

港 湾 技 研 資 料

TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No.652 June 1989

船舶の主要寸法の統計解析

阿 式 邦 弘
根 木 貴 史
村 田 利 治

運輸省港湾技術研究所



Statistical Analysis on Staple Dimension of Ship

Kunihiro AJIKI*
Takashi NEGI*
Toshiharu MURATA**

Synopsis

In planning and designing of port and harbour facilities, it is very important to establish design condition of them on ship's size of ships which would use the facilities.

In many cases, the ship which would use the facilities couldn't be specified, we should establish the standardized design condition on ship's size by statistical analysis on the data of ships which would use the facilities.

In this report, we made analysis on interrelation between Gross Tonnage of ship or Dead Weight Tonnage and the staple dimension of ship such as Length Over All, Moulded Width, Moulded Depth and Draft using the data of "Lloyd's Register of Ships (1988)" and "Register of Japanese Shipping (1987)".

On the analysis, we divided the ship to eight kinds, which were General Cargo Ship, Oil Tanker, Container Ship, Bulk Carrier, Gas Carrier, Pure Car Carrier, Passenger Boat and Ferry Boat, because recently ship would tend to be built for exclusive use on specified cargo transportation.

Key Words: Ship, Size, Port, Port Facilities, Statistical Method, Regression Analysis

* Member of Systems Laboratory, Planning and Design Standard Division

** Chief of Systems Laboratory, Planning and Design Standard Division

船舶の主要寸法の統計解析

阿式邦弘*・根本貴史*・村田利治**

要 旨

港湾の施設の計画および設計において、施設を利用する船舶の諸元を設計条件として定めることが必要である。しかし、利用船舶は特定できない場合が多いので、施設を利用することが予想される船舶の集団の標準的な船舶寸法を統計処理により求めるのが一般的である。本資料では、「Lloyd's Register of Ships」および「日本船舶明細書」の最新のデータを用いて、船舶の主要寸法である全長、型幅、型深さおよび喫水の標準的な値を計算した。

近年における船舶の専用船化の進行に従って、船舶の種類区分は一般貨物船、石油タンカー、コンテナ専用船、撤積運搬船、ガス運搬船、旅客船およびカーフェリーとし、総トン数または重量トン数を説明変数とする回帰分析によって船舶の主要寸法を求めた。

キーワード：船舶、寸法、港湾、港湾施設、統計的方法、回帰分析

1. まえがき

港湾の施設の計画・設計において、対象船舶の形状および寸法に関する情報は、最も基本的なものの一つである。たとえば、水域施設計画にあっては、航路の幅員、水深および屈曲の度合いなどは、船舶の全長・喫水をもとに決定することとされており、係留施設の延長、前面水面、荷役機械のアウトリーチも船舶の全長・喫水・型幅により決められることとなる。

したがって、港湾施設が安全かつ効率的に稼働するように施設計画を策定するためには、施設を利用する船舶の形状および寸法に関する情報が適切に得られる必要がある。

船舶の寸法は、個々の船舶により異なり、また同一の大きさ（例えば総トン数、重量トン数が同じ）の船舶であっても同一とは限らない。専用岸壁のように特定の船舶のみが着岸する施設にあっては、対象船舶に対応した施設の計画・設計を行えば良いのであるが、公共利用の施設や、専用利用であっても対象船舶が特定できないものについては、利用が予想される船舶の集団について標

準的な船型を設定し、それに基づいて施設を計画・設計することが必要である。

本資料では、現在就航している世界の船舶を母集団とし、港湾施設の計画・設計の視点から、それらをいくつかの種類に区分し、それをもとに統計解析を行い、標準的な船型の船舶の主要寸法を求めた。

船舶の主要寸法に関する解析について、既にいくつかの報告書がまとめられている。しかしながら、船舶は耐用年数が比較的短かくスクラップアンドビルドが常に行われていること、大型化、高速化および専用船化等新しいニーズに合った船舶が増大していること、造船技術等の進展により旧来とは異なった船型が現れていることなどから、統計解析の対象である船舶の母集団は常に変化を遂げており、新しい母集団を対象とした解析が求められている。

そこで本資料では、現在世界中で就航している船舶が登録されている「Lloyd's Register of Ships」および国内船舶のデータが収録されている「日本船舶明細書」の最新版を用いて解析を行った。

港湾施設の計画および設計を行う場合、一般に対象船

* 計画設計基準部システム研究室

** 計画設計基準部システム研究室長

船舶の大きさ（総トン数あるいは重量トン数）が基軸とされることが多いため、統計解析においては、船舶の大きさを説明変数とした回帰分析を行うこととした。

なお、船舶の大きさのうち総トン数（G/T）については、昭和55年に船舶の測度に関する法律が改定されたことにより、昭和57年から国際総トン数により登録されることとなっている。国際総トン数と従前の総トン数は、船種によっては大きく異なることがあるので注意を要する。

2. 対象データと解析項目

2.1 解析対象データ

船舶の諸元を収録した主要な資料には、全世界の船舶を対象とした「Lloyd's Register of Ships」（以下ロイド統計という）と日本船を対象とした「日本船舶明細書」がある。ここでは、ロイド統計の最新値（1988年）と日本船舶明細書（1987年版）を用いた。

このうち、日本船舶明細書はもっぱら国内船のみが就航しているカーフェリー、および国際総トン数の採用により従前の総トン数とは大きく異なったトン数表示となる自動車専用船の解析に用い、その他の船種の解析はロイド統計によった。

ところで、船舶は年数を経るにしたがって解撤されていくので、解析対象の船舶は船齢を考慮して抽出する必要がある。船会社に対するヒアリングによれば、貨物船についてはおおむね15年を超える船舶は順次解撤されていくとのことであり、また海上貨物保険において、不定期船では15年、定期船では25年を超える船舶を用いて運送を行う場合は割増保険料が必要となること、あるいはロイド統計における船舶の船齢の分布等を考慮して、貨物船については船齢15年以内（1973年以降建造）

の船舶を対象とした。一方、旅客船については、船齢が15年を超えるものも比較的多く就航していることから、船齢30年以内（1958年以降建造）のものを対象とした。

2.2 船舶種類の区分

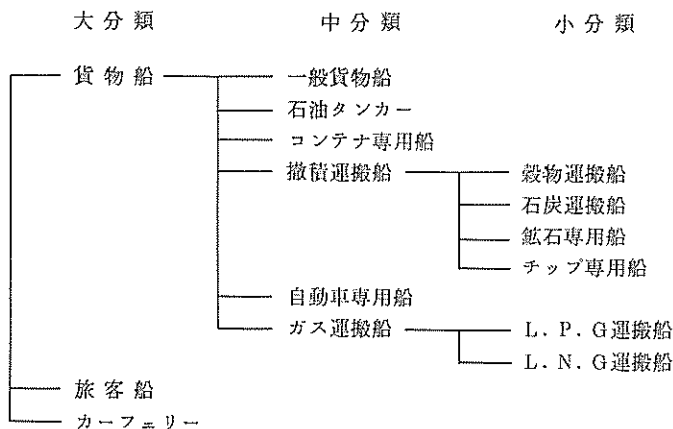
船舶を効率的に運行すること等を目的として、もっぱら特定の品目を積載する専用船が増大しつつあり、船舶の多様化が進んでいる。ロイド統計では、船舶の種類（以下船種という）をコードで表示しているが、これらの全コードを考慮すると船種は数千種類にものぼっている。また日本船舶明細書においても、56種類に区分されている。

港湾の施設の計画・設計において対象とする船舶の種類については、公共埠頭にあつてはその利用の多目的性を前提とすることから特定の船種に限定することが難しく、また専用埠頭にあつても必ずしも特定の船種のみ利用であるとは限らない。また船型の解析においても、類似の形状の船舶については、データ数等からみて同一の種類として評価するのが適切な場合も多い。

ここでは、港湾施設の計画・設計に用いることを目的とした船型の解析であることから船種の区分を以下のように設定した。

- ① 大分類として、輸送する対象の区分より、貨物船、旅客船およびカーフェリーの三つに分けた。
- ② 貨物船については、輸送する貨物の種類により中分類を行い、一般貨物船、石油タンカー、コンテナ専用船、撤積運搬船（バルカー）、自動車専用船、ガス運搬船の6種類に区分した。このうち自動車専用船とガス運搬船については、運送する貨物の特性として、重量よりも容積で評価されることが多いことから、後に述べるように総トン数を説明変数としている。

表-1 船種区分



- ③ 撤積運搬船は、運送する貨物の特性（特に単位体積当たりの重量）により船型が変わってくる。また物資別専門埠頭、エネルギー港湾事業、専用埠頭などでは特定の品目の輸送に特化した航路、岸壁の整備が行われる場合があることから、小分類を設けた。
- ④ ガス運搬船について、ガスの圧縮度、冷却度がL. P. GとL. N. Gでは大きく異なり、そのため船型に相違が生じることから、L. P. G運搬船とL. N. G運搬船を小分類として区分した。
- ⑤ O. B. O（鉱石/撤積/油兼用船）等さまざまな貨物の兼用船については、ここに用いた区分では適切に分類できないこととデータ量が多くないことから、解析から除くこととした。
- ⑥ 旅客船は、貨物との兼用船を除いた旅客専用船のみとした。これは貨物・旅客兼用船の中には、旅客にウェイトをおいたものと、貨物船であるが旅客定員が13人以上あるために貨物・旅客兼用船として区分されているものがあり、両者は船型が異なるので、兼用船について標準的な船型を示すことが適切でない判断したためである。

2.3 解析項目

港湾計画の策定においては、港湾が取り扱う貨物の品目、量および荷姿を推計し、それをもとに計画・設計のための対象船舶を設定する。この場合、対象船舶はおおむね船種および大きさ（総トン数または重量トン数）で表示されることになる。したがって、ここでは、船舶の寸法諸元を船種ごとに求める説明変数として重量トン数または総トン数を用いることとした。

解析した主要寸法は、船舶の全長、型幅、型深さおよび喫水であるが、港湾の施設の技術上の基準に基づいてこれらの諸元と計画・設計に用いる設計定数との関連を示すと表-2のとおりとなる。

表-2 船舶の主要寸法と設計定数との関係

施設名	全 長	型 幅	型 深 さ	喫 水
防 波 堤	ストップピング ディスタンス を考慮した延長			
航 路	航路幅員 航路の屈曲度			航路水深
泊 地	泊地面積			泊地水深
岸 壁	岸壁延長	岸壁延長	天端高 防舷材等の設置 高さ	岸壁水深
荷役機械		アウトリーチの 長さ	クレーンの吊上 高さ	

説明変数である総トン数と重量トン数の使用の区分においては、回帰分析における相関性およびばらつきの程度、取り扱う貨物等の性状、荷姿等より検討すべきものであり、ここではこれらの点を考慮して船種ごとに表-3のように設定した。

表-3 船種と説明変数

船種（中分類）	説明変数
一般貨物船	重量トン数
石油タンカー	＃
コンテナ専用船	＃
撤積運搬船	＃
自動車専用船	総トン数
ガス運搬船	＃
旅客船	＃
カーフェリー	＃

3. 統計解析の手法

3.1 解析手法の選定

船舶の主要寸法を目的変数とし、総トン数または重量トン数を説明変数として回帰分析を行う場合に用いる関数形としては、従前から $Y = \alpha X^b$ （ここでYは主要寸法、Xはトン数）の型が用いられてきた。港湾資料No.101によれば、その主な理由として次のようなことが示されている。

- ① 船舶がその大きさとは無関係に、船種ごとに相似の形状を示すと仮定すると、船舶の全長、型幅、型深さおよび喫水などの寸法は、トン数の1/3乗に比例すると考えることができる。また船舶の形状が船舶の大きさにしたがって変わるものとしても、指数として示されるパラメータを評価することにより、その相関関係を表すことができる。

② 計画および設計に用いる標準的な船型は、回帰分析の関係式より直接に推計するのではなく、推計値の回りの分布を考慮し、カバー率を定めて、サービス対象とすべき船舶の寸法を定めるのが一般的である。したがって、一般的にはデータが回帰直線（曲線）のまわりに正規分布すると考えて、回帰推計値にカバー率に見合った偏差を加えることにより、船舶の標準的な寸法を求めることが多い。しかし、回帰式の回りの分散は、船型が大きくなるに従って大きな値をとるものと考えられるので、直線回帰を用いる場合は、船型の小さな方で過大の、大きな方で過少の値を与えることと考えられる。\$Y = aX^b\$ の形を用いる場合は、対数に変換して回帰曲線を求めることになるので、回帰式の回りの標準偏差はデータの値の対数値についての標準偏差となり、船型の大きさに伴う偏差値の大きさの影響を緩和することができる。

今回の解析においても、これらの理由から \$Y = aX^b\$ の式を用いて回帰分析を行うこととした。

3.2 計算手法

(1) 回帰分析

説明変数を一変数とする回帰式は次のように表される。

$$Y = \alpha + \beta X \quad (1)$$

ここで、\$X\$ および \$Y\$ の標本集団 \$(X_i, Y_i)\$ が、\$Y_i = \alpha + \beta X_i + \epsilon_i\$ として表され、回帰式の回りの分布が \$X_i\$ の大きさに係わりなく一定であるとすると、\$\alpha\$ および \$\beta\$ の値の推計は、誤差項 \$(\epsilon_i)\$ の 2 乗和最小化の原理（最小二乗法）を用いて行うことができる。

トン数と船舶寸法の関係式は式(2)としたので、

$$Y = 10^\alpha X^\beta \quad (2)$$

両者を対数に変換し、式(3)の形に

$$\log Y = \alpha + \beta \log X \quad (3)$$

変えたうえで最小二乗法を用いて回帰係数を求めた。

ここで \$\alpha\$、\$\beta\$ の推計値 \$a\$、\$b\$ は、それぞれ式(4)、(5)で求めることができる。

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n \log y_i - \frac{S_{zy}}{S_z} \sum_{i=1}^n \log x_i}{n} \quad (4)$$

$$b = \frac{S_{zy}}{S_z}$$

$$= \frac{n \sum_{i=1}^n \log x_i \log y_i - \sum_{i=1}^n \log x_i \sum_{i=1}^n \log y_i}{n \sum_{i=1}^n (\log x_i)^2 - (\sum_{i=1}^n \log x_i)^2} \quad (5)$$

ここに

\$S_{zy}\$; 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

また、回帰のまわりの標準偏差 \$\hat{\sigma}\$ は式(6)により求めた。

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{S_{y.z}}{n-2}} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \left(S_y - \frac{S_{zy}^2}{S_x} \right)} \quad (6)$$

ここに

\$S_{y.z}\$; 回帰のまわりの分散

さらに、回帰の有意性を検定するため、回帰係数 \$\beta = 0\$ の仮説の検定を行った。これは、式(7)による \$t_\beta\$ 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方法である。

$$t_\beta = \frac{b}{\hat{\sigma}_b} \quad (7)$$

ここに

$$\hat{\sigma}_b = \sqrt{V_b}$$

\$V_b\$ は \$b\$ の分散

(2) 相関分析

変数間の相関性を評価するため、相関係数を計算した。二変数間の相関係数 \$r\$ は、式(8)として表される。

$$r = \sqrt{\frac{S_{zy}}{S_x S_y}} \quad (8)$$

相関係数の有意性の検定を行うため、帰無仮説を相関係数 \$r = 0\$ として検定を行った。これは、式(9)による \$t_r\$ 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方法である。

$$t_r = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (9)$$

4. 計算結果と解析

4.1 解析データ数の船種区分

本資料では、ロイド統計のデータ（1988年1月現在のロイド統計の登録船舶）および日本船舶明細書のデータ（1987年版）の中から、船種、船齢等考慮して解析対象データを決定した。この解析対象データの概要を表-4、5に示す。

4.2 計算結果とその図化

回帰分析および相関分析の結果を、船種別に示す。なお、撤積運搬船およびガス運搬船の小分類についての解析結果については付録に示すこととした。

表-4 船種別重量トン階別隻数分布表

単位：隻

重量トン(D/W)	船種	一般貨物船			石油タンカー		
		データ数	構成比	累積	データ数	構成比	累積
0 - 499		271	0.0401	0.0401	139	0.0444	0.0444
500 - 999		609	0.0900	0.1301	199	0.0635	0.1079
1,000 - 1,999		1,258	0.1859	0.3160	445	0.1421	0.2500
2,000 - 2,999		626	0.0925	0.4085	227	0.0725	0.3225
3,000 - 4,999		1,009	0.1491	0.5576	221	0.0706	0.3930
5,000 - 9,999		1,434	0.2119	0.7696	167	0.0533	0.4464
10,000 - 14,999		622	0.0919	0.8615	49	0.0156	0.4620
15,000 - 29,999		931	0.1376	0.9991	294	0.0939	0.5559
30,000 - 49,999		6	0.0009	0.0000	342	0.1092	0.6651
50,000 - 99,999		-	-	-	464	0.1482	0.8132
100,000 - 199,999		-	-	-	231	0.0738	0.8870
200,000 -		-	-	-	354	0.1130	1.0000
総数		6,766	1.0000	-	3,132	1.0000	-

重量トン(D/W)	船種	コンテナ専用船			撤積運搬船		
		データ数	構成比	累積	データ数	構成比	累積
0 - 499		0	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000
500 - 999		1	0.0012	0.0012	4	0.0012	0.0012
1,000 - 1,999		10	0.0121	0.0133	4	0.0012	0.0024
2,000 - 2,999		18	0.0217	0.0349	7	0.0021	0.0045
3,000 - 4,999		37	0.0446	0.0795	4	0.0012	0.0057
5,000 - 9,999		181	0.2181	0.2976	36	0.0109	0.0166
10,000 - 14,999		82	0.0988	0.3964	117	0.0353	0.0519
15,000 - 29,999		241	0.2904	0.6868	1,271	0.3834	0.4353
30,000 - 49,999		230	0.2771	0.9639	1,067	0.3219	0.7572
50,000 - 99,999		30	0.0361	1.0000	599	0.1807	0.9379
100,000 - 199,999		-	-	-	194	0.0585	0.9964
200,000 -		-	-	-	12	0.0036	1.0000
総数		830	1.0000	-	3,315	1.0000	-

表-5 船種別総トン階別隻数分布表

単位：隻

総トン(G/T)	船種	ガス運搬船			自動車専用船		
		データ数	構成比	累積	データ数	構成比	累積
0 - 499		33	0.0695	0.0695	0	0.0000	0.0000
500 - 999		121	0.2547	0.3242	3	0.0216	0.0216
1,000 - 1,999		69	0.1453	0.4695	13	0.0935	0.1151
2,000 - 2,999		40	0.0842	0.5537	7	0.0504	0.1655
3,000 - 4,999		28	0.0590	0.6126	9	0.0648	0.2302
5,000 - 9,999		55	0.1158	0.7284	25	0.1799	0.4101
10,000 - 14,999		12	0.0253	0.7537	20	0.1439	0.5540
15,000 - 29,999		22	0.0463	0.8000	62	0.4460	1.0000
30,000 - 49,999		65	0.1368	0.9368	-	-	-
50,000 - 99,999		25	0.0526	0.9895	-	-	-
100,000 - 199,999		5	0.0105	1.0000	-	-	-
200,000 -		-	-	-	-	-	-
総数		475	1.0000	-	139	1.0000	-

総トン(G/T)	船種	旅客船			フェリー		
		データ数	構成比	累積	データ数	構成比	累積
0 - 499		12	0.2143	0.2143	97	0.3619	0.3619
500 - 999		4	0.0714	0.2857	62	0.2313	0.5933
1,000 - 1,999		2	0.0357	0.3214	25	0.0933	0.6866
2,000 - 2,999		5	0.0893	0.4107	11	0.0410	0.7276
3,000 - 4,999		4	0.0714	0.4821	27	0.1008	0.8284
5,000 - 9,999		8	0.1429	0.6250	33	0.1231	0.9515
10,000 - 14,999		1	0.0179	0.6429	12	0.0448	0.9963
15,000 - 29,999		10	0.1786	0.8214	1	0.0037	1.0000
30,000 - 49,999		9	0.1607	0.9821	-	-	-
50,000 - 99,999		1	0.0179	1.0000	-	-	-
100,000 - 199,999		-	-	-	-	-	-
200,000 -		-	-	-	-	-	-
総数		56	1.0000	-	268	1.0000	-

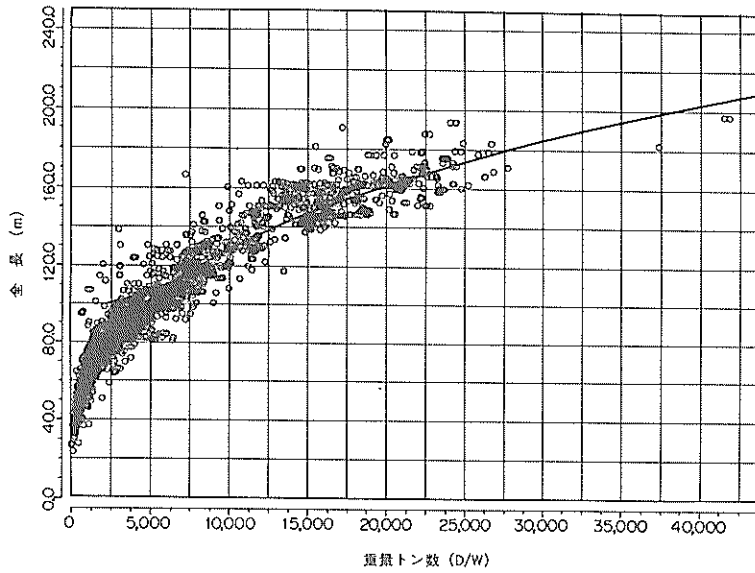


図-1 一般貨物船 重量トンと全長の関係

データ数 6,187
 重量トン数 (t)
 最大値 41,949
 最小値 39
 全長 (m)
 最大値 197.72
 最小値 22.61
 回帰式
 $\log \text{Loa} = 0.799 + 0.328 \log \text{DW}$
 標準偏差 0.042
 相関係数 0.965

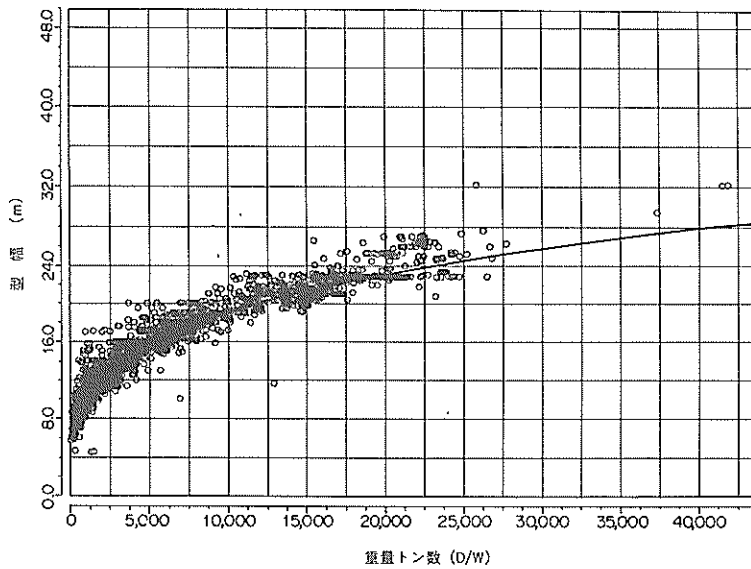
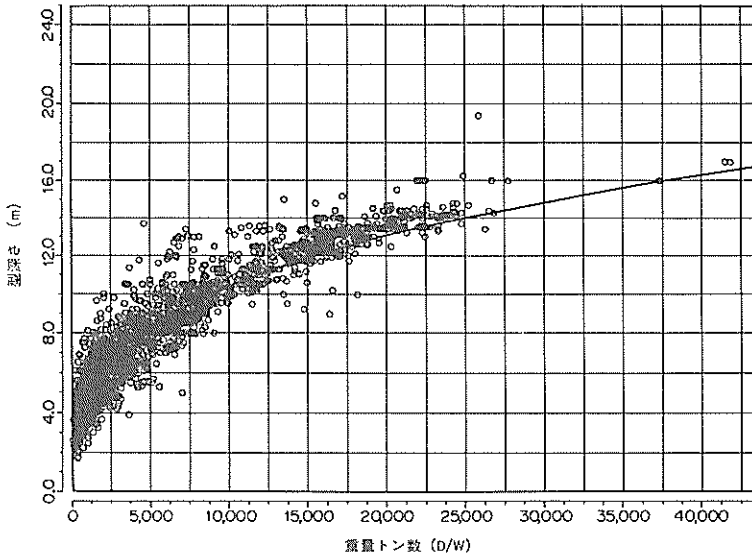


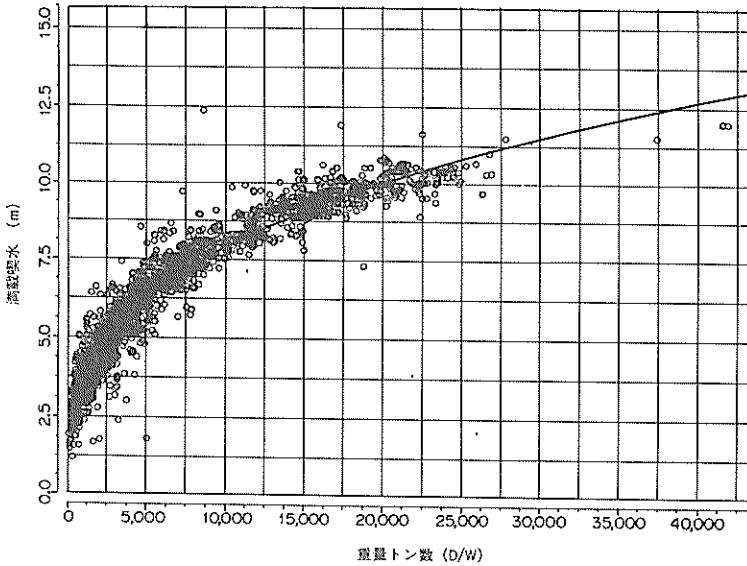
図-2 一般貨物船 重量トンと型幅の関係

データ数 6,487
 重量トン数 (t)
 最大値 41,949
 最小値 39
 型幅 (m)
 最大値 32.26
 最小値 4.45
 回帰式
 $\log \text{MW} = 0.192 + 0.272 \log \text{DW}$
 標準偏差 0.035
 相関係数 0.967



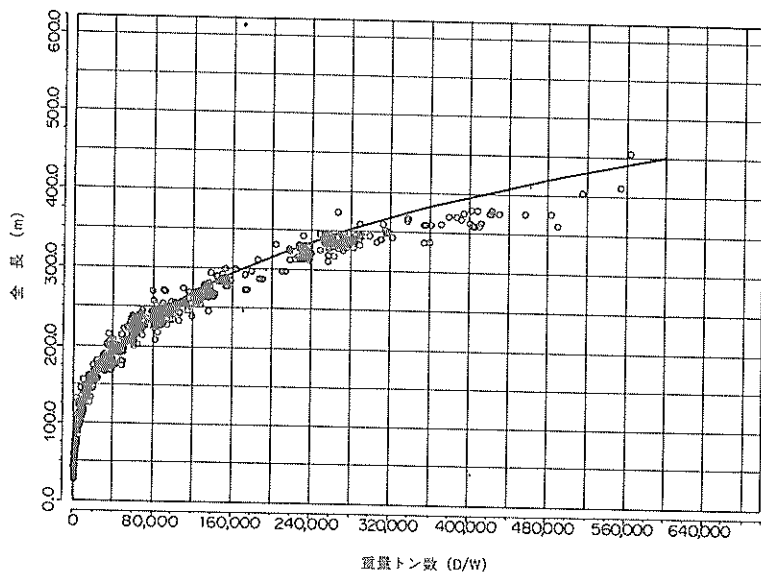
データ数 6,672
 重量トン数 (t)
 最大値 41,949
 最小値 39
 型深さ (m)
 最大値 19.41
 最小値 1.66
 回帰式
 $\log MD = 0.267 + 0.321 \log DW$
 標準偏差 0.066
 相関係数 0.922

図-3 一般貨物船 重量トンと型深さの関係



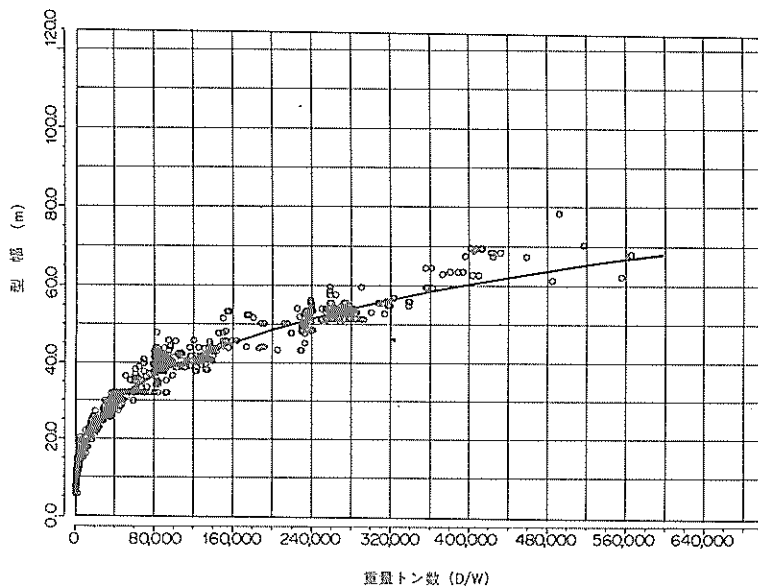
データ数 6,409
 重量トン数 (t)
 最大値 41,949
 最小値 39
 満載喫水 (m)
 最大値 15.03
 最小値 (m) 1.19
 回帰式
 $\log LD = -0.464 + 0.341 \log DW$
 標準偏差 0.047
 相関係数 0.961

図-4 一般貨物船 重量トンと満載喫水の関係



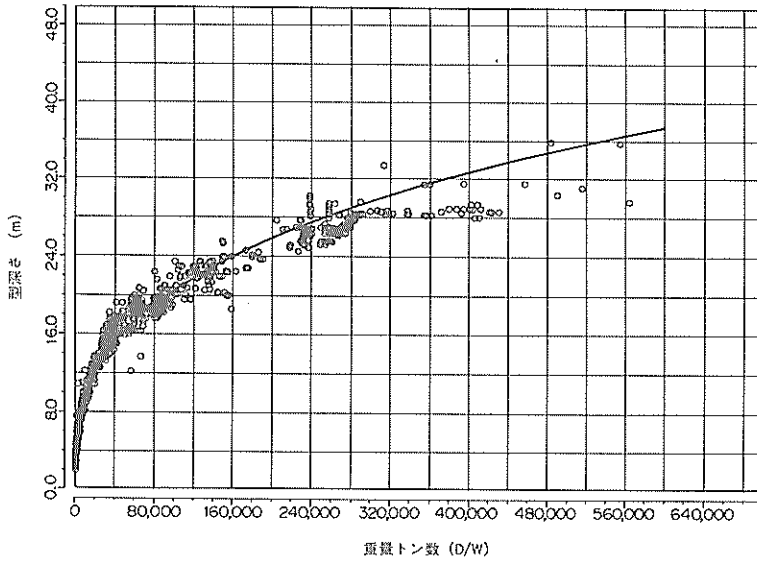
データ数 2,762
 重量トン数 (t)
 最大値 564,739
 最小値 130
 全長 (m)
 最大値 458.45
 最小値 27.82
 回帰式
 $\log Lo_a = 0.808 + 0.309 \log DW$
 標準偏差 0.031
 相関係数 0.994

図-5 石油タンカー 重量トンと全長の関係



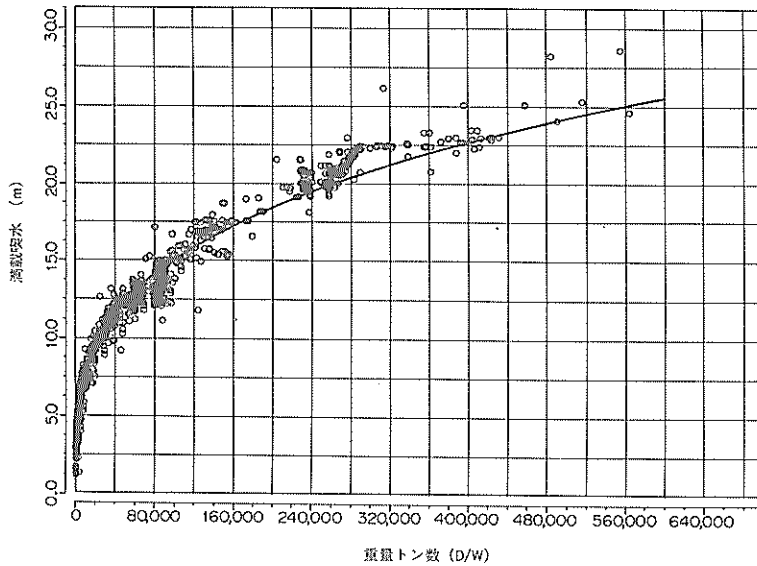
データ数 3,040
 重量トン数 (t)
 最大値 564,739
 最小値 130
 型幅 (m)
 最大値 79.01
 最小値 5.50
 回帰式
 $\log MW = 0.050 + 0.309 \log DW$
 標準偏差 0.031
 相関係数 0.994

図-6 石油タンカー 重量トンと型幅の関係



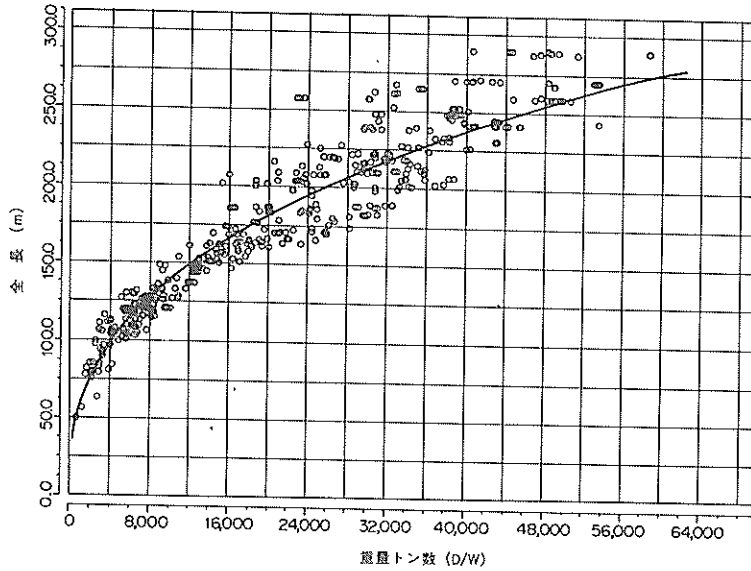
データ数 3,098
 重量トン数 (t)
 最大値 564,739
 最小値 130
 型深さ (m)
 最大値 36.00
 最小値 1.86
 回帰式
 $\log MD = -0.387 + 0.339 \log DW$
 標準偏差 0.034
 相関係数 0.994

図-7 石油タンカー 重量トンと型深さの関係



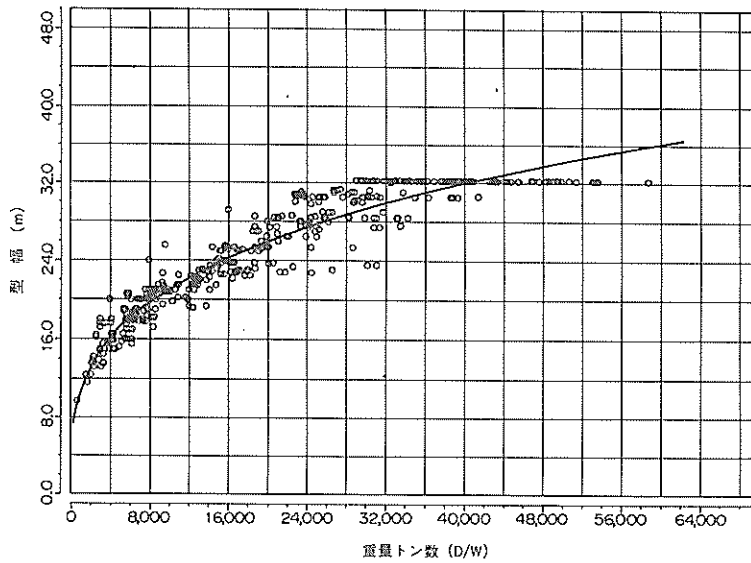
データ数 2,943
 重量トン数 (t)
 最大値 564,739
 最小値 130
 満載喫水 (m)
 最大値 28.60
 最小値 1.12
 回帰式
 $\log LD = -0.321 + 0.299 \log DW$
 標準偏差 0.041
 相関係数 0.988

図-8 石油タンカー 重量トンと満載喫水の関係



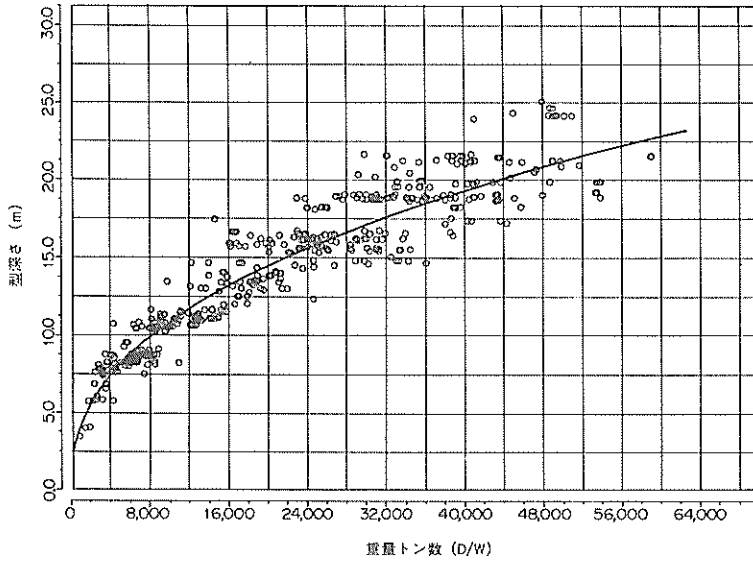
データ数 825
 重量トン数 (t)
 最大値 58,943
 最小値 659
 全長
 最大値 289.57
 最小値 49.66
 回帰式
 $\log Loa = 0.612 + 0.383 \log DW$
 標準偏差 0.038
 相関係数 0.963

図-9 コンテナ専用船 重量トンと全長の関係



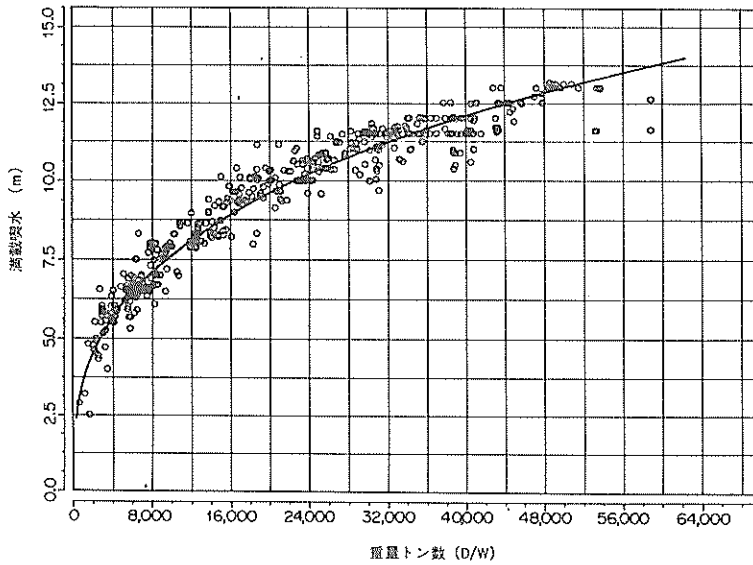
データ数 822
 重量トン数 (t)
 最大値 58,943
 最小値 659
 型幅 (m)
 最大値 32.28
 最小値 9.71
 回帰式
 $\log MW = 0.120 + 0.301 \log DW$
 標準偏差 0.029
 相関係数 0.966

図-10 コンテナ専用船 重量トンと型幅の関係



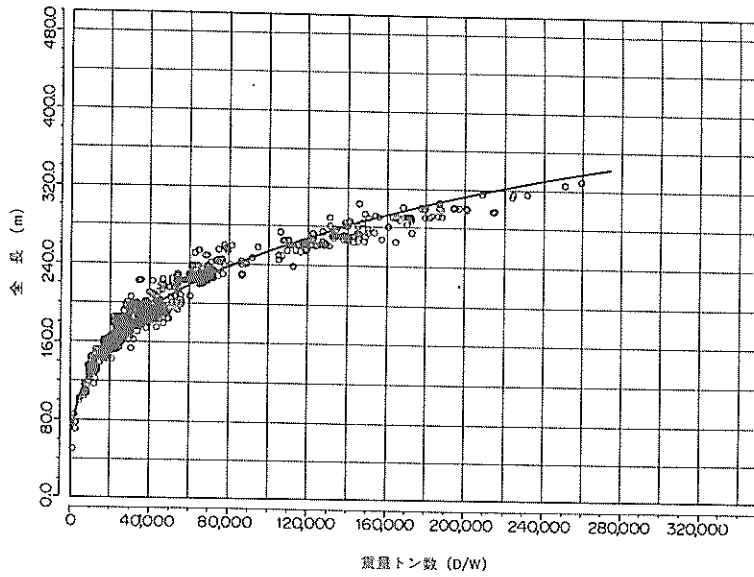
データ数 829
 重量トン数 (t)
 最大値 58,943
 最小値 659
 型深さ (m)
 最大値 25.02
 最小値 3.41
 回帰式
 $\log MD = -0.620 + 0.414 \log DW$
 標準偏差 0.045
 相関係数 0.957

図-11 コンテナ専用船 重量トンと型深さの関係



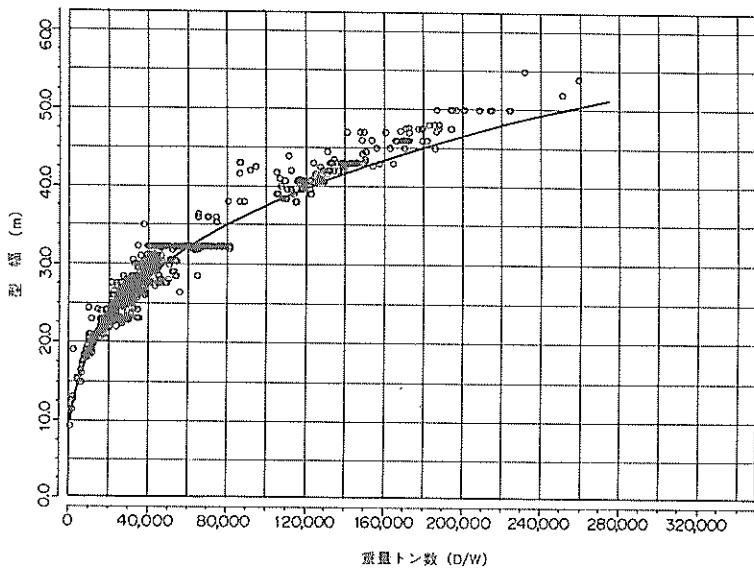
データ数 829
 重量トン数 (t)
 最大値 58,943
 最小値 659
 満載喫水 (m)
 最大値 13.20
 最小値 2.50
 回帰式
 $\log LD = -0.450 + 0.333 \log DW$
 標準偏差 0.034
 相関係数 0.962

図-12 コンテナ専用船 重量トンと満載喫水の関係



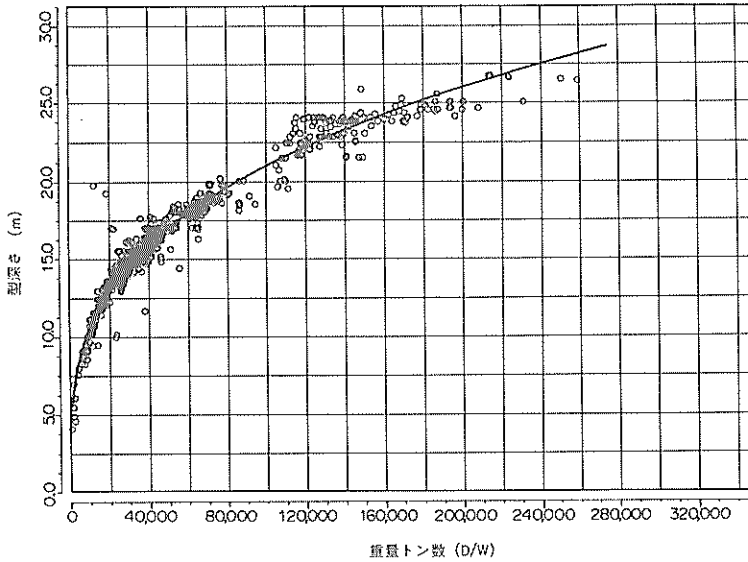
データ数 3,295
 重量トン数 (t) 259,588
 最小値 825
 全長 328.58
 最小値 49.97
 回帰式
 $\log Loa = 0.926 + 0.296 \log DW$
 標準偏差 0.021
 相関係数 0.968

図-13 撤積運搬船 重量トンと全長の関係



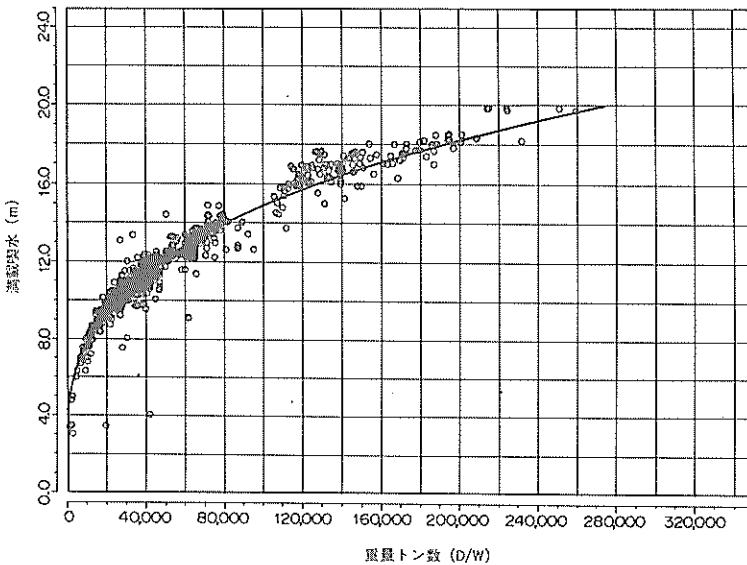
データ数 3,257
 重量トン数 (t) 259,588
 最小値 825
 型幅 (m) 55.01
 最小値 9.20
 回帰式
 $\log MW = 0.026 + 0.310 \log DW$
 標準偏差 0.024
 相関係数 0.961

図-14 撤積運搬船 重量トンと型幅の関係



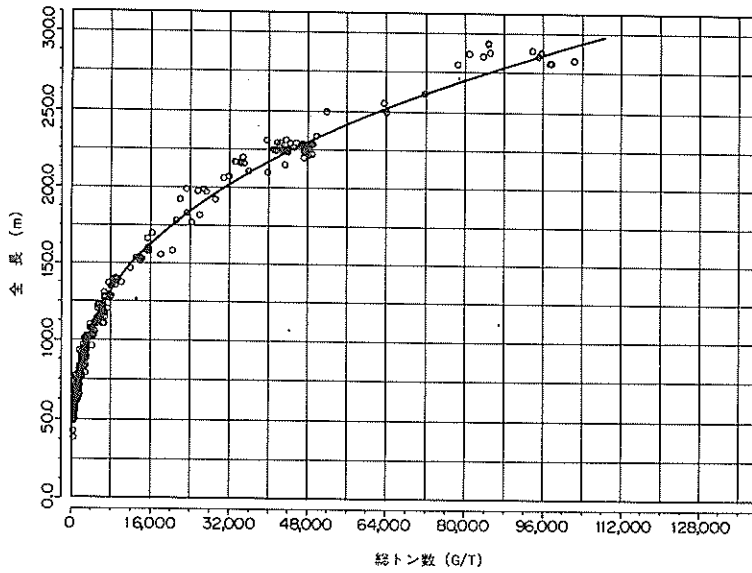
データ数 3,311
 重量トン数 (t)
 最大値 259,588
 最小値 825
 型深さ (m)
 最大値 26.73
 最小値 4.02
 回帰式
 $\log MD = -0.199 + 0.304 \log DW$
 標準偏差 0.017
 相関係数 0.978

図-15 撤積運搬船 重量トンと型深さの関係



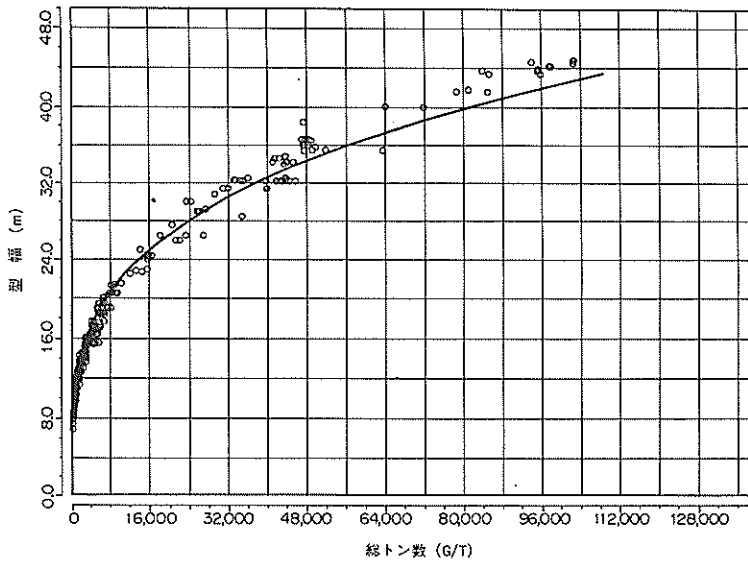
データ数 3,312
 重量トン数 (t)
 最大値 259,588
 最小値 825
 満載喫水 (m)
 最大値 19.84
 最小値 3.00
 回帰式
 $\log LD = -0.267 + 0.288 \log DW$
 標準偏差 0.022
 相関係数 0.963

図-16 撤積運搬船 重量トンと満載喫水の関係



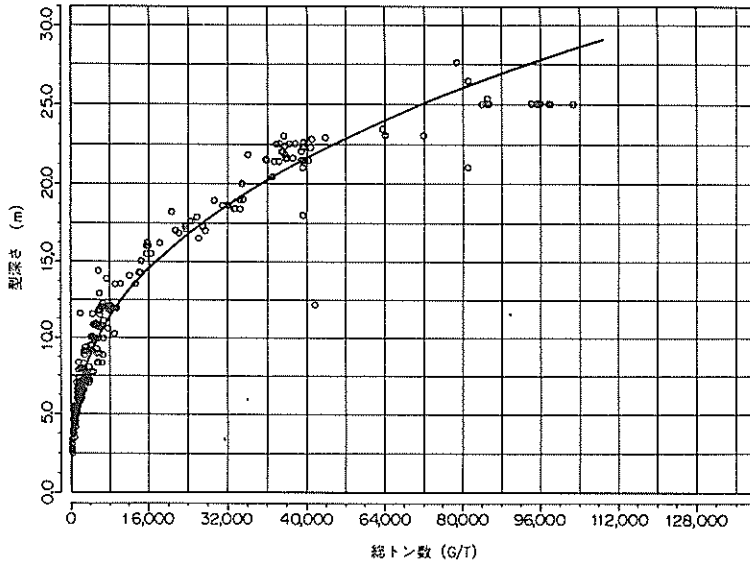
データ数 444
 総トン数 (t)
 最大値 102,511
 最小値 199
 全長 (m)
 最大値 293.76
 最小値 38.16
 回帰式
 $\log Loa = 0.877 + 0.317 \log GT$
 標準偏差 0.025
 相関係数 0.994

図-17 ガス運搬船 総トンと全長の関係



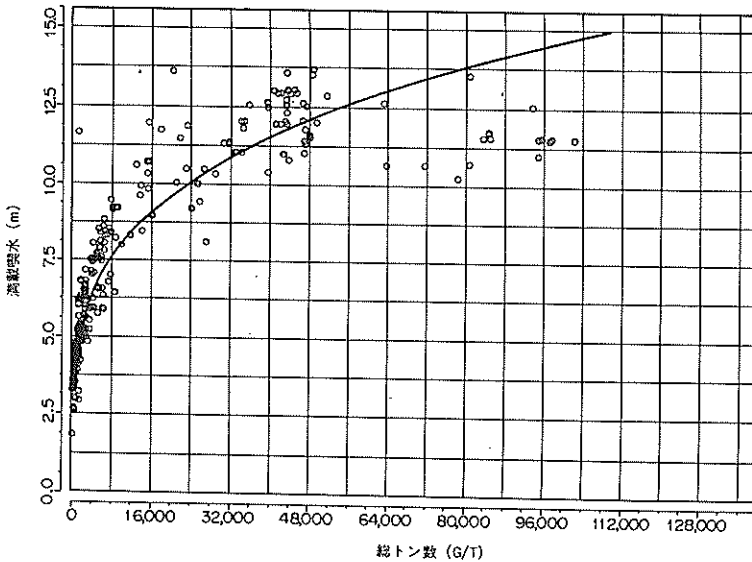
データ数 471
 総トン数 (t)
 最大値 102,511
 最小値 173
 型幅 (m)
 最大値 44.81
 最小値 6.80
 回帰式
 $\log MW = 0.188 + 0.288 \log GT$
 標準偏差 0.024
 相関係数 0.993

図-18 ガス運搬船 総トンと型幅の関係



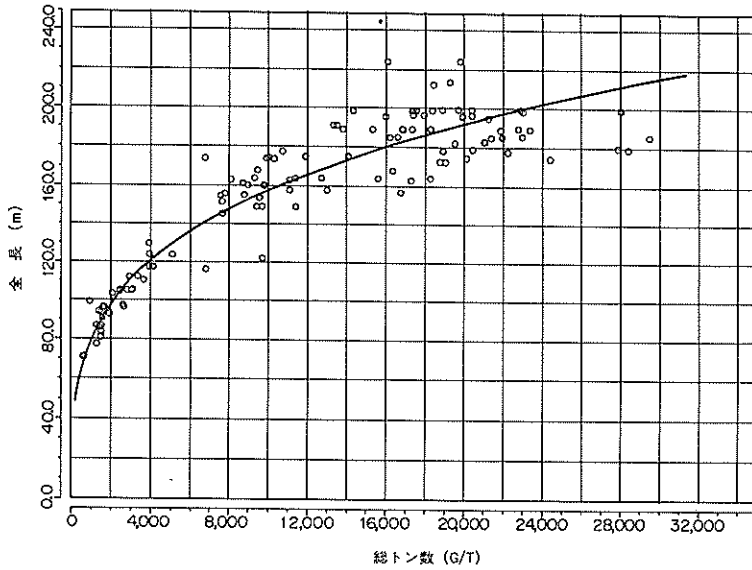
データ数 473
 総トン数 (t)
 最大値 102,511
 最小値 173
 型深さ (m)
 最大値 27.61
 最小値 2.44
 回帰式
 $\log MD = -0.366 + 0.363 \log GT$
 標準偏差 0.045
 相関係数 0.986

図-19 ガス運搬船 総トンと型深さの関係



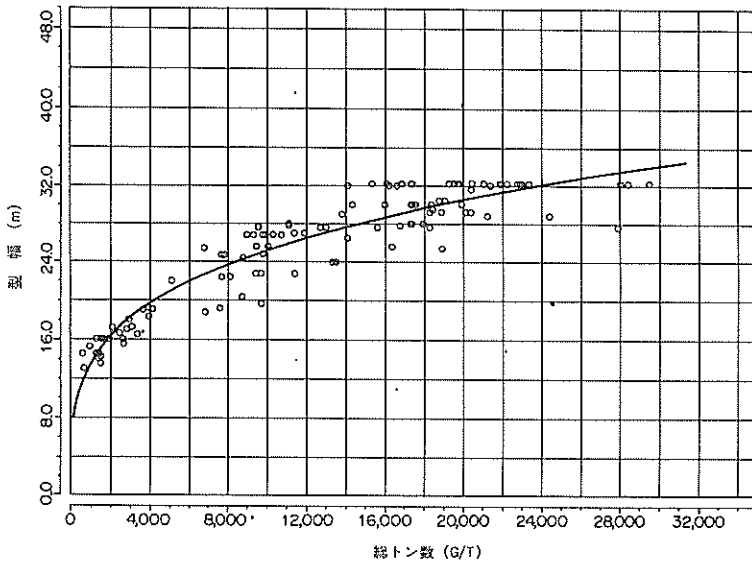
データ数 463
 総トン数 (t)
 最大値 102,511
 最小値 199
 満載喫水 (m)
 最大値 13.68
 最小値 1.83
 回帰式
 $\log LD = -0.131 + 0.259 \log GT$
 標準偏差 0.059
 相関係数 0.954

図-20 ガス運搬船 総トンと満載喫水の関係



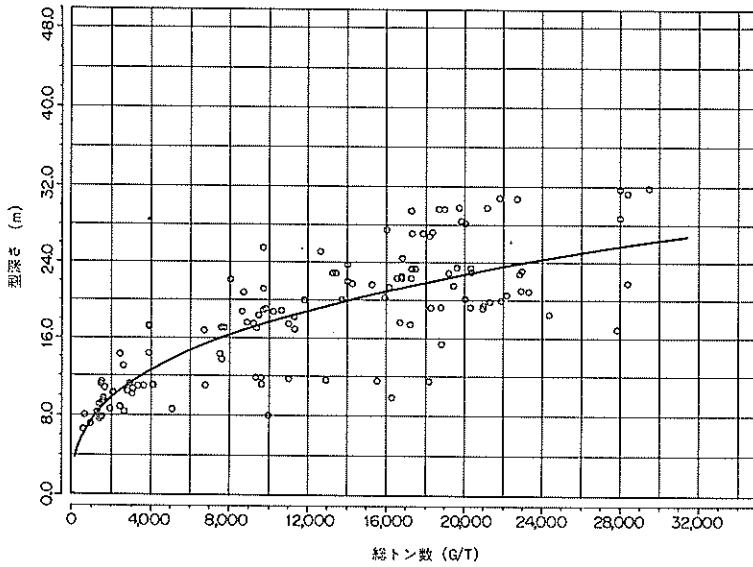
データ数	139
総トン数	(t)
最大値	29,493
最小値	627
全長	
最大値	225.00
最小値	71.50
回帰式	
	$\log L_{oa} = 1.041 + 0.289 \log GT$
標準偏差	0.036
相関係数	0.956

図-21 自動車専用船 総トンと全長の関係



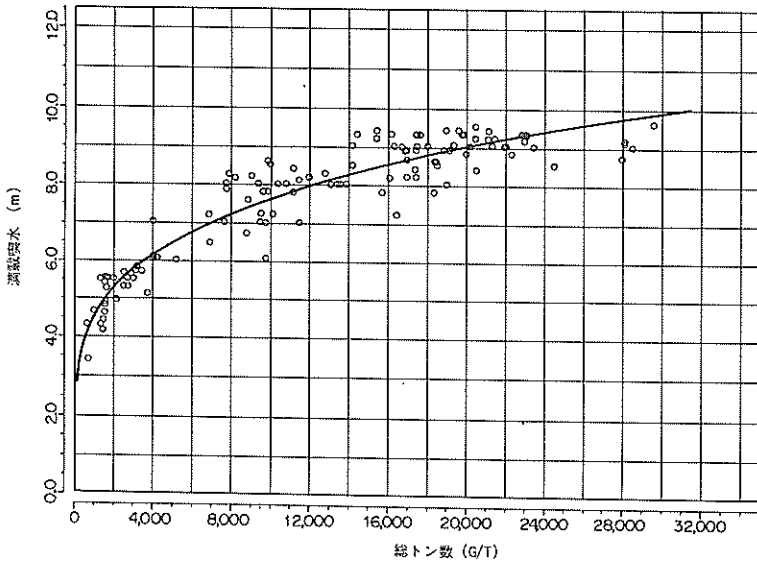
データ数	139
総トン数	(t)
最大値	29,493
最小値	627
型幅	(m)
最大値	32.26
最小値	13.00
回帰式	
	$\log MW = 0.300 + 0.275 \log GT$
標準偏差	0.035
相関係数	0.954

図-22 自動車専用船 総トンと型幅の関係



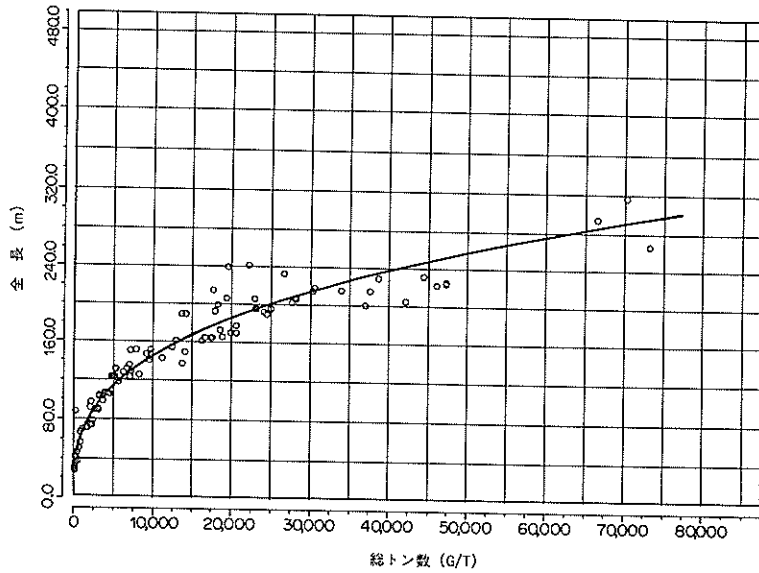
データ数 139
 総トン数 (t)
 最大値 29,493
 最小値 627
 型深さ (m)
 最大値 31.90
 最小値 6.55
 回帰式
 $\log MD = -0.218 + 0.366 \log GT$
 標準偏差 0.095
 相関係数 0.841

図-23 自動車専用船 総トンと型深さの関係



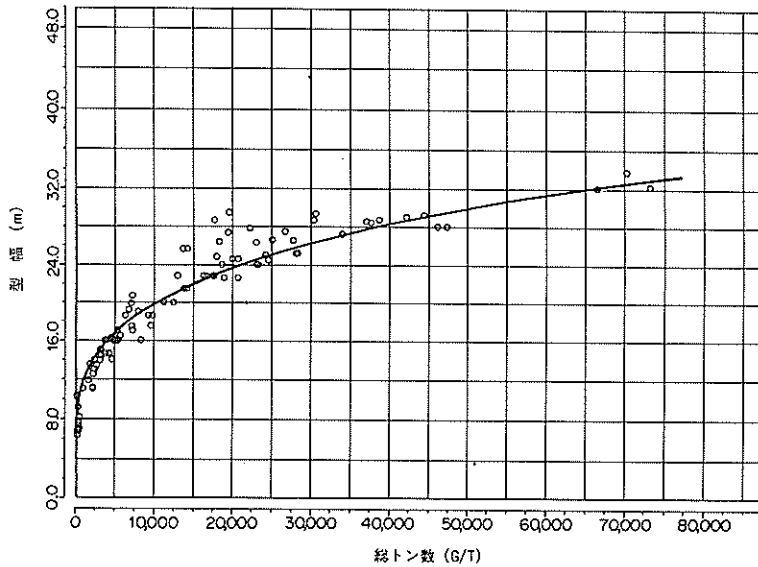
データ数 139
 総トン数 (t)
 最大値 29,493
 最小値 627
 満載喫水 (m)
 最大値 9.61
 最小値 3.39
 回帰式
 $\log LD = -0.060 + 0.236 \log GT$
 標準偏差 0.031
 相関係数 0.952

図-24 自動車専用船 総トンと満載喫水の関係



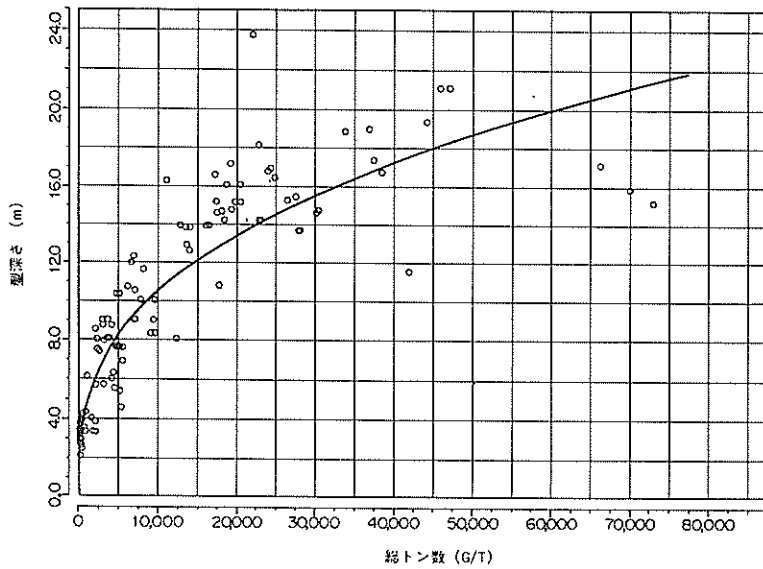
データ数 127
 総トン数 (t)
 最大値 73,192
 最小値 104
 全長
 最大値 315.53
 最小値 25.56
 回帰式
 $\log Loa = 0.720 + 0.360 \log GT$
 標準偏差 0.054
 相関係数 0.978

図-25 旅客船 総トンと全長の関係



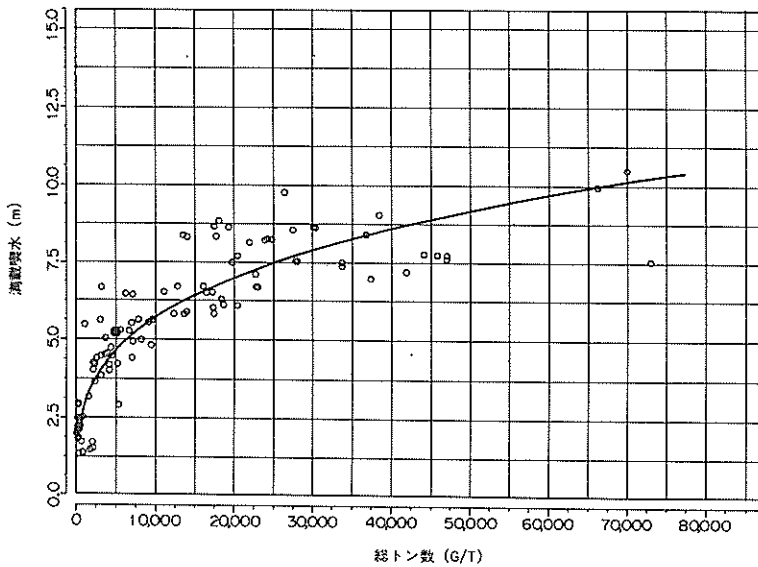
データ数 119
 総トン数 (t)
 最大値 73,192
 最小値 104
 型幅 (m)
 最大値 33.71
 最小値 6.30
 回帰式
 $\log MW = 0.265 + 0.258 \log GT$
 標準偏差 0.045
 相関係数 0.965

図-26 旅客船 総トンと型幅の関係



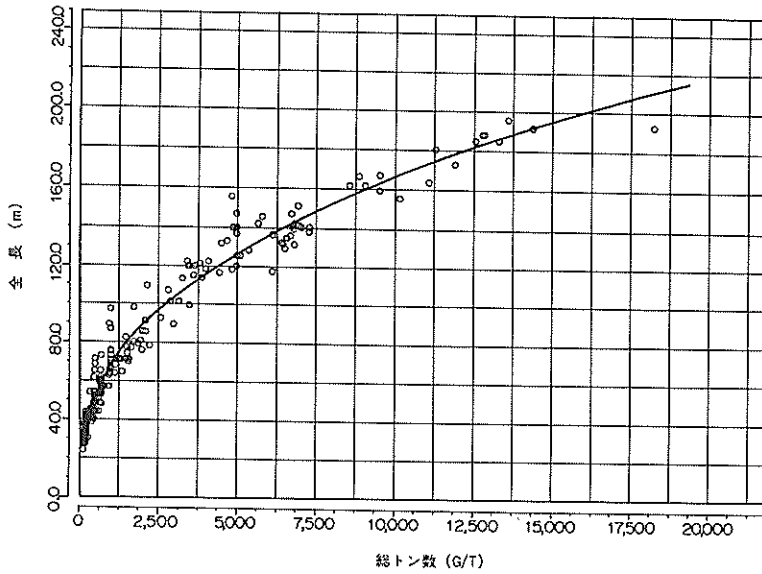
データ数 124
 総トン数 (t)
 最大値 73,192
 最小値 104
 型深さ (m)
 最大値 23.75
 最小値 2.06
 回帰式
 $\log MD = -0.419 + 0.360 \log GT$
 標準偏差 0.108
 相関係数 0.910

図-27 旅客船 総トンと型深さの関係



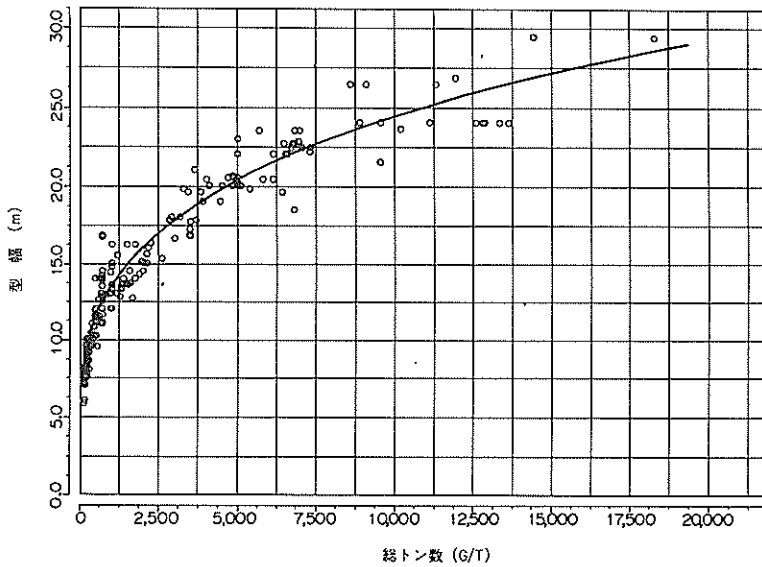
データ数 122
 総トン数 (t)
 最大値 73,192
 最小値 118
 満載喫水 (m)
 最大値 13.97
 最小値 1.30
 回帰式
 $\log LD = -0.420 + 0.294 \log GT$
 標準偏差 0.110
 相関係数 0.866

図-28 旅客船 総トンと満載喫水の関係



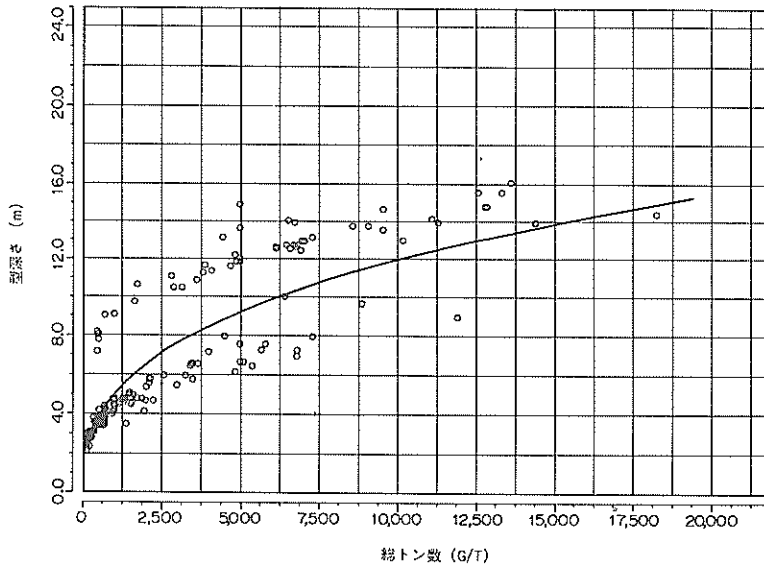
データ数 268
 総トン数 (t)
 最大値 18,268
 最小値 102
 全長
 最大値 195.81
 最小値 24.31
 回帰式
 $\log L_{oa} = 0.649 + 0.393 \log GT$
 標準偏差 0.044
 相関係数 0.983

図-29 カーフェリー 総トンと全長の関係



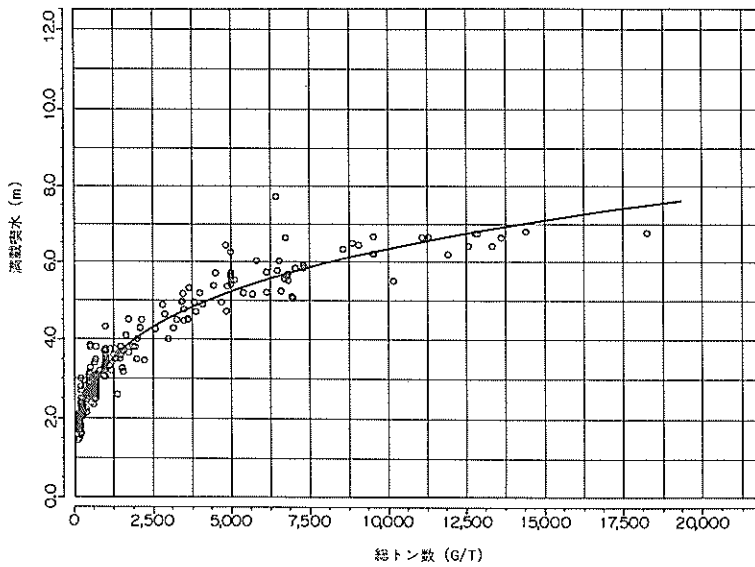
データ数 268
 総トン数 (t)
 最大値 18,268
 最小値 102
 型幅 (m)
 最大値 29.40
 最小値 5.81
 回帰式
 $\log MW = 0.343 + 0.261 \log GT$
 標準偏差 0.039
 相関係数 0.970

図-30 カーフェリー 総トンと型幅の関係



データ数 268
 総トン数 (t) 18,268
 最大値 102
 最小値 102
 型深さ (m) 16.10
 最大値 2.11
 最小値 2.11
 回帰式
 $\log MD = -0.422 + 0.375 \log GT$
 標準偏差 0.096
 相関係数 0.918

図-31 カーフェリー 総トンと型深さの関係



データ数 268
 総トン数 (t) 18,268
 最大値 102
 最小値 102
 満載喫水 (m) 7.70
 最大値 1.45
 最小値 1.45
 回帰式
 $\log LD = -0.317 + 0.280 \log GT$
 標準偏差 0.045
 相関係数 0.965

図-32 カーフェリー 総トンと満載喫水の関係

4.3 回帰分析の結果の解析

(1) 主要寸法の船種比較

船種ごとの船型の特徴を把握するため、代表的な船型について主要寸法の標準値の比較を行った。回帰分析では、船種により説明変数を使い分けられているため、重量トン数、総トン数をそれぞれ説明変数とする船種群に分けて、回帰式より求めた各寸法の計算値によって検討を行う。

表-6は、重量トン数を説明変数とする一般貨物船、石油タンカー、コンテナ専用船および撤積運搬船についての比較表である。代表的な船型として、5,000 D/W から100,000 D/Wまで取り上げた。

これによれば、全長についてはコンテナ専用船が各船型において長く、石油タンカー、撤積運搬船は重量トン数が大きくなるにしたがって他の船種に比べて短くなる傾向にあること、型幅についてもコンテナ専用船において最も広く、撤積運搬船などその他の船種において比較

的狭いことがわかる。また、喫水については一般貨物船において大きく、石油タンカーにおいて比較的小さい値となっていることがわかる。

次いで、総トン数を説明変数とする自動車専用船、ガス運搬船、旅客船およびカーフェリーについて示したものが表-7である。

全長についてはカーフェリーにおいて長く、ガス運搬船が比較的短いこと、型幅については自動車専用船およびカーフェリーにおいて広く、旅客船において最も狭いこと、また喫水についても、旅客船は小さい値をとることがわかる。全体的に見れば、旅客船とガス運搬船は対照的な関係にあり、旅客船は航海速度を速くすることを重視したスリムな船型であり、ガス運搬船は積み荷を多く運べるように肥大的な船型になっているといえる。

(2) 回帰係数と船舶の形状

回帰分析では、総トン数または重量トン数を説明変数

表-6 主要寸法の比較表（重量トン数を説明変数とする船種）

単位：m

船種	重量トン数	5,000	15,000	30,000	50,000	100,000
	D/W級	D/W級	D/W級	D/W級	D/W級	D/W級
全長	一般貨物船	103	147	185	-	-
	石油タンカー	98	139	173	204	254
	コンテナ専用船	106	162	211	257	-
	撤積貨物船	105	144	177	206	254
型幅	一般貨物船	15.7	21.2	25.6	-	-
	石油タンカー	15.5	21.8	27.0	31.7	39.2
	コンテナ専用船	17.1	23.8	29.3	34.2	-
	撤積貨物船	14.8	20.8	25.8	30.3	37.5
満載喫水	一般貨物船	6.3	9.1	11.5	-	-
	石油タンカー	6.1	8.5	10.4	12.2	15.0
	コンテナ専用船	6.1	8.7	11.0	13.0	-
	撤積貨物船	6.3	8.6	10.5	12.2	14.8

表-7 主要寸法の比較表（総トン数を説明変数とする船種）

単位：m

船種	総トン数	5,000	15,000	30,000	50,000
	G/T級	G/T級	G/T級	G/T級	G/T級
全長	自動車専用船	129	177	216	-
	ガス運搬船	112	159	198	233
	旅客船	112	167	214	257
	カーフェリー	127	195	-	-
型幅	自動車専用船	20.8	28.2	34.1	-
	ガス運搬船	17.9	24.6	30.0	34.8
	旅客船	16.5	21.9	26.2	29.9
	カーフェリー	20.4	27.2	-	-
満載喫水	自動車専用船	6.5	8.4	9.9	-
	ガス運搬船	6.7	8.9	10.7	12.2
	旅客船	4.7	6.4	7.9	9.2
	カーフェリー	5.2	7.1	-	-

とし、全長、型幅、型深さおよび喫水を目的変数とする $Y = 10ax^b$ の回帰式を用いている。そこで、回帰係数の値 b を評価することにより船種別の船型の相違について検討する。

船舶の総トン数は、船舶の容積をもとに算定され、その値は全長、型幅および型深さの積におおむね比例するものとしてよい。したがって船舶の形状がその大きさごとに相似型であるならば、全長、型幅および型深さの回帰係数 b_{LOA} 、 b_{MW} 、 b_{MD} はそれぞれ $1/3$ の値をとると考えられる。総トン数を説明変数とする自動車専用船、ガス運搬船、旅客船およびカーフェリーについて b_{LOA} 、 b_{MW} 、 b_{MD} の値を示したものが、表-8である。(回帰分析は、全長、型幅、型深さについてそれぞれ行ったものであり、 $b_{LOA} + b_{MW} + b_{MD} = 1$ とはならない。そこで船種間で比較するため同式の和が1となるように換算した b の値を () 内に示した。)

- i) 回帰係数 b は、総トン数の増加に対する各寸法の増加の度合いを示す値であるといえるが、全長の増加の度合い b_{LOA} は、カーフェリーにおいて最も大きく、旅客船がそれに次いでいる。両者とも $1/3$ を超えているが、自動車専用船、ガス運搬船については、 $1/3$ より小さい値となっている。
 - ii) 型幅の増加の度合いは、全船種とも $1/3$ より小さな値を示し、一方型深さにおいては $1/3$ より大きな値をとる。
 - iii) 換算した b の値により評価すれば、自動車専用船とガス運搬船はほぼ同様の傾向を示し、旅客船とカーフェリーも類似した傾向を示している。
- 一方、一般貨物船、石油タンカー、コンテナ専用船お

よび撤積運搬船では、回帰分析の説明変数として重量トン数を用いている。重量トン数は、当該船舶に積載できる貨物の量を表す指標であり、直接的に船の大きさを表すものではないが、ここでは船型および船種相互間の比較を分析の目的とするものであるから、次のように考えて前述の評価方法が準用できるものとした。

船舶の大きさを示すトン数の一種類として、排水トン数 (D/T) がある。これは、重量トン数 (D/W) に船舶の自重を加えたものと考えることができる。ここで排水トン数とは、船舶の垂線間長 (L_{pp})、型幅 ($M.D.$) および喫水 ($L.D.$) を掛け合わせたものに、さらにブロック係数 (C_b) を乗じて得られる。ブロック係数は船種によって異なり、石油タンカー、撤積運搬船では $0.75 \sim 0.85$ 、一般貨物船、コンテナ専用船では $0.65 \sim 0.75$ 程度の値であるといわれ、一般に大型船ではその値は船型によらずほぼ一定である。また垂線間長についても大型船では全長と数パーセントの違いであることから、排水トン数は全長 \times 型幅 \times 喫水の積におおむね比例すると考えられる。さらに船舶本体の重量も載荷重量に比例するとみならず、重量トン数は全長 \times 型幅 \times 喫水の積に比例すると考えられる。

よって近似的にみれば、総トン数における取り扱いと同じように重量トン数を説明変数とする全長、型幅および喫水の回帰係数についても、船型がその大きさごとに相似であるとする b_{LOA} 、 b_{MW} 、 b_{LD} はそれぞれ $1/3$ の値をとると考えられる。

一般貨物船、石油タンカー、コンテナ専用船および撤積運搬船について回帰係数 b を示したものが表-9である(本表においても $b_{LOA} + b_{MW} + b_{MD} = 1$ となるよう

表-8 回帰の係数 b 値 (総トン数を説明変数とする船種)

船種	諸元 全 長 b_{LOA}	型 幅 b_{MB}	型 深 さ b_{MD}
自動車専用船	0.289 (0.311)	0.275 (0.296)	0.366 (0.393)
ガス運搬船	0.317 (0.328)	0.288 (0.297)	0.363 (0.375)
旅客船	0.360 (0.368)	0.258 (0.264)	0.360 (0.368)
カーフェリー	0.393 (0.382)	0.261 (0.254)	0.375 (0.364)

() 内は $b_{LOA} + b_{MB} + b_{MD} = 1$ として換算したときの値

表-9 回帰の係数 b 値 (重量トン数を説明変数とする船種)

船種	諸元 全 長 b_{LOA}	型 幅 b_{MB}	喫 水 b_{LD}
一般貨物船	0.328 (0.349)	0.272 (0.289)	0.341 (0.362)
石油タンカー	0.319 (0.344)	0.309 (0.323)	0.299 (0.323)
コンテナ専用船	0.383 (0.377)	0.301 (0.296)	0.333 (0.327)
撤積運搬船	0.295 (0.331)	0.310 (0.347)	0.288 (0.322)

() 内は $b_{LOA} + b_{MB} + b_{LD} = 1$ として換算したときの値

換算した値を()内に示した)。

これによると次のことがいえる。

- i) コンテナ専用船の全長における b の値は1/3より大きく、船型の増加に対する全長の増加の度合いが大きいことを示している。一方、石油タンカーおよび撤積運搬船の全長の増加の度合いは小さい。
- ii) 型幅の増加の度合いは、撤積運搬船において比較的大きく一般貨物船において小さい。
- iii) 喫水については、一般貨物船およびコンテナ専用船において比較的増加の度合いが大きく、石油タンカーおよび撤積運搬船において小さい。

(3) 回帰式の回りのばらつき

回帰分析の結果の図示においてみられるように、データは、回帰曲線の回りにばらついており、その程度は船種および船舶の大きさごとに異なる。一般に一次式を用いた回帰式の場合は、 $Y_i = aX_i + b + e_i$ としてデータの理論値からのかい離を e_i で表すことができるが、今回の解析では $Y_i = aX_i^b$ (ここでは $a = 10^a$ とした)の関係式を用いたので、パラメータの計算においては両辺の対数をとって $\log Y_i = a + b \log X_i$ の回帰式を用いている。

すなわち個々のデータが $\log Y_i = a + b \log X_i + e_i$ と表されると仮定している。

これを指数形式に戻すと $Y_i = 10^a X_i^b 10^{e_i}$ となるので、回帰式からのかい離は 10^{e_i} により評価でき、そのとき 10^{e_i} は個々のデータの値の理論値(回帰式)に対する比を表す。とくに、 $e_i = 0$ のとき、かい離がないことを意味し $10^{e_i} = 1.0$ となる。

表-10 回帰の回りの分布の指標(重量トン数を説明変数とする船種)

船種	諸元	全長	型幅	型深さ	喫水
一般貨物船		1.102	1.084	1.164	1.113
石油タンカー		1.074	1.075	1.081	1.100
コンテナ専用船		1.092	1.068	1.109	1.082
撤積運搬船		1.048	1.056	1.040	1.051

ここでは、 e_i について標準偏差 S を求め、その数値を対数変換する前の値である 10^a に変換して分布の程度を船種ごとに比較することとした。表-10は、重量トン数を説明変数とする船種についてばらつきの様相を示したものである。これによると船種ごとでは、一般貨物船においてばらつきの度合いが大きく、撤積運搬船が最も小さいことがわかる。また、船舶の諸寸法について比較すれば、型幅のばらつきの度合いが他に比べて小さく、型深さ

においてやや大きいという傾向が見られる。

総トン数を説明変数とする船種について示したものが表-11である。これによると、旅客船、カーフェリーに

表-11 回帰の回りの分布の指標(総トン数を説明変数とする船種)

船種	諸元	全長	型幅	型深さ	喫水
自動車専用船		1.086	1.084	1.244	1.073
ガス運搬船		1.060	1.058	1.110	1.144
旅客船		1.131	1.110	1.283	1.289
カーフェリー		1.107	1.093	1.247	1.109

において各寸法ともにばらつきの程度が大きく、ガス運搬船において比較的小さいことがわかる。また、自動車専用船では、他の寸法と比較して型深さのばらつきが大きくなっている。次に各寸法ごとについて比較すれば、おおむね型深さにおいてばらつきの程度が大きく、型幅において小さい傾向にあり、重量トン数を説明変数とした場合と同様である。

また、ばらつきを示すものではないが、通行する運河等の諸元により船型が定まる場合がある。これには、スエズ運河、五大湖の運河あるいはパナマ運河などが挙げられるが、特に影響が大きいのがパナマ運河による制約である。同運河の制約は、垂線間長(L_{pp})が約273m、幅が約32m、喫水が約12mを限界とするもので、この限界における最大船型が通常パナマックスと呼ばれている。4.2計算結果の図化における図に見られるように、コンテナ専用船における型幅、喫水の寸法および撤積運搬船と自動車専用船の型幅の寸法が、この限界値に集中している。

5. まとめ

「Lloyd's Register of Ships」および「日本船舶明細書」のデータを用いて、船舶の主要寸法について統計解析を行った。結果は回帰式および図としてまとめたが、検討の過程において明らかになったことをまとめると次のようである。

- i) 船舶は、輸送の効率性等を求めて多様化が進みつつある。港湾の施設の計画および設計にあたっては、対象とする船舶の船種を適切に選定し、それに基づいた標準船型を用いる必要がある。
- ii) 統計解析においては、船舶の寸法とその大きさ(総トン数または重量トン数)の関係を指数式で示し、両辺の対数をとって回帰式を求めた。各式の相関係数は、ほとんどの場合0.95を超えており、指数

式の選択は適切であったといえる。

- iii) 算出されたパラメータの値を比較することにより、船種ごとの寸法の特徴および船種間の寸法の類似性等を明らかにすることができた。
- iv) 回帰式の計算において得られた標準偏差により、船種および寸法諸元ごとのばらつきの度合を示すことができた。この値を用いれば、回帰の回りの分布が正規分布するとみなした場合において、使用目的に見合ったカバー率を考慮して標準的な船型を求めることができる。船舶の大きさとその主要寸法の関係は、各船種ごとに節4.2の図に示されている。これを用いることにより、計画および設計において対象船舶の大きさに対応した船舶の寸法諸元を直接求めることができる。

6. あとがき

毎年、多くの船舶が建造され、また解撤されている。それに伴って、標準的な船型を求めるための対象船舶の母集団は、常に変化していると考えられる。また、船種や船型も時代のニーズに対応して変わりつつあるので、今回の解析のフォローアップを、適切な時間間隔ごとに行う必要があると考えている。

港湾の計画および設計に用いる船舶の寸法諸元は、ここで解析を行った全長、型幅、型深さ、満載喫水の他にも橋梁のクリアランスの設定等に用いるマスト高、船舶に働く風圧力等の計算に用いる投影面積などがあり、これらの諸元についても資料をまとめることが求められて

いる。これらについては、今後、収集したデータに基づき統計解析およびその検討を進めていき、他の資料とあわせて船舶のデータバンクとしてとりまとめることとしたい。

本研究の実施にあたっては、港湾局・計画課・伊藤係長並びに奥田技官の御指導を賜り、また計画設計基準部大堀部長には研究の進め方など貴重な御助言を頂いた。ここに、深く謝意を表するものである。

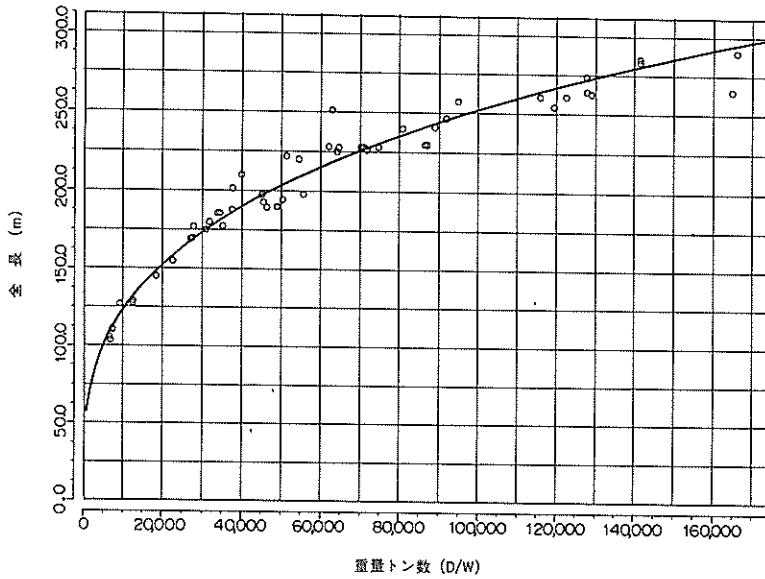
(1989年3月31日受付)

参考文献

- 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，港湾技研資料№101，1970年6月，130 p.
- 2) 寺内潔，吉田行秀，奥山育英：船舶の主要寸法に関する解析，港湾技術研究所報告 Vol. 17 №4，1978年12月，pp. 265～328
- 3) 萩原正彦：所謂「船腹過剰」の実態（上），海事産業研究所報，№250，1987年4月，pp. 29～52
- 4) 池田勝：船の種類，海文堂，1979年
- 5) 社団法人日本海運集会所編：日本船舶明細書（1987年版），社団法人日本海運集会所，1986年
- 6) 日本港湾協会編：港湾の施設の技術上の基準・同解説，日本港湾協会，1979年3月
- 7) 森田優三：新統計概論，日本評論社，1979年
- 8) 航海ハンドブック編集委員会：航海ハンドブック，成山堂書店，1981年
- 9) 航海便覧編集委員：航海便覧，海文堂，1984年

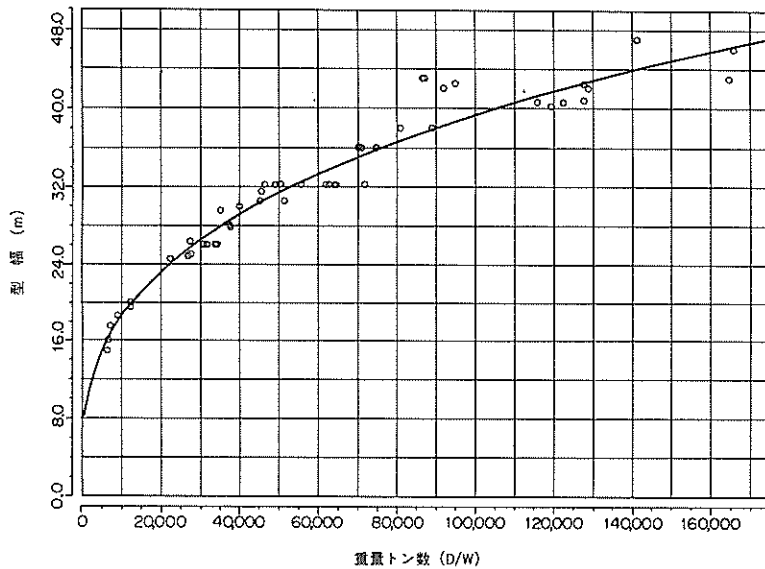
付 録

A. 船舶の大きさとその寸法の関係



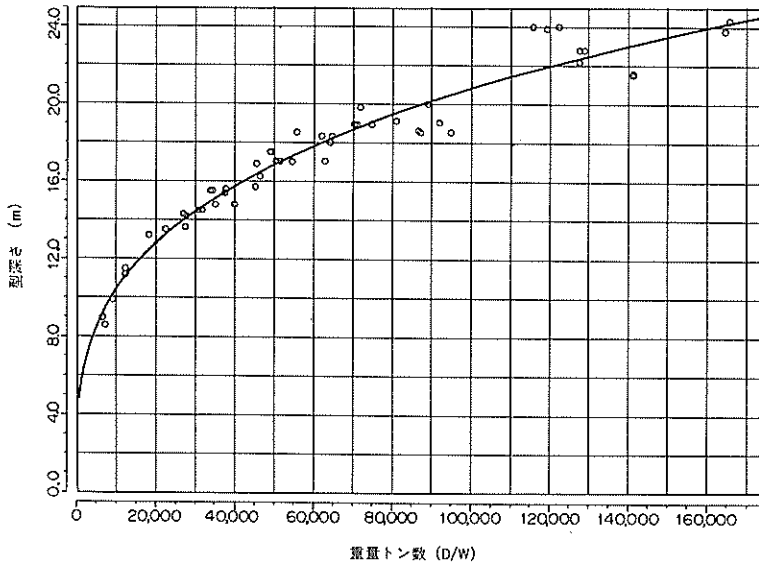
データ数	77
重量トン数 (t)	
最大値	166,013
最小値	6,440
全 長	
最大値	290.00
最小値	103.61
回帰式	
	$\log L_{oa} = 0.850 + 0.310 \log DW$
標準偏差	0.019
相関係数	0.987

付図-1 石炭運搬船 重量トンと全長の関係



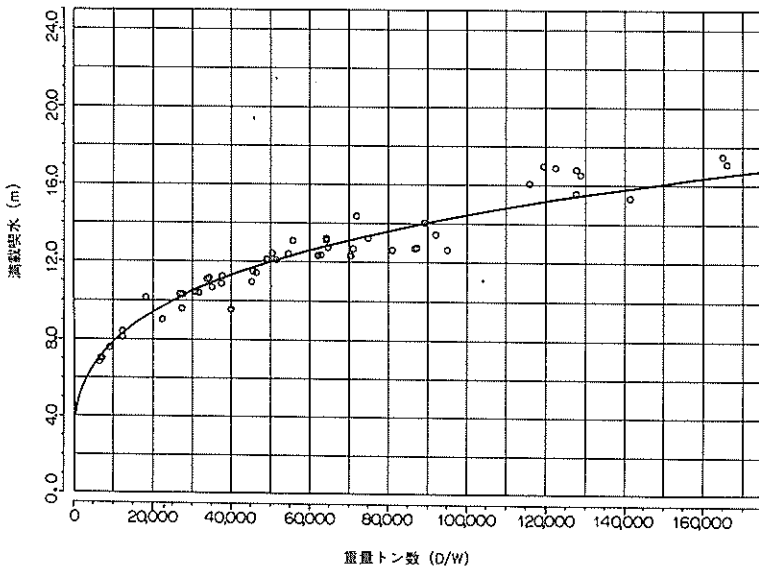
データ数	70
重量トン数 (t)	
最大値	166,013
最小値	6,440
型 幅 (m)	
最大値	47.01
最小値	14.90
回帰式	
	$\log MW = -0.033 + 0.326 \log DW$
標準偏差	0.021
相関係数	0.985

付図-2 石炭運搬船 重量トンと型幅の関係



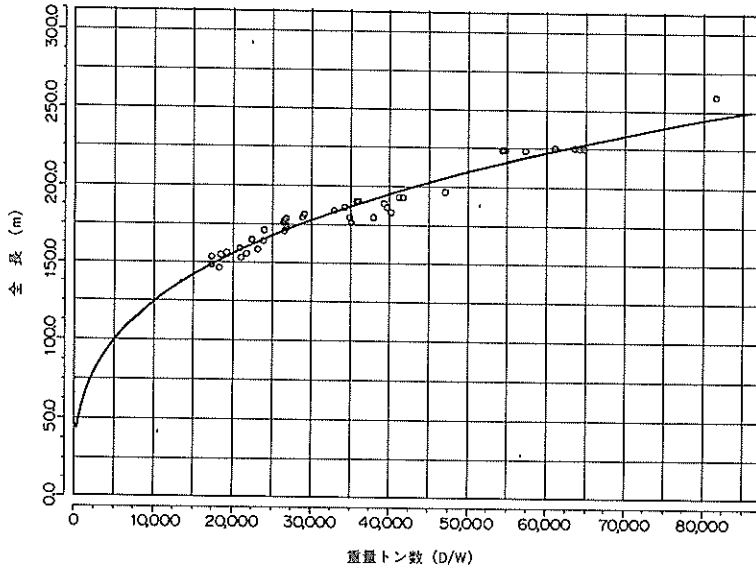
データ数 77
 重量トン数 (t)
 最大値 166,013
 最小値 6,440
 型深さ (m)
 最大値 24.31
 最小値 8.62
 回帰式
 $\log MD = -0.194 + 0.302 \log DW$
 標準偏差 0.019
 相関係数 0.985

付図-3 石炭運搬船 重量トンと型深さの関係



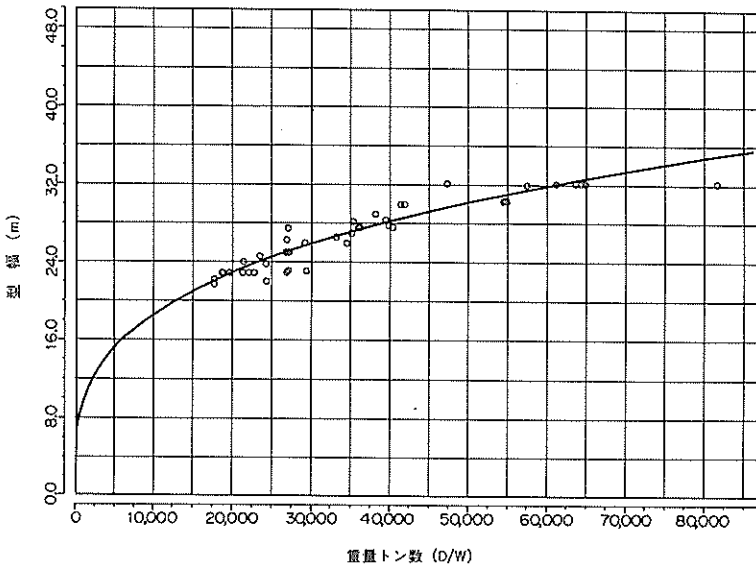
データ数 77
 重量トン数 (t)
 最大値 166,013
 最小値 6,440
 満載喫水 (m)
 最大値 17.42
 最小値 6.84
 回帰式
 $\log LD = -0.181 + 0.268 \log DW$
 標準偏差 0.027
 相関係数 0.962

付図-4 石炭運搬船 重量トンと満載喫水の関係



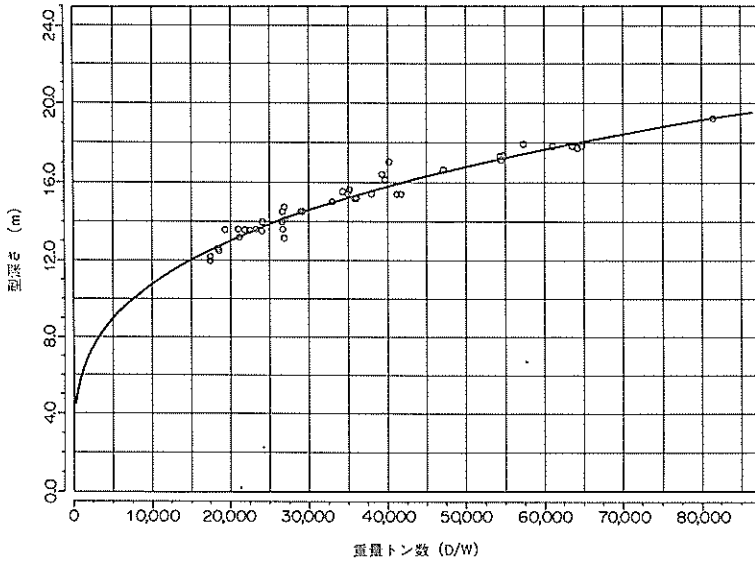
データ数 45
 重量トン数 (t)
 最大値 59,296
 最小値 23,606
 全長
 最大値 228.94
 最小値 169.45
 回帰式
 $\log L_{oa} = 1.078 + 0.264 \log DW$
 標準偏差 0.011
 相関係数 0.908

付図-5 穀物運搬船 重量トンと全長の関係



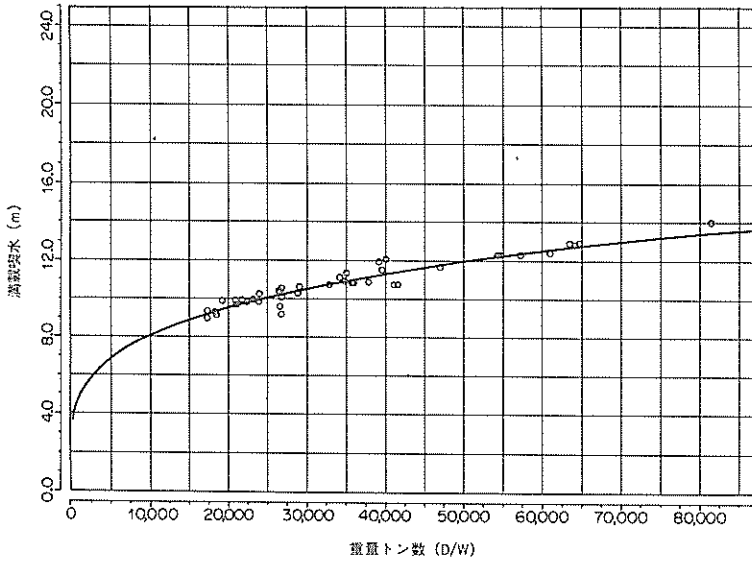
データ数 49
 重量トン数 (t)
 最大値 62,303
 最小値 23,606
 型幅
 最大値 35.01
 最小値 23.70
 回帰式
 $\log MW = -0.281 + 0.383 \log DW$
 標準偏差 0.014
 相関係数 0.929

付図-6 穀物運搬船 重量トンと型幅の関係



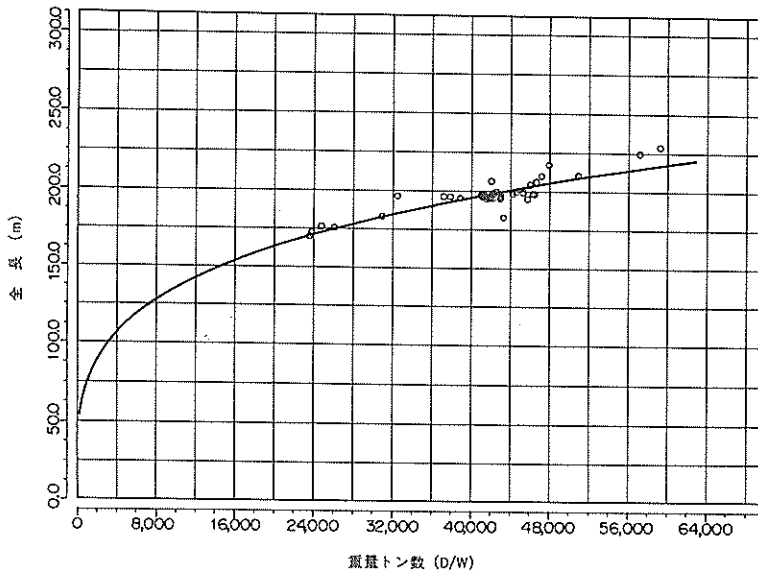
データ数 49
 重量トン数 (t)
 最大値 62,303
 最小値 23,606
 型深さ (m)
 最大値 22.51
 最小値 14.03
 回帰式
 $\log MD = -0.274 + 0.345 \log DW$
 標準偏差 0.026
 相関係数 0.775

付図-7 穀物運搬船 重量トンと型深さの関係



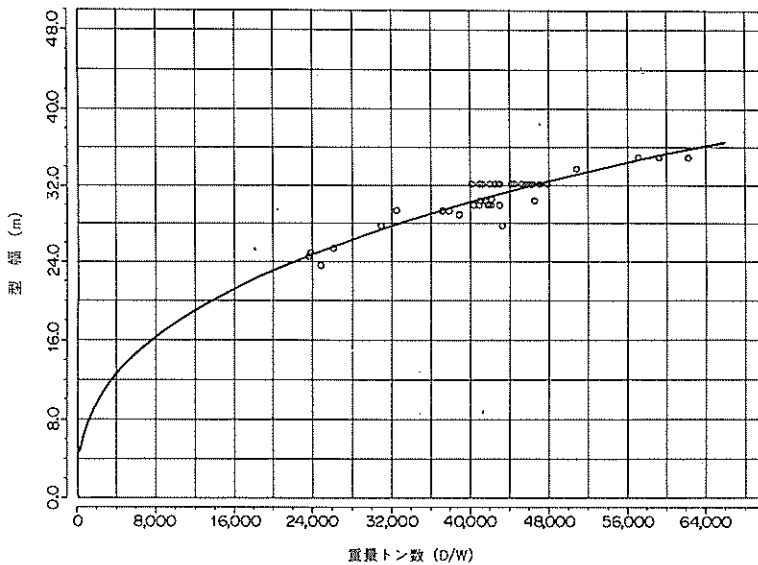
データ数 49
 重量トン数 (t)
 最大値 62,303
 最小値 23,606
 満載喫水 (m)
 最大値 12.83
 最小値 9.00
 回帰式
 $\log LD = 0.086 + 0.205 \log DW$
 標準偏差 0.022
 相関係数 0.663

付図-8 穀物運搬船 重量トンと満載喫水の関係



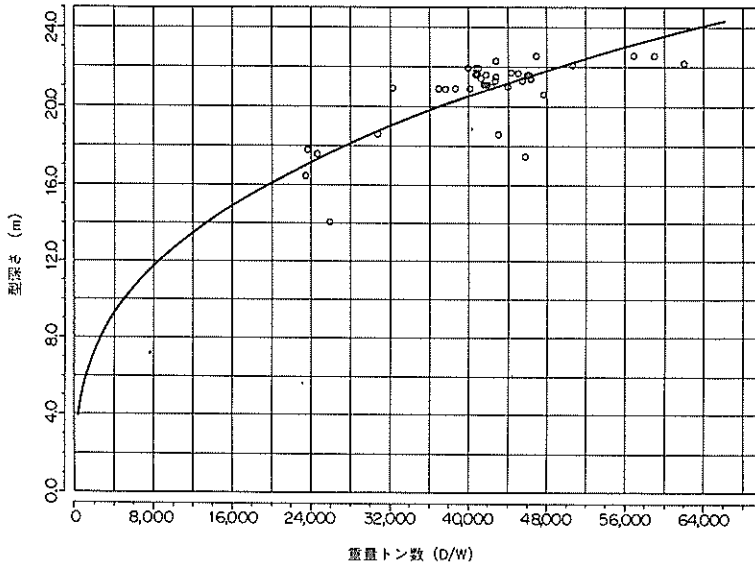
データ数 48
 重量トン数 (t)
 最大値 81,659
 最小値 17,567
 全長
 最大値 259.01
 最小値 146.08
 回帰式
 $\log Loa = 0.782 + 0.327 \log DW$
 標準偏差 0.013
 相関係数 0.974

付図-9 チップ選搬船 重量トンと全長の関係



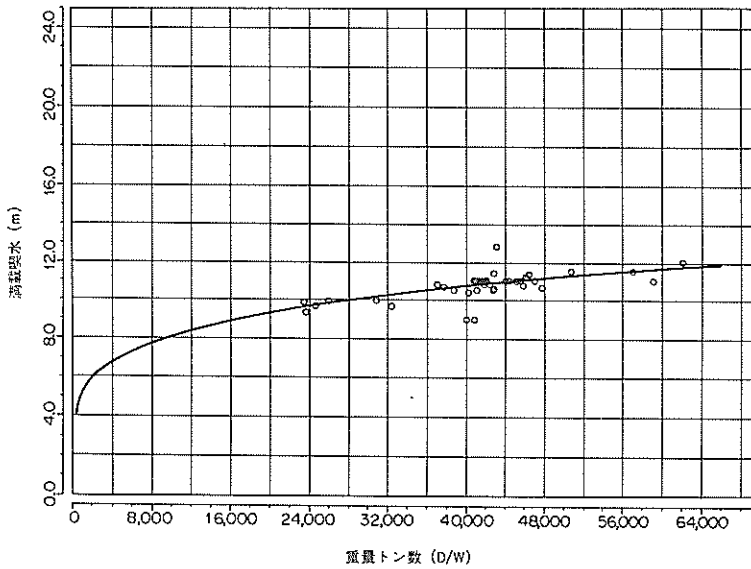
データ数 47
 重量トン数 (t)
 最大値 81,659
 最小値 17,567
 型幅 (m)
 最大値 32.25
 最小値 21.71
 回帰式
 $\log MW = 0.048 + 0.305 \log DW$
 標準偏差 0.019
 相関係数 0.943

付図-10 チップ選搬船 重量トンと型幅の関係



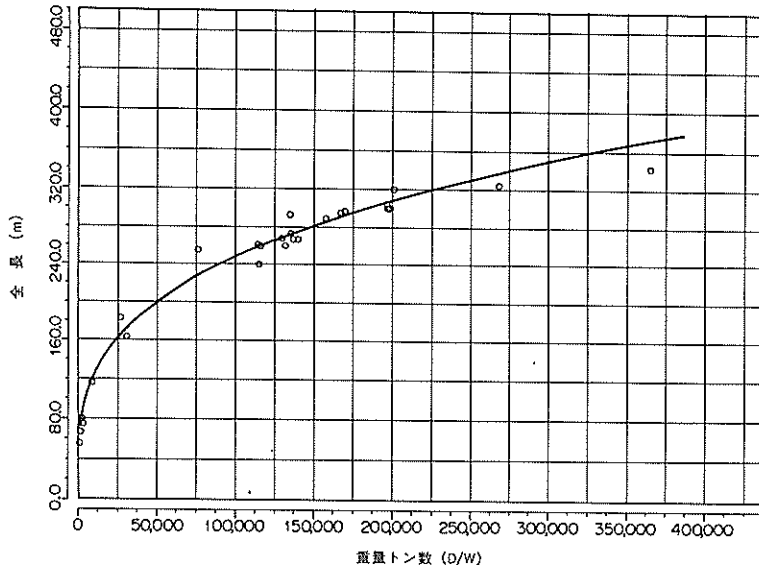
データ数 48
 重量トン数 (t) 81,659
 最小値 17,567
 型深さ (m) 19.21
 最小値 11.99
 回帰式
 $\log MD = -0.084 + 0.279 \log DW$
 標準偏差 0.012
 相関係数 0.973

付図-11 チップ運搬船 重量トンと型深さの関係



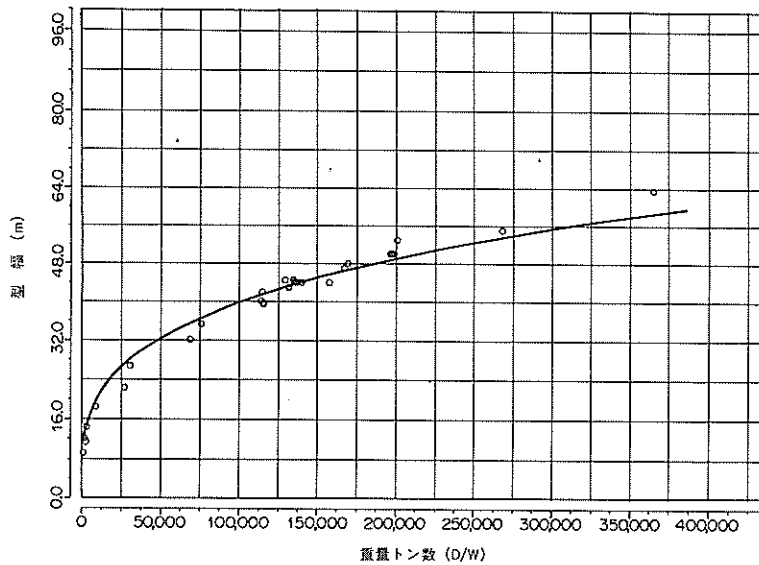
データ数 48
 重量トン数 (t) 81,659
 最小値 17,567
 満載喫水 (m) 14.05
 最小値 8.99
 回帰式
 $\log LD = -0.104 + 0.252 \log DW$
 標準偏差 0.015
 相関係数 0.950

付図-12 チップ運搬船 重量トンと満載喫水の関係



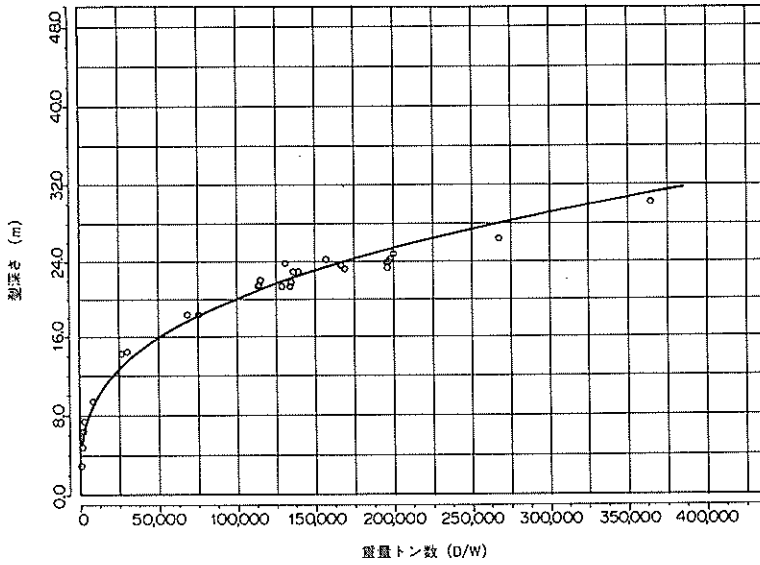
データ数 34
 重量トン数 (t)
 最大値 364,767
 最小値 700
 全長
 最大値 343.01
 最小値 55.00
 回帰式
 $\log L_{oa} = 0.840 + 0.311 \log DW$
 標準偏差 0.022
 相関係数 0.995

付図-13 鉱石専用船 重量トンと全長の関係



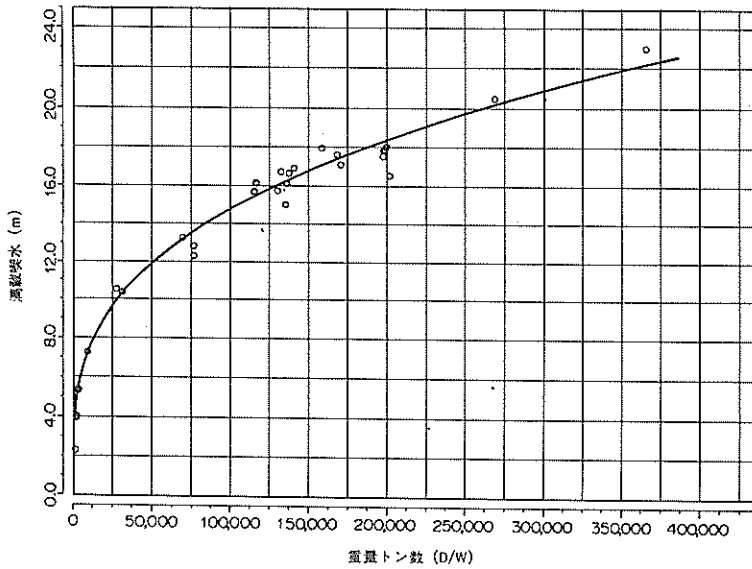
データ数 35
 重量トン数 (t)
 最大値 364,767
 最小値 700
 型幅 (m)
 最大値 63.51
 最小値 9.25
 回帰式
 $\log MW = 0.086 + 0.303 \log DW$
 標準偏差 0.024
 相関係数 0.994

付図-14 鉱石専用船 重量トンと型幅の関係



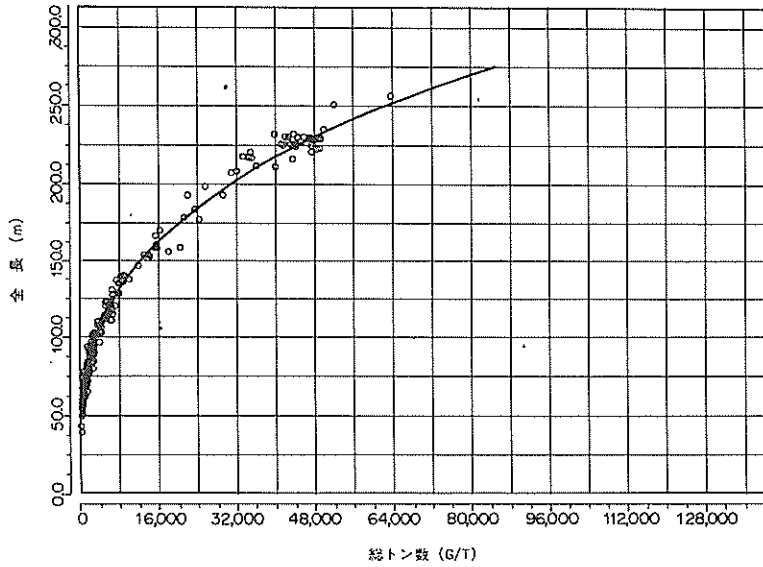
データ数 35
 重量トン数 (t)
 最大値 364,767
 最小値 700
 型深さ (m)
 最大値 30.21
 最小値 2.85
 回帰式
 $\log MD = -0.393 + 0.339 \log DW$
 標準偏差 0.032
 相関係数 0.992

付図-15 鉄石専用船 重量トンと型深さの関係



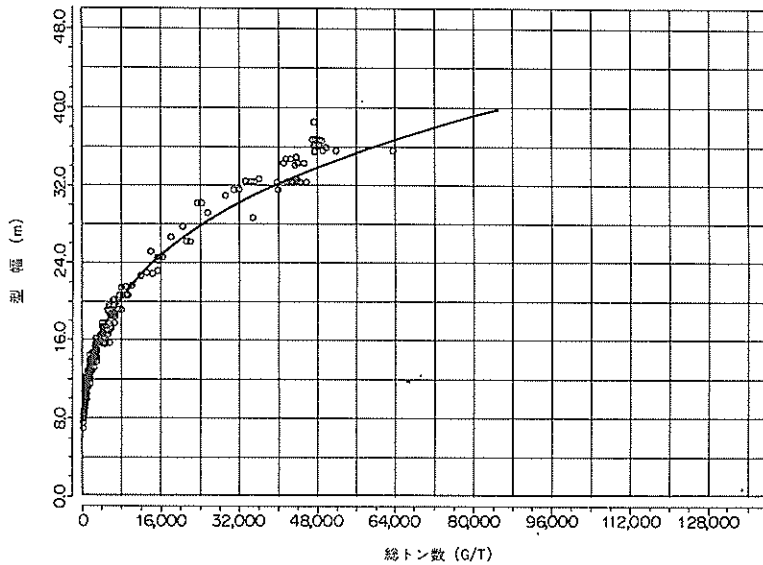
データ数 35
 重量トン数 (t)
 最大値 364,767
 最小値 700
 満載喫水 (m)
 最大値 23.04
 最小値 2.30
 回帰式
 $\log LD = -0.415 + 0.317 \log DW$
 標準偏差 0.033
 相関係数 0.990

付図-16 鉄石専用船 重量トンと満載喫水の関係



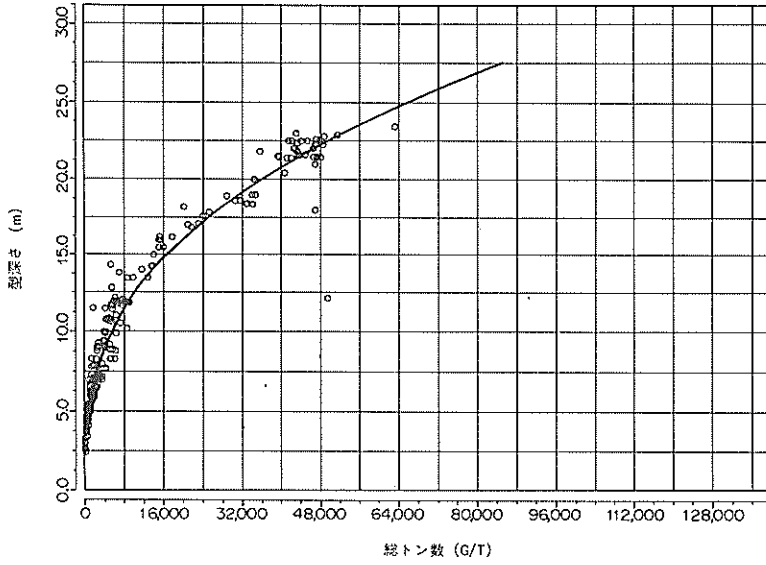
データ数 398
 総トン数 (t)
 最大値 63,495
 最小値 199
 全長
 最大値 255.48
 最小値 38.16
 回帰式
 $\log L_{oa} = 0.880 + 0.316 \log GT$
 標準偏差 0.026
 相関係数 0.992

付図-17 LPG運搬船 総トンと全長の関係



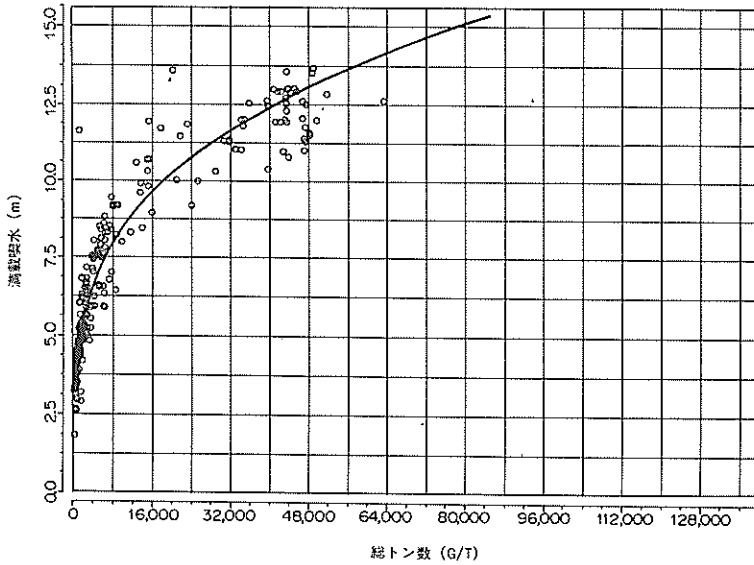
データ数 426
 総トン数 (t)
 最大値 63,495
 最小値 173
 型幅 (m)
 最大値 38.41
 最小値 6.80
 回帰式
 $\log MW = 0.201 + 0.284 \log GT$
 標準偏差 0.024
 相関係数 0.992

付図-18 LPG運搬船 総トンと型幅の関係



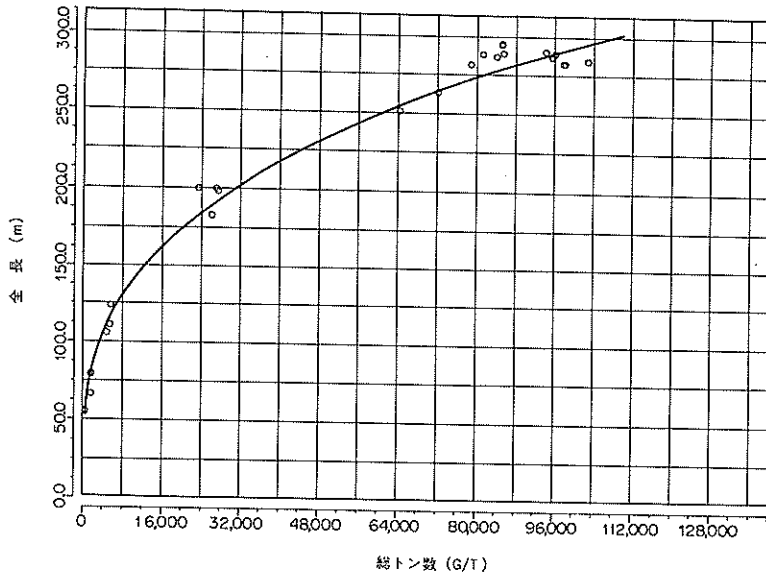
データ数	427
総トン数	(t)
最大値	63,495
最小値	173
型深さ	(m)
最大値	23.45
最小値	2.44
回帰式	
	$\log MD = -0.396 + 0.373 \log GT$
標準偏差	0.045
相関係数	0.983

付図-19 LPG運搬船 総トンと型深さの関係



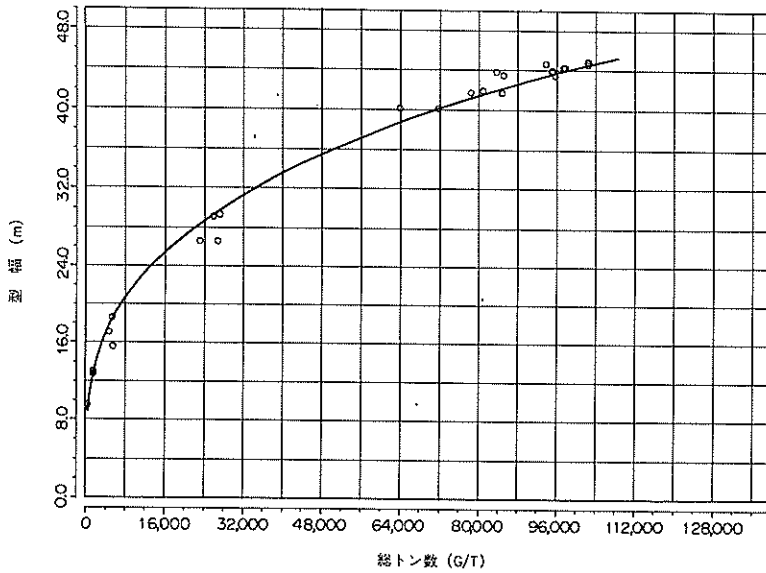
データ数	417
総トン数	(t)
最大値	63,495
最小値	199
満載喫水	(m)
最大値	13.68
最小値	1.83
回帰式	
	$\log LD = -0.205 + 0.282 \log GT$
標準偏差	0.052
相関係数	0.962

付図-20 LPG運搬船 総トンと満載喫水の関係



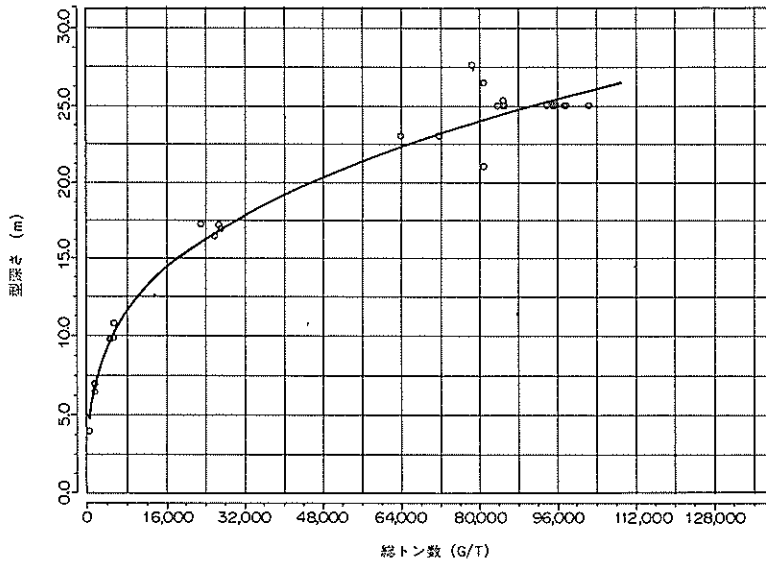
データ数	41
総トン数	(t)
最大値	102,511
最小値	495
全長	
最大値	293.76
最小値	54.31
回帰式	
	$\log L_{oa} = 0.842 + 0.325 \log GT$
標準偏差	0.019
相関係数	0.996

付図-21 LNG運搬船 総トンと全長の関係



データ数	41
総トン数	(t)
最大値	102,511
最小値	495
型幅	(m)
最大値	44.81
最小値	9.50
回帰式	
	$\log MW = 0.119 + 0.305 \log GT$
標準偏差	0.018
相関係数	0.996

付図-22 LNG運搬船 総トンと型幅の関係



データ数 41
 総トン数 (t)
 最大値 102,511
 最小値 495
 型深さ (m)
 最大値 27.61
 最小値 4.02

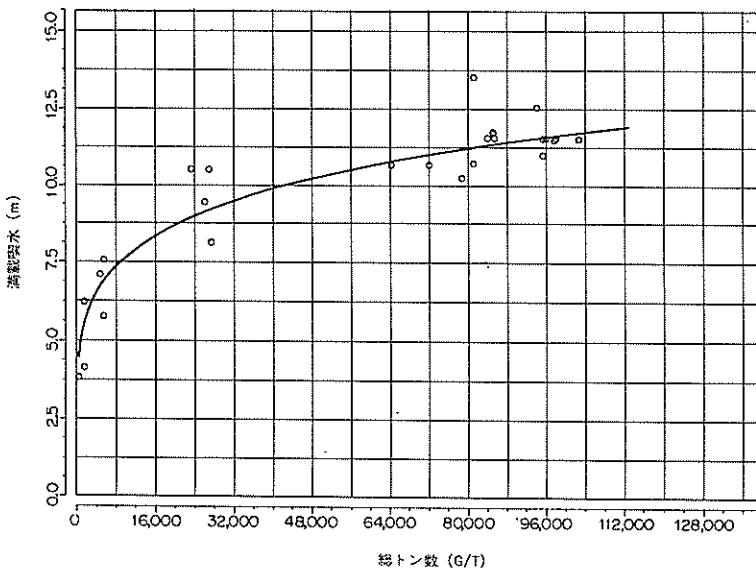
回帰式

$$\log MD = -0.210 + 0.324 \log GT$$

標準偏差 0.022

相関係数 0.995

付図-23 LNG運搬船 総トンと型深さの関係



データ数 41
 総トン数 (t)
 最大値 102,511
 最小値 495
 満載喫水 (m)
 最大値 13.50
 最小値 3.80

回帰式

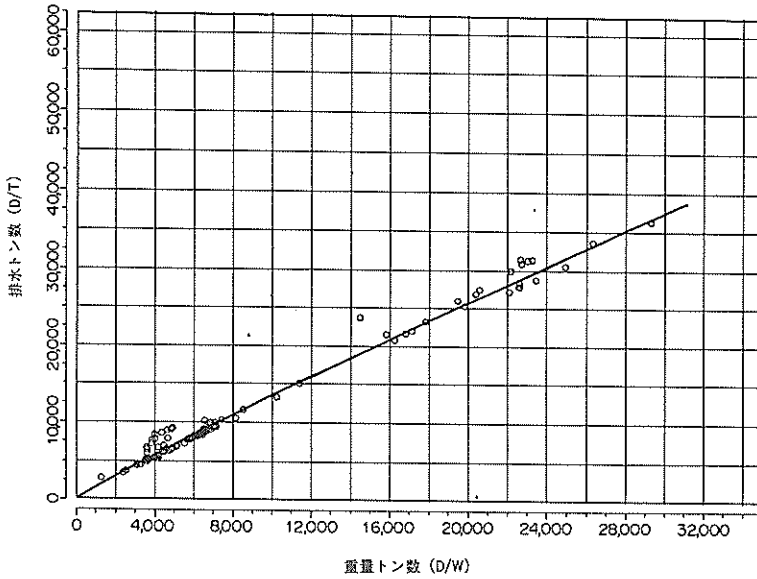
$$\log LD = 0.143 + 0.185 \log GT$$

標準偏差 0.040

相関係数 0.952

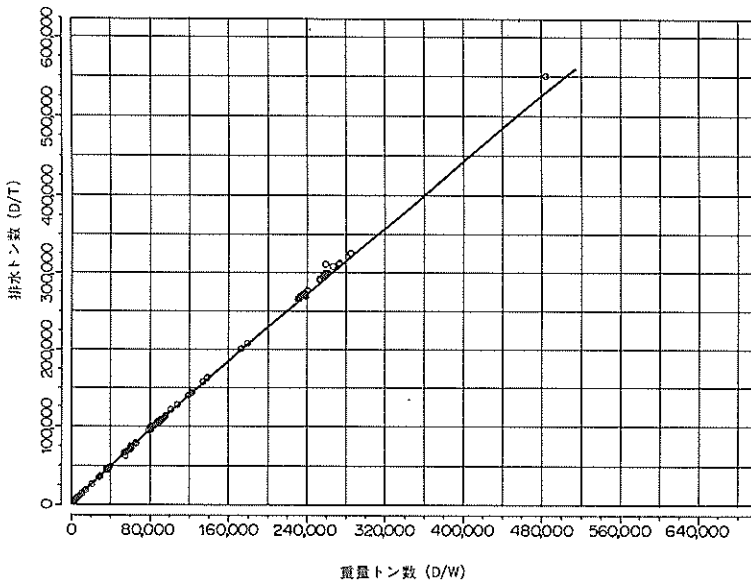
付図-24 LNG運搬船 総トンと満載喫水の関係

B. 重量トン数と排水トン数の関係（データ抽出は、日本船舶明細書による）



データ数	140
重量トン数 (t)	
最大値	29,285
最小値	1,242
満載排水トン数 (t)	
最大値	36,350
最小値	2,666
回帰式	
	$\log DT = 0.404 + 0.932 \log DW$
標準偏差	0.044
相関係数	0.986

付図-25 一般貨物船 重量トンと満載排水トンの関係



データ数	278
重量トン数 (t)	
最大値	484,276
最小値	2,205
満載排水トン数 (t)	
最大値	550,906
最小値	3,391
回帰式	
	$\log DT = 0.326 + 0.949 \log DW$
標準偏差	0.021
相関係数	1.000

付図-26 石油タンカー 重量トンと満載排水トンの関係

C. 記号および用語の説明

G / T ; 総トン数 Gross Tonnage 船内の総容積から、上甲板上にある推進、航海、衛生、安保等に関する場所の容積を除いたものを、 $1,000/353\text{m}^3$ で除したもの。

D / W ; 重量トン数 Dead Weight Tonnage 満載排水量から軽荷排水量を引いた重量。即ち船舶に積み得る貨物などの重量。単に重量トン数といった場合満載時載荷重量トン数のことをいう。

D / T ; 排水トン数 Displacement Tonnage 船体によって排除される水量。即ち、その状態における船体の全重量。単に排水トン数といった場合満載時排水トン数を示す。

L oa ; 全長 Length over all 船首の最前端から船尾の最後端までの水平距離。

M. W. ; 型幅 Moulded Width 船体の最も幅の広い部分のフレームの外側から外側までの水平距離。

M. D. ; 型深さ Moulded Depth 長さの中央においてキールの上面から上甲板ビームの船側における上面までの距離。

L. D. ; 喫水 Load Draft 長さの中央においてキールの上面から水面までの垂直距離。本資料においては夏期満載喫水であり、軽荷喫水とは区別する。

参考 国際総トン数と総トン数について

船舶のトン数の測度に関する法律

(国際総トン数)

第4条 国際総トン数は、条約及び条約の附属書の既定に従い、主として国際航海に従事する船舶について、その大きさを表すための指標として用いられる指標とする。

2 前項の国際総トン数は、閉囲場所の合計容積を立方メートルで表した数値から除外場所（開口を有する閉囲場所内の場所であって、当該開口の位置、形態又は大きさが運輸省令で定める基準に該当する場所をいう。以下同じ。）の合計容積を立方メートルで表した数値を控除して得た数値に、当該数値を基準として運輸省令で定める係数を乗じて得た数値にトンをつけて表すものとする。

(総トン数)

第5条 総トン数は、我が国における海事に関する制度において、船舶の大きさを表すための主たる指標として用いられる指標とする。

2 前項の総トン数は、前条第二項の規定の例により算定し

た数値に、当該数値を基準として運輸省令で定める係数を乗じて得た数値にトンをつけて表すものとする。

3 二層以上の甲板を備える船舶であって運輸省令で定めるものについて前項の規定により総トン数の数値を算定する場合においては、同項中「当該数値を基準として運輸省令で定める係数」とあるのは、「当該数値並びに上甲板及び上甲板から第二層にある甲板の位置を基準として運輸省令で定める係数」とする。

船舶のトン数の測度に関する法律施行規則

第二章 船舶のトン数の測度の基準

第一節 国際総トン数

(国際総トン数の数値を算定する場合の係数)

第9条 法第四条第二項の運輸省令で定める係数は、次の算式により算定した数値とする。

$$0.2 + 0.02 \times \log_{10} V$$

この場合において、

Vは閉囲場所の合計容積を立方メートルで表した数値から除外場所の合計容積を立方メートルで表した数値を控除して得た数値

第二節 総トン数

(総トン数の数値を算定する場合の係数)

第35条 法第五条第二項の運輸省令で定める係数は、次の算式により算定した数値とする。

$$\left(0.6 + \frac{t}{10,000}\right) \times \left(1 + \frac{30-t}{180}\right)$$

この場合において、

tは、法第四条第二項の規定の例により算定した数値

$\left(0.6 + \frac{t}{10,000}\right)$ の数値が1を超えるときは、その数値は1とする。

$\left(1 + \frac{30-t}{180}\right)$ の数値が1未満のときは、その数値は1とする。

(法第五条第三項の運輸省令で定める船舶の総トン数の数値を算定する場合の係数)

第37条 法第五条第三項の当該数値並びに上甲板及び上甲板から第二層にある甲板の位置を基準として運輸省令で定める係数は、次の算式により算定した数値とする。

$$\left(0.6 + \frac{t}{10,000}\right) \times \left(1 + \frac{30-t}{180}\right) \times \left(\frac{B}{A} - 0.25\right)$$

この場合において、

tは、法第四条第二項の規定の例により算定した数値 A及びBは、それぞれ前条第三項のA及びBに同じ。

$(0.6 + \frac{t}{10,000})$ の数値が1を超えるときは、その数値は1とする。

$(1 + \frac{30-t}{180})$ の数値が1未満のときは、その数値は1とする。

$\frac{B}{A}$ の数値が0.7未満のときは、その数値は、0.7とする。

注)

Aは、垂線間長の中央における型深さをメートルで表した数値から別表第六に掲げる垂線間長の区分に応じ、同表に定める数値を控除した数値

Bは、垂線間長の中央における型深さの下端から船側における第二甲板の下面までの垂直距離をメートルで表した数値

参考表 別表第六抜粋

数 値	垂線間長	数 値	垂線間長	数 値	垂線間長
0.44	24以下	3.28	140	6.32	260
0.49	30	3.57	150	6.53	270
0.60	40	3.85	160	6.73	280
0.74	50	4.14	170	6.93	290
0.93	60	4.42	180	7.13	300
1.14	70	4.68	190	7.32	310
1.39	80	4.93	200	7.51	320
1.68	90	5.18	210	7.71	330
1.97	100	5.42	220	7.89	340
2.33	110	5.66	230	8.07	350
2.69	120	5.88	240		
2.98	130	6.10	250		

備考

- 1 垂線間長がこの表に掲げるものの中間にあるときは、一次補間法により算定した数値とする。
- 2 垂線間長が350メートルを超える船舶については、次の算式により算定した数値とする。

$$8.07 + 0.018 \times (L_{pp} - 350)$$

この場合において、

L_{pp} は、垂線間長(メートル)

港湾技研資料 No. 652

1989・6

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 株式会社 東京プリント

Published by the Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan.