

해상 HNS 사고 표준코드 설계에 관한 연구

하민재* · 장하용** · 윤종휘*** · 이문진**** · 이은방****†

* 전남대학교 해양경찰학과(비전임교원), ** 한국항만연수원, *** 한국해양대학교 해양경찰학과, **** 선박해양플랜트연구소

A Study on the Design of Standard Code for Hazardous and Noxious Substance Accidents at Sea

Min-Jae Ha* · Ha-Lyong Jang** · Jong-Hwui Yun*** · Moonjin Lee**** · Eun-Bang Lee****†

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

** Korea Port Training Institute, Busan 48562, Korea

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

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

요 약 : 최근의 HNS 해상물동량 증가와 더불어 해상 HNS 사고의 증가에 따라 HNS 관리에 대한 중요성이 부각되어, 본 연구에서는 HNS 사고를 체계적으로 표현하여 Database화 할 수 있는 체계를 마련하기 위해 해상 HNS 사고사례 표준코드를 개발하고자 하였다. 연구 수행을 위해 먼저 기존 통계자료의 분류 항목과 국내의 법령에 따른 사고보고 항목을 조사하여 필수적인 사고보고 관련 요소들을 도출하였고, 해외 선진국의 유사한 표준 코드를 조사·분석하여 본 연구에서 개발하고자 하는 코드 설계에 참조하였다. HNS 사고사례 코드 설계는 사고 정보를 입력·조회하는 일반적인 해상 HNS 사고의 흐름에 따라 ‘사고발생 → 사고초기정보 → 사고대응 → 사고조사’ 순으로 설정하였는데, 사고초기에 바로 알 수 있는 정보들을 먼저 5가지 대분류 항목으로 분류하여 사고초기정보(Preliminary Information Code; P.I.C.)로 구성하였고, 사고 발생 후 일정 시간이 지난 뒤 파악이 가능한 사고대응 관련 2개 항목, 사고조사 관련 3개 항목을 대분류 항목으로 설정하여 사고초기정보(P.I.C.)를 포함하여 사고전체정보(Full Information Code; F.I.C.)로 구성하였다. 각 대분류 항목 아래에는 중분류, 소분류로 세분화하여 각 항목에 대하여 3단계로 표현할 수 있도록 하였다. 대표적인 HNS 유출사고를 코드에 적용하여 코드화된 결과 HNS 사고를 충분히 표현할 수 있음을 확인하였다. 본 코드를 적용함으로써 과거 발생했던 사고데이터의 분석을 통해 향후 발생가능한 사고의 예측이 가능할 것으로 예상되고, 미래에 발생하는 사고에 대한 데이터를 체계적으로 관리함으로써 사고 대비와 대응, 복구 등에 유용할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 사고사례 표준코드, HNS, 사고초기정보, 사고전체정보, 코드화, 데이터베이스

Abstract : As the quantity of HNS sea transport and the number of HNS accidents at sea are increasing recently, the importance of HNS management is emphasized so that we try to develop marine accident case standard code for making HNS accidents at sea databased systemically in this study. First and foremost, we draw the related requisites of essential accident reports along with internal and external decrees and established statistics of classified items for conducting study, and we referred to analogous standard codes obtained from developed countries in order to research code design. Code design is set like 'Accident occurrence → The initial accident information → Accident response → Accident investigation' in accordance with the general flow of marine HNS accidents of in which the accident information is input and queried. We classified initial accident information into the items of five categories and constructed "Preliminary Information Code(P.I.C.)". In addition we constructed accident response in two categories and accident investigation in three categories that get possible after the accident occurrence as called "Full Information(F.I.C.)", including the P.I.C. It is represented in 3 kinds of steps on each topic by departmentalizing the classified majority as classified middle class and classified minority. As a result of coding marine HNS accident and of the code to a typical example of marine HNS accident, HNS accident was ascertained to be represented sufficiently well. We expect that it is feasible to predict possible trouble or accident henceforward by applying code, and also consider that it is valuable to the preparedness, response and restoration in relation to HNS accidents at sea by managing systemically the data of marine HNS accidents which will occur in the future.

Key Words : Accident Case Standard Code, Hazardous and Noxious Substance, Preliminary Information Code, Full Information Code, Coding, Database

* First Author : hmj153@naver.com, 051-410-4834

† Corresponding Author : eunbang@kmou.ac.kr, 051-410-4236

1. 서론

최근 우리나라 해상으로 운송되는 HNS 물동량은 증가추세에 있고, 이러한 HNS 물동량의 증가(Ministry of Oceans and Fisheries, 2011)로 인해 HNS 사고의 개연성도 함께 증가하고 있는 상황이다. HNS 해양오염사고는 인명, 환경 또는 재산의 잠재적 피해를 유발하는 물질이 유출되어 발생되며, 유출에 따른 피해는 유출된 물질의 특성과 양, 그리고 유출 시간에 따라 확대될 수도 있다. 또한, 화재, 폭발, 독성, 감염, 반응, 부식, 방사능 등의 피해를 야기할 수 있으며, 경우에 따라 다양한 피해가 복합적으로 나타나기도 한다.

최근에는 2014년 여수에서 발생한 우이산호 사고시에 유출된 유해 나프타 성분으로 인해 방제작업에 투입된 주민의 직접적인 피해가 발생하였으며, 2015년 1월에는 울산항에서 혼합산이 적재된 선박 폭발 사고가 발생하는 등 HNS 유출로 인한 사고가 빈번하게 발생하고 있다.

이렇듯, HNS 물동량 증가와 빈번한 HNS 유출사고로 인하여 HNS 관리에 대한 중요성이 대두되고 있음에도 불구하고, 우리나라 해양오염사고 대응체계는 기름유출 사고 중심으로 되어 있어 HNS에 대한 체계적인 관리와 HNS 유출사고시 즉시적이고 효율적인 대응을 위한 대비사항들은 잘 준비되어 있지 않은 상황이다. 또한, 육상의 경우, 화학물질에 대한 체계적인 연구를 통해 화학물질 유출 사고시 대응에 필요한 사항들을 제시하고 있는 반면, 해상에서의 HNS 유출 사고 대비에 대한 연구는 전무한 실정이다.

이에, 본 연구에서는 HNS 사고를 체계적으로 표현하여 데이터베이스화 할 수 있는 체계를 마련하여 HNS 유출사고에 효율적으로 대비하기 위해 HNS 사고사례 표준코드를 개발하고자 하였다.

2. 사고 분류 체계 분석

2.1 국내외 법령 사고보고 항목

1) 국내 법령

법령에 따라 사고보고를 하도록 하고 있는 국내법(규정)은 크게 육상의 화학물질 관련 법과 해상 오염 관련 법으로 나누어 생각할 수 있다. 육상 화학물질 관련 법(규정)은 재난 및 안전관리기본법, 화학물질관리법, 산업안전보건법, 소방기본법, 고압가스안전관리법, 수질환경보전법이 있으며, 해상 오염 관련 법(규정)은 해양환경관리법, 국가/지역긴급방재계획, 해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률사무처리요령 등이 있다.

국내법(규정)에서 규정하고 있는 사고보고 항목은 사고개요, 피해, 조치현황, 사고관리, 현장조치, 대책, 기타 등이며,

각 법(규정)에 따라 규정하고 있는 항목에 대하여는 Table 1에 표시하였다.

Table 1. Comparison of report items among domestic laws

Law	Accident Summary	Damage	Status of Action	Accident Administration	Action on scene	Counter-measure	Etc.
FRAMEWORK ACT ON THE MANAGEMENT OF DISASTERS AND SAFETY	○		○			○	
TOXIC CHEMICALS CONTROL ACT	○	○	○	○	○	○	○
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ACT	○	○					○
FRAMEWORK ACT ON FIRE SERVICES	○	○	○				○
HIGH-PRESSURE GAS SAFETY CONTROL ACT	○	○					
WATER QUALITY CONSERVATION ACT	○	○	○	○	○	○	○
MARINE ENVIRONMENT MANAGEMENT ACT	○	○	○		○	○	○
NCP/RCP	○	○	○				○
ACT ON THE INVESTIGATION OF AND INQUIRY INTO MARINE ACCIDENTS	○	○					○

2) 국제 기준

해양사고 보고와 관련하여, 국제해사기구(ICS)는 해양사고의 조사에 있어 각국이 협조하여 정확한 원인을 규명하고, 이를 일정한 양식에 따라 보고하며 동 보고에 근거하여 새로운 국제적 안전기준을 마련하여 사고의 재발방지에 도움이 되도록 규정한 IMO 해양사고조사코드(Code for the Investigation of Marine Casualties and Incidents)를 채택하였다(Lim, 2010).

IMO 해양사고조사코드는 본문과 10개의 부속서로 이루어져 있는데, 본 연구에서는 HNS 사고사례 표준코드와 해양사고조사와의 일관성을 위하여 부속서 1, 2의 항목들 중에서 HNS 사고사례 표준코드에 직접 적용할 수 있는 항목들을 수정하여 적용하였다.

2.2 해외 화학사고 분류체계

화학사고 분류체계를 활용한 해외의 대표적인 데이터베이스는 유럽연합의 MARS(Major Accident Reporting System), 일본의 RISCAD(Relational Information System for Chemical Accidents Database), 미국의 NRC에서 운영중인 PSID(Process Safety Incident

Database) 등으로, 선진국들은 세계 각지에서 발생하는 화학 사고에 대한 정보를 수집하고 이를 가공하여 활용할 수 있도록 각각 분류코드를 개발하고, 이를 활용하기 위한 화학사고 통합 프로그램을 개발하여 운영중이다. 각국의 대표적인 데이터베이스에 대한 비교는 Table 2와 같다.

Table 2. Comparison of existed databases (Jang et al., 2009)

	MARS	NRC	RISCAD
Type of reported accidents	Major pollution accident (chemical materials)	Environment accident(oil, hazardous materials)	Chemical accident in Japan
Scope of accident	Industries (facility, process, transportations, etc)	Accident materials	Accident causes and industries
Accident information	Facility, Type, Causes, Activity, Damage, Affected area, Materials, Emergency measures, Restoration, etc	Facility, Type, Causes, Activity, Damage(health, environment), Affected area, Materials, Emergency measures, Restoration, etc	Category of business, Facility, Type, Activity, Damage, Materials, Emergency measures, etc
Distribution	Database CD, web(restricted information)	Web(text)	Web(text)

2.3 시사점

앞 절(2.1, 2.2)에서 살펴본 바와 같이, 국내 육상에서는 이미 화학물질 사고에 관한 보고체계가 확립이 되어 있고, 국제적으로는 IMO의 해양사고조사코드의 채택을 통하여 HNS 사고에 대한 보고체계도 확립되어 있는 상태이다(IMO, 2008). 그리고 주요 해외 선진국에서는 화학사고 데이터베이스를 이미 구축하여 체계적인 사고 데이터 관리를 실시하고 있는 것으로 확인되었다. 따라서, 국내 해양에서의 HNS 사고에 대하여도 이와 유사한 HNS 사고사례 표준코드의 개발이 시급한 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 국내외 법령에서 규정하고 있는 사고보고 항목, 해외 화학사고 데이터베이스의 분류체계, 그리고 IMO 해양사고조사코드의 항목들을 종합·정리하여, 사고보고 항목들 중 HNS 사고사례 표준코드에 적용 가능한 항목들을 선정하여 코드 개발에 반영하였다.

3. HNS 사고사례 표준코드 설계

3.1 사고사례 표준코드 생성 체계

사고사례 표준코드 생성체계는 사고정보를 입력·조회하는 일반적인 해상 HNS 사고의 흐름에 따라 ‘사고 발생 → 사고 초기 정보 → 사고대응 → 사고조사’ 순으로 설정하였고, 이와 같은 순서로 대분류 순서를 정하였다.

사고초기에 바로 알 수 있는 정보들을 먼저 5가지 대분류 항목으로 구성하여 사고초기정보(Preliminary Information Code; P.I.C.)로 구성하였고, 사고 발생 후 일정 시간이 지난 뒤 파악이 가능한 사고대응 관련 2개 항목, 사고조사 관련 3개 항목을 대분류 항목으로 설정하여 사고초기정보(P.I.C.)를 포함하여 사고전체정보(Full Information Code; F.I.C.)로 구성하였다(Fig. 1).

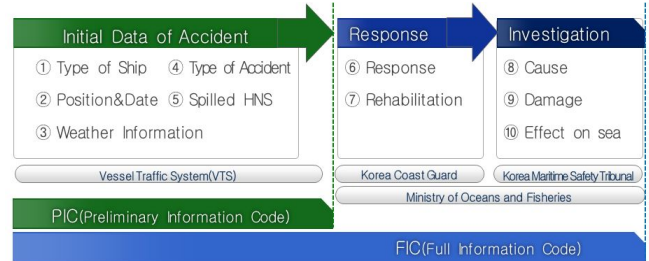


Fig. 1. Formation system of HNS accident case standard code.

3.2 HNS 사고사례 표준코드 설계

HNS 사고사례 표준코드는 3.1의 코드 생성체계에 따라 먼저 10개의 대분류 기준에 따라 분류하고, 각 대분류 하에 중분류와 소분류를 단계적으로 구분·세분화하여 코드를 구성하였다(Fig. 2).

1) 대분류 1 : 선종(Type of ship)

대분류 1은 선종을 분류한 것으로, 항만운영정보시스템(Port-MIS) 이용 코드집을 적용하였고, 15개의 중분류 항목과 50개의 소분류 항목으로 구성하였다.

2) 대분류 2 : 사고위치·일자(Position, Time of accident)

대분류 2는 사고위치와 일자를 분류한 것으로, IMO 해양사고조사코드(부속서2)와 제품 제조일자에 이용되는 코드화된 정보를 적용하였고, 3개의 중분류 항목과 10개의 소분류 항목으로 구성하였다.

3) 대분류 3 : 해양기상정보(Weather information)

대분류 3은 해양기상정보를 분류한 것으로, 미국 NRC 기상코드와 세계기상기구 해상기상코드를 적용하였고, 3개의 중분류, 59개의 소분류 항목으로 구성하였다.

4) 대분류 4 : 사고유형(Type of accident)

대분류 4는 사고유형을 분류한 것으로, IMO 해양사고조사코드(부속서2)를 적용하였고, 12개의 중분류로 구성하였다.

5) 대분류 5 : 유출물질(Spilled HNS)

대분류 5는 유출물질을 분류한 것으로, 법적 중점관리 HNS 물질별 특성현황을 반영하여 적용하였고, 6개의 중분류, 18개의 소분류 항목으로 구성하였다.

6) 대분류 6 : 사고대응(Response)

대분류 6은 사고대응 내용을 분류한 것으로, EC MARS의

응급조치 부분을 적용하였고, 4개의 중분류, 11개의 소분류 항목으로 구성하였다.

7) 대분류 7 : 피해복구(Damage restoration)

대분류 7은 피해복구 내용을 분류한 것으로, EC MARS의 응급조치 코드와 미국 NRC 복원활동정보 항목을 적용하였고, 4개의 중분류, 10개의 소분류 항목으로 구성하였다.

8) 대분류 8 : 사고원인(Cause of accident)

대분류 8은 사고원인을 분류한 것으로, IMO 해양사고조사코드(부속서8)를 적용하였고, 11개의 중분류, 34개의 소분류 항목으로 구성하였다.

9) 대분류 9 : 피해상황(Damage condition)

대분류 9는 피해상황에 대한 내용을 분류한 것으로, 해양사고의 대규모적인 특성을 반영하여 실제 피해 인명과 재산 피해액 수치를 입력하도록 하였고, 4개의 중분류 항목으로 구성하였다.

10) 대분류 10 : 주변해역영향(Impact on surrounding waters)

대분류 10은 주변해역영향에 대한 내용을 분류한 것으로, EC MARS의 생태요소 코드를 적용하였고, 4개의 중분류, 20개의 소분류 항목으로 구성하였다.

3.3 사고 사례의 코드화 작업

HNS 사고사례 표준코드 항목의 분류 기준은 UN 국제표준산업분류방식에 기초한 한국표준산업분류체계를 적용하였고, 항목간 구분표시는 ICS(국제분류표준) 코드 체계를 준용하였다.

코드체계는 ‘대분류(숫자)+중분류(알파벳)+소분류(숫자)’ 순으로 생성하고, 항목간의 구분은 세미콜론(;)으로 구분한다.

대표적인 HNS 사고사례를 코드화하기 위해 Table 3과 같이 내용을 구성하여 HNS 사고코드를 생성해 보았다.

Table 3. Example of coding of HNS accident case

No.	Item	Contents of Item	Code
1	Name of ship (Type)	Waterlily(Chemical Product carrier)	1K2
2	Position, Time of accident	Yeosu Port (N34° 50'30",E127° 39'59"), 2013.9.17..1403(KST)	2A34-50-30-127-39-59-B3C1338
3	Weather Info.	Sunny, 29.9° (Avr. Temp.)	3A1B5C0
4	Type of accident	spill of toxic material	4K
5	Spilled HNS	HNS(Y)-Benzen 618ton	5C71-43-2S2Q618
6	Response	Sorbent, Oil fence, Evacuation(worker)	6A2A3C2
7	Damage restoration	N/A	7X0
8	Cause of accident	Cargo transfer in inappropriate manner	8E1
9	Damage condition	N/A	9X0
10	Impact on surrounding waters	N/A	10X0

Final Accident Code : 1K2;2A34-50-30-127-39-59-B3C1338;3A1B5C0;4K;5C71-43-2S2Q618;6A2A3C2;7X0;8E1;9X0;10X0

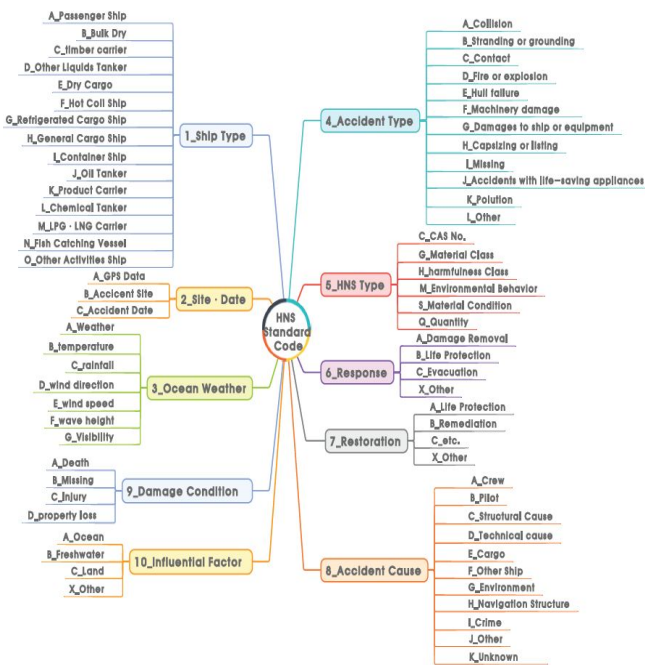


Fig. 2. Overview of HNS accident case standard code.

본 연구에서 개발한 HNS 사고사례 표준코드는 선택항목 추가가 가능하며, 알파벳-숫자 교차표기로 혼동을 최소화 하였으며, 항목 내 복수 선택이 가능하고, 시스템 설계적인 측면을 충분히 고려한 점 등을 특징으로 꼽을 수 있겠다.

4. 기대성과와 활용방안

4.1 HNS 사고사례 표준코드의 기대성과

국내외 석유화학산업이 발전하면 할수록 해상으로 운송되는 HNS 물동량은 증가할 수밖에 없고, HNS 사고의 개연성도 함께 증가하고 있는 상황에서 HNS의 사고특성이 반영된 사고 사례의 표준코드화가 시급한 상태이다.

본 연구에서 구축된 HNS 사고사례 표준코드 개발을 통하여 HNS사고의 다양한 특성이 반영된 고품질 데이터의 생산·보관·재생산이 가능하고, 체계적이고 해석 가능한 수치데이터 축적으로 정보시스템화가 용이하다.

뿐만 아니라, 사고발생 시 신속한 HNS사고 유사사례 확인 및 참조가 가능하여 체계적인 대응이 가능하고, 시각구조화를 고려한 시뮬레이션이 가능한 코드화로 HNS 사고를 예방할 수 있는 정책수립이 가능하게 될 것이다.

4.2 HNS 사고사례 표준코드의 활용방안

본 연구에서 개발된 HNS 사고사례 표준코드는 HNS 사고 사례 데이터의 고품질화, 정형화, 디지털화, 수치화로 체계적인 사고이력 수집 및 관리가 가능한 HNS 사고이력 관리시스템 개발의 기초자료로 활용될 수 있다. 구체적으로는, HNS 사고의 다양한 특성이 반영된 고품질 데이터의 생산, 보관, 재생산이 가능하고, 체계적이고 해석 가능한 데이터를 축적하여 수치화된 자료의 정보시스템화가 용이할 것이다. 또한, 사고별 신속한 유사사례의 확인 및 참조가 가능하고, HNS 사고 예측 시뮬레이션화가 가능하여 평상시에는 선제적 사고대비 정책의 개발이 가능하며, 사고 발생 시에는 사고이력의 과학적 관리를 통해서 최적화된 방제를 위한 신속한 의사결정시스템을 구축할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 HNS 사고를 체계적으로 표현하여 데이터베이스화 할 수 있는 체계를 마련하기 위해 HNS 사고사례 표준코드를 개발하고자 하였다. 연구 수행을 위해 먼저 기존 통계자료의 분류 항목과 국내외 법령에 따른 사고보고항목을 조사하여 필수적인 사고보고 관련 요소들을 도출하였고, 해외 선진국의 유사한 표준코드를 조사·분석하여 코드 설계에 참조하였다.

HNS 사고사례 표준코드 설계는 HNS 사고 흐름에 따라 ‘사고발생 → 사고초기정보 → 사고대응 → 사고조사’ 순으로 설정하고, 사고초기정보(P.I.C.) 5개 항목, 사고대응 관련 2개 항목, 사고조사 관련 3개 항목을 대분류 항목으로 설정하였고, 10개 대분류 항목 모두를 사고전체정보(F.I.C.)로 구성하였다. 각 대분류 항목 아래에는 중분류, 소분류로 세분화하여 각 항목에 대하여 3단계로 표현할 수 있도록 코드를 설계하였다.

대표적인 HNS 유출사고를 코드에 적용하여 코드화한 결과, HNS 사고를 충분히 표현할 수 있었고, 코드화될 결과를 가지고 역으로 사고를 재구성할 수 있음을 확인하였다.

본 코드의 적용을 통해 HNS 사고이력 관리시스템, 선제적 사고대비 정책 개발, 사고 발생 시에는 최적화된 방제를 위한 신속한 의사결정시스템 등을 구축할 수 있다.

사 사

이 논문은 2015년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구(위험유해물질(HNS)사고 관리 기술 개발)이다.

References

- [1] IMO(2008), IMO Circular MSC 84/24/Add.1, 5, June, 2008.
- [2] Jang, N. J., K. S. Han, W. So, J. W. Yong, Y. Yoon, E. S. Yoon(2009), "A Study of the Classification Codes and Database of Chemical Accidents", The Korean Institute of GAS, Spring Symposium, pp. 63-67.
- [3] Lim, C. H.(2010), "A Study on the Introduction of IMO Casualty Investigation Code and Marine Safety Investigation System in Korea", The Korean Society of Marine environment & Safety, Vol. 16, No. 1, pp. 57-63.
- [4] Ministry of Oceans and Fisheries(2011), Introduction of International Maritime Dangerous Goods Code.

Received : 2015. 12. 04.

Revised : 2016. 03. 04. (1st)

: 2016. 04. 08. (2nd)

Accepted : 2016. 04. 27.