

속도에 따른 인자가 선박의 조종에 미치는 영향

† 유영준 · 이기표

† 서울대학교

Effects of Speed Dependent Factors on Ship Maneuvers

† Young-Jun You, Key-Pyo Rhee

† Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, College of Engineering, Seoul National University

요약 : 선박이 항만이나 협수로에서 항해를 하는 경우 수심 등 환경적인 제한 때문에, 대양에서보다 낮은 속도로 운항하게 된다. 이러한 환경적인 제한 속에서 선박의 조종성능을 정확하게 추정하는 것은 사고의 위험을 줄이는데 필수적이다. 일반적으로, 실험적인 방법을 통해 조종성능을 추정하는 연구에서는 대양에서의 운항속도를 기준으로 이루어지기 때문에 위와 같은 제한 수역에서 낮은 속도로 운항하는 선박의 조종성능을 추정하는데 한계가 있다. 본 연구에서는 대양에서의 운항 속도와 다른 속도에서 운항하는 선박의 조종성능이 어떻게 변화하는지 확인하고, Whole ship model에서 KT model로 바꾸어 적용하였을 때 이러한 특성이 유지되는지 확인하였다.

핵심용어 : 조종성능, 운항속도, 제한수역, 모형시험

1. 서 론

일반적인 조종 성능의 추정은 선박이 대양항해를 하는 상황을 전제로 이루어진다. 선박은 대양 항해 시 일반적으로 중·고속에서 운항되고, 지형이 단순하고 주위에 항해하는 선박의 수가 적기 때문에 충돌의 위험이 거의 없다. 하지만 입출항을 하는 경우나 협수로를 항해하는 경우에는 지형이 복잡하고 주위에 항해하는 선박이 많이 때문에 충돌 위험성이 높게 되고, 대양 항해 때 보다 낮은 속도에서 운항하게 된다. 때문에 이러한 환경적인 요인이 작용하는 해역에서의 운항 속도에서 조종성능을 정확하게 추정하는 것은 안전한 항해와 직결된다. 본 연구는 운항속도보다 낮은 속도로 운항하는 경우의 유체력 미계수와 속도를 반영하여 조종성능이 어떠한 영향을 받는지 확인하였다.

2. 조종운동방정식

본 연구에서는 조종시험결과를 Whole ship model을 이용해서 조종시뮬레이션을 수행하고, 그 결과를 분석해 KT model을 이용하여 조종시뮬레이션을 다시 수행하였다. 일반적으로 충돌회피시스템에서는 수식의 간단함과 빠른 연산속도 때문에 KT model을 사용하여 자선의 조종성능을 반영하고 있다. 때문에 KT model을 이용하여 시뮬레이션 한 결과를 분석함으로써 속

도에 따른 영향의 반영 여부를 확인할 수 있다. Whole ship model은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} m'(\dot{u}' - r'v' - x_G'r'^2) &= X_{H+POD}' \\ m'(\dot{v}' - r'u' - x_G'r'^2) &= Y_{H+POD}' \\ I_{zz}'\dot{r}' + m'x_G'(v' + r'u') &= N_{H+POD}' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{H+POD}' &= X'_u\dot{u}' + X'_{vv}v'^2 + (X'_{vr} - Y'_v)v'r' \\ &\quad + X'_{rr}r'^2 + X'_u u' + X'_P + X'_{\delta\delta}\delta^2 \\ Y_{H+POD}' &= Y'_v\dot{v}' + Y'_r\dot{r}' + Y'_v v' + Y'_{vvv}v'^3 + \\ &\quad + (Y'_r + X'_u)r' + Y'_{rrr}r'^3 + Y'_{vrr}v'r'^2 \\ &\quad + Y'_{vvr}r'v'^2 + \dots + Y'_\delta\delta' + Y'_{\delta\delta\delta}\delta^3 \\ N_{H+POD}' &= N'_v\dot{v}' + N'_r\dot{r}' + N'_v v' + N'_{vvv}v'^3 + N'_{rr}r' \\ &\quad + N'_{rrr}r'^3 + N'_{vrr}v'r' \end{aligned}$$

위의 Whole ship model로 시뮬레이션 된 Turning test와 Zigzag test 결과를 바탕으로 Nomoto에 의해 제안된 KT model의 계수를 구하였다.

$$\begin{aligned} T\dot{\psi} + \dot{\psi} &= K \cdot \delta \\ T_v\dot{V} + V &= V^* \end{aligned}$$

본 연구에서 사용된 대상 선박은 지식경제부 차세대 고부가가치 선박의 Safety 기술 개발에서 설계된 POD추진기를 탑재한

† 교신저자 (연희원), yyj0823@snu.ac.kr 02)880-7339
중신희원, kprhee@snu.ac.kr 02)880-7339

크루즈 선박이다.

Table 1 Principal particulars

	Data
Lpp	243.0m
T	8.3m
B	36.0m
V	23.5knots
Scale ratio	1/28

3. 조종시뮬레이션 결과

대상 선박에 대한 모형시험 결과를 Whole ship model을 이용해 조종시뮬레이션을 수행하고, 그 중에서 20°/20° Zigzag test 결과를 분석하여 KT model에서 사용하는 K, T index를 계산하였다. 그리고 KT model을 이용하여 조종시뮬레이션을 수행하여 KT model을 사용하였을 때 대상 선박의 조종성능과 관련한 특성을 반영할 수 있는지 확인하였다. 먼저 Whole ship model에서 시뮬레이션 한 대상 선박의 Turning test 결과는 다음과 같다.

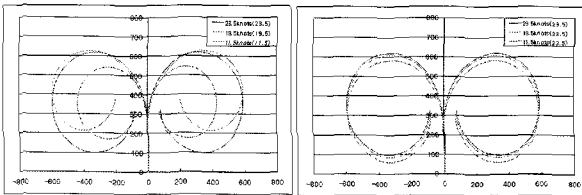


Fig. 1 속도에 따른 미계수 변화 반영한 Turning test (Whole ship model)
 Fig. 2 속도에 따른 미계수 변화를 고려하지 않은 Turning test (Whole ship model)

Fig 1에서는 세 가지 속도에서 수행된 실험결과를 바탕으로 얻어진 유체력미계수를 반영하여 시뮬레이션 하였다. Fig 2에서는 23.5knots에서 얻어진 유체력미계수를 동일하게 적용하여 시뮬레이션 한 결과이다. Whole ship model을 사용하여 시뮬레이션 한 결과 유체력미계수 입력에 따라 Turning 궤적에 큰 차이가 나타남을 확인할 수 있다.

Whole ship model을 이용한 Zigzag test 결과를 분석하여 KT model에서 사용하는 K, T index를 계산하였고, 무차원화 시킨 값은 다음의 Table 2와 같다.

Table 2 Calculated K, T index

	23.5	19.5	19.5(23.5)	11.5	11.5(23.5)
K'	1.1152315	1.4627365	1.1239739	1.230771	1.1456469
T'	1.0649446	1.3212465	1.0608918	1.8880674	1.0557032

Table 2과 같이 얻어진 index를 사용하여 KT model에서 Turning test를 시뮬레이션 한 결과는 다음과 같다.

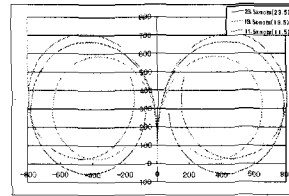


Fig 3 속도에 따른 미계수 변화를 반영한 Turning test (KT model)

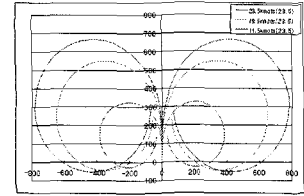


Fig 4 속도에 따른 미계수 변화를 고려하지 않은 Turning test (KT model)

Fig 3과 Fig 4는 동일한 T_v 값을 사용하였다. 궤적에서 보여주고 있는 선회궤적의 크기는 시상수를 조절함으로써 변화가 가능하기 때문에, KT model을 사용해서 Whole ship model에서 나타난 조종 특성을 반영하는 것이 가능함을 알 수 있다. 단, Fig 4의 경우에는 동일한 T_v 값을 적용하였을 때, Whole ship model을 반영하지 못하므로 속도에 따라 적당한 T_v 값을 선택할 필요성이 있다.

4. 결 론

본 연구에서 수행한 Turning test 시뮬레이션 결과를 보면, 속도에 따라 유체력미계수의 차이를 반영한 Turning trajectory와 속도에 따라 동일한 유체력미계수를 적용한 Turning trajectory의 차이가 Whole Ship Model과 KT model에서 모두 나타나고 있음을 알 수 있다.

또한 Whole ship model을 사용한 시뮬레이션 결과와 KT model을 사용한 Turning test 결과를 비교할 때, 적당한 T_v 값의 선택이 전제된다면 조종성능의 특성을 반영하는 것이 가능함을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] Han-Jin Lee, Key-Pyo Rhee, "Development of collision Avoidance System by using Expert System and Search Algorithm", International Shipbuilding Progress, 48-3, pp 197-22, 2001
- [2] K. Nomoto, "A Practical Analysis on Manoeuvrability and Its Application to Ship Design", International Seminar on ship technology, 1976