

探洋號의 操縱性能에 관한 研究

金 斑 昌*

*釜山水產大學校

Maneuverabilities of the M.S. TAMYANG

Jeong - Chang KIM

National Fisheries University of Pusan

The maneuverabilities of the M.S. TAMYANG are studied, based on maneuvering indices and the data obtained from her Z test.

The results obtained are summarized as follows :

1. The maneuvering indices K' and T' of the M.S. TAMYANG are 0.9464, 0.6895 at $10^\circ Z$ test and 0.8651, 0.4224 at $20^\circ Z$ test and 0.8349, 0.4328 at $30^\circ Z$ test respectively.

The above calculated values K' , T' showed that her maneuverabilities are more effective when the rudder is used to small angle than to large angle.

2. As her maneuvering indices K' and T' at $10^\circ Z$ test are smaller than the standard maneuvering indices of fishing boats, her turning ability was found to be lower but her obeying ability higher.

3. The running distance of a turn at her $10^\circ Z$ test was about 8.8 times her own length and she was considered to have good maneuverabilities synthetically.

緒 論

“探洋號”는 1993年 大鮮造船에서 建造되어, 현재 11개 大學 海洋關聯學科 學生實習과 海洋探查를 위한 研究, 調查 作業에 사용되고 있다. 本船은 ADB 借款資金으로 7척의 實習船과 함께 建造되었으며, 다른 船舶과 比較할때 船長에 비하여 船幅이 넓은 점이 特徵이다.

일반적으로 大型船인 경우 船長에 비하여 船幅이 넓고 肥大한 船型은 操縱性能에 영향을 미치는 主要 要素인 方形肥瘠係數 C_b 가 커지나, 本船은 滿載 狀態에서 0.556으로 高速旅客船型⁹⁾에 가깝게 작은 편이었으므로, 他船舶과 比較하여 그 操縱性能이 어떠한가를 檢討할 必要性이 要求되었다.

船舶의 操縱性能을 判別하는 方法으로 最近에는 旋回圈 試驗과 Z試驗을 併用하는 方法을 利用하고 있으며, 操縱性能指數를 利用한 船舶의 操縱性能에 관한 研究로는 野本¹⁾, 藤井·野本²⁾, 尹³⁾, 金^{4,5,6)}의 研究報告가 있다.

本 研究에서는 探洋號의 操縱性能을 파악하기 위하여 Z試驗을 行하고 그것으로부터 操縱性能指數를 算出, 分析, 檢討하였다.

記號說明

- t : 秒單位의 經過時間
- sh : 船首方位
- $p.t.p$: 主要時点
- $t.i$: 時間間隔

- K : 旋回性指數
- T : 追從性指數
- ϕ : 回頭角
- δ : 舵角
- δ_r : 舵角誤差
- φ : 角速度
- $\phi_e, \phi'_e, \phi''_e$: ϕ 의 最大值
- t_e, t'_e, t''_e : ϕ 가 最大로 되는 時刻
- t_0, t'_0, t''_0 : ϕ 가 0이 되는 時刻
- $A_e(A_0), A'_e(A'_0), A''_e(A''_0)$: $t=0$ 부터 $t_e(t_0), t'_e(t'_0), t''_e(t''_0)$ 의 각 점까지 δ 曲線과 t 軸 이 만드는 面積

資料 및 方法

1. 試驗船의 主要目 및 試驗條件

試驗船의 主要目과 試驗時의 諸般條件은 Table 1, 2 및 3과 같으며, 側面圖 및 平面圖는 Fig. 1과 같다.

2. Z試驗 및 操縱性指數 計算方法

試驗船을 全速前進시키면서 速力이 最大에 이르렀을때 먼저 右舷의 所定舵角에 이르도록 操舵

Table 1. Principal Particulars of the M.S. TAMYANG

Name of Ship	TAMYANG
Kind of Ship	Oceanographic Research Vessel
L.O.A	58.1 m
B.Md	11.0 m
D.Md	4.80 m
Gross Tonnage	653.0 Tons
Main Engine	1800 BHP
Max. Speed	14.65 Kts

Table 2. Trial condition of the M.S. TAMYANG

Displacement	1027Tons
Draft Fore	2.8m
Mid	3.6m
After	4.5m
Mean	3.65m
Speed at exp.	12.5Kts
Trim by the stern	1.7m

Table 3. Condition of the Sea State

Date of the Sea Trial	30th Mar. 1995
Area of the Sea Trial	Tongyoung haeman
Weather	Fine
Wind Direction	NNW
Scale	Beaufort 2
Sea State	2
Depth	15m

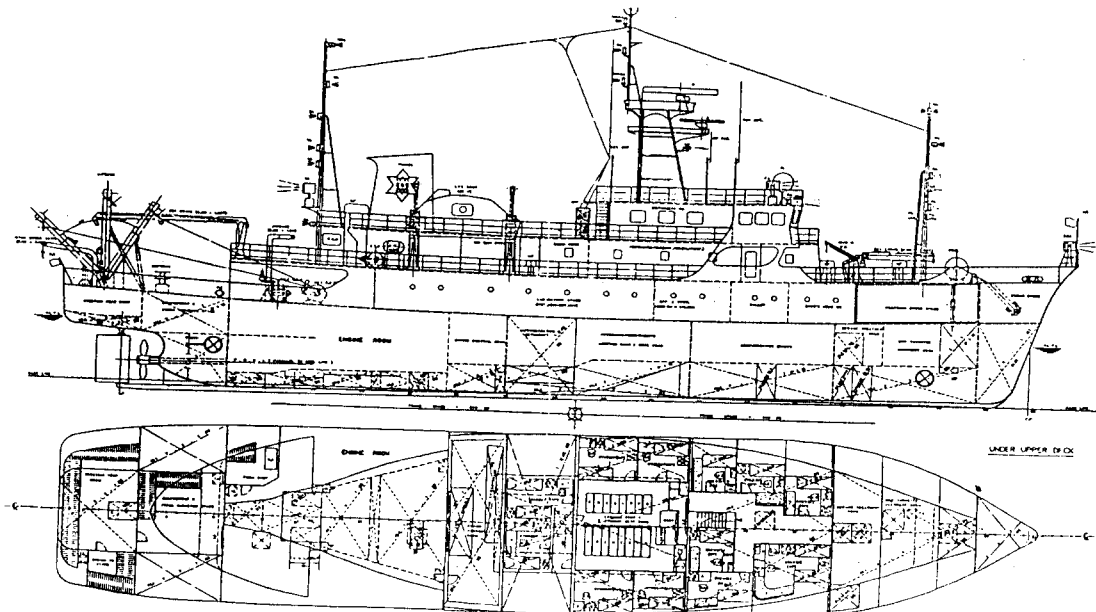


Fig.1 Side view & under upper deck plan of the M.S. TAMYANG

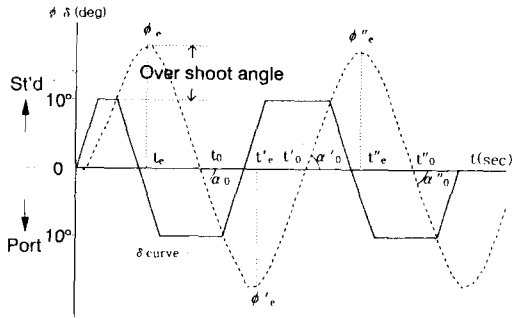


Fig.2 The curves of Z test

함과 동시에 5초 間隔으로 船首方位를 記錄하고, 所定의 舵角에 이르렀을때 반대로 左舷의 所定舵角에 이르도록 操舵하며 Fig. 2와 같이 지그재그 運動을 수회 반복하면서 舵角과 船首方位가 같아 질때의 時間 및 主要地點의 時間, 船首方位, 舵角을 記錄하였다. 이와같이 한 Z試驗을 舵角 10°, 20°, 30° 일때에 대하여 각각 3회씩 行하였다⁵⁾. 또, 이렇게 하여 얻은 資料를 다음과 같은 式에 의해 操縱性指數 K 및 T를 計算하였다^{7,8)}.

$$\begin{aligned} \phi_e &= K\delta t_e + KA_e \\ \phi'_e &= K\delta t'_e + KA'_e \\ \phi''_e &= K\delta t''_e + KA''_e \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} T \tan \alpha_0 &= K\delta t_0 + KA_0 \\ T \tan \alpha'_0 &= K\delta t'_0 + KA'_0 \\ T \tan \alpha''_0 &= K\delta t''_0 + KA''_0 \end{aligned} \quad (2)$$

船舶의 操縱性指數 K 및 T는 船舶의 크기, 船型, 排水狀態 외에도 舵角, 速度 및 水深 등 의 環境 條件에 의해서도 다르므로 K와 T를 다음과 같이 無次元化하여 표시하고 있다^{8,9,10,11,12)}.

$$K' = K \times (L/V) \quad (3)$$

$$T' = T \times (V/L)$$

단, L : 船舶의 길이

V : 船速

3. 探洋號의 Z試驗 方法과 그結果로부터 操縱性指數 計算方法은 金 등(1989)이 研究한 “釜山 404號의 操縱性能에 관한 研究”에 따른 것임을 밝혀 둔다.

結果 및 考察

操縱性指數 K는 旋回性指數이며, 操舵한 後 最大 旋回角速度의 크기를 決定하는 要素로서 K값이 클 수록 旋回角速度는 크고 旋回性이 좋다.

操縱性指數 T는 追從性指數이며, 操舵한 後 最大 旋回角速度에 達할 때까지의 時間을 支配하는 要素로서 T값이 작을 수록 舵에 대한 船體의 追從이 빠르다.

이와같이 船舶의 操縱性能은 追從性和 旋回性에 의하여 支配되므로 T값은 작고 K값은 클 수록 좋은 것이나, 兩者의 關係는 서로 相反되는 性質을 가지고 있다.

그리고, 일반적으로 船舶은 뚱뚱한 船型이 될 수록 T'가 커서 追從性이 나쁘고 반면에 K'는 커서

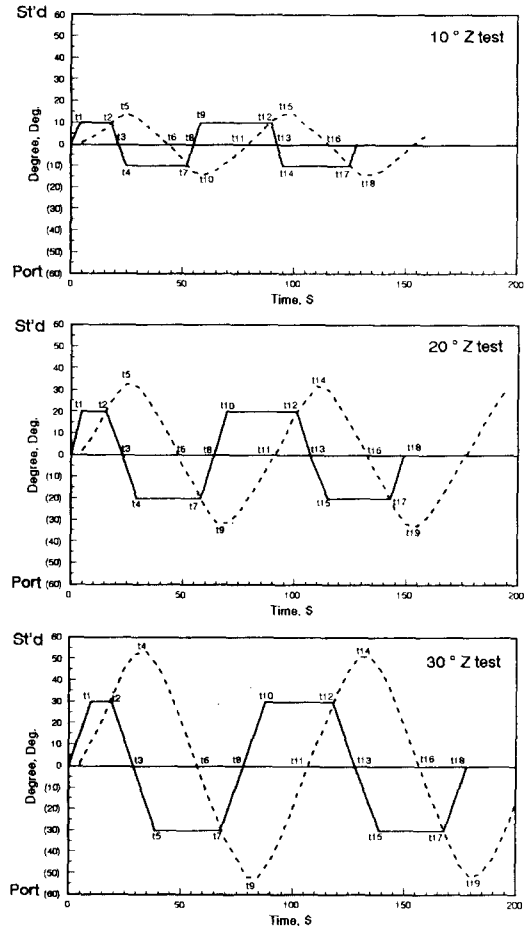


Fig.3 Z test curves of the M.S. TAMYANG

旋回성이 좋다. 또, 흘쭉한 船型이 될 수록 K' 는 적어 旋回성이 나쁜 반면 T' 는 적어 追從성이 좋은 傾向이 있다.

探洋號의 舵角 $10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$ 의 Z 試驗에서 各時

點에 대한 船首方位와 主要時點의 時間은 Table 4와 같으며 이것을 그림으로 나타내면 Fig. 3과 같고 (1)(2)式에 의해 計算된 操縱性指數 K 와 T 는 Table 5와 같다.

Table 4. Ship's heading at every observation times and time intervals between principal time points in Z tests of the M.S. TAMYANG

	t	: 5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	s.h	: 51	54	57	62	64	62	58	54	48	44
	t	: 55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
	s.h	: 37	36	38	42	46	51	56	61	64	64
	t	: 105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
	s.h	: 59	56	51	46	41	36	36	38	43	47
	t	: 155	160	165	170	175	180	185	190	195	200
10° Z test	s.h	: 51	55								
	p.t.p	: t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
	t.i	: 4	18	21.5	25	25	43	52	55	58	60
	p.t.p	: t11	t12	t13	t14	t15	t16	t17	t18	t19	t20
	t.i	: 79	90	92.5	95	97.5	116	125	129	134	134.5
	t	: 5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	s.h	: 52	59	69	78	83	81	75	66	57	45
	t	: 55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
	s.h	: 37	26	19	18	23	31	39	48	58	68
	t	: 105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
	s.h	: 75	82	80	73	64	55	45	36	25	18
	t	: 155	160	165	170	175	180	185	190	195	200
20° Z test	s.h	: 17	22	30	38	47	56	65	73	81	
	p.t.p	: t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
	t.i	: 5	16	23	27	29.5	48	58	66	69	74
	p.t.p	: t11	t12	t13	t14	t15	t16	t17	t18	t19	t20
	t.i	: 91	101	108	112	115	132	143	149	152.5	155
	t	: 5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	s.h	: 51	59	71	84	96	102	103	96	85	72
	t	: 55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
	s.h	: 58	43	30	17	6	358	358	6	17	30
	t	: 105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
	s.h	: 45	58	71	84	95	101	101	94	83	69
	t	: 155	160	165	170	175	180	185	190	195	200
30° Z test	s.h	: 56	40	28	15	4	358	0	7	19	33
	t	: 205	210	215	220	225	230	235	240	245	250
	s.h	: 46	61	74	86	96	102				
	p.t.p	: t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
	t.i	: 10	19	29	33	39	57	68	78	84	88
	p.t.p	: t11	t12	t13	t14	t15	t16	t17	t18	t19	t20
	t.i	: 107	118	128.5	134	139	157	168	178	182	188

이를 (3)식에 의해 無次元化한 結果는 Table 6과 같다.

Table 6에서 舵角 10°, 20°, 30° 일때 操縱性指數 K' 및 T'를 비교해 보면 K'는 舵角 10°, 20°, 30° Z試驗의 순으로 컸고, T'는 舵角 20°, 30°, 10° Z試驗의 순으로 작았다.

本 船舶의 경우 旋回性은 舵角 10° 일때 追從性은 舵角 20° 일때 좋은 순으로 나타나서 小舵角을 사용할때의 操縱性能이 大舵角을 사용할때의 操縱性能보다 양호함을 알 수 있었다.

그리고, 舵角 10° Z試驗에서 K' 및 T'를 漁船의

Table 5. Calculated maneuvering indices K and T of the M.S. TAMYANG

	10° Z test	20° Z test	30° Z test
K	0.1048	0.0958	0.0925
T	6.2350	3.8192	3.9137

Table 6. Calculated maneuvering indices K' and T' of the M.S. TAMYANG

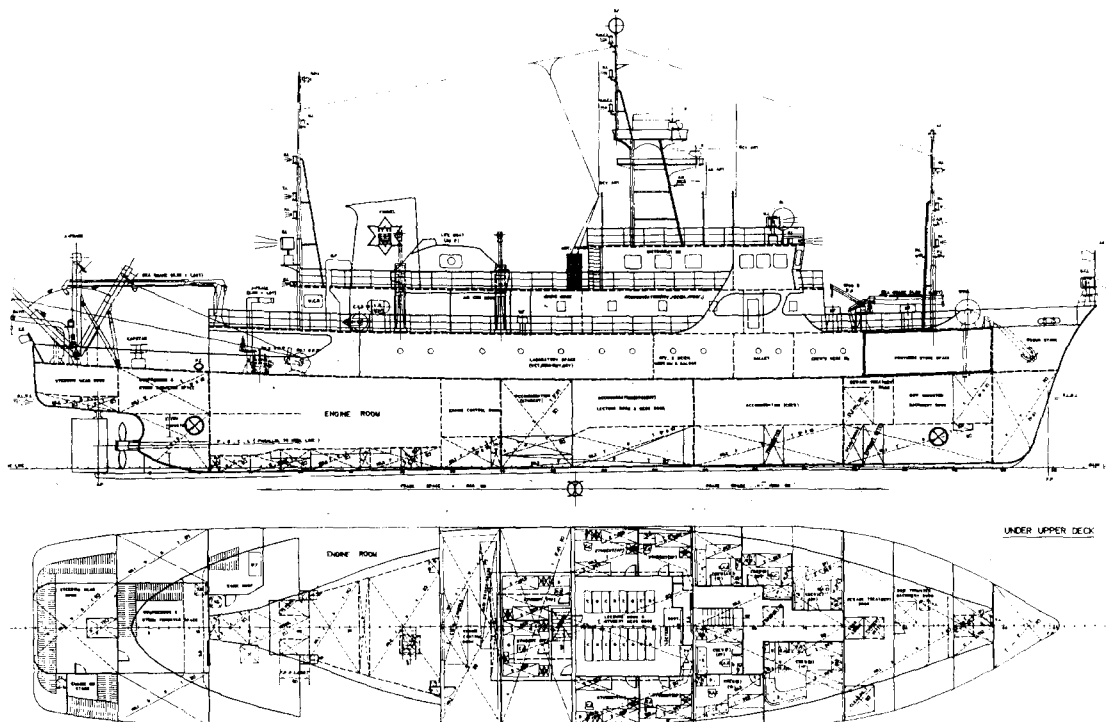
	10° Z test	20° Z test	30° Z test
K'	0.9464	0.8651	0.8349
T'	0.6895	0.4224	0.4328

일반적인 기준치⁹⁾와 비교하여 보면 그 값이 모두 작다.

따라서, 旋回性은 나쁘나, 追從性은 양호하다는 것을 알 수 있었다.

또, Fig. 3에서 反轉舵에 의한 左右舷轉舵時의 Over shoot angle을 보면 左舷轉舵時 舵角 10°, 20°, 30° 에서 각각 14.5°, 33.5°, 53.3° 이었고, 右舷轉舵時는 각각 14.3°, 32.3°, 52.1° 로서 左舷轉舵時보다 右舷轉舵時가 操縱性이 조금 良好한 것으로 나타났으나, 전반적으로 크다. Over shoot angle이 크다는 것은 反轉舵에 의하여 船舶의 回頭가 늦어 지는 것을 意味하므로, 旋回性이 좋지않다는 것을 나타낸다.

한편, 舵角 10° Z試驗에서 一操作의 사이에 배가 進出하는 航走距離가 대략 배 길이의 5~11배의 범위가 되면 操縱性能이 양호하다고 보고있다. 探洋號의 경우 Fig. 3에서 一操作間이 79초이므로 이시간까지의 航走距離는 선체길이의 약 8.8배가 되어 操縱性能은 대체적으로 良好함을 알 수 있었다.



要 約

釜山水産大學校 海洋探查船 探洋號(GT : 653.0tons)의 操縱性能을 把握하기 위하여 Z 試驗을 행한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 舵角 10°, 20°, 30°의 Z試驗에서 旋回性指數 K'는 각각 0.9464, 0.8651, 0.8349이고, 追從性指數 T'는 0.6895, 0.4224, 0.4328이며, 旋回성은 舵角 10°일때가 追從성은 舵角 20°일때가 좋으며, 대체적으로 大舵角을 사용할때 보다도 小舵角을 사용할때의 操縱性能이 더 良好함을 알 수 있다.

2. Over shoot angle은 舵角 10°, 20°, 30°일때 右舷轉舵했을때는 각각 14.3°, 32.3°, 52.1°이고, 左舷轉舵했을때는 14.5°, 33.5°, 53.3°이며, 右舷轉舵할때가 左舷轉舵할때 보다도 操縱性能이 더 良好한 傾向을 나타냈다.

3. 舵角 10° Z 試驗에서 一操作間 航走距離는 배 길이의 8.8배가 되어 操縱性能標準距離인 5~11배 이내가 되므로 대체적으로 操縱性能이 양호하다고 볼 수 있다.

參考文獻

1. 野本謙作(1964) : 船의 操縱性. 日本造船協會操縱

性 シンポジウム, 8-22.
 2. 藤井濟·野本謙作(1972) : 操縱性試驗法. 日本造船協會操縱性 シンポジウム, 1-39.
 3. 尹點東(1976) : 操縱性指數에 의한 衝突回避 動作의 量的 把握에 관한 研究. 海洋大學 論文集 12(1), 471-480.
 4. 金基允(1978) : 船體運動學으로 본 衝突回避動作에 관한 研究. 漁業技術 14(2), 97-112.
 5. _____(1979) : 새바다號의 操縱性能에 관한 研究. 韓水誌 12(4), 209-215.
 6. 金珉奭·金基允(1989) : 釜山 404號의 操縱性能에 관한 研究. 漁業技術 25(3), 133-136.
 7. 明波範次(1983) : 航海基本力學. 海文堂, 東京, 234-251.
 8. 杉原喜義(1967) : 理論運用學(船體運動編). 海文堂, 東京, 114-116.
 9. 岩井聰(1982) : 操船論. 海文堂, 11-50.
 10. 尹點東(1993) : 船舶操縱의 理論과 實務(操船論). 世宗文化社, 25-67.
 11. 本田啓之輔(1986) : 操船通論. 成山堂, 東京, 24-37.
 12. 橋本進·矢吹英雄(1989) : 操船의 基礎. 東京, 海文堂, 4-21.