

舷測式 트로울漁船 濟州401號의 操縱性能에 關하여

鄭公忻 · 安長榮* · 安瑛化**

The Maneuverabilities of the M.S. Cheju 401, Side Trawler

Jeong Kong-heun, Ahn Jang-young, Ahn Young-wha

Summary

For the purpose of the studies about the maneuverabilities of the M.S. Cheju 401, side trawler of 389 G. T. class, training ship of the Cheju national university, the authors performed turning circle test and Z test of her.

The results obtained are as follows;

1. The advances of starboard and port turning circles are 140m together, 3.22 times of the length of the ship, and the tactical diameters of them are 154m and 156m, 3.59 times and 3.54 times of it, respectively.
2. The values of the ratio of transfer to advance are 0.52-0.53, larger than those of general ship, 0.4-0.45. and those of diameter of final circle to the tactical diameter are 0.875 together, larger than those of them, 0.8-0.85.
3. Over shoot angles at 10°, 20°, 30°Z tests are 2.6°, 11°, 22°, respectively.
4. The maneuvering indices K' and T' of experimental ship at 10°Z, 20°Z, 30°Z tests are 0.444 and 0.401, 0.463 and 0.777, and 0.466 and 1.297 respectively.

The above calculated value K' and T' shows that her turning ability is found to be lower at all tests, and her obeying ability at helm angle 10° and 20° is more effective than helm angle 30°.

緒 言

操船者가 船舶을 運航함에 있어서 알아야 할 가장 중요한 사항은 前進中에 船舶을 旋回시켰을 경

우의 舵角에 따른 旋回圈의 크기이다.

이것은 一般的으로 旋回徑 및 旋回縱距로써 表示하고 있으며, 港內에서의 旋回可能性이나 狹水道 및 航路等에서의 避航動作決定에 커다란 도움을 준다.

海洋科學大學 教授, 海洋科學大學 助教授*, 海洋科學大學 專講**

그러나 船舶의 操縱性能을 表示함에 있어 操舵에 의한 旋回圈만으로는 不適切할 뿐만 아니라 船舶의 直進性 및 旋回特性을 확실히 알 수 없어 Z 試驗을 併用하여 船舶의 操縱性能을 判別하는 경우가 많다. (柳登, 1986, 吳, 1983).

본 論文은 總噸數 400噸級의 舷測式 토로울漁船인 濟州大學校 實習船 濟州401號의 操縱性能을 調査하기 위하여, 左舷 및 右舷에 最大舵角을 주었을 때의 旋回圈을 測定하였으며, 또한 Z試驗을 하여 이들의 試驗結果로부터 操縱性能指數를 算出하고, 分析·檢討하였다.

資料 및 方法

本 試驗에서 實施한 船舶의 諸要目은 Table 1과 같으며, 旋回圈 測定당시의 海面은 바람과 파도가

Table 1. Principal particulars of experimental ship.

Kind of ship	Training ship
L.O.A.	45.53 m
Breadth(Mld)	8.00 m
Depth(Mld)	3.90 m
Full load draught	3.20 m
Gross tonnage	389.27 ton
Net tonnage	233.55 ton
Main engine	850 H.P.(230 r.p.m.)
Max. Speed	11.0 knot

거의 없는 맑은 날씨가었으며, 조류도 정조의 시기를 택하였다.

1) 旋回圈 測定

먼저 浮標를 海中에 投入하고, 試驗船의 船首 및 船尾에는 方位盤을 設置하여 船橋의 信號에 따라 船首尾線에 대한 浮標의 相對方位를 測定할 計測員을 각각 配置였다. 船橋에서는 먼곳에서 浮標 쪽을 향하여 全速前進中 浮標의 相對方位가 약 15°~30°정도 되었을 때 左舷 또는 右舷으로 全轉舵시킴과 동시에 船首尾에 配置된 計測員이 浮標의 方

位를 測定하도록 信號를 하였다. 測定信號는 船舶의 旋回角 15°간격마다 반복하였으며, 또한 全轉舵와 동시에 초시계로써 時間을 測定하였으며, 갑판 상에서는 測距儀로써 船橋의 信號에 따라 本船과 浮標간의 距離를 精確히 測定하였다.

旋回角 15°마다 船首尾에서 測定된 方位盤에 의한 浮標의 相對方位는 plotting sheet로써 작도하여 浮標에 대한 相對位置를 구하여 旋回圈으로 하였으며, 旋回縱距, 旋回橫距, 旋回徑 및 定常旋回半徑等을 구하였다.

2) Z試驗

試驗船을 일정한 針路에서 全速前進시켜 速力이 最高에 달하였을 때 Fig.1에 나타낸 바와 같이 먼저 右舷으로 소정의 舵角에 이르도록 操舵를 함과 동시에 초시계로써 5초간격마다의 船首方位를 기록하고 船舶의 回豆角이 소정의 舵角과 같아질 때 反對方向인 左舷으로 소정의 舵角에 이르도록 操舵하였으며, 이러한 左右 지그재그運航을 수회 반복하면서 舵角과 回頭角이 서로 같아지는 時刻 및 舵角과 回頭角이 각각 左, 右舷 最大 및 最小가 되는 時刻를 測定하여 操縱性能指數를 算出하였으며, 舵角은 10°, 20°, 30°로 3회를 實施하였다.

本 試驗에서 試驗船의 操縱性能을 表示하는 操縱性能指數 K 및 T의 算出은 다음 식에 의하여 구하였다(野本, 1964)

$$\left. \begin{aligned} \phi_e &= K \delta r t_e + K A_e \\ \phi_e' &= K \delta r t_e' + K A_e' \\ \phi_e'' &= K \delta r t_e'' + K A_e'' \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

$$\left. \begin{aligned} T \tan \alpha_0 &= K \delta r t_0 + K A_0 \\ T \tan \alpha_0' &= K \delta r t_0' + K A_0' \\ T \tan \alpha_0'' &= K \delta r t_0'' + K A_0'' \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

단, $\phi_e, \phi_e', \phi_e''$: 回頭角의 最大値
 t_e, t_e', t_e'' : 回頭角이 最大가 되는 時刻.

되는 時刻.

t_0, t_0', t_0'' : 回頭角이 最小(0)가 되는 時刻.
 $A_e, A_e', A_e'' (A_0, A_0', A_0'')$: t = 0 부터 시작하여 $t_e, t_e', t_e'' (t_0, t_0', t_0'')$ 의 각점까지 δ 曲線과 t軸이 만드는 面積.

$\alpha_0, \alpha_0', \alpha_0''$: t_0, t_0', t_0'' 지점에서의 ϕ 曲線과 t 軸과 이루는 角.
 ϕ : 回頭角.
 δ : 舵角.
 δ_r : 舵角誤差

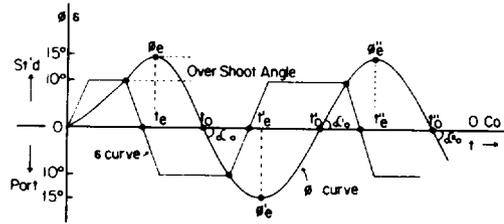


Fig.1. The curves of Z test.

結果 및 考察

1) 旋回圈

全速前進中 舵角이 左右舷 全舵한 상태에서 旋回角 15°마다 船首尾에서의 方位盤에 의해 測定한 浮標의 相對方位를 相對位置로 작도하여 求한 結果는 Fig.2와 같다.

그리고 船橋에서의 信號에 따라 艙판 중앙에서 測距儀에 의해 測定된 旋回圈의 距離와, 方位盤에 의한 浮標의 相對方位로써 求한 旋回圈의 距離를 比較한 것은 Table 2에 나타내었다.

Table 2에서 回頭角 15°마다 測定된 두가지 方法에 의한 旋回圈의 距離는 左右舷 回頭가 서로 거의 같은 값이었으나, 距離가 멀어짐에 따라 다소 差異를 보여 5m에 달하는 때도 있었다.

左右舷 兩 旋回時의 旋回角速度는 初期를 除外하고는 3°/sec 정도로 거의 같은 角速度이었으며 360° 回頭하는데 소요되는 時間은 右舷 旋回時 126 초이었고 左舷 旋回時 129 초로 右舷 旋回時가 조금 빨랐다.

Fig 2에서와 같이 全速前進中 左舷과 右舷 全轉舵狀態에서 浮標와 方位盤에 의하여 測定된 旋回圈의 크기에 關한 要素는 Table 3과 같다.

Table 3에서 旋回縱距는 左右舷 旋回時 모두 140m 정도로 全長의 약 3.22배이었으며 旋回橫距는 右舷 旋回時 73m, 左舷 旋回時 74m로 全長의 약 1.7배이었다. 또, 原針路에서 180° 旋回한 地點까지의 橫方向距離인 旋回徑은 右舷 旋回時 154m이고 左舷 旋回時 156m로서 全長의 약 3.5~4배이었으며 定常旋回半徑은 右舷 旋回時 68m, 左舷 旋回時 69m이었다.

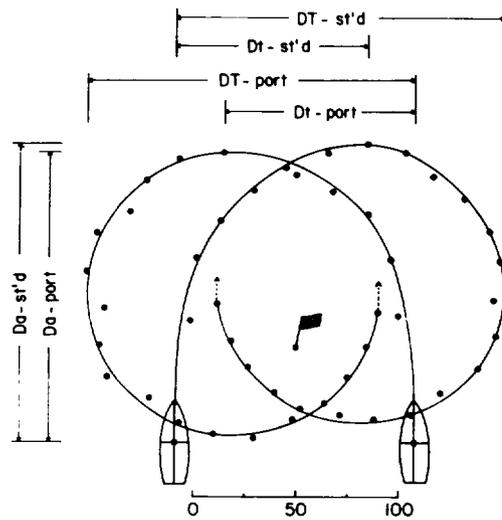


Fig.2. Turning circles of experimental ship at hard starboard and hard port.

以上에서 左右舷 旋回時를 比較하여 보면 旋回縱距는 같았으나 旋回橫距, 旋回徑, 定常旋回半徑이 모두 左舷 旋回가 右舷 旋回보다 약간 크게 나타났다. 또한 旋回縱距와 旋回徑은 一般의 比例로 같으며 全長의 3.5~4배 정도인데 비해 (大串, 1958) 本試驗에서는 旋回徑이 旋回縱距보다 약 15m 정도 더 컸으며 旋回縱距는 全長의 3.22배 정도로 다소 짧은 편에 속하였다. 그리고 旋回縱距에 대한 旋回橫距의 比도 右舷 旋回時는 약 52%이고 左舷 旋回時는 약 53%로서 一般의 40~45%보다 상당히 큰 값으로 나타났으며 旋回徑에 대한 定常旋回直徑의 比도 약 87.5%로서 一般의 80~85%보다 (大串, 1958) 다소 크게 나타났다.

Table 2. Distances of turning circle to be observed by dumb card and range finder to the buoy.

TD (RA)		Starboard (35°)			Port (35°)			
TA (°)	DSFB (°)	DMDC (m)	DRF (m)	Time (sec)	DSFB (°)	DMDC (m)	DRF (m)	Time (sec)
000	: 052	75	75	0	309	74	73	0
015	: 105	53	54	13	254	51	50	11
030	: 133	64	63	18	229	62	60	17
045	: 150	72	72	23	209	72	70	22
060	: 166	79	81	28	194	77	77	27
075	: 177	87	92	33	180	89	87	32
090	: 190	95	98	38	170	94	95	37
105	: 200	104	100	43	159	100	103	42
120	: 210	109	108	47	149	107	105	47
135	: 219	105	110	52	139	108	110	52
150	: 228	108	110	57	130	107	110	57
165	: 239	109	107	62	121	108	105	62
180	: 247	107	104	67	111	105	105	67
195	: 257	98	100	72	102	100	100	72
210	: 267	97	96	76	091	95	95	77
225	: 277	89	86	81	081	87	90	82
240	: 288	74	75	86	071	77	80	87
255	: 300	66	64	91	057	68	70	92
270	: 313	52	50	96	044	58	57	97
285	: 327	39	39	100	025	45	45	103
300	: 355	30	30	106	002	36	38	108
315	: 024	24	25	111	333	31	30	113
330	: 067	25	25	116	302	29	29	118
345	: 096	32	33	121	271	35	33	124
360	: 119	43	41	126	248	43	42	129

TD : Turning direction.

FA : Rudder angle.

TA : Turning angle.

DSFB : Direction of ship from the buoy.

DMDC : Distance to be observed by dumb card to the buoy.

DRF : Distance by range finder to the buoy.

Table 3. The results of turning circle to be measured.

Turning direction	Starboard	Port
Rudder angle	35°	35°
Advanc (Da)	Da	140 m
	Da/Ls	3.22
Transfer (Dt)	Dt	73 m
	Dt/Ls	1.68
Tactical diameter(DT)	DT	154 m
	DT/Ls	3.54
Radius of final circle(Di)	Di	68 m
	Di/Ls	1.56

Ls: Length of the ship.

2) Z試驗

一定한 針路로 試驗船을 全速前進시킨 후 소정의 舵角을 10°, 20°, 30°로 Z試驗한 結果는 Fig 3과 같다.

Fig.3에서 over shoot angle을 보면 10°, 20°, 30°Z試驗時 各各 2.66, 11°, 22°이었으며 이것은 길이 85m, 2500噸級의 船舶의 4°~5°, 8°~9°, 15°~17°에 비하여(金, 1979) 10° Z試驗만 다소 적은 값이었고, 20°, 30°Z試驗時는 상당히 큰 값으로 旋回性이 나쁜 것으로 나타났다. 즉 反對쪽으로 轉舵하였을 경우 船舶의 旋回가 늦어지는 것을 뜻하며 舵角이 클수록 over shoot angle이 큰 것은 船舶의 旋回角速度가 크기 때문이라 생각된다.

10°, 20°, 30°Z試驗에서 얻어진 資料로써 操縱性指數 K, T 및 K', T'를 구한 結果는 Table 4에 나타내었다.

Table 4에서 K 및 T값은 모두 10°, 20°, 30°Z試驗 순으로 컸으며 野本方式(野本, 1964)에 의해 K 및 T값을 무차원화 시킨 K' 및 T'의 값은 10°Z試驗에서 각각 0.444, 0.410, 20°Z試驗에서 0.463,

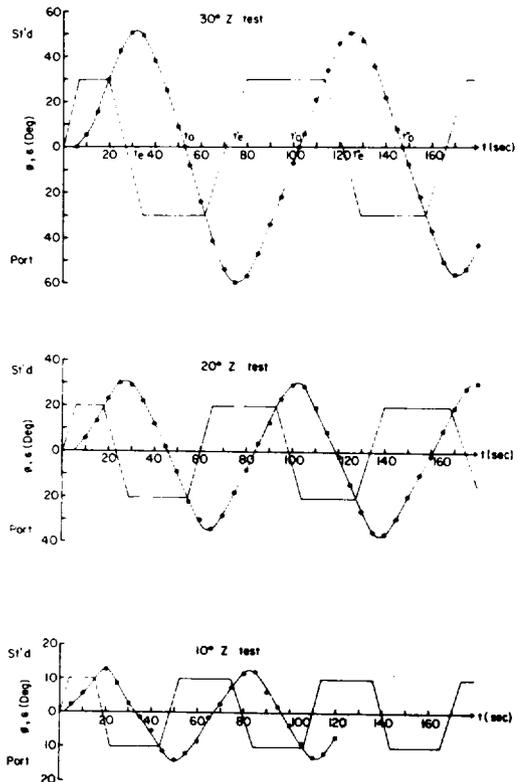


Fig.3. Z test curves of experimental ship.

Table 4. Calculated maneuvering indices K, T and K', T' of experimental ship.

Indices	K	T	K'	T'
10° Z test	0.102	1.785	0.444	0.410
20° Z test	0.107	3.379	0.463	0.777
30° Z test	0.107	5.641	0.466	1.297

$$K' = KL/V \quad T' = TV/L \quad (L : \text{全長}, V : \text{船速})$$

0.777이었고, 30°Z試驗에서 0.466, 1.297이었다. 이것은 종래의 船舶의 實績으로 보아 길이 60m인 漁船이 10°Z 또는 15°Z試驗에서 K'가 1.29 정도, T'가 0.8정도이면 보통의 操縱性은 있다(杉雲, 1967; 金, 1982)고 한 것에 비해 K'는 모두 작은 값으로 나타났고, T'는 10°Z試驗에서는 적었으나, 30°Z試驗에서는 크게 나타났다.

一般的으로 操縱性指數 K는 旋回性指數로서 그 값이 클수록 旋回角速度가 크고 따라서 旋回半徑이 작아지게 되며 操縱性指數 T는 進路安定性 및 操舵에 의한 追從性을 나타내는指數로서 그 값이 작을수록 빨리 최대角速度에 다달을 수 있어 보편적으로 K는 크게 T는 작게 하는 것이 바람직하다. 따라서 本試驗船은 K값은 전부 작은 값을 나타내었으며 T값은 30°Z試驗에서 큰 값을 나타내었으므로 보통漁船보다 相對的으로 旋回性 및 追從性이 모두 나쁘다고 할 수 있다. 이것은 over shoot angle에서도 30°Z試驗에서 旋回性이 좋지 않았고 旋回圈에서도 보통선박보다 크게 나타난 것으로도 볼 수 있다.

摘 要

全長 45m, 總噸數 400噸級の 舷測式 트로울漁船의 操縱性能을 調査하기 위하여 旋回圈試驗 및 Z試驗을 實施한 結果는 다음과 같다.

1. 旋回圈試驗에서 旋回縱距는 左右舷旋回時 모두 140m로서 全長의 3.22배이었고 旋回徑은 左舷 및 右舷旋回時 각각 156m, 154m로서 全長의 약 4배, 3.5배이었다.

2. 旋回縱距에 대한 旋回橫距의 비는 一般的인 40~45%보다 큰 52~53%이었고 旋回徑에 대한 定常旋回直徑의 비도 약 87.5%로서 80~85%의 一般的인 船舶보다 다소 크게 나타났다.

3. 10°, 20°, 30°Z試驗에서 over shot angle은 各各 2.6°, 11°, 22°로서 10°Z試驗을 除外하고는 旋回性이 대체로 나쁜 것으로 나타났다.

4. 10°, 20°, 30°Z試驗에서 K' 및 T'의 값은 各各 0.444, 0.463, 0.466 및 0.410, 0.777, 1.297로서, 一般的인 漁船의 K'와 T'의 값이 각각 1.29, 0.8에 比較해 本試驗船은, K'의 값은 이보다 적어 旋回徑이 크게 나타났으며, T'의 값은 10°, 20°Z試驗에서는 一般的인 허용범위보다 적어 追從性이 良好하나, 30°Z試驗에서는 이보다 크게 나타나 大角度 轉舵時는 旋回性 및 追從性 모두 나쁘다고 할 수 있다.

引 用 文 獻

金基允, 1979. 새바다號의 操縱性能에 관한 研究, 韓國水産學會誌, 12(4): 209~215.
 金基允, 1982. 가다랑어 채낚기漁船의 操縱性能에 관한 研究, 韓國漁業技術學會誌, 18(2): 77~80.
 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.
 大串雅信, 1958. 理論船舶工學(下), 海文堂, 247

~261.
 吳正喆, 1983. Z試驗에 依한 旋回圈의 作圖法에 관한 研究. 韓國航海學會誌, 7(1): 33~62.
 柳在春·金基允·金鍾華, 1986. PAL試驗과 Z試驗에 의한 釜山403號의 操縱性能에 관한 研究, 韓國漁業技術學會誌, 22(2): 22~30.
 杉原意義, 1967. 理論運用學(船體運動編), 海文堂, 86~116.