

해양유류오염 방제기술

강창구 <한국기계연구원 해상안전방제연구단장>

1. 서언

세계적으로 대형 해양오염사고들을 살펴보면 영국의 1967년 Torrey Canyon호 사고, 1979년 Atlantic Empress호 사고, 1993년 Braer호 사고, 1996년 Sea Empress호 사고를 들 수 있으며, 프랑스의 Amoco Cadiz호 사고를 들 수 있지만, 1989년 미국의 알래스카에서 발생한 Exxon Valdez호 사고가 피해규모에서 가장 큰 것으로 알려지고 있다. Exxon Valdez호 사고의 경우 그 피해액이 4조원 이상이며, 환경피해의 회복에는 수십년이 걸릴 것으로 예상된다. 1996년 2월 15일에 발생한 Sea Empress호 사고는 영국 Wales 지방의 Milford Haven 근처의 바위위에 좌초함으로써 발생했는데 14만톤의 북해산 원유를 적재하고 있었으나 이중 약 7만 2천톤이 영국에 하나 밖에 없는 해상공원에 유출되어 심각한 피해를 주었다.

최근 우리나라도 경제성장이 급격히 이루어지고 유류물동량이 증가함에 따라 유조선에 의한 해양오염사고가 빈발하고 있다. 특히 우려되는 바는 20여만톤급의 유조선에 의한 해양오염사고로서 우리의 바다를 심각하게 위협하고 있다. 1995년에 소리도에서 발생한 씨프린스호 사고는 대형 탱커선에 의한 해양오염에 대한 경각심을 불러 일으켰으며, 연이어 유일호 좌초·에인 중 침몰에 따른 해양 오염사고와 호남 사파이어호의 부두충돌에 의한 유류 오염사고들은 우리나라도 상시 해난사고에 의한 오염사고에 직면해 있는 것을 잘

보여 주고 있다.

본 보에서는 해양 오염 사고시 과학적인 방제를 위한 방제장비 기술, 오염확산 시뮬레이션기술, 앞으로의 방제기술 전망에 대하여 소개하고 있다.

2. 해양오염 대응 방제장비

2.1 유회수기의 종류 및 특성

유회수기는 그것들의 운용원리에 근거하여 다음의 4가지 형식으로 분류할 수가 있다.

가. 웨어 유회수기 (Weir Skimmer)

물이 기름을 따라 흘러 들어가는 것을 최소화하기 위하여 기름과 물의 경계면에 최대한 정교하게 위치를 맞춘 weir를 이용하여 물위에 뜬 기름을 흘러 들어가게 하여 수거하는 방식으로 모든 종류의 기름을 회수할 수 있으며, 유상화(Emulsification)된 유류도 수거가 가능하다. 유속이 약 1knot이상에서 유회수 성능이 저하되며 일반적으로 약 10%의 기름과 약 90%의 물을 회수하게 된다.

나. 친유성 유회수기(Oleophilic Skimmer)

친유성 유회수기의 종류로는 로프(rop), 디스크(disk) 및 벨트(belt)유회수기를 포함한다. 친유성 표면이 유막속으로 이동하여 친유성 표면에 묻은 기름은 그 표면으로부터 계속하여 긁거나 짜내어 수거한다. 일반적으로 유회수효율(RE)이 Weir 형식에 비하여 우수하나, 분산제로 처리한

유류에는 유회수량이 저하된다.

다. 진공식 유회수기(Vacuum Skimmer)

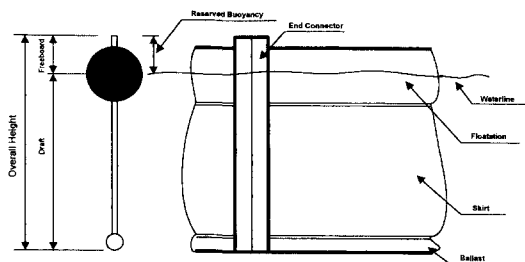
진공펌프나 공기 압력차(Venturi system)를 이용하여 물표면으로부터 유류를 직접적으로 저장용 선박내부로 흡입하는 것이다. 효율을 증대시키기 위하여 흡입호스의 끝에 특수하게 제작된 유회수 장치를 부착하게 되며, 이동식 유회수기 형태가 대부분이다. 모든 종류의 유류와 유화액을 수거할 수 있으나, 유속이 빠른 해역에서는 효율이 떨어진다.

라. 기계식 유회수기(Mechanical Skimmer)

Paddle 벨트식, 그랩 바켓식이 포함되며 이들 유회수기는 유류를 안으로 끌어들이는 작용에 의존하고 있다. 일반적으로 방제작업선 선수부분에 탑재되어 운항하면서 유류를 수거할 수 있으며, 유류가 고인 해역에서 고정식으로 설치할 수 있다. 중질류를 회수하는 데에 이상적이나, 경질류 수거에는 성능이 떨어진다.

2.2 오일웬스 종류 및 특성

오일웬스는 선박의 충돌이나 좌초로 유출되는 기름의 확산을 방지하고 유출된 기름을 일정한 두께로 모아 유회수기(Skimmer)를 사용하여 기름을 회수토록 하는 장비로 대부분의 오일웬스는 부력재, 건현, 스커트, 장력지지부 및 발라스트 등으로 구성되어 있다(그림 1). 오일웬스를 크게 나누면 펜스



〈그림 1〉 오일웬스의 구성요소

(Fence)형과 커튼(Curtain)형 오일웬스로 나눌 수 있다.

가. 펜스형

펜스형은 수직판에 부력재를 붙인 형태이다. 특징으로는 수선면적이 작고 부력이 오일웬스 중심축에 집중되어 있다. 따라서 보관은 용이하나 횡방향과 수직방향의 운동성능이 나쁜 단점을 가지고 있다. 횡방향과 수직방향의 운동성능을 향상시키기 위하여 부력재를 중심선에서 떨어진 위치에 설치하는 형태도 있지만 설치 회수가 어려워 시간과 노력이 요구된다.

나. 커튼형

커튼형 오일웬스는 부력재와 무관하게 움직이는 스커트를 가지고 있다는 점이 펜스형과는 다르다. 운동성능은 우수하나 부피가 커져 보관이 용이치 않다. 대표적인 커튼형 오일웬스는 다음과 같다.

(1) 스티로폼(Internal Foam) 오일웬스 : 부력재로 섬유막으로 감싼 스티로폼을 사용하며 횡방향과 수직방향의 운동성능이 펜스형 보다 우수하며 이물질에 의한 손상이 적다는 장점들을 가지고 있다. 그러나, 부피가 커서 보관이 용이치 않다는 단점을 가지고 있다. 또한 스티로폼은 썩지 않기 때문에 폐기 처분 시 환경오염문제를 유발한다.

(2) 자동팽창식(Self-inflatable) 오일웬스 : 보관시에는 압축된 상태로 보관하며 설치시 용수철이나 압축코일 등의 힘으로 팽창하여 압력차에 의하여 외부의 공기가 밸브를 통하여 부력방(Buoyancy Chamber)안으로 유입되면서 형상을 유지시키는 오일웬스이다. 설치·회수가 빠르며 운동성능이 우수한 반면에 이물질에 의한 손상, 밸브의 고장과 같은 문제점을 가지고 있다.

(3) 공기팽창식(Pressure-inflatable) 오일웬스 : 설치할 때 컴프레서나 송풍기를 사용하여 사람이 직접 공기를 공급하는 방식으로 보관시 부피를 줄일 수 있고 운동성능이 우수하나 일부 손상시

사용이 불가능하기 때문에 재질의 강도가 우수하여야 한다.

3. 유출유 확산 시뮬레이션

누유사고시 피해를 최소화하고 효과적인 방제 작업이 이루어지기 위해서는 모의 시뮬레이션 등을 통한 일반적인 방제계획의 수립, 환경 Database 구축 및 수치확산 모델링에 의한 누유 거동의 정확한 예측, 효율적인 방제장비의 개발과 방제장치 시스템의 구성 등이 필수적이다. 특히 누유사고시 신속한 해상조건 파악과 초기확산의 방지가 무엇보다 중요하다. 누유가 넓은 지역에 확산된 후에는 방제작업이 보다 어려워지며 많은 시간과 경비가 소요된다.

선박해양공학연구센터에서는 '93년 누유확산 모델링 기술 개발에 착수하여 '96년도에 "푸른바다"라는 유출유 확산 예측프로그램을 개발하여 실용화하였으며, 우리 나라 해역의 조류데이터를

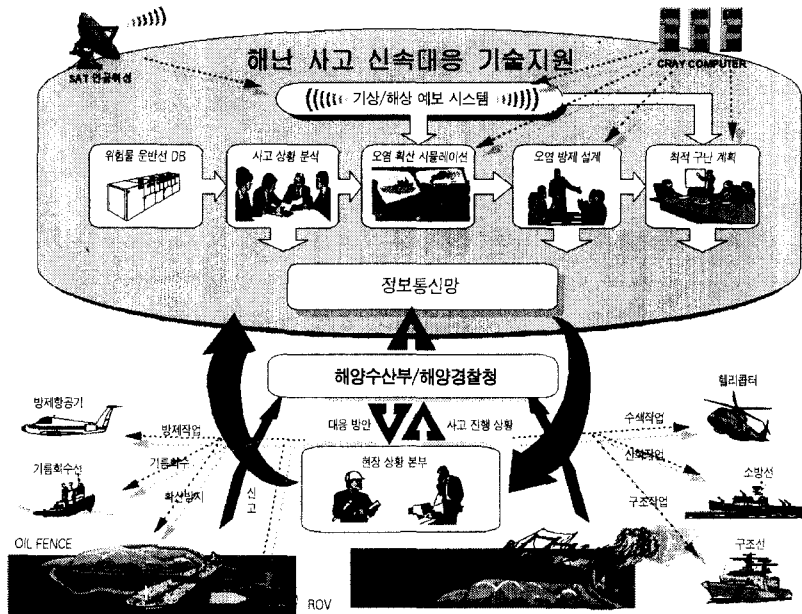


〈그림 2〉 유류유출시 확산경로 예측
(제3오성호, 1997년 4월 4일, 12:00)

계속 확충하고 있다.

4. 신속 대응 기술지원 체제

해양오염 발생 시 현장상황을 육상에서 실시간으로 접수하고, 평상시 구축된 각종 데이터베이스

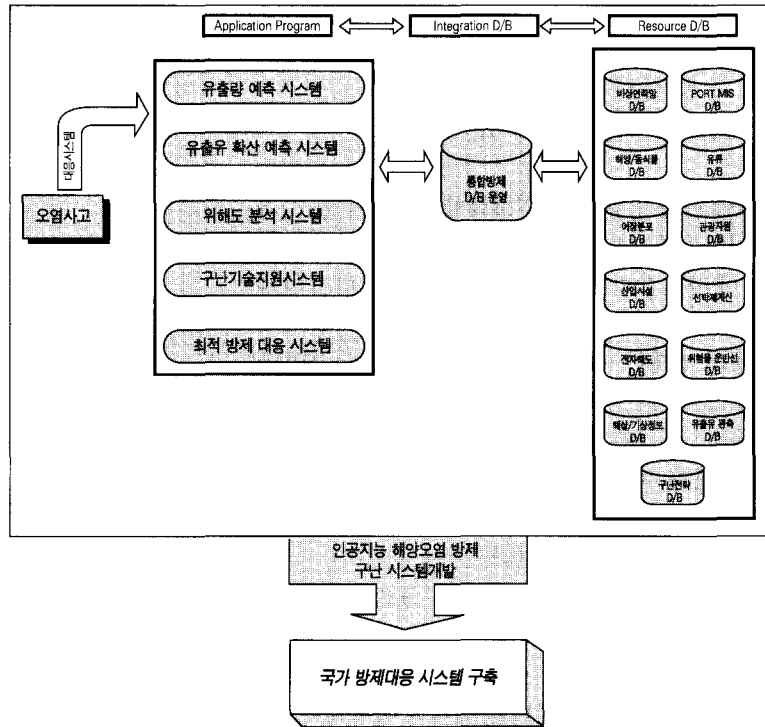


〈그림 3〉 해난사고 신속대응 시스템

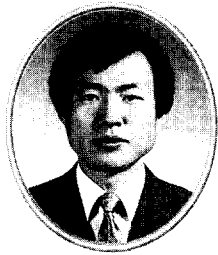
와 입력된 실제상황을 바탕으로 사고상황을 과학적이고 체계적으로 종합 분석하여, 사고의 확대 및 발전가능성을 예측함으로써 효과적이고 신속한 사고대책을 수립하여 2차 피해를 최소화할 수 있는 신속 대응 기술지원 체제(그림 3)가 해경과 선박해양공학연구소센터 협력 하에 현재 운용되고 있다.

5. 앞으로의 방제 기술 개발

앞으로 개발될 방제기술의 하나로 현재 개발된 기술과 인공지능 해양오염 방제 구난 정보시스템을 추진하고 있다. 이 시스템은 현재 개발된 기술과 각종 DB를 연결시키고 최적 방제 구난 대응을 할 수 있는 인공지능기법을 도입하는 것으로 지식기반 방제체제를 구축하는 것이다(그림 4).



〈그림 4〉 인공지능 구난방제 정보시스템 구성도



강 창 구

- 1954년 10월 2일생
- 1979년 공학박사(서울대)
- 1996년 ~ 현재 한국기계연구원 해상안전방제연구단장
- 관심분야 : 해상안전, 해양환경보전