

수중운동체의 형상 설계를 위한 저항해석 Numerical Investigation for Design of Underwater Vehicle

*# 신명섭¹, 송재강¹, 박정훈¹, 임종수², 김종순²

*# MyungSub. Shin(myubgsub.shin@lignex1.com)¹, Jaekang. Song¹, Jeonghoon.Park¹
Jongsoo.Lim², Jongsoon.Kim²

¹LIG넥스원, ²cd-adapco

Key words : CFD, Underwater vehicle, Fin, Duct, Drag

1. 서론

운동체의 형상을 설계하는데 있어서 중요한 것 중의 하나는 저항을 최소화할 수 있는 형상을 도출하는 것이다. 따라서 형상설계 단계에서의 저항 예측은 필수적이며, 예측결과가 효율적으로 설계에 반영될 수 있어야 한다. 이러한 점에서 전산유체역학(CFD : Computational Fluid Dynamics)을 이용한 저항 예측 방법은 실험에 비하여 시간과 비용을 절감할 수 있으며, 실험의 대안 또는 상호보완적 수단으로써 유용하게 활용될 수 있다.

본 연구에서는 전산유체역학을 이용하여 수중운동체의 저항 및 유동 특성의 예측을 시도하였다. 이를 통하여 속도별 저항의 증가 알아보고자 하였다. 이를 위한 전산유체역학 프로그램으로 상용 유동해석 프로그램인 STAR-CCM+를 사용하였다. 본 연구를 통하여 계산된 유동 특성은 향후 수중운동체의 형상 설계에 필요한 기초 자료로 활용될 것으로 생각된다.

2. 형상

본 연구에 사용된 수중운동체는 L/D가 12.37인 형상을 가지고 있다(Fig.1) 또한 길이(L)에 대하여 충분히 후류 등에 대한 영향을 계산가능하기 위해 충분한 영역(Fig.2)을 구성하였다.



Fig. 1 수중운동체의 형상

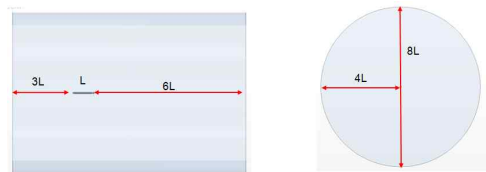


Fig. 2 계산 영역

3. 수치해석기법

본 연구에서는 전산유체해석을 위한 프로그램으로 상용 유동해석 프로그램인 STAR-CCM+를 사용하였다. 작동유체의 물성치는 밀도가 1025.87kg/m³ 점도가 0.00122Pa·s이다. 경계조건은 steady state 해석을 사용하였다. 방정식으로는 3차원 비압축성 Implicit Steady Navier-stokes 방정식을, 압력-속도 결합식으로는 SIMPLE를 사용하였다. 대류항과 확산항에 대한 차분화는 2nd order upwind 방법을 적용하였다. 축대칭 수중 운동체 저항 예측의 경우, k- ω SST와 Realizable k- ϵ 난류 모델이 시험 값을 가장 잘 예측하는데[1], 이 중에서 경계층 영역에서의 효과를 보기 위해 개발된 k- ω 난류 모델[2]인 k- ω SST를 사용하여 해석을 수행하였다.

4. 결과 및 고찰

전산유체역학을 통하여 수중운동체에서의 각 파트와 속도에 따른 저항특성을 예측하였다.

4-1 목표선속에서 각 파트별 저항

목표속도에서 계산된 수중운동체의 항력계수를 각 파트별로 나누어 살펴보았다. Fig.3은 계산시 각 파트별 특성을 고려하기 위해 전체 수중운동체를 나누어 도시화 한 것이다. Table.1은 이에 따른 전체저항에 대하여 마찰저항과 압력저항을

나타낸 것이다.

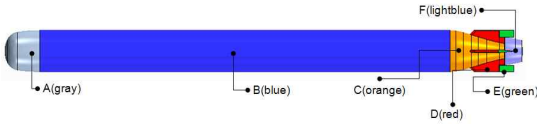


Fig. 3 각 파트별 형상

	마찰저항 (Cd, f)	압력저항 (Cd, p)	전체저항 (Cd)
A	0.00615195	0.01142505	0.017577
B	0.00009	0.08728	0.087289
C	-0.004334	-0.0021351	-0.006470
D	-0.006981	-0.0023272	-0.009309
E	0.00636728	0.00201072	0.008378
F	0.02967086	0.00483014	0.034501
Total	0.03096509	0.10108361	0.131966

Table.1 각 파트별 항력계수

Table.1를 살펴보면 A,B,C를 선체부분으로 D,E는 타로 F를 덕트로 나누어 각 부분이 수중운동체에 얼마만큼의 영향을 주는지 알 수 있다.

4-2 속도별 저항

본 연구에 사용된 수중운동체는 운용특성상 다단 주행이 필요하다. 따라서 목표속도에서 뿐만 아니라 저속 구간별 저항특성을 고려해야한다. Fig.4는 저속구간부터 목표선속까지 해석한 그래프를 나타낸 것이다.

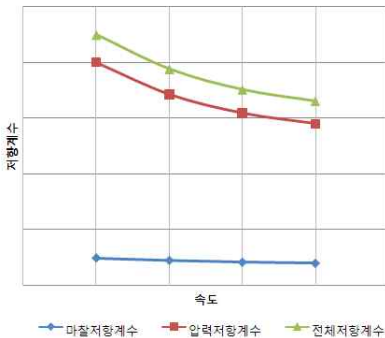


Fig.4 속도별 항력계수

위의 해석결과를 보면 목표선속에서의 저항계수가 다른 선속에 비해 작은 것을 확인할 수 있다. 즉 주된 운항 범위인 목표선속에서의 저항계수가 작은 것으로 인하여 전체효율에서 유리한 것을 예상할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 전산유체해석을 통하여 수중운동체의 저항 및 유동 특성을 예측하고자 하였다. 해석을 위한 프로그램으로는 STAR-CCM+를 사용하였으며, 난류 모델로는 k- ω SST 모델을 적용하였다.

본 연구를 통하여 얻게 된 저항 및 유동 특성은 다음과 같다.

1)타에서 생기는 저항의 증가는 미약하지만 (-)값을 가지는 것으로 확인 하였다. [2]에서 살펴보면 타의 장착으로 생기는 저항의 증가는 타에서가 아닌 선미부에서 압력저항의 증가에 기인하는 것을 알 수 있다.

2)덕트에서 생기는 저항은 전체 저항의 약 26%로 저항증가의 큰 요인이 되는 것을 확인했다.

3)수중운동체의 주행시 발생하는 저항은 압력저항이 주된 요소임을 확인하였다.

4)속도별 주행에 따른 결과 낮은 속도보다는 높은속도에서 저항계수가 감소하는 것을 확인하였다. 즉 목표속도인 높은 속도영역에서의 효율이 낮은 속도일 때 보다 높은 것을 예상할 수 있다.

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 타장착에 따른 유동특성에 관한 수치적 연구,” 한국전산유체공학회 추계학술대회논문집, pp.550-555.