

위험도에 기반한 HNS 방제자원 모델 개발에 관한 연구

이은방* · 윤종휘** · † 정상태

*,**한국해양대학교 해양경찰학과, † 인제대학교 보건안전공학과

A Study on the Development of the Response Resource Model of Hazardous and Noxious Substances Based on the Risks of Marine Accidents in Korea

Eun-bang Lee* · Jong-hwui Yun** · † Sang-Tae Chung

*** Department of Coast Guard Studies, Korea Maritime University, Pusan, 606-791, Korea
† Department of Occupational Health & Safety Engineering, Inje University, Gyungnam, 621-749, Korea

요 약 : 국내 해상 위험·위해물질(HNS)에 대한 해상물동량과 해양사고의 통계적 분석을 통하여 해역 및 위험분야 별 위험도를 조사한 결과 울산항, 여수항, 대산항 순으로 위험·유해물질에 의한 화재위험, 건강위험, 환경위험이 높게 평가되었다. 국내 HNS 사고 대응태세에 대한 조사, 분석을 통해서 폭발위험, 화재위험, 생리적 위험에 취약한 실정을 파악하고 전문 방제자원의 확충 필요성을 제시하였다. 또한 일본의 방제자원 및 배치 현황을 비교 분석하여 해상 위험·위해물질 유출사고 특성에 선순환적으로 대응하고 평가된 위험도를 저감하기 위한 방제자원의 규모와 종류를 설정하였다. 평가된 위험도를 기반으로 국내 해역에서 HNS 사고 대비·대응을 위한 남해, 서해, 동해 3곳의 거점기지 및 인천을 비롯한 9곳의 일반기지를 제안하고 거점기지 및 일반기지의 HNS 방제자원 모델을 설계하였다.

핵심용어 : 해양오염, 위험·유해물질, 방제자원, 방제시스템, 위험도분석, 해양사고

Abstract : Reviewing the statistics of harbor shipment of hazardous and noxious substance and the past spill accidents of HNS enabled us to assess the potential risks of transportation of HNS through the major harbors in Korea. Ulsan, Yeosu, Daesan port are relatively evaluated high risk in fire, health and environment disaster. Through the analysis of domestic preparedness to HNS accidents, the supplement of expertise resource to respond the vulnerability of the explosion, the fire and the physiological hazard, is required. Based on this risk assessment and review of the advanced case of Japan in building up HNS response system, a resource model at a national level was proposed which differentiates the sea areas for the proper allocation of resources to respond effectively to HNS accidents in the future.

Key words : maritime pollution, hazardous and noxious substance, response resource, response system, risk analysis, maritime accident

1. 서 론

해양에 배출시 해양자원이나 생명체에 막대한 피해를 미치거나 해양의 쾌적성 또는 지속적이고 정당한 사용에 중대한 해를 야기하는 위험·유해물질(HNS: Hazardous and Noxious Substance)의 해상물동량 증가와 더불어 국내·외적으로 크고 작은 해상유출 및 오염사고가 발생하고 있다. 이러한 HNS 해상사고는 폭발, 인화, 독성, 부식 위험이 동반될 가능성이 높아 생명체뿐만 아니라 재산상 큰 위협으로 작용할 수 있다.

국외 사고사례로는, 1917년 캐나다 Halifax항에서 TNT폭발로 3,000여명이 사망하고 6,000여체의 주택을 파괴한 대형사고가 있었으며, 1987년에는 스페인 연안 Cason호에서 나트륨 126톤 및 위험물 화재로 선원 23명이 사망하는 사고가 발생하였다. 국내에서도 1992년부터 2008년까지 발생한 HNS 해상유

출 및 오염사고는 66건으로 매년 4건 이상 발생하고 있다. 중요 사고로는 1993년 대산항에서 나프타 8,300톤이 유출되어 주민 157명 구토 및 호흡장애를 유발하였으며, 2001년에는 남해안 항해중인 유조선 피하모니호에서 화물칸 잔류가스 폭발 후 침몰하여 6명 실종되고 3명이 사망하였다.

해상유출 사고위험도 저감을 위한 방안으로서 HNS 2000 의정서, 2010 HNS 협약을 제정하여 국제적인 협력과 국가별 대응시스템 구축을 강제하고 있으며 각국은 정책적, 재정적 전략수립을 기반으로 HNS 방제 대비/대응력을 지속적으로 향상시키고 있다. 우리나라도 국가긴급계획(NCP: National Contingency Plan)을 수립하여 68종의 위험·유해물질을 중점 관리하고 있으며 사고현장 대응을 위하여 해양경찰청과 해양환경관리공단은 관련 방제자원을 확보하고 있으나 보호복, 가스탐지기 등 기본 장비에 머무르고 있는 실정이다. 폭발위험,

* 대표저자 : 종신회원, eunbang@hhu.ac.kr 051)410-4236

** 종신회원, jhyun@hhu.ac.kr 051)410-4179

† 교신저자 : 연희원, hsstc@inje.ac.kr 055)320-3309

화재위험, 생리적 위험으로부터 직·간접의 피해를 최소화할 수 있는 방제활동을 효과적이고 효율적으로 수행하기 위해서는 전문 방제자원의 확충이 요구되고 있다.

본 연구에서는 미래 HNS 해상사고 단계별로 선순환적으로 현장에서 대응하기 위한 HNS 방제시스템 구축을 목표로 HNS 해상물동량과 해상사고의 통계적 분석을 통하여 해역 및 위험분야 별로 위험도를 평가하고 국내 보유한 HNS 관련 방제자원 현황을 조사/분석하였으며 평가된 위험도를 기반으로 최적 방제자원 모델과 배치 모델을 구성하고 방제자원 확충방안을 제안하였다.

2. 국내 HNS 해상물동량 분석

2.1 HNS 해상물동량 동향분석

위험·유해물질(HNS)의 대하여 국제적인 명확한 정의는 없지만 일반적으로 해양에 유입되면 인간의 건강을 해치고 해양생물에 악영향을 미치며, 해양의 적법한 활용을 저해하는 기름¹⁾이외의 물질을 말하며, 현재 전 세계적으로 HNS는 약 6,500여종에 이른다. 우리나라의 경우, HNS에 대하여 유사하게 정의하고 있고(해양환경관리법 시행규칙 제26조, 대상물질로는 자일렌을 포함하여 해양경찰청장이 정하여 고시하는 68종에 대하여 NCP에 포함시켜 특별히 관리하고 있다.

최근 15년(1995~2009)동안 우리나라 항만에 수송되는 HNS 물질 중 LPG/LNG 및 케미컬화물의 물동량을 살펴보면, Fig. 1, 2에서 LPG/LNG의 경우 연안선에 의한 물동량은 큰 차이가 없지만 원양선에 의한 수송량은 약 6배 증가하였고 케미컬 물동량은 연안선에 의한 물동량이 약 2배, 원양선에 의한 물동량이 약 1.7배 증가하였다(국토해양부 해운항만물류정보시스템, 2011). 이처럼 HNS 물동량이 크게 증가함으로 인해 우리나라 연안역에서의 사고발생 개연성도 점차 높아지고 있다.

2010년을 기준으로 원유 및 HNS 해상물동량을 화물종류별로 분석해 보면 전체 654백만 톤 중 석유정제품, 원유, LPG/LNG, 케미컬 순으로 각각 35%, 28%, 20%, 17% 점하고 있다. 2008년부터 2009년까지 2년간 중점관리 대상인 HNS 해

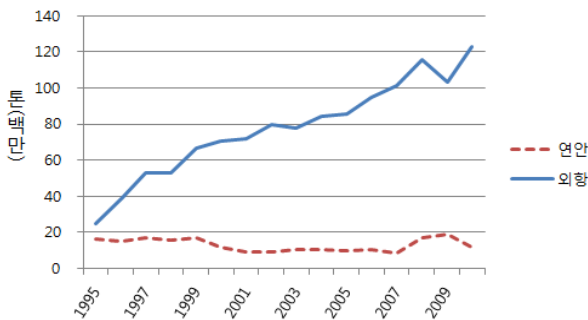


Fig. 1 Shipping volume of LPG/LNG through major harbors

상물동량 약 4천만톤 중 해양에서의 거동특성별로 분석해 보면 부상증발물질 38%, 용해물질 37%로 대부분을 차지하며 나머지는 가스 15%, 침강물질 8%, 부상물질 2%로 분포하고 있음을 Fig. 3에서 알 수 있다(한국해사위험물검사원, 2010).

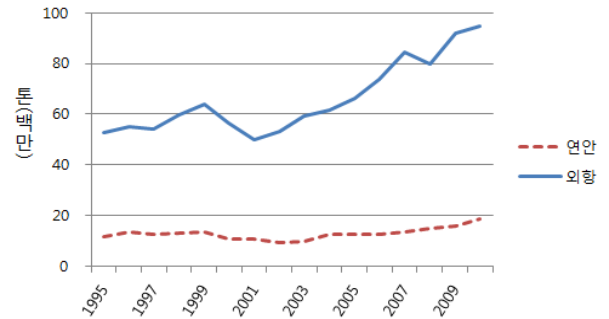


Fig. 2 Shipping volume of chemicals through major Korean harbors

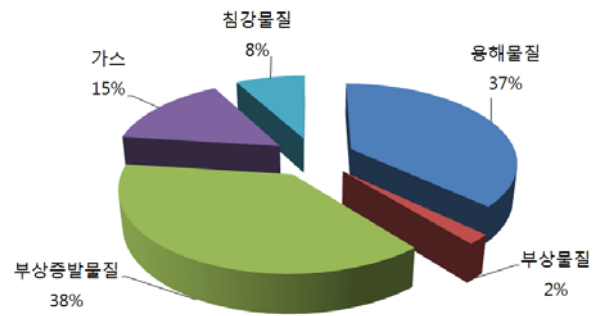


Fig. 3 Characteristics of environmental fate of prioritized HNS during marine transportation

2.2 항만별 HNS 취급 물동량 분석

해운항만물류정보시스템에서 집계된 2010년도 항만별 원유 및 HNS 물동량을 살펴보면, Fig. 4에서와 같이 전체적으로

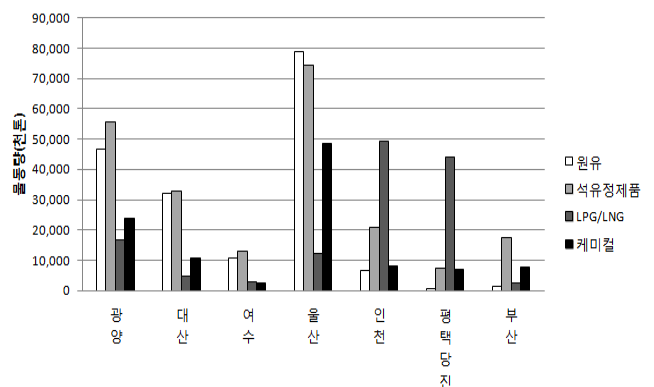


Fig. 4 Categorical shipping volume of crude oil and HNS through major harbors

1) 기름이란 원유, 연료유, 슬러지, 유성찌꺼기 및 일부 제품을 제외한 정제유를 말함(MARPOL 73/78 부속서 1)

울산항이 유통량이 제일 많고 그 다음은 광양항, 대산항 순이다. LNG/LPG는 인천항, 평택항, 당진항에서 주로 취급되고 있음을 알 수 있다.

2.3 연안 HNS 저장시설 현황분석

HNS 저장시설은 석유화학단지 배후 항만 및 연안에 설치되어 있었다. 저장물질 및 저장량에 대한 정보는 테러리즘과 연계된 대외비로 자료입수가 어려웠으나 HNS 취급업체 및 저장탱크 현황으로 분포를 유추할 수 있다. 2007년을 기준으로 전국적으로 등록된 HNS 취급 업체 수는 69개이고 저장탱크 수는 1,479개이다. 지역별 저장탱크 수는 울산 675개, 태안 364개, 여수 298개 인천 68개, 부산 36개로 5개 지역에 97% 이상 분포되어 있다.

3. HNS사고 위험도 분석

3.1 국내 HNS 사고 분석

HNS사고는 물질의 종류에 따라 특성이 다양하고 취급과정과 절차가 복잡하기 때문에 사전예측이 어려우며 유출시 가스 발생으로 인한 화재, 폭발, 질식사고, 독성으로 인한 중독사고, 수질오염 및 부식사고 등 여러 유형이 존재한다. 사고로 인한 재해 또한 막대한 인명 및 재산 피해는 물론 생태계 교란 등 환경에 대한 직·간접으로 장기간에 걸쳐 영향을 준다.

Table 1은 1992년부터 2008년까지 국내에서 발생한 HNS 사고 건수와 유출량 통계이다(해양경찰청, 2012). 사고건수는 년 1 - 8건이고 유출량은 적게는 0.2 KI에서 많게는 1,500 KI까지 그 변동 폭이 크다.

Table 1 Frequency and spill volume of HNS accidents

구분	유해액체물질	
	건수	유출량(KI)
1992	3	1,500.1
1993	7	0.4
1994	8	27.1
1995	2	0.2
1996	4	2.8
1997	2	0.4
1998	3	0.7
1999	5	1.2
2000	3	3.2
2001	4	10.4
2002	6	210.7
2003	5	2.1
2004	3	10.2
2005	1	2.0
2006	5	8.2
2007	3	954.6
2008	2	3.1

사고의 빈도가 높은 HNS 물질은 Fig. 5에서와 같이 자이렌 6회, 스틸렌 5회, 가성소다 3회 순으로 기름사고에 비하여 잦은 편은 아니지만 매년 지속적으로 발생하고 있다. 특별히 합성수지의 원료물질인 자이렌과 스틸렌은 해상으로 많이 운송되는 HNS물질로써 물동량에 비례하여 사고가 다발하고 있음을 보여준다.

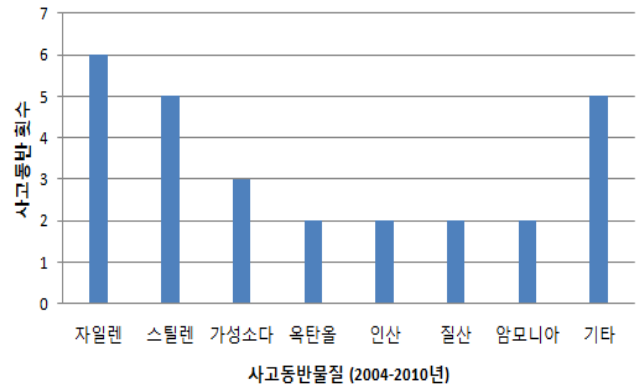


Fig. 5 Frequency of chemicals involved in HNS spill accidents

3.2 HNS 사고 위험도 평가

HNS사고의 잠재적 위험으로써 화재, 인체건강, 환경 세 분야의 위험도를 고려하였고 위험도는 대상물질의 내재적 위험성에 사고발생확률을 곱한 값으로 추산할 수 있다.

$$\text{위험도(Risk)} = \text{내재적 위험성} \times \text{사고발생확률}$$

HNS물질의 화재와 인체건강에 대한 내재적 위험성은 미국화재예방협회(NFPA: National Fire Protection Association)에서 화학물질의 위험성을 화재, 건강, 반응성 분야에서 0 과 4 사이로 등급화 한 NFPA-704 시스템의 위험도를 활용하였다(NFPA 704, 2007). 해양환경위험성은 데이터부족으로 인체위험성을 원용하되 유출시 거동현상을 고려하여 등급을 추정했는데 예를 들면 벤젠의 경우 생체에 대한 독성은 높지만 해양에 유출 시 쉽게 기화하는 거동현상으로 해양환경위험성을 0으로 추산하였다. 사고발생확률은 해당물질의 항만 물동량에 비례하여 증가할 것으로 추정하였다. 평가대상물질은 해양경찰청에서 지정한 68종의 주요관리대상 HNS물질로 하였다. 실제 각 항만의 이들 HNS물질별 물동량은 해마다 변화가 심하여 2008년과 2009년의 평균 물동량을 적용하였다(PORT-MIS 한국해사위험물검사원, 2010). 평가결과 울산항이 화재, 건강, 환경위험 모든 분야에서 위험도가 가장 높게 평가되었으며 울산의 위험도를 10으로 기준하여 다음과 같이 정의되는 분야별 상대위험도지표(Relative Risk Index)로써 비교하였다.

$$RRI_i = 10 \times \frac{\sum_{\text{물질}(j)} (\text{내재위험성}_j \times \text{물동량}_{ij})}{\max_{\text{항만}(i)} \left\{ \sum_{\text{물질}(j)} (\text{내재위험성}_j \times \text{물동량}_{ij}) \right\}}$$

주요 항만의 상대적인 위험도를 나타내는 Fig. 6에서 여수항이 모든 분야에서 울산 다음으로 높은 것으로 나타났으며 특이한 점으로 석유화학단지를 인근하고 있는 울산, 여수, 대산과 달리 부산의 경우 인체건강이나 환경위험성이 화재위험도에 보다 상대적으로 높게 대비된다. 이 결과는 HNS방제자원의 효과적 배치에 참조될 수 있다.

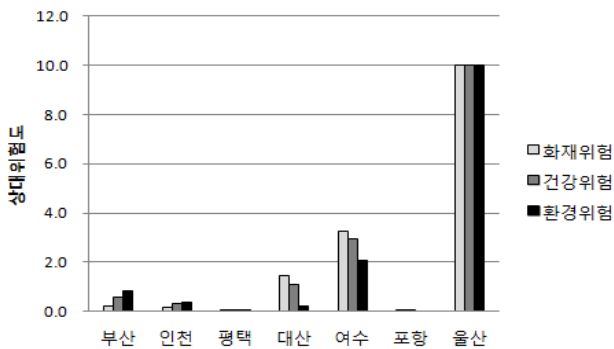


Fig. 6 Relative hazard risks of HNS accidents of major harbors

본 연구에서는 방제자원과 배치 모델을 구축하는 기본 정보로 활용하기 위하여 항만 별 HNS물동량 특성, 사고건수, 저장시설 등을 주요 변수로 위험도를 평가하였으나 보다 현실적인 해역과 항만에서 사고 위험도를 평가하기 위해서는 이들 변수 외에도 운송선박 사고에 대비한 안전준비 및 스트레스 내구성, 운송선박 승무원의 자질 및 방제자원, 해역특성 등에 여러 요소에 고려되어야 한다.

3.3 HNS 사고 빈도 분석

우리나라 해역을 인천, 평택, 대산, 군산, 목포, 제주, 여수, 마산, 부산, 울산, 포항, 동해해역으로 구분하여 지난 10년 (2001-2011) 동안 발생한 HNS 유출사고 중 1톤 이상 사고위치를 Fig. 7에 표시하였다. 여수 해역 5건, 울산 해역 3건, 마산 해역 2건이 발생하였고 부산, 평택, 군산, 대산 해역에서 각각 1건이 발생하였다. 여수, 마산, 울산 해역이 사고 발생 빈도가 상대적으로 높은 해역으로 평가 될 수 있다.

항만의 HNS물동량에 비례하여 사고 발생 확률이 높아진다고 가정하고 여수해역을 기준으로 10년 간 주요 사고 발생률 5건을 기준으로 해역별 사고 발생 확률을 도식적으로 비교하면 Fig. 7과 같이 대비된다. 울산해역의 경우 8-10회/10년으로 예상되지만 실제 사고는 3건으로 나타나 항만특성, 안전관리 수준 등 물동량 이외의 요인이 사고발생률에 작용하고 있음을 알 수 있다. 우리나라 어느 해역에서라도 HNS 사고가 발생할 수 있겠지만 울산해역, 여수해역, 대산해역이 사고 발생빈도가

상대적으로 높아 그에 대한 대비가 요구된다.

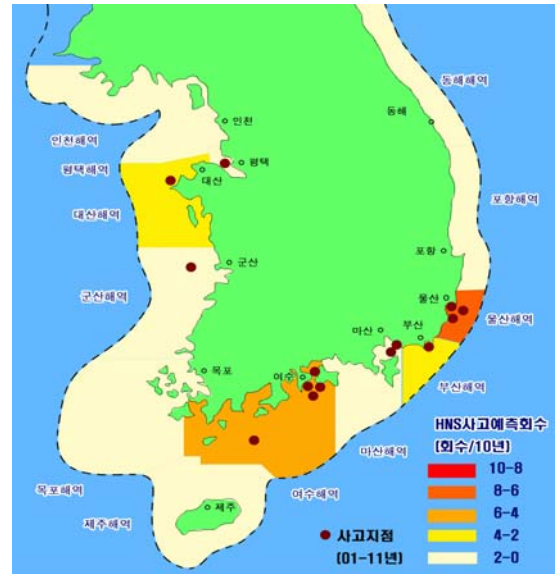


Fig. 7 Mapping of relative risk of HNS accidents and past accident sites

4. HNS 방제자원 현황 분석

4.1 해양경찰청 방제자원

2011년 기준으로 해양경찰청의 보유한 HNS 관련 방제자원은 Table 2와 같이 보호복 등 단순 장비로 구비되어 있다. HNS 사고대응태세 확보를 위해서는 사고위험도를 분석하고 사고대응에 취약성을 보완할 전문 HNS 방제자원의 추가 확보가 필요하다(해양경찰청, 2010).

Table 2 List of response equipments for HNS accidents in KCG (2011)

종류	단위	수량
보호복 A급	벌	110
보호복 B급	벌	100
보호복 C급	벌	1,612
훈련복	벌	39
SCBA 공기호흡기	개	116
무선통신장비	조	116
냉방조끼	벌	116
가스탐지기	대	30
제독설비	대	22
용기	대	18
보조마스크	대	60
예비용기	대	100
HNS흡착제 (겔타입 흡착제)	Kg	2,320

4.2 해양환경관리공단 방제자원

해양환경의 보전과 관리 및 해양오염방제 활동을 수행하는 해양환경관리공단이 2011년 현재 보유한 HNS 방제자원은 Table 3과 같다. 초보적인 HNS 방제자원만을 보유한 것 외에 HNS 방제를 위한 구체적인 대비계획이 없어 대형 HNS 사고 발생 시 방제활동이 작동되기 어려운 상황이다(해양환경관리공단, 2011).

4.3 일본의 HNS 방제자원과 비교

일본과 한국의 HNS 방제환경에 차이가 있으므로 방제자원 규모를 직접적으로 비교 하는 것은 의미가 없으므로 HNS 방제활동 분야별 방제자원 현황을 중심으로 살펴보고자 한다. 규모적인 비교를 위하여 지난 9년 간 발생한 한국과 일본의 HNS 사고 발생 건수를 Table 4에 비교하여 나타내었다. 단순

Table 3 List of response equipments for HNS accidents in KOEM (2011)

명 칭	주요대상 및 형식	단 위	수 량
케미컬 BOOM	케미컬	m	300
HNS OIL GEL PACK(쿠션형)	Absorbent	kg	300
TYCHEM C	Level (D)	set	80
TYCHEM F	Level (C)	set	0
SETIII (MIL-9511-7201-1)	Level (C)		39
TYCHEM TK	Level (A)	set	20
- 양압식 공기흡입구			18
- 공기호흡구 용기			18
에어 콤프레샤	4단압축 공냉식	ea	5

Table 4 Relative frequency of HNS accidents between Korea and Japan

구분	유해액체물질 사고 수	
	한국	일본
2000	3	30
2001	4	8
2002	6	8
2003	5	7
2004	3	8
2005	1	3
2006	5	8
2007	3	4
2008	2	5
평균	3.56	9.00

사고 발생 건수의 대수적인 비교는 일본이 대략 3배 정도 사고빈도가 높다고 볼 수 있다. 방제장비의 형식과 단위가 달라 모든 장비의 대수적 비교는 쉽지 않아 방제활동 분야별 한국(해양경찰청, 해양환경관리공단)과 일본의 HNS방제 전담 기관인 일본해상재해방지센터(MDPC: Maritime Disaster Prevention Center)의 대략적인 장비 현황을 Table 5에 비교하였다(海上災害防止センター, 2011b).

Table 5 Comparison of preparedness of HNS equipments between Korea and Japan

구분	일 본	한국	일본/한국
보호도구	3416식	2310식	약1.5배
측정장비	125식	30식	약4.1배
약제	1,438캔	-	-
회수장치	45식	-	-
회수용기	168식	118식	약1.4배
오일펜스	3,520m	300m	약 11.4배
소화장치	24식	-	-
제염기자재	14식	-	-
정보통신기	59조	116조	약0.5배
보관용컨테이너	101기	-	-

한국의 HNS 관련 장비를 사고 빈도를 감안하여 생각한다면 약제, 회수장치, 소화장치, 제염기자재, 보관용 컨테이너의 시급한 확보가 요구되고 측정장비와 오일펜스의 확충도 필요하다. 상대적으로 정보통신기기, 회수용기, 보호도구는 충분한 것으로 평가 할 수 있다.

5. 국내 HNS 방제자원 모델 구성

5.1 방제자원 모델 설계방향

HNS 방제자원 규모와 종류는 항만 별로 평가된 분야별 위험도와 국내의 HNS 사고빈도와 유형을 고려하고 일본 방제자원 모델을 벤치 마크하여 방제자원 모델을 구성하였다(海上災害防止センター, 2011b). 항만 별 위험도평가 결과 석유화학 단지를 배후로 하고 있는 울산, 여수, 대산은 화재, 건강 및 환경 모든 측면에서 높은 위험도를 나타내었고 특별히 화재위험성이 상대적으로 높아 화재진압을 위한 특별한 대비가 필요함을 알 수 있다. 따라서 Fig. 8과 같이 위험도가 가장 높은 3곳(대산, 여수, 울산)에 거점기지를 설치하고 8곳에는 일반기지(인천, 평택, 군산, 목포, 제주, 마산, 포항, 동해)를 두어서 HNS방제에 필요한 기본 장비는 기지별로 공히 확보하되 방제장비의 중복을 최소화하여 활용도를 높일 수 있는 방향으로 자원모델을 도출코자 한다.



Fig. 8 Allocation of HNS response base harbors

5.2 국내 HNS 방제자원 규모 설정

앞에 제안한 우리나라의 HNS방제 거점 및 일반기지에 필요한 방제자원의 추산을 위하여 해외 선행사례를 참조하는 것이 좋은 방법이다. 본 연구에서는 일본 MDPC의 방제자원 내

Table 6 Recommended response equipments in resource model for HNS emergency response

구분	방제장비 종류	수량
기본방제 장비	복합가스탐지기, 산소농도측정기, 유해가스검출기, VOC 측정기, 해수 샘플러, 대기 샘플러 등	약80점
보호장비	Level A 보호의, Level B 보호의, Level C 보호의, 냉각조끼, 양압 테스트 장비, SCBA 보호세트, 공기실린더, 공기압축기, 전면식 방독마스크, 반면식 방독마스크, 산성가스 캐니스터세트, 유기성가스 캐니스터세트, 내화학 장갑, 내화학 장화	약2,000점
소방 및 증기 억제제	소방 작업복, 내화복 내알콜폼(20-30m), 겔폼(20-30m), 고분자흡수제(30리터), 폼 흡수 살포제, 겔 살포기, 소화약제분사장비	약520점
유출물 회수장비	HNS 용 붐(20m), HNS 로러, HNS 회수기 약제살포장치, 소형저장탱크, 중형저장탱크, 이동식 여과장치	150점
기타 방제장비	중형 제독샤워실, 소형 간이샤워실, 제독약제세트	35실

역을 주로 참조하여 기본방제장비, 보호장비, 소방 및 증기억제제, 유출물 회수장비, 기타 방제장비로 구분하여 Table 6에서와 같이 장비종류 및 우리나라에 필요한 전체 소요량을 제시하였다. 이 집계수량은 기지 별 소요수량을 합한 것이며 기지 별 수량은 차별화된 위험도 및 사고발생빈도 등을 고려하여 결정한다.

5.3 거점기지 HNS 방제장비

본 연구를 통하여 파악된 HNS사고발생현황 및 위험도평가 결과에 따르면 석유화학단지를 배후에 두고 있는 항만을 중심으로 대형 HNS사고대응을 위한 거점기지를 두고 방제자원을 집중배치 대비할 필요가 있다. 일본의 유사한 선행사례를 참조하여 대산(서해거점), 여수(남해거점), 울산(동해거점)의 한 거점기지에 배치할 HNS 방제자원의 종류와 규모를 장비 중심으로 Table 7과 같이 설정하였다. 거점기지의 장비자원은 기본적으로 대소형 HNS유출사고에 적절히 대응하고 특별히 대형유류저장시설을 염두에 두고 화재진압방제에 주력토록 하였다.

또 해역 내 인근 일반기지와 자원을 공유할 수 있도록 함으로써 객체지향 대응이 가능하도록 구성한다. 물론 국가차원에서 다루어져야 할 대형HNS사고의 경우는 이들 거점기지의 자원을 서로 공유할 수도 있다. 따라서 사용빈도가 낮은 고가의 장비를 거점기지에 배치하고 대형화재에 대응할 수 있는 소방장비를 확충 대비함으로써 일반기지의 비축장비를 최소화 하였다.

Table 7 Recommended response equipments of three hub-base harbors for HNS response

구분	방제장비 종류	단위	수량
기본방제 장비	복합가스탐지	식	2
	산소농도측정기	식	1
	유해가스검출기	식	1
	VOC 측정기	식	1
	해수샘플러	식	2
보호장비	대기샘플러	식	2
	Level A 보호의	식	6
	Level B 보호의	식	10
	Level C 보호의	식	20
	냉각조끼	식	4
	양압 테스트 장비	식	1
	SCBA 보호세트	식	10
	공기실린더	식	10
	공기압축기	대	2
	전면식 방독마스크	개	20
	반면식 방독마스크	개	20
	산성가스 캐니스터세트	식	20
	유기성가스 캐니스터세트	식	20
내화학 장갑	개	100	

구분	방제장비 종류	단위	수량
	내화학 장화	개	100
소방 및 증기억제제	소방 작업복	벌	10
	내화복	벌	4
	내알콜폼(20-30m)	식	20
	겔폼(20-30m)	식	20
	고분자흡수제(30리터)	통	50
	폼 흡수 살포제	식	2
	겔 살포기	식	2
	소화약제분사장비	식	2
유출물 회수장비	HNS 용 붐(20m)	식	10
	HNS 로러	개	1
	HNS 회수기	식	2
	약제살포장치	식	1
	소형저장탱크	개	2
	중형저장탱크	개	2
	이동식 여과장치	개	2
기타 방제장비	중형 제독샤워실	실	1
	소형 간이샤워실	실	2
	제독약제세트	식	2

구분	방제장비 종류	단위	수량
	공기압축기	대	1
	전면식 방독마스크	개	10
	반면식 방독마스크	개	10
	산성가스 캐니스터세트	식	10
	유기성가스 캐니스터세트	식	10
	내화학 장갑	개	20
	내화학 장화	개	20
	소방 및 증기억제제	소방 작업복	벌
내화복		벌	-
내알콜폼(20-30m)		식	-
겔폼(20-30m)		식	-
고분자흡수제(30리터)		통	20
폼 흡수 살포제		식	1
겔 살포기		식	1
유출물 회수장비	소화약제분사장비	식	-
	HNS 용 붐(20m)	식	5
	HNS 로러	개	1
	HNS 회수기	식	1
	약제살포장치	식	-
	소형저장탱크	개	1
	중형저장탱크	개	1
기타 방제장비	이동식 여과장치	개	1
	중형 제독샤워실	실	-
	소형 간이샤워실	실	2
	제독약제세트	식	2

5.4 일반기지 HNS 방제장비

거점기지 항만 외에도 중소형의 HNS사고가 하시라도 발생할 수 있는 여타 지역을 위하여 8개 항만에 일반기지 설치가 필요하다. 일반기지는 HNS화재사고의 소방대응능력은 최소화 하는 대신 대부분의 HNS사고에 해당하는 중소규모 HNS 유출사고의 초기대응 역할을 한다.

따라서 HNS유출방제에 필요한 기본적인 장비로써 Table 8 과 같이 배치하며 필요시 거점기지의 방제자원을 공유할 수 있도록 이동수단을 확보함으로써 배치 장비의 종류와 규모를 최소화한다.

Table 8 Recommended response equipments of eight base harbors for HNS response

구분	방제장비 종류	단위	수량
기본방제 장비	복합가스탐지	식	1
	산소농도측정기	식	1
	유해가스검출기	식	1
	VOC 측정기	식	1
	해수샘플러	식	1
	대기샘플러	식	1
보호장비	Level A 보호의	식	2
	Level B 보호의	식	4
	Level C 보호의	식	8
	냉각조끼	식	2
	양압 테스터 장비	식	-
	SCBA 보호세트	식	4
	공기실린더	식	4

6. 결 론

본 연구에서는 우리나라의 HNS 해상물동량과 사고통계를 분석하여 해역별 잠재적 사고 위험도를 평가하고 상대적 사고 빈도를 예측하였다. 평가결과 석유화학산업단지를 배후로 하는 울산, 여수, 대산 항만에서 사고율과 위험도가 높게 평가되었으며 특별히 이들 항만의 화재위험도가 높아 화재진압을 위한 방제자원 측면의 각별한 대비가 필요하다. 또 국내 방제기관이 보유한 HNS 방제자원 현황과 선진 선형사례로써 일본의 방제자원을 비교분석하였다.

항만 별로 평가된 HNS사고 위험도평가결과와 해외사례를 근거로 효율적인 방제자원의 배치를 위하여 남해, 서해, 동해 3곳의 거점기지과 인천을 비롯한 8곳의 일반기지모형을 제안하고 HNS 사고에 선순환적 대응을 위한 방제자원의 종류와 규모를 기지 별로 차별화 하여 제안하였다. 제안된 방제모델이 향후 HNS방제현장에서 위험도 저감에 작동 가능한 모델이 되기를 기대하고 앞으로 현장의견과 지혜를 모아 우리나라에 적절한 방향으로 발전시킬 필요가 있다.

우리나라의 HNS사고 및 방제활동과 관련된 정보가 매우 제한적이며 DB화되어 있지 않아 현실특성과 조화되는 위험도 평가 및 사고예측에 한계가 있었다. 또 장비 위주의 방제자원 최적화에 초점을 맞추어 연구를 수행하였으나 향후 인적자원

을 포함한 HNS 방제정보시스템 구축 등 HNS 사고를 선제적 대응할 수 있는 국가차원의 포괄적 HNS 방제시스템 구축에 관한 연구가 추가로 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 국토해양부 해운항만물류정보시스템 SPIDC (2011),
<http://www.spidc.go.kr>.
- [2] 한국해사위험물검사원(2010), 위험물통계자료,
<http://www.komdi.or.kr>.
- [3] 해양경찰청(2010), 위험·유해물질 해상방제기술조사 연구
용역보고서.
- [4] 해양경찰청(2012), 해양오염사고 통계,
<http://www.kcg.go.kr>.
- [5] 해양환경관리공단(2011), 신개념 방제능력 확충 및 선진화
방안 연구, pp. 218-318.
- [6] 海上災害防止センター(2011a), HNS Tanker Owner's
Duty in Japan, pp. 9-12.
- [7] 海上災害防止センター(2011b), HNS 等 防除資機材の保
險評價の算定資料. pp. 1-3.
- [8] NFPA 704(2007): Standard System for the Identification
of the Hazards of Materials for Emergency Response
Edition.

원고접수일 : 2012년 08월 07일
심사완료일 : 2012년 10월 10일
원고채택일 : 2012년 10월 12일