北海道における小型漁船の船型および復原性の解析 (I)

道南地方における小型漁船

天下井 清*・川 島 利兵衛*

Studies on the Transverse Stability of the Fishing Boats
Along the Coast of Hokkaido

Part 1 The Coastal Fishing Boats under 10 Gross Tons in the
Southern District of Hokkaido

Kiyoshi AMAGAI and Rihei KAWASHIMA

Abstract

Based on the reports of the investigation of the smaller fishing boats under 10 gross tons along the coast of Hokkaido, in which the triangulation method was used in the measurement of the ship's body plans as described in the former paper, the authors have been studying the stability of the small fishing boats theoretically.

The theoretical stability criteria of fishing boats in general was applied on fishing boats under 10 gross tons and analyzed using their measured rolling periods and metacentric heights. The results presented in Fig. 7 showed that these fishing boats less than 10 gross tons are on the safety side of the critical curves under their practical conditions.

1. ま え が き

小型漁船の安全性に関する諸問題の解明のための基礎的資料の集録を目的として著者らは前文⁽¹⁾で述べた小型漁船の船型測定法によって船体オフセットを求め、このオフセットに基いて排水量等曲線および復原力曲線を計算してきた。本報告は道南地方、とくに檜山地方日本海沿岸と渡島地方噴火湾沿岸の5トンから10トンの小型漁船についての調査結果である。道内のこの範囲の漁船数は1877隻⁽²⁾であるが、そのうちの37%にあたる700隻が道南の各漁協に所属している。主として日本海沿岸の漁船はイカ釣漁業や日本海マス流網漁業に、噴火湾沿岸の漁船はスケトウダラ刺網漁業に従事している。

2. 調 査 の 方 法

2-1. 測定場所および対象船

調査は漁業種類および気象海象などに大きな違いの見られる日本海沿岸および噴火湾沿岸の漁港の中で操業海域をもとめて広範囲な活動をする5トンから10トンの対象漁船の多い所で上架中の船型測定や海上における重心試験、自由横揺試験の実施し易い場所として図1に示す各漁港を選択して実施された。

2-2. 船型計測

漁港内の船揚場あるいは沿岸の砂浜に上架されている小型漁船について三角測量法を用いてセオドライト2台による船体外面上の点の計測を行い、計測データの処理によってオフセットを作製した。オフセットは11断面についての半幅と基線上の高さの外側寸法によって示される。

* 正会員 北海道大学水産学部 (函館市港町 3-1-1)

2-3. 船体の重心測定および静水中の横揺試験

港内の静穏時に精密傾斜計を用いて重量物移動方式による傾斜試験を行って重心位置測定を行った。また横揺れ角をバーチカルジャイロによる検出方式によって自由横揺れの計測を行った。

3. 結 果

3-1. 船 型

特徴として船体断面はブルワークトップ、デッキサイド、ハードチャインおよびキールライン上の各点から成る。船型は表1に示したようにE船を除いて $L_{pp}/D=3.63\sim 4.31$, $B/D=2.37\sim 2.91$, $L_{pp}/D=9.52\sim 11.07$ の範囲となった。代表例としてH船の線図およびオフセットを図2, 表2に示す。

3-2. 重心および横揺特性

表3に示されるように平均吃水が 0.5m より 0.89m の範囲において $GM=0.34\sim 0.91$ m, $KG=0.98\sim 1.31$ m, $KG/D=0.81\sim 1.05$, 固有周期 $=2.85\sim 5.33$ 秒であった。自由横揺れ試験結果から減減曲線を図3に示した。

3-3. 排水量等曲線および復原性能

図4-a, bにH船の排水量等曲線を示した。基線上横メタセンターの高さ KMT は平均吃水 0.3m 周辺で大きく変化する傾向がありC船についての計算例を図5に示す。重心試験を行った5隻について KG を求めた結果は 0.98m から 1.31m の範囲であった。復原力曲線を求めるに当っては $KG=1.0$ m および $KG=1.3$ m を用いた。吃水はいずれも上架中の船体に汚れとして残っていた各船の平常吃水線と思われる値を使用した。その計算例を図6-a, b および表4に示した。これから分るように $KG=1.0$ m の場合平均吃水 0.58m $\sim$ 0.96m の範囲において復原範囲は 50 度 $\sim$ 100 度であり, $GZ_{max}=0.12$ m $\sim$ 0.50 m, $\theta_{GZ_{max}}=22.5$ 度 $\sim$ 39.0 度, ブル

図1 調査対象地域

表1

船 名	L_{oa}	L_{pp}	B	D	B/D	L_{pp}/D	L_{pp}/B
A	14.37	12.24	3.16	1.12	2.82	10.93	3.87
B	15.42	12.16	2.82	1.12	2.52	10.86	4.31
C	15.26	11.42	2.84	1.20	2.37	9.52	4.02
D	13.46	10.88	2.72	1.08	2.52	10.07	4.00
E	14.82	12.44	3.80	1.41	2.69	8.82	3.27
F	14.65	11.10	3.06	1.10	2.78	10.09	3.63
G	17.24	13.62	3.58	1.23	2.91	11.07	3.80
H	16.67	13.26	3.40	1.30	2.61	10.20	3.90
I	14.82	12.16	3.08	1.20	2.57	10.13	3.95
J	14.38	11.62	3.20	1.01	3.16	11.50	3.63
K	17.16	13.70	3.40	1.28	2.66	10.70	4.03
L	15.47	12.22	3.14	1.17	2.68	10.44	3.89
M	14.15	11.34	3.20	1.15	2.78	9.86	3.54
N	14.58	11.90	3.00	1.12	2.68	10.62	3.97
P	16.08	12.74	3.30	1.22	2.70	10.44	3.86

図 2 船体線図

表 2

	キールボトム		キールトップ		ハードチェーン		デッキサイド		ブルワークトップ	
	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z
AP	0.28	0.10	1.73	2.05	0.28	0.24	1.49	0.39	1.64	1.46
	0.28	-0.09	1.74	2.02	0.28	0.06	1.47	0.22	1.66	1.32
	0.30	-0.16	1.74	1.98	0.30	0.00	1.46	0.14	1.66	1.28
	0.31	-0.14	1.78	1.98	0.32	0.02	1.47	0.17	1.68	1.28
	0.32	-0.10	1.80	2.02	0.32	0.06	1.46	0.23	1.69	1.32
	0.31	-0.04	1.81	2.10	0.31	0.12	1.44	0.34	1.70	1.41
	0.30	0.00	1.82	2.22	0.30	0.16	1.41	0.46	1.71	1.54
	0.28	0.02	1.82	2.41	0.28	0.18	1.36	0.64	1.68	1.70
	0.25	0.02	1.84	2.66	0.26	0.24	1.22	0.88	1.58	1.88
	0.14	0.08	1.84	2.94	0.18	0.36	0.76	1.25	1.24	2.12
FP							0.16	2.42	1.55	3.34

表 3

	船名	Draft mean (m)	Disp. (ton)	GM (m)	KG (m)	KG/D	T (sec)	N	a	b
日本海側	A	0.63	12.58	0.63	1.16	1.03	3.60	0.0295	0.1344	0.0161
	C	0.89	19.38	0.41	0.98	0.81	2.85	0.0180	0.1435	0.0366
噴火湾側	G	0.50	14.09	0.91	1.21	0.98	3.55	0.1019	0.0558	0.0964
	H	0.57	15.05	0.61	1.31	1.00	4.33	0.0834	0.0775	0.0424
	L	0.65	13.62	0.34	1.23	1.05	5.33	0.0797	0.0846	0.0513

図 3 減減曲線

(a)

(b)

図 4 排水量等曲線図

図 5 KMT 曲線

図 6 復原力曲線図

表 4 小型漁船の復原性能

船 名	Range (度)	GZ_{max} (m)	$\theta_{GZ_{max}}$ (度)	ブルワーク 水没角(度)	排 水 量 (トン)	吃 水 (m)
A	79.0	0.30	30.0	32	14.62	0.69
B	66.0	0.19	30.0	34	15.36	0.79
C	76.0	0.28	30.0	37	14.70	0.74
D	50.5	0.12	22.5	29	12.66	0.75
E	90.0	0.38	39.0	23	25.66	0.96
F	75.0	0.31	30.0	31	13.08	0.62
G	81.0	0.41	30.0	30	18.73	0.68
H	100.0	0.50	38.0	36	15.80	0.58
I	81.5	0.31	30.0	32	17.28	0.71
J	69.0	0.29	27.5	24	14.93	0.64
K	79.5	0.43	30.0	35	16.76	0.62
L	62.0	0.18	31.0	26	19.21	0.89
M	74.5	0.31	30.0	22	13.90	0.66
N	67.0	0.22	27.5	31	14.76	0.68

ワーク水没角は 22 度～37 度である。 $KG=1.0$ m としたとき D 船は $GM=0.21$ m となりかなり厳しい条件の時となるが、計測結果から GM 測定範囲 0.34 m～0.91 m を考える時ありえない数値ではない。C, F, G 船の GM はそれぞれ 0.53 m, 0.69 m, 0.60 m となる。次に代表船として H 船について漁船研究室によって開発されたプログラム⁽³⁾によって安全示数 C_1, C_2 による判定図を図 7 に示した。ここにおいて C_1 示数は横風横波中で停船時にブルワーク上からの大量の海水打ち込み現象を生ずるか否かを判定するためのものであり、 C_2 示数は $\theta_t=55$ 度を超える大ローリングを起こし、瞬時に転覆する現象が生ずるか否かを判定するためのものである。各示数の前の数字は風速を示す。

図において H 船は風速 10 m の状況下で横揺れ周期が

8 秒以上になるとき危険であることが分る。実測した船型の似た A, C, G, H, L 船の GM および横揺れ周期をプロットしたものが、図によるとそれぞれ安全側にあることが分る。

図 7 C_1, C_2 示数による安全判定図

4. あとがき

小型漁船の復原性能の解析結果からこの種漁船においては各性能の示数の範囲の広いのに改めて考えさせられるのであるが、これらの点についてはさらに漁業の実態を抜きにしては安全を云々できないであろう。噴火湾側および日本海側の漁船の今迄の解析に現われない構造的な特徴としてどちらにも共通している点は排水口が小さいということである。いずれもスケトウダラおよびイカ等の漁獲物の流出を防ぐ理由から 1 cm 程度の隙間あるいは小穴を数カ所に開けてあるにすぎない。時化の多い日本海側の漁船およびスケトウダラを 6 トン～10 トンもデッキにバラ積して別にバラスト等も積まずに漁場から 1 時間ないし 2 時間かけて戻る噴火湾側漁船それぞれに海水等の打ち込みを極力避ける運航が必要であろう。 KM 曲線からある程度吃水が大きい方が KM が小となり同じ GM ならば KG が小となるから復原力は大きくなるが、一方乾舷が小となりブルワーク水没角が小となって排水口のことを考えると極めて危険となることが推測される。この点今後問題として検討する必要がある。なおこの調査は北海道漁船海難防止センターの委託によって行った。

参 考 文 献

- (1) 佐々木寛・川島利兵衛 (1976), レーザーセオドライトによる小型漁船の船型測定について, 日本航海学会論文集第 55 号
- (2) 昭和 48 年度北海道農林水産年報
- (3) 土屋 孟 (1971), C 示数表示による漁船の横復原性能の理論解析のための電子計算方式について, 漁研技報 25

質 疑 応 答

佐々木幸康: 5GT~20GT の範囲の漁船で動揺周期 8 秒を安全限界としているのは大きすぎると考えられるが?

天下井 清: 御指摘の通りだと思います。8 秒は瞬時に転覆する限界であってそれまでは安全という値ではないと思います。実測した横揺れ周期は 2.85 秒から 5.33 秒までの範囲でした。小型漁船の安全判定法の改良について今後検討していきたいと思います。