

CFD를 이용한 청항선 해상부유물 프로펠러 유입 가능성 검토

이경원* · 김병재** · 이준형*** · 유광열****

*,**블루마린, ***,****부산대학교 조선해양공학과 대학원

요 약 : 청항선은 해상 부유물을 수거하는 배로서 청소과정에서 특성상 해상부유물로 인한 선체손상 또는 프로펠러 유입으로 사고의 위험이 있다. 따라서, 건조 시 이를 고려한 설계를 하거나 반영하여야 한다. 그러나 모형시험에서 구현의 문제와 많은 Case로 인해 시간과 비용에 많은 어려움이 있다. 따라서, 이를 예측하기 위해 최근 발전하고 있는 수치해석을 통해 해상 부유물을 구현하였다. 그 후 속도에 따라 부유물을 흘러 프로펠러 주변 유입여부를 확인하였다.

핵심용어 : 청항선, 해상부유물, 수치해석

1. 서 론

해상쓰레기의 처리문제는 현재 전세계적인 문제로 이슈가 되고 있다. 발생원인은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 먼저, 육상에서 발생한 쓰레기가 호우 또는 폭우로 인해 바다로 들어가면서 발생하는 경우, 두 번째로 해상에서 낚시 및 어업활동 및 선박의 운항과 피서객들의 방치로 인한 경우이다.

이렇게 발생한 쓰레기들은 선박사고와 어업생산성 저하 등 각종 문제의 원인이 된다. 이를 해결하기 위해 정부는 국내 14개항에서 청항선을 운영 중이다.

그러나 청항선도 마찬가지로 청소과정에서 해양쓰레기의 유입으로 인한 사고 가능성이 있다. 따라서 건조 시 이를 반영한 설계를 해야한다. 하지만 모형시험에서 구현과 많은 Case가 발생하고 그에 따른 비용 및 시간에 많은 어려움이 있다. 따라서 최근 발전하고 있는 전산유체해석 (CFD)를 이용하여 해상부유물과 선박을 모델링하고 부유물의 구현가능여부와 부유물의 프로펠러 유입여부를 검토해보고자 한다.

2. 수치해석 조건 및 모델

전산유체해석 프로그램은 Star-CCM+를 사용하였으며 대상선형의 기본제원은 표2.1과 같다. 부유물 길이는 0.3m, 반지름 0.1m의 원통으로 하였다. 부유물 개수는 7개 이며, 부유물 위치는 선수를 기준으로 같은 열에 배치하여 해석을 실시하였다. 가상수조는 VOF모형을 통해 구현하였으며, 선체는 Fix, 부유물은 DFBI 기법 이용하여 6자유도를 구현하였다. 해석은 Unsteady 해석으로 Time-step은 0.01초, 총 5초를 해석하였으며 난류모델은 k-ε 모델을 사용하였다.

총 격자개수는 332만개로 24core 기준으로 12시간을 해석하였다. 해석 시 선속조건은 7, 9, 10, 11, 12, 13 knot로 총 6 Case를 해석하였다.

Table 1 대상선형 선박제원

Designation	Symbol	Design Load	
		Ship	Model
Scale	λ	1	10
Length	LBP(m)	34	3.4
Breath	B(m)	10.6	1.06
Draft	d(m)	2.1	0.21

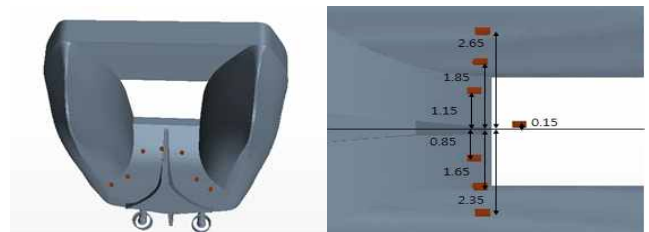


Fig. 1 대상선형 및 해상부유물 위치

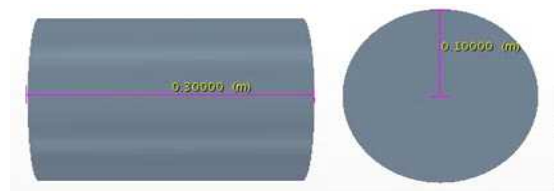


Fig. 2 해상부유물 모델링

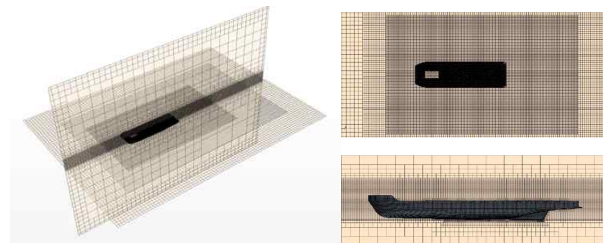


Fig. 3 격자계 구성도

* skylkw@naver.com

3. 수치해석 조건 및 모델

해석결과 부유물은 6 자유도를 가지며 선체를 따라 이동하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 해석시간을 동일한 4.5초에서 비교한 결과 선속에 따라 부유물의 이동과 위치가 다른 것을 확인할 수 있었다. 7kt의 경우 유속이 상대적으로 느려 부유물 간 간격이 점차 벌어지는 반면 속도가 증가함에 따라 간격이 좁혀지며 빠져나가는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 선미부 프로펠러로 유입여부를 확인한 결과 유입되는 Case는 보이지 않았다. 이는 유선분포 통해 확인할 수 있었다.

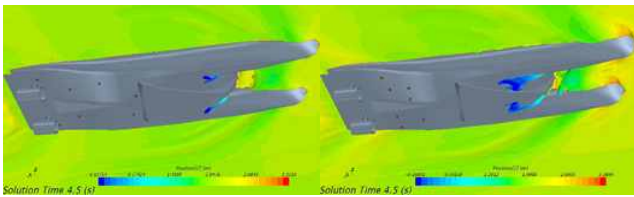


Fig. 4 7kt, 9kt 4.5s에서 해석결과 비교

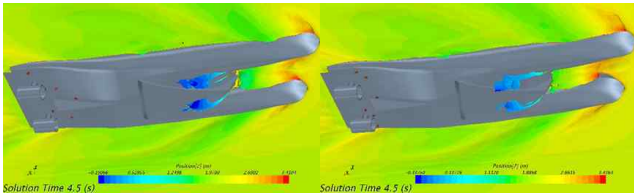


Fig. 5 10kt, 11kt 4.5s에서 해석결과 비교

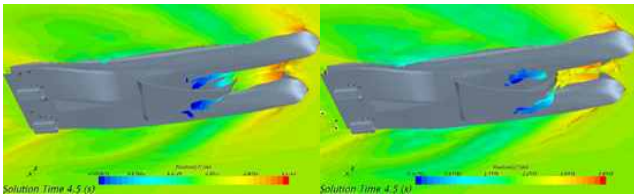


Fig. 6 12kt, 13kt 4.5s에서 해석결과 비교



Fig. 7 7kt에서 유선결과

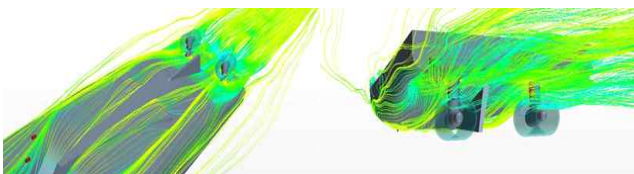


Fig. 8 9kt에서 유선결과

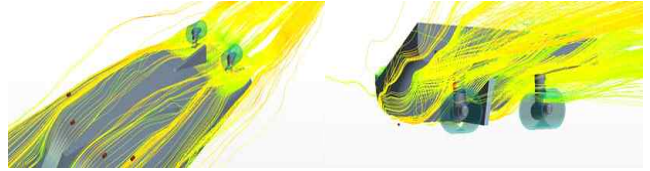


Fig. 9 10kt에서 유선결과

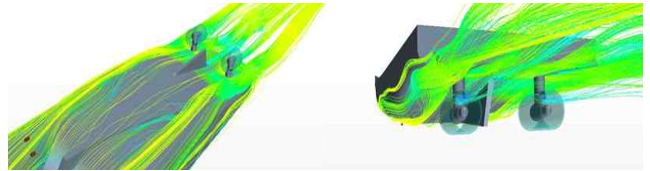


Fig. 10 11kt 에서 유선결과

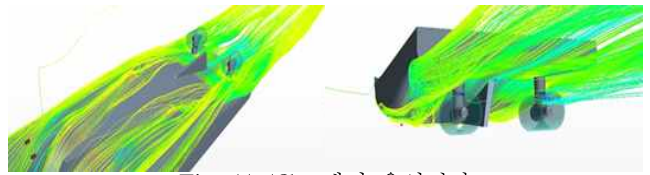


Fig. 11 12kt 에서 유선결과

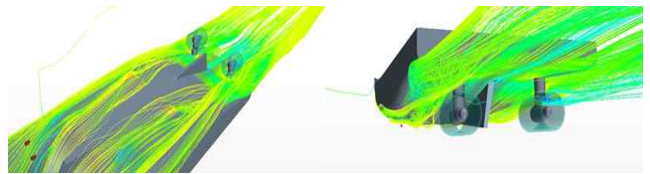


Fig. 12 13kt 에서 유선결과

4. 결 론

본 연구에서는 해상 부유물을 수거하는 청항선을 모델링하여 부유물이 프로펠러로 유입되는지 여부와 그 기법의 구현가능성에 대해 검토하였다. CFD 해석 수행 결과 DFBI 기법을 통해 해상부유물의 움직임 구현이 가능한 것을 확인할 수 있었다. 그리고 6 Case 선속으로 해석한 결과 선속에 따라 부유물간 간격이 달라지는 것을 확인하였다. 프로펠러 유입여부는 유선분포로 확인한 결과 유입이 없는 것으로 확인되었다.

향후 연구로 부유물의 형태가 다른 긴 로프의 경우 유입 여부를 검토할 예정이다. 또한 프로그램에서 구현되지 못한 수치오류를 해결하는 추가연구를 할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 해양쓰레기 통합정보시스템(2018), 2016년 국가 해양 쓰레기 모니터링 최종보고서
- [2] 해양쓰레기 통합정보시스템(2018), 2017년 해양쓰레기 연보