



Title	漁船の環動半径の推定について
Author(s)	近藤, 忠夫; KONDO, Tadao
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 5(3), 308-312
Issue Date	1954-11
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/22878
Type	departmental bulletin paper
File Information	5(3)_P308-312.pdf



漁船の環動半径の推定について

近 藤 忠 夫

(北海道大学水産学部漁船工学教室)

Estimation of the Radius of Gyration of Fishing Boats

Tadao KONDO

Abstract

The metacentric height of a ship in seagoing condition can be determined by measuring the rolling period, if the radius of gyration about a longitudinal axis through the centre of gravity could be estimated.

The radius of gyration about a longitudinal axis through the centre of gravity of a ship is generally expressed as follows:

$$k = cB$$

where k : the radius of gyration, B : the breadth of the ship,
 c : a coefficient which varies with the kind of ship.

But this equation is too simple to obtain a reliable k -value. So the writer attempted to express the c -value as a function of the depth-breadth ratio of the ship. For that purpose, he replaced the section of ship by some simple geometrical figures, and investigated the variation of the c -values as influenced by the values of the depth-breadth ratios. Then, referring to the experimental data of actual fishing boats, he finally got the following empirical formulas of c -values for fishing boats:

$$\text{for full-loaded condition: } c = 0.170n + 0.229$$

$$\text{for light condition: } c = 0.265n + 0.273$$

where n : the depth-breadth ratio ($= D'/B$),
 D' : the effective depth of the ship.

These formulas should be modified in future when further actual ship's data can be got.

1. 緒 言

船の自由横揺周期とメタセンター高さの間には次の関係がある。

$$T = 2\pi \frac{k}{\sqrt{gm}} \dots\dots\dots (1)$$

但し T : 自由横揺周期 (s), g : 重力による加速度 (ms^{-2}), m : メタセンター高さ (m)
 k : 横環動半径 (船体周囲の水の影響をも含む) (m)

従つてある船の横環動半径の値が推定できれば、航行中の船の横揺周期を測定することによつて、そのときのメタセンター高さ \overline{GM} の値を概算することができ、もしもこの値が計画に比してあまり小さくなりすぎておるならば、上部の貨物を下に移すなり、バラストを積むなりして重心の低下をはかることにより、復原力不足より生ずる危険を事前に防ぐことができる¹⁾。

筆者は船の横断面を簡単な幾何学的図形におきかえ、幅と深さとの比を変更して環動半径の値を計算し、尙主として漁船に対する実船実験の資料を参照して、漁船の横環動半径を推定するための近似式を作つた。

2. 簡単な幾何学的図形のkの値及B/Dによる変化

従来一般に船の横環動半径kは単に船幅Bにある係数を乗じたものとして

$$k = cB \dots\dots\dots (2)$$

なる形におき、船種別に適当なcの値を推定する方法が用いられている²³⁾。一方kはその定義より

$$k = \sqrt{I/w} \dots\dots\dots (3)$$

但し I：重心を通る前後軸に対する二次モーメント、w：船の排水量

であつて、Iは船型及載貨状態によつて著しく変化するものであるので、同一船種に於てもcの値は非常に区々で、実用し得る値を求めることは困難である。この見地よりcの値を船の重要寸法比・肥瘠係数その他のものの函数として表わした近似式も発表されているが²⁴⁾、やや複雑にすぎる憾みがある。そこで筆者は先ずk値に最も影響が深いと思われる船幅と深さとの比B/Dを採り上げ、その変化がc値にどんな影響を及ぼすかを簡単な幾何学的図形について計算して見た。

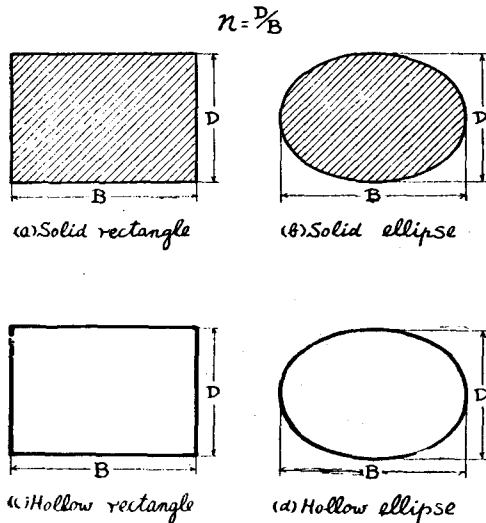


Fig. 1. Geometrical figures

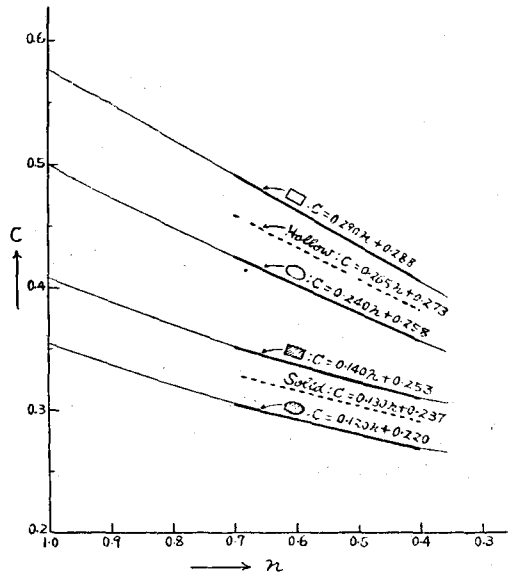


Fig. 2. c-values of geometrical figures plotted against the depth-breadth ratios

幾何学的図形としては矩形及楕円を採り、夫々中実及中空のもの (Fig. 1) につき、幅と深さとの比を1.0—2.6の範囲に変更してkを計算し、それより(2)式のc値を求めた。但し Fig. 1(d) の中空楕円の面積及二次モーメントの計算は積分不能であるので、級数に展開して第4項までを採つた。これはB/Dの値があま

Table 1. c-values of geometrical figures

B/D = 1/n	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6
D/B = n	1.000	0.833	0.714	0.625	0.556	0.500	0.455	0.417	0.385
(a) Solid rectangle	0.408	0.376	0.355	0.340	0.330	0.323	0.317	0.313	0.310
(b) Solid ellipse	0.354	0.325	0.307	0.294	0.286	0.280	0.275	0.271	0.268
(c) Hollow rectangle	0.577	0.529	0.495	0.469	0.449	0.433	0.420	0.409	0.400
(d) Hollow ellipse	0.500	0.458	0.429	0.407	0.390	0.377	0.366	0.358	0.351

り大きくなければ実用上差支えない。計算結果を Table 1 に、又幅・深さ比の逆数 ($D/B=n$) を横軸に取つて、 c 値を曲線として表わしたものを Fig. 2 に示す。この曲線を見ると普通の船における n の値即ち $n=0.4-0.7$ の範囲ではほぼ直線と見なすことができ、これを式で表わせば次の如くなる。

$$\text{中実矩形に対しては} \quad c = 0.140n + 0.253 \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\text{中実楕円に対しては} \quad c = 0.120n + 0.220 \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

$$\text{中空矩形に対しては} \quad c = 0.290n + 0.288 \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

$$\text{中空楕円に対しては} \quad c = 0.240n + 0.258 \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

3. 実船との関連

さて中央横断面が矩形及楕円なる船の中央横断面係数 C_m は夫々 1.000 及 0.785 である。而して漁船の C_m は 0.900 見当のものが多いから、 c を与える式として一応上記 (3.1) - (3.4) 式における矩形と楕円との平均値を取れば

$$\text{中実に対しては} \quad c = 0.130n + 0.237 \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

$$\text{中空に対しては} \quad c = 0.265n + 0.273 \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

なる式が得られる。

次に船の載貨状態と上式との関連を考えて見るに、傾向的には中実図形は満載状態に、中空図形は空艙状態に対応するものと見ることができよう。

併し実船の構造及機装の配置或は積荷の分布状況等は非常に複雑で、簡単な図形に対する計算結果のみから、信頼し得る近似式を導くことは困難である。例えば上記の計算の基礎となつている仮定事項と実船との主な相異点をあげれば

(1) 上記の計算は中央横断面に対する c の計算値をそのまま船全体に及ぼしたのであるが、実船では前後部に行くに従つて瘠せてくるので、船全体の横断面積係数としては中央横断面係数 C_m より相当小さい値を採るべきである。併し一方漁船の C_m の平均値として 0.900 を考えたが、これは満載吃水線に対する中央横断面係数であつて、二次モーメントに対する影響を考えるためには深さを上甲板まで取つたときの横断面積係数を採るべきで、その場合は満載吃水線に対する C_m よりかなり大きくなるから、この二つの誤差は互に相殺する傾向がある。

(2) 船の深さ・巾比 $D/B=n$ の算定に用いる B 、 D は船の中央における幅と深さを採るわけであるが、前後部の横断面に対する B 、 D は中央部のものとはかなり異り、従つて n の値も変つてくる。特に船首に近い所では幅が狭く深さが大きくなるので、 n の値は非常に大きくなり、船全体としての n 値は単に中央部の幅及深さから計算した n 値よりは遙かに大きくなる。

(3) 船の深さ D は一般に龍骨から上甲板側縁までの高さを取るが、実際にはその上部に船楼や船橋などの上部構造物があり、又上甲板には舷弧 (Sheer) や梁矢 (camber) があるのが普通なので、 $D/B=n$ を計算するときに用いる D は上部構造物の平均高さを加えた所謂「有効深さ」¹⁾ を採るべきである。

(4) 横環動半径 k は船体周囲にあつて船体と共に運動する水の影響をも含んだ値であるから、単に幾何学的図形から計算したものよりは幾分大きく取らねばならない。従つて実船に対する c の値は上記の計算から求めたものに比して、ある程度大きくなつてくる。

(5) 中実図形を満載状態に、又中空図形を空艙状態に一応対応させて見たが、中実・中空ともいずれも極端な場合であつて、実船の満載及空艙状態は共にその中間にくる。従つて (4.1) 式と (4.2) 式との差は実際にはずつと縮まつてくる筈である。

以上の多くの相異点を考慮に入れば、(4.1) 及 (4.2) の近似式は c 値の大体の傾向を示すに過ぎず、数字的にはあまり信頼のおけるものではないということになるであろう。ただこの近似式を図に表わし、これに実船実験の値をプロットして見て、実船に最も良くあてはまるように式を修正して行けば、より信頼できる近似式が得られるものと考えられる。

4. 実船実験との比較

さて c 値を与える式として一応 (4.1) 及 (4.2) 式を採り、 n を横軸としてこれを表わす直線を描き、同図中に実船実験による c の値を置点して見た (Fig. 3)。これは主として水産庁発表による漁船の実船実験

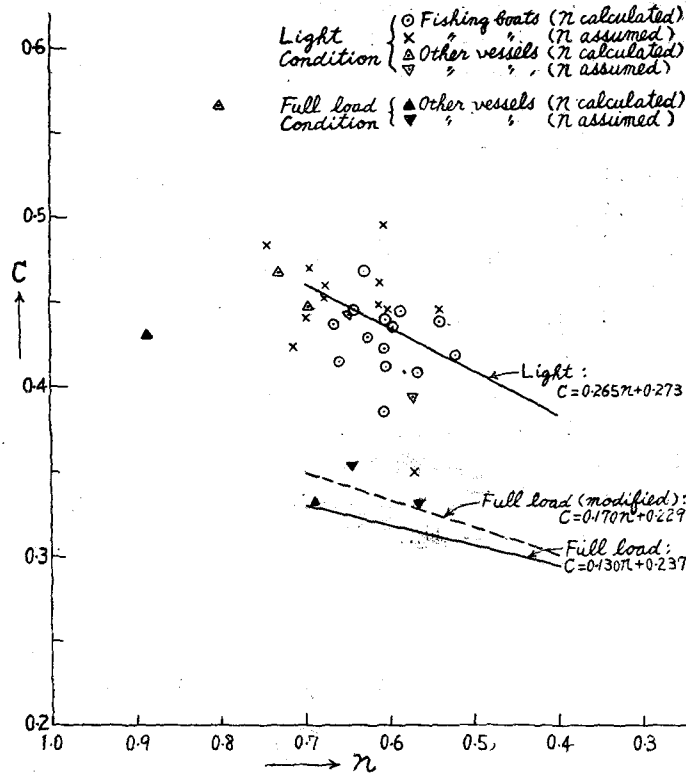


Fig. 3. c -values of actual ships plotted against the effective depth-breadth ratios

成績⁵⁾から取ったもので、載貨状態としては大部分が空艙状態に近いものである。この際 n の算定に用いた D は単純な深さを採らず、有効深さ D' を用いた。但し舷弧及梁矢は考慮せず、船楼・甲板室及船橋の平均高さのみを加えた。又上記資料の内、一般配置図が得られたものに対しては D' の値は大略計算できたが、配置図が入手できぬものについては、同じ船種の他船の D'/D の平均値を求め、これを用いて D' を推定して置点した。各船種別の D'/D の平均値は大体下記の通りであつた。

- 鮪延縄漁船：1.35
- 鮪鰹釣漁船：1.20
- 以西底曳網漁船：1.20
- 底曳網漁船：1.18
- 漁業取締船：1.20

Fig. 3には $n = D'/B$ の値を実際に計算したものと、 D' を推定したものとを別個の符号によつて区別してある。尙別

の方面からの資料による漁船以外のものについても同図中に示しておいた。

Fig. 3 を見ると実船の値を示す点は非常にばらついており、容易にその平均線を求めることはできない。このように点のばらつく原因としては

- (1) 実船の形状や構造が複雑であつて、簡単な深さ・幅比のみによつて整理することは無理であること。
- (2) 積荷の分布状態が船によつて区々であつて、理想的な満載状態や空艙状態を実現し得ないこと。
- (3) 実船実験の精度についても多少の疑問があること。
- (4) 実船における n の値の変化の範囲が比較的狭いので、その影響がはつきり出ないこと。

等が挙げられる。併し全体を通観して見れば、空艙状態に対する c 値は大体 (4.2) 式による直線を中心として分布しているように見受けられるので、空艙状態に対する c の近似式としては一応 (4.2) 式を採つておくことにする。

次に満載状態に対しては、実船実験の資料が非常に少く、僅かに四例(而も漁船以外の船)が得られたに過ぎず、又その n 値もはつきりしないものがあるので、これだけから近似式を修正することは無理である。併し (4.1) 式による c の値は明らかに過小であると思われるので、仮りにその傾斜を幾分増して Fig. 3 中の破線で示した直線のように修正したとすれば、満載状態に対する c の近似式は

$$c = 0.170n + 0.229 \dots\dots\dots (5) \quad \text{となる。}$$

5. 結 論

計算の基礎に取つた仮定が非常に簡単であるため、これから複雑な状態の実船に対して信頼し得る c 値の近似式を導くことは困難であつたが、定性的には次のことが結論し得るものとする。

- (1) c の値は船の有効深さと幅との比 D'/B が大きいものほど大きい。
- (2) c の値は満載状態のとき最小で、空艙状態に近づくにつれて段々大きくなる。
- (3) c の値は中央横断面係数 C_m の大きいものほど大きい。

尙漁船に対する c 値の暫定的な近似式として一応次のものを挙げておく。

$$\text{満載状態に対しては} \quad c = 0.170n + 0.229$$

$$\text{空艙状態に対しては} \quad c = 0.265n + 0.273$$

今後実船に対する資料が得られるに従つて、その結果を参照して漸次これらの近似式を修正して行くことにより、一層信頼し得る式が得られるものと信ずる。

最後に多くの資料を提供して下さい下さつた東大の加藤・高木両教授に感謝の意を表す。

文 献

- 1) 近藤忠夫 (1954). 航海時のGMの推定方法について. 漁船 71.
- 2) 船舶工学便覧 (1950). 2, 118-119.
- 3) 高田茂俊 (1952). 小型漁船の動揺性能に関する二三の資料について. 造船協会論文集 85.
- 4) 加藤弘 (1951). 船の動揺周期の近似計算について. (昭和26年造船協会春季講演抄録. 造船協会雑纂 232).
- 5) 水産庁漁船課 (1954). 前記(1)に対する調査資料. 漁船 71.