

Trawl 漁船의 安定性에 關한 研究

高 長 權*

STUDIES ON THE STABILITY QUALITIES TRAWLER

Jang-Gweon Go*

The author studied the stability qualities of stern trawlers in the North Pacific Ocean according to Kato's simple judging method.

The author selected 1,000 gross tonnage of A and B types, and calculated each characteristics for various conditions under 5 different free-board and 5 different KG.

Finally, author obtained some data of stability factors for the two types, and pointed out the zone of safety and danger between stability factor, GM and GZ max.

The results obtained here are summarized as follows:

The A type of ship is judged that it has the condition of safety when displacement is 2,400 tonnage and the value of KG was 3.40m or 3.70m.

The B type of ship is judged that it only has the condition of some safety when displacement was 2,400 tonnage and the value of KG is 3.40 m, but ships of the both types have the condition of danger when displacement is 1,300—2,200 tonnage and the value of KG is 3.40—4.60m.

Any types of ships under various condition must have appropriate dimensions among GM, free-board and GZ max for the stability of ships.

緒 言

主로 北洋에서 操業하는 1,000 噸級 Trawl 漁船의 綜合的 性能의 向上을 爲해서 是存 Trawl 漁船의 特性을 環境의 與件에 맞추어서 理論學的으로나 高度의 漁撈 技術으로 모든 問題를 圓滑히 解決해야 될 筈 認한다.

우리나라에서는 漁船의 安定性能 判定에 對한 研究 로서는 金(1968)의 韓國小型漁船에 對한 考察이 있고 또 馬(1969)의 北洋 出漁 流網 漁船의 資料 調査研究 가 있으며, 高(1973)의 濟州道 近海 巾着網漁船의 特性

等에 對한 研究가 있었다.

本研究에서는 1,000噸級 Trawl 漁船에 對한 安定性에 對하여 各 狀態別로 加藤(1956)의 判定法에 의거 考察하므로써 1,000噸級 Trawl 漁船의 復原性 諸規則을 作成하는 데 指針資料로서 提供코져 한다.

資料 및 方法

1. 調査對象船型

調査 對象船型의 主要尺寸 L/B, L/D, B/D, 및 船型上의 特徵은 Table 1과 같고, 그 復原力 曲線은 Fig. 1, Fig. 2와 같다.

*釜山水產大學, National Fisheries University of Busan

Table 1. Principal items of the trawlers

Ship type	G. T	L×B×D m	L/B×L/D×B/D	Normal trim (m)	S _f ×S _a (m)	Rise of floor (m)	Radius of bilge circle ¹⁾ (m)
A	1,000 class	63.00×11.40×7.30	5.52×8.63×1.56	0.70	1.50×1.30	0.65	2.00
B	1,000 class	59.00×11.20×7.30	5.27×8.08×1.53	0.60	1.00×1.20	0.60	1.20

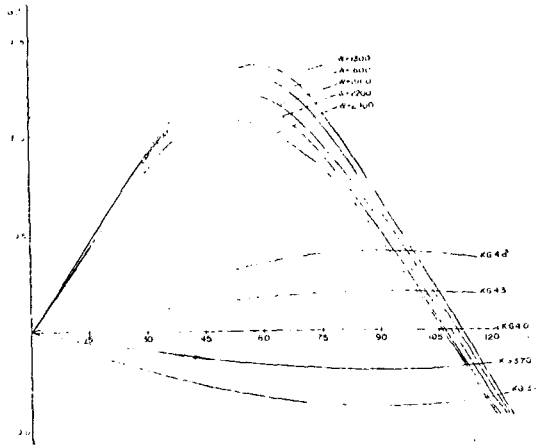


Fig. 1. Statical stability curves of A type.

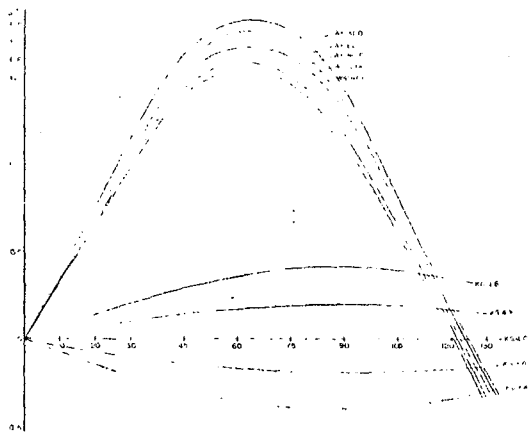


Fig. 2. Statical stability curves of B type.

2. 計算內容

加藤(1956)의 船舶安定性能 簡易判定法에 의하여 對象船의 諸要素를 考察함에 있어서 아래 ①~⑩의 方法 및 數式을 使用하였다.

① 復原力 曲線을 作成할 때 上甲板以下의 水密區劃間을 考慮했다.¹⁾

② 排水量 및 假定重心 位置의 變化範圍를 各各 5個

로 取하였다.²⁾

③ 滿載狀態時의 復原力이 한계상태라고 볼 수 있으나, 實際의 狀態는 各기 이것과 變動이 많으므로 한층 더 나쁜경우를 考慮하여 超滿載 狀態에 對한 復原力 計算을 實施하였다.⁴⁾

④ 風速으로서는 颱風圈內를 航海할 可能性이 많기 때문에 平均 風速을 30m/sec로 取했다.²⁾⁵⁾

⑤ 乾舷은 中央部 乾舷을 取했다.

⑥ Standard work ratio R_c 算出式은,

$$R_c = 1.20 + f[0.38(2.25 - K_p) + 0.95(2.25 - K_p)^{1.85}]$$

를 使用했다.²⁾

但, K_p = $\frac{Ah}{W}$ 係數 f=1로 했다.

⑦ 回轉半徑의 算出에 있어서는 式

$$(K/B)^2 = [CbCu + 1.10Cv(1 - Cb)(H/d - 2.20) + H^2/B^2]$$

을 使用하고¹⁾

아울러 K=(0.170D/B+0.229) B式으로서 再檢하였다.⁷⁾

但, H=D+Ae/L이고 f値는 0.190을 擇하였다.⁴⁾

⑧ 橫搖 周期에 對한 近似式은 式

$$T_s = 2.01 \frac{K}{\sqrt{GM}}$$

을 使用하였다.²⁾

⑨ 波傾斜 減少係數 r의 算定式,

$$r = 0.74(KG/dm)^{0.85}$$

를 使用하였다.

⑩ 定常 風壓 偶力挺 L_s의 算定式은

$$L_s = 0.78 \times 10^{-4} C^2 V^2 K_p$$

를 使用하였다.²⁾

但 風壓面積의 重心高에 依한 速度係數 C는 式

$$C = 0.748h^{0.21}$$

을 使用했고²⁾ h₁은 水線上 風壓面積의 重心까지의 높이이다.

⑪ 突風壓 偶力挺 L_d의 算定式은

$$L_d = 15625 L_s$$

를 使用하였다.²⁾

⑫ 減衰係數 N는 0.019로 取했다.⁸⁾

⑬ 靜的 傾斜偶力에 因한 傾斜角 θ_s는 復原力 曲線과의 交點으로 求했다.⁴⁾

⑭ 表面波의 最大傾斜角 Θ 는 圖表에 依하여 求했다²⁾.

⑮ 不規則 同調波上에서의 風上側 橫搖角 θ_o 의 算定式은

$$\theta_o = 0.96 \theta_{o1} - r \Theta \cos P_a$$

를 使用하였다²⁾.

$$\text{但, } \theta_{o1} = 0.33\theta_{o1} + 0.50(\theta_{max} - \theta_o)$$

$$\theta_{o1} = \sqrt{\frac{\pi r \cdot \Theta}{2N}}$$

$$P_a = B\Theta/d [0.65 + 5.56\theta_{o1}/\Theta^2 - 0.183\theta_{o1}^2/\Theta^4]$$

⑯ Work Ratio R_m 의 값은

$$R_m = Ad/Bs$$

이다²⁾.

⑰ Stability factor C_o 의 값은

$$C_o = R_m/R_c$$

이다²⁾.

Nomenclature

- L: length of vessel
- B: moulded breadth of vessel
- D: moulded depth of vessel
- d: draft of vessel
- W: displacement
- A: wind area
- h: lever of wind area moment
- m: metacentric height
- θr : angle of vanishing stability
- θ_{max} : angle of inclination at GZ_{max}
- V: velocity of wind
- C: coefficient of velocity due to the height c. g of wind area
- Ls: equivalent lever of moment due to steady wind
- Ld: equivalent lever of moment due to gust
- θ_s : angle of heel due to steady wind
- Ts: Period of complete roll of vessel
- Θ : max. surface wave slope.
- r: reduction coefficient for effective synchronous wave slope.
- N: coefficient of extinction, the resistance being assumed to be proportional to the square of angular velocity.
- θ_{o1} : theoretical and experimental absolute angle of roll among regular synchronous waves respectively.
- θ_{o1} : absolute angle of roll among irregular

waves on the weather side and on the lee side respectively.

θ_o : relative angle of roll on the weather side among irregular waves

P_a : phase lag of absolute rolling

K: transvers radius of gyration of vessel

H: effective depth of vessel

A_e : projected area on profile of erection and deck house

B_s : area proportional to the inclining energy neglecting the resistance to rolling.

R_m : work ratio (Ad/Bs)

結 果

對象船의 安定性能을 推定하는 綜合計算 果結를 Table 2, Table 3에 表示하였으며 乾舷을 Parameter로 하며 GZ_{max} , GM 等과 Stability factor와의 關係曲線을 作成하여 Fig. 3~6에 表示하였으며 各 船型에 對한 安危範圍가 判定되었다.

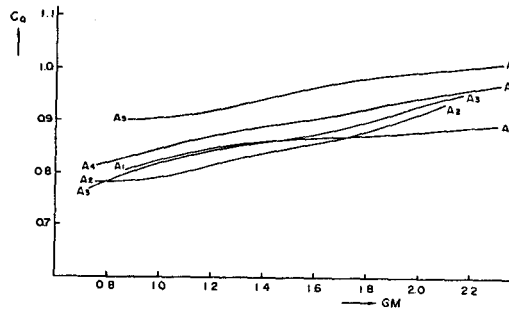


Fig. 3. Relationship between GM and stability factor of A type.

A_1 ; $f=4.248$ A_2 ; $f=3.713$ A_3 ; $f=3.213$
 A_4 ; $f=2.523$ A_5 ; $f=2.418$

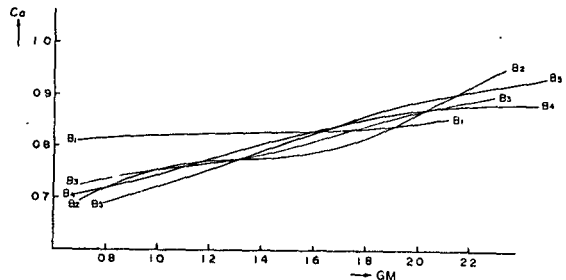


Fig. 4. Relationship between GM and stability factor of B type.

B_1 ; $f=3.950$ B_2 ; $f=3.375$ B_3 ; $f=2.810$
 B_4 ; $f=2.395$ B_5 ; $f=2.100$

Table 2. The calculation of stability factor of A type

	L(m) 63.00					B(m) 11.444					D(m) 7.300				
	1,300	1,600	1,900	2,200	2,400	1,300	1,600	1,900	2,200	2,400	1,300	1,600	1,900	2,200	2,400
W(t)	1,300	1,600	1,900	2,200	2,400	1,300	1,600	1,900	2,200	2,400	1,300	1,600	1,900	2,200	2,400
dm(m)	3.122	3.657	4.157	4.647	4.952	3.122	3.657	4.157	4.647	4.952	3.122	3.657	4.157	4.647	4.952
f(m)	4.248	3.713	3.213	2.523	2.418	4.248	3.713	3.213	2.523	2.418	4.248	3.713	3.213	2.523	2.418
A(m ²)	480	450	419	385	360	480	450	419	385	360	480	450	419	385	360
h(m)	4.275	4.209	4.056	4.044	3.993	4.275	4.209	4.056	4.044	3.993	4.275	4.209	4.056	4.044	3.993
C(m)	0.999	0.990	0.973	0.962	0.953	0.999	0.990	0.973	0.962	0.953	0.999	0.990	0.973	0.962	0.953
K _r	1.578	1.184	0.894	0.708	0.599	1.578	1.184	0.894	0.708	0.599	1.578	1.184	0.894	0.708	0.599
R _c	1.911	2.674	3.384	3.903	4.229	1.911	2.674	3.384	3.903	4.229	1.911	2.674	3.384	3.903	4.229
KG(m)	3.40	3.70	4.00	4.30	4.60	3.40	3.70	4.00	4.30	4.60	3.40	3.70	4.00	4.30	4.60
GM(m)	2.18	1.88	1.58	1.29	0.98	1.98	1.68	1.38	1.08	0.78	2.02	1.72	1.42	1.12	0.82
G _{Zmax} (m)	1.720	1.540	1.370	1.200	1.030	1.650	1.470	1.300	1.135	0.970	1.565	1.390	1.225	1.070	0.910
θ _{max} (deg)	59	60	59	58	56	59	60	58	57	53	57	55	55	53	49
θ _r (deg)	121.5	116.5	110.5	104.6	98.5	120.5	115.1	109.2	103.2	96.8	119.2	113.8	108.0	101.4	94.8
T _r (sec)	7.58	8.16	8.90	9.89	11.30	7.60	8.26	9.11	10.30	12.12	7.21	7.82	8.58	9.69	11.31
r	0.795	0.854	0.913	0.971	1.028	0.695	0.747	0.798	0.849	0.899	0.623	0.670	0.716	0.761	0.806
Ls(m)	0.077	0.058	0.044	0.035	0.027	0.077	0.058	0.044	0.035	0.027	0.077	0.058	0.044	0.035	0.027
Ld(m)	0.120	0.091	0.069	0.055	0.042	0.120	0.091	0.069	0.055	0.042	0.120	0.091	0.069	0.055	0.042
θ _f (deg)	2.1	2.2	2.7	2.9	3.5	1.7	1.9	2.2	2.5	3.2	1.4	1.5	1.8	2.2	2.6
Θ(deg)	17.8	17.9	17.5	16.7	15.0	17.8	17.9	17.4	16.3	14.0	17.6	17.9	17.7	17.1	15.0
θ ₀	35.97	37.08	36.73	36.39	34.81	32.82	33.49	32.52	31.88	29.43	30.31	29.41	29.33	28.20	26.01
R _w	1.696	1.675	1.656	1.631	1.572	2.442	2.305	2.234	2.135	2.092	3.178	3.012	2.907	2.838	2.667
h	0.887	0.877	0.867	0.853	0.823	0.913	0.862	0.835	0.798	0.782	0.939	0.890	0.859	0.839	0.788
λ															
C _c															

Table 3. The calculation of stability factor of B type

	L(m) 59.00					B(m) 11.200					D(m) 7.300					
	1,300	1,600	1,900	2,200	2,400	1,900	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000
W(t)	3.420	3.995	4.490	4.975	5.270											
dm(m)	3.950	3.375	2.810	2.395	2.100											
f(m)	438	402	374	343	326											
A(m ²)	4.216	4.092	4.052	4.023	4.018											
C	0.990	0.975	0.960	0.950	0.942											
K _s	1.420	1.029	0.797	0.626	0.546											
R _t	2.188	3.039	3.648	4.146	4.393											
KG(m)	3.40	3.70	4.00	4.30	4.60	3.40	3.70	4.00	4.30	4.60	3.40	3.70	4.00	4.30	4.60	4.30
GM(m)	1.98	1.68	1.38	1.08	0.78	1.96	1.66	1.36	1.06	0.76	2.02	1.72	1.42	1.12	0.82	2.10
GZ _{max} (m)	2.180	2.000	1.825	1.655	1.475	2.115	1.935	1.760	1.590	1.415	2.035	1.850	1.680	1.510	1.335	1.935
θ _{max} (deg)	65	65	63	62	60	65	63	62	59	59	65	63	60	58	65	62
φ _r (deg)	132.6	129.5	125.0	120.6	115.6	132.0	128.3	124.2	119.5	114.5	131.0	127.2	123.2	118.7	113.6	129.2
T _r (sec)	7.44	8.33	8.91	10.70	11.85	7.10	7.72	8.25	9.65	11.40	6.81	7.39	8.12	9.15	10.69	6.61
r	0.736	0.791	0.845	0.898	0.952	0.645	0.693	0.740	0.787	0.834	0.584	0.627	0.670	0.713	0.755	0.535
L _s (m)	0.068	0.048	0.036	0.028	0.024											
L _d (m)	0.106	0.075	0.056	0.044	0.038											
φ _r (deg)	1.5	1.6	1.7	2.0	2.2	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	0.8
Θ(deg)	17.6	17.8	17.5	16.5	14.2	17.5	17.8	17.8	17.1	14.9	17.3	17.6	17.9	17.4	15.9	17.0
θ	36.95	37.35	36.63	36.03	34.65	34.67	33.34	33.32	32.45	32.23	33.66	32.72	32.21	30.71	30.64	33.11
θ ₀	1.836	1.813	1.807	1.786	1.788	2.597	2.415	2.346	2.319	2.166	3.157	2.997	2.851	2.781	2.687	3.636
R _w	0.839	0.829	0.826	0.821	0.817	0.855	0.795	0.778	0.763	0.713	0.865	0.822	0.782	0.762	0.737	0.877
Σ C																

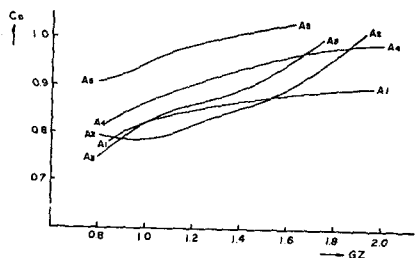


Fig. 5. Relationship between GZ and stability factor of A type.

A_1 ; $f=4.248$ A_2 ; $f=4.248$ A_3 ; $f=3.713$
 A_4 ; $f=3.213$ A_5 ; $f=2.523$ A_5 ; $f=2.418$

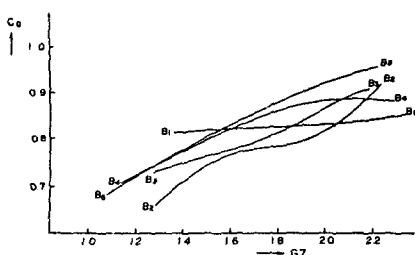


Fig. 6. Relationship between GZ and stability factor of B type.

B_1 ; $f=3.950$ B_2 ; $f=3.375$ B_3 ; $f=2.810$
 B_4 ; $f=2.395$ B_5 ; $t=2.100$

考 察

A船型에 대해서 各狀態別로 考察해 보면 Table 2, Fig. 3, Fig. 5에서 보는 바와 같이 排水量이 1,600噸, 2,200噸 일 경우 KG의 값이 3.40m때 어느 程度 安定狀態를 보여주고 있으며, 特히 排水量이 2,400噸일 경우 KG값이 3.40m와 3.70m때는 좋은 安定狀態를 나타내고 있으나 排水量이 1,300噸일 경우 KG 값이 3.40m~4.60m의 範圍에서는 危險狀態에 놓여있음을 나타내었다.

그리고 GM_{max} 와 Stability factor의 關係를 살펴보면 GZ의 값이 1.395m와 1.235m때 가장 安定範圍에 있음을 나타내었다.

또 GM와 Stability factor의 關係를 살펴보면 GM의 값이 2.14m와 1.84m때 가장 安定範圍에 있음을 나타내었다.

B船型에 대해서 各狀態別로 考察해 보면 Table 3, Fig. 4, Fig. 6에서 보는바와 같이 排水量이 2,400噸일 경우 KG의 값이 3.40m때 어느 程度 安定狀態를 보

여주고 있으나 外의 모든 狀態에 있어서는 모두 危險狀態에 놓여있음을 나타내었다.

그리고 GZ_{max} 와 Stability factor의 關係를 살펴보면 GZ_{max} 의 값이 1.890m때 어느 程度 安定範圍에 있음을 나타내었다.

또 GM와 Stability의 關係를 살펴보면 GM의 값이 2.14m 때 어느정도 安定範圍에 있음을 나타내었다.

要 約

1) A船型은 排水量이 2,400噸일 경우 KG의 값이 3.40m, 3.70m때 安定狀態를 나타내었으며 排水量이 1,600噸 1,900噸 2,200噸일 경우는 KG의 값이 3.40m 때 어느程度 安定範圍에 있음이 判定되었다.

2) B船型은 排水量이 2,400噸일 경우 KG의 값이 3.40m때 만이 어느程度 安定範圍에 있으나 排水量이 1,300~2,200噸일 경우 KG값이 3.40~4.60m때는 모두 危險範圍에 있음이 判定되었다.

3. A船型은 GM의 값이 2.14m이고 GZ_{max} 1.395m 때 安定範圍에 있고 B船型은 GM의 값이 2.14m이고 GZ_{max} 1.890m때 어느程度 安定範圍에 있음이 判定되었다. 故로 本研究을 하는데 指導하여 주신 釜山工大 金辰安 教授任과 資料를 提供해 주신 大鮮造船株式會社 鄭中錫氏께 감사드리며, 計算過程에서 協助해 준 梁注鎔氏에게 謝意를 表한다.

文 獻

- 1) 加藤弘(1951): 船의 橫搖 初期의 近似計算について. 日本造船協會論文集, 89號, 63.
- 2) _____(1956): 船의 安定性能의 簡易判定法 日本造船協會論文集, 98號, 42-48
- 3) 關西造船協會 (1965): 造船設計便覽, 313.
- 4) 金辰安(1968): 韓國小型漁船의 復原性에 關한 系統的考察. 釜山工大研究論文集, 8號, 152-158.
- 5) 高長權(1972): 濟州近海 巾着網漁船의 特性. 文教部 研究報告書, 4-12.
- 6) 馬淳一(1969): 北洋出漁 송어流網漁船의 資料調査研究, 釜山工大研究論文集, 9號, 85-90.
- 7) 大出雅信(1966): 理論船舶工學, 下卷, 4.
- 8) 土屋孟(1956): 漁船의 復原性能에 關한 一考察. 漁船研究技報, 9號, 16.