

運輸省港湾技術研究所

# 港湾技術研究所 報告

---

---

REPORT OF  
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH  
INSTITUTE  
MINISTRY OF TRANSPORT

---

VOL. 17

NO. 4

DEC. 1978

NAGASE, YOKOSUKA, JAPAN



# 港湾技術研究所報告 (REPORT OF P. H. R. I.)

第17巻 第4号 (Vol. 17, No. 4), 1978年12月 (Dec. 1978)

## 目 次 (CONTENTS)

1. Random Wave Velocity Field From Periodic Wave Theory  
.....Koji KOBUNE..... 3  
(規則波理論による不規則波中の水粒子の算定.....小舟浩治)
2. 浮体係留における粘性抵抗力および拘束条件の影響について  
.....小舟浩治..... 59  
(On the Effect of Viscous resistance and Non-linear Mooring System on the Mooring  
Force of a Floating Body.....Koji KOBUNE)
3. 直立式円筒浮体の波浪中の動揺振幅に関する研究  
.....合田良実・鈴木康正・蜂須賀和吉..... 89  
(Prediction of the Oscillation Amplitude of a Bottom-hinged, Vertical Buoyant Cylinder  
in Sea Waves.....Yoshimi GODA, Yasumasa SUZUKI, and Kazuyoshi HACHISUKA)
4. 地盤の圧密沈下による斜杭の曲げに関する実験的研究  
.....高橋邦夫・沢口正俊..... 121  
(Experimental Study on the Bending of Battered Piles due to Ground Settlement  
.....Kunio TAKAHASHI, Masatoshi SAWAGUCHI)
5. ダイナフレクトによる空港アスファルト舗装評価とかさ上げ厚設計  
.....佐藤勝久・福手 勤・佐藤峰夫・山崎英男..... 169  
(The Evaluation and Overlay Thickness Design of Airport Asphalt Pavements by Dynaflect  
Deflections.....Katsuhisa SATO, Tsutomu FUKUTE Mineo SATO and Hideo YAMAZAKI)
6. 繰り返し曲げを受ける PC パイルの力学的性質  
.....大 即 信 明..... 193  
(Strength and Deformation Characteristics of Prestressed Concrete Piles Subjected to  
Repeated Loading .....Nobuaki OTSUKI)
7. 船舶の主要寸法に関する解析  
.....寺 内 潔・吉田行秀・奥山育英..... 265  
(Analysis on the Interrelations among the Several Dimensions of Ships  
.....Kiyoshi TERAUCHI, Yukihide YOSHIDA and Yasuhide OKUYAMA)

8. 差圧式含泥率測定法の実用性について

.....浜田賢二・八木得次・斉藤 勝・是石昭夫... 329

(On Practical Characteristics of Solid Concentration Measurement by Differential  
Pressure in Pipes.....Kenji HAMADA, Tokuji YAGI, Masaru SAITO and Akio KOREISHI)

## 7. 船舶の主要寸法に関する解析

寺内 潔\* 吉田行秀\* 奥山育英\*\*

### 要 旨

本報告は世界中の船舶のうち、一般貨物船、石油タンカー、鉱石専用船、旅客船、カーフェリー（単胴船）、木材専用船について寸法の相互関係について回帰分析を行うと同時に、一般貨物船、石油タンカー、旅客船、カーフェリー、コンテナ船についてはマスト高も求め、その結果をとりまとめたものであり、船舶の寸法相互関係については次のものについてとりあげてある。

1. 総トン数 (G. T.) と重量トン数 (載荷重量) (D. W.)
2. 総トン数 (G. T.) と純トン数 (N. T.)
3. 重量トン数 (載荷重量) (D. W.) および総トン数 (G. T.) と全長 ( $L$ )
4. 重量トン数 (載荷重量) (D. W.) および総トン数 (G. T.) と型幅 ( $B$ )
5. 重量トン数 (載荷重量) (D. W.) および総トン数 (G. T.) と満載喫水 ( $d$ )
6. 総トン数 (G. T.) とマスト高 ( $H$ )

---

\* 設計基準部システム研究室

\*\* 設計基準部システム研究室

## 7. Analysis on the Interrelations among the Several Dimensions of Ships

Kiyoshi TERAUCHI\*  
Yukihide YOSHIDA\*  
Yasuhide OKUYAMA\*\*

### Synopsis

In this report, interrelations among the several characteristic dimensions of ships in all over the world, such as length, width, draft, mast height, gross tonnage, deadweight tonnage and so on, are analyzed through the regression analysis.

The kinds of ships are cargo ships, tanker, ore carrier, passenger boat, ferry, lumber carrier, and container ship.

The data were gained from Lloyd's Register of Ships and Register of Japanese Shipping.

So, these analytic results are expected to be used for the design and planning of the port facilities.

---

\* Member of the Systems Laboratory, Design Standard Division.

\*\* Chief of the Systems Laboratory, Design Standard Division.

## 目 次

要 旨	265
1. まえがき	269
2. 船種分類	269
3. データのサンプリング	275
4. 寸法の関数形	288
5. 寸法関係の分析	288
5.1 回帰分析	288
5.2 相関分析	288
6. 従来値と見直し値の比較	288
7. 計算結果	293
7.1 一般貨物船	293
7.2 石油タンカー	294
7.3 鉱石専用船	296
7.4 木材専用船	298
7.5 旅 客 船	299
7.6 カーフェリー	301
8. 計算結果の図示	302
8.1 一般貨物船	303
8.2 石油タンカー	305
8.3 鉱石専用船	308
8.4 木材専用船	311
8.5 旅 客 船	313
8.6 カーフェリー	316
9. 船舶のマスト高	319
9.1 マスト高の考え方	319
9.2 海上横断工作物と船舶とのクリアランス	319
9.3 データ処理	320
9.4 計 算 結 果	320
9.5 計算結果の図示	322
10. あとがき	322

## 1. まえがき

港湾の施設計画において船舶の形状寸法が影響を及ぼすものとして、水域施設およびふ頭施設があげられる。水域施設においては航路の幅・水深・湾曲度・延長・最小直線長等に影響し、泊地では面積・水深に影響する。ふ頭施設においては構造物の設計に直接影響するパースの諸元に関係する。

従ってそれらの計画を合理的に且つ安全性をも考慮して行うためには、種々の条件を勘案した総合的検討の必要性はいうまでもないことだが、そのうちでも船舶の寸法はそれらに影響する度合が非常に大きいといえよう。専用パースであれば対象設計船が固定されるため、あまり問題は無いが、公共パースの場合は不特定多数の船舶が対象となるので代表的船型を決めにくく、そのためにも数多くの船舶寸法データを解析し、適切な船舶形状寸法間の関係を明らかにしておく必要がある。

従来にも船舶の寸法相互関係についてはいろいろと解析がなされていたが<sup>1)</sup>、日本船だけを対象にしていたことと、船舶およびデータ数も少なかったこと（4船種、約900隻）および諸事情の変革（トン数測定に関する条約の規定、船舶の巨大化・高速化および造船技術の向上等）などから船体構造も変化してきており、係留施設において水深不足とか延長不足などの問題が起きてきた。したがってそれらの問題に対応すべく船舶寸法の見直しの必要性から本稿では外国船のデータを含めるために「Lloyd's Register of Ships(1975年版)」に記載されているデータと「日本船舶明細書(昭和51年版)(日本海運集編)」のデータのうち、船の耐用年数を考慮して船齢30会所年以下のものを抽出し解析を行った。

マスト高については、海上横断工作物の高さを決定する際に必要なもので、最近のように海上橋が建設される場合が多くなるにつれて特にその必要性が増してきており、今までにもマスト高については、ある程度提示がなされていたが、利用上不便であったため要請に十分こたえることができなかった。従って極力多くのデータを収集し、利用し易い解析結果を提示することに努めた。

## 2. 船種分類

日本船舶明細書とLloyd's Registerとでは船種分類方法が異なっているが、今回の整理にあたっては日本船舶明細書による分類法を基本として船種の分類を行った。この分類法は用途別に船種を50船種に分類しておりしたがって類似船種の統合を論ずるためには、船体構造よりもむしろ積荷形態および荷役形態を重視した用途別分類

法に従うのが最も妥当であると考えられる。

港湾構造物設計基準等では船舶の種類は一般貨物船、鉱石専用船、石油タンカー、旅客船、カーフェリー（単胴船）等に分類されているし、港湾計画上でもこの程度での分類が用いられるため、前述の分類を大分類とし、それを基本として行った統合分類を次に示す。細分類としては日本船舶明細書の50分類が該当する。

### (一般貨物船)

貨物船は経済第一であるから、居住設備(Accommodation)などはできるだけ簡素化し、船倉(Hold)を広くとり、荷役設備(Cargo gear)に重みをおくもので、用途上からは公共岸壁を利用し、雑貨、撤荷等を扱うもので、特殊船として分類されないものである。細分類としては、貨物船を基本とし、荷役または積荷形態、利用形態、船体構造等で同等とみなせる船種を同一グループと考え一般貨物船の種類に含める。

細分類：貨物船、撤積専用船、重量物貨物兼用船、自動車撤積兼用船、穀物専用船、セメント専用船、塩専用船、鋼材専用船

注)イ)自動車撤積兼用船は貨物船と船体構造が類似しているためと船型分布形が撤積専用船のそれと類似しているためと利用形態等も考慮して貨物船の分類に含めてある。

ロ)セメント専用船の荷役形態、外観は一般貨物船と異なるが、実情では公共岸壁に接岸する場合が大部分であり、船体構造も貨物船と類似していることから貨物船の分類に含める。

### (鉱石専用船)

鉱石類の運搬船で、その荷役形態は容易でないため沖荷役ができず、特殊な接岸設備が必要となる船舶で、専用岸壁を用いるものが多い。したがって細分類としては鉱石専用船を基本とし、荷役形態、船体構造、利用形態等で同等とみなせる船種を同分類とする。

細分類：鉱石専用船、石炭専用船、ニッケル専用船、ポーキサイト専用船、燐鉱石専用船

### (石油タンカー)

原油等を船倉に直接に積み込んで、撤積輸送する船を指すが、糖蜜、硫酸、クレオソートなども同様に輸送され、それらは特殊な構造となっているが、全体的に判断すれば油槽船に類するものである。細分類としては、油槽船を基本とし荷役形態、船体構造、利用形態等で同等とみなせる船種を同分類とする。

細分類:油槽船, 鉱石油兼用船, ケミカルタンカー  
注) イ) 鉱石油兼用船は, 船体構造がほぼ油槽船と同  
等視でき, 鉱石倉も比較的大き 利用形態等か  
ら石油タンカーの分類に含める。

(旅客船)

純客船以外に貨客船も含む。日本船舶明細書の分  
類では客船になっていても, 法規上では旅客定員が  
13人以上ならばすべて客船として取り扱われるため,  
船によっては実質上は貨物船的扱われ方をしている  
場合も多い。

(カーフェリー)

自動車航送船で主に近海航行船である。ここでは  
単胴式自動車航送船のみを対象とする。

(木材専用船)

木材専用船は, 貨物船と比較して平均喫水が小さ  
めであり, 用途上からも荷役形態からも一般貨物船  
と種類を異にすると判断して, 木材専用船を独自の  
分類とする。

(フルコンテナ船)

船舶の艙口が広く, かつ艙内は直方体となり, コ  
ンテナ積み専用に建造された船舶である。  
写真-2.1~写真-2.10に上記の標準船を示す。

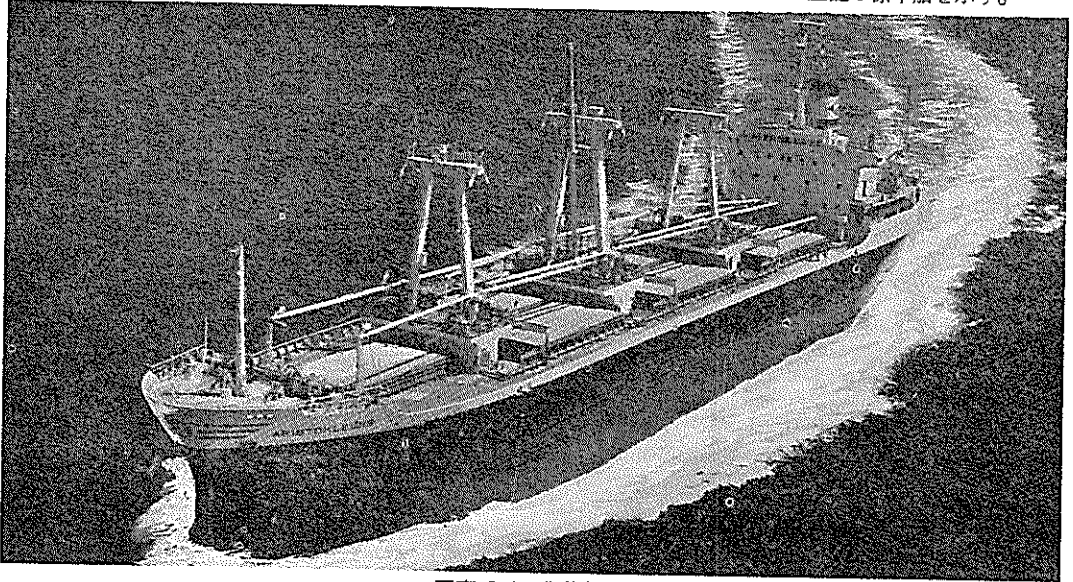


写真 2.1 貨物船

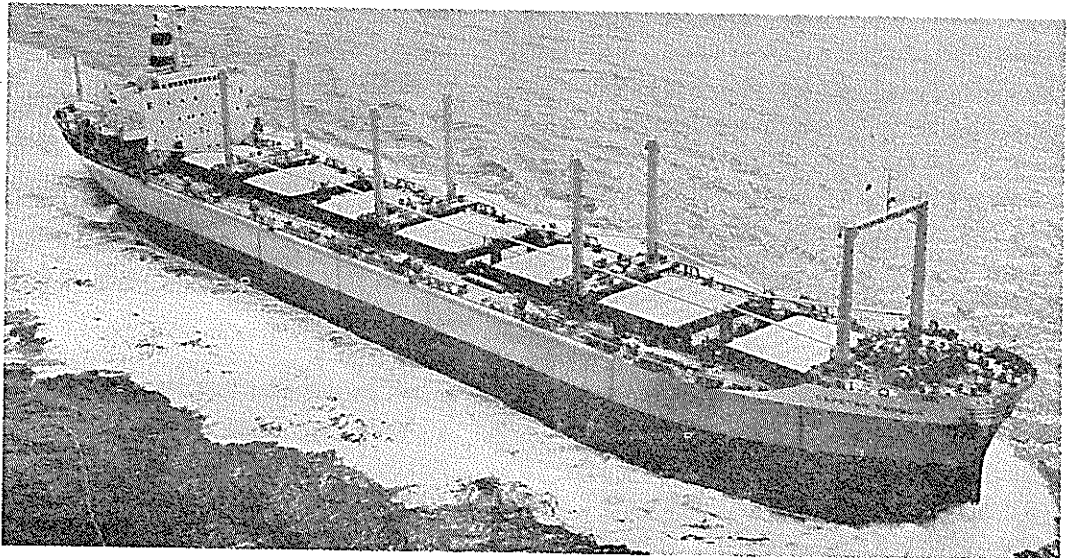


写真 2.2 撒積貨物船



船舶の主要寸法に関する解析

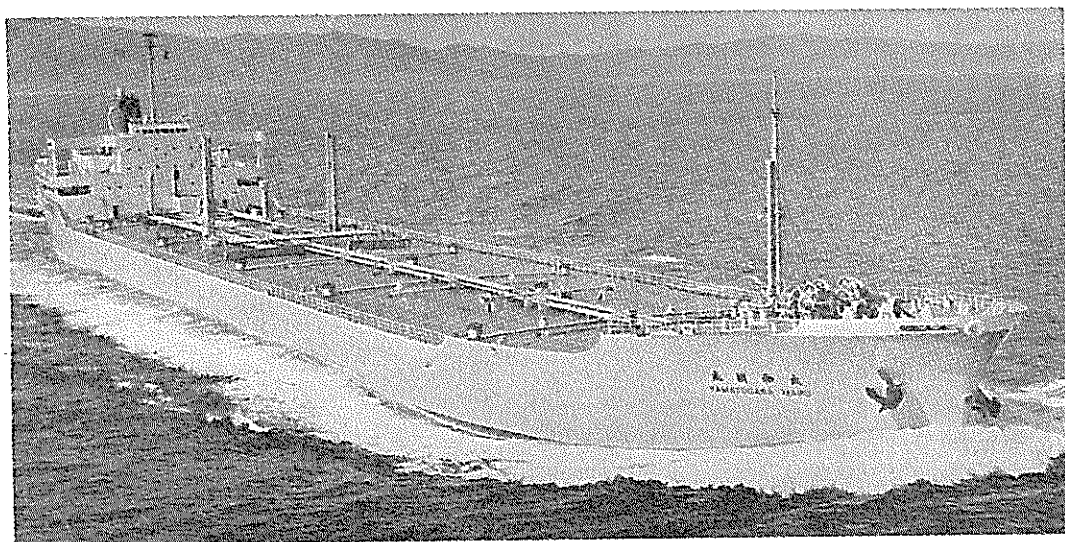


写真 2.3 石油タンカー



写真 2.4 セメント運搬船

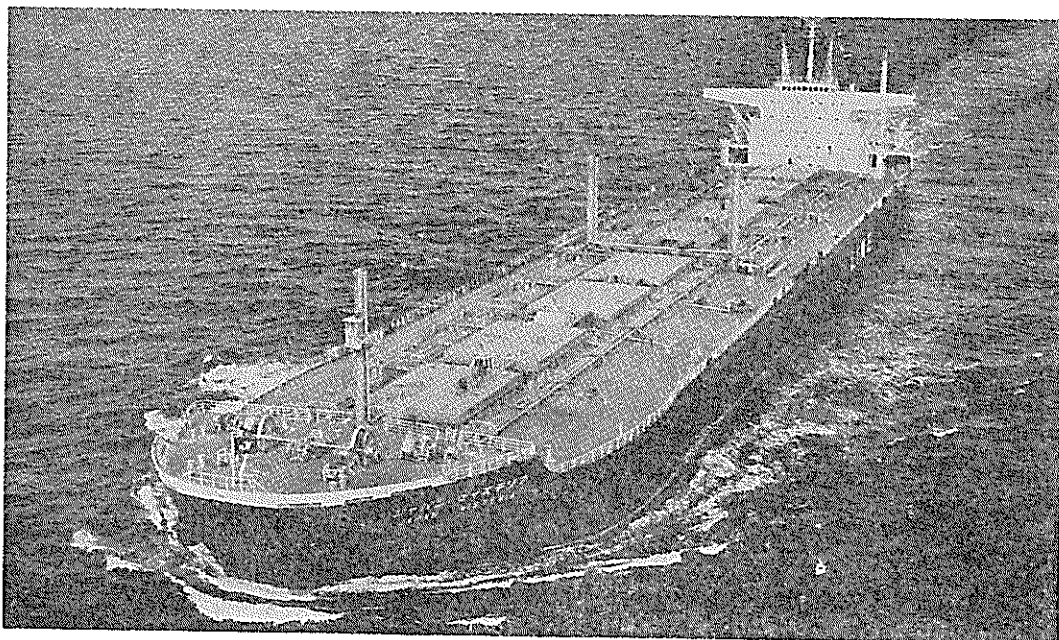


写真2.5 鉦石兼油槽船

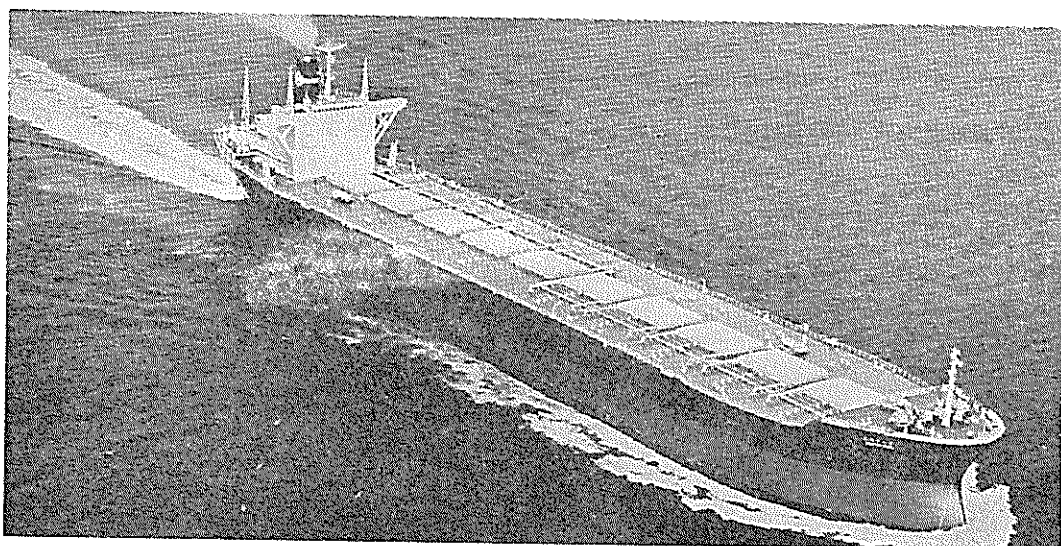


写真 2.6 鉦石専用船



写真 2.7 木材運搬船

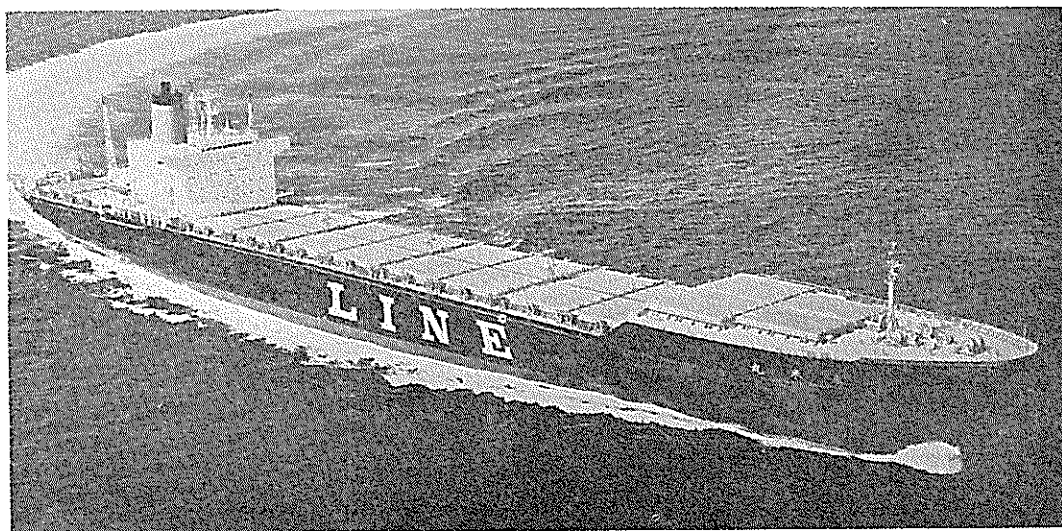


写真 2.8 コンテナ船

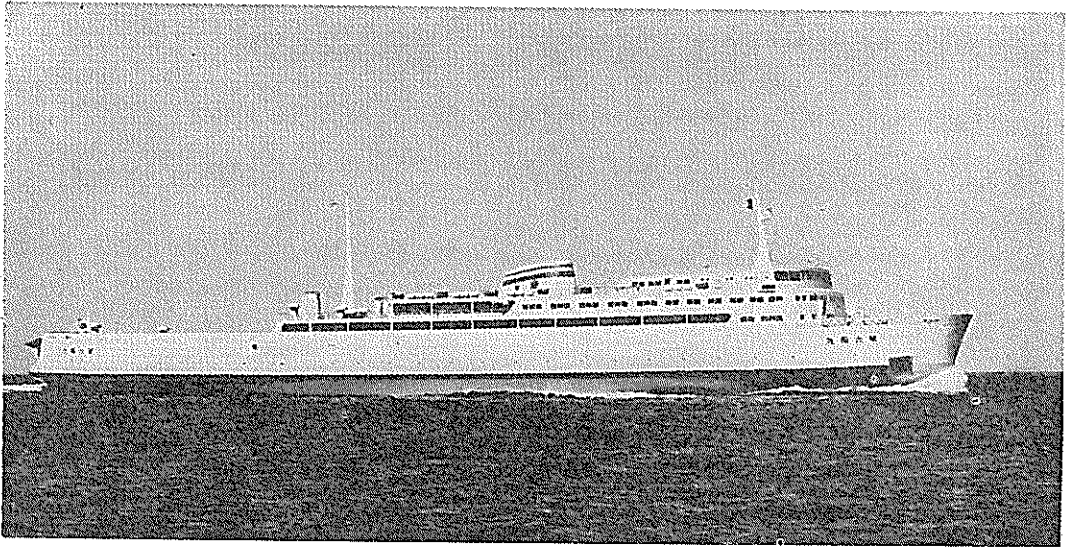


写真 2.9 カーフェリー

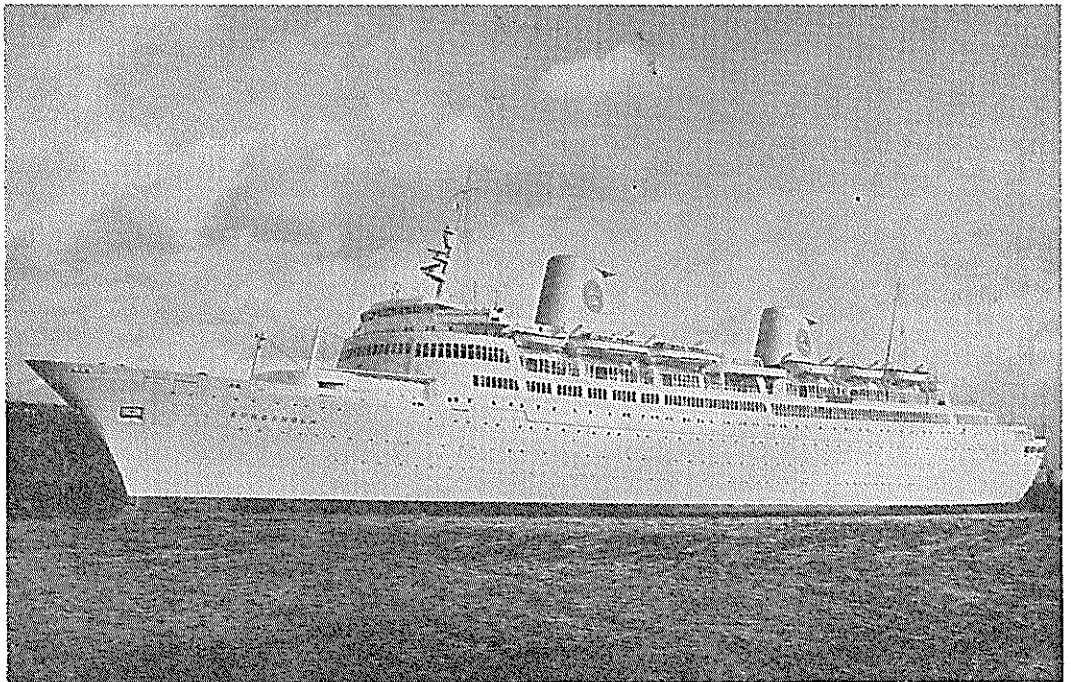


写真 2.10 旅客船

3. データのサンプリング

日本の港湾施設に関与する船舶を対象にするという前提にたつてデータのサンプリングを行った。一般に外航船は3,000G. T. 以上の場合が圧倒的に多い(8割以上)ため外国籍の船舶については3,000G. T. (旅客船については5,000G. T.) 以上の船舶を対象とし、それ以下の船型については日本籍の船舶のみを対象とした。従って日本船は全船型にわたって抽出している。但しカーフェリーについては全隻数とも日本船のデータを用いている。マスト高のデータは設計図面より求めなければならないので、可能な限り収集しその値を用いている。また各船種の計算対象のトン階幅は公共性の強い範囲を考え、次のようにした。

[マスト高調査以外の場合]

- 一般貨物船……500D. W. ~ 60,000D. W.
- 石油タンカー……500D. W. ~150,000D. W.
- 鉄石専用船……500D. W. ~100,000D. W.
- 木材専用船……500D. W. ~ 30,000D. W.
- 旅客船 ……300G. T. ~ 70,000G. T.
- カーフェリー……300G. T. ~ 12,000G. T.

[マスト高調査の場合]

- 一般貨物船 …… 300G. T. ~ 70,000G. T.
- 石油タンカー…… 300G. T. ~130,000G. T.
- フルコンテナ船……4,000G. T. ~ 60,000G. T.
- 旅客船 …… 300G. T. ~ 30,000G. T.
- カーフェリー…… 300G. T. ~ 15,000G. T.

トン階の下限値を500D. W. または300G. T. にしているのは、そのトン階では利用対象バースが物揚場以下に該当するためそれ以下の船舶は対象外にしたためである。また寸法の解析では、カーフェリーのみ日本船を扱っているのでトン階幅を分けることはしていない。

マスト高調査のうち旅客船の船型上限値を30,000G. T. できているのは、それ以上の大型旅客船は建造隻数及び美観性などから一般的な傾向を定めにくいため、特殊ケースと考え、対象外にしたためである。

さらに船の建造年月日が1949年以前の船舶については、データとして採用しなかった。理由は次によっている。

- (1) 建造年月が1949年以前の船舶は、船齢が30年以上にもなりほぼ耐用年数に相当しており、かつ船種別船齢別隻数を調べると表3.1~表3.6のようになり、1949年以前の船舶数は10%以下である。したがって現時点における船舶形状寸法と同等視するのは不適當である。
- (2) 建造年による船舶寸法の相違を調べてみると、1929年以前の船舶は明らかに1950年以降の船舶とはその寸法を異にしている。1930年~1949年の船舶は、顕著な相違点は無いが多少形状変化の過渡期の状態を示しているもので、削除データとして考えても支障は無いと考えられる。図-3.1および図-3.2にその例を示す。(但し貨物船の例である)

図-3.3~図-3.8に船種別トン階別隻数を示し、図-3.9~図-3.14に船種別船齢別隻数百分比を示す。

表 3.1 一般貨物船

DW	0~5 千トン	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40~45	45~50	50~55
建造年											
1949年以前	12	317	297	65	7	21	10	6	0	0	1
1950~1954	8	287	155	42	30	14	3	0	0	0	0
1955~1959	190	392	548	161	33	11	3	1	2	1	0
1960~1964	916	343	258	167	109	94	37	17	11	12	7
1965~1969	1,236	526	250	301	137	173	40	96	65	47	41
1970年以降	673	556	219	298	136	228	135	50	22	10	34
計	3,035	2,421	1,727	1,034	452	541	228	170	100	70	83

Dw	55~60	60~65	65~70	70~75	75~80	80~85	85~90	90~95	95~100	100~105	105~110
建造年											
1949年以前	1	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0
1950~1954	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1955~1959	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1960~1964	3	3	0	0	1	0	0	0	0	1	0
1965~1969	38	13	11	9	16	6	3	0	0	0	3
1970年以降	15	30	21	1	6	4	1	2	0	5	5
計	58	46	36	13	24	10	4	2	0	6	8

DW 建造年	110~115	115~120	120~125	125~130	130~135	135~140	140~145	145~150	150~	計	百分率
1949年以前	0	1	0	0	0	0	0	0	0	746	7.4
1950~1954	0	0	0	0	0	0	0	0	0	539	5.3
1955~1959	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1,344	13.3
1960~1964	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,980	19.5
1965~1969	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3,013	29.8
1970年以降	8	12	8	5	0	4	0	2	6	2,496	24.7
計	8	15	8	5	0	4	0	2	8	10,118隻	100.0%

表 3.2 石油タンカー

DW 建造年	0~5 千トン	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40~45	45~50	50~55
1949年以前	6	39	24	50	8	26	8	1	0	3	0
1950~1954	9	15	46	174	56	55	47	8	11	5	2
1955~1959	79	20	59	183	175	69	118	103	61	44	29
1960~1964	511	22	16	51	84	47	47	62	41	50	112
1965~1969	776	88	26	39	78	27	4	18	0	13	30
1970年以降	641	119	27	30	41	36	48	20	1	2	4
計	2,022	303	198	527	442	260	272	212	114	117	177

DW 建造年	55~60	60~65	65~70	70~75	75~80	80~85	85~90	90~95	95~100	100~105	105~110
1949年以前	0	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0
1950~1954	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1955~1959	4	2	1	4	1	1	3	4	0	0	1
1960~1964	51	41	15	20	13	9	8	8	14	5	1
1965~1969	12	35	31	57	62	24	54	17	40	31	14
1970年以降	1	3	2	8	7	8	6	0	13	5	3
計	68	82	50	90	84	43	74	29	67	41	19

DW 建造年	110~115	115~120	120~125	125~130	130~135	135~140	140~145	145~150	150~	計	百分率
1949年以前	1	2	0	0	0	1	0	0	18	194	3.3%
1950~1954	0	0	0	0	0	0	0	0	0	429	7.3
1955~1959	0	0	1	1	0	0	0	0	0	963	16.4
1960~1964	0	2	1	0	1	1	0	0	2	1,235	21.0
1965~1969	12	6	17	4	4	4	2	1	97	1,623	27.6
1970年以降	9	6	2	4	8	25	7	1	343	1,430	24.4
計	22	16	21	9	13	31	9	2	460	5,874隻	100.0%

表 3.3 鉱石専用船

DW 建造年	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40~45	45~50	50~55
1949年以前	0	1	1	0	3	0	0	0	0	1	0
1950~1954	0	5	2	3	0	0	0	0	0	0	0
1955~1959	0	19	7	43	5	2	4	10	0	2	4
1960~1964	12	16	8	26	17	12	3	6	0	1	10
1965~1969	13	3	3	6	5	6	1	2	0	0	2
1970~	1	4	1	0	3	5	2	0	0	1	0
計	26	48	22	78	33	25	10	18	0	5	16

船舶の主要寸法に関する解析

DW	55~60	60~65	65~70	70~75	75~80	80~85	85~90	90~95	95~100	100~105	105~110
建造年											
1949年以前	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1950~1954	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1955~1959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1960~1964	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1965~1969	15	2	4	3	5	0	2	0	1	2	2
1970~	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	1
計	17	3	4	7	5	1	4	0	1	2	3

DW	110~115	115~120	120~125	125~130	130~135	135~140	140~145	145~150	150~	計	百分率
建造年											
1949年以前	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2.0%
1950~1954	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	3.8
1955~1959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	27.7
1960~1964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	32.6
1965~1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	22.3
1970~	1	3	2	1	1	0	0	1	9	40	11.6
計	1	3	2	1	1	0	0	1	9	346隻	100.0%

表 3.4 木材専用船

DW	0~5 千トン	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~	百分率
建造年								
1949年以前	0	0	0	0	0	0	0	0
1950~1954	0	0	0	0	0	0	0	0
1955~1959	1	0	1	0	0	0	0	2.2
1960~1964	2	2	1	1	0	0	0	6.4
1965~1969	5	16	3	15	2	0	0	44.1
1970年以降	6	33	0	2	1	2	0	47.3
計	14	51	5	18	3	2	0	100.0

表 3.5 旅客船

GT	0~2 千トン	2~4	4~6	6~8	8~10	10~12	12~14	14~16	16~18	18~20	20~22	22~24	24~26
建造年													
1949年以前	15	0	0	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0
1950~1954	8	0	1	5	6	3	2	1	3	0	1	0	0
1955~1959	21	0	0	1	3	1	1	0	0	0	1	1	0
1960~1964	87	6	0	2	3	0	1	1	0	0	0	0	0
1965~1969	81	7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1970	59	6	4	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0
計	271	19	6	10	13	6	5	3	4	3	2	1	0

GT	26~28	28~30	30~32	32~34	34~36	36~38	38~40	40~42	42~44	44~46	46~48	48~50	50~52
建造年													
1949年以前	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1950~1954	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1955~1959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1960~1964	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1965~1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970年以降	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0

寺内 潔・吉田行秀・奥山育英

建造年	GT										計	百分率
	52~54	54~56	56~58	58~60	60~62	62~64	64~66	66~68	68~70	70~		
1949年以前	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	6.0
1950~1954	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	9.4
1955~1959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	8.3
1960~1964	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	104	29.6
1965~1969	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	91	25.9
1970年以降	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	20.8
計	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	351	100.0

表 6.3 カ ー フ ェ リ ー

建造年	GT 千トン	GT										
		0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11
1949年以前	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1950~1954	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1955~1959	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1960~1964	31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1965~1969	112	11	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
1970年以降	111	26	18	10	8	10	13	12	4	7	0	0
計	261	38	20	10	9	11	13	12	5	7	0	0

建造年	GT	GT									計	百分率
		11~12	12~13	13~14	14~15	15~16	16~17	17~18	18~19	19~		
1949年以前	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.5
1950~1954	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.5
1955~1959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.0
1960~1964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	8.1
1965~1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	32.2
1970年以降	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	228	57.7
計	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	395	100.0



船舶の主要寸法に関する解析

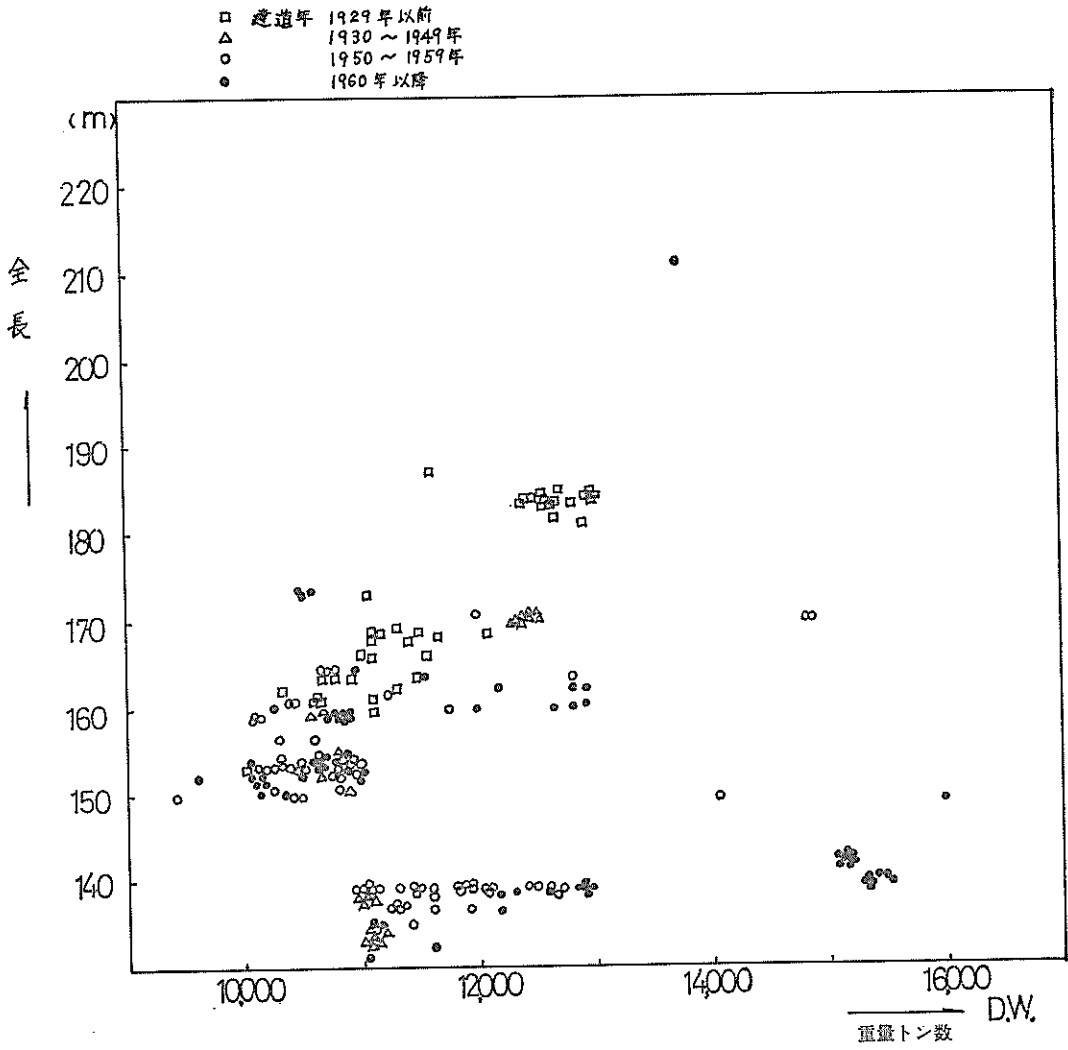


図 3.1 船齢別船長

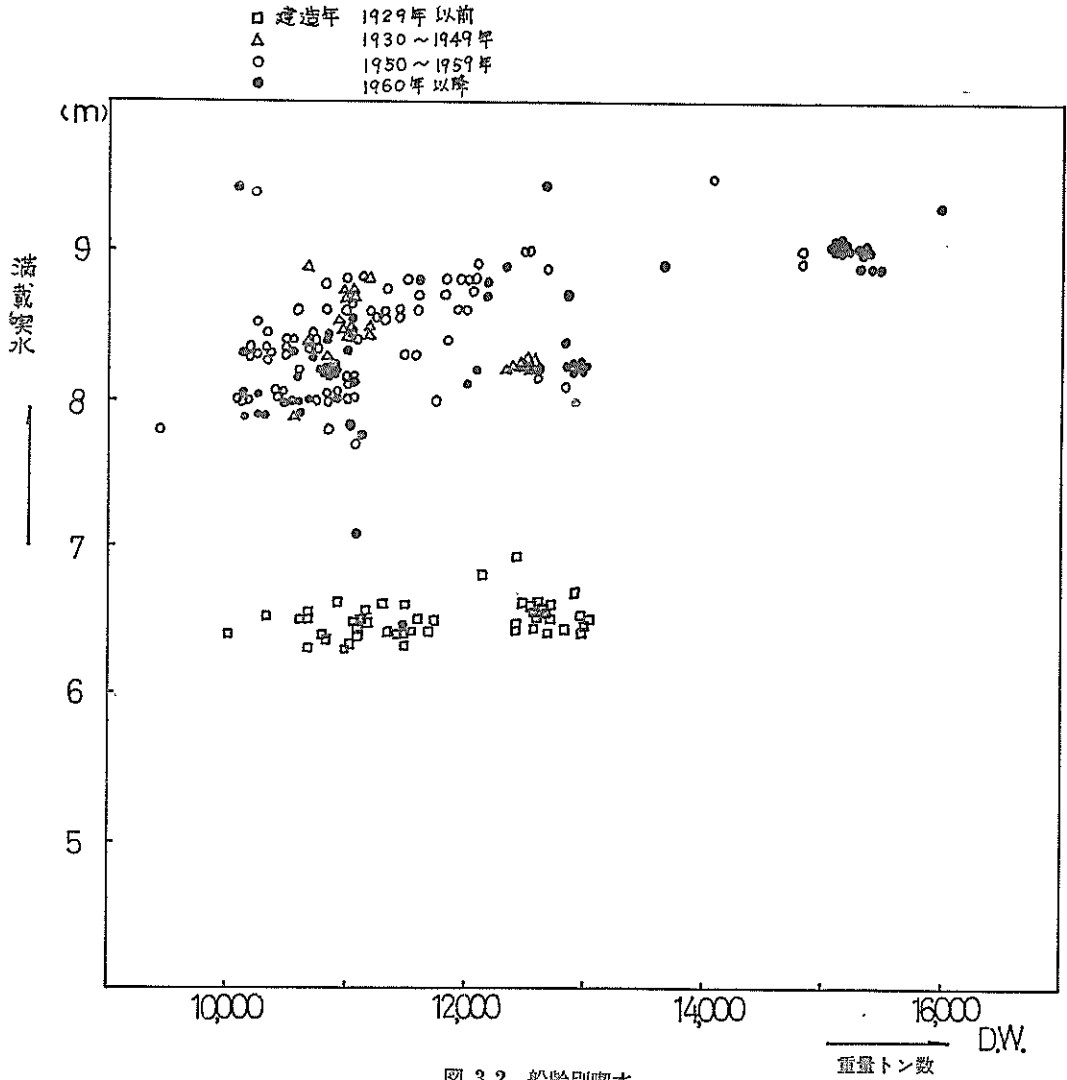


图 3.2 船齡別喫水

船舶の主要寸法に関する解析

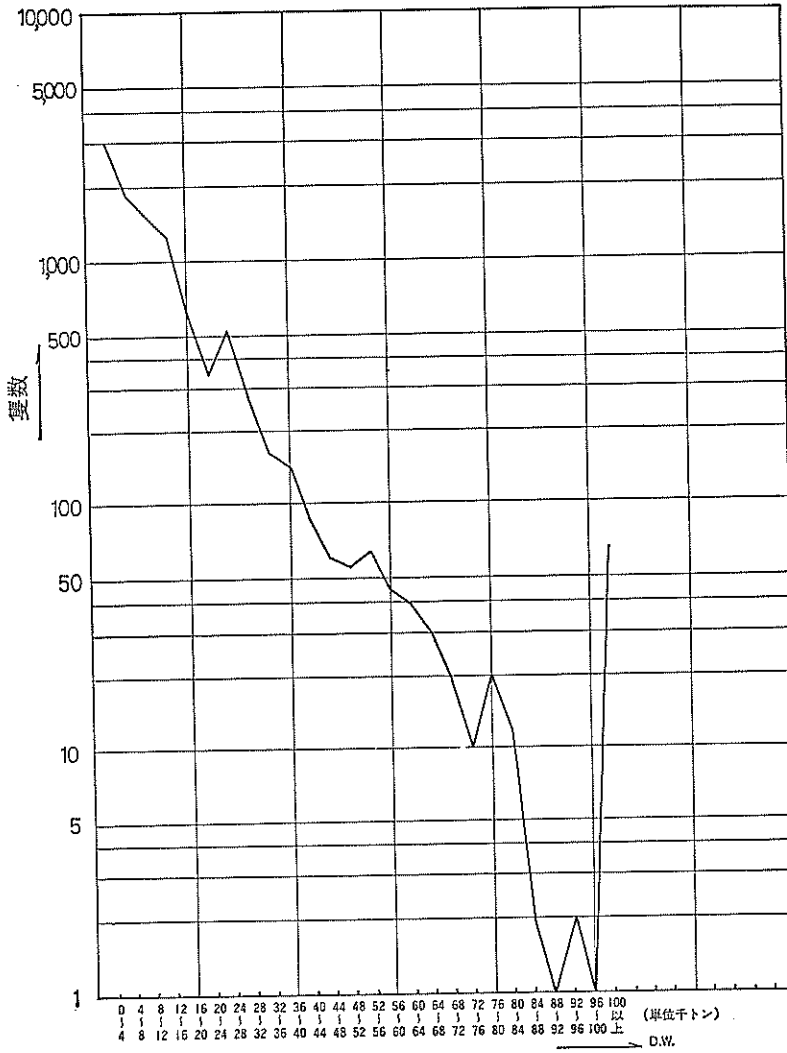


図 3.3 一般貨物船

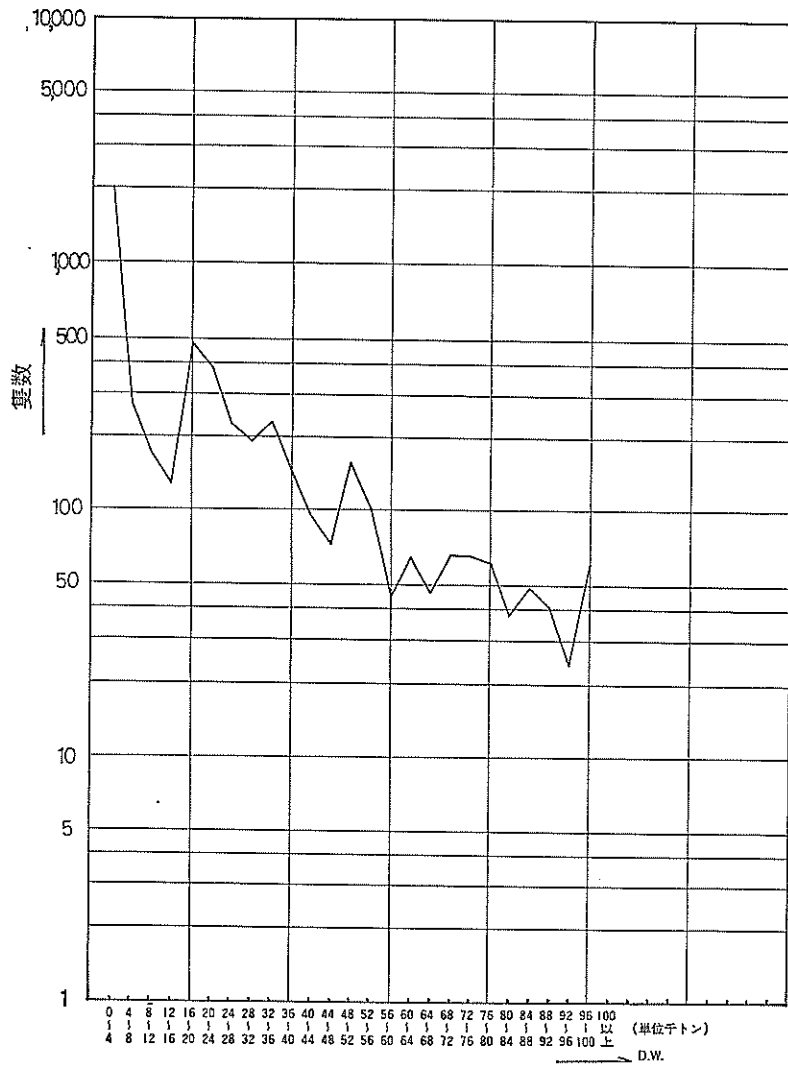


図 3.4 石油タンカー

船舶の主要寸法に関する解析

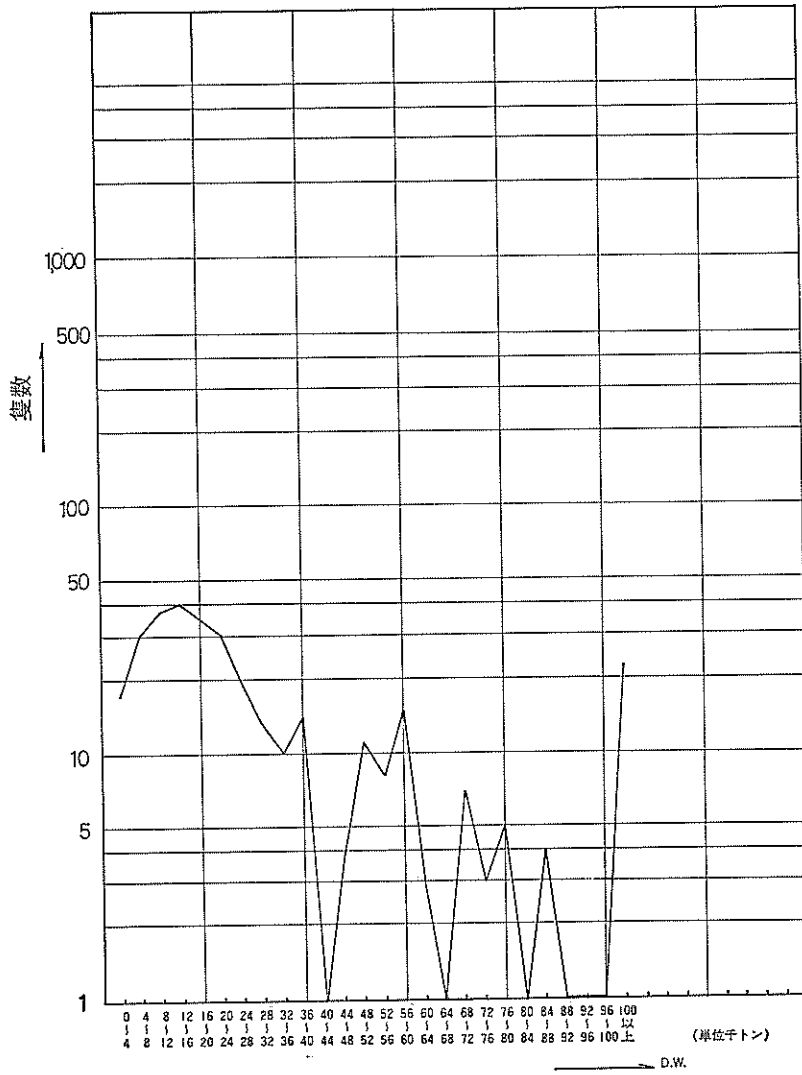


図 3.5 鉄石専用船

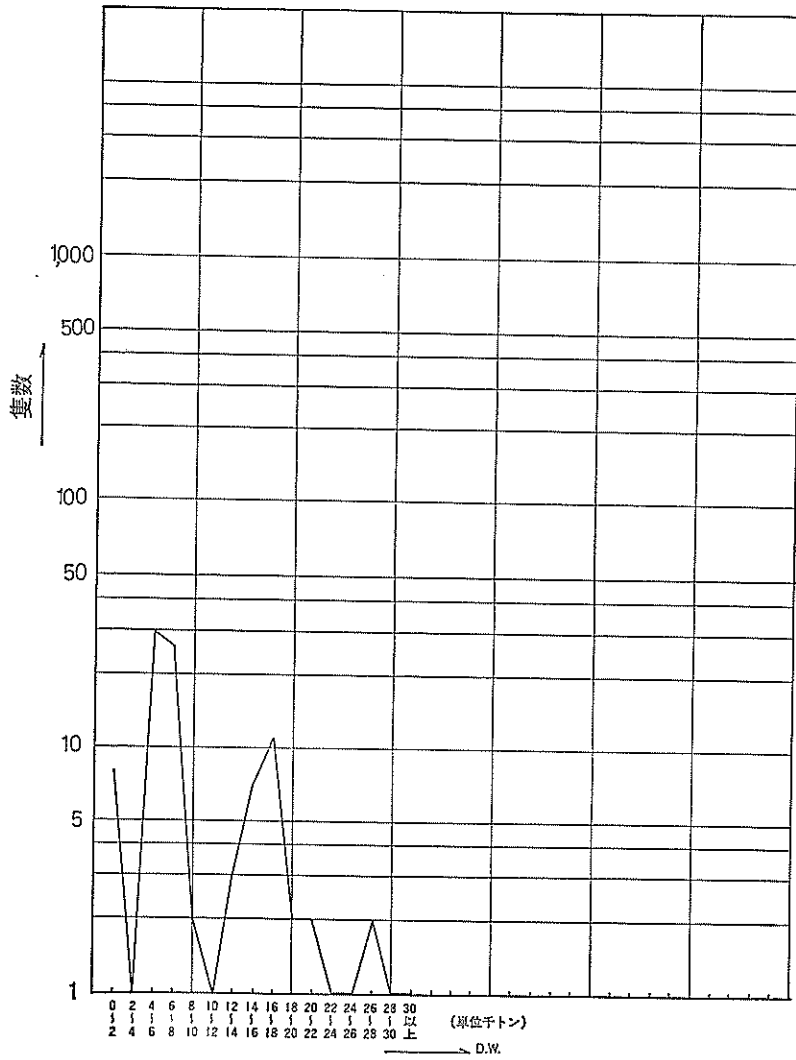


図 3.6 木材専用船

船舶の主要寸法に関する解析

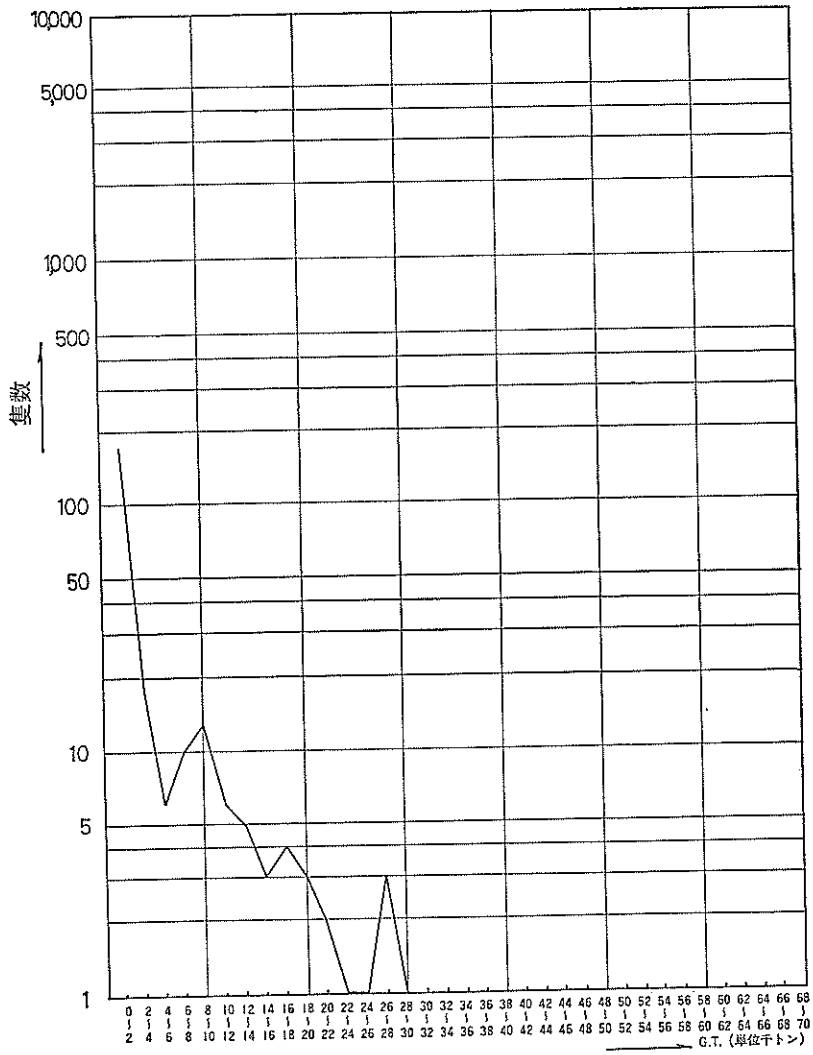


図 3.7 旅客船

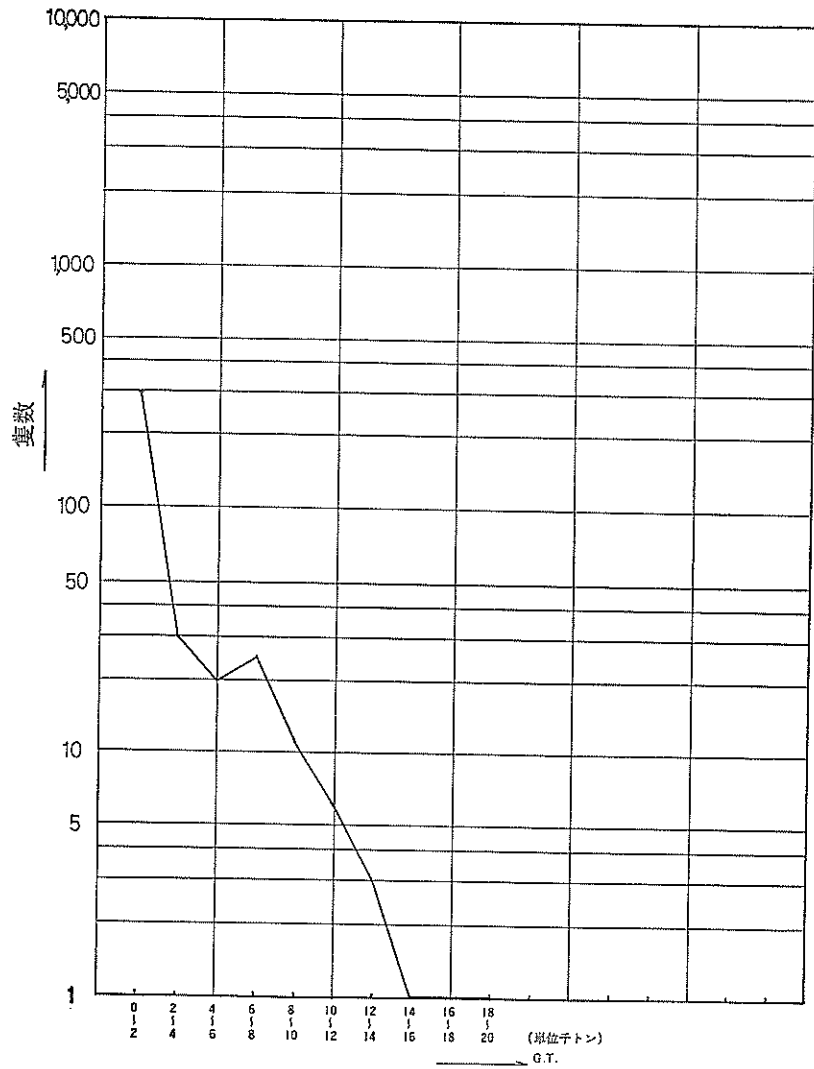


図 3.8 カーフェリー



船舶の主要寸法に関する解析

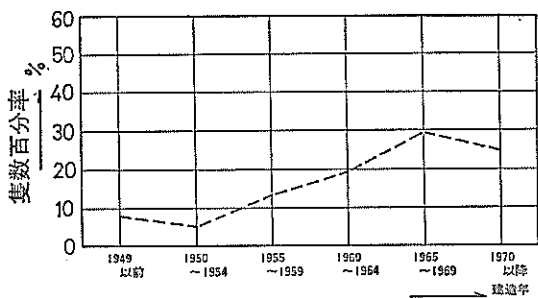


図 3.9 一般貨物船

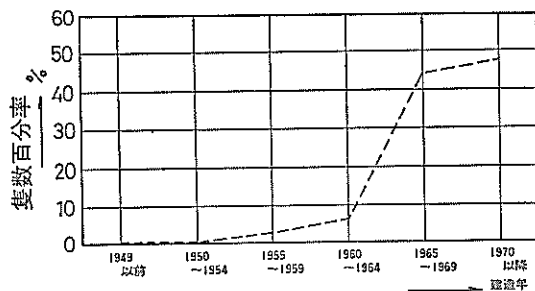


図 3.12 木材専用船

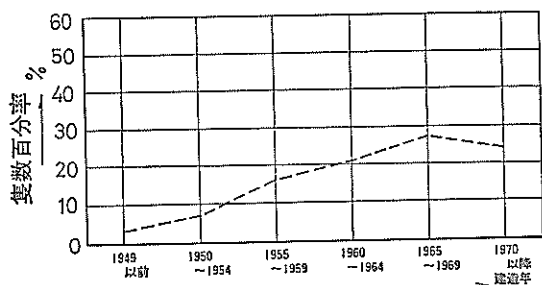


図 3.10 石油タンカー

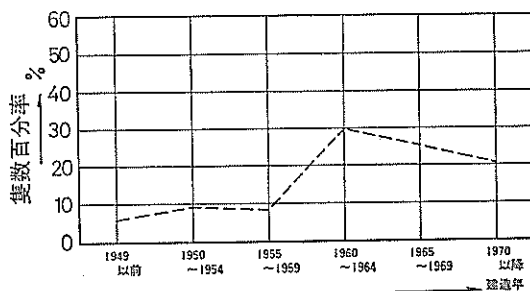


図 3.13 旅客船

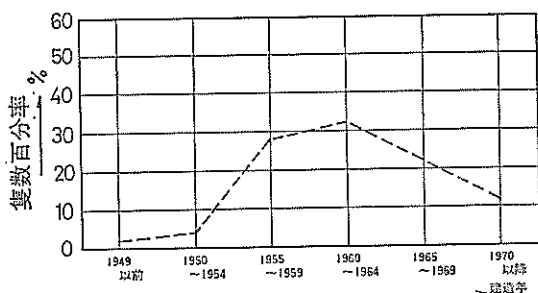


図 3.11 鉱石専用船

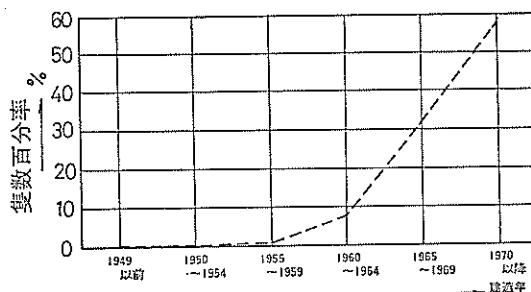


図 3.14 カーフェリー

#### 4. 寸法の関数形

これまで用いられてきた船舶寸法の相互関係式は、港湾構造物設計基準に記載されているように、 $y=ax^b$ であらわせる曲線をあてはめてきた。直線及び曲線のどちらがあてはめとして適切かを検討する必要があるが、今回求める寸法は、過去の事例（港研資料 No. 101）でも曲線式の方が直線式よりも分布傾向へのあてはめが適切であったため、同じような船舶を扱う関係上同様な判断にたてるとしてここではその検討を省略している。適性の理由については、港研資料 No. 101 を参照されたい。

#### 5. 寸法関係の分析

船舶寸法のデータの対数値を変数としたものについて以下の項目の解析を行った。

##### 5.1 回帰分析

変数の変換による非線形回帰すなわち両対数変換にしたもので分析を行う。

ここでは関数形として次式を仮定し、パラメータ  $a, \alpha, \beta$  の推定値  $a, b$  を式 (5.2) および式 (5.3) で求めた。

$$\log y = \alpha + \beta \log x \quad (5.1)$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n \log y_i - \frac{S_{xy}}{S_x} \sum_{i=1}^n \log x_i}{n} \quad (5.2)$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x} = \frac{n \sum_{i=1}^n \log x_i \log y_i - \sum_{i=1}^n \log x_i \sum_{i=1}^n \log y_i}{n \sum_{i=1}^n (\log x_i)^2 - \left( \sum_{i=1}^n \log x_i \right)^2} \quad (5.3)$$

ここに

$S_{xy}$ ; 変数  $x, y$  の共分散

$S_x$ ; 変数  $x$  の分散

$S_y$ ; 変数  $y$  の分散

$n$ ; データの個数

回帰のまわりの標準偏差  $\hat{\sigma}$  を式 (5.4) に示す。

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{S_{y,x}}{n-2}} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \left( S_y - \frac{S_{xy}^2}{S_x} \right)} \quad (5.4)$$

ここに

$S_{y,x}$ ; 回帰のまわりの分散

パラメータの標準偏差は次式による。

$$\hat{\sigma}_a = \sqrt{V_a} = \sqrt{V_{y,x} \left\{ \frac{1}{n} + \frac{(\log x)^2}{S_x} \right\}} \quad (5.5)$$

$$\hat{\sigma}_b = \sqrt{V_b} = \sqrt{\frac{V_{y,x}}{S_x}} \quad (5.6)$$

ここに

$\hat{\sigma}_a$ ;  $a$  の標準偏差

$\hat{\sigma}_b$ ;  $b$  の標準偏差

$V_a$ ;  $a$  の分散

$V_b$ ;  $b$  の分散

$\overline{\log x}$ ;  $\log x_i$  の平均値

関数形におけるパラメータ  $b$  に対しての母回帰係数  $\beta=0$  という仮説の検定は以下のように行った。すなわち回帰係数がある危険率でゼロにならないことを示すために

$$t_\beta = \frac{b}{\hat{\sigma}_b} \quad (5.7)$$

が自由度  $\nu=n-2$  の  $t$  分布に従うことを利用して検定する。危険率が 0.1% の場合はその判定条件は、

$$t_\beta > t(n-2, 0.001)$$

ということになる。

##### 5.2 相関分析

変数  $x, y$  の相関係数  $r$  は次のとおりである。

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x \cdot S_y}} = \frac{\sum_{i=1}^n \log x_i \cdot \log y_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log x_i \cdot \sum_{i=1}^n \log y_i}{\sqrt{\left\{ \sum_{i=1}^n (\log x_i)^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n \log x_i \right)^2 \right\} \left\{ \sum_{i=1}^n (\log y_i)^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n \log y_i \right)^2 \right\}}} \quad (5.8)$$

母相関係数  $\rho$  がゼロであるという仮説を検定する。

$$t_r = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (5.9)$$

が自由度  $\nu=n-2$  の  $t$  分布に従うことを利用して

$$t_r > t(n-2, 0.001)$$

であるならば、危険率 0.1% で仮説を棄却できることになる。すなわち  $\rho \neq 0$  ということになり、逆に  $t_r < (n-2, 0.001)$  で仮説を棄却できない場合には、回帰の推定は行わない。

#### 6. 従来値と見直し値の比較

今回行った見直し回帰曲線に対し、従来の船舶形状値（港湾構造物設計基準の値）が何パーセントにラン

表 6.1 差の上下限值

船種	諸元								
	船長	喫水	型幅	Δlmax	Δlmin	Δdmax	Δdmin	Δbmax	Δbmin
一般貨物船	6m	-12m	0.4m	-0.2m	0.7m	-0.2m			
石油タンカー	4m	-9m	0.1m	-0.4m	0.2m	-0.6m			
鉱石専用船	2m	-8m	-0.1m	-0.4m	0.2m	-0.2m			
旅客船	-1m	-17m	1.1m	-0.5m	2.1m	-2.0m			
カーフェリー	5m	-5m	0.2m	-0.5m	0.7m	-3.0m			

ここに  $\Delta = |(\text{見直し値}) - (\text{従来値})|$

船舶の主要寸法に関する解析

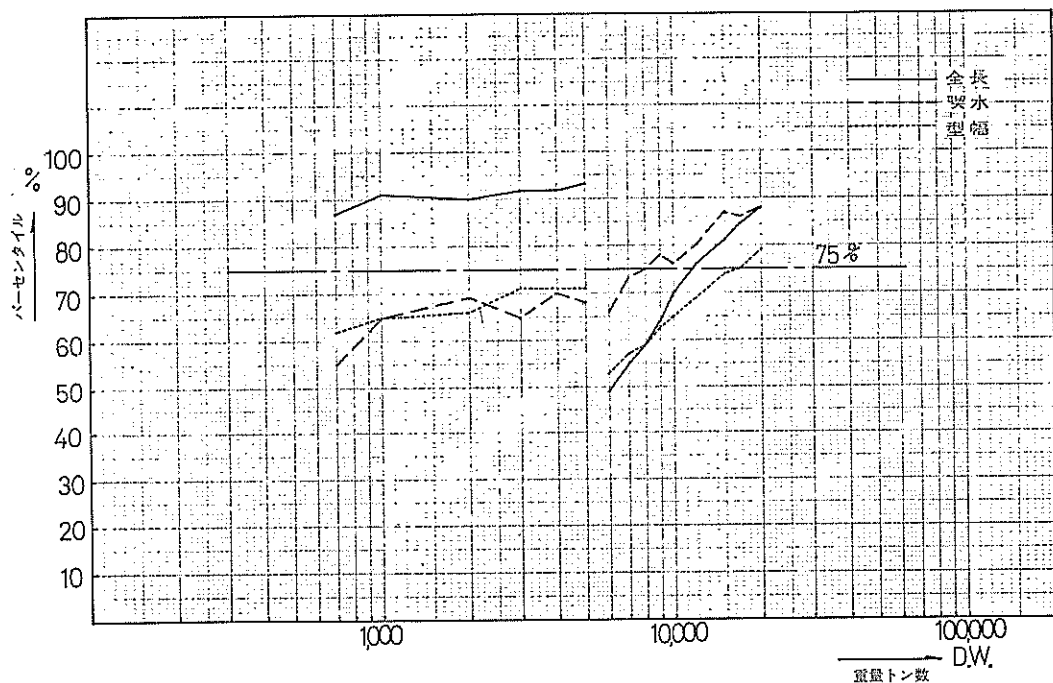


図 6.1 一般貨物船

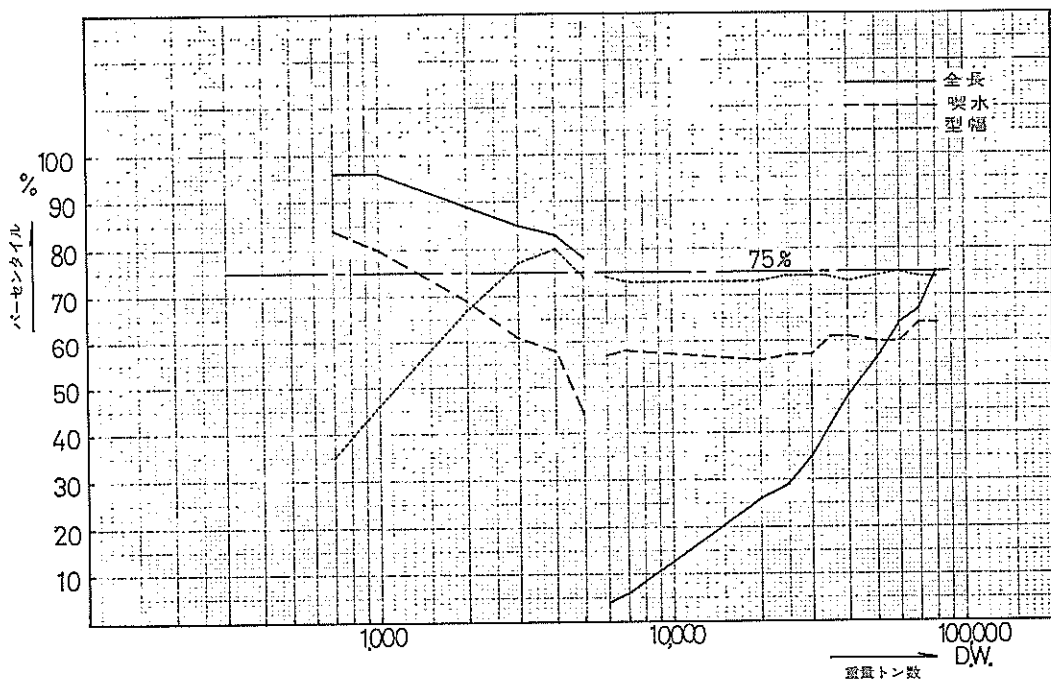


図 6.2 石油タンカー

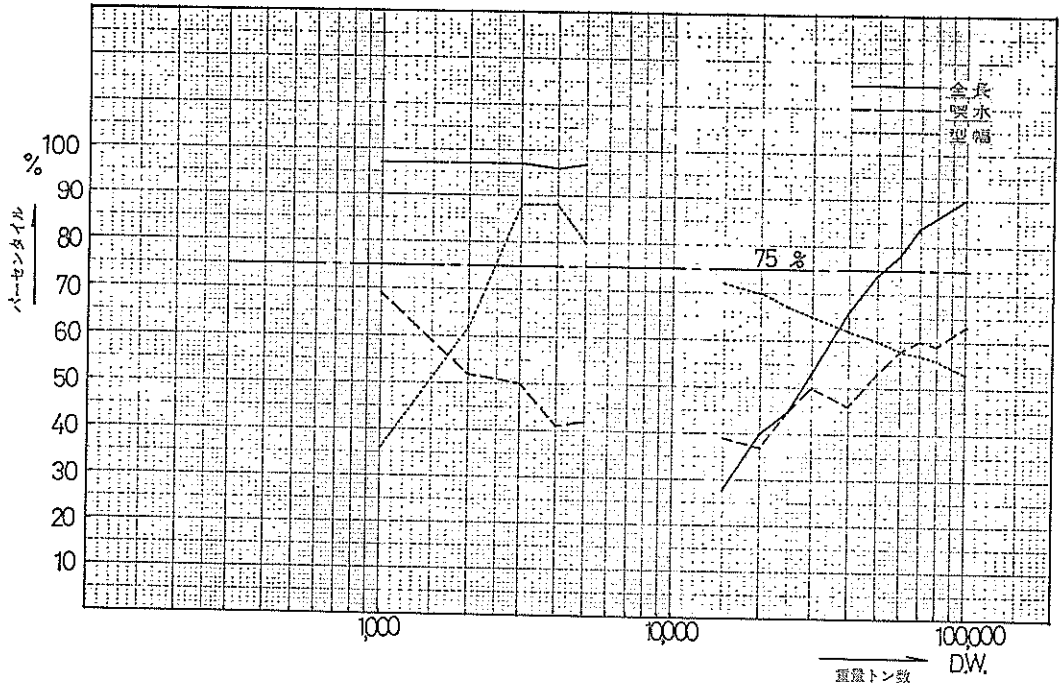


図 6.3 鉱石専用船

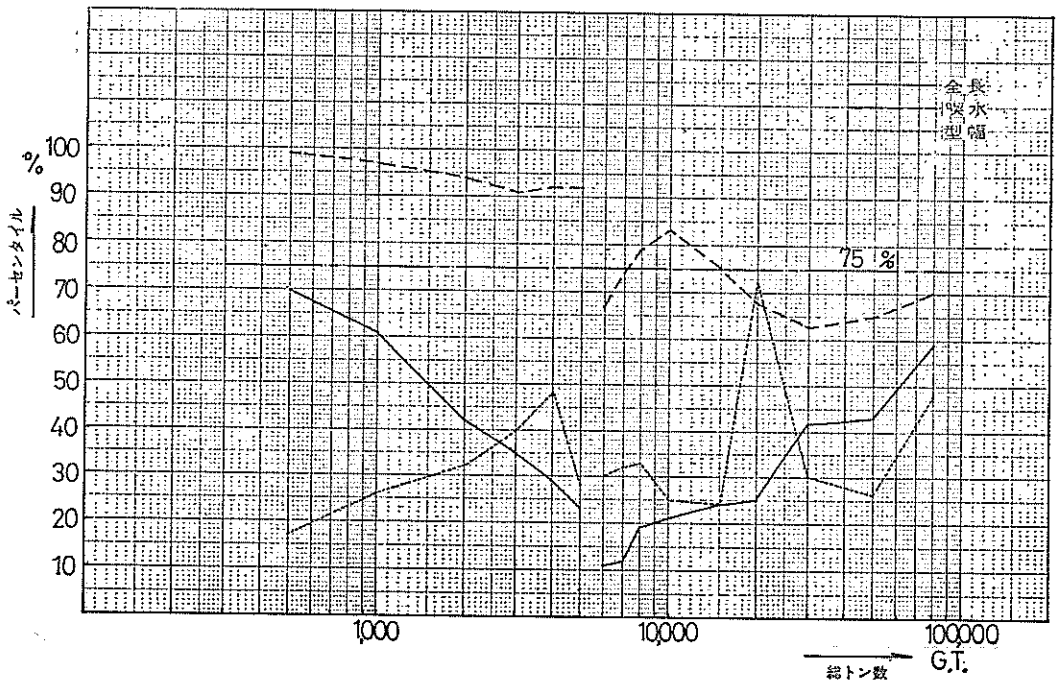


図 6.4 旅客船

船舶の主要寸法に関する解析

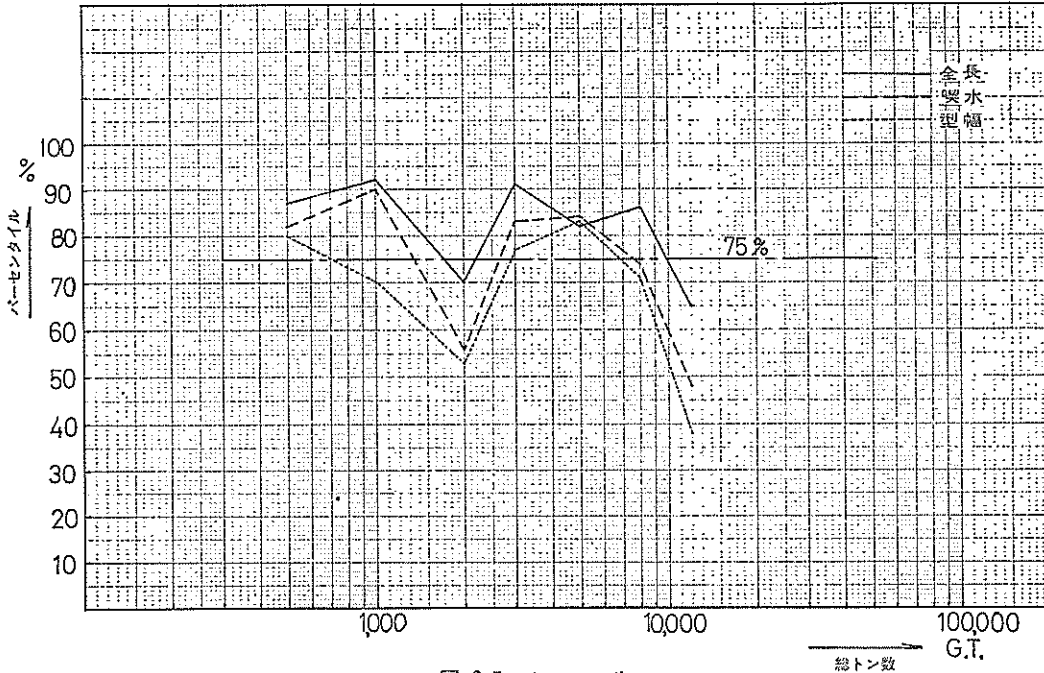


図 6.5 カーフェリー

表 6.2 現行パース諸元に対する対象船型比較表

船種 パース水深	一般貨物船		石油タンカー		鉄石専用船		木材専用船		旅客船		カーフェリー	
	見直し値	従来値	見直し値	従来値	見直し値	従来値	見直し値	従来値	見直し値	従来値	見直し値	従来値
- 4.5 M	740 D.W.	700 D.W.	760 D.W.	700 D.W.	—	—	780 D.W.	700 D.W.	620 G.T.	500 G.T.	—	—
- 5.0	1,100	1,000	1,200	1,000	—	—	1,200	1,000	1,000	1,000	2,200	—
- 5.5	1,700	2,000	1,750	2,000	—	—	1,900	2,000	—	—	3,300	—
- 6.0	2,300	3,000	2,300	3,000	—	—	2,600	3,000	—	—	—	—
- 6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	2,400	3,000	5,100	—
- 7.5	4,800	5,000	4,700	6,000	4,800	6,000	5,300	5,000	3,500	5,000	10,000	—
- 9.0	9,200	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	11,000	10,000	7,400	10,000	—	—
-10.0	12,500	15,000	14,500	17,000	15,300	15,000	16,000	15,000	14,900	20,000	—	—
-11.0	19,100	20,000	21,100	25,000	22,500	25,000	22,000	20,000	23,200	30,000	—	—
-11.5	—	—	—	—	—	—	—	—	36,500	50,000	—	—
-12.0	26,900	30,000	29,000	35,000	32,500	40,000	30,000	30,000	—	—	—	—
-13.0	36,300	50,000	39,000	45,000	45,000	50,000	—	—	60,000	80,000	—	—
-14.0	—	—	52,000	65,000	—	—	—	—	—	—	—	—
-15.0	—	—	67,000	80,000	81,000	80,000	—	—	—	—	—	—

注) 見直し値は75パーセンタイルの値で、パース水深及びパース長の両方を満足できる船型となっている。  
従来値のうちタンカーについては85パーセンタイル値となっているがそれ以外は75パーセンタイル値である。

クされているかチェックしたものを図-6.1～図-6.5に示し、さらに75%の回帰曲線に対しその値の正負の最大値を表-6.1に示す。ただし従来値が見直し値の75%値を下回る場合には、 $\Delta$ の絶対値を負にしている。

この結果から判断すると、(+)の値はオーダー的に問題を起すことはないが、(-)の値は船長については貨物船の  $\Delta L = -12\text{m}$ 、旅客船の  $\Delta L = -17\text{m}$  は支障がありそうである。喫水については、表-6.1の全船種で問題がある。しかしながら、各船種ともトン階領域における一部のトン階で問題があるということであるから、安全対策上は、曲線式及び船型分布などから判断して比較的容易に対応はとれるものと判断される。すなわちこのことは、現行のバース諸元のままで、運用によって十分全安を確

保しつつ見直し値による形状の船舶に係岸できる場合もありうるということである。

また現行のバース諸元に対し、見直し回帰式を用いて求めた船型をあてはめると表-6.2のようになる。ただしこの値は単純に曲線から求めたもので、利用実態、船型分布などを考慮していないし、余裕水深も喫水の1割を考えた場合であること及び回帰式のパーセントイルも一率75%としていることを考え合わせれば、実際の港湾計画上では、表-6.2で示す見直し値をそのまま採用する必要はなく、十分その港に合った適切な判断のもとに対象船型なるものを定決していけばよいのであって、従来通りのままで現状に対応していけるケースも多いのではないかと考えられる。

7. 計算結果

回帰式のうち  $D. W.$  は重量トン数,  $G. T.$  は総トン数,  $N. T.$  は純トン数,  $L$  は船の全長,  $B$  は型幅,  $d$  は満載喫水をあらわす。またトン階領域を不等号表示にしているのは算出された値が、境界上で任意に安全のように値をとる必要があるため境界領域を明確に定めると不都合な場合もあるからである。

7.1 一般貨物船 (1)~(5)

(1) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と全長 ( $L$ ) の関係

データ個数 $n=1,786$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
75%回帰式	$\log L=0.674+0.362 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log L=0.654+0.362 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.029
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.008
	$\hat{\sigma}_b$	0.003
相関係数	$r$	0.954
相関の検定	$t_r$	134.256
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	134.256
	$t(n-2, 0.0001)$	3.291

データ個数 $n=6,501$		
トン階領域	$D. W.$	5,000~60,000
75%回帰式	$\log L=0.970+0.297 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log L=0.947+0.297 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.034
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.007
	$\hat{\sigma}_b$	0.002
相関係数	$r$	0.919
相関の検定	$t_r$	188.173
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数の $\beta$ 検定	$t_\beta$	188.173
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

(2) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と満載喫水 ( $d$ ) の関係

データ個数 $n=1,786$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000

75%回帰式	$\log d=-0.279+0.301 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log d=-0.305+0.301 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.038
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.011
	$\hat{\sigma}_b$	0.004
相関係数	$r$	0.895
相関の検定	$t_r$	84.598
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	84.598
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

データ個数 $n=6,568$		
トン階領域	$D. W.$	5,000~60,000
75%回帰式	$\log d=-0.154+0.268 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log d=-0.173+0.268 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.028
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.005
	$\hat{\sigma}_b$	0.001
相関係数	$r$	0.929
相関の検定	$t_r$	203.080
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	203.080
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

(3) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と型幅 ( $B$ ) の関係

データ個数 $n=1,786$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
75%回帰式	$\log B=0.068+0.303 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log B=0.048+0.303 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.029
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.008
	$\hat{\sigma}_b$	0.003
相関係数	$r$	0.935
相関の検定	$t_r$	111.371
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	111.371
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

データ個数 $n=6,633$		
トン階領域	$D. W.$	5,000~60,000
75%回帰式	$\log B=0.204+0.271 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log B=0.183+0.271 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.031
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.006
	$\hat{\sigma}_b$	0.001
相関係数	$r$	0.920
相関の検定	$t_r$	190.475
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	190.475
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

(4) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と総トン数 ( $G. T.$ ) の関係

データ個数 $n=1,786$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
50%回帰式	$\log G. T. = -0.366+1.015 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.120
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.034
	$\hat{\sigma}_b$	0.011
相関係数	$r$	0.906
相関の検定	$t_r$	90.183
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	90.183
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

データ個数  $n=6,036$

トン階領域	$D. W.$	5,000~60,000
50%回帰式	$\log G. T. = -0.061+0.966 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.066
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.013
	$\hat{\sigma}_b$	0.003
相関係数	$r$	0.969
相関の検定	$t_r$	306.406
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	306.406
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

(5) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と純トン数 ( $N. T.$ ) の関係

データ個数 $n=1,786$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
50%回帰式	$\log N. T. = -0.715+1.049 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.121
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.034
	$\hat{\sigma}_b$	0.011
相関係数	$r$	0.910
相関の検定	$t_r$	92.983
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	92.983
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

データ個数  $n=5,994$

トン階領域	$D. W.$	5,000~60,000
50%回帰式	$\log N. T. = -0.619+1.047 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.067
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.013
	$\hat{\sigma}_b$	0.003
相関係数	$r$	0.973
相関の検定	$t_r$	326.949
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	326.949
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

7.2 石油タンカー (6)~(10) まで

(6) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と全長 ( $L$ ) の関係

データ個数  $n=1,257$

トン階領域	$D. W.$	500~5,000
75%回帰式	$\log L=0.663+0.364 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log L=0.643+0.364 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.030
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.010
	$\hat{\sigma}_b$	0.003
相関係数	$r$	0.955
相関の検定	$t_r$	113.394
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	113.394
	$t(n-2, 0.001)$	3.291



船舶の主要寸法に関する解析

データ個数 $n=3, 183$		
トン階領域	$D. W.$	5,000~150,000
75%回帰式	$\log L=0.935+0.302 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log L=0.925+0.302 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.014
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.004
	$\hat{\sigma}_b$	0.001
相関係数	$r$	0.990
相関の検定	$t_r$	388.135
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	388.135
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

(7) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と満載喫水 ( $d_f$ ) の関係

データ個数 $n=1, 786$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
75%回帰式	$\log d=-0.317+0.312 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log d=-0.337+0.312 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.029
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.010
	$\hat{\sigma}_b$	0.003
相関係数	$r$	0.941
相関の検定	$t_r$	98.706
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	98.706
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

データ個数  $n=3, 188$

トン階領域	$D. W.$	5,000~150,000
75%回帰式	$\log d=-0.159+0.267 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log d=-0.174+0.267 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.022
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.006
	$\hat{\sigma}_b$	0.001
相関係数	$r$	0.968
相関の検定	$t_r$	216.300
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	216.300
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

(8) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と型幅 ( $B$ ) の関係

データ個数 $n=1, 257$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
75%回帰式	$\log B=0.129+0.281 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log B=0.109+0.281 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.029
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.010
	$\hat{\sigma}_b$	0.003
相関係数	$r$	0.930
相関の検定	$t_r$	89.933
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	89.933
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

データ個数  $n=3, 188$

トン階領域	$D. W.$	5,000~150,000
75%回帰式	$\log B=-0.025+0.326 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log B=-0.055+0.326 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.044
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.011
	$\hat{\sigma}_b$	0.003
相関係数	$r$	0.920
相関の検定	$t_r$	132.030
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	132.030
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

(9) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と総トン数 ( $G. T.$ ) の関係

データ個数 $n=1, 257$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
50%回帰式	$\log G. T.=0.103+0.935 \log \frac{D. W.}{D. W.}$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.089
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.030
	$\hat{\sigma}_b$	0.010
相関係数	$r$	0.940
相関の検定	$t_r$	97.168
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数の $\beta$ 検定	$s(n-2, t_\beta, 0.001)$	97.168 3.291

データ個数 $n=3,197$		
トン階領域	$D. W.$	5,000~150,000
50%回帰式	$\log G. T. = 0.141 + 0.919 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.041
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.010
	$\hat{\sigma}_b$	0.002
相関係数	$r$	0.991
相関の検定	$t_r$	429.544
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	429.544
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

(II) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と純トン数 ( $N. T.$ ) の関係

データ個数 $n=1,254$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
50%回帰式	$\log N. T. = 0.001 + 0.982 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.086
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.029
	$\hat{\sigma}_b$	0.009
相関係数	$r$	0.947
相関の検定	$t_r$	104.794
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	104.794
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

データ個数  $n=3,161$ 

トン階領域	$D. W.$	5,000~150,000
50%回帰式	$\log N. T. = -0.446 + 1.002 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.050
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.012
	$\hat{\sigma}_b$	0.003
相関係数	$r$	0.989
相関の検定	$t_r$	376.659
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	376.659
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

## 7.3 鉱石専用船

(II) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と全長 ( $L$ ) の関係

データ個数 $n=26$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
75%回帰式	$\log L = 0.777 + 0.331 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log L = 0.768 + 0.331 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.013
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.032
	$\hat{\sigma}_b$	0.009
相関係数	$r$	0.990
相関の検定	$t_r$	35.108
	$t(n-2, 0.001)$	3.707
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	35.108
	$t(n-2, 0.001)$	3.707

データ個数  $n=291$ 

トン階領域	$D. W.$	5,000~100,000
75%回帰式	$\log L = 0.993 + 0.288 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log L = 0.981 + 0.288 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.018
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.016
	$\hat{\sigma}_b$	0.004
相関係数	$r$	0.978
相関の検定	$t_r$	80.468
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	80.468
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

(II) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と満載喫水 ( $d$ ) の関係

データ個数 $n=26$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
75%回帰式	$\log d = -0.202 + 0.280 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log d = -0.218 + 0.280 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.023
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.059
	$\hat{\sigma}_b$	0.017
相関係数	$r$	0.958
相関の検定	$t_r$	16.345
	$t(n-2, 0.001)$	3.745
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	16.345
	$t(n-2, 0.001)$	3.745

船舶の主要寸法に関する解析

データ個数 $n=291$		
トン階領域	$D. W.$	5,000~100,000
75%回帰式	$\log d = -0.063 + 0.243 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log d = -0.075 + 0.243 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.018
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.016
	$\hat{\sigma}_b$	0.004
相関係数	$r$	0.970
相関の検定	$t_r$	67.596
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	67.596
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

(3) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と型幅 ( $B$ ) の関係

データ個数 $n=26$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
75%回帰式	$\log B = 0.072 + 0.296 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log B = 0.065 + 0.296 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.010
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.026
	$\hat{\sigma}_b$	0.008
相関係数	$r$	0.992
相関の検定	$t_r$	39.235
	$t(n-2, 0.001)$	3.745
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	39.235
	$t(n-2, 0.001)$	3.745

データ個数  $n=291$

トン階領域	$D. W.$	5,000~100,000
75%回帰式	$\log B = -0.117 + 0.347 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log B = -0.144 + 0.347 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.040
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.034
	$\hat{\sigma}_b$	0.008
相関係数	$r$	0.933
相関の検定	$t_r$	44.225
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	44.225
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

(4) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と総トン数 ( $G. T.$ ) の関係

データ個数 $n=26$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
50%回帰式	$\log G. T. = -0.245 + 1.003 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.034
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.086
	$\hat{\sigma}_b$	0.025
相関係数	$r$	0.993
相関の検定	$t_r$	39.940
	$t(n-2, 0.001)$	3.745
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	39.940
	$t(n-2, 0.001)$	3.745

データ個数  $n=276$

トン階領域	$D. W.$	5,000~100,000
50%回帰式	$\log G. T. = 0.289 + 0.885 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.066
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.058
	$\hat{\sigma}_b$	0.013
相関係数	$r$	0.970
相関の検定	$t_r$	65.621
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	65.621
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

(5) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と純トン数 ( $N. T.$ ) の関係

データ個数 $n=26$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
50%回帰式	$\log N. T. = -0.454 + 0.975 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.112
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.284
	$\hat{\sigma}_b$	0.083
相関係数	$r$	0.923
相関の検定	$t_r$	11.774
	$t(n-2, 0.001)$	3.745
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	11.774
	$t(n-2, 0.001)$	3.745

データ個数 $n=289$		
トン階領域	$D. W.$	5,000~100,000
50%回帰式	$\log N. T. = 0.452 + 0.764 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.110
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.095 0.022
相関係数	$r$	0.900
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	34.947 3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	34.947 3.291

7.4 木材専用船 (16)~(20)

(6) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と全長 ( $L$ ) の関係

データ個数 $n=14$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
75%回帰式	$\log L = 0.674 + 0.359 \log D. W.$	
50%	$\log L = 0.659 + 0.359 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.023
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.041 0.013
相関係数	$r$	0.992
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	27.927 4.318
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	27.927 4.318

データ個数 $n=79$		
トン階領域	$D. W.$	5,000~30,000
75%回帰式	$\log L = 0.714 + 0.348 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log L = 0.704 + 0.348 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.014
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.028 0.007
相関係数	$r$	0.984
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	48.765 3.435
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	48.765 3.435

(7) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と満載喫水 ( $d$ ) の関係

データ個数 $n=14$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
75%回帰式	$\log d = -0.296 + 0.302 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log d = -0.324 + 0.302 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.041
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.074 0.023
相関係数	$r$	0.966
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	12.962 4.318
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	12.962 4.318

データ個数 $n=79$		
トン階領域	$D. W.$	5,000~30,000
75%回帰式	$\log d = -0.257 + 0.288 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log d = -0.263 + 0.288 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.010
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.020 0.005
相関係数	$r$	0.989
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	58.678 3.435
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	58.678 3.435

(8) 重量トン数 ( $D. W.$ ) と型幅 ( $B$ ) の関係

データ個数 $n=14$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
75%回帰式	$\log B = 0.173 + 0.277 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log B = 0.154 + 0.277 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.029
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.052 0.016
相関係数	$r$	0.980
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	17.015 4.318
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	17.015 4.318

船舶の主要寸法に関する解析

データ個数 $n=79$		
トン階領域	$D. W.$	5,000~30,000
75%回帰式	$\log B=0.068+0.303 \log D. W.$	
50%回帰式	$\log B=0.062+0.303 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.009
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.018
	$\hat{\sigma}_b$	0.005
相関係数	$r$	0.992
相関の検定	$t_r$	67.295
	$t(n-2, 0.001)$	3.435
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	67.295
	$t(n-2, 0.001)$	3.435

⑨ 重量トン数 ( $D. W.$ ) と総トン数 ( $G. T.$ ) の関係

データ個数 $n=12$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
50%回帰式	$\log G. T. = -1.128 + 1.248 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.066
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.149
	$\hat{\sigma}_b$	0.046
相関係数	$r$	0.993
相関の検定	$t_r$	27.353
	$t(n-2, 0.001)$	4.587
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	27.353
	$t(n-2, 0.001)$	4.587

データ個数 $n=79$		
トン階領域	$D. W.$	5,000~30,000
50%回帰式	$\log G. T. = -0.638 + 1.103 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.044
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.090
	$\hat{\sigma}_b$	0.023
相関係数	$r$	0.984
相関の検定	$t_r$	48.326
	$t(n-2, 0.001)$	3.435
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	48.326
	$t(n-2, 0.001)$	3.435

⑩ 重量トン数 ( $D. W.$ ) と純トン数 ( $N. T.$ ) の関係

データ個数 $n=12$		
トン階領域	$D. W.$	500~5,000
50%回帰式	$\log N. T. = -1.580 + 1.310 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.079
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.178
	$\hat{\sigma}_b$	0.055
相関係数	$r$	0.991
相関の検定	$t_r$	23.926
	$t(n-2, 0.001)$	4.587
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	23.926
	$t(n-2, 0.001)$	4.587

データ個数 $n=79$		
トン階領域	$D. W.$	5,000~30,000
50%回帰式	$\log N. T. = -0.710 + 1.072 \log D. W.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.043
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.089
	$\hat{\sigma}_b$	0.022
相関係数	$r$	0.983
相関の検定	$t_r$	47.669
	$t(n-2, 0.001)$	3.435
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	47.669
	$t(n-2, 0.001)$	3.435

7.5 旅客船 (21)~(25)

⑪ 総トン数 ( $G. T.$ ) と全長 ( $L$ ) の関係

データ個数 $n=111$		
トン階領域	$G. T.$	300~5,000
75%回帰式	$\log L=0.569+0.422 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log L=0.532+0.422 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.054
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.041
	$\hat{\sigma}_b$	0.014
相関係数	$r$	0.944
相関の検定	$t_r$	29.924
	$t(n-2, 0.001)$	3.386
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	29.924
	$t(n-2, 0.001)$	3.386

データ個数 $n=56$		
トン階領域	$G. T.$	5,000~70,000
75%回帰式	$\log L=1.005+0.300 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log L=0.985+0.300 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.029
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.071
	$\hat{\sigma}_b$	0.017
相関係数	$r$	0.866
相関の検定	$t_r$	12.714
	$t(n-2, 0.001)$	3.479
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	12.714
	$t(n-2, 0.001)$	3.478

㉒ 総トン数 ( $G. T.$ ) と満載喫水 ( $d$ ) の関係

データ個数 $n=111$		
トン階領域	$G. T.$	300~5,000
75%回帰式	$\log d=-0.403+0.320 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log d=-0.449+0.320 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.068
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.052
	$\hat{\sigma}_b$	0.018
相関係数	$r$	0.866
相関の検定	$t_r$	18.064
	$t(n-2, 0.001)$	3.386
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	18.064
	$t(n-2, 0.001)$	3.386

データ個数  $n=56$

トン階領域	$G. T.$	5,000~70,000
75%回帰式	$\log d=0.180+0.183 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log d=0.138+0.183 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.062
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.149
	$\hat{\sigma}_b$	0.037
相関係数	$r$	0.562
相関の検定	$t_r$	4.997
	$t(n-2, 0.001)$	3.478
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	4.997
	$t(n-2, 0.001)$	3.478

㉓ 総トン数 ( $G. T.$ ) と型幅 ( $B$ ) の関係

データ個数 $n=111$		
トン階領域	$G. T.$	300~5,000
75%回帰式	$\log B=0.395+0.227 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log B=0.356+0.227 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.058
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.043
	$\hat{\sigma}_b$	0.015
相関係数	$r$	0.825
相関の検定	$t_r$	15.254
	$t(n-2, 0.001)$	3.386
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	15.254
	$t(n-2, 0.001)$	3.386

データ個数  $n=56$

トン階領域	$G. T.$	5,000~70,000
75%回帰式	$\log B=0.165+0.287 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log B=0.150+0.287 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.022
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.054
	$\hat{\sigma}_b$	0.013
相関係数	$r$	0.961
相関の検定	$t_r$	25.571
	$t(n-2, 0.001)$	3.478
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	25.571
	$t(n-2, 0.001)$	3.478

㉔ 総トン数 ( $G. T.$ ) と重量トン数 ( $D. W.$ ) の関係

データ個数 $n=82$		
トン階領域	$G. T.$	300~5,000
50%回帰式	$\log D. W. = -0.229+0.529 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.270
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.230
	$\hat{\sigma}_b$	0.078
相関係数	$r$	0.799
相関の検定	$t_r$	11.895
	$t(n-2, 0.001)$	3.431
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	11.895
	$t(n-2, 0.001)$	3.431

データ個数 $n=37$		
トン階領域	$G. T.$	5,000~70,000
50%回帰式	$\log D. W. = 0.137 + 0.847 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.169
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.416
	$\hat{\sigma}_b$	0.099
相関係数	$r$	0.822
相関の検定	$t_r$	8.527
	$t(n-2, 0.001)$	3.599
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	8.527
	$t(n-2, 0.001)$	3.599

㉔ 総トン数 ( $G. T.$ ) と純トン数 ( $N. T.$ ) の関係

データ個数 $n=104$		
トン階領域	$G. T.$	300~5,000
50%回帰式	$\log N. T. = -0.429 + 1.045 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.088
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.067
	$\hat{\sigma}_b$	0.023
相関係数	$r$	0.976
相関の検定	$t_r$	44.899
	$t(n-2, 0.001)$	3.399
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	44.899
	$t(n-2, 0.001)$	3.399

データ個数 $n=58$		
トン階領域	$G. T.$	5,000~7,000
50%回帰式	$\log N. T. = -0.207 + 0.987 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.043
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.093
	$\hat{\sigma}_b$	0.023
相関係数	$r$	0.986
相関の検定	$t_r$	43.505
	$t(n-2, 0.001)$	3.478
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	43.505
	$t(n-2, 0.001)$	3.478

7.6 カーフェリー (26)~(30)

㉕ 総トン数 ( $G. T.$ ) と全長 ( $L$ ) の関係

データ個数 $n=275$		
トン階領域	$G. T.$	300~12,000
75%回帰式	$\log L = 0.610 + 0.409 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log L = 0.583 + 0.409 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.041
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.017
	$\hat{\sigma}_b$	0.005
相関係数	$r$	0.977
相関の検定	$t_r$	75.866
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	75.866
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

㉖ 総トン数 ( $G. T.$ ) と満載喫水 ( $d_f$ ) の関係

データ個数 $n=275$		
トン階領域	$G. T.$	300~12,000
75%回帰式	$\log d_f = -0.335 + 0.291 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log d_f = -0.365 + 0.291 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.045
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.019
	$\hat{\sigma}_b$	0.006
相関係数	$r$	0.947
相関の検定	$t_r$	48.563
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	48.563
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

㉗ 総トン数 ( $G. T.$ ) と型幅 ( $B$ ) の関係

データ個数 $n=275$		
トン階領域	$G. T.$	300~12,000
75%回帰式	$\log B = 0.404 + 0.252 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log B = 0.368 + 0.252 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.053
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.022
	$\hat{\sigma}_b$	0.007

相関係数	$r$	0.908
相関の検定	$t_r$	35.899
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	35.899
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

㉑ 総トン数 (G. T.) と重量トン数 (D. W.) の関係

データ個数 $n=235$		
トン階領域	G. T.	300~12,000
50%回帰式	$\log D. W. = -0.462 + 1.004 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.153
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.069
	$\hat{\sigma}_b$	0.022
相関係数	$r$	0.950
相関の検定	$t_r$	46.608
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	46.608
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

㉒ 総トン数 (G. T.) と純トン数 (N. T.) の関係

データ個数 $n=283$		
トン階領域	G. T.	300~12,000
50%回帰式	$\log N. T. = -0.502 + 1.044 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.084
パラメータの標準偏差	$\sigma_a$	0.035
	$\sigma_b$	0.011
相関係数	$r$	0.984
相関の検定	$t_r$	93.947
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	93.947
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

8. 計算結果の図示

回帰曲線と分布形を図示したものを 図-8.1.1~図-8.6.5に示す。破線は回帰の推定値を示し、実線は回帰に回帰のまわりの標準偏差の0.675倍したものを加えたもので、データが回帰のまわりに正規分布すると仮定した場合には、この実線は全データ数の75%をカバーすることを示す。



船舶の主要寸法に関する解析

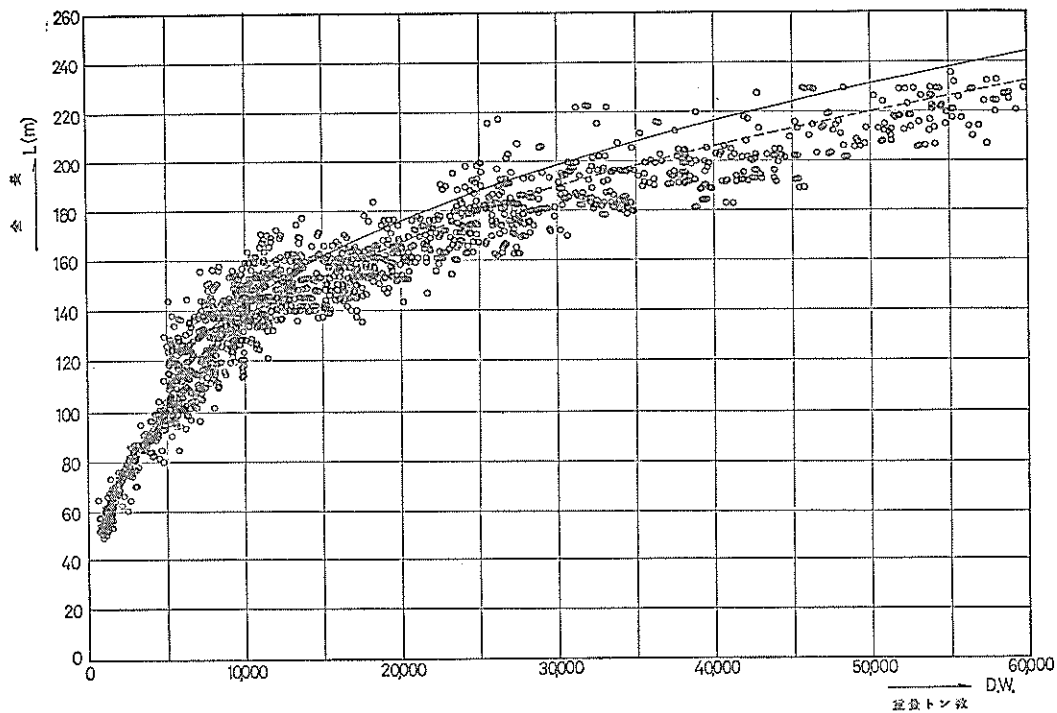


図 8.1.1 重量トン数(D.W.) と全長(L) の関係

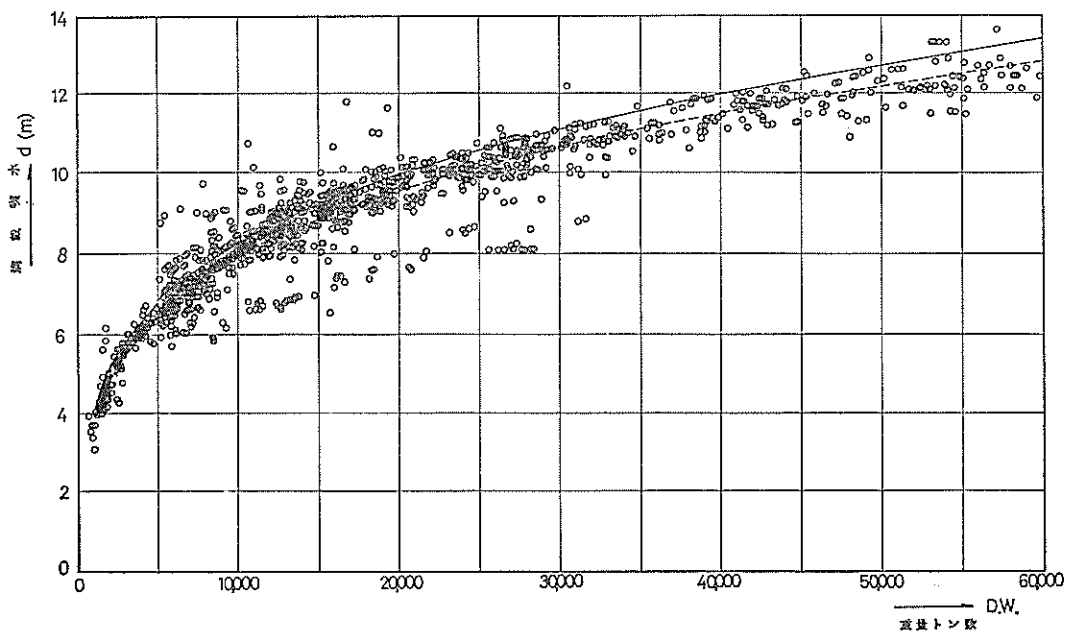


図 8.1.2 重量トン数(D.W.) と満載喫水(d) の関係

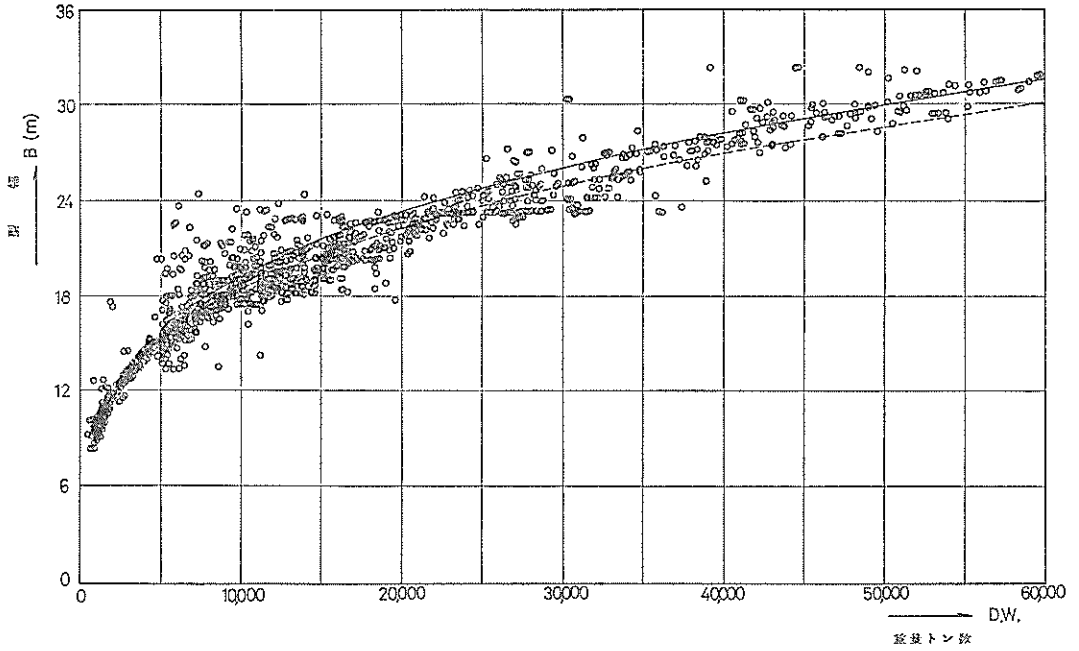


図 8.1.3. 重量トン数(D.W.) と型幅(B) の関係

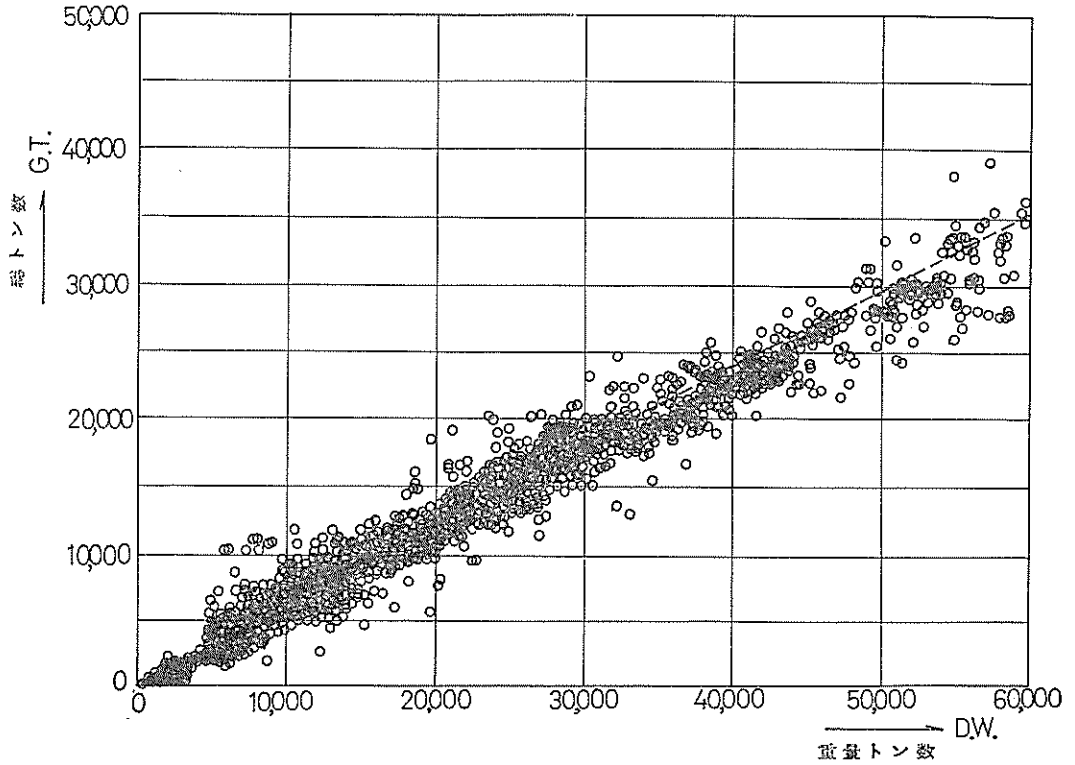


図 8.1.4 重量トン数(D.W.) と総トン数(G.T.) の関係

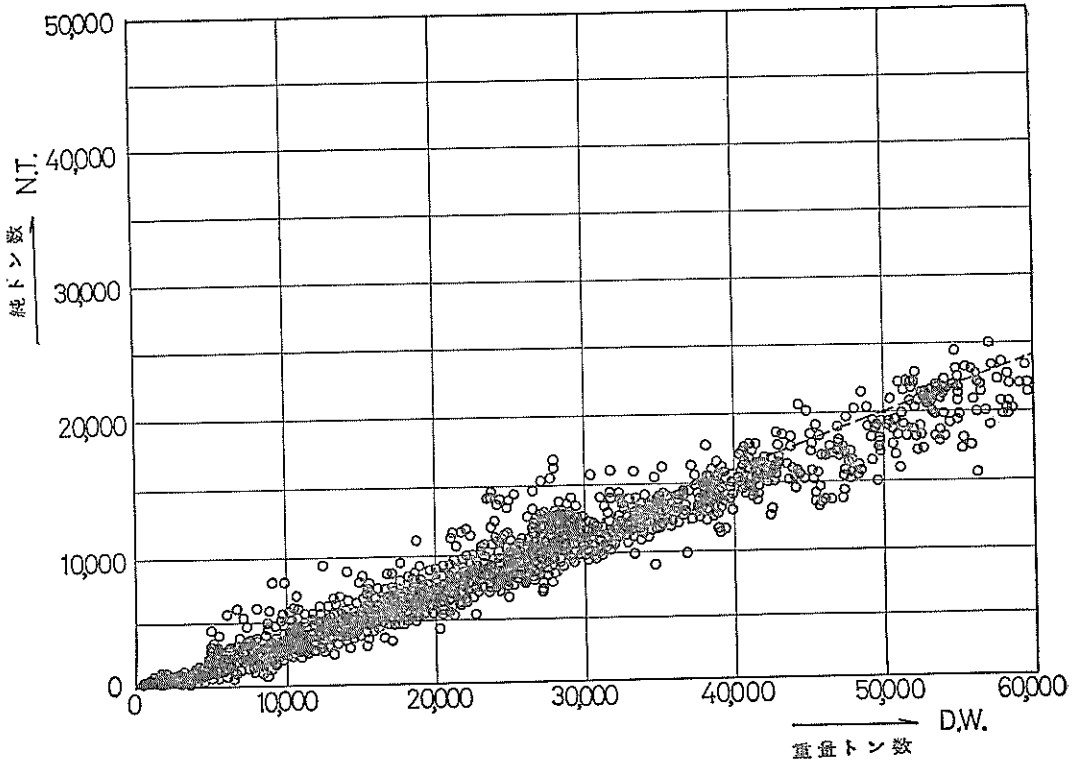


図 8.1.5 重量トン数(D. W.) と純トン数(N. T.) の関係

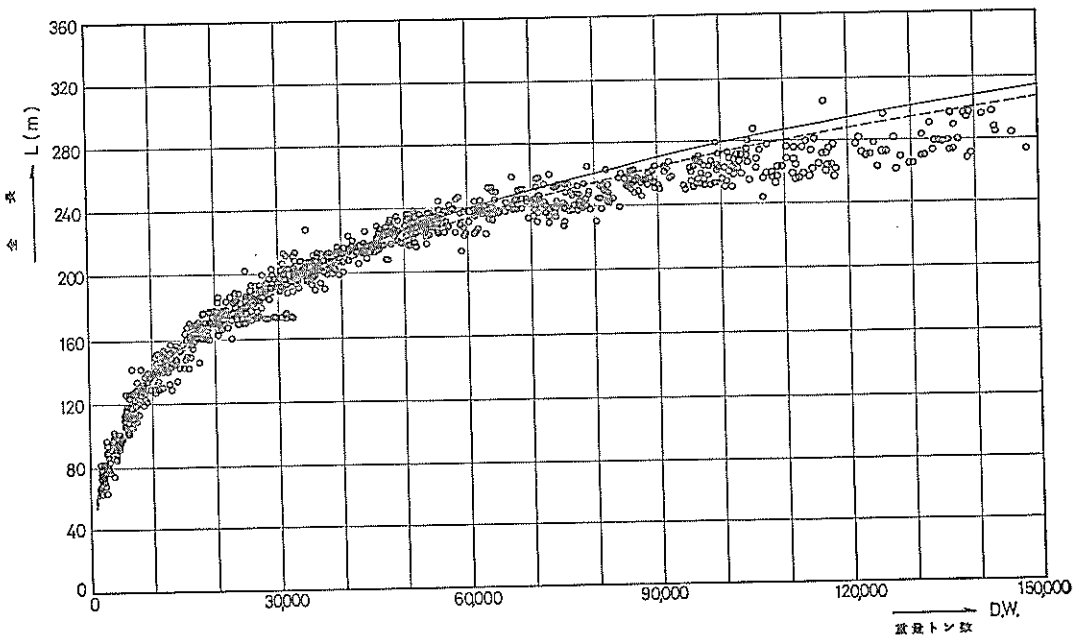


図 8.2.1 重量トン数(D. W.) と全長(L) の関係

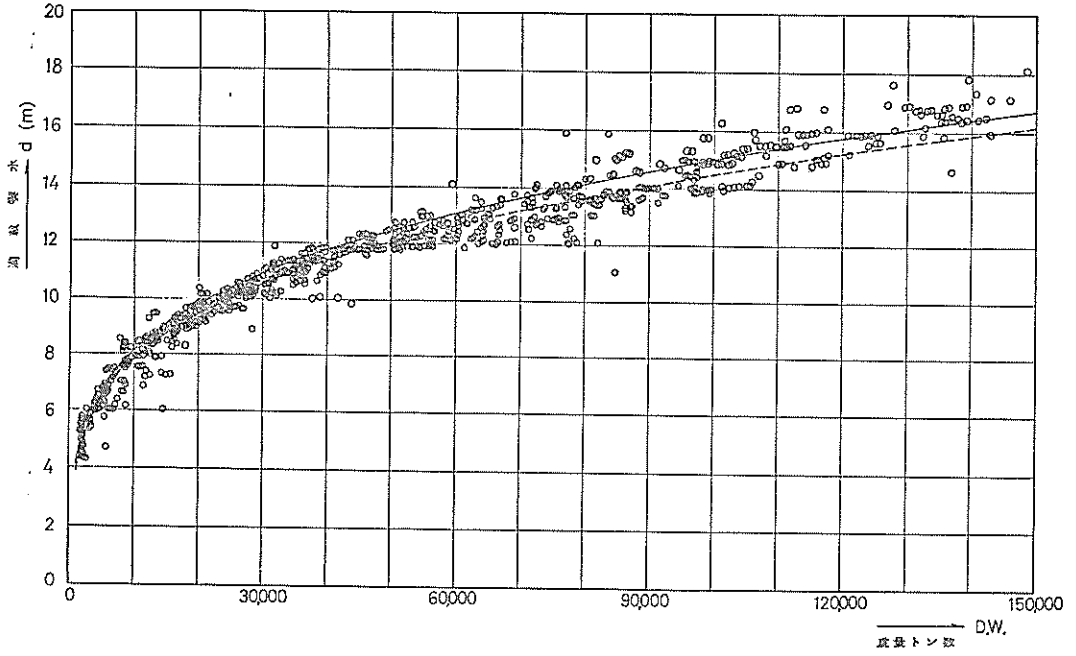


図 8.2.2 重量トン数(D.W.) と満載喫水( $d$ ) の関係

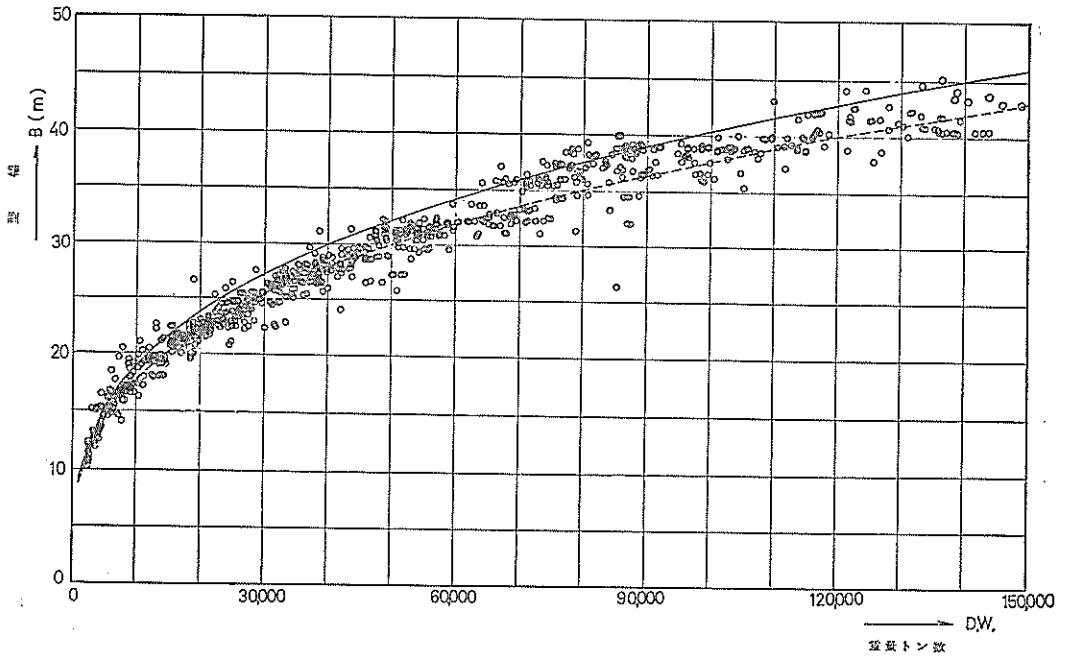


図 8.2.3 重量トン数(D.W.) と型幅( $B$ ) の関係

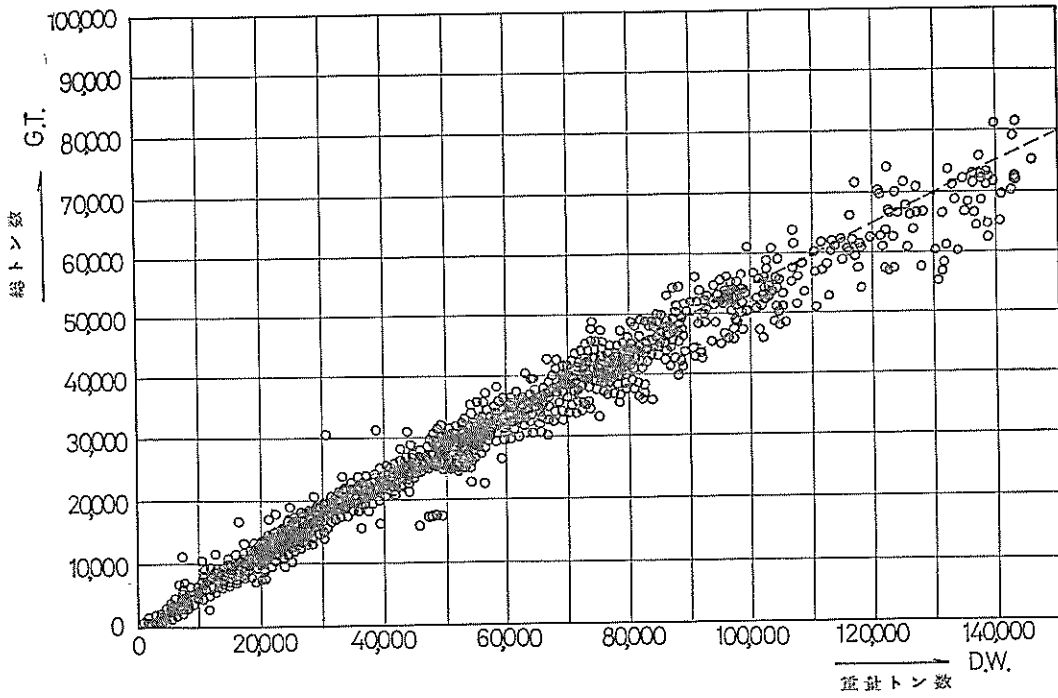


図 8.2.4 重量トン数(D.W.)と総トン数(G.T.)の関係

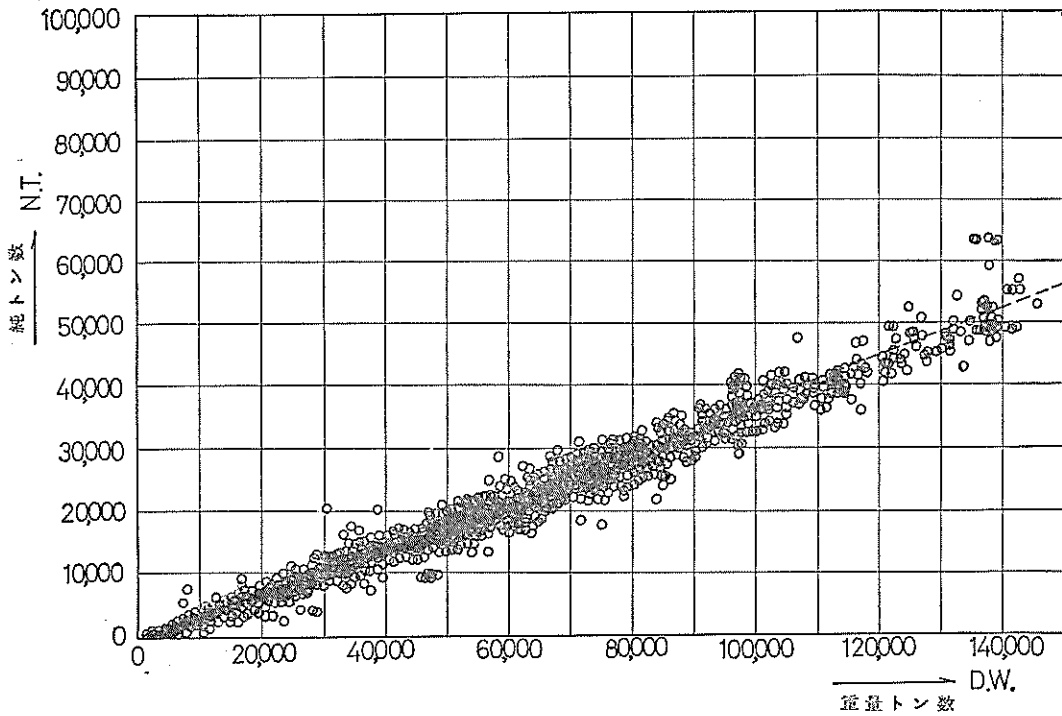


図 8.2.5 重量トン数(D.W.)と純トン数(N.T.)の関係

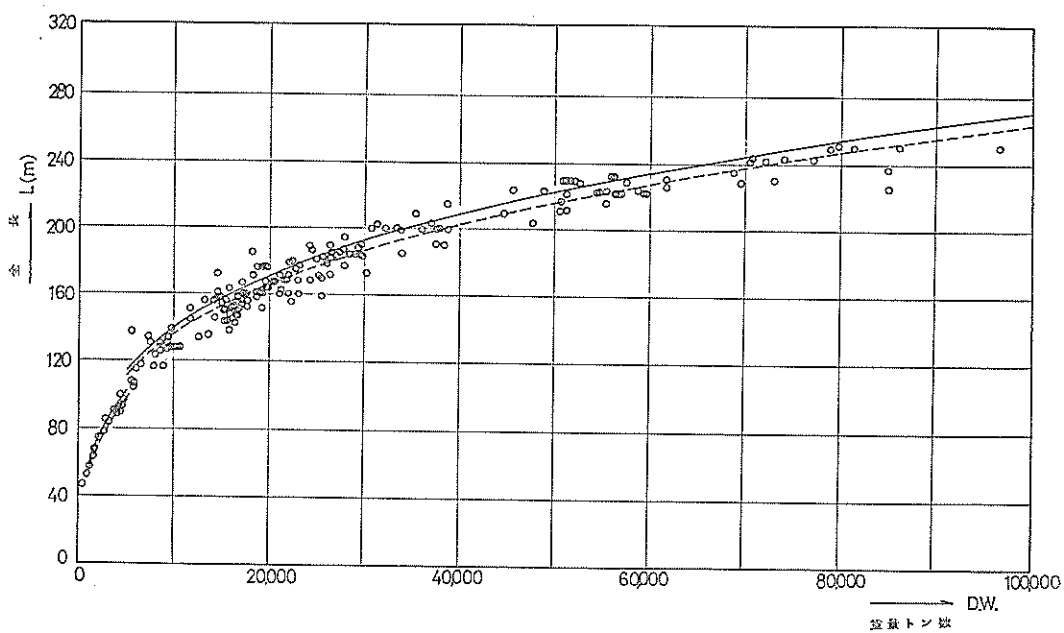


図 8.3.1 重量トン数(D.W.) と全長(L) の関係

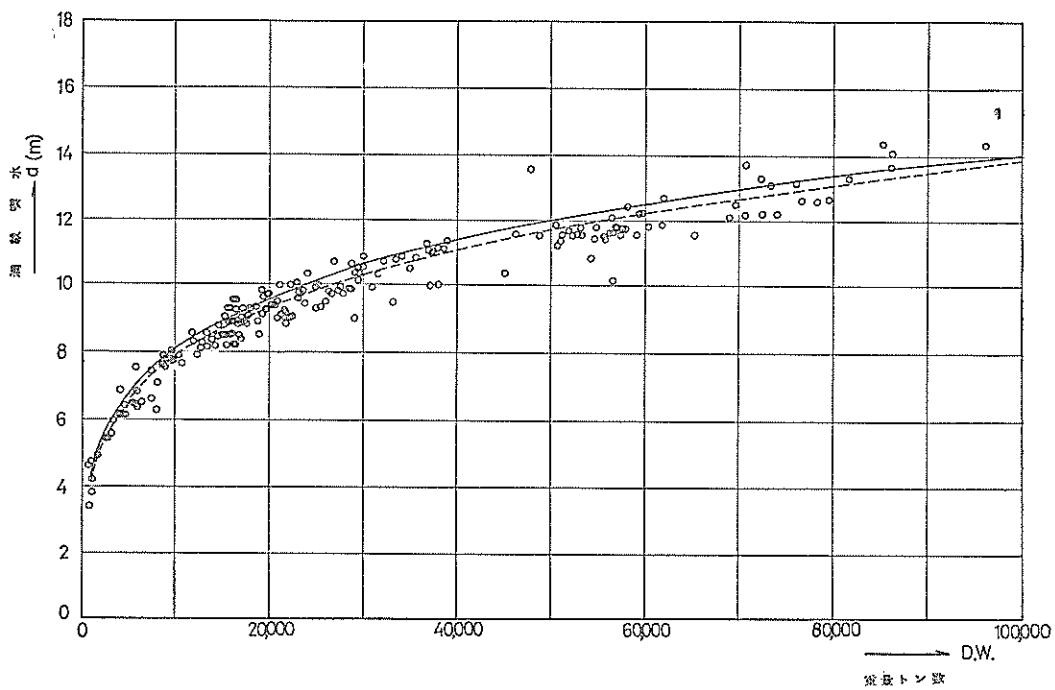


図 8.3.2 重量トン数(D.W.) と満載喫水(d) の関係

船舶の主要寸法に関する解析

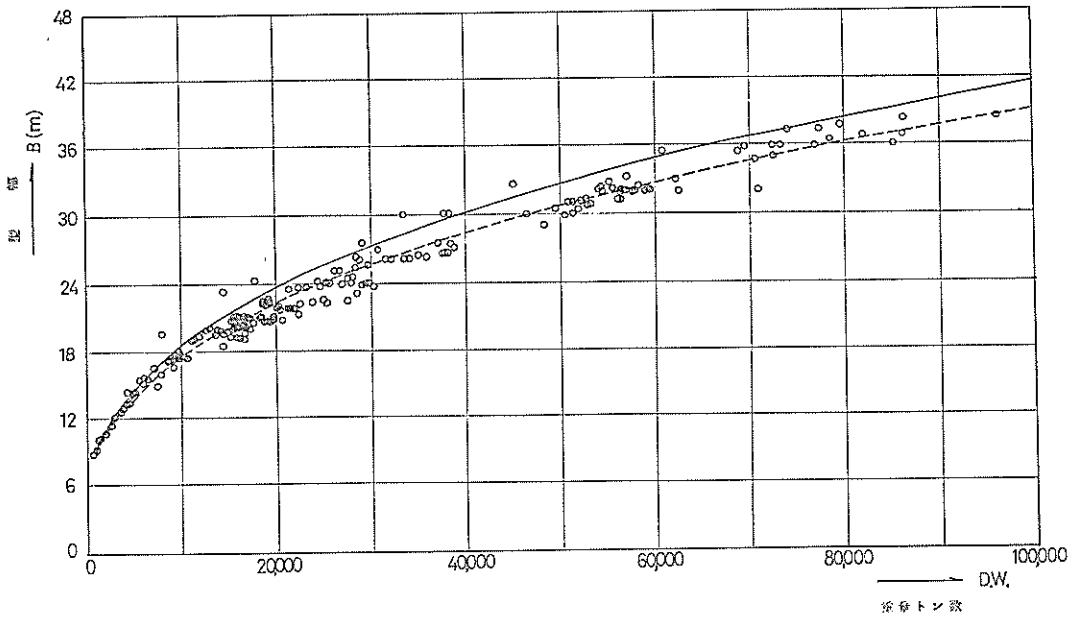


図 8.3.3 重量トン数(D.W.) と型幅(B) の関係

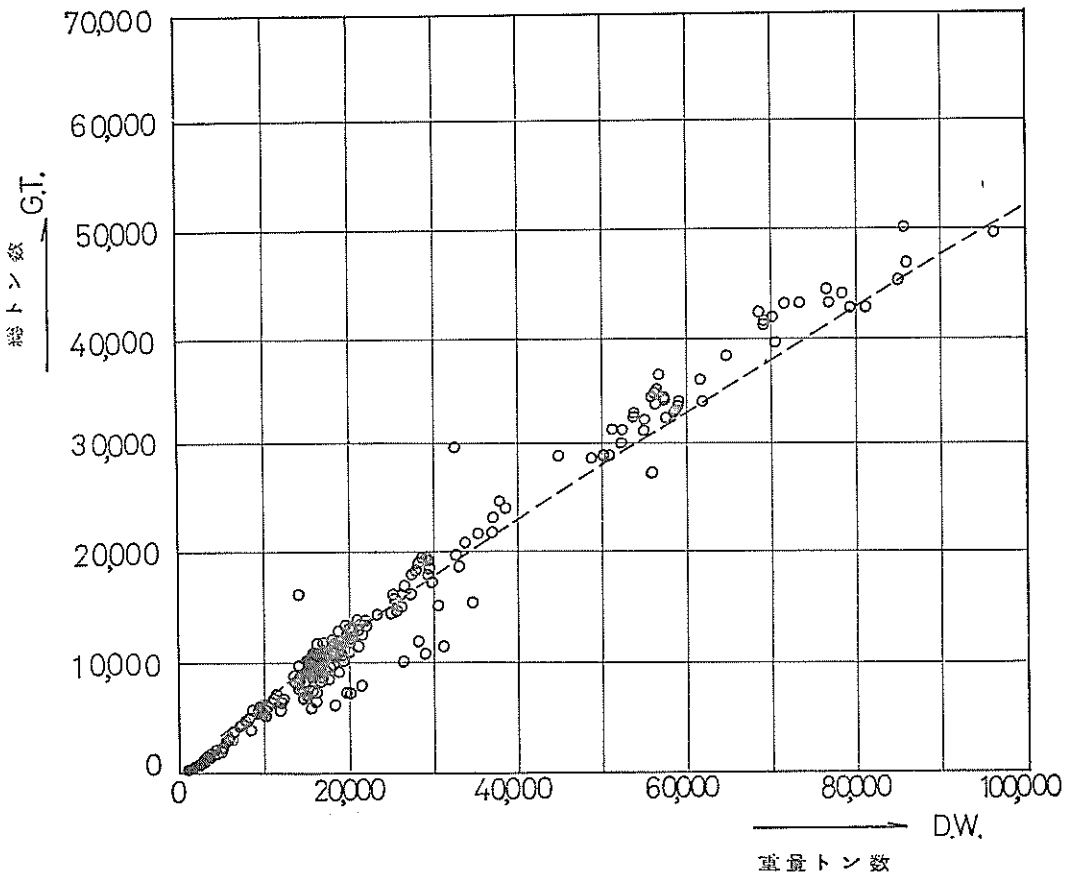


図 8.3.4 重量トン数(D.W.) と総トン数(G.T.) の関係

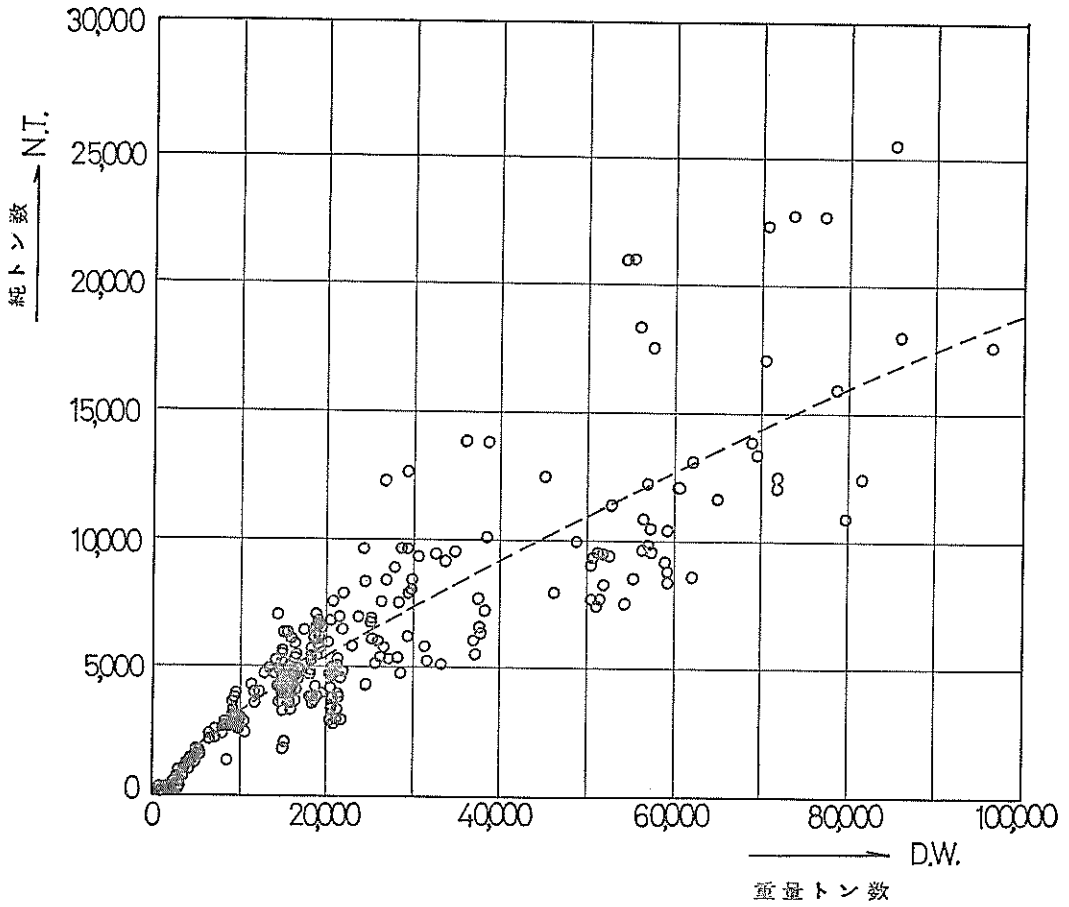


図 8.3.5 重量トン数(D. W.) と純トン数(N. T.) の関係



船舶の主要寸法に関する解析

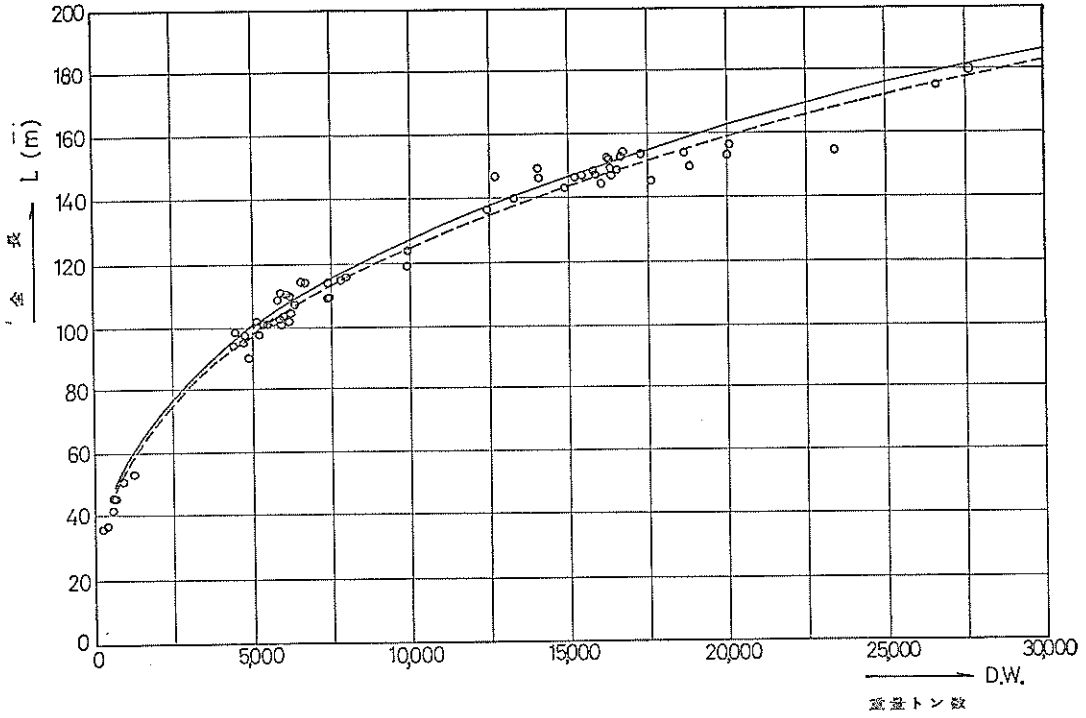


図 8.4.1 重量トン数(D.W.) と全長( $L$ ) の関係

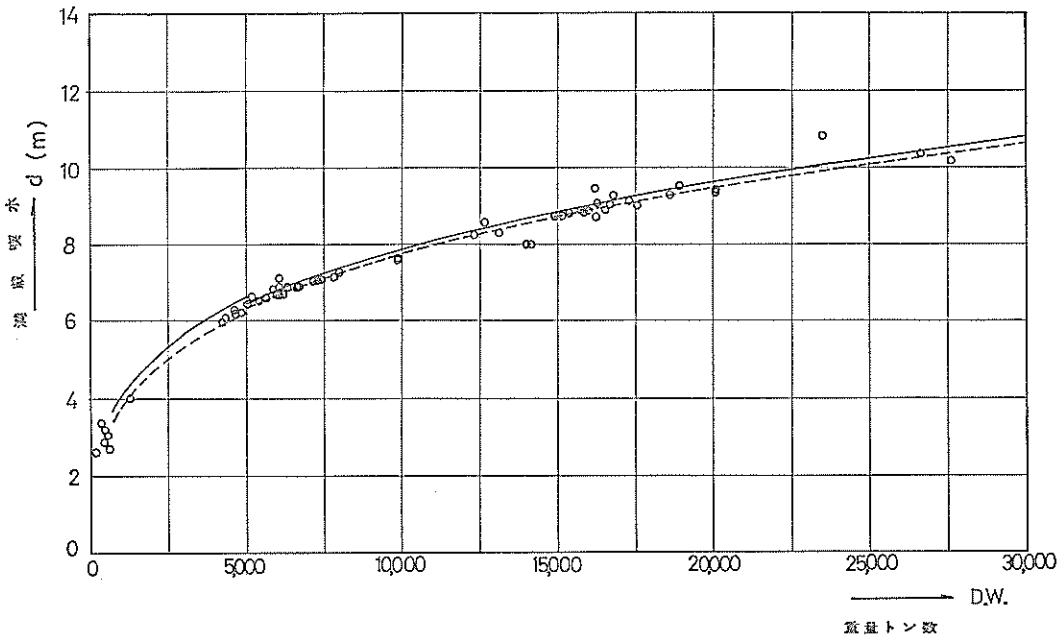


図 8.4.2 重量トン数(D.W.) と満載喫水( $d$ ) の関係

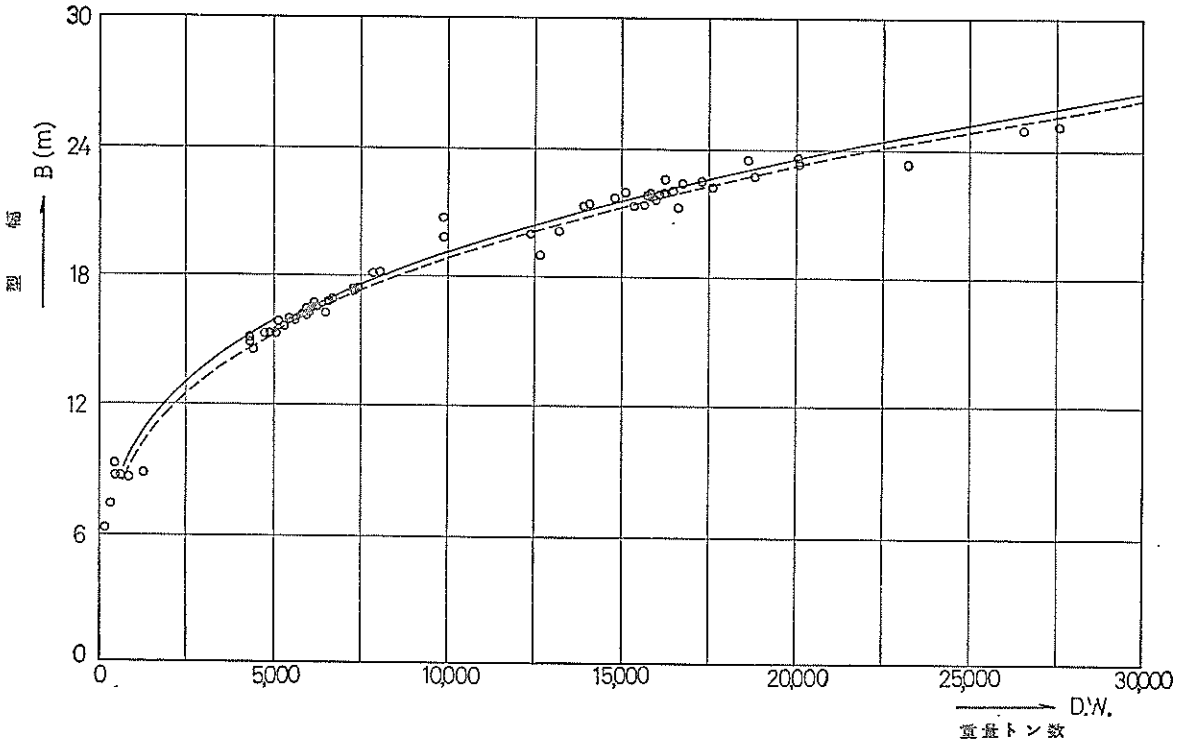


図 8.4.3 重量トン数(D.W.) と型幅(B) の関係

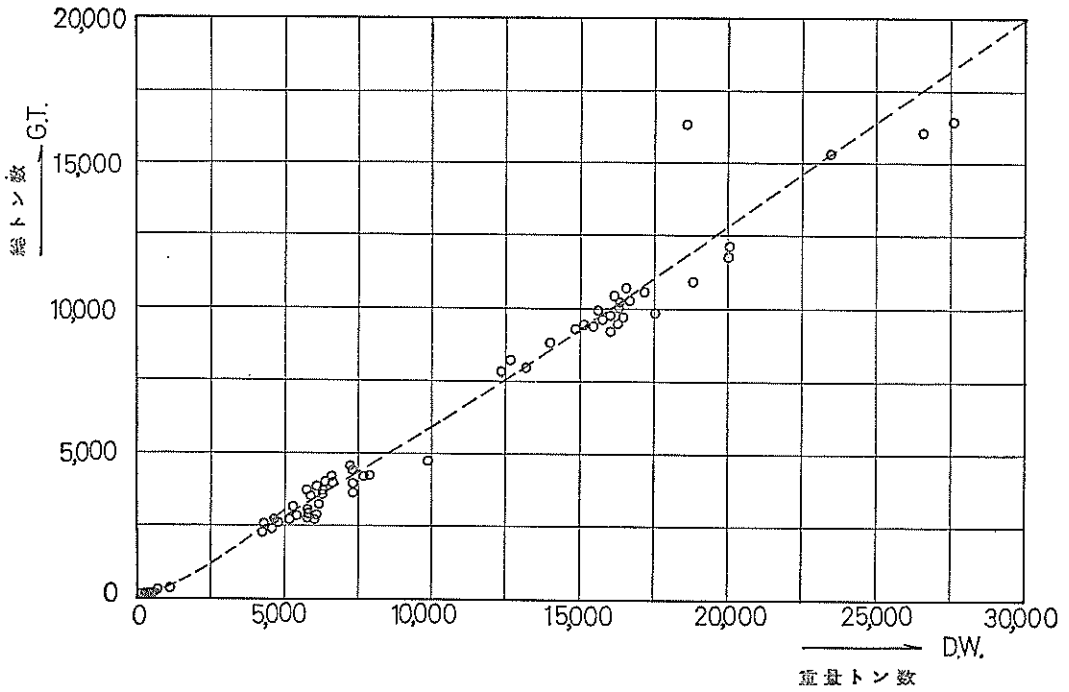


図 8.4.4 重量トン数(D.W.) と総トン数(G.T.) の関係

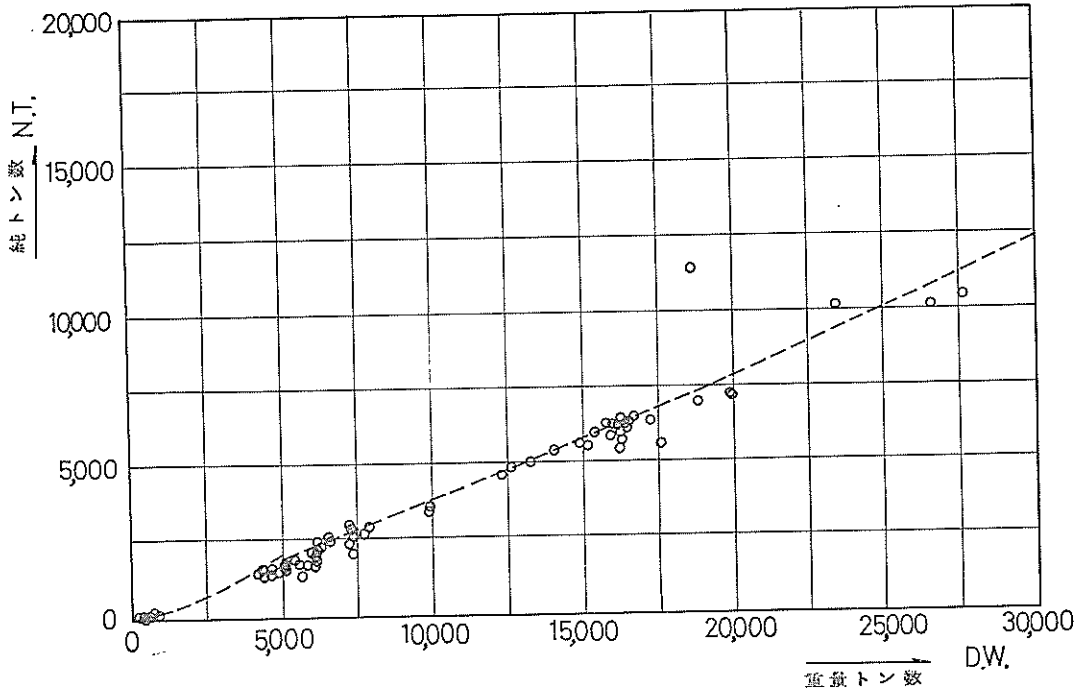


図 8.4.5 重量トン数(D.W.)と純トン数(N.T.)の関係

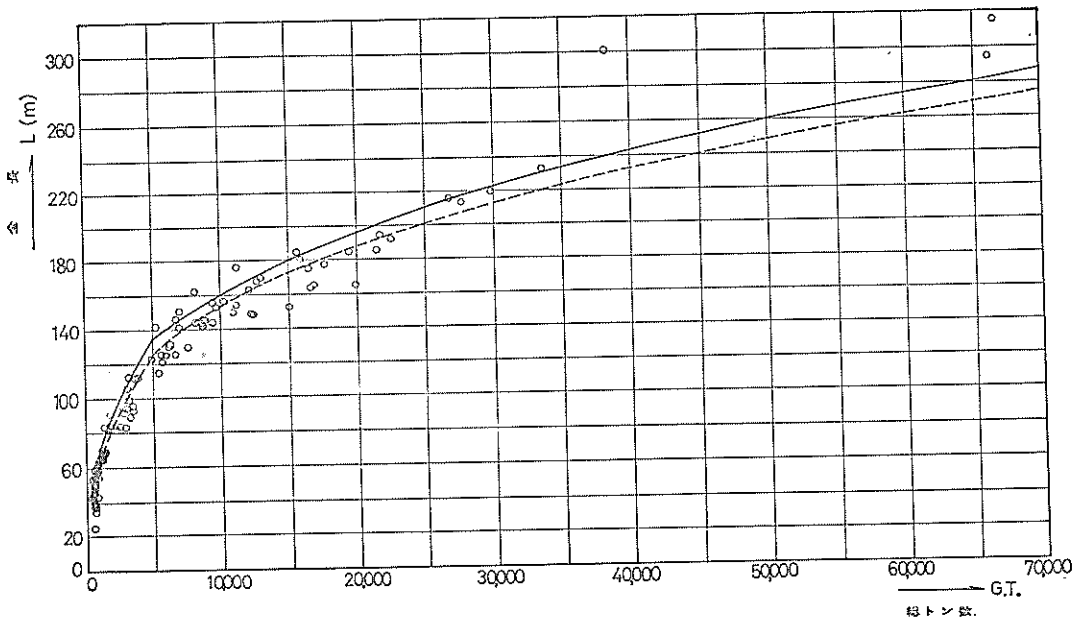


図 8.5.1 総トン数(G.T.)と全長(L)の関係

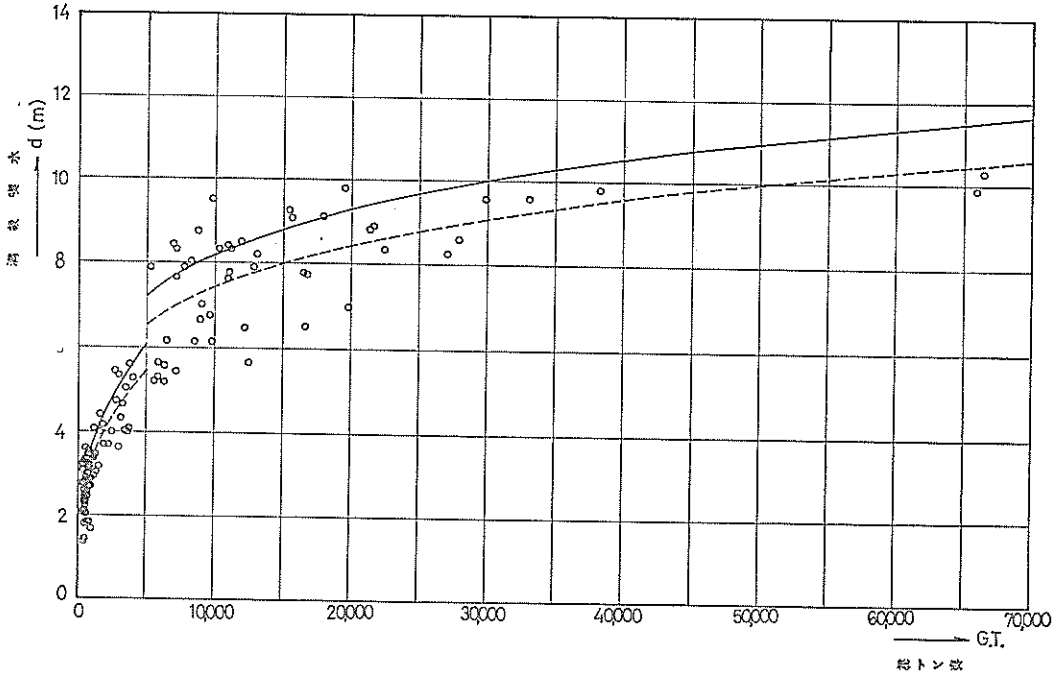


図 8.5.2 総トン数(G.T.) と満載喫水( $d$ ) の関係

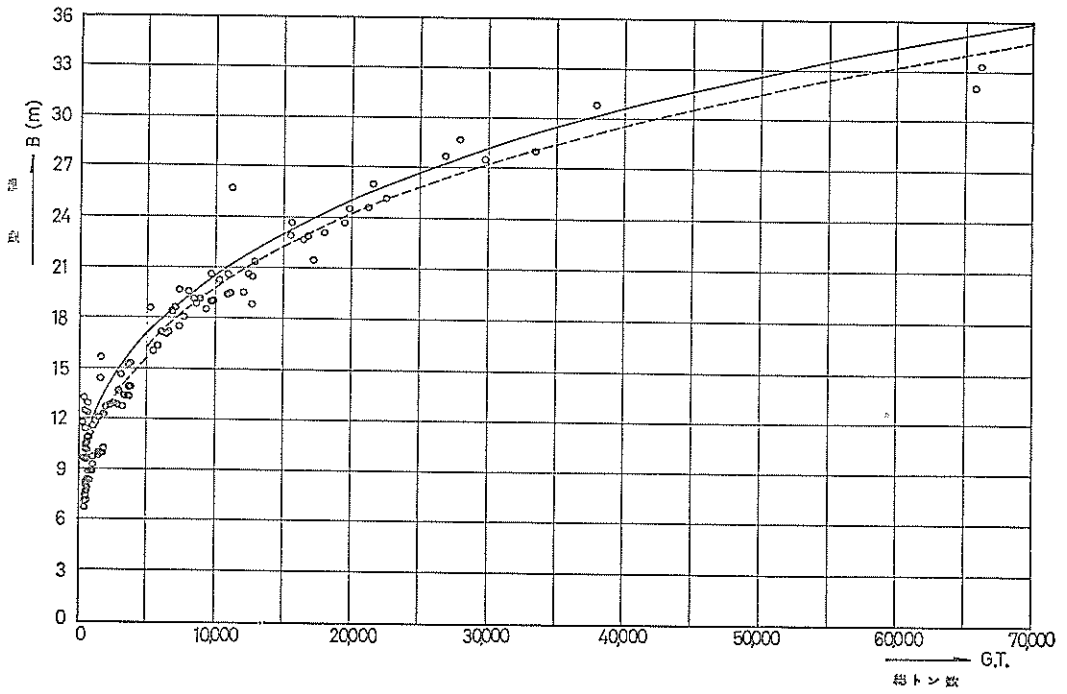


図 8.5.3 総トン数(G.T.) と型幅( $B$ ) の関係

船舶の主要寸法に関する解析

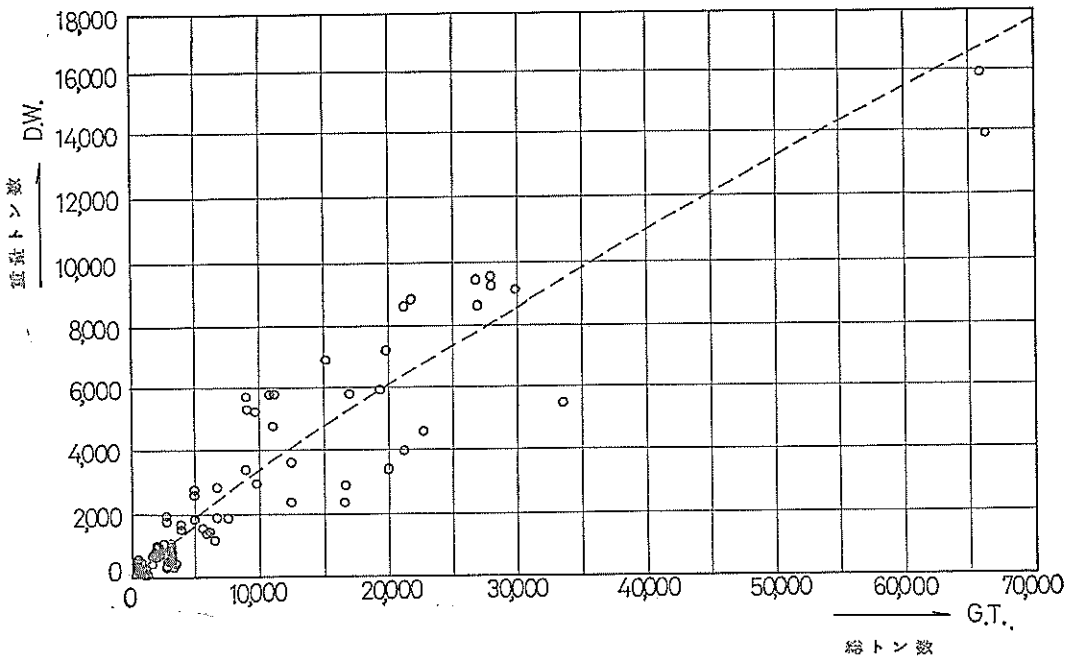


図 8.5.4 総トン数(G. T.) と重量トン数(D. W.) の関係

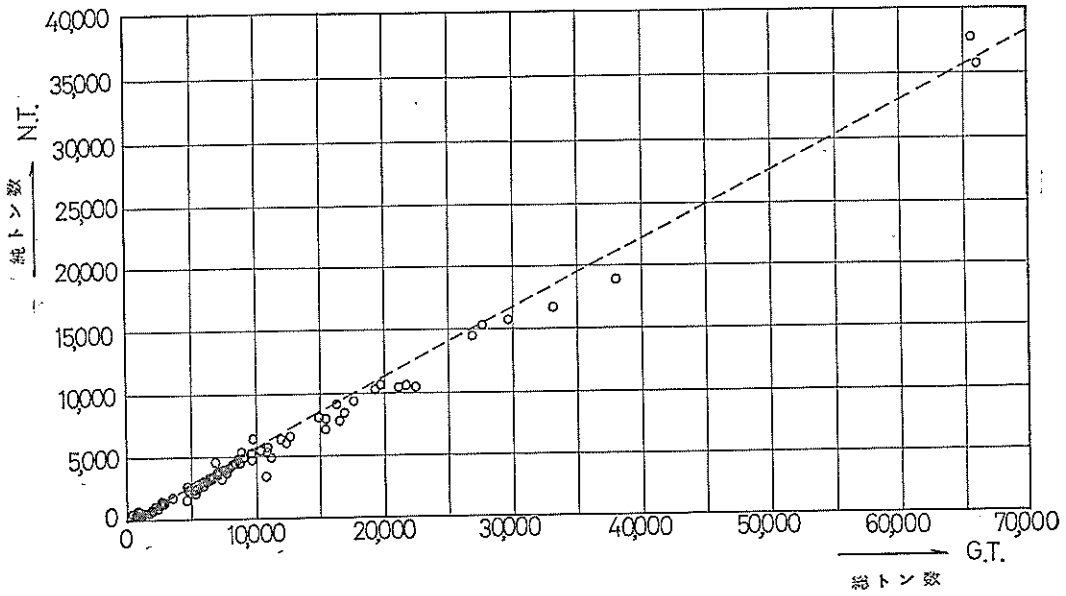


図 8.5.5 総トン数(G. T.) と純トン数(N. T.) の関係

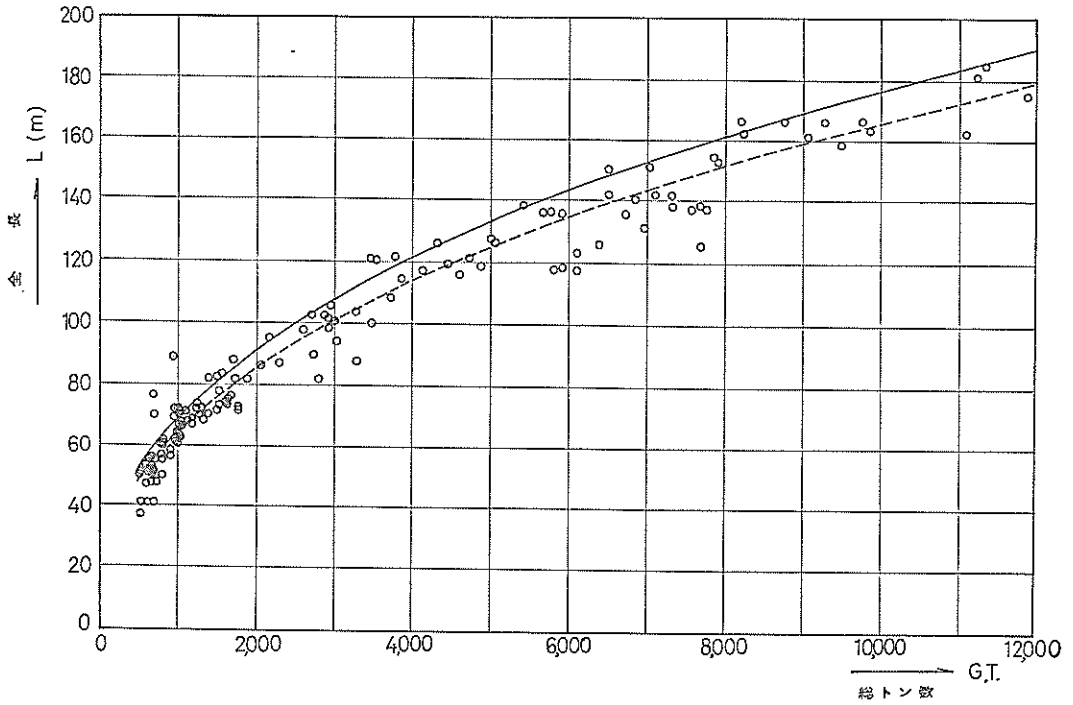


図 8.6.1 総トン数(G.T.) と全長(L) の関係

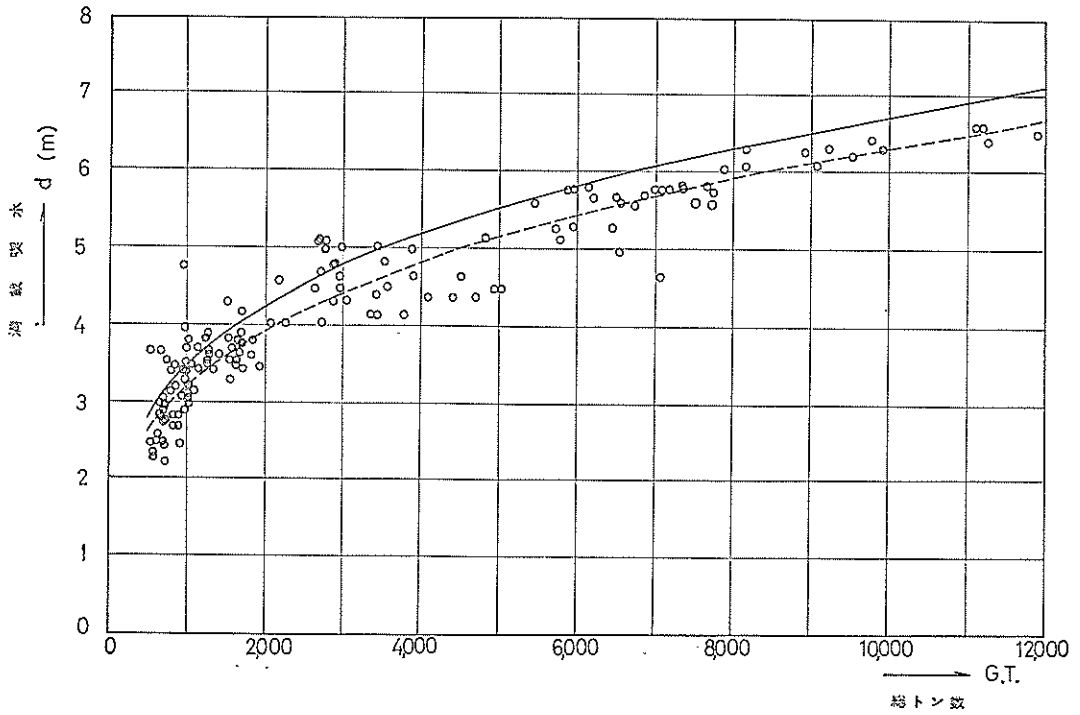


図 8.6.2 総トン数(G.T.) と満載喫水(d) の関係

船舶の主要寸法に関する解析

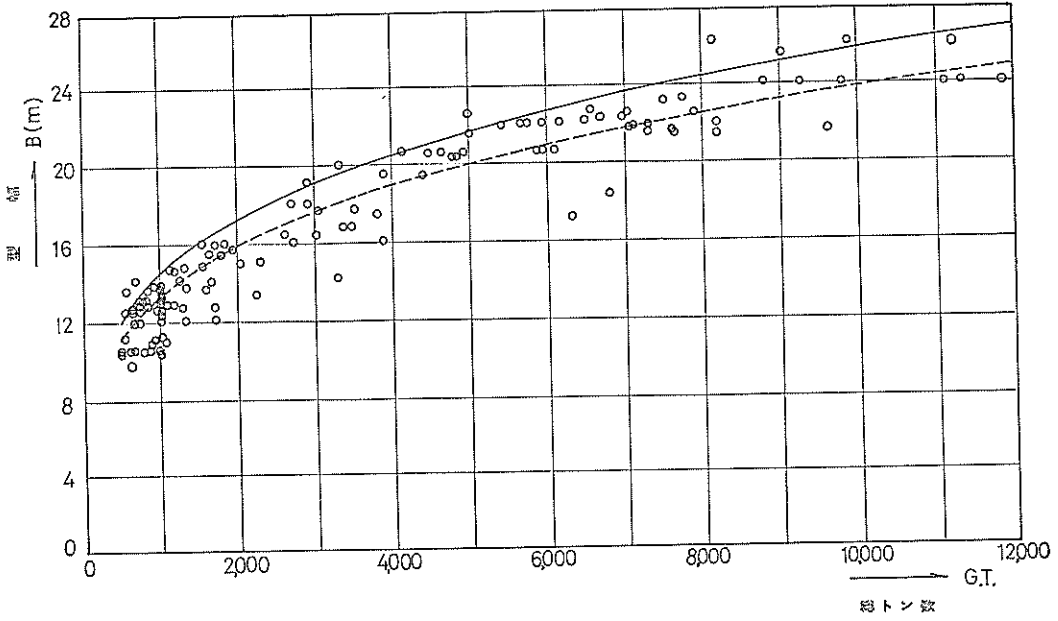


図 8.6.3 総トン数(G.T.) と型幅(B) の関係

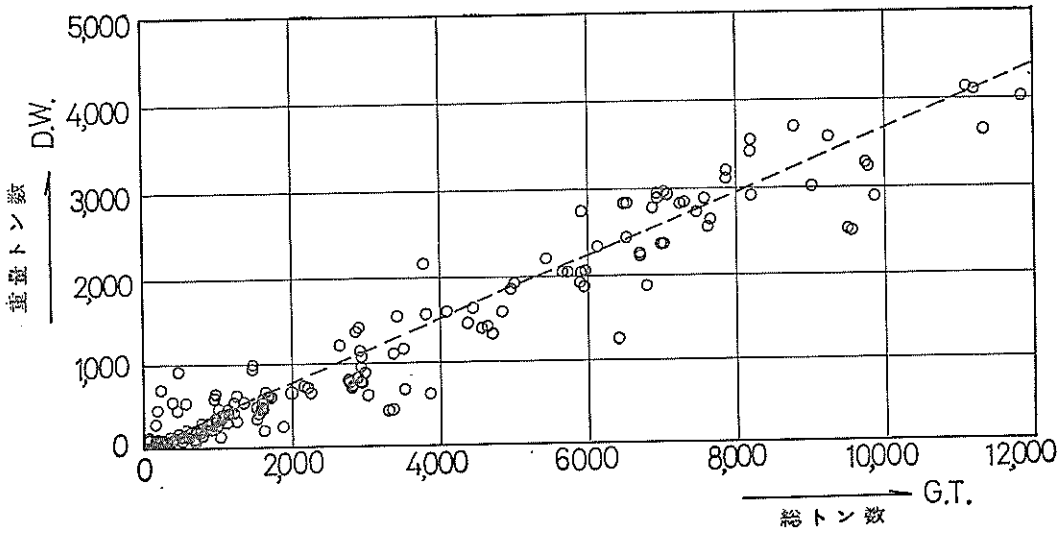


図 8.6.4 総トン数(G.T.) と重量トン数(D.W.) の関係

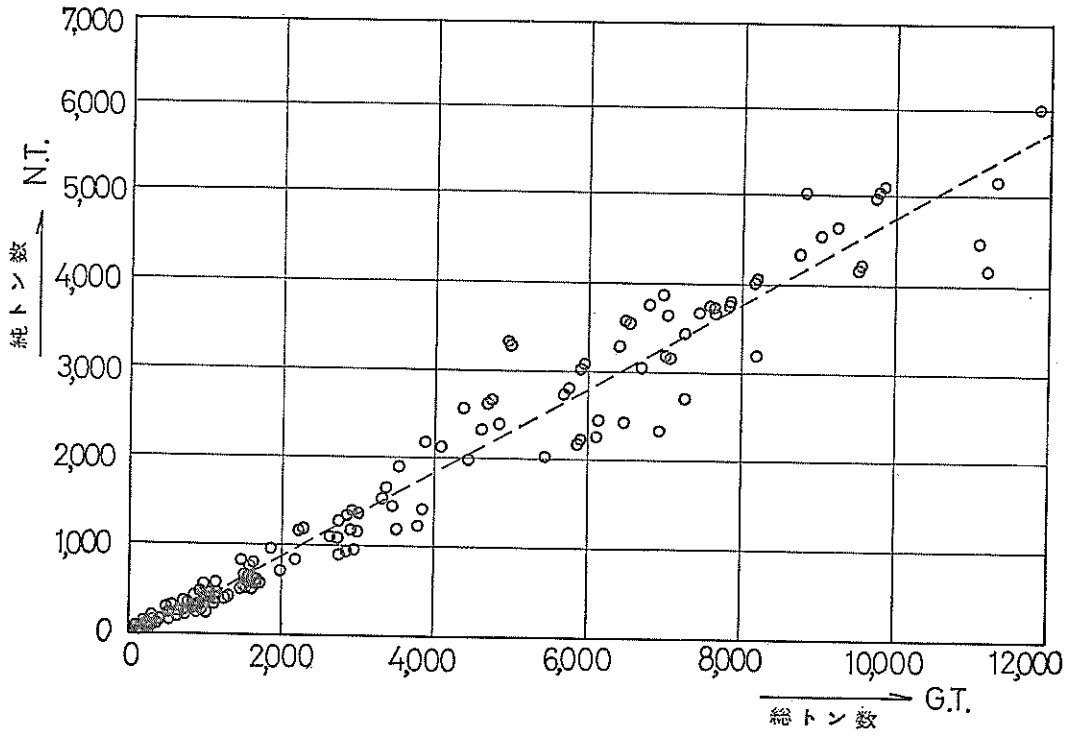


図 8.6.5 総トン数(G.T.)と純トン数(N.T.)の関係



## 9. 船舶のマスト高

最近のように輸送体系の高速化の要請が高まってくる  
と輸送手段の改良のみでなく輸送路の短縮化も余義なく  
されるようになってきた。その中でも陸上交通の要とも  
いうべき自動車輸送路の短縮化は早くから要求されてい  
た事項である。港湾区域および海峡などでは地形の関係  
で海上横断路の要請が当然ながら多い。しかしながら橋  
梁下を通過するものは大小さまざまな船舶であるためそ  
の桁下高については慎重に検討する必要がある。したが  
って前述の要望にこたえるためには十分な船舶マスト高  
の資料を解析しておかなければならない。よって過去20  
年間にわたって建造された船舶（国内船および外国船）  
について極力資料を収集し、検討を加えた。調査項目と  
しては、船名、船籍国、船種、建造年、G. T., D. W., 満  
載喫水、バラスト喫水、型深、甲板上マスト高の10項目  
でそれにより水面上マスト高を算出している。但し船種  
については資料が造船会社の設計図面ということもあり、  
収集が比較的困難であったため広範囲に集めることがで  
きず、3. で示すように5船種とした。またバラスト喫水  
については、無記載で不明なものもあったため比率によ  
って仮定して値を求めたものもある。収集データ数は次  
のとおりである。

一般貨物船	315隻
石油タンカー	132隻
フルコンテナ船	24隻
旅客船	56隻
カーフェリー	31隻

### 9.1 マスト高の考え方

ここで考えるマスト高とは水面から船舶の最も高い位  
置を指すが、その高さも当然船舶の積荷状態によって異  
なる。軽荷喫水時が最も高くなるが、運航時を考えれば  
バラスト（空船）時喫水を考えるのが適切である。しか  
しながら運航中の船舶は積荷状態により操船上から船首  
喫水を船尾喫水より浅くして運転する傾向があり、特に  
バラスト時喫水に近くなるほど比較的大きなトリムをつ  
けて、推進力、船効の減少を防ぐようにしているし、航  
行海域の波高によっても船舶のマスト高は静水面に対し  
上下する。従って船舶独自のマスト高以外のこれらの影  
響要素については、クリアランスを決める上で大切であ  
るので、9.2 以下で述べることにする。

### 9.2 海上横断工作物と船舶とのクリアランス

船舶の最頂部と横断工作物下部とのクリアランスは、  
各種気象条件によっても影響されるし、操船者の心理的  
影響によっても左右されるもので、クリアランスを定量

化することは非常に難かしいが、おおよその考え方を次  
に示す。

#### (1) 高圧線とのクリアランス

高圧線を港湾水面上あるいは航路水面上に架け渡すよ  
うな場合には船体最頂部と高圧線との間の絶縁のためあ  
る程度の余裕を確保しておかなければならない。この余  
裕としては通常5m程度といわれているが、橋梁の場合  
にはこのような心配はない。

#### (2) 橋梁と船舶とのクリアランス

橋梁の下を船舶が通過する場合は、操船者が心理的影  
響を受けることは過去の調査で明らかであるが、それを  
定量化することは困難である。過去の事例によれば種々  
の条件を考慮した結果、余裕として2m程度見込んでい  
るケースがほとんどであるし、最悪の場合マストの突端  
を引っ込めて通過させる（アメリカの事例）ことも考え  
あわせれば、通常の船舶の場合は2m程度でよいと考え  
られる。巨大船を対象にする場合は別途考慮する必要が  
ある。

#### (3) 船舶のトリム

マスト高はトリムによって水平時（even keel）の場合  
より増加するが、その量はトリムの量全体でなくマスト  
の位置が船首から測って、船長に対して何割の処にある  
かの比率によって決まるものである。主マストの取付位  
置は、造船学上明確なる基準はないが同一船舶トン数で  
マストが高い船型とは、一般的傾向として中央にブリッ  
ヂのある船で、このような船舶では主マストの位置は船  
首から船長の1割5分から2割の距離にある。またその大  
きさもほぼ海上横断工作物との余裕高（約2m）に含ま  
れる範囲にある。従って2mの余剰高を考慮した場合は、  
特殊なケースを除いて特にトリムを配慮する必要はない。

#### (4) 波高について

波高も船舶の上下動に影響する要素であるが、船長が  
（波長）/2以上になっている場合はほとんど波の振幅の  
影響を受けずあまり問題は無いが、それ以下の場合は、  
船舶は発生波高の1/2近く上下動する。しかしながら一  
般的に架橋地点の水深、地形および通過条件等を考え合  
わせればそのような状態となるケースは小型船か特殊な  
気象条件下の場合に限られるのと過去の事例でもほとん  
ど考慮していないので一般的には考慮する必要はないと  
考えられる。

#### (5) 基準水面

海水面は潮汐によって変動するため、基準をどこにお  
くかが問題となる。従来は桁下高を海図上に示す場合に  
一定の規準がなかったが、国際水路会議(IHO)の決議で  
可航水域上の橋梁の高さを図示する場合には「最小垂直

間げきを示さなければならぬ。」という取決めがなされ、それを略最高高潮面 (H. H. W. L.) とすることに決定したことから海上保安庁水路部によっても本州四国連絡橋の計画を契機として橋梁の水面上の高さを表わす基準として略最高高潮面を採用することが確認され、今後はこれを基準水面としていくことが望ましいと考えられる。ここでいう略最高高潮面とは、平均水面上主要四分潮 ( $M_2, S_2, O_1, K_1$ ) の半潮差の和に相当する水面である。したがってこの潮位は平均水面上分潮 ( $M_2, S_2$ ) の半潮差の和に相当する水面であるさく望平均満潮面よりも高潮位である。

ここに

- $M_2$  : 太陰半日周潮
- $S_2$  : 太陽半日周潮
- $O_1$  : 太陰日周潮
- $K_1$  : 日月合成日周潮

### 9.3 データ処理

データ数が多い場合には、全データを同時に処理して総合回帰曲線式を求めるのが好ましいと考えられるが、マスト高についてはデータ数が少ないためデータの分布が不均一で分布形が曲線式にうまく適合しない。したがって処理の方法としてはデータの分布傾向が異なっていると判断される範囲でデータ群のグルーピングを行い、また明確な差が生じていなくても、全データより求めた総合回帰曲線と傾向が合わない範囲などを抽出し、トン階でデータ群を分類し、それぞれ回帰曲線を求めた。ここで問題となるのは曲線式のパーセンタイル値をどの程度にすればよいかということである。橋梁にとって経済的に船舶側にとって安全な領域というものとは判然としませんが、極力安全性を重視する意味で、処理するデータのうち各トン階範囲毎の回帰曲線式(50パーセンタイル式)に対し、一番離れた最大値を持つ船を対象にその値から2m下側に曲線式が近似するよう曲線式を修正した。この2mの根拠は9.2で示したように2mの余裕を設けておれば、データ中最大値を持つ船であっても極限状態で架橋地点などを通過できるように考えているもので、現実には潮汐、バラスト喫水時の発生確率などを考え合わせれば、安全な状態におかれていると判断される。またトン階の境界において生じる曲線と曲線のギャップは不連続のままでは不都合なので、データ群の分布傾向および安全側となるよう配慮しながら曲線のすり合わせを行って連続曲線式とした。したがって曲線式を求める順序としては、(50%回帰曲線式)→(最大離心値近似曲線式)→(すり合わせ修正曲線式)となっている。よって求められた最終結果の式にはパーセンタイルの考え方は入って

いないことになる。

### 9.4 計算結果

回帰式のうち、 $G. T.$  は総トン数、 $H$  は船のマスト高(空船時)をあらわす。またカーフェリーとコンテナ船の一部のトン階領域で、 $t_r < t(n-2, 0.001)$  となり相関のない状態があるが、9.3で述べているようなデータ処理をする関係で、求められた修正回帰式は無意味ではない。

#### 9.4.1 一般貨物船

(1) 総トン数 ( $G. T.$ ) とマスト高 ( $H$ ) の関係

データ個数 $n=57$		
トン階領域	$G. T.$	300~5,000
修正回帰式	$\log H = 0.555 + 0.286 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log H = 0.606 + 0.239 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.042
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.053
	$\hat{\sigma}_b$	0.016
相関係数	$r$	0.896
相関の検定	$t_r$	14.973
	$t(n-2, 0.001)$	3.483
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	14.973
	$t(n-2, 0.001)$	3.483

データ個数 $n=198$		
トン階領域	$G. T.$	5,000~15,000
修正回帰式	$\log H = 1.263 + 0.094 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log H = 1.153 + 0.094 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.048
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$	0.133
	$\hat{\sigma}_b$	0.034
相関係数	$r$	0.197
相関の検定	$t_r$	2.810
	$t(n-2, 0.001)$	3.291
回帰係数 $\beta$ の検定	$t_\beta$	2.810
	$t(n-2, 0.001)$	3.291

これは  $t_r < t(n-2, 0.001)$  であるため、相関のないことを示す。

船舶の主要寸法に関する解析

データ個数 $n=60$		
トン階領域	G. T.	15,000~70,000
修正回帰式	$\log H=1.339+0.076 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log H=0.903+0.152 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.045
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.155 0.035
相関係数	$r$	0.493
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	4.311 3.469
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	4.311 3.469

9.4.2 石油タンカー

(2) 総トン数 (G. T.) とマスト高 (H) の関係

データ個数 $n=11$		
トン階領域	G. T.	500~10,000
修正回帰式	$\log H=0.585+0.248 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log H=0.343+0.312 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.060
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.102 0.031
相関係数	$r$	0.958
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	10.035 4.781
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	10.035 4.781

データ個数 $n=88$		
トン階領域	G. T.	10,000~50,000
修正回帰式	$\log H=1.007+0.143 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log H=0.906+0.143 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.047
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.127 0.029
相関係数	$r$	0.472
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	4.965 3.424
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	4.965 3.424

データ個数 $n=33$		
トン階領域	G. T.	50,000~150,000
修正回帰式	$\log H=0.855+0.175 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log H=0.383+0.258 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.038
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.237 0.048
相関係数	$r$	0.692
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	5.336 3.637
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	5.336 3.637

9.4.3 フルコンテナ船

(3) 総トン数 (G. T.) とマスト高 (H) の関係

データ個数 $n=10$		
トン階領域	G. T.	4,000~20,000
修正回帰式	$\log H=0.676+0.219 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log H=0.827+0.177 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.016
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.097 0.024
相関係数	$r$	0.935
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	7.457 5.041
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	7.457 5.041

データ個数 $n=14$		
トン階領域	G. T.	20,000~60,000
修正回帰式	$\log H=1.238+0.088 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log H=1.210+0.088 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.043
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.324 0.071
相関係数	$r$	0.337
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	1.239 4.318
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	1.239 4.318

これは  $t_r < (n-2, 0.001)$  であるため、相関のないことを示す。

9.4.4 旅客船

(4) 総トン数 (G. T.) とマスト高 (H) の関係

データ個数 n=39		
トン階領域	G. T.	300~10,000
修正回帰式	$\log H = 0.699 + 0.207 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log H = 0.685 + 0.207 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.685
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.048 0.014
相関係数	r	0.924
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	14.688 3.580
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	14.688 4.073

データ個数 n=17		
トン階領域	G. T.	10,000~30,000
修正回帰式	$\log H = -0.063 + 0.398 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log H = -0.120 + 0.406 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.026
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.176 0.041
相関係数	r	0.932
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	9.926 4.073
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	9.926 4.073

9.4.5 カーフェリー

(5) 総トン数 (G. T.) とマスト高 (H) の関係

データ個数 n=11		
トン階領域	G. T.	300~3,000
修正回帰式	$\log H = 0.585 + 0.252 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log H = 0.661 + 0.205 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差	$\sigma$	0.080
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.259 0.091
相関係数	r	0.602
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	2.262 4.700
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	2.262 4.700

これは  $t_r < t(n-2, 0.001)$  であるため、相関のないことを示す。

データ個数 n=20		
トン階領域	G. T.	3,000~15,000
修正回帰式	$\log H = 0.927 + 0.154 \log G. T.$	
50%回帰式	$\log H = 0.902 + 0.154 \log G. T.$	
回帰のまわりの標準偏差		0.030
パラメータの標準偏差	$\hat{\sigma}_a$ $\hat{\sigma}_b$	0.131 0.034
相関係数	r	0.729
相関の検定	$t(n-2, t_r, 0.001)$	4.514 3.922
回帰係数 $\beta$ の検定	$t(n-2, t_\beta, 0.001)$	4.514 3.922

9.5 計算結果の図示

分布形と修正曲線を図示したものを 図-9.5.1~図-9.5.5 に示す。修正曲線は実線で表示してある。

10. あとがき

今回解析した船舶寸法は、船舶の解析データ数 (約 14,000隻) からいってその信頼性は高い。しかしながら総ての船種、項目を網羅しているわけではないので、今後は今回の解析の対象にしなかった項目についても範囲を広げていく必要がある。また同様にマスト高についても収集資料数をさらに増やして解析していく必要はある。

そのためにも多くの港湾関係者に利用され、要望、問題点の指摘をされることを切望するものである。

調査のとりまとめにあたっては、御多忙中資料の作成に応じて下さった三井造船機計画部の担当者の方々に深謝の意を表する次第である。

また写真-2.1~写真-2.10の掲載については船舶技術協会の御好意によるもので併せて深謝の意を表します。

文 献

- 1) 片山猛雄, 降旗健一, 本浩司, 早藤能伸; 船舶諸元の相互関係, 港研資料 No. 101, 1970年6月
- 2) 久保重美, 工藤和男; 着岸船舶の実吃水についての調査, 港研資料 No. 144, 1972年9月
- 3) 運輸省港湾局; 港湾構造物設計基準, 1967年
- 4) 飯田秀雄; コンテナ輸送の理論と実際, 成山堂, 1968年
- 5) 山口増人; 船の常識, 海文堂, 1966年, pp. 127~276
- 6) 長尾義三; 港湾工学, 共立出版, 1968年, pp. 202~206
- 7) 船舶技術協会; 船の科学, 1965年~1977年

船舶の主要寸法に関する解析

- |  |  |
|--|--|
| 8) 天然社；船舶，1962年～1977年                    | する調査報告，1972年8月   |
| 9) 日本道路公団福岡支社；若戸橋調査報告書，1963年10月          | 12) 日本造船研究協会；トン数と船舶設計との関連に関する調査研究報告書，1977年3月                                   |
| 10) 日本海難防止協会；本四架橋予定地の航路高に関する調査報告，1971年9月 | 13) 日本海運集会所；日本船舶明細書，1976年  |
| 11) 日本海難防止協会；本州四国連絡橋の桁下高に関する調査報告，1972年8月 | 14) Lloyd's Register of Shipping Trust Corporation Ltd；Register of Ships，1975年 |

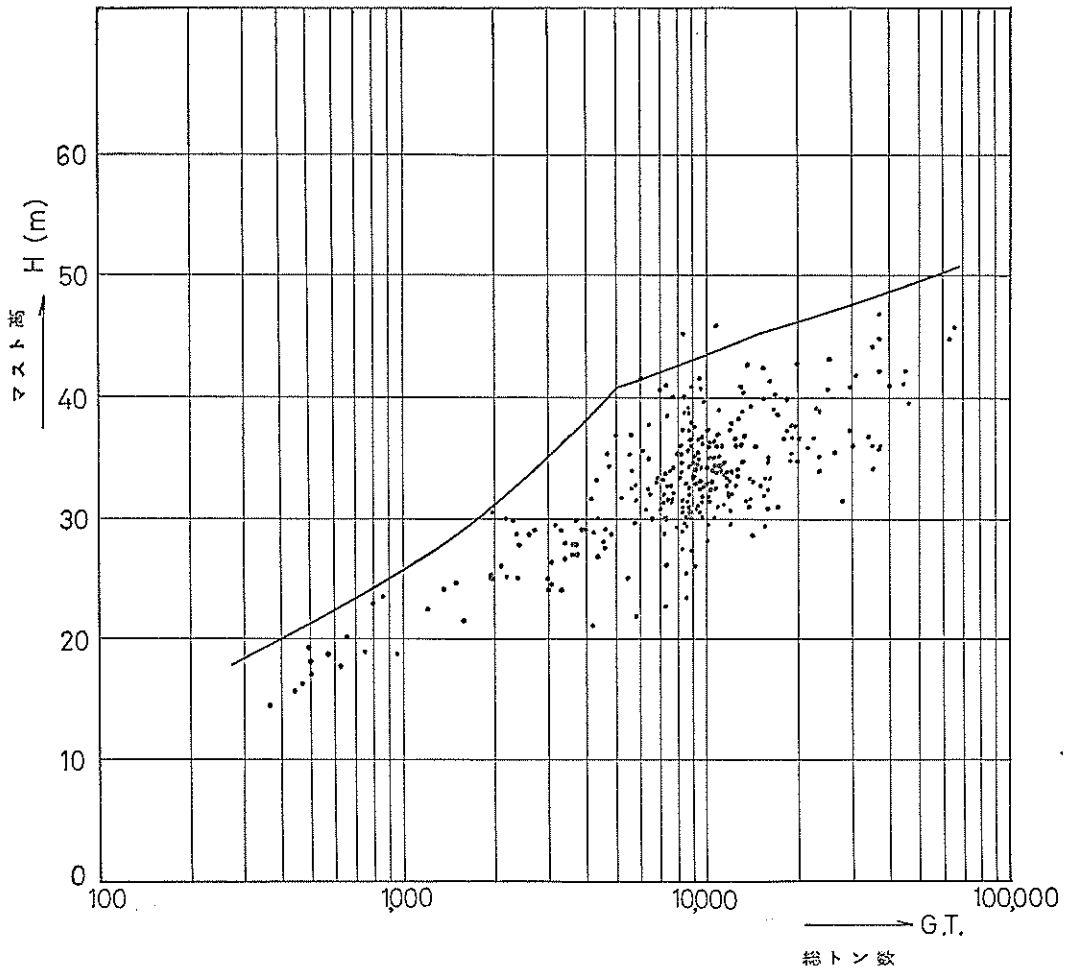


図 9.5.1 一般貨物船

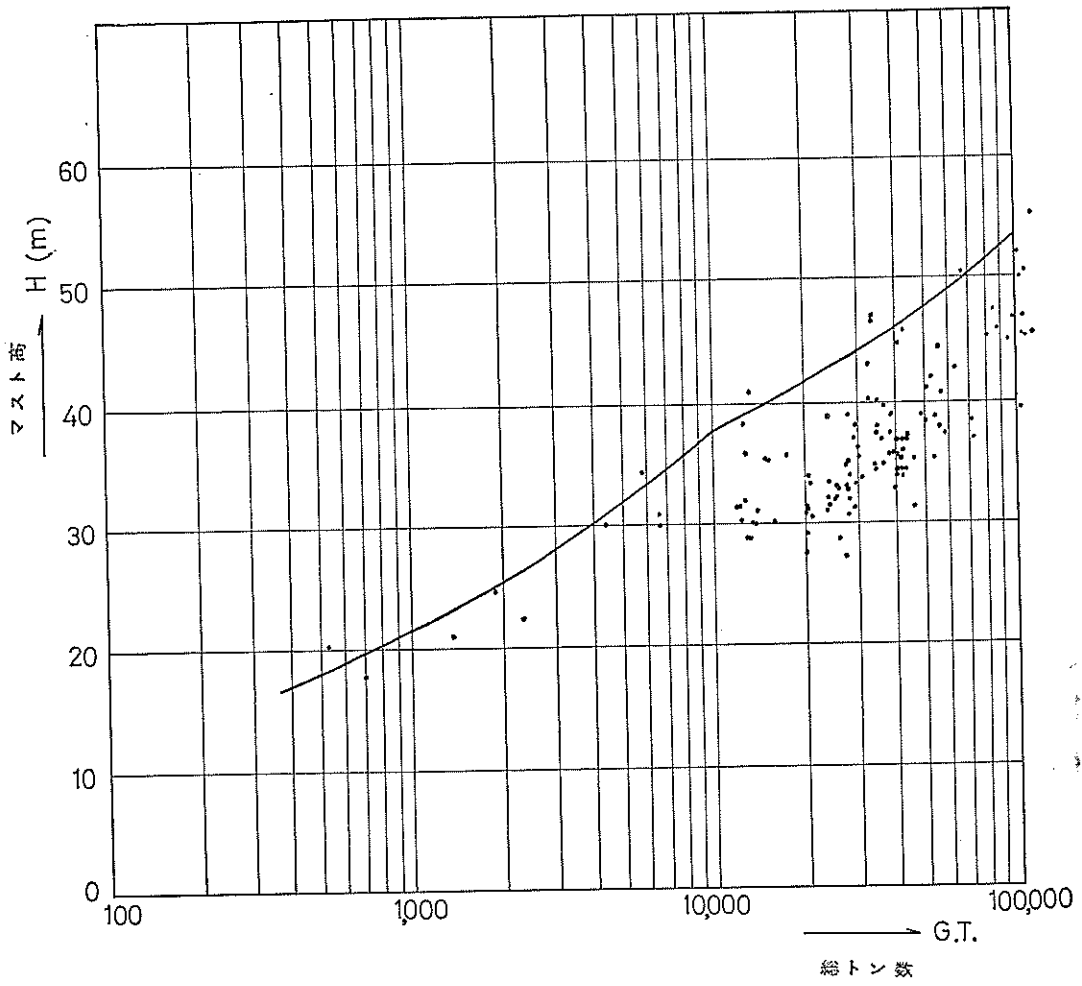


図 9.5.2 石油タンカー

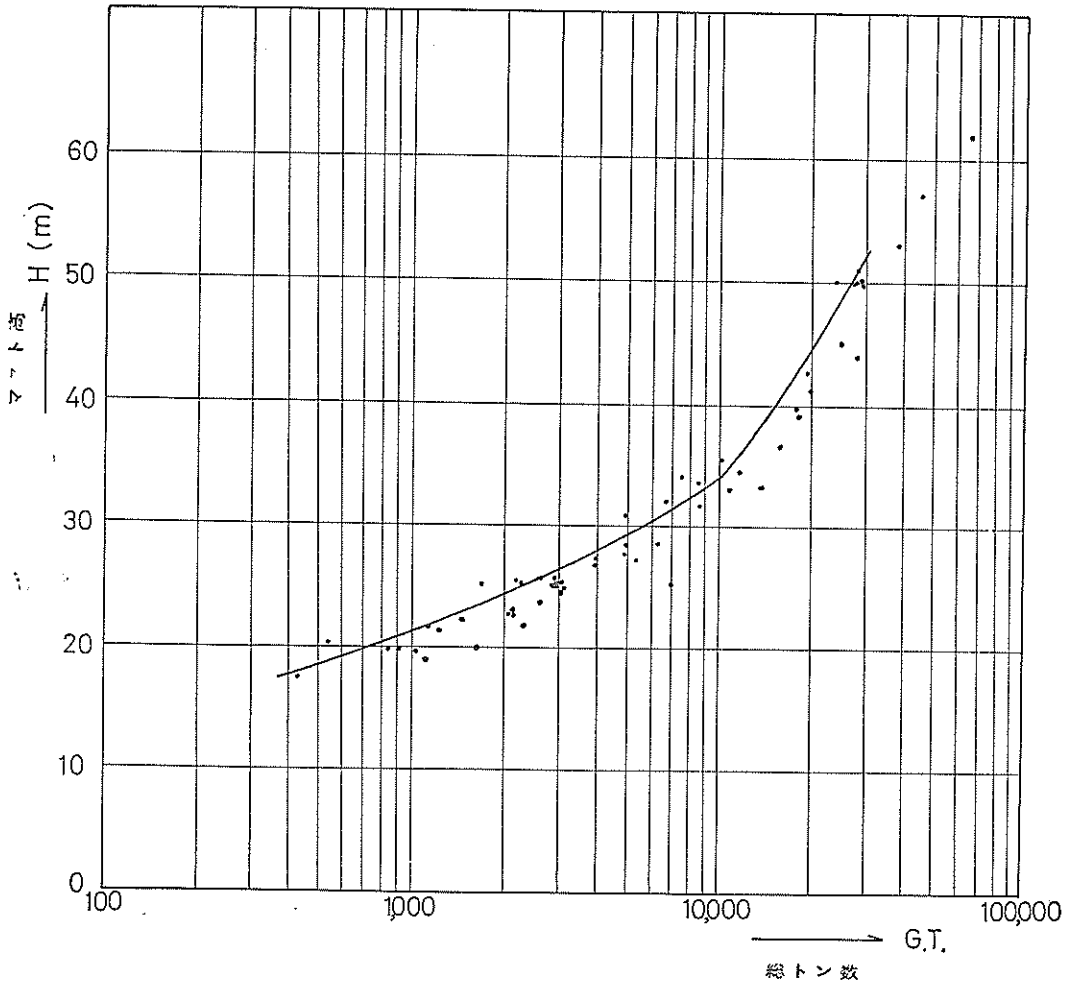


図 9.5.3 旅船客



船舶の主要寸法に関する解析

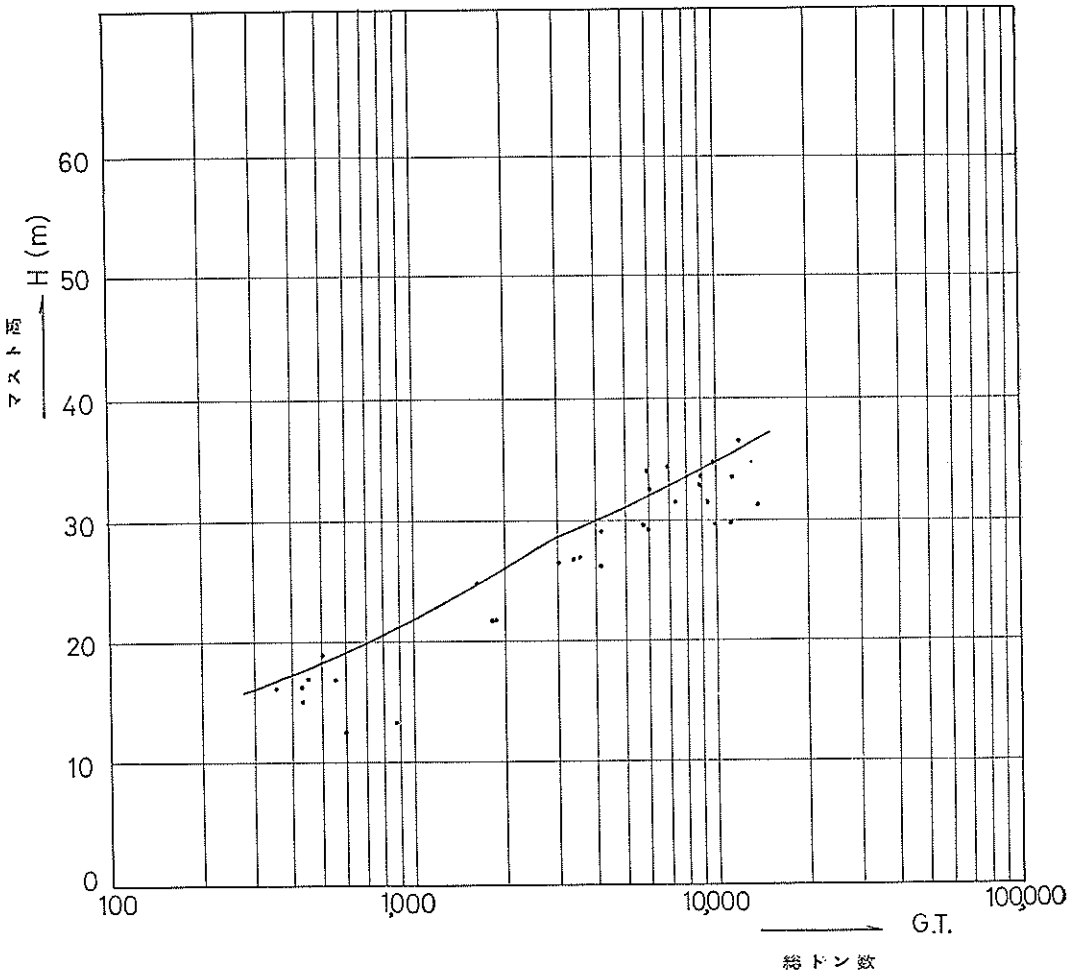


図 9.5.4 カーフェリー

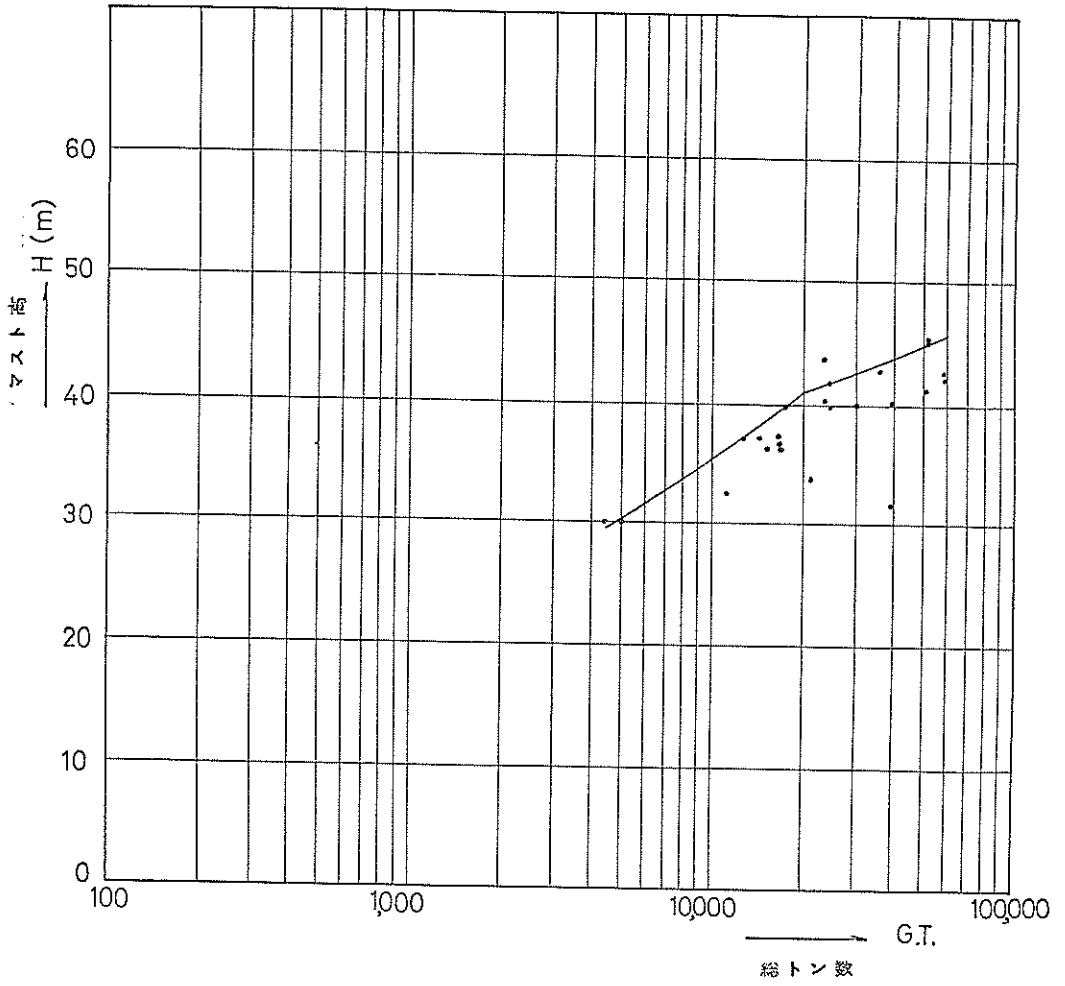


図 9.5.5 コンテナ船