

第 106 研 究 部 会

船舶の高度集中制御方式の研究
報 告 書

(その2 艀装システム)へ

昭 和 44 年 3 月

社 団 法 人

日 本 造 船 研 究 協 会

本報告書に記載されている研究成果は、第 106 研究部会による「船舶の高度集中制御方式の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43年度補助事業「船舶の高度集中制御方式の研究」の一部として日本造船研究協会が第106研究部会機装システム分科会（荷役小委員会、係船小委員会、火災検知小委員会）においてとりまとめたものである。

第106研究部会委員名簿（敬称略、順不同）

部会長	山下 勇（三井造船）	
委員	青山三郎（日本船主協会）	芥川輝孝（日本船舶振興会）
	安積健次郎（電子航法研究所）	甘利昂一（日本船用機器開発協会）
	三嶋虎一（大阪商船三井船舶）	大江卓二（船舶技術研究所）
	岡田正三（大阪商船三井船舶）	黒川正典（日本郵船）
	佐藤美津雄（運輸省）	真田良（日本船主協会）
	高田正夫（日本船長協会）	高橋百千（日本船舶機関士協会）
	千葉宗雄（航海訓練所）	土屋正雄（電子機械工業会）
	土井正三（浦賀重工業）	土井由之（昭和海運）
	中村常雄（佐世保重工業）	長谷川健二（川崎重工業）
	植田清勝（日本鋼管）	原三郎（日本海事協会）
	矢野鎮雄（旧藤井義六・石川島播磨重工業）	
	福田英夫（日立造船）	丸尾卓志（日本郵船）
	元良誠三（東京大学）	山口宗夫（三菱重工業）
	山田一（日本造船工業会）	横田利雄（東京商船大学）
	吉識雅夫（日本学術振興会）	宇田川達（旧吉沢清志・日本航海士会）

第106研究部会幹事会委員名簿（敬称略、順不同）

委員	荒瀬晃二（三井造船）	大川喜伴（浦賀重工業）
	唐沢康人（石川島播磨重工業）	神原民之助（日立造船）
	久津間裕良（運輸省）	児島英彦（佐世保重工業）
	宗田啓一（三井造船）	高柳武男（三井造船）
	樋口道之助（日本鋼管）	平田胤幸（日本鋼管）
	平野美木（川崎重工業）	丸尾卓志（日本郵船）
	米原令敏（三菱重工業）	並川善一（大阪商船三井船舶）

機装システム分科会委員名簿（敬称略、順不同）

分科会長	平田胤幸（日本鋼管）	
委員	井口雅一（東京大学）	今井大輔（新和海運）
	白居勲（日本船主協会）	岡田高（沖電気工業）
	沖喜久雄（日本電気）	翁長一彦（船舶技術研究所）
	尾崎久（川崎汽船）	金井一十三（昭和海運）
	鐘ヶ江官朗（日立造船）	久津間裕良（運輸省）
	児島英彦（佐世保重工業）	後藤清市（神戸商船大学）
	真田真（東京商船大学）	首藤保信（舞鶴重工業）

委 員	白 鳥 英 一 (富 士 通)	鈴 木 照 彦 (日 本 鋼 管)
	小 林 慎 治 (富 士 電 機)	新 井 健 (東 京 計 器)
	鶴 見 靖 幸 (日 本 海 事 協 会)	寺 本 俊 二 (北 辰 電 機)
	徳 永 健 (三 菱 重 工 業)	中 嶋 碧 (三 菱 電 機)
	村 上 博 弥 (昭 和 海 運)	樋 口 道 之 助 (日 本 鋼 管)
	平 本 文 男 (東 京 大 学)	古 川 修 (日 本 郵 船)
	増 田 克 哉 (大 阪 造 船)	松 岡 博 史 (三 菱 電 機)
	杉 野 浩 一 (川 崎 重 工 業)	山 名 俊 茂 (大 阪 商 船 三 井 船 舶)
	横 田 富 (浦 賀 重 工 業)	宗 田 啓 一 (三 井 造 船)
	吉 田 義 磨 (三 井 造 船)	

機装システム分科会荷役小委員会委員名簿(敬称略、順不同)

小委員長	樋 口 道 之 助 (日 本 鋼 管)	
副小委員長	横 田 富 (浦 賀 重 工 業)	
委 員	今 井 大 輔 (新 和 海 運)	白 居 勲 (日 本 船 主 協 会)
	恵 美 洋 彦 (日 本 海 事 協 会)	翁 長 一 彦 (船 舶 技 術 研 究 所)
	金 井 一 十 三 (昭 和 海 運)	北 野 竜 一 (川 崎 重 工 業)
	久 津 間 裕 良 (運 輸 省)	小 池 輝 夫 (東 京 計 器)
	古 賀 正 博 (佐 世 保 重 工 業)	小 坂 昌 司 (三 井 造 船)
	杉 野 浩 一 (川 崎 重 工 業)	栖 原 二 郎 (九 州 大 学)
	寺 本 俊 二 (北 辰 電 機)	鶴 見 靖 幸 (日 本 海 事 協 会)
	中 嶋 碧 (三 菱 電 機)	野 間 哲 夫 (日 立 造 船)
	古 川 修 (日 本 郵 船)	松 岡 博 史 (三 菱 電 機)
	宮 脇 直 樹 (三 井 造 船)	八 幡 勝 彦 (石 川 島 播 磨 重 工 業)
	渡 辺 元 雄 (三 菱 重 工 業)	
討議参加者	泉 武 志 (浦 賀 重 工 業)	今 村 宏 (運 輸 省)
	菊 池 佑 幸 (川 崎 重 工 業)	佐々木 博 通 (運 輸 省)
	林 秀 樹 (日 本 鋼 管)	満 石 克 彦 (浦 賀 重 工 業)

機装システム分科会係船小委員会委員名簿(敬称略、順不同)

小委員長	児 島 英 彦 (佐 世 保 重 工 業)	
副小委員長	山 田 重 義 (三 菱 重 工 業)	
委 員	井 口 雅 一 (東 京 大 学)	石 川 一 郎 (日 本 海 事 協 会)
	今 井 大 輔 (新 和 海 運)	白 居 勲 (日 本 船 主 協 会)
	岡 田 高 (沖 電 気 工 業)	翁 長 一 彦 (船 舶 技 術 研 究 所)
	尾 崎 久 (川 崎 汽 船)	鐘ヶ江 官 郎 (日 立 造 船)
	鞠 谷 宏 士 (東 京 商 船 大 学)	久 津 間 裕 良 (運 輸 省)
	小 池 輝 夫 (東 京 計 器)	小 林 茂 夫 (佐 世 保 重 工 業)
	小 林 慎 次 (富 士 電 機)	桜 木 幹 夫 (航 海 訓 練 所)
	島 田 嘉 彦 (三 井 造 船)	白 鳥 英 一 (富 士 通)
	鈴 木 照 彦 (日 本 鋼 管)	鶴 見 靖 幸 (日 本 海 事 協 会)

委 員	寺 本 俊 二 (北 辰 電 機)	德 永 健 (三 菱 重 工 業)
	中 嶋 碧 (三 菱 電 機)	野 地 民 蔵 (浦 賀 重 工 業)
	平 本 文 男 (東 京 大 学)	藤 昇 (石 川 島 播 磨 重 工 業)
	古 川 修 (日 本 郵 船)	松 岡 博 史 (三 菱 電 機)
	三 浦 致 和 (石 川 島 播 磨 重 工 業)	村 上 博 弥 (昭 和 海 運)
	村 山 肇 (川 崎 重 工 業)	森 豊 (三 井 造 船)
	矢 島 拓 自 (佐 世 保 重 工 業)	山 名 俊 茂 (大 阪 商 船 三 井 船 舶)
	横 田 富 (浦 賀 重 工 業)	
討議参加者	井 原 健 策 (富 士 電 機)	今 村 宏 (運 輸 省)
	河 澄 龍之助 (川 崎 重 工 業)	佐 藤 健 三 (昭 和 海 運)
	佐 藤 千 昭 (三 井 造 船)	柴 田 清 (石 川 島 播 磨 重 工 業)
	志 村 輝 夫 (三 菱 重 工 業)	土 井 平 孝 (運 輸 省)
	八 田 守 江 (日 本 郵 船)	

機装システム分科会火災検知小委員会委員名簿(敬称略、順不同)

小委員長	宗 田 啓 一 (三 井 造 船)	
委 員	石 井 一 男 (東 京 計 器)	石 坂 範 夫 (川 崎 重 工 業)
	今 井 大 輔 (新 和 海 運)	上 野 五 陸 (石 川 島 播 磨 重 工 業)
	白 井 勲 (日 本 船 主 協 会)	大 杉 誠 (日 本 海 事 協 会)
	岡 田 高 (沖 電 氣 工 業)	沖 喜 久 雄 (日 本 電 氣)
	尾 崎 久 (川 崎 汽 船)	小 田 一 夫 (東 京 計 器)
	神 崎 良 一 (三 菱 電 機)	久 津 間 裕 良 (運 輸 省)
	田 坂 貢 一 (佐 世 保 重 工 業)	鶴 見 靖 幸 (日 本 海 事 協 会)
	寺 本 俊 二 (北 辰 電 機)	野 間 哲 夫 (日 立 造 船)
	樋 口 道 之 助 (日 本 鋼 管)	古 田 義 磨 (三 井 造 船)
	横 田 富 (浦 賀 重 工 業)	吉 田 真 哉 (三 井 造 船)
	米 田 公 一 (船 舶 技 術 研 究 所)	
討議参加者	青 柳 好 治 (沖 電 氣 工 業)	新 井 俊 雄 (東 京 計 器)
	今 村 宏 (運 輸 省)	榊 正 寛 (沖 電 氣 工 業)
	佐々木 博 通 (運 輸 省)	末 次 清 孝 (三 菱 重 工 業)
	高 杉 将 (東 京 計 器)	谷 和 明 (沖 電 氣 工 業)
	玉 虫 英 五 郎 (船 舶 技 術 研 究 所)	渡 辺 元 雄 (三 菱 重 工 業)

目 次

(2. 儀 装 シ ス テ ム)

1. 荷役装置の最適制御方式の開発	1
1.1 油送船荷役装置の最適制御方式の開発(オイルコースの研究)	1
1.1.1 緒 言	1
1.1.2 本SIMULATION計算に使用した電子計算機と言語	1
1.1.3 SIMULATION計算プログラム製作上の問題点とそれ等に対する考え方	1
1.1.4 理論及び計算式	2
1.1.5 概略フローチャート	6
1.1.6 Out put 表現	6
1.1.7 テスト計算の結果生じた問題点とその対策	6
1.1.8 SIMULATION計算結果に対する考案	8
1.1.9 結 語	46
1.2 専用船のバラスト注排水のシーケンス制御の開発	48
1.2.1 緒 言	48
1.2.2 バラスト排水実態調査	49
1.2.3 液面計実態調査	66
2. 係船装置の適応制御方式の開発	69
2.1 概 要	69
2.1.1 システムの概要	69
2.1.2 係船システムの構成	69
2.1.3 新係船方式	70
2.1.4 投揚錨システム	71
2.1.5 実船乗船調査	71
2.2 大径ワイヤーハンドリングの自動化の開発	73
2.2.1 概 要	73
2.2.2 基本構想の検討	73
2.3 大型船の係船索イコライザーの開発	78
2.3.1 概 要	78
2.3.2 イコライザーの概略試設計	78
2.4 今後の検討方針	91
2.4.1 模型実験	91
2.4.2 制御コンピュータの検討	91
2.4.3 システムの試設計	91
2.5 ハイスラックスピードウインチの開発	92
2.6 適応制御システムの開発	92
2.6.1 概 要	92
2.6.2 基本方針の決定	92
2.6.3 適応制御システムの基本機構	94
2.6.4 制御機構要素の検討	96

2. 6. 5	係船装置概要	9 7
2. 7	新係船法の開発	1 0 4
2. 7. 1	概 要	1 0 4
2. 7. 2	新係船法を開発する目的	1 0 4
2. 7. 3	係船法の開発のための一考案	1 0 5
2. 7. 4	新係船法アイデア集について	1 0 5
3.	艀装品の自動化の研究	1 2 4
3. 1	投揚錨作業の自動化の研究	1 2 4
3. 1. 1	概 要	1 2 4
3. 1. 2	基本方針の検討	1 2 4
3. 2	実船乗船調査概要報告及び検討	1 3 1
3. 2. 1	調査の目的・方針	1 3 1
3. 2. 2	各船の調査概要及び問題点	1 3 1
4.	火災検知自動化システムの研究	1 3 8
4. 1	船級協会の無人機関室に対する火災検知についての要求事項	1 3 8
4. 2	各種火災検知装置の比較	1 4 0
4. 3	機関室における温度分布の実態調査	1 4 2
4. 3. 1	計測方法	1 4 2
4. 3. 2	計測結果	1 4 3
4. 4	火災検知装置の自動化システムの基本的構想	1 6 5
4. 4. 1	システムの説明	1 6 5
4. 4. 2	問題点とその解決策の検討	1 6 6
4. 4. 3	む す び	1 6 6
4. 5	火災検知システム(空気管式補償スポット型)による陸上試験	1 6 8
4. 5. 1	方案の概要	1 6 8
4. 5. 2	部品試験	1 6 8
4. 5. 3	試験成績	1 6 8

1. 荷役装置の最適制御方式の開発

1.1 油送船荷役装置の最適制御方式の開発（オイルコースの研究）

1.1.1 緒言

油送船荷役装置の最適制御を行なうにあたり、その前に解決しなければならない多くの問題があるが、その中の最大の問題は最後のストリップング作業の問題である。ストリップング作業を困難にしている原因はストリップングポンプの吸引力の問題、配管の問題等種種あるが、最も大きい原因として船底部のオイルコースの問題が上げられる。この問題を解決せずに最適制御等といっても全く無意味である。これが本研究が行なわれる理由である。

本研究ではSIMILATION 計算のプログラムを日本鋼管株式会社で作製し、このプログラムを使用して石播、浦賀、川重、佐世保、日立、三井、三菱の7社から提出されたサンプルデータをINPUTして合計66ケースの計算を実施し、それ等について各種の考察を行ない、この問題に対する総合研究結果をまとめた。

なおこの方面の研究についてはすでに三菱長崎の岡氏等の「荷油タンク底の集油孔について」と題する研究論文が昭和41年11月西部造船会第33回例会で発表されているが、これが唯一の参考文献である。しかし、この論文では船底接近部に限られ、それから上のマンホール、ライトニングホール等からの流出等については触れておらない。

1.1.2 本SIMILATION計算に使用した電子計算機と言語

使用した電子計算機はIBM-360-I75で、言語はSOURCE PROGRAMにおいてIBM-360用FORTRAN IVであるが、DEBUG終了と共に実際のSIMILATION計算はOBJECTPROGRAMで行なつた。

1.1.3 SIMILATION計算プログラム製作上の問題点とそれ等に対する考え方

(1) ベルマウスの吸入停止時期及吸入再開時期を何によつて規定するか。

○ベルマウス吸入停止はベルマウスのある区画の水位が定数D以下になれば停止する。また、吸入再開はベルマウスのある区画とその隣接区画との水位差が δ 以下になれば再開する。ここでD、 δ は、INPUT DATAとした。

(2) 船のヒールは考えるべきか。

○考慮せず、0とする。

(3) 船のトリムは考えねばならぬと思うが、その刻刻の変化を何によつて規定するか。

○トリムはINPUT DATAで一定とし、時間変化はしないものとした。

(4) リンバーホール、マンホールからの流れの式に関する資料がほとんどないが、どうしたら得られるか。

○流量係数は一定とし、INPUT DATAとした。

(5) ビルジターンの部分はリンバーホールが斜めになつているが、これをどう扱うか。

○考慮せず。

(6) RISE OF FLOORの処理をどうするか。

○考慮せず。

(7) 船の前部に近いタンクで船底がMID SHIPより上つている部分の処理はどうか。

○考慮せず。

(8) ビルジターンの部分では船底縦通材が傾斜しているが、これをどう処理するか。

○考慮せず。

(9) ストリップングの終り頃の作業工程では、当然ポンプのSLOW-DOWNが行なわれる。そうでなくても空気の吸込みの為にベルマウスの吸入流量は減少するはずである。このベルマウスの吸入流量の減少量を何によつて規定するか。

○STRIP PUMP吸入量は一定とし、これが断続するようにした。(1)参照)

(10) 船底に溜ったスラッジをどう表現するか。

○開口面積の効率をINPUT DATAとした。

(11) ベルマウスで吸引すると、ベルマウスの周辺の液面は曲面となり、この曲面は非定常の為波を生じベルマウスから遠く離れた液面でも常に波が生じている。これをどう処理するか。

○考慮せず。

1.1.4 理論及び計算式

(1) 平衡方程式

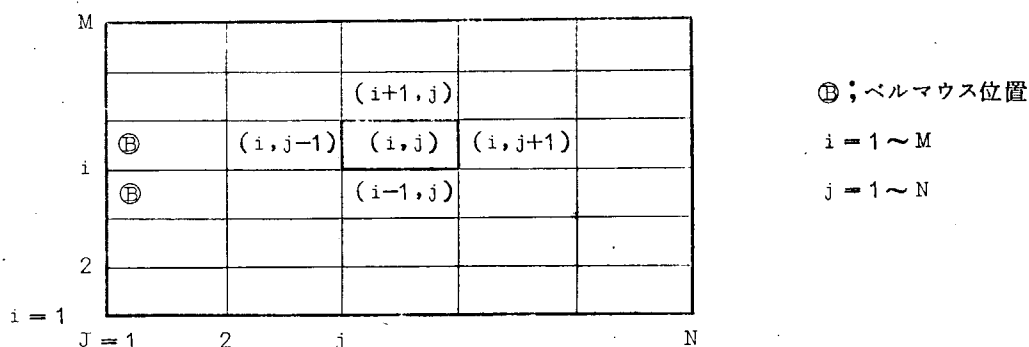


図1.1.1

タンク底の Bottom longi, Bottom trans およびそれらに仕切られた区画を各各図1.1.1に示す様に表わす。

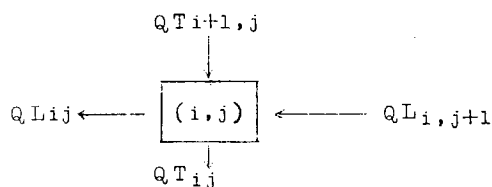


図1.1.2

$Q_{Li,j}$: (i, j) より $(i, j-1)$ に単位時間に流れる流量

$Q_{Ti,j}$: (i, j) より $(i-1, j)$ に単位時間に流れる流量

$A_{i,j}$: (i, j) の水面面積

$F_{Ti,j}$: 関数記号

$F_{Li,j}$: 関数記号

$D_{i,j}$: (i, j) の水位

Q_B : ベルマウスの単位時間吸入量

N : Bottom trans の数 (TANK SIDE も含む)

M : Bottom longi の数 (TANK SIDE も含む)

平行方程式は、

$$A_{ij} \frac{dD_{ij}}{dt} = Q_{Ti+1,j} + Q_{Li,j+1} - Q_{Lij} - Q_{Tij} \quad (1)$$

$$Q_{Tm,j} = FT_{m,j}(D_{m,j}, D_{m-1,j}) \quad (2)$$

$$Q_{Li,n} = FL_{i,n}(D_{i,n-1}) \quad (3)$$

境界条件より

$$Q_{Ti,j} = 0$$

$$Q_{Li,1} = 0$$

$$Q_{Tm,j} = 0$$

$$Q_{Li,N} = 0$$

ただし、ベルマウスのある区画では、 $Q_{Li,1} = QB$

$$i = 1 \sim M-1$$

$$j = 1 \sim N-1$$

$$m = 2 \sim M-1$$

$$n = 2 \sim N-1$$

この連立微分方程式において、式の数 $\{(M-1)(N-1) + M(N-1) + N(M-1)\}$ 、未知数の数は $\{(M-1)(N-1) + M(N-1) + N(M-1)\}$ で解けるはずである。

この連立微分方程式は関数 FT_{ij} 、 FL_{ij} が根号等を含み複雑な形になっているので、解析的には容易に解き得ない。

したがって、(1)(2)(3)式を下の如く変形し近似計算を行なう。

$$D_{ij}(t+\Delta t) = D_{ij}(t) + \{Q_{Ti+1,j}(t) + Q_{Li,j+1}(t) - Q_{Tij}(t) - Q_{Lij}(t)\} \frac{\Delta t}{A_{ij}} \quad (4)$$

$$Q_{Tij}(t) = FT_{ij}(D_{ij}(t), D_{i-1,j}(t)) \quad (5)$$

$$Q_{Lij}(t) = FL_{ij}(D_{ij}(t), D_{i,j-1}(t)) \quad (6)$$

(4)、(5)、(6)式において、微小時間 Δt を与えて、逐次計算を行なっていく。

(2) 流量について

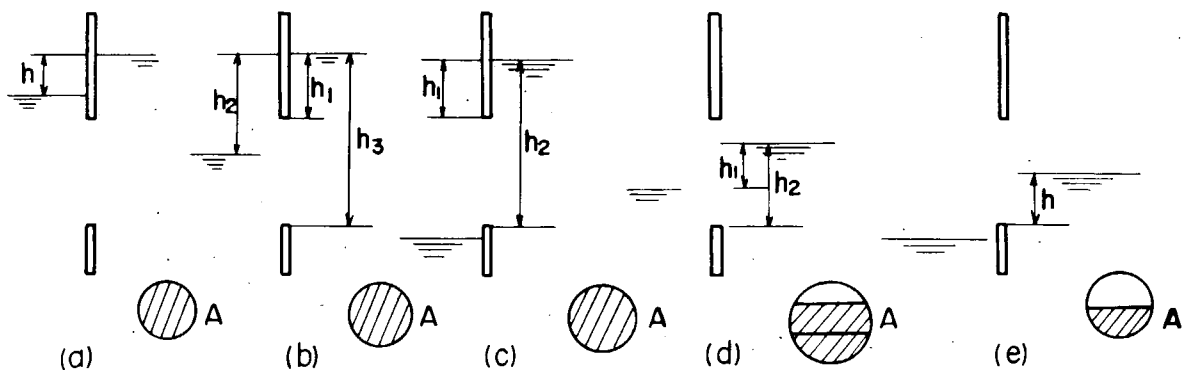


図 1. 1. 3

区画水位と開口の関係より図 1. 1. 3 に示すように 5 つの場合に分けて流量を求める。

(b)、(c)、(d)、(e) は図のごとく開口下端より水位までの高さが等しい等面積の矩形に近似し、理論流量を計算する。

$$(a) \quad Q = C \cdot A \sqrt{h}$$

$$(b) \quad Q = CB \int_{h_1}^{h_2} \sqrt{h} \, dh + \int_{h_2}^{h_3} \sqrt{h_2} \, dh$$

$$= CB \left(h_3 - \frac{1}{3} h_2 \right) \sqrt{h_2} - \frac{2}{3} CB h_1 \sqrt{h_1}$$

$$\text{したがって } A_1 = \frac{h_3 - \frac{1}{3} h_2}{h_3 - h_1} A$$

$$A_2 = \frac{\frac{2}{3} h_1}{h_3 - h_1} A$$

$$Q = CA_1 \sqrt{h_2} - CA_2 \sqrt{h_1}$$

$$(c) \quad Q = CB \int_{h_1}^{h_2} \sqrt{h} \, dh$$

$$= \frac{2}{3} CB (h_2 \sqrt{h_2} - h_1 \sqrt{h_1})$$

$$\text{したがって } A_1 = \frac{\frac{2}{3} h_2}{h_2 - h_1} A$$

$$A_2 = \frac{\frac{2}{3} h_1}{h_2 - h_1} A$$

$$Q = CA_2 \sqrt{h_2} - CA_1 \sqrt{h_1}$$

$$(d) \quad Q = CB \int_0^{h_1} \sqrt{h} \, dh + CB \int_{h_1}^{h_2} \sqrt{h_1} \, dh$$

$$= CB \sqrt{h_1} \left(h_2 - \frac{1}{3} h_1 \right)$$

$$\text{したがって } A_1 = \frac{h_2 - \frac{1}{3} h_1}{h_2} A$$

$$Q = CA_1 \sqrt{h_1}$$

$$(e) \quad Q = CB \int_0^h \sqrt{h} \, dh = \frac{2}{3} CB h \sqrt{h}$$

$$A_1 = \frac{2}{3} A$$

$$Q = CA \sqrt{h}$$

ただし $C : C_1 \sqrt{2g}$

C_1 : 流量係数

g : 重力加速度

A : 高い方の水面下の開口面積

(3) 関数 FL, FT

ATijk : j Bottom trans で i, i+1 Bottom longi 間の k 番目開口の水面下面積

ALijk : i Bottom longi で j, j+1 Bottom trans 間の k 番目開口の水面下面積

KTij : j Bottom trans で i, i+1 Bottom longi 間の開口の数

KLij : i Bottom longi で j, j+1 Bottom trans 間の開口の数

Dij : (i, j) の水位

Q1ijk : j Bottom trans で i, i+1 Bottom longi 間の k 番目開口の流量

Q2ijk : i Bottom longi で j, j+1 Bottom trans 間の k 番目開口の流量

2. の流量の式より求めた Q1ijk, Q2ijk より

$$FT_{i,j}(D_{ij}, D_{i-1,j}) = \sum_{k=1}^{KLij} Q2ijk \quad FL_{i,j}(D_{ij}, D_{i-1,j}) = \sum_{k=1}^{KTij} Q1ijk$$

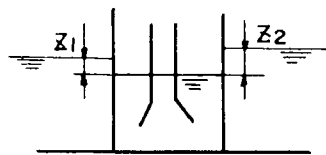
(4) ベルマウス

ベルマウスは、タンク最後部の区画 ($j = 1$) にあるものとし、位置、個数は任意とする。

ベルマウスの吸入量は不変とする。ただし、次の場合、停止または再吸入を行なう。



(a)



(b)

停止 ベルマウスのある区画の水位が δ (input data) 以下のとき、ベルマウスは停止する。

再吸入 ベルマウスのある区画の水位と隣接する区画の水位との差 Z_1 , Z_2 いずれかが ϵ (input data)

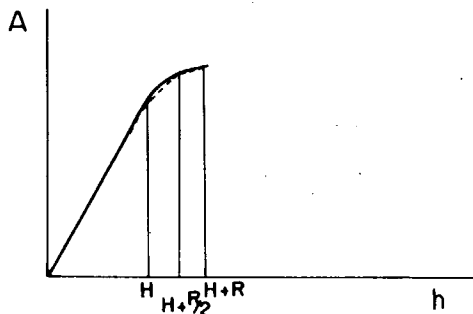
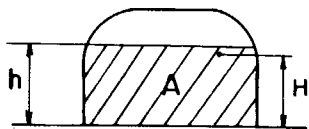
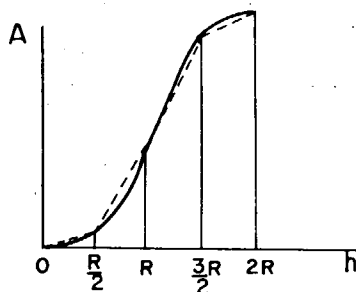
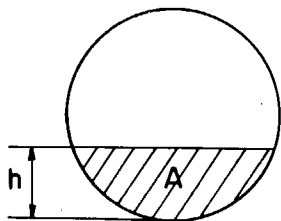
以下の場合、ベルマウスは再吸入する。

(5) 近似計算

計算時間短縮のため次の近似を行なった。

(a) 面積計算

円形を含んだ形は全て面積曲線を $h = 0$, $h = \frac{R}{2}$, $h = R$ 各点間を直線として近似する。

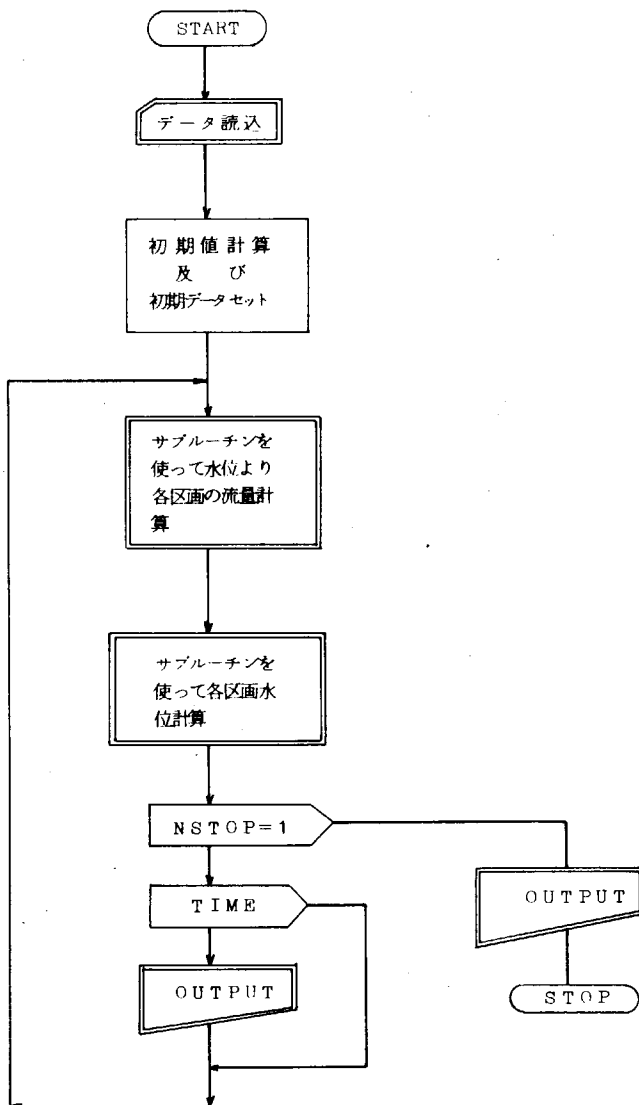


(b) 流量計算

Ⅱ-2 の流量計算において(b)、(c)、(d)、(e)の場合

落差が 10 mm 以内の場合は $Q = C A \sqrt{h}$ の形で計算している。

1.1.5 概略フローチャート

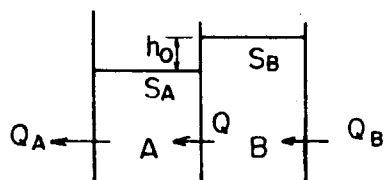


今、区画 B より A に流れる流量 Q を考えるのに、右図の様に隣接する 8 つの区画を考える。

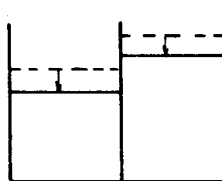
$$Q_B = Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q$$

$$Q_A = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q$$

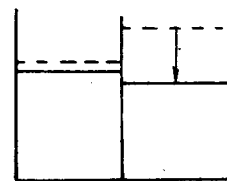
とし、区画 A、B を下図(a)のごとく表わす。



(a)



(b)



(c)

1.1.6 Out Put 表現

Out Put 印刷は、3 種類の表現法を用いた。

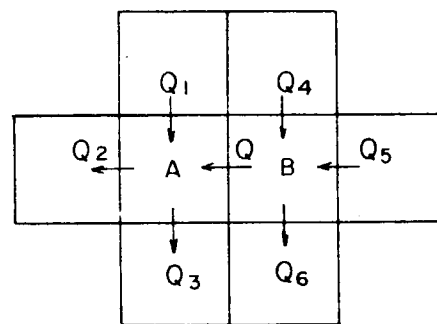
第1は、 D_{ij}, Q_{Lij}, Q_{Tij} を各印刷時刻ごとに全部印刷する。これらの数値は相当な量になるので、もし印刷時刻のピッチを細かくした場合には到底読み切れない。この点を補うために第2の表現法としてパターン印刷を用いた。これは、計算機のラインプリンターを使用しているので、精度は悪いが、流れの大局を見るのに適していると思われる。

第3に時間に対するベルマウス区画水位および残油量の変化をグラフに印刷する。

これらの例を巻末の附表および附図に示した。

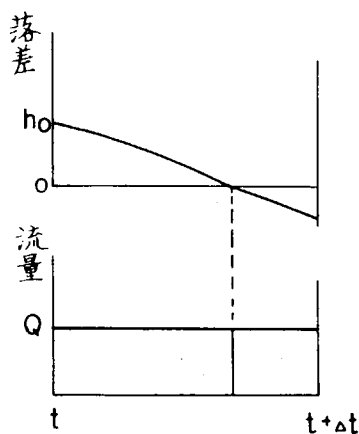
1.1.7 テスト計算の結果生じた問題点とその対策

SIMULATION 計算に入る前に日本鋼管提出のサンプルにもとづきテスト計算を行なったが、その結果液面に振動が生じた。この振動は微分方程式を差分法の逐次近似解を行なう場合に免れられないと言われており、勿論計算時間間隔を極度に縮めればなくなる性質のものであるが、そうすると全体の計算時間は膨大なものとなり実用性がないので本 SIMULATION 計算プログラムでは次のごとく修正を行なつて、この振動をある程度防ぐことに成功した。

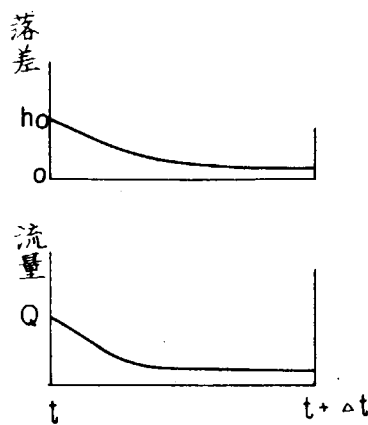


Q_A 、 Q_B 、 Q で 微小時間 Δt 流れた後の状態が(b)となる場合、すなわち落差が同じ方向のときは何ら修正を行なわない。

(c)の場合、すなわち、落差が逆になる場合、修正を行なう。



(a)

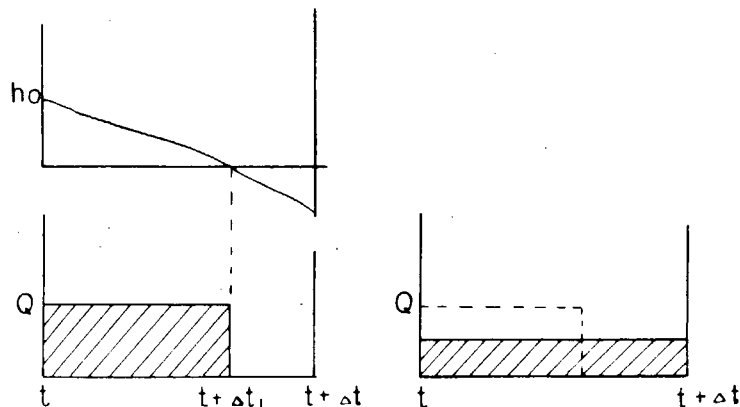


(b)

実際には、一般的に(b)図の様に、落差、流量が変化する。

しかし、差分で行なうため、 Q_A 、 Q_B 、 Q は Δt 間是一定と考える。したがって(a)の様に落差が逆になつても、流れの方向は変わらないという現象になる。

ここで、



(a)

(b)

(a)図のように Δt 間において落差が零になるまで (時刻 $t + \Delta t_1$) 流れ、それ以後は流れないものとする。

すなわち、(b)図の様に修正された流量 Q' は

$$Q' = \frac{\Delta t_1}{\Delta t} Q \quad \text{となる。}$$

ここで、

$$\Delta t_1 = h_0 / \left(-\frac{Q - Q_A}{S_A} - \frac{Q_B - Q}{S_B} \right)$$

プログラム中では Δt を 2 倍の長さで修正を行ない、修正された流量 Q' が Δt 間流れるものとして Δt 時間ごとに計算を行なっている。さらにこの修正を全体にわたって 2 度行なっている。

微分方程式の解法は、ルンゲクッタ法、ミルン法等種種あるが、いずれを用いてもこの振動現象を避け得ない。また、計算時間が非常に長くなる。このため、前述のような方法を用いざるを得なかつたのであるが、この方法は、流れが定常になるにしたがつて誤差が少なくなり、また実際とは離れた流量になろうとした時は、実際に近づけようとするものである。

1.1.8 SIMILATION計算結果に対する考察

(1) 概 要

SIMILATION 計算は下表のごとく7社で行ない、その結果6社から研究報告がよせられた。

造船所	計算ケース	研究要旨
石 播	2	ベルマウスを含んでいる LONGI、TRANS 各列の流れ変化を調べた。
浦 賀	1	
川 重	10	1. MAIN PUMP による吸引可能な最低液位の推定 2. ベルマウス間歇吸引時の吸引効率の推定 3. STRIP PUMP の CAPACITY が与えられたときの MAIN PUMP の最適吸引量と吸引時間の推定
佐 世 保	3	実船データと理想データにより、各区画の落差変化を調べた。
日 立	24	1. 開口一定で PUMP CAPACITY を変化させ状態を調べる。 2. PUMP CAPACITY 一定で、LONGI, TRANS 各開口を変化させ状態を調べた。 3. トリムを変化させ、状態を調べた。
三 井	17	1. STRIP PUMP CAPACITY を変化させ、最適状態を調べた。 2. ベルマウスを囲む BTM, TRANS, BTM・LONGI の開口面積を変化させ、最適状態を調べた。
三 菱	9	1. 開口を変化させて、吸引状態を調べた。 2. トリムによる影響を調べた。 3. ベルマウスの位置による影響を調べた。
合 計	66	

(2) 石川島播磨重工業株式会社担当分の考察

(a) 概 要

当社建造 20 万トンタンカーの底層 WING TANK (片舷) を対象として、標準的開口大さの場合と船殻部材の補強なしですむ限度まで大きくした場合の両者についてストリッピング時間におよぼす影響を比較する目的で計算を行なった。

(b) INPUT DATA

船 の 長 さ	300 m
ト リ ム	3.0 m
ア レ ー ジ 位 置 での 液 面 深 さ	0.4 m
タンク後端よりアレージまでの距離	15.76 m
開 口 面 積 係 数	1.00
流 量 係 数	0.65
ベルマウスの吸入停止水位	0.02 m
ベルマウス再吸入に必要な隣接区画水位とベルマウス区画水位との差	0.01 m
計 算 時 間 間 隔	2 秒
ベ ル マ ウ ス の 数	1
ボトムトランス、ロンジの配置等	(次頁)
ベルマウスの単位時間吸入量	0.04 m ³ /sec

※1

※2

(c) 計算結果及び考察

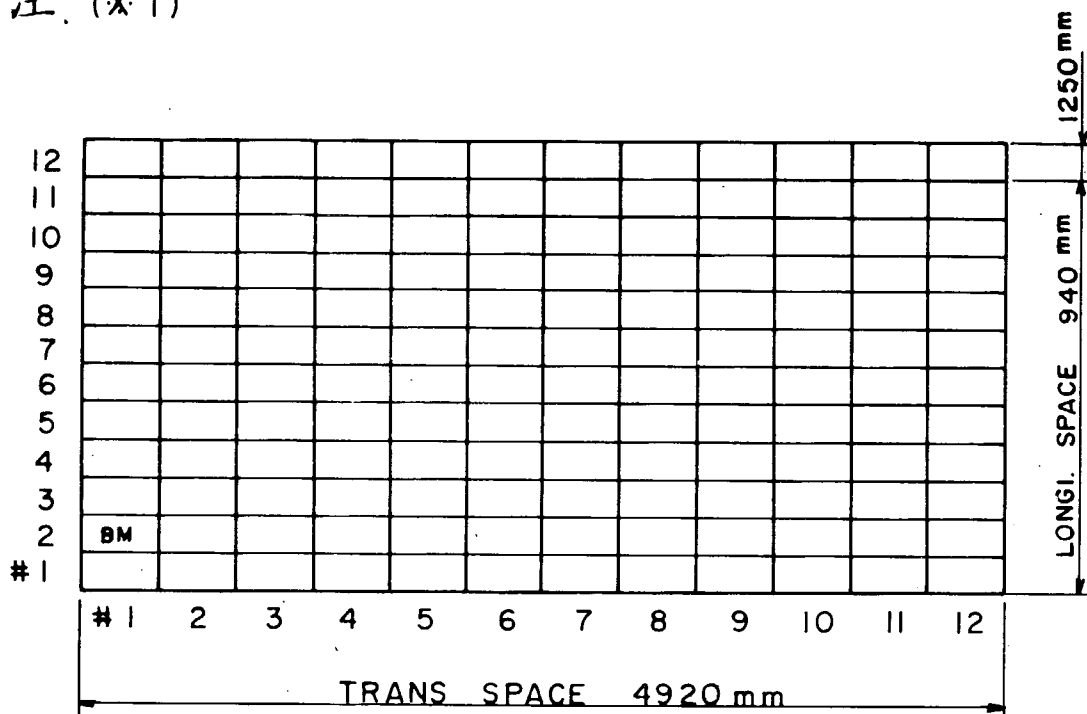
- (i) CASE 1 に比し CASE 2 は LONGI の開口を 2 ～ 3 割方増大したもので、計算結果としてストリッピング時間が如何程短縮するかを期待したものであるが、両 CASE 共に SUCTION の ON-OFF なしにベルマウス区画の吸入停止水位まで (INPUT は 20 mm としたが、トリム 1 % のため、計算上は $20\% + \text{トリム}\% \times \frac{1}{2}$ TRANSPACE = 45 % となっている) 等しい単位時間吸入量で SUCTION しているため全く同一の所要時間が得られた。したがって、時間-残量、ベルマウス区画での液面高さの関係も CASE 1、CASE 2、同一でこれを図 1.4 に示す。

かりに計算をベルマウス区画の吸入停止液位を越えて進めていった場合、SUCTION の ON-OFF が生じて理論的に両者の間に差が生じることになるが、残量 7 m³ 程度を吸入する時間としてはその差はごく僅かと思われる。

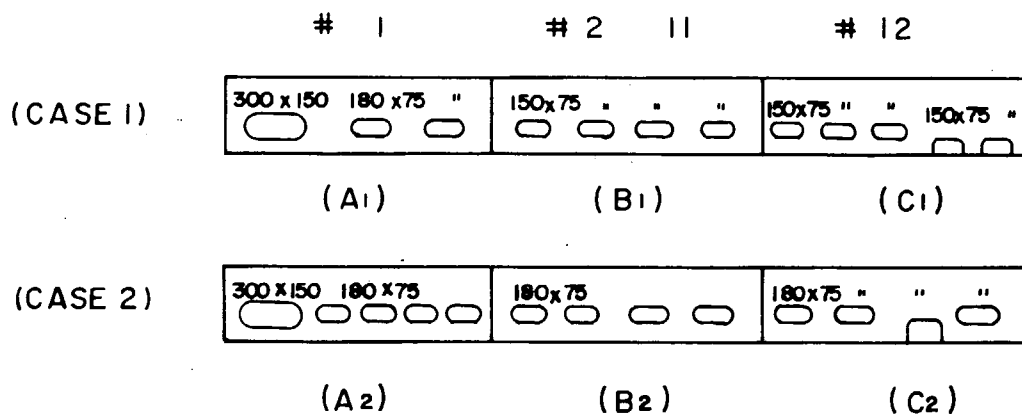
したがって現実問題としてこの程度の単位時間吸入量の場合一般に考える程、OIL COURSE の大小によるストリッピング時間に差は生じないといえる。言葉を変えれば本船の CASE 1 にしろ CASE 2 にしろいずれも無理のない開口の大きさが STRIPPING に際しても十分であるといえる。

- (ii) STRIPPING 時のタンク内の FLOW を大局的にみるとベルマウスのある同じ TRANC、同じ LONGI 内の FLOW が著しく目立つのは当然であるが、この両者を比較してみると図 1.4.5 に示す通り初期は LONGI 方向の流れが大きい間もなく液が TRANS に集められ、その後は TRANS 方向の FLOW が大となっているのが分る。

注. (※ 1)



LONGI. 開口



$$A_2 = 1.37 A_1 \quad B_2 = 1.2 B_1 \quad C_2 = 0.9 C_1$$

TRANS. 開口

(CASE 1 共通)
(CASE 2)

1 # 2 ~ 12

$$T = 0.75 A_1 \quad T = 2.5 A_1$$

注. (※ 2)

300 m³/h ストリッピングポンプ 1台で 両舷 WING TANK を
 SUCTION するとして $300 \text{ m}^3/\text{h} \times \frac{1}{2} = 0.0415 \text{ m}^3/\text{SEC} \div 0.04 \text{ m}^3/\text{SEC}$
 を採った。

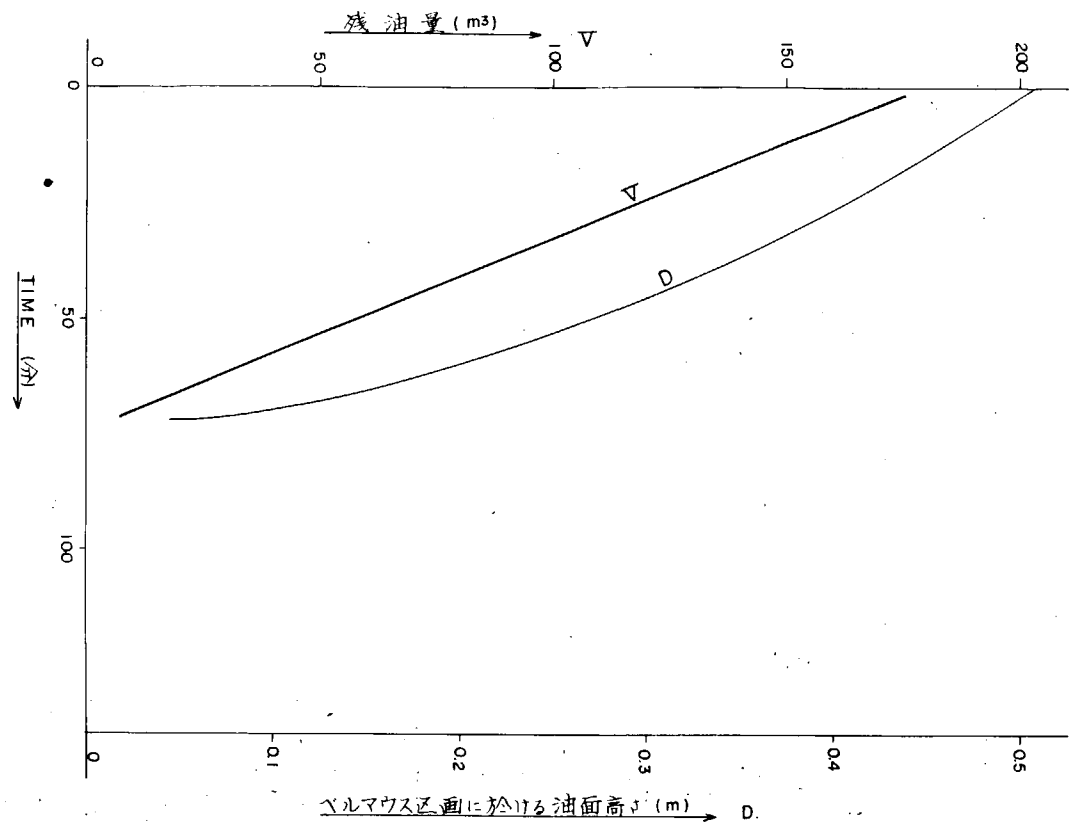


図 1.1.4

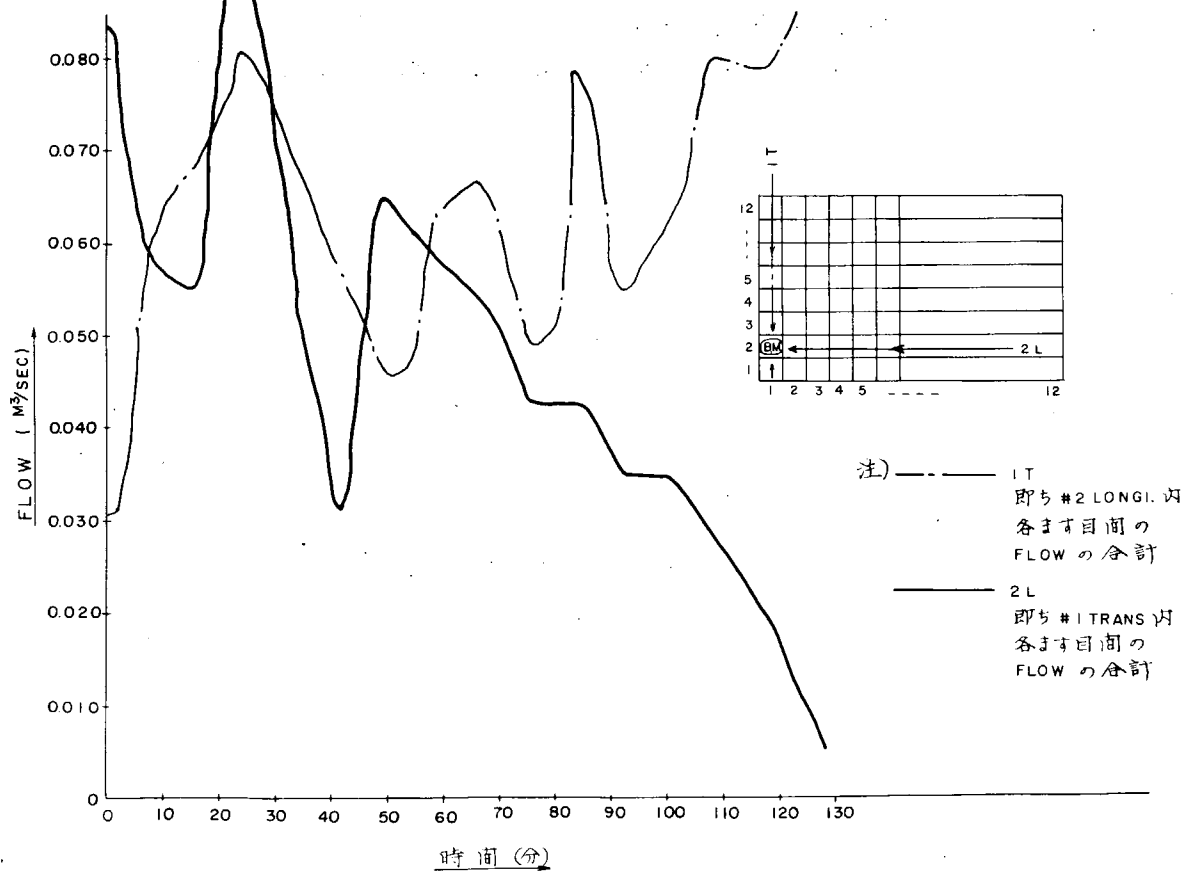


図 1.1.5

(3) 川崎重工業株式会社担当分の考察

(a) まえがき

Tankerにおける揚油時間を短縮させるためにはstrippingに要する時間を短縮させることが効果的と考えられる。このためにはstripping pumpのcapacityを大にする事のほか大きなcapacityを持つmain pumpでできるだけ低液位まで吸引することが重要である。

したがってoil courseの開孔に関しては、stripping pumpのcapacityに対するばかりでなく、main pumpのcapacityに対してもその性能を確認すべきであると思われる。

このため、本programのサンプル計算にあたっては、主としてmain pump用のsuction capacityを対象に下記の事項について計算を試みた。

(b) 検討事項

(i) Main pumpによる吸引可能な最低液位の推定

Main pump用bellmouthによりair drawを起さず吸引可能な最低液位をtank内の平均残油液位で表わした。

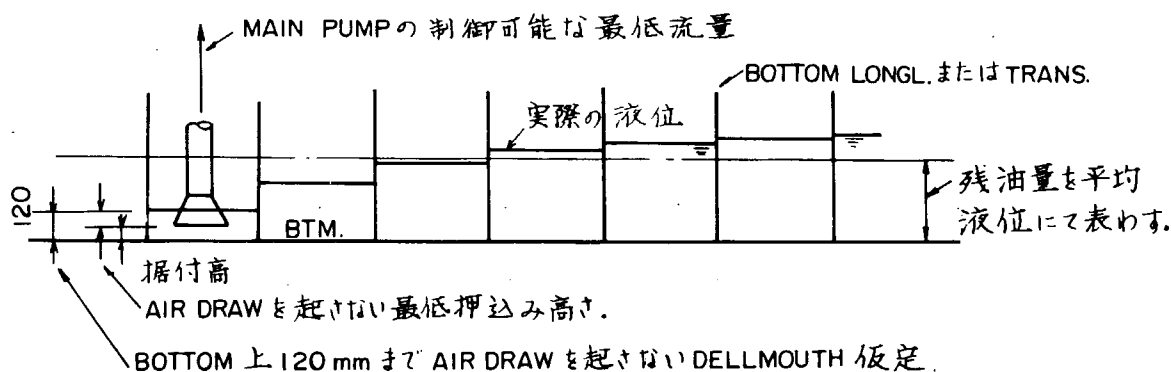


図 1.1.6

(ii) Bellmouthの間歇吸引時の吸引効率の推定

pumpによる間歇吸引が可能な場合、間歇吸引により低下する見かけの吸引能力を定格の吸引量に対する割合で求めた。

吸引期間としてはbellmouth位置の液位の増減がはげしい最終期間を選んだ。

(iii) Stripping pumpのsuction capacityが与えられたときのmain pumpの最適吸引量と吸引時間の推定

Tank内の初期液位からmain pumpで吸引可能な最低平均液位までをmain pumpのcapacityで吸引し、残油をstripping pumpの有効capacityで吸引するものとして求めた。

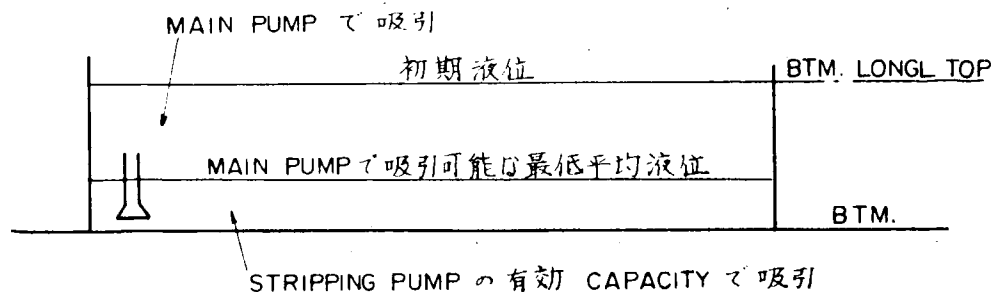


図 1.1.7

注 Oil course の開孔の最適値の推定については、bottom longl と bottom trans の開孔の比および開孔の状態、bellmouth の数および位置、trim, main pump および stripping pump の capacity 等 parameter が多いため多数の計算が必要と思われたので、ここでは検討を加えないことにした。

(c) 計算の条件

当社建造の 20 万屯型標準船を対象にし下記の条件で計算した。Input data は表 1.1.1 および 表 1.1.2 に示す。

- (i) Oil は後部に一様に流れて最後の trans 間で bellmouth に流入するように考え bottom trans の孔は全 tank 同一に、bottom longl の孔は最後の trans 間のみ拡大することにした。開孔は無理なく開けられる最大のもので考えた。
- (ii) Trim は safety に働くので一応考慮しなかつた。
- (iii) Bellmouth の数を 1.2.4 個とした場合について比較した。
- (iv) Bellmouth の吸引量は、主として main pump の capacity を対象にし、pump 定格 capacity を speed 制御可能な最低流量まで減じた capacity について計算した。

(d) 計算結果

計算の out put の結果は省略する。Out put data より検討事項について計算し、図 1.1.9～図 1.1.13 にまとめた。

(e) 考 察

計算サンプルは parameter の数と計算の数が少なかつたので定量的な考察が困難であつたが、20 万屯程度の tank 底面積約 600 m² の船に対して、pump の NPSH や oil の vapour pressure の影響のない範囲では定性的には次のことを推定することができる。

(i) Main pump 用 bellmouth で吸引可能な最低液位

(イ) Bottom trans または longl の開孔が一定であれば、当然のことであるが main pump の吸引 capacity に対して 2 乗的に残量が増加する。 (図 1.1.9 ⑥—⑧—⑩、⑤、⑦、⑨)

(ロ) Bellmouth の合計吸引 capacity が一定の場合、bellmouth の数が多い程残量を少なくし得る。

(図 1.1.9 ⑤—⑥、④)

(ハ) Bellmouth 隣接の longl だけでなく bellmouth から 2 番目の longl の開孔を大にすることにより、同じ残量にするのに 20 % 程度大きい流量で吸引し得る。 (図 1.1.9 ⑦—③)

(ニ) Bottom trans における bottom longl 貫通部の開孔が全開している場合は、その開孔を塞ぐ場合 (開孔面積約 $\frac{1}{3.7}$) に比し、同じ残量にするのに約 50 % 吸引量を増加し得る。 (図 1.1.9 ⑦—②)

(ii) Air draw 状態における stripping pump の吸引効率

(イ) Main pump 用 bellmouth を使つて大容量の stripping pump で吸引する場合を想定するとき、oil

の vapour pressure の影響がないものとすれば、実際的な使用範囲では効率 は bellmouth の数にかかわらず約 70 % 以上を期待できる。そして bellmouth の数が少ないほどまた流量が大きいほど効率が悪くなる傾向が伺われるが、計算結果は oil の集まりやすいものが必ずしも良い効率を示しておらず(図 1.1.10 ③、⑥、②) 不明確な点がある。これは計算時間間隔、再駆動の条件、断続回数等の input に問題があるものと推定される。

(ロ) Stripping 用 bellmouth を corner に設けることは、oil があつまりにくいいためか吸引量が少ないにもかかわらず良い効率を示していない。(図 1.1.9 および図 1.1.10)。ただしこれは計算数が少ないため確定的ではない。

(iii) Main pump の最適吸引量および吸引時間

(イ) 吸引時間は初期の液位、stripping pump の capacity、main pump 停止までの capacity、bottom trans または long1 の開孔状態によつてきまり、一定の bellmouth と開孔のもとでは stripping pump の capacity に応じた main pump の最適吸引量がある。計算結果から定格 $400 \text{ m}^3/\text{h}$ の capacity の stripping pump を持つ計算対象船においては stripping pump の有効吸引 capacity の低下を考えても、2-bell mouth 方式は定格約 $3,500 \sim 4,500 \text{ m}^3/\text{h}$ の main pump に、1-bell mouth 方式は定格的 $3,500 \text{ m}^3/\text{h}$ 以下の main pump に適していることがわかった。

(ロ) Bottom long1 top からの stripping 時間は stripping pump の吸引効率の如何によつて比較的大きく影響を受けるが、2-bellmouth 方式(約 $45 \sim 60 \text{ mm}$)と 1-bellmouth 方式(約 $51 \sim 66 \text{ mm}$)ではあまり差は見られない。

(iv) その他

Out put された液位の data からは改善すべき開孔の位置を推定することができた。

(e) あとがき

計算を行なったサンプルは特定の oil course に対する trim のない場合におけるもので、これらの状態の変化に応じた定量的な特性は明らかでない。しかしこの program により oil の流れの状況は十分把握することができ、oil course の設計および cargo oil pump の最適制御計画に寄与するところは大きいと考えられる。

この program の利用に関して今後の課題としては次の事項が挙げられると思われる。

(i) Oil course の状態、pump capacity、bellmouth の状態、trim 等を parameter とした series 計算。

(ii) Oil の粘性、vapour pressure、船底にたまる sludge 等の影響を考慮した諸係数、計算時間間隔、bellmouth 再駆動の条件、断続吸引回数等の input の指針の確立。

(iii) Oil course の状態によつて生ずる bellmouth 附近の渦の影響を考慮した吸入停止水位の input に関する指針の確立。

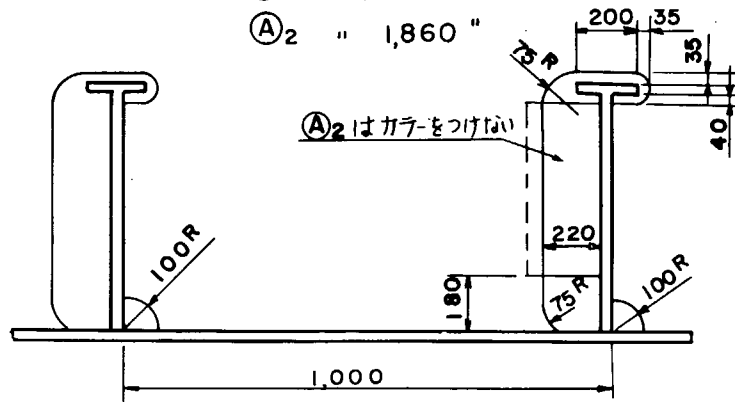
TRANS. の開孔

①

① $abt, 500\text{cm}^2$

①₂ " 1,860 "

①₂ はカラーをつけない



LONGL. の開孔

② 5 x ①, 5 x ② $abt, 3,220\text{m}^2$

②₂ 5 x ①, 4 x ② " 3,120 "

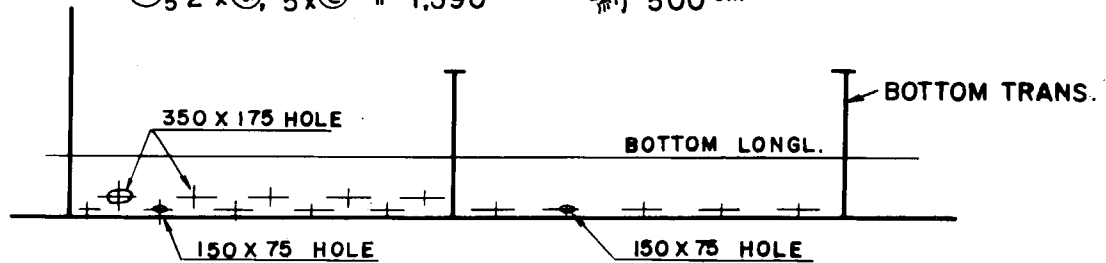
②₃ 4 x ①, 4 x ② " 2,580 "

②₄ 3 x ①, 4 x ② " 2,040 "

②₅ 2 x ①, 5 x ② " 1,590 "

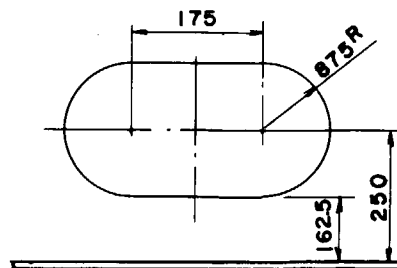
③

約 500cm^2



①

350 X 175 HOLE



②

150 X 75 HOLE

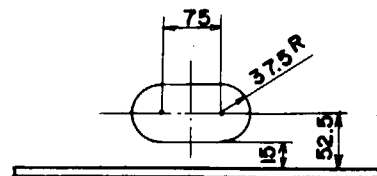
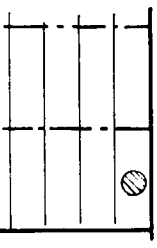


図 1.1.8 開孔の型状

表 1.1.1 INPUT DATA (1)

CASE NO.	2	3	4	5	6
LONGL. SPACEの数および間隔	11" x 1,000 ^{mm}	10 x 1,000	13 x 1,000	12 x 1,000	12 x 1,000
TRANS. SPACEの数および間隔	10" x 5,100 ^{mm}	10 x 5,100	10 x 5,100	10 x 5,100	10 x 5,100
TRIM	0	0	0	0	0
BELLMOUTHの吸引量	各 750 m ³ /h	各 600	各 600	各 625 m ³ /hに _(MAIN PUMP 5000^{mm}hに_左対応)	1250 _(全左)
BELLMOUTHの数	2	2	4	2	1
BELLMOUTH位置の初期液位	800 ^{mm}	800	800	800	800
BELLMOUTH位置の最低液位	70 mm	80	80	70	70
BELLMOUTHの吸引断続回数	20 回	20	20	20	20
BOTTOM LONGL.または TRANS.の開孔の位置 および大きさ					
計算時間間隔	1.5 SEC.	1.5	1.5	1.5	1.5

表 1.1.1.2 INPUT DATA (2)

CASE NO.	7	8	9	10	11
LONGL SPACE の数および間隔	12 ⁷ x 1,000 ^{mm}	12 x 1,000	12 x 1,000	12 x 1,000	12 x 1,000
TRANS. SPACE の数および間隔	10 ⁷ x 5,100 ^{mm}	10 x 5,100	10 x 5,100	10 x 5,100	10 x 5,100
TRIM	0	0	0	0	0
BELLMOUTH の吸引量	各 500 m ³ /h (MAIN PUMP 4000 m ³ /h に対応)	1,000 全 左	各 375 (MAIN PUMP 3000 m ³ /h に対応)	750 全 左	400 (STRIPPING BELLMOUTH に対応)
BELL MOUTH の数	2 ケ	1	2	1	1
BELL MOUTH 位置の初期液位	500	500	500	500	400
BELL MOUTH 位置の最低液位	70 ^{mm}	70	70	70	30
BELL MOUTH 吸引断続回数	20 回	20	20	20	20
BOTTOM LONGL または TRANS. の開孔の位置 および大きさ	CASE 5 と同じ	CASE 6 と同じ	CASE 5 と同じ	CASE 6 と同じ	BELL MOUTH 位置と 同じ CASE 6 と同じ 
計算時間間隔	1.5 SEC.	1.5	1.5	1.5	1.5

BELLMOUTHにより吸引可能な最低平均液位

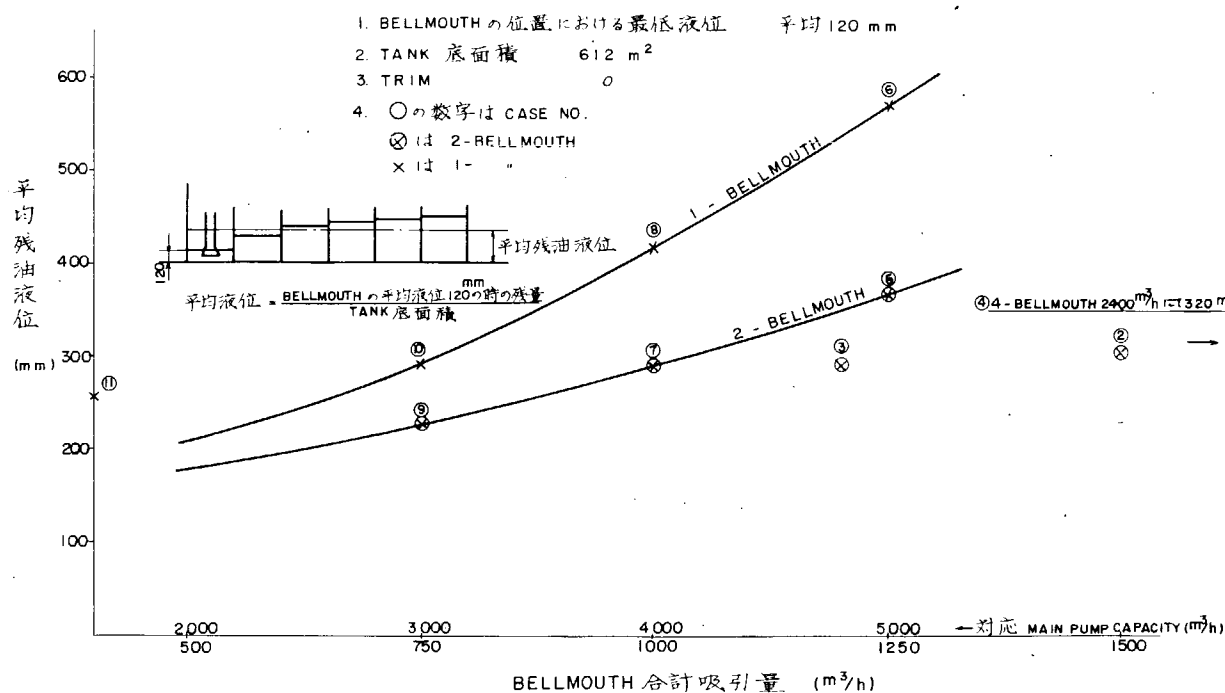


図 1. 1. 9 BELLMOUTHにより吸引可能な最低平均液位

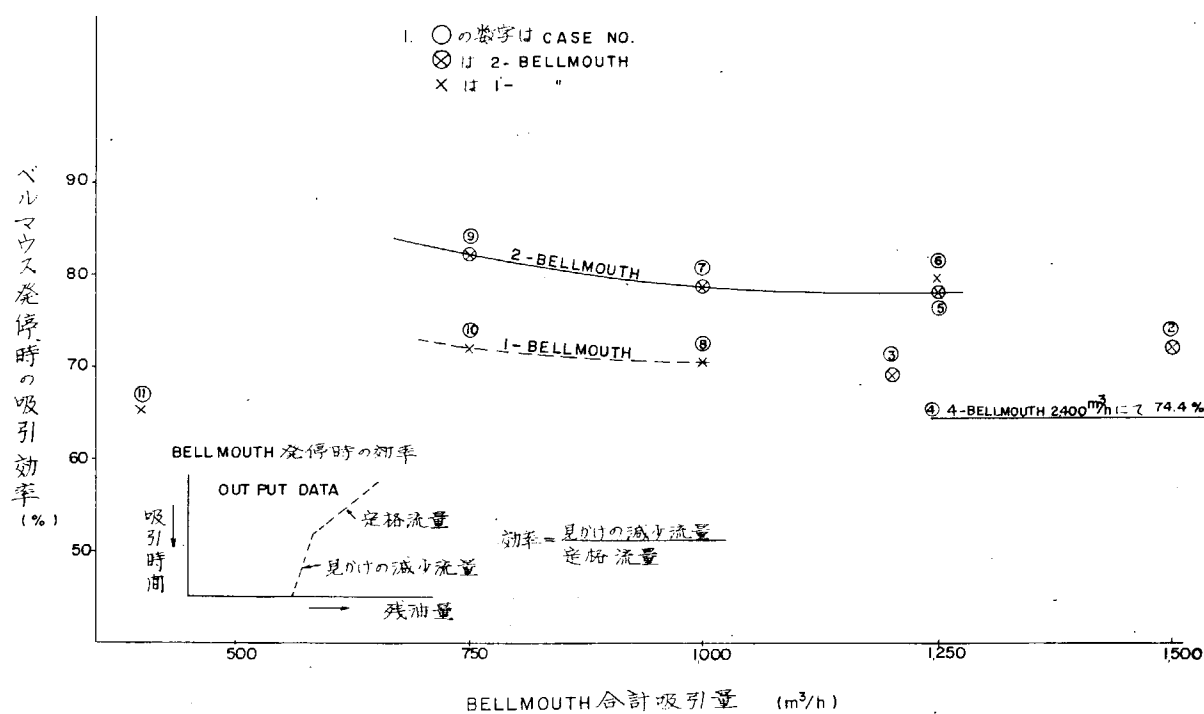


図 1. 1. 10 BELLMOUTH間歇吸引時の吸引効率

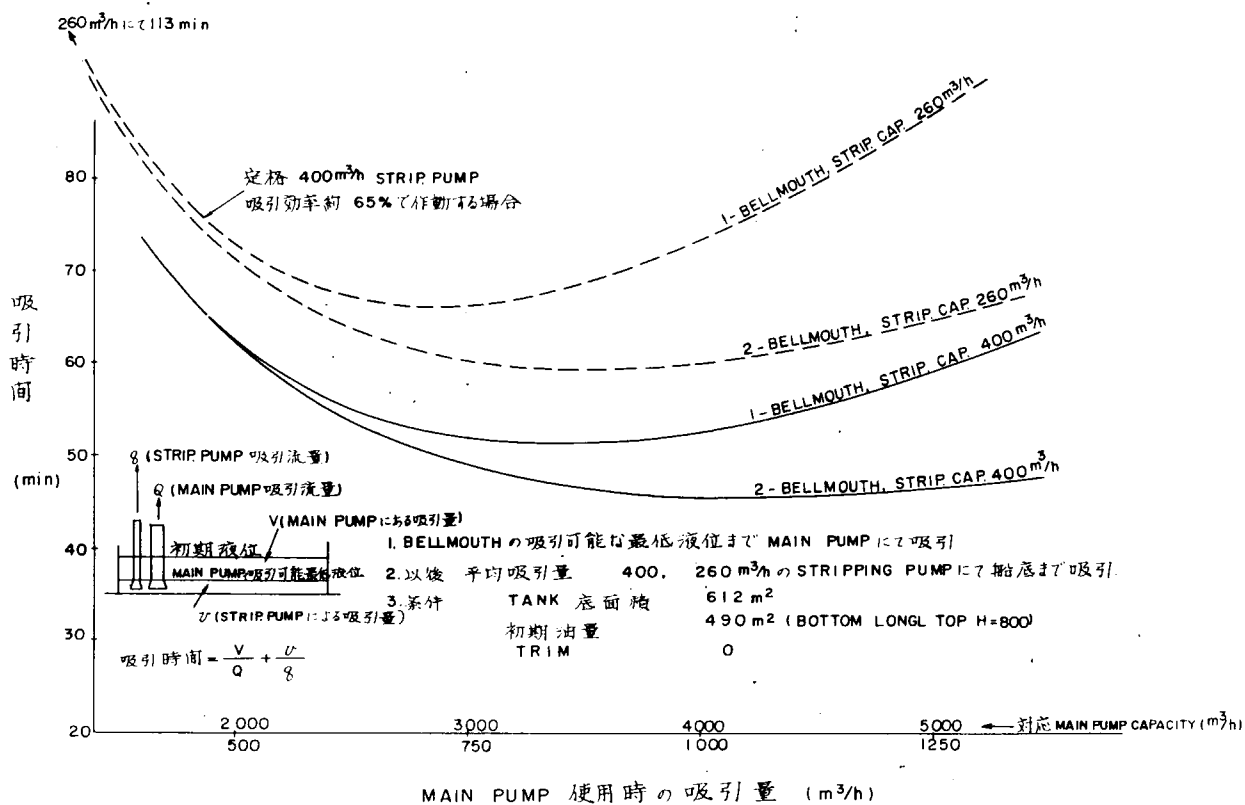


図 1. 1. 11 MAIN PUMP の吸引量と吸引時間の関係

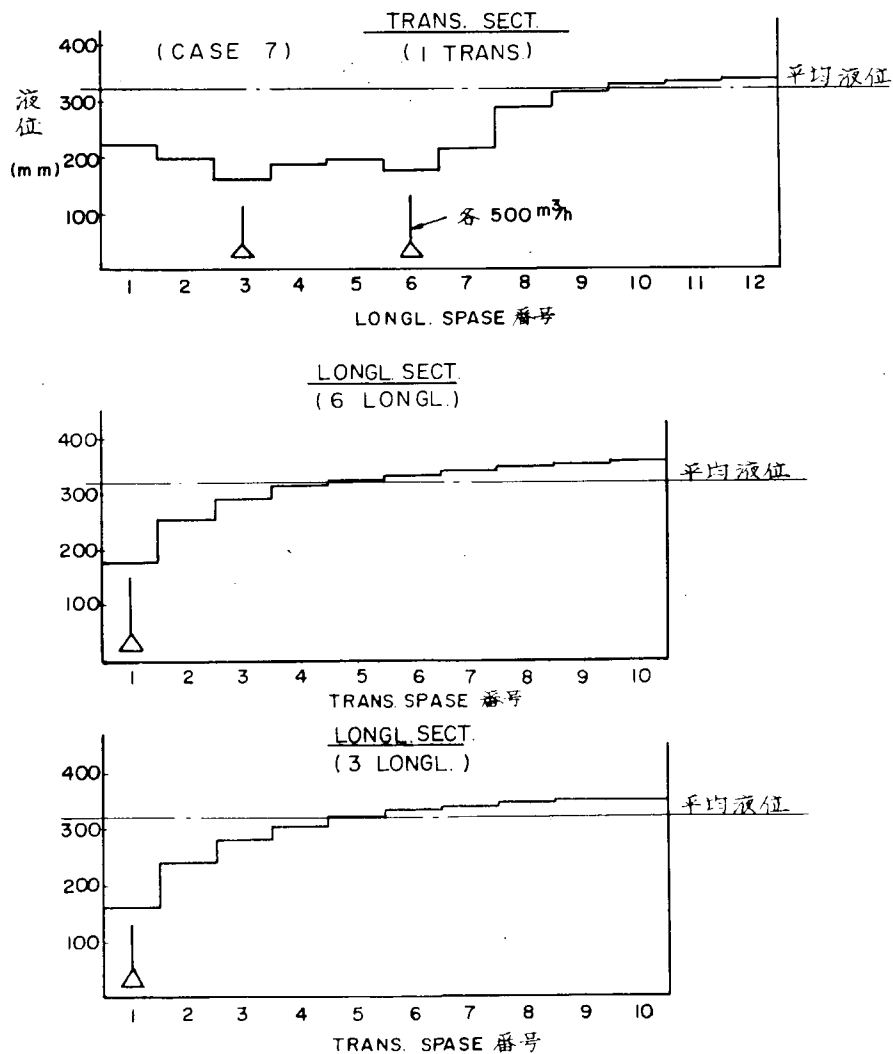


図 1. 1. 12 吸引中の液位差の一例

(CASE 8)

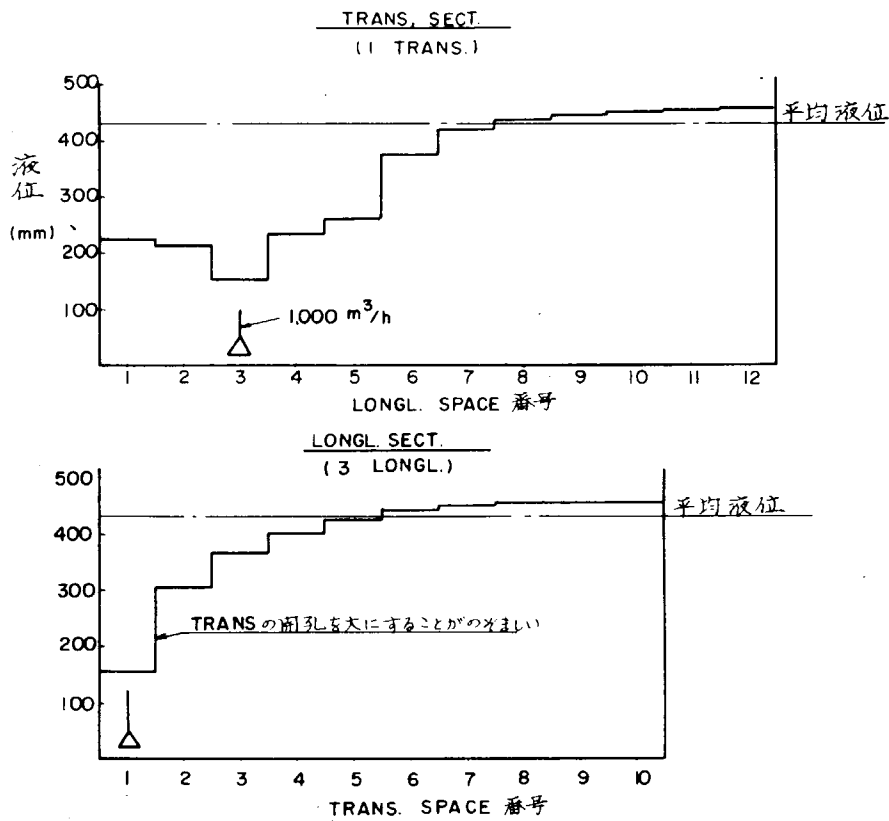


図 1. 1. 13 吸引中の液位差の一例

(4) 佐世保重工業株式会社担当分の考察

- (a) T_K の大きさ 巾..... 890 mm 14 LONGI.
長..... 5,080 mm 10 TRANS.

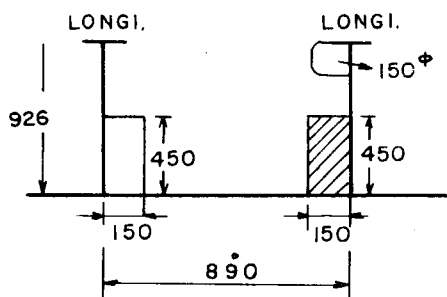
STRIP PIPE SUC. DIA..... 250 mm ϕ

STRIP PUMP SUC. CAPACITY..... 300 m³/h

BELLMOUTH の数..... 1

- (b) 実船の穴と同一船に対する IDEAL な穴とを明けた 2 CASE に対して比較する。
(想定)

① 穴の違い



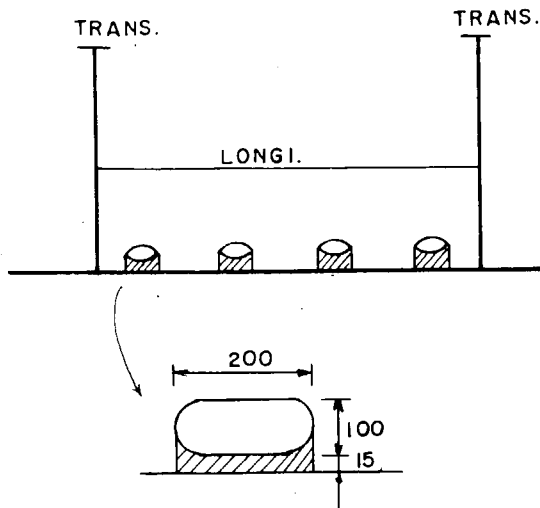
BELLMOUTH が設けられている。

LONGI. 間で T_K 内 BOTT. TRANS. の中後半分に

を追加した。

IDEAL な CASE として。

T^Kの後半分のBOTT. LONGI. 中T^Kの1/3間の
LONGI.に  を追加した。
IDEALなCASEとして。



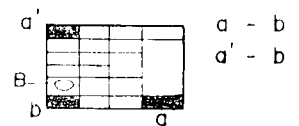
② 計算結果

- i SUCTION TIME.....両者とも同じ
ii 水面の落差 ACTUAL CASE.....A } とす。
IDEAL CASE.....I }

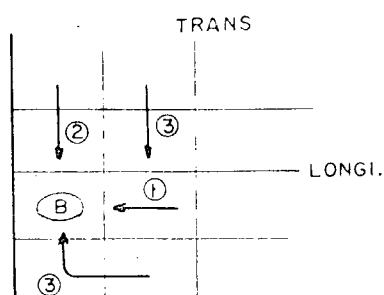
残水量 (m³)	深さ (mm)		船首尾方向落差 (mm)	船巾方向落差 (mm)
226	257	A	125	145
		I	93	108
186	183	A	139	158
		I	103	118
159	130	A	147	165
		I	114	126
133	71	A	140	149
		I	129	141

注 1. 深さ.....Iの場合のBELLMOUTH
での深さ

2. 落差.....



III 流れの主流



ただしBELLMOUTHでの水面が、

A..... 200 mm

近くなると①、②が逆になり、船巾方

I..... 140 mm

向に沢山流れる。

(5) 日立造船株式会社担当分の考察

(a) 概 要

SAMPLE計算 15 CASEは、以下の 3 GROUPになつている。(表 1.1.3 参照)

(i) CASE 1~4

BOTTOM LONG $\perp$, TRANS の DRAIN の DRAIN HOLEは一定とし、PUMP CAPA を 200、300、400 500 m³/H と変化させ、PUMP CAPA と DRAIN HOLM AREA との関係を求める。

(ii) CASE 5~11

PUMP CAPA は一定 (400 m³/H) とし、かつ TRANS の DRAIN HOLE も一定とし、LONG $\perp$ の DRAIN HOLE を変化させた。

CASE 5~9 では BELLMOUTH のある最後尾の TRANS SP. の LONG $\perp$ の DRAIN HOLE を変化させ、CASE 10、11 では TANK 全部の LONG $\perp$ の DRAIN HOLE を変化させた。

(iii) CASE 12~15

TRIM を 1、2、3、4 % と変化させてその影響を調べる。

(b) 考 察

(i) CASE 1~4 (図 1.1.11 および図 1.1.12 参照)

ある水位までは PUMP CAPA. の大きい程吸引時間は短くてすむ。

ただし、AIR DRAW が始まると短時間の間に吸引量が相当低下するから、長時間発停をくりかえすのはよくない。若干の発停をくりかえしたあとは SUC. CAPA をおとした方が効率がよい。

図 1.1.14 と図 1.1.15 とから、効率のよいポンプ運転方法が求められる。これを図 1.1.14 上に点線で最適制御の 1 例として示した。

(ii) CASE 5~11 (図 1.1.16 および図 1.1.17 参照)

(イ) ONE TRANE SP に 150 × 75 D. H. が 5~6 個ある CASE 10、11 の場合は、全タンクに COMPENSATION が必要であり (NK RULE), 一方少ない COMPENSATION で SUC 効率のよい方法が他にあるので、この方法は不経済である。

(ロ) BELLMOUTH 横の LONG $\perp$ に CASE 5 の様に多少大きな孔 (例えば 2 A) をあけてだけで SUC. 効率は大幅に改善される (CASE 3 と比較)

この孔を CASE 6、7、9 の様に 3 A、4 A と順次大きくしてゆくに連れ、勿論 SUC. 効率は向上するけれども孔の倍率程急激な向上はのぞめない。

(ハ) 隣区画との水位差の大きい所に大きな孔を設けるべきである。通常 BM. 区画と近隣区画との水位差が大きいので、BM. 近辺に大きな孔をあけるのが効率がよい。

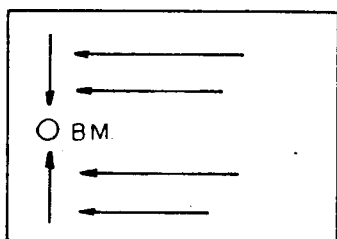
(ニ) 図 1.1.16 CASE 7 の X-X SECT より。

BM. 横に 4 A の孔をあけた時、最大の水位差は 4 A の隣りの LONG $\perp$ にあることを示している。したがってこの LONG $\perp$ には 3 A または 2 A 程度の孔をあけるべきである。

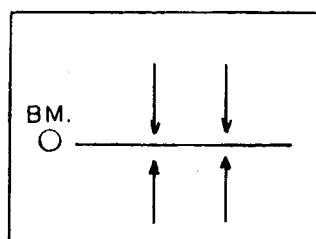
BM. 横の LONG $\perp$ に非常に大きな孔をあけた時はその隣りの LONG $\perp$ に中程度の孔をあけるべきである。

(ホ) LONG $\perp$ の孔を大きくするにしたがい、FLOW PATTERN が変わってくる。(図 1.1.16 参照)

CASE 3 や CASE 5 と CASE 8 の FLOW PATTERN の相違を強調して比較すると、大略下图の様である。



CASE 8



CASE 3、5

CASE 8の効率がよいのは、このFLOW PATTERNによるものと思われる。

このことから、特にTRANS.の孔が制限される時、例えばCOLLAR PLATEでTRANS.のSLOTが小さくなる時は、最後尾TRANS. SPACEのLONG^L数本にわたって大きな孔をあけることによつてある程度までSUC. 効率の向上が期待できるものと思われる。

(v) SUC. 効率のもつとも良いものは、CASE 8であるが、LONG^LのCOMPENSATIONのため、実際的にはCASE 9が良いと思われる。

また、CASE 8ではTANKの両端附近のLONG^Lにも大きな孔があるが、これはあまり意味がないと思われる。

(vi) TRANS.のSLOTは巾がせまいので低水位になるとSLOTの通水面積が小さくなる。したがつて低水位になる程LONG^Lの孔がSUC. 効率に大きな影響をおよぼす。

勿論LONG^Lの孔は低く、すなわちTANK BOTTOMに接近して設ける程よい。

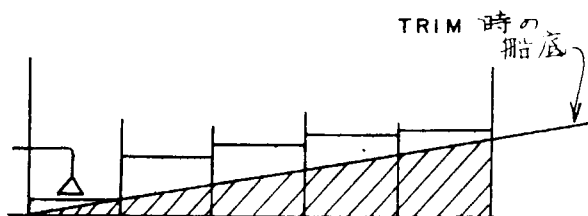
(iii) CASE 12~15 TRIMの影響

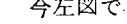
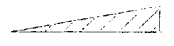
PUMP CAPA. 孔面積を共に一定とし、TRIMを0~4%の間で変化させた時、AIR DRAWが始まつた時の残水量、平均吸引量を下記に示す。

CASE No	3	12	13	14	15
TRIM	0	1%	2	3	4
PUMP CAPA	←————— 200 m ³ /H —————→				
孔 面 積	←————— 一 定 —————→				
AIR DRAWが始まつた時の残水量	30.2 m ³	10.2	9.8	9.7	10.5
AIR DRAW後90秒間の平均吸引量	152 m ³ /H	119	118	113	116

上記の残水量はTRIM 0の時と1%の時では変つてゐるが、あとはTRIMの変化にもかかわらずほとんど変わらない。

残水量にほとんど変化がないのはAIR DRAWが低水位で始まつたためATHWART SHIP 方向のFLOW PATTERNとなり、TRIMの影響が出なかつたため、PUMP CAPA. を大きくするか、あるいは孔面積を小さくして高水位でAIR DRAWが始まるようにすればTRIMの影響を確め得たものと思われる。



今左図で  をNO TRIMの時、AIR DRAWが始まる直前の水位とする。
勿論NO TRIMの時はこの全水量をPUMP 発停運転でSUC.せねばならない。
一方、TRIMがついた時は 

部分の水量がAIR DRAWをおこさずにSUC.できることになる。  の水量をAIR DRAWをおこさずにSUC.するか、発停運転のくりかえしでSUC.するかの時間差がTRIM効果として現われるわけであるから、TRIMを大きくする程SUC. 効率は良くなる。

表 1.1.3 各 CASE の概要

VARIABLE I T E M	CASE NO.	SUC. CAPA M ³ /H	BOTTOM LONGL の DRAIN HOLE 最 後 尾 TRANS.SP.のLONGL TRANS. SP. LONGL	TRIM	各マス目 AREA	BELL MOUTH	TRANS DRAIN HOLE
SUC. CAPA	1	200					
を差化させ	2	300					
した時	3	400					
	4	500					
最 後 尾 TRANS	5		BELL MOUTH 両側各1本、計2本の LONGL の D. HOLE AREA を				
SPACE の	6		・ (150 x 75 x 4 γ) x 2 倍 AREA				
LONGL の	7		・ " x 3 ・ " の他の LONGL (150 x 75 x 4 γ)				
DRAIN HOLE			・ " x 4 ・ " の他の LONGL (150 x 75 x 4 γ)				
AREA を差	8		SIDE TO SIDE の LONGL の D. HOLE AREA を			1個一定	
化した時		400	(150 x 75 x 4 γ) x 3 倍 AREA				
	9		BELL MOUTH 両側各 2 本計4本の LONGL の D. HOLE AREA を				
			(150 x 75 x 4 γ) x 3 倍 AREA				
全部のLONGL							
の D. HOLE	10		150 x 75 x 5 γ				
AREA を差	11		" x 6 γ				
化した時							
TRIME 差化	12			1% (3 ^M)			
させた時	13	200		2 (6)			
	14			3 (9)			
	15		150 x 75 x 4 γ	4 (12)			

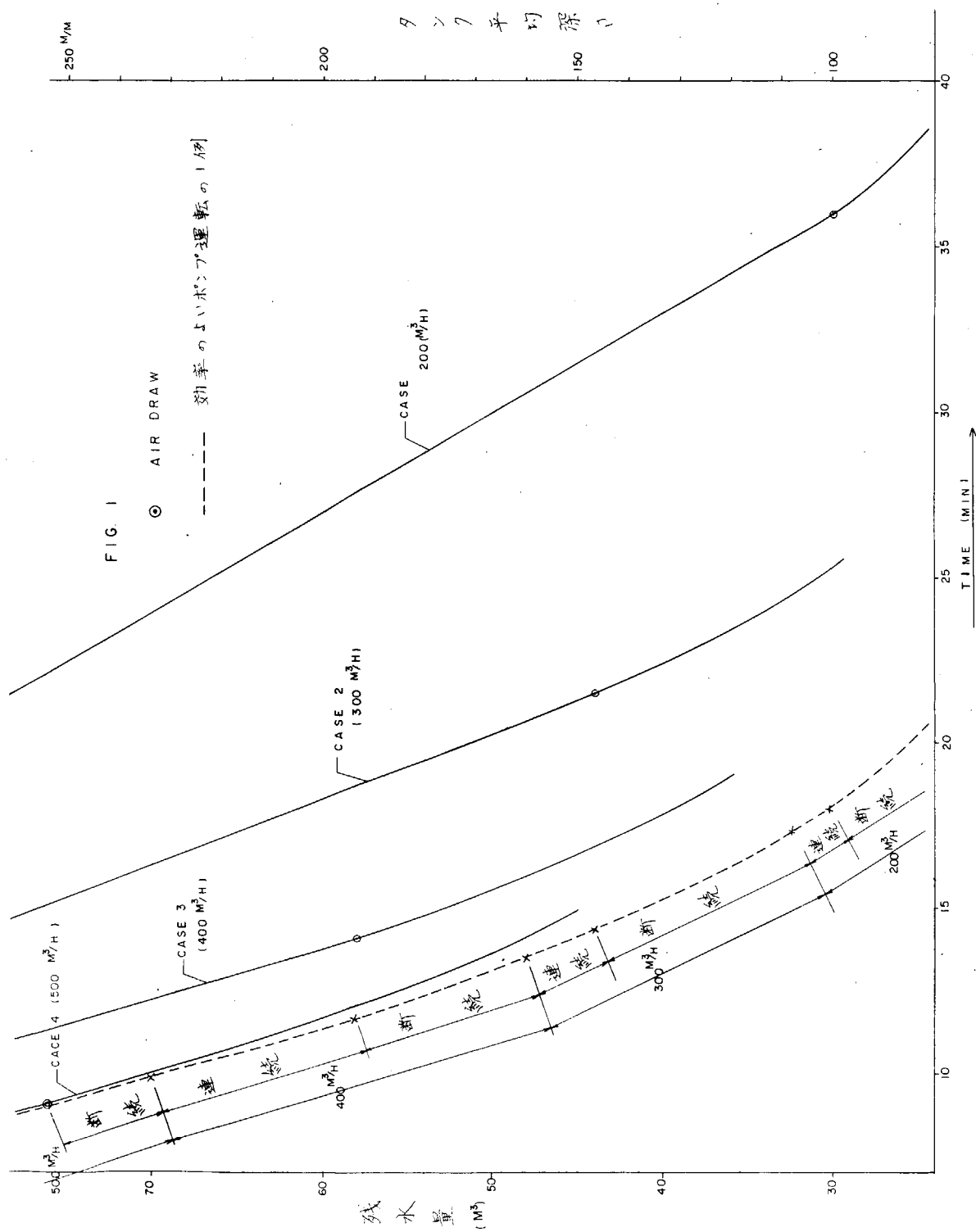


図 1. 1. 14

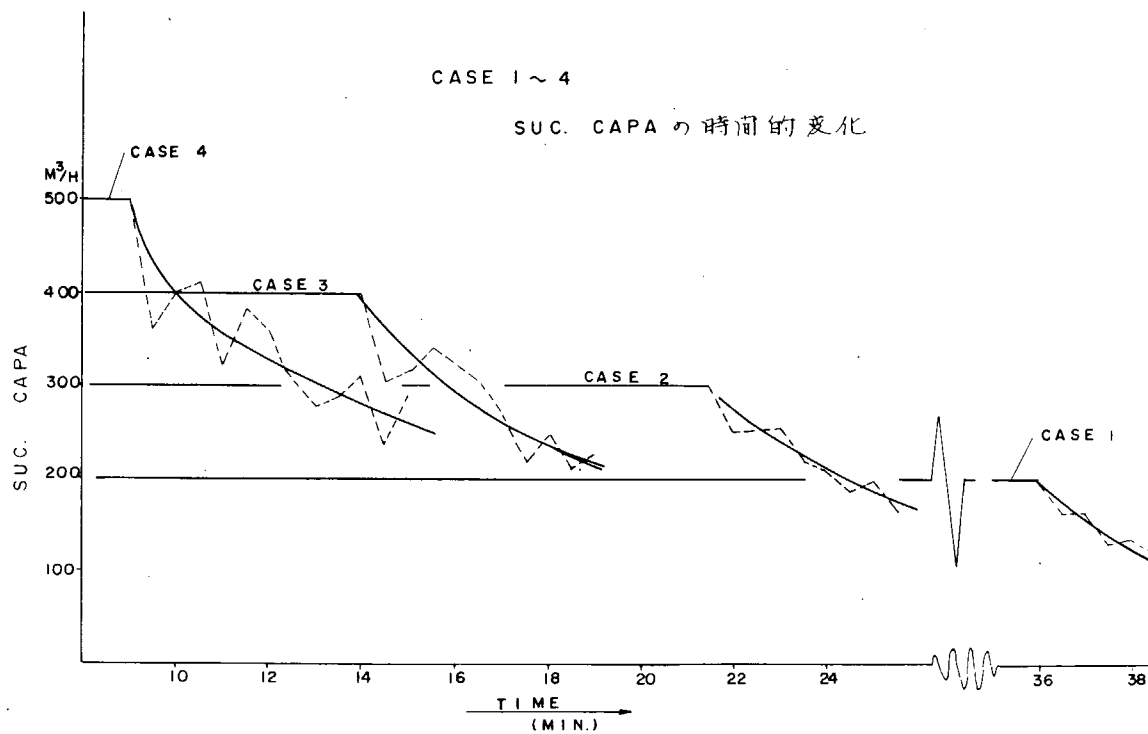
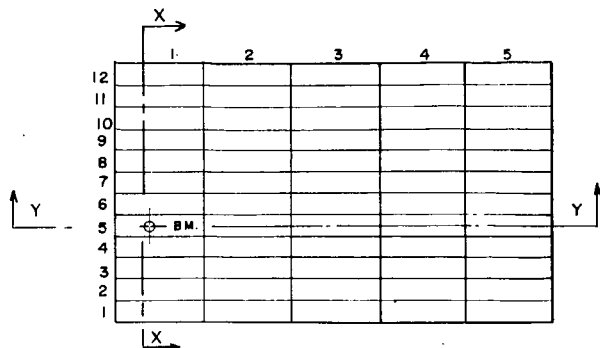


図 1. 1. 15



BELL MOUTH SUCTION CAPA. = $400 \text{ M}^3/\text{H}$
 TRANS SPACE = 5.480 M
 LONGL " = 0.920 M
 TRIM = 0.0 M

注) 本表の水位差, BELL MOUTH区画への
 流入比は AIR DRAW直前のもので
 示す

CASE NO.	BELL MOUTH区画との水位差 X ~ X SECT. (M/M)	BOTTOM LONGL の DRAIN HOLE ARRT.	BELL MOUTH 区画への3方向 からの流入割合	BELL MOUTH区画との 水位差, Y ~ Y SECT. (M/M)	効率の 良い 順位
3					8
5					7
6					5
7					3
8					1
9					2
10					6
11					4

図 1.1.16

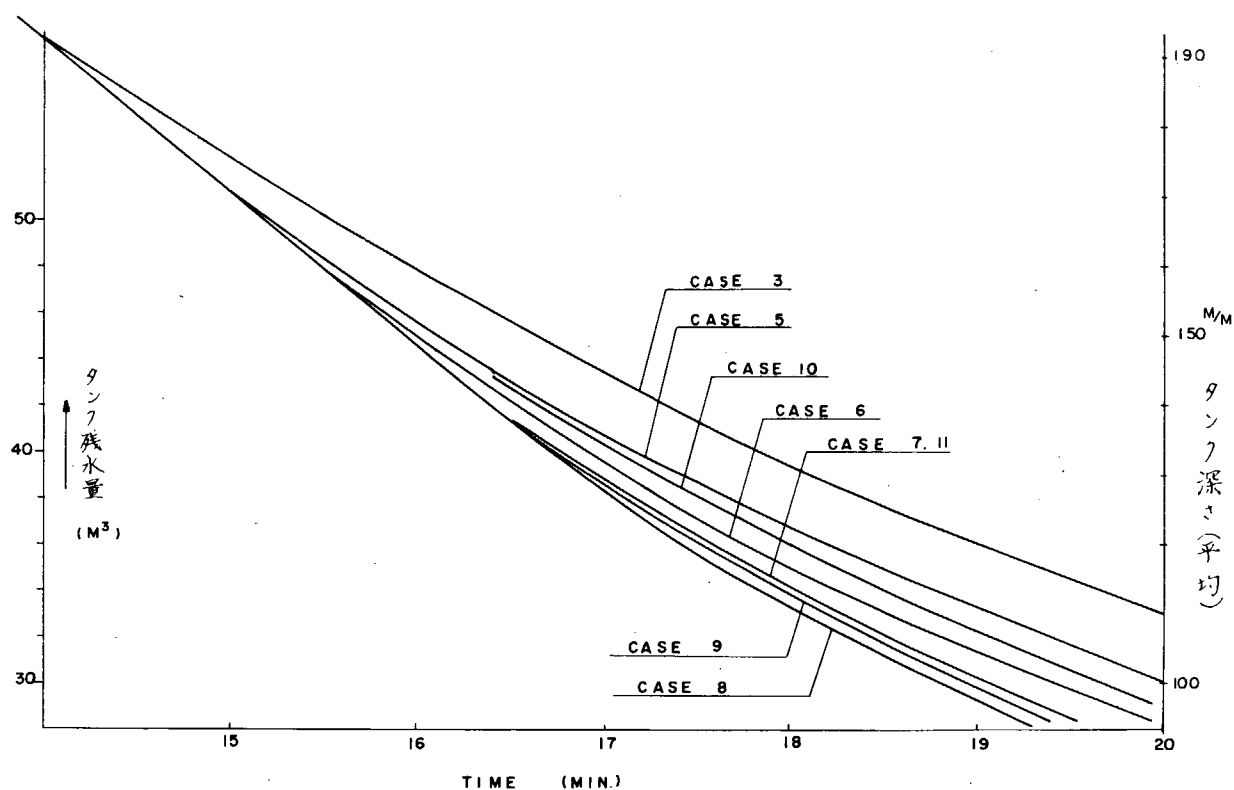


図 1.1.17

(6) 三井造船株式会社担当分の考察

(a) 目的

本計算は次の目的のために行なつたものである。

「流量 (STRIP.PUMP CAPACITY:Q) とベルマウスを開む BTM.TRANS および BTM.LONG^L 上に開口する穴の面積 (S) との関係を知り、最適開口面積を求める。」

(b) 仮定

本計算を行なう上で次の仮定を設定した。

- | | |
|--|----------------------|
| (イ) 船の長さ (L _{pp}) | 300.000 ^m |
| (ロ) BTM.LONG ^L .SPACE | 0.900 |
| (ハ) BTM.TRANS.SPACE | 5.000 |
| (ニ) TRIM | 0.000 |
| (ホ) STRIP.開始時の液面は BTM.上 0.300 ^m とする。 | |
| (ヘ) BELLMOUTH の BTM 上の CLEARANCE は 0.020 ^m とする。 | |
| (ト) BELLMOUTH は 1 個とし、位置は 3 LONG ^L 目とする。 | |
| (チ) 開口形状は矩形断面とし、数は各 LONG ^L 、TRANS に 1 個とする。 | |

(c) INPUT DATA

(i) 共通 DATA

- | | |
|------------------------------|----------------------|
| (イ) 船の長さ (SHIPL) | 300.000 ^m |
| (ロ) トリム (TRIM) | 0.000 ^m |
| (ハ) アレージ位置での油の深さ (ULLD) | 0.300 ^m |
| (ニ) タンク後端よりアレージまでの位置 (XXULL) | 2.500 ^m |
| (ホ) 開口面積係数 (COEFFA) | 1.000 ^m |

(ヘ) 流量係数 (COEFFQ)	m 0.650
(ト) ベルマウス再駆動に必要な隣接区画水位とベルマウス区画水位との差 (ALLOWD)	m 0.010
(チ) 計算時間間隔 (DELTAT)	Sec 1.500
(リ) BTM, LONG ^L により分割される数 (NLONGI)	10区画
(ヌ) BTM, TRANSにより分割される数 (NTRANS)	5区画
(ル) ベルマウスの数 (NBM)	1個
(オ) 計算終了にするSTRIP, PUMP断続回数	30個
(ウ) ベルマウスの位置 (NPBM)	3
(カ) ベルマウスの吸入停止位置 (UNBMD)	m 0.020
(コ) BTM, LONG ^L , SPACE (SPACE _L)	m 0.900
(ク) BTM, TRANS SPACE (SPACE _T)	m 5.000
(ケ) パターン形式印刷時間間隔 (TIMEPP)	30 Sec
(ク) 数値形式印刷時間間隔 (TIMEPN)	30 Sec
(コ) グラフ印刷において各点の時間間隔 (TIMEGP)	30 Sec

なお、模型として取り上げたタンク形状は下図のごとくである。

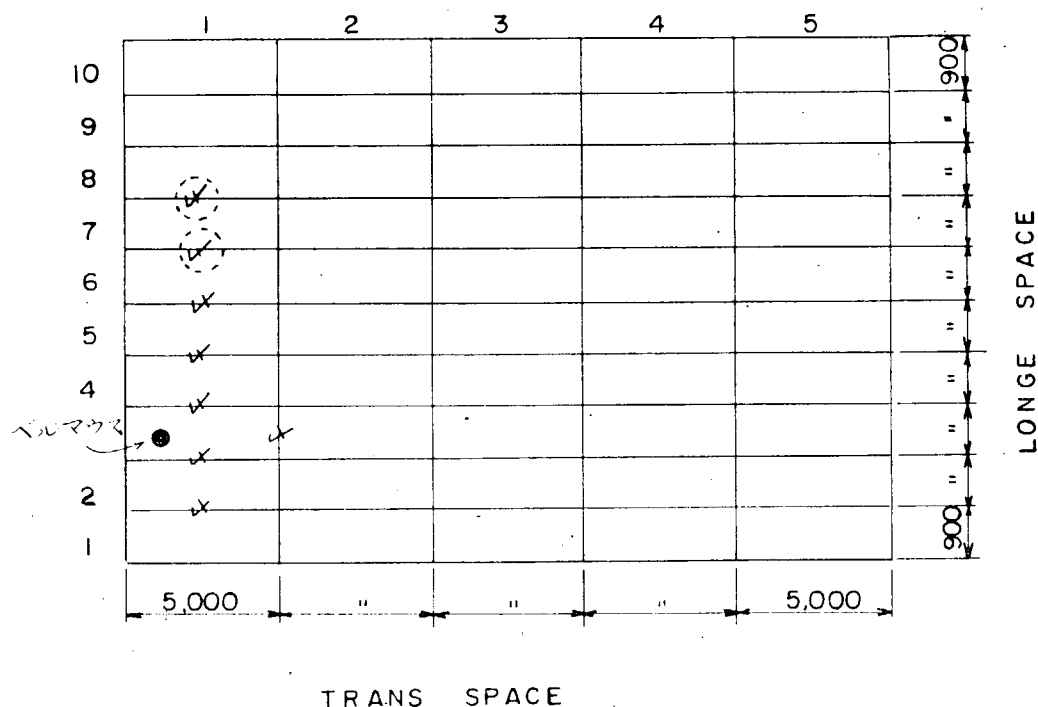


図 1. 1. 18

(iii) 開口面積および吸入量の DATA

前回の計算結果および他社の計算結果からみて上図 (図 1. 1. 18) のメ印開口を通る流量が大きく、他の開口を通る流量は極めて小さいことから、INPUT DATAを簡単にするためにベルマウスまわりの開口を全部TRANS、LONG^Tに同様に設けたものとしてINPUTした。

これは、この計算の結果からも正しいことが判明し、メ印以外の個所の開口面積については特に留意する必要はないことがわかる。

また、開口の形状については、下図（図 1. 1. 19）のごとく単純化したものを考えた。実船においては種種複雑な開口が設けられているが、その流量抵抗係数はほぼ 0.65 程度で同じであり、また、STRIP PUMP の対象となる低液面ではこれら複雑な形状もほぼ長方形と見なされるからである。

なお、開口面積としては（図 1. 1. 19）の $S_t + 2S_\ell$ をとつてある。水面が下つた場合でも常にこの値を開口面積としている点に注意が必要である。

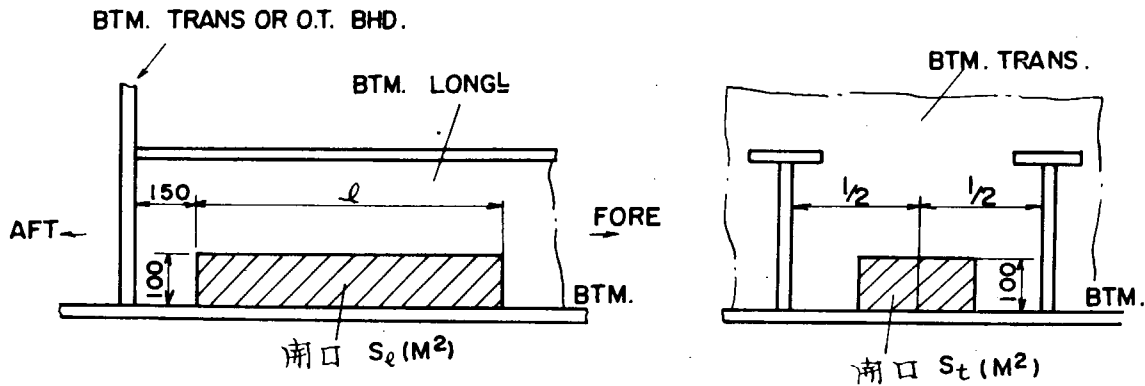


図 1. 1. 19

上図中 l は TABLE A の S/Q の値から逆算されたものである。

各計算 CASE ごとに開口面積およびポンプ容量を表 1. 1. 4 に示す。

CASE A はポンプ容量を一定（300 m^3/HR ）とし、開口面積を変化させた場合、CASE B は開口面積を一定とし、ポンプ容量を変化させた場合である。

ポンプ容量 : $Q \text{ } m^3/Sec$

開口面積 : $S \text{ } m^2 (= S_t + 2S_\ell)$

したがって S/Q の単位は $[Sec/M]$ となる。

(d) 計算結果

各 CASE について残量一時間、ベルマウス位置の液面深さ～時間、開口を通過する流量～時間の関係をグラフにして図 1. 1. 24～図 1. 1. 35 に示す。

なお、開口を通過する流量としては、ベルマウス周囲のみをとり、下図の通りである。

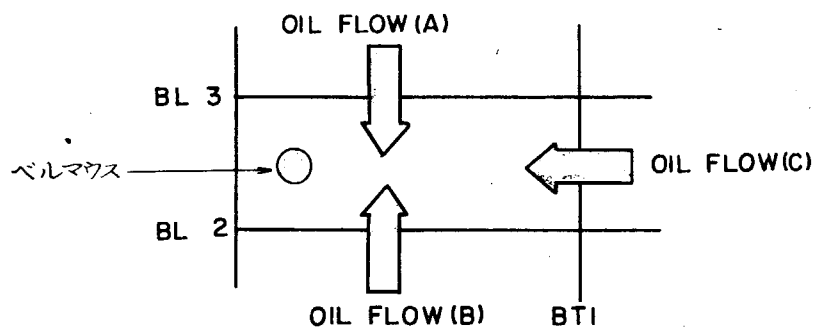


図 1. 1. 20

表1.1.4 INPUT DATA OF S/Q

CASE	PUMP CAP. Q (M ³ /SEC)	開口St (M ²)	開口Sl (M ²)	開口合計S (M ²)	S/Q (SEC/M)
A - 1	0.083 (300 M ³ /HR)	0.0150	0.1585	0.3320	4.0
A - 2	0.083 (300 M ³ /HR)	0.0150	0.1170	0.2490	3.0
A - 3	0.083 (300 M ³ /HR)	0.0150	0.0755	0.1660	2.0
A - 4	0.083 (300 M ³ /HR)	0.0150	0.0340	0.0830	1.0
A - 5	0.083 (300 M ³ /HR)	0.0115	0.0150	0.0415	0.5
B - 1	0.055 (200 M ³ /HR)	0.0150	0.1585	0.3320	6.03
B - 2	0.070 (250 M ³ /HR)	0.0150	0.1585	0.3320	4.74
B - 3	0.097 (350 M ³ /HR)	0.0150	0.1585	0.3320	3.42
B - 4	0.110 (400 M ³ /HR)	0.0150	0.1585	0.3320	3.02
B - 5	0.140 (500 M ³ /HR)	0.0150	0.1585	0.3320	2.37
B - 6	0.166 (600 M ³ /HR)	0.0150	0.1585	0.3320	2.0
B - 7	0.194 (700 M ³ /HR)	0.0150	0.1585	0.3320	1.71

(e) 解析

残留量-時間をOUTPUT DATA からPLOT したものを(図1.1.33)、(図1.1.34)に示す。(図1.1.33)はCASE Aの場合を、(図1.1.34)はCASE Bの場合を示す。

(図1.1.33)についてみると、CASE A-1を除き、他はグラフが直線になつていない。すなわち、ポンプを発停としていることを示している。

したがって、これから見るかぎりでは、CASE A-1 ($S/Q=4.0$)程度の開口は少なくとも必要と考えられる。

(図1.1.34)では各CASEごとに吸入量(Q)が異なるため、同一時間BASEについての考察はできない。

(図1.1.35)にCASE A-1におけるベルマウスを含むTRANS SPACE (この場合はタンクの最後部のTRANS. SPACE)の部分の平均流量を示した。

このグラフでどのLONG Lに大きいHoleを必要とするか目やすが与えられる。なお、(表1.1.5)にはCASE A-1の各開口を通過する平均流量を与えてある。

(f) 結論

この計算結果のみから結論を引出すことは正確ではないが、大体次のようになる。

(i) ベルマウスの近くには大きい開口が必要である。

その開口面積は少なくとも $S/Q=4.0$ 以上必要である。

特にその開口はBOTTOM LONG Lに必要である。

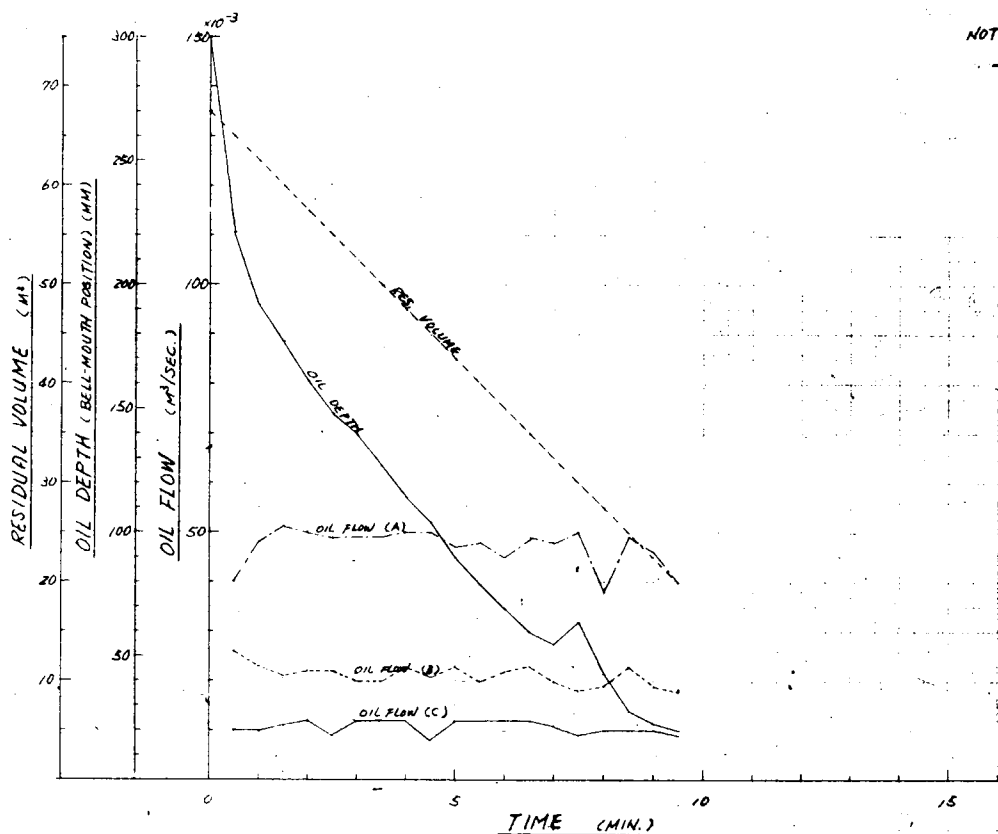
(ii) BTM. LONG LおよびBTM. TRANSの開口はベルマウスの周辺を除き、あまり大きくする必要はない。

(iii) (表1.1.5)に示すように、各開口を通過する流量および流量比が開口により大幅に異なっている。

開口面積と流量とはほぼ比例するからベルマウス周辺部とそれ以遠部との開口比はこの流量比で決定することができる。

(図1.1.36)に実船にAPPLYした場合の略図を示す。

※ 粘度の影響を無視すれば S/Q を4.0以上としても好結果は期待できない。したがって $S/Q=4.0$ (Sec/m)でよい。



NOTE:-

CASE A-1

$$S/Q = 4.0 \text{ SEC/M}$$

SUC. CAP. (Q)

$$Q = 0.083 \text{ M}^3/\text{SEC.}$$

(300 M³/HR)

OPENING AREA (S)

BTH. LONGH. (S₂)

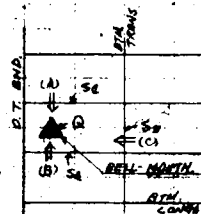
$$S_2 = 1585 \text{ CM}^2$$

BTH. TRANS. (S₂)

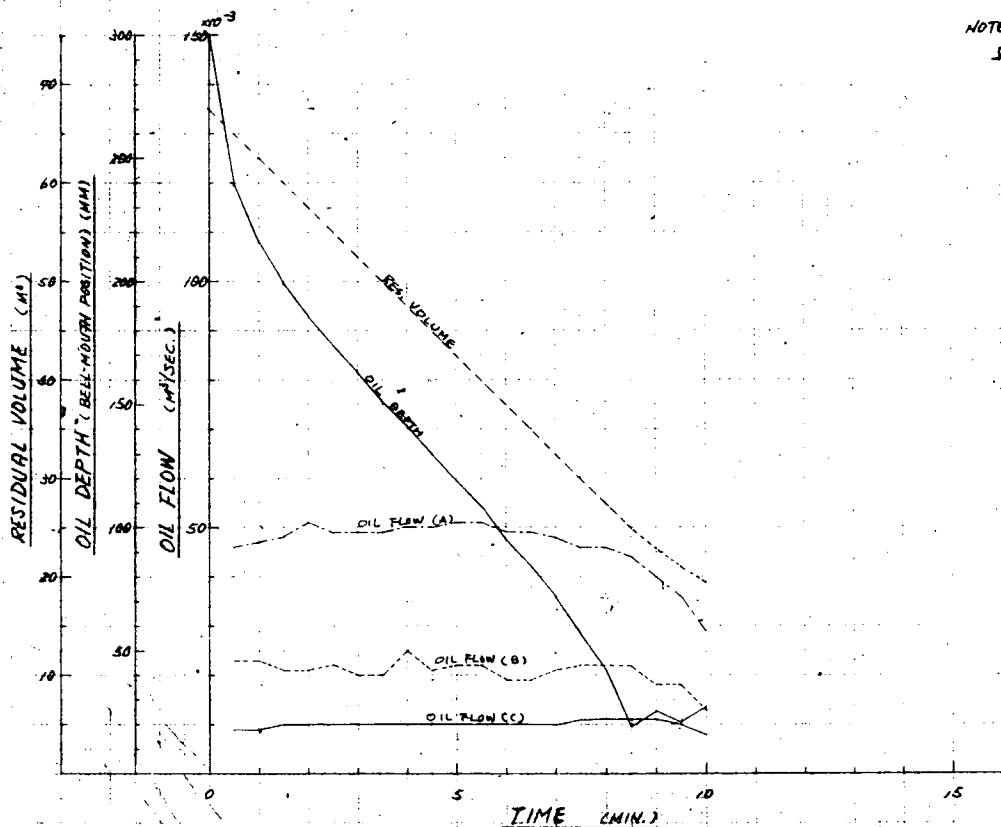
$$S_2 = 150 \text{ CM}^2$$

$$S = 2S_2 + S_2$$

$$= 3,220 \text{ CM}^2$$



1.1.21 CASE A-1



NOTE:-

CASE A-2

$$S/Q = 3.0 \text{ SEC/M}$$

SUC. CAP. (Q)

$$Q = 0.083 \text{ M}^3/\text{SEC.}$$

(300 M³/HR)

OPENING AREA (S)

BTH. LONGH. (S₂)

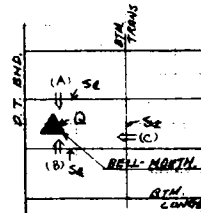
$$S_2 = 1170 \text{ CM}^2$$

BTH. TRANS. (S₂)

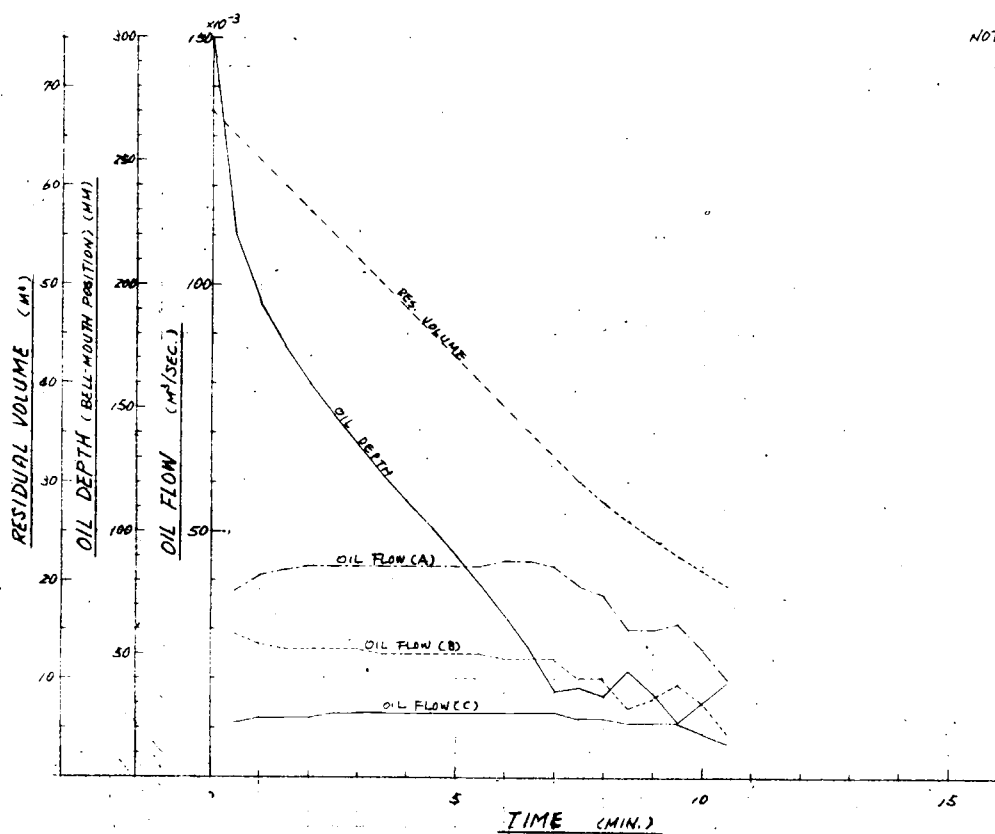
$$S_2 = 150 \text{ CM}^2$$

$$S = 2S_2 + S_2$$

$$= 2490 \text{ CM}^2$$



1.1.22 CASE A-2



1.1.23 CASE A-3

NOTE:-

CASE A-3

$$S/Q = 2.0 \text{ SEC/M}$$

SUC. CAP. (Q)

$$Q = 0.083 \text{ M}^3/\text{SEC.}$$

(300 M³/HR)

OPENING AREA (S)

BTH. LONG. (S_L)

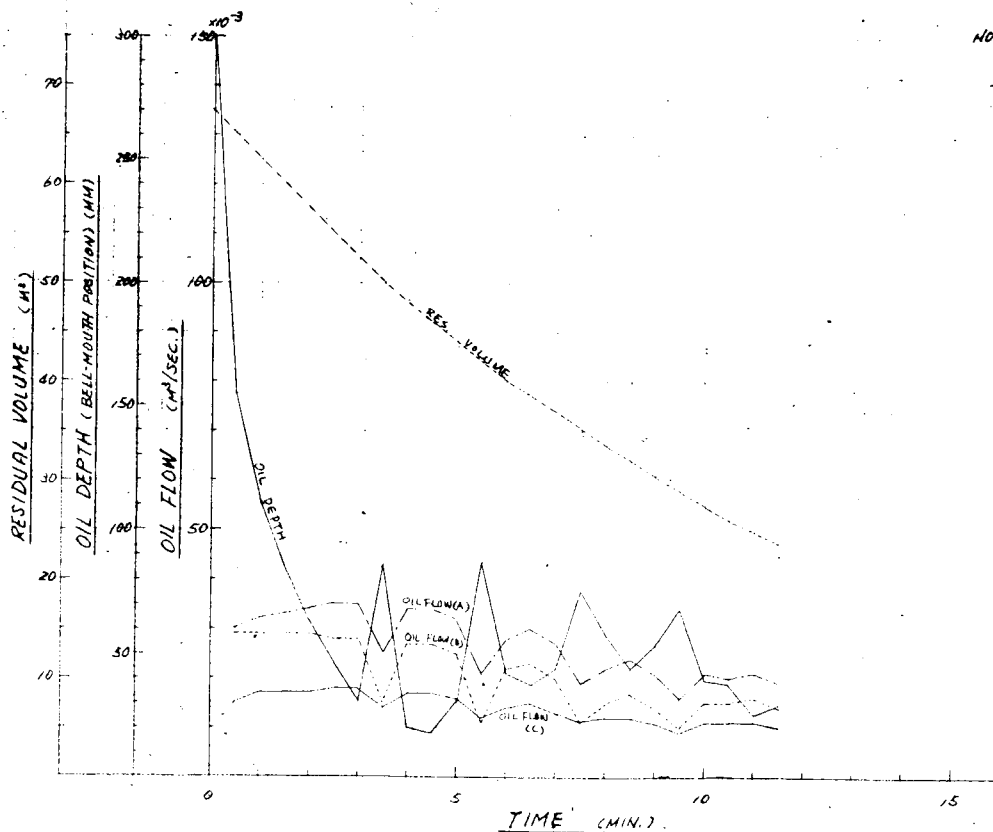
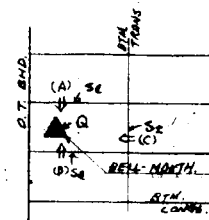
$$S_L = 755 \text{ CM}^2$$

BTH. TRANS (S_T)

$$S_T = 150 \text{ CM}^2$$

$$S = 2S_L + S_T$$

$$= 1660 \text{ CM}^2$$



1.1.24 CASE A-4

NOTE:-

CASE A-4

$$S/Q = 1.0 \text{ SEC/M}$$

SUC. CAP. (Q)

$$Q = 0.083 \text{ M}^3/\text{SEC.}$$

(300 M³/HR)

OPENING AREA (S)

BTH. LONG. (S_L)

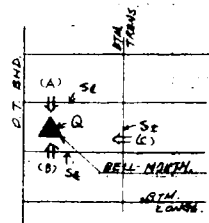
$$S_L = 340 \text{ CM}^2$$

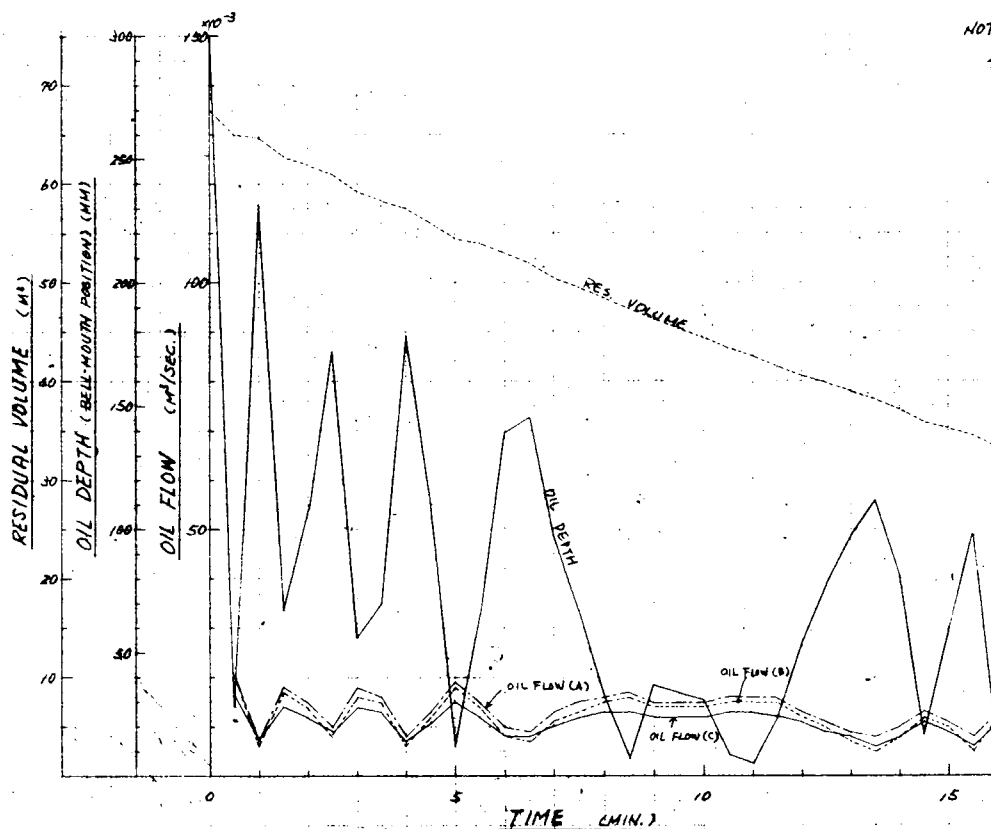
BTH. TRANS (S_T)

$$S_T = 150 \text{ CM}^2$$

$$S = 2S_L + S_T$$

$$= 830 \text{ CM}^2$$





NOTE:-

CASE A-5

$$S/Q = 0.5 \text{ SEC/M}$$

SUC. CAP. (G)

$$Q = 0.083 \text{ M}^3/\text{SEC.}$$

(300 M³/HR)

OPENING AREA (S)

$$\text{BTM. LONGH. (S}_2\text{)}$$

$$S_2 = 1.50 \text{ CM}^2$$

$$\text{BTM TRANS (S}_2\text{)}$$

$$S_2 = 1.15 \text{ CM}^2$$

$$S = 2S_2 + S_2$$

$$= 4.15 \text{ CM}^2$$

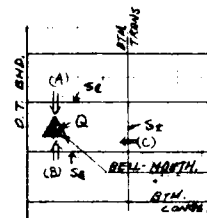
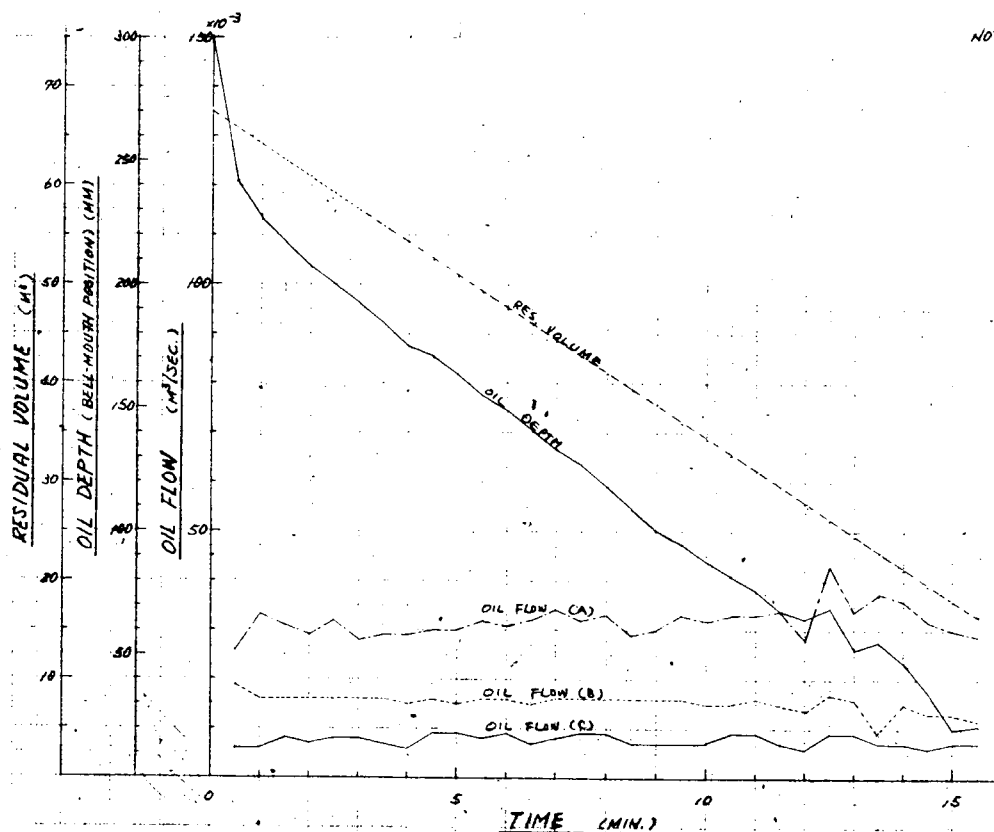


FIG. 1.1.25 CASE A-5



NOTE:-

CASE B-1

$$S/Q = 6.03 \text{ SEC/M}$$

SUC. CAP. (G)

$$Q = 0.055 \text{ M}^3/\text{SEC.}$$

(200 M³/HR)

OPENING AREA (S)

$$\text{BTM. LONGH. (S}_2\text{)}$$

$$S_2 = 1.585 \text{ CM}^2$$

$$\text{BTM TRANS (S}_2\text{)}$$

$$S_2 = 1.50 \text{ CM}^2$$

$$S = 2S_2 + S_2$$

$$= 3.320 \text{ CM}^2$$

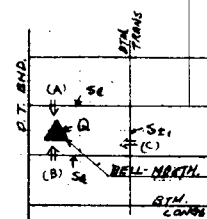
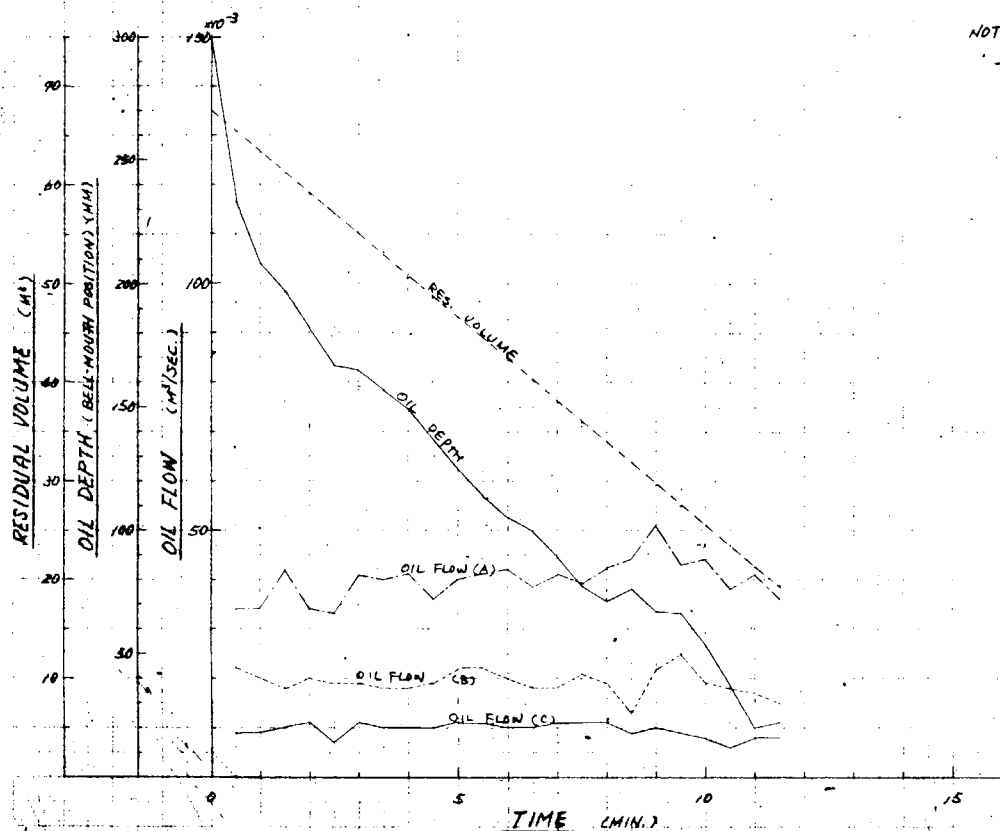


FIG. 1.1.26 CASE B-1



NOTE:-

CASE B-2

$$S/Q = 4.74 \text{ SEC/M}$$

SUC. CAP. (Q)

$$Q = 0.070 \text{ M}^3/\text{SEC.}$$

$$(260 \text{ M}^3/\text{HR})$$

OPENING AREA (S)

BTM. LONG. (S_L)

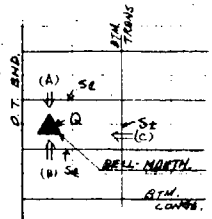
$$S_L = 1585 \text{ CM}^2$$

BTM TRANS. (S_T)

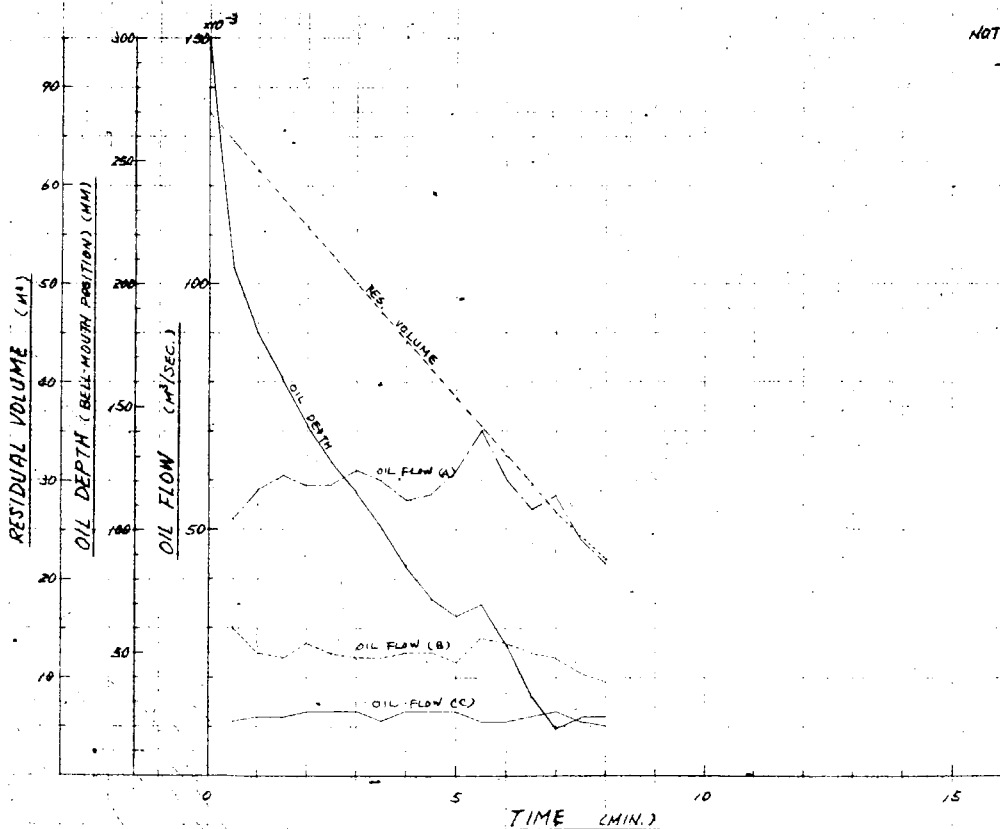
$$S_T = 150 \text{ CM}^2$$

$$S = 2S_L + S_T$$

$$= 3320 \text{ CM}^2$$



1.1.27 CASE B-2



NOTE:-

CASE B-3

$$S/Q = 3.42 \text{ SEC/M}$$

SUC. CAP. (Q)

$$Q = 0.097 \text{ M}^3/\text{SEC.}$$

$$(350 \text{ M}^3/\text{HR})$$

OPENING AREA (S)

BTM. LONG. (S_L)

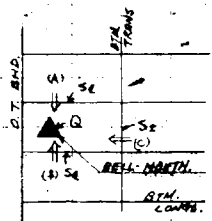
$$S_L = 1585 \text{ CM}^2$$

BTM TRANS. (S_T)

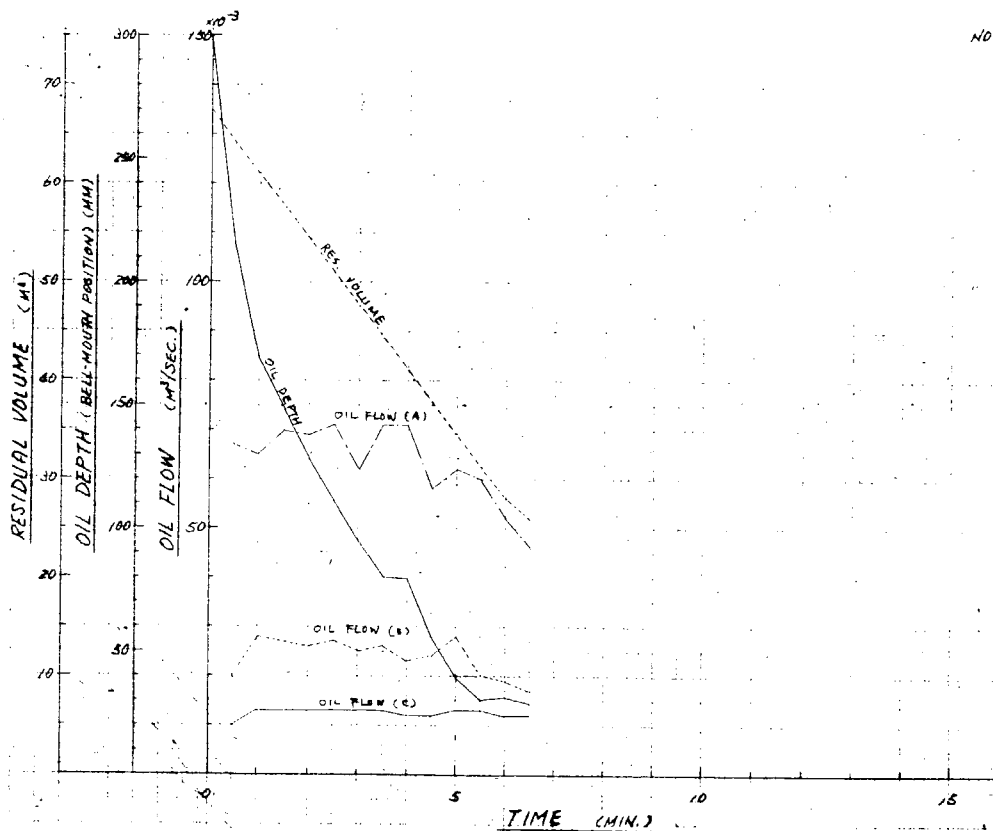
$$S_T = 150 \text{ CM}^2$$

$$S = 2S_L + S_T$$

$$= 3320 \text{ CM}^2$$



1.1.28 CASE B-3



1.1.29 CASE B-4

NOTE:-

CASE B-4

$$S/Q = 3.02 \text{ SEC/M.}$$

SUC. CAP. (Q)

$$Q = 0.110 \text{ M}^3/\text{SEC} \\ (400 \text{ M}^3/\text{HR})$$

OPENING AREA (S)

BTM. LONGH. (S_L)

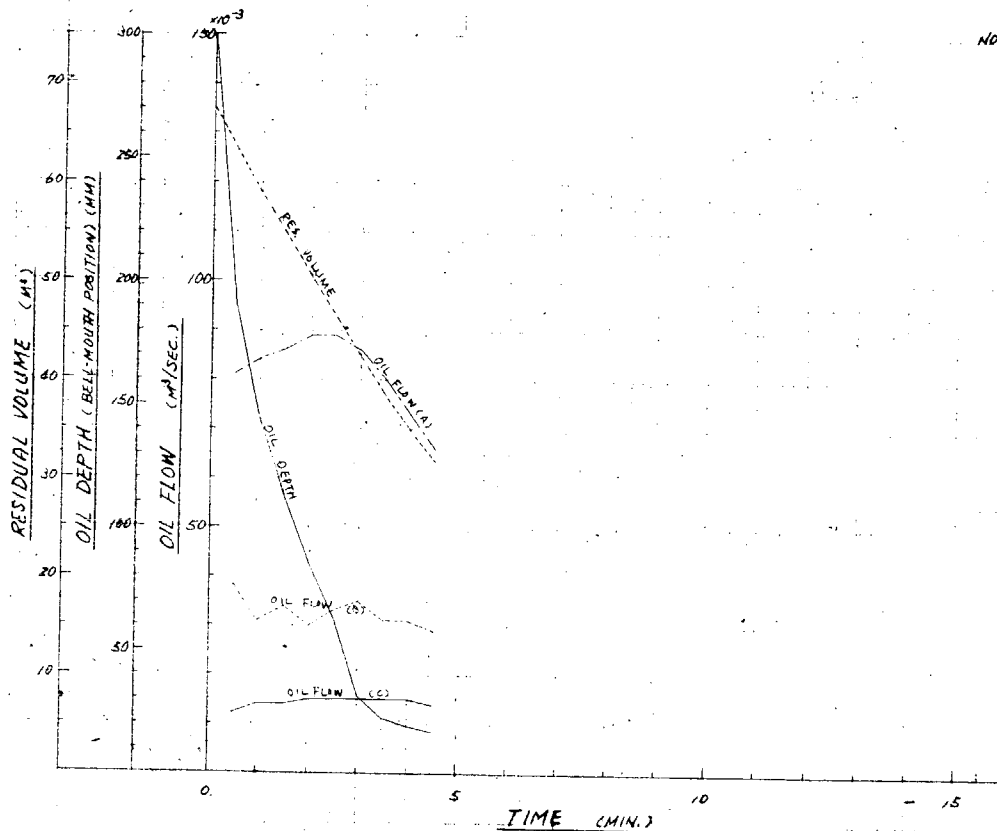
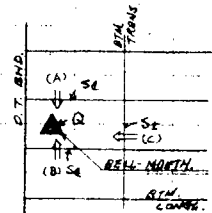
$$S_L = 1585 \text{ CM}^2$$

BTM TRANS (S_T)

$$S_T = 150 \text{ CM}^2$$

$$S = 2S_L + S_T$$

$$= 3320 \text{ CM}^2$$



1.1.30 CASE B-5

NOTE:-

CASE B-5

$$S/Q = 2.37 \text{ SEC/M.}$$

SUC. CAP. (Q)

$$Q = 0.140 \text{ M}^3/\text{SEC} \\ (500 \text{ M}^3/\text{HR})$$

OPENING AREA (S)

BTM. LONGH. (S_L)

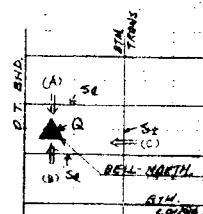
$$S_L = 1585 \text{ CM}^2$$

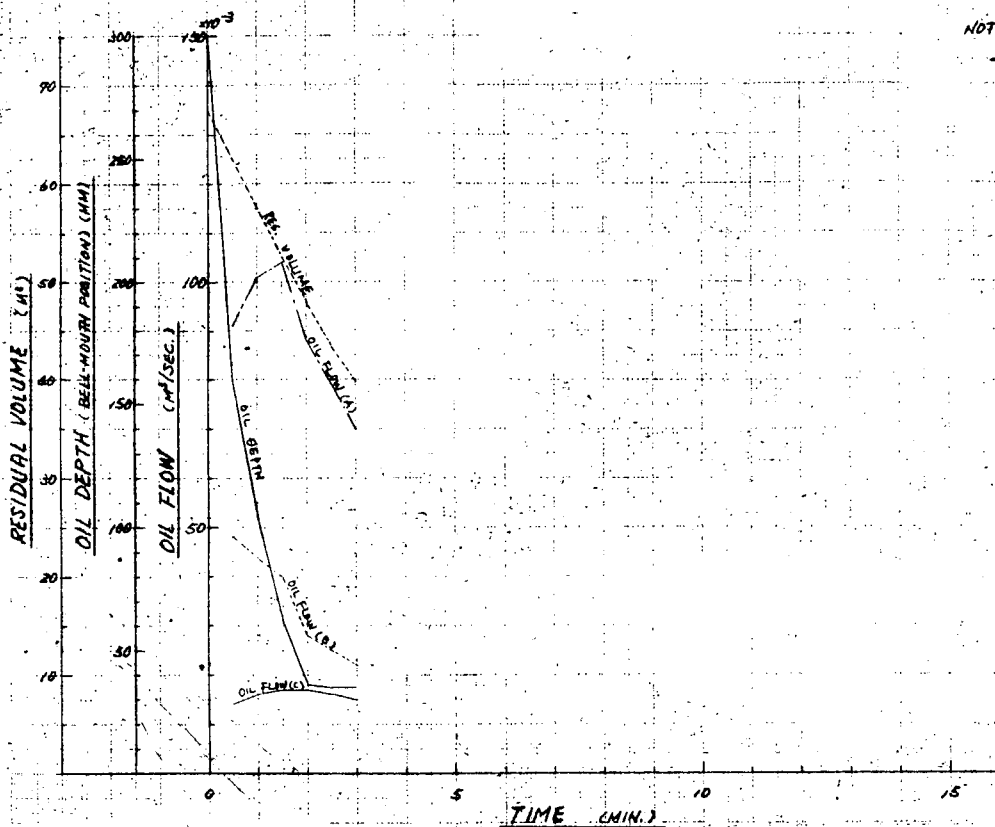
BTM TRANS (S_T)

$$S_T = 150 \text{ CM}^2$$

$$S = 2S_L + S_T$$

$$= 3320 \text{ CM}^2$$





1.1.31 CASE B-6

NOTE:-

CASE B-6

$S/Q = 2.0 \text{ SEC/M}$

SUC. CAP. (Q)

$Q = 0.166 \text{ M/SEC.}$
(600 M³/HR)

OPENING AREA (S)

BTM. LONG. (S_L)

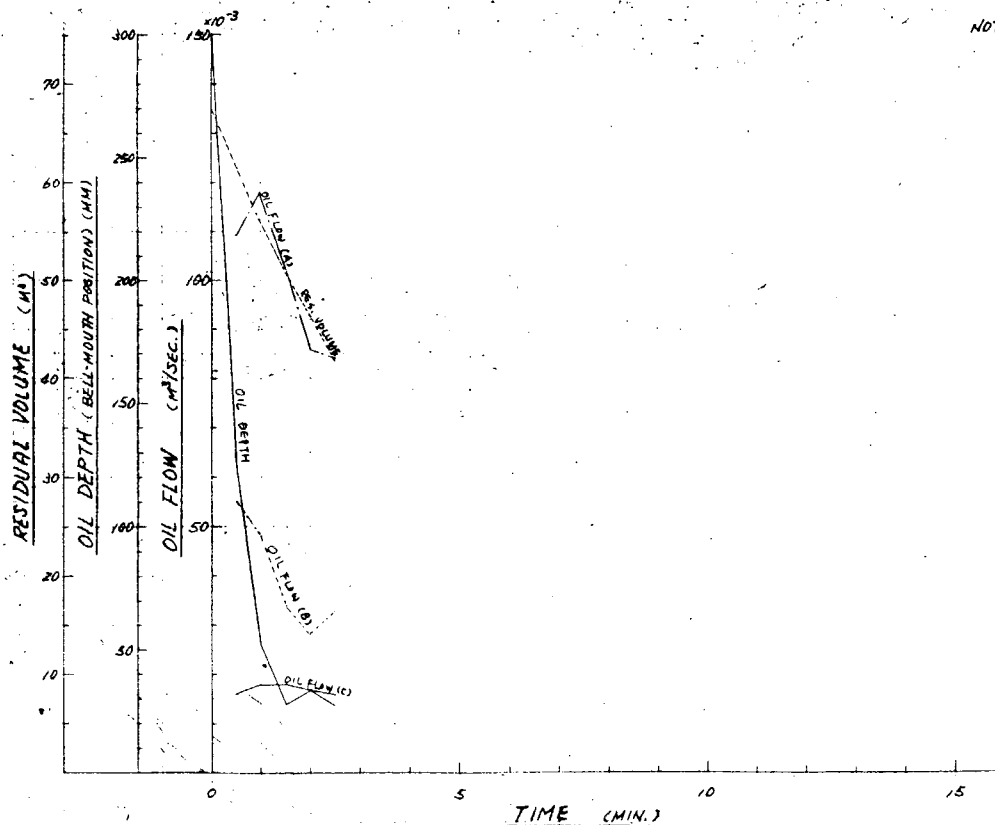
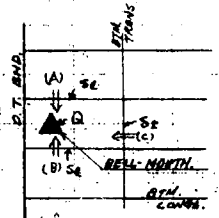
$S_L = 1585 \text{ CM}^2$

BTM. TRANS. (S_T)

$S_T = 150 \text{ CM}^2$

$S = 2S_L + S_T$

$= 3320 \text{ CM}^2$



NOTE:-

CASE B-7

$S/Q = 1.71 \text{ SEC/M}$

SUC. CAP. (Q)

$Q = 0.194 \text{ M/SEC.}$
(700 M³/HR)

OPENING AREA (S)

BTM. LONG. (S_L)

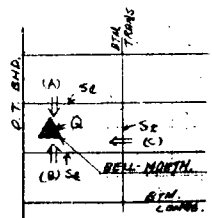
$S_L = 1585 \text{ CM}^2$

BTM. TRANS. (S_T)

$S_T = 150 \text{ CM}^2$

$S = 2S_L + S_T$

$= 3320 \text{ CM}^2$



1.1.32 CASE B-7

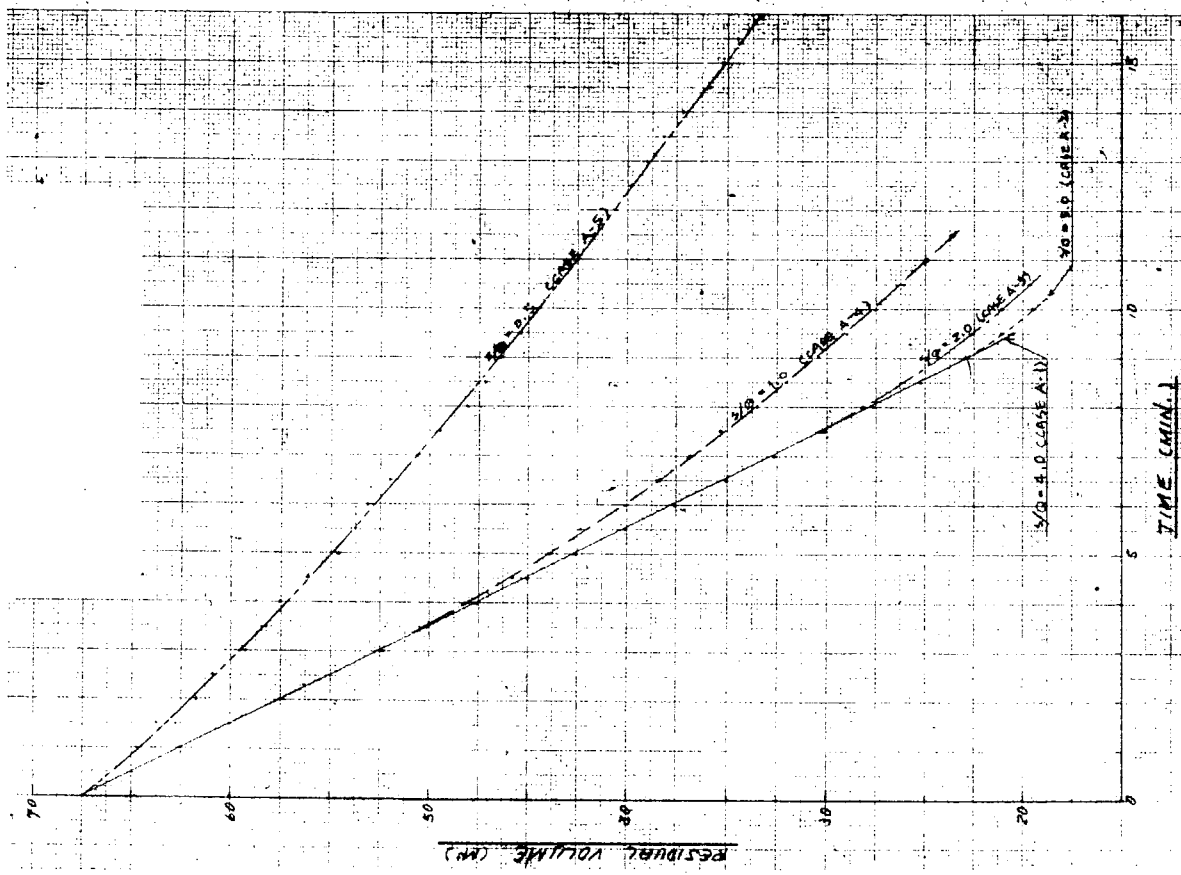


图 1.1.33 残余体积 ~ 时间 (CASE-A)

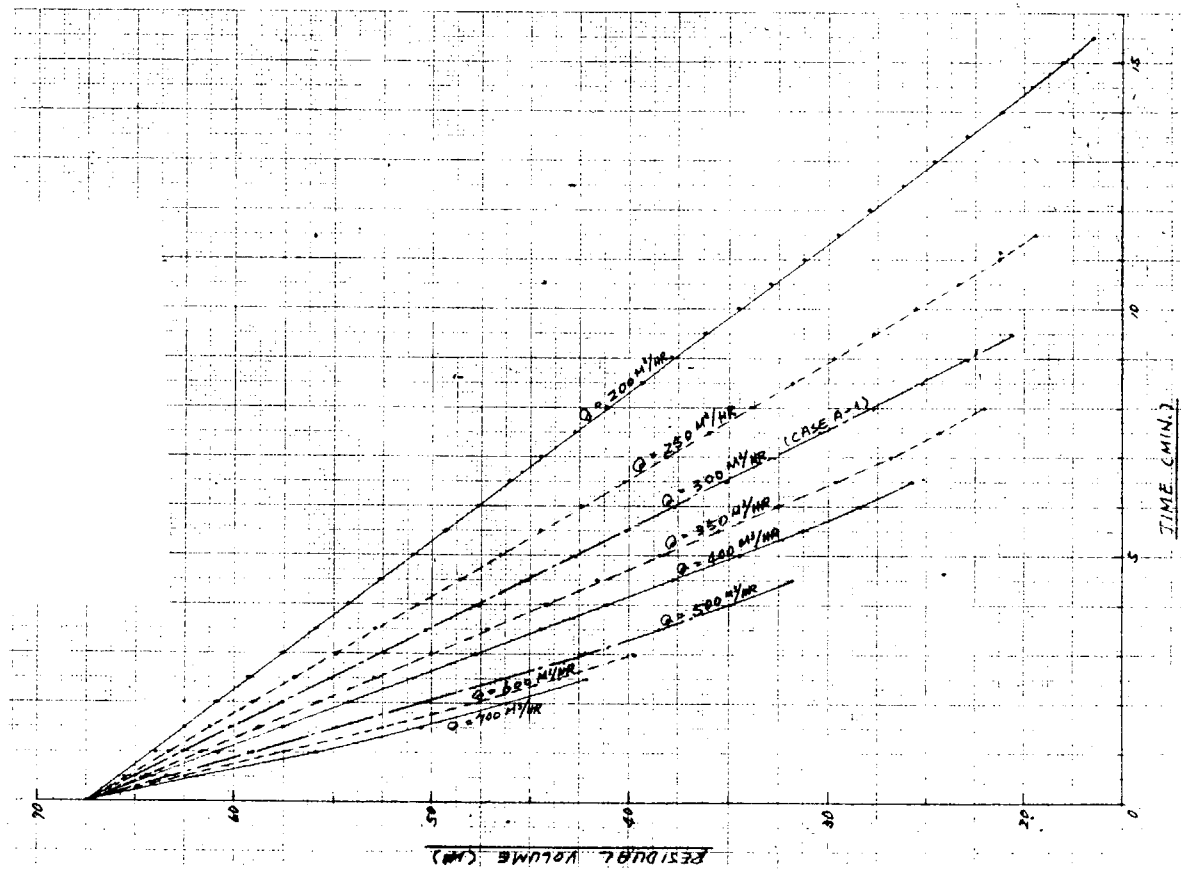


图 1.1.34 残余体积 ~ 时间 (CASE-B)

表 1.1.5 各開口を流れる平均流量 (M^3/SEC) (液面位 300 mm からポンプに吸引した場合) CASE A-1 について

	1	2	3	4	5
10	← 0.0003	← 0.0043	← 0.0019	← 0.0017	
9	↓ 0.0046 (0.098)	↓ 0.0027 (0.057)	↑ 0.0008	↓ 0.0012	↑ 0.0001
8	← 0.0031	← 0.0026	← 0.0035	← 0.0003	↓ 0.0008
7	↓ 0.0092 (0.195)	↓ 0.0030 (0.064)	↓ 0.0018	↑ 0.0002	
6	← 0.0038	← 0.0043	← 0.0018	← 0.0014	↑ 0.0004
5	↓ 0.0135 (0.286)	↓ 0.0049 (0.104)	↓ 0.0011	↓ 0.0009	
4	← 0.0050	← 0.0037	← 0.0034	← 0.0010	↓ 0.0012
3	↓ 0.0227 (0.481)	↓ 0.0048 (0.102)	↓ 0.0025	↓ 0.0003	
2	← 0.0056	← 0.0047	← 0.0022	← 0.0015	↓ 0.0007
1	↓ 0.0314 (0.665)	↓ 0.0066 (0.140)	↓ 0.0023	↓ 0.0012	
10	← 0.0065	← 0.0048	← 0.0038	← 0.0025	0.0000
9	↓ 0.0401 (0.850)	↓ 0.0084 (0.178)	↓ 0.0026	↓ 0.0014	
8	← 0.0077	← 0.0055	← 0.0043	← 0.0009	↓ 0.0007
7	↓ 0.0471 (1.000)	↓ 0.0071 (0.150)	↓ 0.0026	↑ 0.0007	
6	← 0.0106	← 0.0058	← 0.0018	← 0.0023	0.0000
5	↑ 0.0211 (0.448)	↓ 0.0043 (0.091)	↓ 0.0004	↓ 0.0013	
4	↑ 0.0105 (0.223)	↓ 0.0003	↓ 0.0015	↑ 0.0009	↓ 0.0008
3	← 0.0085	← 0.0063	← 0.0029	← 0.0024	
2					
1					

() 内は最大平均流量 (※印) に対する比率

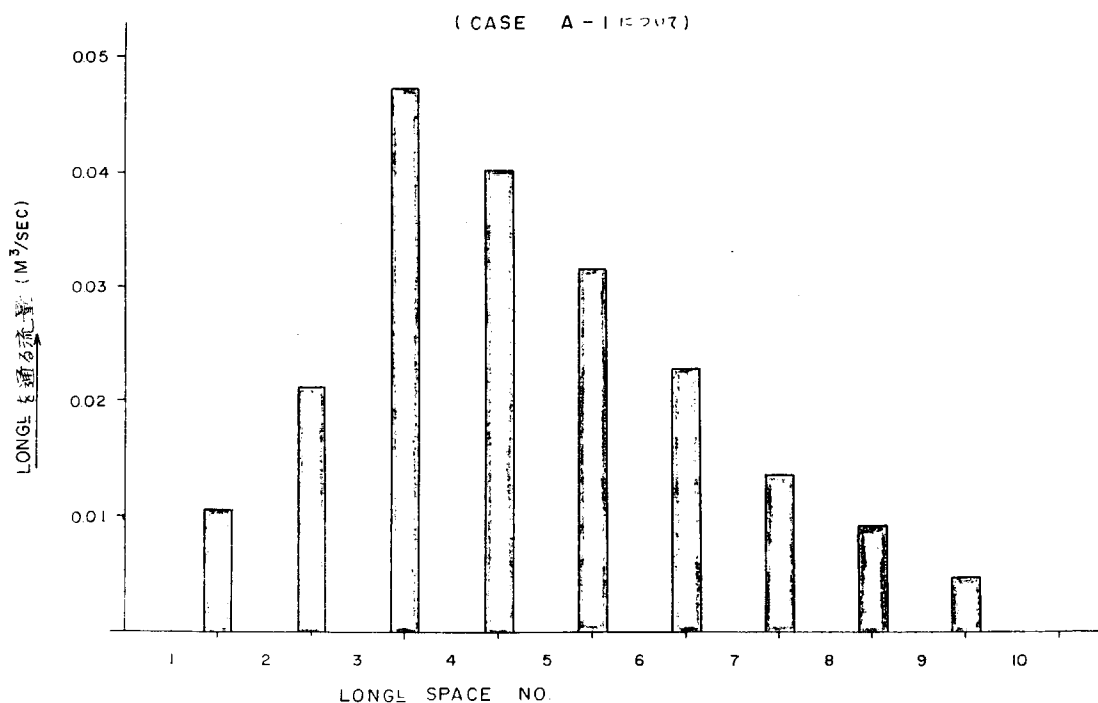
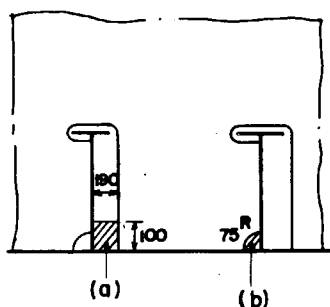
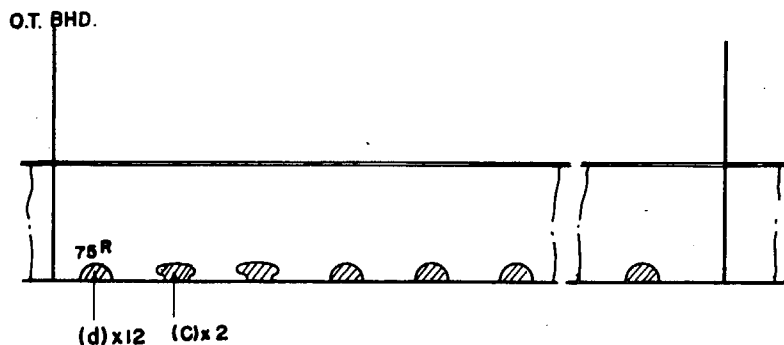


図 1.1.35 ベルマウスを含む TRANS SPACE の BTM LONG L を通過する流量 (平均値)

BTM. TRANS.



BTM. LONGL



BTM. TRANS. の開口面積 $S_t = (a) + (b) \div 234 \text{ cm}^2$

BTM. LONGL の開口面積

$$S_L = 2 \times (c) + 12 \times (d) \div 1550 \text{ cm}^2$$

従ってポンプ容量が $300 \text{ M}^3/\text{HR}$ ならば 大約 CASE A-I
と同じ開口面積となる。

DETAIL OF (C)

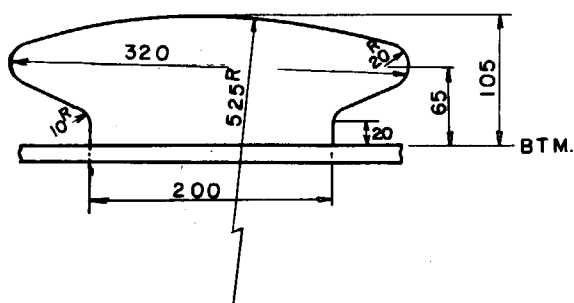


図 1. 1. 36

(7) 三菱重工業株式会社担当分の考察

(a) Input 概要

表 1. 1. 6 に示すごとく、9 case について計算した。

変化させた item は

- | | |
|--------------------|---|
| ① ベルマウスからの吸引量 | $600 \text{ m}^3/\text{H}$ & $800 \text{ m}^3/\text{H}$ |
| ② Ships trim | 1. 25 % & 2. 5 % |
| ③ Drain hole の形状寸法 | 7 case |
| ④ ベルマウスの位置 | 2 case |

(b) 計算結果

計算結果の要点を表 1. 1. 7 に示す。

残油量の時間的推移を図 1. 1. 38 に示す。

ベルマウス位置の油面高さの時間的推移を図 1. 1. 39 に示す。

(c) 考察

(i) 吸引量の影響

Drain hole の形状寸法が一定の場合、油面が高い間は吸引量の大きい方が早く suction できるが、油面が低くなると能率が悪くなり結局全体の時間は大差なくなる。(case 1 と 2 を比較)

したがって吸引量を大きくする場合は、それに見合う drain hole を明けなければならない。

(ii) Ship's trim の影響

今回の計算からは trim の影響はよく判らない。特に trim が少ない方が断続運転時の平均吸引量が多くなつた事は常識的におかしい (case 2 と case 3 の比較) が計算例が少ないので原因究明ができなかつた。

(iii) Drain hole の形状、寸法

(イ) ベルマウス近辺の $\text{longi}^{\frac{1}{2}}$ の Drain hole の面積が大きい程吸引時間が短くなる。(case 2, 7 と case 4, 5, 6, 8. の比較)

(ロ) Bottom longi に中程度の穴をまんべんなく明けるよりもベルマウス近辺に大なる drain hole を明ける方がよい。(case 2 と case 8 の比較)

(ハ) Trans の穴を大きくしても、全体的には余り効果がない。(case 6 と case 8 の比較)

(ニ) ベルマウスのある区画とその隣接区画の油位差は液面が低くなつてくると、前後方向の差が横方向の差より大きくなる傾向にある。

これは液面が低くなると trans の開口の中で油が流れる部分の開口が小さくなつてくるからと考えられる。

(iv) ベルマウスの位置はタンクの隅につけると能率が悪い。(case 9 とその他の比較)

この事から wing TK のベルマウス位置は、 B^{HD} 近くに設けない事が望ましい。 B^{HD} からいくつめの柵目にすればよいかは今回計算例がないので判断できなかった。

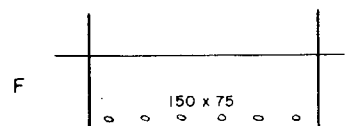
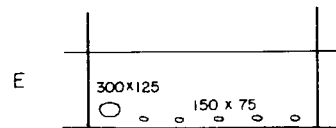
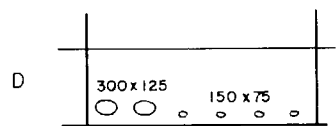
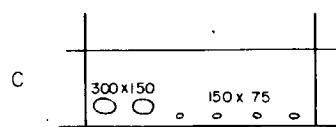
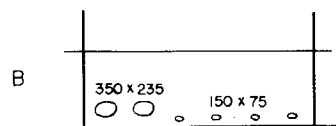
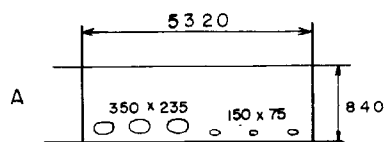
表 1.1.6

	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5	CASE 6	CASE 7	CASE 8	CASE 9
ベルマウスからの 吸引量 (m ³ /H)	600	800	800	800	800	800	800	800	800
トリム (%)	2.5	2.5	125	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
初期油量 (m ³)	230.4	230.4	4608	230.4	230.4	230.4	230.4	230.4	230.4
オイルコース形状 ベルマウス位置 (A ~ H は次頁 FIG. 1 参照)	L BHD	同左	同左						

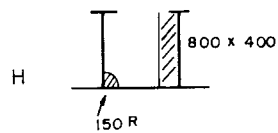
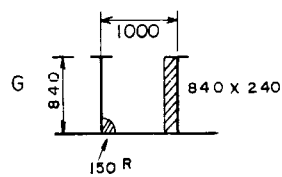
表 1.1.7

	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5	CASE 6	CASE 7	CASE 8	CASE 9
定常吸引時間 (分)	12	6	21	9	8	8	7	9	14
このときの残油量 (m^3)	110	150	182	110	75	75	140	102	43
断続吸引/20回 行った時間 (分)	11	12	9	7	6	6	11	5	2
このときの残油量 (m^3)	42	59	94	51	72	72	57	68	24
残油が $30m^3$ に なる迄の全時間分	26	25	約 40	20	21	21	24	20	— 外挿
定常吸引最終 時のベルマス区画 と次の隣接区画の 油位差 (m)	前 0.123 ∧ 横 0.127	0.225 V 0.192	0.209 V 0.160	0.120 ∧ 0.126	0.168 V 0.109	0.155 V 0.084	0.150 ∧ 0.178	0.104 V 0.097	0.101 V { 0.079 0.100

ロングフレーム開口



トランス フレーム開口



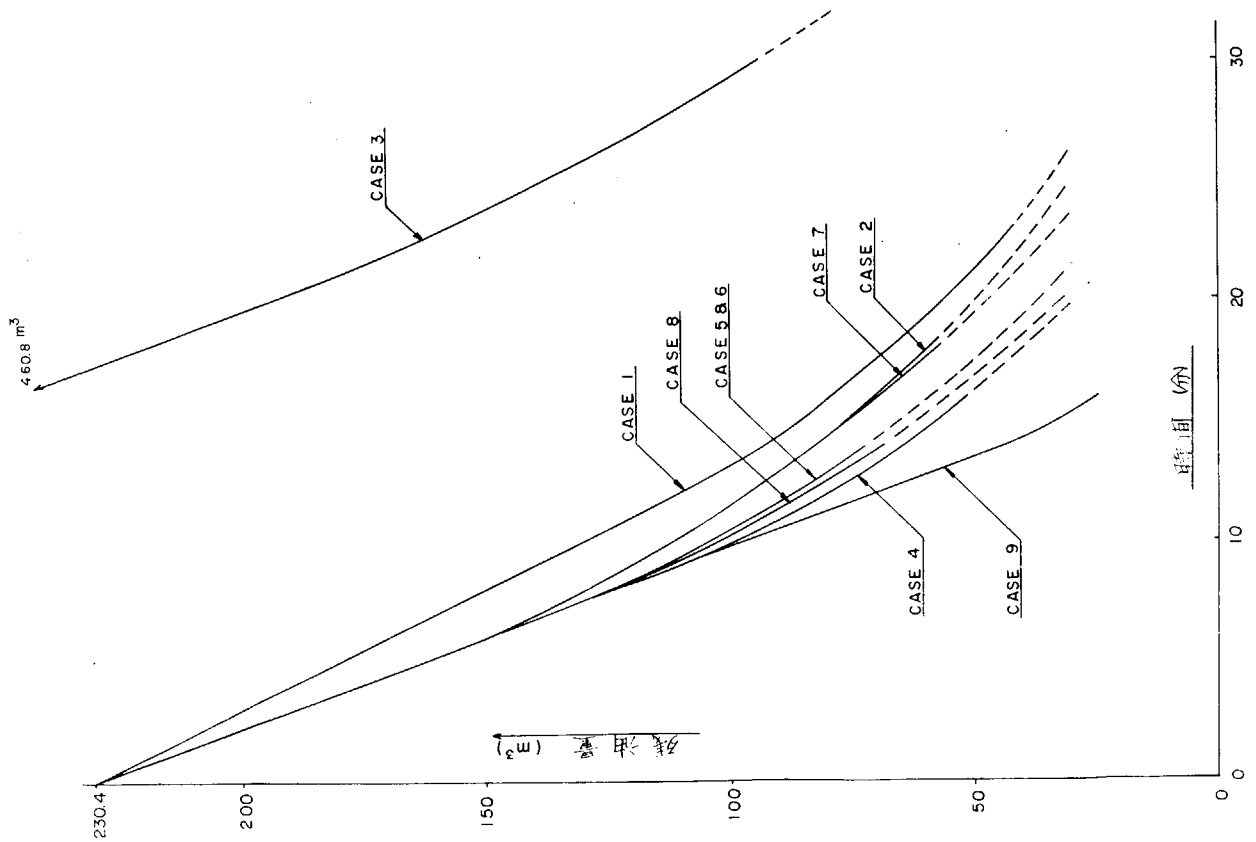
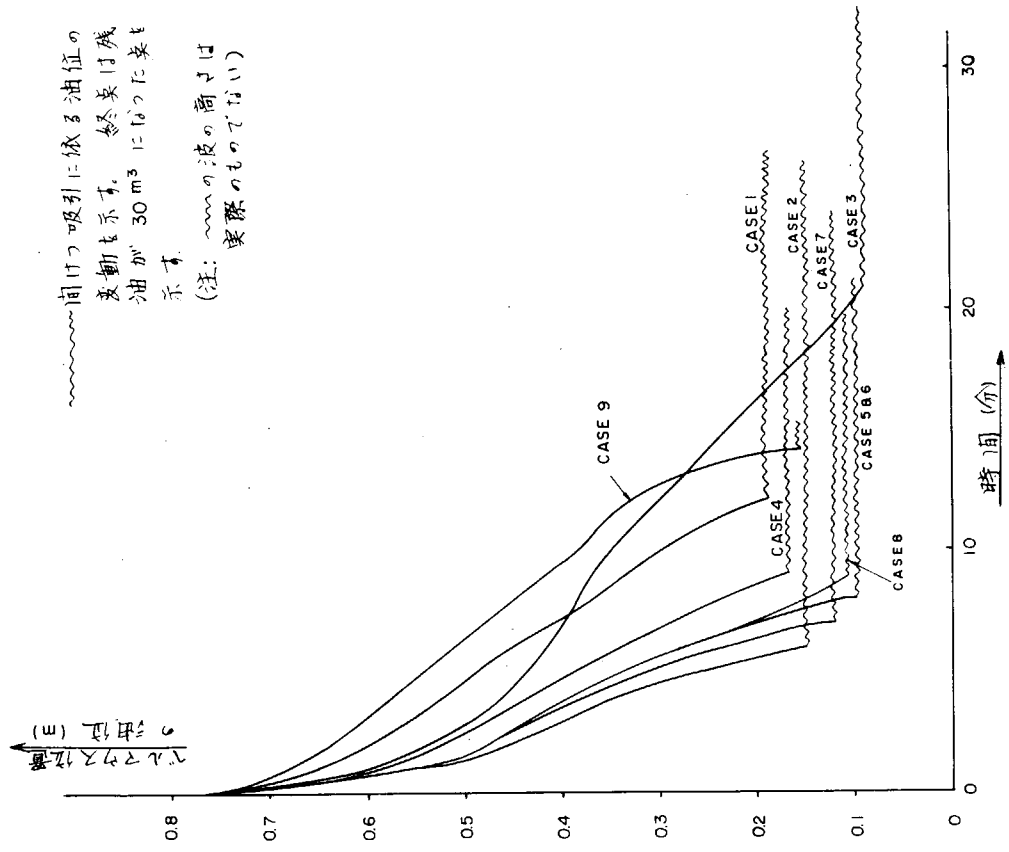


図 1.1.38 時間—残油量曲線、破線部は外挿



~~~~~  
 同けつ吸引に依る油位の  
 変動を示す。終末は残  
 油が 30 m³ にばったとき  
 を示す。  
 (注: ~~~の波の高さは  
 実際のものではない)

図 1.1.39 ベルマウス位置での油面高さ

### 1.1.9 結 語

#### (1) 開口形状について

- (a) BTM, LONGI に中程度の開口をまんべんなく明けるよりも、ベルマウス近辺に大きな開口を明けた方が良い。
- (b) ベルマウスの横の BTM, LONGI の開口を大きくすると効率は良くなるが、開口が大きくなるにしたがつてその効果は小さくなるのであまり大きくしても相応の効果は期待できない。 $S/Q = 4.0$  程度が適当と思われる。(S はベルマウスを囲む BTM, LONGI, TRANS の開口合計面積  $M^2$ 、Q はベルマウスの吸引量  $M^3 / SEC$ )

さらに効率を上げるためにはベルマウスから 2 番目の BTM, LONGI の開口をも拡大すると良い。

結局 BTM, LONGI の開口形状はベルマウスより離れるにしたがつて徐々に小さくすれば良い。

- (c) BTM, TRANS における BTM, LONGI 貫通部の開口が全開している場合はその開口を塞ぐ場合に比し、非常に効率が良くなる。しかし、全開している所が多い場合はその開口が大きい方がもちろん吸引効率は良いのであるが、さらに大きくしてもさ程効果はない。

#### (2) ベルマウスについて

- (a) ベルマウスの位置はタンクの隅につけると非常に効率が悪い。

したがって、WT. BHD より少し離れた方が良い。

船市方向はデータより明らかであるが、船長方向は計算を行なっていないので、不明である。しかし離れた方が良いのは間違いないであろう。

- (b) PUMP CAP. の大きい程吸引時間は短くてすむが、AIR DRAW を始めると吸引量が相当低下する。

したがって、AIR DRAW を始めたなら、SUC. CAP を落とす。さらにこれをくり返すと効率良く吸引することができる。

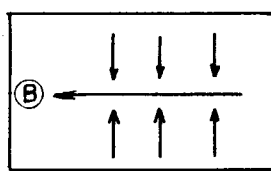
- (c) ベルマウス合計吸引量が一定の場合、ベルマウス数が多い程残油量を少なくし得る。

- (d) BTM, LONGI, TRANS の開口が一定であればベルマウスの吸引量が多くなるにしたがつて、2 乗的に残油量が増加する。

#### (3) 流れについて



(A) 船



(B) (B): ベルマウス位置

- (a) 通常の船のタンクにおいては、ストリップング開始より、ある時間までは (B) の状態で流れ、その後は (A) の状態になる。

したがって AIR DRAW 開始以後は当然 (A) の様な流れになる。

この時効率を上げるためにはベルマウスを含む BTM TRANS 間の BTM, LONGI 開口を前期第 1 項のごとく大きくした方が良い。

#### (4) MAIN PUMP 使用ベルマウスでの吸引について

- (a) ポンプの VAPOUR PRESSURE の影響がないものとするれば、実際的な使用範囲ではベルマウスの数にかかわらず、効率は 70 % 以上期待できる。そしてベルマウスの数が少ない程、また、吸引量が多い程効率が悪くなる。

- (b) 一定のベルマウス、開口のもとでは STRIP. PUMP の CAP. に応じた MAIN PUMP の最適吸引量がある。

附表

附图 1

OIL CURRENT DIAGRAM  
TIME ----- 840.130 SEC  
O. 233 HOUR  
RESIDUAL VOLUME ----- 19.435 CUB. M  
NO. 1 BELLMOUTH ----- 0.040 CUB. M/SEC

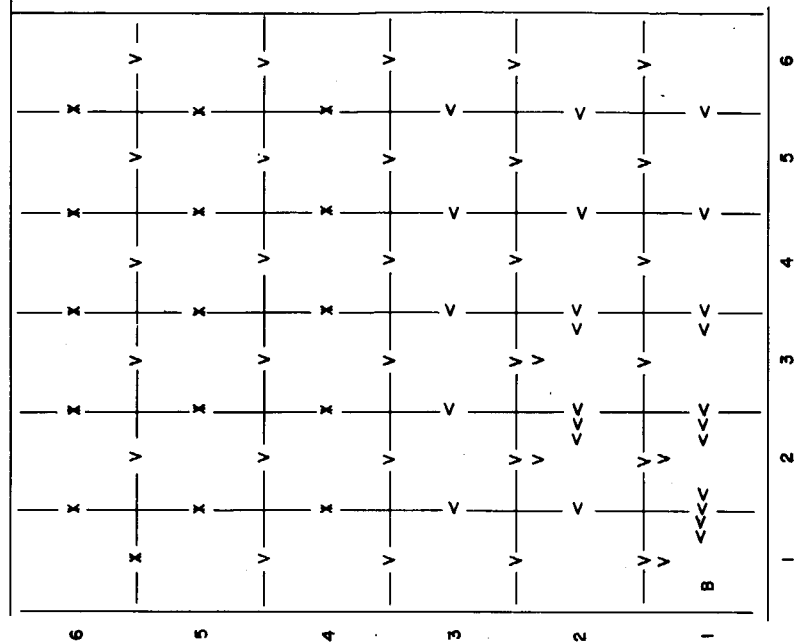
OIL DEPTH IN M

|     |       |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6   | 0.151 | 0.151 | 0.151 | 0.151 | 0.151 | 0.151 |
| 5   | 0.151 | 0.151 | 0.151 | 0.151 | 0.151 | 0.151 |
| 4   | 0.149 | 0.149 | 0.149 | 0.149 | 0.150 | 0.150 |
| 3   | 0.147 | 0.147 | 0.147 | 0.147 | 0.148 | 0.148 |
| 2   | 0.140 | 0.141 | 0.144 | 0.145 | 0.146 | 0.146 |
| 1 B | 0.106 | 0.135 | 0.142 | 0.144 | 0.145 | 0.146 |
| 1   |       | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |

OIL FLOW IN CUB M/SEC

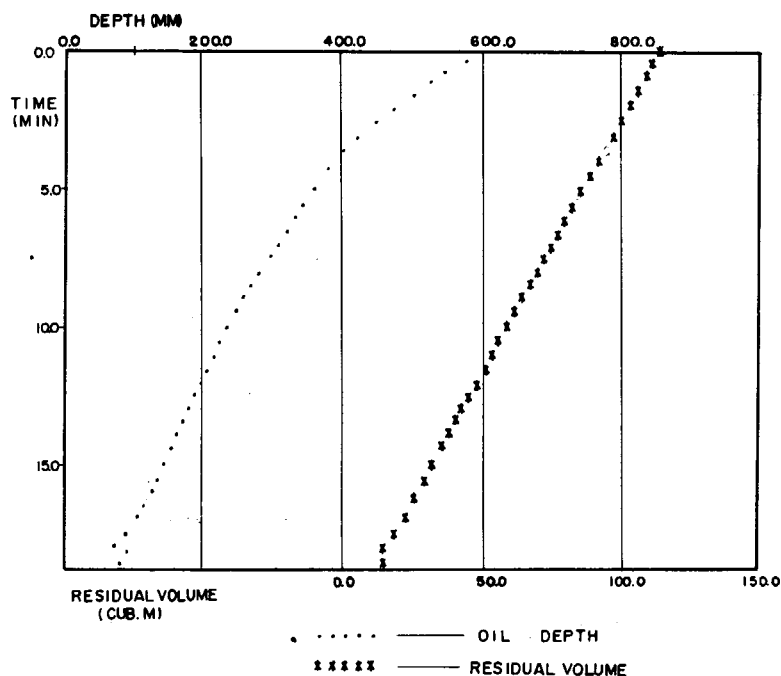
|     |         |         |         |         |         |       |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 6   | * -.000 | * -.000 | * 0.000 | * -.000 | * -.000 | *     |
|     | 0.001   | 0.002   | 0.002   | 0.001   | 0.001   | 0.001 |
| 5   | * -.001 | * -.000 | * 0.000 | * 0.000 | * 0.000 | *     |
|     | 0.002   | 0.003   | 0.003   | 0.003   | 0.003   | 0.003 |
| 4   | * -.000 | * 0.000 | * 0.000 | * -.000 | * 0.000 | *     |
|     | 0.002   | 0.005   | 0.004   | 0.004   | 0.004   | 0.004 |
| 3   | * 0.001 | * 0.002 | * 0.003 | * 0.002 | * 0.001 | *     |
|     | 0.003   | 0.006   | 0.005   | 0.004   | 0.003   | 0.003 |
| 2   | * 0.005 | * 0.006 | * 0.005 | * 0.004 | * 0.002 | *     |
|     | 0.007   | 0.006   | 0.003   | 0.002   | 0.002   | 0.002 |
| 1 B | * 0.019 | * 0.010 | * 0.006 | * 0.004 | * 0.002 | *     |
| 1   |         | 2       | 3       | 4       | 5       | 6     |

B -----BELLMOUTH POSITION



附図 2

OIL DEPTH AT BELLMOUTH POSITION  
(NO.1 BELL MOUTH)



## 1.2 専用船のバラスト注排水のシーケンス制御の開発

### 1.2.1 緒 言

専用船のバラスト注排水作業は非常に大きな分野であり、いろいろの改革、改善が行なわれようとしているが、現在はまだ、一部の専用船に集中制御装置が採り入れられている程度で自動化には程遠い段階である。

しかし、将来の高度自動化船にあつてはバラスト注排水装置の自動化は当然要求されるものである。集中制御および自動化装置はほとんど油送船の荷役装置と共通のものであり、油送船における経験を活用できるものであるが専用船の荷役（積荷）は一般に本船側からの制御は不可能である。

バラスト注排水のシーケンス制御に当つてはこれらの特殊性を考慮した方法論を検討する必要があるので、その参考とするため、まず実船におけるバラスト排水の実態調査を行なつた。

実態調査には、実船の荷役順序、ストリップングの実情等も含めて行なつた。さらに、制御関係の機器のうち種問題のある測深ゲージについて実績を主とした実態調査を行なつた。

昭和43年度における上記実態調査の結果を以下に報告する。

# 1.2.2 バラスト排水実態調査

## (1) バラスト排水実態調査リスト

| No. | 船 名               | D.W.                 | 用 途     | 竣 工 時    | 積 地              | 注 記 |
|-----|-------------------|----------------------|---------|----------|------------------|-----|
| 1   | 恵 昭 丸             | 25,355 <sup>KT</sup> | チ ッ プ   | '67. 4月  | イ ン ド<br>(鉄鉱石)   |     |
| 2   | 和 歌 浦 丸           | 42,007 <sup>KT</sup> | 石 炭     | '67. 7月  | オーストラリア          |     |
| 3   | 香 取 丸             | 37,524 <sup>KT</sup> | 鉄 鉱 石   | '67. 3月  | イ ン ド            |     |
| 4   | VERDALA           | 22,963 <sup>LT</sup> | 撤 貨     | '68. 1月  | ア ラ ス カ<br>(木 材) |     |
| 5   | AEGEAN<br>MONARCH | 67,394 <sup>LT</sup> | 撤 貨     | '67. 8月  | 南 米<br>(鉄鉱石)     |     |
| 6   | 八 雲 川 丸           | 61,706 <sup>KT</sup> | 撤 貨     | '67. 10月 | オーストラリア<br>(鉄鉱石) |     |
| 7   | 昭 福 丸             | 36,560 <sup>KT</sup> | 石 炭     | '66. 2月  | オーストラリア          |     |
| 8   | 邦 雲 丸             | 53,907 <sup>KT</sup> | 鉄 鉱 石   | '64. 2月  | チ リ              |     |
| 9   | 日 春 丸             |                      |         |          |                  |     |
| 10  | ジャパン<br>リンデン      | 38,563 <sup>KT</sup> | 撤 貨     | '67. 8月  | ウ イ サ ブ          |     |
| 11  | ぼうとらつた丸           | 93,356 <sup>KT</sup> | 鉄 鉱 石   | '68. 1月  | オーストラリア          |     |
| 12  | 扇 島 丸             | 61,940 <sup>KT</sup> | 鉄 鉱 石   | '66. 11月 | 北 米              |     |
| 13  | ぢえらるとん丸           | 28,777 <sup>KT</sup> | 鉄 鉱 石   | '65. 8月  | オーストラリア          |     |
| 14  | 伸 陽 丸             | 24,072 <sup>KT</sup> | チ ッ プ   | '68. 5月  | 北 米              |     |
| 15  | はりえつと丸            | 28,182 <sup>KT</sup> | 鉄 鉱 石   | '62. 10月 | イ ン ド            |     |
| 16  | 大 隅 丸             | 56,623 <sup>KT</sup> | ベ レ ッ ト | '65. 9月  | オーストラリア          |     |
| 17  | 邦 明 丸             | 53,982 <sup>KT</sup> | 鉄 鉱 石   | '63. 3月  | チ リ              |     |
| 18  | 住 吉 丸             | 21,072 <sup>KT</sup> | 鉄 鉱 石   | '61. 3月  | イ ン ド            |     |
| 19  | 新 勝 丸             | 19,120 <sup>KT</sup> | 鉄 鉱 石   | '60. 7月  | タ イ              |     |

(2) バラスト排水実施一覧表

| 船名                          | 1                           | 2                           | 3                   | 4         | 5              | 6              | 7                      | 8                         | 9                              | 10           |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------|----------------|----------------|------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------|
| 船名                          | 恵昭丸                         | 和歌浦丸                        | 香取丸                 | VERDALA   | AEGEAN MONARCH | 八雲川丸           | 昭福丸                    | 邦雲丸                       | 日春丸                            | ジャパンリンドン     |
| 載貨重量                        | 25,355 KT                   | 42,007 KT                   | 37,524 KT           | 22,963 LT | 67,394 LT      | 61,706 TK      | 36,560 KT              | 53,907 KT                 |                                | 38,563 KT    |
| 船型(用途)                      | チツブ                         | 石炭                          | 鉄鉱石                 | 撤貨        | 撤貨             | 撤貨             | 石炭                     | 鉄鉱石                       |                                | 撤貨           |
| 積荷                          | 鉄鉱石                         | 石炭                          | 鉄鉱石                 | 木材        | 鉄鉱石            | 鉄鉱石            | 石炭                     | 鉄鉱石                       | 燐鉱石                            | 鉄鉱石          |
| 積地                          | インド西岸                       | オーストラリア                     | インド                 | /         | 南米             | オーストラリア        | オーストラリア                | 南米                        | オーストラリア                        |              |
| ローダー形式<br>公称能力              | シャットロード<br>1,500~1,800 T/Hr | トリマー付シュート<br>600~1,400 T/Hr | コンベヤー<br>650 T/Hr   | /         | ベルトコンベヤー       | /              | ベルトコンベヤー<br>1,600 T/Hr | コンベヤー<br>1,200~1,300 T/Hr | 2×1,000 T/Hr                   | 2×1,500 T/Hr |
| 積荷時間                        | 22 <sup>55</sup> '          | 28 H~48 H                   | 43 H-05' (実働22H-28) | /         | 18 H           | 10 H           | 38 H 35'               | 3港積み                      | 6~7 Hr                         | Net 20Hr     |
| 積荷順序                        | 両端より中央へ                     |                             | #2・4/#1・3           | /         | 前から後へ          | 不              | 同                      | 中央より端へ                    |                                | #2/#7/#3/#5  |
| 積荷開始時刻                      | 11,060 KT                   | 15,000 T                    | 20,835 KT           | /         | 10,000 T       | /              | 11,524 T               | 25,033 T                  | 0                              | 15,000 T     |
| バラスト排水順序                    | 前部より後部へ                     | 艀トリムを付ける                    | 吃水11mを超えない如く        | /         | /              | 不              | 同                      | 中央より端へ                    | (前から後へ)                        | 端から中央へ       |
| バラスト排水作業<br>1)排水順序は予定してあるか。 | 予定している。                     | その都度決める                     | その都度                | /         | 予定あり           | その都度           | 予定あり                   | その都度                      | その都度                           | 予定あり         |
| 2)作業人員                      | 2人                          | 3人                          | 5人                  | 3人        | 全員 (34人)       | 制御室2~3<br>機関室2 | 3                      | 甲板部全員                     | 1 (船匠)                         | 1 (船匠)       |
| 3)弁操作指令者                    | 1航又は船匠                      | 航海士官                        | 1航                  | 船匠        | 1航             | 1航             | 1航                     | 1航                        | 船匠                             | 船匠           |
| 4)水位等伝達方法                   | 携帯用電話                       | トラフシナー                      | 電話 (1Ebr30'毎)       | 電話        | 遠隔指示           | 遠隔指示           | 電話                     | 遠隔指示                      | 船匠一任                           |              |
| 5)同時に排水するタンク数               | 3~4タンク                      | 1~2タンク                      | 4タンク                | 1タンク      | 1タンク           | 1~2タンク         | 2タンク                   | 1タンク                      | トフサイドタンク<br>同時 2重底<br>タンク 2タンク | 2タンク         |
| 6)1本の主艀を2台のポンプで引くか          | なし                          | あり                          | あり                  | なし        | あり             | あり             | あり                     | なし                        | なし (2台使っても吸入量は余り増加しない)         | あり           |
| 7)深水タンクと二重底タンクを同時に引くか       | 引くこともある                     | 同一ポンプではない                   | なし                  | なし        | なし             | なし             | なし                     | なし                        | なし                             | あり           |

| 船名                         | 11                     | 12               | 13                 | 14               | 15                     | 16                             | 17                             | 18      | 19                   |
|----------------------------|------------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|----------------------|
| 船名                         | ぼうとらつた丸                | 扇島丸              | ぢえらるとん丸            | 伸陽丸              | はりえつと丸                 | 大隅丸                            | 邦明丸                            | 住吉丸     | 新勝丸                  |
| 載貨重量                       | 93,356 KT              | 61,940 KT        | 28,777 KT          | 24,072 KT        |                        | 56,623 KT                      |                                |         |                      |
| 船型(用途)                     | 鉄鉱石                    | 鉄鉱石              | 鉄鉱石                | チツブ              | 鉄鉱石                    | ベレツト                           | 鉄鉱石                            |         |                      |
| 積荷                         | 鉄鉱石ベレット                | 鉄鉱石              | 鉄鉱石                | 木材チツブ            | 鉄鉱石                    | 鉄鉱石                            | 鉄鉱石                            | 鉄鉱石     | 鉄鉱石                  |
| 積地                         | オーストラリア                | 米                | オーストラリア            | 米                | インド                    | オーストラリア                        | チリ                             | タイ      | インド                  |
| ローダー型式<br>公称能力             | ベルトコンベヤー<br>2,750 T/Hr | 2,520 T/Hr       | 1,000 ~ 1,200 T/Hr | 空気噴射<br>290 T/Hr | ベルトコンベヤー<br>2,000 T/Hr | ベルトコンベヤー<br>2,750 ~ 4,000 T/Hr | ベルトコンベヤー<br>1,000 ~ 1,500 T/Hr | 解       | ベルトコンベヤー<br>500 T/Hr |
| 積荷時間                       | 37 H 05'               | NET 23 H 16'     | 27 H 40'           | 59 H 05'         | NET 16 Hr              | 18 Hr<br>(NET 17 H 28')        | 29 H 45'                       | 42 Hr   | 60 H 25'             |
| 積荷順序                       | 前後交互                   | 前後交互             | 後から前へ              | #2#5#1#4#3       | 後から前へ                  | 前から後へ                          | 後から前へ                          | 全て同時    | 前後交互                 |
| 積荷開始時刻                     | 53,040 T               | 28,438 T         | 17,221 T           | 11,060 T         | 15,000 T               | 17,989 T                       | 28,500 T                       | 9,500 T | 4,889 T              |
| バラスト排水順序                   | #1 #4 #2 #5 #6         | 前 → 後            | 後から前へ              | #2 #5 #1         | 後から前へ                  | FPT #2/#4                      | 後から前へ                          | 前から後へ   | 前から後へ                |
| バラスト排水作業<br>1)排水順序は予定してあるか | 予定あり                   | 予定あり<br>大体変らず    | 予定あり<br>(積荷艀側指示)   | 予定あり             | 予定あり                   | 予定あり                           | 予定あり                           | その都度    | 予定あり                 |
| 2)作業人員                     | 準備は甲板全員<br>開始後は2P      | 3P 弁操作<br>はヘルプ出す | 4P                 | 4P               | 3P                     | 3P                             | 5P                             | 2~3P    | 2P                   |
| 3)弁操作指令者                   | 当直員                    | 当直士官             | 船匠                 | 当直士官             | 当直士官                   | ポンプ側甲板手                        | 一航                             | 当直員     | 当直中先任者               |
| 4)水位等伝達方法                  | /                      | 揭示板              | /                  | 口頭又は電話           | /                      | 移動式電話                          | 口頭                             | /       | 口頭・伝令                |
| 5)同時に排水するタンク数              | 2タンク<br>(各1P&S)        | 2                | 2(各1P&S)           | 2                | 4~6                    | 2                              | 2又は4                           | 8       | 2又は4                 |
| 6)1本の主營を2台のポンプで引くか         | ない                     | 積荷中はなし<br>航海中はあり | 常時あり               | ない               | あり                     | ない                             | ない                             | なし      | あり得る                 |
| 7)深水タンクと二重底タンクを同時に引くか      | ない                     | ない               | ない                 | あり               | ない                     | ない                             | ない                             | なし      | 呼び水としてはあり            |

| 船名                       | 1                   | 2                     | 3        | 4         | 5              | 6             | 7          | 8          | 9      | 10     |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|----------|-----------|----------------|---------------|------------|------------|--------|--------|
|                          | 恵昭丸                 | 和歌浦丸                  | 香取丸      | VERDALIA  | AEGEAN MONARCH | 八雲川丸          | 昭福丸        | 邦雲丸        | 日春丸    | ジャパンデン |
| 8)排水するタンクの切り換え時、ポンプを止めるか | 止めない                | 深水タンクへ移る時は止める。他は止めない。 | 止めない     | 止めない      | 止めない           | 止めない          | 止める        | 止めない       | 止めない   | 止めない   |
| 9)吃水計測はどの様にしているか         | 3人で行う。              | 士官が吃水をよむ。             | 岸壁or梯子   | 検視        | トリミングダブル       | 遠隔指示          | 作業中止して計測   | 遠隔指示       | なし     | /      |
| 10)船体強度は如何に考慮しているか       | 荷重の集中・不連続のない様に注意する。 | い                     | 積荷計画時考える | いる        | なし             | Hog/Sagに気をつける | Hog/Sagを考慮 | Hog/Sagを考慮 | なし     | あり     |
| 11)ヒール調整することあるか          | あり                  | あり                    | 積荷中、常時あり | あり        | あり             | あり            | あり         | あり         | あり     | あり     |
| 12)バラスト排水時のトリムはどれ位か      | 1.5~3 m             | 1.5~2 m               | 1~1.8 m  | 0.3~1.5 m | /              | 0~1 m         | 約2.5 m     | トリムなし      | 約2 m   | 最少 1 m |
| 流量調整                     |                     |                       |          |           |                |               |            |            |        |        |
| 1)タンク吸入弁の半開を多用し、効果あるか    | 抵抗損失大なのであまり使用しない    | 多用する                  | 絞る       | /         | なし             | なし            | なし         | /          | /      | 絞る、有効  |
| 2)ポンプ吐出側弁を絞るか            | 絞る                  | 絞る                    | 余りない     | /         | なし             | なし            | 絞る         | なし         | なし     | なし     |
| 3)ポンプ吸入側弁を絞るか            | あまり絞らない             | 絞る                    | 余りない     | /         | 絞る             | なし            | なし         | なし         | なし     | なし     |
| 4)流量調節は旨く行くか             | あまり期待出来ない           | 旨くゆく                  | /        | /         | 旨く行く           | 余りやらない        | 旨く行く       | /          | /      | /      |
| 5)弁の型式により効果は変るか          | 変ると考える              | /                     | 不明       | /         | /              | 変らない          | 変る         | /          | 大きく異なる | /      |
| 6)過巻ポンプの実用吸入限界はどれ位か      | - 5 m Aq            | /                     | 不明       | -3.7 m Aq | /              | -6.5 m Aq     | - 4 m Aq   | /          | /      | /      |
| 7)海水吸入口から側流をとることあるか      | ある                  | なし                    | なし       | /         | なし             | なし            | あり         | なし         | あり     | あり     |

| 船名                        | 11            | 12           | 13        | 14         | 15        | 16        | 17         | 18      | 19             |
|---------------------------|---------------|--------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|---------|----------------|
|                           | ぼうとらつた丸       | 扇島丸          | ぢえらるとん丸   | 伸陽丸        | はりえつと丸    | 大隅丸       | 邦明丸        | 住吉丸     | 新勝丸            |
| 8)排水するタンクの切り換え時、ポンプを止めるか  | 止めない          | 止めない         | 止めない      | 止めない       | 止めない      | 止めない      | 止めない       | 止めない    | 止めない           |
| 9)吃水計測はどの様にしているか          | タンク切換、積荷シフトの時 | 荷役中断時、岸壁より計測 | 余り行なわれない  | 岸壁、梯子により見る | 目で見る      | 適時        | 実測         | 実観測     | 成る丈、タンクの測深毎に行う |
| 10)船体強度は如何に考慮しているか        | ホヅ、サグを考慮      | ホヅ、サグで考慮     | ホヅ、サグを考慮  | 曲げ応力で考慮    | 極端な場合のみ考慮 | 余り必要なし    | 過度の曲げを考慮する | 必要なし    | 曲げ応力、局部応力を考慮   |
| 11)ヒール調整することあるか           | 空船時はあり        | 殆んどなし        | バラスト時のみあり | しばしば行う     | 殆んどなし     | なし        | あり         | あり      | 殆んどなし          |
| 12)バラスト排水時のトリムはどれ位か(艀トリム) | 1~2 m         | 約 2 m        | 0~2.5 m   | 渡へ時、最少 1 m | 1 m~6 m   | 渡へ時、3 m   | -2 m~+4 m  | 2~3 m   | 1.5 m~3.0 m    |
| 流量調整                      |               |              |           |            |           |           |            |         |                |
| 1)タンク吸入弁の半開を多用し、効果あるか。    | 使用する、効果あり     | 渾え時のみ、効果あり   | 使用する、効果あり | 使用する、効果あり  | 使用する必要故   | 使用する、効果あり | 使用する、効果あり  | なし      | 余り使用せず         |
| 2)ポンプ吐出側弁を絞るか             | 絞ることあり        | なし           | なし        | 絞る         | 絞る        | 絞る        | なし         | なし      | 絞る             |
| 3)ポンプ吸入側弁を絞るか             | 絞る            | なし           | 絞る        | /          | なし        | 絞る        | 絞る         | なし      | なし             |
| 4)流量調整は旨く行くか              | /             | なし           | 旨く行く      | 旨く行く       | /         | 良好        | 旨く行く       | 不明      | ほぼ旨く行く         |
| 5)弁の型式により効果は異なるか          | /             | なし           | /         | 不明         | /         | 大差ない      | 違いあり       | 不明      | 違うと思う          |
| 6)渦巻ポンプの実用吸入限界はどれ位か       | /             | /            | /         | /          | /         | -6 m Aq   | -6~7 m Aq  | -5 m Aq | -6.6 m Aq      |
| 7)海水吸入口から側流をとることあるか       | /             | なし           | /         | 行う         | あり        | あり        | あり         | なし      | 渾え段階であり        |

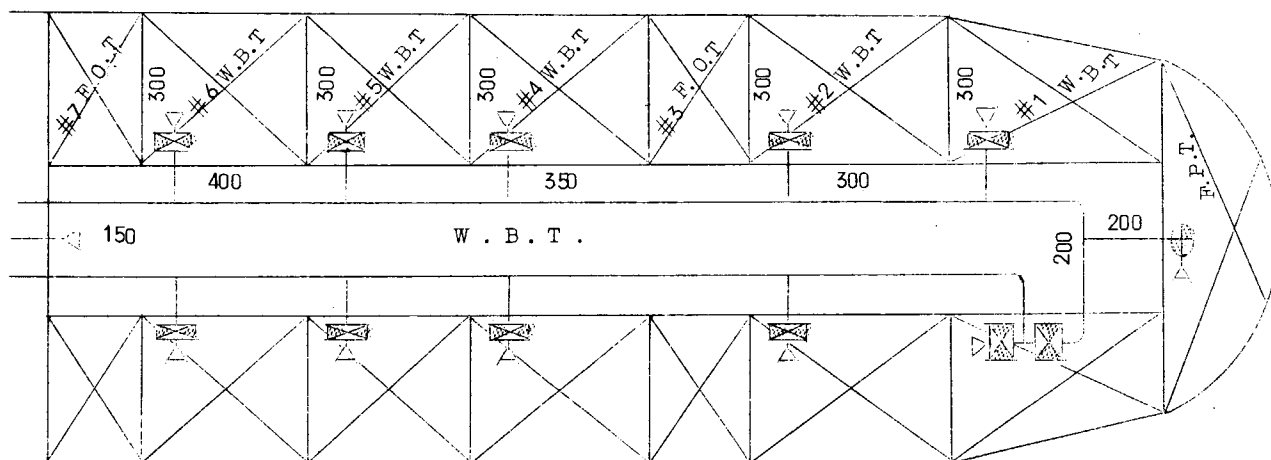
| 船名                                 | 1                                            | 2                             | 3              | 4       | 5              | 6                           | 7                                    | 8                            | 9                 | 10       |
|------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------|----------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------------------|----------|
| 船名                                 | 恵昭丸                                          | 和歌浦丸                          | 香取丸            | VERDALA | AEGEAN MONARCH | 八雲川丸                        | 昭福丸                                  | 邦雲丸                          | 日春丸               | ジヤンリンデン  |
| 操え段階                               | パラストポンプが吸入不良になった時                            | /                             | 水位 300 ~ 400 ㎞ | /       | /              | 水位 200 ㎞                    | 切り換えなし                               | /                            | 水位 300 ㎞          | 水位 500 ㎞ |
| 1)どの状態でエダクター(またはストリップ・ポンプ)に切り換えるのか |                                              |                               |                |         |                |                             |                                      |                              |                   |          |
| 2)ドレンホールが少なくて、ストリップポンプが故障することあるか   | ややある                                         | あり                            | なし             | /       | なし             | あり                          | あり                                   | なし                           | あり                | あり       |
| 3)ストリップポンプ終了は何により確認するか             | 測深による                                        | 測深                            | 吐出の泡で見る        | 測深      | 測深             | 液面計                         | 測深                                   | 液面計                          | 船匠のカン             | /        |
| 4)積荷終了時にストリップポンプも完了したか             | 残水 約 50 T                                    | 完了                            | 完了             | /       | 完了             | 完了                          | 完了                                   | 完了                           | 完了                | 完了       |
| 5)パラストポンプでどこまで引けるか                 | 300 ㎞ 深さ                                     | 500 ~ 700 ㎞                   | 300 ~ 400 ㎞    | /       | /              | 200 ㎞                       | /                                    | 100 ~ 400 ㎞                  | 300 ㎞             | 500 ㎞    |
| 6)ストリップポンプでどこまで引けるか                | 10 ㎞ 深さ                                      | 10 ㎞                          | 5 ~ 10 ㎞       | (75 ㎞)  | /              | 40 ~ 60 ㎞                   | 5 ㎞                                  | 10 ㎞                         | 20 ~ 30 ㎞         | /        |
| 7)ストリップポンプ所要時間                     | 7 ~ 8 Hr                                     | 2 Hr / Taulk                  | 15' / Taulk    | /       | 5 Hr           | 0.5 ~ 1 Hr                  | 0.5 Hr                               | /                            | 0.5 Hr / Taulk    | /        |
| その他の                               |                                              |                               |                |         |                |                             |                                      |                              |                   |          |
| 1)パラスト装置の改良すべき点は何か                 | ・バルブスベンドル<br>・チェンクォーベ<br>・フラットホルド<br>・独立配管する | ・ドレンホール<br>・ポンプ制御<br>・吸入クロクリア | ・主管を増す         | /       | /              | ・レベルゲージの精度向上<br>・現在誤差は±20 ㎞ | ・ストリップラインの独立<br>・フラットホルドに独立配管する      | ・リングメイン方式では非1ヶが断不能となると全系統が死ぬ | ・トップサイドダクを自然排水とした | /        |
| 2)パラストの自動化はどの程度のものを必要と考えるか         | パラスト操作室を設け、1人操作する                            | 必要あり                          | 測深の自動化は必要である   | 完全自動化   | /              | /                           | 操作室を設けリモコン化する<br>二重底用レベルゲージの開発が必要である | 必要あり                         | 自動化の要あり           | /        |

| 船名                               | 11                                                         | 12                              | 13               | 14                     | 15                            | 16                                     | 17         | 18         | 19                           |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|------------|------------|------------------------------|
| 船名                               | ほうとらつた丸                                                    | 扇島丸                             | ぢえらるとん丸          | 伸陽丸                    | はりえつと丸                        | 大隅丸                                    | 邦明丸        | 住吉丸        | 新勝丸                          |
| 深え段階                             | 1)どの状態でエダクター(往たはストリップ・ポンプ)に切り換えるのか<br>水位 600~800           | 水位 約300                         | 水位 500           | /                      | /                             | 水位 500                                 | エア混入し始めた時  | 水位 500     | /                            |
| 2)ドレンホールが少なくて、ストリップポンプが故障することあるか | トリムあれば故障なし                                                 | 故障なし                            | トリムあれば故障なし       | 故障なし                   | /                             | 泥土もあり20~30は排水不能                        | 故障することあり   | 故障なし       | 最終段階で故障あり                    |
| 3)ストリップポンプが終了はにより確認するか           | 測深により                                                      | 測深と音                            | 測深               | 測深                     | /                             | 測深、ポンプ吸入状態                             | 測深         | ポンプ吐出状態    | ポンプダメージ等時には直接観察              |
| 4)積荷終了時にストリップポンプも完了したか           | 完了しないことが多い                                                 | 完了する                            | 完了した             | 完了した                   | /                             | 未完の例、2度あり                              | 完了した       | 完了した       | 完了した                         |
| 3)バラストポンプでどこまで引けるか               | 水位 450~800                                                 | 水位 500~300                      | 水位 500           | /                      | /                             | 水位 500                                 | 水位 150~300 | 水位 300~500 | 水位 300                       |
| 6)ストリップポンプでどこまで引けるか              | 水位 30~40                                                   | 殆んど0                            | 水位 50            | 水位 50                  | /                             | 水位 10~30                               | 水位 20~30   | /          | 水位 10                        |
| 7)ストリップポンプ所要時間                   | 約1時間                                                       | 20~30分                          | /                | /                      | /                             | 1~2.5H (各P&S)                          | 30' (各タンク) | /          | /                            |
| その他の                             | ストリップポンプが欲しい<br>・ストリップポンプが欲しい<br>・バルブ操作をもつと軽く<br>・測深をフロッグに | 測深の他、ピンプホールが欲しい<br>・バルブ操作をもつと軽く | ポンプの発停を甲板部で行ないたい | 測深の改善<br>・ポンプの甲板部よりの制御 | ストリップポンプが欲しい<br>・ストリップポンプを設けた | ポンプの容量増大<br>・ストリップポンプの設置<br>・バルブ操作の動力化 | /          | 自動測深装置     | バルブ操作をもつと軽く<br>・ストリップポンプの迅速化 |
| 2)バラストの自動化はどの程度のものを              | 自動集中制御によりバラスト排水の迅速化が必要なり                                   | 自動集中制御                          | 係船の方が苦勞が多い       | シーケンス制御                | 理想として無人化                      | 自動集中制御としたい                             | 必要性多いにあり   | 必要あり       | リモコンは必要油圧式で信頼性の高い            |

(3) 積荷・排水順序例

1. 船 名 ぼうとらつた丸
2. 載 貨 重 量 93, 356 K.T.
3. 船 の 種 類 鉍 石 船
4. 積 荷 1 R O N Q R E P E L L E T S
5. 積 地 P O R T L A T T A T A S M A N I A
6. 揚 地 和 歌 山 住 友 金 属
7. 積 荷 方 式 ベルト・コンベヤー 1 S e t × 2, 750 T / H R
8. バラストポンプ 電動渦巻 2 S e t s × 1, 800 m<sup>3</sup> / H r × 25 m
9. 主 要 寸 法
 

|        |   |       |   |       |   |       |
|--------|---|-------|---|-------|---|-------|
| Lpp    | × | B     | × | D     | × | d     |
| m      |   | m     |   | m     |   | m     |
| 237.00 | × | 38.50 | × | 19.30 | × | 14.12 |



W.B. PIPING DIAGRAM

貨物積付実態

バラスト排水実態

| 10  | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 所要時間<br>(h 累計)    | 能力<br>(排水累計)             |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------|--------------------------|
| 1)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 4'10"<br>(24,100) | 2,350 T/hr<br>(9,900 T)  |
| 2)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 4'05"<br>(22,000) | 2,720 T/hr<br>(26,180 T) |
| 3)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 4'35"<br>(33,500) | 2,170 T/hr<br>(34,150 T) |
| 4)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 4'17"<br>(28,000) | 2,340 T/hr<br>(42,900 T) |
| 5)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 4'03"<br>(20,100) |                          |
| 6)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 3'40"<br>(23,450) | 2,760 T/hr<br>(52,080 T) |
| 7)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 4'40"<br>(26,150) |                          |
| 8)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 3'30"<br>(20,000) |                          |
| 9)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 3'40"<br>(33,400) |                          |
| 10) |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 2'10"<br>(35,500) |                          |
| 11) |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1'15"<br>(37,050) |                          |
| 12) |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |                          |

ポンプ

主海水冷却水兼バラストポンプ (電動渦巻面吸式)  
 バラストポンプ ( " )  
 1,800 m<sup>3</sup>/hr × 25/18 m, 1台,  
 1,800 m<sup>3</sup>/hr × 25 m, 1台,

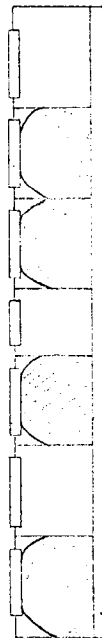
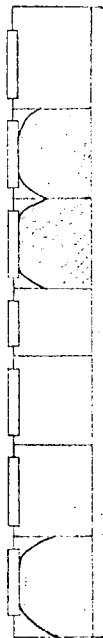
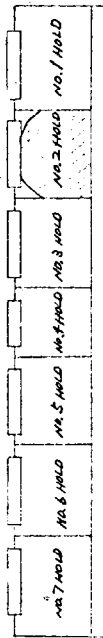
NOTE: —

1) 積設下前ひの器, 実際は 4日20h 50' 等したが, 積設時間  
 は左記の如し.  
 2) バラスト排水には 各々 1時間のストロピングを含んでゐる.

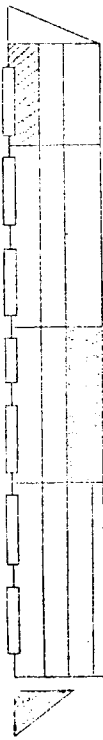
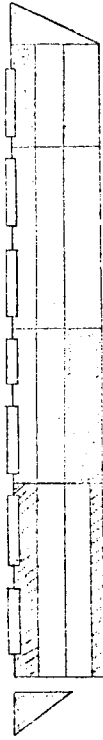
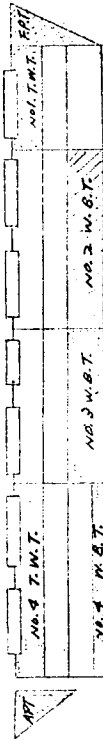
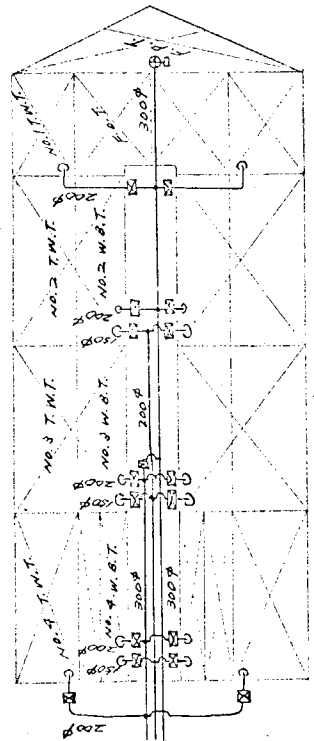


“シヤパンリンデン・積込排水順序”

7 6 5 4 3 2 1



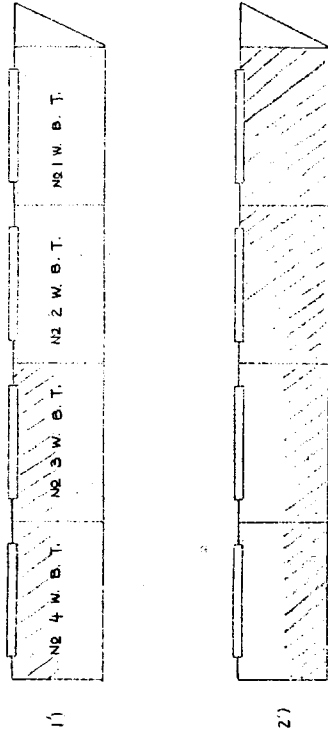
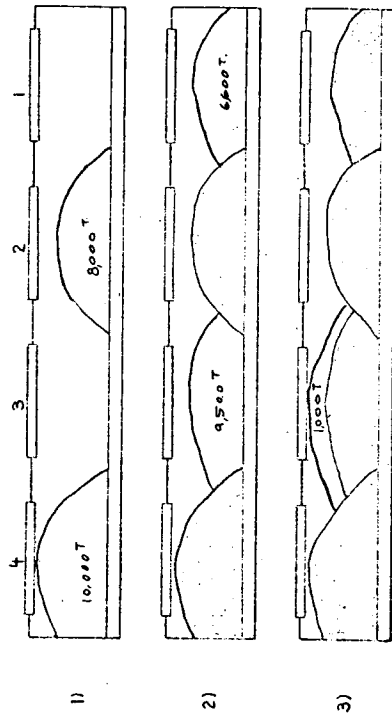
Lpp x Bm x Dm x L  
183.00 m 30.00 m 16.80 m 10.50 m



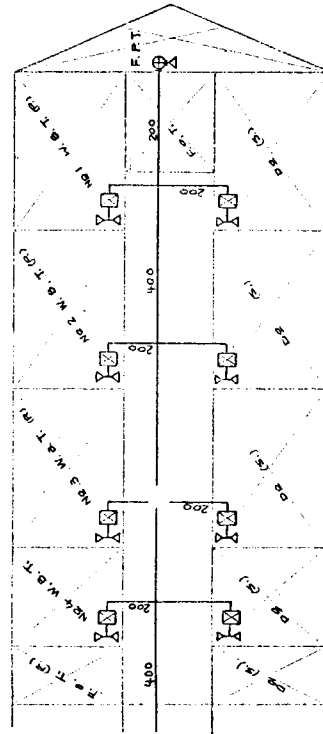
- ◎ 積込地, (積込), 干葉, (鉄磁石)
- ◎ ローダ能力, 1500 T/Hr x 2 sets,
- ◎ 積高, 故 37,000 T
- ◎ 所要時間, (能率) 20 Hr (Net) (1,850 T/Hr)
- ◎ バラストポンプ, バラストポンプ 700 T/Hr x 22 m, x 1 set
- ◎ ストラクチュアポンプ 200 " x 30 m x 1 "
- ◎ ビルジポンプ 20 " x 35 m x 1 "
- ◎ エグジット 5 " x 14 m x 1 "
- ◎ バラスト塔容量 15,000 T

“香取丸”積荷排水順序

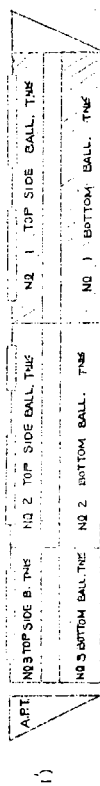
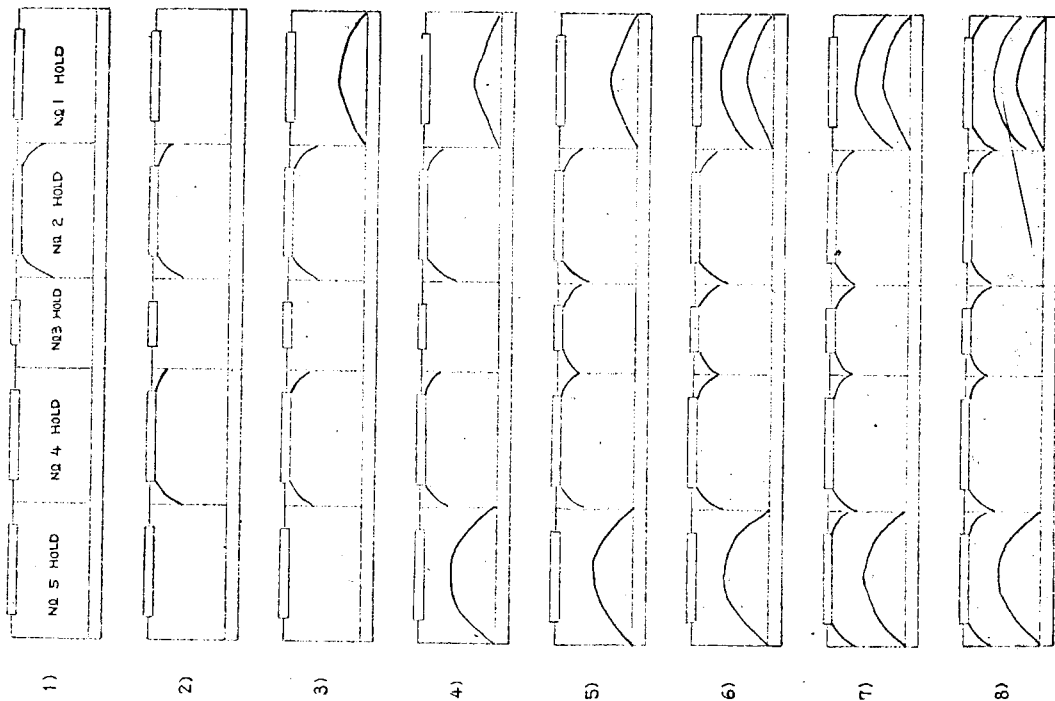
LFP X BM X DM X d  
183'00 X 30'00 X 14'90 X 10'055



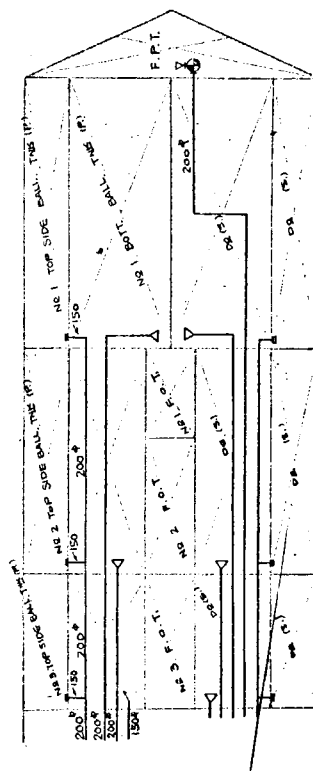
- ① 積地 (積荷) ビサカハタム (インド) (鉄鉱石)
- ② 揚地 富士炭鉄 灰畑
- ③ ローダー能力 625 T/Hr (正式の積地は不明)
- ④ 積高 36,000 T
- ⑤ 所要時間 (能率) 22M 28' (NET) (1600 T/Hr)
- ⑥ バラストポンプ 500/250 T/Hr X 30/60 M X 1 set.
- ⑦ 排水兼雑用ポンプ 500/250 T/Hr X 30/60 M X 1 set.
- ⑧ ビルジ兼 バラストポンプ 20,835 T
- ⑨ バラスト塔載置



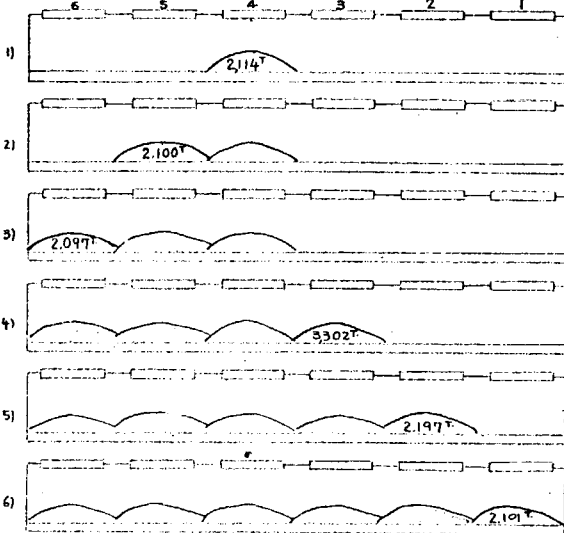
|                     |          |                    |          |                    |          |                     |
|---------------------|----------|--------------------|----------|--------------------|----------|---------------------|
| $L_{PP}$            | $\times$ | $B_{M.}$           | $\times$ | $D_{M.}$           | $\times$ | $d.$                |
| 190.00 <sup>m</sup> |          | 28.00 <sup>m</sup> |          | 16.20 <sup>m</sup> |          | 10.724 <sup>m</sup> |



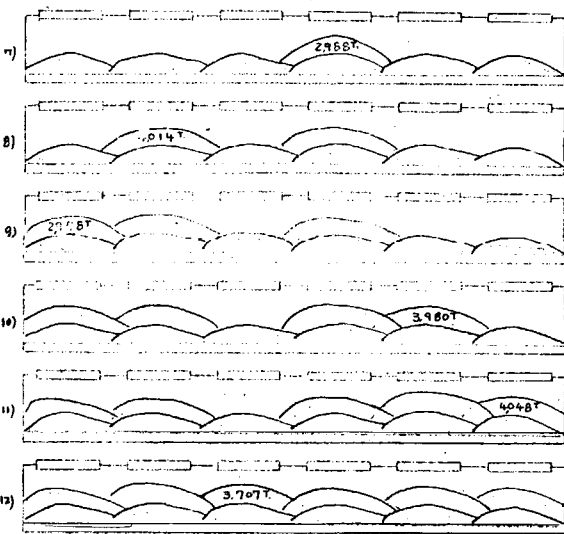
|             |                               |             |   |                    |          |
|-------------|-------------------------------|-------------|---|--------------------|----------|
| ◎ 積地 (福指)   | 77 アドストン (元炭)                 |             |   |                    |          |
| ◎ 場池        | 福山                            |             |   |                    |          |
| ◎ ロ-ゾ-能方    | 1,600 74r                     |             |   |                    |          |
| ◎ 積高        | 約 36,000 T                    |             |   |                    |          |
| ◎ 所要時間 (能率) | 38 1/2 35' (Gross) (990 T/hr) |             |   |                    |          |
| ◎ バラストポンプ   |                               | 500/100 74r | X | 25/65 <sup>m</sup> | X 1 set  |
| 清水泵 バラストポンプ |                               |             |   |                    |          |
| 清水泵 粗排水ポンプ  |                               | 500/100 "   | X | 25/65 <sup>m</sup> | X 1 set  |
| ビルジ集ストリッパ   |                               | 20 "        | X | 25 <sup>m</sup>    | X 1 set  |
| ◎ バラスト搭載量   |                               |             |   |                    | 115,24 T |



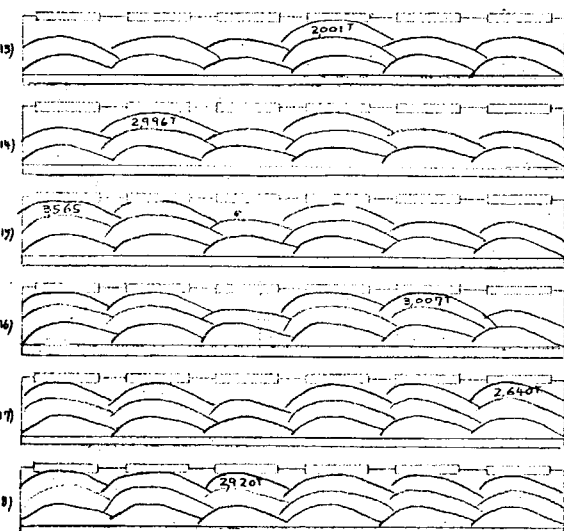
積荷地  
コキ=ホ



カレナラ



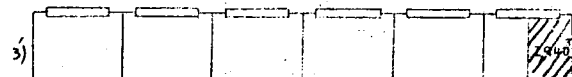
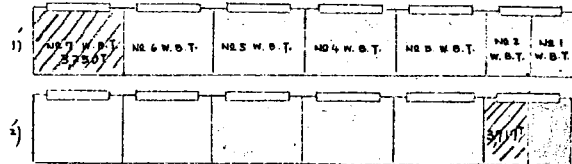
チヤナラ



邦雲丸 積荷排水順序

$$L_{pp} \times B_m \times D_m \times d$$

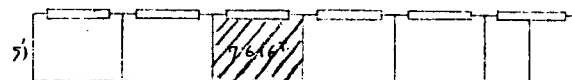
215.00 31.60 17.70 11.59



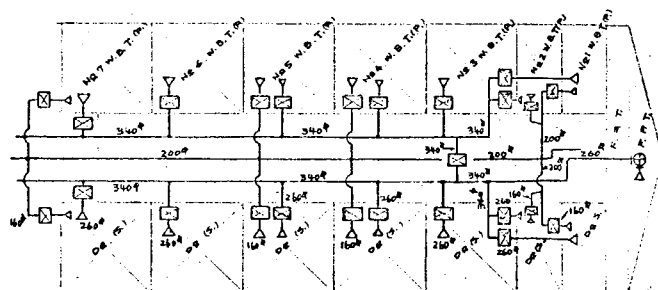
NOTE

- 1) ロ-プ-9形式 コキ=ホ 1本  
コキ=ホ { 3HOLDまで初動可能  
3HOLDを超えればSHIFT要  
カレナラ { 1HOLDまで初動可能  
チヤナラ { 1HOLDまで初動可能

- 2) コキ=ホで積荷作業時間が長くなる場合は ロ-プ能力小  
又 UNION RULE (労働基準法) に従う



- ◎ 積地 (積荷) テリ (コキ=ホ-カレナラ-チヤナラ) (鉄板)
- ◎ 揚地 埠 (11 倍鉄板)
- ◎ ロ-プ-能力 コキ=ホ (400 7/4r) カレナラ, チヤナラ (1,200 7/4r 1,300 7/4r)
- ◎ 積高 52,755T
- ◎ 所受時間 (船中) コキ=ホ-92M (150 7/4r) カレナラ-22M 25' (965 7/4r) チヤナラ-27M 20' (630 7/4r)
- ◎ バラストホ-7°  
バラストホ-7° 1000 7/4r x 30M x 25Set  
消火, ビルジホストリッピンホ-7° 250/100 7/4r x 35/70 x 1Set  
消火兼雑用水ホ-7° 200/100 7/4r x 35/70 x 1Set
- ◎ バラスト搭載量 25,167T



#### (4) 実態調査解説

調査は質問を記載したアンケートに回答を求める形式で行なった。アンケートは約 30 通発送し、20 通の回答を得た。さらに、実情を十分に知るため、回答のあつた 20 隻のうち 7 隻には訪船して直接操船者の体験、感想を聞いた。

調査した船の大半は鉄鉱石運搬船であつたがその他、石炭船、木材船、木材チップ船も含まれていた。

鉄鉱石の積荷はほとんどベルト・コンベヤー方式であり、近年その能力が飛躍的に増大しているが、特にオーストラリアの積出設備には  $6,000 \text{ T/Hr}$  のものもあつた。純積込時間は積荷能力により 10 時間と云う早いものもあるが、途中の積荷休止や汐待ち等もあるので全積荷時間はやや長くなっている。

積荷順序はいろいろ変化があり、その都度決定されることも多い様であるが船首より船尾へ、または船尾より船首へと云う例より、前後に交互に積んで行き、最後は船体中央に近い船艙で積み切りを行なっている例の方が多く様である。

積荷開始時のバラスト量は大体 D.W. の 40 ~ 50 % であるが港湾の特殊事情によりもつと多くのバラストを持つている例もある。

バラスト排水は積荷順序に対応して行なわれているが、鉄鉱石船ではバラストタンクの数が少ないこともあり、比較的变化が少ない様である。木材船、チップ船および沖荷役による鉄鉱石船では積荷能力が小さいため、バラスト排水は余り問題となっていない。

バラスト排水順序については各船共、予め決定しているが、積荷港の積荷能力、吃水制限、気象・海象によつて左右されることが多く、予定通りの排水を行なう例は少ない。ただし、各艙への積荷順序は本船より陸上設備へ指示することが出来る例が多く、その意味である程度本船側の排水能力・意図が反映される様になつている。

バラスト排水作業に従事する乗組員数は船会社によつて異なるが、集中制御装置のない船では 3 ~ 5 人がこれに当つている。

ただし、排水準備のための弁の切り換え等は多人数でやる例が多く、機関室内の弁操作も甲板部乗組員が行なう例が多い。

バラスト排水作業は一般に 1 等航海士が指揮しているが、弁の切り換え等の直接判断は当直航海士または船匠が行なっている。

調査船中、バラストタンクの遠隔測深装置を持つた船は 3 隻であり、他は全て手測深によつてゐるため、タンク測深が非常に手間を取つてゐる。また、測深結果の連絡は主に携帯電話によつてゐる。

同時に排水するタンクは両舷 1 対のタンク (計 2 ケのタンク) を引くのが基本方式でほとんどの船はこの方法によつてゐた。

排水するタンクの切り換え時は現在吸引中のタンクがある水位に近付くと次のタンクの吸引弁に操作員が待機し、同時に現在の吸引タンクの閉鎖、次の吸引タンクの開放を行なつて、バラストポンプを停止することなく、タンクの切り換えを行なつてゐる。

バラスト排水中の吃水計測は遠隔指示装置を持つた船以外は比較的困難であるので余り行なわれておらず、荷役の途中で機を見て吃水を確認するのが現状である。

積荷およびバラスト排水中の船体強度上の考慮は当然はらわれねばならない。各船共過度の Hog・Sag を避けるため、積荷計画に当りそれらの点を考慮することには十分に注意を払つてゐる。積荷開始後は具体的に船体強度を計測するのは不可能なので、吃水計測時に Hog・Sag も確認する程度である。

前記のごとく、バラスト排水は左右舷 1 対のタンクを同時に行なうのが普通であるが、ヒールの調整はひんぴん行なわれており、特に排水量の少ない空船に近い状態の時多く行なわれている。バラスト排水上トリムを船尾に大きくとることは極めて好しいが、船型が大型化するにつれ港湾の許容水深に近くなるため、余り過大なトリムは取れなくなる。しかし、ストリップング時はトリムを取ることが必須であり、各船共船尾トリム 1 ~ 3 m を取つてゐる。

このトリム量は船の大きさに余り関係ない。

バラスト排水時の流量調節は平常排水時はほとんど行なわれないが、タンク水位が下つた場合には空気混入を避けるため、行なわれる。流量調節に際し、もつとも一般に行なわれるのはタンク吸入弁の絞りであり、その他、ポンプ吸入弁、ポンプ吐出弁の絞りも行なわれているが、船により吸入または吐出弁の何れかを絞る例が多く、両方共行なう例は例しかなかった。

また、弁の開度調整による流量調節をほとんど行なっていない船もあつた。

主バラストポンプからストリップポンプまたはエダクター排水に切り換えるには各船共、予め主ポンプで引く水位を決めてあり、空気混入等を起さない前に切り換える様にしている。この切り換え水位は 300 ~ 500 mm であり、水位がこれに近付くと、頻繁に測深を行なつて切り換えに具えている。

ストリップポンプ所要時間は各タンク 15 ~ 30 分であるが船によつては相当長時間かかる例もあり、ドレンホルの配置等にも関係ありそうである。ストリップポンプは各船共水位 10 ~ 30 mm まで排水万能であり、トリムまで考えると残水量はほとんどない状態となつている。

現在のバラスト排水装置に対する改善要望のうち最つとも多かつたものは

- タンク測深装置の遠隔指示と精度向上
- ストリップポンプラインの独立配管
- バルブ操作の負担減少または動力化

であつた。何れも中小型専用開船と同じ考えのものが、大型専用船にもそのまま設備されており、荷役装置の高効率化とからまつてバラスト排水装置の隘路となつているものであろう。

また、実際の操船者が期待しているバラスト排水装置の自動化では、その必要性は広く強調されており、特にポンプの甲板部よりの遠隔操作が要望されている。一般には現在のタンカーで行なわれているごとき遠隔集中制御方式を望む声が大きく、自動化に対する具体的な構想は得られなかつた。

唯、集中制御方式の場合もあくまで信頼性のある機器の開発が前提である事を強調された。

さらに、係船作業の自動化、無人化の方が優先すべきであると云う意見もあつた。

#### (5) バラスト注排水シーケンス制御への展望

前述の実態調査において要望された検討事項は装置および機器の双方に涉つているが、装置に対するもので多かつたのはバラストストリップポンプに関するものであつた。

すなわち現状では専用のストリップポンプ管、ストリップポンプを持つた撤貨船は少なく、他タンクのバラスト排水中にストリップポンプを平行して行なうことが出来ない、またベルマウス位置、ドレンコース等もタンカーに比して十分に検討されていない点がある。

機器の内、最も要望の多いのはタンクレベルゲージの改善であつた。現状のもので  $\pm 20$  mm の error があるがこれでも不十分であるとのレポートもあつた。実際は一般にもつと大きな誤差があると考えられる。バラストラインにおいては液体の比重補正は不要であり、この点タンカーより容易であるが、高度集中制御においては引き切り状態の確認が必要である。引き切り終了を正確に報知する装置はまだ開発されていない。

ポンプの制御も回転数、流量調節まで完全に行なわれている例は少ないが、技術的には大して困難とは思われない。現在装備されている制御用機器に対する信頼度は必しも高くなく、信頼性の少ない自動制御よりも確実な手動制御の方が好しいと云う声もあり、各種機器の信頼性を高めることは高度集中制御に対する大前提であると言える。

なお、吃水、船体強度の確認は現在では仲々困難なものであるが、集中制御船においては比較的容易になると思われる。

撤貨専用船は一般に荷役設備を装備せず、陸上設備によつて行なっている。このため、本船から荷役を制御することは出来ない。しかし、荷役シーケンスについては本船から陸上に指示することが出来るので、集中制御方式としてはシーケンス制御とする。

そのためにシーケンス決定が集中制御の中で大きな比重を占めることになり、この過程で十分な試算が行なわれて

より最適なシーケンスを選択することが能率の要点となる。

積荷およびバラスト排水開始後はいろいろな制御方式が考えられるが、ここでは上記シーケンス決定の試験時に得られたデータに追随して行く方法で考える。

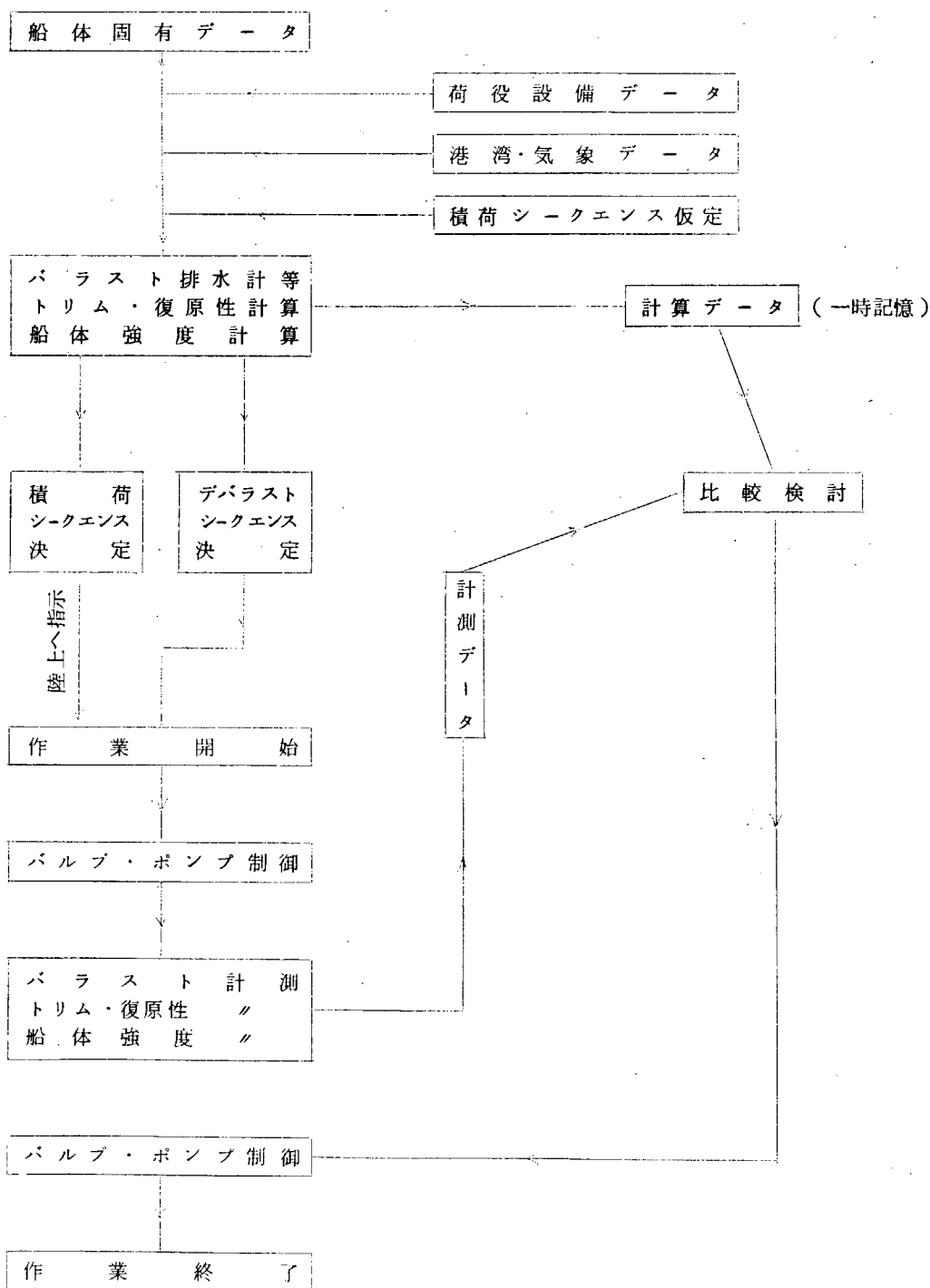
すなわち、決定されたシーケンスに関する時間ごとの吃水、トリム、残水量等のデータは一時記憶装置に入れられる。作業開始後は、上記データに相当するものを計測し、予測データと比較したらバルブ、ポンプを自動制御する。

不測の状態が発生した場合は警報を出し、シーケンスの人為修正を行なうものとする。

なお注水については排水の主旨を生かして行なう。

以上に述べた制御方式はあくまで一つの試案であり、別な方式も考えられるが、現在のバラスト作業の実情に即したものと一応まとめたものである。

撤貨専用船バラスト排水の高度集中制御の為のブロック・ダイアグラム(概略)



### 1.2.3 液面計実態調査

船用の液面計として現在考えられているものを分類すると次表のようになる。

| 種 類       | 発 信 形 式   | 主 用 途       |                    | 精 度 | 船 用 実 績 |
|-----------|-----------|-------------|--------------------|-----|---------|
|           |           | 液 位 計 測     | 液位警報または<br>レベルスイッチ |     |         |
| エアバージ式    | 空気、電気     | ○           |                    | 普 通 | 多 い     |
| フ ロ ー ト 式 | D I S K 形 | ワイヤ、電気      | ○                  | 良 い | 多 い     |
|           | 球 形       | 電 気         | ○                  | 良 い | 少 い     |
|           | 近接スイッチ付   | 電 気         | ○                  | 良 い | 少 い     |
| 音 波 式     | 可 聴 音 波   | 電 気         | ○                  | 良 い | 比較的に多い  |
|           | 超 音 波     | 電 気         | ○                  | 良 い | 〃       |
| 静 電 容 量 型 | 電 気       | ○           |                    | 普 通 | 少 い     |
| サ ル ロ グ 式 | 電 気       | ○<br>(主に吃水) |                    | 普 通 | な し     |

エアバージ式は、誤差が1%以上であること。および比重補正の必要があること等の問題がある。

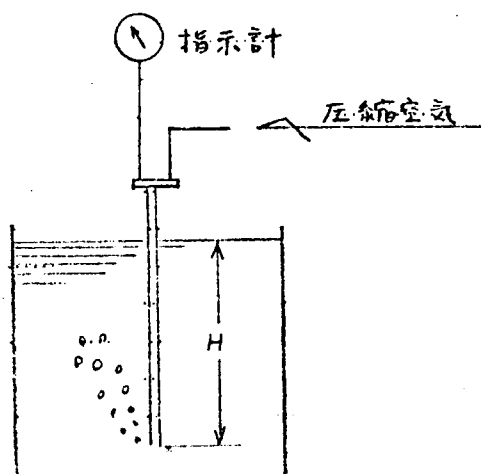
フロート式(DISK形)は複雑な構造のタンクや、ORE/OIL等混載船のOIL TANKに用いることはできない。

音波式は精度は高く、また、タンク構造による制限が比較的に少ない。

#### (1) エアバージ式液面計

##### (a) 原 理

タンク内の液の液面に底面までパイプを挿入し、上部より圧縮空気を送ればパイプ内の液体はパイプの先端から押し出され、遂には空気が先端より気泡となって逃げだす。このときのパイプ内の空気圧(タンク内の液がパイプ底面に作用する圧力)は液の深さHに相当する圧力となる)、これ以上高くないので、このときの圧力を液の比重で割って液の深さを測定するものである。



$$P = H\rho \quad H = P/\rho$$

P : パイプ内の圧力

H : 液面の高さ

$\rho$  : 液体の比重

荷油タンクの様な密閉タンクの場合は上部空気の圧力が加わるので、差圧変換式とする。これは気体の圧力を別にとり液の圧力から差引く装置にしなければならない。

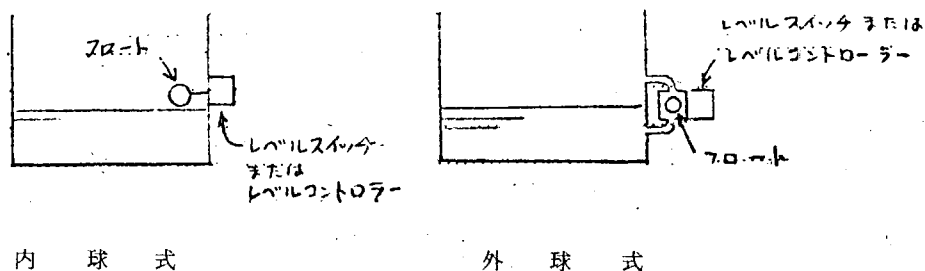
#### (2) フロート式 液面計

##### (a) D I S K 形

測定液面に浮べたフロートは甲板上に設置した液面計内のドラムにワイヤで結合されフロートとバランスする張

力でドラムの回転がとまり液面を標示する。遠隔指示する場合はドラムの回転をセルシンの多回転として指示計のセルシンに電送してセルシンで動力でデジタルまたはアナログに指示する。

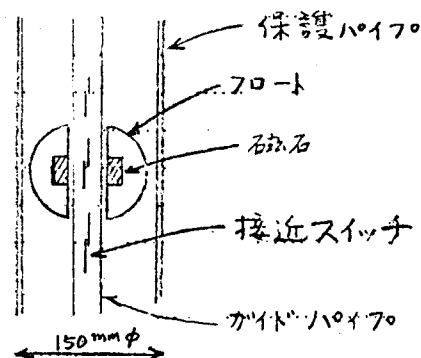
### (b) 球 形



液面変化によりフロートが上下し、近接スイッチがON-OFFレベル警報等を行なう。またはパイロットバルブを操作して液位に比例した信号空気圧力を指示計に送り液位を指示することもできるが、測定範囲は $\pm 200$  mm (400 mm)程度である。

### (c) 接近スイッチ付

右図の様に、ドーナツ形のフロートがガイドパイプにそって上下する。フロートには永久磁石が内装されており、ガイドパイプには接近スイッチが並べてあるので、液面の変化によりフロートが動くとフロートの位置の接近スイッチがONとなり液面を指示する。油タンクの場合は防爆形となる。



## (3) 音 波 式

### (a) 液 面 測 定

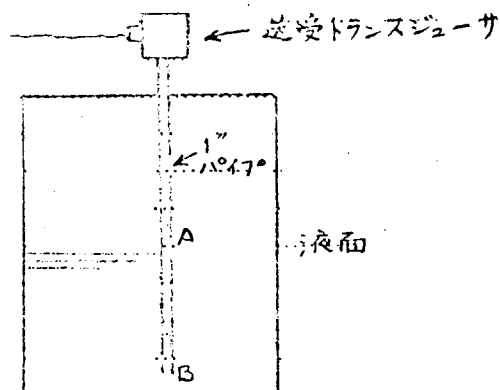
可聴音波を液面の上部より空間を介して発射させ、液面から音波が反射され受信されるまでの時間により空間の距離を求めるものである。

音波の送受は1"のパイプを通して行なう。これは自由空間の場合、音波の拡散による減衰、外来雑音の影響、液面の動揺による精度の低下等を防ぐためであるが、また、パイプを用いることにより次に示す積極的な精度の向上を計ることができる。

音波の速度は気体の温度、種類、成分により異なる。

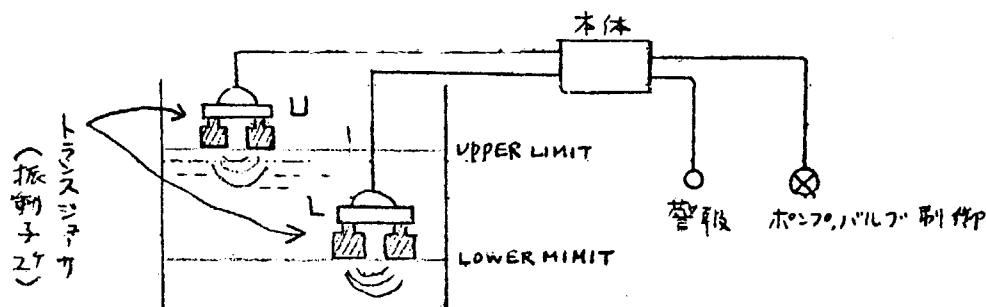
この誤差を小さくするためにパイプの中に1 mの間隔に穴または突起物を設け、ここから固定反射波が発信される様にする。この固定反射波の振巾は波面からの反射波の振巾の $1/10$ 程度になる様にしておく。こうすることにより固定反射波の数をかぞえることにより空間の距離をメートル単位で知ることができる。次に液面のすぐ上の固定反射をn番目とするとn-1番目とn番目の反射波の時間差でn番目と液面からの反射波の時間差を割つたものに100をかけたものがn番目の反射点から液面までの距離をセンチメートルで表わしたものになる。

したがって、この装置の原理的な誤差はn-1番目からn番目までとn番目から液面までの音速に差がある場合である。すなわち、液面上1~2 mの気層の状態が不均一の場合で、加熱される荷油タンクの場合最大10 cmの誤



差があるとされている。水タンク等の場合はこの誤差はほとんどないと云われている。

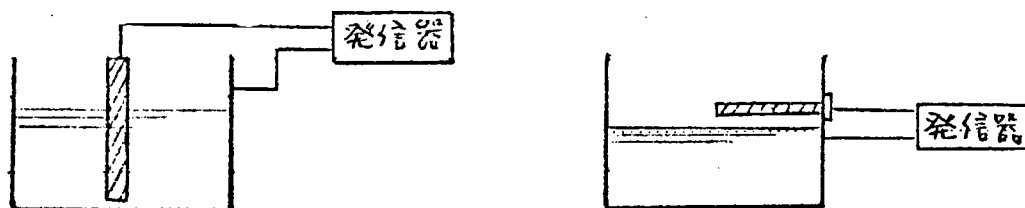
(b) 液面警報、制御用



超音波の減衰率は空気中と液中では大きく異なる。(水と空気の場合1:1000、即ち60 dBの差) この性質を利用して、警報、制御用には超音波を用いる。UPPER LIMITを検知、制御するには上図の様にUトランスジューサ面に液が接触すると超音波導通を起し、本体の増巾器が発振し、マイクロスイッチが作動する。

LOWER LIMITの場合は逆の関係になるので回路を逆にしておく。

(4) 静電容量型



液面測定

液面警報、制御

液面測定の場合は上図(左)の様に電極を液面に垂直に入れると液面の上下による電極のぬれる割合の変化が誘電率の変化となるのでこれを指示するものである。すなわち、液面の変化を電気抵抗の変化に変えるわけである。

液面警報、制御の場合は上図(右)の様に電極を液面に平行に入れる。

この方式の欠点は液の種類により誘電率が異なること、および同一の液でも不純物が混入すると誘電率がかわることである。

(5) サルログ式

従来船の速度を測定する為に多く用いられているが、動圧部をとり、静圧測定を液面計として用いることが考えられる。ペーロス内の空気の圧力を電気に変換して指示するものである。

## 2. 係船装置の適応制御方式の開発

### 2.1 概 要

#### 2.1.1 システムの概要

長年月にわたり実用化されて来た係船索による船体係止法が現在もなお行なわれているが、作業の内容が複雑で多くの人手を要し、また外乱の影響を受けやすいため自動化が非常に困難である。そのため船舶乗員の作業量のピークは離岸の係船作業時にあらわれる。

その原因と考えられるものは

- (イ) 港湾施設の不統一や不備により船側で画一的な計画が出来ないこと。
  - (ロ) 係船作業に要する情報は正確かつ信頼度の高い事が必要であり、これらの情報の検出、伝達機構が開発されていないこと。
  - (ハ) 従来の索取作業が港湾施設、気象海象によつて高度の判断を要し、また、索取順序や方法が多様であり、かつ、機械化する事が困難であること。
- 等があげられる。

係船作業は船側の単独作業でなく係船場所の港湾の状況、設備配置および港湾側の人的協力にも左右される。

全ての船型船種が全ての港湾に対して通用する様な自動係船システムを開発する事は、困難と考えられる。ここでは実態調査の分析結果をかん案しつつ、対象船としては巨大タンカを選び係船場としては一般の岸壁を考え、曳船により所定位置に接岸されるものとした。このシステムは多少の変更により、または応用操作により一般船舶にまたドルフィン、ブイ等の係船にも応用化出来ると考えられる。

投揚錨については係船程制約をうけず、主として海象、気象水深底質等が条件決定の基になるので船橋操作による省力化と必要情報の集中監視による操作者の判断の確実安全の向上を考えた。

#### 2.1.2 係船システムの構成

##### (1) 係船機器と係船索

ウインチ、ウインドラスは電動油圧式を考え、また、防爆を考慮する。

また、機器類は極力メンテナンスつりの構造とし、遠隔制御出来るものとする。

係船索は42 %φ鋼索でヘッドライン4本、スタンライン4本、スプリングライン2本×各舷、プレストライン2本×各舷、(計画想定船を20万屯型タンカーとしたため)。左舷付の場合は右舷側のプレスト、スプリングラインは使用せず、右舷付の場合も、同様に考える。ヘッドライン、スタンラインは左右舷共用とする。

接岸中の増索は自動化の対象とせず、作業は陸員によるものとし必要機器のみ本船に装備する。

また、フェヤリダーは係船索と1対1の対応をせしめ共用はしない。

##### (2) 緊急脱出

強風等によつて船位保持が困難な場合、船橋に警報を発し状況によつては港外脱出を考える。

##### (3) 鋼索のハンドリングと係止

索は全てワイヤードラム巻きとしボラート係止は考えず、舷側までのワイヤーの導索も機械化する。

各索はそれぞれ単独に操作可能にするため1ドラム1ウインチ方式とする。

ワイヤードラムより舷側までのワイヤー導索機構は省力化に大きな影響をおよぼすところであるので完全自動化をする必要があり、ピンチローラー方式、トロリ方式、コンベヤ方式等で行なう事が考えられる。

索が索取艇に渡され所要の陸岸ピットまで運搬される場合に索取艇の運動を拘束しないためワイヤードラムの操出し速度は相当高速である事が必要で索取艇のスピードを最高6Kとするならば索の操出し速度は180<sup>7</sup>/分程度が必要に

なる。

しかし、ワイヤードラムは必ずしも機力操出しの必要はなくクラッチを断ち索の張力を操出しに利用する事も出来るが、この場合にはガバナーブレーキが必要で適当に制速をしないと必要以上操出しスピードが上昇し、索取艇が危険にひんする事があり得る。

#### (4) 索の張力調整と船位の保持

巨大船を索により係船する場合、取り扱いが便利で、フレキシブルな繊維索では強度が不足であるので、もしこれを使用するならば極めて多数の索を使用せねばならず係船装置は極めて複雑になる。そのため前述のごとく鋼索を使用する事を定めたが、鋼索を使用してもヘッドライン、スタンライン、プレストライン、スプリングラインはそれぞれ単一の索にする事は索が極度に大径となり、ハンドリング不可能である。そのため索のハンドリングの限界といわれる。42 %φ 鋼索で計画したが、それでも索は複数になる。

係船中外乱または排水量の変動により船体と岸壁との相互関係が変動すると索の張力が変動し、単なる索の固定では各係船索グループのそれぞれの合計張力が所要安全荷重内にあつても、各索の張力に不均衡を生じ、単独の索には大きな張力が作用し、破断するおそれがある。1本の索の破断は他の索の張力を増し、順次索が切断しこれにより他のグループの索は張力を増し、順次破断してついには船位の保持が出来なくなるおそれがある。このためヘッドライン、スタンラインその他の各グループごとに索の張力を検出し各グループ内の張力のエコライジングを行なう必要がある。

エコライジングには張力の検出機構と演算機構が必要である。

各グループの索の張力をエコライジングする事により索の安全性は増大するがこれのみでは、各グループ内の処理にすぎず船位の変動や各グループの内には、張力の増大するおそれがあるものも出る。

また船の吃水、トリムが変化すると索の張力や船位が変動する。

これらに対応するため係船システムとして総合的な船位保持と張力の調整機構が必要である。またこの様に調整を行なつても船位保持に必要な張力の大きさが設定値を超えれば増索や港外離脱が必要になるのでそのための警報装置をもたねばならぬ。

#### (5) 張力と船位検出

張力の検出には舷側フエヤリダ、導索機構あるいはウインチに張力検出用センサーを装備する必要がある。これにはストレインゲージ、油圧、3ローラー張力計等の装備が考えられる。

船位の検出には岸壁と船体との変位を検出せねばならぬ。

このためにはトートライン方式、超音波方式、光線の反射、機械的測定方式等を利用することが考えられる。

#### (6) コンピュータによる船位の保持と張力の調整

船位の保持と張力の調整は相関するので前述の各種検出機構よりの情報を基にして即応的に演算を行ない末端のウインチを適宜操作せねばならない。

このためには当然コンピュータの使用が必要である。

この計算は相当複雑となるので相当な容量の演算能力を必要としよう。

### 2.1.3 新係船方式

以上に述べたのは従来の方式を基にして発展せしめたものであるが、将来はまったく画期的な新係船方式の開発が期待される。

その突破口としては、特に航路の限定された船舶(例えばフェリボート コンテナ船専用船等)では港湾施設や岸壁施設と船舶の係船システムをマッチングさせて港内自動誘導システムの開発とあいまち現方式にとらわれないまったく新しい係船システムを開発する必要がある。

#### 2.1.4 投揚錨システム

投揚錨システムは機能が極めて確実でないと危険であるが省力化と操作の機敏性、作業環境の改善の面から船橋コントロールを考えた。

錨および錨鎖等は従来使用されているものを考えたウインドラス、チェーンコンプレッサー等の船橋よりの遠隔操作は技術的に問題はないと思われる。

船橋よりの制御のためには船首水面附近の障害物や錨の状況の確認、錨鎖の方向張り具合等数量的に表現しにくい情報が必要であつてこのためには、テレビカメラの使用が考えられる。

また、錨鎖の操出し長さ、錨鎖の張力を知る必要があるが、これは技術的には簡単である。

投揚錨には周囲状況を操船者が知る必要がある。船速（対地）、回頭の状況、海流、風行、風速、陸岸や暗礁等の障害物と自船との相対的位置等がこれであつてこれに対してはドップラ速度計、レーダー、ジャイロ、流速計、機関の状況等を前記の情報と同時にチェック出来る様にまとめたコンソールが必要と思われる。

この他に底質や海底における錨の位置、爪の掛り具合把持力等を何等かの方法でチェック出来る事が可能であるならば万全であるが、これは今後の開発が必要である。

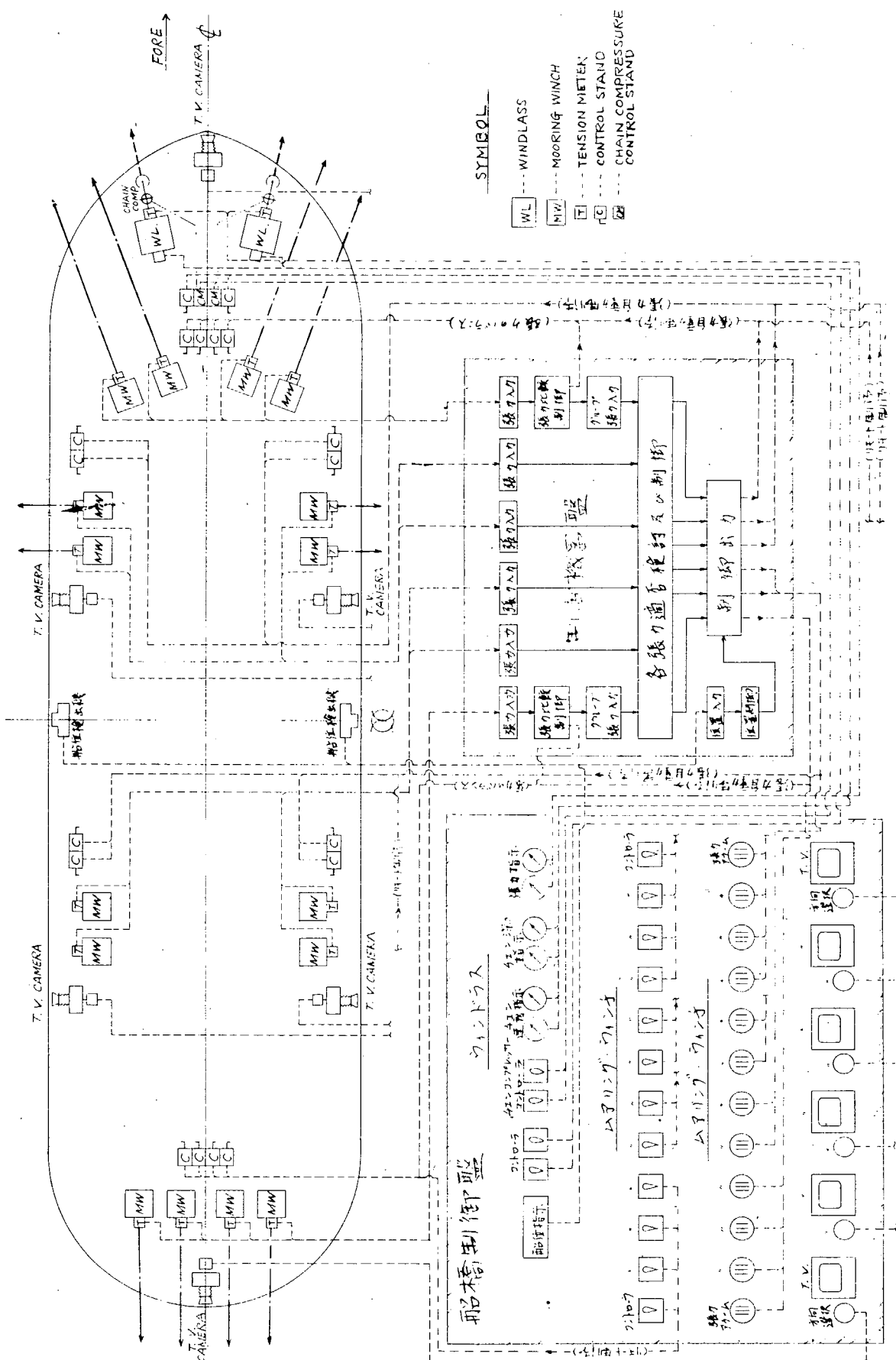
#### 2.1.5 実船乗船調査

係船、投揚錨の自動化の研究を開始するにあたり、現在の作業状況を把握することにより、研究方針を確立せんものとして、タンカー、チツブ船、鉱石船、貨物船、計6隻の乗船調査を行なつた。

この調査から、現在の不具合事項、今後の研究、開発すべき事項、自動化のための設定条件等が判明し、これに基づき、係船システムの基本方針を策定した。

係船投揚錨システムのブロックダイアグラムを次頁に示す。

船舶、高度集中制御方式  
係船留係バース・クレーン



### 2. 1. 5 実船乗船調査

## 2.2 大径ワイヤーハンドリングの自動化の開発

### 2.2.1 概 要

船型の大型化に伴い、係船索が大径化し、鋼索は44%φ、せんい索は80%φのものが出現し、人力によるこれらの取り扱いが困難となつてきた。

また、接岸係船作業は船舶の安全のためタグボートにより所定位置へ来たら速やかに船体係止作業を行なわねばならぬ。

このため、船舶乗員の作業量のピークが生じ、この作業を基準に甲板部の乗組定員が決められたと云つても良い。

人力操作の困難解決および省力化のために、係船機より船側および水面までの索運搬を機械化しようとするものである。

索運搬の現状は、乗船調査および「船舶の高度集中制御方式総合研究開発委員会」調査部会の実態調査、アンケートより以下のようになっている。

#### (1) せんい索

人力によりあらかじめ甲板上に適当に長さを引き出しておく。

#### (2) 銅 索

(a) 人力による。

(b) 他の係船機のワーピングエンドに小径索の一端を巻き、他端をフエヤリーダーを経由し、該係船機の本綱に結び、ワーピングエンドを捲くことにより運搬する。

(c) 陸岸より小径索を本船に運び、本綱に連結し、陸岸のキャブスタンで捲き込む。

(d) 本船で用意した小径索を利用し(c)と同じにする。

(e) 本船で用意した小径索を索取艇に曳かせる。

現状の係船機、フエヤリーダーの配置は索をフオーライン、プレストライン、スプリングラインに係船岸壁に依りて使いわけるようになっている。

このままの状態で導索の機械化を行なうことは困難であり、作業の第一段階として以下の基本方針を設定した。

(1) 通常の係船状態では、係船索は全てドラム巻きとし、ボラード係止は考えない。

(2) 接岸時の増索は自動化の対称とせず、増索作業は陸上要員によるものとし、その際は船橋に警報を発し、状況によつては港外脱出を行なうものとする。

(3) ワイヤーの押し出し、捲込み速度はガバナーブレーキ等で制御する。

(4) 舷側および水面までのワイヤーの導索を機械化し、機側および遠隔制御とする。

(5) ペンダントは必要ならば索取艇が準備することにし、本船は装備しない。

(6) 係船機、その他の導索装置用原動力は油圧とする。

(7) 索は42%φのワイヤーロープとする、その配置は

|          |       |
|----------|-------|
| ヘッドライン   | 4本    |
| スターンライン  | 4本    |
| スプリングライン | 2本×両舷 |
| プレストライン  | 2本×両舷 |

(8) 係船機は16台とし、増索用として船首尾にキャブスタンヘッドを各1台設ける。

(9) 遠隔制御用の伝達方法は電気式とし、防爆を考慮する。

(10) 索押し出し速度は索取艇の速度に合わせるか、または最大180 m/minとする。

### 2.2.2 基本構想の検討

本議題においては従来のワイヤーロープによる係船方式を前提として高度集中制御の前段階であるロープハンドリ

ングの自動化機構について現段階で出されたアイデアの中から最も実用可能性のあるものを選んで実用化の具体的肉付けをし、問題点を検討した。これまでの委員会で出された案や今後考えられるような案をまとめてみると表 2. 2. 1 の通りである。

表 2. 2. 1

| 大 区 分                                               | No  | ア イ デ イ ア                                                                                                                        | 備 考                                                     |
|-----------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| A<br>現在一般に使用されている係船方式にワイヤーハンドリング装置を付加する方式<br>(付加方式) | A-1 | 船体中心近くに係船機を据え付け船側にWIRE DRUMを置き DRIVING WIREにて駆動する。                                                                               |                                                         |
|                                                     | A-2 | トロリー方式により DRIVING WIRE を吊上げて引き出す。                                                                                                |                                                         |
|                                                     | A-3 | ベルトコンベヤー方式により引き出す。                                                                                                               |                                                         |
|                                                     | A-4 | 噴射機構によりWIREを舷側まで飛び出させる。                                                                                                          |                                                         |
|                                                     | A-5 | 小型ウインチにより大径ワイヤロープを引き出す。                                                                                                          | アイデアの出所は U S NAVY の誘導弾運搬用 DOLLY をを動かす SNAKE WINCHと似ている。 |
|                                                     | A-6 | 係船機の前にローラー(ピンチローラーの様なもの)を置き大径ワイヤーを押し出し、ガイドローラー等により強制的に舷側の係船金物までワイヤーを持ち出す。                                                        | アイデアの出所は、製鉄所の棒鋼線材の圧延工物の様な方法である。                         |
| B<br>自動化し易いように現在のものを改良した方式<br>(改良方式)                | B-1 | ワイヤーハンドリングを容易にするため係船機を舷側に配置する。<br>従つて係船機は両舷に据えつける。                                                                               |                                                         |
|                                                     | B-2 | 船倉内にガイドパイプを通し、ワイヤーの自重により船体のサイドプレートにワイヤロープを出す。                                                                                    |                                                         |
|                                                     | B-3 | D <sub>上</sub> にワイヤロープの通る溝を設けガイドローラーにより係船機ドラムから舷側の係船金物迄ワイヤロープを導設しておく。ワイヤロープ用溝にはD <sub>上</sub> 上の歩行及び他の作業の障害にならぬようにポータブルカバーをしておく。 | アイデアの出所は、海底油田開発作業船の係船装置である。                             |
|                                                     | B-4 | ウインチを暴露甲板上に置かず一区画(例えば Eng・R <sub>上</sub> 又は Rump R <sub>上</sub> )にウインチを集中させ係留に必要な場所には外板に穴をあけ、常にワイヤーをその場所までリードしておく(電動ウインチの使用可能)   |                                                         |

(1) A 方式

A方式(表2.2.1参照)では何れもウインチから舷側のフェアリーダーまで現在人間の手によつて運ばれているワイヤロープの運搬作業を機械力によつて行なうとするものである。

この場合の問題点としてはどのような機械力(機械力の種類)を使用するかと云うことよりも

- 1) ワイヤーの先端アイスプライスをどのようにして舷側のフェアリーダーに通すかと云うこと。
- 2) アイがフェアリーダーを通つた後水際まで降してやる場合、ワイヤーの自重のみでは降下しないのでどうするか。
- 3) ウインチから舷側まで、および舷側より水際までの運搬作業を如何にして連動せしめるか。

問題点(1)について

- (1) アイの大きさを出来るだけ小さくする。それには一例としてTonsberg Mooring Linkのようなものを使用することにしてしかもそれは陸側が保管し使用することにする。
- (2) フェアリーダーとしてはアイが通りよい形状のものを使用する。UNIVERSAL TOWING CHOCKタイプよりもCYLINDRICAL ROLLER FAIR LEAD<sup>R</sup> TYPEのものがよいと考えられる。
- (3) アイがフェアリーダーの孔に入りよいようにガイドを設ける。

問題点(2)について

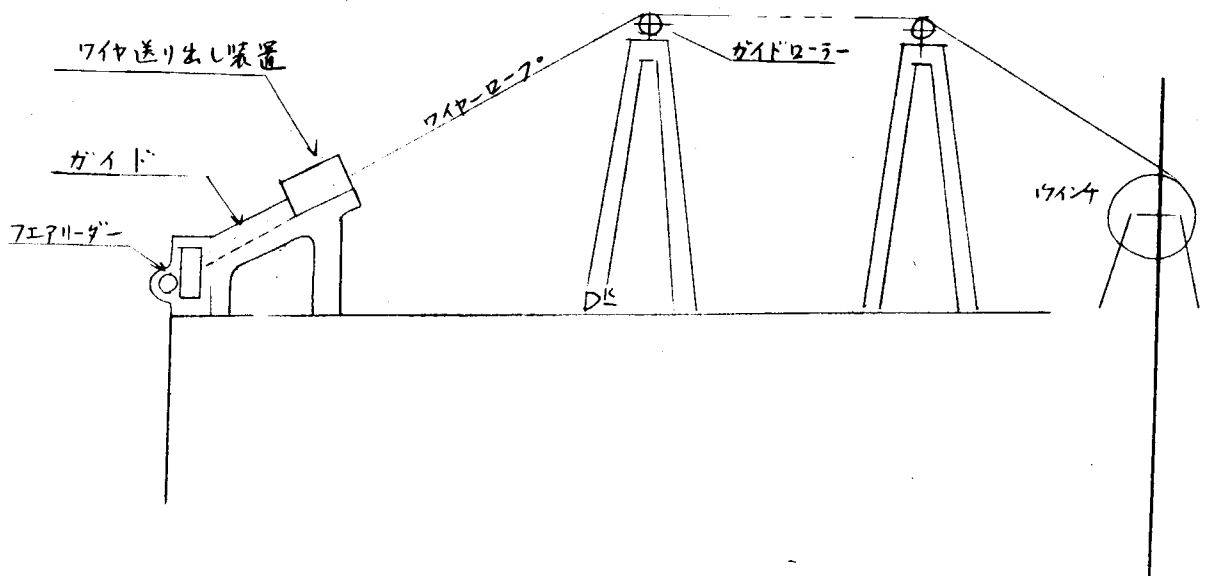
- (1) アイを舷の外から強制的に引張るかあるいは舷の内側から強制的に押し出すかであろうが、自動的に行なう装置を舷外に設けるのは困難であるので後者の方法がよい。
- (2) 送り出し装置を舷内に設ける場合はワイヤロープのFlexibilityから見て舷側に近い位置がよい。

問題点(3)について

作業の自動化と連続性を考えると適切有効な具体案は現段階ではまだ成案がない。何故かと云うと、ウインチから舷側のフェアリーダーまでワイヤーを運ぶと云う仕事だけを自動化することは幾通りかの方法はあるが、たとえばA-2のトロリー方式で行なえば割合簡単であるが、実は舷側まで運んだワイヤーをトロリーから外してフェアリーダーの孔に通し、さらに水際まで送り出すと云う一連の作業を自動化すると云うことになる極めて複雑なオートメ装置となるであろうし、実現性にとぼしい感じがする。

したがって、ここではウインチから舷側までの運搬作業は行なわないものとして一試案を示す。(a案とする)

(a-案) 運搬装置はやめてワイヤーは常時舷側までリードしておく方式



## 概 略 仕 様

- (1) ガイドローラーは適当な間隔に設ける。高さはDと上交通の便を考えて下を人間が通れる位の高さとする。  
(実船例有)
- (2) フェアリーダー：4本ローラー型 (DANSTOS TYPE)
- (3) ガイド：航海中はワイヤー先端アイは、ここに置く。また、使用時はアイがこのガイドに導かれてフェアリーダーの孔に送り込まれるよう形状を決める。
- (4) ワイヤ送り出し装置：BERGERのHYDRAULIC SLACK THROWERのようなものを応用する。また、これにSlack rope tensionの作用をもたせることによりLight Linの自動巻込みが可能となりWIRE TROUBLEの問題が解決出来る。

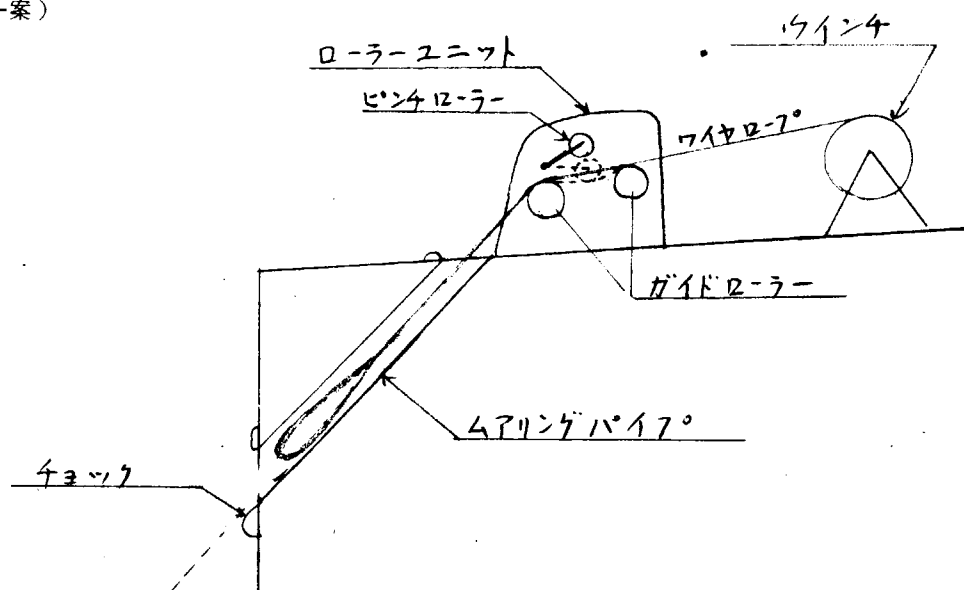
この方式の問題点としては

- (1) ワイヤーは常時バックロ部にリードされたままであるのでワイヤーロープがいたみやすい。(保護カバー等を適宜取付けることは可能であるウインチを舷側に設ければ問題は解消)
- (2) 反対舷に使用する場合は、あらかじめ人力で切換える必要がある。(ウインチを各舷に設ければその必要はなくなる)
- (3) ワイヤ先端アイにPICK UP ROPEを取り付けた場合は、その取り扱いまで自動化することは不可能ではなかるうが、非常にむずかしい、すなわち、人力操作が残ることになる。(なお、検討を要す。)

## (2) B 方式

表2.2.1 B方式では、アイデア B-2 により計画する。(b案とする)

(b-案)



## 概 略 仕 様

### (1) ムアリングパイプ

パイプの長さはワイヤー先端アイが格納出来る長さとし、巻き出し初めにワイヤー自重のみで送出出来ることを考慮して長さを決める。

### (2) ローラーユニット

ワイヤー巻出・巻き込み時のガイドローラー2ヶを備える。Slack rope 巻き込み時のTensionerとして油圧駆動のピンチローラーを設け、ガイドローラー2ヶとこのピンチローラー1ヶによりSlack ropeにTensionを与えるようなメカニズムとする。また、このピンチローラーはワイヤーの外れ止めの作用もする。さらに検討事項としては、巻き出し初めワイヤーの自重のみで繰り出し困難なことが予測されるので、このピンチローラーはワイヤー送り出し装置としても使用することを検討する。



## 2.3 大型船の係船索イコライザーの開発

### 2.3.1 概 要

索により船を係止する方法は古くから行なわれているが係船作業のみならず、係船中も外的諸条件の変化により索張力の調整に人手を要している。

張力調整の目的で近年自動係船機装備が常識のごとくなっているが、これは外力変化の状況によつては船の変位が累積される可能性があり、また実態調査結果によると、タンカーでは船位保持の目的から自動係船機はほとんど使用されていない実状である。

また、同一目的の係船索同志の張力が一定でないため、特定の索に異常な張力が加わる恐れもある。

このような不具合点を解消するため、係船索イコライザーの開発が必要と考えられるので本年度より研究に着手した。

イコライザーの基本的構成は、張力検出→イコライズ→指令制御の3システムよりなる。本年度は主として係船実態調査およびイコライジングシステムの中張力検出機構の検討を行なった。

張力検出機として考えられるものを分類すると索の張力を棒に移して棒の張力を測る Tension Bar Type、索張力を横方向の力に置き換えて測る Roller Type、海底電線布設時の張力を測る Cable Layer Type 等いろいろあるが、係船索の張力検出機構として要求される条件として、動索の張力が常時検出可能なこと、および、船舶に搭載した場合、保守手入を可能な限り要しない等の必要事項がある。

これらの条件を勘案した結果一応決定した形式は索張力による索ドラムの回転力をスプリング等にてバランスさせ、回転変位を張力として検出する方法である。

次にイコライズ機構については一応油圧方式を考えた。すなわち、各係船機の張力検出機から油圧により伝達された張力は油圧シリンダーの機構によりイコライズされ再び各係船機に指示制御される。

しかし、かつ単純にしかも局部的グループ内にて張力をイコライズするのみの場合は油圧で十分であるが、船位保持との関連もあるのでイコライズ機構には制御コンピュータを導入する必要がある。

今後の検討方針としては、張力検出機構の作動につき模型実験を行なうと共にイコライズ、システムの詳細検討を進める。

また、この中に当然、適応制御との関連を考慮し、かつコンピュータプログラムの検討を行なう。

イコライズ機構の油圧、コンピュータ両方式は各々の性能範囲等、また、検討の余地があるので当面は2本立の研究を進める。

一方、実船調査の結果 Winch の Sluck speed は綱取船の Speed に見合う事が望ましいと考えられるのでこれに対応出来る High sluck speed winch の検討を行なう。

### 2.3.2 イコライザーの概略試設計

#### (1) イコライザーの基本概念

##### (a) 係船作業の現状と自動化の方向

係船装置の自動化を考えるにあたり現在の係船作業の実情を把握し、その問題点を摘出する必要が生じたので、イコライザーの開発を進めるに先だち、まず、実船において係船時の乗船調査を行なった。

調査は対象船として岸壁係船をする大型タンカー2隻を選び、次の項目について行なった。

調査項目 a) 係船中におけるオートテンションウインチの使用情況

b) 係船中における索の調整情況

調査結果は下記のとおりである。

|     | 日 時         | 場 所 | 船 種              |
|-----|-------------|-----|------------------|
| A 船 | 43.7. 26/27 | 根岸港 | 160,000 D/W タンカー |
| B 船 | 43.8. 15/16 | 岩国港 | 117,000 D/W タンカー |

(i) 係船中におけるオートテンションウインチの使用情況

A 船のウインチはオートテンション機構を装備していなかった。

B 船のウインチはオートテンション機構を装備していたが今回は全くオートテンション機構を使用しなかった。

なお、本船乗組員に確認したところ、今までに一回も使用したことはないとのことであった。

(ii) 係船中における索の調整情況

A 船、B 船ともに係船中は甲板員が常時デツキを見廻つて索張力の調整を行なつていた。これは荷役による吃水の変化あるいは風波等の外力の変化による索張力の変動および船位の変動を調整するためである。

係船中の索調整の頻度は、A 船では 30 分に 1 回、B 船では 1 ～ 2 時間に 1 回程度であり、また A 船では 1 回につき 3 ～ 4 本の索を調整していた。(A 船の場合折から台風が接近しておりかなり気象状況が悪かつた。)

なお、A 船、B 船ともに索をウインチドラムに巻いたまま係船するボラードウインチシステムを採用していたので索調整作業は、ウインチのスチームバルブおよびブレーキハンドル操作のみで行なわれ、以前の索をボラードに固縛して係船する方式の場合とくらべてきわめて簡単な作業となつていた。

以上の調査結果および同時に行なわれた「船舶の高度集中制御方式総合研究開発委員会」調査部会の係船の実情アンケート結果等から次の問題点が指摘された。

(a) オートテンションウインチはほとんど使用されていない。

B 船にかぎらず、特にタンカーの場合オートテンションウインチはほとんど使用されていないことがわかつた。また、B 船で見た「ベルシヤ湾港湾規則」には、係船中はウインチにブレーキをセットしておくことという条項があり、オートテンションウインチの使用は禁止されている。

(b) 係船中の索張力および船位の監視は甲板員にとつてかなりの負担であり、かつ危険性がある。

A 船、B 船とも夜間を含め甲板員が常時監視していた。

また、索張整は甲板員のカンで判断しており、一歩まちがえば事故につながる危険がある。

したがつて、今後の開発方針としては、現在のオートテンションウインチにかわる新しい張力調整機構を備えたウインチシステム(イコライザー)を開発し、船位保持も含め係船中の索調整の自動化をはかることとした。

(b) イコライザーの基本概念

(i) オートテンションウインチの不具合点

係船中の索の調整には船位の保持を考慮する必要がある。

特にタンカーの場合荷役のため岸壁側とパイプでつながれているという条件があり船の岸壁に対する許容変位はきわめて小さい。

ところが、現在のオートテンションウインチは索に一定範囲(不感帯)内の張力が加わるように設定しておき外力変化が生じた場合でも索張力がこの範囲になるように繰出し、繰込みを自動的に行なう方式が多く用いられているが、この方式には、次のような不具合点がある。

(イ) 外力の方向がかわつた場合

外力の方向がかわれば各索に対する張力の分配比がかわるが、各ウインチの設定張力はかわらないのでバランスがくずれる。

これを解決するには、外力変化に応じて各ウインチの張力設定値を追従させる必要がある。

(ロ) 外力の大きさがかわつた場合

オートテンションウインチには不感帯が存在する。このため、たとえば 2 台のウインチから同一方向にとつた索についても一方の索には不感帯の上限に近い張力が生じ、一方の索には下限に近い張力が生ずることがあり二本の索は必ずしも外力を均等に受持つとは限らない。

したがつて、外力が増大した場合それが 2 台のウインチの張力設定値の上限の和以下であつても一方の索は

繰出されることになる。すなわち、2台のウインチをそれぞれ上限20トン、下限10トンに設定した場合で、これらのウインチで受持つ外力が30トンのとき、一方の索には19トン、一方の索には11トンの張力が生じていたとする。外力が38トンになった場合前者のウインチが繰出されて、結局20トンと18トンの張力でつりあうことになる。これがもし二本の索が均等に張力を受持つならば、繰出しは行なわれず二本共19トンの張力でつりあうことになる。

このようにオートテンションウインチは外力が変化した場合、各ウインチがばらばらに作動し繰出し、繰込みを行なうため係船中の各索のバランスを保つことができない。

また、不感帯の存在により外力に対し索を有効に対応させることができない。

したがって、現在のオートテンションウインチでは索張力を一定範囲に保つことにより索の保護はできても、船位保持は不可能である。

これが現在オートテンションウインチがあまり使用されていない大きな原因である。

## (ii) イコライザーの基本性能

以上の検討からオートテンションウインチの不具合点をなくしさらに数歩進んだものとするためにイコライザーは次のような性能を有するオートマチックシステムとする。

(イ) 索の破断防止のため索張力を一定限度内におさえる。

( 現在のオートテンションウインチの性能 )

(ロ) 船位保持のため外力変化に応じて各ウインチの張力設定値を追従させ、外力と索張力のバランスを保つ。

(ハ) 索を有効にはたらかせるため、同一方向にとる索を1グループとし、各グループ内では索張力を均一にする。

これらの性能を備えることにより、下記のごときメリットが考えられる。

(イ) 係船の安全性の向上

過大な張力による索の破断や船位変動による荷役設備の破損などの事故が完全に防止される。

(ロ) 係船中の監視の全廃

張力変動や船位変動は自動的に調整されるので甲板員による見廻りは不要となる。

(ハ) 係船索の径または本数の減少

同一グループ内の索はその方向の外力に対して、それぞれ均等な張力が作用するので索の強度検討にあたってはこれまでのように張力のかたよりを考慮した大きな安全率をとる必要はなくなり、索の径または本数を減少させることが可能である。

## (2) イコライザーの計画概略

### (a) 基本構成

2-(b)に記した基本性能を備えたイコライザーシステムは基本的に次のような機構で構成される。

#### 構成機構

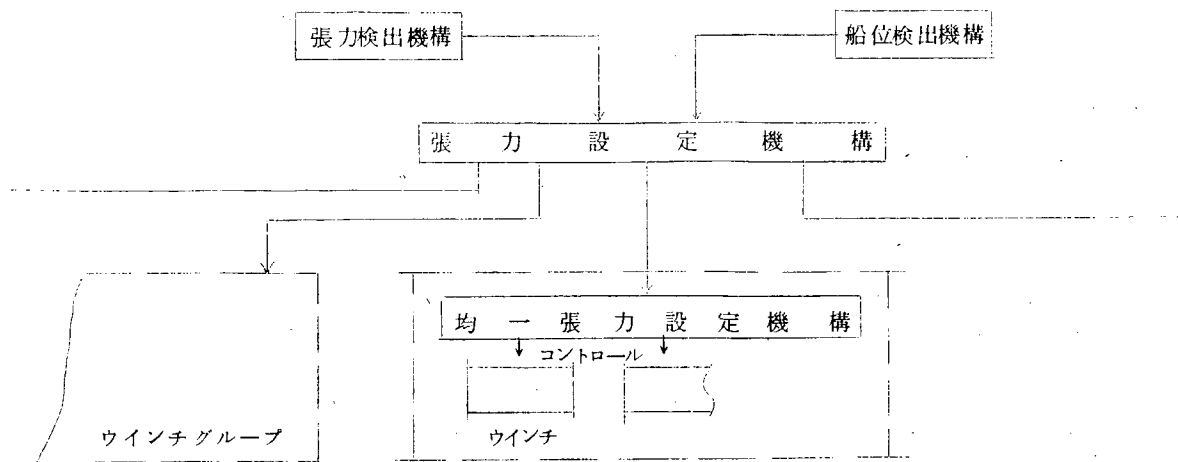
(イ) 索張力の変動および船位の変動を検出する機構

(ロ) 各ウインチグループの設定張力を決定する機構

(ハ) 同一グループ内で索張力が均一になるように各ウインチの設定張力を決定する機構

(ニ) 設定張力に応じてウインチをコントロールする機構

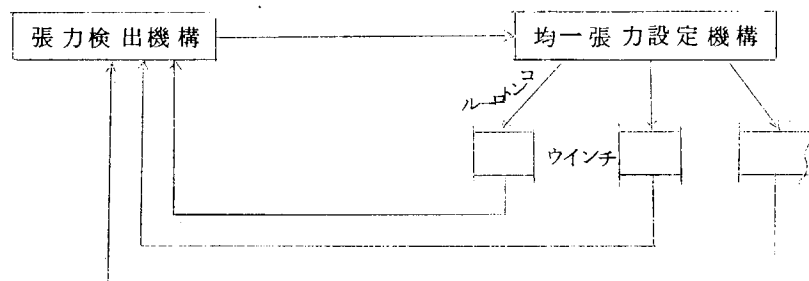
これらの組合せは下図のようになる。



以上の機構のうち船位の変動を検出する機構および各ウインチグループの設定張力を決定する機構は「適応制御」のテーマで別途研究されるので本章においては次の3つの機構を取り扱うこととする。

- (イ) 索張力を検出する機構
- (ロ) 1グループ内の各ウインチ（1～4台と考えられる）の索張力の平均値を設定する機構。
- (ハ) 設定張力に応じてウインチをコントロールする機構。

これらの組み合わせは下図のようになる。



このような3つの機構を組合わせたシステムを一応イコライザーと称するが、これは最終的には、前頁に示すように「適応制御」システムと結びついたシステムに発展すべきであるので、今後は前頁に記したシステムを念頭においてイコライザーを検討して行くこととする。

#### (b) 張力検出機構の検討

##### (i) 各種張力検出機の調査

張力検出機構の検討にあたりまず現在実用化されている張力検出機について調査を行なった。

張力検出機は大別して次の3種類にわけられる。

##### (イ) Tension Bar Type

両端にクランプ装置を有するTension Barを索に固着し、スクリューを締付けることにより固着点間の索を緩ませて索張力がTension Barに加わるようにする。

Tension Barの標点間変位から索張力を検出する。

図2.3.1に概略構造を図2.3.2に米国M社において製作されている本タイプの張力検出機を示す。

##### (ロ) 3-Roller Type

2ヶの固定ガイドローラーの間に張力検出用の可動ローラーをおき索をわずかに屈折させることにより、索張力の垂直方向分力を可動ローラーに伝え検出する。

図2.3.3に国内T社製のまた、図2.3.4に米国M社製の本タイプの張力検出機を示す。

また、図2.3.5は国内T社製のもので、デリック装置のカーゴフオール張力の測定に用いられたものである。

(b) Cable Layer Type

海底電線布設船に用いられているもので、原理的には3-Roller Typeと同じである。両端にガイドローラーがあり、検出部はローラーのかわりにカウンターウェイトをもつてんびん式の索すらせになっている。図2.3.6に国内M社製の海底電線布設用張力検出機を示す。

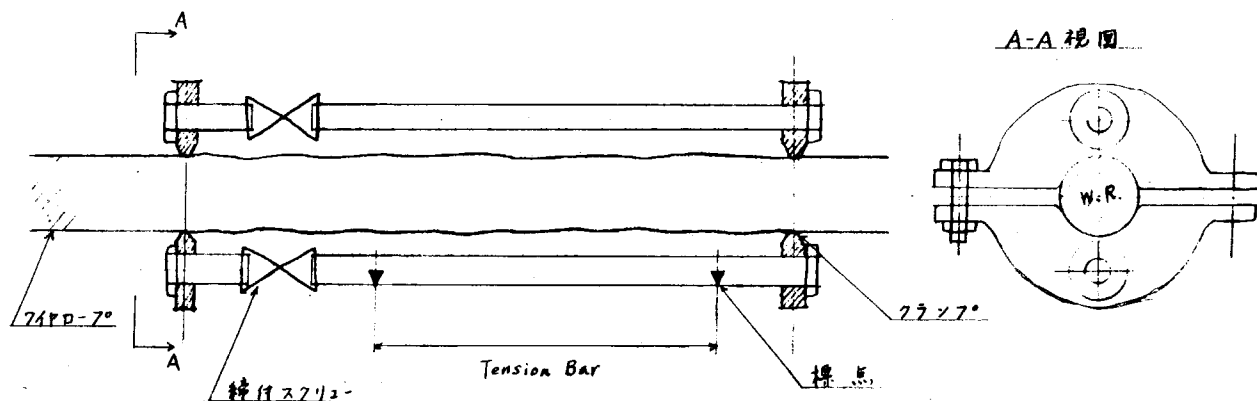


図2.3.1 Tension Bar Type 張力検出機の概略構造

この張力計は測ろうとするあらゆるケーブル上に容易にクランプ出来て、張力および歪みの値が指示され、また、張網、エレベーターケーブル、支索等を均等に張るための重要な資料が供給されます。

本器は数秒でケーブルに取り付けられます。

二種の型があり、U A-1 型は $\frac{1}{4}$ インチ (6 mm) から $\frac{3}{4}$ インチ (18 mm)、U B-2 型は $\frac{3}{4}$ インチ (18 mm) から1  $\frac{1}{2}$ インチ (38 mm) のケーブルに使用されます。

ケーブル用  
張力指示計

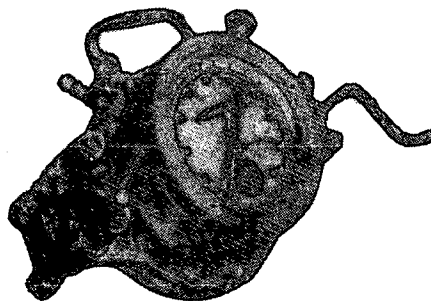


図 2.3.2 Tension Bar Type 張力検出機 (米国M社製)

A 型動力計

本機は緊張した各種ロープ・針金の張力を測定するもので、引張状態のロープに何らの予備装置を付することなく極めて簡単に張力を直読試験できることを特長と致します。測定の原理は、引張状態にあるロープの一定距離にある二点を支点としてその中点を変位させ、ロープの張力によつてロープと垂直の方向に作用する分力を利用して測定するものであります。なお、本機は試験物の形状、材質、直径によつて目盛の指示が変化するので各試料に合わせて目盛板を作成していますから御注文のときはロープまたは針金の試験片を約3 m位お送り下さい。

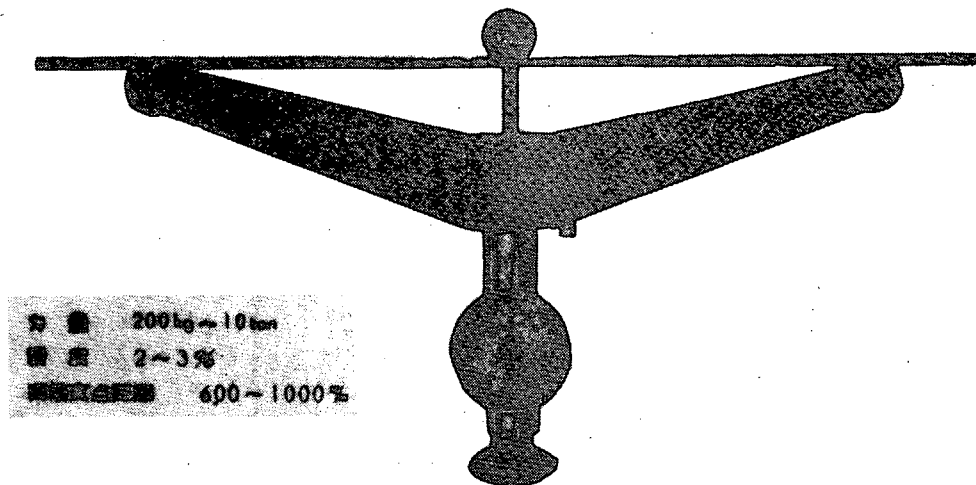


図 2.3.3 3-Roller Type 張力検出機 (国内T社製)

すべてのワイヤー製品の機械の効率を高め、負荷の定格を越えたり、また、高価な装置の損失を防止します。移動しているワイヤー製品の張力を測定し、監視し、また、その検出部を通過した長さを測定したり、ケーブルの速度を指示します。

この三つの指示(重量、移動した長さ、速度)のすべて

を単一式にしたものと遠隔式にした型があります。直径  $\frac{3}{16}$  インチ (5mm) から  $2\frac{1}{4}$  インチ (64mm) までのケーブルに使用出来ます。精度は 3%。張力計には 1 点式または多点式のパラメーター記録計がつけられます。

破損に対する安全警報装置は張力を設定する際に視覚、または、音による警報が取り付けられます。本器は非常にコンパクトで、取り付け取り外しは一人で容易に行なえます。

本機(図 2.3.5)は昭和 37 年頃 船研でデリック装置の実験を行なつたときにカーゴフォールの張力測定に使用されたものである。

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| 使用ワイヤロープ径            | 20 $\phi$   |
| ローラー径                | 40 $\phi$   |
| 測定範囲                 | 0~5 ton     |
| 精 度                  | 3 %         |
| 検 知 部                | 差動トランス式     |
| ロープの垂直方向分力(板バネに加わる力) | 500Kg (Max) |
| 本 体 重 量              | 50 Kg       |

ダイナライン  
張 力 計

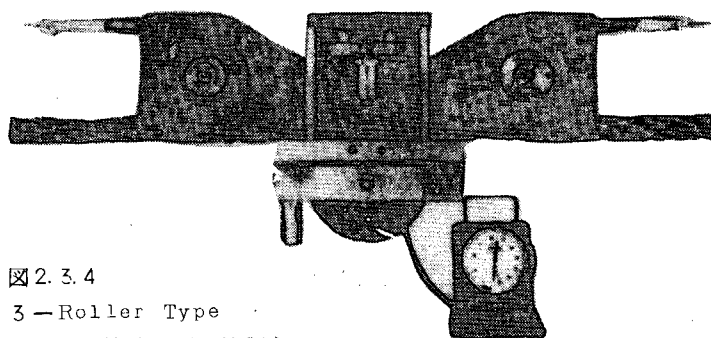


図 2.3.4  
3-Roller Type  
張力検出機 (米国M社製)

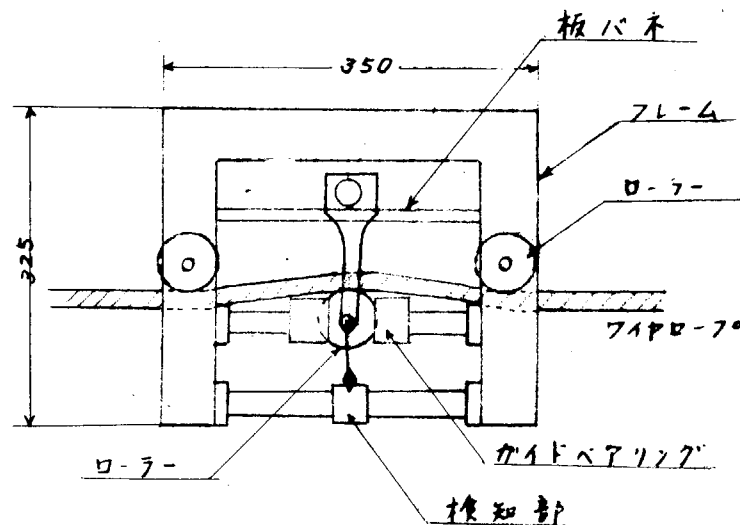


図2.3.5 3-Roller Type 張力検出機（国内T社製）

ロープ張力の垂直方向分力が中央ローラーに加わり板バネを下方へ押し曲げる。この変位量を電氣的に検知してロープ張力を測定する。

(ii) 実船適用上の条件

係船索の張力検出用として実船に適用する場合、次のような条件が要求される。

- (イ) 動索の張力を常時検出可能であること。
- (ロ) 検出機の取り付けが容易であること。いちいち取り付ける必要のないものが望ましい。
- (ハ) 保守が容易であること。
- (ニ) コンパクトなものであること。

前項で調査した各張力検出機について、これらの条件を考えてみるとTension Bar Typeの場合検出機が索に固着されるので動索用としては不適當である。

3-Roller Typeの場合、取り付け操作が面倒である。索の数が多くなればかなりの負担になる。

Cable Layer Typeの場合、装置が大型化する。

このように現在実用化されている各種張力検出機はすべて係船索用としては不適當である。

このため、これらの条件を満たす張力検出機として、あらたにウインチに組込む方式を考え、次の2つのTypeを検討した。

- (イ) ウインチドラムのトルクをスプリング等を介して測定する方式
- (ロ) ウインチのフレーム、シート、取り付けボルト等のStrainを測定する方式

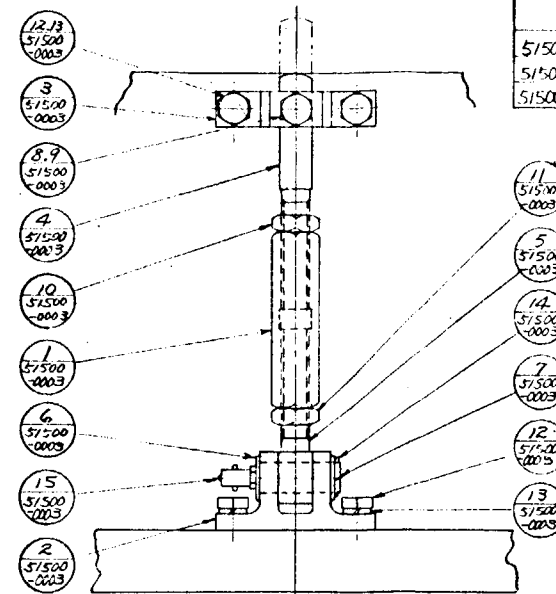
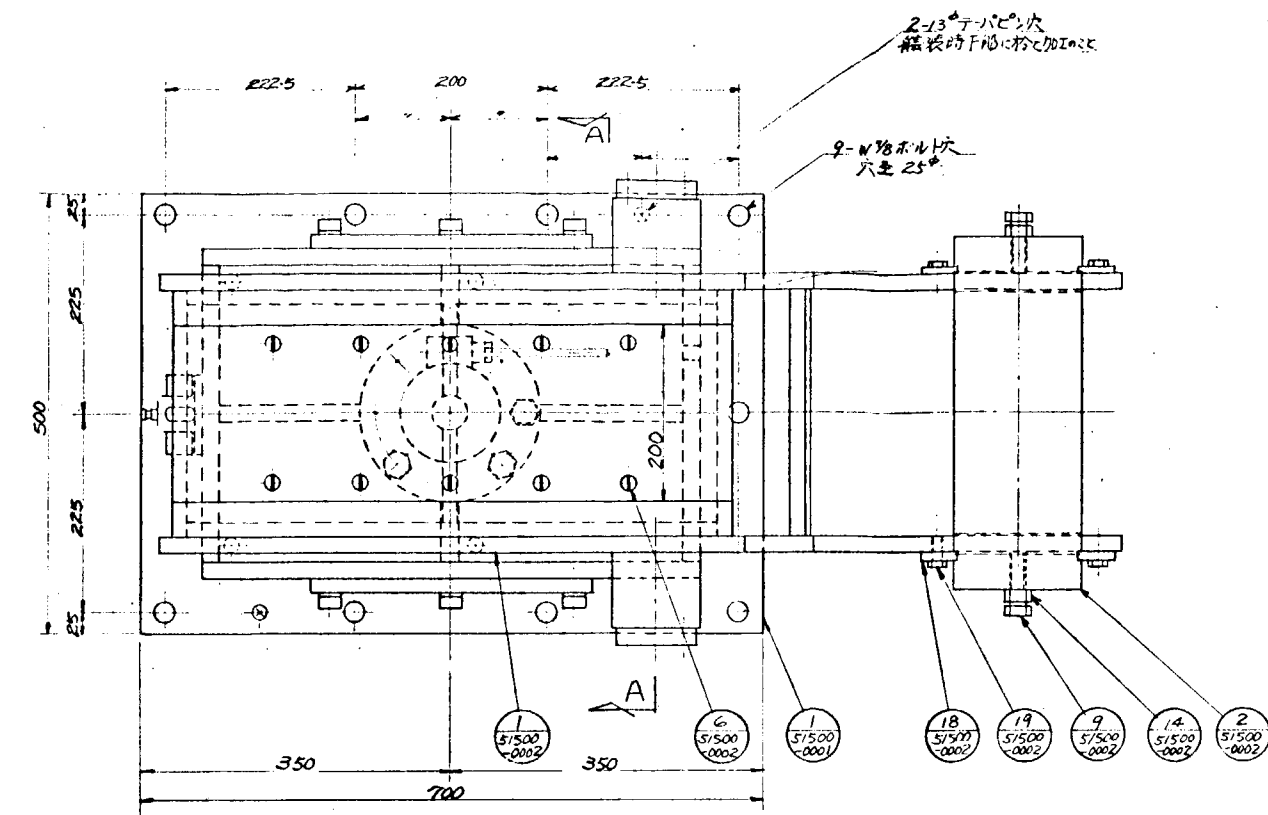
これらは、上記の条件をみたすことはできるが、いずれも索張力を直接測定するものでないものである程度の誤差が生じる。しかしながら係船索自体、岸壁ビットとウインチドラムとの間にフェアリーダー、ローラー等を介しており、これらの摩擦力は、きわめてつかみにくいものであるから、測定精度をあまり上げる必要はないと考えられる。

この両者のうち(ロ)のウインチ構造部材のStrainを測定する方式はきわめてむずかしいので、結局、索張力検出機構としては、ウインチドラムのトルクをスプリング等を介して測定する方式を採用することとした。

(iii) 張力検出機構の試設計

ウインチドラムのトルクを測定する方式についてさらに検討し、張力検出機構の概略試設計を行なった。

その一案の概略機構を図2.3.7に示す。

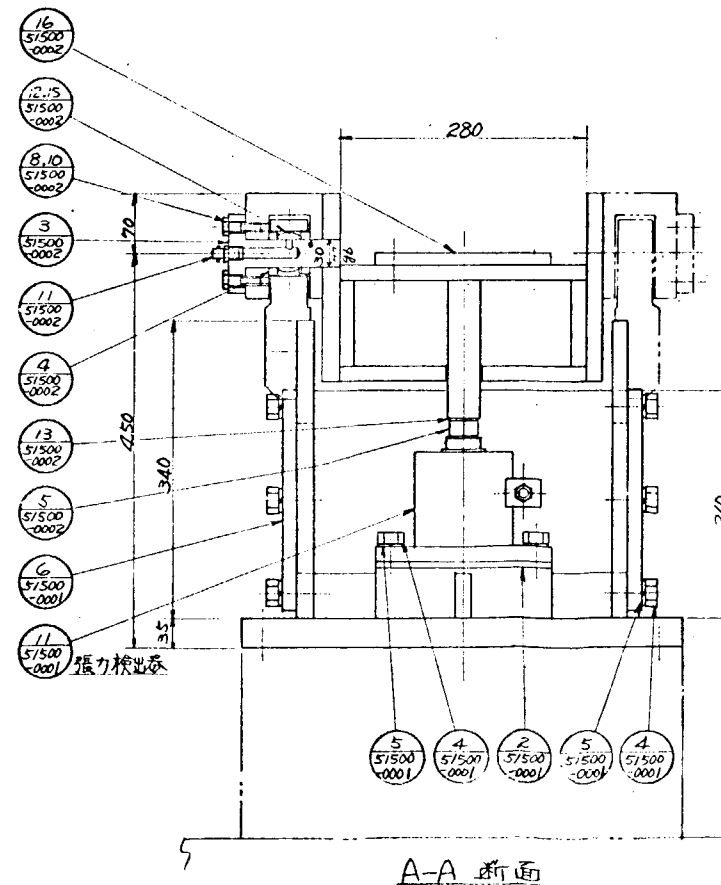
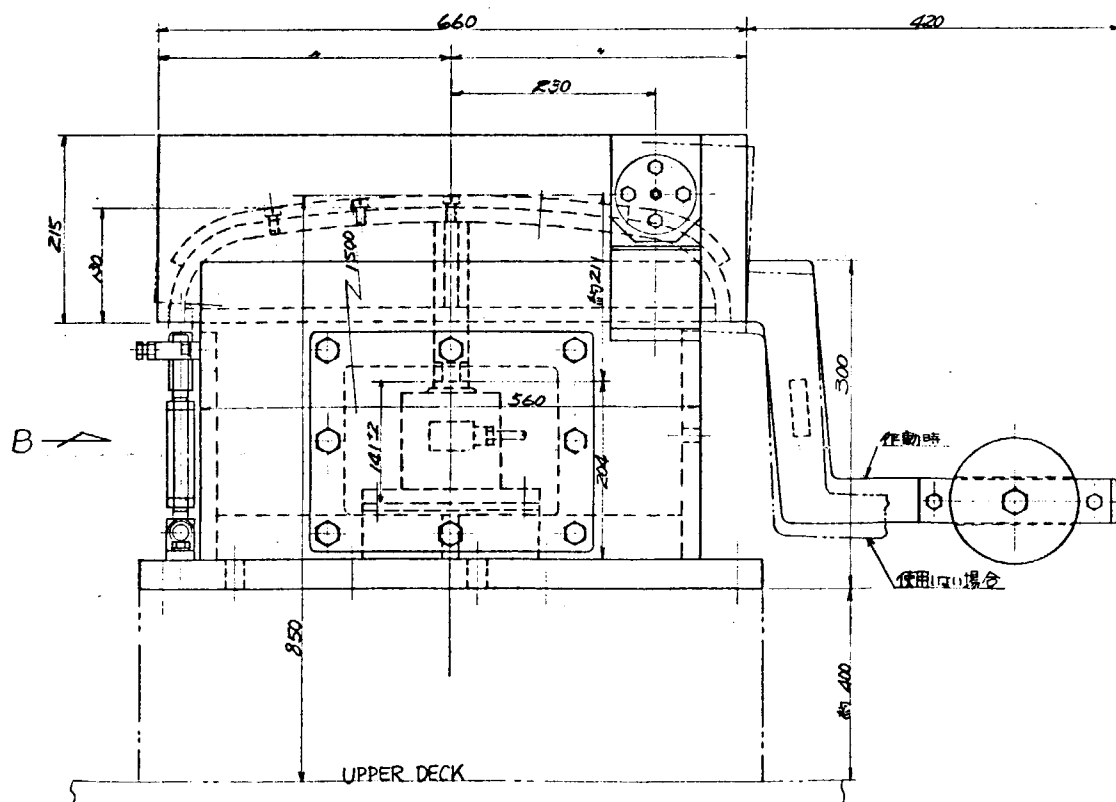


参照図面  
51500-0001 縦ワイヤ-9 架台  
51500-0002 縦ワイヤ-9 ケーブル受台  
51500-0003 縦ワイヤ-9-スプリング装置

張力検出器要目表  
定格荷重 1000kg  
適負荷 定格値の150%  
出力重量 2000×10<sup>-4</sup> ±5%  
内部抵抗 120Ω プラツク

備考

1. 51500-0002名バネスプリングの調整は張力検出器の出力が動作時の値と一致になるまで調整すること。
2. 調整は下記の手順で行うこと。  
① 内部調整... ワッシャー1枚を同 締止 2回行う。  
② 表面調整... ワッシャー1枚を同 締止 2回行って仕込調整を行う。  
③ 仕込調整... マネセル2.5kgを3.3。
3. 組立時の検出値は0.1kgを基準とする。
4. 検出値の検出は設計値に準拠すること。



総重量 450kg

| 品名          | 規格            | 数量 | 単位 | 重量     | 備考    |
|-------------|---------------|----|----|--------|-------|
| 39 ガラスワイヤ受台 | 51500-0003-15 | 1  | 個  | 0.001  |       |
| 38 ガラスワイヤ受台 | 51500-0003-14 | 1  | 個  | 0.001  |       |
| 37 バネ受台     | 51500-0003-13 | 4  | 個  | 0.003  |       |
| 36 六角ボルト    | 51500-0003-12 | 4  | 個  | 0.012  |       |
| 35 ワッシャー    | 51500-0003-11 | 1  | 枚  | 0.035  |       |
| 34 ワッシャー    | 51500-0003-10 | 1  | 枚  | 0.035  |       |
| 33 六角ボルト    | 51500-0003-9  | 1  | 個  | 0.015  |       |
| 32 押入ボルト    | 51500-0003-8  | 1  | 個  | 0.03   |       |
| 31 座金       | 51500-0003-7  | 1  | 個  | 0.006  |       |
| 30 ピン       | 51500-0003-6  | 1  | 個  | 0.11   |       |
| 29 ネジ       | 51500-0003-5  | 1  | 個  | 0.25   |       |
| 28 ネジ       | 51500-0003-4  | 1  | 個  | 0.32   |       |
| 27 ガイドプレート  | 51500-0003-3  | 1  | 枚  | 0.41   |       |
| 26 プラケット    | 51500-0003-2  | 1  | 枚  | 0.35   |       |
| 25 ワッシャー    | 51500-0003-1  | 1  | 枚  | 0.35   |       |
| 24 六角ボルト    | 51500-0002-19 | 4  | 個  | 0.025  | 重鉛メッキ |
| 23 ストップ     | 51500-0002-18 | 4  | 個  | 0.14   |       |
| 22 ロードセル    | 51500-0002-16 | 1  | 個  | 15.3   |       |
| 21 六角ボルト    | 51500-0002-15 | 2  | 個  | 0.004  | 重鉛メッキ |
| 19 六角ボルト    | 51500-0002-13 | 1  | 個  | 0.011  |       |
| 18 六角ボルト    | 51500-0002-12 | 2  | 個  | 0.025  |       |
| 17 ワッシャー    | 51500-0002-11 | 2  | 枚  | 0.001  |       |
| 16 バネ受台     | 51500-0002-10 | 4  | 個  | 0.003  |       |
| 15 六角ボルト    | 51500-0002-9  | 2  | 個  | 0.14   | 重鉛メッキ |
| 14 六角ボルト    | 51500-0002-8  | 4  | 個  | 0.031  | 重鉛メッキ |
| 13 六角ボルト    | 51500-0002-6  | 10 | 個  | 0.022  | 重鉛メッキ |
| 12 六角ボルト    | 51500-0002-5  | 1  | 個  | 0.162  | 重鉛メッキ |
| 11 六角ボルト    | 51500-0002-4  | 4  | 個  | 0.1    |       |
| 10 軸        | 51500-0002-3  | 2  | 個  | 144    |       |
| 9 バランスウェイト  | 51500-0002-2  | 1  | 個  | 520    |       |
| 8 ケーブル受台    | 51500-0002-1  | 1  | 個  | 270    |       |
| 7 張力検出器     | 51500-0001-11 | 1  | 個  | 100    |       |
| 6 蓋         | 51500-0001-6  | 2  | 個  | 10.0   |       |
| 5 バネ受台      | 51500-0001-5  | 24 | 個  | 0.011  |       |
| 4 六角ボルト     | 51500-0001-4  | 24 | 個  | 0.111  | 重鉛メッキ |
| 3 検出器ライナー   | 51500-0001-2  | 1  | 個  | 1.9    |       |
| 2 架台        | 51500-0001-1  | 1  | 個  | 187.78 |       |
| 1 金板        | 51400-0001-1  | 1  | 個  | 1      |       |

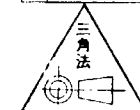
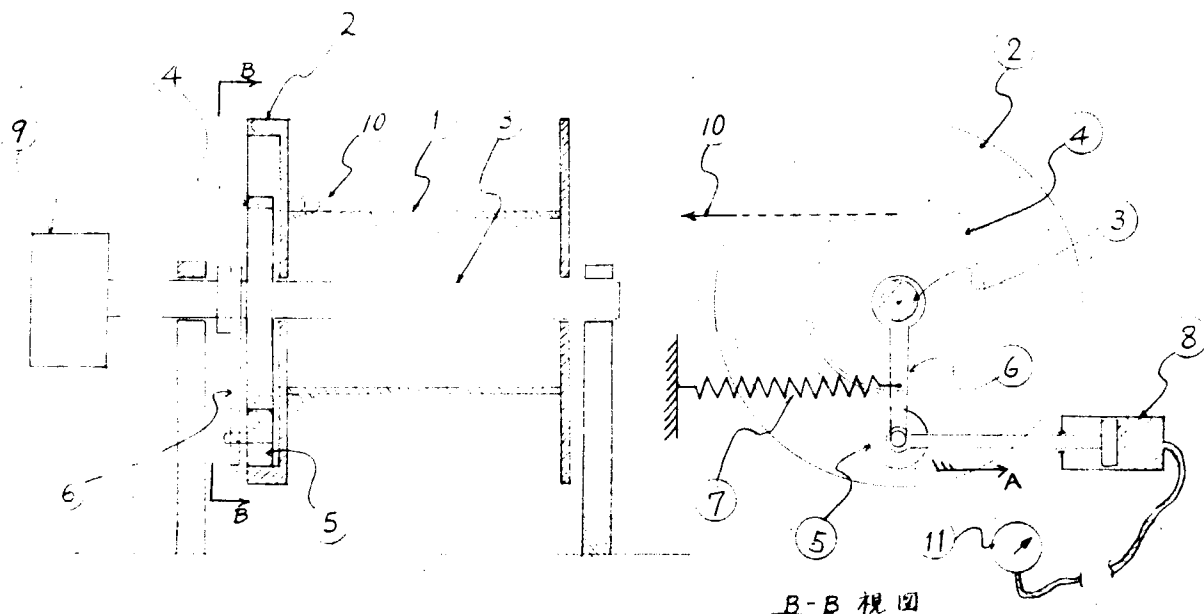


図 2.3.6 Cable Layer Type 張力検出機

この検出機構の作動を図 2.3.7 により説明すると、

ドラム①に加わった索張力はドラム①→内歯歯車②→遊星歯車→歯車④を介してシャフト③にトルクを伝えエンジン（油圧モータ）⑨とつりあう。このとき遊星歯車⑤は矢印 A 方向に動きバネ⑦の伸びとつりあう。この動きを油圧シリンダー⑧により油圧に変え圧力計へ導き索張力の検知を行なう。

なお、この機構に類似のものが今までに電動オートテンションウインチの張力検知部に使用されているので特許関係について現在調査中である。



- |                     |               |
|---------------------|---------------|
| ① ワイヤドラム            | ⑥ アーム         |
| ② ドラムフランジに固定された内歯歯車 | ⑦ バネ          |
| ③ シャフト              | ⑧ 油圧変換機       |
| ④ シャフトに固定された歯車      | ⑨ エンジン（油圧モータ） |
| ⑤ 歯車②と④に噛合いアーム⑥を介して | ⑩ ロープ         |
| シャフト③の周りを回転する遊星歯車。  | ⑪ 圧力計         |

図 2.3.7 ウインチに組込んだ索張力検出機構

### (c) イコライジングの機構

#### (i) 油圧方式

船位保持について厳しい要求のない船では、ウインチをグループにまとめて、グループごとに油圧で制御することが出来る。

図 2.3.9 に機構の全体的ダイアグラムを示す。

#### (イ) 張力検出装置

係船索の張力は遊星歯車へ反力となつて加わり、張力に比例してスプリングを押し縮め、遊星歯車に変位する。この変位量を図 2.3.8 に示す装置により油圧に変換し、イコライジング装置に伝送される。

変位は内部のスプリングを圧縮

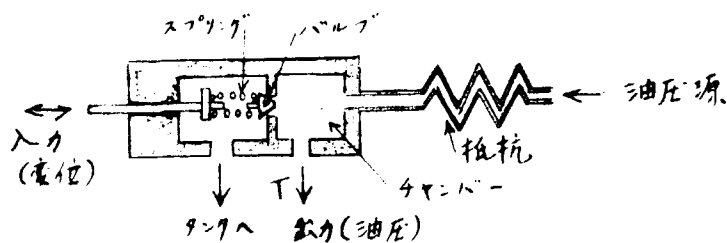


図 2.3.8 油圧変換器（原理図）

し、内部の弁を圧着する。

この状態で油圧源から圧力をかけると油は弁を押して、出口 T に流出する。この時チャンバー内の圧力が入力に比例し、出力となる。

(ロ) イコライジング装置

図 2.3.9 に示す通り、検出した張力(油圧)の平均値を油圧ベローおよびシリンダーを組合わせた装置で求める。ベローの断面積はシリンダーの断面積のウインチ台数倍に等しくしている。この様にして求めた平均張力とあるウインチの張力を比較しその差圧より図 2.3.8 と同じ原理でウインチ制御信号を取り出す。ある索の張力が平均張力より小さい場合はウインチの制御信号が大きくなり、平均張力より大きい場合はウインチの制御信号は小さくなる。

(ハ) ウインチの制御

ウインチの油圧モーターはパイロットオペレーターの 2 次圧一定型の減圧弁を介して常時油圧がかけられており、b) のウインチ制御信号はパイロット油圧としてこの減圧弁を制御することにより、索張力が制御される。

(ii) コンピュータ方式

油圧方式のイコライザーでは同一グループ内の索張力を均一にすることはできるが、船位の保持は十分出来ない。さらに、最初に索を張つて設定した張力を保持するものであり外力が大きく変化した場合は大きな張力に再度設定しなければならず解決すべき問題が残っている。

したがって、船位保持を厳しく要求されるタンカー等の場合にはコンピュータが必要になる。図 2.3.10 にコンピュータ方式の概略ダイアグラムを示す。

(イ) イコライジング機構

常時船位を検知しており、規定の位置よりはずれた場合、その方向および量によりどの索を調整したら良いか幾何学的に判断させてこれを選定する。選定された索の内、張力の余裕大小により順次ウインチを遠隔自動制御して船位の修正を行ない、規定値になるまで調整する。

船位と同時に索張力も継続的に検知し、規定以上にならない様に自動的に調整する。

(ロ) コンピュータへの入力

i) 船位の検出

船体の代表的な部分(船中央部等)の位置と船首方位を検知する。船体の位置は固定点(陸上または海底)と機械的にまたは光学的にまたは音響的に結合することにより可能であり、船首方位は本船のジャイロコンパスによることが出来る。

ii) 索張力の検出

油圧方式と全く同じ方式が適用出来、油圧の電気への変換は容易である。

iii) 各索の方向

船位変更時調整すべき索を選定するため、あらかじめ与えておく必要があるが、ドルフィン、ブイ等を座標で表わすことにより入港時インプットする。

iv) 索の許容張力

索の保護のため使用索、ウインチ能力に応じて入港時インプットする。



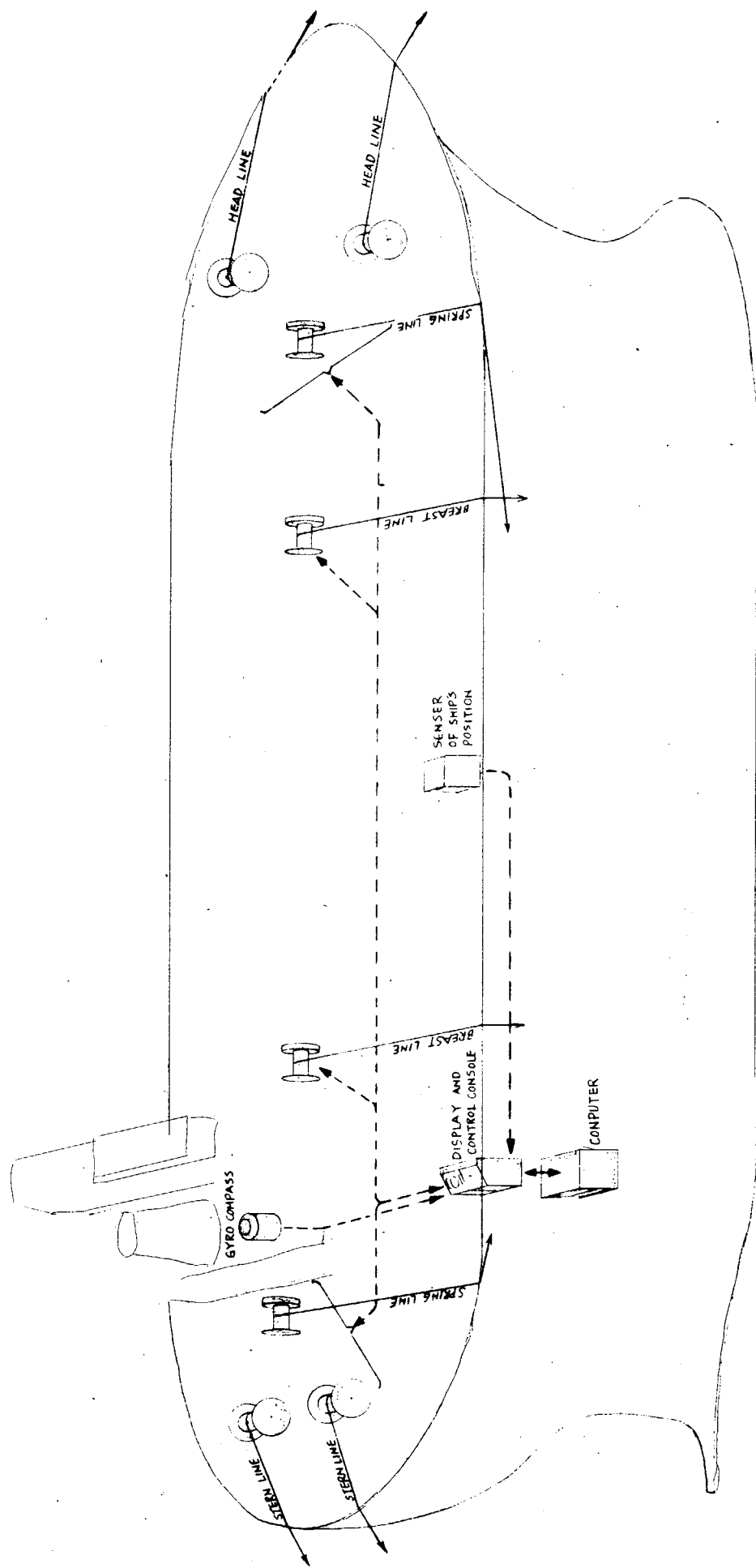


図 2.3.10 コンピュータ式イコライジング機構

## 2.4 今後の検討方針

概略計画に引き続いて試設計、実験さらに実船実験に進むが差当り今後の検討として次の項目を行なう。

### 2.4.1 模型実験

下図のごとき簡単な模型を製作し、システム各部の作動の状況を調査すると共に構造の理解を容易ならしめる。  
模型で確認する項目としては

- (1) 張力検出機構の作動状況
- (2) 油圧式伝達方法の問題点
- (3) 油圧式イコライジングシステムの作動状況

なお、図は一応の原理を示したものであつて詳細についてはさらに検討、修正を行なう。

### 2.4.2 制御コンピュータの検討

前述のごとく単に索張力の調整のみならず、現実の大型船においては、船位の調整が必要である。

したがつて、係船状態を Control するためにはどうしても制御コンピュータの導入が必要となる。

このため、適応制御との関連を保ち乍らコンピュータの検討を行ない、必要なプログラムを作成する。

### 2.4.3 システムの試設計

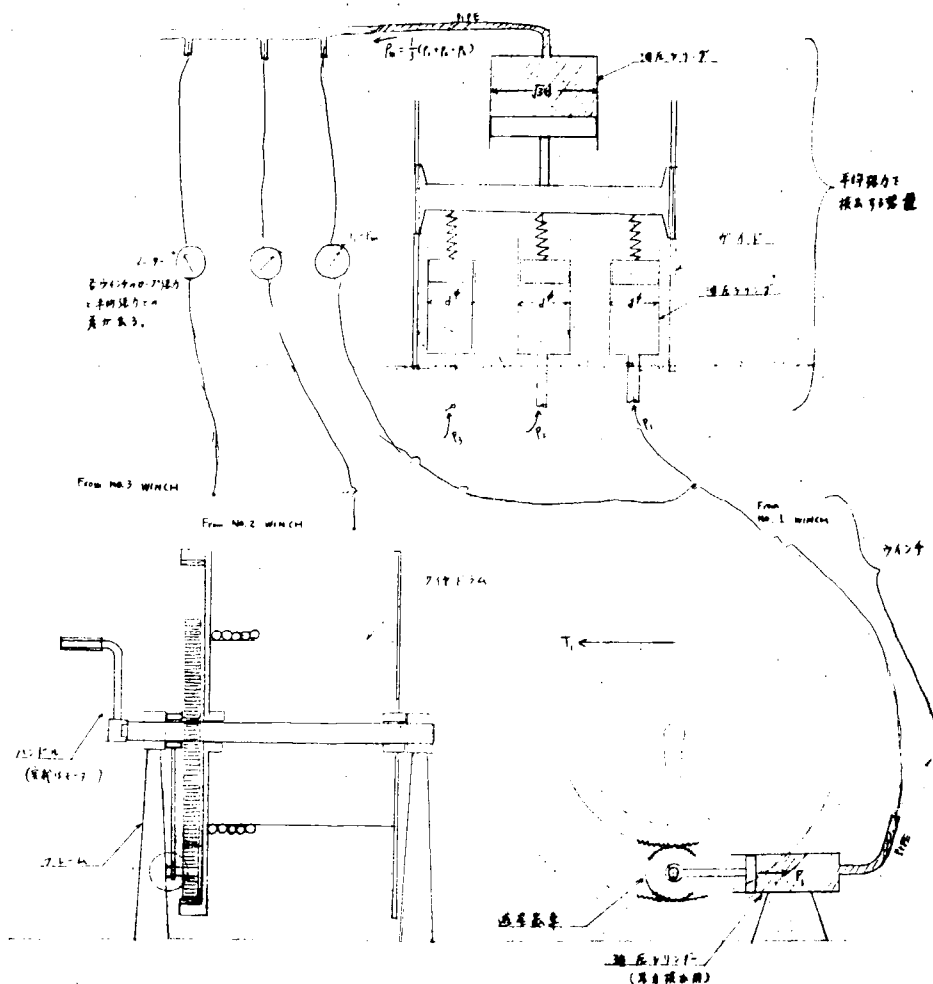
専門技術者の協力を得て、システム全般につき具体的試設計にとりかかる。

SR106 「イコライザー」

44年度製作模型の概略

下図のごとき張力検出用のため

遊星歯車と油圧シリンダを備えたウインチ2台および張力検出装置1台を製作する（実機× $\frac{1}{5}$ の模型）



## 2.5 ハイスラックスピードウインチの開発

1-1)に記した、乗船調査およびアンケート調査の際、船側からウインチによる索の巻出し速度を高速化してほしいという要求が強かったので、調査終了後イコライザーの開発と併行して、ハイスラックスピードウインチの開発に取りかかった。船が接岸するときは、綱取船が出て船から岸壁への索の運搬を行なうが、このとき綱取船は船と岸壁とにはさまれて作業するために危険防止上高速で動くことが必要である。

現在、綱取船のスピードは一般に6ノット( $180 \text{ m/min}$ )程度であるが、一方、ウインチの巻出速度は $40 \text{ m/min}$ 程度しかでない。このため、綱取船は索に引きもどされることになり走行スピードが制限され、スムーズな接岸作業を妨害する。

これに対し、前もってドラムから索を巻出してデッキにならべておき、綱取船に引き出させる方法をとっている船もあるが、きわめて非能率的である。

この問題を解決するために綱取船のスピードに見合ったスラックスピードを有することが必要であるので、ハイスラックスピードウインチの要求性能として巻出速度 $180 \text{ m/min}$ を考える。

機構としては現在のところ一応ドラムをクラッチオフにして、綱取船に索を引き出させ、ガバナーブレーキおよびリモコンブレーキによりスピードコントロールを行なう方式を考えているが、来年度より本格的な検討を行なうこととする。

## 2.6 適応制御システムの開発

### 2.6.1 概 要

従来からの係船方法……係船索と係船ウインチにより係船する方法……は簡単であるが、最近のように超大型船が出現すると、係船索が太くなり、その取り扱いが人間の体力では無理となる。一方、係船索の本数を増して、個々の索の取り扱いの便を図る方法もあるが、係船中に船体に作用する外力、例えば風浪、潮流、潮位、積荷の変化、等により船体の係船位置の変化、索張力の変化があるので、これらを調整するために多くの労力を要する。

現在、船の機械室内の機器運転あるいは洋上の操船にはかなりの自動化が行なわれているが、係船装置については、旧態依然の言葉通り、自動化の面では立ち遅れの感がある。

数年来、オートテンショウウインチを装備する船が建造されていて、係船索の張力調整の目的はある程度達しているが、係船位置の調整については無力である。

以上の理由により、係船索の張力調整、制御、船体の係船位置の制御を行ない、係船中の船内作業量の減少を目的として本年度から研究に着手した。

適応制御システムの基本方針は実船調査結果およびその他の考察により

- (1) 船体に働く外力変化による係船位置変化の復帰制御。
- (2) 係船索張力の一定範囲内での制御。
- (3) 係船索の設定張力の制御。

を行なうこととした。

これらを制御するために適する制御システムを検討し、なお制御するため必要な機器の概略検討を行なった。

係船装置の適応制御システムを採用するモデルケースとして200,000トンタンカーの概略係船装置の検討を行なった。

係船装置の制御システムを実行するためには、「係船索イコライザーの開発」、「大径ワイヤーハンドリングの自動化の開発」等の研究と密接な協力を推進する必要がある。

### 2.6.2 基本方針の決定

- (1) 係船作業とは、一般的に岸壁横付け係船は、船の入港準備から始まり、港域進入、タグボートによる操船、索取り船による係船索の陸上ピット固縛、本船の岸壁横付け係船索の張り合わせ等のプロセスを経て、荷役開始と考えられ、離岸は略この逆の順で港域退出、係船索類収納と考えられる。

この一連の作業を正確に把握しようとして、貨物船、バラ積船、およびタンカーについて来船調査を行なった。

(a) 実船調査の結果

- a) 係船準備は、係船機の索操出しスピードが索取船のスピードに比較し極端に小さいのであらかじめ係船に必要な索の長さを甲板上にさばきやすいように並べておくこと。
- b) 港域近くなると、潮流、風による操船がかなり複雑となり、港域内ではタグボートの助力を得て、散在する小船を避けるため非常に複雑な操船を行なうこと。
- c) 岸壁横付まではタグボートにより操船され、本船の係船索を用い係船機で巻込み着壁はしないこと。
- d) タンカーでは、チクサンジョイントとの連結部との監視（船位ずれの監視）索張力の調整を約30分に1回位を係船中に行なっていること、等が判明した。

以上により、港域内の低船速時の操船は外力による船体運動のジョウ乱が大きく、また予測しがたい障害物による運動のジョウ乱があり、いずれをとつても正確に解析しきれない。

反面、接岸にタグボートの助力が得られるから着岸後の係船位置を制御することに決定した。

なお、船の持つ係船装置としては新しい係船法ではなく、従来の係船索、係船機を使用する方式とした。

(2) 電子計算機による所定係船位置の制御

船の持つ係船装置を制御する場合、次の二つの方法が考えられる。

a) 船体の所定係船位置を保持するための制御

b) 船体が所定係船位置から離れた場合、直ちに所定船位に復帰させるための制御

a)の方法は、船体が所定係船位置を保持できなくなるような風圧、潮流等の外力が船体に加わった場合、それらの外力を計測、演算し、それら外力に対抗できる係船索（以下単に索と略す）の張力等を調整する判断を電子計算機に行なわせ、索張力調整を実行し、索に加わる張力がその安全使用張力内にはそれによつて船体を所定係船位置に保持しようとするものである。これには船体に加わる外力計測が前提となるが、その計測の困難な点として風圧に対しては船体におよぼす風圧の合成力の方向、大きさ、および着力点が単に風速および風向を計測することによつては得られないこと。潮流に対しても同様に船体におよぼす合成力の影響の把握がきわめてむずかしいことがあげられるので、今回の研究から除外することとする。

b)の方法は船体が所定係船位置から離れてしまった場合、初めて船体を所定係船位置に復帰させようという判断を電子計算機に行なわせ、係船機（以下ウインチと略す）に必要な指令を出し、船位制御を行なうもので、これには船体が所定係船位置にあるか否かの測定装置（以下船位センサーと略す）、索の張力測定装置（以下張力センサーと略す）および所定の機能を有するウインチ（詳細は後記）があれば可能と考えられるので、これを今回の研究の基本方針とした。勿論この基本方針の前提となるものは、ある限度以内の船位変化は許されるところである。

(3) 所定係船位置に対する考察

所定係船位置に対する船位のずれは図2.6.1のように6要素に分解して考える。

（注：実船において船位のずれは、各要素が単独に生ずることはなく、複合されるものと考える。）

これらの6要素はいずれも係船索の張力に変化をもたらすものであるが、6要素のうち

- a) 船体上下方向位置
- b) 船体横方向水平軸まわりの回転
- c) 船体縦方向水平軸まわりの回転

はいずれも索の張力を調整して船体を原位置に復帰させるという性質のものではなく単に索張力のある設定値に保持するというのみを考慮すればよい。すなわち、船体上下方向位置は船の積荷量の変化（きつ水の変化）、潮位の変化（岸壁に対する海面高さの変化）等により生ずるものであり特定の場 合、例えば、オイルターミナルにおけるチクサンローディングアームに可動制限範囲がある場合、あるいはバラ積船のローディング、アンローディングの

陸上荷役機械との関連による制限を除いては、船体上下方向の位置の変化は考慮の必要がなく、また、考慮の必要があつたとしてもこれは積荷量あるいはバラスト量等によつて制御すべきものであり、索の張力調整によつて制御すべきものではない。

なお、船体のトリムおよびヒールについても同様である。

したがつて、係船装置による船位制御は上記の3要素を除いた残りの3要素について考慮すればよい。

船位については

a) 許 容 範 囲

b) 制 限 範 囲

2つに分けて考慮する。

許容範囲とは、その範囲内であれば所定係船位置から船位がずれても何ら他に支障をおよぼさない範囲として、船位のずれを船位センサーで感知しても船位復帰制御を行なわないものとする。ただし、この範囲内であつても後記のように索張力を張力センサーからの信号によりウインチに対し電子計算機が指令を行ない、調整することがあるの、そのために船体は新しい船位になることがある。

制限範囲は許容範囲外にあり、船位センサーからの信号によりウインチに対して電子計算機が必要な指令を行ない、積極的に船位を所定係船位置、詳しくは船位の許容範囲に復帰させようとする範囲である。実船調査の結果、「制限範囲内の船位変化」はタンカーの岸壁横付け係船の場合、ククサンジョイントとの関連があり、船体前後方向に±約30 cmが最もシビヤな数字であることが判明したので、この数字を今回の研究の制限範囲とした。

#### (4) 索張力に対する考慮

上記のように船位が変化するが、逆に所定係船位置から船位がずれないように初期に索張力を非常に大きく設定しておく方法もある。この場合でも係船金物の強度、索の強度およびウインチの能力から自からある限度があるはずであり、また、船位を索張力および索の長さの調整により復帰させる場合でも索張力にある限度が存在するはずである。

すなわち、索張力についても船位と同様に

a) 許 容 範 囲

b) 制 限 範 囲

の2つに分け考慮する。

許容範囲とは、船位と同じように設定索張力からその範囲内で張力がずれても張力センサーからの情報を電子計算機で処理し、ウインチに必要指令を行なわない範囲である。このことは見方を変えれば現在のオートテンションウインチの索張力に対する不感帯のようなものとも考えられる。

制限範囲とは、その範囲内であれば索の張度、係船金物、およびウインチの強度等係船装置を構成する強度上から何ら不安なく船体を岸壁に係船できる範囲とする。

なお、索の設定張力とは、船体の大きさ、積荷量、岸壁ピットの配置、強度などの港湾事情、潮流の方向、速さ、同様に風力等の外力条件等の多く要素を含んで、係船初期に任意に選択できる索張力と考える。しかし、これらの複雑な条件が、係船初期から適確に判断して適正な索張力設定ができない（これゆえに、本研究を行なう理由の一つでもある）から、初期は索張力を適当に設定し、張力センサーからの信号により試行錯誤的に索張力の制限範囲内で自動的に設定する機構を必要とする。（図2.6.1参照）

#### 2.6.3 適応制御システムの基本機構

以上の方法で決つた制御事項は

a) 船位の復帰制御

b) 索張力の制限範囲内での制御

### c) 索の設定張力の制御

となる。

#### (1) 係船中の索取りのモデル化

岸壁の横付け係船はアンカーを投錨していない限り索の取り方はパウライン、スタンライン、プレストラインおよびスプリングラインに分類される。これをもつと単純化してプレストラインは必ずしも船体中心線に直角に張れていないものとする。

a) 船体中心線に対し、船首方向より測定して、鋭角を成す係船索群、すなわちパウライングループ

b) 船体中心線に対し、船首方向より測定して鈍角を成す係船索群、すなわちスタンライングループ

となる。

このパウライングループとスタンライングループがゆるまないように張られ、他に船側外板が岸壁に密着しているとの条件があれば、船体は岸壁ビット、パウライン、およびスタンラインと共に安定トラスを成形していて、船位保持の制御上支障はない。厳密には船位の復帰制御の対象として前記のように船体の前後方向の船位ズレの他に船体横方向の船位ズレ、船体上下軸まわりの回転船位ズレがあり、船側外板が岸壁から離れると、パウライン、スタンラインの張力があつても不安定トラスを成形することになる。この場合、パウライン、スタンラインの索長のみでは船位が一義的には決定できないが、船体横方向の船位ズレを検知する船位センサーのインプットおよび船位ズレに伴い索張力が変化するので張力センサーによつて検知されたインプットにより電子計算機が判断し、ウインチに指令を行ない、船位の復帰制御ができるから、係船索はパウライン、スタンラインによつて代表しても支障ない。

#### (2) 係船装置制御用単純フローチャート

以上の考えを整理まとめる意味で図2.6.2のようなフローチャートを作成した。

このフローチャート作成の根本的な考え方は、所定係船位置からの船のズレおよび設定索張力からの張力ズレが許容範囲外となつた場合、船位センサーおよび張力センサーからの情報を電子計算機で処理し、ウインチに必要な指令を出し、索張力調整後、再び船位センサーおよび張力センサーでチェックするという方法、すなわちループを画かせている。

係船中の船の運動を考えた場合、例えば岸壁に横付け係船中に船首方向から一時的な潮流、風力による外力が作用して、船体が所定係船位置から許容範囲以上船位ズレを生じた場合、パウラインのウインチは自動的に索張力の設定値が上り索を巻込む。船位が所定係船位置に復帰し、さらに船体の慣性力および一時的な外力が取り除かれたことにより、船首方向の許容範囲を越えたならば、今度は逆にスタンラインのウインチは索設定張力が上り、船体を船尾方向に移動させる。このような動作が繰り返されれば設定索張力と許容索張力の和が索張力の制限範囲を越え危険であるので、索の設定張力の自動変化には、優先順位を設け安全性の向上を図ることとした。

船位センサーからの情報を電子計算機で処理、判断し、ウインチに出す指令も実際には1台のウインチに出すのではなく、パウライングループに属するウインチ群に、あるいはスタンライングループに属するウインチ群に出すのであり、ウインチ群はその群に属する個々のウインチの索をイコライザーシステム(別のアイテムとして研究中)によりイコライジングして船の安全性の向上を図ることとする。

同様に張力センサーからの情報も、ウインチ群に属する各索のイコライジングされた張力によりもたらされ、索の設定張力も、電子計算機はウインチ群に対して行なうようになる。

#### (3) 船位センサーおよび張力センサーからの情報をチェックする週期

電子計算機によつて係船装置を制御するシステムができたと仮定して船位センサー、張力センサーからの情報をチェックするインターバルを考察してみる。

外力によつて係船状態にある船体が運動し、船位が許容範囲以上に変化する。または、船位変化により索張力が許容範囲以上に変化する時間は船体の質量が非常に大きいので、電子計算機の概念による時間に比べ、長い時間と考え

られる。また、電子計算機からの指令によつてウインチが索の巻出し、巻込みを行なつても船体の質量の影響、索の弾力、および索のカテナリーとの関連で、索の巻出長さ、巻込長さが即時船体の移動量として表われないで、あるタイムラグがあるものとする。すなわち、電子計算機は係船中 real time に船位センサー、張力センサーからの情報をチェックする必要はなく、あるインターバルをおいて十分と考える。

このインターバルもどの程度で十分か、来年度以降の研究とする。実際問題として、電子計算機を持ち、係船装置を制御する船は電子計算機に他の装置、例えば荷役（オイルコース）、バラスト注排水、船内火災、機械室内の発電機をはじめとして、各補機の状態など多くのチェックポイントをスキヤニングし、各情報を処理、判断させるものとするのが妥当であり、当然係船装置も単に電子計算機の1つのチェックポイントになると考える。

このことは船に装備する電子計算機の能力とチェックポイントの数の多数によりスキヤニングインターバルが決まるものである。逆にいえば、外力による船位のズレが許容範囲を越える時間、あるいは、索張力が許容範囲を越える時間以内にスキヤニングインターバルが収まれば係船装置の電子計算機制御ができる。（図2.6.2参照）

#### 2.6.4 制御機構要素の検討

##### (1) 電子計算機へのインプット、電子計算機からのアウトプット等の情報の形式

船位センサー、張力センサーで検知する船位のズレ、設定索張力にはそれぞれ許容範囲があり、その範囲を越えたら情報もたらされ、許容範囲内であれば情報は不要との制御機構であるから常時船位ズレ、張力ズレの絶対量を把握する必要がなく、デジタル量のインプットで十分と考えられる。また、実船に装備するセンサー類も機構が簡単、作動確実で保守の便が良いものが望まれるのでデジタル量のアウトプットとしたいが、さらに今後検討することとした。

##### (2) 船位センサー

船位変化の6要素の中、索張力制御によつて船位制御できる要素、すなわち船体の前後軸に平行な船位ズレ、船体の左右軸に平行な船位ズレ、および船体上下軸のまわりの回転船位ズレを検知できるセンサーが必要となる。

船位は岸壁に対しての変位を求めるのであるから、船位センサーは岸壁上におく方が便利と考えられるが、船位ズレを検出する手段、詳細な機構は次年度の研究とする。

##### (3) 索張力センサー

別の研究の「係船索イコライザーの開発」の1項目に索張力計の開発があり、この張力センサーを利用する。

各ウインチに付属する張力センサーはその検出された索張力をそのまま電子計算機にインプットするのではなく、ウインチ群の中でイコライジングしてその結果が許容値を越えた場合、電子計算機にインプットされる。船を係船中、索の先端を岸壁ビッドによる位置にもよるが、索張力変化は船位変化よりも頻度が多く発生するものと考えられる。

その都度、索張力をウインチグループ内でイコライジングしたのではウインチが絶えまなく索の巻出、巻込みを繰り返す、索のハンチング現象を発生しないとも限らない。すなわち、索張力の許容範囲の設定が重要となる。この問題は係船機のイコライザーの開発と共に次年度以降に検討したい。

##### (4) 係船ウインチ

適応制御システムを採用する船に装備される係船ウインチは次のような性能を有するものとする。

###### a) 張力設定値が可変であること。

索張力の制限範囲内で張力設定値を任意に選択でき、外力条件の変化に伴い索張力の設定値も自動的に変化できることが必要である。従来のオートテンションウインチも設力設定値を任意に選択できるが、一度設定した索張力は自動的に変化することができない。この点が従来型と異なる点である。

###### b) 張力設定値の上下にある巾の不感帯を有すること。

索張力の不感帯の巾……索張力の許容範囲であるが、これの選定および張力設定値の変更に伴い、不感帯の巾も

可変とすべきか、不変とすべきかは今後の検討としたい。

従来のオートテンションウインチには不感帯がかなり大きな範囲で、そのために索張力設定値と許容範囲の和が制限範囲を越えてトラブルの原因となつた例が多い。

今後開発する“適応制御システム用ウインチ”も動力伝達機構を構成する歯車、軸受等の摩擦損失等により、ある程度の中の不感帯が必ず存在するが、張力センサーと結合した場合の不感帯が重要であるのでウインチ開発と協力して決定したい。

c) 索の巻込み巻出しは少量の一定量ずつ行ない得ること。

索は係船中カテナリーとなるか、この曲線はずかしの長さの変化に対しても索張力の変化が大きいので従来の係船ウインチのように巻込み巻出しを連続的に行なうものでは制御がきわめて困難である。したがって、少量の一定量ずつ索の長さを変化できるものとし、one pitchの操作により索張力が調整しきれない場合には張力センサーおよびイコライザーの作動により、さらに操作をくり返し索張力が設定値になるまで段階的に制御しうるものとする。すなわち、デジタル量の作動を行なうウインチと言える。

(5) 警報装置

係船ウインチが電子計算機からの指令に応じ作動しても船位復帰制御ができない場合および索張力を制限範囲内に調整することができない場合は警報を発することが必要である。このような場合は非常に悪天候であり危険であるから、増索を取り係船力を増すと係船状態を中止して港外退避するとかの措置を要する。

なお、係船中の船内事故……火災が最大事故と考える……が発生した時も警報を発し、港外退避を行なうような機構も必要となる。

2.6.5 係船装置概略

係船装置の電子計算機制御システムを採用する船として、超大型船の試設計の20万トンタンカーを選び、係船装置概略を作成した。

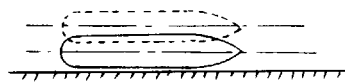
この係船装置概略の基本的な方針は

- (1) 係船索はすべて直径42 mmのワイヤーとして、パウライン4本、プレストライン左舷用2本、右舷用2本、計4本、スプリングライン左舷用2本、右舷用2本、計4本、合計16本とする。
- (2) 各係船索はウインチ1台ずつに対応する。すなわち、ウインチ台数は16台である。
- (3) 各係船索はフェアリーダーと1対1の対応をする。したがって、フェアリーダーも16個である。
- (4) スターンライン、パウライン用のウインチは制御を行ないやすいように船首尾にまとめ、アンダーデツキにフェアリーダーに向い放射状に配置した。パウライン、スターンライン用フェアリーダーは甲板間に縦方向に4個ずつ配置し、外板面は水密ドアを設ける。
- (5) プレストライン、スプリングライン用のウインチは上甲板上の両舷の舷側近くに設け、フェアリーダーとの間の距離を少なくして索の舷外の引き出しの便を図つた。
- (6) 増取り索用として船首尾にキャプスタンを各1台ずつ設ける。なお、船首部のウインドラスのワーピングエンドも増取り索用として使用できる。
- (7) 増取り索用および曳航、被曳航用として、船首尾にボラードを4個ずつ設けた。(図2.6.3参照)

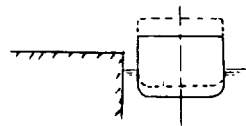
1. 船体前後軸方向の平行船位ズレ



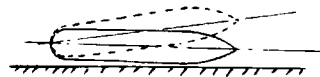
2. 船体横軸方向の平行船位ズレ



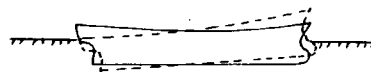
3. 船体上下軸方向の平行船位ズレ



4. 船体上下軸まわり回転船位ズレ



5. 船体横方向水平軸まわりの回転船位ズレ



6. 船体前後方向水平軸まわりの回転船位ズレ

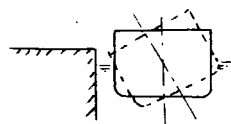
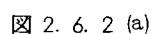


図2.6.1 船位ズレの6要素



a) 船体と岸壁との相対位置(船位センターによる)

A.P        "        "        :

(船首方向を十、船尾方向を一とする)

り) 係船索の張力(張力センサーによる)

スターンラインの張力 :  $T_a$ 

| 基準値 | 設定値 | 許容値 | 制限値 |
|-----|-----|-----|-----|
|-----|-----|-----|-----|

- 99 -

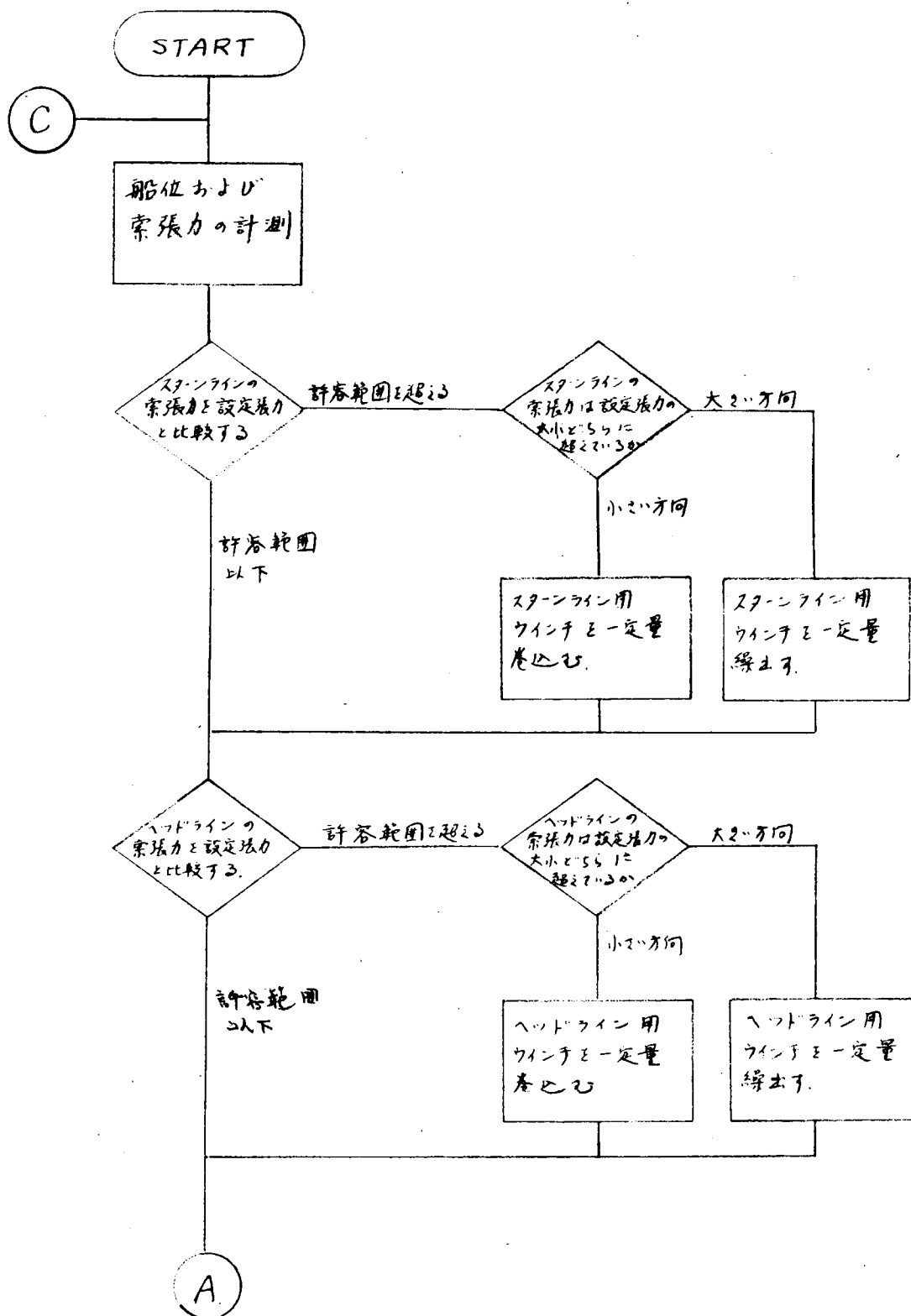
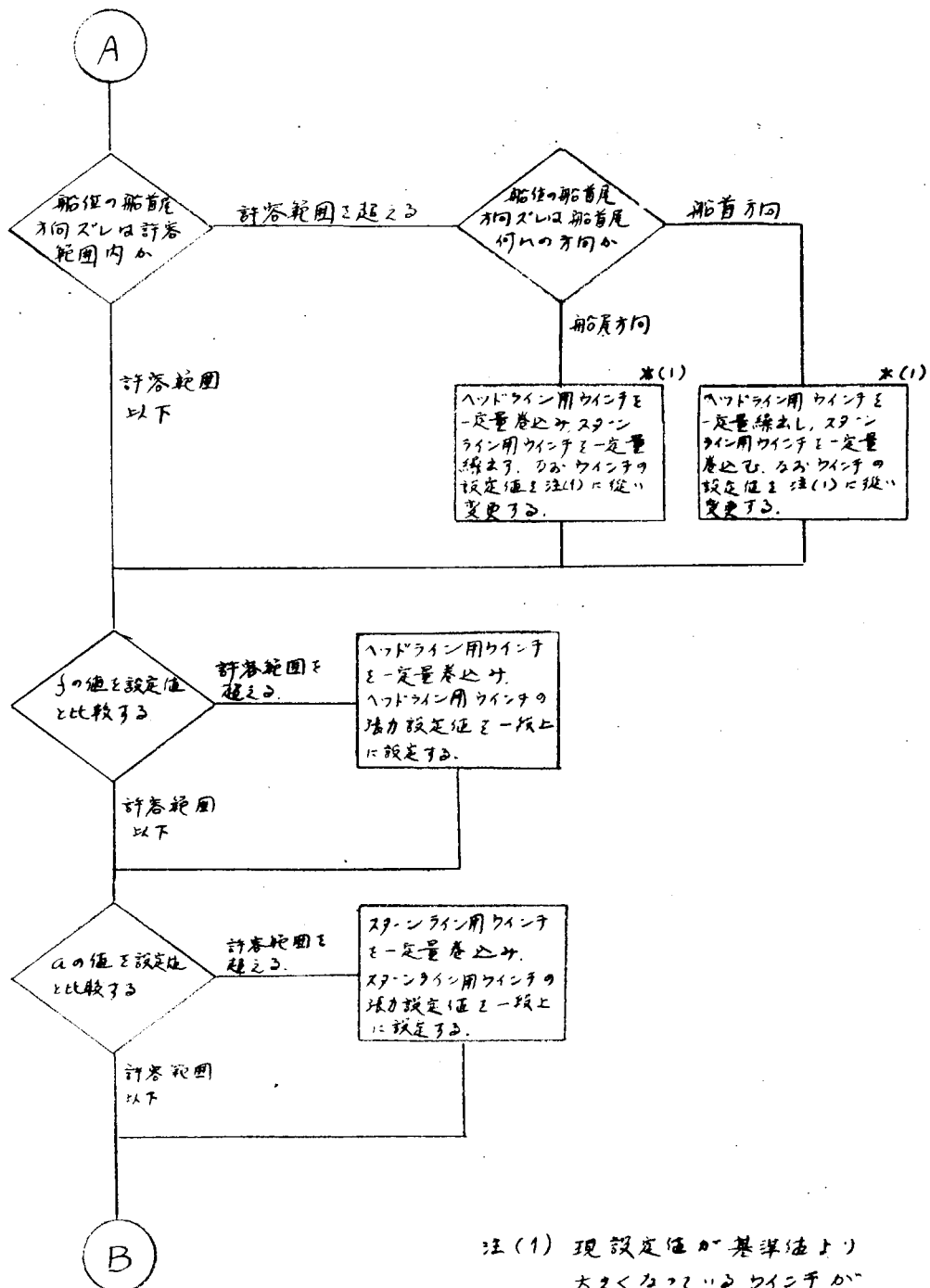


図 2.6.2 (b) 適応制御システムフローチャート



注(1) 現設定値が基準値より  
大きくなっているウインチが  
あり、かつ かつ ウインチの  
設定値を小さくしてよい  
場合には 設定値を小さく  
する方を優先する。

図 2. 6. 2 (c)

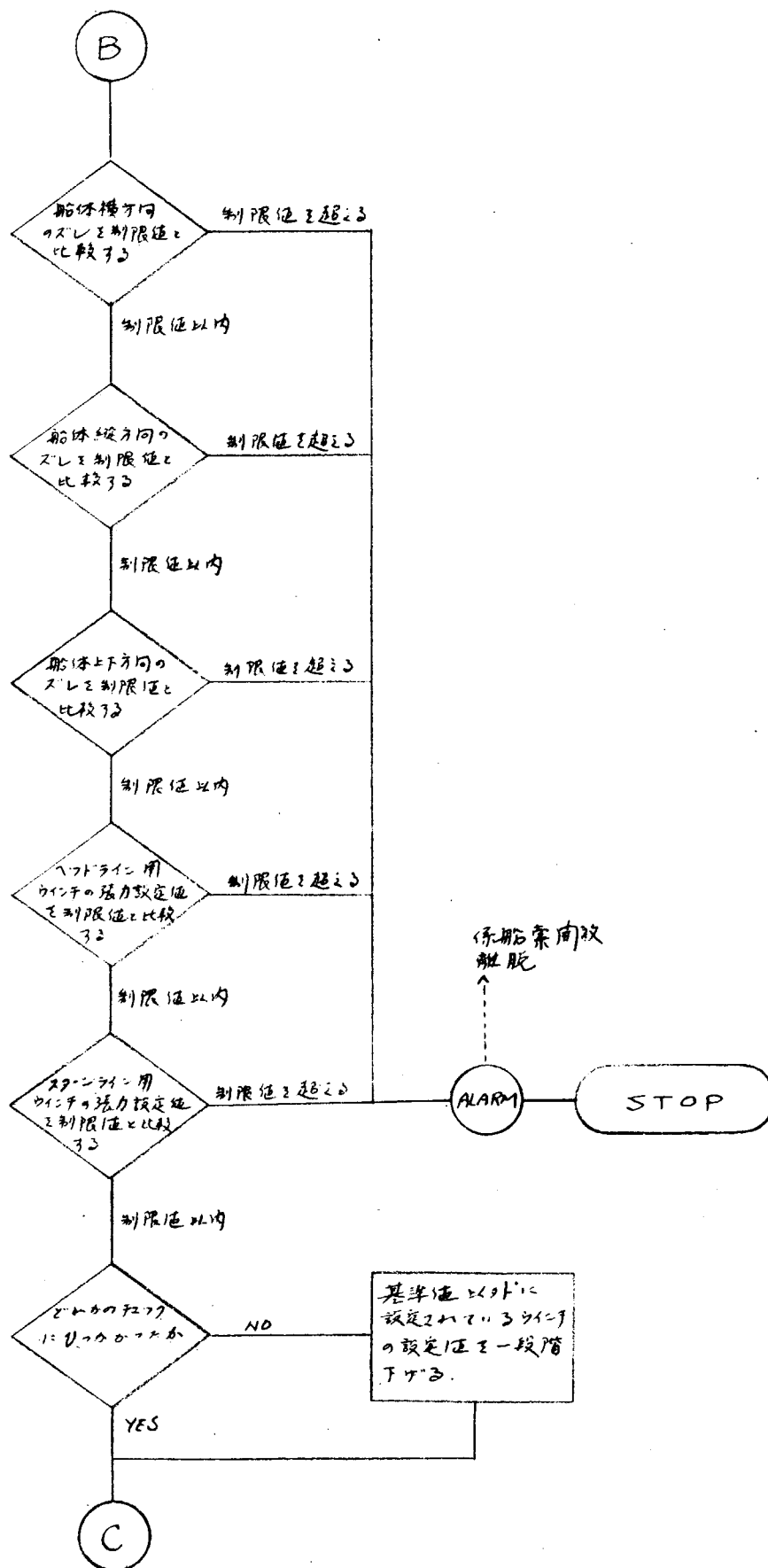
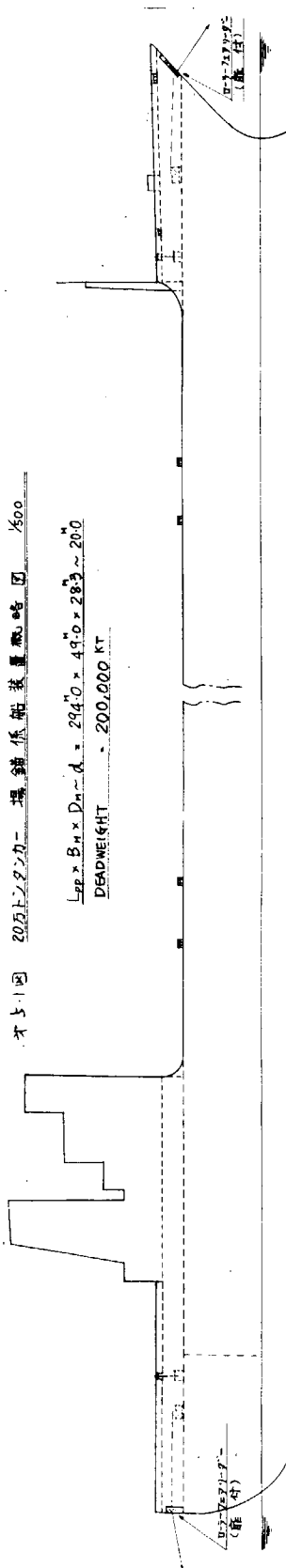
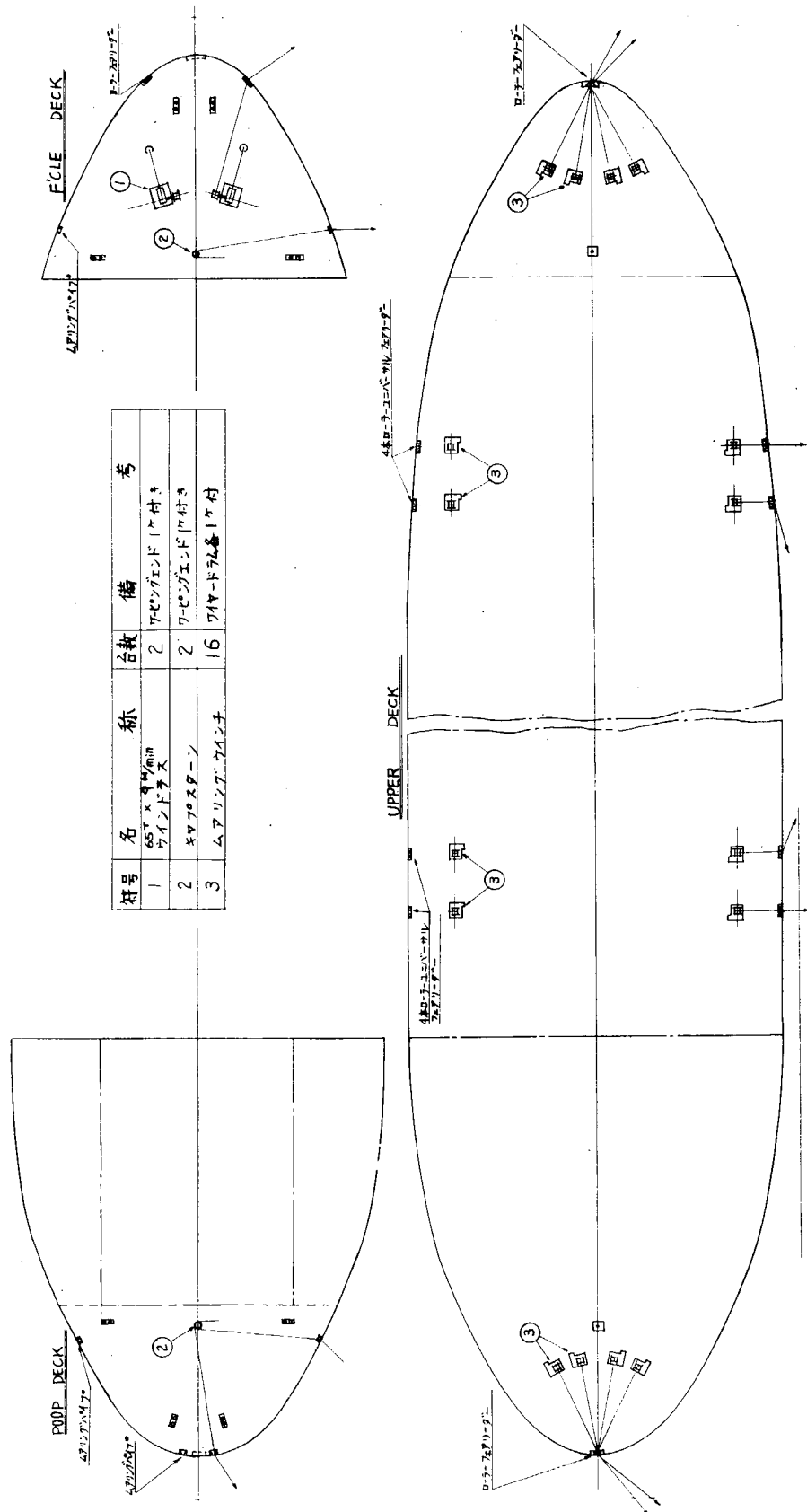


図 2. 6. 2 (d)

オ511図 20万吨タンカー 揚錨係船装置概略図 1/500



$L_{BP} \times B_M \times D_{max} = 294.0 \times 49.0 \times 28.3 \sim 200$   
 DEADWEIGHT - 200,000 KT



| 符号 | 名                                                | 称 | 台数 | 備          | 考 |
|----|--------------------------------------------------|---|----|------------|---|
| 1  | 65 $\frac{1}{2}$ x 8 $\frac{1}{2}$ mm<br>ワイヤードラス |   | 2  | ワセングエンド1ヶ付 |   |
| 2  | ワイヤードラス                                          |   | 2  | ワセングエンド1ヶ付 |   |
| 3  | ムアリング・カギ                                         |   | 16 | ワイヤードラス1ヶ付 |   |

図2.6.3 20万吨タンカー揚錨係船装置概略図 1/500

## 2.7 新係船法の開発

### 2.7.1 概 要

係船作業、特に着岸係船の場合は船舶の運航上で最も危険の多い作業であり、かつ、定期的にくりかえされる避けられないものである。また、この時に最も多くの人手を必要としている。それゆえ船舶運航の合理化の点から最近では係船用の機械器具の改良が盛んに行なわれており、不足勝な乗組員数の問題に対処して作業員削減に大きく貢献している。

しかしながら、それでもやはり人手を最も多く要する点には変わりなく、依然として最も困難な熟練を要するものになっている。すなわち、現状ではいまだ根本的な解決がなされるまでに至っていない。

船舶の高自動化を考える場合、上記の点が大きな妨げになることはいうまでもなく、この問題の解決は非常に難かしく、すでに幾度となく提案され研究されてきたが解決を見るに至っていない。しかし、これを解決しなくては船舶全体の高自動化は達し得られないと考えられる。すなわち、この解決に絶対に取り組まねばならない。

そこで従来の係船方法の改良にとどまらず、目的に合致した画期的な新係船法を開発することの必要を認め、開発手段として調査とブレインストーミングから得たアイデアを基本にして徹底的にさぐり求め、解決の糸口を見出すことにした。

日進月歩の最新技術を適用し、従来解決をさまたげていた「人の判断」に代るものとしてコンピュータの採用も考えれば、あながち解決の見込のないものとは思われない。もし、不運にして解決に至らない場合でも次に進む者の踏台となれるよう資料は全てアイデア集に収録して残るように考慮した。

### 2.7.2 新係船法を開発する目的

係船方法としては動力装置を持たなかつた昔から現在にいたるまでロープによつて船を岸に引き付ける。ロープによつて船を岸に引き付ける。ロープによつて船を動かぬように岸に結びつける方法をとつており、根本的な変更は行なわれていない。

一方、ほかの分野と比較してみると一般商船には次の役目が与えられている。すなわち、荷物の積込、運搬、ならびに荷揚であるが、これらの目的を達するためには航走と碇泊を交互にくりかえす必要がある。この点の進歩改善をみると

荷物の積込および荷揚……………荷役機械の発達で大巾な自動化が進み、また、コンテナ積などによる時間短縮が大きい。

荷物の運搬（船の航走）……………船の大型化と機関の改良発達で多量を高速に運んでいる。

碇泊（接岸係船）……………人手不足を補うための省力化と機械の遠隔操作が行なわれ自動化を目指しているが、人力と人の判断にたよるところが多く、前二者にくらべて進歩発達が極めて遅れている。

また、現在ますます進行している船の大型化傾向についての影響を考えると係船に関してはさらに条件が悪くなってくる。接岸荷役を行なわない例外として昔から使われているハシケ荷役、最近のタンカーにおけるブイ荷役、さらに近く就航するバース搭載船（LASH）などがあるが、接岸荷役は荷物の揚卸し能率その他の点から見て絶対に重要であり今後もその大半はこの方法で行なわれると考えられる。

ここで特に忘れてはならない事項として船の安全ということがある。船の危険状態には衝突、座礁、暴風雨、火災などがあるが、ほとんどは可能な限り危険から避けるように運航される。しかるに入港、接岸に際しては他船との接触や座礁ならびに岸壁への危険が重つて存在する。そしてこれは定期的によつてきて避けることはできない。極言すれば操船上で一番危険な時期でこの時のために船長が必要であるともいえる

上記のように接岸係船作業の改善ならびに自動化が望まれる理由を述べたが目的は船の安全運航である。

そして現行の係船法ではすでに限界に達していることが認められているのでこれに代る方法の開発と実施がわれわれ関係者に負わされた急務である。

### 2.7.3 係船法の開発のための一考察

係船作業の実情はアンケート調査報告および実船調査報告によっても知られるようにすでに開発されていて効果も十分わかり、使用したい希望があるにもかかわらず装備または実施されていない例が多く見受けられる。これらについて考えてみると必要便利と思つてもなければならぬでなんとか努力によつてすましてしまう勤勉な国民性に最大の原因があり、他に船員の交代制度、さらに経験を重視する慎重型保守性も若干は関係していると推定される。

人の努力では如何ともなし難い船の航走や機械力による荷役装置の面では飛躍的な進歩を見せるのに係船関係が立ち遅れている理由はこのようなところにもあると思われる。この点も考慮に含めた指導方針によつて係船関係の改善、進歩を図ることが必要であろう。

### 2.7.4 新係船アイデア集について

従来の係船方法にこだわらずに将来の自動係船を目標にして自動化に適する合理的な安全性の高い係船法を見いだすために担当各社ならびに本委員会でブレインストーミングを行ない、新係船法に関するアイデアを求めた。これらのアイデアを分類収録したのが以下に示すアイデア集である。アイデアは見方を変える、あるいはそれらの組合せを考へることによりこれからさらに良いアイデアが生れる可能性が非常に大きいので取捨選択はとりやめてそのままほとんど全部を収録した。これらの内には現行係船法の改善案も含み新係船法といえないものもあるが上記の理由によりそのままとした。各アイデアには下記の区分によつて分類番号を付し、今後の取り扱いの便宜を図つた。

|              |                           |    |   |
|--------------|---------------------------|----|---|
| 接 岸 時        | 操 船                       | 10 | A |
|              | — 索 取 作 業                 | 20 |   |
|              | — 接 岸 作 業 (主として本船作業となるもの) | 30 |   |
|              | — 接 岸 作 業 (港湾施設の変更を伴うもの)  | 40 |   |
|              | — 接岸時の防衝 (フエンダー)          | 50 |   |
| 係 留<br>(接岸中) | 設 備 の 改 善                 | 60 | B |
|              | — 陸上施設の改善                 | 70 |   |
|              | — 陸上施設と船の設備変更             | 80 |   |
|              | — 性能改善 (機械、器具など)          | 90 |   |

アイデア集は次に示してあるように「新係船法アイデア表」と「アイデア図解」とでできている。

それぞれに各アイデアの分類番号、名称、内容説明が記載してあるので対照していただきたい。アイデア表にはさらに検討項目と評価記入の欄があるが、ここには来年度に行なう検討結果を記入する予定となつている。

図解はアイデアの理解を助けるためにそのアイデアに対する一つの見方をできるだけ具体的に表現したものである。したがつて、これと違う考え方はいろいろとあるはずであり、それらについてもアイデア検討の時に再度考慮するつもりである。

また図解には内容説明と一緒に「検討事項および問題点」が記されているが、これはその案を具体化する場合に際して必要な検討事項や開発事項などを記したものである。

なお、この「アイデア集」は新係船法の開発(2カ年継続)の第1年度の中間報告書であつて不十分なものであるが次年度にはさらにこれの増補改訂を行なう方針である。そして、それと同時に行なう検討評価により適当と考えられるものについては具体案を作製し要すれば模型実験も行なうことになつている。

新係船法アイデア表（その1） A 接岸時

| アイデア<br>No. | アイデア名称                      | アイデア内容の概略説明                       | 船の<br>大きさ | 吃水 | 潮位 | 潮流 | 風波 | 船移<br>の動 | その他 | 技術上 | 経済性 | 判定 | アイデア<br>No. |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------|----|----|----|----|----------|-----|-----|-----|----|-------------|
| 11          | 接岸速度および船位の表示装置              | 接岸速度その他の重要な情報が必要が、船橋で自動的に知り得る装置。  |           |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 11          |
| 12          | 係船作業指示燈の装備                  | 船橋に装備し、係船作業に關係する全ての個所の指示監視装置。     |           |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 12          |
| 13          | 海面に気泡によるマークを作る              | 海底パイプから気泡を出し海面に操船目標として線や点を画く。     |           |    |    |    |    |          |     |     |     |    |             |
| 21          | 細径、軽量、柔軟、強力ロープ              | 取り扱いの容易な強力ロープの開発が必要。              |           |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 21          |
| 22          | 水線上の低位置にロープをとる              | ワインチを該部に装備するが、ロープを導く、またはアイ取付。     | △         |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 22          |
| 23          | ロケット係船                      | 索取り作業にロケットを使用する。                  |           |    |    |    | △  |          |     |     |     |    | 23          |
| 24          | 岸壁ピット等に番号を明示する              | 係船位置や索をとるピットの場所を指示できて便利。          |           |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 24          |
| 31          | 遠隔操作自走ブイによつて索を船体に取付ける       | 索取艇をリモコン操作とする。                    |           |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 31          |
| 32          | ワインチ船による接岸法                 | 曳船の動力をワインチの巻取力に変えてロープを引かせる。       |           |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 32          |
| 41          | 海底チェーン拾いあげ移動式               | 岸壁に連絡してあるチェーンを海中から拾いあげて接岸する。      | △         |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 41          |
| 42          | 浮沈ブイ方式                      | 陸上操作の浮沈自在のブイを利用して索取り、接岸を行なう。      | △         |    |    | △  | △  |          |     |     |     |    | 42          |
| 43          | 移動水没フロート式 接岸法               | 水没型浮ドックを船に乗せて定コースを移動させる。          | △         |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 43          |
| 44          | 水流式 接岸法                     | 水流を起して船を対岸させる。                    | △         | △  | △  | △  |    |          |     |     |     |    | 44          |
| 45          | 陸上係船機方式                     | 陸上に係船機を装備する。                      |           |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 45          |
| 46          | バナマ運河方式                     | 陸上にけん引車を設備する。                     |           |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 46          |
| 47          | 拘束平行移動接岸法                   | 2本の拘束ロープで船を岸に導き、自力前進によつて平行に着岸させる。 |           |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 47          |
| 51          | 水袋式フエンダー                    | 防舷機として水袋（空気袋）を使用する。               | △         |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 51          |
| 52          | 移動式フエンダー                    | 岸壁に沿つて滑動する防舷機を設備する。               |           |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 52          |
| 53          | 本船にフエンダーをつける（フローティングフエンダー式） | 接岸時だけ臨時に取付けできる強力なフエンダーを船体に接続。     |           |    |    |    |    |          |     |     |     |    | 53          |

△印は問題点あり、研究を要するもの ※印は添附図のあるものを示す。

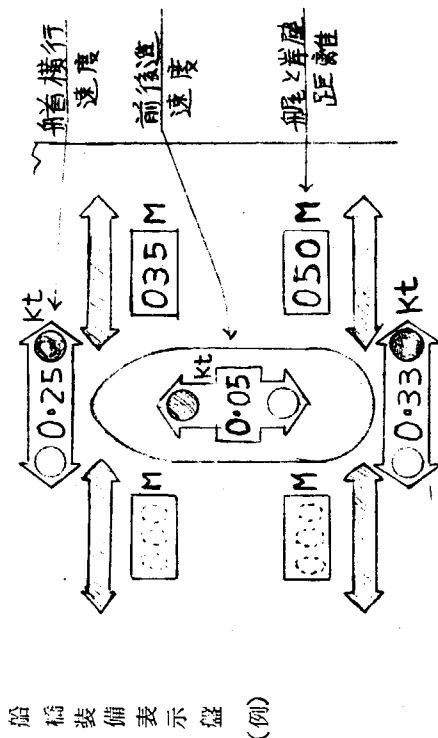
新係船法アイデア表（その2） B 係留（接岸中）

| アイデア<br>No. | アイデア名称                      | アイデア内容の概略説明                     | 船の<br>大きさ | 吃水 | 潮流位 | 潮流 | 風波 | 船移<br>の動 | その他 | 技術上 | 経済性 | 判定 | アイデア<br>No. |
|-------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------|----|-----|----|----|----------|-----|-----|-----|----|-------------|
| 61          | オートランション性能ロープ               | オートランションウインチの性質を持つロープを開発する。     |           |    |     |    |    |          |     |     |     |    | 61          |
| 62          | ネット係船                       | ロープの代りに網状のロープを使用する。             | ×         |    |     |    |    |          |     |     |     |    | 62          |
| 63          | チェーン係留                      | ロープの代りにチェーンを使用して係留する。           |           |    |     |    |    |          |     |     |     |    | 63          |
| 64          |                             |                                 |           |    |     |    |    |          |     |     |     |    |             |
| 71          | 磁力（吸着力）係船                   | 磁石や吸盤、マジックハンドなどをロープの代りに使用。      |           |    |     |    |    | △        |     |     |     |    | 71          |
| 72          | 推進力押付係留                     | プロペラの推力で船体を定位位置に押付けて係留する。       |           |    |     | △  | △  |          |     |     |     |    | 72          |
| 73          | 海底タンク浮上固定法                  | タンクが浮上して船底に当り、船体を支える。           | △         |    | △   | △  | △  | △        |     |     |     |    | 73          |
| 74          | 浮沈パイプ使用締付式                  | 浮きパイプに連結し船底を通るロープで船を岸側に引付ける。    | △         |    |     | △  |    | △        |     |     |     |    | 74          |
| 75          | 起倒式水中支柱係船法                  | 海中に起倒式の柱を多数おき、その動きで船を岸壁に押付ける。   |           |    |     |    |    | △        |     |     |     |    | 75          |
| 76          | 半上架係留法                      | 船に係留する位置で海底から船底を支える。            | △         |    |     |    |    | ×        |     |     |     |    | 76          |
| 77          | 空気泡式                        | 空気泡で水流を起し船を岸壁へ押付けておく。           | ×         | △  |     | △  | △  | △        |     |     |     |    | 77          |
| 78          | 海面凍結式                       | 海面を固体化して船を動かなくする。               | △         |    |     |    |    | ×        |     |     |     |    | 78          |
| 79          | ドックゲート式係留                   | 船体片側の水圧によつて岸壁側に押付ける。            | △         | △  |     |    |    | ×        |     |     |     |    | 79          |
| 81          | 強力ヒンジ式係留                    | ロープの代りにヒンジ式の係留アームで船と岸壁を結ぶ。      | △         |    |     |    |    | ×        |     |     |     |    | 81          |
| 82          | スバッド式係留                     | スバッドを船底に立てて船の移動を止める。            | △         |    |     |    |    | ×        |     |     |     |    | 82          |
| 83          | 係船用自在アーム                    | マジックハンド式の係船腕を岸壁に備え、船体と連結する。     |           |    |     |    |    |          |     |     |     |    | 83          |
| 91          | 荷役装備を改良し船位保持の制限範囲を拡げる(タンカー) | タンカー荷役用の自在管接手装置を改良する。           |           |    |     |    |    |          |     |     |     |    | 91          |
| 92          | 係留ブイに係船鎖を備える。(ブイ係留する場合)     | ブイに係船用の鎖を備える。船は鎖を引上げてブイ制鎖器等に結ぶ。 |           |    |     |    |    |          |     |     |     |    | 92          |

×印は問題あり、不可能と考えられるもの。 ※印は添付図のあるものを示す。

A-11

接岸速度および船位の表示装置の装備



係船時に操船上に必要なデーター（岸壁との距離、接岸速度など）を自動的に計測し表示する装置を作る。

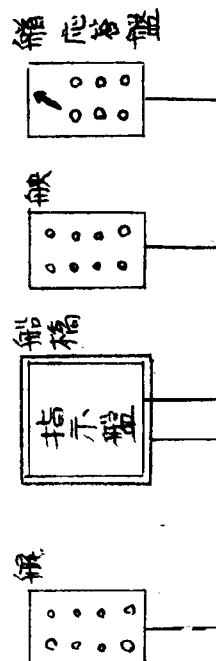
船に計測装置を搭載すれば船橋に表示盤をつける。陸上に計測装置があれば船から見えるように大きく掲示する。

検討事項および問題点

計測装置の開発を要す。ドプラ・ソナーを使用して一部に実用化されている例あり。  
加速度の有無も表示できればさらに有効。

A-12

係船作業指示盤の装備



船橋に装備して係船作業に関する作業命令を指令し、その報告を受信して表示する装置である。

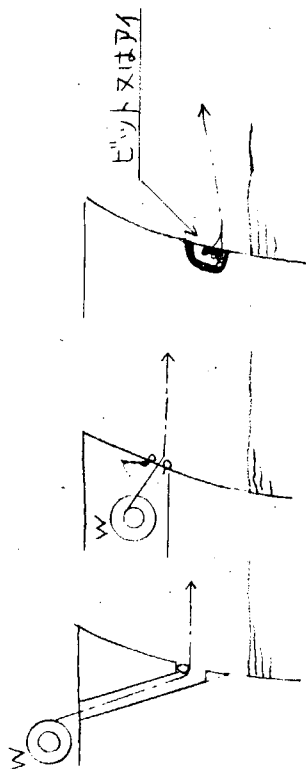
表示する事項として次のものが考えられる。（錨鎖の張力、張り方向、長さ、曳船の作業状況、係留索の作業状況など）

検討事項および問題点

データーの自動または手動発信方法、指令表示方法

A-22

水線上の低位置にロープをとる。

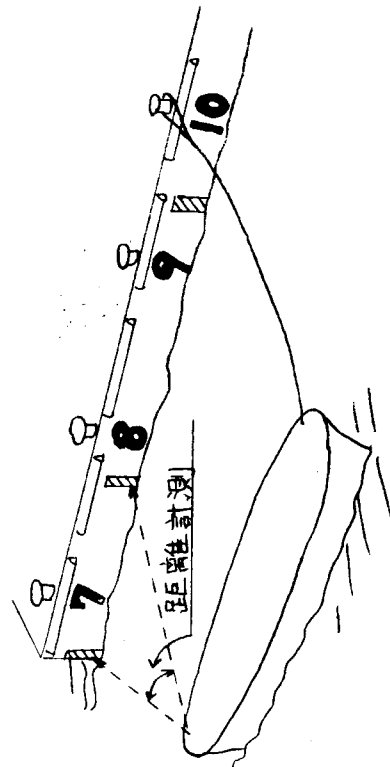


検討事項および問題点

索取りを容易にするためと係留時にロープ張力を有効に働かせるために水線上2～3 mの高さの所からロープを出せるようにする。ウィンチを低く装備する場合も考えられる。またはアイ、ビットなどを設けて曳船または陸上からのロープをとれる様にする。

A-24

岸壁ビットに番号を明示する。



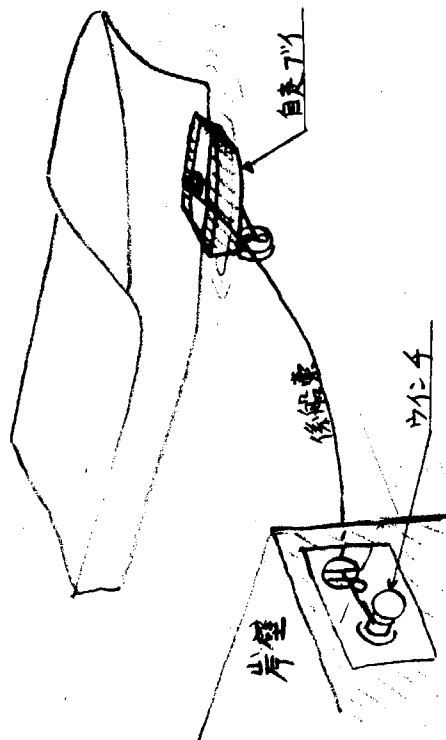
検討事項および問題点

岸壁に装備してあるビットに番号を大きく表示して接岸しようとする船からも見えるようにする。さらに岸壁長さ全長にわたって10 m間隔に色別の距離マークをつける。これによつて係船位置や索取り位置が正確に指示出来る。船と岸との距離も正確な目測でなく、簡単な器具で容易に正しく計測出来る。

光学反射、レーダーフレクター等の利用も考慮する。

A-31

遠隔装作自走ブイによつて索を船体につける。



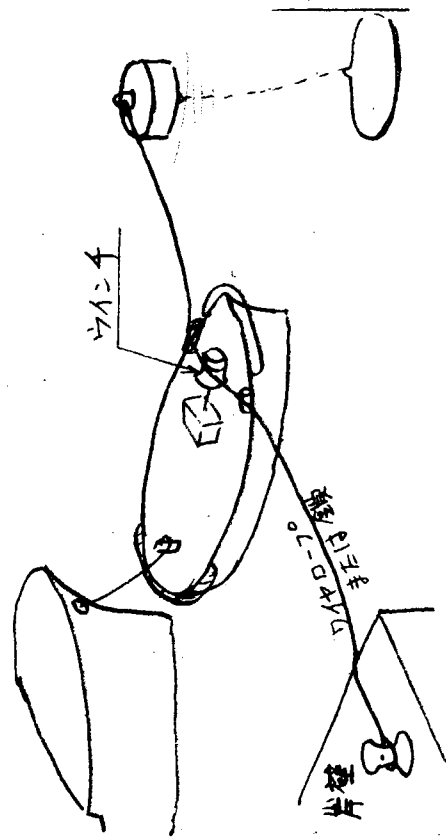
無線等によつて、遠隔操縦の出来る自走ブイ（または旋）に陸上係船機よりの係船索を取つておく。自走ブイは係船索を船まで運び、ブイ自体が船体の吃水附近に磁力または吸盤によつて固着する。その後陸上ウインチによつて船を岸壁に引きよせる。本船の係船設備は一切不要となる。ウインチ付ブイとするのもよい。（A-53と組合せることも可能）

検討事項

遠隔装作自走ブイの開発

A-32

ウインチ船による接岸



本船の横移動を曳船の推進力によるものから曳船上のウインチの力に切換えて動力の効率を高める。

索取りあげ方式

A-41、A-42方式との組合せも考えられる。

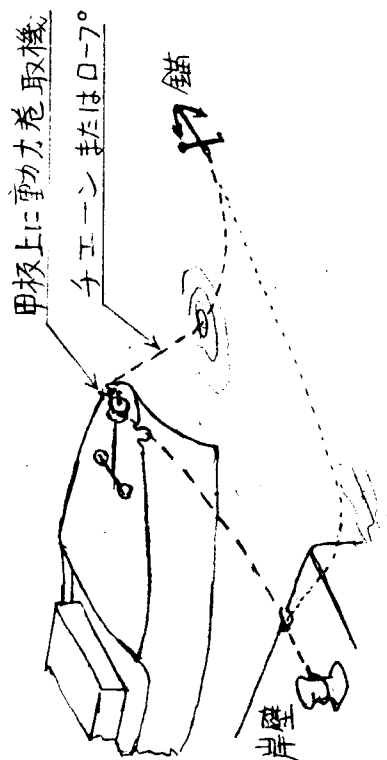
ウインチを本船上または陸上でリモコン操作することも考えられる。

検討事項

ウインチ船の形状、本船との効果的な連結法、プロペラ動力とウインチ動力の切換方法

A-41

海底チェーン拾いあげ移動式



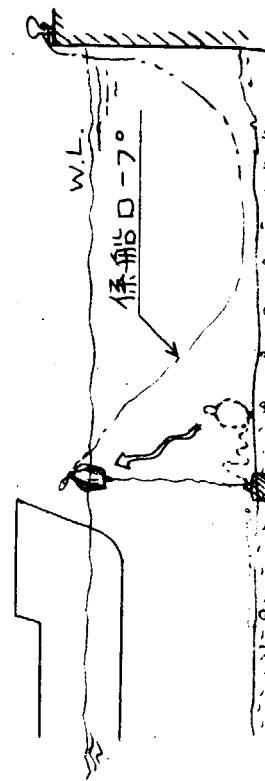
岸壁から直角にチェーンを海底に設置しておく。それを接岸しようとする船が拾いあげて、船首尾に設けた鎖車によつて手操りよせながら接岸する。  
チェーンには拾いあげやすいようにブイを船には船首尾にチェーンの吊揚設備と手操りよせ装置とを設ける。(A-42と組合せることも可能)

検討事項

拾いあげ装置の省力化が必要

A-42

浮沈ブイ方式



必要な時に陸上からの指令によつて浮上するブイである。係船作業上の使い方はあらかじめ岸壁側からブイまで係船ロープを連結して沈めておき、船が近づいた時に浮上させて本船に渡す。この方法によれば綱取艇1隻が陸と往復することなく、数本のロープを順次急速に船へ届け得る。(A-41、45との組合せ可能)

係船ロープ自体を浮沈式とすることも含む。

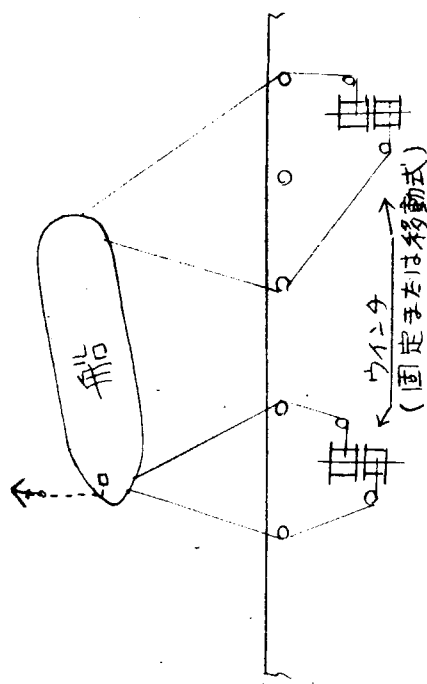
検討事項

拾いあげ装置の省力化が必要

|                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div data-bbox="127 1704 194 2047" data-label="Caption"> <p>A-43<br/>移動水没フロート式 接岸法</p> </div> <div data-bbox="330 1240 609 2022" data-label="Image"> </div> | <div data-bbox="147 215 225 1122" data-label="Text"> <p>船が曳船によつて所定の位置につれてこられたならばフロートが浮上して船体をわずかに浮上させて支える。</p> </div> <div data-bbox="244 228 326 1122" data-label="Text"> <p>その後フロートはガイドレールによつて定められたコースを進み係留位置に達する。船の係留が終れば再び沈んで元の位置に戻る。(B-81と組合せる)</p> </div> <div data-bbox="393 649 476 1122" data-label="Text"> <p>検討事項と問題点<br/>船体の種類の型に適合するフロートの開発。</p> </div> |
| <div data-bbox="777 1704 840 2047" data-label="Caption"> <p>A-44<br/>水流式 接岸法</p> </div> <div data-bbox="947 1317 1337 1977" data-label="Image"> </div>      | <div data-bbox="793 215 874 1122" data-label="Text"> <p>水位差をポンプまたは本船のプロペラで作り出して水の流れ、または水圧によつて船を接岸させようとするものである。</p> </div> <div data-bbox="992 564 1074 1122" data-label="Text"> <p>検討事項<br/>船体が岸壁に接触する際の水流コントロールの問題</p> </div>                                                                                                                                      |

A-45

# 陸上係船機方式



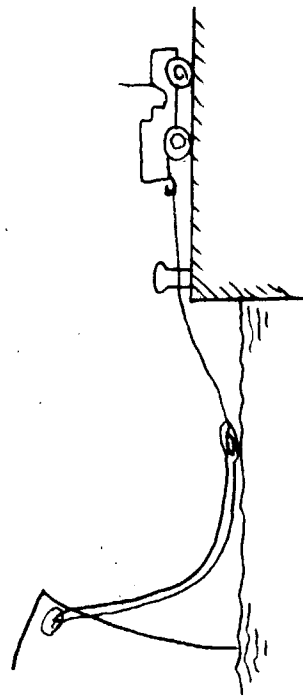
陸上に装備したウインチならびに係船ロープにより船の接岸を行なうものである。ウインチは必要な場合は移動式とすることもできる。たとえば、けん引自動車のようなものでもよい。この場合は船の水線部附近に索をとればさらに有効である。

## 検討事項および問題点

船の大きさの差による。陸上ウインチのコントロール、プログラムの開発。(A-22、41、42との組合せを考慮)

A-46

# バナマ運河方式

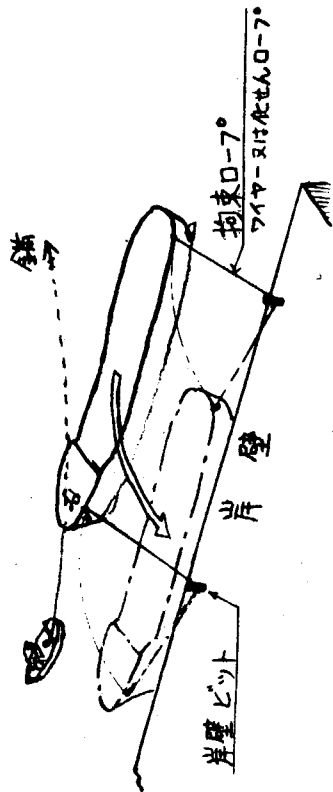


陸上の機動性のあるけん引車を備え、船から送られるロープなどを扱う。ウインチ代りとしてロープを引いて走り、または作業員の急速な移動にも使う。すでにジープを上記のように使っている例がある。

## 検討事項および問題点

A-47

# 拘束平行移動接岸法



岸壁にほぼ平行に接近した船の前後部に各1本宛、同一長さのロープを取る。その後自力前進あるいは曳船で前進すればロープに拘束されて平行に移動して接岸する。行脚コントローラーは本船の錨を用いる。

拘束ロープは陸上のものを使用し、本船より下げたロープと水線附近で接続する。

## 検討事項および問題点

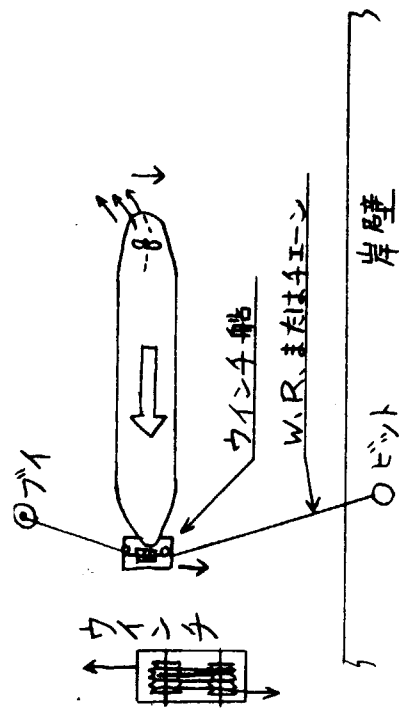
岸壁ピットは岸壁の内側によせる程、接岸力が強くなる。

ロープは堅くないと接続作業困難、他船の前に隣接係留することは不可能であり、着

岸後別に係止作業を要す。

A-32-1

# ウインチ船による接岸



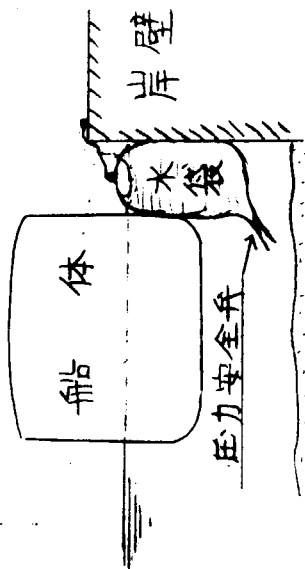
ウインチ船を陸上ピットとブイ間を結んでいる索の中間に停止させておく。これに本船のシステム部分を当て前進超低速で押し続ける。この状態でウインチ船はロープをたぐって本船の船首を陸岸に移動させる。船尾側は舵を使用して岸壁との平行を保つ。離岸時はこの逆とする。(A-32とB-72の組合せ案)

## 検討事項および問題点

低速時の舵の効果、ウインチ船の索への取付離脱、航路障害の問題等

A-51

水袋式フエンダー



岸壁常設フエンダーのほか、臨時に仮設するもので、主として首尾の外板に傾きのある個所とする。

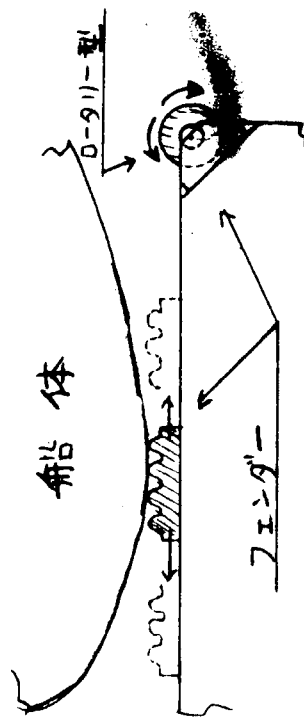
つぶれるにつれて接触面積が増し、船体を傷めない。フエンダーは内部の水の有無にかかわらず、わずかに水面上に浮ぶように空気室を内蔵している。

検討事項および問題点

具体的な水袋の材質、対衝撃性の対策

A-52

移動式フエンダー



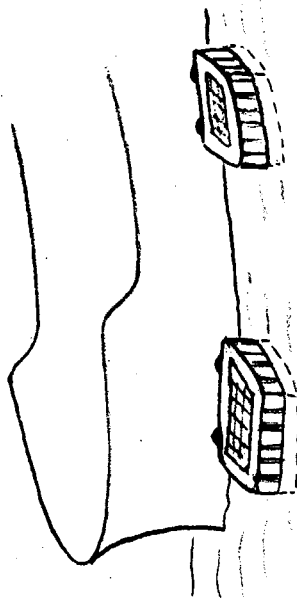
船が接岸する場合、岸壁に直角でなく前後方向にも若干移動してフエンダーの面を損る。これによって船体の塗装とフエンダーが傷められる。

これを防止するために回転式または横滑り式のフエンダーが必要となる。

検討事項および問題点

A-53

本船にフェンダーをつける。



磁石を内蔵したフェンダーを港内に遊泳させておき、曳船等で船腹の適当な位置に取り付ける。なお、フェンダーには電磁力の切換えノブを取り付けておき、取り付けおよび取りはずしに使用する。フェンダーはきわめて有効強力なものとす。

また、フェンダー形状を円形とし、接岸時の揺動損傷を防止することも考えられる。

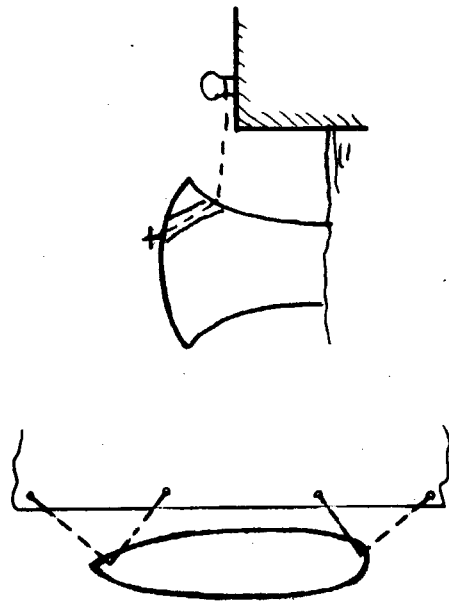
(A-52のように使用)

検討事項および問題点

船体水線部外板の強度

B-63

チエーン係留



チエーンで係留する場合はワイヤロープより少くない本数、つまり4本で強固に係留することが出来る。

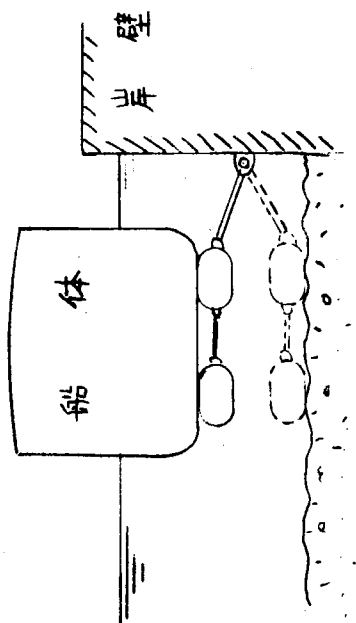
検討事項および問題点

チエーンの引揚、固着方法、ならびに再使用の準備等を考慮する必要がある。

|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div data-bbox="206 1921 236 2018" data-label="Text">B-71</div> <div data-bbox="241 1736 279 2047" data-label="Text">磁力（吸着力）係船</div> <div data-bbox="489 1375 655 1921" data-label="Image"> </div> | <div data-bbox="232 210 366 1122" data-label="Text"> <p>船を岸壁に引き付けておく手段として、磁力や真空式吸盤等を用いるものである。一般に岩壁側に装備して適当なアームによつて船体外側部の任意の個所に吸着する。ロープのようにボラード、ピット、クリートなどの索止め器具を要しない。</p> </div> <div data-bbox="429 855 464 1122" data-label="Section-Header"> <p>検討事項および問題点</p> </div> <div data-bbox="481 506 515 1099" data-label="Text"> <p>必要電力等の具体的調査、接岸（徴）速力との関係など。</p> </div>                                                                                    |
| <div data-bbox="851 1926 881 2024" data-label="Text">B-72</div> <div data-bbox="885 1740 925 2056" data-label="Text">推進力押付係留</div> <div data-bbox="987 1296 1417 1962" data-label="Image"> </div>  | <div data-bbox="876 210 962 1128" data-label="Text"> <p>推進機により前進低推力を発生させたまま船体前部を岸壁あるいは係留ターミナルに押付けた状態で係留するものである。荷役はこの状態で行なう。</p> </div> <div data-bbox="972 210 1056 1128" data-label="Text"> <p>停泊時間の短い船（フェリー）などには都合がよい小型の渡し船などにはこの実施例がある。</p> </div> <div data-bbox="1121 862 1155 1128" data-label="Section-Header"> <p>検討事項および問題点</p> </div> <div data-bbox="1169 293 1207 1106" data-label="Text"> <p>横方向外力（風、ETC）に対する抵抗を摩擦（UR）のみでまかない得るか。</p> </div> |

B-73

海底タンク浮上固定法



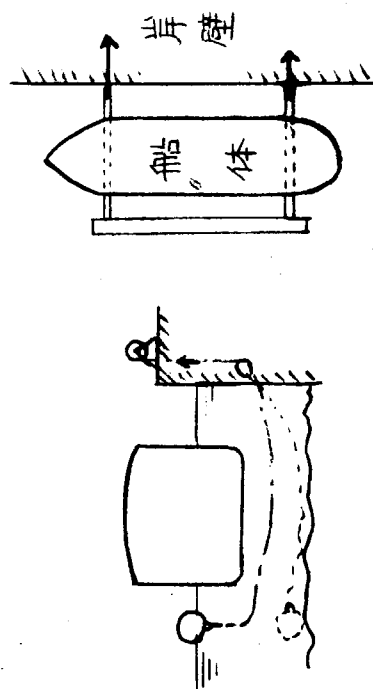
海底に設備したタンクまたはフロートを浮上させて船底に押付けて船を固定する。タンクまたはフロートは岸壁が海底にヒンジなどにより係止されている。  
係船だけでなく、タンクと船底を定位置で連結してカーゴオイルの揚げおろしに利用することも可能と考えられる。(水没型の係留式浮ドックと考えられる)

検討事項

船体を固定するに必要な反力と外乱力との関係および船底の強度。

B-74

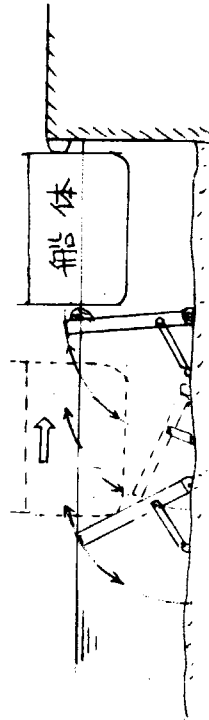
浮沈パイプ使用締付式



着岸している船の外側に浮力の大きいパイプを浮びあがらせて、その浮力によって船体を岸壁に押付ける。  
または、パイプを岸壁方向に陸上設備で引き寄せて船体を岸に締付ける。

B-75

# 起倒式水中支柱係留法



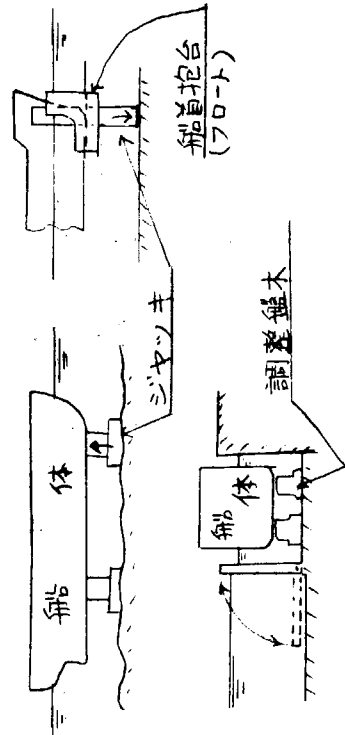
水中に多数装備した油圧式起倒支柱を順次動かして船体を岸壁側に押動かかし、最後に岸壁に押付けて係留する。

## 検討事項および問題点

船の運動速度と起倒支柱の作動速度および力との関係

B-76

# 半上架係留法



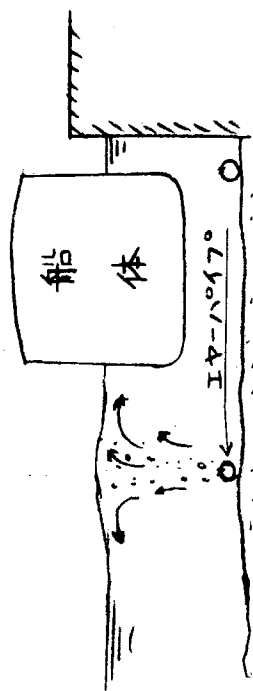
船を陸上にやや引上げた状態、すなわち船の重量の一部を海底で支えて船の移動を防止するものである。

海底から油圧ジャッキで押上げる。船首部を抱いて海底にジャッキを伸す。半注水ドック方式などが考えられる。

## 検討事項および問題点

船体を固定するに必要な反力と外乱力との関係および船底の強度。

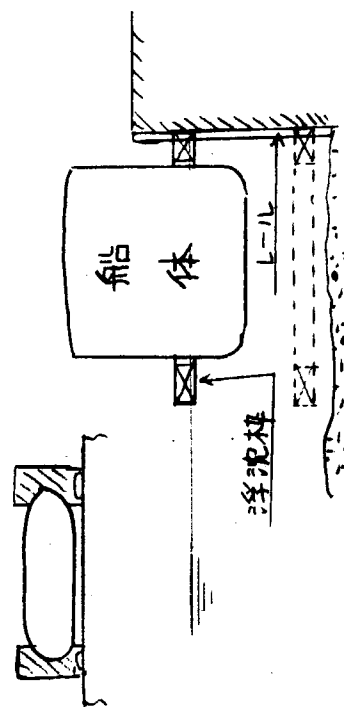
B-77  
空気 砲 式



海底を設置したパイプより空気を噴出させて水面に水流を作り出し、その水流によって船を岸壁に押付ける。消波効果がある。

検討事項および問題点  
動力消費量、効果の有無

B-78  
海面 凍 結 式



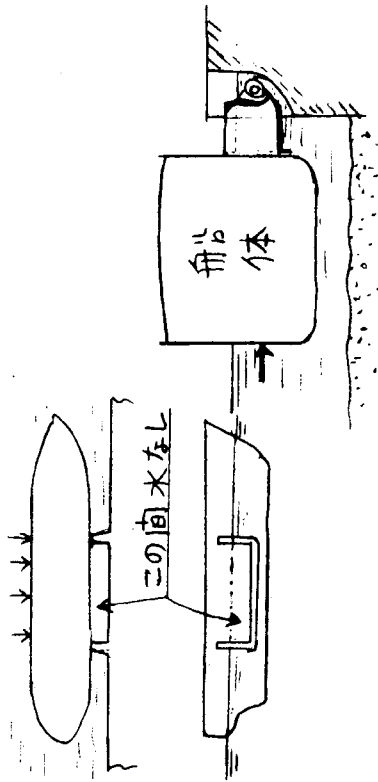
海面を実際に凍結させることなく、船体の水線附近を固体で囲み、それが移動しなければよい。

一例として岸壁に連結したまま浮沈する枠で船体を係留することができる。枠は実用的には船首尾だけでよいだろう。

検討事項および問題点  
異なる船の大きさに適合する浮上枠の開発。

B-79

ドックゲート式係留



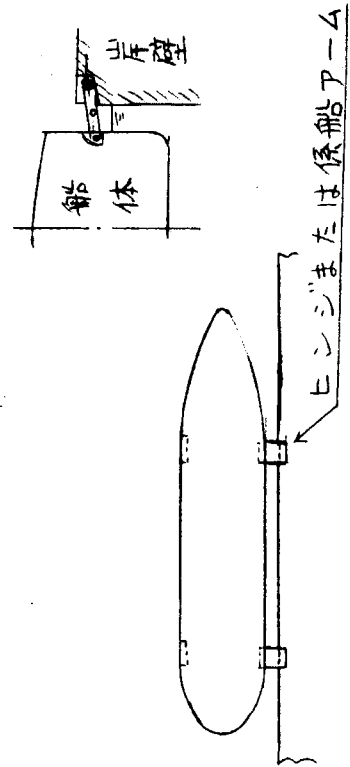
岸壁側に枠を作り、それに船体を密着させ、内部の海水をポンプで吸出してしまう。  
この部分に相当するだけの水圧が外側から船体を岸壁に押し付ける。

検討事項および問題点

必要なポンプ量漏洩

B-81

強力ヒンジ式係留



船体と岸壁を強力なヒンジによつて連結するもので、船の前後移動を効果的に止めることができる。

ヒンジのアームは船体あるいは岸壁に設けるが、折たたみ式または伸縮式の格納できるものとする。

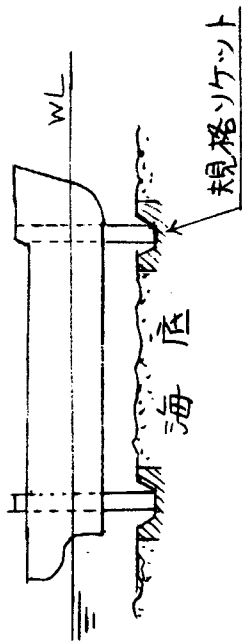
これはまた、曳船との連結にも用いることができる。

検討事項および問題点

結合作業の省力化

B-82

スバッド式係留



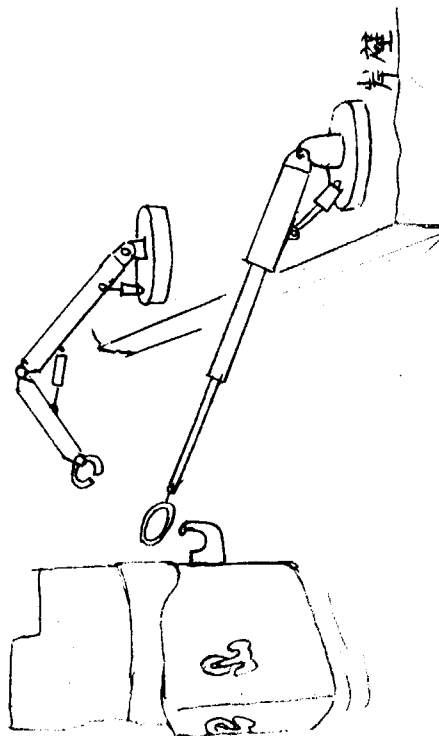
波漂船に使用されているようなスバッドを使用して船を定位位置に固定するもので、係留位置が変らない場合は海底に規格ソケットを設けて安定させることもできる。

検討事項および問題点

スバッド支持部の船体構造

B-83

係船用自在アーム



伸縮、俯仰、回転自在なアームを岸壁に設け、その先端を遠隔操作で船体外板部の連結金具に取付ける。

接続後はアームを縮めて船を岸壁に引付けて接岸させる。接岸後の吃水変化による上下動は自由とする。

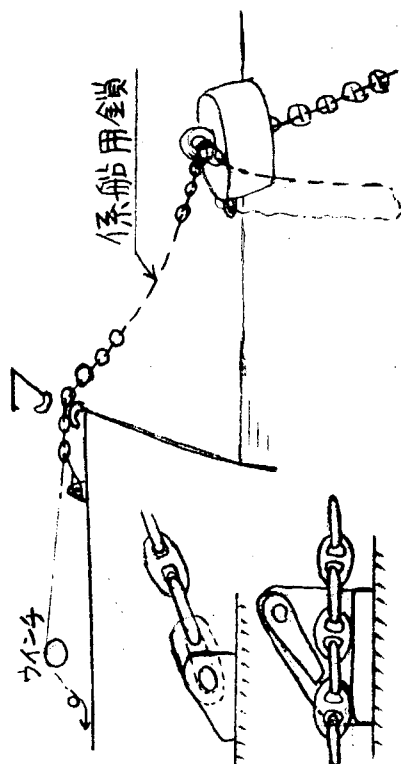
動力は油圧とし過負荷の場合に破損しない機構とする。

検討事項および問題点

本船との取付機構および強力なアームの開発。

B-92

係留ブイに係船用鎖を備える。



ブイ係留の場合にブイ側に装備された係船用鎖を引上げて本船のブイまたは制鎖器に止める。

この場合は本船側で鎖鎖の切離し接続などの作業が不要となる。

検討事項および問題点

係船用鎖の使用しない時の格納法。使用後の復旧法に因する開発が必要。

### 3 艀装品の自動化の研究

#### 3.1 投揚錨作業の自動化の研究

##### 3.1.1 概要

現在、一部船舶には投揚錨作業の中で緊急の際の投錨を船橋より行なったり、また錨鎖の繰出し長さを機側および船橋で判るようにしている。

これらに加えて繰出し初めより繰り込み終りまで全てを自動化しようとするものである。

乗船調査および実態調査で得られた自動化のための必要情報としては以下のものがある。

- 1) 船速(対水速度、対地速度)惰力等の測定
- 2) 水深
- 3) 投錨附近の海面状況の監視
- 4) 他船との相対位置、錨地との距離、方向測定
- 5) 錨鎖の繰出し長さ、速度、方向
- 6) 錨鎖の張力、緊張度合
- 7) 錨の位置、爪の泥かき具合
- 8) 風向、風速
- 9) 潮流の方向、速度
- 10) 海底泥質
- 11) 制鎖器の嵌脱確認
- 12) 主機の回転数、回転方向、舵の方向
- 13) 作業準備完了確認
- 14) 外力の合成力と船の進路
- 15) 錨、錨鎖の洗滌程度確認
- 16) 錨収納状態の確認
- 17) 錨、錨鎖への附着物の有無確認

乗組員より特に強い要望のあつたものは現在の作業では5,6,7等であつた。

さらに、遠隔制御にぜひとも必要なものは、制鎖器の嵌脱の確認、投錨時の錨鎖速度の検知と制御、投錨、海面の監視等、錨鎖の洗滌具合である。

これらの全てを早急に具体化、実用化にまで到達させることは困難であり、下記の項目について現在の装置の全面的な変更は考えずに附加方向で開発の可能性の検討を行なつた。

##### 3.1.2 基本方針の検討

###### (1) 錨鎖の張力検出法および検出場所

錨鎖から直接計測することは困難であり、間接的に計測し、キャリブレーションが簡単なもの、例えば、計測値が錨鎖の張力に比例するものが検出法として望ましい。また、錨鎖にかかる最大荷重はアンカリングのときで、風力、潮流等の外力が働いた場合に海底とホースパイプの出口の間に生じるので、この間の値を錨鎖の張力とする。

(a) 検出法にはテンションメーターを用いるか、ウインドラスに油圧ブレーキを用いればその油圧より検出することが考えられる。後者の場合、ブレーキ油圧は高圧となるので油もれが生じやすいのと、油圧ブレーキの摩擦損失があり測定油圧が正確な値を示さないと思われる。

(b) 検出場所には次記の3つの場所が考えられる。

- ① ウインドラスのブレーキドラム
- ② チェンコンプレッサー台
- ③ ジブシーホイルの軸

①は、ブレーキドラムが油圧の場合に利用できるが1)で検討したようにこのましくない。

②、③はテンションメーターを利用する場合で、いずれも錨鎖の試験荷重がかかっても、これらの構造が塑性変形しない強度を有せねばならない。もちろん錨鎖の破壊荷重にも耐えねばならない。③はテンションメーターの取り付けが困難であり、②が望ましい。

## (2) 錨鎖の繰出長さ検出法

一定長さ、または一連ごとに錨鎖に識別塗装をし、それをテレビカメラで監視することにより繰出長さを知り得るが、現在大型タンカーの一部で実施されている方法、すなわち、ジブシーホイルの回転数によるのが簡単である。

ジブシーホイルの軸に回転計を取り付け、一回転ごとにパルスを発信させ、それを数えデジタル表示させる。

## (3) 錨鎖の捲込みおよび捲出し速度検出法

繰出し長さ検出のときの回転計よりのパルスの発信間隔を測定することにより検出する。

## (4) 制鎖器等の嵌脱機構

遠隔制御を行なう場合、現在使用している型式の制鎖器を使用するときは制鎖器のレバーの離脱は油圧による強力な力を加えれば、多少錨鎖重量による落下方向の力が働いていても行なえる。または錨鎖を捲き込めば容易に離脱する。その確認はレバーが所定位置に達したことをリミットスイッチ等で確認できる。

しかし、嵌め込みは錨鎖が所定位置に来たことを確認したのちにその作業を行なわねばならぬ。ジブシーホイルと制鎖器間の錨鎖長さは多少の延びがあるが、これは僅少であるので長さは一定として、錨鎖位置確認の方法として、ジブシーホイルまたはブレーキドラムの回転角度を検出し、位置判定を行なうか、ジブシーホイルまたはブレーキドラムのある一点がそれらの円周上のある定点に達したことを検出させ、制鎖器上の錨鎖位置を確認する。

この方式は、本船建造時、揚錨機と制鎖器の相対位置決定が難しい。

レバーが所定位置に嵌合したことを確認するセンサーが必要である。

錨収納後、制鎖器の外に、チェーンストッパーをかけている。これはワイヤーチェーン等を鎖環に人手により通し、リギングスクリューでホースパイプベルマウスに締めつけている。

ワイヤーは大型タンカーでは錨重量増大に伴い、日本〜ベルシヤ湾の途中でワイヤーのゆるみが生じ、締め直しをしなければならぬ。

チェーンは重量増による取り扱い不便のため、最近ではクロータングタイプになりつつある。

このタイプは、ロッドの先の爪で鎖環をひきつけるものであり、ロッドの作動等を油圧によるものとし、遠隔制御を行なう必要がある。

制鎖器、チェーンストッパーの機能を併合したもので、遠隔制御に適するものの開発が望まれる。

## (5) 錨鎖の洗滌

揚錨時に、海底に接触した錨鎖をホースパイプ内の洗滌管内で洗滌する方法は従来通りだが、洗滌具合により錨鎖の捲揚げ速度を制御できれば良いことは確かであるが、遠隔制御の際に洗滌度合を如何なる方法で検知するかは難しい問題である。

ホースパイプより甲板上に捲き揚げられた錨鎖をテレビカメラで監視し、不具合ならば捲き戻し、再洗滌を行なえば良いが、これは完全自動化とはいえず。

最も簡単な方法は必要かつ十分な海水放射または捲き揚げ速度の低下をすることである。よつて、適正捲き揚

げ速度および水量を設定し、錨鎖捲き込み長さの変化に応じ、捲き揚げ速度を連動させる機構とすればよい。

#### (6) 揚 錨 機

錨鎖の速度、繰出し長さの検知にジブシーホエールの軸を利用するので、これに適する形状にウインドラスを製作することになる。

また遠隔制御、防爆を考慮して、油圧駆動とするこの油圧系統は制鎖器の遠隔制御時の嵌脱にも利用する。

錨鎖の自由落下により錨鎖の粉失等の防止のため、ガバナーブレーキ方式により鎖速の制御を行なうものとする。

#### (7) 投揚錨システム

自動投錨システムとしては次の3つのものがある。

##### (a) 緊急投錨

衝突予防、座礁予防等の事故回避装置を有する船舶が、緊急投錨を行なうことはまず考えられないが、他のシステムを多少変更するのみで行なえるのでプログラムとして組込んでおいた方が良からう。

ただし、船橋より行なう場合、揚錨機のブレーキ、制鎖器の離脱、チェーンストッパ離脱等の油圧が使用状態になるまで多少時間がかかる。

しかし、船橋より船首へ2～300米も人間が行く時間よりは短時間に投錨が行なえるものと思う、油圧によらず、磁力等ならば瞬間で行なえる。

##### (b) 指定錨鎖長さ繰出し

投錨予定海域の水深、外的条件（潮流、風力等）があらかじめ判れば錨鎖繰出し長さは決定できる。その数値をインプットする。

コンピュータに繰り出し速度、長さを調整させ、作業終了のランプ表示までさせる。

##### (c) 錨鎖長さ未指定繰出し

錨鎖繰出し中に任意長さで繰出し停止信号をインプットし、繰出しを終了させる。

以上いずれの場合も、錨、錨鎖繰出し加速によるチェーンストアー内のストッパ破断防止のための繰出し速力制御を行なうが、錨鎖残量僅少となつたときは減速を行なわせ、事故を未然に防ぐものとする。

自動揚錨システムは投錨に較べ所要時間にさほど留意する必要はない。

全作業を自動化するには、情報としては、

- 1) 錨、錨鎖と船体との相対位置
- 2) 錨鎖洗滌具合

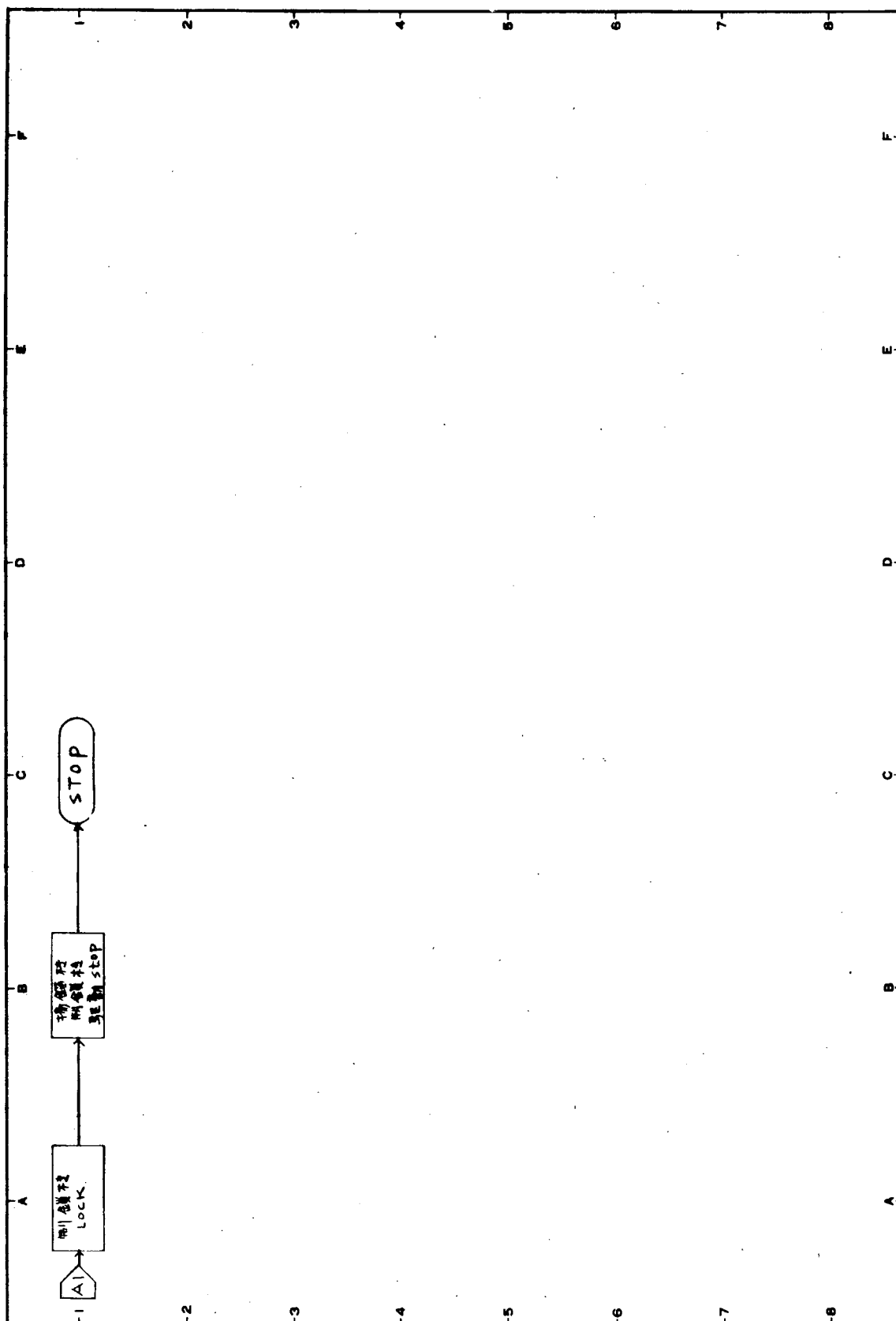
等がある。

これらの情報にしたがい、船速、進行方向を自動的に決定し、錨鎖捲揚げ速度を制御すれば良いが、船の惰力、旋回性能等の特性が船ごとに異なる。また、その時の外的条件との結合も難しい。

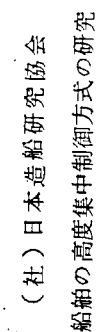
錨、錨鎖と船体との相対位置検出方法としては、錨、錨鎖に発信器を設ける等があるが、実用上種々の問題があり、その開発は容易でない。

船橋での制御には錨鎖の水面上の方向をテレビカメラで視認しながら捲き揚げ速度を制御する方針で作業を進めるが、錨、錨鎖位置検出のセンサー開発可能性の検討を試みる。



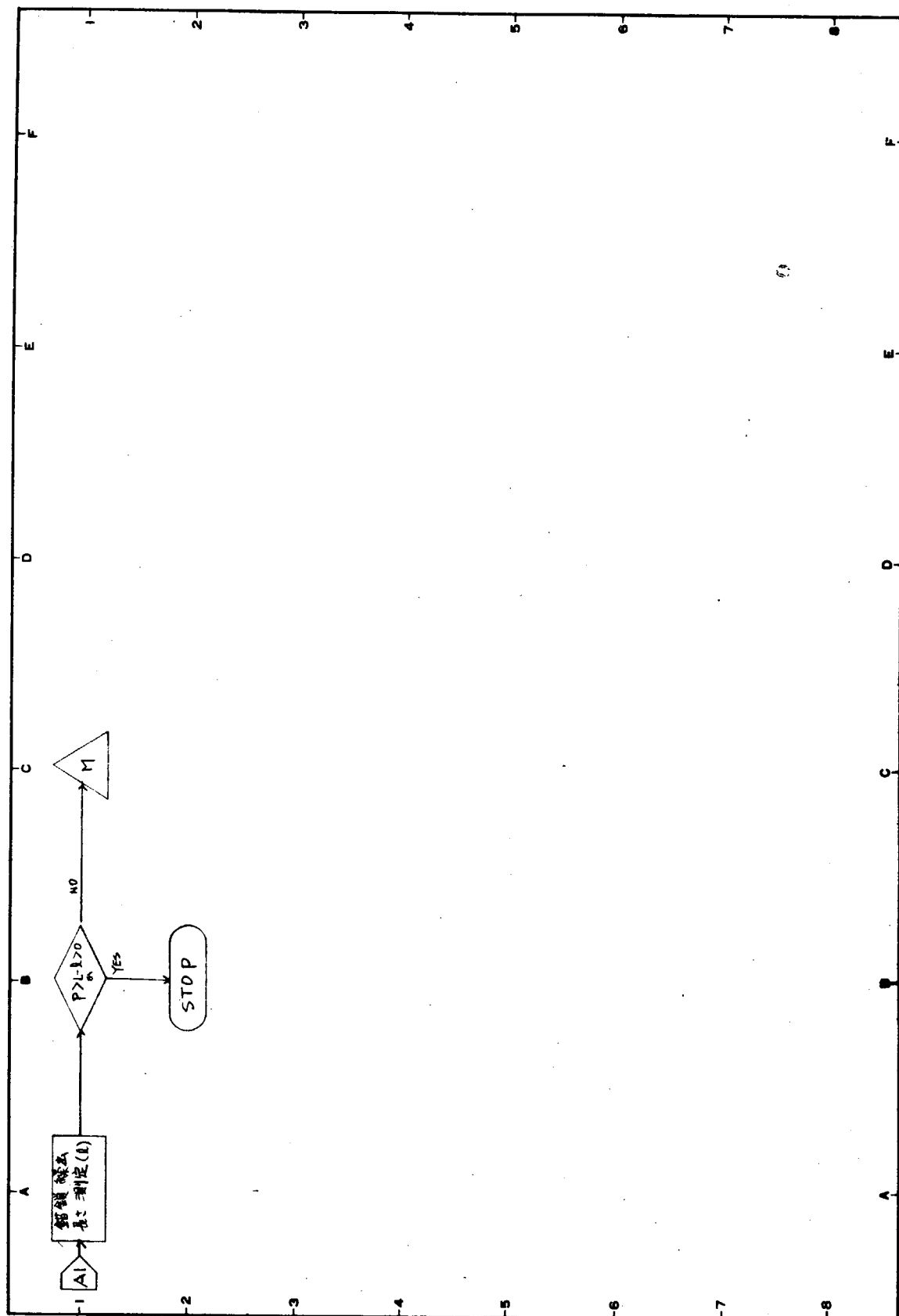


|        |      |                            |      |                |
|--------|------|----------------------------|------|----------------|
| プログラマー | 三井造船 | SR106 機装システム分科会            | 整理番号 | (社)日本造船研究協会    |
| 昭和     | 年月日  | 題目 投錠システムフローチャート(II)(投錠作業) |      | 船舶の高度集中制御方式の研究 |



プログラマー  
三井造船  
船

昭和 年 月 日



プログラマー 三井造船 船 題 目 SR106 機装システム分科会 整理番号 (社)日本造船研究協会  
 昭和 年 月 日 投錨システム フローチャート(1) (STAND BY 作業) 船舶の高度集中制御方式の研究

### 3.2 実船乗船調査概要報告及び検討

#### 3.2.1 調査の目的・方針

アンケートの調査の他に実船の乗船調査を行ない、アンケート収録検討だけで把握の難かしい事項を確認する事にした。日本寄港の船舶を対象とし、できるだけ検疫より乗り組み船上でその作業状況を調査するよう計画したが、種々の都合で作業の前半は陸岸より観察したものである。記録は指揮発令の時刻、作業の内容、海象状況等刻銘に記録したが、ここでは概要と問題点を記述する。

#### 3.2.2 各船の調査概要及び問題点

##### (1) 天 光 丸

日時 昭和43年7月26日

場所 根 岸

本船は7月26日夕刻沖合に錨泊し27日早朝曳船で曳航され、7時30分頃根岸港15万トンバースに接岸した。検疫の手続きが遅れた為着岸前に乗船することができず、接岸時の作業状況(大径索の運搬作業等)は見ることができなかった。

揚油中は本船内に仮泊して吃水変化、風圧6の変化等に対する係船索張力の調整状況を調査した。台風4号の影響でかなり風波が強く、係船索は通常の2倍に相当する20本を使用していたがショアコネクションがチクサンアームであつたので、船位保持の必要もあつてきわめてひんぱんに係船索の調整が行なわれた。

本船はボラードを全く使わないドラムウインチシステム(オートテンション機構なし)なので索調整そのものはウインチの蒸気弁およびブレーキの操作のみで簡単であるが、甲板員が常時甲板を見まわりする必要がある、また、索の張力は甲板員が勘で判断している状態であり、一歩間違えば索を破断する危険がある。(現に本船の係船中にプレストライン1本がフェヤリーダーのところで1-ストランドを破断する事故があつた)。

したがって、

- 1) 索張力の検出と調整の集中制御は乗船員の削減ばかりでなく、安全な係船のためにも是非必要である。
- 2) また、索の調整は張力調整ばかりでなく船位保持を考慮する必要がある。(特にチクサン荷役の場合)したがって、オートテンションウインチのように各索ばらばらに調整するのは不具合である。

##### (2) 千 尋 丸

日時 昭和43年8月15日

場所 岩 国

本船は8月15日早朝検疫錨地に錨泊したので、検疫官と共に通船で乗船し接岸前の作業から調査した。曳航(4000HP×2、2500HP×2)で曳航したがチクサン荷役のため、船の着岸位置調整に30分程費した。

接岸時の本船側の作業員は

前部甲板 0/0+BOSUN+甲板員3名+機関部員1名

後部甲板 2/0 +甲板員4名+機関部員1名

で、このほかに曳航の曳航索要員として陸側の作業員が数名乗船していた。

係船索は44mmφの鋼索であつたが、その取り扱いを考えていた以上に不便で、船員の悪評をかつていた。

大径鋼索の取り扱いのためには少なくともせんいロープの先綱が必要である。本船の場合70mmφのバイレンロープが44mmφW・Rの先に10m程付いていた。44mmφW・Rをウインチドラムから舷側まで出す作業を注目していたが、本船の場合はドライビングロープ(小径マニラ索)を舷側につけた木製滑車を介してウインチのワーピングヘッドで巻き取る方法を取っていた。甲板員2名とウインチマン1名で約5分かかった。

係船中の索調整回数は天候が良かったせいもあり多くはなかつた。ヘッドラインとスターンラインは調整せずスプリングラインとプレストラインを4回調整したのみである。

本船のウインチはオートテンション機構を備えているが、実際に使用したことはない。また、ベルシヤ湾では使用を禁止されているとの事であった。

この調査では次の事を確認した。

- 1) 大径索の取り扱いはいきわめて非能率であり(船側・陸側とも)十分改良の余地がある。
  - 2) タンカーではオートテンションウインチは全く使用されていない。
- (3) ぶれーめん丸

日時 昭和42年8月11日

場所 摩耶埠頭

(a) 係船作業準備

本船が神戸港に入港した時は欧州から帰国の最初の港であったこと、専用船でないから着岸する岸壁が決まつていないこと、およびいわゆるスーパーライナーであるため空いたバースに最優先で着岸させるため、検査錨地から抜錨する直前まで着岸する岸壁がわからなかつた。このことは係船準備作業の時間が十分とれない事を意味するが、準備作業区域が船首、船尾の限られたせまい範囲である事により、船首、船尾各各士官1人、甲板4人(この中の1人は応急事態に備えの要員)で手持無沙汰の感があつた。

(b) 入 港

検査錨地から摩耶埠頭に向い約8ノットの速力で進行、内防波堤を過ぎるあたりから6ノットに減速、この附近から主機の停止、前進、後進がひんばんに発令される。この発令は船速を落とす目的以外に港内の小船の往来が激しく危険防止のためにも行なわれる。船首が埠頭先端に近づいた時、船首、船尾に各各1隻ずつタグボートが寄り針路修正を行なつた。本船が埠頭の定位置にタグボートの助けにより接岸してから、本船上サンドレット付先取索を岸壁に投げ降し、陸上作業員の手によりビットに係船索を固定した。

(c) 係船状態

船首部からパウラインとして55mmのナイロンホーサー3本、スプリングラインとして26mmのワイヤーロープ1本をとつた。これらのロープ類は全部ドラムに巻込んであつたものであり、係船機ロープの繰出し速度が45m/minと比較的早いため、短時間に終了した。終了時刻午前7時54分、係船後直ちに荷役作業を開始したが、舳取りのため荷役能率は悪く吃水変化は非常に少ないと思われる。なお、当日の神戸港における満潮時刻は午前7時30分であつたので、満潮時一杯の時に係船作業が終了した事になる。その後4時間係船索の調整を行なわなかつたが、正午頃台風接近の可能性ありとの情報のため係船索の調整を行なつた。この時の調整量はスプリングラインがややルーズであつたため張り直しを行ない、他のナイロンホーサーは係船初期に較べわずかに張力が減つた程度であつた。これはナイロンホーサーは伸び量が大きいためと思われる。

以上の係船作業の調査により、定期貨物船の係船上の特徴として次のことがあげられる。

- 1) 出入港の回数が比較的多い。
- 2) 荷役中の吃水変化も少ない。
- 3) 出入港時、自力での操船は不可能ではないが、タグボートによる操船が容易である。しかし、陸上にとつた本船の係船索を巻き込み、船を引き寄せる作業は行なつていない。
- 4) ナイロンホーサー55mm程度なら取り扱いが容易である。また、係船作業区域が船首、船尾に集中して作業量が多いとは言えない。
- 5) 係船位置の設定精度がタンカー程高いものを要求されない。
- 6) ムアリングホースが少ない。
- 7) 入港接岸時に舳、機帆船等の障害物が多い。

以上をまとめてみると、

- 1) 出入港、接岸の操船を電算機制御することは無理である。
- 2) 係船作業の自動化は船上作業量が少ないのでメリットが少ない。
- 3) 係船位置は精度を要しないので電算機制御の必要性が少ない。

となり、定期貨物船の係船には電算機制御のメリットが余りないようである。

(4) 大 輝 丸

場所 田子の浦中央埠頭

日時 昭和 43 年 7 月 9 日及び 7 月 14 日

(a) 係船作業準備

本船の使用索は全てバイレクロス撚りで通常 65  $\phi \times 8$  本、増取用として 70  $\phi \times 3$  本である。本船のごとき専用船では使用されるバースが決まっており、通常は係船方法・順序まで一定していて特別な場合のほかは変えることはない。

今回調査した時は本船がここに入港するのは初めてであつたので、準備作業開始前に港の様子、着岸場所、係船方法・順序などが作業者に詳しく伝えられていた。

係船のための準備作業としては次のようなものである。

- (イ) 係船機類のカバーの取外し、注油、試運転
- (ロ) 使用舷のアンカーを水面上まで下げる。
- (ハ) 使用ロープを甲板上に搬出する。
- (ニ) ドラム巻のロープを甲板上に搬出する。
- (ホ) ドラム巻きのロープも甲板上に捲き出し、スネークダウンしておき先端をフェヤリダーまで伸ばしておく。
- (ヘ) 指令用スピーカーマイクの設置
- (ト) 投索、ラットガード等も附近に備える。
- (チ) パイロット梯子取付

作業人員は、船橋に船長、三航士、その他 1 名、計 3 人、船首部に一航士、甲板長、その他 3 人、計 5 人、船尾に二航士、その他 3 人、計 4 人である。

(b) 接岸作業及び離岸作業

本船のこの港に入港するのは今回が初めてであり、河口港であるので流れがあるため入港時は 2 名のパイロットが乗船し、1 人は船橋、他の 1 人は船首についた。離岸時はパイロット 1 名である。

接岸時はウインドラスがひんばんに使用され、この状況監視と船橋への通報は一航士の責務中でかなり大きい。岸壁側の作業者は 4～5 名程度であつたが、係船索が全てバイレンであるので水に浮くため 2～3 名でビットへの係止ができ、ビットからの取り外しは 1 名でも容易にできた。

入港時に曳船 3 隻および索取船 1 隻、出港時は曳船 2 隻が使用された。曳船の主な作業は次の通りである。

- 1) 港外にて本船到着を待つ。本船到着すればパイロット乗船。本船を港内の所定の埠頭に曳航誘導する。
- 2) 所定の埠頭前で岸壁に平行になるように船首尾をそれぞれ反対舷に曳くか押して本船を回頭させる。
- 3) 本船の側方から押して岸壁に平行に接岸させる。接岸中のシフトは本船のロープ（主としてスプリングライン）による。曳船は本船の係船索がすべて取り終るまで押し続ける。
- 4) 本船を岸壁から引き離すため、船首尾を直角に外方に曳航する。
- 5) 船首側曳船が港外まで曳航誘導する。パイロット下船。

曳船使用時間は入港時がパイロット本船乗船から係船作業終了まで 90 分間で、出港時は岸壁待機中の曳船発動開始よりパイロット下船まで 35 分間であつた。

(c) 係船作業時間と索取り順序

入港時の係船所要時間は投錨後、係船作業完了まで 52 分間であつた。船首部作業は船尾作業より早く始めて早く終了したので、作業員は船尾部へ応援に行つた。

出港時は船尾部から索を外し始めた。最初のビット外し方より全ての索、アンカー収納まで約 23 分間である。

船尾方向より若干の川の流れがあつたために船尾側 6 本、船首側 5 本、合計 11 本の索を使用した。その索取付順序は付表の通りである。増取索 3 本以外は全てウインチドラム巻きであり、船首尾共に第一索はスプリングラインであつた。

| ロープ名称符号                                                                                                                            | 経過時間<br>(投錨時を起点とする)                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ア    ン    カ    -<br>ス プ リ ン グ ラ イ ン    ①<br>ヘ ツ ド ラ イ ン    ②<br>ヘ ツ ド ラ イ ン    ③<br>ヘ ツ ド ラ イ ン    ④<br>ヘ ツ ド ラ イ ン    ⑤           | <p>印は巻込みを示す。</p> <p>索取艇にてロープ①②を陸岸にとる。<br/>他のロープは全て投錨投下による。</p> <p>風速 1~2 m/s</p> <p>(増取索)</p> <p>投錨後 30 分</p> |
| ス プ リ ン グ ラ イ ン    ⑥<br>ス タ - ン ラ イ ン    ⑦<br>ス タ - ン ラ イ ン    ⑧<br>ブ レ ス ト ラ イ ン    ⑨<br>ス タ - ン ラ イ ン    ⑩<br>ス タ - ン ラ イ ン    ⑪ | <p>船首部作業員応援に到着</p> <p>(増取索)</p> <p>投錨投下後 30 分</p>                                                             |

注 1) 港外にてパイロットが乗船したのは投錨の約40分前である。

2) 船尾スプリングのビット取り後に本船は船尾へ15 mフットす。(隣接船の都合による)

3) 表中のマーク・印は作業開始(投錨、投錨投下)、×印は作業完了を示す。

4) 船尾部係船索の準備作業終了は投錨の10分前で、ロープ4本のスネークダウソ所要時間10分

出巻時に就てはロープの取外順序のみを記して他は省略する。(数字はロープ符号、ピット外し順とする)

ロープのビット外しから船内収納完了迄の  
所要時間 船首 20分、船尾 10分

```
graph LR; 1((1)) --> 2((2)); 2 --> 3((3)); 3 --> 4((4)); 5((5)) --> 6((6)); 6 --> 7((7)); 7 --> 8((8)); 8 --> 9((9)); 9 --> 10((10)); 10 --> 11((11)); 3 --> 5; 8 --> 6
```

(d) 係船時の索の調整その他

本船の係船索は前述のごとくバイレソンのクロス燃りロープを使用し、主用索は全てドラム巻きであつたために次の利点が見られた。

- 1) ロープが軽く柔軟で取り扱い易い。したがつて、取り扱い人数が少ないにもかかわらず、短時間で作業が進められていた。
- 2) 伸びが比較的大きいためにオートテンションウインチを装備していなかつたが、併設ロープに過大な張力差ができず、また、吃水変化、干満差にも細かい調整の必要がなく、本船のように船位変化にあまりきびしくない場合は極めて好都合であつた。
- 3) したがつて、ロープの監視調整頻度は毎直一回程度ときわめて少ない。
- 4) ウインチの繰出し速度はロープを甲板上にスネークダウンしておけるために、あまり早くする必要がなく、索取艇の速さに合わせてロープの繰出しが可能である。

本実船調査より次の事が確認できた。

- 1) 係船作業における錨の役目は接岸時の船の行脚止めとして使用されることがあり、十分強力な曳船にまかせられる場合のほかは係船時における効果増大を考慮した再検討が望ましい。
- 2) 曳船作業における曳船と本船間の索の受渡しは本船の外部設備の改善によつて大巾に省きうるので、船の大小にかかわらず実施すべきものと考ええる。
- 3) 第一索として船首スプリングラインを取ることは反対舷アンカーと共に船の前進を止め、停船位置を決定するための重要な目的である。したがつて、スプリングラインは専用ウインチで扱われ、可能な限りガイドローラーなしとすることが望ましい。着岸後にビットに取る他の索とは異なり過酷な使用状況にあつて、万一の破断の際にも作業者に危険のないよう考慮が望まれる。

(5) 鉄 洋 丸

日時 昭和43年8月13日

場所 八幡製鉄所君津

本船へパイロットと同時に錨泊地で乗船した。この日は快晴、無風の状態で係船作業としては楽な方である。錨泊地でタグボート3隻(約200G/T型)が船首2隻、船尾1隻横押の形で着く。左舷錨を捲きあげ、錨水際の状態でタグボートと本船の主機・舵を使用して回頭させる。タグボートは一旦はなれ、本船自力で岩壁に向う。この間船首甲板ではC/OFFが当直に立ち作業員2人で60φクレモナロープ4本をワイヤードラムからスネークダウン先端をチョックへ導く。この間約10分である。後部甲板も2/OFF当直で作業員2人で60φクレモナ4本をスネークダウンする。

岸壁沖合で再びタグボート3隻が横押型につき本船よりタグボートへヒービングラインを投げ、曳船索を各タグボートより3本を本船へ引きあげ甲板ビットに係止する。1本の曳船索を引きあげるのに人力でならば3人位かかる。勿論ウインドラスのワーピングエンドなどを使用することもあるが作業量は大きいし迅速を要する。時間としては約8分を要する。タグボートの索固縛を確認して接岸に移る。

タグボートへの指令、主機、舵への指令が頻繁で、船首、船尾の当直より刻々陸岸との距離を知らせて来る。最初2本のパウラインを索取船へ渡し陸上へ運ぶ。陸上ビットに係止し船側で巻き込みゆるみを取る。船首側スプリングラインは水面までたらしおき先端につけたヒービングラインを陸上へ投げ渡す。陸上作業員2名で岸壁ビットに係止する。

後部も少なくおくれで同様の作業を行なう。船位を調整確認してタグははなれる。

接岸時の作業配置は船首4人、船尾4人、陸上作業員(岸壁側)4人である。

係船中の索張力調整は2時間ごとに巡回し巻き込み、ゆるめは1人ですましていく。

以上の調査より次の点を確認する。

- 1) 接岸時の船橋指揮者には船首、船尾の障害物、陸上との距離を常時監視できる事が必要である。
- 2) タグボートの索取作業は陸上乗の加勢が必要である。曳船索を甲板上に運びあげるのにかなりの労力を要し、迅速である必要がある。
- 3) 鉱石運搬船では係船中、索張力調整は大きな負担とはならない。ただし、全ての係船索はドラム巻きである。

4) 1-ウインチ、2-ドラム方式は索取りの順序および索調整が不便である。

5) 本船ではヘッドライン、スタンラインを割に急角度にそれぞれ3本取り、プレストラインは取っていない。

スタンライン4本は索取船によつてそれぞれビットへ運ぶ。各索の張力調整を完了してタグボートがはなれる。最初の索取りからタグ離船まで40分間を要する。作業員は前部5人、後部5人で陸上作業員が加勢する。係船中の索の張り具合は1時間1回巡視するが、本船今回の係船中船尾左舷より風が吹いて船が0.5m程前進し陸上よりの梯子がチクサンジョイントの塔と衝突しそうになった。よつてパウライン4本と後部スプリング2本をゆるめた。左旋回と前進を止めるため前部スプリングを締め、また、前進をとめるためスタンライン3本をまいた。真後ろに出してあるパウラインをまけば確実に前進はとまるが、これは増し索であるのでドラム取りではなくボラード掛けである。このため調整の仕様がなない。他の3本のパウラインは後方右舷側にかけてあるので、これをまけば本船の左旋回をたすけることになり好ましくない。索の張り具合は足で踏みつける程度で見当をつけていた。

離岸作業は総員配置につく前にウインチ、ウインドラスのドレーン抜き作業が行なわれた。係船索を後部からゆるめ始める。タグボート4隻がそれぞれ船首両舷、船尾両舷へ横押し形でつき誘導を開始する。前部係船索が甲板上に引きあげられるまで本船主機はスタンバイの状態で使用されなかつた。錨を水際まで引きあげタグボートは離船した。最初索をゆるめ始めてからタグボート離船まで約30分である。

以上の調査より確認したことは、

- 1) ドルフィン接岸は係船ビットまたはブイが海上に点点とあるので索取船が運ぶ索が多い。本船の場合15本の係船索のうちスプリング4本を除く他の11本はすべて索取船で運ぶ。
- 2) ドルフィンでは船の長さの割にドルフィンの間隔が短かくて風向きによつて船を旋回させるような力を生ずる。
- 3) ボラード係止は一旦張り終つたら調整がきかない。全ての索はドラム係止として調整できるようにする。
- 4) 接舷の方向がわかつていれば係船準備は予め完了できる。
- 5) ウインチにクラッチのリモコンがないと接岸時、係船中の調整は非常に不便である。
- 6) 1台のウインチで右舷、左舷を兼用することは導作方法さえ解決すれば可能である。
- 7) ホーサー収納時は海水に浸つたロープ先端部はドラムに捲かず一日位乾かして格納する。

#### (6) 昭 洋 丸

日時 昭和43年7月24日及び25日

場所 東亜燃料下津精油所

本船は7月24日早朝下津に入港し、調査員はパイロットと共に東燃バース沖合2kmの地点で乗船した。ドラム巻以外の増し索は入港前日ストアーより出して所定位置に準備され、錨は左舷錨を水際にスタンバイされていた。この日は晴、無風の状態である。バースはドルフィンで満潮時に本船は6隻のタグボート(200G/T型)で後進しながら右舷接岸した。

最初、タグボートは船首左舷2隻、船尾左舷2隻、船尾右舷1隻が横押型につきタグより本船へペンダントを投げ本船ビットへ係止する。曳船索の本船への引きあげは陸上作業員の人力またはウインチのワーピングエンドによる。曳船固縛と同時にタグ押開始、本船主機は進行とし15分間程後進し、さらに他の一隻のタグボートが船首右舷に横押型につく。本船主機は後進、停止を繰返し投錨位置付近で船尾右舷のタグボートは船尾左舷へ固縛しなおす。後進微速の状態では錨をおろし、パウライン(ホーサー)2本を索取船へ渡しブイへ運ぶ。途中ロープの繰出速度が索取船の速力にまけ索取船は旋回する。ブイ係止を終え引き返し他の4本のパウラインをブイへ運び係止する。3本のパウラインの張り具合を調整したが、本船位置がチクサンジョイントの位置より5m程ずれていたなのでその分だけ本船は前進し、前部スプリングライン2本、後部スプリングライン2本をドルフィンのビットに取る。これは人力による先網投索による。

前部プレストライン2本および後部プレストライン2本は索取船によつて所定のドルフィンビットへ運ぶ。

## 4. 火災検知自動化システムの研究

### 4.1 船級協会の無人機関室に対する火災検知についての要求事項

NV船級によつて、1966年1月に定時的無人機関室についての新しい規則が制定されて以来、他の船級協会においても同様の規則ないし、推奨事項が次次に発表されて来ている。以下船級協会規則、ないし推奨事項のうち、機関室火災の予防および検知装置に関連する事項を各船級協会別に比較する。

表 4.1.1 無人機関室の火災検知についての船級協会規則および推奨事項の比較表(その1)

| 項目<br>クラス  | 火 災 予 防                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N V        | (1) 大きなエンジンの高圧燃料油管は有効に被覆し、クランプすること。<br>(2) 油清浄機、バーナー等は油洩れを防ぐため被覆されていること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| L R        | (1) 高圧燃料油管からの漏油が温度の高い表面に滴下したり、噴霧状で触れたりしないような手段を講じておかねばならない。<br>(2) 高圧燃料油管を完全に包む可撓性の金属外管の装備を推奨する。<br>(3) 機関室内と制御室内では保温や家具類等に可能な限り不燃材を用いなければならない。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| B V        | (1) 内燃機関の燃料油噴射ポンプの高圧管は被覆し漏洩に備えること。漏洩のある場合警報のこと。<br>(2) $10 \text{ Kg/cm}^2$ 以上の高圧の燃料油および潤滑油管は正当化されない限りフランジまたは接手を装備しないこと。<br>(3) $1 \text{ Kg/cm}^2$ をこえる圧力管のフランジ接手を使用する場合にはスピゴットおよびフアウセツトにすること。また漏洩により影響のない位置に補機を配置すること。ボルトナツトは安全にロックすること。<br>(4) フレキシブルホースはBVの承認を得たものとし、高圧管と同じように計画すること。<br>(5) 油清浄機および高温こし器は分離された室に配置するか全体をカバーできるガス吸引トランクを設けること。                                                                                                                         |
| N K<br>(案) | (1) 火災の発生を防止するため、燃料油および潤滑油管装置には次のような手段を講じること。<br>(i) 第1類の管の接手はできるかぎり熔接接手とし、フランジユニオンなどの接手は最小限にとどめ、これら接手からの漏油が遠くへ飛散しないようにすること。<br>(ii) デーゼル機関の噴射ポンプ吐出管は2重管とするか、適当な保護を行なうこと。<br>(iii) 管装置に用いる管は金属管を用いること。可撓性の管は噴出洩れに対して保護されたものであること。<br>(iv) 配管は、排気管、煙路および電気装置の近くをさけて通すこと。<br>(2) 排気管、消音器、煙路など燃焼ガスにふれる部分は適当な防熱を施しかつ防熱材に油がしみ込まない構造をしなければならない。決して接手などの裸身部を露出してはならない。<br>(3) 燃料清浄装置、ボイラー噴焼装置などは吸込通風により十分に換気された別区画に設けることが望しい。<br>(4) 機関室および制御室内に設けられる装置、設備にはできるかぎり可燃性物質を用いてはならない。 |

表 4.1.1

(その2)

| 項目<br>クラス | 火 災 検 知                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N V       | <p>(1) 機関室およびボイラー室のあらゆる部分は承認をうけた自動火災探知装置を装備すること。</p> <p>(2) 主機掃気室の火災警報はブリッジおよび機関制御室において専用の警報を行なうこと。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| L R       | <p>(1) 機関室に火災検知装置を設けること。機関室内すべての火災発生の可能性のある個所を保護し得るように火災検知端を配置すること。</p> <p>(2) 火災検知器はテストが可能なものであること。</p> <p>(3) 火災検知端は通常機関室内に存在するほこり、油蒸気または熱によつて誤った警報を出さぬように設計されたものでなければならない。また検知端は通風機吐出ダクト線上やディーゼル機関過給機吸込ダクトの上方などのように局部条件が検知作用に影響をおよぼすような個所に設置してはならない。</p> <p>(4) 可聴火災警報はその他のすべての警報と区別出来る特徴をもつ音調のものであること。</p> <p>(5) 出火源を示す出火表示盤を消火操作所に設けること。</p> <p>(6) 消火剤の放出は手動で行なわれること。火災検知装置からの信号で自動的に始められてはならない。</p> <p>(7) 火災検知系統は数区画に分けねばならない。</p> |
| B V       | <p>(1) 機関室、ポンプ室、操舵機室、倉庫についての火災検知装置に関する詳細な規定あり。</p> <p>(2) 主機掃除空気ベルトおよびボイラーウインドボックスにおける火災探知に関する規定あり。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| N K       | <p>(1) 機関室には火災警報装置を設けること。</p> <p>(i) いずれの場所の火災も速やかに検出しよう検知器の位置および数を備えること。</p> <p>(ii) ブリッジまたはこれにかわるべき当な場所に火災表示器を設けること。</p> <p>(iii) ブリッジ、居住区域、制御室および機関室に可聴警報を設け、その音調は他のものと容易に区別出来ること。</p> <p>(iv) 他の用途に流用されず、簡単にその効力が試験出来ること。</p> <p>(v) ある区画の装置が作動不能となつても他の区画の装置は作動するように分割すること。</p> <p>(2) 検知器は(1)に示すほか次に示す位置にも備えること。</p> <p>(i) クラシクケース内のオイルミスト</p> <p>(ii) 掃気室の温度</p> <p>(iii) ボイラーのバーナー附近(設定値 75℃)</p>                                  |

以上の比較表より各協会の要求事項は大体共通していることがわかるがこれを要約すると次の点にまとめることが出来る。すなわち

(1) 火災発生予防のため

- (i) 高圧燃料油管からの漏油に対処するため、必要な手段を講じること。
- (ii) 機関室、制御室内では出来る限り各燃性物質を用いないこと。

(2) 火災検知のため

- (i) 機関室には火災検知装置を設けること。
- (ii) 火災検知系統は数区画に分ち、可聴火災警報は他の警報と区別出来る特徴をもつ音調であること。
- (iii) 主機掃気室の火災警報の設置

なお、さらに今後の研究に関連ある要求事項が二、三ある。そのうちLR協会の推奨事項は特に触れて置く必要がある。  
すなわち

(1) 火災警報装置の検知端は通常機関室内に存在するほこり、油蒸気または熱によつて誤つた警報を出さぬように設計されたものでなければならない。

(2) 消火剤の放出は手動で行なわれること。火災検知装置からの信号で自動的に始められてはならない。

以上の2つのLR協会推奨事項は火災の早期検知と消火の自動化システムを考えると直面する問題であり、十分検討する必要がある問題である。

## 4.2 各種火災検知装置の比較

各種の火災検知器をその特性より比較調査し、無人機関室、高度自動化船の機関室に最適の火災検知装置計画の資料とする。

一般に火災検知器を機能上から分類すると

- (1) 熱式感知器
- (2) 光学式感知器
- (3) イオン式感知器
- (4) 赤外線および紫外線形火災感知器

に分けられ、(1)の熱式感知器は差動式、定温式、および補償式等に分けられる。以下にこれらについての比較を表4.2.1に示す。

表4.2.1 各種火災検知器比較表(その1)

| 分類    | 形式    | 種類     | 作動原理                                                                                                                                            | 特記事項                                                                  |
|-------|-------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 熱式感知器 | 分布形   | 空気管式   | 警戒区域全域に銅管をはりめぐらしその管を検出器につなぎ、アラームを発することが出来るものである。この銅管は外径約2mmのものでこれが感知器となる。<br>検出器は空気圧が設定値になると作動するダイヤフラムと接点、さらに設定温度上昇率以下ではアラームを出さないようにするリーク孔よりなる。 | 電気接点を使用しないから本質安全である。<br>感度やや悪し。<br>美観を害わず保守容易。<br>広範囲の熱効果の累積によつて動作する。 |
|       | スポット形 | 空気式    | 室内の急激な温度上昇による空気室の空気膨張により動作する。原理は差動式と同一である。                                                                                                      | 上に同じ。<br>一局所の熱効果によつて動作する。                                             |
|       | スポット形 | バイメタル式 | 金属の温度による膨張、溶融を利用したものの等があり、バイメタルは一般に真鍮とニッケル銅の薄板を利用したものが使用される。                                                                                    | 温度変化の多い所<br>危険温度になる恐れのある所に適する。                                        |

| 分 類       | 形 式   | 種 類       | 作 動 原 理 | 特 記 事 項                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------|-------|-----------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 熱 式 感 知 器 | 補 償 式 | ス ポ ッ ト 形 | 空 気 管 式 | <p>差動式と定温式の特性を組合わせた機能を有するもので、外径約50mm、長さ約240mmの管を封板で2分したものである。この封板は設定温度で破れるものであり、2分された管の一方は定温式もう一方は差動式としての機能を果たす。この検知器の機能は差動分布形のものとはほとんど同じものである。</p> <p>感度は実用上差支えない程度と考えられる。</p> <p>即応性はイオン式に比して低い。(熱式全部について云えることである。)</p> <p>本質安全である。</p> <p>差動式と定温式の長所を併せもつ。</p> |

表 4.2.1 各種火災検知器比較表(その2)

| 分 類         | 形 式       | 種 類       | 作 動 原 理                                                                              | 特 記 事 項                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 熱 式 感 知 器   | 補 償 式     | ス ポ ッ ト 形 | 電 気 式<br>(その1)                                                                       | <p>差動式と定温式の特性を組み合わせた機能を有するものでケース内が二分されている。二分された一方は定温式でバイメタルが取り付けられて居り、他の一方は差動式の感熱室となつていて、そこにダイヤフラムが取り付けられ、リーク孔が設けられている。また、アラームを出す接点があるが、この接点はダイヤフラムおよびバイメタルの動作に連動する機構のものである。</p>                                             |
|             |           | ス ポ ッ ト 形 | 電 気 式<br>(その2)                                                                       | <p>円筒のステンレス製外管の中に接点のついた低膨張係数の二本のカーブしたストラットが圧搾して取り付けられている外管の膨張係数は内部ストラットのそれより非常に高くなつていて温度に対して即応性をもっている。非常に低い上昇率にさらされた時、感知器は平均的に熱せられ、その結果外管内部ストラットガゼットポイントの温度と全く同一点で作動する。急速な上昇率の場合は外管と内部ストラットは同一速度で加熱されないため、外管の膨張が先行し作動する。</p> |
| 光 学 式 感 知 器 | ス ポ ッ ト 形 | 煙 管 式     | 煙の濃度を光電管、光電変換素子を用いて測定し動作するもの。                                                        | 船舶の火災検知に広く用いられている                                                                                                                                                                                                            |
| イオン式<br>感知器 | ス ポ ッ ト 形 |           | 2つのイオン化槽が直流電源に対して直列に接続されており、この両槽は連続的にイオンが出来るようにきわめて少量の放射性物質の影響下にあり、そのため微小定常電流が流れている。 | <p>多量の熱や煙を必要としない極めて感度の高いものである。</p> <p>初期火災の検知能力としては第1等のものであると認められている。</p> <p>完全燃焼の場合等で燃焼現象があつ</p>                                                                                                                            |

| 分 類 | 形 式 | 種 類 | 作 動 原 理                                                                                                                 | 特 記 事 項                                              |
|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|     |     |     | 一方の槽は外気とつながっており、もう一方は密閉されている。煙または燃焼生成物が外気とつながっている槽に入ると荷電粒子の動きを妨げ、電流が減ずる傾向になる。これは外気とつながる槽の等価抵抗を変え、両槽の中間点の電圧を変化させ、警報を発する。 | でも微粒子が発生しないときは感知しない。<br>水蒸気粒子、粉塵等で作動することもあるという欠陥もある。 |

表4.2.1 各種火災検知器比較表（その3）

| 分 類                       | 形 式   | 種 類 | 作 動 原 理                                                                                 | 特 記 事 項                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------|-------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 赤外線<br>および<br>紫外線<br>型感知器 | スポット形 |     | 炎より発する赤外線または紫外線の放射に感ずる感知器である。炎は炎特有の明暗を変化させている。感知器でそのチラツキを捉えて電気的信号に変化して、増巾して警報を発するものである。 | もつとも早い感知能力が得られる。<br>しかし広く利用されていない。その1つの理由は 機関室にはもともと赤外線、可視光線、紫外線のバックグラウンドがあり、したがって、感知器は、これらのバックグラウンドと火災に伴うより大きい放射レベルとの間を高感度保ちつつ適当な余裕をもつて識別しなければならないからである。<br>さらに、もう一つの致命的な欠陥は初期火災の段階で感知器が機械的に影の所にあり警報がならない場合、そのあとで感知器の動作は光の通路が煙によつてまたげられて不能となる。この理由だけで放射光感知器のみに頼ることはできない。 |

#### 4.3 機関室における温度分布の実態調査

複式火災検知システムの採用に伴い、一次システムに温度式の検知器を用いるときはその設定点は火災状態よりは低く、しかも機関室の常態よりは高く設定しなければならない。また二次システムに温度式の検知器を用いるときもその設定点の決定は重要な要素となる。したがって、その際機関室の常態温度の想定が正しくなされることが必要であり、この点から見ても機関室の常態の温度分布を把握しておくことが重要である。本研究では三井造船建造のディーゼルトンカー、ディーゼル貨物船について計測した結果を報告する。

機関室内の温度分布は機器の配置、熱源の位置など環境条件に左右されることが多いので、この種データーの数は多い程普遍的となるであろう。

##### 4.3.1 計 測 方 法

- (1) 通常の棒状温度計がもつとも簡略かつ取り扱いも至便であるので、温度分布の大略を知るために、棒状温度計を機関室内に広範囲に設置する。この際熱源、熱配管、ダクト等との関係は無視するが、特に温度分布上、極端に走る位

置はされた。

- (2) 棒状温度計の数はできるだけ多く設置する。(約80～90本の温度計を使用、具体的な計測位置は添付の図4.3.1および図4.3.2に①②・・・と示されている。)
- (3) 計測時間は2時間間隔で行なった。
- (4) 比較のため外気温度の計測を併せ行なった。
- (5) 温度分布の顕著な傾向があればそれを代表していると思われる点に対して熱電対温度計を用いて自動記録を行なった。(なお、この際この計測には輻射熱雰囲気はかなり拾えるよう特に考慮した。)この計測には12打点式熱電対記録計を使用した。具体的な計測位置は添付の図4.3.1および図4.3.2に英文字により④、⑤・・・と示されている。

銅-コンスタンタン電対を390 mm×355 mm×0.4 mmの黒色塗装銅板に接触させ、温度計測を銅板の表面温度の計測に置換した。

#### 4.3.2 計 測 結 果

計測結果のうち、顕著な傾向は常識的に見当のつくものがその大部分であるが、具体的な数値は添付の計測結果の表に示す通りである。傾向としては次の点が云える。すなわち

- (1) 温度分布は上下方向に対して大きな偏差がある。
- (2) 上部の温度は主機、補機の運転状態等の要因により極めて変動しやすい。
- (3) 熱源(主機、補機)近くの温度は上昇しているが、その距離的温度傾斜は上下方向と比較すると小さい。
- (4) 煙道近辺は輻射熱雰囲気が大きい。
- (5) 下部の温度は運転状態が常態であれば比較的安定している。

表 4.3.1 デイゼル・タンカー機関室温度計測結果 (その1)(c)

| 日時<br>場所 | 43<br>7/13 |      |      |      | 43<br>7/19 |      |      |      | 43<br>7/20 |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | 1200       | 1400 | 1600 | 1800 | 1000       | 1200 | 1400 | 1600 | 1800       | 2000 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 |
| 外気       | 29.0       | 29.0 | 29.5 | 28.0 | 27.0       | 27.0 | 26.5 | 26.5 | 26.5       | 25.2 | 27.0 | 26.5 | 25.0 | 29.0 | 28.5 | 26.0 |
| 1        | 26.0       | 27.0 | 27.0 | 31.0 | 28.5       | 29.0 | 29.0 | 28.0 | 28.0       | 28.0 | 27.0 | 28.0 | 27.0 | 29.0 | 29.0 | 29.0 |
| 2        | 26.0       | 26.0 | 26.5 | 32.0 | 30.0       | 31.0 | 30.5 | 29.0 | 28.5       | 27.5 | 28.0 | 28.0 | 27.5 | 29.0 | 30.0 | 29.0 |
| 3        | 29.0       | 26.0 | 27.5 | 32.0 | 28.5       | 29.0 | 29.5 | 28.0 | 28.0       | 27.5 | 29.5 | 29.0 | 28.0 | 30.5 | 30.0 | 30.5 |
| 4        | 28.0       | 28.0 | 29.0 | 32.0 | 28.5       | 30.5 | 31.5 | 30.0 | 30.0       | 28.5 | 29.0 | 30.0 | 28.5 | 30.5 | 30.0 | 30.0 |
| 5        | 32.0       | 31.0 | 32.0 | 31.0 | 28.0       | 33.0 | 34.5 | 34.0 | 34.0       | 32.5 | 33.0 | 33.5 | 32.0 | 34.0 | 34.0 | 34.5 |
| 6        | 30.0       | 31.0 | 32.0 | —    | 28.0       | 30.0 | 34.0 | 33.5 | 33.0       | 31.5 | 33.0 | 34.0 | 33.0 | 35.0 | 34.0 | 34.5 |
| 7        | 29.0       | 29.0 | 29.5 | —    | 28.5       | 30.0 | 33.0 | 32.0 | 32.0       | 30.5 | 31.0 | 32.0 | 31.0 | 32.0 | 30.5 | 32.0 |
| 8        | 31.0       | 30.0 | 32.0 | 30.5 | 28.0       | 31.0 | 33.0 | 33.0 | 32.0       | 31.0 | 31.0 | 32.0 | 30.0 | 32.0 | 31.5 | 32.0 |
| 9        | 28.0       | 27.0 | 29.0 | 31.0 | 28.0       | 30.0 | 31.0 | 29.0 | 29.0       | 27.0 | 28.0 | 28.5 | 27.5 | 29.0 | 29.0 | 29.0 |
| 10       | 32.0       | 31.0 | 35.0 | 33.0 | 29.5       | 31.0 | 36.0 | 35.0 | 34.5       | 31.0 | 31.0 | 31.0 | 34.0 | 35.0 | 32.0 | 31.0 |
| 11       | 30.0       | 30.0 | 31.5 | 31.0 | 29.0       | 30.5 | 33.0 | 32.0 | 32.0       | 31.0 | 31.0 | 32.0 | 31.5 | 32.0 | 32.0 | 32.0 |
| 12       | 33.0       | 31.0 | 35.0 | 32.0 | 29.0       | 33.0 | 35.0 | 34.5 | 35.0       | 33.0 | 31.0 | 32.0 | 30.0 | 31.0 | 33.0 | 32.5 |
| 13       | 31.0       | 31.0 | 33.5 | —    | 28.5       | 33.5 | 36.0 | 35.0 | 35.5       | 33.0 | 31.0 | 32.0 | 30.0 | 31.0 | 32.5 | 32.0 |
| 14       | 33.0       | 31.0 | 36.0 | 31.0 | 28.5       | 34.0 | 37.0 | 36.0 | 36.5       | 33.5 | 29.5 | 30.0 | 29.0 | 30.0 | 32.0 | 31.0 |
| 15       | 33.0       | 31.0 | 35.0 | 32.0 | 29.5       | 34.0 | 36.5 | 36.0 | 36.0       | 33.5 | 30.0 | 31.0 | 29.5 | 30.5 | 31.0 | 31.0 |
| 16       | 32.0       | 31.0 | 34.0 | 31.0 | 28.0       | 32.5 | 35.5 | 34.0 | 35.5       | 32.5 | 30.0 | 31.0 | 29.0 | 30.0 | 32.0 | 31.5 |
| 17       | 33.0       | 30.5 | 35.0 | 31.0 | 28.0       | 33.0 | 36.0 | 35.0 | 36.0       | 33.5 | 29.5 | 30.5 | 28.5 | 30.0 | 31.0 | 31.0 |
| 18       | 32.0       | 30.0 | 35.0 | 32.5 | 29.0       | 34.0 | 36.0 | 35.0 | 35.5       | 32.5 | 30.0 | 31.0 | 29.0 | 31.0 | 31.5 | 31.0 |
| 19       | 31.0       | 32.0 | 35.0 | —    | 29.0       | 32.5 | 36.0 | 35.5 | 35.0       | 33.0 | 34.0 | 35.0 | 32.0 | 34.0 | 34.0 | 34.0 |
| 20       | 33.0       | 32.0 | 33.0 | 30.5 | 29.0       | 34.0 | 35.0 | 34.0 | 34.0       | 33.0 | 32.0 | 32.5 | 32.0 | 34.0 | 33.5 | 33.0 |
| 21       | 33.0       | 34.0 | 34.0 | 31.5 | 29.5       | 36.0 | 37.0 | 35.5 | 35.5       | 34.5 | 33.5 | 34.0 | 33.0 | 35.0 | 35.0 | 35.0 |
| 22       | 31.0       | 31.0 | 31.5 | 31.0 | 30.5       | 32.0 | 34.0 | 33.5 | 32.5       | 32.0 | 31.0 | 31.5 | 31.0 | 32.5 | 32.0 | 32.0 |
| 23       | 34.0       | 35.0 | 35.0 | —    | 30.0       | 34.0 | 35.0 | 34.0 | 38.0       | 32.5 | 34.5 | 34.5 | 34.5 | 36.0 | 36.0 | 35.0 |
| 24       | 31.0       | 30.5 | 32.0 | —    | 30.5       | 34.0 | 36.5 | 36.0 | 36.0       | 35.5 | 33.5 | 34.5 | 33.0 | 35.0 | 36.0 | 34.5 |
| 25       | 29.0       | 29.0 | 30.0 | 31.0 | 28.5       | 32.0 | 33.0 | 32.5 | 31.5       | 31.0 | 32.5 | 33.0 | 32.0 | 33.5 | 32.5 | 33.0 |
| 26       | 31.0       | 28.5 | 28.5 | —    | 30.0       | 33.0 | 33.0 | 32.0 | 31.0       | 30.5 | 31.0 | 31.0 | 30.5 | 32.0 | 32.0 | 32.0 |
| 27       | 29.0       | 28.0 | 30.0 | —    | 28.0       | 30.0 | 32.0 | 30.5 | 30.0       | 29.0 | 30.0 | 31.0 | 29.5 | 32.0 | 31.0 | 31.0 |
| 28       | 29.0       | 29.0 | 31.0 | 31.0 | 29.0       | 30.0 | 32.5 | 33.0 | 32.5       | 31.0 | 32.5 | 33.0 | 31.0 | 33.0 | 32.5 | 33.0 |
| 29       | 30.0       | 30.0 | 31.0 | 31.0 | 29.0       | 30.0 | 33.0 | 33.0 | 32.0       | 30.5 | 32.0 | 33.0 | 32.5 | 33.5 | 34.0 | 33.0 |
| 30       | 29.0       | 28.0 | 29.0 | 31.5 | 28.5       | 30.0 | 33.0 | 32.5 | 30.5       | 30.0 | 29.5 | 30.0 | 29.0 | 31.0 | 31.0 | 31.0 |
| 31       | 30.0       | 31.0 | 33.0 | 32.5 | 29.0       | 31.0 | 35.0 | 34.5 | 34.0       | 32.0 | 33.5 | 34.0 | 33.0 | 34.0 | 34.0 | 34.0 |
| 32       | 28.0       | 28.0 | 28.0 | 32.5 | 28.0       | 27.5 | 27.0 | 29.0 | 29.0       | 28.0 | —    | —    | —    | —    | —    | —    |

FLOOR LEVEL

ENG-  
LOW  
PLATFORM

3RD DECK

表 4.3.1 デイゼルタンカー機関室温度計測結果 (その2) (℃)

| 場所 | 日<br>時 | 43<br>7/13 |      |      |      | 43<br>7/19 |      |      |      | 43<br>7/20 |      |      |      |      |      |      |      |
|----|--------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
|    |        | 1200       | 1400 | 1600 | 1800 | 1000       | 1200 | 1400 | 1600 | 1800       | 2000 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 |
| 33 |        | 29.0       | 28.0 | 30.0 | 31.0 | 28.0       | 30.5 | 32.0 | 31.0 | 31.0       | 30.5 | 30.0 | 31.0 | 30.0 | 31.5 | 31.5 | 32.5 |
| 34 |        | 31.0       | 30.0 | 32.0 | 31.5 | 30.0       | 31.5 | 33.5 | 34.0 | 33.0       | 31.0 | 31.0 | 31.5 | 32.0 | 32.0 | 32.0 | 32.0 |
| 35 |        | 32.0       | 31.5 | 32.0 | 34.5 | 28.5       | 31.5 | 34.5 | 35.0 | 34.5       | 33.5 | 33.0 | 33.0 | 32.0 | 34.0 | 34.5 | 34.5 |
| 36 |        | 35.0       | 34.0 | 36.0 | 31.5 | 31.0       | 34.5 | 39.0 | 39.5 | 38.5       | 37.0 | 38.0 | 38.0 | 35.0 | 37.0 | 38.0 | 38.5 |
| 37 |        | 30.0       | 30.0 | 31.5 | 32.0 | 29.0       | 31.0 | 34.0 | 33.0 | 33.0       | 31.5 | 32.0 | 33.0 | 31.5 | 33.0 | 33.0 | 33.5 |
| 38 |        | 36.0       | 34.0 | 38.0 | 32.5 | 31.0       | 37.0 | 39.0 | 38.5 | 38.0       | 36.5 | 32.5 | 33.0 | 32.0 | 33.5 | 36.0 | 34.5 |
| 39 |        | 30.0       | 29.0 | 31.0 | 32.0 | 29.0       | 32.0 | 33.5 | 33.0 | 32.0       | 31.0 | 30.5 | 31.5 | 30.0 | 32.0 | 31.5 | 32.0 |
| 40 |        | 32.0       | 32.0 | 34.0 | 32.0 | 30.0       | 33.5 | 35.5 | 35.0 | 35.0       | 33.0 | 32.0 | 32.0 | 31.0 | 33.0 | 34.0 | 33.0 |
| 41 |        | 37.0       | 37.0 | 38.5 | 31.5 | 30.0       | 35.0 | 38.0 | 38.5 | 38.0       | 36.5 | 34.0 | 34.0 | 33.0 | 35.0 | 34.5 | 36.0 |
| 42 |        | 33.0       | 32.0 | 35.0 | 32.0 | 30.0       | 34.0 | 35.5 | 36.5 | 35.0       | 34.5 | 32.0 | 32.5 | 31.5 | 33.0 | 35.0 | 35.0 |
| 43 |        | 31.0       | 30.0 | 35.0 | 32.0 | 29.0       | 33.0 | 35.0 | 34.5 | 34.0       | 33.0 | 30.5 | 31.0 | 30.0 | 32.0 | 32.0 | 32.5 |
| 44 |        | 29.0       | 30.0 | 30.5 | —    | 29.5       | 32.0 | 32.0 | 31.0 | 31.5       | 31.5 | 30.5 | 30.5 | 30.0 | 32.0 | 32.0 | 31.5 |
| 45 |        | 30.0       | 30.0 | 31.0 | 32.0 | 30.5       | 33.5 | 33.0 | 32.5 | 33.0       | 32.5 | 32.0 | 32.0 | 31.0 | 34.0 | 33.0 | 32.5 |
| 46 |        | 30.0       | 32.0 | 33.0 | 31.5 | 30.0       | 33.0 | 33.0 | 32.0 | 32.5       | 32.0 | 31.0 | 31.5 | 31.0 | 32.5 | 33.0 | 33.0 |
| 47 |        | 30.0       | 29.0 | 29.5 | —    | 30.0       | 32.0 | 32.0 | 32.5 | 32.5       | 32.5 | 32.0 | 32.0 | 31.5 | 33.5 | 34.0 | 33.0 |
| 48 |        | 35.0       | 34.5 | 34.0 | —    | 30.5       | 35.0 | 34.5 | 34.5 | 35.0       | 35.0 | 34.0 | 34.0 | 35.0 | 35.0 | 35.0 | 34.0 |
| 49 |        | 28.0       | 28.0 | 28.0 | 31.5 | 29.0       | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0       | 29.0 | 28.5 | 28.5 | 28.0 | 29.5 | 29.0 | 30.0 |
| 50 |        | 30.0       | 30.0 | 31.0 | —    | 29.0       | 31.0 | 32.0 | 32.5 | 31.5       | 30.0 | 31.5 | 32.0 | 31.0 | 32.0 | 31.0 | 32.0 |
| 51 |        | 30.0       | 28.5 | 29.0 | 30.0 | 29.0       | 31.0 | 31.0 | 31.0 | 31.0       | 31.0 | 30.5 | 30.5 | 30.0 | 32.0 | 32.5 | 31.0 |
| 52 |        | 32.0       | 31.0 | 32.0 | 31.5 | 29.5       | 32.5 | 33.0 | 33.0 | 33.0       | 32.0 | 32.5 | 32.5 | 32.0 | 33.5 | 33.0 | 33.0 |
| 53 |        | 31.0       | 31.0 | 33.0 | 31.0 | 29.0       | 32.0 | 35.0 | 35.0 | 34.0       | 33.0 | 35.0 | 35.0 | 33.5 | 35.5 | 34.5 | 35.0 |
| 54 |        | 37.0       | 36.0 | 39.0 | 32.0 | 33.0       | 36.5 | 41.0 | 41.0 | 42.0       | 40.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 40.0 | 40.0 |
| 55 |        | 30.0       | 30.0 | 33.0 | 29.5 | 28.5       | 30.5 | 33.5 | 33.0 | 32.5       | 31.0 | 33.5 | 33.5 | 32.0 | 34.0 | 32.0 | 33.0 |
| 56 |        | 30.0       | 30.0 | 31.5 | 31.0 | 29.0       | 31.5 | 33.5 | 33.0 | 32.0       | 31.0 | 34.0 | 34.0 | 32.0 | 33.5 | 33.0 | 33.0 |
| 57 |        | 30.0       | 30.5 | 32.0 | 31.5 | 29.5       | 32.0 | 34.0 | 34.0 | 23.0       | 32.0 | 34.0 | 34.0 | 32.5 | 34.0 | 33.0 | 34.0 |
| 58 |        | 36.0       | 35.5 | —    | 31.0 | 32.0       | 36.0 | 40.0 | 40.5 | 39.0       | 38.5 | 36.0 | 36.0 | 35.5 | 37.0 | 37.5 | 38.0 |
| 59 |        | 39.0       | 39.0 | 37.5 | 31.0 | 32.0       | 40.0 | 43.0 | 42.0 | 43.0       | 42.0 | 42.0 | 42.0 | 41.0 | 42.5 | 41.0 | 42.0 |
| 60 |        | 37.0       | 38.0 | 40.0 | 32.5 | 33.0       | 38.0 | 40.0 | 39.0 | 38.0       | 39.5 | 36.5 | 36.0 | 35.5 | 37.5 | 37.0 | 38.0 |
| 61 |        | —          | —    | —    | —    | 30.0       | 33.5 | 37.5 | 37.5 | 35.0       | 34.0 | 37.0 | 38.0 | 37.0 | 37.0 | 36.0 | 37.5 |
| 62 |        | —          | —    | —    | —    | 31.0       | 34.0 | 37.0 | 35.5 | 33.0       | 34.0 | 37.5 | 38.5 | 37.5 | 37.5 | 36.5 | 38.0 |
| 63 |        | 34.0       | 34.0 | 37.0 | 33.0 | 31.5       | 35.0 | 38.0 | 38.0 | 37.0       | 35.0 | 40.5 | 42.0 | 39.5 | 39.0 | 38.0 | 40.0 |
| 64 |        | 35.0       | —    | 38.0 | 32.5 | 32.0       | 37.0 | 40.0 | 39.5 | 38.0       | 36.5 | 38.0 | 38.5 | 37.0 | 38.0 | 37.0 | 39.0 |
| 65 |        | —          | 36.0 | —    | —    | —          | —    | —    | —    | —          | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |

3RD. DECK

2ND. DECK

1PP. DECK

表4.3.1 デイゼルタンカー機関室温度計測結果 (その3) (℃)

| 日時<br>場所 | 43<br>7/13 |      |      |      | 43<br>7/19 |      |      |      | 43<br>7/20 |      |      |      |      |      |      |      |            |
|----------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
|          | 1200       | 1400 | 1600 | 1800 | 1000       | 1200 | 1400 | 1600 | 1800       | 2000 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 |            |
| 66       | 35.0       | 37.0 | 38.0 | 32.0 | 33.0       | 38.5 | 40.0 | 39.0 | 40.5       | 39.0 | 36.0 | 36.0 | 36.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | UPP DK     |
| 67       | —          | —    | —    | —    | 31.0       | 35.0 | 37.0 | 35.0 | 33.0       | 34.0 | 37.5 | 38.5 | 37.0 | 38.0 | 36.5 | 37.5 | UPP DK     |
| 68       | —          | —    | —    | —    | 30.5       | 35.0 | 36.0 | 34.5 | 33.5       | 33.5 | 37.0 | 38.5 | 36.0 | 37.0 | 36.5 | 36.0 | POOP DK    |
| 69       | 36.0       | 38.0 | 42.5 | 32.5 | 31.5       | 35.0 | 44.0 | 45.5 | 43.5       | 41.0 | 44.0 | 45.0 | 43.5 | 43.5 | 42.0 | 43.0 | POOP DK    |
| 70       | 35.0       | 37.0 | 43.0 | 31.5 | 30.0       | 37.0 | 46.0 | 48.0 | 45.0       | 41.0 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | POOP DK    |
| 71       | 38.0       | 38.0 | 40.0 | 33.5 | 34.0       | 38.0 | 44.0 | 44.0 | 43.5       | 41.5 | 43.0 | 46.0 | 41.0 | 42.0 | 43.0 | 43.5 | UPP DK     |
| 72       | 39.0       | 39.5 | 44.5 | 35.0 | 34.0       | 39.0 | 45.5 | 47.0 | 46.0       | 42.5 | 45.0 | 45.5 | 44.5 | 46.0 | 43.0 | 45.0 | UPP DK     |
| 73       | 35.0       | 36.0 | 40.5 | 32.5 | 31.0       | 35.0 | 40.0 | 44.0 | 41.0       | 38.0 | 43.5 | 43.0 | 43.0 | 41.5 | 39.0 | 42.0 | BR. DECK   |
| 74       | 36.0       | 36.0 | 41.0 | 32.5 | 32.5       | 36.0 | 43.0 | 45.0 | 41.5       | 37.5 | 43.0 | 43.0 | 41.0 | 40.0 | 38.0 | 42.0 | BR. DECK   |
| 75       | 40.0       | 39.0 | 43.0 | 34.0 | 35.5       | 41.0 | 47.0 | 47.0 | 44.0       | 41.5 | 41.0 | 41.5 | 39.5 | 40.0 | 41.0 | 41.5 | UPP BR. DK |
| 76       | 37.0       | 37.0 | 42.0 | 33.0 | 33.0       | 37.0 | 44.0 | 45.0 | 43.0       | 41.0 | 44.0 | 44.0 | 42.0 | 43.0 | 41.0 | 44.0 | UPP BR. DK |
| 77       | 37.0       | 37.0 | 42.0 | 32.5 | 31.5       | 36.5 | 43.0 | 43.5 | 40.5       | 37.5 | 43.5 | 43.5 | 42.0 | 41.0 | 40.0 | 41.0 | UPP BR. DK |
| 78       | 41.0       | 38.0 | 44.0 | 33.0 | 34.5       | 39.0 | 48.0 | 49.0 | 46.0       | 41.0 | 45.0 | 45.0 | 42.0 | 41.0 | 43.0 | 44.0 | FUNNEL     |
| 79       | 38.0       | 36.0 | 41.0 | 33.0 | 34.0       | 38.0 | 43.0 | 43.5 | 41.0       | 38.0 | 41.0 | 41.0 | 38.5 | 39.0 | 38.0 | 40.0 | FUNNEL     |
| 80       | 41.0       | 40.5 | 45.0 | 32.5 | 33.5       | 37.5 | 50.0 | 53.0 | 49.5       | 41.5 | 52.0 | 51.0 | 49.0 | 46.5 | 44.0 | 48.0 | FUNNEL     |
| 81       | 38.0       | 41.0 | 50.0 | 33.5 | 35.0       | 39.0 | 46.0 | 47.0 | 46.0       | 42.0 | 46.0 | 44.5 | 43.0 | 42.5 | 42.0 | 46.5 | FUNNEL     |
| 82       | 45.0       | 42.5 | 46.0 | 35.0 | 33.5       | 42.0 | 51.5 | 52.5 | 52.0       | 43.0 | 46.0 | 45.0 | 43.0 | 43.0 | 45.0 | 45.0 | FUNNEL     |
| 83       | 49.0       | 44.0 | 50.0 | 34.5 | 37.0       | 44.0 | 52.5 | 53.0 | 53.0       | 44.0 | 45.0 | 44.0 | 42.0 | 43.0 | 44.5 | 45.0 | FUNNEL     |

〔補足〕：自記温度計で計測した結果のうち、その傾向、特徴を以下に例記する。

| 計測点 | レベル      | 最高温度(℃) | 計測点  | レベル      | 最高温度(℃) |
|-----|----------|---------|------|----------|---------|
| (A) | BR DK    | 58℃     | (A)' | 2ND DK   | 29℃     |
| (B) | 3RD DK   | 41℃     | (B)' | TANK TOP | 31℃     |
| (C) | 2ND DK   | 38℃     | (C)' | TANK TOP | 39℃     |
| (D) | POOP DK  | 56℃     | (D)' | TANK TOP | 33℃     |
| (E) | UPP DK   | 44℃     | (E)' | TANK TOP | 32℃     |
| (F) | POOP DK  | 44℃     | (F)' | 2ND DK   | 34℃     |
| (G) | 2ND DK   | 36℃     | (G)' | 2ND DK   | 31℃     |
| (H) | 3RD DK   | 36℃     | (H)' | 2ND DK   | 31℃     |
| (I) | TANK TOP | 35℃     | (I)' | 3RD DK   | 32℃     |
| (J) | 3RD DK   | 36℃     | (J)' | 3RD DK   | 32℃     |
| (K) | 2ND DK   | 42℃     |      |          |         |
| (L) | 2ND DK   | 42℃     |      |          |         |

- 注 1. ボイラー附近の点を計測した。  
 2. 計測時間は7/19 09:30～20:00  
 3. 熱輻射効果が相当現れている。

注 1. デイゼル発電機附近の点を計測した。

2. 計測時間は7/20 01:00～08:00

表4.3.2 デイゼル貨物船機関室温度計測結果 (その1) (℃)

| 場所 | 日時<br>43<br>8/9 |      |      |      |      |      |      |      | 43<br>8/10 |
|----|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
|    | 0800            | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | 1400 |            |
| 外気 | 27.0            | 27.0 | 27.5 | 29.0 | 30.0 | 27.5 | 27.0 | 29.5 |            |
| 1  | 27.0            | 27.0 | 27.0 | 29.0 | 29.0 | 29.5 | 30.0 | 30.0 |            |
| 2  | 27.5            | 28.5 | 27.0 | 28.0 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 29.0 |            |
| 3  | 26.5            | 27.0 | 26.0 | 26.5 | 26.5 | 26.5 | 27.0 | 28.0 |            |
| 4  | 27.5            | 28.0 | 27.0 | 28.0 | 28.0 | 28.5 | 29.5 | 30.0 |            |
| 5  | 31.5            | 34.0 | 34.5 | 35.0 | 35.0 | 35.5 | 37.0 | 34.5 |            |
| 6  | 29.0            | 30.0 | 30.0 | 29.5 | 29.5 | 30.0 | 31.5 | 30.5 |            |
| 7  | 31.5            | 34.0 | 35.5 | 35.0 | 35.0 | 36.0 | 37.5 | 35.0 |            |
| 8  | —               | 35.0 | 36.0 | 37.0 | 37.0 | 38.0 | 38.5 | 37.0 |            |
| 9  | 30.0            | 32.0 | 33.0 | 31.5 | 32.0 | 32.0 | 35.0 | 34.0 |            |
| 10 | 33.5            | 35.5 | 38.0 | 39.0 | 39.0 | 40.0 | 40.0 | 39.0 |            |
| 11 | 29.0            | 30.0 | 31.0 | 31.5 | 32.5 | 33.0 | 33.0 | 33.0 |            |
| 12 | 31.0            | 34.0 | 35.0 | 35.5 | 36.0 | 36.0 | 36.0 | 36.0 |            |
| 13 | 30.0            | 32.0 | 34.0 | 35.0 | 36.0 | 36.0 | 37.0 | 36.0 |            |
| 14 | 39.5            | 43.0 | 45.0 | 46.0 | 46.5 | 47.0 | 47.0 | 46.5 |            |
| 15 | 31.0            | 35.0 | 37.0 | 38.0 | 38.5 | 39.0 | 39.0 | 39.0 |            |
| 16 | 32.0            | 35.0 | 36.0 | 36.0 | 37.0 | 39.0 | 39.0 | 37.5 |            |
| 17 | 34.0            | 36.0 | 36.5 | 38.0 | 37.0 | 37.0 | 38.0 | 38.0 |            |
| 18 | —               | 38.0 | 42.5 | 42.0 | 42.5 | 44.0 | 44.0 | 45.0 |            |
| 19 | 34.0            | 36.5 | 38.5 | 38.0 | 37.0 | 38.0 | 37.5 | 36.0 |            |
| 20 | 28.5            | 30.0 | 31.0 | 34.0 | 32.0 | 36.0 | 37.0 | 34.0 |            |
| 21 | 29.5            | 31.5 | 33.0 | 32.0 | 34.0 | 39.5 | 40.0 | 38.0 |            |
| 22 | 32.0            | 35.5 | 36.0 | 37.0 | 37.0 | 38.0 | 38.5 | 35.5 |            |
| 23 | 31.0            | —    | 36.0 | 36.0 | 37.0 | 37.0 | 38.0 | 38.0 |            |
| 24 | 30.0            | 33.0 | 34.0 | 34.5 | 35.0 | 36.0 | 36.0 | 36.0 |            |
| 25 | 32.0            | 35.0 | 36.0 | 37.0 | 36.5 | 38.5 | 39.5 | 37.5 |            |
| 26 | 30.5            | 34.0 | 36.0 | 37.0 | 37.0 | 38.0 | 38.0 | 37.5 |            |
| 27 | 30.0            | 36.5 | 38.0 | 39.0 | 39.0 | 40.0 | 40.0 | 38.0 |            |
| 28 | 30.5            | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.5 | 34.0 | 34.0 | 34.0 |            |
| 29 | 30.0            | 32.5 | 32.5 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 |            |
| 30 | 29.5            | 31.0 | 31.5 | 32.0 | 32.0 | 32.0 | 32.0 | 33.0 |            |
| 31 | 32.0            | 34.0 | 34.5 | 35.0 | 35.0 | 35.0 | 34.0 | 35.0 |            |
| 32 | 32.0            | 35.0 | 35.5 | 36.0 | 36.5 | 38.0 | 39.0 | 36.0 |            |
| 33 | 31.0            | 34.0 | 35.0 | 36.0 | 36.0 | 36.0 | 35.0 | 36.0 |            |

(補足) : 自記温度計で計測した結果の傾向、特徴を以下に記す。

| 計測点 | レベル       | 最高温度 |
|-----|-----------|------|
| (A) | TANK TOP  | 40 ℃ |
| (B) | 3RD DK    | 41 ℃ |
| (C) | 3RD DK    | 38 ℃ |
| (D) | TANK TOP  | 35 ℃ |
| (E) | 2ND DK    | 38 ℃ |
| (F) | TANK TOP  | 35 ℃ |
| (G) | 2ND DK    | 34 ℃ |
| (H) | UPP BR DK | 36 ℃ |
| (I) | BOAT DK   | 54 ℃ |
| (J) | UPP DK    | 38 ℃ |
| (L) | BRG DK    | 41 ℃ |

注 :

43. 8/10 11:00 ~ 14:00に計測した。

表 4.3.2 デーゼル貨物船機関室温度計測結果 (その2) (℃)

| 場所 | 日時<br>43<br>8/9 |      |      |      |      |      |      |      | 43<br>8/10                |
|----|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------|
|    | 0800            | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | 1400 |                           |
| 34 | 30.0            | 32.5 | 33.5 | 34.0 | 38.0 | 40.0 | 40.0 | 35.5 | 3RD DECK                  |
| 35 | 29.0            | 31.0 | 33.0 | 34.0 | 34.0 | 34.0 | 32.5 | 34.0 |                           |
| 36 | 29.5            | 32.0 | 33.5 | 35.0 | 34.5 | 35.0 | 34.0 | 34.5 |                           |
| 37 | 29.0            | 31.0 | 33.0 | 34.0 | 36.0 | 37.0 | 37.0 | 33.0 |                           |
| 38 | —               | —    | 31.0 | 32.0 | 34.5 | 36.0 | 31.0 | 33.5 |                           |
| 39 | 29.5            | 31.0 | 31.5 | 33.0 | 33.5 | 34.0 | 34.5 | 36.0 |                           |
| 40 | 30.5            | 33.5 | 35.0 | 35.0 | 35.0 | 36.0 | 36.0 | 33.0 |                           |
| 41 | 28.5            | 30.0 | 33.0 | 32.5 | 33.0 | 33.0 | 32.0 | 34.0 |                           |
| 42 | 31.5            | 34.0 | 37.0 | 36.0 | 37.0 | 35.0 | 35.0 | 32.5 |                           |
| 43 | 32.0            | 33.0 | 34.0 | 34.5 | 35.0 | 35.0 | 36.0 | 32.0 |                           |
| 44 | 30.0            | 34.0 | 35.5 | 38.0 | 37.0 | 38.0 | 39.0 | 39.0 |                           |
| 45 | 29.0            | 30.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.5 | 32.5 | HIGHER ENGINE<br>PLATFORM |
| 46 | 30.0            | —    | 33.5 | 34.5 | 35.0 | 36.0 | 35.0 | 35.0 |                           |
| 47 | 31.0            | 33.0 | 34.0 | 34.5 | 35.0 | 35.5 | 36.5 | 36.0 |                           |
| 48 | 30.5            | 34.0 | 35.0 | 36.5 | 37.0 | 38.0 | 37.0 | 36.0 |                           |
| 49 | —               | 33.0 | 38.0 | 37.0 | 37.0 | —    | —    | —    |                           |
| 50 | —               | 33.0 | 36.0 | —    | —    | —    | —    | —    |                           |
| 51 | —               | 33.0 | —    | —    | —    | —    | —    | —    |                           |
| 52 | 30.0            | 33.5 | 34.0 | 35.0 | 36.0 | 37.0 | 38.0 | 35.0 |                           |
| 53 | 30.5            | 32.0 | 33.0 | 34.0 | 41.0 | 42.0 | 42.0 | 34.5 |                           |
| 54 | 38.0            | —    | 34.0 | 35.0 | 36.0 | 37.0 | 38.0 | 35.0 |                           |
| 55 | 28.5            | 30.0 | 31.0 | 31.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 32.0 | 2ND DECK                  |
| 56 | 29.0            | 32.0 | —    | 33.5 | 34.5 | 35.0 | 35.5 | —    |                           |
| 57 | 32.5            | 37.0 | 40.0 | 40.0 | 41.0 | 42.0 | 42.0 | 40.0 |                           |
| 58 | 33.5            | 39.0 | 39.5 | —    | 40.0 | 39.0 | 39.5 | 38.5 |                           |
| 59 | 31.5            | 33.0 | 34.5 | 36.0 | 38.0 | 38.5 | 40.0 | 38.0 |                           |
| 60 | 30.5            | 34.0 | 37.0 | 38.0 | 38.5 | 39.0 | 39.0 | 38.0 |                           |
| 61 | 31.0            | 32.0 | 33.0 | 32.5 | 33.5 | 33.0 | 34.0 | 33.0 |                           |
| 62 | 29.0            | 34.0 | 37.0 | 38.0 | 38.0 | 38.5 | 39.0 | 38.0 |                           |
| 63 | 30.5            | 33.0 | 35.0 | 36.0 | 35.0 | —    | 36.0 | 34.5 |                           |
| 64 | 29.0            | 32.0 | 32.5 | 33.0 | 33.0 | 30.5 | 30.0 | 32.0 |                           |
| 65 | 30.0            | —    | 32.0 | —    | 32.0 | —    | 30.0 | 32.0 |                           |
| 66 | 29.0            | 31.0 | 31.0 | 32.0 | 33.0 | 31.0 | 30.0 | 33.0 |                           |
| 67 | 30.5            | —    | 35.0 | 35.5 | 37.0 | 37.5 | 37.0 | 35.0 |                           |

表 4.3.2 デーゼル貨物船機関室温度計測結果 (その3) (℃)

| 日時<br>場所 | 45<br>8/9<br>0800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800        | 2000 | 43<br>8/10<br>1400 |
|----------|-------------------|------|------|------|------|-------------|------|--------------------|
| 68       | 30.5              | 32.5 | 35.5 | 36.0 | 37.0 | 38.0        | 37.0 | 35.0               |
| 69       | 32.0              | —    | 38.0 | 40.0 | 39.0 | 41.0        | 40.0 | 37.5               |
| 70       | 32.0              | —    | 43.0 | 44.0 | 45.0 | 46.0        | 47.0 | 44.0               |
| 71       | —                 | 35.0 | 37.5 | 37.0 | 37.0 | 39.0        | 39.0 | 36.5               |
| 72       | 31.5              | 35.0 | 37.0 | 38.0 | 38.0 | 39.0        | 39.0 | 36.5               |
| 73       | 30.0              | 34.0 | 34.5 | 38.0 | 37.0 | 39.0        | 38.5 | 35.0               |
| 74       | 32.5              | 36.0 | 44.0 | —    | 44.0 | —           | 45.5 | 43.0               |
| 75       | 32.0              | —    | 36.0 | 40.0 | 40.5 | 41.5        | 40.0 | 38.0               |
| 76       | 33.5              | 38.0 | 41.0 | 41.0 | 42.0 | 43.0        | 43.0 | 41.0               |
| 77       | 33.0              | 38.0 | 41.0 | 42.0 | 43.0 | 44.0        | 44.0 | 41.5               |
| 78       | 35.0              | 40.0 | 43.0 | 47.5 | 44.0 | 45.0        | 44.5 | 43.0               |
| 79       | 33.5              | 37.0 | 38.0 | 40.0 | 40.5 | 41.0        | 41.0 | 37.5               |
| 80       | 32.0              | 39.0 | 42.0 | 42.5 | —    | 43.0        | 42.5 | 42.0               |
| 81       | 31.5              | 35.0 | 36.5 | 39.0 | 39.0 | 40.0        | 40.0 | 35.5               |
| 82       | 34.0              | 37.0 | 38.0 | 40.0 | 40.5 | 41.5        | 42.0 | 36.5               |
| 83       | —                 | —    | 38.0 | 40.0 | 41.0 | 42.0        | 42.0 | 37.5               |
| 84       | 35.0              | 43.0 | 43.0 | 46.0 | 48.0 | 48.5        | 48.0 | 49.0               |
| 85       | 36.0              | 41.0 | 41.0 | 42.0 | 42.0 | —           | 40.5 | 41.0               |
| 86       | 33.0              | 38.0 | 40.0 | 42.0 | 42.0 | 43.0        | 44.0 | 39.0               |
| 87       | 33.0              | 38.0 | 38.0 | 41.5 | 43.0 | 44.0        | 44.0 | 38.5               |
| 88       | 38.0              | 44.0 | 44.0 | 44.0 | —    | 46.0        | 49.0 | 43.5               |
| 89       | 34.0              | 45.0 | 49.0 | 50.0 | 52.0 | MAX<br>58.5 | 58.0 | 50.5               |
| 90       | 34.0              | —    | 40.0 | 42.0 | 43.5 | —           | 41.0 | 38.5               |
| 91       | 37.5              | 44.0 | 47.0 | 46.0 | 47.5 | 46.0        | 47.0 | 42.0               |
| 92       | 38.0              | —    | 46.0 | 45.0 | 47.0 | —           | 49.0 | 47.0               |
| 93       | —                 | 45.0 | —    | 46.0 | —    | 48.0        | —    | 46.0               |
| 94       | —                 | 45.0 | —    | 47.0 | —    | 52.0        | —    | 46.0               |

UPP.DK

BOAT.DK

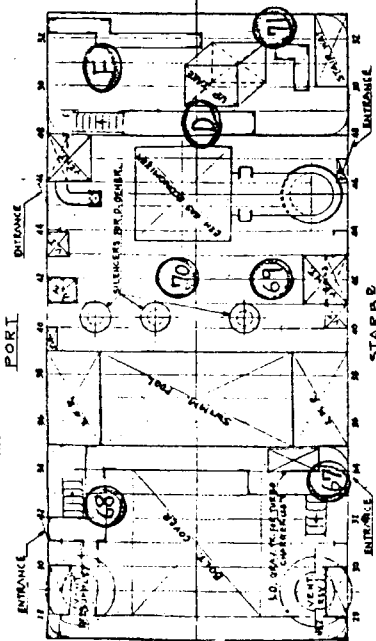
UPP.BR.DK

NAV.BR.DK

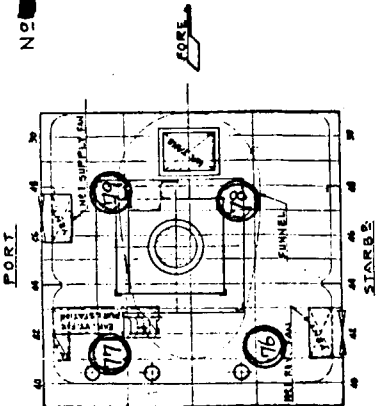
FUNNEL

図 4.3.1(a) デイザーワンカー機関室温度計測点

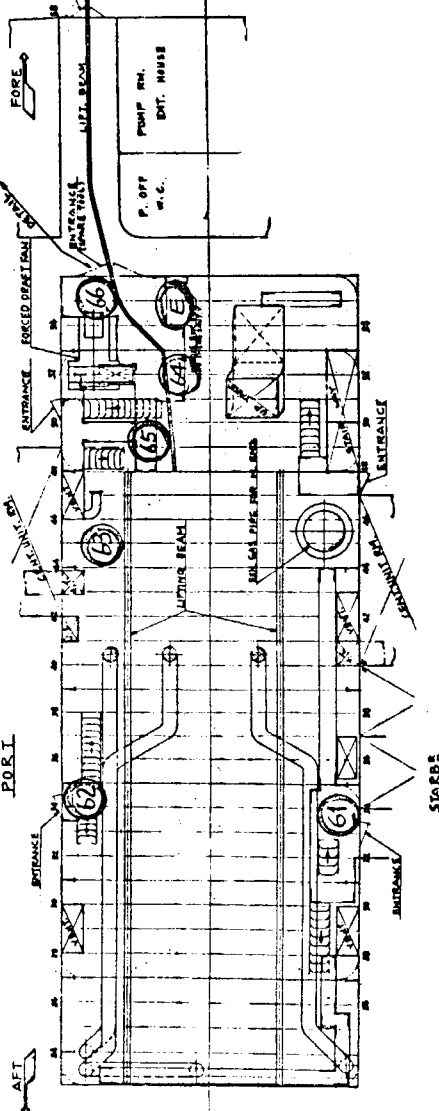
POOP DECK PLAN



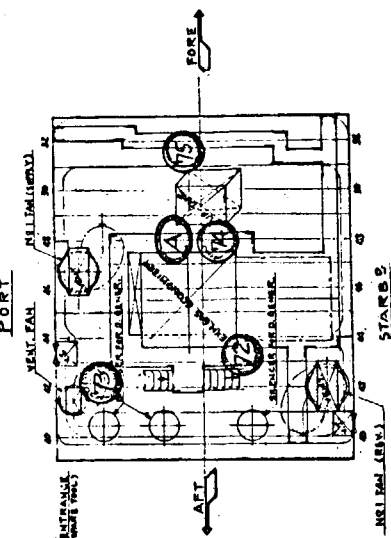
UPP BR. DECK PLAN



UPPER DECK PLAN

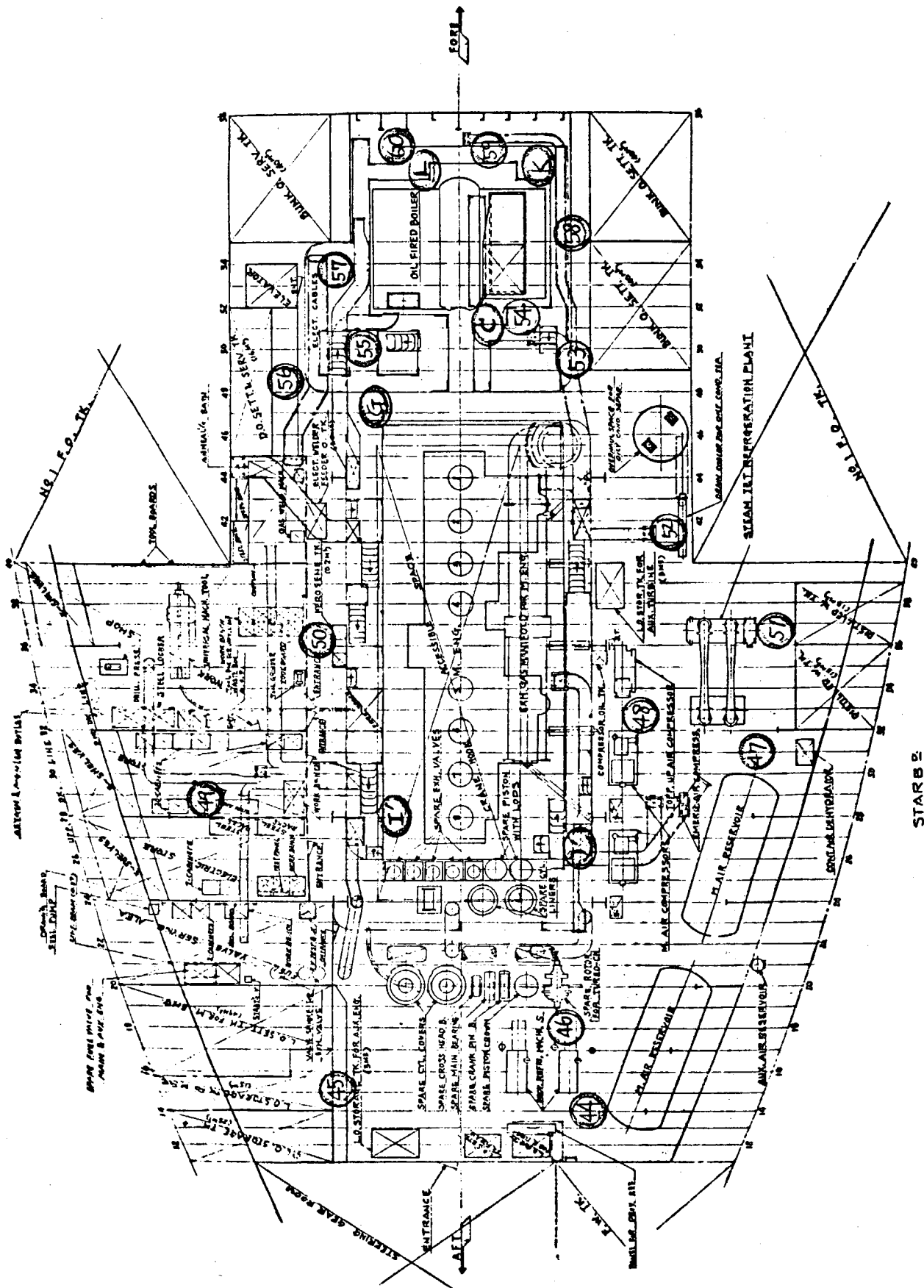


BRIDGE DECK PLAN



4.3.1 (b)

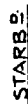
## 2ND DECK PLAN



**STARB 2.**

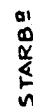
☒ 4.3.1(c)

## PORT



4.3.1 (d)

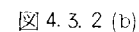
PORT



4.3.1(θ)

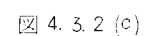


PORT



—157—

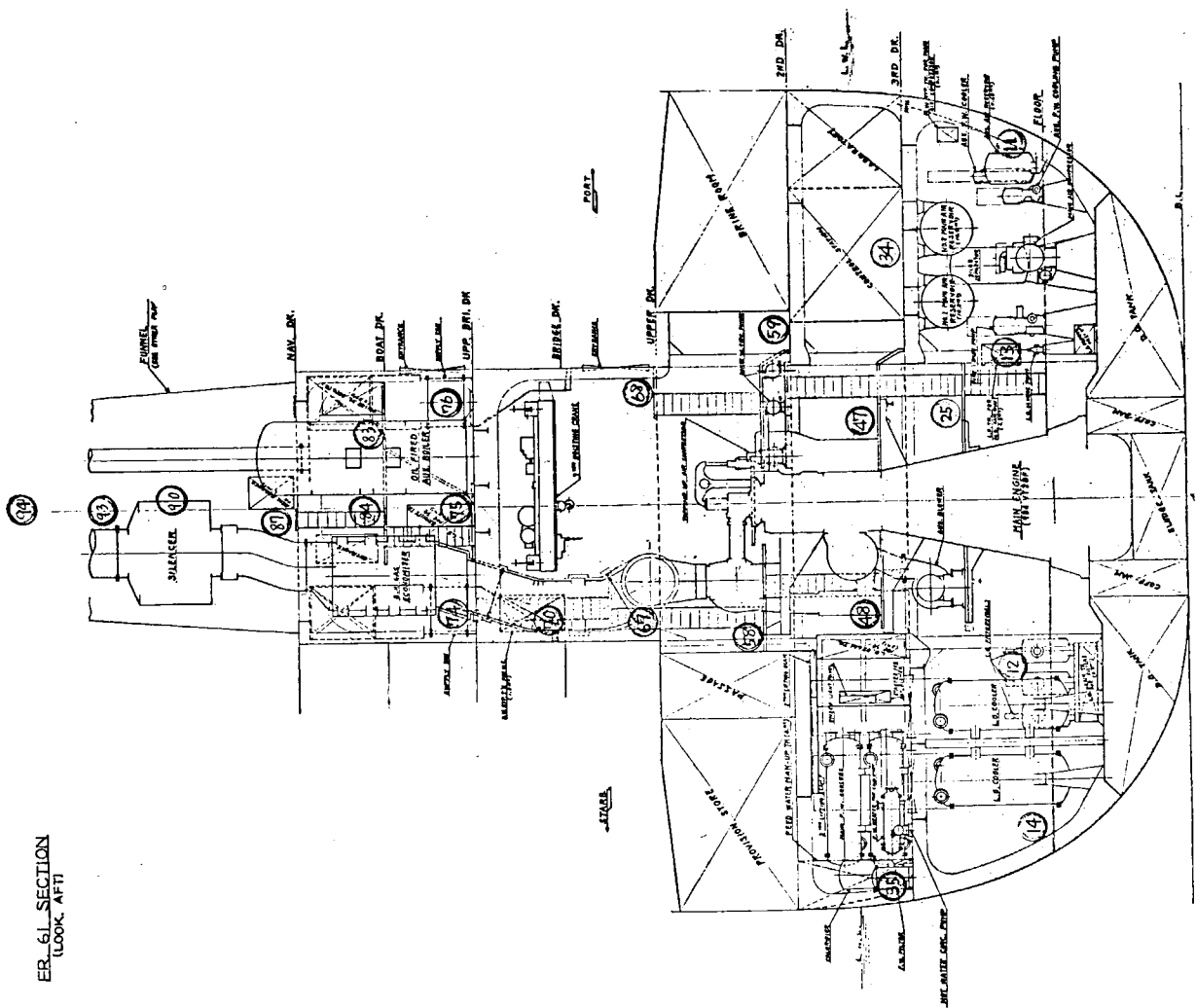
PORT



—159—

[illegible][illegible]图 4.3.2 (d)

ER\_6L SECTION  
(LOOK AFT)



|                        |                            |   |    |
|------------------------|----------------------------|---|----|
| SHIP DESIGN DEPARTMENT | 110                        | 2 | N9 |
| DESIGN NO.             | 機関室 全体配置                   |   |    |
| DESIGN TITLE           | 機関室 全体配置                   |   |    |
| DESIGN DATE            | ARRANGEMENT OF ENGINE ROOM |   |    |
| DESIGN BY              | AFT SECTION                |   |    |
| DESIGN NO.             | P3006                      |   |    |
| DESIGN DATE            | 10-21-52                   |   |    |

4. 3. 2 (e)

|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SHIP DESIGN DEPARTMENT<br>DRAWN BY <i>W. H. H.</i><br>CHECKED BY <i>W. H. H.</i><br>DATE <i>1/1/52</i> | 10000<br>11000<br>12000<br>13000<br>14000<br>15000<br>16000<br>17000<br>18000<br>19000<br>20000<br>21000<br>22000<br>23000<br>24000<br>25000<br>26000<br>27000<br>28000<br>29000<br>30000<br>31000<br>32000<br>33000<br>34000<br>35000<br>36000<br>37000<br>38000<br>39000<br>40000<br>41000<br>42000<br>43000<br>44000<br>45000<br>46000<br>47000<br>48000<br>49000<br>50000<br>51000<br>52000<br>53000<br>54000<br>55000<br>56000<br>57000<br>58000<br>59000<br>60000<br>61000<br>62000<br>63000<br>64000<br>65000<br>66000<br>67000<br>68000<br>69000<br>70000<br>71000<br>72000<br>73000<br>74000<br>75000<br>76000<br>77000<br>78000<br>79000<br>80000<br>81000<br>82000<br>83000<br>84000<br>85000<br>86000<br>87000<br>88000<br>89000<br>90000<br>91000<br>92000<br>93000<br>94000<br>95000<br>96000<br>97000<br>98000<br>99000<br>100000<br>101000<br>102000<br>103000<br>104000<br>105000<br>106000<br>107000<br>108000<br>109000<br>110000<br>111000<br>112000<br>113000<br>114000<br>115000<br>116000<br>117000<br>118000<br>119000<br>120000<br>121000<br>122000<br>123000<br>124000<br>125000<br>126000<br>127000<br>128000<br>129000<br>130000<br>131000<br>132000<br>133000<br>134000<br>135000<br>136000<br>137000<br>138000<br>139000<br>140000<br>141000<br>142000<br>143000<br>144000<br>145000<br>146000<br>147000<br>148000<br>149000<br>150000<br>151000<br>152000<br>153000<br>154000<br>155000<br>156000<br>157000<br>158000<br>159000<br>160000<br>161000<br>162000<br>163000<br>164000<br>165000<br>166000<br>167000<br>168000<br>169000<br>170000<br>171000<br>172000<br>173000<br>174000<br>175000<br>176000<br>177000<br>178000<br>179000<br>180000<br>181000<br>182000<br>183000<br>184000<br>185000<br>186000<br>187000<br>188000<br>189000<br>190000<br>191000<br>192000<br>193000<br>194000<br>195000<br>196000<br>197000<br>198000<br>199000<br>200000<br>201000<br>202000<br>203000<br>204000<br>205000<br>206000<br>207000<br>208000<br>209000<br>210000<br>211000<br>212000<br>213000<br>214000<br>215000<br>216000<br>217000<br>218000<br>219000<br>220000<br>221000<br>222000<br>223000<br>224000<br>225000<br>226000<br>227000<br>228000<br>229000<br>230000<br>231000<br>232000<br>233000<br>234000<br>235000<br>236000<br>237000<br>238000<br>239000<br>240000<br>241000<br>242000<br>243000<br>244000<br>245000<br>246000<br>247000<br>248000<br>249000<br>250000<br>251000<br>252000<br>253000<br>254000<br>255000<br>256000<br>257000<br>258000<br>259000<br>260000<br>261000<br>262000<br>263000<br>264000<br>265000<br>266000<br>267000<br>268000<br>269000<br>270000<br>271000<br>272000<br>273000<br>274000<br>275000<br>276000<br>277000<br>278000<br>279000<br>280000<br>281000<br>282000<br>283000<br>284000<br>285000<br>286000<br>287000<br>288000<br>289000<br>290000<br>291000<br>292000<br>293000<br>294000<br>295000<br>296000<br>297000<br>298000<br>299000<br>300000<br>301000<br>302000<br>303000<br>304000<br>305000<br>306000<br>307000<br>308000<br>309000<br>310000<br>311000<br>312000<br>313000<br>314000<br>315000<br>316000<br>317000<br>318000<br>319000<br>320000<br>321000<br>322000<br>323000<br>324000<br>325000<br>326000<br>327000<br>328000<br>329000<br>330000<br>331000<br>332000<br>333000<br>334000<br>335000<br>336000<br>337000<br>338000<br>339000<br>340000<br>341000<br>342000<br>343000<br>344000<br>345000<br>346000<br>347000<br>348000<br>349000<br>350000<br>351000<br>352000<br>353000<br>354000<br>355000<br>356000<br>357000<br>358000<br>359000<br>360000<br>361000<br>362000<br>363000<br>364000<br>365000<br>366000<br>367000<br>368000<br>369000<br>370000<br>371000<br>372000<br>373000<br>374000<br>375000<br>376000<br>377000<br>378000<br>379000<br>380000<br>381000<br>382000<br>383000<br>384000<br>385000<br>386000<br>387000<br>388000<br>389000<br>390000<br>391000<br>392000<br>393000<br>394000<br>395000<br>396000<br>397000<br>398000<br>399000<br>400000<br>401000<br>402000<br>403000<br>404000<br>405000<br>406000<br>407000<br>408000<br>409000<br>410000<br>411000<br>412000<br>413000<br>414000<br>415000<br>416000<br>417000<br>418000<br>419000<br>420000<br>421000<br>422000<br>423000<br>424000<br>425000<br>426000<br>427000<br>428000<br>429000<br>430000<br>431000<br>432000<br>433000<br>434000<br>435000<br>436000<br>437000<br>438000<br>439000<br>440000<br>441000<br>442000<br>443000<br>444000<br>445000<br>446000<br>447000<br>448000<br>449000<br>450000<br>451000<br>452000<br>453000<br>454000<br>455000<br>456000<br>457000<br>458000<br>459000<br>460000<br>461000<br>462000<br>463000<br>464000<br>465000<br>466000<br>467000<br>468000<br>469000<br>470000<br>471000<br>472000<br>473000<br>474000<br>475000<br>476000<br>477000<br>478000<br>479000<br>480000<br>481000<br>482000<br>483000<br>484000<br>485000<br>486000<br>487000<br>488000<br>489000<br>490000<br>491000<br>492000<br>493000<br>494000<br>495000<br>496000<br>497000<br>498000<br>499000<br>500000<br>501000<br>502000<br>503000<br>504000<br>505000<br>506000<br>507000<br>508000<br>509000<br>510000<br>511000<br>512000<br>513000<br>514000<br>515000<br>516000<br>517000<br>518000<br>519000<br>520000<br>521000<br>522000<br>523000<br>524000 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

— 164 —

#### 4.4 火災検知装置の自動化システムの基本的構想

システムの計画に当たつての基本的な考え方としては消火の基本原則である「火災の早期発見と初期消火」ならびに「人命の安全」という基本線貫くこととする。

##### 4.4.1 システムの説明

注) 添付の「火災検知と消火の自動化システム・フローチャート」参照のこと。

##### (1) 複式火災検知装置の採用

作動仕様の異なる複数個の感知器をある特定の区画、またはゾーンに併置することにより火災検知装置をデュアル・システム (DUAL SYSTEM) とし、一次システムを火災危険予知システム、二次システムを火災報知システムとする考え方を採用している。

基本的な検討のベースとして火災の発生からその検知、消火活動に至るまでの一連の動作を想定した場合、在来の火災検知装置は火災状態となつたものを検知するという考え方が根底にあつた。しかし、一般的にいつて火災発生に至るまでには当然火災発生の前兆、あるいは火災発生の可能性のある異常状態が存在しているはずである。したがつて、これを早期に検知して適切な処置を講ずることによつて火災を未然に防止することは極めて重要である。本システムに複式火災検知装置を採用した理由もここにある。

##### (2) 一次システム

一次システム (火災危険予知システム) に用いる検知器としては物が燃焼する時、その表面から発生する燃焼生成物を検知し、火災初期のように不完全燃焼している場合、空間に多量に存在する燃焼生成物をとらえて他の型式ではみられない感度のよさを示し、初期段階の火災を警報する能力としては第一のものであると認められている。“イオン式検知器”を考えることとした。

さらに、火災予知の態勢に万全を期すためイオン式感知器の作動しないような火災雰囲気をも想定して、一次システムに温度式検知器 (例えば定温式または差動式検知器で作動温度または上昇率を二次システムに比べて低く設定したもの) を補助的に併設することも考慮する。

まず、機関室の状態がイオン式検知器が作動する雰囲気となると一次システムのイオン式検知器が作動する。しかし、この作動は必ずしも火災を意味しないこの検知器の感度の良さに原因する他の異常状態の補捉の結果であるかもしれない。したがつて、このイオン式検知器の反復作動する場合、および先述の温度式の一次検知器が併設されている場合はイオン式検知器に対応するゾーンのその同時作動をもつて一次警報を作動させる。なお、一次警報の伝達範囲は二次警報のそれとは異なり当直者、あるいはそれに関連する場所 (例えばブリッジ、コントロール室など) のみに伝達されるものとする。

第一次警報によつて当直者、あるいはその命をうけた人員が異常原因の調査発見をし、それに対する処置を施すこととなり、これが成功すればもとの状態へ復帰することとなるし、不成功に終れば本格火災へと移行する。

なお、一次温度式検知器の併設を省略してイオン式のみとするシステムも考えられる。

##### (3) 二次システム

二次システム (火災報知システム) はいわゆる現在広く用いられている火災検知装置に相当するものであり、二次システムの警報の作動は本格的火災状態の発生を意味するものである。このシステムの検知器としては定温、温度上昇率複合型の検知器を考えると、タンカーのポンプ室など防爆区画への設置、あるいは電源のない場合をも考え空気式のそれを検討することとした。

##### (4) 消火システム

二次システムの作動は火災状態の発生を意味するので、直ちに消火活動へ入る必要がある。消火活動に当たつて、問題となるのは火災の規模の判定である。本システムでは火災の規模は一次システム、二次システムの検知器の作動数によつて判定することとする。小火災の場合は乗組員の持運び式消火器などによる人力消火とするが、大火災の

場合は一刻を争う消火作業が望まれるが、火災区画における人員の室外脱出、退避の確認がその前になされなければならない。消火装置の火災装置との運動による自動化に関して問題があるのもこの点に関してである。しかし、機関室が夜間無人となるような場合のごとく無人であることが明確な場合はそれに先立ち、例えば、スイッチを「マニュアル」から「オート」または「アン・マンド」へ切換へておくことによつて大火災状態発生の場合は消火装置か、その準備作業（例えば、スカイライト防火扉の閉鎖、通風ファンの遮断停止など）を含めて自動運動することが可能である。

#### 4.4.2 問題点とその解決策の検討

火災検知と消火の自動化システムの基本的な構想とその概略については以上にのべた通りであるが、これの詳細計画、設計に際しての問題点とその解決のための基本的な考え方について以下に列記し、今後の研究推進の指針とする。

##### (1) 機関室の火災原因および主機等他システムの異常情報

有効な火災検知システムを計画するためには、対象となる区画、すなわち、機関室の火災原因を調査する必要がある。火災原因のはつきりしている火災例についての当研究によるデーターによればボイラー関係を含む燃料系統の事故に原因する火災が一番多く、ついでディーゼル主機のクランクケースの爆発、あるいはこれに類した原因のものが多く、この2例が大半を占めると考えてよく、各船級協会の火災予防検知に関する要求事項からもこれはうなづける事実である。

したがつて、火災の早期発見あるいは予防という点からみて火災検知装置における複式システム（火災危険予知システムと火災報知システム）の採用とともに、さらに積極的予知のために他システムの異常情報で、火災発生の危険情報となり得るものの検討が必要である。例えば、ディーゼル主機のクランクケース内オイルミスト、各筒掃気室の温度の異常など主機そのものの異常信号であるが、火災検知システムではこれらの信号は一次警報あるいは二次警報として受け取ることになるが、その項目の分類は今後の検討事項である。

##### (2) システムのチェック

火災検知システム回路の健全を周期的にチェックすることが重要であり、そのチェック方法についての検討が必要となる。特にそれを自動的に行なう場合には検知装置の型式によつては難しいものもあるので、さらに十分な検討を必要とする。

##### (3) 火災の大小の判定

一般に船舶の消火装置の消火剤の容量は限定されて居り、また、消火装置の種類によつては消火剤の放出で機器を損うものがあるので、不必要な作動は避けねばならない。他方、消火活動のおくれが大火災へと発展する原因となる。したがつて、大災の大小の判定が重要となる。

現状の船舶においてはもちろん視認によつて判定が行なわれている。

この点についてはテレビによる判定などというアイデアも出たが全範囲を包含することに問題があるので、火災検知システムの作動ゾーンの数によつて判定することとした。

##### (4) 消火準備作業と人員退避の確認

消火準備作業の項目の中で火災検知システムと連動させるものの検討が必要である。また、特に火災（2次警報作動）の場合、主機、補機の停止といかに関連づけられるか明確にする必要がある。

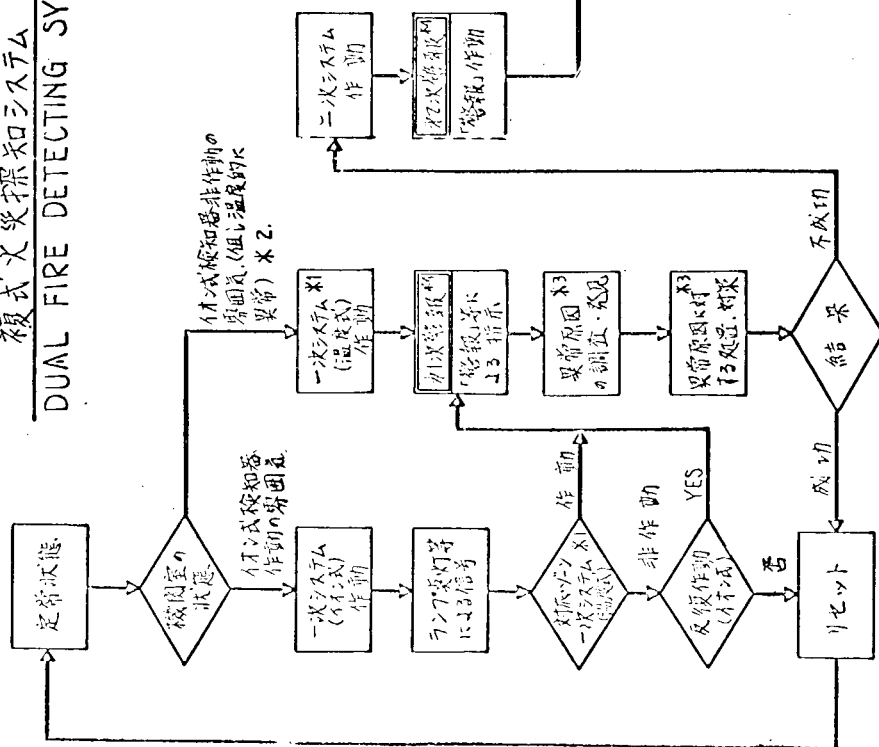
船の操船上の点からも大火災警報の場合も主機を停止すべきかどうか慎重に検討を要する。

また、消火装置作動の前に人員の脱出完了を確認する必要がある。これは人命尊重の見地から絶対不可欠の確認事項である。将来の完全運動を想定した場合、機関室内に存在する人員の数を常に把握できる装置が必要であり、この開発が検討されねばならない現時点では(4)で述べた方法を取ることにする。

#### 4.4.3 む す び

以上「火災検知と消火の自動化システム」についてシステムの基本構想の説明ならびにその計画に際しての問題的、あるいはその解決策を列記した。中にはこれから検討を要する問題が多多あり、明年度も引き続いて研究検討が行なわれる。

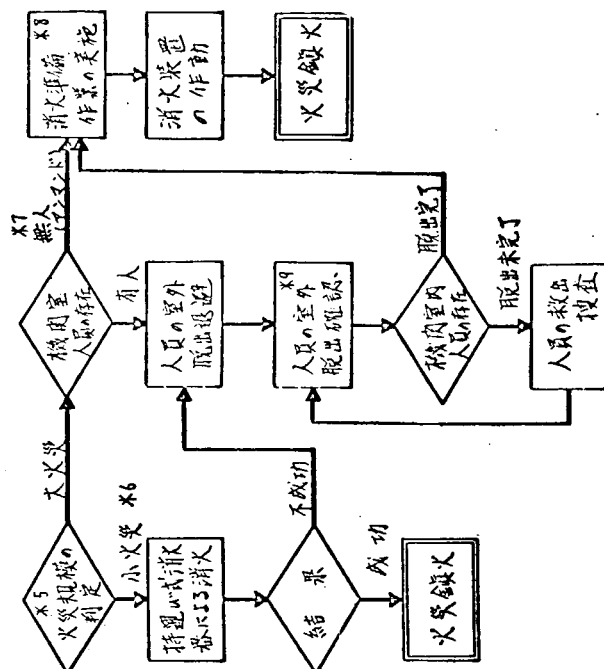
# 複式火災探知システム



14

- \*1) 二次システムより低温度に設定された検知器。(省略したシステムも考えられる)
- \*2) イオン式検知器が作動せず温度が上昇する場合も予知出来る。
- \*3) この項目は、乗組員によるチェック項目とし、自動制御は考えない。
- \*4) 第1次警報と第2次警報の伝達範囲には、差置を設け、前者のそれは、直真あるいは、制御センター内にとどめる。
- \*5) 火災規模の判定は、1次システムまたは、2次システムの作動ゾーン数にて行う。

消防活動  
FIRE FIGHTING



注)

- \*6) 小火災の消火は、乗組員による人力消火とする。
- \*7) 夜間無人となる場合は、例えば「MANUAL」から「AUTO」または「UNMANNED」へスイッチを切換へておくことにより、消火準備作業消火装置の自動連動が可能となる。
- \*8) 例えば、スカイライト、水密戸、防火扉の閉鎖、通風ファンの遮断、停止等。
- \*9) 人員の脱出確認が、消火装置の自動連動との関連において、鍵となる重要項目である。

#### 4.5 火災検知システム（空気管式補償スポット型）による陸上試験

本試験は下記の方法のもとに施行した。紙面の都合上、代表的なデータをここに掲げて報告する。今回の試験は熱源設備の関係で下記のごとき温度にとどまつたが、近い将来に実際の火災に近い熱源を得て実験を行なう予定である。

試験成績の評価により概略の基本設計方針の傾向が見出せた。

##### 4.5.1 方案の概要

実船に装備した場合を想定した配置（図 4.5.5）で陸上試験を行なつた。

###### (1) 直線上昇試験

15℃/min および 20℃/min の熱を加えた場合の検知器の数配管抵抗、ベントサイズの関係について試験を行なつた。

###### (2) 階段上昇試験

室温プラス約 35℃～55℃の温水に投入した場合の検知器の数、配管抵抗、ベントサイズの関係について試験を行なつた。

##### 4.5.2 部品試験

###### (1) 火災検知器

###### (a) リーク試験

検知器の開口をメクラにして 80℃の温水に投入した場合、またはマノメータにより、水柱 150 m/m のヘッドを加えた場合、リークがないこと。

###### (b) 動作試験（定温検知器の溶解封板）（抜取試験）

溶解封板の定格動作温度プラス 15℃の温水に投入した場合、60 秒以内で封板が破れること。

###### (2) ダイアフラムスイッチおよびニューマチックコントロールヘッド

###### (a) ベント試験

ベントにマノメータを接続し、水柱 85 m/m のヘッドを与え、このヘッドが 35 m/m に下るまでの時間を測定する。

この時間が 5 秒から 35 秒までの間にはいつていること。

###### (b) 作動試験

ダイアフラムスイッチおよびニューマチックコントロールヘッドにマノメータを接続し、水柱 120 m/m±10 で作動すること。

##### 4.5.3 試験成績（抜萃）（図 4.5.5 の配置で行なつた）

###### (1) 直線上昇試験

###### (a) 試験データ（図 4.5.1）

検知器 T を除き、R 1 に 20℃/min の熱を加えた場合のマノメータ No.1 より No.5 までのヘッドを測定した。

###### (b) 試験データ（図 4.5.2）

検知器 T および R-1 に 15℃/min の熱を加えた場合のマノメータ No.1 より No.5 までのヘッドを測定した。

なお、T の溶解封板の定格値は 70℃とした。

###### (2) 階段上昇試験

###### (a) 試験データ（図 4.5.3）

検知器 T を除き、R 1 を 75℃の温水に投入した場合のマノメータ No.1 より No.5 までのヘッドを測定した。

###### (b) 試験データ（図 4.5.4）

検知器 T および R-1 を 75℃の温水に投入した場合のマノメータ No.1 より No.5 までのヘッドを測定した。

なお、T の溶解封板の定格値は 70℃とした。

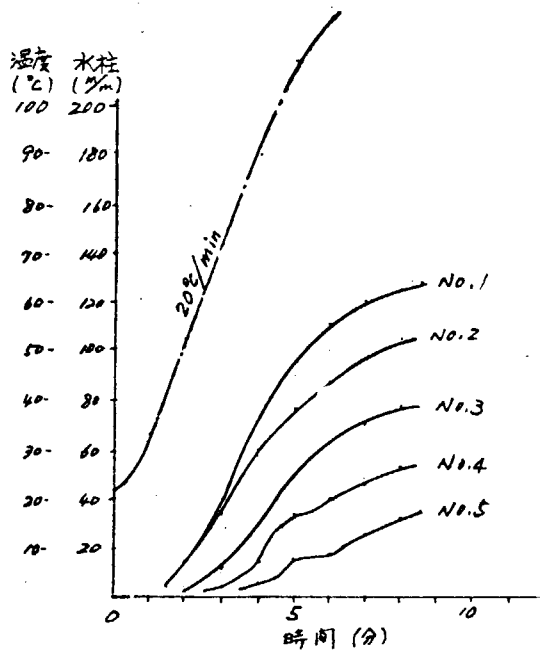


図 4.5.1 直線上昇試験

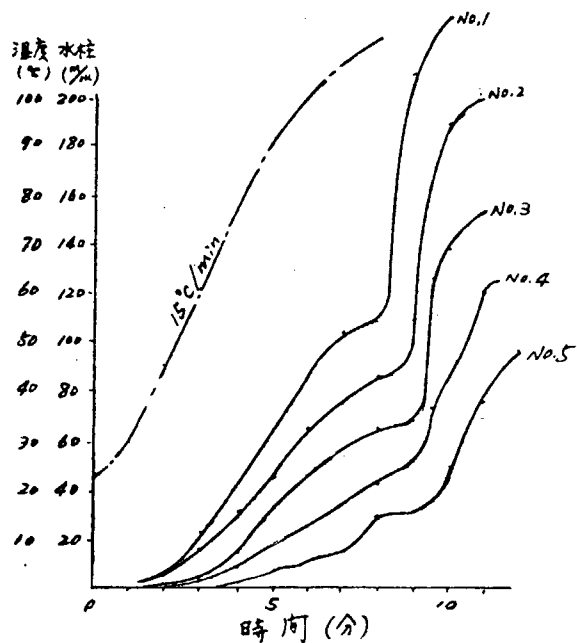


図 4.5.2 直線上昇試験

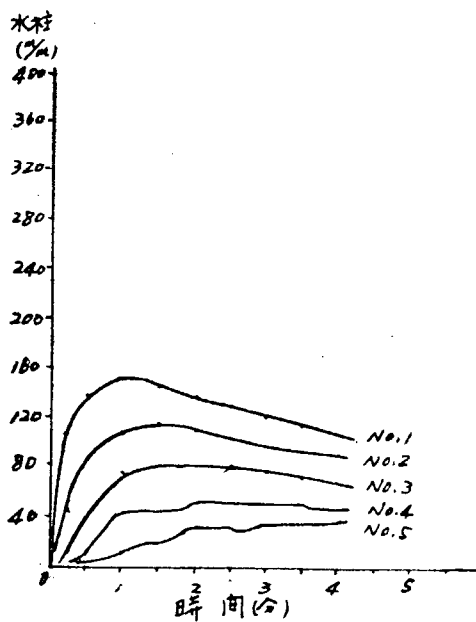


圖 4.5.3 階段上昇試験

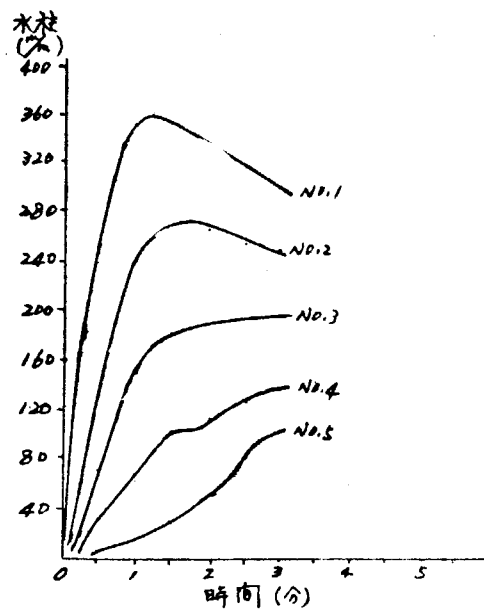


圖 4.5.4 階段上昇試験

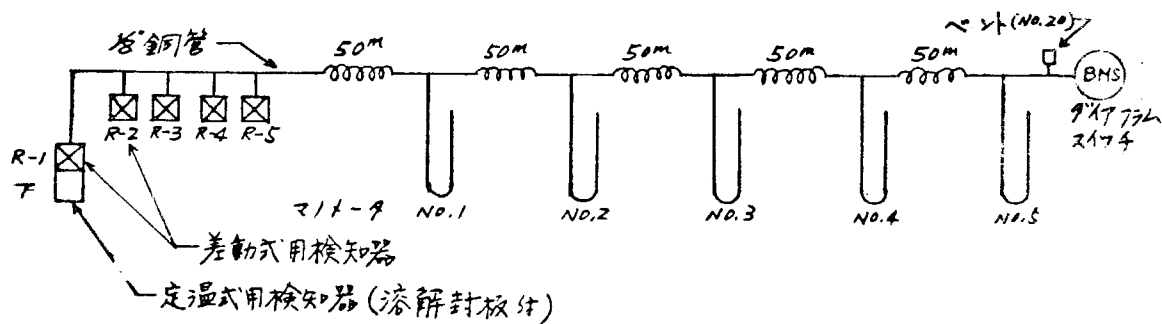


圖 4.5.5 夾鉛裝備想定試驗配置圖