

運輸省 港湾技術研究所 正会員 寺内 潔

運輸省 港湾技術研究所 学生員 吉田 行秀

1. はじめに

港湾の施設計画において、船舶の形状寸法が水域施設計画及び埠頭施設計画に及ぼす影響は大きい。すなわち航路幅員、航路・泊地・岸壁水深、航路法線、防波堤の最小直線長、泊地面積、バース長などの重要な条件を決める要素の一つであるといえる。よって船舶の標準寸法が少しでも変われば前述の項目の値が変化し、計画の不経済化及び不安全性などの問題を引起すことになる。従って諸々の計画を合理的且つ安全性も含めた総合的判断のなされたものにするには、充分な船舶諸元の解析がなされていなければならない。以前にも解析がなされていたが、データ数が少なかったことや諸事情の変革（トン数制度に関する条約の規定、造船技術の向上、船舶の巨大化及び高速化等）などから、従来の船舶標準寸法では、近年の船体構造に合わない現象が生じてきた。従って最新の情報として「Lloyd's Register of Ships (1975年版)」及び「日本船舶明細書(昭和51年版)」を利用し、さらに老朽船を除くため船齢30年以上の船舶はデータとして採用しないこととしてデータの解析をし、近年の船体構造に対応させると同時に、解析結果が港湾施設計画及び海上交通計画などの基礎資料として利用できるようにしたものであり、船種毎の回帰式と図表を作成した。

2. 解析項目

船種；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（車輦船）、木材専用船

諸元；船長（全長）、満載喫水、型幅、総トン数(G.T.)、載貨重量トン数(D.W.)、純トン数(N.T.)

対象トン階；一般貨物船	500 D.W. ~ 60,000 D.W.	(解析隻数 2,287 隻)
鉱石専用船	500 D.W. ~ 100,000 D.W.	(解析隻数 317 隻)
石油タンカー	500 D.W. ~ 150,000 D.W.	(解析隻数 4,440 隻)
旅客船	300 G.T. ~ 70,000 G.T.	(解析隻数 167 隻)
カーフェリー	300 G.T. ~ 12,000 G.T.	(解析隻数 275 隻)
木材専用船	500 D.W. ~ 30,000 D.W.	(解析隻数 93 隻)

3. 解析手法

解析においては、各船種毎のトン階に対する形状寸法の相関について求め、トン階における各諸元分布は、正規分布をしているものと仮定し、相関の検定及び回帰係数の検定を行い、回帰式を求めた。関数形は直線分布形より適合性の良い曲線形($y = ax^b$)で表わしている。すなわちデータの対数値を変数とした変換による非線形回帰にしたものである。以下に式を示す。

$$\log y = a + b \log x$$

パラメータ a , b の推定値 a , b は次の様になる。

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

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

変数 x , y の相関係数 r は次のとおりである。

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x \cdot S_y}}$$

シン記 S_{xy} ；変数 x , y の共分散

S_x, S_y ；変数 x 及び y の分散

n ；データ個数

4. 解析結果

求められた回帰曲線に対し、従来値(港湾構造物設計基準値)がどのような傾向にあるか、今回の式の75パーセントایل値に対し、差のMAX値とMIN値を表-1に示す。但し、今回値>従来値の場合はMAX値でも負の表示となっている。各トン階毎のグラフより判断すると見直し値の傾向は、一般貨物船では5000 DW.以下で喫水、型幅が大きくなり、5000~10000 DW.で全長、喫水、型幅とも大きくなっている。石油タンカーでは5000 DW.以下で喫水、型幅が大きく、5000 DW.以上で3諸元とも大きくなっている。鉱石専用船では、10000 DW.以上で3諸元とも大きくなっている。旅客船では、5000 G.T.以下の喫水の一項目を除いて従って大きくなっている。カーフェリーは、バラツキが大きく明確な傾向はない。

表-1 差の上下限値

諸元	船 長	喫 水	型 幅
船種	d_{lmax} d_{lmin}	d_{dmax} d_{dmin}	d_{bmax} d_{bmin}
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 $d = |(\text{見直し値}) - (\text{従来値})|$

全体としては、船体形状は大型船の場合船長も喫水も増加傾向にある、中型船では船長が短かく、喫水の大きいズングリ型の船型になっているようである。

図-1, 図-2に分布傾向の一例を示す。

5. あとがき

今回行った船舶諸元の解析項目は必要最小限度のもので、今後さらに必要項目を追加していかなければならないが、基本的な港湾施設計画等には十分利用され得るものであると確信する。従って今後、新しく港湾施設の計画を行う際には今回の関係式を参考にしていく必要があると考えられるが、施設の諸元変更にあたっては、慎重に検討していかなければならない。すなわち実際の港湾計画及び海上交通計画においては港の利用実態、船型分布、自然条件(潮流、底質 etc.)などを考慮すると同時に潮待ち等の運用などによっても、現状のままでも十分安全を確保しつつ対応しているケースも多々ということである。

従ってこれらの判断の上にたって本調査結果の利用されることを期待する次第である。

参考文献

- 1) 年内潔, 吉田行彦, 興山育英; 船舶の主要寸法に関する解析, 港研報告第17巻第4号, 1978年12月
- 2) 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
- 3) 久保重美, 工藤和男; 着岸船舶の喫水についての調査, 港研資料No.144, 1972年9月
- 4) 運輸省港湾局; 港湾構造物設計基準, 1967年

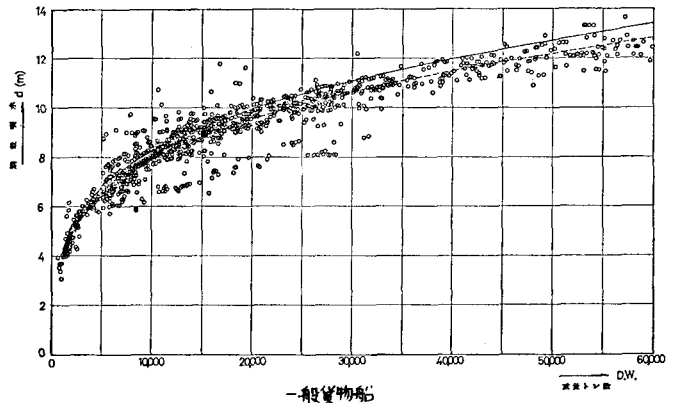


図-1 重量トン数(D.W.)と満載喫水(d)の関係

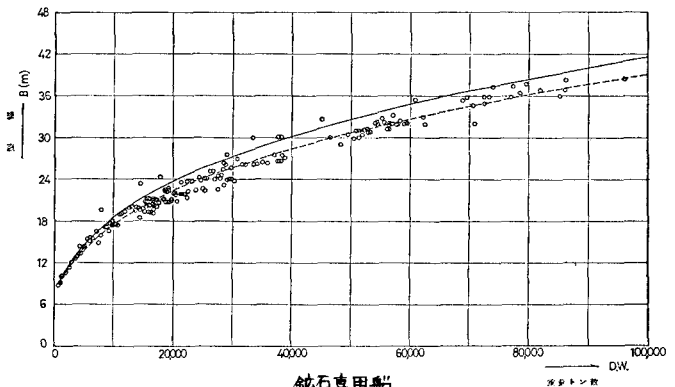


図-2 重量トン数(D.W.)と型幅(B)の関係