

선수 스러스터가 선회성능에 미치는 영향에 관한 연구

최찬문 · 안영화 · 정용진 · 양정훈
제주대학교 해양과학대학

I. 서론

선박의 타(舵)는 보침(保針) 및 선회(旋回)를 주는 장치로서, 선미에 평판형태의 구조물을 설치하여 프로펠러에 의한 추진기류 등 수류의 횡압력을 이용하는 선미 타의 형태가 대부분이며, 선속이 저하 하게 되면 타력(舵力)이 떨어지므로 이를 보완하여 선체를 회두시키기 위하여 추력기(推力機)인 스러스터(Thruster)를 설치하고 있다. 그러나 선박에 설치된 스러스터에 대하여 지금까지는 조선공학적인 측면에서 검토되었지만, 실제적으로 운항자가 스러스터를 이용하면서 선회성능에 미치는 영향을 논의 된 바는 거의 없다. 본 연구에서는 그 영향을 알아보기 위하여 1993년 8월 31일 진수한 제주대학교 실습선으로서 선수 스러스터를 장착한 아라호(G/T 990ton)를 이용하여 2004년 5월 20일과 21일 양일간에 걸쳐 우리나라 남해안 여서도 근해에서 타와 선수 스러스터를 동시에 사용했을 때 선회성능에 미치는 효과를 파악하고 이를 이용하여 선박 충돌 시 선체의 손상을 최소화 시킬 수 있는 기초자료를 얻고자 하였다.

. 재료 및 방법

본 시험에 사용한 아라호는 선체의 후방에 장착된 나선형 프로펠러(Screw Propeller)는 주기관의 동력에 의해 회전하게 되며 프로펠러는 추력(推力 : Thrust)을 발생시켜 선박을 전·후진하도록 되어 있다. 본 시험에 사용한 사이드 스러스터는 프로펠러에 의해 선체를 횡 방향으로 회두시키는 ULSTEIN PROPELLER제 Ulstein 45 TV형 선수 스러스터를 이용하였으며, 기기의 구성은 가변피치로 날개가 4개, 프로펠러 직경은 1,000mm, 추력은 약 3 톤 정도이며 그 배치도는 Fig. 1에서 나타냈다.

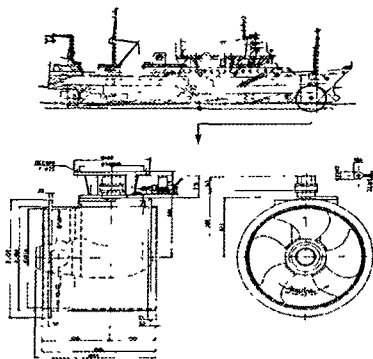


Fig. 1. Side view of the experimental ship M.S. A-RA.

본 연구에서는 33°54' N, 127°00' E 해역과 34°09' N, 127°46' E 해역에서 타와 선수 스러스터를 동시에 사용하였을 때의 선회성능을 파악하기 위하여 기관회전수를 550rpm, 720rpm에서 항진 중 타각의 회두를 좌·우현으로 각각 10°, 20°, 30°로 하였을 때와 선수 스러스터의 평균 추력을 50%인 84kW, 90%인 146kW에서 좌·우현으로 각각의 타 및 선수 스러스터를 동시에 선회시켰을 때 선회시험을 실시하였으며, 실험 시 조류가 약하고 파고 및 풍속이 낮은 정조시를 택하여 실시하였다. 그리고 선회위치를 측정하기 위하여 사용한 측정 장치는 항법용 위성으로부터 수신된 선박의 위치를 보정 수신할 수 있는 한국제(Samyung, Navis-3700D) DGPS에 의해 수신된 위치정보인 위도, 경도 및 선수방위각, 선속 등을 미터단위로 환산하여 X, Y 좌표로 출력된 선회권을 작도해서 분석하였다.

III. 결 과

Fig. 2는 시험선의 선속이 10.0~10.5knot, 기관회전수 550rpm에서 항진 중 타각의 변화를 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 했을 때 그리고 Fig. 3 및 Fig. 4는 시험선의 선속을 각각 10.0~10.5knot 및 기관회전수 550rpm, 13.0~13.5knot 및 기관회전수 720rpm로 했을 때 선수 스러스터의 추력을 각각 50%(84kW), 90%(146kW)에서 타각을 좌·우현으로 10°, 20°, 30°로 한 경우 DGPS의 위치정보를 이용한 선회권의 크기를 나타낸 것으로서, 동일한 선속에서 좌·우현 선회시를 비교하여 보면 시험선의 경우는 좌현선회경이 우현선회경보다 짧았으며, 타각만으로 시험했을 때 보다는 선수 스러스터와 타를 동시에 작동했을 때가 선회경의 크기가 작았다. 그리고 선수 스러스터의 추력을 같게 했을 때는 선속이 빠를수록 선회성능이 향상되어 선회경의 궤적이 짧았다.

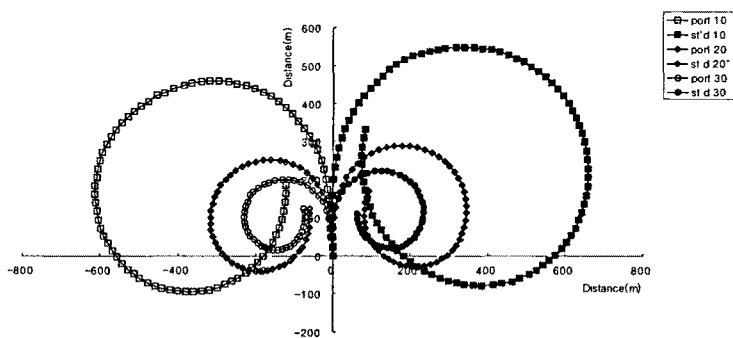


Fig. 2. DGPS information-based turning circle while maneuvering the ship to port and starboard, 550rpm.

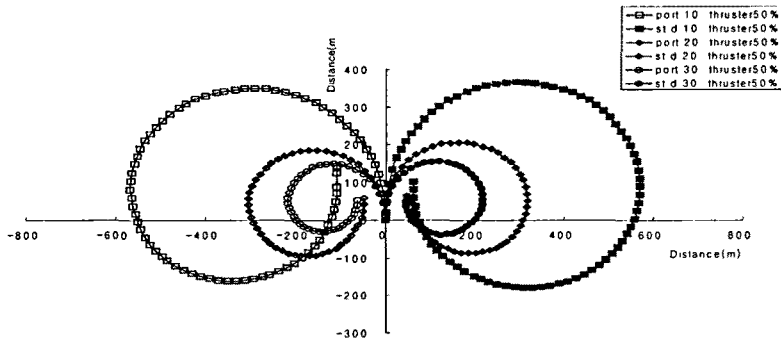


Fig. 3. DGPS information-based turning circle while maneuvering the ship to port and starboard with rudder and 50% power of bow thruster, 550rpm.

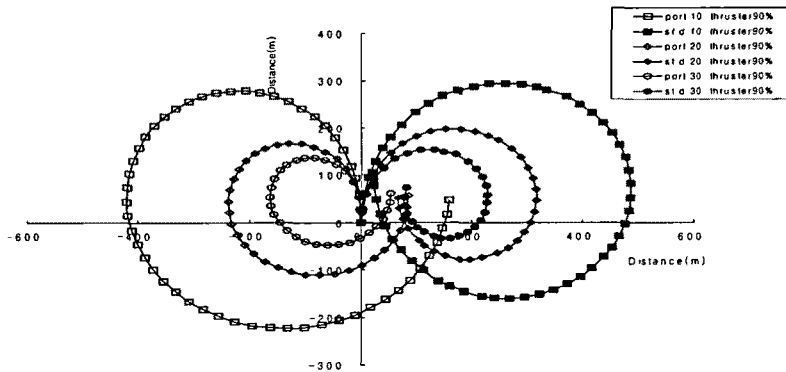


Fig. 4. DGPS information-based turning circle while maneuvering the ship to port and starboard with rudder and 90% power of bow thruster, 720rpm.

그리고 DGPS의 위치정보를 이용하여 선회 각속도를 단위시간 10초마다 측정한 결과를 살펴보면, 선속을 10.0~10.5knot에서 타각의 변화를 주었을 때 10°에서부터 20°까지의 타각 차에 따른 각속도의 차이보다 20°에서부터 30°까지 타각 차에 의한 선회 각속도의 차이가 더 작은 것을 알 수 있었으며, 최대 선회각속도는 90° 선회하기까지 50초가 소요되었으며, 이후부터는 일정한 각속도를 유지하고 있었다. 그리고 조타와 동시에 선수 스러스터의 추력을 50%(84kW)로 사용했을 때에 선회각속도의 변화와 같은 조건에서 선수 스러스터의 추력을 90%로 하였을 때 그 형태는 비슷하였다. 그리고 선속이 13.0~13.5knot, 기관회전수 720rpm에서 항진 중 조타와 동시에 선수 스러스터의 추력을 90%(146kW)로 하였을 때가 추력 50%(84kW)일 때보다 선회각속도는 약간 빠르게 나타났다.

선수 스러스터가 선회성능에 미치는 영향을 파악하기 위하여 기관회전수 550rpm에

서 선속을 10.0~10.5knot로 항진 중 좌현으로 선회 시 타와 추력을 각각 50%, 90%로 했을 때의 선회 증거에 대한 회귀분석결과에 의하여 (1), (2), (3)식을 얻었다.

타만을 이용한 경우 :

$$y = -14.075x + 570.43 \quad (r = 0.93) \quad (1)$$

타와 선수 스러스터의 추력을 50%로 했을 경우 :

$$y = -7.59x + 353.07 \quad (r = 0.93) \quad (2)$$

타와 선수 스러스터의 추력을 90%로 했을 경우 :

$$y = -10x + 419.8 \quad (r = 0.88) \quad (3)$$

IV. 요약

1. 타각 10°~ 20°사이의 선회경이 20°~ 30°일 때 보다 크게 나타났고, 타각은 일정한 각도를 넘어서게 되면 타효는 선형적으로 변하지 않았음을 알 수 있었으며, 또한 같은 타각으로 조타를 하였음에도 불구하고 좌현선회시가 우현선회시보다 선회경이 짧게 나타났다.

2. 타와 선수 스러스터를 동시에 사용한 선회성능은 스러스터의 추력에 의한 선회효과 보다 타각의 증가에 따른 선회효과가 선회경의 크기와 선회 각속도의 크기에 더 큰 영향을 미쳤다.

3. 기관회전수 550rpm, 선속 10.0~10.5knot에서 상관관계 회귀식에 의한 분석결과 선수 스러스터가 선회성능에 미치는 영향은 타각의 3°~5°정도였고, 그 효능은 대각도의 타각이 될수록 점차적으로 타에 의해서 상쇄되는 것으로 알 수 있었다.

이상의 결과를 요약하면, 선수 스러스터가 선회 성능에 미치는 영향은 선속이 낮을 때, 초기 선회 시에 크게 나타났으며, 또한 한정된 협수로나 입 . 출항 조선(操船)해역에서는 저속으로 운항해야하므로, 타와 사이드 스러스터를 동시에 사용하면, 선회증거 및 선회경의 크기 등 선회성능에 미치는 영향이 크게 나타남을 알 수 있으며, 본 시험에 사용한 실습선 아라호의 선회성능은 좌현선회시가 우현선회시 보다 선회성능이 양호함을 알 수 있었다.

참고문헌

- 김진건 외 4인 : 『船舶運用學 -操縱編-』, 有一文化社, 1998, pp19-20.
- IMO, "Interim Standards for Ship Manoeuvrability", Resolution A.751(18), 1993.
- Masataka Fujino : "On the Effectiveness of side thrusters", Journal of SNAK, Vol.14, No. 2, June, 1977, pp11-25
- Yoshiji FUJISHIGE, et al. : "若潮丸IVのサイドステスタ實船實驗について", NAVIGATION 132号, 1997, pp51-58.
- 山崎・石原泰明 : "スキュー分布の異なる可変ピッチ式 サイドステスタの性能, 日本造船學會論文集 第187号, pp33-39