

해양사고 신속대응체계 구축 및 운영현황

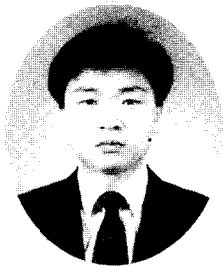
1. 머리말

해양사고는 시간과 장소에 관계없이 발생할 수 있으며, 사람과 선박, 자연과 운항환경의 원인으로 발생하기 때문에 100% 예방할 수는 없을 것이라 판단된다. 다만, 사고 발생시 인명과 재산, 해양환경 피해는 사고선박의 구난 및 오염 방제에 대한 초동조치의 적정성과 신속성에 따라 그 결과가 큰 차이가 나기 때문에 해양사고에 대비한 신속구난 및 방제기술 지원체제의 구축은 매우 중요하다.

우리나라에서는 1995년 대규모 해양오염사고를 초래한 씨프린스호 좌초사고와 제1유일호 침몰사고 이후 해상안전 및 해양환경 보전에 관한 국민적 관심이 고조되었다. 특히 위 두건의 해양사고 중 씨프린스호 좌초사고의 경우 과학적인 접근으로 대형오염사고를 미연에 방지할 수 있었으며, 부산 남형제도 해상에서 발생한 제1유일호 침몰사고의 경우 과학적인 분석과 기술지원이 제대로 이루어지지 않은 상태에서 무리한 선박예인으로 인해 사고 피해를 확대시킨 사례이다. 1995년 연이어 발생한 두건의 해양사고는 해양사고 발생에 대비한 국가적인 신속대응체계 구축과 과학적 기반의 기술지원 체계 구축의 중요성이 여실히 드러난 사고라 할 수 있다.

이와 관련하여 한국해양연구원 해양시스템안전연구소(당시 한국기계연구원 선박해양공학연구센터)에서는 1996년 1월 해양사고 발생시 국가적 손실을 최소화하기 위하여 해상안전 및 방제기술을 집중연구하고, 해양사고와 관련된 기술을 지원하는 공공복지기술 개발을 담당하는 전문 연구부서로서 해상안전방제연구단을 설치하였다.

이후, 해양오염방지법 시행령 제39조(전문방제연구기관의 추천 조항, 2002. 2. 9 방제기술지원단으로 전문 개정)에 근거하여 과학기술부에서 1996년 12월 한국기계연구원을 전문방제연구기관으로 추천하였으며, 해양경찰청에서는 전문기관의 전문가들로 구성된 방제기술지원단을 운영하여 해양오염에 대한 과학적인 방제방법의 연구와 대형 해양사고 발생시 기술자문을 할 수 있는 체제를 구축하였다. 이에 따라, 당시 선박해양공학연구센터(현 해양시스템안전연구소)에 해양사고 신속대응 상황실의 설치와 신속대응기술지원팀을 구성·운영하는 해양사고 신속대응시스템을 구축하여 해양사고 발생즉시 기술검토를 통



최 혁 진

- 1961년 9월 25일생
- 2000년 충남대학원 조선기술사
- 한국해양연구원 해양시스템안전연구소
- 해양안전 및 구난방제
- 연락처 : 042-868-7218
- E-mail : hjchoi@kriso.re.kr

한 최적 구난·방제 방법을 제시하는 역할을 수행하고 있다.

본 고에서는 해양사고 발생시 신속한 대응으로 피해를 최소화하고자 구축 운영하고 있는 한국해양연구원 해양시스템안전연구소의 해양사고 신속대응시스템 구축 및 운영현황과 해양경찰청의 방제기술지원단의 구성 및 운영현황을 소개한다.

2. 해양사고 신속대응 기술지원 체제

2.1 기능 및 역할

해양시스템안전연구소에서 구축 운영하고 있는 해양사고 신속대응 기술지원 체제의 기능 및 역할은 해양사고가 발생하지 않은 평상시와 해양사고가 발생하였을 때의 비상시로 구분하고 있으며, 사고 발생시 정부내 해양사고 구조지원본부인 해양경찰청과 해양수산부, 관련기관 등과 연계된 기술지원 체계를 구축하고 있다(그림 1, 2 참조). 해양시스템안전연구소의 해양사고 신속대응시스템의 평상시와 비상시의 기능 및 역할을 소개하면 다음과 같다.

● 평상시 기능

- 해난사고 원인조사 지원
- 해상안전·방제관련 연구수행
- 관련기관에 연구결과 제공
- 관련기관과의 협력 업무 수행
- 해상안전·방제기술 자문위원회 운영 : 비상시 및 평상시

● 비상시 기능

- 신속 대응 기술지원팀 운영
 - 사고발생 통보 즉시 사고유형에 적합한 신속대응 기술지원팀 구성·운영
 - 24시간 해경 비상 통화 채널 개설·유지
 - 사고선박 관련 자료 입수·분석
 - 사고대책본부로부터 세부 사고상황과 선박의 손상상태, 진행사항, 기상상태 등 제반정보 입수

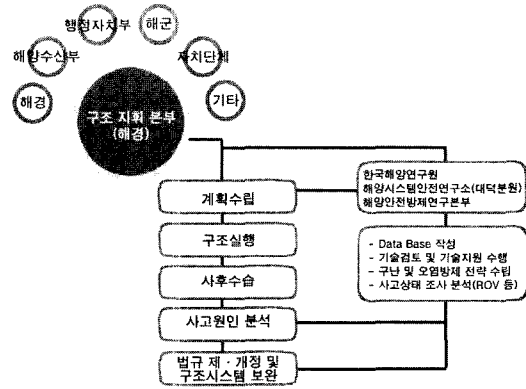


그림 1. 해양사고 구난방제 협력체계 체계도

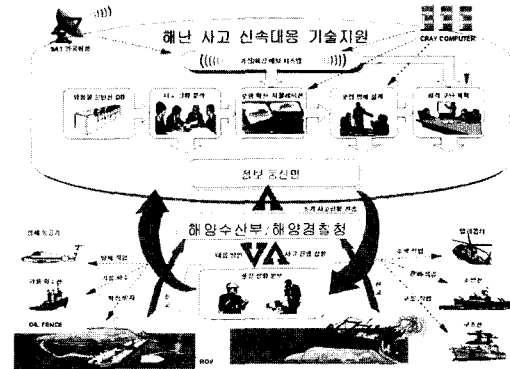


그림 2. 해난사고 신속대응 기술지원 체계도

- 기타 정보는 선사 및 전문인력 현장 파견, 입수
- 해양경찰청의 사고 조사 활동 참여
 - 수중 및 공중조사, 수중의 경우에 있어서는 조사 및 작업용 ROV와 관련장비를 이용한다.
- 제반 항목의 기술분석 실시
 - 사고확대 가능성
 - 해양오염 가능성
- 최적 구난 방제방법의 도출
 - 선박 구난 대책 수립
 - 오염확대 방지 및 제거방법

2.2 기술지원 분야

해양시스템안전연구소에서는 해양사고 신속 대응 및 기술지원의 일환으로 해양사고 발생시 해양경찰청의

요청에 따라 방제기술지원단으로 본 연구소의 신속대응 기술지원팀이 현장에 투입하여 기술지원을 수행하거나, 신속대응 상황실에서 사고선박의 구난과 방제 기술 지원 활동이 추진된다. 사고 선박의 구난과 방제 기술지원 분야는 다음과 같다.

● **사고선박 구난기술지원 분야**

해양사고시 구난에 실패하거나 늦어질 경우 심각한 대형사고로 발전된다. 이때 필요한 선박의 구난기술은 현장 및 설계기술 요소들의 복합체이며, 다음과 같은 분야로 분류될 수 있다.

- 선박사고의 평가: 사고선의 복원성, 여유 부력, 주어진 조건하에서의 구조강도 등
- 국부 구조강도 해석: 사고부분의 용량 결정이나 극한이나 비정상 하중을 견디는 선박 구조지지
- 환경요소 결정: 해류, 바람, 파도 등 환경요인에 의한 힘과 압력 추정
- 시스템 기술 지원: 외력에 견딜수 있거나 부력 회복가능 시스템 기술 지원
 - ① 예인, 부양, 슬링(Sling) 체결
 - ② 부양 또는 인양시스템의 부착점 선정 및 평가
 - ③ 구조보강재 설계 및 설치
 - ④ 펌프, 압축공기 등을 이용한 배수시스템의 설계, 조립
 - ⑤ 대형 수리용 철판의 설계, 건조, 설치
 - ⑥ 현장 제작이나 임시 중량과 화물처리시스템
 - ⑦ 앵커 파지력 계산 및 계류시스템
 - ⑧ 구난 목적의 기존 시스템 개조
- 시스템 작동: 시스템이 안전하고 효율적으로 작동하는지 확인, 개조된 시스템의 작동한계 설정, 작업자 운영 능력 평가
- 구난계획 검토 및 지원: 과업수행에 요구되는 타당성, 시간, 인력, 재료, 특수자재의 추정, 손상 선박 상태를 개선하기 위한 방법 검토, 구난 작업중 사고 선박의 복원성, 여유 부력, 강도 추정
- 각종 구난 서류작성 지원: 구난계산, 시스템 설계 자료, 작업의 기술 분석 자료 작성

- 대책본부(상황실) 상주: 위급사항에 대한 대책 수립 및 현장 출동 지원, 대 언론 대응, 각 관계자 회의 참여

● **오염방제 기술지원 분야**

한국 근해는 해안선의 길이가 매우 길고 복잡하기 때문에 기름 유출에 의한 사고 발생시 연안지역의 피해가 매우 크며, 조류의 속도가 빠르므로 신속하고 효과적인 방제 시스템의 구축 없이는 유출기름의 확산을 예방하기 어렵다.

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

초기확산의 방지를 위해서는 오일붐 등의 물리적 확산방지 장비의 확보와 함께 유출된 기름의 이동 및 확산 경로를 예측하여 피해가능 지역을 보호하고 유출유의 회수작업을 위한 자료를 제공하기 위한 요소기술의 확보가 필수적이다. 해양오염 방제 기술지원과 관련된 분야는 다음과 같다.

- 누유 확산 예측시뮬레이션 및 초동 방제조치 사항
- 현장 방제방법 및 기술
- 방제장비 선택 및 성능 평가
- 방제 장비 및 시스템 개선
- 사고해역 특성 분석 및 예측
- 유처리제 사용 등 화학적 방제기술 지원
- 유종별 특성 분석 및 적정 방제기술 지원
- 환경영향 평가 및 피해예측
- 각종 방제기술 검토

3. **해양사고 신속대응시스템 구축 현황**

해양시스템안전연구소에서는 1996년 이후 현재까지 해양사고 발생시 신속한 구난 및 방제 기술지원 체계 구축을 위하여 기존의 보유하고 있는 연구시설과 연구결과를 활용하여 구난방제 기술지원에 필요한 시스템 구축과 해양사고 조사 및 기술지원에 요구되는 관련 장비를 꾸준히 구축하여 왔다. 현재까지 구축된 해양사고 신속대응시스템 구축 현황은 다음과 같다.

3.1 시스템 구축 현황

해양사고에 과학적인 접근과 분석으로 안전하고 신속한 사고처리와 효율적인 구난방제전략 수립에 활용할 수 있는 전산 시스템을 구축하고 있으며, 시스템 구축 현황을 간략히 소개하면 다음과 같다.

● 사고선박 구난시스템

- 긴급구난시스템(ESA : Emergency Marine Salvage Assistance System)
 - 사고발생 초기 사고선박의 응급조치 대책의 수립과 선박 구난에 관련된 각종 계산 및 안전성 평가 등의 결과를 바탕으로한 최적 구난대책 수립 및 작업지원 기능(그림 3 참조)
- 위험물운반선 데이터베이스
 - 해난사고 선박 자체정보 수집의 곤란함을 해소하기 위해 각 선종별로 대표적인 규모의 선박을 선정하여 선형정보는 물론 화물종류 및 적하상태, 탱크배치 정보와 선박계산용 데이터 등을 DB화하여 긴급구난시스템에서 필요로하는 사고선박의 정보를 제공하는 기능
- 예인선 데이터베이스 및 예인 시뮬레이션 시스템
 - 사고선박의 예인에 필요한 예인선에 대한 정보, 즉 선박 규모 및 선적항, 선박의 보유기능 등을 데이터베이스화하여 신속, 정확한 사고선박의 예인대책 수립에 활용하도록 하였음. 또한 수립된 예인계획을 시뮬레이션을 통해 확인하고, 최적의 예인계획 수립을 지원하는 예인 시뮬레이션시스템을 구축(그림 4 참조)
- 유출량 산정시스템



그림 3. 긴급구난지원시스템 초기화면

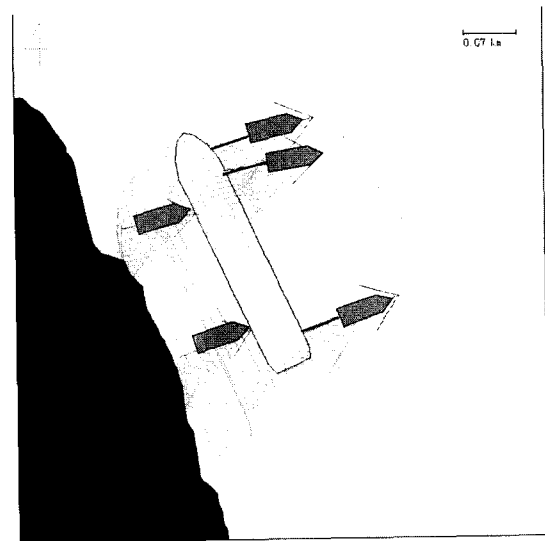


그림 4. 예인 시뮬레이션시스템 실행화면

- 해양사고 선박의 손상탱크로부터 유출되는 기름의 양을 산정하는 기능

● 오염방제 시스템

- 유출유 확산예측시스템
 - 사고발생 초기 유출된 기름의 확산예측 및 향후 유출기름의 거동 파악을 위한 유출유 확산 예측 시뮬레이션시스템으로 최적의 방제대책 수립에 활용(그림 5 참조)
- 방제장비 데이터베이스



그림 5. 유출유 확산예측시뮬레이션 시스템을 활용한 유출유 확산예측 결과 예

- 국내 12개 해경서 및 민간방제업체 보유의 방제 장비 정보를 데이터베이스화하여 사고상황에 적합한 방제장비의 선정과 동원계획에 활용
- 해역정보 데이터베이스
- 국내 연안의 해역특성(조류 등)을 DB화하여, 누 유확산예측시뮬레이션 결과의 정도향상과 방제장비의 선정 및 배치에 활용하여 최적의 방제대책 수립 지원

3.2 해양사고 조사 및 기술지원 장비 구축 현황

해양사고 신속대응 시스템 구축의 일환으로 해양시스템안전연구소에서는 해양사고 발생시 신속한 사고 선박의 위치추적 및 수중 조사작업을 수행하고, 신속한 구난 및 방제에 필요한 해역특성 정보를 취득하는데 필요한 조사 및 지원장비를 구축하고 있다. 현재까지 구축된 조사장비시스템 중 주요장비를 간략히 소개하면 다음과 같다.

● 원격 조종 수중작업지원 시스템(HYSUB25, Working ROV)

원격 조종 수중구난작업 시스템은 해양사고 발생시 신속하게 투입되어 사고 상황을 파악하고, 필요한 구

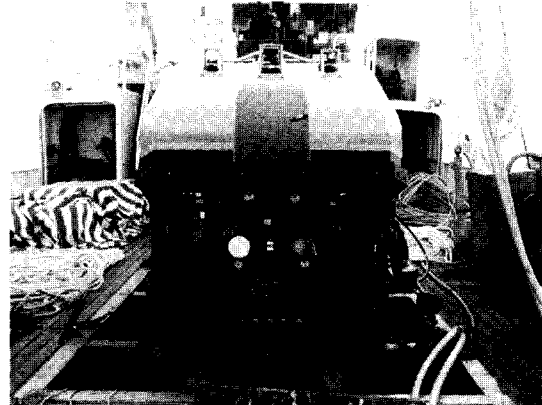


그림 6. 원격 조종 수중작업지원 시스템(HYSUB25, KRISO)

난 작업을 수행하기 위한 장비이다. 또한 우리나라 연안에 침몰되어 심각한 환경오염의 가능성을 갖고 있거나, 항행안전에 장애물로 작용하고 있는 사고 선박의 인양 및 구난 작업에도 활용될 수 있는 고성능 원격 조종 구난작업 장비이다(그림 6 참조).

● 양방향 음파탐사기(Side Scan Sonar)

침몰선체의 수색 및 선체 이동사항을 파악하기 위해서는 ROV(Remotely Operated Vehicle)를 이용한 수중조사와 Side Scan Sonar를 이용한 수면 조사를 수행하여야 한다. 본 연구소 양방향 음향측심기(Side Scan Sonar)를 도입하여 수중선체의 위치추색에 활용하고 있다. 도입된 음파탐사 장비인 양방향 음파탐사기의

표 1. 양방향 음파탐사기의 구조별 기능

명 칭	기 능
Tow Fish	· 좌우면에 음파 발신 및 수신장치 내장 · 음파에 의한 해저면까지의 거리 측정
Signal Processor Unit	· Tow Fish에서 전송된 신호를 증폭 · 프린터 혹은 외부장치로 자료 송출
Thermal Linescan Recorder	· Tow Fish에서 측정된 자료를 열기록지에 출력 · 외부 저장장치와 자료공유 가능
Power Supply	· System에 필요한 전력 공급

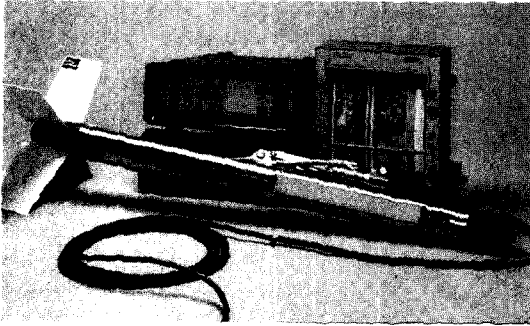


그림 7. 양방향 음파탐사기의 외형

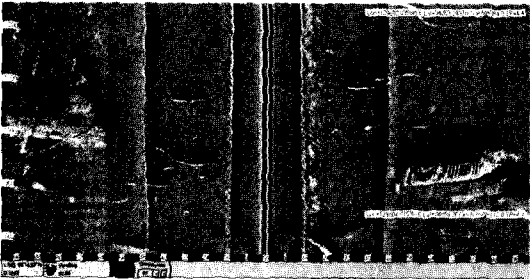


그림 8. 양방향 음파탐사기를 이용한 수중 침물선박 촬영 결과

구조별 기능은 표 1과 같으며, 외형과 수중 침물선박 촬영 예는 그림 7, 8과 같다.

● 도플러식 수심별 유속측정기(ADCP)

수심별 유속측정 장치는 음파의 도플러효과를 이용하여 해수유동의 유속을 측정하는 장비로서 미국 SonTek사의 POSEIDON 250으로 160m이내에서 100개 층에 대한 유속을 측정할 수 있으며, -5°C ~40°C의 온도범위에서 운용할 수 있는 특징을 갖추고 있다.

● 다중 주파수 음향측심 시스템(Echo Sounder System)

해난사고시 침물 선박의 상태 파악을 위해서는 사고해역의 수심을 정확히 파악하는 것이 필수적으로 요구된다. 본 장비는 음파를 이용하여 수심을 측정할 수 있는 장비이며, 두 종류의 주파수를 이용함으로써 대상해역의 수심에 따라 보다 정확하게 측심할 수 있는

장비이다.

본 장비로부터 얻어진 정보는 해저 침물선 주변해역의 수심이나 저질상태를 파악할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있다. 또한 본 장비에서 얻어진 자료는 일련의 후처리 과정을 통하여 침물선체의 형상 및 안정성 파악에 사용될 수 있으며, 이의 결과는 침물선박의 상태변화 가능성이나 잔존유 유출 가능성 분석에도 활용될 수 있다.

3.3 해양사고 신속대응 구난 및 방제 기술지원 현황

해양사고 신속대응시스템 구축의 일환으로 해양사고 발생시 해양경찰청 등 관련기관의 요청에 따라 방제기술지원단으로 본 연구소의 신속대응 기술지원팀이 현장에 투입하여 기술지원을 수행하거나, 신속대응 상황실에서 사고선박의 구난과 방제기술 지원 활동이 수행된다. 해양사고 구난과 방제 기술지원 분야는 2.2절에서 살펴본 바와 같으며, 1996년 이후 지금까지 총 56건의 해양사고에 대하여 기술지원이 이루어졌으며, 주요 사례는 아래와 같다.

- 제1유일호 침물상태 및 잔존유 유출위해도 분석(유조선)
- 1996년 : 동화2호 좌초사고(폐기물 운반선, '96. 11. 30) 등
- 1997년 : 제3오성호 침물사고(유조선, '97. 4. 3) 등
- 1998년 : 제2유화호 침물사고(가스선, '98.1.29), 제1유일호/제3오성호 잔존유 회수 기술지원 등
- 1999년 : 개척진호 전복사고(모래운반선, '99. 1. 12) 등
- 2000년 : 부일호 전복사고(케미칼 운반선, '00. 4. 14) 등
- 2001년 : 피하모니호 침물사고(유조선, '01. 1. 15) 등
- 2002년 : 앰플글로리호 좌초사고(화물선, '02. 4. 13) 등
- 2003년 : 러시아 원목선 침물사고(화물선, '03. 1. 5) 등

4. 해양경찰청의 방제기술지원단 구성 및 운영 현황

해양사고 신속대응체계 구축 및 운영현황

해양경찰청에서는 해양오염방지법 시행령 제39조(2000년 2월 개정)에 의거 방제에 관한 전문연구기관 등의 전문가들로 방제기술지원단을 구성하여 대형 오염사고시 사고현장에서 또는 원격지에서 여러 가지 방제조치에 필요한 사항을 자문 받아 신속하고 과학적인 방제업무를 수행함으로써 해양오염피해를 최소화하고자 하고 있다. 방제기술지원단의 구성현황 및 분

야별 자문내용은 다음과 같다(www.nmpa.go.kr 참조)

4.1 방제기술지원단의 구성현황

방제기술지원단에는 현재 해양사고 및 해양오염 방제와 관련된 국내의 10개기관의 전문가 28명이 6개 기술분야에서 활동하고 있으며, 분야별 자문위원 구성현황은 표 2와 같다.

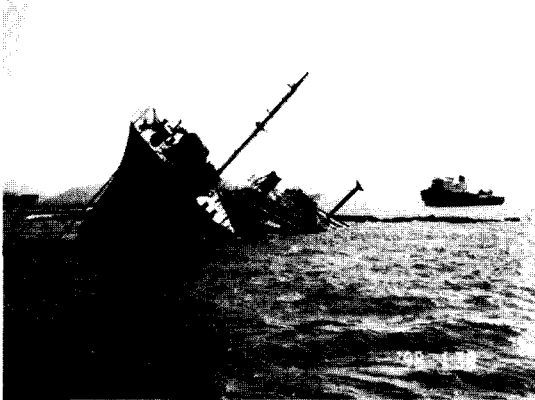


그림 9. 가스운반선 제2유화호 침몰사고
('98. 1. 29, 여수)

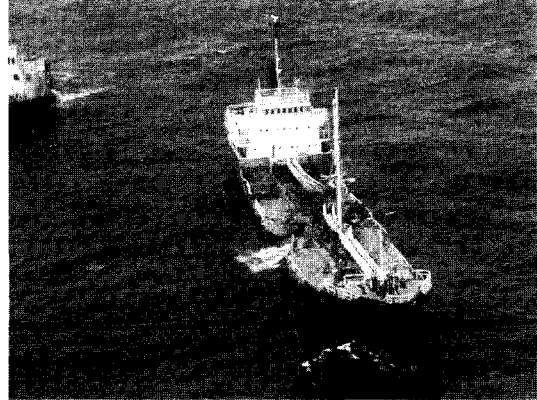


그림 10. 폐기물운반선 3민우호 충돌사고
('01. 4. 19, 태안)

표 2. 해양경찰청 방제기술지원단 구성현황

기관단체명	지원분야별선정인원						
	계	방제일반	어업피해	선체구조 구난	해양오염 물질	해양환경 기상	법률보험
계(명)	28	5	5	5	5	4	4
한국해양 연구원	본원	5	1	2		1	1
	해양시스템 안전연구소	6	3		2		1
한국해양수산개발원	3					1	2
한국해양수산연수원	4	1	1	1		1	
국립수산진흥원		3		2		1	
한국해사위험물검사소	2			1	1		
한국기기유화시험연구원	1				1		
국제화물안전운송연구소	1				1		
사단법인한국선급협회	1			1			
기상청	1					1	
법무법인 세경	1						1

4.2 방제기술지원단 분야별 자문내용

방제기술지원단의 자문분야는 방제일반, 어업피해 분야, 선체구난분야, 법률보험분야, 해양오염분야, 해양기상분야 등 총 6개 분야로 나뉘어져 있으며, 각 분야별 기술자문 내용은 아래와 같다.

● 방제방법·결정 등 방제 일반분야

- 방제전략 수립 및 방제방법 선택에 관한 사항
- 유출유 이동확산 예측에 관한 사항
- 방제 및 보호 우선 순위 결정에 관한 사항
- 유처리제 결정에 관한 사항
- 방제종료 결정에 관한 사항
- 유류오염 방제정보 시스템 활용

● 어업피해분야

- 환경영향 및 오염피해 추정에 관한 사항
- 연근해 어업대상 자원조사 및 분석
- 회유성 자원의 분포 특징 및 어장형성 등
- 해양환경 변화에 따른 자원분포 변동 특성 분석
- 어장오염의 복구에 관한 사항

● 선체구조 및 구난분야

- 사고선박의 선체안전 및 처리, 사고 진행예측에 관한 사항
- 기름·유해액체물질의 유출가능성 검토, 유출구 봉쇄, 이적, 유출량 산정 등에 관한 사항
- 사고선박 표류위치 예측 및 수색방법 수립
- 침몰선박 위치 수색 및 상태 조사
- 사고선박의 구조강도 평가
- 사고선박의 단계별 상황별 현장 구난기술 지원

● 해양오염 관련 법률 및 보험분야

- 해양오염 방제조치와 관련된 법률적 문제에 관한 사항
- 해양오염사고와 관련한 보험에 관한 사항
- 방제조치에 관한 법률자문
- 국제협약상 행동준칙에 관한 사항

- 해양오염사고에 관한 국내법 개선방안에 관한 사항

● 해양오염물질분야

- 기름(석유제품)·유해액체물질의 특성 규명 및 평가
- 유해액체물질 유출시 피해저감 방안
- 오염물질 유출시 안전조치에 관한 사항
- 오염물질 폐기물의 처리 방안에 관한 사항
- 오염물질의 화재·폭발·누출 등의 예방대책 및 처리방법, 재해결과 분석
- 유해오염물질의 환경동태 분석
- PAHs, PCB 등 조사 및 분석

● 해양환경 및 기상분야

- 방제전략 수립 및 방제방법 선택에 관한 사항
- 유출유 이동확산 예측에 관한 사항
- 환경영향 및 오염피해 추정에 관한 사항
- 기상과 해황에 따른 효과적 방제방법
- 해수유동 특성분석 및 모델링
- 유류의 해양생태계에 미치는 영향
- 해양기상에 관한 사항

5. 맺는말

2002년 11월 스페인 연안에서 발생한 유조선 프레스티지호의 침몰사고로 방제 및 보상비용으로 이미 7,000억원이상이 소요되었으며, 향후 피해복구 및 환경회복에 약 130억달러의 비용이 추가로 소요될 것으로 예상되고 있다. 그러나 프레스티지호의 침몰사고 당시 첨단 장비를 이용하여 신속하게 3,600m 수심의 기름 유출공을 막지 않았다면 위의 사고처리 비용을 초과하는 상상할 수 없는 액수의 비용이 소요되었을 것이다. 이렇듯 해양사고 발생시 신속한 대응은 사고 당시 피해를 최소화하고, 더 나아가 2차 사고를 방지 하는데 크게 기여한다. 해양사고 신속대응체계는 평상시 다양한 사고에 대응할 수 있는 기술개발과 시스템이 구축되어야 하며, 비상시 과학적인 접근의 신속하고 효율적인 대응체계가 마련되어야 한다.

본 고에서는 공공복지기술개발을 담당하고 있는 정부출연연구기관으로서 1996년 이후 해양사고 신속대응체계를 지속적으로 구축하고 있는 한국해양연구원 해양시스템안전연구소의 해양사고 신속대응시스템 구축현황과 운영현황을 살펴보았으며, 아울러 해양경찰청의 방제기술지원단 운영현황을 소개하였다.

우리나라는 3면이 바다이면서 물동량의 98% 이상이 해상으로 이동하고, 국내 소비 기름의 100%를 외국으로부터 수입에 의존하는 형편에서 선박에 의한 해양오염사고는 언제 어디서 발생할지 모르는 것이며, 대형 유조선 등의 해양사고가 발생하지 않는다는 보장이 없는 상황이다. 따라서 이와 같은 해양사고로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고, 해양환경 피해를 최소화하기 위해서는 지속적으로 해양사고 대비·대

응기술과 장비가 연구 개발되고, 해양사고에 체계적이고 신속하게 대응할 수 있는 해양사고 신속대응체계가 더욱 공고히 구축되어야 하겠다.

후 기

본 내용은 한국해양연구원 해양시스템안전연구소의 기본연구사업으로 수행중인 “해난사고 예방 및 구난체계 구축 사업” 결과중 일부임을 밝혀둔다.

참고문헌

강창구 외, “해난사고 예방 및 구난체계 구축 사업”, 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 연구보고서, 1997.~2002. 