

해양조사선 참바다호의 조종성능에 관한 연구

안영수 · 배광민* · 장충식 · 정연수 · 강일권¹ · 김보연

경상대학교 해양산업연구소, 부경대학교 해양생산시스템관리학부¹

A study on the maneuverabilities of the marine research vessel CHARMBADA

Young-Su AN, Gwang-Min BAE*, Choong-Sik JANG, Yun-Soo JUNG,

Il-Kwon KANG¹ and Bo-Yeon KIM

Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

¹Department of Marine Production System Engineering, Pukyong National University,

Busan 608-737, Korea

This study was intended to determine the maneuverability of the vessel CHARMBADA. When the rudder angle was at 10°, 20° and 30°, the maximum advance by slow, half and full ahead were varied in the range of 523.6 – 131.3m, 528.8 – 177.2m and 530.6 – 219.7m, respectively. The maximum transfer was 799.9 – 181.3m, 792.1 – 232.8m and 807.7 – 316.9m, respectively. The turning circle ability was better during starboard turning. When the rudder angle was 10°, 20° and 30°, variation in the maximum advances was 392.0m, 245.0m and 153.0m. The maximum transfer was 528.0m, 339.0m and 218.0m, respectively based on the regression equations. As the rudder angle became bigger, the maximum advance or maximum transfer became smaller by the exponential function. The advance inertia took 127sec, 145sec, 181sec each until the vessel speed was 7.0knts, 12.0knts, 17.0knts. The static inertia took 245sec, 269sec, 300sec each until the vessel speed was under 2.0knts and the advance distance was 114.4m, 181.2m, 197.0m each. Accordingly, the static inertia was inclined to increase to scale according to the increase in vessel speed. For the CHARMBADA, the smaller the rudder angle was, the much bigger the turning circle became due to adhesion to the skeg, thereby lowering the vessel's turning ability.

Key words: Rudder angle, Maximum advance, Maximum transfer, Turning circle

*Corresponding author: 3710bae@hanmail.net, Tel : 82-55-640-3091, Fax : 82-55-648-0710

서 론

선박건조 기술의 발달로 선박은 대형화, 고속화 및 자동화되고 있으며, 이로 인하여 선박의 조선 및 조종 능력에 대한 전문성이 더욱 강하게 요구되고 있다. 특히 선박의 통행량이 많은 수역, 협수로, 주요 항로 및 항구 입출항시의 조선에서는 해상 교통량이 폭주함에 따라 항법 및 피항 조선도 매우 복잡해지고 해양사고도 빈번해지기 때문에 선박의 조종성능에 대한 정확한 정보에 근거한 조선이 필요하다.

선박이 항행 중 타선과의 충돌회피동작, 굴곡부 변침 및 접·이안 등 좁은 수역에서 회두를 해야만 하는 상황에서 조선자는 그 선박의 선회성, 추종성 및 정지타력 등에 대한 정량적인 파악과 조종성능 특성을 이해함으로써 안전하게 조선했을 수 있다.

선박에서 선회운동에 따른 선회권의 크기는 당시의 기상이나 해황 등 자연적인 조건과 선박의 길이와 폭, 깊이, 배수량에 의한 선형, 선속, 타각 등과 같은 선체운동에 직접 영향을 미치는 요인들에 의해 그 크기가 달라진다.

실습선을 이용한 선회, 속력, 타력 등의 해상 시험에 의한 조종성능 및 선미형상 변화가 저항 성능에 미치는 영향 등은 Kim et al. (1996), Jeong et al. (1998), Park (2001), An et al. (2005) 및 Choi (2004)에 의해서 보고 된 바 있으며, 그리고 선박의 선회권 및 타각과 선속에 따른 선회권 변화에 관해서는 Kim and Kim (1996), Chung and Seo (1997, 2004), Kim et al. (2005) 및 Lee (2005) 등에 의해 활발하게 연구되어 왔다.

또한 최근에는 선박의 대형화 및 고속화 추세에 따라 선미 선저부 및 Rudder에 부착되고 있는 skeg 설치에 따른 선미형상 변화폭의 분석을 통하여 선체의 저항 및 추진 성능에 미치는 효과에 대한 연구가 진행되고 있다 (Lee et al., 2004, Park et al., 2004). 이와 같은 선박의 조종성능과 선회권에 관한 여러 연구들이 있으나, 대부분 대형의 실습선을 이용한 연구들이며, 소

형선형의 해양조사선에 대한 국내 연구는 없는 실정이다.

현재 우리나라의 연구조사선에는 해양조사선 참바다호 (36ton)에 설치되어 있는 선저 돌출형 skeg를 부착한 선박이 없으며, 또한 skeg 부착에 따른 선박의 조종성능에 관한 연구도 없는 실정이다. 따라서 선저 돌출형 skeg가 부착된 해양조사선 참바다호의 타각, RPM (revolution per minute) 및 선속의 변화에 따른 선회권 변화 및 타력실험을 통한 조종성능 특성에 관한 연구가 필요하다.

선회권 측정 방법에는 부표 방위반법과 DGPS 측정법이 있으나, 부표방위법은 측정이 용이하다는 장점이 있는 반면에 측정 동안의 외력영향, 관측시의 시각지대 등에 의한 측정오차가 포함될 수 있어 신뢰성과 측위정도가 높은 것으로 조사된 DGPS 측정법이 주로 행해지고 있다 (Kim et al., 2005).

이 연구에서는 측위정도가 높은 DGPS 측정법을 이용하여 선회권의 변화를 측정하여 선박이 선회할 때 가장 많이 이용하는 최대중거와 최대 횡거 등에 대하여 분석하고 연안항해시에 충돌회피, 굴곡부 변침, 접·이안에 요구되는 정지 및 발동타력(惰力)에 대한 실선실험을 실시하여 해양조사선 참바다호의 조종성능을 분석·제시하였다.

재료 및 방법

이 실험에 사용한 시험선은 해양조사선과 트롤예망 실험을 할 수 있도록 건조된 경상대학교 해양조사선 참바다호 (36ton)를 이용하였으며, 제원은 Table 1에 나타낸 바와 같고, 일반배치도는 Fig. 1과 같다. 참바다호의 선체는 FRP 단판구조이고 쌍추진기 (twins rudder/twin propeller)에 선속증가와 횡요를 감소시키기 위하여 propeller shaft와 일치되게 선미 선저부 양현에 수직방향으로 돌출된 skeg (29,083.8cm²)가 부착되어 있다.

조종성능 실험은 2006년 4월 27일과 2009년 4월 30일 경상남도 통영시 비진도 근해 (Fig. 2)에

Table 1. Principal particulars of the marine research vessel CHARMBADA

Length (L.O.A)	23.14m
Length (L.B.P)	22.00m
Breadth (MLD)	4.70m
Depth (MLD)	2.18m
Draft	Fore 1.2 m After 1.7m
Gross tonnage	36ton
Speed (Trial max)	22knots
Main engine	600PS × 2100 rpm
Generator engine	55Kw × 1800 rpm
Fixed pitch propeller	850mm Diameter × 3 Blades
Turning direction of propeller	C.C.W

서 동일한 해상조건 (Table 2) 하에서 각각 2회의 실선실험을 실시하였으며, 풍향풍속은 풍향풍속계 (LS - D401HD) 로, 유향유속은 도플러 유속계 (P/N95A - 6007 - 00) 를 사용하여 조종성능 해상실험전, 후에 각각 측정하였다. 유향유속은 정선상태에서 5분간의 유향, 유속을 측정하여 평균치를 적용하였다.

해양조사선 참바다호의 타각과 선속의 변화에 따른 선회권 변화 및 타력을 측정하기 위하여 사

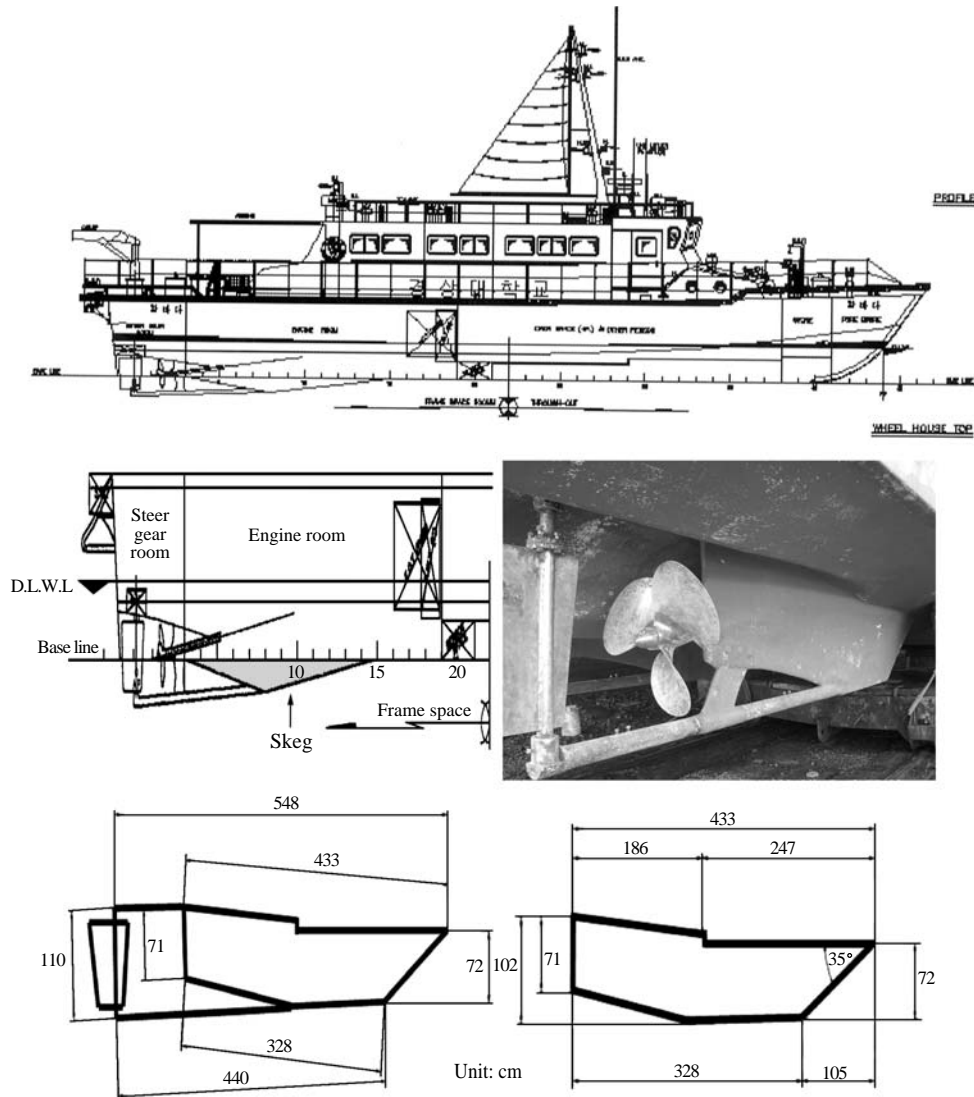


Fig. 1. Side view and skeg attached to the rear bottom of the R.V CHARMBADA.

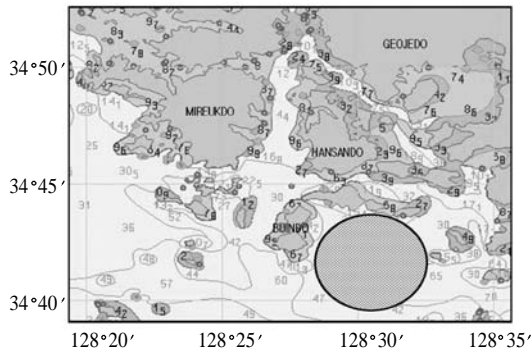


Fig. 2. Location of the experimental sea area.

Table 2. Sea condition of the experimental

Trial area	South sea area of Bijindo	
Depth	44m - 48m	
Wind direction	2006. 4. 27	240° - 250°
	2009. 4. 30	230° - 250°
Wind force	2006. 4. 27	2.5m/sec
	2009. 4. 30	2.2m/sec
Current direction	2006. 4. 27	30° - 40°
	2009. 4. 30	30° - 40°
Current speed	2006. 4. 27	0.1 - 0.3knts
	2009. 4. 30	0.1 - 0.3knts
Weather	2006. 4. 27	cloudy
	2009. 4. 30	blue sky

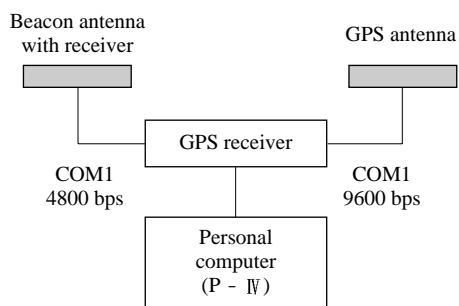


Fig. 3. Configuration of the DGPS data acquisition system.

용한 DGPS (NAVIS - 3700DF, Samyung ENC) 위치 데이터 수신시스템 및 GPS 수신기의 사양은 Fig. 3, Table 3 과 같다.

Table 3. Specification of the DGPS receiver and antenna

Item	Specifications
DGPS receiver	NAVIS - 3700DF
Frequency	L1, 1575.42 ± 1MHz (C/A code)
Channels	12 independent tracking channel
Receive channel & tracking satellite	12 channels & 12 satellites
Receive sensitivity	- 130dBm
Accuracy velocity	10m RMS (HDOP<2) (SA OFF)/ 0.1knots RMS (HDOP<2) (SA OFF)

Table 4. Specifications of the beacon receiver with antenna

Item	Specifications
Beacon receiver	NAVIS - 3700DF
Frequency	283.5 to 325.0kHz
Channel spacing	500Hz
Receive sensitivity	10uV/m

DGPS 위치 데이터 수신시스템은 실시간 정밀 측량용으로 이용되는 1주파수용 12채널 GPS 수신기 (Navis - 3700DF), 비콘수신기 (Navis - 3700DF) 및 퍼스널컴퓨터 (P - IV, socket 478)로 구성 하였다.

측정 방법

선회성능

타각과 선속의 변화에 따른 선회권 측정은 시험선 참바다호의 속력을 미속전진(RPM 980, 선속 7.0knts), 중속전진(RPM 1600, 선속 12.0 knts), 전속전진(RPM 2000, 선속 17.0knts)의 3 단계로 하였으며, 선회권 측정시의 타각은 10°, 20° 및 30°로 하여 각각 좌선회, 우선회를 실시 하였다.

DGPS 측위에 의한 선회권 측정은 DGPS 수신기를 이용하여 위성으로부터 수신되는 시험선의 위치를 매 1sec마다 personal computer에 저장하여 선회종거, 선회횡거, 선회경, 최중선회경, 최대종거 및 최대횡거 등을 구하였다.

타력시험

타력시험은 시험선의 속력을 미속전진 (RPM 980, 선속 7.0knts), 중속전진 (RPM 1,600, 선속 12.0knts), 전속전진 (RPM 2,000, 선속 17.0knts)의 3단계로 하였고, 측정은 DGPS 수신기를 이용하여 위성으로부터 수신되는 시험선의 위치를 매 1sec마다 personal computer에 저장한 후 분석하여 속력의 변화 및 소요 시간을 측정하여 시험선의 진출거리를 측정하였다.

발동타력 시험은 시험선이 정지 중 기관을 미속전진 (RPM 980), 중속전진 (RPM 1,600), 전속전진 (RPM 2,000)으로 했을 때 각각 7.0knts, 12.0knts, 17.0knts의 선속이 될 때까지의 속력의 변화, 소요시간 및 진출거리를 측정하였다.

정지타력 시험은 시험선이 미속전진

(7.0knts), 중속전진 (12.0knts) 및 전속전진 (17.0knts)의 속력으로 항주 중 stop engine 하였을 때 시험선의 선속이 2.0knts까지 감소되었을 때의 속력의 변화, 소요 시간 및 진출거리를 측정하였다.

결 과

선회권에 의한 조종성능

타각 10° 일 때의 선회권

시험선의 속력을 미속전진, 중속전진, 전속전진의 3단계로 하고 타각을 좌·우현으로 각각 10°로 하였을 때의 선회권은 크기는 Table 5 및 Fig. 4와 같다.

Table 5에서 타각을 10°로 하고 미속, 중속 및 전속전진일 때 최대종거는 각각 523.6m, 528.8m,

Table 5. The size of the turning circle by the rudder angle 10° with dead slow, half and full ahead

Item	Dead slow		Half		Full	
	Port	Starboard	Port	Starboard	Port	Starboard
Ad (m)	480.6	140.9	420.2	249.3	426.1	226.7
Ad (m)/Lbp	21.9	6.4	19.1	11.3	19.3	10.3
Tr (m)	412.1	181.3	418.4	207.4	430.4	217.2
Tr (m)/Lbp	18.7	8.2	19.0	9.4	19.5	9.8
Td (m)	710.8	415.2	790.2	457.1	806.5	496.7
Td (m)/Lbp	32.3	18.9	35.9	20.7	36.6	22.5
Fd (m)	888.8	276.2	712.3	370.7	713.1	432.2
Fd (m)/Lbp	40.4	12.6	32.3	16.8	32.41	19.6
Tr/Td	0.6	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4
Ad/Td	0.7	0.3	0.5	0.5	0.5	0.4
Fd/Td	1.3	0.7	0.9	0.8	0.8	0.8
Tr/Ad	0.9	1.3	1.0	0.8	1.0	0.9
Max. A d (m)	523.6	323.8	528.8	360.8	530.6	424.7
Max. Ad (m)/Lbp	23.8	14.7	24.0	16.4	24.1	19.3
Max. Tr	799.9	418.4	792.1	452.6	807.7	505.4
Max. Tr/Lbp	36.4	19.0	36.0	20.5	36.7	22.9
Max. Tr/Max. Ad	1.5 : 1	1.2 : 1	1.5 : 1	1.2 : 1	1.5 : 1	1.1 : 1
Port : Starboard	1.2 : 1		1.2 : 1		1.3 : 1	

Ad: Advance, Tr: Transfer, Td: Tactical diameter, Fd: Final diameter,
Lbp: Length between perpendicular, Max. Ad: Max. Advance, Max. Tr: Max. Transfer

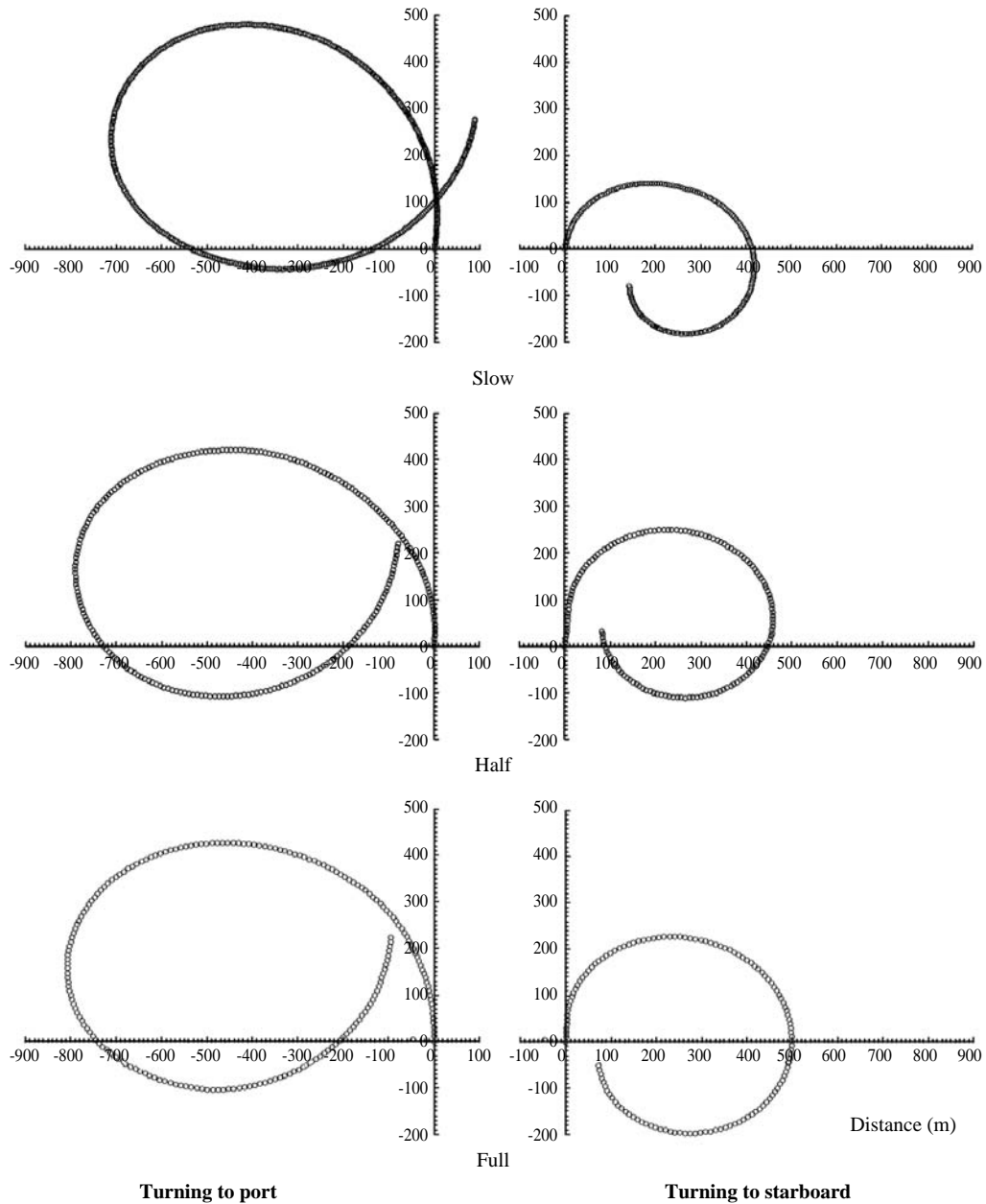


Fig. 4. The size of the turning circle by the rudder angle 10° with dead slow, half and full ahead.

530.6m이었고, 최대 횡거는 각각 799.9m, 792.1m, 807.7m로 나타났으며 좌선회시가 우선회시보다 선회권이 크게 나타났다.

미속전진 일 때 선회중거, 선회횡거 및 선회경의 크기는 우선회 및 좌선회시에 각각 수선간장의 6.4배, 21.9배와 8.2배, 18.7배 및 18.9배, 32.3

배로 선회경이 가장 크게 나타났고, 중속전진 일 때는 각각 11.3배, 19.1배와 9.4배, 19.0배 및 20.7배, 35.9배로 미속전진 시보다 더욱 크게 나타났으며 이러한 경향은 전속전진 시에도 거의 일치하여 선속이 증가할수록 종거, 횡거 및 선회경 등이 크게 나타나 일반적인 선박의 선회권 측정 결과에 비해 상반되게 나타났다.

타각 20° 일 때의 선회권

시험선의 속력을 미속전진, 중속전진, 전속전진의 3단계로 하고 타각을 좌·우현으로 각각 20°로 하였을 때의 선회권은 크기는 Table 6 및 Fig. 5와 같다.

Table 6에서 타각을 20°로 하고 미속 중속 및 전속전진 일 때 최대종거는 각각 230.7m, 234.7m, 237.2m이었고, 최대 횡거는 각각 294.5m, 325.8m, 333.5m로 나타났으며, 좌선회

시가 우선회시보다 선회권이 크게 나타났다.

미속전진 일 때 선회종거, 선회횡거 및 선회경의 크기는 우선회 및 좌선회시에 각각 수선간장의 5.2배, 7.5배와 4.5배, 4.9배 및 10.3배, 10.9배로, 중속전진 일 때는 5.4배, 7.1배와 4.6배, 6.8배 및 11.1배, 14.7배로 미속전진 시보다 더욱 크게 나타났으며, 이러한 현상은 전속전진 시에는 더욱 크게 나타나 선속이 증가할수록 종거, 횡거 및 선회경 등이 증가하였으며, 그리고 타각 20° 일 때의 선회권은 좌현 쪽이 큰 것으로 나타났다.

타각 30° 일 때의 선회권

시험선의 속력을 미속전진, 중속전진, 전속전진의 3단계로 하고 타각을 좌·우현으로 각각 30°로 하였을 때의 선회권은 크기는 Table 7 및 Fig. 6과 같다.

Table 6. The size of the turning circle by the rudder angle 20° with dead slow, half and full ahead

Item	Dead slow		Half		Full	
	Port	Starboard	Port	Starboard	Port	Starboard
Ad (m)	166.9	114.6	157.2	120.6	158.7	227.0
Ad (m)/Lbp	7.5	5.2	7.1	5.4	7.2	10.3
Tr (m)	109.8	100.9	150.9	103.0	151.7	143.5
Tr (m)/Lbp	4.9	4.5	6.8	4.6	6.9	6.5
Td (m)	240.4	227.8	324.7	245.6	331.5	305.0
Td (m)/Lbp	10.9	10.3	14.7	11.1	15.0	13.8
Fd (m)	348.4	157.6	298.9	236.7	308.5	251.9
Fd (m)/Lbp	15.8	7.1	13.5	10.7	14.0	11.4
Tr/Td	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Ad/Td	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.7
Fd/Td	1.4	0.6	0.9	0.9	0.9	0.8
Tr/Ad	0.6	0.8	0.9	0.8	0.9	0.6
Max. Ad (m)	203.7	177.8	234.7	218.5	237.2	233.0
Max. Ad (m)/Lbp	9.2	8.0	10.6	9.9	10.7	10.5
Max. Tr	294.5	235.6	325.8	247.8	333.5	306.1
Max. Tr/Lbp	13.3	10.7	14.8	11.2	15.1	13.9
Max. Tr/Max. Ad	1.4 : 1	1.3 : 1	1.3 : 1	1.1 : 1	1.4 : 1	1.3 : 1
Port: Starboard	1.0 : 1		1.2 : 1		1.0 : 1	

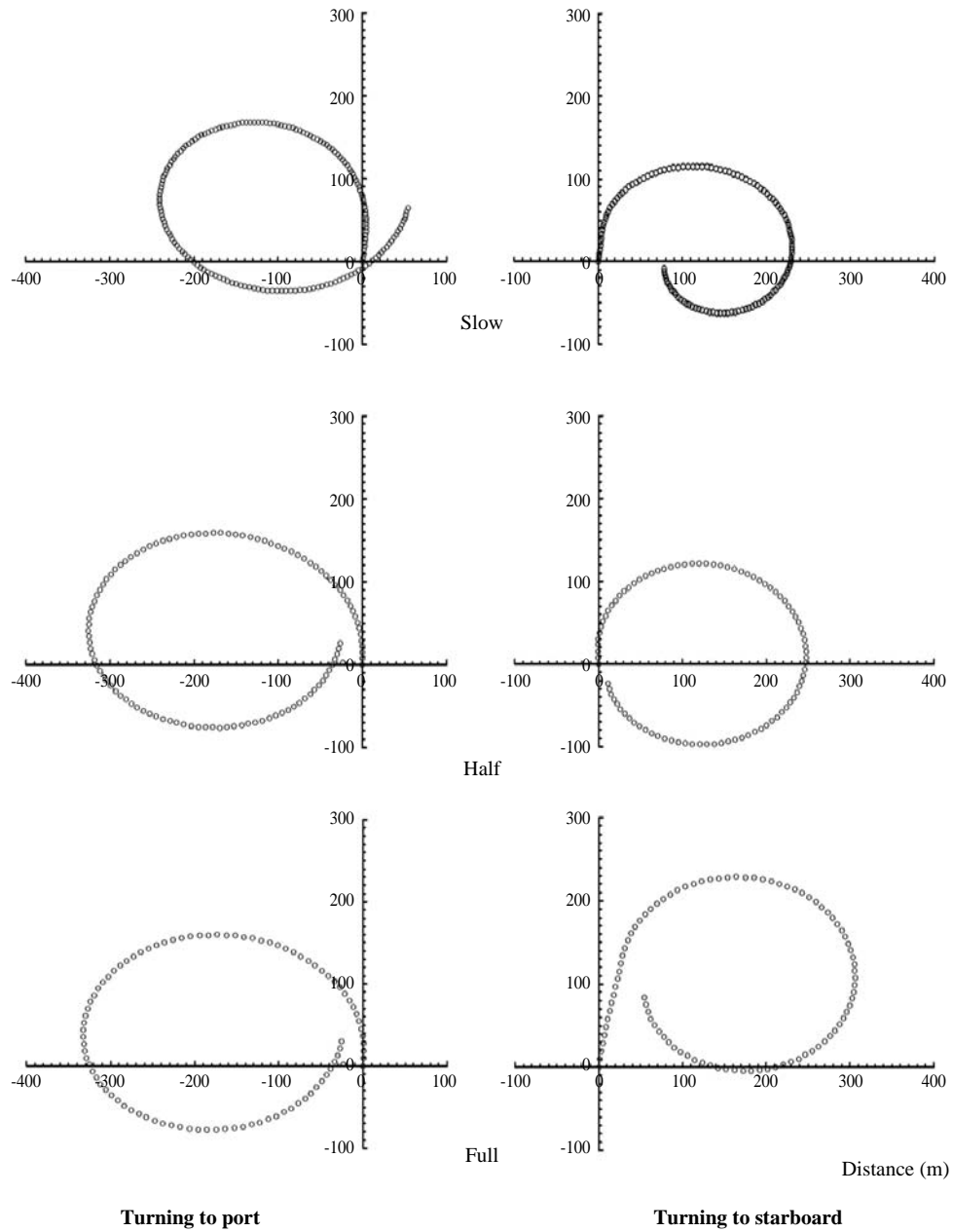


Fig. 5. The size of the turning circle by the rudder angle 20° with dead slow, half and full ahead.

Table 7에서 타각을 20° 로 하고 미속, 중속 및 전속전진일 때 최대종거는 각각 131.3m, 177.2m, 219.7m 이었고, 최대횡거는 181.3m,

232.8m, 316.9m로 나타났으며, 좌선회시가 우선회시보다 선회권이 크게 나타났다. 미속전진일 때 선회종거, 선회횡거 및 선회경

Table 7. The size of the turning circle by the rudder angle 30° with dead slow, half and full ahead

Item	Dead slow		Half		Full	
	Port	Starboard	Port	Starboard	Port	Starboard
Ad (m)	109.1	94.5	135.6	100.4	157.6	156.5
Ad (m)/Lbp	4.9	4.3	6.1	4.5	7.1	7.1
Tr (m)	65.6	79.1	86.1	89.0	139.6	104.5
Tr (m)/Lbp	2.9	3.6	3.9	4.0	6.3	4.7
Td (m)	155.6	178.9	213.7	220.8	324.5	245.0
Td (m)/Lbp	7.0	8.1	9.7	10.0	14.7	11.1
Fd (m)	206.7	118.3	250.9	183.9	277.5	245.0
Fd (m)/Lbp	9.4	5.3	11.4	8.3	12.6	11.1
Tr/Td	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Ad/Td	0.7	0.5	0.6	0.4	0.4	0.6
Fd/Td	1.3	0.6	1.1	0.8	0.8	1.0
Tr/Ad	0.6	0.8	0.6	0.8	0.8	0.6
Max. Ad (m)	131.3	135.8	177.2	181.1	219.7	206.7
Max. Ad (m)/Lbp	5.9	6.1	8.0	8.2	9.9	9.4
Max. Tr	181.3	182.4	232.8	222.8	316.9	246.9
Max. Tr/Lbp	8.2	8.2	10.5	10.1	14.4	11.2
Max. Tr/Max. Ad	1.3 : 1	1.3 : 1	1.3 : 1	1.2 : 1	1.4 : 1	1.1 : 1
Port: Starboard	1.0 : 1		1.0 : 1		1.2 : 1	

의 크기는 우선회 및 좌선회시에 각각 수선회시의 4.3배, 4.9배와 3.6배, 2.9배 및 8.1배, 7.0배로 나타났으며, 중속전진일 때의 4.5배, 6.1배와 4.0배, 3.9배 및 10.0배, 9.7배로 미속전진 시보다 더욱 크게 나타났으며, 이러한 경향은 전속전진 시에는 더욱 크게 나타나 전속이 증가할수록 종거, 횡거 및 선회경 등이 증가한 것으로 나타나 타각 20°일 때의 결과와 일치하였다.

타각에 따른 최대종거 및 최대횡거의 변화

이 실험에서 2회 측정된 자료를 이용하여 타각에 따른 최대종거와 최대횡거의 변화를 나타내면 Table 8과 같다. Table 8에서 타각 (x)이 10°, 20°, 30°일 때의 최대종거 (y)와 최대횡거 (y1)에 대하여 회귀식을 구한 결과는 식 (1) 및 (2)와 같다.

$$y = 628.12e^{-0.0471x} \tag{1}$$

$$y1 = 822.12e^{-0.0443x} \tag{2}$$

이들 식 (1), (2)의 상관계수도 각각 -0.8422, -0.7376으로 상관도가 높은 것으로 나타났으며, 타각이 커짐에 따라 최대종거와 최대횡거는 지수함수적으로 작아지는 것으로 나타났다.

타력시험에 의한 조종성능

발동타력

시험선이 정지 중 기관을 미속전진 (RPM 980), 중속전진 (RPM 1600), 전속전진 (RPM 2000)으로 했을 때 각각 7.0knts, 12.0knts, 17.0knts의 최대속력이 될 때까지의 속력의 변화, 소요 시간 및 진출거리를 측정된 결과는 Table 9 및 Fig. 7과 같다.

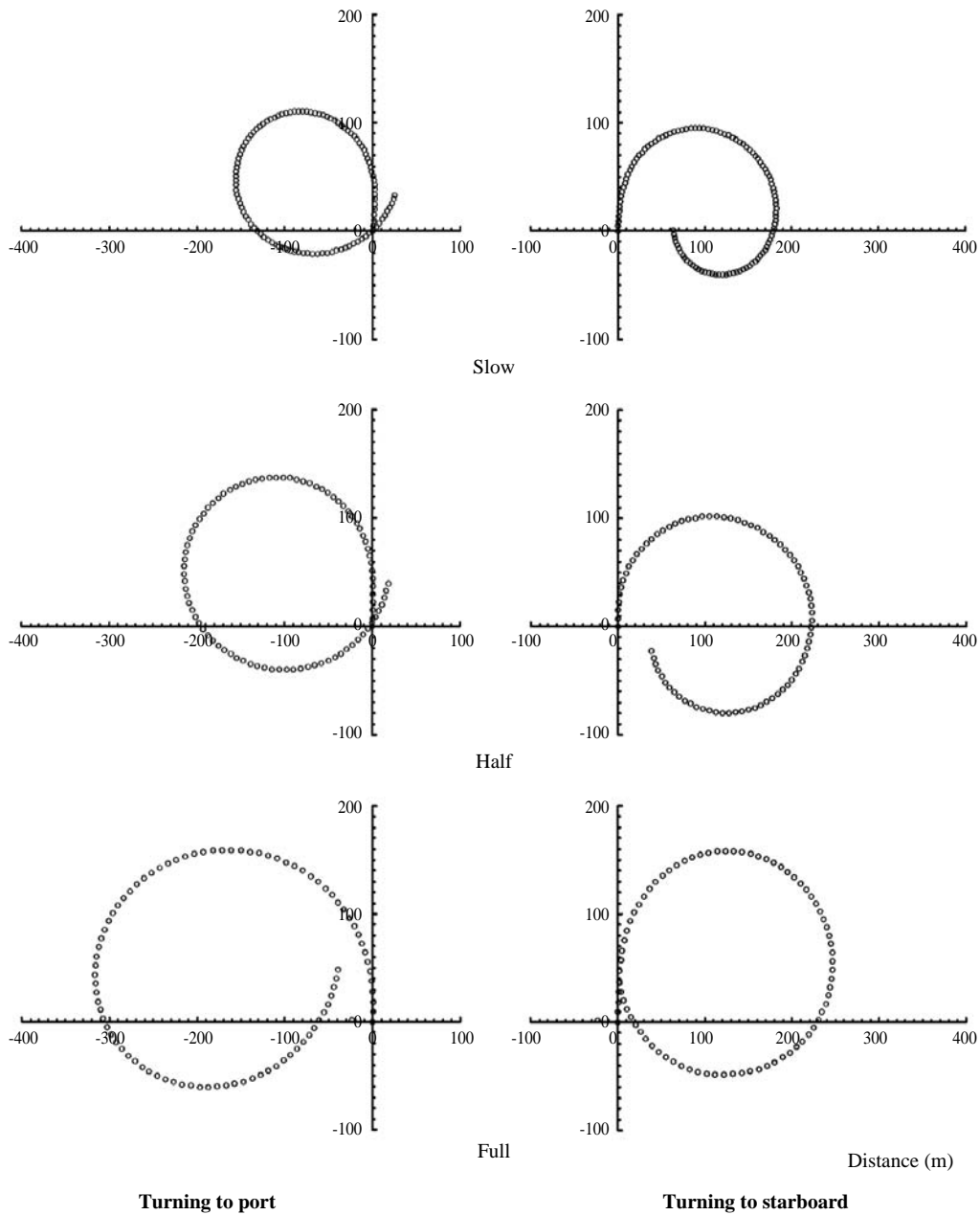


Fig. 6. The size of the turning circle by the rudder angle 30° with dead slow, half and full ahead.

Table 9에서 기관을 미속전진으로 할 때 최고 속력 7.0knts가 될 때까지의 소요시간은 127sec이며 진출 거리는 379.8m로 나타났으며, 중속전

진으로 할 때 최고속력 12knts가 될 때까지의 소요시간은 145sec이며 진출거리는 844.6m로 나타났다. 전속전진으로 할 때 최고속력 17knts

Table 8. Variation of maximum advance and transfer according to rudder angle

Rudder angle	Speed	Turning side	Max. Advance			Max. Transfer		
			Trial 1	Trial 2	Average	Trial 1	Trial 2	Average
10°	slow	Port	523.6	424.8	474.2	799.9	693.2	746.6
	45%	Stb'd	323.8	295.0	309.4	418.4	395.1	406.8
	half	Port	528.8	564.1	546.5	792.1	810.3	801.2
	65%	Stb'd	360.8	367.2	364.1	452.6	463.6	458.1
	full	Port	530.6	498.7	514.7	807.7	666.4	737.1
	85%	Stb'd	424.7	349.2	386.9	505.4	450.0	477.7
20°	slow	Port	203.7	170.4	187.1	294.5	244.6	269.6
	45%	Stb'd	177.8	156.9	167.4	235.6	213.2	224.4
	half	Port	234.7	222.9	228.8	325.8	301.3	313.6
	65%	Stb'd	218.5	215.4	216.9	247.8	270.9	259.4
	full	Port	237.2	248.2	242.7	333.5	317.6	325.6
	85%	Stb'd	233.0	210.4	221.7	306.1	270.8	288.5
30°	slow	Port	131.3	130.0	130.7	181.3	176.1	178.7
	45%	Stb'd	135.8	115.7	125.8	182.4	149.5	165.9
	half	Port	177.2	168.2	172.7	232.8	220.2	226.5
	65%	Stb'd	181.1	158.9	170.0	222.8	201.7	212.3
	full	Port	219.7	216.5	218.1	316.9	262.8	289.9
	85%	Stb'd	206.7	179.1	192.9	246.9	220.4	233.6

Table 9. The results of the measured advance inertia test

Item	Dead slow	Half	Full
Distance(m)	379.8	844.6	1,259.8
Time(sec)	127	145	181

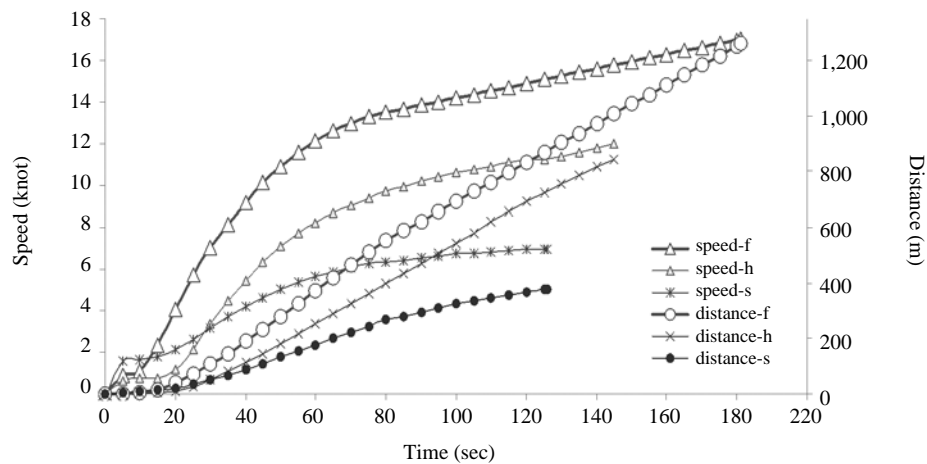


Fig. 7. The results of the measured advance inertia test.

가 될 때까지의 소요시간은 181sec이며 진출거리는 1,259.8m로 나타나 속력 (RPM)의 증가에 따라 소요시간 및 진출거리가 일정하게 증가하는 경향을 나타내었다.

정지타력

시험선이 미속전진 (7.0knts), 중속전진 (12.0 knts) 및 전속전진 (17.0knts)의 속력으로 항주 중 stop engine 하였을 때 시험선의 전속이 2.0knts까지 감속되었을 때의 속력의 변화, 소요 시간 및 진출거리를 측정한 결과는 Table 10 및 Fig. 8과 같다.

미속전진으로 항해 중에 기관을 stop engine 으로 조정후, 전속이 2.0knts로 감속될 때까지의 소요시간은 245sec, 진출거리는 114.4m이었으며, 중속전진으로 항해 중에 기관을 stop engine 한 후, 전속이 2.0knts로 감속될 때까지의 소요시간은 269sec, 진출거리는 181.2m로 나타났다. 전속전진으로 항해 중에 기관을 Stop engine 으로 조정후, 전속이 2.0knts로 감속될 때까지의

소요시간은 300sec, 진출거리는 197.0m로 나타나 전속의 증가에 따라 전속 2.0knts에 소요시간 및 진출거리는 일정한 비율로 증가하는 경향을 나타내었다.

정지타력 실험에서 선수 침로의 변화는 미속전진, 중속전진 및 전속전진의 경우 모두 동일하게 선미가 좌편향하면서 선수는 우현으로 3° 정도 편향되었다.

고 찰

선박의 조종성능 및 선회전에 관한 선행 연구에서 Park (2001)의 아라호 (990톤, 전장 68.5m)에 의한 해상실험에서는 선회중거리, 선회횡거리 및 선회경의 크기가 각각 196m, 194m, 190m로, Kim et al. (2005)의 가야호 (1,737톤, 전장 81.7m)에 의한 해상실험에서는 선회중거리 및 선회횡거리의 크기가 각각 653m와 780m로 나타났으나, 참바다호 (36톤, 전장 23.1m)는 소형선임에도 선회중거리, 선회횡거리 및 선회경의 크기가 각각 530.6m, 807.7m, 806.5m로 대형선 보다 매우 크게 나타났

Table 10. The results of the measured static inertia test

Item	Dead slow	Half	Full
Distance(m)	114.4	181.2	197.0
Time(sec)	245	269	300

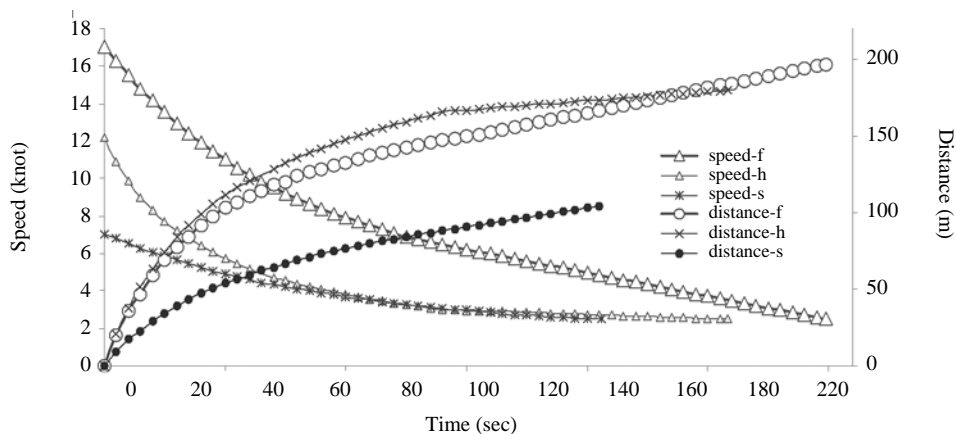


Fig. 8. The results of the measured static inertia test.

다. 또한 참바다호와 톤수가 같으며 FRP로 제작되고 skeg가 부착되지 않은 조사선 새바다21호(35.2톤, 전장 20.0m)는 좌선회 및 우선회시의 선회경이 각각 80m, 86m에 불과하였다.

이러한 결과는 참바다호는 쌍추진기(twin rudder/twin propeller)와 선미 선저부 아래 방향으로 양현에 수직방향으로 돌출된 skeg(면적: 29,083.7cm²)의 부착이 침로안정성, 선속증가 및 횡요감소에는 장점이 있으나, 선박의 선회운동시에는 선저로 돌출되어 있기 때문에 선미의 선회 축 방향에 강한 저항으로 작용함으로 인해 타력에 의한 선회성이 큰 폭으로 감소하여 선회권의 크기가 매우 크게 나타난 것으로 보아 선미형상변화에 따른 영향이라고 생각할 수 있었다.

일반적으로 single screw 선박의 경우 선회권은 screw의 회전방향으로 선회할 때 선회권이 크게 형성되며, 실선실험에 의한 선회권 선행 연구들에서도 종거, 횡거, 선회경 및 최종선회경의 크기가 우선회 쪽이 좌선회 보다 약간 크게 나타나는 것으로 분석(An et al., 2005)되었으나 참바다호의 경우에는 이와 반대의 결과가 나타났다.

또한 Kim et al. (2005)의 타각 10° 일 때 미속전진 및 전속전진 시에 우선회 할 때가 좌선회시보다 선회권의 크기가 다소 작게 나타나는 결과와는 동일하게 나타났으나, 참바다호의 경우에는 선회권의 크기가 미속전진일 때 좌선회시가 우선회시보다 2배 이상으로 과도하게 컸고, 타각 20°일 때는 거의 일치하였다. 이러한 결과에 대한 원인분석을 위해서 해상검증 실선실험을 수차례에 실시하였는데, 참바다호의 타각을 중립(midship, 00°)로 고정하고 미속전진, 중속전진, 전속전진 하였을 때 선미가 좌편향하면서 선수는 우현으로 다소 큰 폭으로 편향됨을 확인하였으며, 타각을 좌현 3°로 고정하여 조선했을 때 침로가 안정되면서 선수 보침이 정상적으로 이루어짐을 확인하였다. 따라서 참바다호의 조선회시에는 타각을 좌현으로 3°수정한 조선이 필요하며 특히, 타각 10° 이하로 조선했 때에는 선

회권의 크기를 고려한 조선이 필요하다. 또한 전방 이동거리 또는 횡방향의 이동거리를 단축하기 위하여서는 감속조선이 요구된다.

이 연구의 실선실험 결과로 볼 때 참바다호의 조선회시에는 선회권, 정지 및 발동타력을 감안한 선박조종이 필요하며, 상가를 통한 타각영점 조종, skeg의 좌우대칭 및 propeller shaft와 rudder post와의 일치 여부에 대한 정밀검증이 요구된다. 또한 향후 skeg의 영향에 대한 추가적인 검증 연구도 필요하다고 판단된다.

결 론

참바다호의 조종성능을 분석한 결과 타각을 10°로 하고 미속, 중속 및 전속전진일 때 최대종거는 각각 523.6m, 528.8m, 530.6m이었고, 최대 횡거는 각각 799.9m, 792.1m, 807.7m로 나타났으며, 타각이 20°일 때 최대종거는 각각 230.7m, 234.7m, 237.2m이었고, 최대 횡거는 각각 294.5m, 325.8m, 333.5m로 나타났으며, 타각이 30°일 때 최대종거는 각각 131.3m, 177.2m, 219.7m이었고, 최대 횡거는 181.3m, 232.8m, 316.9m로 나타났으며, 각각의 타각과 선속에서 우선회시보다 좌선회시에 최대의 크기로 나타났다. 선회권의 크기는 타각이 클수록 작게 나타났고 선속이 증가할수록 크게 나타났으며 우선회할 때 선회성능이 좋음을 알 수 있었다. 타각이 10°, 20°, 30°일 때 2회 측정에 따른 최대종거의 변화는 각각 392.0m, 245.0m, 153.0m이었고, 최대 횡거의 변화는 각각 528.0m, 339.0m, 218.0m로서 타각(x)이 커짐에 따라 최대종거(y)와 최대 횡거(y1)는 지수함수적으로 작아졌다. 발동타력은 선속 7.0knts, 12.0knts, 17.0knts가 될 때까지의 소요시간은 각각 127sec, 145sec, 181sec, 진출거리는 각각 379.8m, 844.6m, 1,259.8m로 나타났으며, 정지타력은 선속 2.0knts 이하로 감속될 때까지의 소요시간은 각각 245sec, 269sec, 300sec, 진출거리는 각각 114.4m, 181.2m, 197.0m로 나타나 선속의 증가

에 따라 일정한 비율로 증가하였다. 참바다호는 skeg의 부착으로 인해 타각이 작을수록 선회권의 크기가 크고 선회성이 낮은 것으로 분석되어 선회권의 크기와 조종성능을 고려한 조선이 요구된다.

참고문헌

- An, Y.S., I.K. Kang, H.S. Kim, J.C. Kim, M.S. Kim, H.J. Jo, and C.K. Lee, 2005. A study on the manoeuvrability of T/S SAEBADA by real sea trials. J.Korean Soc. Fish. Tech., 41 (4), 289 - 295.
- Chung H.K. and M.S. Seo, 1997. Measurement of turning circle of M/V HAERIM by the GPS. Bulletin of the Institute of Fisheries Science, Kunsan National University, 13, 35 - 42.
- Choi, Y.J., 2004. An experimental study on the effect of L/B ratio and stern end form to the resistance characteristics for planing boat. Chosun University Press., 13 - 18
- Chung H.K. and M.S. Seo, 2004. Measurement of turning circle of M/V HAERIM by the GPS. Bulletin of the Institute of Fisheries Science, Kunsan National University, 3, 491 - 498.
- Jeong, H.S., K.Y. Kim and M.S. Kim, 1998. A study on the maneuverabilities of the training ship M.S. GALMAEGI NO.2. J.Korean Soc. Fish. Tech., 34 (4), 366 - 372.
- Kim, Y.J. and J.S. Kim, 1996. A study on the ship's maneuverabilities by turning test. Yosun Nat'l Fish. Univ., 10, 1 - 11.
- Kim, M.S., H.O. Shin, K.M. Kang and M.S. Kim, 2005. Variation of the Turning circle by the rudder angle and the ship's speed - mainly on the training ship KAYA - . J.Korean Soc. Fish. Tech., 41 (2), 156 - 164.
- Lee, Y.Y., S.H. Van, C.J. Lee, J.S. Park, and N.J. Park, 2004. Comparison test on the resistance and the self-propulsion performance of single and twin-skeg hull forms. Proceedings of the Annual Autumn Meeting, SNAK, Sancheong, 245 - 246.
- Lee, G.M. and J.S. Oh, 2005. The effect of the speed of a ship on her turning circle. Hong-ik faculty Journal, 15, 509 - 517.
- Park, M.H., 2001. A study on the maneuverabilities of the training ship M.S A-RA, Jeju National University Press., 1 - 33.
- Park, I.R., W.J. Kim, and S.H. Van, 2004. Grid generation and flow analysis around a twin-skeg container ship. Journal of the Society of Naval Architects of Korea, 42 (1), 15 - 22.

2009년 11월 5일 접수

2010년 1월 12일 1차 수정

2010년 1월 23일 2차 수정

2010년 2월 5일 3차 수정

2010년 2월 5일 수리