(昭和 24 年 4 月造船協会春季講演会に於て講演)

小型漁船の動揺性能に關する二・三の資料に就いて

正員 工學士 高 田 茂 俊⁽¹⁾

Abstract

By Shigetoshi Takata, Kogakushi, Member

We have reached to conclusion through our recent experiment on the fishing boats built at the Mitsubishi Nagasaki Shipyard and Engine Works in connection with the rolling motion of ships that in small fishing boats it is desired that the sufficient amount of metacentric height GM shall be given at about 10 percent of the breadth of ships and that $\mu_5 > 3$ is found insufficient for such small fishing boats while $\mu_5 < 2$ is considered sufficient, where μ_5 is the number of swing required to reduce the amplitude, in the instance an amplitude $\theta = 5^\circ$ to one half of it.

1. 緒 言

終戦以來、三菱長崎造船所に於ても小型漁船を幾種類か建造したので、之等の小型船に於て特に問題となり易い動揺性能に就いて、設計資料として二・三の点を述べて、設計者の参考に供し度い。

小型の漁船は小型なるために波浪及び風等の影響を受けて揺れ易いので、特に耐航性が要求される。此の耐航性を支配する最も大きな因子の一つである所謂横揺れ (Rolling) の性能が一般の船舶に於ても特に小型船舶に於て重要視されて來た。即ち垂直対称面からの偏移運動である横の動揺 (Lateral Oscillation) は横揺れと偏揺れの連成した長周期の横の動揺と短周期の横揺れの二つに分けられるが、実船に顯著に表れるのは後者の短周期の横揺れ即ち所謂 rolling であるので、此の rolling 性能を便宜上周期、復元性、減衰性、の三つの基本因子に分けて、実船の資料を考察して見る。

2. 横 揺 れ 周 期

(1) 輕荷状態に近い試運転状態に於ける周期は、動揺試験成績に示す如く、満載排水量 100t~200t 程度の漁船で 6 秒程度、満載排水量 400t~500t 程度の漁船で 8 秒程度である。第 1 表に示す如く満載状態に於ては輕荷状態より $\overline{GM}$ が増加するものも減少するものもあり、之等の成績から満載状態の周期を一概に求める事は出来ない。

項目	A	B	C	D	E	F	G	H	I
船型	55t 漁船 34m 3.0m	55t 漁船 34m 3.0m	65.5t 漁船 34m 3.0m	65.5t 漁船 34m 3.0m	72.5t 漁船 34m 3.0m	72.5t 漁船 34m 3.0m	160t 漁船 34m 3.0m	270t 漁船 34m 3.0m	本造 特設漁船
1. $\overline{GM}$	2111	1527	1452	2284	560	2284	443	265	650
満載 Δ	132.42	132.42	140.262	127.775	192.94	166.913	371.636	504.360	—
試験時 Δ	0.41	0.41	0.414	0.34	0.603	0.582	0.680	0.789	—
周期 (秒)	8.97	8.97	9.08	7.08	12.05	7.96	11.32	4.02	—
復元力	74.57	74.57	77.01	66.315	115.137	81.113	253.855	404.911	7121
試験時 $\overline{GM}$	0.41	0.41	0.501	0.497	0.416	0.663	0.547	0.400	0.30
試験時 Δ	8.97	8.97	10.97	11.22	8.33	13.80	8.29	5.55	6.38
復元力 Δ	71.44	81.75	92.9	67.2	—	85.64	232.6	485.0	74.0
復元力 Δ	5.80	5.80	7.6	8.3	—	7.2	8.5	9	8.5
試験時 Δ	8.1	7.9	6.0	5.5	—	5.5	7.14	—	5.7
復元力 Δ	—	—	6.0	5.2	—	5.2	7.51	9.2	6.3
復元力 Δ	—	—	0.17	0.44	—	0.47	0.40	—	0.35
復元力 Δ	—	—	0.47	0.41	—	0.44	0.42	0.41	0.37
復元力 Δ	3.2	1.9	3.0	1.5	—	2.0	3.0	5.0 (1.0)	2.7
備考	特設型 B.K.G.L	特設型 B.K.G.L	特設型 B.K.G.L	特設型 B.K.G.L	特設型 B.K.G.L	特設型 B.K.G.L	特設型 B.K.G.L	特設型 B.K.G.L	特設型 B.K.G.L

第 1 表

Chine を有して極めて動揺減衰の良い木鉄交造漁船は航走時に周期が僅か増加し、Bilge Keel が小さいか或いは全くなくて通常の動揺減衰性能を有する漁船に於ては周期が僅か減少して居る。

(3) 附加慣性能率及び減衰力に依る周期の増加及び航走中の $\overline{GM}$ の変化の影響を含むものとして有効慣性

(1) 三菱重工業株式会社 長崎造船所 技師

半径 kB を考えると、通常の記号を用いて

$$\begin{aligned}
 I &= W \cdot (kB)^2 \\
 T &= 2\pi \sqrt{\frac{I}{W \cdot g \cdot GM}} \\
 \therefore k &= \frac{\sqrt{g}}{2\pi} \cdot \frac{T_s}{B} \cdot \sqrt{GM} \\
 \therefore k &\doteq \frac{T_s}{2B} \sqrt{GM}
 \end{aligned}$$

但し $\begin{cases} B & ; & \text{型巾} & [m] \\ \overline{GM} & ; & \text{メタセンタ高} & [m] \\ T_s & ; & \text{全周期} & [s] \end{cases}$

有効慣性半径 kB を示す k を上式から求めると第 1 表の如くである。これから見ると小型漁船の k の値即ち有効慣性性能率は一般に大型客船の満載状態に比べて稍々大きく、排水量の増加と共に減ると云う事が出来る。即ち大型客船満載状態に於ては $k \doteq 0.40$ 程度あるのに対して

排水量 100t~200t 程度の鋼製手繰網漁船では $k \doteq 0.47$ 程度

排水量 100t~200t 程度の木鉄交造手繰網漁船では $k \doteq 0.44$ 程度

排水量 400t~500t の鋼製漁船では $k \doteq 0.42 \sim 0.41$ 程度

排水量 70t 程度の木造片手廻漁船では $k \doteq 0.35$ 程度

と大略称する事が出来るので、近似船に対しては計画初期に於て、之等の K の値を用いて動揺周期を推定する事が出来る。

3. 復 原 性

(1) 復原性を示すものとしてはメタセンタ高、最大復原傾及び安定範囲等が重要な要素であるが、唯今は之等の中で初期計画時に最も論議される $\overline{GM}$ について述べる。アメリカの Practice⁽²⁾ では、 $\overline{GM}$ は旅客船貨物船については大略巾の 4~5% 程度であり、 $\overline{GM}$ の大きな油槽船等に於ても 8% 程度であると称されて居るが、小型の漁船は之等に比して $\overline{GM}$ が可なり大きく下記の如く巾の 8~12% 即ち大略巾の 10% 前後である。

(2) ドイツの S.B.G. (See-Berüfs Genossenschaft) と Germanische Lloyd の共同調査及びその結論⁽³⁾ に依つて建造されたドイツの漁船は大体 $L=42\text{m} \sim 50\text{m}$, $\Delta=700\text{t} \sim 900\text{t}$,

$\overline{GM}=0.75\text{m} \sim 0.85\text{m}$, $\text{Stab. Range}=75^\circ \sim 90^\circ$ 程度と称されて居る。今之等の平均として $L \doteq 46\text{m}$ 又 $L/B \doteq 5.5$ 程度と仮定すると $B \doteq 8.37\text{m}$ となり、此の巾に対しては $\overline{GM}$ は巾の 9~10% 程度である。

(3) 当所で建造した漁船の $\overline{GM}$ は第 1 表に示す如く満載時に於て大略巾の 7~12% である。之等の船が無事操業致して居る点及び立派な操業成績をあげて居るドイツ漁船の資料から見て、小型漁船の $\overline{GM}$ は巾の 8~12% 即ち大略 10% 前後にあるのが一つの目安になるのではないかと考えられる。

(4) 軽荷時の $\overline{GM}$ は載荷の具合に依つて第 1 表に示す如く満載時に比して減少するものも又増加するものもある。

4. 減 衰 性

動揺減衰性能を表わす方法には Froude 以来用いられて居る所謂減減係数を用うる方法、或いは同じく Froude の Freedom Coefficient を用うる方法⁽⁴⁾ 等があるが、筆者は昨年の造船協会に於て振幅 10° に於ける振幅半減衰動揺回数 μ_1 及び振幅 $10^\circ, 20^\circ$ に於ける振幅半減衰動揺回数の比 μ_1/μ_2 を用うるのが実用上便利な事を述べた。然るに実船の計測に於ては之等の振幅の範囲の測定が不可能で一般に 10° 以下であり、その精度も良くなく、且つ大角度に於ける減衰力と小角度に於ける減衰力は異なるので、実船の小角度に於ける計測結果を大角度まで外挿する事は不可である。

(2) "Principles of Naval Architecture" Vol.I.

(3) J.S.T.G. 1933

(4) T.I.N.A. 1924

故に実船の動揺試験成績から動揺減衰性能を表わすには振幅 5° に於ける振幅半減衰動揺回数 μ_5 を用いるのが良いと考える。而して振幅 5° 以下の場合には現在の実験の精度からは實際上減減角 $-\Delta\theta \propto \theta_m$ と考えても良いので、振幅 5° 以下の実験に対しては

$$\mu = \frac{0.693}{\frac{\Delta\theta}{\theta_m}}$$

から振幅 5° に於ける振幅半減衰動揺回数 μ_5 を求める。

当所で建造した小型漁船の動揺試験成績を示した第1表から、実船の操業成績を参考として、一応大略の結論が次の如く得られる。之等の資料は限られた少数のものから得られたものであるので、今後の資料の増加と共に逐次完全なものへと補足されて行く可きは勿論である。

(1) 排水量 200 t 程度以下の小型漁船に対しては、航行時に於て大略 $\mu \approx 3$ 以上では不十分であり、大略 $\mu \approx 2$ 以下で十分の様である。

(2) 排水量 400 t ~ 500 t 程度の漁船では大略 $\mu \approx 3$ 以下であれば先ず良い様である。

5. 結 論

船舶の計画に当り如何なる程度の安定性能を持たすべきかは一つの課題であり、その安定性能も種々の表わし方が考えられ、例えば突風、操舵等の影響も総て考慮して相当多くの計算を行い、最も苛酷な場合の横揺角を以つて示す方法等もあるが、初期計画に於ては最も簡単に周期、復原性、減衰性の三つの基本因子に分けて、その各々について過去の実船の操業成績から統系的に得られる標準の値を計画の資料となすのが便利であると考えられる。此の目的に応ずる資料として、不完全乍ら大略次の如き資料が小型漁船に対して得られた。

(1) 計画初期に横揺周期を推定する資料として、有効慣性半径 kB については、軽荷状態に於て

満載排水量 100 t ~ 200 t 程度の漁船で

$k \approx 0.47$ 程度

満載排水量 400 t ~ 500 t 程度の漁船で

$k \approx 0.42 \sim 0.41$ 程度

此の中間の漁船に対しては大体内挿して得られる。

(2) 復原性としては、メタセンター高 GM が一般の船舶に比べて可なり大きく、大略中の 10% 前後が良い様である。

(3) 動揺減衰性としては通常の船舶に比して可なり良い事が要求され、振幅 5° に於ける振幅半減衰動揺回数 μ_5 は満載排水量 200 t 以下程度の小型漁船に対しては航行時に於て $\mu \approx 3$ 以上では不十分であり、 $\mu \approx 2$ 以下で十分の様である。又 400 t ~ 500 t 程度の漁船では大略 $\mu_5 \approx 3$ 以下であれば先ず良い様である。