

사고분석을 통한 선장 비상대응 역량강화 연구

채종주* · 박용선** · 조소현* · 강석용** · 이호** · 김홍범**

*, ** 한국해양수산연수원

A Study on the Emergency Response Empowerment for Captain Based on the Analysis of Maritime Accidents

Chong Ju Chae* · Young Sun Park** · So Hyun Jo** · Suk Young Kang** · Ho Lee** · Hong Beom Kim**

*, ** Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology, Busan 49111, Korea

요 약 : 해양사고는 항상 인적/물적 피해를 동반한다. 이러한 해양사고가 발생하였을 때 선박의 관리급 해기사가 정확한 지식을 바탕으로 비상 상황에 적절히 대응 한다면 이러한 인적/물적 피해는 최소화 할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 해양사고 사례분석을 바탕으로 해양사고 발생 시 부족했던 해기능력 식별, 국제협약에서 요구하는 비상대응 능력을 비교, 선사가 보유하고 있는 다양한 비상대응 매뉴얼 분석 및 설문을 통해 해기사의 비상대응능력 향상을 위한 개선 사항을 제안하였다. 주요 해양사고사례를 통해서 많은 관리급 항해사가 손상복원력, 비손상복원력에 대한 지식의 부재를 식별하였고, 국제협약에서 요구하는 비상대응 해기능력의 경우 일부 축소해서 제공되고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 더불어 선사의 비상대응 매뉴얼은 대체로 잘 갖추어져 있으나 실제 비상시 활용 측면에서는 한계가 있다는 것을 식별하였다. 이러한 분석을 바탕으로 선원 및 선사 관계자를 대상으로 설문을 시행하여 국제협약에서 요구하는 비상대응 해기교육의 확대, 시뮬레이터를 활용한 비상상황에 대한 간접경험 기회제공 확대 및 비상 시 효과적이고 효율적인 대응을 위한 지침 또는 매뉴얼의 개발 등을 제안하였다.

핵심용어 : 해양사고분석, 인적요인, 비상대응 역량강화, 비상대응 절차, 비상대응 교육, 손상복원성, 비손상복원성

Abstract : Maritime accidents are always accompanied by human/property damages. If management level ship's officers properly respond to emergency situation in a correct manner based on knowledge required by international conventions, when maritime accidents occur, it will be possible to minimize such human/property damages. To improve the ability to deal with maritime accidents, this study analyze maritime accident cases to identify which competencies ships' officers' were lacking, compared the emergency response competencies required by international conventions, analyzed various emergency management manuals of shipping companies and carried out questionnaire surveys to suggest improvements of emergency response capability for ship's master. Through the analysis of maritime accidents, it was identified that management level ship's officers lacked competencies regarding damage stability and intact stability, and that the training for emergency response required by international conventions had been insufficiently carried out. In addition, even though emergency management manuals of ships were generally adequate, it has been identified that there were limitations in terms of practical use of emergency response manual. Therefore, based on the questionnaire, this study proposed the expansion of emergency response training required by international conventions based on use of simulators, and the development of guidelines or manuals for effective and efficient response in emergency situations.

Key Words : Maritime Accident Analysis, Human Elements, Emergency Response Empowerment, Emergency Response Procedure, Emergency Response Training, Damage Stability, Intact Stability

1. 서 론

최근 국내/외에서 발생한 선박침몰 및 좌초 사고를 살펴

보면 사고 발생 시 선장의 적절하지 못한 대응으로 인적/물적 피해가 더욱 커지는 경우를 많이 볼 수 있다. 선원법 제2장에서는 지휘명령권, 출항 전의검사, 항로에 의한 항해, 선장의 직접 지휘 등 선장의 직무와 권한에 대한 내용을 언급하고 있다. 특히 제10조에 따르면 “선장은 화물을 싣거나 여

† Corresponding Author : kateshe76@seaman.or.kr, 051-620-5805

객이 타기 시작할 때부터 화물을 모두 부리거나 여객이 다 내릴 때까지 선박을 떠나서는 아니 된다”라고 명시되어 있다. 2012년 이탈리아 서쪽 질리오섬에 좌초한 여객선 Costa concordia호는 계획항로를 선장이 임의로 변경한 후 새로운 침로를 해도 상에 표시하지 않고, 항로를 적절히 감시하지 않았다. 또한 사고 후 선박의 구조 조치를 적절하게 이행하지 않고 선장이 먼저 탈출하여 32명이 사망하고 많은 사람들이 부상을 입는 사고가 발생하였다(MIT, 2012). 2014년 발생한 여객선 세월호 사고에서는 여러 가지 사고의 원인에 대해서 아직도 의견이 분분하지만 무엇보다 사고 후 선장의 조기 탈출이 피해를 키우는데 주요한 역할을 하였다(KMST, 2014). 따라서 선박에 긴급한 비상상황이 발생하였을 때 선장을 비롯한 관리급 직원의 의사결정 및 대응은 인명 및 재산상 피해를 최소화 하는데 매우 중요하다. 세월호 사고의 경우 의사결정의 무기력, 위기관리 전문 인력의 부족, 메뉴얼의 실질적 작동 미숙이 문제점으로 지적 되었다(Jung, 2014). 2015년 정재용은 최적의 비상대응절차 수립을 위한 기초연구에서는 현재의 선박 비상대응절차의 실질적인 사용을 위한 정량적 평가도구의 필요성을 제기하기도 하였다. 또한 Varela은 선박 침수 시 비상대응 의사결정을 위한 알고리즘을 개발하여 침수에 따른 시간과 선박 복원성정보를 지속적으로 제공하고 적절한 대응을 할 수 있도록 하는 연구를 소개하기도 하였다(Varela et al., 2014). 선행연구에서는 의사결정 시스템 개발, 선박 비상대응 매뉴얼의 개선 등에 대해서 연구되었으나, 본 연구에서는 비상대응능력 향상을 위한 방법을 규정 및 교육측면에서 제안하고자 한다. 이러한 제안을 위해서 본 연구에서는 2013년~ 2017년까지 5년 동안 발생한 해양사고에 대한 재결서와 국내/외에서 발생한 주요 해양사고 발생 시 대응 측면의 문제점을 식별하고, IMO 국제협약에서 요구하는 비상대응 해기능력 요건을 분석하여 우리나라의 관련교육 제공 상태를 식별하며, 선사의 비상대응 매뉴얼을 분석하여 비상시 적절한 대응을 위한 개선사항을 분석한다. 이러한 분석을 바탕으로 선원 및 선사관련자를 대상으로 설문조사를 실시하여 선박에서의 비상대응능력 향상을 위한 개선점을 제안한다.

2. 해양사고 재결서 분석

해양사고의 주요한 원인을 확인하기 위해 2013년부터 2017년까지 우리나라 중앙해양안전심판원의 1심 재결서를 바탕으로 사고별 해양사고에 기여한 선장의 의사결정, 행위, 판단 및 비상대응 등을 분석하였다. Table 1은 사고의 분류 및 정의를 나타낸다.

Table 2의 의사결정코드는 해양사고에 직접적으로 기여한 선장의 의사결정, 행동, 판단 등을 분류하기 위하여 현직 선장, 선장출신 선사관계자, 도선사 등의 전문가 회의를 통해 개발한 것이다. 이를 5년 동안의 해양사고에 적용하였으며 동일 해양사고에 대하여 중복으로 선택할 수 있게 하였다.

Table 1. Classification of marine accident

Classification	Contents
Collision	To strike or touch with another ship, whether on a voyage or while at anchor.
Contact	Being struck or touched by external objects or external facilities except for other vessels or seabed
Grounding	Being mounted or struck by a shipwreck under the sea or under water
Fire/Explosion	What happened as a first accident (except as a result of a collision or capsized, etc.)
Sinking	Sinking due to collisions or explosions, the result of flooding by cracks, pores, cuts, etc. in rough weather
Casualty	A person killed, missing or injured in connection with the rescue, facility or operation of a ship
Engine damage	Main engine, auxiliary boilers, and auxiliary machine are damaged
Capsized	The upset of a vessel
The others	All marine accidents other than the above 8 marine accidents

Source: KMST Web(2018)

Table 2. Decision code of master

No	Decision code
1	A lack of judgement
2	Neglect of watch
3	Uncertainty in work order
4	Navigation noncompliance
5	Improper conning
6	Improper operation or absence of equipment
7	Neglect of command

동 기간 동안 1심 재결된 사고건수 989건에서 인명손상(사망, 실종, 부상)이 있었던 해양사고는 420건이며 이 중 선장의 의사결정, 행동, 판단 등을 알 수 없는 12건을 제외하여 408건의 해양사고를 분석하였다. 충돌의 경우 두 척의 선박을 각각 분석의 관점에서 분석하여 하나의 해양사고 건수를 2개의 해양사고로 나누어서 분석하였다. Fig. 1은 의사결정

코드를 적용하여 외항선의 충돌사고에 대한 원인을 분석한 예로 당직근무 태만 및 선장의 항법 미준수가 각각 16건으로 가장 높은 것으로 분석되었다.

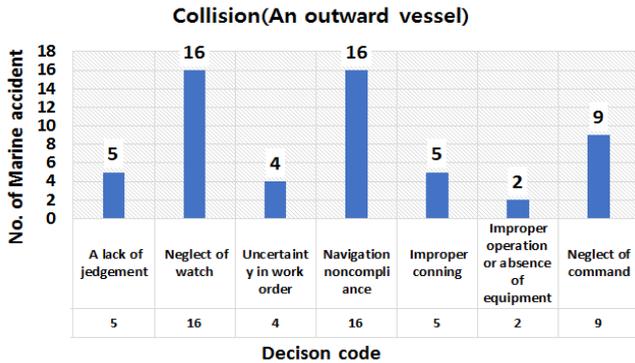


Fig. 1. Analysis of the marine accidents.

408건의 재결서를 분석한 결과 선종 및 해양사고 종류별 직·간접적으로 작용한 선장의 잘못된 행위, 판단, 의사결정 등을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 충돌 : 내항선, 외항선, 소형선 공통으로 선장의 항법 미준수 및 당직근무 태만
- 2) 좌초 : 내항선, 외항선, 소형선 구분 없이 선장의 당직근무 태만, 상황판단 부족, 장비운영 부적절
- 3) 전복 : 소형선은 어획물 적재에 대한 관리 감독 소홀 및 장비사용 부적절, 기상예측 실패, 주기관 사용 미숙, 선내 장비운영 부적절(내항선)
- 4) 화재 : 대부분의 사례에서 선장과의 직접적인 연관성을 찾을 수 없었음
- 5) 접촉 : 모든 선종에서 선장의 선교 당직 중 발생하였고, 기본적인 당직근무 태만이 주요 원인
- 6) 침몰 : 소형선은 1건으로 선장의 당직근무 태만 및 장비운영 부적절(부재)이 해양사고에 기인하였고, 내항선 및 외항선의 경우 선장의 상황판단 부족 및 지휘감독 소홀
- 7) 인명사상 : 내항선, 외항선, 소형선 구분 없이 선장의 상황판단 부족, 지휘감독소홀 및 경험에 대한 과신이 가장 큰 요인
- 8) 기관손상 : 모든 선종에서 선장의 지휘감독 소홀
재결서 분석을 통해 대부분의 선박 사고는 규정 미준수, 당직근무 태만 등 인적요인에 의한 사고가 주를 이루고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 더불어 의사결정 코드에 대입해본 결과 많은 사고들이 잘못된 의사결정에 기인하고 있다는 것도 확인할 수 있었다.

3. 주요 해양사고 및 국제협약 요건 분석

3.1 주요 해양사고 분석

제2장에서 분석한 재결서외에 비교적 인적/물적 피해를 크게 발생시켜 국내/외적으로 큰 이슈가 되었던 해양사고를 분석하였다. 이를 위해 국내에서 많은 언론보도가 있었고, 관련 사고보고서가 공식적으로 작성된 Costa concordia호, 제 501 오룡호, 첩루 15호, SS El Faro호, 세월호, 현대 설봉호 및 헤라호 사례를 선택하였다. Table 3은 사고보고서를 바탕으로 식별한 사고 원인과 이러한 지식을 요구하는 STCW 1978 협약의 요건을 요약한 것이다(BMST, 2010; KMST, 2014; 2016a; 2016b; MIT, 2012; MMST, 2010; NTSB, 2015). 이를 통해서 선장의 비상대응 능력과 관련하여 부족한 지식, 경험 및 대비 필요 사항을 식별하였다. 단, 이러한 식별사항은 모든 선장에게 부족한 부분 이라기보다는 분석한 사고 사례에 한정된다는 점을 전제한다.

Table 3. Analysis of cause of accidents

Ship name	Type of accident	Cause of accident/lack of knowledge	Competences required by STCW TABLE A-II/1 - Column 1
Costa Concordia	Grounding/Sinking	Damage control	Controlling the operation of the ship and care for persons on board • Control trim, stability and stress • Develop emergency and damage control plans and handle emergency situations • Organize and manage the crew
No 501 Oryong	Sinking	Stability	• Control trim, stability and stress
Chang lu 15	Contact/Sinking	Emergency response for aground	Navigation/Manoeuvre the ship
SS El Faro	Sinking	Heavy weather maneuver, Stability	• Control trim, stability and stress
Sewol	Sinking	Stability, Emergency response	• Control trim, stability and stress • Develop emergency and damage control plans and handle emergency situations
Hyundai seobong	Fire	Fire prevention, Emergency response for fire	Controlling the operation of the ship and care for persons on board • Develop emergency and damage control plans and handle emergency situations
Hera	Sinking	Damage control	Damage control

Source: BMST(2010), KMST(2014; 2016a; 2016b), MIT(2012), MMST(2010), NTSB(2015)

첫째, 황천 또는 과도한 선체 횡경사(비손상복원성), 과공·침수(손상복원성)로 인한 퇴선 시 명확한 판단을 위한 지식, 경험 및 능력이 요구된다(BMST, 2010; KMST, 2014; 2016b; MIT, 2012; NTSB, 2015).

비손상복원성의 경우 IMO에서는 Code on Intact Stability 2008(이하 IS Code이라 함)을 제정하고 일반 기준(General criteria)을 제시하고 있다(IMO, 2008). 세월호, SS El Faro호 등의 사고사례에서 알 수 있듯이 동 코드 A편 제2장에 따른 복원성 기준을 이해하고 보다 열악한 값을 가지지 않도록 요구되어진다. 황천 시 감항성 확보를 위한 대응 지식 및 황천조선 기술의 습득이 필요하다. 손상복원성의 경우 SOLAS 1978에서는 국제항해에 종사하는 500톤 이상의 선박은 손상 시 선박의 안전성을 확인할 수 있는 책자와 정보를 제공하도록 요구하고 있으며, 선박은 선체의 손상으로 인한 침수 등에 효율적으로 대응하고 상황을 판단하기 위해 Damage stability booklet 및 Damage control plan의 보유를 요구하고 있다(SOLAS, 2018).

둘째, 선박 개구부 관리의 중요성을 바탕으로 한 관련 지식 및 조치 능력이 요구된다(KMST, 2014; NTSB, 2015). 선체 손상이 진전되고 있었으나 적절한 비상대응 및 퇴선 실기로 대형 인명사고가 발생한 Costa concordia호나 헤라호와 같은 사고를 예방하기 위해서는 손상 복원성의 이해도는 필수적

인 지식임을 나타낸다(MIT 2012; BMST 2010).

셋째, 화재경보와 비상소집 등에 관한 숙련된 지휘능력, 고정식 소화기의 사용과 관련된 지식에 대한 명확한 이해, 휴대용 소화기의 적절한 사용이 요구된다(MMST, 2010).

선박의 고정식 소화설비 중 가장 많이 사용하는 이산화탄소 소화설비를 사용할 경우에는 철저한 통풍 차단과 함께 장시간(24시간 이상)의 밀폐유지가 매우 중요하다는 사실(은둔형 화재의 경우 72시간까지 요구)을 숙지하고 있어야 한다(BCG, 2010). 설봉호의 경우 조기 퇴선 결정으로 인명사고는 예방을 하였으나 고정식 소화설비의 부적절한 사용으로 인한 화재대응 미흡으로 선박 전손을 야기하였다(MMST, 2012).

이상과 같은 지식들은 육상 및 선상에서 시행하는 교육/훈련에서 이미 제공되고 있다. 그러나 이러한 지식들은 다른 직무지식과는 다르게 실제 사고가 발생하지 않으면 그 능력을 확인할 수 있는 방법이 없다. 따라서 선원이 이러한 교육/훈련을 받고 어느 정도의 대응 능력을 가지고 있는지 알 수 있는 방법이 부재하며, 현재로는 관련 지식과 능력이 부족하다고 할 경우 이를 보완하도록 하는 IMO 협약 및 국내법적 요구 사항이 없다. 따라서 이러한 사항들을 확인할 수 있고 비상대응 역량을 향상시키기 위한 구체적이고 명확한 지침이 개발되고 활용되어야 할 필요가 있다.

Table 4. Comparison of the requirement of the international convention and national law

Type of Ship	Required Competence	STCW Convention and Code	IMO Reference		National Law (RoK)	National Law	
			Model Course	Period of training		Training Course	Period of training
Ship of 500 gross tonnage or more	Respond to navigational emergencies	STCW Code A-II/2	7.01	Model Course 7.01 (834hrs)	Ship Personnel Act	Senior Officer's Refresher Course for Ocean-going	5d
	Maintain safety and security of the ship's crew and passengers and the operational condition of life-saving, fire-fighting and other safety systems						
	Develop emergency and damage control plans and handle emergency situations						
	Use of leadership and managerial skill		7.01, 1.39			Senior Officer's Refresher Course for Ocean-going, Leadership and Management skill	5d, 3d
Ship of less than 500 gross tonnage	Respond to emergencies	STCW Code A-II/3	-			Senior Officer's Refresher Course for Coastal Carrier	3d
Oil tanker	Respond to emergencies	STCW Code A-V/1-1-2	1.02	60hrs		Oil Tanker	5d
Chemical tanker	Respond to emergencies	STCW Code A-V/1-1-3	1.03	60hrs		Chemicals	5d
Liquefied gas tanker	Respond to emergencies	STCW Code A-V/1-3-2	1.05	60hrs		Gas Carrier	5d
Passenger ships	Organize shipboard emergency procedures	STCW Code A-V/2	1.29	6hrs	Seafarers Act	Advanced Passenger Ships Training	4d
	Control response to emergencies						
	Control passengers and other personnel during emergency situations						
	Establish and maintain effective communications						

3.2 국제협약에서 요구하는 비상대응 지식

해기사의 교육과 훈련에 관한 국제협약인 STCW 1978 협약에서는 선박의 종류와 관계없이 선장과 1등 항해사라면 반드시 갖추어야 할 해기능력을 Code A-II/2조에 명시하고 있다(IMO, 2017b). 이러한 요건을 반영하여 선박직원법 시행규칙 제2조(교육) 별표 1에서는 선박의 종류와 직급에 따라 요구되는 직무교육을 제시하고 있다. Table 4는 STCW 1978의 해기능력 요건과 국내 관련교육 시행을 비교하여 보여주고 있다. Table 4에서 확인할 수 있듯이 국내법상의 이러한 직무교육의 설계는 국제협약에서 요구하는 것 보다 상당히 작은 교육시수로 진행되고 있다는 것을 확인할 수 있다. 예를 들어 원양선 직무 교육은 현행 5일로 시행하고 있으나, 과정의 근거가 되는 IMO Model Course 7.01에서는 834시간의 교육과정으로 설계되어 있다. 국내 원양선 직무 교육(5일)에는 2시간의 비상대응관련 교육이 배정되어 있으나, IMO Model Course 7.01에서 제시하는 모든 비상대응 관련 내용을 2시간 내 전달하기에는 무리가 있다고 판단된다. 유조선, 액화가스 및 케미컬 탱커선의 교육의 경우도 STCW 1978 협약 내 해기 능력 중 ‘비상대응’에 해당하는 부분을 일부 포함하여 교육을 제공하고 있으나 시간제한으로 해기 능력의 모든

상세 내용을 포함하기는 어렵다고 분석된다.

IMO Model Course의 요건이 강제사항은 아니다. 따라서 IMO 회원국은 상황에 따라 적절히 관련 과정을 조절해서 시행할 수 있도록 하고 있다(IMO, 2014). 그러나 이러한 조절도 합리적으로 수용되는 범위 내에 있어야 할 것이다. 더불어 회원국 스스로 중요도가 떨어진다고 생각되는 해기능력을 매우 축소해도 된다는 의미는 아닐 것이다. 더군다나 비상대응능력은 어떠한 경우에도 그 중요도가 떨어질 수 있는 교육이 될 수 없다. 따라서 현재 국내에서 시행되고 있는 비상대응 관련 교육의 개선을 위해 Table 5에서는 Table 4의 내용을 참조하여 STCW 1978 협약 및 관련 모델코스에 요구되고 있으나 우리나라에서 축소하거나 누락하여 시행하는 부분에 대한 개선 사항을 제안하였다. 추가된 사항에는 손상 및 손상 제어를 위한 초기평가, 선박 비칭(beaching)시의 주의사항, 화물장치 고장 시 조치사항, 손상제어 평가, 비상절차에 대한 교육을 제안하고 있다. 이와 더불어 이러한 교육을 효과적으로 제공하는 방법에 대한 고민도 함께 이루어져 할 것이다. 동 사항은 5장 설문조사에서 다룬다. 이러한 제안들은 비상대응능력을 향상시키는 하나의 요소로는 작용할 수 있을 것이다.

Table 5. Needs to be added to the emergency response curriculum (IMO, 2014; IMO, 2017a)

Current curriculum based on Ship personnel act				
Course	Period (Day)	Hours / Total hours	Name of course	Additional proposals education content (hours)
Senior officer refresher course (Ocean-going ships)	5	3 / 32	Emergency action	<ul style="list-style-type: none"> • Precautions when beaching a ship • Emergency steering • Maintain Safety and Security of Crew and Passengers and the Operational Condition of Safety Equipment • Preparation of Contingency Plans for Response to Emergencies
Leadership & Managerial Skill	3	6 / 21	Decision making	<ul style="list-style-type: none"> • Methods and Aids for Fire Prevention, Detection and Extinction
Senior officer refresher course (Coastal carrier)	3	2 / 21	Emergency action	<ul style="list-style-type: none"> • Initial assessment of damage and damage control • Appreciation of the action to be taken when emergencies arise in port
Specialized training course - Oil tanker	5	1 / 30	Emergency response and Pollution control	-
Specialized training course - Chemicals	5	5 / 30	Safety Equipment(3) Safety & Pollution prevention(2)	<ul style="list-style-type: none"> • Ship emergency response plans • Cargo operations emergency shutdown • Actions to be taken in the event of failure of systems or services essential to cargo • Fire-fighting on chemical tankers • Enclosed space rescue • Use of a Safety Data Sheet (SDS)
Specialized training course - Gas carrier	5	3 / 30	Liquefied gas tanker emergency procedure	<ul style="list-style-type: none"> • Emergency cargo valve operations • Actions to be taken in the event of failure of systems or services essential to cargo • Enclosed space rescue • Jettison of cargo
Advance passenger ships Training	4	3 / 25	Crowd management	-

4. 비상대응절차 분석

4.1 상선 항행구획 및 선종별 비상대응 절차 분석

비상 시 선장의 비상대응 지휘, 통솔 그리고 올바른 의사 결정에 도움을 줄 수 있도록 하기 위해서 IMO 국제협약의 요건 및 지침을 반영하여 비상대응 절차를 확립하는 것은 매우 중요하다. 따라서 선사별, 선종별 이러한 절차서는 다양한 정보를 바탕으로 신중하게 작성하여야 한다. 본 장에서는 외항선사, 내항선사 그리고 여객선사의 비상대응 절차를 분석하여 문제점을 식별해 보았다. 본 연구의 목적상 각 선사의 비상대응 절차서의 문제점을 식별하여 제기하는 부분이 있기 때문에 선사의 이름은 생략하고 알파벳으로 이름을 대신 표기하였다.

4.1.1 외항선사

외항선사는 A, B 선사의 비상대응절차서를 분석하였다. A 선사는 컨테이너선 93척, 유조선 12척 및 벌크선 24척을 운영하고 있으며, B선사는 유조선 29척과 벌크선, 자동차운반선 및 컨테이너선을 관리하는 선박관리 전문회사이다.

A, B 두 회사의 비상대응 절차를 분석해본 결과 비상대응 조직체계, 육상 비상대응 및 처리절차, 선박 비상대응 및 처리절차 항목에 따라서 세부적인 비상대응 조직과 육/해상 비상대응 체계는 비교적 잘 구성되어 있었다.

비상대응 유형별로 사내 절차에 의거하여 인명안전, 충돌, 접촉, 화재/폭발, 좌초/좌주, 악천후 손상, 퇴선, 해양오염 등 총 18가지의 비상대응 유형으로 구분하여 내부 절차를 보유하고 있었으며, Table 6과 같다. 특히 중대 비상대응인 충돌, 좌초/좌주, 화재/폭발, 악천후/퇴선 등의 경우 모든 대응 절차를 더욱 세분화하여 보유하고 있었다(A CO., 2018; B CO., 2018). 그러나 각 선사의 비상대응 절차를 확인해 본 결과 선체의 심각한 손상이나 감항성 상실로 인해 퇴선결정과 같은 의사결정에 필요한 정보 활용은 포함되어 있지 않았다. 더불어 화재/폭발 또는 독성가스 유출 시 인명의 보호와 안전을 위한 세부 절차는 포함되어 있지 않음이 식별되었다. 제3장의 사고사례분석을 통해서 식별된 바와 같이 이러한 비상상황 발생 시 대응능력이 매우 중요한 것으로 인식되고 있으나, 실제 현장에서는 관련된 구체적이고 실질적인 절차서가 부족하다는 것을 알 수 있었다.

4.1.2 내항선사

내항선사는 C 선사를 분석하였다. C 선사는 외항 및 내항 케미컬선 20척을 운영하고 있는 선사이다. 절차서에는 비상대응 시 책임과 권한, 비상대책본부 조직 및 육/해상 비상대응 절차, 통상 11명 기준의 선박 비상배치표 양식이 제공되

Table 6. Type of emergency response

No.	Cases	Details
1	Safety of life	Crew/outside worker fall into sea
2	Collision	The impact with the other ship
3	Contact	The impact with fixed or floating object
4	Fire/Explosion	Fire in any area/portion of the ship
5	Aground/Stranding	Aground and result in damage to hull or propulsion
6	Heavy weather damage	Hull or cargo was damaged due to heavy weather
7	Abandon ship	Vessel's stability was lost due to flooding
8	Pollution	Oil & Dangerous goods spill
9	Piracy attack	Terrorist/Pirates have boarded the ship and pose a threat to crew
10	Bridge control failure	Restrict safe ship operation so that it cause danger to other ships
11	Steering failure Steering gear	Steering Failure(Steering gear)
12	Steering failure Main Eng.	Steering Failure(Main Engine)
13	Sinking	Inundation due to hull damage
14	Gas release	In case that gas/toxic vapor of liquid is released
15	Black out	Failure of electric sources
16	Fire/Explosion	Fire in dangerous goods
17	Helicopter operation	Accident during pilot onboard by helicopter
18	Enclosed space rescue	Enter enclosed space & rescue crew/outside worker

Source: A CO.(2018), B CO.(2018)

어 있었고 사내 절차에 의거 화재/폭발, 퇴선, 기름 오염, 비상 조타, 인명구조(밀폐구역), 충돌, 좌초 등 11가지의 내용으로 구분하고 있으며, 중대 비상대응 충돌, 좌초/좌주, 화재/폭발, 악천후/퇴선 등의 경우 모든 대응 절차는 절차서 양식으로 보유하고 있었다(C CO., 2016).

그러나 비상대응 유형별 절차의 세부적인 내용은 일부 대형 선사처럼 구체적인 내용으로 제공하지 않으며, 포괄적인 비상대응으로 육/해상 담당자의 역할 및 업무 흐름도 정도만 제시하고 있었다. 기본적으로 내항선은 육상에 가까이 있기 때문에 원조를 비교적 쉽게 받을 수 있는 점을 제외하고는 외항선의 대응과 크게 다르지 않을 것이다. 그러나 비상대응절차서의 상세 대응 절차가 외항선과 다르게 구체적이지 않다는 것은 동일한 비상상황이 발생하는 경우 사고에 적절치 대응하지 못하는 상황이 발생할 수도 있다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

4.1.3 여객선 선사

여객선사는 1척의 크루즈 겸 RO-RO선을 보유한 외항여객 선사인 D사의 비상대응 절차를 분석하였다. 분석결과 비상대응 조직체계, 육상 비상대응 및 처리절차 등 세부적인 비상대응 조직과 육/해상 비상대응 체계가 잘 구성되어 있었다. 사내 절차에 의거 화재/폭발, 퇴선, 기름 오염, 타기 고장, 충돌, 좌초, 침수, 주기관 고장, 인명 손상, 인명 구조 등 외항선사와 비슷한 17가지의 비상대응 유형으로 구분하여 내부 절차를 보유하고 있고, 중대 비상대응 인 충돌, 좌초/좌주, 화재/폭발, 악천후/퇴선 등의 대응 절차는 모두 보유하고 있었다(D CO., 2016). 특히 퇴선 등 선장의 판단과 의사결정이 필요한 업무에 대하여 ‘여객선 선장을 위한 의사결정 지원 시스템’이라는 세부 절차를 제공하고 있었다.

그러나 퇴선 시 선장이 고려해야 할 사항 등을 제공하고 있으나 내용이 간략하게 기술되어 실질적인 의사결정에 도움이 되기에는 한계가 있다고 판단되었다.

5. 설문조사 및 분석

본 장에서는 현재 선원이거나 선원 경력을 가지고 있는 해운회사의 관리급 종사자 80명을 대상으로 비상시 대응 역량을 높이기 위해 필요한 해기능력, 교육 수단, 비상대응 매뉴얼 등이 무엇인지 확인하고 개선점을 제안하고자 설문조사를 실시하였다. 결측값이 있는 15개의 답변서를 제외한 유효한 65개의 설문 응답지를 추출하여 SPSS 20을 활용하여 빈도 분석을 하였으며, 응답자 일반사항은 Table 7과 같다.

설문은 크게 다섯 가지로 주제를 질문하는 것으로 구분하였으며, 선장의 비상대처능력 향상하는데 유효한 학습 경로, 해기 교육의 개선점 식별, 향후 해기 교육의 교육 내용 및 방법, 회사의 비상대응매뉴얼에 대한 의견을 질문하였다. Table 8은 선장의 비상대처 능력을 향상시키는 데 가장 유효한 학습 경로는 묻는 질문에 대한 결과이다.

선장의 비상대처 능력을 향상시킬 수 있는 가장 유효한 학습 경로로 본인의 비상상황 경험을 가장 높게 응답(38명, 58.5%)하였다. 또한 비상상황의 경험을 가진 자와의 당시 정보를 공유하는 것은 향후 비상 대처 능력을 향상시키는데 유효한 학습 방법으로 33명(50.8%)의 응답자가 대답하였다. 그 외 응답자들은 개별 학습과 승선 중 선상 교육, 회사 내부 교육 및 사고 사례에 대한 정보 공유에 대해서는 ‘보통의 적절한 방법’이라고 인식하였다. 결과적으로 비상상황에 대한 대처 능력을 강화할 수 있는 방법으로 대부분의 응답자들은 직접 경험 혹은 간접 경험이 가장 유효한 것으로 인식하는 것으로 분석된다.

Table 7. Sample Characteristics

Division	Item	Frequency	Percentage
Gender	Female	0	0
	Male	65	100
Rank	Captain	30	46
	Chief Officer	7	11
	2 nd and 3 rd Officer	27	42
	Manager in Shipping Co.	1	1
Type of ship	General *	51	78
	Passenger	7	11
	Ferry	2	3
	Other	5	8
Years of experience on board	Less than 5 year	21	32
	5 - 10 years	11	17
	10 - 15 years	12	19
	15 - 20 years	6	9
	20 - 25 years	5	8
	25 - 30 years	3	5
Main navigation route	Coastal	6	9
	Ocean going	48	74
	Coastal + Ocean going	11	17
Ship's Flag	Korean Flag	20	31
	Foreign Flag	16	25
	Korean + Foreign Flag	29	45

* Tanker, Chemical tanker, LNG, LPG, Container ship and Bulk carrier

Table 8. Learning way (or path) capacity building

	(unit : %)				
	Most Agree				Most Disagree
Emergency experience	58.5	26.2	7.7	3.1	4.6
Learning by self	9.2	33.8	35.4	13.8	7.7
On-board training	16.9	35.4	35.4	4.6	7.7
Company training	9.2	24.6	49.2	9.2	7.7
Training by educational institute	12.3	38.5	32.3	12.3	4.6
Information sharing by experienced person	23.1	50.8	18.5	4.6	3.1
Case study	30.8	36.9	27.7	3.1	1.5

Table 9는 선장의 비상대응 능력과 관련하여 현재 해기 교육의 미흡한 부분이 무엇인지를 질문하였고 그 결과이다.

Table 9. Identification of the current training and education for emergency situation

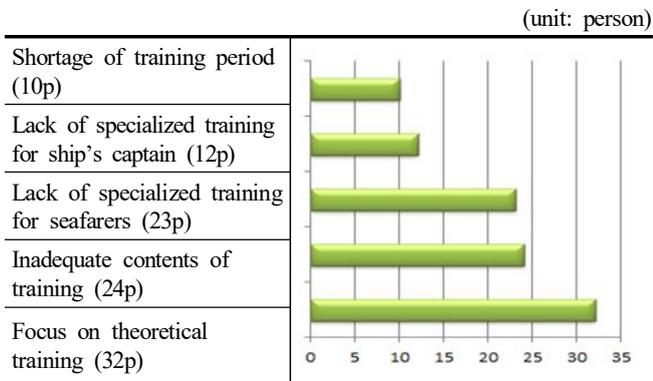


Table 9와 같이 응답자의 절반은 현재 제공하고 있는 해기 교육은 실무 적용이 어렵고 이론에 치우쳐있다고 인식(65명 중 32명)하였다. 다음으로 실무 적용 한계가 있다고 대답한 응답자는 24명, 비상 상황에 대한 교육이 부재하다고 23명이 응답하였다. 교육훈련 기간의 부족이나 선장의 특화된 교육의 필요함에 대해서는 각각 10명과 12명이 응답하였다.

Table 10은 비상대응 역량강화 관련 향후 필요한 해기 교육의 내용에 대해 질의하였고 복수의 응답으로 아래 표와 같다.

Table 10. Improvement plan for training

Identify improvements of the training of seafarers related to strengthening emergency response capabilities	No.
Focus on theoretical training	12
Simulation training for emergency situation	49
Utilization of simulation equipment	45
Anthropological education including human psychology, crowd management and special behavior of human behavior in emergency	22
Emphasizing Good seamanship training	9

Table 10에서는 실제 훈련과 같은 시뮬레이션의 적용을 가장 필요로 한 향후 교육의 내용으로 응답하였다. 현재 해기 교육의 개선 분야는 이론교육보다는 비상상황 재현 혹은 시뮬레이션을 통한 훈련을 중요하게 인식하는 것으로 분석되었다. 결과적으로 본인의 비상상황에 대한 직접 경험 혹은 간접 경험이 유효한 것으로 인식하였고, 체험하여 습득할 수 있는 시뮬레이션 훈련을 가장 높게 평가한 것으로 설명된다. 또한 비상 상황 시 승무원을 포함하여 여객의 비상대피, 안전한 유도를 위한 군중심리 및 비상시 인간행동 특수

성도 필요하다는 의견이 복수응답으로 22명이 응답하였다.

Table 11은 비상대응 역량 강화를 위해서 향후 필요한 교육의 제공 방법에 대한 질문의 결과이다. 주목할 수 있는 부분은 비상 시 개인의 역량 강화를 높이기 위해 제공되는 교육의 수단으로 ‘훈련실습’과 ‘VR 활용’이 매우 높게 평가되었다.

Table 11. Improvement plan for training way

Improvement plan for training way	No.
Simulation Training	53
Virtual Reality(VR)	49
E-Learning/Distance Learning	7
Theoretical training classroom	2

Table 12는 비상대응 역량 강화를 위해 교육을 제공해야 하는 주체에 대한 질문에 대한 결과이다.

Table 12. Improvement plan for training

Improvement plan for training	No.
Educational Institute	49
Shipping company	12
Educational Institute + Shipping company	2
Other	2

Table 12에 따르면 응답자의 75.4%(65명 중 49명)는 해기 전문 교육기관에서 수행하는 것이 바람직하다고 응답하였다. 18%(65명 중 12명)의 응답자는 해운선사가 적당하다고 응답하였고, 기타 및 해운선사와 해기전문기관의 병합은 매우 낮은 빈도로 응답하였다.

비상 상황 시 선박의 비상대응매뉴얼은 선원의 신속하고 적절한 대처를 할 수 있도록 도와주는 절차서이며 반드시 본선에 비치되어야 하고, 상황에 대한 의사결정을 신속히 할 수 있도록 많은 정보가 수록되어야 한다. 본 연구에서는 소속 회사에서 제공하는 비상대응매뉴얼의 내용에 대한 응답자의 의견을 질문하였고 그 결과 ‘비상상황 정보의 다양성(46.2%)’, ‘상황별 비상대응 조치의 상세성(46.2%)’, ‘비상대응 조직 정보(55.4%)’ 및 ‘상황별 체크 리스트의 포함(53.8%)’에 대해 5점 척도 중 다소 높은 수준으로 아래 Table 13과 같이 응답하였다.

반면 ‘선장의 의사결정을 지원하는 수준’은 41.5%가 보통이라고 응답하였고, 또한 ‘사용자 관점에서 사용 용이한 접

근가능 형식'에 대해서도 47.7%가 보통으로 응답하였다.

이를 통해 다양한 비상 상황 정보 제공과 상황별 비상 대응 조치 등 비교적 높은 수준으로 제공한다고 인식한 반면 선장의 의사결정을 위한 정보나 사용자 관점에서 용이하고 접근 가능한 매체 여부에 대해서는 보통의 수준으로 인식하고 있음이 조사되었다.

Table 13. Level of information of the emergency response manual by shipping company

Emergency response manual	(unit: %)				
	Highest Level	←————→			Lowest Level
Various information	10.8	46.2	36.9	4.6	1.5
Detailed information	10.8	46.2	32.3	9.2	1.5
Information for decision making	7.7	36.9	41.5	12.3	1.5
Forms accessible from the user's perspective	9.2	32.3	47.7	9.2	1.5
Information on emergency response organization	9.2	55.4	30.8	4.6	0
Information on checklist	10.8	53.8	26.2	7.7	1.5

본 연구에서 실시한 설문을 통해서 비상대응 능력의 향상은 비상대응 관련 교육을 시뮬레이터로 구현하여 경험할 수 있도록 하는 것이 유효한 것으로 확인되었고, 이러한 경험을 VR을 포함한 시뮬레이터 교육을 통해서 제공하는 것이 효과적인 것이라는 걸 확인 할 수 있었다. 더불어 이러한 교육은 실무위주의 선원 교육을 제공하는 기관에서 수행되는 것이 좋은 것으로 확인되었다.

6. 결론

본 연구에서는 중앙해양안전심판원 재결서 분석, 국내/외 주요해양사고 분석, 비상대응 해기능력 관련 협약 요건 및 문제점 식별, 선사의 비상 대응 절차서 분석 및 문제점 식별, 설문조사를 통해 선박 비상 상황 발생 시 관리급 항해사의 비상 대응 능력 향상을 위해 필요한 사항을 식별하였다.

첫째 해양사고사례 분석을 통해서 선장은 항해계획의 철저한 수립, 명확한 선교절차 확립, 선박 실정에 맞는 명확하고 상세한 비상대응 절차 수립, 선장의 의사결정에 도움이 될 수 있는 주요 비상대응 직무지식을 포함한 의사결정 정보 제공이 필요하다는 것을 확인하였다. 더불어 감항성을 포함한 중요 선장의 직무 지식 확보를 위하여 해기교육기관과 정부의 교육 측면의 정책적 개선이 필요하다는 것을 확

인할 수 있었다.

둘째 비상대응관련 STCW 협약 기준 및 국내법에 따른 비상대응 관련 교육 비교를 통해서 STCW 협약의 요건 대비 리더십 및 관리기술 직무교육, 유조선 직무교육, 여객선 직무교육 등 관리급 교육에서 비상대응 능력을 위한 교육시간의 부족을 확인하였다. 이에 따라 현재의 교육에서 추가로 반영 및 적용되어야 할 교육을 제안하였고, 이러한 교육의 효과적인 제공을 위하여 시뮬레이션(VR 포함)등을 활용한 비상대응능력 향상 교육 제공의 필요를 제안하였다.

셋째 선사 비상 대응 절차서 분석을 통해서 외항/내항 및 여객 선사는 중대 비상대응과 관련 대체로 적절한 절차서를 보유하고 있다는 것을 확인하였다. 그러나 선체의 심각한 손상이나 감항성 상실, 화재/폭발 또는 유독가스 유출과 같은 중대 비상상황 발생 시 올바른 대응을 하기 위하여 구체적이고 명확한 판단 지침의 개발 및 적용의 필요성을 제안 하였다.

넷째 설문조사를 통해 효과적 비상대응 역량개발을 위한 학습으로 비상상황을 간접적으로 체험할 수 있도록 하는 비상상황 재현 훈련이 가장 요구되는 사항이라는 것을 확인하였다. 이의 제공을 위해서 이론을 바탕으로 한 시뮬레이터(VR 포함) 활용 교육의 개발 및 제공이 필요하며, 선사의 비상대응 매뉴얼 관련해서는 의사결정에 실무적 적용 및 활용할 수 있는 지침이나 매뉴얼의 개발이 필요하다는 것을 확인 할 수 있었다.

본 연구를 통해서 비상상황 대응 능력 향상을 위한 필수적인 직무지식을 확인하였고, 이러한 능력의 함양을 위해서 국제협약에서 요구되고 있는 비상대응 능력을 위한 교육이 다소 축소되어 진행되고 있다는 것을 확인하였다. 더불어 선사에서 보유하고 있는 다양한 비상 대응 매뉴얼은 체계적으로 구축되어 있다고 볼 수 있으나 실질적인 활용성 측면에서는 한계가 있다는 것을 식별하였다. 따라서 기존에 시행되는 교육에서 비상대응 능력 향상을 위한 교육의 확대, 시뮬레이션을 활용한 비상상황에 대한 간접 경험 기회 제공, 비상대응 시 효과적으로 활용할 수 있는 지침 또는 매뉴얼의 개발을 설문을 통해 제시하였다. 추후에는 본 연구를 바탕으로 비상상황 발생 시 선장의 의사결정을 지원할 수 있는 매뉴얼의 개발 및 적용에 대한 연구도 지속될 필요가 있다고 하겠다.

사 사

본 연구는 중앙해양안전심판원의 지원을 받아 수행된 “사고분석을 통한 선장의 비상대응 역량강화 방안 연구”의 결과이다.

References

- [1] A CO.(2018), Contingency Procedure, ch. 1-6.
- [2] BCG web(2010), Fixed CO2 & HALON Installation for cargo ship, <http://www.bulkcarrierguide.com> (Accessed Apr-2019).
- [3] B CO.(2018), Contingency Procedure, ch. 1-6.
- [4] BMST(2010), Sinking of Cargo Ship Hera, Written Verdict, pp. 21-27.
- [5] C CO.(2016), Emergency Response Procedure, pp. 1-16.
- [6] D CO.(2016), Shipboard Emergency Response Procedure, pp. 6-57.
- [7] IMO(2017a), International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, p. 14, pp. 102-126, pp. 145-162.
- [8] IMO(2014), Model Course 7.01 Master and Chief Mate, pp. 4-6, pp. 77-79, pp. 269-279.
- [9] IMO(2008), Resolution. MSC. 267(85), Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008, pp. 1-14.
- [10] IMO(2017b), STCW Code Part A/A-II/3, p. 5, p. 86.
- [11] Jung, H. S.(2014), Studies on Decision-making authority structures in crises situation: Focused on the sinking of the Sewolho, Korea National Defense University, p. 55.
- [12] KMST(2014), Capsizing of RORO Passenger Ship Sewol, Safety Investigation Report, pp. 46-49, p. 119.
- [13] KMST(2016a), Contact of General Cargo Ship Chenglu 15, Safety Investigation Report, pp. 36-40.
- [14] KMST(2016b), Sinking of Ocean Fishing Boat Oryong 501, Safety Investigation Report, pp. 129-140, pp. 156-158.
- [15] KMST Web(2018), www.kmst.go.kr.
- [16] MIT(2012), Marine Casualties Investigative Body-C/S Costa concordia, Report on the safety technical investigation, pp. 113-115, pp. 168-170.
- [17] MMST(2010), Fire case of Passenger Ship Seolbong, Written Verdict, pp. 27, 33-34
- [18] NTSB(2015), Sinking of US Cargo Vessel SS El Faro, Marine Accident Report, pp. 242-254.
- [19] SOLAS(2018), Stability information to be supplied to the master, SOLAS 2017 Amendment (98th) Chapter II-1 Reg. 5-1.
- [20] Varela, J. M., J. M. Rodrigues and C. Guedes Soares(2014), On-board Decision Support System for Ship Flooding Emergency Response, 14th International Conference on Computational Science, p. 1688.

Received : 2019. 05. 13.

Revised : 2019. 06. 10.

Accepted : 2019. 06. 27.