

## PAL 試驗과 Z 試驗에 의한 釜山 403號의 操縱性能에 관한 研究

柳在春·金基允·金鍾華

釜山水產大學

(1986년 4월 1일 수리)

A Study on the Maneuverabilities of the M.S. Pusan 403 by  
PAL Test and Z Test

Jae-Choon RYU, Ki-Yun KIM and Jong-Hwa KIM

National Fisheries University of Pusan

(Received April 1, 1986)

It is very important for a navigator on bridge to know the maneuverability of his ship sufficiently at sea. Generally, the data of a turning circle test have long been used to study and evaluate the maneuverability of a ship. But referring only the data of the turning circle test method, he can not evaluate his ship's maneuvering characteristics sufficiently.

So nowadays the test method added Z test to turning circle test for more detail references is considered to be desirable.

In this paper, the authors performed PAL test and Z test together in order to study the maneuverability of M.S. Pusan 403, training ship of the National Fisheries University of Pusan.

According to the results of PAL test, the rudder effect in port rudder angle of the M.S. Pusan 403 was found to be more effective than that in starboard one, because her changing amounts of angular velocity, turning radius and tangent speed in port rudder angles were found to be larger than those of them in starboard rudder one in unsymmetry.

The relation between her drift angle( $\beta$ ) and rudder angle( $\delta$ ) was found to be changing with  $\beta=0.64\delta$  in direct proportion. As it appeared that her calculated  $K'$ -values were smaller than the standard  $K'$ -values of different kinds of ships in accordance with her Z test, her turning ability was found to be lower.

The running distance of a turn in her  $10^\circ$  Z test was about 8.3 times her own length and was found not to be exceeded the standard maneuvering distance, therefore she was considered to have good maneuverabilities synthetically.

## 緒 論

船舶을 運航함에 있어서 그 操縱性能을 正確하게 把握한다는 것은 무엇보다도 重要한 課題라 할 수 있다.

지금까지 船舶의 操縱性能은 旋回圈試驗으로서 그 優劣을 判別하여 왔으나 操船上 매우 重要視되고 있는 操舵에 의한 船體의 旋回性和 針路安定性등은 判別하기가 어려웠다<sup>1), 2), 3)</sup>.

따라서 旋回圈試驗과 Z 試驗을 併用하여 船舶의

操縱性能을 判別하는 것이 바람직하다고 보아진다.

그런데, 從來의 旋回圈試驗으로는 偏角과 接線速力を 正確하게 測定할 수가 없고 測定時 船體周邊의 伴波의 영향을 除去할 수 없는 難點이 있어, 새로운 旋回運動試驗法으로 PAL 試驗法이 廣田<sup>4)</sup>에 의해 報告되고 있으나 아직은 實用化 되지 못하고 있다.

本 論文에서는 釜山水產大學 實習船 釜山 403號의 操縱性能을 研究하기 위하여, 平行標柱線을 利用한 PAL 試驗과 Z 試驗을 行하고 이들의 試驗結果를 分析, 檢討하였다.

記號說明

- B: 平行標柱線方位
- t: 測定時間
- $\theta$ : 船首方位
- $\psi$ : 回頭角
- i: 測定番號(m, m+1, ..., n, n+1)
- $\omega$ : 回頭角速度
- $\phi$ : 位相角
- $X_0$ : t=0인 때의 旋回中心座標
- $R_0$ : 旋回半徑
- m: 定常旋回에 들어간 最初の 測定番號
- n: 定常旋回에 들어간 最後의 測定番號
- $V_0$ : 直進中の 速力
- $t_0$ : 試驗船이 第一平行標柱線을 通過한 時刻
- $t_1$ : 轉舵發令時刻
- $\delta$ : 舵角
- $\delta r$ : 舵角誤差
- L: 船體의 길이
- +X進入: 右旋回
- X進入: 左旋回
- $\psi_m, \psi_m', \psi_m''$ : 回頭角의 最大值
- $t_m, t_m', t_m''$ : 回頭角이 最大가 되는 時刻
- $t_0, t_0', t_0''$ : 回頭角이 0이 되는 時刻
- $A_x(A_0), A_x'(A_0'), A_x''(A_0'')$ : t=0부터 始作하여  $t_m(t_0), t_m'(t_0'), t_m''(t_0'')$ 의 各點까지  $\delta$ 曲線과 t軸이 만드는 面積

理 論

1. PAL 試驗에서 旋回特性值 算定

PAL 試驗에서 旋回中の 航跡의 X座標  $X_i$ 는,

$$X_i = X_0 + \omega t_i - R_0 \cos(\psi_i - \beta_0) \dots\dots\dots(1)$$

로 나타낼 수 있다<sup>5)</sup>.

(a) 偏角

Fig. 1에서 2개의 標柱에 의한 標柱線을 만들고 그 眞方位를 B, 船舶의 定常旋回圈이 이 標柱線과 만나는 時刻를  $t_1, t_2$ , 그때의 船首方位를  $\theta_1, \theta_2$ 라 하면 旋回圈의 接線方位는  $B \pm \alpha + 180^\circ$ 가 되고 그 平均은  $B \pm 180^\circ$ 가 된다.

따라서 船上 觀測者位置에서의 偏角  $\beta_0$ 는 (2)式으로 表示할 수 있다<sup>5)</sup>.

$$\beta_0 = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - (B \pm 180^\circ) \dots\dots\dots(2)$$

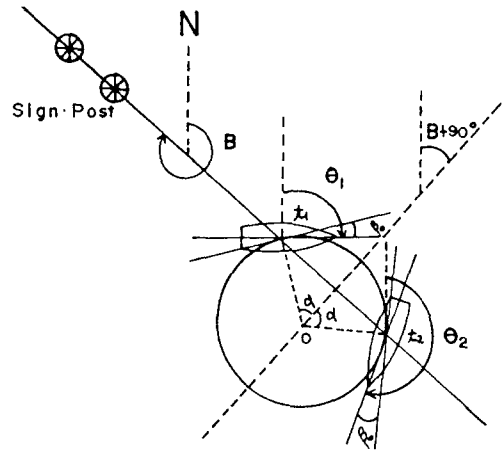


Fig. 1. Measuring method of drift angle in PAL test.

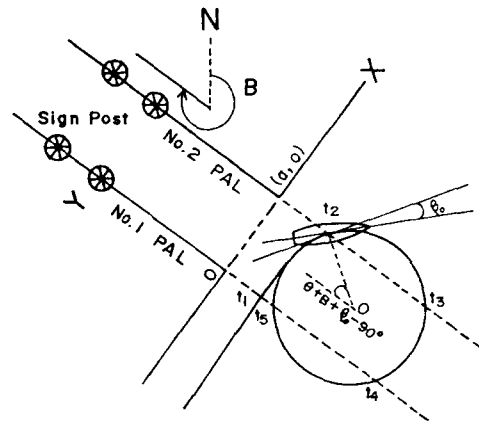


Fig. 2. PAL test method.

(b) 風壓流와 潮流

Fig. 2에서 제 1 平行標柱線을 Y軸으로 하고 이것과 直角으로 X軸을 取하여 Y軸을 基準으로 船首까지 轉 船舶의 回頭角을  $\psi_i$ 라하면,

$$\psi_i = \theta_i - B \dots\dots\dots(3)$$

가 되고, 이 回頭角을 時間에 對해서 直線으로 表示하면,

$$\psi_i = \omega t_i + \phi \dots\dots\dots(4)$$

가 된다.

또 旋回圈의 接線方位는  $\theta_i - \beta_0$ 가 되고, 基準方位로부터 回頭角으로 表示하면  $\psi_i - \beta_0$ 가 된다.

따라서 潮流에 의한 X方向의 偏流의 速度性分을  $u$ 라 하면 旋回中の 航跡의 X座標는 (1)式으로 나타낼 수 있다.

여기서 바람에 의한 回頭 moment는 1 旋回中에 平均하면 0 이 된다고 가정하고 이 式에는 考慮되지 않는다.

(c) 回頭角速度와 位相角

船首方位  $\theta_i$  의 測定에 誤差가 包含되어 있다고 보고 그 誤差를  $\varepsilon_i$  라 하면 (4)式으로 부터,

$$\varepsilon_i = \phi_i - (\omega t_i + \phi) \dots\dots\dots(5)$$

가 된다. 이 式을 最小自乘法으로 풀이 하면,

$\frac{\partial}{\partial \omega} \sum \varepsilon_i^2 = 0, \frac{\partial}{\partial \phi} \sum \varepsilon_i^2 = 0$  이 되므로 (5)式은 다음 (6)式과 같이 나타낼 수 있으며, (6)式에 의해 回頭角速度와 位相角을 決定할 수 있다.

$$\left. \begin{aligned} \omega \sum t_i^2 + \phi \sum t_i &= \sum \phi_i t_i \\ \omega \sum t_i + \phi(n-m+1) &= \sum \phi_i \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(6)$$

(d) 旋回半徑과 接線速度

(1)式으로부터  $X_i$  를  $X_i = \bar{X}_0 + ut_i - R_0 \cos(\omega t_i + \phi - \beta_0)$  로 하여 線型化하면 다음 (7)式으로 나타낼 수 있다<sup>5)</sup>.

$$X_i = \bar{X}_0 + ut_i - R_0 \cos \beta_0 \cos \phi_i - R_0 \sin \beta_0 \sin \phi_i \dots\dots\dots(7)$$

위 式에서  $\bar{X}_0, u, R_0 \cos \beta_0, R_0 \sin \beta_0$  를 決定하기 爲하여 (7)式을 最小自乘法으로 풀이하면 다음 (8), (9)式으로 나타낼 수 있으며 이 式들에 의하여 旋回半徑과 接線速度를 決定할 수 있다.

$$\left( \begin{array}{cccc} (n-m+1) & \sum t_i & \sum \cos \phi_i & \sum \sin \phi_i \\ \sum t_i & \sum t_i^2 & \sum t_i \cos \phi_i & \sum t_i \sin \phi_i \\ \sum \cos \phi_i & \sum t_i \cos \phi_i & \sum \cos^2 \phi_i & \frac{1}{2} \sum \sin 2\phi_i \\ \sum \sin \phi_i & \sum t_i \sin \phi_i & \frac{1}{2} \sum \sin 2\phi_i & \sum \sin^2 \phi_i \end{array} \right)$$

$$\left( \begin{array}{c} \bar{X}_0 \\ u \\ -R_0 \cos \beta_0 \\ -R_0 \sin \beta_0 \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \sum X_i \\ \sum t_i X_i \\ \sum X_i \cos \phi_i \\ \sum X_i \sin \phi_i \end{array} \right) \dots\dots\dots(8)$$

$$\left. \begin{aligned} \beta_0 &= \tan^{-1}(R_0 \sin \beta_0 / R_0 \cos \beta_0) \\ R_0 &= \sqrt{(R_0 \sin \beta_0)^2 + (R_0 \cos \beta_0)^2} \\ V &= R_0 \cdot \omega \cdot \pi / 180 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(9)$$

(e) Reach와 Advance

旋回半徑  $R_0$  가 決定되면 Reach 및 Advance는 다음과 같이 決定할 수 있다<sup>5)</sup>.

$$\left. \begin{aligned} \text{Reach} &= \bar{X}_0 - (V_0 + u)(t_1 - t_0) \\ \text{Advance} &= \bar{X}_0 - (V_0 + u)(t_1 - t_0) + R_0 \end{aligned} \right\} \dots\dots(10)$$

2. Z試驗에서 操縱性指數 算定

操縱性指數  $K$  및  $T$  의 算定方法은 다음 (11), (12) 式에 의한 計算方法으로<sup>1), 2), 8), 9)</sup> 구하여 진다.

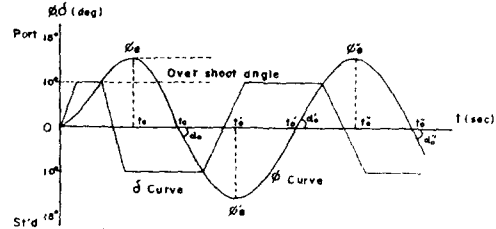


Fig. 3. Curves of Z test.

$$\left. \begin{aligned} \psi_e &= K\delta r t_e + K A_e \\ \psi_e' &= K\delta r t_e' + K A_e' \\ \psi_e'' &= K\delta r t_e'' + K A_e'' \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(11)$$

$$\left. \begin{aligned} T\psi(t_0) &= T \tan \alpha_0 = K\delta r t_0 + K A_0 \\ T\psi(t_0') &= T \tan \alpha_0' = K\delta r t_0' + K A_0' \\ T\psi(t_0'') &= T \tan \alpha_0'' = K\delta r t_0'' + K A_0'' \end{aligned} \right\} \dots\dots(12)$$

方 法

1. 試驗船의 要目 및 試驗條件

試驗船의 要目과 試驗時의 諸般條件은 Table 1 및 Table 2 와 같다.

Table 1. Principal particulars of experimental ship

Name of ship	M. S. Pusan 403
Kind of ship	Training ship
L O A	43.15 m
B. Md	7.00 m
D. Md	3.25 m
Draft	F. 1.90 m, A. 3.40 m
Gross tonnage	243.73 ton
Main engine	1000 ps/665 rpm
Max. speed	11.8 Kts.

Table 2. Trial condition of experimental ship and the sea

Trial area	Wando harbor
Depth	28 m
Wind force	2 (Beaufort wind scale)
Wind direction	SW
Speed of tide	1.5 Kts
Direction of tide	SE
Sea state	2
Distance between PAL	50m
Bearing of PAL	157°
Entry speed of ship	5.9 m/sec (rpm 665)
Entry direction of ship	±X Entry (PAL test) 300° (Z test)
Ship's Draft	F. 1.96 m, A. 3.80 m
Position of observation	Bridge
Ship's displacement	480 tons

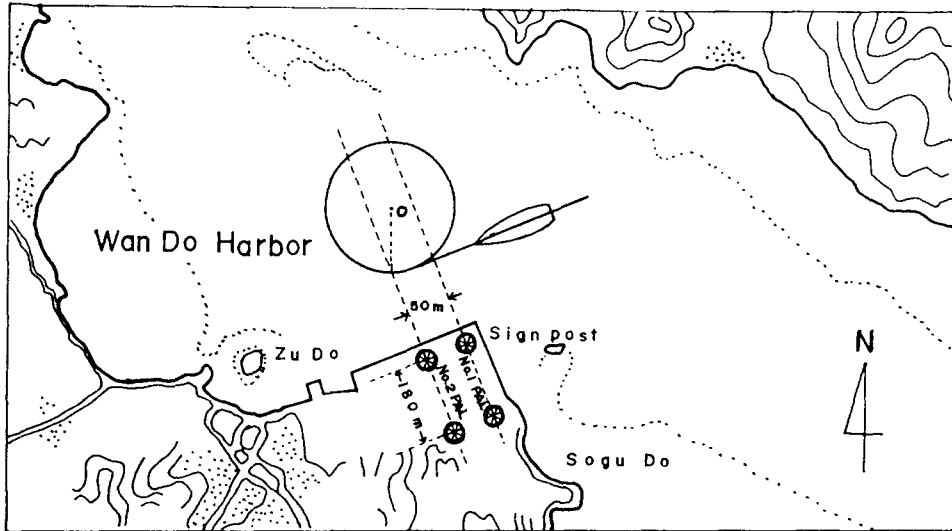


Fig. 4. Test conducted area.

## 2. 平行標柱線의 設置方法 및 試驗場所

平行標柱線은 길이 2.5 m, 직경 5 cm되는 鐵棒을 標柱로 하고 Fig.4와 같이 4개를 設置하여 제1, 2標柱線을 만들었다.

그리고 試驗을 行한 場所와 그 大略의 位置는 Fig.4와 같다.

## 3. 試驗方法

### (a) PAL 試驗

試驗船을 Fig.4에서와 같이 平行標柱線에 直角으로 進入시켜 제1平行標柱線을 通過時( $t_1$ )에 Stop watch를 作動시키고 同時に 轉舵命令을 내린다.

試驗船이 回頭를 始作하여 旋回하면 平行標柱線을 通過할 때 마다 그 순간의 時刻( $t_2, t_2, \dots$ )과 船首方位( $\theta_2, \theta_3, \dots$ )를 차례로 記錄한다.

本 試驗에서는  $\pm X$  進入을 舵角  $10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$ 로 各 行하였으며 每 旋回は 各 3회씩 行하였다.

### (b) Z 試驗

試驗船을 一定針路로 全速前進시켜 舵를 所定의 舵角에 이르도록 轉舵하면서 5秒간격으로 各時點의 船首方位를 記錄하고 船首回頭角이 所定舵角과 같아질 때의 時刻 및 主要時點의 時間, 船首方位, 舵角을 記錄한다.

本 試驗에서는 舵角  $10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$ 의 Z 試驗을 行하였다.

## 結 果

### 1. 平行標柱線을 利用한 PAL試驗

PAL 試驗에서 測定한 時刻( $t$ )과 船首方位( $\theta$ ), 標柱線까지의 距離( $a$ )는 Table 3과 같고 이들 값을 (6), (8), (9), (10)式에 代入하여 旋回諸特性值를 求한 후 舵角對 回頭角速度, 旋回半徑, 接線速度, 偏角, Reach, 速力低下와의 關係를 그림으로 나타내면 Fig. 5, 6, 7, 8, 9, 10과 같다.

Table 3. Numerical values measured from PAL test of experimental ship.

+ X 진입, 타각  $10^\circ$ , 기준방위 :  $157^\circ$

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t	0	9	113	124	226	236	338	349	453	463	563	573	679
$\theta$	247	252	431	459	579	599	806	824	935	953	1164	1187	1280
a	0	50	50	0	0	50	50	0	0	50	50	0	0

柳在春 · 金基允 · 金鍾華

+ X 진입, 타각 20°, 기준방위 : 157°

$i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$t$	0	10	52	67	109	125	168	184	227	242	287	305	348
$\theta$	247	261	428	470	582	612	801	836	936	970	1167	1207	1300
$a$	0	50	50	0	0	50	50	0	0	50	50	0	0

+ X 진입, 타각 30°, 기준방위 : 157°

$i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$t$	0	11	45	63	96	113	150	166	200	216	252	269	304
$\theta$	247	261	420	480	597	619	797	826	936	975	1168	1193	1313
$a$	0	50	50	0	0	50	50	0	0	50	50	0	0

- X 진입, 타각 10°, 기준방위 : 157°

$i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$t$	0	9	97	110	200	212	301	313	400	411	502	514	598
$\theta$	67	62	-102	-119	-283	-295	-455	-471	-637	-661	-814	-836	-987
$a$	50	0	0	50	50	0	0	50	50	0	0	50	50

- X 진입, 타각 20°, 기준방위 : 157°

$i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$t$	0	9	51	64	105	118	163	176	218	232	275	289	333
$\theta$	67	59	-82	-121	-268	-290	-440	-473	-628	-660	-799	-841	-993
$a$	50	0	0	50	50	0	0	50	50	0	0	50	50

- X 진입, 타각 30°, 기준방위 : 157°

$i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$t$	0	10	45	61	92	108	142	157	190	204	237	251	286
$\theta$	67	59	-73	-120	-248	-300	-450	-461	-623	-651	-801	-821	-1001
$a$	50	0	0	50	50	0	0	50	50	0	0	50	50

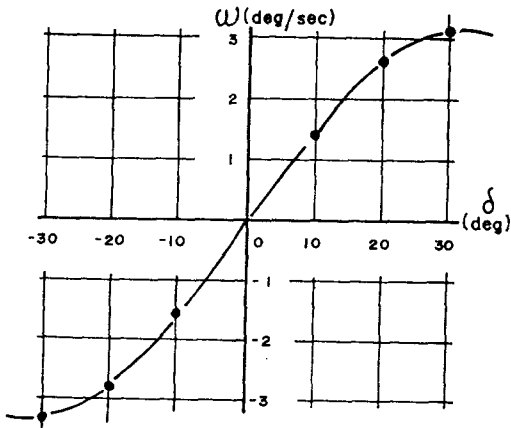


Fig. 5. Relation between rudder angle and angular velocity.

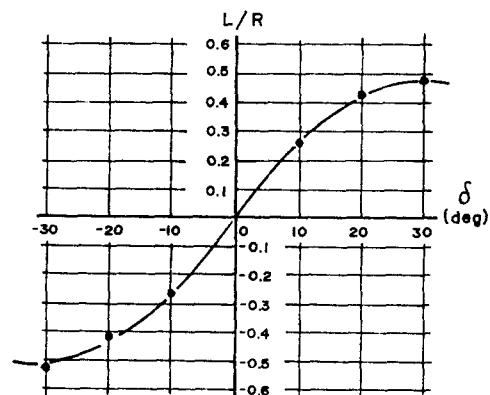


Fig. 6. Relation between rudder angle and turning radius.

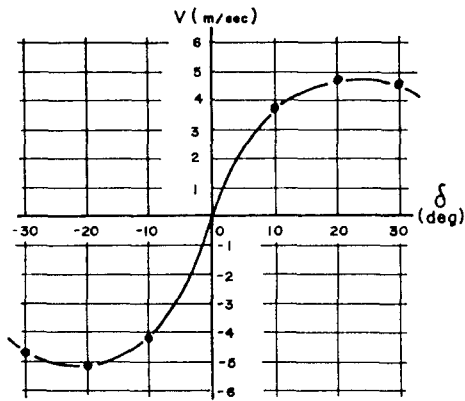


Fig. 7. Relation between rudder angle and tangent speed.

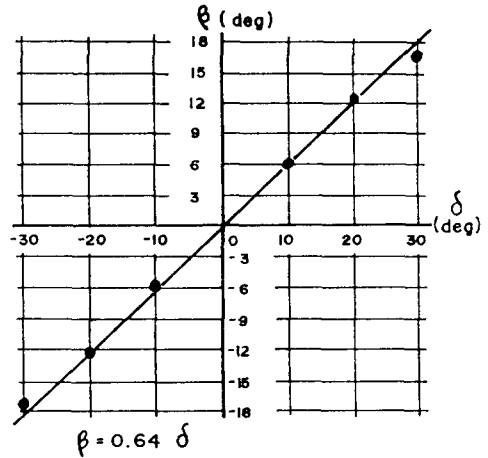


Fig. 8. Relation between rudder angle and drift angle.

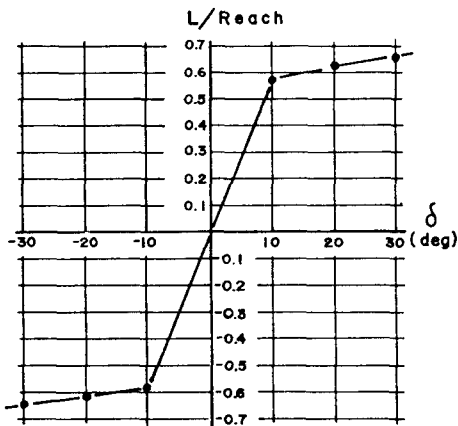


Fig. 9. Relation between rudder angle and reach.

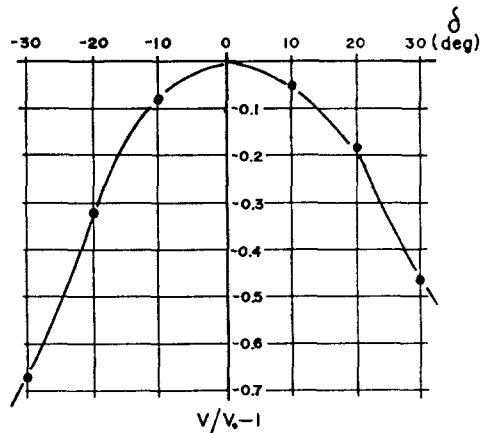


Fig. 10. Relation between rudder angle and decrease of ship's speed.

## 2. Z試驗 結果

Z試驗에서 測定한 數値는 Table 4 와 같고 이들을

그림으로 나타내면 Fig. 11과 같으며  $K$ ,  $T$ 의 計算結果는 Table 5와 같다.

Table 4. Numerical values measured from Z test of experimental ship.

10° Z Test

t	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
s. h	300	295	288	283	287	294	304	314	317	315	307	301	292	284	285	290
t	85	90	95	100	105	110	115	120								
s. h	298	305	313	315	311	303	299	298								
p. t. p	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>11</sub>	t <sub>12</sub>	t <sub>13</sub>	t <sub>14</sub>	t <sub>15</sub>	
t. i	4	14	17.5	20	21	32.5	38	45	45	59	66	70	72	73	86	

20° Z Test

t	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
s. h	298	287	272	261	264	270	289	305	322	335	337	330	318	302	285	268
t	85	90	95	100	105											
s. h	259	263	276	288	304											
p. t. p	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>11</sub>	t <sub>12</sub>	t <sub>13</sub>	t <sub>14</sub>	t <sub>15</sub>	t <sub>16</sub>
t. i	5	12	17.5	21	23	39	44	50	55	55	71	76	81.5	85	87	104

30° Z Test

t	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
s. h	293	285	265	234	234	238	256	276	300	319	340	356	358	348	330	308
t	85	90	95	100	105	110	115	120	125							
s. h	286	260	247	242	250	265	285	306	327							
p. t. p	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>11</sub>	t <sub>12</sub>	t <sub>13</sub>	t <sub>14</sub>	t <sub>15</sub>	t <sub>16</sub>
t. i	6	13	20.5	25	28	45	53	59	63	65	82	88	95	100	103	120

Table 5. Calculated maneuvering indices K, T and K', T' of experimental ship.

10° Z test				20° Z test				30° Z test			
K	T	K'	T'	K	T	K'	T'	K	T	K'	T'
0.167	4	1.187	0.563	0.170	6.2	1.208	0.872	0.152	5	1.081	0.703

$$K' = K \times (L/V), \quad T' = T \times (V/L)$$

## 考 察

### 1. 平行標柱線을 利用한 PAL試驗

(a) 舵角과 回頭角速度, 旋回半徑 및 接線速度와 의 關係

Fig. 5는 試驗船의 舵角變化에 따른 回頭角速度의 變化量을 나타낸 것으로서, 左右舵角에서 非對稱이 약간 나타나고 있으며, 그 變化量은 左舷舵角에서 크게 나타나 右舷舵角보다 左舷舵角의 舵効가 좋은 것을 알 수 있었다.

Fig. 6은 試驗船의 舵角變化에 따른 旋回半徑의 變化量을 나타낸 것으로서, 旋回半徑도 左右舵角에서 非對稱이 조금 나타나고 있다.

Fig. 7은 試驗船의 舵角變化에 따른 接線速度의 變化量을 나타내고 있는데, 左右舵角을 比較해보면 10° 舵角에서는 약간 差異가 있으나 20°, 30° 舵角에서는 거의 對稱을 이루고 있다.

(b) 舵角과 偏角 및 Reach와의 關係

Fig. 8은 試驗船의 舵角變化에 따른 偏角의 變化量을 나타낸 것으로서 偏角( $\beta$ )과 舵角( $\delta$ )은  $\beta = 0.64 \delta$  로 거의 正比例하며 變化되고 있음을 알 수 있었다.

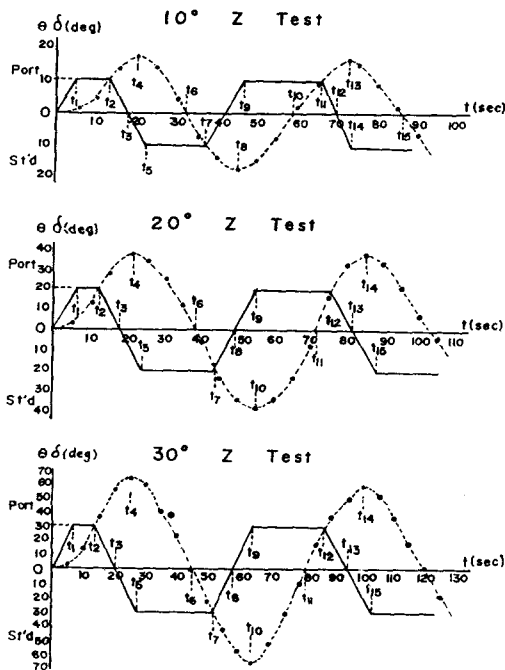


Fig. 11. Z test curves of experimental ship.

Fig. 9는 試驗船의 舵角變化에 따른 Reach 값을 나타낸 것으로서 試驗船의 경우 빨리 定常旋回에 達하여 비교적 舵効가 좋은 것을 알 수 있었다.

(c) 舵角에 따른 速力低下

Fig. 10은 試驗船의 舵角變化에 따른 旋回中の 速力低下를 나타낸 것으로서, 舵角 10°, 20°, 30°에서  $V/V_0-1$ 의 값이 右舷舵角에서는 0.04, 0.19, 0.47이고 左舷舵角에서는 0.09, 0.32, 0.68이 되어 大舵角에서 小量의 舵角變化에도 速力低下가 顯著하여 다른 船舶들 보다는 大舵角에서 舵効가 좋은 것을 알 수 있었고, 그 變化量은 左舷舵角이 더 크므로 左舷舵角의 舵効가 역시 良好함을 알 수 있었다.

2. Z試驗

(a) 操縱性指數 K 및 T

Table 5는 試驗船의 操縱性指數 K 및 T를 나타내고 있는데 各 舵角마다 比較해보면 追從性은 10° 舵角에서 가장 좋고 旋回性은 20° 舵角에서 가장 좋게 나타났다. 그리고 10° Z試驗에서 다른 種類船舶들의 一般的인 基準值<sup>9)</sup>와 比較해보면 K 및 T는 모두 다소 작다.

따라서 追從性은 좋으나 旋回性은 나쁘다는 것을 알 수 있었다. 이것은 Fig. 10의 PAL 試驗結果와 一致한다.

(b) 反轉舵에 의한 回頭의 惰性

Fig. 11은 試驗船의 Z試驗을 나타낸 曲線으로서, 回頭角曲線의 Over shoot angle을 보면 舵角 10°, 20°, 30° Z試驗에서 各各 8°, 19°, 37°가 되어 새 바다號<sup>9)</sup>의 6.5°, 13°, 20°보다 훨씬 크고, 또, 다른 船舶들의 基準值<sup>9)</sup>보다 커서 역시 試驗船의 旋回性은 나쁘다는 것을 알 수 있었다.

(c) Z試驗에서 一操作間의 距離

10° Z試驗에서 一操作間의 航走距離는 船體길이 의 5~11倍일때 操縱性能이 비교적 良好하다고 보고 있다<sup>9)</sup>.

그런데 試驗船의 경우는 一操作時間이 Fig. 11에서 59초가 되므로, 이 時間까지 航走距離는 船體길이 의 약 8.3배가 되어 試驗船의 操縱性能은 大體적으로 良好함을 알 수 있었다.

究하기 爲하여, 平行標柱線을 利用한 PAL 試驗과 Z試驗을 行한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. PAL 試驗結果에 의하면 回頭角速度, 旋回半徑, 接線速度의 變化量이 左右舵角에서 약간 非對稱적으로 나타났으며, 그 變化量들의 크기는 左舷舵角이 右舷舵角보다 더 커서 左舷舵角의 舵効가 좋은 것을 알 수 있었다.

2. PAL 試驗結果에 의하면 偏角( $\beta$ )과 舵角( $\delta$ )은 正比例하여 거의  $\beta=0.64\delta$ 로 變化되고 있음을 알 수 있었다.

3. PAL 試驗結果에 의하면 大舵角을 使用하였을 때는 小量의 舵角變化에도 速力低下가 顯著하여 大舵角을 使用하였을 때의 舵効가 매우 좋다는 것을 알 수 있었으며, 또한, 左舷舵角의 變化量이 右舷舵角의 變化量보다도 더 커서 左舷舵角의 舵効가 역시 良好함을 알 수 있었다.

4. 舵角 10°, 20°, 30° Z試驗에서 操縱性指數는 各各 K'가 1.187, 1.208, 1.081이고 T'는 0.563, 0.872, 0.703이 되어 旋回性은 20° 舵角이, 追從性은 10° 舵角이 가장 좋았다. 또한, 10° Z試驗에서 다른 種類船舶들의 一般的인 基準值와 比較하여 K' 및 T'가 모두 다소 작아 追從性은 좋으나 旋回性은 나쁘다는 것을 알 수 있었다.

5. 10° Z試驗에서 一操作間의 航走距離는 船體길이 의 약 8.3倍로서 操縱性 標準距離인 5~11倍 以内가 되므로 大體적으로 操縱性能이 良好하다고 볼 수 있었다.

文 獻

1. 野本謙作(1964): 船の操縱性. 日本造船學會, 操縱性シンポジウム, 8-22.
2. 西阪廣之助(1969): 運用と操船. 初板, p. 217-242, 成山堂, 東京.
3. 赤崎繁(1975): 船體旋回學, 初板, p. 93-116, 森文堂, 東京.
4. 藤井齊, 野本謙作(1970): 操縱性試驗法. 日本造船學會, 操縱性シンポジウム, 1-39.
5. 廣田實(1971): 新らし旋回圈試驗法とその實船實驗. 日本造船學會 論文集, 第129號, 111-118.
6. 明渡範次(1983): 基本航海力學. p. 234-251, 森木堂, 東京.
7. 日本海難防止協會(1976): 超大型船の操船の手引き. 2版, p. 25-35, 成山堂, 東京.

要 約

釜山水産大學 實習船 釜山 403號의 操縱性能을 研



柳在春·金基允·金鍾華

8. 大串雅信(1971): 理論船舶工學(下). p. 251, 海文堂, 東京.
9. 金基允(1979): “새바다”號의 操縱性能에 關한 研究. 韓水誌, 12(4), 209-215.
10. 杉原意義(1970): 理論運用學 (船體運動編). 再板, p. 86-116, 海文堂, 東京.
11. 岩井聰 (1977): 操船論. 初板, p. 12-50. 海文堂 東京.
12. 金基允(1978): 船體運動學的으로 본 衝突回避動作에 關한 研究. 漁業技術, 14(2), 97-112.