min$ 風 圧 $-55.00mmAq$ 重 量 850Kg L,B,D 780×1,700×2,055 </p>	<ul style="list-style-type: none"> ・船内一般 	粒状物以下の ゴミ
圧送式タンク	 <p> エヤー圧力 $6Kg/cm^2$ タンク径 300~400 搬出ヘッド 35m 搬送量 5t/h </p>	<ul style="list-style-type: none"> ・居住区 ・一般貨物艙 ・荷油タンク 	粒状物以下の ゴミ
揚水ポンプ	 <p> 吐 出 量 18t~30t 揚 程 23~40m 口 径 $2\frac{1}{2}'' max$ </p>	<ul style="list-style-type: none"> ・船内一般 	水 スラッジ
ウイナ	 <p> 動 力 $6Kg/cm^2$ ワイヤー 3mmφ 捲上速度 37m/s 捲上荷重 50Kg 揚 程 33m </p>	<ul style="list-style-type: none"> ・荷油タンク ・機 関 室 	ゴミ各種
残水排水用 エジェクター	 <p> エヤー圧力 $6Kg/cm^2$ 吐 出 量 0.9t/h 最大揚程 15m 重 量 3Kg </p>	<ul style="list-style-type: none"> ・居住区 ・曝露甲板 ・他船内一般 	層の薄い水
スイーパー	 <p> 清 掃 巾 1,050mm 清 掃 速 度 2~8km/h 清 掃 能 力 7,350m²/h 収塵容量 0.15m³ </p>	<ul style="list-style-type: none"> ・曝露甲板 ・一般貨物艙 	粒状物以下の ゴミ

工 程	価 格	備 考
回収～堆積	中型 1,300K¥ 小型 40K¥	<ul style="list-style-type: none"> ・粒状物以下のものは完全に掃除できる。 ・比較的大型強力機械を設置すれば曝露部に置いて船内部の掃除ができる。 ・ゴミの種類が多い場合つまり易い。
搬 出	約 400K¥	<ul style="list-style-type: none"> ・吸引式と較べ軽量で移動し易い。 ・ヘッドが高くても問題ない。 ・粒状物以下のものの搬送に有効である。 ・放出口付近で粉塵甚しいため、集塵対策が必要である。
回収～搬出	約 200K¥	<ul style="list-style-type: none"> ・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排水能力で良い。 ・シーチェストに投捨口を常設すれば渠中で有効である。
搬 出	40K¥	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱い、設置が容易である。
回収～搬出	製作費 3,000¥/個	<ul style="list-style-type: none"> ・軽量で持ち運びが簡単である。 ・エアー駆動のため、安全性が高い。 ・普通のポンプでは吸水しない層の薄いものに最適である。 ・歪取りの水、居住区内の溜り水の排水に最適である。
回収～堆積	1,300K¥	<ul style="list-style-type: none"> ・ワイヤーブラシ部品を数種類所有交換すれば掃除グレードを変えることができる。 ・箒と吸引機を具備しているため、比較的小型低価格の機械で効力がある。

表 4. 3. 5

各掃除機械	適用機種, 機能	船内適用区画	適用ゴミ種類
<p>簡易 エレベーター</p>	 <p>巻上荷重 250 Kg 巻上速度 10 m/min 場 程 40 m ガイドレール 2 本</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・機 関 室 ・一般貨物艙 	<p>ゴミ各種</p>
<p>シューター</p>	<p>・小型ユニット 組立式</p>  <p>・外舷定置型</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・上 構 ・外 舷 ・機 関 室 	<p>ゴミ各種</p>
<p>ローラー・ カーペット</p>	 <p>ローラー巾 350 mm ローラーピッチ 105 mm ローラー径 48 mm カーペット最大巾 415 mm</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・荷油タンク ・曝露甲板 	<p>ゴミ各種 (木箱の中に 入れて搬送)</p>
<p>コンベヤー</p>	 <p>帆布(取外式)付 機 長 10 m 機 巾 0.62 m 耐油ベルト ベルトスピード 54 m/min</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・曝露甲板 ・渠 底 	<p>ゴミ各種</p>
<p>カプト スクリュウ (修繕船)</p>	 <p>電動機 1.5 kW 輸送量 2.5 m²/h</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・二 重 底 	<p>スラッジ</p>
<p>スラッジ リフター (修繕船)</p>	 <p>スラッジ揚能力 1~2 m²/h エダクター駆動水圧 10~12 Kg/cm² エダクター駆動水量 30 m²/h</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・荷油タンク ・二 重 底 	<p>スラッジ</p>

工 程	価 格	備 考
堆積～搬出	1,300 K¥	<ul style="list-style-type: none"> • 簡単にスイッチ操作でゴミの搬送, 曝露部での自動反転が可能。 • エレベーター付宝箱は乳母車式軽量型が良い。 • 資材器具の搬入搬出にも利用可能。
堆積～搬出	<ul style="list-style-type: none"> • 小型ユニット型 • 外舷定置型 7,500 K¥ 	<ul style="list-style-type: none"> • 宝箱の設置数を減少できる。 • 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ので作業環境が常に整理整頓される。
横 持	4,000/m	<ul style="list-style-type: none"> • 人力による横持に比較して能力は大きく容易にできる。 • 1人で設置, 移動も可能である。 • 手押車の代用にも使用可能。 • 非鉄金属, プラスチック製であるため, 錆ず手入れが簡単。
横 持	400 K¥	<ul style="list-style-type: none"> • ワンライン・システムで搬送できる。 • 車付にすれば移動設置も容易である。 • 発停装置を各機連動にすれば任意の場所で一斉操作可能。 • 宝箱の代用として堆積も可能。
横 持		<ul style="list-style-type: none"> • 粘着物等の搬送に有効である。
回収～搬出		<ul style="list-style-type: none"> • 搬送物量と比較して駆動水が多くいるため, 搬送後の油を含んだ水の処理を考慮する必要がある。

表 4. 3. 6

掃 除 諸 方 法	
二 重 底	<p>〔進水前〕</p> <p>(イ) TANK TOPの宝箱に人手でゴミを上げる。 (ロ) 小型吸引機で回収する。 (ハ) 水はプラグより渠底に落す。</p> <p>〔進水後〕</p> <p>(イ) TANK TOP上の宝箱に人手でゴミを上げる。 (ロ) 小型吸引機で回収する。 (ハ) 簡易エレベーターが機関室にある場合は、このバケツに投入する。 (ニ) スラッジ等粘着物はカプトスクリーで搬出する。</p>
機 関 室	<p>〔進水前〕</p> <p>(イ) 内部に宝箱を設置し、これをクレーンで吊り上げる。 (ロ) 船側外板に工事穴(シーチェストの処)を開口しシュートで渠底の宝箱に落す。 (ハ) 船側外板切開部(交通口)にシュートを設置する。</p> <p>〔進水後〕</p> <p>(イ) 内部に宝箱を設置する。 (ロ) 小型吸引機を現場で移動しながらゴミを回収する。 (ハ) 仮設簡易エレベーターを設置し、バケツで曝露部まで搬送する。 (ニ) 大型吸引機でゴミを回収する。</p>
空 所 諸 タ ン ク	<p>(イ) 隣接区画に工事穴を開口し、そこに搬出する。 (ロ) 空所においては従来通り回収および搬送は全て人力で行なり。</p>
荷 油 タ ン ク	<p>〔進水前〕</p> <p>(イ) 船底工事穴より搬出する。したがって、BOTTOM TRANSに特設交通口を設けローラー・カーベットを設置してゴミを搬送する。 (ロ) 船底の宝箱はフォーク車で渠側まで搬出する。</p> <p>〔進水後〕</p> <p>(イ) 人手でゴミを回収し小型軽量のウインチで搬出する。 (ロ) バラストイングした場合は、圧送タンク又は吸引式掃除機で回収する。</p>
一 般 貨 物 艙	<p>〔進水前〕</p> <p>(イ) 外板交通口からシュートで搬出する。 (ロ) 宝箱を内部(TANK TOP)に置き、これをクレーンで吊り上げる。</p> <p>〔進水後〕</p> <p>(イ) 小型のゴミは吸引掃除機で回収する。 (ロ) 宝箱を内部(TANK TOP)に置き、これをクレーンで上げる。 (ハ) 簡易エレベーターを使用する。 (ニ) スーパーで掃除する。</p>
居 住 区 ス ト ア ー	<p>(イ) 室内の水はエヤー・エジェクターポンプで排水する。 (ロ) 小さなゴミは吸引掃除機で回収する。 (ハ) 人力で回収したゴミは曝露甲板上の宝箱に投入する。 (ニ) 人力で回収したゴミはシューターでUppDK上のゴミ。</p>
曝 露 甲 板	<p>(イ) 大型ゴミは人手で宝箱に入れる。横持は手押し式小型車で行なり。 (ロ) スーパーを使用する。 (ハ) 吸引式掃除機で掃除する。 (ニ) 歪取り水はエジェクターポンプで排水する。</p>

各 掃 除 工 程 回収 堆積 横持 搬出	各 清 掃 機 械	一 般 平均工数	掃除機械 実施効率	改 良 後 予量工数
	<ul style="list-style-type: none"> ・吸引掃除機 ・カブト・スクリュー 	進水前 500 進水後 200 計 700	ナ シ	進水前 500 進水後 200 計 700
	<ul style="list-style-type: none"> ・シュート ・吸引掃除機 ・仮設簡易エレベーター 	進水前 1,500 進水後 3,500 計5,000	ナ シ	進水前 1,500 進水後 3,500 計5,000
		進水前 1,000 進水後 100 計1,100	ナ シ	進水前 1,000 進水後 100 計1,100
	<ul style="list-style-type: none"> ・ローラー・カーペット ・ウインチ 	進水前 10,000 進水後 5,000 計15,000	38% 14%	進水前 6,200 進水後 4,300 計10,500
	<ul style="list-style-type: none"> ・シュート ・吸引掃除機 ・スライパー ・簡易エレベーター 			
	<ul style="list-style-type: none"> ・吸引掃除機 ・圧送タンク (プラスチック後) 鉍滓回収用 	進水前 300 進水後 800 計1,100	ナ シ	進水前 300 進水後 800 計1,100
	<ul style="list-style-type: none"> ・スライパー ・コンベヤー ・吸引掃除機 	進水前 200 進水後 1,100 計1,300	ナ シ 20%	進水前 200 進水後 880 計1,080
	総 計	24,200	19.5%	19,480

(註) 評価は20万トン級新造C.O. TANKERの平均値である。

4.3.4 総括

(1) 掃除のための特殊大型機器は、据付場所および作業工程に伴う移動性を考えた場合、船舶造修作業環境の下での適用は困難であり、タンカー以外の一般貨物船ではほとんど設置不能に近い状況である。

したがって、従来使用されてきた小型機器の活用を計る方法を見出すことが大切である。また、船舶の大型化に伴い、従来使用してきた機器をそのまま使用できるようなアイデア、すなわち、機関室ビルジ排水にもシーチェストに恒久的の排出口を設けたり舷側に舷外管を取付け total head を下げる等の対策を行なう。

(2) 船内で取扱うゴミは材質、形状、寸法、重量等余りにも広範囲にわたり、ある特定の機械のみで処理することは不可能である。

(3) 船内のゴミ発生場所から船外へ搬出するには、狭隘な場所や水平方向、垂直方向に迂余曲折した径路をたどるため、機器の設置、撤去に時数がかかり完全な機械化による時数的低減は仲々困難な場合が多い。

(4) 省力化に最も効果があると思われる掃除工程を推薦したが、各造船所により作業工程、工場設備、作業環境、充当資金の活用等が異なるため、画一的な掃除法、機器の設定を行なうことは無理であり効果も少ない。

したがって、種々の方法の中から各社の実情にマッチした方法を採用すべきであろう。

(5) 掃除対象物も一定の物の場合は、割合簡単に機械の導入で効果を上げ得るものである。例えば、プラスチックの砂、鋳滓等。

(6) 従来のクレーン一辺倒から脱却し、一般に広く使用されている土木建築用機器を船舶造修の清掃作業に活用することが良策である。例えば、簡易エレベーター、ローラー・コンベヤー、スィーパー、圧送方式を使用する等である。

(7) 一方、これらの機械を使用し易くするために船殻構造、織装品の設計段階での見直しが必要である。これは、作業の能率化とともに安全衛生面の向上にもなる場合が多い。例えば、荷油艙内ボトム・トランスに恒久的に交通口を設け、船舶造修工事における定期的検査を容易にし、さらにローラー・カーベットを仮設してゴミの横持作業を可能にする等である。また、船尾構造およびコファダムの内構を改善し、作業員の交通、換気の増大をはかり、さらに掃除機械の使用を可能にして行きたいものである。

(8) 造修業にたづさわる作業員のモラルの向上、すなわち、毎日各人が出したゴミを各人が回収する運動を実施すれば実質的に掃除工数は低下し、作業場の環境改善、安全と能率が向上し、その効果は大きいものがある。

(9) 掃除作業は割合に管理不在の形で業者に請負わせる場合が多いようだが、きめ細かな管理指導を行なうことにより実質的に時数低減が可能となる。

4.3.5 結 言

45年度は、現在の建造法により発生したゴミの船外搬出について検討したが、完全な機械化による清掃は難しくマンマシン・システムとなった。

清掃作業の省力化は究極的にはゴミを発生させないことであり、難しい問題であるが、46年度にこの問題と取り組み検討を加えてみたい。

4.4 パイプの新しい溶接法

昭和45年度のディープ・サーベイの結果、工場内におけるパイプの溶接のアンマンド化を目的として比較的中
広い適用範囲が予想される溶接法としては

- 1) パイプとフランジのすみ肉溶接
 - a) 炭酸ガスアーク溶接(パイプ回転)
対象は40A以上の直管
 - b) プロジェクション溶接(パイプ固定)
対象は40A以下の管
- 2) パイプとパイプの突合せ溶接
 - a) メタルアーク全自動溶接(パイプ固定)

が有望であるという結論であった。

さて、以上の溶接法の中で(1-a)の方法は、かなりの造船所で稼動中あるいは設備中であり、すでに完成さ
れた技術であると考えられる。したがって、本研究においては、(1-a)のかわりにディープ・サーベイの結果、
溶接条件的に広範囲の適用が予想された2)に属するフラッシュバット溶接を選び(1-b)および(2-a)の
溶接法とともに実験研究を行なった。

その結果、いずれの溶接方法もアンマンド化に対して有力な溶接方法であるが、パイプの溶接に関しては、(2
-a)のメタルアーク溶接が、現時点では最も有望である。他の二溶接法も適用対象を検討すれば他の機装品の溶
接に用いることができるかも知れない。

4.4.1 メタルアーク全自動溶接の研究

回転不可能なパイプ相互の突合せ溶接の代表的な例は、ラインパイプの現地溶接である。この継手の溶接は、
手溶接から炭酸ガスアルゴンシールドによるメタルアーク半自動溶接にかわり、ここ数年間はメタルアークの
全自動溶接装置の開発がさかに行なわれている。内外の溶接機器メーカーが発表した溶接装置を用いて試験的に
施工した報告がいくつか見られるが、実用に供されるまでには至っていない。

実用化されていない最大の理由は、全姿勢の裏波溶接には相当の技術が要求されるのに対し、この方法は、自
動的にウィーピングする溶接トーチを自動走行する溶接台車に搭載したにすぎないという点にある。すなわち、
装置上の制約と技術的な面から開先の変動や溶接姿勢の変動に対して広い意味での溶接条件を簡便に追従させる
機構がないためである。

さて、工場内溶接においては、現地溶接と比べて装置上の制約はきびしくないから溶接場所を固定すればトー
チの自動開先ならい溶接条件の自動追従装置などを取りつけることは可能で、そうすればアンマンド化は容易
となるものと考えられる。

本研究では、造船用としてメタルアーク全自動溶接法を適用するときの適正溶接条件を求めるとともにアンマ
ンド化するために解決しなければならない問題点を把握し、実用装置の性能を予想することを目的とした。

(1) 溶接装置

溶接装置としては、大阪変圧器(株)製のJS-226型円周溶接装置を用いた。この溶接装置は、図4.4.1に示
すようにクランプ装置を用いてパイプにサドルおよびリングギアのガイドを固定し、サドル上の走行減速機が
リングギアを回転する構造である。トーチアセンブリおよびワイヤアセンブリがリングギア上に固定され
ており溶接が行なわれる。したがって、パイプの外径に対応したクランプ装置、サドル、リングギアおよびそ
のガイドが必要となる。

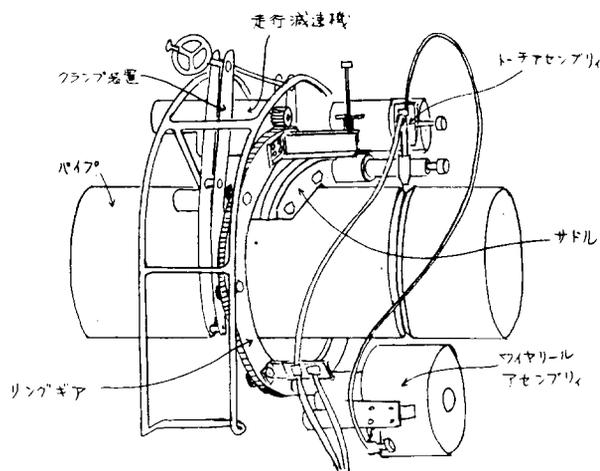


図 4. 4. 1 溶接装置

この溶接装置の構成は、図 4. 4. 2 のようになっていて溶接パラメータの操作は、次のようになっている。

- (a) 制御箱で操作するもの
 - (i) 溶接電流
 - (ii) 溶接電圧
 - (iii) オッシレートの端部停止時間
- (b) 遠隔制御箱で操作するもの
 - (i) 溶接速度
 - (ii) オッシレート速度
 - (iii) オッシレートにおける端部停止の有無
- (c) トーチアセンブリで操作するもの
 - (i) トーチの高低
 - (ii) トーチの左右位置
 - (iii) オッシレート巾

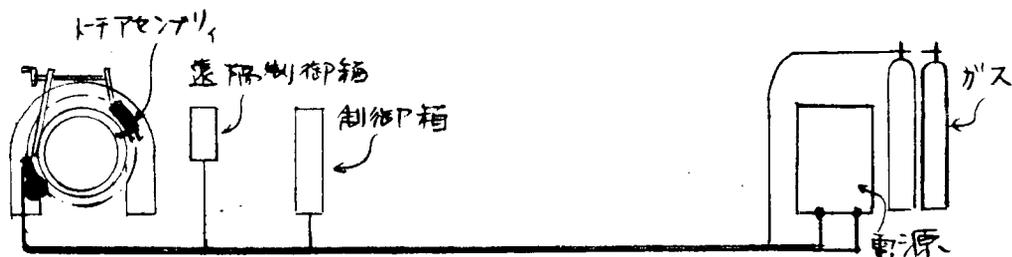


図 4. 4. 2 装置の構成

この装置以外の溶接機は、駆動機構、ウイーピング方法、制御方式が少し異なっている程度で、構造的には大きな相違はない。

(2) 試験結果および考察

裏波溶接には、バックングを用いる方式と用いない方式とがあり、適切なバックングを用いるときは、用いないときよりも巾広い溶接条件範囲を持っていることはよく知られている。

本研究のパイプの裏波溶接の場合も半自動溶接の経験や溶接機の性能から考えるとバックリングを用いたほうが有利である。しかし、バックリングを使用するとなればパイプの内面にバックリング装置を挿入するために適用すべきパイプの内径に応じたバックリング装置が数多く必要となる。一方、アンマンド化として本溶接法を工事に適用することを考えると条件範囲がたとえ狭くても適当な制御技術が開発されれば溶接が可能となるであろう。

そこで、まず、バックリングを用いた方式で試験を行ない溶接が可能であることを確認した上で、バックリングを用いない場合について種々の検討を行なった。

(a) バックリングを用いる方式

全姿勢溶接においては、アーク現象的にみても半自動溶接と比べて、自動溶接とはいっても大差はなく、半自動溶接の経験から大体の溶接条件は決められてしまう。CO₂とAの混合比やワイヤ径について確認試験を行なったが、混合比は3:1 (CO₂ 15 l/min, A 5 l/min), ワイヤ径は0.9mmφが、スパッタや外観の点で良好のようであった。

適用対象としては、径の小さいほど溶接姿勢の変化の程度が大きく、また、溶接金属の垂れ落ちがおこるために困難であるから200Aが限度であると考え、供試材料としては250Aを選びスケジュールは40を用いた。

パイプの全周を1度に溶接することはできないので、図4.4.3に示すように、溶接位置を時計の短針時刻で表わせば、下進のときには12時半(次層は11時半)から6時半(次層は5時半)まで2回で溶接される。上進のときは始点と終点が逆にとられる。バックリング材料としては、サブマージマーク溶接で用いられている無機質のガラス繊維テープを用いた。このバックリング材料を用いて平板の突合せの全姿勢溶接に適用した経験と半自動溶接の実績とから推測して試験を行なったところ比較的簡単に良好な結果が得られた。

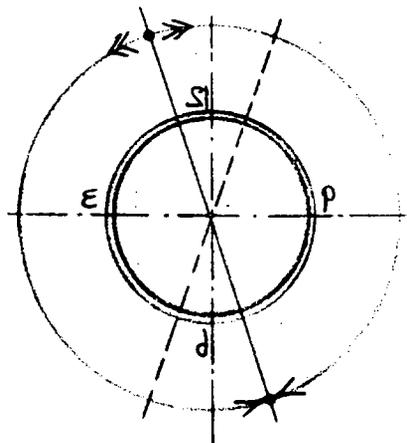


図 4. 4. 3 溶 接 順 序

適正条件は、電圧を少し高目に取り、ビードの凸を少なくして溶接速度も速く選び、オンレート速度もそれに応じてやや速く取ったものである。バックリングを用いない方式と比べてかなり異なる点があるので、次の項で両者を比較しながら詳細について述べる。

(b) バックリングを用いない方式

供試材料は前項と同様STPG38 250A sch40である。溶接ワイヤも下進溶接にすぐれているMG-52を用いた。検討した項目は、溶接方向(上進か下進か)、開先形状、溶接速度、ワイヤ径などである。

(i) 溶接方向の検討

1パス目は、裏波溶接であるから下進で行なわれるので2パス目以後を検討した。下進の場合No.1(表4.4.1に示されているもの。以下同様)では、2パス目に溶込み不足がみられるが、これはワイヤの狙い位置のずれによるものであると考えられ、No.2の上進の場面、外面ビード外観が不良なために下進溶接を選び、他の条件を求めることにした。

(ii) 開先形状の検討

開先角度(θ)とルート間隔(ϕ)について検討した。裏波ビードに関しては ϕ が0.5mm以上あればよいが、 θ が

小さいときには、1パスが図4.4.4に示すように尖り、2パス目で溶かしきれずに溶込み不足を生ずる。開先が広くてもオッシレート巾が不適當であればこのような溶込み不足を生じるが、その例を写真4.4.1に示す。すなわち、開先形状としては θ よりも ϕ が重要であって ϕ は1mm~1.5mmが適切である。それより大きくなると、裏波のビード外観が不良になるからである。



図 4.4.4 溶込み不足

(iii) 溶接速度の検討

電流値に対応してワイヤの溶着速度が定められるから、溶接中に溶接速度のみを広範囲に変えることは望ましくない。No.7~No.9の結果から速度のはやいほうがビードの凹凸が少なく良好のようである。同じ試験で溶込み不足が認められるが、これは、開先の変動に対してオッシレートが適切でないためである。

(iv) 上進法の再検討

バックングを用いる方式では、第1パスが図4.4.4のように尖らなくて巾広く薄いビード形状となるが、バックングを用いないときには裏波を出すためにアーク電圧が低くなるので、この図のような形状は避けがたい。下進法では入熱が少ないために溶込みが浅く溶込み不足を生じているのである。

そこで、上進法を再検討したが、0.9mm ϕ のワイヤではアークが集中しすぎて少し狙い位置がずれると溶込み不足を生じやすい。すなわち、0.9mm ϕ ワイヤは非常に条件範囲が狭く実用化は困難であるので、次にワイヤ径について検討した。

(v) ワイヤ径の検討

1.2mm ϕ のワイヤを用いて下進および上進の溶接を行なった。上進ではやはりビード外観が劣る。溶込み不足については、発生率が0.9mm ϕ のときに比べてかなり減少している。アークが0.9mm ϕ と比べて広がっているためであろう。

溶接位置では11時半~12時半、5時半~6時半が最もむずかしく、No.14は12時~12時半に一部溶込み不足がみられるだけであとは良好である。さらにビードの継ぎ目も少し工夫しないと融合不良となるおそれがある。

(3) 結 論

バックングを用いる方式と用いない方式において適正溶接条件が得られた。ただし、後者の方式では溶込み不足を発生しやすく、この方法を現場に適用するためには、種々の自動制御方式が必要となる。このことは、バックングを用いる場合にもいえることであって次の結論が得られる。

- 開先精度が向上されれば、バックング使用方式の裏波溶接の現場適用は可能である。ただし、装置に習熟した作業員が必要でアンマンド化まではいかない。
- バックング使用方式をアンマンド化するためには、溶接速度の自動調整方式の開発がまず必要であり、同時に開先の自動ならい装置も要求される。
- バックング使用方式のアンマンド化が実施されれば少し改良するだけでバックングを用いない方式の適用が可能となるであろう。

4.4.2 フラッシュバット溶接の研究

フラッシュバット溶接は、圧接の1種で信頼性が高く、溶接強度の高い接合部が得られるので種々の方面に適用されている。薄板や薄肉パイプにも適用されている。

本研究は、東京チェーン・アンカー㈱の溶接機を借用して行なったものであるが、チェーン専用機であり、し

表 4.4.1(1) 試験結果 (パッキングを用いた方式)

(※1)

No	ワイヤ径	パス	方向	開先	電流 (amp)	電圧 (volt)	速度 (cm/mm)	オッシレレート (※2)		ビード外観	断面マクロ試験	
								巾 (mm)	回数/mm		12時	3時または9時
1	0.9	1	D		90-100	18	13-16	3	58	不安定 凸形状		
		2	D		120-130	17-18	"	6	30	やや凸		
		3	D		120-140	17-19	15-16	10	42	良		溶込み不足
		4	D		120-130	"	"	13	29	"		
2	0.9	1	D		90-100	18	13-17	45	67	一部不安定		凹み
		2	D		110-130	18-19	10-15	7	80	良		
		3	D		120-130	18	12-14	11	60	"		
		4	D		"	"	"	14	"	"		
3	0.9	1	D		90-110	17-19	13-20	5	70	良		
		2	D		120-140	18-20	16-20	7	"	"		
		3	D		"	"	14-18	11	85	"		
		4	D		"	"	13-18	13	73	"		アングラーカット

(※1) D : 下進

U : 上進

(※2) ○ : 停止期間あり

X : " なし

表 4.4.1 (2) 試験結果 (パッキングを用いない方式)

※1

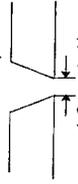
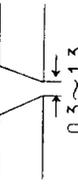
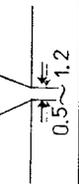
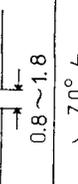
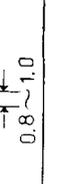
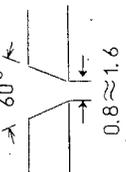
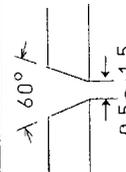
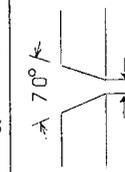
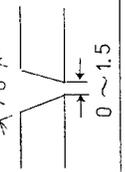
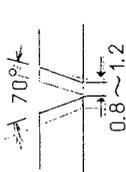
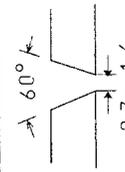
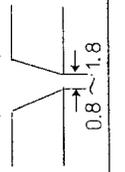
No	ワイヤ径	パス	方向	開先	電流 (amp)	電圧 (volt)	速度 (cm/min)	オッシュレート			ビード外観	断面マクロ試験		
								巾 (mm)	回数/min	※2 端停止		12時	3時または9時	6時
1 1	0.9 0.9	1	D		100-110	19-20	12-14	5	60	X	裏波不良			
		2	D		110-130	21	"	10	57	O		片側溶込み不足		同左
		3	D		"	"	9-10	15	60	O	良			アンダーカット
2 2	0.9 0.9	1	D		100-110	19	9-10	7	60	O	裏波不良	溶込み不足		同左 (1.5mm)
		2	U		100	18	6-8	12	45	O		両側 "		溶込み不足
		3	U		"	"	4-7	15	35	O	波が荒い			
3 3	0.9 0.9	1	D		100-110	18	8-9	0	0	-	裏波やや良い	溶込み不足		
		2	D		100	"	9-10	7	28	X	ビード凸	コールドラップ		同左
		3	D		"	"	"	12	35	O	"	溶込み不足		
4 4	0.9 0.9	1	D		100	19-20	15-16	0	0	-	裏波良好			
		2	D		"	"	"	7	60	O	1~4時良	コールドラップ(2mm)		
		3	D		100-120	"	18-20	12	43	O	1~5時良	溶込み不足		
5 5	0.9 0.9	1	D		100-120	19-20	14-15	0	0	-	裏波良			
		2	D		"	"	10-12	8-10	23	O	外観良			
		3	D		"	"	9-10	12	"	O	"	溶込み不足		
6 6	0.9 0.9	1	D		100-120	19-20	10-19	0-2	40	O	裏波外観良	ブローホール		
		2	D		120	"	11-14	7	"	O	外観良	"		
		3	D		"	"	9-12	11	"	O	"			アンダーカット
7 7	0.9 0.9	1	D		120	19-20	17-18	0	0	-	外観良			
		2	D		100-110	18	10-12	7	30	O	"	少し溶込み不足		同左
		3	D		"	"	7-8	12	20	O	"			

表 4.4.1(3) 試験結果 (パッキングを用いない方式)

※1

No	ワイヤ径	パス	方向	開先	電流 (amp)	電圧 (volt)	速度 (cm/min)	オッシュレート ※2			ビード外観	断面マクロ試験	
								巾 (mm)	回数/min	端停止		12時	3時または9時
8	0.9	1	D		100-110	19	14-18	2	90	×	5~7時 凸		
		2	D		100	18	10-12	7	27	○	7~8時 凹凸		
		3	D		"	"	9-10	11	"	○	良	片側溶込み不足(砂)	同左
9	0.9	1	D		100	18	15-18	2	90	×	6時 凸		
		2	D		"	"	9-11	7	27	○			溶込み不足
		3	D		"	"	9	11	24	○	ブローホール		
10	0.9	1	D		100	19	15-18	2	120	×	良		
		2	U		90-100	18	7-9	7	26	○	スタート不良		溶込み不足
		3	U		"	"	6-8	11-12	28	○	良		
11	1.2	1	D		120	18	12-14	3	67	×	間隔1.5mmの突抜		
		2	D		120-140	17	15-16	7-8	"	○			
		3	D		140	"	10	11-12	41	○	良	開先残り	溶込み不足
12	1.2	1	D		130-140	17-18	16-20	2	100	×	裏波や不良		
		2	D		"	"	16-18	6	83	○	良		
		3	D		130-150	"	9-10	11	48	○	"		
13	1.2	1	D		130-140	17-18	15-18	2	113	×	良		
		2	U		120-130	"	8-10	6	30	○	"	片側溶込み不足	溶込み不足
		3	U		"	"	7-8	11	26	○	"		
14	1.2	1	D		130-140	17-18	15-18	0-2	127	×	良		一部裏波不良
		2	D		"	18	16	6	83	○	"	溶込み不良	
		3	D		"	17-18	10-11	10	37	○	"		

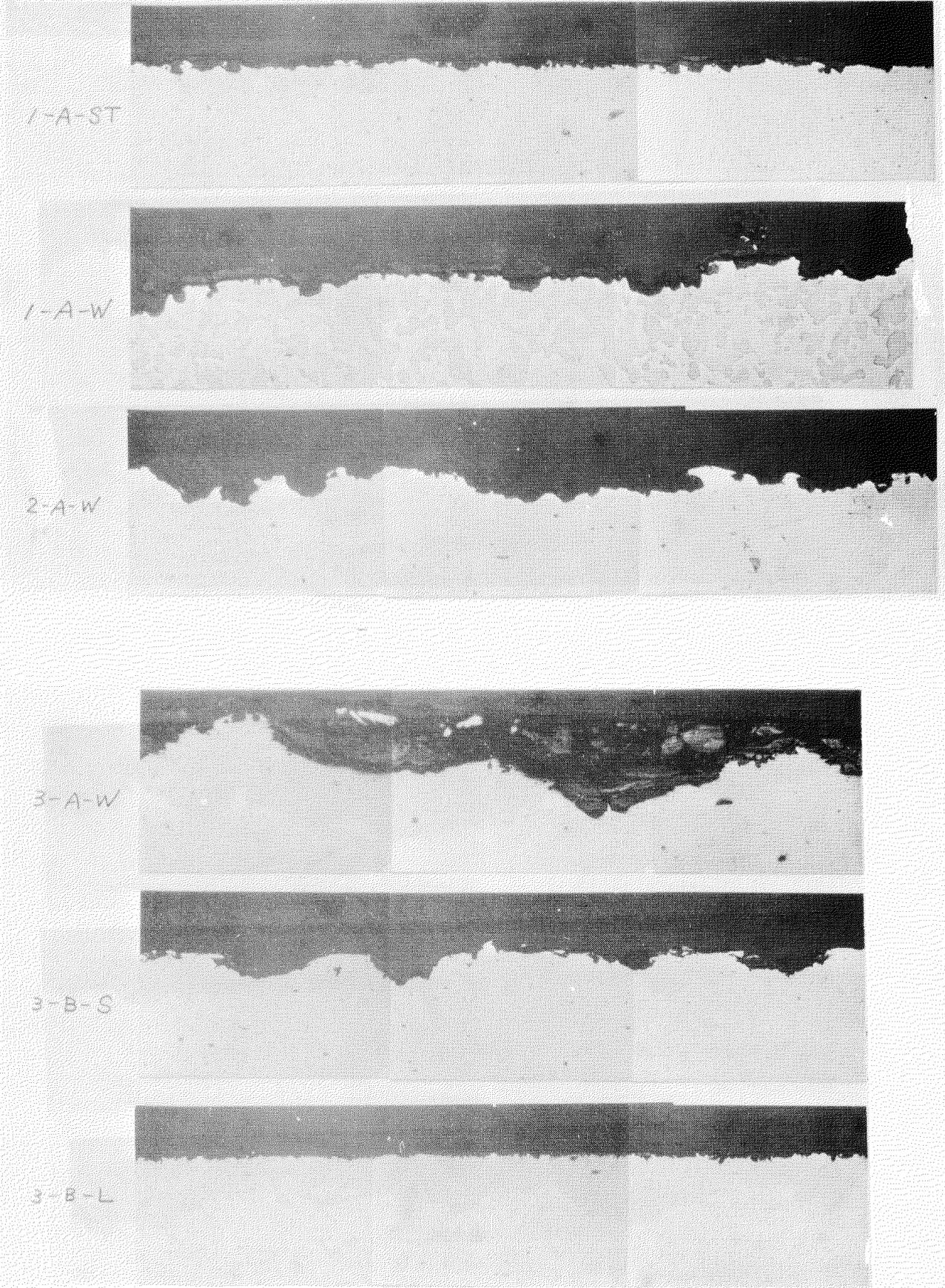
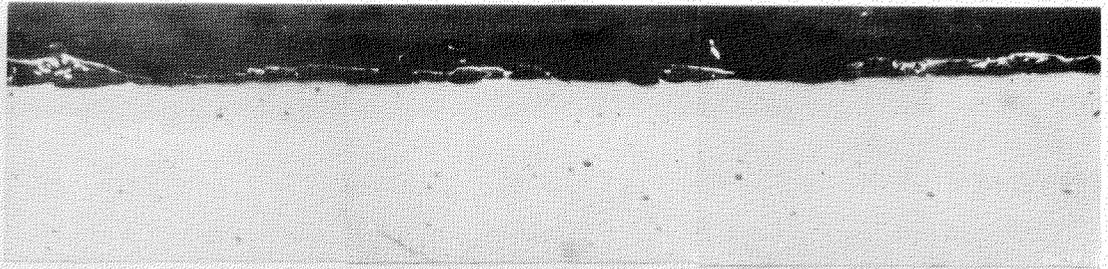
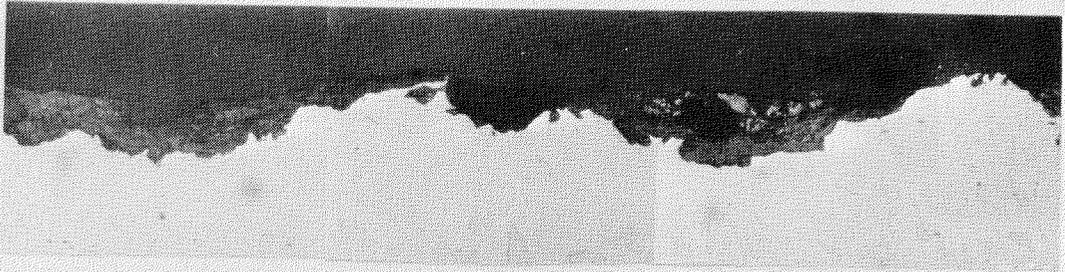


图 4.7.6-6 (a) 下地处理断面状态 (X9.0)

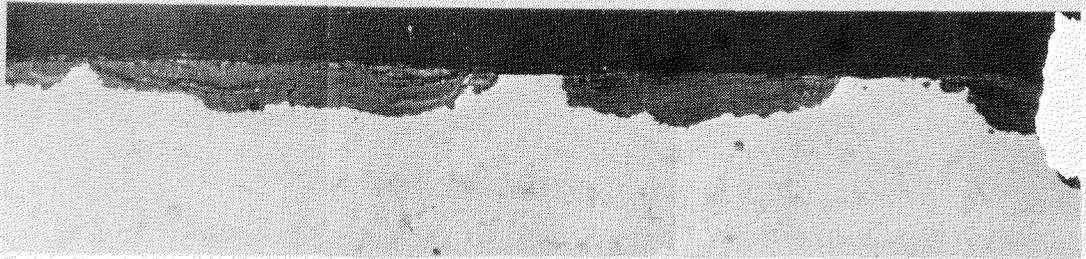
4-A-S



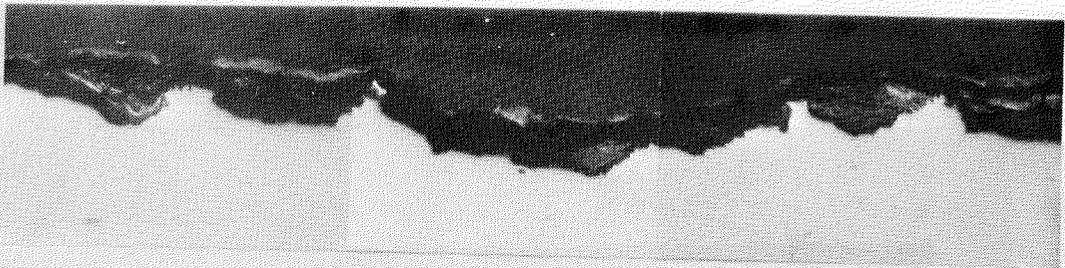
4-A-W



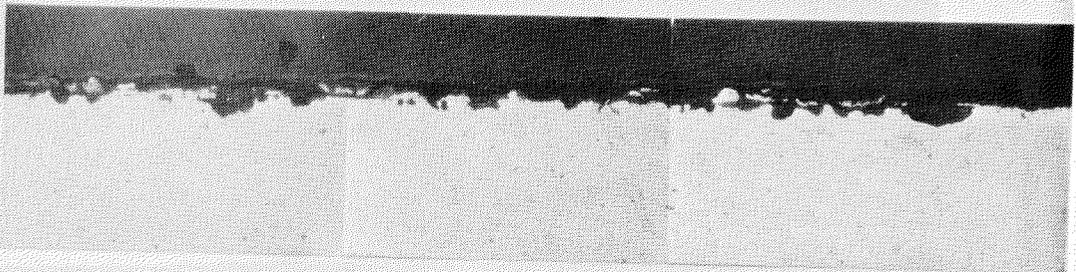
4-B-L



5-A-W



5-B-ST



6-A-ST

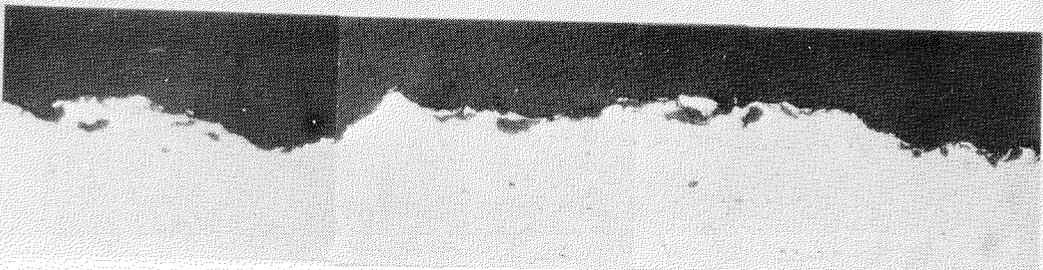


图 4-7-6-6(b) 下地处理断面状态 (X90)

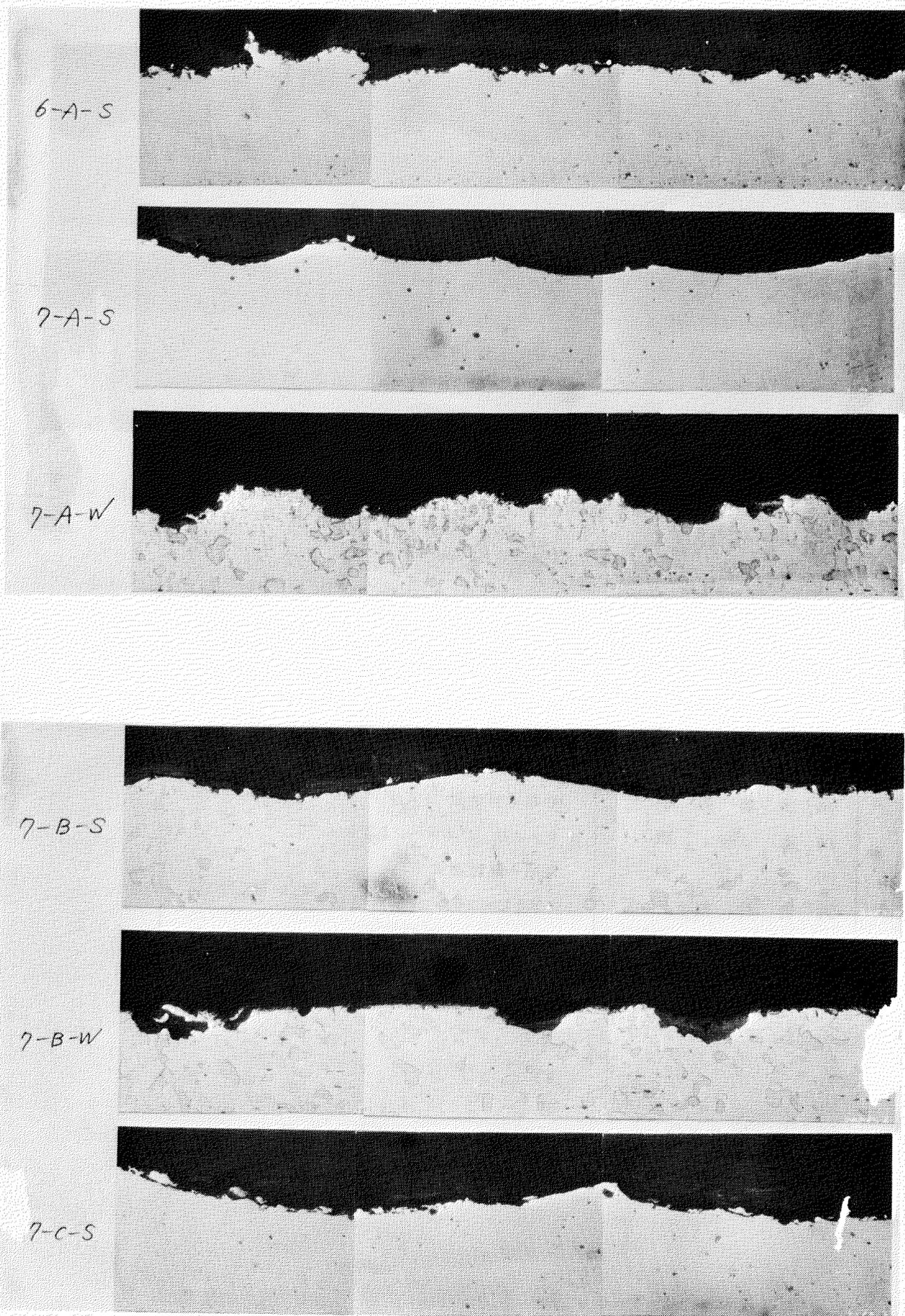


图 4.7.6.6(c) 下地处理断面状态 (X90)

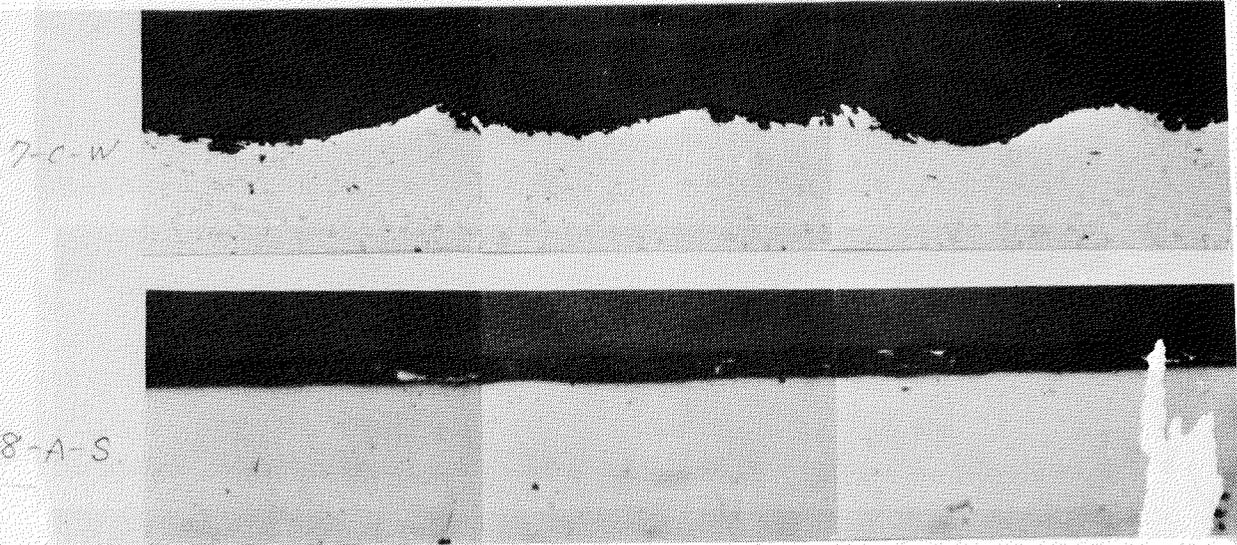


図 4.7.6.6(d) 下地処理断面状態 (×90)

(c) 塗膜作成条件

(i) 板	厚	2.0 mm
(ii) 塗	料	エポキシ系粉体塗料
(iii) 塗	装 方 法	静電粉体塗装
(iv) 塗	装 機	サメス社 スタージェット
(v) 焼	付 炉	電熱々風循環式
(vi) 焼	付 条 件	180℃×20分 (雰囲気温度)
(vii) 冷	却	放 冷
(viii) 膜	厚	80μ±10μ

いくつかの代表的な溶接部外観と断面マクロを写真4.4.7以下に示すが、パイプの内面には図4.4.6に示すように、クランプ力によってつぶされないために丸棒が入っていて内面のフラッシュを遮断して溶接されている。

比較的長時間予熱したものがよいようである。引張り試験で溶接部近辺は、ほとんど収縮しておらず、延性が無い。このような材料(STPG 42)でも後熱処理が必要であるかも知れない。

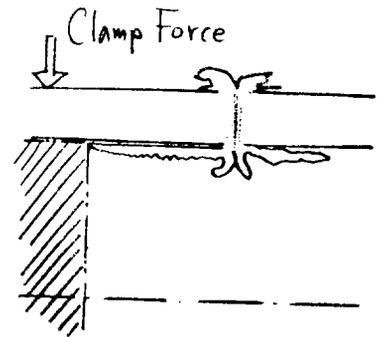


図 4.4.6 溶接部

(3) 結 論

詳細な検討は、そのための機械がないので行なえなかったが、実験結果ならびに他業界の使用実績から考えると、造船のように適用対象が広範囲にわたり、しかも加工重量が少ないものへの適用の可能性はほとんどない。低容量でもよく数も多いものであれば、アンマンド化には適した溶接方法であるが。

4.4.3 プロジェクション溶接の研究

プロジェクション溶接は抵抗溶接の一種で、アーク溶接のような溶融溶接とは原理的に異なる点に注意せねばならない。すなわち、抵抗溶接は二つの金属に圧力をかけて接触させ、適当な接触抵抗が生じたところへ電流を流し、抵抗発熱により双方を溶融させ圧着する溶接法である。プロジェクション溶接では、図4.4.7に示すように溶接部にプロジェクションと呼ばれる突起をつくり、あるいは被溶接物の構造上存在する端面、角部などを利用して電流の集中をはかる方法である。

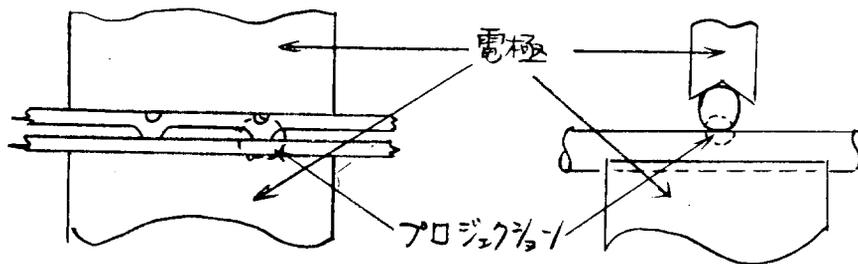


図 4.4.7 プロジェクション溶接

短時間で能率よく溶接が行なわれる。熱が局部に集中するので熱ひずみや酸化の影響が少ない。

プロジェクションの形状を考慮することにより、熱平衡を得られる。

加圧力が均等に分布するので、均一な溶接が行なわれる。

などの特徴を持っている。一方、

継手にプロジェクションを成形する必要がある。

出力と加圧力の大きな溶接機が入用である。

高級な制御方式が必要となる。

といった問題点が挙げられる。

本研究は、これらの特徴を生かしてパイプフランジ継手への適用を検討することを目的とする。

(1) 溶接装置

プロジェクション溶接機としては、高出力を要求されるので、コンデンサ型(蓄勢式)の溶接機が適当であるといわれている。この溶接機は、図4.4.8に示されているようにコンデンサを直流で充電し、その電荷を溶

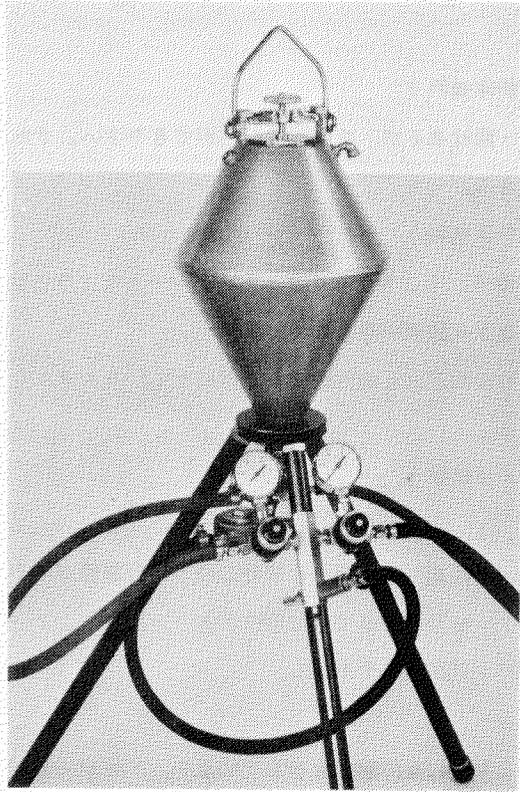


図 4.7.6.7 CS1 粉体送り装置

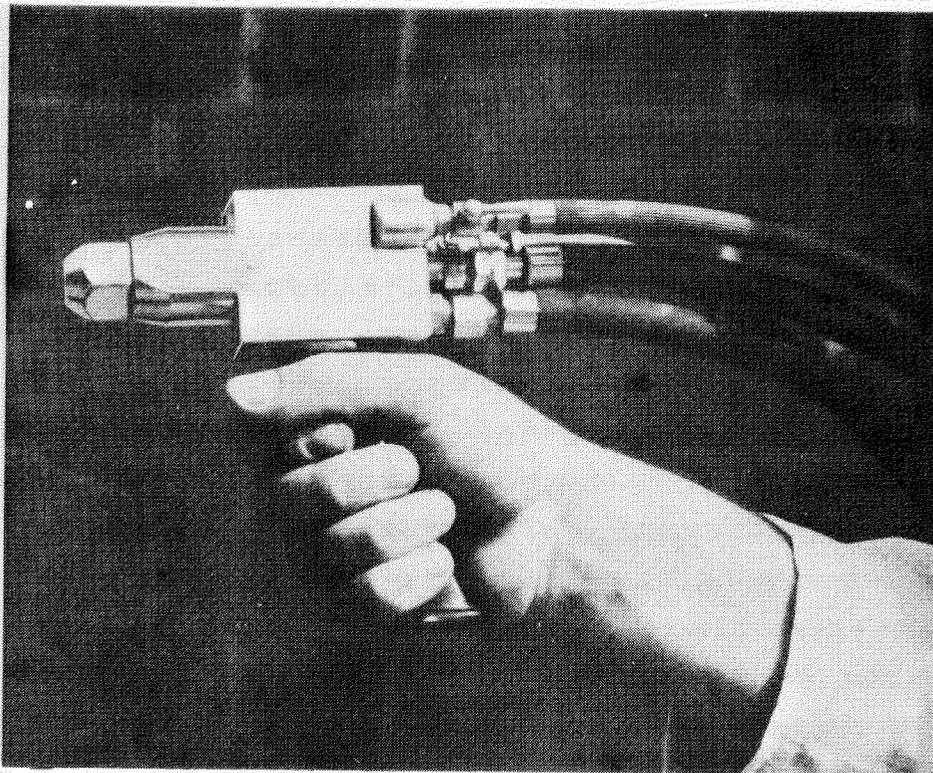


図 4.7.6.8 溶射ガン

表 4.5.10 炎をあてる時間

試料番号	W(%)	t(秒)
IA-1b-1	1,250	35.0
KA-1c-1	5,260	115.0
KB-1a-1	2,750	64.5
IB-2a-1	2,480	59.5
SB-3a-2	2,200	54.0
IB-3b-1	1,750	45.0

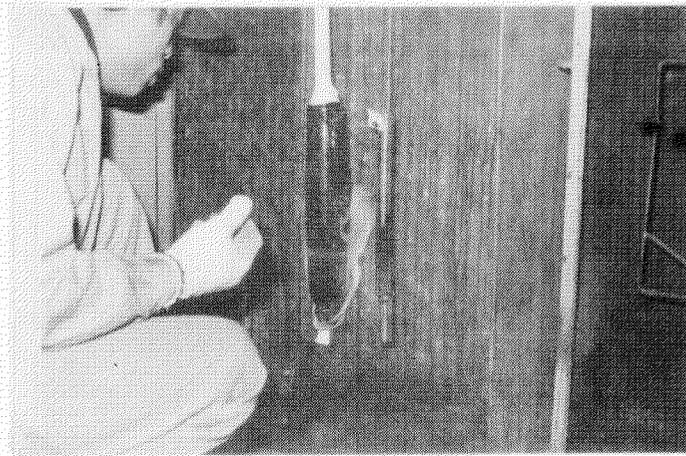


写真 4.5.9 IB-2a-1 燃焼時

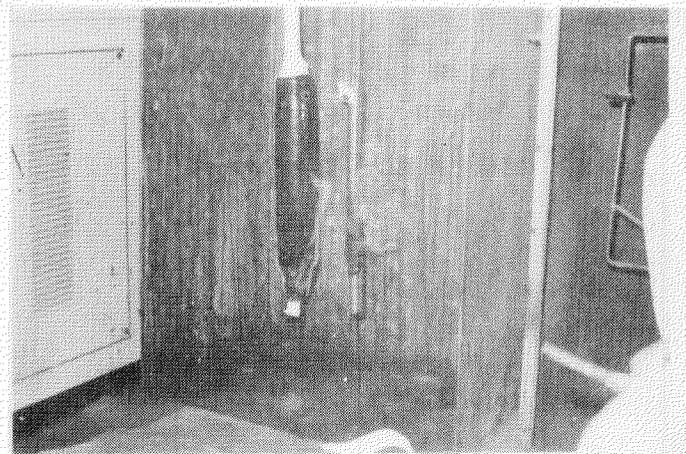


写真 4.5.10 IB-2a-2 炎をとり去った後

接変圧器を通して放電し、そのときの瞬間的大電流を利用するものである。充電時間に余裕をとれば電源容量は小さくてすむ。

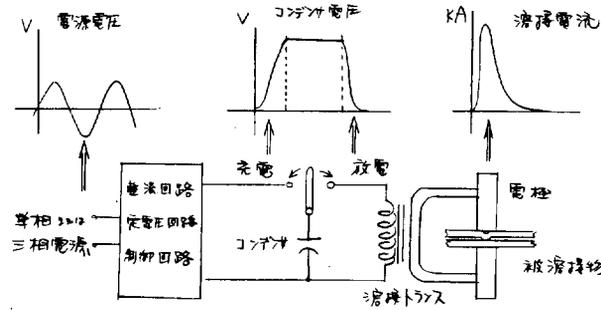


図 4.4.8 コンデンサ型溶接機

加圧および放電の制御は図 4.4.9 に示されている。通電前に加圧して接触抵抗を増加させる。通電後の加圧は鍛圧である。

本試験は、オリジン電気㈱の大容量のコンデンサ型プロジェクション溶接機を借用して行なった。

(2) 試験結果

プロジェクション溶接で最も重要なパラメータは、プロジェクション形状と蓄勢エネルギーである。したがって、試験溶接装置のエネルギーに対してパイプとフランジに開先加工を施し、その端面を利用しているプロジェクション形状について主として検討した。

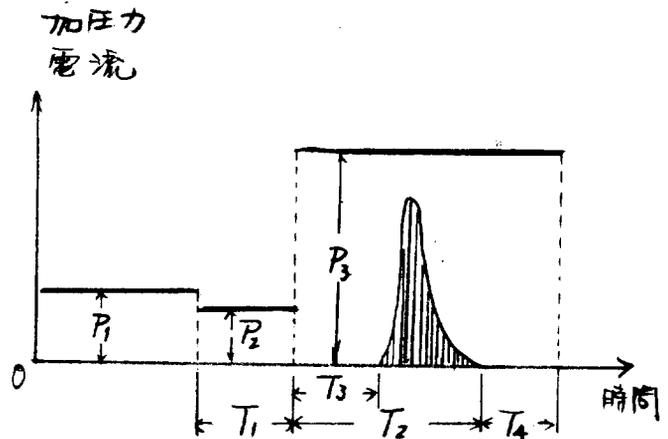


図 4.4.9 加圧の時間制御

継手の判定基準としては、引張り強さと継手形状を用いた。すなわち、母材の最小規定強さ以上の引張強度を持ち、かつ、するどい切欠が継手部に残らないような溶接条件を検討した。

(a) 継手形状 I

図 4.4.10 のようにパイプ先端に角度 θ の開先をとり、フランジの角をプロジェクションとして図 4.4.11 (a) のような通電方式で溶接した。

結果は表 4.4.4 (引張り強さ) および表 4.4.5 (断面マクロ) に示してあるが、No 1 は非融合部があったため強度が低い、No 2 は全面融合しているためパイプ母材の引張り強さの最小規定値 8,700 Kg (sch 40) および 11,000 Kg (sch 80) と比べてそれほど劣っていない。

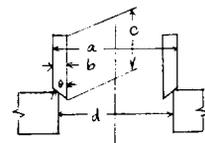


図 4.4.10 継手形状 I

No 5 (写真 4.4.12) にも非融合部がみられるが、その原因は通電方式によると考えられた。すなわち、図 4.4.11 (a) では、銅ブロックとパイプの接触面から電流が流れるため、その分布が均一とならない。この

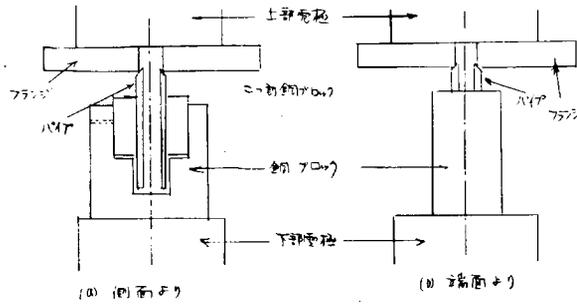


図 4.4.11 通電方式

ことを確認するために、次の継手形状を用いて比較試験をした。

(b) 継手形状 II

フランジの角部に丸味をつけた以外は I と同じ形状である。No.6 ~ No.14 の引張り試験の結果、通電方式は (b) [No.13, No.14], 開先角度 $\theta = 45^\circ$ のほうが、強度が大であることがわかった。また、角の丸味はほとんど効果がない。

さて、溶接機の開先形状を模式的に示すと図 4.4.13 (a) のようにパイプとフランジの内面が滑かでない。そこで (b) のようにフランジにも加工をして溶接後 (c) となるように継手形状を検討した。

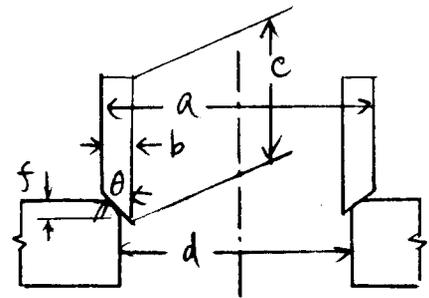


図 4.4.12 継手形状 II

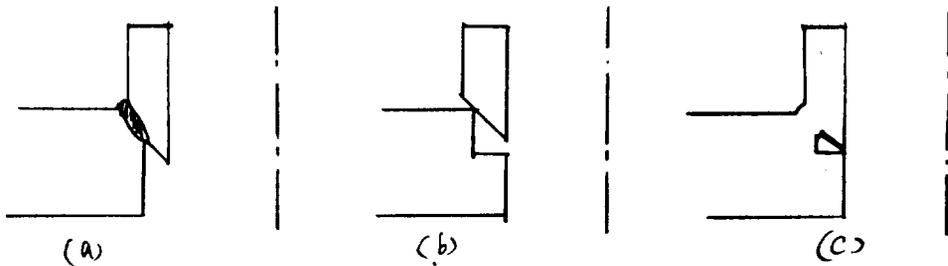


図 4.4.13 継手形状の検討

(c) 継手形状 III および IV

前項で考案した形状 III と少し変形した形状 IV について溶接トランスの巻数比を変化させてその影響を調べた。60 : 1 のものが強度が最大である。

このとき、コンデンサ容量と充電電圧を増やしてエネルギーを増加させたが、強度はそれほど上昇していない。また、写真に見るようにパイプの内面も連続的な形状になっていない。

引張り強度に関しては、図 4.4.14 (a) のような引張り方法を行なっているので、フランジが同図 (b) のように変形し、曲げ応力が重畳され、溶接部の強度が低下するようである。確認のため、同図 (c) のようにして引張り試験を行なったところ、ほとんどの試験片は母材から破断した。

継手形状に関して、目的の形状が得られた (No.37)。しかし、同一条件でもばらつきがある (No.36 と No.37)。

表 4. 4. 4 引張り試験結果

No.	開 先 (mm)								溶 接 条 件			引 張 試 験		備 考
	形状	a	b	c	θ	d	e	f	充電電圧	コンデンサ容量	トランス比	破断荷重	位置	
1	I	27.2	2.9		45°	235			420 ^V	189,000 ^{μF}	50:1	2,700 ^{Kg}	WM	
2	"	"	3.9		"	"			425	"	"	9,400	"	
6	I	27.2	2.9		45	230			420	189,000	50:1	4,350	WM	
7	II	"	"		"		20.0		"	"	"	7,850	"	
8	"	"	"		60		23.0		"	"	"	8,700	"	
9	"	"	3.9		45		21.0		"	"	"	8,200	"	
10	"	"	"		"		20.0		"	"	"	8,750	"	
11	"	"	"		60		"		"	"	"	9,700	"	
12	"	"	2.9		45		"		"	"	"	2,800	"	
13	"	"	"	120	"		23.0		"	"	"	10,000	"	
14	"	"	3.9	"	"		"		"	"	"	10,150	"	
15	IV	27.2	3.9	11.4	45	23.8	19.7	3.0	440	257,000	50:1	7,400	WM	
16	III	"	"	9.6	"	24.05	19.5	5.0	460	"	60:1	8,750	"	
17	"	"	"	10.0	"	"	19.7	3.0	445	"	40:1	8,800	"	
18	"	"	2.9	9.5	"	"	21.1	5.0	450	"	50:1	8,550	"	
19	V	"	3.9			21.05	28.6		460	"	60:1	6,050	"	
20	III	"	2.9	120	45	24.3	21.0	4.5	445	"	40:1	9,150	"	
21	"	"	"	10.0	"	24.05	21.2	4	440	"	50:1	8,500	"	
22	"	"	"	9.8	"	"	21.1	4.5	455	"	60:1	9,500	"	
23	IV	"	"	9.4	"	25.4	21.2	3.0	450	"	50:1	7,850	"	
27	III	21.7	2.8	9.0	45	19.0	16.5	2.7	440	257,000	60:1	6,300	BM	
28	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
29	"	27.2	2.9	8.8	"	24.5	21.5	"	"	"	"	10,300	"	
30	"	"	"	9.0	"	"	"	"	"	"	"	9,900	WM	
31	"	"	"	8.8	"	25.0	"	"	"	"	"	10,700	BM	
32	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	10,800	"	

(パイプ形状)

(フランジ形状)

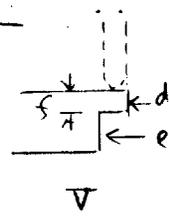
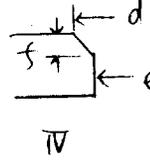
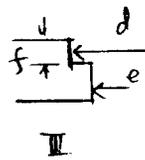
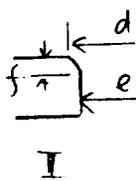
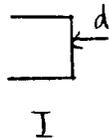
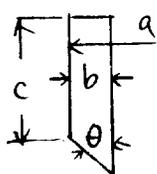


表 4. 4. 5 断面マクロ試験

No.	開 先 (mm)								溶 接 条 件			写真番号	備 考
	形状	a	b	c	θ	d	e	f	充電電圧	コンデンサ容量	トランス比		
3	I	27.2	2.9		45°	224.0			420 ^V	189,000 ^{μF}	50:1	(1)	
4	"	"	3.9		60	223.0			"	"	"	(2)	
5	"	"	3.9		45	///			"	"	"	(3)	
24	III	27.2	2.9	8.0	45	225.05	21.3	3.9	455	257,000	60:1	(4)	
25	IV	"	"	10.8	"	225.0	23.0	1.6	450	"	"	(5)	
26	III	"	3.9	7.3	"	224.15	19.6	4.8	440	"	"	(6)	
33	III	21.7	3.8	9.0	45	19.0	16.5	2.7	440	257,000	60:1	(8)	
34	"	27.2	2.9	8.8	"	24.5	21.5	3.0	"	"	"	(9)	
35	"	"	"	9.0	"	"	"	"	"	"	"	(10)	
36	"	"	"	8.8	"	25.0	"	"	"	"	"	(11)	
37	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	(12)	

(パイプ形状)

(フランジ形状)

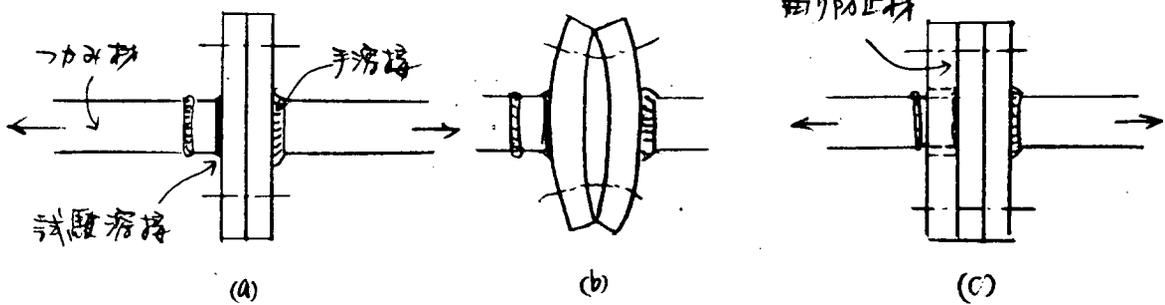
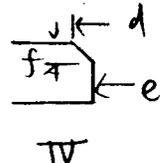
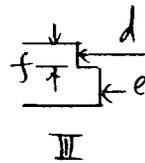
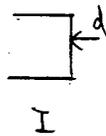
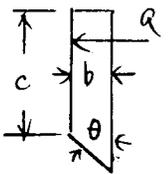


図 4. 4. 14 引張り方法

1) 初期試験（導体抵抗試験，耐電圧試験，絶縁抵抗試験）の結果，660V TBYC-14および TRYC-14にて3本耐圧不良品が発生した。不良状況は次の通りであるが，導体抵抗，絶縁抵抗不良品でも耐圧良好のものは試験を続行した。

a) IA-1b-3

シース用収縮チューブの防水不完全による浸水および絶縁ゴム上の綿テープはぎ取り端のナイフ傷による耐圧不良と考える。

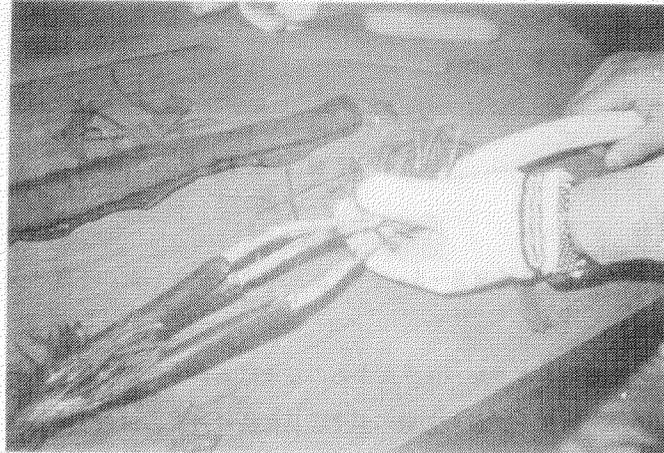


写真 4. 5. 11

b) SA-1b-1

シース用収縮チューブの防水不完全による浸水および絶縁ゴムスリーブと絶縁ゴム間の防水不完全による浸水による界面破壊と考える。

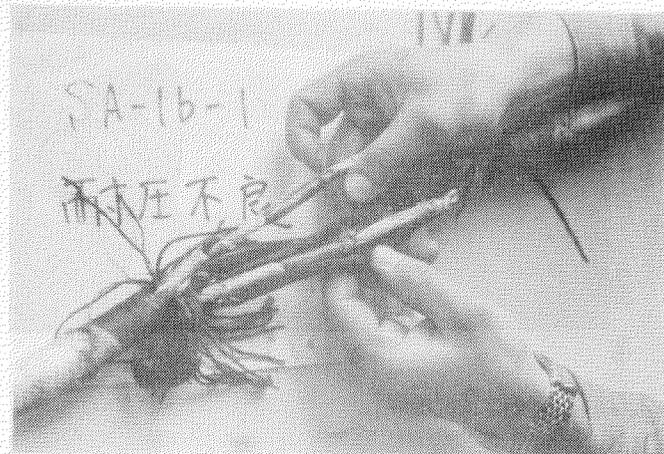


写真 4. 5. 12

c) SA-1b-3

シース上の綿テープはぎ取り不十分によるシース用収縮チューブからの浸水および介在ジュート切断端での絶縁ゴムへのナイフ傷による耐圧不良と考える。



写真 4. 5. 13

2) 耐久試験の結果

制御ケーブルで1本(KB-3a-1)耐圧不良が発生した。不良状況は下記の通りであった。

a) KB-3a-1

シース接続用エポキシパテ界面からの浸水はなかったが、線芯間耐圧は不良であった。

解体の際、スリーブから芯線が手で容易に抜けるものがあった。導体抵抗測定では抜き取り(5本)のため、異常値はチェックできなかった。スリーブの接触不良による局部発熱のためと推定される。スリーブ圧着接続作業ミスと推定される。(写真4.5.14参照)

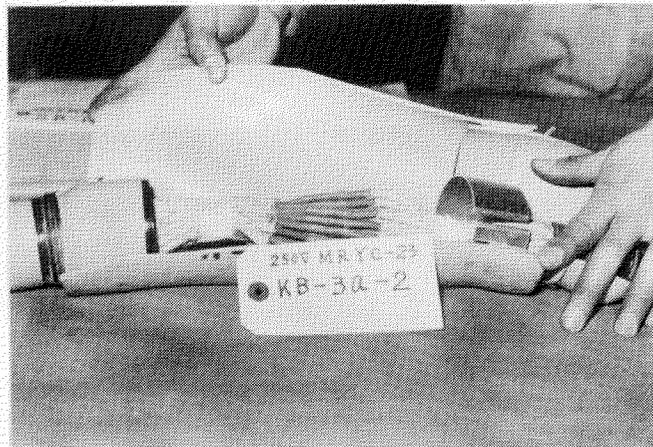


写真 4. 5. 14

3) 振動試験の結果

a) 共振点の確認および防止

写真4.5.15に示すように通常の船内での電線固縛方式で長さ約2mのアングルにケーブルハンガーおよびケーブルを取り付け、振動数500 cpm(8.3 Hz)~1,500 cpm(25 Hz)の範囲で±0.24mmの振幅を与えて共振点の有無を目視確認した。なお、供試振動試験機は、垂直振幅しか加えられないため、ケーブル取付方法を写真の通り2方向とし、90°取付方向を変換して水平、垂直2方向試験とした。

また、最小振動数が約500 cpmのため、500~1,500 cpmの範囲で100 cpm置きに振動数を変化させ、振幅を一定に保つようにした。

その結果、写真4.5.15において、垂直方向に取付けた下段の電線の接続部両端の非固縛部に

るため、期待できない。

- (5) しかし、プロジェクション溶接は、アンマンド化に適した溶接法であるので、パイプではなくて他の非強度部材への適用を検討する価値があろう。

4.5 新しい電線布設方法の研究

ま え が き

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回路は、他工事と相容れないものとなってきて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、電圧を上げて電流を引き下げるか、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またはブロック等では、そ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回路工法の実用化のための方法の探求と、その実用化の見透しを立てようとするものである。

4.5.1 船用電線直接接続法の実用化研究

(1) ディープサーベイ

(a) ねらいと採用基準の設定

従来電線の接続は、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、陸上では高圧ケーブル、海底ケーブルなど広範囲に直接接続法が採用されている。よって、これらの現状を調査し、船舶特有の直接接続法を探求するため、各種施工法のアイデアを広く求めた。このアイデアの採用する基準として次の項目を決定した。

すなわち

- (i) 電線と同一の扱いができる。
- (ii) 場所の占有率の改善と、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（含対油性）の永久化。
- (iv) 現場工事の斉一、単純化。
- (v) 接続部のゆるみ、増縮不用の永久接続。
- (vi) 誤結線の起らないもの（分岐回路には適用しない）。
- (vii) 当面の対象電線は660V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) 火気を使用しない。

(b) 現行直接接続法の調査

モデルメーカーと委員各社の間で調査研究を実施し、ネジ込式、圧着式サンプル、プレハブXY分岐サンプル、シールスリーブ（単複式）、テーパージョイントサンプル、ケーブルヘッドサンプル、収縮チューブサンプルの工事実演を行ない各種の接続法の比較検討を行なった。

(c) 接続工法の設定

工法を次の通り決定し、その部品、器具の採用は次の要領とした。その実験には、一般市販品を使用して実験目的の達せられるものはそのまま使用し、達せられないもの、または市販品のないものは特注による。

したがって、正規の工法として採用する場合は、実験結果によっては船用として規格化する必要がある。

- (i) 導体の接続には銅スリーブ圧縮工法を採用する。
- (ii) 絶縁体の接続（図 4.5.1 参照）

テープ巻絶縁工法は船内作業に難点があるので採用を見合せ加熱収縮チューブまたは成形加工した絶縁スリーブを採用し、絶縁被覆との界面は適当な接着剤を使用する。多心電線については導体サイズも小さ

いことから作業性を考慮し、導体スリーブと絶縁物が一体となったものを採用する。

(ii) シースの接続(図 4.5.1～図 4.5.4 参照)

(イ) 防水を重点に考慮し、加熱収縮チューブを使用する。

(ロ) コンパウンド注入方式(例、住友スリーエム)は従来から船舶に一部使用されているので作業性に難点があるが比較の対象とした。

(ハ) エポキシパテモールド工法と成形プラスチックの電熱線加熱接着工法も実験対象とした。

(注) ジョイント部に「接続、絶縁、防水、機械的保護、固定」の全部または2つ以上の機能をもたせたブレハブ形式のものは、ケーブルの心線サイズ、心数サイズに合わせる必要があるため、形式が多数、複雑、高価なものになるので今回は取り上げない。

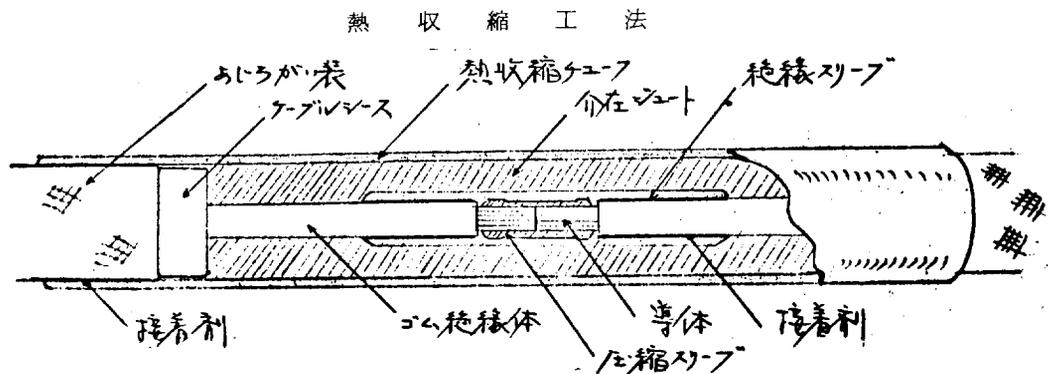


図 4.5.1 熱収縮工法

接続要領

1. 接続準備

- (1) 電線接続端のあじろがい装およびシースを接続に必要な長さはぎとる。
- (2) おさえ巻きの布テープをほどく。
- (3) 介在ジャケットをほどき、接続作業の支障にならないように折り返し適当な場所に固定する。
- (4) 線心のよりをもどす。
- (5) ゴム絶縁体に巻いてある布テープをはぎとる。
- (6) ゴム絶縁体を切断して導体を必要寸法だけ口出しする。

2. 導体の接続

- (1) 導体接続前に所定の絶縁用ゴムスリーブおよび熱収縮チューブをゴム絶縁体およびあじろがい装上に通す。
- (2) 接続部にて圧縮スリーブを導体に圧縮する。(多心ケーブルの場合は、絶縁付突合せ接続子を圧着する)

3. 絶縁体の接続

ゴム絶縁体の表面に接着剤を塗布して絶縁スリーブを所定の位置に移動させ接着固定させる。

4. シースの接続

- (1) 折り返しておいたジャケットを線心間の隙間に入れて断面ができるだけ円になるように仕上げ、テープをあらく巻く。
- (2) シース表面に接着剤を塗布した後(熱収縮チューブの内面にあらかじめ接着剤が塗布されているものは不必要)熱収縮チューブを所定の位置に移動させ熱空気吹付等により収縮密着させる。

エポキシパテ工法

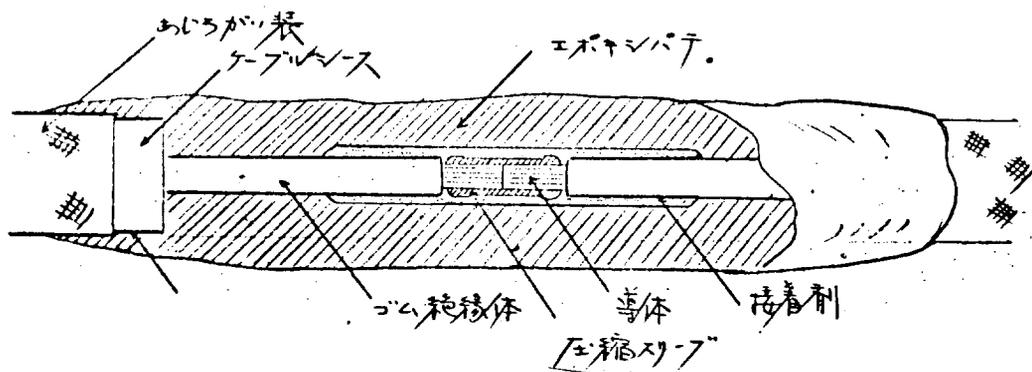


図 4.5.2 エポキシパテ工法

接続要領

1. 接続準備, 導体の接続, 絶縁体の接続は熱収縮工法にて記載された要領と同じ。(ただし, 介在ジュートは切り捨てる)
2. シースの接続
 - (1) エポキシパテ基剤と硬化剤を同じ量だけよくねり合せる。
 - (2) ケーブルシース表面に接着剤を塗布した後, パテを手でひっつける。
 - (3) 水にぬれた布でパテの表面をこすり仕上げる。

スコッチキャスト工法

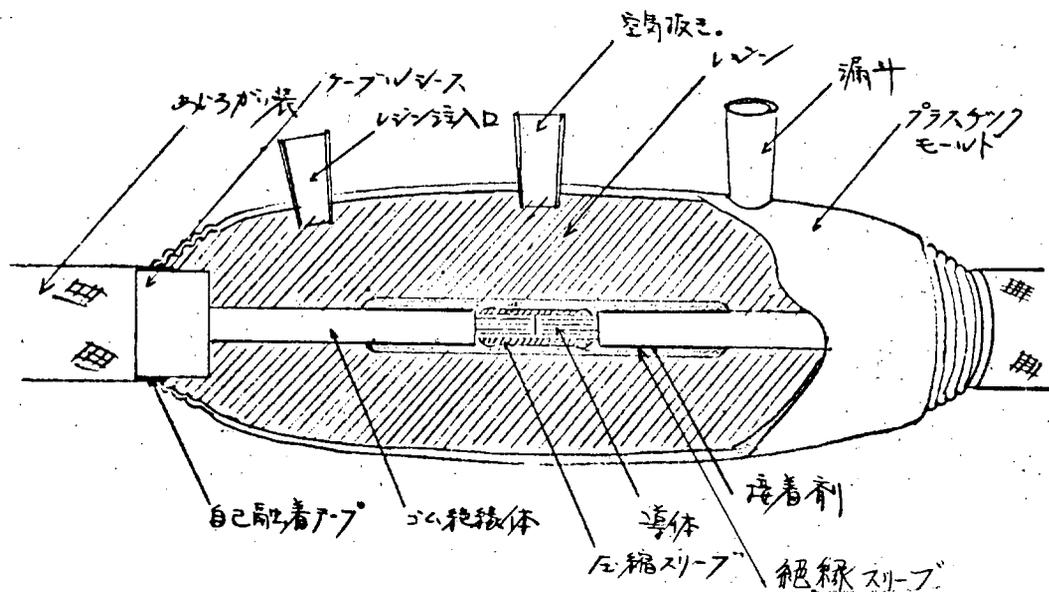


図 4.5.3 スコッチキャスト工法

接続要領

1. 接続準備, 導体の接続, 絶縁体の接続は熱収縮工法にて記載された要領と同じ。(ただし, 介在ジュートは切り捨てる)
2. シースの接続
 - (1) 接続したケーブルを半割りのプラスチックモールドの中に入れる。その際, ケーブルシースのダイヤによってモールド両端のみぞを切り落とすか, あるいは自己融着テープを巻いてギャップを無くする。

- (2) ユニパック容器に入っているレンジ（エポキシ樹脂と硬化剤）をよく混合し、漏斗を使用してモールド内部に注入する。
- (3) レジンは周囲温度 23℃ の場合、約 30 分位で硬化するのでその後漏斗を切り捨てる。

プラスチックシース 電熱線工法

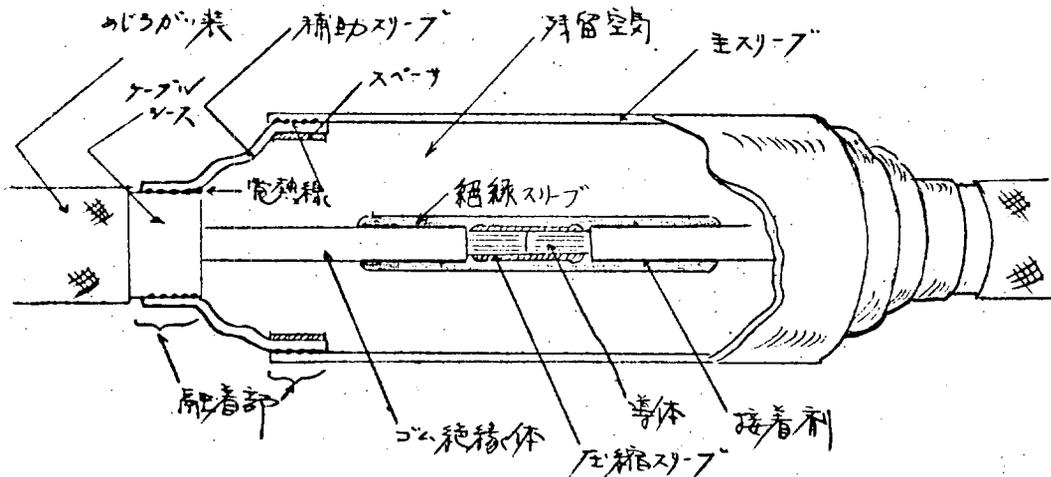


図 4.5.4 プラスチックシース 電熱線工法

接続要領

1. 接続準備については、熱収縮工法にて記載された要領と同じ。（ただし、介在ジュートは切り捨てる）
2. 導体の接続
 - (1) 導体の接続前に補助スリーブ（ケーブルシースに挿入される側）表面にゴムテープを巻き、主スリーブと結合される側に電熱線を巻き、両端を接着テープで止める。反対側の補助スリーブも同様とする。
 - (2) 主スリーブ、補助スリーブ 2 個をそれぞれケーブルに挿入して置き、導体接続を行なう。（要領は熱収縮工法と同じ）
3. 絶縁体の接続

熱収縮工法にて記載された要領と同じ。
4. シースの接続
 - (1) ケーブルシース表面に電熱線を巻く。この際、ケーブルシースと補助スリーブの内側にギャップを生じた場合、自己融着テープを巻いて調整する。
 - (2) あらかじめ挿入して置いた補助スリーブ、主スリーブをずらせて正規の位置にセットする。
 - (3) セットが終わったら主スリーブ両端（融着部）表面にゴムテープを巻きつける。
 - (4) 電熱線に所定の時間だけ通電する。電源は 6 V または 12 V AC・DC どちらでもよい。
 - (5) 通電終了後ゴムテープを取り除き、電熱線のはみでた部分を切り捨てる。

(2) 試作実験

(a) 実験要領

(i) 工法

試行する工法をその使用材の機能から便宜上、熱収縮工法およびモールド工法と呼称し、それぞれ表 4.5.1 の部材の使用を考慮する。

表 4.5.1 使用部材

工法	導体接続	絶縁物接続	シース接続
熱収縮工法	金属スリーブ AMP接続子耐熱 ビニール絶縁付接続子	スミチューブ(架橋ポリエチレン)〔住友〕 ゴム絶縁スリーブ(ブチルゴム)〔大日〕 熱収縮性絶縁管(シーラント付)〔AMP〕 リング付ゴム絶縁スリーブ ※ Epゴムチューブ ※	スミチューブ(架橋ポリエチレン)〔住友〕 ダイシュリンク(クロロブレン)〔大日〕 熱収縮性絶縁管(シーラント付)〔AMP〕 Epゴムチューブ ※
モールド工法	同上	同上	電熱線接続(プラスチックスリーブ)〔古河〕 スコッチキャスト〔住友〕 エポキシパテ〔古河, 住友〕

注) ※印は電線メーカーで開発中のもので開発の見透しがつき次第本実験に追加する。

(ii) 作業性のチェックポイント

各試料について加工時間, 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。

なお, その際, 併せて最適加工要領を検討する。

(i) 1対または数対の電線接続

- 1) 接続は水平, 垂直, その他いずれの方向で行なうか。
- 2) 接続の切込み代, シース長等の寸法決定。
- 3) 直線に対する余裕の長さ。
- 4) 電線の配列, 支持方法。

(ii) 上構ブロックの接合部に対する施行法

上構ブロックの接合ブロックの接合部での直接接続可能な電線を想定し,

- 1) 接続作業を行なう場所(電線トランク)の広さ高さ。
- 2) 接続していく電線の配列および順序(中央→右左, 奥→手前等)。
- 3) 接続した電線の支持要領。

(iii) 試料

以下の仕様にもとづいて試験のための材料を作成する。

- | | | | | | |
|------------|------|-----------|----------|---------|----------|
| (i) 使用ケーブル | 250V | MRYC-23 | (標準仕上り外径 | 2.79mm) | |
| | 660V | TBYC-14 | (| " | 2.3.4mm) |
| | 660V | TBYC-100 | (| " | 4.5.6mm) |
| | 250V | DRYC-14 | (| " | 2.1.1mm) |
| | 660V | TBYCY-100 | (| " | 5.1.0mm) |
| | 660V | MRYCY-23 | (| " | 3.9.6mm) |

(iv) 加工仕様

表 4.5.2 に示す仕様にて試料を作成する。

表 4.5.12 試料加工仕様

工法	試料番号	使用ケーブル	導体接続金具	絶縁物接続物	シース接続物	備考
熱収縮工法	A-1 a	MRYC-23	圧縮スリーブ	リング付ゴム絶縁スリーブ	ダイシュリンク	サンプル数 0 ル 20
	A-1 b	TBYC-14	"	絶縁スリーブ	"	9
	A-1 c	TBYC-100	"	スミチューブ	スミチューブ	9
	A-1 d	DRYC-14	"	"	"	2
	A-2 a	MRYC-23	No.34070(赤) AMP突合せ絶縁接続子	—	No.603120 AMP HEAT SHRINKABLE TUBE	6
	-2 a'	"	No.320559(PIDG) AMP突合せ絶縁接続子	—	"	6
	-2 b	TBYC-14	No.34322 AMPソリストラント突合せ接続子	No.603024 AMP HEAT SHRINKABLE TUBE	No.603112 AMP HEAT SHRINKABLE TUBE	6
	-2 b'	"	No.324660(PIDG) AMP突合せ絶縁接続子	—	"	0
	-2 c	TBYC-100	No.36960 AMPソリストラント突合せ接続子	No.603025 AMP HEAT SHRINKABLE TUBE	No.603120 AMP HEAT SHRINKABLE TUBE	6
	-2 d	DRYC-14	A-2 b に同じ	A-2 b に同じ	A-2 b に同じ	2
モールド工法	B-1 a	MRYCY-23	No.34071 AMP突合せ絶縁接続子	—	プラスチックシース(電熱線)	5
	-1 b	TBYCY-100	A-1 c に同じ	A-1 c に同じ	"	6
	B-2 a	MRYC-23	A-2 a に同じ	—	スコッチキャスト	9
	-2 b	TBYC-14	A-1 b に同じ	A-1 b に同じ	"	9
	B-3 a	MRYC-23	A-2 a に同じ	—	エポキシパテ(古河)	9
	-3 b	TBYC-14	A-1 b に同じ	A-1 b に同じ	" (住友)	9

注) A-1 a, A-2 b' は材料入手の都合により中止する。

(iv) 工 具

各試料について加工に必要とする下記の工具治具の開発を行ない、船内作業に適するものであることを確認する。

(イ) 熱風加熱工具および直接加熱工具

(ロ) 圧縮工具

(ハ) 圧着工具

(v) 性能試験

4.5.1-(2)-(c)-(i) 試験方法の項参照

(b) 造船所での試作実験とその解析

前記実験要領にもとづいて造船所での試作実験に入ったが、材料入手の都合により第1次試験(試料番号 A-2 a ~ A-2 d), 第2次試験(A-1 b ~ A-1 d, B-1 a ~ B-3 b)に分けて施行した。

(i) 第1次試験 造船所 A. C 2 社同一試作実験施行

(イ) 試 料

- 1) 使用ケーブル 250V MRYC-23
250V DRYC-14
660V TBYC-14
660V TBYC-100

- 2) 使用材料 AMP社製品

	No	内径	長さ
HEAT SHRINKABLE TUBE	603112	38.1 φ	304.8 mm
"	603120	50.8	304.8
"	603024	19.05	1,219.2
"	603025	27.94	1,219.2
接続子 1.25mm ² 絶縁付	34070		
接続子 1.25mm ² 絶縁付PIDG	320559		
接続子 1.4mm ² ソリストランド	34322		
接続子 1.00mm ² "	36960		

- 3) 使用工具

圧着工具 山型圧着工具
加熱工具 電熱ガン 500W
トーチランプ

- 4) 材料組合せ

表 4.5.2 試料加工仕様 試料番号 A-2a ~ A-2d 参照。

- 5) 作業の状態

電路に電線を固縛し、横方向・縦方向、線芯逆配列の接続作業を行なった。

- (ロ) 試作実験結果

- 1) 試作終了後気付いた点は表 4.5.3 の通りである。

表 4.5.3 実験結果

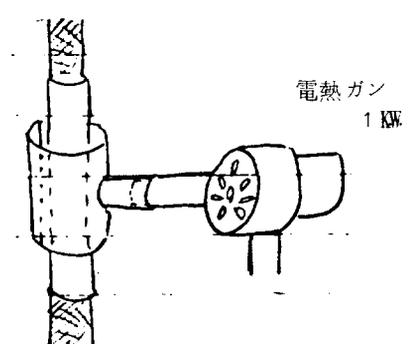
試料番号 使用ケーブル	導 体 接 続	絶縁並びにシース接続	所要時間
A-2a -2a' MRYC-23	材 料 No.34070 絶縁付 No.320559 ナイロン絶縁付	No.603120	サンプル1本試 作に要した時間 1時間
A-2b A-2d TBYC-14 DRYC-14	材 料 No.34322	No.603024 No.603112	50分

試料番号 使用ケーブル	導 体 接 続	絶 縁 並 び に シ ース 接 続	所 要 時 間
	ープ挿入を忘れることがあるので注意		
A-2c TBYC-100	材 料 No.36960 a) 圧着スリーブの長さ38は短い。 50mm位欲しい。 b) スリーブの圧着が山型圧着のため、 変形が甚だしい。	No.603025 No.603120 a) スリーブ長さ304.8mmでは短い。 460mm位必要。 b) 絶縁用チューブの長さは導体スリー ブの2.5倍が適当。	1時間20分

2) 問題点と解決策

船内において電線を接続する位置は主として電線トランク内またはパネルロッカー内で行なわれる。布設電線の方向はほとんど縦方向、ロッカーの広さは、大体奥行500～600、巾900～1,500、高さ2,400位である。入口の大きさは、ロッカー内に装備される分電盤と同一位で通路側に面している。このような狭小個所で1～2人作業なので作業手順を追って問題点をあげ解決策を検討した。

表 4.5.4

作 業 手 順	問 題 点	解 決 策
電線の切断および 段むき作業	a) 電線配列に対する段むき順序 b) 段むき寸法の決定 c) がい装むき工具	a) 奥より手前に向かって処理する。 b) シース用スリーブ、絶縁用スリーブ、導 体スリーブの規格化 c) 鋭利なものとする。
シース用スリーブ挿入		
芯線の整理および 皮むき	a) 芯線配列を確認する。 b) 芯線の圧着時余裕長を考える。	a) 配列が逆の場合余裕を長い目に。 b) 工具の頭部大きさを念頭において皮むき する。
接続圧着作業	a) 接続順序配列 b) 円形仕上げ	a) 仕上りが太くならないよう要すれば段差 層接続とする。 b) ジュートを切り取らずに芯相互に挿入す る。また、シースの廃材を利用し、接続後 覆い被せる。
熱 加 工	a) 全周囲熱加工可能な工具の開発 b) スリーブ内部に空気が残らないように する。	a) 例. 下図のごとく  電熱ガン 1 kW b) スリーブ中央より外側に向かって収縮させ る。

(ii) 第2次試験

各工法について作業性を重視し、性能試験の結果の判定（作業上のミス等）を容易にするため造船所1社を増し、A・B・C 3社で同一試験を行なった。

(i) 試料

- 1) 使用ケーブル

250 V	DRYC-14
250 V	MRYC-23
660 V	TBYC-14
660 V	TBYC-100
660 V	TBYCY-100
660 V	MRYCY-23

- 2) 使用材料
 - a) 導体接続材

銅スリーブ	14 mm ² 用, 100 mm ² 用
絶縁付スリーブ (AMP突合せ絶縁接続子)	1.25 mm ² 用, 2 mm ² 用
 - b) 絶縁物接続材

スミチューブ (架橋ポリエチレン)	
	9 φ……14 mm ² 用, 21 φ……100 mm ² 用
絶縁スリーブ (ブチルゴム)	
	8 φ……14 mm ² 用
 - c) シース接続材

スミチューブ (架橋ポリエチレン)	
	32 φ……14 mm ² 用, 55 φ……100 mm ² 用
ダイシュリンク (クロロブレン)	
	20 φ……14 mm ² 用
プラスチックシース (電熱線工法)	
	100 mm ² 用, 23c用
スコッチキャスト	
エポキシパテ	

- 3) 使用工具
 - a) 圧着工具 手把平型手動工具 AMP 47386, 48387
 - b) 圧縮工具 円形圧着 日本端子^K/_K 形式 油圧H-250
適用端子 60~150 mm² (床置型)
 - 加熱工具 電熱ガン 宮本製作所 形式 5342 1,000W
" " " 5347 500W

- 4) 材料組合せ

表 4.5.2 試料加工仕様 試料番号 A-1b~A-1d, および B-1a~B-3b 参照。

(ii) 試作実験方法

1) 作業の状態

船内を想定し、横方向、縦方向、並びに線芯の順および逆配列の接続作業を行なう。すなわち、1方法3本を1組として電路に固縛して、横方向は電路を水平状態とし、縦方向は電路を垂直に固定して行なう。

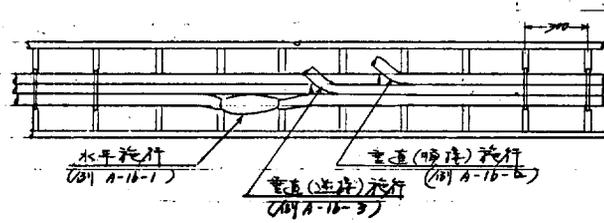


図 4.5.5 電線固縛状態

表 4.5.5 接続状態と資料番号

試料番号	接続時の状態
試験 No. - 1	水平状態
例 SA-1b-1	
" - 2	垂直状態 (順接続)
" - 3	" (逆接続) ※

注) 試料番号をケーブル1本ごとにとり施行造船所別にA社……S

B社……K C社……I を試料番号の頭に入れる。

※ 逆接続とは電線のねじれ方向が逆の場合を云う。

2) ケーブル処理方法

表 4.5.6 ケーブルの処理寸法表参照のこと。試作前に造船所3社で寸法の取りきめを行ない実施したが、結果は若干相違がある。

(イ) 試作実験記録

1) 作業時間, その他

表 4.5.7 の通り。

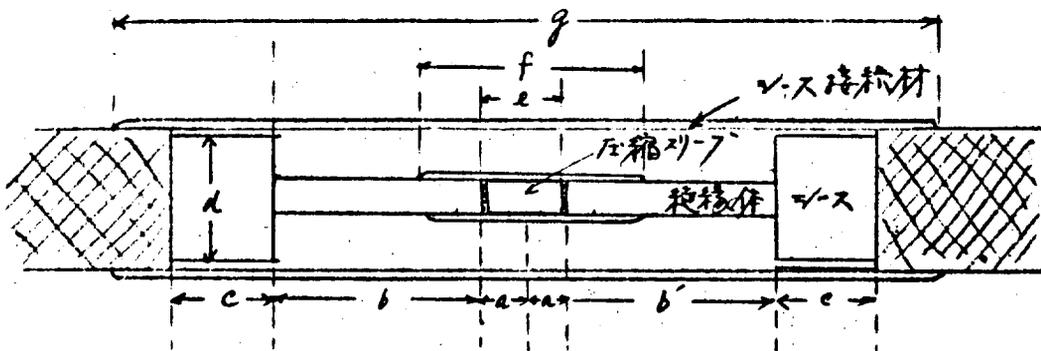


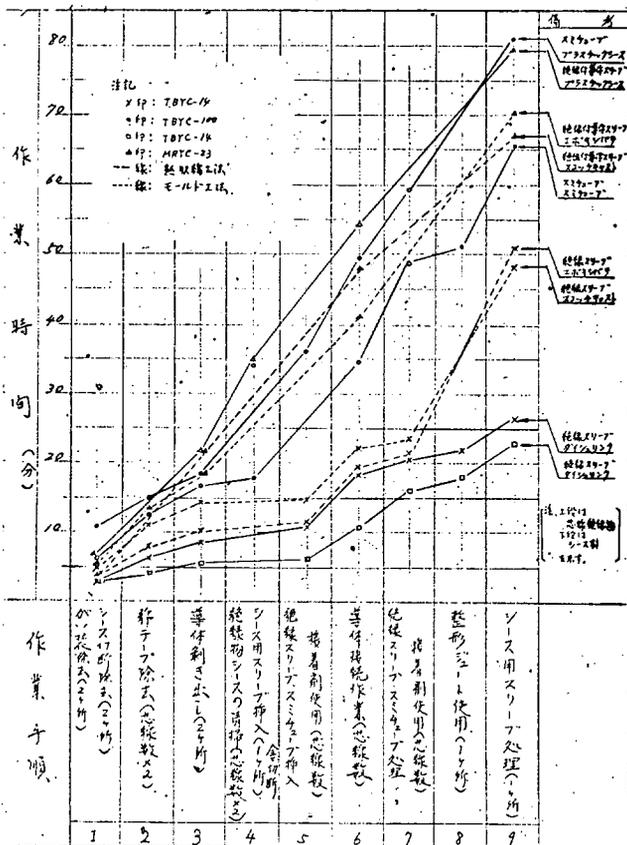
図 4.5.6 ケーブル接続部

表 4.5.6 ケーブルの処理寸法表

試験 番号	電 線 種 類	処 理 部 寸 法 記 号				シ ー ス 径	導 体 接 続 部		絶 縁 体 処 理 部			シ ー ス 処 理 部			
		段 む き 寸 法					圧 縮 ス リ ー プ	AMP	絶 縁 ス リ ー プ	ス ミ チ ユ ー プ	ダ イ シ ユ リ ン ク	ス ミ チ ユ ー プ	プ ラ ス チ ッ ク シ ン ス	ス コ ッ チ キ ャ ス ト	エ ン バ ッ タ
		導 体 長	絶 縁 体 長 さ		シ ー ス 部 長 さ										
a	b	b'	c	d	e		f			g					
SA-1b	660V TBYC-14	20	65	135	45	21.8	35	-	125	-	380	-	-	-	-
SA-1c	660V TBYC-100	40	180	180	90	44	75	-	-	170	-	672	-	-	
SA-1d	250V DRYC-14	22	48	125	39	19.5	35	-	-	110	-	350	-	-	
SA-1a	660V MRYCY-23	15	135	135	50	仕上り外 径39.6	-	26	-	-	-	-	モスリ 法 300	-	-
SA-1b	660V TBYCY-100	40	180	180	30	仕上り外 径51.0	75	-	-	170	-	-	モスリ 法 440	-	-
SB-2a	250V MRYC-23	15	135	135	50	26.3	-	26	-	-	-	-	-	360	-
SB-2b	660V TBYC-14	20	130	130	50	21.8	35	-	125	-	-	-	-	360	-
SB-3a	250V MRYC-23	15	135	135	50	26.3	-	26	-	-	-	-	-	-	460
SB-3b	660V TBYC-14	20	135	135	45	21.8	35	-	125	-	-	-	-	-	460
備 考															

- 注 1) がい装の接続は行なわない。
2) 逆接の場合も順接と同じ長さとした。

表 4.5.7 試作実験作業時間計測結果



2) 問題点と解決策

作業名	問題点	解決策
導体スリーブ圧着	<p>a) 圧縮スリーブに導体の挿入が難かしい。</p> <p>b) 導体を両端より挿入するが、丁度中央にあるかどうか判断が難かしい。</p> <p>c) 圧縮機がポンプ付の床置型のため垂直状態での圧着作業が非常に困難である。</p> <p>d) 線芯2本圧縮後3本目圧縮の場合、ダイスの挿入が極めて困難である。</p>	<p>a) 外側両端のテーパ部分の改良 例. 下図のごとくする。 </p> <p>b) スリーブの中央にストッパーを設ける。</p> <p>c) 頭部とポンプを別にし、電動油圧または足踏油圧式とする。</p> <p>d) 動力ケーブルに関し、3本同時に圧着できるような工具の開発。</p>
絶縁スリーブ接続	<p>a) 絶縁スリーブについて</p> <p>i) 使用した接着剤(KE45RTV)が固まらない。(潤滑剤としては有効)</p> <p>ii) 寸法的に長すぎる。(L=125)</p> <p>b) スミチューブについて</p> <p>i) 収縮速度が遅く時間がかかる。または3本同時に熱加工できない。</p> <p>ii) 収縮率が低い。</p> <p>c) AMP突合せ絶縁接続子について</p> <p>i) 絶縁物が不透明であると導体の挿入度合いが不明で圧着後導体が抜けるものあり。</p>	<p>a) 絶縁スリーブについて</p> <p>i) 接着剤の改良またはスリーブの内面に接着剤塗布しておけないか。</p> <p>ii) 接着剤が改良されれば圧縮スリーブの約2.5倍の長があれば良い。L=90</p> <p>b) スミチューブについて</p> <p>i) 加熱工具の熱量を上げる。または放熱を防ぐケースをつける。</p> <p>ii) 改良する。</p> <p>c) AMP突合せ絶縁接続子について</p> <p>i) 絶縁物を透明なものに統一する。</p>
シース接続	<p>a) ダイシュリンクについて</p> <p>i) 収縮率がAMP製品に比較して低い為、製品の適用範囲がせまい。</p> <p>ii) 収縮時の肉厚が2%弱で薄い。</p> <p>iii) 接着剤の使用はめんどうである。</p> <p>b) スミチューブについて</p> <p>i) ジュートを接続後の整形に用いると内面の接着剤効果が半減する。</p> <p>ii) ダイシュリンク i) ii) に同じ。</p> <p>c) プラスチックシース(電熱線工法)について</p> <p>i) 仕上りが太くなり過ぎる。</p> <p>ii) 機械的に弱い感じがする。</p> <p>iii) 通電時間3分とえるとスリーブが茶色にこげる。</p> <p>iv) 電熱線をシースの表面に巻きつけるのはめんどうである。</p>	<p>a) ダイシュリンクについて</p> <p>i) 収縮率の高い製品の開発。</p> <p>ii) 収縮前の肉厚を上げる。</p> <p>iii) 内面に塗布しておく。</p> <p>b) スミチューブについて</p> <p>i) 全体にテープ巻きは作業性が悪いので他の方法を考案する。</p> <p>ii) ダイシュリンク i) ii) に同じ。</p> <p>c) プラスチックシース(電熱線工法)について</p> <p>i) 電線仕上り外径より少し太めのスリーブ1本のみとし、補助スリーブを止める。</p> <p>ii) スリーブの厚みを増す。</p> <p>iii) 電源をACトランス式にして1度に数箇所通電可能にする。</p> <p>iv) 主スリーブ内面に電熱線を加工しておく。</p>

1,300 cpm～1,500 cpm時に共振が見られた。

その他の電線には共振は見られなかった。

したがって、写真4.5.15に示す垂直方向、上段に取付けた電線のように接続部両端をそれぞれ固縛した状態で、その後の試験を行なった。

その結果、いずれも共振は発生しなかった。なお、2本の電線の接続部の両端を一括固縛しても固縛部の電線に十分拘束力が働らいていれば共振は発生しなかった。

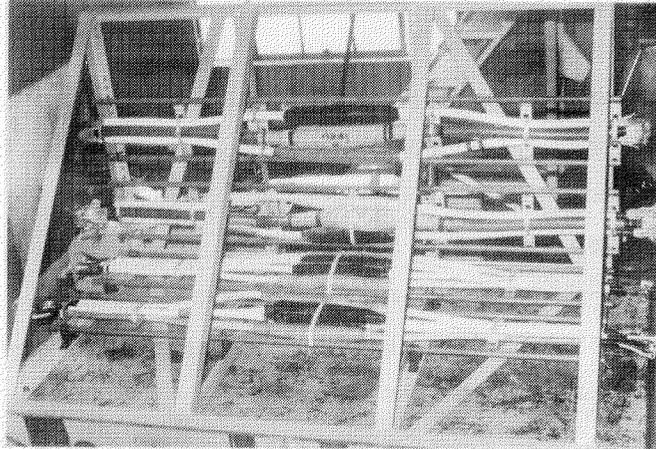


写真 4. 5. 15

b) 耐振試験結果

試料各部に共振が発生しないことを確認した後、振幅±1.3 mm、振動数900 cpm (15Hz)にて水平、垂直2方向各1時間の振動を試料に加えた後、試料の外観の異常有無を目視にて確認したが、異常は見られなかった。

耐振試験時の振幅の記録を図4.5.7に示す。

なお、表4.5.11 cグループ試験結果でも判るとく、耐振試験後の確認試験でも不良は見られなかった。



図 4. 5. 7 900 cpm時の振幅。全振幅5倍図
アスカニヤ手持ち振動計により計測

4) 試験後の試料解体結果

振動試験後の電気試験不良品は出なかったため、各種試料を9点解体調査をした結果、異常なものがあった。

a) pvcパイプ融差によるソース接続を行なったものに作業が不完全のため、ソース界面にて浸水しているものがあった。(SB-1b-3, KB-1b-2)

完全に防水性が保たれているもの(KB-1a-3)もあるので、作業不馴れによる施工不良と考えられる。

絶縁接続材料が十分に防水性を有している場合は、ソース界面から浸水しても単純には絶縁不良とはならない。

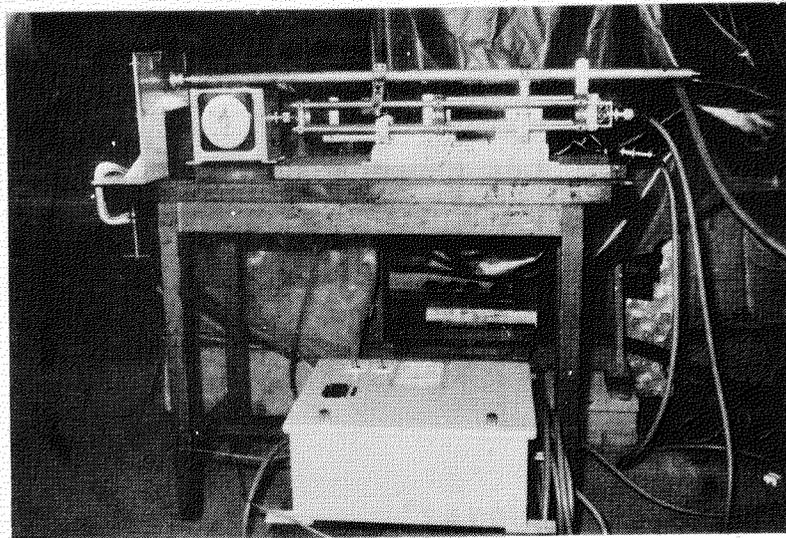
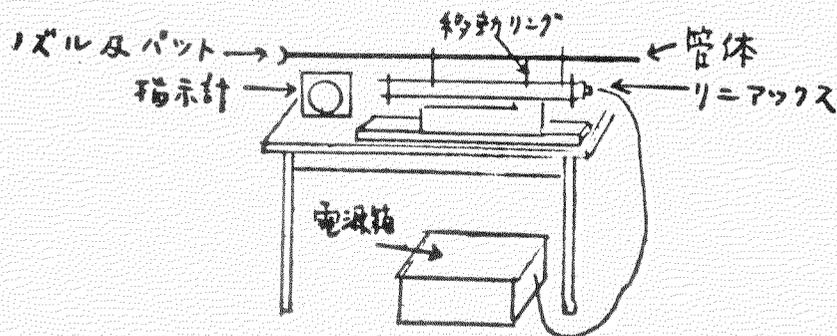


図 5
装置全景
(写真)



(i) 装置の構成

前述の原理に基づいて装置の機構模型を製作し、期待どおりの作動をするか否かを確認するための実験を行なった。

模型の機構図を図4に、その写真を図5に示した。以下、図について簡単に説明する。

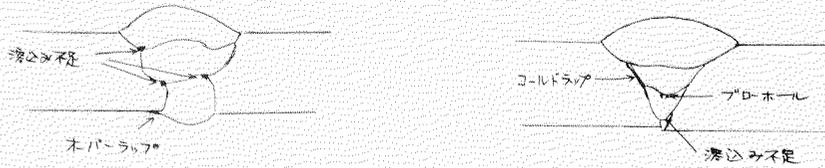
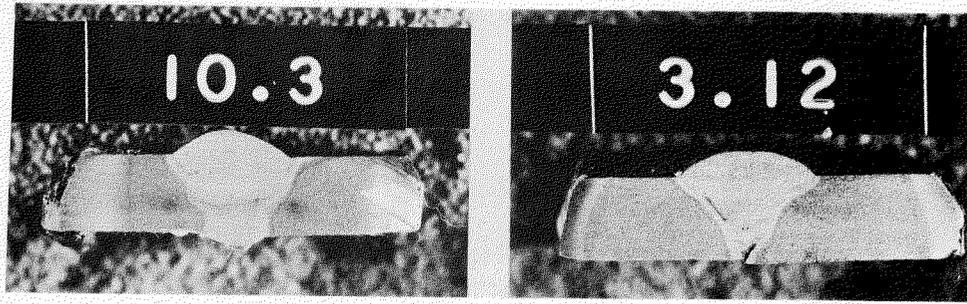
(1) 構 成

両端にノズル(a)および(b)を持つ管体は、ガイドローラーによって軸芯方向に移動可能としておく。ガイドローラーを支持するスライドベースには、前記2.2で述べた距離制御のフィードバック機構を備え、かつスプレーガンの支持台を兼ねている。

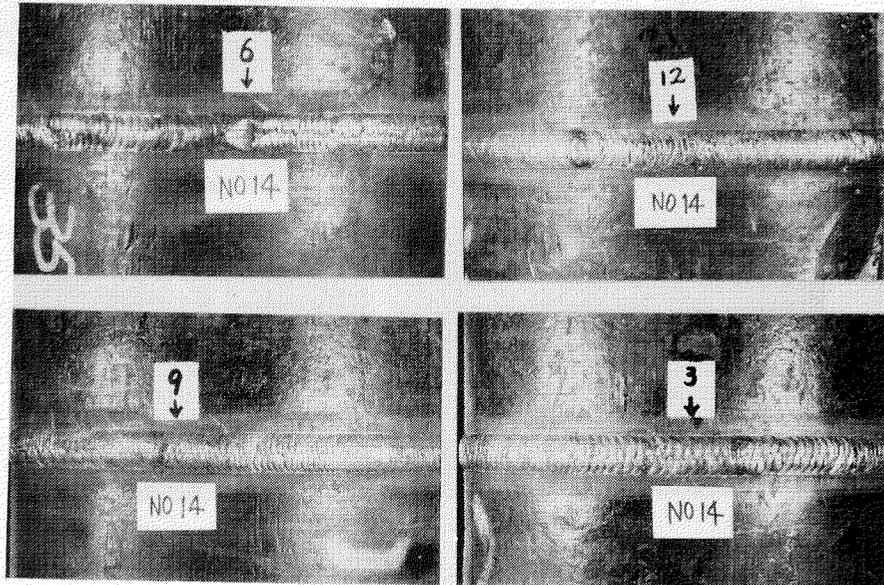
基台に取付けられたモーターがフィードバック機構の作動により回転すると、モーターのピニオンと嵌合しているラックによりスライドベースは、管体の軸芯方向と同一方向に移動するようになっている。

(2) 作動方法

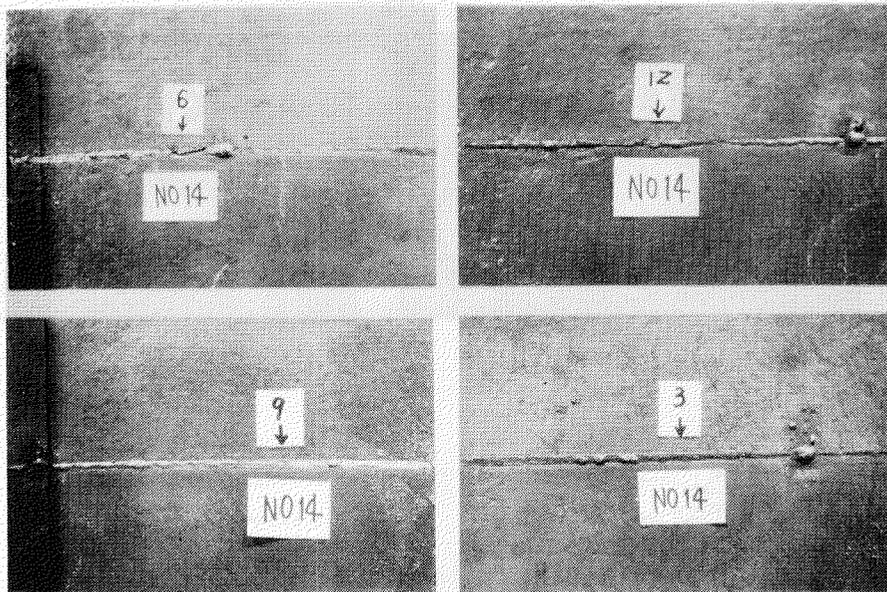
管体に圧縮空気を供給すると、前記2.1で述べた原理により管体の先端は被塗装面に対し、非接触状態で一定の間隔を保持する。被塗装面が移動すると、管体は一定間隔を保持しながら移動する。管体の移動に伴って、この管体に固着された移動リングが移動し、前記2.2で述べた原理によってリニアックスに移動量と方向に応じた電気変化が生じ、モーターを回転させる。モーターのピニオンと嵌合したラックによりスライドベースは移動して、予め設定された移動リングとの位置関係まで移動する。したがって、スライドベースに支持されたスプレーガンも移動し、被塗装面とガンとの距離は



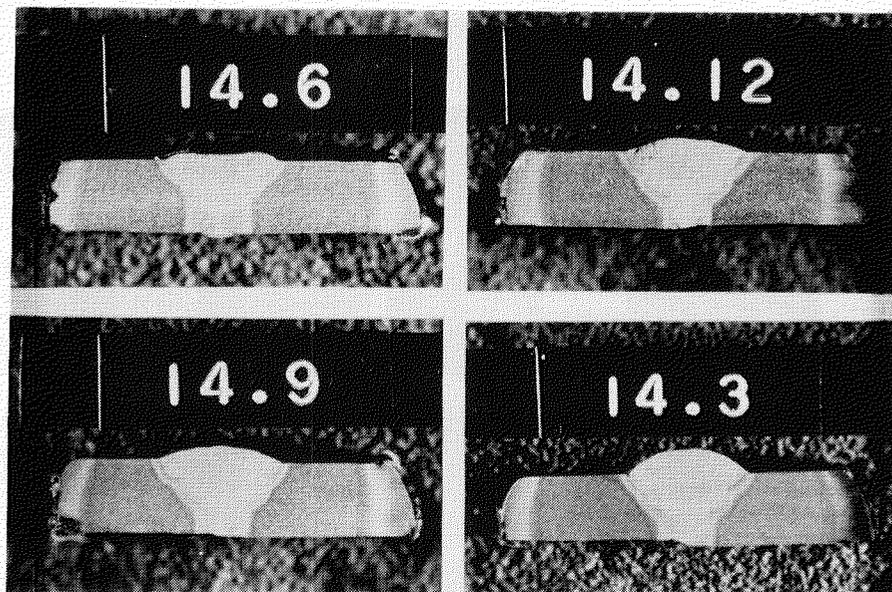
写 4.4.1 溶接欠陥



写 4.4.2 ビード外観(外面) 1/4



写 4.4.3 ビード外観(内面) 糸14
 12時の両側に裏波不良がみられる



写 4.4.4 断面マクロ写真
 12時において、2層目の溶込み不足がみられる(左側)

(iii) 試験の結果

(i) Aグループ

結果は下記表 4.5.8 の通りである。

表 4.5.8 Aグループ試験結果

試料番号	線種	導体 サイズ (mm)	接続部材料		導体抵抗 絶縁抵抗 耐電圧試験	耐久試験後の 耐電圧試験及 び絶縁抵抗
			絶縁体	シース		
KA-1c-2	TBNC	100	スミチューブ	スミチューブ	○	○
SA-1c-2	TBYC	100	〃	〃	○	○
SA-1c-3	TBYC	100	〃	〃	○	○
IA-1c-2	TBYC	100	〃	〃	○	○
SB-1b-1	TBYCY	100	〃	プラスチック	○	○
SB-1b-2	TBYCY	100	〃	〃	○	○
KB-1b-1	TBNC	100	〃	〃	○	○
KB-1b-3	TBNC	100	〃	〃	○	○
IA-1b-2	TRYC	14	ゴム絶縁スリーブ	ダイシュリンク	×	—
KA-1b-1	TBYC	14	〃	〃	○	○
KA-1b-3	TBYC	14	〃	〃	○	○
SA-1b-2	TBYC	14	〃	〃	×	—
KB-2b-1	TBYC	14	〃	スコッチキャスト	○	○
KB-2b-2	TBYC	14	〃	〃	○	○
SB-2b-1	TBYC	14	〃	〃	○	○
SB-2b-3	TBYC	14	〃	〃	○	○
IB-2b-2	TBYC	14	〃	〃	○	○
IB-3b-2	TRYC	14	〃	エポキシパテ	○	○
KB-3b-1	TBYC	14	〃	〃	○	○
KB-3b-3	TBYC	14	〃	〃	○	○
SB-3b-2	TBYC	14	〃	〃	○	○
KB-2a-3	MRYC-23	1.25	絶縁付接続子	スコッチキャスト	○	○
SB-2a-2	MRYC-23	1.25	〃	〃	○	○
KB-1a-2	MRYCY-23	1.25	〃	プラスチックシース	○	○
SB-1a-1	MRYCY-23	1.25	〃	〃	○	○
IB-2a-2	MRYC-23	1.25	〃	スコッチキャスト	○	○
KB-2a-1	MRYC-23	1.25	〃	〃	○	○
SB-3a-2	MRYC-23	1.25	〃	エポキシパテ	○	○
IB-3a-1	MRYC-23	1.25	〃	〃	○	○
IA-1d-1	DRYC	14	スミチューブ	スミチューブ	○	○
IB-3a-3	MRYC-23	1.25	絶縁付接続子	エポキシパテ	○	○
KB-3a-2	MRYC-23	1.25	〃	〃	○	×

かも生産設備としてフルに稼動しているので十分な検討はできなかったが、造船のパイプへの適用の可能性について興味ある結果が得られた。

(1) 溶接機

溶接部の断面積から所要の最大入力が想定できる。パイプについては、例えば100A sch 40の場合約600W必要である。溶接機の適用最大径をいくらに決めるかが重要なポイントである。管径は、その他クランプ装置、内外面のいぼり除去装置にも関係する。

ほとんどの溶接機は、機械が高価なために稼動率をあげるように専用化されており、造船に適用できるような汎用機はまれである。

本試験には、チェーン専用溶接機を用いたが、2次側の電流、電圧は測定できず、また、電流-時間の関係もよく分からなかった(装置上計器類が付いていない)。1次入力は、240Wである。溶接中の写真を写真4.4.5に示す。

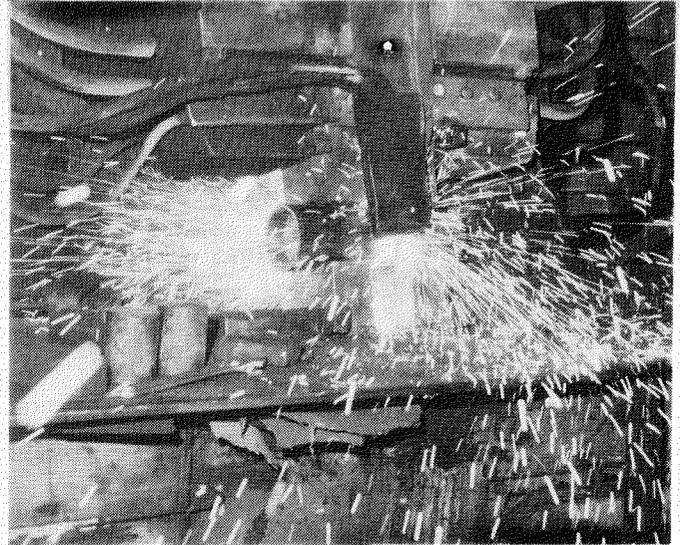
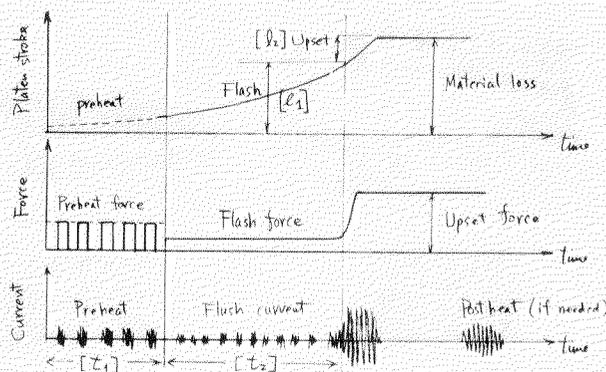


写真 4.4.5 溶接中の装置

(2) 試験結果

フラッシュバット溶接において規制すべき因子のうちプラテンの移動距離、荷重および電流は通常図4.4.5のようであって、これらは、機械的に制御されている。本試験では、溶接操作を手動で行なった。



([] で囲んだものは測定)

図 4.4.5 フラッシュバット溶接

試験番号と溶接条件の関係は表 4.4.2 に示すとおりである。

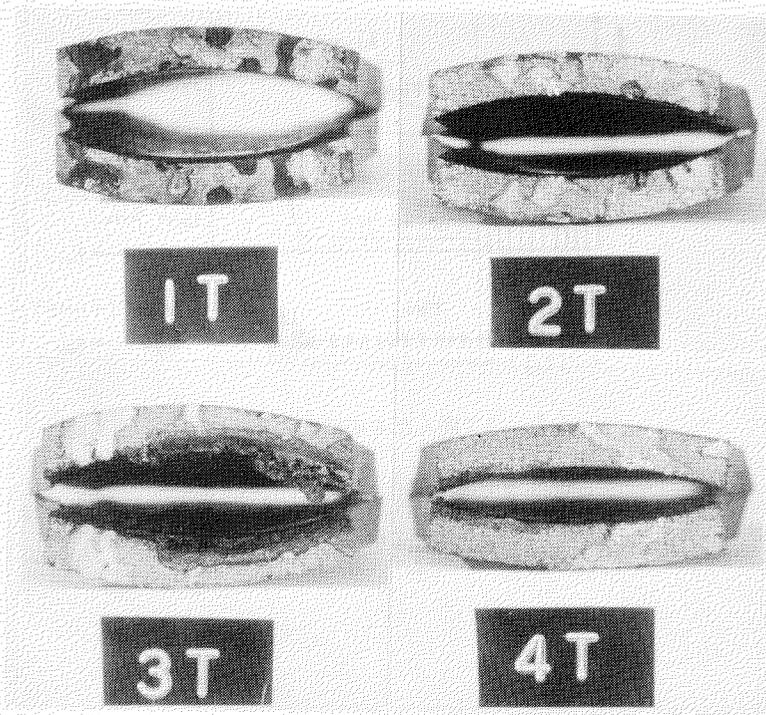
表4.4.2 試験条件

No	呼び径	スケジュール	l_1	l_2	t_1	t_2
1	100A	40	17 mm	7 mm	0sec	55sec
2	"	"	35	7	0	88
3	"	"	20	7	38	48
4	"	"	"	"	24	51
11	125A	80	20	7	110	25
12	"	"	"	"	60	25
13	"	"	"	"	45	45
14	"	"	"	"	105	60
21	150A	80	20	7	140	60
22	"	"	"	"	120	55
23	"	"	"	"	90	60
24	"	"	"	"	100	55

No.1~No.4について引張り試験を行なったが、その結果を表4.4.3に示す。破断はすべて溶接部であり、その破断面を写真4.4.6に示す。

表4.4.3 引張り試験結果

No	b [mm]	t [mm]	S [mm ²]	P [Kg]	σ [Kg/mm ²]
1	38.0	5.65	214.7	2,200	10.2
2	37.0	6.00	222.0	10,000	45.0
3	37.6	5.90	221.8	8,000	36.1
4	36.7	6.00	220.2	10,400	47.2



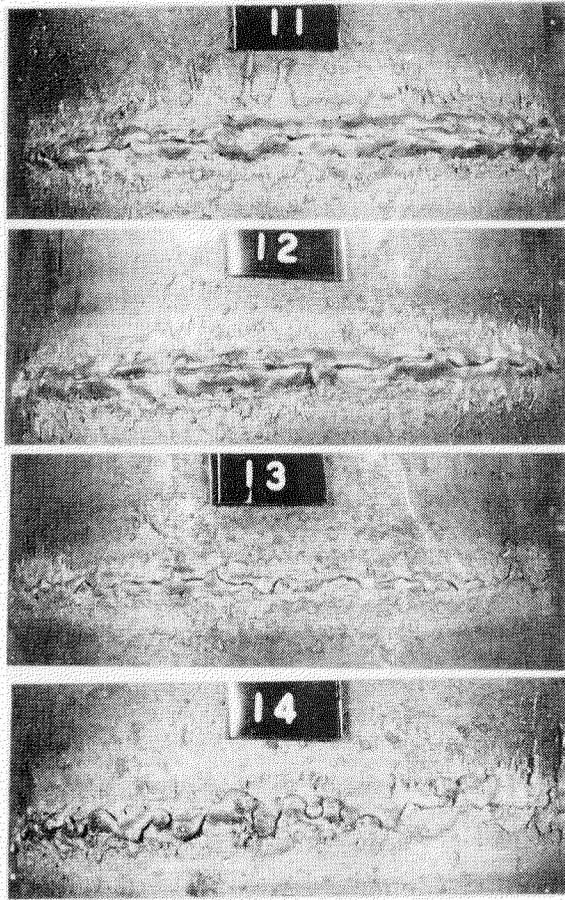
写4.4.6 引張り試験結果

(c) Cグループ

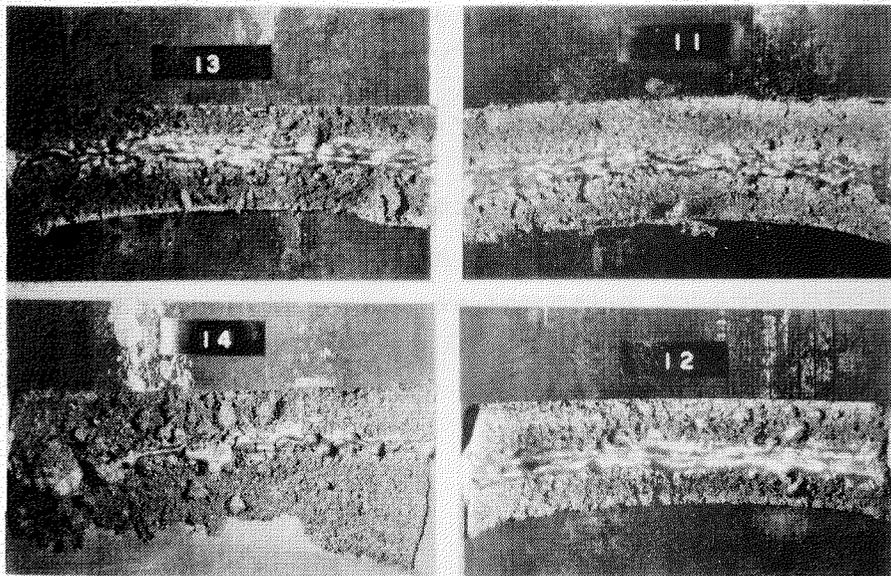
試験結果は下記表 4. 5. 11 のとおり。

表 4. 5. 11

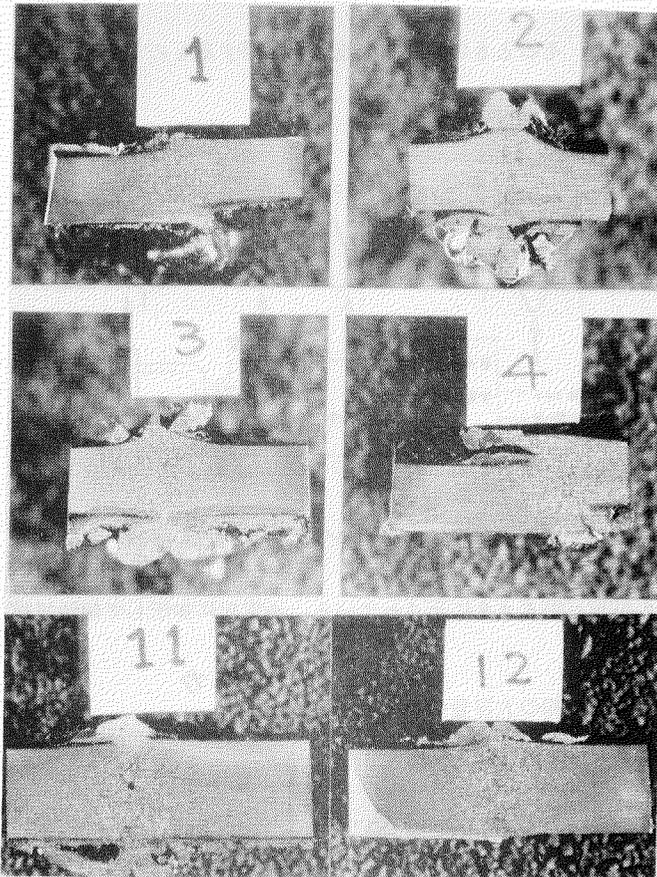
試料番号	線種	導体サイズ (mm ²)	接続部材料		初期試験	耐久試験後	振動試験後
			絶縁体	シース			
KA-1c-3	TBNC	100	スミチューブ	スミチューブ	○	○	○
SA-1c-2	TBYC	"	"	"	○	○	○
IA-1c-1	TBYC	"	"	"	○	○	○
IA-1c-3	TBYC	"	"	"	○	○	○
SB-1b-3	TBYCY	"	"	プラスチックシース	○	○	○
KB-1b-2	TBNC	"	"	"	○	○	○
KA-1d-1	DRYC	14	"	スミチューブ	○	○	○
KB-2b-3	TBYC	"	ゴム絶縁スリーブ	スコッチキャスト	○	○	○
SB-2b-2	TBYC	"	"	"	○	○	○
IB-2b-1	TRYC	"	"	"	○	○	○
IB-2b-3	TRYC	"	"	"	○	○	○
IB-3b-3	TRYC	"	"	エポキシパテ	○	○	○
KB-3b-2	TBYC	"	"	"	○	○	○
SB-3b-1	TBYC	"	"	"	○	○	○
SB-3b-3	TBYC	"	"	"	○	○	○
IA-1b-3	TBYC	"	"	ダイシュリンク	×	—	—
KA-1b-2	TBYC	"	"	"	○	○	○
SA-1b-1	TBYC	"	"	"	×	—	—
SA-1b-3	TBYC	"	"	"	×	—	—
KB-1a-3	MRYC	23	絶縁付接続子	プラスチックシース	○	○	○
SB-1a-2	MRYCY	"	"	"	○	○	○
SB-2a-3	MRYC	"	"	スコッチキャスト	○	○	○
KB-2a-2	MRYC	"	"	"	○	○	○
SB-2a-1	MRYC	"	"	"	○	○	○
SB-2a-3	MRYC	"	"	"	○	○	○
SB-3a-3	MRYC	"	"	エポキシパテ	○	○	○
IB-3a-2	MRYC	"	"	"	○	○	○
KB-3a-1	MRYC	"	"	"	○	×	—
KB-3a-3	MRYC	"	"	"	○	○	○



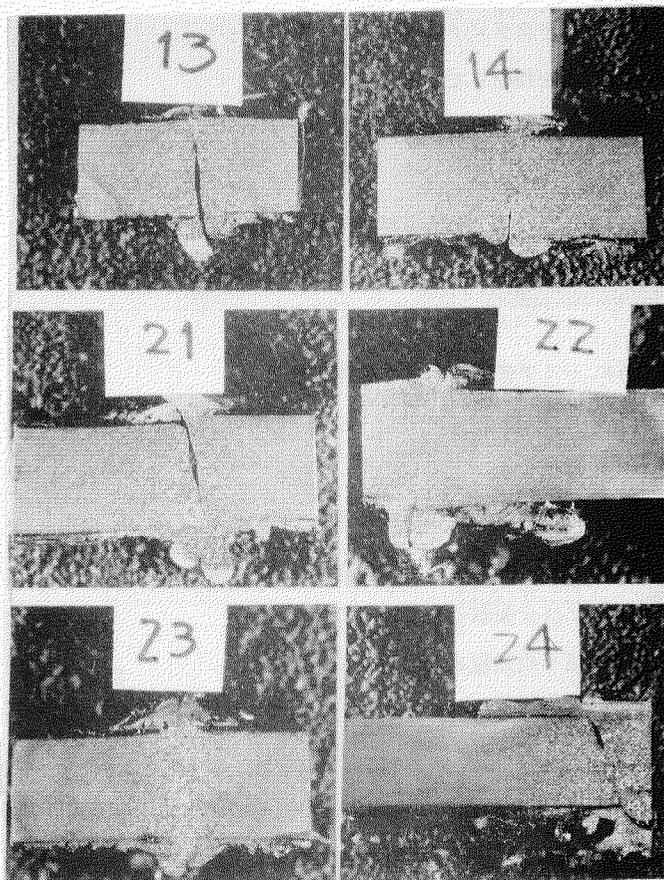
写 4.4.7 ビード外観(外面)



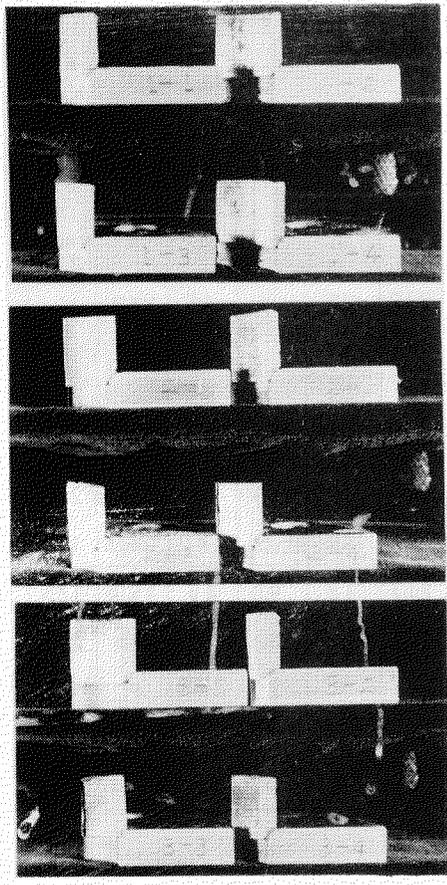
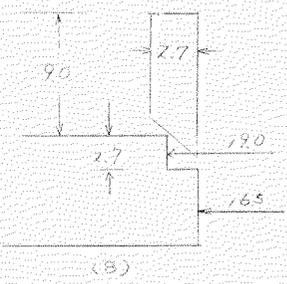
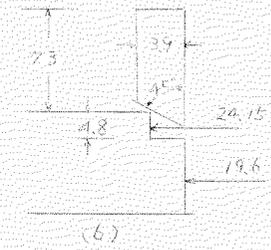
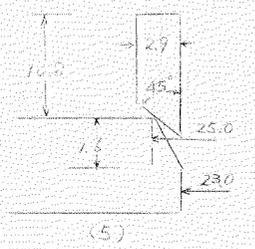
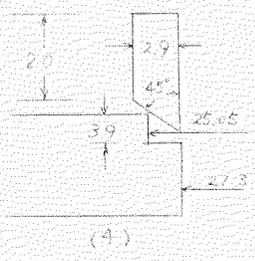
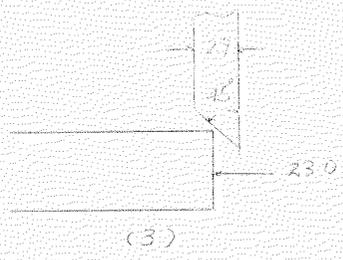
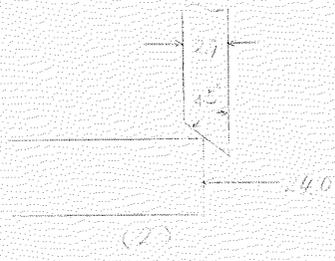
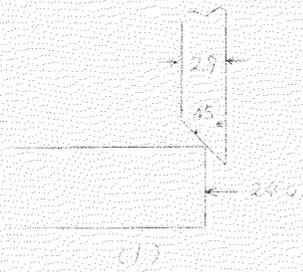
写 4.4.8 ビード外観(内面)



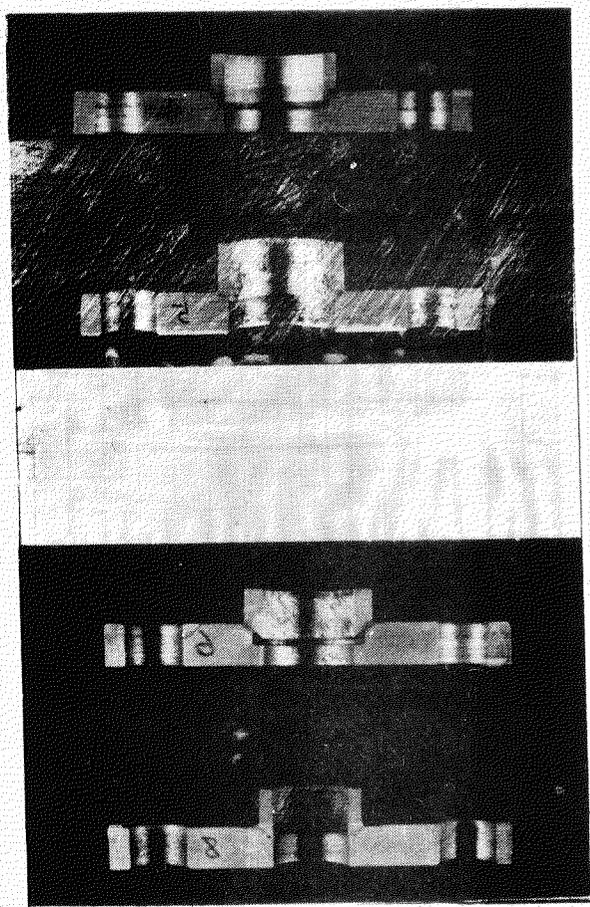
写4.4.9 断面マクロ写真



写4.4.10 断面マクロ写真



写4.4.11 断面マクロ写真



写4.4.12 断面マクロ写真

(ⅳ) 結果の解析

(イ) 導体接続方法について

制御線用圧着接続子、動力線用圧縮スリーブ共今回の試験では問題はなく、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。

しかし、試料の中に不適当な施行による不良品も見られたので接続の際は、スリーブに十分導体を深く挿入して圧着するよう標準工法の徹底が必要である。

(ロ) 絶縁接続方法について

1) 突合せ絶縁接続子

制御線に使用した突合せ絶縁接続子は、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。

2) ゴム絶縁スリーブ

一液性接着剤と併用したが、界面で破壊したものがあり、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おり問題はないが、電線の絶縁ゴムと十分接着し、水密性とともはずれたりしないように機械的にも十分な接着剤を選択する必要がある。

3) スミチューブ（熱収縮性架橋ポリエチレンチューブ）

あらかじめ、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。

(ハ) シース接続方法について

1) プラスチックシース（pvc管融着）

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。

2) 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十分ではないので、pvc界面に自己融着テープを巻くことが必要である。

3) 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ため、接着剤の併用が必要である。なお、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。

4) ダイシュリンク（熱収縮性ネオプレンゴムチューブ）

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。

5) スミチューブ（熱収縮性架橋ポリエチレンチューブ）

(ロ) 3) 項の絶縁用の場合と同様である。

(ニ) 耐炎性について

スコッチキャスト（延焼性）を除き、何れの材料共難燃性を有する判定が出たので、実用上問題はな

いと考える。

(ホ) 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、接続部両端で個々の線芯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。

(f) その他の事項

絶縁体またはシース上の綿テープはぎ取り不十分、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、何れの工法を採る場合も標準工法を守ることが必要である。特に接着界面に綿テープなどが残っていると、何れの工法を採用しても水密性能を極端に低下させることになる。

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こ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。

(h) 寿命について

使用した個々の部品、材料の寿命については船用としてあるいは陸用として検討済みのもので、データもほとんど揃っている。しかし、これらを船用として本目的にアッセンブルした総合的なものについては、わずかに耐久試験として水中で通電8時間、休止16時間のHeat cycle 6回を行なったに止まっているので、判断はむつかしく、なお、長期にわたる検討を必要とするであろう。この意味において接着部分の両材質は同一等のものを使用し、Easyな部門からTry checkで使用範囲を拡大していくことが望ましいと考える。

(d) 考 察

以上で造船所での試作実験および電線メーカーにおける性能試験とその解析がなされた訳であるが、ここで総合的に検討、要約すると次のごとくである。

i) 圧縮スリーブ

テーパ部分の改良、ストッパー等若干改良すべき点はあるが、まず問題ない。

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と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程度にあげる。

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改良（内面塗布）を考慮する。

v) エポキシパテ

治工具（混合機、整形用具等）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実用に問題はない。

vii) プラスチックシース（電熱線）

多芯線の場合は、考慮の余地はあるが、まずもって不向きである。

以上の観点より、実船に適用する場合シース接続材の優先順位としては下記のごとくである。

1. スミチューブ
2. ダイシュリンク
3. エポキシパテ
4. スコッチキャスト

5. プラスチックシース（電熱線）

(e) むすび

今回の実験で特に問題となったのは、材料の面では接着剤があげられる。今回は接着剤の選択を誤ったため、浸水による絶縁破壊が数点でた。最近良質の接着剤が市販されて居り、選択は容易であると思われるが、接着部分の耐久性については問題があり、今後の研究課題である。

また、作業性の面では水平接続、垂直接続いずれの場合でも多数の電線をほぼ同一個所で接続する際の電路に固定する方法、接続部に生じた電線のたるみを如何にしてとるかが今後研究を要する。

4.5.2 バスタクト方式の船舶への適合性の研究

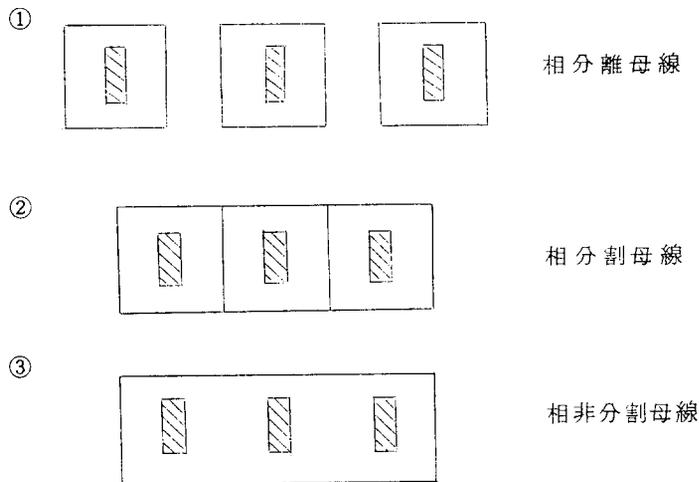
(1) ディープ・サーベイ項目

(a) 目的

船舶におけるバスタクトの使用は、現在一部の造船所において配電盤母線の延長として採用されているが、陸上設備に見るような母線としての使用はほとんど無い。そこで、まず、陸上において如何にバスタ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、船舶用バスタクトの構造を研究する。

(b) 陸上設備におけるバスタクトの使用状況

バスタクトとは、ブスバーがダクト内に納められている配線材料の総称として用いる場合と、その中の特に低圧（600V以下）のものを言う場合がある。前者の定義にしたがえば、バスタクトは次の3種に大別される。



①のタイプのもは、大発電所の発電機主回路に用いられるものがほとんどで、定格電圧10KV前後、定格電流5KA～20KA程度の大容量のものである。②のもも①に準ずる規模の設備に用いられるもので、この2つは一般の需要家の受変電設備に用いられることはまれである。したがって、バスタクトと言えばほとんどが③のタイプのもを指すことになるが、さらにこれを高圧と低圧に分け、JISでは後者のみをバスタクトと呼んでいる。③のタイプで高圧のもはごく一般の受変電設備の高圧受電盤—変圧器間の連絡用に用いられており、定格は3～6KV、400～3000A程度のもが多い。いずれにしても高圧のもは、使用場所は極く限られ、また、使用量も少く、したがって、種類、構造等もそう多くはない。最も使用範囲が広く種類も豊富なものJISに定められた600V以下のバスタクトである。この種のバスタクトは1920年代、米国の自動車工場に用いられたのが最初であると言われている。我国ではこれより約30年遅れて昭和33、

4年ごろ初めて実用された。このときのものは、フィーダーバスダクトであるが、その後プラグインバスダクト等使用目的の異った種々のバスダクトが開発され、以後使用量は急激に伸びてきた。就中導体に絶縁被覆を有するバスダクト（通称絶縁バスダクト）が出現してからは、新しいビル工場等の少くとも600A以上の低圧幹線は半分近くがバスダクトにおきかえられるようになった。

バスダクトの種類はおおむね、次の項目によって分けられる。

1. 使用場所 { 屋 内
屋 外
2. ダクト形式 { 換気形
密閉形
3. 極 数 { 2 P (1 φ 2 W)
3 P (1 φ 3 W , 3 φ 3 W)
4 P (3 φ 4 W)
4. 定格電流 1 0 0 A ~ 5 , 0 0 0 A (J I S)
5. 導体材質 { 銅
アルミ
6. ダクト材質 { 銅
アルミ
7. 絶縁方式 { 空気絶縁
絶縁被覆
8. 導体配置 { 離隔形
密着形

フィーダーとプラグインの使い分けは、途中分岐を必要とする場所にプラグインバスダクトを、分岐を必要としない電路にフィーダーバスダクトを用いている。したがって、主としてフィーダーバスダクトは、変圧器、発電機、配電盤等を結ぶ電路および電気室から実際の負荷使用場所までを結ぶ電路に用いられ、プラグインバスダクトはその先の負荷使用場所に用いられる。

バスダクトが電源幹線として用いられる負荷の種類はビルディングの場合、照明、コンセント、空調、エレベータ、その他一般動力および非常用電源等であり、通常の形態としては、地下の電気設備室から出てシャフトまでを水平に走り、シャフト内を垂直に立上って各階に分岐して行く線路となる。工場の場合は、一般的には各種電動機、溶接機、加熱器、電気炉、照明、コンセントまたはメッキ槽等の電源である。工場の場合の線路形態は建屋、生産品種等により種々の形態が用いられている。また、最近、ビル、工場ともネットワーク配電が漸次増えつつあるが、この場合のネットワーク母線としてバスダクトが多く用いられている。これらのバスダクトの種類はビル、工場を問わず現在では絶縁密着形、アルミ導体、銅ダクトのものが全体の70%以上を占めている。これは「安全性が高い」「従来用いられた空気絶縁のものと比して短絡容量が大きい」「インピーダンスが小さい」「小形である」等が主な理由である。次に多く用いられているのが、空気絶縁、導体隔離形のアルミ導体、銅ダクトで、これは全体量の約20%程度と推定される。銅導体のものは、重量が重くなって取付工事が難しくなると同時に価格的にも高くなり、全体量の5%前後しか用いられていない。換気形バスダクトは非常に容量が大きく、しかも雰囲気の良い場所に用いられることがあるが、これも量としては極く少い。陸上におけるバスダクトの使用状況は大体以上の通りである。5、6年前までは、ケーブル配線とバスダクト配線の経済性のクロスポイントは1,000A前後と言われていたが、現在では600A近辺になってきており、バスダクト配線の占める割合は今後さらに大きくなって行く。

(c) 船舶に適用する場合の構造の試設計

陸上設備において使用されているバスダクトの種類（構造、接続方式等）は数多くあり、メーカーにより各種各様であるために船用ケーブルに見るような画一的な規格化は困難であった。

そこで船舶の特異性である耐湿性、耐振性を主眼とし、また、装備上の占有率を考慮して絶縁密着型バス

ダクト（以下絶縁バスダクトと呼ぶ）について、その構造を規定した。

バスダクトの構造

(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½硬質（CuBB-½H）のもの、またはこれと同等以上のもの。
- 2) JIS H 4101（アルミニウム板および円板）の1種½硬質（AlPI-½H）のもので、導電率60%以上のもの、またはこれと同等以上のもの。
ただし、上記いづれの場合も絶縁被覆に支障なきよう十分な面取りを行なうこと。

(ロ) ダ ク ト

- 1) JIS G 3301（熱間圧延薄鋼板）のもの、または、これと同等以上のもの。

(iii) 構 造

(イ) 導 体

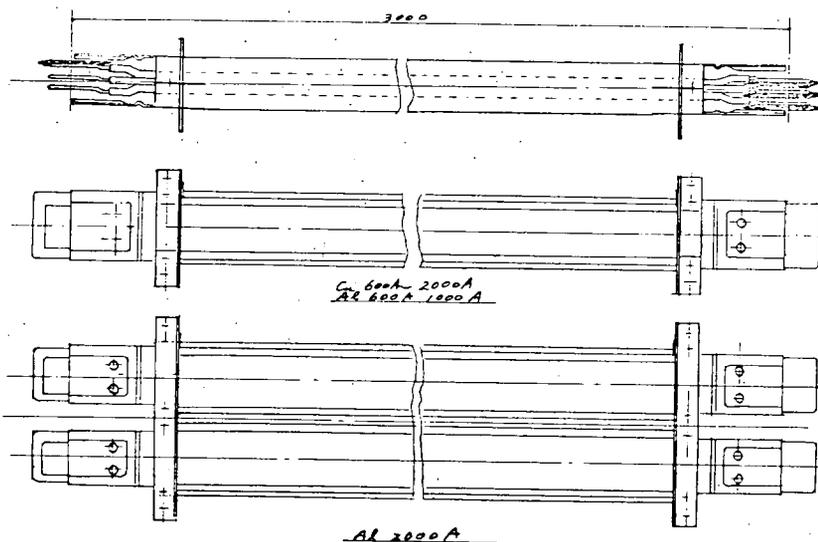
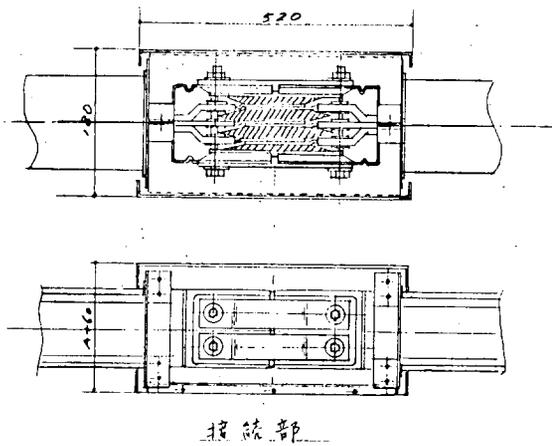
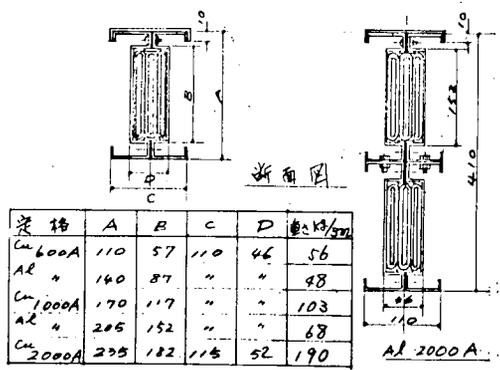
- 1) 導体の接続部には、銀メッキ、錫メッキを施し、腐蝕または酸化を防止する処置を行ない、電気的な接触が完全な構造とすること。
- 2) 導体接続部に用いるボルト、ナットおよび座金は十分な強さを有し、また、メッキを施した鋼とすること。ただし、接続部の構造については各社の特許の問題がからむので特に規定しないが、別途記載する構造試験、性能試験に合格するものであること。
- 3) 導体に被覆する絶縁材については、使用温度の制約が各船級協会により異なるために規定することはできないので、適用船級によりその都度決定する。
- 4) 上記絶縁材の厚さについては、バスダクトが従来のケーブルに較べて可とう性が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、防滴性を十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) 試供品外形図

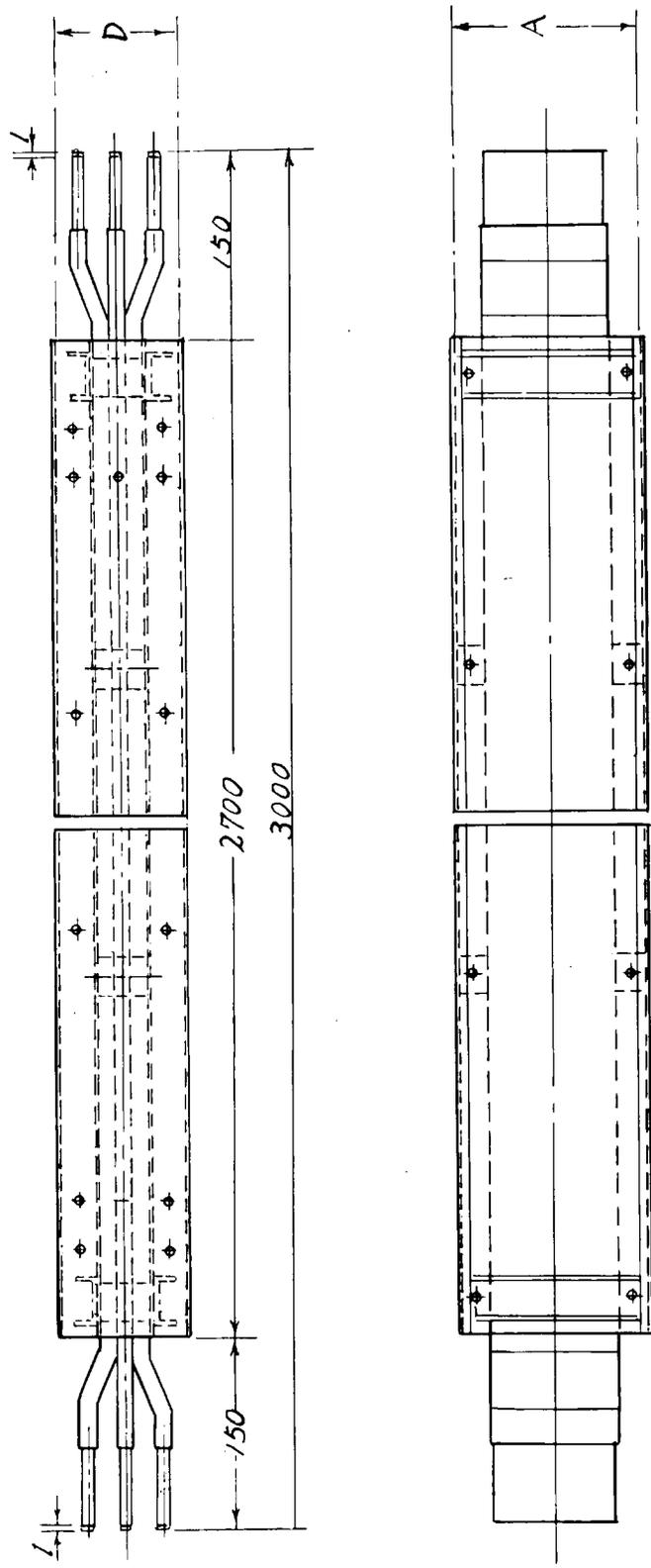
(1) F型パスタクト



(ロ) S型ハフダクト

標準バスダクト 直線 3m

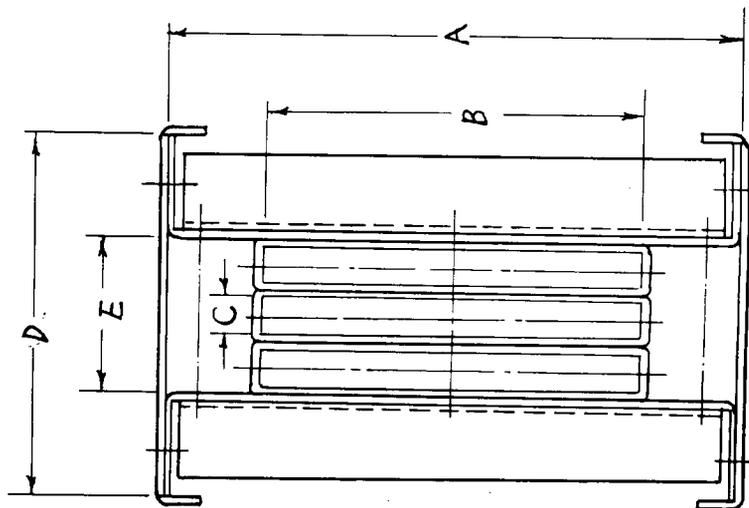
(絶縁密着形 3W 200A~1500A)



S型バスダクト

標準バスダクト断面図

3W 絶縁密着形

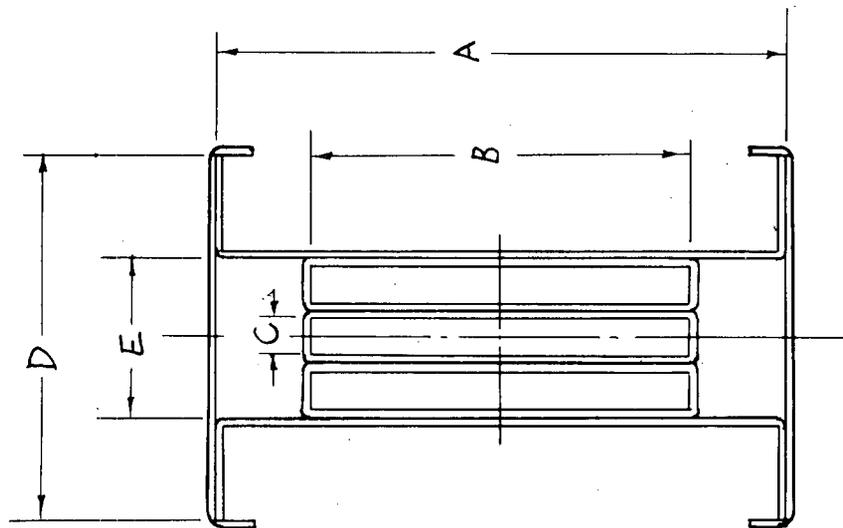


	容量(A)	A	B	C	D	E	重量
							ハウジング 鉄
丁	2,000	250	200	12	112	48	37.1 Kg/m
ル							
≡							
銅	2,000	250	200	7	85	33	53.9

S型バスダクト

標準バスダクト断面図

3W 絶縁密着形

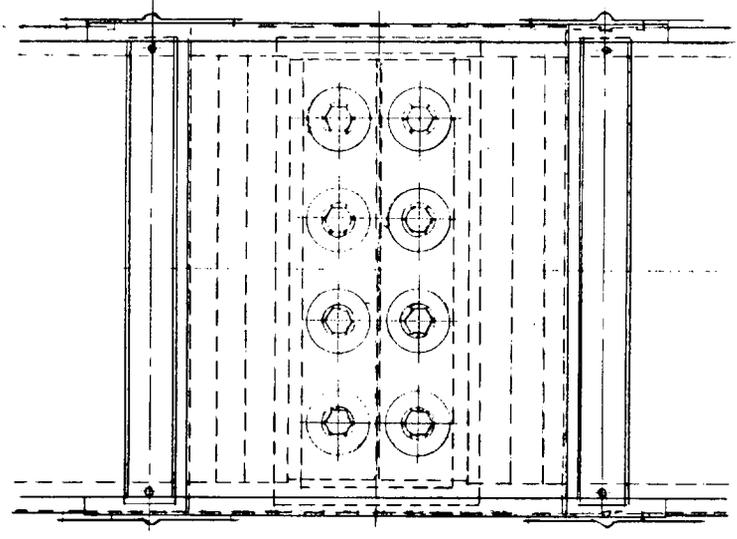
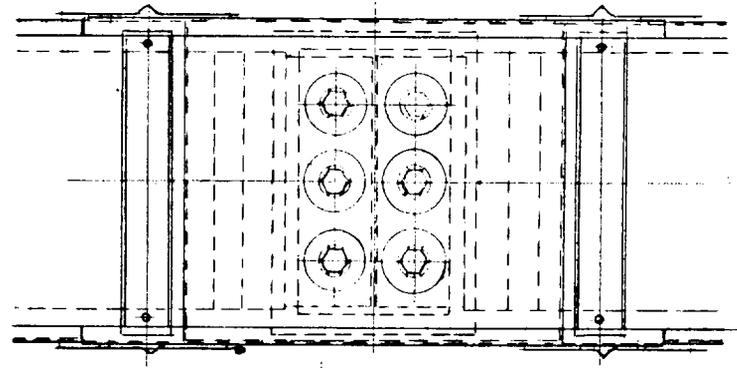
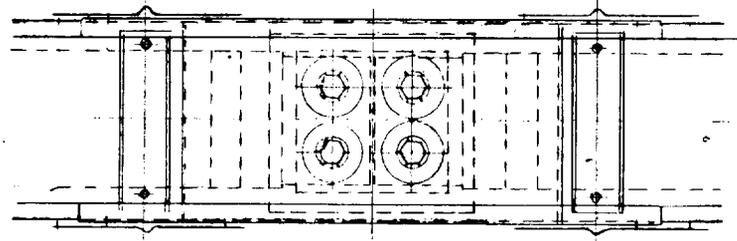
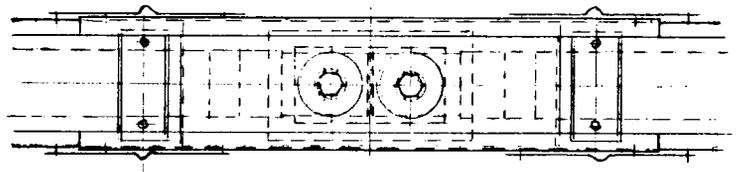
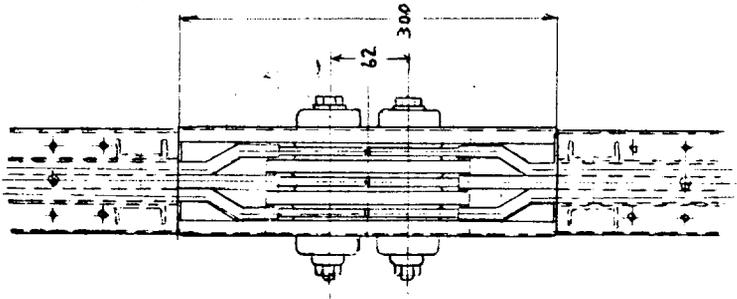


	容量(A)	A	B	C	D	E	重量
							ハウジング 鉄
ア ル ミ ニ ウム	200	100	50	3	67	21	8.7kg/m
	400	100	50	6	76	30	10.6
	600	125	75	6	76	30	13.0
	800	150	100	8	88	36	17.8
	1,000	150	100	10	100	42	20.0
	1,200	175	125	10	100	42	23.3
	1,500	200	150	10	100	42	26.7
	200	100	50	2	64	18	9.9
	400	100	50	5	73	27	15.0
	600	100	50	6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

(絶縁密着形 3W) 単導体



Cu	200~800A
Al	200~600A

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

(2) 試作実験

ディーブ・サーベイにおいて規定した材料、構造により試作品の構造試験と性能試験を行ない、船用バスタクトとしての信頼性を検査すると同時に、各試験に対する判定資料の作成を目的としてF型、S型について同一の試験を行なった。

(a) 試験要領

(i) 構造試験

(1) 引張り試験（接続部のみ）

- 1) 接続部の締付けボルトを規定のトルクで締付けた後、引張り試験機に固定し、接続面のすべり開始力を測定する。
- 2) 規定締付トルクにおける接続部の電気抵抗を測定する。

(2) 曲げ試験

2本の試供品を正規の状態に接続し、1.5m間隔に置いた支持台に固定し、その中央部（接続部中央）に荷重をかけ変位を測定する。

最後に構造的破壊まで荷重を加え、損傷の個所、状態を調べる。

(3) 振動試験

接続部を含んだ試供品を一端は振動試験機に、他端を非振動状態のベッドに固定し、1～60Hzの振動を30分与え、共振点の有無および試験の前後における外観検査、絶縁抵抗、接触抵抗を測定し、異常の有無を検する。

(4) 振れ試験

接続部を含めた試供品を規定の角度まで振り、そのときの残留変位と荷重を測定し、外観検査、絶縁抵抗測定および耐電圧試験を行ない、異常の有無を検する。

最後に絶縁破壊するまで振り、そのときの振り角と振り力を測定し、損傷の個所、状態を調べる。

(5) 防滴試験

JIS-F-8001（船用電気の防水検査）の第一種散水検査を行なう、試験の前後に絶縁抵抗測定、耐電圧試験を行ない、異常の有無を検する。

(ii) 性能試験

(1) 温度上昇測定試験

接続部を含んだ試供品を床から300mm以上の高さに水平に置き、風にさらされないようにして定格電流を各相平衡に各部の温度が飽和するまで通電し、各部温度を測定する。

また、試験の前後に外観の検査および絶縁抵抗の測定を行ない、異常の有無を検する。

(2) 漏洩磁束測定試験

接続部を含んだ試供品に定格電流を各相平衡に通電し、試供品の水平軸、垂直軸の二方向の磁束を単位長ごとに測定する。

(3) 短絡試験

接続部を含んだ試供品の終端を短絡したのち50または60Hzの交流電圧を印加して10万アンペアの短絡電流を6サイクル以上流すものとする。短絡電流は短絡発生後 $\frac{1}{2}$ サイクルにおける全電流の対称実効値とする。

通電試験終了後外観の検査、絶縁抵抗の測定および耐電圧試験を行ない、異常の有無を検する。

(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、船体の歪による応力、振動によるGの応力、熱膨張による応力が考えられる。

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ついては、その船殻構造から考えてほとんど無いと考えて良い。また、それ以外の場合においても一般に船体のサグおよび Hog は 200 mm/250 mm 位とされているが、今回の曲げ試験の結果から見て、この程度の歪は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解った。

かえって曲げ試験、振れ試験の実験結果により、船体の歪よりもバスダクトの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、2000Aの銅導体バスダクトを一例として試算して見ると

$$F = m\alpha = W\alpha/g$$

F ; 応力

m ; 質量

α ; 加速度

W を 200 kg / 3 m

α を 1.0 g とし

バスダクトを 1 m おきに支持するとすると、その支持点に加わる応力は、0 ~ 100 kg となる。

試算結果と実験結果より考察して、この応力が加わっても直ちにバスダクトに損傷を与えることは無いし、実際にはダクトケースによりさらに分散荷重されるので、直接導体や絶縁物に加わる応力はずっと小さい。

しかし、バスダクトの使用される回路の重要性から考えて、不安となる要因はできるだけ解消されるべきであるので、支持構造物の強度、支持部の支持巾、支持間隔およびダクトケースの板厚、構造を十分検討し、集中応力が起きないようにすると同時に絶縁物についてもその機械的強度が要求される。

次に熱応力に対する問題に関しては、機関室内に装備する場合、機関室の周囲温度は 0℃ ~ 45℃ で変化し、さらにバスダクトに定格電流が通電されると最高 95℃ まで温度が上昇することになり、バスダクトは 0℃ ~ 95℃ の温度変化にさらされる訳で、その熱膨張による応力は莫大なものである。

そこで 600A と 2000A の銅導体、アルミ導体のバスダクトについて、その熱応力と伸びを試算して見ると、

$$\sigma = E\alpha(t - t_0)$$

σ ; 応力

E ; 縦弾性係数

銅導体は $12 \times 10^3 \text{ Kg/m}^2$ 、アルミ導体は $7.4 \times 10^3 \text{ Kg/m}^2$

α ; 線膨脹係数

銅導体は 16.5×10^{-6} 、アルミ導体は 23.8×10^{-6}

$t - t_0$; 温度変化

$t - t_0$ を 95℃ とすると

熱応力は 18.81 Kg/m^2 となり、600A の銅導体で約 5 トン、2000A の銅導体で約 25 トン、アルミ導体では 600A で 7.5 トン、2000A で 150 トンの熱応力が加わることとなる。

伸びは

$$\lambda/l = \alpha (t - t_0)$$

λ ; 伸び

l ; 導体の長さ

$t - t_0$ を 95℃, l を 3 m とすると

銅導体の伸びは 4.7 mm, アルミ導体の伸びは 6.8 mm となる。

今回の引張り試験の実験結果より考察して, 600 A の銅導体は適性締付けトルクにおいて約 1.5 トンで滑りを開始し, 2,000 A の銅導体は約 4 トンで滑り始めているので, この熱応力を押えることはできない。

また, 導体の伸びに関しても試供品のバスダクトは接続部における前後導体との合せ誤差の許容範囲は片端で ± 5 mm であるが, これはバスダクトの装備上の誤差を考慮に入れると, 伸びを接続部で吸収すると考えることは危険である。

陸上におけるバスダクトの装備では約 50 m 以下では導体の熱膨張による伸びを余り考慮していないようであるが, その装備方法を見ると, バスダクトを天井から吊っている感じであるので, 曲り部分等でその伸びは十分吸収されると思う。しかし, 船舶においては, 前述した振動や波浪による衝撃を考慮してバスダクトはリジットに装備されるべきであるので, 何んらかの方法でこの伸びを吸収することを考慮しなければならない。

(ii) 船体振動

船舶における振動の発生源は主機, プロペラ, 発電機エンジンそして波浪が考えられ, それらの振動周波数は主機が 0 ~ 18 Hz, プロペラが 0 ~ 12 Hz, 発電機エンジンが 40 ~ 190 Hz である。

船舶に装備されるバスダクトは 1 m 以内で固定されると考えると, 上記のような振動周波数の船体振動でバスダクト自体が共振することは考えられない。従来のケーブル電路やパイプの装備状態を見ても電路やパイプ自体が共振するのではなく, その支持構造物の弱さや支持方法の悪さからくる共振がそのほとんどであり, 共振が発生した場合は, その都度補強している。

バスダクトについても同様に考え, 支持はできるだけリジットに行ない, 海上運転試験等において振動が大きいのと思われる場合は, その支持構造物または船殻自体を補強するという考え方が必要である。

今回の振動試験の実験結果からは何の異常も発見されなかったが, 船舶に適用するバスダクトとして, 各部ボルトやビスの廻り止めと前述した集中応力の減少には十分の考慮を必要とする。

(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。

現時点においてバスダクトの適用範囲を船舶の主幹母線とした場合, 主幹母線は通電時, 無通電時および航海地域の違いによる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り, 水防構造にした場合は, 空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, 油水分がダクト内部に浸入しても直ちに絶縁破壊を起すようなことはない。しかし, 油水分により絶縁材が化学変化を起し劣化や老化を早める可能性をなくすためにも最低防滴構造とする必要はある。

接続部については, 他の部分と異なり絶縁材のコーティングはされていないので, 単に防滴構造だけでなくパイプラインの事故による油水分の噴出を考慮して, 油水分が直接導体に到達しないような構造とすることが望ましい。

今回の試作実験においては, 直線形の水平布設しか考慮されず, エルボや垂直布設の場合を検討できなかったことは残念であった。実用面ではすぐにその必要性が起きてくると思うので, 今後の検討に期待す

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十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考えて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較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は、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兼ポスト、ターミナルというようなものを開発する必要がある。

(v) 接続部

絶縁バスダクトの接続部は従来の船用機器では類の無い接続方法であるために、その第一印象として不安を感じた。

しかし、絶縁バスダクトの存在価値はこの部分にあると言っても過言でないぐらい空気式のものに較べて利点がある。

その例をあげると

(イ) スペースが少なくて良い。

(ロ) 導体接続ボルトが少いので作業性が良いこととボルトのゆるみ、破損等の事故の要因が少い。

(ハ) 一括締付けであるので、外から締付けが可能で、通電中でも増締めができ、保守が簡単である。

このような利点があるために陸上設備においてもますます使用量は増え、メーカーもこの部分にその技術力を集中している。

今回の試作実験の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、接続部を保護する必要があると思う。

(vi) 絶縁材料

絶縁バスダクトの導体被覆の絶縁材料は、バスダクトの死命を決する問題であるので慎重に検討しなければならない問題である。

船用ケーブルにおける絶縁材料についても昨今 I E C の場で世界各国の専門家が集って検討されているが、それを見ても適用条件はかなりきびしく規定しているようである。

本委員会においては、バスダクトの絶縁材料については、その加工性、機械的強度、コストの点でビニール系統のものが適当であると判断したが、各船級協会の規則にはバスダクトの条項はないので、ケーブルの絶縁材料の規定と比較した場合、陸上装備に関する JIS 規格の適用条件とかなり開きがある。

ビニールの製法には各種の方法があり、その製法や性能を画一的に規定することは困難であるので、各船級協会においてはその適用条件を最低の品質の線で規定しているものと思う。

船用ケーブルにおけるビニールは、ポリ塩化ビニールで特にこれに可塑剤を加えて可塑化し、柔軟性を持たせた、いわゆる軟質ポリ塩化ビニール混合物で、これは、その機械的特性、電気的特性が良好で熱劣化、紫外線劣化などに対してもかなり抵抗性を有しており、また、耐薬品性に優れ、難燃性で自由に着色できる上に廉価であるということで広く使用されている。

しかし、ポリ塩化ビニール、特に軟質ポリ塩化ビニール混合物は熱可塑性材料で、しかも非結晶性材料であることにもとずく本質的な欠陥として、120℃～130℃以上の高温では容易に軟化流動することにより変形を起すこと、また、常温付近においても大きな外力を受けるときには、いわゆるコールド・フローを起して次第に変形することが挙げられている。

バスダクトにおけるビニールは、本委員会で試供品として採用したF型、S型についても多少の違いがある。その製法についてはメーカーのノウハウになっているので詳細を知ることはできないが、その概略は特殊なビニール樹脂と耐熱性の良い可塑剤を使用することと樹脂の重合度を適当に増加することにより熱老化特性と熱変形特性を良くしているのである。

以上のようにバスダクトに使用するビニールは船用ケーブルのそれとは性質が異っているし、装備上の柔軟性も異なるので、適用条件を同一に考えるべきではないと思うが、現実の問題として各船級協会にはバスダクトというものを規定していないので、採用に当っては船級協会に十分説明し、必要ならば材料試験を行なって承認していただくしか方法はない。

(vii) 温度上昇

絶縁バスダクトの特色は、その冷却方式が空気式のものとは異なり、空気式がダクト内部の空気の対流とダクトケースの輻射により冷却されているのに対して絶縁式は導体とダクトケースが密着しているためにダクトケースの輻射とその表面での対流により冷却されていることである。

このように絶縁バスダクトの冷却効果の良し悪しはダクトケースにかかっており、その形状や材質、そして塗装色の違いで冷却効果が変わるため、ダクトの設計および装備には十分な注意を要する。

次に温度上昇制限の問題であるが、これは前述した絶縁材料の選定により異なるために、一概に論ずることはできないが、温度上昇制限の値は導体の断面積を決め、それはコスト、作業性、占有スペースという問題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の妥当な目標であると思う。

今回の試作実験では陸上のJIS規格をもとに試験を行なったが、導体の温度上昇は接続部が他の部分より約10%位高めであった。これは、接続部の接触抵抗が多いということでは無く、他の部分と較べて、ダクトケースと密着することができず、絶縁用セパレーターや空気がダクトケースとの間にあるため、冷却効果を悪くしている。また、中相についてもダクトケースとの接触面積が少ないため外相に較べて温度上昇は高めであった。

(viii) 漏洩磁束

バスダクトは船用ケーブルと較べて漏洩磁束が多く発生することは、その構造からくる宿命である。

しかし、絶縁バスダクトは空気式のものに較べて約1/10位漏洩磁束は少いようである。

漏洩磁束が船内電気機器に如何なる影響を与えるかという問題については、いまだ確固たる情報は無いが、超自動化船におけるコンピュータの入出力信号回路等については、漏洩磁束や雑音による外乱が起ることは考えられるので、それは今後の研究に期待し、バスダクトがどれ位の漏洩磁束を発生するかのだけをつかんでおけば、敏感回路の装備に当っては有効な資料となると思う。

今回の試作実験で測定された漏洩磁束の程度であれば、さし当っての自動制御回路には影響は無いと思われる。

また、ダクトケースの形状や材質により漏洩磁束が異なることが実証され、10%程度の不平衡負荷の状態でも漏洩磁束が増加するようなことは無いということが確認された。

(ix) 短絡

回路が短絡した場合には、短絡電流による温度上昇と電磁力による機械応力がどうであるかということが問題である。

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。

すなわち、ダクトケースの形状は問題ないがダクトの板厚を増す必要があるか再検討すること、ダクトの組合せに使用しているビスは6mmで良いかの再検討が必要になった。また、接続部や導体自体の強度は問題無かったが、接続部の付け根やバスダクトの終端部で各相導体が離れている部分は他の場所に較べて構造的に弱いので、構造的に補強するか、装備段階において補強することを考慮しなければならない。

(X) アルミニウム導体

(イ) 物 性

船舶における電気機器の導電体としてアルミニウムを使用した実績はほとんどなく、また、各船級協会の規則にも記載されていない。しかし、陸上電気工業用に使用されている金属のうちでは、アルミニウムは銅に次いで電気抵抗が少いため、裸送電線、都市内配電用絶縁電線、工業設備用母線等種々の形で導電材料として用いられているようである。

アルミニウムの諸利点を述べると、

1) 電気並びに熱伝導度が高い

アルミニウムの電気伝導度は銅の約60%で銅と同一の電気伝導度を有するためには、アルミニウムは銅の約65%大きい断面積であれば良い。

2) 比重が軽い

アルミニウムの比重は2.7で銅の8.9や鉄の7.9に較べると約1/3に過ぎず、非常に軽いので、自重が軽くなり、運搬や加工が容易である。

3) 耐食性に優れている

アルミニウムの表面には、自然に生ずる無色透明の酸化皮膜があり、腐食を保護する。

4) 加工性が良い

アルミニウムは、金属の中でも加工のしやすい材料で、切断、折曲げ、振り、溶接等が容易である。

5) 非磁性である。

6) 経済性がある。

銅は地金相場の変動が甚だしく、資源的にも次第に窮屈になってきている。これに対してアルミニウムは、資源的には地球上に最も多量に存在する金属であって供給には何んらの不安がなく、また、値段も極めて安定している。

アルミニウムは導電率が銅の60%であるから同一電気抵抗とするためには導体の断面積より大きくしなければならないが、比重は約1/3であり、重量当りの価格は銅よりはるかに安い。これら三つの要素を総合すれば同一目的に対して必要な母線材料費は銅に較べて非常に安くなる事が解る。

(ロ) アルミ導体の接続部表面処理

アルミニウムの接続が一般に問題視される最大の理由は、表面の皮膜抵抗である。金属は総て空気中に放置されると表面が酸化物の皮膜で覆われるが、アルミニウムの場合は特にこの傾向が著しく、一時間を経ずして10～100A程度の酸化皮膜が形成される。しかも、この酸化皮膜は非常に強固であると同時に絶縁性も高い。この皮膜を完全に除去し、かつ、その状態を続け得るようにすることが、アルミニウム導体接続のポイントとなる。勿論、溶接接続を行えばこのような問題は全くなくなるが、現場での作業性の面で無理があり、現状ではやはりボルト締め接続が大部分を占めている。この場合の表面処理方法を大別すれば、コンパウンド法とメッキ法に分けられる。

1) コンパウンド法

接触面に特殊コンパウンドを塗布する方法であって、種類としては、次のようなものが市販されて

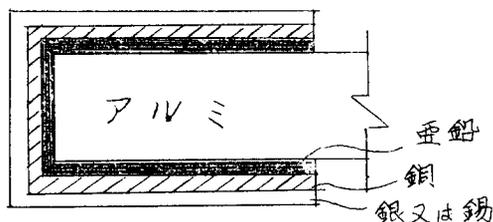
いる。

- (a) No 2 Electrical joint Compound (ALCOA社)
- (b) Penetrox A (BURNDY社)
- (c) Universal joint Compound (ALCAN社)
- (d) Jointal (日軽社)

これらは、いずれもグリス状コンパウンドにより接触面を覆い直接外気との接触を防止し、長期にわたり接触抵抗の増加を防ぐ方式である。使用上注意しなければならないことは、酸化皮膜のできている面の上に塗布したのではあまり効果はなく、新しいアルミの地肌に塗布するようにすることである。したがって、最も完全な方法は、接続しようとする面(酸化面であってもかまわない)にコンパウンドを塗りつけ、その上からかなり硬いワイヤーブラシで十分に研磨する。するとワイヤーブラシで削り取られた酸化物とコンパウンドが混り合いますが、アルミの新しい地肌はコンパウンドによって保護され、直接外気にさらされることはない。その後、このコンパウンドをぬぐい取って再び新しいコンパウンドを薄く塗布する。このコンパウンド法は主に現物加工のアルミ導体接続に用いられており、工場加工するバスダクトには余り用いられていない。

2) メッキ法

アルミの場合も銅と同じくメッキ材料としては、銀または錫が用いられている。ただし、銅と異なるところは、銀、錫いずれにしても直接アルミに電解メッキでつけることは不可能で、何らかの中間層が必要であるということである。普通この中間層として亜鉛+銅が用いられている。したがって、表面には銀または錫が出ていても、その下に亜鉛および銅の層がある訳である。亜鉛は一般の金属の中



では最もアルミに着きやすい金属であり、この性質を利用して、錫との合金メッキも広く用いられている。これは半田状の合金を接触面に溶解させ、ワイヤーブラシ等で摩擦しながら

酸化膜を除去して、亜鉛+錫と置換する方法である。いずれにしてもメッキが施されていれば、現物ではメッキ面のほこり、汚れ等を拭き取るだけで、そのまま重ね合せてボルト締めすれば良い。

アルミの場合の腐蝕は単なる酸化と電蝕の2つが問題となる。前述したアルミの酸化膜は非常に強固で耐蝕性に優れていると同時に、この皮膜の進行度は最初急激に行なわれるが、漸次ゆるやかとなり、ある程度の厚さに達すると後は飽和状態となり、その後は進行しない。したがって、普通の場合には、単なる酸化現象については特に問題とならない。この耐蝕性は、アルミの純度が高いほど優れており、不純物が多くなるにつれて劣ってくる。ただし、純アルミ以上の耐蝕性を要求される場合には耐蝕アルミ合金を用いる場合もあるが、導電率は幾分落ちる。電蝕はアルミに接触する他の金属との間の接触電位差が大きいほどこの傾向は強く、銀、銅等は電蝕を起し易いと言える。一般に用いられる金属で最も安全なものは亜鉛であり、したがって、ボルト類には亜鉛メッキを施すべきである。しかしながら、この電蝕現象は電解液がない状態では起きないため、乾燥状態を保つか、あるいはグリス、ワセリンあるいはペイント等で接触面、境界面を覆う等の処置を施せば防げることである。

(c) BUS DUCT の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たっては、実績の皆無である居住区、甲板上曝露部などを除外して、機関室内の上甲板以下の天井下(DECK の裏側)に、CABLE 布設工事に準じた装備方式を採った場合に限定した。

BUS DUCTの装備工事が、CABLE布設工事と特に相違する問題点は概略、下記のごとくである。

- 1) 単位重量がCABLE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) CABLEに比較して極端にFLEXIBILITYに乏しく取付誤差や布設路の変更に対し、融通が効かない。
- 4) 振動、湿気、水滴、熱膨脹に対し、BUS DUCT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GIRDERやDECKを貫通するときには、引き込みのSPACEが必要となる。
- 6) 艤装中に水分や塵埃などを防ぐために接続部にはSEALを必要とするが、さらにBLOCK反転状態での艤装中には、風雨を配慮してBUS DUCT全体をCOVERする必要もある。
- 7) BLOCK反転艤装中や搬入後の置き場所によっては、鋼材などと間違えて重量物などを上に積まれたり、切断鋼材が落下してきたりする危険のないように特別の配慮が必要である。
- 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考慮せねばならない。
- 9) 前述(c)項に関連して、布設径路が複雑な場合には、随所に調整箇所を設け、現場計測の上で調整代金を考慮する必要がある。

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、その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

施行時期については、BLOCK艤装(またはUNIT艤装)時並びに船台艤装時の二つに大別される。

(1) BLOCK艤装(またはUNIT艤装)時の問題点

長所 1) 船体BLOCK反転状態で早期艤装が可能である。

(前述(B)のMERITを發揮できる。)

2) 作業性が良く、労力が節減できる。

(前述(A)(E)に対し、解決の方向が見出し易い。)

短所 1) 耐風雨保護を行なう必要がある。

(前述(F)に対し、搬入から取付後まで反転状態において、BUS DUCTに有害な浸水などがないように有効なCOVERまたはTAPINGなどを施行せねばならない。)

2) 工事中機械的DAMAGEを受け易く、その対策が立て難い。

(前述(G)(H)に対して一時的にPROTECTION COVERを設け、かつ、注意を喚起し得る表示を行なわねばならない。)

3) BLOCK移動時などに船体の撓みなどによって過大なSTRESSを受ける危険性が大きい。

(前述(C)に対して、装備方法において工夫せねばならない。)

4) 船体BLOCK間の接続接手の位置が限定され、接手や調整代金の数が増加する。

(前述(C)のDEMERITに対し、解決の方向が見出し難いので(I)のDEMERITが増してしまふ。)

(2) 船台艤装時の問題点

長所 1) 装備状態においては特に耐風雨保護を必要としない。

(前述(F)への対策は、(1)に比較して簡単である。)

2) 工事中に機械的DAMAGEを受ける危険性が低い。

(前述(G)への対策は、(i)に比較して簡単である。)

3) 接続接手の位置が自由に決めることができるため、接手や調整代分の数が最小限度で済む。

(前述(I)が(i)に比較して減少する。)

短所 1) 作業性が悪く省力化の効果が薄い。

(前述(A)への対策が(i)に比較して複雑となる。)

2) 搬入口、搬入方法、材料置場を配慮せねばならない。

(前述(A)(G)(H)について、(i)と同様に対策を立てる必要がある。)

3) 吊り込み用足場、工具などに特別な考慮が必要となる。

(前述(A)(E)への対策が(i)に比較して複雑となる。)

4) 他部門のパイプ、ダクト等の取付工事時期との調整を緊密に行なう必要がある。

(前述(A)(C)(E)(I)などの総てに関連して、(i)の場合よりも詳細な工程の調整が必要となる。)

上記(i)、(ii)の何れが効率のよい作業ができるかは

① BUS-DUCTの種類(構造・重量)、② BUS-DUCTの布設位置、③ 作業人員、④ 船体の工作方法(ブロック割り)、⑤ 繊装方式などのPARAMETERによって、CASE BY CASEに検討されなければ決論されまい。しかしながら、総じて、(i) BLOCK繊装(またはUNIT繊装)時に工事を施行すれば、省力化並びに電装工数の山均しが計られる一方、材料費並びに付帯設備のCOST UPが生ずることとは否めず、逆に(ii) 船台繊装時には省力化の効果が薄れるが、陸上標準品に近いBUS-DUCTの適用が可能となり、COST DOWNに結び付き得ると云えよう。

(iii) 装備方法

装備方法の問題については、下記の各項目に分けてその対策を検討した。

(i) 船体または機器の振動、衝撃への対策 (前述)

1) 取付台に防振ゴムを装備する。

2) 機器との接続には、RIGIDでなく、FLEXIBLEの編組LEADまたは積層TAPEを用いる。

(ii) 温度変化によるBUS-DUCTの伸縮変位への対策 (前述)

1) BENDが随所にある場合には、特に対策を必要としない。

2) 直線部分が数10m以上にも及ぶ場合には、特別の配慮が必要となるが、陸上においても絶縁式としてはEXPANSIONは設けていないので、原則的には不要とする。

(iii) 取付台の構造 (前述)

1) BLOCK繊装(またはUNIT繊装)時の対策

荷重が逆に掛かる状態で装備せねばならない上、BLOCK移動の過程ではどのような角度に置かれるか解らないので、水平、垂直部分とも特別な配慮が要る。

2) 船台繊装時の対策

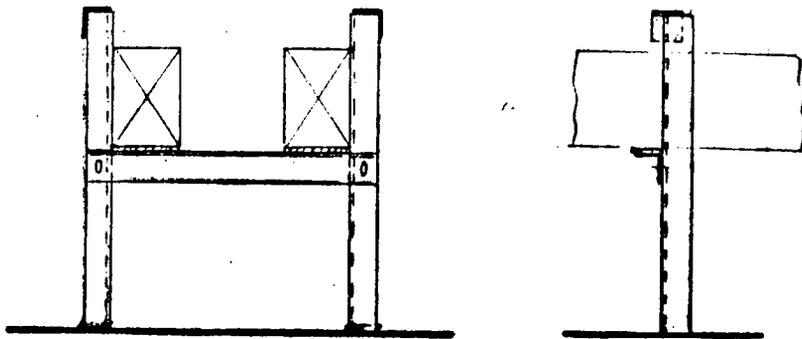
足場が制限され重量物を取扱う作業性が悪いこと、並びに他の障害物が(i)に比較して多いことを考慮する必要がある。

なるべく双方のCASEに使用し得る構造の概略と作業手順の一例を以下に示す。

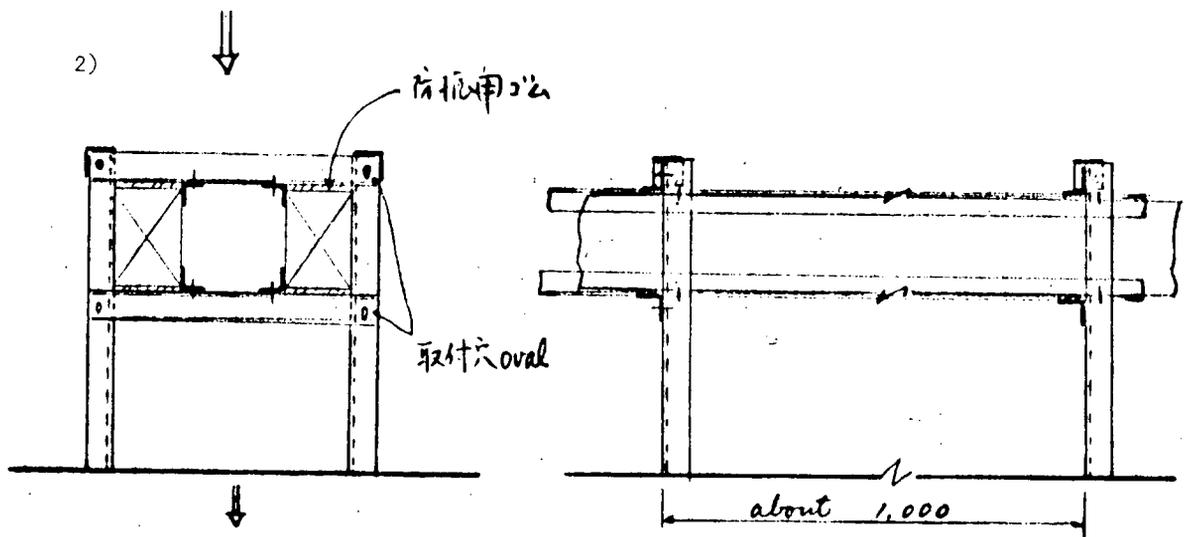
取付台構造概略と取付手順の一例

a) Block 横装 (反転状態)

1)

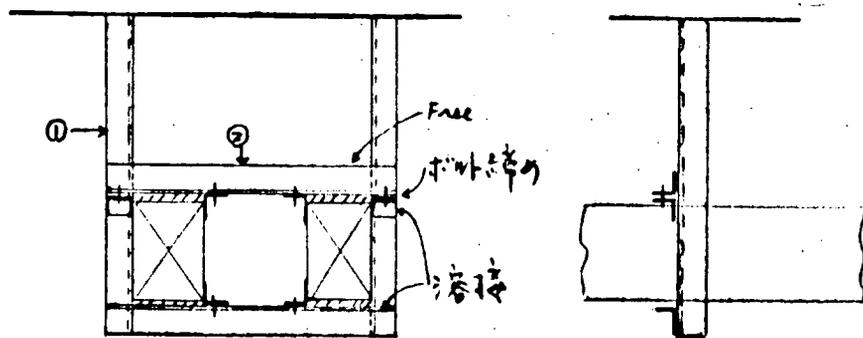


2)



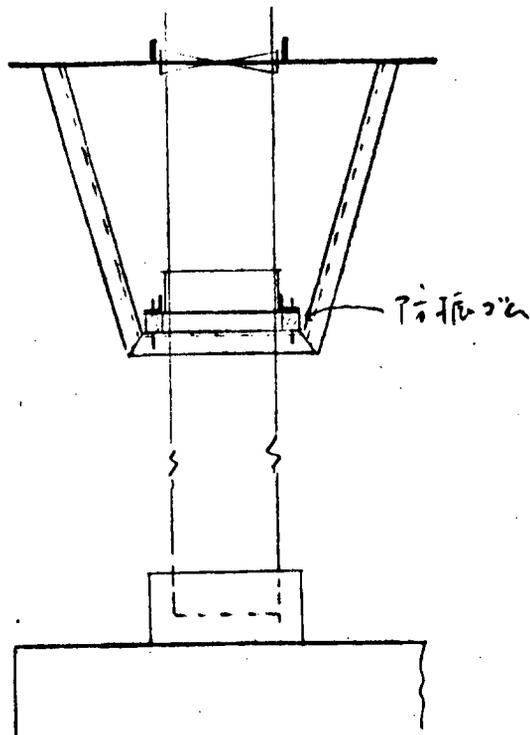
3) 上図 2) を船台に搭載し、他ブロックと接続後、取付ボルト (oval なものを調整し) を完全に締め付ける。

b) 船台横装



1. ①の取付台を取付後 Bus Duct を差込む。
2. Bus Duct を接続後②を締め付ける。

c) 垂直部分の取付台



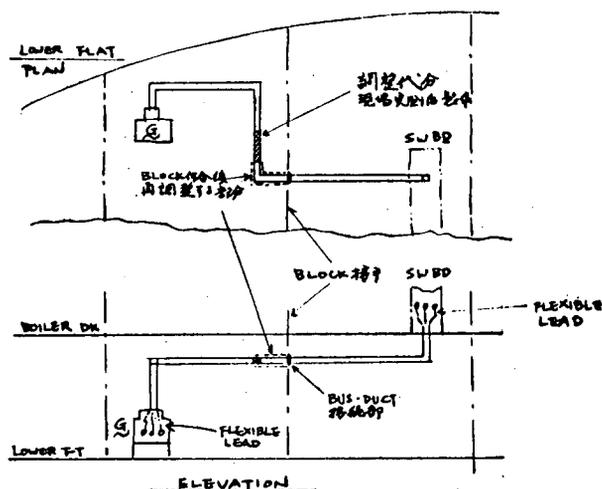
(iii) 装備誤差

装備誤差の要因として次のものが考えられる。

- (イ) 地上機装における船体BLOCK接手の語差
- (ロ) 船体歪による誤差

これらの誤差は概略25~50mmと考えられるため、接続個所を適宜検討して現場計測後に製作する調整代分を設けなければならない。

また、機器との接続部にFLEXIBLE LEADを用いることにより、若干の融通性を期待し得る。誤差に対する調整代分の採り方の一例を示せば、次の通り。



Ⅳ) 保守整備

BUS-DUCTには、いわゆる、消耗部品は無いので、性格的にはCABLEと同様で、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DUCTの一部にBOLTを用いている箇所が少ないために増し締めを定期的に行なう必要がある。

したがって、隠蔽されたり、PIPE、DUCTなどOBSTRUCTIONに妨げられたりしないように装備段階で確認して置く必要がある。どうしても避けられない箇所は、熔接するなどの対策を講じて保守の必要のない構造に改める必要がある。

BUS-DUCT自体において、特に接続部分のゆるみ止め対策は十分に検討されなければならないが、さらに保守整備が適切に行ない得るように配置し、工具なども布設された位置に応じて工夫が必要である。

機器との接続部に用いられるFLEXIBLE LEADについては、短絡のSTRESSに対する完全な対策がなされなければならないが、短絡事故が発生した場合には、必ず点検を義務付ける必要がある。編組LEADや積層TAPEなどの振動による脆化現象は判別し難いものであるが、振動が特に激しい機器の端子部などはINTERVALを小さくして定期的な点検が必要である。

(d) むすび

昨今におけるような発電機容量の増加と専用船建造の増加に伴い、連絡母線としてケーブルを使用することはスペース、作業性の点から考えて困難になりつつあり、各造船所においても苦勞されていることと思う。

本委員会において我国大手10社23工場にバスダクトの採用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工場
空気式のものを使用した実績のある工場	4工場
今後バスダクトを使用することを決定している工場	4工場
バスダクトを使用することを検討している工場	7工場

この結果を見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できたことは有意義なことであった。

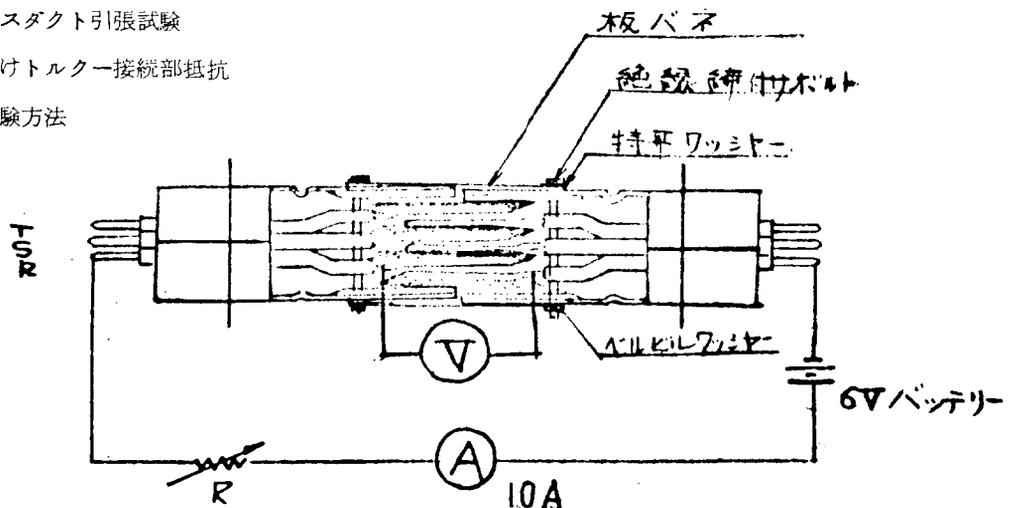
今後、船舶への適用性をより確かなものとするために多くの会社が今回の試作実験結果を検討され、実船装備における信頼性の確認とデータの採取により、より優れたバスダクトを研究し、広く採用して巻装工法の近代化に寄与されることを希望する。

4.5.3 引張り試験

(1) F型バスダクト引張り試験

(a) 締付けトルク—接続部抵抗

(i) 試験方法



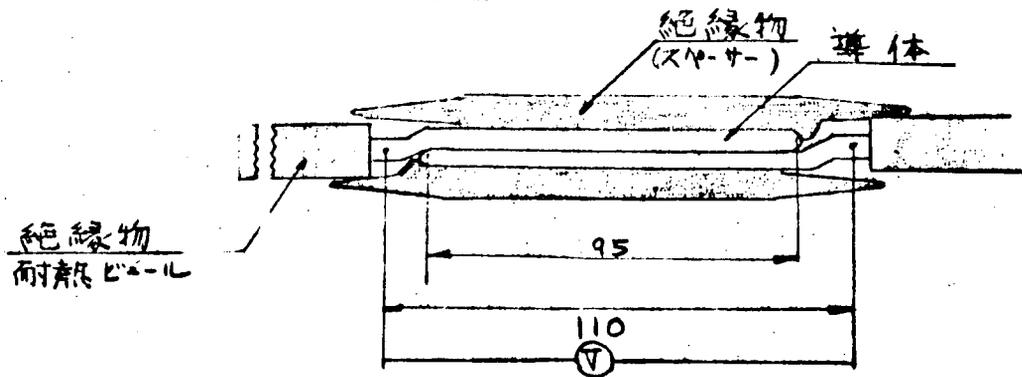
接続部の締付けボルトの締付けトルクを変化させ各締付けトルクにおける接続部抵抗を測定する。電源は6Vのバッテリーを用い、可変抵抗Rを調整して接続部に10Aを流し、導体接触部両端の電圧降下を測定する。

(ii) 試料

接続部を含み全長500mmのAl, Cu導体バスダクト容量, 締付けボルトサイズ, 本数および適正締付けトルク

Cu - 600A	M10 - 2本	300 kg・cm
Cu - 1,000A	M16 - 2本	1,000
Cu - 2,000A	M16 - 4本	1,000
Al - 600A	M12 - 2本	600
Al - 1,000A	M12 - 4本	600

ボルト, ナット S40C, ベルビルワッシャー Sup 6, 導体接続部の抵抗測定距離に相当する長さを単一のブスバーでおきかえたときの抵抗値



$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S} \quad ; \text{計算値} \quad , \quad r ; \text{実測値}$$

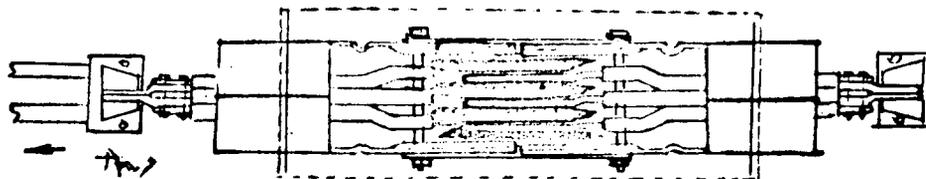
ρ : 固有抵抗 2.83 $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ (Al)
 1.72 $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ (Cu)

ℓ : 導体長さ = 110 cm

S : 断面積

	容量	S cm ²	R $\mu\Omega$	r $\mu\Omega$
Cu	600A	2.58	7.35	8.2
	1,000A	6.18	3.07	3.1
	2,000A	13.44	1.41	1.4
Al	600A	4.38	7.14	7.3
	1,000A	8.28	3.77	3.9

(b) 締付けトルク一すべり開始荷重



(i) 試験方法

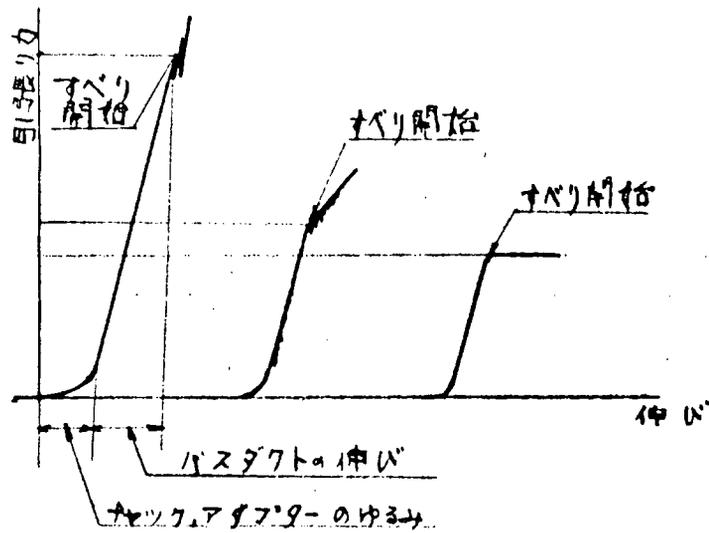
各ボルトの締付けトルクを変化させ、引っ張り試験機にかけそれぞれの締付けトルクにおけるすべり開始荷重を測定する。

(ii) 試料

接続部抵抗試験と同一

(iii) 考察

試料を試験機にかけ引っ張りを開始すると、まず試験機のチャックやアダプタのゆるみがあり、それからバスタクトの導体がわずかに伸び最後に接続部がすべり、今までの引っ張り力が急激に小さくなる。その直前の引っ張り力をすべり開始力とする。試料によっては、すべりが極く微少でわかりにくいものもあったがグラフより、とくに急激に引っ張り力がゆるんだときをすべり開始とした。

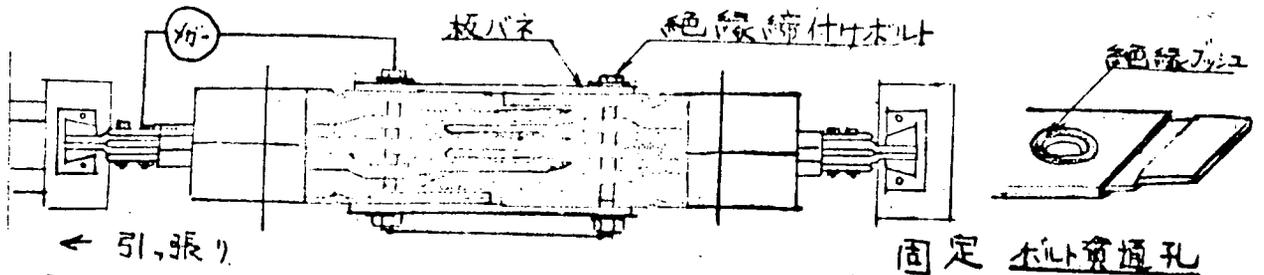


締付けトルクとすべり開始荷重はかなりバラついているが、ほぼ比例している。理論的には、すべり開始力 F は、静止摩擦係数 μ_0 、締付け力を N とすると

$$F = \mu_0 N$$

であるから締付け力に比例すべきである。データがバラついた原因としては、①すべり開始が完全に決定できない。②ボルトの締付けトルクと締付け力も完全に比例していない。③トルクレンチによる締付けの目盛り誤差等が考えられる。

(c) 適正締付けトルク—絶縁破壊引っ張り力



(i) 試験方法

各ボルトを適正締付けトルクにて締付け各ボルトおよび導体三相を短絡させ、メガーをボルト導体間にあて導体両端末を引っ張り試験機にかけて絶縁破壊するまで引っ張る。

(ii) 測定結果

試料	ボルト数	締付けトルク	締付け力	絶縁破壊荷重
Cu-600A	M10-2本	300Kg・cm	2,800Kg	5.1tでボルト切断
Cu-1,000A	M16-2本	1,000Kg・cm	5,400	10tで破壊せず
Cu-2,000A	M16-4本	1,000Kg・cm	10,800	10tで破壊せず
Al-600A	M12-2本	600Kg・cm	4,100	6.7tで絶縁破壊
Al-1,000A	M12-4本	600Kg・cm	8,200	10tで破壊せず

ボルトの状態

絶縁破壊したのはいずれも固定側のほうのボルトである。また、曲り方も固定側のほうが大きい。

絶縁破壊を生じた所はいずれも外相である。

Cu 1,000Aの締付けトルクを600Kgとすると9.4tで絶縁破壊を起した。

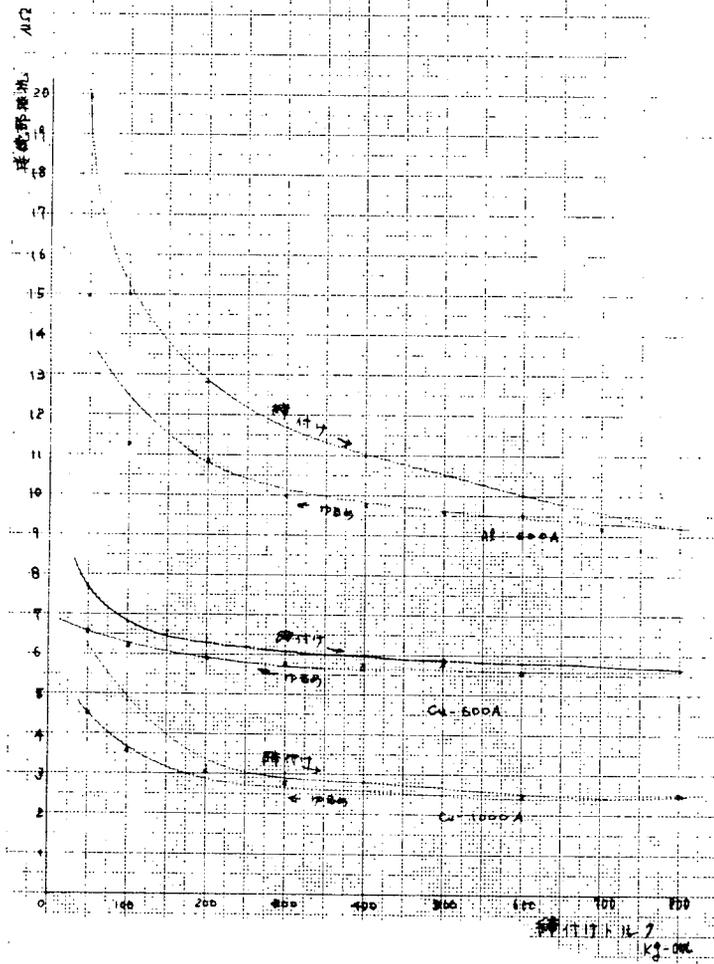
Cu-600A：ボルトの絶縁は破壊しない。絶縁被覆はほとんど傷ついていないが、弓状に著しく曲げられダクトでナット側（ベルビルワッシャー側）が切断された。

Cu-2,000A：締付けトルク600Kg・cmでは固定側のボルトがわずかに曲ったが、引張り側は全く曲がらなかった。また、絶縁被覆は導体で引張られた箇所はかなり傷付いた。1,000Kg・cmでは、いずれのボルトも全く変化なし。

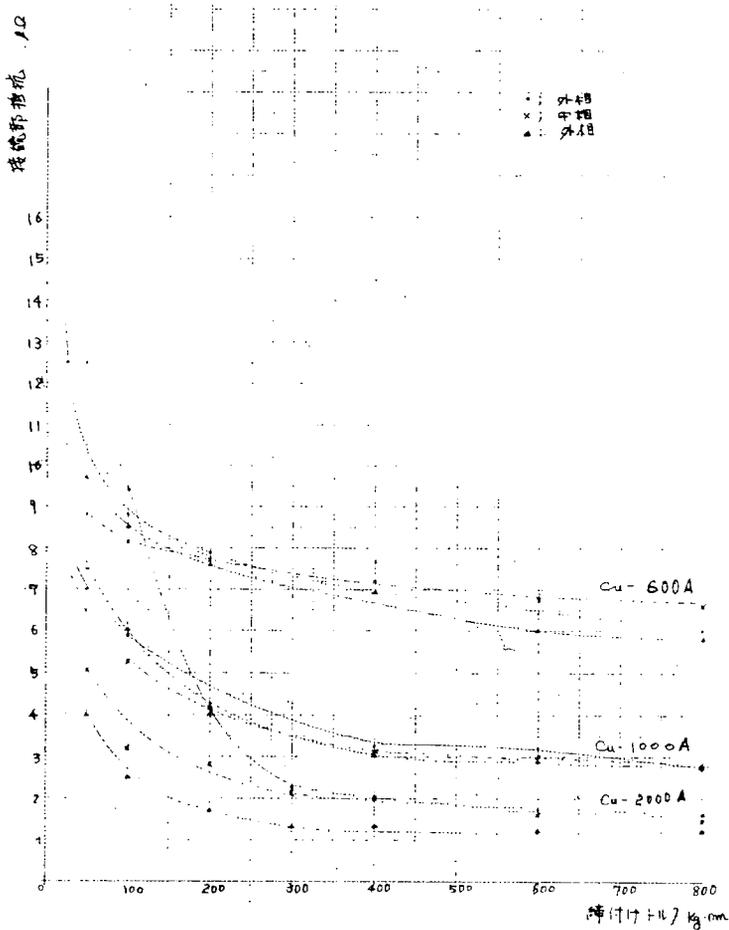
Al-600A：著しく弓状に曲げられ固定側のボルトの特平ワッシャー側の外相の絶縁被覆が破壊された。

Al-1,000A：かなり弓状に曲げられ、絶縁被覆が傷付いたが絶縁破壊には至らなかった。

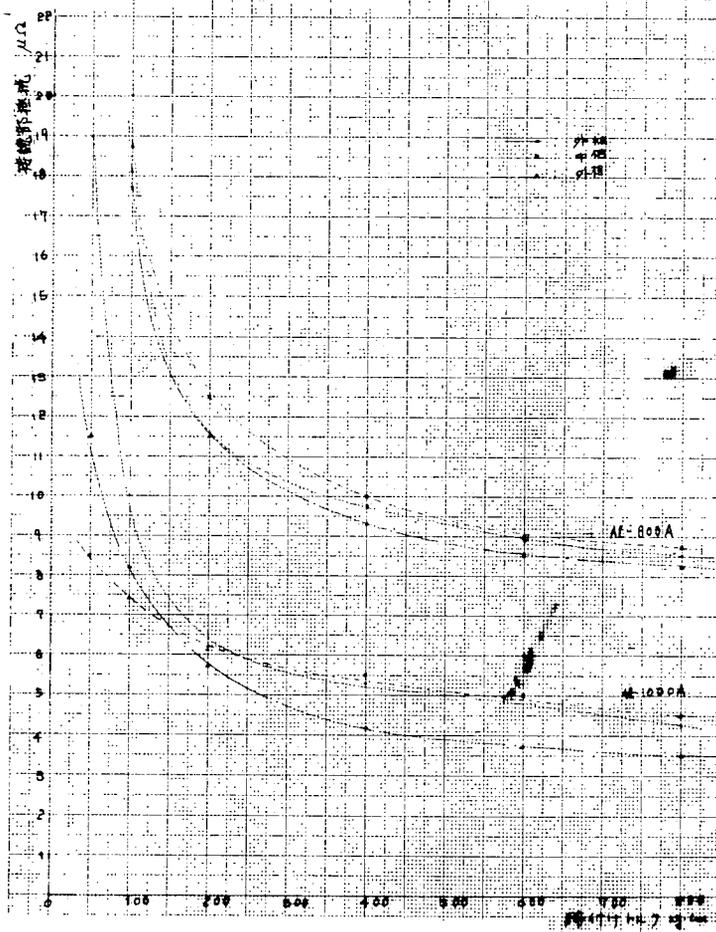
なお、いずれもダクトによってボルトの絶縁被覆が破壊されたが、これは電気的には支障がない。



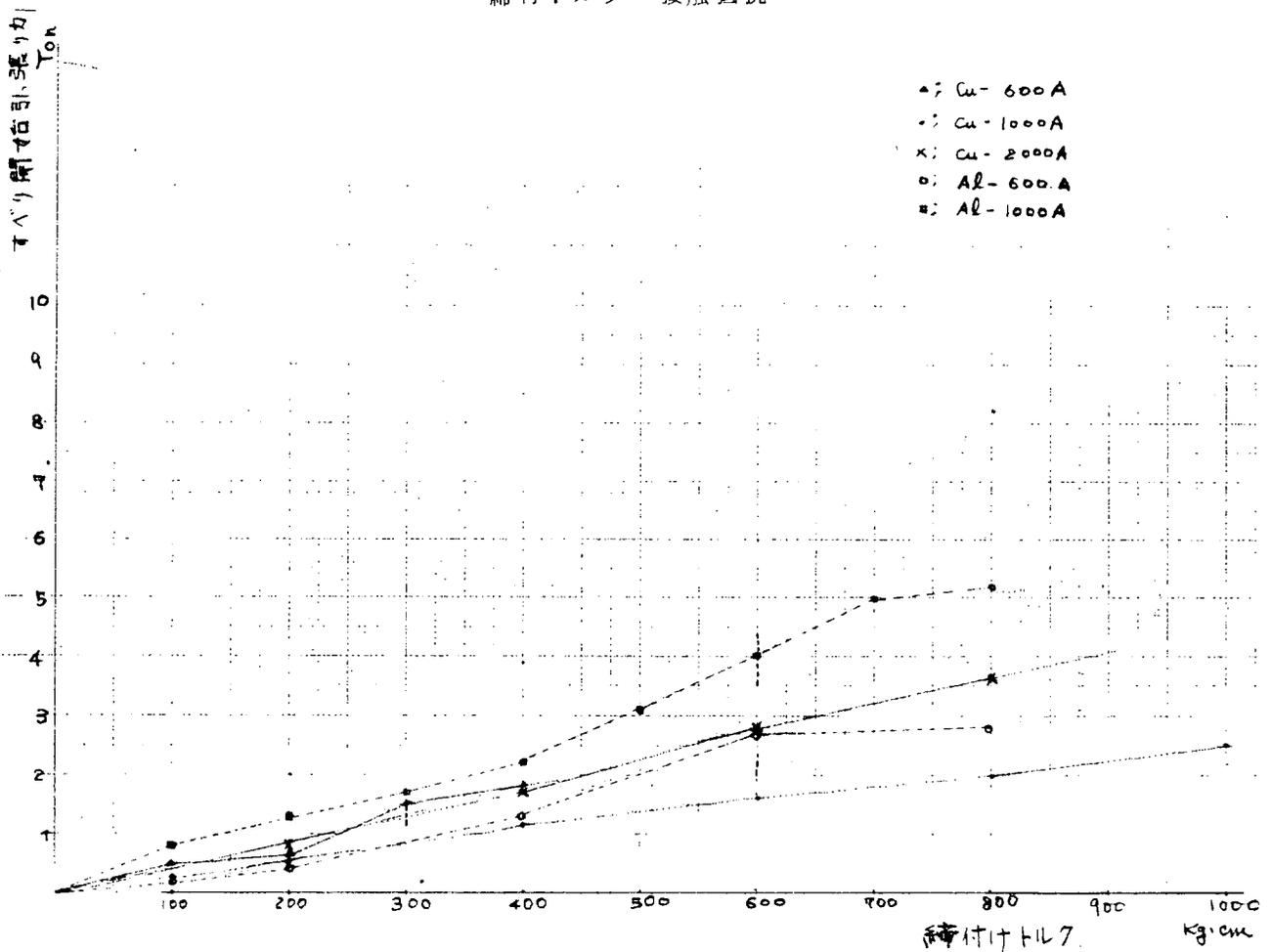
縮付トルク・接触抵抗



縮付トルク・接触抵抗



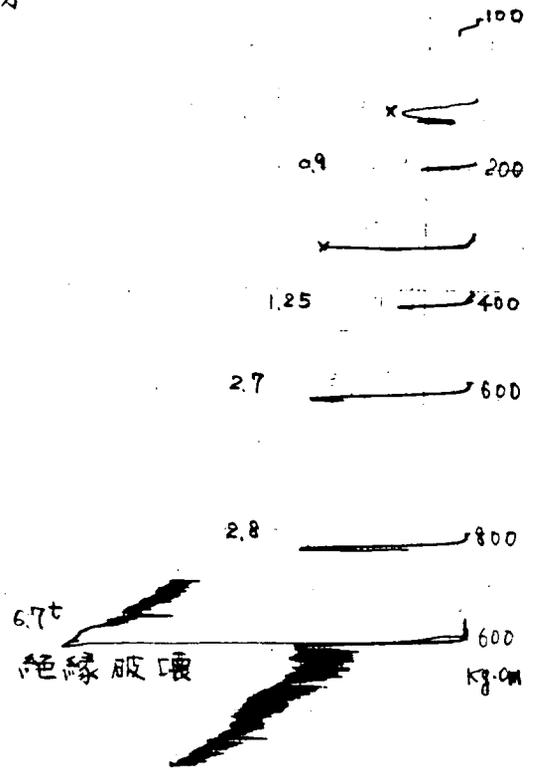
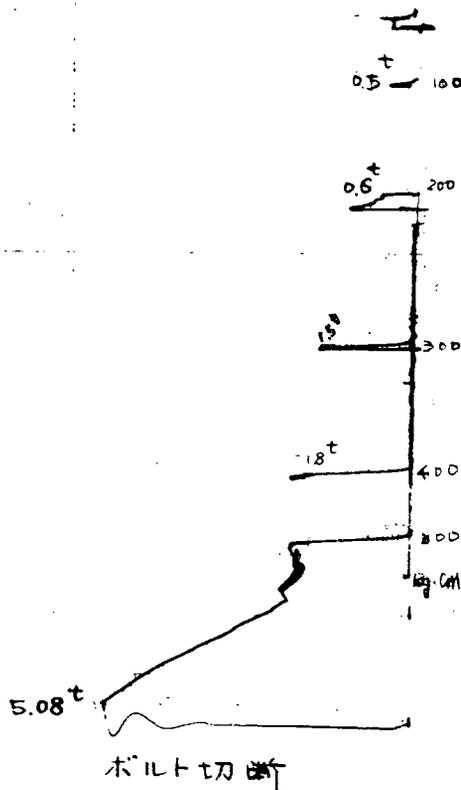
締付トルク・接触抵抗



締付トルク・すべり開始引つ張り力

DATE 10¹ 9 8 7
 GAUGE LENGTH 6 5 4 3 2 1 0
 TEST NO. Cu - 600 A
 TESTING SPEED 3mm/分
 引張力

DATE 10¹ 9 8 7
 GAUGE LENGTH 6 5 4 3 2 1 0
 TEST NO. Al - 600 A
 TESTING SPEED 3mm/分
 引張力

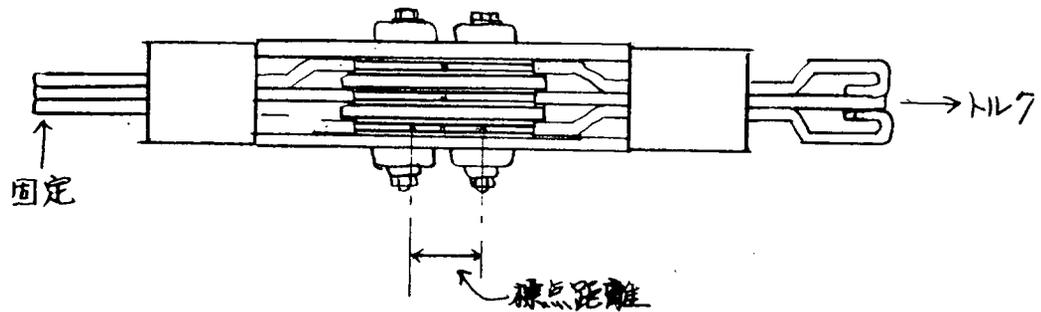


(2) S型バスダクト引張試験

(a) 締付けトルクすべり開始荷重

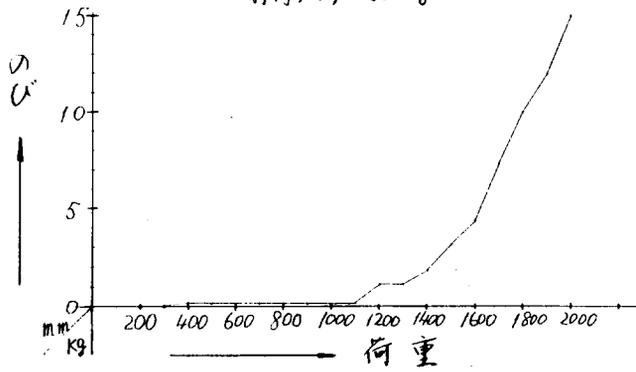
(i) 測定方法

適正締付トルクにおけるバスダクト接続部に標点を記入し、引張荷重を片端固定したバスダクトに加えて100 Kgごとに標点距離の変化をノギスで測定した。



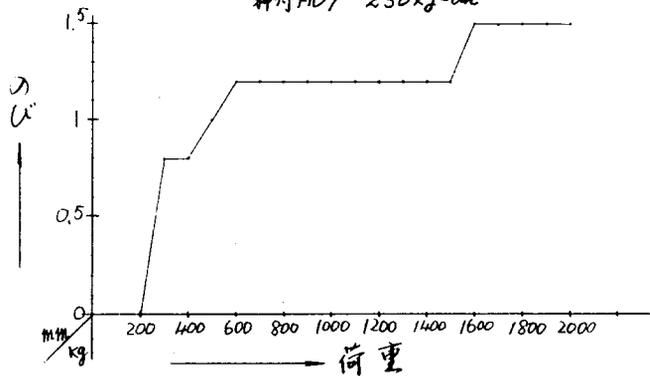
Fe-Al 3W 600A

締付トルク 500kg-cm



Fe-Cu 3W 600A

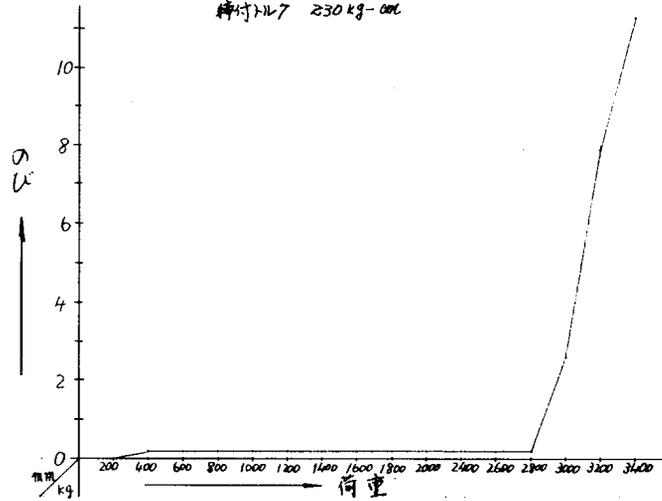
締付トルク 230kg-cm



バスダクト引張試験結果

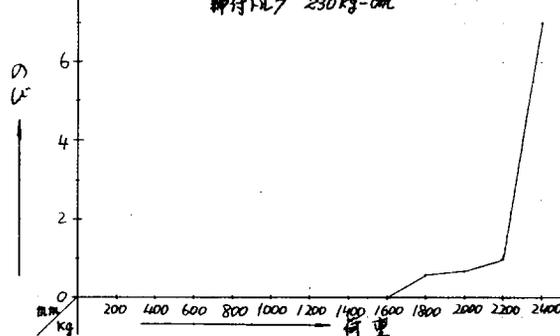
Fe-Al 3W 1000A

締付トルク 230kg-cm

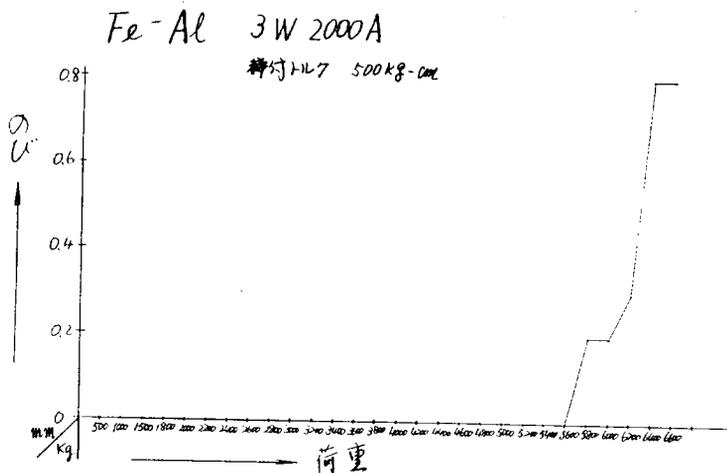
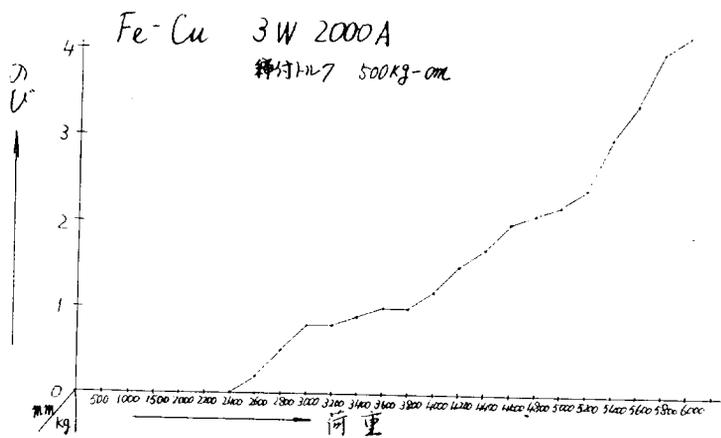


Fe-Cu 3W 1000

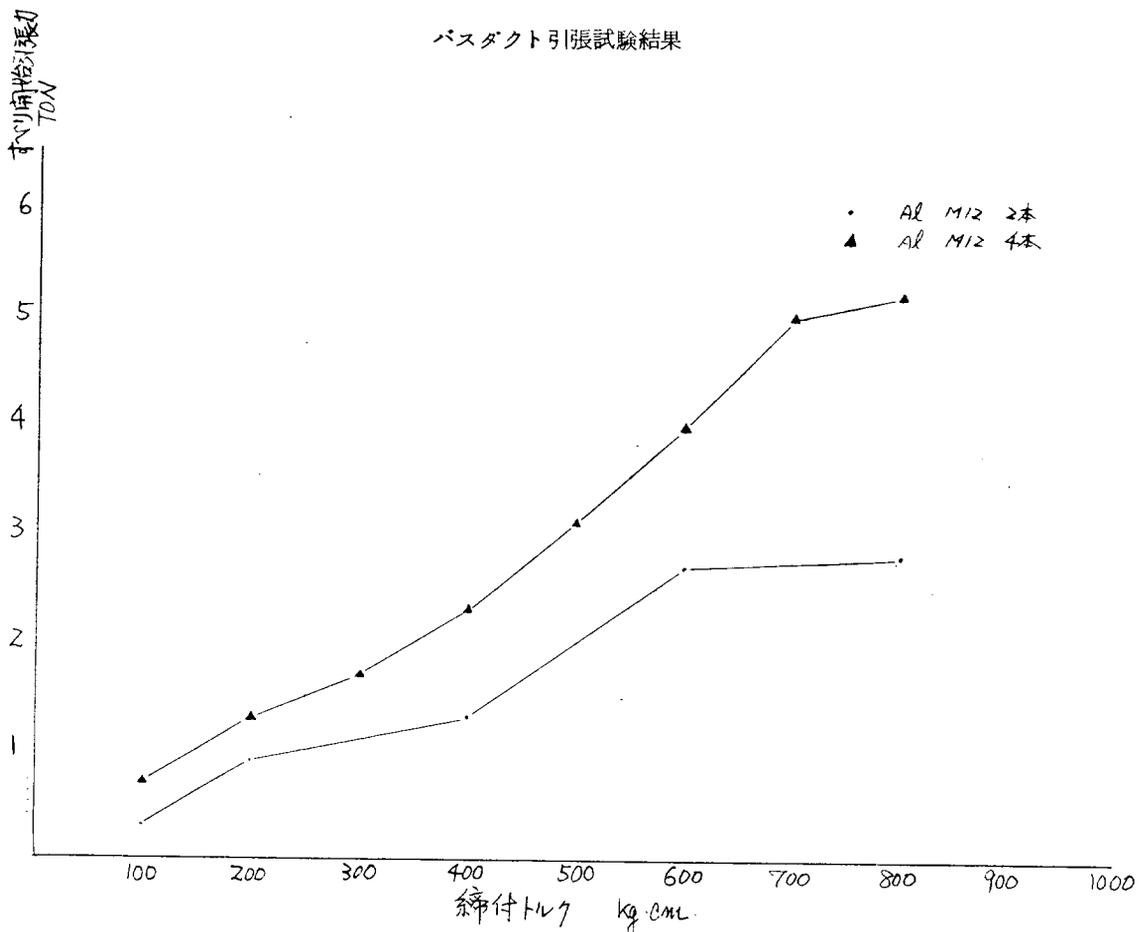
締付トルク 230kg-cm



バスダクト引張試験結果



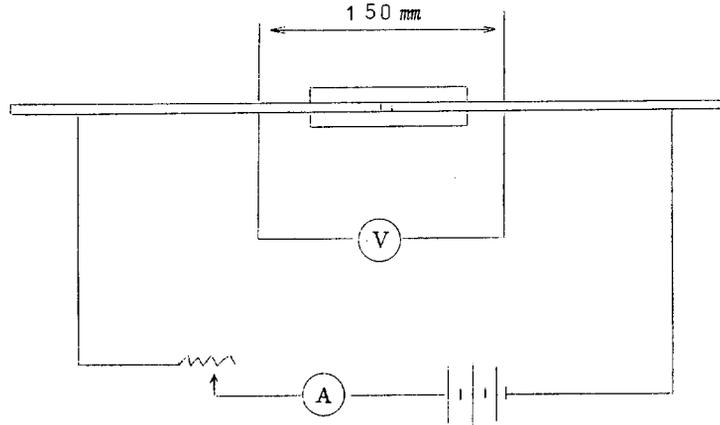
バスダクト引張試験結果



すべり開始引張り力

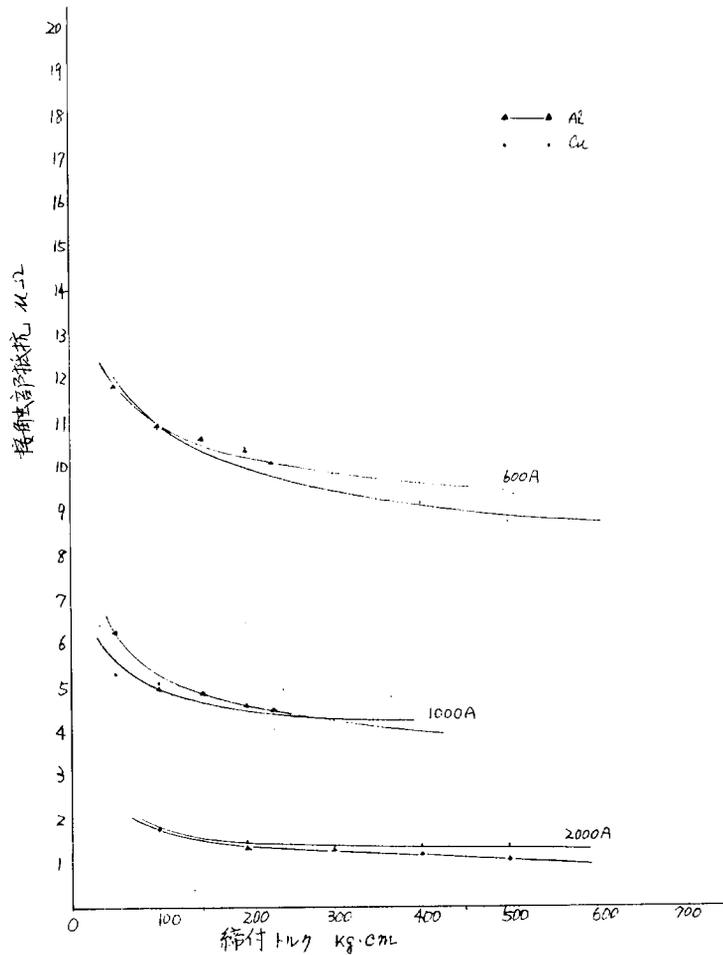
(3) S型バスダクト接続部接触抵抗

(a) 測定回路

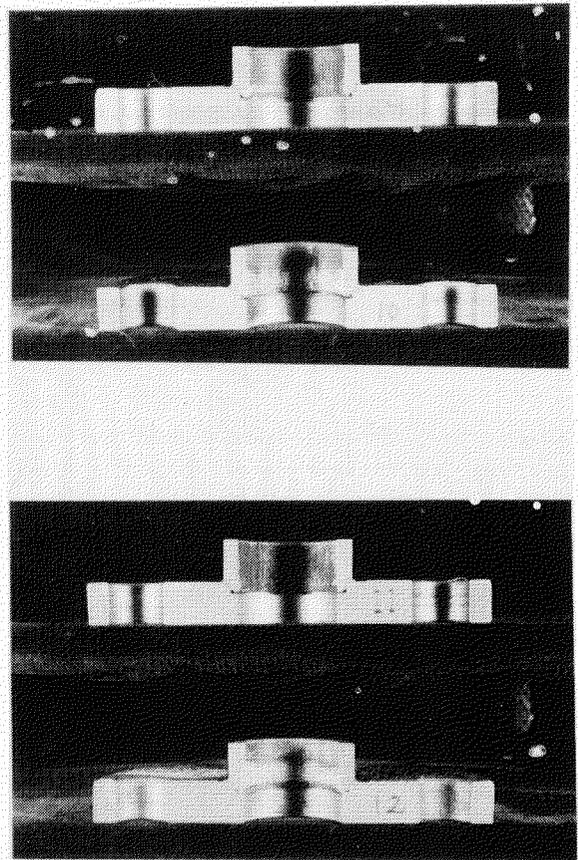
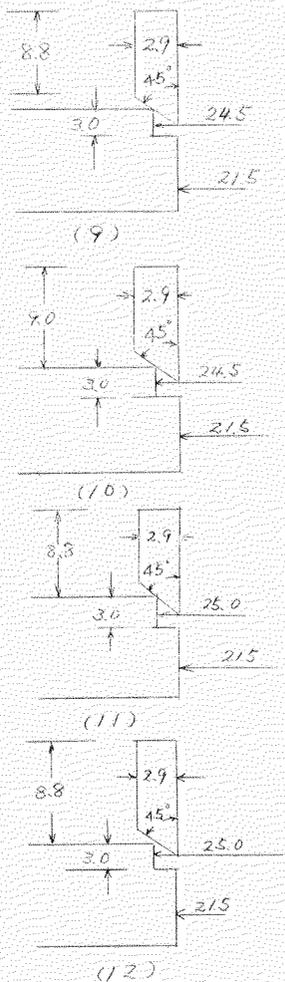


接続部の締付トルクを適正締付トルクまで変化させ、電圧降下法で接続部を中心とし150 mm間の抵抗を測定し、同時に測定した150 mmの導体抵抗と比較をする。

(b) 測定結果 (測定日 4.6.1.26)



締付トルク・接触抵抗



写 4. 4. 1. 3

(3) 結 論

パイプフランジ溶接継手に要求される性能として現在ルールに明確にされているのは、パイプの種類に応じたすみ肉脚長であり、それもパイプの厚さの $\sqrt{2}$ 倍で規定されている(NK, 小径管の場合)から、単に軸方向の引張り荷重に耐えられればよいと想定すれば、引張り荷重 9,500Kg 程度までは適用できそうである。

しかし、継手性能として何が本質的に要求されるかが明確にされ、それに対する確性試験が行なわれなければ、曲げや疲労強度など継手形状的に不安があるので、実用化するまでには、さらに多くの研究が必要である。

また、コンデンサ容量を約 40% 増加させても引張り強度が増加しないところを考えると、プロジェクション溶接部の強度は 10,000 Kg 程度が限界かも知れず、強度上重要でない繊装品への適用を考慮するほうがよさそうである。

4. 4. 4 結 言

パイプの新しい溶接法として 3 種類の溶接法について実験研究を行ない、次のような結論が得られた。

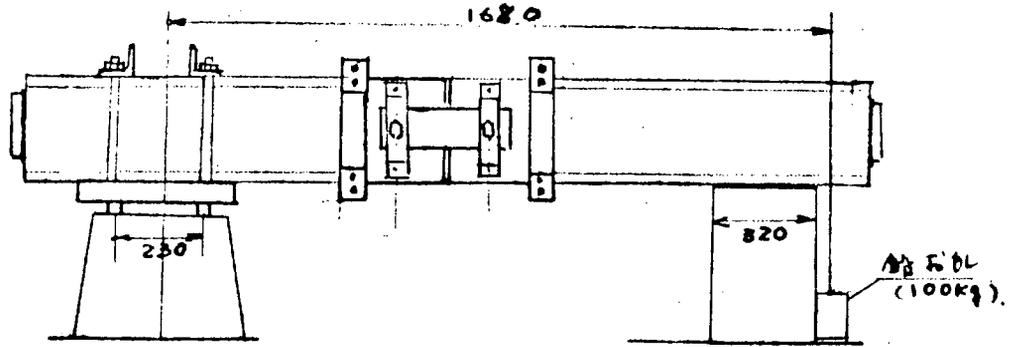
- (1) パイプ固定の全自動メタルアーク溶接は、開先精度をよくし、かつ、実用的な開先ならぬ装置が開発されれば実用化は最も有望である。
- (2) そのときバックングを用いたほうが、パス数がふえることと、バックング装置が必要となることを考えても条件範囲が広いので、バックングを用いない場合よりもアンマント化は容易であろう。
- (3) フラッシュバット溶接については、パイプ専用で、かつ、広い適用範囲を持つ装置の開発が望まれる。
- (4) プロジェクション溶接をパイプフランジ継手へ適用することは、すみ肉継手に要求される性能が不明確であ

4.5.4 振動試験

(1) F型バスタクト振動試験

(a) 試験方法

接続部を含んだ試料に一端を振動試験機に固定し、他端を非振動状態のベッドに置き、下記の振動を30分与え、その前後における外観、絶縁抵抗および接触抵抗に異常がないことを確認する。



周波数

- 1 ~ 10 Hz 1波 (片振幅 1.5 mm)
- 10 ~ 60 Hz 1波 (" 150/√f² mm)

(b) 試料

長さ: 1,000 mm × 2

Al 導体	600 A	接続部を含み	2本
"	1,000 A	"	"
"	2,000 A	"	"
Cu 導体	600 A	"	"
"	1,000 A	"	"
"	2,000 A	"	"

(c) 測定結果

各データは、μV計+側および一側へ2度づつ撮らせて接続部を含んだ一定標点間の電圧降下を測定して接続部抵抗を算出した。(ただし、電流は10A)

		印加周波数	相	接 続 部 抵 抗 (μΩ)				平 均
Cu 1 0 0 0 A	初 期 値		R	2.5	2.4	2.8	2.5	2.6
			S	2.5	2.8	2.8	2.7	2.7
			T	2.5	2.2	2.5	2.3	2.4
	5 Hz 30 分間 印 加 後		R	2.6	2.4	2.8	2.7	2.6
			S	2.7	2.3	2.4	2.6	2.5
			T	2.2	2.4	2.0	2.2	2.2
33 Hz 30 分間 印 加 後		R	2.9	2.8	2.8	2.6	2.8	
		S	2.7	2.1	2.6	2.1	2.4	
		T	2.2	2.2	2.2	2.3	2.2	

		印加周波数	相	接 続 部 抵 抗 ($\mu\Omega$)				平 均
Cu 2 0 0 0 A	初 期 値	R	1.1	1.3	1.5	1.2	1.3	
		S	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2	
		T	1.2	1.6	0.9	1.6	1.3	
	5 Hz 30分間 印 加 後	R	1.2	1.3	1.2	1.4	1.3	
		S	1.3	1.2	1.1	1.0	1.2	
		T	1.2	1.4	1.3	1.6	1.4	
	33 Hz 30分間 印 加 後	R	1.1	1.3	1.1	1.4	1.2	
		S	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	
		T	1.2	1.3	1.2	1.5	1.3	
Cu 6 0 0 0 A	初 期 値	R	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
		S	4.8	5.0	4.7	4.7	4.8	
		T	6.2	6.4	6.3	6.5	6.4	
	5 Hz 30分間 印 加 後	R	5.4	5.0	5.5	5.4	5.3	
		S	4.9	5.0	5.0	4.5	4.9	
		T	5.4	6.7	5.3	6.4	5.9	
	33 Hz 30分間 印 加 後	R	5.7	5.8	5.6	5.9	5.8	
		S	5.0	4.6	5.1	4.4	4.8	
		T	4.3	5.6	4.6	4.4	4.7	

外観検査の結果各部異常は認められなかった。

		印加周波数	相	接 触 抵 抗 ($\mu\Omega$)				平 均
Al 2 0 0 0 A	初 期 値	R	4.0	3.5	4.1	3.3	3.7	
		S	3.6	4.0	3.4	4.2	3.6	
		T	4.8	4.4	4.7	4.4	3.8	
	5 Hz 30分間 印 加 後	R	4.2	3.4	3.8	3.5	3.7	
		S	3.8	3.8	3.6	4.1	3.8	
		T	5.0	4.6	4.7	4.5	4.7	
	33 Hz 30分間 印 加 後	R	3.8	3.6	3.8	3.6	3.7	
		S	3.6	3.8	3.8	3.8	3.8	
		T	4.1	4.6	4.0	4.6	4.3	
Al 1 0 0 0 A	初 期 値	R	5.0	5.3	5.0	5.2	5.1	
		S	4.0	5.2	4.8	4.4	4.6	
		T	5.0	5.6	4.8	5.8	5.3	
	5 Hz 30分間 印 加 後	R	4.8	4.5	5.2	4.6	4.8	
		S	4.5	4.8	4.8	4.6	4.7	
		T	5.0	5.6	4.7	5.1	5.1	
	33 Hz 30分間 印 加 後	R	4.6	4.5	4.6	4.6	4.6	
		S	4.6	4.5	4.4	4.4	4.5	
		T	4.9	5.0	5.0	5.1	5.0	

		印加周波数	相	接 触 抵 抗 ($\mu\Omega$)				平 均
AL 6 0 0 A	初 期 値		R	7.6	8.0	7.8	8.1	7.9
			S	8.9	9.4	9.0	9.4	9.2
			T	10.0	9.2	10.0	9.4	9.7
	5 Hz 30分間 印 加 後		R	7.8	7.9	7.7	8.0	7.9
			S	9.0	9.0	9.0	8.8	9.0
			T	9.4	9.2	9.4	9.3	9.3
	33 Hz 30分間 印 加 後		R	7.5	7.6	7.5	7.6	7.6
			S	8.9	9.2	8.5	9.2	9.0
			T	8.9	9.2	8.8	9.3	9.1

(参 考)

AL-600Aバスダクトを水平にセットして

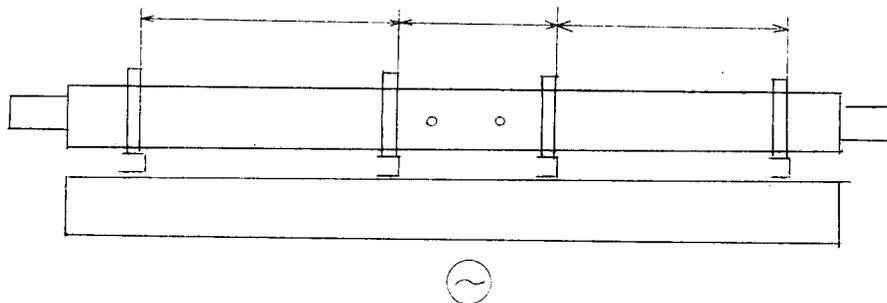
$f = 20 \text{ Hz}$ 振巾 3mm

の振動を150分与えた後の接続部抵抗

R	7.6	7.7	7.6	8.0
S	9.3	9.3	9.3	9.4
T	9.0	9.0	8.9	9.2

(2) S型バスダクト振動試験

(a) 試験方法



バスダクトを振動試験機の上のせて600mm間隔でバスダクトを固定した。

(b) 試験内容

(i) 共振試験

試験機の回転数を500~2,500rpm(振巾 $\approx 0.1 \text{ mm}$)の間変化させ、この間における共振を目視または振巾計により試験機ベットの振巾とバスダクトの振巾を測定し、比較し、共振状態にあるかを観察した。

(ii) 振動試験

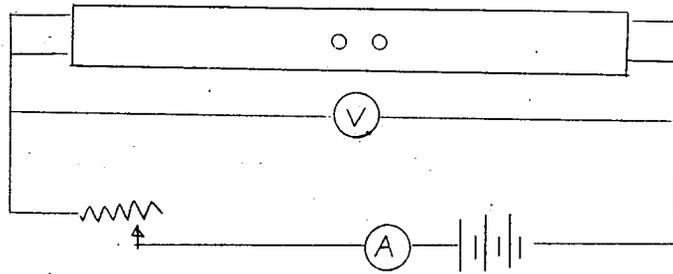
9Hz (540rpm) 片振巾 1.5mm 30分

40Hz (2,400rpm) 片振巾 0.1mm 30分

上記振動試験を連続行ない、前後の接続部を含めたバスダクト全長の電圧降下を測定し比較した。

さらにバスダクトのケース、接続部等を解体し、破損等の異常はないかチェックをした。

電圧低下の測定



(e) 試験結果

(i) 共振試験

	試験機回転数	共振の有無
3W 600A (Cu)	500 ~ 2,500 rpm	無
3W 1,000A (Cu)	"	"
3W 2,000A (Cu)	"	"
3W 600A (Al)	"	"
3W 1,000A (Al)	"	"
3W 2,000A (Al)	"	"

(ii) 振動試験

	振動試験前の 導体抵抗	9Hz30分後の 導体抵抗	40Hz30分後の 導体抵抗	バスタクトの 異常の有無
3W 600A (Cu)	R 320 μ V	320 μ V	320 μ V	無
	S 300	300	300	
	T 325	325	325	
3W 1,000A (Cu)	R 124	124	125	無
	S 124	124	124	
	T 124	124	124	
3W 2,000A (Cu)	R 48	48	49	無
	S 46	45	48	
	T 49	48	48	
3W 600A (Al)	R 305	305	305	無
	S 280	280	280	
	T 300	300	300	
3W 1,000A (Al)	R 142	142	142	無
	S 140	140	141	
	T 142	142	142	
3W 2,000A (Al)	R 62	62	62	無
	S 58	58	58	
	T 62	62	62	

作業名	問題点	解決策
シ ー ス 接 続	<p>d) スコッチキャストについて</p> <ul style="list-style-type: none"> i) レジンの混合注入に時間がかかる。 ii) 芯線がモールドにタッチしないようにするにはケーブルの形がとりにくい。 iii) 垂直方向でも使用できるように。 <p>e) エポキシパテについて</p> <ul style="list-style-type: none"> i) 基剤と硬化剤のねり合せに時間がかかる。 ii) 外観上きれいに仕上がらない。 iii) 固まるまで時間がかかるので電線整理できない。 	<p>d) スコッチキャストについて</p> <ul style="list-style-type: none"> i) 注入をポンプ式にし、ポンプ内で暖めながら混合する。 ii) モールドの中央に凸部を設ける。 iii) モールド改良。 <p>e) エポキシパテについて</p> <ul style="list-style-type: none"> i) ねり合せ工具の開発。 ii) 鋳型にはめ形を整のえる。
作 業 性 そ の 他	<p>a) 100mm²程度の電線の作業には線芯部分の長さを長くして右図のごとく余裕をもたせないと、ダイス挿入等の接続作業が不能となる。</p> <p>b) 線芯の綿テープを全部取除くのは極めてやっかいである。</p> <p>c) 整形の際ジュートを使用したほうが線芯の外傷保護のためにも良いが、接着性と絶縁性に難点がある。</p>	<p>a)</p>  <p style="text-align: center;"> $100\text{mm}^2 = 150\text{mm}$ $14\text{mm}^2 = 50\text{mm}$ </p> <p>線種別作業寸法標準を確立する。</p> <p>b) 線端必要長さだけ除去。ただし、シースの防水が完全であることが条件となる。</p> <p>c) 段むきしたシース（不用材）を整形の際利用する。</p>

(c) 工場試験とその解析

造船所にて試作されたサンプルを電線メーカー2社で分担して性能試験を行なった。

(i) 試験方法

(1) 導体抵抗試験

導体抵抗はJIS C 3004の6項に準拠し、導体接続部を含む試料全長（2m）についてダブルブリッジにより測定した。なお、導体接続部の異常有無の確認として測定値を非接続部導体抵抗標準値と比較し、低い場合について異常なしと見なした。

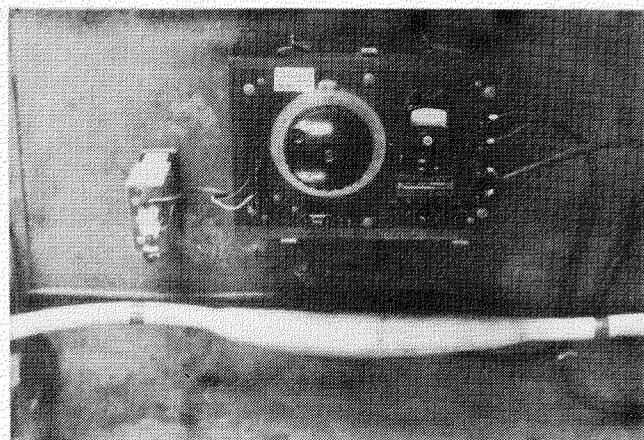


写真4.5.1 導体抵抗測定器

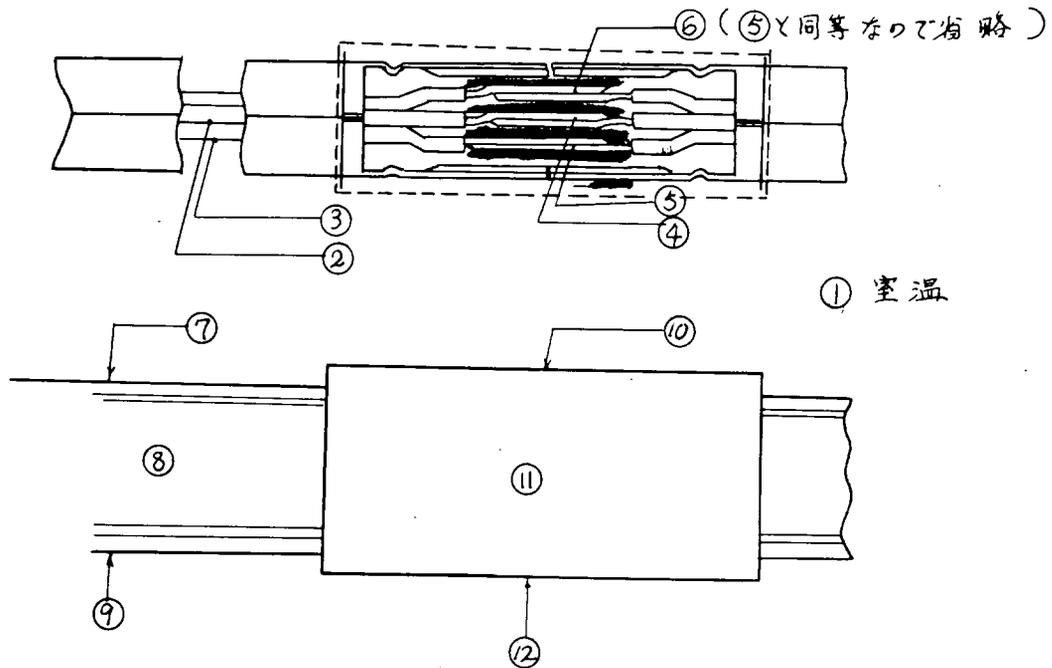
4.5.5 温度試験

(1) F型バスダクト温度試験

(a) 測定方法

バスダクトを2本接続し、床から300mmの高さに水平におき定格電流を通じ、次に定める個所の温度を熱電材を用いて測定する。

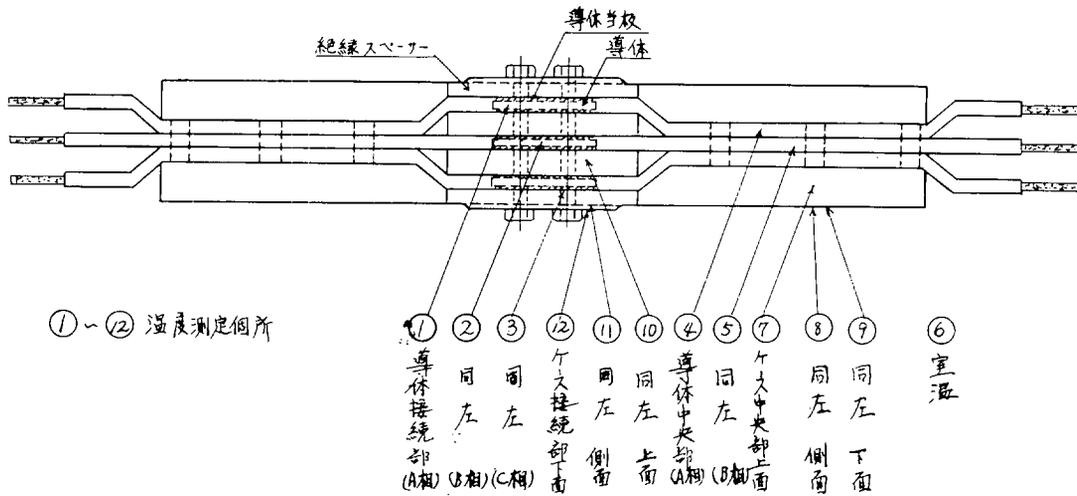
測定個所



(b) 測定結果

測定点	600A				2,000A			
	Cu 導体		Al 導体		Cu 導体		Al 導体	
	測定温度	温度上昇	測定温度	温度上昇	測定温度	温度上昇	測定温度	温度上昇
① 室温	8℃		8℃		9℃		10℃	
② 導体中央部(中相)	53	45 deg	52	44 deg	62	53 deg	56	46 deg
③ " (外相)	29	21			44	35		
④ 導体接続部(中相)	59	51	57	49	64	55	59	49
⑤ " (外相)	52	44	52	44	60	51	56	46
⑥ " (")					60	51		
⑦ ケース中央部(上面)	20	12	19	11	26	17	25	15
⑧ " (側面)	29	21	28	20	36	27	35	25
⑨ " (下面)	17	9	17	9	26	17	24	14
⑩ ケース接続部(上面)	24	16	22	14	28	21	27	17
⑪ " (側面)	17	9	19	11	23	14	24	14
⑫ " (下面)	16	8	17	9	20	11	21	11

S型バスダクト—船舶用バスダクト(3W⁶⁰⁰_{2,000}A) 温度上昇試験配置図



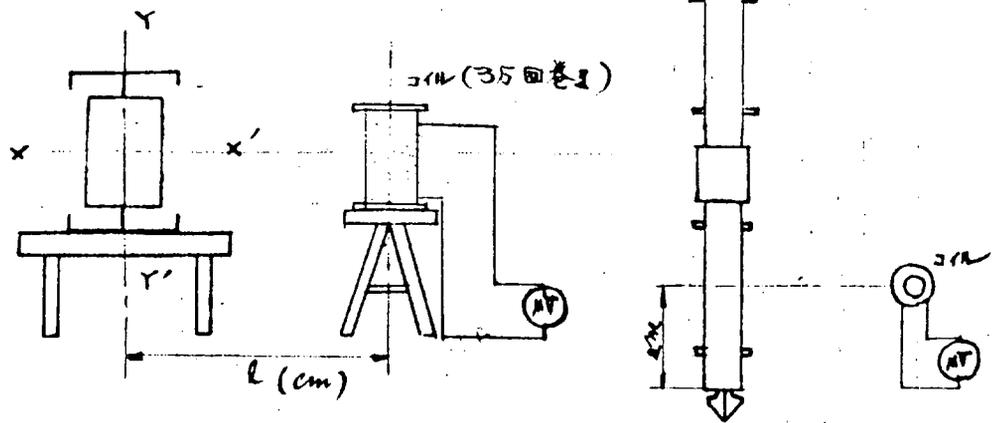
温度試験測定結果

測定点	600 A				2,000 A			
	Cu 導体		Al 導体		Cu 導体		Al 導体	
	測定温度	温度上昇	測定温度	温度上昇	測定温度	温度上昇	測定温度	温度上昇
① 室温	10		8		11		12	
② 導体中央部 (中相)	57	47	43	35	61	50	57	45
③ " " (外相)	50	40	43	35	54	43	57	45
④ 導体接続部 (中相)	58	48	47	39	63	52	65	53
⑤ " " (外相)	52	42	43	35	58	47	61	49
⑥ " " (")	53	43	43	35	59	48	60	48
⑦ ケース中央部 (上面)	28	18	26	18	33	22	35	23
⑧ " " (側面)	38	28	32	24	43	32	45	33
⑨ " " (下面)	30	20	25	17	29	18	31	19
⑩ ケース接続部 (上面)	29	19	24	16	32	21	33	21
⑪ " " (側面)	36	26	27	19	41	30	40	28
⑫ " " (下面)	25	15	23	15	30	19	29	17

4.5.6 磁束漏洩試験

(1) F型バスダクト磁束漏洩の測定

(a) 測定方法



上図のようにバスダクトおよびリサーチコイルを配置し、距離 l を変化させ漏れ磁束による誘起電圧を測定する。なお、Y, Y' 方向はバスダクトを横にして測定する。

(b) 試料

Al, Cu 導体	長さ 3,000 mm × 2
600 A	2 本
2,000 A	2 本

(c) 測定結果

(d) 誘起電圧 E と漏洩磁束密度 B との関係

$$E = - \frac{\partial}{\partial t} \{ B \cdot S \cdot n \}$$

n : コイルの回数 3×10^4 回

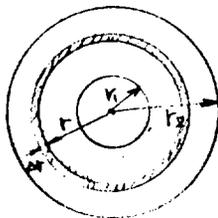
S : コイルの囲む面積

コイルの形状

コイルの外径 r_2

内径 r_1

として、コイルの中心から $r \sim r + \Delta r$ の範囲にある $\Delta(S \cdot n)$ は



$$\Delta(S \cdot n) = \pi r^2 \times \frac{3 \times 10^4}{r_2 - r_1} \Delta r$$

$$S \cdot n = \frac{3 \pi \times 10^4}{r_2 - r_1} \int_{r_1}^{r_2} r^2 dr = \frac{\pi \times 10^4}{r_2 - r_1} (r_2^3 - r_1^3)$$

$$= (r_2^2 + r_1^2 + r_1 r_2) \pi \times 10^4$$

$$r_1 = 38 \times 10^{-3} \quad r_2 = 105 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$S \cdot n = (38^2 + 105^2 + 38 \times 105) \pi \times 10^{-2}$$

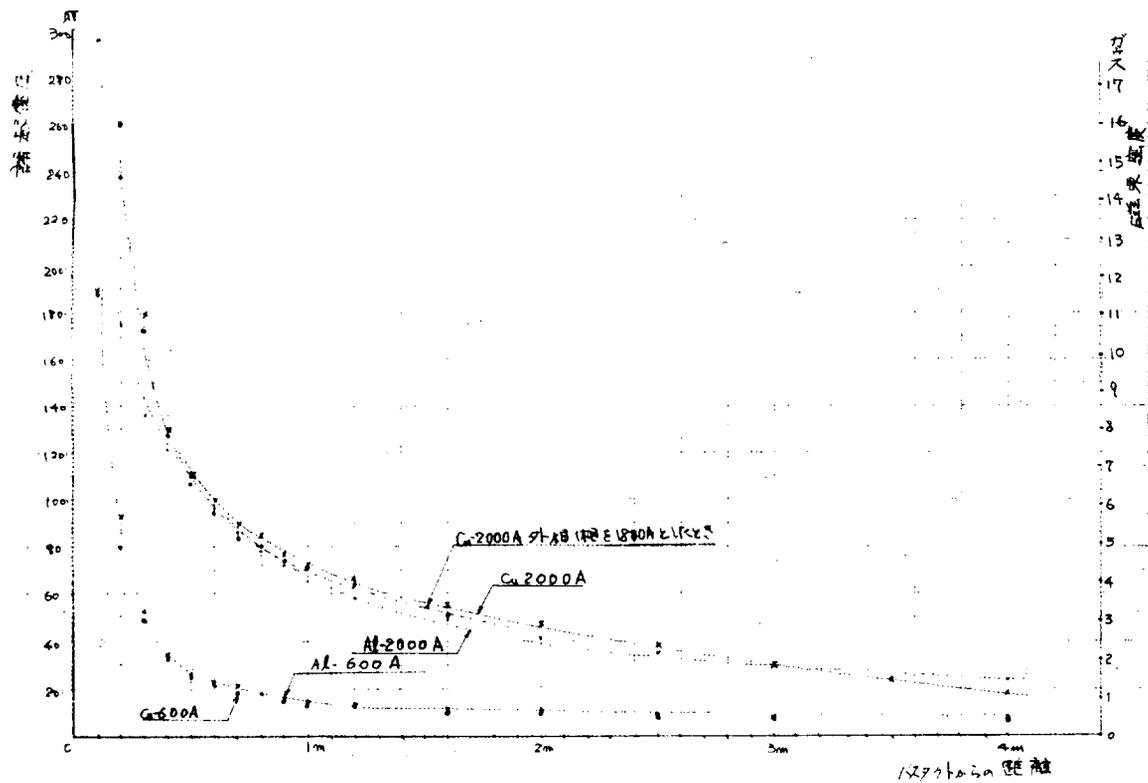
$$= (1,440 + 11,000 + 3,990) \pi \times 10^{-2} = 164.3 \pi$$

$$E = \frac{\partial}{\partial t} (B \cdot 164.3 \pi)$$

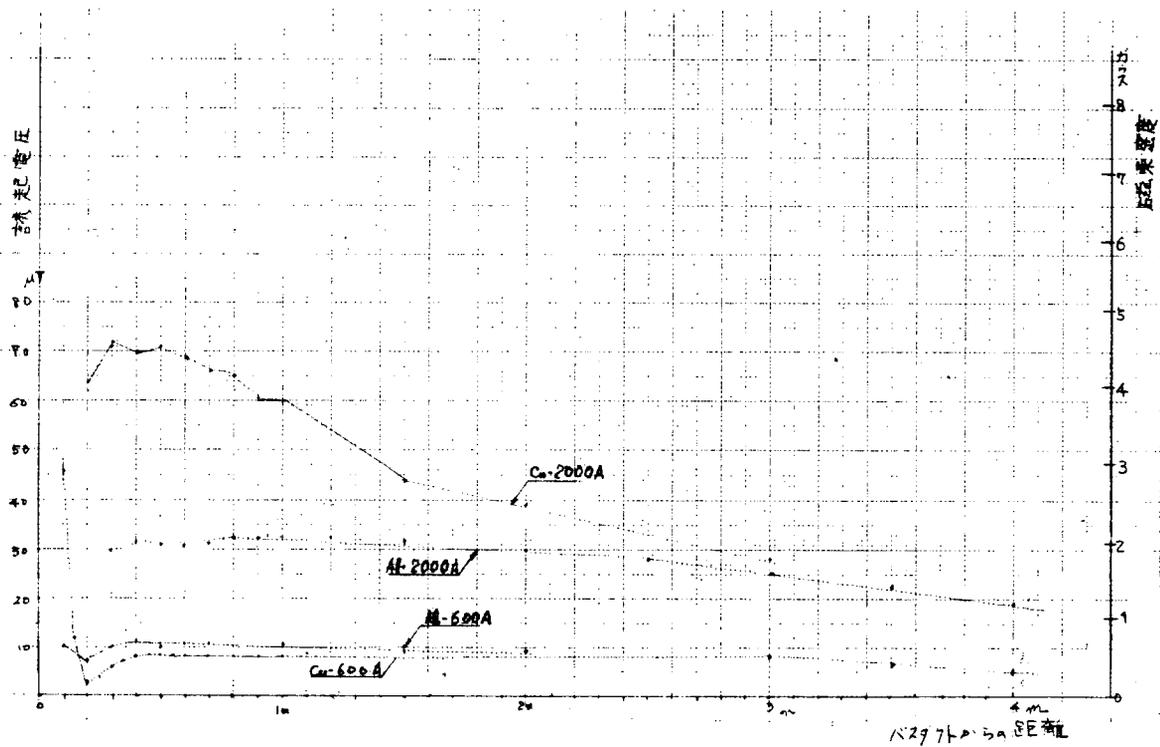
$$B = \sqrt{2} B_{eff} \sin \omega t$$

$$E_{eff} = 164.3 \pi \times \omega B_{eff}$$

$$B_{eff} = \frac{E_{eff}}{\omega 164.3 \pi} = \frac{E_{eff}}{162,000} \text{ Wb} = \frac{E_{eff}}{162} \text{ ガウス}$$



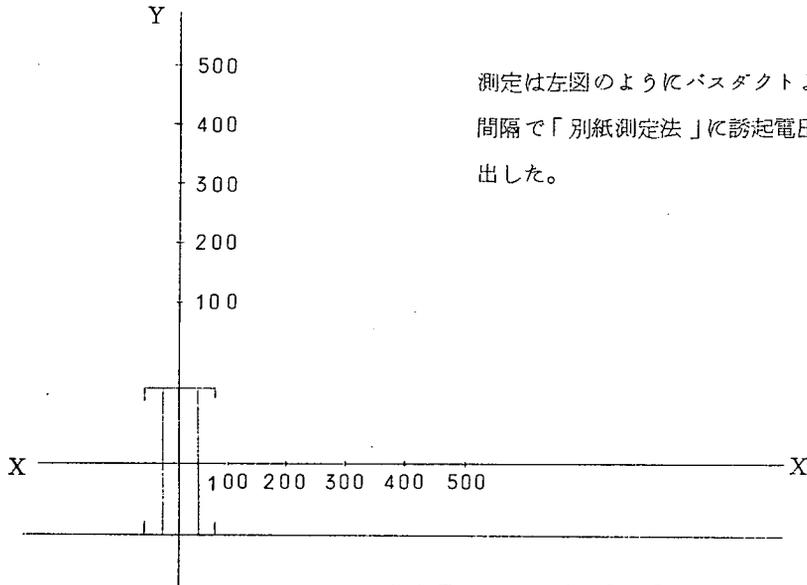
誘起電圧 (漏洩磁束) ・距離 (X 軸方向)



誘起電圧 (漏洩磁束) ・距離 (Y 軸方向)

(2) S型バスダクト磁束漏洩の測定

(a) 測定方法



測定は左図のようにバスダクトよりX, Y軸に対し100mm
間隔で「別紙測定法」に誘起電圧を測定し、計算により算
出した。

測定日 S 46.2.2 ~ 3

試料	Fe-Cu 3W 600A	} 3m × 2本
	Fe-Al 3W 600A	
	Fe-Cu 3W 2,000A	
	Fe-Al 3W 2,000A	

(b) バスダクト周辺の磁束密度の測定について

3相大電流発生装置を用い、バスダクトに3相平衡交流電流を通じ、ケース上方側面の磁束密度を測定する。

測定方法はコイルをバスダクトに近づけ、このコイルに誘起する電圧を測定し、次式より算出する。

$$U = -N \cdot \frac{d\phi}{dt}$$

磁束 ϕ (Wb) が周波数 f で変化するので

$$\phi = \phi_m \sin 2\pi f t$$

$$\therefore U = -N \cdot 2\pi f \phi_m \cos 2\pi f t$$

$$\therefore \phi_m = \frac{U}{2\pi f N \cos 2\pi f t} \quad (\text{Wb})$$

磁束密度 B (Wb/m^2) は

$$B_m = \frac{U}{2\pi \cdot f \cdot N \cdot S \cdot \cos 2\pi f t} = \frac{\sqrt{2} \cdot E}{W \cdot N \cdot S}$$

E ; 起電力(V) 実効値

W ; $2\pi f = 120\pi$

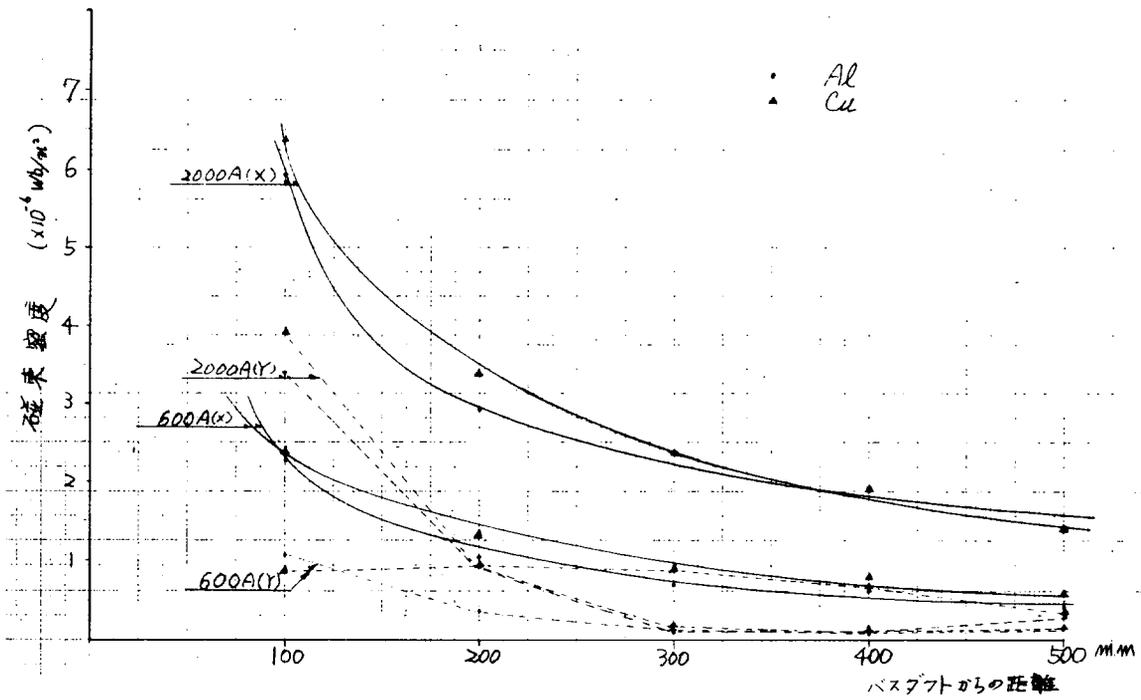
N ; コイルの巻数 = 200(回)

S ; コイルの断面積 $3.85 \times 10^{-3} \text{ m}^2$
(巻線径 0.11mm) (コイル直径 70mm)

上式に各数値を代入すると

$$B_m = 4.88 \times 10^{-3} E \text{ Wb}/\text{m}^2$$

(c) 測定結果



磁束密度測定結果

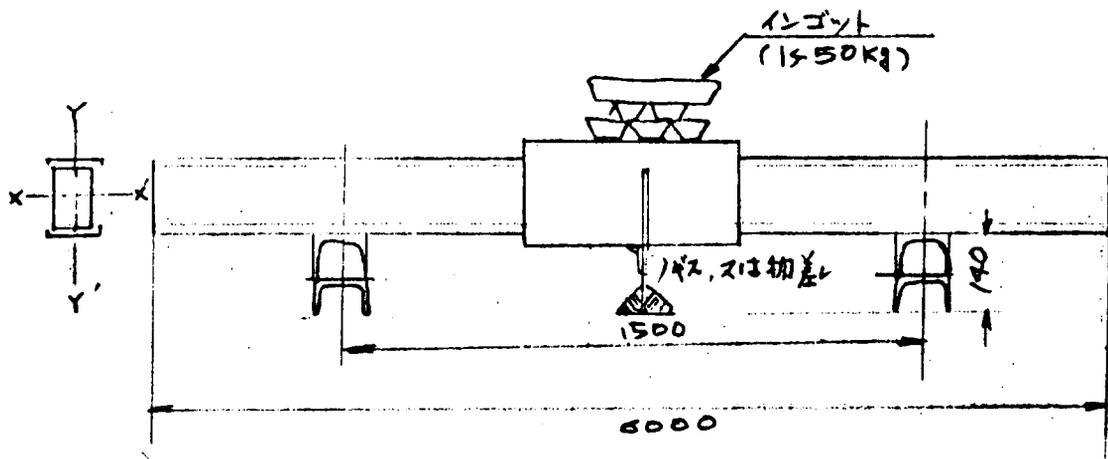
4.5.7 曲げ試験

(1) F型バスダクト曲げ試験

(a) 試験方法

試供用2本を適正締付トルクに接続し、下図のごとく1.5m間隔に置いたチャンネルにのせ、その中央に荷重をかけ変位と荷重の関係をプロットする。(X軸、Y軸の2方向について行なう)

最後に600Aについては破壊するまで荷重を加え損傷の個所状態を調べる。



(b) 試料

長さ 3,000 mm

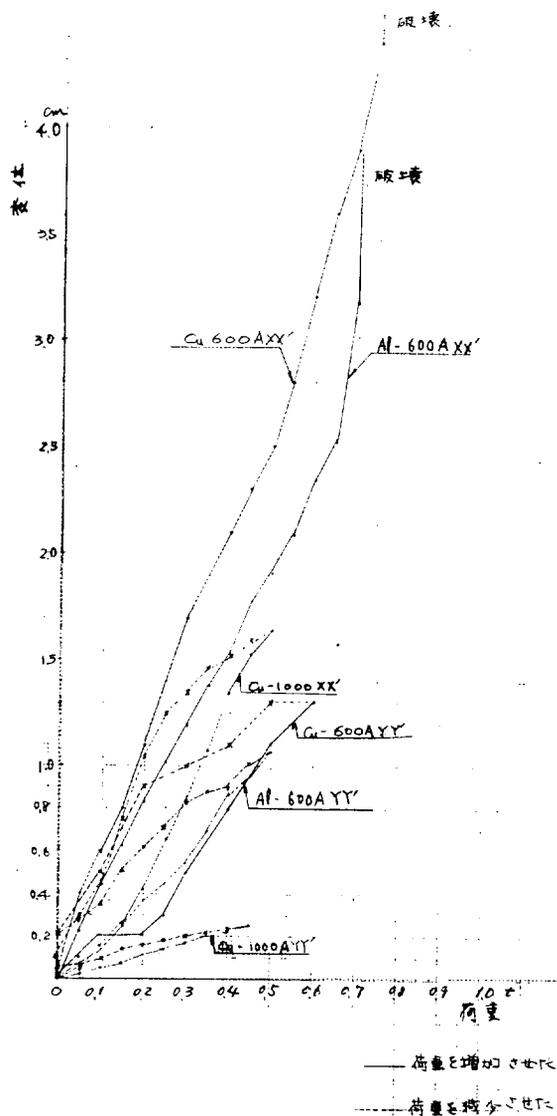
Al- 600 A	2本
1,000 A	"
2,000 A	"
Cu- 600 A	2本
1,000 A	"
2,000 A	"

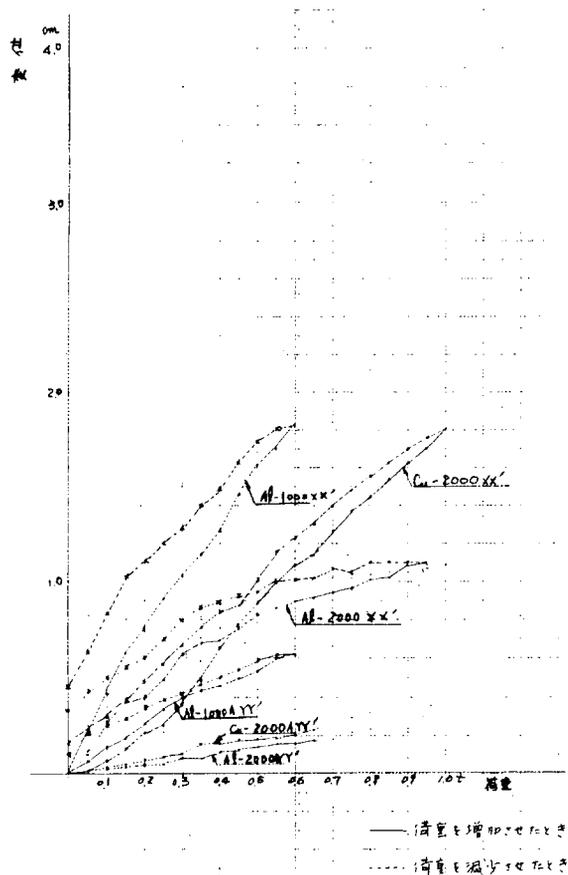
(c) 測定結果

試供品の曲げ試験終了後の耐圧，絶縁抵抗は，

耐圧 (2,200 Vで1分間)..... 各バスダクト異常なし

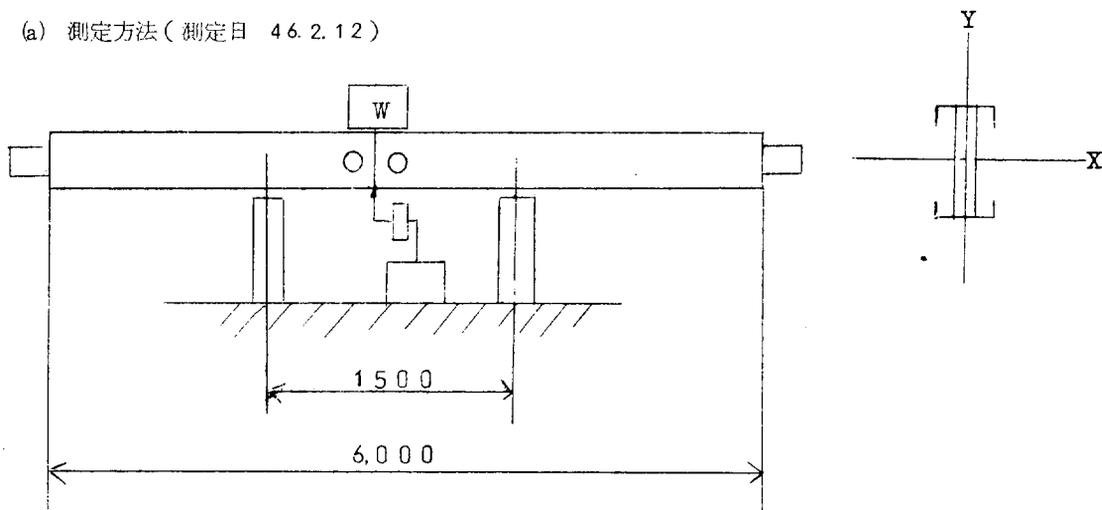
絶縁抵抗 各バスダクト 1,000 $\mu\Omega$ 以上





(2) S型バスダクト曲げ試験

(a) 測定方法 (測定日 46.2.12)



3mバスダクト2本を適正締付トルクで接続し、接続部を中心1,500mmの支点上におき、中心に荷重をかけダイヤルゲージにてバスダクトのたわみを測定する。

バスダクトの荷重方向はX軸、Y軸の2方向を行なった。

荷重を除きバスダクトを2本接続した状態で耐圧テスト(2,500V5分)と絶縁抵抗測定(500Vメガー)を行なった。

(b) 測定結果

耐圧(2,500V5分) 各バスダクト 異常なし
 絶縁抵抗 各バスダクト 1,000 $\mu\Omega$ 以上

(ロ) 耐電圧試験

JIS C 3410の6項に準じて250Vケーブルには1,500V、660Vケーブルには2,500Vの60Hz正弦波を15分間印加し、異常の無いことを確認する。なお、2.3芯線については各導体相互および各導体と水の間、多芯線については各導体と水（試験導体以外は一括して水に接続する）の間に加えるものとする。また、試験電圧は約1分間で規定値に達するように徐々に印加する。

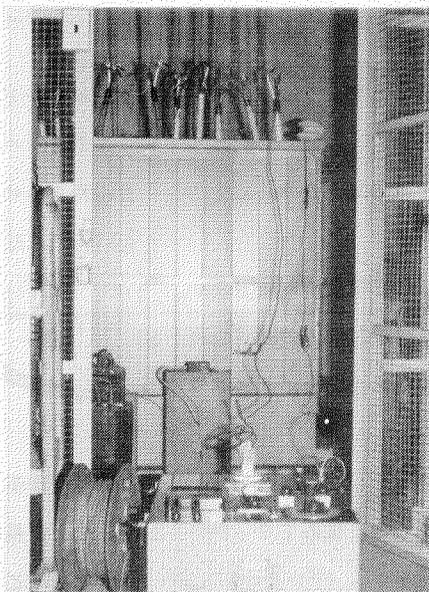


写真 4.5.2 耐電圧試験装置

(ハ) 絶縁抵抗試験

JIS C 3004の9項にしたがい、耐電圧試験後にそのままの状態でのD.C. 100Vで1分間充電後測定した。なお、測定は3芯構造の場合は、1芯導体と2芯接地間を各導体ごとに測定し、多芯構造についても同様に1芯導体と残全芯接地間を各導体ごとに測定した。

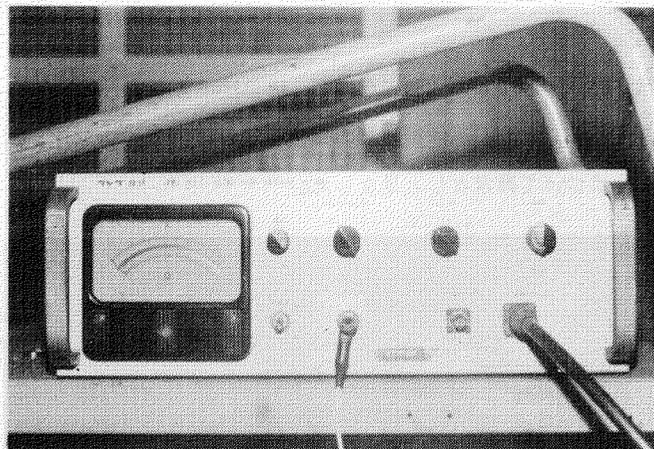


写真 4.5.3 絶縁抵抗測定器

(ニ) 耐炎試験

JIS C 3410の6項にしたがって行ない、接続部が非接続部に比して著しく、その特性が劣ることがないかを確認する。

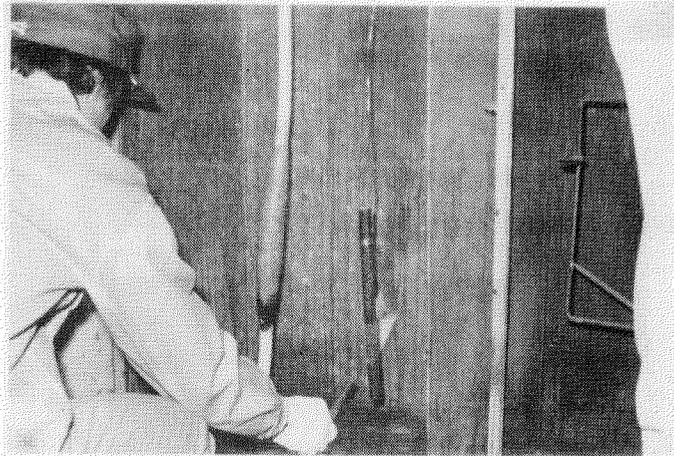


写真 4. 5. 4 耐炎試験

(d) 耐久試験

耐久試験は、接続部試料を浸水状態で導体通電を行なった。この場合、気中部導体温度が80℃となる電流を8時間通電、16時間休止を1サイクルとし6サイクル行ない、評価は(i)、(ロ)、(ハ)項の試験を行ない、接続部異常の有無により行なった。なお、接続部試料は各サイズにより次の3グループに分け、各導体を直列に接続し、通電を行なった。

- グループ 1 TBNC, TBYCY, TBYC-1.0.0 mm²
- グループ 2 TRYC, TBYC, DRYC-1.4 mm²
- グループ 3 MRYC, MRYCY-1.2.5, 2 mm²

グループ3の多芯構造試料については1.25 mm²と2 mm²の直列接続とし、1.25 mm²気中部導体温度が75～80℃となる電流を通電した。

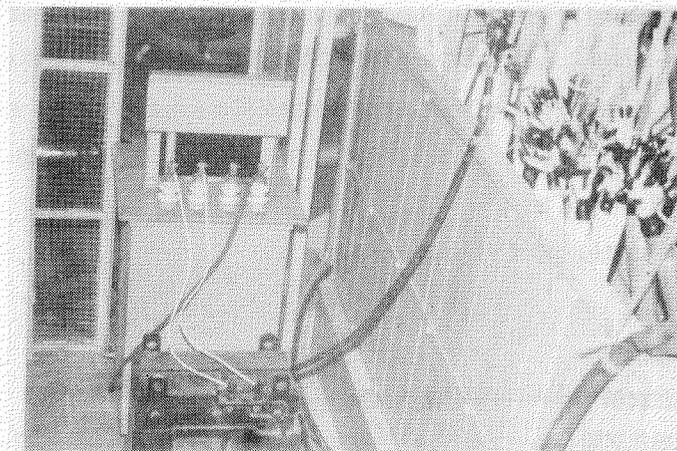


写真 4. 5. 5 耐久試験通電装置

(e) 振動試験

接続部の両端を支持して下記の試験を行なった後、前記(i)、(ロ)、(ハ)項の試験を行ない、異常の有無を確認する。

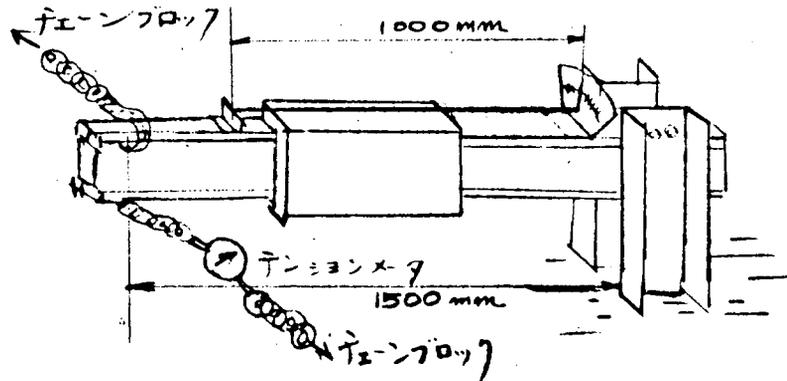
- 1) 共振試験 振動数 1～2.5 Hz 逐次変更
- 振 巾 ±0.24 mm
- 振動方向 2方向 (水平, 垂直)
- 時 間 特に定めない

4.5.8 振り試験

(1) F型バスダクト振り試験

(a) 試験方法

下図のように組んだチャンネルにバスダクトの片端を固定し、片端をテンションメータを通してチェーンブロックで引き振りを与える。まず、試料を10度振り残留変位の測定、絶縁抵抗および耐圧試験に異常がないことを確認する。上記試験を3度行なう。次に振れ角と振りモーメントを求める。



(b) 試料

長さ 1,000 mm

Al 導体	600 A	接続部を含み2本
	1,000 A	"
	2,000 A	"
Cu 導体	600 A	"
	1,000 A	"
	2,000 A	"

(c) 測定結果

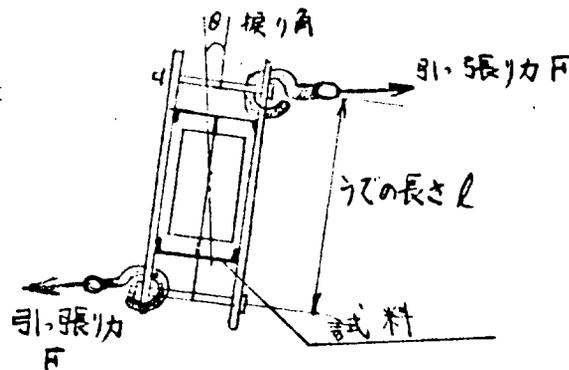
各サンプルの10度振ったときの残留変位はいずれも2~3°であり、絶縁抵抗および耐圧試験には全く異常がなかった。

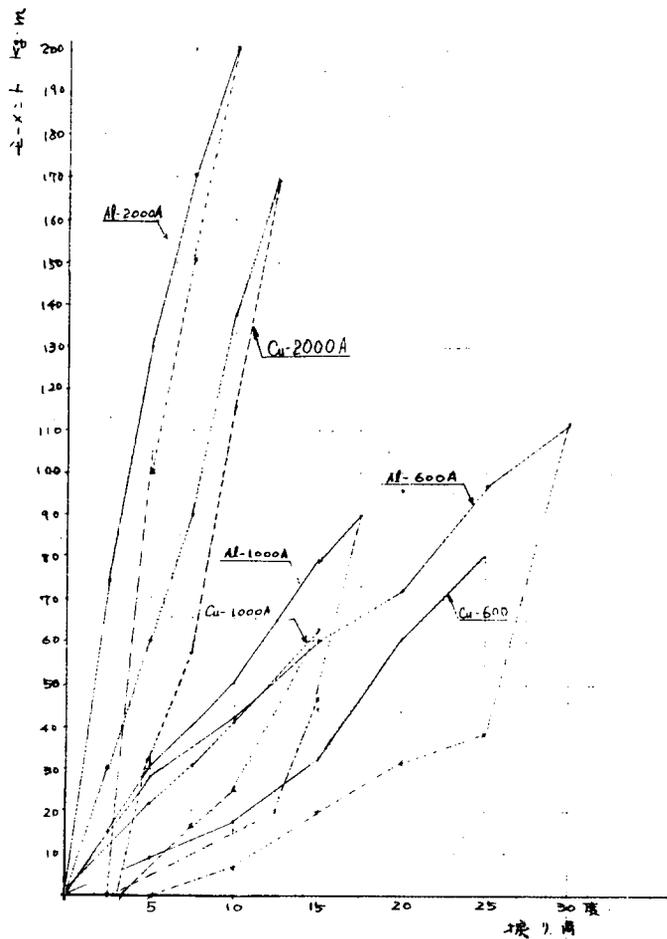
振り角—モーメント

回転モーメントMは

$$M = Fl \cos \theta$$

である。





振りモーメント・振り角

4.5.9 防滴試験

(1) F型バスダクト防滴試験

(a) 試験方法

JIS F 8001「船用電気機器の防水検査」の「第1種散水検査」を行なった後、「NK内規」による絶縁抵抗、絶縁耐圧試験を行ない、これに耐えること、検査方法は、バスダクトを水平に置き、その上方1mよりいずれの方向にも15°ジョロ口を傾けて5分間散水し、内部への浸水の有無を調べる。用いるジョロ口は直径50mmの板に径1mmの穴10個を有するものとし、水頭は0.2mとする。

(b) 試料

接続部を含む 3,000mm×2

Cu 導体 600 A

“ 1,000 A

“ 2,000 A

Al 導体 600 A

“ 1,000 A

“ 2,000 A

(c) 試験結果

1) いずれも浸水の形跡なし

2) 絶縁抵抗値、試験の前後とも無限大

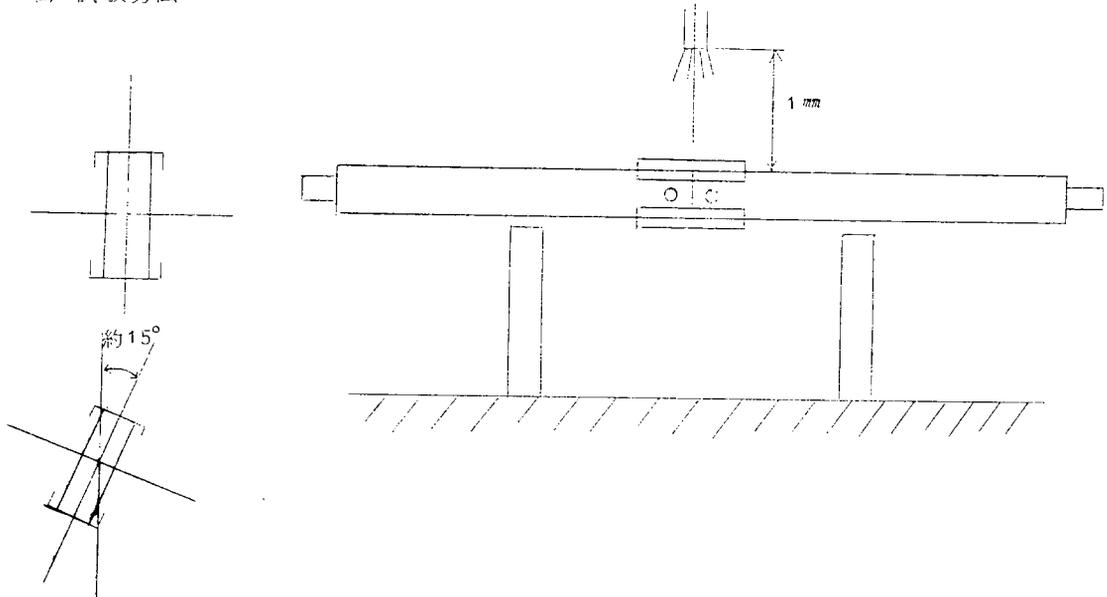
3) 絶縁耐圧試験、試験の前後とも2,200V1分間 異常なし

(d) 参 考

防滴試験後、防噴流試験を行なった結果、接続部のカバーの隙間より、浸水の形跡あり。ただし、絶縁抵抗、絶縁耐圧、両試験値には異常なし。(この試験はCu 導体 1.000A のものについてのみ行なった。)

(2) S型バスダクト防滴試験

(a) 試験方法



上図の状態において接続部上部より「第1種散水検査」による散水を行ない、後耐圧試験(2,500V 5分)と絶縁抵抗測定を行なう。

試験バスダクト 3W 600A (AL)

(b) 試験結果

散水検査

それぞれの状態において各バスダクトとも側面には水滴程度の侵入あり。

ただし、接続部下部は水の侵入あり。

耐圧試験(2,500V 5分)

導体～導体間…………… OK

導体～ケース間…………… OK

絶縁抵抗(500Vメガー)

導体～導体間…………… 1,000 $\mu\Omega$ 以上

導体～ケース間…………… 1,000 $\mu\Omega$ 以上

2) 耐振試験	振動数	15 Hz
	振 巾	± 1.3 mm
	振動方向	2 方向 (水平, 垂直)
	時 間	各方向 1 時間

耐振試験は共振試験に引き続き行なう。

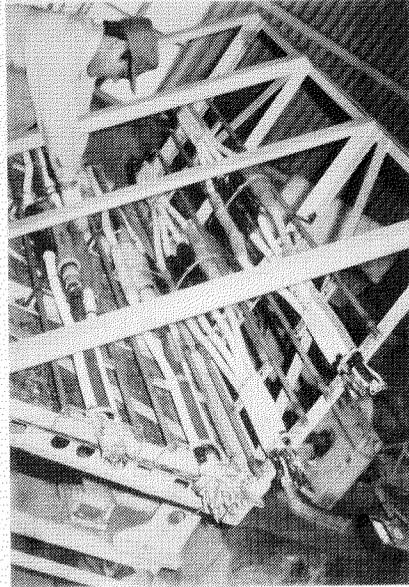
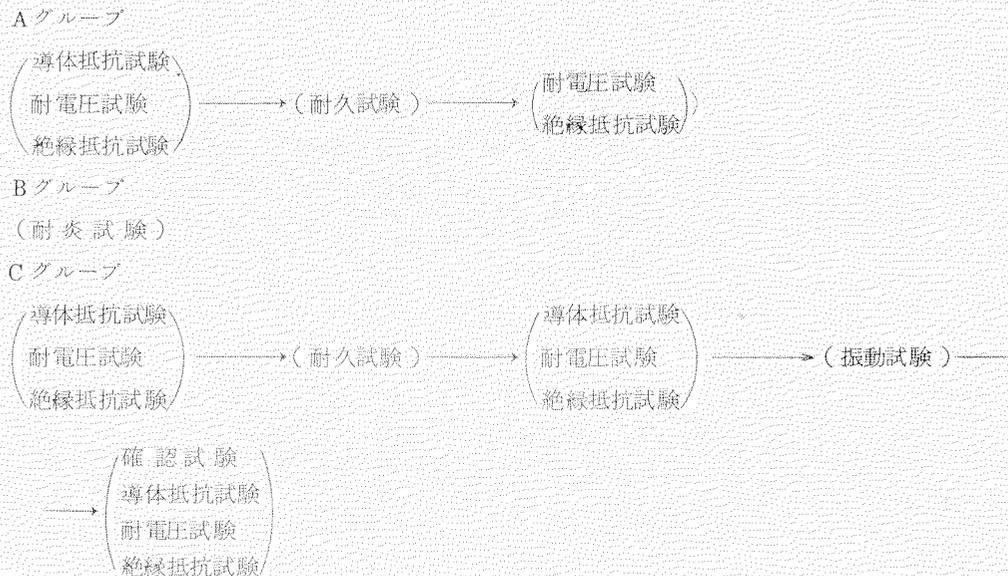


写真 4.5.6 振 動 試 験

(ii) 試験の分担

試験を次の3グループに分け、Bグループの耐炎試験は各ソースの種別ごとに1試料ずつ合計6試料、残り61試料をほぼ2分し、Aグループに32試料、Cグループに29試料を充当した。このことは同じ接続法に対し、4試料ずつA、C各グループの試験を行なったことになる。ただし、試料番号(I, KA-1d-1), (K, SB-1a-1, 2, 3), (K, SB-1b-1, 2, 3)の3種類の接続法に対しては都合により4試料ずつ行なっていない。

各グループの試験内容は下記の通りである。



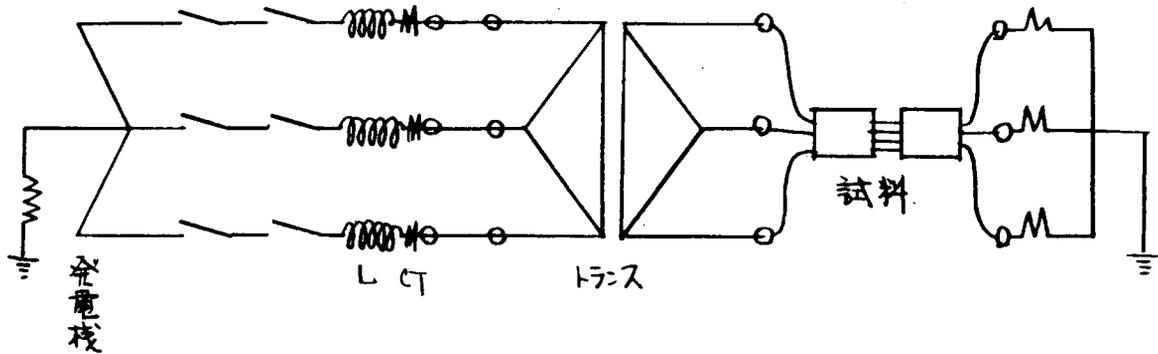
4.5.10 短絡試験

(1) F型バスダクト短絡試験

(a) 試験方法

JIS-C-8364「バスダクトの短絡試験法」により行なった。

全ての試供品は3相短絡とし、非対称短絡電流値は短絡後 $\frac{1}{2}$ サイクルで3相の平均値とする。



短絡電流および通電時間は

試料	短絡電流(非対称)	通電時間	備考
600A Cu	35KA ~ 60KA	7サイクル	破壊点を見る
600A Al	100KA	7サイクル	
1,000A Cu	100KA	7サイクル	
1,000A Al	100KA	7サイクル	

(b) 試験結果

短絡試験成績表

試験研究年月日 46-3-3.4

試験番号	試験条件			試験結果										供試器状況
	バスダクト 規格電流 A	導体 材質	短絡電流 (非対称値) KA	通電 時間 ~	電源 電圧 V	試験 周波数 Hz	短絡値			電流			電 通 時 間 ~	
							相 別	対 称 値 KA	非 対 称 値 KA	平 均 値 KA	直 流 分 %			
												KA		
C-1	1,000	銅	60	6	—	—	R	—	—	—	—	—	—	異状なし
							S	—	—	—	—			
							T	—	—	—	—			
C-2	1,000	銅	30	6	156	50.0	R	30.6	32.7	—	—	27.0	9.30	異状なし
							S	30.4	32.1	34.5	23.5			
							T	29.5	38.7	—	60.0			
C-3	1,000	銅	100	6	408	50.0	R	75.0	78.8	—	—	2.10	6.28	両ダクトの中央部のピスが切斷したりピスの頭がダクトよりすりっぽ抜けたりにより導体が飛び出した。接続部は全く異状なし。
							S	64.0	65.9	77.6	17.5			
							T	67.8	88.8	—	60.0			
D-1	1,000	アルミ ニウム	30	6	163	50.0	R	32.7	34.7	—	—	2.55	6.93	異状なし
							S	36.1	39.1	38.8	29.5			
							T	31.7	42.5	—	63.0			
D-2	1,000	アルミ ニウム	100	6	366	50.0	R	69.3	72.3	—	—	2.10	7.08	異状なし
							S	74.9	81.3	79.3	30.0			
							T	64.4	84.2	—	59.5			
D-3	1,000	アルミ ニウム	100	6	445	50.0	R	89.2	94.8	—	—	2.55	7.05	ダクトの締め付けピスの頭がダクトに少し食い込みダクトの中央部が少しふくらんだ。接続部異状なし。
							S	95.0	102	103	28.0			
							T	85.0	111	—	60.0			

試験番号	試験条件			試験結果										供試器状況			
	バスダクト規格電流 A	導体材質	短絡電流 (非対称値) KA	通電時間 ~	電源電圧 V	試験周波数 Hz	短絡電流 (1/2~後)		非対称電流		短絡電流		通電時間 ~				
							相別	対称値		KA	KA	平均値			KA	%	
								KA	KA			KA					KA
A-1	600	銅	3.5	6	150	50.0	R	31.0	32.3	3.23	20.5	7.72					
							S	35.0	37.5	3.56	27.0						
							T	30.3	37.0	3.70	49.5						
A-2	600	銅	5.0	6	231	49.3	R	48.1	53.5	5.35	34.5	8.34					
							S	54.9	54.9	5.34	0						
							T	46.8	51.8	5.18	33.5						
A-3	600	銅	7.0	6	320	49.5	R	56.6	69.8	6.98	51.5	8.63					
							S	69.6	79.7	7.97	39.5						
							T	60.6	61.2	6.12	10.5						
B-1	600	アルミニウム	7.5	6	333	50.0	R	68.8	70.9	7.09	17.5	7.58					
							S	76.6	90.2	9.02	44.0						
							T	72.3	75.2	7.52	20.5						

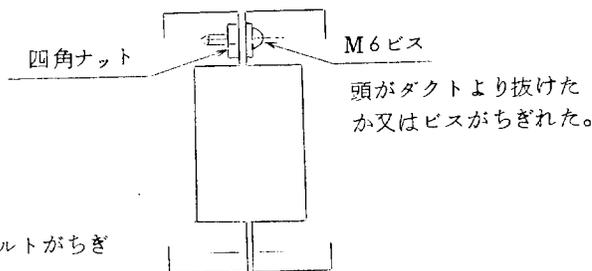
供試器は2台直列接続として試験した。(以下同様)

(c) 考 察

短絡電流による電磁反撥力によりダクトを締め付けてあるM6のビスが引きちぎれたこと、およびビスの頭がダクトよりすっぽ抜けたことが原因で、ダクトが二つに割れ導体が飛び出した。

対策として次のことが考えられる。

1. ビスを太くする。
2. ビス止めピッチをせまくする。
3. ワッシャーを大きく厚くする。



接続部に関しては銅600Aのみ導体締め付けボルトがちぎれたが、その他は全く問題がなかった。

(2) S型バスダクト短絡試験

(a) 試験方法

JIS-C-8364「バスダクトの短絡試験法」により行なった。ただし、今回は単相短絡による方法で行なった。

JISによるバスダクト短絡電流は次の値である。

バスダクト定格電流	試験電流 (非対称実効値)	周波数	通電時間
600 A	25,000 A	50 or 60 Hz	6 サイクル
1,000 A	25,000 A	50 or 60 Hz	6 サイクル
2,000 A	75,000 A	50 or 60 Hz	6 サイクル

(b) 試 料

バスダクト	導体寸法	ケース板厚	組立ビス	補 強 度
3W 600A Al 3m×2	6×65 ^{mm}	1.6 ^{mm}	M6	1.6t 補強板両端のみ
3W 1,000A Al 3m×2	8×100	1.6	M6	1.6t 補強板 395mm ピッチ
3W 2,000A Al 3m×2	10×175	1.6	M6	2.3t 補強板 300mm ピッチ 一部 490mm ピッチ
3W 600A Cu 3m×2	6×40	1.6	M6	1.6t 補強板両端のみ
3W 1,000A Cu 3m×2	6×90	1.6	M6	1.6t 補強板両端のみ
3W 1,000A Cu 3m×2	6×90	1.6	M6	1.6t 補強板 395mm ピッチ
3W 2,000A Cu 3m×2	8×150	1.6	M6	1.6t 補強板 300mm ピッチ 一部 490mm ピッチ

(c) 試験結果

試料	オシロ№	波高	非対称実効値	写真№	BDの状態
3W 600A 3m×2本 (Al)	5070	52,600 ^A	30,600 ^A		OK
	5071	89,000	52,700		側面ケースビス周辺鉄板変形, その他異状なし
	5072	153,600	90,300		破壊。ただし, ジョイント部は異状なし。絶縁物がビスの引っかかりより破損
3W 1,000A 1m×2本 (Al)	5081	52,600	30,400		OK
	5082	97,200	56,200		OK
	5083	129,500	74,700		補強板間のBDケース側板が少し変形 
	5084	145,600	84,000		ケース側板変形大
3W 2,000A 3m×2本 (Al)	5085	56,600	32,650		OK
	5086	97,100	56,200		OK
	5087	125,300	72,400		OK, 側板ビスマルミ少しあり
	5088	153,800	88,900		補強板300mmピッチ部OK, 495mmピッチ部側板少し変形
	5089	194,000	112,000		補強板300mmピッチ部側板少し変形, 495mmピッチ部補強板飛ぶ, 側板
3W 600A 3m×2本 (Cu)	5073	52,500	31,100		OK
	5074	89,000	52,600		側面ケースビス周辺鉄板変形, その他異状なし
3W 1,000A 3m×2本 (Cu)	5075	56,600	33,200		OK
	5076	101,000	57,100		側面ケースビス周辺鉄板変形, その他異状なし
3W 1,000A 1m×2本 (Cu)	5077	56,600	32,800		OK
	5078	97,100	56,200		OK
	5079	121,400	70,200		側板  補強板との間で変形
	5080	145,600	84,000		側板変形大, 補強板変形, 側面ビス切断, BD破壊
3W 2,000A 3m×2本 (Cu)	5090	92,900	53,700		OK
	5091	133,500	72,400		補強板300mmピッチ部OK, 495mm部側板変形小
	5092	157,800	91,000		補強板300mm側板変形小, 495mm側板変形大
	5093	186,000	107,400		BD破壊

各バスダクト共通事項

- ※ バスダクト接続部は異状なし。
- ※ 絶縁物の厚さ変化はなし。
- ※ 端部パー出し部の短絡導体部の絶縁物損傷なし。
- ※ BDによっては端部ハウジングビス部にアーク発生, 過電流によるものと思う。

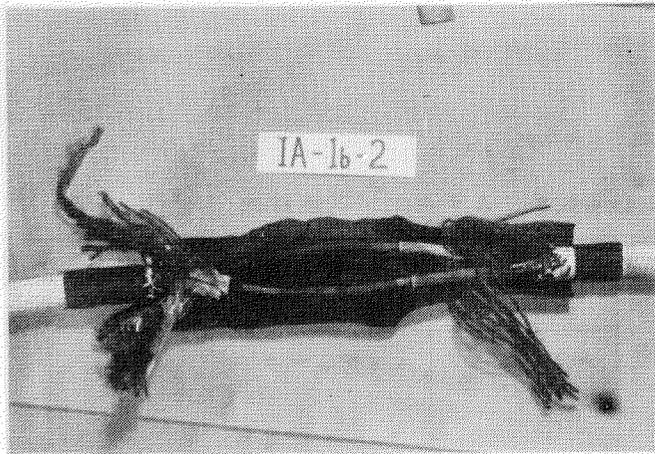


写真 4. 5. 7
IA-1b-2
耐電圧試験で
不良となった。
浸水が原因。

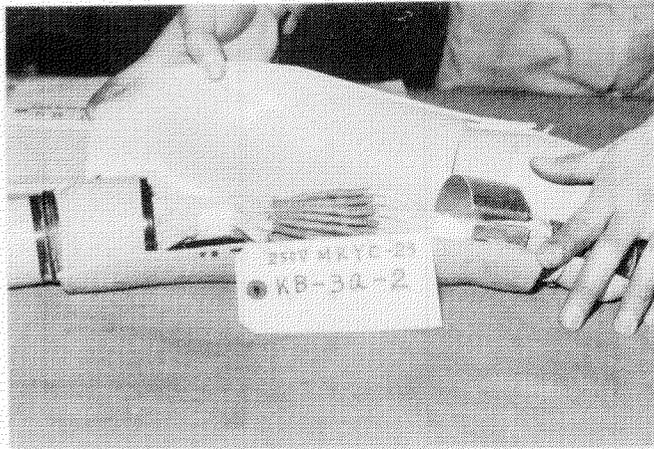


写真 4. 5. 8
KB-3a-2
耐久試験後の
耐電圧試験で
不良となった。
浸水が原因。

(ロ) Bグループ

1) 試験結果

規格：炎が試料の頂点まで達しないで、途中で消えること、かつ、冷却後において電線の定格電圧の2倍の交流電圧に1分間耐えること。

表 4. 5. 9 試験結果

試料番号	炎をとり去った後 燃焼した時間(秒)	判 定	写 真	
			燃 焼 時	炎をとり去った後
IA-1b-1	0	○	5.1	5.2
KA-1c-1	0	○	5.3	5.4
KB-1a-1	15	○	5.5	5.6
IB-2a-1	消えず	×	5.7	5.8
SB-3a-2	45	○	5.9	5.10
IB-3b-1	0	○	5.11, 5.12	

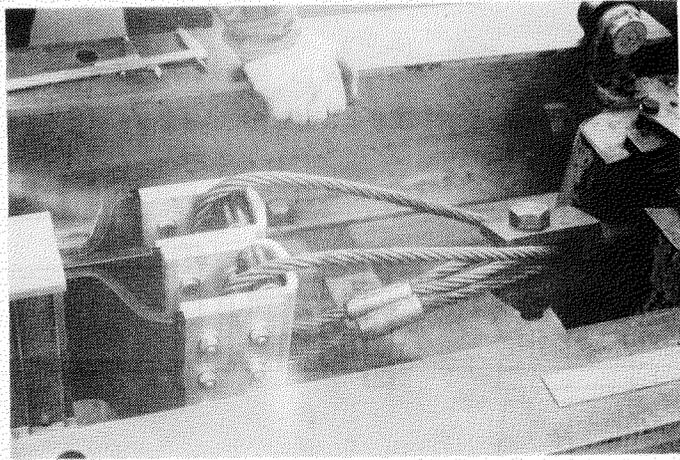
(註) 試験方法

JIS C 3410-1966 (船用電線) 6.7 耐炎試験による。

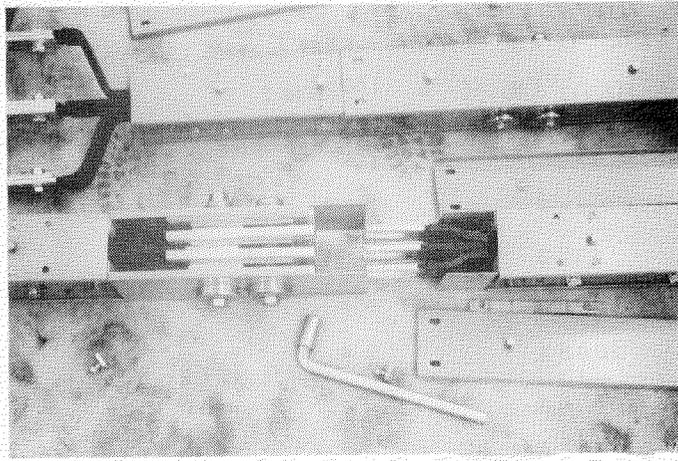
$$t = 10 + \frac{W}{50}$$

t : 炎をあてる時間(秒) W : 試料の重量(g) 接続部を含む

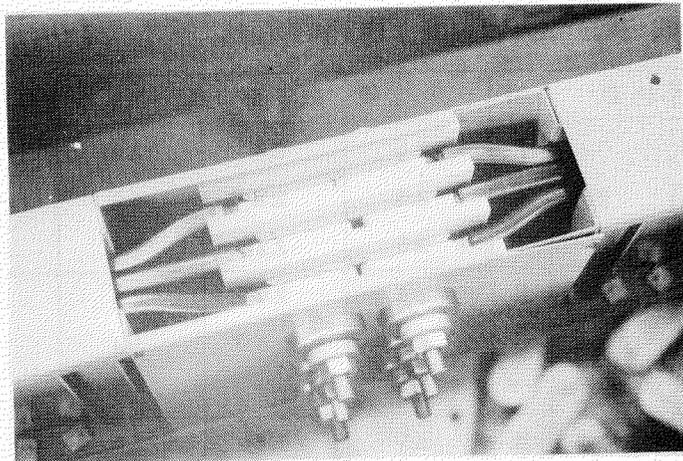
S型バスケット引張り試験



(1)



(2)



(3)

4.6 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

概 要

オイルタンカーの船内繊装工事のうち60～70%の割合を占めると言われる配管工事は、管一品図の調整、管形状の数値表示等工作図面の改良、ユニット繊装・ブロック繊装等新しい工法の開発等によって急速に合理化が進められてきた。しか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、あるいは、管配置芯出精度等に当然限界があるため、ブロック接手部、船殻構造貨通部、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あるいはフレキシブルジョイントの採用により

- 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。

まず、ディープ・サーベイの結果、明らかにされた有効適用範囲の中から下表に示すような4項目を選び、適用

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 ユニット間の継手	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 バラスト管, 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 ユニット間の継手	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 バラスト管 (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 ユニット間の継手	型式, 材質, その他 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 ハッチカバ駆動 油圧管 甲板補機用陶土管	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

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抽出。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、将来採用時までの採算性の検討等を行なった結果、下記の点が明らかとなった。

- 1) ①②項の中で、小径(100A以下)、低圧(10Kg/cm²以下)の場合は、すで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式フレキシブルパイプについては管系統、常用圧力、使用区画、取付作業性等の要求性能によ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) ②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(③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、疲労等による耐用年数
- 安全上の問題(信頼度)
- 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(④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、管系により直ちに採用化が可能である。また、50A~200Aについても現場装着用治具の研究により、同様の使用効果が得られると思われる。

以上述べたように項目によって実用段階までの調査、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り、現場配管工事の省力化効果を詳細かつ総合的に検討するに至っていないが、概略

- 径; 125A以下 圧力; 10Kg/cm²以下

清水管、海水管	200型オイルタンカーにおける
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/cm²

高圧油圧管	200型オイルタンカーにおける
	予想適用箇所 約200本/船

が採用可能であり、今後さらに下記の調査、研究をすすめることにより、大きく省力化に寄与することができる。

- 1) フレキシブルパイプを有効に利用できる管配置の研究
- 2) 現場配管作業性向上のための長さ調整方法の改善研究
- 3) 製品ごとの基本管長に対する標準偏芯量、標準伸縮量等の調査
- 4) 耐用年数に対する資料整備のための長期にわたる実用製品の追跡調査
- 5) ナイロン系ホース、銅合金系管等新製品、新しい利用技術の開発
- 6) 標準化、量産によるコストの低減方法の検討

4.6.1 まえがき

繊装工事省力化の一手段としてフレキシブルパイプおよび同ジョイントを船内配管のどのようなところに採用すれば最も効果があるかを明らかにするため、造船各社を対象にアンケート調査を行なった。その結果、4.6.2

項に示すような研究項目および要求性能が明らかとなり、これらを実用化するため、フレキシブルパイプおよび同ジョイントの専門メーカーと共同して既存製品の中から適用条件を満足させるゴム系およびメタル系のフレキシブルパイプおよび同ジョイントの調査を行ない、これら製品の試験をすすめると同時に採用による効果が大きいと見なされる管系統に適合する新製品モデルの試設計および諸試験を行なった。

4.6.2 研究項目および要求性能

(1) 研究項目一覧表

グループ	研究項目	適用管系統	使用区画	仕様	備考
A	フランジレス ホースアッセンブリー 試作・試験	清水管 飲料水管 海水管 排水管	居住区 機関室	呼び径 15~50 呼び圧力 10Kg/cm ² 呼び径 65~125 呼び圧力 5Kg/cm ²	本文4.6.6項 参照
B ₁	フランジ付 ホースアッセンブリー (I) 試作・試験	清水管 飲料水管 海水管 排水管	居住区 機関室	呼び径 15~50 呼び圧力 10Kg/cm ² 呼び径 65~125 呼び圧力 5Kg/cm ²	本文4.6.3項 参照
B ₂	フランジ付 ホースアッセンブリー (II) 試作・試験	清水管 海水管	甲板曝露部	呼び径 65~125 呼び圧力 { 5Kg/cm ² 10Kg/cm ²	本文4.6.4項 参照
B ₃	フランジ付 ホースアッセンブリー (III) 試作・試験	海水管 清水管 ビルジバラスト管 冷却水管 蒸留水管	機関室	呼び径 65~125 呼び圧力 5Kg/cm ² 10Kg/cm ²	本文4.6.5項 参照
C	クランプ式 ホースアッセンブリー	清海水管 ビルジバラスト管 冷却水管 蒸留水管	居住区 機関室 甲板曝露部	呼び径 65~100 呼び圧力 10Kg/cm ²	本文4.6.7項 参照
D	フランジ式 ゴムホース (中径用)	清海水管 ビルジバラスト管 冷却水管 蒸留水管	機関部 甲板曝露部	呼び径 150~250 呼び圧力 { 5Kg/cm ² 10Kg/cm ²	本文4.6.8項 参照
E	フランジ付 ゴムホース (大径用)	貨物油管 ストリッパ管 バラスト管	甲板曝露部 ポンプ室	呼び径 300~800 呼び圧力 16Kg/cm ²	本文4.6.9項 参照
F	メタルホース	清水管 飲料水管 蒸留水管 温水管 蒸排気管	居住区 機関室	呼び径 15~250 呼び圧力 { 5Kg/cm ² 10Kg/cm ²	本文4.6.11項 参照
G	高圧ゴムホース	油圧駆動管	貨物タンク内 甲板曝露部 ポンプ室	呼び径 12 呼び圧力 70Kg/cm ²	本文4.6.10項 参照

(2) 造船所としての要求性能

ディープサーベイ結果を参照し、現場型合せ管、現場型取管の代替として使用するフレキシブルパイプおよび同ジョイントの仕様を次の通りとした。

(a) 伸縮・吸収性能

(現場取付誤差吸収のため、ホース長さ 600~1,200mm で次の性能を有すること)

- 1) 長さ方向 $\pm 50\text{mm}$
- 2) 管軸芯直角方向(オフセット) $\pm 50\text{mm}$

(b) 耐圧力

15A ~ 50A	}	5 Kg/cm ² および 10 Kg/cm ²
65A ~ 250A		
300A ~ 800A		16 Kg/cm ²
9A ~ 15A		210 Kg/cm ² (高圧油圧ホース)

(c) 現場取付作業性のよいこと。

すなわち、人力および簡易治工具で取付け可能なこと。

(d) 耐火気、耐熱性(ゴム系の場合)

火気を使用する船内にて有害な影響を受けないこと。難燃性を有すること。100℃で使用可能なこと。

(e) 耐油(原油、重油、軽油、潤滑油)、耐水、耐海水性を有すること。

(f) 耐候性を有すること。

(g) 耐久性、安全性、信頼性を有すること。

(h) 経済的に将来採用見込みのあること。

(i) 経年変化(老化)が特に問題にならないこと。

4.6.3 フランジ付ホースアッセンブリー (I)

(1) 製品の要求性能

ホース、ニップルおよびクランプは米国 Military の規格にもとづき製作されたものであるので、その規定にしたがう。

これらの製品は現場組立を目的としているので、組立品の用途、すなわち、常温における燃料、潤滑油、清水、海水、アルコール不凍液等の低圧ラインの要求に合致するように個々の部品に要求性能が定められている。

(a) クランプ

AN 737 規格による寸法、形状、サイズの規定にしたがう。

(b) ニップル部

AND 100 58 規格による寸法の規定にしたがう。

(c) ホース

MIL-H-6000 による要求性能の規定による。

主な性能は次の通りであり、寸法等は(2)項参照。

(i) 構造

ホースはチューブ、補強層、カバーよりなり、チューブはシームレスの押し成形による滑らかな面のものであり、厚さ 1% 以上。

補強層は十分な接着力をもつ一層以上のもの、カバーは耐候性のあるものであり、ゴム材は上記用途に

適するものである。

(ii) 寸法公差

サイズ	内径公差	外径公差
～-12	±0.4%	±0.8%
～-16	±0.8%	"
-16以上	"	±1.6%

(iii) 伸び

保証圧力（最高常用圧力の2倍）にて長さ変化10%以下。

(iv) 疲労度

次の条件にて規格値に対して50%、試験前の値の40%以上の耐圧低下のないもの。

(i) 周囲温度60℃、エチレングリコールまたは潤滑油を16時間流し、8時間保つ、このサイクルを合計200時間。

145℃のエチレングリコール=1時間、122℃の潤滑油=2時間、25 in-lbsにて(a), (b)の金具で締付けたものに5 Kg/cm²を加える。

(ii) エチレングリコール 145℃にて50時間連続循環。

(v) 曲げ時のつぶれ

最小曲げ半径（≒内径の12倍）にてホース外径は75%以上つぶれないこと。

(vi) 保証圧力

最高常用圧力の2倍の圧力においてホース外面から油のにじみ等の漏れのないこと。

(vii) 低温性

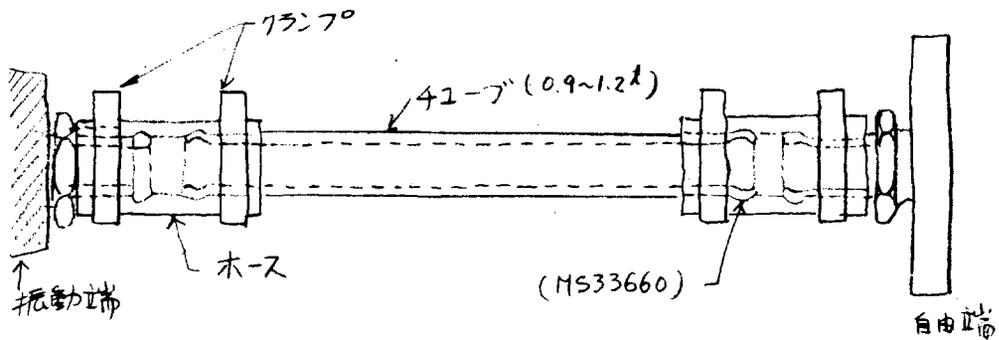
-40℃において外径の10倍の径に急激に曲げてもチューブ、カバーにクラックの生じないこと。

(d) クランプを主とした締付トルクとシール性能

(i) 振動試験での耐久性が要求される。

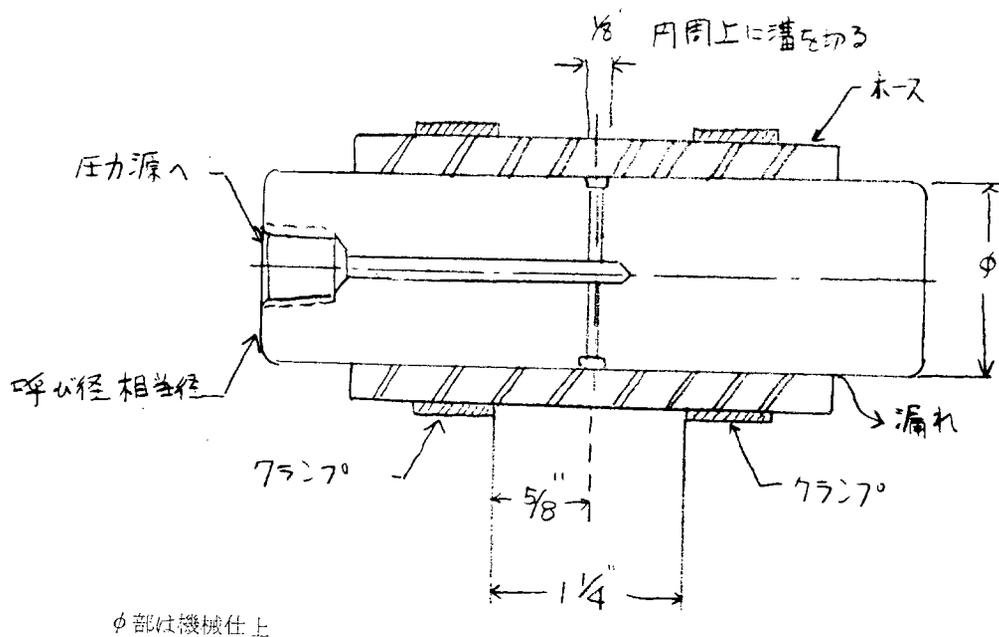
(1) 25 in-lbsで、下図の通りの状態に取り付け、135℃において3.5 Kg/cm²圧力を加えたまま6.3%振幅、1,800 cpmの振動を25時間加えたのち、15 in-lbsにゆるめてもシール性がなくてはならない。

(2) 振動試験時の形状



(ii) 締付トルクと漏洩との関係

(1) 試験方法



φ部は機械仕上

(ロ) トルクと漏れ

1Kg/cm² = 14.2 psi

(参考) 呼び径	ホースとクランプの組合せ		漏洩する圧力 psi	
	ホースのサイズ	クランプの呼び径(インチ)	トルク20in-lbsのとき	トルク40in-lbsのとき
	-5以下	3/4以下	600	600
6	~	13/16 ~ 61/64	470	600
10	-8	61/64	350	600
	-10	1-5/64	280	350
15~20	-12~-16	1-7/32 ~ 1-15/32	235	350
25	-16	1-15/32	175	350
32	-18~-20	1-45/64, 1-57/64	150	300
	-22~-24	2-1/64, 2-9/64	150	300
40	-28	2-25/64	125	250
50	-32	2-41/64	125	250
	-36	2-29/32	100	200
65以上	-40~以上	3-5/32以上	100	200

(2) 製品の仕様

前記要求性能において確認済のホースおよびニップル、クランクの形状をもって船舶用の配管用継手として JIS フランジと組合せたものとして下記のものを設定した。

これらはホースと金具の組立方式は前記の規格に準じており、その性能も何ら変るところのないものである。しかし、船舶としての要求条件が前記の要求値で十分かどうかの確認を行なう必要がある。

(a) 図 4.6.1 (H1222B)

(i) ※※ 5Kg/cm², 10Kg/cm²用ホース・アッセンブリー(※のホースの使用圧とフランジ圧により区別)

(ii) JIS. 5Kg/cm²用フランジ付

- (iii) 呼び径とパイプ寸法に金具の内径および肉厚を合す。
- (iv) したがって、ホースサイズが1サイズアップとなる。
- (v) 長尺で使用するにはむかない。

(b) 図 4.6.2 (H1222A-1)

- (i) $5\text{Kg}/\text{cm}^2$, $10\text{Kg}/\text{cm}^2$ 用ホース・アッセンブリー (ホースの使用圧とフランジ圧により区別)
- (ii) JIS. $5\text{Kg}/\text{cm}^2$ 用フランジ付
- (iii) 呼び径のパイプ内径にホース内径を合す。
- (iv) したがって、金具内径が若干絞られる。
- (v) パイプラインとして考えるとき、金具の絞りは無視し得る。
- (vi) ホース・アッセンブリーの一般的なもの。

(c) 図 4.6.3 (H1222A-2)

- (i) $5\text{Kg}/\text{cm}^2$, $10\text{Kg}/\text{cm}^2$ 用ホース・アッセンブリー (ホースの使用圧とフランジ圧により区別)
- (ii) $5\text{Kg}/\text{cm}^2$ 用小型フランジ付
- (iii) 呼び径のパイプ内径にホース内径を合す。
- (iv) 金具材質を銅合金で統一し、汎用性をもたす。
- (v) フランジを遊動型にし、装着上の利点を考える。
- (vi) ホース・アッセンブリーとして一般的なもの。

(d) ホースの特徴と選定

- (i) ホースの省力化への利用という前提にたち、組立において現場作業が可能なこととして
 - (イ) ナイフにて切断できる。(ワイヤなし)
 - (ロ) 金具取付が容易である。(ニップル)
 - (ハ) 締付が容易である。(クランプ)
 - (ニ) 曲げやすい。
- (ii) 使用条件に合致することとして
 - (イ) 5 , $10\text{Kg}/\text{cm}^2$ の使用圧力に耐えるもの。
 - (ロ) 耐蝕, 耐候性のあるもの。
- (iii) 取替等の修理が容易なこと。

以上の(i), (ii), (iii)の点からここであげたホース (MIL-H-6000)を選定した。

(e) 3種類のフランジ型組立品について

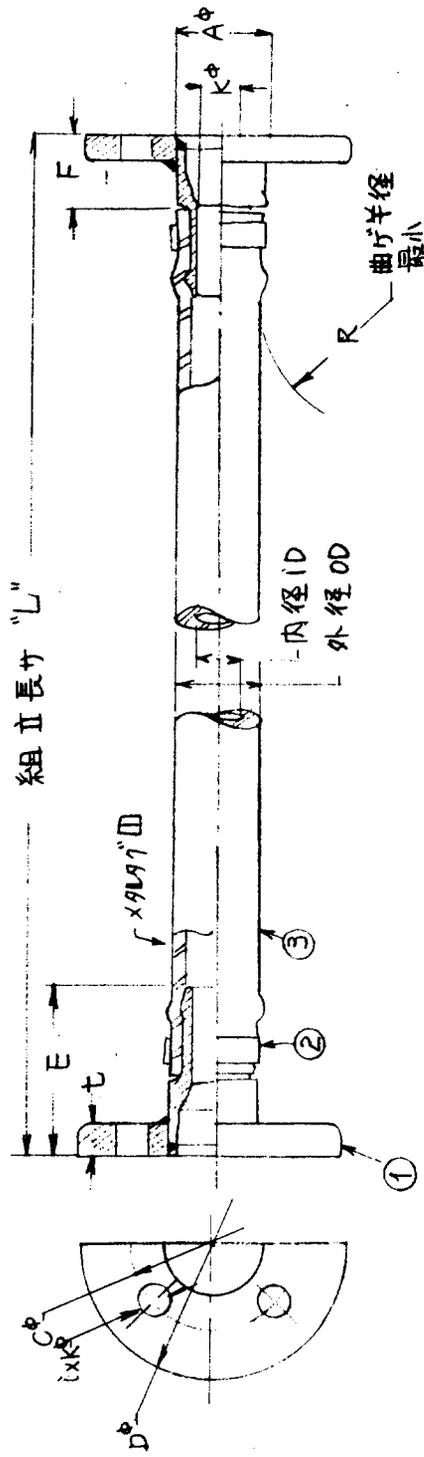
- (i) 現在のパイプ間継手としてただちに置き換えるものとして、フランジ継手を選んだ。
フランジ以外の接続形式の組立品も考えられるが、ここではとり上げないことにした。
- (ii) 特に供試品製作にあたって、現在定められている仕様
 - (イ) 金具に絞りがなくこと。
 - (ロ) 金具の肉厚はパイプと同程度のこと。
 - (ハ) JIS. フランジによること。

にしたがい、図 4.6.1 (H1222B)型の金具寸法により試作を行なうこととした。

(3) 試験の結果

ホースおよび金具類の寸法形状および組立品の性能については(1)項、要求性能の内容においてすでに確認済であるので、ここでは、その性能確認は省略し、製品検査として従来行なっている事項と作業性への検討をす

呼び径	組立番号	ホースサイズ	D	C	t	i × Kφ	A	K	E	F	iD	OD	最高常用圧力		'L'
													ホース	組立品	
15	H1222A-15	-12	80	60	9	4-11	2.17	13	65	27	19.0	278	20	5	300
20	-20	14	85	65	10	4-11	2.72	17	65	27	22.2	310	17	5	300
25	-25	16	95	75	10	4-11	3.40	20	65	27	25.4	340	17	5	350
32	-32	20	115	90	12	4-15	4.27	25	65	27	31.8	429	17	5	350
40	-40	26	120	95	12	4-15	4.86	35	77	39	41.3	524	14	5	400
50	-50	32	130	105	14	4-15	6.05	43	77	39	50.8	619	11	5	400
65	-65	40	155	130	14	4-15	7.63	55	77	39	63.5	746	7	5	400
80	-80	48	180	145	14	4-19	8.90	68	77	39	76.2	873	7	5	400
90	-90	56	190	155	14	4-19	10.16	79	114	36	88.9	1016	6	5	500
100	-100	64	200	165	16	8-19	11.14	90	114	36	101.6	1143	5	5	500
125	-125	80	235	185	16	8-19	13.98	114	125	39	127.0	1460	5	5	500

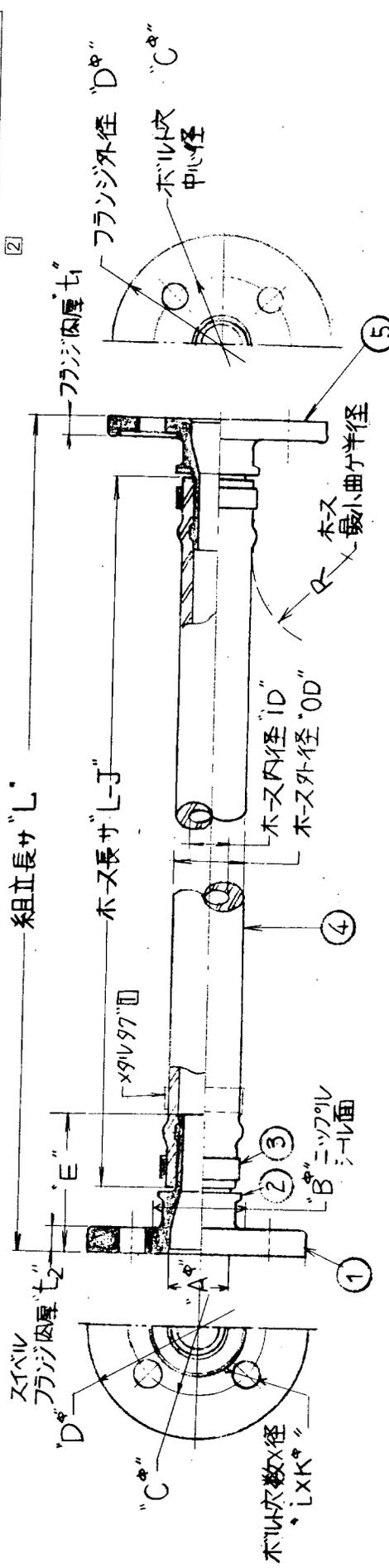


7. 使用流体：燃料，潤滑油，不凍水
6. 使用温度：-40℃～(100℃)
5. 試験圧力：フランジ呼び圧ノ2倍(10Kg/cm²)
4. 組立長さ公差
組立長さノ1%以内
3. サイズ-56以上ハ2連ノクランプ縮トスル
2. 組立長さハ'L'以上トシ，50%区切ヲ標準トスル
1. 表示ハメタルタグニテ行ウ
商標，組立番号，組立年月，ホース製造年四半期，試験圧力

1	3	ホース	H100	サイズ	合成ゴム	
2	2	クランプ	H1717	サイズ	SUS-27	
2	1	ニップル	H1229A	サイズ	SS41	曲鉛メッキ
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 4. 6. 2

A 呼び径	組立番号	ホース サイズ	B	C	D	E	t ₁	t ₂	i x K	iD	OD	J	R	最高常用圧力 ホース組立品	ホースの 最小破壊圧	L<以上> 組立最小長さ	Kg/m ホース重量	Kg 金具重量
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



7. 使用流体：燃料，潤滑油，空気，清水，塩水，不凍水，ソノ他
8. 使用温度：-40℃～(100℃)
9. 保証圧力試験ハフランジ呼び圧ノ2倍<10Kg/cm²>デ行ウ
10. 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
11. サイズ-56以上ハ2連ノクランプ縮トスル
12. 組立長さハ組立最小長さ以上トシ，長さハ50%区切ヲ標準トスル
13. 表示ハメタルタグニテ行ウ

製造会社商標，組立番号，組立年月，ホース製造年四半期，試験圧力

1	フランジニップル	H1229-5-サイズB	BC3																
1	ホース	H100-サイズ																	
2	クランプ	H1717-サイズC																	
1	ニップル	H1229-サイズB																	
1	スリーブフランジ	H1760-5-呼び径B																	
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

図 4. 6. 3

ることとした。

(a) 製品検査

呼び径	部品番号	数量	外観	寸法	水圧検査
15	H1222B-15	1	良	良	10Kg/cm ² ×10分異常なし
25	" --25	1	"	"	"
40	" --40	1	"	"	"
50	" --50	1	"	"	"
100	" --100	1	"	"	"

(b) 組立作業性

	工程	要具	準備作業	時間※	要点
1	ホース切断 端末仕上	ナイフ(30cm) (水)	寸法測定	1~2分	直角切断
2	ニップル組込 角度調整	~	角度調査	5~6分	ニップルの潤滑 (水)
3	クランプ取付 締めあげ	ドライバー ボックスレンチ	~	5~6分	締付トルク クランプ位置

※呼び径 50 で検討値
呼び径 100 で約 2 倍

(4) 問題点と使用効果

(a) 取扱い上の注意

(i) 適切な保管(ゴムホース)

- (イ) 温度、環境：屋内、常温がよい。
- (ロ) 積み重ね、巻きあげ：ホースを潰さぬ程度。
- (ハ) 溶剤等：ペイント類と引き離す。
- (ニ) 長期ストック：3年未満に使用するのが通例。

(ii) 適応性の確認

鋼管等と比べ許容範囲が限られるので使用条件が合ないと損傷が出やすいから注意を要する。
特に温度と圧力。

(iii) 使用環境

柔軟なものであるため、次の注意を要する。

- (イ) シャープエッジに接触しない。
- (ロ) 長尺の場合適切な支持具を要す。
- (ハ) ナイフ等で傷を付けないこと。

(iv) 性能上の管理

ゴム部品のため経年劣化をするので管系統によっては、定期管理を要す。

(v) 取付上

ねじり、折り曲げ等のむりな配管をさけなければならない。

(b) ホース呼び径とパイプ呼び径

ホース呼び径とパイプ呼び径とは現状においては、根本的にマッチしていない。

したがって、同径のホースで連結するとき、金具内径部に若干絞りが生ずる。省力化のためのフレキシブ

ル・ホースとして数量とかみ合せて、パイプ外径に合せたホースを製作すべきか、または、性能的にラインに絞りがあってはならないものか、今後十分に検討の上、決定してゆかねばならない大きな問題である。

(c) 使用効果として次の点があげられる。

- (i) 組立後の後加工不要（鋼管のメッキ塗装のごとき後加工）。
- (ii) 耐蝕性に富む。
- (iii) 長さ、変位を含む調整が可能につき、配管作業の最終段階での工程で接続可能。
- (iv) 配管系の防振が得られる。

4.6.4 フランジ付ホースアッセンブリー（Ⅱ）

(1) 研究目標

(a) 基本的な考え方

従来の機能的要求（使用中の振動、伸縮の吸収）にもとづく在来品にとらわれないうで、取付作業性の良い、また、製作容易な新製品の開発の可能性と効用について研究する。

(b) 研究目標

(i) 要求性能の設定

- 1) 使用圧力 $5\text{Kg}/\text{cm}^2$, $10\text{Kg}/\text{cm}^2$
- 2) 使用温度 $-30^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$
- 3) 長さ方向および管軸芯に対して直角方向に $\pm 50\text{mm}$ 程度の可撓性を有すること。
- 4) 清水、海水、汚水、潤滑油などに使用可能なこと。
- 5) 適当な耐久性を有すること。
- 6) 耐候性を有すること。
- 7) 取付作業性の良いこと。

(ii) 対象とする使用範囲

1) 居住区画

ブロック継手部、鋼壁貫通部、ユニット、機器との取合部

2) 甲板曝露区画

上記に準ず

3) 機関室区画

上記に準ず

(2) 研究、試験等の経過と結果

(a) 研究用モデルの計画の要点

- (i) フレキシブルホースの補強層は将来の量産化を考慮して、極力製作に人手を要しないものとする。
- (ii) 在来品のごとく、使用中の振動、吸収を特に必要としないという観点から製作仕様を研究すること。
- (iii) フレキシブルホース内径は、汎用性をねらって鋼管外径に適合するよう製作することとした。

(b) 研究用モデルの仕様

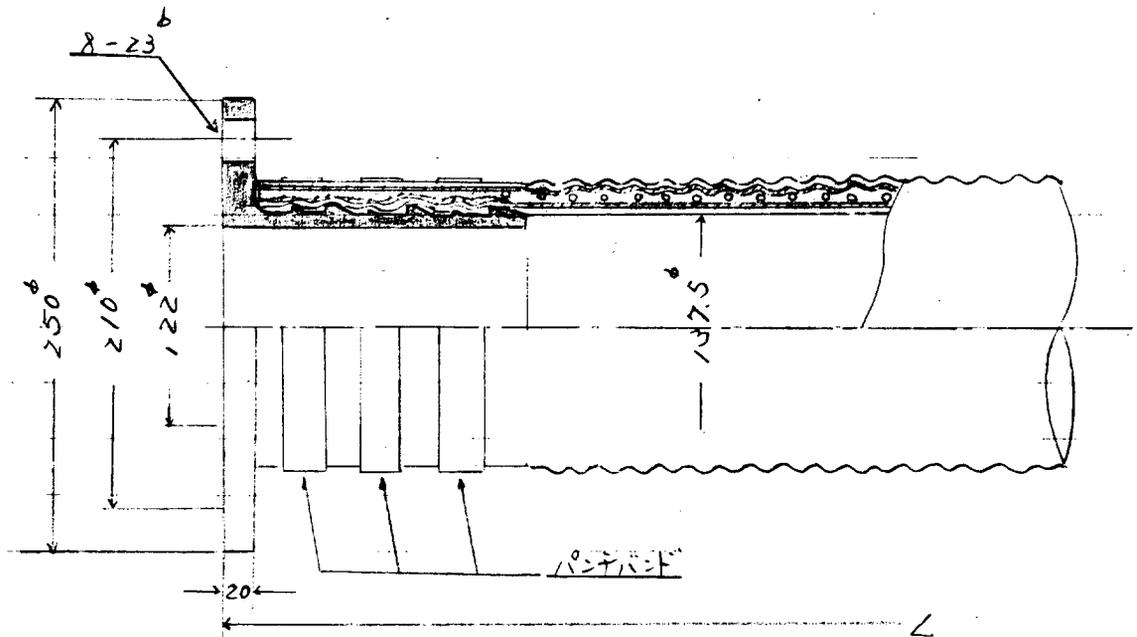
試作番号	呼び径	常用圧力 (Kg/cm ²)	仕様	ホース内径	鋼管の外径
①	125A	10	5P 1W 2P	137.5	139.8
②	"	10	3P 1W 2P	"	"
③	"	5	5P	"	"
④	65A	10	4R/B	73	76.3
⑤	"	10	3R/B	"	"
⑥	"	5	2R/B	"	"

注(1) 呼び径 125Aは図 4.6.4 参照

(2) 呼び径 65Aは図 4.6.5 参照

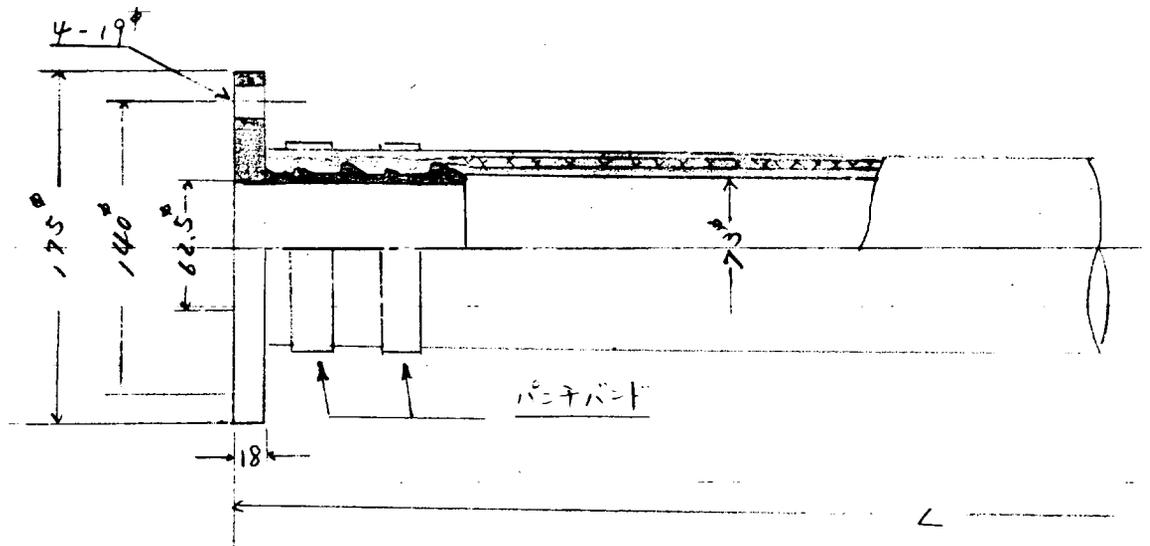
(i) 試作番号①～③は補強層が布巻式のもので、試作番号①は従来からの考え方で設計した仕様で、試作番号②および③は試作番号①より補強層を減らした仕様。

(ii) 試作番号④～⑥は補強層がブレード方式のもので、試作番号④は従来からの考え方で設計した仕様で、試作番号⑤および⑥は試作番号④より補強層を減らした仕様。



試作番号	仕様	全長	外径
①	5P 1W 2P	800	172
②	3P 1W 2P	800	168
③	5P	800	160

図 4.6.4 125A



試作番号	仕様	全長	外径
④	4 R/B	800	94
⑤	3 R/B	800	92
⑥	2 R/B	800	90

図 4.6.5 65A

(c) 研究用モデルの性能試験および結果

以上の目的で製作した研究用モデルのフレキシブルホースについて、下記に示す性能試験を行なった。

(i) 水圧破壊試験

フレキシブルホースの耐圧性を調査するため、水圧破壊試験を行なった。

試作番号	破壊圧力 (Kg/cm ²)	破壊状態
①	44.0	口金具ヌケ
②	38.0	管体破壊
③	14.5	"
④	55	口金具ヌケ
⑤	52	"
⑥	55	管体破壊

(ii) 加圧時のホース長さ、外径の測定

圧力 (Kg/cm ²)	試作番号①		試作番号②		試作番号③	
	ホース長さ	外径	ホース長さ	外径	ホース長さ	外径
0	800	172	800	168	800	160
5	820(+2.5)	172 (±0)	822(+2.8)	168.5(+0.3)	788(-1.5)	186.9(+16.8)
10	833(+4.1)	172.5(+0.3)	837(+4.6)	168.5(+0.3)	790(-1.3)	195.3(+22.1)
15	842(+5.3)	172.5(+0.3)	846(+5.8)	168.7(+0.4)	—	—
20	851(+6.4)	172.5(+0.3)	856(+7.0)	169 (+0.6)	—	—

(注) ()内は変化率を示す。

圧力(Kg/cm ²)	試作番号④		試作番号⑤		試作番号⑥	
	ホース長さ	外 径	ホース長さ	外 径	ホース長さ	外 径
0	800	94.0	800	92.1	800	90.5
5	800(±0)	94.6(+0.6)	800(±0)	92.6(+0.5)	800(±0)	90.8(+0.3)
10	801(+0.1)	95.0(+1.1)	802(+0.3)	93.0(+1.0)	800(±0)	91.2(+0.8)
15	804(+0.5)	95.1(+1.2)	807(+0.9)	93.2(+1.3)	803(+0.4)	92.0(+1.7)
20	806(+0.7)	95.3(+1.4)	811(+1.4)	93.4(+1.4)	808(+1.0)	93.1(+2.8)

(注) ()内は変化率を示す。

(iii) 繰返し加圧試験

(イ) フレキシブルホースの耐疲労性を調査するため、常用圧力の150%のピークで油圧繰返し加圧試験を行なった。

ただし、試作番号⑥については、常用圧力5Kg/cm²用としていたが、耐圧試験の結果10Kg/cm²用としても使用できるので10Kg/cm²用として試験した。

試作番号③については、加圧時の外径変化が大きく実用的でないので試験中止した。

試作番号	繰返し加圧回数, ホース状態	
①	412,000	異常なし
②	408,000	"
④	406,000	"
⑤	421,000	"
⑥	395,000	"

(ロ) 繰返し加圧試験の結果、5種類とも約40万回で異常なく試験を中止し、疲労の程度を見るため、試験後のホースについて水圧破壊試験を行なった。

試作番号	破壊圧力 (Kg/cm ²)	破壊状態
①	45.0	口金具ヌケ
②	35.0	管体破壊
④	57.0	口金具ヌケ
⑤	54.0	"
⑥	51.0	管体破壊

(iv) 最小曲げ半径

試作番号	最小曲げ半径
①	1,400
②	1,400
③	1,700
④	700
⑤	700
⑥	700

(v) 負圧試験

試作番号④⑤⑥（呼び径 65A）は負圧仕様でないが、どの程度の負圧でホースに異常が発生するか試験した。その結果、試作番号④⑤は -300mmHg で、試作番号⑥は -120mmHg でホースにへたりが発生した。しかし、試作番号④⑤についても、1度へたりぐせがつくと、 $-100\sim-130\text{mmHg}$ でへたるので、特に負圧がかかる所には別に検討を要す。

(d) 取付作業性について

前記の試作品により、現場取付試験の結果

(i) 管軸芯に対して直角の方向には適当な長さをとれば $\pm 50\text{mm}$ 程度の芯のフレは吸収できるが、長さ方向には $\pm 50\text{mm}$ の伸縮を吸収させることは困難であることが判明した。

(ii) 曲げ半径が大きいため、管軸芯のフレを吸収するためには約 $800\sim 1,000\text{mm}$ のホース長さが必要である。

(3) 研究結果のまとめ

(a) フレキシブルホースの性能

(i) 試作番号①②③（呼び径 125A）について

試作番号①②については、十分な耐圧性を有しており、また、繰返し加圧試験後の破壊試験の結果からもわかるようにほとんど破壊圧力が低下せず 10Kg/cm^2 用ホースとして十分な加圧疲労に対する耐久性があることが確認された。

試作番号③については、加圧時の外径変化が大きく実用には不適である。

(ii) 試作番号④⑤⑥（呼び径 65A）について

試作番号④⑤⑥についても、試作番号①②と同様 10Kg/cm^2 用ホースとして十分な加圧疲労に対する耐久性があることが確認された。

ただし、負圧仕様でないので、特に負圧がかかる所はさけて使用すべきである。

(b) 取付作業性について

(i) 長さ方向の伸縮の吸収について

長さ方向には $\pm 50\text{mm}$ の伸縮を今回の研究用モデルのような呼び径のホースで吸収させることはむづかしいことは前に述べたが、伸縮量、現場調整方式として現場バンド取付施工も可能である。

現場におけるバンド取付の作業性には、多少問題があるが、耐圧上には特に問題はなかった。（ 20Kg/cm^2 の水圧試験に合格した。）

(ii) フレキシブル性について

(1) 65Aについては、比較的取付作業は容易である。

(2) 125Aについては現場取付作業性を考慮すれば $800\sim 1,000\text{mm}$ の長さとする必要がある。

4.6.5 フランジ付ホースアッセンブリー（Ⅲ）

(1) 研究目標

配管ジョイントとして取付け作業の容易なホースの設計

(2) 製品要求性能

- | | |
|-----------|--|
| (a) 流体 | 海水、清水、潤滑油等に耐えること。 |
| (b) 使用圧力 | $5\text{Kg/cm}^2\sim 10\text{Kg/cm}^2$ |
| (c) 使用温度 | $-28\text{C}\sim +100\text{C}$ |
| (d) 取付偏位量 | 伸縮 $\pm 50\text{mm}$
偏芯 $\pm 50\text{mm}$ |

- (e) その他 耐振性, 耐熱性
 - (f) 使用場所 機関室
- (3) ホースの仕様

(a) 材 質

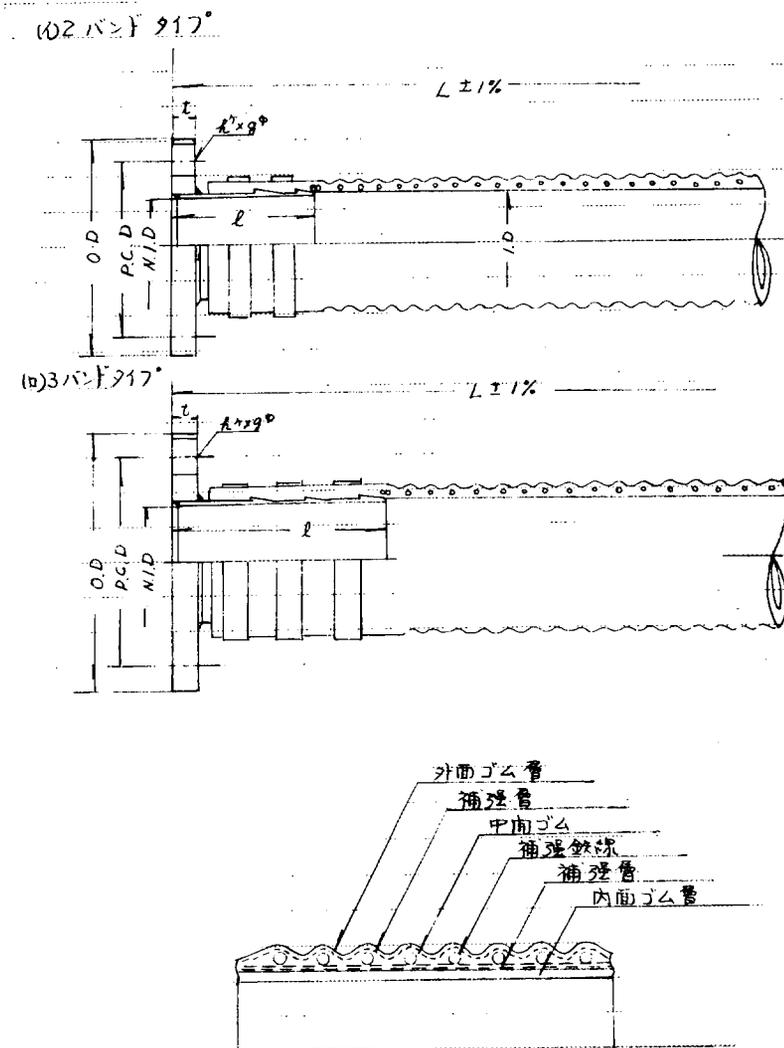
内面ゴム……耐海水性, 耐水性, 耐油性でNBR

外面ゴム……耐候性, 難燃性でCR

(b) 構 造

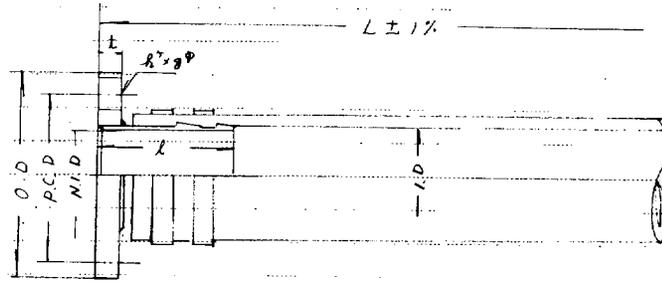
	サイズ	常用圧力	内径	外径	仕 様
1	65 A	10 Kg/cm^2	63.5	88.3	3 P × 1 W
2	65 A	"	63.5	80.5	2 P × 0 W
3	100 A	"	101.6	126.0	3 P × 1 W
4	100 A	"	101.6	120.5	4 P × 0 W

(i) ワイヤータイプ

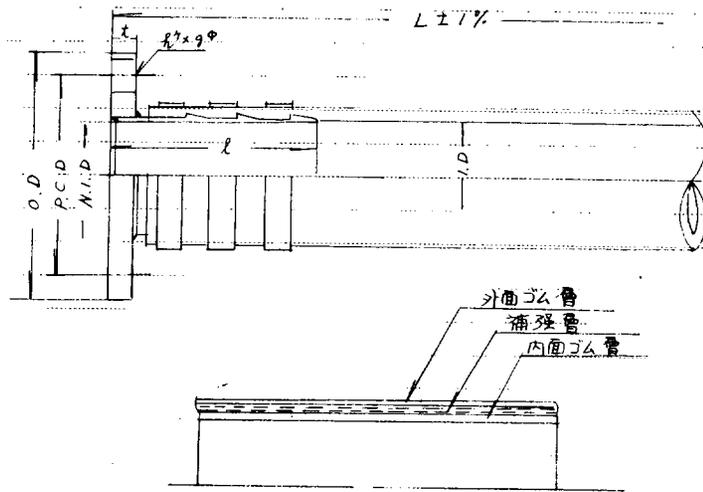


(ii) ワイヤーなしタイプ

(i) 2 バントタイプ



(ii) 3 バントタイプ



(iii) 寸法

呼び径	O.D	P.C.D	N.I.D	t	h × φ	l	バント数	I.D	L
65	175	140	59	18	4 × 19	113	2	63.5	700
75	185	150	72	18	8 × 19	148	2	76.2	
100	210	175	95	18	8 × 19	158	3	101.6	1,000
125	250	210	122	20	8 × 22	220	3	127.0	

- 1) ホースの切断長さを自由に選択できる点では、ワイヤーなしタイプが良い。
- 2) ワイヤーなしタイプでは、屈曲性でキンクする可能性がある。
- 3) ワイヤータイトでは、製作時の長さのバラツキをできるだけ少なくする必要がある。

(4) 試験結果

(a) 耐圧試験

サイズ 構造 伸び率 圧力	65A				100A			
	ワイヤータイプ		ワイヤーなしタイプ		ワイヤータイプ		ワイヤーなしタイプ	
	長さ	伸び率	長さ	伸び率	長さ	伸び率	長さ	伸び率
Kg/cm ²	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
0	700	—	700	—	1,000	—	1,000	—
5	709	1.2	701	0.2	1,016	1.6	1,008	0.8
10	712	1.7	705	0.7	1,023	2.3	1,014	1.4
15	716	2.3	708	1.2	1,033	3.3	1,021	2.1
破裂 Kg/cm ²	52		35		35		47	

- 1) ホースの耐圧性は設計的には問題ないと考える。
- 2) 金具の締付については、短期的加圧はかなりの信頼性をもつことができるが、長期的な加圧は検討を要する。
- 3) 加圧時の伸びはできるだけ押えることが必要と思う。

(b) 最小曲げ半径

サイズ	最小曲げ半径
65 × 1 W	500 R
65 × 0 W	600 R
100 × 1 W	800 R
100 × 0 W	1,000 R

(c) 伸縮試験

100 A のワイヤータイプについて圧縮と引張りの試験を行なった。

100 A ワイヤータイプ 長さ 500 mm

伸縮量 (mm)	力	圧縮方向	引張方向
2		51 (Kg)	41 (Kg)
4		88	72
6		118	118
8		144	176
10		165	241
12		185	310

- 1) 上記のデータから±50 mmの伸縮量はホース自体で吸収することは困難で、ホースの継手金具のスライドによって吸収させることが必要である。

(5) 研究結果のまとめ

4.6.4 項に述べた呼び径 65 A ~ 125 A と同範囲で、呼び圧力 10 Kg/cm² のゴムホースを 4.6.4.(2)(b) 項と異なる仕様のモデルにて試作し、耐圧試験および最小曲げ半径の確認を行なったところ、4.6.4.(3) 項に述べた内容と変わらないことが判明した。ただし、ワイヤー入りホースの場合は、伸縮量が大きくなるほどこのときの力が大きくなり、その結果、現場取付作業時に問題が生ずると考えられる。このホースの性能を十分考慮した上で使用に適したものを選ぶならば実用できると考える。

4.6.6 フランジレス・ホースアッセンブリー

(1) 製品の要求事項

15 ~ 50 A および 65 ~ 125 A の 5 Kg/cm² 用ホース・アッセンブリーのコスト、工数、パイプの一体加工性および現場作業性を調査目標とした。ホースとニップル、クランプの組立品の要求性能は 4.6.3.(1) 項に同じにつき省略し、ここでは、主に継手部の形状について検討する。

(a) コストの低減

パイプ (SHGP) 等を素材として使用し、部品製作上の工数削減によるコストダウンを計る。

(b) 工数節減

組立時の容易さをねらいとしてクランプ方式を採用する。

(c) パイプの一体加工性

フランジおよびその溶接工数を削減する目的で、ニップル先端の外径をパイプ外径に合せ、パイプに直結する方法とした。

(d) 現場作業性

ニップルをパイプに溶接するため、組立はパイプの仕上(メッキ等)工程が完了後に行なわれることになる。したがって、現場組立の容易なクランプ締め方式の形をとった。

(2) 製品の仕様

(1)項の目的により、フランジを除去した点以外は全て4.6.3項にて記した図4.6.2(H1222A-1)と同じであり、ニップル、クランプ、ホースおよび組立品の性能は異なる点はない。(図4.6.6参照)

(3) 研究結果

ここでは主に(1)項の(a)(b)(c)および(d)について検討した内容につき述べる。

(a) ホース内径はインチ基準であり主として内径基準であるため、内外径ともにパイプに合致するものが少ない。したがって、切削等の加工方法による場合、鋼管そのままでは利用できない。また、利用するときニップルの肉厚が十分とれない。また、コストを考慮するときは、量産体系にもとづき専用素材の引き出し、または、鋼のビード加工等のプレス加工等を考えない限り大きなコストダウンは期待できない。

(b)(c)(d)については、鋼管による配管作業との比較であり今後検討すべき内容と思われるが、現在のところ未調査である。

(4) 問題点と使用効果

ここであげたフランジ等の継手なしにニップルを直接パイプに溶接する方式が組立品としてのコストにおいてももっとも低価となり得る。

しかし、現状における配管作業の通念からすると次の問題点がある。

- (a) ホース金具の内径がパイプ内径より小さくなる。
- (b) パイプのミスアライメントを十分に吸収し得るとは言えない。
- (c) 現状ではまだホース継手類は高価である。

4.6.7 クランプ式ホースアッセンブリー

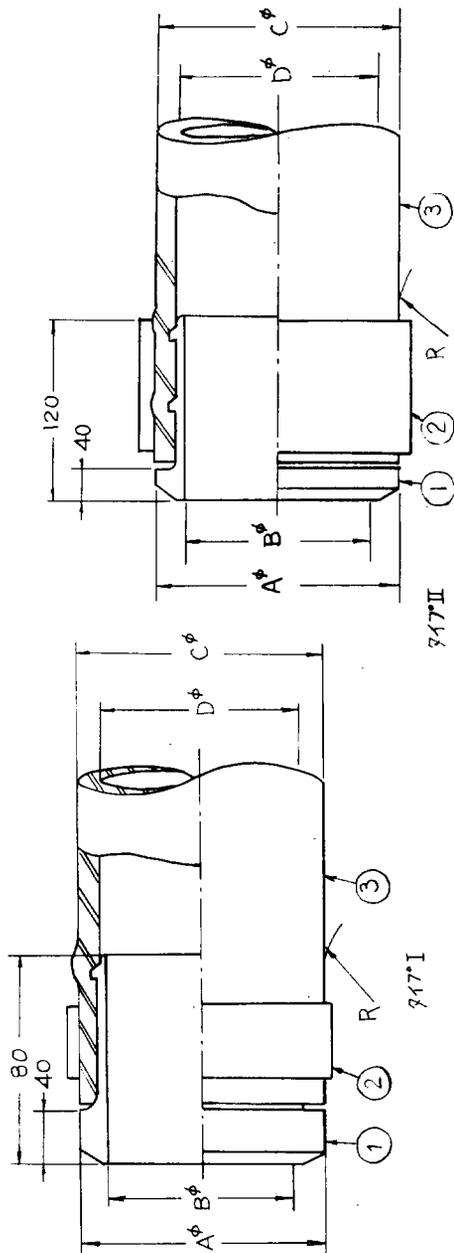
(1) 製品の目的と特徴

65A~125A 10kg/cm²用を対象として省力化につながるホース継手の研究を行なった。

(a) ゴムホースによる配管作業上の問題点

型合せ管に代わり、ゴムホースをもってそれぞれの管端末間を接続することにより工作上的各種誤差を吸収することが考えられるが、従来のゴムホースの接続方法は図4.6.7または図4.6.8に示す実施例が一般的に行なわれている。この従来方式による実施例の場合、呼び径が低い範囲ではゴムホースの可撓性もあり問題は生じないが、呼び径が高い範囲ではゴムホースの可撓性が乏しくなり、工作上的各種誤差、特に管の長手方向に対する誤差を吸収することが極めて困難になり、管端末間の長さに応じ、ゴムホースを所要の長さに切断して装着せざるを得ない。

すなわち、従来方式による実施例によれば、長さに対する自由度を制約され、加えて現場合せによる工数の増加を招来する。



呼径	部品番号	構造			部品			寸法			タイプ	仕様		試験圧max	曲径半径mm
		①ニップル×2	②クランプ×2	③ホース	A	B	C	D	常用圧max	様		値			
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			

耐用年数：4年

用途：清水，海水，潤滑油，燃料

材質：金具；SS41又ハ相当材（表面处理，ZMC-4又ハ溶融亜鉛メッキ）

ホース；合成ゴム及ビ2C/B，温度範囲 -40～+100C

図 4.6.6 フランジレス・ホースアッセンプリー（船舶用フレキシブルホース）

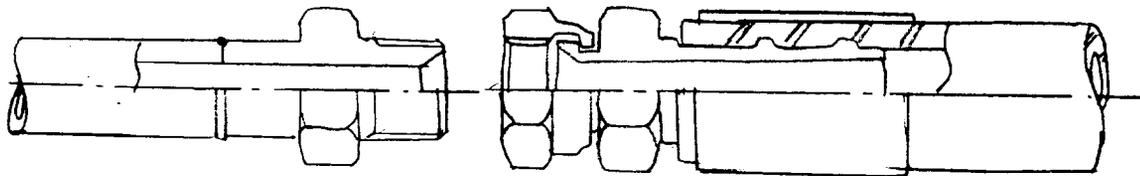


図 4. 6. 7

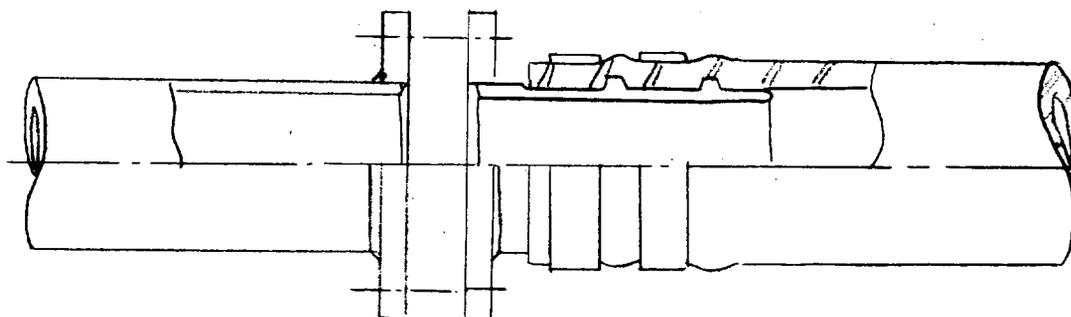


図 4. 6. 8

(b) クランプ式ホースアッセンブリー

管末端間の許容誤差を見込んだ定寸法のホースと適切なる継手を用いることにより、継手とホース自体の調節により寸法誤差が吸収し得ることができれば、(a)項のホース長さの現場合せによる工数増加は削除され、配管作業の省力化に極めて役立つはずである。

この目的のための継手部の構造として多くの形状が考えられる。しかし、管末端に継手金物を溶接等により接続する方法では、大きな自由度を得ることがむづかしく、したがって、大きな改良方式に結び付かない。

ここでは、以上の点を考慮し、パイプに直結することでその解決策を試みた。

構造案は図 4. 6. 9、図 4. 6. 10 および図 4. 6. 11 に示す。

(2) 製品の仕様

(a) (1)-(b)に示した品目の仕様値は図 4. 6. 12 (H1343A)の通りであり、このタイプの組立は、次の順序により行なわれる。

- (i) 接続するパイプ面を清浄する。
- (ii) 接続するパイプの一方にホースを差込む。
- (iii) 他方のパイプにホース他端を差込み、入り代を両端均一にする。
- (iv) ホース外周部のセグメントの当る部分に③リングをはめ込む。
- (v) リングの上に爪部が、ホース末端へくるようにセグメントをかぶせ、ソケットフランジにて仮止する。
- (vi) ボルト、ナットでソケットを締めあげる。ギャップ(ソケット間)が約10%に接近した時点で組立が完了する。

(3) 試験経過および結果

図 4. 6. 12 (H1343A)の呼び径90A(100φ)にて代表し、試作試験を行ない、性能についての確認を行った。

(a) 供試品

図 4. 6. 12 (H1343A)呼び径100φ参照

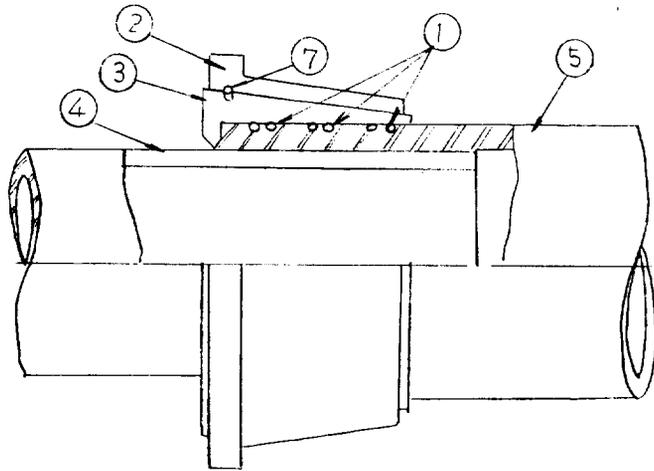
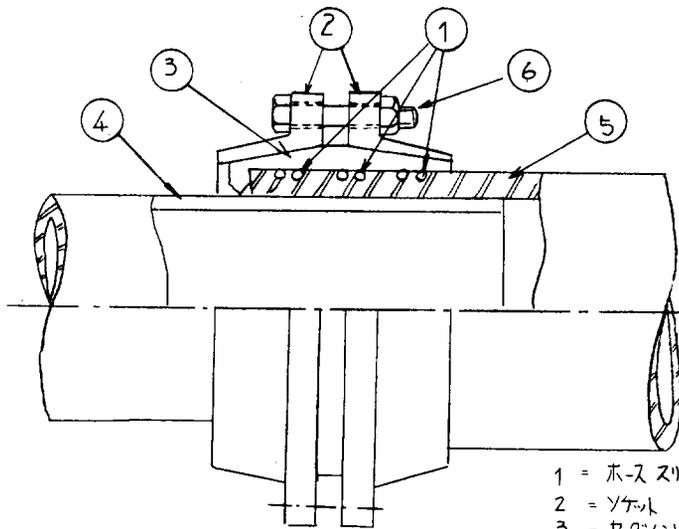


図 4. 6. 9



- 1 = ホーススリーブ(ワッシャー)
- 2 = ソケット
- 3 = セグメント(ワッシャー)
- 4 = ハイス
- 5 = ホース
- 6 = ナット
- 7 = スプリング

図 4. 6. 10

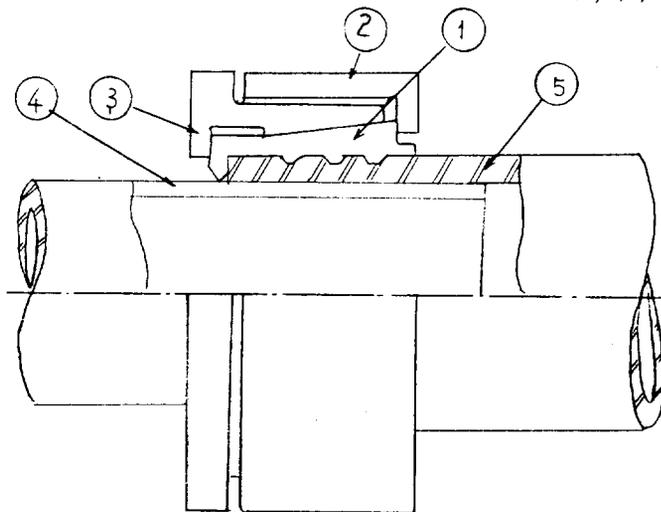
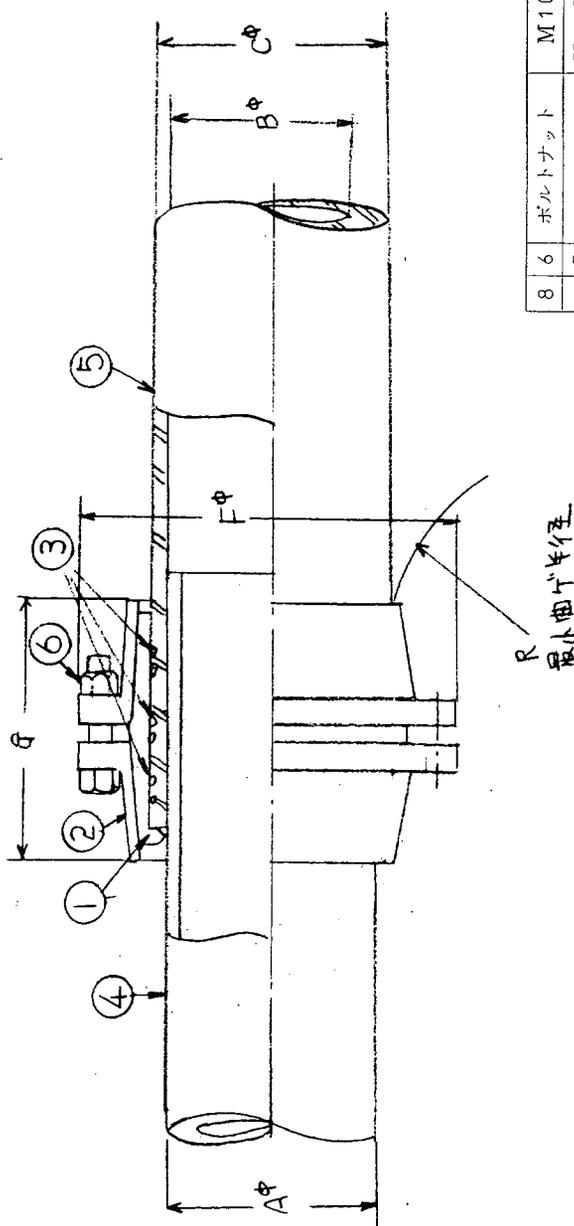


図 4. 6. 11

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	
									ホース	組立品
65A	H1343A-65A	-48	763	763	90.5	90	150	840	35	10
80A	-80A	(-56)	891	891	106.5	90	170	1,050	35	10
90A	-90A	-64	1016	1016	119.5	90	180	1,200	35	10
100A	-100A	(-72)	1143	1143	132	95	195	1,300	20	10



8	ボルトナット	M10 L=80								
1	ホース	YA302A-サイズ								合成ゴム
-	パイプ									SGP
12	リング	H120501-3-呼び径								SWP
4	ソケット	H120501-12-呼び径								SS41
2	セグメント	H120501-11-呼び径								SS41
数	項目	部品名称	部品番号	材質						
			中庄ホース継手							船舶用 フレキシブルホース
			単位 %							H1343A

呼び径125A用ノホース内径ハ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

(3) 試験経過および結果

図 4.6.1.2 (H1343A) の呼び径 90A (100φ) にて代表し、試作試験を行ない性能についての確認を行なった。

(a) 供試品

図 4.6.1.2 (H1343A) 呼び径 100φ 参照

セグメント: H120501-11	2 set
ソケット: H120501-12	2 set (40)
ホース: 中圧常用 35Kg/cm ² サイズ-64 (内径 101.6φ)	1 m × 2
リング: H120501-3-100	一式
取付用パイプ: 90A SGP	

(b) 試験方法

(i) 試験順序は次の通りとした。

- 1) 組立作業の確認
- 2) 耐圧試験
- 3) エージング 72H (3日間)
- 4) 耐圧試験
- 5) 油圧衝撃
- 6) 耐圧試験
- 7) エージング 72H (3日間)
- 8) 耐圧試験
- 9) エージング 46H (2日間)
- 10) 耐圧試験

(ii) 試験設備

- | | | | |
|-------------|--------|------------|--------------------------|
| (イ) 油圧衝撃試験機 | URO-14 | Aeroquip社製 | ~350Kg/cm ² |
| (ロ) エージング槽 | | Aeroquip社製 | ~400℃ |
| (ハ) 加圧試験機 | URO-25 | 精立工業製 | ~1,500Kg/cm ² |

(c) 試験結果

No.	試験項目	試験結果および状況
1)	組立作業の確認 (別紙3項の一部)	イ) ホースとパイプの差込み ○パイプ (SGP 90A) 外径 101.6φ, ホース内径 101.6φ につき, この作業は容易なものであった。 ○実装時には, 接合間が定まりホースを極度に曲げて差込むとき, または, 作業現場が不安定なとき若干支障が出ると思われる。 ロ) 金具の取付および締付ならびに改良点 ○スパナにて締付完了。ボルトが細すぎたため (M10) ボルト若干損傷を生ずる。(要改良) ○等分割 (8個所) の締付ではボルトにあそびが出る。(3.6分割がよい) ○セグメントの取付に改良がいる。 上記以外, 取付けとしては他方法のホース組立より容易であり, かつ, パイプ直結が可能な点, 有利性が認められる。
2)	耐圧試験と	2) 耐圧試験 40Kg/cm ² 油圧 × 10分 異常なし
5)	強制老化試験	3) エージング 内部に油を充填し, 90℃の Air オープ 漏洩等の
10)	(別紙1項, 2項)	ン中へ 72H 保持する 異常なし

No.	試験項目	試験結果および状況	
	続き	4) 耐圧試験 40Kg/cm ² 油圧×10分 異常なし 5) 油圧衝撃 20Kg/cm ² , 150% ピーク, 100,136 サイクル 異常なし (詳細は別紙データによる) 6) 耐圧試験 40Kg/cm ² 油圧×10分 異常なし 7) エージング 3)に同じ 72H 異常なし 8) 耐圧試験 40Kg/cm ² 油圧×10分 異常なし 9) エージング 90℃ Air オープン中に内部に油を充満し, 46時間保持する。 異常なし 10) 耐圧試験 40Kg/cm ² 油圧×10分 異常なし ○以上の試験中, 継手部からの漏洩または継手部のづれ等のみあたらなかった。 ○本試験結果からして通常 10Kg/cm ² の用途に十分使用し得るものである。 ○なお, エージング合計 8 日間が常温使用の場合の何日に相当するかは長期試験で確認を要するものであるが, 一般には約 4 ~ 5 年後の状態に相当すると見なせる。	

(4) 問題点と使用効果

- (a) 本試験は一連のスケジュールにしたがって実施したものであり, 試験結果として異常はなかったとは言え, さらに試験を繰返し安全性を確認する必要があると考える。
- (b) ここで行った代表サンプル(90A)は, パイプ外径合せのホースがあったため選んだものである。他のサイズについても諸試験を行った上, 確認する必要がある。
- (c) クランプ式ホースアッセンブリーが完成すれば配管作業の省力化に大いに役立つものと思われる。
- (d) 現在の試作段階では, 型取管等に比べ割高である。量産体系を組まない限り, この解決策は見当らない。
- (e) 実用上においては組立の適切な要具により, 作業性が一段と向上する可能性がある。

4.6.8 フランジ付ゴムホース(中径用)

(1) 製品の要求性能

- (a) 要求性能 150A ~ 250A, 10Kg/cm² に対してシビヤーサイドを選び全サイズを代表する目的で 250A, 10Kg/cm² を製作することにした。
- (b) 上記の要求性能に加えて短尺で, かつ, フレキシビリティに富む構造のものを選定し, 耐圧性を考慮するとともに重量軽減に努めた。
 - (i) 継手金具について

短尺で, かつ, フレキシビリティに富む継手金具として可能のかぎり, 継手金具の全長を短かくするとともに, 十分な強度を確保する。
 - (ii) ホース本体について

ホースコンパウンドは耐海水, 耐清水, 耐油性に適するとともに耐候性に優れたものとする。ホース本体は耐圧を考慮するとともに重量軽減に努める。

(2) 製品の仕様

(a) 継手金具について

継手金具の全長を短かくすることにより、ホースアッセンブリー全体のフレキシビリティは向上しうるが、一般には、ホース本体との間の強固な一体化が困難となり、したがって、十分な強度が確保しにくくなる。この相反する問題を解決する目的から、従来から多くの経験を有する数種類の継手金具のうち、図 4.6.13 に示す継手金具を選定した。

この継手金具の特徴はフランジとニップルが一体であって継手金具の一部をホース本体の補強層が直接できこんでいる点にある。このため、継手金具の全長を短かくすることにより、フレキシビリティに富み、かつ、継手金具とホース本体の強固な一体化が保証され、十分な強度を確保することが可能である。

(b) ゴムホース本体について

ゴムホースアッセンブリーに対しては、全長を 1,000 ~ 1,500% とし、偏心量および圧縮量は最大 50% とするよう要望されたが、ホース全長と偏心量および圧縮量の関係は図 4.6.14 に示すとおりである。圧縮量が若干犠牲になるが、全長を 1,500% とすることとした。

(i) ゴムホース本体の構造

ゴムホース本体の構造は図 4.6.13 に示すとおりであるが、詳記すると次のとおりである。

内 面 ゴ ム	耐油性合成ゴム	5%
第 一 補 強 層	ナイロンコード	4 プライ
ワ イ ヤ ー	鋼 線	6%φ
中 間 ゴ ム	天然ゴム	
第 二 補 強 層	ビニロン布	2 プライ
外 面 ゴ ム	耐候性、耐摩性合成ゴム	2%

(ii) ゴムホース内面および外面ゴムの物性

(イ) 内面ゴム

内面ゴムは、耐油性に優れ、かつ、耐海水性、耐清水性にも優れた NBR (アクリル・ニトリル・ラバー) 配合の合成ゴムを使用した。

このゴムの物理性能は、下記のとおりである。

	オリジナル	老 化 後	耐 油 後
引張強さ (Kg/cm ²)	1 3 0	1 2 5	1 0 5
伸 び (%)	4 3 0	3 8 0	3 5 0
体積変化 (%)			1.2

[注] 老化条件 JIS-K-6330 6.3項 70℃×96 Hrs
 耐油条件 JIS-K-6330 4.8項
 イソオクタン 100% 20℃×70 Hrs

(ロ) 外面ゴム

外面ゴムは CR (クロロブレン・ラバー) と SBR (スチレン・ブタジエン・ラバー) のブレンド配合の耐候性、耐摩耗性、耐油性をもち、海水に対しても勿論十分な性能を有するゴムを使用した。

このゴムの物理的性能は下記のとおりである。

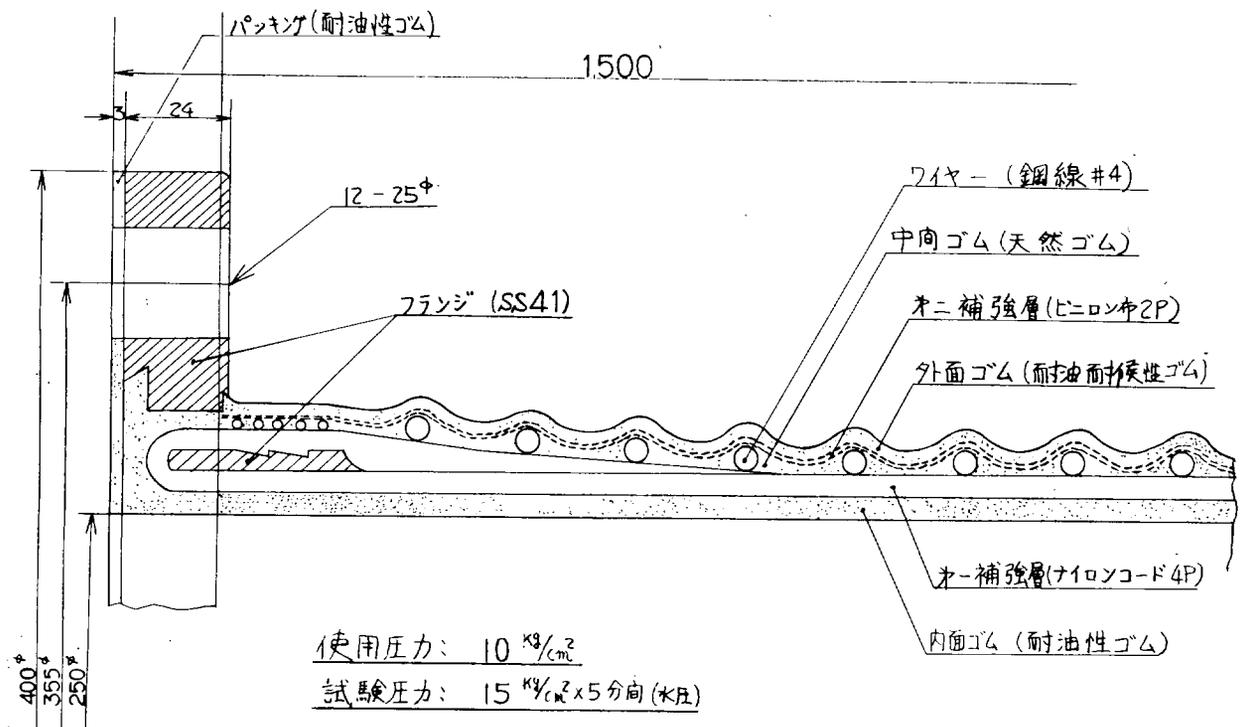
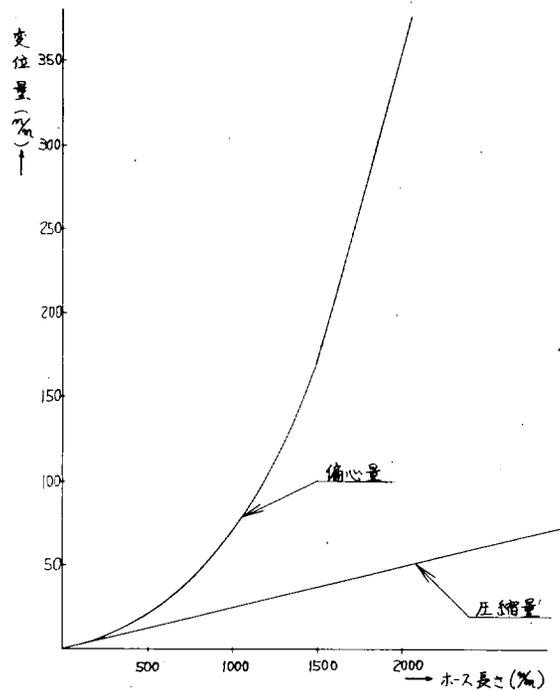


図 4. 6. 1 3



単位: %

長さ	1000	1500	2000
偏心量	70	175	360
圧縮量	25	37.5	50

図 4. 6. 1 4

	オリジナル	老化後
引張強さ (Kg/cm ²)	100	90
伸び (%)	350	300

〔注〕 老化条件 JIS-K-6330 6.3項 70℃×96 Hrs

(ii) ゴムホースの耐圧性能

ゴムホースの破壊圧力は次式から求められる。

$$P = \frac{2 N T E}{D}$$

ここで P: 破壊圧力 (Kg/cm²)

N: コードプライ数 4 プライ

T: コード強度 (Kg/cm) 310

D: コード施行径 (cm) 26.5

E: 効率 0.9

を上式に適用してPを算出すると

$$P = \frac{2 \times 4 \times 310 \times 0.9}{26.5} \approx 84 \text{ Kg/cm}^2$$

となり、使用圧力10Kg/cm²に対し、8倍強と十分な安全率をとった。

(3) 試験の結果

(a) 試験の内容

(i) 外観検査

外観上、使用上、有害な欠陥の有無を目視検査する。

(ii) 寸法検査

各部の仕上り寸法を測定し、仕様に合致していることを確認する。

(iii) 耐圧検査

仕様に指示された試験圧力または特に要求された試験圧力をかけ所要時間保持した後、漏洩、破裂等の異状の有無を検査するとともに各部寸法の変化を測定する。

(iv) ゴム質試験

ホース製造と同時に長さ500%の試験品(補強層を除く)を作成し、この試験品よりダンベルを採取する。

ダンベルを用いて老化前後の物理的性能を測定し、次の条件に合格していることを確認する。

また、内面ゴムについては耐油性試験を行ない、次の条件に適合していることを確認する。

(1) 内、外面ゴムの耐老化性

		内面ゴム	外面ゴム
老化前	抗張力 (Kg/cm ²)	80 以上	80 以上
	伸び (%)	300 "	250 "
老化後	抗張力 (Kg/cm ²)	70 "	70 "
	伸び (%)	250 "	200 "

〔注〕 老化条件 JIS-K-6301 6.3項 70℃×96 Hrs

(四) 内面ゴムの耐油性

抗張力 (Kg/cm^2)	7.5以上
伸び (%)	250 "
容積変化 (%)	+10, -3

[注] 耐油条件 JIS-K-6330 4.8項
イソオクタン 100% 20℃×70Hrs

(V) 密着力試験

試験品について JIS-K-6301 7項に規定する方法により各層間の密着力を測定し、その測定値はいずれも $5.0Kg/2.5%$ 以上であることを確認する。

(b) 試験の結果

(i) 外観検査

外観検査の結果、外観上、使用上とも有害な欠陥を認めなかった。

(ii) 寸法検査

各部を測定した結果、すべて仕様に合致していることを確認した。

(iii) 耐圧検査

2本の製品に対し、No.1ホースは $15Kg/cm^2$ 5分間保持し、No.2ホースは $2.5Kg/cm^2$ 5分間保持し、漏洩および破裂等の異状を認めなかった。

なお、耐圧検査時ホース中央部の外径寸法およびホースアッセンブリー全長の変化を測定した結果は、次のとおりである。

圧力 (Kg/cm^2)	保持時間 (MIN)	No.1ホース		No.2ホース	
		外径 (%)	全長 (%)	外径 (%)	全長 (%)
0	—	286.5	1,510	287.5	1,508
5	—	—	—	287.5	1,545
10	—	286.0	1,555	287.5	1,583
15	5	286.0	1,580	287.5	1,629
20	—			287.0	1,685
25	5			286.5	1,715

[注] No.2ホースについては中央部に白ペイントで「 $2.5Kg/cm^2$ 加圧済」と記入して明示した。

(V) ゴム質試験

(i) 内、外面ゴムの耐老化性

(a)(i)項により内、外面ゴム質の耐老化試験を実施した結果、同項(i)に示す規格にいずれも合格した。

(ii) 内面ゴムの耐油性

(a)(ii)(ii)項の規格に合格した。

(v) 密着力試験

(a)(v)項にもつき密着力試験をした結果、規格に合格した。

(4) 問題点

(a) ゴムホース本体の伸びについて

(3)(b)(ii)項に加圧時におけるホースアッセンブリー全長の変化量を示してある。

No.1ホースの $15Kg/cm^2$ 加圧時の伸びは4.6%であり、No.2ホースの $15Kg/cm^2$ 加圧時の伸びは7.9%である

のに対し、No. 2 ホースの 25 Kg/cm^2 加圧時の伸びが 14% となっている。

この耐圧検査は両端を自由にした状態にて加圧したもので、したがって、全長の伸びについては非拘束下に測定されたものである。

いずれのホースも使用圧力 10 Kg/cm^2 における伸びは $3 \sim 5\%$ であり、適宜拘束された配管系に組込まれて使用される場合は、問題にならないと思われる。

(b) 継手金具端部とホース外面ゴムの剝離について

No. 2 ホースを 25 Kg/cm^2 加圧した際、継手金具端面のホース外面ゴムが部分的に剝離を生じた。

この原因は補強層に耐圧強度をもたせるため、ナイロンコードを用いたが、ナイロンコードの伸びが大きいため、および外面ゴムを引きつけたため、フランジ端面において部分的に剝離現象を生じたものである。

この現象は圧力 15 Kg/cm^2 までは現れず異常を認めなかったが、 15 Kg/cm^2 以上ではこの現象がはっきり出ている。今後の問題としては、強度が高く、かつ、伸び率が低い補強材を用いる必要がある。

(c) 耐圧検査について

No. 2 ホースについての耐圧試験は、 30 Kg/cm^2 加圧時に盲蓋の強度不足のため、フランジと盲蓋との水密がもたず漏洩したため、 25 Kg/cm^2 で測定を打切った。

4.6.9 フランジ付ゴムホース（大径用）

(1) 製品の要求性能

(a) 要求性能 $300 \sim 800 \text{ A}$ 、 16 Kg/cm^2 に対し、研究費節減の立場から、手持製作治具を活用することとして 600 A 、 20 Kg/cm^2 を製作し、全サイズを代表することとした。

(b) その他については、4.6.8(1)(b)項に述べた内容にほぼ同じであるが、ホース・コンパウンドについては特に耐油性に重点を置いた。

(2) 製品の仕様

(a) 継手金具について

継手金具の全長を短かくすることによりホースアッセンブリー全体のフレキシビリティは向上しうるが、一般にはホース本体との強固なる一体化が困難となり、したがって、十分な強度が確保しにくくなる。

この相反する問題を解決する目的から、従来から多くの経験を有する数種類の継手金具のうち、図4.6.15に示す継手金具を選定した。

この継手金具の特徴はフランジとニップルが一体の構造であって、継手金具の一部分をホース本体の補強層が直接だきこんでいる点にある。

このため、継手金具の全長を短かくすることにより、フレキシビリティに富み、かつ、継手金具とホース本体の強固なる一体化が保証され、十分な強度を確保することが可能である。

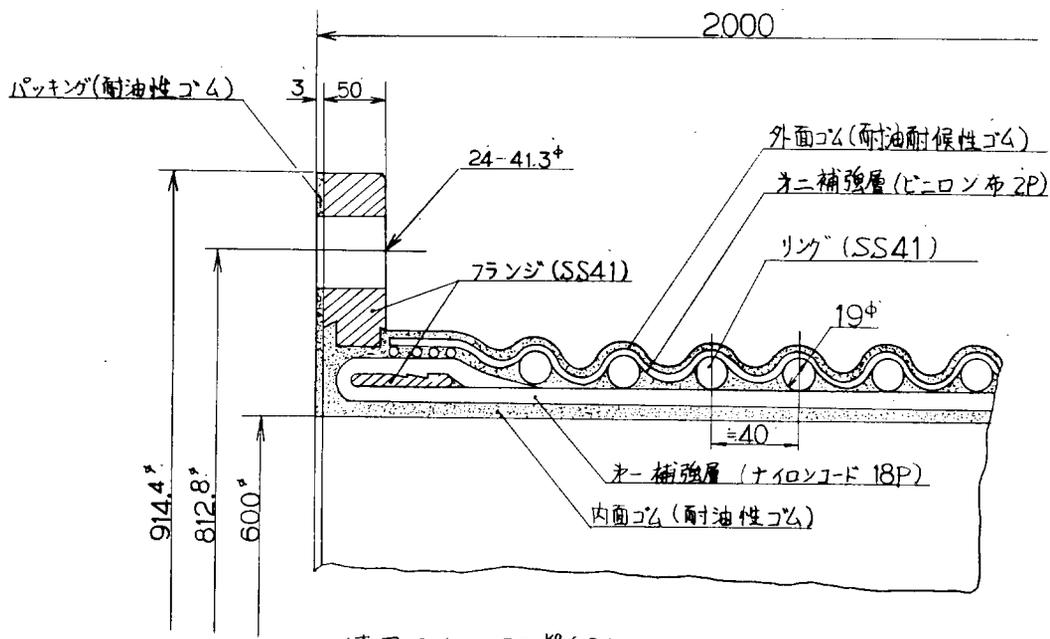
(b) ゴムホース本体について

ゴムホースアッセンブリーに対しては、全長を $1,000 \sim 1,500\%$ とし、偏芯量および圧縮量は最大 50% とするよう要望されたが、ホース全長と偏芯量および圧縮量の関係は図4.6.16に示すとおりであって、全長を $1,500\%$ におさえることは問題がある。

したがって、このホースアッセンブリーの全長を $2,000\%$ とすることとした。

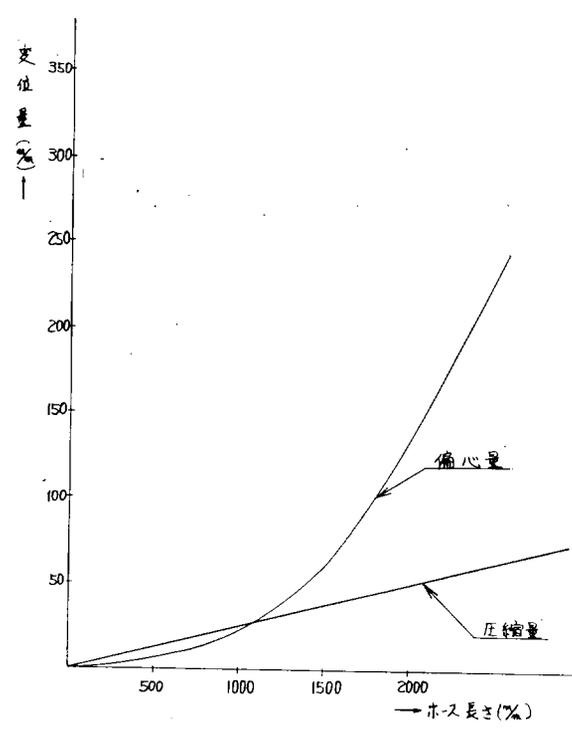
(i) ゴムホース本体の構造

ゴムホース本体の構造は、図4.6.15に示すとおり包線式ワンワイヤーとしたが、その詳細は、次のとおりである。



使用圧力：20 kg/cm^2
 試験圧力：30 $\text{kg}/\text{cm}^2 \times 5$ 分(水压)

図 4. 6. 1 5



単位：%

L	1000	1500	2000
偏心量	20	60	130
圧縮量	25	37.5	50

図 4. 6. 1 6

内 面 ゴ ム	耐油性合成ゴム	5%
第 一 補 強 層	ナイロンコード	18 プライ
補 強 リ ン グ	軟 鋼 (SS41)	19%φ
中 間 ゴ ム	天然ゴム	
第 二 補 強 層	ビニロン布	2 プライ
外 面 ゴ ム	耐候性、耐摩性合成ゴム	2%

(ii) ゴムホース内面および外面ゴムの物性

(イ) 内面ゴム

4.6.8(2)⑥(ii)(イ)項に同じ。

(ロ) 外面ゴム

4.6.8(2)⑥(ii)(ロ)項に同じ。

(iii) ゴムホースの耐圧性能

ゴムホースの破壊圧力は、次式から求められる。

$$P = \frac{2NTE}{D}$$

ここで P：破壊圧力 (Kg/cm²)

N：コードプライ数 18 プライ

T：コード強度 (Kg/cm) 310

D：コード施行径 (cm) 62.8

E：効 率 0.9

を上式に適用してPを算出すると

$$P = \frac{2 \times 18 \times 310 \times 0.9}{6} \approx 160 \text{ Kg/cm}^2$$

となり、使用圧力20Kg/cm²に対し、約8倍と十分な安全率をとった。

(3) 試験の結果

(a) 試験の内容

4.6.8(3)(a)項に同じ。

(b) 試験の結果

(i) 外観検査

外観検査の結果、外観上、使用上とも有害な欠陥を認めなかった。

(ii) 寸法検査

各部を計測した結果、すべて仕様に合致していることを確認した。

(iii) 耐圧検査

使用圧力20Kg/cm²に対し、試験圧力を30Kg/cm²とし、5分間保持した後、漏洩および破裂等の異状を認めなかった。

なお、耐圧検査時ホース中央部の外周寸法およびホースアッセンブリー全長の変化を測定した結果は、次のとおりである。

圧力 (Kg/cm ²)	保持時間 (分)	外 周 (%)	全 長 (%)
0	—	2,227	1,988
10	—	2,227	2,043
20	—	2,226	2,123
30	5	2,225	2,192

(v) ゴム質試験

(イ) 内, 外面ゴムの耐老化性

(3)(a)項により内, 外面ゴム質の耐老化試験を実施した結果, 同項に示す規格にいずれも合格した。

(ロ) 内面ゴムの耐油性

(3)(a)項の規格に合格した。

(v) 密着力試験

(3)(a)項にもとづき密着力試験を行なった結果, 規格に合格した。

(4) 問 題 点

(a) ゴムホース本体の伸びについて

(3)(b)(ii)項に加圧時におけるホースアッセンブリーの全長の変化量を示してある。

この耐圧検査は両端を自由にした状態にて加圧したもので、したがって、全長の伸びについては、非拘束下に測定されたものであるが、使用圧力20Kg/cm²における伸び率は6.8%であるので、適宜拘束された配管系に組込まれて使用される場合は、問題にならないと思われる。

(b) 継手金具端面とホース外面ゴムの剝離について

試験圧力30Kg/cm²に加圧した際、継手金具端面のホース外面ゴムが部分的に剝離を生じた。

この原因は補強層に耐圧強度をもたせるため、ナイロンコードを使用したのが、ナイロンコードの伸びが大きく、ホース外面ゴムがナイロンコードに引かれたため、フランジ端面において部分的に剝離現象を生じたものである。

今後の問題としては、強度が高く、かつ、伸び率が低い補強材を用いる必要がある。

4.6.10 高圧ゴムホース

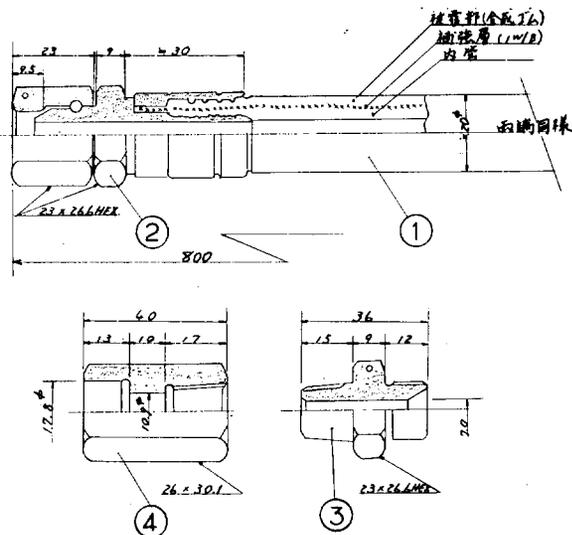
(1) 試験実施までの経過

従来、高圧ゴムホースは建設機械の油圧駆動管、工作機械の油圧駆動および制御管、航空機の油圧系統の管全般にわたる等広範囲に使用されてきたが、ほとんどの管が使用時間によって新替あるいは点検、検査を行なう等、メンテナンスを前提としたものであるため、経年変化に対する実績資料が現在全く不足している。

したがって、船舶の貨油弁遠隔操作用油圧管、鋼製艙口蓋開閉操作用油圧管等の各所に高圧ゴムホースを採用することにより型取管、型合せ管を大巾に減らすか、または全くなくすることが可能であるとの見透しに立ちながらも、耐久性の実証ができないため、採用にふみ切れないのが実情であった。そこで当小委員会としては、まず、同種の管系統にすでに装着済みの高圧ゴムホースの有無を調査した結果、折良く、昭和40年10月30日就航を開始したA社所属オイルタンカー「T丸」の貨油弁遠隔操作用油圧管の貨物艙内および上甲板上に一部使用しているとの情報を得、このホースのサンプリングと各種試験を計画、実施した。

(2) 試料の仕様と使用条件

サンプリングした試料(高圧ゴムホース)の仕様と使用条件および経歴等は下記の通りである。



注 !!

ホース	9.5φ×1W/B×800
常用使用圧力	MAX 70Kg/cm ²
試験圧力(取付後)	140Kg/cm ²
作動油	SHELL TELLUS 27

品番	名称	材質
4	アダプター	SUS 32
3	ニップル	SUS 27
2	接続金具	SUS 32
1	ホース	

図 4. 6. 17

(a) 高圧ゴムホースの仕様

ゴムホースの仕様詳細は下記の通りである。

(i) 高圧ゴムホース全体寸法 (図 4. 6. 17 参照)

(ii) 計画性能

常用圧力	70 Kg/cm ² (使用時の最大圧力)
試験圧力	365 Kg/cm ² (工場内試験)
最低破裂圧力	730 Kg/cm ²
寸法変化規格	{ 長さ方向 +2~-4% (使用圧力において) 径方向 +4~-2%

(iii) ホースゴム材質

		材質	特性	備考
タンク内用	内面ゴム	NBR	耐油性合成ゴム	
	外面ゴム	NBR	〃	耐候性を少し向上させたもの
上甲板用	内面ゴム	NBR	〃	タンク内用のチューブと同材質
	外面ゴム	CR	耐油耐候性合成ゴム	

(b) 高圧ゴムホースの使用条件および経歴

(i) 使用場所と使用条件

(イ) 「T丸」 A社所属オイルタンカー

L×B×D ; 225,000 × 32,700 × 18,600 (mm)
 総トン数 ; 44,300 T
 載荷重量トン数 ; 74,100 T
 カーゴタンク ; { センター 4タンク
 ウイング 10タンク (含バラスト専用)

(ロ) 試料の採取

試料の採取箇所および同周辺の詳細は図 4.6.18 に示すとおりである。

試料No. 1

No. 3 CR. TK
 C. O. LINE (メインサクシ ョン) 用 弁・閉側

試料No. 2

No. 3 WING TK.
 BALLAST LINE (サクシ ョン) 用 弁・開側

試料No. 3

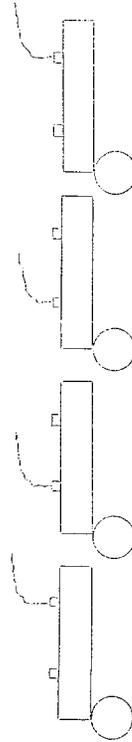
No. 4 CR. TK.
 C. O. LINE (メインサクシ ョン) 用 弁・開側

試料No. 4

No. 2 CR. TK.
 C. O. LINE (メインサクシ ョン) 用 弁・閉側

試料No. 5およびNo. 6

上甲板上油圧主管エキスパンシ ョン部



(ハ) 使用条件

各試料の使用条件は下表のとおりである。

		タンク内ホース	上甲板ホース
試料番号		No. 1, 2, 3, 4	No. 5, 6
使用環境		原油および海水中に浸漬使用 (中近東系表 4.6.17 参照)	海水およびオゾンにさらされて使用。ただし、直射日光はカバーによってさけられていた。
周囲温度		80℃ (最高)	60℃ (最高)
使用圧力	バルブ開閉時	70 Kg/cm ²	70 Kg/cm ²
	バルブ開閉時以外	40 Kg/cm ²	40 Kg/cm ²
管内流体		鉱物性作動油 (SHELL TELLUS 27)	鉱物性作動油 (SHELL TELLUS 27)
曲げ半径		最小 140 ^{mm} R	最小 470 ^{mm} R

(ii) 使用年数と経歴

昭和40年10月30日竣工

昭和41年7月18日（就航後 8.5 カ月）入渠時サンプリング

昭和42年8月中旬（就航後21.5 カ月）入渠時サンプリング

昭和45年5月9日（就航後 5.4 カ月）入渠時サンプリング（試料No.1,2,3,4,5および6）

竣工後、本船のNo.2,3および4 CR. TKへの原油積荷期間、ならびにタンク洗浄、バラスト積込のため、ホースの海水浸漬期間（推定）は表4.6.1のとおりである。

表 4. 6. 1

原油の種類	積込および揚荷回数			浸漬日数（延べ日数）		
	No.2 CR TK	No.3 CR TK	No.4 CR TK	No.2 CR TK	No.3 CR TK	No.4 CR TK
KHAFJI CRUDE OIL	9 ^(回)	8 ^(回)	8 ^(回)	182 ^(日)	161 ^(日)	161 ^(日)
IRANIAN HEAVY OIL	7	8	8	138	159	159
MURBAN CRUDE OIL	1	1	1	22	22	22
KUWAIT CRUDE OIL	8	7	7	165	141	141
KHAFJI SPECIAL	2	2	2	46	46	46
OMAN EXPORT BLEND	6	7	7	122	146	146
不明（原油）	7	7	7	142	142	142
原油合計	40	40	40	817	817	817
海水					約730	

注； 1）海水浸漬日数は推定日数。ただし、下記のものも含む。

- バタワース等による洗浄期間
- 本船引渡前の海上運転中等の浸漬期間

2）No.2 & 4 CR. TKへの海水漲込については荒天時のバラスト等考えられるが、不明につき明記しない。

(3) 試験結果

(a) 各種性能試験結果

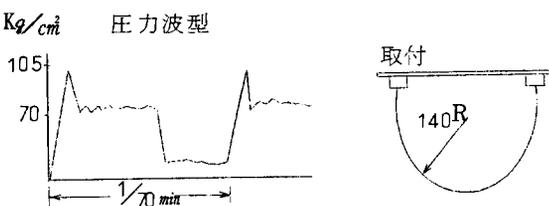
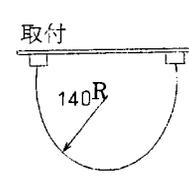
(i) 耐圧試験

試料No.	140 Kg/cm ²		280 Kg/cm ²		365 Kg/cm ²	
	長さ方向	径方向	長さ方向	径方向	長さ方向	径方向
1	-2.3 ^(%)	+2.0 ^(%)	-2.6 ^(%)	+1.7 ^(%)	-2.7 ^(%)	+2.2 ^(%)
2	-2.2	+0.74	-2.5	+1.0	-2.7	+1.2
3	-2.8	+1.5	-3.5	+1.3	-3.5	+2.0
4	-3.8	+1.7	-4.1	+2.0	-4.1	+2.2
5	-1.8	+1.0	-2.1	+1.7	-1.9	+1.0
6	-1.3	+1.2	-1.6	+1.7	-1.7	+2.0

(ii) 破裂試験

試料	破裂圧力	参 考		
		ブランク	8.5カ月	21.5カ月
4	890 (Kg/cm ²)	850 (Kg/cm ²)	850 (Kg/cm ²)	840 (Kg/cm ²)
5	820	830	820	—

(iii) 衝撃試験

試料 No.	衝撃回数	試 験 条 件	
1	400,000中止	Kg/cm ² 圧力波型 	取付 
2	400,000 "		
3	400,000 "		
6	400,000 "		

(iv) ゴム物性

		使用前	8.5カ月使用後		21.5カ月		54カ月		
				低下率		低下率		低下率	
引張強さ (Kg/cm ²)	内面ゴム	176	164	-6.8%	164	-6.8%	168	-4.5%	
	外面ゴム	タンク内	149	133	-10.7	134	-10.1	126	-15.4
		甲板上	164	131	-20.1	—	—	132	-19.5

		使用前	8.5カ月		21.5カ月		54カ月		
				低下率		低下率		低下率	
破断伸 (%)	内面ゴム	340	200	-41.2%	183	-46.2%	149.5	-56.0%	
	外面ゴム	タンク内	564	384	-31.8	347	-38.5	245	-56.7
		甲板上	364	320	-11.6	—	—	237	-34.5

		使用前	8.5カ月		21.5カ月		54カ月		
				低下		低下		低下	
硬 度	内面ゴム	80	78	-2	80	0	79	-1	
	外面ゴム	タンク内	76	74	-2	74	-2	74	-2
		甲板上	65	72	+7	—	—	73	+8

(b) 試料の外観状況

- (i) タンク内、上甲板上の全試料ともにゴム表面のクラックは全くなく油による膨潤もほとんど認められなかった。
- (ii) 上甲板のホースは、エキスパンション部に使用されているため、ホースが互に接触している部分があったが、ゴムホース表面に塗られた上甲板用塗料が剥離している他は摩耗している状態は認められなかった。
- (iii) タンク内ホースの金具はSUS 27,32にて製作しているため、錆の発生はなく、原油の汚染があるだけでネジ部シート面ともに異常は認められなかった。

(c) 性能評価

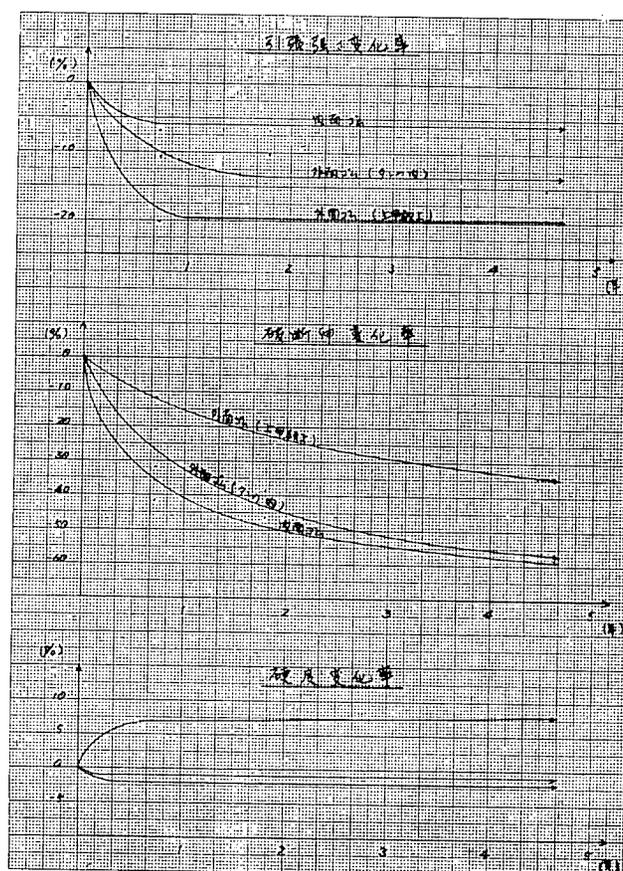


図 4. 6. 19

- (i) 耐圧試験 365 kg/cm^2 でも洩らず，オイルシールは完全である。
 - (ii) 破裂圧力の低下は見られない。
 - (iii) 衝撃試験でのホースライフの低下は見られない。
 - (iv) ゴム物性 (図 4. 6. 19 参照)
 - (イ) 引張強さの低下は，平衡状態にあるように思われる。
 - (ロ) 硬度も平衡状態と思われる。
 - (ハ) 破断伸びは時間とともに低下しているが，絶対値がまだ十分耐える状態にある。
- (4) 効果と今後の見越し
- オイルタンカーの貨油弁遠隔操作用油圧管に接続された高圧ゴムホースが4年半にわたって使用されてきたにかかわらず，諸試験の結果は，タンク内用，上甲板用ともに耐圧性能には全く異常なく，ゴム物性についても十分使用に耐え得る性能を維持していることが明らかにされ，この種の管系統に極めて大切な信頼性，耐久性に関する貴重な資料が得られた訳である。したがって，今後は
- (a) 適用可能な配管個所の検討，例えば
 - 上甲板貫通部
 - コントロールボックスまたはセルフシールカップリングの接続部
 - 非暴露区画内全般
 - その他
 - (b) 最も合理的なホースの配管形状と接続方式の研究。

(c) 周辺鐵装品とゴムホースの関係ならびにゴムホースの固定方法の研究。

(d) 安全性に関する点検事項の検討。

等の研究をすすめることにより、同系統に関する型取管、型合せ管の全廃も可能と考える。

4.6.11 フレキシブル・メタルホース

(1) 研究目標

(a) 基本的な考え方

従来の機能的要求(使用中の振動、伸縮、曲げ等の繰返し変位の吸収)にもとづく在来品に捉らわれないで、現在の型合せ管、型取管に替り得る作業性のよい製作容易な新製品の開発の可能性と効用について研究する。

(b) 研究目標

(i) 船用メタルホースの要求性能

(イ) 長さ方向および管軸芯に対して直角方向(オフセット)に±50mm程度の伸縮性、可撓性を有すると同時に90°曲げも可能であること。

(ロ) 取付作業性がよいこと。

(ハ) 海水を除く流体に使用可能なこと。

(ニ) 使用圧力は5~20Kg/cm²であること。

(ホ) 適当な耐久性を有すること。

(ヘ) 適当な価格で生産可能なこと。

(ii) 対象とする使用範囲

居住区、甲板曝露区、機関室区画ともに

(イ) ブロック継手部の取合

(ロ) 鋼壁貫通部の取合

(ハ) ユニット機器との取合

(ニ) 一般工作管相互の取合

(ホ) その他メリットのあると考えられる使用場所

(2) 研究経過

(a) 在来品の特性

在来のフレキシブル・メタルホースは、機能的な要求(配管取付後の繰返し曲げおよびオフセット変位の吸収)にもとづき製作されている。したがって、その要求を満すために次のごとき性質を有している。

(i) 繰返し変位性を重要視するため、ベローズ板厚は薄く、山は高く山数を多くしてベローズの変位応力が小さくなるよう設計されている。

(ii) ベローズ自体の耐圧性は極めて低く、補助的なブレードが必要である。

(iii) ブレードを装備するために部品点数が増え、手作業になる溶接部分が多く、工程が複雑化し、品質管理が複雑である。

(iv) 変位性はブレードにより拘束されており、中でも軸方向伸縮性は0に等しい。

(v) ホース長はブレードにより制限されており、取付時の配管誤差(軸方向)も相当に高い精度が要求される。

(b) 要求性能にマッチさせるための改正仕様

船用メタルホースの研究の目的は型合せ管、型取管の代替として使用できる物の製作とその効用を研究することである。試設計においては、目的を異にする在来品を船用メタルホースとして使用する場合の欠点を取り除き、改良していくことから始めた。

(i) 変位性能の向上

周知の通り、ホースベローズの耐圧性と変位性(作業性も含めて)は互に相反する性質を持っている。

ベローズ板厚を薄くし、山を高くすれば変位性は大きくなるが、耐圧力は小さくなる。同様にこれとはまったく逆のことも言える(その極限が直管である。)。在来品のブレードを取り除けば変位性は格段に向上するが、耐圧性は著しく低下して使いものにならない。したがって、ホースの変位性を格段に向上させ、同時に必要な耐圧性を失なわないホースベローズを在来のベローズに求めるのは困難であり、全く新しい仕様のものでなければならない。

(ii) ベローズ成形方法

ホースベローズは、成形方法により液圧成形ベローズとロール成形ベローズの二種類に大別できる。在来ホースの中では、特殊な場合を除き100φ程度以下はロール成形ベローズを使用し、それ以上の大口徑ホースには液圧成形ベローズが使用されるのが普通である。

それぞれの特徴は、下記のとおりである。

	ロール成形	液圧成形
成形できる太さと長さ	100φ程度以下。 長尺物に適する。	50φ程度以上。 長尺物には不適當。
成形できるベローズ板厚	約1mm以下の薄物。	厚肉成形可能。
変位性、均一性	液圧成形が優る。	
成形の融通性	ベローズのみ	フランジ、その他継手類の一体成形が可能。

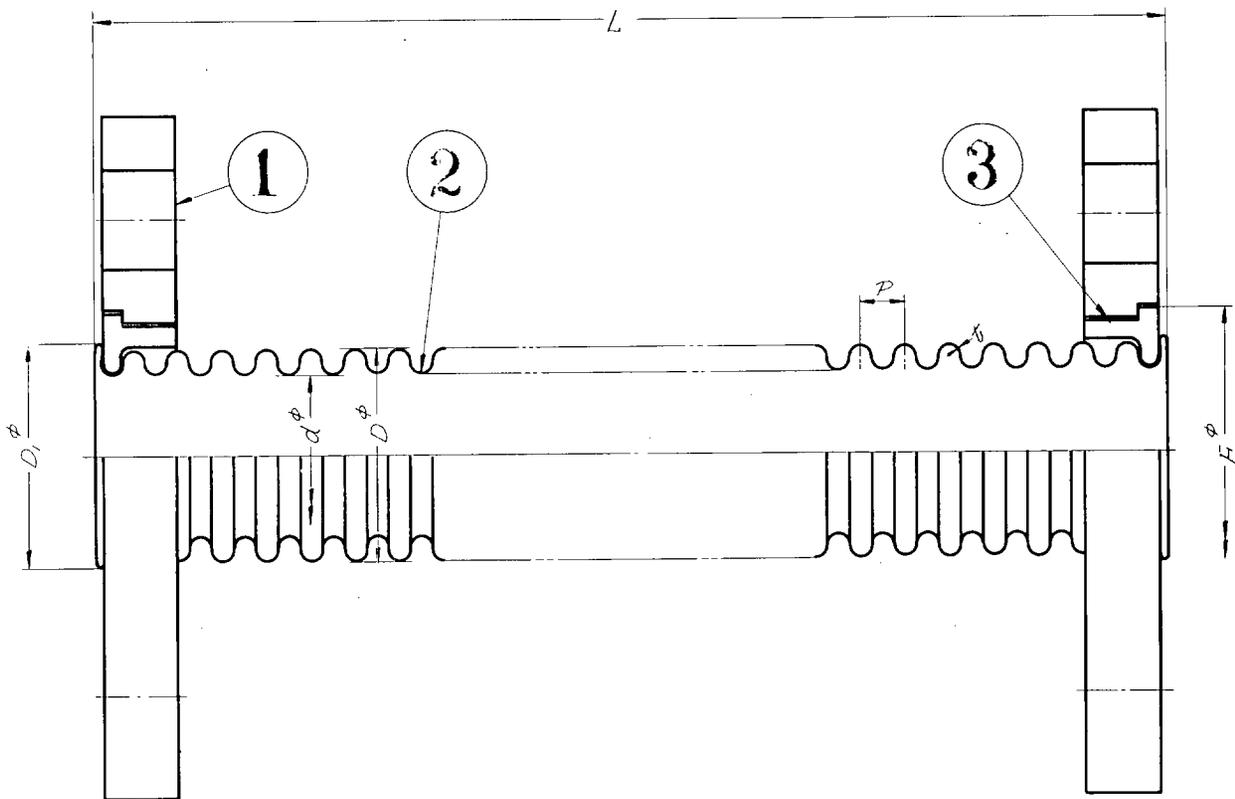
したがって、船用メタルホースにおいては、呼径40A~250Aには液圧成形ベローズを使用し、15A~25Aには在来のロール成形ベローズを改良して使用することにした。

(c) 試設計モデルの仕様

- (i) 図4.6.20および4.6.21に示すとおりブレードを廃止したことにより、変位性能が在来品に比べて著しく向上した。(軸方向伸縮、曲げ、オフセットともに設計目標を満している。)
- (ii) 部品点数を最小限に留めたことにより、工程が単純化され、品質管理が容易である。
- (iii) 溶接箇所を廃した構造を採用したことは、工作上、手作業が大巾に省略されコスト低減に大きく寄与している。
- (iv) 重量が在来品に比べて著しく軽減されているため、作業性が大きく改良された。
- (v) 一方、図4.6.21に示す通り、バネ定数が相当大きいために作業に当って50A以上は変位調整専用の治具が必要である。

(3) 試験結果

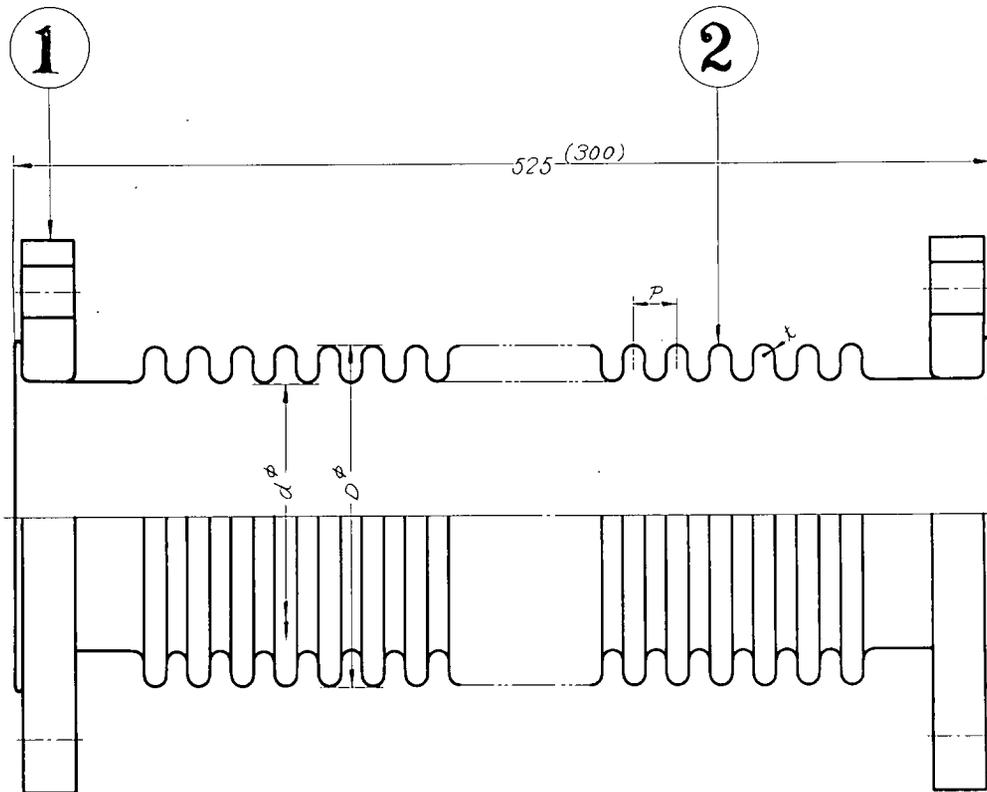
別図面(4.6.20および4.6.21)にもとづき製作の上、実験を行なった。試料として製作したのは、15A、20A、25A、40A、50A、100A、200Aの7種で主な寸法は下表に示す。



品番	名称	材質	個数	備考
1	フランジ	SS 41	2	
2	フレキシブルチューブ	SUS 27	1	
3	リング	SS 41	2	二ツ割

呼径	記号	$d\phi$	$D\phi$	P	t	$D_1\phi$	$F\phi$	L
	1 B	31	40	6.4	0.4	42	55	300
	3/4 B	19.3	29.7	5.8	0.4	31	45	300
	1/2 B	16.5	23.4	5.1	0.35	24.8	40	300

図 4. 6. 20 船用メタルホース (15A~25A)



品番	名称	材質	個数	備考
1	フランジ	SS 41	2	
2	ベローズ	SUS 27	1	
3				

呼径 (A)	ベローズ					耐圧力 Kg/cm ²	1山当り バネ定数 Kg/mm	有効断面積 cm ²	内圧スラスト (15kg/cm ²) Kg	重量 JIS10KF付 Kg
	d ^φ	D ^φ	t	p	n					
40	48	70	1.0	13	17	15	735	27	410	4.9
50	61.4	94	1.2	20	11	"	505	48	715	5.2
65	73	106	1.5	"	24	"	1,400	63	945	8.3
80	86	119	"	"	"	"	1,600	83	1,245	9.2
100	111	144	"	"	"	"	2,000	128	1,920	11.1
125	137	170	"	"	"	"	2,400	185	2,775	15.5
150	162	195	"	"	"	"	2,800	250	3,750	19.6
200	213	246	"	"	"	"	3,600	414	6,220	25.1
250	264	297	1.5	20	24	15	4,400	618	9,280	36.5

註 () 内L寸法は呼径40A, 50Aの全長Lを示す。

図 4. 6. 21 船用メタルホース (40A~250A)

(メタルホースの主な寸法)

項目		呼径(A)	15	20	25	40	50	100	200
内径	mm		16.5	19.3	31.0	48.0	61.6	111	213
外径	mm		23.4	29.7	40.0	69.0	90.0	145	246
板厚	mm		0.35	0.4	0.4	1.0	1.2	1.5	1.5
ピッチ	mm		5.1	5.8	6.4	14	22.7	20.3	19
山数	—		59	52	47	20	16	24	24

(a) 変位性能試験

試験は軸方向伸縮、90°曲げ、オフセットの三種類について行なった。図4.6.22(1~5)、4.6.23(1~5)、4.6.24(1~5)に示す通り、いずれも試設計通りの性能を有していることを確認した。

(b) 耐圧試験

(i) 試験方法

ベローズは、耐圧性に関して次のような性質を持っている。

ベローズは直管およびゴムホース等と異なり、内圧スラストに対する抗力を持っていない。このような性格を持つベローズを自由な状態に置いて内圧をかける場合、圧力が高くなるにしたがって伸びを生じる。

ベローズの両端を固定してこの伸びを阻止する場合には、当然伸びは生じないが、圧力がある限界に達するとベローズは座屈する。

この座屈圧力は、相当な伸びを生じる圧力よりも高く、伸縮継手等のベローズは、ほとんどがこのような座屈限界内で使用されているのが普通である。したがって、今回の耐圧試験においては、ホースの両端を自由状態に置き、内圧に対する伸びを測定する方法を採用した。

(ii) 結果

(内圧力に対する伸び)

伸び mm

呼径(A)	圧力(Kg/cm ²)	伸び mm					
		0	5	10	15	20	0
15		300	1	3	5	8	301
20		300	5	10	36	93	381
25		300	7	32	102	—	390
40		330	1	2	5	8	331
50		410	2	5	7	10	412
100		540	13	27	52	—	620
200		520	80	—	—	—	586

200A 5Kg/cm²までの状態

(内圧力に対する伸び)

伸び mm

呼径(A)	圧力(Kg/cm ²)	伸び mm					
		0	1	2	3	4	5
200		0	3	7	12	35	80

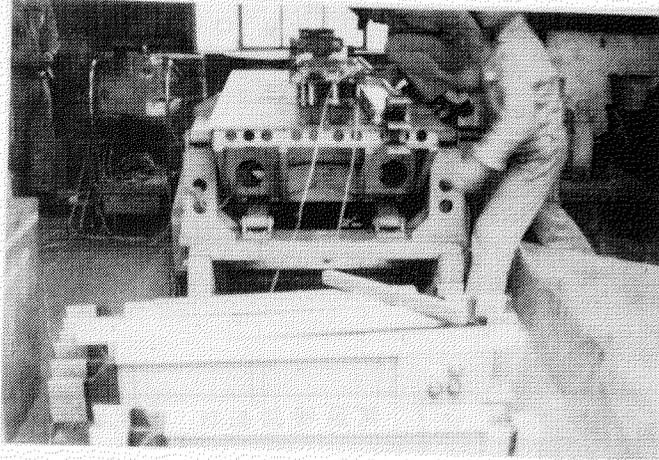
(4) 問題点と使用効果

(a) 問題点

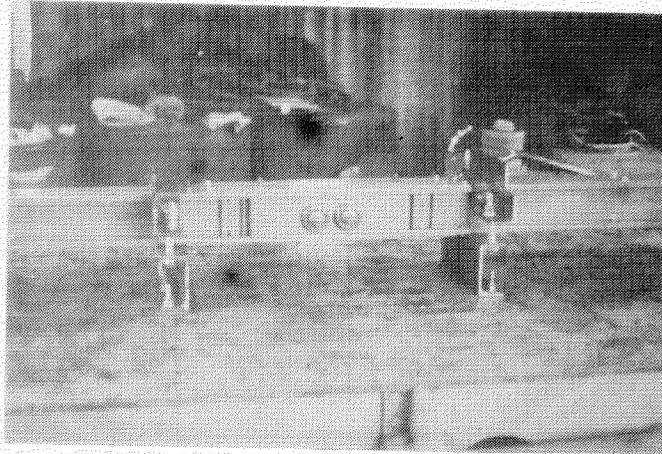
(i) 試設計図に示す通り当メタルホースは、フランジ孔ふりの自由度(両側ともにルーズフランジを採用)と手作業になる溶接の廃止により両端ベローズの1山をパッキン当り面として利用している。このために断面として見た場合パッキン当り面の外周がヘヤーピン状になる傾向がある。

S型バスケット振動試験

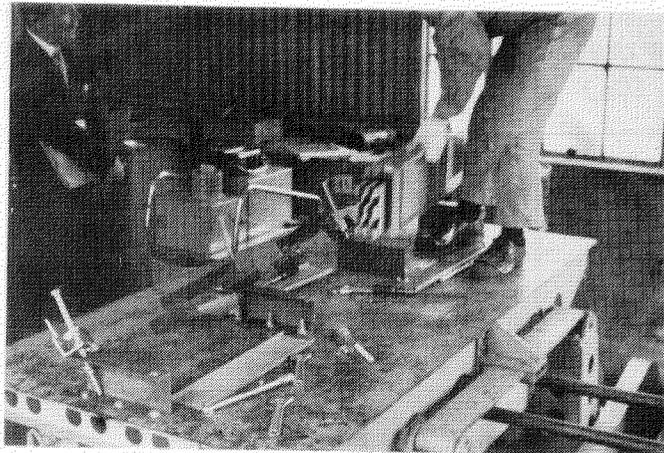
(1)

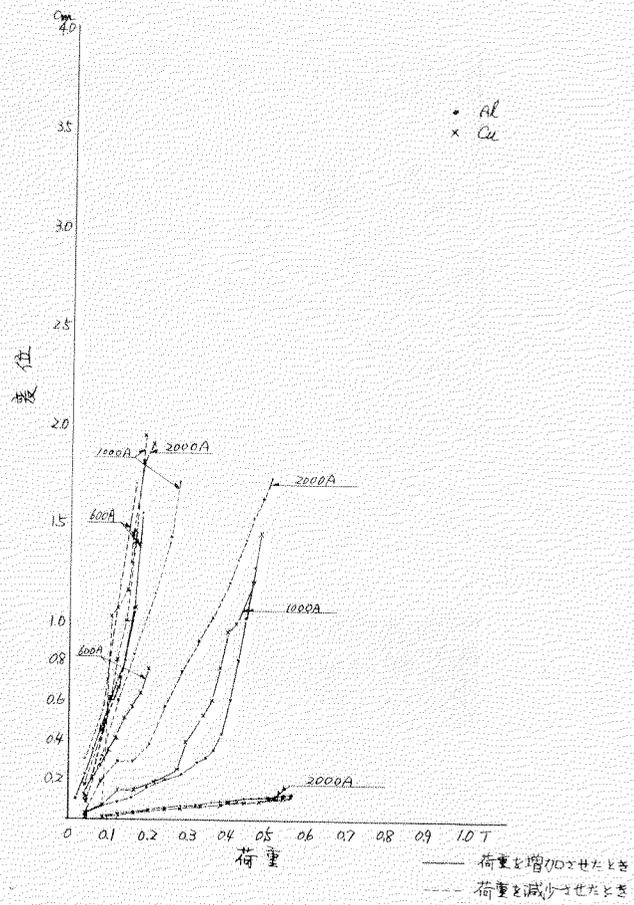


(2)



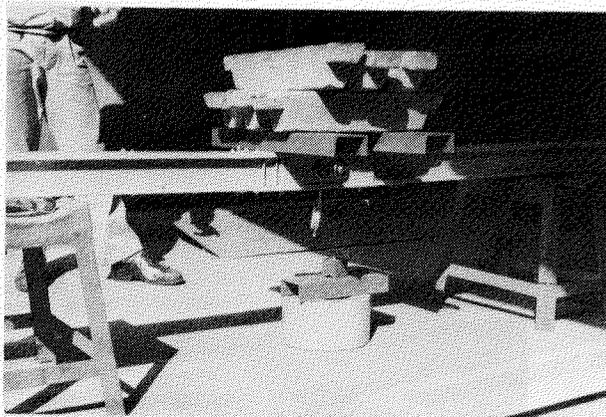
(3)



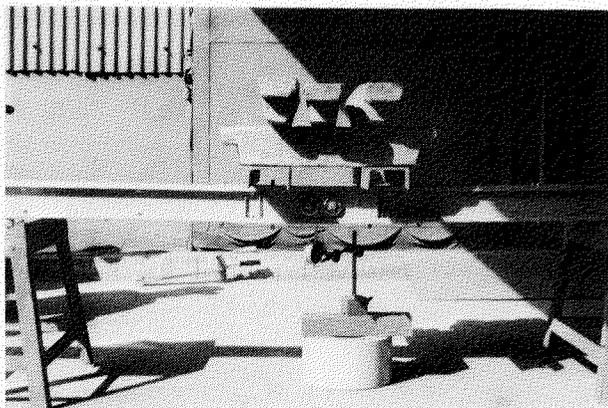


S 型 バスダクト 曲げ 試験

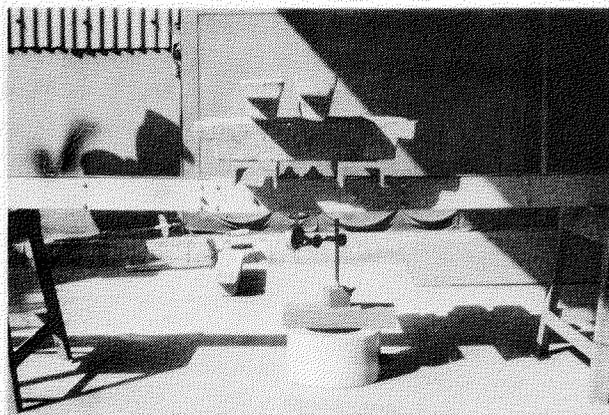
(1)



(2)

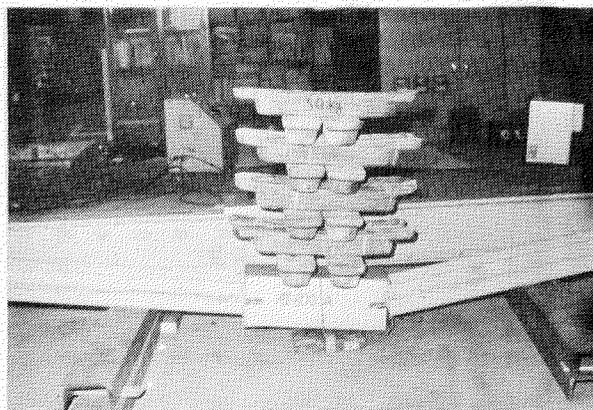


(3)

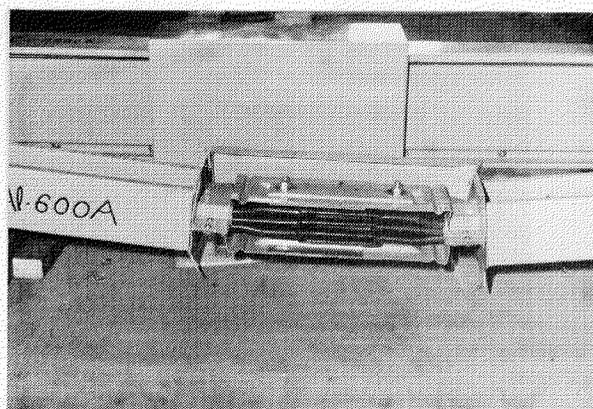


F 型 バスダクト 曲げ試験

(4)



(5)



試作段階であり製作治具の不備による所も多分にあると思われるが、最も改善を要する個所である。

- (ii) 40A以下のホースは、素手により容易に変位調整ができるが、50A以上は、素手による変位調整は不可能であり、専用治具を使用しなければならない。

メタルホースの変位荷重は、最大10TON程度必要であるからこの治具は当然油圧力を利用したものであり、軸方向伸縮、曲げ、オフセット調整の三様に利用できる万能型を必要とする。また、この万能治具のもう一つの性能は可搬性である。メタルホースの自重は著しく軽減され作業性も二人の作業員で十分行なえるものであるから万能治具もこれに見合ったものでなければならない。

このような万能治具の完成が必要である。

- (iii) 50A以上のホースの中でも口径の小さいもの(50A~125A)を軸方向縮み側に寸法調整する場合、縮み代が大きい(-50mm~-100mm)とホースが座屈しやすい傾向にある。したがって、小口径ホースの軸方向寸法調整は常に伸び側で行なう必要があり、寸法の標準化を行なう場合には、このことを十分配慮しなければならない。

- (iv) メタルホースの構成材料であるステンレス鋼薄板の海水に対する耐食性が明らかにされていない。特に40A以下のホースのベローズは0.35mm~0.4mmの薄板を使用しているので耐食性が大きな問題になる。

(b) 効果

メタルホース本来の性格に起因する諸問題点を除いては、所期の目標に対して極めて効果的な結果を得たと言える。中でも40A以下のホースは、寸法調整に治具が不要であり、型合せ管、型取管にとって替る十分な性能が得られた。また、50A以上のホースにおいても万能治具を使用することにより40A以下と同様の効果が得られるものと思われる。

4.6.12 むすび

本年度の研究によって明らかにされた点は、次の通りである。

- (1) 小径、低圧の常温水系統ラインには、すで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。すなわち、

径 ; 50A以下 ———— 常用圧力 ; 10Kg/cm² 以下

径 ; 65A~100A ———— 常用圧力 ; 5Kg/cm² 以下

の場合

- 許容偏芯量 = ±100%
- 許容伸縮量 = 任意 (ホースの切断作業が極めて容易)
- 基本管長 = 500mm~1,000mm (50A~100A)

でこれは非暴露区画の型取管、型合せ管に採用できる。

- (2) 小径(65A~125A)のゴム系フレキシブルパイプを使用する場合、管系統、常用圧力、使用区画、取付作業性等の要求性能によってゴムホースの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は「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。
- (3) 中径管(150A~250A)圧力;10Kg/cm²のゴムホースは耐圧性と重量軽減を考慮したホース構造、また、継手部のフレキシビリティを保持できる金具で、かつ、信頼度の高い接続方法を採らなければならない。
- (4) 大径管(300A~800A)圧力;16Kg/cm²貨物油管用ゴムホースは、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が
- 継手金具の方式
 - 取付作業性

- 老化、疲労等の耐用年数
- 安全上の問題
- 経済性

等については、今後の研究にまたねばならない。

- (5) 高圧フレキシブルホースの耐原油性、耐暴露性および同環境での耐久性は弁開閉油圧駆動管に使用した場合、全く問題ないことが実証された。したがって、今後はさらに管配置の研究を進め、型取管、合せ管として採用できる範囲を如何に広げていくかが重要な課題であろう。
- (6) メタルホースについては、在来型のワイヤーブレードまたはリボンブレード方式のブレード形状および接続部構造を改良し、作業性、経済性を高め要求性能をほぼ満足せしめる製品の開発が可能となった。特に40 A以下の小径管では、寸法調整治具が不要で、かつ、伸縮度が大きいため、温水管、清水管、雑用蒸気管の型取管、型合せ管には大巾採用ができる。
- (7) コスト面からみると、小径、低圧のゴムホース、高圧ゴムホース、および小径メタルホースは大巾実用化が可能な域にあるが、中径以上についてはホース本体、継手金具ともに構造上研究すべき点が多く残されており、標準化、量産化にも種々難点が予想される。
- (8) 今度さらに調査、研究を必要とする各種フレキシブルパイプに共通な問題点としては、次の項目が考えられる。
 - (a) フレキシブルパイプを有効に利用できる管配置の研究
 - (b) 製品ごとの基本管長に対する標準偏芯量、標準伸縮量の調査
 - (c) 現場配管作業性向上のための長さ調整方法の改善研究
 - (d) 耐用年数に対する資料整備のための長期にわたる実用製品の追跡調査
 - (e) ナイロン系ホース、銅合金系管等新製品、新しい利用技術の開発
 - (f) 標準化、量産によるコストの低減方法の検討

4.7 粉体塗装の船舶への応用

概要

塗装分野においては、液状の塗料を塗装する手段として種々の塗装機器が開発され、また、塗料自体も進歩してきた。しかし、本質的に液状であることに変わりはなく、現在に至っている。

近年、「粉体塗装」が開発され、塗料を粉体化し、熔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、品質向上に役立っている。この方法を船舶に適用するためには多くの問題点があるが、これらの問題点を解決し、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。

研究内容としては44年度サーベイの結果より下記項目とした。

- 各種樹脂の粉体化の研究およびその性能試験
- ショッププライマー方式の可能性の研究
- 下地処理法の研究
- 塗装法および塗装装置の研究

粉体塗料としては各種あるが、本研究においてはビニール系、エポキシ系の2種類に統一し、塗膜性能に関しては、付着力試験により判定するため「インストロン引張試験機」による引張試験を採用した。また、試験片作成のための塗装法としては静電粉体吹付法を採用し、それぞれの試験を行なった。塗装方法の研究においては、静電粉体吹付法は現在すでに実用の段階にあるので、溶射法による研究に絞って実施した。

粉体塗装に関する研究としては、相当長期間の研究が必要であると考えられるが、45年度における研究結果としては、つぎのことが考察される。

- (1) エポキシ樹脂粉体塗料のほうが塩化ビニール樹脂粉体塗料よりも塗膜管理は容易である。
- (2) 粉体塗料は、溶剤型塗料に比して数倍の付着力がある。
- (3) エポキシ樹脂粉体塗料は性能においてメーカーによる差はほとんどないが、塩化ビニール樹脂粉体塗料では差が大きい。
- (4) 光沢値のよいもの、良好な外観のものは、一般に付着力が大きい。
- (5) フッ化ビニリデン、ポリカーボネート、塩化ビニール樹脂粉体塗料は、溶射塗装がほとんど不可能であるが、エポキシ樹脂粉体塗料、ポリエチレン、ナイロン-11、ポリプロピレン等は、溶射塗装は可能である。しかし、予熱、後加熱を要するものが多い。
- (6) ショッププライマーに対する粉体塗装は、溶剤型塗装に比較して約1.6倍の付着力があると考えられる。
- (7) 粉体塗装においても、機械的、化学的下地処理のいずれの方法を問わず、完全に錆のない状態では付着力は大きい。
- (8) ピッチング状に残った錆の上に塗装した場合は、塗膜剝離等の欠陥が生じ易い。
- (9) 粉体溶射法では、現在までの試験結果では、光沢がない。したがって、塗料、装置、塗装技術等さらに検討する必要がある。
- (10) 試験に使用した溶射機は、能率の点で問題があるので、改善の必要がある。
- (11) 後加熱をすると付着性はよくなるが、これを応用面より見た場合は、後加熱の不要のもの開発が急がれる。

4.7.1 各種樹脂の粉体化の研究およびその性能試験

(1) まえがき

粉体塗料の種類は多くあるが、樹脂の性質として熱可塑性および熱硬化性があり、本試験ではそれらの代表として市販品の中からエポキシ樹脂粉体塗料および塩化ビニール樹脂粉体塗料を選び、静電塗装機を用いる場

合の塗装条件と仕上り塗膜の外観および物性面について検討する。

また、溶射塗装を行なう場合の粉体の種類と塗装性についても併せて検討する。

(2) 静電塗装機を用いた試験

(a) 試験方法

(i) 試験板

試験板の材質はSS41で図4.7.1に示す寸法とし、塗装時および浸漬試験時に周辺からの影響を避けるため、エッジやコーナ部の角を丸めている。

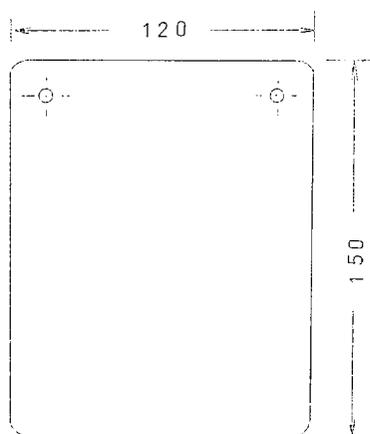


図 4.7.1 試験板の形状（材質はSS41でエッジおよびコーナはR取り、板厚は3.2mm）

(ii) 供試粉体塗料

本試験では、X社およびY社から塩化ビニール樹脂粉体塗料（以後V型粉体塗料と呼ぶ）およびエポキシ樹脂粉体塗料（以後E型粉体塗料と呼ぶ）の提供を受けた。

(iii) 塗装条件

この試験では、供試塗料をX社およびY社所有の静電塗装機（表4.7.1に示す）で塗装する。ただし、造船塗装工程への応用を考慮して塗装前の素地調整および予熱温度、塗装後の焼付温度および焼付時間、焼付後の塗膜の冷却方法または温度、それに塗装膜厚の諸要因をとりあげる。その条件を表4.7.1に示す。

各要因のうち、素地調整および冷却温度の条件は、全供試塗料について同一であるが、予熱時間、焼付温度、焼付時間および膜厚の各条件は、樹脂の種類やメーカーによる個々の特性があるため、多少かえてゐる。なお、E型粉体塗料は、それ自体が金属とよく付着する性質をもつから塗装前にプライマを必要としないが、V型粉体塗料の場合は、付着する力が弱いので、SS41の試験板に直接静電塗装することは可能でも焼付後の金属に対する付着力が十分でない。したがって、V型粉体塗料の場合には、所定のプライマ塗装を必要とする。その条件を表4.7.2に示す。

(iv) 実験の割付け

表4.7.1に示す各要因は図4.7.2に示す $L_{27}(3^{13})$ 直交配列線点図のように割付け、各要因の水準および条件は直交表によってさらにこまかく割付ける。

この割付けによって試験を行ない、得られた測定値を分散分析すれば、表4.7.1に示す要因A～Fの主効果および交互作用（A×B：焼付温度と焼付時間、A×C：予熱温度と焼付温度、B×C：予熱温度と焼付時間）の大きさがわかる。

表 4.7.1 L₂₇ (3¹³) 割付要因および水準

要因	メーカー 樹脂 塗料名 水準	X 社		Y 社	
		塩化ビニール	エポキシ	塩化ビニール	エポキシ
		V型粉体塗料	E型粉体塗料	V型粉体塗料	E型粉体塗料
A 焼付温度	1	190℃	180℃	180℃	180℃
	2	210℃	210℃	210℃	210℃
	3	230℃	240℃	240℃	240℃
B 焼付時間	1	8分	10分	5分	10分
	2	16分	25分	15分	25分
	3	24分	45分	25分	45分
C 予熱温度	1	常温	常温	常温	常温
	2	180℃ 20分	180℃ 30分	180℃ 20分	180℃ 30分
	3	240℃ 20分	240℃ 30分	240℃ 20分	240℃ 30分
D 冷却 (温度)	1	自然放冷	自然放冷	自然放冷	自然放冷
	2	0℃ 水	0℃ 水	0℃ 水	0℃ 水
	3	20℃ 水	20℃ 水	20℃ 水	20℃ 水
E 膜厚	1	130μ (目標)	50μ (目標)	うすい	うすい
	2	215μ (同上)	100μ (同上)	中	中
	3	300μ (同上)	150μ (同上)	厚い	厚い
F 素地調整	1	黒皮付	黒皮付	黒皮付	黒皮付
	2	サンドブラスト	サンドブラスト	サンドブラスト	サンドブラスト
	3	亜鉛メッキ	亜鉛メッキ	亜鉛メッキ	亜鉛メッキ

表 4.7.2 割付要因以外の塗装条件

項目	メーカー 粉体塗料	X 社		Y 社	
		塩化ビニール	エポキシ	塩化ビニール	エポキシ
プライマ		エポキシ 焼付型	不要	塩化ビニール 常乾型	不要
プライマ焼付条件		220℃-30分	—	常乾	—
焼付炉		熱風循環炉	同左	同左	同左
粉体塗装機		REPガン (ランズバーク製)	STAJET (サメス製)	REPガン (ランズバーク製)	同左

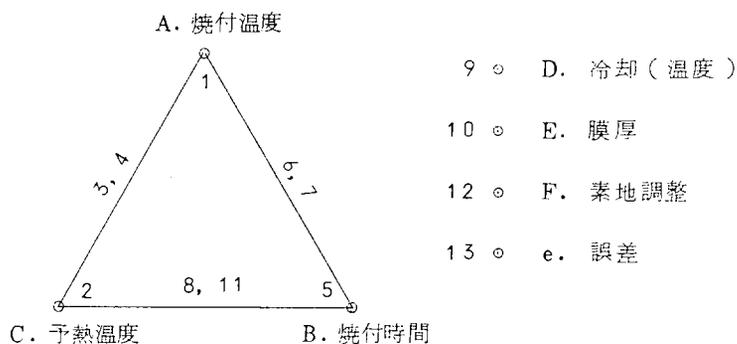


図 4.7.2 L₂₇ (3¹³) 直交配列線点図

(v) 光沢値の測定方法

仕上り塗膜光沢を表現する一つの尺度としてグロス値がある。

本試験では、東洋理化学製グロスメータを用い $\theta = 60^\circ$ の仕上り塗膜のグロス値を測定する。同一塗装試験板上の測定位置は3箇所とし、その算術平均グロス値を光沢値とする。

(vi) 塗膜の外観判定方法

表面状態を肉眼で観察し、次の5段階に別け評価点を付けた。

- 5点： 良好な塗膜
- 4点： 変色がわずかみられる
- 3点： アンダーベーク、オーバーベークをわずか起している
- 2点： 塗膜形成をしているか欠陥の多いもの
- 1点： 塗膜形成をしていないもの

(vii) 塗膜の付着力の測定方法

仕上り塗膜の金属に対する付着性を表現する一つの尺度として法線方向の引張破断強度を測定する。試験機としてインストロンTT-DML型を用い引張速度は2 mm/minとする。

予備実験では、E型およびV型粉体塗料を塗装後焼付けて仕上げ図4.7.3に示す要領で引張り試験を行ない、塗膜と治具の接着にはシアノアクリレート系接着剤を用いた。その結果をもとにして本実験では図4.7.1に示す試験板にE型およびV型粉体塗料を塗付後焼付けて仕上げ、その面をサンドペーパー、エメリ#100で磨き、図4.7.3に示す治具の2.5.4φ面をシアノアクリレート系接着剤で接着し、接着治具面に沿って塗膜に切り込みをいれたものを用いた。測定方法の概略を図4.7.4に示す。

測定は図4.7.1に示す試験板1板につき3点とし、その平均値を付着力とする。

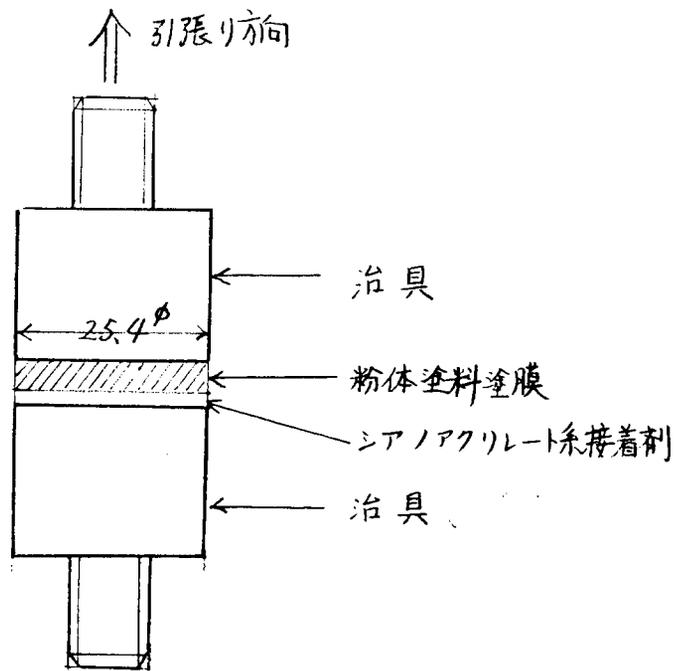


図 4.7.3 治 具

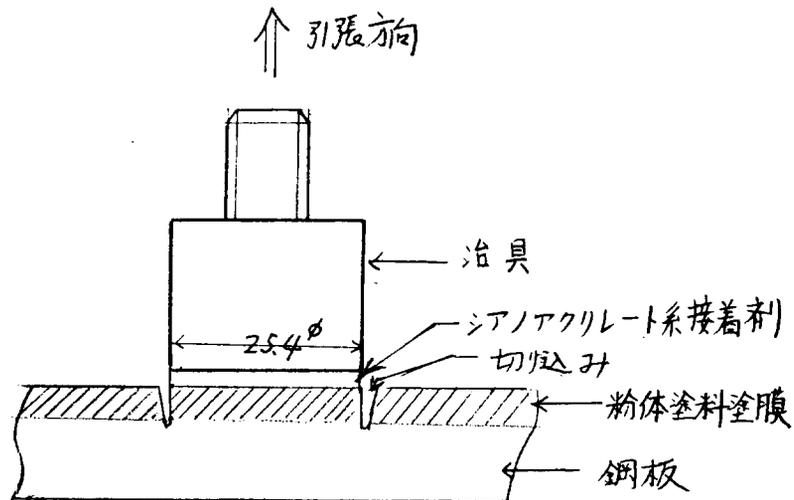


図 4.7.4 引張試験方法概略

(b) 試験結果

(i) 測定値一覧表

本実験によって測定した光沢値，外観判定値および付着力を表 4.7.3 に示す。

(ii) 分散分析表

表 4.7.3 に示す測定値は，各測定項目ごとに分散分析し，表 4.7.4 ～表 4.7.10 に示す。

(iii) 各測定値と塗装条件の関係

仕上り塗膜の光沢値，外観判定値および付着力に対する素地調整，予熱温度，各粉体塗料塗付後焼付温度，同時間，焼付け後の冷却温度，塗膜の厚みなどの条件が与える影響について図 4.7.5 ～図 4.7.52 に示す。

表 4.7.3 実験結果

No	要因 Col.	素地調整	予熱	膜厚	焼付温度	焼付時間	冷却	光沢値〔-〕		外觀判定	付着力		エポキシ〔Y〕	
								塩化ビニル(X)	エポキシ(X)		塩化ビニル(X)	エポキシ(X)		
1		12	2	10	1	5	9	0.8	98.8	塩化ビニル(X)	20.6	0.0	14.2	10.9
2		1	1	1	1	1	1	7.78	80.9	塩化ビニル(X)	27.3	2.41	60.4	26.7
3		3	1	3	3	3	3	7.82	86.3	塩化ビニル(X)	29.6	60.6	30.8	18.0
4		3	2	2	1	1	2	0.0	83.2	塩化ビニル(X)	46.4	38.3	7.5	12.4
5		1	2	3	1	2	3	69.4	94.9	塩化ビニル(X)	17.4	38.5	55.9	36.3
6		2	2	1	1	3	1	62.8	79.2	塩化ビニル(X)	31.0	51.1	66.0	61.6
7		2	3	3	1	1	3	52.7	91.0	塩化ビニル(X)	17.8	6.7	37.3	11.7
8		3	3	1	1	2	1	80.9	85.3	塩化ビニル(X)	50.4	4.9	7.7	43.0
9		1	3	2	1	3	2	81.5	91.2	塩化ビニル(X)	54.3	23.5	41.9	39.9
10		2	1	3	2	1	2	0.0	80.3	塩化ビニル(X)	54.7	34.8	42.1	29.6
11		3	1	1	2	2	3	86.2	77.3	塩化ビニル(X)	25.7	50.8	17.0	45.0
12		1	1	2	2	3	1	93.3	96.8	塩化ビニル(X)	67.7	9.3	41.7	47.8
13		1	2	1	2	1	3	43.5	87.2	塩化ビニル(X)	18.2	53.9	39.7	12.4
14		2	2	2	2	2	1	43.9	92.5	塩化ビニル(X)	29.6	40.9	56.1	55.7
15		3	2	3	2	3	2	49.3	88.0	塩化ビニル(X)	6.5	4.2	54.7	48.8
16		3	3	2	2	1	1	68.2	81.5	塩化ビニル(X)	26.7	5.7	23.1	34.6
17		1	3	3	2	2	2	72.5	91.7	塩化ビニル(X)	47.6	27.3	52.1	59.4
18		2	3	1	2	3	3	82.6	80.0	塩化ビニル(X)	52.5	44.4	56.7	78.4
19		3	1	2	3	1	3	82.7	84.6	塩化ビニル(X)	82.3	28.4	28.8	35.0
20		1	1	3	3	2	1	22.9	88.7	塩化ビニル(X)	0.0	33.4	47.0	73.1
21		2	1	1	3	3	2	10.5	51.6	塩化ビニル(X)	33.6	33.4	30.4	57.9
22		2	2	3	3	1	1	60.6	89.4	塩化ビニル(X)	23.9	38.7	49.4	26.5
23		3	2	1	3	2	2	73.8	85.9	塩化ビニル(X)	27.5	2.6	36.7	13.4
24		1	2	2	3	3	3	25.7	92.4	塩化ビニル(X)	0.0	5.1	36.1	40.7
25		1	3	1	3	1	2	82.0	86.3	塩化ビニル(X)	52.7	30.2	53.3	43.8
26		2	3	2	3	2	3	28.2	80.0	塩化ビニル(X)	24.3	41.5	49.8	56.9
27		3	3	3	3	3	1	13.1	85.3	塩化ビニル(X)	5.3	0.0	18.6	32.0

表 4.7.4 V型粉体塗料 (X社) 光沢値
分散分析表

	s. s (変動)	自 由 度	m. s (分散)	F ₀ (F検定)
A	1,188.00	2	594.00	0.81
B	1,559.43	2	779.72	1.06
C	1,115.77	2	557.89	0.76
D	773.87	2	386.94	0.52
E	673.60	2	336.80	0.46
F	730.96	2	365.48	0.50
A×B	12,603.02	4	3,150.76	4.27
A×C	1,706.89	4	426.73	0.58
B×C	1,996.04	4	499.01	0.68
e (誤差)	1,474.90	2	737.45	

表 4.7.5 V型粉体塗料 (Y社) 外観判定値
分散分析表

	s. s	自 由 度	m. s	F ₀
A	3.78	2	1.89	1.39
B	18.70	2	9.35	6.88
C	14.10	2	7.05	5.18
D	3.78	2	1.89	1.39
E	4.11	2	2.06	1.51
F	16.90	2	8.45	6.21
A×B	22.19	4	5.55	4.08
A×C	9.88	4	2.47	1.82
B×C	11.87	4	2.97	2.18
e	2.71	2	1.36	

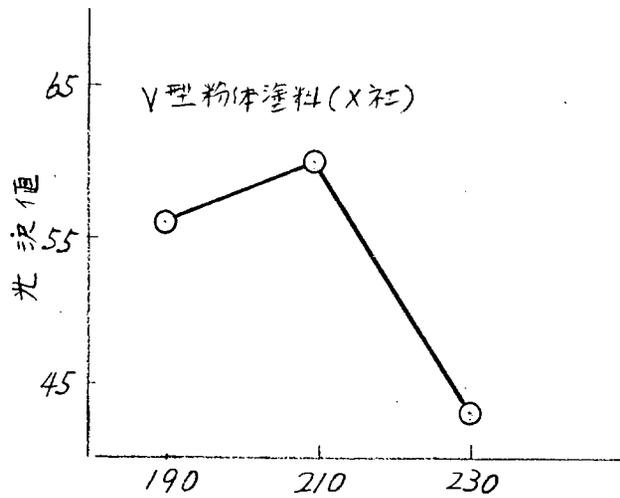


図 4.7.5 焼付温度 [°C] 焼付温度と光沢値の関係

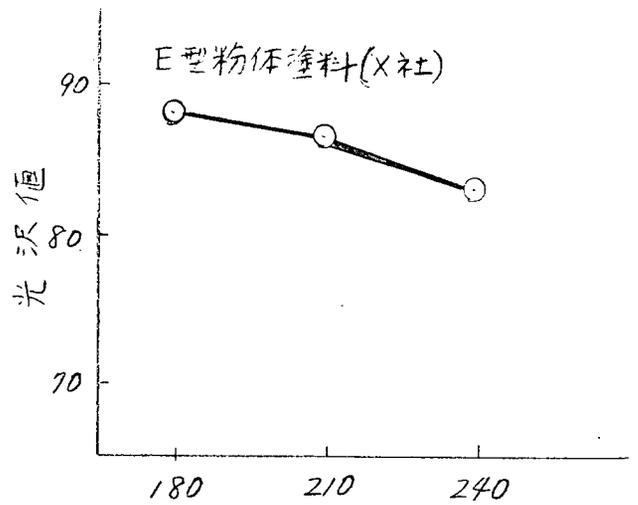


図 4.7.3 5 焼付温度 [°C] 焼付温度と光沢値の関係

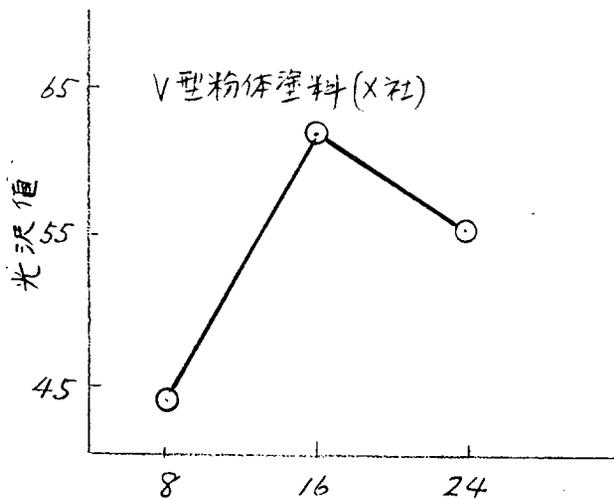


図 4.7.6 焼付時間 [分] 焼付時間と光沢値の関係

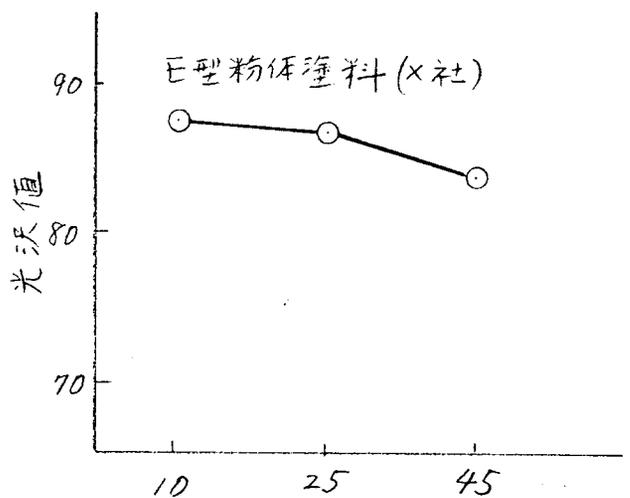


図 4.7.3 6 焼付時間 [分] 焼付時間と光沢値の関係

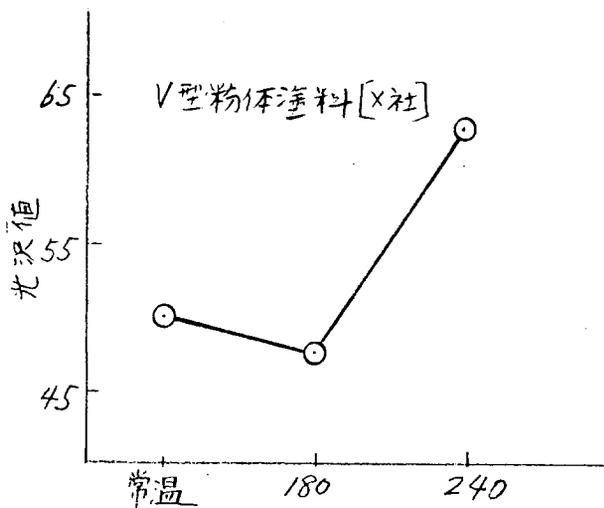


図 4.7.7 予熱温度 [°C] 予熱温度と光沢値の関係

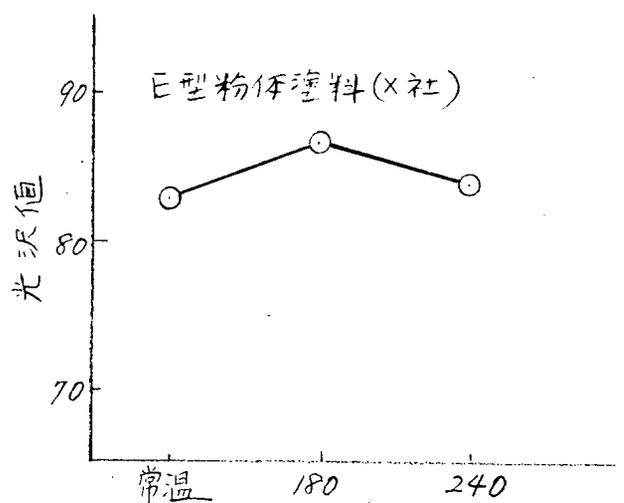


図 4.7.3 7 予熱温度 [°C] 予熱温度と光沢値の関係

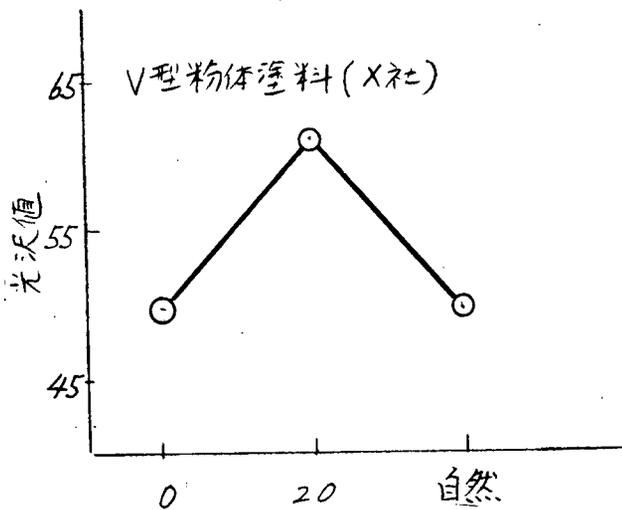


図 4.7.8 冷却温度 [°C] 冷却条件と光沢値の関係

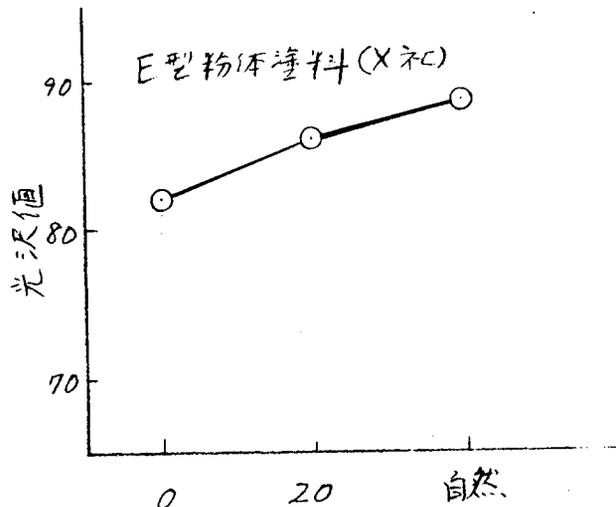


図 4.7.38 冷却温度 [°C] 冷却条件と光沢値の関係

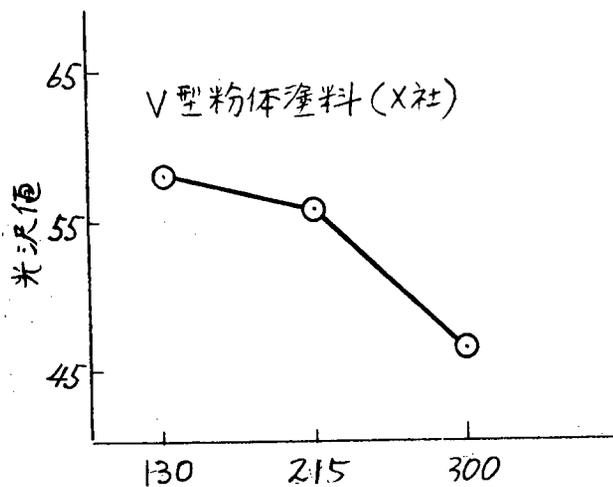


図 4.7.9 目標膜厚 [μ] 目標膜厚と光沢値の関係

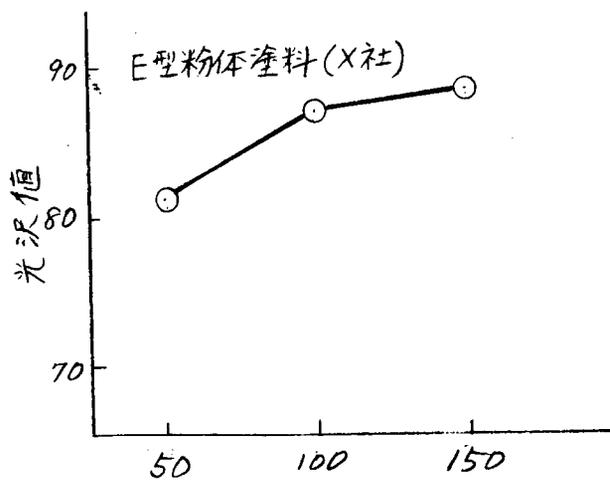


図 4.7.39 目標膜厚 [μ] 目標膜厚と光沢値の関係

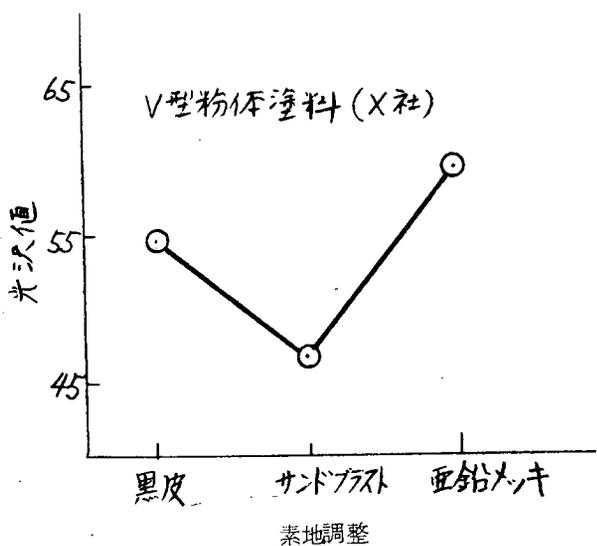


図 4.7.10 素地調整条件と光沢値の関係

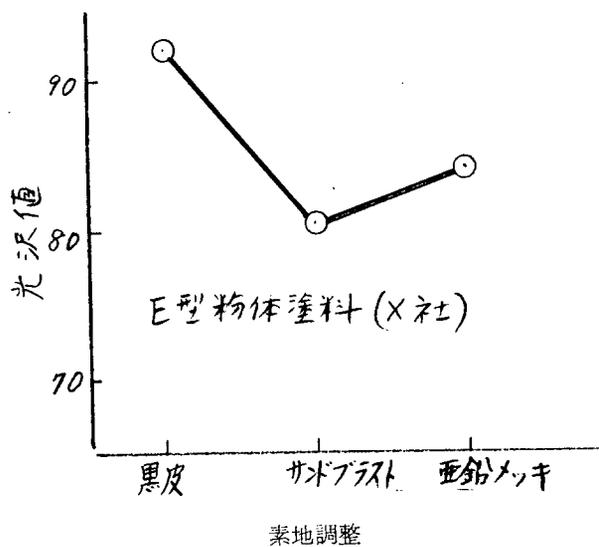


図 4.7.40 素地調整条件と光沢値の関係

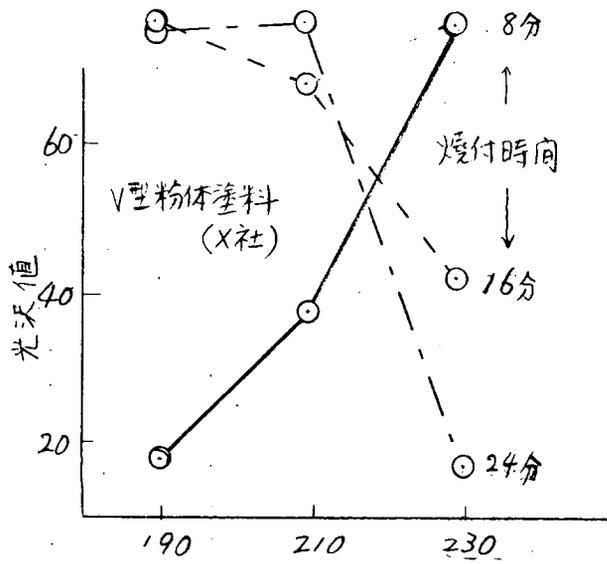


図 4.7.1.1 焼付温度 [°C] 焼付温度と焼付時間の交互作用

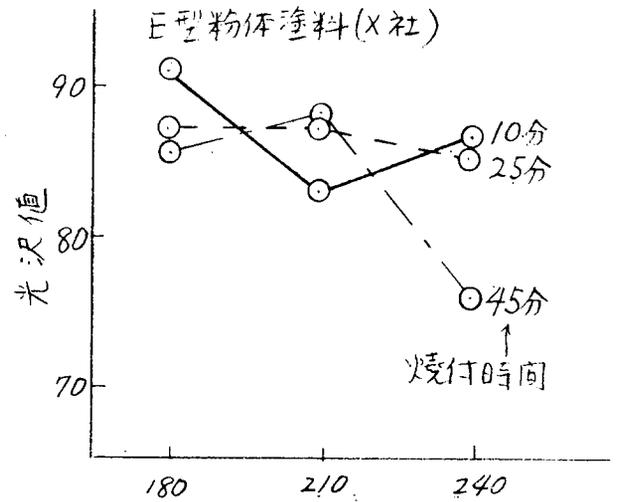


図 4.7.4.1 焼付温度 [°C] 焼付温度と焼付時間の交互作用

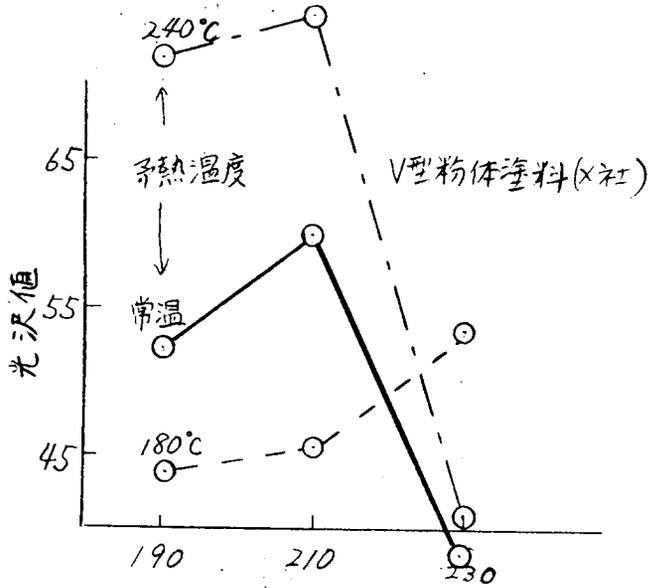


図 4.7.1.2 焼付温度 [°C] 焼付温度と予熱温度の交互作用

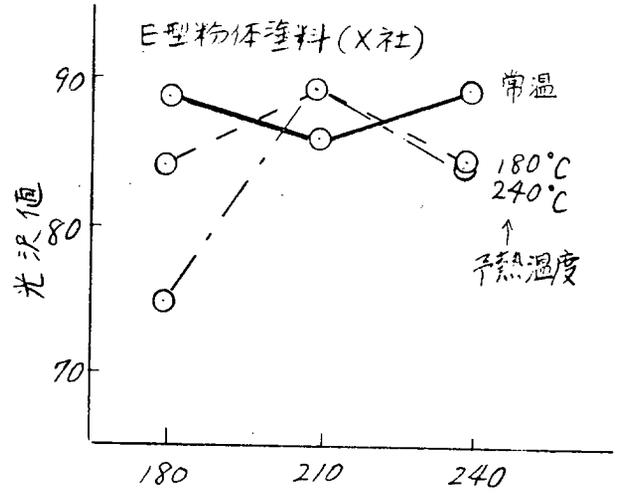


図 4.7.4.2 焼付温度 [°C] 焼付温度と予熱温度の交互作用

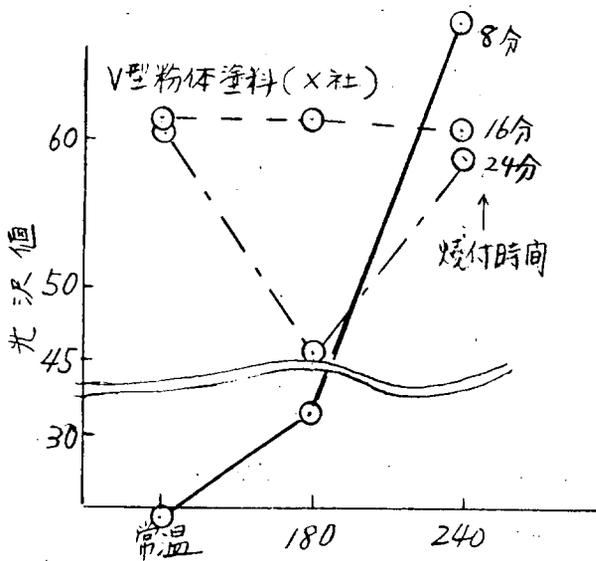


図 4.7.1.3 予熱温度 [°C] 焼付時間と予熱温度の交互作用

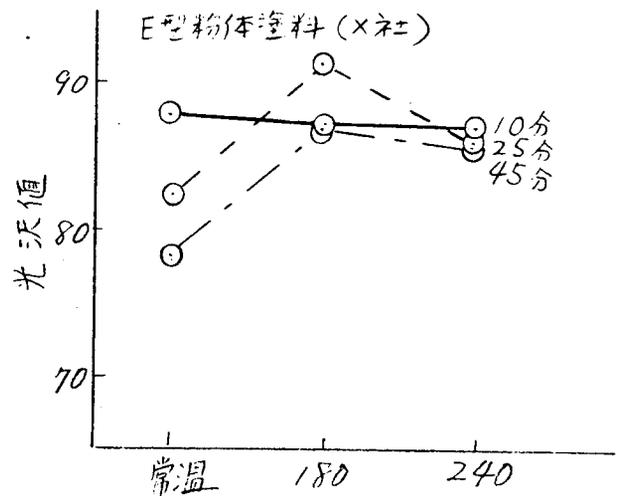


図 4.7.4.3 予熱温度 [°C] 焼付時間と予熱温度の交互作用

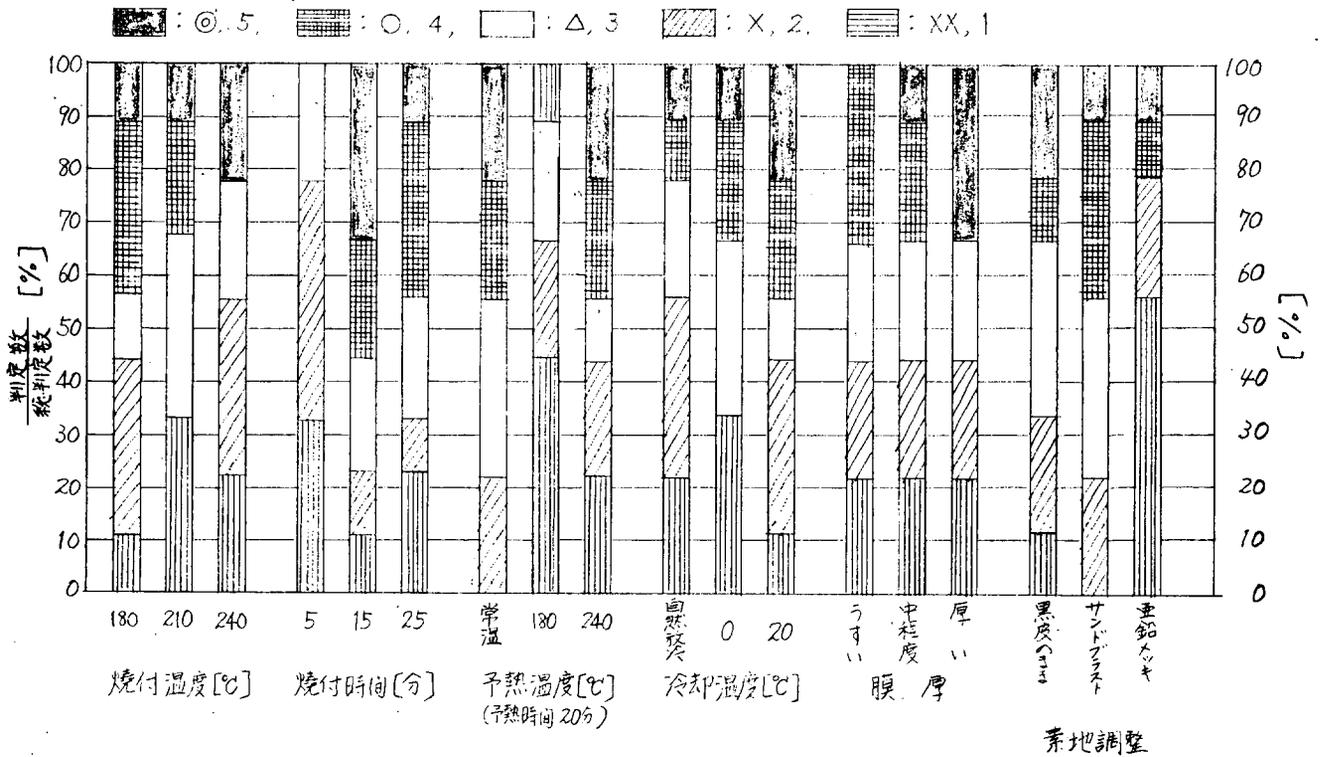


図 4.7.14 各種塗装条件とV型粉体塗料塗膜の外観判定値 (Y社)

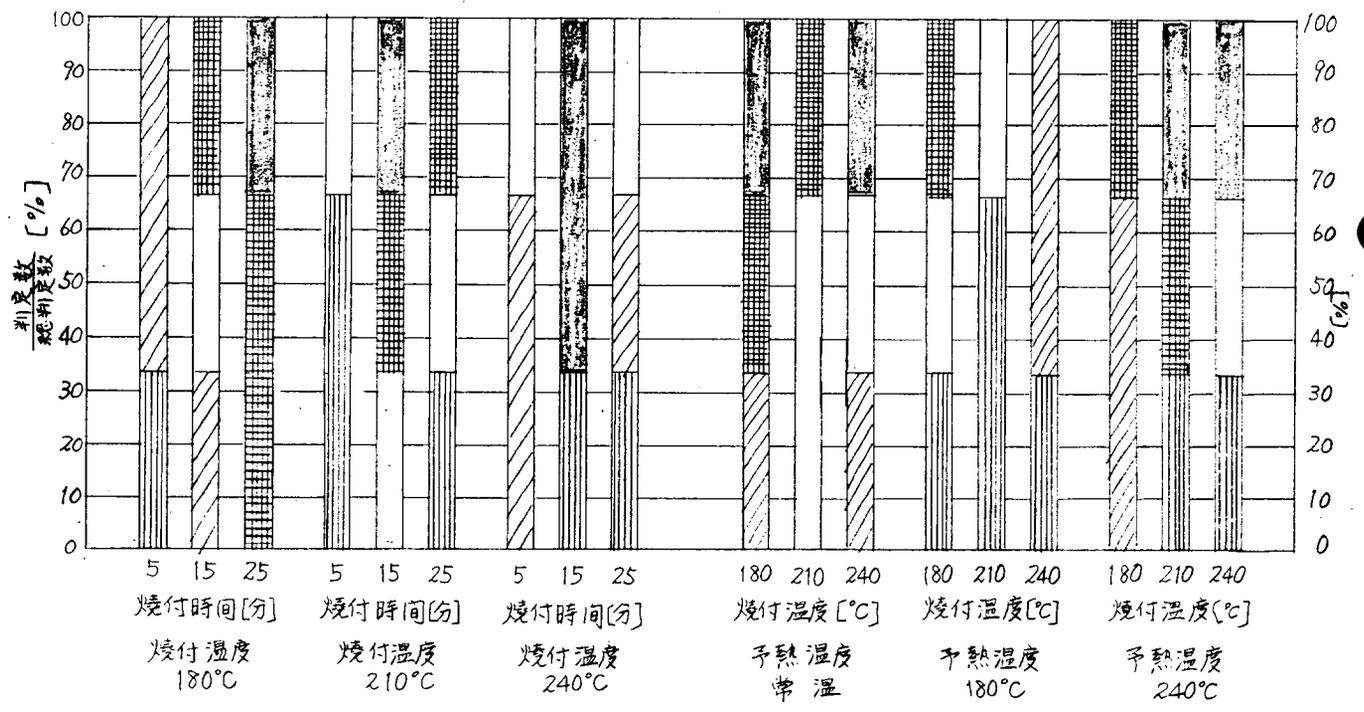


図 4.7.15 V型粉体塗料 (Y社) の外観判定値に対する焼付時間と焼付温度および予熱温度と焼付温度の交互作用

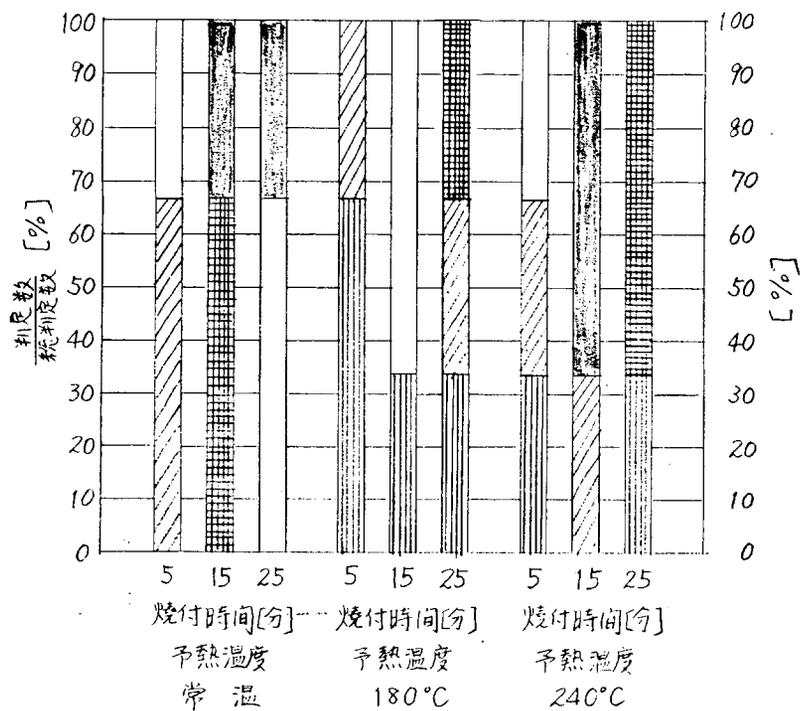


図 4.7.16 V型粉体塗料 (Y社) の外観判定値に対する
予熱温度と焼付時間の交互作用

表 4.7.6 V型粉体塗料 (X社) 付着力
分散分析表

	s. s	df	m. s	V	寄与率 (%)
A	27,107.68	2	13,553.84	2.62	1.55
B	35,108.66	2	17,554.33	3.39*	2.32
C	119,095.61	2	59,547.50	11.49**	10.36
D	4,472.76 (-)	2	2,236.38	-	-
E	108,730.28	2	54,365.14	10.49**	9.37
F	1,693.98 (-)	2	846.99	-	-
A × B	214,854.12	4	53,713.53	10.36**	18.48
A × C	85,529.54	4	21,382.39	4.13*	6.10
B × C	153,417.86	4	38,354.47	7.40**	12.60
e	294,415.94 (300,582.68)	54 (58)	5,452.15		39.22
T		78			100.00

信頼限界 ± 3.84

* 5%有意
** 1%有意
() eにブールしたもの

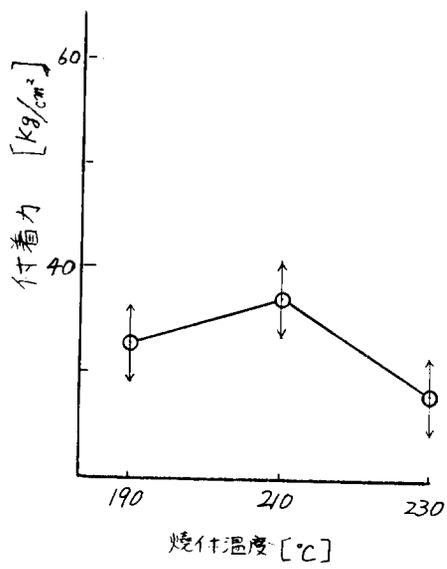


図 4.7.17 V型粉体塗料(X社)の付着力と焼付温度の関係

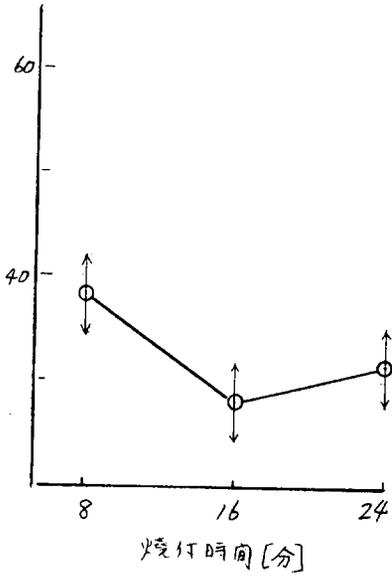


図 4.7.18 V型粉体塗料(X社)の付着力と焼付時間の関係

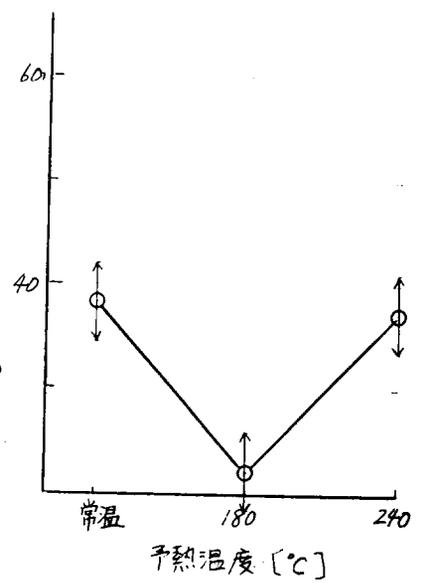


図 4.7.19 V型粉体塗料(X社)の付着力と予熱温度の関係

D. 冷却

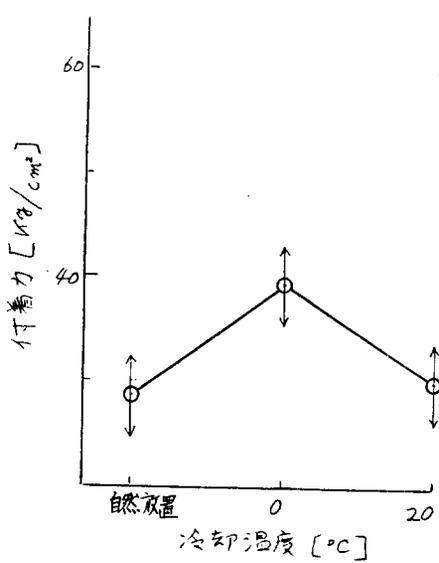


図 4.7.20 V型粉体塗料(X社)の付着力と冷却温度の関係

E. 膜厚

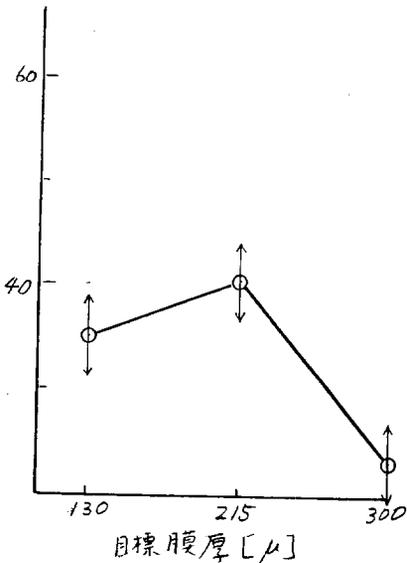


図 4.7.21 V型粉体塗料(X社)の付着力と目標膜厚●関係

F. 素地調整

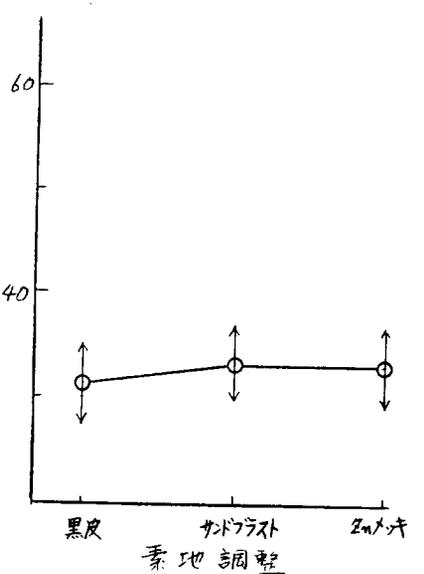


図 4.7.22 V型粉体塗料(X社)の付着力と素地調整の関係

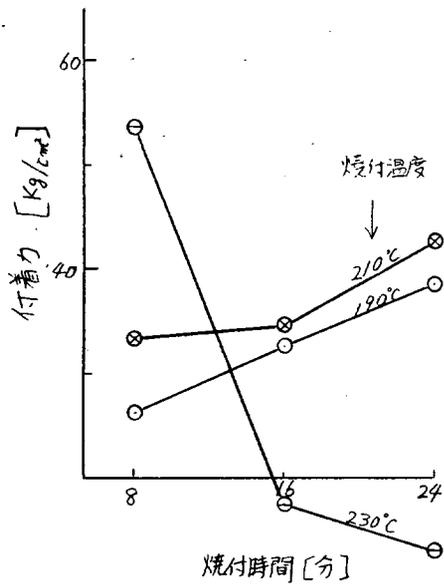


図 4.7.2.3 V型粉体塗料 (X社) の付着力に対する焼付時間と焼付温度の交互作用

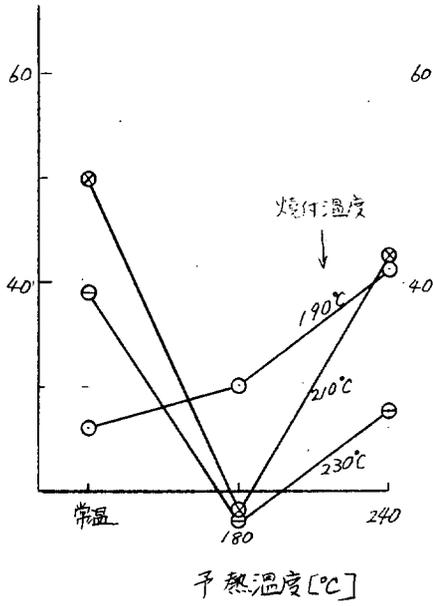


図 4.7.2.4 V型粉体塗料 (X社) の付着力に対する予熱温度と焼付温度の交互作用

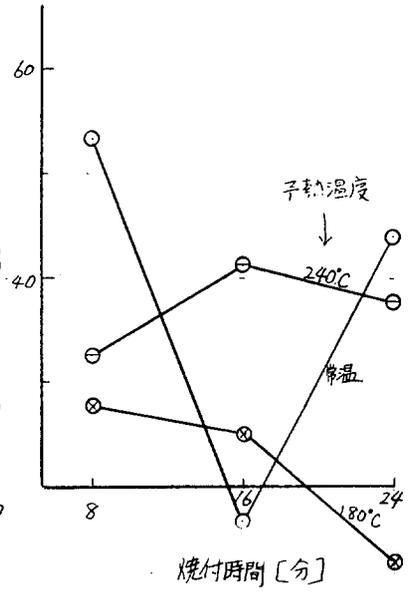


図 4.7.2.5 V型粉体塗料 (X社) の付着力に対する焼付時間と予熱温度の交互作用

表 4.7.7 V型粉体塗料 (Y社) 付着力分散分析表

	s. s	df	m. s	Fo	寄与率 (%)
A	12,111.38	2	6,055.69	1.52	0.53
B	11,499.66	2	5,749.83	1.45	0.44
C	53,436.32	2	26,718.16	6.72**	6.32
D	92,238.42	2	46,119.21	11.61**	11.77
E	32,746.83	2	16,373.42	4.12*	3.42
F	29,853.86	2	14,926.93	3.76*	3.02
A × B	164,919.08	4	41,229.77	10.38**	20.79
A × C	57,485.98	4	14,371.50	3.62*	5.72
B × C	6,617.82 (-)	4	1,654.46	-	-
e	192,048.11 (198,665.93)	46 (50)	4,174.96		47.91
T					100.00

信頼限界 ± 3.62

* 5%有意
** 1%有意
() eにプール

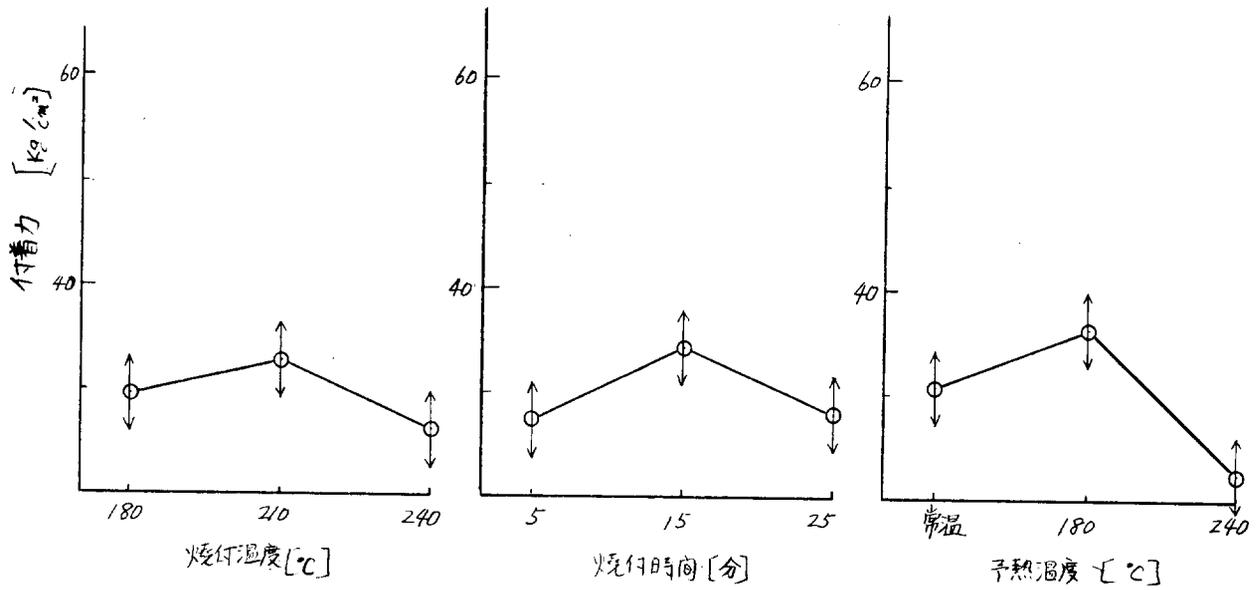


図 4.7.26 V型粉体塗料(Y社)の付着力と焼付温度の関係

図 4.7.27 V型粉体塗料(Y社)の付着力と焼付時間の関係

図 4.7.28 V型粉体塗料(Y社)の付着力と予熱温度の関係

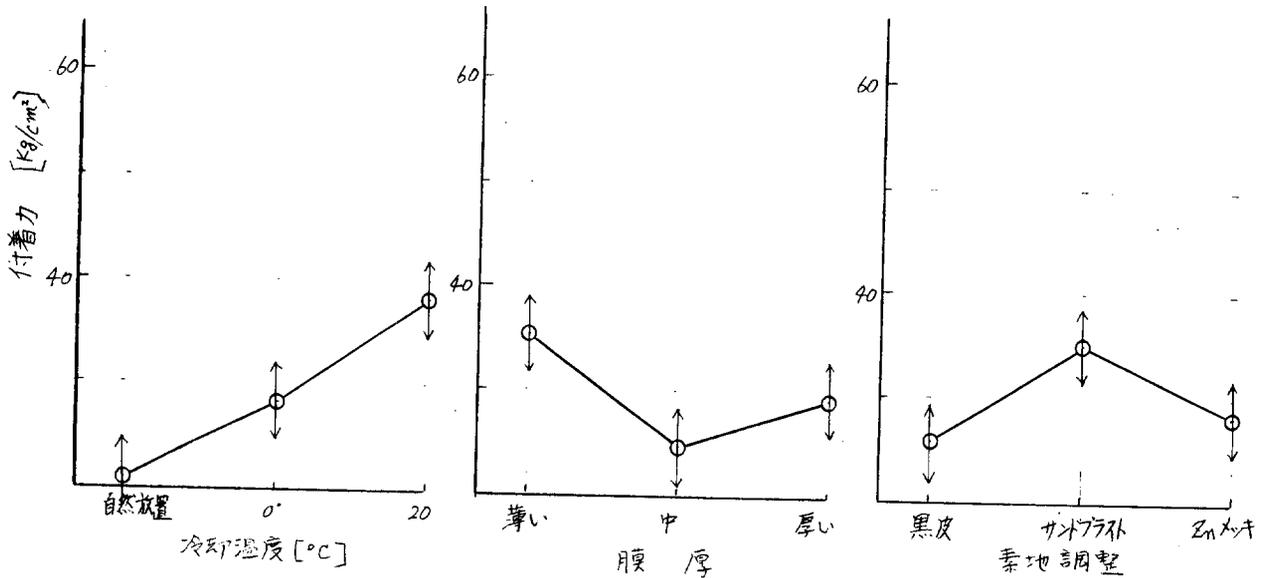


図 4.7.29 V型粉体塗料(Y社)の付着力と冷却温度の関係

図 4.7.30 V型粉体塗料(Y社)の付着力と膜厚の関係

図 4.7.31 V型粉体塗料(Y社)の付着力と素地調整の関係

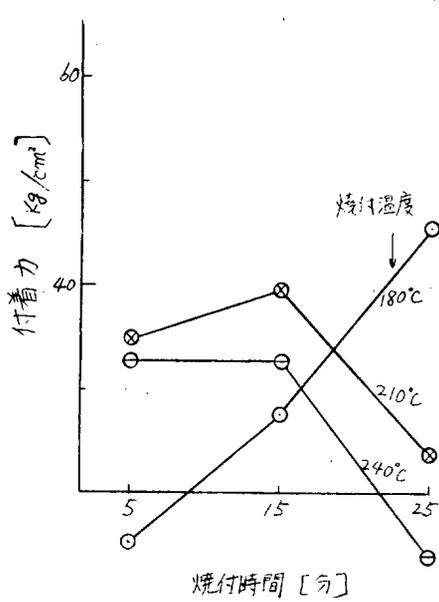


図 4.7.3.2 V型粉体塗料 (Y社) の付着力に対する焼付時間と焼付温度の交互作用

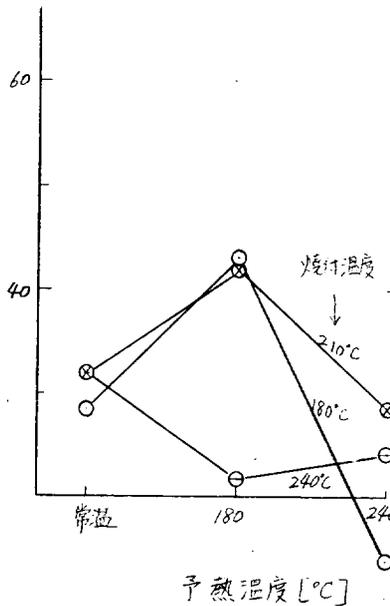


図 4.7.3.3 V型粉体塗料 (Y社) の付着力に対する予熱温度と焼付時間の交互作用

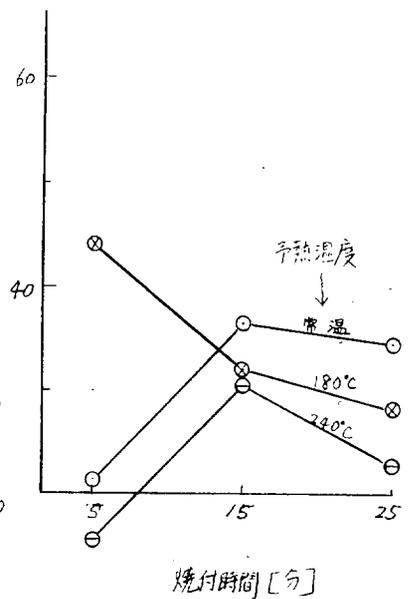


図 4.7.3.4 V型粉体塗料 (Y社) の付着力に対する焼付時間と予熱温度の交互作用

表 4.7.8 E型粉体塗料 (X社) 光沢値分散分析表

	s . s	自由度	m . s	F ₀
A	124.40	2	62.20	0.40
B	63.36	2	31.68	0.20
C	125.99	2	63.00	0.40
D	191.48	2	95.74	0.61
E	256.10	2	128.05	0.82
F	615.25	2	307.63	1.97
A × B	577.88	4	144.47	0.92
A × C	250.22	4	62.56	0.40
B × C	119.32	4	29.83	0.19
e	312.38	2	156.19	

表 4.7.9 E型粉体塗料(X社)付着力
分散分析表

	s. s	df	m. s	F ₀	寄与率(%)
A	16,272.44	2	8,136.22	2.29	1.33
B	44,276.73	2	22,138.37	6.22 ^{**}	5.41
C	34,783.01	2	17,391.51	4.89 [*]	4.03
D	10,555.52	2	5,277.76	1.48	0.50
E	24,123.33	2	12,061.67	3.39 [*]	2.47
F	215,313.40	2	107,656.70	30.26 ^{**}	30.29
A × B	87,653.37	4	21,913.34	6.16 ^{**}	10.68
A × C	2,181.221	4	545.305	1.53	1.11
B × C	3,323.771	4	830.943	2.34	2.77
e	199,219.83	56	3,557.50		41.41
T		80			100.00

信頼限界 ± 3.16

* 5%有意
** 1%有意

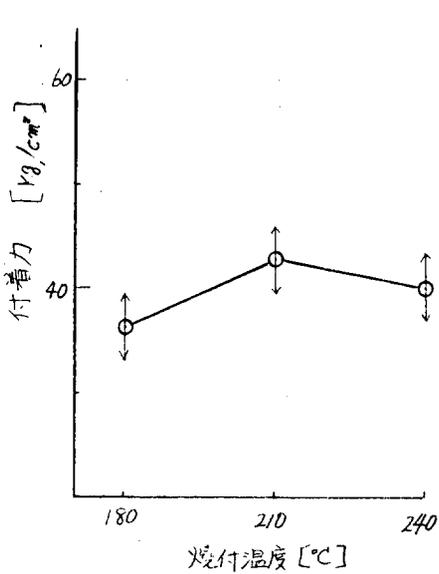


図 4.7.44 E型粉体塗料(X社)の付着力と焼付温度の関係

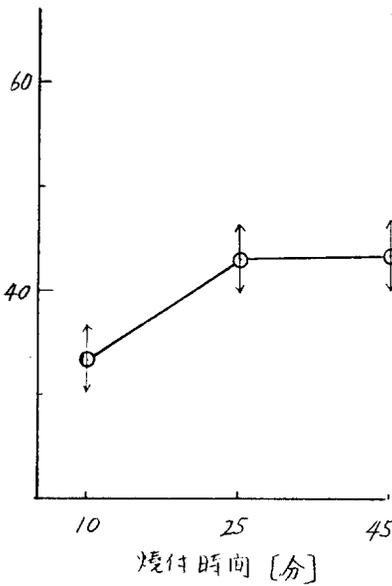


図 4.7.45 E型粉体塗料(X社)の付着力と焼付時間の関係

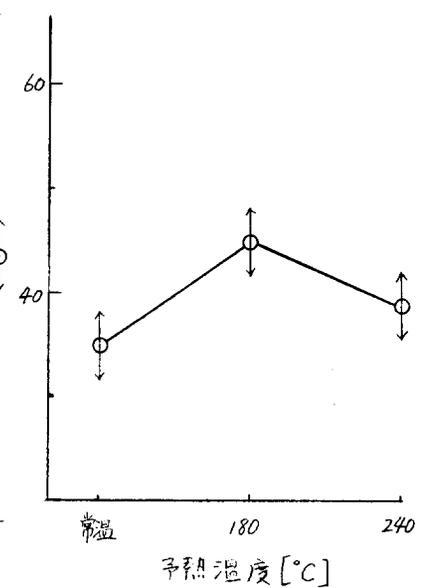


図 4.7.46 E型粉体塗料(X社)の付着力と予熱温度の関係

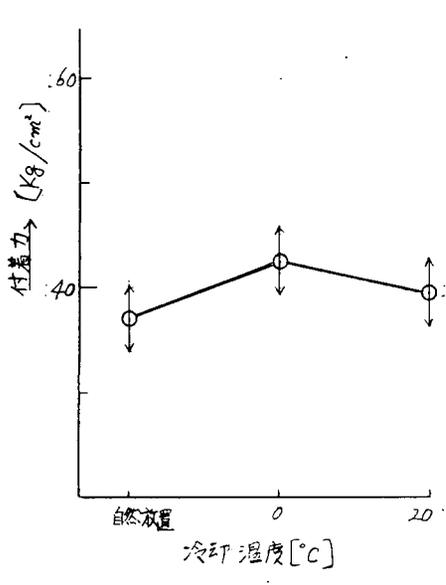


図4.7.47 E型粉体塗料(X社)の付着力と冷却温度の関係

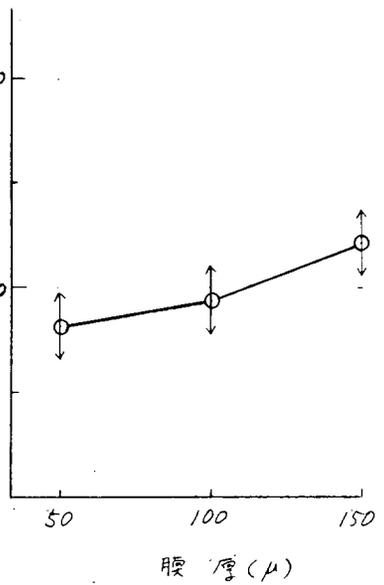


図4.7.48 E型粉体塗料(X社)の付着力と膜厚の関係

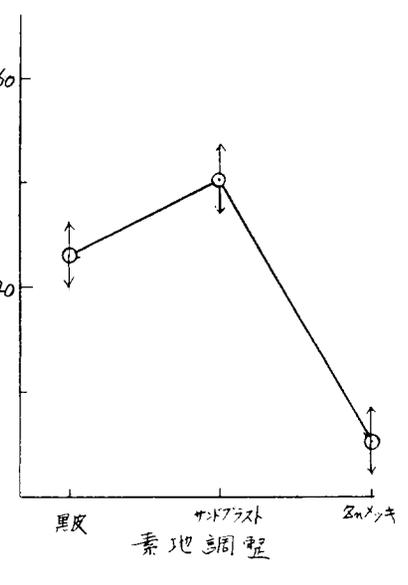


図4.7.49 E型粉体塗料(X社)の付着力と素地調整の関係

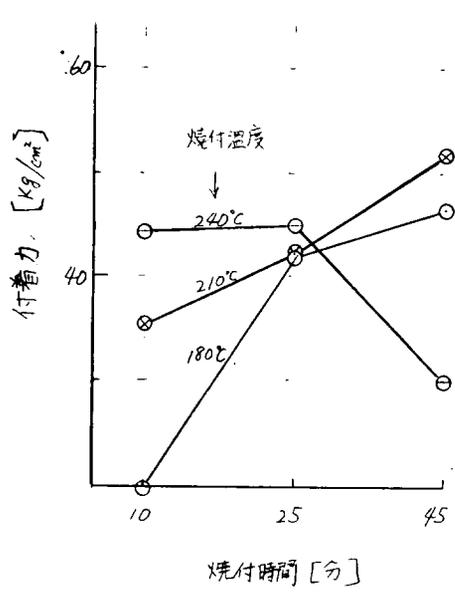


図4.7.50 E型粉体塗料(X社)の付着力に及ぼす焼付時間と焼付温度の関係

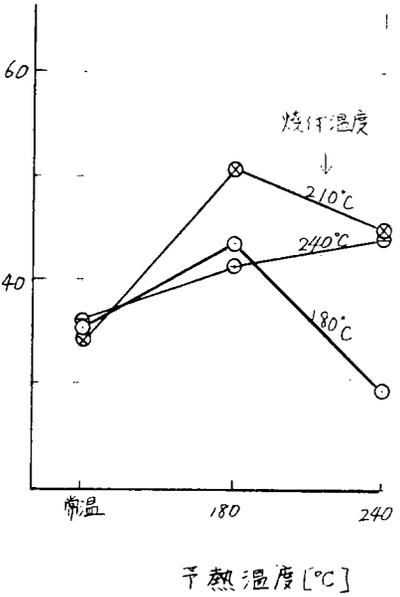


図4.7.51 E型粉体塗料(X社)の付着力に及ぼす予熱温度と焼付時間の交互作用

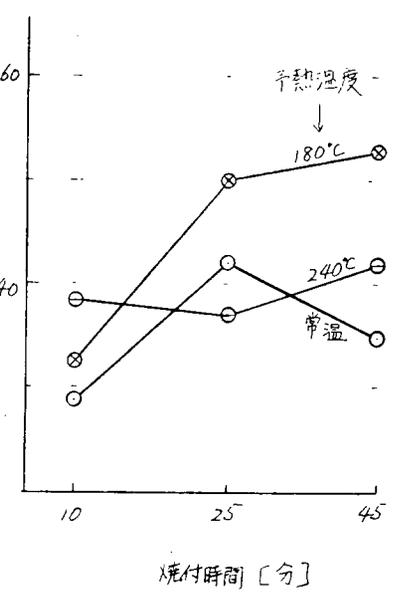


図4.7.52 E型粉体塗料(X社)の付着力に及ぼす焼付時間と予熱温度の交互作用

表 4.7.10 E型粉体塗料(Y社)付着力
分散分析表

	s. s	df	m. s	F ₀	寄与率(%)
A	74,205.47	2	37,102.73	7.15 ^{**}	7.21
B	173,182.15	2	86,591.08	16.68 ^{**}	18.44
C	37,455.16	2	18,727.58	3.61 [*]	3.03
D	16,472.65	2	8,236.33	1.59	0.65
E	1,605.61 (-)	2	802.81	-	-
F	65,555.55	2	32,777.50	6.31 ^{**}	6.22
A × B	51,570.53	4	12,892.63	2.48	3.41
A × C	160,468.75	4	40,117.19	7.73 ^{**}	15.78
B × C	42,081.96	4	10,520.49	2.03	2.34
e	258,035.95 (259,641.56)	48 (50)	5,375.75		42.94
T		72			100.00

信頼限界 ± 4.11

* 5%有意
** 1%有意
() eにプール

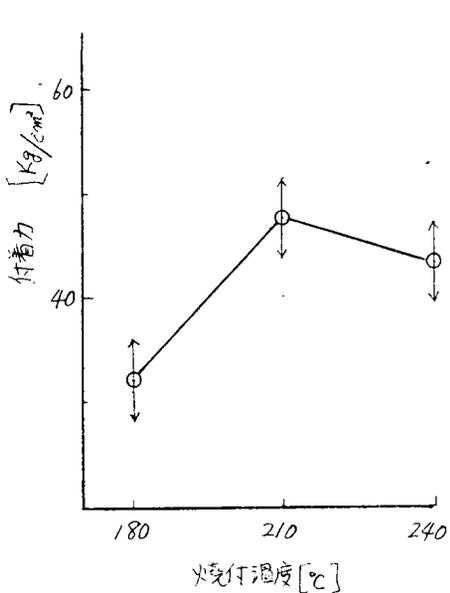


図4.7.53 E型粉体塗料(Y社)の付着力と焼付温度の関係

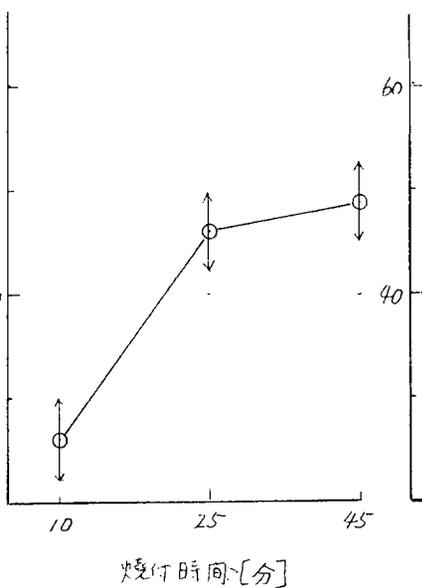


図4.7.54 E型粉体塗料(Y社)の付着力と焼付時間の関係

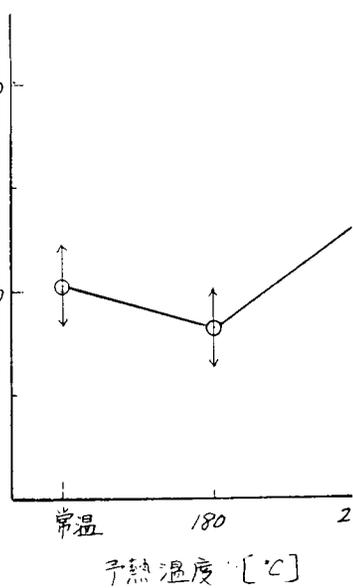


図4.7.55 E型粉体塗料(Y社)の付着力と焼付時間の関係

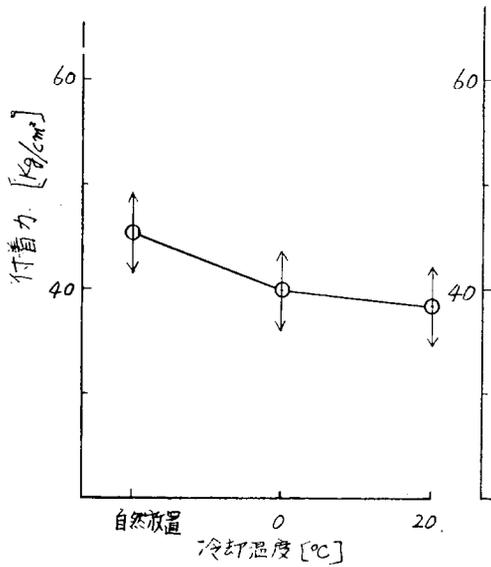


図 4.7.56 E型粉体塗料(Y社)の付着力と冷却温度の関係

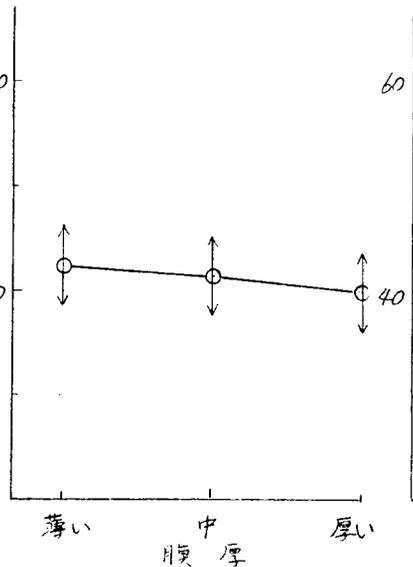


図 4.7.57 E型粉体塗料(Y社)の付着力と膜厚の関係

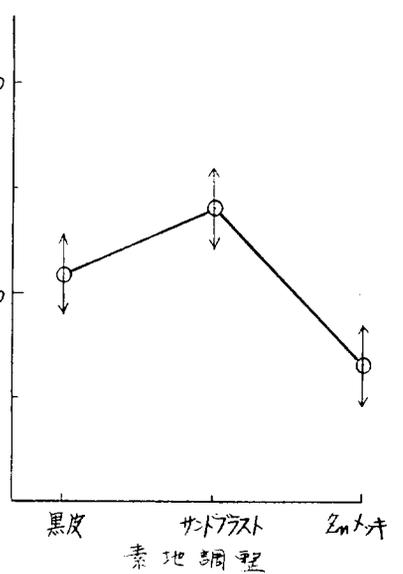


図 4.7.58 E型粉体塗料(Y社)の付着力の素地調整の関係

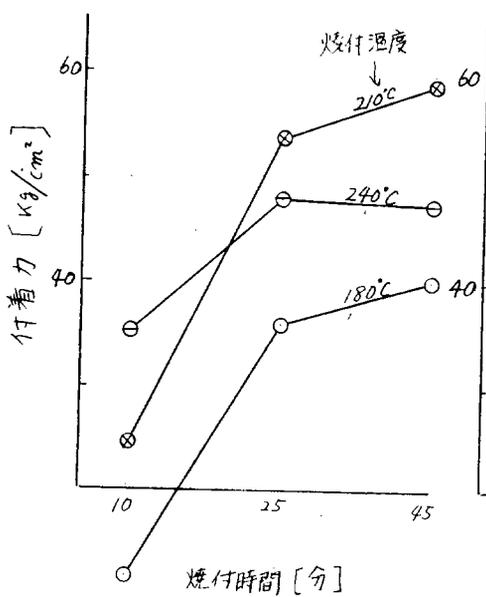


図 4.7.59 E型粉体塗料(Y社)の付着力に及ぼす焼付時間と焼付温度の交互作用

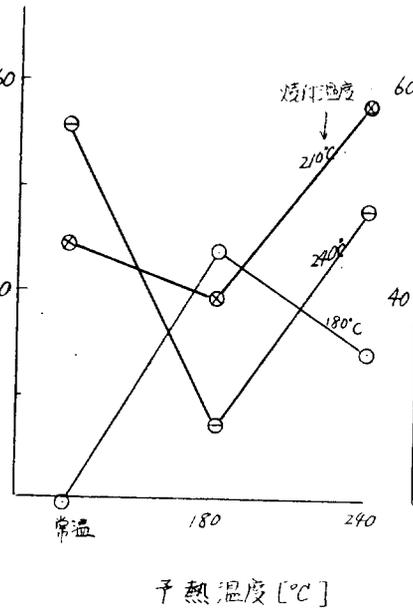


図 4.7.60 E型粉体塗料(Y社)の付着力に及ぼす予熱温度と焼付温度の交互作用

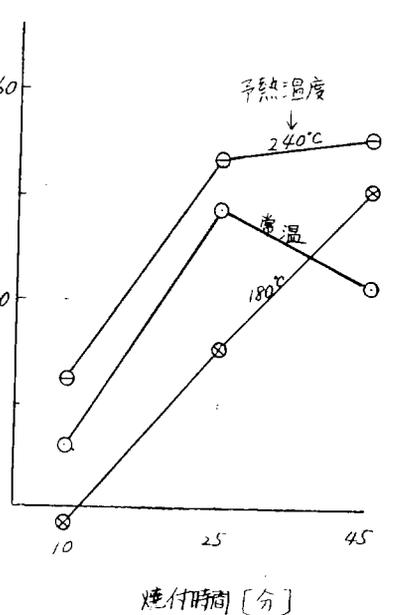


図 4.7.61 E型粉体塗料(Y社)の付着力に及ぼす焼付時間と予熱温度の交互作用

(c) V型粉体塗料に関する考察

(i) 光沢値に与える塗装条件の影響

光沢値に対しては表 4.7.5 および図 4.7.11 に示す通り、焼付温度と焼付時間の条件が大きな影響を与える。すなわち、焼付温度範囲が190～210℃の場合には16～24時間の焼付時間で高い光沢値を示し、それ以下の焼付時間では光沢値は低下する。しかし、焼付温度が230℃になると、焼付時間は短かいほうがよく、10分間で最高の光沢値を示し、それ以上時間をかけると光沢値は低下する。

また、図 4.7.12 および図 4.7.13 に示す通り、予熱温度は240℃が適当である。その傾向として光沢値はサンドブラスト面に塗装した場合低くなり(図 4.7.10 に示す)、仕上り塗膜の膜厚に逆比例する(図 4.7.9 に示す)。焼付後は、20℃の水で冷却すると光沢値は高くなる(図 4.7.8 に示す)。

(ii) 塗膜外観に与える塗装条件の影響

V型粉体塗料の仕上り塗膜の外観に対しては表 4.7.6、図 4.7.14、図 4.7.15 および図 4.7.16 から次のことが言える。焼付温度、焼付時間および塗装前の予熱温度の主効果および交互作用は、塗膜外観に対してかなり大きな影響を与え、その適正な条件は、予熱温度240℃、焼付温度240℃、同時間15分である。

その他の傾向として仕上り塗膜の外観は、亜鉛メッキ上では非常に悪いこと、焼付後は、20℃の水で冷却すると外観が良くないことなどがあげられる。

(iii) 塗膜の付着力に対しては表 4.7.6 および表 4.7.7 から次のことが言える。

X社およびY社の製品ともに焼付温度と焼付時間の交互作用および予熱温度の効果が大きい。しかし、その内容は、図 4.7.23 と図 4.7.32 を比較すればかなり異なる。

X社の場合、焼付温度範囲が190～210℃のとき付着力は焼付温度および時間に比例するが、焼付温度が230℃になるとこの傾向が全く逆になる。

Y社の場合、焼付温度が180℃のとき付着力は、焼付時間に比例するが、焼付温度範囲が210～240℃になるとこの傾向が逆になる。

また、図 4.7.18 と図 4.7.27、図 4.7.19 と図 4.7.28、図 4.7.24 と図 4.7.33、図 4.7.25 と図 4.7.34 を比較すると、同じV型粉体塗料でも予熱温度および焼付時間の付着性に与える影響は、内容的にはかなり異なったものになる。

その他の傾向として素地調整、冷却および仕上り塗膜の膜厚なども図 4.7.22 と図 4.7.31、図 4.7.20 と図 4.7.29、図 4.7.21 と図 4.7.30 を比較すれば明らかなように、付着力に与える影響の内容は、X社とY社とではかなり異なる。

(iv) その他の考察

V型粉体塗料の場合、仕上り塗膜の物性に対し焼付温度、焼付時間および予熱の効果が大きい。これは、塩化ビニール樹脂の性質として熔融温度(190℃)と分解温度(220～230℃)差が小さいため、焼付温度、時間の影響を受け易いのであろう。

また、表 4.7.2 に示すようにX社とY社とでは、プライマの種類が違うので図 4.7.42 と図 4.7.60 のような違いを生じたのであろう。

(d) E型粉体塗料に関する考察

(i) 光沢値に与える塗装条件の影響

E型粉体塗料の仕上げ塗膜の光沢値に対しては、表 4.7.8、図 4.7.35～図 4.7.43 に示す通り、塗装条件の与える影響は小さい。その中で比較的大きな影響を与える要因は図 4.7.40 で示す通り、素地調整で

黒皮のまま塗膜を仕上げた場合、光沢値が高い。サンドブラスト面および亜鉛メッキ面は、表面の粗度が大きいために光沢値が低く出たのであろう。

(ii) 塗膜の付着力に与える塗装条件の影響

E型粉体塗料の仕上り塗膜の付着性に対しては、表 4.7.9 および表 4.7.10 から次のことが言える。X社およびY社の製品ともに焼付温度、焼付時間および予熱温度の効果が大きい。

付着力のうち、X社よりY社のほうが大きい。

付着力は、オーバークにならない限り焼付温度、焼付時間に比例する(図 4.7.44, 図 4.7.45, 図 4.7.50, 図 4.7.53, 図 4.7.54, 図 4.7.59 に示す)。

冷却温度および膜厚の条件は、付着力に対してほとんど影響がない(図 4.7.47, 図 4.7.48, 図 4.7.56, 図 4.7.57 に示す)。

素地調整は、サンドブラスト処理をしたものがアンカーパターンもあり、付着力が最も高く、亜鉛メッキ処理の場合には溶剤型塗料と同様に付着力が小さい(図 4.7.49, 図 4.7.58 に示す)。

予熱温度条件が付着力におよぼす影響は、X社とY社で差があり、180℃ではX社のほうが最高を示し、Y社では最低値を示す。

予熱条件が温度240℃時間30分の場合、被塗物の持つ熱容量で粉体が溶融し、硬化反応がかなり進行するので焼付は、不必要となる。

(e) 結 語

(i) E型粉体塗料は、塗装条件を変えた場合の塗膜物性値の変動巾が小さいので、造船塗装工程を考慮するならばV型粉体塗料より塗膜管理がやり易い。

(ii) 粉体塗料の付着力は、一般に非常に大きいのが特徴で、溶剤型塗料の数倍の数値を示す。

(iii) V型粉体塗料の性能は、メーカーによって多少の差があるが、E型粉体塗料の場合は、ほとんど差がない。

(iv) 光沢値と外観判定値、光沢値と付着力および外観判定値と付着力の間には、大略関連性があり、光沢値の高い塗膜または、良好な外観を示す塗膜は、一般に付着力が大きいと考えてよい。

(3) 溶射塗装用樹脂粉末の種類と塗装性

15種類の合成樹脂粉末および2種の金属粉末について溶射塗装機の作業条件および塗膜性能を検討した。

(a) 試験方法

(i) 塗 装 機

The Berk Powda-Plast CE-2 型

(ii) 供 試 粉 末

酢ビエチレンコポリマー樹脂

低密度ポリエチレン

低密度ポリエチレン(顔料入り)

高密度ポリエチレン

ポリエチレン(外国品)

ポリプロピレンA

ポリプロピレンB

ナイロン-11樹脂

フッ化ビニリデン樹脂A

フッ化ビニリデン樹脂B

ポリカーボネート樹脂
 塩化ビニル系粉体塗料
 ポリアミド系粉体塗料
 エポキシ系粉体塗料
 エポキシ系粉体塗料
 亜鉛粉
 亜鉛, アルミ, 合金粉 (65:35)

(iii) 塗装条件の検討

各粉末に適した塗装機の条件を検討した。

空気圧力 (air pressure) 1次側は 6 Kg/cm^2
 酸素圧力 (oxygen pressure)
 プロパンガス圧力 (propane gas pressure) fuel gas)
 粉末送込用空気圧力 (conveying air pressure)

(iv) 素材の前加熱(予熱)および後加熱の有無と塗膜の塗面状態, 光沢, 付着性との関係

素材 : $0.8 \times 150 \times 70 \text{ mm}$ (エメリークロス#180みがき一トルオール脱脂, ただし, 金層粉末の場合にはショットブラスト鋼板を使用した)
 予熱 : 溶射ガンによる素材鋼板全面を15~20秒前加熱
 後加熱 : 塗装を行ない平面な面が得られない場合, 平滑になるまで溶射ガンによる塗面の後加熱
 塗面状態 : 肉眼判定
 光沢 : 肉眼判定
 付着性 : 塗膜の素地に達する1cm巾の切りこみを入れ, ナイフで塗膜を引きおこす。評価基準は表4.7.11に示す。

表 4.7.11 付着性の評価基準

判定	評価基準
○	付着力が塗膜強度より強くはがれない
⊙	塗膜ははがれるが, 部分的に素地に残るほど付着している
△	付着しているが, かなり楽にはがすことができる ($0.5 \sim 1 \text{ Kg/cm}$)
×	ほとんど付着していない (0.5 Kg/cm 以下)

(v) 吐出性の検討

1, 2, 3, 4, 5の順に吐出量が多くなるノッチを使い, 粉末タンクからガンに粉末がスムーズに送り込まれるかどうかを検討した。

(b) 試験結果

表4.7.12(a), および(b)のとおりである。

(c) 考察

(i) 低密度(高圧法)ポリエチレン

溶射塗装が比較的容易であり塗面状態および素材に対する付着力の良い塗膜が得られる。予熱および後加熱をしないと塗面状態が劣る。

(ii) 高密度(低圧法)ポリエチレン

溶射塗装が比較的容易である。低密度ポリエチレンよりも融解し難いので予熱および後加熱の必要性はより大きい。

表 4.7.12(a) 溶射塗装機(CE2)による塗装試験結果

粉 末	2次空気圧力(Kg/cm ²)	酸素圧力(Kg/cm ²)	プロパンガス圧力(Kg/cm ²)	送りエア圧力(Kg/cm ²)	予 熱	後加熱	塗面状態	光 沢	付着性	吐出性	総合評価
酢ビ:エチレン コポリマー樹脂	0.7	1.0	0.2	0.3	○	○	ややゆず肌	光沢あり	○	2ノッチ で良好	○
	0.7	1.0	0.2	0.3	○	—	"	やや曇り	○		
	0.7	1.0	0.2	0.3	—	○	"	光沢あり	○		
	0.7	1.0	0.2	0.3	—	—	"	やや曇り	○		
ポリエチレン (低密度)	0.7	1.0	0.2	0.5	○	○	ゆず肌	光沢あり	○	5ノッチ で良好	○
	0.7	1.0	0.2	0.5	○	—	"	"	○		
	0.7	1.0	0.2	0.5	—	○	"	"	△		
	0.7	1.0	0.2	0.5	—	—	細かい ざら肌	少し 光沢あり	×		
ポリエチレン (高密度)	0.7	1.0	0.2	0.2	○	○	ゆず肌	やや 光沢あり	○	2ノッチ で良好	×
	0.7	1.0	0.2	0.2	○	—	半溶融	曇り	△		
	0.7	1.0	0.2	0.2	—	○	ゆず肌	やや 光沢あり	×		
	0.7	1.0	0.2	0.2	—	—	ほとんど 溶けない	—	×		
顔料入りポリエ チレン(低密度)	0.7	1.0	0.2	0.2	○	○	ややゆず肌	少し 光沢あり	○	2~4ノ ッチでやや 出にくい	△
	0.7	1.0	0.2	0.2	○	—	ゆず肌	"	○		
	0.7	1.0	0.2	0.2	—	○	ややゆず肌	"	○		
	0.7	1.0	0.2	0.2	—	—	ゆず肌	"	○		
ポリエチレン (外国品)	0.7	1.0	0.2	0.2	○	○	大きい波肌	やや 光沢あり	⊙	1.5~2ノ ッチで良好	△
	0.7	1.0	0.2	0.2	○	—	半溶融	艶消のよ うな光沢あり	⊙		
	0.7	1.0	0.2	0.2	—	○	大きい波肌	やや 光沢あり	⊙		
	0.4	1.0	0.2	0.2	—	—	溶融しない	—	×		
ポリプロピレンA	0.6	1.0	0.2	0.4	○	○	滑か (冷えると縮む)	曇り	×	2ノッチ で良好	※ ⊙
	0.6	1.0	0.2	0.4	○	—	"	"	×		
	0.6	1.0	0.2	0.4	—	○	"	"	×		
	0.6	1.0	0.2	0.4	—	—	"	わずかに 光沢あり	×		
ポリプロピレンB	0.6	1.0	0.2	0.4	○	○	やや曇り (冷えると縮む)	曇り	×	2ノッチ で良好	△
	0.6	1.0	0.2	0.4	○	—	"	"	×		
	0.6	1.0	0.2	0.4	—	○	"	"	×		
	0.6	1.0	0.2	0.4	—	—	"	わずかに 光沢あり	×		
ナイロン-11 樹脂	0.6	1.0	0.2	0.2	○	○	ゆず肌	やや 光沢あり	○	2ノッチ で良好	△
	0.6	1.0	0.2	0.2	○	—	細かい ゆず肌	やや曇り	○		
	0.6	1.0	0.2	0.2	—	○	ゆず肌	やや 光沢あり	○		
	0.6	1.0	0.2	0.2	—	—	半溶融	—	×		

※：付着性が悪いが溶射塗装に耐える適当なプライマが有ればよい。

表 4.7.12 (b)

粉 末	空気圧力 (kg/cm ²)	酸素圧力 (kg/cm ²)	ブロンガス 圧力(kg/cm ²)	送りエア- 圧力(kg/cm ²)	予 熱	後加熱	塗面状態	光 沢	付着性	吐出性	総合 評価
ポリアミド系 粉体塗料	0.7	1.0	0.2	0.2	○	○	少しゆず肌	光沢なし	⊙	3ノッチ	△
	0.7	1.0	0.2	0.2	○	—	半 溶 融	"	△	で良好	
	0.7	1.0	0.2	0.2	—	○	少しゆず肌	"	⊙		
	0.7	1.0	0.2	0.2	—	—	半 溶 融	"	×		
塩化ビニル系 粉体塗料	1.0	1.3	0.3	0.4	○	—	焦 げ る	—	—	3ノッチ	×
	0.7	1.0	0.2	0.4	○	—	焦 げ る	—	—	で良好	
エポキシ系粉 体塗料	0.7	1.0	0.5	1.0	○	○	少しゆず肌 やや滑か	光沢あり	半硬化	1~5ノッ	×
	0.7	1.0	0.5	1.0	○	—	"	"	未硬化	チで少し	
	0.7	1.0	0.5	1.0	—	○	"	"	"	出が悪い	
	0.7	1.0	0.5	1.0	—	—	"	"	"		
エポキシ系粉 体塗料	0.7	1.0	0.2	0.4	○	○	少しゆず肌	やや 光沢あり	半硬化	8ノッチ	×
	0.7	1.0	0.2	0.4	○	—	"	"	"	で良好	
	0.7	1.0	0.2	0.4	—	○	"	"	"		
	0.7	1.0	0.2	0.4	—	—	"	"	未硬化		
フッ化ビニリデン 樹脂A	0.7	2.2	0.26	0.4	○	—	ほとんど 塗着しない	一応溶融は している	—	1~8ノッ	×
	0.7	1.3	0.26		○	—	"	"	—	チであまり	
フッ化ビニリデン 樹脂B	0.7	2.2	0.26	2.0	○	—	"	"	—	り良くは	×
	0.7	1.3	0.26		○	—	"	"	—	ない	
ポリカーボネ- ト樹脂	0.7	1.0	0.2	0.3	○	○	半 溶 融	少し 光沢あり	△	8ノッチ	×
	0.5	1.5	0.3	0.3	○	○	大きい波肌	光沢あり	⊙	で良好	
	0.7	2.0	0.3	0.5	○	○	"	"	⊙		
	0.7	2.0	0.3	0.5	○	—	半 溶 融	少し 光沢あり	×		
	0.7	2.0	0.3	0.5	—	○	大きい波肌	光沢あり	⊗		
亜鉛粉	1.2	2.5	0.3	1.0	○	○	平 滑	光沢なし	○	1/2ノッチ	○
	1.2	2.5	0.3	1.0	○	—	"	"	○	で良好	
	1.2	2.5	0.3	1.0	—	○	"	"	○		
	1.2	2.5	0.3	1.0	—	—	"	"	○		
	1.2	2.5	0.3	1.0	—	—	"	"	○		
亜鉛、アルミ合 金粉(55:35)	0.6	2.5	0.3	1.0	○	○	"	"	○	1/2ノッチ	○
	0.6	2.5	0.3	1.0	○	—	"	"	○	で良好	
	0.6	2.5	0.3	1.0	—	○	"	"	○		
	0.6	2.5	0.3	1.0	—	—	"	"	○		

(iii) 酢ビエチレン共重合物

溶射塗装が容易であり、予熱および後加熱が不要である。

(iv) ポリプロピレン

溶射塗装は容易であるが、塗膜の付着力が劣る。

(v) ナイロン-11

溶射塗装は容易であるが、予熱および後加熱が必要である。

(vi) フッ化ビニリデン

溶融温度が高い(250℃以上)ために、ほとんど塗着しない。非常に粒子が細かい(数ミクロン)ことも塗着性の悪い原因であると思われる。

(vii) ポリカーボネート

溶融温度が高い(約250℃)こと、および溶融粘度が高いことのために塗膜形成性が悪く、予熱および後加熱を行っても良好な塗膜を形成しない。溶射用にはさらに溶融し易いグレードを選択する必要がある。

(viii) 塩化ビニル系粉体塗料

耐熱性が劣るので溶射塗装ができない、これは塩化ビニル樹脂の本質的な性能で改良困難である。

(ix) ポリアミド系粉体塗料

溶射塗装が可能であるが、後加熱が必要である。

(x) エポキシ系粉体塗料

溶射塗装が可能であるが、硬化反応を進めるために後加熱をやや長く行なう必要があり、硬化速度の速いタイプのほうが適性が大きい。

(xi) 亜鉛粉末

溶射塗装は非常にやり易く、プラスチック粉末と比較して能率が良い。予熱および後加熱を省略することができる。ただし、素材の鋼板にはダリットブラストまたはショットブラストを施す必要があり、ブラスト鋼板に直接またはエメリークロスみがき程度では付着がわるく、実用性はない。ショットブラスト鋼板に対する付着力は優れている。

(xii) 亜鉛-アルミニウム合金粉末

亜鉛粉末と同様に溶射塗装はやり易い。

4.7.2 粉体塗装へのショットプライマー方式適用の可能性について

(1) まえがき

粉体塗装を造船に適用した場合、ショットプライマー方式が可能か否かについて検討を行なったものである。

(2) 各種ショットプライマーおよび粉体、溶剤型塗料による試験

各種ショットプライマーと上塗り粉体塗料との付着性に関する試験を実施した。

(a) 試験方法

(i) 付着性試験板

SS材(サンドブラスト処理) 100×200×2.3mm

(ii) 試験使用塗料

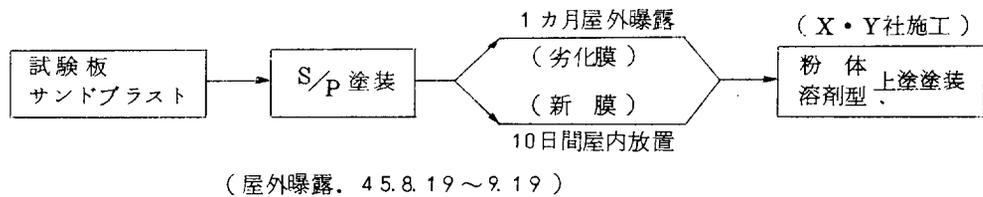
(1) 塗料メーカー ; X社, Y社

(2) S/P ; X・Y社のW/P, Z・E・P, Zn-Si

- (c) 上塗塗料
- 粉体 ; X・Y社のエポキシ系および塩化ビニル系塗料
 - 溶剤型 ; 粉体塗料との比較用でX・Y社の塩化ゴム系, 純エポキシ系およびコールターールエポキシ塗料

(iii) 試験板製作

- (i) 下地処理 ; サンドブラスト (Sa 2.5程度)
- (ii) 塗料の組合せ ; S/pと各上塗塗料との組合せは同一メーカー製品のものに統一した。すなわち, X社～Y社の組合せはない。



- (c) S/p 塗装 ; 塗装法はエアレススプレー方式

W/p	10~15 μ	} 目標塗膜厚
Z・E・P	15~20 μ	
Zn-Si	15~25 μ	

S/pの劣化, 塗膜の状況は良好で赤錆, 白錆の発生はなく, 表面処理は軽いウエス拭きだけである。

- (d) 上塗塗装 (各塗料メーカー施工)

粉体塗料 (静電吹付)	ビニル	X社	焼付 210℃-15分, 冷却は放冷, 200 μ目標
		Y社	" 230℃-10分, " 150 μ "
	エポキシ	X社	" 220℃-20分, " 80~100 μ目標
		Y社	" 200℃-20分, " 70~80 μ "
溶剤型塗料 (1Coat)	塩化ゴム下塗塗料	X・Y社, 目標膜厚, 40~50 μ	
	純エポキシ塗料	"	" 100~120 μ
	コールターールエポキシ塗料	"	" 125~150 μ

(iv) 付着性試験方法

付着性の試験としては引張試験のみを実施した。

(b) 試験結果

- (i) S/pと粉体塗料の引張試験結果(本試験は粉体塗料に対する比較用)は下表のとおりである。

表 4.7.13 引張試験結果

メーカー	S/P		上塗塗料	引張強度		メーカー	S/P		上塗塗料	引張強度	
	種類	塗膜状況		Kg/cm ²	平均		種類	塗膜状況		Kg/cm ²	平均
X社	W/P	劣化膜	ビニル	17	Kg/cm ²	Y社	W/P	劣化膜	ビニル	33	Kg/cm ²
	"	"	"	15			45				
	"	"	"	20			48				
	"	新膜	"	10	8		"	新膜	"	44	47
	"	"	"	5			"	"	"	46	
	"	"	"	10			"	"	"	50	

X社	W/P	劣化膜	エポキシ	48	50	Y社	W/P	劣化膜	エポキシ	41	43
	"	"	"	50			"	"	"	36	
	"	"	"	52			"	"	"	51	
	"	新膜	"	50	53		"	新膜	"	36	43
	"	"	"	53			"	"	"	47	
	"	"	"	55			"	"	"	47	
	Z・E・P	劣化膜	ビニル	46	45		Z・E・P	劣化膜	ビニル	42	47
	"	"	"	39			"	"	"	51	
	"	"	"	49			"	"	"	47	
	"	新膜	"	36	44		"	新膜	"	43	49
	"	"	"	45			"	"	"	44	
	"	"	"	52			"	"	"	50	
	"	劣化膜	エポキシ	40	47		"	劣化膜	エポキシ	41	43
	"	"	"	47			"	"	"	39	
	"	"	"	53			"	"	"	50	
	"	新膜	"	47	47		"	新膜	"	50	51
	"	"	"	56			"	"	"	48	
	"	"	"	39			"	"	"	54	
	Zn-Si	劣化膜	ビニル	39	44		Zn-Si	劣化膜	ビニル	54	49
	"	"	"	45			"	"	"	45	
"	"	"	47	"		"	"	48			
"	新膜	"	43	45	"	新膜	"	45	43		
"	"	"	46		"	"	"	44			
"	"	"	47		"	"	"	41			
"	劣化膜	エポキシ	38	39	"	劣化膜	エポキシ	14	15		
"	"	"	32		"	"	"	15			
"	"	"	48		"	"	"	17			
"	新膜	"	32	35	"	新膜	"	25	26		
"	"	"	35		"	"	"	29			
"	"	"	37		"	"	"	24			

注) 引張試験における剝離個所はほとんど(98%)S/Pと上塗塗膜との層間である。

(ii) S/Pと溶剤型塗料の引張試験結果

表 4.7.14 引張試験結果

メーカー	S/P		上塗塗料	引張強度		メーカー	S/P		上塗塗料	引張強度	
	種類	塗膜状況		Kg/cm ²	平均		種類	塗膜状況		Kg/cm ²	平均
X社	W/P	劣化膜	塩化ゴム	13	15	Y社	W/P	劣化膜	塩化ゴム	15	20
	"	"	"	19			"	"	"	24	
	"	"	"	14			"	"	"	20	
	"	新膜	"	19	15		"	新膜	"	7	6
	"	"	"	12			"	"	"	4	
	"	"	"	13			"	"	"	8	

	X 社				Y 社					
	W/P	劣化膜	純エポキシ	36	W/P	劣化膜	純エポキシ	33		
	"	"	"	28	32	"	"	"	32	29
	"	"	"	33	"	"	"	21	25	
	"	新 膜	"	45	36	"	新 膜	"		22
	"	"	"	30	"	"	"	25	32	
	"	"	"	32	"	"	"	29		32
	"	劣化膜	タールエポキシ	32	31	"	劣化膜	タールエポキシ	39	
	"	"	"	31	"	"	"	34	23	
	"	"	"	30	"	"	"	24		23
	"	新 膜	"	28	32	"	新 膜	"	41	
	"	"	"	29	"	"	"	44	30	
	"	"	"	39	"	"	"	23		33
	Z・E・P	劣化膜	塩化ゴム	17	14	Z・E・P	劣化膜	塩化ゴム	25	
	"	"	"	15	"	"	"	28	22	
	"	"	"	10	26	"	"	"		17
	"	新 膜	"	26	"	新 膜	"	"	18	31
	"	"	"	25	"	"	"	24	33	
	"	"	"	28	29	"	"	"		28
	"	劣化膜	純エポキシ	34	"	劣化膜	純エポキシ	28	27	
	"	"	"	28	30	"	"	"		27
	"	"	"	24	33	"	"	"	35	31
	"	新 膜	"	29	"	新 膜	"	36	21	
	"	"	"	36	"	"	"	27		22
	"	"	"	27	23	"	"	"	35	
	"	劣化膜	タールエポキシ	41	"	劣化膜	タールエポキシ	19	35	
	"	"	"	30	33	"	"	"		19
	"	"	"	29	"	"	"	25	22	
	"	新 膜	"	25	23	"	新 膜	"		20
	"	"	"	25	"	"	"	19	31	
	"	"	"	19	27	"	"	"		24
	Zn-Si	劣化膜	塩化ゴム	21	"	Zn-Si	劣化膜	塩化ゴム	23	25
	"	"	"	31	19	"	"	"	23	
	"	"	"	38	"	"	"	15	35	
	"	新 膜	"	23	28	"	新 膜	"		23
	"	"	"	14	"	"	"	25	35	
	"	"	"	20	27	"	"	"		26
	"	劣化膜	純エポキシ	27	"	劣化膜	純エポキシ	34	26	
	"	"	"	22	30	"	"	"		39
	"	"	"	35	"	"	"	30	27	
	"	新 膜	"	26	"	新 膜	"	42		39
	"	"	"	26	30	"	"	"	36	
	"	"	"	30	"	"	"	26	27	
	"	劣化膜	タールエポキシ	25	30	"	劣化膜	タールエポキシ		39
	"	"	"	29	"	"	"	"	26	27

X社	Zn-Si	劣化膜	ターレポキソ	36	31	Y社	Zn-Si	劣化膜	ターレポキソ	15	28
	"	新膜	"	27			"	新膜	"	30	
	"	"	"	35			"	"	"	24	
	"	"	"	32			"	"	"	30	

注) 引張試験における剥離個所はほとんど上塗塗膜の凝集破壊である。

(c) 考 察

(i) ビニル系粉体塗料

各S/pとの組合せにおける引張強度はW/pとの場合の一部を除いて43~51Kg/cm²である。剥離個所はS/p↔上塗塗料の層間

(ii) エポキシ系粉体塗料

Zn-Siとの組合せにおける付着性は他の場合より稍々劣る。15~39Kg/cm²ZEPおよびW/pとの組合せにおいての引張強度は43~53Kg/cm²である。

(iii) 溶剤型エポキシ塗料

各S/pとの組合せによる引張強度は25~35Kg/cm²である。

(iv) 粉体および溶剤型エポキシ塗料の引張強度の比較

粉体塗料とW/p, Zn-Siの組合せのうち、特に悪いものを除いて、溶剤型と引張強度を比較すると粉体塗料は、溶剤型の約1.6倍となる。

4.7.3 粉体塗装に適する下地処理方法

(1) まえがき

本研究は主として機械的下地処理方法に対する粉体塗料の付着性および化学的下地処理方法に対する塗膜の性能を検討したものである。

(2) 下地処理方法に対する粉体塗料の付着性能試験

(a) 試験片素材および粉体塗装

(i) 試験片素材

試験片素材はSPCC(冷間圧延鋼板)とSS(熱間圧延鋼板)を用い、後者については屋外パクロにより黒皮は浮き錆として除去した。

(ii) 粉体塗料の塗装

粉体塗料はエポキシ樹脂系および塩化ビニル樹脂系の2種類とし、塗装は塗料メーカーに依頼して行なった。

(イ) エポキシ樹脂系粉体塗料

エポキシ樹脂系粉体塗料の塗装仕様を表4.7.15に示す。

表 4.7.15 エポキシ粉体塗料仕様

工程	メーカー	X社	Y社
前加熱		なし	なし
塗装方法		静電吹付塗装	静電吹付塗装
塗装機		STAJET(SAMES社)	STAJET(SAMES社)
焼付条件		(板厚1.2) 200℃ — 30分 (板厚3.2) 200℃ — 30分	(板厚1.2) 180℃ — 30分 (板厚3.2) 200℃ — 30分
冷却		焼付後水冷	放冷

(ロ) 塩化ビニル樹脂系粉体塗料

塩化ビニル樹脂系粉体塗料の塗装仕様を表4.7.16に示す。

表 4.7.16 塩化ビニル粉体塗装仕様

工程	メーカー	X 社	Y 社
プライマー (塗装法)		塩化ビニルプライマー (エアースプレー塗装)	塩化ビニルプライマー (エアースプレー塗装)
プライマー乾燥		210℃ — 20分	自然乾燥
粉体塗装方法		静電吹付塗装	静電吹付塗装
塗 装 機		REPガン(RANSBURG社)	REPガン(RANSBURG社)
焼 付 条 件		(板厚1.2) 210℃ — 10分 (板厚3.2) 210℃ — 15分	(板厚1.2) 230℃ — 7分 (板厚3.2) 230℃ — 10分
冷 却		焼付後水冷	放 冷

(b) 試験方法

(i) 下地処理方法

下地処理については、次の7方法で行ない、比較のため冷間圧延鋼板の無処理のものを加えて8種類とした。

(イ) 酸洗い処理

5%塩酸溶液に0.5%のインヒビターを添加した液に試験片素材を浸漬して除錆し、水洗、中和した後、再度水洗し、アルコールで洗って乾燥した。

(ロ) 酸洗い後、化成処理

(イ)において乾燥した試験片を化成皮膜処理(リン酸鉄皮膜処理)した。

(ハ) サンドペーパー処理

耐水研磨布#80を用いて研磨した。

(ニ) ディスクサンダー処理

(ホ) ワイヤーホイール処理

(ヘ) サンドブラスト処理

(ト) ショットブラスト処理

エア式ブラスト装置により下記の条件でショットブラストした。

表 4.7.17 ショットブラスト処理条件

ショット粒径(mm)	投射時間(秒)	投射時空気圧力(Kg/cm ²)	グレード
0.8	20	3.5	A
1.2	20	3.5	B
1.7	30	4.7	C

(ii) 塗膜付着性試験(引張り試験)

粉体塗料の塗膜の素地に対する付着力を調べるため、引張り試験を行なった。

(イ) 引張り試験要領

引張り試験要領について見取り図を下に示す。

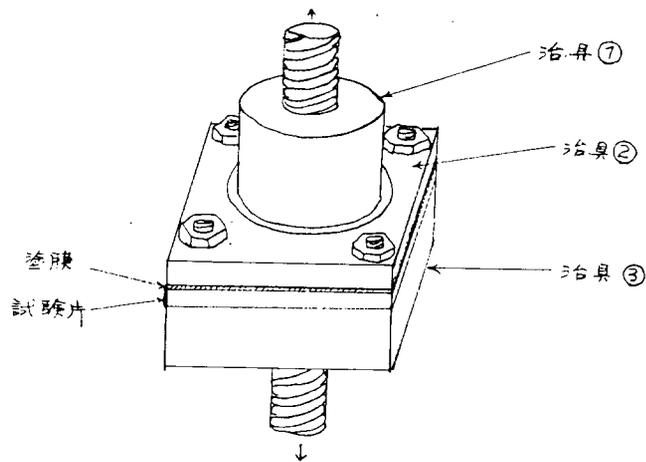


図 4.7.62 引張り試験要領見取図

塗装した試験片を $40\text{mm} \times 40\text{mm}$ の大きさに切断し、中央部に治具①を接着剤で接着する。治具①を接着した試験片を治具②と治具③の間にはさみ4隅をネジで固定する。セットした試験片および治具はテンシロン引張り試験機により、上下に速度 $2\text{mm}/\text{分}$ で引張る。

(a) 試験片寸法および付着力測定面積

試験片の大きさは $40\text{mm} \times 40\text{mm}$ で付着力測定面積は、試験片の中央部、直径 2.5mm の円形面積 (約 4.9cm^2) である。

(b) 試験端子 (治具①) の塗膜面接着条件

試験端子 (治具①) の塗膜面への接着は、シアノアクリレート系の瞬間接着剤を使用し、接着後 20 時間、室内温度 (約 15°C 前後) で放置して乾燥させる。引張り試験前に接着した端子 (治具①) の周辺部を下図のように塗膜を素地に達するまで切り込む。

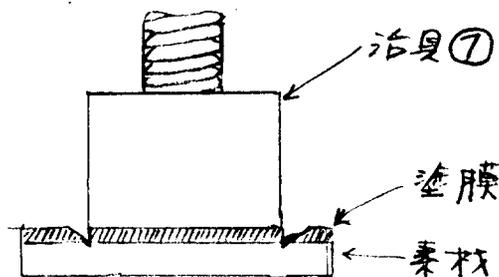


図 4.7.63 試験治具の接着状態 (断面図)

(c) 試験結果

(i) 下地処理表面粗度と表面状態

下地処理前の素材の状態と下地処理を行なった素材の表面粗度について表 4.7.18 に示す。また、それらの表面状態を図 4.7.65 に示し、断面状態を図 4.7.66(a)~(d) に示す。

(ii) 粉体塗装塗膜面の外観観察

各種下地処理を行なった素材に粉体塗料を塗装し、その塗膜面の外観を肉眼により観察した。また、ピンホールテスターによりピンホールテストを行なった。それらの結果を表 4.7.19 に示す。

(iii) 粉体塗料塗膜の付着性試験 (引張り試験) 結果

塗膜の付着性試験として行なった引張り試験の結果を表 4.7.20 および表 4.7.21 に示す。引張り強度は

表 4.7.18 各種下地処理による表面粗度

下地処理方法	処理前の素材	処理後の表面粗度(μ)	記号
酸洗い処理	黒皮鋼板	10	1-A-ST
	錆鋼板	35	1-A-W
酸洗い, 化成処理	錆鋼板	75	2-A-W
サンドペーパー処理	錆鋼板	35	3-A-W
	錆鋼板	30	3-B-S
	磨鋼板	5	3-B-L
ディスクサンダー処理	磨鋼板	15	4-A-S
	錆鋼板	70	4-A-W
	錆鋼板	40	4-B-L
ワイヤーホイール処理	錆鋼板	40	5-A-W
	錆鋼板	30	5-B-ST
サンドブラスト処理	磨鋼板	30	6-A-ST
	磨鋼板	30	6-A-S
ショットブラスト処理	磨鋼板	50	7-A-S
	錆鋼板	50	7-A-W
	磨鋼板	60	7-B-S
	錆鋼板	60	7-B-W
	磨鋼板	80	7-C-S
	錆鋼板	80	7-C-W
無処理	磨鋼板	5	8-A-S

各試料につき、くり返し6枚の試験片の引張り試験の結果を平均した値で示している。また、破断面状態についての表示記号は次のような状態を示し、数値は断面積の割合(%)を示している。

A. S. ; 接着剤と塗膜間の破断

C. D. ; 塗膜の凝集破壊

F. S. ; 素材と塗膜間の剝離

(d) 考 察

(i) 下地処理方法と処理グレードについて

試験片素材で屋外バクロした鋼板は黒皮がほとんど赤錆となって剝離しており、ラストグレードでは SIS B と SIS C の中間程度になっていた。下地処理方法のうち酸洗い処理では、黒皮や赤錆は全く除去できるが、錆の発生度合いにより処理後の表面粗度は異なっている。また、サンドペーパー、ディスクサンダーおよびワイヤーホイール処理などのツールクリーニングでは錆がピッティング状となって発生しているものについては、完全には除去できなかった。ブラスト処理については表面粗度を変化させる目的で行なった結果、処理グレードは Sa 2 程度になっているものと思われる。

(ii) 粉体塗装および塗膜状態について

粉体塗料の塗装はペイントメーカーに依頼し、メーカー製品をメーカーの仕様にもとづいて塗装してもらった。

表 4.7.19 粉体塗膜面の外觀状態

○印；塗膜状態良好

下地処理・記号	メーカ、樹脂	X社—エポキシ	Y社—エポキシ	X社—ビニル	Y社—ビニル
酸洗い処理	1-A-ST	ピンホール、凹凸あり	○	○	凹凸あり
	1-A-W	○	ピンホール	○	○
酸洗い化成処理	2-A-W	○	○	○	○
	3-A-W	ピンホール	ピンホール	ピンホール(少)	ピンホール
サンドペーパー処理	3-B-S	○	○	○	○
	3-B-L	○	○	○	○
デイスクサンダー処理	4-A-S	○	○	○	○
	4-A-W	ピンホール	ピンホール	○	○
ワイヤーホイール処理	4-B-L	ピンホール	ピンホール	ピンホール	ピンホール
	5-A-W	ピンホール	ピンホール	ピンホール(少)	ピンホール(少)
サンドブラスト処理	5-B-ST	ピンホール、凹凸あり	ピンホール	○	○
	6-A-ST	○	ピンホール	○	○
ショットブラスト処理	6-A-S	○	○	○	○
	7-A-S	○	○	○	○
無処理	7-A-W	○	ピンホール	○	○
	7-B-S	○	○	○	○
無処理	7-B-W	ピンホール	○	○	○
	7-C-S	○	○	○	○
無処理	7-C-W	ピンホール	ピンホール	○	○
	8-A-S	○	○	○	○

表 4.7.20 エポキシ粉体塗膜の引張りおよび破断状態

下地処理 記号	下地処理 粗度(μ)	X 社・エポキシ			Y 社・エポキシ				
		引張り強 度 Kg/cm ²	A. S.	C. D.	F. S.	引張り強 度 Kg/cm ²	A. S.	C. D.	F. S.
1-A-ST	10	54.6	100	0	0	48.2	100	0	0
1-A-W	35	91.4	100	0	0	66.8	100	0	0
2-A-W	75	91.5	100	0	0	68.0	100	0	0
3-A-W	35	55.7	60~90	0	10~40	40.5	30~40	0	60~70
3-B-S	30	100.1	100	0	0	94.7	100	0	0
3-B-L	5	88.8	100	0	0	86.2	100	0	0
4-A-S	15	105.5	100	0	0	91.0	100	0	0
4-A-W	70	68.6	100	0	0	63.8	70~90	0	10~30
4-B-L	40	69.6	50~90	0	10~50	44.9	50~60	0	40~50
5-A-W	40	52.3	40~90	0	10~60	35.6	10~30	0	70~90
5-B-ST	30	39.8	60~90	0	10~40	34.4	90~95	0	5~10
6-A-ST	30	62.3	100	0	0	54.1	100	0	0
6-A-S	30	95.8	100	0	0	88.1	100	0	0
7-A-S	50	114.3	100	0	0	106.8	100	0	0
7-A-W	50	103.4	100	0	0	73.4	100	0	0
7-B-S	60	105.5	100	0	0	114.2	100	0	0
7-B-W	60	92.1	100	0	0	74.3	100	0	0
7-C-S	80	106.5	100	0	0	101.1	100	0	0
7-C-W	80	86.0	100	0	0	94.8	100	0	0
8-A-S	5	107.0	100	0	0	103.9	100	0	0

表 4.7.21 塩化ビニル粉体塗膜の引張り力および破断状態

下地処理 記号	下地処理 粗度 (μ)	X 社 ・ ビニル			Y 社 ・ ビニル				
		引張り強 度 Kg/cm^2	A. S.	C. D.	F. S.	引張り強 度 Kg/cm^2	A. S.	C. D.	F. S.
1-A-ST	10	36.2	0	40~50	50~70	62.7	0	20~90	10~80
1-A-W	35	90.4	10~30	70~90	0	100.6	30~40	60~70	0
2-A-W	75	91.0	10~30	70~90	0	113.3	10~20	80	0~10
3-A-W	35	61.8	0	20~30	70~80	55.8	0~10	0~20	80~100
3-B-S	30	103.3	20~70	30~80	0	127.7	30~40	40~70	10~20
3-B-L	5	67.6	0	30~40	60~70	104.0	10~20	20~90	10~30
4-A-S	15	93.9	40~50	50~60	0	120.0	0	60~90	10~40
4-A-W	70	31.5	0	10	90~100	29.5	0	0	100
4-B-L	40	32.9	0~30	0~10	70~100	29.6	0	0	100
5-A-W	40	48.9	0	5~10	90~100	30.1	0	0	100
5-B-ST	30	26.0	0	0~10	90~100	16.0	0~50	0	50~100
6-A-ST	30	58.7	30~60	40~70	0	85.7	10~20	60~90	10~30
6-A-S	30	88.2	50~80	10~40	10~40	115.4	0~10	70~90	10~20
7-A-S	50	130.6	40~50	50~60	0	121.5	40~80	10~30	0~30
7-A-W	50	85.2	30~70	30~70	0	107.2	10~20	60~80	10~20
7-B-S	60	129.8	50~80	20~50	0	131.3	10~20	70~90	0~10
7-B-W	60	84.3	80~90	10~20	0	128.2	0~10	60~80	20~30
7-C-S	80	125.7	40~60	40~60	0	137.0	20~50	40~70	0~10
7-C-W	80	57.7	20~60	40~80	0	112.8	0~20	50~80	10~50
8-A-S	5	126.2	40~50	50~60	0	106.3	20~30	20~70	10~50

本研究が下地処理と塗膜の付着性の関係を求めることにあり、塗膜が厚い場合には、引張り試験の際、塗膜の凝集破壊を起す恐れがあるので、できるだけ薄膜に塗るよう依頼した。そのため塗膜表面はピンホールやクレタ状の穴などの欠陥が比較的多く見られる。

(iii) 下地処理グレードと塗膜外観状態について

ツールクリーニングによる下地処理でピッチング状で錆が完全に除去されずに残っている上に粉体塗装した場合、ピンホールやクレタ状の穴の発生が見られた。その理由として塗料の熔融時のぬれ性にもよると思われるが、特に下地処理グレードにより差が大きく、次のように考えられる。

図 4.7.64 に示すようにピッチング状に残った錆の上に粉体塗料が塗布され、焼付の際に粉体の表面から樹脂である塗料が熔融しはじめる。加熱により塗膜下に残った錆の中の空気や水蒸気が膨張し、熔融

中の塗膜をつきぬけて外に出ようとするため、ピンホールやクレータ状の穴が発生するものと思われる。

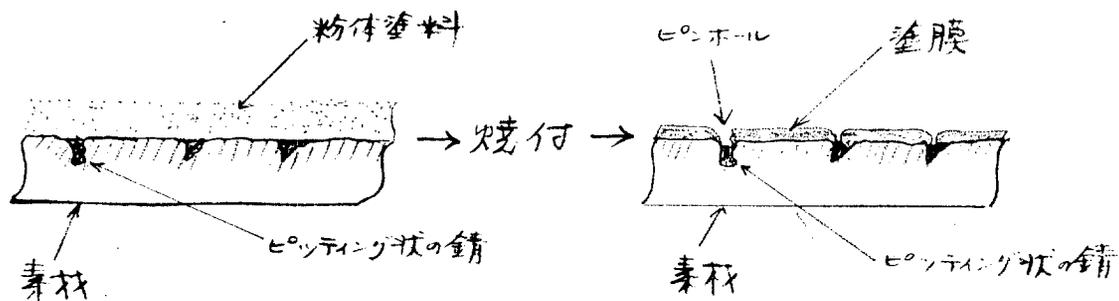


図 4.7.64 ピンホール発生状態

これらピンホールの発生防止策としては、被塗物を前加熱（予熱）してから粉体塗料を塗布し、塗着すると直ちに樹脂の溶融が始まり、ピッチング状の中に流れ込むような方法をとれば、ある程度ピンホールなどの欠陥発生は防止できるものと思われる。

(iv) 付着力試験（引張り試験）結果について

(i) エポキシ系粉体塗膜について

一般的に塗膜の素地に対する付着力よりも試験治具を塗膜に接着した接着剤の接着力のほうが弱く、ほとんどが接着面で破断したため、塗膜の素地への付着力は不明である。しかし、素材を屋外にバクロした錆鋼板のツールクリーニングによる下地処理面への塗膜に対しては部分的に塗膜の剥離が見られ、付着力は接着剤の塗膜に対する接着力よりも弱い。

(ii) 塩化ビニル系粉体塗膜について

銘柄による差は多少見られるが、接着剤面の破断はエポキシ系塗膜に対するほどではなく一般に塗膜の凝集破壊が多く見られた。ただし、プライマーと上塗りである粉体塗料塗膜の層間剥離も凝集破壊として見ている。

塩化ビニル系塗膜もエポキシ系塗膜と同様に錆鋼板のツールクリーニングによる下地処理面への塗膜の付着性は悪く、引張り強度 $60 \sim 70 \text{ Kg/cm}^2$ で素材との剥離面積 50% 以上となり、中には引張り強度 30 Kg/cm^2 で全面剥離するようなものもあった。

(v) 下地処理と塗膜の付着力の関係について

下地処理によって得られた表面粗度と塗膜の付着力の間に何らかの関係を求めるべく実験結果をいろいろ考察したが、それらの間には何ら関連が見られなかった。錆の全くない磨鋼板に各種下地処理をして粉体塗装した場合、素地に対する塗膜の付着力が非常に大きく、塗膜の凝集破壊力や本研究に用いた接着剤（シアノアクリレート系）の接着力よりも大きい。また、化学的下地処理方法とプラスト処理方法の塗膜の付着性に対する差は見られなかった。

(e) 結 語

粉体塗装の下地処理として、一般には酸洗いや化成被膜処理などの化学的下地処理方法が行なわれている。粉体塗装の船舶への適用を考えた場合、下地処理として化学的処理方法は困難であり、機械的処理によらなければならない。各種機械的下地処理方法による処理グレードと粉体塗料塗膜の付着性との関係を検討した結果、概略は次のとおりである。

(i) 機械的下地処理方法でサンドペーパー処理、ディスクサンダー処理、ワイヤーホイール処理などの方法で処理し、部分的であってもピッチング状に錆が残った上に予熱なしに粉体塗料を塗布した場合、ピンホ

ールなどの塗膜欠陥が生じやすい。

(ii) ビツティング状に残った錆の上に塗布した粉体塗料塗膜の付着力は塗膜の凝集破壊力よりも小さく塗膜剝離を起こす。

(iii) 錆のない鋼材への塗膜の付着力は、下地処理方法に関係なく塗膜の凝集破壊力よりも大きい。

(3) 化学的下地処理方法に対する粉体塗料の塗膜性能について

本項目は、主として化学的下地処理方法とエポキシ粉体塗料塗膜の諸性能との関係について、Y社で行なった実験結果である。性能については、特に2次的な性能（化学的性能）について検討している。

(a) 素材の種類と前処理方法の条件

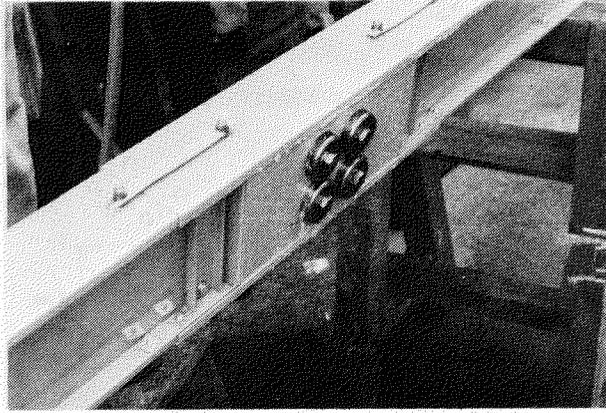
素 材	前 処 理 工 程
(i) SPC-1 (表面粗度 10 μ)	(イ) 薬品脱脂→磷酸亜鉛 2~2.5 g/m ² (ロ) 同 上 → 同 上 →クロメート処理 (ハ) 同 上 → 同 上 1.5~2 g/m ² (ニ) 同 上 → 磷酸鉄 0.5 g以下/m ² (ホ) 同 上 → 同 上 →クロメート処理 (ヘ) 同 上 (ト) トリクレン脱脂 (チ) 薬品脱脂→磷酸亜鉛 2.5~3 g/m ²
(ii) 黒皮鋼板 (表面粗度 10 μ)	(イ) 薬品脱脂→磷酸亜鉛 2~2.5 g/m ² (ロ) 同 上 → 磷酸鉄 0.5 g以下/m ² (ハ) 同 上 (ニ) トリクレン脱脂 (チ) 薬品脱脂→磷酸亜鉛 3 g/m ²
(iii) 黒皮～赤錆のある鋼板 を酸洗 (表面粗度 15 μ)	(イ) 薬品脱脂→磷酸亜鉛 2~2.5 g/m ² (ロ) 同 上 → 磷酸鉄 0.5 g以下/m ² (ハ) 同 上 (ニ) トリクレン脱脂
(iv) 黒皮～赤錆のある鋼板 をショットブラスト (表面粗度 30 μ)	(イ) 薬品脱脂→磷酸亜鉛 2~2.5 g/m ² (ロ) 同 上 → 磷酸鉄 0.5 g以下/m ² (ハ) 同 上 (ニ) トリクレン脱脂

(b) 評価項目

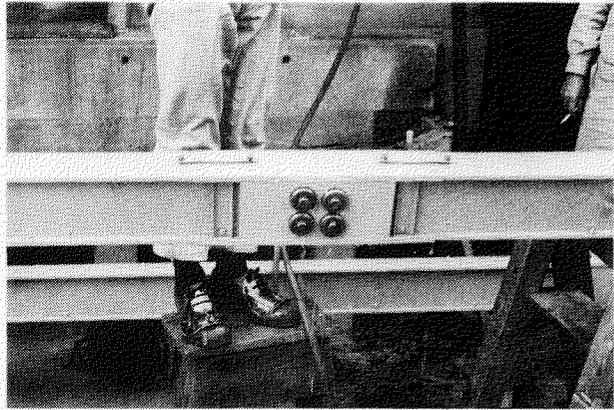
項 目	条 件 及 び 評 価
(i) 衝 撃	$\phi 1/2$ インチ×500g× <u>Xcm</u>
(ii) エリクセン	押出 <u>Xcm</u>
(iii) ゴバン目	1mm×100コ <u>Xコ</u> /100
(iv) ソルトスプレー	クロス入 錆発生 <u>X</u> <u>Xmm</u> クロス入 テープテスト <u>X</u> <u>Xmm</u> } 35℃, 5% NaCl, 600時間
(v) ブリスター	ブリスターの大きさと数 480時間, 湿度98%, 50℃
(vi) 耐 酸	眼 良好5 → 不良1 480時間, 5% HCl, 20℃
(vii) 耐アルカリ	同 上 480時間, 5% NaOH, 20℃
(viii) 耐温水	1mm×100コ 時間× <u>Xコ</u> 40℃ 240時間
(ix) 沸 水	同 上 98℃±2 5時間

S型バスダクト防滴試験

(1)

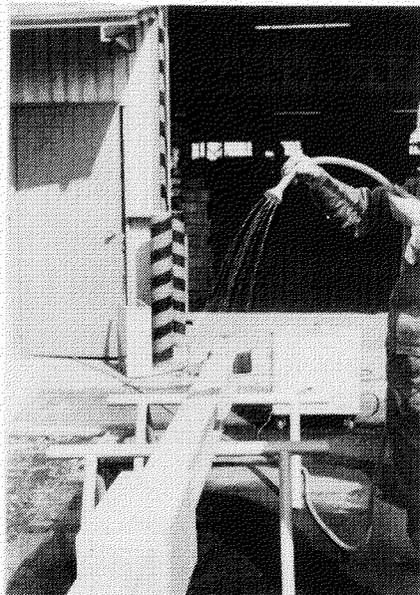


(2)

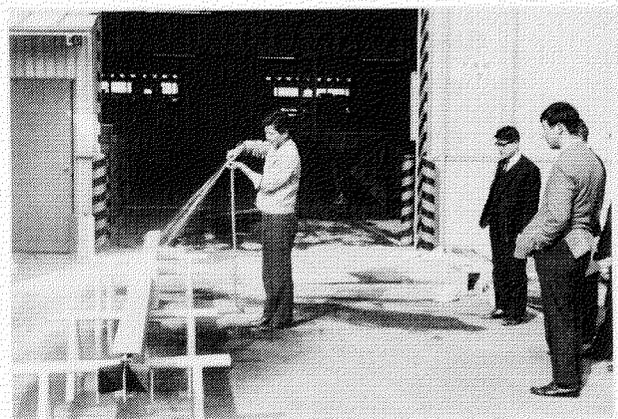


(3)

F型バスダクト防滴試験



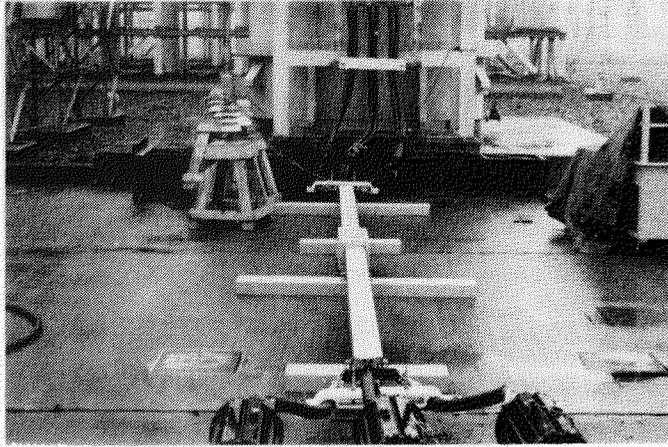
(4)



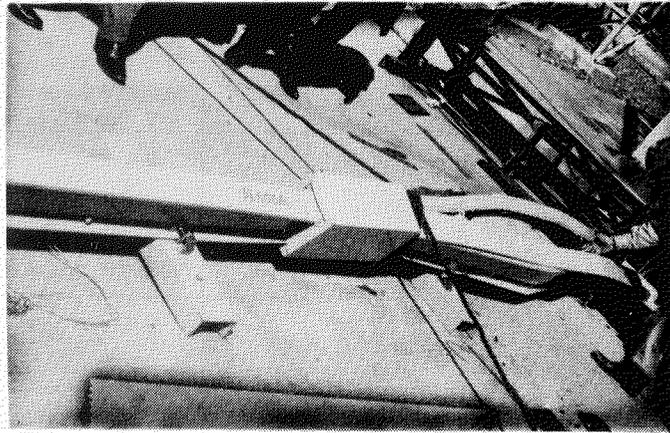
(5)

F型バスダクト短絡試験

(1)

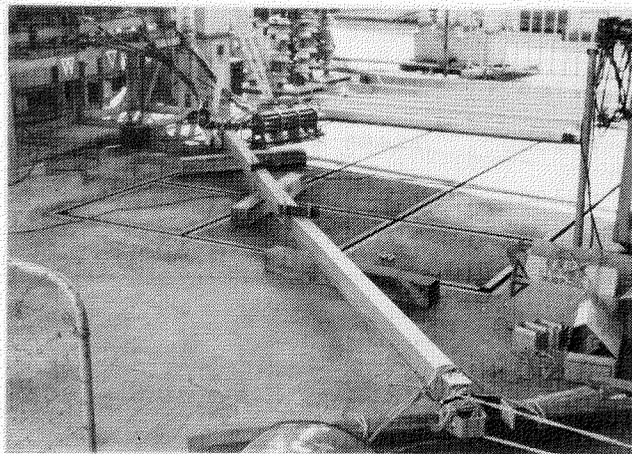


(2)

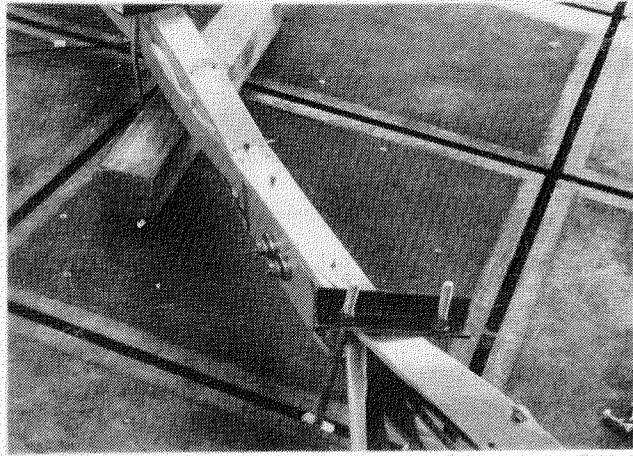


S型バスダクト短絡試験

(3)



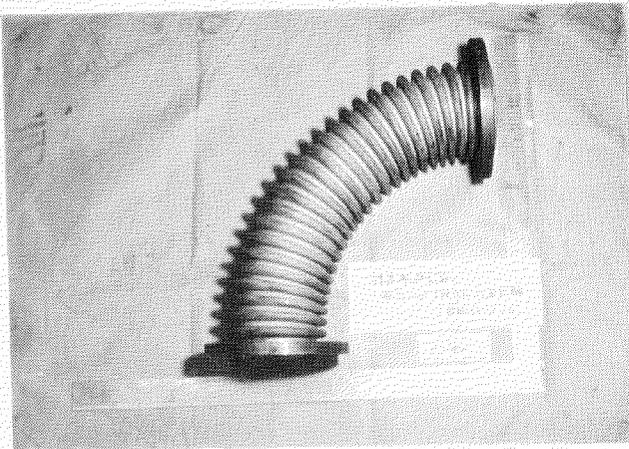
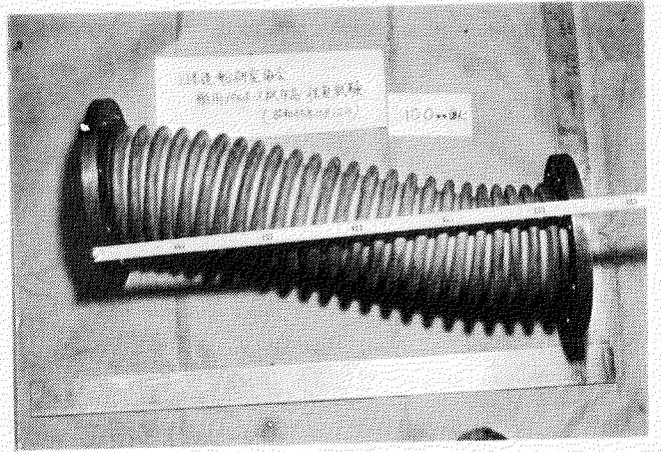
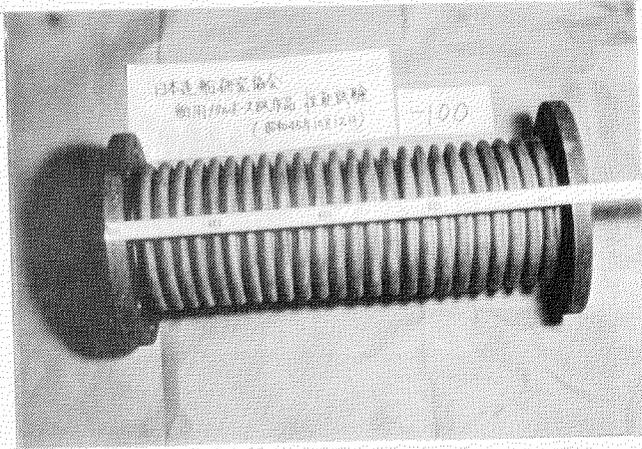
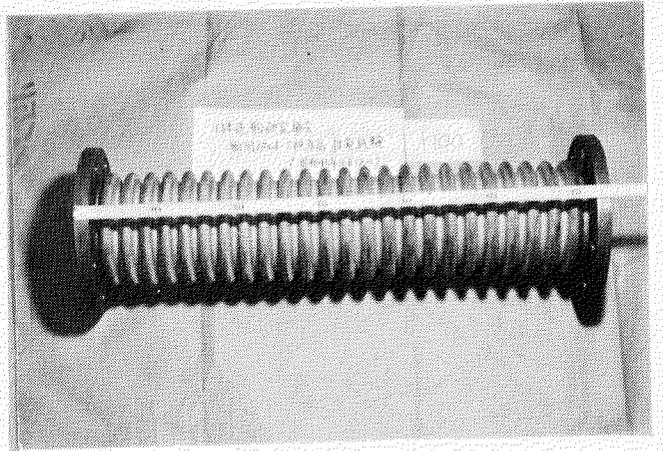
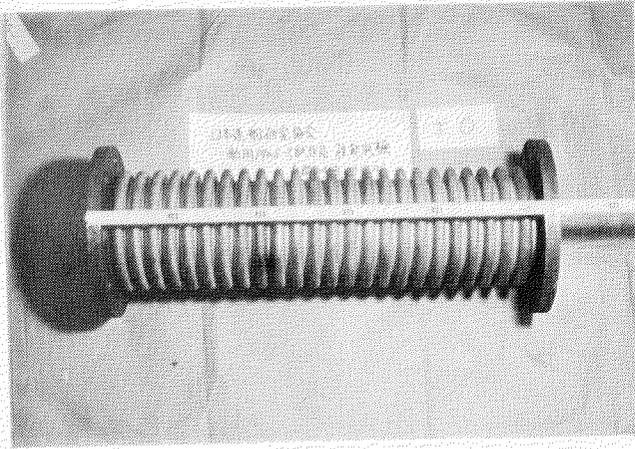
(4)



あ　と　が　き

本研究は、短期間の成果であり、その部品材料の規格化、工法の標準化、寿命の確認までには至っていないが、本研究の報告書を足掛りとして適用可能な場所からTRY CHECKを重ねて広く検討され、近い将来、標準工法にまで拡大されるであろうことを信ずるものである。

なお、本研究にあたって日本海事協会から貴重な助言をいただいたこと、また、委員造船所およびモデルメーカー関係各位に対してご協力を深謝致します。



☒ 4. 6. 2. 2

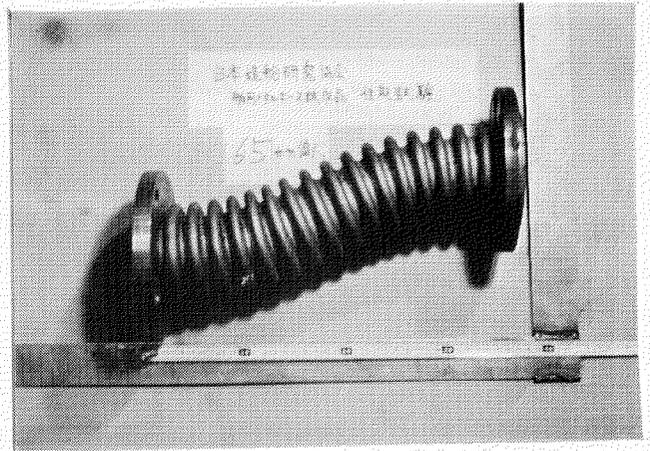
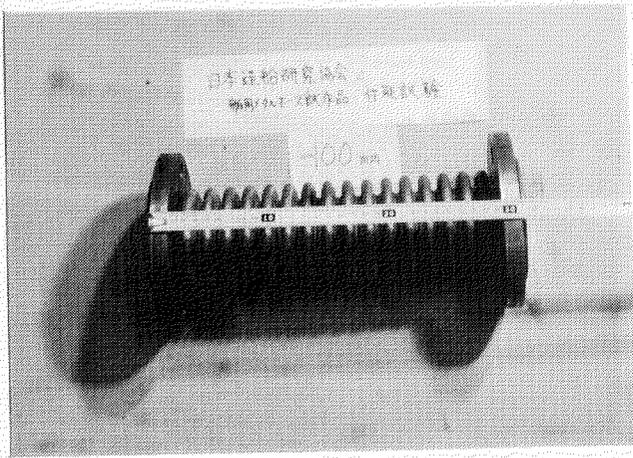
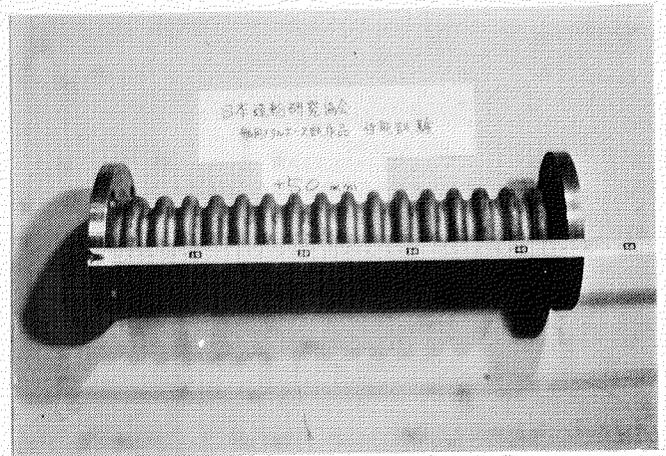
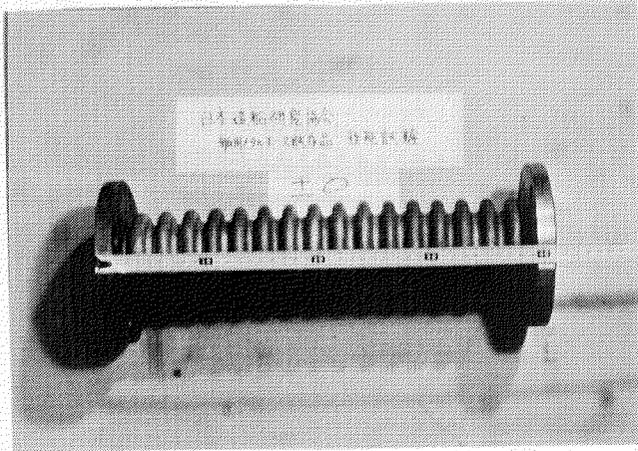


図 4. 6. 2 3

(d) 試験結果

素材	前処理	衝撃	エリクセン	ゴバン目	ソルトスプレー		ブリストア	耐酸	耐アルカリ	耐温水	沸水	総合評価
					発錆	テープテスト						
(i)	イ	40	6.0	100/100	4	0	異状なし	5	5	100/100	100/100	○
	ロ	50	5.6	98/100	4	0	同上	3	5	100/100	0/100	×
	ハ	40	6.0	100/100	4	0	同上	5	5	100/100	100/100	○
	ニ	50	6.5	100/100	4	0	同上	5	5	100/100	100/100	○
	ホ	50	6.8	100/100	4	0	同上	5	5	100/100	100/100	○
	ヘ	50	6.5	100/100	4	0	同上	5	5	100/100	100/100	○
	ト	50	6.5	100/100	4	0	同上	4	5	85/100	100/100	○
	チ	50	6.5	100/100	4	0	同上	5	5	90/100	0/100	×
(ii)	イ	50	6.0	99/100	4	2%	同上	5	5	85/100	100/100	○△
	ロ	50	6.0	98/100	3	8%	同上	5	5	89/100	100/100	×
	ハ	40	6.5	100/100	2	3%	同上	5	5	90/100	0/100	×
	ニ	40	6.5	100/100	2	1%	同上	5	5	81/100	0/100	×
	ホ	30	6.0	42/100	4	0	同上	5	5	90/100	100/100	△
(iii)	イ	50	6.0	100/100	4	0	同上	4	5	100/100	100/100	○
	ロ	50	6.5	100/100	4	0	同上	4	5	98/100	100/100	○
	ハ	50	6.5	100/100	4	0	同上	5	5	100/100	100/100	○
	ニ	50	6.0	100/100	4	0	同上	5	5	100/100	0/100	×
(iv)	イ	50	6.8	100/100	4	0	同上	5	5	100/100	0/100	×
	ロ	50	6.5	100/100	4	0	同上	5	5	100/100	100/100	○
	ハ	50	6.5	100/100	4	0	同上	5	5	100/100	100/100	○
	ニ	50	6.5	100/100	4	0	同上	5	5	100/100	100/100	○

(注) 総合評価 ○印は塗装系として使用できると考えられる。

(e) 結果の考察

- (i) 一次物性については表面処理に関係なく良い結果が出た。これは塗膜付着性テスト結果と同様である。
- (ii) 二次物性(ソルトスプレーテスト後、沸水後の密着テスト)において表面処理の差が多く出ている。
- (iii) 特に黒皮上の塗膜性能は二次的に大きく劣化する。

4.7.4 粉体塗装法および塗装装置

(1) まえがき

粉体塗装法に関しては、静電粉体吹付法は現在すでに実用段階にあるので、本研究では溶射法による研究にしほり、溶射条件、塗膜の外観、付着性能、溶射機の検討を行なった。

(2) 粉体溶射機を用いた試験

(a) 試験方法

(i) 粉体溶射機

図 4.7.67～71 に示すような英国パーク社製CS7型溶射機を用いた。

(ii) 供試塗料

X社, Y社にて試作されたエポキシ樹脂粉体塗料

(iii) 溶射条件の選定

100 μ の膜厚を得るためにはどのような条件で何回スプレーすればよいかの予備試験を行なった。この結果、下表のような条件で溶射したときに最適塗膜になることが確認できた。

		メーカー	
		X 社	Y 社
ガス, 粉の流量		4 l/min	5 l/min
酸素の流量		2.1 l/min	2.2 l/min
空気および粉 {		1次圧	1.2 Kg/cm ²
		2次圧	0.8 Kg/cm ²
膜 厚	スプレー 1回	50～70 μ	30～50 μ
	" 2 "	100～140 μ	60～100 μ
	" 3 "	150～200 μ	90～150 μ

(iv) 試験板の作成

材 質 SS41
寸 法 300×300×5t
下地処理 サンドブラスト

(v) 溶射塗膜の光沢および付着性

予備試験で選定した条件により溶射した試験片を次の4種類に分け、光沢および付着性を測定した。

- ① スプレーしたまま
- ② スプレー後塗膜をバーナであぶる(表面が僅かに溶融し始める程度)
- ③ スプレー後300℃にコントロールした炉の中で5分間焼付
- ④ スプレー後300℃にコントロールした炉の中で10分間焼付

(b) 試験結果

表 4.7.22

メーカー 試験項目	X 社			Y 社		
	※1 光 沢	ゴバン目	※2 トルク(Kg/cm ²)	※1 光 沢	ゴバン目	※2 トルク(Kg/cm ²)
① Sprayのまま	4.9 (有)	0	74.1 (素地)	2 (ナン)	5	211.8 (素地)
	10 (ナン)	0	98.8 (層間)			
② バーナであぶる	2.3 (有)	1	176.5 (層間)	2 (ナン)	5	247.1 (層間)
	2 (ナン)	4	300.1 (層間)			
③ 焼付 5分	1.8 (有)	3	229.5 (素地)	4 (ナン)	5	225.9 (層間)
	2 (ナン)	4	247.1 (")			
④ " 10分	4 (ナン)	3	254.2 (層間)	2 (ナン)	5	250.6 (層間)

※1 (有) 光沢のある部分 (ナン) 光沢がほとんどなく塗膜はジシクリッチペイントのドライ
スプレーと同じような状態

※2 (")内は、塗膜層のハクリ位置を示した。

(i) 塗膜の外観

イ) X社(エポキシ樹脂粉体塗料)

Y社のものに比べやゝ艶はあるが、塗膜面にむらができやすい。また、膜厚についてはY社のものよりも厚めに塗装可能である。

ロ) Y社(エポキシ樹脂粉体塗料)

塗膜に艶はまったくなく、ちょうどモルタルをスプレーしたような塗面となるが、X社のもののようにむらはできず、同じような塗膜が得られ易い。

X社のもの、Y社のもの両者とも焼付後も光沢はなく、モルタルをスプレーしたような塗膜のままであった。

(ii) 付着性(ゴバン目、トルク試験)

(イ) X 社

光沢のある部分とない所に比べ光沢のある部分のほうが付着性がやや劣る。また、①～④の条件別に比較すると、やはりスプレーしたままでは付着性が劣り、加熱キュアしたもののほうが良好であった。

Y社のものに比べゴバン目試験がやや劣る。

(ロ) Y 社

①～④のどの試験片とも良好な付着性を有しているが、スプレーのみの場合はわずかに低い数値であった。しかし、X社の試料に比べると良好と言える。

(c) 考 察

(i) 各試料の粉体とも溶射塗装で得られた塗膜は、光沢がなくあたかもモルタルスプレーを行なったような塗膜であり、外観的な塗装効果(美観上)は劣るものであった。

このことは

- イ) 粉体塗料そのものに問題があるのか
- ロ) 溶射装置そのものに問題があるのか
- ハ) 塗装技能上に問題があるのか

は不明であるが、恐らくはイ)、ロ)、ハ) 全部にまたがる問題であろうと考える。

(ii) 今回の実験を通してしばしば経験したことは、連続して約10分位スプレーしていると、ガン口より約2mm位奥のところに粉体の融着現象が生じて粉体が目埋りし、塗装不能となることである。このことはスプレーガン構造そのものに問題があるのと同時に粉体の溶融点改良の必要も考えられよう。

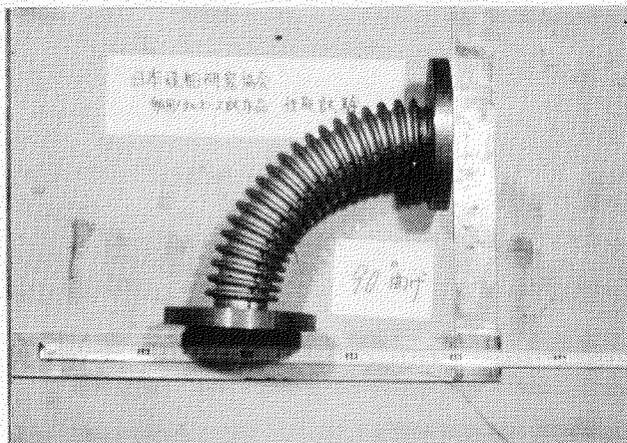
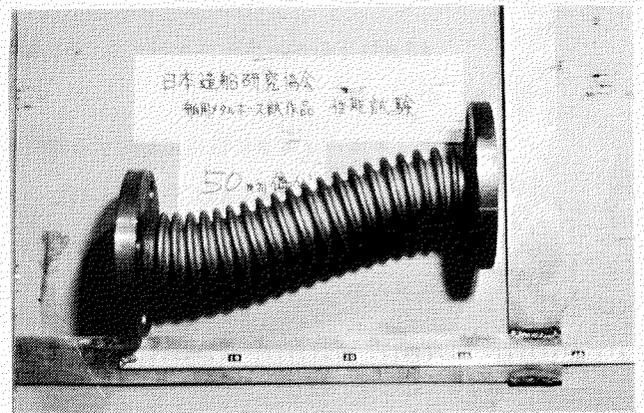
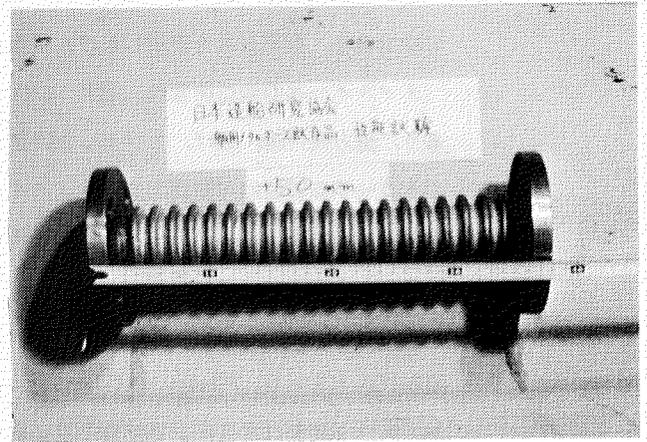
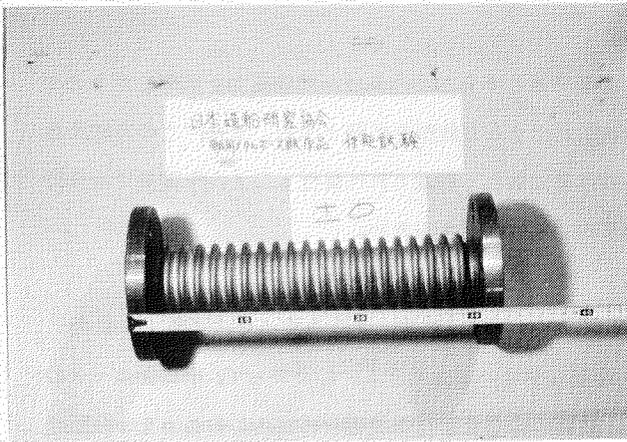
(iii) 塗装速度がエアレススプレー塗装に比べて極めて遅く、今回の実験では300×300mmの試験片に厚さ約100μ程度の塗装を行なうのに約60秒程度の時間が必要であった。

実用効果を期待するためには高吐出量ガンの開発が必要である。

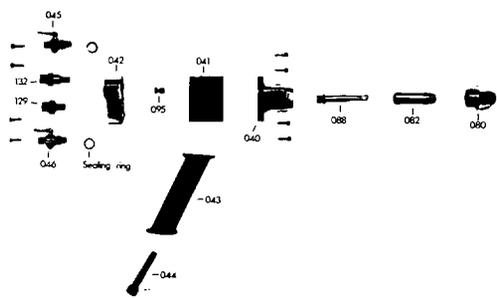
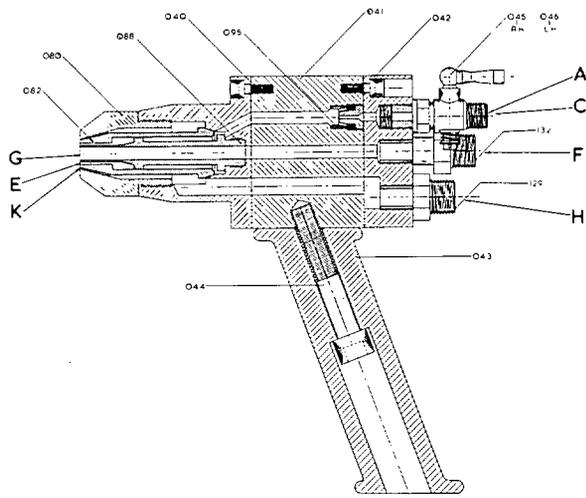
(iv) スプレーガンの燃料ガス、酸素、空気(粉体を含む)流量調整バルブは、今回使用した英国パーク社CS1型のものは極めて不調であり、一定条件を保持するのに多くの困難があった。

実用上には、ガンの重量減少とともに改良が必要である。

(v) 塗装後の塗膜は加熱キュアをしたほうが付着性が向上するが、スプレー後自然キュアするような粉体に改良する必要がある。



☒ 4.6.2.4



PARTS LIST

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

図 4.7.69 ガンの構造

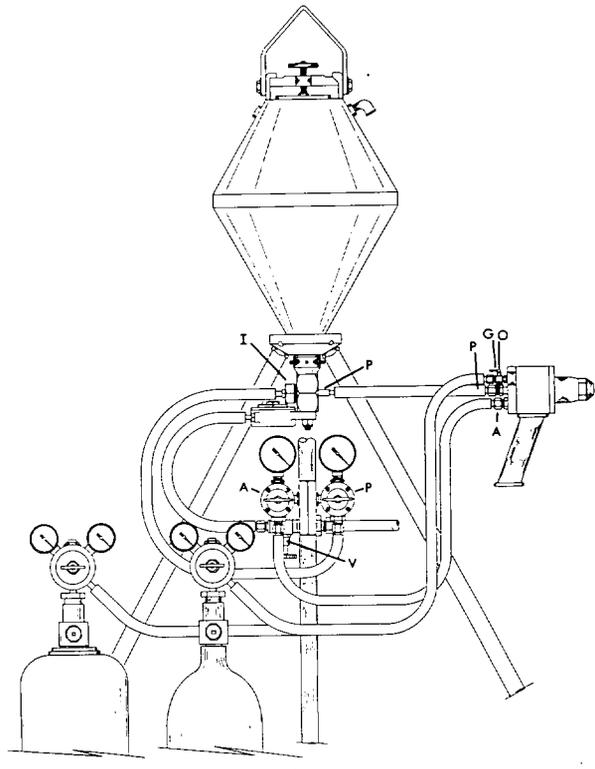


図 4.7.70 ホース接続

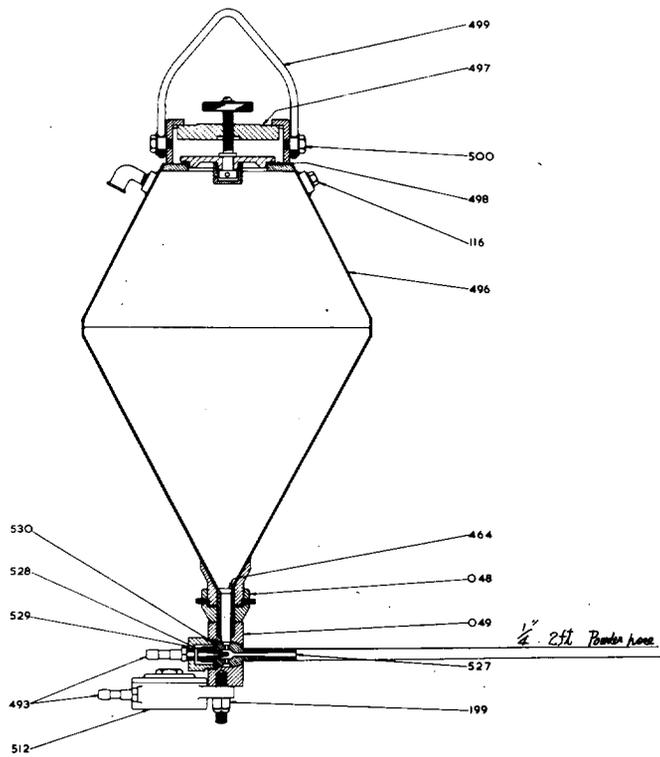


図 4.7.71 粉体容器の構造

Part No.	No. off		Part No.	No. off	
048	1	上部フィード金物	498	1	ゴムリング
049	1	下部金物	499	1	コンテナハンドル
116	1	ガスプラグ	500	2	止めネジ
199	1	止めネジ	512	1	パイプレーター
464	1	コントロールチューブ	527	1	粉体供給継口(外)
493	2	継管	528	1	粉体送り
496	1	粉体容器	529	1	ナット
497	1	ふた	530	1	ワッシャー