

# 해양사고 예방을 위한 해기교육 프로그램 현황 및 개선방안 연구

† 이윤석 · 박준모\* · 이보경\*

† 한국해양대학교 교수, \* 한국해양대학교 대학원

## A Study on the Status and Improvement of Maritime Training Program for Preventing Marine Accidents

† Yun-Sok Lee · Jun-mo Park\* · Bo-Kyeong Lee\*

† Professor of Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

\* Graduate school of Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**요 약** : 세계 선복량 증가와 항해장비의 발달 및 해기교육의 강화에도 불구하고 해양사고는 지속적으로 증가하고 있으며, 특히 사회·환경적으로 막대한 영향을 미치는 충돌사고가 차지하는 비중이 줄어들지 않고 있다. 중앙해양안전심판원에서 발간한 최근 5년간 자료를 분석한 결과 하급 항해사(3급이하 면허소지자)와 관련된 사고가 규모면에서나 양적인 측면에서 상당한 비율을 차지하였고, 해양사고의 원인에서도 기술적인 측면보다는 해기사의 운항과실이 훨씬 높은 비중을 차지하였다. 이와 같은 항해사의 과실에 의해 발생하는 사고를 줄이기 위해 국내의 해기교육기관의 교육 현황 및 프로그램 내용을 분석하여, 현행 해기교육시스템의 문제점 도출과 함께 충돌 방지를 위한 해기교육 프로그램 개선 방안을 제안하였다.

**핵심용어** : 해양사고, 운항과실, 해기교육, 상급 항해사, 하급 항해사, 선박조종 시뮬레이션

**Abstract** : In spite of advanced navigational devices and reinforced mandatory standards of officers' education, the number of ship's accidents are increasing. The accidents caused by minor license officers are more than the number of accidents caused by superior license officers. There are many cases of collisions in the past 5 years released on Marine Accidents Inquiry Agency. Especially, officer's negligence from the consequences of the neglect of any precaution which may be required by the ordinary practice of seamen is the main reason behind ship's collisions. For reducing ship's accidents caused by human error, this paper suggests to develop effective training program using analysis data of domestic and foreign education system as a reference.

**Key words** : Marine accidents, Officer's negligence, Maritime training, Superior license officer, Minor license officer, Ship handling simulation

### 1. 서 론

2011년 1월 6일 인천 울도 근해에서 여객선과 화물선의 충돌 사건, 2011년 12월 14일 경남 남해군 해상에서 발생한 대형 컨테이너선과 광석운반선의 충돌사고 등 최근 세계 선복량 증가로 인한 국내 항만에 입출항하는 선박의 증가로 선박간의 위험한 조우 관계가 불가피하게 유발되어 해양사고의 잠재적 발생 가능성이 증가되고 있는 상황이다. 특히 이러한 상황은 선박 통항량이 집중되거나 통항로가 복잡한 연안 해역에서 빈번하게 발생하고 있다.

국내의 해기교육은 1급부터 3급항해사 자격증 소지자(이하 상급 항해사)를 중심으로 이루어지고 있고, 4급부터 6급항해사 자격증 소지자(이하 하급 항해사)를 대상으로는 여러

가지 현실적 어려움으로 인해 관련 교육이 미흡하게 실시되고 있으며, 현재 실시되고 있는 해기교육에 있어서도 충돌사고를 예방할 수 있는 프로그램이 미약한 실정이다(Lee, 2012).

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 먼저 국내 주요 해양사고 사례에 대한 자료를 검토하고, 해기인력의 인적 과실 형태를 분석하며, 해기교육기관에 대한 조사를 통해 현재 실시되고 있는 해기교육 실태를 파악하였다. 이러한 해양사고 문제를 해결하기 위한 방안으로써 해기교육 프로그램 개선 방안을 상급과 하급 항해사로 분류하여 제시하며, 대부분 영세한 소형선박에 승선하는 하급 항해사의 체계적인 해기교육을 위해서 교육 프로그램 정립과 양질의 해기교육을 받을 수 있도록 간이형 선박조종시뮬레이터 개발 방안을 제

† 대표저자 : 종신회원, lys@hhu.ac.kr 051) 410-4201

\* 연회원, jmpark@hhu.ac.kr 051) 410-4474

\* 종신회원, ppo83@hhu.ac.kr 051) 410-4989

안한다. 이와 같은 맞춤형 해기교육 및 간이형 선박조종시물 레이터 개발 방안은 해상에서 발생하는 충돌사고 감소에 도움이 될 것이다.

## 2. 해양사고 현황 조사

국내에서 발생한 해양사고 조사를 위해서 해양안전심판원에서 발간하는 2006년부터 2010년까지의 해양사고 현황 (KMST, 2010) 통계자료를 활용하였다.

### 2.1 해양사고 발생척수 및 건수현황

Table 1과 같이 2006년부터 2010년까지 5년 동안 선박의 등록 척수는 줄어들었으나, 해양사고 발생 척수 및 건수는 2008년을 기준으로 증가하였다. 또한 선박등록 척수 대비 해양사고 발생 척수에 대한 비율의 경우 2006년부터 2008년까지는 소폭 줄어들었지만, 2009년과 2010년에는 각각 1.1%의 비교적 큰 상승비율을 나타냈다. 즉, 최근의 해양기술과 해기교육에 대한 지속적인 강화에도 불구하고, 해양사고 발생은 2008년을 기점으로 오히려 높아지고 있는 것으로 분석되었다.

Table 1 The number of domestic marine accidents

Item \ Year	2006	2007	2008	2009	2010
The Number of Registered Ships	93,405	93,114	88,854	86,087	86,015
The Number of Marine Accident Ships	865	759	636	915	961
The Number of Marine Accidents	657	566	480	723	737
Rate of Marine Accidents	0.93%	0.82%	0.72%	1.1%	1.1%

### 2.2 해양사고 현황 분석

해양사고의 원인을 파악하기 위해 해양사고 관련자의 특성 (연령별, 해기면허별)에 대한 분석과 함께 해양사고 종류 및 사고 원인을 조사하였다.

#### 1) 해양사고 관련자 분석

해양사고를 발생시킨 항해사의 특성을 파악하기 위해 사고 관련자의 보유 해기면허별 징계내용(건책, 업무정지, 취소)을 분석해 보면 Fig. 1과 같다. 즉, 상급 항해사에서 하급 항해사로 갈수록 징계를 받은 자가 많으며, 징계내용에 있어서는 건책이 가장 많았고, 다음으로 업무정지, 면허취소 순이었다. 특히, 상급 항해사가 관련된 사고는 33.5%이며, 하급 항해사가 관련된 사고는 64.1%로 항해사의 급수별로 해양사고 관련 비율에 차이가 있으며, 하급 항해사가 관련된 해양사고의 비율이 상급 항해사와 비교할 때 상대적으로 높다는 특징이 있다.

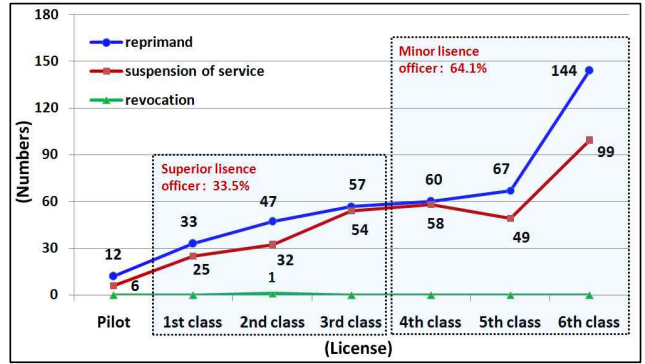


Fig. 1 License-specific analysis of marine accidents

#### 2) 해양사고 관련자 연령별 분석

해양사고 관련자를 연령별로 분석해 보면 Fig. 2와 같다. 즉, 30세 이하 항해사가 관련된 해양사고는 2.6%, 31세부터 45세 이하의 경우 14.8% 그리고 46세 이상은 82.6%이다.

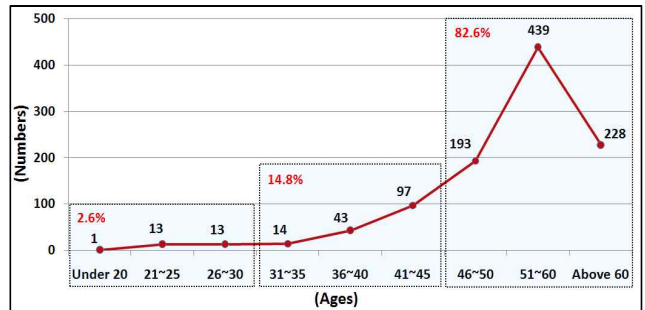


Fig. 2 Age-specific analysis of marine accidents

#### 3) 해양사고 종류 분석

해양사고의 종류는 Fig. 3과 같이 기관손상이 약 32.1%로 가장 크며, 충돌사고 24.5%, 안전운항 저해 12.0%, 좌초 7.7%, 화재·폭발 5.1%이다. 즉, 막대한 피해를 가져올 수 있는 충돌사고가 해양사고 중 두 번째로 많은 비중을 차지하고 있다.

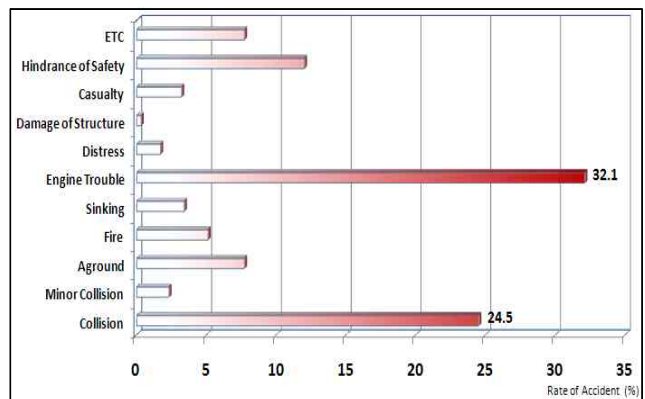


Fig. 3 The sort of marine accidents

#### 4) 해양사고 원인 분석

전체 해양사고 중 운항과실에 의한 사고는 Fig. 4와 같이 총 1,287건으로 82.3%를 차지하여 해양사고 발생 원인 중 가장

큰 요인으로 분석되었다. 특히, 충돌사고에서는 경계소홀, 항행법규 위반 등의 인적요인으로 인한 운항과실이 995건, 96.5%로 가장 높은 비율을 차지하였다.

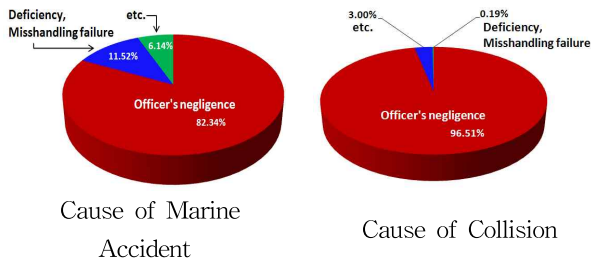


Fig. 4 The analysis of the cause of marine accidents

### 3. 국내외 해기교육 기관 조사

최근 해기 교육에 대한 중요성이 부각됨에 따라 국내외적으로 많은 해기 교육기관이 설립되고 있으며, 초급 항해사 뿐만 아니라 실무에 종사하고 있는 항해사, 선장 및 도선사들을 대상으로 안전항해를 위해 다양한 해기교육을 실시하고 있다(Kim, 2001; Kim, 2002).

특히, 대표적인 해기교육인 BRM, SHS 교육은 IMO Model Course 1.22 "Ship Simulator and Bridge Teamwork"에 따라 상급 항해사를 대상으로 실시하고 있으며, 특히, STCW 2010 Amendment에서 대상교육을 Code A에 편입하여 강제화하도록 개정함에 따라 상급 항해사를 대상으로 실시해오던 BRM과 SHS교육이 더욱 확대되고 있다(Kim, 2012).

#### 3.1 국내외 해기교육기관의 BRM 교육 내용 비교 분석

국내의 해기교육기관에서 시행하는 BRM 교육의 최대·최소인원, 교육시간 및 시뮬레이션 비중을 비교해 보면 Fig. 5와 같다. Fig. 5의 영문 약어는 한국해양대학교(KMU), 한국해양수산연수원(KIMFT), 해양선박(HMS), 한진해운(Hanjin SM), 그리고 일본 고베해기대학(MTC, Marine Technical College)을 나타낸 것이다. 국내의 해기 교육기관들은 대부분 IMO Model Course 1.22에서 정한 커리큘럼을 준용하고 있으며, 사고(의식)전환, 의사소통, 문화차이, 리더쉽 교육, 선교팀의 효율적인 운용, 인간의 실수, 긴급상황 대응에 대한 사고사례 분석 등의 이론교육을 중심으로 실시하고 있다. 또한, KMU와 HMS는 교육의 효과를 위해 선박조종시뮬레이션을 전체 수업시간 대비 16.7%와 12.7% 만큼 편성하여 교육을 실시하고 있다.

일본 고베해기대학은 IMO에서 권고하고 있는 이론교육의 대부분을 시뮬레이션 교육과 병행하고 있으며, 시뮬레이션 시 실제 사고사례를 중심으로 한 시나리오와 체계적인 브리핑 및 디브리핑 시스템을 갖추어 실시하고 있었다.

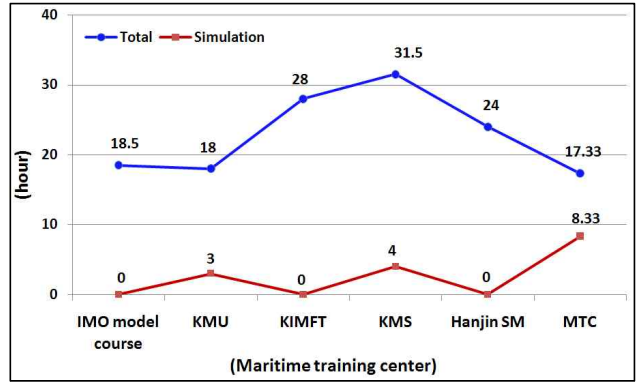


Fig. 5 The simulation proportion of BRM training program

#### 3.2 국내외 해기교육기관의 SHS 교육 내용 비교 분석

SHS 교육의 경우 Fig. 6과 같이 선박의 조종 특성, 외부영향에 따른 선박조종, 접·이안 조선 등 IMO에서 권고하고 있는 교육 커리큘럼을 바탕으로 시행되고 있었다.

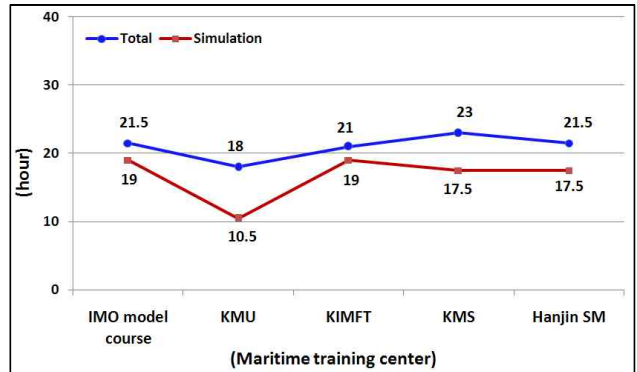


Fig. 6 The simulation proportion of SHS training program

특히, 해양수산연수원의 경우 IMO Model Course에서 구체적으로 정의되지 않은 선박조종시뮬레이션 부분에 대해 회항 및 MOB 조선, 변침기법 등에 대한 추가적인 시뮬레이션 훈련을 실시하고 있다.

### 4. 해양사고 예방용 교육 프로그램 및 시뮬레이터 개발 방안

해양사고 예방을 위한 해기교육 프로그램의 개선방안 제시를 위해 해양사고의 원인, 관련자 분석 및 기존의 해기교육기관에서 실시하고 있는 교육 프로그램을 분석하였다. 앞에서 기술한 해양사고 조사 결과와 같이 국내의 경우 대부분 소형선박에 승선하는 하급 항해사가 관련된 해양사고가 많은 부분을 차지하고 있음에도 불구하고, 현실적인 어려움으로 인해 적절한 해기교육을 제공하지 못하고 있는 실정이다. 또한 상급 항해사의 경우에도 해양사고로 인한 피해규모를 고려할 때 인적과실에 의한 충돌사고를 줄일 수 있는 맞춤형

교육이 요구되나 기존 교육 프로그램으로는 한계점이 있다 (Kim, 2012; Jung, 2002). 따라서 상급 항해사와 하급 해기사를 위한 교육 프로그램 및 효율적인 해기교육을 위한 개선이 필요하다.

#### 4.1 해양사고 예방 교육 프로그램 제안

해양사고의 체계적이고 효율적인 예방 교육을 위해 현실적으로 실용 가능한 맞춤형 교육 프로그램을 상급 항해사와 하급 항해사 교육 프로그램으로 분류하여 제안한다. 각각의 교육 프로그램에는 선박조종시뮬레이션의 표준 시나리오, 자기 평가표, 브리핑 가이드라인이 포함되며, 특별히 하급 항해사 교육의 보편화를 위해 간이형 선박조종시뮬레이션 개발 방안에 대해 제안한다.

##### 1) 상급 항해사를 대상으로 한 교육 프로그램

###### ① 교육 프로그램

상급 항해사의 경우 현재까지 BRM 및 SHS 교육 등 많은 교육을 받아왔으나 해양사고의 방지를 목적으로 한 구체적인 교육은 이루어지지 않았다. 그래서 Table 2와 같이 상급 항해사를 대상으로 한 해양사고 방지용 해기 전문 교육 프로그램을 제안한다. 이 프로그램은 이론 학습과 시뮬레이션을 연계하고, 가급적 실무 위주의 사례 중심 시뮬레이션 교육을 실시한 후 교육생과의 토의 및 디브리핑 등의 평가 과정을 통해 선박운용술 및 해양사고 예방 효과를 극대화하고자 편성한 방안이다.

Table 2 Marine training program for superior license officer

Day	Contents	Hour		
1 Day	Orientation	1		
	Theory Study	6		
	Route Planning	1		
2 Day	Explain Bridge System	1		
	Simulation I (Ship Manoeuvres)	Briefing	0.5	
		Simulation	1	
		Discussion	1	
		Debriefing	0.5	
	Simulation II (Collision)	Briefing	0.5	
		Simulation	1	
		Discussion	1	
		Debriefing	0.5	
	3 Day	Simulation III (Marine Accidents)	Briefing	0.5
Simulation			1	
Discussion			1	
Simulation IV (Emergency)		Debriefing	0.5	
		Briefing	0.5	
		Simulation	1	
		Closing and Survey	Discussion	1
			Debriefing	0.5
	Closing and Survey	1		

##### ② 시뮬레이션 시나리오

상급 항해사용 교육 프로그램 중 시뮬레이션 시나리오 일례를 제안하면 Fig. 7과 같다. 모든 시뮬레이션 시나리오는 실무 현장을 바탕으로 해양사고 개연성이 높은 해역이나 사고 사례를 중심으로 실시하되, 교육생이 운항하고 있는 항로와 대상선박을 연계하여 실질적인 교육 효과가 발생토록 유도할 필요가 있다.

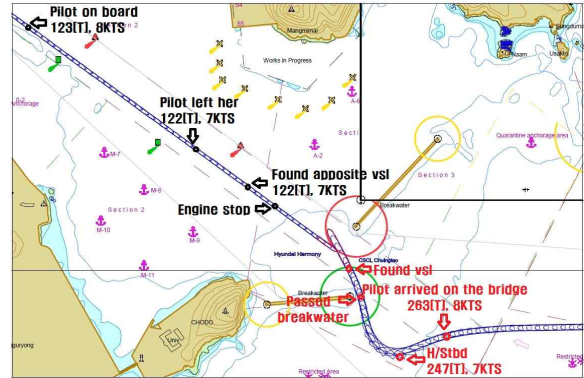


Fig. 7 The simulation scenario of collision accident

##### 2) 하급 항해사를 대상으로 한 교육 프로그램

하급 항해사를 위한 교육 프로그램은 상급 항해사의 교육 커리큘럼을 기반으로 충돌사고 예방을 위한 이론 학습과 시뮬레이션 교육을 병행하되 안전 운항에 중점을 둔다. 이론 교육의 경우 기본적인 항법교육, 견시 요령, 레이더를 활용한 충돌 인식 등과 같은 내용을 위주로 실시하고, 시뮬레이션 교육의 경우 Fig. 8, Fig. 9, 및 Fig. 10과 같이 항내에서 조우할 수 있는 다양한 선종 및 다양한 크기의 선박들과 Crossing situation, Head on situation, Overtaking situation에 대한 시나리오를 작성하여 시뮬레이션을 실시한다. 또한 모든 시뮬레이션은 시나리오별로 표준조건법을 작성하여 반복 수행 후 평가하고, 실무 현장에서 발생 가능한 위험한 조우관계를 토의를 통해 도출한 후 해당 상황을 시뮬레이터에 재현하여 시행함으로써 현장 적응 능력과 함께 충돌회피 능력을 향상시킨다.

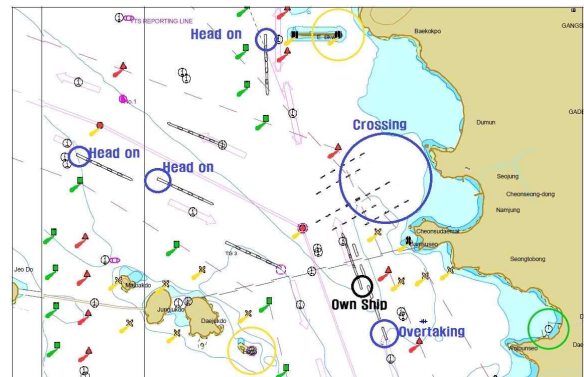


Fig. 8 Scenario 1 (Head on, Crossing, Overtaking situation)

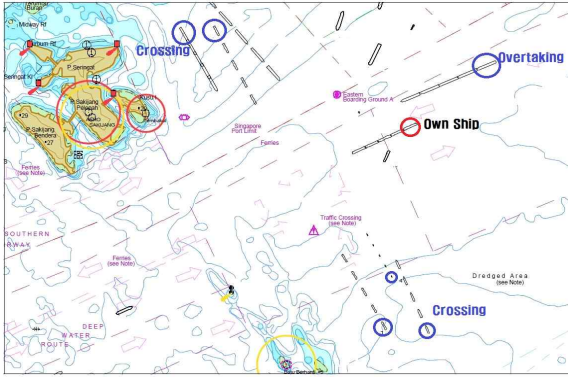


Fig. 9 Scenario 2 (Crossing, Overtaking situation)

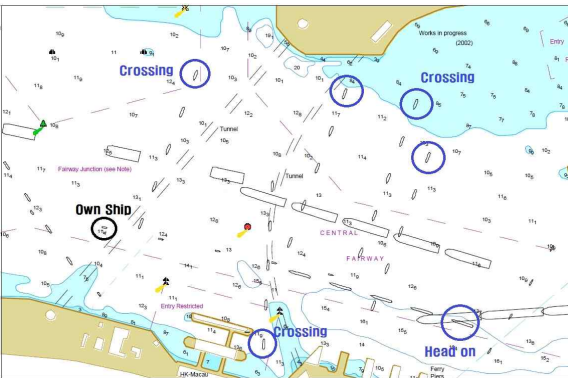


Fig. 10 Scenario 3 (Crossing, Head on situation)

4.2 시뮬레이션 절차 및 교육생 평가표 제안

시뮬레이터를 이용한 훈련의 횟수가 증가할수록 선박 조종 능력이 향상되고, 선박 충돌상황도 줄어든다는 연구결과 (Lee, 2006)를 바탕으로 해기교육에서 시뮬레이션을 체계적으로 실시할 수 있도록 다음과 같이 시뮬레이션 교육 절차를 제시한다.

- ① 시뮬레이션 실습 전 장비 친숙화를 반드시 수행해야 한다.
- ② 브리핑 시 시뮬레이션을 수행할 시나리오에 대해 교육한다.
- ③ 시뮬레이션 시 교육 담당자가 직접 입회해서 교육생 평가표에 의거하여 시뮬레이션 전 과정에 대해 평가한다.
- ④ 시뮬레이션 후 훈련 상황에 대한 교육생들 간에 토의 시간을 부여한다.
- ⑤ 시뮬레이션 후 강사가 평가한 내용을 교육생에게 제공한다.

또한, 단순히 가상현실 속에서 선박을 조종해 보는 것에서 끝나지 않고, 스스로 어떻게 항해했는지에 대한 내용 파악과 부족한 부분을 보충할 수 있는 디브리핑을 통해 효과적으로 훈련의 목적을 달성할 수 있도록 Table 3과 같이 시뮬레이션 수행 중 평가표를 강사(교관)가 작성하여 디브리핑 시 각 교

육생에게 제공될 수 있는 평가표를 제안한다.

Table 3 Evaluation table for simulation trainee

① Trainee Name ( )				
② Simulation Role ( )				
③ Simulation Situation ( )				
Event	Contents	Assessments		
		Excellent	Good	Insufficient
Head on	Detection on vessels Early			
	Good Communication and Appropriate Action			
	Sailing in Safe Area			
Crossing	Detection on Crossing Vessels Early			
	Avoid Immediate Danger			
	Sailing in Safe Area with Safe Speed			
Overtaking and Change Course	Good Communication and Appropriate Action			
	Sailing in Safe Area with Safe Speed (Use Engine and Rudder both)			
	Appropriate Action in Compliance with COLREG			
Comment				

이는 각각의 시뮬레이션에서 특이하게 발생할 수 있는 교행, 추월, 제한시계 등의 상황을 제공하고, 이에 해당하는 적절한 조치에 대해 평가할 수 있으며, 다양한 상황에서 실시한 시뮬레이션을 통해 작성된 평가표는 각 교육생에게 부족한 부분을 집중 훈련할 수 있도록 하는 기초 자료가 될 것이다.

4.3 하급 항해사를 위한 간이형 시뮬레이터 개발 방안

하급 항해사의 경우 상급 항해사에 비해 영세한 해운업체에 소속되어 있어 회사 차원에서 교육을 실시하기 어렵고, 국내에 약 6곳 밖에 없는 고가의 시뮬레이션 시설을 이용하기 어렵다는 점 등을 고려해 볼 때 이동성 및 경제성을 갖춘 시뮬레이션 장비의 구성이 필요하다고 판단된다. 따라서 하급 항해사들이 손쉽게 시뮬레이션 교육을 받을 수 있도록 해양사고 예방 간이형 시뮬레이터 제작을 위한 개념 설계도를 Fig. 11과 같이 제안한다. 간이형 시뮬레이터는 제작과 운영

비용을 고려하여 PC를 기반으로 운용 가능해야 하고 협소한 공간에도 설치될 수 있도록 설계하였다. 해양사고 예방을 위한 간이형 시뮬레이터라는 사실에 입각해서 Radar 영상, ECDIS 영상, Conning 영상 등 시스템 구동에 필수적인 모듈로 구성하였다. 시뮬레이션 영상은 3개의 PC 모니터나 LED TV를 설치하여 구현하고, 대상선박 및 환경 데이터베이스는 해운회사 실정에 적합하도록 구성되어야 한다. 또한 간이형 시뮬레이터의 개발 및 보급 등은 국가 정책적인 차원에서의 정부 지원에 의해 수행되어야 할 것이다.

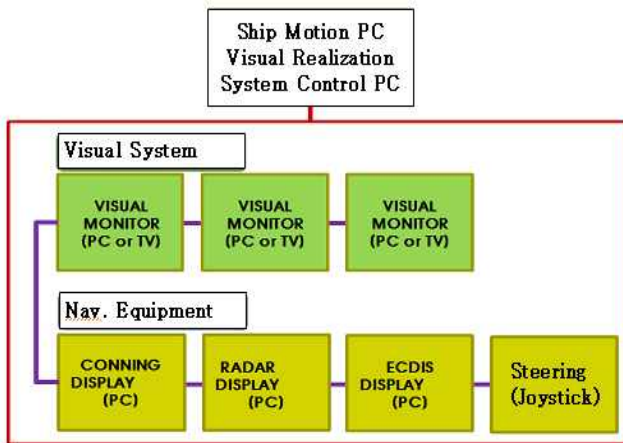


Fig. 11 Conceptual design of simple simulator

## 5. 결 론

본 연구에서는 국내 해양사고 발생 현황을 해양안전심판원 사고 통계를 기초로 발생 비율을 원인, 사고 관련자, 종류에 따라 비교·분석하였다. 또한 국내외 해기교육기관에서 가장 많이 시행하고 있는 BRM 및 SHS 교육에 대해 조사하여 해양사고 발생률과의 관계를 살펴보고 효과적인 해기교육을 위한 방안을 검토하였다.

인적요인에 따른 해양사고 발생률을 감소시키고자 현행 해기교육프로그램의 문제점을 분석하여, 현실적으로 적용 가능한 맞춤형 교육 프로그램을 제안하였다. 상급 항해사는 해양사고 사례를 중심으로 해기 능력 향상에 중점을 둔 실무형 시뮬레이션 교육 프로그램을 제안하였고, 하급 항해사는 항법 기초와 Crossing, Head On, Overtaking 상황에 대한 대응 훈련이 이루어 질 수 있도록 하는 교육 프로그램을 제시하였다. 또한 하급 항해사를 위한 시뮬레이션 교육의 보편화를 위하여 해양사고 예방용 간이형 시뮬레이터의 개발 방안 및 개념설계를 제시하였다.

본 연구에서 제안하고 있는 시뮬레이션 프로그램의 개선, 평가 시스템의 도입, 영세한 해운업체의 해기사 지원을 위한 간이형 시뮬레이터의 개발 및 보급 등이 이루어진다면 인적 과실에 의한 해양사고 발생률을 현저하게 줄일 수 있을 것으로 기대한다.

향후 연구 과제로는 소형선 또는 어선의 경우 내항선이 주를 이루기 때문에 국제법에서 이러한 선박들의 교육에 대해 규정하기가 어려운 것이 현실이다. 그러므로 국내법에서 소형선박 및 어선에 대한 해기교육을 법정 교육으로 의무화하는 절차가 필요하며, 국가적인 차원에서 해양사고 예방에 필요한 교육시스템 지원 등과 관련된 정책 연구와의 연계가 필요하다.

## 후 기

이 연구는 해양수산부의 해양안전기술개발사업(인적요인에 의한 해양사고 예방 및 관리기술 개발) 지원 과제임.

## 참 고 문 헌

- [1] Kim, C. J.(2001), "A Prospect of Marine Simulation Training", KOSME Press, Vol. 25, No. 2, pp. 49-54.
- [2] Kim, C. J.(2002), "Maritime Education and Training (MET) by Ship Handling Simulator", KSS Press, Vol. 11, No. 4, pp. 81-89.
- [3] Kim, T. T. L. et al.(2012), "Improvement of Crew Resource Management for Mariners", KOSOMES, Vol. 2012, No. 4, pp. 279-282.
- [4] Kim, Y. M.(2012), "Analysis of Status and Effect of Bridge Resource Management Course in Korea", KOSOMES Press, Vol. 2012, pp. 331-333.
- [5] Lee, J. S. et al.(2006), "The Effect of Repeated Mariner Training Using a Ship-Handling Simulator System on Ship Control", KINPR Press, Vol. 30, No. 6, pp. 427-432.
- [6] Lee, Y. S. et al.(2012), "A Fundamental Study on the Program Development of Marine Education and Training Using IT", KINPR Press, pp. 455-457.
- [7] Jung, N. Y.(2002), A Study on Efficiency of Maritime Education and Training by Ship Handling Simulator, Thesis(master).
- [8] Korean Maritime Safety Tribunal(2010), States of Marine Accidents in 2006~2010, <http://www.kmst.go.kr>.

원고접수일 : 2013년 03월 07일

심사완료일 : 2013년 03월 27일

원고채택일 : 2013년 04월 02일