

천안호 침몰해역의 해상조건 분석

† 이종우* · 김규광* · 김강민** · 권소현*** · 이형하***

*한국해양대학교 대학원 토목환경공학과, **(주)세일종합기술공사, ***부산항만공사

요 약 : 2010년 3월 26일 21시 45분경, 백령도 서남쪽 1.6km(1마일)해상에서 대한민국 해군의 초계함 천안함이 원인 미상의 사고로 침몰한 사건이 발생하였다. 이에 연안공학자의 입장에서 수색 및 구조에 필요한 기초자료인 해상조건들을 제공하고 시뮬레이션을 통한 보다 자세한 예측 및 유추가능한 자료를 제공한다는 것은 뜻깊은 일임에 틀림없다. 이에 본 연구에서는 백령도-대청도 부근해역의 기상, 파랑, 조석 및 조류, 저질, 부유사 상태등을 조사·분석하고 이를 기초로 해역특성을 분석하였다. 사건당시의 유속상황은 소조기(neap tide)-중조기(mean tide) 사이에 해당하며 3월 26일이 지나고 4월 3~4일까지는 유속이 가장 강한 대조기(spring tide)가 진행되는 시점으로 수색 및 구조작업에 예외사항이 있는것으로 파악되었다. 또한, 21:00-22:00 경은 낙조가 진행 중에 있기 때문에 물질이동은 남동쪽이 우세할 것으로 보이며 특히, 불규칙한 해저지형으로 인하여 급격한 와류 등이 존재할 것으로 판단되어 입자추적실험을 수행하였다. 수행 결과, 입자는 유속상황에 따라서, 초기에는 남동쪽으로 이동하지만 장기 예측결과, 외해쪽으로 흘러가는 것으로 나타났다. 이를 통하여 추후, 수색작업의 범위를 외해쪽으로 확대시켜야 할 것으로 사료된다.

핵심용어 : 주수루부, 풍파, 너울, 조석, 반일주조, 일조부동, 대조차, 수치실험

1. 서 론

각종 언론의 보도에 의하면 2010년 3월 26일 21시 45분경, 백령도 서남쪽 1.8km 해상에서 대한민국 해군의 초계함인 천안함이 원인 미상의 사고로 인하여 침몰한 사건이 발생하였다. 승선해 있던 많은 승조원들이 실종상태에 있으며 선실 내에서 구조를 기다리는 승조원들도 있으리라 생각된다. 백령도 해상은 알려진 바와 같이, 강한 조류속과 너울성 파도(swell)에 노출되어 있으며 이러한 해상조건으로 인하여 수색 및 구조에 어려움을 겪고 있다. 이에 본 연구에서는 천안함 침몰해역에서 수색 및 구조에 도움을 줄 수 있는 개략적이고 신속한 해상조건 상황을 제공할 수 있는 시스템을 갖출 수 있는 방안에 대한 연구를 수행하고 이에 따른 결과물을 도출하였다.

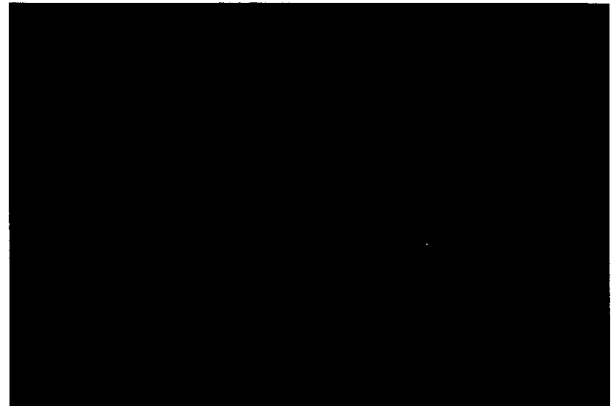


Fig. 1 location of focus area(wikimedia commons)

2. 기초자료 조사

2.1 지형 및 지세

침몰해역은 백령도에서 서남쪽으로 1.8km 해상이며, 남쪽으로는 대청도와 소청도가 위치하고 있다. 백령도는 인천광역시에서 북서쪽으로 191.4km 떨어진 서해 최북단에 위치한 국가방위 전초기지 및 안보, 해양관광자원의 개발거점 도서로서 북한과 가장 가까운 위치에 있다. 본래 황해도 장연군(長淵郡)에 속했으나 광복 후 인천광역시 옹진군에 편입되었다. Fig. 2에 제시된 위치도와 같이, 백령도와 대청도, 그리고 소청도는 위도상 북한의 영역에 해당하는 곳이다. 따라서, 군사적으로 매우 중요한 지형적, 지세적 위치에 있다.



Fig. 2 Bathymetric chart

2.3 기상

기상청의 AWS(Automated Weather System)에 의한 3월 26일 21:00~22:00간의 기상조건은 다음과 같다. 기온은 2.4~2.9℃, 습도는 74.5~86.1%, 기압은 1022.6~1022.9Hpa, 10분 평균 풍속은 2.8~4.9m/s, 1분 평균풍속은 2.5~5m/s, 풍향은 SSW로 나타났다(기상청).

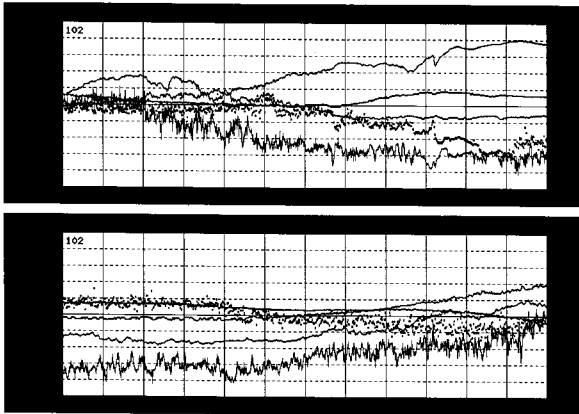


Fig. 3 Weather condition during 3.26 21:00~22:00 by AWS

2.4 파랑

‘장기파랑산출자료집(해양수산부, 1997)’과 ‘해상파랑관측 및 조사보고서(해양연구원, 2002)’의 24년간 자료를 분석하여 심해역의 평상파랑 제원을 확보한 결과, 계절별 경향이 뚜렷하여 하계엔 S계열이, 동계엔 N계열의 파랑이 우세하게 나타났다.

2.5 조석, 조류

해양조사원에서 고시한 백령도항의 조석 조화상수 및 비조화상수에 의하면, 백령도 부근해역의 조석은 조석형태수가 0.42로 반일주조가 우세한 혼합조로 매일 2개의 고·저조가 일어나지만 높이 및 출현시간의 부등이 심하다.

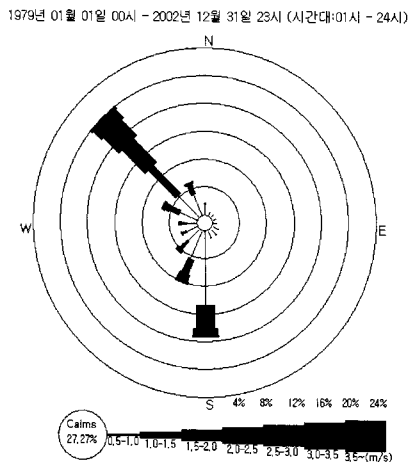


Fig. 4 Deepwater normal wave appearance frequency

해양조사원의 수치조류도에 의한 3월 26일의 조위 및 조류에 측치에 의하면 소조기(조금, neap tide)의 마지막 시기에 해당 하는 것으로 판단되며, 21:00~22:00사이에는 낙조시(ebb tide)에 해당하여 1knts(50cm/sec) 유속크기의 남류하는 흐름을 보이고 있다.

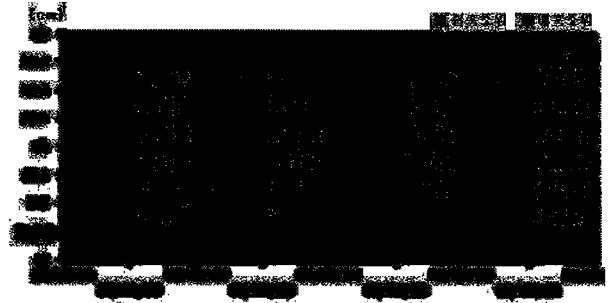


Fig. 5 Forecast and real of tide

2.6 부유사 및 해저질

백령도 용기포항 건설(용기포항 개발 기본계획 보고서, 해양수산부, 2000)에 관련한 자료에 의하면, 백령도 인근 해역의 부유사농도는 6~19mg/l로 비교적 낮은 편이며 해저질은 점토질 실트, 실트질 모래가 분포하는 것으로 나타났다. 전반적으로 모래가 가장 많이 분포하였고, 실트, 점토의 순으로 분포하였다.

3. 해상조건 분석

3.1 파랑

2.3절의 기상조건의 풍속, 풍향 조건을 입력자료로 하여 풍파(wind wave)의 발달 및 변형실험을 실시하였다. 장주기 너울성 파랑에 대한 계산은 입력값의 미확보로 인하여 무시하였다. 본 수치모형에 사용된 SWAN 모형은 수심변화에 따른 천수 변형, 굴절, 쇄파 등의 제반현상을 고려하여 심해로부터 천해로의 파고변화를 순차적으로 계산해 나가는 방법이다. 천해설계 파 산출 실험에서는 주파수 스펙트럼에 대해서는 32방향, 방향 분포함수에 대해서는 35방향으로 하여 불규칙파를 사용하였다.

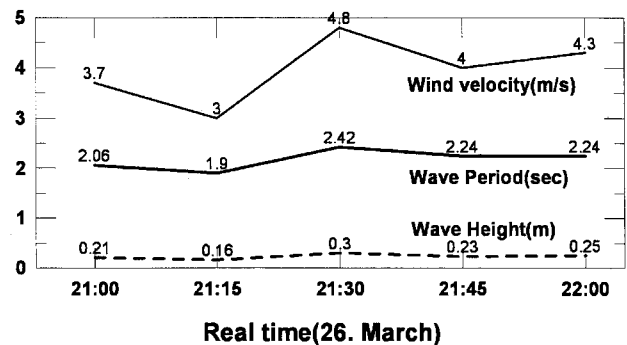


Fig. 6 Result of wave simulation

3.2 조석, 조류

수치실험시 실험조건은 4대분조(M2, S2, K1, O1)에 한하여 실험을 수행하였다. 실제 조석은 전체 조석에 대하여 4대분조가 차지하는 비율을 계산하여 경정(revision)처리하여 실제현상과의 차이를 보정하여야 한다.

최강 창·낙조시 유속은 Fig. 10에 제시된 바와 같이, 북류-남류하는 흐름을 보이고 있다. 특히, 백령도와 대청도 사이의 수로는 북서-남동류하는 흐름을 보이며 창조시 유속은 50~90cm/sec, 낙조시 유속은 40~70cm/sec의 분포를 보이고 있다.

3.3 물질이동

천안함 침몰에 관한 물질이동 정보는 침몰된 함선의 이동경로, 해상에 빠진 승조원들의 부유경로 등에 필수적이다. 본 연구에서는 라그랑지언 입자추적방법에 의한 물질이동을 모의하였다.

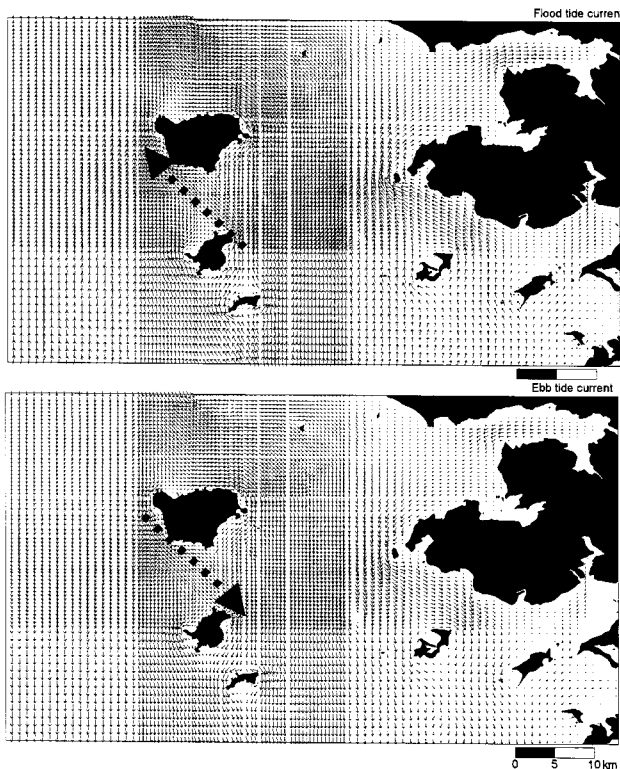


Fig 7. Maximum flood and ebb tide current

적용모형인 Random walk모형은 이류속도, 격자간격, 계산시간 간격에 의한 Courant 수에는 영향을 받지 않기 때문에 확산의 수치해를 본 연구에 적용하는 것은 적절한 것으로 판단된다.

실험은 침몰해역에 9개의 입자를 초기투입하여 이동하는 경로를 추적하여 진행하는 것으로 수행하였다. 수행결과, 초기에는 낙조시의 영향으로 남동쪽으로 이동하지만 이후, 창조시의 탁월한 영향으로 인하여 북서쪽으로 순이동(net transport)을 하게 되어 9개 중 2개 입자는 계산영역 밖으로 outgoing하는 현상이 일어났다. 즉, 초기의 시간단계로 예측을 하자면 동남쪽으

로의 물질이동이 커지지만 장기간 예측결과에 따르면 외해쪽으로의 이동이 커지는 것으로 나타났다.

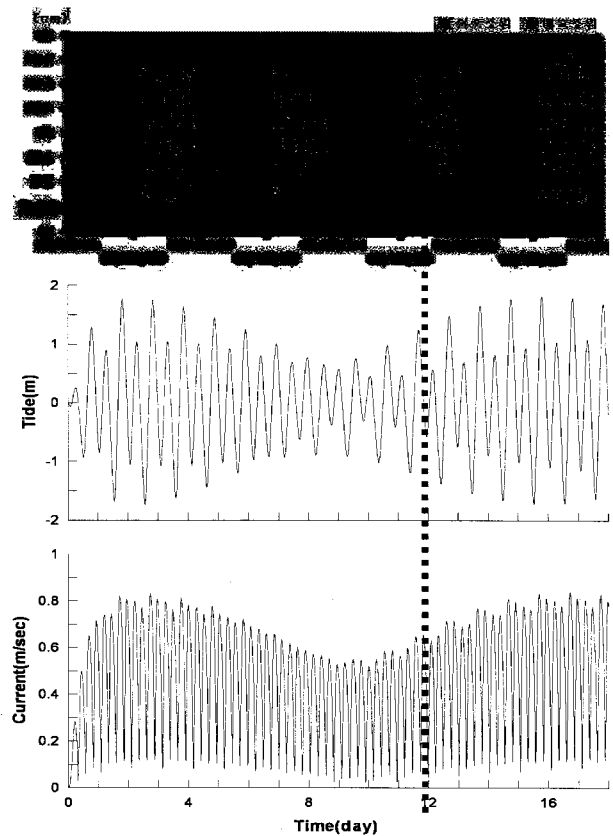


Fig. 8 Tide level and current at sinking waters

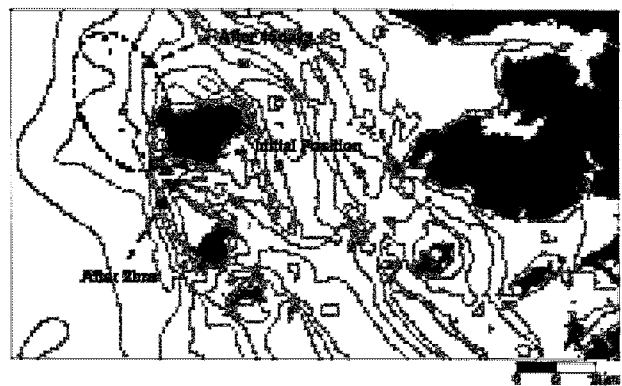


Fig. 9 Initial position after 2 hours and 15 days for material transport simulation

4. 결 론

대한민국 초계함 천안함 침몰해역의 기상, 파랑, 조석, 조류 등의 해상조건에 대한 분석을 수행하였다. 침몰해역은 우리나라 서해안 최북단에 위치한 백령도 서남쪽 해상으로, 조석간만의

차이가 심한 해역으로 파랑보다 조석의 영향이 탁월한 해역으로 이에 대한 영향으로 남동-북서방향으로 형성된 조류로(tidal channel)를 중심으로 형성된 주수로부를 중심으로 불규칙한 해저지형을 형성하고 있다. 기상 및 파랑조건은 계절적인 변화가 뚜렷하여 동계에는 북쪽계열의 바람, 파랑이, 하계에는 남쪽계열의 바람, 파랑이 현저하게 나타나고 있다. 조석은 반일주조가 우세한 혼합조 형태로 일조부등이 다소 심한 대조차해역으로, 창조시 유속이 50~90cm/sec로 낙조시 유속 40~70cm/sec보다 탁월하다.

침몰당시의 해상조건은 10분평균풍속은 2.5~5.0m/s, 풍향은 SSW를 나타냈으며 이에 의한 파고(풍파)는 0.3m, 주기는 4.8sec로 나타났으나 외해로부터 발달되어 온 너울(swell)의 영향은 다소 크게 형성된 것으로 판단된다. 4대분조에 의한 수치 실험결과, 유속상황은 소조기-중조기 사이에 해당하며 3월 26일이 지나고 4월 3~4일까지는 유속이 가장 강한 대조기가 진행되는 시점으로 수색 및 구조작업에 예외사항이 있을 것으로 판단된다. 또한, 21:00-22:00 경은 낙조가 진행 중에 있기 때문에 물질이동은 남동쪽이 우세할 것으로 보이며 특히, 불규칙한 해저지형으로 인하여 급격한 와류 등이 존재할 것으로 판단되어 입자추적실험을 수행하였다. 수행결과, 입자는 유속상황에 따라서, 초기에는 남동쪽으로 이동되지만 장기적으로는 북서쪽의 외해쪽으로 흘러가는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- [1] 김강민, 강석형, 이중우, 권소현, 이훈(2005), SWAN모형을 이용한 남서 도서해역에서의 설계 파라메타 추출, 한국항해항만학회 춘계학술대회 논문집, pp. 253-260.
- [2] 남기대, 김강민, 이중우(2009), SWAN Nested model의 적용성 분석, 한국항해항만학회 추계학술대회 논문집, pp. 129-131.
- [3] 금동호, 김강민, 이중우, 전성환(2006), 부산북항 재개발에 따른 유동장 및 해수교환 변화 모의, 한국항해항만학회, 추계학술대회논문집 pp.425-431.