

모듈형 HNS 사고 시나리오 개발

하민재* · 이문진** · † 이은방

*전남대학교 해양경찰학과(비전임교원), **선박해양플랜트연구소, † 한국해양대학교 해양경찰학과 교수

Development of Modular HNS Accident Scenarios

Min-Jae Ha* · Moon-Jin Lee** · † Eun-Bang Lee

*Dept. of Coast Guard Studies, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

**Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering, Daejeon 34103, Korea

† Dept. of Coast Guard Studies, Korea Maritime & Ocean University, Busan 49112, Korea

요 약 : 현행 해양유출사고 시나리오는 예상가능한 최대 유출사고를 근거로 하여 시나리오가 작성되었다. 하지만, 최대유출사고 시나리오와 유사한 규모의 사고는 실제 거의 일어나지 않았는데, 이러한 시나리오를 바탕으로 한 훈련이나 대응장비배치 등은 대비 측면에서 분다면 낮은 비용효율을 가지는 것으로 볼 수 있다. 현행의 시나리오는 활용성과 현장도가 높은 시나리오 구현을 통한 실전에 가까운 형태로 구성될 필요가 있고, 활용 목적에 적합하도록 설계될 필요가 있다. 따라서, 본 연구에서는 과거 사고사례를 바탕으로 한 시나리오 작성을 위해 개발된 HNS 사고 표준코드를 활용하여 현행 시나리오를 대체할 수 있는 대체 사고 시나리오(Alternative Accident Scenario)를 구성하고자 하였다. 시나리오는 HNS 사고 표준코드를 모듈화하여 최대 빈도 시나리오, 최대 피해 시나리오, 최대 취약성 시나리오 3가지로 구분하여 작성하였다. 이런 과정을 거쳐 제시된 각 시나리오별로 제시된 사고발생 상황은 실제 사고와 유사한 형태를 나타내므로 현장에서의 합목적적인 활용이 가능할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 최대유출사고 시나리오, 대체 사고 시나리오, 최대 빈도 시나리오, 최대 피해 시나리오, 최대 취약성 시나리오

Abstract : Current scenarios for marine spill accidents were developed based on probable maximum spill accidents. However, accidents of similar scale to maximum spill accidents are virtually non-existent, and training or deployment of response equipment based on these scenarios can be cost prohibitive. Current scenarios require realism for practical use and need to be designed for purpose of use. In this study we developed scenarios that may replace current scenarios by using the HNS accident standard codes based on past accident cases. Scenarios were developed by modularizing the HNS accident standard code, that is classified into three scenarios: Maximum Frequency Scenario, Maximum Damage Scenario, and Maximum Vulnerability Scenario. The situation of an accident presented in each scenario developed in this process is much like a real accident, and therefore, it is has practical application.

Key words : Maximum Spill Accident Scenario, Alternative Case Scenario, High Frequency Scenario, Max. Damage Scenario, Max Vulnerability Scenario

1. 서 론

안전과 관련된 시나리오는 특정 사고를 예상하여 대응하도록 하는 사고 시나리오(Nam, et al., 2013; Wang and Kim, 2007; Lee and Oh, 2014), 위험영향평가와 같은 시뮬레이션 시나리오(Kim, et al., 2001; Kim, 2017), 즉각적인 정보의 변화에 따른 의사결정에 활용하기 위한 시나리오(Nam, et al., 2013; Park, 2016) 등이 있다. 이들 시나리오는 특정 목적에 맞게 활용하도록 구성되어(Nam, et al., 2013) 다양한 형태의 시나리오로 준비되어 있다.

해양오염 측면에서 살펴보면, 유류 및 위험유해물질 해양오염사고 대비·대응을 위한 국가방제기본계획(National Contingency Plan : NCP)에는 오염사고에 신속하고 효과적인 대응을 위해 다양한 조건의 오염사고를 설정하여 훈련을 하도록 하고 있다(KCG, 2006). 지역긴급방제실행계획(Regional Contingency Plan ; RCP)의 해양오염사고에 대한 시나리오는 예상 가능한 지역 최대유출사고(Worst Case)를 바탕으로 구성되어 대응자원의 규모 결정에 주로 활용해왔다. 위험·유해물질(Hazardous and Noxious Substances ; HNS) 사고대응 시나리오도 마찬가지로 최악의 상황을 대비하도록 시나리오

† Corresponding author : 종신회원, eunbang@kmou.ac.kr 051) 410-4236

* 정회원, hmj153@naver.com 051) 410-4834

(주) 이 논문은 “모듈형 HNS 사고시나리오 개발이란 제목으로 “2017 공동학술대회 한국항해항만학회논문집(BEXCO, 2017.4.19-20, pp.47)”에 발표되었음.

가 구성되어(Lee and Oh, 2014), 훈련시와 비상시 활용 및 대응자원 규모 결정이 가능하도록 하고 있다. 하지만, 이러한 현행의 최대유출사고 시나리오는 대표적인 몇가지 형태로만 구성되어 있는데, 과거 사고사례를 살펴보면 실제 발생가능성이 거의 없는 것을 알 수 있고, 이에 따라 대비측면에서의 비용대비 효율도 낮은 것으로 예상할 수 있다.

이러한 시나리오는 여러 목적을 만족시킬 수 있는 메뉴얼을 개발하고, 제한된 정보를 바탕으로 현장 전문가 의사결정에 도움을 주며, 훈련 시나리오로 활용하는데 그 목적이 있다. 따라서 본 연구에서는 평면적 훈련이 아닌 가상현실(Virtual Reality ; V.R.)과 같은 실제와 유사하고 합목적적인 시나리오의 개발을 위해 먼저 HNS 사고 표준코드를 활용하여 시나리오 모듈을 개발하고, 이를 바탕으로 합목적적인 모듈형 HNS 사고 시나리오를 구현하고자 한다. 이러한 모듈형 HNS 사고 시나리오가 개발되면 활용성 및 현장도 높은 시나리오의 구현이 가능하고, 모듈의 조합을 통한 다양한 형태의 효율성 높은 시나리오 설계 및 구축이 가능할 것으로 판단된다.

2. 시나리오 개발 현황 및 분석

2.1 해양오염사고 시나리오 분석

현행 해양오염사고의 시나리오는 RCP상에 제시되어 있는데, 유류오염사고에 대한 시나리오(대형, 중형, 소형)와 HNS 사고에 대한 시나리오로 분류하여 구성되어 있다. 유류오염사고 시나리오의 구성은 Fig. 1과 같이 5단계로 구성되어 있다(KCG, 2011).



Fig. 1 Composition of scenario in regional contingency plan (Source : Yeosu Regional Contingency Plan, KCG, 2011)

대형, 중형, 소형 해양오염사고 시나리오는 사고로 인한 유출량과 대응자원의 동원과 같은 사고규모 측면의 크기만 다를 뿐 동일한 체계로 구성되어 있다.

2.2 현행 HNS 사고 시나리오 분석

현행 RCP의 HNS 사고 시나리오를 살펴보면, Fig. 2와 같이 사고 발생에서부터 대응 및 방제 종료까지 6개의 단계로 나누어 구성되어 있다(KCG, 2011). 유류오염사고 시나리오와의 차이점은 응급조치가 추가되어 있다는 점인데, 이는 유류와는 다른 HNS의 화학적인 특성을 감안하여 사고 발생 직후 취하는 즉각적인 조치를 의미한다.



Fig. 2 Composition of HNS scenario in regional contingency plan (Source : Yeosu regional contingency plan, KCG, 2011)

이 중 1단계의 사고발생은 일반적으로 예상가능한 최악의 오염사고(Worst Case)를 가정하는데, 여수 지역방제실행계획의 HNS 유출사고 시나리오의 사고발생 가정도 이와 유사하게 1000kl의 HNS(산화프로필렌)가 유출되는 것을 가정하고 있다(Table 1).

Table 1 Contents of accident occurrence in regional contingency plan

Division	Contents
Time of accident	0830LT, 17 th April
Location of Accident	Coastal water of LG Chemistry in Yeosu
Polluter	M/T Windsor(HNS Carrier, 12,000tonnage, 30 crew, Panama)
Cause of accident	Collision
Substance of spill	Oxidized polypropylene
Amount of spill	1,000kl

Source : Yeosu Regional Contingency Plan, KCG, 2011

유류오염사고와는 달리 HNS 사고 시나리오는 1개의 시나리오만 준비되어 있는데, 이는 다양한 형태와 규모의 사고발생시 대응할 수 없다. 따라서 HNS 사고 시나리오를 여러 형태의 시나리오로 구성하면 다양한 상황에 적용하여 활용가능할 것으로 예상된다.

2.3 HNS 사고 시나리오의 요구사항 및 경향

HNS 사고 시나리오의 유출량은 1,000,000 ℓ로 가정하여 사고 시나리오를 작성하였는데, 실제 여수에서 발생한 사고 데이터를 확인해보면(Table 2), 2014년에 발생한 우이산호 사고시 GS칼텍스의 시설에서 유출된 나프타 284,000 ℓ가 HNS로서는 최대 유출량인 것으로 확인되고 있다(KCG, 2016).

Table 2 Spill amount of HNS accident occurred in Yeosu since 1997

Polluter(Year)	Spill Amount(ℓ)
Eastern Bright(2007)	1,466
Namhae Chemical Corp.(2008)	3,049
No.1 Shinyeong(2010)	13,468
Fine Chemi(2011)	10
15 Hyodong(2012)	60
Yeosu Tankterminal(2013)	318
LG Chemical Corp.(2013)	2,110
Waterlily(2013)	618
GS Caltex(2014)	284,000

우이산호 사고시 유출된 나프타 284,000 ℓ는 여수 RCP의 HNS 사고 시나리오상의 유출량인 1,000,000 ℓ에는 30%에도 못미치는 유출량이며, 우이산호 사고 이외의 사고시 유출된 HNS는 매우 적은 양인 10 ℓ에서부터 약 13,500 ℓ까지 유출된 것으로 확인되고 있다. 따라서, 현행 RCP상의 HNS 사고 시나리오는 유출량을 과다하게 가정하고 있고, 실제 발생 가능성이 낮은 것을 알 수 있다.

이러한 현행 시나리오는 활용성과 현장도 높은, 여러 목적을 만족시킬 수 있는 시나리오로 구획될 필요가 있고, 따라서, 본 연구에서는 HNS 사고 시나리오상의 1단계에 해당하는 사고발생 부분에 초점을 맞추어 모듈형 시나리오를 구성해보고자 한다.

3. HNS 사고 시나리오 모듈 설계

3.1 시나리오 모듈의 개념

모듈형 시나리오는 Fig. 3과 같이 시나리오를 구성하는 각각의 요소들의 내용을 조합하여 하나의 시나리오를 구성할 수 있도록 하는 시나리오로서, 시나리오의 용도에 따라 모듈 구성을 다르게 하면 다양하게 활용이 가능한 시나리오이다.

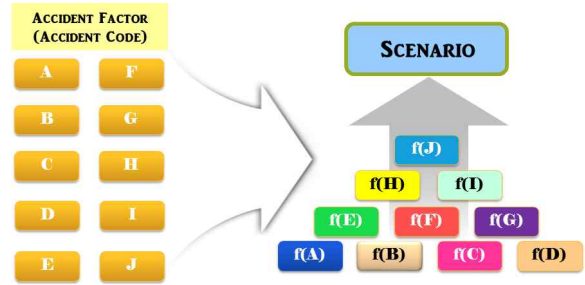


Fig. 3 Concept of modular HNS scenario

모듈형 시나리오를 구성하기 위하여 기 개발된 HNS 사고 표준코드의 데이터베이스를 활용하여 항목을 구성하였다. HNS 사고 표준코드의 구성은 Fig. 4와 같이 대분류 10개 항목, 중분류 71개 항목, 소분류 228개 항목으로 이루어져 있는데 (Ha, et al., 2016), 대분류 10개 항목 중 모듈의 항목으로서 이용할 수 있는 사고선종, 사고위치, 사고시각, 사고종류, 유출물질, 유출량, 사고원인, 기상 항목을 시나리오 모듈의 항목으로 선정하였다.

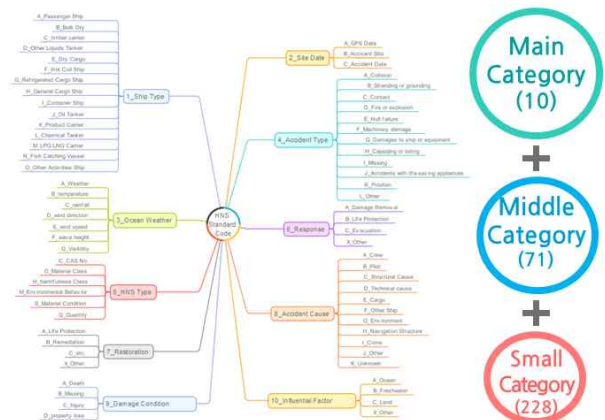


Fig. 4 System of HNS accident standard code

3.2 HNS 사고 시나리오 모듈 설정

모듈형 시나리오는 현행의 시나리오(Worst-Case-Scenario)를 대체할 수 있는 대체 시나리오(Alternative-Case-Scenario)로 Table 3과 같이 3가지로 분류할 수 있다.

Table 3 Classification of modular HNS scenario

Division of Scenario	Classification Detail of Scenario
Worst Case Scenario	-
Alternative Case Scenario	High-Frequency-Scenario(H-F-S)
	Max-Damage-Scenario(M-D-S)
	Max-Vulnerability-Scenario(M-V-S)

먼저, 최대 빈도 시나리오(High-Frequency-Scenario; H-F-S)는 과거에 발생한 사고 데이터를 분석하여 가장 빈번히 발생했던 사고의 요소들을 조합하여 작성하는 시나리오이다. 최대빈도시나리오는 실제 가장 많이 발생하여 사고 건수가 가장 많은 경우의 사고시나리오로서, 사고대비 훈련시 많이 활용될 수 있는 시나리오이다.

최대 피해 시나리오(Max-Damage-Scenario;M-D-S)는 과거 발생했던 사고의 요소들 중에서 가장 큰 피해를 입힐 수 있는 요소들을 조합하여 작성하는 시나리오이다. 최대 피해 시나리오를 활용하여 실제 발생한 사고데이터를 기반으로 지역의 최대유출량을 추정해볼 수 있고, 지역별 최대 추정 유출량을 바탕으로 전국의 최대 유출량도 추정해 볼 수 있다. 이를 통해 방제자원의 배치방안의 마련도 시도해 볼 수 있을 것으로 판단된다.

최대 취약성 시나리오(Max-Vulnerability-Scenario;M-V-S)는 사고의 요소 중 대비 또는 대응의 취약성과 관련있는 요소들을 조합하여 작성하는 시나리오이다. HNS 사고 표준코드의 항목 중에는 취약한 사고 위치, 사고 시간, 유출물질의 종류 등이 이에 해당되는데, 이러한 최대취약성 시나리오는 최대 피해 시나리오와 더불어 HNS 사고의 대비와 관련하여 매우 중요한 시나리오가 될 것으로 예상된다.

이렇게 분류된 각각의 시나리오는 HNS 사고 표준코드의 10개 항목들 중 사고발생 당시의 상황과 관련된 항목인, 선종, 사고위치, 사고시간, 사고종류, 외부상황(날씨), 유출물질, 유출량, 사고원인을 요소로 하는 모듈형 시나리오로 구성한다. 8개의 요소들은 3종류의 대체 시나리오에 각각 모듈형태로 적용하여 시나리오를 작성하는데, 이들 3종류의 대체 시나리오를 총합하면 최악의 사고 시나리오와 유사한 정도의 시나리오가 되도록 하였다(Fig. 5).

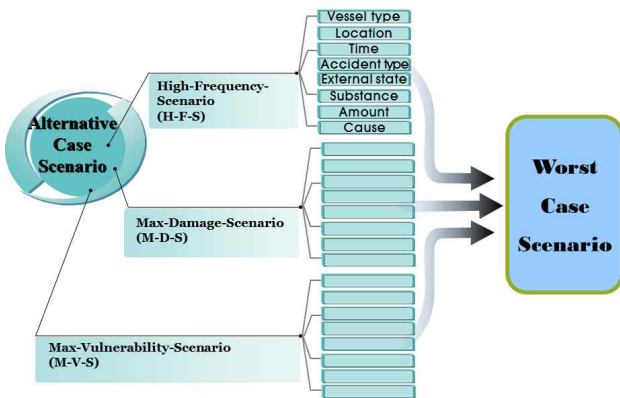


Fig. 5 Composition of modular HNS scenario

3.3 HNS 사고 시나리오 모듈 구성요소

8개 항목을 시나리오 구성에 활용하기 위하여 값의 형태를 4가지로 분류하였는데, 빈도값(Frequency Value), 최대값(Maximum Value), 평균값(Mean Value), 취약성값

(Vulnerability Value)이 그것이다. 먼저, 빈도값은 과거 발생한 사고의 요소값들 중 가장 많이 발생한 값을 취하는 것이고, 최대값은 과거 발생한 사고의 요소값들 중 가장 큰 값, 평균값은 과거 발생한 사고의 요소값들의 평균값, 취약성값은 과거 발생한 사고의 요소값들 중 가장 취약하다고 판단되는 값을 취하는 방식이다. 이들 4가지의 값 형태는 시나리오별 항목에 따라 다르게 적용되도록 하였다(Table 4).

Table 4 Application of value to modular HNS scenario

Alternative Case Scenario	Application of Value	
High-Frequency - Scenario (H-F-S)	Frequency Value	1. Vessel Type 2. Location 3. Time 4. Accident Type 5. Substance 6. Cause
	Mean Value	1. Amount(Spill) 2. External state (Marine Meteorology)
Max-Damage - Scenario (M-D-S)	Frequency Value	1. Vessel Type 2. Location 3. Time 4. Accident type 5. Cause
	Maximum Value	1. Amount(Spill)
	Mean Value	1. External state (Marine Meteorology)
	Vulnerability Value	1. Substance
Max-Vulnerability -Scenario (M-V-S)	Frequency Value	1. Vessel Type 2. Accident Type 3. Cause
	Maximum Value	1. Amount(Spill)
	Mean Value	1. External state (Marine Meteorology)
	Vulnerability Value	1. Location 2. Time 3. Substance

4. 모듈형 HNS 사고 시나리오 모델

4.1 최대 빈도 시나리오(H-F-S)

최대 빈도 시나리오는 빈도값에 6개 항목, 평균값에 2개 항목을 적용하여 HNS 사고 표준코드로부터 추출된 내용을 조합하여 작성하는 시나리오이며, Table 5에 항목별로 정리된 값을 표시하였다.

Table 5 Formation of High-Frequency-Scenario

Value Type	Elements of High-Frequency - Scenario (H-F-S)	
Frequency Value	1. Vessel Type	Chemical Tanker
	2. Location	Berth
	3. Time	14(12~16)
	4. Accident Type	Hull Damage
	5. Substance	Xylene
	6. Cause	Collision during Loading
Mean Value	1. Amount(Spill)	40,828 ℓ
	2. External state	Moderate

구현된 최대 빈도 시나리오의 내용을 재구성해보면, 케미컬 탱커선(유해액체운반선)이 14시경 온화한 날씨에 부두 접안하여 하역중에 항해중인 타선박이 탱커선에 충돌하여 차일렌 약 40,800 ℓ를 해상에 유출시키는 오염사고가 발생하였다는 것이다.

4.2 최대 피해 시나리오(M-D-S)

최대 피해 시나리오는 빈도값에 5개 항목, 최대값에 1개 항목, 평균값에 1개 항목, 취약성값에 1개 항목을 적용하여 HNS 사고 표준코드로부터 추출된 내용을 조합하여 작성하는 시나리오이며, Table 6에 항목별로 정리된 값을 표시하였다.

Table 6 Formation of Max-Damage-Scenario

Value Type	Elements of Max-Damage - Scenario (M-D-S)	
Frequency Value	1. Vessel Type	Chemical Tanker
	2. Location	Berth
	3. Time	14(12~16)
	4. Accident Type	Hull Damage
	5. Cause	Collision during Loading
Maximum Value	1. Amount(Spill)	1,466,000 ℓ
Mean Value	1. External state	Moderate
Vulnerability Value	1. Substance	Nitric Acid

구현된 최대 피해 시나리오의 내용을 재구성해보면, 케미컬 탱커선(유해액체운반선)이 14시경 온화한 날씨에 부두 접안하여 하역중에 항해중인 타선박이 탱커선에 충돌하여 질산 약 1,466ℓ를 해상에 유출시키는 오염사고가 발생하였다는 것이다.

4.3 최대 취약성 시나리오(M-V-S)

최대 취약성 시나리오는 빈도값에 3개 항목, 최대값에 1개 항목, 평균값에 1개 항목, 취약성값에 3개 항목을 적용하여 HNS 사고 표준코드로부터 추출된 내용을 조합하여 작성하는 시나리오이며, Table 7에 항목별로 정리된 값을 표시하였다.

Table 7 Formation of Max-Vulnerability-Scenario

Value Type	Elements of Max-Vulnerability - Scenario (M-V-S)	
Frequency Value	1. Vessel Type	Chemical Tanker
	2. Accident Type	Hull Damage
	3. Cause	Collision
Maximum Value	1. Amount(Spill)	1,466,000 ℓ
Mean Value	1. External state	Moderate
Vulnerability Value	1. Location	Environmental Protection Area
	2. Time	02(00~04)
	3. Substance	Nitric Acid

구현된 최대 취약성 시나리오의 내용을 재구성해보면, 케미컬 탱커선(유해액체운반선)이 오전 02시경 온화한 날씨에 환경 민감해역 부근에서 항해중 타선박과 충돌하여 질산 약 1,466 ℓ를 해상에 유출시키는 오염사고가 발생하였다는 것이다.

4.4 제안된 시나리오 모델의 특성 분석

본 연구에서 개발한 모듈형 HNS 사고 시나리오는 과거 HNS 사고사례를 정리해 놓은 HNS 사고 표준코드를 활용하여 모듈방식으로 내용 조합이 가능하도록 한 시나리오이다. 모듈형 HNS 사고 시나리오의 특성을 알아보기 위해 현행 여수 지역긴급방재계획(Regional Contingency Plan) 상의 HNS 사고 시나리오의 사고발생측면의 내용과 최대 빈도 시나리오의 내용을 Table 8에 정리하였다.

Table 8 Comparison of HNS scenario of RCP with High-Frequency-Scenario

Elements	HNS Scenario (Yeosu RCP)	H-F-S
1. Vessel Type	Chemical Tanker	Chemical Tanker
2. Location	Berth	Berth
3. Time	0830	1400
4. Accident Type	Hull Damage	Hull Damage
5. Substance	Propylene oxide	Xylene
6. Cause	Collision during Loading	Collision during Loading
7. Amount(Spill)	1,000kℓ	40,828 ℓ
8. External state	Moderate	Moderate

위 두 시나리오를 비교해보면, 오염행위자(사고선박), 사고

위치, 사고유형, 사고원인, 외부날씨는 동일한 내용으로 구성되었고, 사고시각, 유출물질과 유출량은 다르게 구성된 것을 알 수 있다. 최대 빈도 시나리오에서 사고시각과 유출물질은 빈도값을 취하였으므로 가장 많이 발생한 사고시각과 유출물질로 구성되었고, 유출량은 평균값을 취하였으므로 HNS 사고 발생시 HNS 유출량의 평균량으로 구성되었다. 유출량을 비교해보면, 여수 시나리오의 경우는 1,000,000 ℓ, 최대빈도시나리오의 경우는 약 40,000 ℓ로, 비율로 보면 4%정도에 지나지 않는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 현행 시나리오가 실제 빈번하게 발생하고 있는 사고의 규모와는 현저한 차이를 보이는 것을 나타내주고 있다.

현행 여수의 HNS 사고 시나리오와 최대 피해 시나리오의 내용을 Table 9에 정리하였다. 두 시나리오를 비교해보면, 오염행위자(사고선박), 사고위치, 사고유형, 사고원인, 외부날씨는 동일한 내용으로 구성되었고, 사고시각, 유출물질과 유출량은 다르게 구성된 것을 알 수 있다. 특히, 유출물질은 독성이 강하고 큰 피해를 줄 수 있는 물질 중 대량 유출이 가능한 물질을 취약성 값으로 취하였는데, 최대 피해 시나리오에서는 질산이 여기에 해당되었다. 또한, 유출량은 최대값을 취하게 되어, HNS 사고 표준코드에서 가장 많은 양이 유출된 사례의 값을 최대 피해 시나리오의 유출량으로 구성하였다.

Table 9 Comparison of HNS scenario of RCP with Max-Damage-Scenario

Elements	HNS Scenario (Yeosu RCP)	M-D-S
1. Vessel Type	Chemical Tanker	Chemical Tanker
2. Location	Berth	Berth
3. Time	0830	1400
4. Accident Type	Hull Damage	Hull Damage
5. Substance	Propylene oxide	Nitric Acid
6. Cause	Collision during Loading	Collision during Loading
7. Amount(Spill)	1,000,000 ℓ	1,466,000 ℓ
8. External state	Moderate	Moderate

현행 여수의 HNS 사고 시나리오와 최대 취약성 시나리오의 내용을 Table 10에 정리하였다. 두 시나리오를 비교해보면, 오염행위자(사고선박), 외부날씨는 동일한 내용으로 구성되었고, 사고위치, 사고시각, 사고원인, 유출물질과 유출량은 다르게 구성된 것을 알 수 있다. 유출물질과 유출량은 최대피해시나리오와 동일하게 설정되었고, 특히, 사고위치는 민감해역, 사고시각은 새벽시간으로 설정하여 최대 취약성 시나리오의 취약성값으로 구성하였다.

Table 10 Comparison of HNS scenario of RCP with Max-Vulnerability-Scenario

Elements	HNS Scenario (Yeosu RCP)	M-V-S
1. Vessel Type	Chemical Tanker	Chemical Tanker
2. Location	Berth	Environmental Protection Area
3. Time	0830	0200
4. Accident Type	Hull Damage	Hull Damage
5. Substance	Propylene oxide	Nitric Acid
6. Cause	Collision during Loading	Collision
7. Amount(Spill)	1,000,000 ℓ	1,466,000 ℓ
8. External state	Moderate	Moderate

이상에서 살펴본 바와 같이, 모듈형 HNS 시나리오는 현행 지역긴급방재계획에 따른 HNS 시나리오와 공통점과 차이점을 모두 지니고 있는 것을 알 수 있다. 이들 차이점은 각 목적에 따라 시나리오를 다르게 구성할 수 있도록 하는 요소가 되며, 이러한 차이에 따라 최대 빈도 시나리오, 최대 피해 시나리오, 최대 취약성 시나리오로 구성된다.

모듈형 HNS 사고 시나리오는 기존 시나리오에 비하여 오염사고 대비·대응 현장도를 높일 수 있고, 훈련의 종류와 규모에 따라 다른 시나리오를 적용할 수 있게 하여 시나리오의 활용도를 높일 수 있다. 특히, 최대 빈도 시나리오의 경우에는 방재자원의 과잉 배치를 방지할 수 있다. 또한, 모듈형 시나리오는 필요로 하는 요소만을 선별하여 원하는 형태의 시나리오 구현이 가능하며, 이를 바탕으로 시나리오 구성 시뮬레이션도 가능할 것으로 판단된다. 다만, 과거 사고사례를 기반으로 개발한 모듈형 시나리오이므로 전국에서 발생한 사고사례의 수(76건)가 제한적이어서 모듈의 정형화에는 한계가 있었다. 향후, 사고사례 DB가 누적되면 정형화된 모듈형 시나리오의 구현이 가능할 것으로 예상되며, 이러한 현실적인 시나리오는 방재자원 배치방안에도 활용가능할 것으로 판단된다.

5. 결 론

현행 해양오염사고에 대한 시나리오와 HNS 사고 시나리오는 예상 가능한 지역 최대유출사고(Worst Case)를 바탕으로 구성되어 훈련과 비상시 활용 및 대응자원 규모 결정이 가능하도록 하고 있다. 하지만, 과거 사고사례를 살펴보면 이러한 현행의 최대유출사고 시나리오는 실제 발생가능성이 거의 없으며, 이에 따른 대비측면에서의 비용효율도 낮은 것으로 판단할 수 있다.

본 연구에서는 평면적 훈련이 실제와 유사하고 합목적적인 시나리오를 개발하기 위해 HNS 사고 표준코드를 활용하여 시나리오 모듈을 개발하였고, 이를 바탕으로 합목적적인 모듈형 HNS 사고 시나리오를 구현하였다. 모듈형 HNS 사고 시나리

오는 기존 시나리오에 비하여 오염사고 대비·대응 현장도를 높일 수 있고, 훈련의 종류와 규모에 따라 다른 시나리오를 적용할 수 있게 하여 시나리오의 활용도를 높일 수 있도록 3가지 형태의 시나리오(H-F-S, M-D-S, M-V-S)로 구성하였다. 모듈형 사고 시나리오는 필요로 하는 요소만을 선별하여 원하는 형태의 시나리오 구현이 가능하므로 이를 바탕으로 시나리오 구성 시뮬레이션도 가능할 것으로 판단된다.

다만, 모듈형 시나리오는 과거 사고사례를 기반으로 개발한 것으로, 사고사례의 수(76건)가 제한적이므로, 향후 HNS 유출 사고 발생시 관련 사고데이터를 반영하면 보다 정밀한 시나리오의 구현이 가능할 것으로 예상되며, 이러한 현실적인 시나리오는 방재자원 배치방안에도 활용가능할 것으로 판단된다.

후 기

이 논문은 2017년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구 (위험유해물질(HNS)사고관리기술 개발)이다.

References

- [1] Ha, M.J., Jang, H.Y., Yun, J.H., Lee, M.J., Lee, E.B.(2016), "A Study on the Design of Standard Code for Hazardous and Noxious Substnace Accidents at Sea, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 22, No. 2, pp. 228-232
- [2] KCG(2006), National Contingency Plan for Preparedness and Response for Hazardous & Noxious Substance Accident, p. 14
- [3] KCG(2011), Yeosu Regional Contingency Plan, pp. 36-45
- [4] KCG(2016), Marine Pollution Accident Statistics 2014, 2015, pp. 1-7
- [5] Kim, J.W.(2017), "Scenario-based Risk Factor and Risk Cost Analysis for Modular Plant Construction", Master's dissertation, Graduate School of Chung-Ang University, Seoul, pp. 19-35
- [6] Kim. K.H., Lee. D.E., Kim. Y.H., Ahn, S.J., Yoon, E.S.(2001), "A Strategy for the Generation of Accident Scenarios Using Multi-Component Analysis in Quantitative Risk Assessment", Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 15, No. 4, pp. 24-33
- [7] Lee, M.J., Oh, S.W.(2014), "Development of Response Scenario for a Simulated HNS Spill Incident", Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 20, No. 6, pp. 677-684
- [8] Nam, G.T., Lee. S.G., Lee, Y.G., Park, G.B.(2013), "A Study of VTS Simulator Development using port specified scenario technology", Journal of Korean Institute of Navigation and Port Research, Autumn Symposium, pp. 32-33
- [9] Park, Y.S.(2016), "A Study on the Standardization of Education Modules for ARPA/Radar Simulation", Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 22, No. 6, pp. 631-638
- [10] Wang, H.J., Kim, S.G.(2007), "An Establishment of Emergency Response Scenarios for Developing Standard Operation Procedures(SOP) against Urban Railroad Incidents-Focused on Fore Accident", Journal of Korean Society for Civil Engineers, Vol. 27, No. 1D, pp. 131-140

Received 16 May 2017

Revised 29 June 2017

Accepted 29 June 2017

