

實習船 濟州 402號의 操縱性能에 關한 研究

鄭公忻 · 安長榮 · 安瑛化

濟州大學校

(1989년 4월 30일 접수)

A study on the Maneuverabilities of the M.S. Cheju 402 Stern Trawler

Kong- Heon JEONG, Jang-young AHN and young-W ha AHN

Cheju National University

(Received April 30, 1989)

This paper, described on the maneuverabilities of M.S. Cheju 402, the stern trawler (159 G.T.), training ship of Cheju National University which carried out the turning circle tests at helm angle 35° and 10°, 20°, 30° Ztests of her.

The results obtained were as follows ;

1. The advances of the starboard and port turning circles were 79.1m, about 2.6 times of the length of the ship, and 81.4m, about 2.7 times of it, respectively.
2. The rates of speed reduction were about 0.49 together, and mean values of turning angular velocity of her at helm angle 35° into the starboard and port sides were 4.3°/sec and 4°/sec during the turning movement.
3. Overshoot angles of starboard side werelarger than those of port side at all Z tests, and mean values of them of the starboard and port sides at 10°, 20° 30° Z tests were 110.5° 20.5°, 28.5° respectively.
4. The maneuvering indices K and T of experimental ship at 10°, 20°, 30°, Z tests were 0.755 and 3.468, 0.566, and 1.621, and 0.481 and 1.547 respectively. Consequently, the experimental ship showed that her turning ability was more in effective as the helm angle was becomed larger and her obeying ability was more effective as it was becomed larger.

緒 言

최근 造船業의 발달로 船舶의 自動化 추세에 따라 船舶의 運航도 自動操舵裝置에 의한 操船이 이루어지고 있으므로, 보다 安全하고 經濟的인 運航方法이 要望되고 있다.

그러나, 操船者는 自動操舵에 의한 航行中 위 급한 상황에서 手動操舵로 轉換時, 그 船舶의 操縱性能을 精確히 파악하고 있어야 한다.

一般的으로 操縱性能은, 航行中 最大舵角으로 船舶을 旋回시켰을 경우 旋回徑및 旋回縱距로 表示되며, 이러한 것은 限定된 海域에서의 旋回可能性이나 避航動作 決定에는 도움이 되지만 操舵

에 의한 旋回性이나 針路安定性 等を 判別하기는 어렵다(鄭 등 1987, 柳 등 1986, 吳 1983).

本 論文은 총톤수 160톤급의 船尾式 트로울 漁船, 濟州大學校 實習船인 濟州402號의 操縱性能을 調査하기 위하여 全速前進中 左舷 및 右舷에 最大舵角으로 旋回시켰을 때의 旋回圈을 測定하였으며, 또한 操舵에 의한 船體의 旋回性和 追從性的 程度를 判別하기 위해 Z試驗도 併用하여 操縱性能數로서 分析, 檢討하였다.

資料 및 方法

本 試驗에 사용된 船舶의 諸元은 Table 1과

같으며, 旋回圈測定과 Z試驗당시의 海上狀態는 北西風이 5~6m/sec, 조류는 1Kt 정도의 北東流가 흐르고 있었다.

1. 旋回圈 測定

旋回圈 測定은 觀測하기 쉽도록 깃발을 단 浮標를 海中에 投入하고 그 주위를 全速으로 旋回

Table 1. Principal specification for the experimental ship

Kind of ship	Training ship
Name of ship	M.S. Cheju 402
L.B.P.	29.80m
Breadth(Mld)	7.00m
Depth(Mld)	2.80m
Draft	F.1.65m, A.2.88m
Gross tonnage	159.71ton
Net tonnage	47.28ton
Main engine	800H.P.
Pitch	19°
R.P.M.	830
Max. Speed	12 Knot
Speed at exp.	10 Knot

하면서 試驗船의 船首와 船尾部에 方位盤을 설치하여 船首尾線에 대한 浮標의 相對方位를 測定하였다. 이 때 方位盤의 설치는 船首尾線과 一致하도록 하였고, 浮標의 方位를 船首, 船尾兩側에서 同時에 測定하기 위하여 船橋에서는 左舷 또는 右舷으로 最大舵角을 命令함과 同時에 約定된 信號를 하게하고, 그 信號에 따라 도플러로그와 초시계로써 旋回角 15°마다의 旋回速度와 經過時間을 測定하였다.

또 旋回圈의 作圖는 旋回角 15°마다 浮標의 相對方位를 plotting sheet에 作圖하여, 浮標에 대한 그때 그때의 試驗船의 相對位置로 하고, 이를 연결한 線을 線回圈으로 하여 旋回縱距, 旋回橫距, 旋回徑, 正當旋回半徑, 心距 등을 구하였다.

2. Z 試驗

試驗船을 Fig. 1과 같이 針路 000°로 하여 全速前進中 速力이 最大에 도달했을때 먼저 右舷으로 所定의 舵角에 이르도록 操舵함과 同時에 초시계로써 5초 經過時마다의 船首方位를 記錄하고 船舶의 反對方向인 左舷으로 같은 所定의 舵角에 이르도록 操舵하였으며, 이러한 左右 지그재그

運航을 수회 반복하면서 舵角과 旋回角이 같아지는 時刻 및 左右舷으로 最大, 最小가 되는 時刻를 測定하여 다음 式(野體, 1964)으로 操縱性能數 K 및 T를 算出하였다.

$$\phi_e = \delta_r t_e + KA_e$$

$$\phi'_e = K\delta_r t'_e + KA'_e \dots\dots\dots(1)$$

$$\phi''_e = K\delta_r t''_e + KA''_e$$

$$T\tan\alpha_0 = K\delta_r t_0 + KA_0$$

$$T\tan\alpha'_0 = K\delta_r t'_0 + KA'_0 \dots\dots\dots(2)$$

$T\tan\alpha''_0 = K\delta_r t''_0 + KA''_0$
 단, δ ; 舵角
 δ_r ; 舵角誤差
 $\phi_e, \phi'_e, \phi''_e$; 旋回角의 最大置
 t_e, t'_e, t''_e ; 旋回角이 最大가 되는 時刻,
 t_0, t'_0, t''_0 ; 旋回角이 最小(0)가 되는 時刻,
 $\alpha_0, \alpha'_0, \alpha''_0$; t_0, t'_0, t''_0 地點에서의 ϕ 曲線과 t軸과 이루는 角,

$A_e, A'_e, A''_e (A_0, A'_0, A''_0)$; t=0부터 시작하여 $t_e, t'_e, t''_e (t_0, t'_0, t''_0)$ 의 各點까지 δ 曲線과 t軸이 만드는 面積

또한, 위의 (1), (2)式에서 算出된 K 및 T값을 다음 式(杉原, 1967)에 의해 無次元化 시킨 K 및 T를 구하였다.

$$K = KL/V \dots\dots\dots(3)$$

$$T = TV/L$$

단, L ; 船舶의 全長
 V ; 船速

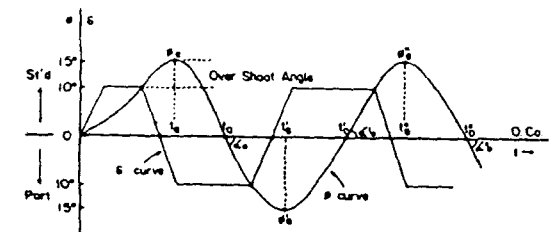


Fig.1. The curves of Z test.

結 果

1. 旋回圈

浮標를 향하여 全速前進中 左舷 및 右舷으로 全轉舵시킨 후, 試驗船의 船首, 船尾部에 설치된 方位盤에 의해 測定한 旋回角 15° 마다의 浮標의

相對方位를 plotting sheet에 作圖한 試驗船의 相對位置는 Fig.2와 같고, Fig.2에 의한 旋回圈의 諸要素들을 구한 結果는 Table2와 같다.

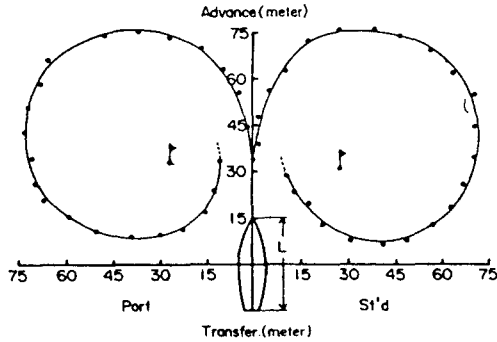


Fig.2. Turning circles of experimental ship at hard starboard and port.

Table 2. The results of turning circle to be measured

	Starboard	Port
RA	35°	35°
Ad	79.1m	81.4m
Ad/Ls	2.65	2.73
Tr	37.1m	40.7m
Tr/Ls	1.24	1.37
TD	78.3m	80.4m
TD/Ls	2.63	2.70
FD	72.8m	74.4m
FD/Ls	2.44	2.50
Tr/TD	0.474	0.506
Ad/TD	1.010	1.012
FD/TD	0.930	0.926
Tr/Ad	0.469	0.500
Rh	47.1	47.1
Rh/Ls	1.58	1.58

RA:Rudder angle, Ad:Advance
Ls:Length of the ship, Tr:Transfer
TD:Tactical diameter, FD:Final diameter
Rh:Reach

Table 2에서 旋回縱距는 右舷旋回가 79.1m로서 左舷旋回 81.4m 보다 2m정도 짧았고, 각각 배의 길이의 약 2.6배, 2.7배가 되었으며, 旋回橫距는 右舷旋回가 37.1m, 左舷旋回は 40.7m로 배의 길이의 1.24배, 1.37배로서 左舷旋回時가 右舷旋回時보다 더 컸다. 또 最大橫距인 旋回徑은 右舷旋回時가 78.3m, 左舷旋回時가 80.4m로 배의 길이의 약 2.6배가 되었고, 心距는 左右舷

旋回時 모두 47.1m 정도로서 배의 길이의 1.58배가 되었으며, 旋回徑에 대한 旋回縱距 및 旋回橫距의 比는 右舷旋回時 1.010 및 0.474, 左舷旋回時 1.012 및 0.506이었다. 그리고 旋回圈測定時, 經過時間에 따른 試驗船의 旋回中의 速力과 旋回角速度는 Fig.3과 같다.

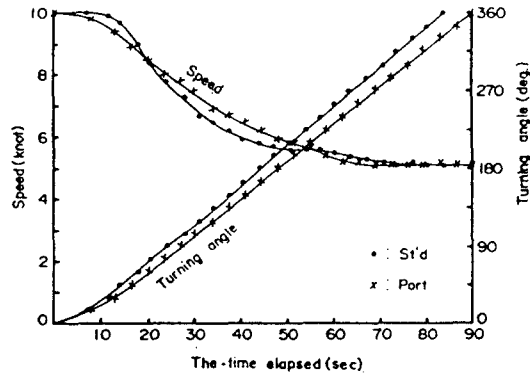


Fig.3.Speeds and turning angular velocity of the ship during the turning movement.

Fig.3에서 試驗船의 速力이 10Kts로 全速前進中, 左舷 또는 右舷으로 最大 舵角을 全轉舵한 後 10초 經過時부터 速力이 떨어져 旋回角 180° 되었을 때는 船速이 5.8Kts이었으며, 360°旋回時는 5.1Kts로 낮아졌다. 따라서 舵角 35°에서 正常旋回中의 速力을 5.1Kts로 보았을 때 速力低減率은 0.49이며, 360°旋回時의 經過時間은 右舷旋回가 83.5초로서 左舷旋回 90초보다 짧고, 左右舷 旋回角速度는 각각 4°/sec, 4.3°/sec이었다.

2. Z試驗

試驗船을 一定한 針路로 全速前進시킨 後 舵角을 각각 10°, 20°, 30°로 하여 실시한 Z試驗의 結果는 Fig.4와 같다.

Fig.4에서 10° Z試驗에서는 舵角과 回頭角이 같아질 때 舵角을 급히 反轉舵 시켰을 경우, 回頭角이 最大에 도달하는 時間이 反對의 所定 舵角에 도달하는 時間보다 늦었으며 20°, 30°Z試驗에서는 빨랐다.

또 over shoot angle은 10°Z試驗에서는 左舷이 7.5°정도, 右舷이 13.5°정도로서 平均 10.5°이고, 20°Z試驗에서는 左舷이 17.5°, 右舷이 23.5°정도로서 平均 20.5°였으며, 30°Z試驗에서는 左舷이

考 察

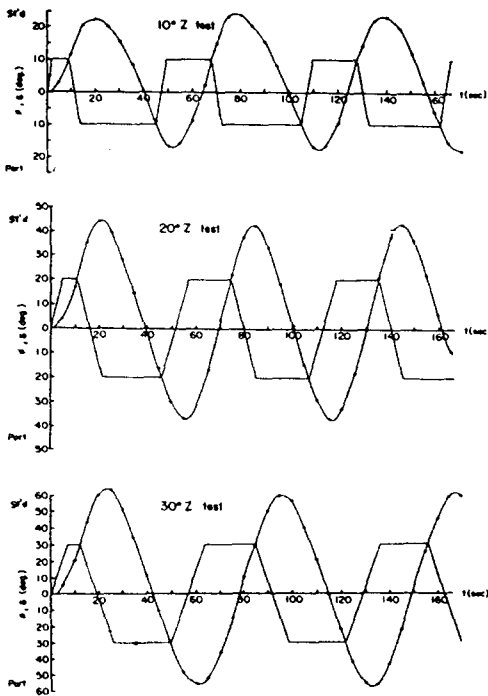


Fig. 4. Z test curves of experimental ship.

27°, 右舷이 32°정도로 平均 29.5°이었다. 즉 over shoot angle은 10°, 20°, 30°Z試驗順으로 커졌으며 左舷쪽이 右舷쪽보다 작다.

이상으로 10°, 20°, 30°Z試驗의 結果를 (1), (2), (3)式에 의해 구한 操縱性能數 K, T 및 K', T'의 값은 Table 3과 같다.

Table 3에서 K 및 T값은 각각 0.251, 0.188, 0.160 및 10.44, 4.88, 4.657로서 10°, 20°, 30°Z試驗순으로 작아졌으며 10°Z試驗의 T값이 20°,

Table 3. The Calculated maneuvering indices K, T and K', T' of experimental ship

Indices	K	T	K'	T'
10°Z test	0.251	10.44	0.755	3.468
20°Z test	0.188	4.880	0.566	1.621
30°Z test	0.160	4.657	0.481	1.547

30°Z試驗의 값에 비해 相對的으로 상당히 컸다. 또 K 및 T값은 10°, 20°, 30°Z試驗순으로 작았으며, 10°Z試驗에서는 각각 0.755 및 3.468, 20°Z試驗에서는 0.566 및 1.621, 30°Z試驗에서는 0.481 및 1.547이었다.

1. 旋回圈으로 본 操縱性能

一般的으로 旋回性能의 良否를 旋回徑의 크기로 볼 때, 旋回縱距는 自船길이의 3.5~4배 정도(大串, 1958)로 旋回徑과 거의 같다고 하였으며, 旋回徑은 自船길이의 약 3배(本田, 1986) 정도라고 한것에 비해 試驗船은 旋回縱距가 2.6~2.7배, 旋回徑도 2.6~2.67배로서 작았다.

또 旋回時의 速力低減率은 一般的으로 貨物船에서는 0.25~0.5인데(杉原, 1967) 비해 試驗船은 0.49로서 다소 컸으며, 旋回角速度는 4.3~4°/sec로, 389톤의 濟州대학교 實習船 濟州 401 号보다 빨랐다. 이와같은 현상은, 試驗船은 B/L값이 0.23으로 濟州 401號의 0.19보다 커서 旋回時 船舶에 作用하는 垂直力이 커지기 때문에 旋回途中 推進機流에 의하여 船體가 안쪽으로 움직이려는 傾向이 강해져서 旋回經이 작아진 結果라고 볼 수 있다.

또 追從性의 良否는 旋回縱距에 대한 旋回橫距의 比와 心距로 볼 때, 이상적인 旋回時의 旋回縱距나 旋回橫距는 모두 旋回徑에 相当하므로 兩者의 比가 1에 가까울수록 追從性이 좋은데(本田, 1986) 비해 試驗船은 0.47~0.5정도이며, 心距는 작을수록 좋으나 47.1m이었고, 回頭惰力係數인 心距/船長과 心距/船速은 각각 1.56과 4.71로서 이상적인 回頭惰力係數 0에 비해 상당히 큰 값으로, 追從性은 좋지 않은 것으로 볼 수 있다.

2. Z試驗에서 본 操縱性能

Z試驗 結果 算出된 操縱性能數 K 및 T는 操舵後 最大旋回角速度의 크기를 決定하는 旋回性能數와 進路의 安定性 및 操舵에 의한 追從性能數로서 K는 클 수록, T는 작을 수록 旋回角速度가 크고, 最大角速度에 이르는 時間이 짧아서 좋은데 비해 試驗船은 Table 3에 표시된바와 같이 舵角이 클 수록 旋回性能은 좋으나, 追從性能은 좋지 않았다.

또 Z試驗結果의 解析은 一次系近似式을 사용하기 때문에 舵角이 10°때의 Z試驗에서 얻은 K 및 T값을 많이 사용한다(本田, 1986). 그러므로 本試驗船에서도 10°Z試驗에서 구한 K' 및 T'의 값

을 基準으로, 이미 調査된 다른 船舶과 비교해 보면 Table 4와 같다.

Table 4. The comparison between indices of the experimental ship and the other ships at 10°Z test

Name of ship	G/T (ton)	K	T	K'	T'
Saebada (A)	2275	0.066	13	0.528	1.625
Cheju 401(B)	389	0.102	1.785	0.444	0.410
Pusan 403(C)	243	0.167	4	0.611	1.094
CHeju 402(D)	159	0.241	10.44	0.755	3.468

Table 4에서, 旋回성은 D, C, A, B船의 순으로 試驗船인 D船이 가장 좋았으나, 追從성은 B, C, A, D船의 순으로 試驗船이 가장 나빴다.

또한, over shoot angle은 Table 5와 같이 旋回性指數와 같은 D, C, A, B船의 순으로 試驗船인 D船이 가장 커서 역시 追從성이 좋지 못한 것으로 나타났다.

Table 5. The over shoot angles of the experimental ship and the other ships

Name of ship	G/T (ton)	L.O.A. (m)	10°Z test(°)	20°Z test(°)	30°Z test(°)
Saebada (A)	2275	81.63	7	13	20
Cheju 401(B)	389	45.53	2.66	11	22
Pusan 403(C)	243	43.15	8	19	37
Cheju 402(D)	159	30.10	10.5	20.5	29.5

따라서, 實驗船 濟州 402號의 旋回圈測定과 Z試驗을 통하여 操縱性能을 分析, 檢計한 結果, 이미 調査된 다른 船舶과 비교해 볼 때 旋回성은 좋으나, 追從성은 다소 나쁜것으로 나타났다.

要 約

實驗船 濟州 402號의 操縱性能을 全速前進中 最大舵角으로 轉舵한 때의 旋回圈測定과 10°, 20°, 30°Z試驗에서 算出된 操縱性指數를 分析, 檢計한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 旋回縱距는 右舷旋回時가 79.1m로 배의 길

이의 約 2.6배였으며, 左舷旋回時는 81.4m로서 배의 길이의 約 2.7배였다.

또, 旋回徑은 배의 길이의 約 2.6배로서 右舷旋回時가 78.3m로서 左舷旋回時 80.4m보다 작았다.

2. 旋回圈試驗時 速力低減率은 0.49였으며, 平均旋回角速度는 右舷旋回時가 4.3°/sec, 左舷旋回時는 4°/sec이었다.

3. Z試驗 結果 over shoot angle은 右舷轉舵時가 左舷轉舵時보다 더 컸으며, 左右轉舵時의 平均값은 10°Z試驗時가 10.5°, 20°Z試驗時가 20.5°, 30°Z試驗時가 29.5°로 다소 큰 편이었다.

4. 10°, 20°, 30°Z試驗에서 K' 및 T'의 값은 각각 0.755, 0.566, 0.481 및 3.468, 1.621, 1.547로서 대체적으로 旋回성은 大角度 轉舵일수록 나쁘나, 追從성은 大角度 轉舵일수록 좋았다.

參考文獻

- 杉原憲義(1967) : 理論通用學(船體通動編). 海文堂, 86-116.
- 金基允(1979) : 새바다호의 操縱性能에 관한 研究. 韓國水產學會誌 12(4), 209-215.
- _____ (1982) : 가다랑어 채낚기漁船의 操縱性能에 관한 研究. 韓國水產學會誌 (18-2), 77-80.
- 野本謙作(1964) : 船の操縱性. 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). 海學堂. 247-248.
- 鄭公圻·安長榮·安瑛化(1987) : 舷側式트로울漁船 濟州 401號의 操縱性能에 관한 研究. 濟州大學 論文集 第25輯, 45-50.
- 吳正喆(1983) : Z試驗에 의한 旋回圈의 作圖法에 관한 研究. 韓國航海學會誌, 7(1), 33-62.
- 柳左春·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.
- 本田啓之輔(1986) : 操船通論. 成山當書店, 15-37.