

비틀림 타를 갖는 수중운동체에서 보조타 추가에 따른 횡동요 모멘트에 관한 연구

Numerical Investigation for Rolling moment of Underwater Vehicle with Pre-twist Angle of Fin by Adapting Sub-fins

*#송재강¹, 전관수¹, 송재천¹

*#Jaekang. Song(Jaekang.song@lignex1.com)¹, Kwansoo. Jeon¹, Jaecheon. Song¹

¹LIG 넥스원

Key words : CFD, Underwater vehicle, Pre-twist Angle, Fin, Rolling moment

1. 서론

수중운동체의 설계에 있어서 중요한 것은 주행 및 조종 안정성을 확보하는 것이다. 이러한 안정성을 충족하기 위해서는 여러 가지를 만족해야 하겠지만, 그 중에서도 프로펠러의 회전으로 인하여 발생하는 횡동요 모멘트를 상쇄시키는 것과 직진 안정성을 만족하는 것이 중요하다.

먼저 프로펠러의 회전으로 인하여 발생하는 횡동요 모멘트를 상쇄시키는 방법으로는 상반 회전 프로펠러의 사용, 프로펠러 전/후방에 스테이터 장착, 또는 비틀림타를 장착하는 방법이 있다. 위의 세 가지 방법 중에서 가장 좋은 것은 상반 회전 프로펠러를 사용하는 것이다. 하지만 이것은 복잡한 구조에 의하여 무게의 증가 및 다른 방법에 비하여 많은 공간을 필요로 한다. 반면에 비틀림타를 장착하는 방법은 간단한 구조로 인하여 무게의 증가 및 공간의 필요를 줄일 수 있는 장점이 있다. 하지만 비틀림타의 능력을 발휘하기 위해서는 이것의 기하학적 형상에 대한 많은 연구 및 데이터베이스를 필요로 한다.

직진 안정성을 만족하기 위해서는 중량 대 부력 비 및 중량 중심 대 부력 중심의 위치 등을 원하는 설계지점에 분포하게 하는 방법과 타의 면적을 증가시키는 방법 등이 있다. 전자의 경우가 최선이라고 할 수 있지만, 이것은 수중운동체 전반적인 구성품의 관리를 요하는 어려움이 있다. 이에 반하여 후자는 전자에 비하여 다소나마 쉽게 접근할 수 있다. 하지만 이것은 선미부 유동의 변화 등을 가져오기에 설계 전에 이에 대한 연구 수행을 필요로 한다.

본 연구에서는 프로펠러에 의한 횡동요 모멘트를 상쇄하기 위하여 비틀림타를 적용한 수중운동

체에서 직진안정성을 높이기 위해, 보조타(몸체방향과 평행한 각도를 가짐)를 추가했을 때의 횡동요 모멘트 변화에 대하여 알아보고자 하였다. 이를 위해서는 실제 수조모형시험을 통한 측정이 가장 좋으나, 이것은 많은 시간과 비용을 필요로 한다. 그에 반하여 CFD(전산유체해석)는 시간과 비용을 줄일 수 있으며, 적절한 격자 크기와 가정을 동반할 경우, 시험결과와 근접한 해를 얻을 수 있는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 수조모형시험을 대신하여 시간과 비용을 절감할 수 있는 CFD(전산유체해석)를 통하여 변경된 형상에 따른 현상을 알아보고자 하였다. 이를 통하여 얻게 된 결과는 향후 수중운동체의 형상설계를 위한 기초자료로 사용될 것이라 생각된다.

2. 형상

본 연구에 사용된 수중운동체는 L/D가 8.50인 형상으로 4개의 비틀림타를 갖는 형상을 Case 1, 여기에 몸체방향과 평행한 4개의 보조타를 추가한 형상인 Case 2로서 fig.1에 도시하였다. 타의 개수가 Case 1은 4개이고, Case 2는 8개 이다. 또한 추가된 보조타는 기존타에 대비하여 약 0.25의 크기를 갖는다.

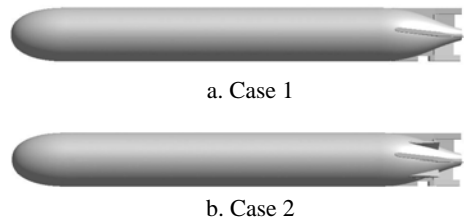


Fig. 1 Geometry of the underwater vehicles

3. 연구 수행 방법

본 연구에서는 CFD(전산유체해석)를 통하여 비틀림타를 갖는 수중운동체에서 몸체와 평행한 보조타를 장착하였을 때 발생한 현상에 대하여 알아보고자 하였다.

이를 위하여 상용 유동해석 프로그램인 FLUENT를 사용하였다. 지배방정식으로는 3차원 비압축성 Implicit Steady Navier-stokes 방정식을 적용하였다. 난류모델의 경우에는 본 연구에서 적용된 형상과 같이 몸체가 축대칭인 수중운동체의 저항예측이 시험 값과 가장 유사하고, 경계층 영역에서의 효과를 보기위해 개발된 k- ω SST 난류모델을 사용하였다[1,2,3].

본 연구에서 현상을 알아보고자 한 Reynolds 수는 1.07×10^7 이다.

4. 결과 및 고찰

CFD 결과를 살펴보면 Case1에서 발생하는 횡동요 모멘트가 1이라고 할 때, Case2에서 발생하는 횡동요 모멘트는 1.008인 것을 확인하였다. 즉 추가된 몸체방향과 평행한 4개의 보조타가 횡동요 모멘트에 끼치는 영향이 아주 미약한 것을 알 수 있다.

fig. 2는 case 1에서 발생하는 전체 횡동요 모멘트를 1이라고 하였을 때, 각각의 타에서 유발하는 횡동요 모멘트의 크기를 나타낸 것이다. 여기서 상, 하, 좌, 우의 타에서 유발하는 모멘트의 크기가 다른 것은 제약 상의 이유로 4개의 타의 형상을 다르게 하였기 때문이다. 부가적으로 설명하자면 좌, 우의 경우에는 동일한 형상을 가지고 있다. 결과를 살펴보면 case 2에서 보조타의 장착으로 (-)방향의 횡동요 모멘트를 발생한다. 하지만 기존의 타(상, 하, 좌, 우)에서 더 많은 모멘트를 발생시킴으로 인하여 그것을 상쇄시켜주는 역할을 하는 것을 알 수 있다.

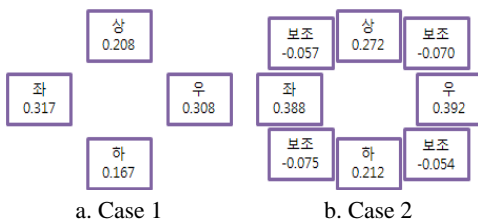


Fig. 2 Rolling moment ratio at the fins

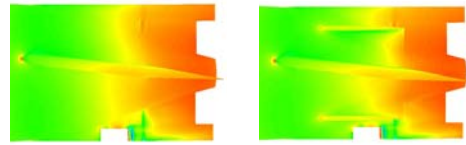


Fig. 3 Pressure distribution

Fig. 3은 선미부와 타에 걸리는 압력을 도시한 것이다. 여기서 빨간색 부분이 압력이 높은 부분이다. 하지만 압력이 높은 지점, 즉 많은 양력을 발생시킴으로 많은 모멘트를 발생시키는 범위 밖에 보조타가 장착된 것을 확인 할 수 있다. 따라서 향후 보조타의 길이 변화에 따른 효과에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

5. 결론

CFD(전산유체역학) 해석을 통하여 비틀림 타를 갖는 수중운동체에서 몸체와 평행한 보조타의 추가 유무에 따른 횡동요 모멘트의 변화에 대한 연구를 수행하였다.

추가된 보조타에 의한 전체 횡동요 모멘트의 변화는 미약한 것을 확인하였다. 이는 보조타의 장착으로 (-)방향의 횡동요 모멘트가 발생하지만, 기존의 타에서 더 많은 모멘트를 발생시킴으로 이를 상쇄시키는 것에 의한 것을 알 수 있었다. 그리고 선미부와 타에 걸리는 압력분포를 살펴본 결과, 향후 보조타 길이 변화에 따른 연구 수행의 필요성을 알 수 있었다.

본 연구 결과는 수중운동체 형상설계를 위한 기초자료로 활용될 것이라 사료된다.

참고문헌

- 2010, 김민재, “기저부를 갖는 축대칭 수중운동체의 저항예측에 관한 연구,” 한국군사과학기술학회지, 제 13권 제 3호, pp.372-377.
- 2011, 송재강, 문정원, 전관수 “수중운동체의 타 장착에 따른 유동특성에 관한 수치적 연구,” 한국전산유체공학회 춘계학술대회 논문집, pp.550-555.
- 2006, Fluent 6.2 Documentation File, ANSYS Manual.