

선수스러스터의 추력에 따른 선회각속도 변화

안영화* · 양정훈 · 정용진

제주대학교 해양산업공학 전공

Change of turning angular velocity according to the impellent force of a bow thruster

Young-Wha AHN, Jeong-Hun YANG and Yong-Jin JEONG

Major of marine industrial engineering, cheju national university, Jeju-si. 690-756, Korea

The turning angular velocity according to the impellent force of a bow thruster greatly increased as the rudder angle gets wider, during the first 50 seconds after the ship has been turned, when it has been turned both to the port and the starboard at the number of an engine revolution of 550rpm. After 50 seconds, the speed of turning angular velocity were kept regularly when the rubber angles were 10°, 20° and 30°. The speed of turning angular velocity at the number of an engine revolution of 720rpm was decreased when the turning angular were wider like 20° and 30° while it was almost the same when the turning angular was 10° even after 50 seconds.

Key words : Rudder, Bow thruster, Turning angular velocity, DGPS, Gyro compass

서론

타(Rudder)는 선박의 보침성능과 선회성능을 주는 장치로서 주로 선미에 평판형태의 선미타가 대부분이다. 그러나 선미타는 저속시에는 타효가 떨어지기 때문에 좁은 수역에서의 긴박한 선회나 입·출항시 선박을 안벽에 계류 또는 이안시 선체를 측방향으로 평행 이동시키는데는 많은 어려움이 있다. 그래서 최근에는 입·출항 조선이 빈번한 선박에서는 예인선을 대신한 조선보조장치로서 선수와 선미부에 측방추진기인

스러스터(Thruster)를 장착하는 선박이 많이 건조되고 있으며 어선에서도 선방조업시 그물을 현측으로 감아올릴 때 그물의 저항으로 인해 선체가 그물쪽으로 감기들이기시 않도록 반대측방향으로 수류를 보내 양망시 안전조업에도 많이 이용되고 있다.

일반적으로 선박의 조종성능을 평가하는 방법에는 여러 가지 평가방법이 있으나, 조타에 의한 선회성능이나 추종성을 시험하는 것이 대부분이다. 그러나 타는 적절한 선속이 있어야 선회모멘트를 발휘할 수 있지만 스러스터인 경우

*) Corresponding author : ahnyh@cheju.ac.kr Tel : 82-64-754-3417 FAX : 82-64-756-3483

는 선속이 없는 정지상태에서도 회전하는 스크류 프로펠러(Screw propeller)에 의해 수류를 측방향으로 보내 그 반작용으로 추력을 발생시킬 수 있기 때문에 좁은 수역에서의 지속운항시 소각도 선회나 피항조선의 방법으로 타와 스러스터를 동시에 사용하는 것이 보다 효과적이다.

본 연구에서는 타와 스러스터가 선회성능과 선회각속도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 1993년 8월 31일 건조한 제주대학교 이업실습선으로서 선수부 용골상 0.8m에 선수스러스터(Bow thruster)를 설치한 아라호(G/T 990ton)를 이용하여 2004년 5월 20일과 21일, 우리나라 남해안 어서도 근해에서 타와 선수스러스터를 동시에 사용하여 선회각 측정시험을 하였으며, 이때 스러스터의 추력에 따른 선회성능과 선회각속도를 측정·분석하였다.

장치 및 방법

시험선

시험에 사용한 실습선 아라호는 1993년도에 건조한 제주대학교 이업실습선으로서 그 재원은 Table 1과 같다.

Table 1. Principal particulars of the experimental ship M.S A RA

Kind of ship	Fishing vessel
Name of ship	M.S A-RA
L.O.A	68.50m
Lpp	60.00m
M.L.D	12.40m
Depth	7.30m
Full load draft	4.76m
Gross tonnage	990ton
Main engine	2,600ps
RPM/pitch	730/36
Ship's draft	fore 3.2m after 4.6m

선수 스러스터(Bow thruster)

시험에 사용한 선수 스러스터는 프로펠러에

의해 선체를 횡방향으로 회두시키는 Ulstein 45 TV형으로써 프로펠러 직경은 1,000mm, 추력은 약 3톤 정도이며, 그 제원과 배치도는 각각 Table 2, Fig. 1과 같다.

Table 2. Principal particulars of the bow thruster

No. of set	1 set
Model	Ulstein 45 TV
TYPE	Electric motor driven, control pitch propeller complete with hydraulic power unit.
Propeller diameter	1,000mm
No. of propeller blades	4 blades
Propeller speed	566rpm
Reduction ratio	3.15 : 1
Driven motor	200kw electronic motor gravity tank 100Ltrs
Thruster power	3 Tons
Maker	ULSTEIN PROPELLER A/S

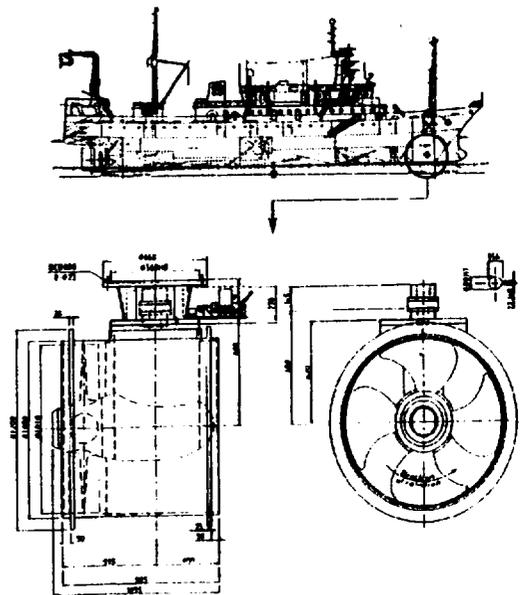


Fig. 1. Side view of the experimental ship M.S A-RA and bow thruster

선회각속도 측정 및 분석

타와 선수 스러스터를 이용하여 시험선의 선

회각속도 변화를 비교분석하기 위하여 실선시험은 2004년 5월 20일과 21일 남해안 여서도 근해(Lat. 33° 54' N, Long. 127° 00' E)에서 실시하였으며, 이때 DGPS로부터 선수각의 변화를 매 1초마다 측정된 결과로부터 시험선 아라호의 선수각 변화를 퍼스널컴퓨터로 10초단위로 처리분석하여 그 결과를 Fig. 2와 같이 나타내었으며, 이때 사용한 DGPS(Samyung, Navis-3700D), Echo Sounder (SIMRAD, EK-500), 선체경사계(SSY0090P) 그리고 퍼스널컴퓨터의 구성은 Fig. 3과 같다.

결과 및 고찰

타만을 이용했을 때의 선회 각속도 변화

Fig. 4는 시험선의 기관회전수 550rpm, 선속 10.0~10.5knot에서 항진 중 타각의 변화

를 각각 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 했을 때의 선회각속도를 단위시간 10초마다 측정된 것으로서, 10°일 때와 20°일 때의 선회각속도의 차이보다 20°와 30°일 때의 선회각속도의 차이가 더 작게 나타나고 있으며, 선회후 50초 경과 시까지는 우현선회인 경우 선회각속도가 각각 10°일 때 0.71°/sec, 20°일 때 1.43°/sec, 30°일 때 1.77°/sec로 타각이 클 수록 초기 선회각속도는 크게 증가하고 있으나, 50초 경과 후 부터는 선회각속도가 거의 일정하게 유지되어 정상선회 운동으로 진입함을 알 수 있다.

Table 3은 시험선의 기관회전수 550rpm, 선속 10.0~10.5knot에서 항진 중 타각의 변화를 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 했을 때 선회종거, 선회횟거, 선회경의 기준이 되는 선체의 회두각인 90°, 180°, 360°로 도달하기까지의 소요시간을 측정된 결과이다.

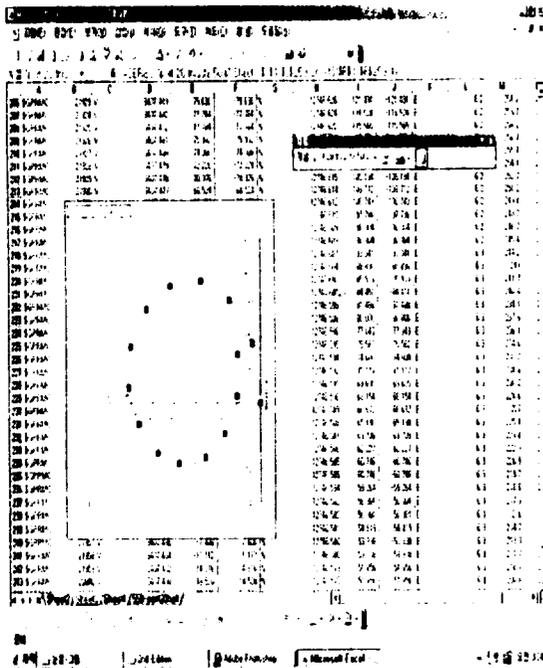


Fig. 2. Progress of analysis

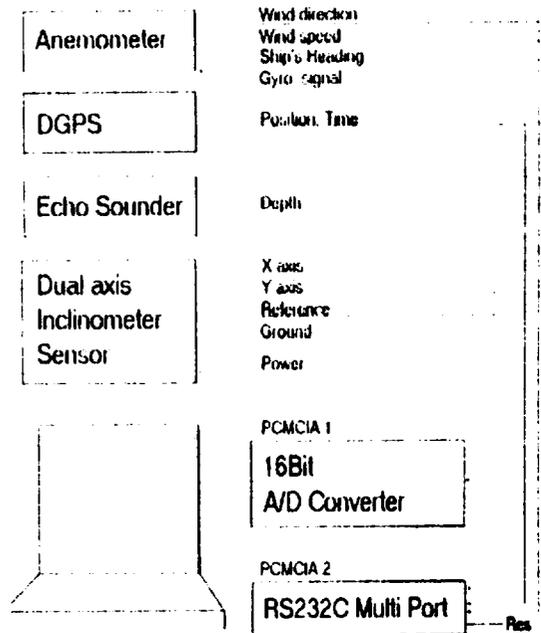


Fig. 3. Block diagram of measurement system

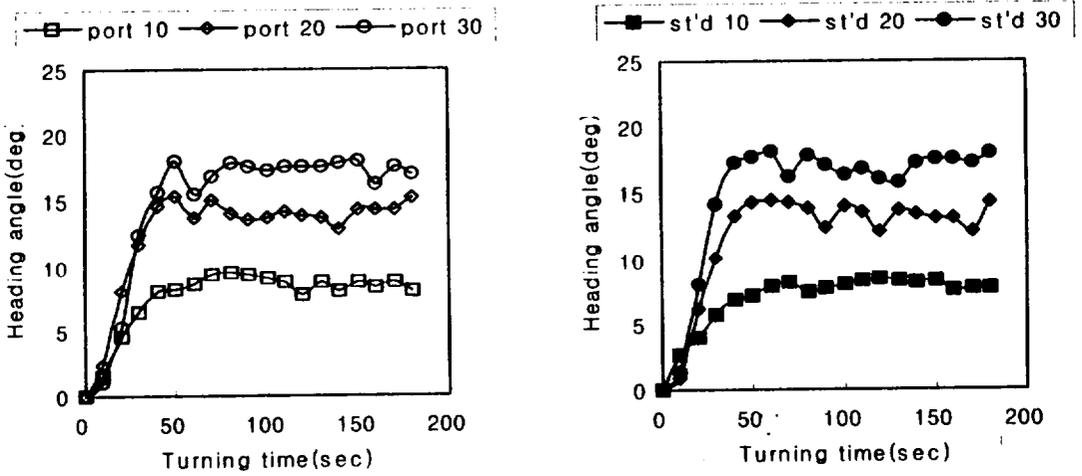


Fig. 4. Turning angular velocity port and starboard, 550rpm

Table 3. Turning time according to rudder angle. 550rpm

ITEM Heading angle	rudder 10°		rudder 20°		rudder 30°	
	Port (sec)	Starboard (sec)	Port (sec)	Starboard (sec)	Port (sec)	Starboard (sec)
0°	0	0	0	0	0	0
90°	113	129	75	92	76	79
180°	215	242	141	160	128	132
360°	394	452	260	288	232	234
Average of Angular velocity	0.91°/sec	0.79°/sec	1.38°/sec	1.25°/sec	1.55°/sec	1.53°/sec

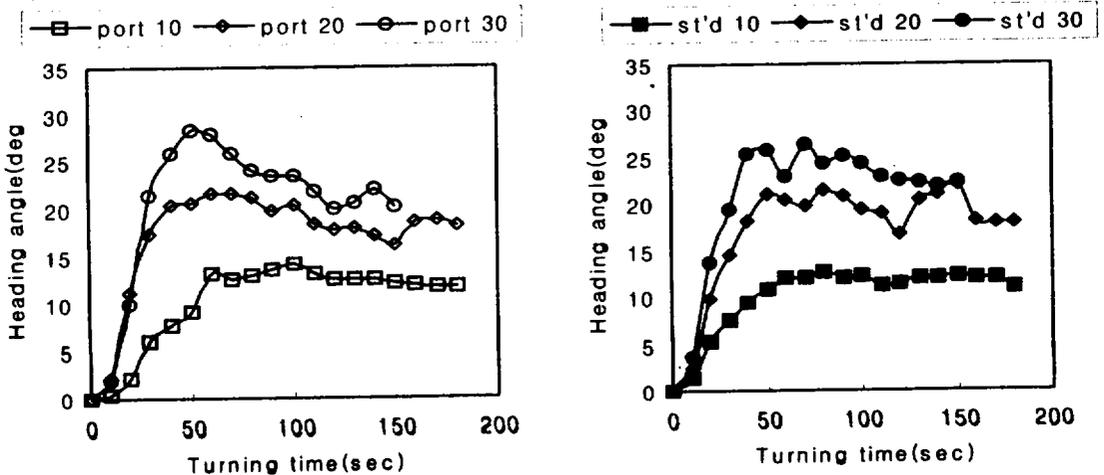


Fig. 5. Turning angular velocity port and starboard, 720rpm

여기서, 타각이 10°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 113초 우현선회가 129초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 215초, 우현선회시 242초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 394초, 우현선회시 452초이며, 타각이 20°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 75초 우현선회가 92초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 141초, 우현선회시 160초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 260초, 우현선회시 288초이고, 타각이 30°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 76초 우현선회가 79초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 128초, 우현선회시 132초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 232초, 우현선회시 234초로 나타났다.

또한, 360°까지 선회한 경우 평균 각속도를 살펴보면 타각 10°로 좌현선회시의 각속도는 0.91°/sec, 우현선회시 0.79°/sec이며, 타각 20°인 경우 좌현선회시 1.38°/sec, 우현선회시 1.25°/sec이고, 타각 30°인 경우 좌현선회시 1.55°/sec, 우현선회시 1.53°/sec로 측정되었다 평균적으로 좌현선회시보다 우현선회시의 선회각속도가 약간 낮았다.

이와 같은 결과는 선체가 360°선회하기까지의 소요된 시간이 좌현선회시보다 우현선회시가

소요시간이 더 걸리고 선회경의 크기도 더 커짐을 알 수 있었다.

Fig. 5는 시험선 기관회전수 720rpm, 선속 13.0~13.5knot에서 항진 중 타각의 변화를 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 했을 때의 선회각속도를 단위시간 10초마다 측정한 것이며, 선체가 조타 후 회두를 시작하여 약 50초 경과시까지는 선회각속도는 우현선회인 경우 10°일 때 1.09°/sec, 20°일 때 2.1°/sec, 30°일 때 2.57°/sec로 일정하게 유지되고 있지만, 좌선회의 경우 약 50초 경과시 까지 10°일 때 0.92°/sec, 20°일 때 2.06°/sec 30°일 때 2.84°/sec이며 20°, 30°인 경우 조타후 50초 경과시부터는 선회각속도는 계속 감소하고 있다. 따라서 기관회전수 720rpm일 때 타각 30°로 조타를 하는 경우 회두시작 50초 경과시 선회각속도가 최대치가 되고 그 후 점차 감소하고 있지만, 우현선회시는 거의 일정한 각속도를 유지하고 있다.

Table 4는 시험선의 기관회전수 720rpm, 선속 13.0~13.5knot에서 항진 중 타각의 변화를 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 했을 때 선회중거, 선회횡거, 선회경의 기준이 되는 선체의 회두각인 90°, 180°, 360°로 도달하기까지의 소요시간을 측정한 결과이다.

Table 4. Turning time according to rudder angle. 720rpm

ITEM Heading angle	rudder 10°		rudder 20°		rudder 30°	
	Port (sec)	Starboard (sec)	Port (sec)	Starboard (sec)	Port (sec)	Starboard (sec)
0°	0	0	0	0	0	0
90°	100	113	59	62	51	52
180°	173	189	103	107	86	89
360°	317	333	200	202	156	166
Average of Angular elocity	1.13°/sec	1.08°/sec	1.8°/sec	1.78°/sec	2.3°/sec	2.16°/sec

여기서, 타각이 10° 일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회시 100초 우현선회시 113초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 173초, 우현선회시 189초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 317초, 우현선회시 333초이며, 타각이 20°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회시 58초, 우현선회시 62초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 102초, 우현선회시 107초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 200초, 우현선회시 202초이고, 타각이 30°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회시 51초, 우현선회시 52초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 86초, 우현선회시 89초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 156초, 우현선회시 166초로 나타났다.

360°까지 선회한 경우 평균속도를 살펴보면 타각 10°로 좌현선회시의 기속도는 1.13°/sec,

우현선회시 1.08°/sec이며, 타각 20°인 경우 좌현선회시 1.78°/sec, 우현선회시 1.9°/sec이고, 타각 30°인 경우 좌현선회시 2.3°/sec, 우현선회시 2.16°/sec 로 나타났다.

타와 선수 스러스터의 추력을 84kW(50%)로 했을 때의 선회 각속도 변화

Fig. 6은 시험선의 기관회전수 550rpm, 선속 10.0~10.5knot에서 항진 중 타각의 변화를 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 조타와 동시에 선수 스러스터의 추력을 84kW(50%)로 사용했을 때의 선회각속도를 단위시간 10초마다 측정한 것이며, 선회 후 약 50초 경과시까지는 우현선회시인 경우, 10°일 때 0.81°/sec, 20°일 때 1.53°/sec, 30°일 때 1.79°/sec로 선회 각속도가 일정하게 유지되었다.

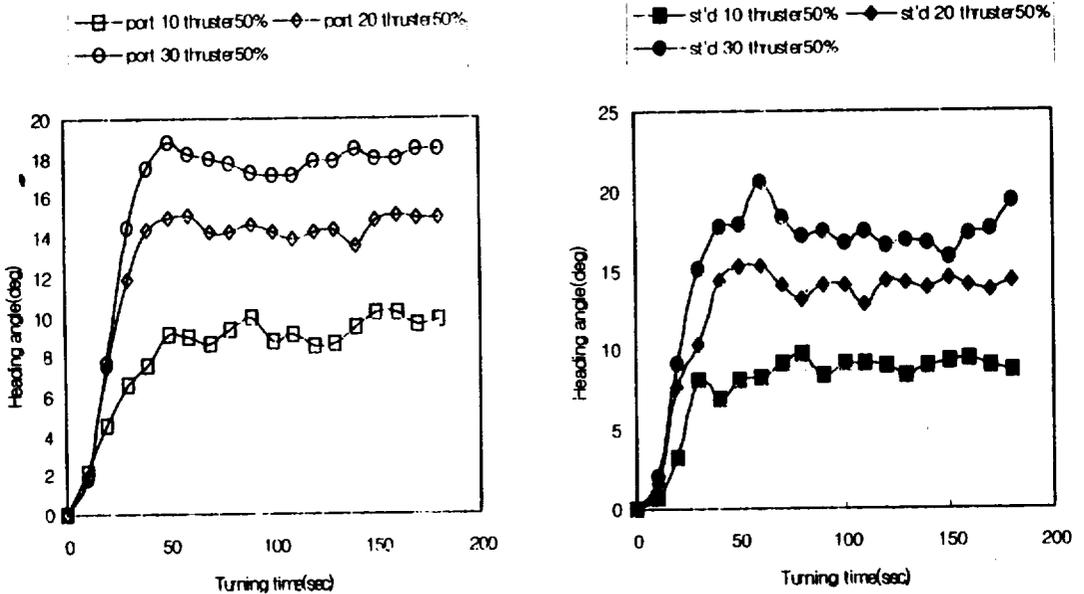


Fig. 6. Turning angular velocity port and starboard, thruster 50%, 550rpm

Table 5. Turning time according to rudder angle with bow thruster 50%, 550rpm

ITEM Heading angle	rudder 10°		rudder 20°		rudder 30°	
	Port (sec)	Starboard (sec)	Port (sec)	Starboard (sec)	Port (sec)	Starboard (sec)
0°	0	0	0	0	0	0
90°	113	120	75	79	64	65
180°	207	218	139	143	116	118
360°	375	405	259	264	209	215
Average of Angular velocity	0.96°/sec	0.88°/sec	1.38°/sec	1.36°/sec	1.72°/sec	1.67°/sec

Table 5는 시험선의 기관회전수 550rpm, 선속 10.0~10.5knot에서 항진 중 타각의 변화를 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 조타와 동시에 선수 스러스터의 추력을 84kW(50%)로 사용했을 때 선회종거, 선회횡거, 선회경의 기준이 되는 선체의 회두각인 90°, 180°, 360°로 도달하기까지의 소요시간을 측정된 결과이다.

여기서, 타각이 10°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 113초 우현선회가 120초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 207초, 우현선회시 218초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 375초, 우현선회시 405초이며, 타각이 20°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 75초, 우현선회가 79초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 139초, 우현선회시 143초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 259초, 우현선회시 264초이고, 타각이 30°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 64초, 우현선회가 65초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 116초, 우현선회시 118초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 209초, 우현선회시 215초로 나타났다.

또한, 360°까지 선회한 경우 평균 각속도를

살펴보면 타각 10°로 좌현선회시의 각속도는 0.96°/sec, 우현선회시 0.88°/sec이며, 타각 20°인 경우 좌현선회시 1.38°/sec, 우현선회시 1.36°/sec이고, 타각 30°인 경우 좌현선회시 1.72°/sec, 우현선회시 1.67°/sec로 측정되었다. 평균적으로 좌현선회시보다 우현선회시의 선회각속도가 약간 낮았다.

Fig. 7은 시험선 기관회전수 720rpm, 선속 13.0~13.5knot에서 항진 중 타각의 변화를 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 조타와 동시에 선수 스러스터의 추력을 84kW(50%)로 사용했을 때의 각속도를 단위시간 10초마다 측정된 것이고, 선체가 조타 후 회두를 시작하여 약 50초 경과시까지는 좌현선회인 경우 선회각속도는 10°일 때 1.2°/sec, 20°일 때 2.16°/sec, 30°일 때 2.83°/sec로 나타나며 50초 경과 후 점차 감소하고 있지만, 우현선회인 경우 10°일 때 1.27°/sec, 20°일 때 2.05°/sec, 30°일 때 2.4°/sec의 선회각속도를 보이며 좌현회시와 같이 감소하는 경향은 나타나지 않았다.

Table 6은 시험선의 기관회전수 720rpm, 선속 13.0~13.5knots에서 항진 중 타각의 변화를 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 조타와 동시에 선수 스러스터의 추력을 84kW(50%)로 사용했을 때 선회종거, 선회횡거, 선회경의 기

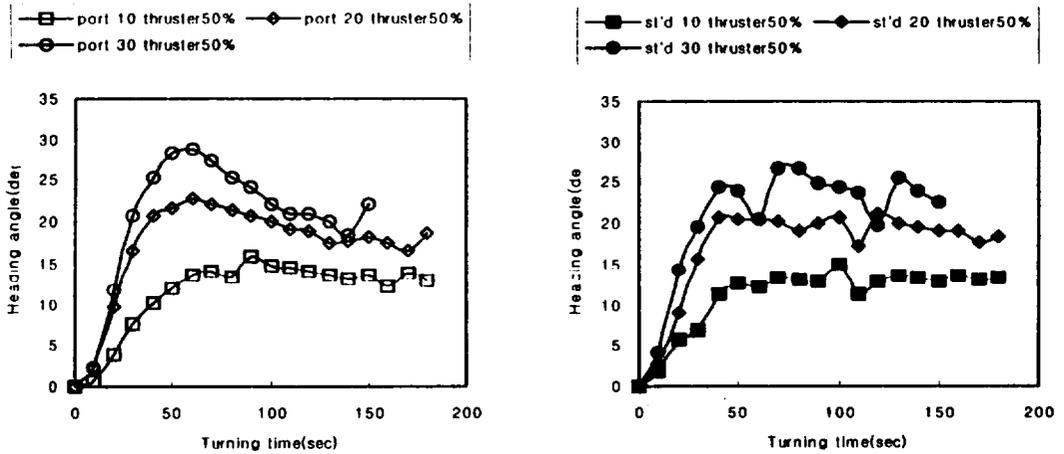


Fig. 7. Turning angular velocity port and starboard, thruster 50%, 720rpm

Table 6. Turning time according to rudder angle with Bow thruster 50%, 720rpm

ITEM Heading angle	rudder 10°		rudder 20°		rudder 30°	
	Port (sec)	Starboard (sec)	Port (sec)	Starboard (sec)	Port (sec)	Starboard (sec)
0°	0	0	0	0	0	0
90°	91	91	59	62	51	52
180°	156	159	102	108	85	88
360°	290	291	191	194	159	167
Average of Angular velocity	1.24°/sec	1.23°/sec	1.88°/sec	1.85°/sec	2.26°/sec	2.15°/sec

준이 되는 선체의 회두각인 90°, 180°, 360°로 도달하기까지의 소요시간을 측정된 결과이다.

여기서, 타각이 10°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 91초, 우현선회가 91초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 156초, 우현선회시 159초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 290초, 우현선회시 291초이며, 타각이 20°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 59초, 우현선회가 62초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 102초, 우현선회시 108초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시

191초, 우현선회시 194초이고, 타각이 30°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 51초, 우현선회가 52초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 85초, 우현선회시 88초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 159초, 우현선회시 167초로 나타났다.

또한, 360°까지 선회한 경우 평균각속도를 살펴보면 타각 10°로 좌현선회시의 각속도는 1.24°/sec, 우현선회시 1.23°/sec이며, 타각 20°인 경우 좌현선회시 1.88°/sec, 우현선회시 1.85°/sec이고, 타각 30°인 경우 좌현선회시 2.26°/sec, 우현선회시 2.15°/sec로 측정되었다.

타와 선수 스러스터의 추력을 146kW(90%)로 했을 때의 선회 각속도 변화

Fig. 8은 시험선의 기관회전수 550rpm, 선속 10.0~10.5knot에서 항진 중 타각의 변화를 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 조타와 동시에 선수 스러스터의 추력을 146kW(90%)로 사용했을 때의 각속도를 단위시간 10초마다 측정 한 것이다. 선체가 회두를 시작하여 50초가 경과하였을 때 우현선회시 선회각속도는 10°일 때 0.8°/sec, 20°일 때 1.48°/sec, 30°일 때 1.85°/sec로 나타났으며 50초 경과후 일정한 선회각속도를 유지하고 있다.

Table 7은 시험선의 기관회전수 550rpm,

선속 10.0~10.5knot에서 항진 중 타각의 변화를 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 조타와 동시에 선수 스러스터의 추력을 146kW(90%)로 사용했을 때 선회중거, 선회횡거, 선회경의 기준이 되는 선체의 회두각인 90°, 180°, 360°로 도달하기까지의 소요시간을 측정한 결과이다.

여기서, 타각이 10°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 104초, 우현선회가 112초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 195초, 우현선회시 201초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 350초, 우현선회시 366초이며, 타각이 20°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 74초, 우

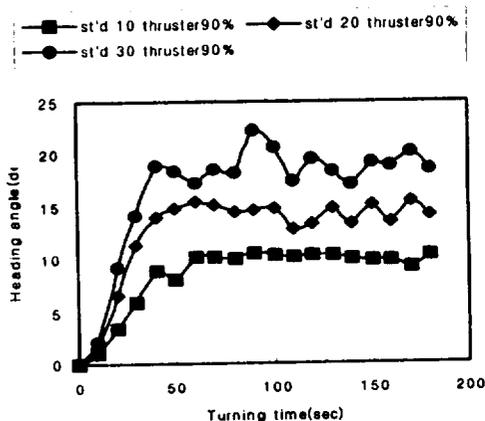
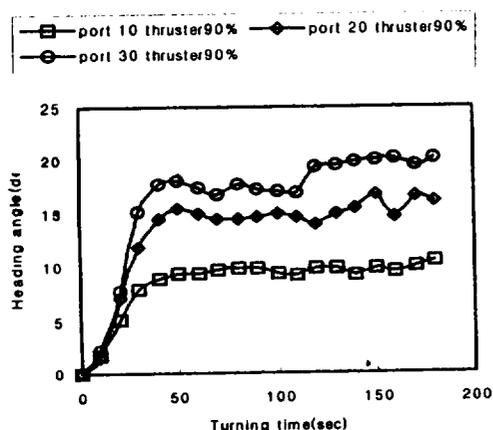


Fig. 8. Turning angular velocity port and starboard, thruster 90%, 550rpm

Table 7. Turning time according to rudder angle with bow thruster 90%, 550rpm

ITEM	rudder 10°		rudder 20°		rudder 30°	
	Port (sec)	Starboard (sec)	Port (sec)	Starboard (sec)	Port (sec)	Starboard (sec)
0°	0	0	0	0	0	0
90°	104	112	74	78	64	66
180°	195	201	136	142	115	112
360°	350	366	244	253	202	205
Average of Angular velocity	1.02°/sec	0.98°/sec	1.47°/sec	1.42°/sec	1.78°/sec	1.75°/sec

현선회가 78초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 136초, 우현선회시 142초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 244초, 우현선회시 253초이고, 타기이 30°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 64초, 우현선회가 66초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 115초, 우현선회시 112초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 202초, 우현선회시 205

초로 나타났다.

360°까지 선회한 경우 평균 각속도를 살펴보면 타각 10°로 좌현선회시의 각속도는 1.02°/sec, 우현선회시 0.98°/sec이며, 타기 20°인 경우 좌현선회시 1.47°/sec, 우현선회시 1.42°/sec이고, 타각 30°인 경우 좌현선회시 1.78°/sec, 우현선회시 1.75°/sec 로 측정되었다.

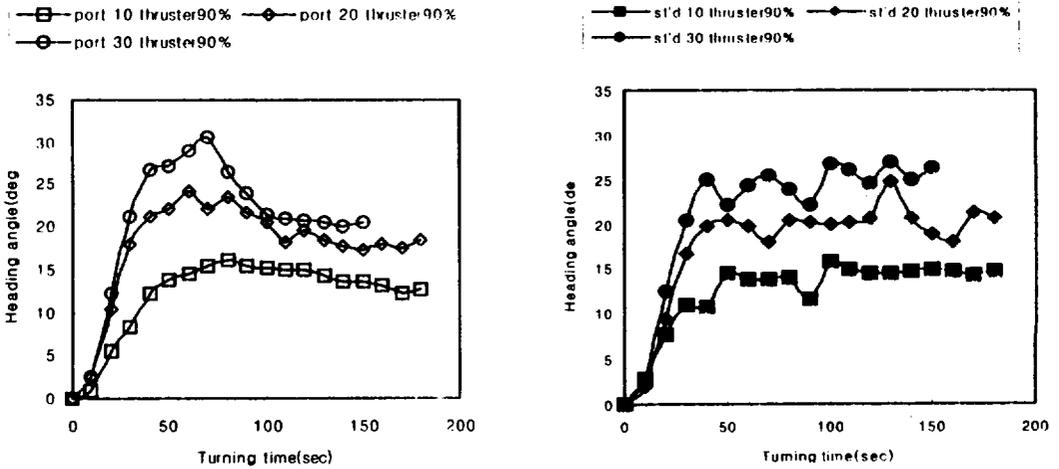


Fig. 9. Turning angular velocity port and starboard, thruster 90%, 720rpm

Table 8. Turning time according to rudder angle with bow thruster 90%, 720rpm

ITEM Heading angle	rudder 10°		rudder 20°		rudder 30°	
	Port (sec)	Starboard (sec)	Port (sec)	Starboard (sec)	Port (sec)	Starboard (sec)
0°	0	0	0	0	0	0
90°	78	81	56	59	49	52
180°	140	144	97	105	81	89
360°	273	274	184	188	159	160
Average of Angular velocity	1.31°/sec	1.31°/sec	1.95°/sec	1.91°/sec	2.26°/sec	2.25°/sec

Fig. 9는 시험선의 기관회전수 720rpm, 선속 13.0~13.5knot로 항진 중 타각의 변화를 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 조타와 동시에 선수 스러스터의 추력을 146kW(90%)로 사용했을 때의 각속도를 단위시간 10초마다 측정한 것이다. 선체가 조타 후 회두를 시작하여 약 50초 경과시까지는 우현선회시 선회각속도인 경우 10°일 때 1.45°/sec, 20°일 때 2.04°/sec, 30°일 때 2.22°/sec로 일정하게 유지되고 있으며, 좌현선회인 경우 10°일 때 1.39°/sec 20°일 때 2.22°/sec 30°일 때 2.72°/sec이며 그 후 20°, 30° 조타인 경우 선회각속도는 계속 감소하고 있는 것을 알 수 있다.

Table 8은 시험선의 기관회전수 720rpm, 선속 13.0~13.5knot에서 항진 중 타각의 변화를 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 조타와 동시에 선수 스러스터의 추력을 146kW(90%)로 사용했을 때 선회종거, 선회횡거, 선회경의 기준이 되는 선체의 회두각인 90°, 180°, 360°로 도달하기까지의 소요시간을 측정한 결과이다.

여기서, 타각이 10°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 78초, 우현선회가 81초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 140초, 우현선회시 144초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 273초, 우현선회시 274초이며, 타각이 20°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 56초, 우현선회가 59초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 97초, 우현선회시 105초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 184초, 우현선회시 188초이고, 타각이 30°일 때 90° 회두하기까지 소요시간은 좌현선회가 49초, 우현선회가 52초이며, 180° 회두하기까지의 소요시간은 좌현선회시 81초, 우현선회시 89초이고, 360° 선회하기까지 소요시간은 좌현선회시 159초, 우현선회시 160초로 나타났다.

360°까지 선회한 경우 평균 각속도를 살펴

보면 타각 10°로 좌현선회시의 각속도는 1.31°/sec, 우현선회시 1.31°/sec이며, 타각 20°인 경우 좌현선회시 1.95°/sec, 우현선회시 1.91°/sec이고, 타각 30°인 경우 좌현선회시 2.26°/sec, 우현선회시 2.25°/sec로 측정되었다.

조타와 선수 스러스터를 동시에 사용하여 선회를 시작할 때, 좌현선회의 경우 회두시작 70초 후 점차 감소하는 경향을 보이며, 우현선회의 경우 선회각속도가 일정하게 변하는 게 아니라 불규칙하게 변화하는 것을 알 수 있다.

결론 및 요약

본 연구는 타와 선수 스러스터가 선회각속도에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 기관회전수를 550rpm과 720rpm에 넣고, 선수 스러스터 추력을 84kW(50%)와 146kW(90%)로 했을 때의 선회 각속도를 분석·비교한 결과는 다음과 같다.

1. 타만을 이용했을 때의 선회각속도

기관회전수 550rpm, 선속 10.0~10.5knot 일 때 선회 후 50초 경과시까지는 타각 10°, 20°, 30° 모두 초기 선회각속도는 타각이 클수록 크게 증가하고 있으나, 선회 후 50초경과시부터는 좌현 선회시는 각각 0.82°/sec, 1.54°/sec, 1.8°/sec, 우현선회시는 각각 0.71°/sec, 1.43°/sec, 1.77°/sec로 거의 일정하게 유지되고 있음을 알 수 있다.

기관회전수 720rpm, 선속 13.0~13.5knot 일 때 선회 후 50초 경과시까지는 좌현선회시는 0.92°/sec, 2.06°/sec, 2.84°/sec, 우현선회시는 1.09°/sec, 2.1°/sec, 2.57°/sec로 타각이 클수록 크게 증가하고 있으나 50초 경과시부터는 좌·우현선회 모두 선회각속도가 점차 감소되고 있음을 알 수 있다.

2. 선수 스러스터 추력을 84kW(50%)일 때의 선회각속도

기관회전수 550rpm, 선속 10.0~10.5knot에서 조타와 동시에 선수 스러스터의 추력을 84kW(50%)로 하였을 때 선회 후 50초 경과 시까지는 좌현선회시는 각각 0.91°/sec, 1.5°/sec, 1.88°/sec이며, 우현선회시는 각각 0.81°/sec, 1.53°/sec, 1.79°/sec로 선회각속도는 거의 일정하게 유지되고 있음을 알 수 있다.

기관회전수 720rpm, 선속 13.0~13.5knot일 때 조타와 동시에 선수 스러스터의 추력을 84kW(50%)로 하였을 때 선회 후 50초 경과 시까지는 좌현선회시 1.2°/sec, 2.16°/sec, 28.3°/sec로 나타났으며, 50초 경과 후 부터는 점차 감소하는 경향을 보였으며 우현선회시 1.27°/sec, 2.05°/sec, 2.4°/sec로 거의 일정하게 나타났다.

3. 선수 스러스터 추력을 146kW(90%)일 때의 선회각속도

기관회전수 550rpm, 선속 10.0~10.5knot에서 조타와 동시에 선수 스러스터의 추력을 146kW(90%)로 하였을 때 선회 후 50초 경과까지는 좌현선회시 0.93°/sec, 1.54°/sec, 1.81°/sec, 우현선회시 0.8°/sec, 1.48°/sec, 1.85°/sec로 50초 경과 후에도 일정하게 나타났으며, 기관회전수 720rpm, 선속 13.0~13.5knot에서 추력을 146kW(90%)로 하였을 때 선회 후 50초 경과까지는 좌현선회시 1.39°/sec, 2.22°/sec, 2.72°/sec이며 50초 경과 후 감소하는 경향을 나타내었으며 우현선회시 1.45°/sec, 2.04°/sec, 2.22°/sec로 50초 경과후부터는 거의 일정하게 선회각속도가 유지되었다.

이상으로, 실습선 아라호의 선수 스러스터의 추력에 따른 선회각속도는 기관회전수 550rpm에

서는 좌·우현 선회시 모두 선회후 초기 50초 경과 시까지는 타각의 클 수록 선회각속도가 크게 증가하고 있으며, 50초 경과 후 부터는 타각 10°, 20°, 30° 모두 거의 일정한 선회각속도를 유지하고 있으나, 기관회전수 720rpm에서는 타각 10°에서는 50초 경과 후에도 거의 일정한 각속도가 유지되었으나, 타각 20°, 30°에서와 같이 대각도 타각에서는 선회각속도가 크게 감소함을 알 수 있었다.

참고문헌

Ahn et al., 1998. Seamanship -Chapter of Ship Manoeuvring-. Uilbook Co., 19-20.
 IMO, 1993. Interim Standards for Ship Manoeuvrability. Resolution A.751(18).
 Jeong G.H, J.Y. Ahn and Y.H. Ahn, 1987. The Maneuverabilites of the M.S. Cheju401, Side Trawler. Cheju National University Journal, 25, 45-50.
 Kang C.G., 1993. IMO's Ship Manoeuvrability Standards. Journal of the Society of Naval Architects of Korea, 30(2).
 Lee, D.S., 1996. Measurement of ship's maneuverabilites using integrated navigation system and GPS. Journal of Korean Navigation and Port Research, 20(1):11-26.
 Masataka FUJINO, 1977. On the Effectiveness of side thrusters. Journal of SNAK, 14(2)
 Park, M.H., 2001. A study on the maneuverabilites of the training ship M.S A-RA. Cheju University.

Korea

Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1971. Principle of naval architecture. Lim, S.J., Daehan Printing & Publishing Co., 759-765.

Sohn, K.H. and Y.M. Kim, 2001. The Effects of Rudder Size on Characteristics of Fluid Flow around Ship's Stern in Manoeuvring Motion. Research Institute of Marine Science and Technology,

25(1): 110-117.

Yoon, J.D., 1997. Ship Manoeuvrability and experiment(Maneuver). Saejong Publishing Co., 31-32.

Yoshiji FUJISHIGE, Koji YOKOI, Kazuto KAWABATA and Tadashi SASAKI, 1997. Tests on Side Thruster of WakashiomaruIV. NAVIGATION, 132: 51-58.