

부산지역 대형 오염사고 방제대책

신춘식 · 정명완 · 최주현

요약 : 부산항은 한반도의 동남단에 위치하여 태평양과 아시아 대륙을 연결하는 관문역할을 하고 있으며, 우리나라 제1의 항만이며, 세계 제3위의 컨테이너 항만 이면서 유조선, 케미칼선 등 입·출항이 빈번하여 대형 해양오염사고가 상존하는 지역이다. 부산해역의 대형 해양오염사고 시 신속한 방제 예방 및 대책 방안을 마련하여 안전하고 깨끗한 해양환경을 보전하고자 함

1. 서 론

부산·신항만 해역은 한반도 동남단에 위치하여 아시아 대륙을 연결하는 관문역할을 한 해역으로서 선박 입출항시 선박들 간 충돌사고등 위험이 상존하는 지역이며 소형어선, 남외항 묘박선박, 유조선 및 컨테이너선, 화물선의 통항이 빈번한 지역이다

유조선 진용호, 1유일호등 대형 해양오염사고가 발생하여 주변 해역에 많은 피해를 주었으며, 해양오염사고시 조류 흐름이 빨라 오염범위가 광범위해지며 사고처리가 장기적이다

이에 본 연구는 기름 및 유해액체물질의 저장 및 물동량등을 통한 해양오염원을 재조명하고 지금까지의 해양오염사례를 바탕으로 대형 해양오염사고 예방안 모색과 해양오염사고시 신속한 사고처리를 위한 해양오염 방제대책을 고찰해 보기로 하였다.

2. 해역의 특성

2-1. 지리적 특성

부산지역은 단조로운 해안선을 가지는 동부연안과 다소 복잡한 해안선을 가지는 서부해안으로 구분된다. 해안선 거리가 97마일에 이르고, 면적 3,7000km내에는 도서가 40개 분포되어 해역내의 항만으로는 북항, 남항, 감천항 및 신항만 등이 있다. 부산 동부해역의 수심은 외해로 갈수록 급격히 깊어지는 특징을 보이는데, 연안에 인접한 해역에서만 10m 이내의 얕은 수심을 보이고 연안에서 10마일 이상 벗어나면 대부분 100m 이상의 수심을 보인다. 반면에 서부해역의 수심은 비교적 완만하게 깊어지는 특징을 보이는데, 연안에서 남동쪽으로 갈수록 점차 깊어지는 양상을 보인다.

2-2. 산업시설 현황

부산항은 한반도의 동남단(북위 35도 04분 42초, 동경 129도 01분 01초)에 위치하고 있으며, 우리나라 총 해상 수출의 40%, 컨테이너 화물의 81%, 전국 수산물 생산량의 42%를 처리하고 있으며 크게 북항, 감천항, 다대포항, 남항으로 구분되며, 가덕도 일원에 신항만이 건설중에 있다. 현재 부산항은 169척의 선박이 동시에 접안할 수 있

는 26.8km의 안벽시설과 연간 9,100만톤을 처리할 수 있는 하역능력을 갖추고 있다. 한편 증가하는 컨테이너 물동량에 대응하여 30여척의 선박이 동시에 접안가능하고 연간 804만 TEU의 컨테이너를 처리할 수 있는 부산신항 개발을 2011년 완공을 목표로 추진중이다. 1단계 사업이 완료된 2008년 현재 부산신항은 5만톤급 10선급을 갖추고 있다.

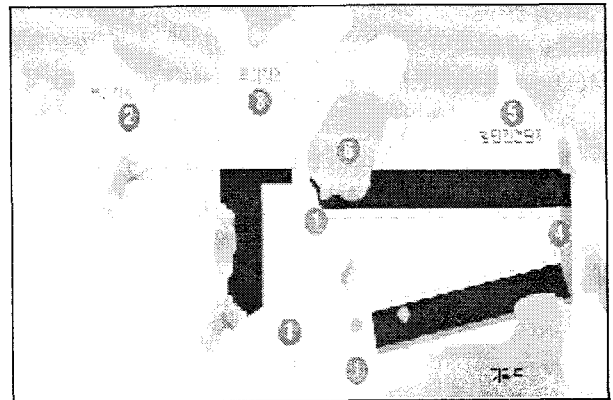


그림 2-2 부산 신항 개발 계획

부산항에는 국제여객부두, 연안여객선터미널과 1부두~4부두 및 중앙부두가 있으며, 약 3,800m에 이르는 안벽을 갖추고 있어 1천톤급 소형선박에서 2만톤급 대형선까지 고루 접안 할 수 있다. 자성대부두인 5부두와 6부두는 1978년 9월에 개항하여 5만톤급 4척과 1만톤급 1척을 동시에 접안 가능하며, 연간 120만 TEU 컨테이너 하역능력 부두로서 약 1,400m의 안벽을 갖추고 있다.

부산해역의 묘박지 및 계류시설은 그림 2-4에 제시한 바와 같다. 부산해역의 계류시설 중 위험물운반선 전용계류시설은 총 8개(북항 4개, 감천항 4개)로 선박 11척을 동시에 접안할 수 있다. 이 중 연간 100만톤 이상의 기름취급 계류시설은 2만톤급 선박이 계류할 수 있는 감만부두 동측안벽의 GS칼텍스(주)부산저유소 부두, 감천항 제6부두의 (주)모든 부두, 영도구 봉래동 SK에너지(주)영남물류센터 부두, 영도구 동삼동의 (주)미창석유공업사, 남구 용당동의 현대오일뱅크(주) 부산저유소 부두 등이다.

부산해역의 저유시설은 총 18개소로 187개의 탱크가

있으며, 저유용량은 총 52만kl이고 연간 기름취급량 약 1,154만kl이다. 부산해역의 주요 저유소는 GS칼텍스(주) 부산저유소, SK에너지(주)부산저유소, 현대오일뱅크(주)저유소, 한국전력, (주)미창석유공업사 등으로 총 80여개의 탱크를 보유하고 있으며, 약 1,079kl의 연간 기름 취급량을 가지고 있다.

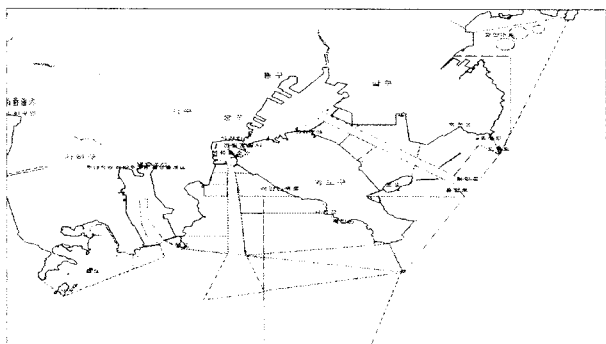


그림 2-2 부산해역 계류시설 및 묘박지

2-3. 어장 및 양식장 현황

부산해역은 해안선이 단조롭고 수심이 깊은 동부연안과 해안선이 다소 복잡하고 수심변화가 완만한 서부연안으로 구분된다. 동부연안은 수심이 깊고 암반질의 저질 영향으로 보구치, 전갱이 등과 같은 외해성 어류가 우점하는 반면에, 서부연안은 사질점토성 저질의 영향으로 도다리, 놀래미, 숭어등과 같은 저서성 어류가 우점하고 있다.

부산해역의 어업형태는 잡는 어업보다 양식어업이 주를 이루고 있는데, 그 중 해조류 양식이 대부분을 이루고 있다. 부산해역의 어업권 어업 현황은 그림 2-5에 제시한 바와 같다. 부산해역의 어장 및 양식장은 총 155건에 3,4346ha이며, 이 중 양식어업이 127건으로 1,672ha로 대부분을 차지하고 있다. 그 외 부산해역의 어장 및 양식장은 마을어업이 총 27건으로 약 1,762ha에서 이루어지고 있으며, 정치망이 총 3건으로 약 8ha에서 이루어지고 있다. 양식업종별 현황은 가덕도 동부해안에 해조류양식이 85건으로 대부분을 차지하고 있으며, 그 외 패류, 어류, 복합양식이 행해지고 있다.

3. 해양오염원

08년 부산항 입·출항 선박은 총 57,979척에 이르고 있으며, 이중 유조선은 7,079척으로 12%를 차지하고 케미칼선은 1,340척으로 2.3%를 차지하고 있으며 화물선 등 기타선 49,323척으로 85%를 차지하고 있다.

3-1 선박입출항 현황

(2008년/척)

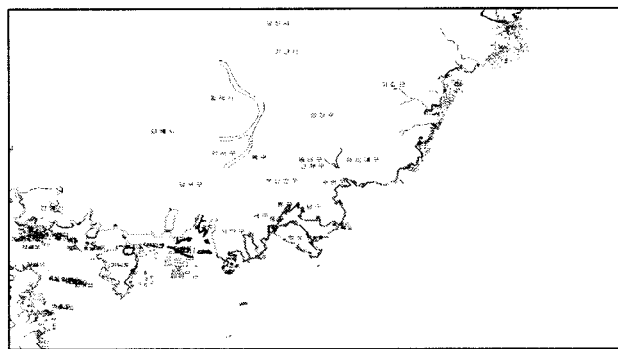


그림 2-3 부산해역 어업권 어업 현황

계	유조선	케미칼선	LPG선	화물선 등 기타선
57,979	7,079	1,340	237	49,323

물질별 운송 현황은 총 114,474천kl으로 이중 HNS 운송은 106,436천kl으로 전체 물동량의 92%를 차지하고 석유정제품 7,933천kl(7%), 가스류 95천kl(0.1%)를 차지하여, 전체 물동량 중 HNS 운송이 전체의 92%를 차지하고 있다.

3-2 주요 유류 물동량

(2008년, 천kl)

계	원유	석유정제품	가스류	HNS
114,474	10	7,933	95	106,436

관할해역내 해양시설은 총 93개 업체로 이중 기름 및 유해액체물질 저장용량 1만톤 이상의 규모 시설이 8개소로서 182기 저장량 434,327kl이며, 그 외 폐기물 등 76개소로 해양시설이 있다.

3-3 해양시설 : 93개 업체

구분	저유시설	유조부선	HNS 저장	조선소	방제유량 청소업	해양 배출업
계93	10	3	3	30	41	2

3-4 관내 방제장비 현황

구분	방제선 (척)	회수기 (대)	오일펜스 (m)	유흡작재 (kg)	유처리재 (ℓ)
계	32	45	25,000	20,000	87,000
부산해경	2	10	2,400	4,700	31,000
기관	0	0	4,900	10,000	16,000
공단	10	15	3,300	300	8,000
민간	20	20	7,800	1,000	17,000
기타	0	0	6,600	4,000	15,000

그러나 07.12월 충남 태안 만리포 북서방 10km 해상에서 발생한 유조선 HEBEI SPIRIT호 오염사고 발생으로 원유 12,547kl 유출, 가로림만~근소만 해안선 70km 및 연안도서 59개소 오염피해가 발생하면서 실제 전국에 분포되어 있는 방제장비 및 자재 동원시 3일 이상이 소요됨에 따라 사고

수습의 가장 중요한 시점(사고발생 1-2일)에 집중 투입 불가로 신속한 초동대응에 애로가 발생하게 되었으며 방제작업을 위한 장비와 소모품, 유처리제, 유흡착재의 보급등이 체계적이지 못하여 방제의 효율성이 떨어지는 문제점들이 대두되었다

3-5. 지역별 방제능력

구분	계	부산	인천	속초	동해	태안	군산	목포	완도	여수	포항	울산	통영	제주
계	17,100	2,328	2,043	159	801	2,485	762	766	291	2,781	768	2,122	1,309	449
해경	6,700	888	808	124	324	786	346	521	291	741	436	593	409	325
기관	400		135		159	110		-						
공단	7,500	717	879	35	318	1,434	416	210	-	1,092	271	1,084	900	124
민간	2,500	723	221	-		155	-	35	-	948	61	445	-	-

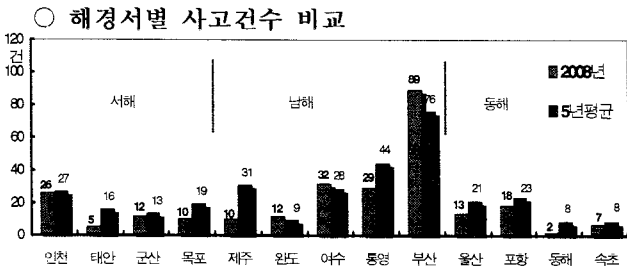
4. 해양오염사고 위험분석

향후 특정해역에서 해양오염사고가 얼마나 자주 발생할 것인지, 그리고 어느 정도 규모의 사고가 발생할 것인지를 예측하는 것은 쉬운 일이 아니다. 사고가 발생하는 빈도와 규모는 사고의 원인별로 다르며, 그 직접적인 원인을 제공하는 요인으로는 선박통항량과 항로의 폭, 암초의 개수, 조류나 해류의 세기, 안개일수 등의 해·기상 및 항행조건을 들 수 있다.

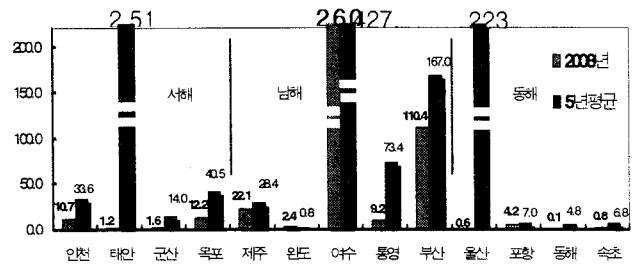
따라서 유출사고의 위험을 평가하는 방법에 있어서 어느 해역에서의 사고확률은 교통밀도 및 흐름을 고려한 선박간의 교차확률과 과거의 해양사고율 등을 함께 고려할 필요가 있다.

4-1. 해양오염사고 현황

□ 해양오염사고 발생현황(2008년, 5년간)



○ 해경서별 유출량 비교



- 전년도에 이어 해역별 오염사고는 남해 172건(65%), 서해 53건(20%), 동해 40건(15%) 해역 순으로 발생
- 유출량은 여수, 부산, 제주, 목포 순임
- 오염건수는 '08년 부산 제일 높음

5. 해양오염사고 방제대책 및 실행

5-1 해양오염사고 선정 및 대응전략

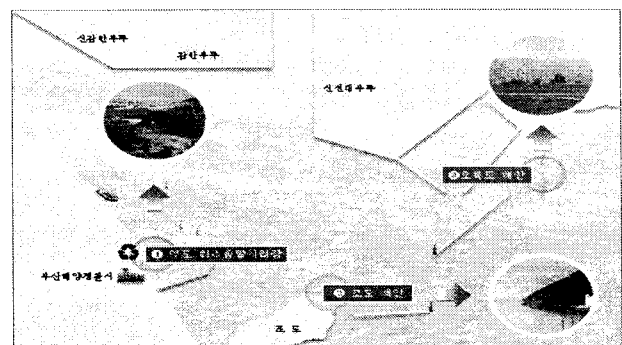
가. 부산북항 선정 및 방제대책

- 최근 5년간(2004~2008년) 해양오염 발생건수 및 유출량이 많은 해역(1kl이상)
- 총16건(458kl)으로 부산해경 416건(479kl) 대비 4%(95%) 차지
- 태풍내습시 대형해양오염 발생지역
- '03년 태풍 "매미" 내습으로 "덕양호" 침몰, 병커C유 360kl 유출
- '08년 운항부주의로 "일해호" 충돌, 병커C유 4.3kl
- 선박의 입·출항이 잦고 계류·도박 선박이 많은 해역

나. 부산북항 인근해역도



다. 수심 및 민감자원 분포현황



- 수심

북항내의 수심은 5~15m정도로 영도구 동삼안벽, 대선조선안벽이 2~3m로 가장 낮고 신감만부두안벽이 약 13~15m로 가장 깊다.

- 조석 및 조류

저조에서 만조 간격은 약 6시간 12분이며 북항내의 조류는 흐름이 미세하여 창조시 북서방향으로 0.2kt, 낙조시 남동방향으로 0.3kt의 속도가 예상된다.

5-2. 방제대책 전략

가. 유출상황 평가

사고발생에서 파공부위 응급봉쇄가 완료되는 시점까지 사고선으로부터 기름이 계속 유출될 것으로 예상되며, 초기 유출된 기름은 북동방향으로 이동, 감만부두 및 선박 통항로에 집중 분포, 6시간 경과 후 낙조류로 바뀌면서 사고해점 3km범위가 오염원으로 뒤덮일 것으로 전망된다.

나. 해상상태 평가

사고해역은 수심 20m미만, 파고 2m미만, 조류 2knots 미만 해역으로 부산해경 관내 모든 종류의 오일펜스(A,B,C형) 및 유희수기 사용 가능하며 유출유는 해상에서 최대한 회수하고 누거하지 못한 유출유는 외해로 유도

다. 방제작업 전개

방제작업 예상 소요일수(유출유 100kl) → 해상방제 2일 → 해안방제 10일

라. 동원범위

- 해경 : 부산해경서, 통영해경서(방제정 및 기동방제팀) 울산해경서(방제정 및 기동방제팀)
- 민간 : 부산해수청, 부산시, 방제조합, 방제업체(10개), 기타 지원세력

마. 동원선박(총59척)

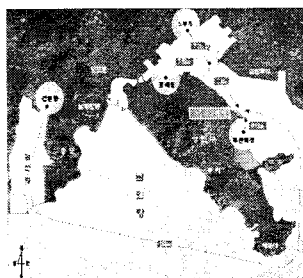
- 부산해경 12척(방제정2, 경비정10), 통영·울산해경 2척(방제정)
- 해수청·부산시 3척(관공선)→방제조합 11척→방제업체 33척
- 동원장비 및 자재(예상) : 유희수기 25대, 오일펜스 3,000m, 유흡착재 15,000kg

바. 유출유 확산방지 및 회수

- 1차 : 2개조 5개 방제선단 구성
U, J, 및 정지형 오일펜스 전장, 포집 및 회수
- 2차 : 3개조 3개 방제선단 구성
U자형, V자형 오일펜스 및 유희수기 사용

○ 방제세력 및 이동거리

항목	구분	방제선단	방제정	보유 방제작업		
구분	방제선단	방제정	방제정	방제정		
부산해경	부산해경	205	30	1	13	2,500
부산해수청	부산해수청	45	24	8	6	1,400
부산시	부산시	4	14	10	11	3,130
방제조합	방제조합	4	24	15	7	2,200
방제업체	방제업체	18	14	1	2	300
합계	합계	176	126	39	47	10,530

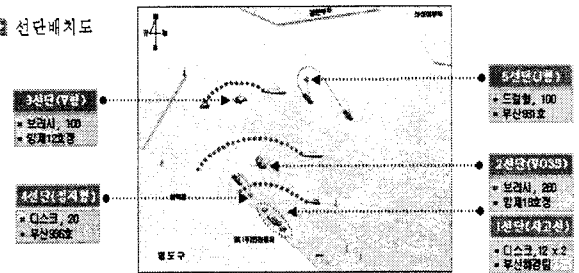


○ 초동전략(1차)

■ 선단구성

기관	선단	유형	선명	선종	톤수	방제장비 보유현황		
						오일펜스 (m)	유희수기 (형식용량(kL))	폐유탱크 (㎥)
부산해경	1	정지형	해경육상팀			300	디스크, 24	3
	2	VOS형	방제18호정	방제정	300	600	브러시, 280	225
	3	V형	방제12호정	방제정	147	500	브러시, 100	88
방제조합	4	정지형	부산936호	방제선	94	380	디스크, 20	39
	5	J형	501해룡호	방제선	295	300	위어칼, 100	115
			부산931호	방제선	84	80	드럼식, 20	45

■ 선단배치도



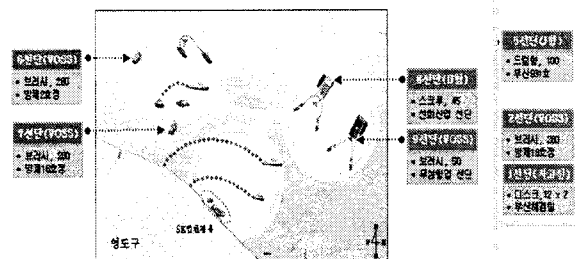
○ 지역대응 전략(2차)

■ 선단구성

기관	선단	유형	선명	선종	톤수	방제장비 보유현황		
						오일펜스 (m)	유희수기 (형식용량(kL))	폐유탱크 (㎥)
부산해경	6	VOS형	방제2호정	방제정	150	300	브러시, 200	158
울산해경	7	VOS형	방제16호정	방제정	300	600	브러시, 280	225
방제업체	8	U형	선화산업(선단)	방제업		200	스크류, 45	450
	9	V형	무성항업(선단)	방제업		400	브러시, 50	1,500

기 관 해안방제 : 작업선 총 5척(부산해수청 1, 부산시 3, 해군 1)

■ 선단배치도



5-3. 방제종료 절차

가. 현장조사팀 구성

- 해경, 항만청, 지자체, 어촌계, NGO 등 참여하여 공동조사 후 방제종료 시점 및 오염 잔존유 추가 발견시 방제작업 여부를 검토한다.

나. 방제종료 결정

- 현장조사팀의 합동조사 결과를 반영하여 오염된 전체해역을 대상으로 조사하고 방제종료 결정을 내린다.

6. 사고사례

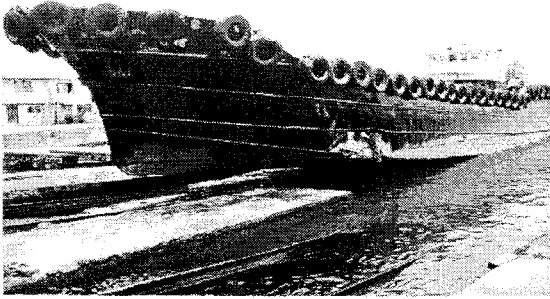
6-1 일해호 해양오염사고

2008.9.23 19:00경 부산남항 방파제 앞해상에서 105통영호(어선, 233톤)의 항해부주의로 입항중인 일해호(유조선, 147톤)와 충돌하여 적재중인 화물유 방카C 43.7kl 유출되어 인근 자

갈치 해역 및 영도 남항일대 해양오염이 발생되었다.

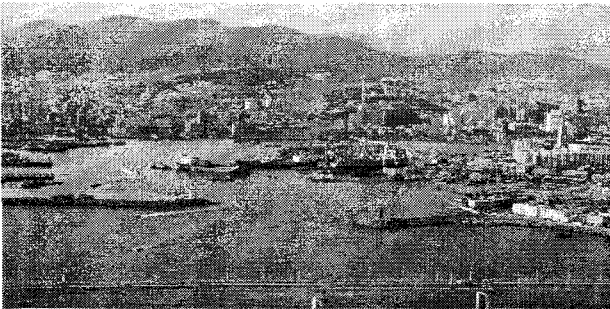
6-2 사고선박 제원

- 선명 : 일해호(유조선, 147톤, 부산선적)
- 보험 : 선체 : 3억6천만원(한국해운조합)
유류오염 : 800만원(약 80억원, 한국해운조합)



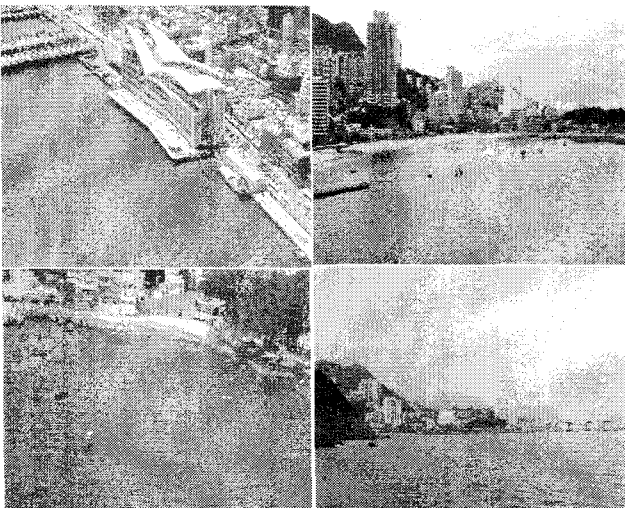
6-3. 사고당시 남항 해역특성

- 가. 조류 : 낙조류 남남서 0.1Kt, 창조류 북동 0.2Kt
- 나. 고조 : 02:32 85cm, 15:33 101cm
- 다. 저조 : 22:19cm, 08:49 59cm
- 라. 수심 : 약 6m



6-4. 민감자원 분포현황

- 가. 밀집된 자갈치 회센탄, 공동어시장
- 나. 송도해수욕장, 영도 중리 미역양식자 등 4개소 분포



6-5. 오염사고 평가 및 방제전략

가. 오염원

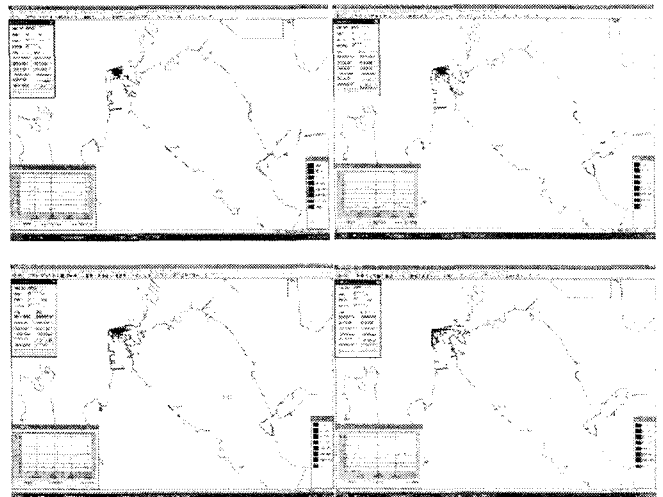
- 사고선 주위 오일펜스 2중 포위전장 및 화물탱크 파공 부위 봉쇄

- 파공탱크에 화물유를 신속한 이적으로 유출유 최소화

나. 오염사고 평가

확산예측결과 사고지점口 주변해역의 해수유동이 미약하여 유출유는 크게 확산되지 않으며 부산항내에서 유출된 기름은 증질유로 증발과 유상화가 비교적 느리게 진행이 예상된다.

다. 유출유 확산예측



라. 해상방제

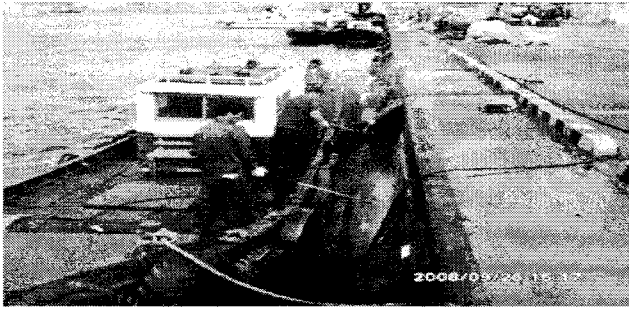
해상의 유출유 확산방지와 피해예방을 위해 해수욕장과 어장 및 양식장 보호하기위해 영도대교 및 남부민동 일차 방파제 주변에 오일펜스 전장 또는 붐 흡착재로 유출유 유입을 차단 하였으며 확산된 유출유는 유희수기 사용 최대한 회수토록 조치하였다. 해경경비정 중심으로 확산상태를 확인한 후 오염지역을 크게 5개 그룹으로 구분하여 해경 합정 및 방제선은 회수작업을 수행하고 육상에서는 방제업체별 책임구역을 지정 방제작업을 수행하였다.

마. 해안방제

방제업체(6개) 책임지역별 유희수기, 유희착재 이용하여 방제 및 해안 콘크리트 안벽에 부착된 기름을 중압 및 고압세척기 이용하여 방제조치 하였다,

방제업체를 책임지역을 설정 지역주민과 자원봉사자를 동원하여 다음방법으로 청소작업을 실시하였다. 본 사고해역의 해안은 산업시설에 의한 안벽들로 구성되어 안벽 바깥쪽에 오일펜스를 전장하여 외부로 확산되지 않도록 한 후 고압세척기와 소화호스로 씻어내어 흡착재로 수거토록 하였다.

바. 폐기물처리



- 수거한 폐유(해수포함) 약 312.35kl 최종처리업체인 삼환환경(주), (주)거림 위탁처리
- 폐흡착재 및 협잡물 수거량 257.29톤 지정폐기물업체인 (주)거림, 지오환경(주), (주)NCC 최종처리



사. 동원인원 및 방제기자재 사용현황

구분	인력 (명)	선박 (척)	세척기 (대)	유회수기 (대)	오일펜스 (m)	유흡착재 (kg)	유처리제 (ℓ)
총 계	3,502	278	39	13	3,500	32,166	90
해양경찰	1,470	90		10	800	6,893	
공단	149	9		2	950	925	
지자체	75	6				60	
육해군	24	6				30	
방제업체	1,626	167	39	1	1,750	24,258	90
자원봉사	158						

아. 방제종료

- 해상 : 해상에 유출된 기름의 방제작업이 완료되고 항공 및 해상에 유출된 기름이 더 이상 발견되지 않아서 지역 방제대책협의회 위원, 지역전문가, NGO, 지역주민 등과 현장조사 실시후 방제작업을 종료 하였다.

- 해안 : 해안에 부착된 기름이 2차오염을 발생시키지 않고 제거작업을 계속하여도 효과가 미약하여서 해안오염지역의 지자체, 항만청 협의하여 지역방제대책협의회위원, 지역전문가, NGO, 지역주민 등과 현장조사 실시후 제거작업을 종료하였다.

7. 종합평가

7-1 잘 된 점

가. 신속한 방제지휘 및 방제전략으로 기름이적, 유출량을 최소화하여

나. 인근 횃집 등 민감해역에 오일펜스 2~3중으로 설치 완료하여 기름유입을 사전에 차단하였다.

다. 또한, 심야에도 불구하고 신속한 방제조치로 언론에서 해경활동 극찬

7-2 향후 개선사항

영도대교 조류가 강하여 오일펜스 폐쇄 전장시 기름을 포집이 곤란하여 차후에는 방제작업시 협수로 등 조류가 강한 해역은 유도 전장으로 포집 회수 계획이다.

8. 결론

기름에 의한 해양오염사고는 한번 오염되면 사고 이전 상태로 되돌아 갈수 없고 되돌리기에는 막대한 자금과 인력등이 투입되며 한번 훼손된 생태계는 복원이 불가능하다. 해양오염사고는 사고후 방제보다는 사고전 예방이 우선이나 인재나 자연재해에 의해 발생된 해양오염사고시 피해 최소화를 위하여 최선을 다하여야 한다.

해양오염사고 발생시 해역의 특성을 최대한 고려하여 신속하게 수거하며 장비종류에 따라 적절한 지역에 효과적인 장비를 우선적으로 투입하는 방법이 모색되어야 하는데 방제장비 비축기지를 여수에 신설함으로써 신속한 장비자재 동원등 체계적인 방제작업으로 최대한의 효과를 얻을 수 있을 것으로 사료되고 취약시간 해양오염사고시 신속동원을 위해 방제정을 남항 및 감천항에 전진 배치시킴으로써 해양환경 피해 최소화에 주력할 수 있을 것으로 본다.

9. 참고문헌

1. 부산해양경찰서(2008), 부산지역 방제실행계획
2. 부산영도 SK에너지(주) 기름오염비상계획서
3. 해경청(1996) 해양오염사고 사례집중 "씨프린스호"
4. 해경청(2008) 해양오염사고 사례집중 "일해호"
5. 부산지방해양항만청 통계자료(2008)