

실습선 한바다호의 운항성능에 관한 연구(Ⅲ)

- 실선시험을 통한 조종성능 평가 -

정창현* · 이형기** · 공길영†

*한국해양대학교 한바다호 일등항해사, †, **한국해양대학교 교수

A Study on the Ship's Performance of T.S. HANBADA(Ⅲ)

- The Evaluation of Maneuvering Performance with Actual Ship Trials -

Chang-Hyun, Jung* · Hyong-Ki, Lee** · Gil-Yong, Kong†

*Chief Officer, T/S HANBADA, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

†, **Professor, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 실습선 한바다호에 설치된 선박 조종성능 계측 시스템을 이용하여 타각, 선회방향, 속력 등 다양한 조건으로 수차례에 걸쳐 선회시험을 실시하였다. 이를 바탕으로 선회권, 조종성 지수, 신침로 거리 등을 산출하여 상호 비교하였고, 그 결과 IMO 조종성 기준(Maneuvering standards)을 잘 만족하고 있음을 확인하였다. 실습선 한바다호는 좌현으로 선회하는 경우 모든 타각에서 선회권이 작게 측정되었고, 타 선박과 비교하여 선회성 지수(K)와 추종성 지수(T)가 상대적으로 크게 나타났다. 따라서 선회과정에서 선회경은 다소 작아질 수 있으나, 전진거리가 길어질 수 있으므로 전방의 위험물 회피에 주의가 요구된다. 또한, 신침로가 30°~90°인 경우 신침로거리는 125m~300m로 측정되었다. 이러한 결과는 충돌회피와 항내조선 및 협수도 항해 시 선박을 보다 안전하게 조선하는데 매우 중요한 지표가 될 것으로 판단된다.

핵심용어 : 선박 조종성능 계측 시스템, 선회권, 조종성 지수, 신침로 거리, 조종성 기준, 충돌회피

Abstract : Various turning tests were carried out according to the rudder angle, turning direction, and the speed etc. with the ship's maneuverability measuring system on the training ship HANBADA. After that they were compared with each other on the turning circle, maneuvering performance index and the distance of new course, and then found out that they were satisfied with the IMO maneuvering standards. And the turning circles of port were smaller than those of starboard with all the rudder angles and maneuvering indexes such as K and T were relatively bigger than other vessels. Also, the distance of new course was measured to 125~300m in case of the new course on 30°~90°. All of these results will be helpful to escape from collision and to alter course on coastal voyage.

Key words : Ship's maneuverability measuring system, Turning circle, Maneuvering performance index, Distance of new course, Maneuvering standards, Escape from collision

1. 서 론

해양안전심판원에서 제공하는 2002~2006년까지의 5년간의 해양사고 통계자료를 살펴보면, 상선에서의 사고는 충돌사고가 76%로 가장 높게 나타나고 있다. 그 원인으로는 경계소홀이 48%로 가장 큰 비중을 차지하고, 그 다음으로는 항행법규 위반(25%) 그리고 조선부적절(5%) 순이다. 또한, 길이 90m 이상 되는 선박들 중에서 약 5%는 매년 충돌사고를 경험하며, 이 중 약 80%는 다른 선박과의 충돌사고인 것으로 조사되었다(Samuelides et al., 1984).

이와 같이 해양사고의 많은 부분을 충돌사고가 차지하고 있으며, 특히 유조선에서의 충돌사고는 인명에 대한 위협뿐만 아니라 막대한 재산과 심각한 환경오염을 유발하여 엄청난 피

해를 초래하기도 한다.

1990년대 초반부터 국제해사기구(IMO)에서는 조종성 기준(Maneuvering Standards)을 제정하여 조종성이 불량한 선박의 운항을 금지해 왔으며, 조선현장에서는 초기설계 시 조종성능을 추정하여 보다 우수한 성능을 가진 선박을 건조하려는 노력을 꾸준히 진행해 왔다(이 등, 1995).

최근에는 조종성능을 충돌회피 조선에 적용하여, '선박의 충돌회피를 위한 자동제어에 관한 연구'(이 등, 2002)뿐만 아니라 선박조종 성능과 속력을 고려하고 충돌회피동작을 신속하게 검토하여 의사결정을 지원하는 '속력을 고려한 선박 충돌회피지원 프로그램 개발에 관한 연구'(양, 2007)도 진행되고 있다.

조종성능 추정 방법으로는 자유항주시험을 수행하여 직접

* 대표저자: 정창현(중신회원), hyon@hhu.ac.kr 051)410-4206

** 중신회원, hk@hhu.ac.kr 051)410-4201

† 교신저자: 공길영(중신회원), gykong@hhu.ac.kr 051)410-4273

조종성능을 판단하는 방법과 유체력 계수를 구하여 컴퓨터 시뮬레이션을 행하는 방법이 있다. 하지만, 보다 정확한 자료는 실제 해상에서 운항해 봄으로써 조종성능이 좋고 나쁨을 직접 느끼는 것이다.

따라서, 본 논문에서는 실습선 한바다호를 대상으로 수차례의 선회시험을 실시하여 조종성능을 분석·정량화하였다. 이러한 결과는 충돌회피 조선을 하는데 있어 선박운항자(선장 또는 항해사)에게 큰 도움을 줄 것으로 판단된다.

2. 선박의 제원 및 조종성능 계측 시스템

2.1 실습선 한바다호의 제원

실선 시험 대상인 한바다호는 한국해양대학교의 실습선으로서, 선박 조종성능 계측 시스템(Ship's Maneuverability Measuring System), 선체응력 감시 시스템(Hull Stress Monitoring System), 엔진성능 측정 시스템(M.I.P & Ship Performance System), 배기가스 분석 시스템(Emission Analyzer System) 등 다양한 연구시설이 설치되어 있다. Table 1은 한바다호의 주요 제원을 나타내고, Fig.1은 Body Plan을 나타내고 있다. 또한, Table 2에서는 선회시험 당시의 조건을 나타낸다.

Table 1 General Particulars

ITEMS	DIMENSIONS
Ship's Name	HANBADA
Builder	STX Shipbuilding Co.,Ltd.
Length Overall(LOA)	117.20 m
Length Between Perpendiculars(LBP)	104.00 m
Breath(B)	17.80 m
Mean Draft(Full Loaded Condition)	5.915 m
Maximum Speed	19.0 kts
Service Speed	17.5 kts
Main Engine MCR(100%)	8,130 BHP×176 RPM
Main Engine NCR(85%)	6,910 BHP×167 RPM
Complement	246 persons
Gross Tonnage	6,686 ton
Displacement(Full Loaded Condition)	6,434.6 ton
Block Coefficient(Cb)	0.5719 at 5.915 m
L.C.G(Full Loaded Condition)	-1.955 m
V.C.G(Full Loaded Condition)	6.551 m
GM(Full Loaded Condition)	2.360 m

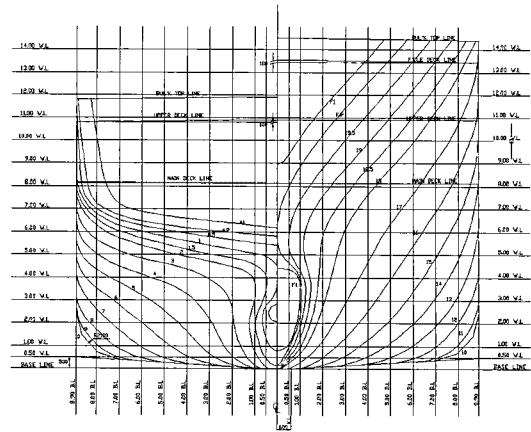


Fig. 1 Body Plan of T.S. HANBADA

Table 2 Ship's Condition on Turning Test

Date Items	2005. 11. 18	2007. 5. 20	2007. 5. 29
Displacement (ton)	5529	6125	5846
Draft(F/M/A) (m)	4.6/5.3/5.8	5.3/5.7/6.1	5.3/5.5/5.7
Trim (m)	1.2	0.8	0.4
C _b	0.549	0.563	0.556
Beaufort Scale	3	3	3
Depth (m)	110	65	60

2.2 선박 조종성능 계측 시스템

실습선에 설치된 선박 조종성능 계측 시스템은 컴퓨터에 설치된 해당 프로그램을 실행함으로써, 항해 중 본선의 각종 항해 기기(GPS, Speed Log, RPM, Gyro Compass 등)로부터 신호를 받아 신호변환장치(Sea Trial Navigational Interface System, Korea Comtronics Co., Ltd 제작)를 통하여 신호를 변환하고, 프로그램(Sea Trial Test[Report] System)을 통하여 분석 및 출력하는 시스템이다. 본선의 시운전 자료(Result of Sea Trial)도 이를 이용하여 작성되었고, 그 내용으로는 Speed trial, Turning circle test, Crash stop test, Inertia stop test, Zig-zag test, Spiral maneuver test 등이 있다. Fig.2는 Bridge에 설치된 선박 조종성능 계측 시스템이다.

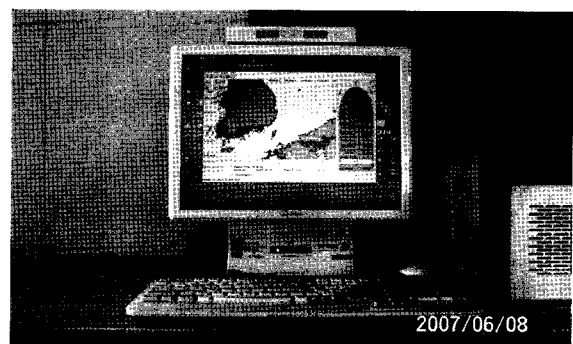


Fig. 2 Ship's Maneuverability Measuring System

3. 실습선 한바다호의 조종성능

선회시험은 2007년 5월 20일과 29일 두 차례에 걸쳐서 실시하였으며, 20일은 우현(Starboard)으로 타각 35°, 20°, 10°의 선회시험을 실시하였고, 29일은 좌현(Port)으로 타각 35°, 20°, 10°의 선회시험을 실시하였다. 이러한 선회시험 자료와 함께 인수 직전 실시한 시운전 선회시험 자료를 취합하여 몇 가지 비교분석을 실시하였다.

3.1 실습선 한바다호의 선회운동

타를 돌리는 시점부터 선수각이 해당 타각에 도달할 때까지 걸리는 시간을 초기 선회 시간(Initial Turning Time)이라 하고, 이는 초기 선회능력을 나타내는 척도로 사용된다. IMO 조종성 기준에서는 그 기준이 항적(Path Length)으로 표시되어 있고, 그 값은 10° 타각을 주었을 때 선박이 실제로 항주한 거리가 선박길이의 2.5배미만으로 규정되어 있다. Table 3에서는 한바다호의 초기 선회 시간을 나타내는데, 10° 타각에서 뿐만 아니라 35° 타각에서도 2.5L을 넘지 않아 IMO 기준을 잘 만족하고 있다. 속력이 빠른 경우에 해당 타각까지 선회하는데 걸리는 시간은 짧게 측정되었으나 이동 거리로 환산하여 계산해 본 결과 거의 비슷하였으며, 또한 타각이 커질수록 선회각속도는 커지나 해당타각까지 선회하는데 걸리는 시간은 더 길어짐을 알 수 있었다.

Table 3 Initial Turning Time of T.S. HANBADA

Rudder Angle		5°	10°	20°	35°
Item	Time to arrive Rudder Angle (sec)	2	3	6	10
Initial Turning Time (sec)	16.5kts	21	22	26	28
	13.0kts	26	28	34	36
Path Length (m)	16.5kts	178(1.71L)	186(1.79L)	221(2.13L)	230(2.21L)
	13.0kts	174(1.67L)	187(1.80L)	227(2.18L)	240(2.30L)

Table 4에서는 인수 직전 실시한 35° 선회 시운전 자료와 2007년 5월 20일과 29일 두 차례에 걸쳐 실시한 선회시험을 비교한 것이다. 좌현(Port)으로 선회한 경우가 우현(Starboard)으로 선회한 경우보다 선회권이 작게 나타났으며, Table 5와 6에서 보면 이 값은 타각이 작아질수록 더욱 더 커져감을 알 수 있었다. 그 이유는 프로펠러 회전으로 인한 횡압력의 관계로 프로펠러 회전쪽의 선미가 회전 반대방향으로 치우쳐짐에 따라 선수가 회전방향으로 치우치는 경향이 생기므로 선회권이 작아진 것으로 판단된다. 또한, 12.6kts로 속력이 작은 경우가 17.6kts로 속력이 큰 경우보다 작게 나타났다.

선회권의 크기에 영향을 주는 요소로는 방형비척계수(C_b), 트림, 흘수, 수면하 형상, 수심 그리고 속력 등이 있으며, 타선박과의 충돌상황이 아닌 전방의 장애물을 피하는 상황에서

는 속력을 낮추고 좌현으로 전타하는 것이 보다 유리할 것으로 판단된다.

Table 4 Turning Test of T.S. HANBADA(35°)

Item	Rudder Angle	Port 35°		Stb'd 35°	
	Sea trial	Measurement	Sea trial	Measurement	
Speed(Initial/End) (kts)	17.6/6.0	12.9/5.9	17.5/6.8	12.3/5.9	
Advance (m)	329(3.2L)	294(2.8L)	311(3.0L)	302(2.9L)	
Transfer (m)	195(1.9L)	196(1.9L)	193(1.9L)	190(1.8L)	
Tactical Diameter (m)	374(3.6L)	325(3.1L)	407(3.9L)	368(3.5L)	

Table 5~6 및 Fig.3~6에서는 우현과 좌현으로 각각 선회 시 타각별(10°, 20°, 35°) 선회권의 크기를 측정하여 비교하였고, 또한 선회를 완료하는데 소요되는 시간을 측정하였다. 타각이 35°에서 10°로 작아져감에 따라 좌현과 우현의 선회권의 차이가 각각 43m, 78m 그리고 129m로 점점 큰 차이를 보이며, 타각 35°로 선회하였을 경우가 타각 10°로 선회하였을 경우보다 선회권의 크기가 1/2 정도 감소하고, 완전히 선회를 완성하는데 걸리는 시간도 상당히 줄어들며, 또한 속력감소도 큰 차이를 보이고 있다.

Table 5 Turning Test of T.S. HANBADA(starboard side)

Rudder Angle		Stb'd 10°	Stb'd 20°	Stb'd 35°
Item	Speed(Initial/End) (kts)	12.3/10.3	12.5/8.6	12.3/5.9
Time of Turning (m-s)		8'-07"	5'-56"	5'-03"
Advance (m)		516(5.0L)	425(4.1L)	302(2.9L)
Transfer (m)		421(4.0L)	250(2.5L)	190(1.8L)
Tactical Diameter (m)		781(7.5L)	528(5.1L)	368(3.5L)

Table 6 Turning Test of T.S. HANBADA(port side)

Rudder Angle		Port 10°	Port 20°	Port 35°
Item	Speed(Initial/End) (kts)	13.0/9.4	13.0/8.0	12.9/5.9
Time of Turning (m-s)		7'-11"	5'-38"	4'-53"
Advance (m)		484(4.7L)	408(3.9L)	294(2.8L)
Transfer (m)		351(3.4L)	246(2.4L)	196(1.9L)
Tactical Diameter (m)		652(6.3L)	450(4.3L)	325(3.1L)

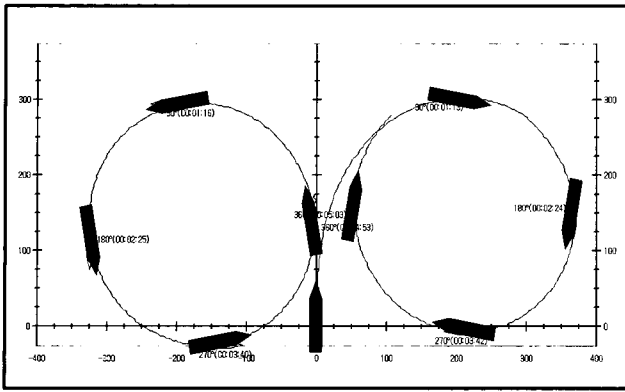


Fig. 3 Turning Circle of T.S. HANBADA(R/A 35°)

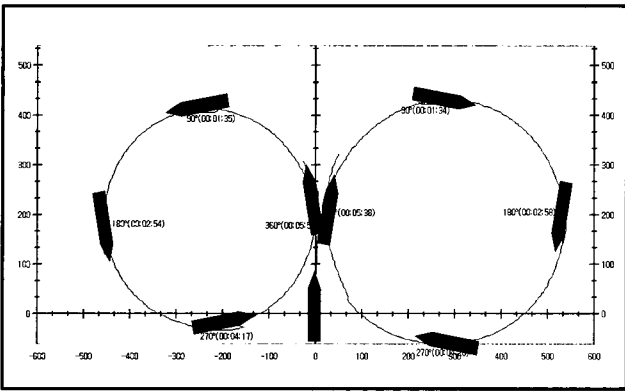


Fig. 4 Turning Circle of T.S. HANBADA(R/A 20°)

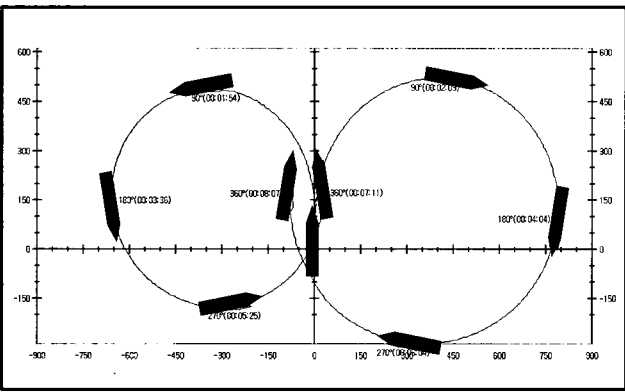


Fig. 5 Turning Circle of T.S. HANBADA(R/A 10°)

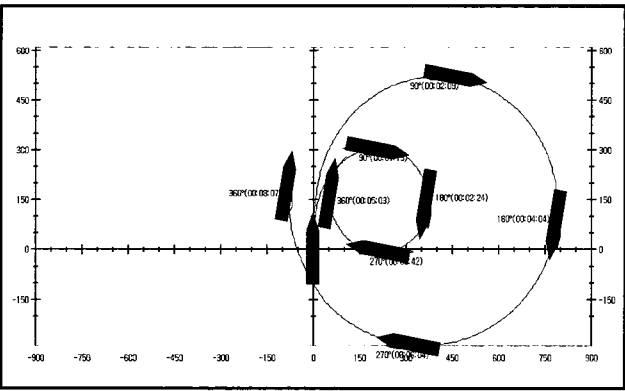


Fig. 6 Turning Circle of Starboard Side(10°-35°)

Table 7 Turning Test of T.S. HANBADA

Test	Items	IMO Standards	Maneuvering of HANBADA	
Turning ability	+35° rudder angle	Advance	4.5L	2.9L/3.0L
		Tactical Diameter	5.0L	3.5L/3.9L
	-35° rudder angle	Advance	4.5L	2.8L/3.2L
		Tactical Diameter	5.0L	3.1L/3.6L
Yaw checking & Course keeping ability	10°/10° Zig-Zag	First overshoot angle	10.0°	9.0°
		Second overshoot angle	25.0°	12.0°
	20°/20° Zig-Zag	First overshoot angle	25.0°	17.6
Initial Turning ability	+10° rudder angle	Path Length	2.5L	1.79L
	-10° rudder angle	Path Length	2.5L	1.79L
Stopping ability	Crash astern	Track reach	15.0L	13.3L

Table 7은 실습선 한바다호의 다양한 선회시험 결과를 종합하여 나타낸 것으로, 실습선 한바다호는 IMO에서 제시하고 있는 조종성 기준을 잘 만족하고 있음을 알 수 있다.

3.2 실습선 한바다호의 조종성 지수

조종성 지수를 산출하기 위한 실험은 2007년 5월 29일 선회 시험을 하면서 실시하였으며, 실험방법은 일정침로를 유지하다가 해당 타각(δ)을 명령하고, 한 사람은 시작과 동시에 초시계를 가지고 1분까지는 2초 간격, 그 이후로는 5초 간격으로 알리고, 다른 사람은 그 때의 선수각(Heading)을 기록하였고, 또 다른 사람은 조타 구령 후 몇 초만에 해당 타각에 도달하는지 확인하였으며, 또한 기타 자료도 참고하기 위해 속도(Speed), 타각(Rudder Angle), 선회각속도(Rate of Turn), 경사각(Heeling), RPM 등도 기록하였다.

Table 8은 좌현(Port)으로 타각 35°로 선회하였을 때 기록한 자료 중 일부를 나타내고 있다.

각 시각별 선수각으로부터 초당 선수각 변화에 해당되는 각속도를 구하여 그래프를 그리면 Fig.6~8과 같고, 그래프에서 각속도가 일정해지는 시점인 일정각속도(φ)는 부여한 타각의 K배 이므로(φ = Kδ), 여기서 선회성 지수(K)를 구할 수 있다. 또한 Kδ의 0.63배인 지점(0.63×Kδ)의 시간축과 조타각 완성시간의 1/2인 시간의 차에 해당되는 시간이 추종성 지수(T)에 해당된다.

Fig.7~9는 좌현으로 타각을 10°, 20° 및 35° 사용하여 조종성 지수를 산출한 것이다. 선회성 지수(K)는 각각 0.1/sec, 0.05/sec 및 0.06/sec이고, 추종성 지수(T)는 각각 20초, 17초 및 13초이다.

Table 8 Test for Maneuvering Performance Index(Port 35°)

Time	Heading	Speed	Rudder Angle	R.O.T	Heeling	RPM
0	0	13	0	0	0	119
2	0	13	6	0	0	119
4	0	13	14	0	1	119
6	0	13	18	-5	0.5	119
8	0	13	25	-15	0.5	119
10	359	12.9	31	-20	0.5	119
12	358	13	33	-28	1	119
14	357	12.9	33	-30(limit)	1	120
16	356	12.9	33	-30(limit)	1	121
18	354	12.9	33	-30(limit)	1	121
20	352	12.9	33	-30(limit)	1.5	120
22	349	12.9	33	-30(limit)	2.7	119
24	346	12.8	33	-30(limit)	2.7	119
26	343	12.8	33	-30(limit)	2.7	119
28	340	12.9	33	-30(limit)	2.7	117
30	337	12.8	33	-30(limit)	2.7	117
32	331	12.8	33	-30(limit)	3	117
34	328	12.7	33	-30(limit)	3	117
36	325	12.7	33	-30(limit)	3	117
38	322	12.5	33	-30(limit)	3	117
40	319	12.4	33	-30(limit)	3	117
42	316	12.3	33	-30(limit)	3	116
44	313	12.2	33	-30(limit)	3	117
46	309	12.1	33	-30(limit)	3	116
48	306	11.7	33	-30(limit)	3	116
50	303	11.7	33	-30(limit)	3	118
52	300	11.3	33	-30(limit)	3	116
54	297	11.1	33	-30(limit)	3	116
56	294	11.1	33	-30(limit)	3	116
58	291	10.7	33	-30(limit)	3	116
60	288	10.4	33	-30(limit)	3	115

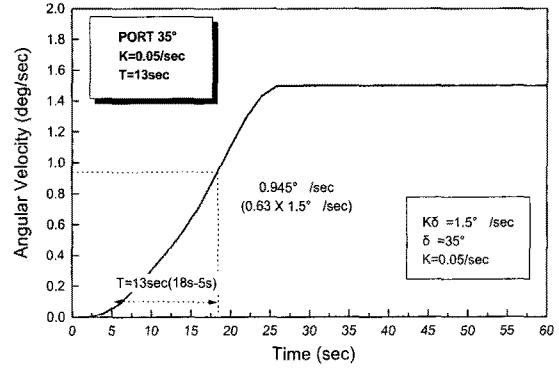


Fig. 9 Maneuvering Performance Index (Port 35°)

하지만, 선회시험 결과에서도 알 수 있듯이 선속에 따라 선 회성능이 달라지므로, 선박의 길이(L)와 선속(u)으로 무차원 하여 표시할 수 있다. Table 9는 실습선 한바다호와 타 선박의 조종성 지수를 비교한 것으로, K'가 크면 각속도가 커지므로 선회가 빠르고, T'가 작으면 선체는 조타에 빨리 대응하게 되어 선회성이 우수함을 의미한다. 실습선 한바다호는 다른 선박과 비교하여 조타에 빨리 대응하는 능력이 다소 떨어지나 (T'가 상대적으로 큼), 일단 선회가 시작되면 빠른 각속도로 선회하는 능력이 비교적 우수한 것으로 조사되었다(K'가 상대적으로 큼).

따라서, 실습선 한바다호의 경우 선회과정에서 선회경은 다소 작아질 수 있으나, 전진거리(총거)가 길어질 수 있으므로 전방의 위험물 회피에 주의가 요구된다.

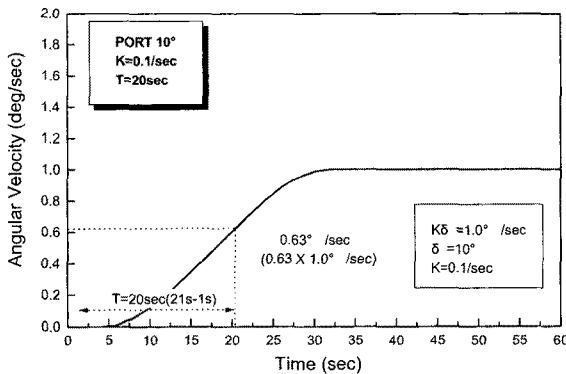


Fig. 7 Maneuvering Performance Index (Port 10°)

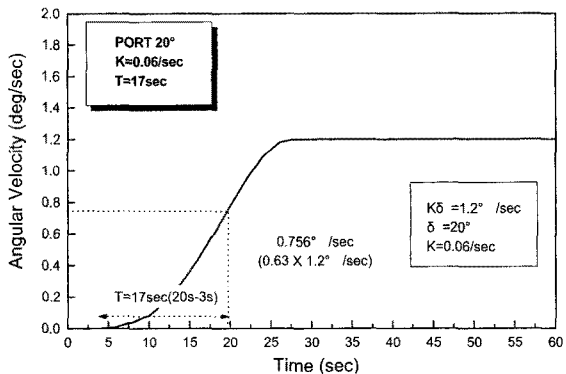


Fig. 8 Maneuvering Performance Index (Port 20°)

Table 9 Comparison of Maneuvering Performance Index

선종	속력 (Knot)	K	T	K'	T'	타 각(δ)
화물선 발라스트	17.2	0.04	11.0	0.69	0.64	15°
화물선 발라스트	15.7	0.05	6.9	0.71	0.49	15°
철도연락선 반계	15.0	0.03	7.0	0.44	0.48	15°
철도연락선 반계	14.5	0.10	22.5	1.49	1.51	15°
실습선	10.0	0.05	13.6	0.89	0.76	20°
실습선	10.0	0.04	12.0	0.72	0.67	30°
한바다호	13.0	0.10	20.0	1.56	1.28	10°
한바다호	13.0	0.06	17.0	0.93	1.09	20°
한바다호	13.0	0.05	13.0	0.78	0.83	35°

* 비교자료 출처 : 선박조종의 이론과 실무(윤, 2002)

3.3 실습선 한바다호의 선침로 거리

선박 상호간 충돌이 임박한 상황, 방파제 통과 등 장애물과의 충돌 위험성이 있는 경우, 또는 항내조선 및 협수도 항해시 선박 운항자(항해사, 선장, 도선사)는 선박을 안전하게 조선헬기 위해서 선침로 거리를 미리 파악하고 있어야 한다(김, 1994).

선침로 거리란, Fig.10에서 보듯이 선박이 어떤 침로로 항주

중 신침로로 변침할 때 전타(Hard Over)하여 신침로에 정침하기까지의 전진거리로, 원침로의 전타위치에서 신·구침로의 교차점까지의 거리를 의미한다.

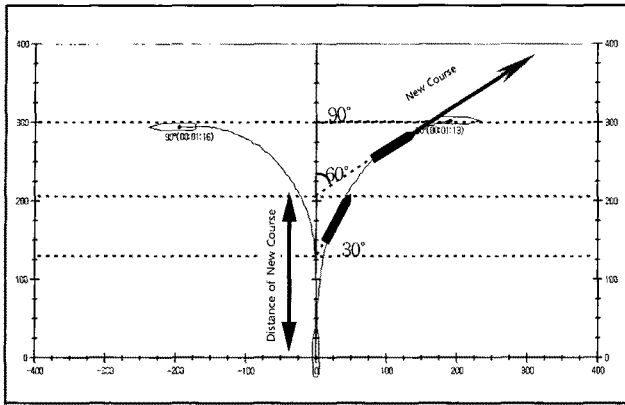


Fig. 10 Distance of New Course(35°)

따라서, 본 논문에서는 선박이 피항동작 또는 변침동작을 취할 때 어느 정도의 신침로 거리만큼 여유를 두고 조타 명령을 내려야 할 지 정량적으로 제시하고자 한다. 또한, 연안항해 중 변침점에서의 변침 시 전타하지 않고 일반적으로 10°~20° 정도의 타각을 사용하여 변침하므로 전타(35°)뿐만 아니라 타각 10° 및 20°도 함께 제시하였고, 여기에서는 편의상 모든 경우를 신침로 거리로 사용하였다. 신침로 거리 계산은 앞서 언급된 선회시험 자료를 바탕으로 산출하였다.

Fig. 10은 좌현과 우현으로 각각 전타하였을 경우의 항적을 나타내고 있으며, 양현의 항적이 유사하여 우현으로 선회한 경우만 신침로 거리를 제시하였다. 원침로로부터 신침로가 각각 30°, 60° 및 90°인 경우를 예로 들었으며, 우현으로 전타(35°)하여 변침하였을 때 신침로 거리는 각각 125m, 205m 그리고 300m로 확인되었다.

Fig. 11은 우현으로 타각 20°를 사용하여 변침한 경우로, 원침로로부터 신침로가 각각 30°, 60° 및 90°일 때 신침로 거리는 각각 200m, 300m 그리고 425m로 확인되었다. 타각을 35°에서 20°로 줄여 변침하게 되면 약 100m정도 신침로 거리가 길어짐을 알 수 있다.

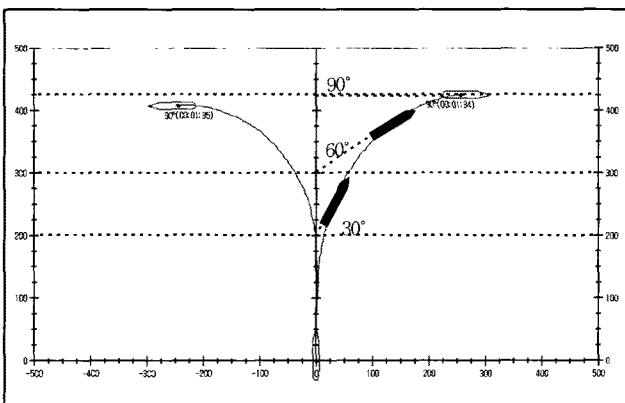


Fig. 11 Distance of New Course(20°)

Fig. 12는 우현으로 타각 10°를 사용하여 변침한 경우로, 원침로로부터 신침로가 각각 30°, 60° 및 90°일 때 신침로 거리는 각각 210m, 340m 그리고 525m로 확인되었다.

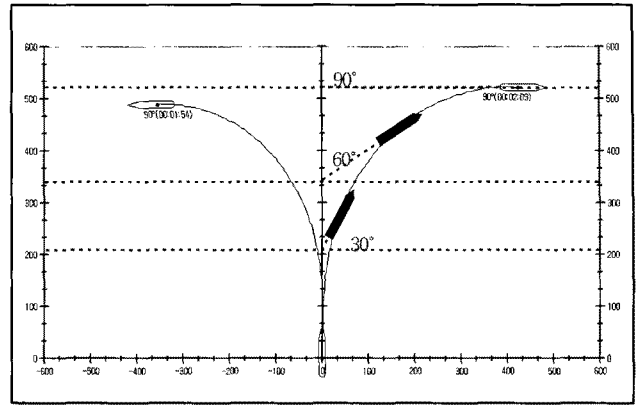


Fig. 12 Distance of New Course(10°)

이상의 내용을 정리하면 Table 10 및 Fig. 13과 같다. 동일한 타각을 사용하였을 경우 양현의 신침로 거리가 거의 유사하게 측정되었으며, 타각을 크게 하여 전타할 경우 신침로 거리가 크게는 200m정도 짧게 산출되었음을 알 수 있다.

이와 같은 신침로 거리는 충돌회피 조선 또는 일반적인 피항동작에 유용하게 이용될 수 있으며, 연안항해 시에는 변침점을 결정하고 변침동작을 취할 때 어느 정도의 신침로 거리만큼 여유를 두고 조타 명령을 내려야 할 지 결정하는데 많은 도움이 될 것이다.

Table 10 Distance of New Course(Starboard)

Rudder Angle	New Course			Remark
	30°	60°	90°	
10°	210	340	525	Unit : m (Speed : 13Kts)
20°	200	300	425	
35°	125	205	300	

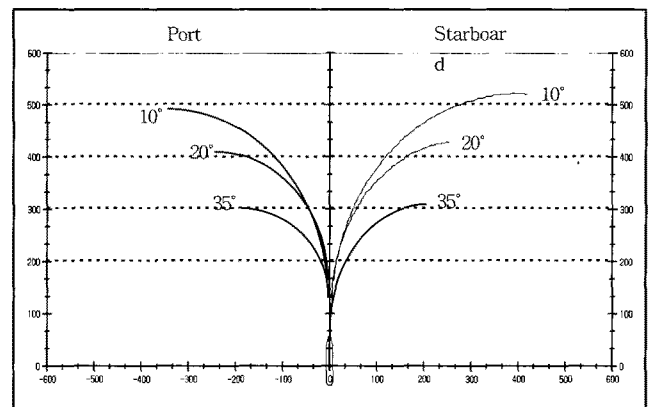


Fig. 13 Distance of New Course(10°~35°)

4. 결 론

실습선 한바다호를 대상으로 수차례 선회시험을 실시하여 조종성능을 분석하였다. 본 연구 결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 좌현(Port)으로 선회한 경우가 우현(Starboard)으로 선회한 경우보다 선회권이 작게 나타났으며, 이 값은 타각이 작아질수록 더욱 더 커져감을 알 수 있었다. 또한, 12.6kts로 속력이 작은 경우가 17.6kts로 속력이 큰 경우보다 선회권이 작게 나타났다.

따라서, 타 선박과의 충돌상황이 아닌 전방의 장애물을 피하는 상황에서는 속력을 낮추고 좌현으로 전타하는 것이 보다 유리할 것으로 판단된다.

둘째, 좌현으로 타각을 10°, 20° 및 35° 사용하여 조종성 지수를 산출하였다. 선회성 지수(K)는 각각 0.1/sec, 0.05/sec 및 0.06/sec이고, 추종성 지수(T)는 각각 20초, 17초 및 13초이다.

실습선 한바다호는 다른 선박과 비교하여 조타에 빨리 대응하는 능력이 다소 떨어지나(T'가 상대적으로 큼), 일단 선회가 시작되면 빠른 각속도로 선회하는 능력이 비교적 우수한 것으로 조사되었다(K'가 상대적으로 큼).

따라서, 실습선 한바다호의 경우 선회과정에서 선회경은 다소 작아질 수 있으나, 전진거리(종거)가 길어질 수 있으므로 전방의 위험물 회피에 주의가 요구된다.

마지막으로, 원침로부터 신침로가 각각 30°, 60° 및 90°인 경우 우현으로 전타(35°)하여 변침하였을 때 신침로 거리는 각각 125m, 205m, 300m로 확인되었다. 타각을 20°로 사용하면 신침로 거리는 각각 200m, 300m, 425m 그리고, 타각을 10°로 사용하면 신침로 거리는 각각 210m, 340m, 525m로 확인되었다.

이와 같은 신침로 거리는 충돌회피 조건 또는 일반적인 피항동작에 유용하게 이용될 수 있으며, 연안항해 시에는 변침점을 결정하고 변침동작을 취할 때 어느 정도의 신침로 거리만큼 여유를 두고 조타 명령을 내려야 할 지 결정하는데 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 김기윤(1994), "선회권시험방법에 의한 신침로거리의 산출 방법에 관한 연구", 한국어업기술학회지, 제30권, 제4호, pp.299-311
- [2] 양형선(2007), "속력을 고려한 선박충돌회피지원 프로그램 개발에 관한 연구", 한국항해항만학회지, 제31권, 제5호, pp.333-338
- [3] 윤점동(2002), "선박조종의 이론과 실무", 세종출판사
- [4] 이승건, 김수정(1995), "초기설계시 선박의 조종성능 추정에 관한 연구", 대한조선학회논문집, 제32권, 제4호, pp.19-26
- [5] 이승건, 권배준(2002), "선박의 충돌회피를 위한 자동제어에 관한 기초적 연구", 한국항해항만학회지, 제26권, 제1호, pp.8-14
- [6] 해양안전심판원(2002~2006), "해양사고 통계바다", 인터넷 자료(<http://www.kmst.go.kr>)
- [7] E. SAMUELIDES and P. FRIEZE(1984), "Experimental and Numerical Simulation of Ship Collisions", Proc. 3rd Int. Congress on Marine Technology, vol.1
- [8] Resolution MSC.137(76)(2002), "Standards for Ship Maneuverability", IMO

원고접수일 : 2008년 5월 19일

심사완료일 : 2008년 8월 11일

원고채택일 : 2008년 8월 28일