
해양오염관리를 위한 네트워크 정보시스템에 관한 연구

변헌수*, 김천석**, 신현식**

A study on the Information Network Structure for the Marine Pollution Administration

Hun-Soo Byun, Chun-Suk Kim, Hyun-Sik Shin

요 약

본 논문에서는 해양사고들을 분석하고 이로부터 우리 나라에 도입되어야 할 제도를 검토해 본다. 해상에서 유류오염방제 국가긴급계획 수립과 해난사고시 과학적인 의사결정과정을 소개하고, 이를 바탕으로 과학 기술적인 측면에서 구난 및 방제작업을 지원하기 위한 해난사고 신속대응 기술지원체제를 설계하여 제안한다. 신속대응기술체제를 제도적으로 도입함으로써 해양오염사고로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 깨끗하고 안전한 바다를 후손에 물려주도록 연구하고자 한다.

ABSTRACT

In this paper recently catastrophic oil spills from tanker casualties have polluted the marine environment. The Sea Prince casualties are analyzed and the systems to be introduced are considered. Also, the establishment of the national contingency plan and the decision-making procedure based on technical analysis are described. Based on the discussions the Rapid Response Technical Support System is derived for the support of salvage and oil spill removal operation. The System will contribute to the protection of life and assets from the marine casualties and to keeping the clean and safe ocean.

1. 서론

최근 우리 나라의 경제성장이 급격히 이루어지고 유류물동량이 증가함에 따라 유조선에 의한 해양오염사고가 빈발하고 있다. 특히 우려되는 바는 20여만

톤급의 유조선에 의한 해양오염사고로써 우리의 바다를 심각하게 위협하고 있다. 1995년 소리도에서 발생한 시프린스호 사고는 대형 탱크선에 의한 해양오염에 대한 경각심을 불러 일으켰으며, 연이어 발생한 유일호 좌초·예인중 침몰에 따른 해양 오염사고와 호남 사파이어호의 부두충돌에 의한 유류오염사고들은 우리의 대형유류오염사고에 대한 대비가 얼마나 허술하고 미비 되어 있는가를 잘 보여준 것들이다.

* 여수대학교 화학공학과

** 여수대학교 전자통신공학과

접수일자: 2001. 1. 10

세계적으로 대형 해양오염사고들을 살펴보면 영국의 경우 1967년 Torrey Canyon호 사고, 1993년 Braer사고, 1996년 Sea Empress호 사고를 들 수 있으며, 프랑스의 경우 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 150억불(한화 18조원)에 이르며 아직도 피해보상 재판이 끝나지 않고 있다. 1996년 2월 15일에 발생한 Sea Empress호 사고는 영국 Wales지방의 Vilford Haven 근처의 바위 위에 좌초함으로써 발생했는데 14만톤의 북해산 원유를 적재하고 있었으나, 이 중 약 7만 톤이 영국에 하나밖에 없는 해상공원에 유출되어 심각한 피해를 주고 있다.

이 연구에서는 국내의 해양오염사고 현황을 분석하고 1995년에 발생한 시프린스호 사건을 검토하여 문제점을 도출하였다. 또한, 유류오염방제 긴급계획 수립과 해난사고시 과학적인 의사결정과정을 분석 검토하고 해난사고 신속대응 기술지원체제와 정보망 구축에 관하여 연구하고자 한다.

II. 해양사고 현황

국내 경제가 급속히 발전함에 따라 국내 석유수요 증가율이 매년 10~20%씩 증가하고 있는데 1990년대에도 매년 평균 14.9%씩 증가하고 있다. 우리나라의 석유소비 규모가 1999년에 이미 세계 10위권에 진입했고, 국내 석유정제능력이 세계 8위의 규모로 확장됨에 따라 석유수입 규모도 급격히 증가되어 세계 6위를 차지하고 있다. 또한 우리나라의 총 1차 에너지 수요중 석유가 차지하는 비중은 1984년 51.8%에서 1994년에는 62.9%로 크게 증가했다. 이에 따라 유류의 수출입물동량도 1984년 1,338만톤에서 1999년에는 6,463만 톤으로 연평균 12.8%의 높은 증가율을 보였다.

이와 같이 석유소비와 유류물동량이 급격히 증가함에 따라 해양오염사고도 증가일로에 있다. 1995년부터 1999년까지 발생한 해양오염 사고는 1,583건에 유출량은 2만 2,541kl에 달하고 있어 매년 평균 310건 이상의 유출사고가 발생하였다. 이 중에서 100kl 이상의 유류가 유출된 대형사고는 [Table 1]과 같다.

표 1. The increment rate of oil or ganization domestic

기 간	연평균 증가율(%)
1976~1980	11.6
1981~1985	0.8
1986~1990	13.6
1991~1994	14.9
1995~1999	16.2

자료 : 대한석유회회, 「석유회회보」, 1999. 6

해양오염사고를 발생 원인별로 분석하면, 취급부주의에 의한 유출사고가 55.2%(874건)로 가장 많은 비율을 차지하고 있으며, 고의배출 19.3%, 해난 18.5%, 기타 7%로 나타나고 있다.

표 2. A large size accident effluence of oil (단위 : 톤)

일시	장소	선명	원인	오염물질(kl)
1991. 2.21	충남 태안	퍼시픽 프렌드 (화물선)	침몰	벵커-C115 윤활유 41
1993. 6.16	인천 영흥도 앞	코리아 비너스 (유조선)	좌초	경유 4,288
1993. 9.27	전남 광양만	제5금동호 (유조선)	충돌	벵커-C 1,228
1995. 7.23	여수 소리도	씨프린스호 (유조선)	좌초	벵커-C 700
1995.11.17	여천 호남정유 전용부두	호남 사파이어호	접촉	미정

III. 시프린스호 사고의 교훈

호유해운 소속 싸이프러스 국적원유선인 시프린스호는 A급 태풍 페이(Faye)의 내습 예보에 따라 안전을 위해 하역을 중단하고 부두에서 피항차 원유잔량 83,000톤을 적재한 채 피항하였으나, 이 선박은 피항 도중 7월 23일 14시경 강풍과 높은 파도에 떠밀려 오동도 남남서쪽 25마일에 위치한 작도에 충돌하였다.

작도에 충돌할 때 충격에 의해 기관실이 파손되었

고 이때 흘러나온 연료유가 폭발하면서 엔진, 선교 등이 심각하게 손상을 입어서 모든 기능이 정지되고 교신마저 끊어졌다. 이 재는 또 다시 강한 풍랑에 떠밀려 작도에서 5마일 정도 서쪽에 위치한 소리도에 좌초하였다.

좌초시 압초에 심하게 부딪혀 바위가 선각을 뚫고 들어가 선체 중앙부 선자와 선축이 1/3가량 손상을 입었으며, 선미부의 경우 전체적으로 선저에 심한 손상을 입고 바위 위에 앉게 되었다.

사고가 난 후 일본의 구난전문회사인 Nippon Salvage사에서는 선체를 부양시켜 유조선인 호남다 이아몬드호에까지 예인하여 원유를 이적하는 방법(선 부양 후 이적방법)을 채택하였으며 언론에도 이에 대한 자세한 과정이 소개되었다. 그러나, 7월 31일 선박·해양공학연구센터가 호유해운으로부터 자료를 받아서 부양에 따른 선체강도, 작업위험성 등을 검토해 본 결과 선 부양 후 이적방법은 극히 위험하다고 결론을 내렸다. 선체중앙부 등이 심하게 손상을 받아서 가속화되어 침몰 위험 가능성마저 적지 않은 것으로 나타났던 것이다. 따라서, 위험화물인 원유를 좌초 위치에서 먼저 이적하고 후에 선박을 부양시키는 방법인 선 이적 후 부양 방법이 최선임을 호유해운에 통보하였다.

그 당시 선체중앙부에서부터 선미까지 모든 탱크가 손상되어 있었으며, 원유가 해수보다 가볍기 때문에 상부에는 원유가 하부에는 해수가 차 있었고, 이 손상된 탱크 내에 떠 있는 원유가 26,000톤 정도 되었다. 만약, 선 부양 후 이적 방법을 택하였을 경우 부양 작업도중이나 부양상태에서 작은 실수나 파랑에 의해서 2차 사고가 발생했다면 우리 나라에는 엄청난 재앙이 닥쳤을 지도 모른다.

선 이적 후 부양방법을 채택한 후 원유이적 방법을 여러 가지로 검토하였다. 우선, 3가지 정도의 시나리오를 가정하고 각 시나리오에 따른 작업 수행시의 선체강도를 검토하였다. 소리도 해역에서는 사리시간만의 찬가 4m가 되기 때문에 이에 의한 선체강도에 미치는 영향을 고려하고, 원유적재 정도와 손상정도 등 각종 위험 요소를 고려하여 검토하였다. 또한, 원유이적과 목적이 정해지지 않은 상태에서 좌초힘(Grounding Force)이 부력으로 바뀌게 되면 대책 없이 일부가 뜨게되고 파랑에 의해서 더 심각한 손상을 초래할 수 있었다. 이런 위험을 감소시키기 위하

여 원유이적과 해수주입을 동시에 수행해야 했으며, 좌초힘이 유지되면서 가능하면 균일하게 무게를 분포시킴으로써 하중을 최소화해야 했다. 이때 또 하나 고려한 것은 원유탱크에 물을 주입하면 후에 오염된 상당량의 해수를 처리하는 것이 문제이기 때문에 이를 최소화하도록 노력하였다. 이러한 사항을 종합적으로 검토하여 최적의 구체적인 원유이적 및 해수주입 방법을 제시하였다. 기존의 설계용 프로그램의 경우 입력에 많은 시간이 소요되고 좌초 등 상황 변화에 대응이 어렵기 때문에 좌초선박의 굽힘 모멘트(Bending Moment), 전단력(Shear Force), 자초힘 등을 계산할 수 있는 프로그램을 긴급히 개발하여 사용하였다.

IV. 우리 나라의 해양사고 현황

우리 나라 중앙해양안전심판원에서 집계한 1990년에서 1998년까지 9년간의 선박해양사고·선박용도별 해양사고 발생현황은 [Table 3]과 같다. 유조선 해양사고도 399척으로 5.51%의 높은 발생률을 차지하고 있어 또 언제 어느 때 씨프린스호 같은 대형 유조선 해양사고가 발생할지 우리는 누구도 예측 못하고 있는 것이 현실이다.

표 3. The present condition of marin accident occurrence use a ship('90~'98)

	여객선	화물선	어선	유조선	예선	기타	계
90	20	113	397	46	31	42	649
91	24	107	419	52	29	47	678
92	16	107	379	32	28	44	606
93	18	93	444	39	40	44	678
94	25	123	580	50	37	54	869
95	20	137	578	50	36	90	911
96	20	101	577	54	23	69	844
97	21	109	759	42	23	73	1,027
98	13	73	700	34	28	83	931
계(A)	117	963	4,833	399	275	550	7137
구성비 (%)	2.5	13.4	67.2	5.5	3.8	7.6	100
연척수 (B)	1,526	7,674	780,791	5,316	8,818	21,197	
A/B	11.6%	12.5%	0.6%	7.5%	3.1%	2.6%	

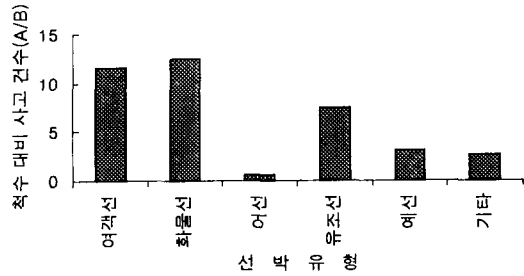


Fig. 1 The present condition of disaster at sea use a ship

V. 선박안전관리 활동의 현황

1. 안전관리시스템(SMS) 구축

IMO는 선박 안전운항을 통해 해상에서 인명안전을 보장하고 해양오염을 방지하기 위해 1994년 5월에 국제안전관리규약(ISM Code)을 SOLAS 협약 제9장으로 채택하여 1998년 7월 1일부터 발효시켰다.

따라서 이 규약의 적용을 받는 모든 선박회사와 선박은 규약의 요건에 따라 안전관리시스템을 구축하고, 육상과 선박에서 시스템문서에 의거한 활동을 실시하여야 한다.

현재 이 규약은 국제항해에 종사하는 여객선, 화물선, 탱크선 및 고속화물선이 우선적으로 적용 대상이 됨으로써 우리 나라의 외항해운선사는 거의 대부분 안전관리시스템을 구축하고, 이 시스템에 따라 안전관리활동을 실시하고 있으며, 결과적으로 사고발생 감소에 따라 보험료 등 비용의 절감효과가 나타나고 있는 것으로 알려지고 있다.

2. ISM Code의 주요 요건

- ① 안전관리시스템 구축(시스템문서 개발)
- ② 관련된 모든 구성원에 대한 시스템 교육·훈련 실시
- ③ 시스템문서에 따른 안전관리 활동 수행
- ④ 주기적인 선장검토, 경영층검토, 내부심사 등을 통하여 시스템 활동에 대한 Monitoring 실시
- ⑤ 부적합사항의 식별 및 시정·예방조치 시행 및 시스템의 개선
- ⑥ 주기적인 외부심사를 통한 시스템의 유효성 유지

이상 설명한 시스템활동의 기본 개념을 그림으로 나타내면 아래의 그림 2와 같다.

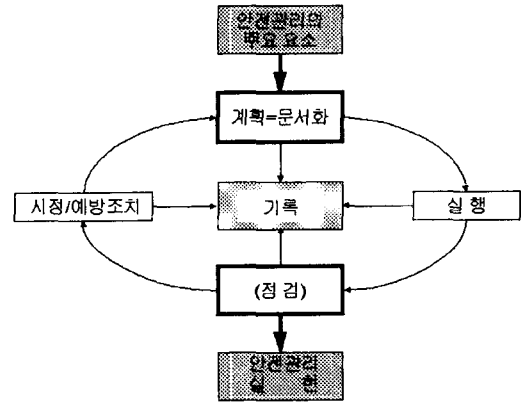


Fig. 2 Safety summary of action management system

3. 안전관리시스템 활동의 기대되는 효과

ISM Code에 의거한 시스템 활동은 위의 기본 개념에 나타나 있듯이 안전운항에 관련된 제반 주요 업무에 대해서 업무수행 절차, 지침 등을 마련하고, 관련된 구성원들에게 그 내용을 숙지하도록 하고, 그에 따라 업무를 수행함으로써 모든 구성원의 실수(불안전행동)를 줄임과 동시에 부적합사항(기계적 물리적 위험상태)를 찾아 제거함으로써 안전운항을 달성하고자 하는 것이 기본 취지이다.

이는 종래 대부분의 선박과 선사에서 미흡한 계획에 따라 혹은 관습적인 방법으로 수행하던 안전활동과 비교하면 상당히 진보된 실천적 방안이라고 할 수 있으며, 올바르게 수행될 경우 해난사고 예방에 크게 기여할 수 있을 것이다.

VI. 결론

지금까지 성장위주의 정책 하에서 뿌리깊게 내린 왜곡된 위기관리와 안전의식은 국민의 생명과 재산을 빈번히 발생하는 재해 앞에 무방비 상태로 드러나게 만들었다. 정보의 형식적인 안전점검은 재산을 대형화시키는데 기여했으며 부족한 전문 구조 인력과 열악한 구조장비 그리고 구조체계의 허술함은 잃지 않아도 될 인명을 수없이 희생되었다. 계속되는 대형 재해를 겪으면서도 우리의 위기관리체제는 별다른

변화를 보이지 않았다. 그러므로 대형교통사고, 고층 빌딩화재, 여객선과 유람선 침수, 다리붕괴, 항공기추락, 열차충돌, 유조선해난사고 등의 재난이 발생할 때마다 실종된 긴급 구조체계가 문제점으로 나타났다.

그후 구조와 구난체계에 있어서 육상과 해상의 일대변화가 있어야 한다.

현재 여러 부서에 분산되어있는 긴급구조기관과 기구들을 하나로 묶는 통합형 관리체계가 필요하다. 미국의 연방위기관리청(FEMA : Federal Emergency Management Agency)은 자연적 재해에 대처하여 위기관리의 각 단계를 통합, 관리하는 대표적인 기구이다. 미국의 연방위기관리청은 통합위기 관리체제를 통해 재해관리의 활동을 조정, 통합하여 모든 종류의 재해로부터 생명과 재산을 보호하는 제도이다. 또한, 일보의 소방관서처럼 모든 재해에 종합적이고 효율적으로 대처할 수 있는 독자적 기구의 설립을 검토할 필요가 있다. 그 외에도 전문인력의 확보, 훈련 및 구조장비의 확충은 물론이거니와 긴급구조활동과 응급의료체제의 긴급한 연계도 이루어져야 한다.

그러므로 이제 정부와 국민 모두가 위기관리에 대한 인식의 전환이 필요할 때이며 특히 정부는 위기관리체제를 정비하고 정책의 우선 순위를 바꾸어 위기관리를 위한 과감한 투자가 있어야 하겠다. 또, 교통사고 상업재해, 화재사고, 안전사고에 대한 관심과 예방못지 않게 태풍철에 빈발하는 각종 선박의 해난재해, 유조선 해난 사고에 대해서도 정보와 국민이 큰 관심을 가지고 예방하는 데 노력해야 할 것이다. 그리고 분명히 말해두지만 수산·해운업을 소홀히 하면 국가가 위기를 맞게 된다는 사실을 기억해야 할 것이다.

참고 문헌

[1] 고남영외 2인 : 우리 나라 주파수 정책방향에 관한 고찰한국해양정보통신학회, 98'추계 종합학술대회지, 1998.
 [2] 고남영외 2인 : 전파관계법규강의(서울 : 학문사, 1991. p. 50-51)
 [3] 교통안전 : 교통안전진흥공단, 1993, 12월호 pp.10-13
 [4] 김홍수 : 국제간 위성이동통신망 구축에 관한 고찰(상)(하), 경영과 기술, 1992, pp10-11

[5] 동아일보 : 1993. 11. 1. p.9
 [6] 동아일보 : 1998. 4. 28. p.16
 [7] 박승근외 1인 : 국내 해양 무선 통신의 기술 현황 분석 한국해양정보통신학회, 98'추계종합학술대회지, 1998.
 [8] 전남일보 : 1989. 8. 7. p.7
 [9] 박연식의 2인 : 지역의 산업을 중심으로 하는 정보 활성화 방안에 관한 연구, 한국해양정보통신학회 98'추계종합학술대회지, 1999
 [11] 신현식 : 전파관리법상 해상에서의 조난통신에 관한 연구, 상사학위청구논문, 서울 : 건국대학교대학원. 1980.
 [12] 신현식 : 전파통신관계법, 서울 : 학문사 1997.
 [13] 최규영 : 해난심판사례집, 중앙해난심판원, 중앙기상대, 바다날씨와 안전항해. 1990.
 [14] 허진원 : 해난사고통계연보, 해양경찰청. 1990.
 [15] 신현식 : 바다를 떠죽음으로 만든 유조선 해난사고, 월간 현대해양 5월호, 서울 : 현대해양사. 1998.
 [16] 신현식 : 우리 나라에서 발생한 어선해난의 현황과 그 대책. 해난방지세미나 발표자료, 중앙해난심판원 10월 발행. 1986.
 [17] 신현식 : 유조선 해난 사고에 대한 고찰 , 격월간 수산 진흥 5, 6월호. 1988.