

# 4. 기술동향

## 마린 시뮬레이션 교육훈련의 현황과 전망 A Prospect of Marine Simulation Training



김창제  
C-J Kim

- 한국해양대학교 해사대학  
해사수송과학부 교수
- 한국해양대학교 부설  
마린시뮬레이션교육연구센터 소장

### 1. 서 언

최초의 마린 시뮬레이션은 1967년 프랑스 그레노블(Grenoble) 근처의 Port Revel에 있는 해양 연구훈련소(The marine research and training center)에서 제작되었으며 실제 선박의 1/25인 모형선에 두명의 훈련생이 승선하여 직접 호수에서 운항을 하는 초보적 장비였다.

1975년에 미국은 CGI(Computer Generated Imagery)와 대형 스크린을 이용하여 물체의 원근, 뚜렷한 화면 등을 재현하였으며 그 후, 발전을 거듭하여 마린 시뮬레이션은 현재의 수준에 도달했다. 해양사고의 약 80% 이상은 인적과실에 기인하며, 해양사고는 막대한 인적, 물적 및 환경 피해를 초래하고 국가간의 분쟁의 씨앗이 되기도 하므로 결과적으로 국가 경제에 중요한 영향을 미친다. 인적과실에 의한 해양사고를 방지하기 위해서는 실제의 해상 조건과 거의 동일한 또는 더 엄격한 자연환경을 재현하여 시행할 수 있는 마린 시뮬레이션 교육훈련이 필요하다.

인간과 기계가 하나의 시스템으로 기능하는 Man-Machine 시스템의 특성을 가지고 있는 마린 시뮬레이션은 선박조종훈련, 적화훈련, 기관조종훈련, 통신훈련 또는 오염방제훈련 등에 이용하거나 그 훈련결과를 평가하기 위한 것으로 마린 시뮬

레이션에 의해 반복훈련, 위험노출훈련 등이 가능하기 때문에 적은 비용으로 각 분야의 능력을 향상시킬 수 있다.

따라서 이 글은 마린 시뮬레이션 교육훈련의 현황을 파악하고, 앞으로 전개과정을 고찰하여 마린 시뮬레이션에 관한 인식을 제고시키고자 한 것이다

### 2. 해양사고와 마린 시뮬레이션 교육훈련의 필요성

표 1 및 그림 1은 과거 10년간('88~'98) 우리나라 선적 선박의 해양사고 건수를 나타낸 것이다. 앞에서 언급하였듯이 인적과실에 의한 해양사고의 비율은 전체 해양사고의 80% 이상임을 알 수 있다. 여기에서 운항과실 및 장비취급불량을 인적과실로 하였고 기타에는 불가항력, 천재지변을 포함시켰다.

해기사의 임무는 해당선박을 안전하고 경제적

표 1 10년간('88~'98) 해양사고

발생건수 \ 사고종류	발생건수
운항과실 및 장비취급불량	3841
기기결함	497
기타	434
계	4772

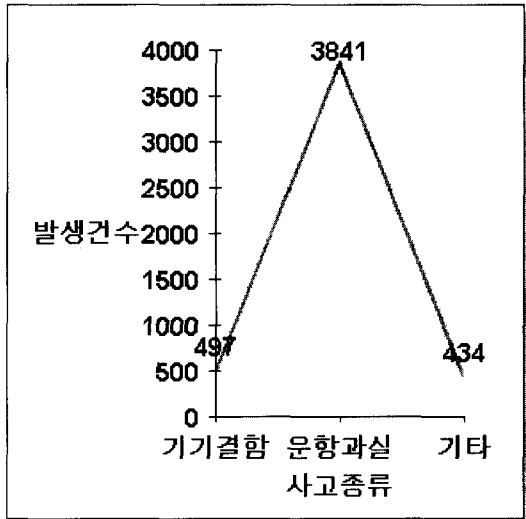


그림 1 10년간 ('88 ~ '98) 해양사고

으로 목적지까지 운항하는 것이다.

앞에서 언급한 바와 같이 선박의 안전 운항은 물적요소 보다는 그 선박을 운항하는 해기사의 기술능력, 즉 인적 요소에 의해 크게 좌우되며 선박의 대형화, 전문화, 고속화, 자동화에 발 맞추어 해기사의 기술능력을 향상시키기 위하여 마린 시뮬레이션 교육훈련을 제도화 하고 시행하는 것이 세계적인 추세이다.

마린 시뮬레이션 교육훈련의 장점은 실제 승선 교육에서 얻기 힘든 각종 환경을 제공하여 교육훈련을 시행할 수 있으며 또한 긴급사항에 대한 대처능력을 기를 수 있다.

이뿐만 아니라 원하는 상황을 미리 설정할수 있기때문에 외력(항만상태 등)이 선체운동에 미치는 영향을 알 수 있어 상황별 대처능력을 기를 수 있다.

일본에서는 매년 2개월간의 실승선 교육을 마친 상선대학 학생을 대상으로 마린 시뮬레이션을 이용한 선박조종 교육훈련의 효율성을 연구하여 시뮬레이션교육훈련의 필요성을 강조한 바가 있다. 경계, 선위파악, 조종술, 장비조작, 의사소통, 항로규칙, 항해계획, 긴급사항, 인원관리 등 9가지 항목중 처음에는 기본적인 단일항목으로 교육훈련을 실시하고 차츰 2가지 이상의 항목을 복합하여 교육훈련을 실시하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 미숙한 교육훈련생들에게 상당한 효과가 있다.
- 마린 시뮬레이션을 이용하여 얻어진 모든 해기 능력은 실 승선에 의해 얻어진 것과 거의 동일하다.
- 실 승선과 마린 시뮬레이션을 이용한 복합훈련에 의해 높은 능률을 얻을 수 있다.
- 승선경험을 바탕으로 한 교육훈련은 선박조종 기술의 능력 향상에 도움이 된다.

즉, 마린 시뮬레이션을 이용한 교육훈련은 안전 운항을 위한 선박조종능력을 기르는데 필요하며, 또한 실승선을 이용한 교육훈련에 마린 시뮬레이션 교육훈련을 병행하면 효율성이 더욱 제고되어, 실제 선박에 근무중인 해기사에게 마린 시뮬레이션을 이용한 재교육이 필요하다는 것을 시사한다.

한국해양대학교는 마린 시뮬레이션 도입 시기부터 선박조종, 기관조종, 해상통신에 관한 과정을 필수과목으로 개설하여 실승선을 이용한 승선교육과 시뮬레이션을 이용한 교육훈련을 3학년(실승선에 승선중인 학생)과 4학년 학생을 대상으로 병행 실시하고 있으며, 해운기업의 해기사를 대상으로 초임과정교육 또는 재교육을 실시하고 있다.

기타 마린 시뮬레이션의 활용도를 열거하면 다음과 같다.

- 항해 및 선박제어
  - 브릿지 제어 동작의 안전성 확보를 극대화하기 위한 선교 구조
  - 선교 장비 설계와 인간/기계 인터페이스의 기술적용
  - 해기사 및 선교팀의 정신, 육체, 사회적인 능력과 특성
  - 항해, 선박조종, 기관조종 및 통신에 사용되는 절차의 효율성
- 항만, 수로설계 및 운영
  - 협수로, 부두 등의 구조와 방향
  - 시각, 전자, 기타 다른 항해 시스템의 설계에 사용
  - 선박 통항 시스템 또는 절차의 현존 문제, 사용
- 훈련 시스템의 개발
  - 훈련 기술, 절차, 평가방법

－ 훈련장비 설계

• 선박 조종성 특성

- － 선체, 추진 설계, 기관요소
- － 수로, 해양환경, 해양 시설 등에 의한 선박의 영향

3. 마린 시뮬레이션 시설과 교육현황

우리나라는 표 2에 나타낸 바와 같이 각 기관이 마린 시뮬레이션 장비를 설치하고 있으나 한국해양대학교 및 한국해양수산연수원을 제외한 기관은 장비의 노후와 운용 인력의 부족으로 교육훈련이 활발하지 못하다. 하지만 마린 시뮬레이션 교육훈련의 필요성을 인식한 각 기관은 마린 시뮬레이션 장비 설치 및 교육훈련을 계획하고 있다. 목포해양대학교와 경상대학교는 Full Mission 시뮬레이션 장비를 설치할 예정이고 해군은 안전 항해 및 각종 전술훈련의 숙달을 위해 조합 시뮬레이션의 필요성을 인식하고 국산화 개발을 추진하고 있다.

표 2는 국내 마린 시뮬레이션 시설현황을 사진 1 및 사진 2는 현재 설치 운용중인 한국해양대학교와 한국해양수산연수원의 마린 시뮬레이션 선교

를 보여준다.

한국해양대학교에 설치되어 있는 Full Mission Simulator는 실제 선박과 거의 동일하며 고도의 기술이 함축된 선박 운동방정식에 의해 선박 운동을 재현하였기 때문에 실제와 거의 일치한다.

한국해양대학교는 항해계열 학생들에게 선박조종시뮬레이션(주 8시간 교육훈련), 기관계열 학생들에게 기관조종시뮬레이션(주 6시간) 교육훈련(사진 3참조)을 3, 4학년을 대상으로 실시하고 있으며, 또한 통신 시뮬레이션을 이용해서 GOC(General Operator's Certificate : 전파 선

표 2 국내 마린 시뮬레이터 시설 보유 현황

보유 기관	제작사
한국해양대학교	Norcontrol
한국해양수산연수원	Stn-Atlas
목포해양대학교(설치예정)	Norcontrol
선박공학연구소	AME
부경대학교	Transas
제주대학교	Transas
군산대학교	Transas
경상대학교(설치예정)	Norcontrol
해양수산계 고등학교	Transas

표 3 한국해양대학교에 설치된 Full Mission Simulator의 장비 상세

선 교	제1선교	크기－스크린 : 직경 16mm의 360도 full 스크린 －선교 : 6.2×5.5m
		프로젝터 : 9개의 프론트 방식 프로젝터(BARCO) 항법장치 : ARPA, ECDIC, NID, Steering stand, VHF, 인터폰, GPS, Decca, Loran-C, RDF, 측심기, 선속계 및 각종 지시기
선 교	제2선교	크기－스크린 : 반경 4m의 135도 －선교 : 6.2×5.5m
		프로젝터 : 3개의 프론트 프로젝션 방식 프로젝터(BARCO) 항법장치 : ARPA, ECDIC, NID, Steering stand, VHF, 인터폰, GPS, Decca, Loran-C, RDF, 측심기, 선속계 및 각종 지시기
	사운드 시스템	기관 출력 및 선형에 따른 엔진 음향과 선체진동, 그리고 각종 음향신호의 발생
	폐쇄회로 TV	
컴퓨터 이미지 생성실	비주얼 화상처리용 컴퓨터 및 미국 로키드 마틴사의 Read 3D 그래픽 프로세서 : 총 14대	
교 관 실	－시뮬레이션 제어용 종합콘솔, 서버 네트워크 컴퓨터 －다중 모니터 싱크로 비주얼 시스템 : 20인치 ×10대 －내선전화, 인터폰, VHF 및 데이터/음성 기록장치	
디브리핑실	－대형 스크린용 프로젝터 －100인치 전동 스크린 －30~40인용 강의실 집기류	

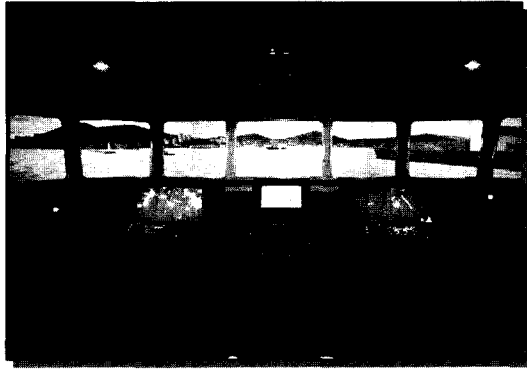


사진 1 한국해양대학교 선박조종 Simulator 전경



사진 3 한국해양대학교 기관 Simulator실 전경

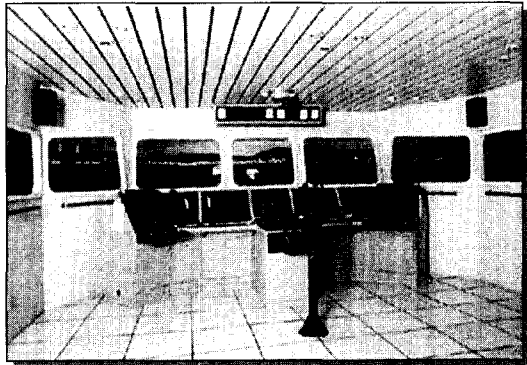


사진 2 한국해양수산연수원 선박조종 Simulator 전경



사진 4 한국해양대학교 통신 Simulator실 전경

자급 3급 통신사), ROC(Ristrict Operator' s Certificate : 전자 전자급 4급 통신사) 자격증 취득과정을 실시하고 GMDSS(Global Maritime Distress Safety System)에 대한 전반적인 교육훈련을 (주 6시간) 실시하고 있다(사진 4참조).

해운기업의 실무해기사를 위한 위탁과정은 표 4와 같다. 각 과정들은 직책별로 구분하여 해기사의 능력에 맞는 교육을 실시하여 결과의 극대화를 얻고자 하고 있다.

SHS(Ship Handling Simulation)초임과정은 아주 기초적인 선박조종훈련으로 구성되어 있으며, SHS 기본과정은 주로 교통밀집지역 및 무중시 등의 악 조건속에 항해를 하는 것을 기본으로 선박조종능력 향상을 꾀하고 있으며 SHS 향상과정은 입 출항을 위주로 하는 고급항해 교육훈련으로 구성되어 있다. 또한 BRM(Bridge Resource Management)기본과정은 세계의 석유 Major

Company에서 요구하는 권고사항이므로 유조선 및 LNG선 승선 항해사를 위주로 교육하는 것을 원칙으로 하고 있지만 현재는 그 범위를 항해사 전원으로 확대하고 있는 추세이다.

조만간 해운기업의 위탁을 받아 ERM(Engine room Resource Management)과정을 개설하여 교육훈련을 실시할 예정이다.

한국해양수산연수원은 항해사를 대상으로 SHS 신규 및 특별교육훈련을, 유조선 승무원을 대상으로 BRTM(Bridge Resource Team Management) 교육훈련을, 또한 기관사를 대상으로 EHS(Engine Handling Simulation)교육훈련을 실시하고 있다.

스웨덴과 노르웨이의 경우 선박의 충돌회피훈련, 선교팀 관리훈련(BRM) 및 선박조종훈련 등을 실시하고 있으며 미국은 선박조종술 향상훈련, 예선-부선 조종훈련 등을 실시하고 있다. 네덜란드의

표 4 마린 시뮬레이션을 이용한 교육훈련 과정

과정명	대상등급
SHS 기본과정	3, 2 항사 및 1항사 4년이하
SHS 향상과정	1항사 5년이상, 선장
BRM 기본과정	유조선 및 LNG 승무원 위주
SHS 초임과정	초임 항해사

경우에도 선박조종훈련, 도선사훈련, BRM훈련 등을 실시하고 있다. 네덜란드는 “Terschelling Maritime Academy”에 마린 시뮬레이션을 설치하고 네덜란드의 모든 해양대학의 학생들에게 무료로 교육훈련을 실시하고 있다.

일본의 경우 동경 상선대학은 자체 마린 시뮬레이션을 개발하였으며 시뮬레이션 교육 6시간을 1일의 실 승선 기간으로 환산하는 정책을 추진하고 있다.

#### 4. 국제기구의 동향과 마린 시뮬레이션 교육훈련의 전망

국제해사기구(IMO : International Maritime Organization)의 '95년 선원훈련, 자격 증명 및 당직 근무의 기준에 관한 국제협약인 STCW (International Convention on standards of Training Certification and Watchkeeping for Seafarers)는 알파 레이다 시뮬레이션 교육을 강제 요건으로 하였으며 선박 시뮬레이션 교육훈련을 권고하고 있다. 그러나 선박 시뮬레이션 교육훈련의 필요성이 인정되고 있는 추세여서 앞으로 선박조종시뮬레이션 교육훈련은 강제로건으로 될 가능성이 높다. 한편 IMO의 소위원회 또는 산하위원회의 활동을 요약하면 다음과 같다.

마린 시뮬레이션에 관한 검토는 주로 훈련당직 기준 소위원회 STW(Sub-Committee on Standards of Training and Watchkeeping)에서 시행하고 있다. 또한 이 소위원회에는 각국의 대표를 추가하여 전문가에 의한 비 정부간 기관도 참가 하게된다. 네덜란드는 선원의 자격증명에 요구되는 330일의 승선 기간 중 30일을 10일의 마린 시뮬레이션 훈련으로 대체하는 연구결과를 STW 소위원회에 보고한 바가 있다.

마린 시뮬레이션 훈련에 관해서는 국제 해사 교육자문위원회(IMLA : International Maritime Lecturer's Association)가 콘설턴드의 자격을 가지며, 마린 시뮬레이션에 관한 가장 중요한 역할을 국제 항해 시뮬레이션 교육자회의(INSLC : International Navigation Simulator Lecturers' Assciation)가 담당한다.

마린 시뮬레이션 교육훈련의 필요성을 인정하는 국가는 마린 시뮬레이션 장비를 보급하여 현재 약 40여개국 100여개 이상의 기관이 마린 시뮬레이션을 가동하여 선원의 교육 훈련이나 항행 안전 평가에 활용되고 있다. 더욱이 해기사의 교육훈련에 대한 능력 판정에 마린 시뮬레이션을 이용하는 경향이 점차 증가하고 있다.

특별한 기술, 운용, 연구, 훈련에 대한 회의, 시뮬레이션의 최신기술 개발, 다양하고도 복잡한 연구 및 훈련에 대한 시뮬레이션응용 및 마린 시뮬레이션선 교육훈련의 확대 보급을 목적으로 탄생한 IMSF(International Marine Simulator Forum)는 Full mission 시뮬레이션을 운영하고 있는 운영자의 모임으로서 결성 당시 9개 회원국이었으나 현재는 회원국이 크게 증가하여 22개 회원국으로 증가되어 마린 시뮬레이션을 이용한 교육훈련이 차츰 확대하고 있음을 알 수 있다.

우리나라의 경우에도 10여년 전부터 마린 시뮬레이션 교육훈련의 필요성을 인식하고 한국해양대학교 및 한국해양수산연수원을 비롯한 각 기관에서 마린 시뮬레이션을 이용한 교육훈련을 실시하고 있다.

현재까지는 마린 시뮬레이션을 이용한 교육훈련은 강제규정은 아니지만 해운 선진국 및 여러 나라에서는 마린 시뮬레이션 교육훈련의 필요성을 인식하고 교육훈련을 실시하고 있다.

그리고 일부 국가에서는 마린 시뮬레이션을 이용한 교육훈련 시간을 실 승선 일수에 환산을 하고 있고 일본 및 네덜란드를 비롯한 여러 나라에도 마린 시뮬레이션을 이용한 교육훈련을 실 승선 시간으로 환산하는 문제를 추진하고 있으며 이러한 필요성을 인식하는 추세라면 마린 시뮬레이션 교육이 곧 강제화 될 것으로 예상된다.

마린 시뮬레이션 훈련의 결과를 적용하는 것, 즉

표 5 해상경력과 선박조종 시뮬레이션 교육훈련의 환산계수

대상직급	현행승선 경력	조종 시뮬레이터		환산 계수
		필요훈련회수	필요훈련시간	
1급 항해사	1년	36회	18일	20.2
	2년	36회	18일	40.5
2급 항해사	1년	31회	16일	22.8
3급 항해사	1년	126회	63일	5.7

실제 승선과의 환산을 결정하는 것은 매우 중요한 일이다. 실제로 구미 몇 나라에서는 승선대체를 시행하는 나라도 있다. 하지만 대부분의 나라에서는 그 기준이 모호한 것이 사실이다. 일본의 경우 조종 시뮬레이션은 1일 2회를 원칙으로 표 5와 같은 결과를 도출하였다.

하지만 우리나라의 경우 7~8개월 혹은 그 이상의 승선후 1개월 정도의 휴가를 받는 상황에서 표 5와 같은 결과의 도출은 현실적으로 불가능하다고 생각되며 여러 관련기관과 협의 후 현실 가능하면서도 충분한 훈련이 될 수 있도록 해야한다.

### 5. 결 어

제도적으로는 마린 시뮬레이션을 이용한 교육훈련이 강제화 되지 않았지만 많은 해운 선진국은 그 필요성을 인식하고 마린시뮬레이션 교육훈련을 실시하고 있다.

앞에서 언급한 바와 같이, 해양사고의 80%가 인적 사고에 기인하는데 이러한 인적사고를 줄이기 위해서는 해기사의 기술능력을 향상시키는 일이 급선무이다.

그리고 세계적인 추세로 안전관리 표준화가 시행되고 있으며 이런 상황에서 마린시뮬레이션을 이용한 교육훈련은 해기사의 기술능력을 향상시킬 것으로 예상되며 안전항해 및 해양환경 보호 등 다 방면으로 효과를 거둘 수 있다.

과거에는 경험에 의한 조종술과 이론교육이 해기사의 기술능력을 향상시킨다고 생각을 해왔지만 이러한 것들은 많은 시간을 요구하며 확실성 및 객관성이 부족하고 예기치 않게 일어나는 긴급사항에 대처하는 능력을 기를 수 있느냐 하는 것에는 대해서는 확실한 결과를 얻을 수 없는데 반해 마린 시뮬레

이션을 이용한 교육훈련에 있어서는 그 결과를 확인할 수 있으므로 확실성과 객관성을 얻을 수 있다.

마린 시뮬레이션을 이용한 교육훈련을 함으로써 모든 상황에 대한 대처능력을 기를 수 있으며 부족하다고 생각되는 부분에 대한 실시간 반복 교육훈련을 통해 결점을 해결할 수도 있다.

마린 시뮬레이션 교육훈련을 실무와 유사한 환경 하에 다양하게 또한 짧은 시간 내에 효과적으로 실시하면 선박의 안전운항에 큰 도움이 될 것으로 판단되며, 객관적인 검증을 기초로 한 마린시뮬레이션 교육훈련의 적극적인 활용이 기대된다.

### 참고문헌

- 1) 중앙안전심판원, 해양안전심판사례(사고종류별 해양사고 원인 현황편), 1999.
- 2) 한국해양대학교 해사대학, 도선사 특별 연수교육 교재, P 69~82, 1995.
- 3) J.H.Wulder & M.van Hattem, "Simulator time and its sea time equivalence( phase I and II)", Marine Safety International Rotterdam b.v., Netherlands, Marine Simulation and Ship Manoeuvrability, chislett(ed.) 1996.
- 4) Shin MURATA, Hiroaki KOBAYASHI, "Comparative Studies Between the Onboard Training and the Simulator-used Training", 2000.
- 5) Teruhisa FUJII and Takahiro TAKEMOTO, "International Rule and Maritime Simulator", 日本航海學會誌, 第143號, P 48~51, 2000.
- 6) Yasuo ARAI, "On the Special Article for Ship-Handling Simulation Symposium-Safety Navigation and Simulator", 日本航海學會誌, 第143號, P 32~33, 2000.
- 7) Yasuo ARAI, Shin MURATA and Susumu TOYA, "Training and its Assesment Utilizing Ship-Handling Simulator", 日本航海學會誌, 第143號, P 34~36, 2000.