

日本船舶振興会昭和40年度補助事業

調査資料 No. 48

“船舶の経済性向上に関する調査”

第 81 研 究 部 会  
船体性能の向上に関する調査  
報 告 書

プロペラ・キャビテーションに関する調査研究

昭 和 41 年 3 月

社 団 法 人

日 本 造 船 研 究 協 会

# はしがき

本報告書は日本船舶振興会の昭和40年度補助事業「船舶の経済性向上に関する調査」の一部として日本造船研究協会が第81研究部会においてとりまとめたものである。

## 第81研究部会委員名簿(五十音順、敬称略)

部会長 土田 陽(船舶技術研究所)

委員(幹事)伊藤達郎(“”)	木下昌雄(日立造船)
(“”)牛島秀利(浦賀重工業)	高橋通雄(尼崎製鉄)
(“”)久米宏(日本海事協会)	田中兵衛(昭和海運)
(“”)高木又男(日立造船)	田辺正雄(かもめプロペラ)
(“”)高城清(川崎汽船)	千葉博(運輸省)
(“”)豊田昭三(三菱重工業)	土屋九一(三井造船途中より大楠丹と交代)
安部成正(日本鋼管)	中野三郎(中島鋳工業)
伊藤一男(ミカドプロペラ)	浜田昇(運輸省)
大楠丹(三井造船)	福村道夫(吳造船所)
岡田主(石川島播磨重工業)	安井三郎(川崎重工業)
岡本連(日本舶用内燃機工業会)	山崎芳嗣(佐世保重工業)
笠原譲(日本造船工業会)	大和佳助(運輸省)
笠間義郎(日本造船関連工業会)	鶴見倫一(三菱重工業)
菊地義次(大阪商船三井船舶)	渡辺精三(日立造船)

### 討議参加者

安藤達郎(船舶技術研究所)	滝山敏夫(日本舶用内燃機工業会)
池上利有(日本舶用内燃機工業会)	津田真也(三菱重工業)
板橋丈太郎(三菱重工業)	平尾悠一(日本鋼管)
大坪孝行(中島鋳工業)	堤丈夫(“”)
岡田一也(川崎重工業)	松島昭一(浦賀重工業)
勝山隼(佐世保重工業)	松永秀一(“”)
坂本昭弘(“”)	山路馨(吳造船所)
鈴木伸二(吳造船所)	

## 目 次

第 1 章	緒 論.....	1
第 2 章	プロペラの羽根の損傷とその発生頻度.....	2
第 3 章	主要造船所およびプロペラ製造所におけるキヤビテーション発生限界推定法に関するアンケート調査.....	8
第 4 章	キヤビテーションに基づくと認められる損傷発生船についてのアンケート調査.....	16
第 5 章	結 言.....	81
附 錄 .....		82

プロペラ・キヤビテーション発生限界の各種推定法

## 第1章 緒論

最近船舶の大型化高出力化にともないプロペラ荷重度が著しく増加し、キャビテーションに基因するプロペラの損傷事故が重要な問題となりその根本的な対策の確立が切望されている。本調査研究は問題解決のために必要な調査を行ない、資料を収集して設計に役立たせるとともに、今後の組織的研究の方向づけを行なわんとするものである。

キャビテーションに関する調査研究は従来ともその数は少なくない。日本造船研究協会においてもかつて第7研究部会において広範な調査および研究を実施している。<sup>1)</sup>しかしキャビテーションによる損傷の様相は、はなはだ複雑多岐にわたり、その防止対策を確立するためには著しく広範囲の調査研究を実施する必要がある。

本研究部会の作業を開始するに当り、いかなる観点からこれに着手すべきかが第一に検討されたが、部会の性格から見て、まず現状の調査に重点をおき、かつ損傷事故と設計条件との関連に主眼をおいて分析を進めることに決定した。かくすることにより、差し当つては損傷防止の目的から見て妥当な設計条件のあたえ方、あるいはまた現行のキャビテーション発生限界推定方法の適切な使用法についての検討が可能となり、さらに詳細な解釈を進めれば現行推定法の有効範囲を明らかにし今後の研究の指針をあたえることもできると予想されたからである。

以上の方針で現状についての調査を実施するについて、次の2つのアンケート調査を行なつた。

(a) キャビテーション発生限界の推定法に関するアンケート

(b) キャビテーションに基因すると認められる損傷を起した船についてのアンケート

(a)は主要造船所、プロペラメーカーを対象として、発生限界チェックのために実際に使用されている方法を調査したもので、本調査は関東造機研究会の手によつてすでに一部実施されていたものであるが、同研究会の意向により当部会が引き継いで実施することとした。

(b)は実際に損傷を発生した船舶をとり上げて、その主要寸法、プロペラ形状、プロペラ設計条件、プロペラと船体との相対位置等の詳細を、当該船の就航状況の概要とともに調査したもので、この回答に基づき各種の発生限界推定法を使用して限界回転数等の計算を電子計算機で実施した。この作業を行なうために日本海事協会の船級船から110隻を越える該当船を抽出し、さらにその中から調査に適すると認められる船舶63隻を選んでアンケートを求め、約50隻についての回答が寄せられた。

なお関東造機研究会では「プロペラ・キャビテーション発生限界に対する推定法」の標準案を作成中であつたが、本案の検討も本部会において行なうこととなり、これを審議、補筆して同研究会へ提出した（付録参照）。

## 第2章 プロペラの羽根の損傷とその発生頻度

### 2.1 はしがき

船に発生する各種の損傷のうち、プロペラの羽根の損傷は最も高い発生頻度を示している。しかし、その内容は羽根周縁の曲り、潰食、欠損などであつて、これらが船の推進性能を大きく低下させるとか、船の安全性に危惧を及ぼすようなことはないため、また補修が比較的容易なため、あまり重要視されていなかつた。これらの損傷が発生した場合には、軽度のものはそのまま使用し、損傷程度の大きいものは現場または陸上げして補修が行なわれており、プロペラを余儀なく換装しなければならないものは、異物接触による大損傷の場合を除いてほとんどない。

プロペラの羽根周縁の損傷の発生因子は、異物接触の場合を除いて、ほとんどがキャビテーションによるものであつて、これは羽根の曲り、潰食（ときには欠損およびき裂）の発生を助長し、さらにこれらを併発させる場合が多い。

プロペラのキャビテーションを回避するために、設計段階において十分な考慮が払われるが、完全な回避は困難な実情であり、たとえば船体船尾構造に関連する不均一伴流分布の影響によって、プロペラ回転中の周期的なキャビテーションの発生は避け難いものかもしれない。しかし、キャビテーションの回避策を究明することは必要なことであつて、これはプロペラ周囲の構造との関連において、ひとりプロペラ設計者のみがその任を負わねばならない性格のものではない。

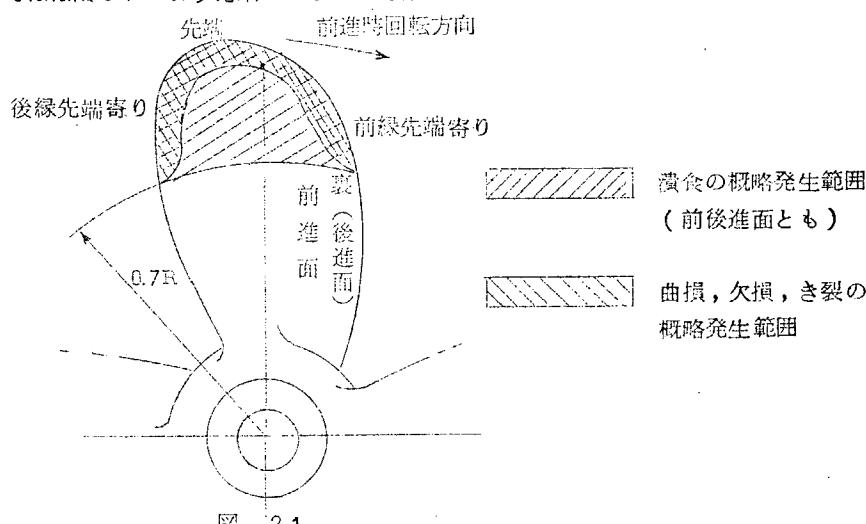
この資料は、プロペラのキャビテーション回避の調査研究のための基礎資料として、プロペラ羽根の損傷の種類、様相ならびにその発生頻度の実態について、日本海事協会船級船を対象に調査し取りまとめたものである。

### 2.2 プロペラの羽根の損傷の種類とその発生箇所

プロペラの羽根の損傷は、次の6種類に大別できる。

- (イ) 羽根周縁の曲損
- (ロ) 羽根面の潰食（キャビテーション・エロージョン）
- (ハ) 羽根周縁の欠損
- (ニ) 羽根周縁のき裂
- (ホ) 羽根の根本からの折損
- (ヘ) 羽根面の脱亜鉛

これらのうち、(ロ)～(ヘ)の発生率は極めて低いので一般には(イ)から(ニ)を対象にすればよい。これら(イ)から(ニ)の損傷の発生箇所は図2.1に示したごとく、潰食にあつてはほぼ $0.7 R$  ( $R$ はプロペラ半径)より先端にかけての前後進面、また曲損、欠損、き裂にあつてはほぼ $0.7 R$ より先端にかけての周縁が一般である。



## 2.3 プロペラの羽根の損傷発生率

日本海事協会船級船約1,700隻(昭和39年末現在,平均総トン数約5,500GT)について,プロペラを1年間使用する間に,曲損,潰食,欠損,き裂,脱亜鉛のいかんにかかわらず損傷が発生したことが報告されたものを集計すると,その発生率は次のとおりである。

$$\text{プロペラの損傷発生率(年間)} = 21\% \text{ (プロペラ1個を1件とする)}$$

これら何らかの損傷を発生した21%のプロペラを100%として,さらに損傷の種類別に発生率を求めたものを表2.1に示した。

表2.1 損傷の種類別にみた損傷発生率

順位	損傷の内容	発生率(%)	順位	損傷の内容	発生率(%)
1	曲損のみ発生	42	1	少なくとも曲損を含む損傷を発生したもの	74
2	潰食のみ発生	14	2	少なくとも欠損を含む損傷を発生したもの	27
3	曲損と欠損を併発	12	3	少なくとも潰食を含む損傷を発生したもの	26
4	潰食と曲損を併発	6	4	少なくともき裂を含む損傷を発生したもの	15
5	曲損と欠損とき裂を併発	6			
5	曲損とき裂を併発	4			
6	欠損のみ発生	4			
6	その他の損傷(注:3)	各2%以下(12)			
合 計		100	損傷を重複して発生したプロペラがあるため,発生率の合計は100%を越える。		

- 注: 1. 何らかの損傷を発生した21%のプロペラを対象とし,これを100%として集計した。  
 2. プロペラ1個を1件とした集計であつて,何枚の羽根に発生したかは考慮していない。  
 3. 「その他の損傷」については,それが単独に発生する場合であつても,また他の損傷と併発する場合であつても,各2%以下の発生率である。

表2.1から次のことがいえる。

- (I) 曲損はプロペラの羽根の損傷の大半を占めており,単独に発生する場合でも全体の42%,さらに欠損,潰食,き裂などを併発する場合も多くて全体の74%を示している。
- (II) 潰食は曲損に次ぐ発生率を示し,単独に発生する場合が14%,他の損傷と併発する場合は26%を占めている。ただし,併発は曲損が多く,欠損やき裂と併発することは非常に少ない。
- (III) 欠損は単独に発生することがほとんどなく,曲損と併発するとみなすことができる。
- (IV) き裂は曲損または欠損と併発するものがほとんどである。

羽根の欠損やき裂は,特に曲損に起因して付帯的に発生するとみなせることから,損傷の主体としては曲損と潰食の両者を対象にすればよいと考えられる。そこで,曲損または潰食を発生したプロペラについてさらに詳細な調査を行なった結果を次に示す。

### 2.3.1 羽根の曲損の詳細

これまでの調査はプロペラ1個を1件とした集計であるが,羽根数を考慮して調査したものを表2.2に示す。

表 2.2 羽根数を考慮した場合の曲損発生率(プロペラ個数単位)

すべての羽根に曲損を発生したプロペラ	45%
すべての羽根には曲損を発生しなかつたプロペラ※	54%
不明	1%

※ 曲損が羽根1枚にしか発生しないことはほとんどなく、少なくとも2,3枚に併発する。

さらに表 2.3 は、プロペラの羽根1枚を1件として、曲損の発生位置および方向を考慮した様相別の曲損発生率を調査したものである。

表 2.3 曲損の様相とその発生率(羽根数単位)

曲損の様相	発生率(%)
曲損は発生したがその様相の詳細が不明なもの	33
羽根先端付近から後縁先端寄り※にかけての周縁の一部が前進面側(船尾側)に曲損	30
羽根前縁先端寄り※の周縁の一部が前進面側に曲損	10
異物接触による不規則曲損(海難によると思われるもの)	9
羽根先端付近から後縁先端寄りにかけての周縁の一部が後進面側(船首側)に曲損	5
羽根前縁先端寄りの周縁の一部が後進面側に曲損	3
曲損を発生しない羽根	29
合計	119

注：1. ※は図 2.1 参照。

2. 合計が 100% を越えるのは1枚の羽根が2種以上の様相の損傷を重複して発生しているためである。

これらの調査から、羽根の曲損は異物接触による場合を除いて、羽根の周縁が前進面側(船尾側)に曲がるもののが大半を占めていることがわかる。またこの種の曲損は、プロペラ1個について羽根1枚にしか発生しないことはなく、ほとんどの場合に2枚以上の羽根の相対的同位置に発生している。海難ではないこの種の曲損は「自然曲り」と呼ばれることがあり、羽根周縁のキャビテーションによって、キャビテーション発生面と反対側に曲がるものと考えられる。そして羽根後縁先端寄りの周縁が前進面側に曲がるもの、その典型的な例であると考えられ、実績もまたこれを裏付けている。

### 2.3.2 羽根の漬食の詳細

表 2.4 は、漬食がすべての羽根に発生したか否かを分類調査したものである。

表 2.4 羽根数を考慮した場合の漬食発生率(プロペラ個数単位)

すべての羽根に漬食を発生したプロペラ	64%
すべての羽根には漬食を発生しなかつたプロペラ	29%
不明	7%

さらに表 2.5 は、漬食を発生したプロペラについて、羽根1枚を1件として、漬食の発生位置を考慮した様相別の漬食発生率を示したものである。

表 2.5 潰食の発生位置とその発生率(羽根数単位)

潰食の発生位置	発生率(%)
潰食は発生したがその詳細が不明なもの	39
※後進面先端の中央付近が潰食	18
後進面先端の後縁寄りが潰食	13
後進面先端の前縁寄りが潰食	8
前進面先端の前縁寄りが潰食	5
前進面先端の後縁寄りが潰食	2
前進面先端の中央付近が潰食	1
潰食を発生しない羽根	16
合 計	102

- 注：1. 先端※とはほぼ 0.7 R から先端にかけての範囲を示す。  
 2. 合計が 100% を越えるのは 1 枚の羽根で 2 個所以上に潰食を発生しているためである。  
 3. 組立形プロペラで、吊上孔の栓が脱落してそこから潰食が発生したものが 2 件ある。

これらの調査によれば、羽根の潰食は後進面に発生するものが非常に多いことがわかる。さらに現象としては、後進面にあつては中央から後縁寄りの範囲に、また前進面にあつては前縁寄りに発生することがうかがえる。

### 2.3.3 羽根の脱亜鉛および折損についての補足

脱亜鉛を発生したプロペラは少なく、今回の調査プロペラ中 7 個である。羽根の折損は、根本付近の前進面最大翼厚位置近傍を起点として、腐食疲労により、平断面を呈して折れるのが一般である。

表 2.6 は、最近のプロペラ羽根の折損状況を参考に示したものである。

表 2.6 最近のプロペラ羽根の折損状況(昭和 38 年 1 月～昭和 40 年 1 月)

損傷発生年月 (昭和)	船種	総トン数	主機出力 × 回転数 (PS) × (rpm)	プロペラ直径 (mm)	羽根の数	プロペラ材料	状況概略
38.7	貨物船	6,637	D 8,000	110	5,800	(組立形) 4	HB <sub>s</sub> C1 羽根 1 枚が約 0.4 R 前進面側から折損(異物接触の報告あり)(建造以来約 12 年使用)
38.10	捕鯨船	800	D 3,500	180	3,600	4	ステンレス 羽根 1 枚の先端約 1/3 が折損(鯨体接触の報告あり)(換装後使用期間 1 年未満)
39.8	貨物船	7,537	D 5,530	115	5,300	(組立形) 4	HB <sub>s</sub> C1 羽根 1 枚が約 0.4 2 R 前進面最大翼厚位置にあつた溶接補修跡を起点として疲労により折損(建造以来約 12 年使用)
40.9	捕鯨船	395	D 3,150	225	2,930	5	ステンレス 羽根 1 枚が約 0.4 5 R で折損(鯨体接触の報告あり)(建造後約 4 年使用)
40.10	捕鯨船	740	D 3,600	225	2,950	5	ステンレス 羽根 1 枚の先端約 2/3 が直角に折損(鯨体接触の報告あり)(換装後使用期間 1 年未満)

### 2.4 損傷を発生した羽根の補修状況

以下の表は、損傷を発生した羽根の補修の状況とその頻度を示めしたものである。なお集計は、損傷の種類別に、その損傷を発生したプロペラ 1 個を 1 件として求めた。

表 2.7 曲損の補修状況

現場にてまたは陸揚げして曲りを戻したもの	79%
工事の都合上、早期補修または早期換装を勧告されて、そのまま一時に使用されたもの	5%
換装されたもの(1体形8%, 組立形の羽根のみ6%)	14%
曲損軽微のため、そのまま使用されたもの	2%

表 2.8 潰食の補修状況

潰食軽微のためそのまま使用されたもの	61%
補修されたもの[溶接肉盛6%, グラインダその他で削り手仕上12%, スリーロイ, コードボンド, メタルボンド, 鉄セメント, デブコンなどの防食剤塗布12%]	30%
工事の都合上、早期補修を勧告されて、そのまま使用されたもの	5%
処置不明なもの	4%

表 2.9 欠損の補修状況

補修されたもの(切継または肉盛溶接38%, 削り手仕上24%)	62%
換装されたもの(1体形9%, 組立形の羽根のみ10%)	19%
欠損軽微のためそのまま使用されたもの	15%
処置不明なもの	3%
工事の都合上、早期補修を勧告されてそのまま使用されたもの	1%

表 2.10 き裂の補修状況

補修されたもの(溶接33%, ストップホール30%, 削り手仕上5%, メタロツク3%)	70%
換装されたもの(1体形3%, 組立形の羽根のみ14%)	17%
き裂軽微のためそのまま使用されたもの	8%
工事の都合上、早期補修を勧告されてそのまま使用されたもの	5%

## 2.5 まとめ

これらの調査結果を総括すると次のことがいえる。

- (1) プロペラを1年間使用する間に、プロペラ総数の21%には何らかの損傷が発生し、これらのプロペラのうち約75%には曲損が、約25%には潰食かまたは欠損が、約15%にはき裂が発生するとみなすことができる。ただし、ある種の損傷が単独に発生するものとしては、曲損と潰食を考慮すればよく、欠損やき裂は曲損と併発するとみなすことができる。
- (2) 曲損は、羽根先端付近から後縁にかけての周縁が前進面側に曲がるものが大半を占めている。
- (3) 潰食は、後進面の先端付近から後縁にかけての範囲に発生するものが大半を占めている。
- (4) 曲損、欠損およびき裂は、大半が補修されているのに対し、潰食はそのまま使用されるものが非常に多い。

プロペラ羽根の断面形状に関連して、後進面後縁先端付近は最もキャビテーションが発生し易い部分であるため、特にこの部分に潰食および曲損が発生することがうかがえる。ただし、表2.1に示したように、曲損と潰食が併発することは非

常に少ない。これは、キヤビテーションが羽根周縁近くに発生する条件下にあるプロペラでは、この部分の肉が極めて薄いので、潰食よりも前進面側への曲損となつて現われ易く、一方キヤビテーションが周縁よりも内側に発生する条件下にあるプロペラでは、肉が厚いので潰食肌荒れとなつて現われるためではないかなどが原因の一例として考えられる。

羽根周縁の欠損については、鋸状の肌荒れを呈していて、潰食が著しく発展したものと考えられる様相のものも多いが、潰食と欠損を併発した頻度は少ない。このことは、潰食が羽根周縁の末端に発生するプロペラでは、短期に羽根周縁を欠損させ、同時に羽根に曲がりを発生させるものと考えることができる。集計による発生頻度においても、欠損は潰食よりも曲損と併発しているものが非常に多い。

キヤビテーションを回避する方法を究明するためには、広範囲な調査研究を要し、また完全なる回避は困難であるかも知れないが、特に経済性の観点からその防止策を見出すことは必要なことと思われる。

### 第3章 主要造船所およびプロペラ製造所における キヤビテーション発生限界推定法に関する アンケート調査

#### 3.1 アンケートに対する回答会社（順序不同）

三菱重工（神戸，長崎，広島，下関，横浜），中島鉄工，笠戸船渠，林兼造船，日本海重工，ミカドプロペラ，日本鋼管，日立造船，佐世保重工，川崎重工，佐野安船渠，大阪造船，石川島播磨重工（東京，相生），藤永田造船，名村造船，三井造船，吳造船，浦賀重工

#### 3.2 質問事項および回答結果

質問事項および上記各社より得られた回答結果を表3.1に示す。

推定法としてはBurrill's Cavitation Chartによる方法が多く採用されている。

表3.1 プロペラ・キャビテーションの発生限界の推定法に関するアンケート回答

質問項目	回答社	A	B
(1) キャビテーションの推定にはどのような図表を採用していますか。(式または図表に範囲がある場合は、その程度、およびある式を修正して使用している場合はその修正値と理由を詳細に記入して下さい)		Burrill の図表の Wageningen Line を基準とし、若干展開面積に余裕をとる。	Fundamentals of Ship Resistance and Propulsion P.159記載の Cavitation Chart の中 Wageningen Line を一応の基準とし、かつ過去の $T/A_p$ に関する実績を加味して決定するのが普通であるが、必要あれば空洞試験結果をも考慮する。
(2) キャビテーションの推定は何 $R$ について計算していますか。		0.7 R	0.7 R
(3) キャビテーション現象発生限界の推定条件 (a) 載荷状態 (b) 船速 (c) 主機出力および回転数 (d) その他特に考慮するか否か		満載およびバラスト MCR 特になし	満載、ただし Tanker, Bulk Carrier 等 Full, Ballast の両状態で航海する場合は Ballast 状態についても検討する。 MCR 曳船のごとくプロペラ荷重度の変動の大きい場合は最大 Thrust 発生時について検討する。
(4) 展開面積または限界回転数の余裕		船研、当社研究所の設計要目を(1)項の方針でチェックしている。 余裕に対し数値的な標準は特に決めていない。	伴流分布の変化の大きい船に対しては空洞水槽における不均一流中キャビテーションテストの資料を参考に適宜余裕をとる。
(5) キャビテーション現象防止上とされている対策 (a) 翼フォームおよび翼断面の選択 (b) プロペラの深度 (c) 材質		特別なことは行なっていない	キャビテーション発生限界に近いプロペラにおいてはプロペラ翼面上の圧力分布をできる限り一様となるようビット分布キャブーを計画する。 没水深度は設計上許し得る限り大きくすることを考えている。 船主意向によるができる限り強度、耐蝕性の高い Ni-Al-Br 系の材料を推せんしている。
(6) その他の意見		なし	なし

C	D	E
主として Burrill Chartを使用。	100ps~20,000psのプロペラでは Burrill の図表、高速回転の主機では Eggert を使用。 1,000ps 以上の場合は Burrill と Eggert の両方を使用。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Burrill の図表により All Typeと Wageningenとの中間を使用。</li> <li>2. 船研の図表(5% Back Cavitation Line)</li> <li>3. Eggert の図表</li> <li>4. Schoenherr の図表(Exp. Areaは1.3~1.6倍とする)</li> </ol>
主として 0.7 R	Burrill の場合 ... 0.7 R Eggert の場合 ... 0.9 R	上記1,2については 0.7 R, 3については 0.9 R
満 載	満 載	満 載
(a), (c)に対する値 MCR な し	満載定格速力 定格出力および定格回転数 特に考慮しない	満載MCR時の船速 定格出力および定格回転数 0.7 R~0.9 Rにおける厚さ/幅等
Wageningen の Curveに対し 0~5%程度の余裕を見込む。	Eggert の場合 3%以上, Burrill の場合余裕なし。	定格回転数に対して5~8%の余裕
MAU型または当社翼 型をそのまま使用。 特に考慮せず。	大型プロペラの場合 MAU型が多い 小型(直径2,000mm以下) Troost型が多い できるだけ深くとる。	翼断面はエーロフォイル型とし 0.9 R 附近から Ogival Type を採用して いる。 特に考慮しない
全 上	高速船には Al-Br, その他には Al-Mn-Br	必要あれば Al-BC 等を考慮する。
な し	A U型, MAU型を使用する場合は必ず 0.9 R~0.95 R附近の翼後縁の厚みを大きくとり自然曲りを防止する必要がある。	上記方法にて Exp. Areaを決定しているが、多少 Areaが大きくなる傾向にあると思われる。

F	G	H
<p>1. Eggert の方法 吉波氏の計算図表を使用、修正係数として 3翼には 1.03 を、 4,5翼には 1.05 を乗ずる。</p> <p>2. Burrill で Wageningen のUpper Limit を臨界点としてよく試みる。 以上を主として併用し、まれに Schenckerr その他で点検する。</p>	Eggert および Burrill の図表を使用する。	<p>1. Burrill の図表を使用 2. Check に Buildeis Standard Practice を用いる。</p>
0.7 R ~ 0.9 R	0.9 R	<p>1. 周速には 0.8 R を使用 2. 0.9 R</p>
満 載	満 載	満 載
No sea margin, 独航 85 ~ 100% 主機出力 回転数 Margin 1.5 ~ 2% 曳網状態（大型遠洋漁船）を考慮する。	MCR 時の船速 MCR における出力および回転数 特になし	<p>MCR 時 No sea Margin 船尾形状に注意する。</p>
展開面積比 × 1.05 程度	限界回転数に対して 約 3% の余裕を見込む。	展開面積に対して 0 ~ 20% の余裕
運研リ型または A.U 型を使用。 まれに Ogival 断面のみでまとめる こともある。0.7 R で厚さ／幅が 0.07 以上にならないよう考慮。 普通通	翼厚分布は直線分布でなくホロー形状 としている。 特に考慮しない	<p>Troost 型 高速、広翼には別に考慮する。</p> <p>考慮しない</p>
捕鯨船では…ステンレス錆鋼 ただしこれは耐キヤビテーション (というよりむしろ流水や舷体を叩) いたときに対する考慮からしている。 その他 … HBSC-1		HBSC または ABC
なし	特になし	<p>小型船については船尾形状が激しく影響 するので厳密な計算を行なつてもあまり 意味がないと思つてゐるが、目安として 計算してゐる。 船型を良くすることが最も大切なことと 思う。</p>

I	J	K
大型船(Tanker, Bulk Carrier等)はBurrill 図表によりその中の Wageningen Line を標準として採用し, Eggert の計算式も併用する。中型船(Cargoその他)ではEggert の計算式のみによる。	最終的には, 中島博士の方法で判定している。0.9 Rについては危険回転数の計算値に0.95(多数の実船の実績から得られた係数)を乗じている。ただし計画初期においてはBurrillあるいはEggert の式も参考している。	Burrill の図表の Wageningen Line を使用して展開面積を求め Eggert の式により危険回転数の Checkをしている。
Burrill 図表では 0.7 R Eggert // 0.9 R	0.7, 0.8 および 0.9 R	0.7 R
満 載	主として満載	満 載
MCR, No sea margin時の船速 MCRの値 特に考慮しない	常用速力 常用出力および常用回転数 船尾波の波高は通常考慮していない。	MCRにおける船速 MCRの値, ただし回転数は1~2%増す
展開面積比を小数点以下2桁に切り上げて丸める程度	回転数(最大回転数)に対して2~5 rpm 余裕をとつている。	
一般にはAU標準型およびTroost型を当所で若干未広形に改造したものを採用。組立プロペラは当所標準翼フォームを採用している。	特に考慮せず船研型を採用。 ただし場合によつては0.7 R~Tip を多少大きくすることもある。	MAU型
ヒールクリアランスを適当にとり, 軸心はなるべく下げるよう計画している。 Al-Br系が望ましいと考えているが, 船師と船主の意向からMn-Brを指定されることが多い。	特に考慮していない。 高出力のものに対してはAl系合金を採用することにしている。	常備プロペラにはほとんどAl-Ni-Brを使用。
最近は上記のとおりで計画しているので以前に提出したMESKアンケート回答は取り消す。	な し	

L	M	N
Burrill 図表 ( $\sigma_7$ ) より比較的大きいものについては NSMB の線を、また $\sigma$ が比較的小さいものについては NSMB と Burrill の Merchant Prop. All Type Section との中間値を採用。 なお $\sigma_8$ についても計算し、両者を満足する展開面積を採用している。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Burrill のキヤビテーション判定曲線に基づき展開面積を決定している。</li> <li>2. 前項記載の曲線とおりだと展開面積がやゝ大きくなるゆえ、Wageningen の Line も併用している。</li> <li>3. Eggert のキヤビテーション判定図表も併用する。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Burrill 図表の 5% Back Cavitation Line を採用。</li> <li>2. Eggert の公式 機種によつては危険回転数を 2~3 % 下げて採用。</li> </ol>
一般商船の場合… 0.7, 0.8 R. 超高速船等については 0.7 R ~ Tip にわたり Walchner ならびに中島式を参考に検討。	0.9 R	Burrill では 0.7 R Eggert // 0.9 R
満 載	満 載	満 載
MCR (No Sea Margin) MCR (Fouling Marginとして +1.5~2 r/m を考慮) な し	MCR	MCR
特に余裕はとらない。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Burrill による展開面積を最大とし Wageningen によるものを最小とする。</li> <li>2. Eggert の図表で主機回転数の 110% 以上にあれば可とする。</li> </ol>	別に余裕は考慮せず。
Troost を原型とし、翼前後縁の形状ならびに Wash Back 等を大幅に改正したものを採用。 輪心ができるだけ下げるようにしているが、船型面より Optimum Ballast Cond. の Immersion がとりにくい場合は Stern より Open Water Stern を採用する。 MCR 15,000 ps 以下または 18 kn. 以下の場合は Mn-Br. MCR 15,000 ps 以上または 18 kn. 以上の場合は… Ni-Af-Br または Hi-Mn-Af-Br	<p>船研 MAU 型、ときには Troost 改良型も採用することがある。 船尾材との関係をにらみ合わせできる限り水面下の深さを増大させる。</p> <p>キヤビテーション防止のため Af-Br を採用したことはない。</p>	MAU 型または AU 型 特に考慮せず 全 上
な し	な し	な し

O	P	Q
Eggert の式により限界回転数を推定。 この式をそのまま使用し修正は行っていない。	Burrill の図表から Blade Area を決定し, Eggert の式で Check している。	1. Burrill の図表 Merchant Prop. All Type Section と Wageningen の中間程度を限界としている。 2. Eggert (中島博士の式を用いた例が一度だけある)
0.9 R	0.9 R	Burrill では 0.7 R. Eggert ≈ 0.9 R.
10万トン以上の大型船は約 2/5 載荷状態および満載について推定する。 10万トン以下の船は満載のみ。 M C R	満 載 M C R	満載(必要なら Trial Cond.) M C R, NO Sea Margin M C R
特になし	な し	現在では特に考慮していない。
展開面積: Burrill 図表の Merchant Ship Line と Wageningen Line との間に取り、余裕はなし。 限界回転数: Eggert の式から算出した値に対し 3~5% の余裕をとつている。	Burrill の図表から求めた値より若干大きく面積を決めている。 (何% 大と数値の基準はない)	展開面積は Burrill 図表により限界ぎりぎりの面積としている。(従来までは Cav. の問題はなかった。)
なし 軸心決定の際は Propeller Tip と船体 Sheepiece Clearance を 6% に收めるようにしている。 直径 6m 以上は Ni-Al-B <sub>c</sub>	翼フォームはプロペラ設計図表と類似のものであるが、独自に決めている。 翼断面は M A U 型。 水面からプロペラ軸中心までの深さ。 (1) Ni-Al-Br (2) Mn-Br (3) F C ほとんどが(1)で、(3)は Spare のみに使用	M A U 型 Ni-Al-Br を採用。 翼厚比を小さくしている。
	プロペラの材質を Mn-Br から Ni-Al-Br に変更し、翼断面に M A U 型を採用してからキャビテーションによる問題はほとんどなくなつた。(もちろん Aperture も十分とついている)	船尾形状による Wake 分布にも大いに関係があると思われるので、この方面的調査と Cav. 防止上とられるべき対策も研究課題とされたい。

R	S	T	U	回答社 質問項目
Burrill の方法と Eggert の方法の 2 種を採用している。Burrill の方法においては Cavitation 係数 $\sigma_B$ を計算し、Wageningen の Tank test よりスラスト係数 $\tau$ を求めている。この $\tau$ を求めるのに関西造船協会軸系小委員会にて求めた各社実績を考慮して決めている。	Burrill の図表により Wageningen Tank Line で Area を算出し Eggert の図表で Check する。	Eggert 法による。ただし Burrill 法を参考にする。なお高速回転の場合は Lerbs 法を参考にする。	Burrill のキャビテーション判定図表により商船用プロペラの線上で単位スラスト係数( $\tau$ )をとり、これにより展開面積を算出し、後に Eggert のキャビテーション判定図表により Check している。	(1) キャビテーションの推定にはどのような図表を採用していますか。(式または図表に範囲がある場合は、その程度、およびある式を修正して使用している場合はその修正値と理由を詳細に記入して下さい)
0.9 R	Eggert の場合は 0.9 R Burrill " 0.7 R	0.9 R	Burrill 図表については 0.7 R Eggert " 0.9 R	(2) キャビテーションの推定は何 Rについて計算していますか。
満 載	満 載	満 載	満 載	(3) キャビテーション現象発生限界の推定条件 (a) 載荷状態 (b) 船速 (c) 主機出力および回転数 (d) その他特に考慮するか否か
M C R な し	MCR, No Sea Margin 時の船速 MCR な し	一般には CSO または 85% MCO 20%, Sea Margin。 ただし Trial Max. Speed で Check する。 Trawler 等特殊船では漁撈操業中を Cavitation に対する Design Point とする。	MCR, No Sea Margin 時の船速 連続最大出力および連続最大回転数特に考慮しない	(4) 展開面積または限界回転数の余裕
展開面積: Burrill の方法で求め展開面積比において 0.001 ~ 0.01 の余裕を見込む。 回転数: Eggert で求め 3 ~ 5 rpm の余裕をみている。	展開面積では Burrill 図表の Wageningen Line に対し約 3 % の余裕をとる。	余裕なし	Eggert の図表で回転数に余裕がある場合は、展開面積を数 % 落す場合がある。(ただしこれは材質が Ni-Al-Br の場合) その他の場合も展開面積の余裕をとつていい。限界回転数に対する余裕は 3 回転以上を目標としている。	(5) キャビテーション現象防止上とされている対策 (a) 翼フォームおよび翼断面の選択 (b) プロペラの深度 (c) 材 質
船研 MAU 型 プロペラアーチャーと主機械 駆動等を十分考慮しできるだけ Shaft Center Line を下げプロ ペラ深度を持たせるようにして いる。 特に考慮せず	船研 MAU 型を標準とし、翼前端の R をやや大きくする。できるだけ深くしている。	改船研型ただし高速回転では Ogiral Type とする。できるだけ 0.8 D 以上とする。	翼先端部の翼厚を小さく翼幅を標準型より大きくする場合がある。また翼前縁部の R を小さくしキャビテーションによる曲りを防ぐために翼後縁の厚さを厚くする。できるだけ深くする。	(6) その他の意見
Burrill, Eggert の他に中島博士の式を用いて設計計算の参考としたこともある。	大体は Mn-Br であるが大型船については Ni-Al-Br を採用している。	Ni-Mn-Al-Br, Ni-Al-Br, Mn-Br など。	危険と思われるプロペラに対して始めから Ni-Al-Br を使用する。	
な し	な し	最近 Ni-Al-Br, などの採用により Blade thickness が異なる場合が多いからその影響が算式に考慮されている。 Eggert が最も合理的と考えるがこの方式で算出した場合と Burrill の方法による値とでは例えば周速ベニスにした場合 Critical Blade Area の傾向が逆になるこの点の調査研究を進め、より合理的な推定法を解明したい。	な し	

## 第4章 キヤビテーションに基づくと認められる損傷発生船についてのアンケート調査

### 4.1 調査対象船の選定

キヤビテーションに基づくと認められるプロペラの損傷を発生した船舶について各造船所および海運会社に対して、アンケートによる調査を行なつた。調査対象船は主として昭和39年1月より同年12月までの間に行なわれた検査で、キヤビテーションに基づくと思われるプロペラの損傷が多少とも認められた船舶のなかから選定された。選定の方針として、アンケートの回答がなるべく多く回収されることを期待して、資料の得られ易い、昭和35年以降に建造された船舶を中心とした。しかし、船舶の種類および建造造船所の数を多くするため、これより古く建造されたものも選定された。

調査対象船としては63隻(28造船所)が選定され、これについて各造船所にアンケートの回答を求めた結果52隻(21造船所)についての回答がよせられた。回答の得られた52隻の内訳を表4.1に示す。

表4.1 調査対象船内訳表

種類	大きさ	隻数
一般貨物船	9,000GT未満	15
"	9,000GT以上	9
専用貨物船		5
油送船	30,000GT未満	14
"	30,000GT以上	6
漁船		2
冷凍運搬船		1
合計		52

また、調査対象船の運航実績に関しては、各海運会社に対してもアンケートの回答を求めたが、26隻について回答がよせられた。

### 4.2 調査項目およびアンケート様式

調査項目はプロペラのキヤビテーションに関係のある項目についてなるべく詳細な回答が得られるように、次のとおりに決めた。

I) 船体要目 II) 主機関項目 III) プロペラ要目 IV) プロペラの設計条件 V) キヤビテーション検討条件 VI) プロペラ翼断面形状の詳細 VII) 運航実績の概略 VIII) 建造造船所の特記事項

調査結果を電子計算機を利用して解析整理するために、アンケートの回答用紙はInput Data Formを用いて、表4.2の回答例に示すような様式とした。

### 4.3 調査結果

#### 4.3.1 アンケートの回答

調査対象船のアンケートの回答を次の各表にまとめた。

これらの表の中で「」および「」は無記入で回答されたものである。

なお( )内英文は、電子計算機にて解析を行なうために使用したものである。

表4.3 船体要目(PARTICULARS OF SHIP)

表4.4 船尾まわりの配置(STERN ARRANGEMENT)

表4.5 スケヤステーション $\frac{1}{2}$ におけるフレームライン形状(FRAME LINE AT  $\frac{1}{2}$  SQUARE STATION)

表 4.6 主機関要目 (PARTICULARS OF MAIN ENGINE)

表 4.7 プロペラ要目 (PARTICULARS OF PROPELLER)

表 4.8 プロペラ設計条件 (CONDITIONS FOR PROPELLER DESIGN)

表 4.9 キャビテーション検討条件 (CONDITIONS FOR CAVITATION CHECK)

表 4.10 プロペラ翼断面形状の詳細 (DETAILS OF PROPELLER BLADE)

表 4.11 運航実績の概略 (APPROXIMATE RECORD OF VOYAGE)

表 4.12 建造造船所の特記事項 (BUILDER'S COMMENT)

表 4.5 は船尾のフレームライン形状の代表として、スケヤステーション $\frac{1}{2}$ の形状を示したもので、伴流の不均一の程度をうかがい知るに便利なように、プロペラディスクを記入した。表 4.11 の運航実績の概略については、海運会社からも回答をよせられた分は海運会社の回答を収録した。また、表 4.11 の特記事項については記入がほとんどなく、回答のあつた分のみをまとめた。

なお、表 4.8 および表 4.9 に関して資料が得られなかつた 2,3 隻については、本研究部会で推定値を求めて記入した。

#### 4.3.2 プロペラの損傷の種類とキャビテーション計算

第 1 章で述べたように、本調査研究は現状の調査とともに、損傷防止のため妥当な設計条件の与え方または現行のキャビテーション発生限界の推定法の適切な使用法についての検討を目的の 1 つとしている。したがつて、前項のアンケートの回答をもとにしてキャビテーションの検討計算を実施した。

現行の推定法としては付録に示される各方法が商船用として実用的なものであるが、第 3 章で見られるように Burrill 方式の図表および Eggeret の式が最も多く用いられ、中島の方法および Lerbs - Schoenherr 方法も 2,3 の造船所で用いられている。本研究部会で以上の 4 方法により、アンケートの回答のキャビテーション検討条件をもとにして IBM で計算を行なつた。表 4.13 に各方法の計算式および計算結果を示した。なお、同表にはプロペラの損傷の個所とその種類、検査時期およびその前回の入渠時期を示した。

表 4.13 について、補足説明を次に述べる。

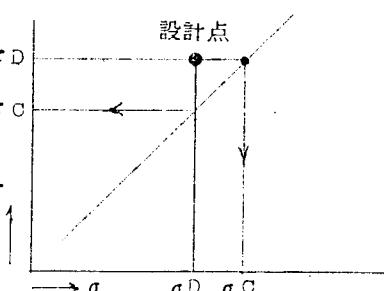
##### (a) Burrill 方式の図表

この方式の図表では Burrill の線と Wageningen の N.S.M.B. の線が広く用いられているが、本計算では Burrill の Merchant Prop (All Type Sections) の線の値を計算機に読み込ませて計算を行なつた。なお、表 1.3 で  $\sigma_D$ 、 $\tau_D$  は設計値を用いて計算されたキャビテーション係数、スラスト荷重係数である。 $\sigma_C$ 、 $\tau_C$  は、下図に示されるごとく設計点の  $\sigma_D$ 、 $\tau_D$  から Burrill の線により規定される限界値である。

この方法は設計値を用いて  $\sigma_D$  を計算し、これに対応する限界値  $\tau_C$  を求め、これより翼面積  $A_p$  を求めるのが普通である。 $a_{EC}$  は  $\tau_C$  に對応する展開面積比。 $a_{ED}$  は実際に設計された展開面積比であつて、表 4.13 の  $a_{EC}/a_{ED} (= \frac{\tau_D}{\tau_C})$  の値が 1.0 より大きいことは Burrill の線で与えられる翼面積よりも実際に設計された翼面積の方が小さいことを意味する。

他の方法による計算結果との比較のために、 $\sigma_C$  を用いて次式により危険回転数  $N_c$  (r.p.m.) を求め、 $N_c - N$  および  $N_c/N$  の値を表に示した。

$$N_c = 60 \times \left( \frac{2(P-e)}{\rho D^2 \{ J^2 + \pi^2 (0.7)^2 \} \sigma_C} \right)^{\frac{1}{2}}$$



MHI

卷之三

英子	トトロ	大人出来、	言ひ入出来、	巨人	アリス
(娘)	(父)	(母)	(夫)	(女)	(男)
0~?	?	?	*	?	?
A~Z	Z	Z	+	blank	+
slash	/	/	/	/	/

MHI

## INPUT DATA FORM

\* 73...75 : DATA ID

### INPUT DATA FORM

PAGE 1 OF 1  
76 78

\*73-75 · DATA ID



MHI

28 謝本善詩序 823.384

### INPUT DATA FORM III

この方法は広く用いられているが、Eggert の原著では入射角  $\alpha$  は次式で表わされている。

$$\alpha = \frac{\frac{1}{2} \times \frac{h_{\infty} S}{\pi}}{1 + \frac{h_{\infty}^2}{\pi} \left(1 - \frac{S}{2}\right)} = \frac{h_{\infty} S (2-S)}{2\pi (2k-S)}$$

しかし、これは誤りで  $(1 - \frac{S}{2})$  は 2 乗であるべきで

$$\alpha = \frac{\frac{1}{2} \times \frac{h_{\infty} S}{\pi}}{1 + \frac{h_{\infty}^2}{\pi} \left(1 - \frac{S^2}{2}\right)} = \frac{h_{\infty} S}{2\pi k}$$

が正しい。ただし、この誤差はきわめて小さい (V. Lammeren 他: Resistance, Propulsion, 4 Steering of Ships, 1948, P. 181)。

#### (c) 中島の方法

この方法は各半径位置におけるキャビテーション発生の危険回転数のみならず、キャビテーションが翼の Back か Face かいずれの面にまづ発生するかを知り得ることが特徴である。この調査では 0.9R、0.8R、0.7R および 0.6R の各翼断面について危険回転数  $N_C$  とキャビテーションの種類 (Back か Face か) を求め、 $N_C - N$  および  $N_C/N$  の値と共に表 4.13 に示した。この計算に際して、0.9R と 0.8R は円弧状断面、0.7R と 0.6R はエーロフォイル状断面とみなした。付録の図 4、5 に示される限界曲線を表 4.13 中に示される多項式で表わし、その係数  $a_{ni}$  等は同表の表 B の値を用いて計算を行なつた。

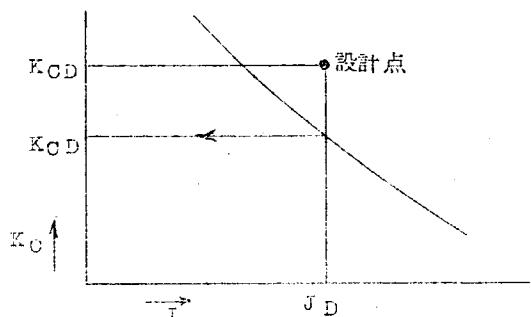
なお、同表の表 A に示される E の値は、すでに発表された値 (手計算による) と多少異なるが、本表の E の値は、原著者により再計算された精度の良いものである。

#### (d) Lerbs - Schoenherr の方法

この方法で得られる限界キャビテーション係数  $K_{CC}$  はスラスト低下点に相当するものであるので、設計翼面積の値としてはこの方法で得られる翼面積の 1.3 ~ 1.6 倍が適当とされている。今回の計算では前進係数の設計値  $J_D$  を用いて、下図のごとく図表から限界値  $K_{CD}$  を求め、これと、実際の設計値から計算されるキャビテーション係数  $K_{CD}$  との比から  $a_{EC}/a_{ED}$  ( $= K_{CC}/K_{CD}$ ) を求めた。また、危険回転数  $N_C$  は次式で求め、 $N_C - N$ 、 $N_C/N$  も表 4.13 に示した。

$$N_C = N \left( \frac{K_{CD}}{K_{CC}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

表に示される  $a_{EC}/a_{ED}$  の値が 1.0 より小さく、また、 $N_C - N$  および  $N_C/N$  が相当大きな値であることは、上述の 1.3 ~ 1.6 倍の修正を施していないことから当然である。



なお  $K_{CD}$  の計算では展開面積として Developed Area  $A_D$  の代りに Expanded Area  $A_E$  を用いた。

CAVITATION DAMAGE SURVEY

\*\*\*\*\*\*

表 4. 3	TABLE	4 - 3 - 1	***	PARTICULARS OF SHIP
表 4. 4	TABLE	4 - 3 - 2	***	STERN ARRANGEMENT
表 4. 5	TABLE	4 - 3 - 3	***	FRAME LINE AT 1/2 SQUARE STATION
表 4. 6	TABLE	4 - 3 - 4	***	PARTICULARS OF MAIN ENGINE
表 4. 7	TABLE	4 - 3 - 5	***	PARTICULARS OF PROPELLER
表 4. 8	TABLE	4 - 3 - 6	***	CONDITIONS FOR PROPELLER DESIGN
表 4. 9	TABLE	4 - 3 - 7	***	CONDITIONS FOR CAVITATION CHECK
表 4. 1 0	TABLE	4 - 3 - 8	***	DETAILS OF PROPELLER BLADE
表 4. 1 1	TABLE	4 - 3 - 9	***	APPROXIMATE RECORD OF VOYAGE
表 4. 1 2	TABLE	4 - 3 - 10	***	BUILDER'S COMMENT
表 4. 1 3	TABLE	4 - 3 - 11	***	RESULTS OF CAVITATION CHECK CALCULATIONS AND KIND OF DAMAGE

TABLE 4-3-1

## PARTULARS OF SHIP

Notes and abbreviations - - -

SURVEY NO.	...	Assigned serial number to ship surveyed
DATE DELIVERED	...	Date on which ship is delivered
LPP	...	Length between perpendiculars, in metre
BMLD	...	Breadth, moulded, in metre
DRAFT	...	Designed full load draught, moulded, in metre
G/T	...	Gross tonnage, in TON
D/W	...	Deadweight, in metric ton
DISPLT	...	Full load displacement, in metric ton
CB	...	Block coefficient
CP	...	Prismatic coefficient
CM	...	Midship section coefficient
LCB	...	Longitudinal centre of buoyancy, negative/positive shows forward/afterward respectively from midship, in % LPP.

SURVEY NO.	DATE DELIVERED YEAR, MON	KIND OF SHIP	LPP (M)	BMLD (M)	DRAFT (M)	G/T (TON)	D/W (KTON)	DISPLT (KTON)	CB	CP	CM	1 CB (%LPP)
1	1960, 9	FISHER	6.800	12.000	5.576	1829	1951	3252	.694	.724	.958	0.48
2	1959, 6	GENERAL CARGO SHIP	14.508	19.500	9.000	9385	11560	17525	.668	.678	.986	1.07
3	1961, 9	SPECIAL CARGO SHIP	16.002	22.860	8.992	13382	20350	26449	.783	.793	.988	-1.38
4	1962, 6	GENERAL CARGO SHIP	14.500	19.500	9.533	9214	12752	18064	.664	.675	.983	1.03
5	1960, 9	TANKER	19.000	26.300	10.630	20540	35579	42954	.784	.794	.988	-1.31
7	1961, 5	GENERAL CARGO SHIP	14.500	19.400	9.236	9229	12148	17895	.672	.685	.981	1.09
9	1948, 10	SPECIAL CARGO SHIP	15.300	22.400	8.900	10504	18201	24168	.773	.781	.990	-0.88
10	1960, 5	GENERAL CARGO SHIP	14.500	19.500	9.023	9409	11751	17626	.674	.688	.984	1.48
13	1960, 2	GENERAL CARGO SHIP	11.800	16.800	8.000	5981	9217	12233	.748	.759	.985	0.58
15	1961, 6	REF. CARGO CARRIER	9.400	14.800	6.540	3547	3792	6861	.732	.742	.987	-0.64
16	1959, 6	PASSENGER SHIP	5.780	10.400	4.300	926	754	1462	.549	.607	.902	0.
17	1962, 12	GENERAL CARGO SHIP	9.800	15.400	6.595	3662	5843	7618	.745	.756	.986	-1.00
18	1951, 8	FISHER	7.700	13.500	6.500	2502	2250	4013	.710	.721	.984	-0.26
21	1958, 5	GENERAL CARGO SHIP	10.800	16.000	6.980	4235	6831	9197	.739	.748	.988	-0.75
23	1959, 1	TANKER	17.000	22.400	9.723	14143	22750	29441	.776	.782	.991	-1.02
24	1959, 10	TANKER	21.300	30.500	11.448	29216	47274	61034	.801	.805	.995	-1.74
25	1960, 6	GENERAL CARGO SHIP	14.500	19.500	9.000	9431	11876	17625	.673	.682	.987	1.03
27	1963, 7	TANKER	23.000	33.000	14.180	42524	72052	89970	.811	.815	.995	-20.2
28	1962, 3	TANKER	20.440	28.800	10.861	25104	41273	52625	.798	.806	.990	-1.28
29	1962, 1	SPECIAL CARGO SHIP	7.800	12.000	6.000	1594	2400	3506	.702	.716	.980	-0.61
30	1958, 9	GENERAL CARGO SHIP	11.730	16.800	8.000	5909	9098	12178	.735	.756	.992	-0.51
32	1960, 4	GENERAL CARGO SHIP	15.000	20.500	8.510	10105	13429	17320	.642	.657	.978	0.82
33	1952, 11	GENERAL CARGO SHIP	14.000	19.000	8.370	7730	10353	15564	.682	.690	.988	0.86
34	1960, 7	SPECIAL CARGO SHIP	19.200	17.500	10.950	22726	37034	46545	.776	.784	.990	-2.13
35	1959, 10	TANKER	20.500	28.200	11.070	25296	40609	52078	.788	.798	.989	-1.12
36	1960, 3	TANKER	21.300	30.500	11.400	29419	46000	60679	.800	.805	.994	-0.
37	1962, 10	SPECIAL CARGO SHIP	17.000	26.000	9.750	17254	28182	34887	.790	.798	.990	-1.87
38	1962, 3	SPECIAL CARGO SHIP	9.600	14.600	6.600	3508	5594	7137	.746	.755	.989	-1.42
39	1958, 7	GENERAL CARGO SHIP	14.049	19.202	9.105	9113	13745	18563	.734	.741	.991	-0.20
40	1949, 4	GENERAL CARGO SHIP	9.800	15.000	6.340	3596	5313	7192	.752	.762	.988	-0.93

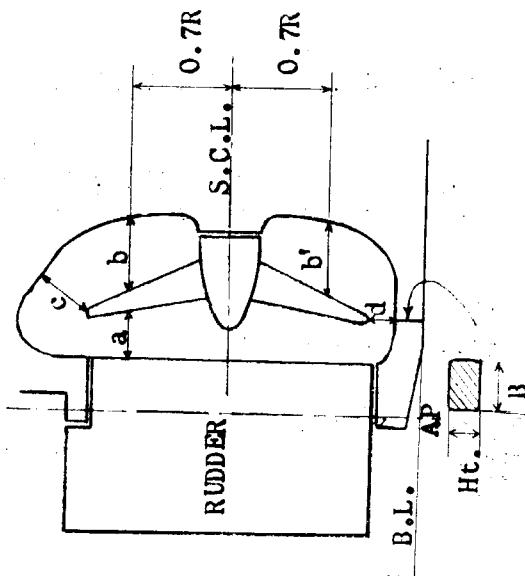
SURVEY NO.	DATE DELIVERED YEAR, MON	KIND OF SHIP	LPP (M)	BMLD (M)	DRAFT (M)	G/T (TON)	D/W (KTON)	DISPLT (KTON)	CB	CP	CM	1 CB (%LPP)
4 1	1960, 11	SPECIAL CARGO SHIP	153.00	225.00	9.000	13104	19173	24722	.775	.784	.989	0.90
4 2	1963, 1	GENERAL CARGO SHIP	135.00	19.00	8.790	8461	13056	17065	.736	.746	.987	-0.06
4 3	1961, 10	TANKER	205.00	30.500	11.720	28720	48284	59910	.791	.796	.993	-2.08
4 4	1962, 9	TANKER	210.00	30.500	11.950	30684	51091	62825	.797	.803	.993	-2.00
4 5	1962, 10	TANKER	276.00	43.000	16.530	74869	132334	163367	.809	.814	.994	-2.03
4 6	1962, 11	TANKER	210.00	30.500	12.000	31288	51356	63080	.797	.803	.993	-1.98
4 7	1959, 9	TANKER	195.07	27.432	10.560	21974	34800	45086	.776	.783	.990	-1.18
4 8	1958, 11	GENERAL CARGO SHIP	97.00	142.00	6.260	3197	4982	6693	.752	.760	.989	-1.60
4 9	1959, 7	TANKER	195.00	26.400	10.590	20970	34131	43973	.784	.789	.993	-1.14
5 0	1961, 12	REFRIG. CARRIER	75.00	12.600	5.500	1697	2399	3749	.700	.728	.962	-0.50
5 1	1963, 10	TANKER	225.00	32.800	11.970	34700	60059	73885	.813	.813	.993	-1.88
5 2	1961, 12	TANKER	213.00	30.500	11.450	29300	48200	62169	.801	.806	.995	-2.02
5 3	1961, 7	SPECIAL CARGO SHIP	164.00	22.400	9.137	13838	21657	27498	.796	.805	.987	-1.22
5 4	1961, 8	TANKER	217.02	30.480	11.430	29859	48220	62349	.806	.813	.991	-1.19
5 5	1962, 5	REFRIG. CARRIER	96.00	15.600	6.200	3757	4233	6983	.730	.739	.988	-0.08
5 6	1953, 2	GENERAL CARGO SHIP	140.00	19.000	8.370	7656	9898	15565	.674	.684	.986	0.86
5 7	1963, 3	TANKER	225.00	32.900	13.850	42772	71508	85761	.814	.818	.995	-2.49
5 8	1960, 9	TANKER	213.00	30.500	11.479	29120	48019	61205	.801	.805	.995	1.40
5 9	1963, 12	TANKER	228.00	35.000	12.000	37500	65000	79568	.808	.813	.994	-2.10
6 0	1963, 5	GENERAL CARGO SHIP	91.00	14.800	6.250	2984	4728	6433	.742	.751	.988	-0.84
6 2	1962, 11	SPECIAL CARGO SHIP	170.00	26.000	9.750	17094	28299	34895	.790	.798	.990	-1.85
6 3	1962, 3	SPECIAL CARGO SHIP	215.00	31.600	11.559	33868	53983	65279	.809	.813	.995	-2.28

TABLE 4 - 3 - 2

## STERN ARRANGEMENT

Notes and abbreviations -- - -

SHAFT HEIGHT	...	Height of the cross point of shaft centre line and generator line of propeller above base line, in metre
SHOE PIECE, Ht., B.	...	Height and breadth of the section of shoe piece, just below propeller blade tip, in metre
PROPELLER CLEARANCE,	...	a, b, b', c, d shown in the figure below



SURVEY NO.	NO. OF PROPELLER AND STERN PROFILE	NO. AND TYPE OF RUDDER	SHAFT HEIGHT (M)	SHAFT RAKE (tanθ)	SHOE-PIECE Ht. (M)	PROPELLER-CLEARANCE		
						<sup>a</sup> (%Dp)	<sup>b</sup> (%Dp)	<sup>c</sup> (%Dp)
1	S-S*TRANSOM	1-RUDDER, STREAMLINED	1.8 6	0.	.2 5	.2 5	1.9 1	1.8 5
2	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.4 1	0.	.3 2	.7 5	8.8	16.1
3	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.1 0	0.	.3 8	.7 4	12.3	16.4
4	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.4 0	0.	.3 6	.5 0	10.7	17.9
5	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.9 2	0.	.4 5	.6 5	17.0	22.3
7	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.4 0	0.	.3 1	.5 6	12.3	16.0
9	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.2 1	0.	.4 1	.6 8	20.4	12.7
10	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.3 0	0.	.3 4	.6 2	14.3	20.2
13	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	2.6 0	0.	.2 9	.3 6	15.9	19.0
15	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	2.4 0	0.	.4 0	.4 0	18.7	23.2
16	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	1.7 9	0.	.2 0	.2 1	15.4	17.2
17	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	2.0 0	0.	.3 0	.3 5	20.7	27.6
18	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	1.9 0	0.	.3 0	.4 0	15.5	18.7
21	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	2.3 0	0.	.2 8	.3 5	16.2	21.5
23	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	3.6 5	0.	.3 6	.5 2	12.0	21.5
24	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	4.0 0	0.0198	.4 1	.6 8	15.5	19.4
25	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.3 0	0.	.3 4	.6 5	9.8	17.5
27	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	4.5 0	0.	.5 5	.9 2	18.6	24.7
28	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	4.0 6	0.	.3 6	.7 0	12.9	25.5
29	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	1.7 5	0.	.2 2	.3 0	18.6	21.6
30	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	2.4 6	0.	.2 5	.3 8	11.5	15.4
32	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.4 0	0.0018	.4 0	.3 0	15.8	12.7
33	2-SCREW, BOSSING	1-RUDDER,	2.9 5	0.	.	.	-0.	-0.
34	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.6 0	0.	.3 4	.6 4	15.4	23.8
35	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	4.0 8	0.0277	.4 8	.3 6	13.7	21.5
36	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.7 5	0.	.4 3	.6 4	15.0	23.9
37	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	3.6 5	0.	.3 4	.5 5	16.1	20.6
38	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	2.1 5	0.	.3 5	.4 4	24.5	23.2
39	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.2 0	0.	.4 0	.5 3	8.7	12.9
40	1-SCREW, MARINER	1-RUDDER, REACTION	2.2 0	0.	.	.	17.7	24.5

SURVEY NO.	NO. OF PROPELLER AND STERN PROFILE	NO. AND TYPE OF RUDDER	SHAFT HEIGHT (M)	SHAFT RAKE (tanθ)	SHOE-PIECE Ht. (M)	PROPELLER-CLEARANCE			
						<sup>a</sup> (%Dp)	<sup>b</sup> (%Dp)	<sup>c</sup> (%Dp)	<sup>d</sup> (%Dp)
4.1	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	3.21	0	.40	.50	2.55	1.63	1.43
4.2	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.05	0	.30	.56	1.34	1.93	1.96
4.3	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	4.20	0	.60	.90	1.45	2.39	2.32
4.4	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	4.30	0	.70	.91	1.86	2.51	2.43
4.5	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	4.80	0	.71	.97	1.98	2.49	2.18
4.6	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	4.30	0	.70	.91	1.49	2.39	2.39
4.7	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.95	0	.48	.64	1.28	2.45	2.09
4.8	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	1.79	0	.24	.29	2.40	2.83	2.43
4.9	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	3.76	0	.43	.60	1.43	2.45	1.90
5.0	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	2.20	0	.23	.28	1.61	2.39	2.06
5.1	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	4.25	0	.57	.10	1.67	2.12	2.23
5.2	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.90	0	.41	.68	1.75	24.7	24.6
5.3	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.20	0	.38	.65	1.54	1.92	1.92
5.4	1-SCREW, MARDER	1-RUDDER, STREAMLINED	4.20	0	.30	.47	2.28	2.34	3.13
5.5	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	2.20	0	.30	.47	10.3	16.8	17.6
5.6	2-SCREW, BOSSING	1-RUDDER	2.98	0	.48	.76	-0.	-0.	-0.
5.7	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	4.62	0.069	.48	.80	26.8	27.7	23.8
5.8	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	4.05	0.197	.42	.68	1.56	1.85	1.79
5.9	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	4.25	0	.55	.04	1.65	26.5	21.2
6.0	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	2.10	0	.36	.45	14.5	18.5	18.6
6.2	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, STREAMLINED	3.58	0	.32	.52	1.70	2.22	1.98
6.3	1-SCREW, CONVENTIONAL	1-RUDDER, REACTION	3.80	0	.40	.97	1.56	2.08	2.20

表 4.5

TABLE 4 - 3 - 3  
FRAME LINE AT 1/2 SQUARE STATION

Notes - - -

- \* Every frame line is represented by plotting half-breadth at every 20 percent waterline of draught at 1/2 square station, the lowest is at the keel.
- \* The scale of half-breadth is gradually represented by % of the draught with 5% of the draught as the least unit.
- \* Propeller disc is represented by semi-circle in every figure.
- \* This kind of representation should be understood as giving rough image for the shape of afterbody and not for giving precise shape for the section.

SURVEY NO.

100%<sub>d</sub>

80

60

40

20

0

2

1

0

3

2

1

4

3

2

5

4

3

7

6

5

SURVEY NO.

100%<sub>d</sub>

80

60

40

20

0

10

9

8

13

12

11

15

14

13

17

16

15

SURVEY NO.

100%<sub>d</sub>

80

60

40

20

0

21

20

19

25

24

23

27

26

25

29

28

27

SURVEY NO.

100%<sub>d</sub>

80

60

40

20

0

29

28

27

30

29

28

32

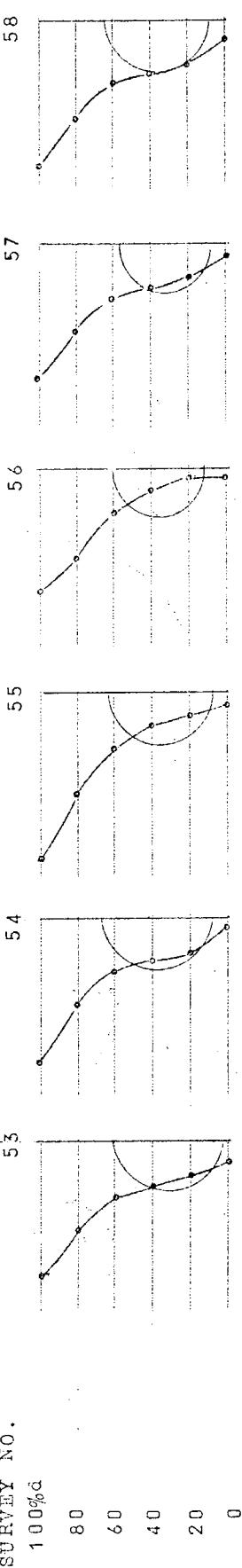
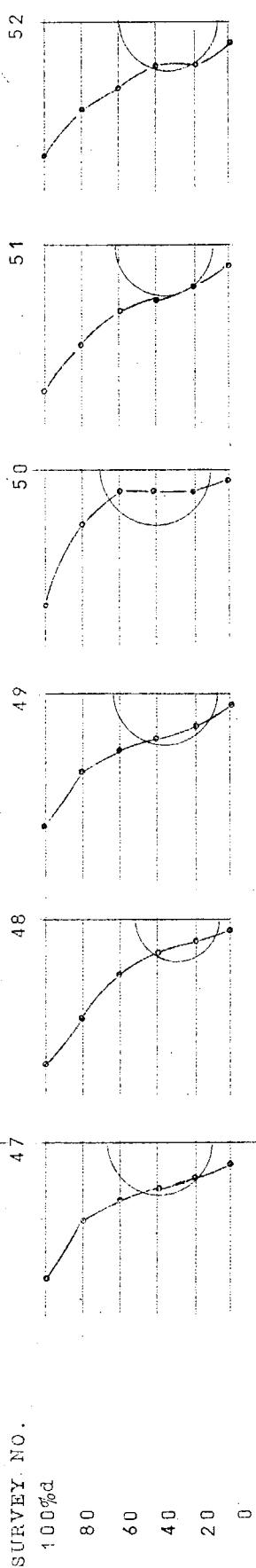
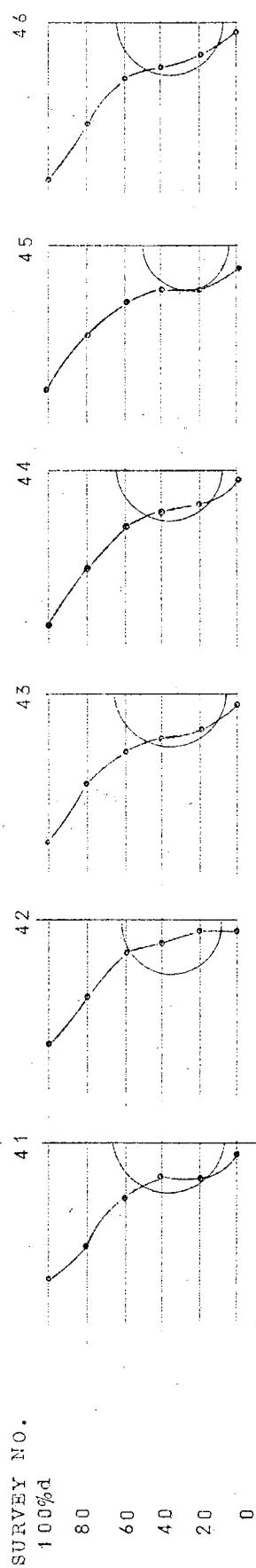
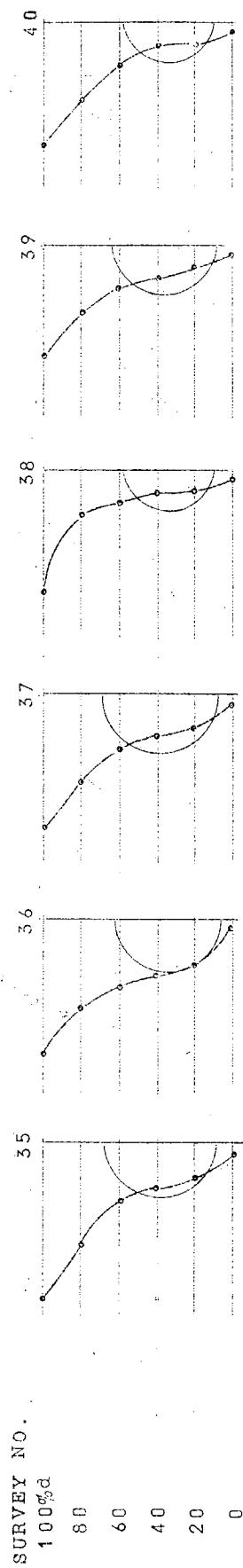
31

30

34

33

32



SURVEY NO.

100% Q

80

60

40

20

0

59

60

62

63

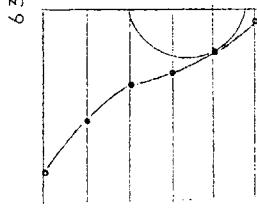
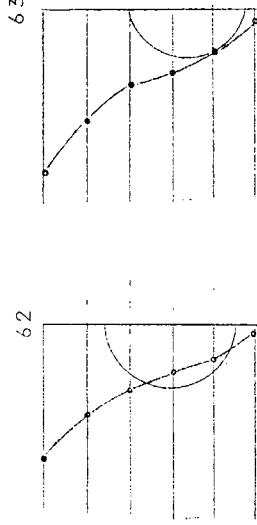
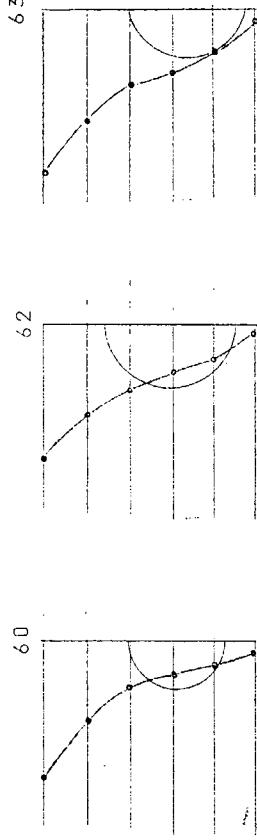
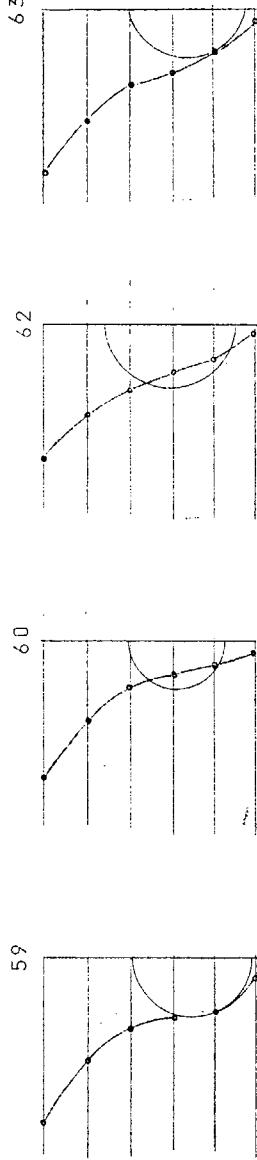


TABLE 4 - 3 - 4

PARTICULARS OF MAIN ENGINE

Notes and abbreviations -- --

LOCATION OF MAIN ENGINE	.....	Location of semi-semi-aft is included in semi-aft
M C R	....	Maximum continuous rating
N O R	....	Normal rating

SURVEY NO.	MAIN ENGINE	LOCATION OF MAIN ENGINE	<--- M C R --->		<--- N O R M A L --->		POWER FOR AUX. MACHINERY DRIVEN BY MAIN ENGINE
			OUTPUT (C.P.S.)	RPM	OUTPUT (C.P.S.)	RPM	
1	DIESEL	SEMI-AFT	2000.	260.	1700.	246.	0.
2	DIESEL	MIDSHIP	12000.	118.	10200.	112.	0.
3	DIESEL	AFT	7600.	135.	6460.	129.	0.
4	DIESEL	MIDSHIP	13000.	124.	11050.	118.	0.
5	DIESEL	AFT	15000.	115.	12750.	109.	0.
7	DIESEL	MIDSHIP	13000.	120.	11050.	114.	0.
9	DIESEL	MIDSHIP	7200.	128.	6100.	121.	0.
10	DIESEL	MIDSHIP	12000.	120.	10200.	114.	0.
13	DIESEL	MIDSHIP	4500.	150.	3825.	142.	0.
15	DIESEL	AFT	3520.	250.	2990.	237.	0.
16	DIESEL	SEMI-AFT	1500.	225.	1275.	213.	0.
17	DIESEL	AFT	2450.	250.	2080.	236.	0.
18	DIESEL	AFT	2400.	240.	2160.	231.	0.
21	DIESEL	AFT	2600.	228.	2200.	216.	0.
23	DIESEL	AFT	9300.	118.	7900.	112.	0.
24	TURBINE	AFT	17600.	110.	16000.	107.	0.
25	DIESEL	MIDSHIP	12000.	118.	10200.	112.	0.
27	DIESEL	MIDSHIP	22000.	119.	19800.	115.	0.
28	DIESEL	AFT	16500.	115.	14000.	109.	0.
29	DIESEL	AFT	1550.	275.	1320.	261.	0.
30	DIESEL	MIDSHIP	3300.	180.	2800.	170.	0.
32	DIESEL	MIDSHIP	11500.	118.	9775.	112.	0.
33	DIESEL	MIDSHIP	8500.	125.	72250.	118.	0.
34	DIESEL	AFT	12000.	120.	10200.	114.	0.
35	TURBINE	AFT	16500.	110.	15000.	107.	0.
36	DIESEL	AFT	15600.	119.	13260.	113.	0.
37	DIESEL	AFT	13000.	120.	11050.	114.	0.
38	DIESEL	AFT	2700.	225.	2295.	213.	0.
39	DIESEL	MIDSHIP	5250.	130.	4460.	123.	0.
40	DIESEL	MIDSHIP	2400.	250.	2040.	236.	0.

POWER FOR AUX. MACHINERY  
DRIVEN BY MAIN ENGINE

SURVEY NO.	MAIN ENGINE	LOCATION OF MAIN ENGINE	<-- MCR -->		OUTPUT (PS)	RPM	OUTPUT (PS)	RPM
			OUTPUT (PS)	RPM				
4.1	DIESEL	AFT	6500.	128.	5530.	121.	0.	0.
4.2	DIESEL	MIDSHIP	6600.	135.	5610.	128.	0.	0.
4.3	TURBINE	AFT	17600.	105.	15840.	102.	0.	0.
4.4	DIESEL	AFT	18000.	119.	15300.	113.	0.	0.
4.5	TURBINE	AFT	28000.	105.	25500.	102.	0.	0.
4.6	TURBINE	AFT	17600.	105.	15840.	102.	0.	0.
4.7	DIESEL	AFT	12000.	118.	10200.	112.	0.	0.
4.8	DIESEL	AFT	1700.	245.	1450.	235.	0.	0.
4.9	DIESEL	AFT	12000.	118.	10200.	112.	0.	0.
5.0	DIESEL	AFT	2400.	200.	2160.	193.	0.	0.
5.1	DIESEL	AFT	18500.	114.	15700.	108.	0.	0.
5.2	DIESEL	AFT	16500.	125.	14000.	119.	0.	0.
5.3	DIESEL	AFT	7600.	135.	6460.	128.	0.	0.
5.4	DIESEL	AFT	18900.	110.	16050.	104.	0.	0.
5.5	DIESEL	AFT	3800.	200.	3230.	190.	0.	0.
5.6	DIESEL	MIDSHIP	8600.	134.	7400.	127.	0.	0.
5.7	TURBINE	AFT	20000.	105.	18000.	101.	0.	0.
5.8	TURSINE	AFT	17600.	110.	16000.	107.	0.	0.
5.9	DIESEL	AFT	20800.	114.	17700.	108.	0.	0.
6.0	DIESEL	AFT	2640.	250.	2240.	237.	0.	0.
6.2	DIESEL	AFT	9600.	119.	8160.	113.	0.	0.
6.3	DIESEL	AFT	16000.	120.	13600.	114.	0.	0.

表 4.7

TABLE 4 - 3 - 5

## PARTICULARS OF PROPELLER

Notes and abbreviations - - -

Z	...	Number of blades
DIA.	...	Propeller diameter, in metre
PITCH	...	Pitch distribution, i.e. CON = constant, INC = increasing DEC = decreasing W-A = wake-adjusted
BR	...	Boss ratio
EAR	...	Expanded area ratio
PAR	...	Projected area ratio
BWR	...	Maximum blade width ratio
MWR	...	Mean blade width ratio
BTR	...	Blade thickness ratio
RAKE	...	Rake angle of propeller blade, in degree
TURN	...	Direction of turning, i.e. R = clockwise, L = counterclockwise O = outward, I = inward
MATERIAL	...	"STAINLESS STEEL" includes the case of special cast iron
MOD.	...	If M is printed, it shows some modification from basic type

SURVEY NO.	Z-TYPE	DIA. (M)	PITCH .7R	PITCH-RATIO .9R	BR	EAR	PAR	BVR	MVR	BTR	RAKE TURN (DEG)	MATERIAL	BASIC TYPE OF BLADE SECTION	MODIFY
1	5-SOLID	2.65	CON	.633	.633	.182	.553	.501	.252	.214	.061	1.00	R MN-BZ	TROOST-B
2	4-SOLID	5.90	CON	.881	.881	.186	.439	.377	.246	.217	.056	9.8	R MN-BZ	TROOST-B
3	4-BUILT-UP	5.10	DEC	.696	.696	.235	.470	.428	.230	.241	.059	8.5	R MN-BZ	U
4	4-SOLID	5.60	INC	.929	.929	.184	.503	.436	.283	.242	.065	9.0	R MN-BZ	TROOST-B
5	5-SOLID	6.30	CON	.725	.725	.190	.564	.505	.253	.219	.054	8.3	R MN-BZ	MODIFIED TROOST
7	4-SOLID	5.70	INC	.947	.947	.181	.490	.426	.260	.235	.054	9.0	R NL-AL-BZ	TROOST-B
9	4-BUILT-UP	5.29	DEC	.671	.671	.232	.402	.371	.249	.208	.055	10.3	R MN-BZ	AU
10	4-SOLID	5.60	INC	.920	.920	.184	.469	.404	.261	.226	.066	9.0	R AN-BZ	TROOST-B
13	4-SOLID	4.38	CON	.690	.690	.219	.469	.428	.276	.237	.054	10.1	R AN-BZ	AU
15	4-SOLID	3.10	CON	.619	.619	.200	.516	.475	.291	.253	.063	8.0	R MN-BZ	AU
16	4-SOLID	2.73	CON	.755	.755	.201	.459	.388	.242	.216	.049	10.3	R MN-BZ	U
17	4-SOLID	2.90	INC	.610	.610	.163	.477	.447	.268	.229	.071	10.0	R MN-BZ	TROOST-B
18	4-SOLID	2.98	DEC	.619	.619	.175	.563	.522	.322	.269	.050	8.5	R MN-BZ	AU
21	4-SOLID	3.05	CON	.648	.648	.180	.507	.460	.285	.243	.061	11.7	R MN-BZ	U
23	5-SOLID	5.90	CON	.664	.664	.178	.461	.414	.221	.193	.053	10.6	R MN-BZ	AU
24	5-SOLID	6.60	CON	.697	.697	.182	.561	.509	.249	.215	.065	6.0	R MN-BZ	TROOST-B
25	4-SOLID	5.60	INC	.973	.973	.184	.469	.403	.261	.226	.066	9.0	R MN-BZ	TROOST-B
27	5-SOLID	6.60	CON	.712	.712	.188	.630	.568	.322	.244	.057	10.0	R AN-BZ	AU
28	5-SOLID	6.50	CON	.682	.682	.177	.543	.486	.242	.207	.067	6.0	R MN-BZ	TROOST-B
29	4-SOLID	2.50	INC	.640	.640	.200	.426	.395	.242	.222	.055	10.0	L MN-BZ	U
30	4-BUILT-UP	3.70	CON	.665	.665	.250	.429	.393	.258	.225	.055	10.0	R MN-BZ	J
52	4-SOLID	5.60	INC	.945	.945	.189	.470	.407	.263	.228	.057	8.7	R MN-BZ	TROOST-B
53	4-SOLID	4.45	CON	.971	.971	.231	.426	.361	.252	.218	.051	10.2	O MN-BZ	U
54	5-SOLID	5.80	CON	.716	.716	.179	.530	.483	.255	.203	.065	6.0	R MN-BZ	TROOST-B
35	5-SOLID	6.50	CON	.770	.770	.185	.560	.500	.250	.216	.052	7.0	R MN-BZ	U
36	5-SOLID	6.20	CON	.716	.716	.200	.645	.577	.295	.254	.057	8.9	R MN-BZ	AU
37	4-SOLID	6.20	CON	.680	.680	.185	.515	.463	.284	.248	.061	11.0	R MN-BZ	AU
38	4-SOLID	3.10	CON	.663	.663	.190	.477	.435	.257	.230	.056	10.2	R MN-BZ	AU
39	4-BUILT-UP	4.90	DEC	.694	.694	.235	.408	.369	.240	.209	.055	11.5	R MN-BZ	U
40	4-SOLID	2.80	CON	.643	.643	.189	.503	.461	.266	.243	.059	8.0	R MN-BZ	AU

SURVEY NO.	Z-TYPE	DIA.	PITCH	PITCH-RATIO	BR	EAR	PAR	BWR	MWR	BTR	RAKE	TIN	MATERIAL	BASIC TYPE OF BLADE SECTION		MOD IFK
														(CM)	(CM)	(DEG)
4.1	4-SOLID	4.90	W-A	.804	.804	.265	.472	.414	.292	.253	.049	.9.9	R	AL-BZ	AU	M
4.2	4-BUILT-IP	4.90	DEC	.776	.776	.245	.457	.404	.279	.238	.056	10.0	R	AL-BZ	U	M
4.3	5-SOLID	6.70	CON	.779	.779	.185	.600	.520	.273	.231	.060	9.6	R	AL-BZ	MAU	M
4.4	5-SOLID	6.30	CON	.772	.772	.189	.629	.565	.286	.244	.061	9.5	R	AL-BZ	MAU	M
4.5	5-SOLID	7.40	CON	.730	.750	.139	.575	.515	.260	.223	.065	10.0	R	NI-AL-BZ	MAU	M
4.6	5-SOLID	6.70	CON	.776	.776	.179	.600	.532	.270	.230	.053	9.6	R	NI-AL-BZ	MAU	M
4.7	4-SOLID	6.10	DEC	.669	.669	.169	.500	.449	.274	.236	.062	9.5	R	AL-BZ	U	M
4.8	4-SOLID	2.70	DEC	.633	.633	.200	.408	.375	.252	.200	.052	10.0	R	AL-BZ	U	M
4.9	5-SOLID	5.80	CON	.759	.759	.186	.584	.518	.225	.225	.057	9.8	R	AL-BZ	AU	M
5.0	4-SOLID	3.30	CON	.670	.670	.194	.469	.428	.272	.228	.059	9.6	R	AL-BZ	U	M
5.1	5-SOLID	6.60	CON	.694	.694	.177	.607	.542	.274	.252	.056	10.0	R	HIGH-AL-BZ	AU	M
5.2	5-SOLID	6.00	CON	.717	.717	.177	.584	.526	.260	.223	.055	6.0	R	NI-AL-BZ	THRUST-B	M
5.3	4-SOLID	5.20	CON	.654	.654	.179	.462	.426	.258	.220	.055	8.0	R	MP-BZ	THRUST-B	M
5.4	5-SOLID	6.80	CON	.706	.706	.199	.611	.543	.291	.239	.056	7.0	R	AL-BZ	THRUST-B	M
5.5	4-SOLID	3.40	DEC	.738	.738	.179	.495	.442	.271	.257	.056	10.0	R	AL-BZ	U	M
5.6	4-SOLID	4.40	CON	.943	.943	.191	.437	.371	.246	.242	.047	12.5	O	MP-BZ	THRUST-B	M
5.7	5-SOLID	6.90	CON	.754	.754	.171	.546	.485	.242	.207	.056	6.0	R	NI-AL-BZ	THRUST-B	M
5.8	5-SOLID	6.60	CON	.742	.742	.182	.570	.512	.253	.220	.054	6.0	R	NI-AL-BZ	THRUST-B	M
5.9	5-SOLID	6.80	CON	.675	.675	.172	.617	.555	.276	.254	.058	10.0	R	HIGH-AL-BZ	AU	M
6.0	4-SOLID	2.90	CON	.652	.652	.180	.510	.463	.288	.244	.063	10.1	R	MP-BZ	MAU	M
6.2	4-BUILT-IP	6.00	CON	.660	.662	.240	.442	.403	.262	.225	.062	8.5	R	MP-BZ	AU	M
6.3	5-SOLID	6.10	CON	.721	.721	.177	.565	.507	.252	.215	.067	6.0	R	MP-BZ	THRUST-B	M

表 4.8

TABLE 4 - 3 - 6

## CONDITIONS FOR PROPELLER DESIGN

Notes and abbreviations ---

DESIGN LOAD	...	100. for full load condition and 0. for light weight condition linear interpolation is applied for other conditions
DHP	...	Delivered horsepower, in ps
RPM INC. MARGIN	...	Corresponding number of revolutions per minute including margin
RPM MARGIN	...	Safety margins of RPM in propeller design, included in above
V <sub>S</sub>	...	Ship speed for propeller design, in knot
w <sub>s</sub>	...	Wake fraction used
t	...	Thrust deduction factor used
$\eta_r$	...	Relative rotative efficiency used
B <sub>P</sub>	...	$B_P = N \sqrt{\eta_r \cdot DHP / \{Vs(1-w_s)\}^{2.5}}$ , in (RPM.PS <sup>0.5</sup> /KN <sup>2.5</sup> ) $= N \cdot Dp / \{Vs(1-w_s)\}$ , in (RPM.m/kn)
$\delta$	...	Open propeller efficiency
$\eta^o$	...	

SURVEY NO.	DESIGN LOAD (%)	DEEP (PS)	RPM INC.	MARGIN	V/S (KIN)	1-W <sub>s</sub>	1-t	$\eta_x$	B/p	design $\delta_{desig} \gamma_{desig}$	$\delta_{desig} \gamma_{desig}$	$\eta_o$	DESIGN CHART USED	
1	100.	1640.	2500	4.0	1250	.670	.770	1.040	4.98	1.030	• 513	AU		
2	100.	11160.	1180	0.	1915	.795	.770	1.000	4.58	1.004	• 661	TROOST-B		
3	100.	6274.	1300	1.5	1455	.700	.758	1.108	3.11	1.006	• 557	U		
4	100.	12250.	1240	0.	1920	.810	.830	1.025	1.45	0.973	• 669	TROOST-B		
5	100.	14564.	1170	2.0	1725	.640	.	1.040	3.49	0.972	• 560	TROOST-B		
7	100.	12400.	1215	1.5	1916	.780	.820	0.990	15.6	4.63	1.000	• 674	U	
9	100.	5920.	1210	0.	1450	.680	.	1.000	3.05	6.49	0.990	• 573	MJ	
13	100.	11530.	1218	1.8	1900	.758	.780	1.012	17.3	4.74	1.000	• 640	TROOST-B	
13	100.	3630.	1420	1.1	1395	.680	.224	1.010	31.7	65.6	0.992	• 589	MU	
15	100.	2930.	2410	4.0	1370	.630	.	1.000	5.96	8.66	1.008	• 472	MU	
16	100.	1221.	2130	0.	1350	.768	.836	1.040	2.11	55.5	0.990	• 620	U	
17	100.	2354.	2500	0.	1283	.749	.815	1.008	47.3	75.5	0.975	• 533	TROOST-S	
18	100.	2097.	2310	0.	1250	.660	.908	1.040	51.1	83.4	0.880	• 591	TROOST-B	
21	100.	2135.	2160	0.	1205	.682	.790	1.048	51.5	80.2	0.999	• 495	U	
23	100.	7900.	1130	1.0	1550	.675	.771	1.053	27.7	64.1	1.070	• 575	AU	
24	100.	17250.	1125	2.5	1725	.630	.783	1.000	38.9	68.1	1.000	• 543	TROOST-B	
25	100.	11160.	1180	0.	1900	.795	.748	1.007	1.41	43.7	0.952	• 666	TROOST-B	
27	100.	19220.	1160	1.0	1685	.640	.767	0.970	42.0	70.9	1.000	• 531	AU	
28	100.	15213.	1175	2.5	1728	.625	.797	0.973	37.8	70.7	0.994	• 543	TROOST-B	
29	100.	1470.	2800	5.0	1250	.698	.	1.000	47.7	80.0	1.020	• 520	U	
30	100.	3200.	1820	2.0	1340	.680	.777	1.020	41.1	73.9	1.005	• 520	U	
32	100.	10950.	1200	2.0	1210	.725	.	1.040	17.6	48.5	0.975	• 644	TROOST-B	
33	100.	4050.	1250	0.	1710	.850	.830	1.000	10.0	38.4	0.965	• 705	U	
34	100.	11529.	1200	0.	1635	.674	.840	0.995	32.0	63.2	1.010	• 568	TROOST-B	
35	100.	16175.	1110	1.0	1735	.720	.	1.040	25.6	57.8	0.972	• 592	TROOST-S	
36	100.	15147.	1222	3.2	1635	.514	.	1.000	73.4	90.2	0.997	• 568	AU	
37	100.	12620.	1200	0.	1650	.690	.750	1.000	30.6	65.3	1.031	• 577	MJ	
38	100.	2619.	2250	0.	1330	.612	.790	1.010	60.9	85.7	1.000	• 560	AU	
39	100.	4134.	1230	0.	1390	.690	.819	1.049	27.8	62.9	1.000	• 543	U	
40	100.	1936.	2410	5.0	1210	.660	.	1.000	58.8	84.5	1.000	• 473	MU	

SURVEY NO.	DESIGN LOAD (%)	DHP (PS)	RPM INC.	MARGIN	V/S (KN)	1-W <sub>s</sub>	1-t	$\eta_r$	B <sub>p</sub>	DESIGN $\phi_{design}$	$\eta_o$	DESIGN $\phi_{opt}$	$\eta_o$	DESIGN CHART USED
4.1	100.	5560.	122.0	1.0	137.0	.663	.758	1.010	36.7	65.7	0.993	• 300	AU	
4.2	100.	6286.	135.0	0.	1580	.750	.	1.000	22.2	55.8	0.970	• 610	U	
4.3	100.	15529.	101.5	0.	1665	.640	.	1.000	34.1	63.8	0.997	• 566	MAU	
4.4	100.	15000.	114.7	1.7	1652	.610	.	1.000	42.9	71.3	1.000	• 535	MAU	
4.5	100.	24990.	102.5	1.0	1650	.613	.800	1.010	50.1	75.0	0.982	• 512	MAU	
4.6	100.	15529.	103.0	1.5	1655	.640	.	1.000	32.9	63.4	1.000	• 554	MAU	
4.7	100.	9900.	112.0	0.	1512	.635	.800	1.097	39.1	71.2	0.996	• 528	U	
4.8	100.	1650.	242.4	2.4	1185	.700	.	1.000	42.8	72.2	1.004	• 506	U	
4.9	100.	9900.	113.0	1.0	1579	.630	.760	1.022	34.6	66.0	1.020	• 564	AU	
5.0	100.	2160.	195.0	2.0	1346	.710	.	1.000	31.6	67.3	1.030	• 568	U	
5.1	100.	15725.	108.0	0.	1550	.602	.778	1.040	50.1	76.5	0.985	• 510	AU	
5.2	100.	15850.	126.2	1.2	1695	.629	.810	1.000	42.9	71.0	0.952	• 532	TROOST-B	
5.3	100.	7302.	135.0	0.	1525	.656	.817	0.998	36.4	70.2	1.029	• 567	TROOST-B	
5.4	100.	18400.	110.0	0.	1695	.610	.783	1.040	43.7	72.4	0.965	• 531	TROOST-B	
5.5	85.	31335.	190.0	0.	1360	.683	.	1.000	41.0	62.8	0.972	• 531	U	
5.6	75.	7400.	127.0	0.	1655	.801	.845	0.993	12.1	42.2	1.029	• 687	TROOST-B	
5.7	100.	19600.	106.2	1.2	1710	.663	.820	1.005	34.6	64.6	1.000	• 558	TROOST-B	
5.8	100.	17250.	111.0	1.0	1744	.660	.788	1.000	32.4	63.7	1.000	• 568	TROOST-B	
5.9	100.	17100.	108.0	0.	1550	.590	.772	1.040	55.8	80.5	1.015	• 497	AU	
6.0	100.	2560.	250.0	0.	1290	.630	.780	1.000	67.3	89.1	0.985	• 482	MAU	
6.2	100.	9320.	119.0	0.	1550	.670	.750	1.000	53.0	68.8	1.009	• 557	MU	
6.3	100.	15373.	120.0	0.	1660	.581	.815	0.990	56.5	75.9	0.955	• 493	TROOST-B	

表 4.9

TABLE 4 - 3 - 7

CONDITIONS FOR CAVITATION CHECK

Notes and abbreviations - - -

- I           ... Propeller immersion at shaft centre line, in metre  
STERN WAVE CORRECTION ... Correction for stern wave elevation to propeller immersion, in % LPP

SURVEY NO.	CHECK LOAD (%)	DHP (PS)	RPM (RPM)	VS (KN)	1-Ws	1-t	$\eta_R$	$\eta_O$	I (M)	B <sub>P</sub>	$\delta$	STERN-WAVE CORRECTION (% LPP)
1	100.	1640.	250.0 USED-CRITERION ***	12.5 *6.7 0	1.0 4.0 *5.1 3	WAGENINGEN CRITERION WITH 2.2 PERCENT ALLOWANCE	2.90	4.28	ALL 72.0	0.		
	100.	1208.	200.0 USED-CRITERION ***	4.0 *6.7 0	8.9 3	1.0 0.0 *2.3 1	2.9 0	8.2 0	9 8.0	0.		
2	100.	11160.	118.0 USED-CRITERION ***	19.2 *7.9 3	7.7 0	1.0 0.0 *6.6 1	5.6 0	13.9	4.5 8	0.		
3	20.	7380.	136.5 USED-CRITERION ***	16.6 *6.4 0	7.5 5	1.0 6.9 *5.5 5	2.8 7	3 1.8	6 5.5	0.		
4	100.	12250.	124.0 USED-CRITERION ***	19.2 *8.1 0	8.3 0	1.0 2.5 *6.6 9	5.9 3	14.5	4.4 8	0.		
5	100.	14564.	117.0 USED-CRITERION ***	17.2 *6.4 0	1.0 4.0 *5.6 0	6.7 1	34.9	6 6.6	0.			
7	100.	12400.	121.5 USED-CRITERION ***	19.2 *7.8 0	8.2 0	0.9 9 0 *6.7 4	5.7 8	15.6	4 6.3	0.		
9	100.	6990.	128.0 USED-CRITERION ***	15.0 *6.8 0	1.0 0.0 *5.7 3	5.6 9	32.8	6 6.4	0.			
10	100.	11530.	120.0 USED-CRITERION ***	18.0 *7.7 8	8.0 0	1.0 1.1 *6.5 0	5.4 3	18.8	4 8.0	0.		
13	100.	4270.	151.0 USED-CRITERION ***	14.5 *6.8 0	7.7 6	1.0 1.0 *5.8 4	5.4 0	32.7	6 7.4	0.		
15	100.	3450.	250.0 USED-CRITERION ***	14.2 *6.3 0	1.0 0.0 *4.7 2	4.2 4	6 1.2	8 6.5	0.			
16	100.	1221.	213.0 USED-CRITERION ***	13.5 *7.6 8	8.5 6	1.0 4.0 *6.2 0	2.6 0	21.1	5 5.5	0.		
17	100.	2354.	250.0 USED-CRITERION ***	12.8 *7.4 9	8.1 5	1.0 0.8 *5.3 3	4.6 0	47.3	7 5.5	0.		
18	100.	2330.	240.0 USED-CRITERION ***	12.9 *6.6 0	9.0 8	1.0 4.0 *5.0 1	5.3 0	53.1	84.0	0.		
21	20.	2525.	230.0 USED-CRITERION ***	14.7 *6.0 0	7.9 6	1.0 3.7 *4.9 9	2.2 2	50.1	7 9.5	0.		
23	100.	7900.	113.0 USED-CRITERION ***	15.5 *6.7 5	7.7 1	1.0 5.3 *5.7 5	6.0 7	27.7	6 4.1	0.		
24	100.	17250.	112.5 USED-CRITERION ***	17.3 *6.3 0	7.8 8	1.0 0.0 *5.4 6	7.3 0	37.7	6 8.1	0.		
25	100.	11160.	118.0 USED-CRITERION ***	19.0 *7.9 5	7.4 8	EMPIRICAL-CRITERION WITH 30 PERCENT AREA MARGIN UNKNOWN	6 6 6	5.7 0	14.1	4 3.7	0.	

SURVEY NO.	CHECK LOAD (%)	DHP (PS)	RPM (RPM)	V\$ (KN)	1 - Ws	1 - t	$\eta_R$	$\eta_0$	I (M)	E <sub>b</sub>	$\delta$	STERN-WAVE CORRECTION (% LPP)
2 7	1 0 0.	1 9 2 2 0.	1 1 6.0	1 6.8	• 6 4 0	• 7 6 7	• 0 9 7 0	• 5 3 1	9.6 8	4 2.0	7 0.9	0.
2 8	1 0 0.	1 6 1 7 0.	1 1 5.0	1 7.4	• 6 2 5	• 7 9 7	• 0 9 7 3	• 5 4 0	6.8 0	3 7.5	6 8.7	0.
2 9	1 0 0.	1 4 7 0.	2 8 0.0	1 2.5	• 6 9 8	• WAGENINGEN CRITERION WITH 5 PERCENT ALLOWANCE						
3 0	1 0 0.	3 2 0 0.	1 8 2.0	1 3.4	• 6 8 0	• EGGERT	1.0 0 0	• 5 2 0	3.4 0	4 7.7	8 0.0	0.
3 2	1 0 0.	1 0 9 5 0.	1 2 0.0	1 9.1	• 7 2 5	• EGGERT	7 7 7	• 5 2 0	5.5 4	4 1.1	7 3.9	0.
3 3	1 0 0.	4 0 5 0.	1 2 5.0	1 7.1	• 8 5 0	• EGGERT	6 PERCENT RPM MARGIN					
3 4	1 0 0.	1 1 5 2 2	1 2 0.0	1 6.3	• 6 7 4	• VAN MANEN CRITERION	1.0 4 0	• 6 4 4	5.1 1	1 7.6	4 8.5	1.0 0
3 5	1 0 0.	1 6 1 7 5.	1 1 1.0	1 7.3	• 7.2 0	• VAN MANEN CRITERION	8 3 0	• 1.0 0 0	7 0 5	5.4 2	1 0.0	3 8.4
3 6	1 0 0.	1 5 1 4 7	1 2 2.0	1 6.3	• 5 1 4	• 8 4 0	0.9 9 5	• 5 6 8	7.3 5	3 2.0	6 3.2	0.
3 7	1 0 0.	1 2 6 2 0.	1 2 0.0	1 6.5	• 6 9 0	• BURRILL DIAGRAM-WAGENINGEN LINE / CHECK BY EGGERT	7 5 0	1.0 0 0	5 7 7	6.0 7	3 0.6	6 5.3
3 8	1 0 0.	2 6 1 2	2 2 5.0	1 3.3	• 6 1 2	• BETWEEN WAGENINGEN BURRILL / CHECK-BY-EGGERT	7 9 0	• 1.0 1 0	5 0 0	4.5 0	6 0.9	8 5.7
3 9	2 0.	4 7 7 0.	1 3 2.0	1 6.7	• 6 2 0	• CHECK BY EGGERT	7 6 1	• 1.0 0 5	5 8 3	2.4 4	2 6.7	6 1.4
4 0	1 0 0.	2 2 7 8.	2 5 0.0	1 2.6	• 6 6 0	• AMARI-CHART WITH ABOUT 5 PERCENT MARGIN OF AREA	1.0 0 0	• 4 7 3	4.1 4	5 9.8	8 4.2	0.
4 1	1 0 0.	6 3 0 0.	1 2 9.0	1 4.5	• 6 6 3	• BURRILL CAVITATION CHART/EGGERT CAVITATION CHART	7 5 8	• 1.0 1 0	5 6 3	5.7 9	3 5.9	6 5.8
4 2	1 0 0.	6 2 8 6.	1 3 5.0	1 5.8	• 7 5 0	• WAGENINGEN CRITERION/CHECK/BURRILL	1.0 0 0	• 6 1 0	5.7 4	2.2 2	5 5.8	0.
4 3	1 0 0.	1 7 2 2 5.	1 0 5.0	1 7.1	• 6 4 0	• EGGERTS FORMULA	1.0 0 0	• 5 6 6	7.5 0	3 4.9	6 4.3	0.
4 4	1 0 0.	1 7 6 4 7.	1 1 9.0	1 7.2	• 6 1 0	• NAKAJIMA'S FORMULA	1.0 0 0	• 5 3 5	7.6 5	4 4.5	7 1.4	0.
4 5	1 0 0.	2 7 4 4 0.	1 0 6.0	1 7.0	• 6 0 7	• WAGENINGEN CRITERION	7 9 8	• 1.0 1 0	5 0 8	1 1.7 0	5 1.6	7 6.0

SURVEY NO.	CHECK LOAD (%)	DHP (PS)	RPM (RPM)	VS (KN)	1 - WS	1 - t	$\eta_R$	$\eta_0$	I	B <sub>P</sub>	$\delta$	STERN-WAVE CORRECTION (% LPP)
4 6	1 0 0.	1 7 2 5 5.	1 0 5 0	1 7 0 6 4 0	NAKAJIMA'S FORMULA ***	1.0 0 0	5 5 4	7.7 0	4 1 6	6 9 0	0.	
4 7	2 7.	1 1 6 5 0.	1 1 9 0	1 7 4 5 8 5	AMARI CHART WITH 5 2 0	8.0 4	1.0 3 8	3.2 4	3 8 2	7 1 3	0.	
4 8	1 0 0.	1 6 5 0.	2 4 5 0	1 1 9 7 0 0	EGGERT	1.0 0 0	5 0 6	4 4 6	5 0 3	8 0 1	0.	
4 9	1 0 0.	9 9 0 0.	1 1 3 0	1 5 8 6 3 0	EGGERT'S FORMULA ***	7 6 0	1 0 2 2	5 6 4	6 8 3	3 4 6	6 6 0	0.
5 0	1 0 0.	2 3 3 0.	2 0 0 0	1 3 7 7 1 0	EGGERT'S FORMULA ***	1.0 0 0	5 6 8	3.3 0	3 2 6	6 7 7	0.	
5 1	1 0 0.	1 0 5 0 0.	1 1 4 0	1 6 6 6 0 2	EGGERT-CRITERION/HECK-BY-WAGENINGEN	7 7 8	1 0 4 0	5 1 1	7.7 0	4 9 1	7 5 2	0.
5 2	1 0 0.	1 5 8 5 0.	1 2 6 2	1 7 0 6 2 9	EMPIRICAL CRITERION WITH 3 3 PERCENT AREA MARGIN	8 1 0	1 0 0 0	5 3 2	7.2 9	4 2 9	7 1 0	0.
5 3	1 0 0.	7 3 0 2.	1 3 5 0	1 5 2 6 5 6	WAGENINGEN CRITERION WITH 2 PERCENT ALLOWANCE	8 1 7	0 9 8	5 6 7	5 9 4	3 6 4	7 0 2	0.
5 4	1 0 0.	1 8 4 0 0.	1 1 0 0	1 7 0 6 1 0	EGGERT-CRITERION/HECK-BY-WAGENINGEN	7 8 3	1 0 4 0	5 3 1	7.2 3	4 3 7	7 2 4	0.
5 5	1 0 0.	3 1 3 3.	1 9 0 0	1 3 6 6 8 0	BURRILL	1.0 0 0	5 3 1	4.0 0	4 1 0	6 9 3	0.	
5 6	7 5.	3 7 0 0.	1 2 7 0	1 6 5 8 0 1	AMARI WITH 40 PERCENT AREA MARGIN	8 4 5	10.9 3	6 8 7	4.2 5	1 2 1	4 2 2	0.
5 7	1 0 0.	1 9 6 0 0.	1 0 6 2	1 7 1 6 6 3	EMPIRICAL CRITERION WITH 34 PERCENT AREA MARGIN	8 2 0	1 0 0 5	5 6 2	9.4 0	3 4 6	6 4 6	0.
5 8	1 0 0.	1 7 2 5 0.	1 1 1 0	1 7 4 6 6 0	EGGERT-CRITERION/HECK-BY-WAGENINGEN	7 8 8	1 0 0 0	5 7 0	7.3 0	3 2 4	6 3 7	0.
5 9	1 0 0.	2 0 2 0 0.	1 1 4 0	1 6 6 5 9 0	BETWEEN WAGENINGEN BURRILL/HECK-BY-EGGERT	7 7 2	1 0 4 0	4 9 5	7.7 5	5 4 0	7 2 0	0.
6 0	1 0 0.	2 5 6 0.	2 5 0 0	1 2 9 6 3 0	EGGERT-CRITERION/HECK-BY-WAGENINGEN	7.8 0	1 0 0 0	4 8 0	4 1 5	6 7 3	8 9 1	0.
6 2	1 0 0.	9 3 2 0.	1 1 9 0	1 5 5 6 7 0	WAGENINGEN CRITERION WITH 2 PERCENT ALLOWANCE	7 5 0	1 0 0 0	5 5 7	6 1 7	3 3 0	6 8 8	0.
6 3	1 0 0.	1 5 3 7 3.	1 2 0 0	1 6 6 5 8 1	WAGENINGEN CRITERION WITH 2 PERCENT ALLOWANCE	8 1 5	0 9 9 8	4 9 3	7.7 6	5 6 5	7 5 9	0.

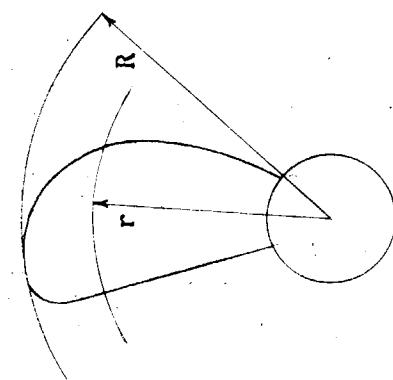
表 4.10

TABLE 4 - 3 - 8

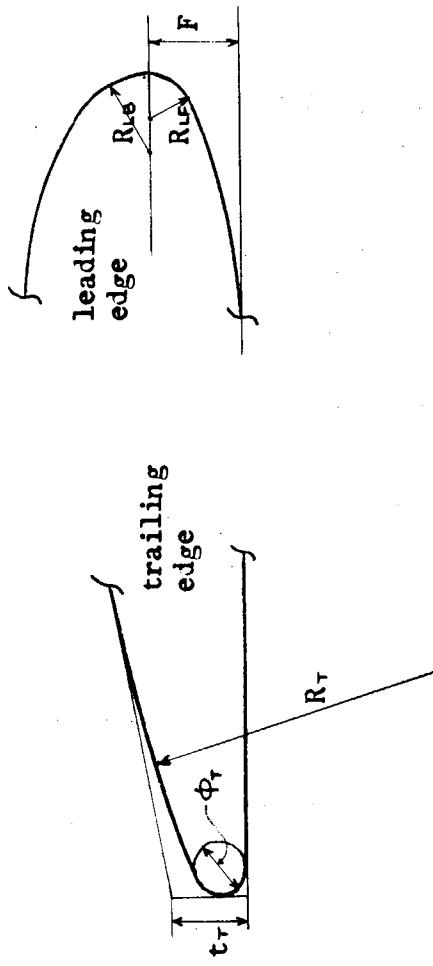
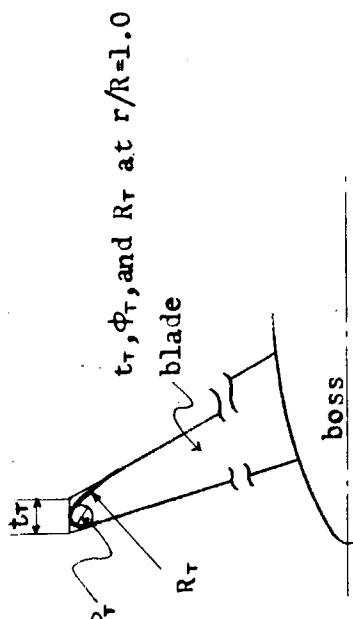
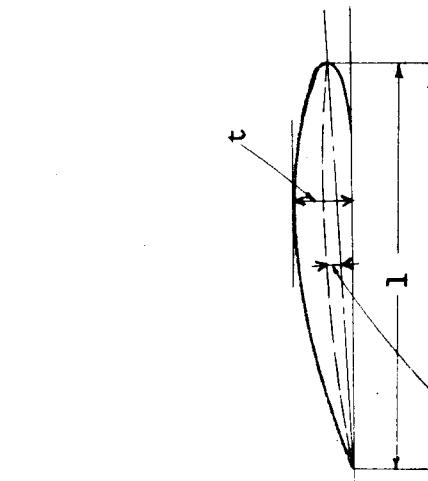
DETAILS OF PROPELLER BLADES

Notes -- -

All parameters for blade section are shown in figures below



$f$  : camber



SURVEY NO.	r/R	t	1	t/1	f/1	PITCH RATIO	R <sub>L3</sub> (M/M)	R <sub>L4</sub> (M/M)	F	φ <sub>T</sub> (M/M)	·t <sub>T</sub> (M/M)	R <sub>T</sub> (M/M)
1	1.00	1.60	0	—	—	·635	—	—	—	3.0	1.60	5.50
	0.95	—0	·0512	·0512	·0512	·633	—0	—0	—0	1.5	4.0	50.0
	25.9	50.6	·0560	·0560	·0560	·633	1.1	1.1	1.1	1.5	4.0	50.0
	5.0	5.9	·0512	·0512	·0512	·633	1.7	1.7	1.7	1.29	4.0	50.0
	36.9	62.0	·0588	·0588	·0588	·633	2.4	2.4	2.4	1.71	4.0	50.0
	42.0	66.0	·0734	·0734	·0734	·633	3.7	3.7	3.7	2.17	4.0	50.0
	6.0	6.2	·0940	·0940	·0940	·633	4.5	4.5	4.5	2.67	4.0	50.0
	6.0	7.6	·1220	·1220	·1220	·633	—	—	—	1.5	4.0	50.0
	0.50	7.6	·1220	·1220	·1220	·633	—	—	—	—	—	—
	2	1.00	20.0	0	—	·881	—	—	—	4.0	20.0	100.0
2	0.95	3.5	7.90	0	·0449	·0200	·881	2.0	2.0	2.0	4.5	2.5
	5.0	51.0	105.0	·0486	·0214	·881	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0
	8.0	82.0	130.6	·0628	·0266	·881	6.0	6.0	6.0	7.0	5.6	3.5
	7.0	113.0	142.4	·0794	·0316	·881	10.0	10.0	10.0	18.1	6.0	4.0
	6.0	144.0	145.2	·0992	·0358	·881	16.0	16.0	16.0	35.5	8.0	4.5
	6.0	175.0	142.8	·1225	·0350	·881	23.0	23.0	23.0	53.2	0.0	5.0
	0.50	175.0	142.8	·1225	·0350	·881	—	—	—	—	9.0	—
	3	1.00	20.0	0	—	·696	—	—	—	7.0	20.0	100.0
	0.95	32.5	822.0	·0596	·0158	·696	3.3	3.3	3.3	3.5	6.5	10.0
	9.0	45.1	108.0	·0418	·0170	·696	3.3	3.3	3.3	5.4	6.5	10.0
3	0.80	7.0	133.5	·0526	·0205	·696	3.5	3.5	3.5	1.9	3.0	10.0
	7.0	9.5	142.1	·0670	·0222	·696	6.0	6.0	6.0	26.7	3.0	6.5
	6.0	121.0	141.8	·0854	·0247	·696	7.0	7.0	7.0	4.11	3.0	6.5
	6.0	150.4	135.9	·1107	·0303	·710	12.0	12.0	12.0	52.6	3.0	6.5
	0.50	150.4	135.9	·1107	·0303	·710	—	—	—	—	6.3	10.0
	4	1.00	21.0	0	—	·929	—	—	—	6.5	21.0	100.0
	0.95	32.9	820.8	·0401	·0134	·929	4.0	4.0	4.0	2.7	6.5	2.0
	9.0	45.3	1119.6	·0465	·0186	·929	4.0	4.0	4.0	3.7	6.5	2.0
	0.80	7.1	1425.6	·0504	·0215	·929	5.0	5.0	5.0	1.00	6.5	10.0
	0.70	10.0	1553.9	·0647	·0256	·929	8.0	8.0	8.0	1.26	6.5	2.0
4	0.60	13.8	1583.3	·0833	·0301	·929	15.0	15.0	15.0	33.0	6.5	2.0
	0.50	16.4	1548.2	·1065	·0302	·921	25.0	25.0	25.0	50.1	1.2	2.0
	1	2.0	0	—	—	·929	—	—	—	—	—	—
	0.95	34.9	878.0	·0398	·0173	·725	2.0	2.0	2.0	5.0	4.0	23.0
	46.8	1154.0	1435.0	·0406	·0177	·725	2.0	2.0	2.0	6.7	4.0	100.0
	7.17	9.27	1564.0	·0500	·0218	·725	2.7	2.7	2.7	1.06	3.5	9.0
	0.70	12.94	1594.0	·0638	·0258	·725	4.5	4.5	4.5	1.82	3.0	75.0
	0.60	16.01	1568.0	·0812	·0284	·725	7.8	7.8	7.8	31.8	3.0	75.0
5	1.00	23.0	0	—	—	·725	—	—	—	—	—	—
	0.95	30.4	30.97	·0398	·0173	·725	2.0	2.0	2.0	5.0	4.0	23.0
	9.0	32.9	1104.5	·0406	·0177	·725	2.0	2.0	2.0	6.7	4.0	100.0
	0.80	6.6	1406.4	·0500	·0218	·725	2.7	2.7	2.7	1.06	3.5	9.0
	0.70	8.55	1532.9	·0638	·0258	·725	4.5	4.5	4.5	1.82	3.0	75.0
	0.60	10.8	1562.5	·0812	·0284	·725	7.8	7.8	7.8	31.8	3.0	75.0
	0.50	15.63	1527.3	·1021	·0294	·725	10.8	10.8	10.8	48.6	3.0	75.0
	7	1.00	21.5	0	—	·947	—	—	—	—	8.0	12.0
6	0.95	30.4	30.97	·0375	·0173	·947	—	—	—	—	5.0	5.0
	9.0	32.9	1104.5	·0361	·0166	·947	3.5	3.5	3.5	5.0	2.0	5.0
	0.80	6.6	1406.4	·0431	·0239	·947	3.8	3.8	3.8	5.0	2.0	5.0
	0.70	8.55	1532.9	·0544	·0262	·947	5.0	5.0	5.0	4.2	2.9	6.0
	0.60	10.8	1562.5	·0697	·0252	·947	7.5	7.5	7.5	2.67	2.0	7.5
	0.50	15.63	1527.3	·0892	·0235	·940	11.4	11.4	11.4	4.14	2.0	7.5

SURVEY NO.	r/R	t	1	t/1	f/1	PITCH RATIO	R <sub>L</sub>	F	$\phi_{\tau}$ (M/M)	v <sub>T</sub> (M/M)	R <sub>T</sub> (M/M)
9	1.00	17.0	0.	—	—	—	—	—	4.0	17.0	100.0
	0.95	30.6	79.50	.0385	—	• 67.1	1.5	1.5	3.0	7.0	300.0
	0.90	44.2	106.00	.0417	—	• 67.1	1.5	3.7	3.0	7.0	300.0
	0.85	71.4	127.70	.0559	—	• 67.1	2.0	2.0	1.27	3.0	5.5
	0.70	98.6	131.60	.0749	—	• 67.1	3.0	3.0	2.72	3.0	4.3
	0.60	125.8	126.50	.0994	—	• 67.1	4.6	4.6	4.18	3.0	5.7
	0.50	153.0	116.50	.1313	—	• 67.6	8.6	8.6	5.26	3.0	6.9
10	1.00	2.00	0.	—	—	—	—	—	6.0	20.0	120.0
	0.95	33.0	79.70	.0414	—	• 0188	• 92.0	1.0	2.7	5.0	120.0
	0.90	45.9	105.80	.0434	—	• 0189	• 92.0	2.0	3.7	6.0	120.0
	0.80	73.1	131.70	.0555	—	• 0228	• 92.0	5.0	10.2	2.3	120.0
	0.70	102.5	143.50	.0714	—	• 0279	• 92.0	6.0	20.0	2.3	120.0
	0.60	134.1	146.30	.0917	—	• 0314	• 92.0	7.0	3.5	6.0	120.0
	0.50	168.0	143.90	.1167	—	• 0320	• 91.2	10.0	5.11	2.3	120.0
13	1.00	16.0	0.	—	—	—	—	—	—	6.6	200.0
	0.95	23.7	67.30	.0352	—	• 0163	• 69.0	2.0	1.5	2.5	80.0
	0.90	38.0	93.10	.0408	—	• 0172	• 69.0	2.0	1.5	3.5	80.0
	0.80	60.0	114.20	.0525	—	• 0219	• 69.0	3.0	2.0	2.0	80.0
	0.70	82.0	120.40	.0681	—	• 0216	• 69.0	6.0	3.5	2.0	80.0
	0.60	104.0	119.90	.0867	—	• 0275	• 69.0	8.0	3.5	3.0	80.0
	0.50	126.0	114.00	.1105	—	• 0307	• 69.0	6.0	4.40	4.0	80.0
15	1.00	12.0	0.	—	—	—	—	—	—	4.0	100.0
	0.95	19.7	53.60	.0370	—	—	• 61.9	1.4	1.4	3.0	82.0
	0.90	27.6	69.50	.0400	—	—	• 61.9	1.2	2.3	2.5	6.8
	0.80	43.8	84.70	.0520	—	—	• 61.9	1.3	1.3	1.9	5.5
	0.70	60.6	90.00	.0670	—	—	• 61.9	1.5	1.5	1.5	5.0
	0.60	78.0	90.40	.0860	—	—	• 61.9	2.1	2.1	2.65	5.0
	0.50	96.0	87.50	.1100	—	—	• 61.9	3.7	3.7	3.36	5.2
16	1.00	14.0	0.	—	—	—	—	—	—	0.	65.0
	0.95	20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0.90	25.0	49.90	.0502	—	• 75.5	—	0.	3.0	8.0	—0.
	0.80	36.5	61.80	.0575	—	• 75.5	—	3.5	3.5	12.0	—0.
	0.70	48.0	65.80	.0739	—	• 75.5	—	4.0	4.0	16.0	—0.
	0.60	59.5	65.60	.0907	—	• 75.5	—	4.5	4.5	20.0	—0.
	0.50	71.0	62.60	.1135	—	• 75.5	—	5.0	5.0	24.0	—0.
17	1.00	11.0	0.	—	—	—	—	—	—	—	80.0
	0.95	17.9	402.0	.0445	—	• 0205	• 61.0	2.0	2.0	1.5	4.0
	0.90	25.2	54.80	.0460	—	• 0211	• 61.0	2.0	2.0	2.0	6.0
	0.80	40.6	69.80	.0582	—	• 0249	• 61.0	4.0	4.0	5.6	8.0
	0.70	57.2	76.10	.0752	—	• 0298	• 61.0	6.0	6.0	1.1	4.0
	0.60	74.9	77.60	.0965	—	• 0349	• 61.0	10.0	10.0	1.5	8.0
	0.50	93.8	75.80	.1237	—	• 0351	• 60.5	13.0	13.0	2.85	12.4

SURVEY NO.	r/R	t (M/M)	1	t/i (M/M)	f/l	PITCH RATIO	R <sub>L</sub> (M/M)	R <sub>L</sub> (M/M)	F (M/M)	φ <sub>T</sub> (M/M)	t <sub>T</sub> (M/M)	R <sub>T</sub> (M/M)
1 8	1.00	13.0	0.	—	—	• 61.9	—	—	—	4.0	13.0	100.0
	0.95	17.5	56.80	• 0308	—	• 61.9	1.2	1.2	4.0	4.0	9.0	100.0
	0.90	22.2	75.60	• 0294	—	• 61.9	1.2	1.2	4.0	4.0	9.0	100.0
	0.80	34.0	92.10	• 0369	—	• 61.9	1.3	1.8	3.4	3.0	7.0	100.0
	0.70	47.7	96.10	• 0496	—	• 61.9	2.6	2.6	8.1	3.0	5.5	100.0
	0.60	61.5	94.30	• 0652	—	• 61.9	4.5	4.5	15.1	3.0	5.5	100.0
	0.50	77.0	88.50	• 0870	—	• 61.9	8.0	8.0	2.3	3.0	5.5	100.0
	2 1	1.00	11.5	0.	—	—	—	—	—	6.0	11.5	75.0
	0.95	19.4	46.50	• 0417	• 0182	• 64.8	2.5	2.5	2.5	3.0	5.0	50.0
	0.90	27.3	61.90	• 0441	• 0189	• 64.8	2.5	2.5	5.9	3.0	5.0	50.0
1 9	0.80	43.1	77.50	• 0556	• 0232	• 64.8	3.5	2.8	12.7	3.0	5.0	50.0
	0.70	56.9	85.00	• 0693	• 0284	• 64.8	4.0	3.0	19.6	3.0	5.0	50.0
	0.60	75.4	86.70	• 0870	• 0343	• 64.8	5.5	3.5	26.4	3.0	5.0	50.0
	0.50	93.3	85.40	• 10.93	• 0422	• 64.8	6.5	4.0	32.7	3.0	5.0	50.0
	2 3	1.00	12.0	0.	—	—	—	—	—	6.0	12.0	150.0
	0.95	27.8	90.80	• 0306	—	• 66.5	—	—	—	2.5	—	110.0
	0.90	45.7	108.80	• 0420	—	• 66.5	—	—	—	2.5	—	110.0
	0.80	72.5	139.40	• 0520	—	• 66.5	—	—	—	2.5	—	110.0
	0.70	92.3	150.39	• 0660	—	• 66.5	—	—	—	2.5	—	117.4
	0.60	110.0	151.43	• 0727	—	• 66.6	—	—	—	2.5	—	122.2
	0.50	161.7	145.23	• 10.11	—	• 68.4	—	—	—	2.6	—	131.0
1 0	2 4	1.00	25.0	0.	—	—	—	—	—	7.0	25.0	140.0
	0.95	39.0	89.60	• 0435	• 0190	• 69.7	1.0	1.0	3.2	2.3	6.5	140.0
	0.90	53.6	118.90	• 0451	• 0193	• 69.7	3.0	3.0	4.3	2.3	7.0	140.0
	0.80	84.9	147.90	• 0574	• 0243	• 69.7	5.0	5.0	11.8	2.3	7.0	140.0
	0.70	118.8	161.20	• 0757	• 0279	• 69.7	8.0	10.0	23.2	2.3	7.0	140.0
	0.60	155.3	164.30	• 0945	• 0335	• 69.7	14.0	18.0	38.8	2.3	7.0	140.0
	0.50	194.5	161.70	• 120.3	• 0322	• 69.7	28.0	34.0	52.1	2.3	7.0	140.0
	2 5	1.00	20.0	0.	—	—	—	—	—	—	—	20.0
	0.95	33.0	79.70	• 0414	• 0192	• 97.3	0.5	0.5	2.7	2.3	5.0	90.0
	0.90	45.9	105.80	• 0434	• 0200	• 97.3	1.0	1.0	3.7	2.3	6.0	60.0
1 1	0.80	73.1	131.70	• 0555	• 0240	• 97.3	4.0	4.0	10.2	2.3	6.0	60.0
	0.70	102.5	143.50	• 0715	• 0286	• 97.3	9.0	9.0	20.0	2.3	6.0	60.0
	0.60	134.1	146.30	• 0917	• 0335	• 97.3	15.0	15.0	33.5	2.3	6.0	60.0
	0.50	168.0	143.90	• 116.8	• 0361	• 96.5	22.0	22.0	51.1	2.3	6.0	60.0
	2 7	1.00	24.0	0.	—	—	—	—	—	—	—	24.0
	0.95	36.3	110.50	• 0328	—	• 71.2	—	—	—	4.7	—	150.0
	0.90	49.3	145.10	• 0339	—	• 71.2	—	—	—	3.4	—	150.0
1 2	0.80	77.0	177.50	• 0434	—	• 71.2	—	—	—	3.1	—	150.0
	0.70	107.2	186.30	• 0570	—	• 71.2	—	—	—	3.0	—	150.0
	0.60	139.7	187.50	• 0745	—	• 71.2	—	—	—	3.0	—	150.0
	0.50	174.3	179.20	• 0973	—	• 71.2	—	—	—	3.1	—	150.0

SURVEY NO.	r/R	t	1	f/1	PITCH RATIO	R <sub>L_B</sub>	R <sub>L_F</sub>	F	φ <sub>T</sub>	t <sub>T</sub>	R <sub>T</sub>
	(M/M)	(M/M)			(M/M)	(M/M)	(M/M)	(M/M)	(M/M)	(M/M)	(M/M)
2 8	1.00	25.0	0.	-	0.212	• 68.2	3.0	3.0	7.0	25.0	105.0
	0.95	37.6	8 14.9	• 0461	• 0212	• 68.2	3.0	3.0	2.3	6.5	65.0
	0.90	51.2	11 11.6	• 0461	• 0212	• 68.2	3.0	3.0	4.1	2.3	6.65
	0.80	80.6	14 15.5	• 0570	• 0316	• 68.2	6.0	6.0	1 1.2	2.3	6.85
	0.70	11 3.2	15 42.8	• 0734	• 0353	• 68.2	10.0	10.0	2.21	2.3	6.95
	0.60	149.1	1572.5	• 0948	• 0343	• 68.2	15.0	15.0	37.3	2.3	7.0
	0.50	188.3	1537.2	• 1225	• 0323	• 68.2	28.0	28.0	57.2	2.3	7.0
2 9	1.00	10.0	0.	-	-	• 640	-	-	4.0	10.0	100.0
	0.95	16.4	35.0.0	• 0655	-	• 640	-	-	4.0	-0.	-0.
	0.90	22.9	45.7.0	• 0500	-	• 640	-	-	4.0	-0.	-0.
	0.80	35.8	56.5.6	• 0634	-	• 640	-	-	4.0	-0.	-0.
	0.70	43.7	60.2.2	• 0808	-	• 640	-	-	4.0	-0.	-0.
	0.60	61.6	60.0.0	• 1020	-	• 640	-	-	4.0	-0.	-0.
	0.50	74.5	57.3.4	• 1300	-	• 635	-	-	4.0	-0.	-0.
3 0	1.00	18.0	0.	-	-	• 663	-	-	5.0	18.0	80.0
	0.95	24.0	56.5.0	• 0425	-	• 663	-	-	5.0	15.5	100.0
	0.90	31.0	74.0.0	• 0419	-	• 663	-	-	10.8	1.5	5.0
	0.80	45.0	90.0.0	• 0500	-	• 663	-	-	15.7	1.5	100.0
	0.70	64.0	95.5.0	• 0670	-	• 663	-	-	22.4	1.5	7.0
	0.60	85.0	93.5.0	• 0909	-	• 663	-	-	29.8	1.5	8.8
	0.50	107.0	88.5.0	• 1209	-	• 663	-	-	37.5	1.5	9.8
3 2	1.00	18.0	0.	-	-	• 945	-	-	8.5	18.0	180.0
	0.95	31.1	812.0	• 0383	• 0167	• 945	1.8	1.8	4.5	3.5	8.5
	0.90	44.2	1067.0	• 0414	• 0180	• 945	1.8	1.8	6.5	3.5	8.5
	0.80	70.4	1328.0	• 0530	• 0231	• 945	2.8	2.8	10.5	3.2	82.0
	0.70	97.9	1447.0	• 0677	• 0274	• 945	4.7	4.7	18.3	2.8	70.0
	0.60	125.9	1475.0	• 0854	• 0296	• 945	7.3	7.3	31.6	2.6	63.0
	0.50	155.0	1451.0	• 1068	• 0308	• 937	10.9	10.9	48.2	2.6	4.2
3 3	1.00	17.0	0.	-	-	• 945	-	-	8.5	18.0	180.0
	0.95	27.0	666.0	• 0405	• 0098	• 971	0.8	0.8	4.5	3.5	8.5
	0.90	37.0	870.0	• 0425	• 0112	• 971	1.2	1.2	13.5	3.0	100.0
	0.80	58.0	1064.0	• 0545	• 0150	• 971	2.1	2.1	20.5	3.0	100.0
	0.70	79.0	1120.0	• 0705	• 0192	• 971	3.1	3.1	27.5	1.0	4.0
	0.60	100.0	1100.0	• 0909	• 0239	• 971	4.2	4.2	35.0	1.0	5.0
	0.50	120.0	1042.0	• 1152	• 0286	• 971	5.4	5.4	43.0	1.0	5.0
3 4	1.00	22.0	0.	-	-	• 716	-	-	6.5	22.0	100.0
	0.95	32.8	742.7	• 0442	• 0203	• 716	-	-	2.6	2.0	6.0
	0.90	44.4	986.0	• 0450	• 0207	• 716	3.0	3.0	5.6	2.0	6.5
	0.80	62.7	1226.7	• 0568	• 0243	• 716	4.0	4.0	9.7	2.0	6.5
	0.70	97.9	1336.6	• 0732	• 0290	• 716	7.0	7.0	19.1	2.0	6.5
	0.60	129.0	1362.7	• 0947	• 0342	• 716	14.0	14.0	32.3	2.0	6.5
	0.50	163.0	1340.7	• 1216	• 0345	• 716	20.0	20.0	49.6	2.0	6.5

SURVEY NO.	r/R	t (M/M)	t/1 (M/M)	t/1 (M/M)	PITCH RATIO (M/M)	R <sub>L3</sub> (M/M)	R <sub>L4</sub> (M/M)	F (M/M)	F (M/M)	φ <sub>T</sub> (M/M)	t <sub>T</sub> (M/M)	F <sub>T</sub> (M/M)
3 5	1.00	2.10	0.	-	• 0.172	• 0.170	• 0.170	2.0	2.0	5.1	2.10	210.0
	0.95	3.51	88.60	• 0.396	• 0.182	• 0.182	• 0.182	2.3	2.3	7.1	4.0	100.0
	0.90	4.92	1175.0	• 0.419	• 0.231	• 0.231	• 0.231	3.2	3.2	1.14	4.0	100.0
	0.80	7.77	1462.0	• 0.531	• 0.274	• 0.274	• 0.274	5.0	5.0	1.96	3.5	88.0
	0.70	107.6	1593.6	• 0.676	• 0.297	• 0.297	• 0.297	8.0	8.0	3.0	5.0	75.0
	0.60	138.0	1625.0	• 0.849	• 0.305	• 0.305	• 0.305	12.0	12.0	5.9	5.0	75.0
	0.50	162.4	1598.0	• 1.060	• 0.770	• 0.770	• 0.770	-	-	5.15	5.0	75.0
3 6	1.00	1.90	0.	-	-	-	-	-	-	0.0	1.20	160.0
	0.95	3.50	993.0	• 0.352	• 0.111	• 0.111	• 0.111	3.0	3.0	1.00	6.0	100.0
	0.90	5.10	1337.0	• 0.381	• 0.127	• 0.127	• 0.127	3.5	3.5	15.0	6.0	100.0
	0.80	8.20	1699.0	• 0.482	• 0.135	• 0.135	• 0.135	4.0	4.0	2.80	6.0	120.0
	0.70	114.0	1826.0	• 0.624	• 0.175	• 0.175	• 0.175	5.0	5.0	4.00	6.0	120.0
	0.60	145.0	1828.0	• 0.793	• 0.208	• 0.208	• 0.208	6.0	6.0	5.10	6.0	120.0
	0.50	177.0	1740.0	• 1.017	• 0.259	• 0.259	• 0.259	8.0	8.0	6.20	7.0	120.0
3 7	1.00	1.90	0.	-	-	-	-	-	-	7.5	19.0	200.0
	0.95	3.10	1135.0	• 0.273	• 0.086	• 0.086	• 0.086	2.0	2.0	1.8	7.5	0.
	0.90	4.36	1406.0	• 0.510	• 0.086	• 0.086	• 0.086	2.2	2.2	24.8	4.1	0.
	0.80	7.08	1683.0	• 0.421	• 0.108	• 0.108	• 0.108	3.9	3.9	35.2	2.0	75.0
	0.70	100.4	1758.0	• 0.571	• 0.172	• 0.172	• 0.172	6.7	6.7	4.64	2.0	75.0
	0.60	132.4	1735.0	• 0.763	• 0.192	• 0.192	• 0.192	9.7	9.7	5.84	2.0	75.0
	0.50	167.0	1659.0	• 1.006	• 0.273	• 0.273	• 0.273	11.5	11.5	7.14	2.0	75.0
3 8	1.00	1.10	0.	-	-	-	-	-	-	-	1.10	100.0
	0.95	1.75	490.0	• 0.357	• 0.122	• 0.122	• 0.122	6.6	6.6	1.0	1.0	100.0
	0.90	2.40	630.0	• 0.381	• 0.143	• 0.143	• 0.143	6.6	6.6	2.0	4.0	100.0
	0.80	4.10	770.0	• 0.532	• 0.182	• 0.182	• 0.182	15	15	1.5	7.0	100.0
	0.70	5.80	815.0	• 0.712	• 0.221	• 0.221	• 0.221	2.5	2.5	1.60	1.0	4.0
	0.60	7.40	815.0	• 0.910	• 0.245	• 0.245	• 0.245	4.0	4.0	2.50	1.0	4.0
	0.50	9.10	791.0	• 1.150	• 0.291	• 0.291	• 0.291	5.0	5.0	3.20	1.0	4.0
3 9	1.00	1.86	0.	-	-	-	-	-	-	-	6.0	18.6
	0.95	2.97	674.0	• 0.441	• 0.193	• 0.193	• 0.193	6.9	6.9	3.0	3.0	55.0
	0.90	4.07	887.0	• 0.459	• 0.214	• 0.214	• 0.214	6.9	6.9	4.5	5.5	55.0
	0.80	6.29	1094.0	• 0.575	• 0.247	• 0.247	• 0.247	6.9	6.9	4.5	17.8	30
	0.70	8.50	1166.0	• 0.729	• 0.301	• 0.301	• 0.301	6.9	6.9	5.0	2.75	30
	0.60	10.72	1168.0	• 0.918	• 0.359	• 0.359	• 0.359	7.5	7.5	3.75	3.0	55.0
	0.50	13.40	1134.0	• 1.182	• 0.458	• 0.458	• 0.458	10.0	10.0	4.69	3.0	55.0
4 0	1.00	1.20	0.	-	-	-	-	-	-	-	4.0	4.5
	0.95	1.70	474.0	• 0.359	• 0.169	• 0.169	• 0.169	6.4	6.4	1.5	1.5	120.0
	0.90	2.25	610.0	• 0.369	• 0.186	• 0.186	• 0.186	6.4	6.4	1.5	3.0	45
	0.80	3.65	751.0	• 0.486	• 0.222	• 0.222	• 0.222	6.4	6.4	1.5	5.0	120.0
	0.70	4.98	801.0	• 0.622	• 0.373	• 0.373	• 0.373	6.4	6.4	3.0	6.0	120.0
	0.60	6.56	797.0	• 0.731	• 0.458	• 0.458	• 0.458	6.4	6.4	4.0	8.0	100.0
	0.50	8.20	763.0	• 1.075	• 1.075	• 1.075	• 1.075	6.4	6.4	5.5	5.5	12.0

SURVEY NO.	$r/R$	t	1	$t/1$	f/1	PITCH RATIO	$R_{L_B}$ (M/M)	$R_{L_B}$ (M/M)	$R_{L_B}$ (M/M)	$\phi_T$ (M/M)	$t_T$ (M/M)	$R_T$ (M/M)
4 1	1.00	1.70	0.	-	-	804	2.0	1.5	2.2	7.4	17.0	2000
	0.95	2.65	7.940	.0333	.0164	804	3.0	1.8	3.0	3.0	4.0	800
	0.90	3.50	1.0670	.0328	.0141	804	3.0	2.0	1.05	3.0	6.0	800
	0.80	5.70	1.3270	.0430	.0151	804	3.3	2.3	23.0	3.0	5.0	800
	0.70	7.80	1.4320	.0545	.0175	804	4.1	2.7	33.0	3.0	5.0	800
	0.60	9.90	1.4200	.0697	.0204	802	5.7	2.7	33.0	3.0	5.0	800
	0.50	12.00	1.3520	.0896	.0251	786	5.2	42.0	42.0	3.0	5.0	800
4 2	1.00	1.70	0.	-	-	776	-	-	-	0.	17.0	1500
	0.95	-0.	-0.	-	-	776	-0.	-0.	-0.	-0.	-0.	-0.
	0.90	4.10	1.9600	.0587	.0141	776	1.5	1.5	1.0	1.5	8.0	1000
	0.80	6.69	1.2930	.0510	.0151	776	2.0	2.0	2.50	2.0	7.0	1100
	0.70	9.00	1.3600	.0662	.0175	776	3.0	3.0	3.90	2.0	6.0	1200
	0.60	11.50	1.3400	.0658	.0175	776	5.0	5.0	4.90	2.5	6.0	1300
	0.50	13.90	1.2620	.1101	.0251	791	7.0	7.0	-	-	14.0	1400
4 3	1.00	2.50	0.	-	-	776	-	-	-	-	-	-
	0.95	3.20	1.0350	.0380	.0164	776	3.8	3.8	3.8	3.8	4.7	1500
	0.90	5.35	1.5600	.0399	.0141	776	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	1050
	0.80	8.40	1.6750	.0500	.0151	776	3.4	3.4	1.56	2.2	9.3	1500
	0.70	11.65	1.7950	.0650	.0175	776	4.2	4.2	3.50	2.0	8.5	1500
	0.60	15.10	1.6000	.0840	.0204	776	8.0	8.0	5.22	2.0	8.2	1500
	0.50	18.75	1.7400	.1060	.0251	779	13.0	13.0	6.80	2.1	9.0	1500
4 4	1.00	2.40	0.	-	-	722	-	-	-	-	-	-
	0.95	3.74	1.0050	.0370	.0164	722	2.8	2.8	2.8	2.8	4.7	2000
	0.90	5.11	1.3310	.0380	.0141	722	2.5	2.5	4.2	4.2	4.7	1500
	0.80	8.00	1.6790	.0480	.0151	722	2.6	2.6	1.68	3.1	8.4	1500
	0.70	11.13	1.8000	.0620	.0175	722	2.8	2.8	3.34	3.0	8.1	1500
	0.60	14.56	1.7910	.0810	.0204	722	4.1	4.1	4.25	3.0	8.0	1500
	0.50	18.31	1.7050	.1070	.0251	722	7.3	7.3	6.41	3.1	8.6	1500
4 5	1.00	2.80	0.	-	-	730	-	-	-	-	-	-
	0.95	4.10	1.6800	.0380	.0164	730	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	1800
	0.90	5.70	1.4160	.0403	.0141	730	-0.	-0.	-0.	-0.	3.0	1500
	0.80	9.00	1.7870	.0504	.0151	730	-0.	-0.	-0.	-0.	10.0	1500
	0.70	12.90	1.9160	.0673	.0175	730	-0.	-0.	-0.	-0.	10.0	1500
	0.60	17.00	1.9060	.0892	.0204	730	-0.	-0.	-0.	-0.	10.0	1500
	0.50	21.50	1.8140	.1185	.0251	730	-0.	-0.	-0.	-0.	10.0	1500
4 6	1.00	2.40	0.	-	-	776	-	-	-	-	-	-
	0.95	3.55	1.0610	.0340	.0164	776	3.0	3.0	3.0	3.0	4.7	2000
	0.90	4.79	1.3930	.0340	.0141	776	2.7	2.7	4.0	4.0	3.4	1500
	0.80	7.42	1.7040	.0440	.0151	776	2.8	2.8	1.56	3.1	7.2	1500
	0.70	10.28	1.8070	.0570	.0175	776	3.2	3.2	3.08	3.0	7.0	1500
	0.60	13.35	1.8000	.0740	.0204	776	4.5	4.5	4.54	3.0	7.4	1500
	0.50	16.63	1.7210	.0970	.0251	776	7.9	7.9	5.82	3.1	7.4	1500

SURVEY NO.	r/R	t	1	t/1	f/1	PITCH RATIO	R <sub>L</sub> (M/M)	R <sub>L</sub> (M/M)	F (M/M)	$\phi_r$ (M/M)	t <sub>r</sub> (M/M)	R <sub>T</sub> (M/M)
4 7	1.00	2.35	0.	-	0.434	0.174	.669	4.0	4.0	-	8.0	2.35
	0.95	3.95	910.0	-	0.459	0.197	.669	4.0	4.0	-	5.0	8.0
	0.90	5.55	120.90	-	0.582	0.206	.669	5.0	5.0	-	3.0	8.0
	0.80	87.6	150.40	-	0.730	0.233	.669	8.0	6.5	2.01	3.0	1.200
	0.70	119.6	163.80	-	0.910	0.258	.669	1.0	8.0	3.65	3.0	8.0
	0.60	152.0	167.00	-	1.153	0.316	.679	1.40	10.5	5.32	3.0	8.0
	0.50	189.5	164.40	-	-	-	-	-	6.63	6.30	-	8.5
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00
4 8	1.00	1.00	0.	-	-	-	.633	-	-	1.5	1.0	8.00
	0.95	1.70	345.0	-	0.493	-	.633	-	-	4.0	4.0	8.00
	0.90	2.50	466.0	-	0.494	-	.633	-	-	4.0	4.0	8.00
	0.80	3.60	583.0	-	0.617	-	.633	-	-	4.0	4.0	8.00
	0.70	5.00	620.0	-	0.806	-	.633	-	-	4.0	4.0	8.00
	0.60	6.20	626.0	-	0.990	-	.634	-	-	4.0	4.0	8.00
	0.50	7.60	613.0	-	1.240	-	.642	-	-	4.0	4.0	8.00
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 9	1.00	1.90	0.	-	-	-	.759	-	-	6.0	1.90	15.00
	0.95	3.30	838.0	-	0.394	-	.759	-	-	2.5	2.5	8.00
	0.90	4.71	1131.0	-	0.416	-	.759	-	-	2.5	2.5	8.00
	0.80	7.51	1428.0	-	0.526	-	.759	-	-	2.5	2.5	8.00
	0.70	10.52	1531.0	-	0.674	-	.759	-	-	2.5	2.5	8.00
	0.60	13.21	1530.0	-	0.865	-	.759	-	-	2.5	2.5	8.00
	0.50	16.40	1474.0	-	1.113	-	.759	-	-	3.0	3.0	8.00
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 0	1.00	1.40	0.	-	-	-	.670	-	-	5.0	1.40	12.50
	0.95	1.97	563.0	-	0.350	-	.670	-	-	3.1	8.6	10.00
	0.90	2.58	725.0	-	0.360	-	.670	-	-	2.0	2.4	6.7
	0.80	3.90	867.0	-	0.450	-	.670	-	-	1.3	1.3	10.00
	0.70	5.36	899.0	-	0.600	-	.670	-	-	1.4	1.4	5.5
	0.60	6.96	875.0	-	0.800	-	.670	-	-	1.5	1.5	10.00
	0.50	8.70	823.0	-	1.060	-	.670	-	-	2.2	2.31	5.4
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8	3.01	10.00
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	2.1	6.1
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 1	1.00	2.10	0.	-	-	-	.694	-	-	6.0	2.10	35.00
	0.95	3.10	1033.0	-	0.300	0.121	.694	3.0	3.0	3.0	3.0	6.0
	0.90	4.30	1353.0	-	0.318	0.026	.694	3.0	3.0	14.0	3.0	6.0
	0.80	7.00	1680.0	-	0.417	0.122	.694	4.0	4.0	24.0	3.0	6.0
	0.70	10.00	1801.0	-	0.555	0.158	.694	1.00	5.0	35.0	8.0	6.0
	0.60	13.30	1792.0	-	0.742	0.206	.694	1.20	8.0	4.65	3.0	6.0
	0.50	16.80	1706.0	-	0.985	0.261	.694	1.90	10.0	5.90	3.0	7.5
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 2	1.00	2.25	0.	-	-	-	.717	-	-	7.0	2.25	10.50
	0.95	3.23	809.1	-	0.399	0.185	.717	1.0	1.0	2.6	2.2	6.5
	0.90	4.26	1103.6	-	0.386	0.163	.717	3.0	3.0	3.5	3.0	7.0
	0.80	6.51	1405.3	-	0.463	0.192	.717	5.0	5.0	9.0	2.2	7.0
	0.70	9.01	1531.7	-	0.588	0.229	.717	5.0	7.0	17.6	2.2	7.0
	0.60	11.73	1561.2	-	0.751	0.263	.717	1.20	14.0	2.93	2.2	7.0
	0.50	14.70	1526.2	-	0.963	0.267	.717	1.70	20.0	4.47	2.2	7.0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SURVEY N.C.	r/R	t	1		t/1	f/1	PITCH RATIO		R <sub>L</sub> <sub>B</sub> (M/M)	R <sub>t</sub> <sub>B</sub> (M/M)	F	φ <sub>T</sub> (M/M)	t <sub>T</sub> (M/M)
			(M/M)	(M/M)			(M/M)	(M/M)					
5 3	1.00	1.95	0.	-	-	-	• 654	-	-	-	6.0	1.95	1.000
	0.95	3.04	69.40	• 0438	• 0201	• 654	• 654	2.0	2.0	2.0	6.0	6.0	9.00
	0.90	4.19	94.70	• 0442	• 0203	• 654	• 654	2.0	2.0	2.0	6.0	6.0	9.00
	0.80	6.64	120.60	• 0551	• 0235	• 654	• 654	5.0	5.0	9.2	2.0	2.0	12.00
	0.70	9.29	131.50	• 0706	• 0280	• 654	• 654	6.0	6.0	18.1	2.0	2.0	12.00
	0.60	12.16	134.00	• 0907	• 0328	• 654	• 654	10.0	10.0	30.4	2.0	2.0	12.00
	0.50	15.23	131.00	• 1163	• 0330	• 654	• 654	2.50	2.50	4.63	2.0	2.0	12.00
5 4	1.00	2.00	0.	-	-	-	• 706	-	-	-	8.0	2.00	38.00
	0.95	3.88	124.50	• 0312	• 0121	• 706	• 706	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	15.00
	0.90	5.75	157.60	• 0365	• 0155	• 706	• 706	3.0	3.0	3.0	10.0	10.0	15.00
	0.80	95.0	185.50	• 0512	• 0224	• 706	• 706	5.0	5.0	7.8	3.0	3.0	15.00
	0.70	132.5	191.00	• 0694	• 0272	• 706	• 706	1.00	1.00	2.12	5.0	5.0	15.00
	0.60	170.0	186.20	• 0915	• 0320	• 706	• 706	2.00	2.00	4.17	3.0	3.0	15.00
	0.50	207.5	175.80	• 1180	• 0378	• 706	• 706	3.00	3.00	6.12	3.0	3.0	15.00
5 5	1.00	14.0	0.	-	-	-	• 738	-	-	-	0.	1.40	120.0
	0.95	2.28	54.80	• 0416	• 0208	• 738	• 738	1.0	1.0	1.4	2.0	2.0	120.0
	0.90	3.16	69.30	• 0456	• 0228	• 738	• 738	1.0	1.0	2.7	2.0	2.0	120.0
	0.80	4.92	85.00	• 0579	• 0255	• 738	• 738	2.5	2.5	8.4	2.0	2.0	120.0
	0.70	6.68	91.50	• 0730	• 0301	• 738	• 738	4.5	4.5	18.7	2.0	2.0	120.0
	0.60	84.4	92.00	• 0917	• 0359	• 738	• 738	5.0	5.0	28.7	2.0	2.0	120.0
	0.50	102.0	90.30	• 1130	• 0437	• 740	• 740	8.5	8.5	35.7	2.0	2.0	120.0
5 6	1.00	1.65	0.	-	-	-	• 943	-	-	-	-	5.0	1.65
	0.95	2.60	584.0	• 0445	• 0223	• 943	• 943	0.2	0.2	0.	1.3	1.3	75.0
	0.90	3.54	775.0	• 0457	• 0229	• 943	• 943	0.2	0.2	0.	5.0	5.0	100.0
	0.80	54.4	964.0	• 0564	• 0282	• 943	• 943	0.2	0.2	0.	5.0	5.0	100.0
	0.70	73.3	1051.0	• 0697	• 0318	• 943	• 943	7.0	7.0	1.17	1.8	1.8	100.0
	0.60	9.23	1071.0	• 0862	• 0367	• 943	• 943	7.0	7.0	22.6	1.8	1.8	100.0
	0.50	111.2	1054.0	• 1055	• 0409	• 943	• 943	10.0	10.0	32.8	1.8	1.8	100.0
5 7	1.00	27.0	0.	-	-	-	• 754	-	-	-	-	7.5	27.0
	0.95	3.68	865.0	• 0425	• 0185	• 754	• 754	1.5	1.5	3.0	2.3	2.3	70.0
	0.90	4.75	1172.0	• 0403	• 0187	• 754	• 754	3.0	3.0	3.8	2.3	2.3	75.0
	0.80	7.14	1502.0	• 0475	• 0199	• 754	• 754	6.0	6.0	9.9	2.3	2.3	75.0
	0.70	9.88	1637.0	• 0604	• 0244	• 754	• 754	8.0	10.0	1.93	2.3	2.3	75.0
	0.60	12.96	1668.0	• 0777	• 0282	• 754	• 754	10.0	12.0	3.24	2.3	2.3	75.0
	0.50	163.9	1631.0	• 1005	• 0288	• 754	• 754	15.0	18.0	4.98	2.3	2.3	75.0
5 8	1.00	25.0	0.	-	-	-	• 742	-	-	-	-	7.0	112.5
	0.95	3.54	912.0	• 0388	• 0154	• 742	• 742	1.0	1.0	2.9	2.2	2.2	65.0
	0.90	4.64	1210.0	• 0383	• 0157	• 742	• 742	2.0	2.0	5.0	3.8	3.8	70.0
	0.80	7.04	1505.0	• 0468	• 0199	• 742	• 742	5.0	5.0	5.0	9.8	9.8	70.0
	0.70	9.71	1641.0	• 0592	• 0219	• 742	• 742	5.0	7.0	10.0	1.89	1.89	70.0
	0.60	126.4	1673.0	• 0756	• 0263	• 742	• 742	10.0	12.0	12.0	3.16	3.16	70.0
	0.50	158.4	1645.0	• 0963	• 0255	• 742	• 742	18.0	22.5	4.82	2.2	2.2	70.0

SURVEY NO.	r/R	t (M/M)	1 (M/M)	f/1	t/1	R <sub>L</sub> B (M/M)	PITCH RATIO	R <sub>L</sub> F (M/M)	F (M/M)	$\phi_T$ (M/M)	t <sub>T</sub> (M/M)	R <sub>T</sub> (M/M)	B <sub>T</sub> (M/M)			
5.9	1.00	2.20	0.	-	0.123	0.0321	465.0	106.0	0.0321	0.0123	0.675	6.75	-	6.0	22.0	200.0
	0.95	3.40	0.	-	0.0330	0.0100	615.0	139.4	0.0330	0.0100	0.675	6.75	3.0	3.0	6.0	120.0
	0.90	4.60	0.	-	0.0423	0.0126	776.0	175.1	0.0423	0.0126	0.675	6.75	4.0	4.0	6.0	120.0
	0.80	7.40	0.	-	0.0556	0.0158	1871.0	1871.0	0.0556	0.0158	0.675	6.75	6.0	6.0	6.0	120.0
	0.70	10.40	0.	-	0.0742	0.0202	1859.0	1859.0	0.0742	0.0202	0.675	6.75	8.0	8.0	6.0	120.0
	0.60	13.80	0.	-	0.0981	0.0259	1773.0	1773.0	0.0981	0.0259	0.675	6.75	10.0	10.0	6.5	120.0
	0.50	17.40	0.	-											8.0	150.0
6.0	1.00	1.20	0.	-	0.0376	0.0161	465.0	465.0	0.0376	0.0161	0.652	6.52	-	-	6.0	60.0
	0.95	17.5	0.	-	0.0382	0.0183	615.0	615.0	0.0382	0.0183	0.652	6.52	2.0	2.0	2.5	75.0
	0.90	23.5	0.	-	0.0464	0.0196	776.0	776.0	0.0464	0.0196	0.652	6.52	2.1	2.1	3.8	75.0
	0.80	3.60	0.	-	0.0600	0.0244	833.0	833.0	0.0600	0.0244	0.652	6.52	3.0	3.0	5.0	75.0
	0.70	5.00	0.	-	0.0785	0.0308	328.0	328.0	0.0785	0.0308	0.652	6.52	2.5	2.5	5.0	75.0
	0.60	6.50	0.	-	0.1028	0.0393	788.0	788.0	0.1028	0.0393	0.652	6.52	3.0	3.0	5.0	75.0
	0.50	8.10	0.	-											5.0	75.0
6.2	1.00	1.90	0.	-	0.0348	0.0150	894.0	894.0	0.0348	0.0150	0.660	6.60	-	-	7.0	180.0
	0.95	3.11	0.	-	0.0364	0.0150	1200.0	1200.0	0.0364	0.0150	0.660	6.60	2.0	2.0	3.7	70.0
	0.90	4.57	0.	-	0.0478	0.0163	1480.0	1480.0	0.0478	0.0163	0.660	6.60	2.0	2.0	5.3	70.0
	0.80	7.08	0.	-	0.0641	0.0201	1560.0	1560.0	0.0641	0.0201	0.660	6.60	4.7	4.7	4.8	70.0
	0.70	10.00	0.	-	0.0850	0.0264	1552.0	1552.0	0.0850	0.0264	0.660	6.60	5.9	5.9	5.0	70.0
	0.60	13.19	0.	-	0.1116	0.0316	1487.0	1487.0	0.1116	0.0316	0.660	6.60	9.9	9.9	6.1	70.0
	0.50	16.60	0.	-											2.0	70.0
															7.5	70.0
6.3	1.00	2.30	0.	-	0.0440	0.0202	795.9	795.9	0.0440	0.0202	0.721	7.21	-	-	7.0	105.0
	0.95	3.50	0.	-	0.0440	0.0202	1085.6	1382.4	0.0440	0.0202	0.721	7.21	2.0	2.0	2.5	105.0
	0.90	4.78	0.	-	0.0548	0.0234	1506.7	1506.7	0.0548	0.0234	0.721	7.21	3.0	3.0	3.9	105.0
	0.80	7.57	0.	-	0.0708	0.0280	1535.7	1535.7	0.0708	0.0280	0.721	7.21	5.0	5.0	5.0	140.0
	0.70	10.66	0.	-	0.0916	0.0345	1501.3	1501.3	0.0916	0.0345	0.721	7.21	10.0	10.0	10.5	140.0
	0.60	14.06	0.	-	0.1183	0.0336	1776.0	1776.0	0.1183	0.0336	0.721	7.21	20.0	20.0	23.5	140.0
	0.50	17.76	0.	-											30.0	22.9

TABLE 4 - 3 - 9

## APPROXIMATE RECORD OF VOYAGE

## Notes and abbreviations

ANNUAL NAV. RATE	....	(Annual days of navigation/365) x 100%
DISP. RANK	....	Every figure in this column shows medium value of displacement voyaged in % of full load displacement, which covers ship's condition (see below)
		(figure in col.)
		100. .... 90% of F.L. DispL < DispL. Voyaged ≤ 100% of F.L. DispL.
		90. .... 80 " "
		80. .... 60 " "
		60. .... 40 " "
		40. .... 40 " "
NAVI. RATE	....	Rate of days of navigation on concerned condition to annual days of navigation
d (A.P.) MEAN	....	Mean draught at A.P.

SURVEY NO.	MAIN NAVIGATION ROUTE	ANNUAL NAV. RATE (%)	DISPLT. RANK (%)	NAV. RATE (%)	OUTPUT (PS)	RPM MEAN	VS MEAN (KN)	d (A.P.) MEAN (M)
1	ESPAINAS-AFRICA NORTHWEST FISHINGLAND	80.	80.	24.	1500.	225.	120.	5.35
2	WEST VOYAGE ROUND THE WORLD-N.Y. PHILIPPINE	66.	100.	51.	9700.	111.	18.0	5.25
4	JAPAN-NEW YORK/PHILIPPINES	85.	80.	50.	11050.	118.	20.0	9.00
5	JAPAN-PERSIAN GULF	88.	100.	51.	11640.	104.	15.8	10.69
15	JAPAN-ATLANTIC OCEAN/JAPAN-NORTH PACIFIC OCEAN	86.	90.	84.	2780.	225.	16.2	7.61
16	COAST OF OKINAWA	33.	80.	74.	1150.	205.	12.0	5.70
17	JAPAN-SOUTHEAST ASIA	85.	100.	50.	2080.	236.	13.0	4.23
18	JAPAN-LAS. PALMAS	82.	100.	69.	1900.	236.	13.5	6.52
23	JAPAN-PERSIAN GULF	87.	100.	51.	7275.	103.	14.4	9.98
24	JAPAN-PERSIAN GULF	82.	100.	51.	7215.	104.	12.5	3.70
25	WEST VOYAGE ROUND THE WORLD-N.Y. PHILIPPINE	66.	10.	51.	9700.	111.	18.5	8.00
27	JAPAN-PERSIAN GULF	87.	100.	53.	18700.	110.	17.0	9.42
28	JAPAN-PERSIAN GULF	85.	100.	55.	12000.	103.	15.8	114.24
32	YOKOHAMA/SAN. FRANCISCO/PANAMA/NEW YORK	66.	90.	21.	10050.	106.	16.9	9.15
33	ROUND THE WORLD	90.	100.	00.	7200.	118.	16.0	8.40
34	JAPAN-NORTH AMERICA	92.	100.	51.	9520.	110.	14.5	11.02
35	YOKOHAMA/PERSIAN GULF	88.	100.	51.	14710.	103.	16.2	7.50
		80.	49.	22.	9530.	106.	18.7	8.09

SURVEY MAIN NAVIGATION ROUTE  
NO.

SURVEY NO.	MAIN NAVIGATION ROUTE	ANNUAL NAVI. RATE (%)	DISPLT. RANK (%)	NAVI. RANK (%)	OUTPUT MEAN (PS)	RPM MEAN	VS MEAN (KN)	d (A.P.) MEAN (M)
3 6	JAPAN-PERSIAN GULF	8.2	100. 60.	50. 50.	12000. 12000.	102. 102.	14.7 15.4	8.21 11.62
3 8	KEIHIN-HOKKIDO	5.4	100. 40.	51. 49.	1800. 1680.	204. 199.	11.7 11.9	4.10 6.70
4 3	JAPAN-PERSIAN GULF	8.2	100. 60.	50. 49.	15400. 14800.	100. 99.	16.4 16.6	6.63 11.74
4 4	JAPAN-PERSIAN GULF	8.4	100. 40.	51. 49.	14800. 14855.	112. 111.	15.9 16.5	8.07 12.05
4 5	JAPAN-PERSIAN GULF	8.1	100. 40.	52. 48.	25000. 24000.	100. 100.	16.3 17.1	6.71 16.57
4 6	JAPAN-PERSIAN GULF	8.5	100. 60.	50. 49.	15300. 13500.	101. 98.	16.4 16.4	6.50 12.00
4 7	JAPAN-PERSIAN GULF	8.7	100. 60.	52. 48.	-0. -0.	105. 105.	14.5 15.4	7.60 10.61
5 1	JAPAN-PERSIAN GULF	8.5	100. 60.	50. 50.	16060. 16030.	105. 105.	15.9 16.2	8.43 12.19
5 2	JAPAN-INDIA OR INDONESIA	8.0	100. 60.	50. 50.	1400. 1400.	118. 118.	16.0 15.9	7.50 11.49
5 3	JAPAN-INDIA OR INDONESIA	7.1	100. 60.	51. 49.	5940. 5630.	121. 124.	13.0 13.8	5.38 9.19
5 4	JAPAN-PERSIAN GULF	8.6	100. 80.	51. 49.	16750. 16950.	102. 102.	16.0 16.2	8.57 11.85
5 7	JAPAN-PERSIAN GULF	8.0	100. 60.	51. 49.	19000. 19000.	102. 101.	16.4 17.0	14.19 7.50
6 3	TOBATA/CHILE	8.2	100. 60.	50. 50.	13870. 13670.	112. 111.	14.8 15.2	7.44 11.93

表 4.1.2

TABLE 4-3-10  
BUILDER'S COMMENT

SURVEY NO.	COMMENT
2	RECORD OF VOYAGE IS ESTIMATED BY THE BUILDER FROM RECORDS OF SIMILAR SHIPS ON THE SAME ROUTE. STRAIGHT LINE IS ADOPTED FOR BACK AT TRAILING EDGE (I.E. R=INFINITE EXCEPT $R=1.0$ )
3	BLADE EDGE THICKNESS AT .95R, .9R, .8R, .7R AND .6R HAVE BEEN INCREASED AS COMPARED WITH ORIGINAL. (AT .95R, .9R AND .8R ***** BOTH EDGES) AT .7R AND .6R ***** TRAILING EDGE)
21	DETAIL DIMENSIONS OF BLADE SECTIONS FROM .6R TO TIP HAVE BEEN DECIDED IN ACCORDANCE WITH BUILDER'S PRACTICE. WASH BACK HAS BEEN ADOPTED FROM ROOT TO .25R.
25	ITEM 7TH IS ESTIMATED ROUGHLY FROM THE DATA OF SIMILAR SHIPS ON THE WEST VOYAGE ROUND THE WORLD
47	DETAIL DIMENSIONS OF BLADE SECTIONS FROM .6R TO TIP HAVE BEEN DECIDED IN ACCORDANCE WITH BUILDER'S PRACTICE. WASH BACK HAS BEEN ADOPTED ON BLADE SECTIONS FROM ROOT TO .3R.

## RESULTS OF CAVITATION CHECK CALCULATIONS AND KIND OF DAMAGE

Burrill ( upper limit , merchant propeller ; for all type sections )

$$\sigma_D = \frac{(P - e)}{\frac{1}{2} \rho V^2} \quad \dots \dots \text{ at } 0.7 R$$

$$\tau_D = \frac{T/A_p}{\frac{1}{2} \rho V^2} \quad \dots \dots \text{ at } 0.7 R$$

$a_{EC}/a_{ED} = \tau/\tau_{critical}$  ... ratio of critical expanded area ratio to designed expanded area ratio

$$N_c = 60 \sqrt{\frac{2(P - e)}{\rho D_p^2 \{ J^2 4\pi^2 (0.7)^2 \} \sigma_{critical}}} \quad \dots \text{ critical number of revolution}$$

P = static pressure at centre line of propeller shaft, in kg/m<sup>2</sup>

e = vapour pressure, 200 kg/m<sup>2</sup>

v = inflow velocity of water into propeller blade, in m/sec

$$v^2 = v_a^2 + (0.7 \cdot \pi \cdot n \cdot D_p)^2$$

$v_a = V_s (1 - W_s)$ , in m/sec

n = number of revolutions of propeller per sec.

D<sub>p</sub> = propeller diameter, in m

T = thrust generated by propeller, in kg

A<sub>p</sub> = projected area of propeller, in m<sup>2</sup>

$\rho$  = density of sea water, 104.5 kg.sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

J = advance coefficient,  $V_a/n \cdot D_p$

$a_{EC}$  = critical expanded area ratio

$a_{ED}$  = designed expanded area ratio

N = designed number of revolution

Eggert;

Nc ..... Critical number of revolution

$$Nc = \frac{0.635}{Dp} \sqrt{\frac{H}{(a+c) \cdot k}} \frac{(1.0+4b)}{(a+c) \cdot k}$$

$$a = \frac{h_{eq}s}{2\pi k}, \quad k = 1.0 \left( -\frac{h_{eq}}{\pi c} \right)^2 \left( 1.0 - \frac{s}{2} \right)$$

$$h_{eq} = (\text{Pitch at } 0.9R) / (0.9Dp)$$

H = absolute pressure at the centre of propeller, in  $m(Aq)$

s = real slip ratio

$$c = m(t/l)\alpha\sigma$$

$m = 1.0 \dots \dots$  for circular back section

$m = 0.75 \dots \dots$  for aerofoil section

t = maximum blade thickness in  $m$

l = chord length of the section in  $m$

Nakajima;

Nc ..... Critical number of revolution

$$Nc = 60 \sqrt{\frac{P - e}{\frac{1}{2} \rho D_p^2 \{ J^2 + \pi^2 (\frac{r}{R})^2 \} \sigma}}$$

correlation between  $\sigma$  and lift coefficient  $C_L$

. for circular back section .....

$$x = \sigma + 0.03 - 6.6 t/l$$

$$Y_0 = C_L + 0.03 - 4.6 t/l$$

$$Y_1 = Y_0 / (20t/l)$$

if  $Y_0 > 0$ ,  $x = \sum_{i=1}^8 \text{and } Y_1^n \dots \text{back cavitation, symbol B in column (s)}$

if  $Y_0 < 0$      $x = \sum_{n=1}^{10} a_n Y_0^n \dots$  face cavitation, symbol F in column (s)

. for aerofoil section .....

$$x = \sigma + 0.05 - 6.6 t/1$$

$$Y_0 = C_L + 0.09 - 4.6 t/1$$

$$Y_1 = Y_0 / (20 t/1)$$

if  $Y_0 > 0$ ,     $x = \sum_{n=1}^6 a_n Y_1^n \dots$  back cavitation, symbol B in column (s)

if  $Y_0 < 0$ ,     $x = -3.59 Y_0 \dots$  face cavitation, symbol F in column (s)

$$C_L = \frac{a \left( \tan^{-1} \frac{h}{\pi(r/R)} - \tan^{-1} \frac{J}{\pi(r/R)} + m \frac{t}{1} \right)}{1.0 + C_E \cdot 1/D_p}$$

h ... pitch ratio at concerning blade section

a ... 5.15 (circular back), 5.46 (aerofoil)

J ... advance coefficient =  $V_a/n.D_p$

E, C ... factors for effect of finite number of blades (Table-A)  
 $a_{m1}, a_{m2}, a_{ns} \dots$  coefficient (Table-B)

Lerbs-Schoenherr;

$$K_C = \frac{(P_T - e) A_e}{\rho n^2 D_p^4}$$

$P_T$  = minimum static pressure at propeller blade tip, in kg/m<sup>2</sup>

$A_e$  = expanded area of propeller, in m<sup>2</sup>

$a_{EC}$  = critical expanded area ratio

( TABLE A, continued )

COEFFICIENTS C, E

$r/R_{\text{CRAFT}}$	z	6 - BLADES		5 - BLADES		4 - BLADES		3 - BLADES		2 - BLADES	
		C	E	C	E	C	E	C	E	C	E
0.9	C	2.74		2.28		1.83		1.37		0.91	
	E	$2.739 + 1.154/J + 0.267/J^2$	$3.175 + 1.199/J + 0.219/J^2$	$3.539 + 1.589/J + 0.088/J^2$	$3.680 + 2.612/J - 0.168/J^2$	$3.410 + 4.610/J - 0.550/J^2$					
0.8	C	3.14		2.62		2.09		1.57		1.05	
	E	$0.976 + 1.794/J + 0.135/J^2$	$1.331 + 1.530/J + 0.186/J^2$	$1.883 + 1.162/J + 0.241/J^2$	$2.662 + 0.885/J + 0.261/J^2$	$3.450 + 1.249/J + 0.101/J^2$					
0.7	C	3.65		3.04		2.44		1.63		1.22	
	E	$0.567 + 1.832/J + 0.067/J^2$	$0.699 + 1.719/J + 0.090/J^2$	$0.974 + 1.495/J + 0.134/J^2$	$1.542 + 1.089/J + 0.206/J^2$	$2.580 + 0.617/J + 0.255/J^2$					
0.6	C	4.32		3.60		2.88		2.16		1.44	
	E	$0.527 + 1.575/J + 0.054/J^2$	$0.568 + 1.539/J + 0.060/J^2$	$0.678 + 1.443/J + 0.081/J^2$	$0.980 + 1.196/J + 0.130/J^2$	$1.780 + 0.650/J + 0.223/J^2$					

(Note : For aerofoil-section coefficient C should be multiplied by 1.06 )

( TABLE B )

COEFFICIENTS  $a_{n1}, a_{n2}, a_{n3}$ 

$a_{11} = 0.10987082 \times 10^1$	$a_{12} = -0.25666607 \times 10^3$	$a_{13} = 0.11066815 \times 10^1$
$a_{21} = -0.73502447 \times 10^2$	$a_{22} = -0.82475176 \times 10^5$	$a_{23} = -0.52030226 \times 10^1$
$a_{31} = 0.33408976 \times 10^4$	$a_{32} = -0.14697101 \times 10^8$	$a_{33} = 0.31490421 \times 10^3$
$a_{41} = -0.72536227 \times 10^5$	$a_{42} = -0.15513395 \times 10^{10}$	$a_{43} = -0.52287647 \times 10^4$
$a_{51} = 0.84916486 \times 10^6$	$a_{52} = -0.10229889 \times 10^{12}$	$a_{53} = 0.38240104 \times 10^5$
$a_{61} = -0.54413674 \times 10^7$	$a_{62} = -0.43200034 \times 10^{13}$	$a_{63} = -0.89862488 \times 10^5$
$a_{71} = 0.17932471 \times 10^8$	$a_{72} = -0.11664307 \times 10^{15}$	
$a_{81} = -0.23628956 \times 10^8$	$a_{82} = -0.19451635 \times 10^{16}$	
	$a_{92} = -0.18229310 \times 10^{17}$	
	$a_{102} = -0.73361178 \times 10^{17}$	

**DATE SURVEY . . .** Date when damage was detected

**DATE LAST DOCK . . .** The latest docking date of ship before survey

**KIND OF DAMAGE . . .** Symbol for kind and position of damage detected  
(symbol) (kind and position)

- B1 .... bent trailing edge (incl. tip) toward face
- B2 .... bent leading edge ( " ) toward back
- D1 .... erosion on back (tip and adjacent part of trailing edge )
- D2 .... erosion on face (tip and adjacent part of leading edge )
- D .... erosion on back

SURVEY  
NO.

No.	$\sigma_B$	$\tau_D$	(0.7 R)			BURRILL			EGGER I		
			$\alpha_{BC}/\alpha_{BD}$		$N_c - N$	$N_c/N$		$N_c - N$	$N_c/N$		$N_c/N$
			$N_c$	$N_c/N$	$N_c - N$	$N_c$	$N_c/N$	$N_c - N$	$N_c$	$N_c/N$	$N_c/N$
1	0.411	0.173	1.067	-13.51	0.946	228.78	-21.22	0.915			
	0.668	0.277	1.286	144.87	1.724	191.66	-8.34	0.958			
2	0.426	0.185	1.112	-10.42	0.912	117.74	-9.26	0.98			
3	0.367	0.193	1.274	-25.23	0.815	130.97	-5.53	0.960			
4	0.435	0.197	1.173	-15.62	0.874	131.02	7.02	1.057			
5	0.426	0.179	1.075	-7.16	0.939	114.50	-2.50	0.979			
7	0.436	0.202	1.200	-17.15	0.859	125.12	3.62	1.050			
9	0.474	0.209	1.183	-16.49	0.871	137.72	9.72	1.076			
10	0.455	0.230	1.336	-26.08	0.783	120.13	0.13	1.001			
13	0.488	0.181	1.007	-0.92	0.924	166.22	15.22	1.101			
15	0.334	0.171	1.197	-34.40	0.862	223.81	-26.19	0.895			
16	0.506	0.193	1.054	-9.11	0.957	228.10	15.10	1.071			
17	0.388	0.170	1.085	-16.57	0.934	242.89	-7.11	0.972			
18	0.365	0.155	1.023	-4.33	0.982	247.34	7.34	1.031			
21	0.347	0.180	1.231	-36.70	0.840	203.95	-26.05	0.887			
23	0.499	0.180	0.990	1.04	1.009	130.33	17.33	1.153			
24	0.436	0.179	1.066	-6.07	0.946	109.96	10.96	1.077			
25	0.472	0.215	1.223	-18.10	0.847	121.92	3.92	1.033			
27	0.468	0.161	0.919	8.71	1.075	125.04	9.04	1.078			
28	0.418	0.173	1.053	-5.04	0.956	109.67	-5.53	0.954			
29	0.383	0.186	1.193	-39.12	0.860	317.28	37.28	1.133			
30	0.478	0.193	1.089	-12.71	0.930	191.34	9.34	1.051			
32	0.446	0.224	1.315	-24.57	0.795	116.93	-3.07	0.974			
33	0.635	0.207	0.981	2.03	1.016	168.36	43.36	1.347			
34	0.494	0.189	1.046	-4.64	0.961	125.71	5.71	1.043			
35	0.446	0.181	1.061	-5.56	0.950	113.56	2.56	1.023			
36	0.435	0.208	1.236	-12.73	0.839	113.78	-3.42	0.931			

STIRVITY

BURRILL - - - - -

← - - - - E G G E R T - - - - →

No.	$\sigma_D$	$\tau_D$	$(0.7 R)$		$N_c / N$				
			$e_B c / \alpha_{E,D}$	$N_c / N$					
37	0.401	0.164	1.024	-2.33	0.981	1.3338	1.111	1.338	1.111
38	0.420	0.206	1.250	-3.822	0.850	2.1431	-1.069	-1.069	0.953
39	0.409	0.184	1.136	-1.370	0.896	1.2940	-2.60	-2.60	0.980
40	0.406	0.188	1.168	-3.116	0.875	2.4543	-4.57	-4.57	0.982
41	0.547	0.237	1.236	-2.141	0.854	1.4433	1.533	1.533	1.119
42	0.489	0.190	1.054	-6.03	0.955	1.5327	1.827	1.827	1.135
43	0.489	0.195	1.085	-6.90	0.954	1.0863	3.63	3.63	1.035
44	0.438	0.182	1.079	-7.64	0.936	1.1387	-5.13	-5.13	0.957
45	0.495	0.201	1.111	-8.68	0.918	1.0563	-0.32	-0.32	0.997
46	0.495	0.188	1.039	-3.45	0.967	1.1227	7.27	7.27	1.069
47	0.349	0.182	1.236	-1.936	0.837	1.068	-1.232	-1.232	0.897
48	0.463	0.216	1.239	-3.984	0.857	2.3589	-9.11	-9.11	0.963
49	0.542	0.194	1.015	-1.28	0.989	1.2152	8.52	8.52	1.075
50	0.423	0.170	1.028	-4.74	0.976	2.1338	1.338	1.338	1.067
51	0.438	0.188	1.115	-1.031	0.910	1.1784	3.84	3.84	1.034
52	0.420	0.185	1.125	-1.227	0.903	1.2196	-4.24	-4.24	0.966
53	0.450	0.185	1.080	-8.68	0.936	1.3968	4.68	4.68	1.035
54	0.430	0.177	1.058	-5.31	0.952	1.1094	0.94	0.94	1.009
55	0.466	0.214	1.227	-2.957	0.844	1.8641	-3.59	-3.59	0.981
56	0.594	0.202	0.997	0.25	1.002	1.5175	2.475	2.475	1.195
57	0.500	0.199	1.092	-7.35	0.931	1.0988	3.68	3.68	1.035
58	0.445	0.180	1.057	-5.20	0.953	1.1345	2.45	2.45	1.022
59	0.415	0.176	1.080	-7.54	0.936	1.1387	-0.13	-0.13	0.999
60	0.380	0.191	1.231	-4.056	0.838	2.2881	-2.119	-2.119	0.915
62	0.441	0.169	1.001	-0.11	0.999	1.2911	1.011	1.011	1.085
63	0.464	0.198	1.137	-1.218	0.899	1.1369	-6.31	-6.31	0.941

NO.	SURVEY		NAKAJIMA		NAKAYAMA		NAKAGAWA		NAKAMURA		NAKANO	
	Nc	(S)	Nc/N	(S)	Nc/N	(S)	Nc/N	(S)	Nc/N	(S)	Nc/N	Nc
1	150.36-F	-9.64	0.601	128.95-F	-121.05	0.516	183.07-F	-66.93	0.732	174.18-F	-75.82	0.697
	117.09-F	-8.291	0.585	117.28-F	-82.72	0.586	167.54-F	-52.46	0.838	163.66-F	-36.34	0.818
2	111.88-B	-6.12	0.948	77.74-F	-4.026	0.659	101.33-F	-16.67	0.859	93.02-F	-24.98	0.788
3	85.35-F	-5.115	0.625	86.71-F	-49.79	0.635	113.56-F	-22.94	0.832	104.06-F	-32.44	0.762
4	126.94-B	2.94	1.624	129.48-B	5.48	1.044	130.39-B	6.39	1.052	119.69-F	-4.31	0.965
5	120.19-B	3.19	1.027	81.29-F	-35.71	0.695	112.48-F	-45.2	0.961	100.58-F	-16.42	0.860
7	120.60-B	-0.90	0.993	129.34-B	7.54	1.062	125.85-B	4.35	1.036	138.02-B	1.652	1.136
9	88.52-F	-39.48	0.692	90.87-F	-37.13	0.710	107.73-F	-20.27	0.842	98.36-F	-29.64	0.768
10	118.74-B	-1.26	0.989	120.68-B	0.68	1.006	121.81-B	1.81	1.015	115.03-F	-4.97	0.959
13	168.89-B	1.789	1.118	110.69-F	-4.031	0.733	142.97-F	-80.5	0.947	131.57-F	-1.843	0.871
15	144.88-F	-105.12	0.580	151.19-F	-98.81	0.605	185.09-F	-64.91	0.740	171.82-F	-78.18	0.687
16	144.37-F	-68.63	0.678	155.92-F	-57.08	0.732	205.15-F	-7.85	0.963	192.06-F	-20.94	0.902
17	150.40-F	-9.60	0.602	129.82-F	-120.18	0.519	177.85-F	-72.15	0.711	167.59-F	-82.41	0.670
18	262.73-B	2.973	1.124	165.09-F	-74.91	0.688	265.27-F	25.27	1.105	223.20-F	-16.80	0.930
21	137.38-F	-92.62	0.597	132.76-F	-90.24	0.608	174.81-F	-55.19	0.760	163.97-F	-6.603	0.713
23	78.92-F	-34.08	0.698	83.62-F	-29.38	0.740	100.02-F	-12.98	0.885	107.44-F	-5.56	0.951
24	73.81-F	-38.69	0.656	75.95-F	-36.55	0.675	89.28-F	-23.22	0.794	82.91-F	-29.59	0.737
25	119.25-B	1.25	1.011	120.70-B	2.70	1.023	121.35-B	3.35	1.028	116.64-F	-1.36	0.988
27	136.48-B	2.048	1.177	87.26-F	-28.74	0.752	126.57-F	10.57	1.091	109.53-F	-6.47	0.944
28	72.05-F	-42.95	0.627	76.15-F	-38.85	0.662	89.24-F	-25.76	0.776	82.47-F	-32.53	0.717
29	164.34-F	-115.66	0.587	172.36-F	-107.64	0.616	198.01-F	-81.99	0.707	189.20-F	-9.080	0.676
30	196.92-B	1.492	1.082	133.86-F	-48.14	0.735	176.87-F	-51.15	0.972	152.49-F	-29.51	0.838
32	116.19-B	-3.81	0.968	119.61-B	-3.39	0.997	120.18-B	0.18	1.002	127.82-B	7.82	1.065
33	105.53-F	-19.47	0.844	104.79-F	-20.21	0.838	143.15-F	12.15	1.145	127.07-F	2.07	1.017
34	128.04-B	8.04	1.067	86.71-F	-33.29	0.723	104.80-F	-15.20	0.873	95.68-F	-24.52	0.797
35	115.55-B	4.55	1.041	77.82-F	-53.18	0.701	103.25-F	-7.77	0.930	94.35-F	-16.65	0.850
36	130.23-B	8.03	1.066	86.09-F	-36.11	0.705	113.71-F	-8.49	0.931	104.29-F	-17.91	0.853

SURVEY		NAKAJIMA											
NO.	Nc	Nc - N		Nc / N		Nc - N		Nc / N		Nc - N		Nc / N	
		Nc	(S)	Nc	(N)	Nc	(S)	Nc	(N)	Nc	(S)	Nc	(N)
3 7	1374.0-B	17.40	1.145	84.34-F	-35.66	0.703	124.61-F	4.61	1.038	105.01-F	-14.99	0.875	
3 8	231.96-B	6.96	1.031	152.29-F	-72.71	0.677	191.72-F	-3.328	0.852	176.50-F	-48.50	0.784	
3 9	83.00-F	-4.900	0.629	86.56-F	-45.44	0.656	109.74-F	-22.26	0.831	102.45-F	-29.55	0.776	
4 0	263.48-B	13.48	1.054	170.05-F	-79.95	0.680	232.11-F	-17.89	0.928	231.41-F	-18.59	0.926	
4 1	145.47-B	16.47	1.128	157.86-B	28.86	1.224	157.08-B	26.08	1.218	169.76-B	40.76	1.316	
4 2	153.76-B	18.76	1.139	100.30-F	-34.70	0.743	140.71-F	5.71	1.042	124.07-F	-10.93	0.919	
4 3	116.13-B	11.13	1.106	78.22-F	-26.78	0.745	109.35-F	4.35	1.041	95.92-F	-9.08	0.913	
4 4	128.60-B	9.60	1.081	84.42-F	-34.58	0.709	113.53-F	-5.47	0.954	100.65-F	-18.35	0.846	
4 5	115.98-B	9.98	1.094	79.08-F	-26.92	0.746	103.42-F	-2.58	0.976	90.65-F	-15.35	0.855	
4 6	120.85-B	15.85	1.151	126.48-B	21.48	1.205	127.68-B	22.68	1.216	111.82-F	6.82	1.065	
4 7	68.18-F	-50.82	0.573	71.70-F	-47.30	0.603	87.46-F	-31.54	0.735	82.88-F	-36.12	0.696	
4 8	160.81-F	-84.19	0.656	167.24-F	-77.76	0.683	192.70-F	-52.30	0.787	187.86-F	-57.14	0.767	
4 9	129.10-B	16.10	1.142	87.40-F	-25.60	0.773	115.95-F	2.95	1.026	104.4-F	-8.26	0.927	
5 0	221.14-B	21.14	1.106	141.91-F	-58.09	0.710	202.49-F	2.49	1.012	174.17-F	-25.83	0.871	
5 1	129.12-B	15.12	1.133	83.72-F	-30.28	0.734	126.34-F	12.34	1.108	105.21-F	-8.79	0.923	
5 2	130.07-B	3.87	1.031	88.76-F	-37.44	0.703	134.56-F	8.36	1.066	116.62-F	-9.58	0.924	
5 3	93.58-F	-4.42	0.693	93.76-F	-4.124	0.695	116.74-F	-18.26	0.865	107.00-F	-28.00	0.793	
5 4	121.95-B	11.95	1.109	75.87-F	-34.13	0.690	82.74-F	-20.26	0.816	82.12-F	-27.88	0.747	
5 5	192.02-B	2.02	1.011	133.00-F	-57.00	0.700	177.98-F	-12.02	0.937	163.50-F	-26.50	0.861	
5 6	145.65-B	18.65	1.147	146.66-B	19.66	1.155	150.64-B	23.64	1.186	143.15-F	16.15	1.127	
5 7	115.26-B	9.06	1.085	123.53-B	17.13	1.161	126.41-B	20.21	1.190	109.11-F	2.91	1.027	
5 8	118.58-B	7.58	1.068	80.38-F	-30.62	0.724	123.56-F	12.56	1.113	106.28-F	-4.72	0.958	
5 9	126.11-B	12.11	1.106	81.10-F	-32.90	0.711	118.94-F	4.94	1.043	100.67-F	-13.33	0.883	
6 0	248.12-B	-1.88	0.992	166.56-F	-83.44	0.666	240.15-F	-28.5	0.961	202.07-F	-40.93	0.856	
6 2	132.47-B	13.47	1.113	84.91-F	-34.09	0.714	113.51-F	-5.49	0.954	99.40-F	-19.60	0.855	
6 3	122.68-B	2.68	1.022	84.82-F	-5.18	0.707	107.47-F	-12.53	0.896	96.82-F	-23.18	0.807	

SURVEY NO.	J	$K_C$	$a_{EC}/a_{ED}$	$N_C - N$	$N_C/N$	DATE SURVEY		DATE LAST YEAR MON.		DATE DOCK		
						* D 1	* 1964	* 1964	* 1963	* 1963	* 1963	
1	0.390	0.399	0.724	4.388	1.176	*	*	*	*	*	*	
2	0.156	0.624	0.864	1.517	1.076	*	*	*	*	*	*	
3	0.673	0.314	0.834	1.119	1.095	*	B 1	*	1963	7	*	
4	0.471	0.274	0.862	1.054	1.077	*	B 1	*	1963	11	*	
5	0.691	0.376	0.750	1.917	1.155	*	B 1	*	1964	6	*	
6	0.462	0.386	0.806	1.336	1.114	*	B 1	*	1964	11	*	
7	0.666	0.362	0.843	1.085	1.089	*	B 1	*	1963	12	*	
8	0.465	0.314	0.965	2.33	1.018	*	B 1	B 2	*	1964	1	*
9	0.643	0.359	0.836	1.127	1.094	*	B 1	D 1	*	1964	2	*
10	0.459	0.388	0.608	4.262	1.282	*	B 1	*	1964	2	*	
11	0.356	0.299	0.727	4.311	1.172	*	B 1	*	1963	11	*	
12	0.550	0.399	0.621	5.732	1.269	*	B 1	D 1	*	1964	3	*
13	0.409	0.327	0.593	7.466	1.299	*	B 1	*	1964	2	*	
14	0.367	0.356	0.600	6.972	1.290	*	B 1	B 2	*	1964	5	*
15	0.484	0.373	0.599	3.503	1.146	*	B 1	D 1	*	1964	3	*
16	0.453	0.391	0.745	1.787	1.159	*	D 1	*	1964	5	*	
17	0.706	0.380	0.793	1.454	1.123	*	B 1	D 1	*	1964	4	*
18	0.435	0.484	0.674	2.528	1.218	*	B 1	D 1	*	1964	3	*
19	0.385	0.289	0.775	3.809	1.136	*	D 1	*	1964	3	*	
20	0.418	0.355	0.649	4.393	1.241	*	B 2	*	1964	6	*	
21	0.636	0.361	0.909	5.88	1.049	*	B 1	*	1964	4	*	
22	0.806	0.498	0.501	5.168	1.413	*	B 1	D 1	*	1964	9	*
23	0.489	0.454	0.631	3.106	1.259	*	D 1	B 1	*	1964	7	*
24	0.449	0.289	0.289	0.773	1.580	*	D 1	*	1964	3	*	
25	0.534	0.406	0.385	0.775	3.809	*	D 1	*	1964	3	*	
26	0.342	0.449	0.418	0.649	4.393	*	B 2	*	1964	6	*	

SURVEY NO.	J	$K_C$	$\alpha_{EC}/\alpha_{ED}$	$N_C - N$	$N_C/N$	SCHÖENHERR		DATE LAST DOCK*	
						DAMAGE YEAR	KIND OF DAMAGE	YEAR	MON.*
37	0.472	0.351	0.672	26.33	1.219	*	B1 D	1964	5 * 1963 8 *
38	0.360	0.348	0.726	32.13	1.174	*	D1 D2	1964	5 * 1963 4 *
39	0.493	0.266	0.846	1.155	1.088	*	B1	1964	5 * 1963 9 *
40	0.367	0.358	0.650	60.06	1.240	*	D1	1964	7 * 1963 6 *
41	0.469	0.432	0.735	21.46	1.165	*	B1 D1	1964	6 * 1963 5 *
42	0.553	0.381	0.681	28.61	1.212	*	B1	1964	9 * 1964 1 *
43	0.480	0.471	0.741	16.98	1.162	*	D1	1964	10 * 1963 11 *
44	0.431	0.445	0.764	17.13	1.144	*	D1	1964	10 * 1963 5 *
45	0.406	0.463	0.811	11.73	1.111	*	D2	1964	4 * 1963 5 *
46	0.476	0.477	0.732	17.73	1.162	*	D1	1964	11 * 1963 10 *
47	0.433	0.264	0.869	8.68	1.073	*	D1 D2	1964	11 * 1963 10 *
48	0.367	0.335	0.650	58.84	1.240	*	B1	1964	10 * 1963 12 *
49	0.468	0.520	0.655	26.66	1.236	*	D1	1964	9 * 1963 3 *
50	0.455	0.343	0.645	48.97	1.245	*	B1	1964	9 * 1963 10 *
51	0.410	0.424	0.786	14.56	1.128	*	B1 D1	1964	9 * 1963 10 *
52	0.455	0.400	0.830	12.33	1.098	*	D1	1964	12 * 1964 2 *
53	0.440	0.343	0.627	35.46	1.263	*	D1	1964	8 * 1963 7 *
54	0.427	0.414	0.792	13.57	1.123	*	D1	1964	9 * 1963 12 *
55	0.442	0.400	0.718	34.18	1.180	*	B1	1964	9 * 1963 10 *
56	0.732	0.462	0.584	39.21	1.309	*	B1 B2	1963	12 * 1962 9 *
57	0.478	0.446	0.731	18.04	1.170	*	D1	1964	7 * 1964 2 *
58	0.485	0.408	0.749	17.50	1.156	*	D1	1964	11 * 1963 11 *
59	0.390	0.404	0.826	11.40	1.100	*	B1	1964	10 * 1963 11 *
60	0.346	0.338	0.735	41.61	1.166	*	B1	1964	8 * 1963 9 *
62	0.449	0.313	0.691	24.20	1.203	*	B1	1964	11 * 1963 11 *
63	0.407	0.426	0.857	9.60	1.080	*	B1 D1	1965	7 * 1964 6 *

#### 4.3.3 キャビテーション検討計算結果

計算の結果得られた  $\tau_D$  と  $\sigma_D$  を図 4.1 に示す。この図で約半数のプロペラの  $\tau_D$  の値は Burrill の Upper limit と Wageningen の線の中間にあるが、これよりかなり  $\tau_D$  のレベルの高いものがあり、面積が十分でなかつたことが損傷の原因の一つであつたと見ることができる。

図 4.2～4.4 に Burrill 図表、Eggers の式および Lerb's-Schoenherr の方法の 3 方式により得られた  $N_c/N$  の値を、貨物船、油送船、その他について示した。Burrill 図表から得られた  $N_c/N$  の値は、図 4.1 からも想像されることであるが、1、2 の例外を除いて、各プロペラ共 1.0 より小さい値を示し、危険回転数に対する余裕がマイナスである。この計算では Burrill の Upper Limit for All Type Sections の線を用いたのであつて、これより  $\tau_C$  の値が 9～10% ( $\sigma_R = 0.3 \sim 0.6$  において) 高い Wageningen の線を適用すれば、 $N_c/N$  の値はこれより 7～9% 大きくなるが、やはり全体的に余裕が不足であるといえる。Eggers の式から得られた  $N_c/N$  の値は 1.0 の上下にはほぼ等分に分布し、回転数の余裕は -10%～+10% である。なお Burrill 図表による  $N_c/N$  と Eggers の式による  $N_c/N$  との関連を図 4.5 に示したが、Eggers の式による  $N_c$  は Burrill の図表による  $N_c$  の 1.0～1.3 倍の範囲にあるが大半は 1.1 倍前後であることがわかる。

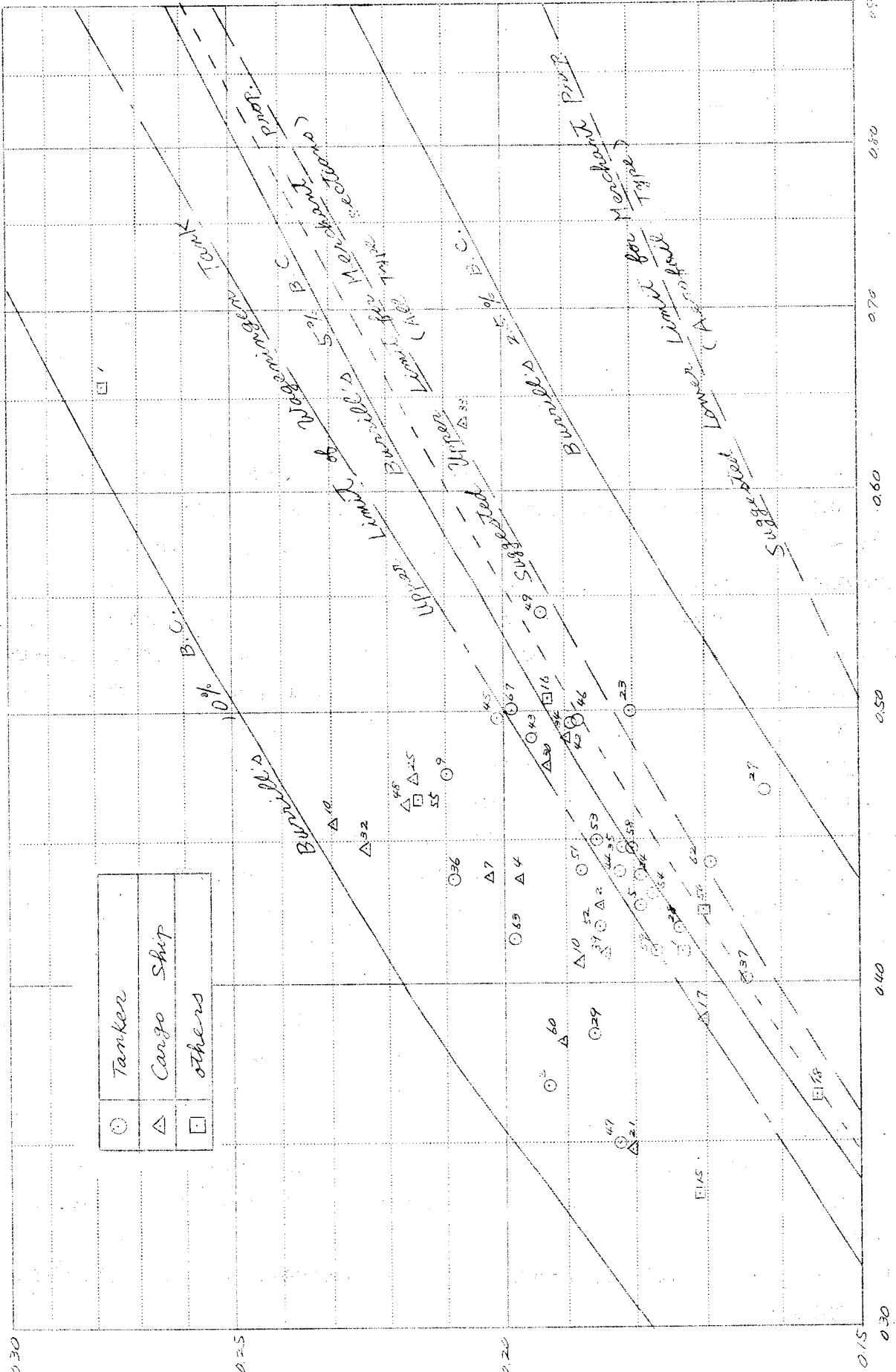
Lerb's-Schoenherr の方法による  $N_c/N$  はいずれも 1.0 より大きく、一見余裕がありそうであるが、この方法により得られた翼面積の 1.3～1.6 倍の面積を採用すべきであるから、 $N_c/N$  の値としては、1.14～1.27 ( $\sqrt{1.3} \sim \sqrt{1.6}$ ) が本来必要であることから見て、やはり大半のプロペラ翼面積の設計値が不十分であつたといえる。

中島の方法で得られた  $N_c/N$  を 0.9 R、0.8 R については図 4.6 に、0.7 R、0.6 R について図 4.7 に示した。

なお、図 4.6 にはプロペラの損傷の種類も記入した。図 4.6 で点線で囲んだものは翼の正面(前進面)にまつ危険回転数があらわれるものであるが、0.9 R、0.8 R のごとく翼の先端部でも  $N_c/N$  の値が 1.0 より低く、正面キャビテーションの発生を示しているのは注意を要する。ただし、この部分の計算では翼断面を円弧状として取扱つたが、実際の翼断面では円弧状として取扱つたが、実際の翼断面では円弧状とエーロフォイル状の中間の形状であるから、この計算で得られた  $N_c/N$  の値は(特に 0.8 R において)過小となつたのかもしれない。背面については、0.9～0.8 R では  $N_c/N$  がほとんど 1.0 より大きく安全であることを示しているが、現実にプロペラに損傷を受けていることに注目せねばならない。この方法を採用する場合にも(他の 3 方法も同様なことがいえるが)不均一流の影響に対する考慮を如何に払うかが重要なポイントとなると解すべきであろう。図 4.7 から、ほとんどのプロペラが 0.6～0.7 R で正面キャビテーションを発生していることが想像されるから、0.7～0.6 R の付近の翼幅増加を行なうなどして余裕を見込む必要がある。

以上の計算結果の検討から次の結論が得られる。

- 現用のキャビテーション発生限界推定法を用いたチェック計算の結果のみからみて、翼面積が不足していると思われるものが今回の被調査船のプロペラの約半数であり、その他のものも余裕が少ないといえる。
- 現用の方法はいずれも不均一流の影響に対する考慮が不十分であるので、この方面の研究が促進されて、その成果を加味した有効な設計方法の確立が望まれる。
- プロペラにキャビテーションによる損傷を受けなかつたものについて今回のと同様な調査を実施すれば、翼面積の影響が、不均一流の影響とともに、より明確となり、a) 項の結論の正否が明らかになり得るので、この調査を実施する必要がある。
- 現用の方法を更に有効なものとするために、船用プロペラの翼断面についての圧力分布測定を行ない基礎資料を得る必要がある。



$$T_0 = \frac{V}{2} P A \rho V R^2$$

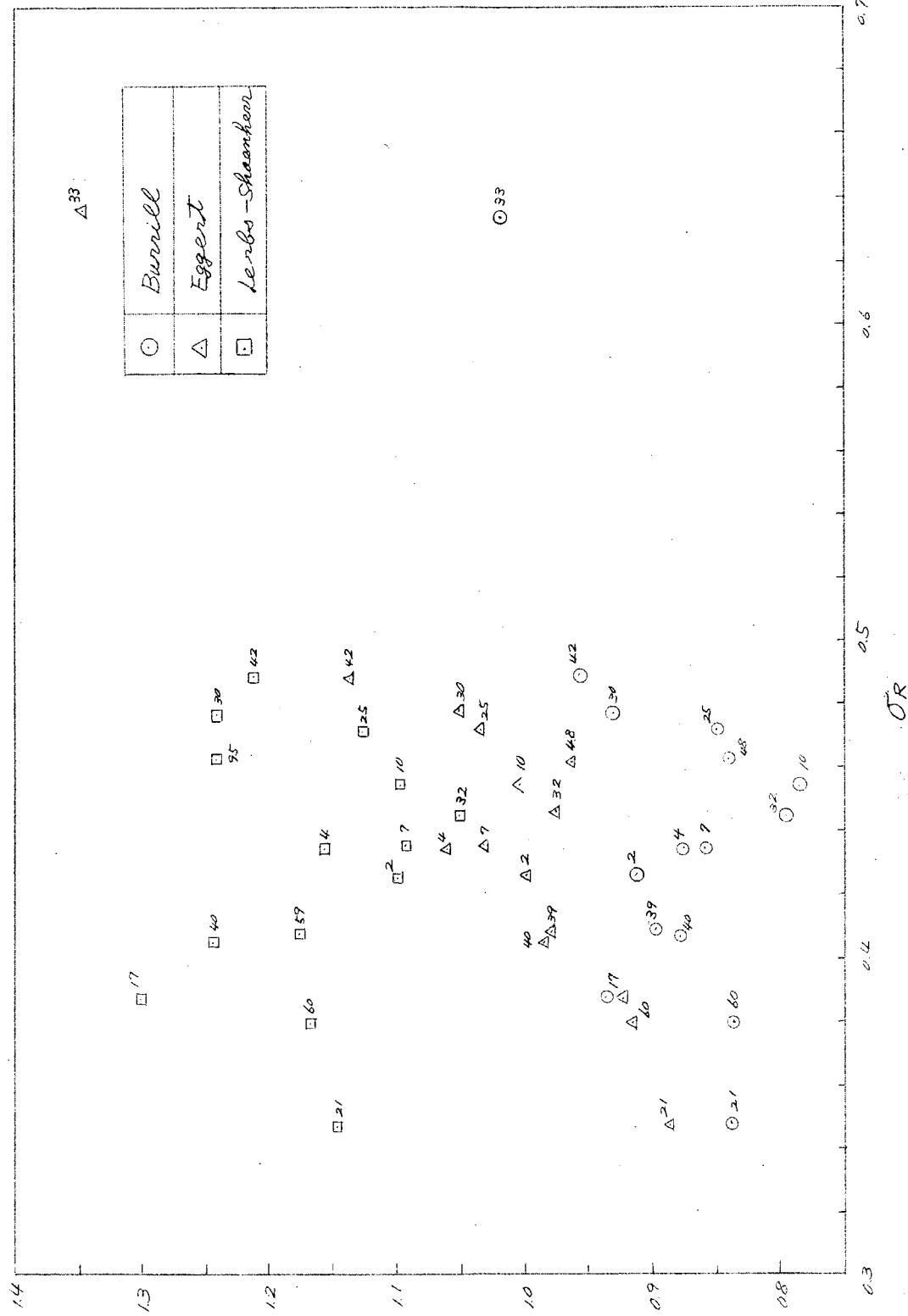
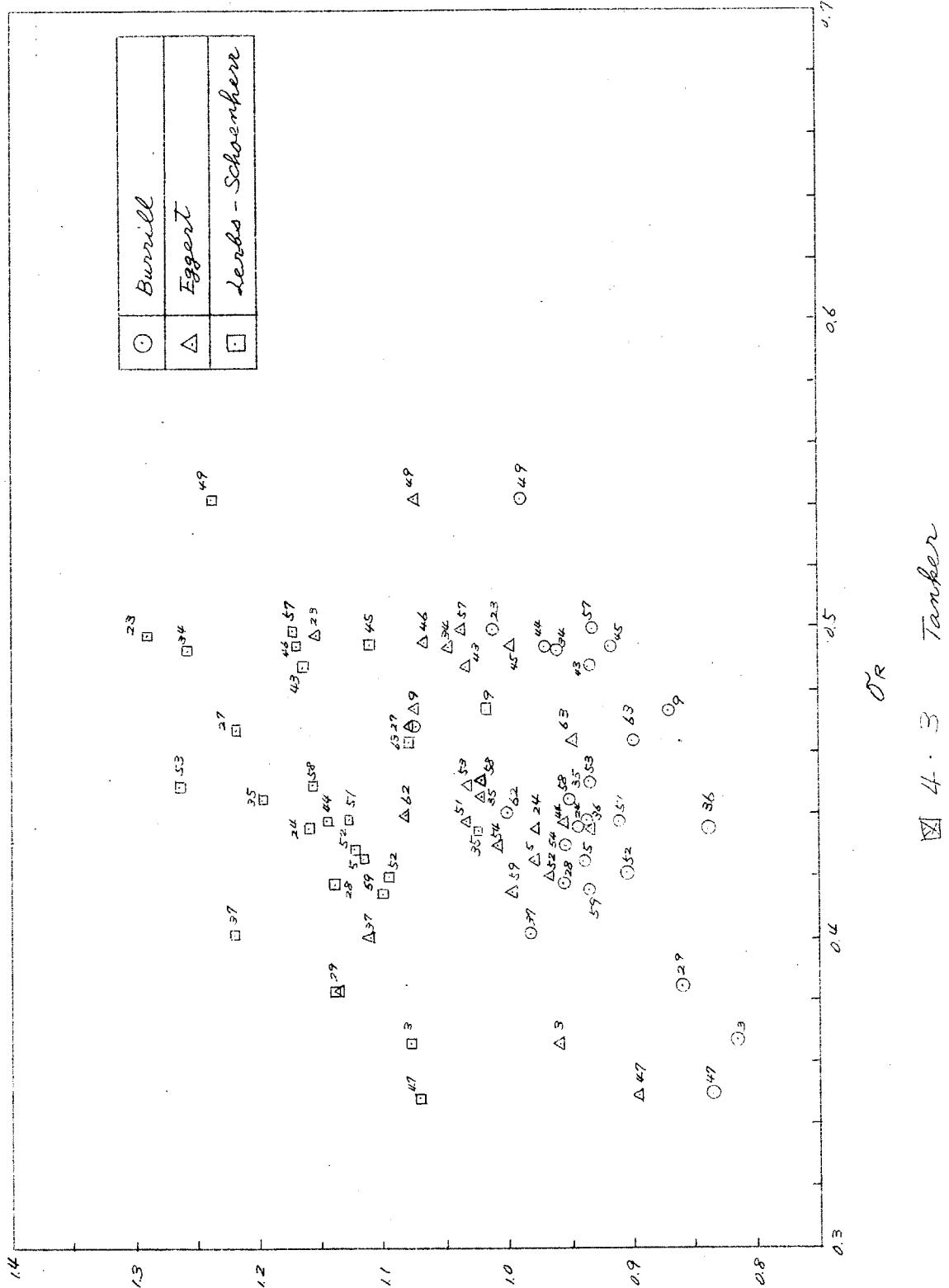
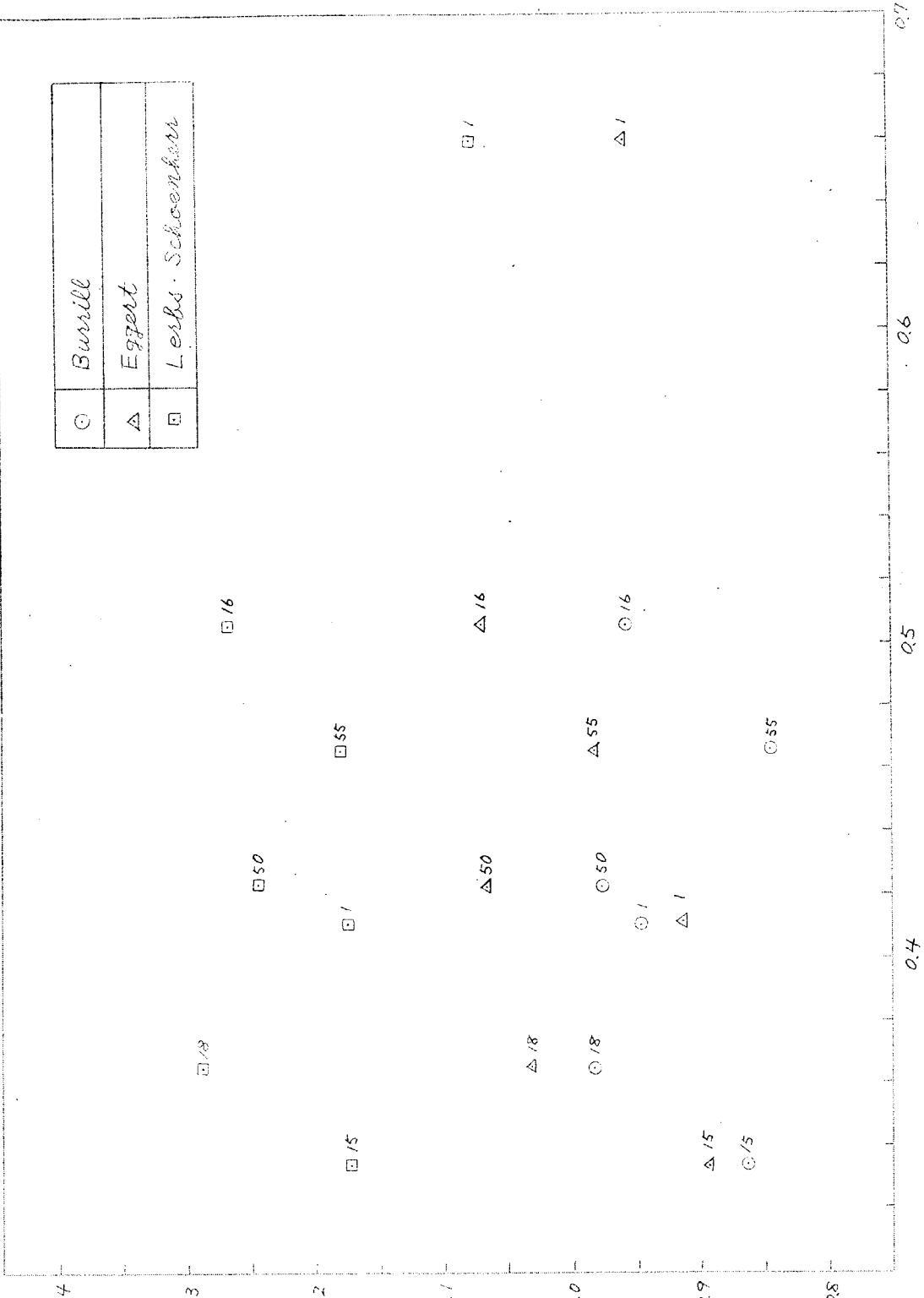


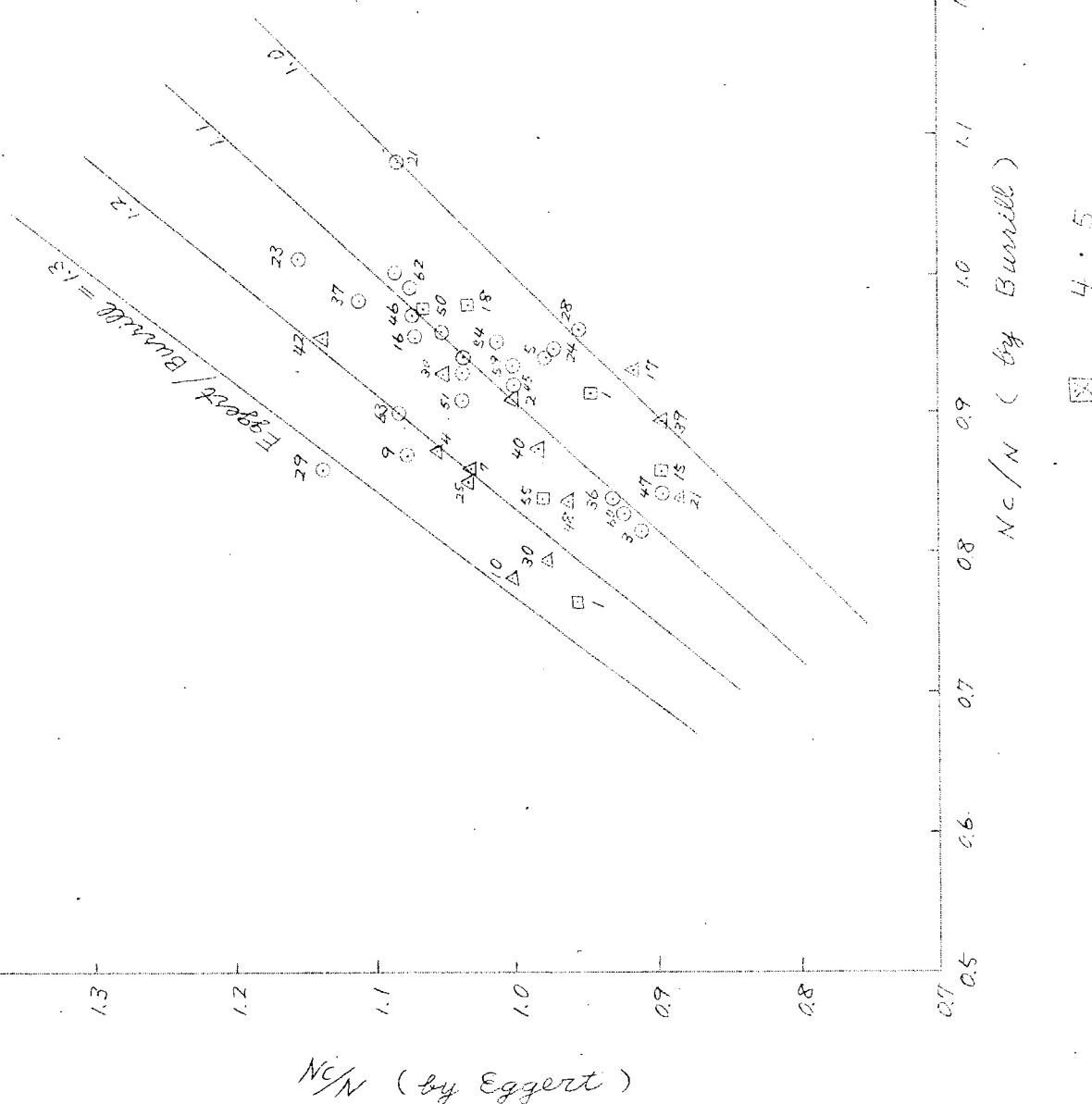
图 4·2 Cargo Ship



$\odot$	Burill
$\Delta$	Egert
$\square$	Lerche-Schoenheit



○	Tanker
A	Cargo Ship
□	Others



$NC/N$  (by Eggert)

## Damage

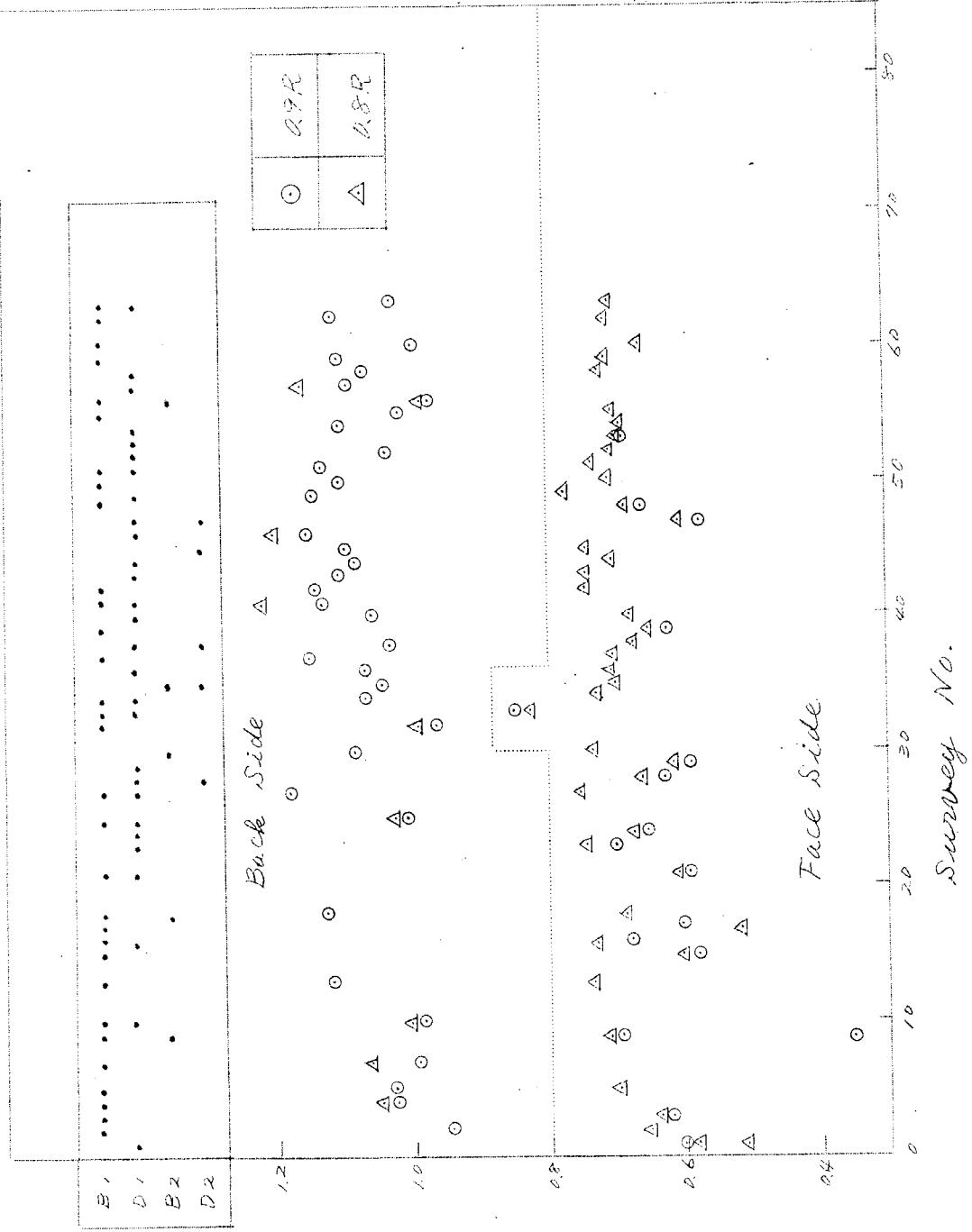


図 4-4-6 by Nakayama's Method

図中の  $B_1, D_1, B_2, D_2$  は損傷の種類を示すもので、表4-4-3 参照

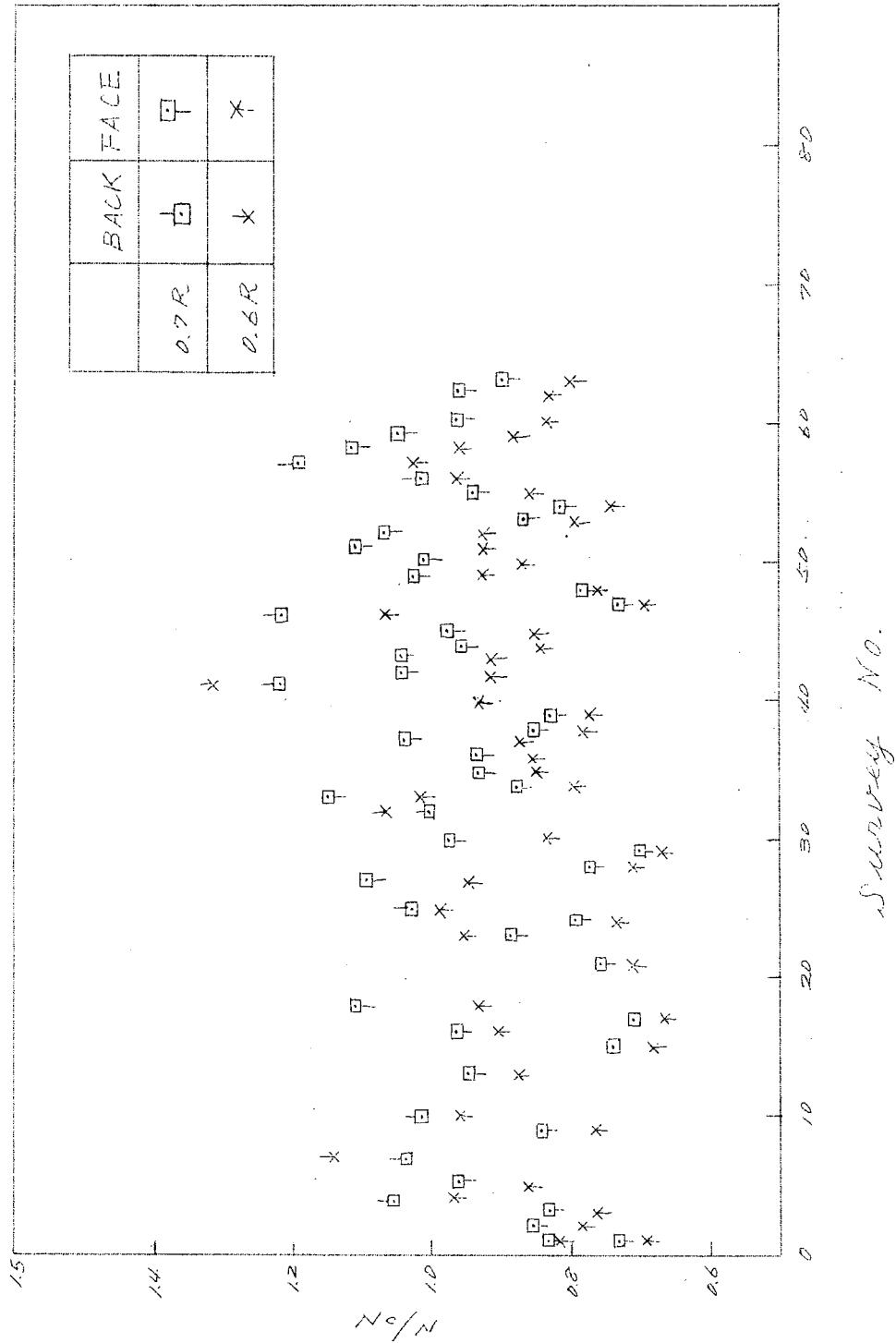


Fig. 7 By Mahalanobis Method

## 第 5 章 結 言

以上の結果を要約すれば、次のとくである。

- (a) 約 1,700 隻の船舶についてプロペラの損傷事故発生率および損傷の種類別の発生率などを調査して、プロペラ損傷事故の様相を明らかにした。
- (b) 主要造船所およびプロペラ製造所において使用されているキャビテーション発生限界推定法を調査して、プロペラ設計におけるキャビテーション・チエツクの概要を把握した。
- (c) プロペラ損傷を発生した船舶に関するアンケート回答約 50 通について、4 種類の方法によるキャビテーション発生限界推定計算を電子計算機で実施し、常用の推定方法による結果と損傷の実態との関連づけを行ない、今後のプロペラ設計ならびにキャビテーション研究に対する有効な指針を得た。

終りに本調査に協力をいただいた各造船所、海運会社、電子計算機による計算を担当された三菱重工業株式会社（プログラミング担当、同社津田真也技師）、また各種の資料の提供をいただいた関東造機研究会の各位に対し深甚な謝意を表するものである。

## 附 錄

### プロペラキャビテーション発生限界の各種推定法

#### 1 プロペラに付与すべき翼面積などを決定するためのキャビテーション推定法

##### 1.1 Burrill の図表

この図表はBurrillにより発表されたもので、一般に広く利用されているものである。図1にはBurrillによるものその他にWageningen Lineを追加して示した。一般商船用としては Suggested Upper Limit for Merchant Propeller (All Type Section) または Wageningen Tank Lineがよく用いられる。曳船等の曳航状態のcheckのためにHeavily Loaded Propellerの線を用いる。Burrillのキャビテーション係数およびスラスト荷重係数は次式で与えられる。

$$\sigma_{0.7} = \frac{P - e}{y_2 \rho v^2} \quad \tau = \frac{T/A_p}{\frac{1}{2} \rho v^2}$$

ただし

$P$  = プロペラ軸の中心に働く圧力 ( $Kg/m^3$ )

$I$  = プロペラ軸の中心の水面からの深さ ( $m$ )

$e$  = 水の蒸気圧 ( $Kg/m^3$ )

$P - e = 10,100 + 1,025 I$

$\rho$  = 海水の密度 =  $104.5 Kg \cdot sec^2/m^4$

$v^2 = v_a^2 + u^2$

$v_a$  = プロペラの前進速度 ( $m/sec$ )

$u$  = プロペラの  $0.7 R$  における周速度 ( $m/sec$ ) =  $0.7 \pi n D_p$

$n$  = プロペラの毎秒回転数 (rps)

$D_p$  = プロペラの直径 ( $m$ )

$$T = \text{スラスト}(Kg) = 7.5 \frac{D \cdot H \cdot P}{v_a} \eta_0 \cdot \eta_R$$

DHP = プロペラの伝達馬力 (PS)

$\eta_0$  = プロペラの単独効率

$\eta_R$  = プロペラの効率比

$$A_p = \text{プロペラの投影面積} (m^2) = (1.067 + 0.229^{H/D}) A_D$$

$$A_D = \text{プロペラの展開面積} (m^2) \quad (\text{Developed Area})$$

##### 1.2 Lerbs-Schoenherr の図表

この図表はスラスト低下点を示すものであるから、得られた翼面積の  $1.3 \sim 1.6$  倍が適当である。

$$K_e = \frac{(P_T - e) A_D}{\rho n^2 D_p^4} \quad J = \frac{v_a}{n D_p}$$

$K_e$  = 翼端キャビテーション係数

$J$  = プロペラの前進常数

$P_T$  = プロペラの翼先端における静圧 ( $Kg/m^3$ )

$v_a$  = プロペラの前進速度 ( $m/sec$ )

$I'$  = 水面からプロペラ翼先端までの水深 ( $m$ )

$n$  = プロペラの毎秒回転数 (rps)

$e$  = 水の蒸気圧 ( $Kg/m^3$ )

$D_p$  = プロペラの直径 ( $m$ )

$$P_T - e = 10,100 + 1,025 I'$$

$$\rho = \text{海水の密度} = 104.5 Kg \cdot sec^2/m^4$$

$$A_D = \text{プロペラの展開面積} (m^2) \quad (\text{Developed Area})$$

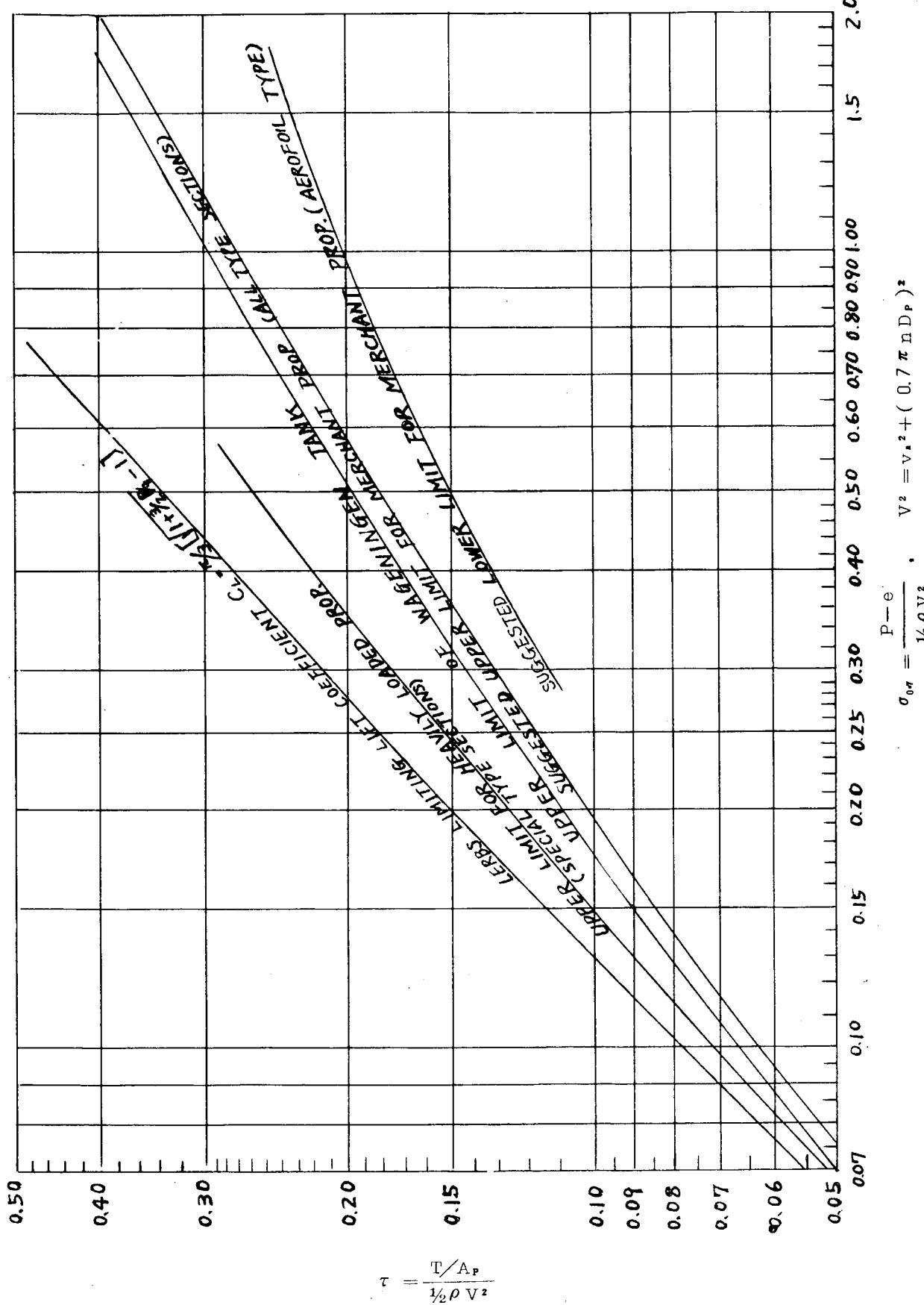
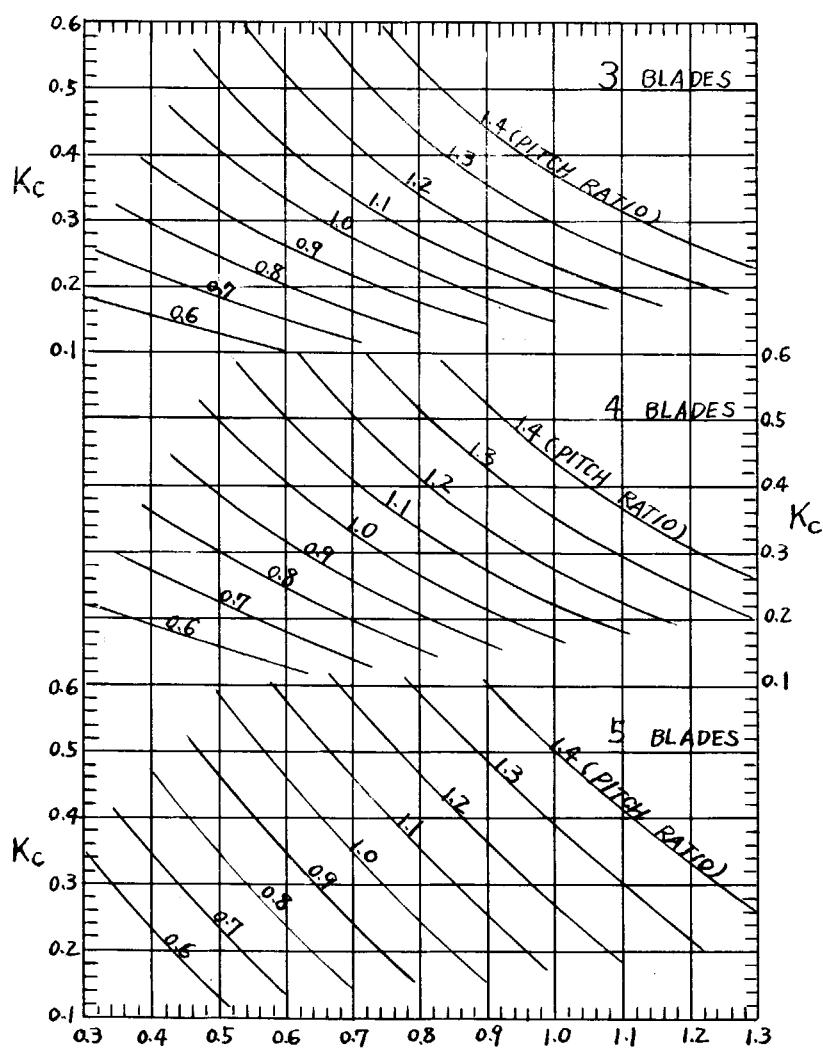


図 1. Burill Cavitation Chart

$$\sigma_{0\pi} = \frac{F - e}{\frac{1}{2}\rho V^2}, \quad V^2 = v_*^2 + (0.7\pi n_D p)^2$$



Advance Coefficient  $J$

図 2. Lerbs-Schoenherr Cavitation Chart

### 1.3 KCAの図表

$$\tau_c = 0.295(\sigma_R + 0.1)$$

Lower Limit

$$\tau_c = 0.69\sigma_R$$

Upper Limit

$$a_E = \frac{8.1 K_V}{(1 - 0.215P)(\sigma_R + 0.1)} = \frac{8.1 K_U}{(1 - 0.215P)(\sigma_A + 0.1 r_i)} \quad \text{Lower Limit}$$

$$a_E = \frac{3.46 K_V}{(1 - 0.215P)\sigma_R} = \frac{3.46 K_U}{(1 - 0.215P)\sigma_A} \quad \text{Upper Limit}$$

一般に

$$a_P = (1.067 - 0.229P)a_D$$

$$a_P = (1.067 - 0.299P)a_E$$

ただし  $\tau_c = \text{Burrill のスラスト荷重係数} = \frac{T/A_P}{\frac{1}{2}\rho V_s^2}$

$$\sigma_R = \frac{P - e}{\frac{1}{2}\rho [V_s^2 + (0.7\pi n D_P)^2]} = \frac{\sigma_A}{r_i} = \frac{1}{r_i} \cdot \frac{P - e}{\frac{1}{2}\rho V_s^2}$$

$$\sigma_A = \frac{2(P - e)}{\rho V_s^2}$$

$$\tau_r = V_a^2 + (0.7\pi n D_p)^2 = 1 + \left(\frac{0.7\pi}{\tau}\right)^2 = 1 + \left(\frac{2.2}{\tau}\right)^2$$

$P$  = プロペラのピッチ比

$$P = e = 10,100 + 1,025 I$$

$a_p$  = 投影面積比

$a_d$  = 展開面積比 (Developed Area Ratio)

$a_e$  = " (Expanded Area Ratio)

$$K_t = \text{スラスト荷重係数} = \frac{T}{\rho V_a^2 D_p^2} = \frac{K_T}{J^2}$$

$$K_v = " = \frac{K_U}{\tau_r}$$

注:  $a_e$  の値は上記Lower Limit と Upper Limit の間に存在するものであるが、一般の Moderate-Duty Propeller ではLower Limit に Heavy-Duty Propeller ではUpper Limit に対応している。

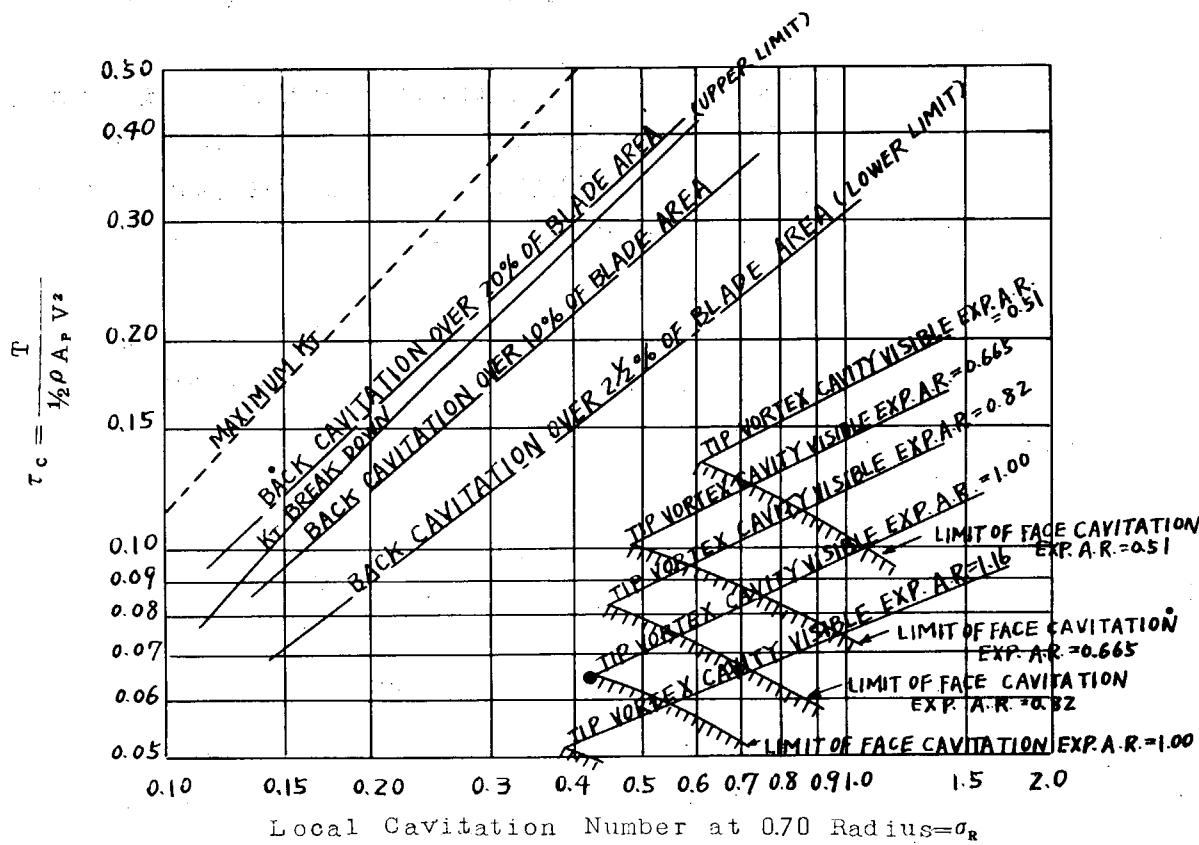


図3. KCA Cavitation Chart

### 2 キャビテーション発生の危険回転数推定法

#### 2.1 Eggernt の方法

$$n_c = \frac{0.635}{D_p} \sqrt{\frac{H}{(a+c)k}}$$

ただし

$n_c$  = プロペラの限界毎秒回転数 (r.p.s.)

$D_p$  = プロペラの直径 (m)

H = プロペラ軸中心から上方の全水頭 = 1.0 + I (m)

I = プロペラ軸中心の水面からの深さ (m)

b = 平均翼幅比

$$a = \frac{\frac{1}{2} \times \frac{b_{0.9R} \cdot S}{\pi}}{1 + \frac{h_{0.9R}^2}{\pi^2} \left(1 - \frac{S^2}{2}\right)} = \frac{h_{0.9R}^2 S}{2 \pi k}$$

$h_{0.9R} = 0.9 R$  のピッチ / 0.9 D<sub>p</sub>

S = 0.9 R におけるプロペラの真のスリップ比

$$k = 1 + \frac{h_{0.9R}^2}{\pi^2} \left(1 - \frac{S^2}{2}\right)^2$$

c = (0.9 R における翼截面の厚幅比、 $t/\ell$ ) × m

m = 1.0 ..... 弓型断面

= 0.75 ..... エーロフォイル断面 (0.9 R における翼截面の最大厚の位置が前縁から翼幅の1/3にあるとき)

上式により計算した n<sub>c</sub> が使用回転数より高くなるよう厚幅比 ( $t/\ell$ ) すなわち翼幅を決定する。

## 2.2 中島康吉氏の方法

これまで述べられた判定法は、キャビテーションがプロペラ後進面に起こるものとして導かれたものであるが、この方法では危険回転数のみならず、キャビテーションの種類 (Back Cavitation か Face Cavitation か) をも求めることができる。計算方法は、まづ(1)式によつて判定を行なおうとするプロペラ翼断面の揚力係数を求める。次に、これと最大圧力低下量との関係を示す図表から最大圧力低下量とその場所 (Back か Face か) を読みとつて、(2)式によつて危険回転数を求める。

揚力係数と最大圧力低下量との関係を示す図表としては、円弧状断面用 (図 4)、エーロフォイル状断面用 (図 5) およびトルースト断面用 (図 6、7 および 8) などがある。図 4、5 は Gutsche の実験をもとに解析したもので、

$$Y = \begin{cases} C_L + 0.03 - 4.6 t/\ell & (\text{円弧状断面}) \\ C_L + 0.09 - 4.6 t/\ell & (\text{エーロフォイル状断面}) \end{cases}$$

( $C_L$  = 揚力係数  $t/\ell$  = プロペラ翼断面の厚幅比)

の正負によって、キャビテーションの場所を判定、するとともに Y、あるいは  $\frac{Y}{20 t/\ell}$  と

$$X = \begin{cases} \Delta P/q + 0.03 - 6.6 t/\ell & (\text{円弧状断面}) \\ \Delta P/q + 0.05 - 6.6 t/\ell & (\text{エーロフォイル状断面}) \end{cases}$$

との関係から最大圧力低下量  $\Delta P/q$  を求めることができる。またトルースト断面に対するものは中島氏自身が実験したもので、この場合にはプロペラ翼断面の設計をも行なうことができる。図には  $\Delta P/q$  をパラメータにして、揚力係数と厚幅比の関係が示されているから、危険回転数の計算ができる。他に、図中の設計線と示された部分に厚幅比を選べば高い危険回転数を得ることができる。以下に計算に必要な式および図表を示す。

$$C_L = \frac{a \left( \tan^{-1} \frac{P}{\pi r/R} - \tan^{-1} \frac{J}{\pi r/R} + b \cdot \frac{t/\ell}{D_p} \right)}{1 + c \cdot \frac{t/\ell}{D_p} E} \quad \dots \dots \dots (1)$$

ただし

a = 翼断面形状により定まる常数

5.15 ..... 円弧状断面

5.46 ..... エーロフォイル状断面

$P$  = 危険回転数を求めるとするプロペラ翼断面(以下当該断面という)におけるピッチ比

$r/R$  = 当該断面の半径とプロペラ半径との比

$b$  = 翼断面形状によって定まる常数

### 1 ..... 内弧状断面

$\frac{3}{4}$  ..... エーロフオイル状断面

$$j = \frac{V_a}{n D_p} = \text{プロペラの前進常数}$$

$V_a$  := プロペラの前進速度 (m/sec)

$n$  = プロペラの毎秒回転数 ( r p s )

$t$  = 当該断面の最大厚さ ( m )

1 = " の弦長 ( m )

$D_p$  = プロペラの直徑 (m)

### E, C = 有限翼に対する影響係

1.  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$   
2.  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

Y = 1.0 ± 1.8, 1.8 ± 1.1, 3.2 ± 2.1 (K<sub>P</sub> > m)

$\rho = \text{海水の密度} = 1024.5 \text{ kg} \cdot \text{sec} / \text{m}^3$

1 フロペラ軸中心の水面からの深さ( m )

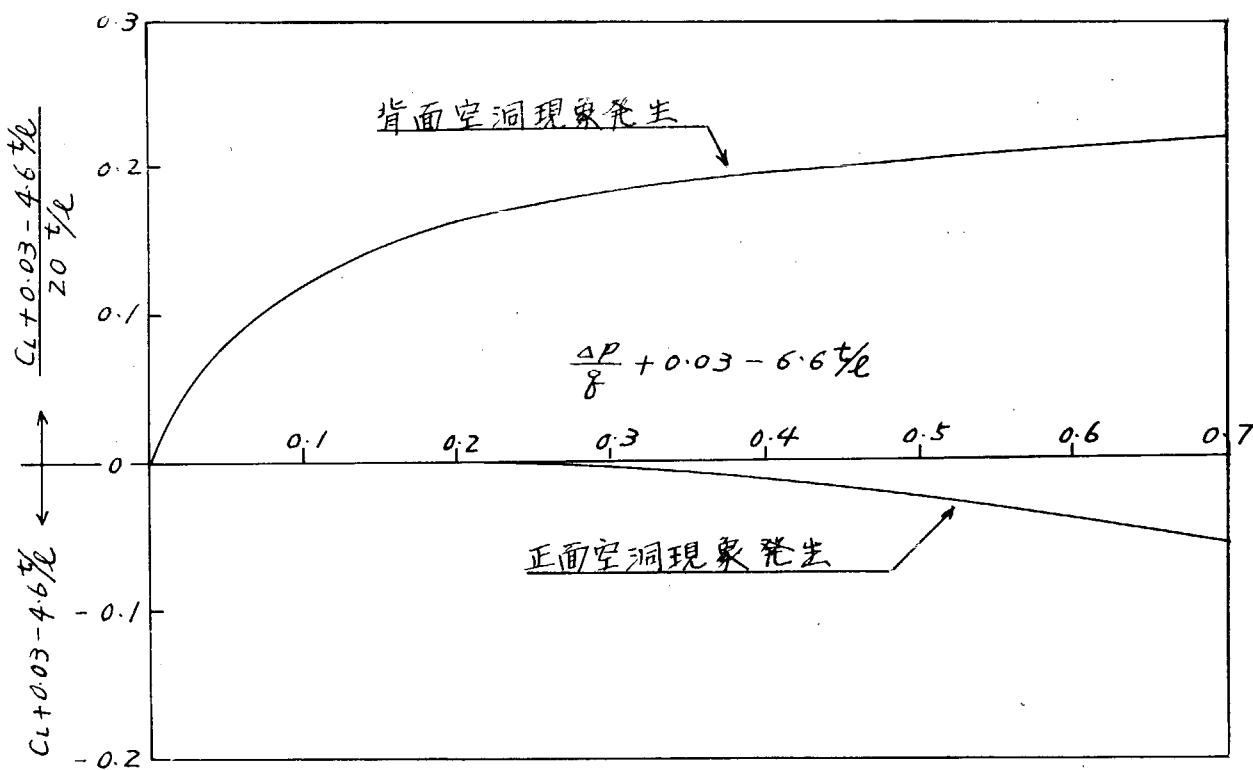


図4. 円弧状断面判定図表

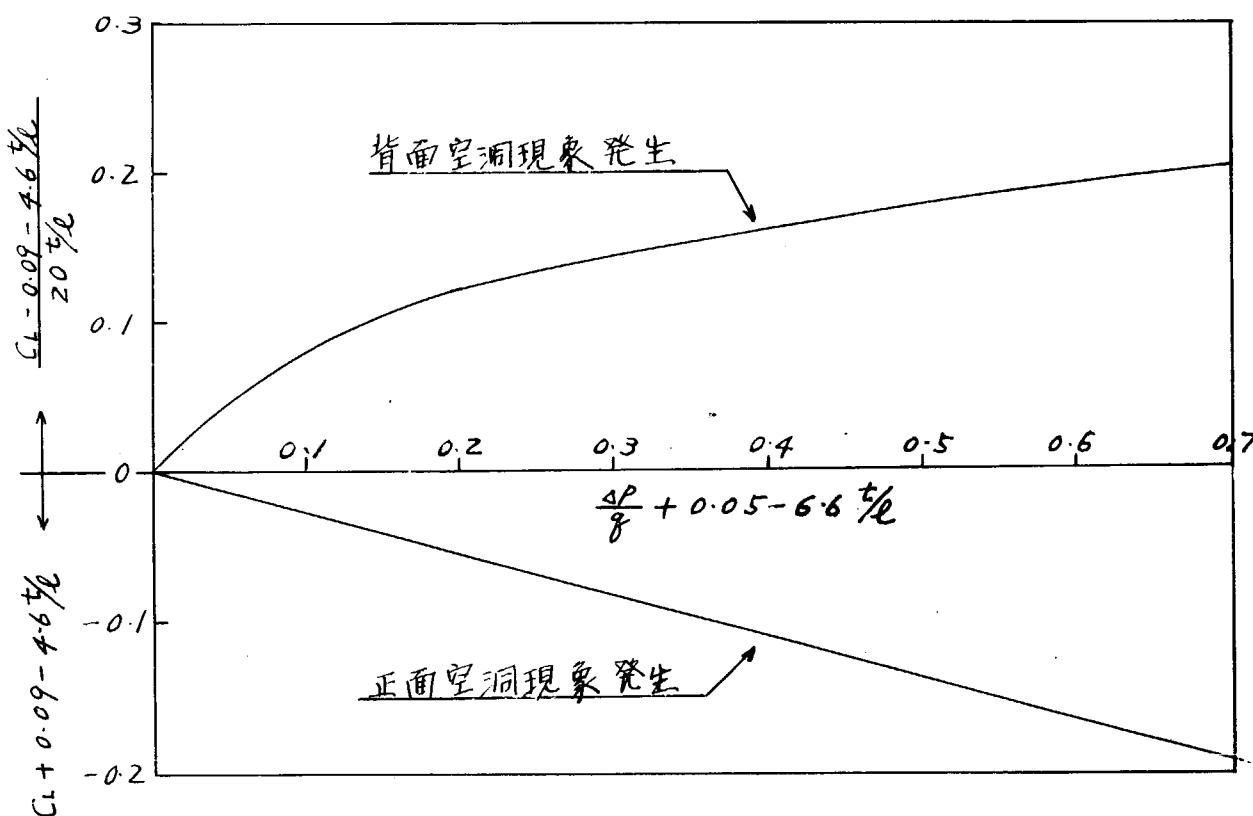


図5. エーロフォイル状断面判定図表

0.9R

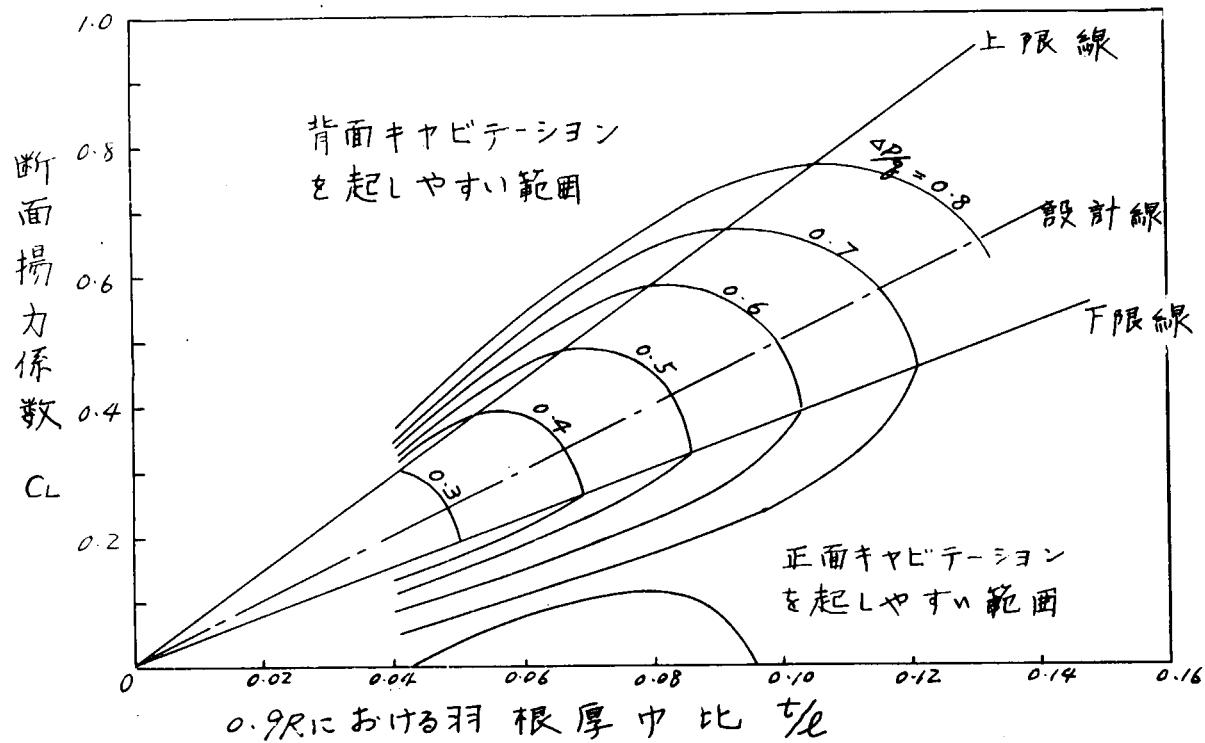


図6. トルースト断面用判定

0.8R

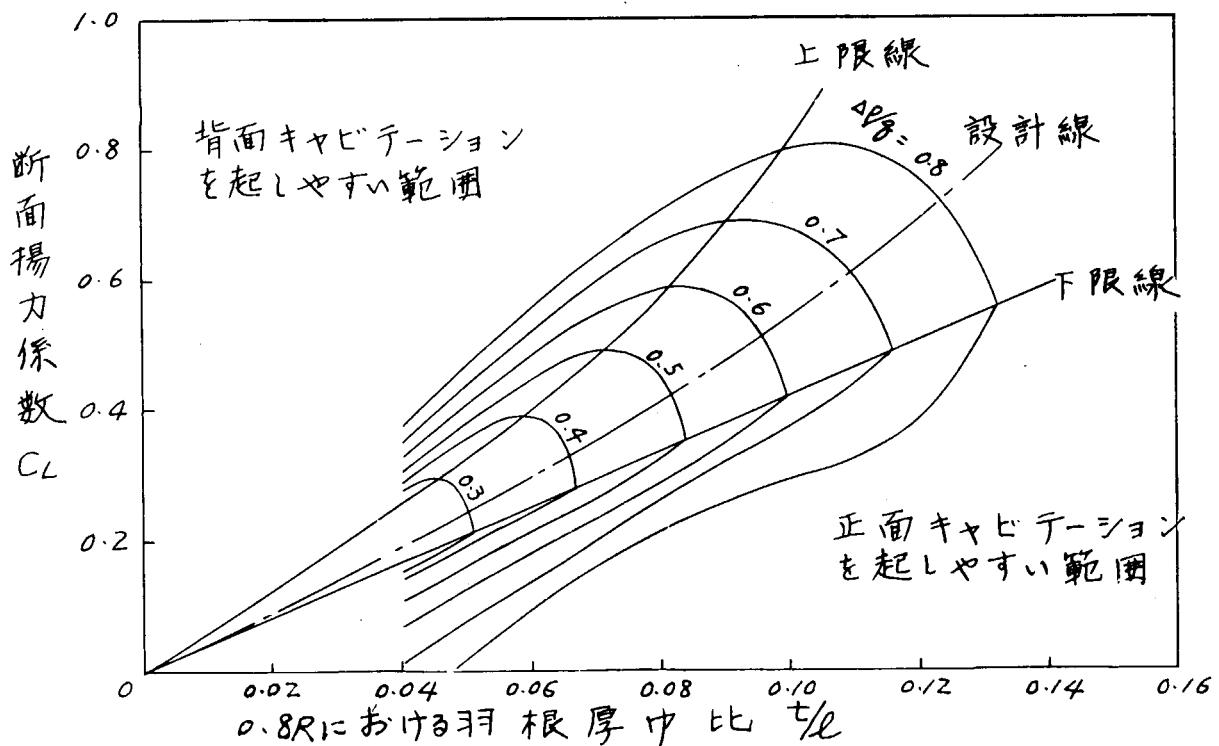


図7. トルースト断面用判定図

$0.7R$

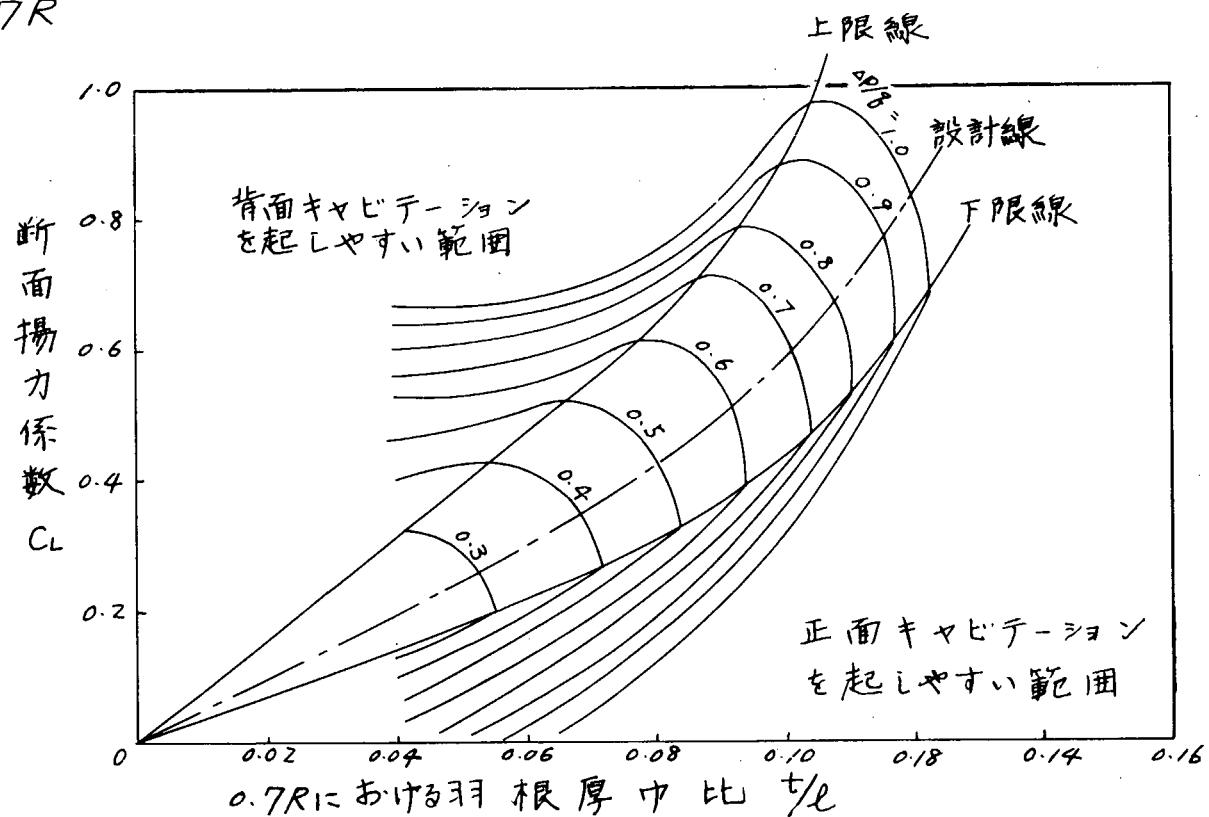


図8. トルースト断面用判定図